84-研(二)

台灣海域海氣象特性之研究

台灣省政府交通處
港灣技術研究所

台中　梧棲

中華民國八十四年六月

台灣海域海氣象特性之研究

執　行　單　位　：海岸工程組

群計畫召集人　　：何良勝　研究員

第一子計畫主持人：曾相茂　副研究員

第二子計畫主持人：簡仲璟　研究員

第三子計畫主持人：洪憲忠　副研究員

第四子計畫主持人：邱永芳　研究員

第五子計畫主持人：何良勝　研究員

14.Guza，R.T.，1985，Shoaling gravity waves：comparisons between field obervations，linear theory，and a nonlinear model，J.F.M. Vol158，PP47-70.
15.The WAMDI Group，1988，The WAM Model-a Third generation ocean wave prediction model，J.phg.Ocean.，PP1775-1810
16.郭一羽，陳合源，1982，〞淺海波浪頻譜之研究(一)～非線形成分波與波譜之關連〞第六屆海洋工研討會，PP11-1～11-21
17.郭一羽，陳合源，1983，〞淺海波浪頻譜之研究(二)～成分波波速之線形理論適用界限的問題〞第七屆海洋工程研討會，PP24-1～24-13.
18.郭一羽，陳合源，1985，〞淺海波浪頻譜之研究(三)～有關波譜形狀在實驗上的研究〞第八屆海洋工程研討會，PP557-574.
19.郭一羽，1990，〞海洋風浪之波譜模式〞，第三屆基礎港灣數值模式研習，PP113-124.

五、利用攝動法理論解析入射波譜已知時，波浪前進於任一均勻等深水中，其波浪非性效應能量傳遞的二階波譜變化情況。由解析結果顯示，波浪的非線性效應，能令能量往高、低頻率傳遞的現象，當水深波長比 D/L_0 愈小時傳遞現象愈顯著，往高頻處傳遞的能量其尖峰主頻大都發於二倍主頻的位置。

有關各子計畫現場調查方式、統計分析方法、試驗步驟與理論解析過程將於下列各章詳細描述。

84-研(二)-1

台灣海域海氣象調查研究

台灣省政府交通處
港灣技術研究所

台中　梧棲

中華民國八十四年六月

台灣海域海氣象調查之研究

計畫主持人：曾相茂　副研究員

協同主持人：吳　基　助理研究員

研究人員：張金機　所長

林受勳　助理

楊怡芸　行政助理

蔡瑞成　〃

何炳紹

陳進冰

李江澤

各港務局參與人員 -----

李詩鴻　花蓮港務局

陳金水　蘇澳港務局

劉凡正　基隆港務局

游文在　高雄港務局

台灣海域海氣象調查之研究

目　　錄

摘　　要

茲將本計畫本年度的研究工作內容摘述如下：第一章為本計畫歷年的海氣象資料蒐集，建檔情況說明。第二章為花蓮港附近海域海流與波浪調查，分別說明現場作業經過及針對颱風侵襲期間此區域的波浪特性；第三章為台中港港口擴建後台中港港口附近海流、波浪、潮汐及風調查研究，分別說明現場作業經過及其延伸850公尺後北防波堤遮蔽效果；第四章為本所在花蓮港安裝雷達式波浪、海流遙測系統之簡介。

壹、資料蒐集

一、前言

本計畫為一經常性之研究工作，除繼續辦理台灣四周有關波浪、海流、潮汐、風及颱風現場資料觀測外，並蒐集各有關單位提供之原始資料，輸入本所電腦資料庫，以建立基本標準檔；本年度工作重點包括現場觀測台中港、花蓮港附近海域波浪與海流等各項資料之收集。茲將目前資料蒐集情形敘述如后：

1-2 資料鍵入部份

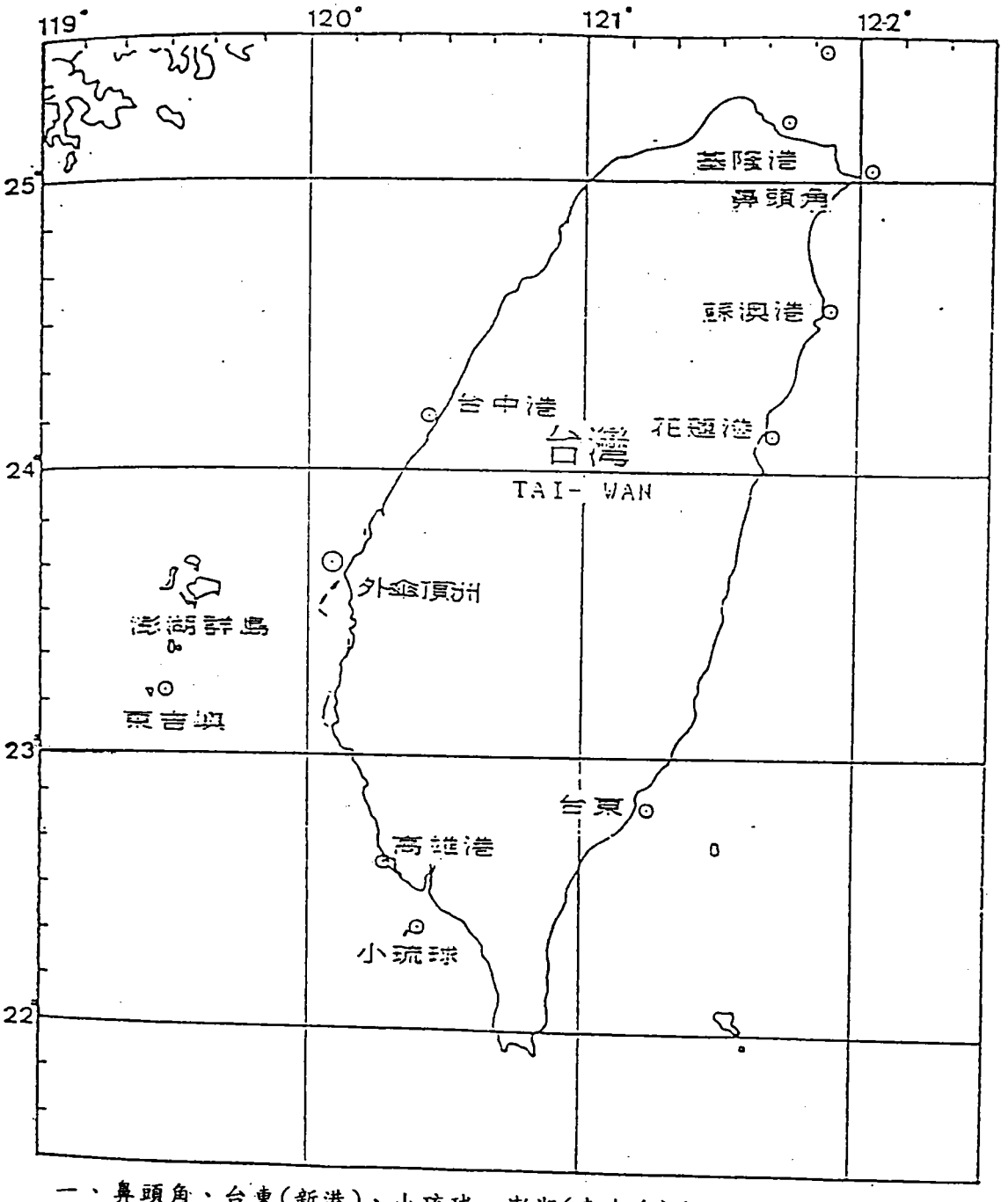
各單位提供有關波浪、海流、潮汐、風及颱風等各項資料，大部份以報表紙方式提供，再經本所以人工方法鍵入個人電腦中以建檔，少部份資料則直接以磁片或磁帶轉輸入個人電腦中，目前本所已建檔有關風速風向、波浪、海流以及潮汐等各測站名稱與資料收集時間分別如表1-1至表1-4。

1-3 結　語

任何港灣、海岸與海洋結構之規劃、設計施工與營運均需有長期分析之海象資料為依據。而在海洋環境中，波浪是最複雜且影響最大的自然外力。台灣地區處西太平洋亞熱帶，夏季處於颱風侵襲路徑中，冬季則有強烈東北季風之吹襲，致使沿岸與海峽地區經年累月處於惡劣海象條件下。

有關台灣長期之波浪觀測除本所與各港務局合作即在基隆、蘇澳、花蓮、台中及高雄設有五個及時自動觀測站外，目前有氣象局之鼻頭角、成功、小琉球、東吉島等四個觀測站(如圖1-1);基隆港務局的基隆觀測站（79年9月30日起固障至今)蘇澳港觀測站港外之觀測站自76年10月24日起故障直到81年4月23日才修復但在83年5月底時又故障。台中港觀測站自82年5月安裝後只量測4個月，到9月底電纜被拉斷後即沒有資料。今年(84)5月

重新安裝電纜現正常運轉中。另外，尚有國立成功大學在台電興達電廠裝置容量型線式波高計等做長期自動波浪觀測，台灣省水利局有8個驗潮站與6個氣象站(如圖1-2)對資料收集、分析有極大的貢獻，其它單位如國立台灣大學、國立交通大學、國立中興大學、國立中山大學、國立海洋大學、國立高雄海專、台灣電力公司、中國石油公司、環境保護署等單位，近年來大多皆以臨時設置之觀測站做短期海象調查，以做為海岸與海洋工程設計之依據。



一、鼻頭角、台東(新港)、小琉球、澎湖(東吉島)中央氣象局已建立。
二、蘇澳港、基隆港、基務港務局已建立。
三、花蓮港務局負責於79年7月安裝完成，79年10月故障至今。本所已於84年6月10日修復。
四、高雄港務局負責於79年11月安裝完成，現正常運轉中。
五、台中港本所已於84年5月31日修復安裝完成，現正常運轉中。
六、蘇澳港81年10月已故障至今，基隆港79年12月故障直到84年7月10日修復後現正常運轉中。

圖 1-1　台灣四周及各離島測站分佈圖

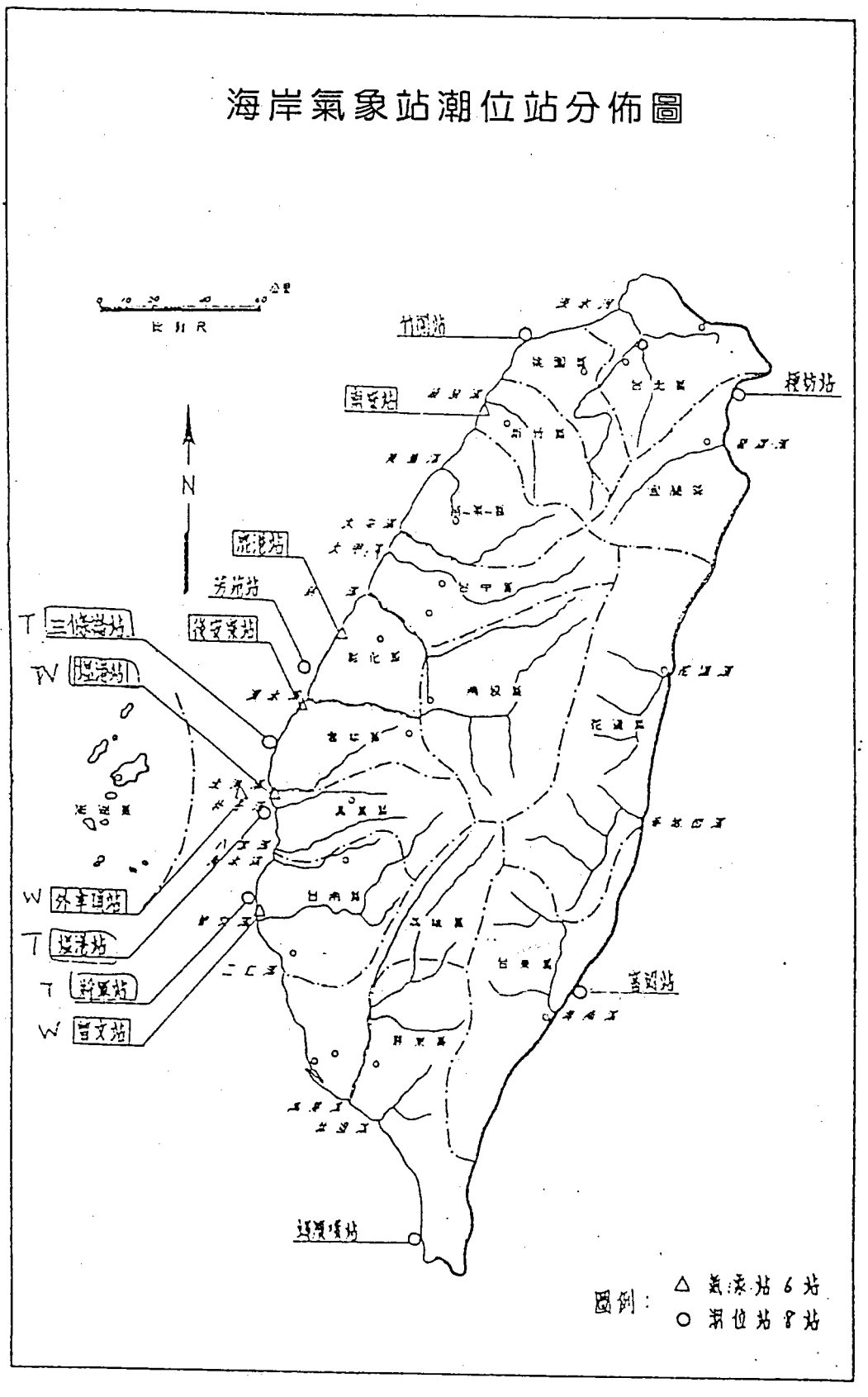


圖 1-2　台灣省水利局海岸氣象站與潮位站分佈圖

表 1-1　風速風向測站名稱及時間表

測站名稱	代號	時　　間	提供單位	原資料來源	備　　註
台中港	TC	1971/01 - 1995/06	中港局、港研所	報表紙	缺1981/01-1983/10
興達港	SD	1984/06-1985/08 (IN) 1984/07-1085/03(OUT)	台電火工處	〃	內港 外港
大鵬灣	TP	1990/11 - 1995/06 1979/01 - 1984/12	高港局	〃	新建
大武	TW	1965/01 - 1983/12	中央氣象局	磁帶	
台東	TT	1965/01 - 1987/12	〃	〃	
新港	SK	1965/01 - 1983/10	〃	〃	
花蓮	HL	1965/01 - 1995/04	〃	〃	缺1991/11
鹽寮	YL	19820-1982/08(CC) 19820-1983/12(ABDE)	台電能源處	報表紙	共有五個測站
觀音	KI	1981/12 - 1983/08	港研所	〃	
澎湖	PH	1965/01 - 1987/12	中央氣象局	磁帶	
東吉島	DG	1965/01 - 1987/12	〃	〃	缺1969/10-1970/09
彭佳嶼	PG	1965/04 - 1987/11	〃	〃	
東沙	TS	1971/01 - 1987/12	海軍氣象中心	報表紙	
南沙	NS	1971/01 - 1987/12	〃	〃	

表 1-1(續)　風速風向測站名稱及時間表

測站名稱	代號	時間	提供單位	原資料來源	備註
蘭嶼	LY	1965/01 - 1987/10	中央氣象局	磁帶	
基隆	KL	1984/01 - 1995/06	〃	〃	
蘇澳	SA	1984/01 - 1994/11	〃	〃	
高雄	KS	1984/01 - 1995/01	〃	〃	
梧棲	WC	1984/01 - 1995/06	〃	〃	
外傘頂洲	WA	1988/01 - 1995/04	水利局	報表紙	
鹿港	LK	1988/01 - 1995/04	〃	〃	
後安寮	AL	1988/01 - 1995/04	〃	〃	
塭港	WK	1988/01 - 1995/04	〃	〃	
曾文	TW	1992/05 - 1995/04	〃	〃	

表 1-2　波浪測站名稱及時間表

測站名稱	代號	時間	提供單位	資料來源	備註
台中港	TC	1971/0712 - 1977/1215 1981/1108 - 1981/1204 1986/1202 - 1987/0107 1988/0311 - 1988/0420 1987/0306 - 1987/0324 1989/0823 - 1989/0918 1989/1108 - 1989/1206 1994/10 - 1995/05	中港局 港研所	報表紙 磁帶 磁片	缺1973/0521-1973/0912 1973/1024-1973/1207 1974/1201-1974/1231 1975/1101-1976/0304 1976/0722-1976/1002 1976/1110-1977/0630 1977/0929-1977/1107
興達港	SD	1984 / 06 - 1992 / 06	港研所	磁帶	缺1985 / 06
大鵬灣	TP	1990 / 11 - 1994 - 02 1978 / 09 - 1984 / 12	高港局	報表紙	缺1995 / 03-1995/07
新港	SK	1980 / 06 - 1995 / 06	中央氣象局	磁帶	缺 1981 / 10 1983/01-1983/12 1984/10-1985/11
蘇澳港	SA	1984 / 07 - 1984 / 10 1986 / 07 1986/0908-1986/1102(IN) 1986/0418-1986/1207(OUT) 1987/0610-1987/0715(IN) 1987/0101-1987/0204(OUT) 1987/0610-1987/0715(OUT) 1987/0701-1988/0531(IN) 1987/0701-1987/1023(OUT)	蘇澳分 港研所	報表 磁帶	
鹽寮	YL	1982 / 04 - 1983 / 03	台電	報表紙	
觀音	YA	1981 / 12 - 1984 / 06	港研所	磁帶	缺 1982/10-1983/04 1984/02-1984/04

表 1-2(續)　波浪測站名稱及時間表

測站名稱	代號	時　　間	提供單位	原資料來源	備　　註
基隆港	KL	1983/06 - 1990/04 1987/0701-1987/0919 1988/0308-1990/09	基隆港務局 港研所 〃	報表紙 磁帶 〃	缺1983/08 1983/10 - 11
鼻頭角	BT	1980/10 - 1995/06	中央氣象局	磁帶	缺1982 / 07 1983 / 11 1984 / 03 - 06 1984 / 08 - 11
花蓮	HL	1984/06 - 1984/09 1988/0122-1988/0129 1989/1229-1995/06	港研所 〃 〃	磁帶 〃 磁片	缺1984 / 08
東吉島	DG	1977/12 1981/07 - 1995/06	中央氣象局	磁帶	缺1983/06 - 1985/01 1985/08
小琉球	LC	1977/01 - 1995/06	中央氣象局	磁帶	缺1978 / 02 1978 / 07 - 08 1980 / 08 - 09 1981 / 05 - 10 1982 / 01 - 04 1983 / 01 - 12 1985 / 07 - 08
外傘頂洲	WA	1990/11 - 1991/03 1989/0909-1989/1130 1989/0131-1989/0330	港研所	磁片	

表 1-3　海流測站名稱及時間表

測站名稱	代號	時　　間	提供單位	原資料來源	備　註
台中港	TC	1981 / 11 - 1981 / 12 1982 / 04 - 1982 / 05 1982 / 08 1983 / 03 1985 / 12 - 1986 / 01 1986 / 03 - 1986 / 04 1986 / 12 - 1987 / 03 1988/0311 - 1988/0427 1992 / 01 - 1992 / 03 1994 / 10 - 1995 / 03	港研所	磁帶	RCM-4 海流儀 RCM-7 海流儀 RCM-7 海流儀 RCM-7 海流儀
興達港	SD	1984 / 08 - 1985 / 11	〃	〃	
紅柴	HT	1982 / 12 - 1984 / 02 - 1984 / 11	〃	〃	
蘇澳港	SA	1986 / 09 - 1986 / 11	〃	磁帶	ACM-2 海流儀
觀音 (永安)	YA	1982 / 02 - 1982 / 05 1983 / 05 - 1994 / 06	〃	磁帶	RCM-4 海流儀
蘭嶼	LY	1982 / 06	〃	〃	
花蓮	HL	1989/1229 - 1990/0108 1990/0323 - 1995 / 06	〃	磁帶	
外傘頂洲	WA	1989/0301 - 1989/0330	〃	〃	

表 1-4　潮汐測站名稱及時間表

測站名稱	代號	時　　間	提供單位	原資料來源	備　　註
台中港	TC	1971/03 - 1995/06	中港局、港研所	報表紙	缺1976/08-1977/04
興達港	SD	1984/06 - 1985/11	台　電	〃	缺1984/08
高雄港	KS10 KS02	1971/01 - 1995/05 1988/01 - 1995/05	高雄港務局	〃	
花蓮港	HL	1976/01 - 1994/01 1994/07 - 1995/06	氣象局 港研所	〃	缺1981/01-1983/12
蘇澳港	SA	1981/01 - 1992/12	氣象局	〃	
基隆港	KL	1956/01 - 1995/05	基隆港務局	〃	
永安	YA	1982/04 - 1984/03	港研所	磁帶	缺1983/01-03
塭港	WK	1988/01 - 1995/04	水利局	報表紙	
三條崙	SL	1988/01 - 1995/04	〃	〃	
將軍	JJ	1988/01 - 1995/04	〃	〃	缺1993/09-1994/04
竹圍	CW	1991/01 - 1993/09	〃	〃	
芳苑	FU	1988/01 - 1995/04	〃	〃	
富岡	FK	1992/05 - 1995/04	〃	〃	
蟳廣嘴	KT	1992/06 - 1995/04	〃	〃	1994/01

貳、花蓮港附近海域海流與波浪調查與分析

一、現場作業概況

台灣地處西太平洋，花蓮港位於台灣東部海岸，面對著廣闊太平洋毫無天然屏障，冬季受東北季風侵襲，夏季則常受颱風威脅。花蓮港歷經多年之擴建，港內設施亦日趨完善，長久以來，受不同行徑颱風之影響，在颱風經過前後，港內船舶常遭受於繫泊之困難，更有因而斷纜，為瞭解原因，本報告包含本計畫及花蓮港務局自民國83年 1月起便委託本所於夏季颱風可能侵襲時必須在港內、港外進行海象、氣象觀測工作，期限係為兩年，本報告所涵蓋之範圍係民國83年7月起至84年5月底止所觀測到之所有海象及氣象資料。 上述各觀測站之地理位置請見圖2-1。

作業期間內，海流觀測使用挪威AANDERAA公司之RCM-7 型海流儀，潮位觀測則使用美國PACER公司之10688(A)/WTG型之潮波儀。觀測期間儀器均能順利收回並無重大損失，至於資料回收情形則除了部份記錄因資料記憶體不穩，而無法使用外，其餘均完全正常(請見表2-1)。

風場之觀測係使用日本海上電機株式會社出品的WA-200型超音波風速儀，觀測期間在83年6月22日起至8月20日故障外，其餘均正常運作。(詳見表2-1)。

港外ST.2觀測站之波浪觀測使用荷蘭 DATAWELL 公司之 " directional waverider" 型之波高波向波浪儀，直徑90公分，現場資料係每兩小時整點連續記錄256個波浪之統計值後，再連續記錄1,200秒之原始數據(取樣率為1.28Hz，此記錄供日後波譜分析用)。所有觀測資料將水位變化以無線電波傳送到花蓮港務局大樓樓頂之接收天線後，再傳至四樓設計課之接收器，數據即時儲存在個人電腦之磁碟機。

83年7月9日中央氣象局發佈第一號颱風警報--提姆；10日20時10分颱風登陸於花蓮港以南之秀姑巒溪前，二小時後波浪儀與錨碇系統脫離，沖到岸邊撞擊嚴重損毀，無法繼續使用（參考84年花蓮港港灣設施改善計畫之研究期中報告照片2-1至2-6)。本所雖於7月22日暫時在ST.5觀測站施放另外乙具波浪儀，但延至8月3日凱特琳颱風侵時又告故障，5日收回來不及施放，7日道格颱風又來襲，使得兩次颱風之外海資料均付厥如，是本期現場作業上的最大遺憾，本所於8月16日在ST.2重新安裝另乙具波浪儀，接著之弗雷特、葛拉絲、及席斯等三個颱風都能確實掌握著颱風來去之間觀測之資料。

港內#8、#10、#17、#22號碼頭觀測站使用美國PACER公司之10688(A)/WTG型及WOODS HOLD公司之SP2200型之潮波儀。在提姆、凱特琳、弗雷特、葛拉絲等四個颱風侵襲時期量測實測波浪，各觀測站之地理位置請見圖2-2～2-5。觀測儀器均能順利收回並無損失，記錄方式是以每小時整點開始連續記錄2,048秒之數據(取樣率為1Hz)。

二、海流基本資料分析與特性

現場調查作業使用的海流儀為挪威AANDERAA公司出品的 RCM-7。記錄方式為將資料直接儲存在DSU記憶體內，取樣間隔定為10分鐘，儀器收回後經DSU READER 2995由RS-232C傳入個人電腦中，再進行過濾，初步檢查資料品質，修正謬誤數值，篩選不良記錄後，經整理分析後得到海流每10分鐘平均之資料，再進一步分析一小時平均及低通數值過濾後，整理資料得如下之結果：

- 流速與流向之聯合機率分佈。
- 海流逐時變化圖。
- 海流累進向量圖。
- 能譜分析圖。
- 聯合機率直方圖。

此外，表2-7至表2-13為海潮流調查之流速、流向之聯合機率分佈統計表。圖2-6至圖2-8為花蓮港測站之海流流向流速逐時變化圖，圖2-9 至圖2-11為花蓮港測站之海流累進向量圖。根據這些基本統計圖顯示，花蓮港測站主要是以長週期海流以及潮流所組合而成，由統計直方圖顯示流向分佈呈雙峰，其主軸為NNE，而副軸為SW。由累進向量圖更可以看出花蓮港測站海流主要是沿著北北東(NNE) 方向附近運動，以上結果可知本區海域之海潮流與沿岸平行。

為了瞭解海潮流和潮汐之主要成份週期，對一小時間隔之資料作能譜分析，圖2-12至圖2-14為花蓮港測站之海流流速能譜圖。由能譜分析結果可知在頻率0.0391CPH(週期25.58小時)、0.0781～0.0859CPH(週期12.81～11.64小時)、0.1250CPH(週期8小時)、0.1641CPH(週期6.09小時) 等四處呈現非常顯著的尖峰值。綜觀能譜圖，可見此地區的海流主要以半日潮流(頻率0.0781～0.0859CPH)為主，全日潮流(頻率0.0781～0.0859CPH)為副，因此顯示出有明顯的複合潮流產生。

三、波浪基本資料分析與特性

現場調查作業港內使用美國製PACER 10688與WOODS HOLD SP2200型壓力式波浪儀，記錄方式為每1小時記錄34分鐘，資料取樣間隔是1 Hz。收回儀器後由RS 232直接輸入個人電腦重新加權後之結果再加以分析；港外則使用荷蘭製DATAWELL WAVERIDER浮球式波向波高波浪儀，其量測方式是將由加速度變化訊號轉換成水位變化，再以無線電方式傳送到接收站之接收器，再由RS232直接輸入個人電腦硬碟中儲存。記錄上係每2小時間隔記錄20分鐘，取樣間隔1.28Hz亦就是每100秒收取128個波浪的水位變化資料，所以一次共有1536個資料，資料再經整理分析後取得：

- 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表。
- 波浪、波高與週期之H_{max}、T_{max}、$H_{1/3}$、$T_{1/3}$、H_{avg}、T_{avg}逐時變化圖。
- 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合機率分佈直方表。
- 波浪能譜圖。

(一)波浪特性

圖2-15至圖2-19為1994年7月至1994年12月間在花蓮港測站的波高週期之分月逐時變化記錄；表2-9至表2-20則分別為上述期間的分月波浪之波高$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合機率分佈直方表，由這些基本統計圖再配合圖2-20至圖2-25之颱風路徑圖，可以看出波浪變化情形與颱風大小與路徑變化息息相關。從1994年7月至10月可以看出基本上是颱風侵襲台灣附近的型態，11月至翌年3月是東北季風盛行的型態，4 月、5月有明顯的季節風更替現象，這些都反應在實測波高變化上。

如圖2-17所示，發生於1994年7月10日20時10分之提姆颱風(路徑詳見圖2-20)從台灣東部花蓮縣秀姑巒溪前登陸時所記錄之波浪資料，實測波高$H_{1/3}$為10.01公尺公尺，對應之週期 $T_{1/3}$ 為14.1秒。圖2-17所示，1994年8月3日18時15分之輕度颱風凱特琳(路徑詳見圖2-21)登陸花蓮縣秀姑巒溪口前時所記錄到的波浪資料，實測波高 $H_{1/3}$ 為4.38公尺，對應之週期$T_{1/3}$為12.3秒。圖2-17所示1994年8月月20日之弗雷特颱風(路徑詳見圖2-23)從台灣東部海面緩慢北上掠過北部海面進入大陸浙江省陸地期間時所記錄到之波浪資料，實測波高 $H_{1/3}$ 為7.29 公尺，對應之週期$T_{1/3}$為13.8秒，圖2-18所示1994年8月31日之葛拉絲颱風(路徑詳見圖2-24)，雖然是輕度颱風，但一直向花蓮港逼進，最後稍為偏北9月1日清晨在蘇澳港南邊登陸，其實測波高$H_{1/3}$為6.76公尺，$T_{1/3}$為13.7秒。圖2-18所示，1994年10月8日之席斯颱風（路徑詳見圖2-25）在距離台灣南部300～400公里左右已形成強烈颱風邊緣，幸好路徑一直都保持距離台灣東部300公里左右北上而過，實測波高$H_{1/3}$為7.91公尺，週期$T_{1/3}$為13.5秒。83年度之觀測期間共計六個颱風歸納出的主要波浪事件分別列於表2-2內。

(二)方向波譜分析

圖2-26至圖2-32為現場波浪記錄，圖2-33至圖2-39為波向波高能譜圖，圖2-40至圖2-46為方向波浪能譜立體圖，分別為各調查冬季東北季風期間冷峰過境時段及夏季颱風期間颱風過境時段，出現波浪狀況分析結果。由各組記錄分析得到之能譜圖中，整理波浪能量在週期及波向的變化上之特性如下：

1. 水位能譜的型態有單一能量尖峰可代表該記錄時段的波浪主要集中於此頻率，波況較單純；亦有雙(或多)能量尖峰的波譜發生，此時表示波浪有來自不同風場而來，在觀測站匯聚而成。一般情況可分

為區域性的風浪(較高頻分量)及遠方颱風或風場產生的湧浪（較低頻分量)匯集而成。

2. 方向波譜為能量在各方位角的分佈，尖峰則對應波浪主要能量來的方向，一般的分佈呈現僅有一尖峰發生。部份結果中，方向波譜為兩個尖峰存在，此種情況表示同時有風浪及湧浪發生。由圖2-31至圖2-46之各次量測記錄，可明顯表示當冷峰與颱風未到觀測站時其湧浪成份(較低頻分量)已到達而形成單一尖峰。接著季風或颱風之風場到達時會有雙峰方向分佈發生，亦即風與湧浪匯集在觀測站而成。其後因湧浪成份超越當地風場之風浪而又突顯形成單一尖峰分佈型態。

3. 六個颱風的路徑、強度及緯度的高低都不一樣，所造成的湧浪、波向變化亦不相同(詳見圖2-33至圖2-46)，強烈颱風提姆波浪能量集中而來的波向主要在130°～150°間。輕度颱風凱特琳波浪能量集中而來的波向主要在130°～166°間。強烈颱風弗雷特波浪能量集中而來的波向主要在100°～120°間。中度颱風葛拉絲波浪能量集中而來的波向主要在 90°～110°間，最後一個強烈轉中度的席斯颱風其波浪能量集中而來的波向主要在110°～130°間，所以提姆颱風造成花蓮港東防波堤之新堤段(30°左右)受損嚴重，弗雷特颱風則造成舊堤段(20°左右)稍為受損。分析結果雖然港內有盪漾現象發生，但仍有待84年度希望能得到更完整的資料再作進一步的分析討論。

(三)颱風波浪的特性

1994年到10月為止，中央氣象局共發佈了六個颱風警報，第一號提姆(TIM)颱風與第二號凱特琳(KAITLIN)颱風都是從台灣東部花蓮縣

秀姑巒溪口登陸後由台中附近出海；第三號道格(DOUG)、第四號弗雷特(FRED)等二個颱風颱風都是由東部近海北上掠過台灣北部海面，第五號葛拉絲(GLADYS)颱風由蘇澳登陸後由新竹出海，第六號席斯(SWTH)颱風則與台灣東部一直保持300公里左右距離北上而過。連續前五個颱風對台灣的破壞力大，所以花蓮港遭受今年首度發佈警報的強烈颱風提姆侵襲時，東防波破損嚴重。颱風期間花蓮港常常在中央氣象局未發佈海上、陸上颱風警報時，花蓮港即已先受到湧浪之侵襲，造成港內船隻無法靠泊裝卸，甚至發生斷纜現象。今年總共收集到六個颱風之路徑及中心位置、中心氣壓、中央最大風速、暴風半徑等資料均編列與繪製於圖2-20至圖2-25中，分別敘述如下：

1.提姆颱風

1994年7月7日還只是一個熱帶性低氣壓，但兩天內不僅增強為中度颱風，而且來勢洶洶的如旋風般快速到達南台灣，9 日又增強為強烈颱風後，10日晚8時10分由花蓮縣秀姑巒溪口登陸，約在11日凌晨2 時從台中出海。花蓮港遭強烈颱風侵襲時，正逢農歷初二亦是大潮之滿潮(19時30分)時附近登陸，海水高漲，狂風怒濤猛襲東防波堤的新堤段（波向約120° ～130° 詳見照片2-1)有將近五百公尺的胸牆破損(詳見照片2-2)，港內東砂一號運砂船在第10號碼頭斷纜後漂盪，險象環生，本所觀測站(ST.2)之浮球式波向波高波浪儀在17時30分量測之 H_{max}15.95 公尺、T_{max}13.7秒，有義波高 $H_{1/3}$ 10.01公尺、$T_{1/3}$ 14.1秒，資訊傳回後亦脫離錨碇系統隨浪漂流至岸邊，但在碎波帶上遭到撞擊已嚴重毀損不堪使用（參考花蓮港港灣設施改善計畫之研究期中報告詳如照片2-3、2-4)。 圖2-47是花蓮港ST.2觀測站所量測到提姆颱風在登陸前產生波浪連續變化壓力之能譜圖。

2. 凱特琳颱風

輕度颱風凱特琳來去匆匆，8月3日才在台灣警戒區域內即台灣東南部近海正式發展為颱風後，當天晚上6時15分已於花蓮縣秀姑巒溪口登陸，4 日凌晨從台中附近出海，然後偏北進行通過台灣海峽後進入大陸(如圖2-21)。 台灣地區於8月4日～5日受到凱特琳外圍環流所引起強烈西南氣流所帶來豐沛降雨量，各地都有陣雨，但花蓮附近海面因受到陸地保護影響不很大。本所暫時安裝在觀測站（ST.5)傳回之浮球式波向波浪儀在8月3日15時15分量測之H_{max}10.85公尺、T_{max}28.3秒，有義波高$H_{1/3}$4.38公尺、 $T_{1/3}$12.3秒；資料傳回後儀器故障，資訊隨即中斷。

3. 道格颱風

8月4日輕度颱風凱特琳才剛遠離台灣地區，但尾隨發展為颱風後並遙指台灣地區而來的道格颱風在4日早上8時已發展成中度颱風，7 日增強為強烈颱風後，沿著台東海岸，由南向北過台灣東北角的路徑前進，道格颱風過境時，在花蓮港附近海域掀起滔天巨浪，沖毀南濱海堤階梯。但因海況不佳本所人員來不及重新修復與安裝儀器，所以道格颱風期間都沒有實測之資料。

4. 弗雷特颱風

8月16日在關島北方發展成輕度颱風的弗雷特，向台灣地區接近，18日已增強為強烈颱風後繼續向西北西行進，但是在19日受到地形及氣流導引的影響，前進路線蛇行不定，刁鑽的弗雷特不僅行徑飄忽，速度且比預期的慢，在21日清晨4～6時左右通過東北部外海，20日下午撲進花蓮地區海域引起巨浪(參考花蓮港港灣設施改善計

畫之研究期中報告)，造成花蓮港東防波堤舊堤段損壞多處(詳見照片2-5、2-6)。實測波高在8月20日清晨5時14分之H_{max}11.99公尺、T_{max}14.4秒；有義波高$H_{1/3}$7.29公尺、$T_{1/3}$13.8秒。圖2-48為弗雷特颱風侵襲前後在花蓮港ST.2觀測站產生波浪連續變化壓力之能譜圖。

5.葛拉絲颱風

快如閃電般的葛拉絲颱風其行徑方向讓中央氣象局預測失準,8月31日才發佈海上颱風警報，隨即快速的向台灣接近，原本預報會在花蓮附近登陸，結果偏北於9月1日早上11時左右在蘇澳港南邊登陸,在下午2時左右由新竹出海，造成宜蘭、台北災情慘重，實測波高在9月1日5時56分之H_{max}13.42公尺、T_{max}12.9秒，$H_{1/3}$8.43公尺、$T_{1/3}$13.6秒。圖2-49為葛拉絲颱風登陸前後在花蓮港ST.2觀測站產生波浪連續變化壓力之能譜圖。

6.席斯颱風

秋天很詩意，但『秋颱』卻很恐怖，在氣象學上說秋颱的可怕在於大氣有兩個不同的氣候系統互相角力的結果，雨會很大，腳步放慢而且拖得較久。 10月8日強烈颱風的外圍環流已在東部海域掀起陣陣大浪，9 日雖然已減弱為中度颱風，但仍猛烈沖擊海堤及離岸堤的消波塊，以致花蓮南濱公園海堤又有部份被沖毀，幸好颱風中心不登陸台灣，而沿著東部海面北上通過基隆外海後，就速度加快北上離去。

實測波高在10月9日12時12分之H_{max}12.99公尺，T_{max}13.6秒，$H_{1/3}$7.56公尺，$T_{1/3}$13.3秒。圖2-50為席斯颱風在花蓮港ST.2觀測站產生波浪連續變化功力之能譜。

7.花蓮港港內碼頭颱風侵襲期間波浪能譜分析

颱風侵襲期間本所安裝在港內之壓力式波浪儀其地理位置如圖2-2至圖2-5所示，其記錄方式為一小時連續記錄34分鐘，取樣間隔為1秒，每筆資料共取2,048個資料。經將所量測之資料分析晟波浪能譜圖(如圖2-51至圖2-66及表2-3至表2-6)。颱風正在侵襲前後期間花蓮港各碼頭波浪能量集中週期比較表所示，由資料分析其內港10 號碼頭主峰約在0.0063Hz(158.7秒)，外港22號碼頭則有雙能量尖峰的波譜發生，此表示波浪有來自港外的波浪及波浪在港內造成長週期浪以致靠泊船隻會形成不穩定的現象，因花蓮港其形狀大小已成固定，所以不管颱風是何種大小、強度、行徑方向所造成港內不穩靜的現象，其應都是一種相同的自然頻率。共分析結果雖然有此不穩定的現象，但仍有待作進一步的分析與探討。

表 2-1　現場作業資料回收狀況表

(1)海流—ST.2 觀測站

次序	儀器號碼	觀測期間	說明
1	RCM7-19741	1994年07月04日 | 1994年07月04日	
2	RCM7-10744	1994年07月04日 | 1994年07月22日	1994年7月10日20:10提姆颱風登陸舵板受損，流向部份資料欠佳。
3	RCM7-10741	1994年08月15日 | 1994年10月16日	提姆颱風將整個觀測站摧毀，等觀測站重新建立好後，才將儀器重新施放，量測正常。
4	RCM7-10741	1994年08月17日 | 1994年10月16日	
5	RCM7-10741	1994年08月17日 | 1995年01月18日	
6	RCM7-10741	1994年08月17日 | 1995年01月18日	
7	RCM7-10741	1994年08月17日 | 1995年01月18日	
8	RCM7-10741	1994年08月17日 | 1995年01月18日	
9	RCM7-10741	1994年08月17日 | 1995年01月18日	
10	RCM7-10741	1994年08月17日 | 1995年01月18日	

表 2-1　　現場作業資料回收狀況表

(2)海流—ST.4 觀測站

次序	儀器號碼	觀測期間	說明
1	RCM7-9890	1994年05月12日 | 1994年06月07日	
2	RCM7-10742	1994年06月07日 | 1994年07月04日	
3	RCM7-9891	1994年07月04日 | 1994年08月05日	7月10日提姆颱風後ROTTER受漂流物纏繞著，7月20日潛水人員下水清理後，儀器正常運轉。
4	RCM7-9891	1994年08月17日 | 1994年10月17日	儀器故障

表 2-1　現場作業資料回收狀況表

(3)海流—ST.5 觀測站

次序	儀器號碼	觀測期間	說明
1	RCM7-9614	1994年05月12日 | 1994年06月09日	
2	RCM7-9890	1994年06月09日 | 1994年07月05日	
3	RCM7-10741	1994年07月05日 | 1994年08月05日	7月9日～10日提姆颱風 8月3 ～4日凱特琳颱風
4	RCM7-9614	1994年08月17日 | 1994年10月08日	1994年9月14日後舵板受漂流物纏繞而影響資料之正確性。 8月19日～21日弗雷特颱風 8月31日～9月1日拉絲颱風
5	RCM7-9891	1994年10月18日 | 1994年11月18日	

表 2-1　現場作業資料回收狀況表

(4)波浪—ST.2 觀測站

次序	儀器號碼	觀測期間	說明
1	No.30099	1994年01月01日 | 1994年03月11日	收回保養
2	No.30125	1994年03月11日 | 1994年07月10日	7月10日17:34傳回最後一筆資料後遭提姆颱風摧毀，已不堪使用。
3	No.30126	1994年08月17日 | 1994年10月12日	10月8日～10日席斯颱風過境後，12日即沒有資料傳回，14日確定儀器已流失。
4	No.30099	1994年11月15日 | 1995年06月30日	

表 2-1　現場作業資料回收狀況表

(5)波浪— #8、#10、#17、#22 碼頭

次序	儀器號碼	觀測期間	說明
#8 (ST.7)	10688-78	1994/07/10-1994/07/11	提姆颱風
	10688-78	1994/08/03-1994/08/04	凱特琳颱風
	10688-76	1994/08/19-1994/08/21	弗雷特颱風
	--------		葛拉絲颱風(缺)
#10 (ST.8)	SP2200-2	1994/07/10-1994/07/11	提姆颱風
	--------		凱特琳颱風(缺)
	SP2200-2	1994/08/19-1994/08/21	弗雷特颱風
	SP2200-1	1994/09/01-1994/09/02	葛拉絲颱風
#17 (ST.3)	10688-75	1994/07/10-1994/07/11	提姆颱風(儀器故障)
	10688-75	1994/08/03-1994/08/04	凱特琳颱風
	10688-78	1994/08/19-1994/08/21	弗雷特颱風
	10688-78	1994/09/01-1994/09/02	葛拉絲颱風
#22 (ST.6)	10688-76	1994/07/04-1994/08/	提姆颱風
	10688-76	1994/07/04-1994/08/18	凱特琳颱風(儀器記憶已滿,共記錄到7月22日止)。
	10688-75	1994/08/18-1994/10/15	弗雷特颱風
	10688-75	1994/08/18-1994/10/15	葛拉絲颱風(儀器記錄到10月1日止)。

表 2-2　每次颱風事件之波浪絕對最大值

編號	颱風名稱	起迄時間	測站	H_{max}(M)	T_{max}(sec)	$H_{1/3}$(M)	$T_{1/3}$(M)	發生時間
1	提 姆 (TIM)	1994.07.09 | 1994.07.11	ST.2	15.95	13.7	10.01	14.1	0710/17:34
			#08	3.02	102.1	1.62	79.0	0710/20:00
			#10	2.49	176.4	1.60	91.9	0710/20:00
			#22	6.51	16.1	3.55	20.4	0710/20:00
			新港	13.57	16.3	9.51	14.4	0710/16:03
2	凱特琳 (CAITLIN)	1994.08.03 | 1994.08.04	ST.5	7.05	11.6	4.08	10.3	0803/16:03
			#08	1.53	88.3	1.07	88.0	0803/18:00
			#17	1.63	10.4	1.14	11.6	0803/19:00
			新港	5.86	7.8	3.75	7.6	0804/09:00
3	道 格 (DOUG)	1994.08.06 | 1994.08.09	新港	8.10	15.3	4.66	13.7	0807/07:00
4	弗雷特 (FRED)	1994.08.19 | 1994.08.22	ST.2	12.40	13.8	6.77	13.9	0820/12:00
			#08	2.40	95.9	1.82	90.3	0820/07:00
			#10	1.35	97.3	0.80	57.8	0820/07:00
			#17	1.78	16.3	1.30	20.8	0820/07:00
			#22	3.58	18.2	2.46	18.2	0820/06:00
			新港	6.33	12.8	4.62	12.7	0820/12:00
5	葛拉絲 (GLADYS)	1994.08.31 | 1994.09.02	ST.2	13.42	12.9	6.76	13.7	0901/05:56
			#10	1.46	151.6	0.87	111.7	0901/05:00
			#17	1.17	16.3	0.88	24.7	0901/06:00
			#22	3.15	16.2	1.76	17.7	0901/07:00
			新港	5.89	12.5	4.05	12.0	0901:0700
6	席 斯 (SETH)	1994.10.07 | 1994.10.11	ST.2	12.52	15.1	7.91	13.5	1009/15:09
			新港	儀 器 故 障				

表 2-3-1　　83年7月10日～7月11日 提姆颱風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外 ST.2	內港 #8 碼頭			內港 #10碼頭			外港 #17 碼頭			外港 #22 碼頭		
7月10日 00:00	頻率	0.0875										0.0078	0.0127	0.0752
	週期	14.4										128.2	78.7	13.3
	能譜	.1163E6										.2685E4	.1476E5	.9543E4
7月10日 01:00	頻率	0.0925										0.0078	0.0127	0.0737
	週期	10.8										128.2	78.7	13.6
	能譜	.1356E6										.3373E4	.1278E5	.2046E5
7月10日 02:00	頻率											0.0078	0.0146	0.0742
	週期											128.2	68.5	13.5
	能譜											.1167E5	.4411E5	.3339E5
7月10日 03:00	頻率	0.0825										0.0073	0.0127	0.0747
	週期	12.1										137.0	78.7	13.4
	能譜	.18806										.2533E5	.1070E5	.1782E6
7月10日 04:00	頻率	0.0800										0.0063	0.0127	0.0752
	週期	12.5										158.7	78.7	13.3
	能譜	.22356										.1059E5	.1823E5	.1065E6
7月10日 05:00	頻率	0.0750										0.0078	0.0127	0.0708
	週期	13.3										128.2	78.7	14.1
	能譜	.51346										.7424E4	.1046E5	.6128E5
7月10日 06:00	頻率											0.0063	0.0127	0.0776
	週期											158.7	78.7	12.9
	能譜											.1061E5	.3811E5	.1011E6

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-3-2　　83年7月10日～7月11日 提姆颱風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外 ST.2	內港 #8 碼頭			內港 #10碼頭			外港 #17 碼頭			外港 #22 碼頭		
7月10日 07:00	頻率	0.0825										0.0068	0.0137	0.0757
	週期	12.1										147.1	73.0	13.2
	能譜	.3376E6										.2253E5	.1145E5	.1255E6
7月10日 08:00	頻率	0.0775										0.0073	0.0127	0.0728
	週期	12.9										137.0	78.7	13.7
	能譜	.4641E6										.1807E5	.5166E5	.1248E6
7月10日 09:00	頻率											0.0068	0.0127	0.0703
	週期											147.1	78.7	14.2
	能譜											.2005E5	.1942E5	.1875E6
7月10日 10:00	頻率	0.0700										0.0068	0.0146	0.0718
	週期	14.3										147.1	68.5	13.9
	能譜	.6585E6										.3966E5	.4585E5	.1089E6
7月10日 11:00	頻率		0.0088	0.0112	0.0718							0.0068	0.0146	0.0698
	週期		113.6	89.3	13.9							147.1	68.5	14.3
	能譜		.2010E6	.1837E6	.4059E4							.2992E5	.6668E5	.1623E6
7月10日 12:00	頻率	0.0650	0.0063	0.0107	0.0659	0.0073	0.0146	0.0630				0.0068	0.0146	0.0684
	週期	15.4	158.7	93.5	15.2	137.0	68.5	15.9				147.1	68.5	14.3
	能譜	.1634E7	.7019E5	.2008E6	.5561E4	.4132E5	.1269E6	.1599E6				.3315E5	.1269E6	.8857E5
7月10日 13:00	頻率	0.0725	0.0063	0.0107	0.0693	0.0049	0.0117	0.0703				0.0068	0.0127	0.0620
	週期	13.8	158.7	93.5	14.4	204.1	85.5	14.2				147.1	78.7	16.1
	能譜	.1044E7	.3229E5	.6239E5	.1750E4	.5980E5	.6607E5	.1307E4				.6335E5	.6611E5	.1067E6

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-3-3　　83年7月10日～7月11日 提姆颱風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外 ST.2	內港 #8 碼頭			內港 #10碼頭			外港 #17 碼頭			外港 #22 碼頭		
7月10日 14:00	頻率		0.0063	0.0103	0.0688	0.0063	0.0117	0.0737				0.0068	0.0122	0.0693
	週期		158.7	97.1	14.5	158.7	85.5	13.6				147.1	82.0	14.4
	能譜		.5744E5	.2755E6	.2502E4	.3177E5	.1900E5	.8868E3				.3345E5	.1128E6	.1763E6
7月10日 15:00	頻率	0.0750	0.0078	0.0122	0.0693	0.0063	0.0112	0.0625				0.0078	0.0122	0.0693
	週期	13.3	128.2	82.0	14.4	158.7	89.3	16				128.2	82.0	14.4
	能譜	.8361E6	.4016E5	.1012E6	.1898E6	.7106E5	.1263E5	.3842E4				.4016E5	.1012E6	.1998E6
7月10日 16:00	頻率	0.0675	0.0063	0.0098	0.0703	0.0063	0.0122	0.0640				0.0073	0.0122	0.0625
	週期	14.8	158.7	102.0	14.2	158.7	82.0	15.6				137.0	82.0	16
	能譜	.2205E7	.1560E6	.1107E6	.4193E4	.1678E6	.1901E5	.2231E4				.1336E5	.7160E5	.1436E6
7月10日 17:00	頻率		0.0068	0.0107	0.0635	0.0068	0.0122	0.0640				0.0068	0.0122	0.0708
	週期		147.1	93.5	15.7	147.1	82.0	15.6				147.1	82.0	14.1
	能譜		.2086E6	.1029E6	.7105E4	.1123E6	.3413E5	.5230E4				.1482E6	.3222E6	.2567E6
7月10日 18:00	頻率	0.0625	0.0073	0.0107	0.063	0.0059		0.0649				0.0078	0.0132	0.0776
	週期	16	137	93.5	15.9	169.5		15.4				128.2	75.8	12.9
	能譜	.1234E7	.1490E6	.1771E6	.4413E4	.2924E6		.3964E4				.1862E6	.1347E6	.2660E6
7月10日 19:00	頻率		0.0068	0.0107	0.0630	0.0054		0.0742				0.0073	0.0146	0.0654
	週期		147.1	93.5	15.9	185.2		13.5				137.0	68.5	15.3
	能譜		.1726E6	.2514E6	.6160E4	.2514E6		.4413E4				.9473E5	.7397E5	.1695E6
7月10日 20:00	頻率		0.0068	0.0112	0.0640	0.0059	0.0127	0.0605				0.0078	0.0146	0.0684
	週期		147.1	89.3	15.6	169.5	78.7	16.5				128.2	68.5	14.6
	能譜		.3600E6	.1281E6	.6784E4	.3873E6	.1663E5	.8131E4				.3109E6	.1316E6	.2312E6

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-3-4　　83年7月10日～7月11日 提姆颱風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外 ST.2	內港 #8 碼頭			內港 #10碼頭			外港 #17 碼頭			外港 #22 碼頭		
7月10日 21:00	頻率		0.0068	0.0112	0.0645	0.0063	0.0117	0.0664				0.0078	0.0146	0.0645
	週期		147.1	89.3	15.5	158.7	85.5	15.1				128.2	68.5	15.5
	能譜		.4401E6	.3744E6	.8210E4	.3046E6	.1186E5	.4546E4				.5370E6	.9733E5	.1858E6
7月10日 22:00	頻率		0.0068	0.0117	0.0728	0.0059	0.0117	0.0659				0.0078	0.0122	0.0669
	週期		147.1	85.5	13.7	169.5	85.5	15.2				128.2	82.0	14.9
	能譜		.2625E6	.2717E6	.5625E4	.3412E6	.1301E5	.2281E4				.2252E6	.1156E6	.1852E6
7月10日 23:00	頻率		0.0063	0.0098	0.0781	0.0063	0.0122	0.0776				0.0078	0.0122	0.0757
	週期		158.7	102.0	12.8	158.7	82.0	12.9				128.2	82.0	13.2
	能譜		.5448E6	.3177E5	.4704E4	.4476E6	.7304E4	.3174E4				.1149E6	.6768E5	.2065E6
7月11日 00:00	頻率		0.0063	0.0107	0.0610	0.0063	0.0117	0.0728				0.0078	0.0127	0.0693
	週期		158.7	93.5	16.4	158.7	85.5	13.7				128.2	78.7	14.4
	能譜		.1491E5	.7817E5	.2788E4	.1126E6	.4726E4	.2012E4				.4589E5	.6787E5	.1177E6
7月11日 01:00	頻率		0.0063	0.0122	0.0767	0.0063	0.0112	0.0762				0.0073	0.0122	0.0762
	週期		158.7	82.0	13.0	158.7	89.3	13.1				137.0	82.0	13.1
	能譜		.5222E5	.9241E5	.1139E4	.4829E5	.4807E4	.8302E3				.3434E5	.3336E5	.7294E5
7月11日 02:00	頻率		0.0063	0.0112	0.0703	0.0063	0.0112	0.0757				0.0063	0.0127	0.0747
	週期		158.7	89.3	14.2	158.7	89.3	13.2				158.7	78.7	13.4
	能譜		.9202E5	.3788E6	.1732E4	.7765E5	.1454E5	.5198E3				.5328E4	.2674E5	.3034E5
7月11日 03:00	頻率		0.0068	0.0112	0.0698	0.0068	0.0112	0.0713				0.0073	0.0132	0.0801
	週期		147.1	89.3	14.3	147.1	89.3	14.0				137.0	75.8	12.5
	能譜		.9266E4	.7371E5	.9754E3	.5286E4	.3498E4	.3086E3				.3905E4	.2637E5	.8568E5

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-3-5　83年7月10日～7月11日 提姆颱風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外 ST.2	內港 #8 碼頭			內港 #10碼頭			外港 #17 碼頭			外港 #22 碼頭		
7月11日 04:00	頻率		0.0068	0.0107	0.0762	0.0063	0.0122	0.0762				0.0063	0.0122	0.0806
	週期		147.1	93.5	13.1	158.7	82.0	13.1				158.7	82.0	12.4
	能譜		.8857E4	.1066E4	.2531E4	.3834E4	.1295E4	.6962E3				.2546E4	.2148E5	.4256E5
7月11日 05:00	頻率		0.0063	0.0112	0.0884	0.0068	0.0122	0.078				0.0073	0.0132	0.0776
	週期		158.7	89.3	11.3	147.1	82.0	12.8				137.0	75.8	12.9
	能譜		.7299E4	.2492E5	.8960E3	.5469E4	.1480E4	.2788E3				.6528E4	.1632E5	.1600E5
7月11日 06:00	頻率		0.0063	0.0112	0.0781	0.0063	0.0122	0.0781				0.0078	0.0156	0.0776
	週期		158.7	89.3	12.8	158.7	82.0	12.8				128.2	64.1	12.9
	能譜		.8225E4	.9068E4	.8455E4	.7228E4	.5977E3	.2506E4				.2146E4	.8252E4	.2452E5
7月11日 07:00	頻率		0.0068	0.0117	0.0776	0.0049	0.0132	0.0752				0.0078	0.0132	0.0820
	週期		147.1	85.5	12.9	204.1	75.8	13.3				128.2	75.8	12.2
	能譜		.1384E4	.1113E5	.3252E4	.4795E4	.1012E4	.6521E3				.1116E4	.9058E4	.8496E5
7月11日 08:00	頻率		0.0068	0.0117	0.0786	0.0068	0.0117	0.0796				0.0068	0.0132	0.0820
	週期		147.1	85.5	12.7	147.1	85.5	12.6				147.1	75.8	12.2
	能譜		.6678E4	.4028E5	.1319E4	.3152E4	.2019E4	.1904E3				.2605E4	.1258E5	.1282E5
7月11日 09:00	頻率		0.0068	0.0112	0.0776	0.0063	0.0122	0.0781				0.0083	0.0127	0.0864
	週期		147.1	89.3	12.9	158.7	82.0	12.8				12.05	78.7	11.6
	能譜		.9326E4	.6454E4	.8805E3	.6591E4	.1066E4	.2609E3				.2479E4	.1224E5	.2039E5
7月11日 10:00	頻率		0.0073	0.0112	0.0757	0.0049	0.0112	0.0762				0.0073	0.0132	0.0913
	週期		137.0	89.3	13.2	204.1	89.3	13.1				137.0	75.8	11.0
	能譜		.2944E4	.2999E5	.5912E3	.3140E4	.1073E4	.0993E2				.1367E4	.3615E4	.8856E4

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-4-1　　83年8月3日～8月4日 凱特琳颱風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外 ST.2	內港 #8 碼頭			內港 #10碼頭			外港 #17 碼頭			外港 #22 碼頭		
8月03日 11:00	頻率	0.0925												
	週期	10.8												
	能譜	.80435												
8月03日 12:00	頻率													
	週期													
	能譜													
8月03日 13:00	頻率	0.0950												
	週期	10.5												
	能譜	.13176												
8月03日 14:00	頻率													
	週期													
	能譜													
8月03日 15:00	頻率													
	週期													
	能譜													
8月03日 16:00	頻率													
	週期													
	能譜													
8月03日 17:00	頻率		0.0049	0.0117	0.0820				0.0049	0.0017	0.0791			
	週期		204.1	85.5	12.2				204.1	85.5	12.6			
	能譜		.6859E4	.1871E5	.3348E5				.6859E4	.1871E5	.3523E5			

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-4-2　　83年8月3日～8月4日 凱特琳颱風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外 ST.2	內港 #8 碼頭			內港 #10碼頭			外港 #17 碼頭			外港 #22 碼頭		
8月03日 18:00	頻率		0.0054	0.0132	0.0923				0.0054	0.0132	0.0923			
	週期		185.2	75.8	10.8				185.2	75.8	10.8			
	能譜		.5259E4	.4664E5	.2532E5				.5260E4	.4661E5	.2537E5			
8月03日 19:00	頻率		0.0063	0.0112	0.0869				0.0054	0.0132	0.0933			
	週期		158.7	89.3	11.5				185.2	75.8	10.7			
	能譜		.2487E5	.3126E6	.3833E4				.1135E5	.8417E4	.4343E5			
8月03日 20:00	頻率		0.0063	0.0112	0.0967				0.0054	0.0151	0.0967			
	週期		158.7	89.3	10.3				185.2	66.2	10.3			
	能譜		.6591E4	.4619E5	.2241E4				.3772E4	.5627E4	.2298E5			
8月03日 21:00	頻率		0.0063	0.0112	0.0952				0.0054	0.0093	0.0981			
	週期		158.7	89.3	10.5				185.2	107.5	10.2			
	能譜		.1074E5	.2804E5	.9148E3				.1772E4	.4088E4	.6194E4			
8月03日 22:00	頻率		0.0073	0.0112	0.0903				0.0049	0.0127	0.0942			
	週期		137	89.3	11.1				204.1	78.7	10.6			
	能譜		.1833E4	.1470E5	.5057E3				.2488E3	.2559E4	.2177E4			
8月03日 23:00	頻率		0.0063	0.0112	0.0908				0.0054	0.0112	0.1138			
	週期		158.7	89.3	11.0				185.2	89.3	8.8			
	能譜		.5654E3	.1715E4	.3454E3				.1382E3	.2774E3	.3066E4			
8月04日 00:00	頻率		0.0063	0.0112	0.0908				0.0054	0.0132	0.0928			
	週期		158.7	89.3	11.0				185.2	75.8	10.8			
	能譜		.1376E4	.1742E4	.1380E3				.2354E3	.4594E3	.2779E4			

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-4-3　　83年8月3日～8月4日 凱特琳颱風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外 ST.2	內港 #8 碼頭			內港 #10碼頭			外港 #17 碼頭			外港 #22 碼頭		
8月04日 01:00	頻率		0.0063	0.0112	0.0928				0.0059	0.0127	0.0952			
	週期		158.7	89.3	10.8				129.5	78.7	10.5			
	能譜		.1821E4	.4266E4	.2201E3				.2190E3	.3656E3	.5431E4			
8月04日 02:00	頻率		0.0063	0.0112	0.0942				0.0059	0.0132	0.0952			
	週期		158.7	89.3	10.6				169.5	75.8	10.5			
	能譜		.6100E3	.1073E5	.1735E3				.2638E3	.1114E3	.8541E4			
8月04日 03:00	頻率		0.0063	0.0112	0.0928									
	週期		158.7	89.3	10.8									
	能譜		.3066E4	.5078E4	.6777E3									
8月04日 04:00	頻率		0.0059	0.0112	0.0898				0.0049	0.0132	0.0957			
	週期		169.5	89.3	11.1				204.1	75.8	10.4			
	能譜		.3696E3	.3066E4	.4355E3				.1958E4	.5678E3	.4445E4			
8月04日 05:00	頻率		0.0063	0.0112	0.0952				0.0049	0.0132	0.0957			
	週期		158.7	89.3	10.5				204.1	75.8	10.4			
	能譜		.7705E3	.7758E4	.2526E3				.2256E3	.5203E3	.3345E4			
8月04日 06:00	頻率													
	週期													
	能譜													
8月04日 07:00	頻率													
	週期													
	能譜													

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-5-1　83年8月19日～8月21日 弗雷特颱風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外	內港						外港					
		ST.2	#8 碼頭			#10碼頭			#17 碼頭			#22 碼頭		
8月19日 12:00	頻率	0.0800	0.0063	0.0107	0.0859	0.0049	0.0229	0.0713	0.0049	0.0088	0.0854	.0059	.0117	.0703
	週期	12.5	158.7	93.5	11.6	204.1	43.7	14.0	204.1	113.6	11.7	169.5	85.5	14.2
	能譜	.6282E5	.1409E4	.1012E5	.4433E3	.2949E4	.9498E3	.1362E3	.2997E4	.3294E4	.6087E4	.1009E4	.1853E4	.1938E5
8月19日 14:00	頻率	0.0750	0.0063	0.0107	0.0703	0.0063	0.0112	0.0723	0.0049	0.0093	0.0815	0.0068	0.0132	0.0723
	週期	13.3	158.7	93.5	14.2	158.7	89.3	13.8	204.1	107.5	12.3	147.1	75.7	13.8
	能譜	.1324E6	.1689E5	.3472E5	.5264E3	.1209E5	.1181E4	.1045E4	.2275E4	.8145E4	.8606E4	.1736E4	.1024E5	.3608E5
8月19日 16:00	頻率	0.0775	0.0063	0.0107	0.0776	0.0063	0.0132	0.0737	0.0049	0.0132	0.0815	0.0068	0.0127	0.0713
	週期	13.2	158.7	93.5	12.9	158.7	75.8	13.6	204.1	75.8	12.3	147.1	78.7	14.0
	能譜	.1410E6	.7974E4	.1131E5	.4254E4	.5923E4	.1795E4	.7205E4	.4784E4	.8891E4	.9161E4	.4046E4	.1803E5	.4502E5
8月19日 18:00	頻率	0.0750	0.0068	0.0112	0.0776	0.0068	0.0112	0.0737	0.0054	0.0107	0.0742	0.0073	0.0151	0.0654
	週期	13.3	147.1	89.3	12.9	147.1	89.3	13.6	185.2	93.5	13.5	137.0	66.2	15.3
	能譜	.1558E6	.1455E5	.1671E6	.4184E4	.7524E4	.4280E4	.9579E4	.7536E4	.6079E4	.1177E5	.3666E4	.1892E5	.8176E5
8月19日 20:00	頻率	0.0650	0.0068	0.0112	0.0615	0.0068	0.0117	0.0732	0.0054	0.0103	0.0698	0.0068	0.0127	0.0640
	週期	15.4	147.1	89.3	16.3	147.1	85.5	13.7	185.2	97.1	14.3	147.1	78.7	15.6
	能譜	.2681E6	.1324E5	.1548E6	.6576E4	.7136E4	.2280E4	.2919E4	.1457E5	.5615E4	.1017E5	.8418E4	.1598E5	.4928E5
8月19日 22:00	頻率	0.0625	0.0063	0.0103	0.0605	0.0063	0.0127	0.0708	0.0068	0.0127	0.0664	0.0068	0.0122	0.0693
	週期	16	158.7	97.1	16.5	158.7	78.7	14.1	147.1	78.7	15.1	147.1	82.0	14.4
	能譜	.3276E6	.4929E5	.1120E5	.1636E4	.2881E5	.2008E4	.1809E4	.8842E4	.1873E5	.1628E5	.8260E4	.4272E5	.9166E5
8月20日 00:00	頻率	0.0725	0.0059	0.0112	0.0610	0.0063	0.0117	0.0703	0.0059	0.0093	0.0693	0.0063	0.0122	0.0684
	週期	13.8	169.5	89.3	16.4	158.7	85.5	14.2	169.5	107.5	14.4	158.7	82.0	14.6
	能譜	.5999E6	.1963E5	.1944E5	.3074E4	.3253E5	.1552E4	.1023E4	.6780E4	.1289E5	.1367E5	.2547E5	.5937E5	.1181E6

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-5-2　83年8月19日～8月21日 弗雷特颱風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外 ST.2	內港 #8 碼頭			內港 #10碼頭			外港 #17 碼頭			外港 #22 碼頭		
8月20日 02:00	頻率	0.0775	0.0063	0.0112	0.0718	0.0063	0.0117	0.0776	0.0054	0.0098	0.0674	.0068	.0127	.0645
	週期	13.2	158.7	89.3	13.9	158.7	85.5	12.9	185.2	102.0	14.8	147.1	78.7	15.5
	能譜	.4816E6	.2501E6	.1542E6	.1812E5	.3012E6	.1797E4	.1608E4	.1364E5	.2508E5	.2513E5	.8479E4	.5588E5	.1218E6
8月20日 04:00	頻率	0.0700	0.0063	0.0112	0.0620	0.0063	0.0127	0.0742	0.0054	0.0107	0.0674	0.0068	0.0127	0.0718
	週期	14.3	158.7	89.3	16.1	158.7	78.7	13.5	185.2	93.55	14.8	147.1	78.7	13.9
	能譜	.5882E6	.7851E5	.2377E5	.3908E4	.7129E5	.3198E4	.2512E4	.6378E5	.1370E5	.1469E5	.2064E5	.8445E5	.1472E6
8月20日 06:00	頻率	0.0625	0.0063	0.0117	0.0625	0.0059	0.0132	0.0601	0.0059	0.0098	0.0645	0.0068	0.0127	0.0654
	週期	16.0	158.7	89.5	16.0	169.5	75.8	16.6	169.5	102.0	15.5	147.1	78.7	15.3
	能譜	.9763E6	.7282E5	.2370E5	.4887E4	.1084E6	.5032E4	.3156E4	.8677E5	.3400E5	.7503E5	.5291E5	.6469E5	.1506E6
8月20日 08:00	頻率	0.0650	0.0063	0.0112	0.0615	0.0059	0.0122	0.0718	0.0054	0.0098	0.0674	0.0078	0.0127	0.0591
	週期	15.4	158.7	89.3	16.3	169.5	82.0	13.9	185.2	102.0	14.8	128.2	78.7	16.9
	能譜	.8880E6	.3793E5	.3028E6	.8931E4	.2478E5	.1542E5	.3292E4	.2255E5	.6725E5	.4939E5	.8545E5	.3740E5	.1493E6
8月21日 10:00	頻率	0.0700	0.0063	0.0107	0.0654	0.0049	0.0117	0.0625	0.0049	0.0103	0.0605	0.0068	0.0127	0.0581
	週期	14.3	158.7	93.5	15.3	204.1	85.5	16.0	204.1	97.1	16.5	147.1	78.7	17.2
	能譜	.2966E6	.8782E5	.1611E6	.1677E4	.1280E6	.5571E4	.1195E4	.1031E6	.4571E5	.1621E5	.4272E5	.2536E5	.1930E6
8月21日 12:00	頻率	0.0775	0.0063	0.0107	0.0713	0.0049	0.0107	0.0713	0.0049	0.0127	0.0649	0.0068	0.0127	0.0640
	週期	13.2	158.7	93.5	14.0	204.1	93.5	14.0	204.1	78.7	15.4	147.1	78.7	15.6
	能譜	.6116E6	.6260E5	.2492E6	.3042E4	.6674E5	.5597E4	.3271E4	.6571E5	.3758E5	.1835E5	.2341E5	.6747E5	.2656E6
8月21日 14:00	頻率	0.0650	0.0060	0.0112	0.0615	0.0060	0.0117	0.0635	0.0049	0.0127	0.0610	0.0063	0.0122	0.0698
	週期	15.4	158.7	89.3	16.3	158.7	85.5	15.8	204.1	78.7	16.4	158.7	82.0	14.3
	能譜	.4966E6	.2408E5	.6200E5	.2059E4	.1916E5	.2733E4	.1233E4	.2072E5	.2143E5	.9855E4	.8770E4	.3958E5	.8303E5

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-5-3　83年8月19日～8月21日 弗雷特颱風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外 ST.2	內港 #8 碼頭			內港 #10碼頭			外港 #17 碼頭			外港 #22 碼頭		
8月20日 16:00	頻率	0.0700	0.0068	0.0112	0.0630	0.0054	0.0122	0.0742	0.0049	0.0117	0.0625	.0063	.0122	.0649
	週期	14.3	147.1	89.3	15.9	185.2	82.0	13.5	204.1	85.5	16	158.7	82.0	15.4
	能譜	.4737E6	.4879E5	.3827E6	.3620E4	.3567E5	.1666E5	.6617E3	.3150E5	.1804E5	.9607E4	.2242E5	.6862E5	.1319E6
8月20日 18:00	頻率	0.0750	0.0068	0.0117	0.0771	0.0063	0.0112	0.0747	0.0054	0.0093	0.0107	0.0752	0.0054	0.0654
	週期	13.3	147.1	85.5	13.0	158.7	82.0	13.4	185.2	93.55	13.3	185.2	78.7	15.3
	能譜	.2475E6	.9612E5	.5626E5	.1203E4	.6482E5	.5969E4	.1483E4	.2666E5	.2423E5	.9494E4	.1436E5	.1243E5	.1039E6
8月20日 20:00	頻率	0.0725	0.0063	0.0112	0.0737	0.0063	0.0112	0.0737	0.0054	0.0103	0.0064	0.0068	0.0127	0.0659
	週期	13.8	158.7	89.3	13.6	158.7	89.3	13.6	185.2	97.1	15.1	147.1	78.7	15.2
	能譜	.2044E6	.2649E5	.3060E6	.1179E4	.1757E5	.7045E4	.2695E4	.5763E4	.4785E4	.7068E4	.2613E5	.1635E5	.1880E5
8月20日 22:00	頻率	0.0825	0.0063	0.0112	0.0776	0.0063	0.0112	0.0723	0.0049	0.0103	0.0776	0.0068	0.0140	0.0645
	週期	12.1	158.7	89.3	12.9	158.7	89.3	13.8	204.1	97.1	12.9	147.1	68.5	15.5
	能譜	.1862E6	.1665E5	.2089E6	.2769E3	.1349E5	.7323E4	.1995E3	.3732E4	.1089E5	.5570E4	.9127E4	.1150E5	.9974E4
8月21日 00:00	頻率	0.0775	0.0073	0.0112	0.0610	0.0063	0.0117	0.0728	0.0054	0.0107	0.0811	0.0068	0.0137	0.0801
	週期	13.2	136.9	89.3	16.4	158.7	85.5	13.7	185.2	93.5	12.3	147.1	73.0	12.5
	能譜	.1592E6	.7453E4	.1795E5	.7542E3	.2491E4	.7819E3	.3666E3	.1074E4	.9173E3	.1921E4	.9086E4	.2707E4	.7532E4
8月21日 02:00	頻率	0.0750	0.0068	0.0112	0.0767	0.0068	0.0112	0.0732	0.0054	0.0132	0.0801	0.0078	0.0127	0.0698
	週期	13.3	147.1	89.3	13.0	147.1	89.3	13.7	185.2	75.8	12.5	128.2	78.7	14.3
	能譜	.1609E6	.1533E5	.3884E5	.7481E3	.7692E4	.1050E4	.6509E3	.3643E4	.9425E4	.2434E4	.1011E5	.2856E5	.8390E4
8月21日 04:00	頻率	0.0725	0.0068	0.0112	0.0689	0.0068	0.0137	0.0732	0.0054	0.0137	0.0698	0.0073	0.0127	0.0728
	週期	13.8	147.1	89.3	14.3	147.1	73.0	13.7	185.2	73.0	14.3	137.0	78.7	13.7
	能譜	.9262E5	.3122E5	.6055E4	.8749E3	.2152E5	.6365E3	.5508E3	.7815E4	.7796E4	.6154E4	.1700E5	.1432E5	.1152E5

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-5-4　83年8月19日～8月21日 弗雷特颱風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外	內港						外港					
		ST.2	#8 碼頭			#10碼頭			#17 碼頭			#22 碼頭		
8月21日 06:00	頻率	0.0700	0.0068	0.0107	0.0635	0.0054	0.0117	0.0786	0.0054	0.0107	0.0674	.0078	.0137	.0737
	週期	14.3	147.1	93.5	15.7	185.2	85.5	12.7	185.2	93.5	14.8	128.2	73.0	13.6
	能譜	.4544E5	.2366E4	.9617E4	.2767E4	.5792E4	.2232E3	.8630E3	.6754E4	.4612E4	.2882E4	.8577E4	.3633E4	.1948E5
8月21日 08:00	頻率	0.0725	0.0068	0.0112	0.0625	0.0068	0.0117	0.0742	0.0073	0.0117	0.0742	0.0073	0.0132	0.0718
	週期	13.8	147.1	89.3	16.0	147.1	85.5	13.5	137.0	85.5	13.5	137.0	75.8	13.9
	能譜	.6616E5	.4142E4	.1779E5	.9411E3	.2281E4	.7592E3	.2525E4	.1777E4	.1439E4	.2742E4	.1691E4	.7265E4	.1150E5
月　日	頻率													
	週期													
	能譜													
月　日	頻率													
	週期													
	能譜													
月　日	頻率													
	週期													
	能譜													
月　日	頻率													
	週期													
	能譜													
月　日	頻率													
	週期													
	能譜													

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-6-1　　83年8月31日～9月1日 葛拉絲風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外	內港						外港					
		ST.2	#8 碼頭			#10碼頭			#17 碼頭			#22 碼頭		
8月31日 14:00	頻率	0.1425												
	週期	7.0												
	能譜	.12195												
8月31日 15:00	頻率													
	週期													
	能譜													
8月31日 16:00	頻率	0.1175												
	週期	8.5												
	能譜	.14945												
8月31日 17:00	頻率													
	週期													
	能譜													
8月31日 18:00	頻率	0.0775										0.0078	0.0127	0.0703
	週期	12.9										128.2	78.7	14.2
	能譜	.3930E5										.6966E3	.7363E3	.7398E3
8月31日 19:00	頻率											0.0073	0.0127	0.0742
	週期											137.0	78.7	13.5
	能譜											.3910E3	.9382E3	.3328E4
8月31日 20:00	頻率	0.0800										0.0063	0.0127	0.0806
	週期	12.5										158.7	78.7	12.4
	能譜	.4672E5										.4506E3	.1126E4	.1944E4

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-6-2　　83年8月31日～9月1日 葛拉絲風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外 ST.2	內港 #8 碼頭			內港 #10碼頭			外港 #17 碼頭			外港 #22 碼頭		
8月31日 21:00	頻率											0.0068	0.0146	0.0811
	週期											147.1	68.5	12.3
	能譜											.6074E3	.1586E4	.1210E4
8月31日 22:00	頻率	0.0800										0.0073	0.0127	0.0806
	週期	12.0										137.0	78.7	12.4
	能譜	.2557E5										.6189E3	.1920E4	3512E4
8月31日 23:00	頻率											0.0073	0.0127	0.0801
	週期											137.0	78.7	12.5
	能譜											.4739E3	.1764E4	.2874E4
9月01日 00:00	頻率	0.0775										0.0073	0.0127	0.0723
	週期	12.9										137.0	78.7	13.8
	能譜	.4239E5										.1265E4	.8667E3	.1320E5
9月01日 01:00	頻率					0.0068	0.0127	0.0737				0.0073	0.0132	0.0806
	週期					147.1	78.7	13.6				137.0	75.8	[illegible]
	能譜					.8094E4	.1137E3	.4338E4				.2293E4	.3831E4	.7167E4
9月01日 02:00	頻率	0.0775				0.0063	0.0166	0.0737	0.0068	0.0132	0.0708			
	週期	12.9				158.7	60.2	13.6	147.1	75.8	14.1			
	能譜	.3218E6				.6977E4	.1178E4	.3449E4	.1225E4	.1672E4	.4563E4			
9月01日 03:00	頻率					0.0063	0.0112	0.0732	0.0059	0.0137	0.0791	0.0063	0.0132	0.0703
	週期					158.7	89.3	13.7	169.5	73.0	12.6	158.7	75.8	14.2
	能譜					.1903E5	.7889E3	.7165E4	.4464E4	.3758E4	.7584E4	.3367E4	.3939E4	.3124E5

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-6-3　　83年8月31日～9月1日 葛拉絲風在花蓮港港內、外波浪能量集中週期比較表

日期		港外 ST.2	內港 #8 碼頭			內港 #10碼頭			外港 #17 碼頭			外港 #22 碼頭		
9月01日 04:00	頻率	0.0725				0.0063	0.0112	0.0737	0.0068	0.0103	0.0698	0.0063	0.0127	0.0654
	週期	13.8				158.7	89.3	13.6	147.1	97.1	14.3	158.7	78.7	15.3
	能譜	.4313E6				.5938E5	.2455E4	.2770E4	.8284E4	.1182E5	.9487E4	.9743E4	.3878E5	.4808E5
9月01日 05:00	頻率	0.0675				0.0063	0.0117	0.0713	0.0063	0.0103	0.0698	0.0063	0.0132	0.0635
	週期	14.8				158.7	85.5	14.0	158.7	97.1	14.3	158.7	75.8	15.7
	能譜	.7589E6				.1052E6	.2500E4	.2881E4	.1990E5	.1835E5	.6518E5	.1084E5	.3715E5	
9月01日 06:00	頻率					0.0063	0.0112	0.0718	0.0054	0.0107	0.0693	0.0068	0.0127	0.0654
	週期					158.7	89.3	13.9	158.2	93.5	14.4	147.1	78.7	15.3
	能譜					.4008E5	.3971E4	.1867E4	.2468E5	.1727E5	.1591E5	.4830E5	.6290E5	.8596E5
9月01日 07:00	頻率	0.0675				0.0063	0.0117	0.0723	0.0073	0.0127	0.0713	0.0059	0.0127	0.0645
	週期	14.8				158.7	85.5	13.8	137	78.7	14.0	169.5	78.7	15.5
	能譜	.1824E7				.1602E6	.1714E4	.1105E4	.1623E5	.1359E5	.9055E4	.2917E5	.4146E5	.1632E6
9月01日 08:00	頻率	0.0750				0.0063	0.0112	0.0718	0.0054	0.0112	0.0703	0.0068	0.0122	0.0640
	週期	13.3				158.7	89.3	13.9	185.2	89.3	14.2	147.1	82.0	15.6
	能譜	.7806E6				.1352E6	.1727E4	.1036E4	.4191E5	.1466E5	.8623E4	.2684E5	.2192E5	.1422E6
9月01日 09:00	頻率					0.0063	0.0112	0.0718	0.0054	0.0112	0.0811	0.0078	0.0127	0.0645
	週期					158.7	89.3	13.9	185.2	89.3	12.3	128.2	78.7	15.5
	能譜					.1723E5	.1430E4	.8940E3	.2347E5	.5538E4	.9716E4	.7103E5	.5801E5	.4050E5
9月01日 10:00	頻率	0.0850				0.0063	0.0117	0.0728	0.0049	0.0122	0.0845	0.0063	0.0127	0.0806
	週期	11.8				158.7	85.5	13.7	204.1	82.0	11.8	158.7	78.7	12.4
	能譜	.2581E6				.2523E5	.8044E3	.2181E3	.6767E4	.3701E4	.3946E4	.5709E4	.2631E5	.6242E4

註：能譜單位(cm^2/Hz)

表 2-7 流速、流向分佈統計表

STATION : HAW-LIAN HARBOUR
TIME : 1994/0113/1030 --- 1994/0203/1020
DEPTH : WATER DEPTH 25.0 METER ; INST. DEPTH -5 METER.
INST. : AANDERAA CURRENT METER RCM7-9891-10

BIVARIATE PROBABILITY FOR SKETCH OF THE CURRE NT ROSE

DIR.	0	25	50	75	100	125	150	175	200	TOTAL
NNE	8.86	17.36	12.83	1.39	.00	.00	.00	.00	.00	40.44
NE	4.76	16.17	10.42	.60	.00	.00	.00	.00	.00	31.94
ENE	1.09	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.09
E	.30	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.30
ESE	.26	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.26
SE	.23	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.23
SSE	.10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.10
S	.53	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.53
SSW	1.49	.76	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.25
SW	3.57	9.89	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	13.46
WSW	1.95	1.26	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	3.21
W	1.59	.03	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.62
WNW	.73	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.73
NW	.63	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.63
NNW	1.09	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.09
N	2.08	.03	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.12
ALL	29.27	45.50	23.25	1.98	.00	.00	.00	.00	.00	100.00

TOTAL MEAN OF TEMP. = 23.86
TOTAL MEAN OF VEL. = 19.00
TOTAL MEAN DIRECTION = 30.7
MEAN X-COMPONE NT = 9.67 MEAN Y-COMPONENT = 16.35
MAX. VELOCITY = 74.58 ITS DIRECTION = 30.5
MIN. VELOCITY = 1.78 ITS DIRECTION = 10.9
MAX. TEMP. = 24.59 MIN. TEMP. = 23.02
VARIANCE OF X-COMP. = .1826027E+03 VARIANCE OF Y-COMP. = .3440220E+03
VARIANCE OF TEMP. = .1168624E+00 TOTAL NUMBER OF D ATA = 3024
SKEWNESS OF U = -.2072566E+00 OF V = .1332224E+03 OF T = .9398146E-06
KURTOSIS OF U = .2183196E+01 OF V = .2629812E+06 OF T = .2371133E-06
22 DAYS OF DATA
DAILY MAX. TEMP. MONTHLY = 24.04 DAILY MIN. TEMP. MONTHLY = 23.58

表 2-8 流速、流向分佈統計表

STATION : HAW-LIAN HARBOUR
TIME : 1994/0203/1040 --- 1994/0309/1150
DEPTH : WATER DEPTH 25.0 METER; INST. DEPTH 5.0 METER.
INST. : AANDERAA CURRENT METER RCM7-10741

BIVARIATE PROBABILITY FOR SKETCH OF THE CURRE NT ROSE

DIR.	0	25	50	75	100	125	150	175	200	TOTAL
NNE	9.12	11.62	9.07	1.41	.00	.00	.00	.00	.00	31.22
NE	8.20	17.41	9.71	.14	.00	.00	.00	.00	.00	35.46
ENE	2.14	.10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.24
E	.75	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.75
ESE	.71	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.71
SE	.67	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.67
SSE	.67	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.67
S	1.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.02
SSW	2.79	1.61	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	4.40
SW	5.49	7.26	.06	.00	.00	.00	.00	.00	.00	12.81
WSW	3.08	.45	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	3.53
W	1.12	.06	.12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.31
WNW	.73	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.73
NW	.96	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.96
NNW	1.20	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.20
N	2.26	.04	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.30
ALL	40.93	38.56	18.96	1.55	.00	.00	.00	.00	.00	100.00

TOTAL MEAN OF TEMP. = 23.72
TOTAL MEAN OF VEL. = 15.83
TOTAL MEAN DIRECTION = 32.7
MEAN X-COMPONE NT = 8.52 MEAN Y-COMPONENT = 13.34
MAX. VELOCITY = 75.70 ITS DIRECTION = 31.2
MIN. VELOCITY = 1.50 ITS DIRECTION =288.7
MAX. TEMP. = 24.96 MIN. TEMP. = 22.60
VARIANCE OF X-COMP. = .1709005E+03 VARIANCE OF Y-COMP. = .3377877E+03
VARIANCE OF TEMP. = .2291221E+00 TOTAL NUMBER OF D ATA = 4904
SKEWNESS OF U = .8024560E-01 OF V = .2087365E+04 OF T = .6803342E-05
KURTOSIS OF U = .2314905E+01 OF V = .2700919E+06 OF T = .8518036E-06
35 DAYS OF DATA
DAILY MAX. TEMP. MONTHLY = 24.04 DAILY MIN. TEMP. MONTHLY = 23.43

表 2-9 流速、流向分佈統計表

STATION : HAW-LIAN HARBOUR (ST.02)
TIME : 1994/0309/1210 --- 1994/0412/1020
DEPTH : WATER DEPTH 25 METER ; INST. DEPTH -5 METER .
INST. : AANDERAA CURRENT METER RCM7-9891

BIVARIATE PROBABILITY FOR SKETCH OF THE CURRE NT ROSE

DIR.	0	25	50	75	100	125	150	175	200	TOTAL
NNE	8.49	15.66	7.59	.55	.00	.00	.00	.00	.00	32.30
NE	5.96	13.55	3.89	.02	.00	.00	.00	.00	.00	23.41
ENE	2.33	.90	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	3.23
E	.92	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.92
ESE	.55	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.55
SE	.45	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.45
SSE	.88	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.90
S	1.72	.16	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.88
SSW	3.52	3.46	.25	.02	.00	.00	.00	.00	.00	7.25
SW	4.24	6.51	.55	.10	.00	.00	.00	.00	.00	11.40
WSW	2.29	1.64	.06	.00	.00	.00	.00	.00	.00	3.99
W	1.19	.39	.10	.08	.00	.00	.00	.00	.00	1.76
WNW	1.00	.04	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.04
NW	1.11	.18	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.29
NNW	2.54	.41	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.95
N	4.93	1.72	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	6.67
ALL	42.12	44.64	12.46	.78	.00	.00	.00	.00	.00	100.00

TOTAL MEAN OF TEMP. = 24.09
TOTAL MEAN OF VEL. = 11.01
TOTAL MEAN DIRECTION = 27.5
MEAN X-COMPONE NT = 5.07 MEAN Y-COMPONENT = 0.78
MAX. VELOCITY = 80.74 ITS DIRECTION = 27.3
MIN. VELOCITY = 1.78 ITS DIRECTION =113.2
MAX. TEMP. = 25.54 MIN. TEMP. = 20.04
VARIANCE OF X-COMP. = .1534953E+03 VARIANCE OF Y-COMP. = .3025310E+03
VARIANCE OF TEMP. = .6018872E+00 TOTAL NUMBER OF D ATA = 4886
SKEWNESS OF U = -.1040722E+00 OF V = .7642637E+03 OF T = -.1417716E-03
KURTOSIS OF U = .3304011E+01 OF V = .3042731E+06 OF T = .2699552E-04
35 DAYS OF DATA
DAILY MAX. TEMP. MONTHLY = 24.64 DAILY MIN. TEMP. MONTHLY = 23.39

表 2-10 流速、流向分佈統計表

STATION : HAW-LIAN HARBOUR (ST. 02)
TIME : 1994/0412/1100 --- 1994/0508/0530
DEPTH : WATER DEPTH 25 METER ; INST. DEPTH -5 METER .
INST. : AANDERAA CURRENT METER RCM7-10741

BIVARIATE PROBABILITY FOR SKETCH OF THE CURRE NT ROSE

DIR.	0	25	50	75	100	125	150	175	200	TOTAL
NNE	5.31	14.41	7.60	1.19	.00	.00	.00	.00	.00	28.50
NE	7.95	14.57	2.16	.00	.00	.00	.00	.00	.00	24.68
ENE	3.91	.54	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	4.45
E	1.70	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.70
ESE	.92	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.92
SE	.84	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.84
SSE	1.19	.03	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.21
S	2.37	.08	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.45
SSW	4.28	4.61	.11	.00	.00	.00	.00	.00	.00	9.00
SW	3.58	8.14	.94	.00	.00	.00	.00	.00	.00	12.66
WSW	1.94	1.43	.08	.00	.00	.00	.00	.00	.00	3.45
W	.78	.40	.13	.03	.00	.00	.00	.00	.00	1.35
WNW	1.21	.16	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.37
NW	1.02	.16	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.19
NNW	1.02	.43	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.45
N	2.96	1.83	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	4.80
ALL	40.98	46.79	11.02	1.21	.00	.00	.00	.00	.00	100.00

TOTAL MEAN OF TEMP. = 24.93
TOTAL MEAN OF VEL. = 9.46
TOTAL MEAN DIRECTION = 28.2
MEAN X-COMPONE NT = 4.45 MEAN Y-COMPONENT = 8.35
MAX. VELOCITY = 72.34 ITS DIRECTION = 32.6
MIN. VELOCITY = 1.78 ITS DIRECTION = 21.7
MAX. TEMP. = 27.74 MIN. TEMP. = 21.58
VARIANCE OF X-COMP. = .1501908E+03 VARIANCE OF Y-COMP. = .3279540E+03
VARIANCE OF TEMP. = .2007494E+01 TOTAL NUMBER OF D ATA = 3712
SKEWNESS OF U = -.1097091E+00 OF V = .2064280E+04 OF T = -.4220237E-04
KURTOSIS OF U = .2901268E+01 OF V = .3329969E+06 OF T = .5846995E-04
27 DAYS OF DATA
DAILY MAX. TEMP. MONTHLY = 25.70 DAILY MIN. TEMP. MONTHLY = 24.15

表 2-11 流速、流向分佈統計表

STATION : HAW-LIAN HARBOUR (ST2-01)
TIME : 1994/0510/1200 --- 1994/0608/1030
DEPTH : WATER DEPTH 25 METER ; INST. DEPTH -5 METER .
INST. : AANDERAA CURRENT METER RCM7-9881-01

BIVARIATE PROBABILITY FOR SKETCH OF THE CURRE NT ROSE

DIR.	0	25	50	75	100	125	150	175	200	TOTAL
NNE	5.76	16.22	14.42	2.69	.00	.00	.00	.00	.00	39.08
NE	4.61	13.53	4.99	.05	.00	.00	.00	.00	.00	23.18
ENE	2.62	1.30	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	3.91
E	1.10	.05	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.15
ESE	.65	.05	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.70
SE	.67	.05	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.72
SSE	.89	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.91
S	1.54	.24	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.78
SSW	2.45	2.33	.26	.00	.00	.00	.00	.00	.00	5.04
SW	3.20	4.89	.67	.05	.00	.00	.00	.00	.00	8.90
WSW	1.58	.91	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.50
W	1.54	.22	.19	.12	.00	.00	.00	.00	.00	2.06
WNW	1.46	.22	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.68
NW	1.51	.12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.63
NNW	1.78	.53	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.30
N	2.33	2.04	.10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	4.46
ALL	33.76	42.71	20.63	2.90	.00	.00	.00	.00	.00	100.00

TOTAL MEAN OF TEMP. = 26.78
TOTAL MEAN OF VEL. = 17.65
TOTAL MEAN DIRECTION = 28.2
MEAN X-COMPONE NT = 8.31 MEAN Y-COMPONENT = 15.57
MAX. VELOCITY = 81.02 ITS DIRECTION = 24.2
MIN. VELOCITY = 1.50 ITS DIRECTION =187.9
MAX. TEMP. = 28.02 MIN. TEMP. = 23.94
VARIANCE OF X-COMP. = .1679272E+03 VARIANCE OF Y-COMP. = .4019364E+03
VARIANCE OF TEMP. = .2746357E+00 TOTAL NUMBER OF D ATA = 4168
SKEWNESS OF U = -.2431690E+00 OF V = .9041036E+03 OF T = -.5806305E-05
KURTOSIS OF U = .2712312E+01 OF V = .4421407E+06 OF T = .1589613E-05
30 DAYS OF DATA
DAILY MAX. TEMP. MONTHLY = 27.39 DAILY MIN. TEMP. MONTHLY = 26.01

表 2-12 流速、流向分佈統計表

STATION : HAW-LIAN HARBOUR (ST2-02)
TIME : 1994/0608/1040 --- 1994/0704/0930
DEPTH : WATER DEPTH 25.0 METER; INST. DEPTH 5.0 METER
INST. : AANDERAA CURRENT METER RCM7-10741

BIVARIATE PROBABILITY FOR SKETCH OF THE CURRE NT ROSE

DIR.	0	25	50	75	100	125	150	175	200	TOTAL
NNE	4.25	15.46	9.79	.35	.00	.00	.00	.00	.00	29.86
NE	6.26	12.23	2.51	.00	.00	.00	.00	.00	.00	21.00
ENE	3.67	.29	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	3.96
E	1.69	.13	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.03	1.85
ESE	1.69	.03	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.71
SE	1.55	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.55
SSE	1.58	.03	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.61
S	2.27	.16	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.43
SSW	5.43	3.88	.05	.00	.00	.00	.00	.00	.00	9.36
SW	4.71	5.40	.35	.00	.00	.00	.00	.00	.00	10.46
WSW	2.35	.94	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	3.29
W	1.79	.62	.24	.05	.00	.00	.00	.00	.00	2.70
WNW	1.44	.19	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.63
NW	1.79	.08	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.87
NNW	1.55	.48	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.03
N	2.89	1.71	.08	.00	.00	.00	.00	.00	.00	4.68
ALL	44.92	41.63	13.03	.40	.00	.00	.00	.00	.03	100.00

TOTAL MEAN OF TEMP. = 26.41
TOTAL MEAN OF VEL. = 11.22
TOTAL MEAN DIRECTION = 27.8
MEAN X-COMPONE NT = 5.22 MEAN Y-COMPONENT = 9.93
MAX. VELOCITY = 999.00 ITS DIRECTION = 99.2
MIN. VELOCITY = 1.78 ITS DIRECTION =297.1
MAX. TEMP. = 28.33 MIN. TEMP. = 2.94
VARIANCE OF X-COMP. = .3075491E+03 VARIANCE OF Y-COMP. = .5691838E+03
VARIANCE OF TEMP. = .6853409E+00 TOTAL NUMBER OF D ATA = 3738
SKEWNESS OF U = .3310677E+02 OF V = .2605726E+06 OF T = -.5087661E-03
KURTOSIS OF U = .1652197E+04 OF V = .2562730E+09 OF T = .5029599E-03
27 DAYS OF DATA
DAILY MAX. TEMP. MONTHLY = 27.32 DAILY MIN. TEMP. MONTHLY = 23.69

表 2-13 流速、流向分佈統計表

STATION : HAW-LIAN HARBOUR (ST2-03)
TIME : 1994/0704/1020 --- 1994/0722/1140
DEPTH : WATER DEPTH 25.0 METER ; INST. DEPTH 5.0 METER.
INST. : AANDERAA CURRENT METER RCM7-10744

BIVARIATE PROBABILITY FOR SKETCH OF THE CURRE NT ROSE

DIR.	0	25	50	75	100	125	150	175	200	TOTAL
NNE	11.46	11.61	7.07	1.31	.00	.00	.00	.00	.00	31.45
NE	10.34	5.04	.96	.19	.00	.00	.00	.00	.00	16.53
ENE	2.81	1.11	.31	.08	.00	.00	.00	.00	.00	4.31
E	1.61	.65	.04	.12	.00	.00	.00	.00	.00	2.42
ESE	1.23	.38	.04	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.65
SE	1.42	.08	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.50
SSE	1.92	.12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.04
S	2.85	.38	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	3.23
SSW	4.77	3.15	.31	.00	.00	.00	.00	.00	.00	8.23
SW	5.11	4.73	.77	.00	.00	.00	.00	.00	.00	10.61
WSW	2.31	.42	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.73
W	1.50	.31	.12	.04	.00	.00	.00	.00	.00	1.96
WNW	1.42	.23	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.65
NW	1.77	.35	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.11
NNW	1.96	.38	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	2.35
N	4.92	2.08	.23	.00	.00	.00	.00	.00	.00	7.23
ALL	57.40	31.03	9.84	1.73	.00	.00	.00	.00	.00	100.00

TOTAL MEAN OF TEMP. = 26.01
TOTAL MEAN OF VEL. = 7.90
TOTAL MEAN DIRECTION = 27.1
MEAN X-COMPONE NT = 3.59 MEAN Y-COMPONENT = 7.04
MAX. VELOCITY = 75.42 ITS DIRECTION = 22.4
MIN. VELOCITY = 1.50 ITS DIRECTION = 30.8
MAX. TEMP. = 29.67 MIN. TEMP. = 19.74
VARIANCE OF X-COMP. = .1294593E+03 VARIANCE OF Y-COMP. = .3170486E+03
VARIANCE OF TEMP. = .6348549E+01 TOTAL NUMBER OF D ATA = 2601
SKEWNESS OF U = .6733119E+00 OF V = .4216677E+04 OF T = -.2001822E-02
KURTOSIS OF U = .5834133E+01 OF V = .4055294E+06 OF T = .8435999E-03
19 DAYS OF DATA
DAILY MAX. TEMP. MONTHLY = 27.61 DAILY MIN. TEMP. MONTHLY = 24.09

表 2-14. 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at HAW-LIAN HARBOUR ST-ST DATE : 94.01.01.00:00-94.01.31.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.7802 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
5.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
6.0	.0	.3	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.8
7.0	.0	11.1	11.1	4.3	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		26.8
8.0	.0	10.3	26.8	14.9	5.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		57.3
9.0	.0	.3	5.7	5.7	2.4	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		14.8
10.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.5
11.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
%	.0	21.9	44.1	25.4	8.1	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 370 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.35 VARIANCE OF wave HEIGHT : .18 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .42
MAX OF wave HEIGHT : 2.69 IT'S wave period : 8.20 AT TIME : 1994. 1.20.22:28
MIN OF wave HEIGHT : .69 IT'S wave period : 7.00 AT TIME : 1994. 1. 6. 2:24
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.48 SKEWNESS OF wave HEIGHT : 1.15 DC VALUE OF wave HEIGHT : -6.08
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (1.00, 1.50) IS 44.1%
MEAN OF wave period : 7.30 VARIANCE OF wave period : .39 STANDARD DEVIATION OF wave period : .63
MAX OF wave period : 8.10 IT'S wave HEIGHT : 1.56
MIN OF wave period : 5.30 IT'S wave HEIGHT : 1.13
CORNU RATIO OF wave period: 1.61 SKEWNESS OF wave period : .22 DC VALUE OF wave period : 2.67
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (7.00, 8.00) IS 57.3%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.35 IT'S NO. : 370 (100.00 %)

表 2-14(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT at HAW-LIAN HARBOUR          ST-ST DATE : 94.01.01.00:00-94.01.31.23:00
UNIT : M                wave HEIGHT H1/3(M )  0.7802 SEC DATA
 VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
            ( % )
   .00
                 .00
   .50
                21.89          ********************
  1.00
                44.05          ********************************************
  1.50
                25.41          ************************
  2.00
                 8.11          ********
  2.50
                  .54
  3.00
                  .00
  3.50
                  .00
  4.00
                  .00
  4.50
                  .00
  5.00
                  .00
  5.50
                  .00
  6.00
                  .00
  6.50
                  .00
  7.00
                  .00
  7.50
                  .00
  8.00
                  .00
  8.50
                  .00
  9.00
                  .00
  9.50
                  .00
 10.00

LOST DATA        .00

 TOTAL NO. OF DATA        : 370        LOST NO. OF DATA          :  0 (.00 % )
 MEAN OF wave HEIGHT      :   1.35     VARIANCE OF wave HEIGHT   :  .18     STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .42
 MAX  OF wave HEIGHT      :   2.69     IT'S wave period          :  8.20     AT TIME : 1994. 1.20.22:28
 MIN  OF wave HEIGHT      :   .69      IT'S wave period          :  7.00     AT TIME : 1994. 1. 6. 2:24
 CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.48      SKEWNESS OF wave HEIGHT   :  1.15     DC VALUE OF wave HEIGHT   :  -8.08
 MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL ( 1.00, 1.50) IS 44.1%
```

表 2-14(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

```
PROBILITY Distribution of wave period at HAW-LIAN HARBOUR          ST-ST DATE : 94.01.01.00:00-94.01.31.23:00
UNIT : SEC              wave period T1/3(SEC )  0.7802 SEC DATA
 VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
            ( % )
  4.00
                  .00
  5.00
                  .81
  6.00
                28.76          ************************
  7.00
                57.30          ************************************************************
  8.00
                14.59          **************
  9.00
                  .54
 10.00
                  .00
 11.00
                  .00
 12.00
                  .00
 13.00
                  .00
 14.00
                  .00
 15.00
                  .00
 16.00
                  .00
 17.00
                  .00
 18.00
                  .00
 19.00
                  .00
 20.00
                  .00
 21.00
                  .00
 22.00

LOST DATA        .00

 TOTAL NO. OF DATA        : 370        LOST NO. OF DATA          :  0 (.00 % )
 MEAN OF wave period      :   7.30     VARIANCE OF wave period   :  .59     STANDARD DEVIATION OF wave period :  .63
 MAX  OF wave period      :   9.10     IT'S wave HEIGHT          :  1.55
 MIN  OF wave period      :   5.39     IT'S wave HEIGHT          :  1.13
 CORNU RATIO OF wave period : 1.61     SKEWNESS OF wave period   :  .22     DC VALUE OF wave period  :  2.67
 MOST LOCATED AT wave period INTERVAL ( 7.00, 8.00) IS 57.3%
```

表 2-15 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at HAW-LIAN HARBOUR ST-ST DATE : 94.02.01.00:00-94.02.28.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.7802 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
5.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
6.0	.0	1.8	2.1	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		4.1
7.0	.0	10.1	18.3	12.4	2.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		42.9
8.0	.0	11.5	19.5	9.8	2.7	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		44.4
9.0	.0	.9	5.0	1.5	.0	.6	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		8.3
10.0	.0	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.3
11.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
%	.0	24.3	45.3	24.0	4.7	1.5	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 338 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.32 VARIANCE OF wave HEIGHT : .18 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .43
MAX OF wave HEIGHT : 3.06 IT'S wave period : 8.00 AT TIME : 1994. 2.28.18:59
MIN OF wave HEIGHT : .69 IT'S wave period : 7.00 AT TIME : 1994. 2. 5. 6:24
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.58 SKEWNESS OF wave HEIGHT : 2.02 DC VALUE OF wave HEIGHT : .53
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (1.00, 1.50) IS 45.3%
MEAN OF wave period : 7.04 VARIANCE OF wave period : .40 STANDARD DEVIATION OF wave period : .64
MAX OF wave period : 9.20 IT'S wave HEIGHT : 1.43
MIN OF wave period : 5.40 IT'S wave HEIGHT : .91
CORNU RATIO OF wave period: 1.59 SKEWNESS OF wave period : .34 DC VALUE OF wave period : 1.41
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (7.00, 8.00) IS 44.4%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.32 IT'S NO. : 338 (100.00 %)

表 2-15(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT at HAW-LIAN HARBOUR          ST-ST DATE : 94.02.01.00:00-94.02.28.23:00
UNIT : M
                    wave HEIGHT H1/3(M )  0.7802 SEC DATA
 VALUE      PERCENTAGE        DISTRBUTION
            ( % )
   .00
                .00
   .50
              24.26        ************************
  1.00
              45.27        *********************************************
  1.50
              23.96        ************************
  2.00
               4.73        ****
  2.50
               1.48        *
  3.00
                .30
  3.50
                .00
  4.00
                .00
  4.50
                .00
  5.00
                .00
  5.50
                .00
  6.00
                .00
  6.50
                .00
  7.00
                .00
  7.50
                .00
  8.00
                .00
  8.50
                .00
  9.00
                .00
  9.50
                .00
 10.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA       : 338        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :   1.32     VARIANCE OF wave HEIGHT :   .18     STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .43
   MAX  OF wave HEIGHT     :   3.06     IT'S wave period        :  8.00     AT TIME : 1994. 2.28.16:50
   MIN  OF wave HEIGHT     :    .69     IT'S wave period        :  7.00     AT TIME : 1994. 2. 5. 6:24
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.56     SKEWNESS OF wave HEIGHT :  2.02     DC VALUE OF wave HEIGHT    :    .53
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  1.00, 1.50) IS  45.3%
```

表 2-15(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

```
PROBILITY Distribution of wave period at HAW-LIAN HARBOUR          ST-ST  DATE : 94.02.01.00:00-94.02.28.23:00
UNIT : SEC
                    wave period T1/3(SEC )  0.7802 SEC DATA
 VALUE      PERCENTAGE        DISTRBUTION
            ( % )
  4.00
                .00
  5.00
               4.14        ****
  6.00
              42.90        ****************************************
  7.00
              44.38        *****************************************
  8.00
               8.28        ********
  9.00
                .30
 10.00
                .00
 11.00
                .00
 12.00
                .00
 13.00
                .00
 14.00
                .00
 15.00
                .00
 16.00
                .00
 17.00
                .00
 18.00
                .00
 19.00
                .00
 20.00
                .00
 21.00
                .00
 22.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA     : 338        LOST NO. OF DATA        : 0 (.00 % )
   MEAN OF wave period   :   7.04     VARIANCE OF wave period :   .40     STANDARD DEVIATION OF wave period :  .64
   MAX  OF wave period   :   9.20     IT'S wave  HEIGHT       :  1.43
   MIN  OF wave period   :   5.40     IT'S wave HEIGHT        :   .91
   CORNU RATIO OF wave period : 1.59  SKEWNESS OF wave period :   .34     DC VALUE OF wave period  :   1.41
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  7.00, 8.00) IS  44.4%
```

表 2-16 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at HAW-LIAN HARBOUR ST-ST DATE : 94.03.01.00: 0-94.03.31.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.7802 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
5.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
6.0	.0	.5	.5	1.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		2.4
7.0	.0	1.4	13.6	10.0	1.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		26.8
8.0	.0	5.4	33.0	9.7	3.8	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		52.2
9.0	.0	3.0	8.1	2.7	1.1	1.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		16.5
10.0	.0	.5	.3	.0	.8	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.9
11.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.3
16.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
%	.3	10.8	55.7	23.8	7.3	2.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 370 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.39 VARIANCE OF wave HEIGHT : .17 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .41
MAX OF wave HEIGHT : 2.81 IT'S wave period : 8.10 AT TIME : 1994. 3.20. 4:24
MIN OF wave HEIGHT : .23 IT'S wave period : 14.30 AT TIME : 1994. 3.11.10:14
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.64 SKEWNESS OF wave HEIGHT : 1.59 DC VALUE OF wave HEIGHT : 4.57
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (1.00, 1.50) IS 55.7%
MEAN OF wave period : 7.35 VARIANCE OF wave period : .69 STANDARD DEVIATION OF wave period : .83
MAX OF wave period : 14.30 IT'S wave HEIGHT : .23
MIN OF wave period : 5.20 IT'S wave HEIGHT : 1.00
CORNU RATIO OF wave period : 1.84 SKEWNESS OF wave period : 4.14 DC VALUE OF wave period : 17.10
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (7.00, 8.00) IS 52.2%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.39 IT'S NO. : 370 (100.00 %)

表 2-16(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT at HAW-LIAN HARBOUR          ST-ST DATE : 94.03.01.00: 0-94.03.31.23:00
UNIT : M
                wave HEIGHT H1/3(M ) 0.7802 SBC DATA
VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
          ( % )
  .00
                .27
  .50
               10.81        **********
 1.00
               55.68        ****************************************************
 1.50
               23.78        **********************
 2.00
                7.30        *******
 2.50
                2.16        **
 3.00
                 .00
 3.50
                 .00
 4.00
                 .00
 4.50
                 .00
 5.00
                 .00
 5.50
                 .00
 6.00
                 .00
 6.50
                 .00
 7.00
                 .00
 7.50
                 .00
 8.00
                 .00
 8.50
                 .00
 9.00
                 .00
 9.50
                 .00
10.00

LOST DATA        .00

  TOTAL NO. OF DATA        : 370        LOST NO. OF DATA          :  0 (.00 % )
  MEAN OF wave HEIGHT      :  1.39      VARIANCE OF wave HEIGHT   :   .17     STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .41
  MAX  OF wave HEIGHT      :  2.81      IT'S wave period          :  9.10     AT TIME : 1994. 3.20. 4:24
  MIN  OF wave HEIGHT      :   .23      IT'S wave period          : 14.30     AT TIME : 1994. 3.11.10:14
  CORNU RATIO OF wave HEIGHT :1.84      SKEWNESS OF wave HEIGHT   :  1.58     DC VALUE OF wave HEIGHT   :   4.57
  MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL ( 1.00, 1.50) IS 55.7%
```

表 2-16(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

```
PROBILITY Distribution of wave period at HAW-LIAN HARBOUR          ST-ST DATE : 94.03.01.00: 0-94.03.31.23:00
UNIT : SEC
                wave period T1/3(SEC ) 0.7802 SBC DATA
VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
          ( % )
 4.00
                 .00
 5.00
                2.43        **
 6.00
               26.76        ************************
 7.00
               52.16        ***************************************************
 8.00
               16.49        ***************
 9.00
                1.89        *
10.00
                 .00
11.00
                 .00
12.00
                 .00
13.00
                 .00
14.00
                 .27
15.00
                 .00
16.00
                 .00
17.00
                 .00
18.00
                 .00
19.00
                 .00
20.00
                 .00
21.00
                 .00
22.00

LOST DATA        .00

  TOTAL NO. OF DATA        : 370        LOST NO. OF DATA          :  0 (.00 % )
  MEAN OF wave period      :  7.35      VARIANCE OF wave period   :   .69     STANDARD DEVIATION OF wave period : .83
  MAX  OF wave period      : 14.30      IT'S wave HEIGHT          :   .23
  MIN  OF wave period      :  5.20      IT'S wave HEIGHT          :  1.00
  CORNU RATIO OF wave period : 1.84     SKEWNESS OF wave period   :  4.14     DC VALUE OF wave period  :  17.10
  MOST LOCATED AT wave period INTERVAL ( 7.00, 8.00) IS 52.2%
```

表 2-17 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at HAW-LIAN HARBOUR ST-ST DATE : 94.04.01.00:00-94.04.30.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.7802 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
5.0	.0	.3	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		
6.0	.0	5.0	4.2	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.8
7.0	.0	34.0	8.4	.6	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		9.7
8.0	.3	29.0	7.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		43.5
9.0	.3	3.8	4.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		38.8
10.0	.0	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		8.4
11.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.8
12.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
%	.6	72.7	25.1	1.1	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 359 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)

MEAN OF wave HEIGHT : .88 VARIANCE OF wave HEIGHT : .05 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .23

MAX OF wave HEIGHT : 2.10 IT'S wave period : 6.10 AT TIME : 1994. 4.13. 0:23

MIN OF wave HEIGHT : .47 IT'S wave period : 8.00 AT TIME : 1994. 4.25. 4:23

CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.77 SKEWNESS OF wave HEIGHT : 2.87 DC VALUE OF wave HEIGHT : 12.59

MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (.50, 1.00) IS 72.7%

MEAN OF wave period : 8.87 VARIANCE OF wave period : .63 STANDARD DEVIATION OF wave period : .79

MAX OF wave period : 9.60 IT'S wave HEIGHT : .92

MIN OF wave period : 4.50 IT'S wave HEIGHT : 1.03

CORNU RATIO OF wave period: 1.61 SKEWNESS OF wave period : .42 DC VALUE OF wave period : 2.31

MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (8.00, 7.00) IS 43.5%

MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : .88 IT'S NO. : 359 (100.00 %)

表 2-17(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

```
 PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at HAW-LIAN HARBOUR          ST-ST DATE : 94.04.01.00:00-94.04.30.23:00
UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.7802 SEC DATA
  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
            ( % )
   .00
            .56
   .50
          72.70        ***********************************************************************
  1.00
          25.07        ************************
  1.50
           1.11        *
  2.00
            .56
  2.50
            .00
  3.00
            .00
  3.50
            .00
  4.00
            .00
  4.50
            .00
  5.00
            .00
  5.50
            .00
  6.00
            .00
  6.50
            .00
  7.00
            .00
  7.50
            .00
  8.00
            .00
  8.50
            .00
  9.00
            .00
  9.50
            .00
 10.00

LOST DATA   .00

  TOTAL NO. OF DATA       : 359        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
  MEAN OF wave HEIGHT     :   .88      VARIANCE OF wave HEIGHT :  .05      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .23
  MAX  OF wave HEIGHT     :  2.10      IT'S wave period        :  6.10     AT TIME : 1994. 4.13. 0:23
  MIN  OF wave HEIGHT     :   .47      IT'S wave period        :  8.00     AT TIME : 1994. 4.25. 4:23
  CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.77     SKEWNESS OF wave HEIGHT :  2.87     DC VALUE OF wave HEIGHT    :  12.59
  MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (   .50, 1.00) IS  72.7%
```

表 2-17(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

```
 PROBILITY Distribution of wave period at HAW-LIAN HARBOUR          ST-ST  DATE : 94.04.01.00:00-94.04.30.23:00
UNIT : SEC  ----          wave period T1/3(SEC )  0.7802 SEC DATA
  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
            ( % )
  4.00
            .84
  5.00
           9.75        ********
  6.00
          43.45        ****************************************
  7.00
          36.77        ************************************
  8.00
           8.36        ********
  9.00
            .84
 10.00
            .00
 11.00
            .00
 12.00
            .00
 13.00
            .00
 14.00
            .00
 15.00
            .00
 16.00
            .00
 17.00
            .00
 18.00
            .00
 19.00
            .00
 20.00
            .00
 21.00
            .00
 22.00

LOST DATA   .00

  TOTAL NO. OF DATA     : 359        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
  MEAN OF wave period   :  6.87      VARIANCE OF wave period :  .63      STANDARD DEVIATION OF wave period :  .79
  MAX  OF wave period   :  9.60      IT'S wave  HEIGHT       :  .22
  MIN  OF wave period   :  4.50      IT'S wave HEIGHT        :  1.03
  CORNU RATIO OF wave period : 1.61  SKEWNESS OF wave period :  .42      DC VALUE OF wave period  :  2.31
  MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  6.00, 7.00) IS  43.5%
```

表 2-18 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at HAW-LIAN HARBOUR ST-ST DATE : 94.05.01.00:00-94.05.31.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.7802 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
5.0	.0	.5	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.8
6.0	.3	9.4	1.1	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		11.9
7.0	.0	36.7	8.6	2.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		47.4
8.0	.5	23.2	6.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		30.2
9.0	.0	7.5	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		8.4
10.0	.0	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.3
11.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
%	.8	78.7	17.3	3.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 371 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : .83 VARIANCE OF wave HEIGHT : .07 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .26
MAX OF wave HEIGHT : 1.75 IT'S wave period : 8.40 AT TIME : 1994. 5.27.18:21
MIN OF wave HEIGHT : .47 IT'S wave period : 7.00 AT TIME : 1994. 5.23.16:23
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.84 SKEWNESS OF wave HEIGHT : 2.71 DC VALUE OF wave HEIGHT : 4.41
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (.50, 1.00) IS 78.7%
MEAN OF wave period : 6.82 VARIANCE OF wave period : .68 STANDARD DEVIATION OF wave period : .82
MAX OF wave period : 9.70 IT'S wave HEIGHT : .98
MIN OF wave period : 4.70 IT'S wave HEIGHT : 1.05
CORNU RATIO OF wave period :1.65 SKEWNESS OF wave period : 1.03 DC VALUE OF wave period : 5.14
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (6.00, 7.00) IS 47.4%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : .83 IT'S NO. : 371 (100.00 %)

表 2-18(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

```
  PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at HAW-LIAN HARBOUR          ST-ST DATE : 94.05.01.00:00-94.05.31.23:00
UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.7802 SEC DATA
  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
              ( % )
    .00
      .81
    .50
    78.71          ******************************************************************************
   1.00
    17.25          ****************
   1.50
     3.23          ***
   2.00
      .00
   2.50
      .00
   3.00
      .00
   3.50
      .00
   4.00
      .00
   4.50
      .00
   5.00
      .00
   5.50
      .00
   6.00
      .00
   6.50
      .00
   7.00
      .00
   7.50
      .00
   8.00
      .00
   8.50
      .00
   9.00
      .00
   9.50
      .00
  10.00

LOST DATA     .00

   TOTAL NO. OF DATA       : 371          LOST NO. OF DATA          :  0 ( .00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :   .83        VARIANCE OF wave HEIGHT :   .07      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .26
   MAX  OF wave HEIGHT     :  1.75        IT'S wave period          :  6.40      AT TIME : 1994. 5.27.18:21
   MIN  OF wave HEIGHT     :   .47        IT'S wave period          :  7.00      AT TIME : 1994. 5.23.16:23
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT :1.64       SKEWNESS OF wave HEIGHT :  2.71      DC VALUE OF wave HEIGHT    :   4.41
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (   .50, 1.00) IS  78.7%
```

表 2-18(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

```
  PROBILITY Distribution of wave period at HAW-LIAN HARBOUR          ST-ST  DATE : 94.05.01.00:00-94.05.31.23:00
UNIT : SEC  ----          wave period T1/3(SEC )  0.7802 SEC DATA
  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
              ( % )
   4.00
      .81
   5.00
    11.86          ***********
   6.00
    47.44          ************************************************
   7.00
    30.19          ******************************
   8.00
     8.36          ********
   9.00
     1.35          *
  10.00
      .00
  11.00
      .00
  12.00
      .00
  13.00
      .00
  14.00
      .00
  15.00
      .00
  16.00
      .00
  17.00
      .00
  18.00
      .00
  19.00
      .00
  20.00
      .00
  21.00
      .00
  22.00

LOST DATA     .00

   TOTAL NO. OF DATA     : 371          LOST NO. OF DATA      :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave period   :   6.82       VARIANCE OF wave period :   .68      STANDARD DEVIATION OF wave period :  .82
   MAX  OF wave period   :   9.70       IT'S wave  HEIGHT       :   .98
   MIN  OF wave period   :   4.70       IT'S wave HEIGHT        :  1.05
   CORNU RATIO OF wave period : 1.85    SKEWNESS OF wave period :  1.03      DC VALUE OF wave period    :   5.14
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  6.00, 7.00) IS  47.4%
```

表 2-19 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at HAW-LIAN . ST-XX DATE : 94.06.01.00:00-94.06.30.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
5.0	.0	1.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.8
6.0	3.0	21.1	4.8	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		29.2
7.0	11.2	29.4	7.6	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		49.0
8.0	1.3	5.6	1.8	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		9.1
9.0	.0	2.3	.5	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		3.3
10.0	.0	.0	.0	.3	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.5
11.0	.0	.0	.0	.0	.8	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.8
12.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.8	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.0
13.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.8
14.0	.0	.0	.0	.3	.5	.5	.3	.3	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		2.0
15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.3	.5	.3	.0	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.5
16.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
%	15.5	60.2	14.7	3.0	1.5	1.8	1.3	1.0	.8	.0	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 394 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : .92 VARIANCE OF wave HEIGHT : .48 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .70
MAX OF wave HEIGHT : 5.53 IT'S wave period : 14.40 AT TIME : 1994. 6.26.14:42
MIN OF wave HEIGHT : .33 IT'S wave period : 5.90 AT TIME : 1994. 6.30. 6:23
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 2.67 SKEWNESS OF wave HEIGHT : 13.60 DC VALUE OF wave HEIGHT : 70.23
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (.50, 1.00) IS 60.2%
MEAN OF wave period : 6.75 VARIANCE OF wave period : 3.26 STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.81
MAX OF wave period : 14.50 IT'S wave HEIGHT : 3.59
MIN OF wave period : 4.50 IT'S wave HEIGHT : .58
CORNU RATIO OF wave period: 2.86 SKEWNESS OF wave period : 13.01 DC VALUE OF wave period : 81.97
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (6.00, 7.00) IS 49.0%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : .92 IT'S NO. : 394 (100.00 %)

表 2-19(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

```
 PROBILITY Distribution of wave HEIGHT at HAW-LIAN                    ST-XX DATE : 94.06.01.00:00-94.06.30.23:00
UNIT : M      ----        wave HEIGHT H1/3(M )  0.3901 SEC DATA
  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
            ( % )
   .00
            15.48        ***************
   .50
            60.15        ************************************************************
  1.00
            14.72        **************
  1.50
             3.05        ***
  2.00
             1.52        *
  2.50
             1.78        *
  3.00
             1.27        *
  3.50
             1.02        *
  4.00
              .76
  4.50
              .00
  5.00
              .00
  5.50
              .25
  6.00
              .00
  6.50
              .00
  7.00
              .00
  7.50
              .00
  8.00
              .00
  8.50
              .00
  9.00
              .00
  9.50
              .00
 10.00

LOST DATA     .00

   TOTAL NO. OF DATA       : 394        LOST NO. OF DATA          :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :    .92     VARIANCE OF wave HEIGHT   :  .48      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .70
   MAX  OF wave HEIGHT     :   5.53     IT'S wave period          : 14.40     AT TIME : 1994. 6.28.14:42
   MIN  OF wave HEIGHT     :    .33     IT'S wave period          :  5.90     AT TIME : 1994. 6.30.  6:23
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 2.87     SKEWNESS OF wave HEIGHT   : 13.60     DC VALUE OF wave HEIGHT    :  70.23
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (   .50, 1.00) IS  60.2%
```

表 2-19(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

```
 PROBILITY Distribution of wave period at HAW-LIAN                    ST-XX  DATE : 94.06.01.00:00-94.06.30.23:00
UNIT : SEC    ----        wave period T1/3(SEC )  0.3901 SEC DATA
  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
            ( % )
  4.00
            1.78         *
  5.00
           29.19         ***************************
  6.00
           48.98         ***********************************************
  7.00
            9.14         *********
  8.00
            3.30         ***
  9.00
             .51
 10.00
            1.78         *
 11.00
            1.02         *
 12.00
             .78
 13.00
            2.03         **
 14.00
            1.52         *
 15.00
             .00
 16.00
             .00
 17.00
             .00
 18.00
             .00
 19.00
             .00
 20.00
             .00
 21.00
             .00
 22.00

LOST DATA     .00

   TOTAL NO. OF DATA       : 394        LOST NO. OF DATA          :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave period     :   6.75     VARIANCE OF wave period   :  3.26      STANDARD DEVIATION OF wave period :  1.81
   MAX  OF wave period     :  14.50     IT'S wave  HEIGHT         :  3.59
   MIN  OF wave period     :   4.50     IT'S wave HEIGHT          :   .58
   CORNU RATIO OF wave period : 2.85    SKEWNESS OF wave period   : 13.01      DC VALUE OF wave period    :  51.97
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  6.00, 7.00) IS  49.0%
```

表 2-20 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at HAW-LIAN ST-XX DATE : 94.07.01.00:00-94.07.10.17:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
5.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
6.0	.8	6.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		7.4
7.0	9.9	21.5	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		32.2
8.0	1.7	32.2	11.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		45.5
9.0	.0	.0	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.8
10.0	.0	.0	.0	.8	.0	2.5	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		4.1
11.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.7
12.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.8	.0	1.7	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		3.3
13.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.8	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.7
14.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.7	.0	.0	.0		1.7
15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.7		1.7
16.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
%	12.4	60.3	13.2	.8	.0	2.5	.8	1.7	.8	.0	1.7	.8	.8	.8	.0	.0	1.7	.0	.0	1.7		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 121 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.40 VARIANCE OF wave HEIGHT : 3.56 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : 1.89
MAX OF wave HEIGHT : 10.17 IT'S wave period : 14.70 AT TIME : 1994. 7.10.15:58
MIN OF wave HEIGHT : .24 IT'S wave period : 6.90 AT TIME : 1994. 7. 1.16:21
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 2.77 SKEWNESS OF wave HEIGHT : 13.92 DC VALUE OF wave HEIGHT : 76.63
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (.50, 1.00) IS 60.3%
MEAN OF wave period : 7.53 VARIANCE OF wave period : 3.19 STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.79
MAX OF wave period : 14.70 IT'S wave HEIGHT : 10.17
MIN OF wave period : 5.50 IT'S wave HEIGHT : .36
CORNU RATIO OF wave period :2.50 SKEWNESS OF wave period : 8.84 DC VALUE OF wave period : 59.26
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (7.00, 8.00) IS 45.5%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.40 IT'S NO. : 121 (100.00 %)

表 2-20(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

PROBILITY Distribution of wave HEIGHT at HAW-LIAN
UNIT : M
wave HEIGHT H1/3(M) 0.3001 SEC DATA
ST-XX DATE : 94.07.01.00:00-94.07.10.17:00

VALUE	PERCENTAGE (%)	DISTRIBUTION
.00		
	12.40	**********
.50		
	60.33	**********
1.00		
	13.22	**********
1.50		
	.83	
2.00		
	.00	
2.50		
	2.48	**
3.00		
	.83	
3.50		
	1.65	*
4.00		
	.83	
4.50		
	.00	
5.00		
	1.65	*
5.50		
	.83	
6.00		
	.83	
6.50		
	.83	
7.00		
	.00	
7.50		
	.00	
8.00		
	1.65	*
8.50		
	.00	
9.00		
	.00	
9.50		
	1.65	*
10.00		
LOST DATA	.00	

TOTAL NO. OF DATA : 121
MEAN OF wave HEIGHT : 1.40
MAX OF wave HEIGHT : 10.17
MIN OF wave HEIGHT : .24
CORNU RATIO OF wave HEIGHT : 2.77
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (.50, 1.00) IS 60.3%
LOST NO. OF DATA : 0 (.00 %)
VARIANCE OF wave HEIGHT : 3.56
IT'S wave period : 14.70
IT'S wave period : 6.90
SKEWNESS OF wave HEIGHT : 13.92
STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : 1.89
AT TIME : 1994. 7.10.15:58
AT TIME : 1994. 7. 1.18:21
DC VALUE OF wave HEIGHT : 76.63

表 2-20(續) 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

PROBILITY Distribution of wave period at HAW-LIAN
UNIT : SEC
wave period T1/3(SEC) 0.3001 SEC DATA
ST-XX DATE : 94.07.01.00:00-94.07.10.17:00

VALUE	PERCENTAGE (%)	DISTRIBUTION
4.00		
	.00	
5.00		
	7.44	*******
6.00		
	32.23	**********
7.00		
	45.45	**********
8.00		
	.83	
9.00		
	4.13	****
10.00		
	1.65	*
11.00		
	3.31	***
12.00		
	1.65	*
13.00		
	1.65	*
14.00		
	1.65	*
15.00		
	.00	
16.00		
	.00	
17.00		
	.00	
18.00		
	.00	
19.00		
	.00	
20.00		
	.00	
21.00		
	.00	
22.00		
LOST DATA	.00	

TOTAL NO. OF DATA : 121
MEAN OF wave period : 7.53
MAX OF wave period : 14.70
MIN OF wave period : 5.50
CORNU RATIO OF wave period : 2.50
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (7.00, 8.00) IS 45.5%
LOST NO. OF DATA : 0 (.00 %)
VARIANCE OF wave period : 3.10
IT'S wave HEIGHT : 10.17
IT'S wave HEIGHT : .36
SKEWNESS OF wave period : 8.84
STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.79
DC VALUE OF wave period : 59.26

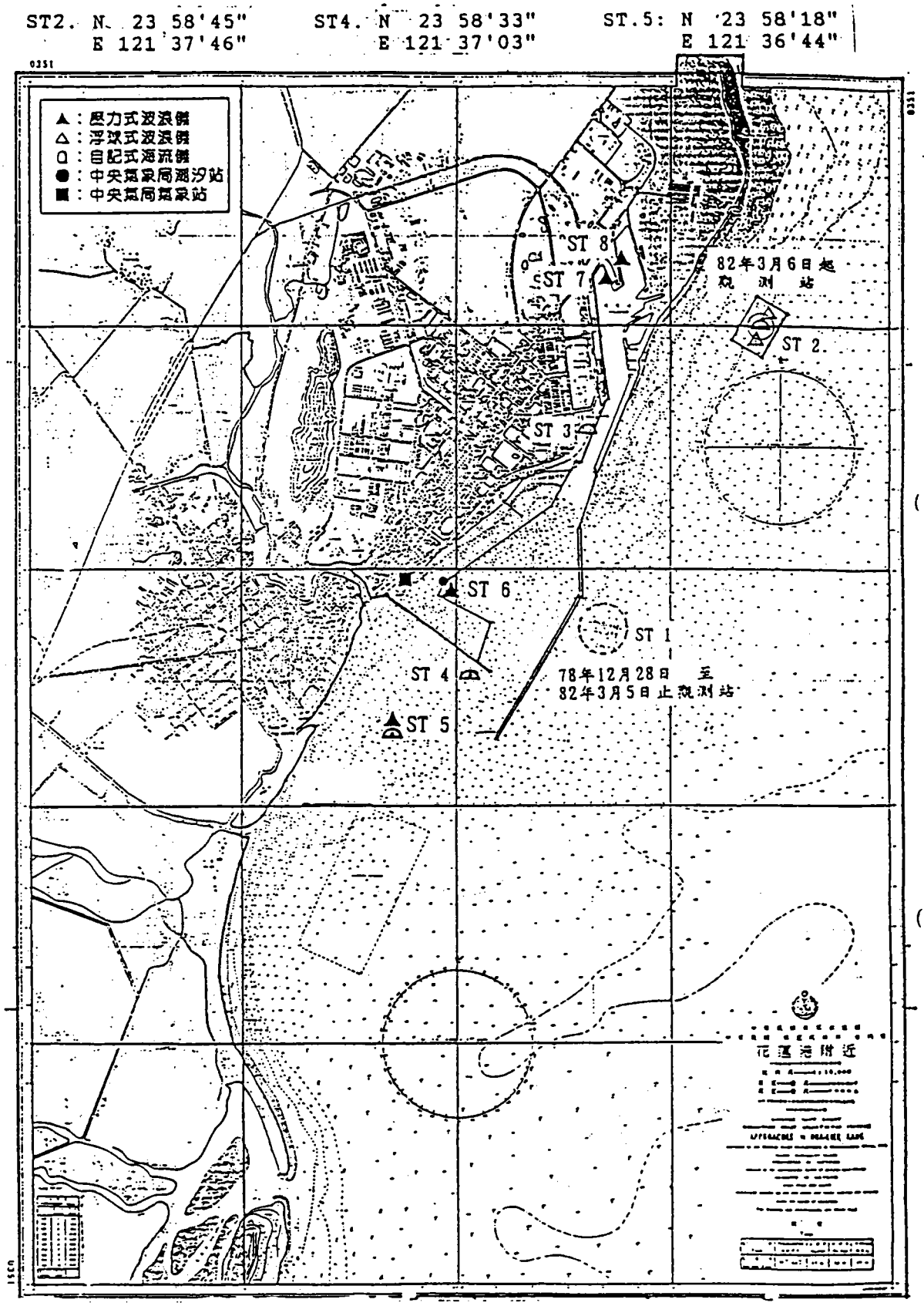


圖 2-1 「花蓮港港灣設施改善計畫之研究」現場調查儀器安裝示意圖

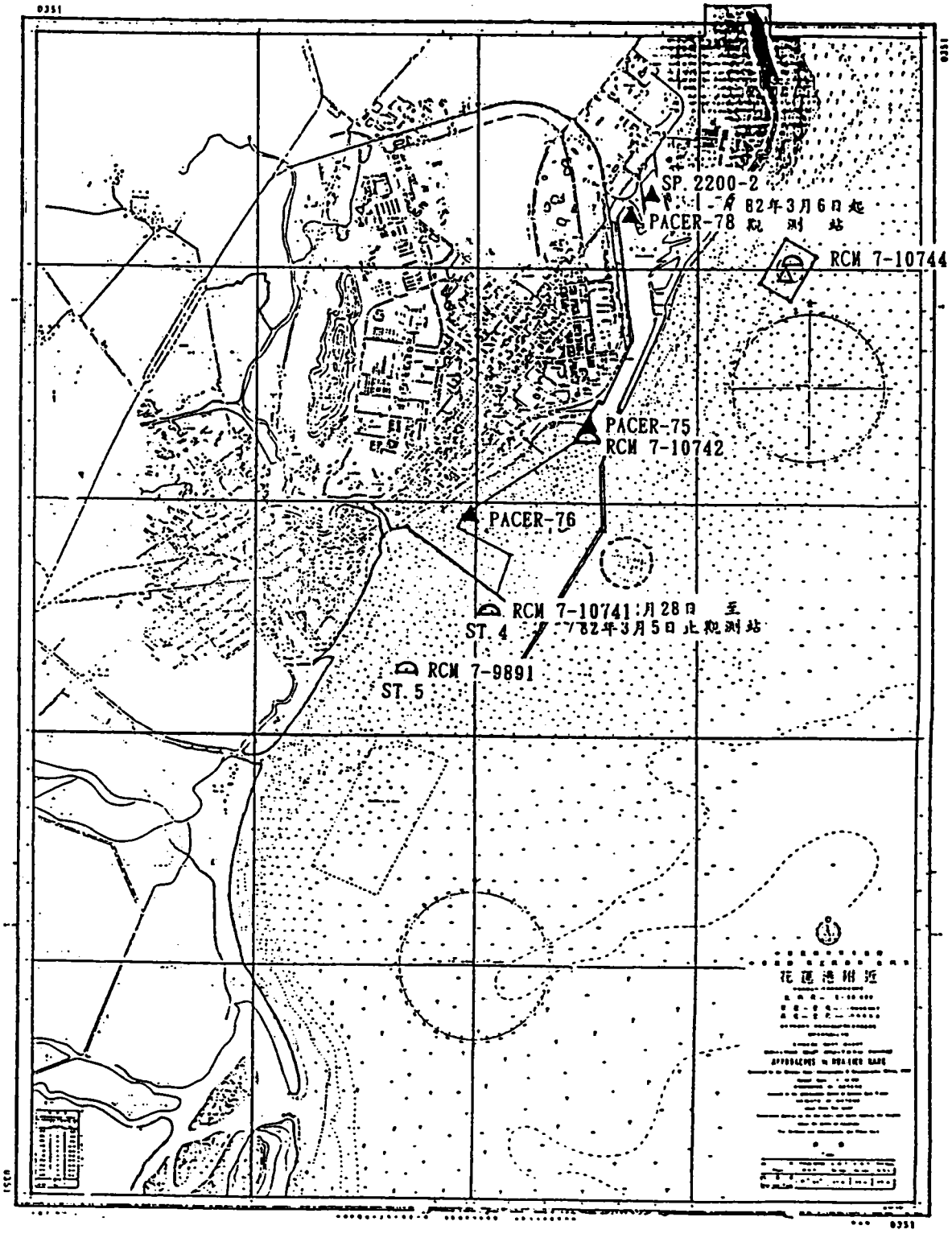


圖 2-2　1994年7月10日～11日強烈颱風提姆侵襲期間現場儀器安裝示意圖

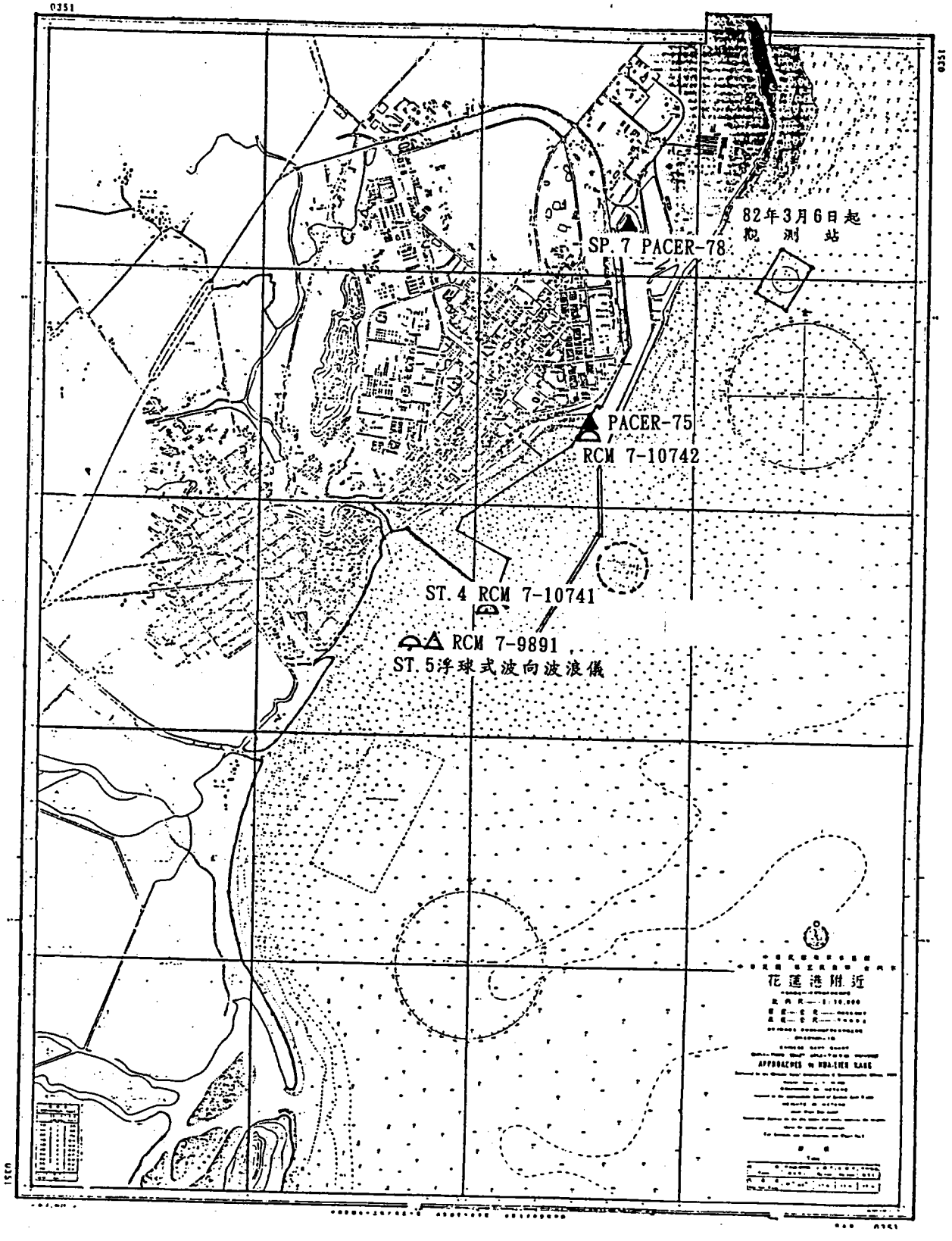


圖 2-3 1994年8月3日～4日度輕度颱風凱特琳侵襲期間現場儀器安裝示意圖

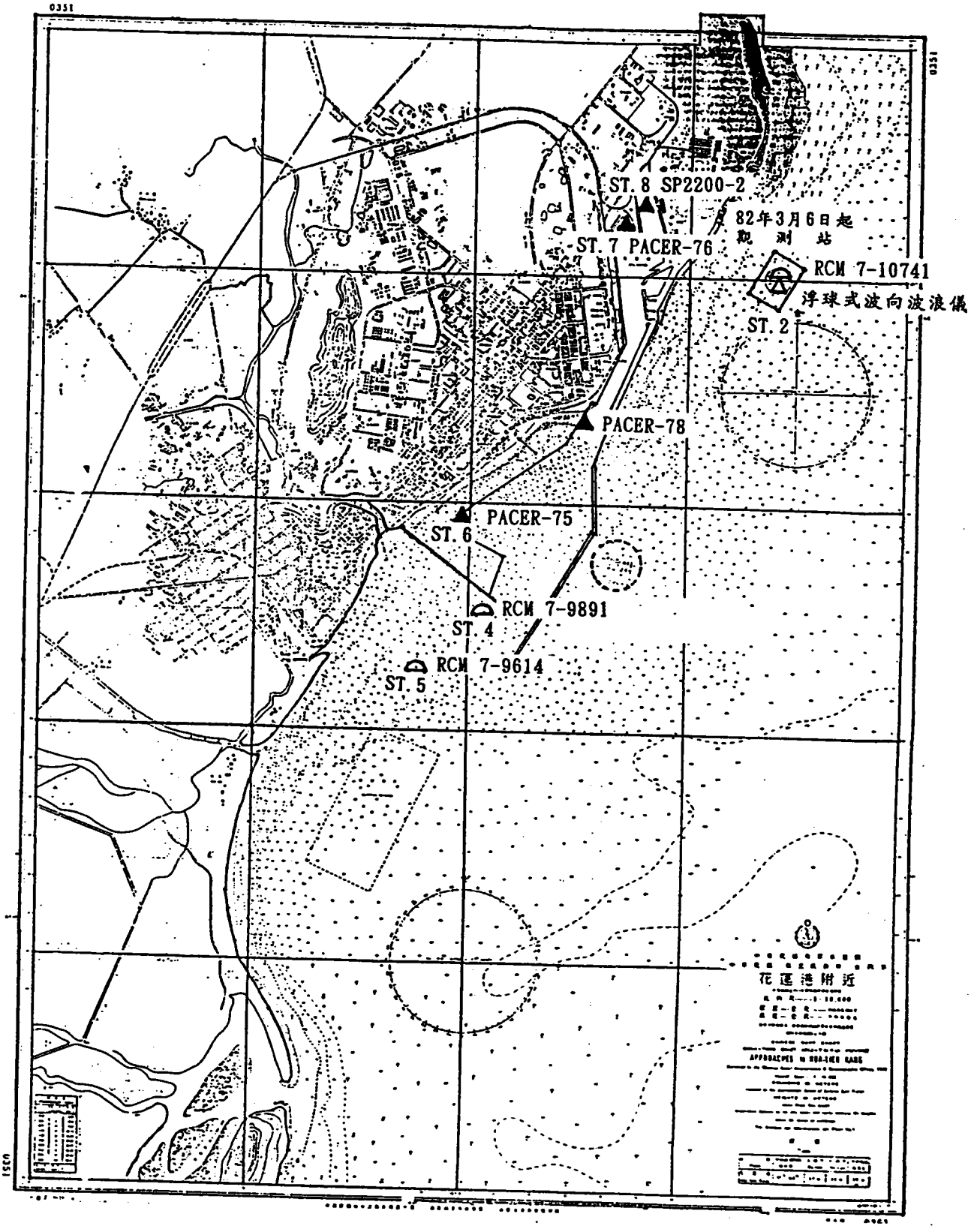


圖 2-4　1994年8月19日～21日強烈颱風弗雷特侵襲期間現場儀器安裝示意圖

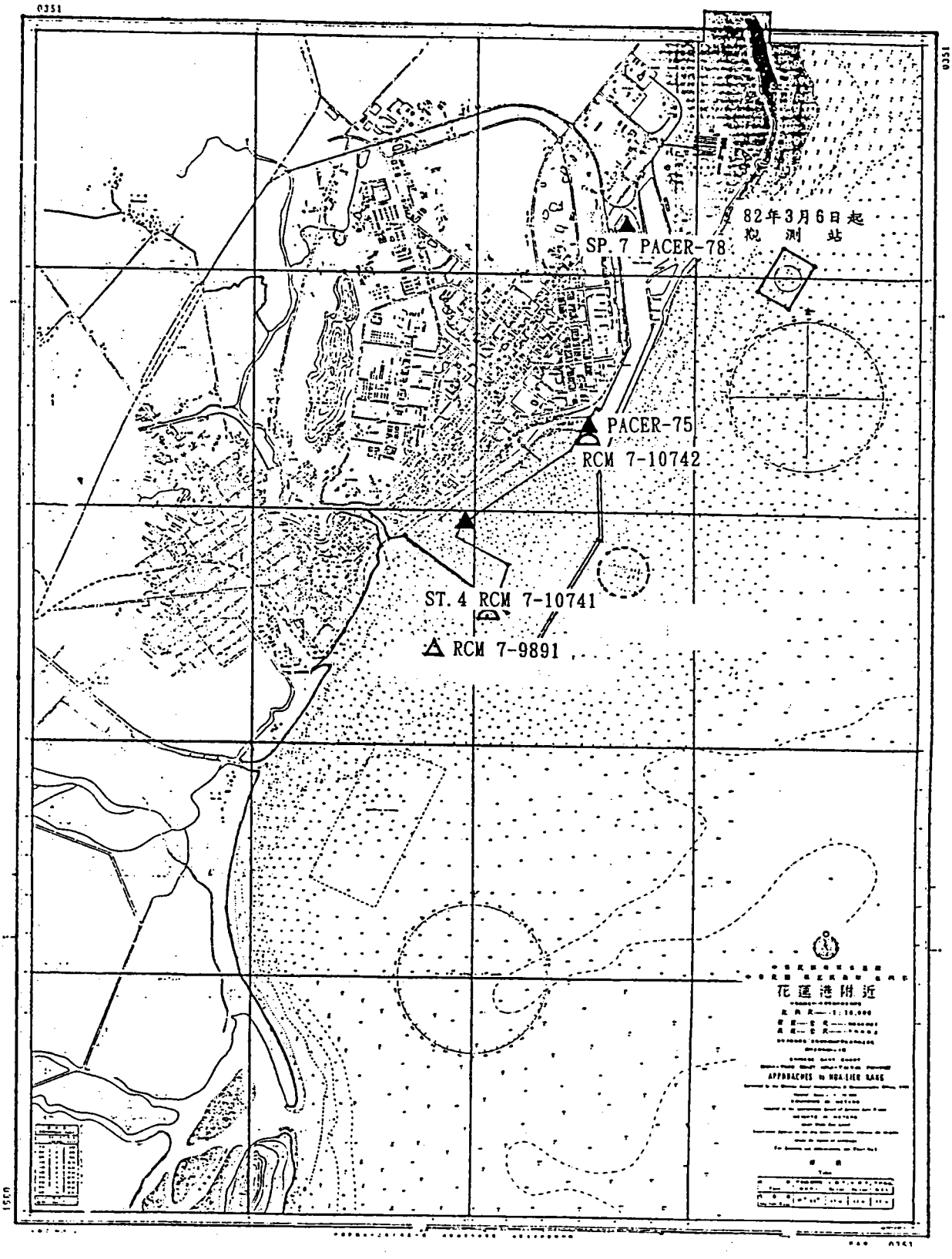


圖 2-5 1994年8月31日～9月1日度輕度颱風葛拉絲侵襲期間現場儀器安裝示意圖

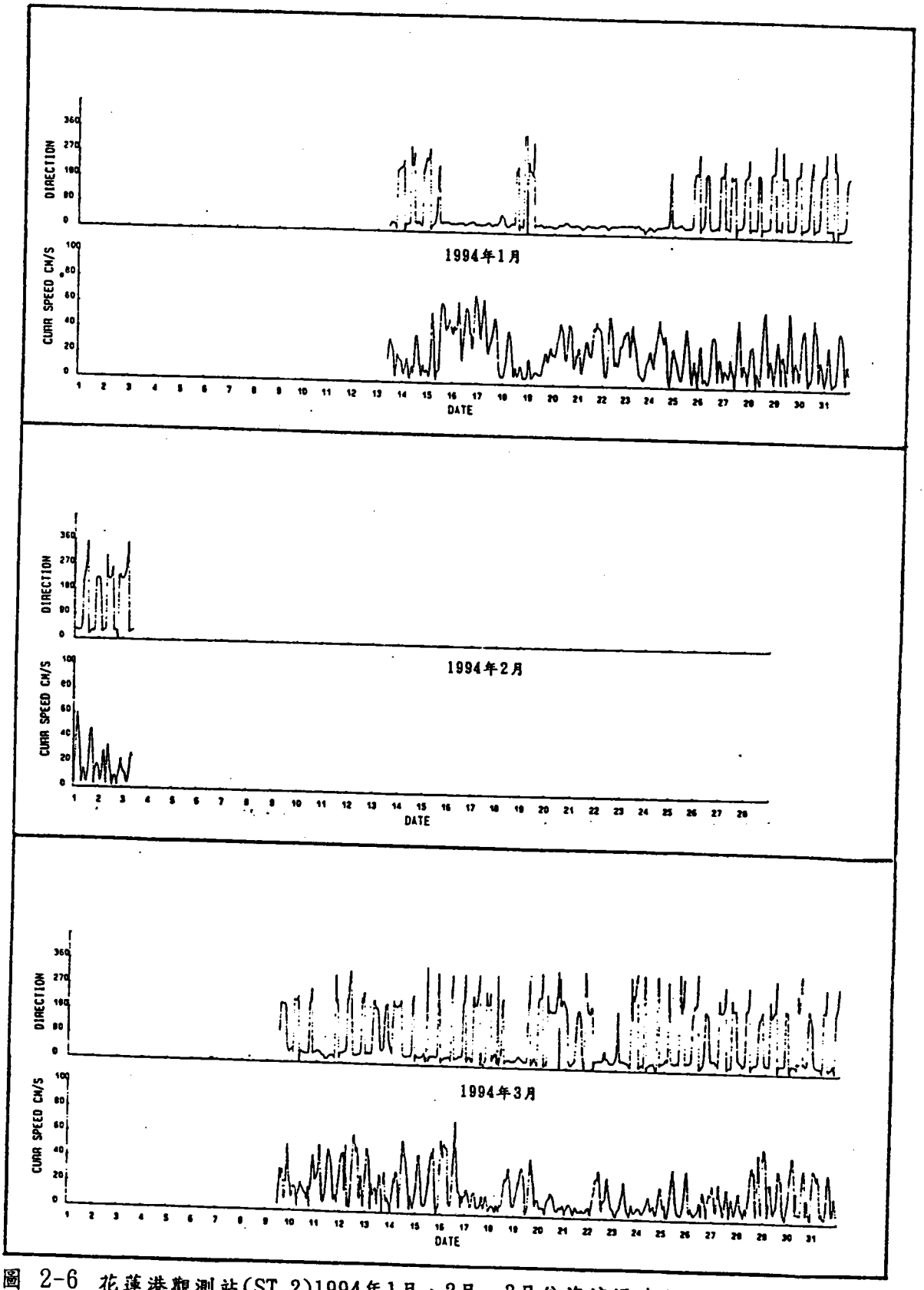


圖 2-6 花蓮港觀測站(ST.2)1994年1月、2月、3月份海流逐時變化圖

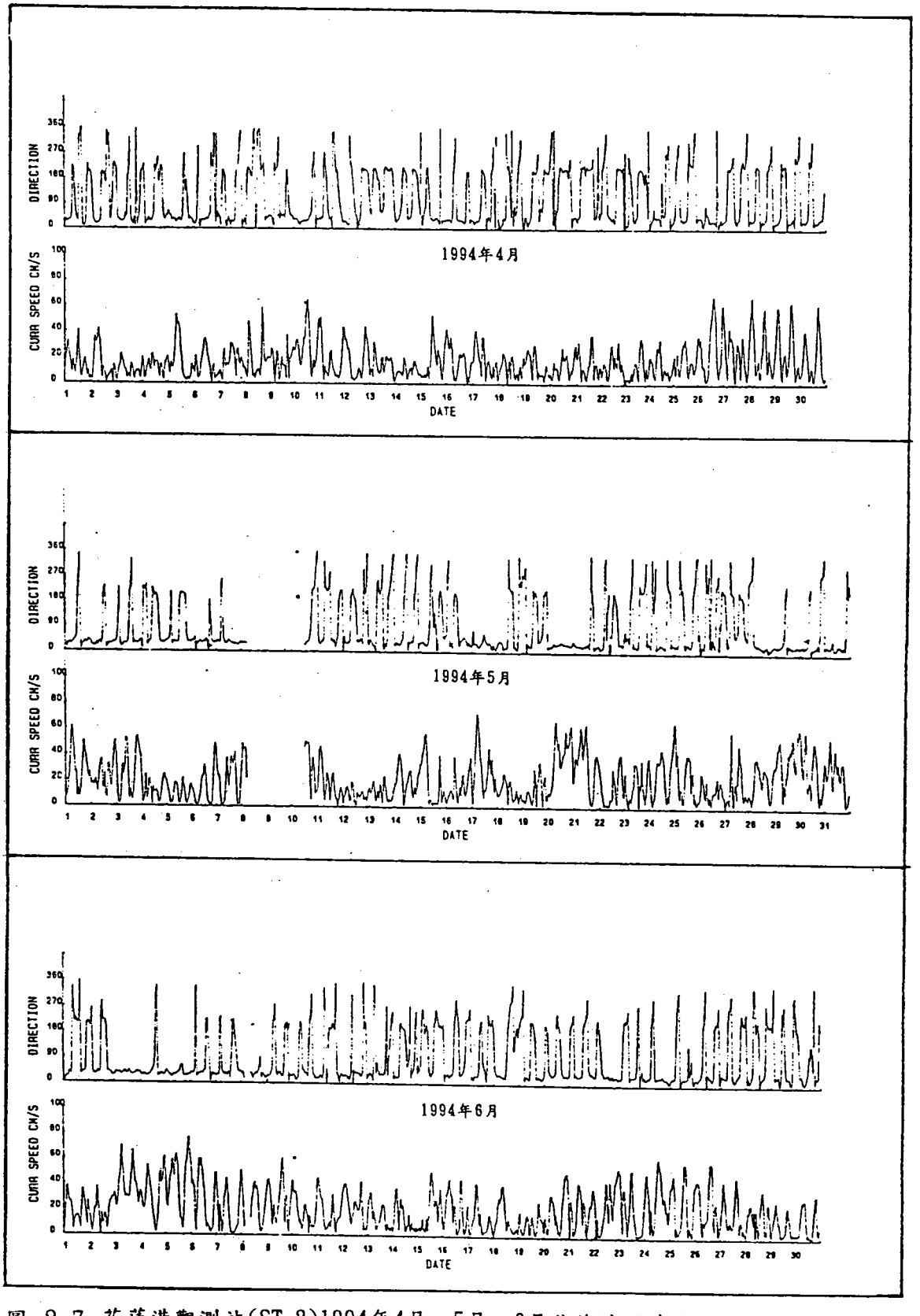


圖 2-7 花蓮港觀測站(ST.2)1994年4月、5月、6月份海流逐時變化圖

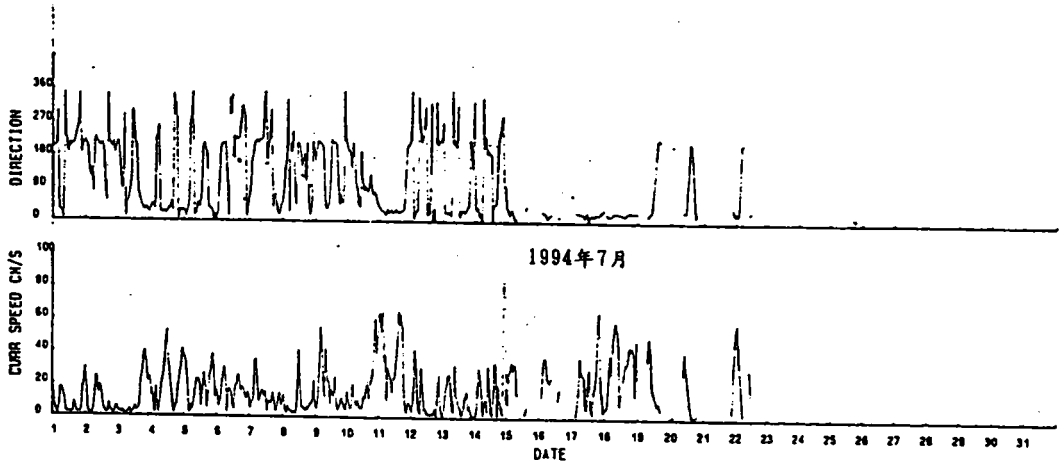


圖 2-8 花蓮港觀測站(ST.2)1994年7月份海流逐時變化圖

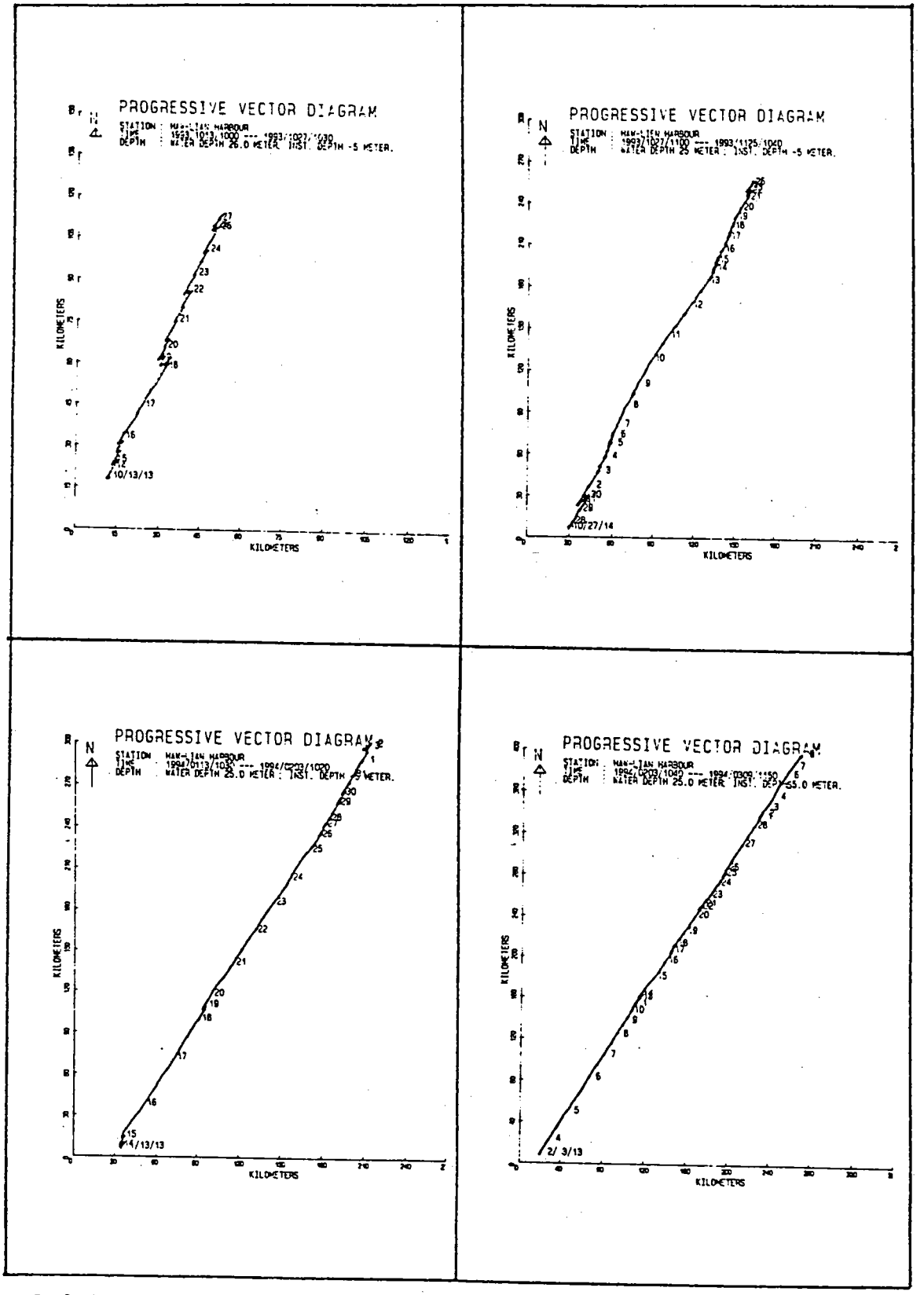


圖 2-9 花蓮港觀測站(ST.2)海流累進向量圖(PVD)

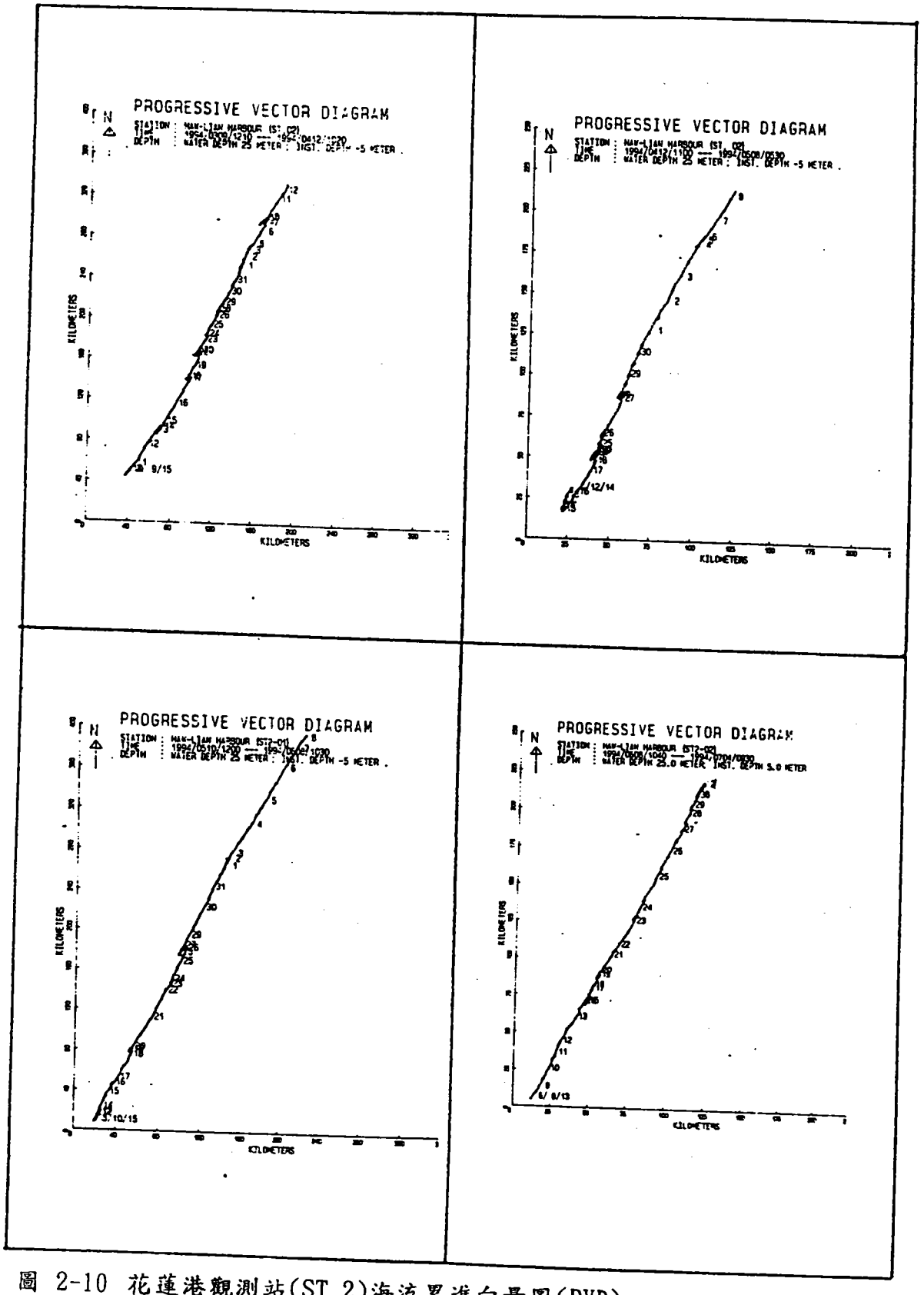


圖 2-10 花蓮港觀測站(ST.2)海流累進向量圖(PVD)

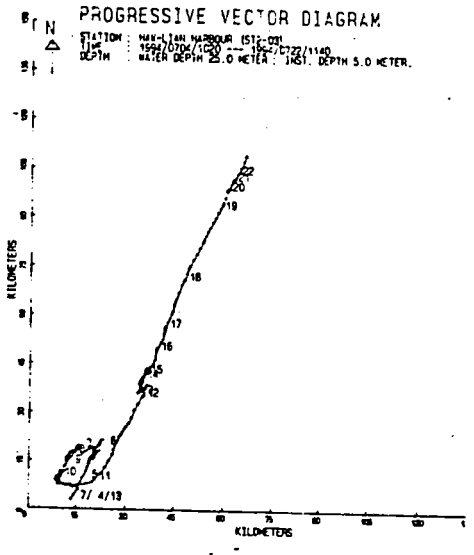


圖 2-11 花蓮港觀測站(ST.2)海流累進向量圖(PVD)

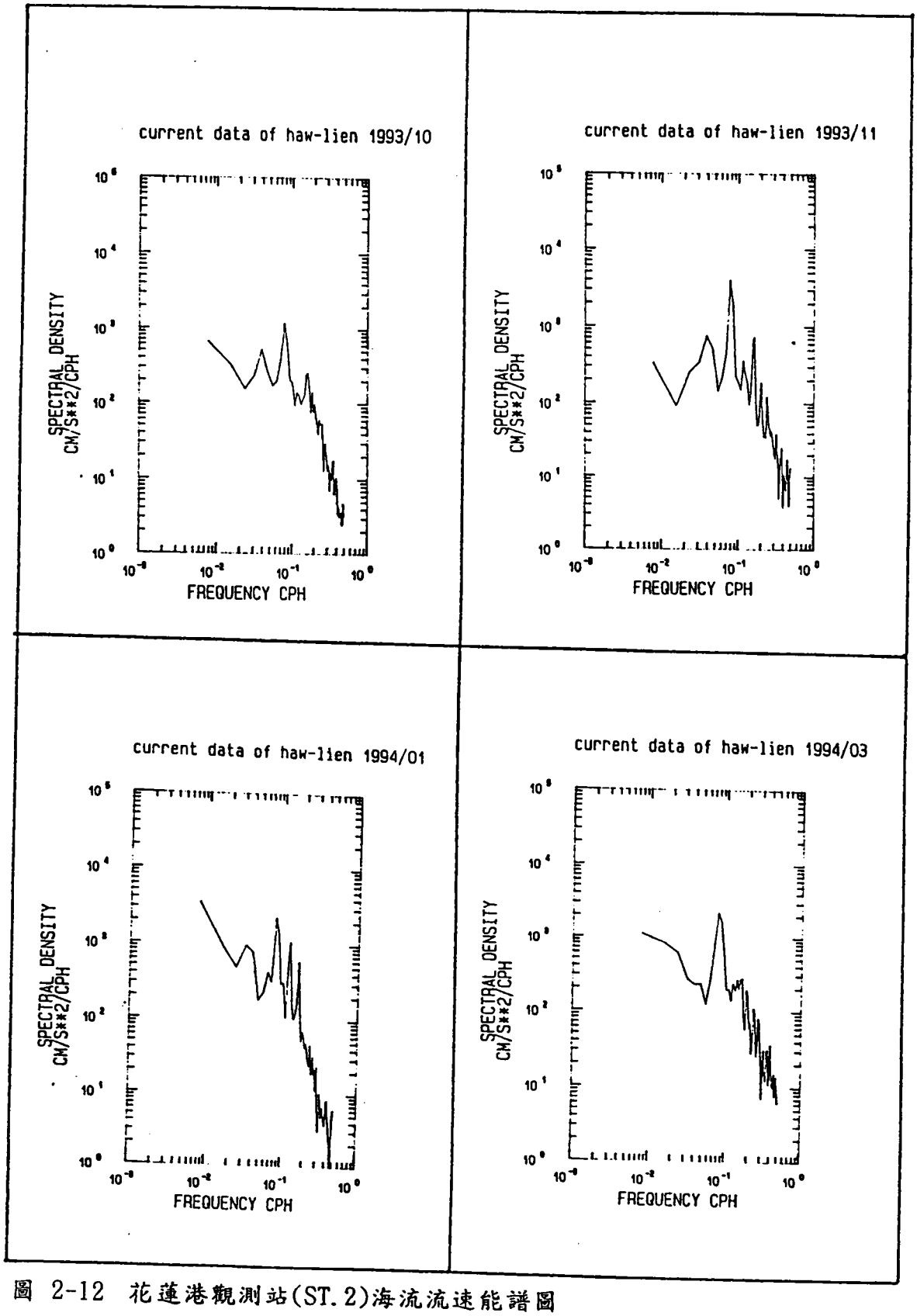


圖 2-12 花蓮港觀測站(ST.2)海流流速能譜圖

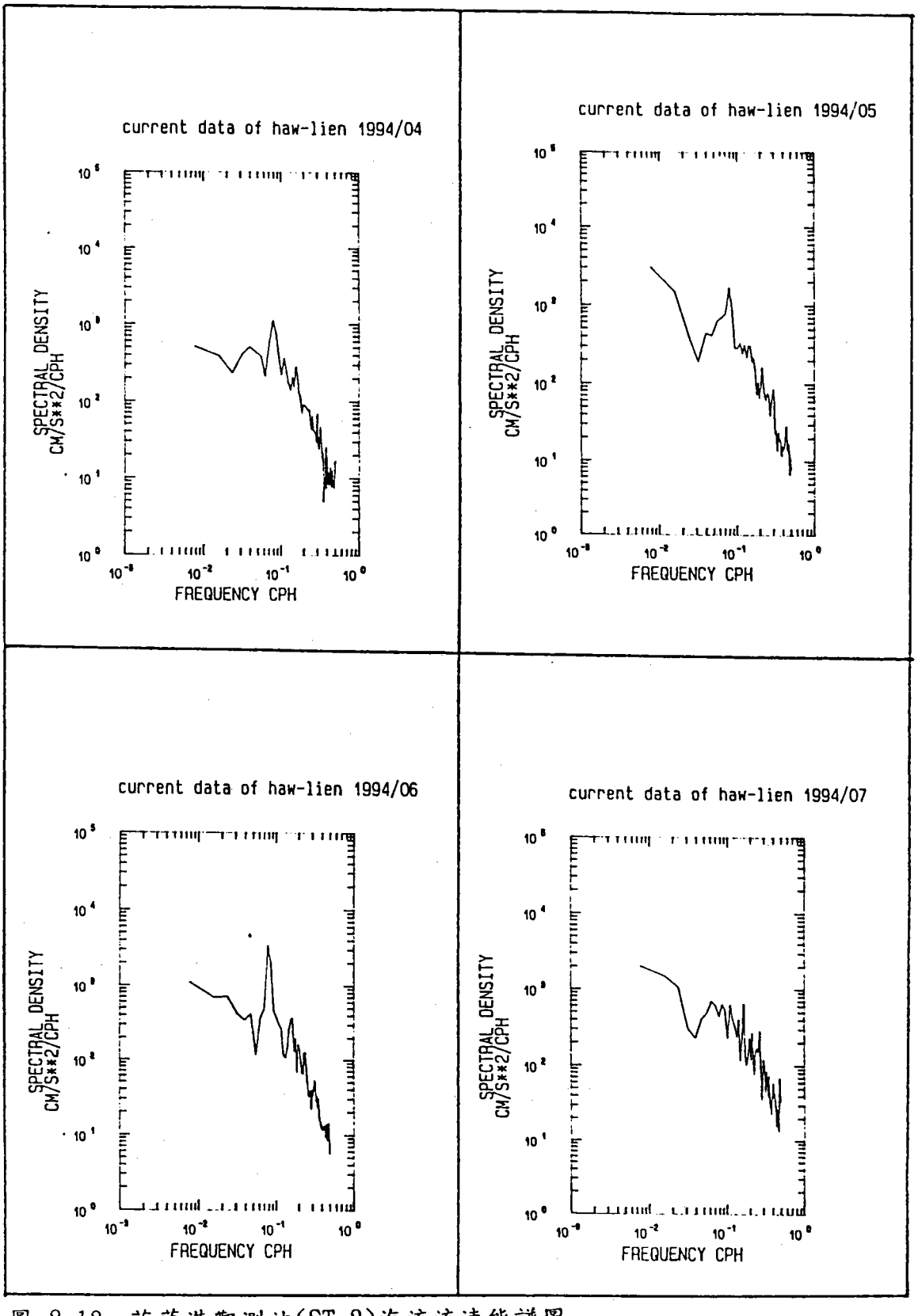


圖 2-13 花蓮港觀測站(ST.2)海流流速能譜圖

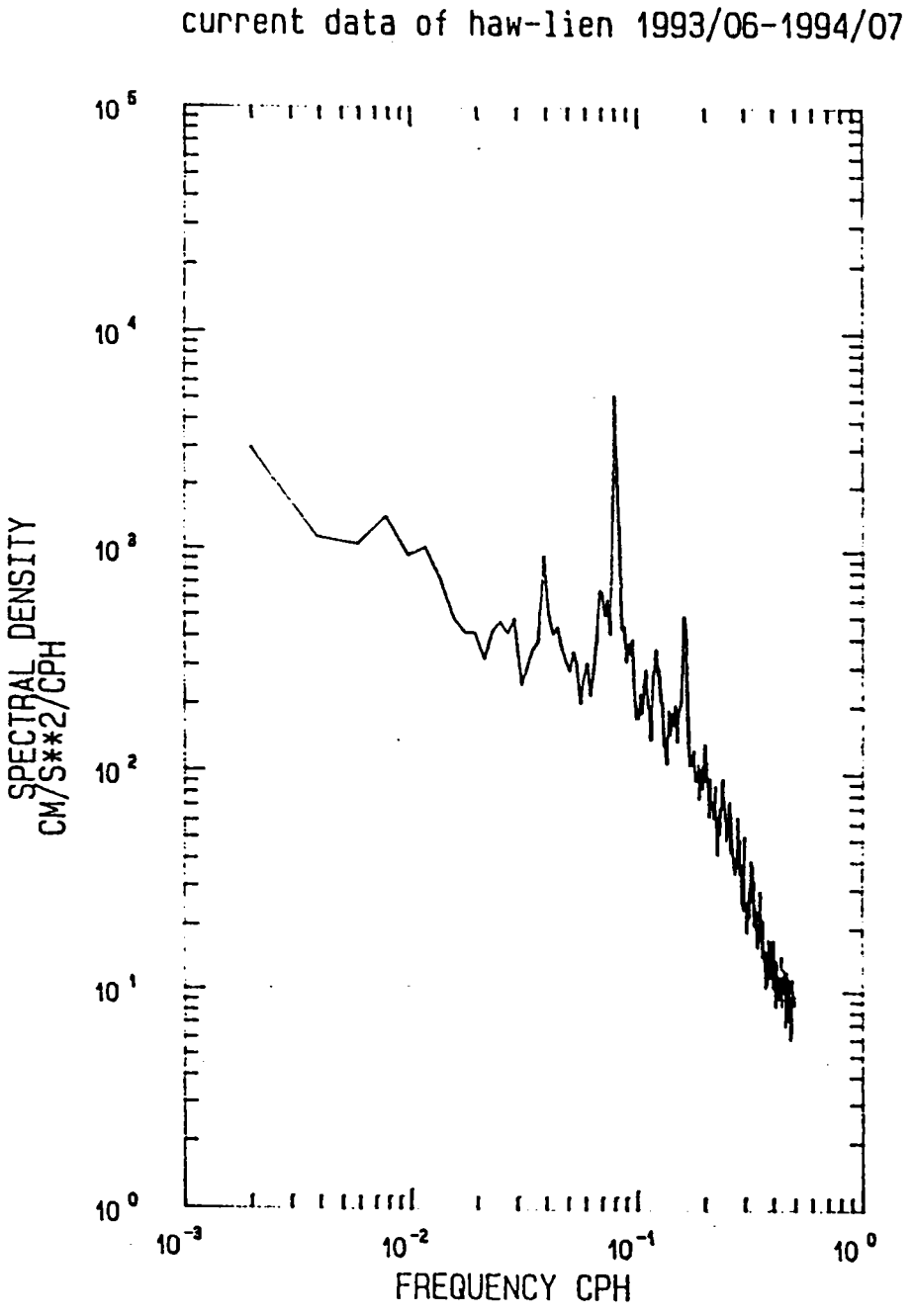


圖 2-14 花蓮港觀測站(ST.2)海流流速能譜圖

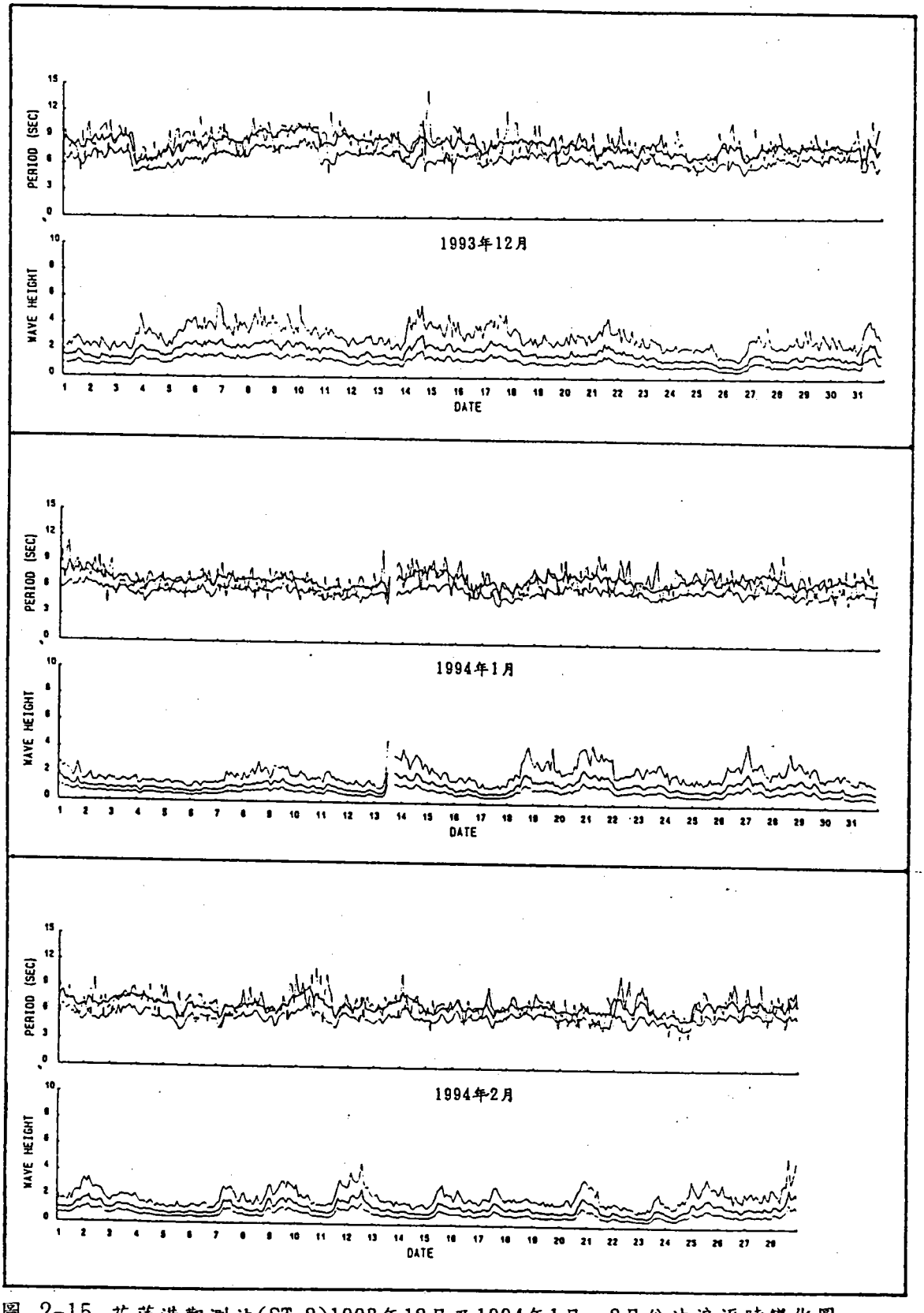


圖 2-15 花蓮港觀測站(ST.2)1993年12月及1994年1月、2月份波浪逐時變化圖

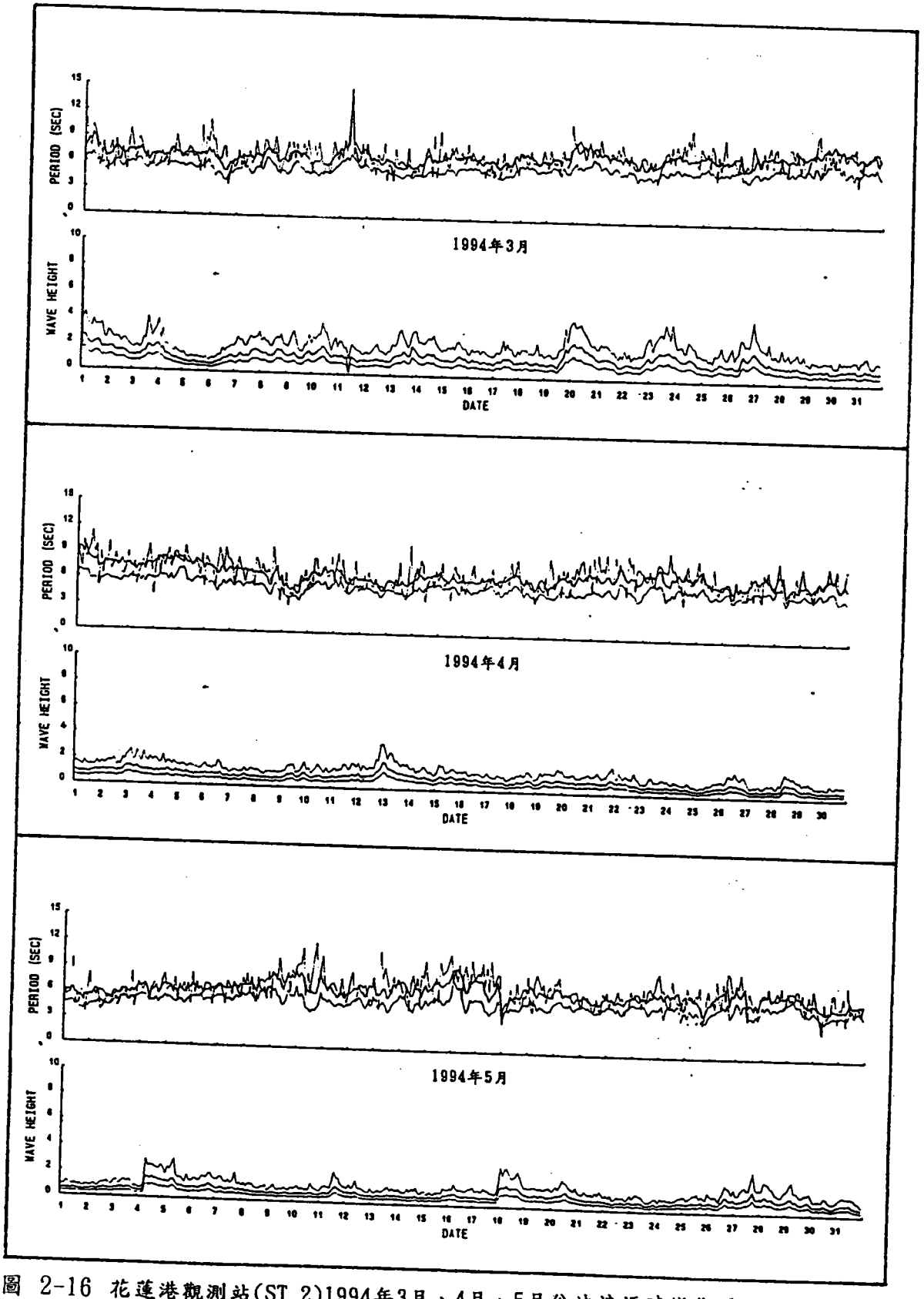


圖 2-16 花蓮港觀測站(ST.2)1994年3月、4月、5月份波浪逐時變化圖

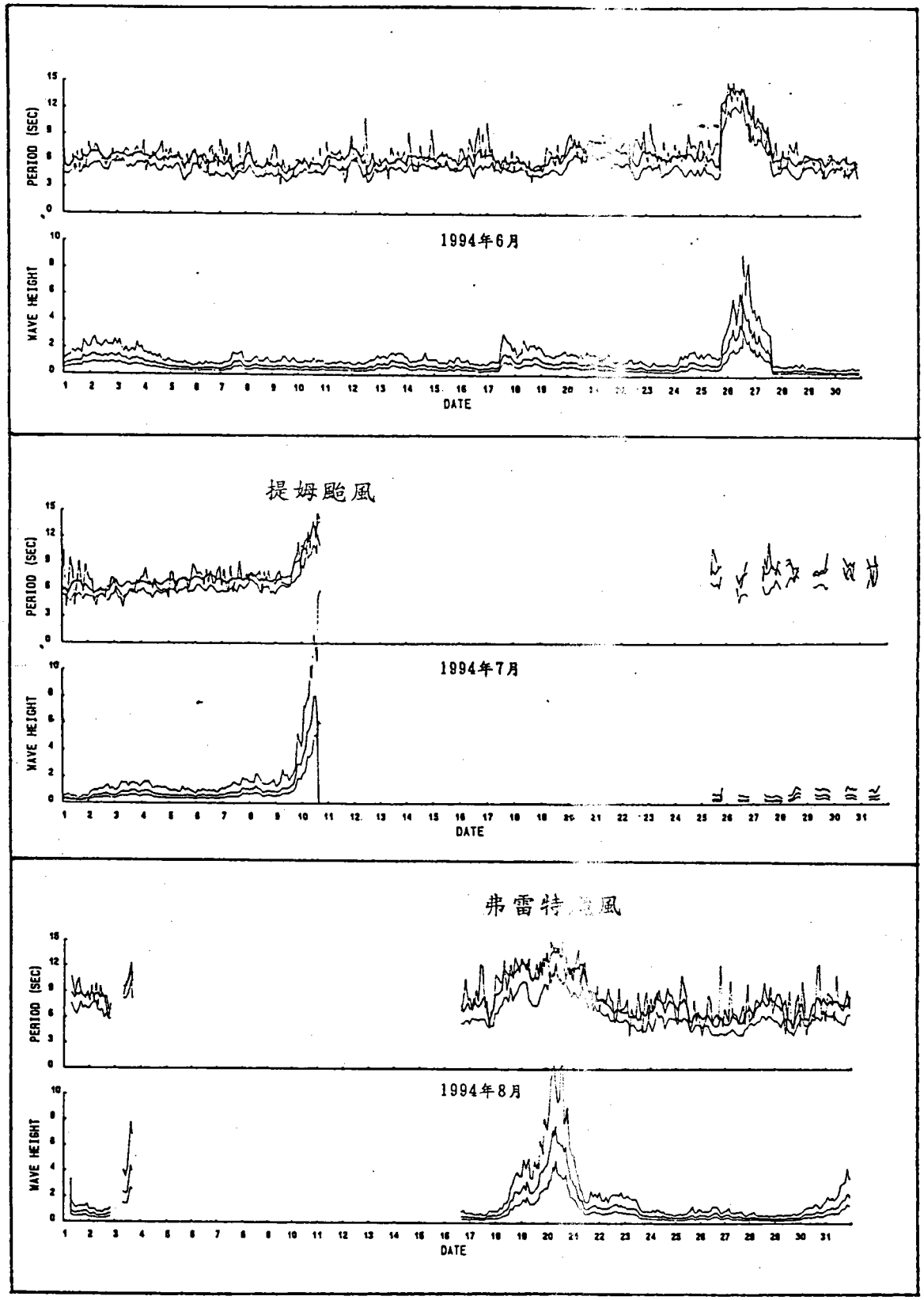


圖 2-17　花蓮港觀測站(ST.2)1994年6月、7月、8月份波浪逐時變化圖

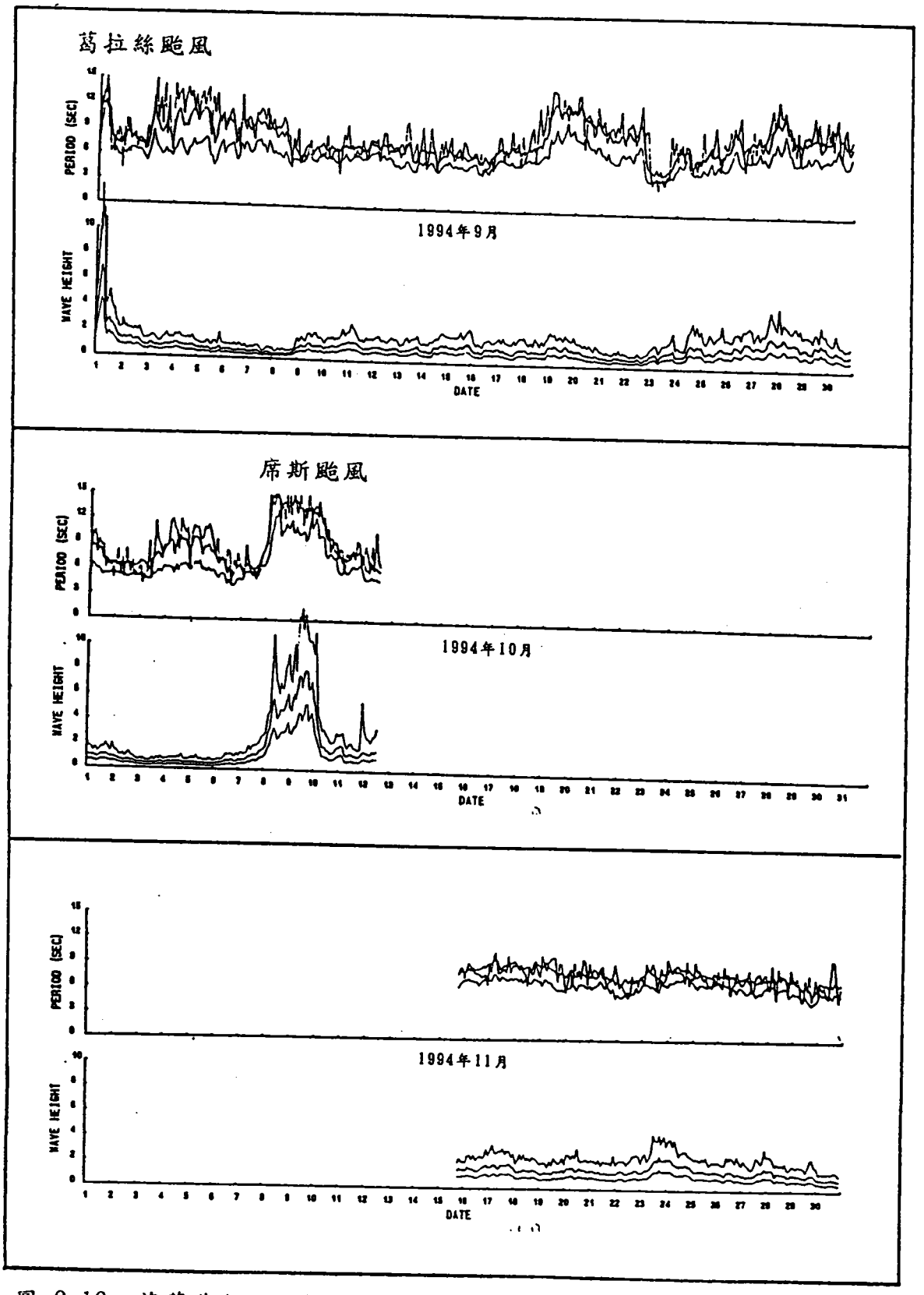


圖 2-18 花蓮港觀測站(ST.2)1994年9月、10月、11月份波浪逐時變化圖

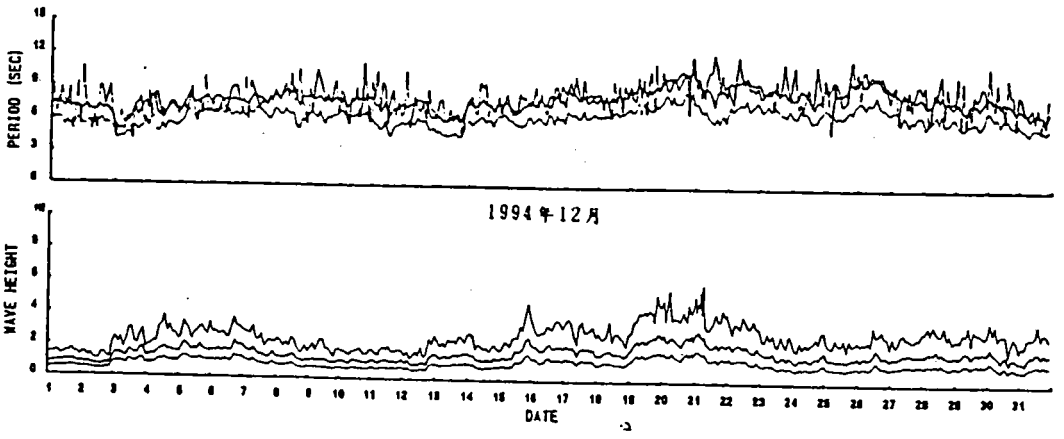


圖 2-19　花蓮港觀測站(ST.2)1994年12月份波浪逐時變化圖

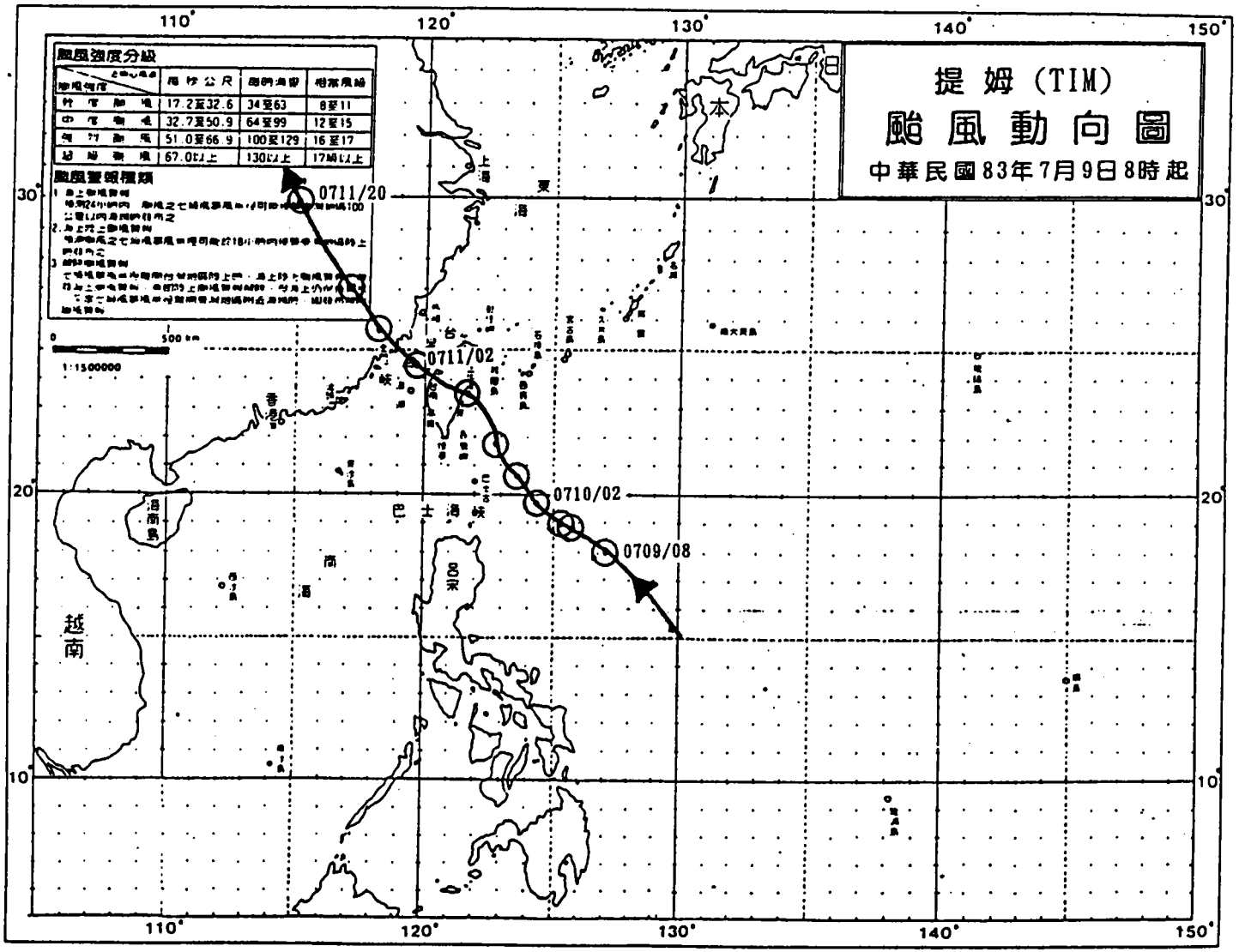


圖 2-20　1994年第一號颱風提姆(TIM)之路徑圖

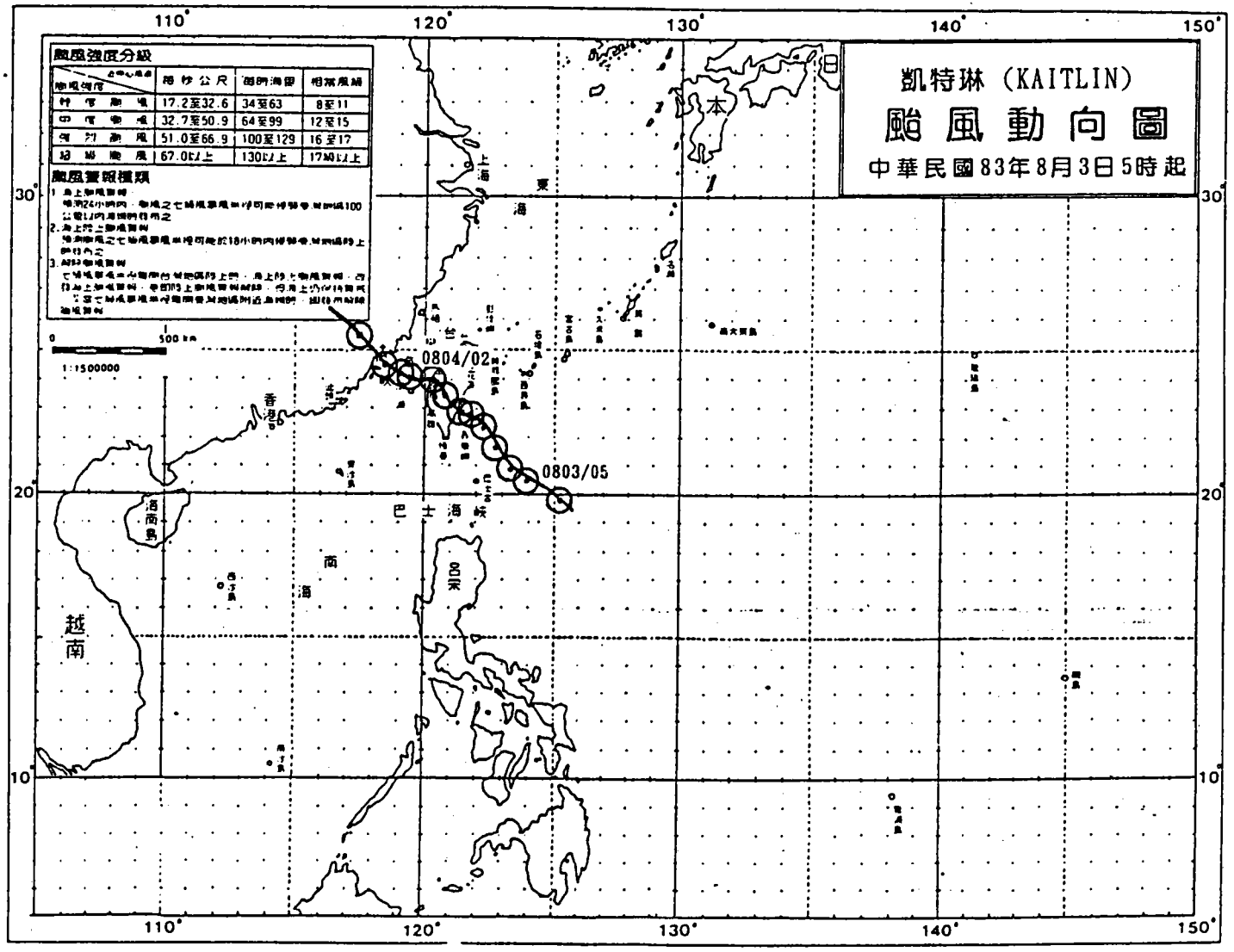


圖 2-21　1994年第二號颱風凱特琳(KAITLIN)之路徑圖

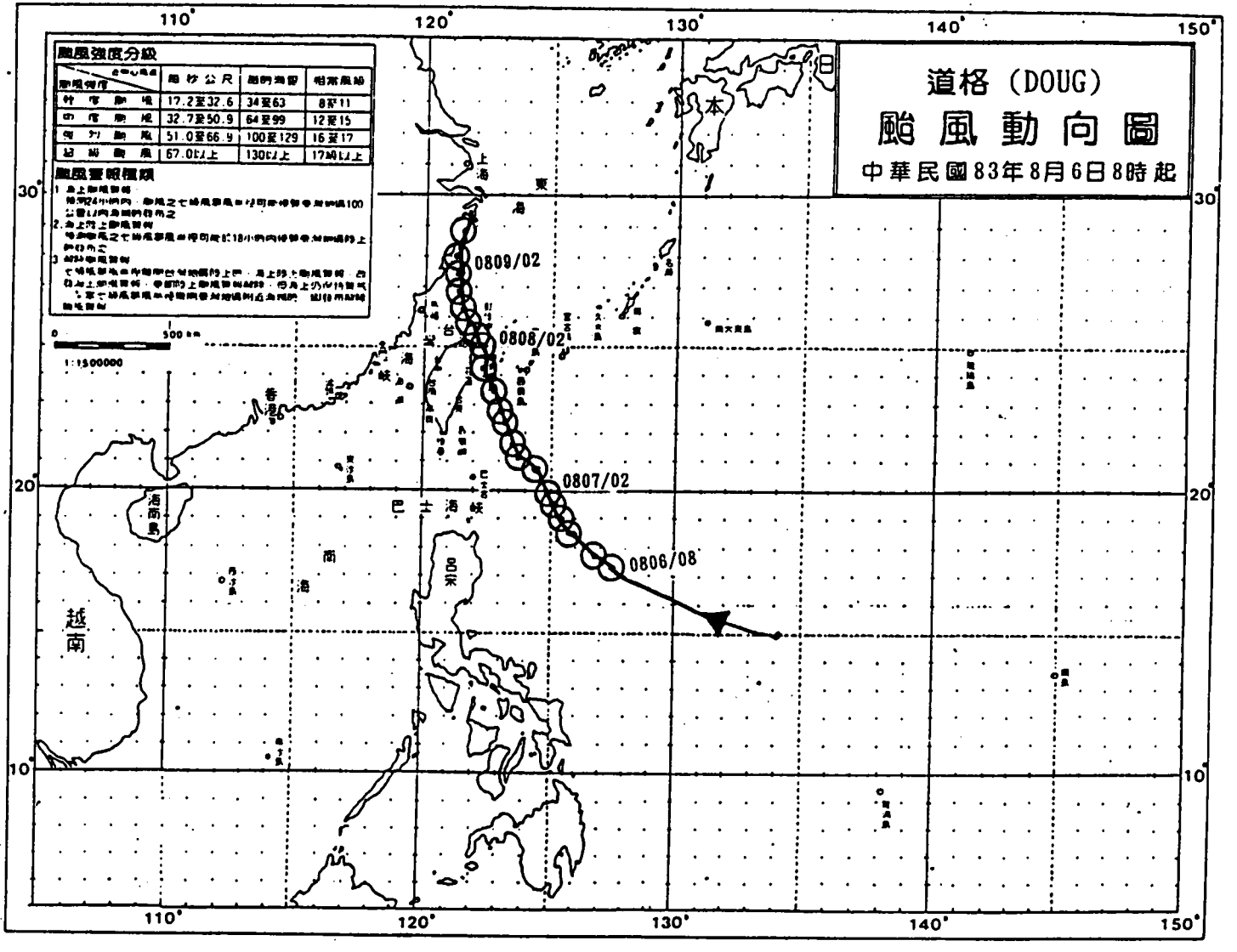


圖 2-22　1994年第三號颱風道格(DOUG)之路徑圖

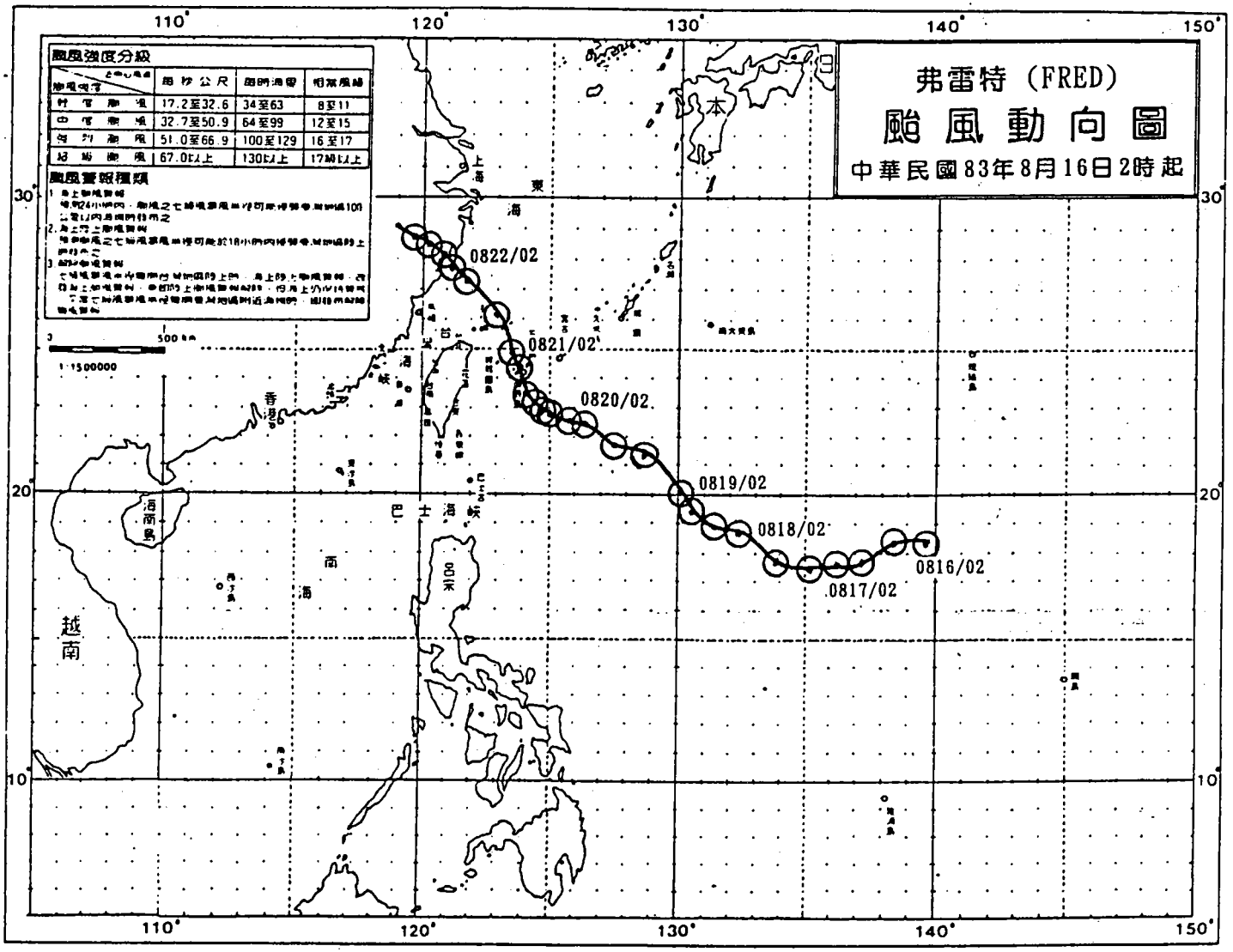


圖 2-23　1994年第四號颱風弗雷特(FRED)之路徑圖

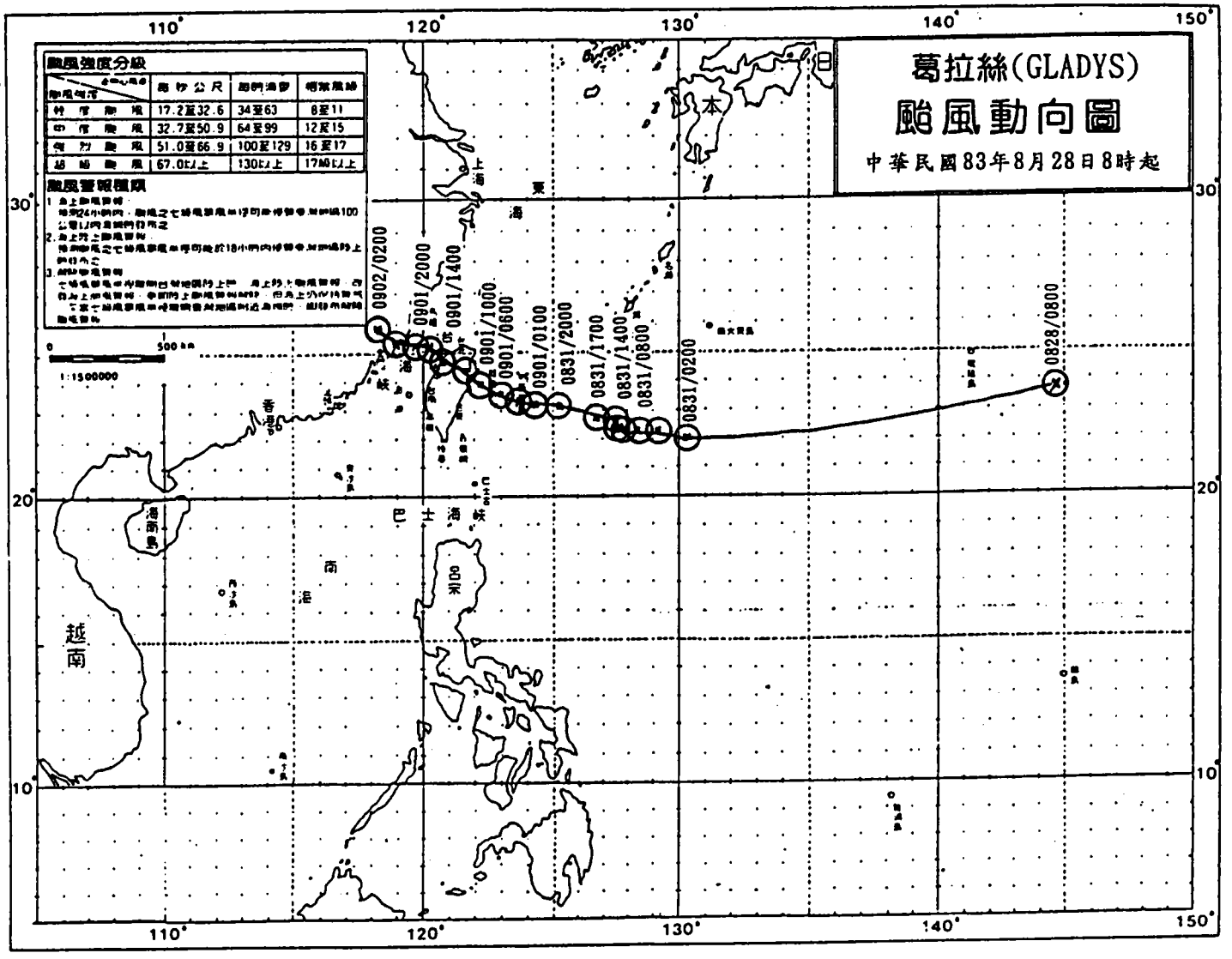


圖 2-24 1994年第一號颱風葛拉絲(GLADYS)之路徑圖

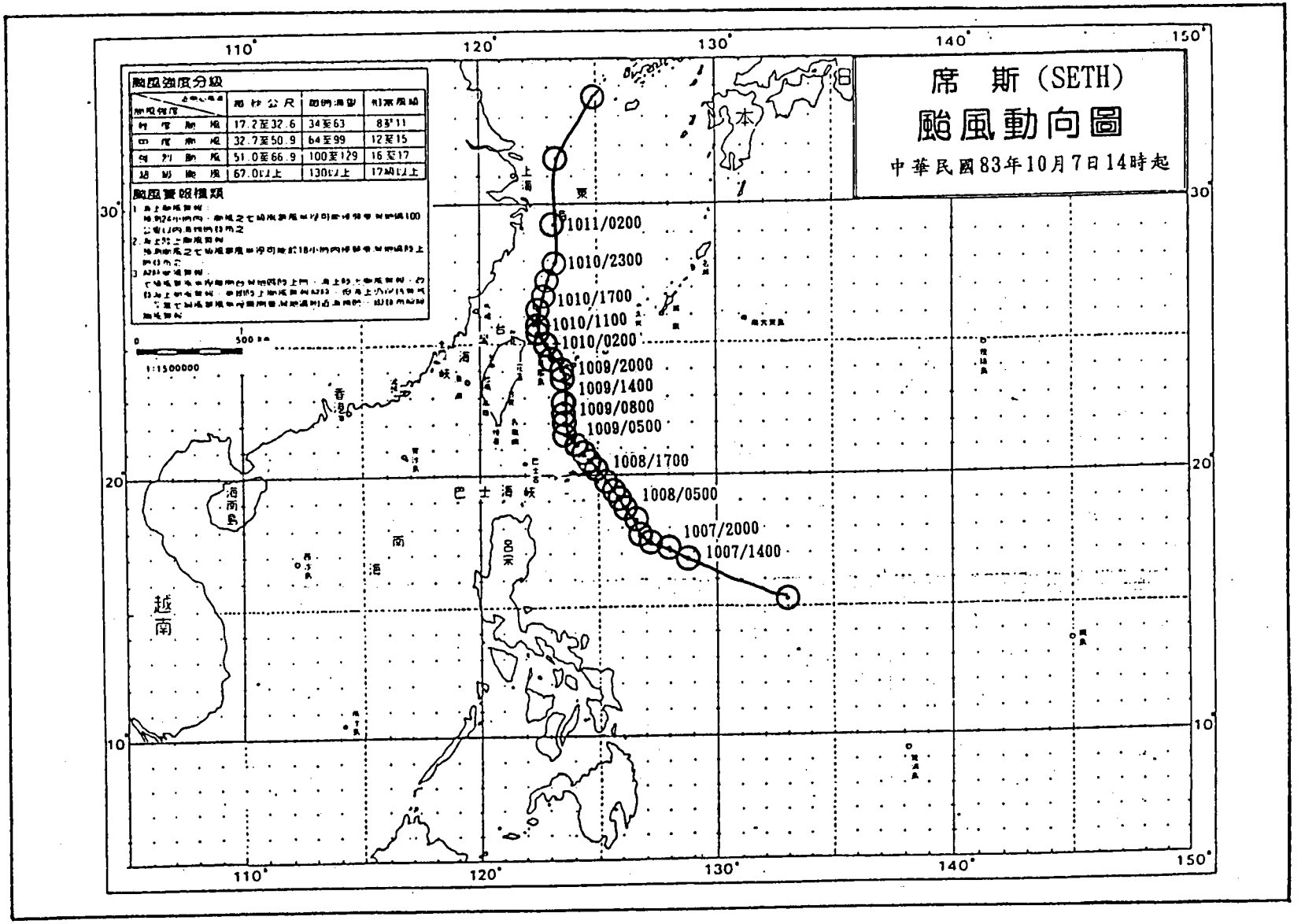


圖 2-25 1994年第六號颱風席斯(SETH)之路徑圖

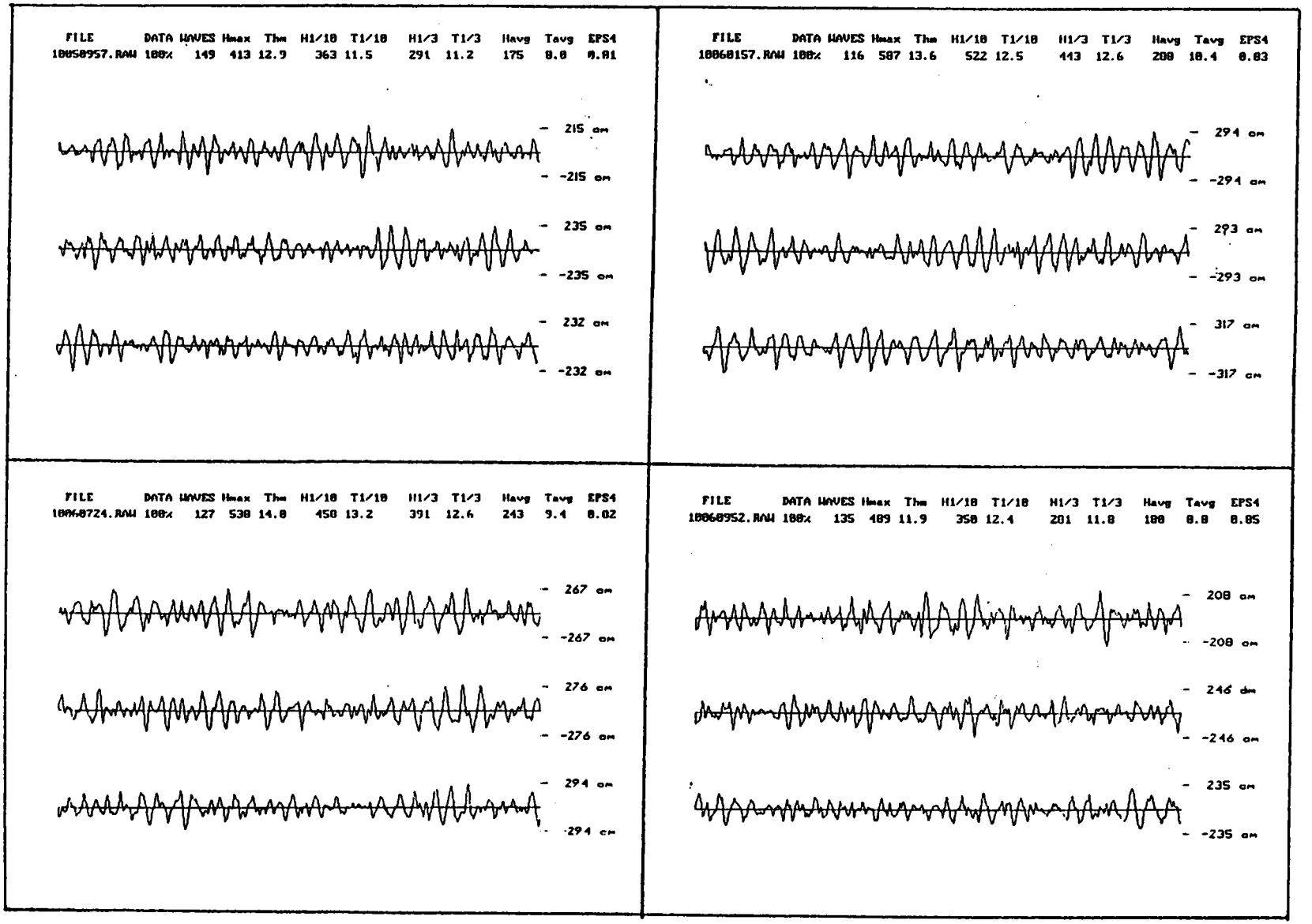


圖 2-26 1993年10月5日～7日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)現場波浪記錄

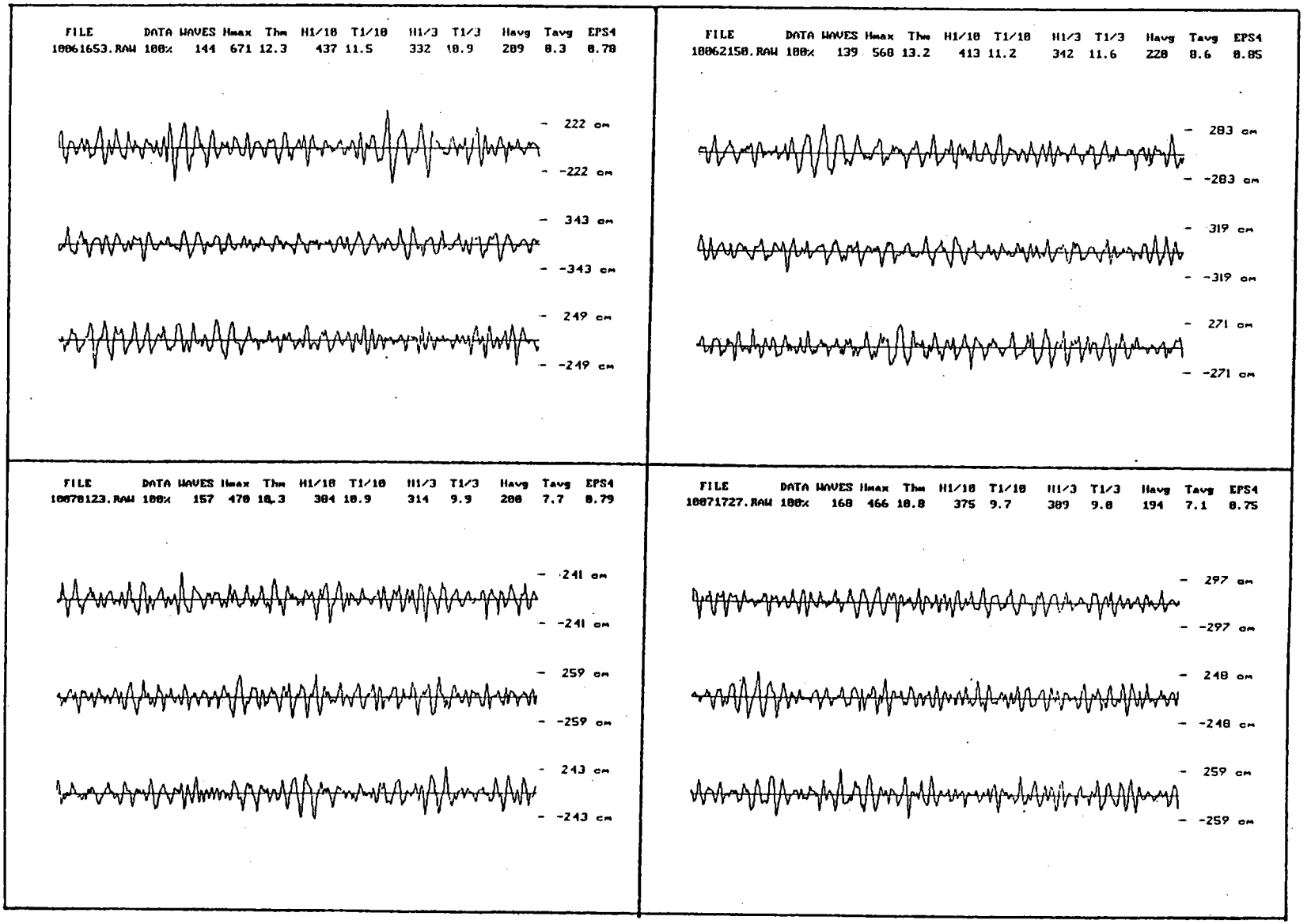


圖 2-26(續) 1993年10月5日～7日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)現場波浪記錄

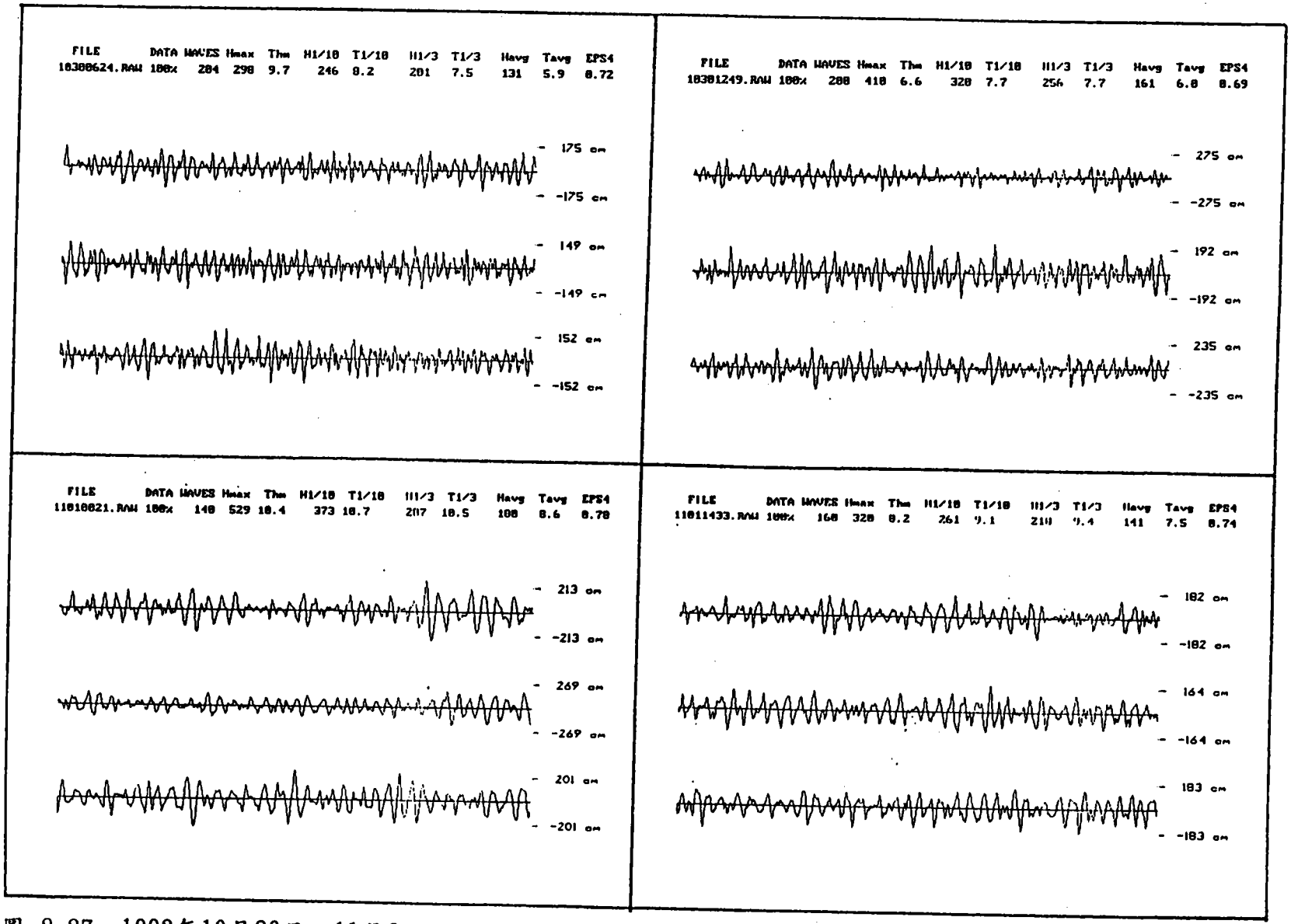


圖 2-27 1993年10月30日～11月3日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)現場波浪記錄

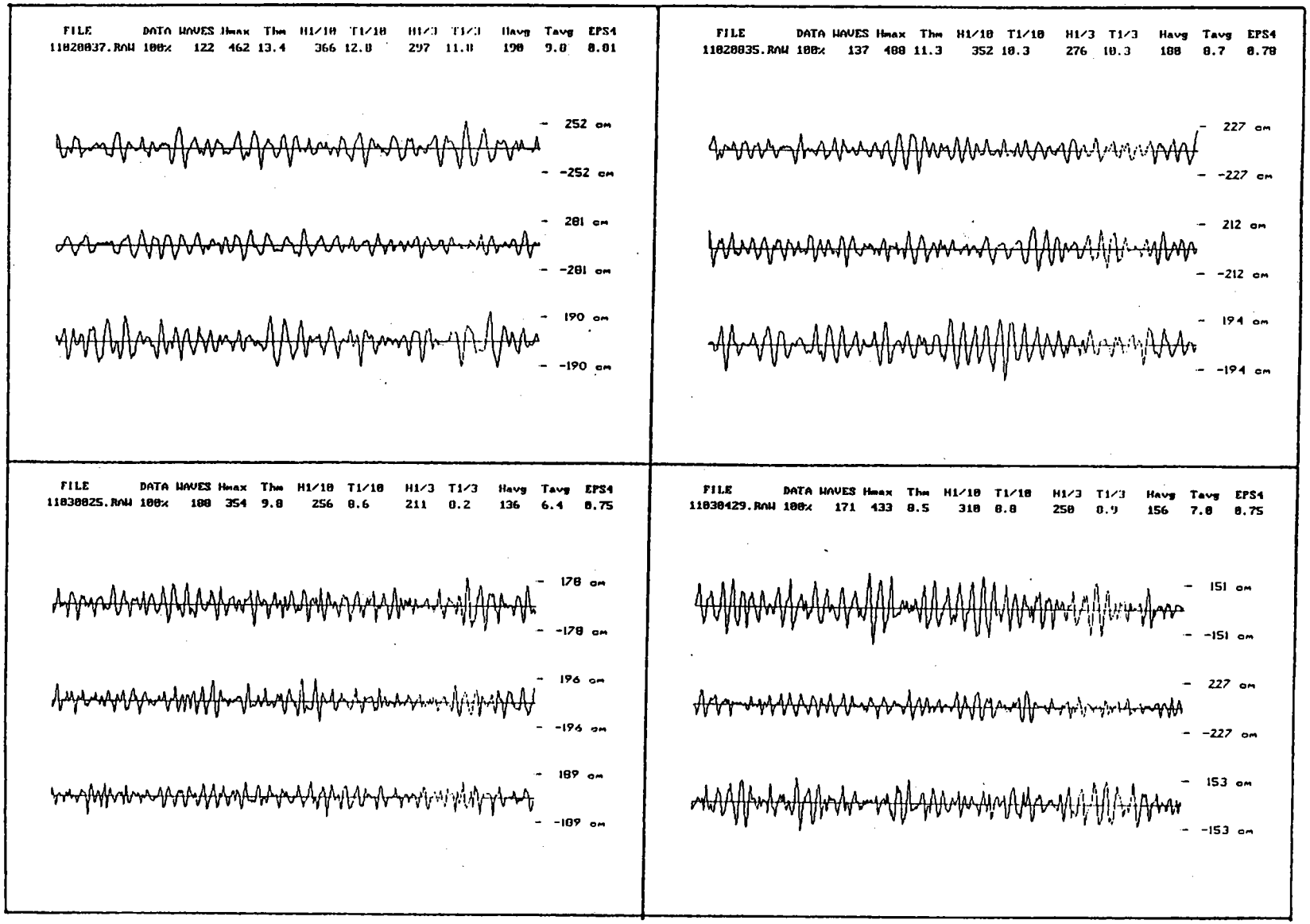


圖 2-27(續) 1993年10月30日～11月3日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)現場波浪記錄

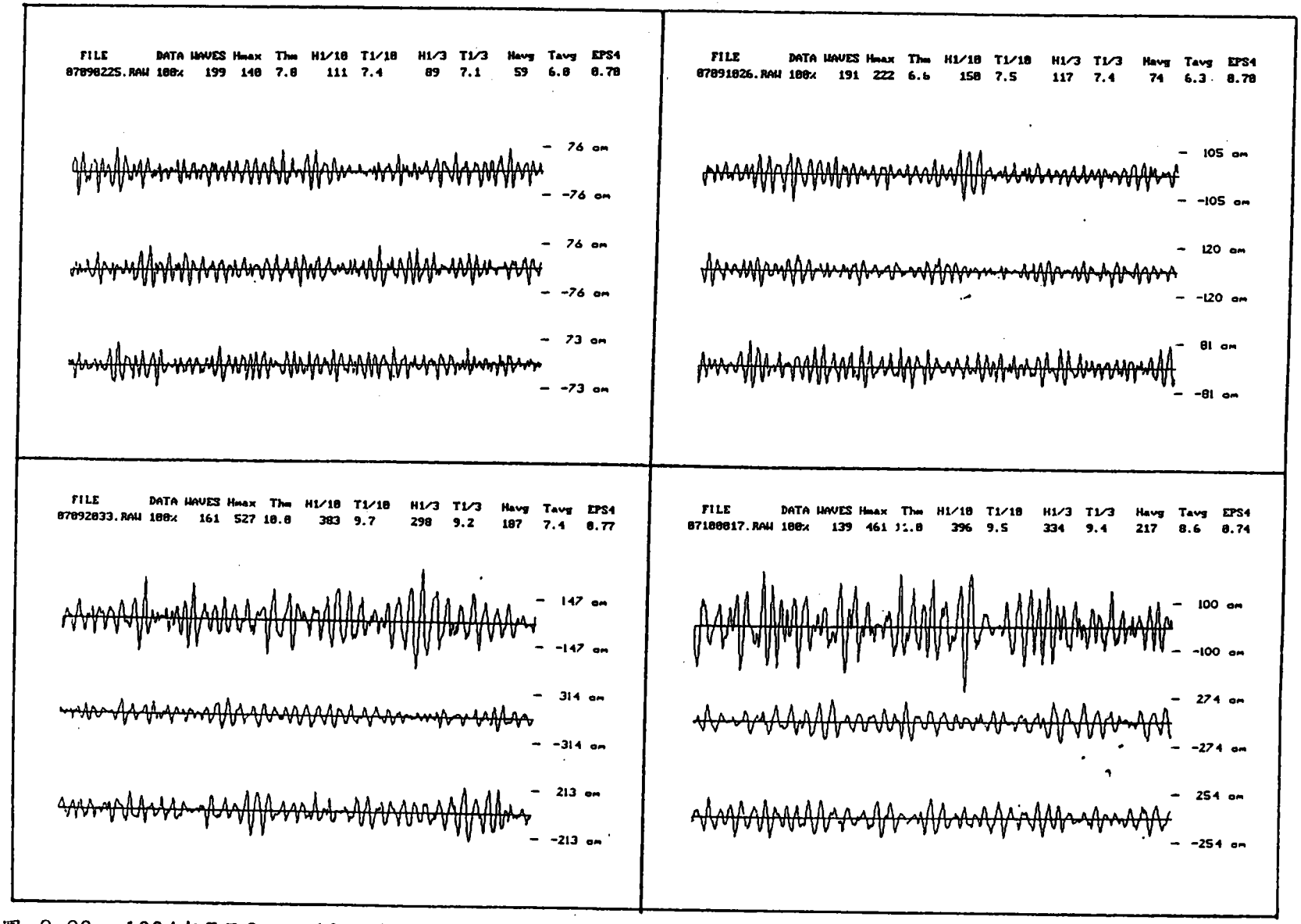


圖 2-28　1994年7月9日～10日強烈颱風提姆過境花蓮港觀測站(ST.2)現場波浪記錄

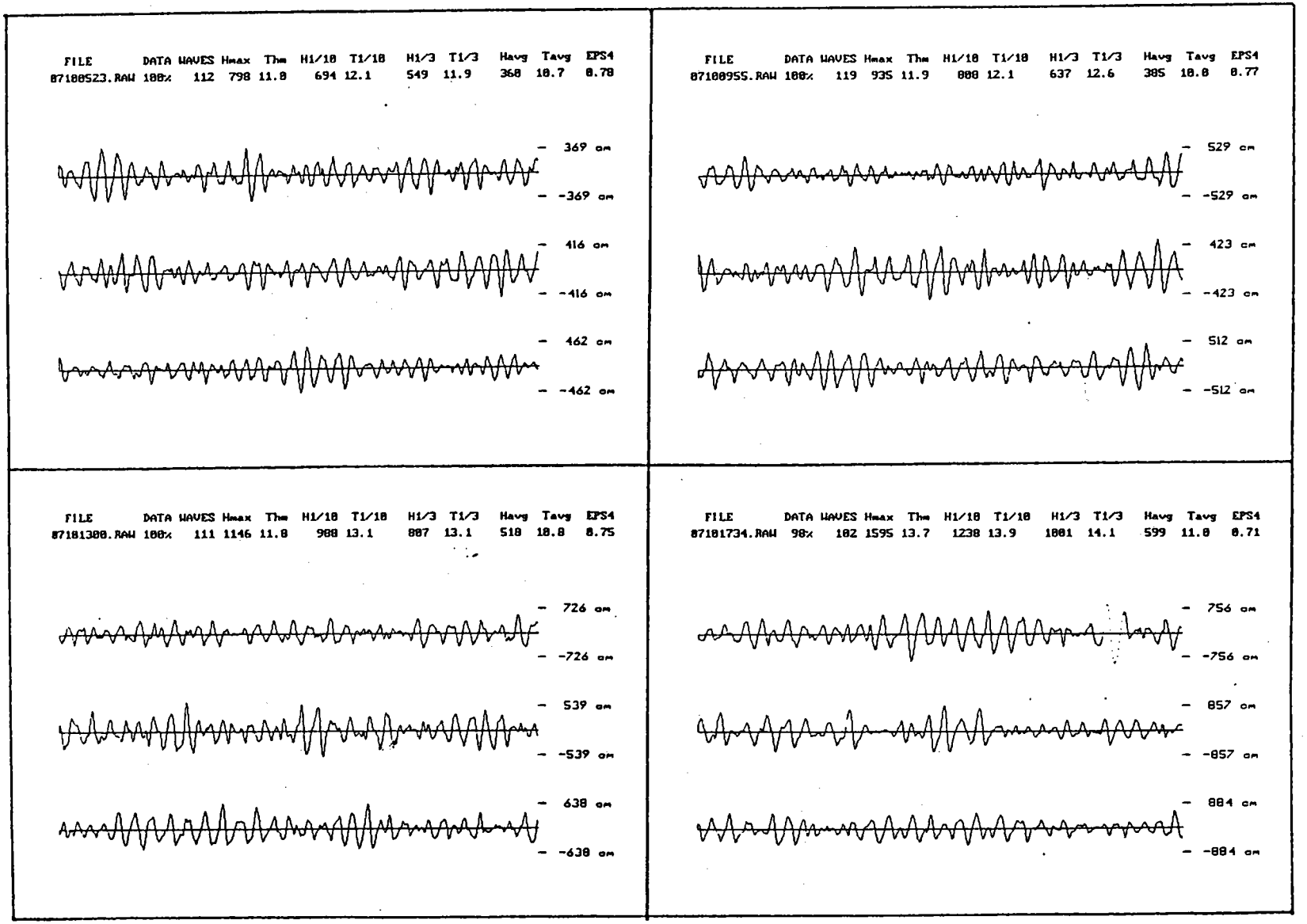


圖 2-28(續) 1994年7月9日～10日強烈颱風提姆過境花蓮港觀測站(ST.2)現場波浪記錄

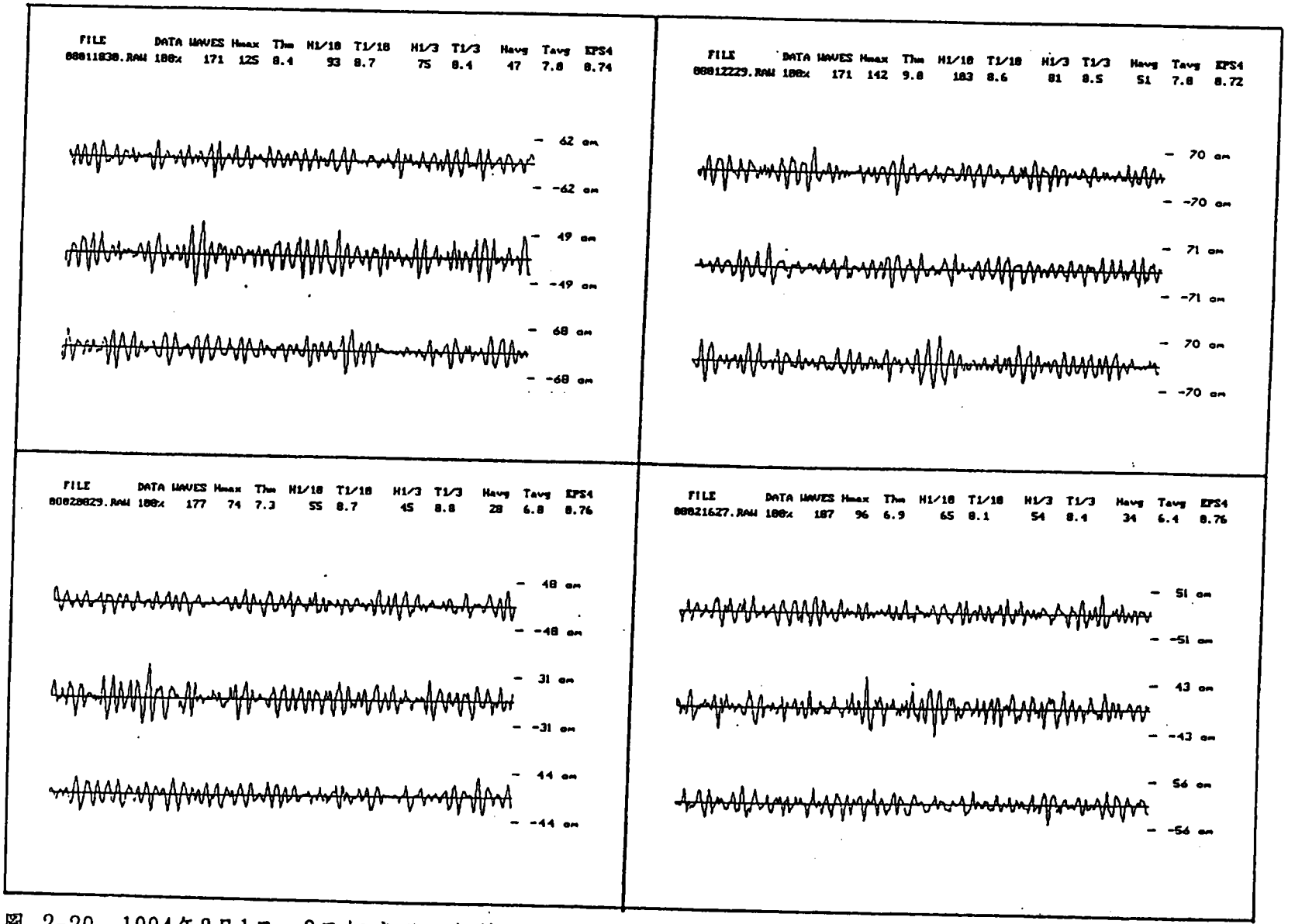


圖 2-29 1994年8月1日～3日輕度颱風凱特琳過境花蓮港觀測站(ST.5)現場波浪記錄

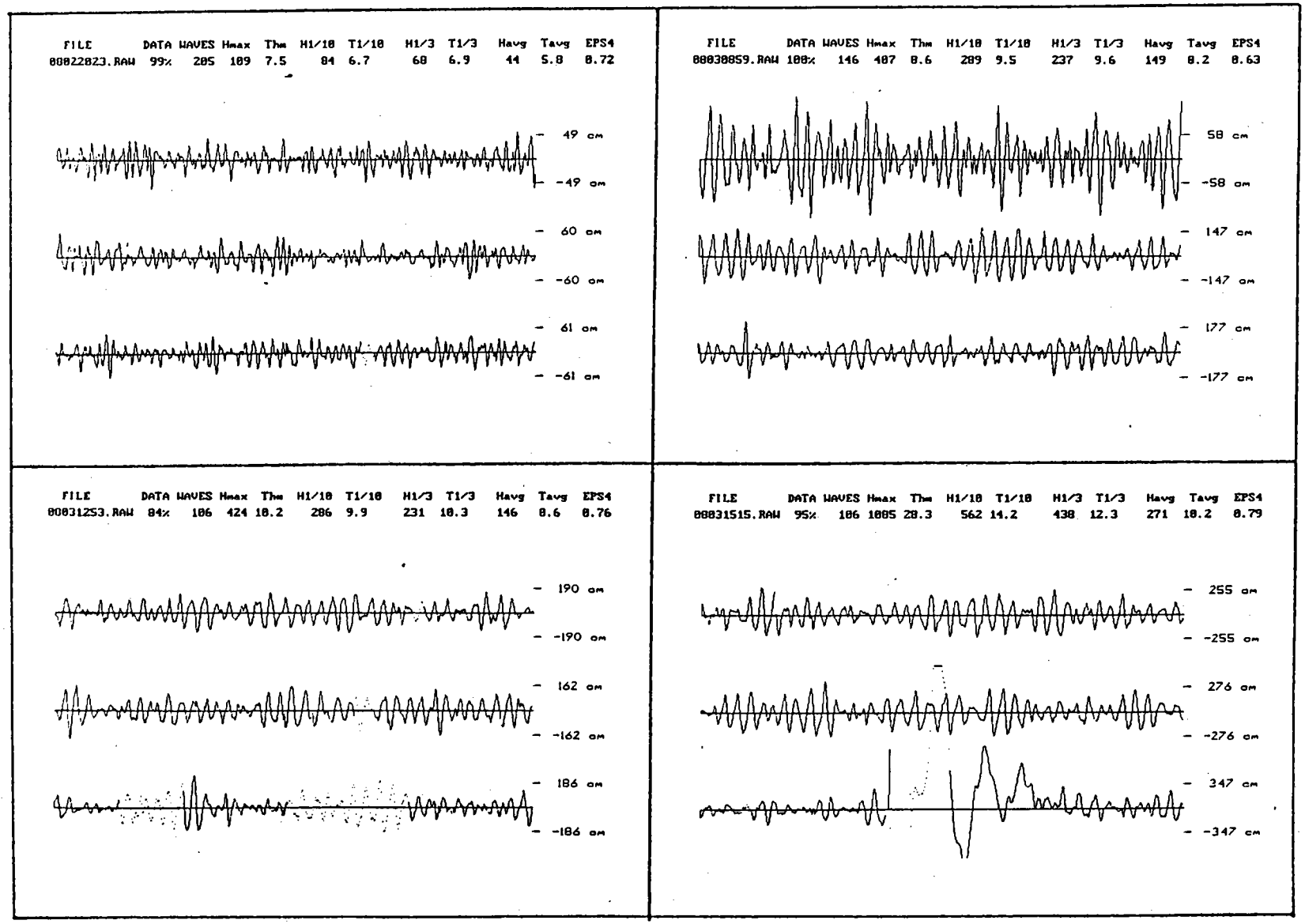


圖 2-29(續) 1994年8月1日～3日輕度颱風凱特琳過境花蓮港觀測站(ST.5)現場波浪記錄

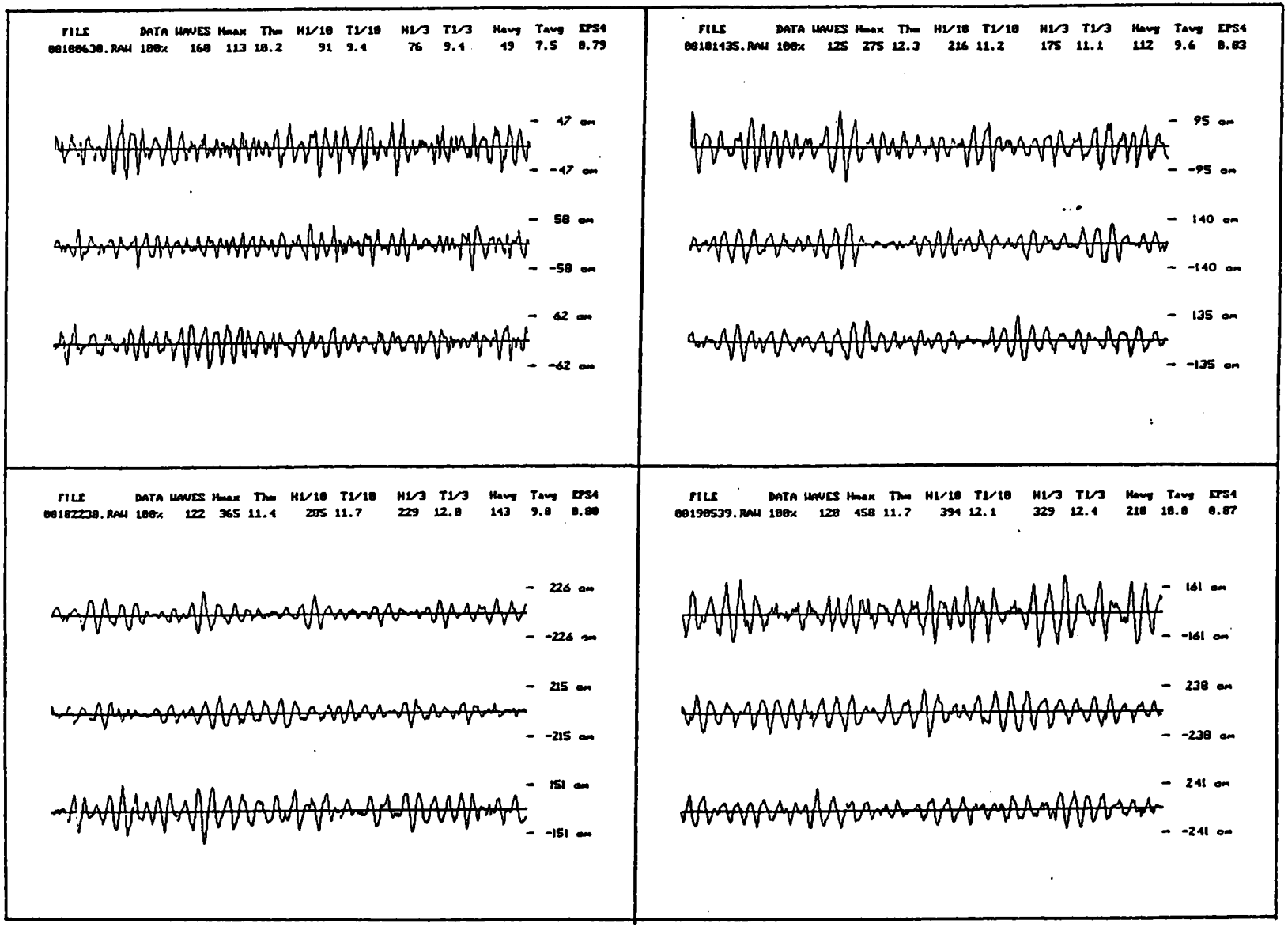


圖 2-30 1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)現場波浪記錄

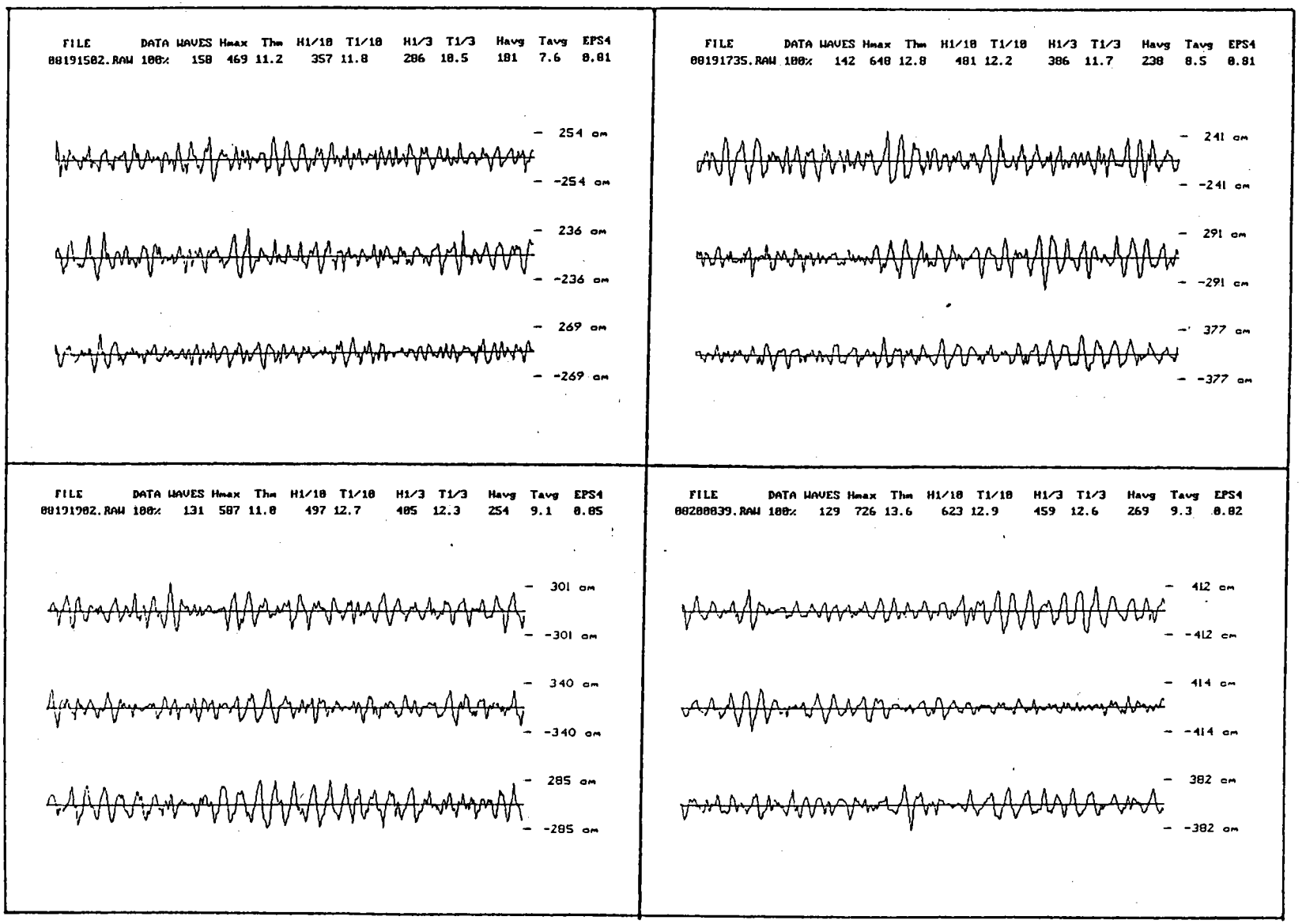


圖 2-30(續) 1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)現場波浪記錄

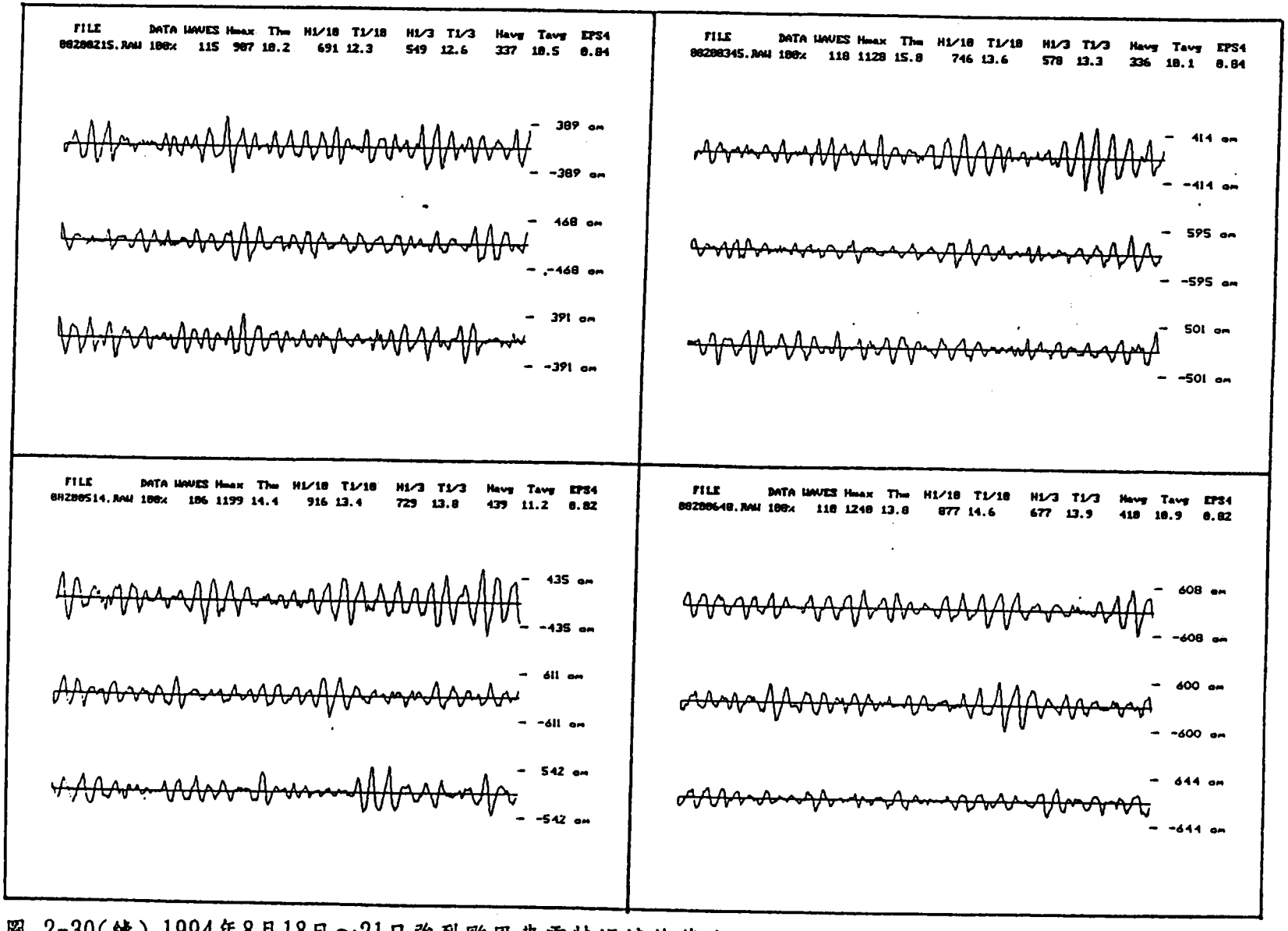


圖 2-30(續) 1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)現場波浪記錄

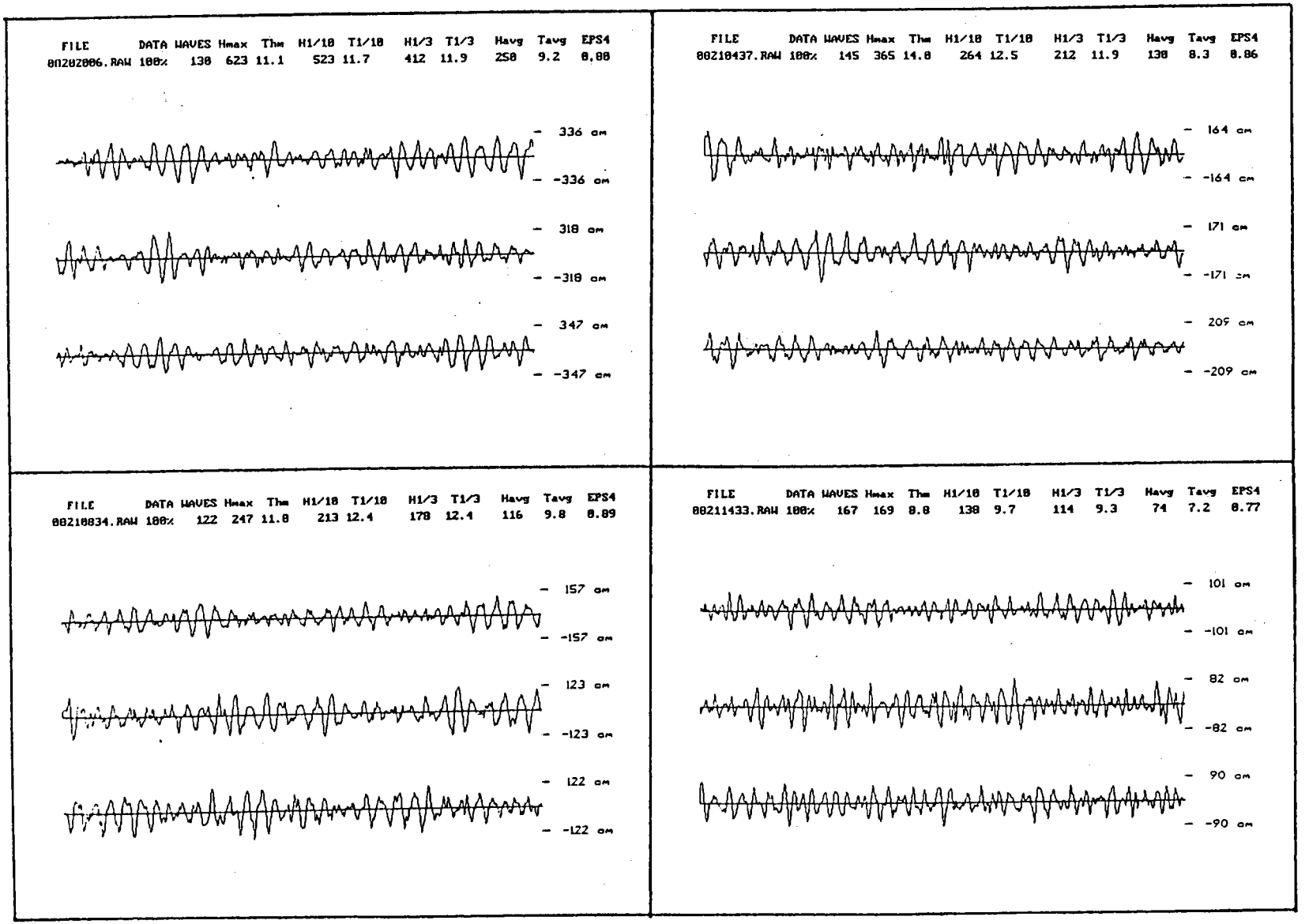


圖 2-30(續) 1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)現場波浪記錄

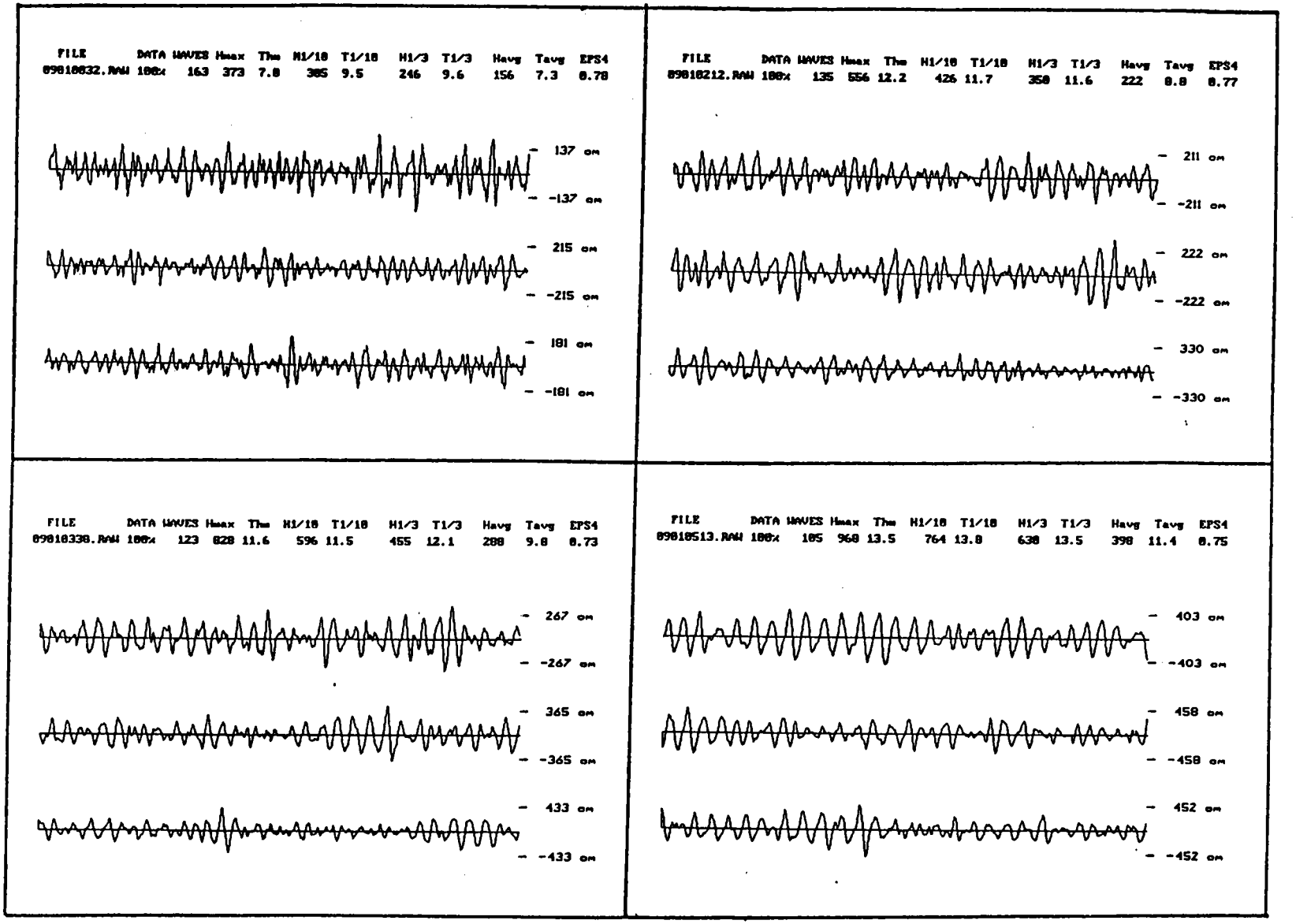


圖 2-31 1993年8月31日～9月1日中度颱風葛拉絲過境花蓮港觀測(ST.2)現場波浪記錄

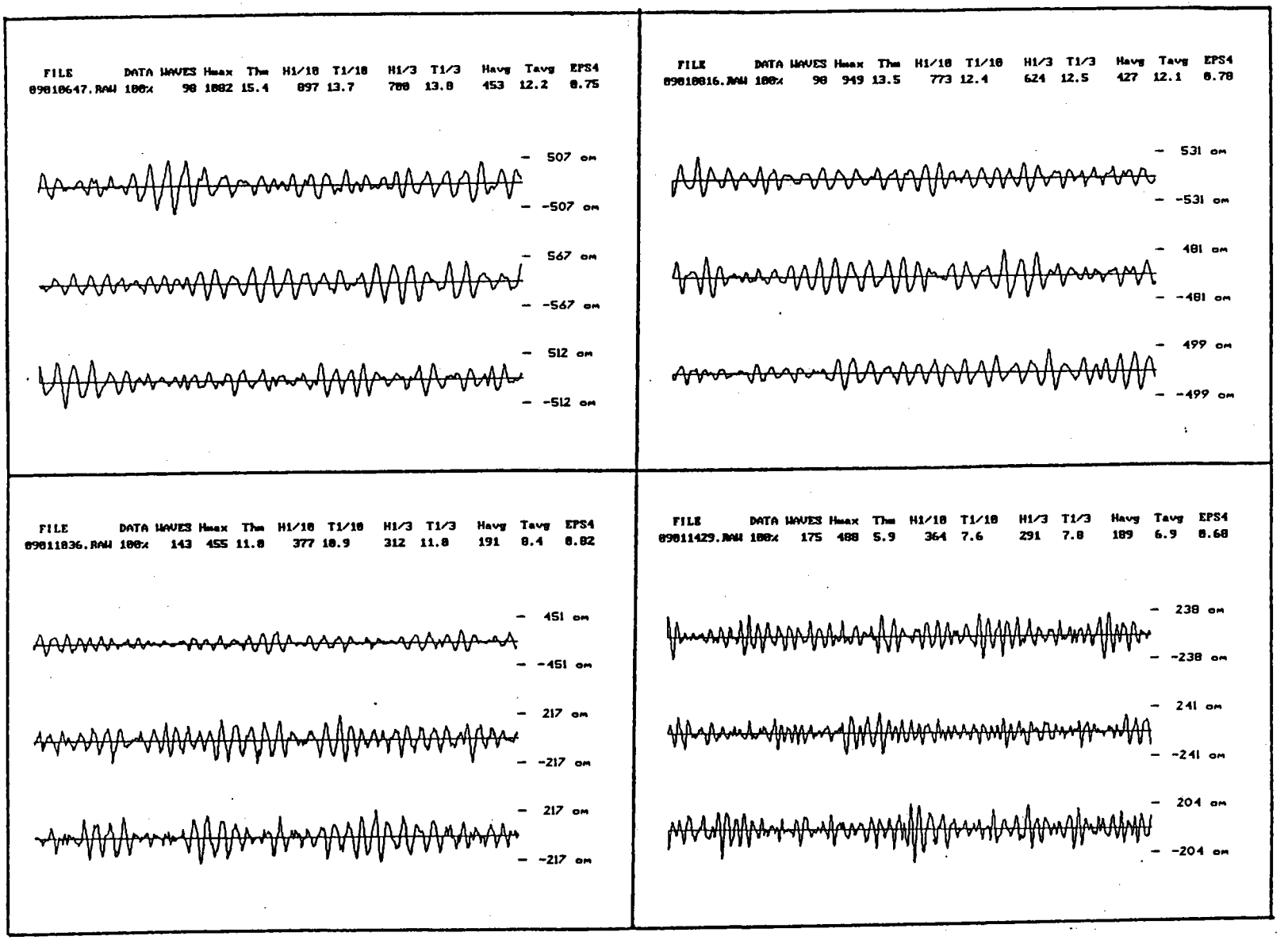


圖 2-31(續) 1993年8月31日～9月1日中度颱風葛拉絲過境花蓮港觀測(ST.2)現場波浪記錄

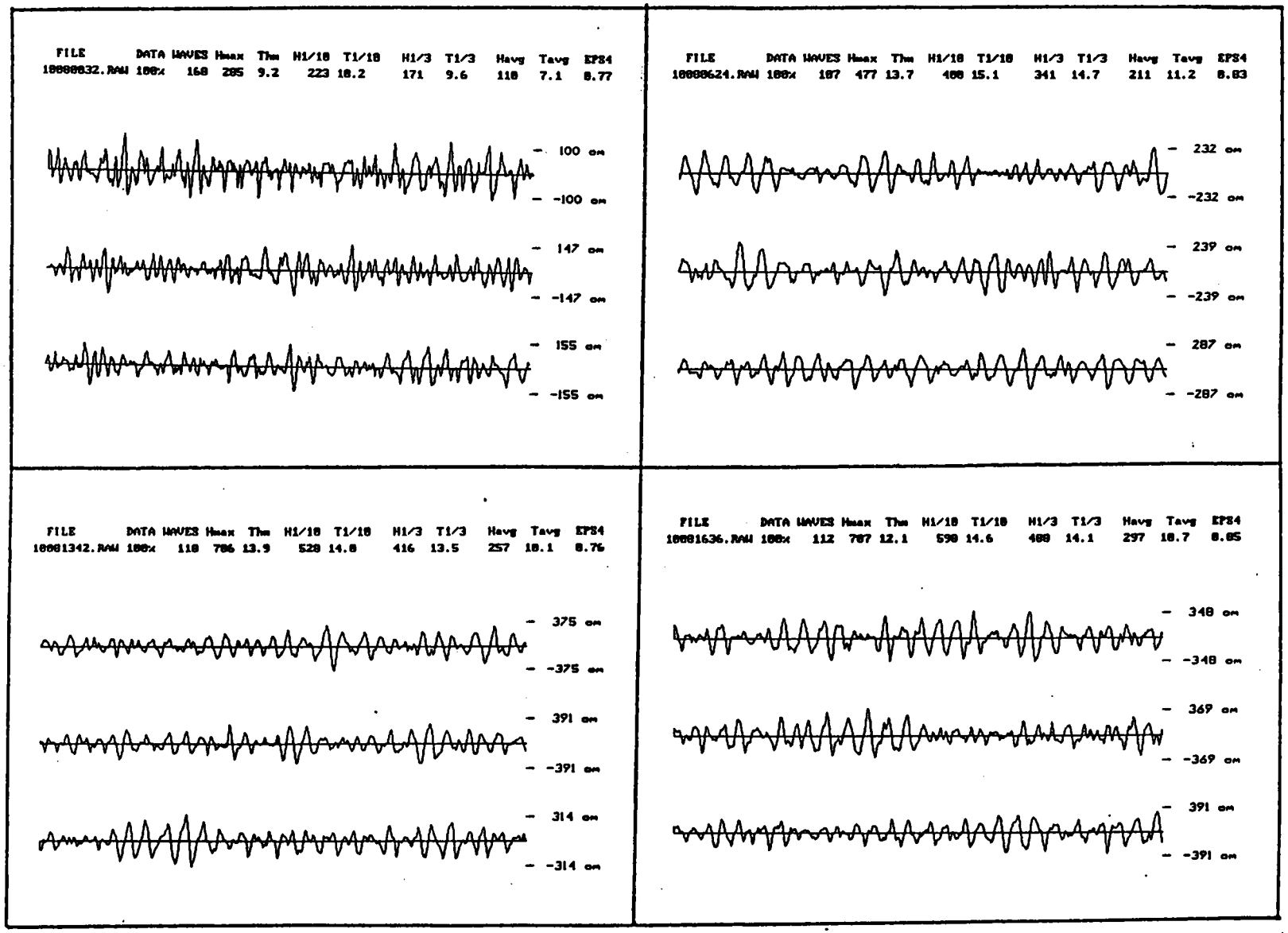


圖 2-32 1993年10月8日～10日中度颱風席斯過境花蓮港觀測(ST.2)現場波浪記錄

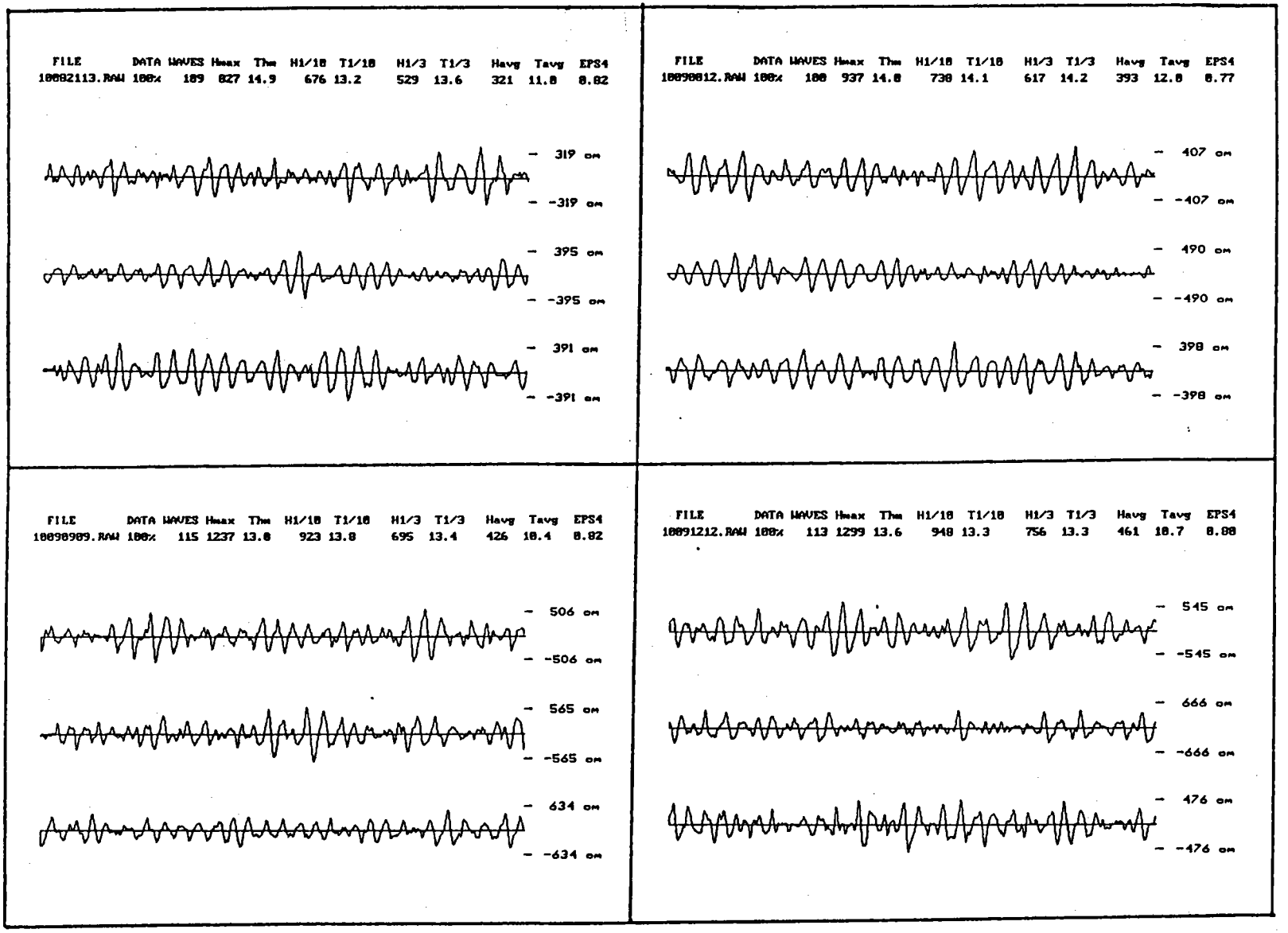


圖 2-32(續) 1993年10月8日～10日中度颱風席斯過境花蓮港觀測(ST.2)現場波浪記錄

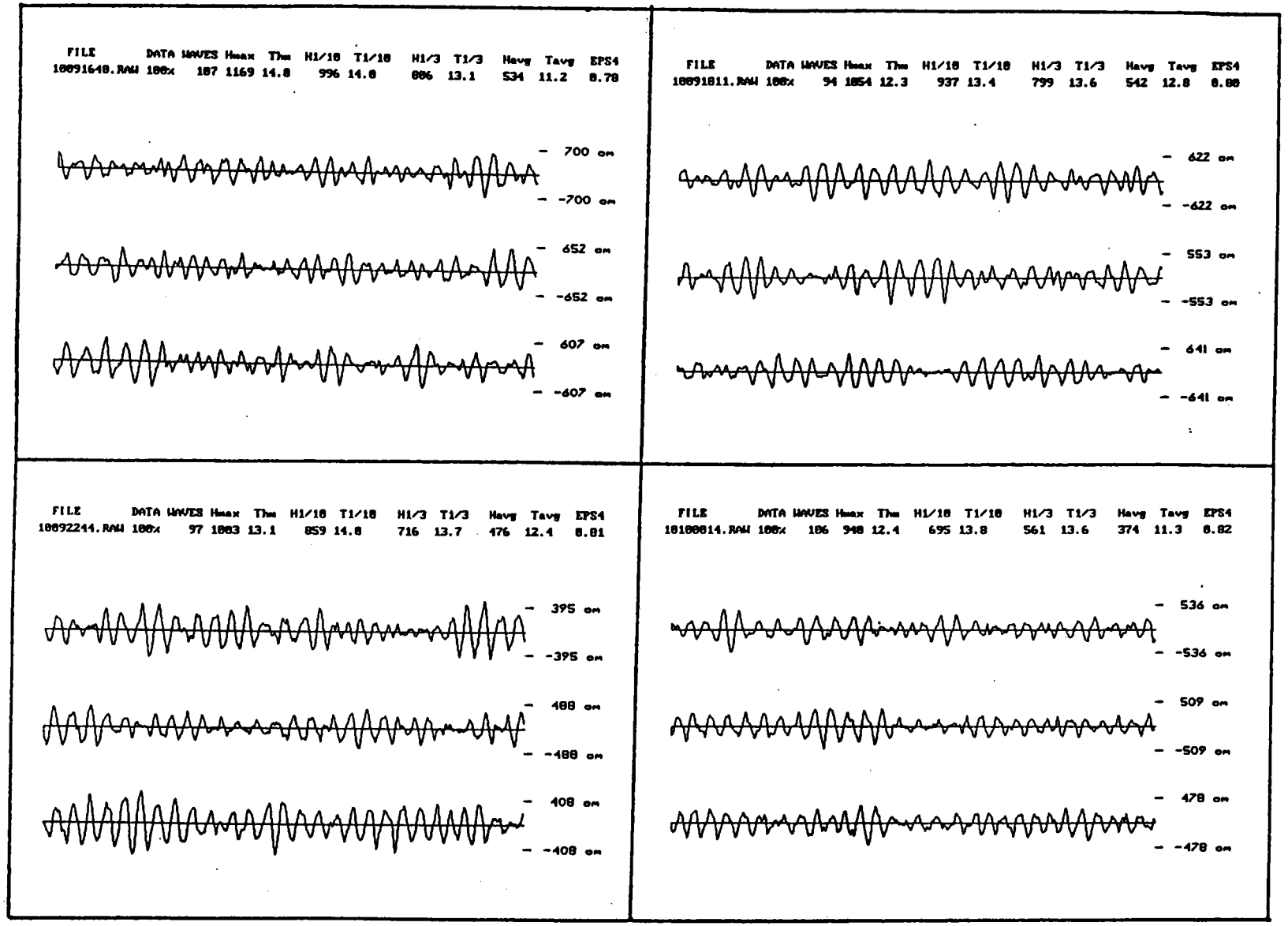


圖 2-32(續) 1993年10月8日～10日中度颱風席斯過境花蓮港觀測(ST.2)現場波浪記錄

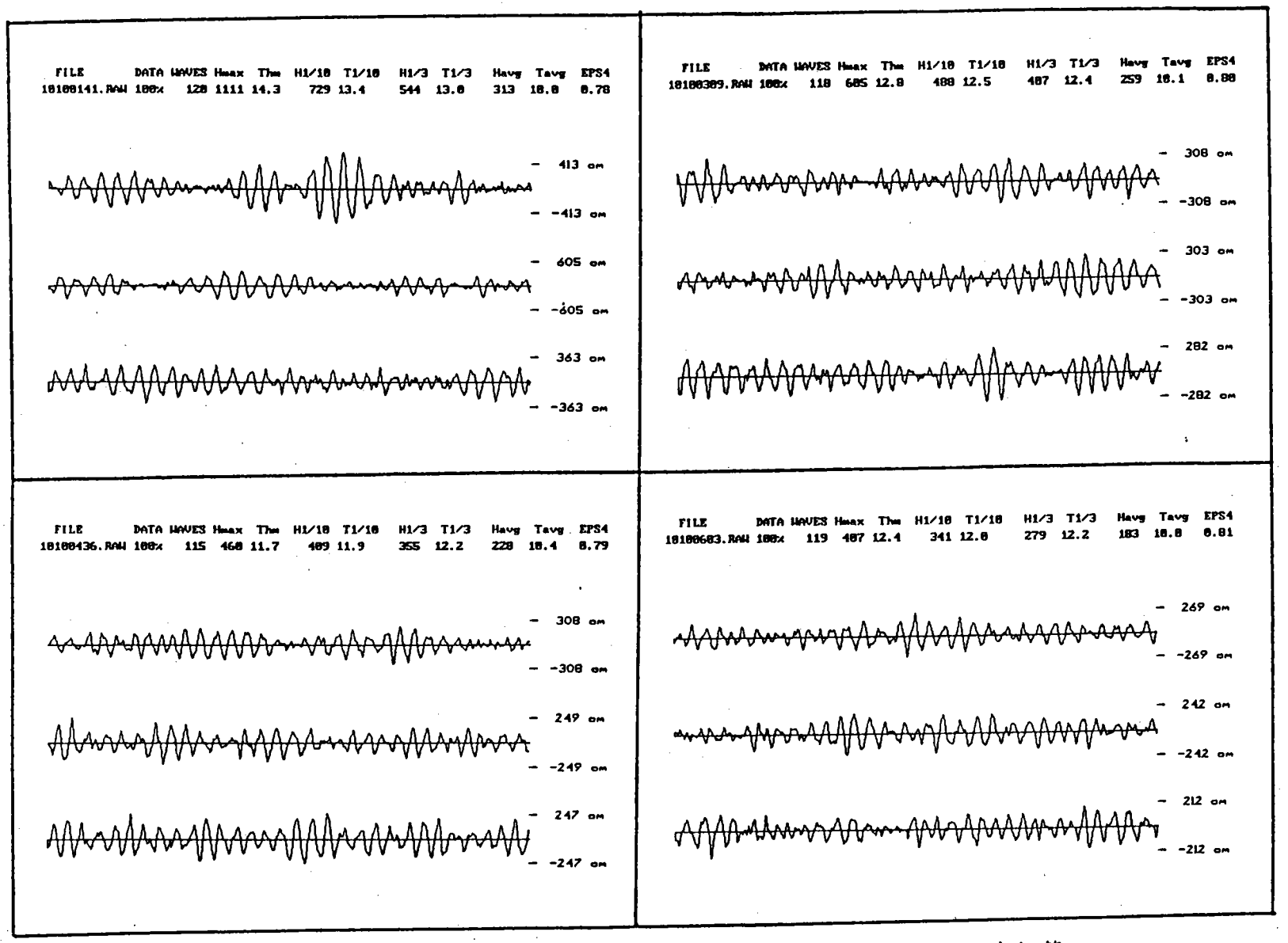


圖 2-32(續) 1993年10月8日～10日中度颱風席斯過境花蓮港觀測(ST.2)現場波浪記錄

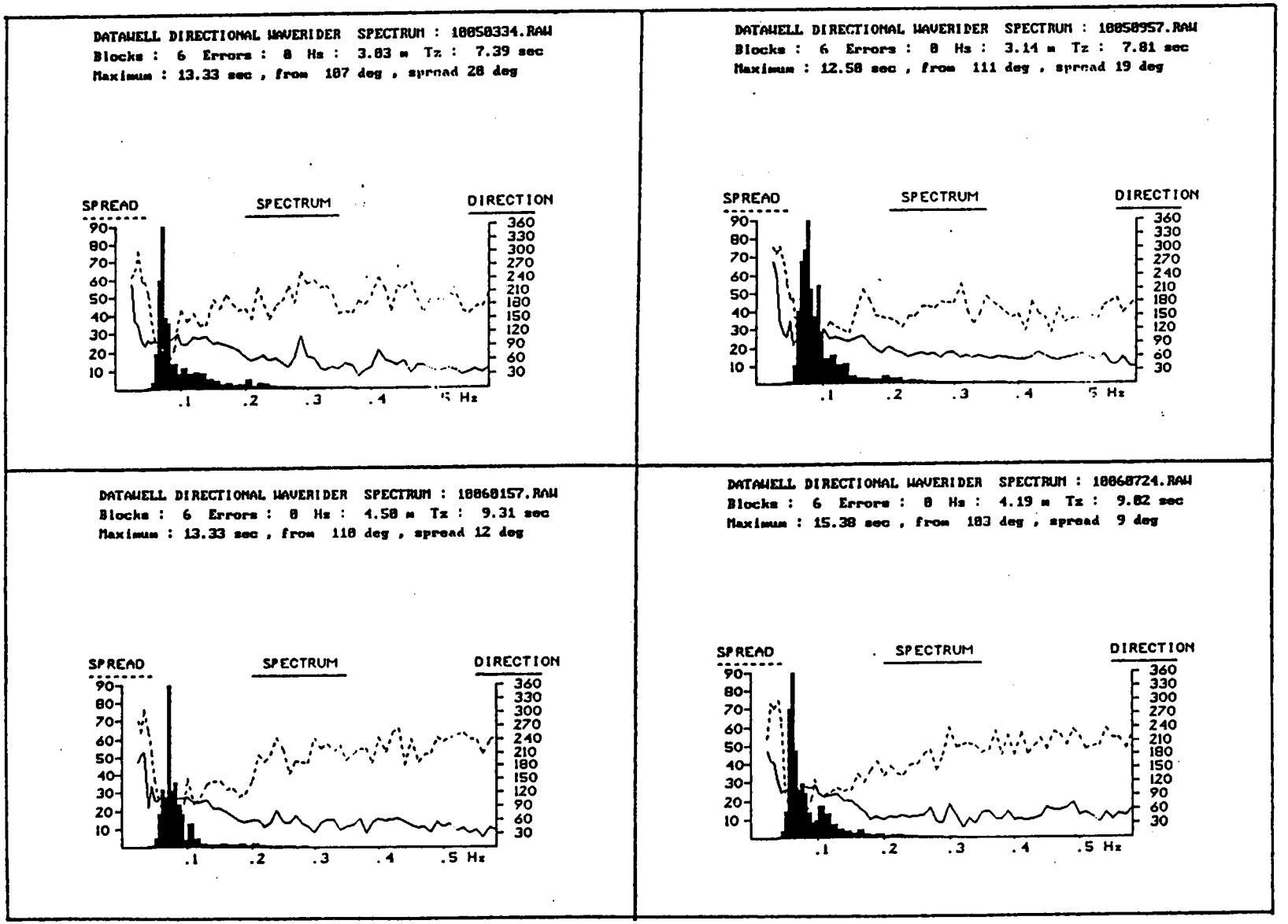


圖 2-33 1993年10月5日～7日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜圖

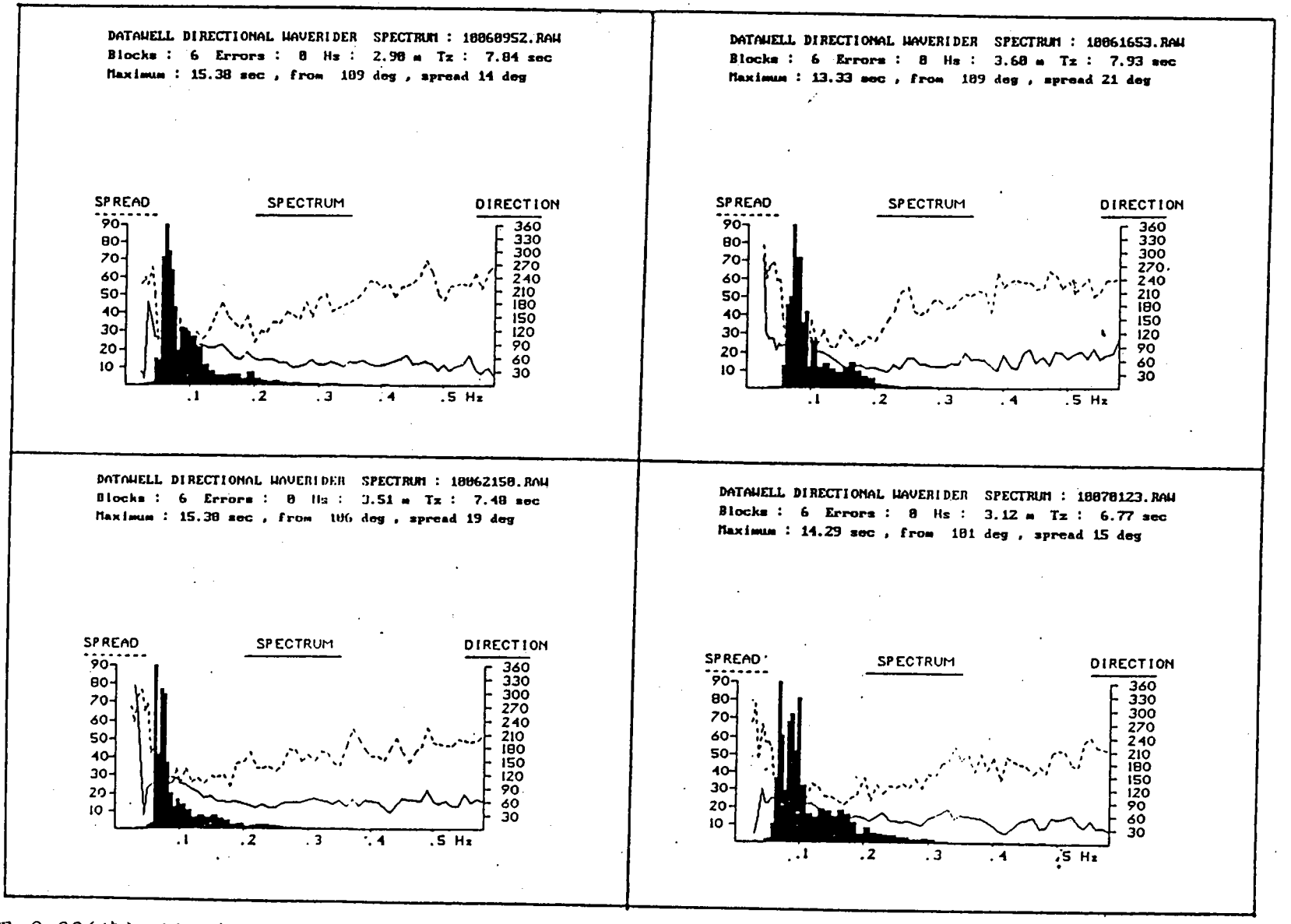


圖 2-33(續) 1993年10月5日～7日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜圖

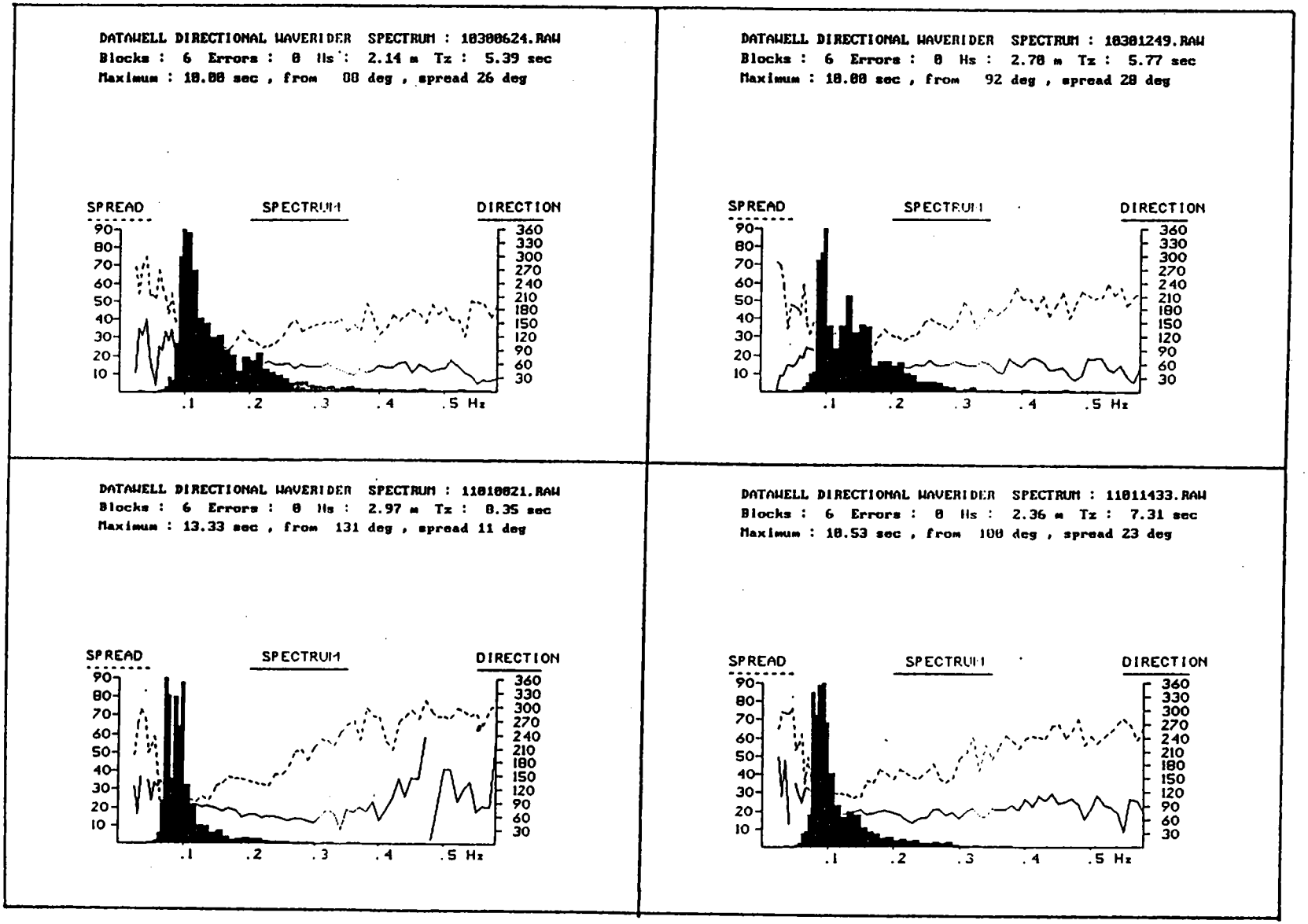


圖 2-34 1993年10月30日～11月3日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜圖

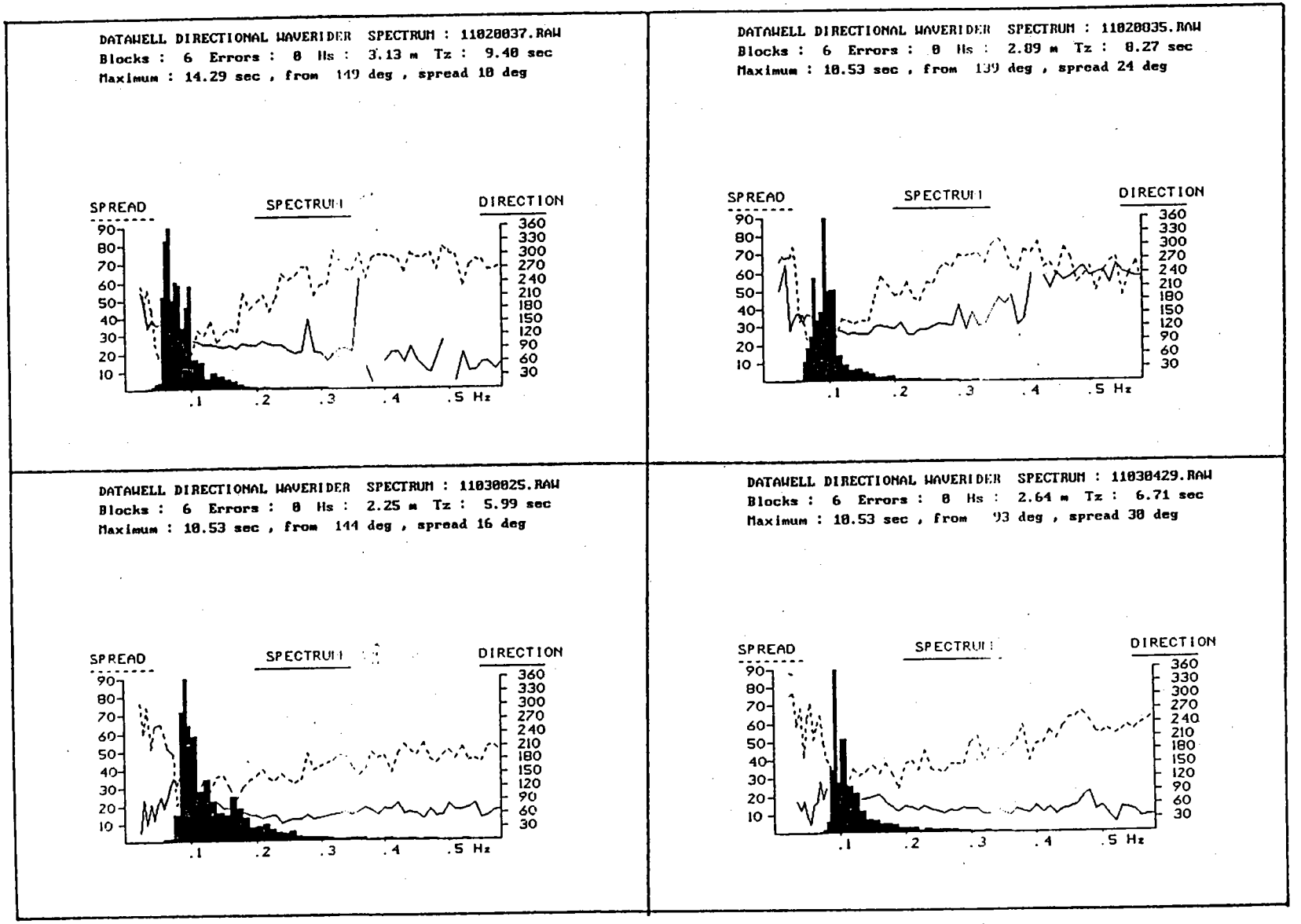


圖 2-34(續) 1993年10月30日～11月3日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜圖

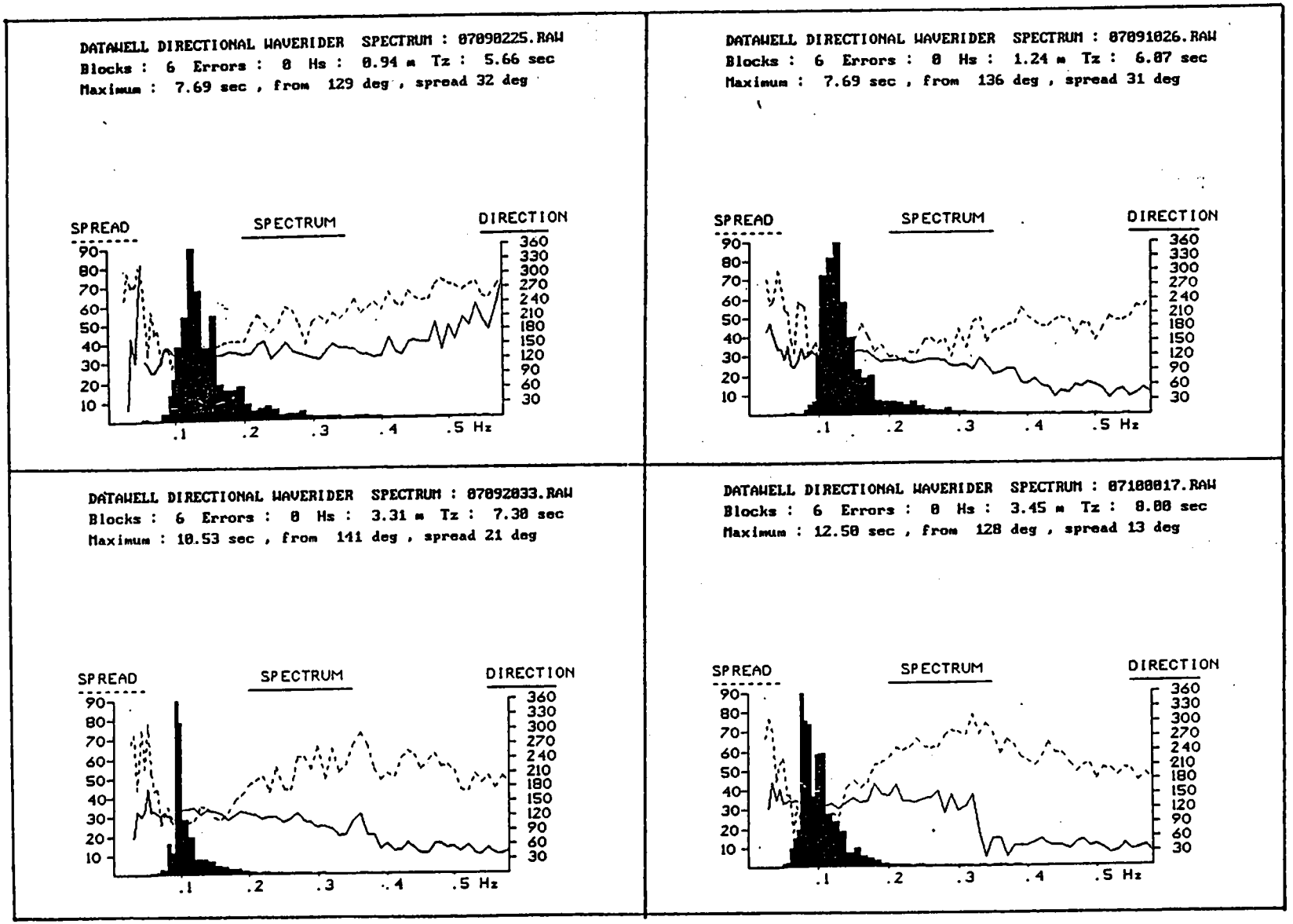


圖 2-35 1994年7月9日～10日強烈颱風提姆過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜圖

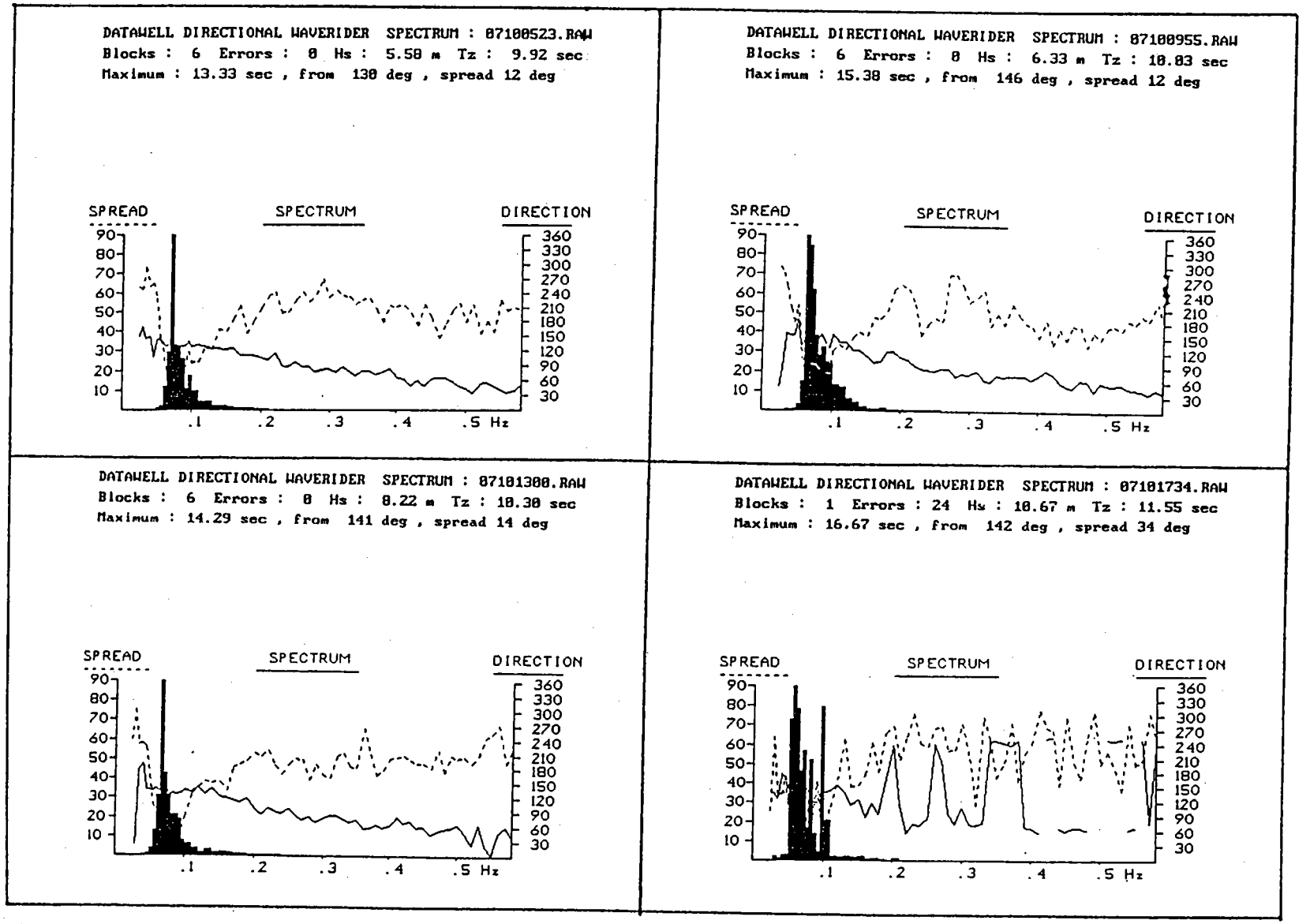


圖 2-35(續) 1994年7月9日～10日強烈颱風提姆過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜圖

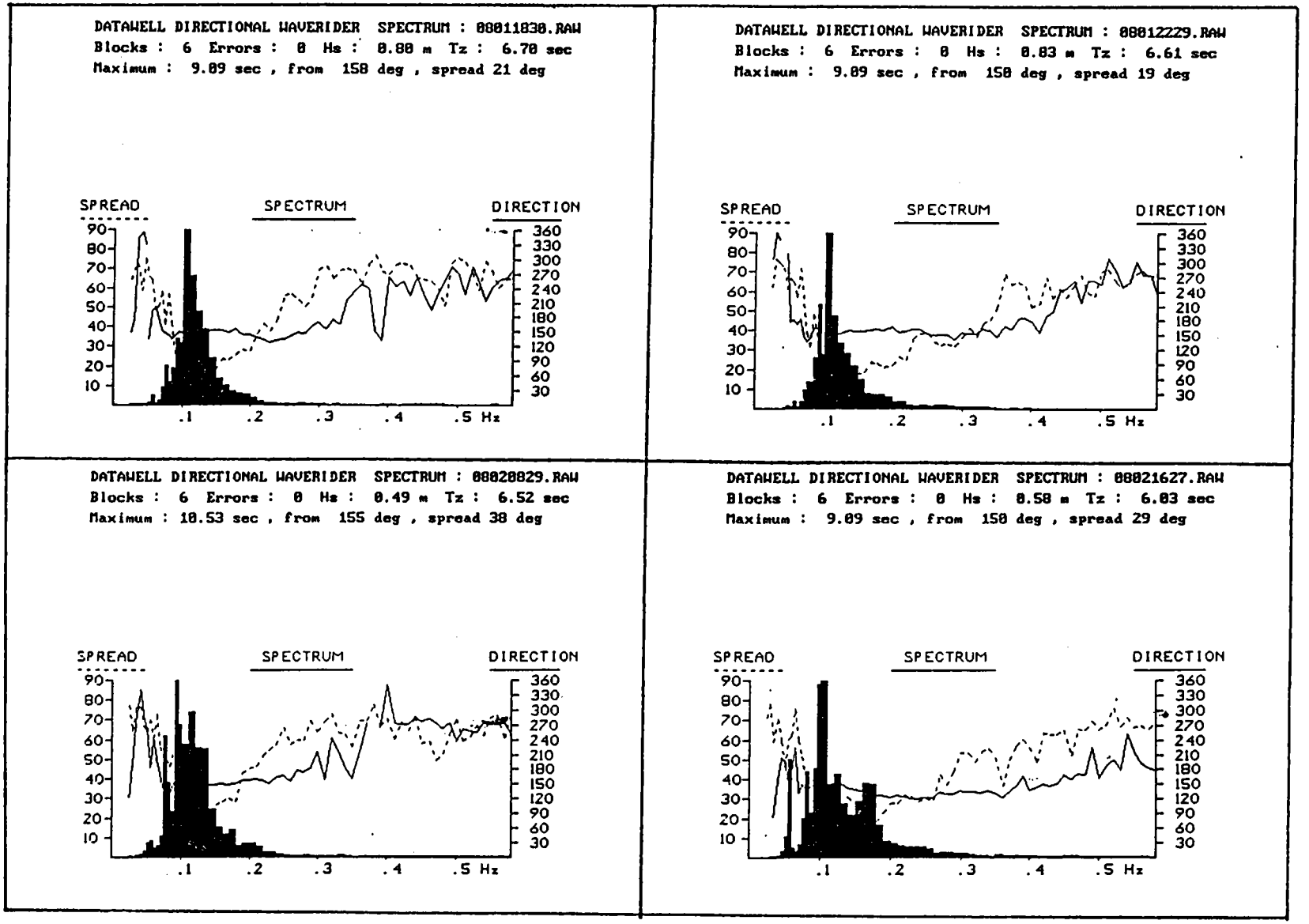


圖 2-36 1994年8月1日～3日輕度颱風凱特琳過境花蓮港觀測站(ST.5)波向波高能譜圖

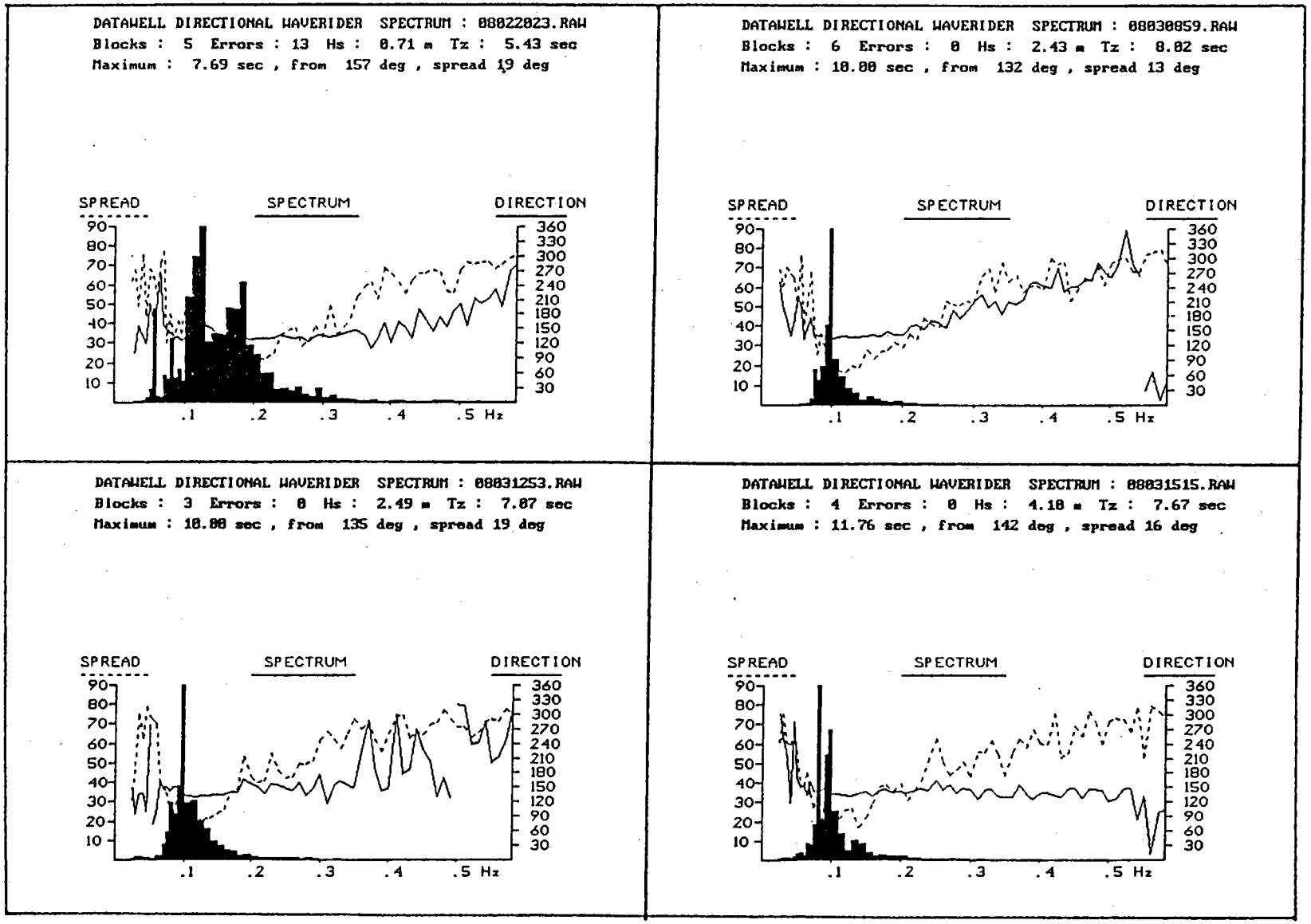


圖 2-36(續) 1994年8月1日～3日輕度颱風凱特琳過境花蓮港觀測站(ST.5)波向波高能譜圖

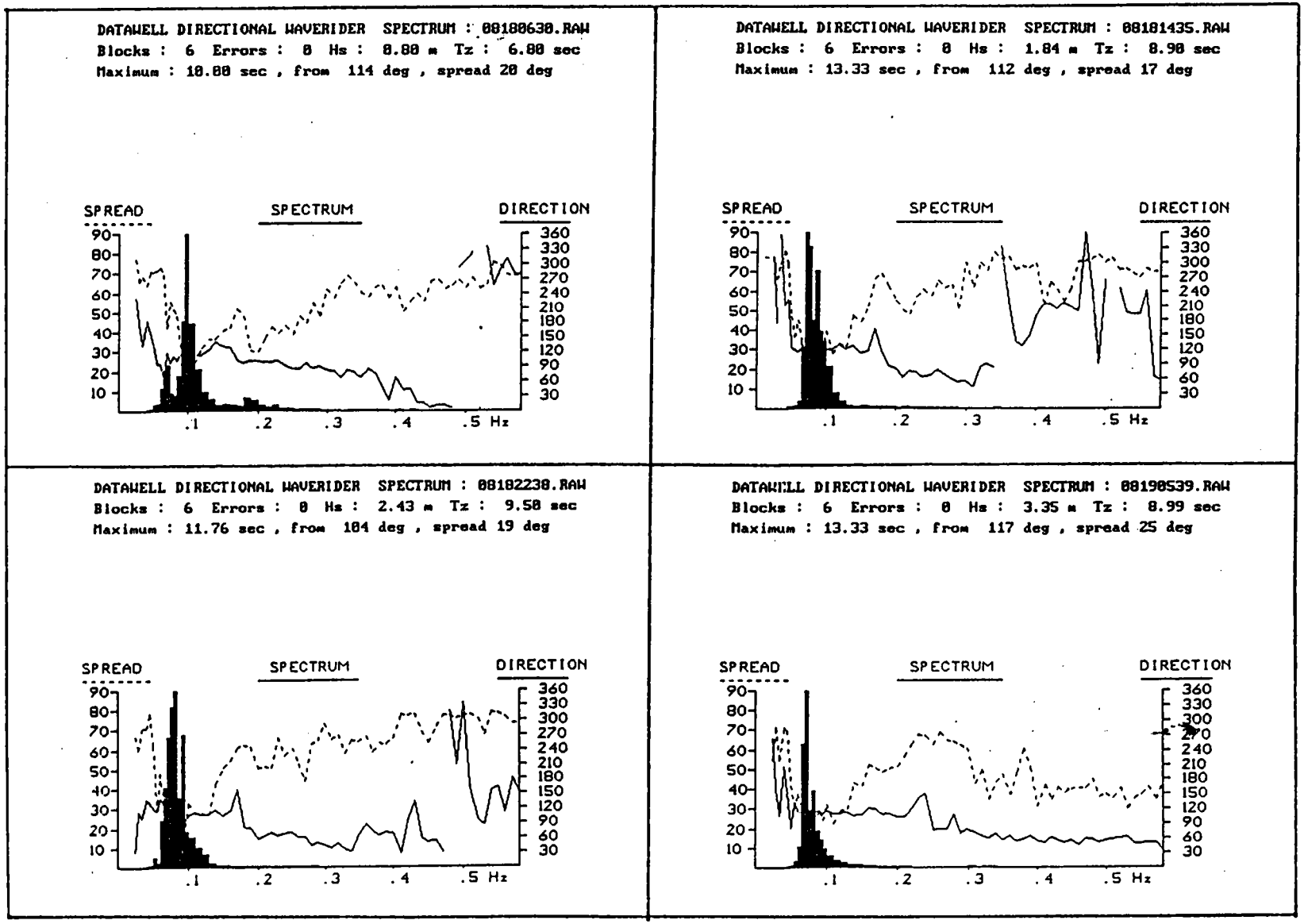


圖 2-37 1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜圖

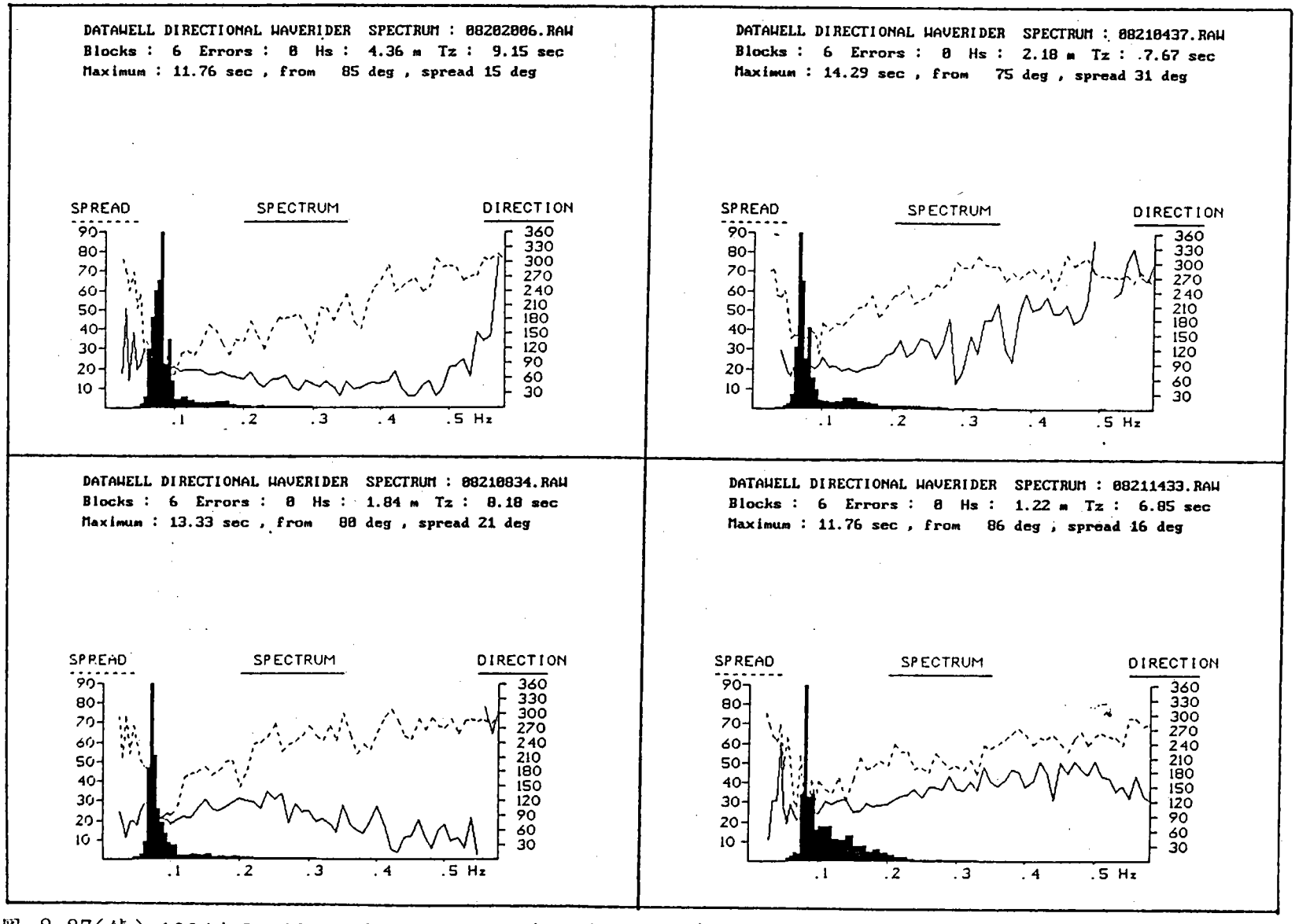


圖 2-37(續) 1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜

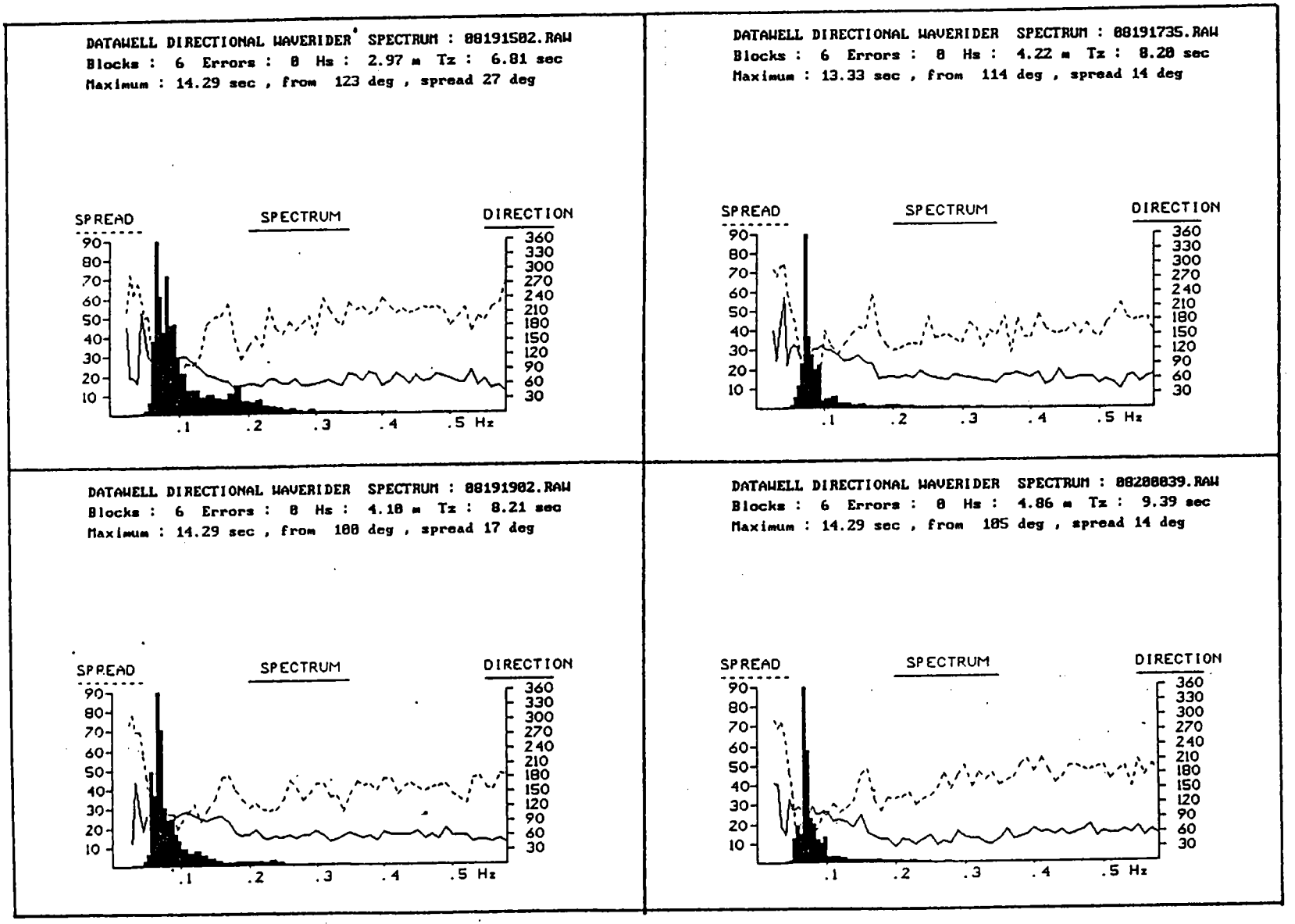


圖 2-37(續) 1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜

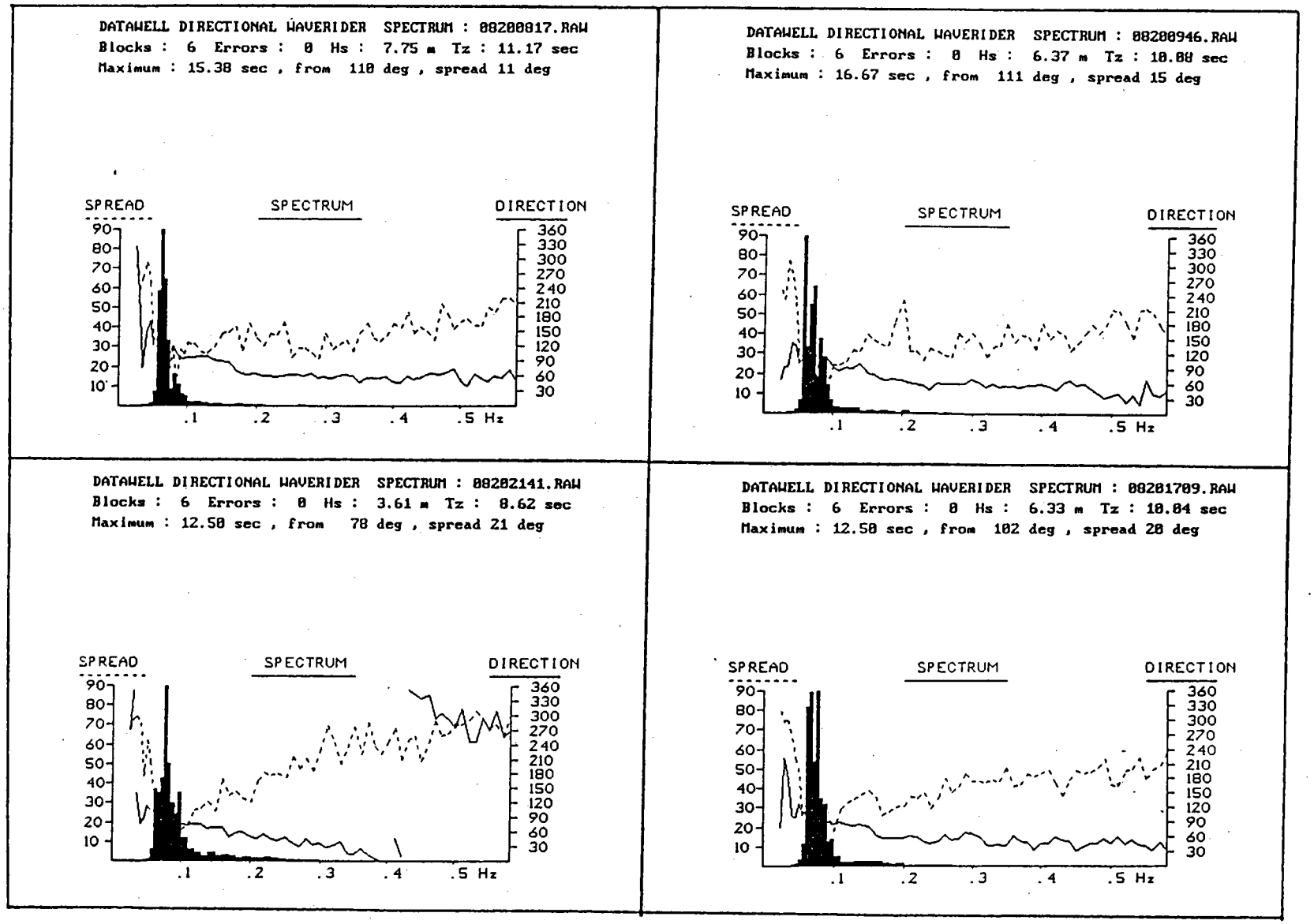


圖 2-37(續) 1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜

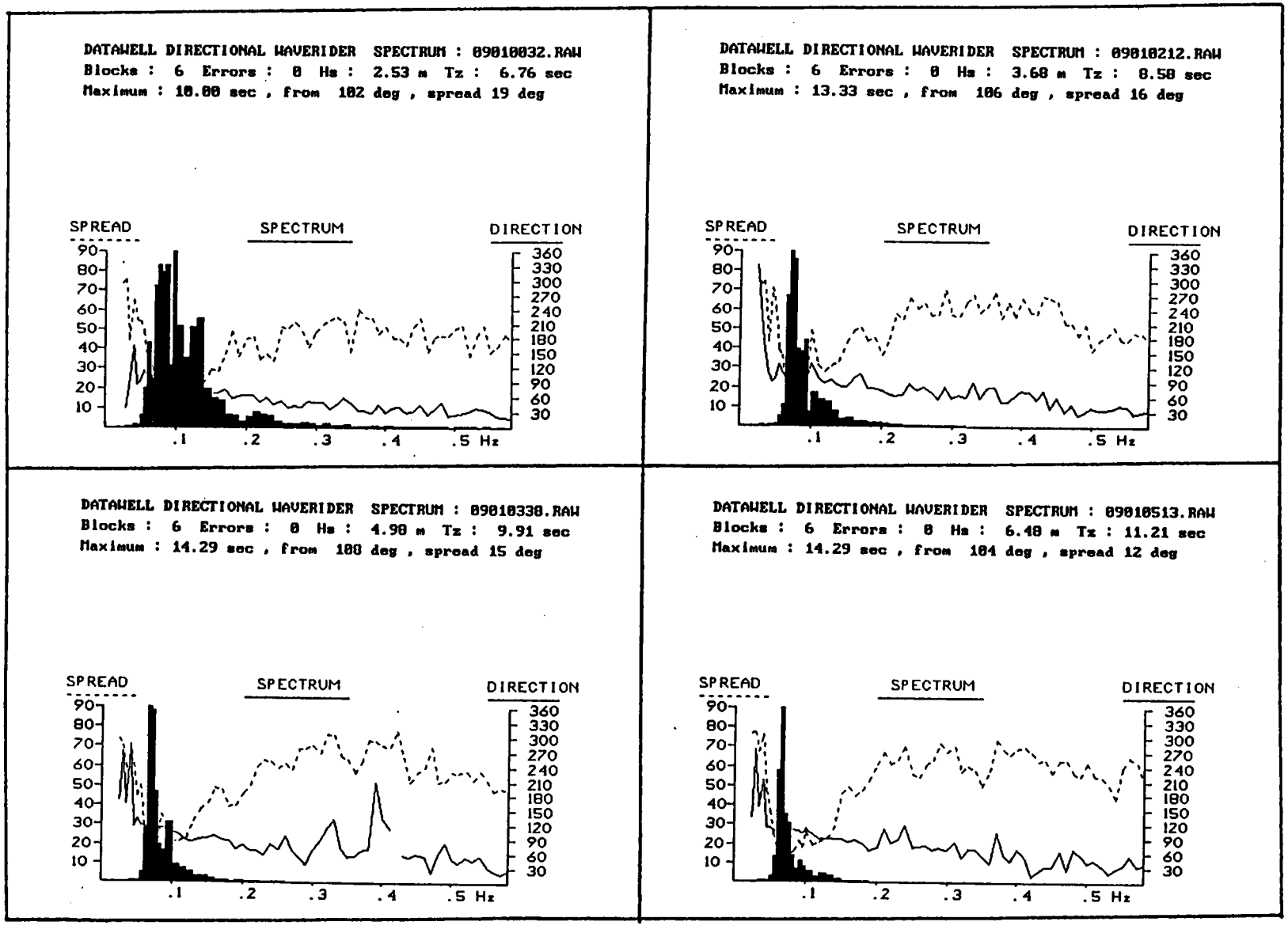


圖 2-38 1994年9月1日中度颱風葛拉絲過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜圖

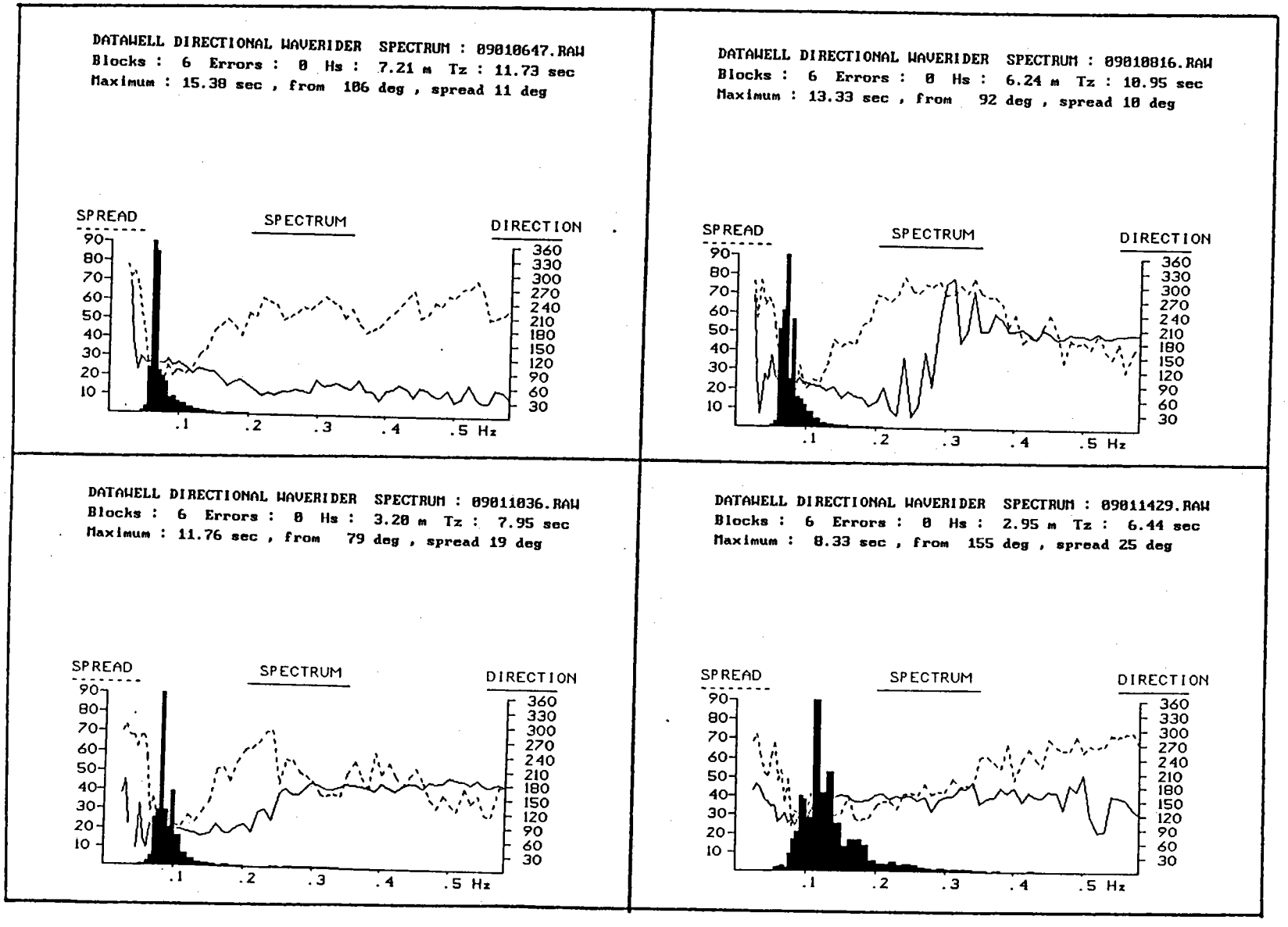


圖 2-38(續) 1994年9月1日中度颱風葛拉絲過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜圖

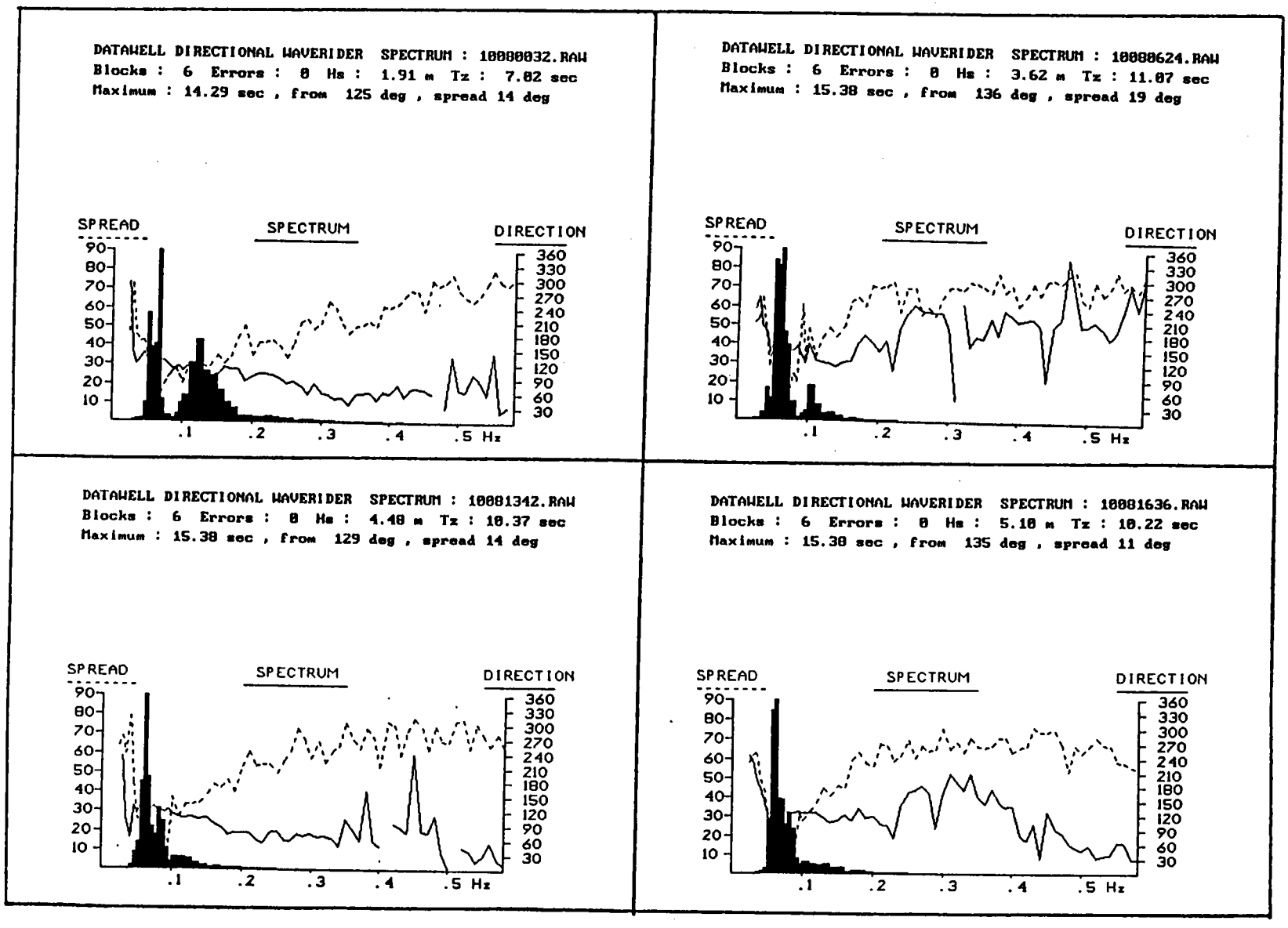


圖 2-39 1994年10月8日～10日中度颱風度斯過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜圖

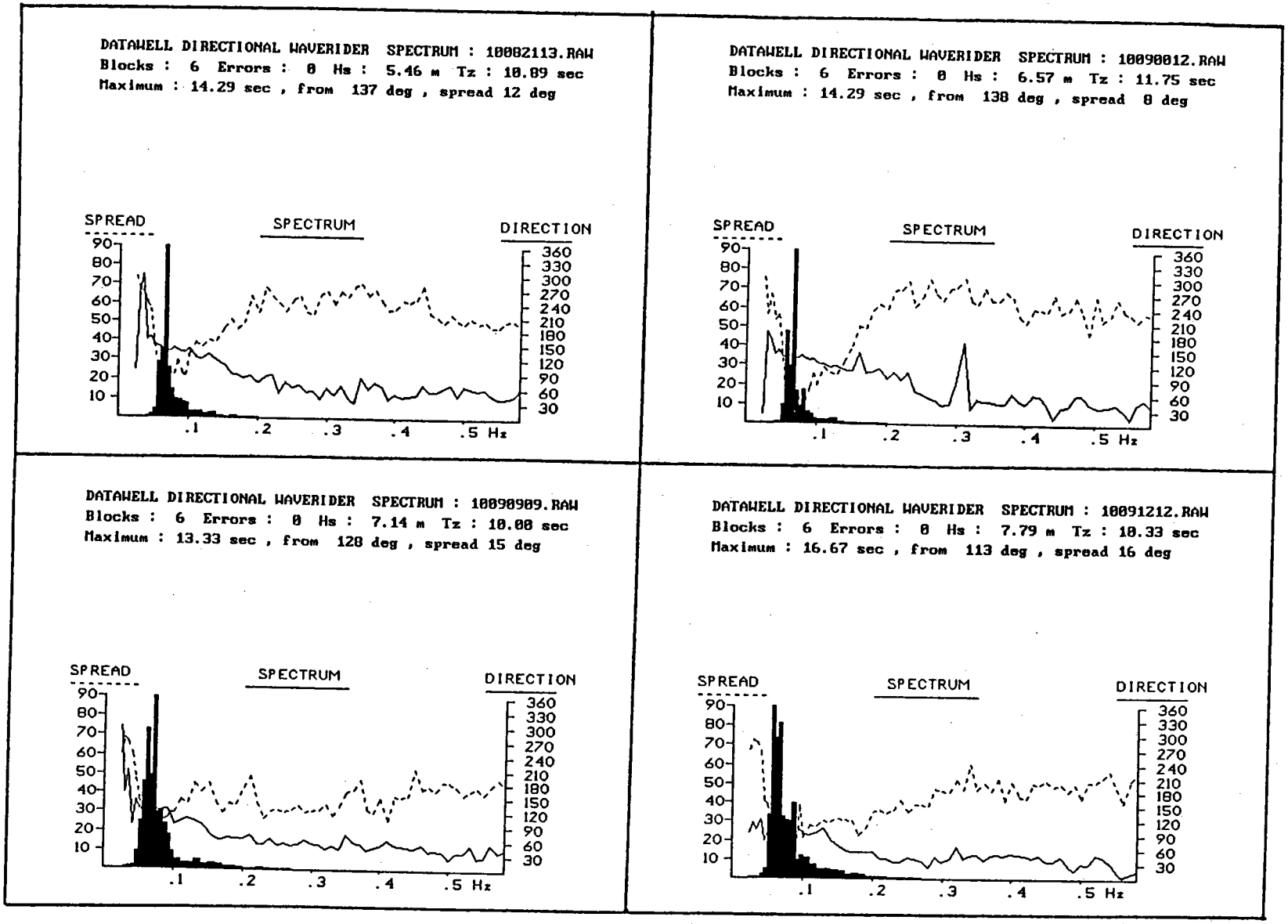


圖 2-39(續) 1994年10月8日～10日中度颱風度斯過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜圖

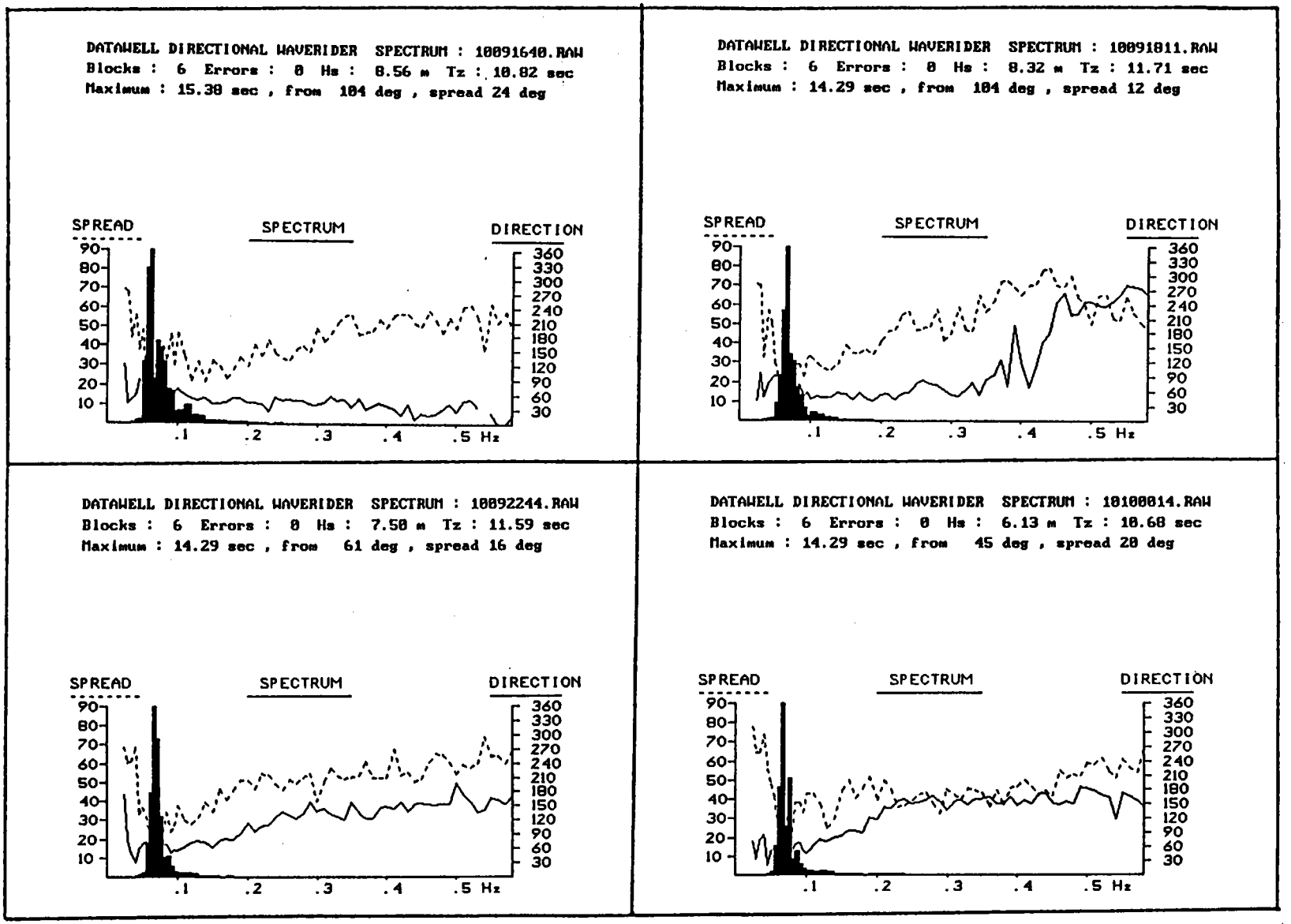


圖 2-39(續) 1994年10月8日～10日中度颱風度斯過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜圖

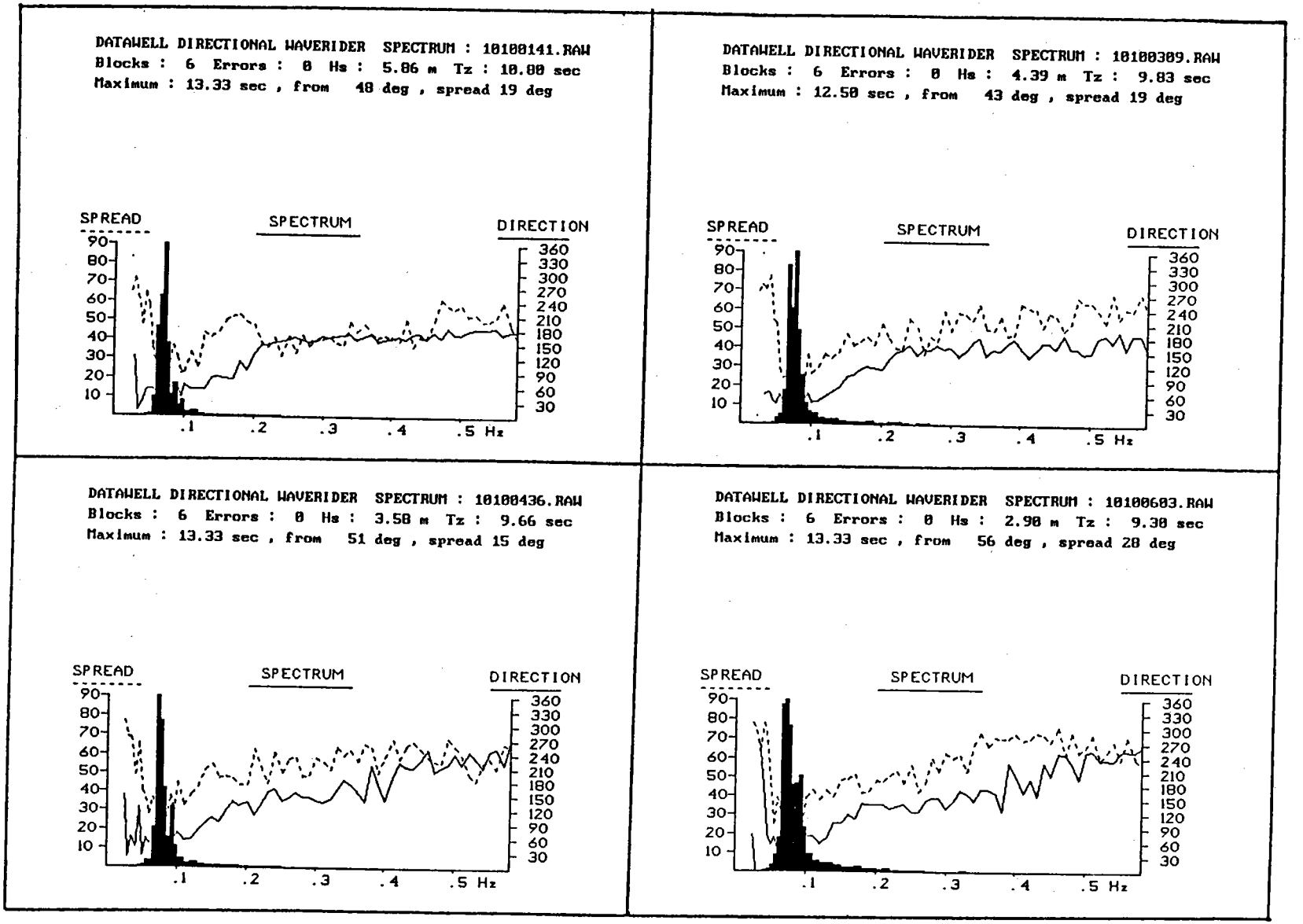


圖 2-39(續) 1994年10月8日～10日中度颱風度斯過境花蓮港觀測站(ST.2)波向波高能譜圖

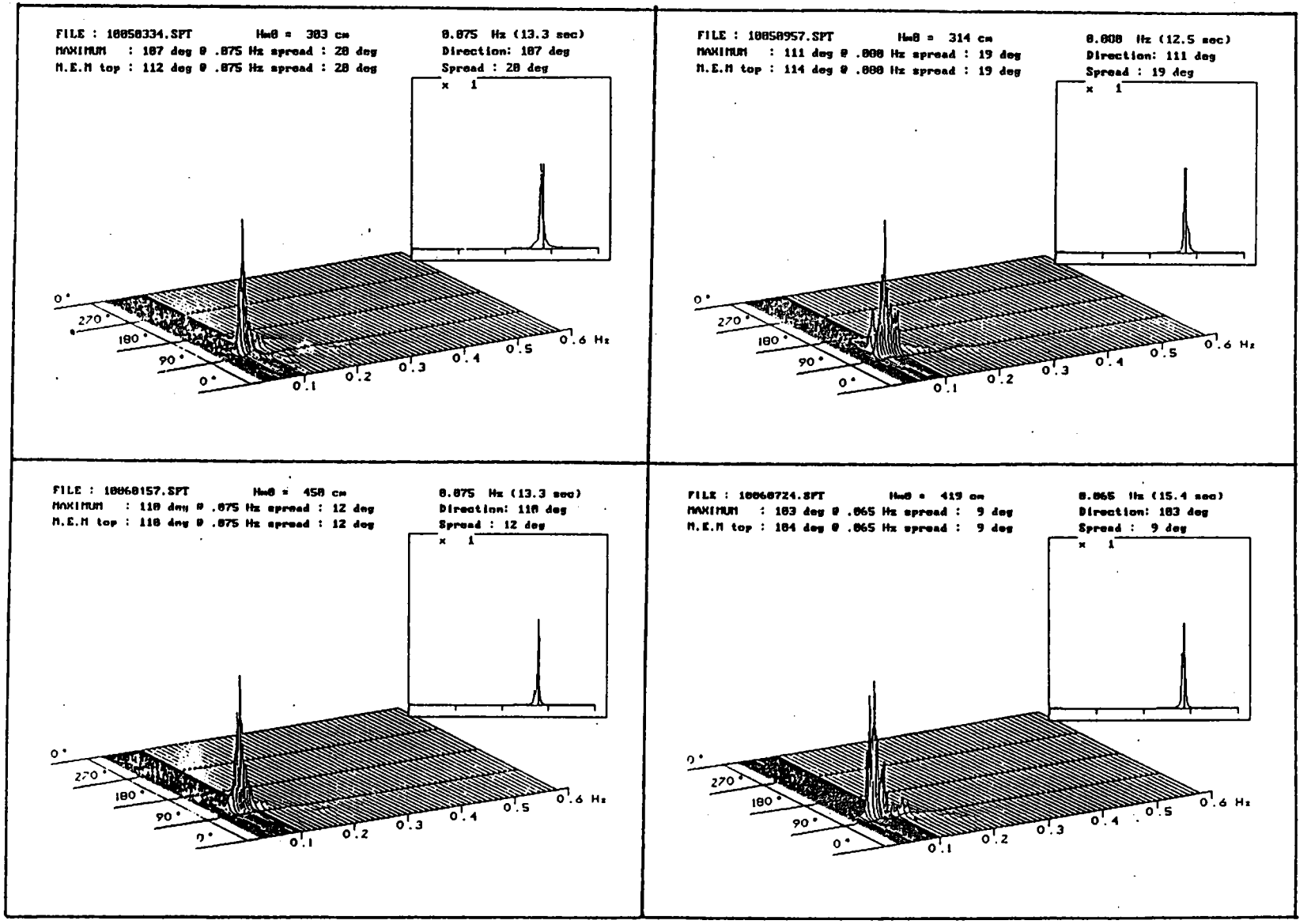


圖 2-40 1993年10月5日～7日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

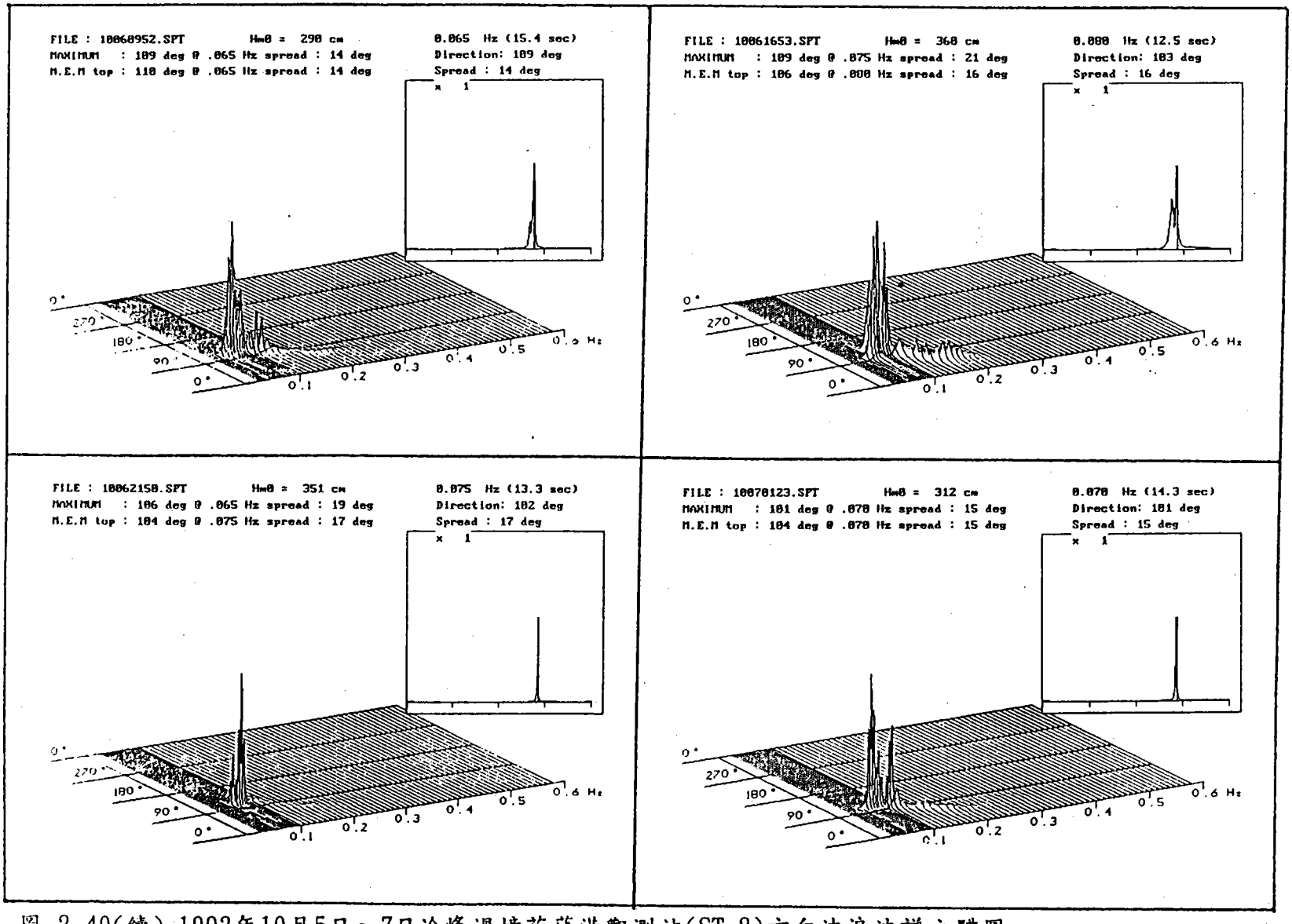


圖 2-40(續) 1993年10月5日～7日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

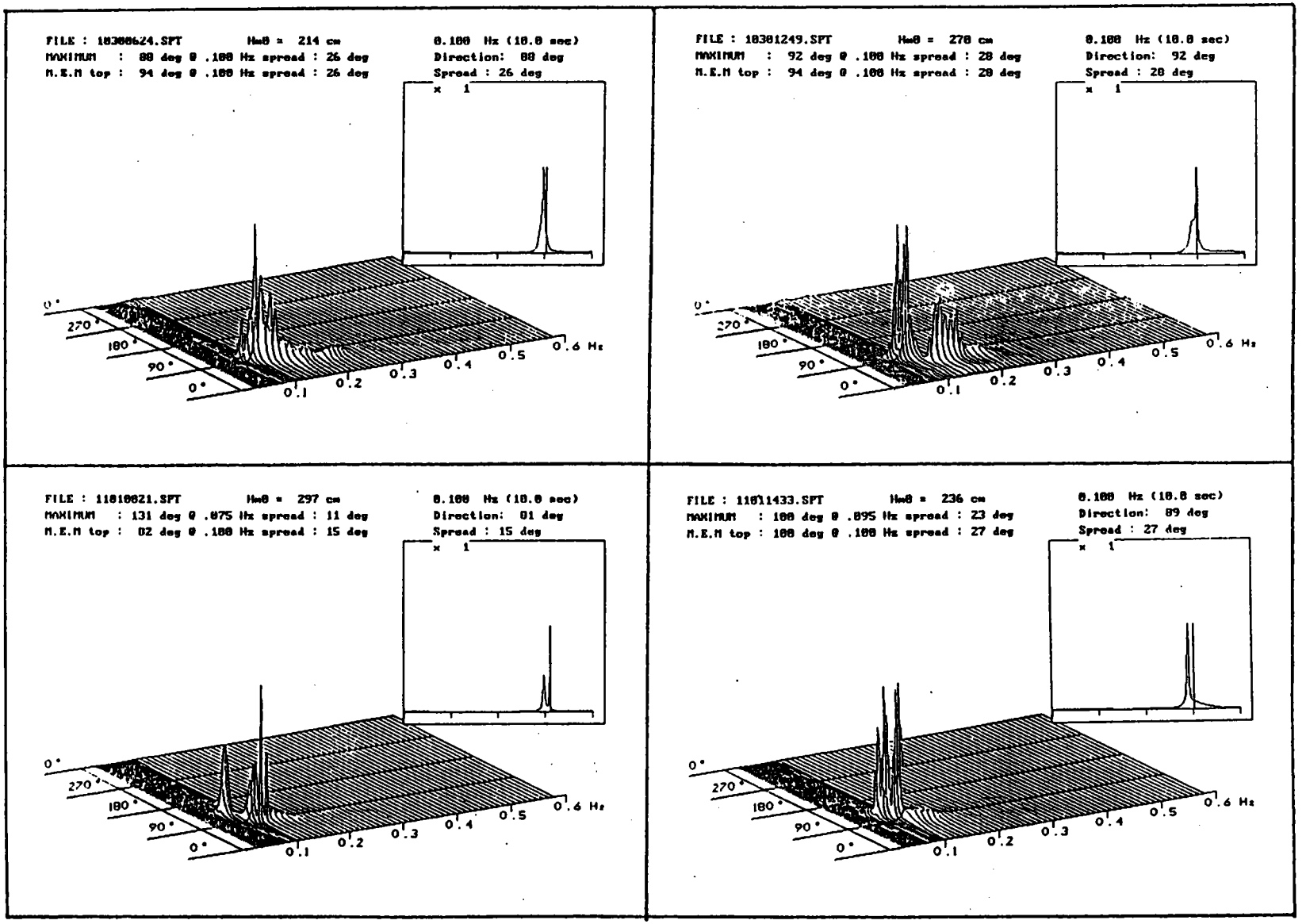


圖 2-41 1993年10月30日～11月3日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

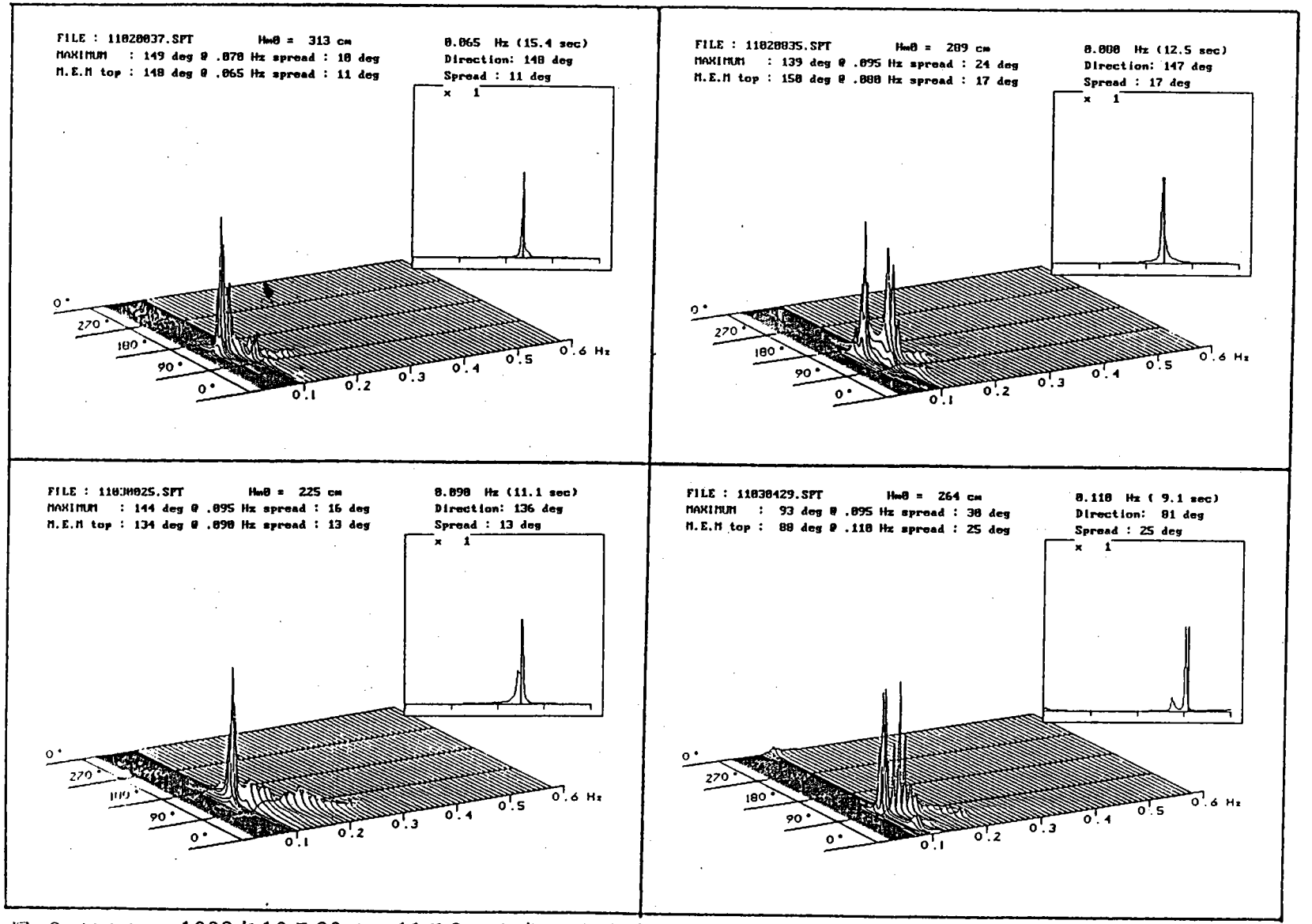


圖 2-41(續) 1993年10月30日～11月3日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

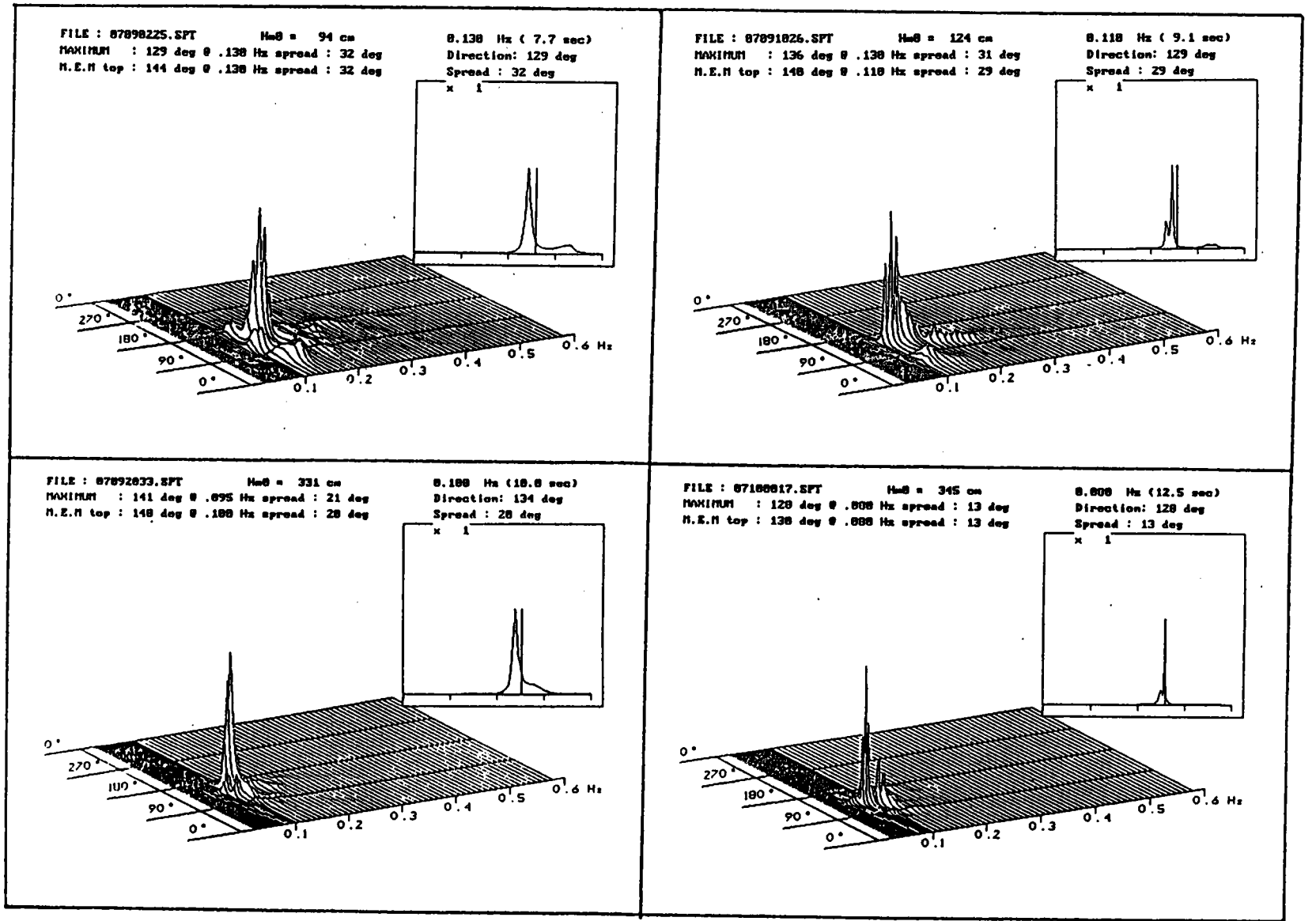


圖 2-42 1994年7月9日～10日強烈颱風提姆過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

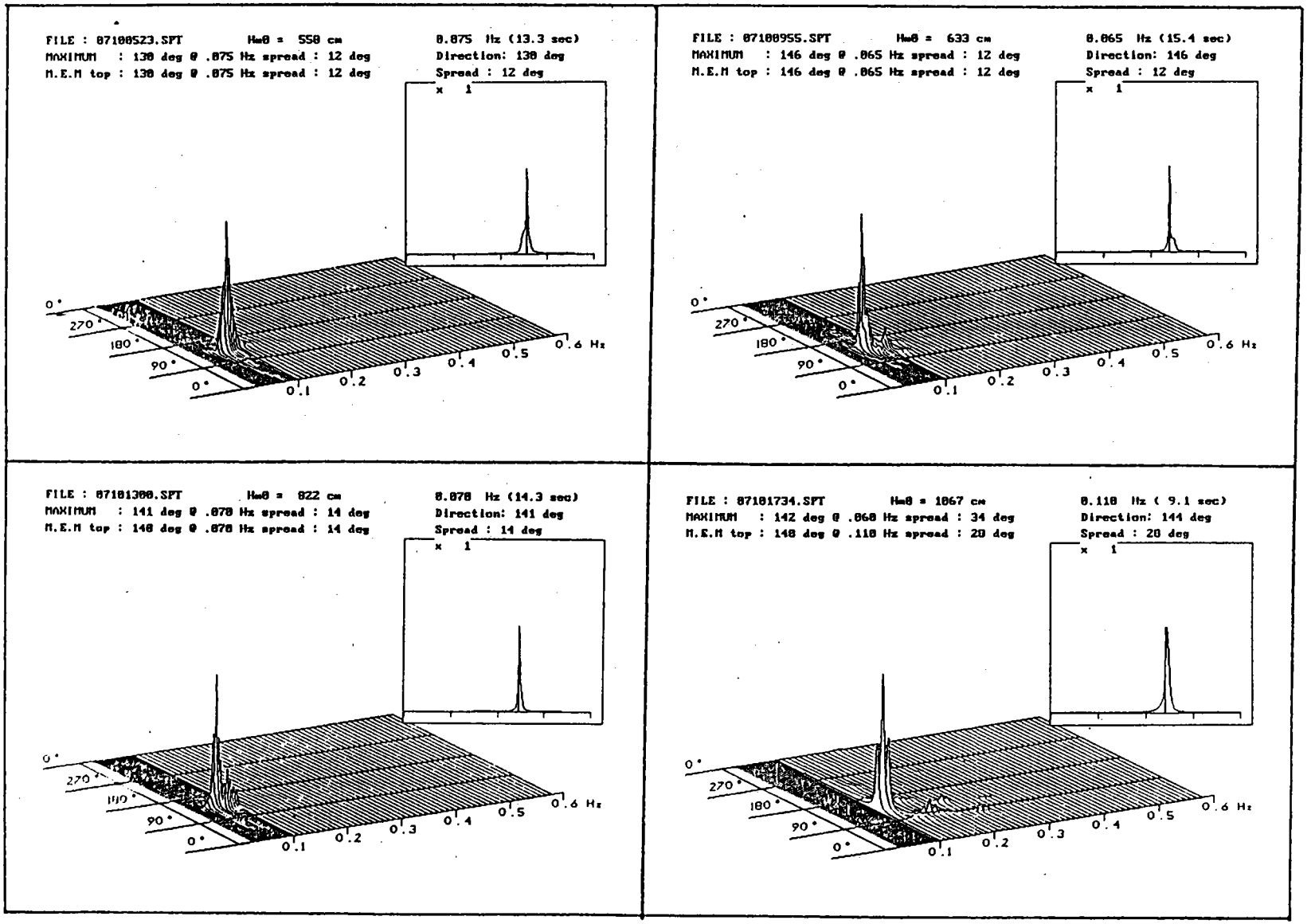


圖 2-42(續) 1994年7月9日～10日強烈颱風提姆過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

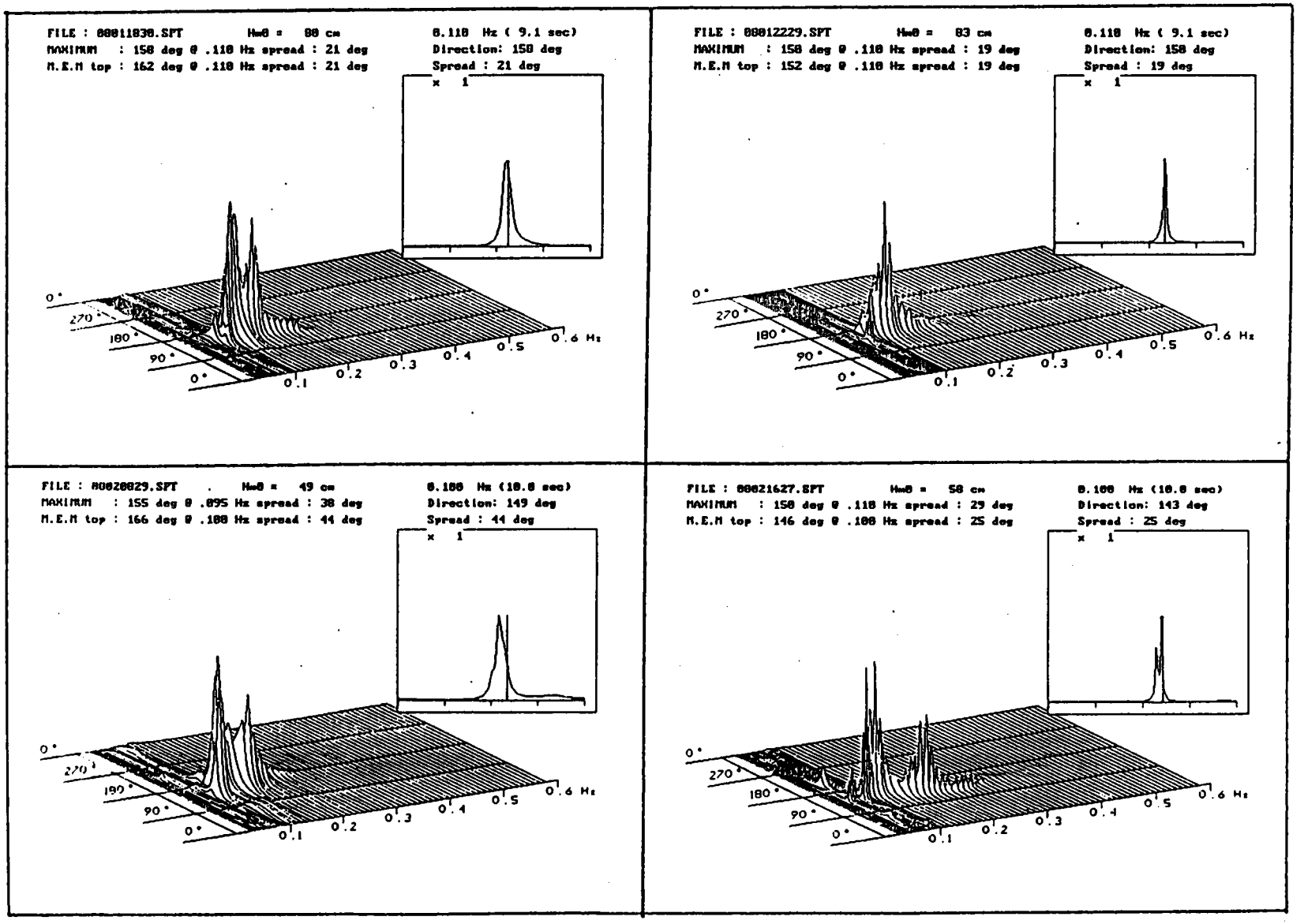


圖 2-43 1994年8月1日～3日輕度颱風凱特琳過境花蓮港觀測站(ST.5)方向波浪波譜立體圖

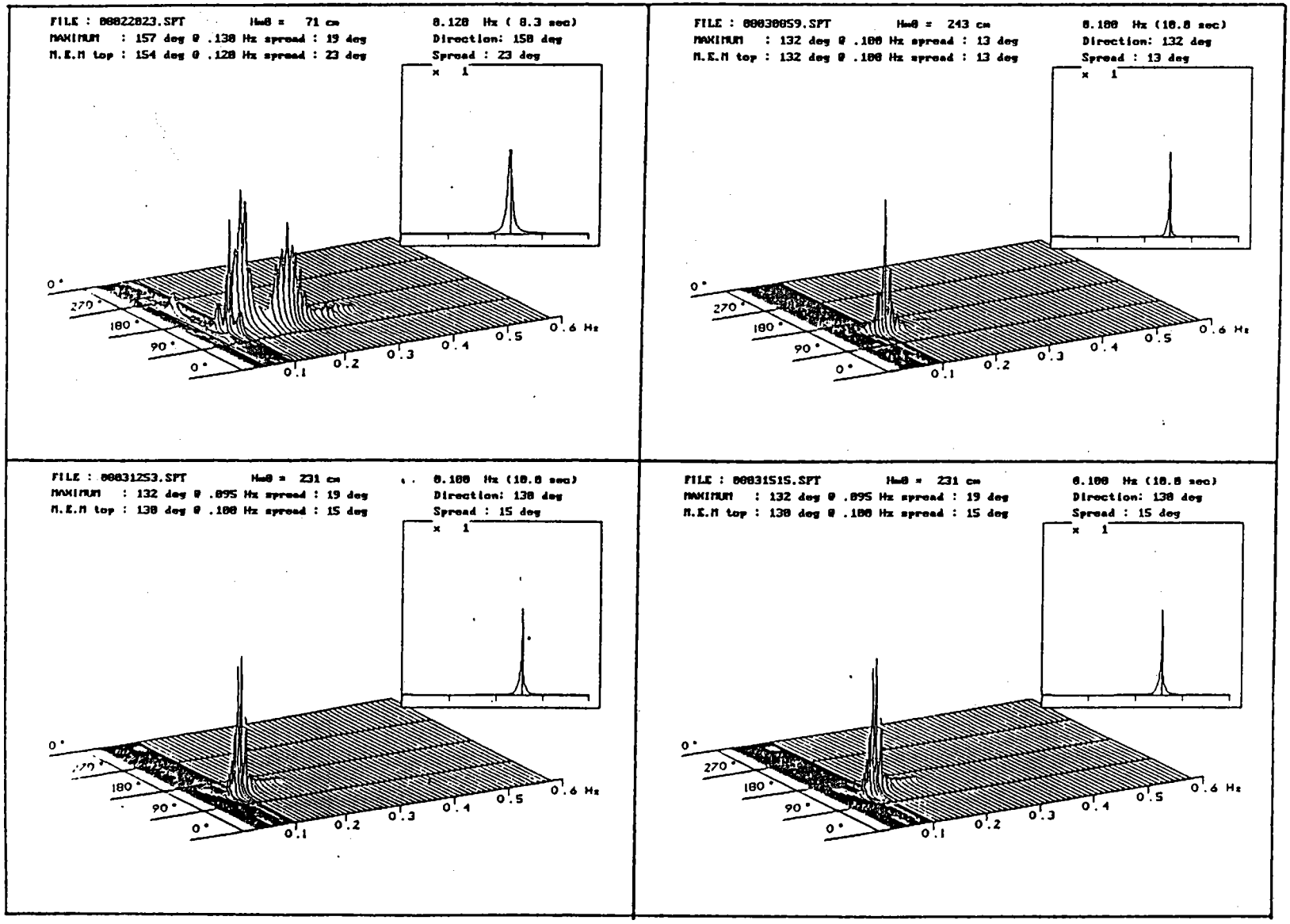


圖 2-43(續) 1994年8月1日～3日輕度颱風凱特琳過境花蓮港觀測站(ST.5)方向波浪波譜立體圖

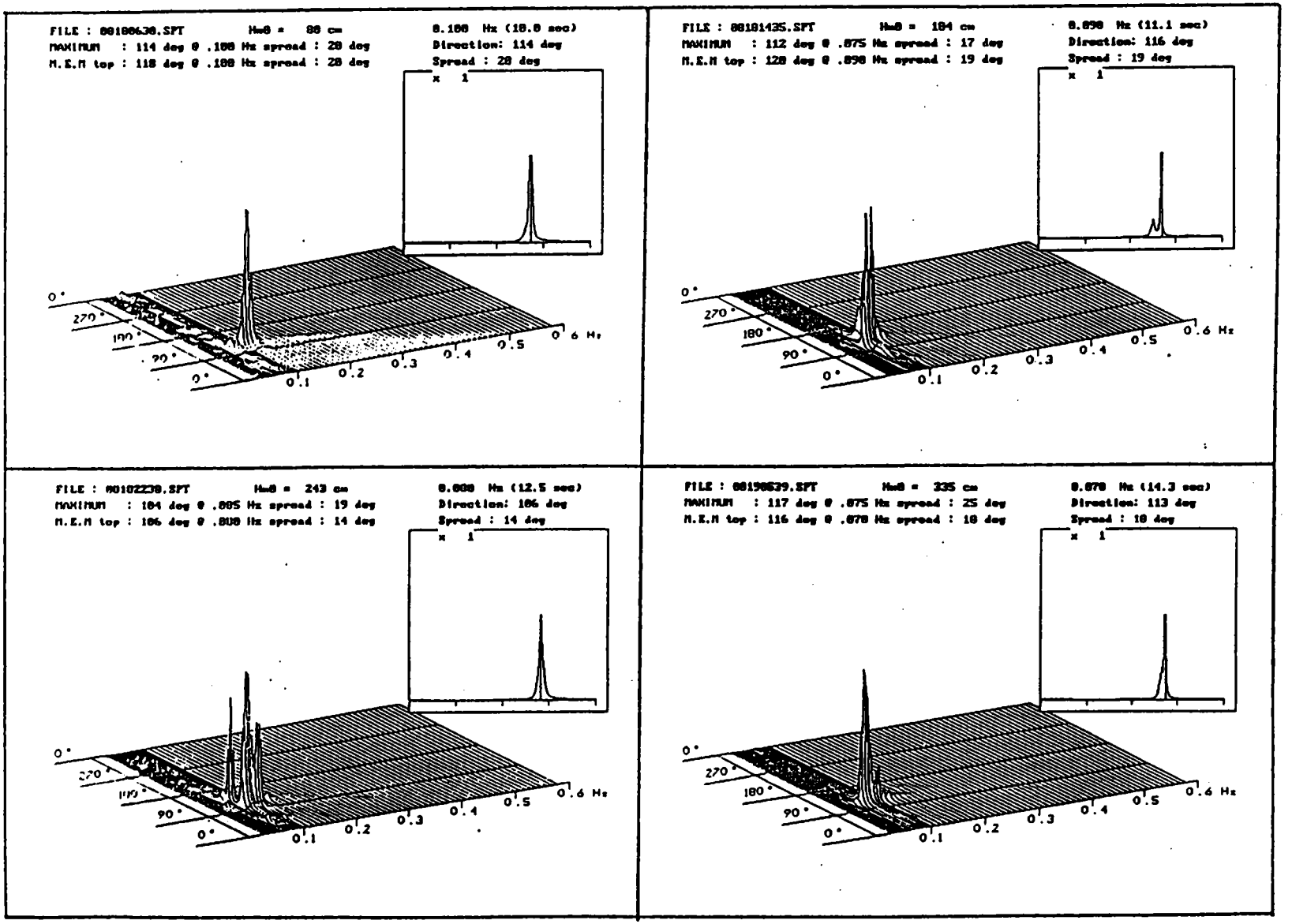


圖 2-44 1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

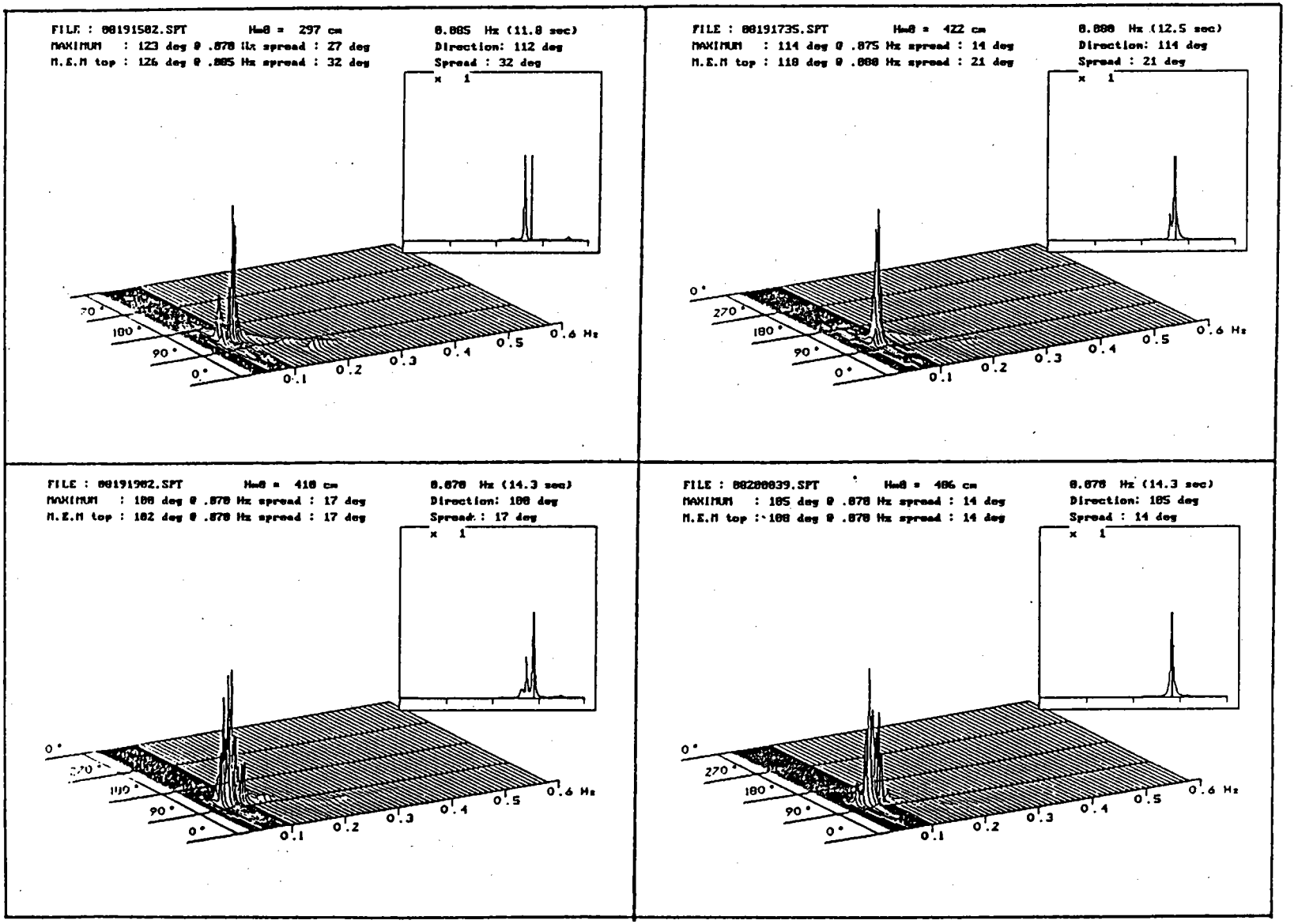


圖 2-44(續) 1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

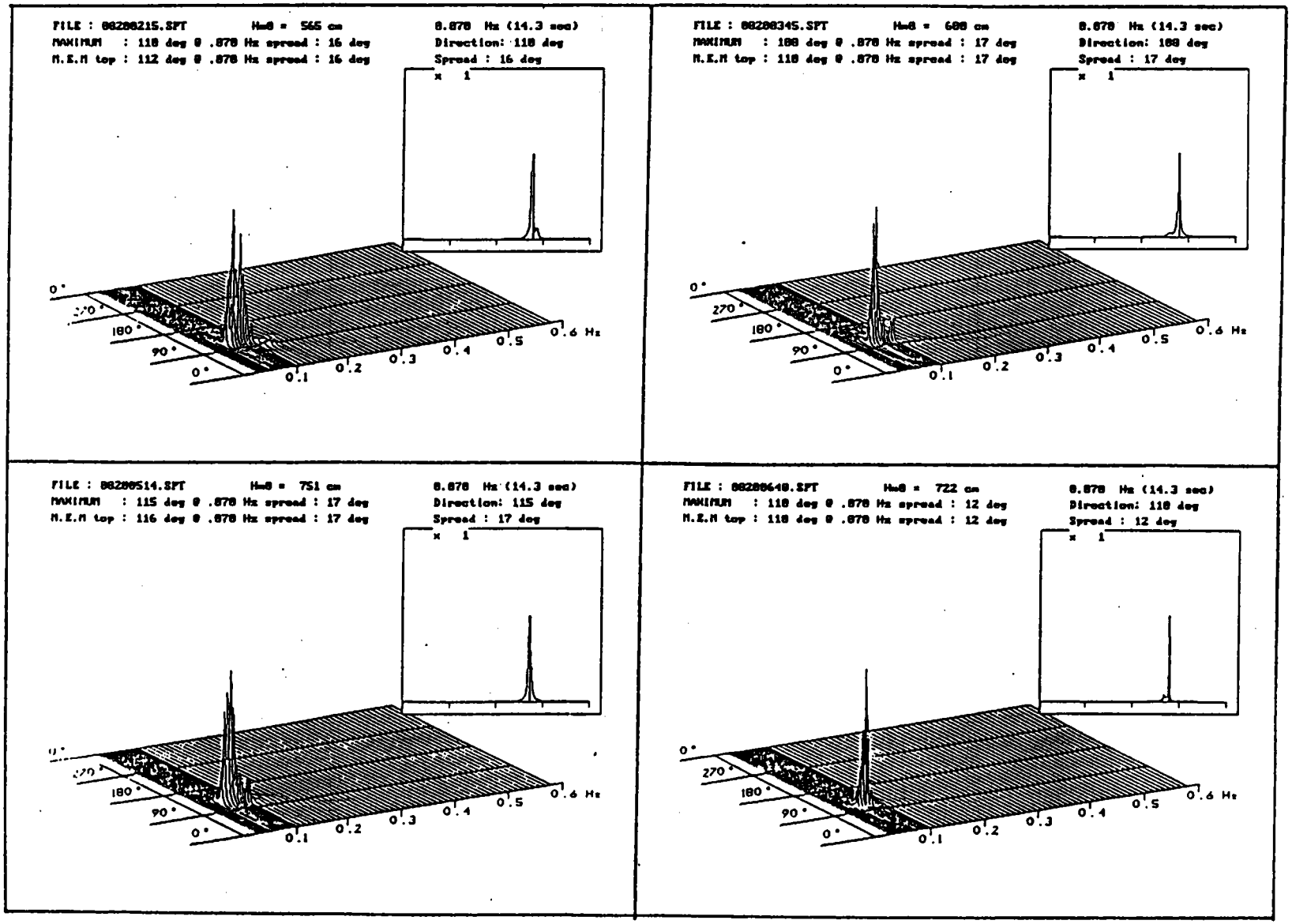


圖 2-44(續) 1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

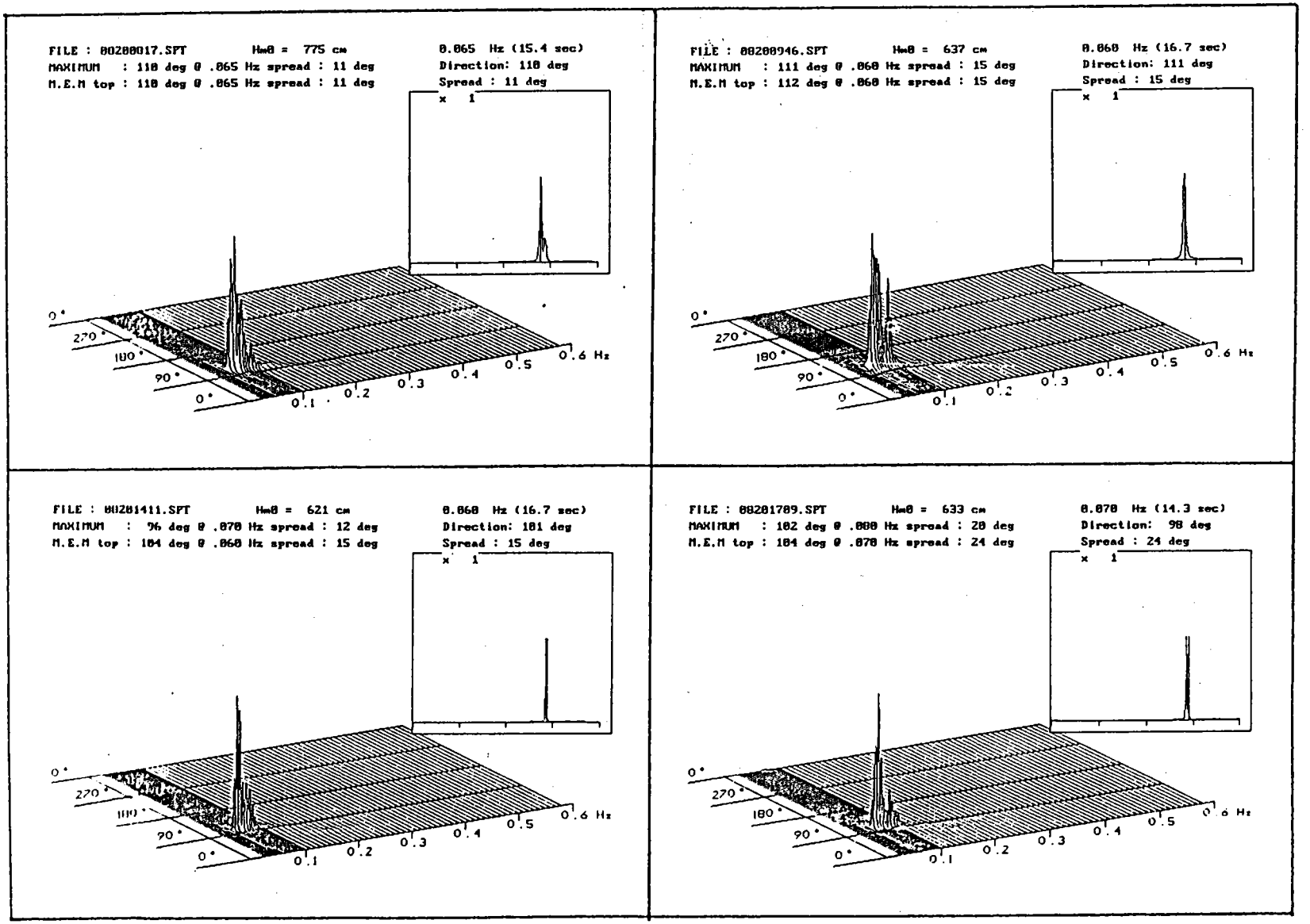


圖 2-44(續) 1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

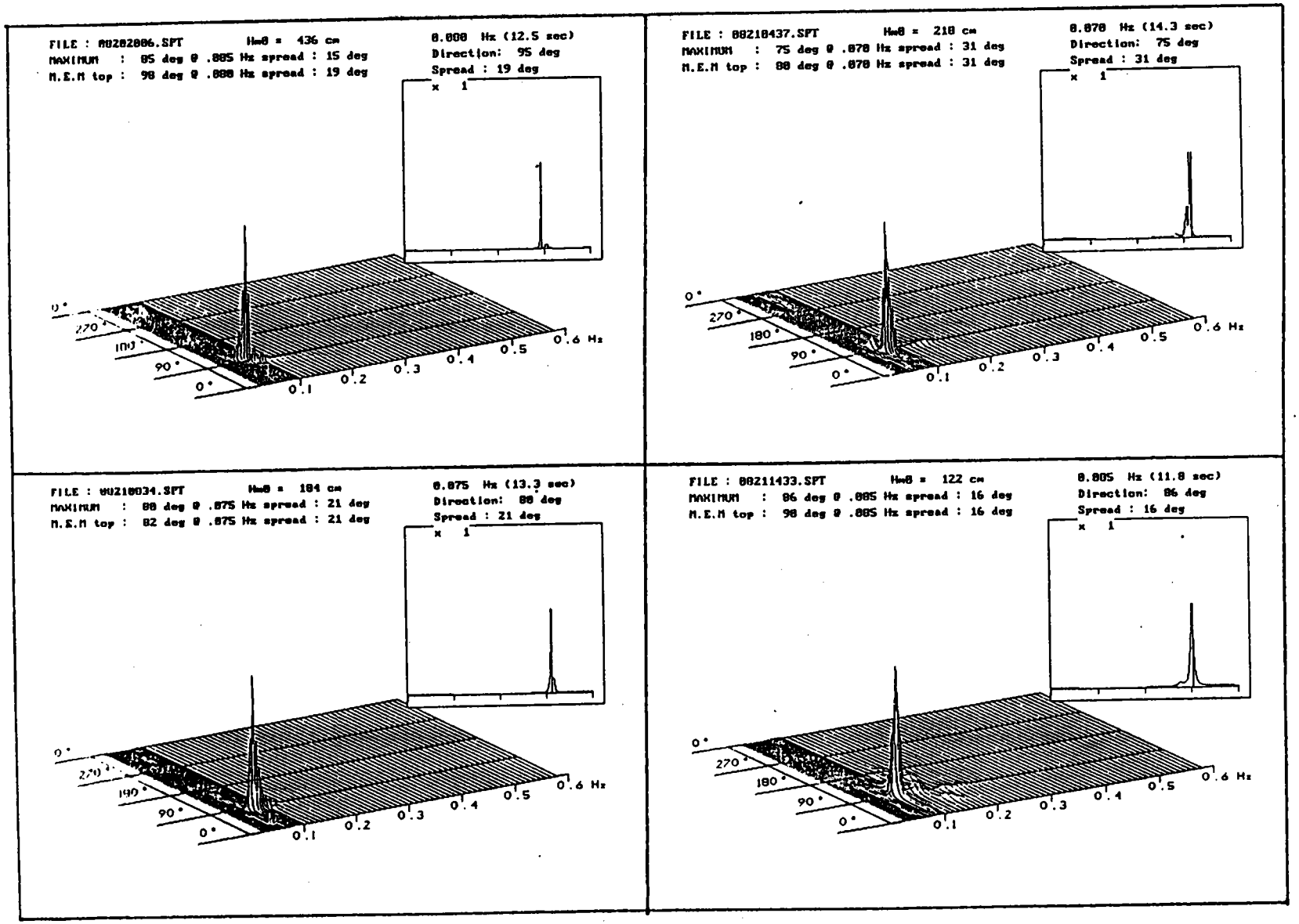


圖 2-44(續) 1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

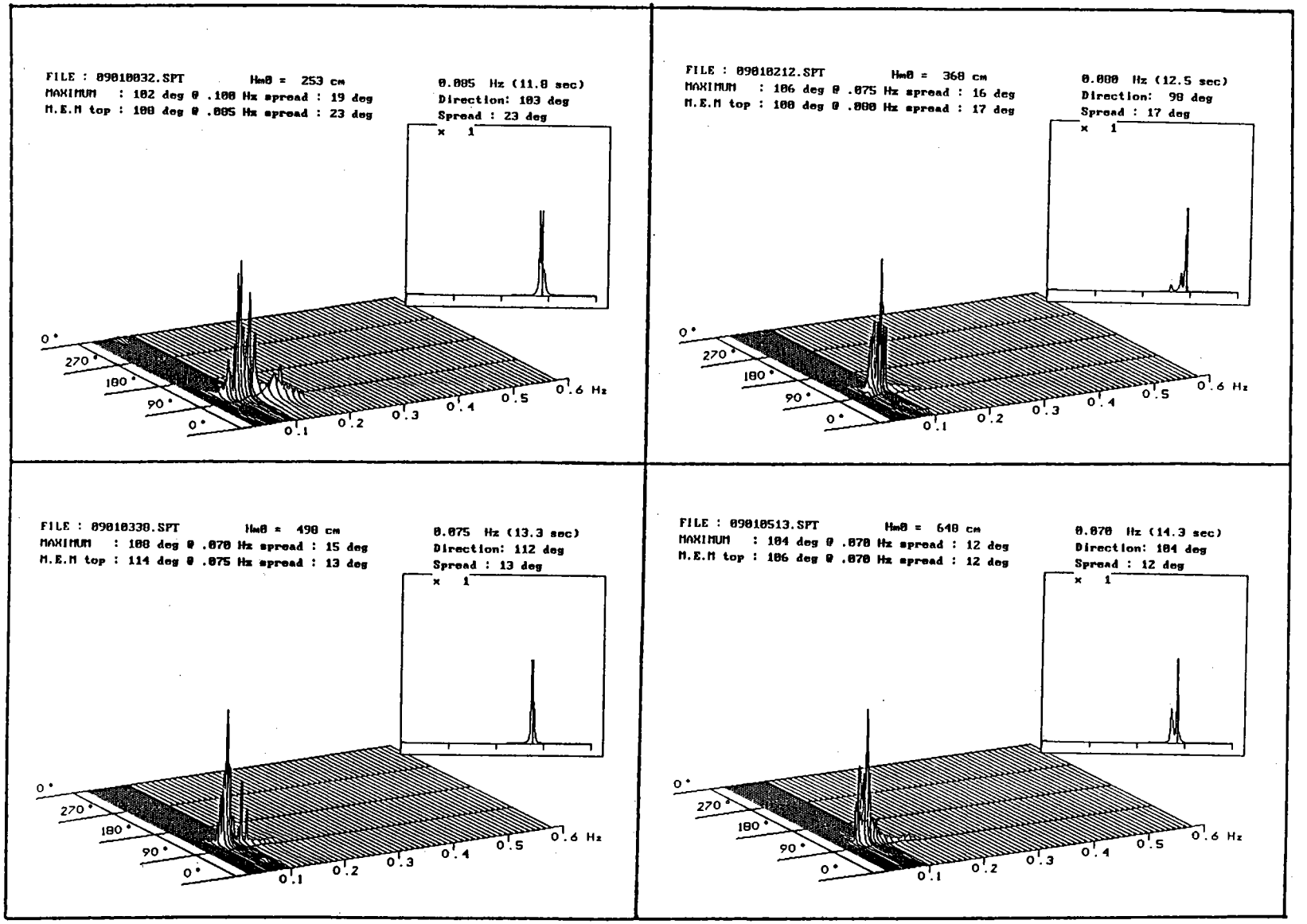


圖 2-45 1994年9月1日中度颱風葛拉絲過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

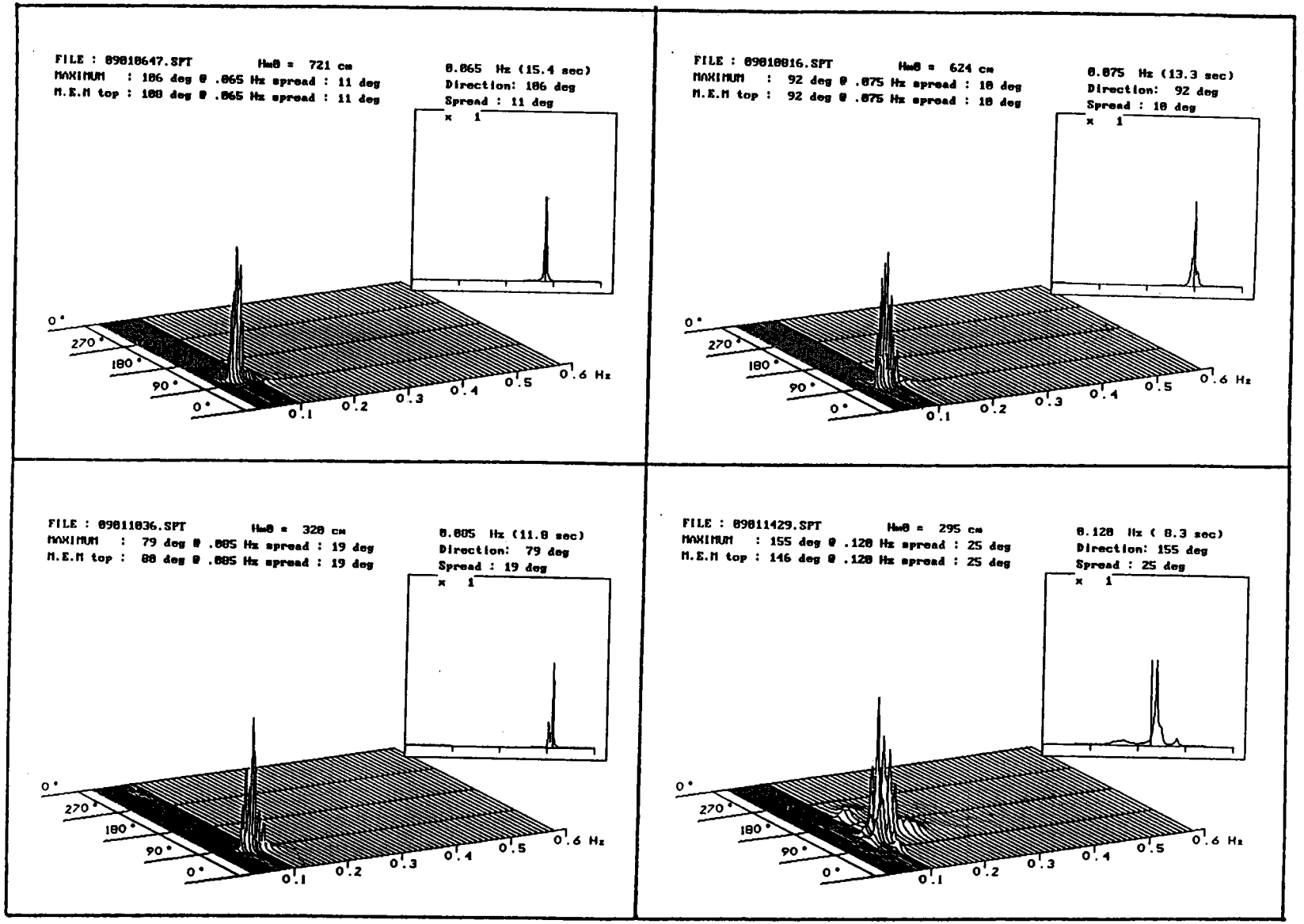


圖 2-45(續) 1994年9月1日中度颱風葛拉絲過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

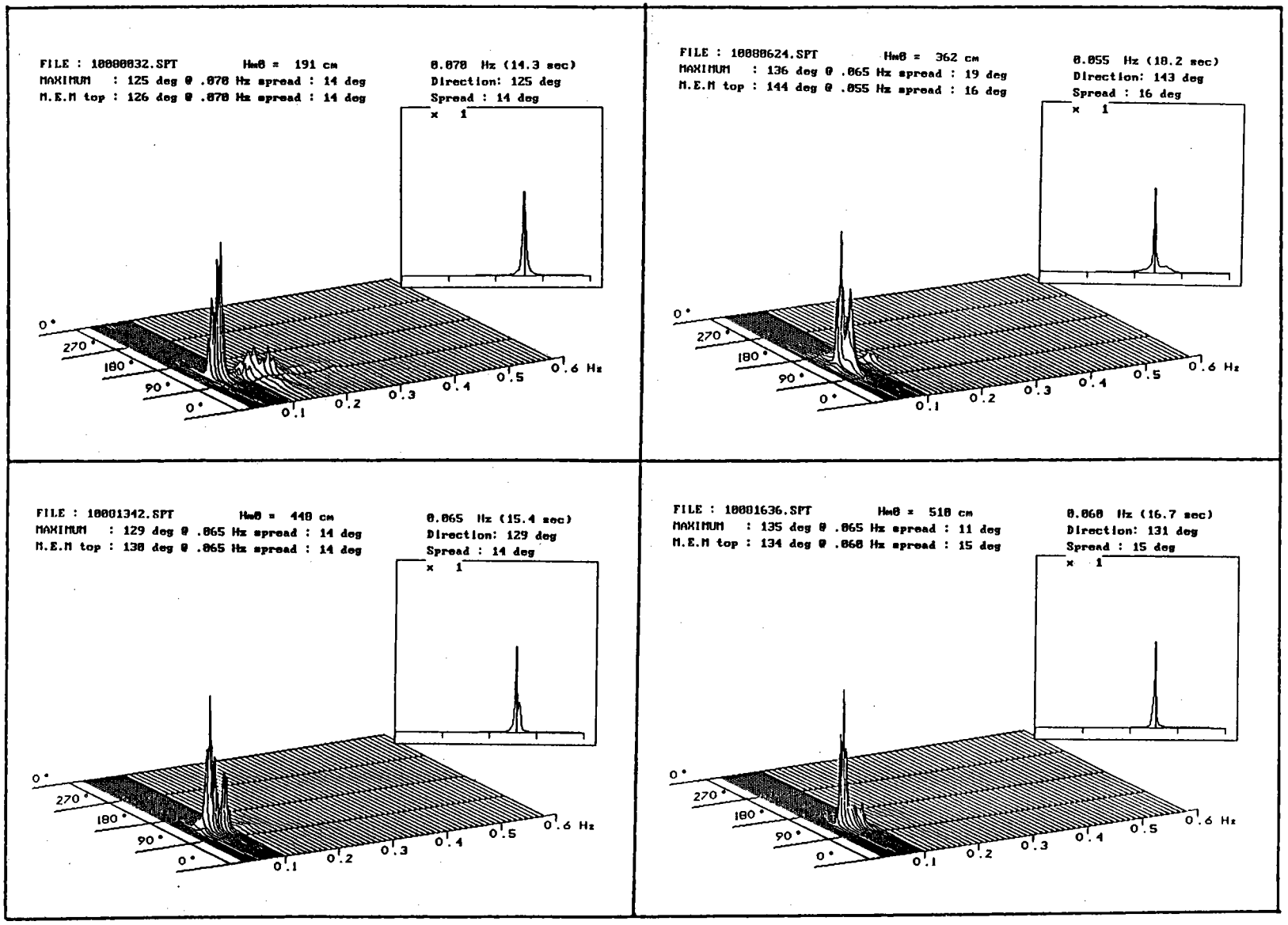


圖 2-46 1994年10月8日～10日中度颱風度斯過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

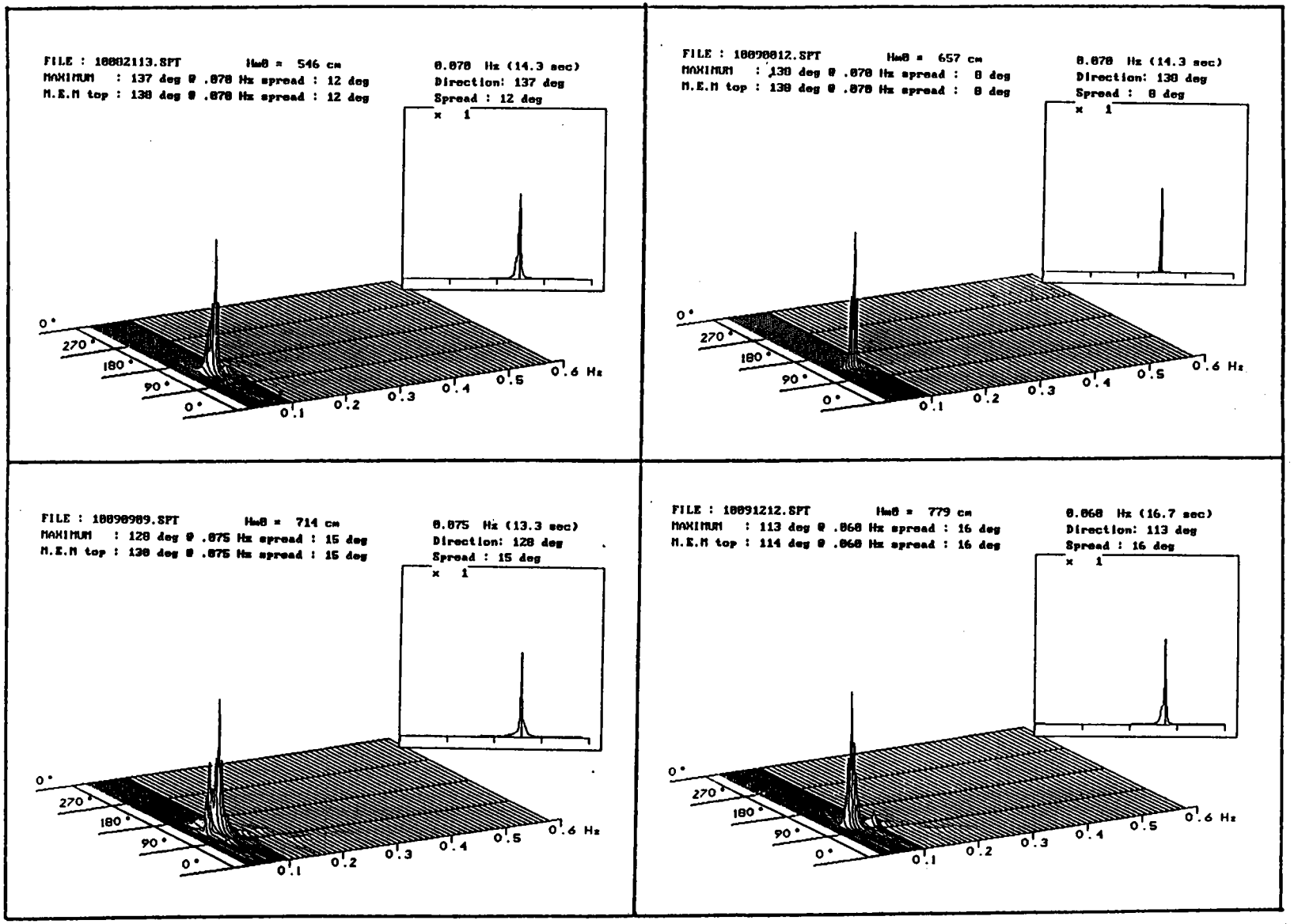


圖 2-46(續) 1994年10月8日～10日中度颱風度斯過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

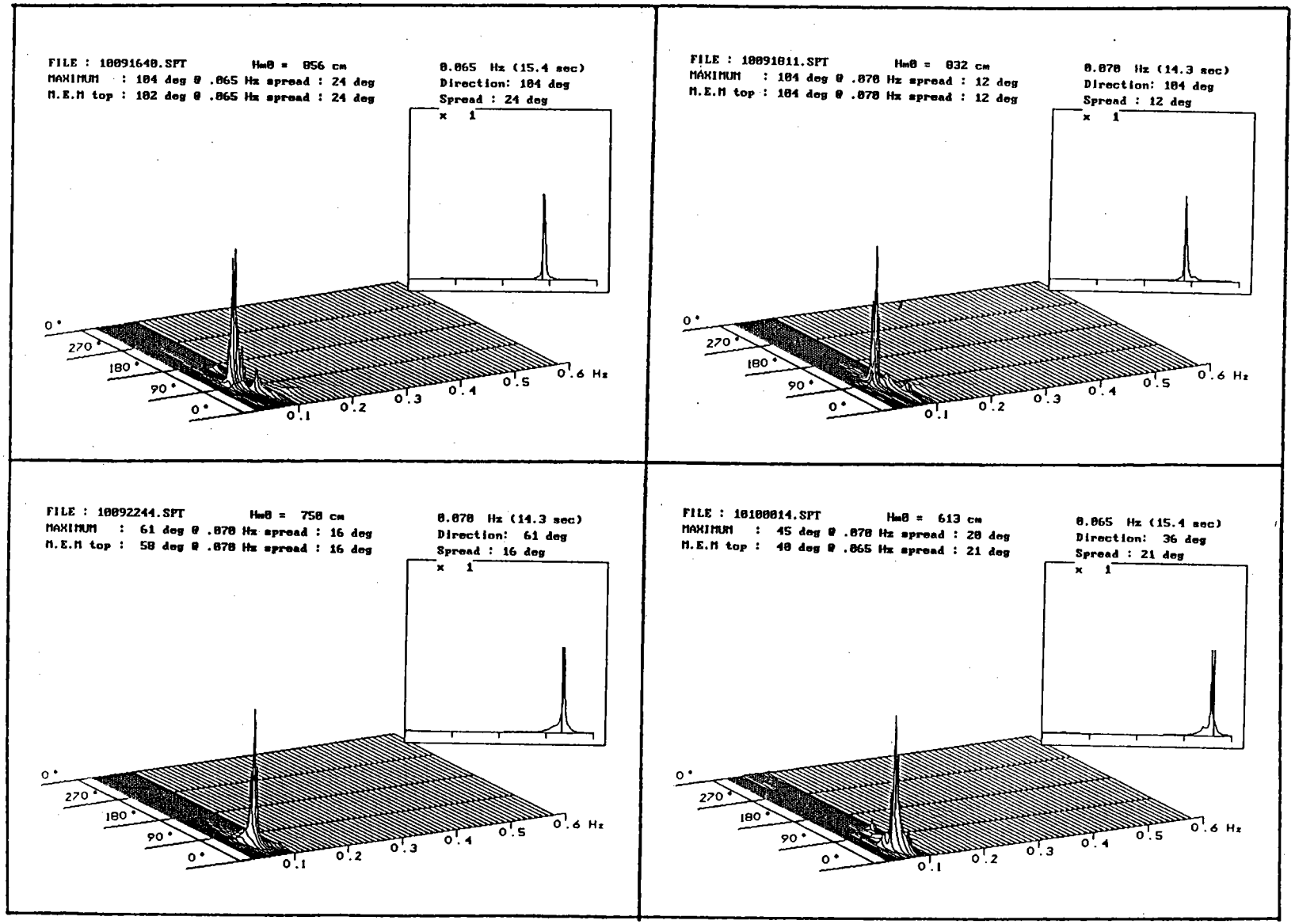


圖 2-46(續) 1994年10月8日～10日中度颱風度斯過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

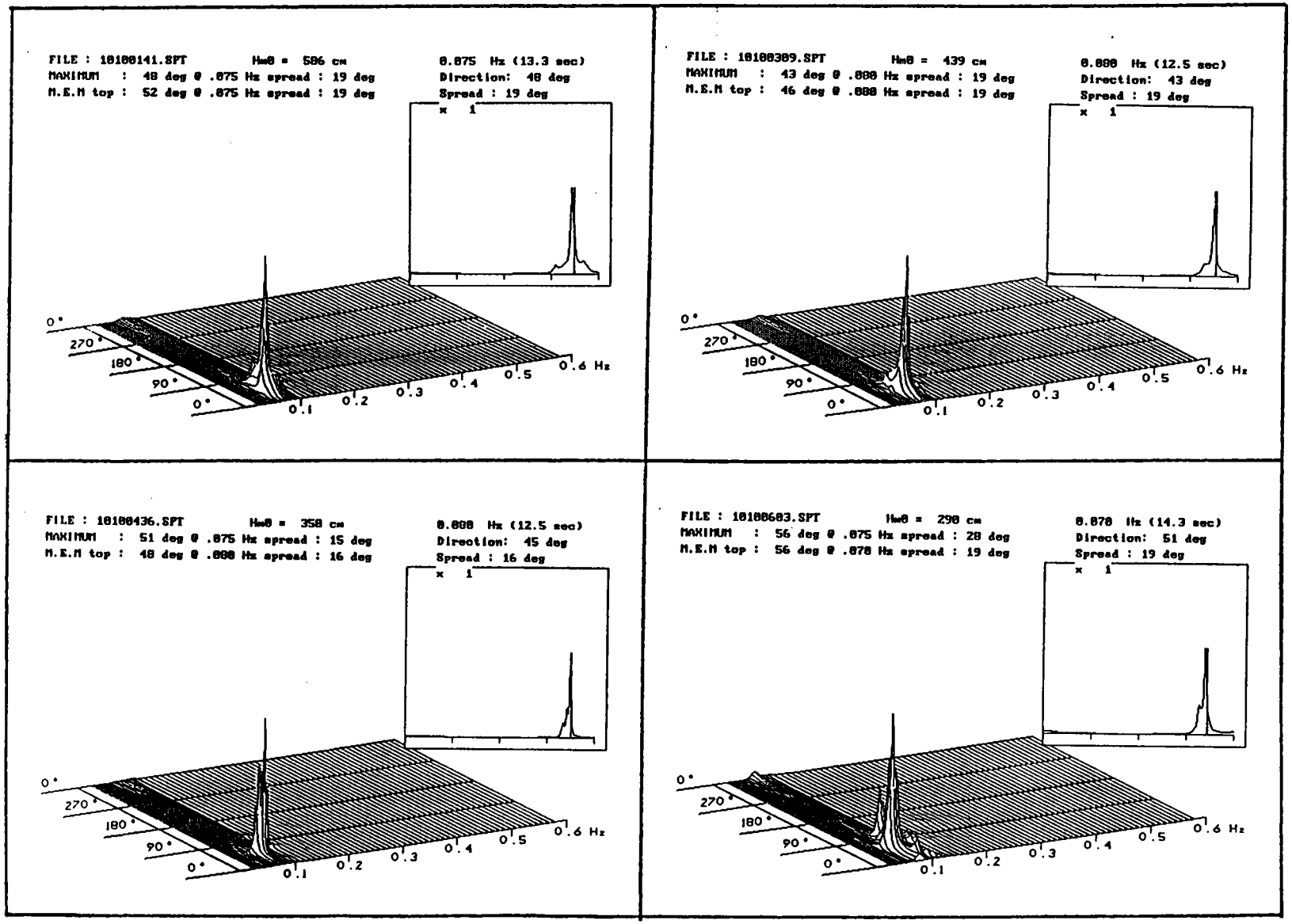


圖 2-46(續) 1994年10月8日～10日中度颱風度斯過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

顏色	時 間	主頻率(Hz)	能譜密度(cn²/Hz)	備 註
紫	0710/0820	0.0850	0.3436534 E6	
綠	0710/1300	0.0700	0.9190938 E6	
藍	0710/1556	0.0650	0.1608447 E7	
紅	0710/1734	0.0600	0.1069268 E7	

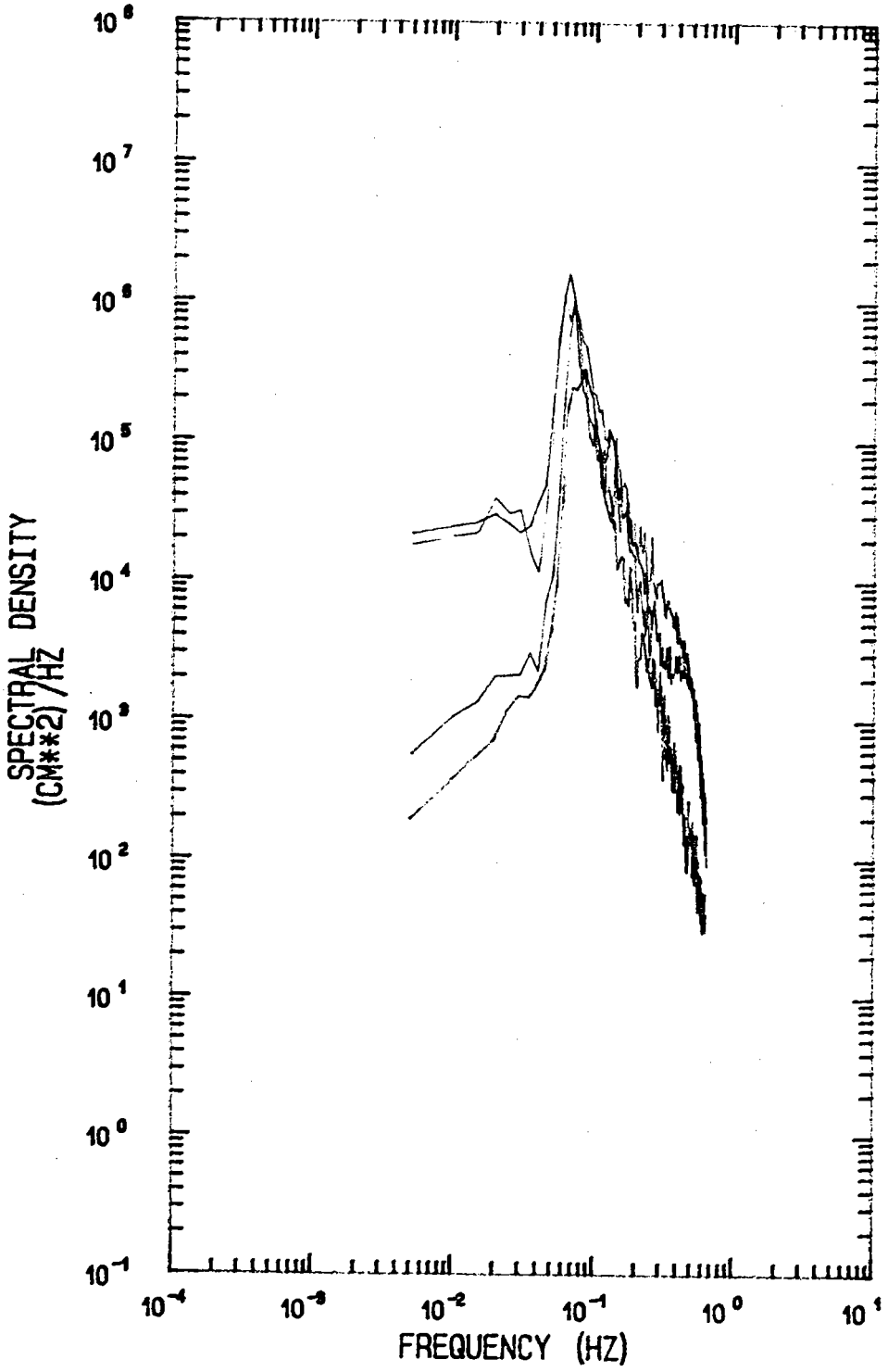


圖 2-47 花蓮港港外ST. 2測站83年7月10日
提姆颱風產生波浪連續變化壓力能譜密度圖

顏色	時 間	主頻率(Hz)	能譜密度(cm²/Hz)	備 註
橘	0819/1214	0.080	0.6281617 E5	
紅	0820/0345	0.070	0.5823247 E5	
藍	0820/0946	0.060	0.5289001 E6	
綠	0820/1844	0.075	0.2475321 E6	
紫	0820/2305	0.080	0.1753238 E6	

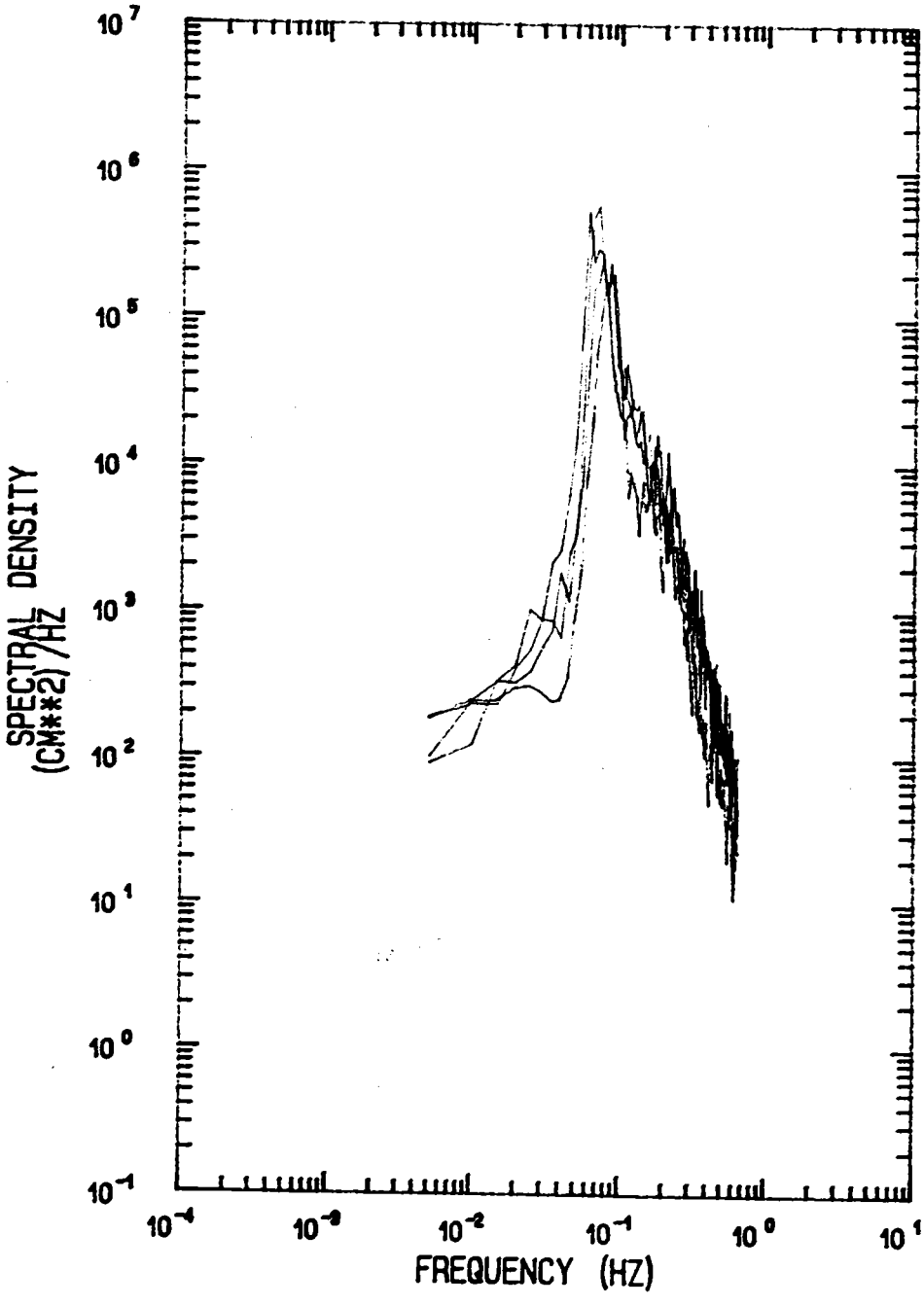


圖 2-48 花蓮港港外ST.2測站83年8月19日～8月20日
弗雷特颱風產生波浪連續變化壓力能譜密度圖

顏色	時 間	主頻率(Hz)	能譜密度(cn²/Hz)	備　　註
橘	0831/1825	0.0750	0.2534592 E5	
褐	0901/0212	0.0900	0.7081967 E5	
紅	0901/0647	0.0650	0.9278039 E6	
藍	0901/0816	0.0750	0.5824154 E6	
綠	0901/1036	0.0850	0.1665965 E6	
紫	0901/1303	0.1000	0.2522343 E5	

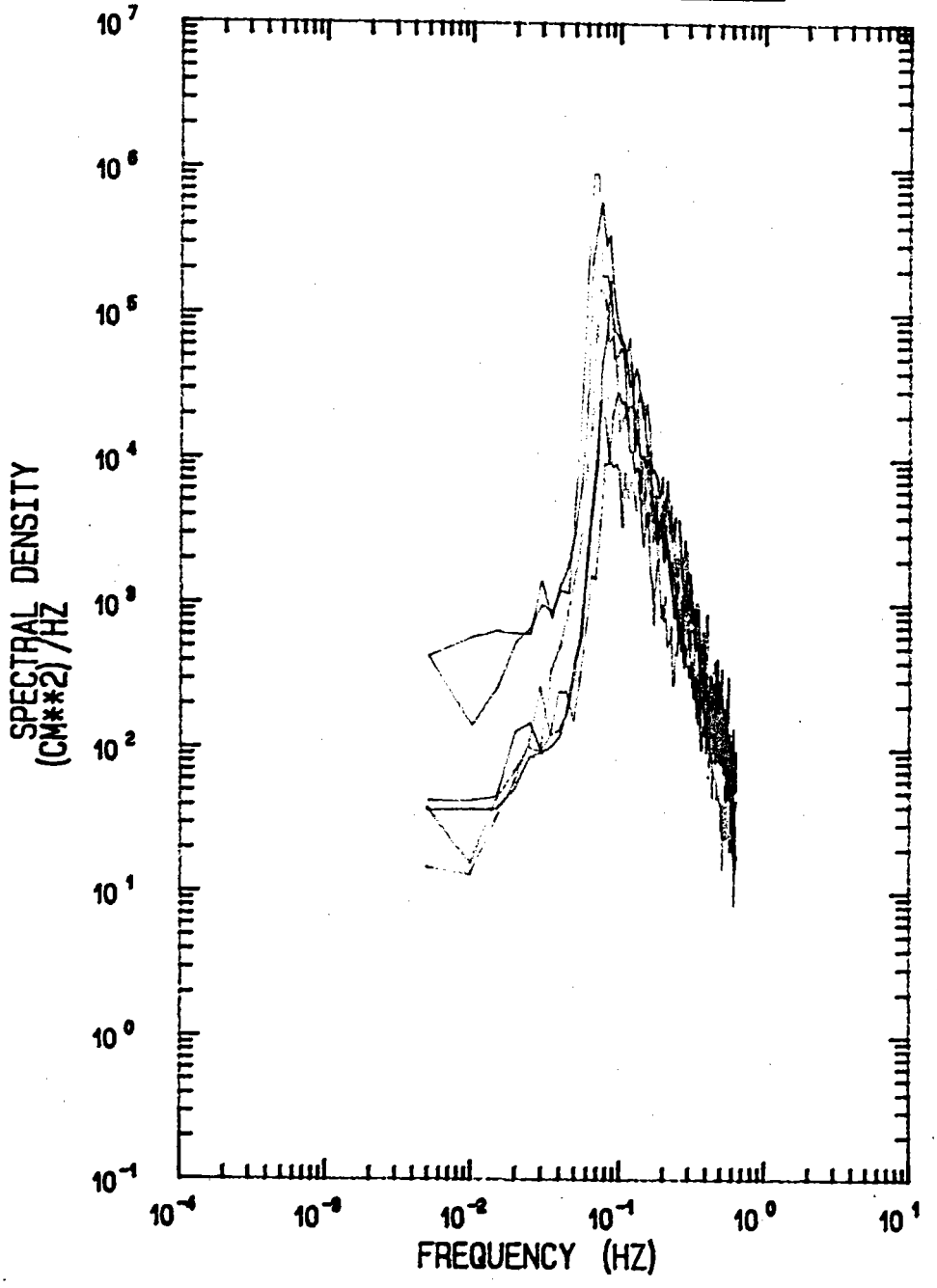


圖 2-49 花蓮港港外ST. 2測站83年8月31日～9月1日
葛拉絲颱風產生波浪連續變化壓力能譜密度圖

顏色	時 間	主頻率(Hz)	能譜密度(cm²/Hz)	備 註
橘	1008/0624	0.0600	0.1043451 E6	
褐	1008/1810	0.0700	0.2665212 E6	
紅	1009/1212	0.0600	0.6286971 E6	
藍	1009/1811	0.0700	0.1272912 E7	
綠	1010/0014	0.0700	0.5285079 E6	
紫	1010/0603	0.0750	0.8129608 E5	
黑	1010/1234	0.0950	0.3257654 E5	

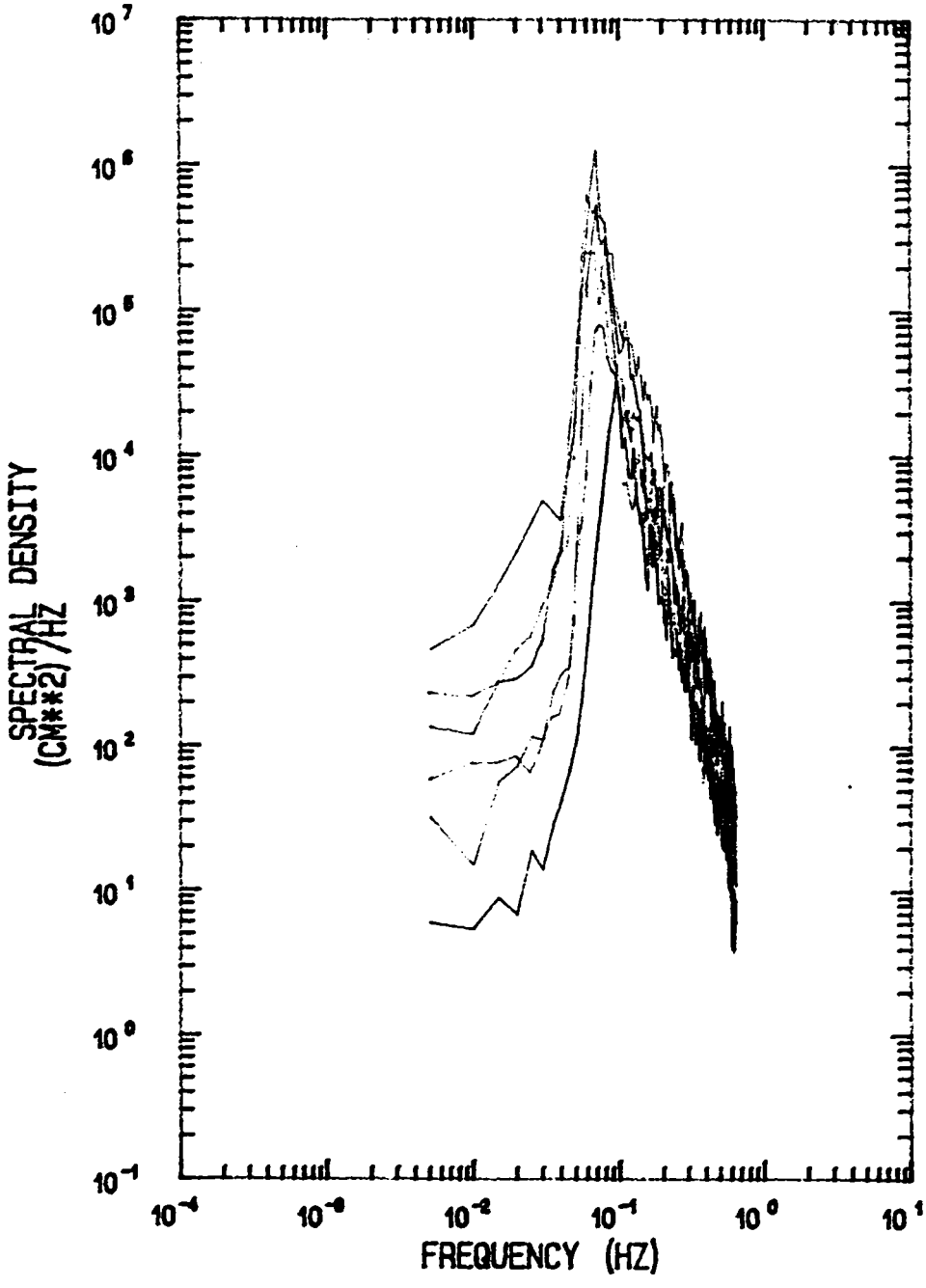


圖 2-50 花蓮港港外ST.2測站83年10月8日～10月10日
席斯颱風產生波浪連續變化壓力能譜密度圖

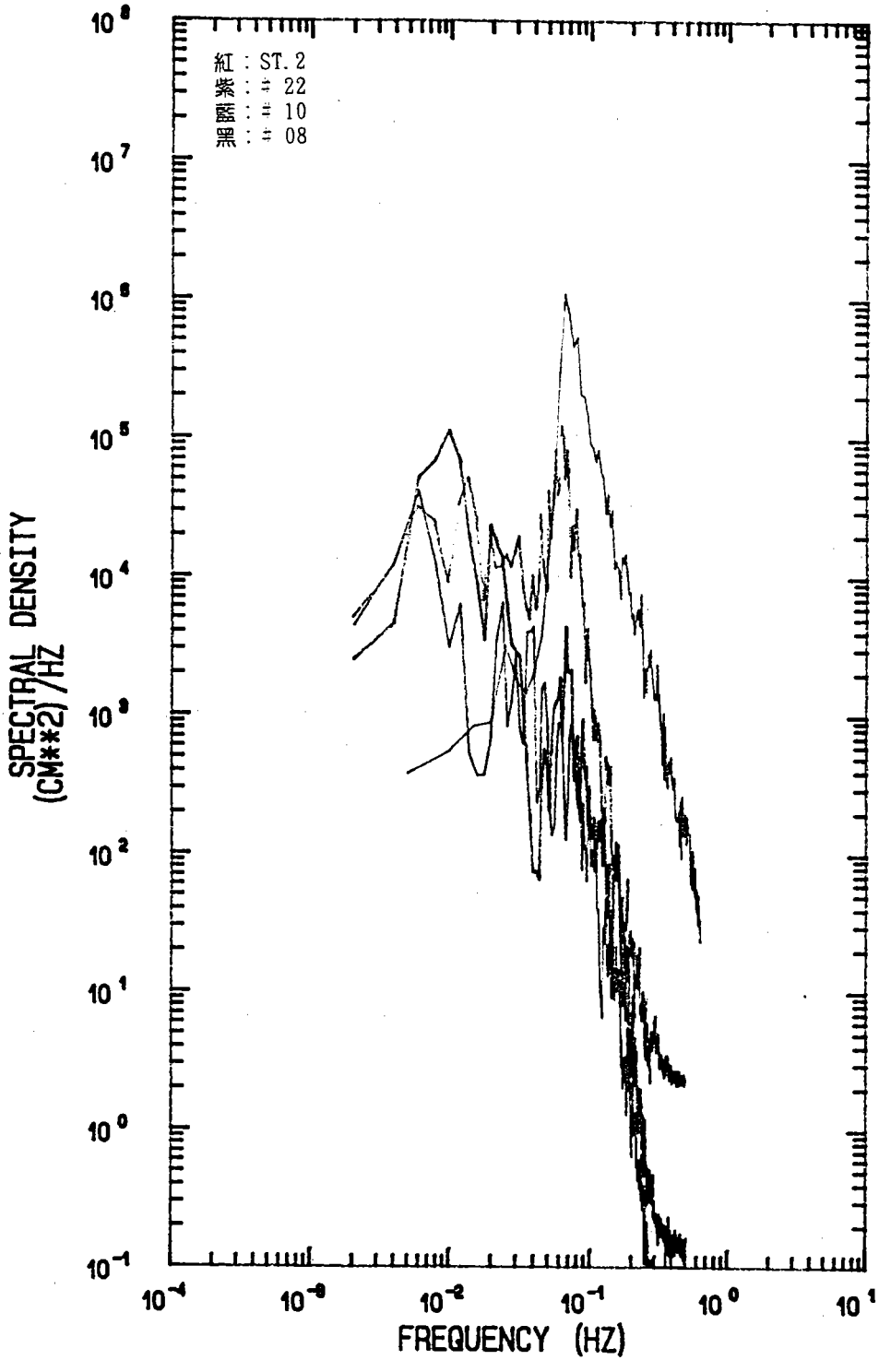


圖 2-51　83年7月10日12時提姆颱風侵襲花蓮港
ST.2及#8、#10、#12號碼頭波浪能比較圖

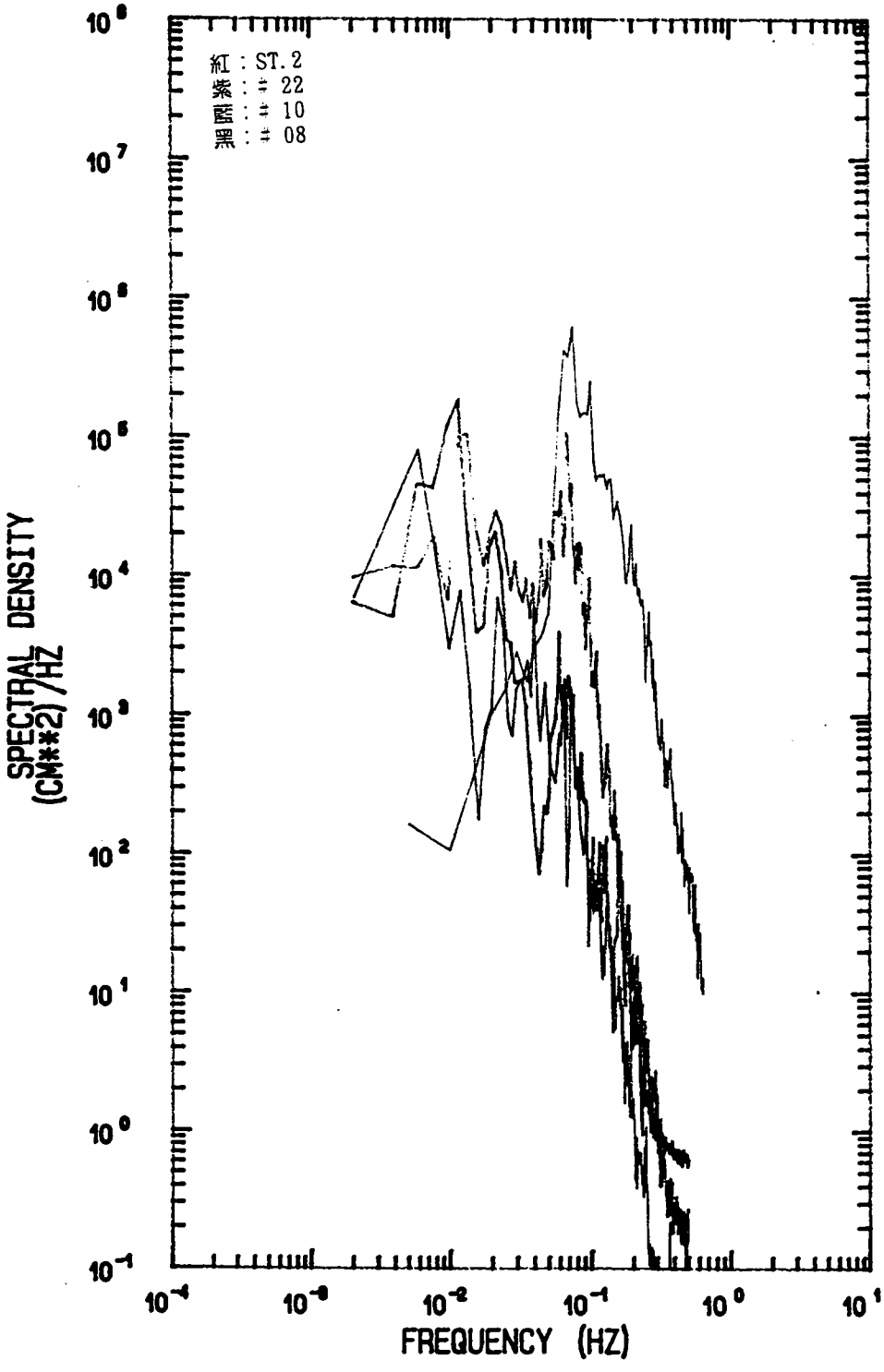


圖 2-52　83年7月10日15時提姆颱風侵襲花蓮港
ST.2及#8、#10、#12號碼頭波浪能比較圖

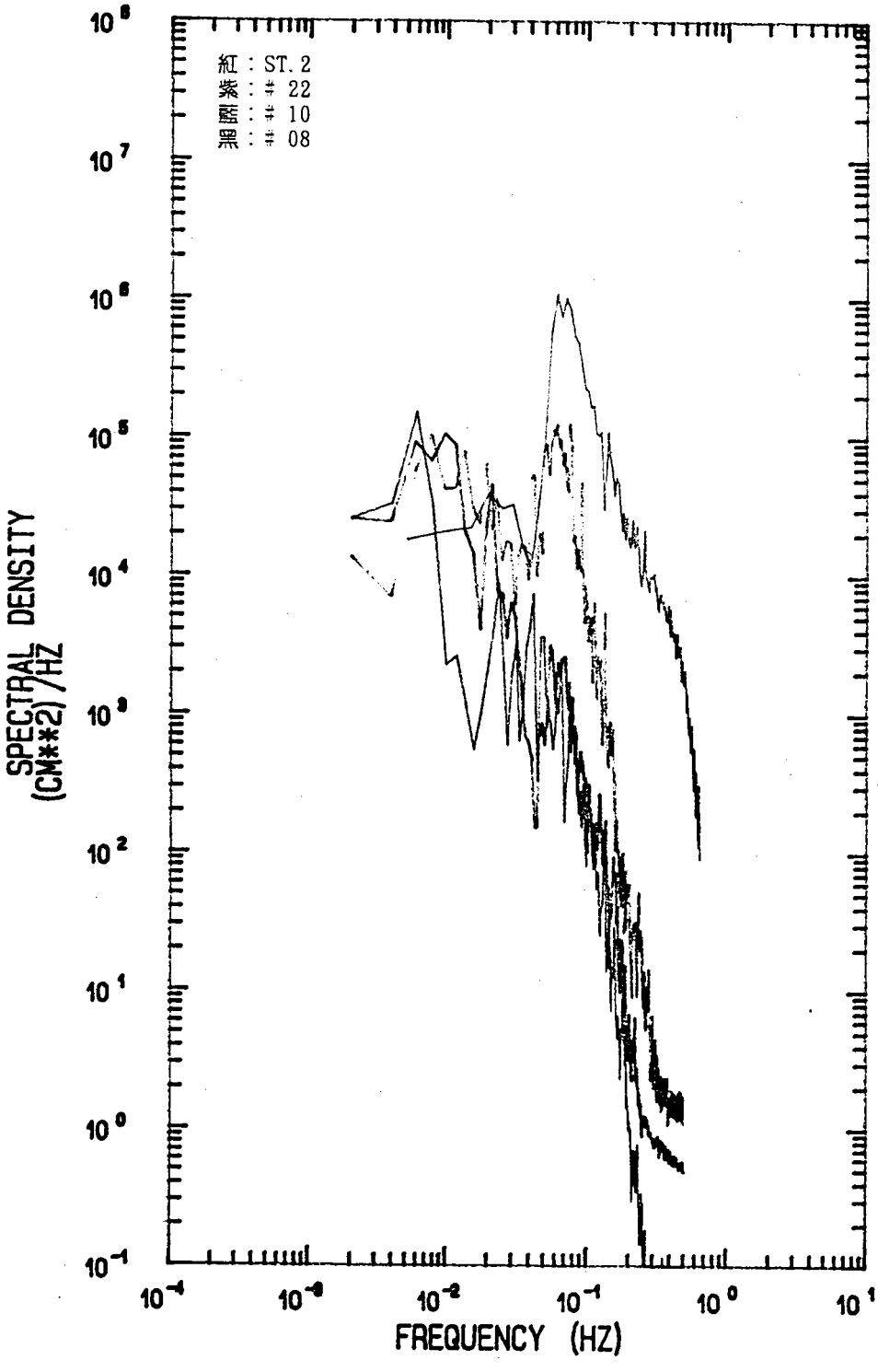


圖 2-53　83年7月10日18時提姆颱風侵襲花蓮港
ST.2及#8、#10、#12號碼頭波浪能比較圖

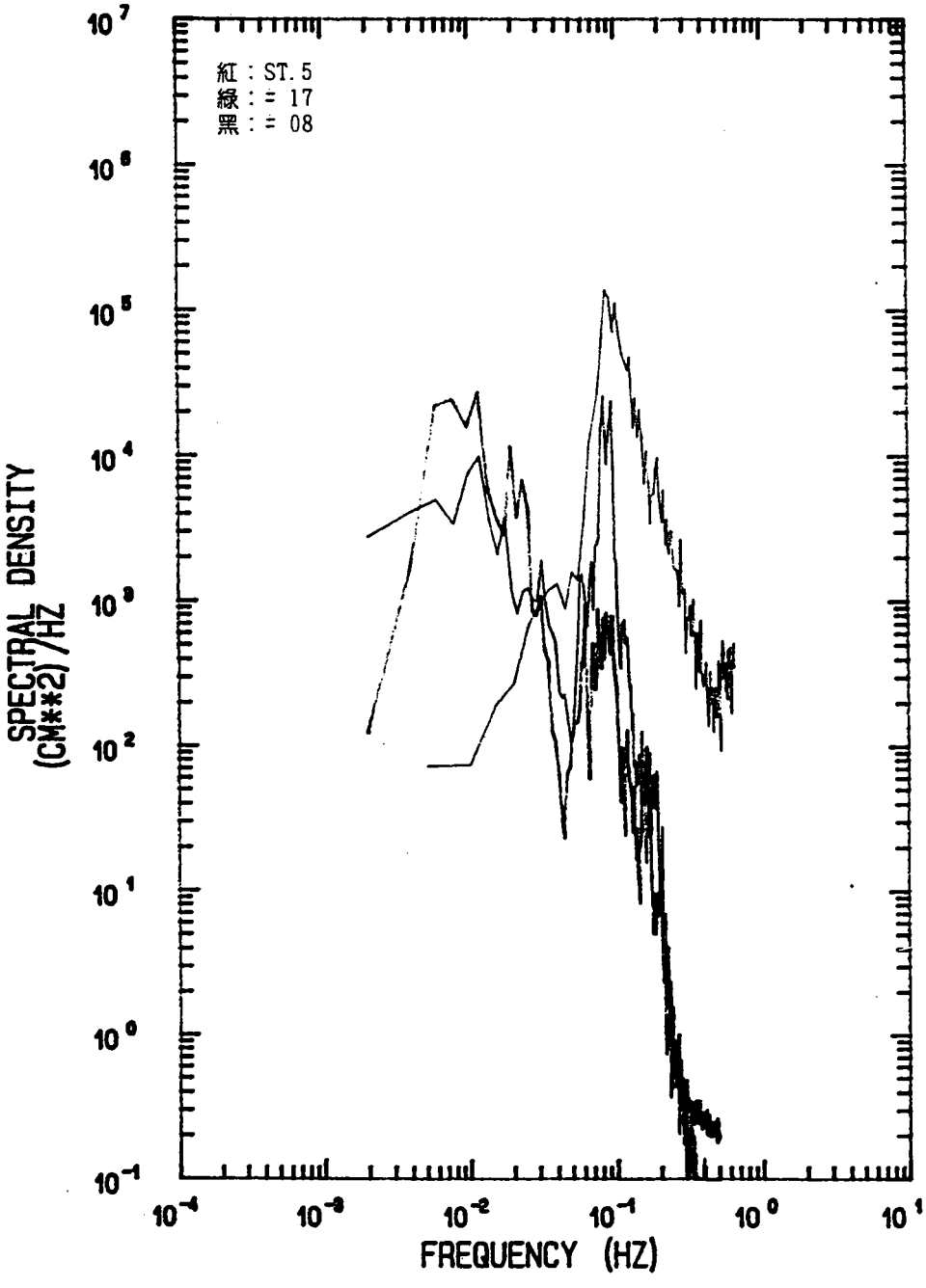


圖 2-54　83年8月3日17時凱特琳颱風侵襲花蓮港
ST.5及#8、#17號碼頭波浪能比較圖

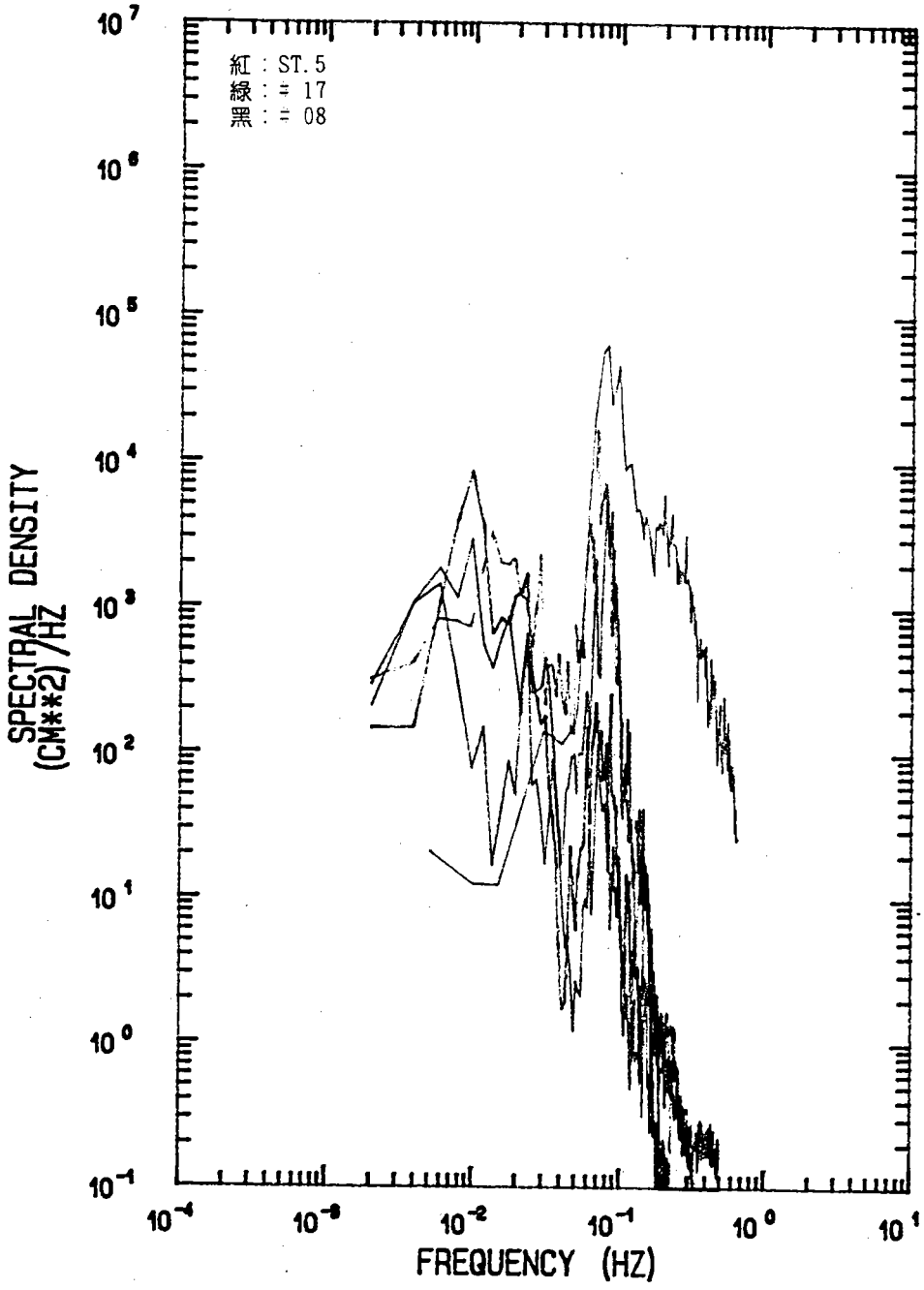


圖 2-55　83年8月19日12時弗雷特颱風侵襲花蓮港
ST.2及#8、#10、#17、#22號碼頭波浪能比較圖

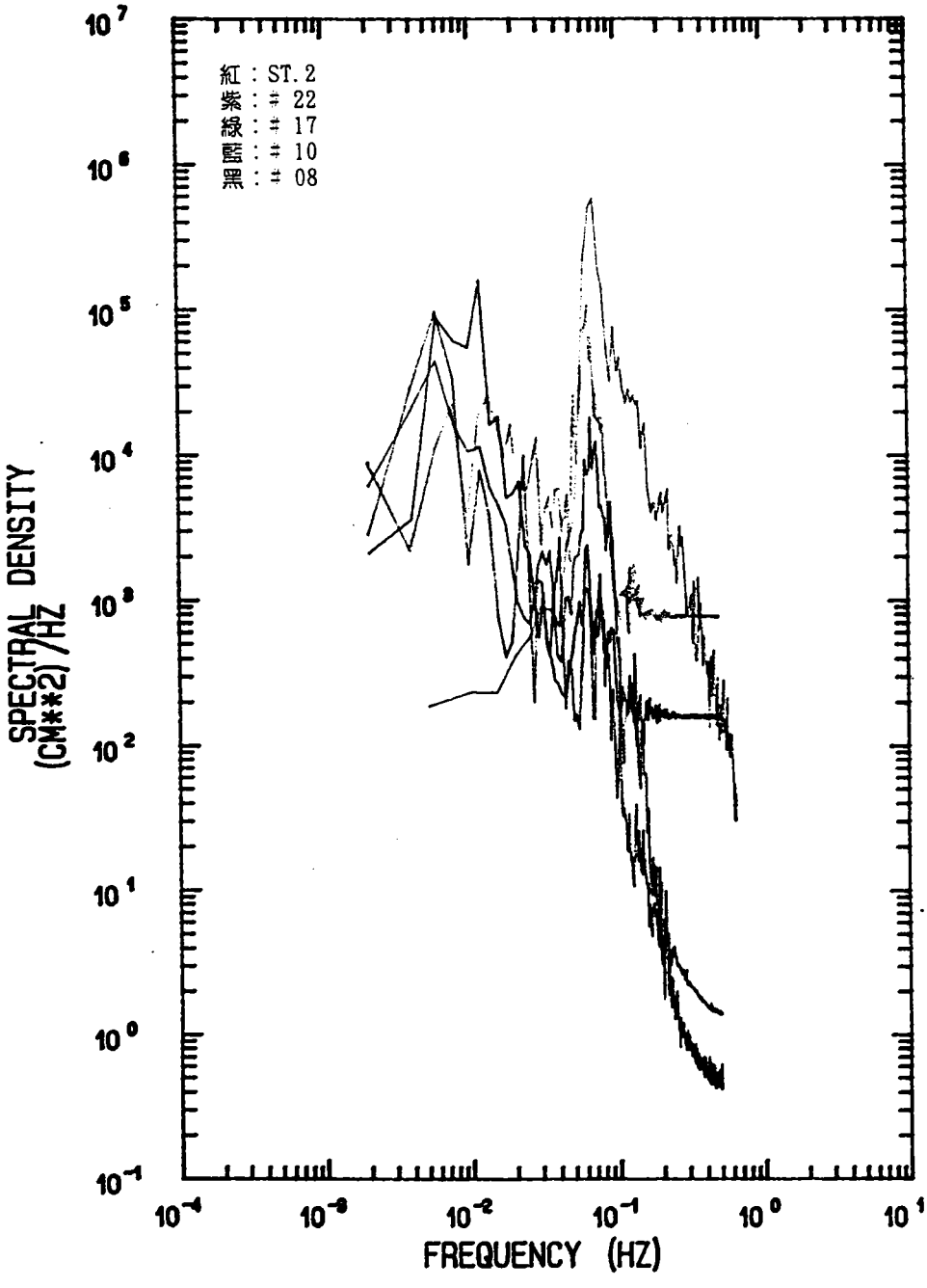


圖 2-56　83年8月20日3時弗雷特颱風侵襲花蓮港
ST.2及#8、#10、#17、#22號碼頭波浪能比較圖

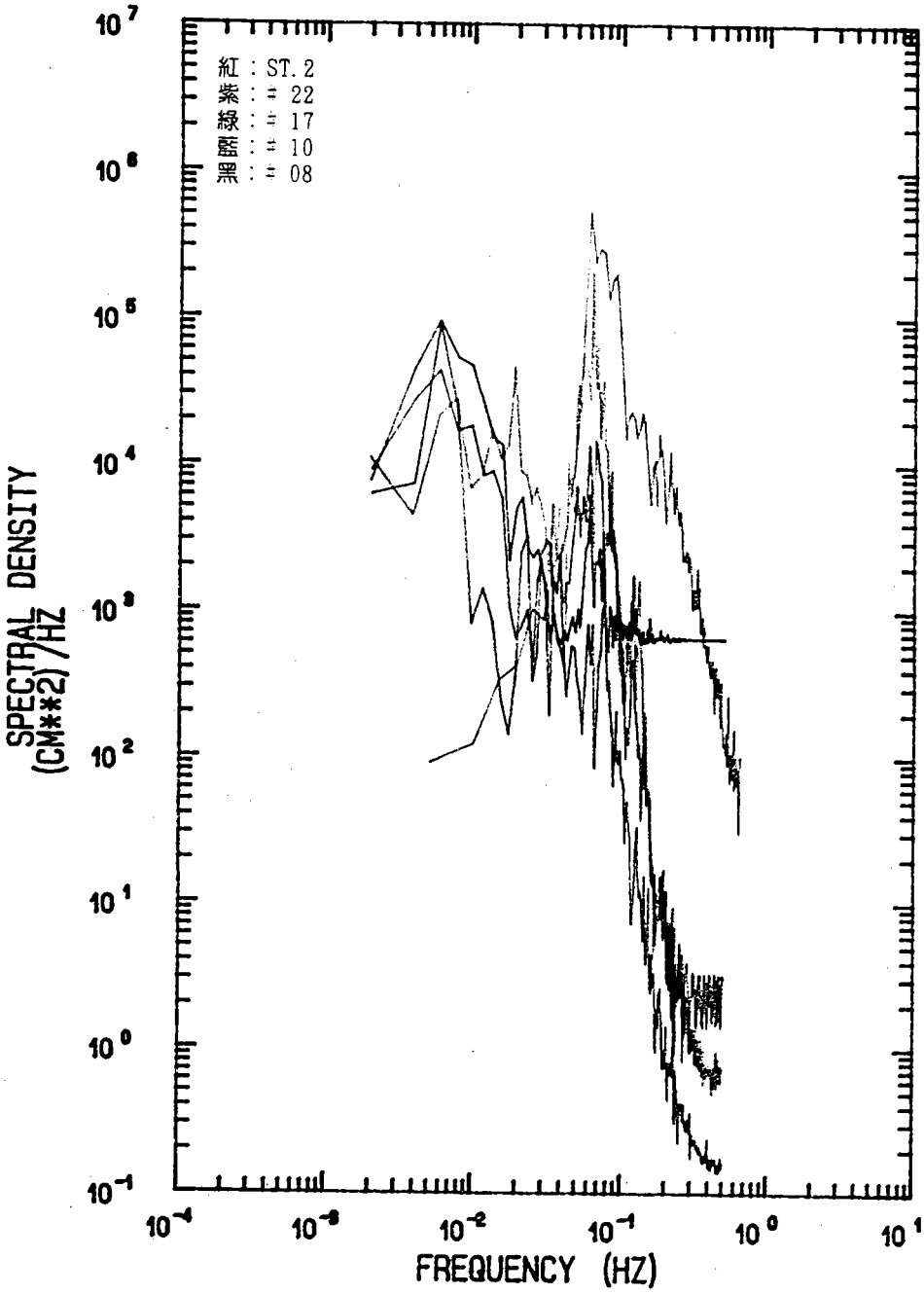


圖 2-57　83年8月20日9時弗雷特颱風侵襲花蓮港
ST.2及#8、#10、#17、#22號碼頭波浪能比較圖

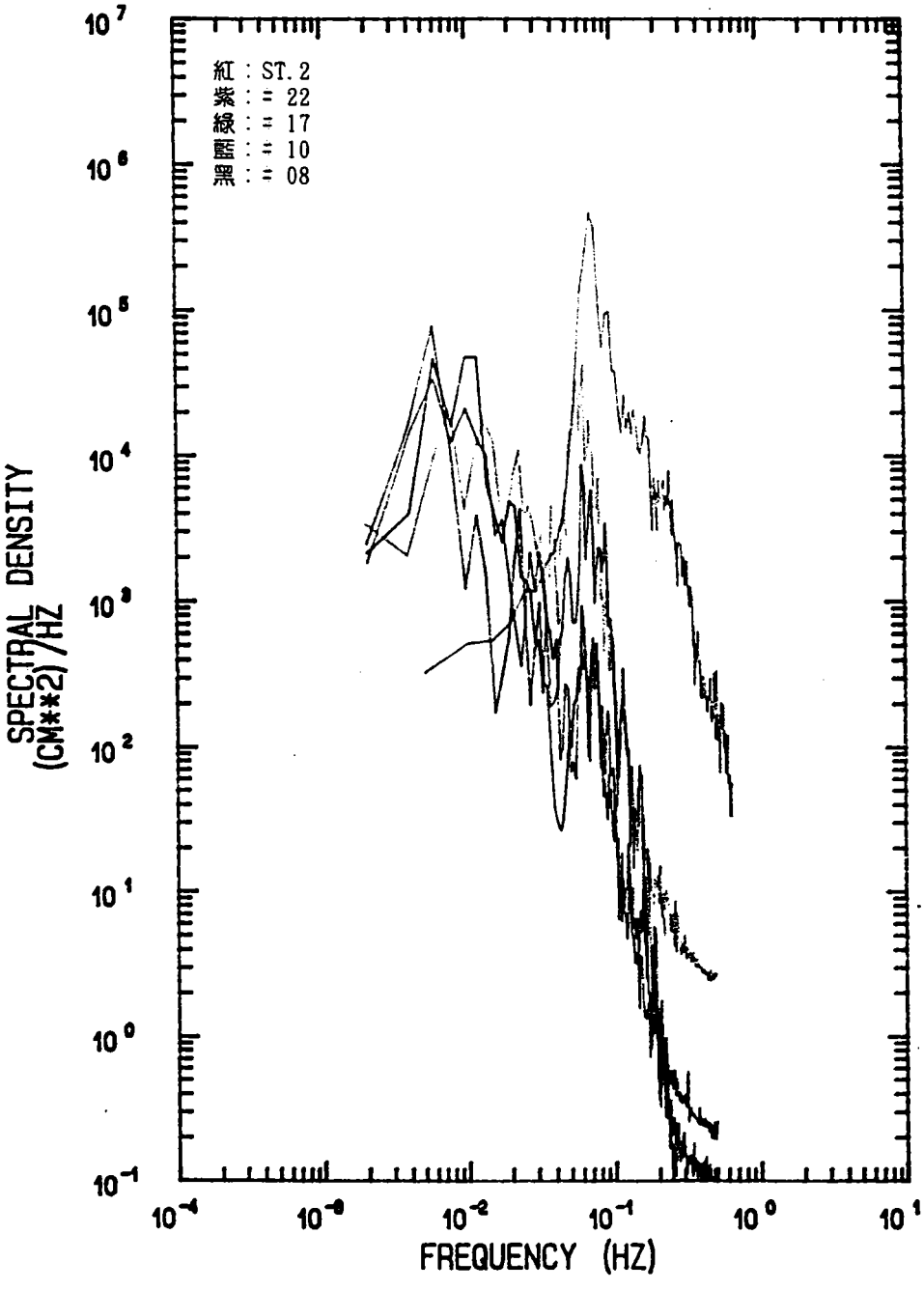


圖 2-58　83年8月20日15時弗雷特颱風侵襲花蓮港
ST.2及#8、#10、#17、#22號碼頭波浪能比較圖

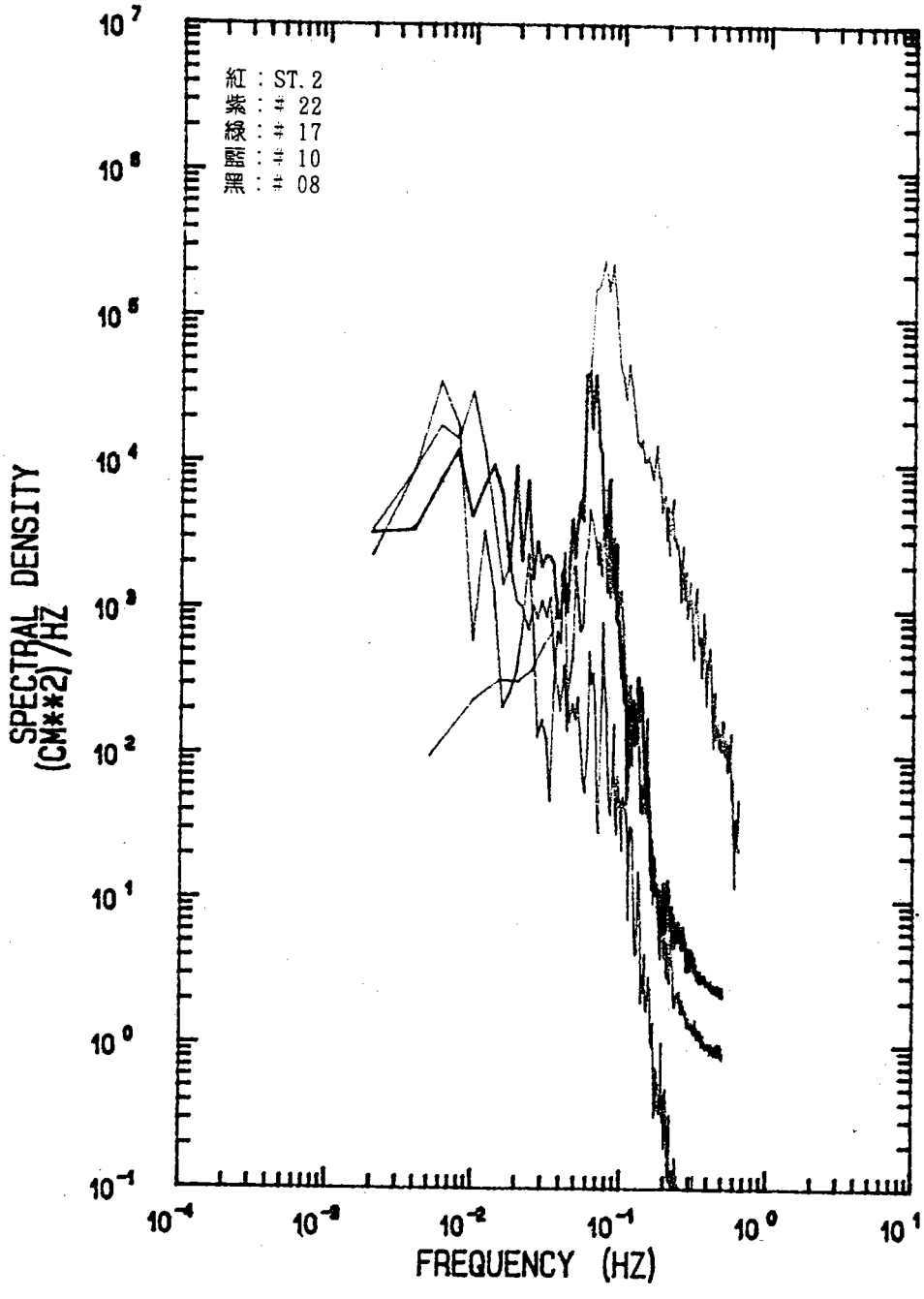


圖 2-59　83年8月20日18時弗雷特颱風侵襲花蓮港
ST.2及#8、#10、#17、#22號碼頭波浪能比較圖

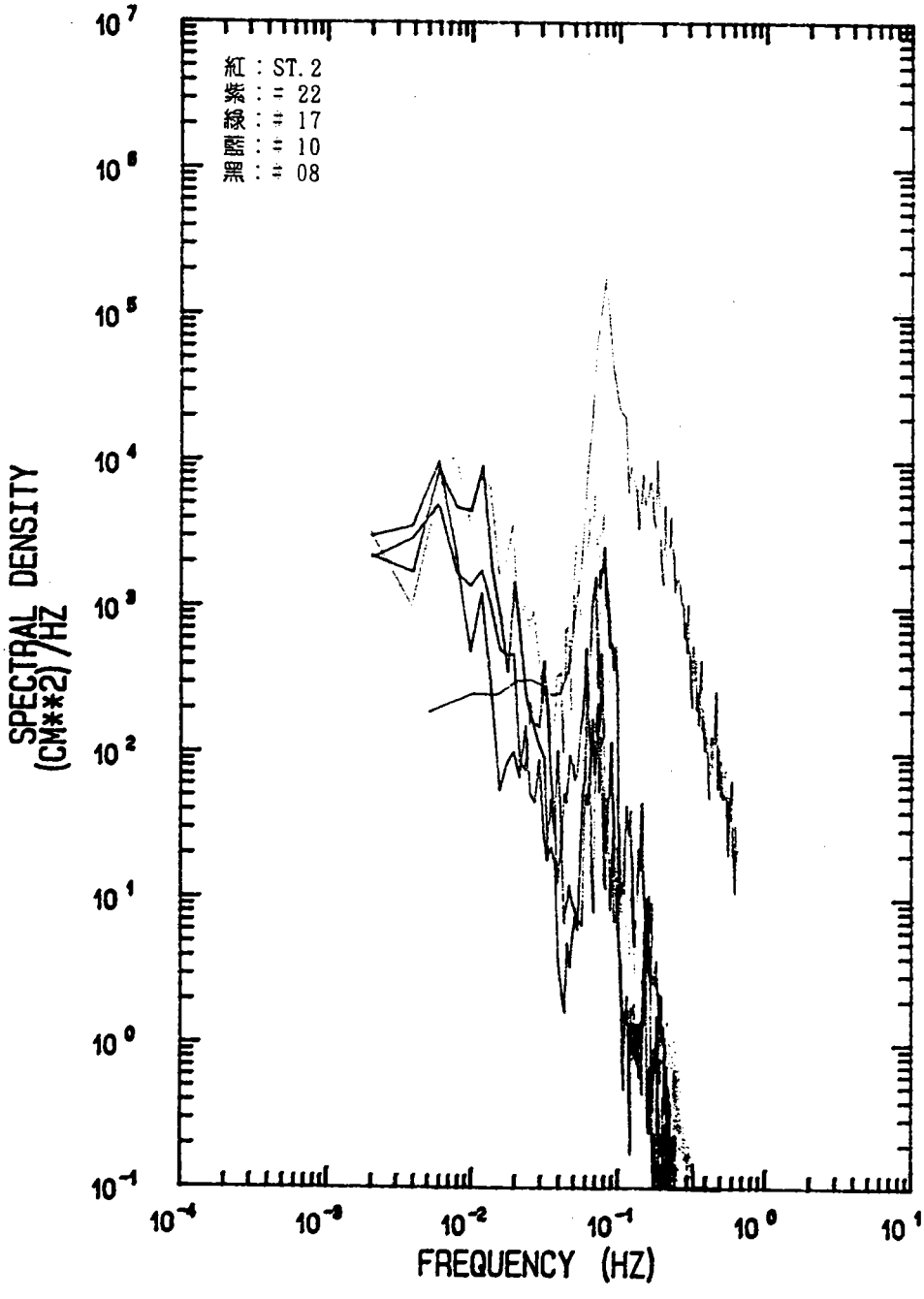


圖 2-60　83年8月19日23時弗雷特颱風侵襲花蓮港
ST.2及#8、#10、#17、#22號碼頭波浪能比較圖

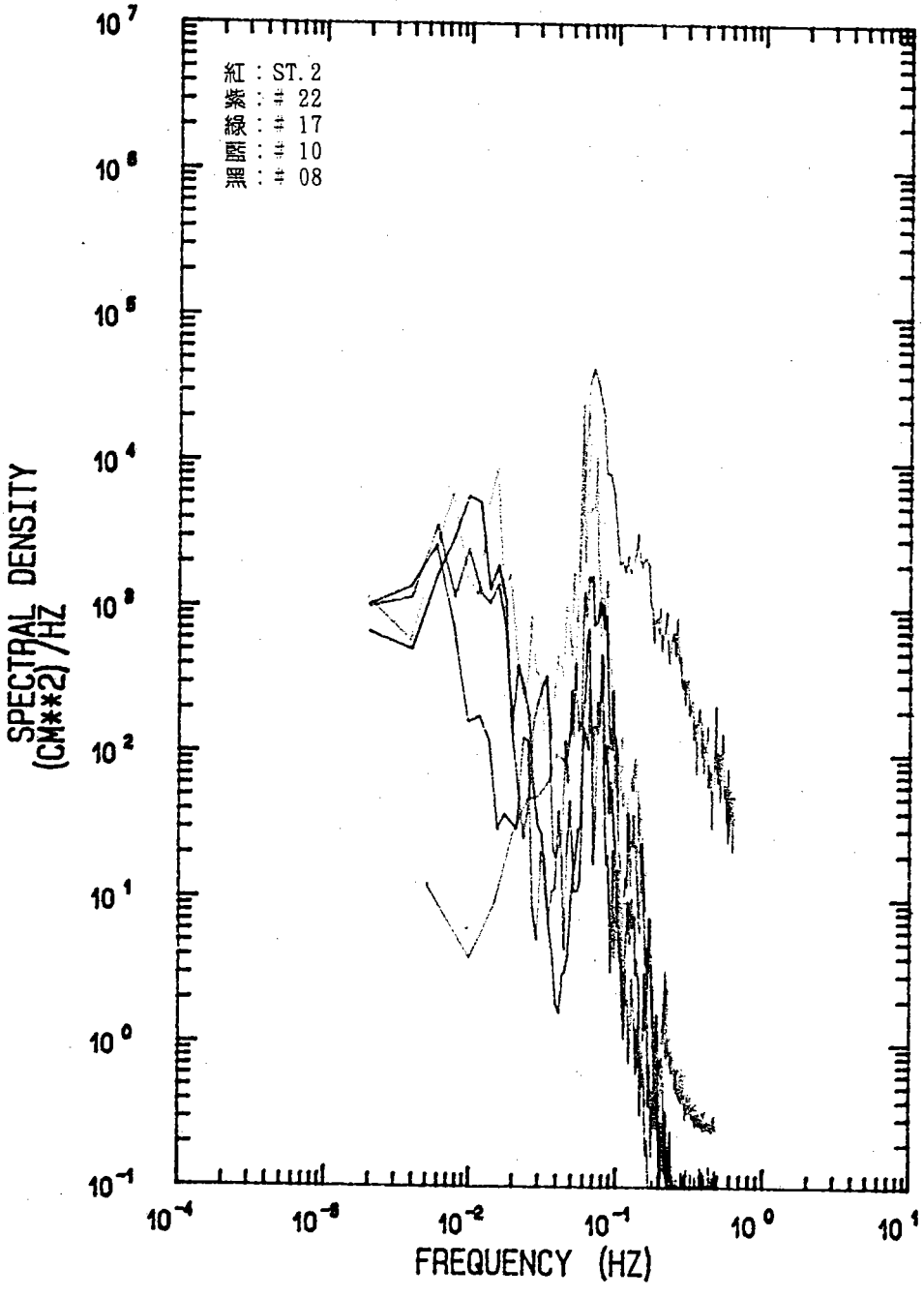


圖 2-61　83年8月21日6時弗雷特颱風侵襲花蓮港
ST.2及#8、#10、#17、#22號碼頭波浪能比較圖

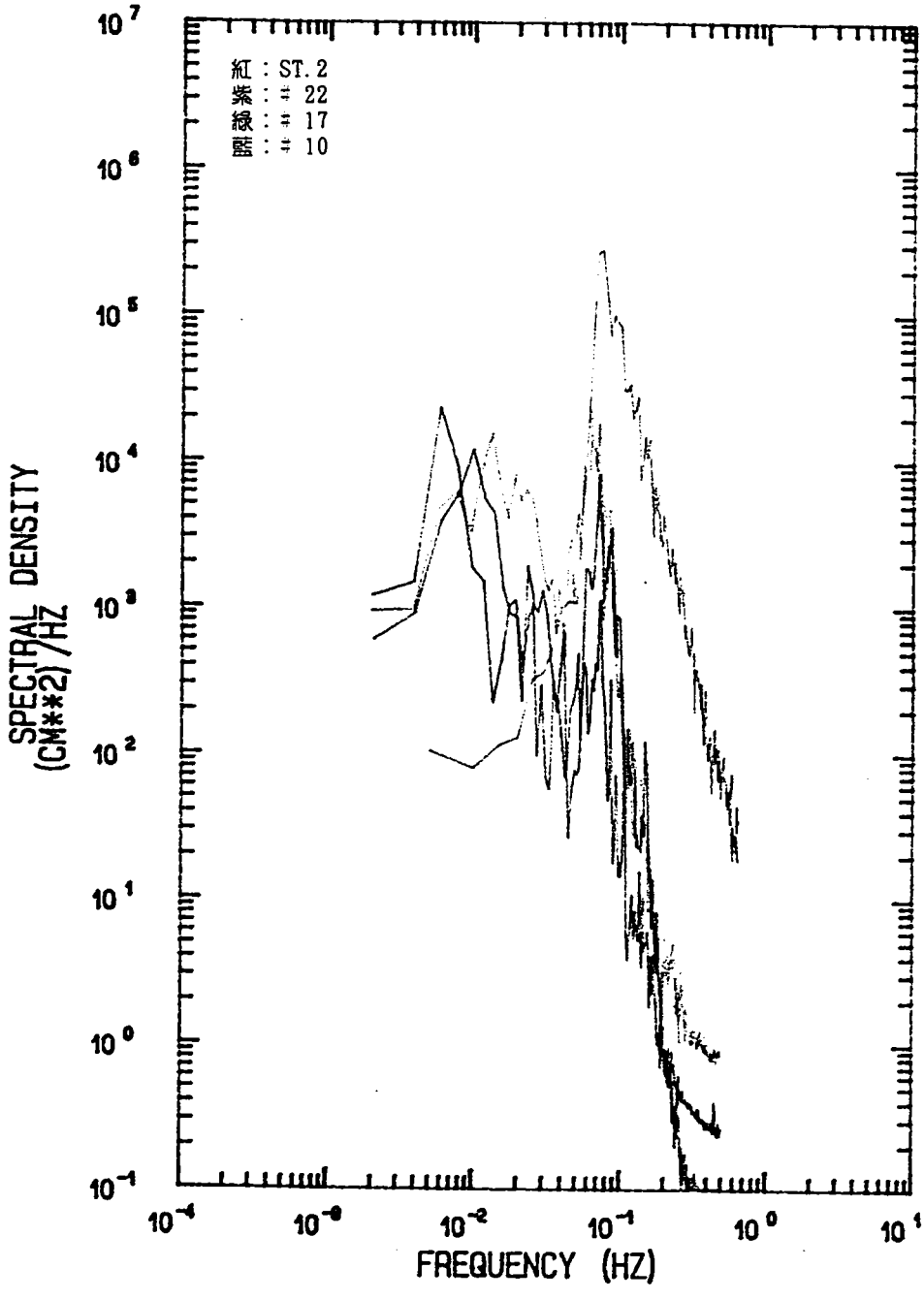


圖 2-62　83年9月1日4時葛拉絲颱風侵襲花蓮港
ST.2及#10、#17、#22號碼頭波浪能比較圖

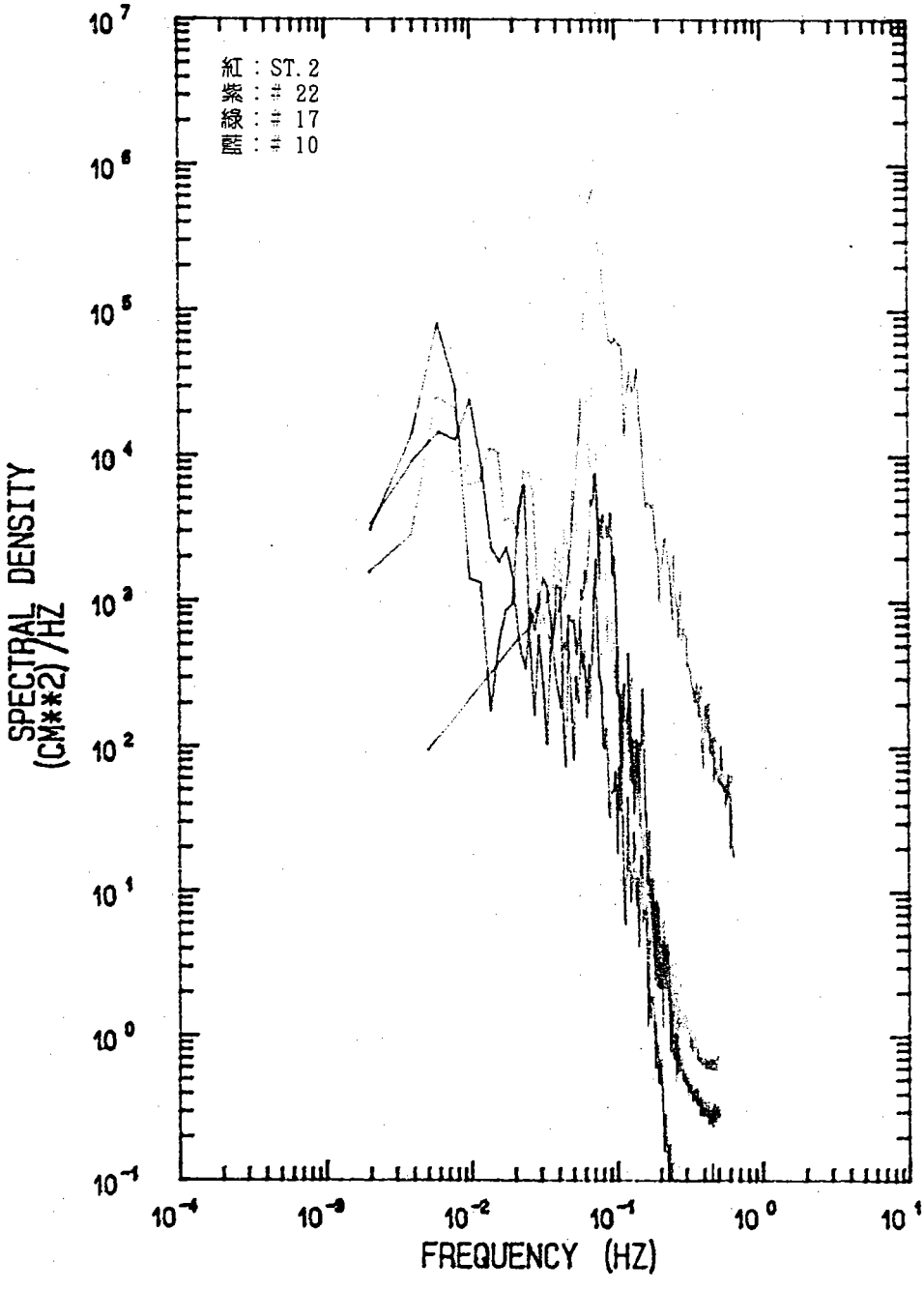


圖 2-63　83年9月1日5時葛拉絲颱風侵襲花蓮港
ST. 2及#10、#17、#22號碼頭波浪能比較圖

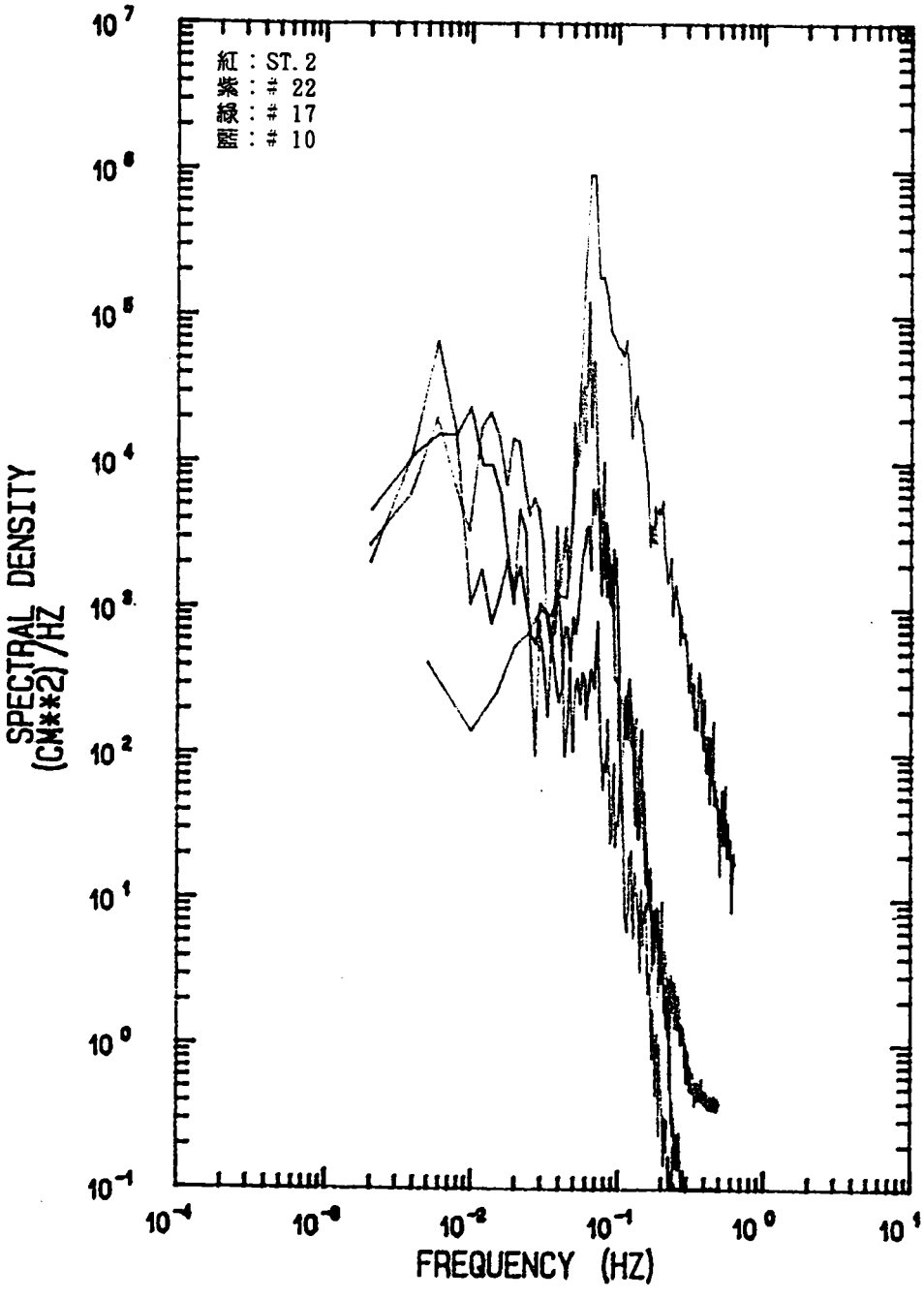


圖 2-64　83年9月1日7時葛拉絲颱風侵襲花蓮港
ST.2及#10、#17、#22號碼頭波浪能比較圖

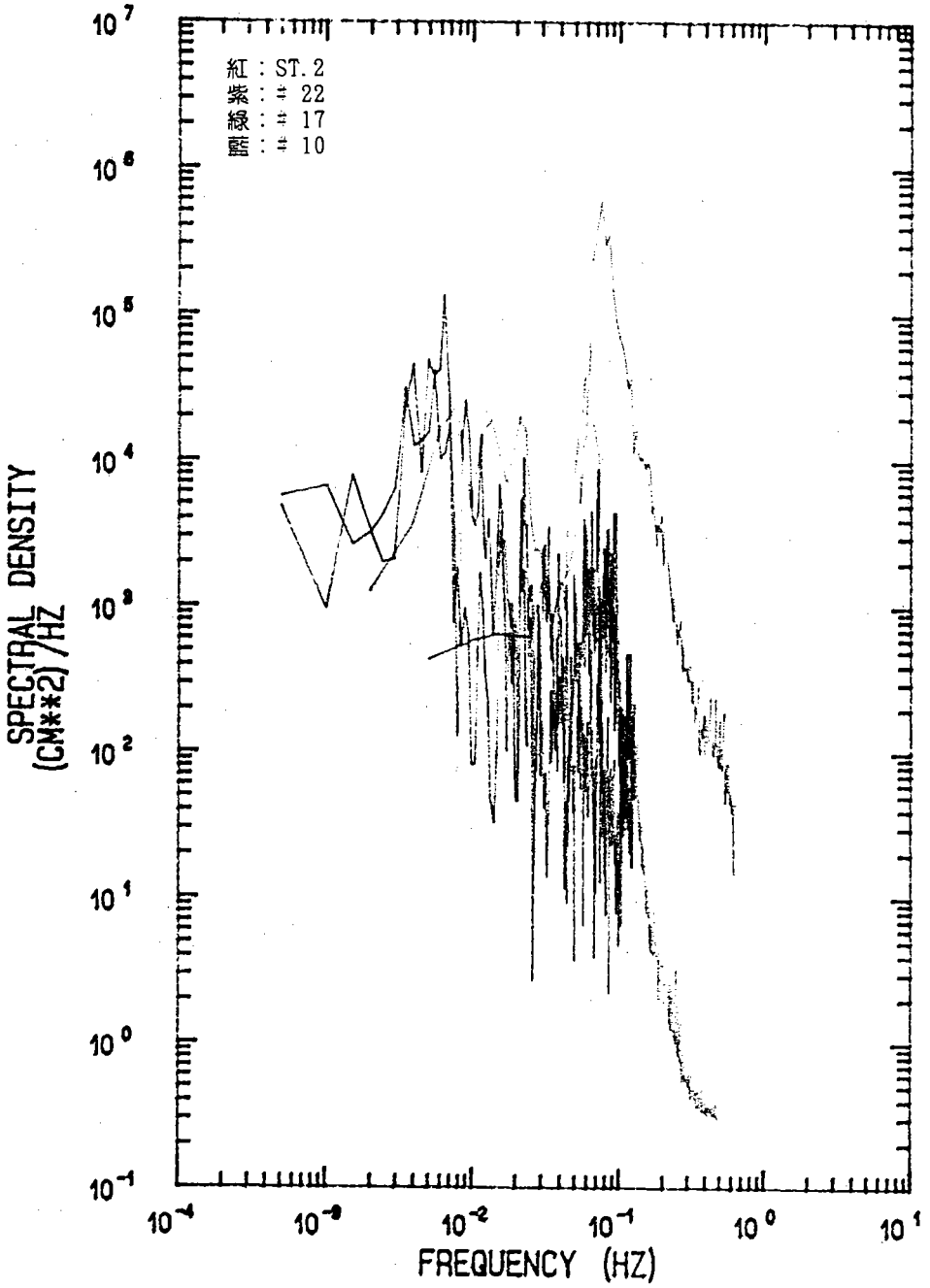


圖 2-65　83年9月1日8時葛拉絲颱風侵襲花蓮港
ST.2及#10、#17、#22號碼頭波浪能比較圖

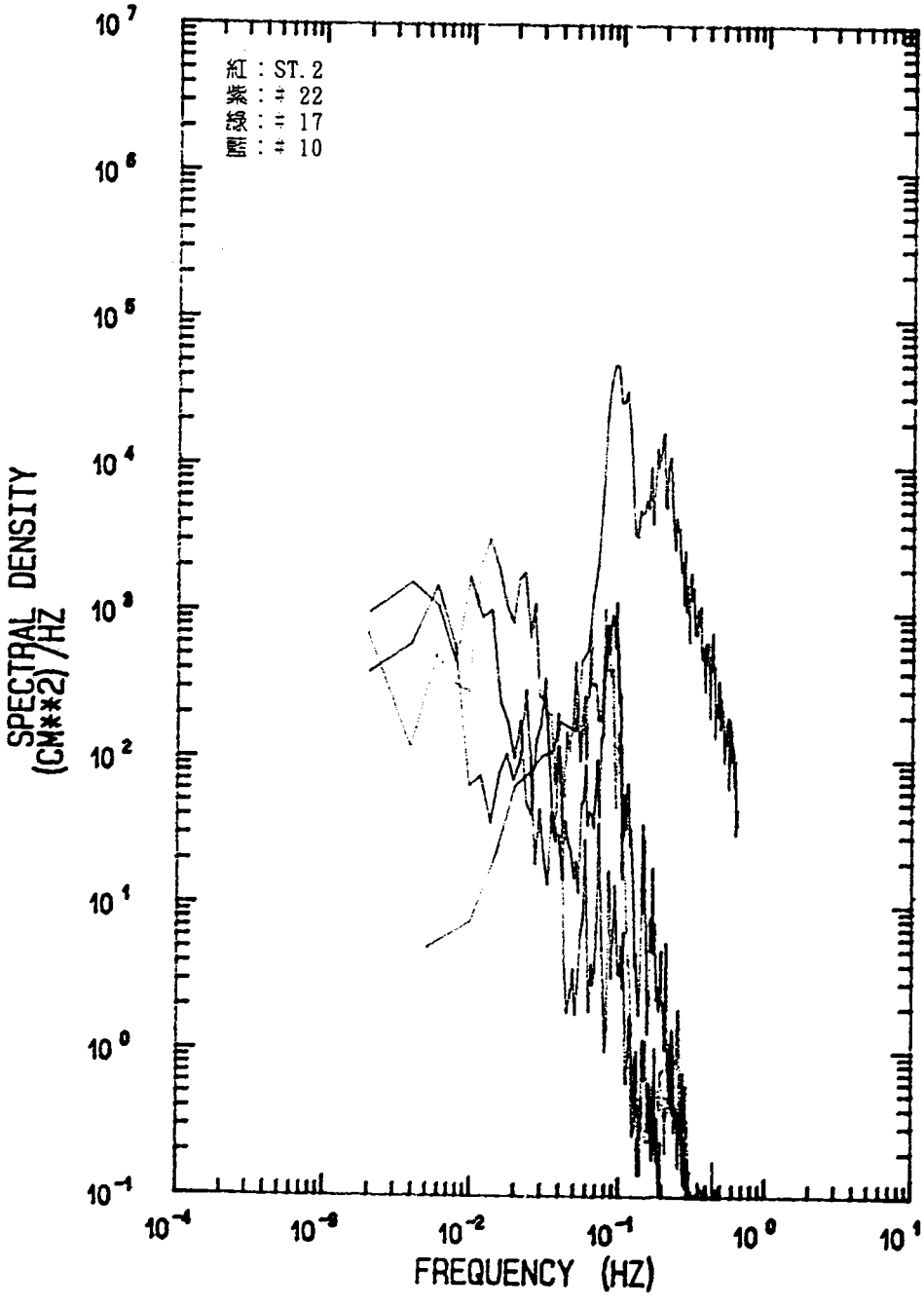


圖 2-66　83年9月1日12時葛拉絲颱風侵襲花蓮港
ST.2及#10、#17、#22號碼頭波浪能比較圖

參、台中港附近海域海流與波浪調查與分析

一．前言

本所為瞭解台中港北防波堤延伸八百五十公尺後外廓防波堤之遮蔽效果，除作為評估港口擴建工程成效之依據外，並為未來擴建之參據。本報告包含本計畫及台灣省政府交通處台中港務局委託本所辦理台中港附近海域冬季季風與夏季季風及颱風期間波浪、海流、風及潮汐調查研究分析。

根據本所之經驗，完整之海氣象調查，必須包含現場波浪之觀測(wave observation)、海流實測 (current measurement)、潮汐水位實測及分析(tide record and analysis)及風向風速觀測(wind obse-rva-tion) 。因此現場實測調查研究計畫乃依據上述各項調查，就調查的內容，測定的方法，施測的頻率以及資料之分析，於下章中依序說明之。

二．現場調查概況

(一)波浪觀測

1.觀測儀器

(1) 超音波式波浪儀一組
(2) 浮球式波浪儀三組

2.作業內容

(1) 長期觀測

本所已於民國八十二年六月於北防沙堤西北西方約 800公尺水深-13公尺ST1處設置一超音波式波浪儀正式運轉做一長期波浪觀測站，但因台中港北側淤沙區整治抽砂填海造地，建築臨時海堤，將本所海底電纜壓壞，82年10月觀測中斷(84年5月21日才正常運轉)因此本所在83年9月以浮球式波向波高波浪儀暫時替代觀測。

(2) 短期觀測

於台中港北防波堤距堤頭約200公尺之間 (ST.2)及南防波堤以南附近(ST.4)位置如圖3-1，設置一浮球式波浪儀，本所於八十三年十月在ST.2與ST.4兩站各安裝一組浮球式波浪儀，在整個冬季期間都連續觀測。進行觀測期間因人為的破壞陸續損失十二組閃光浮燈與浮筒，但一有損失台中港務局信號台來電通知後即迅速補充，所以儀器都沒有損失。

(二)海流觀測

1.觀測儀器

暫定使用RCM 4或RCM 7自記式海流儀或同品質之自記式海流儀共六具。

2.作業內容

(1) 長期觀測

本所在八十三年九月與波浪觀測站ST1同測站，水面下2-4公尺處安裝一台自記式海流儀，記錄之取樣率定為每十分鐘記錄一次。定期收回儀器收取記錄帶及更換電池。

(2) 短期觀測

於觀測站ST.2及ST.4、二個測站在83年冬季季風與波浪觀測期間短期同時觀測調查。

(三)風速、風向觀測

風向、風速資料對於港口設計及航行之安全有重大之影響，風對港口之佈置必需有足夠之風向風速統計資料作為規劃之參考，以確保船舶出入之安全。

1. 本計劃使用本所在台中港北堤觀測站(ST.7)十年之風速風向統計實測資料進行分析，並找出海流、波浪與風向、風速之相互關係。

2. 本所希望能在83年11月左右北防波堤堤頭延伸工程完工後即安裝一部風速儀，開始量測至長期監測網系統開始正常運轉止，因該項延伸工程尚未完工，所以此觀測站為儀器安全起見必須順延，本所預定84年7月底前能安裝完成，才能取得與長期測站(ST.7) 重疊一年資料為止。

(四)潮汐水位觀測

任何海岸工程或港灣工程進行設計之前首重基準水位之訂定，此須有長期之潮汐水位資料進行分析，根據實測分析之結果，即可得到平均水位、平均高潮位、平均低潮位、最高潮位、最低潮位。藉此可作為海岸結構物設計高度之決定。本計畫使用本所在台中港四號碼頭之潮汐觀測站之實測資料進行分析。

三．波浪基本資料分析與特性

現場調查作業ST.1站使用荷蘭製DATAWELL WAVEWRIDER 浮球式波向波高波浪儀；ST.2與ST.4兩站使用同廠牌但沒有波向之波浪儀，其由加速度變化之訊號轉換成水位變化，再以無線電傳回本所接收機，再經由RS232直接輸入個人電腦硬碟中儲存。

(一)資料處理

波浪觀測期站，共有三處，資料涵蓋期間自1994年9月底至1995年5月止，本計畫將各站的波浪特性作一分析說明：

1. 初步資料分析
   傳回之記錄資料，經電腦整理後，將統計分析結果再做下列分析。

2. 每一波浪記錄須以零上切法(Zero up-cross method)定出波高及週期，並進行下列分析。

3. 每一筆之波浪記錄須分析求出 H_{max}、T_{max}、$H_{1/10}$、$T_{1/10}$、$T_{1/3}$、$H_{1/3}$、H_{mean}、T_{mean}，並列出時間及波數，分別以微電腦磁片儲存及列印出報表紙中。

4. 求出每日、每月第(3)條內各項之平均及最大值。 波浪觀測期間之潮汐、風速、風向記錄須與波浪記錄合成繪製時間逐時連續圖。

5. 每季調查記錄中選擇最大波浪及最常出現波浪之記錄，進行波譜(wave spectrum)分析。

(二)波浪基本資料分析

台中港港口附近的波浪觀測站只有三處，資料涵蓋期間自1994年9月底至1995年3月止共計六個月，以下就各站的波浪特性作一分析說明

:

1. 北防沙堤測站(ST. 1)

①83年 9月調查期間共測得62組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-1。

②83年10月調查期間共測得537組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-2。

③83年11月調查期間共測得635組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-3。

④83年12月調查期間共測得398組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-4。

⑤84年1月調查期間共測得570組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-5。

⑥84年2月調查期間共測得438組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-6。

⑦84年3月調查期間共測得658組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-7。

2. 北防波堤堤頭測站(ST. 2)

①83年10月調查期間共測得1230組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-8。

②83年11月調查期間共測得675組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-9。

③83年12月調查期間共測得689組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-10。

④84年1月調查期間共測得689組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-11。

⑤84年2月調查期間共測得651組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-12。

⑥84年3月調查期間共測得594組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-13。

3. 南防波堤附近測站(ST. 4)

①83年9月調查期間共測得20組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈佈統計值如表3-14。

②83年10月調查期間共測得783組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-15。

③83年11月調查期間共測得608組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-16。

④83年12月調查期間共測得661組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-17。

⑤84年1月調查期間共測得781組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-18。

⑥84年2月調查期間共測得642組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-19。

⑦84年3月調查期間共測得774組記錄，波浪$H_{1/3}$與週期$T_{1/3}$聯合分佈統計值如表3-20。

以上所列為各月份資料分析為一般統計結果，由各項分析所繪之圖表，整理調查海域波浪特性如下：

1. 由表3-1～表3-20配合逐時變化圖(圖3-3～圖3-8)，可知在83年10月間分別有三 個颱風通過台灣附近海域，其外圍環流及東北季風雙重影響所產生的湧浪與風浪，到達台中港海域ST.1站，所產生之有義波高($H_{1/3}$)、週期($T_{1/3}$)分別為(3.28公尺，7.70秒)；ST.2站所產生之有義波高($H_{1/3}$)、週期分別為(4.21公尺，7.45秒)：ST.4站所產生之有義波高($H_{1/3}$)、週期分別為(3.45公尺，7.22秒)

2. 本地區波浪主要由冬季東北季風造成，由於海峽吹風區域受到限制，所以波浪之成長與衰退迅速，因此風速與波浪有良好的相關。以ST.1站來看，風速在5m/s左右時$H_{1/3}$在1公尺以下，$T_{1/3}$ 在4～5秒，風速在10m/s左右時，$H_{1/3}$在1～2公尺，$T_{1/3}$ 在5～7秒，風速在15m/s左右時，$H_{1/3}$在3～4公尺，$T_{1/3}$在6～8秒，波向在北北西～北北東之間。

3. 表3-1～表3-20為有義波高發生機率分佈與有義週期發生機率分佈表圖，各表圖的上、下分別為波高與週期的發生次數百分比，唯有83年10月這段觀測期間的波浪包含了季節風風浪與颱風湧浪合併列入計算時，造成波高、週期的提高。

4. 圖3-9～圖3-13為ST.1 站現場波浪記錄，圖3-14～圖3-15為波向波高能譜圖，圖3-19～圖3-23為方向波浪能譜立體圖，分別為觀測夏季颱風期間席斯颱風(10月8日至10日)過境時段、泰瑞莎颱風(10月20日至22日）外圍環流影響及弗恩颱風(10月23日至26日)在琉球南方海面滯留，增強了台灣地區的東北季風梯度，出現波浪狀況分析結果、由各組記錄分析得到之能譜圖中得知，其波向主要在335°～350°間。

5. 水位能譜的型態有單一能量尖峰的代表，該記錄時段的波浪主要集中於此頻率，波況較單純；亦有雙(或多)能量尖鋒的波譜發生，此時表示波浪有來自不同風場而來，在觀測站匯聚而成。一般情況可分區域性的風浪(較高頻分量)及遠方颱風與風場產生的湧浪（較低頻分量)匯聚而成。

四．海流基本資料分析與特性

(一)資料處理

本計畫現場調查作業使用的海流儀為挪威AANDERAA司出品的自記式RCM-7，將資料直接儲存在DSU記憶體內，取樣時隔為10分鐘。儀器收回後由DSU READER 2995經RS232傳入手提式電腦中，回本所後再進行過濾、初步檢查資料品質、修正謬誤數值、篩選不良記錄後經由整理分析再經由下列方式處理：

1. 初步資料分析
   收回之磁帶記錄資料，經電腦讀取整理後，再進一步統計分析。
2. 每次每測站之海流記錄需依日期、時間、流速、流向、溫度、E-N方向、沿岸方向、離岸方向分量等資料，每10分鐘記錄，以個人電腦(IBM PC)磁片儲存。
3. 流速流向、潮汐、風速、風向、波高、週期等資料以逐時之時間序列繪製成每月連續逐時時間序列圖。
4. 流速、流向以每小時平均值繪製時間序列柱狀圖及列表。
5. 流速、流向海流累進向量圖(PVD)。
6. 每日流速資料之最大值、最小值及其相對應之流向、時間。
7. 流速、流向玫瑰圖。
8. 流速、流向極值圖(Scatter plot)。
9. 比較分析不同測站之流況間關係。
10. 比較分析潮汐、風與每測站之流況與波浪間關係。

(二)海流基本資料分析

台中港港口附近的海流觀測站本年度共有三處，分別是北防沙堤站(ST.1)(北緯24° 19'25"，東經120° 30'44")；北防波堤堤頭站(ST.2)(北緯24° 8'，東經120° 28'09")；南防波堤附近站 (ST.4) (北緯24° 17'10"，東經120° 29')，資料涵蓋期間自1994年9月至1995年 3月共6個月。以下就各站的流況特性作一分析說明。

1. 北防沙堤測站(ST.1)

由本站的流況玫瑰圖如圖3-33～圖3-38可發現流向大部分為西南向，此顯示在冬季東北季風吹襲下本站的海流成份大部份為風驅流，此外由流速分佈極值圖如圖3-51～圖3-56，同樣發現大部份的資料點落在負x與負y的第四象限(正X軸為E向，正Y軸為N向)，此表示流向大致為西南向，最大流速則可達92cm/sec。由行進向量圖，圖3-24～圖3-26也可明顯看出主要流向為西南。

2. 北堤堤頭站(ST.2)

由玫瑰圖如圖3-39～圖3-44，可發現大部分的流向分別分佈在西及北方向，此與北防沙堤測站明顯不同，西向的流可能是受到北防波堤結構物的影響，而產生之強制裂流，至於北向的流則可能是恒流所造成。由極值圖如圖3-57～圖3-62，也可發現資料點大部份落在正y軸與負x軸向上，此同樣表示流向大都分佈在西向及北向上。其中西向的流速較北向為大，最大流速可達120cm/sec。另外由行進向量圖如圖3-27～圖3-29也可發現流向大都不是西向就是北向，其中以西向的行進距離較北向為大，另外配合北堤測風站的風速資料發現當風速較大期間(鋒面來襲時)，流向向西，而當風速較小時則流向向北，此與前述西向的流為強制裂流，而北向的流為恒流的推論一致。

3. 南防波堤測站(ST.4)

由玫瑰圖如圖3-45～圖3-50，可發現大部分的流向分佈在北至東向之間，其分佈的集中程度不似上述兩站，且主要流向與北防沙堤測站明顯相反，此顯示此站的海流受風的影響不大，也就是風驅流成份不高，主要還是恒流與潮流成份。另外由極值圖如圖3-63～圖3-68也可發現大部份資料點落在正x軸及正y軸向間，且分佈範圍為廣，不似北防沙堤測站的集中，且最大流速也較小僅60cm/sec左右。由行進向量圖如圖3-30～圖3-32也可看出本站海流大致流向東北，這與北防沙堤測站明顯不同。

伍．潮汐基本資料分析與特性

台中港潮汐主要成份為半日潮與全日潮，如圖3-69至圖3-71。而半日潮能量較全日潮能量為大。潮位變動範圍約在0至5公尺之間，民國83年 1月至84年3月間平均潮差為343cm，最大潮差為535cm，平均潮位為277.3cm，圖3-100至圖3-110為潮位能譜分析結果，由資料中可看出能譜的相對尖鋒分別出現在頻率0.0391CPH(週期25.58小時)及0.0781CPH (週期12.80小時)，亦即台中港的潮汐主要由全日潮及半日潮組成的複合潮，但半日潮的成份大於全日潮。

陸・風速風向基本資料分析與特性

本所北堤觀測站位於北防波堤與北防沙堤間如圖3-1，高程為27公尺。

觀測期間共有二十六次強弱不同的東北季風出現，其中有八次強勁東北季風；在本工作期間冷鋒過境日期如下述：

冷 鋒 過 境 日 期

編號	起 迄 時 間	說　　明
1	83.10.06～83.10.6-7	東北季風，8日席斯颱風外圍雙重影響
2	83.10.18～83.10.19	東北季風
3	83.10.20～83.10.23	東北季風增強與泰瑞莎颱風外圍影響
4	83.10.23～83.10.26	弗恩颱風增強東北季風
5	83.11.15～83.11.20	微弱東北季風
6	83.12.02～83.12.03	東北季風
7	83.12.12～83.12.13	東北季風
8	83.12.16～83.12.19	東北季風
9	83.12.20～83.10.21	東北季風
10	83.12.26～83.12.27	東北季風
11	84.01.03～84.01.06	冷鋒，較強勁東北季風
12	84.01.10～84.01.14	冷鋒，較強勁東北季風
13	84.01.15～84.01.15	東北季風
14	84.01.23～84.01.25	冷鋒，東北季風
15	84.01.30～84.02.02	冷鋒，較強勁東北季風
16	84.01.30～84.02.02	冷鋒，較強勁東北季風
17	84.02.08～84.02.12	東北季風
18	84.02.14～84.02.17	冷鋒，較強勁東北季風
19	84.02.20～84.02.22	東北季風
20	84.02.25～84.02.27	東北季風
21	84.03.01～84.02.03	冷鋒，東北季風
22	84.03.04～84.03.05	冷鋒，較強勁東北季風
23	84.03.10～84.03.13	冷鋒，較強勁東北季風
24	84.03.16～84.03.18	冷鋒，東北季風
25	84.03.25～84.03.26	冷鋒，較強勁東北季風
26	84.04.01～84.04.07	東北季風

由各月的風玫瑰圖(圖3-77至圖3-83)比較可知,在9月、10月、11月12月及1月,風向主要集中在東北東方向,其他方向則明顯的偏小,且呈現典型的冬季東北季風型態。10月為秋冬交接期間,同樣也有明顯的東北東方向的強風出現。

七、海流、潮汐及風相關分析

在本計畫調查作業期間，雖曾同時進行多項海氣象觀測，然受限於觀測方式，儀器穩定度及自然天氣狀況等等因素，而無法同時得到長期連續的各項資料。但為了進行相關分析，因此由觀測資料中擷取分別分佈於不同月份的四個時段，各段皆有12天以上的長度且在此四個時段各項海氣象資料皆完整正常。這四個段分別是94/11/06：10～94/11/21：08、94/12/01：00～94/12/14：23、95/02/12：12～95 / 02/28：23及95/03/01：00～95/03/12：23。今將這四個時段的 ST.1站與ST.2站及ST.2站與ST.4站的海流，流速流向進行相關分析，另外將ST.1站及ST.2站的流速分別與風速及潮位變化進行相關分析。其結果如下：

(一)不同測站間海流相關分析

由分別代表不同時段的圖3-84、3-88、3-92及圖3-96中可發現ST.1站與ST.2站間流速的相關係數值在時間延時為零時左右皆可達 0.5以上，可見此兩站的流速變化趨勢稍具相關性而且無太大的時間差。至於流向由於相關係數值於各時間延時皆不大故相關性不高。另外由圖3-86、3-90、3-94及圖3-98中可看出ST.2站與ST.4站間流速的相關係數值於時間延時為2小時附近皆達0.5以上，此顯示這兩站的流速變化趨勢也稍具相關性，(ST.4站落後ST.2站)，而流向間的相關性仍然不高。由以上說明可知台中港附近的海流流速變化趨勢大致存在著某一程度的關連，但流向變化則受到結構物影響而關連性低。

(二)流速與風速相關分析

由圖3-85、3-89、3-93及圖3-97中可發現ST.1站流速與風速的相關係數值於11月及12月的時段皆可達0.75以上（延時約2小時），但在2月及3月的時段則不到0.3。 此原因是在11月及12月的時段中有多次強烈鋒面發生，因此風速大且持續穩定的時間也較長，相反的2月及3月的時段中風速較小且較不穩定(此可由風玫瑰圖中可發現)。因此ST.1站的流速與強勁東北季風有密切關係。ST.2站流速與風速的相關性

可參考圖3-87、3-91、3-95及圖3-99，圖中顯示相關係數最大值並不高，且時間延時也不太穩定，此表示此站的流速與風速的相關性並不高，此原因可能是ST.2站的位置是在北防波堤堤頭附近，海流因受結構物影響而有不少的成份是屬強制裂流所造成。

(三)流速與潮位相關分析

ST.1站流速與潮位的相關性如圖3-85、3-89、3-93及圖3-97所示於各時段皆不高(相關係數值約0.25以下)，不過比較後可看出於風速較小的時段如2月及3月份，則相關係數值較風速較大的11月12月時段來得大些。可見當風速變小時，潮流成份所佔的比例會增加。至於ST.2站流速與潮位的相關性如圖3-87、3-91、3-95及圖3-99所示。其結果與ST.1站相似。嚴格而言依此四個時段流速與潮位的相關性很低，不過在其他時段，如夏季月份的時段，則其結果可能不是如此。此有待本計畫的後續觀測工作完成後再進一步分析。

八．結果與討論

綜合本計畫各項調查結果，歸納各章結論如下：

1. 由觀測地點皆為近岸區域，因此受地形或海岸結構物的影響，不同測站的海流特性有明顯的差異，因此對於近岸的流況判斷宜小心。

2. 北防沙堤測站海流成份主要為風驅流，流向西南最大流速90cm/sec。北堤堤頭測站海流成份主要為恒流，及強制裂流，流向明顯分佈於西向及北向，鋒面來襲時風速增強，強制裂流成份明顯流向向西，最大流速可達120cm/sec,當鋒面離境時風速減弱，恒流成份較明顯，流向向北。南防波堤測站海流成份主要為潮流及恒流，流向分佈較分散，大致在北向與東向之間，最大流速60cm/sec，北堤北側海流成份與北堤堤頭測站相同，流向分佈相近，但流速稍偏小些。

3. 與以往堤頭海流觀測資料比較發現，最大流速有偏小的趨勢，此可能是北防波堤延伸850公尺及堤頭水深變深,使得強制裂流的強度減弱所致。

4. ST.1中站潮流振幅在50cm/sec左右，主要沿著平行海岸方向(北北東～南南西走向)往復運動。

5. 83年10月份為秋、冬交接期間，受颱風與東北季風雙重影響，有明顯東北東強風出現，83年11月至84年3月期間風向集中在東北東(ENE)方向，呈現典型的冬季東北季風型態。

6. 83年10月份台灣地區發佈之颱風警報有一次，但未直接通過調查海域,僅為湧浪傳播到達與外圍環流東北季風梯度增強所產生之有義波高、週期，分別為ST.1站(3.28公尺，7.70秒)，ST.2站（4.21公尺，7.45秒)，ST.4 站(3.45公尺，7.22秒)；由於颱風路徑並未通過台中港附近海域，觀測結果較台中港過去相關記錄為低。

7. 本地區波浪主要由冬季東北季風造成，由於海峽吹風區域受到限制，所以波浪之成長與衰退迅速，因此風速與波浪有良好的相關。以ST.1站來看，風速在5m/s左右時$H_{1/3}$在1公尺以下，$T_{1/3}$ 在4～5秒，風速在10m/s左右時，$H_{1/3}$在1～2公尺，$T_{1/3}$在5～7秒，風速在15m/s左右時，$H_{1/3}$在3～4公尺，$T_{1/3}$在6～8秒，波向在北北西～北北東之間。

8. 表3-1～表3-20 為有義波高發生機率分佈與有義週期發生機率分佈表圖，各表圖的上、下分別為波高與週期的發生次數百分比，唯有83年10月這段觀測期間的波浪包含了季節風風浪與颱風湧浪合併列入計算時，造成波高、週期的提高。

9. 圖3-9～圖3-13為ST.1 站現場波浪記錄，圖3-14～圖3-15為波向波高能譜圖，圖3-19～圖3-23為方向波浪能譜立體圖，分別為觀測夏季颱風期間席斯颱風(10月8日至10日)過境時段、泰瑞莎颱風(10月20日至22日）外圍環流影響及弗恩颱風(10月23日至26日)在琉球南方海面滯留，增強了台灣地區的東北季風梯度，出現波浪狀況分析結果、由各組記錄分析得到之能譜圖中得知，其波向主要在335° ～350° 間。

10. 水位能譜的型態有單一能量尖峰的代表，該記錄時段的波浪主要集中於此頻率，波況較單純；亦有雙(或多)能量尖鋒的波譜發生，此時表示波浪有來自不同風場而來，在觀測站匯聚而成。一般情況可分區域性的風浪(較高頻分量)及遠方颱風與風場產生的湧浪(較低頻分量)匯聚而成。

11. 由圖3-111及圖3-112為波浪觀測站ST.1、ST.2及ST.4三個站同時期之有義波高、週期之逐時變化圖，從圖中顯示出北防波堤延伸 850公尺後遮蔽已達到效果，使得ST.4站之波高已有明顯下降之現象。

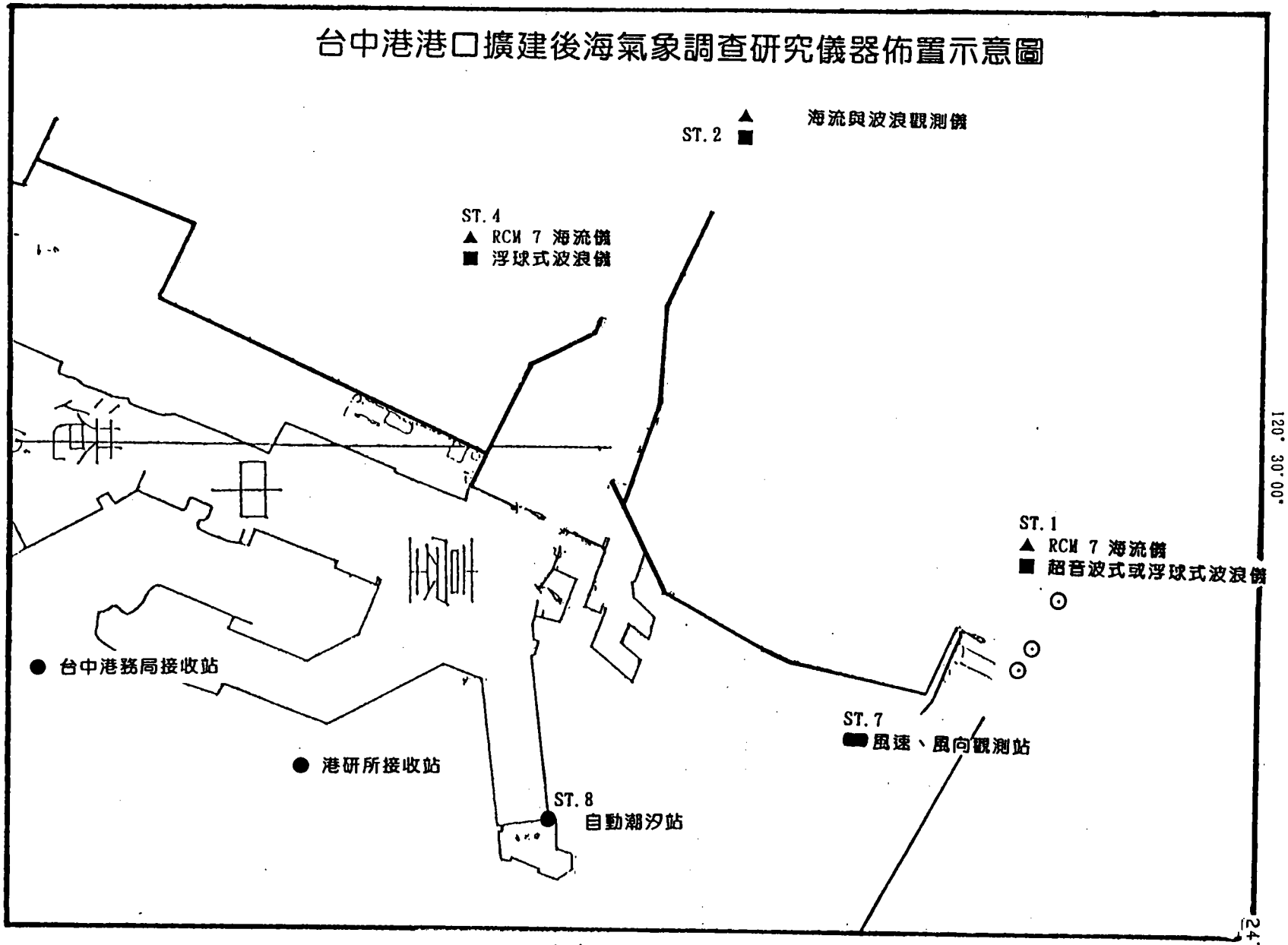


圖 3-1　台中港港口附近儀器佈置示意圖

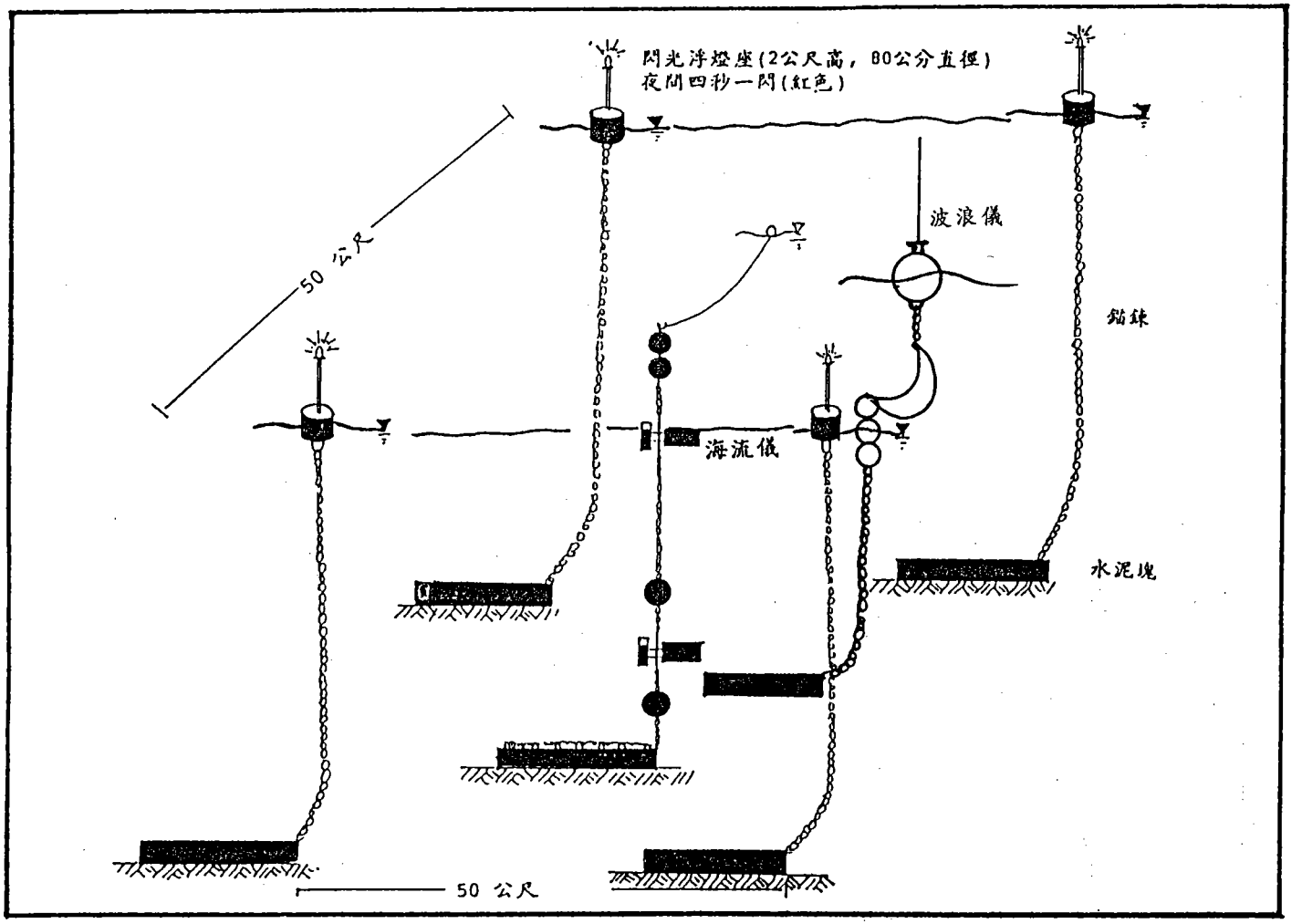


圖 3-2　　觀測站波浪儀、海流儀設置之方式示意圖

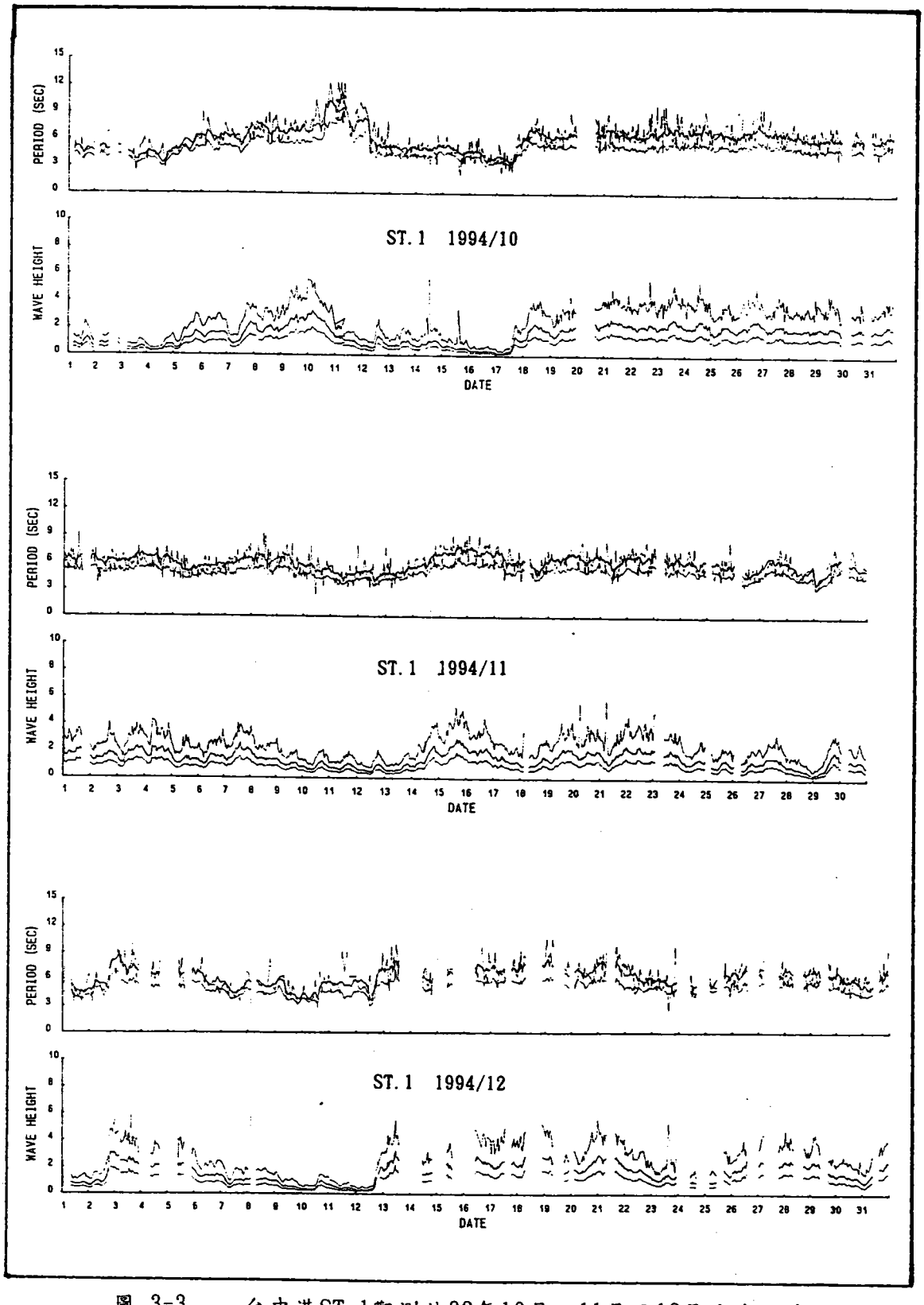


圖 3-3　台中港ST.1觀測站83年10月、11月及12月波浪逐時變化圖

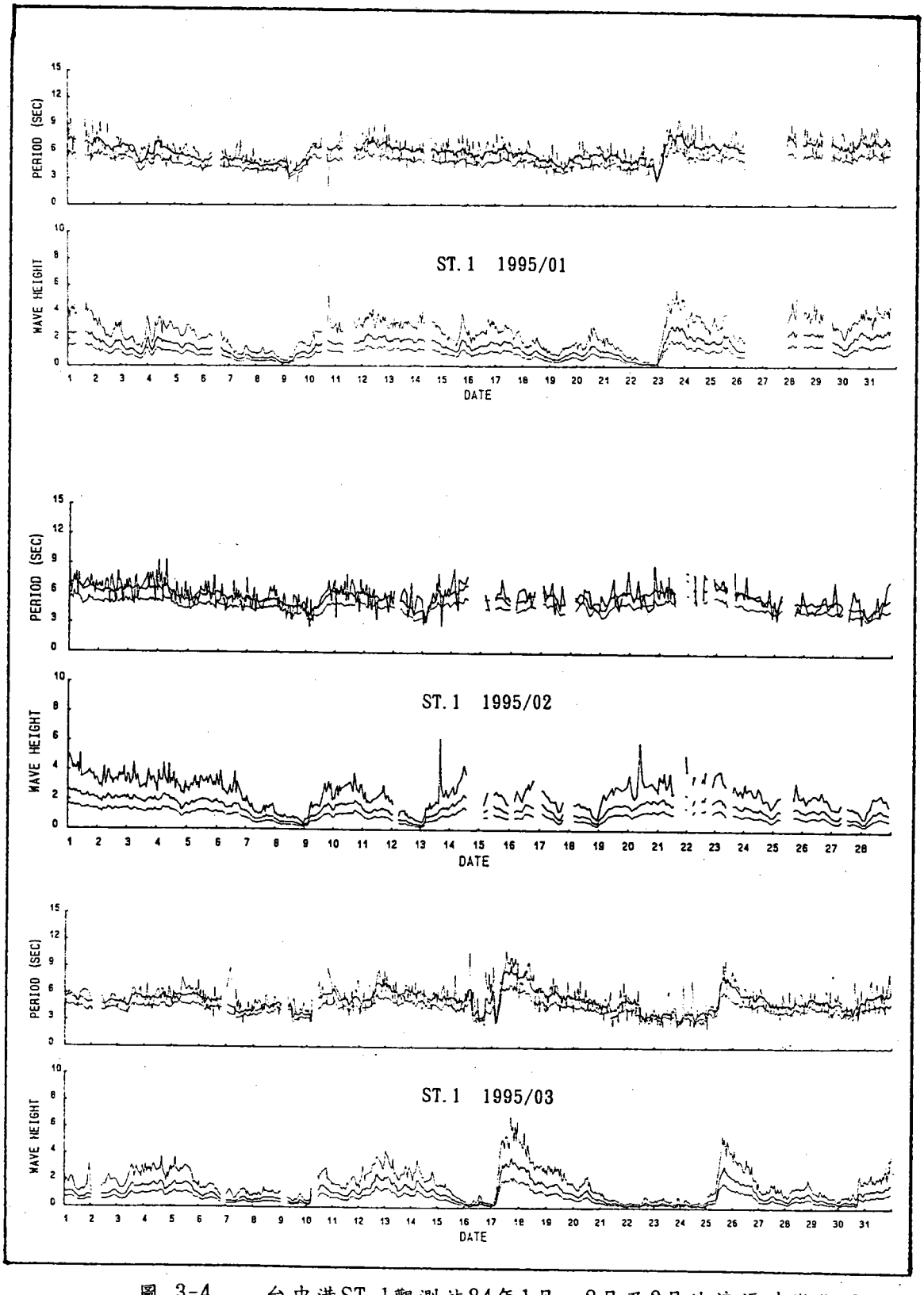


圖 3-4　台中港ST.1觀測站84年1月、2月及3月波浪逐時變化圖

3-20

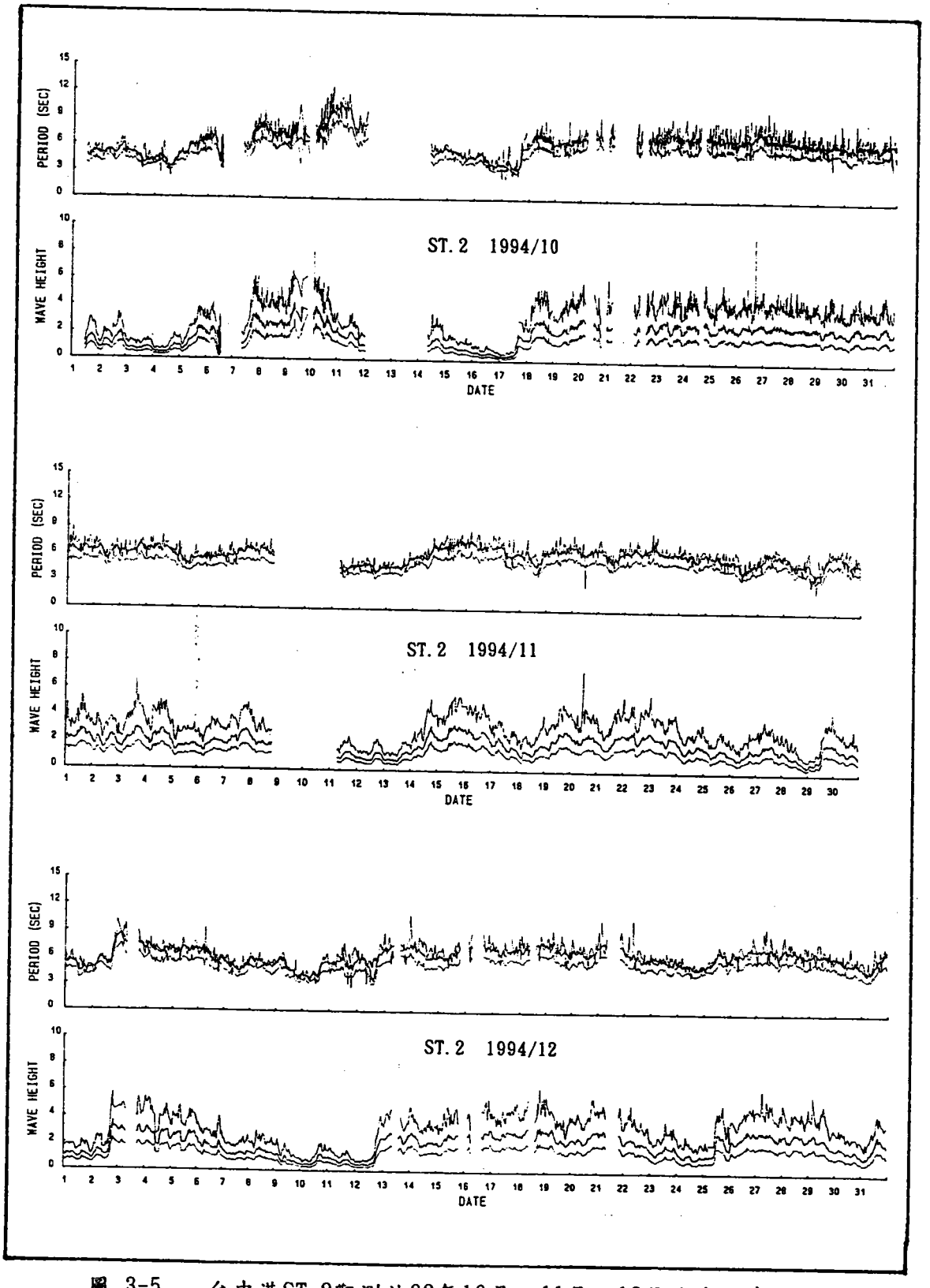


圖 3-5　台中港ST.2觀測站83年10月、11月及12月波浪逐時變化圖

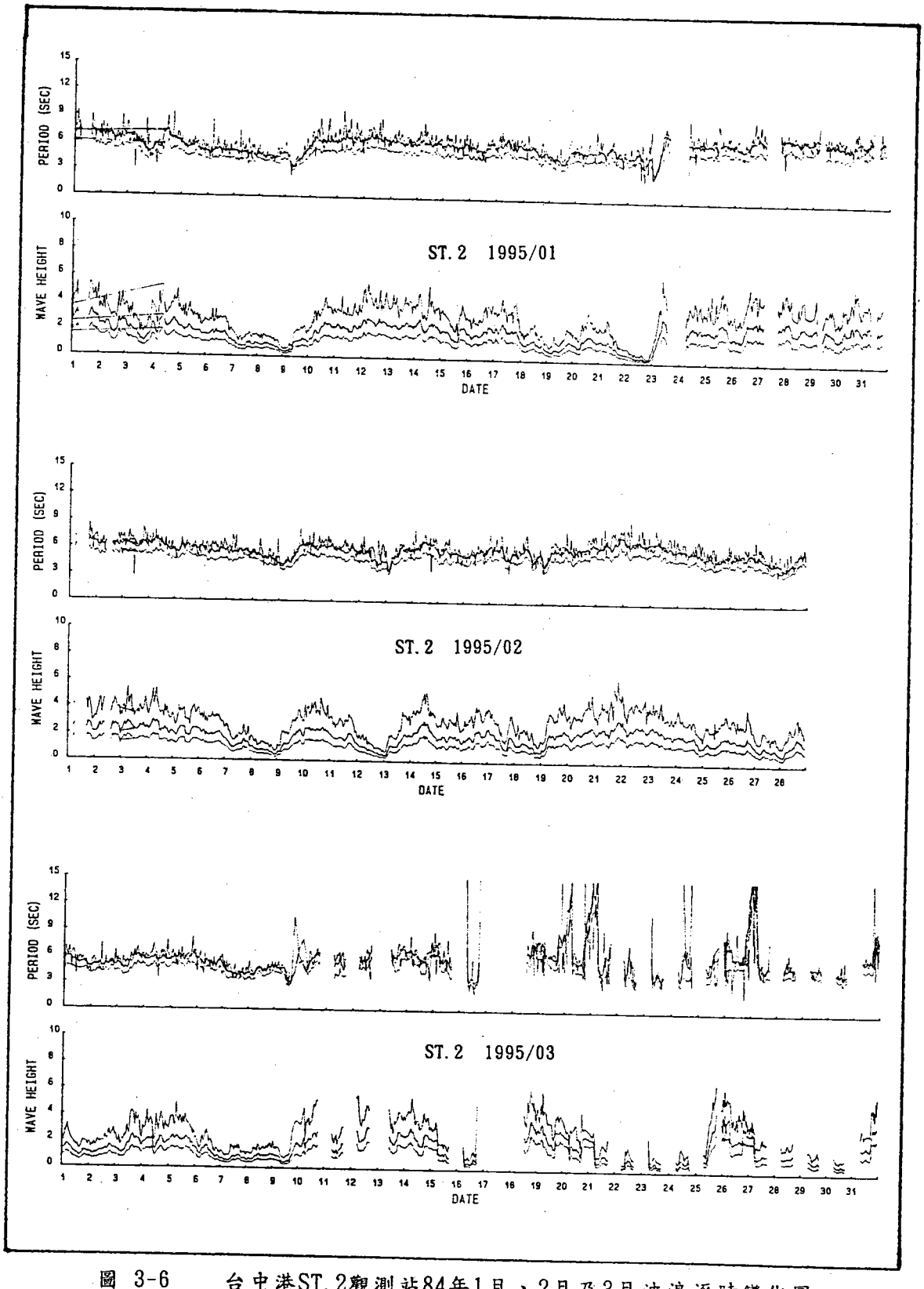


圖 3-6　台中港ST.2觀測站84年1月、2月及3月波浪逐時變化圖

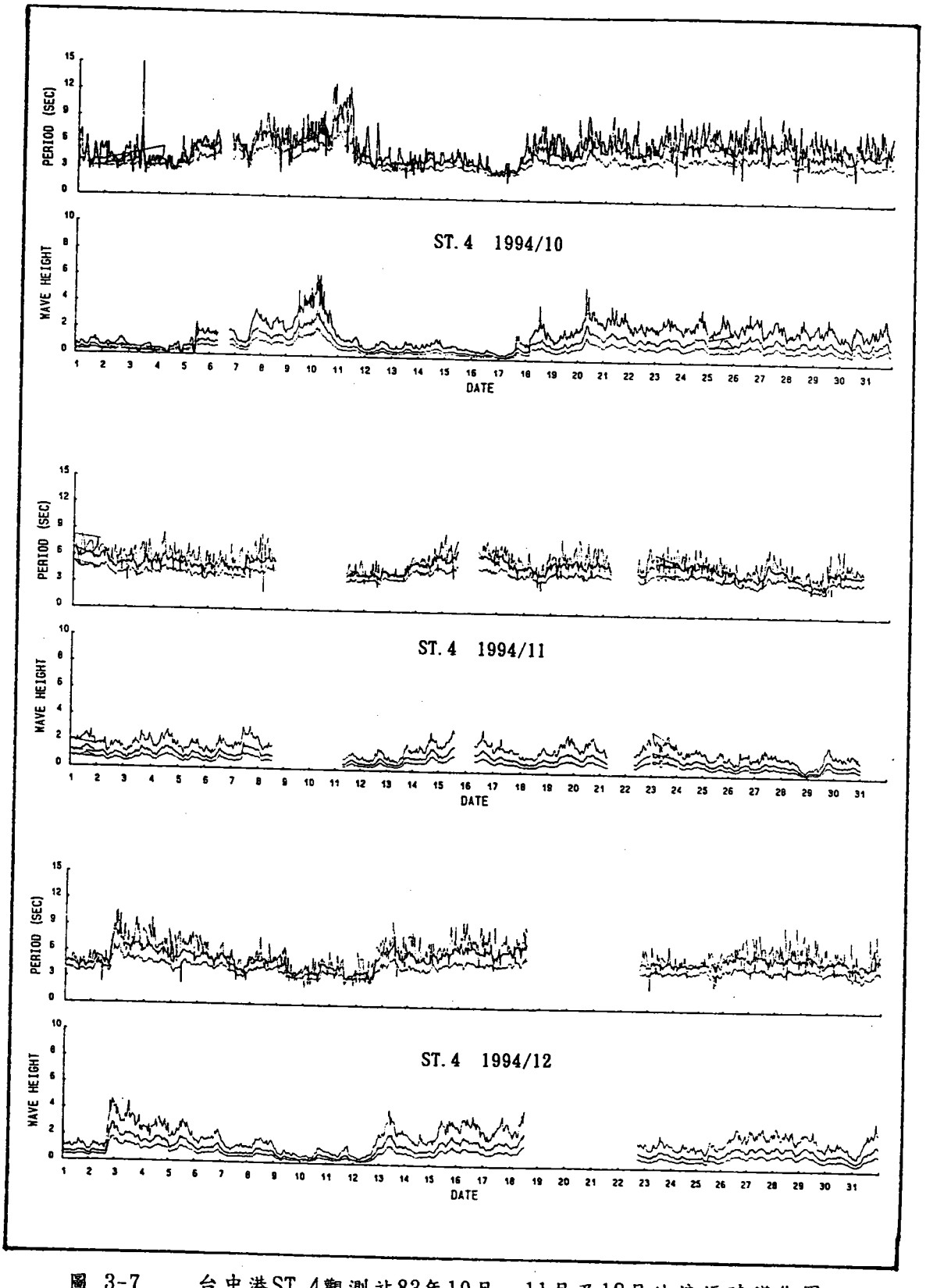


圖 3-7　　台中港ST.4觀測站83年10月、11月及12月波浪逐時變化圖

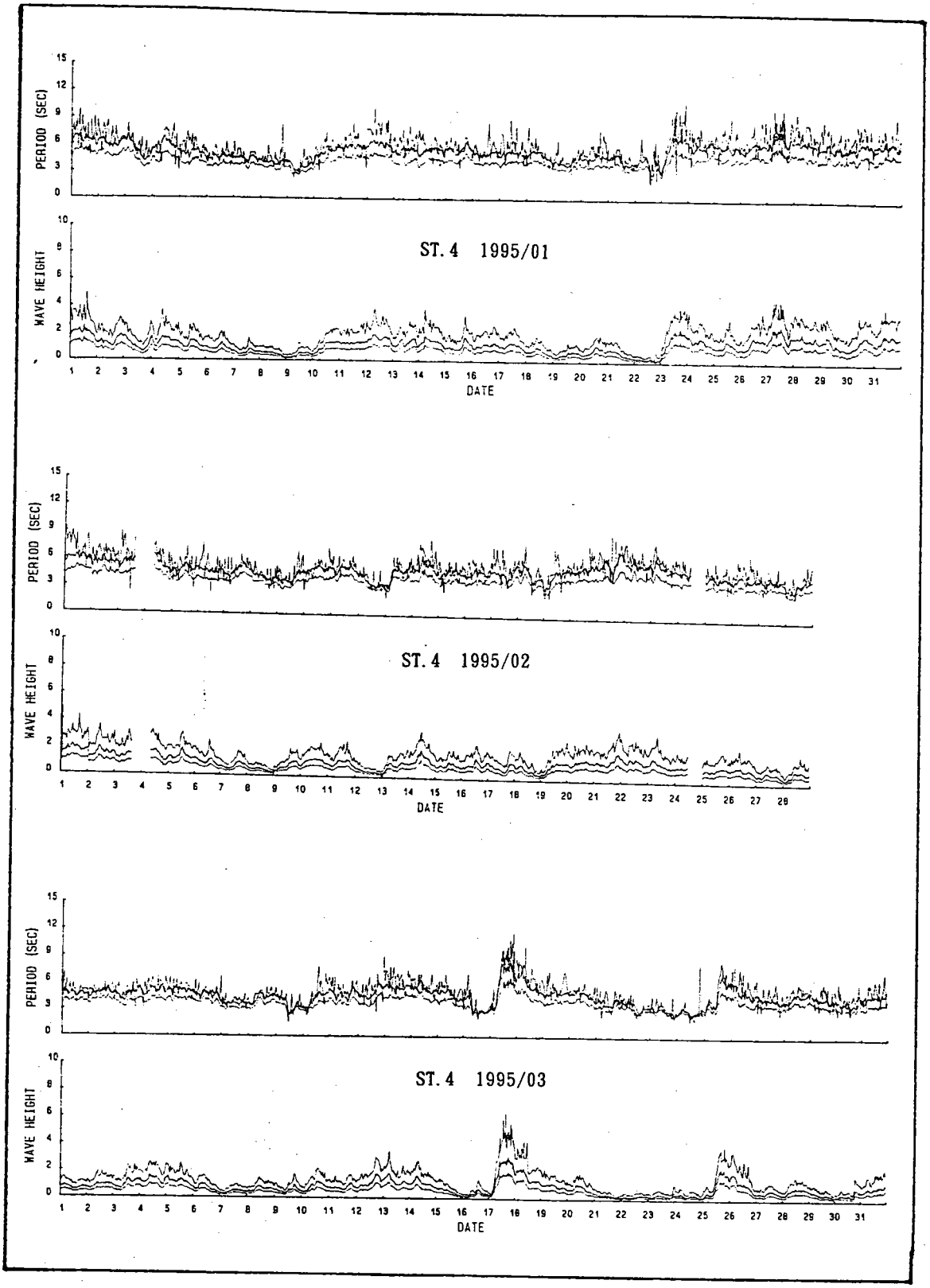


圖 3-8　　台中港ST.4觀測站84年1月、2月及3月波浪逐時變化圖

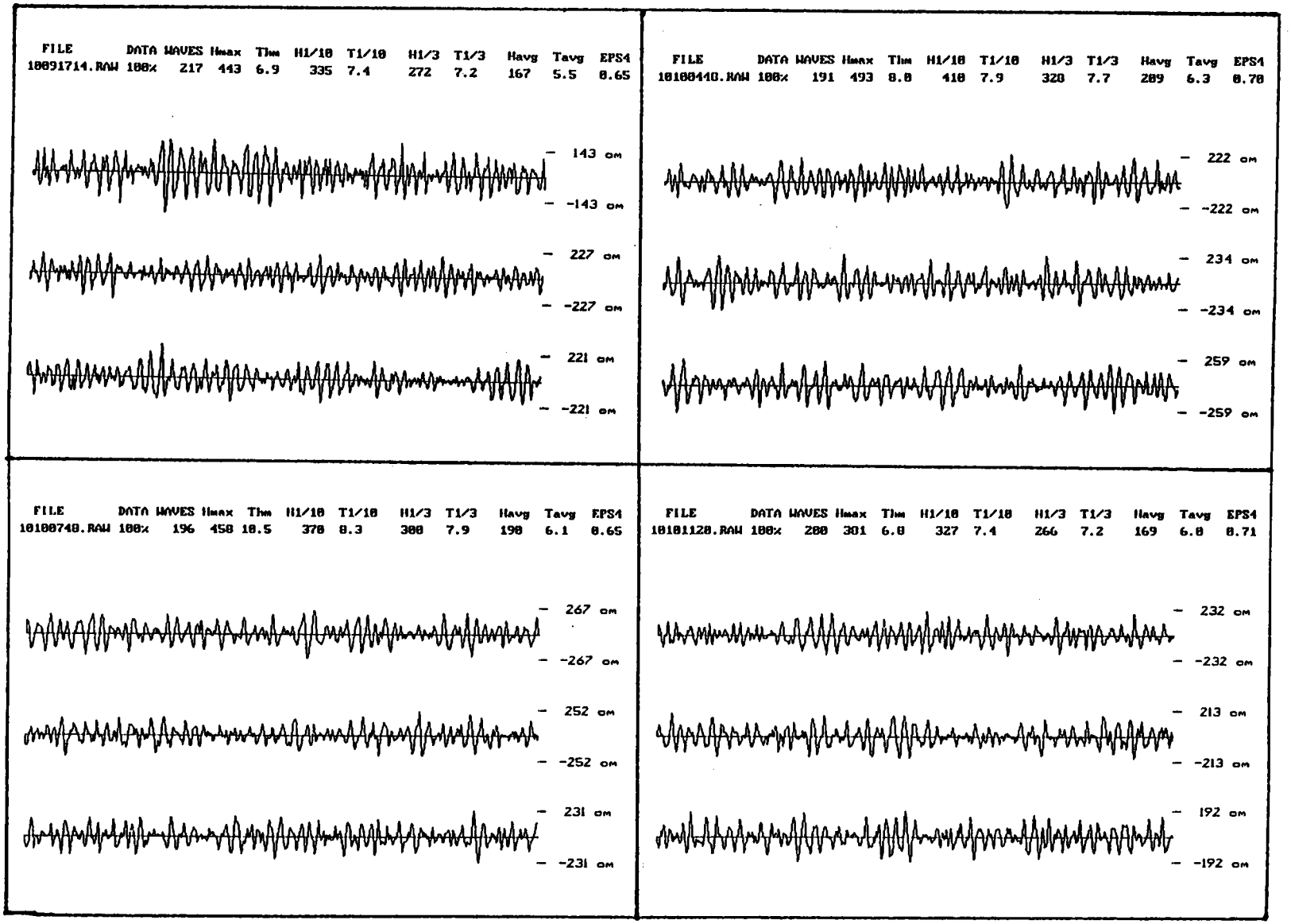


圖 3-9　1994年10月9日～10日席斯颱風與東北季風雙重影響ST.1站現場波浪記錄

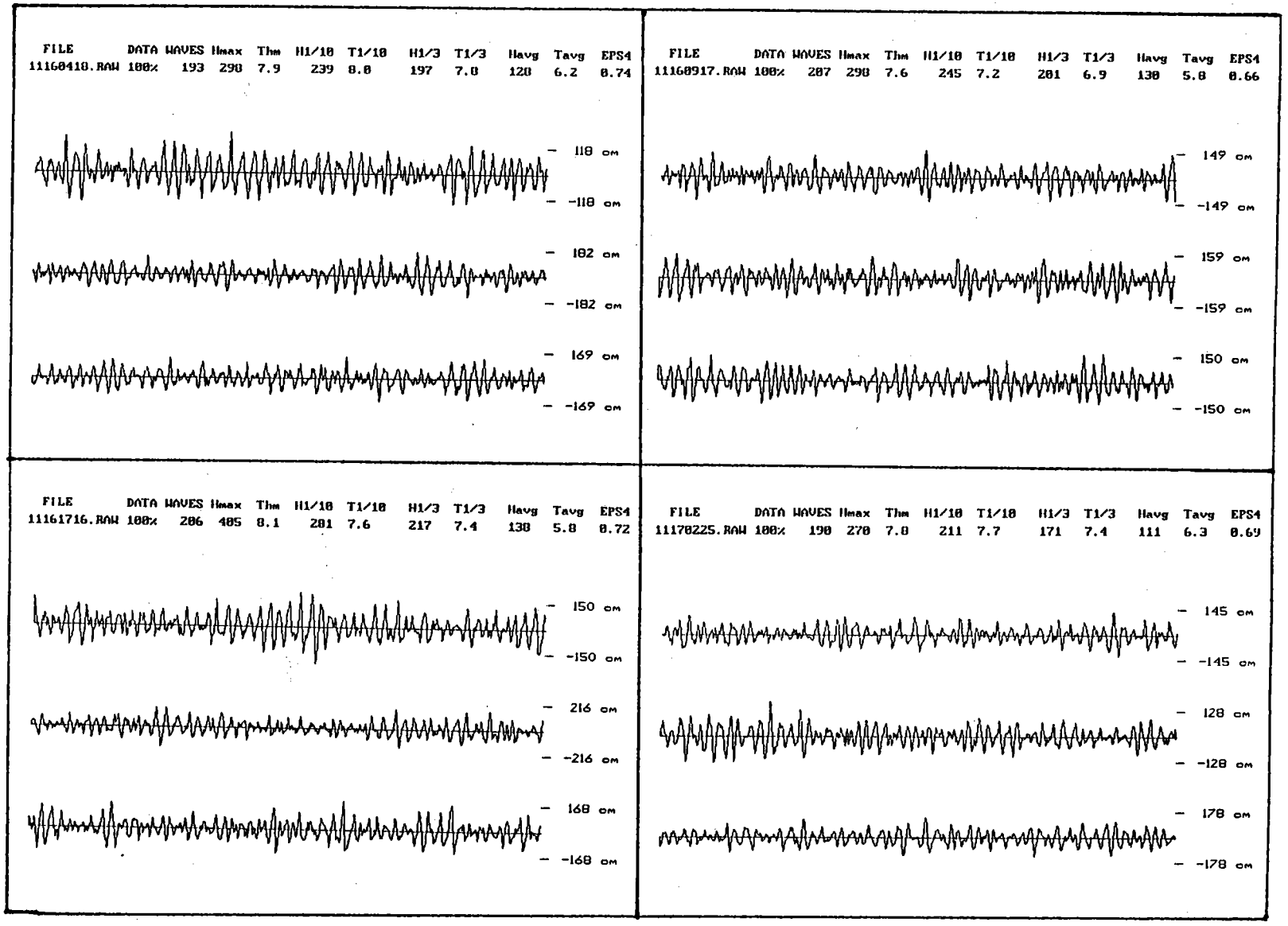


圖 3-10　1994年11月16日～17日冷鋒過境ST.1站現場波浪記錄

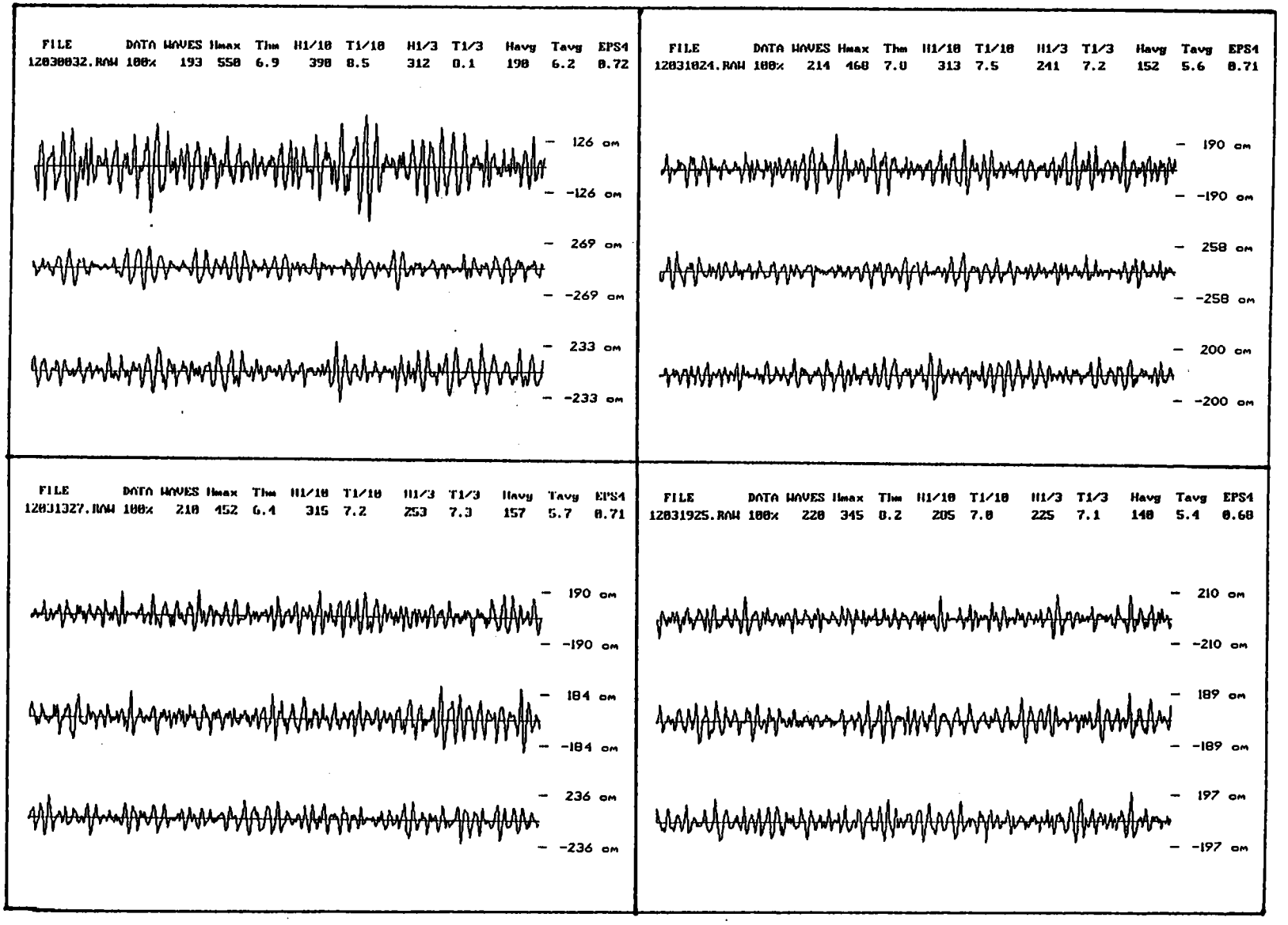


圖 3-11　1994年12月3日冷鋒過境ST.1站現場波浪記錄

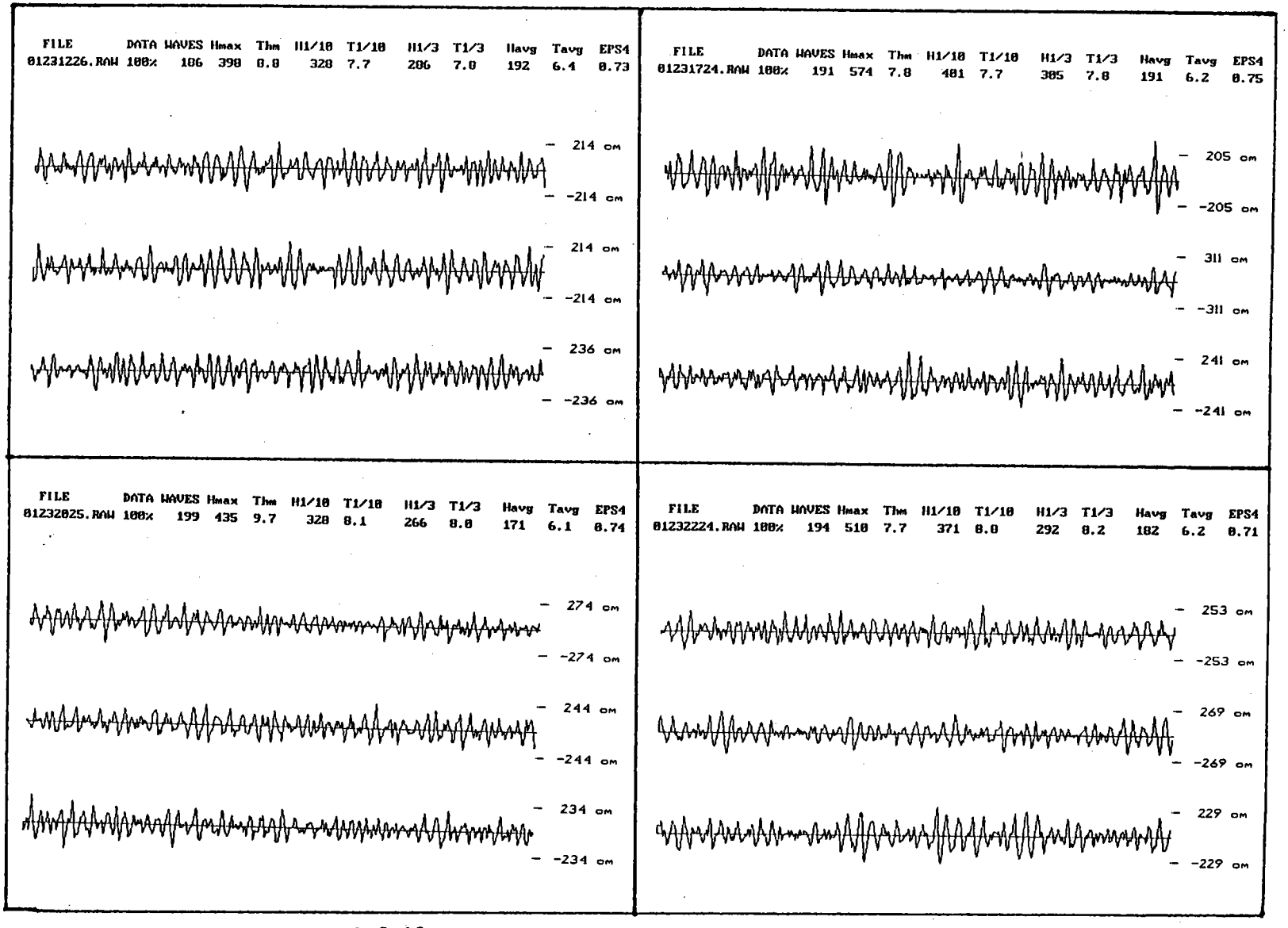


圖 3-12　1995年1月23日～24日冷鋒過境ST.1站現場波浪記錄

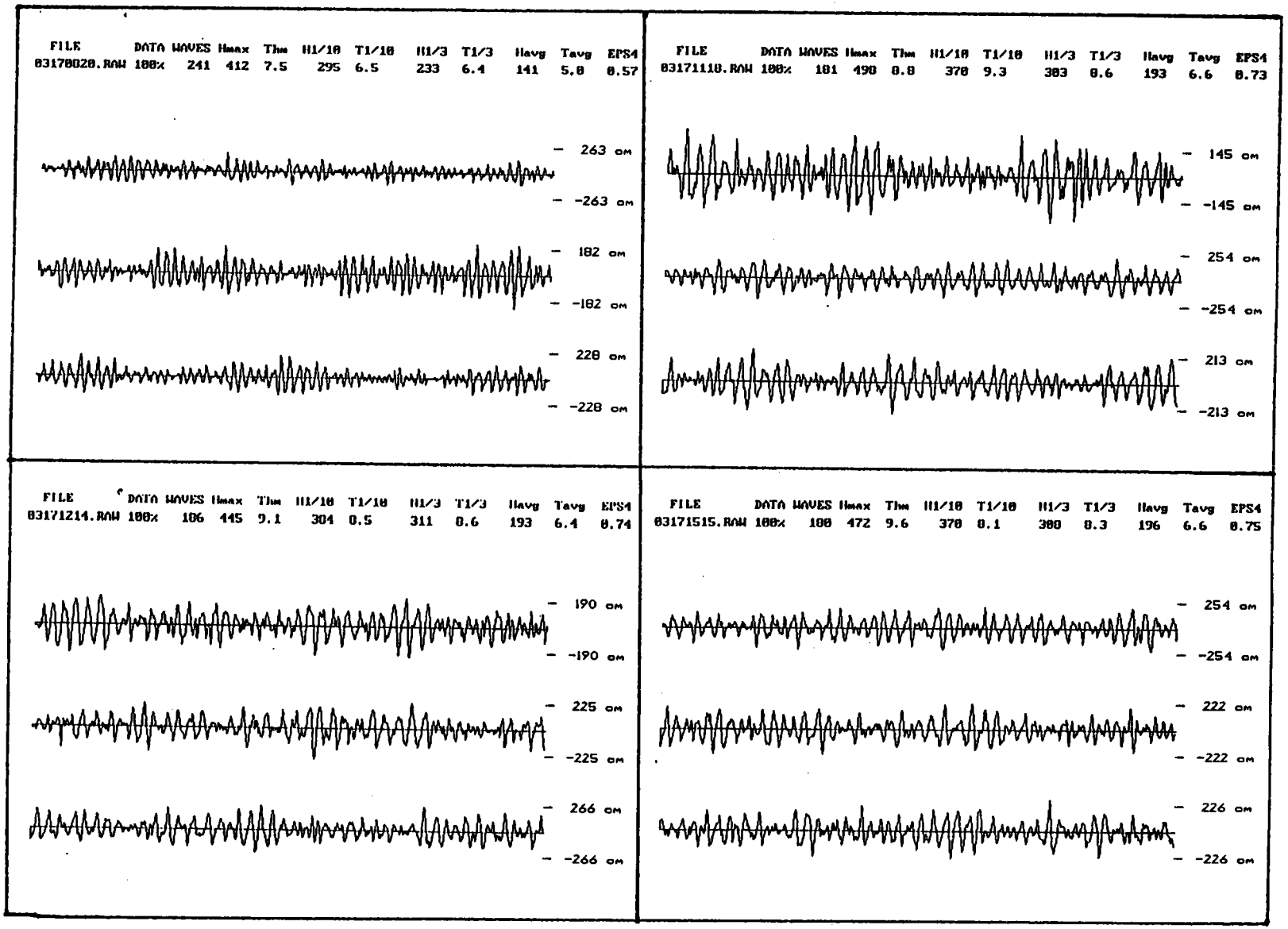


圖 3-13　1995年3月17日～18日冷鋒過境ST.1站現場波浪記錄

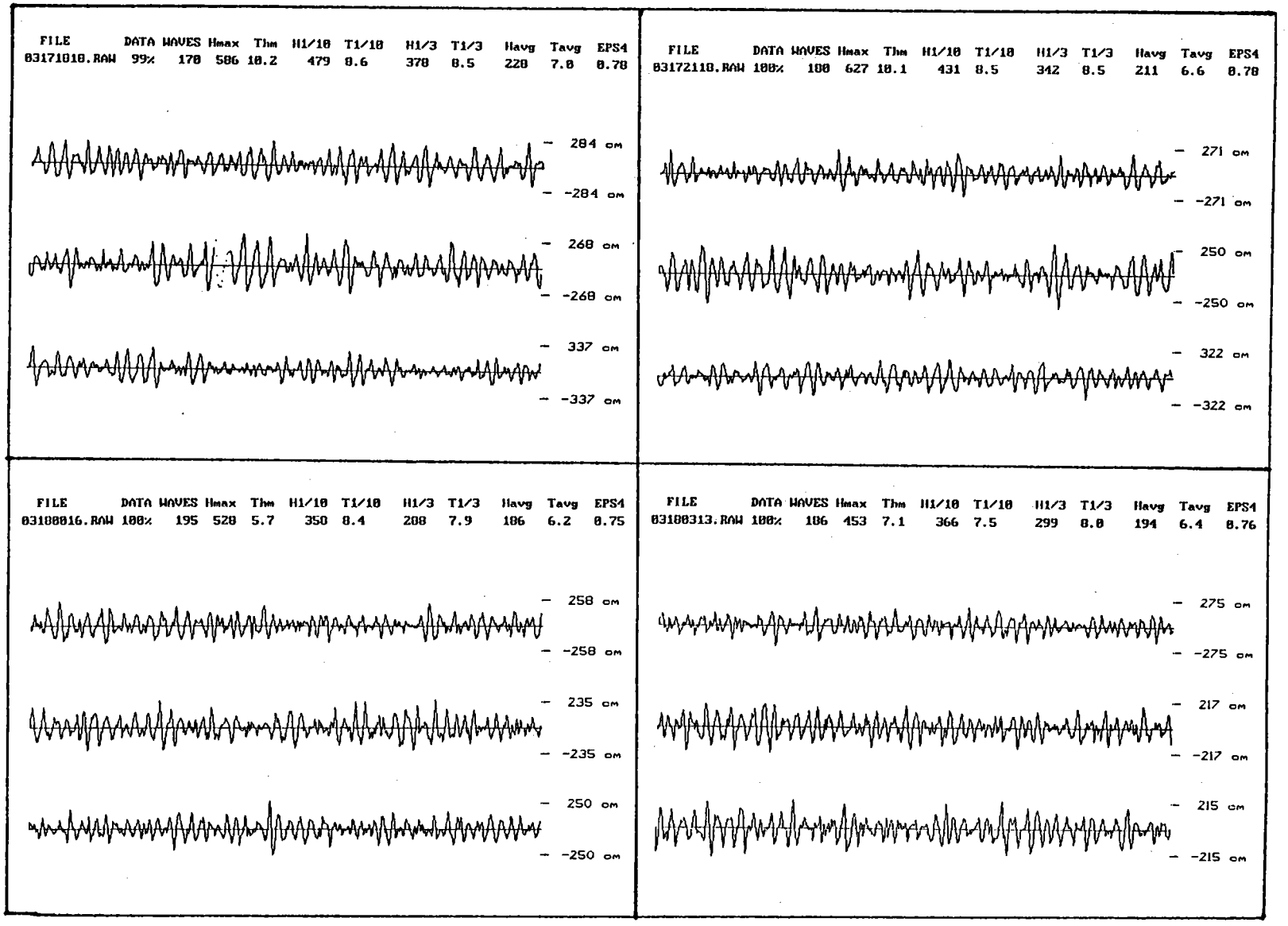


圖 3-13(續) 1995年3月17日～18日冷鋒過境ST.1站現場波浪記錄

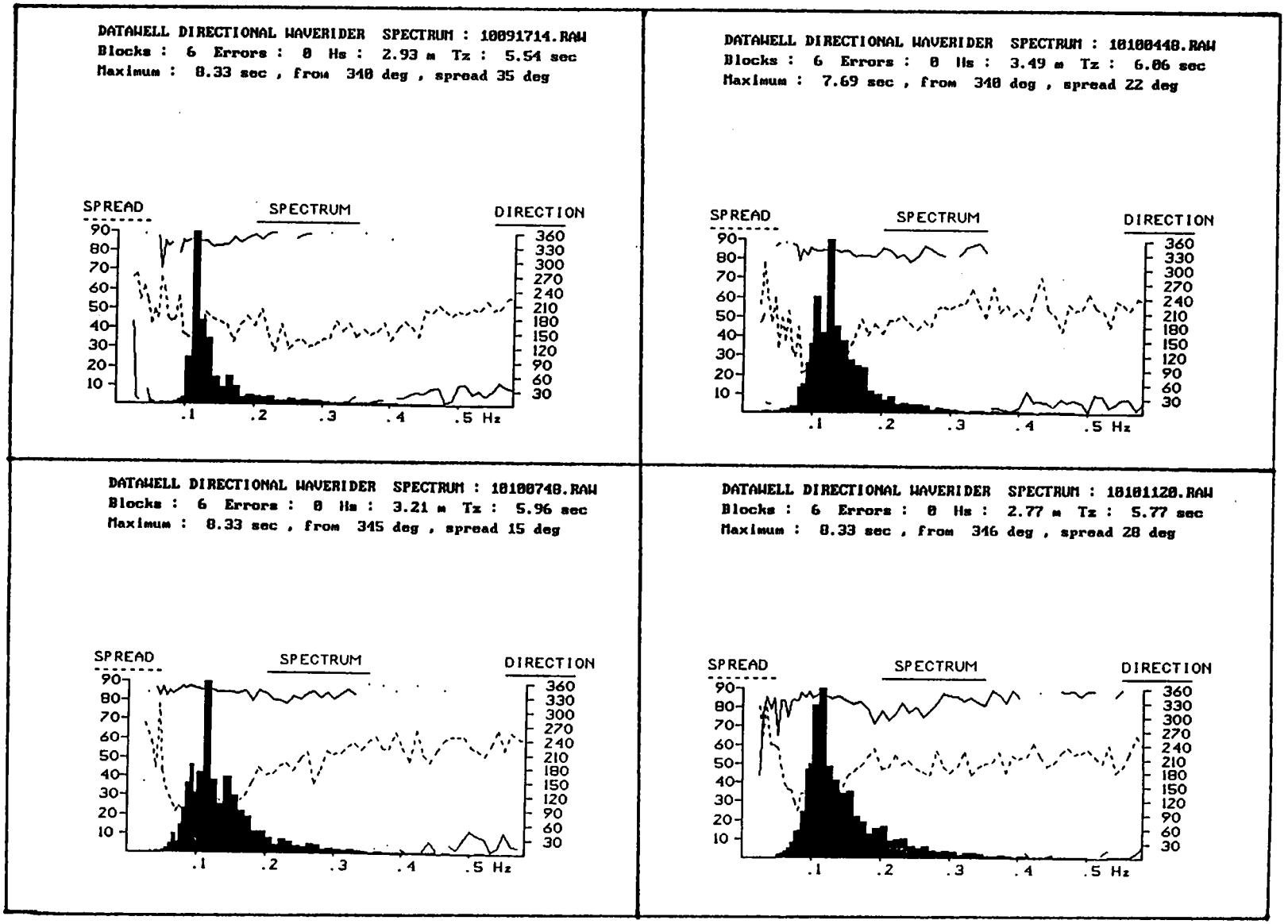


圖 3-14　1994年10月9日～10日席斯颱風與東北季風雙重影響ST.1站波向波高能譜圖

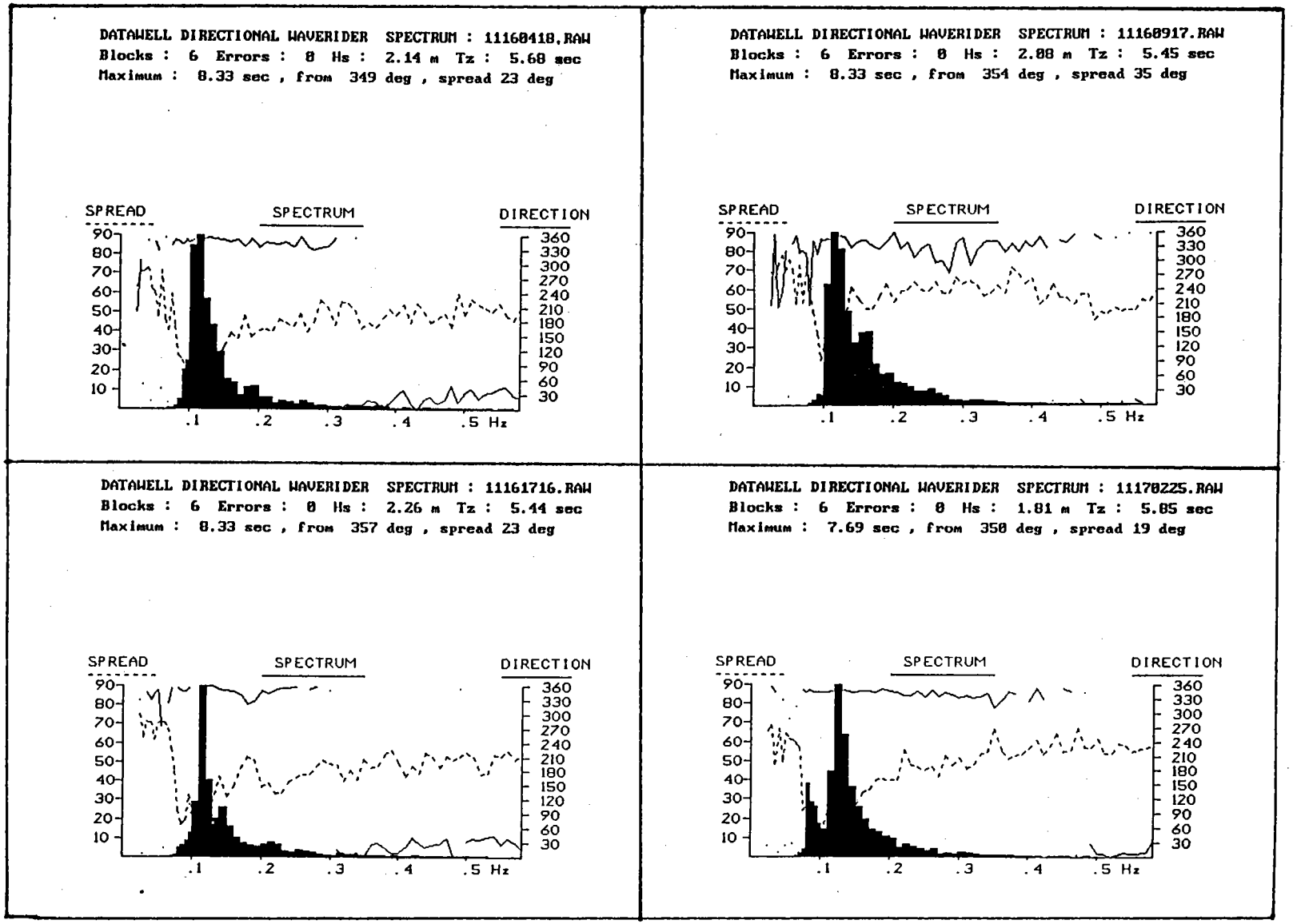


圖 3-15　1994年11月16日～17日冷鋒過境ST.1站波向波高能譜圖

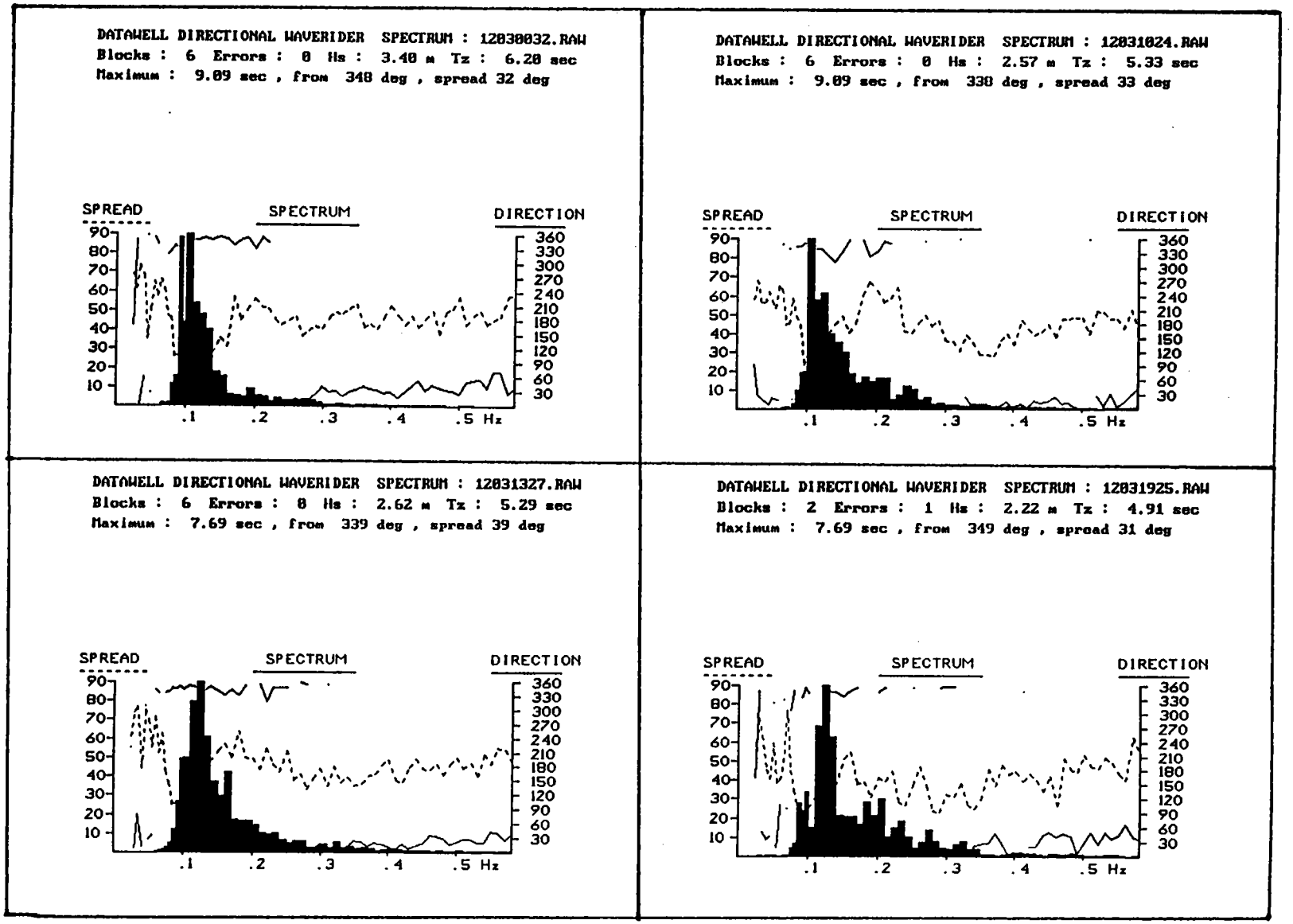


圖 3-16　1994年12月3日～4日冷鋒過境ST.1站波向波高能譜圖

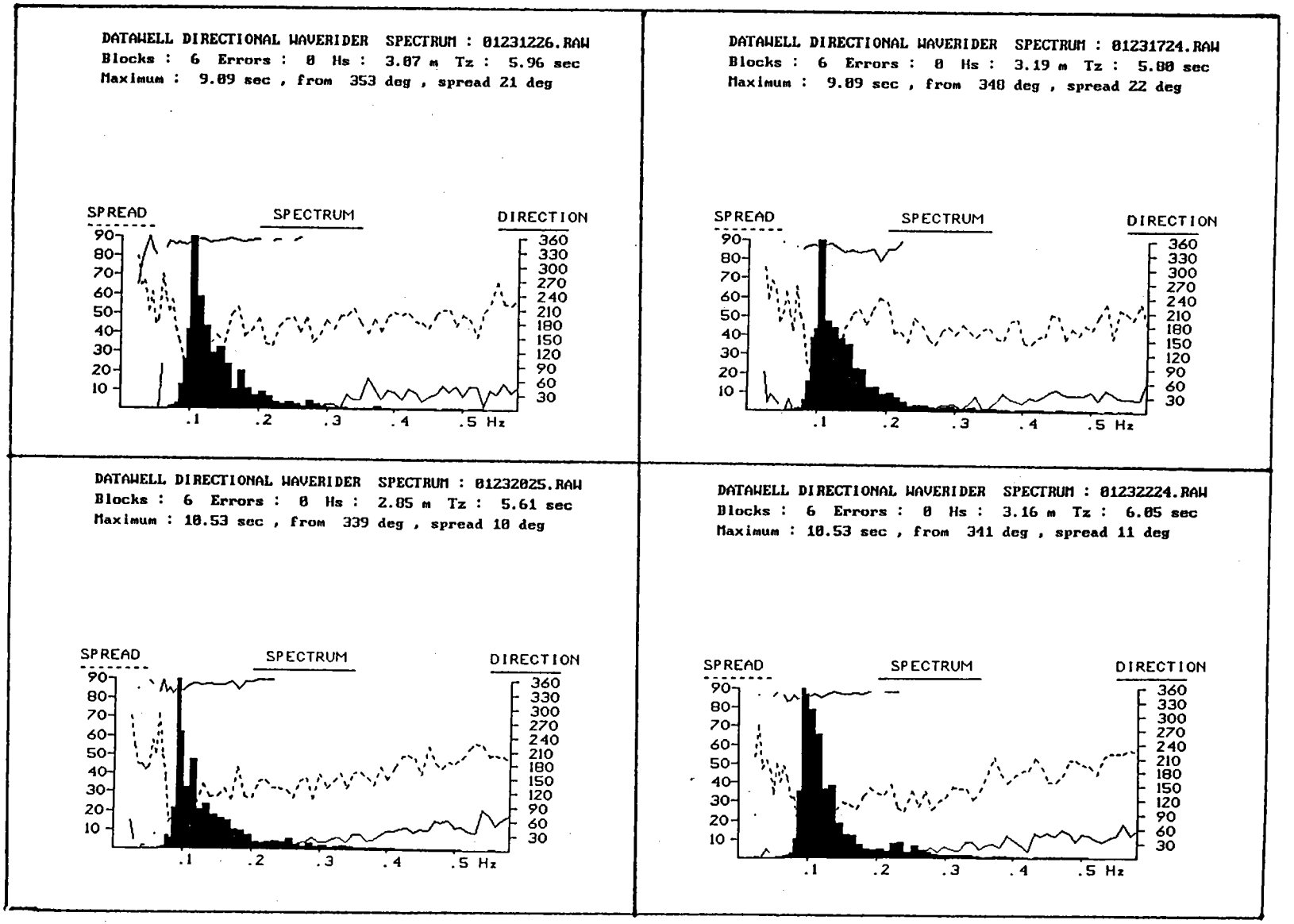


圖 3-17 · 1995年1月23日～24日冷鋒過境ST.1站波向波高能譜圖

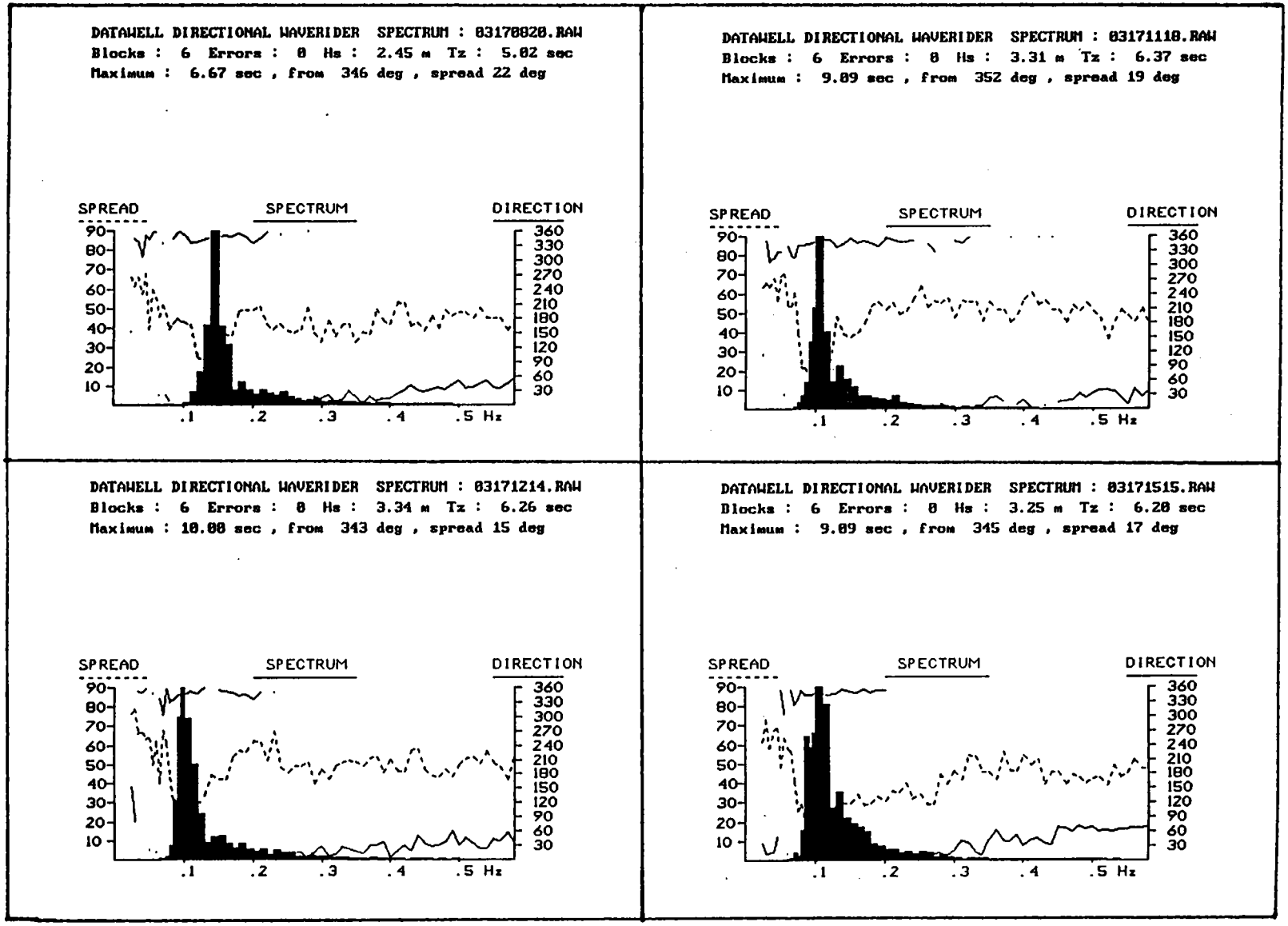


圖 3-18　1995年3月17日～18日冷鋒過境ST.1站波向波高能譜圖

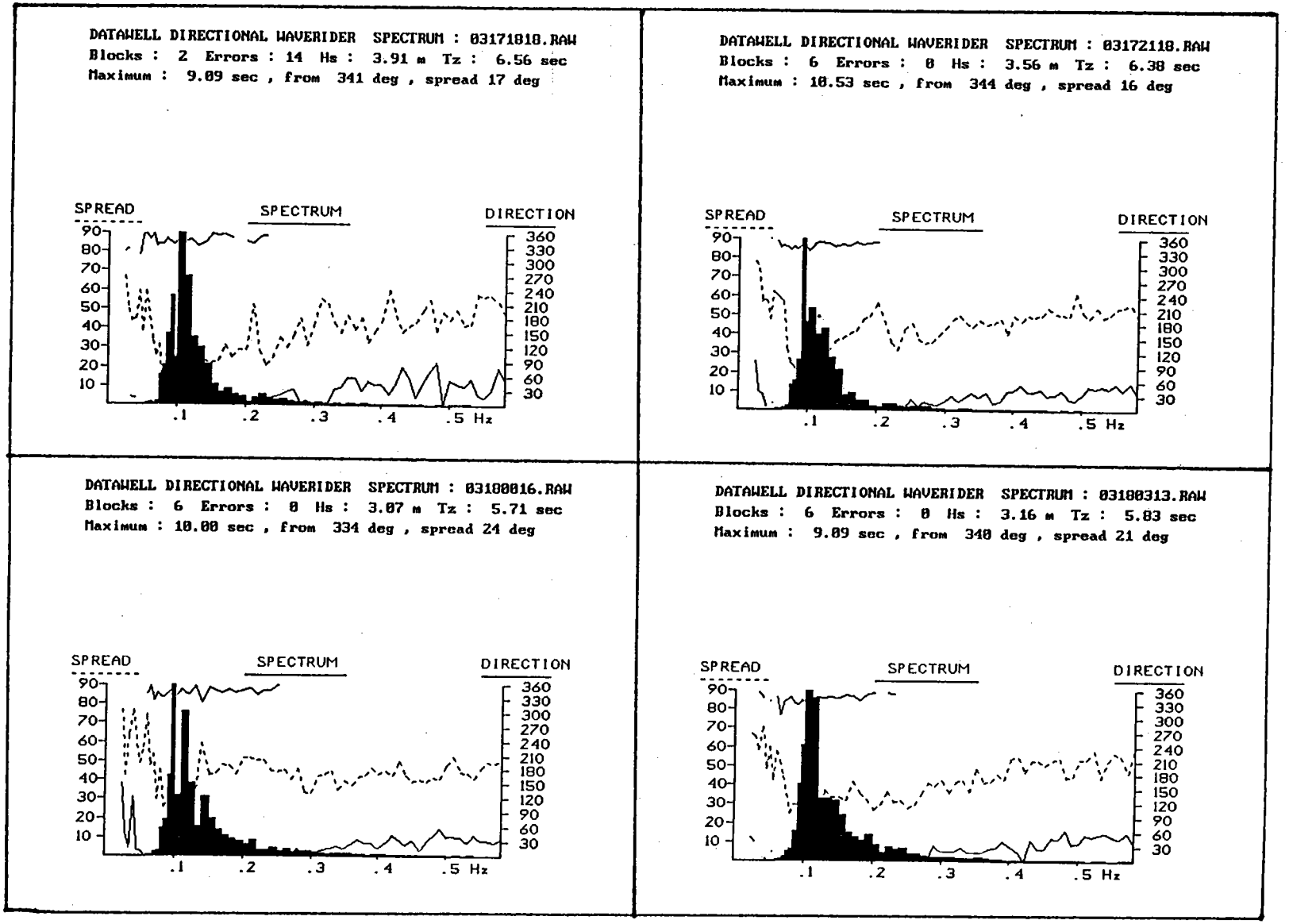


圖 3-18(續) 1995年3月17日～18日冷鋒過境ST.1站波向波高能譜圖

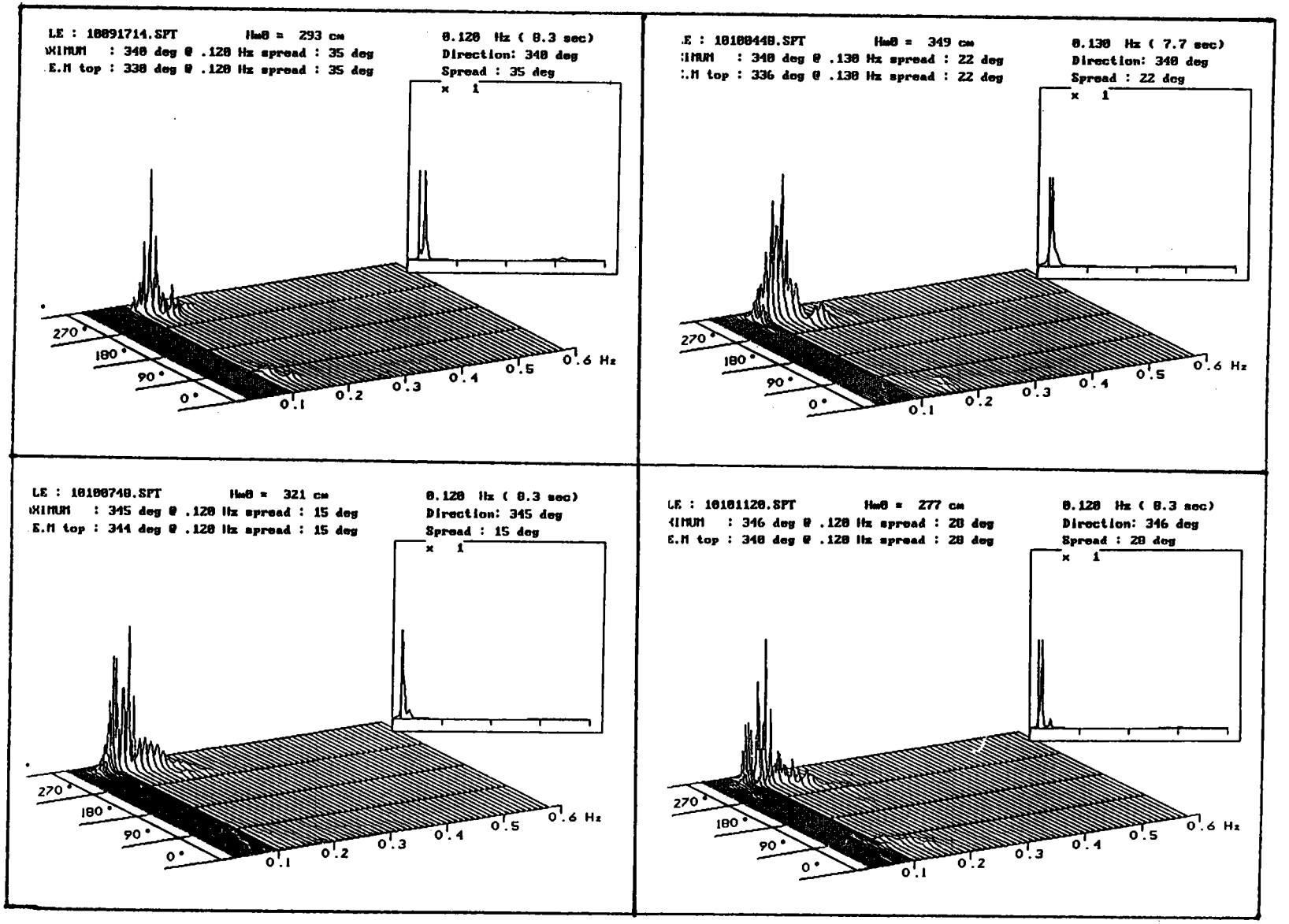


圖 3-19　1994年10月9日～10日席斯颱風與東北季風雙重影響ST.1站方向波浪波譜立體圖

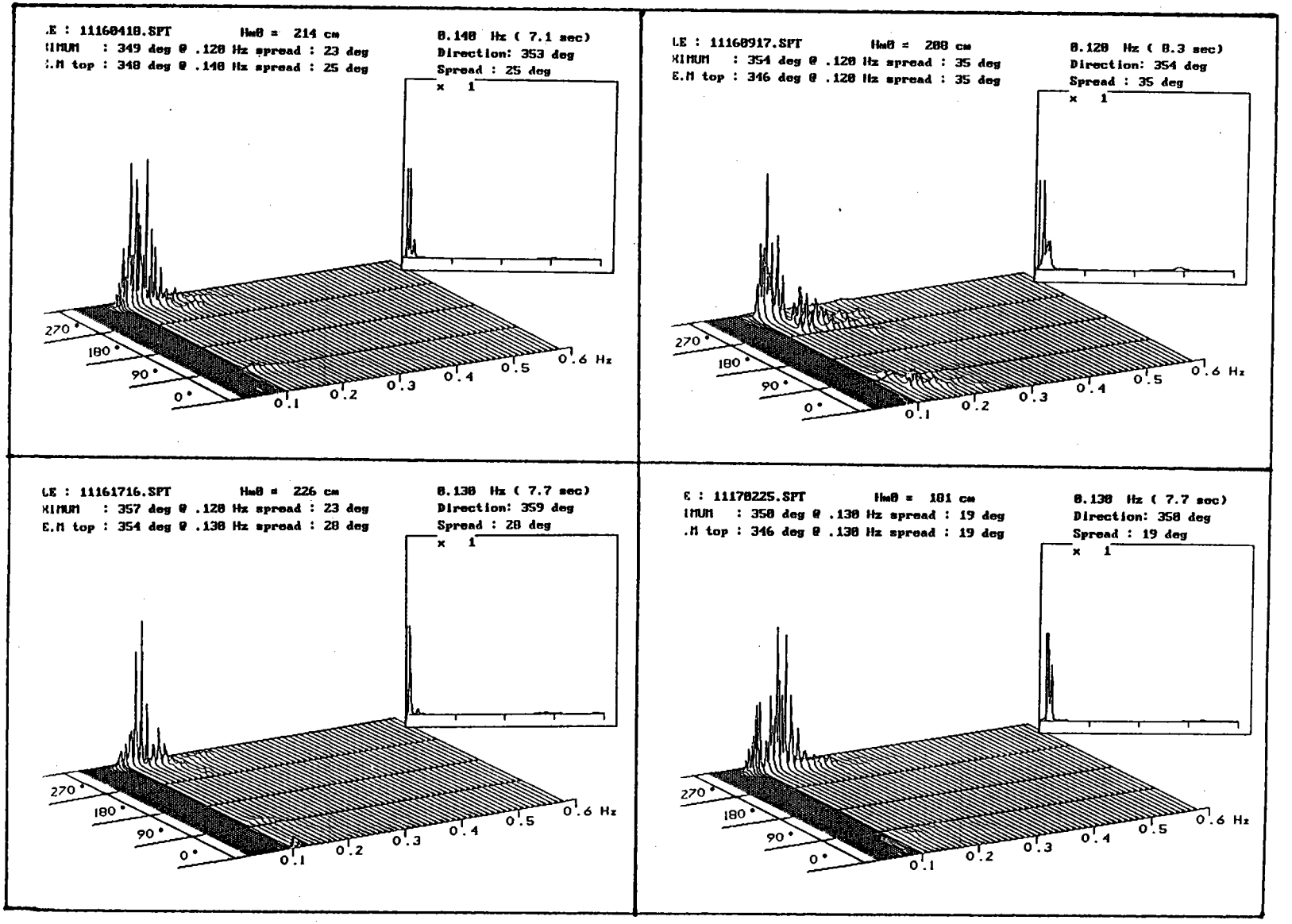


圖 3-20　1994年11月16日～17日冷鋒過境ST.1站方向波浪波譜立體圖

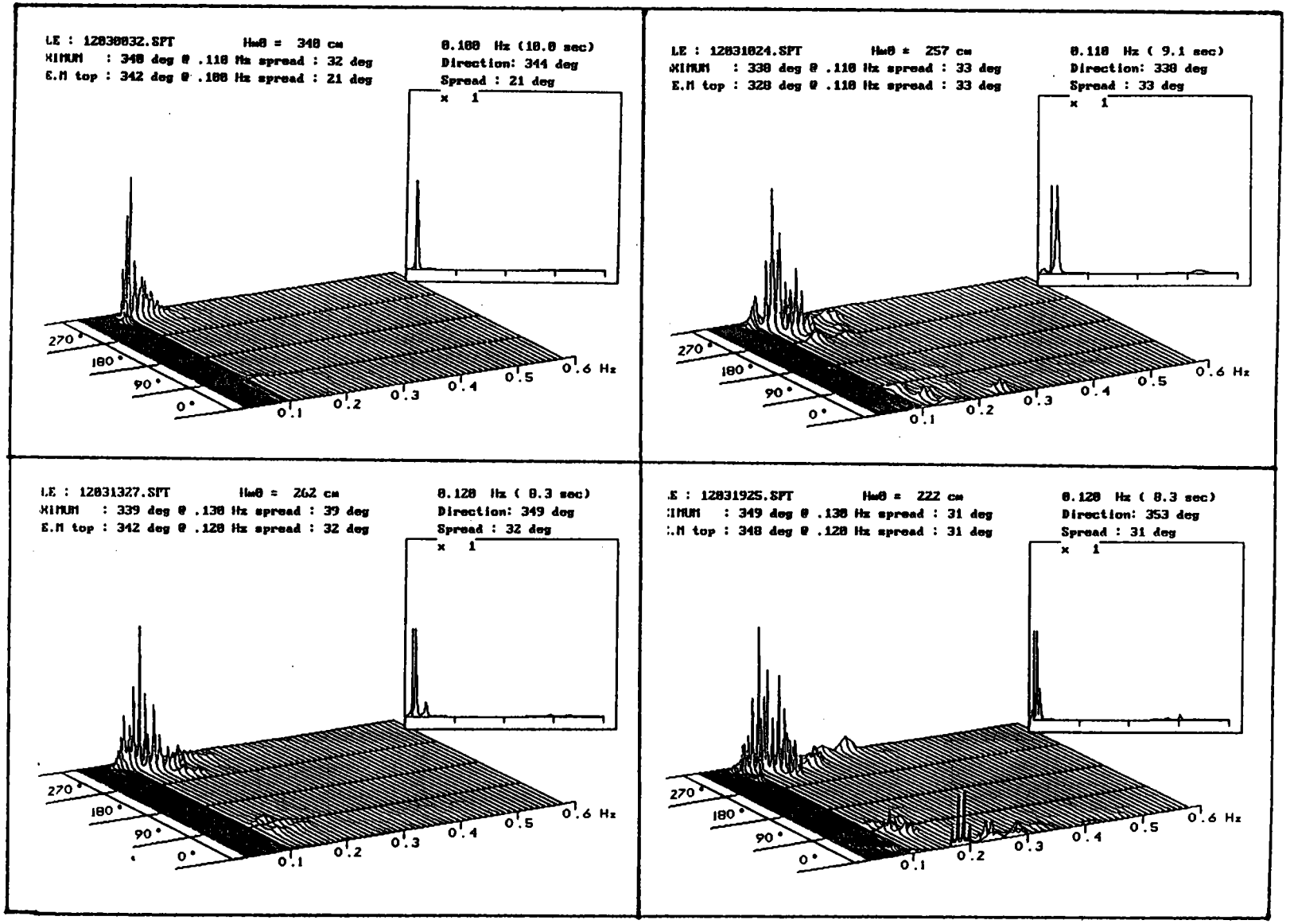


圖 3-21　1994年12月3日～4日冷鋒過境ST.1站方向波浪波譜立體圖

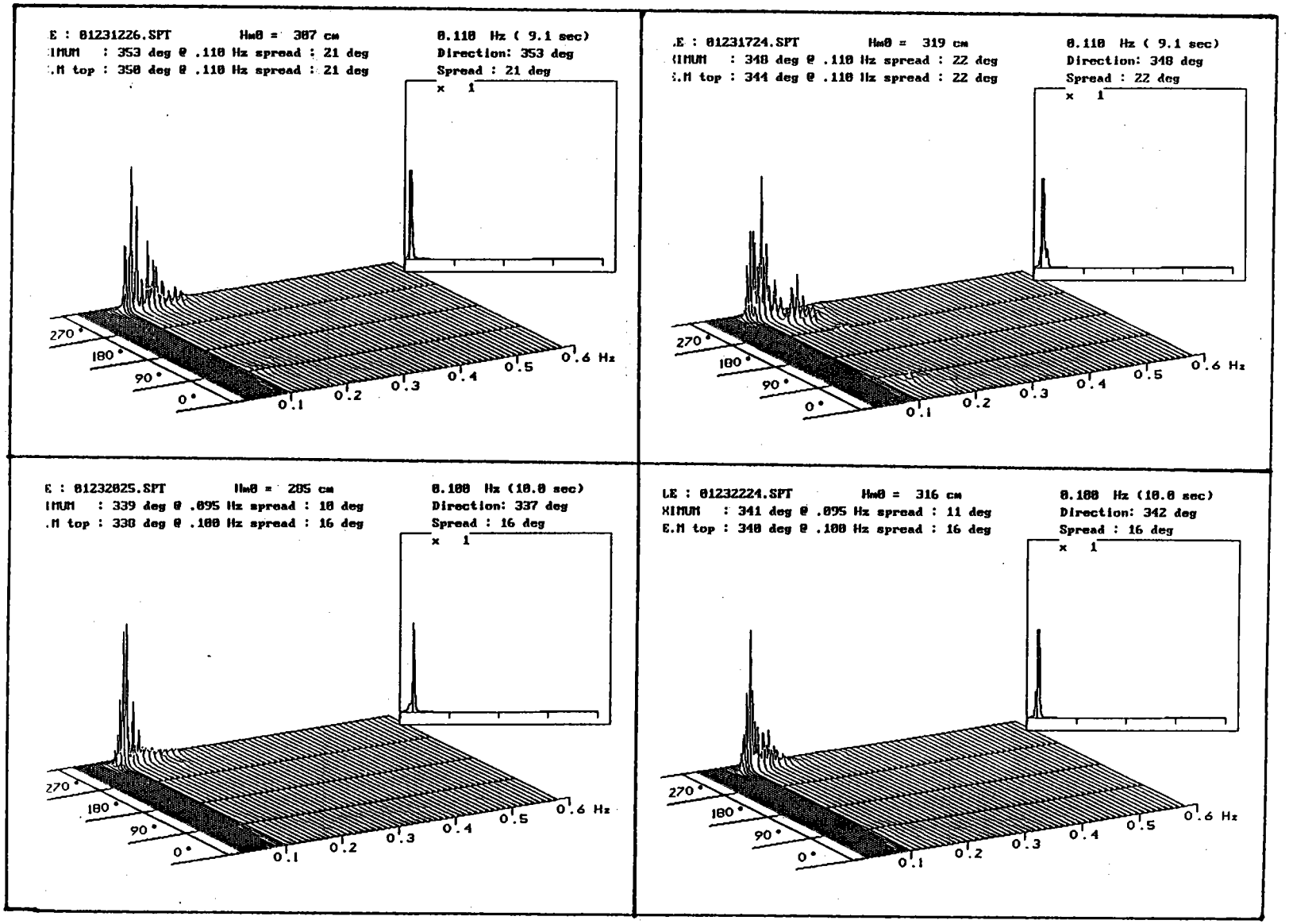


圖 3-22　1995年1月23日～24日冷鋒過境ST.1站方向波浪波譜立體圖

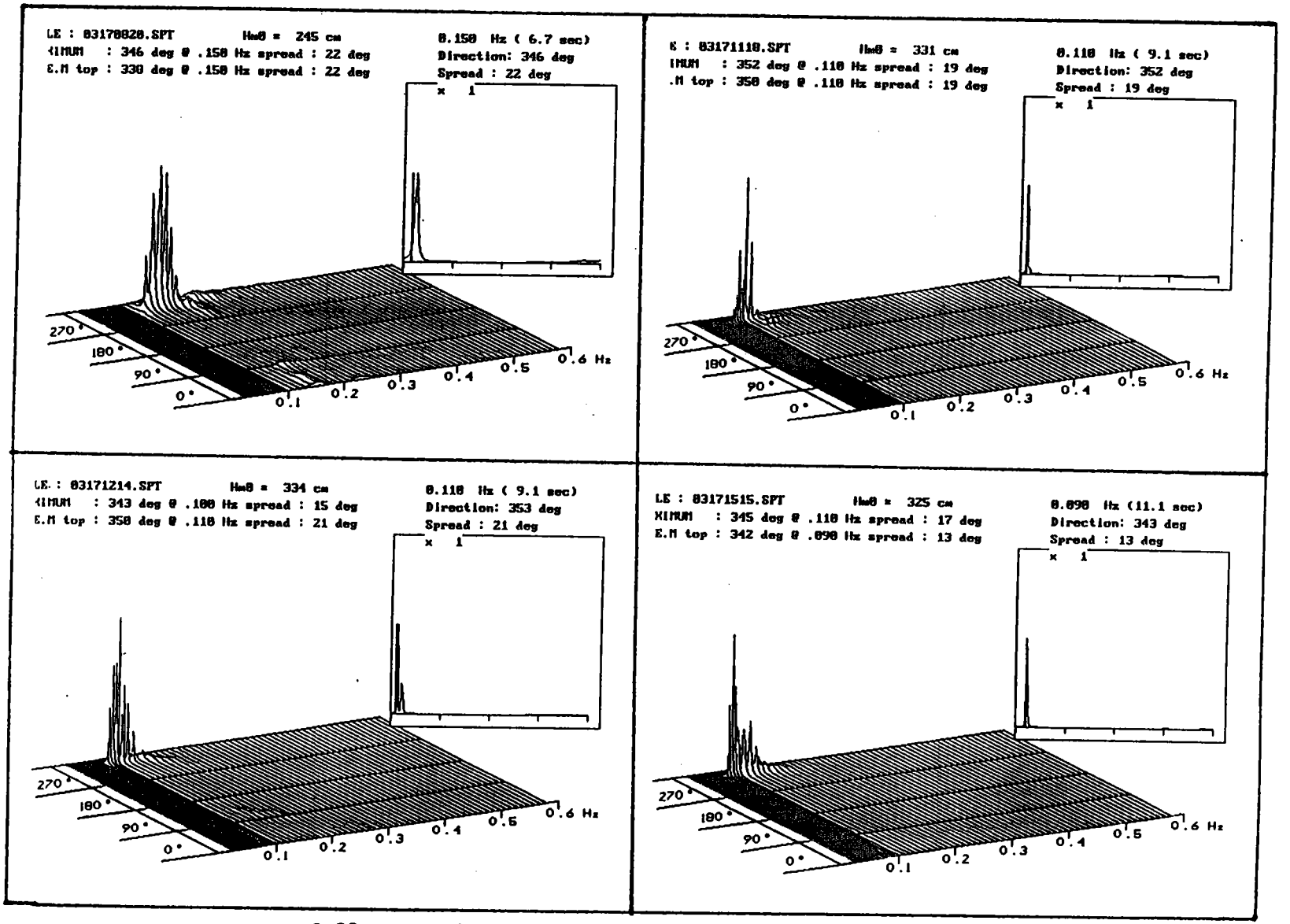


圖 3-23　1995年3月17日～18日冷鋒過境ST.1站方向波浪波譜立體圖

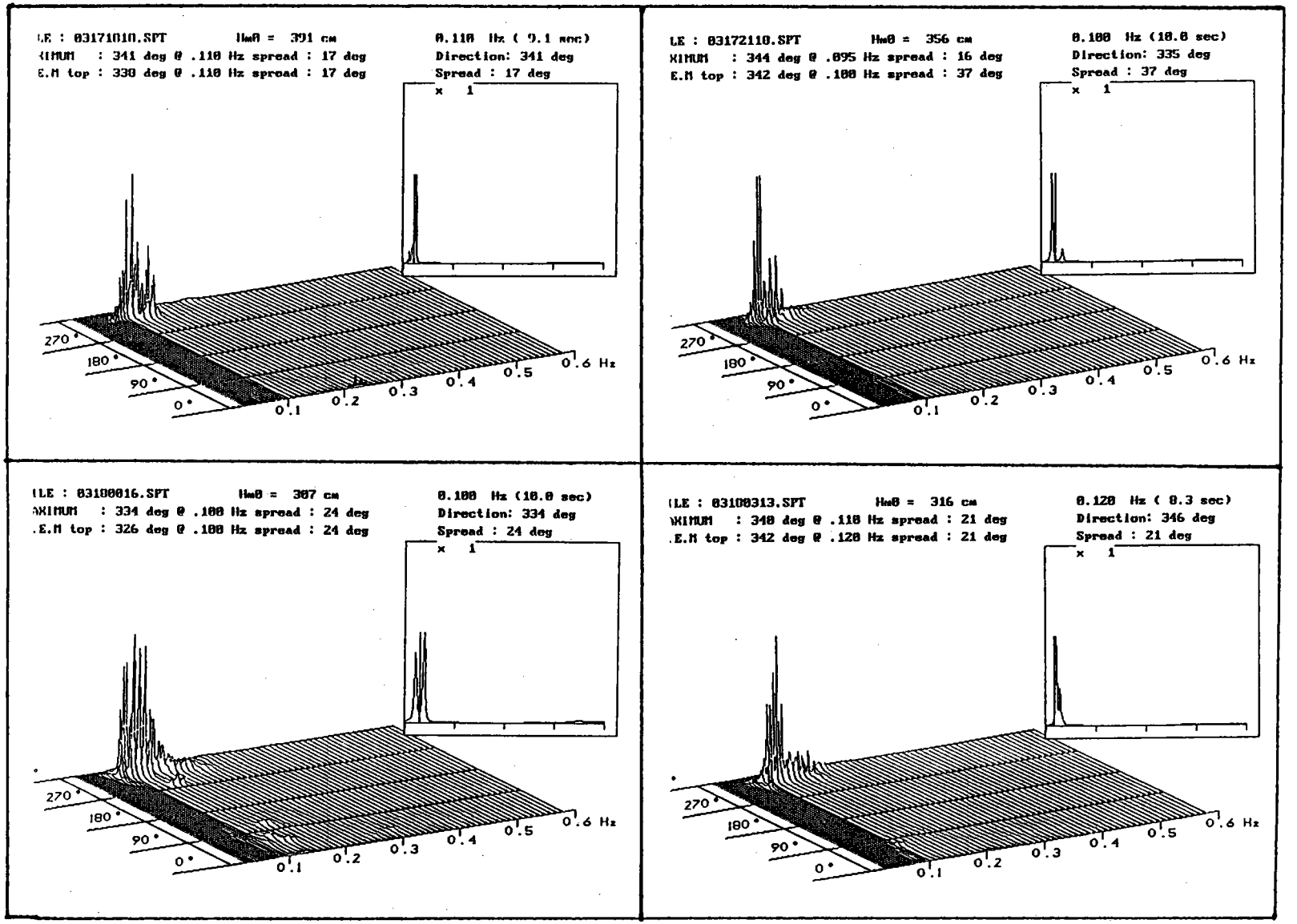


圖 3-23(續) 1995年3月17日～18日冷鋒過境ST.1站方向波浪波譜立體圖

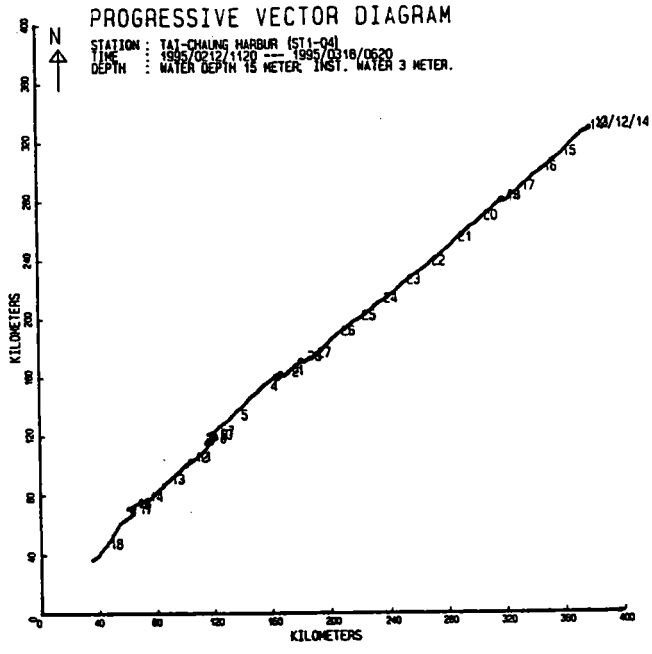


圖 3-26　ST.1 觀測站海流累進向量圖

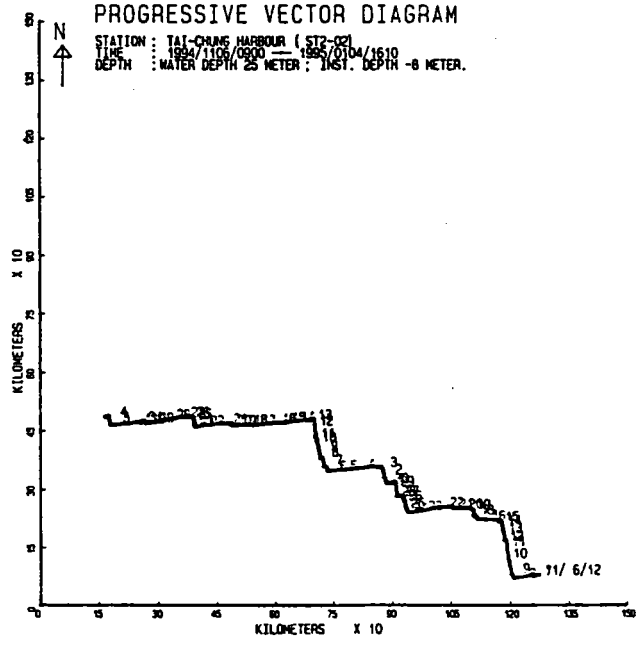


圖 3-27　ST.2 觀測站海流累進向量圖

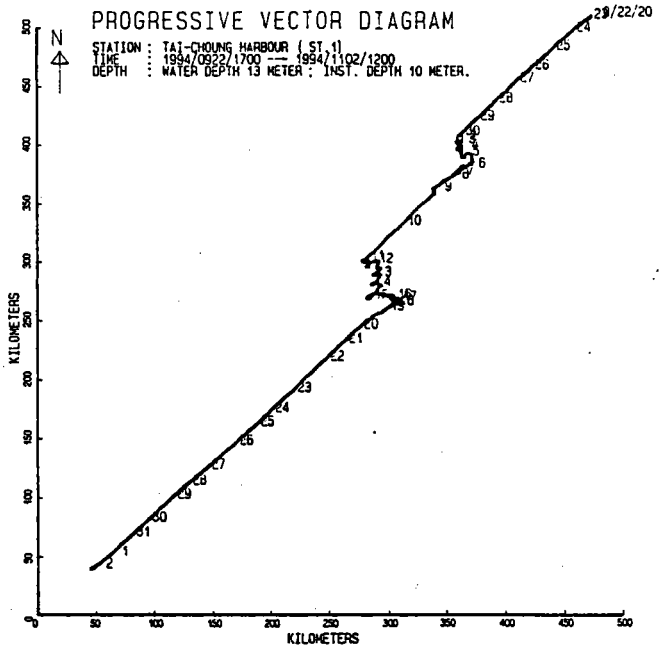


圖 3-24　　ST.1 觀測站海流累進向量圖

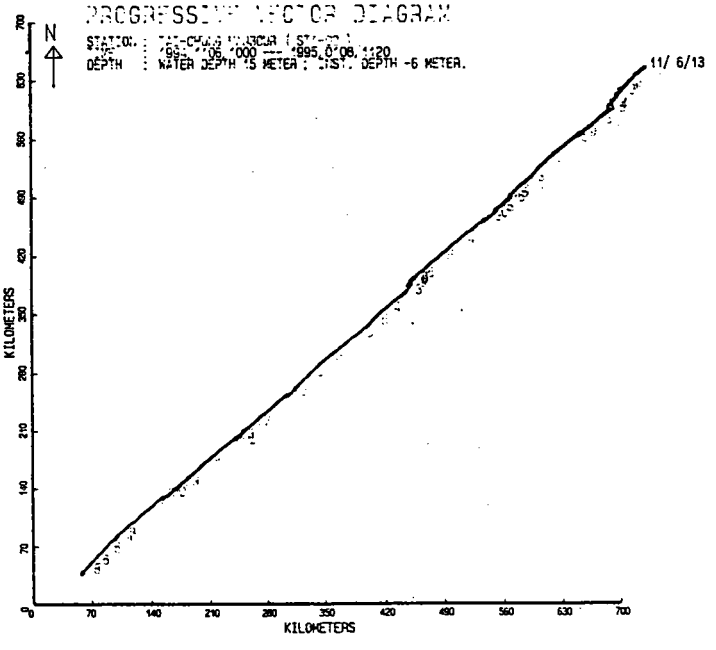


圖 3-25　　ST.1 觀測站海流累進向量圖

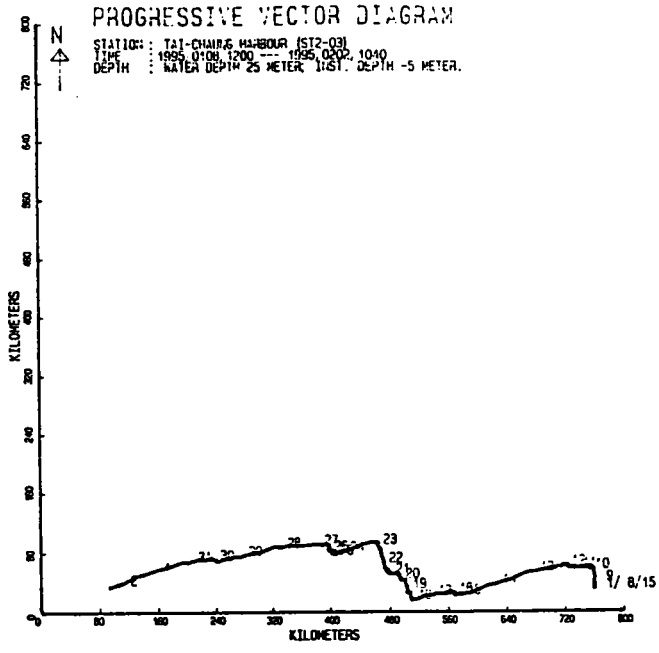


圖 3-28　ST.2 觀測站海流累進向量圖

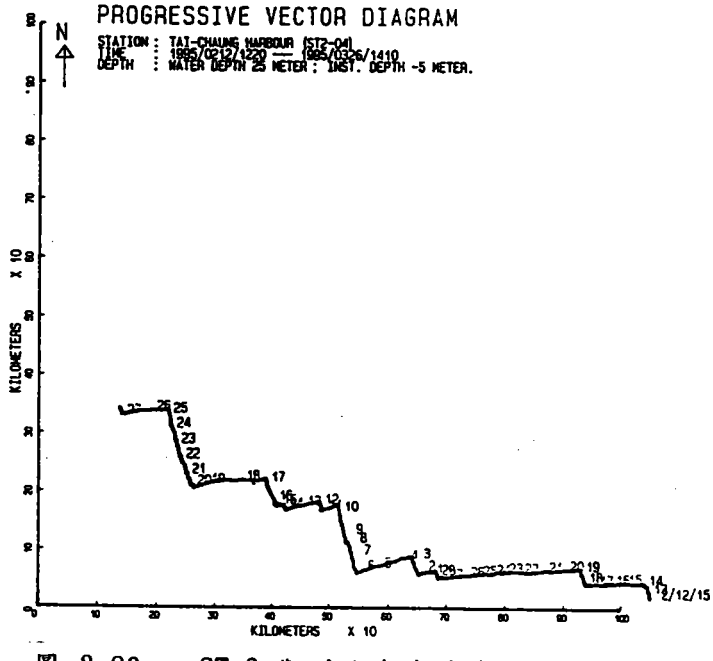


圖 3-29　ST.2 觀測站海流累進向量圖

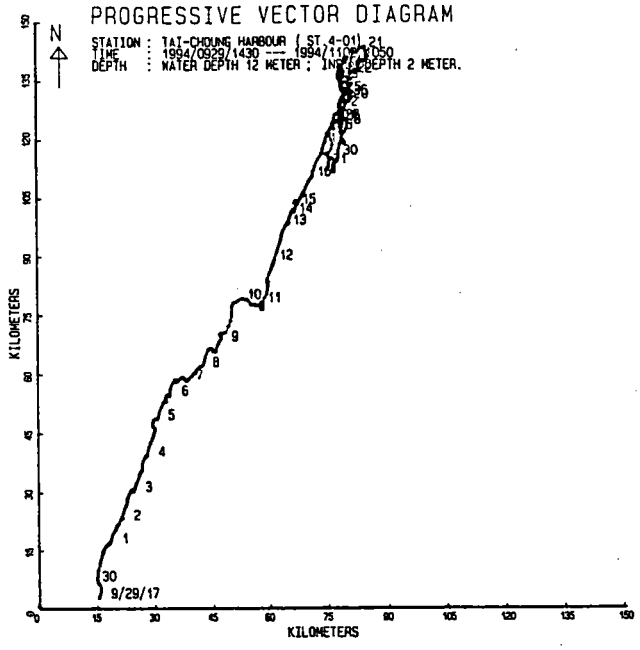


圖 3-30　ST.4 觀測站海流累進向量圖

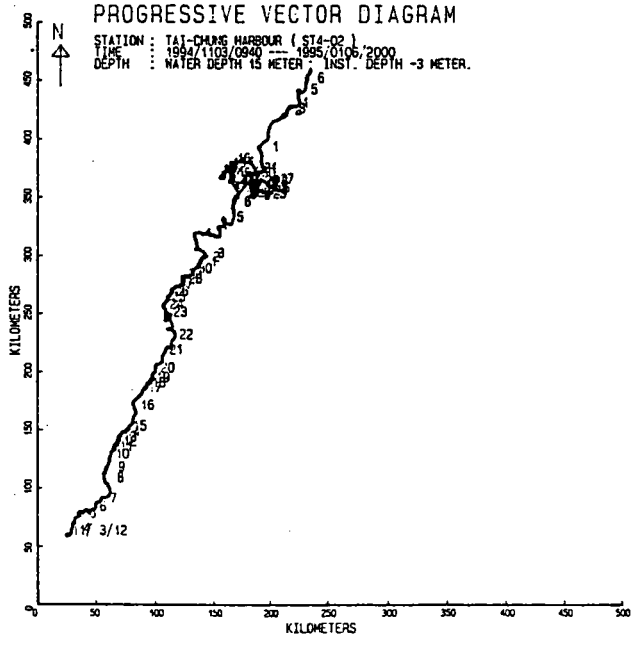


圖 3-31　ST.4 觀測站海流累進向量圖

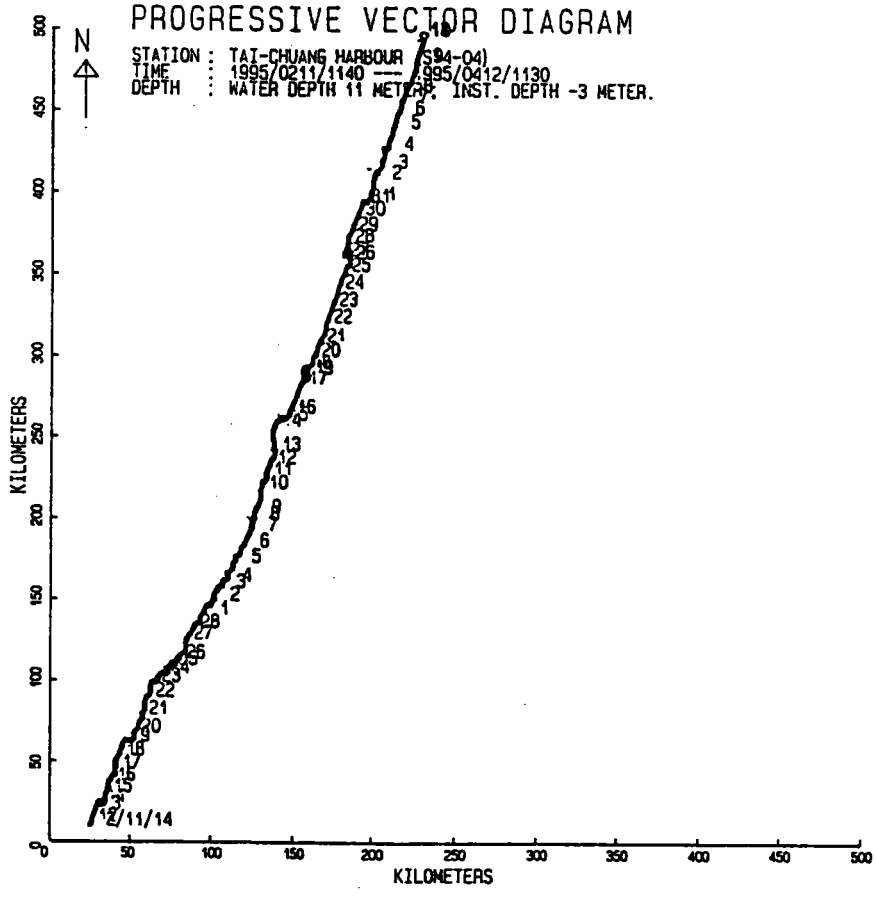
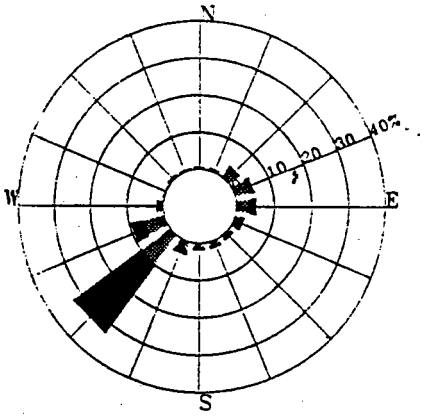


圖 3-32　ST.4 觀測站海流累進向量圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

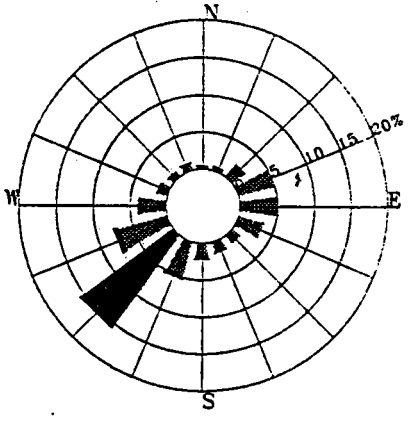
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1994/10/01 - 1994/10/31

DATA NAME : 9410ST01.DIS

圖 3-33 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

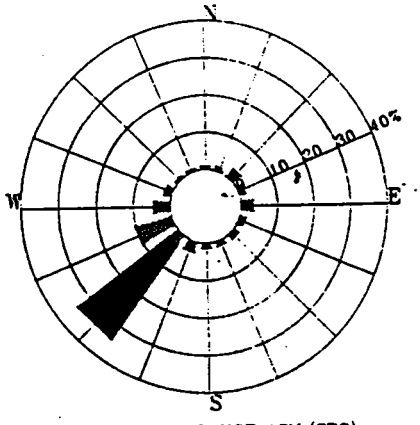
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1994/11/01 - 1994/11/30

DATA NAME : 9411ST01.DIS

圖 3-34 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

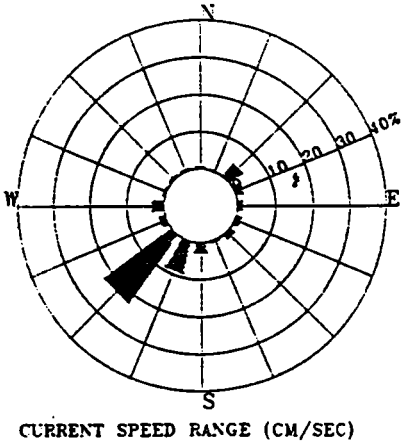
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1994/12/01 - 1994/12/31

DATA NAME : 9412ST01.DIS

圖 3-35 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

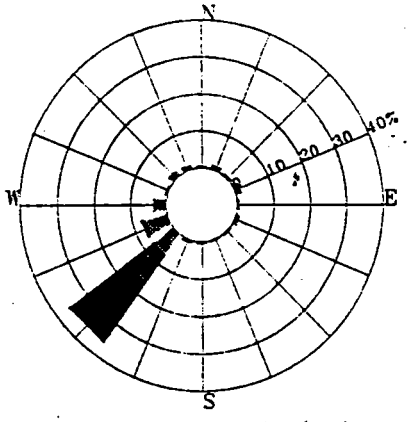
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/01/01 - 1995/01/08

DATA NAME : 9501ST01.DIS

圖 3-36 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

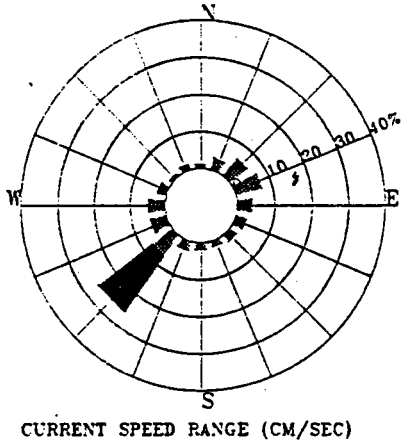
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/02/12 - 1995/02/28

DATA NAME : 9502ST01.DIS

圖 3-37 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

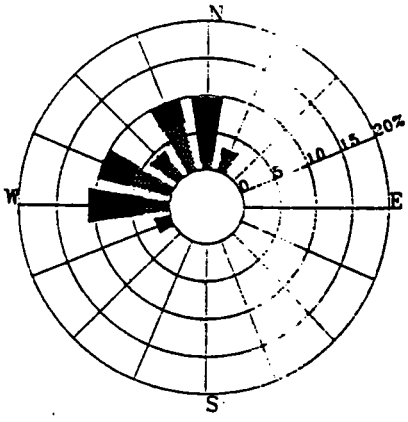
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST01

DATE : 1995/03/01 - 1995/03/18

DATA NAME : 9503ST01.DIS

圖 3-38 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

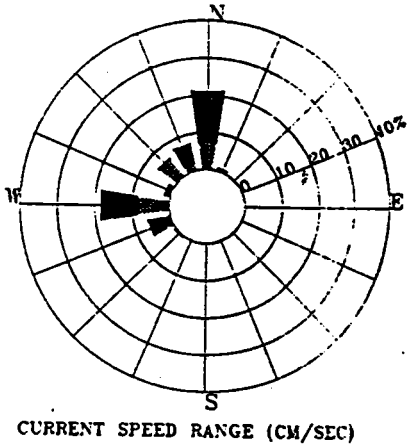
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1994/10/03 - 1994/10/07

DATA NAME : 9410ST02.DIS

圖 3-39 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

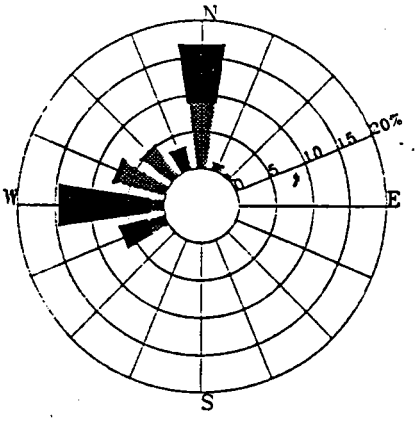
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1994/11/06 - 1994/11/30

DATA NAME : 9411ST02.DIS

圖 3-40 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

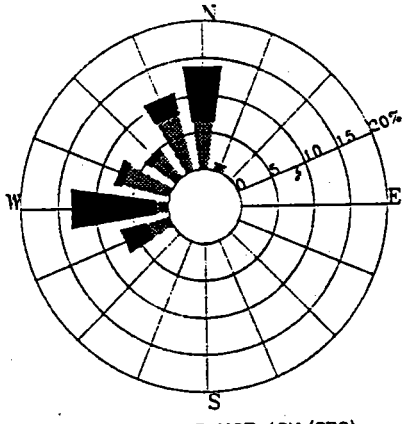
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1994/12/01 - 1994/12/31

DATA NAME : 9412ST02.DIS

圖 3-41 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N.	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

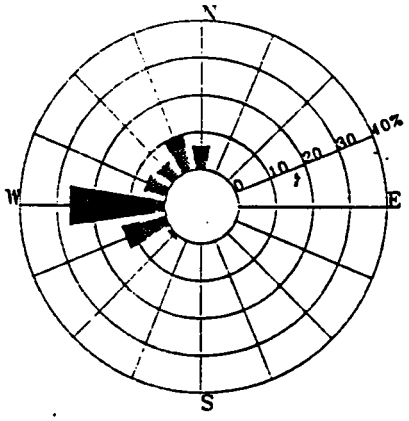
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1995/01/01 - 1995/01/31

DATA NAME : 9501ST02.DIS

圖 3-42 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

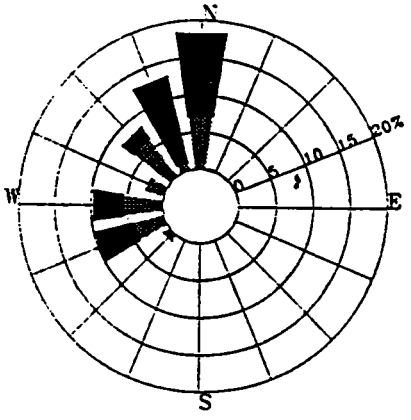
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1995/02/01 - 1995/02/28

DATA NAME : 9502ST02.DIS

圖 3-43 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

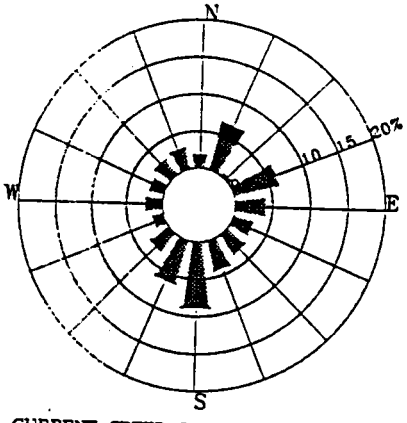
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST02

DATE : 1995/03/01 - 1995/03/27

DATA NAME : 9503ST02.DIS

圖 3-44 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

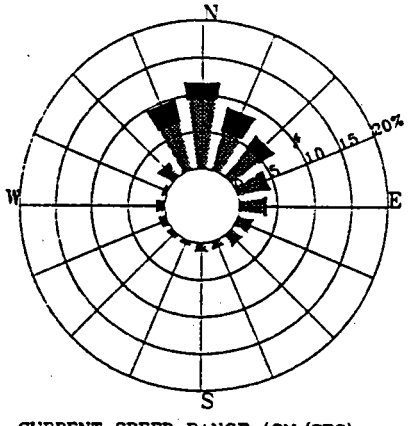
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1994/10/01 - 1994/10/31

DATA NAME : 9410ST04.DIS

圖 3-45 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

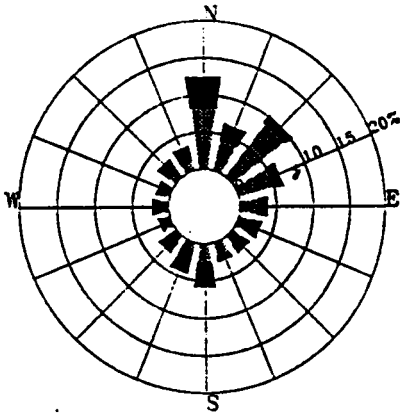
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1994/11/01 - 1994/11/30

DATA NAME : 9411ST04.DIS

圖 3-46 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

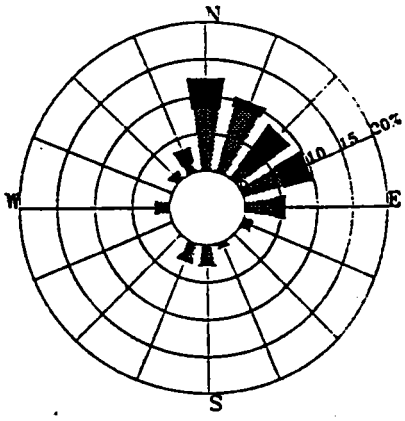
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1994/12/01 - 1994/12/31

DATA NAME : 9412ST04.DIS

圖 3-47 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

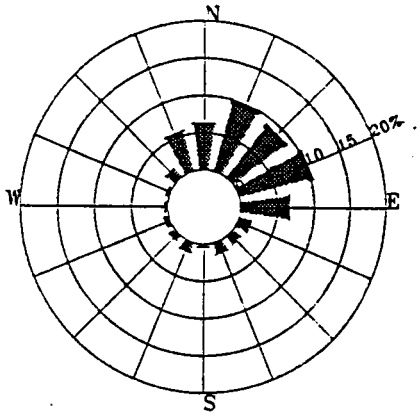
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/01/01 - 1995/01/31

DATA NAME : 9501ST04.DIS

圖 3-48 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

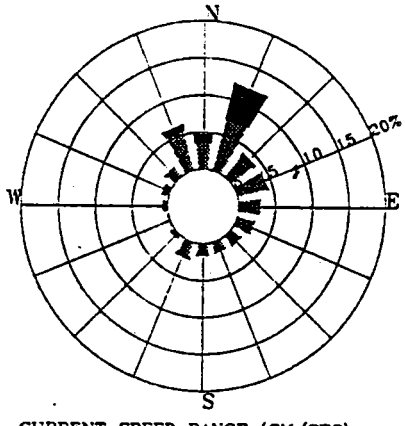
50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/02/11 - 1995/02/28

DATA NAME : 9502ST04.DIS

圖 3-49 流況玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SSW	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
NW	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG ST04

DATE : 1995/03/01 - 1995/03/31

DATA NAME : 9503ST04.DIS

圖 3-50 流況玫瑰圖

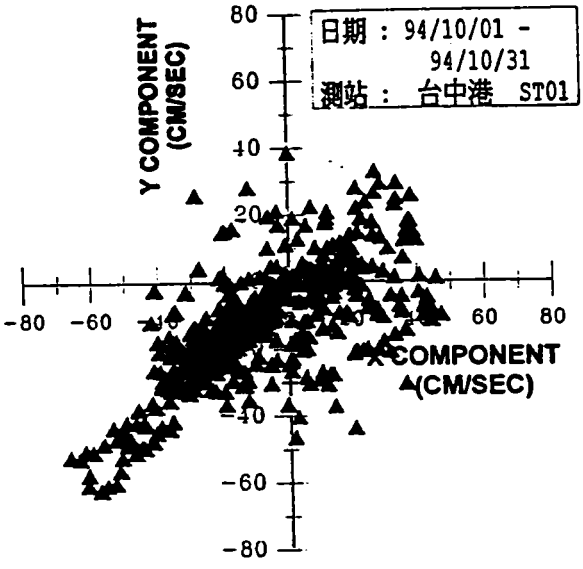


圖 3-51 流速分佈極值圖

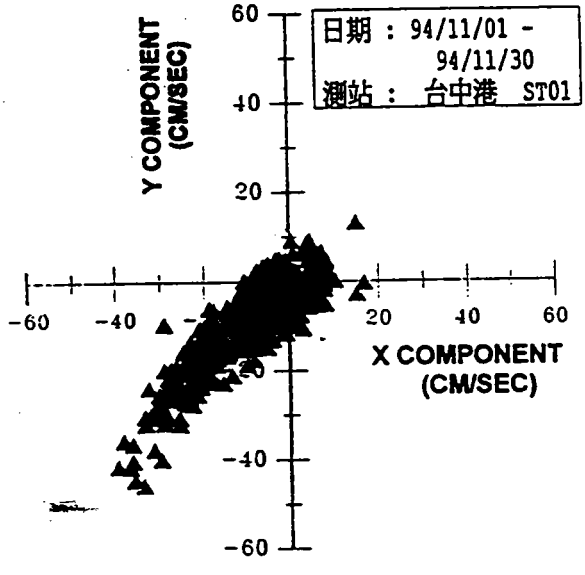


圖 3-52 流速分佈極值圖

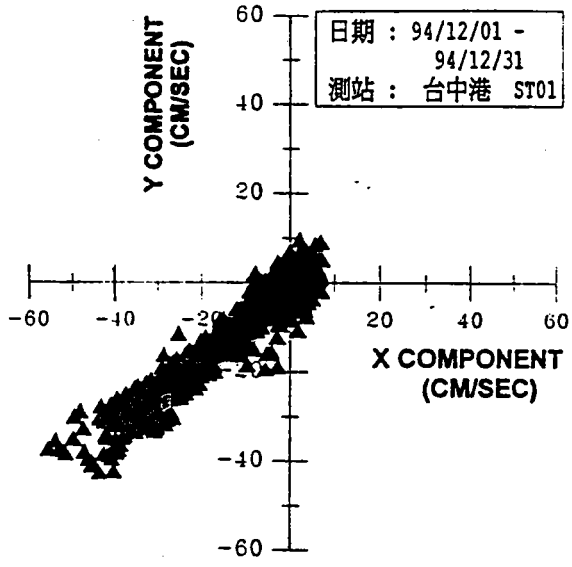


圖 3-53 流速分佈極值圖

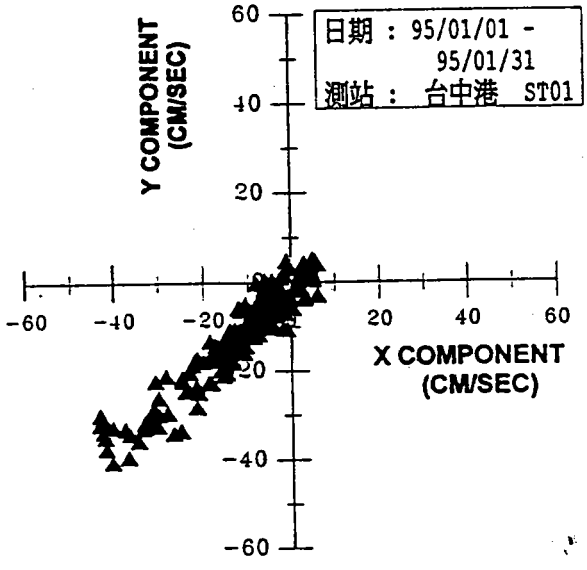


圖 3-54 流速分佈極值圖

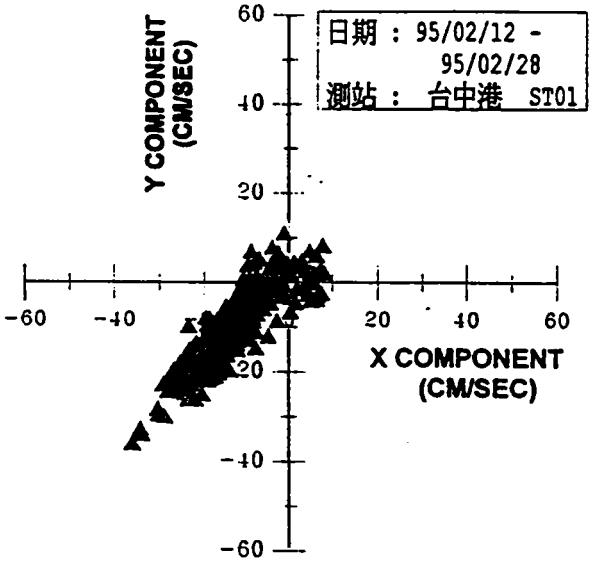


圖 3-55 流速分佈極值圖

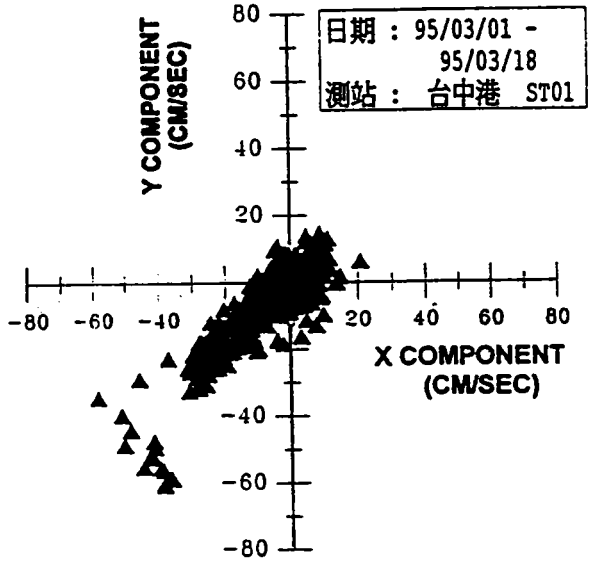


圖 3-56 流速分佈極值圖

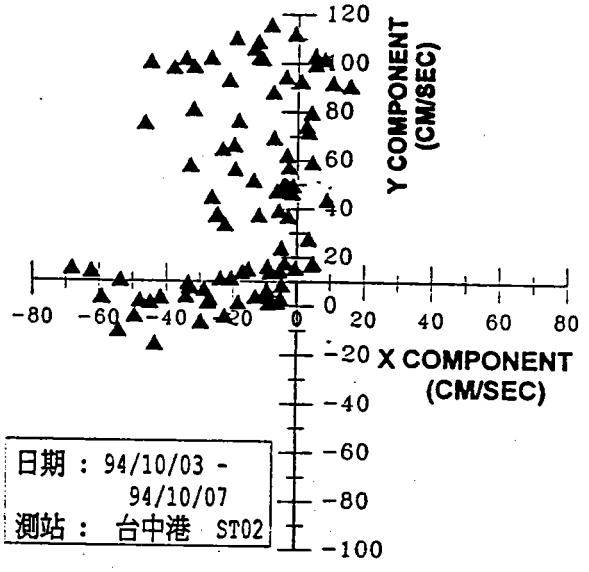


圖 3-57 流速分佈極值圖

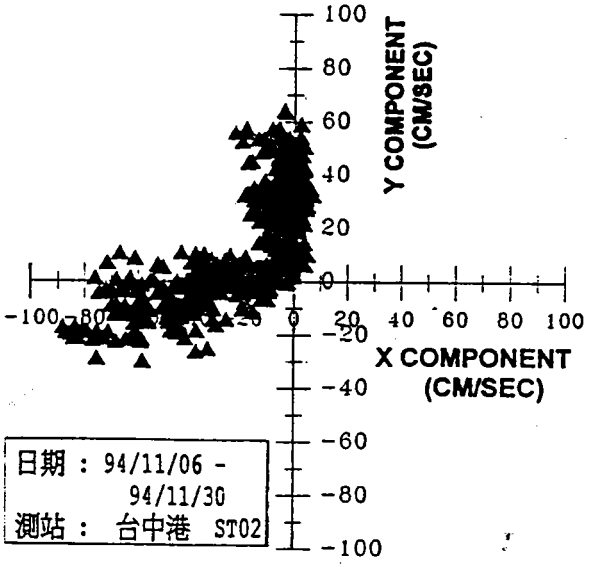


圖 3-58 流速分佈極值圖

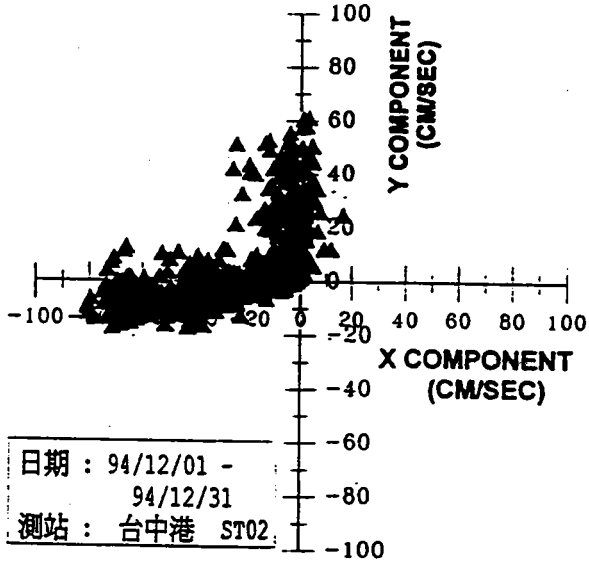


圖 3-59 流速分佈極值圖

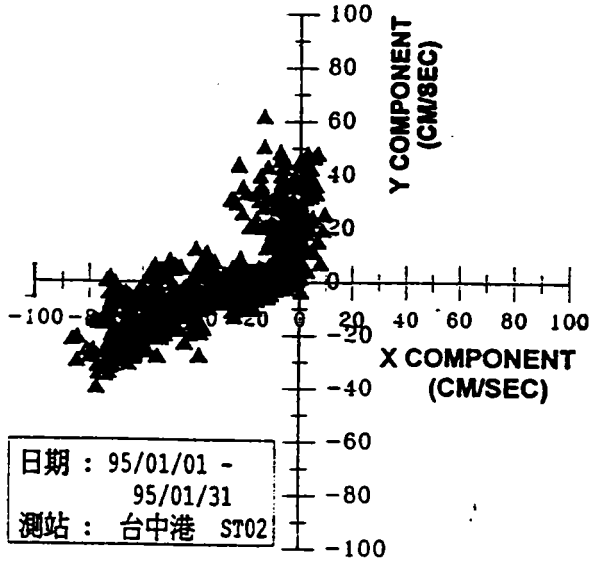


圖 3-60 流速分佈極值圖

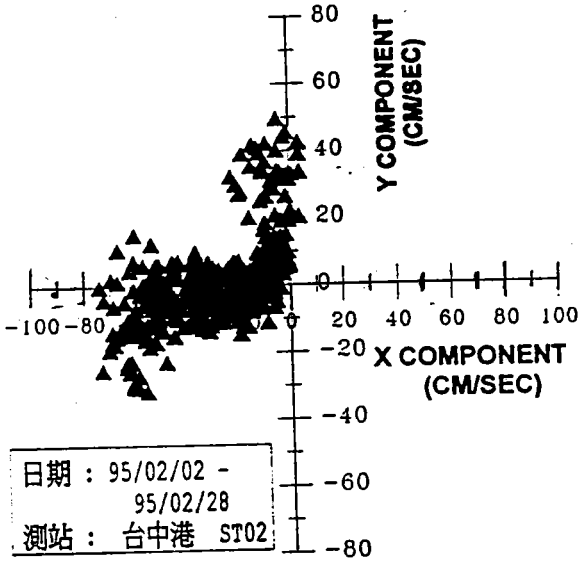


圖 3-61 流速分佈極值圖

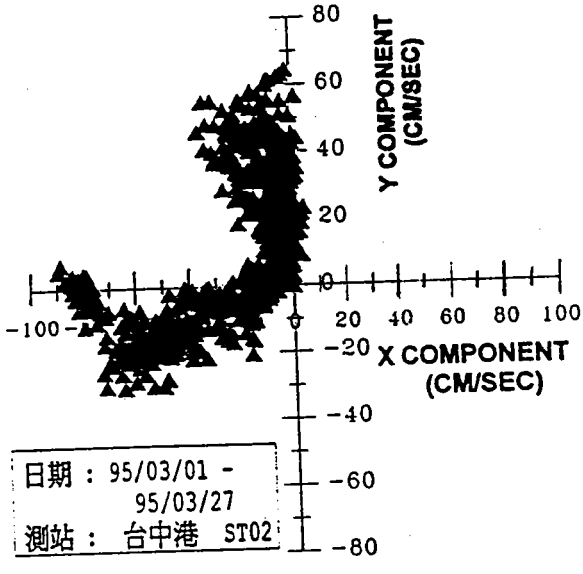


圖 3-62 流速分佈極值圖

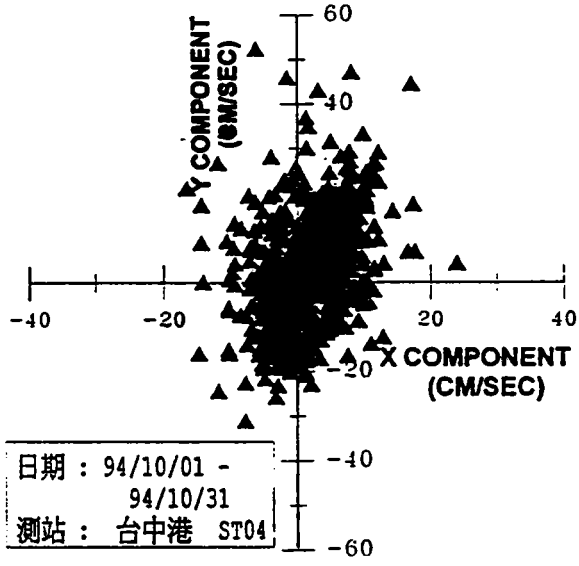


圖 3-63 流速分佈極值圖

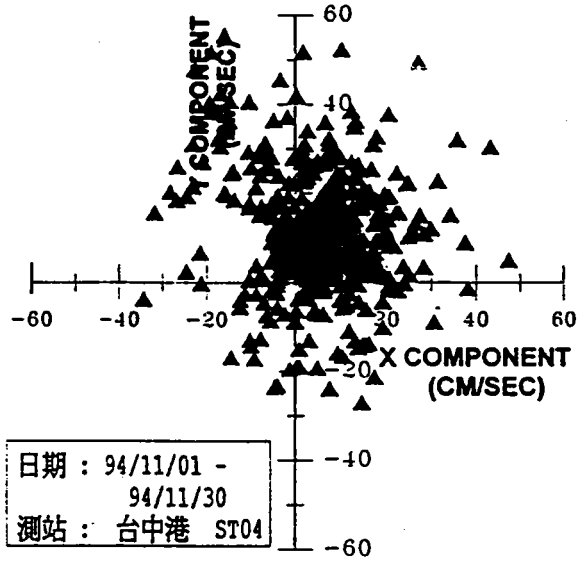


圖 3-64 流速分佈極值圖

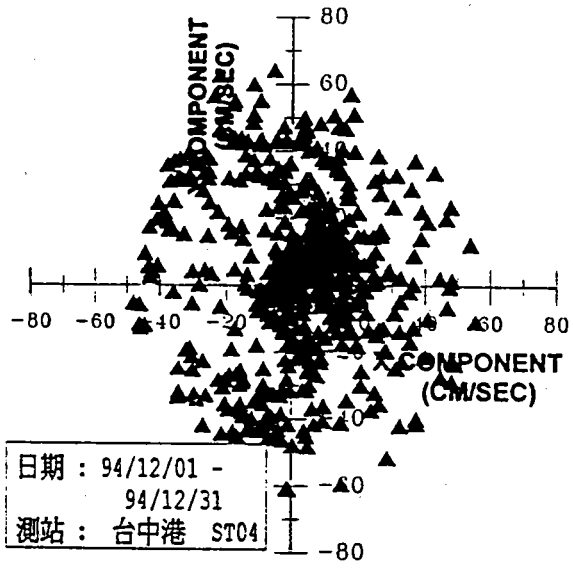


圖 3-65 流速分佈極值圖

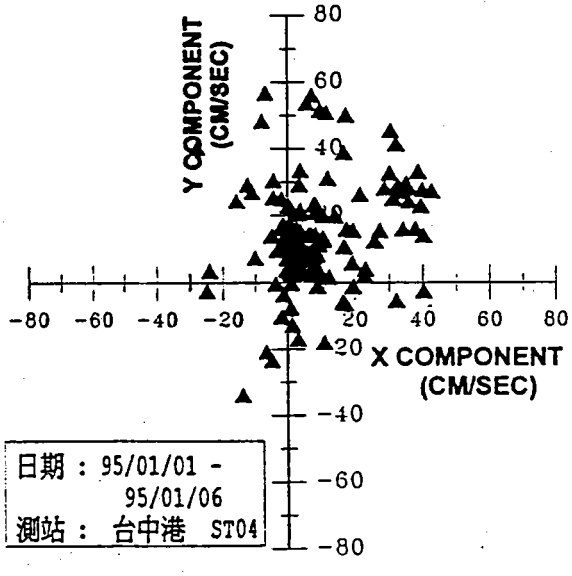


圖 3-66 流速分佈極值圖

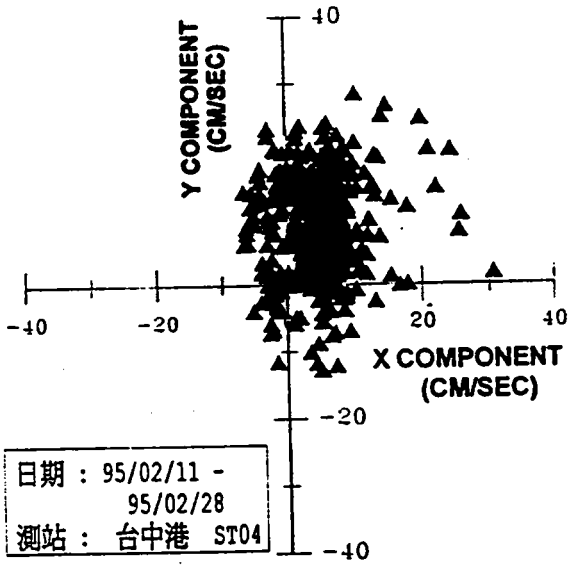


圖 3-67 流速分佈極值圖

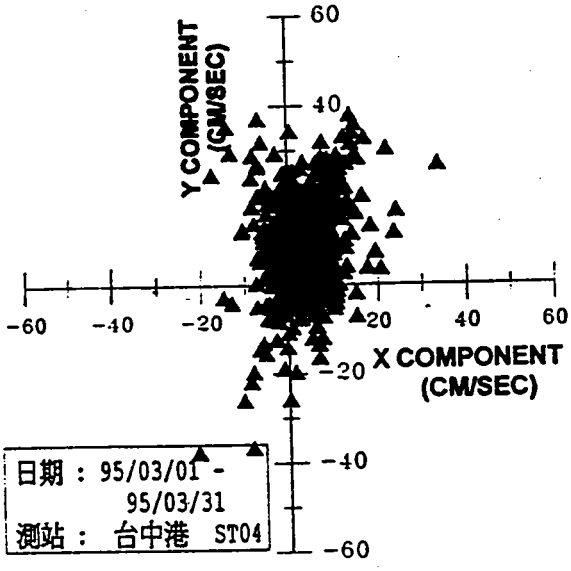


圖 3-68 流速分佈極值圖

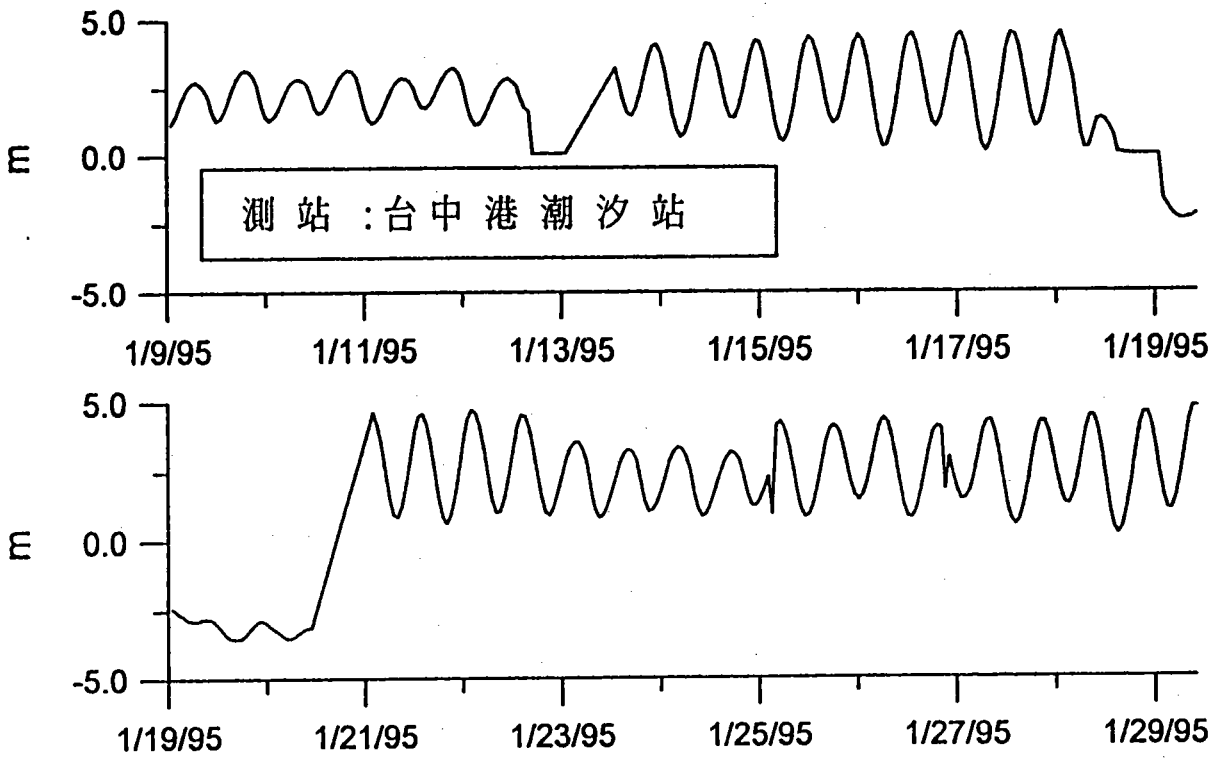


圖 3-69 台中港潮位站逐時變化圖

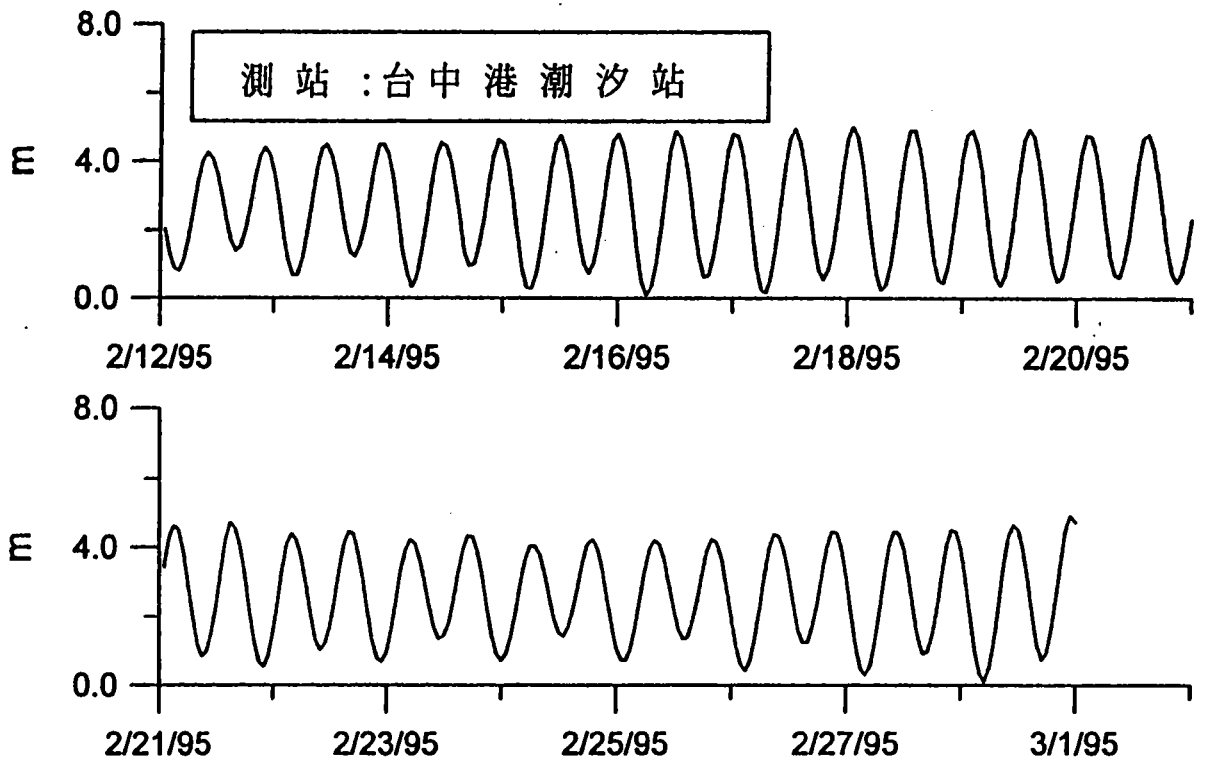


圖 3-70 台中港潮位站逐時變化圖

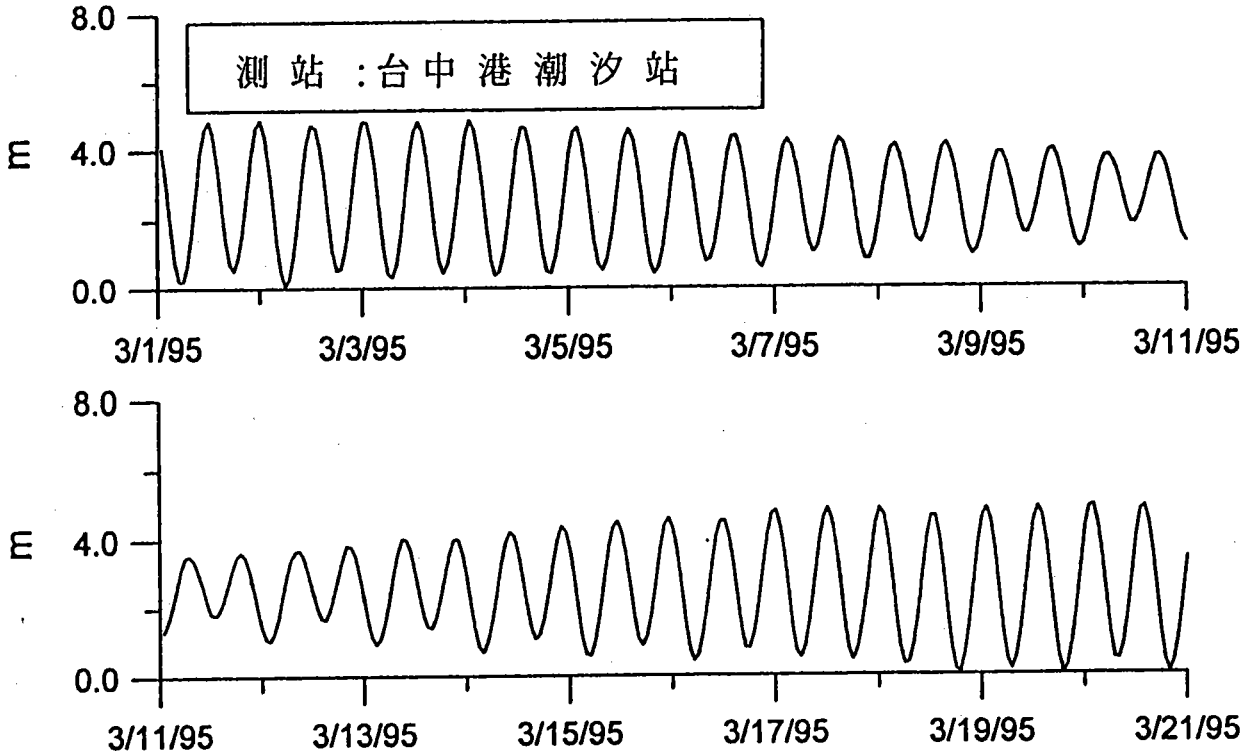


圖 3-71 台中港潮位站逐時變化圖

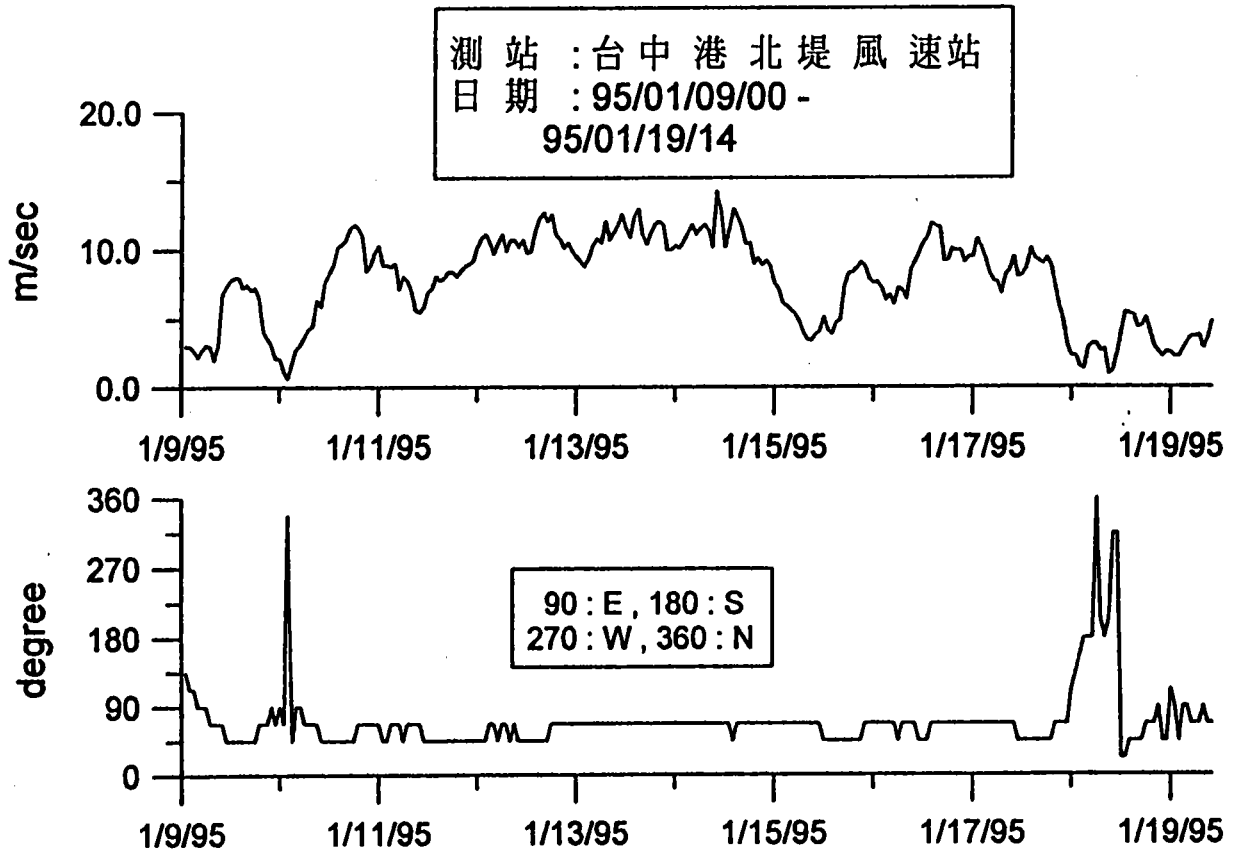


圖 3-72 台中港北堤觀測站風速逐時變化圖

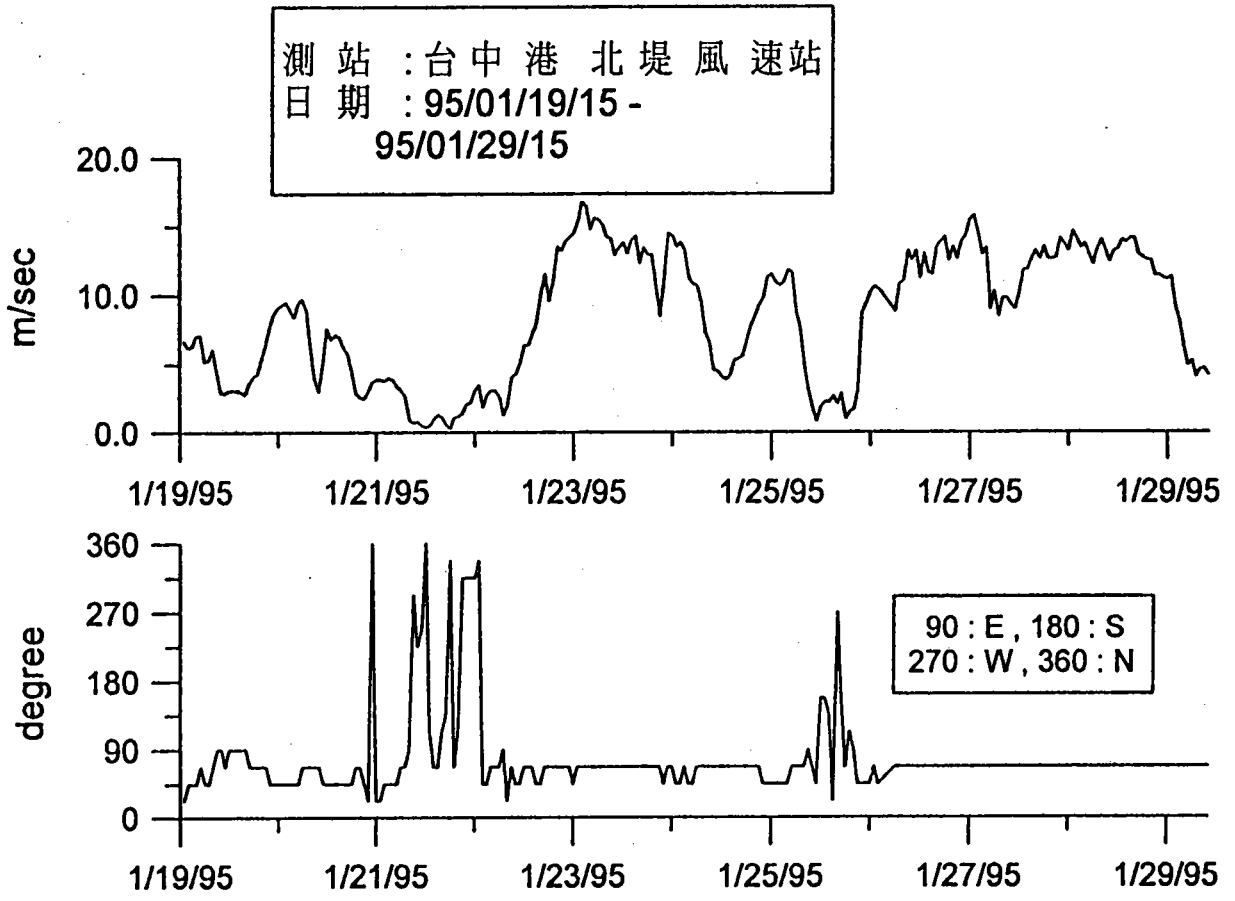


圖 3-73 台中港北堤觀測站風速逐時變化圖

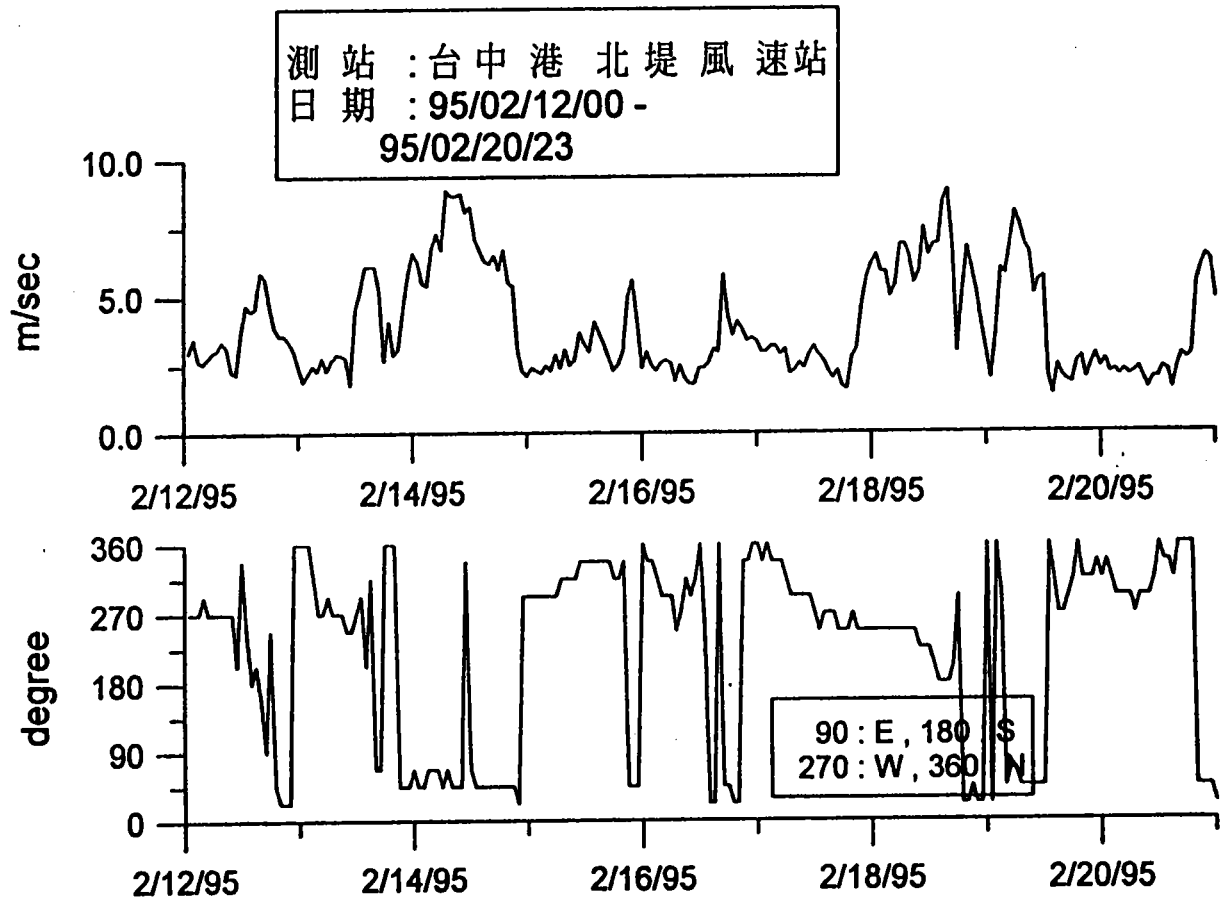


圖 3-74 台中港北堤觀測站風速逐時變化圖

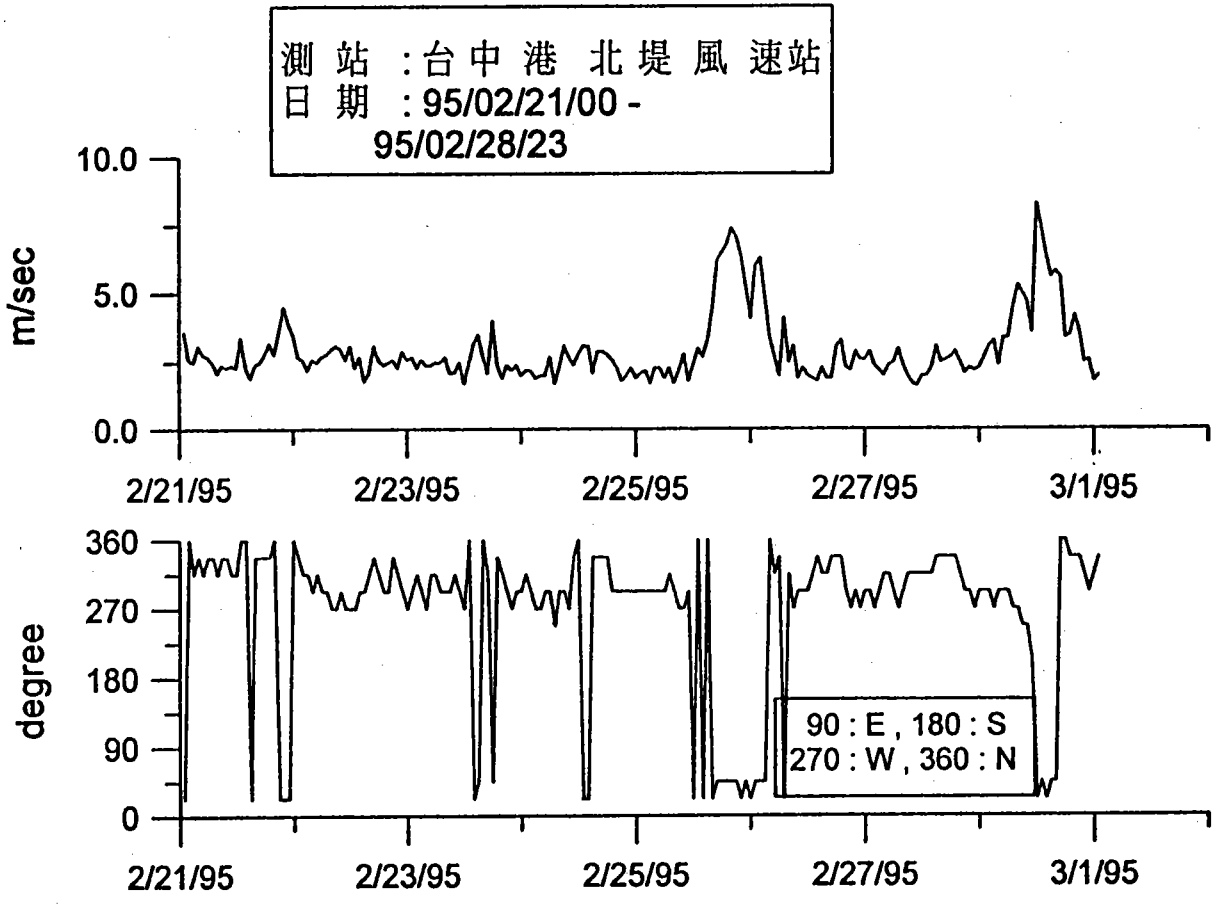


圖 3-75 台中港北堤觀測站風速逐時變化圖

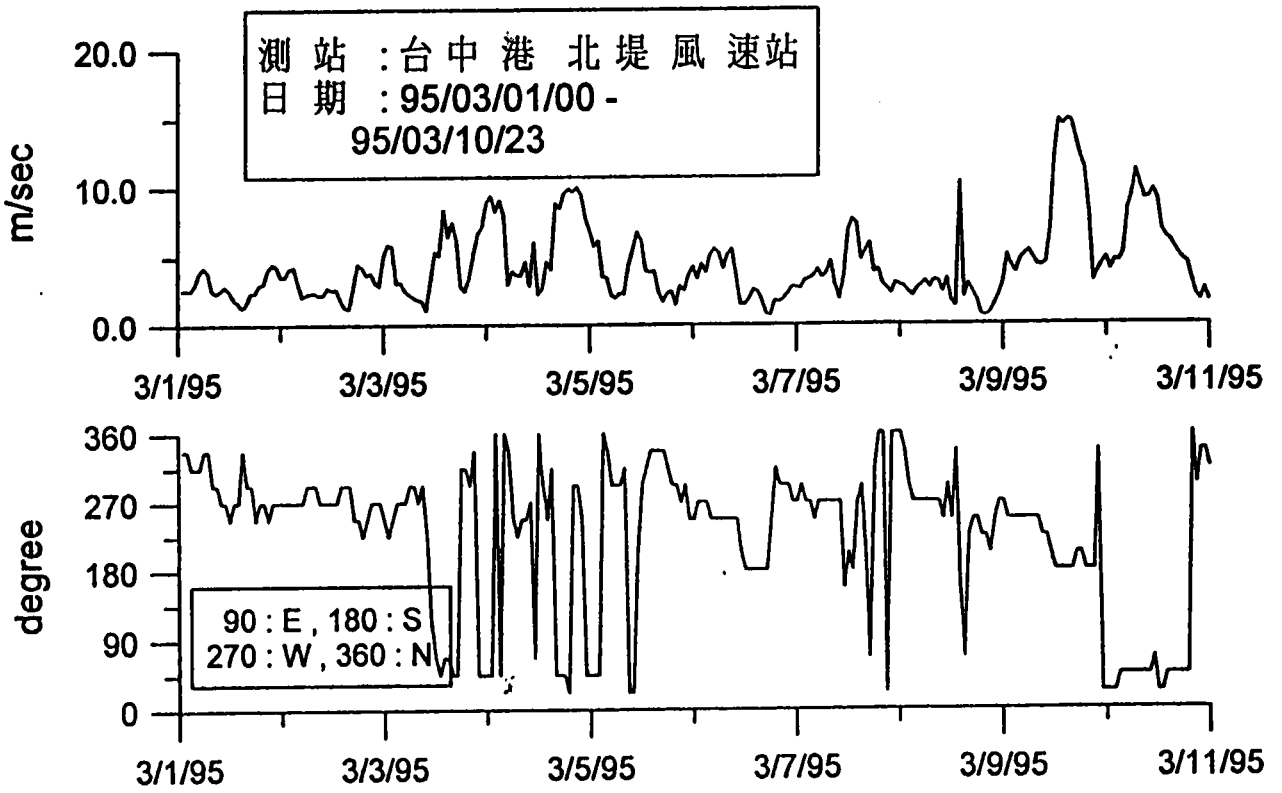
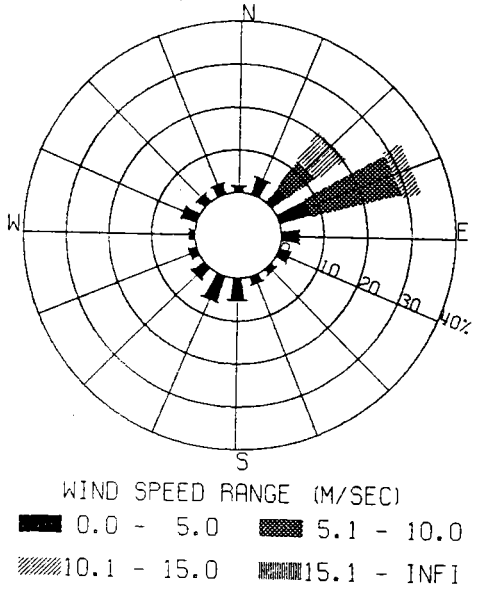


圖 3-76　台中港北堤觀測站風速逐時變化圖

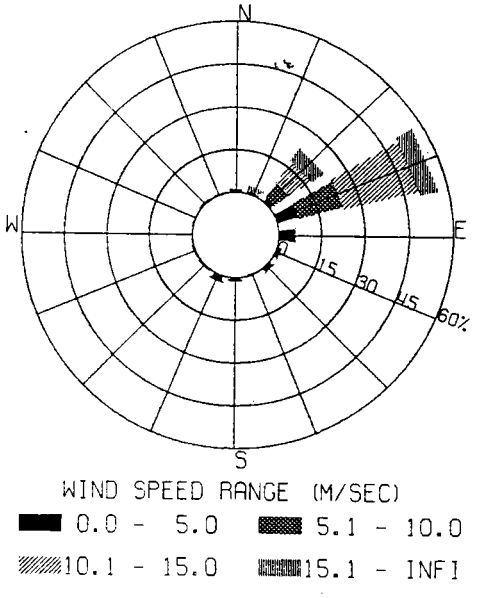


STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SWS	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
WN	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

DATA NAME : WI9409TC.DIS

圖 3-77　台中港北堤觀測站1994年9月風玫瑰圖

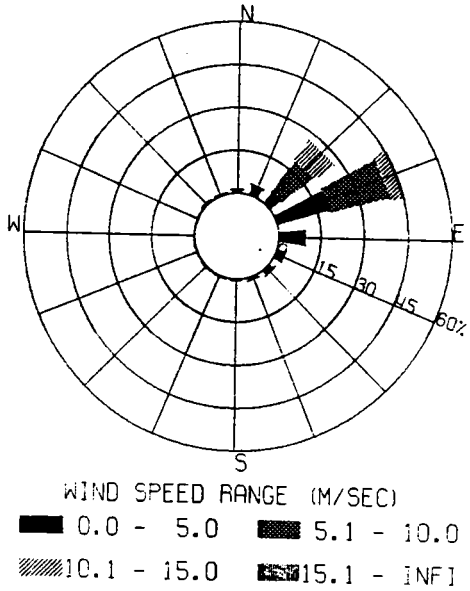


STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SWS	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
WN	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

DATA NAME : WI9410TC.DIS

圖 3-78 台中港北堤觀測站1994年10月風玫瑰圖

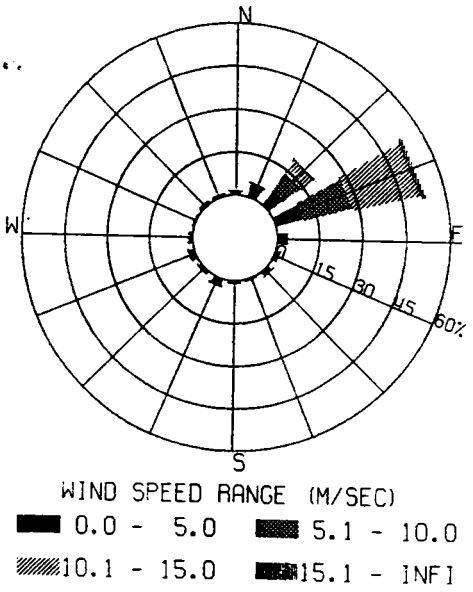


STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SWS	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
WN	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

DATA NAME : WI9411TC.DIS

圖 3-79 台中港北堤觀測站1994年11月風玫瑰圖

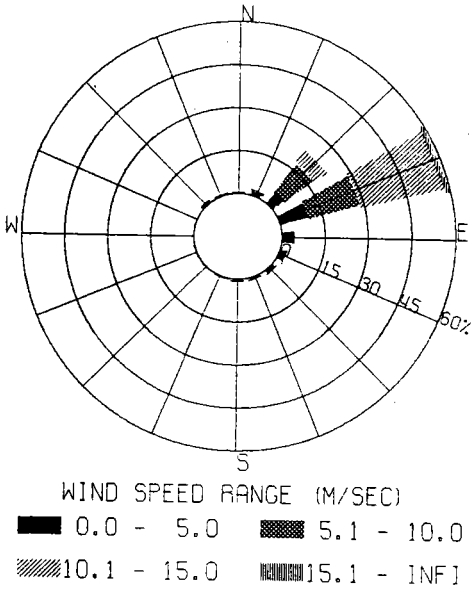


STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SWS	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
WN	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

DATA NAME : WI9412TC.DIS

圖 3-80 台中港北堤觀測站1994年12月風玫瑰圖

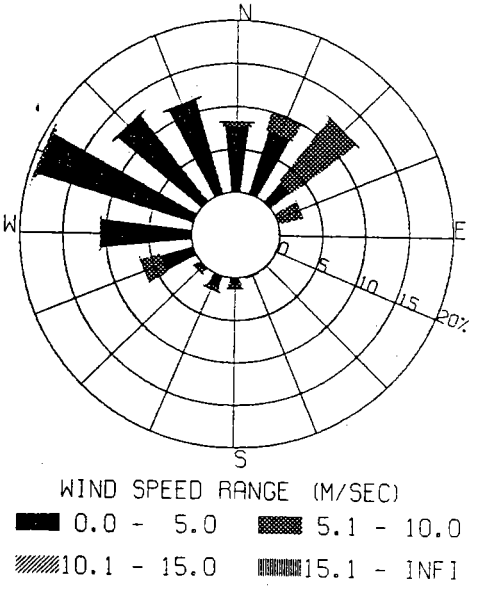


STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SWS	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
WN	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

DATA NAME : WI9501TC.DIS

圖 3-81 台中港北堤觀測站1995年1月風玫瑰圖

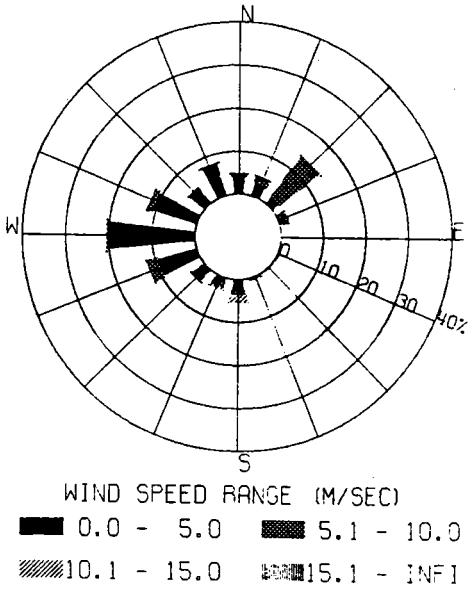


STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SWS	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
WN	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

DATA NAME : WI9502TC.DIS

圖 3-82 台中港北堤觀測站1995年2月風玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

N	00.00	00.00	00.00	00.00
NNE	00.00	00.00	00.00	00.00
NE	00.00	00.00	00.00	00.00
ENE	00.00	00.00	00.00	00.00
E	00.00	00.00	00.00	00.00
ESE	00.00	00.00	00.00	00.00
SE	00.00	00.00	00.00	00.00
SSE	00.00	00.00	00.00	00.00
S	00.00	00.00	00.00	00.00
SWS	00.00	00.00	00.00	00.00
WS	00.00	00.00	00.00	00.00
WSW	00.00	00.00	00.00	00.00
W	00.00	00.00	00.00	00.00
WNW	00.00	00.00	00.00	00.00
WN	00.00	00.00	00.00	00.00
NNW	00.00	00.00	00.00	00.00

DATA NAME : W19503TC.DIS

圖 3-83　台中港北堤觀測站1995年3月風玫瑰圖

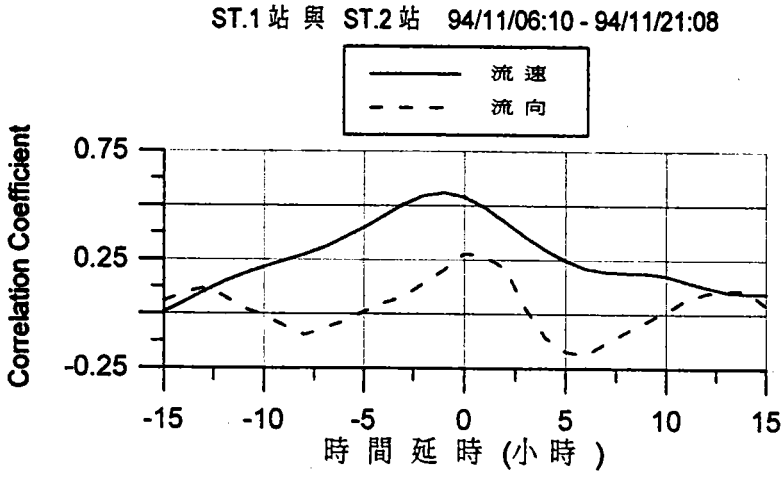


圖 3-84 ST.1站與ST.2站流速流向交互相關函數圖

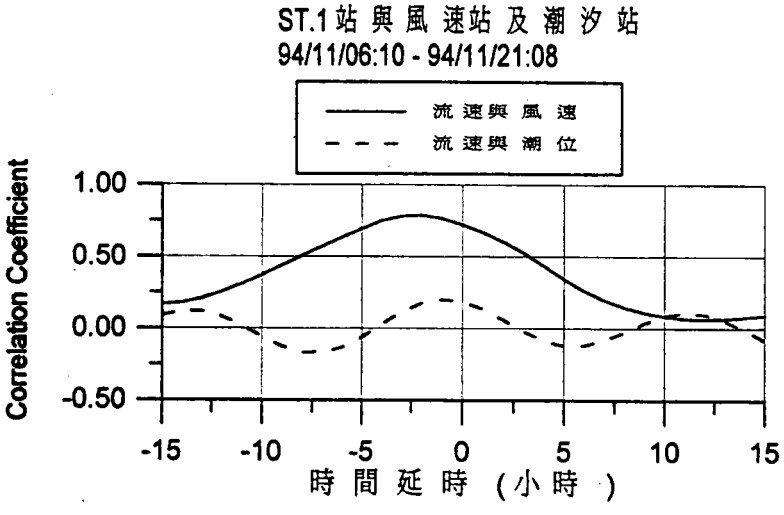


圖 3-85 ST.1站流速與風及潮位交互相關函數圖

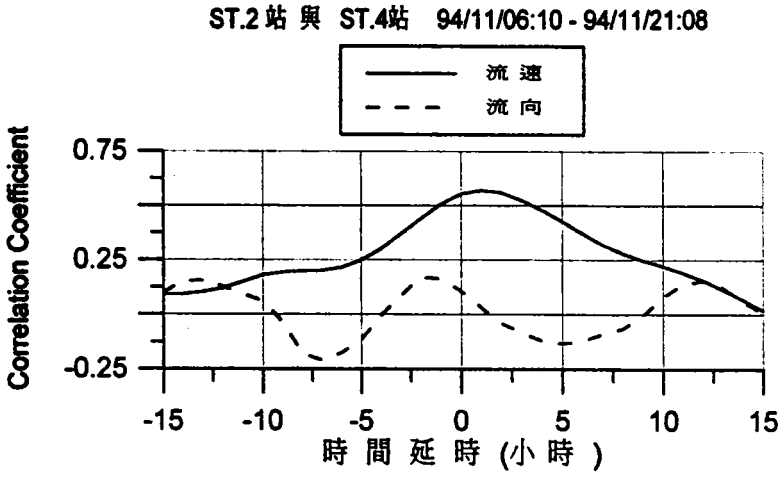


圖 3-86 ST. 2站與ST. 4站流速流向交互相關函數圖

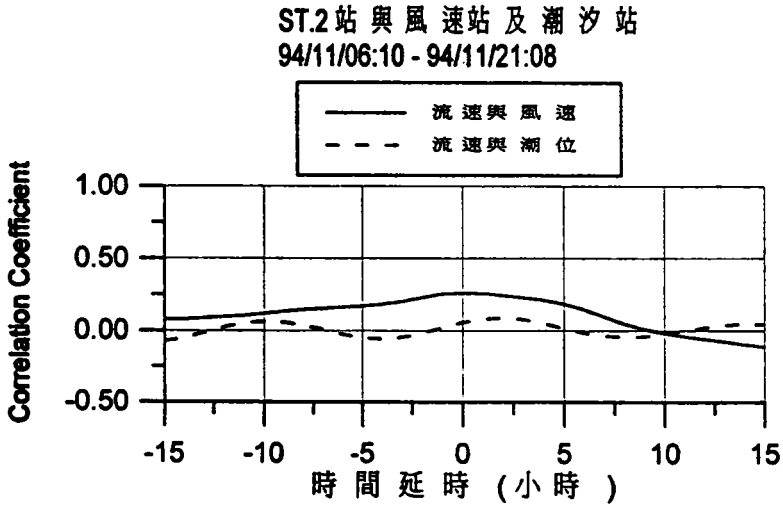


圖 3-87 ST. 2站流速與風及潮位交互相關函數圖

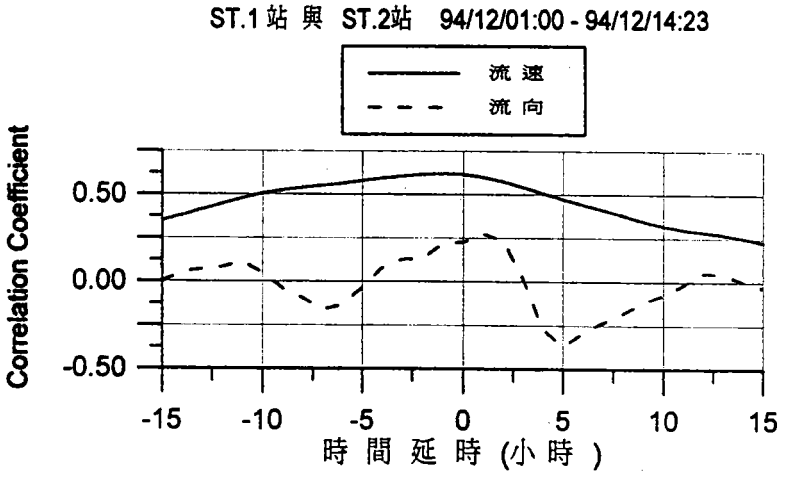


圖 3-88 ST.1站與ST.2站流速流向交互相關函數圖

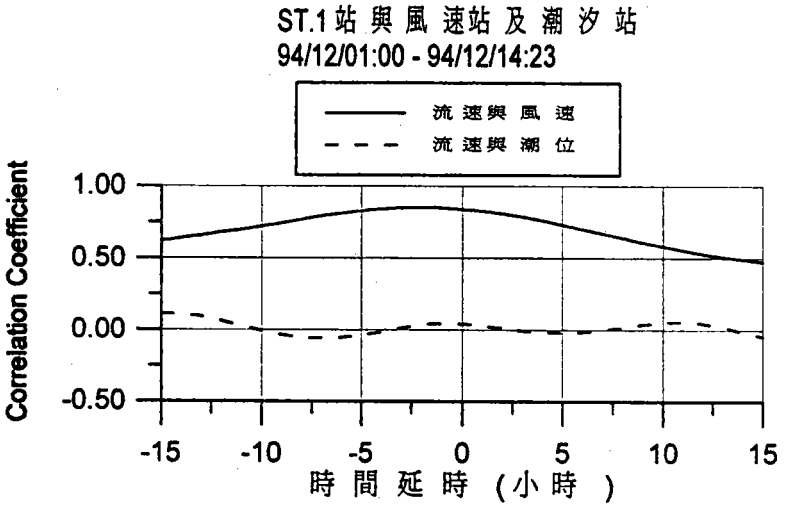


圖 3-89 ST.1站流速與風及潮位交互相關函數圖

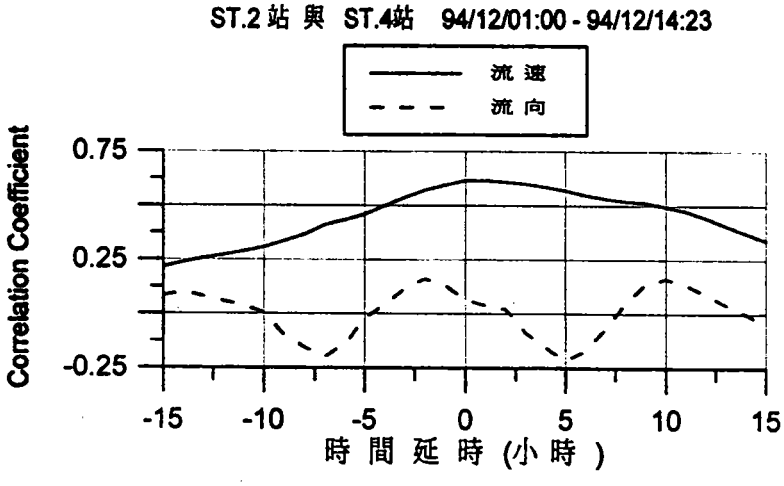


圖 3-90 ST.2站與ST.4站流速流向交互相關函數圖

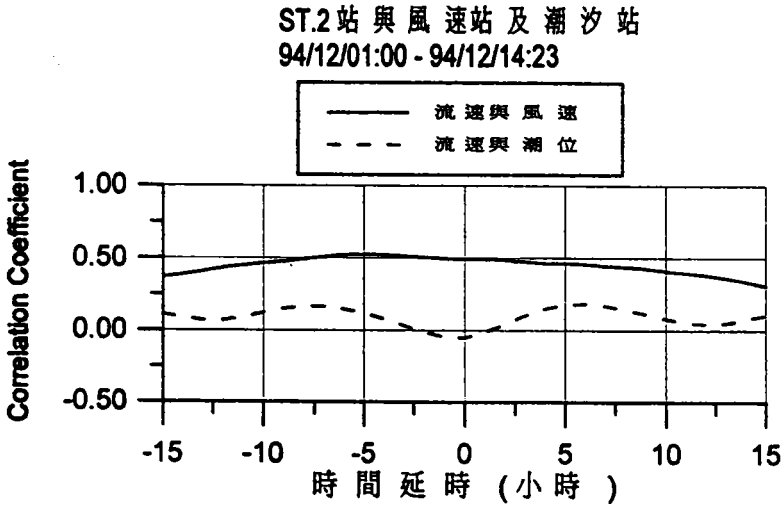


圖 3-91 ST.2站流速與風及潮位交互相關函數圖

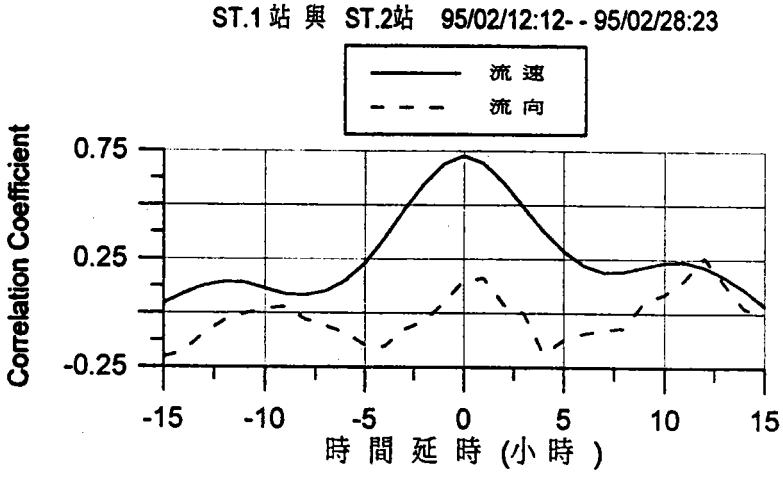


圖 3-92 ST.1站與ST.2站流速流向交互相關函數圖

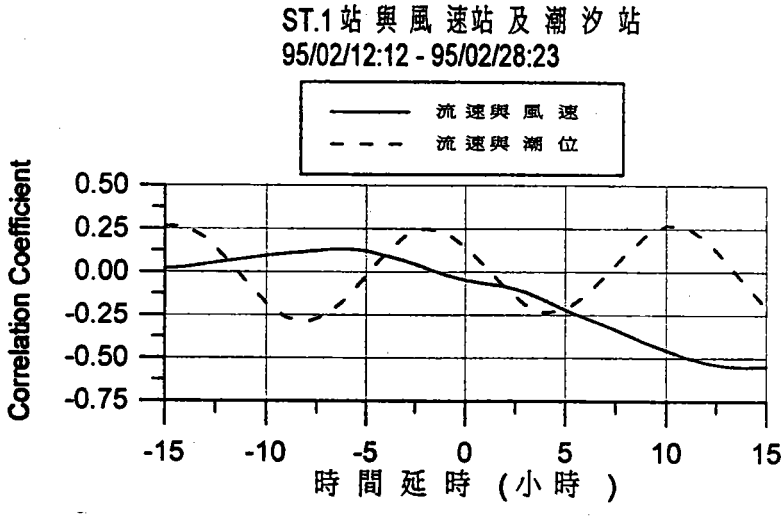


圖 3-93 ST.1站流速與風及潮位交互相關函數圖

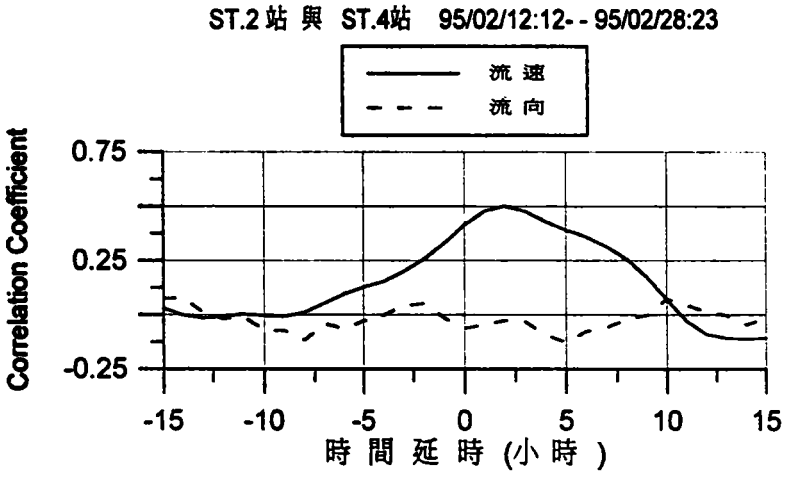


圖 3-94 ST.2站與ST.4站流速流向交互相關函數圖

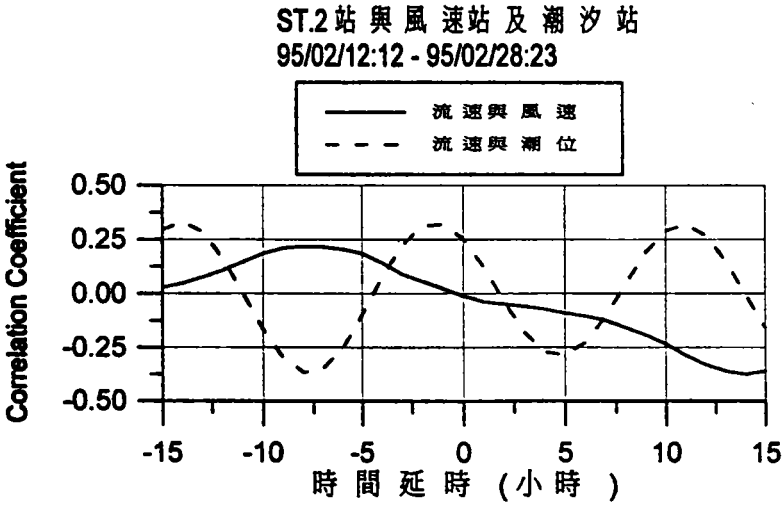


圖 3-95 ST.2站流速與風及潮位交互相關函數圖

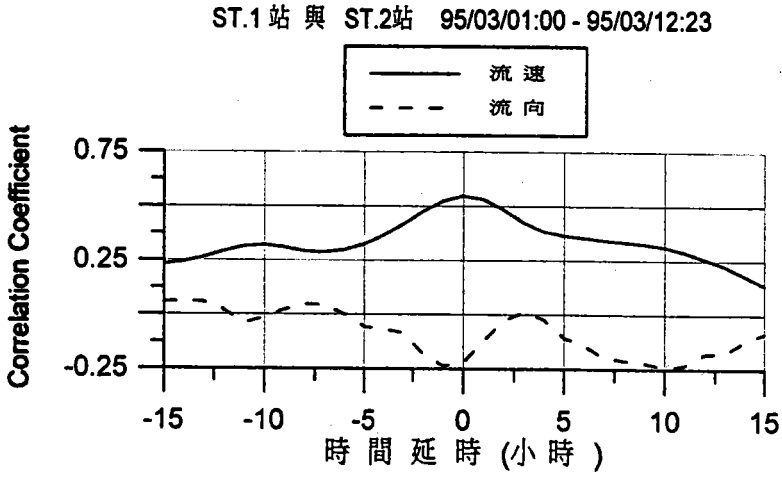


圖 3-96 ST.1站與ST.2站流速流向交互相關函數圖

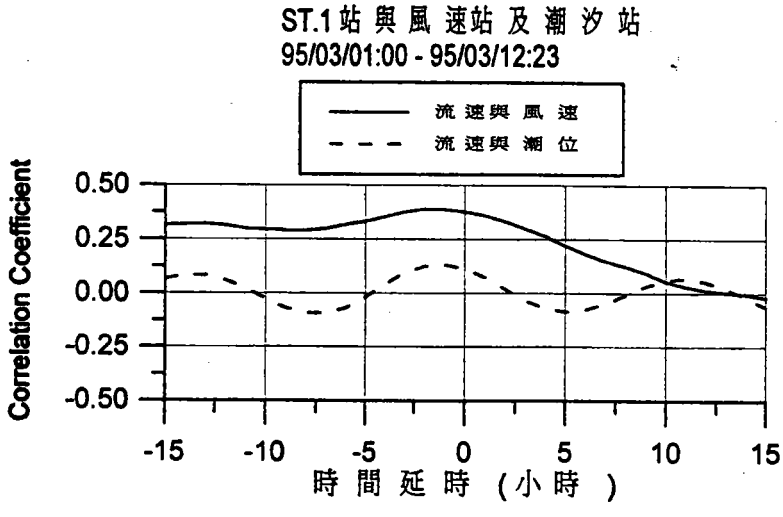


圖 3-97 ST.1站流速與風及潮位交互相關函數圖

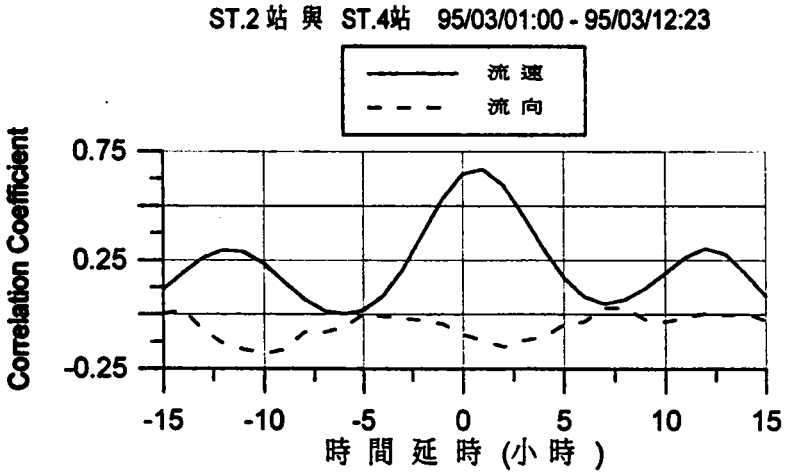


圖 3-98 ST. 2站與ST. 4站流速流向交互相關函數圖

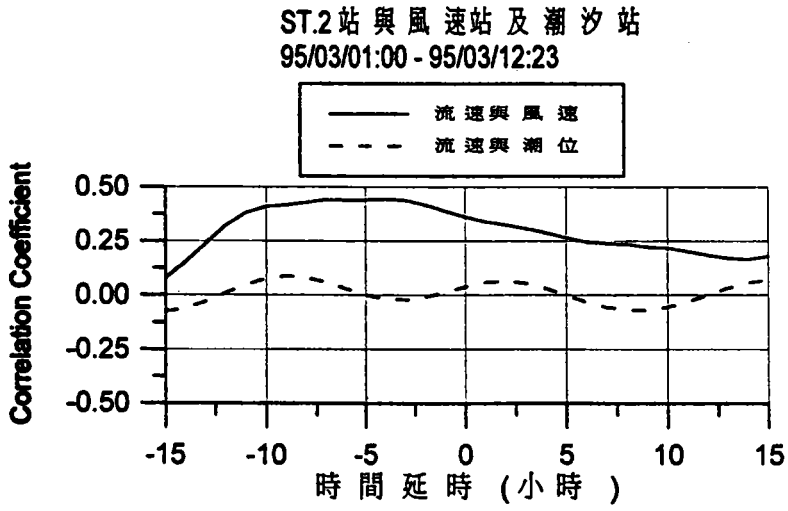


圖 3-99 ST. 2站流速與風及潮位交互相關函數圖

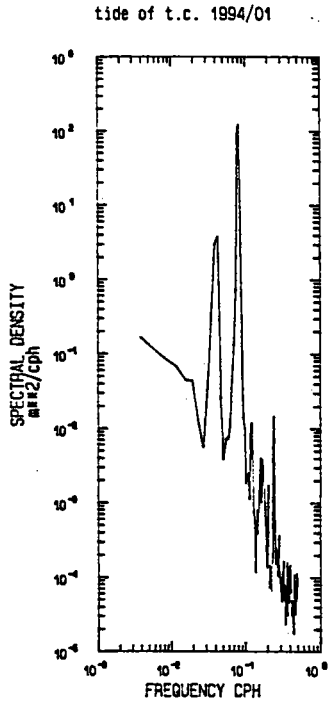


圖 3-100 台中港83年1月潮位能譜圖

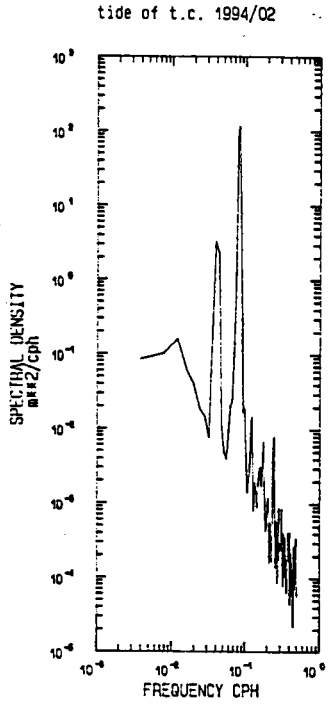


圖 3-101 台中港83年2月潮位能譜圖

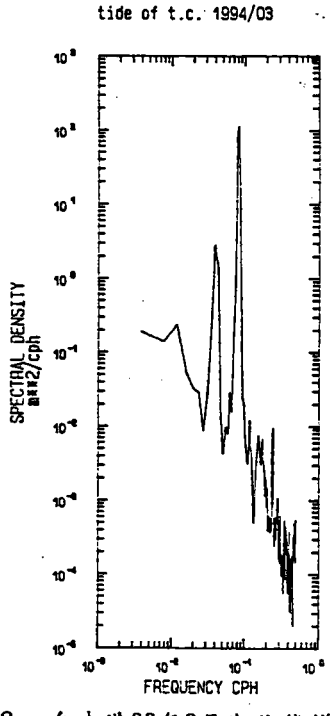


圖 3-102 台中港83年3月潮位能譜圖

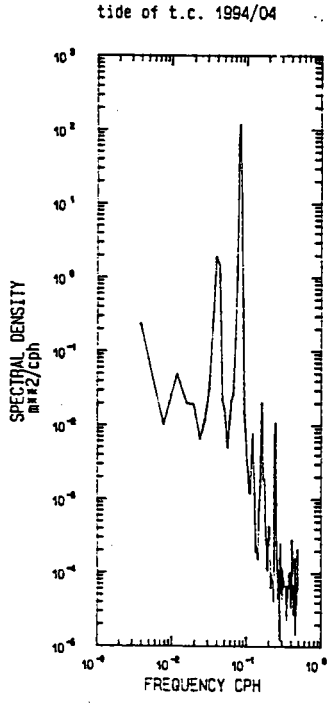


圖 3-103 台中港83年4月潮位能譜圖

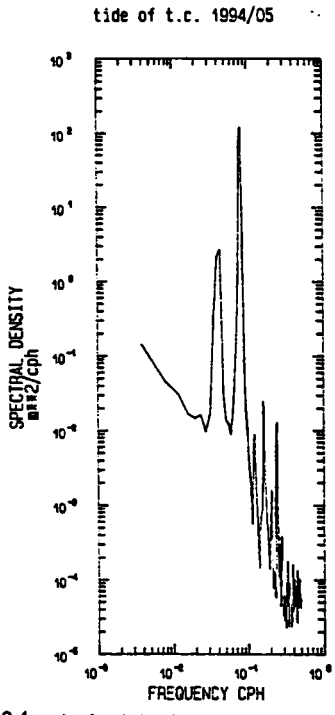


圖 3-104 台中港83年5月潮位能譜圖

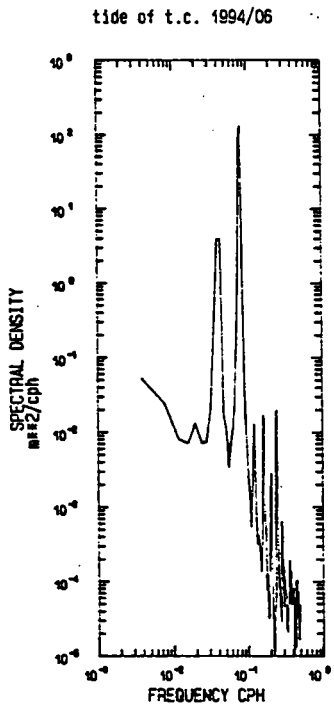


圖 3-105 台中港83年6月潮位能譜圖

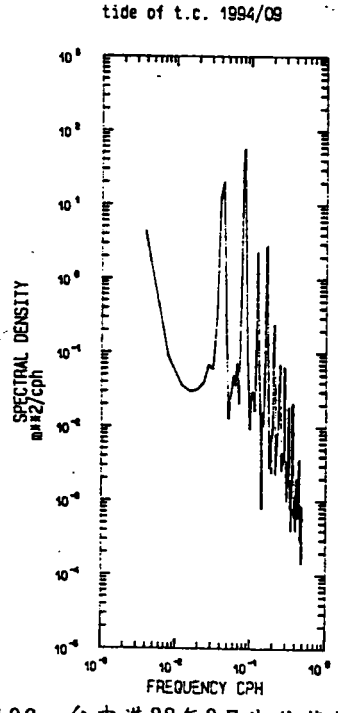


圖 3-106 台中港83年9月潮位能譜圖

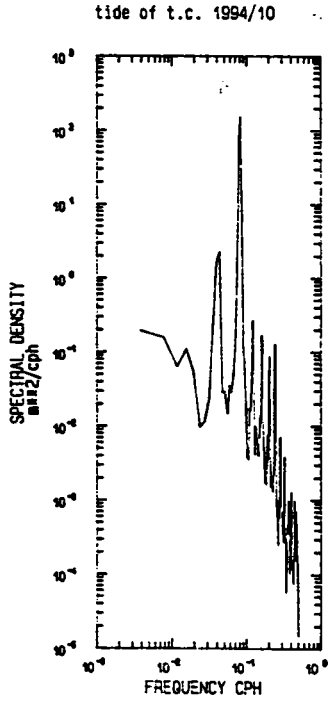


圖 3-107 台中港83年10月潮位能譜圖

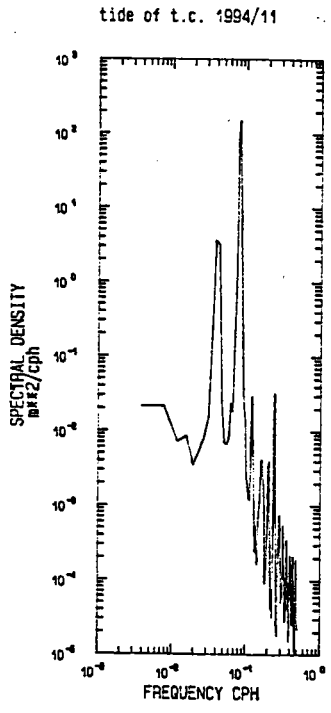


圖 3-108 台中港83年11月潮位能譜圖

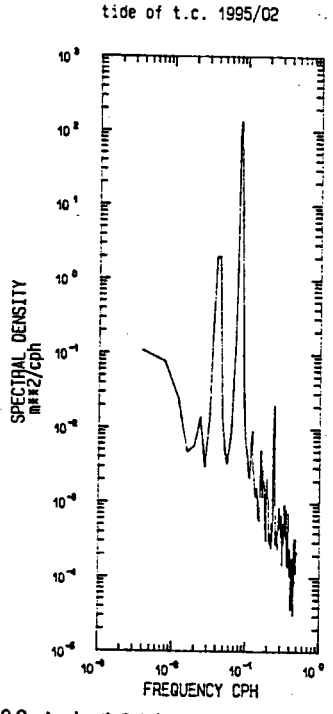


圖 3-109 台中港84年2月潮位能譜圖

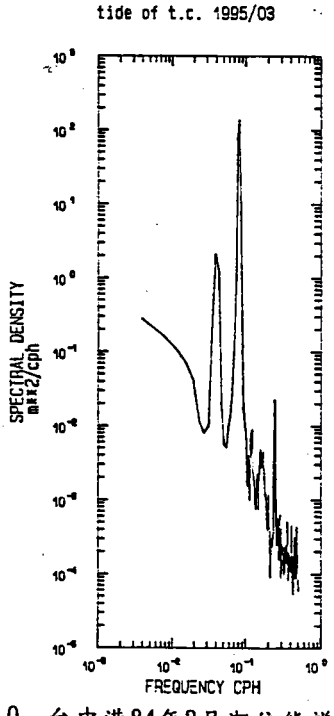


圖 3-110 台中港84年3月潮位能譜圖

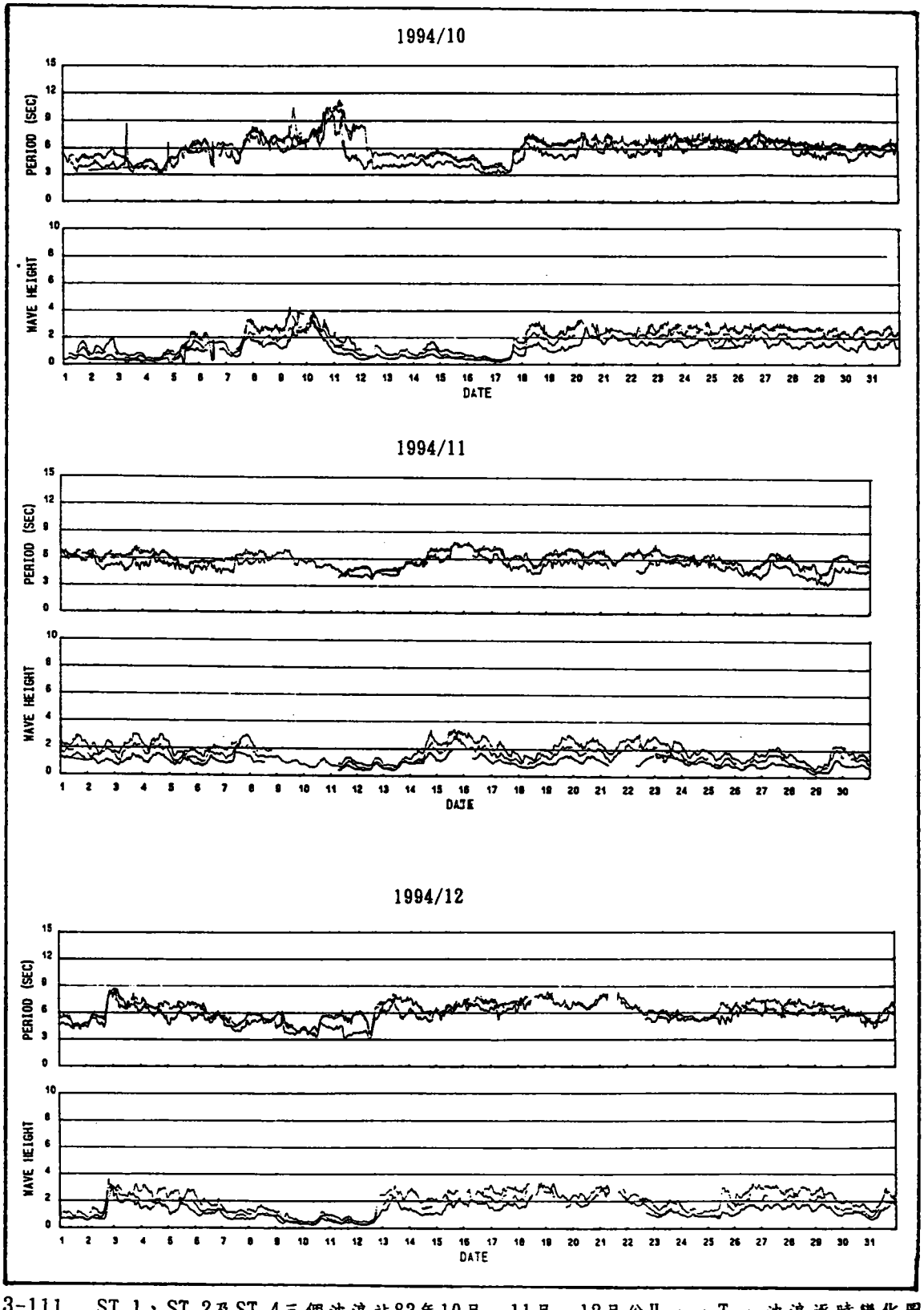


圖 3-111　ST.1、ST.2及ST.4三個波浪站83年10月、11月、12月份$H_{1/3}$、$T_{1/3}$波浪逐時變化圖

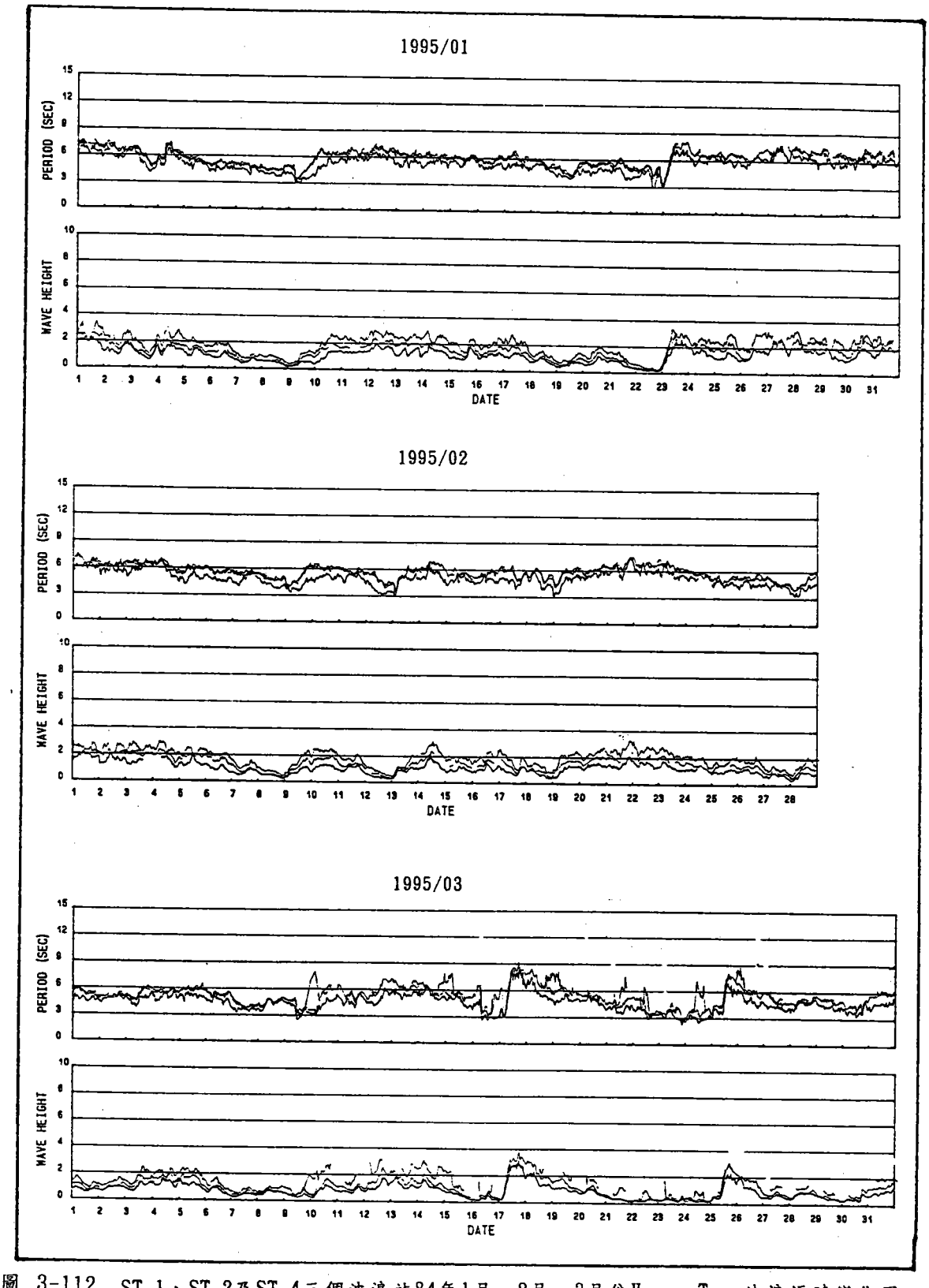


圖 3-112 ST.1、ST.2及ST.4三個波浪站84年1月、2月、3月份$H_{1/3}$、$T_{1/3}$波浪逐時變化圖

表 3-1 ST.1站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-1 DATE : 94.09.25.00:00-94.09.30.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.7802 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	.0	8.1	33.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		41.9
5.0																						
	.0	14.5	32.3	11.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		58.1
6.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
7.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
9.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	.0	22.6	66.1	11.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 62 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.18 VARIANCE OF wave HEIGHT : .07 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .27
MAX OF wave HEIGHT : 1.81 IT'S wave period : 5.50 AT TIME : 1994. 9.27.14:20
MIN OF wave HEIGHT : .73 IT'S wave period : 5.60 AT TIME : 1994. 9.30. 4:39
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.58 SKEWNESS OF wave HEIGHT : .90 DC VALUE OF wave HEIGHT : .69
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (1.00, 1.50) IS 66.1%
MEAN OF wave period : 5.05 VARIANCE OF wave period : .09 STANDARD DEVIATION OF wave period : .29
MAX OF wave period : 5.90 IT'S wave HEIGHT : 1.81
MIN OF wave period : 4.50 IT'S wave HEIGHT : .96
CORNU RATIO OF wave period: 1.57 SKEWNESS OF wave period : 1.23 DC VALUE OF wave period : .11
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (5.00, 6.00) IS 58.1%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.18 IT'S NO. : 62 (100.00 %)

表 3-1（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at TAI-CHUNG KANG          ST-1  DATE : 94.09.25.00:00-94.09.30.23.00
UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.7802 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
                ( % )
    .00
                .00
    .50
              22.58         **********************
   1.00
              66.13         ******************************************************************
   1.50
              11.29         ***********
   2.00
                .00
   2.50
                .00
   3.00
                .00
   3.50
                .00
   4.00
                .00
   4.50
                .00
   5.00
                .00
   5.50
                .00
   6.00
                .00
   6.50
                .00
   7.00
                .00
   7.50
                .00
   8.00
                .00
   8.50
                .00
   9.00
                .00
   9.50
                .00
  10.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA        :  62        LOST NO. OF DATA        : 0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT      :   1.18     VARIANCE OF wave HEIGHT :   .07      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .27
   MAX  OF wave HEIGHT      :   1.81     IT"S wave period        :  5.50 AT TIME : 1994. 9.27.14:20
   MIN  OF wave HEIGHT      :    .73     IT"S wave period        :  5.60 AT TIME : 1994. 9.30. 4:39
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.58      SKEWNESS OF wave HEIGHT  :   .90      DC VALUE OF wave HEIGHT   :   .69
```

表 3-1（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-1   DATE : 94.09.25.00:00-94.09.30.23:00
UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.7802 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
                ( % )
   4.00
              41.94         ****************************************
   5.00
              58.06         ********************************************************
   6.00
                .00
   7.00
                .00
   8.00
                .00
   9.00
                .00
  10.00
                .00
  11.00
                .00
  12.00
                .00
  13.00
                .00
  14.00
                .00
  15.00
                .00
  16.00
                .00
  17.00
                .00
  18.00
                .00
  19.00
                .00
  20.00
                .00
  21.00
                .00
  22.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA    :    62       LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave period  :     5.05    VARIANCE OF wave period :   .09      STANDARD DEVIATION OF wave period :    .29
   MAX  OF wave period  :     5.90    IT"S wave  HEIGHT       :  1.81
   MIN  OF wave period  :     4.50    IT"S wave HEIGHT        :   .96
   CORNU RATIO OF wave period:1.57    SKEWNESS OF wave period :  1.23      DC VALUE OF wave period  :    .11
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  5.00, 6.00) IS  58.1%
```

表 3-2 ST.1站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-1 DATE 94 10 01 00 00-94.10.31.23 00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.7802 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0	9.1	5.9	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		16.1
5.0	.0	10.5	5.2	1.6	.5	.0	0	.0	.0	.0	.0	0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		17.8
6.0	.0	.9	2.3	16.9	19.7	1.0	.2	.0	.0	.0	0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		41.0
7.0	.0	.0	.7	2.3	11.9	5.4	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		20.9
8.0	.0	1.2	.2	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0		1.6
9.0	.0	.0	.2	.2	.2	0	0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0		5
10.0	.0	.0	1.0	.3	.0	.2	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.6
11.0	.0	.0	.5	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.5
12.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
19.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	9.1	18.5	11.2	21.3	32.5	6.6	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 573 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.61 VARIANCE OF wave HEIGHT : .54 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .74
MAX OF wave HEIGHT : 3.28 IT"S wave period : 7.70 AT TIME : 1994.10.10. 4:48
MIN OF wave HEIGHT : .20 IT"S wave period : 4.20 AT TIME : 1994.10.17. 5:13
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.28 SKEWNESS OF wave HEIGHT : -.54 DC VALUE OF wave HEIGHT : -18.42
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (2.00, 2.50) IS 32.5%
MEAN OF wave period : 6.24 VARIANCE OF wave period : 1.53 STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.24
MAX OF wave period : 11.30 IT"S wave HEIGHT : 1.37
MIN OF wave period : 3.30 IT"S wave HEIGHT : .34
CORNU RATIO OF wave period: 1.75 SKEWNESS OF wave period : 1.02 DC VALUE OF wave period : 11.38
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (6.00, 7.00) IS 41.0%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.61 IT"S NO. : 573 (100.00 %)

表 3-2（續）

PROBILITY Distribution of wave HEIGHT at TAI-CHUNG KANG ST-1 DATE : 94.10.01.00:00-94.10.31.23:00

UNIT : M ---- wave HEIGHT H1/3(M) 0.7802 SEC DATA

VALUE	PERCENTAGE (%)	DISTRBUTION
.00	8.06	*********
.50	18.50	**********
1.00	11.17	**********
1.50	21.28	**********
2.00	32.46	**********
2.50	6.83	******
3.00	.87	
3.50	.00	
4.00	.00	
4.50	.00	
5.00	.00	
5.50	.00	
6.00	.00	
6.50	.00	
7.00	.00	
7.50	.00	
8.00	.00	
8.50	.00	
9.00	.00	
9.50	.00	
10.00		
LOST DATA	.00	

TOTAL NO. OF DATA : 573 LOST NO. OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.61 VARIANCE OF wave HEIGHT : .54 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .74
MAX OF wave HEIGHT : 3.28 IT'S wave period : 7.70 AT TIME : 1994.10.10. 4:48
MIN OF wave HEIGHT : .20 IT'S wave period : 4.20 AT TIME : 1994.10.17. 5:13
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.28 SKEWNESS OF wave HEIGHT : -.54 DC VALUE OF wave HEIGHT : -18.42
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (2.00, 2.50) IS 32.5%

表 3-2（續）

PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG ST-1 DATE : 94.10.01.00:00-94.10.31.23:00

UNIT : SEC ---- wave period T1/3(SEC) 0.7802 SEC DATA

VALUE	PERCENTAGE (%)	DISTRBUTION
4.00	16.06	**********
5.00	17.80	**********
6.00	41.01	**********
7.00	20.94	**********
8.00	1.57	*
9.00	.52	
10.00	1.57	*
11.00	.52	
12.00	.00	
13.00	.00	
14.00	.00	
15.00	.00	
16.00	.00	
17.00	.00	
18.00	.00	
19.00	.00	
20.00	.00	
21.00	.00	
22.00		
LOST DATA	.00	

TOTAL NO. OF DATA : 573 LOST NO. OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave period : 6.24 VARIANCE OF wave period : 1.53 STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.24
MAX OF wave period : 11.30 IT'S wave HEIGHT : 1.37
MIN OF wave period : 3.30 IT'S wave HEIGHT : .34
CORNU RATIO OF wave period:1.75 SKEWNESS OF wave period : 1.02 DC VALUE OF wave period : 11.38
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (6.00, 7.00) IS 41.0%

表 3-3 ST.1站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-1 DATE : 94.11.01.00:00-94.11.30.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.7802 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	.2	7.7	1.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		9.8
5.0																						
	.5	9.6	18.0	4.7	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		32.8
6.0																						
	.0	1.7	14.2	18.3	12.3	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		46.6
7.0																						
	.0	3	.2	2.7	6.5	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		10 9
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
9.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0		.0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0		.0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0																						
	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	.6	19.4	34.2	25.7	18.7	1.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 635 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.46 VARIANCE OF wave HEIGHT : .27 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .52
MAX OF wave HEIGHT : 2.97 IT'S wave period : 7.90 AT TIME : 1994.11.15.16:18
MIN OF wave HEIGHT : .39 IT'S wave period : 5.00 AT TIME : 1994.11.29. 0:17
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.42 SKEWNESS OF wave HEIGHT : .21 DC VALUE OF wave HEIGHT : -9.85
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (1.00, 1.50) IS 34.2%
MEAN OF wave period : 6.05 VARIANCE OF wave period : .59 STANDARD DEVIATION OF wave period : .77
MAX OF wave period : 7.90 IT'S wave HEIGHT : 2.97
MIN OF wave period : 3.80 IT'S wave HEIGHT : .51
CORNU RATIO OF wave period: 1.50 SKEWNESS OF wave period : -.35 DC VALUE OF wave period : -4.48
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (6.00, 7.00) IS 46.6%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.46 IT'S NO. : 635 (100.00 %)

表 3-3 (續)

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT at TAI-CHUNG KANG          ST-1  DATE : 94.11.01.00:00-94.11.30.23:00
UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.7802 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
    .00
                .63
    .50
              19.37          ********************
   1.00
              34.17          ************************************
   1.50
              25.67          **************************
   2.00
              18.74          *******************
   2.50
               1.42          *
   3.00
                .00
   3.50
                .00
   4.00
                .00
   4.50
                .00
   5.00
                .00
   5.50
                .00
   6.00
                .00
   6.50
                .00
   7.00
                .00
   7.50
                .00
   8.00
                .00
   8.50
                .00
   9.00
                .00
   9.50
                .00
  10.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  635        LOST NO. OF DATA        : 0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :   1.46      VARIANCE OF wave HEIGHT :   .27      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .52
   MAX  OF wave HEIGHT     :   2.97      IT"S wave period        :  7.90 AT TIME : 1994.11.15.16:18
   MIN  OF wave HEIGHT     :    .39      IT"S wave period        :  5.00 AT TIME : 1994.11.29. 0:17
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.42      SKEWNESS OF wave HEIGHT :   .21      DC VALUE OF wave HEIGHT   :  -0.85
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  1.00, 1.50) IS  34.2%
```

表 3-3 (續)

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-1   DATE : 94.11.01.00:00-94.11.30.23:00
UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.7802 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
   4.00
               9.76          *********
   5.00
              32.76          ********************************
   6.00
              46.61          ***********************************************
   7.00
              10.87          **********
   8.00
                .00
   9.00
                .00
  10.00
                .00
  11.00
                .00
  12.00
                .00
  13.00
                .00
  14.00
                .00
  15.00
                .00
  16.00
                .00
  17.00
                .00
  18.00
                .00
  19.00
                .00
  20.00
                .00
  21.00
                .00
  22.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA      :  635        LOST NO. OF DATA        : 0 (.00 % )
   MEAN OF wave period    :    6.05     VARIANCE OF wave period :   .59      STANDARD DEVIATION OF wave period :  .77
   MAX  OF wave period    :    7.90     IT"S wave  HEIGHT       :  2.97
   MIN  OF wave period    :    3.80     IT"S wave HEIGHT        :   .51
   CORNU RATIO OF wave period:1.50      SKEWNESS OF wave period :  -.35      DC VALUE OF wave period  :  -4.48
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  6.00, 7.00) IS  46.6%
```

表 3-4 ST.1站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-ST DATE : 94.12.01.00.00-94.12.31.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.7802 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	3.0	4.8	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		8.3
5.0																						
	3.5	9.3	11.6	1.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		26.1
6.0																						
	.3	.5	6.3	15.3	12.8	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		35.4
7.0																						
	.0	.0	.0	2.3	14.8	7.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		24.6
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.3	4.3	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		5.5
9.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	6.8	14.6	18.3	19.3	27.9	12.1	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 398 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.69 VARIANCE OF wave HEIGHT : .52 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .72
MAX OF wave HEIGHT : 3.21 IT'S wave period : 8.20 AT TIME : 1994.12.13.11:36
MIN OF wave HEIGHT : .27 IT'S wave period : 6.00 AT TIME : 1994.12.12. 4:20
CORNU RATIO OF wave HEIGHT : 1.35 SKEWNESS OF wave HEIGHT : -.31 DC VALUE OF wave HEIGHT : -13.79
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (2.00, 2.50) IS 27.9%
MEAN OF wave period : 6.38 VARIANCE OF wave period : 1.00 STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.00
MAX OF wave period : 8.60 IT'S wave HEIGHT : 2.76
MIN OF wave period : 3.70 IT'S wave HEIGHT : .34
CORNU RATIO OF wave period : 1.49 SKEWNESS OF wave period : -.63 DC VALUE OF wave period : -5.13
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (6.00, 7.00) IS 35.4%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.69 IT'S NO. : 398 (100.00 %)

表 3-4（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at TAI-CHUNG KANG          ST-ST DATE : 94.12.01 00:00-94.12.31 23:00
UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.7802 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
    .00
                 6.78          ******
    .50
                14.57          **************
   1.00
                18.34          ******************
   1.50
                19.35          *******************
   2.00
                27.89          ***************************
   2.50
                12.06          ************
   3.00
                 1.01          *
   3.50
                  .00
   4.00
                  .00
   4.50
                  .00
   5.00
                  .00
   5.50
                  .00
   6.00
                  .00
   6.50
                  .00
   7.00
                  .00
   7.50
                  .00
   8.00
                  .00
   8.50
                  .00
   9.00
                  .00
   9.50
                  .00
  10.00

LOST DATA         .00

   TOTAL NO. OF DATA        :  395          LOST NO. OF DATA        :    0 (    .00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT      :   1.39        VARIANCE OF wave HEIGHT :    .52     STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  : .72
   MAX  OF wave HEIGHT      :   3.21        IT'S wave period        :  8.20 AT TIME : 1994.12.13.11:36
   MIN  OF wave HEIGHT      :    .27        IT'S wave period        :  6.00 AT TIME : 1994.12.12. 4:20
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT  :  1.35      SKEWNESS OF wave HEIGHT :   -.31      DC VALUE OF wave HEIGHT   : -13.79
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  2.00, 2.50) IS  27.9%
```

表 3-4（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-ST  DATE : 94.12.01.00:00-94.12.31.23:00
UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.7802 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
   4.00
                 8.29          ********
   5.00
                26.13          **************************
   6.00
                35.43          ************************************
   7.00
                24.82          *************************
   8.00
                 5.53          *****
   9.00
                  .00
  10.00
                  .00
  11.00
                  .00
  12.00
                  .00
  13.00
                  .00
  14.00
                  .00
  15.00
                  .00
  16.00
                  .00
  17.00
                  .00
  18.00
                  .00
  19.00
                  .00
  20.00
                  .00
  21.00
                  .00
  22.00

LOST DATA         .00

   TOTAL NO. OF DATA        :  395          LOST NO. OF DATA        :    0 (    .00 % )
   MEAN OF wave period      :   6.36        VARIANCE OF wave period :   1.00      STANDARD DEVIATION OF wave period :   1.00
   MAX  OF wave period      :   8.80        IT'S wave  HEIGHT       :   2.78
   MIN  OF wave period      :   3.70        IT'S wave HEIGHT        :    .34
   CORNU RATIO OF wave period  :  1.49      SKEWNESS OF wave period :   -.83      DC VALUE OF wave period  :  -5.13
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  6.00, 7.00) IS  35.4%
```

表 3-5 ST.1站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-ST DATE : 95.01.01.00:00-95.01.31.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.7802 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	4.6	9.3	5	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		14.4
5.0																						
	2.5	8.2	12.1	4.6	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		27.5
6.0																						
	.0	.5	6.3	22.3	10.5	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		40.0
7.0																						
	.0	.0	.4	2.5	9.6	4.6	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		17.2
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.9
9.0																						
	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0																						
	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	7.0	18.1	19.3	29.3	20.4	5.4	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 570 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.53 VARIANCE OF wave HEIGHT : .46 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .68
MAX OF wave HEIGHT : 3.08 IT"S wave period : 8.10 AT TIME : 1995. 1.23.13:27
MIN OF wave HEIGHT : .17 IT"S wave period : 5.40 AT TIME : 1995. 1.22.20:13
CORNU RATIO OF wave HEIGHT : 1.40 SKEWNESS OF wave HEIGHT : -.20 DC VALUE OF wave HEIGHT : -11.09
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (1.50, 2.00) IS 29.3%
MEAN OF wave period : 6.05 VARIANCE OF wave period : .88 STANDARD DEVIATION OF wave period : .94
MAX OF wave period : 8.20 IT"S wave HEIGHT : 2.92
MIN OF wave period : 3.10 IT"S wave HEIGHT : .36
CORNU RATIO OF wave period : 1.49 SKEWNESS OF wave period : -.59 DC VALUE OF wave period : -5.45
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (6.00, 7.00) IS 40.0%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.53 IT"S NO. : 570 (100.00 %)

表 3-5（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT at TAI-CHUNG KANG          ST-ST DATE : 95.01.01.00:00-95.01.31.23:00
UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.7802 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
            ( % )
    .00
            7.32          *******
    .50
           18.07          ******************
   1.00
           19.30          *******************
   1.50
           29.30          ******************************
   2.00
           20.35          ********************
   2.50
            5.44          *****
   3.00
             .58
   3.50
             .00
   4.00
             .00
   4.50
             .00
   5.00
             .00
   5.50
             .00
   6.00
             .00
   6.50
             .00
   7.00
             .00
   7.50
             .00
   8.00
             .00
   8.50
             .00
   9.00
             .00
   9.50
             .00
  10.00
LOST DATA    .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  570        LOST NO. OF DATA        :  0 ( .00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :   1.53      VARIANCE OF wave HEIGHT :   .46      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :    .68
   MAX  OF wave HEIGHT     :   3.08      IT'S wave period        :  8.10      AT TIME : 1995. 1.23.15:27
   MIN  OF wave HEIGHT     :    .17      IT'S wave period        :  5.40      AT TIME : 1995. 1.22.20:13
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT :1.40      SKEWNESS OF wave HEIGHT :  -.20      DC VALUE OF wave HEIGET   : -11.09
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  1.50, 2.00) IS  29.3%
```

表 3-5（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-ST  DATE : 95.01.01.00:00-95.01.31.23:00
UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.7802 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
            ( % )
   4.00
           14.39          **************
   5.00
           27.54          ***************************
   6.00
           40.00          ****************************************
   7.00
           17.19          *****************
   8.00
             .88
   9.00
             .00
  10.00
             .00
  11.00
             .00
  12.00
             .00
  13.00
             .00
  14.00
             .00
  15.00
             .00
  16.00
             .00
  17.00
             .00
  18.00
             .00
  19.00
             .00
  20.00
             .00
  21.00
             .00
  22.00
LOST DATA    .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  570        LOST NO. OF DATA        :  0 ( .00 % )
   MEAN OF wave period     :   6.05      VARIANCE OF wave period :   .88      STANDARD DEVIATION OF wave period :    .94
   MAX  OF wave period     :   8.20      IT'S wave  HEIGHT       :  2.92
   MIN  OF wave period     :   3.10      IT'S wave HEIGHT        :   .36
   CORNU RATIO OF wave period: 1.49      SKEWNESS OF wave period :  -.59      DC VALUE OF wave period  :  -5.45
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  6.00, 7.00) IS  40.0%
```

表 3-6 ST.1站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-ST DATE : 95.02.01.00:00-95.02.28.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.7802 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	4.1	8.0	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0		13.2
5.0																						
	.9	8.4	18.7	14.2	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		42.9
6.0																						
	.0	.5	3.7	19.2	17.1	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		41.1
7.0																						
	.0	.0	.0	.5	1.1	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		2.7
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
9.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0		.0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	5.0	16.9	23.5	33.8	18.9	1.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 438 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.50 VARIANCE OF wave HEIGHT : .30 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .55
MAX OF wave HEIGHT : 2.68 IT'S wave period : 6.60 AT TIME : 1995. 2. 1. 1:44
MIN OF wave HEIGHT : .24 IT'S wave period : 5.10 AT TIME : 1995. 2. 8.23:19
CORNU RATIO OF wave HEIGHT :1.44 SKEWNESS OF wave HEIGHT : -.55 DC VALUE OF wave HEIGHT : -8.49
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (1.50, 2.00) IS 33.8%
MEAN OF wave period : 5.78 VARIANCE OF wave period : .52 STANDARD DEVIATION OF wave period : .72
MAX OF wave period : 7.70 IT'S wave HEIGHT : 2.48
MIN OF wave period : 3.50 IT'S wave HEIGHT : .48
CORNU RATIO OF wave period: 1.54 SKEWNESS OF wave period : -.62 DC VALUE OF wave period : -1.69
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (5.00, 6.00) IS 42.9%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.50 IT'S NO. : 438 (100.00 %)

表 3-6（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at TAI-CHUNG KANG          ST-ST DATE : 95.02.01.00:00-95.02.28.23:00
UNIT : M    ----        wave HEIGHT H1/3(M )  : 7802 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
              ( % )
    .00
    .50      5.02          *****
   1.00     16.89          ****************
   1.50     28.52          ***********************
   2.00     33.78          ********************************
   2.50     18.95          ******************
   3.00      1.83          *
   3.50       .00
   4.00       .00
   4.50       .00
   5.00       .00
   5.50       .00
   6.00       .00
   6.50       .00
   7.00       .00
   7.50       .00
   8.00       .00
   8.50       .00
   9.00       .00
   9.50       .00
  10.00
LOST DATA     .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  438      LOST NO. OF DATA          :   0 ( .00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :   1.50    VARIANCE OF wave HEIGHT   :  .30     STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .55
   MAX  OF wave HEIGHT     :   2.88    IT'S wave period          :  8.60     AT TIME : 1995. 2. 1. 5:44
   MIN  OF wave HEIGHT     :    .24    IT'S wave period          :  5.10     AT TIME : 1995. 2. 8.23:10
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT :1.44    SKEWNESS OF wave HEIGHT   :  -.55     DC VALUE OF wave HEIGHT    :  -8.40
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  1.50, 2.00) IS  33.8%
```

表 3-6（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-ST  DATE : 95.02.01.00:00-95.02.28.23:00
UNIT : SEC    ----        wave period T1/3(SEC )  : 0.7802 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
              ( % )
   4.00
   5.00     13.24          *************
   6.00     42.92          ******************************************
   7.00     41.10          *****************************************
   8.00      2.74          **
   9.00       .00
  10.00       .00
  11.00       .00
  12.00       .00
  13.00       .00
  14.00       .00
  15.00       .00
  16.00       .00
  17.00       .00
  18.00       .00
  19.00       .00
  20.00       .00
  21.00       .00
  22.00
LOST DATA     .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  438      LOST NO. OF DATA          :  0 ( .00 % )
   MEAN OF wave period     :   5.78    VARIANCE OF wave period   :  .52     STANDARD DEVIATION OF wave period :  .72
   MAX  OF wave period     :   7.70    IT'S wave  HEIGHT         :  2.48
   MIN  OF wave period     :   3.50    IT'S wave HEIGHT          :  .48
   CORNU RATIO OF wave period: 1.54    SKEWNESS OF wave period   :  -.62     DC VALUE OF wave period  :  -1.69
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  5.00, 6.00) IS  42.9%
```

表 3-7 ST.1站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-ST DATE : 95 03.01.00:00-95.03.31 23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.7802 SEC DATA

HEIGHT / period	0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	17.6	14.7	1.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		33.6
5.0																						
	6.1	14.6	15.7	8.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		44.7
6.0																						
	.8	.5	3.5	7.8	2.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		14.9
7.0																						
	.0	.0	.0	.0	1.8	1.7	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		3.6
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.6	2.3	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		3.0
9.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.2
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0																						
	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	24.5	29.8	20.4	16.1	4.3	2.3	2.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 658 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.07 VARIANCE OF wave HEIGHT : .51 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .72
MAX OF wave HEIGHT : 3.78 IT'S wave period : 8.50 AT TIME : 1995. 3.17.18:18
MIN OF wave HEIGHT : .18 IT'S wave period : 6.60 AT TIME : 1995. 3.16. 6:22
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.57 SKEWNESS OF wave HEIGHT : 2.15 DC VALUE OF wave HEIGHT : .24
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (.50, 1.00) IS 29.8%
MEAN OF wave period : 5.30 VARIANCE OF wave period : 1.19 STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.09
MAX OF wave period : 9.30 IT'S wave HEIGHT : 3.57
MIN OF wave period : 2.80 IT'S wave HEIGHT : .23
CORNU RATIO OF wave period: 1.78 SKEWNESS OF wave period : 1.16 DC VALUE OF wave period : 13.31
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (5.00, 6.00) IS 44.7%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.07 IT'S NO. : 658 (100.00 %)

表 3-7（續）

PROBILITY Distribution of wave HEIGHT at TAI-CHUNG KANG ST-ST DATE : 95.03.01.00:00-95.03.31.23:00

UNIT : M ---- wave HEIGHT H1/3(M) 0.7602 SEC DATA

VALUE	PERCENTAGE (%)	DISTRBUTION
.00		
	24.47	**********
.50		
	29.79	**********
1.00		
	20.36	**********
1.50		
	16.11	**********
2.00		
	4.26	****
2.50		
	2.28	**
3.00		
	2.43	**
3.50		
	.30	
4.00		
	.00	
4.50		
	.30	
5.00		
	.00	
5.50		
	.00	
6.00		
	.00	
6.50		
	.00	
7.00		
	.00	
7.50		
	.00	
8.00		
	.00	
8.50		
	.00	
9.00		
	.00	
9.50		
	.00	
10.00		
LOST DATA	.00	

TOTAL NO. OF DATA : 858 LOST NO. OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.07 VARIANCE OF wave HEIGHT : .51 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .72
MAX OF wave HEIGHT : 3.76 H1/3 wave period : 8.50 AT TIME : 1995. 3.17.18.18
MIN OF wave HEIGHT : .18 H1/3 wave period : 6.80 AT TIME : 1995. 3.16. 2:22
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.57 SKEWNESS OF wave HEIGHT : 2.15 DC VALUE OF wave HEIGHT : .24
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (50. 1.00) IS 28.8%

表 3-7（續）

PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG ST-ST DATE : 95.03.01.00:00-95.03.31.23:00

UNIT : SEC ---- wave period T1/3(SEC) 0.7602 SEC DATA

VALUE	PERCENTAGE (%)	DISTRBUTION
4.00		
	33.58	**********
5.00		
	44.68	**********
6.00		
	14.89	**********
7.00		
	3.85	***
8.00		
	3.04	***
9.00		
	.15	
10.00		
	.00	
11.00		
	.00	
12.00		
	.00	
13.00		
	.00	
14.00		
	.00	
15.00		
	.00	
16.00		
	.00	
17.00		
	.00	
18.00		
	.00	
19.00		
	.00	
20.00		
	.00	
21.00		
	.00	
22.00		
LOST DATA	.00	

TOTAL NO. OF DATA : 858 LOST NO. OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave period : 5.30 VARIANCE OF wave period : 1.19 STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.09
MAX OF wave period : 9.30 H1/3 wave HEIGHT : 3.57
MIN OF wave period : 2.80 H1/3 wave HEIGHT : .23
CORNU RATIO OF wave period: 1.78 SKEWNESS OF wave period : 1.16 DC VALUE OF wave period : 13.31
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (5.00. 6.00) IS 44.7%

表 3-8 ST.2站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-2 DATE : 94.10.01.00:00-94.10.31.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	3.0	6.7	2.5	2.6	4.0	5.6	1.2	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		24.4
5.0																						
	0	7	1.3	1.1	1.6	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		5.0
6.0																						
	.0	0	0	.5	14.1	27.6	1.4	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		43.8
7.0																						
	0	0	.2	.2	2.5	12.2	4.8	.7	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		20.8
8.0																						
	.0	0	.4	.2	.2	.7	.1	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0		2.1
9.0																						
	.0	.0	.0	2	.3	.4	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.1
10.0																						
	0	0	0	.7	.4	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.5
11.0																						
	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.2
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.2
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.8
>22.0																						
%	3.0	7.5	4.4	5.5	23.3	47.0	7.7	1.4	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 1230 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 2.34 VARIANCE OF wave HEIGHT : .55 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .74
MAX OF wave HEIGHT : 4.21 IT'S wave period : 7.45 AT TIME : 1994.10. 9. 9:59
MIN OF wave HEIGHT : .21 IT'S wave period :
2.69 AT TIME : 1994.1*.10.30:17
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.83 SKEWNESS OF wave HEIGHT : -2.92 DC VALUE OF wave HEIGHT : 16.23
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (2.50, 3.00) IS 47.0%
MEAN OF wave period : 5.95 VARIANCE OF wave period : 3.49 STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.87
MAX OF wave period : 10.69 IT'S wave HEIGHT : 1.96
MIN OF wave period : 1.96 IT'S wave HEIGHT : 1.93
CORNU RATIO OF wave period: 1.64 SKEWNESS OF wave period : -1.66 DC VALUE OF wave period : 4.56
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (6.00, 7.00) IS 43.8%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 2.34 IT'S NO. : 1230 (100.00 %)

表 3-8 (續)

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at TAI-CHUNG KANG          ST-2  DATE : 94.10.01.00:00-94.10.31.23:00

UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
                ( % )
    .00
                3.01        ***
    .50
                7.48        *******
   1.00
                4.39        ****
   1.50
                5.53        *****
   2.00
               23.25        ************************
   2.50
               46.99        ************************************************
   3.00
                7.72        *******
   3.50
                1.38        *
   4.00
                 .24
   4.50
                 .00
   5.00
                 .00
   5.50
                 .00
   6.00
                 .00
   6.50
                 .00
   7.00
                 .00
   7.50
                 .00
   8.00
                 .00
   8.50
                 .00
   9.00
                 .00
   9.50
                 .00
  10.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA       : 1230        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :  2.34       VARIANCE OF wave HEIGHT :   .55      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .74
   MAX  OF wave HEIGHT     :  4.21       IT"S wave period        :  7.45      AT TIME : 1994.10. 9. 9:59
   MIN  OF wave HEIGHT     :   .21       IT"S wave period        :  2.69      AT TIME : 1994.10.10.30:17
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT:1.83       SKEWNESS OF wave HEIGHT : -2.92      DC VALUE OF wave HEIGHT : 16.23
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  2.50, 3.00) IS  47.0%
```

表 3-8 (續)

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at TAI-CHUNG KANG          ST-2  DATE : 94.10.01.00:00-94.10.31.23:00

UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
                ( % )
   4.00
               24.39        ************************
   5.00
                5.04        *****
   6.00
               43.82        *******************************************
   7.00
               20.81        ********************
   8.00
                2.11        **
   9.00
                1.14        *
  10.00
                1.54        *
  11.00
                 .00
  12.00
                 .00
  13.00
                 .00
  14.00
                 .16
  15.00
                 .00
  16.00
                 .00
  17.00
                 .00
  18.00
                 .16
  19.00
                 .00
  20.00
                 .00
  21.00
                 .81
  22.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA     : 1230        LOST NO. OF DATA        : 0 (.00 % )
   MEAN OF wave period   :    5.85     VARIANCE OF wave period :  3.48      STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.87
   MAX  OF wave period   :   10.69     IT"S wave  HEIGHT       :  1.06
   MIN  OF wave period   :    1.96     IT"S wave HEIGHT        :  1.93
   CORNU RATIO OF wave period:1.54     SKEWNESS OF wave period : -1.66      DC VALUE OF wave period  :   4.56
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  6.00, 7.00) IS  43.8%
```

表 3-9 ST.2站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-2 DATE : 94.11.01.00:00-94.11.30.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	.0	6.4	5.2	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0		12.1
5.0																						
	.0	1.3	8.0	13.6	3.7	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		27.0
6.0																						
	.0	.0	2.1	14.5	20.1	12.6	.3	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		49.6
7.0																						
	.0	.0	.0	6	2.1	5.6	3.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0		11.3
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0		0
9.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	0	.0		.0
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0		.0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0		.0
13.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	.0	7.7	15.3	29.3	25.9	18.5	3.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA: 675 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.96 VARIANCE OF wave HEIGHT : .38 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .62
MAX OF wave HEIGHT : 3.43 IT'S wave period : 7.94 AT TIME : 1994.11.15.16: 0
MIN OF wave HEIGHT : .57 IT'S wave period : 5.52 AT TIME : 1994.11.28.23: 0
CORNU RATIO OF wave HEIGHT:1.45 SKEWNESS OF wave HEIGHT : -.09 DC VALUE OF wave HEIGHT : -7.60
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (1.50, 2.00) IS 29.3%
MEAN OF wave period : 6.12 VARIANCE OF wave period : .61 STANDARD DEVIATION OF wave period : .78
MAX OF wave period : 7.94 IT'S wave HEIGHT : 3.43
MIN OF wave period : 3.96 IT'S wave HEIGHT : .82
CORNU RATIO OF wave period:1.52 SKEWNESS OF wave period : -.81 DC
VALUE OF wave period : -3.52
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (6.00, 7.00) IS 49.6%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.96 IT'S NO. : 675 (100.00 %)

表 3-9（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at TAI-CHUNG KANG          ST-2  DATE : 94.11.01.00:00-94.11.30.23:00
UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
    .00
                .00
    .50
               7.70          *******
   1.00
              15.26          ***************
   1.50
              29.33          ******************************
   2.00
              25.83          *************************
   2.50
              18.52          ******************
   3.00
               3.26          ***
   3.50
                .00
   4.00
                .00
   4.50
                .00
   5.00
                .00
   5.50
                .00
   6.00
                .00
   6.50
                .00
   7.00
                .00
   7.50
                .00
   8.00
                .00
   8.50
                .00
   9.00
                .00
   9.50
                .00
  10.00
LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  675        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :   1.86      VARIANCE OF wave HEIGHT :   .38      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .62
   MAX  OF wave HEIGHT     :   3.43      IT"S wave period        :  7.94      AT TIME : 1994.11.15.16: 0
   MIN  OF wave HEIGHT     :    .57      IT"S wave period        :  5.52      AT TIME : 1994.11.26.23: 0
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.45      SKEWNESS OF wave HEIGHT :  -.09      DC VALUE OF wave HEIGHT:  -7.80
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  1.50, 2.00) IS  29.3%
```

表 3-9（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-2   DATE : 94.11.01.00:00-94.11.30.23:00
UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
   4.00
              12.15          ************
   5.00
              26.86          **************************
   6.00
              49.63          ***************************************************
   7.00
              11.26          ***********
   8.00
                .00
   9.00
                .00
  10.00
                .00
  11.00
                .00
  12.00
                .00
  13.00
                .00
  14.00
                .00
  15.00
                .00
  16.00
                .00
  17.00
                .00
  18.00
                .00
  19.00
                .00
  20.00
                .00
  21.00
                .00
  22.00
LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA     :  675        LOST NO. OF DATA        : 0 (.00 % )
   MEAN OF wave period   :    6.12     VARIANCE OF wave period :   .61      STANDARD DEVIATION OF wave period :   .78
   MAX  OF wave period   :    7.94     IT"S wave  HEIGHT       :  3.43
   MIN  OF wave period   :    3.96     IT"S wave HEIGHT        :   .82
   CORNU RATIO OF wave period:1.52     SKEWNESS OF wave period :  - 81      DC VALUE OF wave period  :  -3.52
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  6.00, 7.00) IS  49.8%
```

表 3-10 ST.2站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-2 DATE : 94.12.01.00:00-94.12.31.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0	1.2	5.8	3.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		10.3
5.0	.3	4.2	14.1	7.7	1.6	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		27.9
6.0	.3	.6	1.2	6.0	11.9	14.1	1.3	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		35.3
7.0	.0	.0	.0	.0	3.9	12.9	8.0	.3	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		25.1
8.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	1.2	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.5
9.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
10.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
11.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	1.7	10.6	18.3	13.9	17.4	27.3	10.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 689 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 2.04 VARIANCE OF wave HEIGHT : .65 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .81
MAX OF wave HEIGHT : 3.66 IT"S wave period : 7.75 AT TIME : 1994.12. 2.20:20
MIN OF wave HEIGHT : .44 IT"S wave period : 4.16 AT TIME : 1994.12.10. 9: 0
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.31 SKEWNESS OF wave HEIGHT : -.46 DC
VALUE OF wave HEIGHT : -16.45
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (2.50, 3.00) IS 27.3%
MEAN OF wave period : 6.30 VARIANCE OF wave period : .95 STANDARD DEVIATION OF wave period : .98
MAX OF wave period : 8.74 IT"S wave HEIGHT : 2.86
MIN OF wave period : 3.48 IT"S wave HEIGHT : .58
CORNU RATIO OF wave period: 1.44 SKEWNESS OF wave period : -.74 DC VALUE OF wave period : -8.32
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (6.00, 7.00) IS 35.3%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 2.04 IT"S NO. : 689 (100.00 %)

表 3-10（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at TAI-CHUNG KANG          ST-2  DATE  94.12.01.00:00-94.12.31.23:00
UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
    .00
                1.74          *
    .50
               10.60          **********
   1.00
               18.29          ******************
   1.50
               13.93          *************
   2.00
               17.42          ****************
   2.50
               27.29          ***************************
   3.00
               10.45          **********
   3.50
                 .29
   4.00
                 .00
   4.50
                 .00
   5.00
                 .00
   5.50
                 .00
   6.00
                 .00
   6.50
                 .00
   7.00
                 .00
   7.50
                 .00
   8.00
                 .00
   8.50
                 .00
   9.00
                 .00
   9.50
                 .00
  10.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  689        LOST NO. OF DATA        : 0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :   2.04      VARIANCE OF wave HEIGHT :   .65      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .81
   MAX  OF wave HEIGHT     :   3.86      IT"S wave period        :  7.75      AT TIME : 1994.12. 2.20:20
   MIN  OF wave HEIGHT     :    .44      IT"S wave period        :  4.16      AT TIME : 1994.12.10. 9: 0
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.31      SKEWNESS OF wave HEIGHT :  -.48      DC VALUE OF wave HEIGHT   : -16.45
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  2.50, 3.00) IS  27.3%
```

表 3-10（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-2   DATE : 94.12.01.00:00-94.12.31.23:00
UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
   4.00
               10.30          **********
   5.00
               27.87          ****************************
   6.00
               35.27          ************************************
   7.00
               25.11          *************************
   8.00
                1.45          *
   9.00
                 .00
  10.00
                 .00
  11.00
                 .00
  12.00
                 .00
  13.00
                 .00
  14.00
                 .00
  15.00
                 .00
  16.00
                 .00
  17.00
                 .00
  18.00
                 .00
  19.00
                 .00
  20.00
                 .00
  21.00
                 .00
  22.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA     :  689        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave period   :    6.30     VARIANCE OF wave period :   .95      STANDARD DEVIATION OF wave period :   .98
   MAX  OF wave period   :    8.74     IT"S wave  HEIGHT       :  2.86
   MIN  OF wave period   :    3.48     IT"S wave HEIGHT        :   .58
   CORNU RATIO OF wave period :1.44    SKEWNESS OF wave period :  -.74      DC VALUE OF wave period  :  -8.32
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  6.00, 7.00) IS  35.3%
```

表 3-11 ST.2站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-2 DATE : 95.01.01.00:00-95.01.31.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	2.0	7.5	3.2	.7	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		13.5
5.0																						
	1.5	3.5	9.7	11.3	4.9	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		31.1
6.0																						
	.0	.0	1.3	6.8	21.6	12.0	1.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		42.8
7.0																						
	.0	.0	.0	0	2.0	7.3	3.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		12.6
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
9.0																						
	.0	.0	.0	0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	0		.0
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	0		.0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0		.0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	3.5	11.0	14.2	18.9	28.6	19.4	4.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 689 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.94 VARIANCE OF wave HEIGHT : .54 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .74
MAX OF wave HEIGHT : 3.39 IT'S wave period : 7.25 AT TIME : 1995. 1. 1.18: 0
MIN OF wave HEIGHT : .23 IT'S wave period : 5.21 AT TIME : 1995. 1.22.19: 0
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.42 SKEWNESS OF wave HEIGHT : -.70 DC VALUE OF wave HEIGHT : -9.30
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (2.00, 2.50) IS 28.6%
MEAN OF wave period : 6.01 VARIANCE OF wave period : .79 STANDARD DEVIATION OF wave period : .89
MAX OF wave period : 7.87 IT'S wave HEIGHT : 2.52
MIN OF wave period : 3.08 IT'S wave HEIGHT : .55
CORNU RATIO OF wave period: 1.47 SKEWNESS OF wave period : -.83 DC VALUE OF wave period : -6.47
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (6.00, 7.00) IS 42.8%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.94 IT'S NO. : 689 (100.00 %)

表 3-11（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at TAI-CHUNG KANG          ST-2  DATE : 95.01.01.00:00-95.01.31.23:00

UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
    .00
                3.48          ***
    .50
               11.03          ***********
   1.00
               14.22          **************
   1.50
               18.87          ******************
   2.00
               28.59          ****************************
   2.50
               18.45          ******************
   3.00
                4.35          ****
   3.50
                 .00
   4.00
                 .00
   4.50
                 .00
   5.00
                 .00
   5.50
                 .00
   6.00
                 .00
   6.50
                 .00
   7.00
                 .00
   7.50
                 .00
   8.00
                 .00
   8.50
                 .00
   9.00
                 .00
   9.50
                 .00
  10.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  689        LOST NO. OF DATA        : 0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :   1.94      VARIANCE OF wave HEIGHT :   .54      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .74
   MAX  OF wave HEIGHT     :   3.39      IT'S wave period        :  7.25      AT TIME : 1995. 1. 1.18: 0
   MIN  OF wave HEIGHT     :    .23      IT'S wave period        :  5.21      AT TIME : 1995. 1.22.19: 0
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.42      SKEWNESS OF wave HEIGHT :  -.70      DC VALUE OF wave HEIGHT   :  -9.30
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  2.00, 2.50) IS  28.8%
```

表 3-11（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-2   DATE : 95.01.01.00:00-95.01.31.23:00

UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
    4.00
               13.50          *************
    5.00
               31.06          ******************************
    6.00
               42.82          *****************************************
    7.00
               12.63          ************
    8.00
                 .00
    9.00
                 .00
   10.00
                 .00
   11.00
                 .00
   12.00
                 .00
   13.00
                 .00
   14.00
                 .00
   15.00
                 .00
   16.00
                 .00
   17.00
                 .00
   18.00
                 .00
   19.00
                 .00
   20.00
                 .00
   21.00
                 .00
   22.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA     :  689        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave period   :    6.01     VARIANCE OF wave period :   .78      STANDARD DEVIATION OF wave period :    .89
   MAX  OF wave period   :    7.67     IT'S wave  HEIGHT       :  2.52
   MIN  OF wave period   :    3.08     IT'S wave HEIGHT        :   .55
   CORNU RATIO OF wave period: 1.47    SKEWNESS OF wave period :  -.83      DC VALUE OF wave period  :  -6.47
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  6.00, 7.00) IS  42.8%
```

表 3-12 ST.2站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-2 DATE : 95.02.01.00:00-95.02.28.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	.8	6.0	6.1	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		13.7
5.0																						
	.0	2.6	10.9	21.7	11.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		46.4
6.0																						
	.0	.0	.6	4.0	21.8	10.3	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		36.9
7.0																						
	.0	.0	.0	.0	.2	2.2	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		3.1
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
9.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	.8	8.6	17.7	26.4	33.2	12.4	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 651 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.87 VARIANCE OF wave HEIGHT : .36 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .60
MAX OF wave HEIGHT : 3.31 IT'S wave period : 7.67 AT TIME : 1995. 2.21.21: 0
MIN OF wave HEIGHT : .43 IT'S wave period : 4.90 AT TIME : 1995. 2. 8.22: 0
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.49 SKEWNESS OF wave HEIGHT : -.62 DC VALUE OF wave HEIGHT : -5.20
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (2.00, 2.50) IS 33.2%
MEAN OF wave period : 5.78 VARIANCE OF wave period : .50 STANDARD DEVIATION OF wave period : .70
MAX OF wave period : 7.67 IT'S wave HEIGHT : 3.31
MIN OF wave period : 3.49 IT'S wave HEIGHT : .52
CORNU RATIO OF wave period: 1.57 SKEWNESS OF wave period : -.50 DC VALUE OF wave period : .22
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (5.00, 6.00) IS 46.4%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.87 IT'S NO. : 651 (100.00 %)

表 3-12（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT at TAI-CHUNG KANG          ST-2  DATE : 95.02.01 00:00-95.02.28.23.00
UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.3001 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
    .00
                .77
    .50
               8.60          ********
   1.00
              17.67          ******************
   1.50
              26.42          ***************************
   2.00
              33.18          ***********************************
   2.50
              12.44          ************
   3.00
                .92
   3.50
                .00
   4.00
                .00
   4.50
                .00
   5.00
                .00
   5.50
                .00
   6.00
                .00
   6.50
                .00
   7.00
                .00
   7.50
                .00
   8.00
                .00
   8.50
                .00
   9.00
                .00
   9.50
                .00
  10.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA     :  651        LOST NO. OF DATA        : 0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT   :    1.87     VARIANCE OF wave HEIGHT :   .36     STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT :    .60
   MAX  OF wave HEIGHT   :    3.31     1T"S wave period        :  7.87     AT TIME : 1995. 2.21.21: 0
   MIN  OF wave HEIGHT   :     .43     1T"S wave period        :  4.90     AT TIME : 1995. 2. 8.22: 0
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT:1.49     SKEWNESS OF wave HEIGHT :  -.62     DC VALUE OF wave HEIGHT   :  -5.20
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  2.00, 2.50) IS  33.2%
```

表 3-12（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-2   DATE : 95.02.01.00:00-95.02.28.23:00
UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.3001 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
   4.00
              13.67          *************
   5.00
              46.39          ********************************************
   6.00
              36.87          ************************************
   7.00
               3.07          ***
   8.00
                .00
   9.00
                .00
  10.00
                .00
  11.00
                .00
  12.00
                .00
  13.00
                .00
  14.00
                .00
  15.00
                .00
  16.00
                .00
  17.00
                .00
  18.00
                .00
  19.00
                .00
  20.00
                .00
  21.00
                .00
  22.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA     :  651        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave period   :    5.78     VARIANCE OF wave period :   .50     STANDARD DEVIATION OF wave period :    .70
   MAX  OF wave period   :    7.87     1T"S wave  HEIGHT       :  3.31
   MIN  OF wave period   :    3.48     1T"S wave HEIGHT        :   .52
   CORNU RATIO OF wave period:1.57     SKEWNESS OF wave period :  -.50     DC VALUE OF wave period  :    .22
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  5.00, 6.00) IS  46.4%
```

表 3-13 ST.2站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-2 DATE : 95.03.01.00:00-95.03.31.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	2.5	17.0	6.2	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		26.6
5.0																						
	.3	4.5	12.8	8.8	6.9	.2	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		33.7
6.0																						
	.0	1.0	.7	2.2	7.6	4.4	.8	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		16.8
7.0																						
	.0	.3	.0	.3	.8	1.0	3.2	2.0	.3	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		8.2
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.7	1.5	1.7	.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		4.5
9.0																						
	.0	.0	.2	.0	.0	.5	1.3	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		2.4
10.0																						
	.0	.0	.2	.0	.2	.5	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.2
11.0																						
	.0	.0	.0	.2	.0	.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.8
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.2	.3	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.7
13.0																						
	.0	.0	.0	.2	.3	1.2	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.9
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.2	.5	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.2	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.8
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.2	.7	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.2
18.0																						
	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.2
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	2.9	22.9	20.0	12.6	16.5	11.3	8.4	4.2	.8	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 594 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.82 VARIANCE OF wave HEIGHT : .92 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .96
MAX OF wave HEIGHT : 4.55 IT'S wave period : 7.86 AT TIME : 1995. 3.25.18: 0
MIN OF wave HEIGHT : .35 IT'S wave period : 4.19 AT TIME : 1995. 3.22. 7: 0
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.37 SKEWNESS OF wave HEIGHT : .79 DC VALUE OF wave HEIGHT : -12.67
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (.50, 1.00) IS 22.9%
MEAN OF wave period : 6.36 VARIANCE OF wave period : 6.37 STANDARD DEVIATION OF wave period : 2.52
MAX OF wave period : 18.23 IT'S wave HEIGHT : 1.55
MIN OF wave period : 3.04 IT'S wave HEIGHT : .53
CORNU RATIO OF wave period: 2.25 SKEWNESS OF wave period : 7.46 DC VALUE OF wave period : 43.12
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (5.00, 6.00) IS 33.7%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.82 IT'S NO. : 594 (100.00 %)

表 3-13（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at TAI-CHUNG KANG          ST-2  DATE : 95.03.01.00:00-95.03.31.23:00
UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.3801 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
                ( % )
    .00
                2.69        **
    .50
               22.90        **********************
   1.00
               20.03        *********************
   1.50
               12.85        ************
   2.00
               16.51        ****************
   2.50
               11.25        ***********
   3.00
                8.42        ********
   3.50
                4.21        ****
   4.00
                 .84
   4.50
                 .84
   5.00
                 .00
   5.50
                 .00
   6.00
                 .00
   6.50
                 .00
   7.00
                 .00
   7.50
                 .00
   8.00
                 .00
   8.50
                 .00
   9.00
                 .00
   9.50
                 .00
  10.00
LOST DATA        .00

   TOTAL NO. OF DATA        :  594        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT      :   1.82      VARIANCE OF wave HEIGHT :   .92      STANDARD DEVIATIÓN OF wave HEIGHT  :  .96
   MAX  OF wave HEIGHT      :   4.55      I"S wave period         :  7.88      AT TIME : 1995. 3.25.18: 0
   MIN  OF wave HEIGHT      :    .85      I"S wave period         :  4.19      AT TIME : 1995. 3.22. 7: 0
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.87       SKEWNESS OF wave HEIGHT :   .79      DC VALUE OF wave HEIGHT   : -12.87
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (   .50. 1.00) IS  22.9%
```

表 3-13（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-2   DATE : 95.03.01.00:00-95.03.31.23:00
UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.3801 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
                ( % )
   4.00
                26.60        **************************
   5.00
                33.67        *********************************
   6.00
                16.84        ****************
   7.00
                 8.25        ********
   8.00
                 4.55        ****
   9.00
                 2.36        **
  10.00
                 1.18        *
  11.00
                  .84
  12.00
                  .67
  13.00
                 1.65        *
  14.00
                 1.01        *
  15.00
                  .84
  16.00
                 1.01        *
  17.00
                  .17
  18.00
                  .17
  19.00
                  .00
  20.00
                  .00
  21.00
                  .00
  22.00
LOST DATA        .00

   TOTAL NO. OF DATA     :  594          LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave period   :    6.36       VARIANCE OF wave period:  6.37      STANDARD DEVIATION OF wave period :   2.52
   MAX  OF wave period   :   18.23       I"S wave  HEIGHT        :  1.55
   MIN  OF wave period   :    3.04       I"S wave HEIGHT         :   .53
   CORNU RATIO OF wave period: 2.25    SKEWNESS OF wave period   :  7.46        DC VALUE OF wave period  :  43.12
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  5.00. 6.00) IS  33.7%
```

表 3-14 ST.4站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-4 DATE : 94.09.29.12:00-94.09.30.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	5.0	80.0	5.0	.0	.0	.0	0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		90.0
5.0																						
	5.0	5.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		10.0
6.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
7.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
9.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	10.0	85.0	5.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 20 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : .70 VARIANCE OF wave HEIGHT : .03 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : 19
MAX OF wave HEIGHT : 1.07 IT'S wave period : 4.47 AT TIME : 1994. 9.29.16:43
MIN OF wave HEIGHT : .48 IT'S wave period : 5.31 AT TIME : 1994. 9.30. 2: 0
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.33 SKEWNESS OF wave HEIGHT : .59 DC VALUE OF wave HEIGHT : -15.09
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (.50, 1.00) IS 85.0%
MEAN OF wave period : 4.62 VARIANCE OF wave period : .11 STANDARD DEVIATION OF wave period : .33
MAX OF wave period : 5.36 IT'S wave HEIGHT : .58
MIN OF wave period : 4.11 IT'S wave HEIGHT : .97
CORNU RATIO OF wave period: 1.61 SKEWNESS OF wave period : 1.37 DC VALUE OF wave period : 2.78
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (4.00, 5.00) IS 90.0%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : .70 IT'S NO. : 20 (100.00 %)

表 3-14（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT at TAI-CHUNG KANG          ST-4  DATE : 94.09.29.12:00-94.09.30.23:00
UNIT : M    ----        wave HEIGHT H1/3(M )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
              ( % )
    .00
            10.00         **********
    .50
            85.00         ********************************************************************************
   1.00
             5.00         *****
   1.50
              .00
   2.00
              .00
   2.50
              .00
   3.00
              .00
   3.50
              .00
   4.00
              .00
   4.50
              .00
   5.00
              .00
   5.50
              .00
   6.00
              .00
   6.50
              .00
   7.00
              .00
   7.50
              .00
   8.00
              .00
   8.50
              .00
   9.00
              .00
   9.50
              .00
  10.00

LOST DATA     .00

   TOTAL NO. OF DATA      :   20        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT    :    .70      VARIANCE OF wave HEIGHT :   .03      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .19
   MAX  OF wave HEIGHT    :   1.07      IT'S wave period        :  4.47 AT TIME : 1994. 9.29.16:43
   MIN  OF wave HEIGHT    :    .48      IT'S wave period        :  5.31 AT TIME : 1994. 9.30. 2: 0
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT:1.33      SKEWNESS OF wave HEIGHT :   .59      DC VALUE OF wave HEIGHT   : -15.08
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (   .50. 1.00) IS  85.0%
```

表 3-14（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-4   DATE : 94.09.29.12:00-94.09.30.23:00
UNIT : SEC    ----        wave period T1/3(SEC )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
              ( % )
   4.00
            80.00         ********************************************************************************
   5.00
            10.00         **********
   6.00
              .00
   7.00
              .00
   8.00
              .00
   9.00
              .00
  10.00
              .00
  11.00
              .00
  12.00
              .00
  13.00
              .00
  14.00
              .00
  15.00
              .00
  16.00
              .00
  17.00
              .00
  18.00
              .00
  19.00
              .00
  20.00
              .00
  21.00
              .00
  22.00

LOST DATA     .00

   TOTAL NO. OF DATA      :   20        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave period    :  4.82       VARIANCE OF wave period :   .11      STANDARD DEVIATION OF wave period :   .33
   MAX  OF wave period    :  5.36       IT'S wave  HEIGHT       :   .58
   MIN  OF wave period    :  4.11       IT'S wave HEIGHT        :   .27
   CORNU RATIO OF wave period: 1.61     SKEWNESS OF wave period :  1.37      DC VALUE OF wave period  :   2.78
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  4.00. 5.00) IS  80.0%
```

表 3-15 ST.4站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-4 DATE : 94.10.01.00:00-94.10.31.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
5.0	20.4	13.0	2.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		35.8
6.0	.8	3.1	15.2	9.8	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		29.0
7.0	.1	.3	6.3	11.7	6.1	2.6	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		27.1
8.0	.0	.6	.4	1.4	.6	2.4	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		6.5
9.0	.1	.1	.0	.1	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.5
10.0	.0	.5	.5	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.1
11.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
%	21.5	17.6	24.5	23.4	6.9	5.0	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 783 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.23 VARIANCE OF wave HEIGHT : .51 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .71
MAX OF wave HEIGHT : 3.45 IT'S wave period : 7.22 AT TIME : 1994.10.10. 5:37
MIN OF wave HEIGHT : .01 IT'S wave period : 2.88 AT TIME : 1994.10. 5.11:51
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.45 SKEWNESS OF wave HEIGHT : .73 DC VALUE OF wave HEIGHT : -7.67
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (1.00, 1.50) IS 24.5%
MEAN OF wave period : 5.43 VARIANCE OF wave period : 1.57 STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.25
MAX OF wave period : 9.77 IT'S wave HEIGHT : .95
MIN OF wave period : 2.88 IT'S wave HEIGHT : .01
CORNU RATIO OF wave period: 1.48 SKEWNESS OF wave period : .41 DC VALUE OF wave period : -5.56
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (4.00, 5.00) IS 35.8%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.23 IT'S NO. : 783 (100.00 %)

表 3-15 (續)

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at TAI-CHUNG KANG          ST-4  DATE : 94.10.01.00:00-94.10.31.23:00

UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M ) 0.3801 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
                ( % )
    .00
              21.46         ********************
    .50
              17.22         ****************
   1.00
              24.52         ************************
   1.50
              23.37         ***********************
   2.00
               8.20         ******
   2.50
               4.28         ****
   3.00
               1.15         *
   3.50
                 .00
   4.00
                 .00
   4.50
                 .00
   5.00
                 .00
   5.50
                 .00
   6.00
                 .00
   6.50
                 .00
   7.00
                 .00
   7.50
                 .00
   8.00
                 .00
   8.50
                 .00
   9.00
                 .00
   9.50
                 .00
  10.00

LOST DATA        .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  783        LOST NO. OF DATA        :  0 ( .00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :   1.23      VARIANCE OF wave HEIGHT :   .51      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .71
   MAX  OF wave HEIGHT     :   3.45      IT"S wave period        :  7.22      AT TIME : 1994.10.10. 5:37
   MIN  OF wave HEIGHT     :    .01      IT"S wave period        :  2.68      AT TIME : 1994.10. 5.11:51
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.45      SKEWNESS OF wave HEIGHT :   .73      DC VALUE OF wave HEIGHT   :  -7.67
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  1.00. 1.50) IS  24.5%
```

表 3-15 (續)

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-4   DATE : 94.10.01.00:00-94.10.31.23:00

UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.3801 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
                ( % )
    4.00
              35.78         ***********************************
    5.00
              26.99         ***************************
    6.00
              27.08         ***************************
    7.00
               6.51         ******
    8.00
                .51
    9.00
               1.15         *
   10.00
                .00
   11.00
                .00
   12.00
                .00
   13.00
                .00
   14.00
                .00
   15.00
                .00
   16.00
                .00
   17.00
                .00
   18.00
                .00
   19.00
                .00
   20.00
                .00
   21.00
                .00
   22.00

LOST DATA        .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  783        LOST NO. OF DATA        :  0 ( .00 % )
   MEAN OF wave period     :    5.43     VARIANCE OF wave period :  1.57      STANDARD DEVIATION OF wave period :  1.25
   MAX  OF wave period     :    9.77     IT"S wave  HEIGHT       :   .95
   MIN  OF wave period     :    2.88     IT"S wave HEIGHT        :   .01
   CORNU RATIO OF wave period: 1.48      SKEWNESS OF wave period :   .41      DC VALUE OF wave period  :  -5.56
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  4.00. 5.00) IS  35.8%
```

表 3-16、ST.4站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-4 DATE : 94.11.01.00:00-94.11.30.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	6.3	25.7	6.3	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		38.2
5.0																						
	.0	19.4	25.0	4.4	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		48.8
6.0																						
	.0	.5	8.6	3.8	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0		12.8
7.0																						
	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		2
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
9.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0		0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
13.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
>22.0																						
%	6.3	45.6	39.8	8.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 608 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.01 VARIANCE OF wave HEIGHT : .10 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .32
MAX OF wave HEIGHT : 1.92 IT"S wave period : 6.11 AT TIME : 1994.11. 7.11: 0
MIN OF wave HEIGHT : .25 IT"S wave period : 3.98 AT TIME : 1994.11.28.23: 0
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.59 SKEWNESS OF wave HEIGHT : .34 DC VALUE OF wave HEIGHT : 1.17
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (.50, 1.00) IS 45.6%
MEAN OF wave period : 5.19 VARIANCE OF wave period : .51 STANDARD DEVIATION OF wave period : .71
MAX OF wave period : 7.02 IT"S wave HEIGHT : 1.88
MIN OF wave period : 3.24 IT"S wave HEIGHT : .36
CORNU RATIO OF wave period: 1.48 SKEWNESS OF wave period : -.34 DC VALUE OF wave period : -5.72
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (5.00, 6.00) IS 48.8%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.01 IT"S NO. : 608 (100.00 %)

表 3-16（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at TAI-CHUNG KANG          ST-4  DATE : 94.11.01.00:00-94.11.30.23:00
UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
    .00
                9.25          ******
    .50
               45.56          ********************************************
   1.00
               39.60          ****************************************
   1.50
                8.39          ********
   2.00
                 .00
   2.50
                 .00
   3.00
                 .00
   3.50
                 .00
   4.00
                 .00
   4.50
                 .00
   5.00
                 .00
   5.50
                 .00
   6.00
                 .00
   6.50
                 .00
   7.00
                 .00
   7.50
                 .00
   8.00
                 .00
   8.50
                 .00
   9.00
                 .00
   9.50
                 .00
  10.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  608        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :   1.01      VARIANCE OF wave HEIGHT :   .10      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .32
   MAX  OF wave HEIGHT     :   1.82      1T'S wave period        :  6.11 AT TIME : 1994.11.  7.11: 0
   MIN  OF wave HEIGHT     :    .25      1T'S wave period        :  3.98 AT TIME : 1994.11.28.23: 0
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.58      SKEWNESS OF wave HEIGHT :   .34      DC VALUE OF wave HEIGHT   :   1.17
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (   .50, 1.00) IS  45.6%
```

表 3-16（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-4   DATE : 94.11.01.00:00-94.11.30.23:00
UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE          DISTRBUTION
                ( % )
   4.00
               38.18          ****************************************
   5.00
               48.85          ***************************************************
   6.00
               12.83          ************
   7.00
                 .16
   8.00
                 .00
   9.00
                 .00
  10.00
                 .00
  11.00
                 .00
  12.00
                 .00
  13.00
                 .00
  14.00
                 .00
  15.00
                 .00
  16.00
                 .00
  17.00
                 .00
  18.00
                 .00
  19.00
                 .00
  20.00
                 .00
  21.00
                 .00
  22.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA    :  608        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave period  :    5.19     VARIANCE OF wave period :   .51      STANDARD DEVIATION OF wave period :   .71
   MAX  OF wave period  :    7.02     1T'S wave  HEIGHT       :  1.88
   MIN  OF wave period  :    3.24     1T'S wave HEIGHT        :   .36
   CORNU RATIO OF wave period:1.48    SKEWNESS OF wave period :  -.34      DC VALUE OF wave period  :  -5.72
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  5.00, 5.50) IS  48.8%
```

表 3-17 ST.4站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-4 DATE : 94.12.01.00:00-94.12.31.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	9.2	16.2	2.7	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		28.1
5.0																						
	.2	10.9	22.1	6.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		39.8
6.0																						
	.0	.2	4.4	18.0	2.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		25.3
7.0																						
	.0	.0	.2	1.5	3.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		5.0
8.0																						
	.0	.0	.0	0	.3	1.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.8
9.0																						
	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	9.4	27.2	29.3	26.2	6.1	1.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 661 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.23 VARIANCE OF wave HEIGHT : .31 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .55
MAX OF wave HEIGHT : 2.92 IT'S wave period : 8.36 AT TIME : 1994.12. 2.22:22
MIN OF wave HEIGHT : .25 IT'S wave period : 3.79 AT TIME : 1994.12.10.11: 0
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.46 SKEWNESS OF wave HEIGHT : .64 DC VALUE OF wave HEIGHT : -7.25
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (1.00, 1.50) IS 29.3%
MEAN OF wave period : 5.53 VARIANCE OF wave period : 1.04 STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.02
MAX OF wave period : 8.56 IT'S wave HEIGHT : 2.57
MIN OF wave period : 2.90 IT'S wave HEIGHT : .37
CORNU RATIO OF wave period: 1.62 SKEWNESS OF wave period : .17 DC VALUE OF wave period : 2.95
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (5.00, 6.00) IS 39.8%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.23 IT'S NO. : 661 (100.00 %)

表 3-18 ST.4站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-4 DATE : 95.01.01.00:00-95.01.31.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	9.5	18.2	4.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		32.1
5.0																						
	.1	5.6	22.9	7.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		36.1
6.0																						
	.0	.0	5.1	13.4	7.7	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		26.4
7.0																						
	.0	.0	.0	.3	3.5	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		5.4
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
9.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	9.6	23.8	32.5	21.1	11.1	1.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 781 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.27 VARIANCE OF wave HEIGHT : .33 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .57
MAX OF wave HEIGHT : 2.77 IT'S wave period : 7.89 AT TIME : 1995. 1.27.13:44
MIN OF wave HEIGHT : .19 IT'S wave period : 4.75 AT TIME : 1995. 1.22.19: 0
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.50 SKEWNESS OF wave HEIGHT : .34 DC VALUE OF wave HEIGHT : -4.32
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (1.00, 1.50) IS 32.5%
MEAN OF wave period : 5.47 VARIANCE OF wave period : .93 STANDARD DEVIATION OF wave period : .96
MAX OF wave period : 7.89 IT'S wave HEIGHT : 2.77
MIN OF wave period : 2.92 IT'S wave HEIGHT : .30
CORNU RATIO OF wave period: 1.48 SKEWNESS OF wave period : -.29 DC VALUE OF wave period : -5.49
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (5.00, 6.00) IS 36.1%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.27 IT'S NO. : 781 (100.00 %)

表 3-17（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at TAI-CHUNG KANG          ST-4  DATE  94.12.01.00:00-94.12.31.23:00

UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
                ( % )
    .00
                9.38        *********
    .50
               27.23        ***************************
   1.00
               29.35        ******************************
   1.50
               26.17        **************************
   2.00
                6.05        ******
   2.50
                1.82        *
   3.00
                 .00
   3.50
                 .00
   4.00
                 .00
   4.50
                 .00
   5.00
                 .00
   5.50
                 .00
   6.00
                 .00
   6.50
                 .00
   7.00
                 .00
   7.50
                 .00
   8.00
                 .00
   8.50
                 .00
   9.00
                 .00
   9.50
                 .00
  10.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  661        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :   1.23      VARIANCE OF wave HEIGHT :   .31      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .55
   MAX  OF wave HEIGHT     :   2.82      IT'S wave period        :  8.38      AT TIME : 1994.12. 2.22:22
   MIN  OF wave HEIGHT     :    .25      IT'S wave period        :  3.79      AT TIME : 1994.12.10.11: 0
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.48      SKEWNESS OF wave HEIGHT :   .64      DC VALUE OF wave HEIGHT    :  -7.25
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  1.00, 1.50) IS  29.3%
```

表 3-17（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-4   DATE : 94.12.01.00:00-94.12.31.23:00

UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
                ( % )
   4.00
               28.14        ****************************
   5.00
               39.79        ****************************************
   6.00
               25.26        *************************
   7.00
                4.98        ****
   8.00
                1.82        *
   9.00
                 .00
  10.00
                 .00
  11.00
                 .00
  12.00
                 .00
  13.00
                 .00
  14.00
                 .00
  15.00
                 .00
  16.00
                 .00
  17.00
                 .00
  18.00
                 .00
  19.00
                 .00
  20.00
                 .00
  21.00
                 .00
  22.00

LOST DATA       .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  661       LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave period     :   5.53     VARIANCE OF wave period :  1.04      STANDARD DEVIATION OF wave period :   1.02
   MAX  OF wave period     :   8.56     IT'S wave  HEIGHT       :  2.57
   MIN  OF wave period     :   2.90     IT'S wave HEIGHT        :   .37
   CORNU RATIO OF wave period:1.62      SKEWNESS OF wave period :   .17      DC VALUE OF wave period  :   2.95
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  5.00, 6.00) IS  39.8%
```

表 3-18（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT at TAI-CHUNG KANG          ST-4  DATE : 85.01.01.00:00-85.01.31.23:00
UNIT : M    ----        wave HEIGHT H1/3(M )  0.3801 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRIBUTION
                ( % )
    .00
                8.80        *********
    .50
               28.82        ************************
   1.00
               32.82        *********************************
   1.50
               21.13        *********************
   2.00
               11.14        ***********
   2.50
                1.72        *
   3.00
                 .00
   3.50
                 .00
   4.00
                 .00
   4.50
                 .00
   5.00
                 .00
   5.50
                 .00
   6.00
                 .00
   6.50
                 .00
   7.00
                 .00
   7.50
                 .00
   8.00
                 .00
   8.50
                 .00
   9.00
                 .00
   9.50
                 .00
  10.00

LOST DATA        .00

  TOTAL NO. OF DATA      :  781        LOST NO. OF DATA        :  0 ( .00 % )
  MEAN OF wave HEIGHT    :   1.27      VARIANCE OF wave HEIGHT :   .33      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .57
  MAX  OF wave HEIGHT    :   2.77      IT'S wave period        :  7.59      AT TIME : 1995. 1.27.13:44
  MIN  OF wave HEIGHT    :    .19      IT'S wave period        :  4.75      AT TIME : 1995. 1.22.18: 0
  CORNU RATIO OF wave HEIGHT:1.50      SKEWNESS OF wave HEIGHT :   .34      DC VALUE OF wave HEIGHT    :  -4.32
  MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  1.00, 1.50) IS  32.5%
```

表 3-18（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-4   DATE : 85.01.01.00:00-85.01.31.23:00
UNIT : SEC    ----        wave period T1/3(SEC )  0.3801 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRIBUTION
                ( % )
   4.00
               32.14        ********************************
   5.00
               36.11        ************************************
   6.00
               26.38        **************************
   7.00
                5.38        *****
   8.00
                 .00
   9.00
                 .00
  10.00
                 .00
  11.00
                 .00
  12.00
                 .00
  13.00
                 .00
  14.00
                 .00
  15.00
                 .00
  16.00
                 .00
  17.00
                 .00
  18.00
                 .00
  19.00
                 .00
  20.00
                 .00
  21.00
                 .00
  22.00

LOST DATA        .00

  TOTAL NO. OF DATA     :  781        LOST NO. OF DATA        :  0 ( .00 % )
  MEAN OF wave period   :    5.47     VARIANCE OF wave period :   .93      STANDARD DEVIATION OF wave period :   .96
  MAX  OF wave period   :    7.59     IT'S wave  HEIGHT       :  2.77
  MIN  OF wave period   :    2.92     IT'S wave HEIGHT        :   .30
  CORNU RATIO OF wave period:1.48     SKEWNESS OF wave period :  -.28      DC VALUE OF wave period  :  -5.49
  MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  5.00, 6.00) IS  36.1%
```

表 3-19 ST.4站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-4 DATE : 95.02.01.00:00-95.02.28.23.00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0	8.9	27.9	14.6	0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		51.4
5.0	.0	5.0	25.7	7.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		37.9
6.0	.0	.0	3.0	5.6	.9	.0	.0	.0	.0	0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		9.5
7.0	.0	.0	.0	.8	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		1.2
8.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
9.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
10.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
11.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
12.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	8.9	32.9	43.3	13.6	1.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 642 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : 1.08 VARIANCE OF wave HEIGHT : .16 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .40
MAX OF wave HEIGHT : 2.18 IT"S wave period : 6.38 AT TIME : 1995. 2. 1.10: 0
MIN OF wave HEIGHT : .24 IT"S wave period : 4.08 AT TIME : 1995. 2. 8.22: 0
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.58 SKEWNESS OF wave HEIGHT : .24 DC VALUE OF wave HEIGHT : .35
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (1.00, 1.50) IS 43.3%
MEAN OF wave period : 5.01 VARIANCE OF wave period : .62 STANDARD DEVIATION OF wave period : .79
MAX OF wave period : 7.51 IT"S wave HEIGHT : 2.09
MIN OF wave period : 3.02 IT"S wave HEIGHT : .41
CORNU RATIO OF wave period: 1.64 SKEWNESS OF wave period : .23 DC VALUE OF wave period : 4.43
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (4.00, 5.00) IS 51.4%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : 1.08 IT"S NO. : 642 (100.00 %)

表 3-19 (續)

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT  at TAI-CHUNG KANG          ST-4  DATE : 95.02.01.00:00-95.02.28.23:00

UNIT : M    ----          wave HEIGHT H1/3(M )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
              ( % )
    .00
             6.88          ********
    .50
            32.87          ********************************
   1.00
            43.30          *******************************************
   1.50
            13.55          *************
   2.00
             1.40          *
   2.50
              .00
   3.00
              .00
   3.50
              .00
   4.00
              .00
   4.50
              .00
   5.00
              .00
   5.50
              .00
   6.00
              .00
   6.50
              .00
   7.00
              .00
   7.50
              .00
   8.00
              .00
   8.50
              .00
   9.00
              .00
   9.50
              .00
  10.00

LOST DATA     .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  842        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :   1.08      VARIANCE OF wave HEIGHT :   .18      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .40
   MAX  OF wave HEIGHT     :   2.18      IT"S wave period        :  6.38      AT TIME : 1995. 2. 1.10: 0
   MIN  OF wave HEIGHT     :    .24      IT"S wave period        :  4.08      AT TIME : 1995. 2. 6.22: 0
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.58      SKEWNESS OF wave HEIGHT :   .24      DC VALUE OF wave HEIGHT   :    .85
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (  1.00, 1.50) IS  43.3%
```

表 3-19 (續)

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-4   DATE : 95.02.01.00:00-95.02.28.23:00

UNIT : SEC    ----          wave period T1/3(SEC )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
              ( % )
   4.00
            51.40          ************************************************
   5.00
            37.85          ************************************
   6.00
             9.50          *********
   7.00
             1.25          *
   8.00
              .00
   9.00
              .00
  10.00
              .00
  11.00
              .00
  12.00
              .00
  13.00
              .00
  14.00
              .00
  15.00
              .00
  16.00
              .00
  17.00
              .00
  18.00
              .00
  19.00
              .00
  20.00
              .00
  21.00
              .00
  22.00

LOST DATA     .00

   TOTAL NO. OF DATA     :  842        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave period   :    5.01     VARIANCE OF wave period :   .62      STANDARD DEVIATION OF wave period :    .79
   MAX  OF wave period   :    7.51     IT"S wave  HEIGHT       :  2.09
   MIN  OF wave period   :    3.02     IT"S wave HEIGHT        :   .41
   CORNU RATIO OF wave period:1.64     SKEWNESS OF wave period :   .23      DC VALUE OF wave period  :   4.43
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  4.00, 5.00) IS  51.4%
```

表 3-20 ST.4站 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表

Bivariate Distribution of wave HEIGHT and period at TAI-CHUNG KANG ST-4 DATE : 95.03.01.00:00-95.03.31.23:00

UNIT : M and SEC ---- wave HEIGHT (H1/3) AND period (T1/3) 0.3901 SEC DATA

HEIGHT / period	.0	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0>	%
4.0																						
	27.3	32.8	8.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		68.3
5.0																						
	.1	6.3	12.9	2.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		22.0
6.0																						
	.0	.0	.3	1.7	2.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		4.3
7.0																						
	.0	.0	.0	.0	.6	2.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		3.1
8.0																						
	.0	.0	.0	.0	.3	1.9	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		2.3
9.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		0
10.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
11.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
12.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
13.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
14.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
15.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
16.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
17.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
18.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
19.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
20.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
21.0																						
	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
>22.0																						
%	27.4	39.1	21.4	4.3	3.1	4.5	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		100.00

TOTAL NO. PAIRS OF DATA : 774 LOST NO. PAIRS OF DATA : 0 (.00 %)
MEAN OF wave HEIGHT : .91 VARIANCE OF wave HEIGHT : .37 STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT : .61
MAX OF wave HEIGHT : 3.13 IT'S wave period : 8.68 AT TIME : 1995. 3.17.18:12
MIN OF wave HEIGHT : .17 IT'S wave period : 4.73 AT TIME : 1995. 3.16. 4: 0
CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.88 SKEWNESS OF wave HEIGHT : 4.05 DC VALUE OF wave HEIGHT : 19.79
MOST LOCATED AT wave HEIGHT INTERVAL (.50, 1.00) IS 39.1%
MEAN OF wave period : 4.71 VARIANCE OF wave period : 1.28 STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.13
MAX OF wave period : 8.68 IT'S wave HEIGHT : 3.13
MIN OF wave period : 2.32 IT'S wave HEIGHT : .34
CORNU RATIO OF wave period: 1.95 SKEWNESS OF wave period : 2.61 DC VALUE OF wave period : 24.19
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (4.00, 5.00) IS 68.3%
MEAN OF wave HEIGHT LESS THEN 14.0 SEC : .91 IT'S NO. : 774 (100.00 %)

表 3-20（續）

```
PROBILITY Distribution of wave HEIGHT at TAI-CHUNG KANG          ST-4  DATE : 95.03.01.00:00-95.03.31.23:00

UNIT : M    ----        wave HEIGHT H1/3(M )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
                ( % )
    .00
            27.39         ****************************
    .50
            39.15         ****************************************
   1.00
            21.45         **********************
   1.50
             4.26         ****
   2.00
             3.10         ***
   2.50
             4.52         ****
   3.00
              .13
   3.50
              .00
   4.00
              .00
   4.50
              .00
   5.00
              .00
   5.50
              .00
   6.00
              .00
   6.50
              .00
   7.00
              .00
   7.50
              .00
   8.00
              .00
   8.50
              .00
   9.00
              .00
   9.50
              .00
  10.00

LOST DATA     .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  774        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave HEIGHT     :   .91       VARIANCE OF wave HEIGHT :  .37      STANDARD DEVIATION OF wave HEIGHT  :  .61
   MAX  OF wave HEIGHT     :  5.13       IT"S wave period        :  8.66     AT TIME : 1995. 3.17.18:12
   MIN  OF wave HEIGHT     :   .17       IT"S wave period        :  4.73     AT TIME : 1995. 3.16. 4: 0
   CORNU RATIO OF wave HEIGHT: 1.68      SKEWNESS OF wave HEIGHT :  4.05     DC VALUE OF wave HEIGHT   :  10.70
   MOST LOCATED  AT  wave HEIGHT  INTERVAL (   .50, 1.00) IS  39.1%
```

表 3-20（續）

```
PROBILITY Distribution of wave period at TAI-CHUNG KANG          ST-4   DATE : 95.03.01.00:00-95.03.31.23:00

UNIT : SEC    ----        wave period T1/3(SEC )  0.3901 SEC DATA

  VALUE     PERCENTAGE        DISTRBUTION
                ( % )
   4.00
            88.35         ******************************************************************
   5.00
            21.96         **********************
   6.00
             4.26         ****
   7.00
             3.10         ***
   8.00
             2.33         **
   9.00
              .00
  10.00
              .00
  11.00
              .00
  12.00
              .00
  13.00
              .00
  14.00
              .00
  15.00
              .00
  16.00
              .00
  17.00
              .00
  18.00
              .00
  19.00
              .00
  20.00
              .00
  21.00
              .00
  22.00

LOST DATA     .00

   TOTAL NO. OF DATA       :  774        LOST NO. OF DATA        :  0 (.00 % )
   MEAN OF wave period     :   4.71      VARIANCE OF wave period :  1.28     STANDARD DEVIATION OF wave period :   1.13
   MAX  OF wave period     :   8.66      IT"S wave  HEIGHT       :  3.13
   MIN  OF wave period     :   2.32      IT"S wave HEIGHT        :  .34
   CORNU RATIO OF wave period:1.95       SKEWNESS OF wave period :  2.61     DC VALUE OF wave period  :  24.18
   MOST LOCATED  AT  wave period INTERVAL (  4.00, 5.00) IS  88.3%
```

肆、花蓮港雷達式波浪、海流遙測系統簡介

REMOTE SENSING OF COASTAL OCEAN WAVES AND CURRENTS IN TAIWAN, R.O.C. - SYSTEM DEVELOPMENT AND PROGRESS

Newman K. Lin
Applied Science and Engineering Research, Inc. Boca Raton, Florida, U.S.A.
and
Shiang-Maw Tzeng
Institute of Harbor and Marine Technology, Taichung, Taiwan, R.O.C.

Abstract

A land-based ocean surface sensing system has been deployed in the south side of Port Hua-Lien, Taiwan, for field testing. The system was designed to operate at microwave L-band frequencies with the Intermediate-Frequency carrier at 500Hz. The accuracy of the Digital Doppler Signal Processor based upon the Fast Fourier Transform for a sample size of 256 points, was proved better than 0.1% with the noise level of 0db (that is, the noise has the same order of magnitude as the signal.) Simulation testing with the analog input from the Marconi 2030 Signal Generator gives the accuracy of the processor within the resolution limit of 0.1 Hz as specified by the generator itself. Field data shows the promising of the land-based oceanographic instrument, in comparison with the results provided by the existing data buoy which was deployed in the north side of the port.

1. INTRODUCTION

Taiwan is an island located in the subtropical zone, which may experience four or five violent typhoons a year. Design of coastal and ocean structures to withstand the environmental loads such as winds, waves, currents and so on, requires fully understanding of the extreme loading. Unfortunately, under the severe conditions the data collection becomes very difficult, but it is absolutely necessary for the deployment and design of the ocean systems. In particular, sea-based instruments, mounted on the sea floor or floated on or under the sea surface, can rarely survive in sever storms. Thus, the collection of the extreme load data becomes impossible. In addition, the sea-based instruments have been frequently and accidentally damaged by fishery activities and merchant cargoes.

To resolve the difficulties experienced by the sea-base instruments, "dry" oceanographic instruments are preferred. The most well-known "dry" oceanographic instrument is the NASA's Synthetic Aperture Radar (SAR). However, the SAR cannot provide hourly information and is also too expensive. Practically and economically, SAR is impractical for the collection of coastal oceanographic data. Hence, a land-based remote sensing radar called ROSSAS, the

abbreviation of "Remote Ocean Surface Sensing and Analysis System" , was developed and deployed for testing.

ROSSAS, a L-Band Doppler radar with two sets of transmitting and receiving antennas, was developed based upon the results of Leykin et.al. (1977) and Plant et.al. (1978). The digital Doppler signal processor in this system takes advantage of the Fast Fourier Transform (FFT) to extract the Doppler frequency in real time with accuracy better than 0.1% and outputs the result every 0.1 sec; the software includes the wave directional spectrum and parametric analyses based upon the results outlined by Horikawa(1988). The Radio Frequency (RF) carrier is 890MHz and the Intermediate Frequency(IF) carrier 500Hz. Each transmitting antenna, consisting of a 19-element loop Yai-Uda reflector/radiator/director with the 3-db beamwidth of 28-degrees, is fed by a power amplifier of 10 watts; each receiving antenna is formed by 16 phase-array dipole elements with five 15-db pre-amplifiers (total 75db). The system, using single transmitting and receiving antenna, was primarily tested in Port Taichung in July 13, 1994 for comparing with SAR. In the testing, the antennas was stationed in the fourth floor of an abandoned building about 2 miles from the inlet and pointed to the north breakwater of the inlet (15 degrees West). Since the water surface was very smooth when the SAR passing (around 10:00 PM) it is impossible to extract any wave information from the SAR image. However, ROSSAS did obtain the wave information including an infragravity wave of 30 sec. There are also three ultrasonic wave gauges adjacent to the north side of the inlet, one of which was broken. The two active gauges also recorded very small waves. The significant wave heights resulting from both of them are very inconsistent each other(up to 200% difference). No comparison could be made. Later, the complete system was fully installed in Port Hua-Lien in the December of 1994. The transmitting antenna system is located on the 6th floor of the Port Authority Building, about 50m above the Mean Sea Level(MSL), and the receiving antenna system on the 7th floor, about 53m above the MSL, about 5 m south of the transmitting ones. Each pair of the transmitting or receiving antennas forms a 30-degree angle with two sides pointing to 200 degrees and 170 degrees North, respectively. The depressing angle of each antenna plane is one degree. The system was not operating properly from the end of December, 1994 and resumed to operate after intensive testing in March, 1995. In this paper, we would like to present the progressing results of the ROSSAS development.

2. PRINCIPLE

ROSSAS is a Doppler radar sensing system, based upon the principle of the interaction process, known as the Bragg scattering, between radio waves and a wavy surface. According to the Bragg scattering, a radio wave incident upon a wavy surface will be strongly reflected if the radio wavelength is twice the dominant spatial period (ie. wavelength) of the surface. If the surface itself or the particles on the surface are in motion, the reflected radio wave will be frequency-shifted according to the Doppler effect of moving targets. Therefore, the Doppler shift carries the information associated the motion of the particles on the surface. By applying this principle to the dynamic ocean surface, radar becomes a useful tool for the remote sensing of ocean waves and currents.

Ocean surface waves are composed of ripples (short waves) and swells (long waves). The typical wind wave spectrum has multiple spectral peaks corresponding to ripples and swells, as shown in Figure 1. The ROSSAS takes advantage of the Bragg scattering of the radio wave by the very short ripples of 16.5 cm wave length (or 3.07 Hz wave) in this installation, and can precisely measurethe waves below 1 Hz. This can avoid the week reflection from the ocean surface.

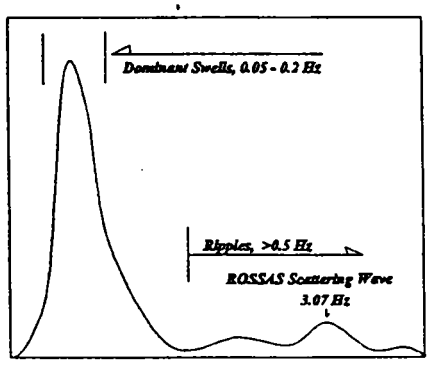


Figure 1. Typical ocean wave spectrum(non-scaling).

3. SYSTEM CONFIGURATION

The system mainly consists of five subsystems:

1. Function Generator and Transmitting System: Providing the RF signal from a function generator, and amplifying it by multiple-stage power amplifiers to 10 watts per channel, and delivering it to the transmitting antenna;

2. Receiving System: Receiving the back scattering signals with two antenna arrays and amplifying the received signals to a detectable level 10dbm (at 1 db compression) with 75db gain;

3. Analog Signal Processor(ASP): Shifting the RF signal by the 500-Hz IF carrier, as a Local Frequency (LF) signal for the directional discrimination of the backscattered signal by a moving target, and mixing the LF signal with the signals output from the receiving system to produce the Audio Frequency (AF) outputs.

4. Digital Doppler Signal Processor(D^2SP): Providing the 500-Hz in-phase and quad-phase IF signals for ASP to produce the LF signal, accepting the AF signals output from ASP, extracting the Doppler shift for each channel in real time and displaying the results after performing the Doppler-shift/ velocity conversion;

5. Remote PC/Modem: Monitoring the D^2SP operation, downloading data, and remotely re-powering D^2SP if necessary.

Figure 2 shows the ROSSAS system configuration. The detail of Subsystems 1-3 is given in Figure 3 and Subsystem 4 in Figure 4.

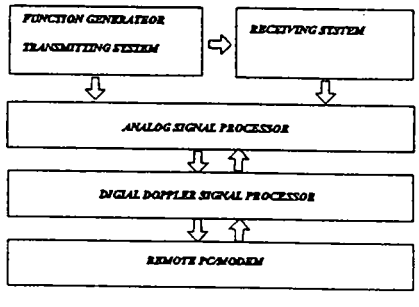


Figure 2. ROSSAS system configuration.

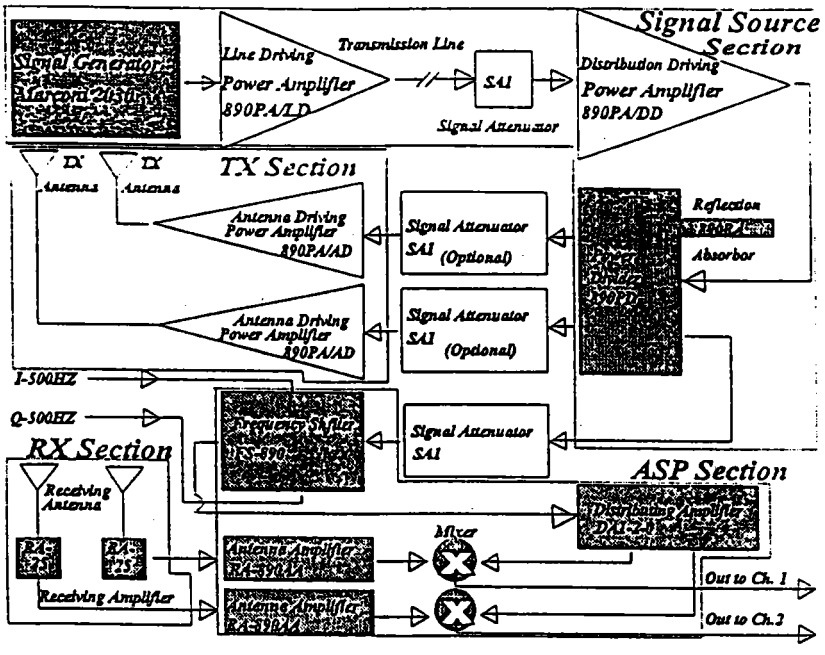


Figure 3. Detail of transmitting, receiving and ASP systems.

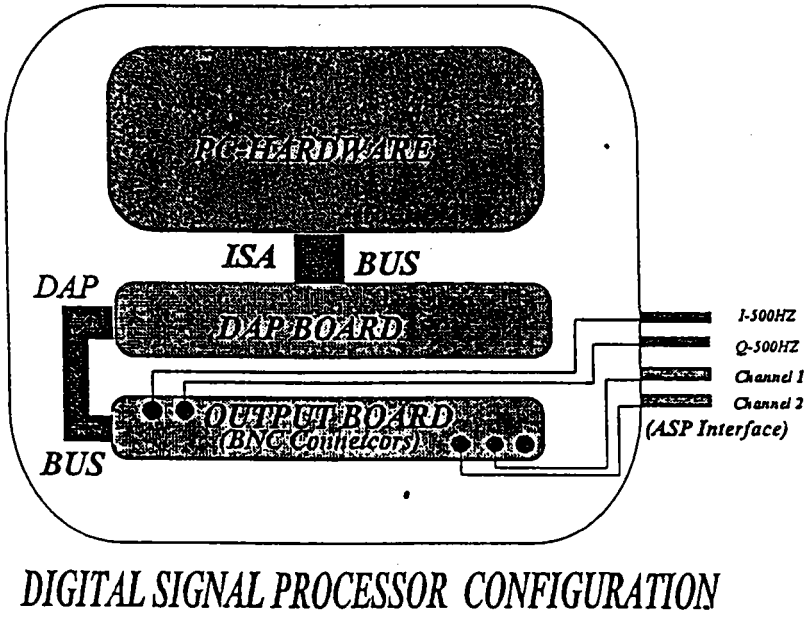


Figure 4. Inside the Digital Doppler Signal Processor.

4. SOFTWARE OPERATION

The ROSSAS software consists of two major components:

1. the Doppler frequency extraction and velocity conversion routine - velocity.bin which is loaded into the DAP board during system initiation;
2. the data output routine - ROSSAS.exe which works with Microstar Laboratories's DAP board and performs the following tasks:

A. On-line sampling and Doppler frequency extraction,

B. Displaying the velocity (or displacement) data in real time,

C. Auto-resetting the system, and

D. Generating the 500-Hz in-phase and quad-phase signals for the ASP,

E. **Analyzing the recorded time series (Currently in a separate routine called WINDSP.exe), including**

-Directional Spectrum Analysis,

-Wave Energy Density Spectrum Analysis,

-Discrete Energy Spectrum Analysis,

-Wave Height Analysis,

-Wave Period Analysis, and

-Wave Direction Analysis.

The ROSSAS provides the following wave parameters:

- the mean, significant, and one-tenth wave Heights,
- the zero-crossing and peak-to-peak periods,
- the per-dominant direction.

In addition, the ROSSAS also does the curve fitting for the Pierson-Moskowitz Spectrum Model with the parameters defined by the International Ship Structure Committee (ISSC).

5. SYSTEM VERIFICATION

1. Numerical Simulation

The numerical simulation of the Doppler frequency extraction was employed to initially verify the accuracy of the **velocity.bin** routine. Since the Doppler frequency is extracted by a FFT routine with the sample size of 256 points, the FFT interpolating scheme must be tested

under the different noise levels with the Hanning window. The error of the interpolated frequency vs. noise level is plotted in Figure 5. The results show that even in the situation where the nose level is the same magnitude as the signal, the error is less than one-thousandth, or the accuracy is within 0.1%.

Next was the velocity simulation testing which was performed with the Marconi 2030 Signal Generator. The testing velocities are five (5) cm/sec corresponding to 0.3-Hz Doppler shift, 10cm/sec to 0.6-Hz Doppler shift and 84.35 cm/sec to 5-Hz Doppler shift. It is found that the accuracy of the results is within the 0.1-Hz resolution limit of MARCONI 2030, or within 1.65 cm/sec in the term of velocity. These results are shown in Figures 6.

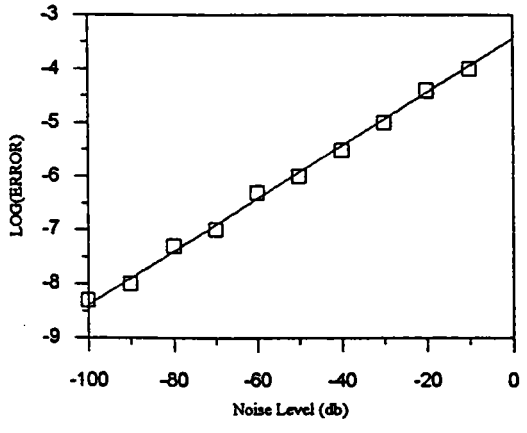
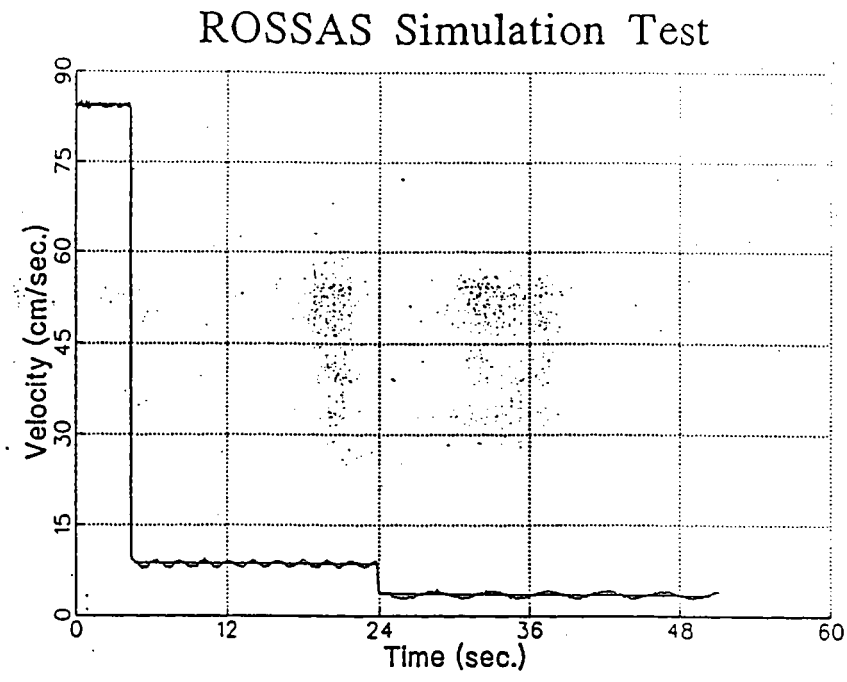


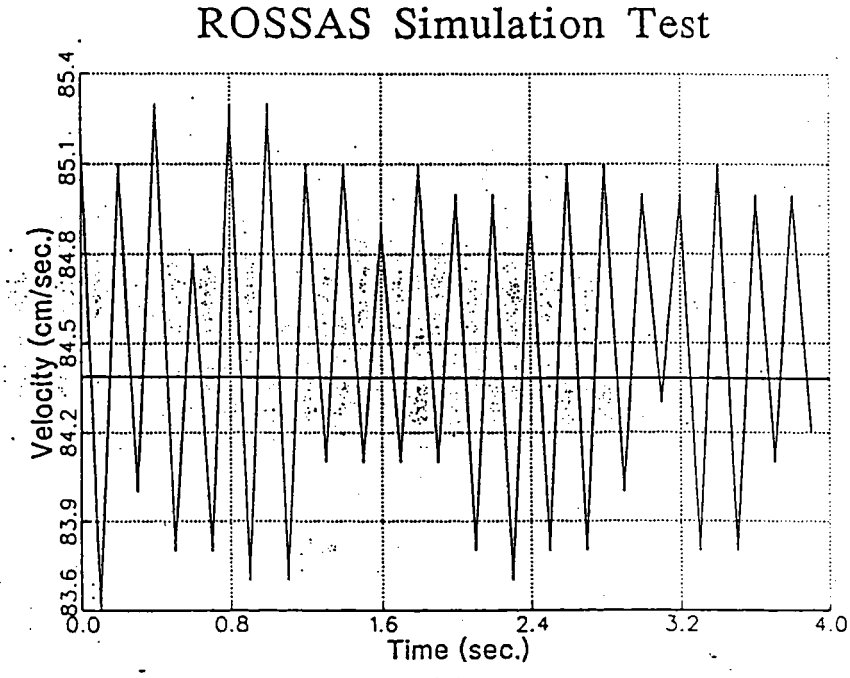
Figure 5. Error of the interpolated frequency vs. noise level.

2. Field Testing

Figure 7 shows the environment of Port Hua-Lien, Taiwan, the location and coverage of the ROSSAS, and the location of the existing data buoy called the WaveRider. The WaveRider has been deployed in the north of the port, 600m off the shoreline, and in 25m water as shown in this map while the ROSSAS has been installed on the top of the Port Authority Building as shown in Figure 8, covering the south water of the inlet shown in Figure 7.



(a)



(b)

Figure 6. Simulation testing of the Digital Doppler Signal Processor for the velocities: V = 5 cm/s, 10 cm/sec, and 80 cm/sec; (a) comparison between the simulation results and assumed velocities; (b) the enlarged plot for V= 80 cm/sec.

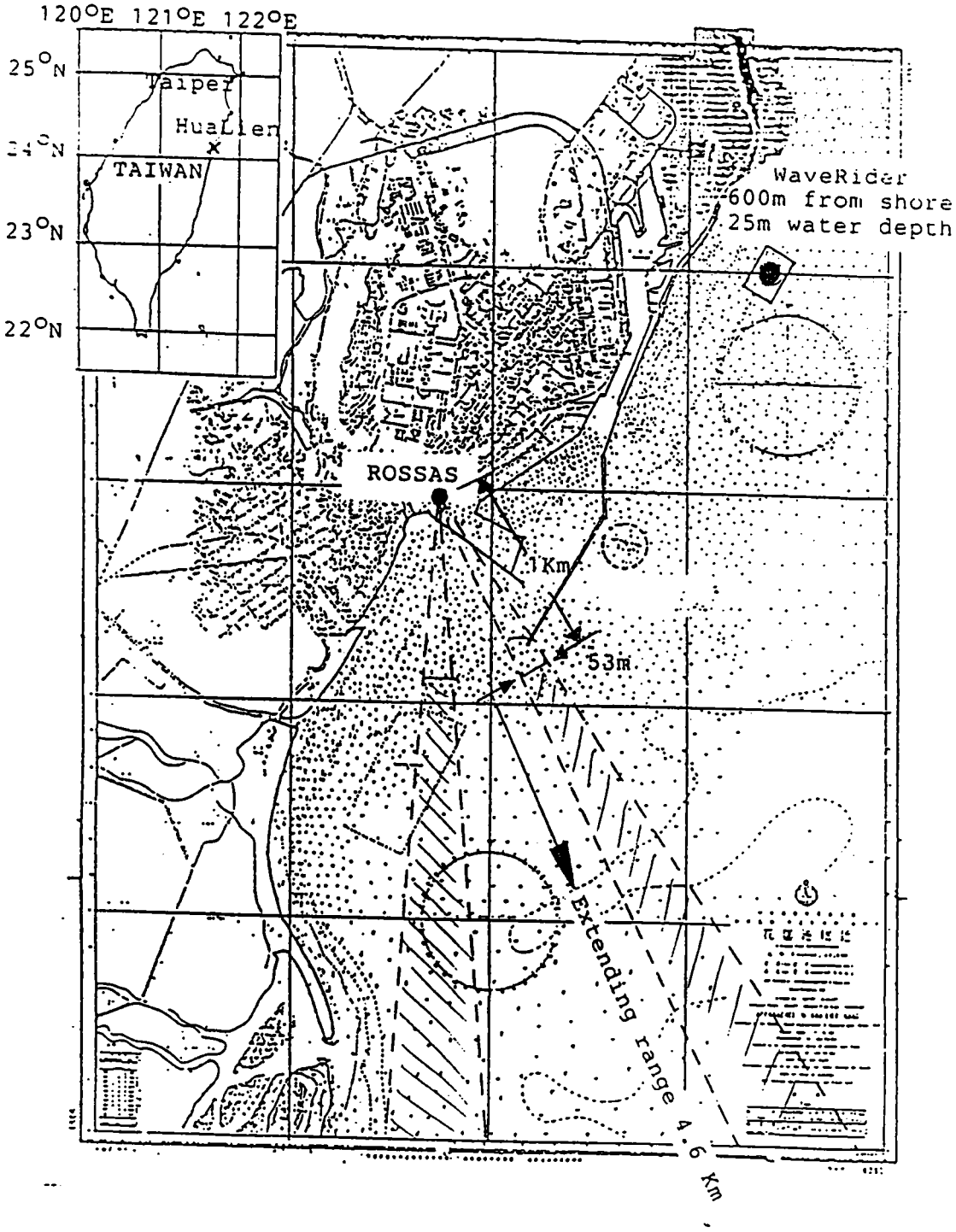


Figure 7. Map of Port Hua-Lien, the location and coverage of the ROSSAS, and the location of the existing data buoy, WaveRider.

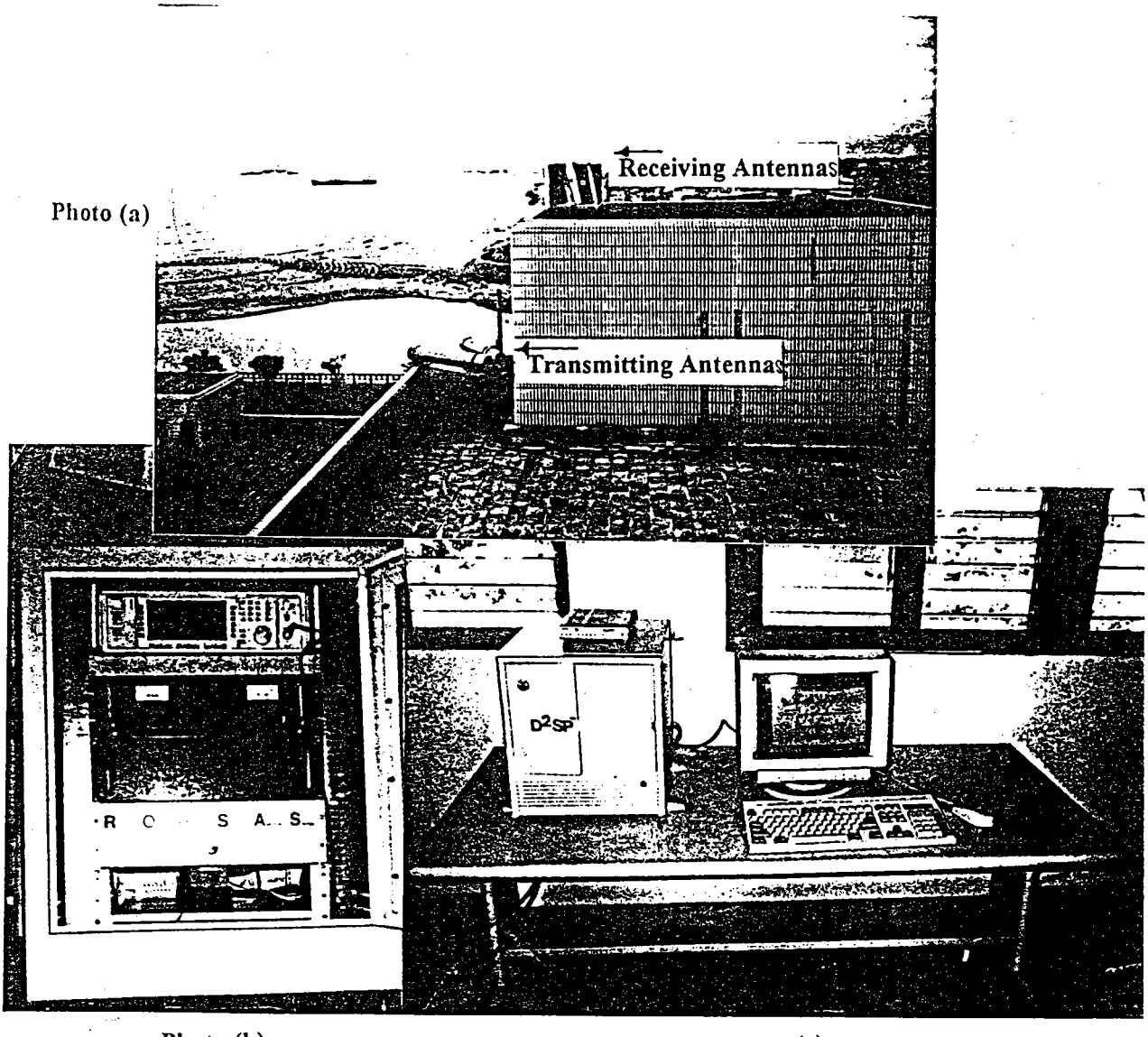


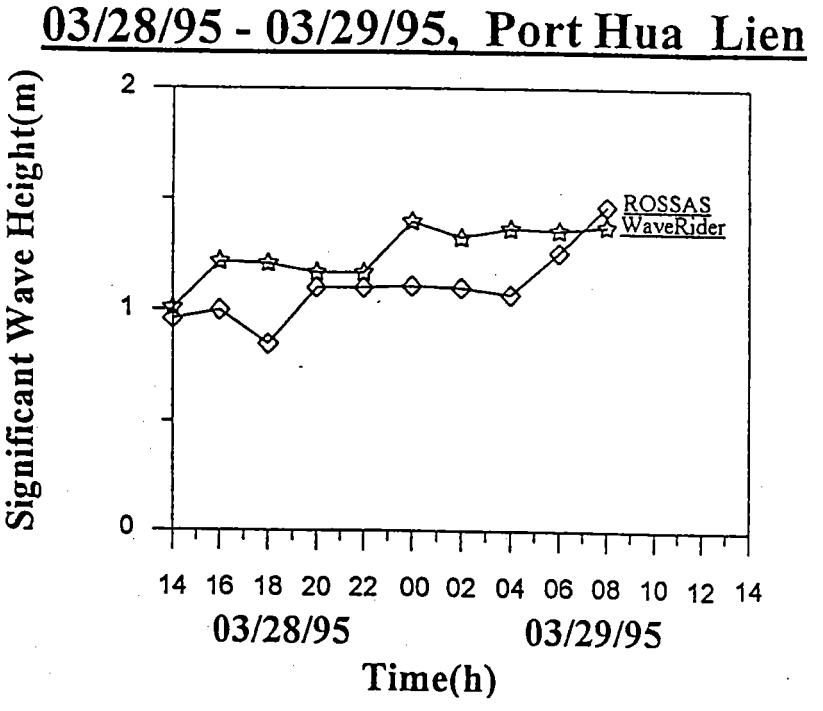
Figure 8. Location of the ROSSAS transmitting and receiving antenna pairs, Photo (a); the RF signal source, Photo (b); the Digital Doppler Signal Processor, Photo (c).

As noted in the INTRODUCTION, comparison of the field data collected by different kinds of oceanographic instruments is very difficult. General speaking, the remote sensing ocean wave data represents the wave characteristics spatially averaged over the sensed area while the data collected by a traditional wave gauge (of pressure-, capacitance-, resistance-, or acceleration- type) is the wave information at the transducer location, a "point" of the ocean surface. Further, when the conventional transducers are deployed near the shore where the wave reflection, diffraction, refraction, and energy dissipation are pronounced, they will not produce the same results on the wave characteristics at the different locations. Therefore, the comparison of the wave data between two systems should not be overstated. In particular, ROSSAS is deployed to sense the south water of the inlet while the existing WaveRider is located in the north of the port. Therefore, we can only use the results from these two systems as a cross reference.

First, the significant wave heights from two systems are plotted in Figure 9 where the ROSSAS results were computed by the spectral method and the WaveRider results by the histogram method, as described by Horikawa (1988) for both approaches. Figure 9 shows a very good cross reference between two systems.

The next comparison is the wave periods as shown in Figure 10, where the zero-crossing and mean periods are provided by the ROSSAS, and the highest one-third and one-tenth periods, denoted by T(1/3) and (T1/10), respectively, by the WaveRider. Noticeable, the mean period is affected by the cut-off frequencies of the digital bandpass filter. The wave-period range in the ROSSAS bandpass filter is pre-set from 2 sec to 20 sec, while the ROSSAS velocity data covers the periods from 0.2 sec to infinity, or from the 0.2 sec waves to the mean current. According to Figure 10, it is found that the mean period is longer than both T(1/3) and T(1/10), but the zero crossing wave period seems to close to both of them. It is also found that the WaveRider's T(1/3) is longer than its T(/10) in some records. Why?

Finally, the wave directions are considered in Figure 11. The wave direction difference between these two systems is about 20 degrees as shown in Figure 11. It is very common to have such a wave direction difference because the wave characteristics in both sides of a inlet is completely different. It is also generally recognized by coastal engineers that the difference of the wave characteristics on both side of the inlet causes the sediment accretion in one side and the



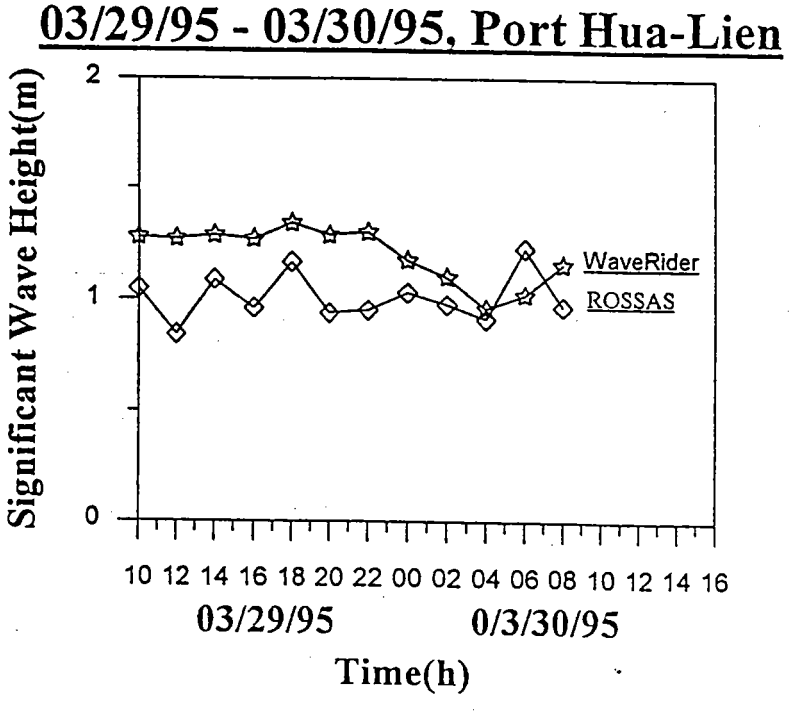
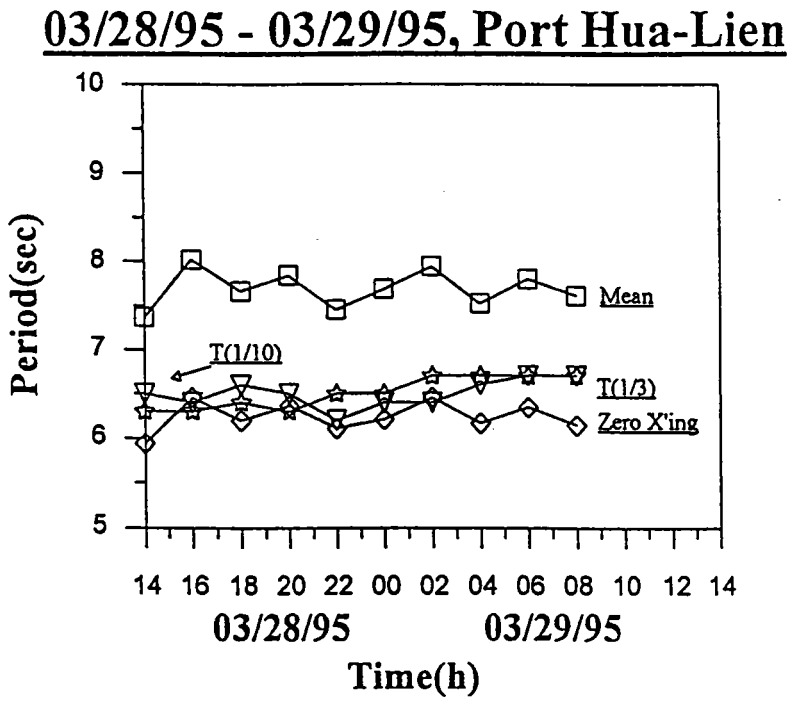


Figure 9. Examples of the significant wave heights given by the ROSSAS and WaveRider.



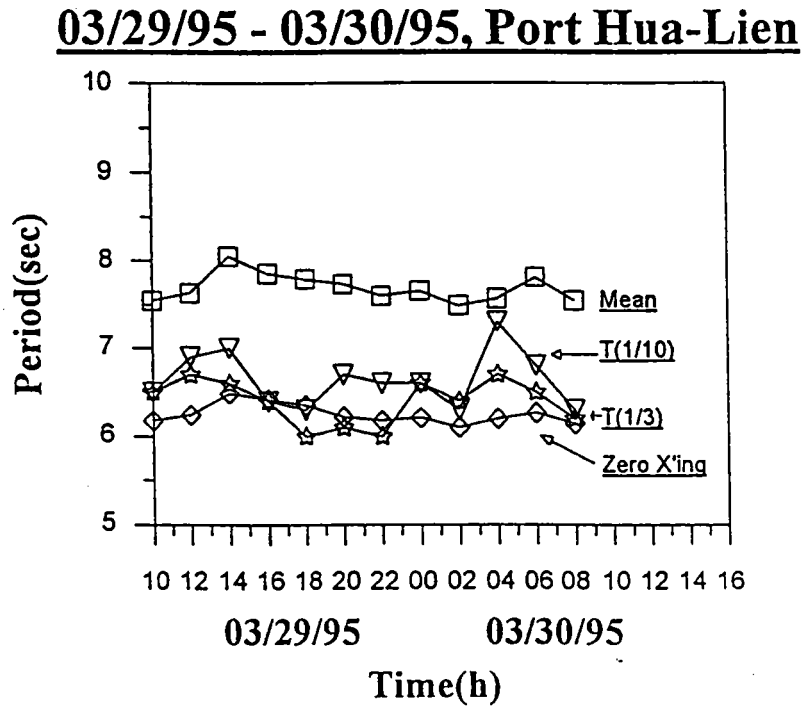
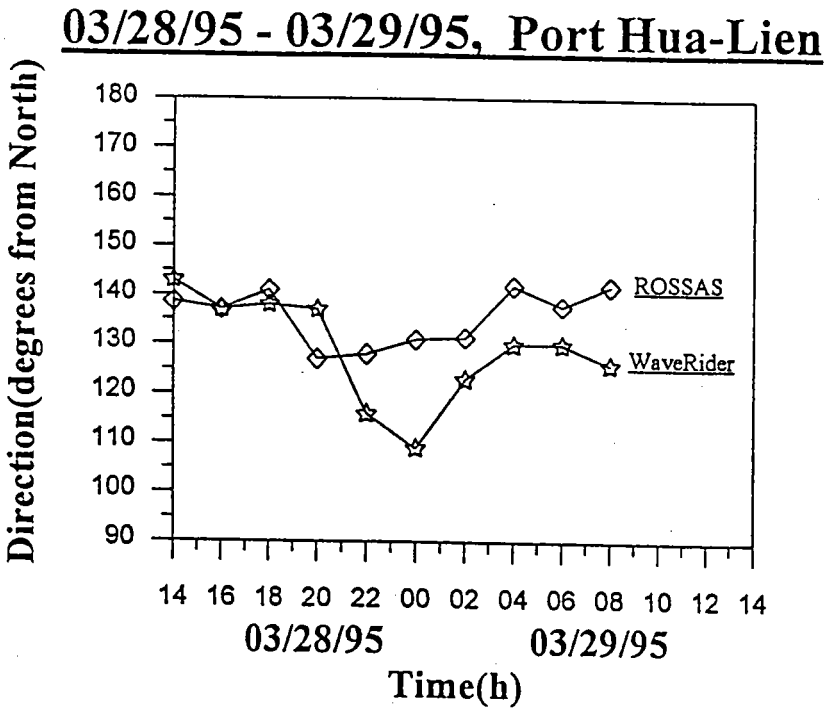


Figure 10. Examples of the wave periods given by the ROSSAS and WaveRider.



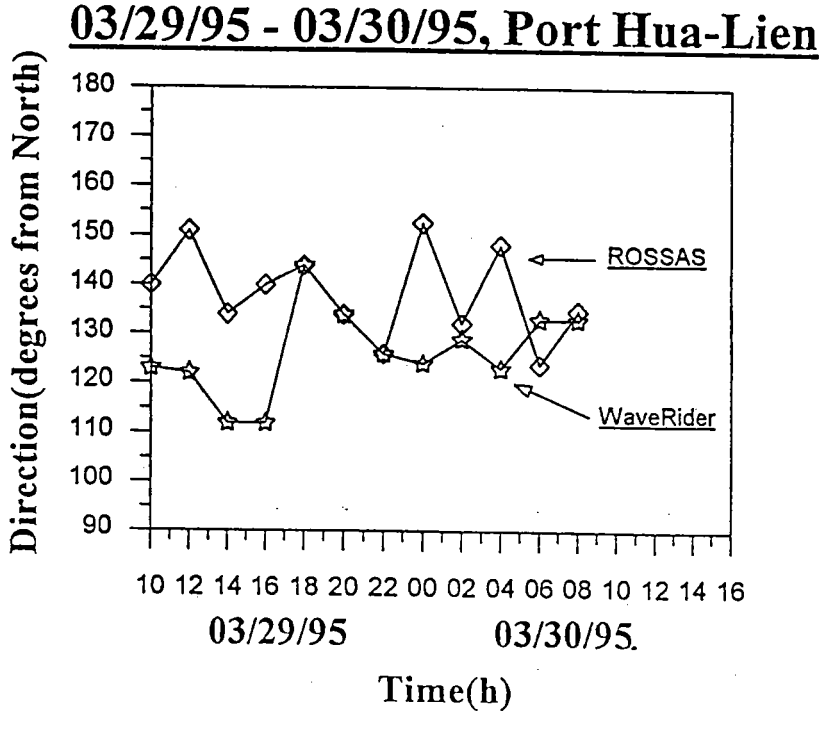


Figure 11. Example of the wave directions given by the ROSSAS and WaveRider.

sever beach erosion in the other side. However, the topographic effects on the wave propagation, such as refraction and reflection, seems very important in this coastal water.

ROSSAS also provides the analyses of the wave spectrum and directional wave spectrum. The wave spectrum estimator is obtained by smoothing eight periodogram ordinates resulting from the FFT of the two velocity-component records. Therefore, the estimator has sixteen degrees of freedom and is asymptotically unbiased. On the other hand, the directional wave spectrum is obtained from the Extended Maximum Likelihood Method (Horikawa, 1988). The directional spreading angle for each frequency component can be estimated from the auto- and cross-spectra of the two velocity-component records. The examples of these spectra are given in Figure 12.

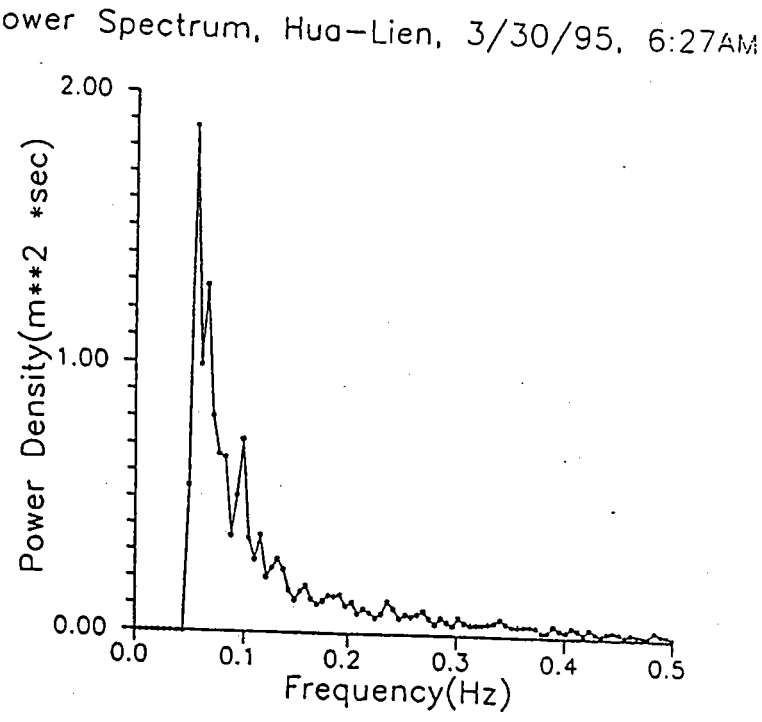
There are several important coastal engineering parameters, such as the displacement of the sea surface, the full frequency spectrum of the surface displacement and so on, which can be obtained from the ROSSAS velocity records, as well. For examples, Figure 13 shows a ROSSAS velocity record, and its corresponding displacement and periodogram of the sea surface near the inlet of Port Taichung, as mentioned in the INTRODUCTION. The displacement time series and its periodogram show the existence of an infragravity wave of 30 sec near the inlet of the port. This wave may be very important to the coastal processes for the redistribution of sediments, and the safety of navigation. This implies that we should record the full spectrum of the wave/current signals in the coastal water.

REFERENCES

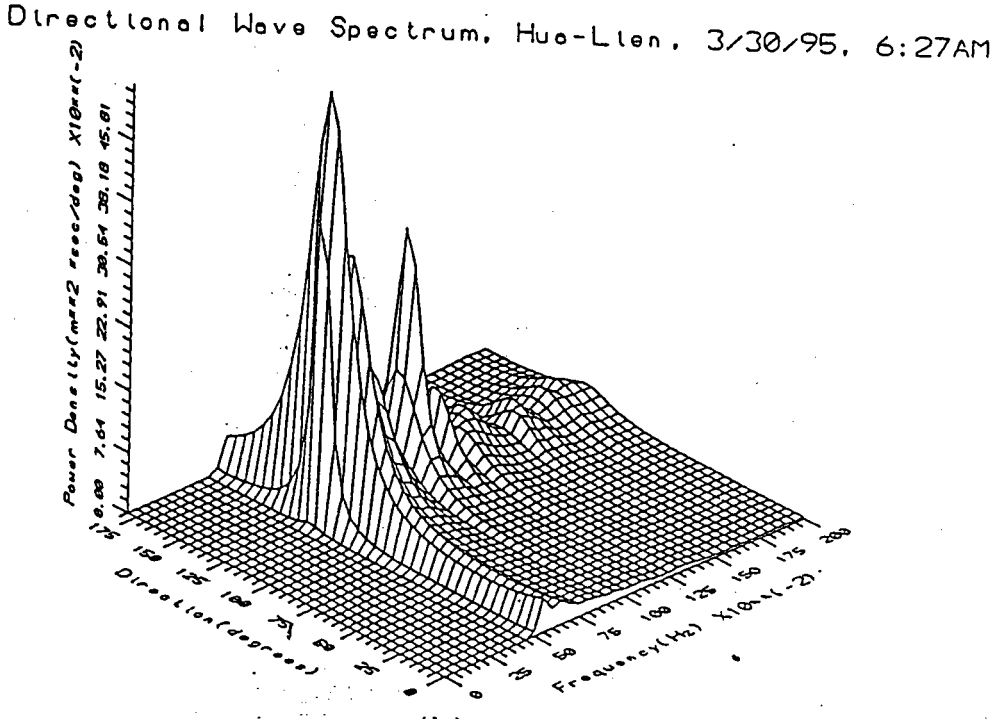
Horikawa, K.(edited by), *Nearshore Dynamics and Coastal Processes: Theory, Measurement, and Predictive Models*, University of Tokyo Press, 1988.

Leykin, I. A., I. E. Ostrovsky, and A.D. Rosenberg, Determination of Space and Time Sea Wave Structure from Frequency Characteristics of the Radio Signal Scattered by the Sea, *IEEE Transactions on Antenna and Propagation* , Vol. AP-25, NO.1, 136-140, January 1977.

Plant, W.J., W.C. Keller, and J.W. Wright, Modulation of Coherent Microwave Backscatter by



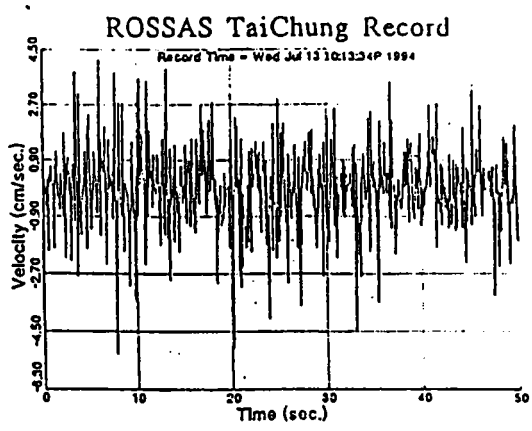
(a)



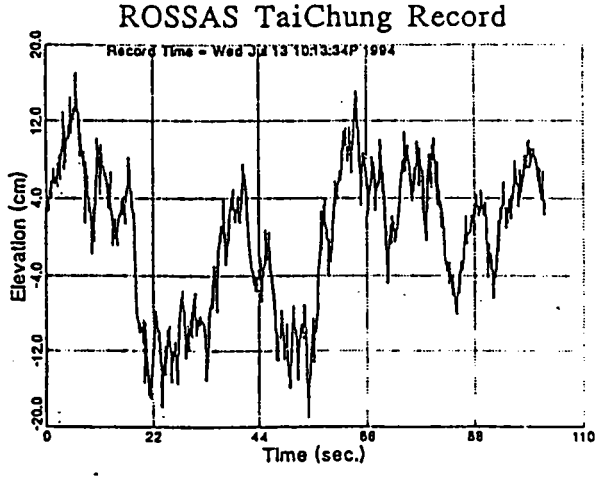
(b)

Figure 12. Examples of the wave spectrum, (a), and directional wave spectrum, (b), given by the ROSSAS.

(a)



(b)



(c)

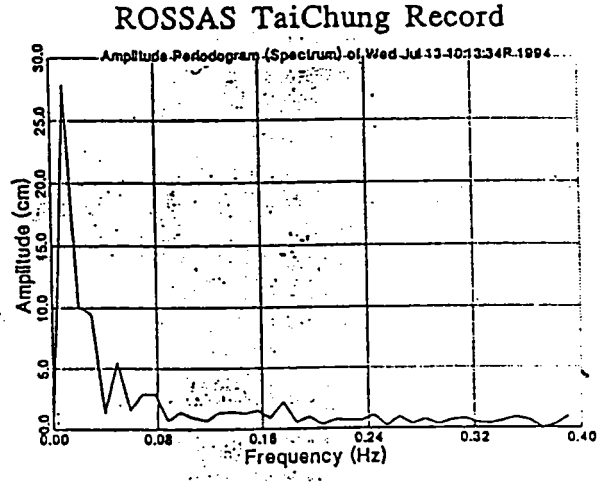


Figure 13. Examples of the ROSSAS velocity record, (a), and its corresponding surface elevation, (b), and periodigram, (c), without directional correction.

參考文獻

1. 湯麟武(1986) "波浪學綱要"。

2. 梁乃匡(1986、1987) "台灣四周海象氣象調查研究(一)、(二)" 港灣技術研究所。

3. 歐陽餘慶、梁乃匡(1988、1989) "台灣四周海象氣象調查研究(三)、(四)" 港灣技術研究所。

4. 張金機、曾相茂(1990) "台灣四周海象氣象調查研究(五)" 港灣技術研究所。

5. 黃清和、曾相茂(1991、1992) " 台灣四周海氣象調查研究(七)、(八)" 港灣技術研究所。

6. 張金機、曾相茂(1993年3月16日) "花蓮港現存問題之探討", 港灣技術研究所。

7. 張金機、曾相茂(1993), 花蓮港現存問題及未來發展之探討研討會論文集。

8. 高雄海域海氣象調查研究(1993), 國立成功大學台南水工試驗, 研試驗報告, No.140。

9. 張金機、曾相茂、簡仲璟(1995) "花蓮港港灣設施改善計畫之研究" 1.現場海氣象調查期中報告, 港灣技術研究所。

10. 張金機、曾相茂、簡仲璟(1995) "台中港港口擴建後海氣象調查研究" 期中報告, 港灣技術研究所。

84-研(二)-2

海氣象資料庫查詢系統建立研究

台灣省政府交通處
港灣技術研究所

台中　梧棲

中華民國八十四年六月卅日

海氣象資料庫查詢系統建立研究

計畫主持人：簡仲璟　研究員
共同主持人：張富東　助理研究員
研究人員：　廖慶堂　〃
徐如娟　助理
楊怡芸　行政助理
李江澤　〃

海氣象資料庫查詢系統建立研究

目　　錄

摘　　要

本計畫是以82年及83年度"台灣四周海氣象調查研究"計畫中的資料統計分析結果，經整理、歸納後建立海氣象資料庫查詢系統。本系統將於個人電腦上以方便、易學的視窗方式將上述的分析結果以易學，易懂的各類圖形或表格顯示，而讓使用者能方便，快速的瞭解台灣海域海氣象資料的種類，時間涵蓋範圍，測站位置及其基本特性。

本計畫蒐集整理台灣近岸區域海氣象資料計有風速、風向測站17個，1945年至1992年颱風資料，波浪測站11個，潮汐測站14個，海流測站9個。上述這些資料的原始形式及其鍵檔的處理方式，與基本分析項目，在文中分章加以舉例說明。

最後本文對於海氣象資料庫的管理及查詢系統，作一初步的架構設計，並探討應考慮的相關事項，及處理原則，以作為本計畫下一年度的工作參考。

表　目　錄

圖　目　錄

壹、前　言

一、計畫緣起

台灣四周環海，無論是開發海洋資源、發展航運、海上遊憩及從事港灣建設，海埔新生地開發等，均需長期可靠之海氣象資料作為規劃設計之依據，或海上工程施工的參考。以往台灣地區曾辦理海氣象觀測，但事權未統一，經費分散，且缺乏有系統之整理分析。因此本所於75～83年度的基本研究"台灣四周海氣象調查研究"計畫中曾蒐集大量的海氣象資料(包括本所自行觀測的一手資料,及其他單位提供的二手資料)。雖然在歷年的上述計畫中，曾就這些資料加以整理,分析。但主要是以本所的觀測資料為主，且常侷限於某一特定區域，而缺乏台灣四周整體的特性結果，因此在82及83年度的上述計畫中將台灣四周海域的海氣象資料作整體的區域特性分析。近年由於大量的海岸設施工程，填海造地工程，海域遊憩活動管理及海岸區域之環保問題等，各界對於海洋資料之需求益形迫切，然而前述的海氣象資料（屬海洋資料的部份項目),及分析結果因數量龐大，項目繁雜實在須有一妥善的資料庫加以儲存與管理，同時也須有一套方便操作的查詢系統，提供給資料需求者，使其能快速，正確的獲得所須的資料與資訊。

二、計畫目的

本計畫之目的乃規劃一整體性的海氣象資料庫，同時建立一資訊查詢及資料傳輸系統。本系統將於個人電腦上以方便、易學的視窗方式將上述的分析結果以易看，易懂的各類圖形或表格顯示，而讓使用者能方便，快速的瞭解台灣海域海氣象的基本資訊。此外透過電腦網路系統將原始資料快速的提供給有關的學術研究單位，以方便其進行特定的更高層次分析。

三、研究內容、方法

本計畫分二年進行，第一年為資料庫規劃，及海氣象資料及圖形、表格資訊整理。第二年為資訊查詢及資料傳輸系統建立。今年84年度為本計畫第一年。

(一)研究內容

本計畫依據資料之性質類別可分項分別陳述如下

1.台灣附近海域海象資料計有

(1) 波浪
(2) 海流
(3) 潮汐

2.氣象資料計有

(1) 近岸風速、風向
(2) 歷年颱風

(二)研究方法

先將海氣象資料進行篩選以過濾資料品質不佳，及謬誤者後，再進行資料格式統一工作，並將其切割成以月為基本單位的資料檔。不過對於某些波浪資料則以時為單位的資料檔如水位變化，及颱風資料則以年為單位的資料檔，而資料之時間間隔則隨資料種類、觀測儀器、及觀測目的而有所不同。將整理後海氣象資料依站、年、季及月進行基本統計分析，並依不同的種類進行不同項目的分析，並將結果繪製成圖或製做表格，再將其整理成圖集及表集，以供查詢之用。

貳、台灣近岸及離島地區風速風向資料特性

一、各測風站說明

在本計畫中主要是以蒐集海氣象資料為目的，故風測站的選擇是以近岸或離島地區為考量。經蒐集整理後共得17個測站的風資料如表2-1。

表2-1 台灣近岸及離島地區風測站名稱及相關資料表

測站名稱	代號	測站經緯度	海拔(m)	儀高(m)	涵蓋期間	提供單位	原資料媒體
台中港	TC	24° 18' 25"N 120° 31' 20"E	----	----	1984/01～ 1991/12	港研所	磁片
梧棲	WC	24° 15' 31.44"N 120° 30' 54.24"E	8.6	10.5	1984/01～ 1991/12	氣象局	報表紙
外傘頂洲	WA	23° 28' 05"N 120° 52" E	----	----	1988/01～ 1991/12	水利局	報表紙
塭港	WK	23° 28' 06"N 120° 7' 46"E	----	----	1988/01～ 1991/12	水利局	報表紙
觀音	KI	-------	----	----	1981/12～ 1983/08	港研所	報表紙
大鵬灣	TP	22° 26' 12"N 120° 28' 7"E	----	----	1990/11～ 1991/12	港研所	磁片
高雄	KS	22° 33' 20"N 120° 18' 27"E	----	----	1984/01～ 1991/12	氣象局	磁帶
新港	SK	23° 06' N 121° 22' E	32.7	12.3	1975/01～ 1982/12	氣象局	報表紙
台東	TT	22° 45' N 121° 09' E	9	11.4	1984/01～ 1987/12	氣象局	磁帶
花蓮	HL	23° 59' N 121° 36' E	----	----	1984/01～ 1991/12	氣象局	磁帶
基隆	KL	25° 09' 26.4"N 121° 44' 38.7"E	----	----	1984/01～ 1991/12	氣象局	磁帶
蘇澳	SA	24° 36' N 121° 52' E	3.3	10.1	1984/01～ 1991/12	氣象局	磁帶
東吉島	DG	23° 16' N 119° 40' E	45.5	8.7	1978/01～ 1987/11	氣象局	磁帶
澎湖	PH	23° 34' N 119° 33' E	----	----	1978/01～ 1987/11	氣象局	磁帶
澎佳嶼	PG	250° 38' N 122° 04' E	99.0	7.2	1978/01～ 1987/11	氣象局	磁帶
蘭嶼	LY	22° 02' N 121° 33' E	323.3	12.5	1978/01～ 1987/10	氣象局	磁帶
東沙	TS	20° 42"N 116° 43"E	----	----	1978/01～ 1987/11	海軍氣象中心	報表紙

上表中資料是截至民國81年6月本所所蒐集之較完整資料經整理而得,不過在涵蓋期間內仍有零星資料缺失。民國81年6月至目前為止本所除繼續蒐集上述各站的後續資料外並蒐集興達港、鹽寮、南沙、鹿港、後安寮及曾文等站的資料，以豐富資料庫內容。

二、風速、風向原始資料說明

(一)資料格式

1. 風速單位為公尺/秒(F6.2)
2. 風向單位為1至16，其中1表NNE、4表E、16表N或1表N、5表E、16表NNW、經整理後以前者統一表示(I2)
3. 缺資料以00.00或99.99或空白表示。經整理後統一以99.99表示。

(二)資料時間間隔有三種如1小時、2小時及3小時。不過大部份是1小時間隔尤其是近年來的資料。在本計畫中未將資料時間間隔予一統一。

(三)資料分析與圖表繪製

依月、季(冬季：11月～2月，夏季：5月～8月)、年及站的時段分別予於統計各風向,各風速區間所佔之百分比，並將結果繪成風玫瑰圖如圖2-1。另外將各時段的風速平均值最大風速及對應風向與發生時間分別求出並製作成表。

一般而言，上述的風速、風向統計資訊已能滿足大部份使用者的需求。對於更進一步的分析，例如強風延時特性、海陸風特性的分析程式雖已建立，但其結果將暫不納入查詢項目。

三、颱風資料說明

本計劃共蒐集1945年至1992年的颱風資料，其內容包含時間(Y/M/D/H),颱風中心位置、中心氣壓、移動速度、七級風及十級風暴風半徑等、上述這些資料將配合台灣附近海域大陸東南沿海及菲律賓北部海域以圖示顯示，方便使用者查詢。此外本計畫將氣象局編印之台灣地歷年侵台颱風強度、路徑及災害統計建表，如表2-2。

表2-2 台灣地區歷年侵台颱風強度、路徑及災害統計
(民國四十七年至八十三年)

侵台日期			名稱	颱風強度	近中心最大風級	侵台路徑	死亡(人)	受傷(人)	房屋倒塌(間)
年	月	日							
47	7	15	溫妮	強烈	17	2	19	78	19807
47	9	3	葛瑞絲	強烈	17	1	13	27	3740
48	7	15	畢莉	中度	14	1	30	50	3735
48	8	22	艾瑞絲	中度	14	3	8	13	1138
48	8	29	瓊安	強烈	17	2	27	371	15708
48	9	3	魯依絲	中度	14	2	7	197	1503
48	11	18	芙瑞達	中度	13	4	11	5	52
49	6	10	瑪麗	中度	12	7	1	1	91
49	7	31	雪莉*	強烈	16	1	183	430	23917
49	8	8	崔絲	強烈	17	1	6	7	349
49	8	23	艾琳	中度	13	7	9	3	405
50	5	26	貝蒂	強烈	17	2	16	210	4817
50	7	13	艾爾西	中度	14	3	4	0	22
50	8	7	裘恩	中度	15	2	14	31	565
50	8	25	勞娜	強烈	17	3	3	4	244
50	9	12	波密拉*	強烈	17	1	279	1810	34941
50	9	28	莎莉	中度	13	3	0	0	72
51	7	22	凱蒂	中度	13	4	18	43	1037
51	8	5	歐珀	強烈	17	1	80	1501	21146
51	8	31	萬達	中度	15	3	1	0	33
51	9	5	愛美	強烈	17	1	13	89	1898
51	10	3	黛納	強烈	16	3	1	15	1758
52	7	16	范迪	強烈	17	1	15	16	402
52	9	11	葛樂禮*	強烈	17	1	312	450	24733

資料來源：由內政部[台灣警務統計分析]及中央氣象局[歷年颱風警報發佈概況]整理而得。

附註：

1.

路徑代號	1	2	3	4	5	6	7
侵台颱風路徑	通過北部向西北進行	通過中部向西北進行	通過南部向西北進行	沿東岸北上	沿西岸北上	通過中南部向東北進行	特殊路徑

2. 颱風強度以近中心最大風級為準，輕度颱風為8-11級，中度颱風為12-15級，強烈颱風為16級以上。

3. *表死亡人數超過100人之颱風。

表2-2 台灣地區歷年侵台颱風強度、路徑及災害統計(續)
(民國四十七年至八十三年)

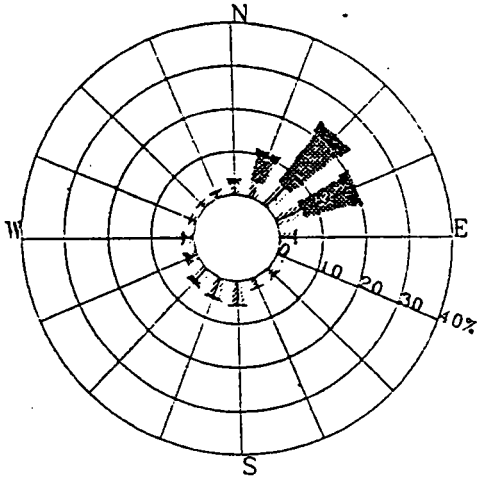
侵台日期			名稱	颱風強度	近中心最大風級	侵台路徑	死亡(人)	受傷(人)	房屋倒塌(間)
年	月	日							
54	6	18	黛納	強烈	17	4	62	219	11617
54	7	26	哈莉	強烈	16	2	2	13	164
54	8	18	瑪麗	強烈	17	1	31	493	2427
55	5	30	裘迪	中度	14	6	18	14	1123
55	8	16	蒂絲	輕度	11	7	1	0	28
55	9	6	寇拉	強烈	17	1	1	7	55
55	9	16	艾爾西	強烈	16	6	10	29	236
56	7	11	葛萊拉	中度	14	2	22	27	808
56	8	29	娜娜	中度	12	2	0	0	4
56	10	18	解拉	強烈	17	3	82	203	2033
56	11	18	吉達	強烈	17	2	5	57	4021
57	7	28	娜定	輕度	10	7	5	8	137
57	9	6	范迪	中度	14	3	19	10	146
57	9	30	艾琳	強烈	17	3	60	27	2178
58	7	27	衛歐拉	強烈	17	3	11	63	2122
58	8	8	貝蒂	中度	12	1	6	0	120
58	9	26	艾爾西*	強烈	17	2	105	371	32846
58	10	2	芙勞西*	中度	12	4	105	41	5969
59	9	7	芙安*	輕度	10	7	130	47	2865
60	7	21	露西	強烈	16	3	4	8	61
60	7	26	娜定	強烈	17	3	52	117	6596
60	9	18	艾妮絲	中度	13	2	7	4	276
60	9	22	貝絲	強烈	17	7	39	208	7078
61	7	12	蘇珊	中度	12	7	4	0	26
61	7	23	莉泰	中度	12	7	11	3	432
61	8	17	貝蒂	強烈	17	1	27	17	1328
62	8	20	瓊安	輕度	9	7	9	1	14
62	10	9	娜拉	強烈	17	5	68	85	1684

表2-2 台灣地區歷年侵台颱風強度、路徑及災害統計(續)
(民國四十七年至八十三年)

侵台日期			名稱	颱風強度	近中心最大風級	侵台路徑	死亡(人)	受傷(人)	房屋倒塌(間)
年	月	日							
63	9	28	苑迪	輕度	11	4	54	40	342
63	11	8	葛樂禮	強烈	16	7	1	0	0
64	8	3	妮娜	強烈	17	2	18	140	2745
64	9	22	貝蒂	中度	14	3	20	47	2755
65	6	29	魯碧	強烈	12	7	0	0	9
65	8	9	畢莉	強烈	16	1	12	24	7947
66	7	25	賽洛瑪	中度	13	5	49	298	25423
66	7	31	薇拉*	強烈	16	1	114	65	8114
67	10	13	娜拉	中度	13	4	7	8	6
68	7	28	戈登	輕度	10	7	0	0	136
68	8	1	賀璞	強烈	17	3	1	1	465
68	8	14	歐敏	中度	13	4	0	0	3
68	8	23	茱迪	強烈	17	7	0	0	12
69	8	27	諾瑞斯	中度	14	1	6	7	372
69	9	18	珀西	強烈	17	3	7	27	469
70	6	13	艾克	輕度	11	6	5	5	6
70	6	20	裘恩	中度	13	4	3	0	4
70	7	19	莫瑞	輕度	11	1	41	20	661
70	9	20	葛萊拉	強烈	17	3	0	0	4
71	7	29	安迪	強烈	17	3	21	24	1157
71	8	9	西仕	強烈	17	4	27	9	101
71	8	15	黛特	中度	12	3	0	3	13
73	6	24	魏恩	輕度	10	3	1	0	0
73	7	3	亞力士	中度	12	2	3	1	13
73	8	7	芙瑞達	輕度	10	1	5	1	11
73	8	19	郝麗	中度	12	4	0	0	2
74	6	22	海爾	中度	15	3	10	12	17
74	7	29	傑夫	中度	12	1	1	0	0
74	8	23	尼爾森	中度	15	1	10	24	23
74	9	17	衛奧	輕度	10	3	1	0	0
74	10	4	白蘭黛	中度	14	4	1	5	1

表2-2 台灣地區歷年侵台颱風強度、路徑及災害統計(續)
(民國四十七年至八十三年)

侵台日期			名稱	颱風強度	近中心最大風級	侵台路徑	死亡(人)	受傷(人)	房屋倒塌(間)
年	月	日							
75	6	24	南施	中度	13	4	2	2	1
75	7	10	佩姬	強烈	17	3	2	1	0
75	8	22	韋恩	中度	13	7	87	422	38156
75	9	19	艾貝	中度	16	2	14	39	410
76	7	21	費南	中度	12	4	4	0	0
76	7	27	亞力士	中度	12	4	1	0	26
76	9	9	傑魯得	強烈	16	3	11	39	1325
76	10	24	琳恩	強烈	16	3	63	8	531
77	6	2	蘇珊	中度	13	6	1	0	4
77	10	25	魯碧	中度	15	7	9	1	3
78	9	11	莎拉	強烈	16	4	52	47	1190
79	5	19	瑪麗安	中度	13	6	4	0	0
79	6	23	歐菲莉	中度	13	2	38	10	227
79	8	19	楊希	中度	13	1	30	15	141
79	8	30	亞伯	中度	14	1	1	3	5
79	9	7	黛特	中度	13	2	10	4	118
80	7	18	艾美	強烈	16	3	4	8	129
80	9	23	耐特	強烈	16	7	7	9	81
80	10	1	耐特	輕度	11	7	0	2	0
80	10	30	露絲	強烈	17	7	1	1	4
81	8	30	寶莉	輕度	9	2	11	6	4
81	9	4	歐馬	中度	13	2	3	9	13
81	9	22	泰德	輕度	11	4	0	0	0
83	7	10	提姆	強烈	16	2	23	65	261
83	8	3	凱特琳	輕度	8	2	8	0	11
83	8	8	道格	中度	14	7	16	41	72
83	8	21	弗雷特	強烈	16	7	4	2	0
83	9	1	葛拉絲	中度	12	1	7	51	67
合計							2797	8969	342097



STANDARD DEVIATION

NNE	1.74	6.09	1.72	0.05
NE	1.33	5.07	1.16	0.05
ENE	2.93	7.40	1.88	0.35
E	1.09	0.71	0.12	0.03
ESE	0.47	0.36	0.02	0.00
SE	0.63	0.08	0.01	0.00
SSE	1.52	0.06	0.00	0.00
S	1.13	0.12	0.00	0.00
SSW	1.60	0.35	0.00	0.00
SW	1.67	0.59	0.00	0.00
WSW	0.84	0.30	0.01	0.00
W	0.53	0.68	0.00	0.00
WNW	0.27	0.19	0.00	0.00
NW	0.71	0.05	0.02	0.00
NNW	0.71	0.77	0.07	0.00
N	0.87	1.43	0.59	0.00

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.4 5.5 - 13.8

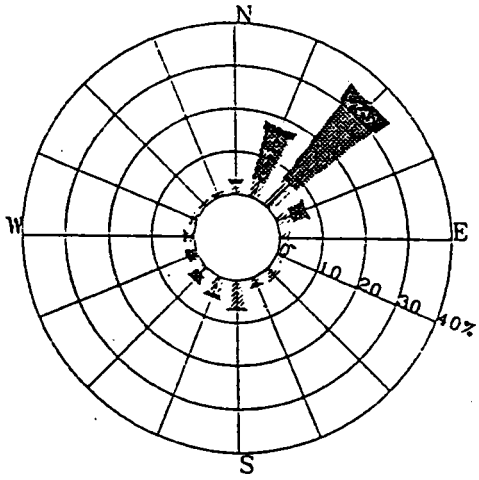
13.9 - 20.7 20.8 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG HARBOUR

DATE : 1984-1990

DATA NAME : TCYETO.DAT

圖 2-1(a) 台中港風玫瑰圖



STANDARD DEVIATION

NNE	3.12	12.96	3.75	0.00
NE	4.69	17.66	6.37	0.12
ENE	3.15	6.60	1.65	0.27
E	1.38	0.05	0.00	0.00
ESE	1.29	0.00	0.00	0.00
SE	2.23	0.05	0.00	0.00
SSE	2.05	0.13	0.00	0.00
S	7.01	0.47	0.00	0.00
SSW	5.54	1.24	0.00	0.00
SW	2.12	3.12	0.00	0.00
WSW	0.63	3.84	0.04	0.00
W	1.77	1.55	0.00	0.00
WNW	1.24	0.22	0.00	0.00
NW	0.90	0.09	0.00	0.00
NNW	0.77	0.07	0.04	0.00
N	1.78	1.80	0.08	0.00

WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.4 5.5 - 13.8

13.9 - 20.7 20.8 - INFI

POSITION : TAI-CHUNG HARBOUR

DATE : 1984

DATA NAME : TC84TO.DAT

圖 2-1(b) 台中港1984年風玫瑰圖

參、台灣近岸海域波浪資料特性

一、各波浪站說明

本計畫先蒐集11個測站的波浪資料，各測站的相關資料如表3-1。

表3-1 台灣近岸海域波浪站相關資料

站名	代號	位置	水深	儀器形式	起迄時間	檔案筆數	提供單位	原資料媒體
鼻頭角	BT	25° 8' 9"N 121° 55' 31"E	55	超音波	1980/10～ 1993/08	106	氣象局	磁帶
成功	CK	23° 4' 47"N 121° 23' 00"E	36	超音波	1980/06～ 1989/12	101	氣象局	磁帶
		--------	43	超音波	1992/06～ 1993/09			
東吉島	DG	23° 15' 00"N 119° 41' 46"E	44	超音波	1981/07～ 1988/10	88	氣象局	磁帶
		---------	29	超音波	1991/08～ 1993/09			
花蓮	HL	23° 58' 45"N 121° 37' 46"E	30	浮球式	1989/12～ 1993/03	40	港研所	磁片
觀音	KI	----------	13	壓力式	1981/12～ 1984/06	21	港研所	磁片
(許厝)	SS	25° 03' 30"N 121° 03' 24"E	16	壓力式	1991/10～ 1993/03		港研所	磁片
高雄	KS	22° 25' 40"N 120° 27' 40"E	16	超音波	1990/11～ 1993/03	22	港研所	磁片
小琉球	LC	22° 24' 13"N 120° 20' 46"E	34	超音波	1988/04～ 1989/08	25	氣象局	磁片
		--------	23	超音波	1992/06～ 1993/09			
興達	SD	--------	9.5	壓力式	1984/06～ 1985/06	13	港研所	磁片
台中	TC	-------	19	超音波	1971/07～ 1977/12	63	中港局	報表紙
			20	浮球式	1989/08～ 1989/09		港研所	磁片
				壓力式	1889/11～ 1989/12			
大鵬洲	TP	--------	16	超音波	1978/09～ 1984/12	75	高港局	報表紙
外傘頂洲	WS	23° 36' N 120° 03' E	20	壓力式	1989/02～ 1989/03	5	港研所	磁片
		---------	13	壓力式	1989/09～ 1989/11			

上表中資料是截至82年止，在近兩年港研所於花蓮港，及台中港進行新觀測，目前尚未儲入資料庫中。由上表中可發現某些測站資料涵蓋期間較短，因此無法進行長期統計分析，故只挑選6個具較長資料的測站進行分析。

二、波浪原始資料說明

(一)資料格式與內容

如表3-1所示，測波儀器種類不一，因此格式也不盡相同。此外處理程度不同，其結果也不一樣。一般而言大致分兩種，第一種是經初步處理的原始水位變化記錄，單位是公分，另外第二種是再次處理的波高，週期資料(如Max,1/10,1/3及Meam等)，單位分別是公分或公尺及秒。目前其格式已統一，缺資料仍以99.99表示。原始水位變化記錄是作頻譜分析時所必須的資料，如僅作做波高，週期的統計分析則僅需第二種資料。一般而言由於原始水位變化資料所佔電腦儲存空間很大，所以大部份的單位並未保存，而無法蒐集，目前僅有港研所觀測的測站才有原始水位變化資料，目前其格式尚未完全統一。

(二)資料時間間隔與資料長度

由於儀器及觀測目的不同，所以資料時間間隔與長度也不一樣。

1.水位變化資料

(1)時間間隔有2.56HZ或1.28HZ如浮球式波浪儀，有2.0HZ如壓力式波浪儀及超音波式波浪儀。

(2)資料長度則隨觀測目的不同而有多種情況。大部份為20分鐘/ 2小時，其他如20分鐘/1小時，10分鐘/2小時，40分鐘/1小時等等。

2. 波高，週期資料

時間間隔有1小時，2小時，3小時，6小時及12小時等。資料長度以月為基本單位，並作為檔案名稱的一部份。

(三)資料分析與圖表繪製

1. 月，季，年及站示性波高、週期於各區間分佈百分比及平均值表。如表3-2。
2. 月及站示性波高、週期聯合分佈圖，如圖3-1
3. 月示性波高、週期之平均過繼時間圖。如圖3-2
4. 季，年示性波高極端值分佈，如圖3-3

以上圖、表為供一般使用者查詢之用。 另外進一步的分析有

5. 波浪尖銳度特性
6. 群波分析
7. 波高、週期相關分析，統計比值關係分析。
8. 波高與風速相關分析與迴歸。
9. 波譜分析。
10. 颱風波浪特性分析。

以上分析結果暫不納入查詢系統，而僅作學術研究參考之用。

表 3-2(a)　台中港冬季(10、11、12、1月)示性波高發生率

區間組別	波高區間(cm)	發生百分率(%)	累積百分率(%)
1	0～25	1.13	1.13
2	26～50	3.80	4.93
3	51～75	5.74	10.67
4	76～100	7.51	18.18
5	101～125	9.81	27.99
6	126～150	13.25	41.24
7	151～175	12.65	53.89
8	176～200	12.70	66.59
9	201～250	18.32	84.91
10	251～300	10.29	95.20
11	301～350	3.85	99.05
12	351～400	0.88	99.93
13	401～450	0.05	99.98
14	451～500	0.02	100.00

表 3-2(b) 台中港冬季(10、11、12、1月)示性波高發生率(續)

區間組別	週期區間(cm)	發生百分率(%)	累積百分率(%)
1	3.00～ 4.00	0.82	0.82
2	4.01～ 5.00	7.61	8.43
3	5.01～ 5.50	12.32	20.75
4	5.51～ 6.00	20.05	40.80
5	6.01～ 6.50	21.51	62.31
6	6.51～ 7.00	14.98	77.29
7	7.01～ 7.50	11.13	88.42
8	7.51～ 8.00	5.70	94.12
9	8.01～ 8.50	3.11	97.23
10	8.51～ 9.00	1.70	98.93
11	9.01～10.00	0.81	99.74
12	10.01～11.00	0.07	99.81
13	11.01～12.00	0.00	99.81
14	12.01～13.00	0.07	99.98
15	13.01～14.00	0.00	99.88
16	14.01～15.00	0.02	99.90
17	15.01～19.00	0.10	100.00

表 3-2(c) 台中港夏季(5、6、7、8月)示性波高發生率(續)

區間組別	波高區間(cm)	發生百分率(%)	累積百分率(%)
1	0～25	9.02	9.02
2	26～50	35.20	44.22
3	51～75	29.19	73.41
4	76～100	13.01	86.42
5	101～125	6.40	92.82
6	126～150	2.87	95.69
7	151～175	1.86	97.55
8	176～200	0.96	98.51
9	201～250	0.91	99.42
10	251～300	0.33	99.75
11	301～350	0.21	99.96
12	351～400	0.02	99.98
13	401～450	0.02	100.00

表 3-2(d) 台中港夏季(5、6、7、8月)示性波高發生率(續)

區間組別	週期區間(cm)	發生百分率(%)	累積百分率(%)
1	3.00～ 4.00	10.62	10.62
2	4.01～ 5.00	32.51	43.13
3	5.01～ 5.50	18.33	61.46
4	5.51～ 6.00	15.78	77.24
5	6.01～ 6.50	11.64	88.88
6	6.51～ 7.00	5.08	93.96
7	7.01～ 7.50	2.58	96.54
8	7.51～ 8.00	1.41	97.95
9	8.01～ 8.50	0.36	98.31
10	8.51～ 9.00	0.36	98.67
11	9.01～10.00	0.14	98.81
12	10.01～11.00	0.03	98.84
13	11.01～12.00	0.02	98.86
14	12.01～13.00	0.08	98.94
15	13.01～14.00	0.07	99.01
16	14.01～15.00	0.99	100.00

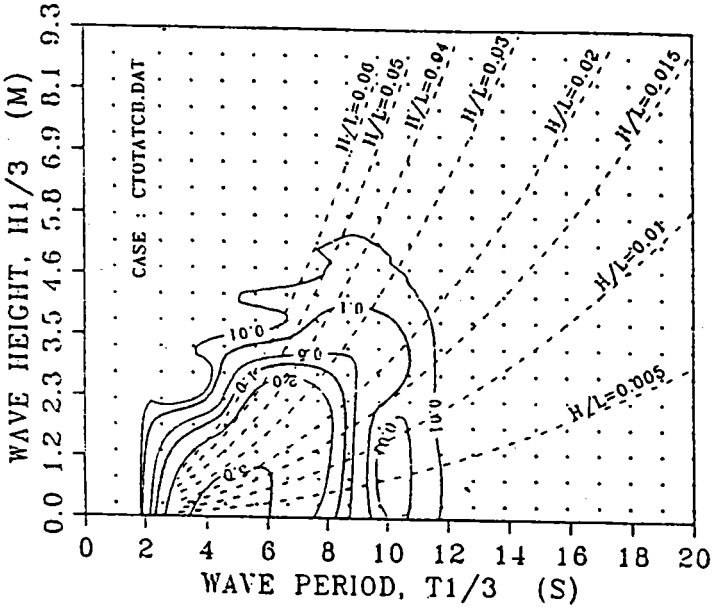


圖 3-1(a) 台中港示性波高與週期聯合分佈二維圖

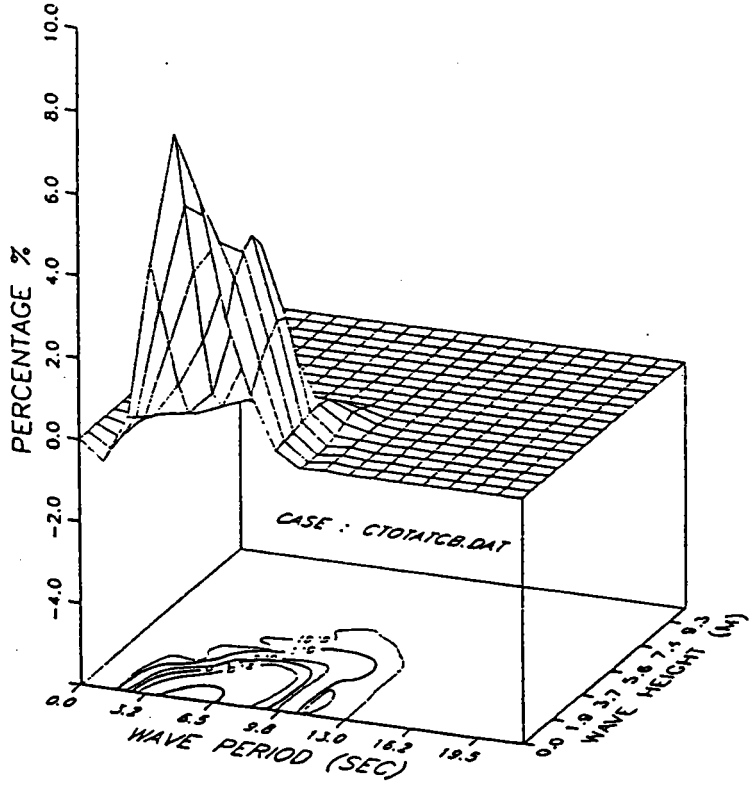


圖 3-1(b) 台中港示性波高與週期聯合分佈三維圖

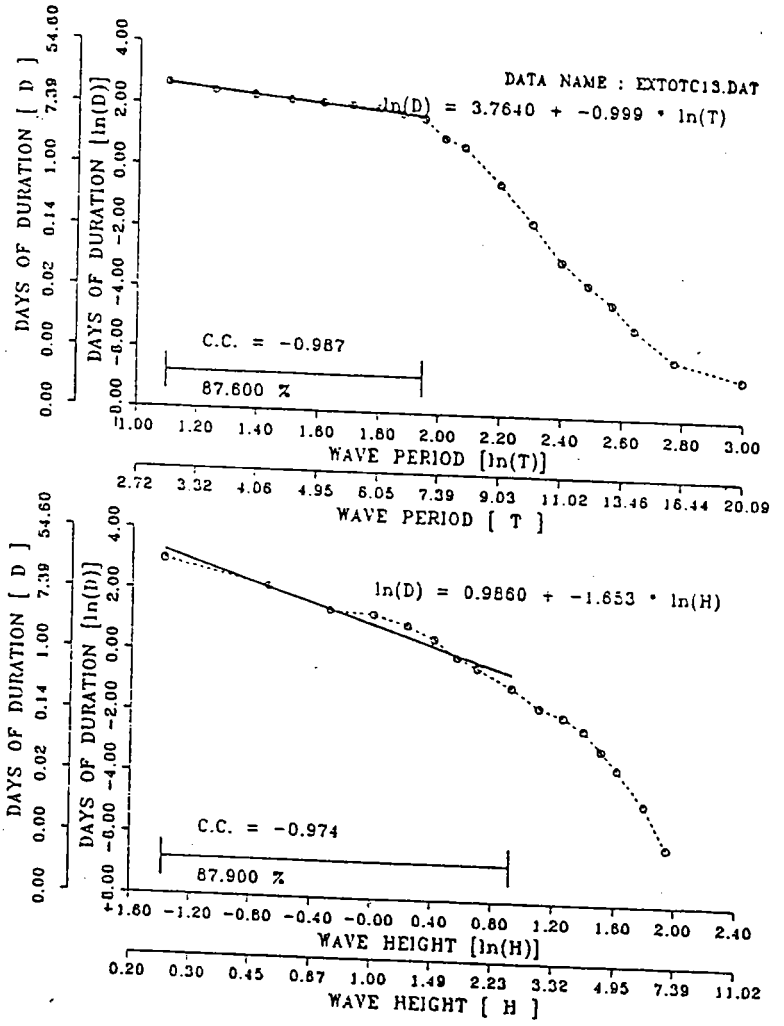


圖 3-2　　台中港示性波高與週期之平均過繼時間

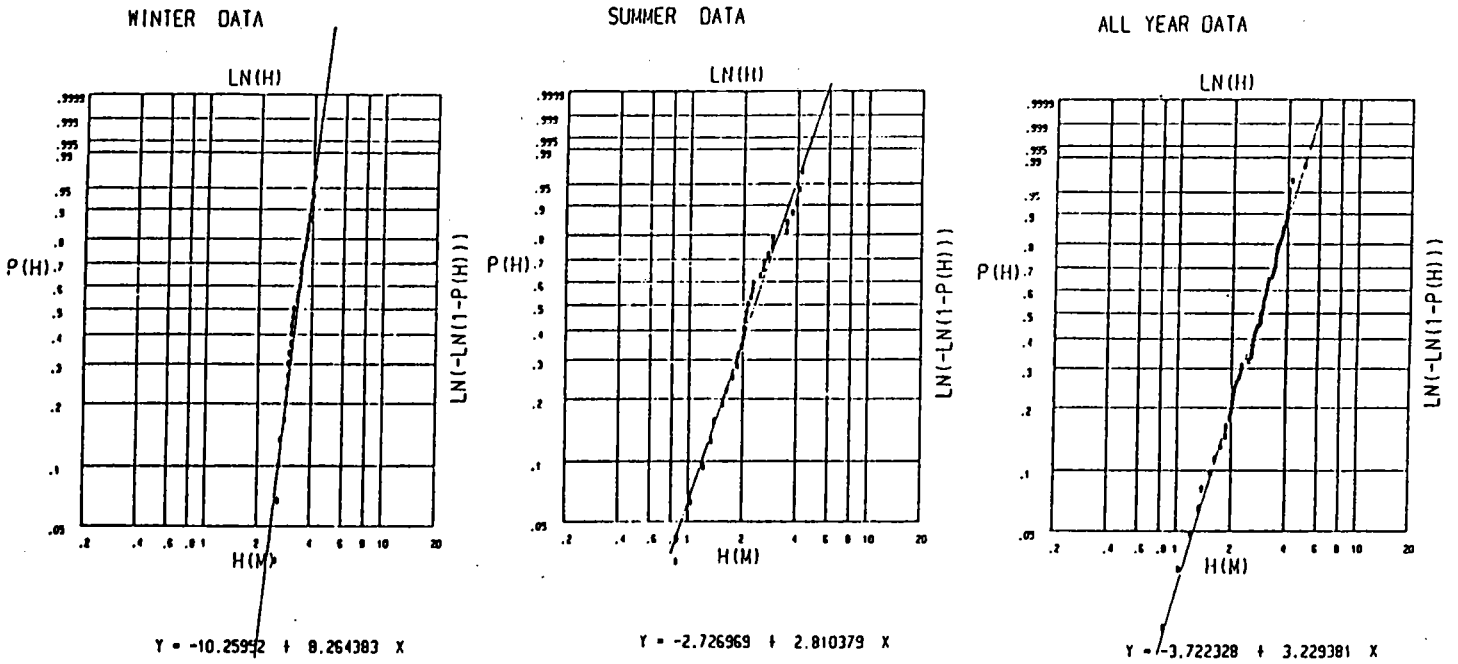


圖 3-3　　台中港冬季、夏季及全年波高極端值分佈

肆、台灣近岸海域潮汐資料特性

一、各潮汐站說明

本計畫共蒐集40個測站的潮汐資料，目前建檔完成的有14個測站(具較長期資料)各測站的相關資料如表4-1

表4-1台灣近岸海域潮汐站相關資料表

測站名稱	代號	時　　間	提拱單位	原資料來源	備　　註
台中港	TC	1971/03-1994/06	中港局、港研所	報表紙	缺1976/08-1977/04
興達港	SD	1984/06-1985/11	台　電	報表紙	缺1984/08
高雄港	KS10 KS02	1971/01-1992/06 1988/01-1994/06	高雄港務局	報表紙	
花蓮港	HL	1976/01-1994/01	高雄港務局	報表紙	缺1981/01-1983/12
蘇澳港	SA	1981/01-1992/12	高雄港務局	報表紙	
基隆港	KL	1956/01-1993/11	基隆港務局	報表紙	
永　安	YA	1982/04-1984/03	港　研　所	磁　帶	缺1983/01-03
塭　港	WK	1988/01-1994/06	水　利　局	報表紙	
三條崙	SL	1988/01-1994/06	水　利　局	報表紙	
將　軍	JJ	1988/01-1994/06	水　利　局	報表紙	缺1993/09-1994/04
竹　圍	CW	1991/01-1993/09	水　利　局	報表紙	
芳　苑	FU	1988/01-1994/06	水　利　局	報表紙	
富　岡	FK	1992/05-1994/06	水　利　局	報表紙	
蟳廣嘴	KT	1992/06-1994/06	水　利　局	報表紙	1994/01

二、潮汐原始資料說明

(一)資料格式與說明

潮汐資料格式因僅記錄水位高程變化而較單純，其水位變化數值單位為公分並記錄每日的二次高，低潮位及發生時間及平均潮位，每月的平均高潮位，低潮位及最高高潮位最低低潮位和發生時間。資料缺失時以999及99:99表示。潮汐資料是否正確使用與其水準零點的採用有關，目前大部份的資料是採用台灣省一等水準系統，也就是一般所謂的中潮系統。漁業技術顧問社於民國75及76年對台灣及澎湖地區20處漁港進行觀測及分析。國防部自民國79年起解除潮汐的管制後，氣象局將台灣地區常設之潮汐觀測站資料編印成年報以供各界使用。

(二)資料時間間隔與資料長度

資料時間間隔為1小時，資料長度則以月為基本單位。

(三)資料分析與圖表繪製

由於潮汐資料較單純一般以月報表顯示，但在港灣規劃時所需的潮位資料有下列各項--

1. 最高潮位(H.H.W.L.)
2. 大潮平均高潮位(H.W.O.S.T.)
3. 小潮平均高潮位(H.W.O.N.T.)
4. 平均高潮位(M.H.W.L.)
5. 平均海水面(M.S.L.)
6. 平均低潮位(M.L.W.L.)
7. 小潮平均低潮位(L.W.O.N.T.)
8. 大潮平均低潮位(L.W.O.S.T.)
9. 最低潮位(L.L.W.L.)

上述中第2,8項的差稱大潮差，第3,7項的差稱小潮差。一般在港灣規劃設計時除了需要上述的潮位資料外，也需暴潮位的資料，因為在防波堤堤頂高度，或胸牆高度的決定，必須依據暴潮位加以計算。而目前一般潮汐資料中並未提供暴潮位，而是由經驗公式加以推算，其準確性如何？仍有待蒐集暴潮實測記錄加以驗証。在本計畫的後續工作將進行此方面的研究。目前有關潮汐資料仍以表格方式顯示各項數據如表4-2。 此外本所於民國81年對台灣四周26個大小港潮汐資料進行調和分析，在本計畫中將其各港口的各分潮相關資料也納入查詢系統中，以供各界進行潮汐預報之用。

表 4-2　潮汐資料月報表

港灣技術研究所
Monthly Tidal Data Report

經　　度 ：120 31'30.5"　緯　　度 ：24 17'22"　　觀測地點 ：台中港4號碼頭與管木池橋間
儀器型號 ：HANDAR 水晶壓力式 540A　　時　　間 ：1994 年 02 月
參考水準點(M) ：台中港 BT23 7.077 公尺　　單　　位 ：CM
觀測站碼頭高程 ：6.218 公尺

天數	日期	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	平均	時間 H1		時間 L1		時間 H2		時間 L2	
	1	418	477	479	427	339	226	116	42	24	84	150	268	383	462	489	459	389	286	175	86	41	56	118	212	258	01:50	488	08:00	19	14:30	492	20:30	40
	2	317	407	451	442	385	299	195	105	56	57	106	187	286	381	442	453	411	331	230	131	61	37	61	120	248	02:50	457	08:10	47	15:20	457	21:20	34
	3	206	303	382	418	406	356	279	190	116	79	85	133	210	301	386	431	438	397	322	230	139	72	48	68	250	03:30	422	09:50	73	16:00	445	22:20	45
	4	125	206	296	370	406	404	389	305	228	159	115	114	152	217	300	377	424	431	401	338	251	168	100	68	261	05:00	412	10:50	107	17:00	438	23:30	63
	5	77	123	192	278	319	391	406	386	342	277	207	160	145	166	216	284	353	404	424	406	355	281	193	117	272	06:20	411	00:30	73	18:50	426	12:10	140
	6	72	63	94	158	-239	321	379	408	403	364	305	235	177	145	150	190	253	326	392	428	428	386	315	224	269	08:00	413	01:00	59	20:10	438	13:40	140
	7	136	73	51	70	126	210	302	377	421	424	391	330	253	177	131	125	160	222	308	385	433	438	398	324	261	08:50	430	02:30	48	21:10	441	15:20	120
	8	228	131	58	33	51	111	202	304	390	437	437	399	330	244	161	113	110	151	226	316	401	448	448	400	255	10:00	446	03:20	29	22:00	457	16:00	103
	9	319	216	113	42	20	50	128	230	338	419	455	447	397	320	223	135	92	103	161	248	346	431	470	456	257	10:50	459	04:10	18	22:40	474	16:50	85
	10	389	288	172	72	18	19	70	154	263	366	439	483	431	358	265	167	97	75	103	173	267	373	443	468	247	11:10	467	05:00	7	23:20	474	17:30	70
	11	436	352	251	144	53	21	32	98	200	316	408	459	459	417	342	248	151	88	83	131	220	329	425	480	256	11:50	468	05:00	9	23:40	490	18:20	71
	12	480	432	348	236	128	56	35	72	154	266	377	453	482	457	390	291	185	102	69	92	158	253	354	438	263	00:10	487	06:10	31	12:30	486	18:20	64
	13	473	450	379	276	163	77	31	38	101	197	305	406	462	459	401	315	210	113	61	61	109	184	292	394	248	00:20	477	06:50	20	12:40	470	19:00	49
	14	453	462	415	330	221	123	55	41	78	154	258	364	441	466	439	371	279	176	95	51	72	139	229	332	252	01:10	468	07:30	35	13:40	470	19:40	39
	15	418	454	438	380	294	196	112	64	68	124	209	310	400	450	450	406	331	234	136	73	65	104	187	280	258	01:40	459	08:00	51	13:50	460	19:50	60
	16	373	431	442	408	342	254	158	95	80	102	171	263	351	408	435	444	357	272	179	108	71	89	142	221	257	02:30	448	08:10	71	14:30	440	20:40	66
	17	309	385	420	412	365	297	211	145	104	113	157	217	300	367	406	418	377	312	229	156	100	86	111	164	257	02:50	427	08:40	85	15:10	428	21:40	75
	18	238	321	375	394	379	331	268	201	152	133	146	192	256	326	383	407	398	357	284	213	146	110	104	135	261	03:30	401	09:20	125	15:50	414	21:50	100
	19	186	259	320	371	385	364	325	273	216	173	159	174	213	277	339	372	404	384	347	288	222	165	127	116	269	04:30	396	10:20	154	16:10	413	23:00	111
	20	144	186	251	313	360	380	372	340	293	243	202	180	186	217	262	312	357	382	382	354	302	236	171	124	273	05:30	385	00:30	140	16:40	388	11:30	176
	21	106	118	156	213	274	328	364	370	352	316	258	219	184	175	193	231	289	342	376	386	365	321	254	183	266	07:00	373	00:50	102	19:00	388	13:10	171
	22	129	98	104	140	196	268	334	382	400	383	344	287	224	176	151	164	203	265	332	385	404	389	342	269	266	08:30	402	01:50	92	20:50	406	14:30	151
	23	147	115	73	72	109	178	266	349	402	424	410	364	299	223	165	138	155	209	285	367	428	450	427	369	269	09:20	428	03:00	65	21:30	453	15:20	138
	24	281	182	99	51	61	114	203	309	404	458	464	428	360	263	171	113	102	134	200	289	380	444	459	417	266	10:10	473	03:50	48	22:10	465	16:00	92
	25	329	219	111	37	12	38	105	202	311	403	451	440	387	296	191	106	62	69	124	215	323	419	471	464	241	10:50	464	04:30	7	22:50	479	16:40	55
	26	399	297	179	70	5	-1	44	132	253	376	457	482	447	361	258	143	61	33	63	141	246	365	459	497	240	11:30	487	04:50	-10	23:30	502	17:20	29
	27	462	382	266	142	44	-6	11	76	185	317	430	491	488	428	335	210	99	30	22	76	166	287	406	487	243	11:50	503	05:20	-16	--:--	----	18:00	15
	28	503	458	367	240	111	27	4	38	117	235	362	461	502	477	402	292	161	58	6	14	82	183	312	425	243	00:10	513	06:10	-5	12:20	505	19:00	-7
	平均	293	282	260	231	209	194	192	204	230	284	295	319	329	322	303	275	247	225	215	219	235	259	281	295	257	平均高潮位 448	平均低潮位 68	最高潮水位 日時分 28:00:10	最高 513	最低潮水位 日時分 27:05:20	最低 -16		

伍、台灣近岸海域海流資料特性

一、各海流測站說明

本計畫共蒐集台灣近岸海域9個測站的海流資料，如表5-1

表5-1台灣近岸海域海流測站相關資料表

測站名稱	代號	時　　間	提供單位	原資料來源	備　註
台中港	TC	1981/11-1981/12 1982/04-1982/05 1982/08 1983/03 1985/12-1986/01 1986/03-1986/04 1986/12-1987/03 1988/0311-1988/0427 1992/01-1992/03	港研所	磁帶	RCM-4海流儀 RCM-7海流儀
興達港	SD	1984/08-1985/11	港研所	磁帶	RCM-4海流儀
紅　柴	HT	1982/12- 1984/02-1984/11	港研所	磁帶	RCM-4海流儀
蘇澳港	SA	1986/09-1986/11	港研所	磁帶	ACM-2海流儀
觀　音 (永安)	YA	1982/02-1982/05 1983/05-1994/06	港研所	磁帶	RCM-4海流儀
蘭　嶼	LY	1982/06	港研所	磁帶	RCM-4海流儀
花　蓮	HL	1989/1229-1990/0108 1990/0323-1994/06	港研所	磁帶	RCM-4海流儀 RCM-7海流儀
外傘頂洲	WA	1989/0301-1989/0330	港研所	磁帶	
高　雄	KS	1992/01-1992/12	港研所	磁帶	

二、海流原始資料說明

(一)資料格式與內容

海流資料包括流速(單位:公分/秒), 流向(單度:度度量), X分量流速, Y分量流速, 向岸流速, 離岸流速等。如表5-1所示海流資料全部為本所所測,因此格式統一缺資料時以999.9表示。不過由於儀器佈放與收回時間不一定剛好分別在某月1日的零時或某月30日(31) 日的23時, 因此資料需整理切割成以月份為基本單位的資料檔。考慮海流的觀測結果與儀器佈置深度有關, 因此在每筆資料的資料典中需附儀器在水面下的佈置深度資料, 以便區別。

(二)資料時間間隔與資料長度

資料時間間隔為10分鐘平均值,及1小時平均值。資料長度以月為單位。

(三)資料分析與圖表繪製

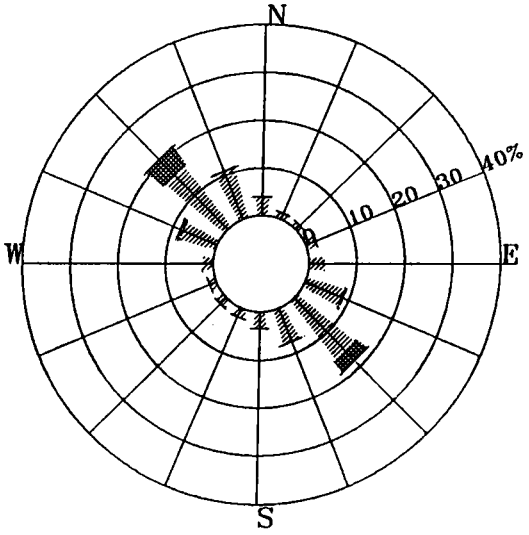
取1小時平均值的資料依月、年及站的時段分別予統計,各方向各流速區段的分佈百分比,據此繪出流玫瑰圖如圖5-1並得各方向的流速平均值,最大流值及發生時間製成表格。如表5-2。以供一般使用者查詢之用。對於更進一步的分析有

1. 流速, 流向逐時變化圖如圖5-2。
2. 海流累進向量圖如圖5-3。
3. 海流能譜圖如圖5-4。
4. 流速與風速相關圖如圖5-5。

上述圖資料暫不納入查詢系統中, 而僅作學術研究參考之用。事實上近岸海流受海岸線, 底部摩擦, 及海岸人工結構物的影響, 兩測站雖相距數百公尺, 甚至僅數十公尺, 其流速, 流向都有很大的差別, 而且在同一點的上、下兩層流速, 流向變化也可能有很大的不同。因此海流資料在應用時應特別小心, 尤其在近岸地區。

表 5-2　高雄港一月份海流速度在16個方向之統計結果

Dir.	Data no	Ave. speed (cm/s)	Stand. dev. (cm/s)	Conf. upper limit (cm/s)	Conf. lower limit (cm/s)	Max. speed (cm/s)	Max. speed date
N	168	12.49	8.24	13.31	11.67	27.04	1992. 1.22.11: 0
NNE	112	8.62	4.83	9.21	8.03	17.94	1992. 1.22.12: 0
NE	72	6.79	3.24	7.28	6.30	15.22	1992. 1.19.16: 0
ENE	88	5.98	2.32	6.30	5.66	14.39	1992. 1.19.15: 0
E	96	7.60	2.54	7.94	7.26	24.52	1992. 1.19.10: 0
ESE	200	11.86	5.25	12.34	11.38	27.59	1992. 1.19.13: 0
SE	640	21.97	12.51	22.58	21.36	67.31	1992. 1.19.12: 0
SSE	352	20.06	18.03	21.28	18.84	64.53	1992. 1.19.13: 0
S	16	5.90	2.99	6.90	4.90	12.00	1992. 1.25. 6: 0
SSW	16	4.86	2.19	5.59	4.13	9.65	1992. 1.21.17: 0
SW	48	3.34	0.79	3.49	3.19	5.39	1992. 1.21.17: 0
WSW	16	4.84	0.86	5.13	4.55	9.72	1992. 1.24. 8: 0
W	40	6.17	2.49	6.68	5.66	15.38	1992. 1.19. 2: 0
WNW	168	10.25	4.46	10.69	9.81	23.96	1992. 1.19. 0: 0
NW	456	15.93	7.61	16.38	15.48	35.07	1992. 1.22. 1: 0
NNW	288	14.57	7.59	15.14	14.00	30.64	1992. 1.22.10: 0



STANDARD DEVIATION

N	7.63	0.00	0.00	0.00
NNE	2.32	0.00	0.00	0.00
NE	1.50	0.00	0.00	0.00
ENE	2.68	0.00	0.00	0.00
E	4.75	0.00	0.00	0.00
ESE	14.20	1.21	0.00	0.00
SE	23.28	7.66	0.00	0.00
SSE	2.21	0.00	0.00	0.00
S	10.67	0.00	0.00	0.00
SSW	4.91	0.00	0.00	0.00
WS	4.17	0.00	0.00	0.00
WSW	0.87	0.00	0.00	0.00
W	2.95	0.00	0.00	0.00
WNW	1.94	1.52	0.00	0.00
NW	9.73	4.24	0.00	0.00
NNW	14.67	0.00	0.00	0.00

CURRENT SPEED RANGE (CM/SEC)

0.0 - 25.0 25.1 - 50.0

50.1 - 75.0 75.1 - INFI

POSITION : ON-SHORE (UNDER)

DATE : SP-SU (03,04)

DATA NAME : SSIB.DAT

圖 5-1 海流玫瑰圖

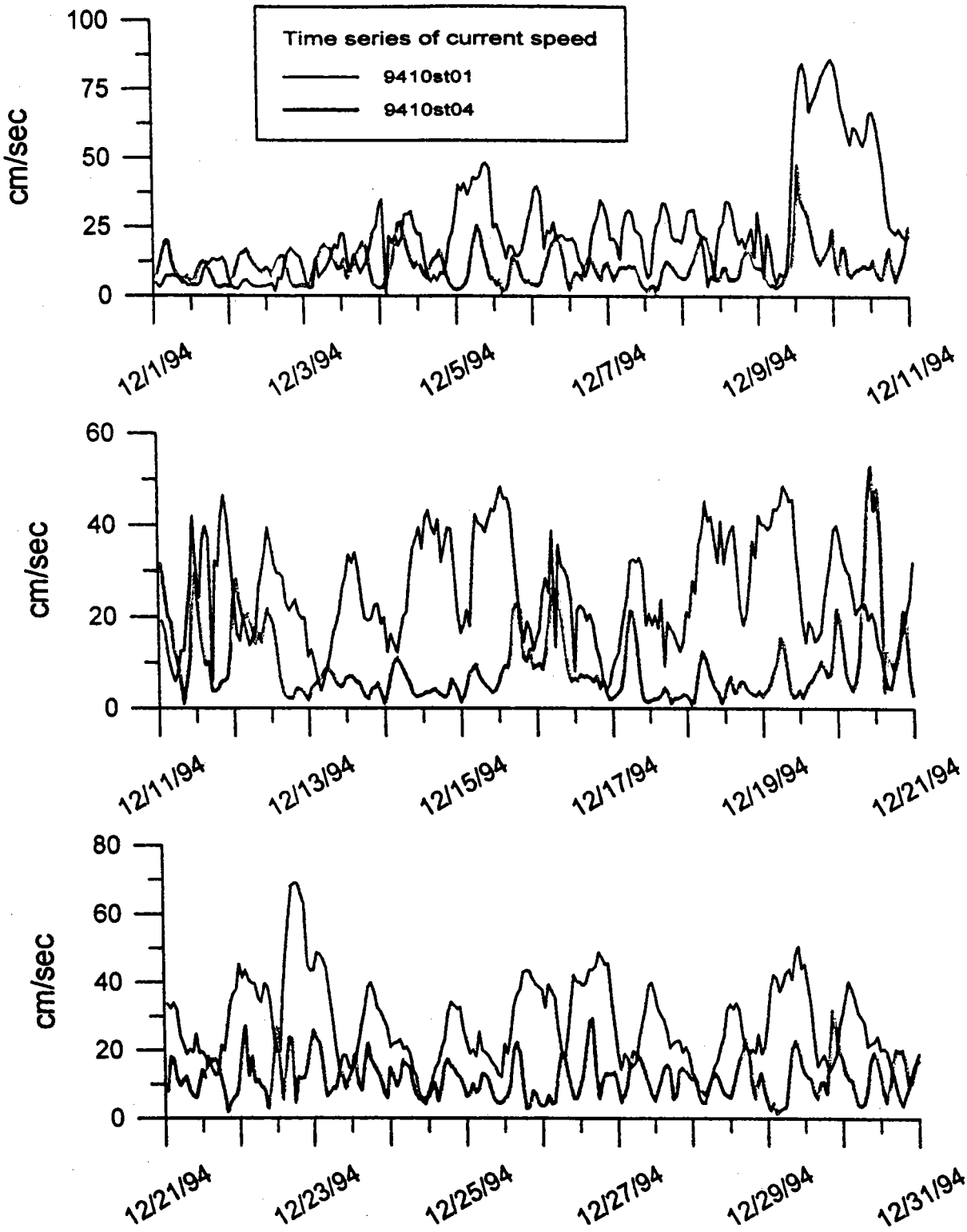


圖 5-2　　海流流速逐時變化圖

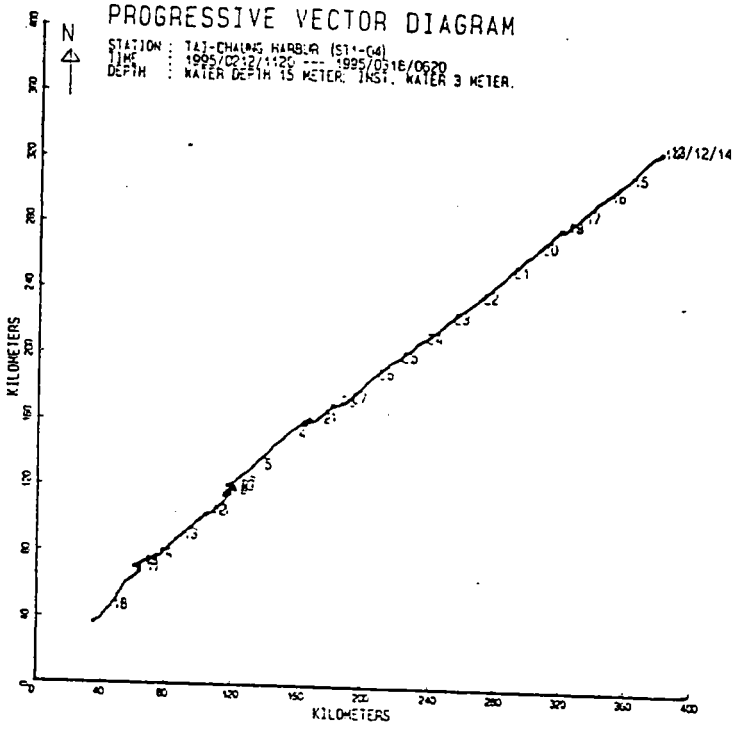


圖 5-3　　海流累進向量圖(P.V.D)

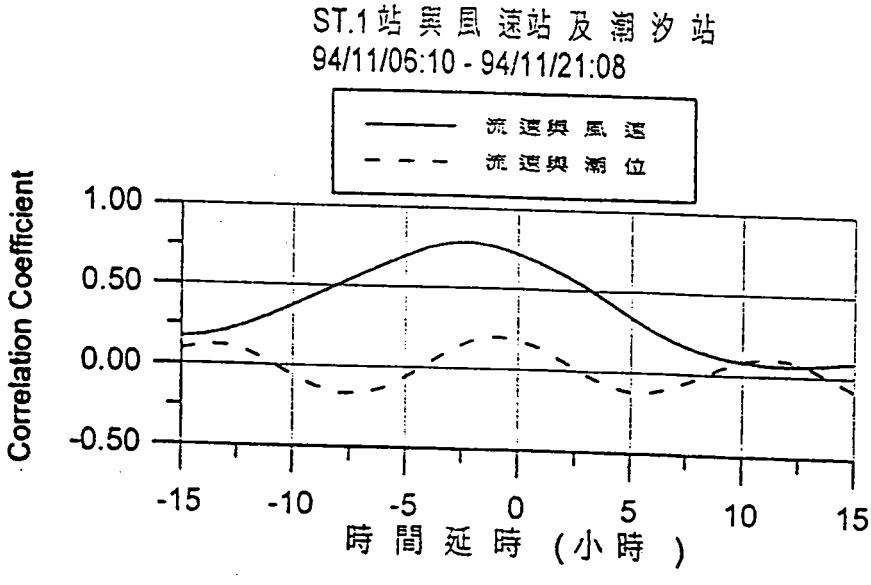


圖 5-5　　流流速與風速交互相關函數

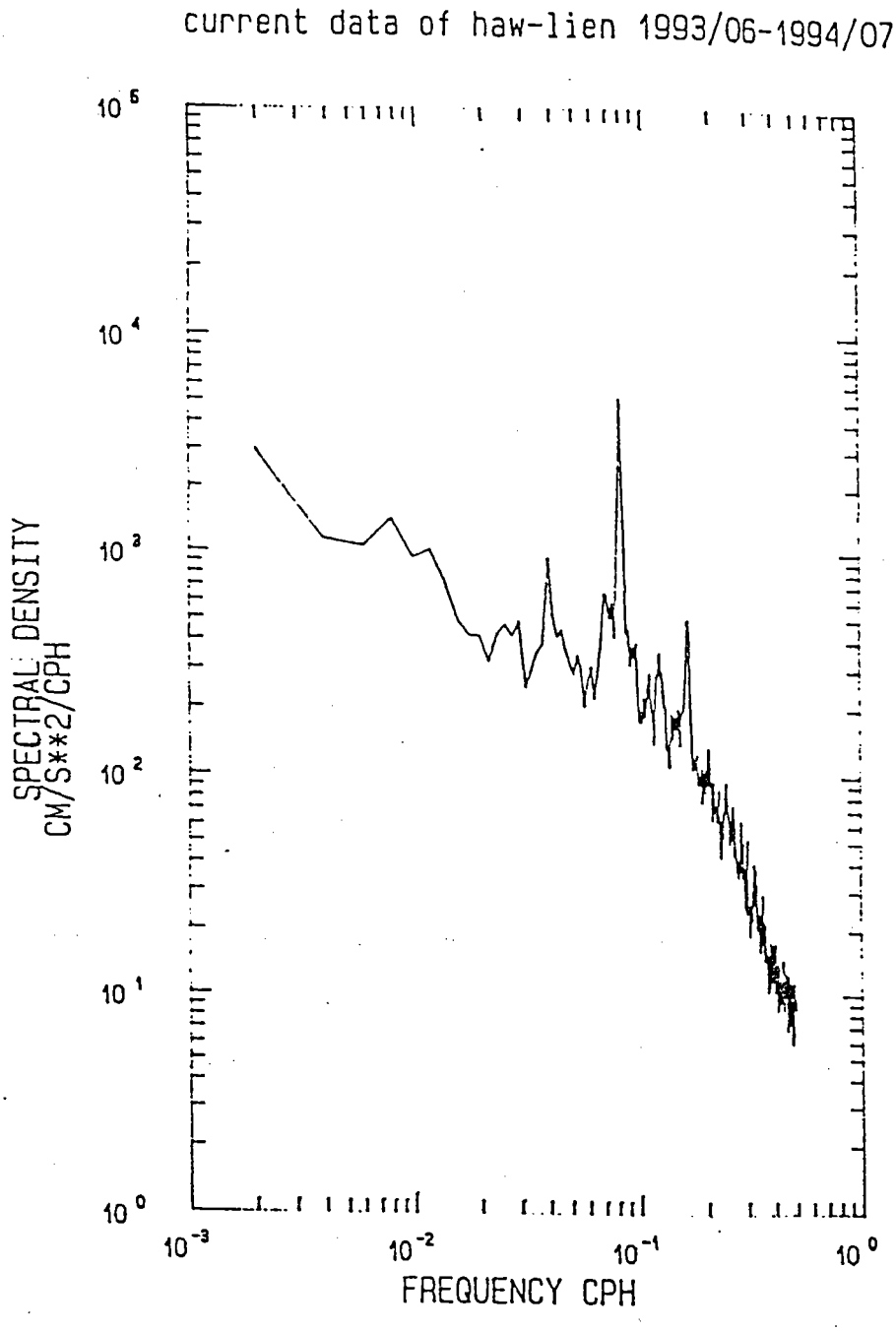

current data of haw-lien 1993/06-1994/07
SPECTRAL DENSITY
CM/S**2/CPH
10 5
10 4
10 3
10 2
10 1
10 0
10 -3
10 -2
10 -1
10 0
FREQUENCY CPH

圖 5-4　　海流流速能譜圖

陸、資料庫及查詢系統建立

海氣象數值化資料庫項目眾多且型式繁雜，除了建檔不易外，資料之管理與使用也十分不易。若要達成學術研究單位，海岸港灣規劃設計單位，港務局及上級長官諮詢時所需之資訊皆能立即取得與利用，則需在資料庫組織及資料庫管理上加以設計，並配合適當之查詢系統功能（如地理資訊系統)及資料不斷增補方能達成此一要求。

一、資料庫內容與資料增補

在前述各章節中已說明本計畫蒐集了大量的海氣象資料，其中有本所自行調查之一手資料，亦有其他單位經整理之二手資料。實際，上資料來源最好是由一個單位的一手資料，以免整合時有不相容的現象，然而由於海氣象資料的多樣性，測量方法的非一致性及觀測單位因其業務需求目的不同，所以資料的格式現階段無法全盤統一。但將來為了資料庫的建立、更新，實應邀請專家訂定基本制式的觀測方法，及一致化的格式。本計畫中同一項目的海氣象資料其格式雖已統一，但這項工作最耗人力與時間，為避免再次浪費，制定一致性的資料格式是迫切需要的工作。

資料的更新週期及管道上亦因資料性質及資料權責單位而有所不同。資料更新週期必需考慮資料供給面及需求面之協調，若資料生產為制式單位之制式業務，則其更新週期需遷就其資料的生產作業程序，例如經常性之潮汐、風速、風向資料，若資料生產非制式業務，則因資料涵蓋面不全，而無固定的更新週期，例如非經常性的海流，波浪觀測。在本資料規劃中因受限於經費與人力，資料更新週期暫定為兩年。本資料庫的二手資料蒐集管道，尚未建立，而是以資料互惠或人際交情關係取得資料，所以資料來源不穩定，目前水利局及氣象局是兩個提供本所免費資料較穩定的單位。依交通部委託海下技術學會辦理的海洋環境資料庫整合系統方案之規劃，將來資料的流通管道因權責區分分明，而會變得較順暢。

本所目前的制式業務為台灣五大國際港的海氣象觀測網的建立，以配合各港VTMS系統提昇船舶進出港安全。由於功能需求是能即時取得各港的海氣象資料，因此其資料更新週期，則以儀器功能為考量，

例如風速為瞬時,波浪為小時等等。上述是屬即時海氣象資料現況查詢系統，不屬於本計畫長期資料之資料庫規劃範圍。但其觀測資料經整理後仍應儲入本資料庫中。

二、資料庫查詢系統設計

海氣象資料庫之供應對象方式及工具應先規劃與設計，以便於本資料庫設置之目標得以達成。規劃中的海氣象資料皆以測站為主選擇將其以圖繪出來，並彙集成冊以便資料的使用者，可由傳統看圖的方式來獲得資訊，如此查詢的供應對象可以最廣，而其形式與工具也是最易懂易學。但由於資料庫中的資訊量遠遠超過圖冊所能承載者甚多，故要深入詳細之資料或更自動化與整合方式來使用此資料庫，則需以資料庫查詢系統來支援，並透過電子網路來傳遞與使用此系統，同時以繪圖或列印的週邊備來記錄所需之資料及資訊輸出。以充份滿足使用者的不同需求。

本資料庫之初期主要供應對象為海洋、海岸、港灣管理者，包括中央及地方之主管單位，及公民營顧問公司之港灣規劃設計者，及學術研究單位如圖6-1。 這些使用者在區位上分佈全國，而資料需求項目深度及內容會因其掌管層次而有所不同。故理想之資料庫供應方式應為網路線上供應，且儘量具彈性，以解決使用者區位及資料需求之高分歧性。在資訊及資料供應工具最好是有網路系統，輸出子系統及查詢、展示系統。而在供應媒體上可透過網路或磁性媒體（磁碟、磁片）或紙張來供應。在供應環境上，需有專職者作供應之服務及系統之管理與維護(含資料庫之更新)。最好是此一資料查詢供應在本所成為一制式業務，而有必需之人員及預算來運作此體系，然這個目標在現階段本所仍無法達到。此外在資料供應及使用上應有法規上之依據，以界定資料庫運作程序、權責，資料供應對象方式、收費及使用者與供應者之責任與義務。整個資料庫查詢，供應體系透過使用者、管理及操作者，供應軟硬體工具，資料庫查詢供應之運作規範及財務支援的安排及設計方能週全。除上述所說的基本環境建之外，尚需對操作人員及潛在之資料使用者加以訓練，以求正確之使用資料庫及方便地取得資料庫可供應之適當資料及資訊。有關這方面可在本所每年舉辦之港灣技術短期訓練班中，加入此一課程。本計畫之資料庫查詢系統初步之大略流程如圖6-2。

三、資料管理

本研究所建立之海氣象資料庫包含五類資料，各資料分別來自不同單位，經由不同蒐集方法與程序各資料也各自具備不同特性。為使使用者能夠充份瞭解資料的性質，不致誤用，並作為與其他資料庫資料連結之參考(如國土資訊系統)，故編輯資料目錄(含圖表)及資料典，以加強資料庫之完善性。

資料典為各項資料項的詳細描述，包括下列各項資料如下：

1. 編碼：

   資料檔案編碼為配合電腦檔案名稱宣告規則，而分主碼共計八碼，前四碼為西元年，下二碼則表月份，再下二碼則表測站英文代號，副碼共計四碼，則表資料種類。

2. 資料權責單位：

   為該項資料之提供調查經費單位，不一定是實際之資料生產單位。

3. 原始資料生產單位：

   該項資料之調查生產單位名稱，此為最基層單位。

4. 資料提供及更新單位：

   該項資料之整理，建檔及提供單位。

5. 資料內容簡述：

   說明該資料內包含了那些資料，項目名稱、定義為何，使用何種度量單位、方位標示等。

6. 資料生產方法：

   該項資料所用之調查儀器及觀測方法。例如浮球式波浪儀每2小時觀測10分鐘。

7. 測站說明：

說明該項資料的測站地理位置描述，含該測站經緯度，儀器佈置 高度，或深度。

8. 資料時間間距：

資料之時間間距，如1小時、2小時、.....等。

9. 資料時間涵蓋：

表該資料時間涵蓋範圍，在本計畫中大部份的正常資料時間涵蓋範圍是1個月(因以月為資料檔案的基本單位)。

10. 資料品質：

依該項資料觀測時的正常與否，推估其資料品質。以百分比表示。

11. 資料格式：

資料格式說明，如2F6.2、A12，以方便使用者。一般以提供給其他單位之常用型式為準。

12. 資料使用限制：

使用該項資料是否有任何安全或所有權上之限制。

13. 資料取得管道：

欲取得該項資料之手續，聯絡單位、人員及電話資料。

14. 資料出版情形：

該項資料是否有出版品、出版物名稱。出版品或出版物是指含有此項資料之專刊,如統計年報。

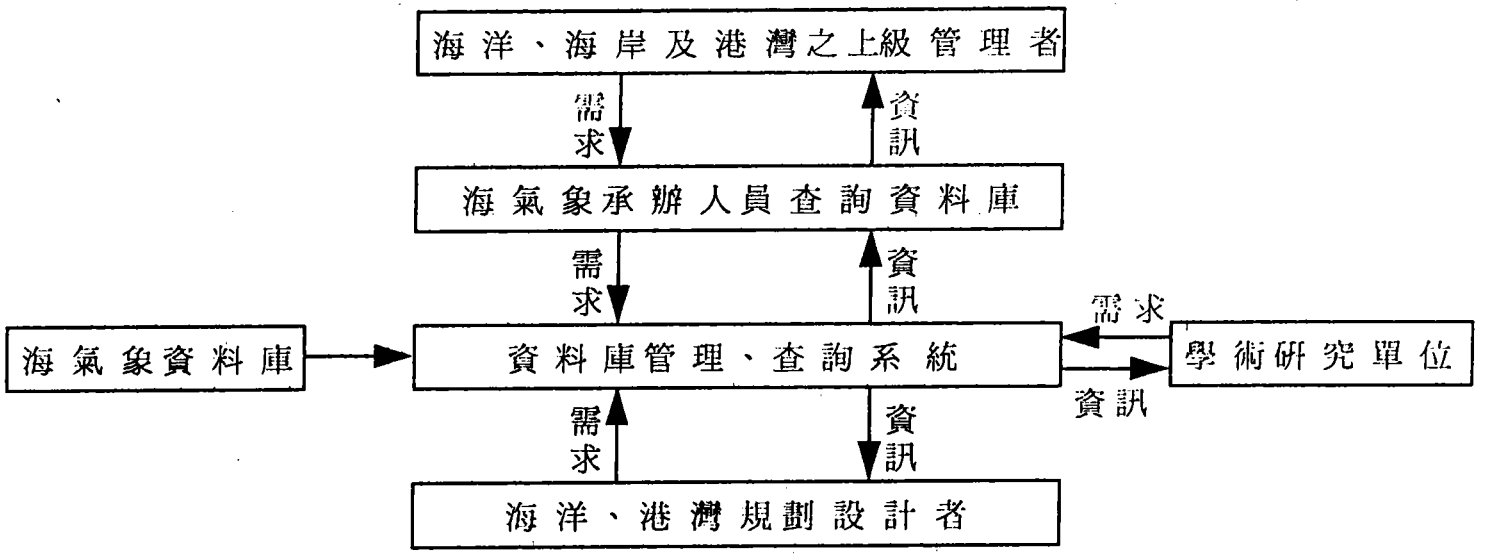


圖 6-1　海氣象資料庫供應對象類別運作模式

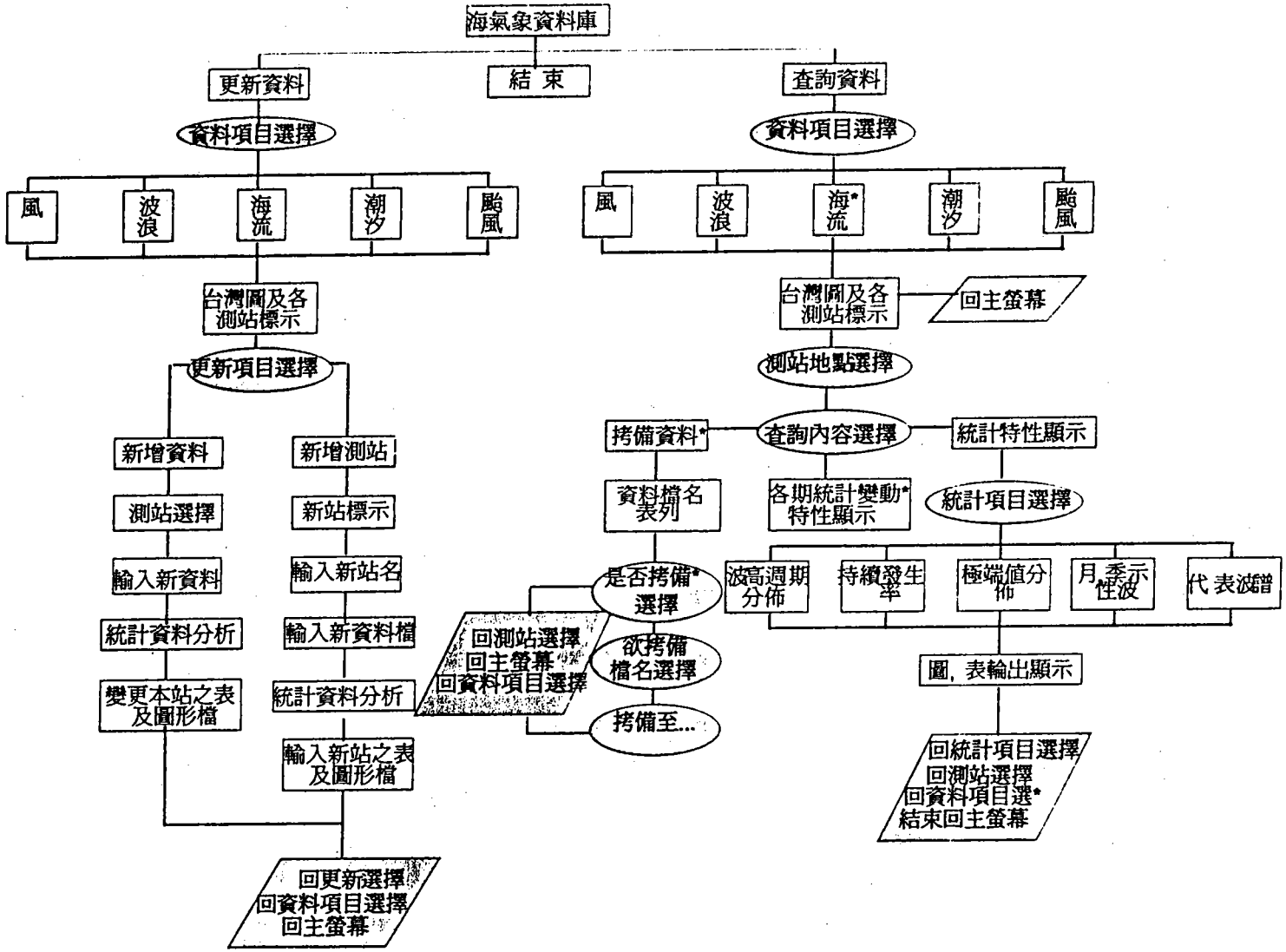


圖 6-2　　海氣象資料庫查詢系統流程圖

柒、結論與建議

1. 資料蒐集後若沒有作系統化的整體分析，則無法成為有用的資訊。由於海氣象資料龐大、繁雜而且格式不統一，因此在整體分析之前須先作處理。本計畫為這項工作投入許多人力與時間，目前已完成大部份資料的整理，篩選及分析工作。在後續研究中將建立海氣象資料庫及其查詢系統，以提升資料提供水準而達到較高資訊服務層次。

2. 資料庫的管理、更新及查詢系統的維護皆須有專職的人員及充足的預算經費才能順力的運作，最好此項工作成為本所制式業務之一，以保持海氣象資訊服務的水準。

3. 除了上述人力與經費的配合外，海氣象資料庫及查詢系統應有專屬電腦主機及充足的磁碟空間與相關週邊設備，以保障資料及資訊品質。

4. 海氣象資料宜訂定統一格式，以方便資料庫的建立，及需求者的使用。此外觀測方法也宜訂定基本的制式作業程序，以增加資料內容一致性及可靠性。

5. 海氣特性一般而言，在短期內沒有太大變動，但是就長期而言，則可能受地球自然環境或人為環境的改變而有變化，所以資料的蒐集調查是一長期性永續工作。也因此資料庫也應該每隔一適當時間後必須進行更新作業，而其中資料的蒐集管道應由一權責單位進行統合及提供。因此各單位在進行海氣象觀測業務時，應將其觀測作業基本內容通報上述權責單位。

6. 資料庫及查詢系統建立在本計畫有限人力及經費下，欲達到盡如人意標準實非易事，幸賴中央氣象局、水利局多年來無條件的提供本所許多海氣象資料，在此深表感謝。往後希望也能和其他單位共同合作，以達資訊共享的目的。

參 考 文 獻

1. 梁乃匡、張金機、簡仲璟、曾相茂等，1987至1993，台灣四周海氣象調查研究(一)～(八)，港灣技術研究所。

2. 沈景鵬、 林文、高家俊等，994，建立海象觀測網與海洋環境資料庫整合系統之規劃(二)--方案規劃，交通部。

3. 張長義，1994，台灣沿海地區環境敏感地帶保護示範--環境基本資料庫之建立，行政院環境保護署。

84-研(二)-3

台灣海域近岸海流特性之研究

港灣技術研究所

台中　梧棲

中華民國八十四年六月

台灣海域近岸海流特性之研究

執行單位　：　海岸工程組

計畫主持人　：　洪憲忠　副研究員

協同主持人　：　廖慶堂　助理研究員

參與人員　：　楊怡芸　行政助理

李江澤　研究助理

摘 要

本文以能譜分析的方法(FFT)將高雄港潮流由高雄港現場實測海潮流中分離出,再以旋轉能譜法分析該潮流之特性。首先,本文將高雄港現場實測海潮流之東西向及南北向流速資料,各別以能譜法分析後,並由東西向及南北向流速能譜中,將周期大於30小時之成份過濾掉,各自選出周期小於30小時之4個能譜極端值。此4個能譜極端值相對之餘弦函數振幅,周期及相位角同時被解析出。其次,各別將東西向及南北向流速能譜中之4個餘弦函數相加得到潮流的東西向及南北向流速資料之時間序列(time series)。此即本文中,由高雄港現場實測海潮流中分離出之高雄港潮流。最後,以旋轉能譜法分析潮流的東西向及南北向流速資料,以探討高雄港潮流的特性。

台灣海域近岸海流特性之研究

目 錄

壹、 前 言

台灣四周環海,有關風、潮、浪、流等海氣象相關特性,對港灣工程之規劃及設計極爲重要,其中潮流對於沿海地區之漂沙、污染、漁業、航運及船舶進出港之操船安全有很重要的影響。因此,對於近海潮流之研究乃構成海洋科學中一個重要的課題。

潮汐(tides)與潮流(tidal current)皆爲天體運動時引起之周期性海水流動。潮流由潮汐所引起。潮汐乃海面之垂直起落爲一度空間運動,台灣四周海域之潮汐主要爲半日潮及全日潮。潮流則爲二度空間之平面運動。兩者之周期自然有其相關性。

Mooers[1]及Gonella[2]提出旋轉能譜法,可將一個二度空間的速度向量分解成爲很多不同頻率的橢圓運動之組合。朱祖佑、連三郎及侯永昌[3]利用旋轉能譜法分析鹿港外海之潮流。

本文則由黃煌煇&張金機[4]於高雄海域海氣象調查研究計畫之高雄港現場實測海潮流中,分離出高雄港潮流。再以旋轉能譜法分析高雄港之潮流,以探討其特性。

貳、 旋轉能譜法基本理論

旋轉能譜法(Rotary Spectrum Analysis) [3]係由Mooers [1] 、 Gonella [2]等人所提出,係將一個二度空間的速度向量分解成爲很多不同頻率的橢圓運動之組合,而每一個橢圓運動又可視爲兩個反方向旋轉的圓運動所構成,反轉(反時鐘方向)圓運動的旋轉運動頻率爲正,而順轉(順時鐘方向)圓運動的旋轉運動頻率爲負,因此,任一二維空間的速度向量就可以看成是很多不同頻率反轉與順轉圓運動的組合。

旋轉能譜法之功用爲

1. 求海流各成份所含能量的大小。
2. 求海流橢圓運動之旋轉方向。
3. 求海流橢圓運動之長軸指向。
4. 求海流運動的軌跡及形狀,即求橢圓運動之長、短軸長度。

旋轉能譜理論如下所述

取

$$\vec{u}(t) = u_1(t) + iu_2(t) \tag{2.1}$$

式中, $i = \sqrt{-1}$, 而 $u_1(t), u_2(t)$ 分別代表一二維空間向量 $\vec{u}(t)$ 之東西分量及南北分量,並假設 $u_1(t), u_2(t)$ 爲連續(Continuous) 、定常狀態(Stationary)且平均值爲零的時間序列函數,其傅氏轉換(Fourier transform)表示如下:

$$u(\omega) = \frac{1}{T}\int_o^T \vec{u}(t)e^{-i\omega t}dt \tag{2.2}$$

式中T爲時間序列的全部時間, ω 爲角頻率(Angular frequency), $\omega = 2\pi n/T$, n爲任一整數。

將方程式(2.1)代入方程式(2.2)得

$$u(\omega) = [A_1(\omega) - iB_1(\omega)] + i[A_2(\omega) - iB_2(\omega)] \tag{2.3}$$

式中

$$A_j(\omega) = \frac{1}{T}\int_o^T u_j(t)\cos\omega\, t dt \qquad j = 1,2 \tag{2.4}$$

$$B_j(\omega) = \frac{1}{T}\int_o^T u_j(t)\sin\omega\, t dt \qquad j = 1,2 \tag{2.5}$$

方程式(2.3)可改寫爲

$$u(\omega) = [A_1(\omega) + B_2(\omega)] + i[A_2(\omega) - B_1(\omega)] \quad \omega > 0 \tag{2.6}$$

$$u(\omega) = [A_1(\omega) - B_2(\omega)] + i[A_2(\omega) + B_1(\omega)] \quad \omega < 0 \tag{2.7}$$

方程式(2.6)、(2.7)可經處理得

$$u(\omega) = A(\omega)e^{i\varphi(\omega)} \qquad \omega > 0 \tag{2.8}$$

$$u(\omega) = C(\omega)e^{-i\theta(\omega)} \qquad \omega < 0 \tag{2.9}$$

式中

$$A(\omega) = \{[A_1(\omega) + B_2(\omega)]^2 + [A_2(\omega) - B_1(\omega)]^2\}^{1/2} \tag{2.10}$$

$$C(\omega) = \{[A_1(\omega) - B_2(\omega)]^2 + [A_2(\omega) + B_1(\omega)]^2\}^{1/2} \tag{2.11}$$

$$\tan\theta(\omega) = \frac{-A_2(\omega) - B_1(\omega)}{A_1(\omega) - B_2(\omega)} \tag{2.12}$$

$$\tan\varphi(\omega) = \frac{A_2(\omega) - B_1(\omega)}{A_1(\omega) + B_2(\omega)} \tag{2.13}$$

A, φ和C, θ各別代表反轉及順轉圓運動分量中之振幅(amplitude)及相角(phase), A+C表示運動橢圓半長軸長度, $|A-C|$表示運動橢圓半短軸之長度,而運動橢圓長軸之指向α則爲$\frac{\varphi-\theta}{2}$。橢圓半長軸長度,半短軸長度及長軸指向,如圖2.1所示。

反轉圓運動能譜密度爲

$$S_a(\omega) =< u^*(\omega)u(\omega) > \qquad \omega > 0 \tag{2.16}$$

順轉圓運動能譜密度爲

$$S_c(\omega) =< u^*(\omega)u(\omega) > \qquad \omega < 0 \tag{2.17}$$

全能譜密度爲

$$S_t(\omega) = S_a(\omega) + S_c(\omega) \tag{2.18}$$

式中*表共軛複數, < >表段平均值。

旋轉係數爲

$$R_c(\omega) = (S_c(\omega) - S_a(\omega))/S_t(\omega) \tag{2.19}$$

(1) 當$R_c(\omega) > 0$,表順時針旋轉之橢圓運動。
(2) 當$R_c(\omega) < 0$,表反時針旋轉之橢圓運動。
(3) 當$R_c(\omega) = 0$,表單一方向之往返運動。
(4) 當$R_c(\omega) = 1$,表純粹順轉圓運動。
(5) 當$R_c(\omega) = -1$,表純粹反轉圓運動。

參、 資料分析方法

本文所分析高雄港海潮流流速觀測站，位置如圖3.1所示。水深分別爲10公尺及20公尺。水深10公尺測站位置爲北緯22度31分30.4秒，東經120度18分54.6秒。水深20公尺測站位置爲北緯22度30分41.8秒，東經120度17分50秒。每一測站在上層與底層各安裝流速儀一台。

按月區分現場實測海潮流資料如表3.1所示。其中，8月份(西南季風期)水深10米，儀器設置深度8米及2米之海潮流與對應之風速、風向，潮汐等之時間序列，各如圖3.2及圖3.3所示。水深20米，儀器設置深度16米及4米之海潮流與對應之風速、風向，潮汐等之時間序列，各如圖3.4及圖3.5所示。12月份(東北季風期)水深10米，儀器設置深度8米及2米之海潮流與對應之風速、風向，潮汐等之時間序列，各如圖3.6及圖3.7所示。水深20米，儀器設置深度16米及4米之海潮流與對應之風速、風向，潮汐等之時間序列，各如圖3.8及圖3.9所示。

風向(由正北起算，順時針爲正，單位爲度)定義爲風之來向，如圖3.11所示。海潮流流向(由正北起算，順時針爲正，單位爲度)定義爲海潮流之去向，如圖3.10所示。

由於潮流乃由潮汐所引起，兩者之周期自然有其相關性。舉圖3.3所示之8月份高雄港潮汐及水深10米，儀器設置深度2米之現場實測海潮流爲例。經能譜法分析，潮汐之4個連續能譜極端值之周期爲23.273小時，12.19小時，25.6小時及12.8小時。海潮流東西向成份之4個連續能譜極端值之周期(小於30小時)爲23.273小時，12.19小時，25.6小時及12.8小時。海潮流南北向成份之4個連續能譜極端值之周期(小於30小時)爲23.273小時，25.6小時，12.19小時及21.333小時。經此分析得知，兩者之周期相關性已可確認。因此，本文將高雄港現場實測海潮流之東西向及南北向流速資料，各別以能譜法分析後，並由東西向及南北向流速能譜中，將周期大於30小時之成份過濾

掉，各自選出周期小於30小時之4個能譜極端值，視同潮流之成份，應爲合理的處理。

基於此假設，本文首先將高雄港現場實測海潮流之東西向及南北向流速資料，各別以能譜法分析後，並由東西向及南北向流速能譜中，將周期大於30小時之成份過濾掉，各自選出周期小於30小時之4個能譜極端值。此4個能譜極端值相對之餘弦函數振幅，周期及相位角同時被解析出。

其次，各別將東西向及南北向流速能譜中之4個餘弦函數相加得到潮流的東西向及南北向流速資料之時間序列(time series)。此即本文中，由高雄港現場實測海潮流中分離出之高雄港潮流。舉圖3.3所示之8月份高雄港現場實測海潮流爲例。此海潮流總流速及流向與由其分離出之潮流總流速及流向時間序列，如圖3.12所示。由圖可知海潮流因含平均流成份故流速較大且周期性較不明顯。

最後，以旋轉能譜法分析潮流的東西向及南北向流速資料，以探討高雄港潮流之正頻率能譜(反轉)、負頻率能譜(順轉)、全能譜、旋轉係數、橢圓長軸指向、長軸長度及短軸長度等等特性。

肆、 結果與討論

根據表3.1所示之高雄港按月區分現場實測海潮流資料，高雄港水深10米，儀器設置深度8米之測站所測得海潮流之不同月份東西向及南北向流速，各別經過能譜分析，周期小於30小時之4個能譜極端值，其相對之餘弦函數周期(HOUR)、振幅(CM/SEC)及相位角(RADIAN)各別爲

一月：東西向之(周期，振幅，相位角)爲(23.273, 7.570, -0.567), (25.600, 7.396, 1.187), (28.444, 6.408, -2.947)及(21.333, 5.487, -0.833)而南北向之(周期，振幅，相位角)爲(28.444, 7.450, 0.043), (23.273, 6.330, 2.920), (25.600, 6.297, -1.967)及(12.800, 4.923, -0.887)

三月：東西向之(周期，振幅，相位角)爲(12.190, 6.982, 1.622), (13.474, 2.486, -0.689), (25.600, 2.435, 1.775)及(8.258, 2.182, 3.022)而南北向之(周期，振幅，相位角)爲(12.190, 7.437, -0.992), (23.273, 2.859, -1.592), (19.692, 2.847, -1.631)及(12.800, 2.833, -0.687)

四月：東西向之(周期，振幅，相位角)爲(23.273, 9.507, 0.651), (25.600, 5.879, 1.684), (12.800, 5.449, 2.692)及(12.190, 5.218, -0.347)而南北向之(周期，振幅，相位角)爲(23.273, 6.795, -2.388), (12.800, 4.941, -0.204), (12.190, 4.789, 3.058)及(28.444, 4.643, 0.748)

五月：東西向之(周期，振幅，相位角)爲(23.273,13.951, 1.277), (25.600,12.809, -1.578), (12.190,11.213, 2.917)及(12.800, 6.217, -0.759)而南北向之(周期，振幅，相位角)爲(25.600,10.709, 1.744), (23.273,10.161, -1.771), (12.190, 7.077, -0.105)及(12.800, 6.005, 2.445)

六月：東西向之(周期，振幅，相位角)爲(23.273,11.796, 1.770), (25.600,10.126, -1.461), (12.190, 7.798, 2.974)及(28.444, 5.008, -0.866)而南北向之(周期，振幅，相位角)爲(23.273,10.734, -1.333), (25.600, 9.281, 1.633), (12.190, 5.346, -0.132)及(28.444, 4.132, 2.135)

七月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,14.041, 2.432), (25.600,12.218, -1.428), (12.190, 9.670, -1.864)及(28.444, 4.091, -0.480)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,12.065, -0.694), (25.600,11.388, 1.740), (12.190, 9.302, 1.477)及(28.444, 3.566, 2.727)

八月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 7.909, 2.720), (12.190, 7.081, 1.948), (25.600, 6.208, 1.862)及(13.474, 2.340, -1.699)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 9.650, -0.432), (12.190, 5.674, -0.962), (25.600, 5.127, -1.435)及(12.800, 3.222, -3.039)

十月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190,10.873, -1.867), (23.273, 7.600, -2.694), (25.600, 7.570, 1.916)及(12.800, 2.528, -0.047)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190,12.010, 1.616), (23.273, 6.037, 0.560), (25.600, 5.385, -1.259)及(12.800, 2.644, -3.039)

十一月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190, 8.848, -1.443), (23.273, 5.250, -1.560), (25.600, 4.987, 2.572)及(13.474, 2.313, 2.402)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190, 8.573, 1.871), (23.273, 4.593, 1.755), (25.600, 3.583, -0.484)及(13.474, 2.192, -0.677)

十二月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,11.996, -1.761), (25.600, 7.222, 1.826), (12.190, 6.447, -2.416)及(12.800, 4.348, 1.067)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 8.131, 1.368), (25.600, 7.086, -1.096), (12.800, 4.896, -2.084)及(12.190, 4.611, 0.720)

高雄港水深10米,儀器設置深度2米之測站所測得海潮流之不同月份東西向及南北向流速,各別經過能譜分析,周期小於30小時之4個能譜極端值,其相對之餘弦函數周期、振幅及相位角各別爲

一月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 7.038, -0.602), (28.444, 4.856, -3.058), (21.333, 4.431, 0.955)及(25.600, 4.413, 1.164)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(28.444, 6.619, 0.253), (23.273, 6.334, 2.744), (21.333,

4.637, 2.245)及(25.600, 4.496, -1.697)

三月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190, 6.545, 1.768), (25.600, 2.613, 2.004), (23.273, 2.597, 1.839)及(11.636, 2.321, -3.023)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190, 4.768, -1.244), (23.273, 2.818, -1.704), (19.692, 2.527, -1.706)及(18.286, 2.354, -0.504)

四月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 7.474, 0.705), (25.600, 6.331, 1.662), (12.190, 4.693, -0.191)及(12.800, 4.341, 2.451)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 7.642, -2.549), (25.600, 7.165, -1.486), (12.190, 5.632, 2.904)及(12.800, 4.901, -0.314)

五月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,12.798, 1.412), (25.600, 9.633, -1.591), (12.190, 8.572, 3.054)及(12.800, 5.284, -0.831)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,13.858, -1.710), (25.600,11.235, 1.757), (12.190, 9.745, 0.024)及(13.474, 4.737, -2.162)

六月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,14.342, 1.989), (25.600,12.790, -1.588), (12.190, 8.409, 3.123)及(28.444, 4.976, -1.067)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,12.958, -1.166), (25.600,11.896, 1.521), (12.190, 7.821, 0.091)及(28.444, 5.106, 2.170)

七月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,16.643, 2.561), (12.190,15.993, -2.000), (25.600,15.087, -1.435)及(28.444, 7.317, -0.536)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,15.959, -0.581), (25.600,13.512, 1.643), (12.190,11.696, 1.217)及(28.444, 6.116, 2.552)

八月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,11.707, 2.733), (12.190, 9.147, 1.862), (25.600, 7.780, 1.775)及(12.800, 3.516, -0.139)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,10.237, -0.323), (25.600, 7.955, -1.173), (12.190, 7.098, -1.376)及(21.333, 3.081, -2.313)

十月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190,15.403, -1.978), (23.273, 9.994, -2.556), (25.600, 8.986, 1.747)及(12.800, 3.712, -0.342)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190,12.300, 1.392), (23.273, 7.783, 0.543), (25.600, 6.872, -1.204)及(21.333, 2.811, -0.799)

十一月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190,11.571, -1.508), (23.273, 7.417, -1.639), (25.600, 4.638, 2.594)及(28.444, 2.789, 1.536)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190,11.262, 1.782), (23.273, 7.082, 1.705), (25.600, 4.150, -0.256)及(28.444, 2.645, -1.343)

十二月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,15.887, -1.856), (25.600, 7.998, 1.924), (12.190, 7.596, -2.335)及(12.800, 4.991, 0.748)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 9.923, 1.373), (25.600, 7.794, -1.089), (12.190, 5.756, 0.892)及(12.800, 5.502, -2.108)

高雄港水深20米,儀器設置深度16米之測站所測得海潮流之不同月份東西向及南北向流速,各別經過能譜分析,周期小於30小時之4個能譜極端值,其相對之餘弦函數周期、振幅及相位角各別爲

一月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 5.652, -0.991), (25.600, 4.507, 0.527), (12.190, 3.801, 2.751)及(28.444, 3.504, 2.464)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 6.088, 2.055), (25.600, 4.127, -3.124), (28.444, 3.802, -0.314)及(12.190, 3.349, 0.611)

三月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190, 5.990, 1.775), (11.636, 2.373, -2.502), (23.273, 1.695, 2.715)及(13.474, 1.471, -0.737)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190, 3.853, -0.579), (23.273, 2.763, -1.343), (7.758, 1.484, 0.480)及(8.258, 1.482, -0.695)

四月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 7.877, 0.323), (12.190, 5.032, -0.390), (25.600, 4.694, 1.368)及(12.800, 4.110, 2.470)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 7.002, -2.692), (12.190, 6.588, 3.000), (25.600,

5.951, -1.881)及(12.800, 5.930, -0.101)

五月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(25.600,12.953, -1.981), (23.273,11.935, 0.959), (12.190, 7.881, 2.780)及(12.800, 6.134, -0.728)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(25.600,12.244, 1.034), (23.273, 9.618, -2.402), (12.190, 5.854, -0.269)及(12.800, 4.402, 2.251)

六月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,13.916, 1.619), (25.600, 7.595, -1.766), (12.190, 6.892, 2.657)及(28.444, 5.031, -0.957)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 7.027, -1.784), (25.600, 5.484, 1.269), (12.190, 4.299, 0.271)及(28.444, 3.872, 1.357)

七月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,12.657, 1.790), (25.600,12.298, -1.988), (12.190, 7.417, -2.542)及(28.444, 2.949, -0.743)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190, 8.842, 1.066), (23.273, 7.641, -1.495), (25.600, 7.387, 1.214)及(11.636, 3.013, 2.863)

八月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 6.752, 2.173), (12.190, 5.715, 1.936), (25.600, 4.803, 1.696)及(13.474, 2.277, -1.656)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 5.211, -0.571), (12.190, 3.894, -0.766), (25.600, 3.881, -1.657)及(12.800, 2.733, -3.071)

十月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190, 8.967, -2.017), (25.600, 5.859, 1.644), (23.273, 5.483, -3.033)及(8.258, 2.507, -1.650)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190,10.158, 1.389), (25.600, 5.494, -1.445), (23.273, 3.827, 0.088)及(8.258, 2.407, 1.183)

十一月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190, 7.707, -1.591), (25.600, 3.618, 2.285), (23.273, 3.186, -1.861)及(13.474, 2.151, 2.372)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190, 8.192, 1.676), (23.273, 5.719, 1.144), (25.600, 4.286, -1.082)及(19.692, 2.340, -0.071)

十二月：東西向之（周期，振幅，相位角）爲(23.273,10.548, -2.025), (25.600, 6.186, 1.624), (12.190, 4.642, -2.494)及(12.800, 3.760, 0.712)而南北向之（周期，振幅，相位角）爲(23.273, 9.009, 1.035), (25.600, 5.499, -1.489), (12.190, 5.254, 0.609)及(12.800, 3.992, -2.208)

高雄港水深20米，儀器設置深度4米之測站所測得海潮流之不同月份東西向及南北向流速，各別經過能譜分析，周期小於30小時之4個能譜極端值，其相對之餘弦函數周期、振幅及相位角各別爲

一月：東西向之（周期，振幅，相位角）爲(23.273, 7.474, -0.756), (25.600, 5.617, 0.766), (12.190, 3.715, 2.767)及(28.444, 3.600, 2.942)而南北向之（周期，振幅，相位角）爲(23.273, 9.541, 2.319), (28.444, 7.287, -0.339), (25.600, 6.803, -2.848)及(12.800, 5.906, -1.329)

三月：東西向之（周期，振幅，相位角）爲(12.190, 5.006, 1.490), (23.273, 4.098, 1.389), (11.636, 2.496, 2.920)及(21.333, 2.353, -1.887)而南北向之（周期，振幅，相位角）爲(21.333, 3.723, -0.125), (12.190, 3.022, -0.175), (23.273, 2.983, -2.575)及(18.286, 2.462, -1.171)

四月：東西向之（周期，振幅，相位角）爲(23.273, 8.501, 0.612), (25.600, 8.237, 1.455), (12.190, 4.688, -0.613)及(28.444, 4.593, -2.932)而南北向之（周期，振幅，相位角）爲(23.273,11.005, -3.099), (25.600, 9.955, -2.020), (12.190, 6.152, 2.706)及(28.444, 5.230, 0.025)

五月：東西向之（周期，振幅，相位角）爲(25.600,10.393, -2.047), (23.273,10.290, 1.172), (12.190, 8.988, 2.698)及(12.800, 6.736, -0.989)　而南北向之（周期，振幅，相位角）爲(25.600,17.287, 0.988), (23.273,15.239, -2.394), (12.190,10.014, -0.532)及(12.800, 7.525, 2.095)

六月：東西向之（周期，振幅，相位角）爲(23.273, 9.662, 1.917), (25.600, 9.472, -1.561), (12.190, 9.381, 2.792)及(28.444, 3.957, -1.547)而南北向之（周期，振幅，相位角）爲(23.273,17.598, -1.620), (25.600,11.537, 0.740), (12.190,

9.758, -0.278)及(21.333, 5.858, -1.596)

七月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190,14.029, -2.052), (23.273,12.639, 2.191), (25.600,11.521, -1.454)及(28.444, 7.021, -1.019)　而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,19.944, -1.262), (25.600,15.873, 1.127), (12.190,15.273, 0.960)及(19.692, 7.667, -2.329)

八月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273, 9.553, 2.739), (12.190, 8.436, 1.658), (25.600, 6.340, 1.663)及(12.800, 3.083, 0.020)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,11.847, -0.856), (25.600, 9.993, -1.765), (12.190, 7.596, -1.369)及(13.474, 3.732, 1.128)

十月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190,12.419, -2.282), (25.600,11.780, 1.660), (23.273, 9.458, -2.796)及(8.258, 3.021, -1.741)　而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190,15.163, 1.051), (25.600,12.760, -1.828), (23.273,11.257, -0.123)及(8.258, 3.206, 0.994)

十一月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190,10.187, -1.686), (23.273, 6.504, -1.994), (25.600, 4.192, 2.279)及(21.333, 2.259, 3.048)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(12.190,11.031, 1.419), (23.273, 7.668, 1.131), (25.600, 3.603, -0.791)及(28.444, 2.987, -2.130)

十二月：東西向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,15.673, -1.949), (25.600, 7.558, 1.542), (12.190, 6.406, -2.322)及(12.800, 4.778, 0.830)而南北向之(周期,振幅,相位角)爲(23.273,16.281, 1.098), (25.600, 8.364, -1.847), (12.800, 6.805, -2.336)及(12.190, 6.803, 0.758)

將上述各月各測站東西向及南北向流速能譜中之4個餘弦函數各別相加得到該月該測站潮流的東西向及南北向流速資料之時間序列。再經旋轉能譜法分析以上由海潮流分離出之潮流的東西向及南北向流速資料之時間序列,即可探討高雄港潮流的特性。

8月份(西南季風期)水深10米,儀器深8米時潮流之正頻率能譜(反轉)、負頻率能譜(順轉)、全能譜、旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸長度及半短軸長度各如圖4.1到圖4.2所示。全能譜主頻爲0.270 rad/hour(周期23.273小時)。其旋轉係數爲0.01,爲順時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲320.66度(由正北起算,順時針爲正),約平行海岸。半長軸長度爲12.477 (cm/sec),半短軸長度爲0.064 (cm/sec)。第二能譜極端值頻率爲0.515 rad/hour(周期12.19小時)。其旋轉係數爲-0.224,爲逆時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲128.5度,約平行海岸。半長軸長度爲9.02 (cm/sec),半短軸長度爲1.02 (cm/sec)。第三能譜極端值頻率爲0.245 rad/hour(周期25.6小時)。其旋轉係數爲0.152,爲順時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲129.5度,約平行海岸。半長軸長度爲8.03 (cm/sec),半短軸長度爲0.61 (cm/sec)。

8月份(西南季風期)水深10米,儀器深2米時潮流之正頻率能譜、負頻率能譜、全能譜、旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸長度及半短軸長度各如圖4.3到圖4.4所示。主頻爲0.270 rad/hour(周期23.273小時)。其旋轉係數爲-0.085,爲逆時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲311.15度(由正北起算,順時針爲正),約平行海岸。半長軸長度爲15.5 (cm/sec),半短軸長度爲0.66 (cm/sec)。第二能譜極端值頻率爲0.515 rad/hour(周期12.19小時)。其旋轉係數爲0.09,爲順時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲127.8度,約平行海岸。半長軸長度爲11.6 (cm/sec),半短軸長度爲0.54 (cm/sec)。第三能譜極端值頻率爲0.245 rad/hour(周期25.6小時)。其旋轉係數爲-0.19,爲逆時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲135.7度,約平行海岸。半長軸長度爲11.07 (cm/sec),半短軸長度爲1.08 (cm/sec)。

8月份(西南季風期)水深20米,儀器深16米時潮流之正頻率能譜、負頻率能譜、全能譜、旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸長度及半短軸長度各如圖4.5到圖4.6所示。主頻爲0.270 rad/hour(周期23.273小時)。其旋轉係數爲-0.375,爲逆時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲127.1度(由正北

起算,順時針爲正),約平行海岸。半長軸長度爲8.37 (cm/sec),半短軸長度爲1.63 (cm/sec)。第二能譜極端值頻率爲0.515 rad/hour (周期12.19小時)。其旋轉係數爲-0.396,爲逆時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲123.3度,約平行海岸。半長軸長度爲6.77 (cm/sec),半短軸長度爲1.40 (cm/sec)。第三能譜極端值頻率爲0.245 rad/hour (周期25.6小時)。其旋轉係數爲0.205,爲順時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲128.8度,約平行海岸。半長軸長度爲6.14 (cm/sec),半短軸長度爲0.64 (cm/sec)。

8月份(西南季風期)水深20米,儀器深4米時潮流之正頻率能譜、負頻率能譜、全能譜、旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸長度及半短軸長度各如圖4.7到圖4.8所示。主頻爲0.270 rad/hour (周期23.273小時)。其旋轉係數爲0.428,爲順時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲321.8度(由正北起算,順時針爲正),約平行海岸。半長軸長度爲14.85 (cm/sec),半短軸長度爲3.34 (cm/sec)。第二能譜極端值頻率爲0.245 rad/hour (周期25.6小時)。其旋轉係數爲0.256,爲順時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲148.1度,約平行海岸。半長軸長度爲11.74 (cm/sec),半短軸長度爲1.53 (cm/sec)。第三能譜極端值頻率爲0.515 rad/hour (周期12.19小時)。其旋轉係數爲-0.114,爲逆時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲132.0度,約平行海岸。半長軸長度爲11.33 (cm/sec),半短軸長度爲0.65 (cm/sec)。

12月份(東北季風期)水深10米,儀器深8米時潮流之正頻率能譜、負頻率能譜、全能譜、旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸長度及半短軸長度各如圖4.9到圖4.10所示。主頻爲0.270 rad/hour (周期23.273小時)。其旋轉係數爲0.0117,爲順時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲124.1度(由正北起算,順時針爲正),約平行海岸。半長軸長度爲14.49 (cm/sec),半短軸長度爲0.085 (cm/sec)。第二能譜極端值頻率爲0.245 rad/hour (周期25.6小時)。其旋轉係數爲-0.217,爲逆時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲134.4度,約平行海岸。半長軸長度爲10.06 (cm/sec),半短軸長度爲1.11 (cm/sec)

。第三能譜極端值頻率爲0.515 rad/hour (周期12.19小時)。其旋轉係數爲0.0053,爲順時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲125.6度,約平行海岸。半長軸長度爲7.93 (cm/sec),半短軸長度爲0.021 (cm/sec)。

12月份(東北季風期)水深10米,儀器深2米時潮流之正頻率能譜、負頻率能譜、全能譜、旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸長度及半短軸長度各如圖4.11到圖4.12所示。主頻爲0.270 rad/hour (周期23.273小時)。其旋轉係數爲-.0784,爲逆時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲122.0度(由正北起算,順時針爲正),約平行海岸。半長軸長度爲18.72 (cm/sec),半短軸長度爲0.74 (cm/sec)。第二能譜極端值頻率爲0.245 rad/hour (周期25.6小時)。其旋轉係數爲-.128,爲逆時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲134.3度,約平行海岸。半長軸長度爲11.15 (cm/sec),半短軸長度爲0.72 (cm/sec)。第三能譜極端值頻率爲0.515 rad/hour (周期12.19小時)。其旋轉係數爲-.082,爲逆時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲127.1度,約平行海岸。半長軸長度爲9.52 (cm/sec),半短軸長度爲0.39 (cm/sec)。

12月份(東北季風期)水深20米,儀器深16米時潮流之正頻率能譜、負頻率能譜、全能譜、旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸長度及半短軸長度各如圖4.13到圖4.14所示。主頻爲0.270 rad/hour (周期23.273小時)。其旋轉係數爲.0805,爲順時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲130.5度(由正北起算,順時針爲正),約平行海岸。半長軸長度爲13.86 (cm/sec),半短軸長度爲0.56 (cm/sec)。第二能譜極端值頻率爲0.245 rad/hour (周期25.6小時)。其旋轉係數爲-.0283,爲逆時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲131.6度,約平行海岸。半長軸長度爲8.28 (cm/sec),半短軸長度爲0.12 (cm/sec)。第三能譜極端值頻率爲0.515 rad/hour (周期12.19小時)。其旋轉係數爲.0382,爲順時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲318.5度,約平行海岸。半長軸長度爲7.01 (cm/sec),半短軸長度爲0.13 (cm/sec)。

12月份(東北季風期)水深20米,儀器深4米時潮流之正頻率能譜、負

頻率能譜、全能譜、旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸長度及半短軸長度各如圖4.15到圖4.16所示。主頻爲0.270 rad/hour (周期23.273小時)。其旋轉係數爲.0943,爲順時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲136.1度(由正北起算,順時針爲正),約平行海岸。半長軸長度爲22.57 (cm/sec),半短軸長度爲1.07 (cm/sec)。橢圓運動如圖4.17所示。第二能譜極端值頻率爲0.245 rad/hour (周期25.6小時)。其旋轉係數爲.243,爲順時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲138.0度,約平行海岸。半長軸長度爲11.19 (cm/sec),半短軸長度爲1.38 (cm/sec)。第三能譜極端值頻率爲0.515 rad/hour (周期12.19小時)。其旋轉係數爲.0614,爲順時針方向旋轉之橢圓運動。長軸指向爲316.7度,約平行海岸。半長軸長度爲9.34 (cm/sec),半短軸長度爲0.29 (cm/sec)。

伍、 結 論

本文由高雄港現場實測海潮流流速資料中，分離出高雄港潮流流速主要組成成份。由這些潮流流速主要組成成份，經處理，可立即得到高雄港潮流東西向及南北向流速時間序列。

再以旋轉能譜法，對潮流流速資料加以分析，得到高雄港潮流特性資料。如高雄港潮流之正頻率能譜（反轉）、負頻率能譜（順轉）、全能譜、旋轉係數、橢圓長軸指向、長軸長度及短軸長度等等特性。

高雄港8月份（西南季風期）及12月份（東北季風期）潮流之上述特性已於本文描述。由分析得知，8月份及12月份潮流橢圓運動之長軸指向，均約平行海岸。主頻之橢圓長、短軸長度隨水深而遞減。8月份水深10米，儀器深8米時，主頻（周期23.273小時）之半長軸長度爲12.477 (cm/sec)，半短軸長度爲0.064 (cm/sec)。8月份水深10米，儀器深2米時，主頻（周期23.273小時）之橢圓半長軸長度爲15.5 (cm/sec)，半短軸長度爲0.66 (cm/sec)。8月份水深20米，儀器深16米時，主頻（周期23.273小時）之半長軸長度爲8.37 (cm/sec)，半短軸長度爲1.63 (cm/sec)。8月份水深20米，儀器深4米時，主頻（周期23.273小時）之半長軸長度爲14.85 (cm/sec)，半短軸長度爲3.34 (cm/sec)。

12月份水深10米，儀器深8米時，主頻（周期23.273小時）之半長軸長度爲14.49 (cm/sec)，半短軸長度爲0.085 (cm/sec)。12月份水深10米，儀器深2米時，主頻（周期23.273小時）之半長軸長度爲18.72 (cm/sec)，半短軸長度爲0.74 (cm/sec)。12月份水深20米，儀器深16米時，主頻（周期23.273小時）之半長軸長度爲13.86 (cm/sec)，半短軸長度爲0.56 (cm/sec)。12月份水深20米，儀器深4米時，主頻（周期23.273小時）之半長軸長度爲22.57 (cm/sec)，半短軸長度爲1.07 (cm/sec)。

參考文獻

1. Mooers, C.N.K. 1973 A technique for the Cross spectrum analysis of pairs of complex Valued time series, with emphasis on properties of polarized components and rotational invariants. Deep-sea Research, Vol. 20 , pp. 1129-1141.

2. Gonella,J. 1972 A rotary-component method for analyzing meteorological and Oceanographic Vector time series Deep-sea Research. Vol. 19, pp.833-846

3. 朱祖佑、連三郎、侯永昌 1978 台灣海峽近岸海流之研究,國立台灣大學海洋研究所專刊第16號。

4. 黃煌煇、張金機 1993 高雄海域海氣象調查研究,國立成功大學台南水工試驗所研究試驗報告第140號。

表 3.1　高雄港海潮流按月區分資料

序號	檔案名稱	水深（公尺）	儀器深（公尺）	起迄時間
1	KS01C001.1HM	10	8	1992 01/17 1300 - 1992 01/31 2300
2	KS01C002.1HM	10	2	1992 01/17 1300 - 1992 01/31 2300
3	KS01C003.1HM	20	16	1992 01/17 1300 - 1992 01/31 2300
4	KS01C004.1HM	20	4	1992 01/17 1300 - 1992 01/31 2300
1	KS03C001.1HM	10	8	1992 03/01 0000 - 1992 03/17 1000
2	KS03C002.1HM	10	2	1992 03/01 0000 - 1992 03/17 1000
3	KS03C003.1HM	20	16	1992 03/01 0000 - 1992 03/17 1000
4	KS03C004.1HM	20	4	1992 03/01 0000 - 1992 03/17 1000
1	KS04C001.1HM	10	8	1992 04/08 1100 - 1992 04/25 2100
2	KS04C002.1HM	10	2	1992 04/08 1100 - 1992 04/25 2100
3	KS04C003.1HM	20	16	1992 04/08 1100 - 1992 04/25 2100
4	KS04C004.1HM	20	4	1992 04/08 1100 - 1992 04/25 2100
5	KS05C005.1HM	10	8	1992 05/13 1100 - 1992 05/28 1000
6	KS05C006.1HM	10	2	1992 05/13 1100 - 1992 05/28 1000
7	KS05C007.1HM	20	16	1992 05/13 1100 - 1992 05/28 1000
8	KS05C008.1HM	20	4	1992 05/13 1100 - 1992 05/28 1000
5	KS06C005.1HM	10	8	1992 06/12 1200 - 1992 06/25 1100
6	KS06C006.1HM	10	2	1992 06/12 1200 - 1992 06/25 1100
7	KS06C007.1HM	20	16	1992 06/12 1200 - 1992 06/25 1100
8	KS06C008.1HM	20	4	1992 06/12 1200 - 1992 06/25 1100
1	KS07C001.1HM	10	8	1992 07/10 1200 - 1992 07/23 1000
2	KS07C002.1HM	10	2	1992 07/10 1200 - 1992 07/23 1000
3	KS07C003.1HM	20	16	1992 07/10 1200 - 1992 07/23 1000
4	KS07C004.1HM	20	4	1992 07/10 1200 - 1992 07/23 1000
1	KS08C001.1HM	10	8	1992 08/14 1100 - 1992 08/26 1000

2	KS08C002.1HM	10	2	1992 08/14 1100 - 1992 08/26 1000
3	KS08C003.1HM	20	16	1992 08/14 1100 - 1992 08/26 1000
4	KS08C004.1HM	20	4	1992 08/14 1100 - 1992 08/26 1000
1	KS10C001.1HM	10	8	1992 10/08 1100 - 1992 10/21 1000
2	KS10C002.1HM	10	2	1992 10/08 1100 - 1992 10/21 1000
3	KS10C003.1HM	20	16	1992 10/08 1100 - 1992 10/21 1000
4	KS10C004.1HM	20	4	1992 10/08 1100 - 1992 10/21 1000
1	KS11C001.1HM	10	8	1992 11/04 1100 - 1992 11/19 1000
2	KS11C002.1HM	10	2	1992 11/04 1100 - 1992 11/19 1000
3	KS11C003.1HM	20	16	1992 11/04 1100 - 1992 11/19 1000
4	KS11C004.1HM	20	4	1992 11/04 1100 - 1992 11/19 1000
5	KS12C005.1HM	10	8	1992 12/17 1000 - 1992 12/31 2300
6	KS12C006.1HM	10	2	1992 12/17 1000 - 1992 12/31 2300
7	KS12C007.1HM	20	16	1992 12/17 1000 - 1992 12/31 2300
8	KS12C008.1HM	20	4	1992 12/17 1000 - 1992 12/31 2300

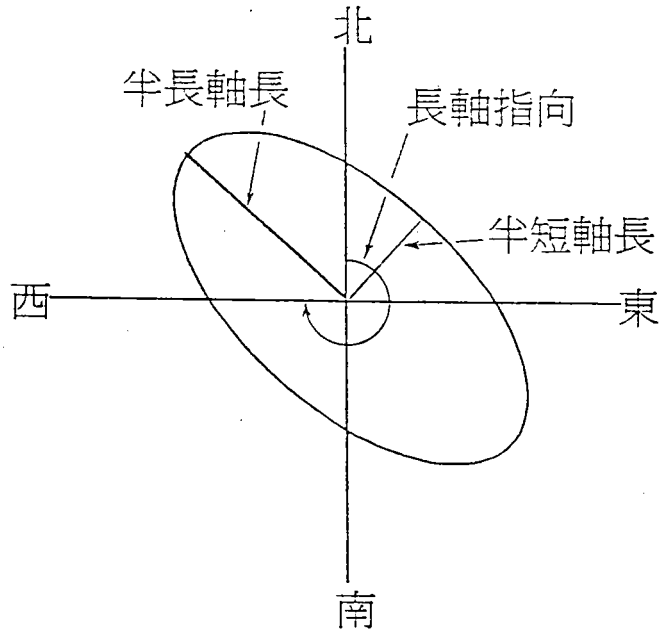


圖2.1　橢圓特性定義

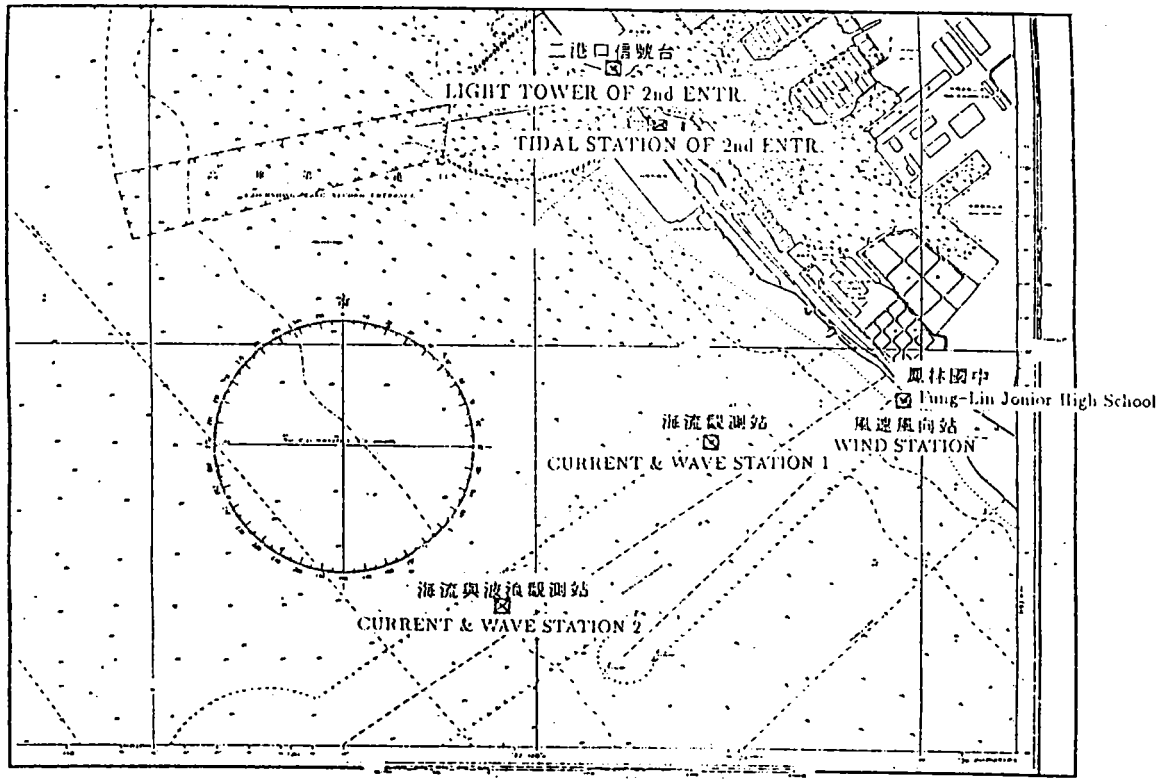


圖3.1　高雄港海潮流流速觀測站

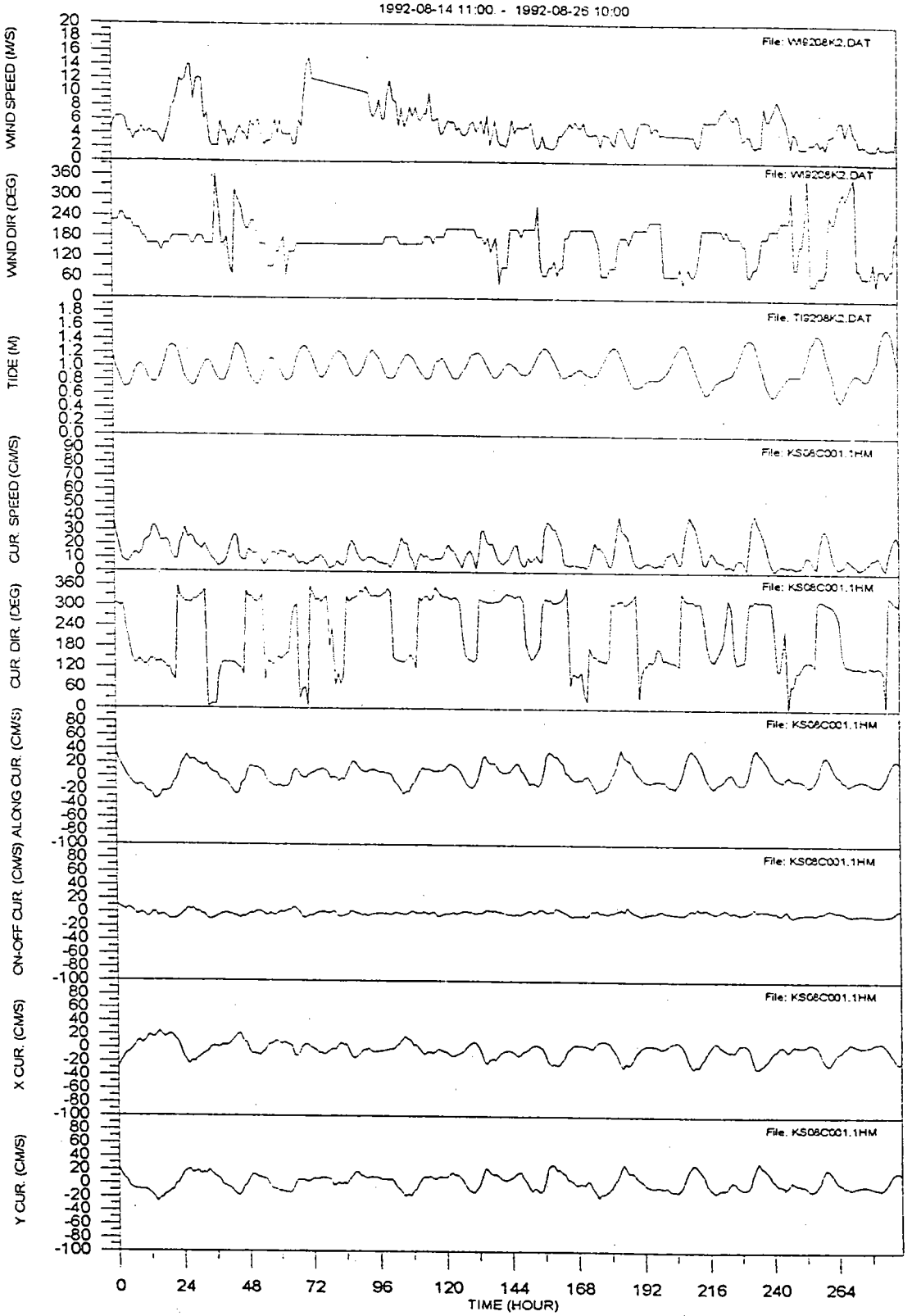


圖3.2　高雄港8月份水深10米,儀器深8米時,海潮流,風,潮汐之時間序列

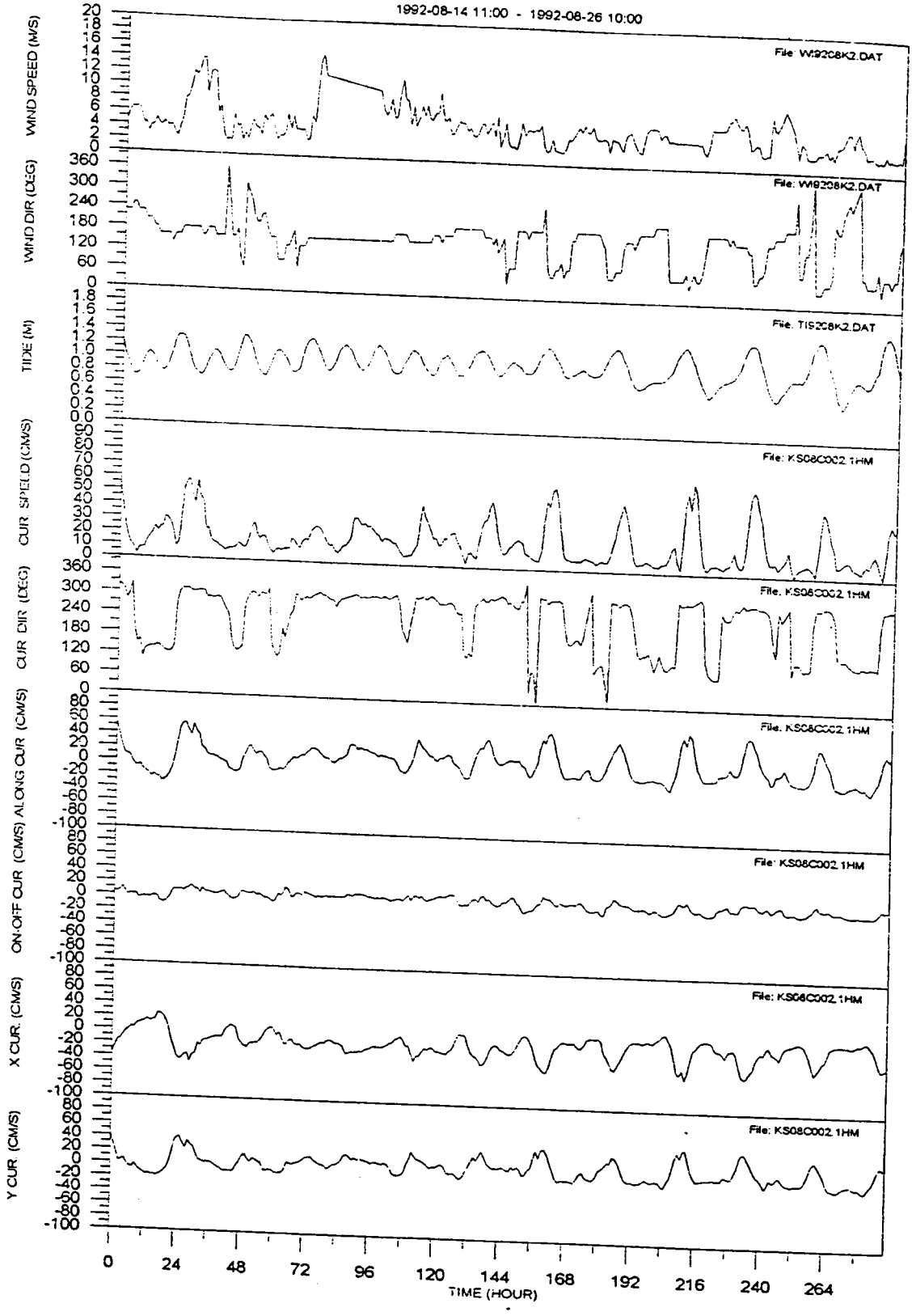


圖3.3 高雄港8月份水深10米,儀器深2米時,海潮流,風,潮汐之時間序列

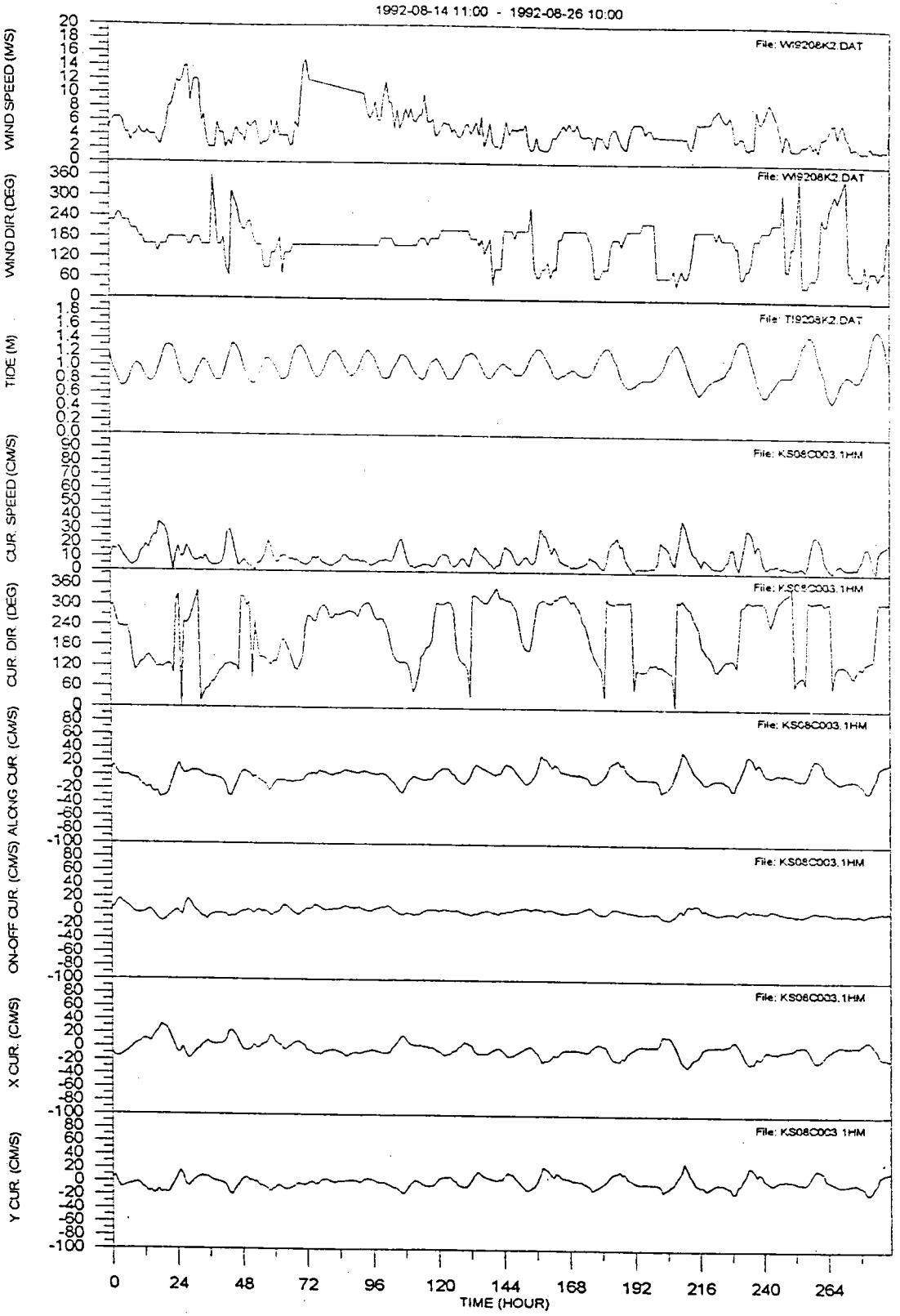


圖3.4　高雄港8月份水深20米，儀器深16米時，海潮流，風，潮汐之時間序列

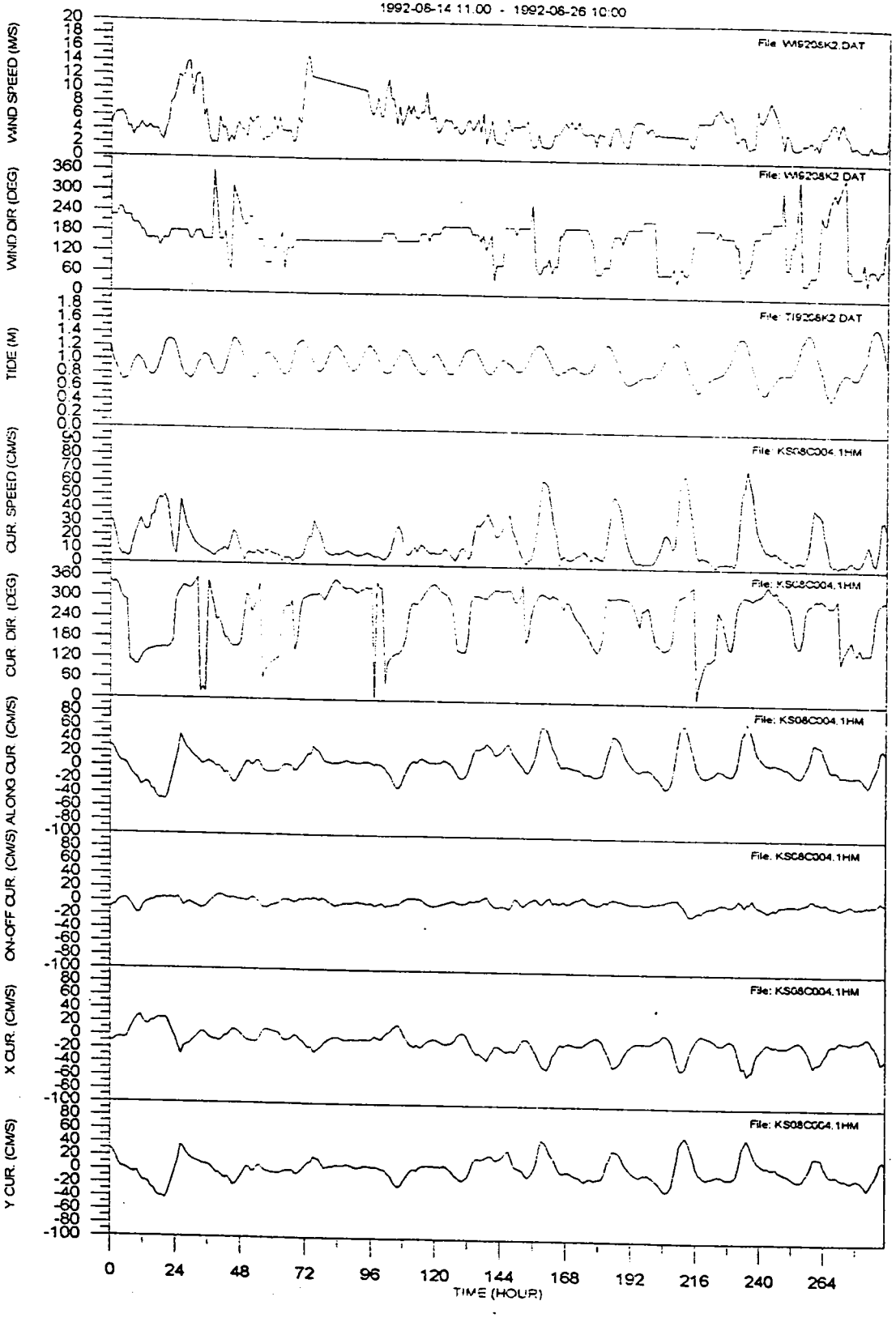


圖3.5 高雄港8月份水深20米，儀器深4米時，海潮流，風，潮汐之時間序列

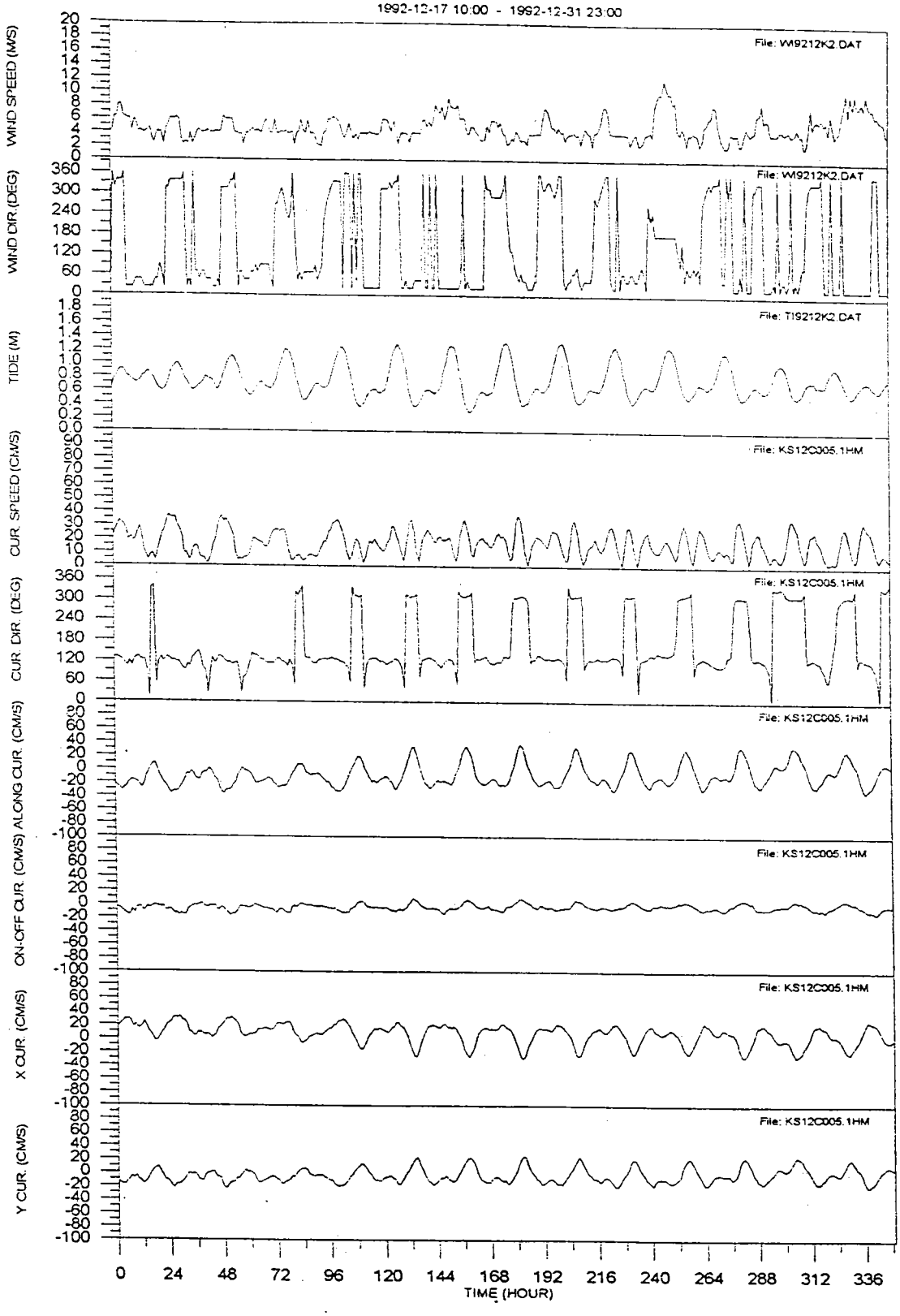


圖3.6　高雄港12月份水深10米，儀器深8米時，海潮流，風，潮汐之時間序列

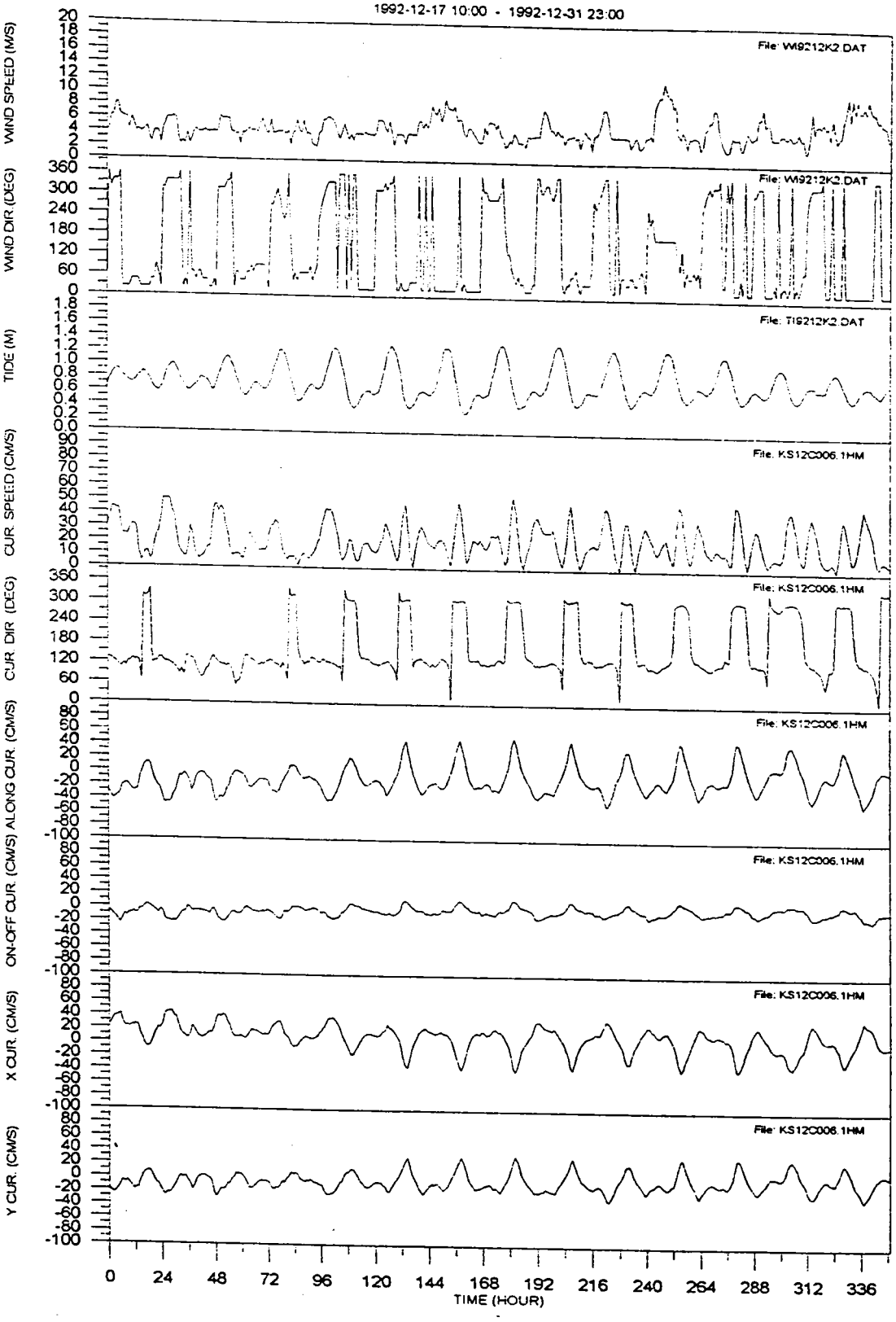


圖3.7　高雄港12月份水深10米，儀器深2米時，海潮流，風，潮汐之時間序列

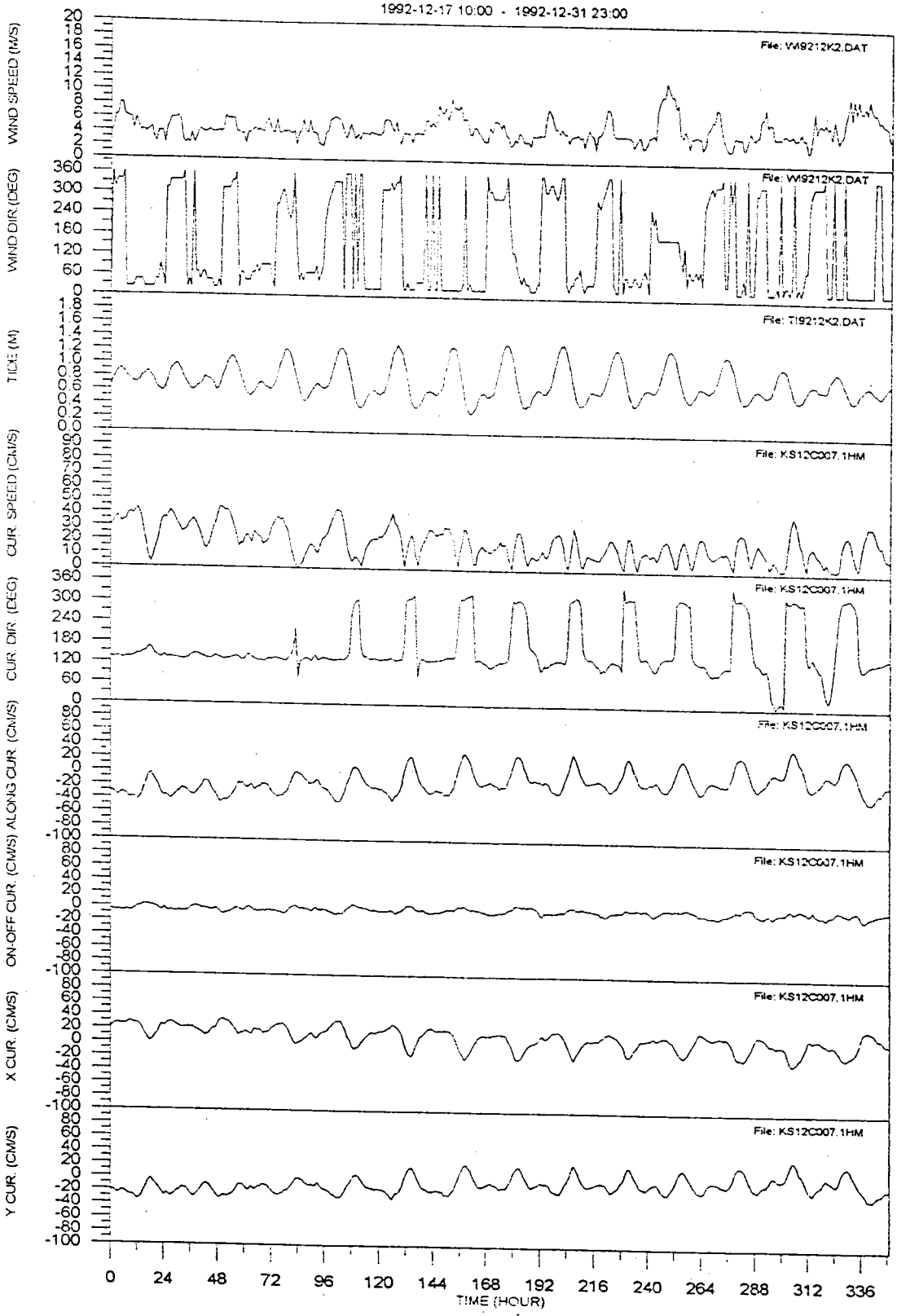


圖3.8　高雄港12月份水深20米，儀器深16米時，海潮流，風，潮汐之時間序列

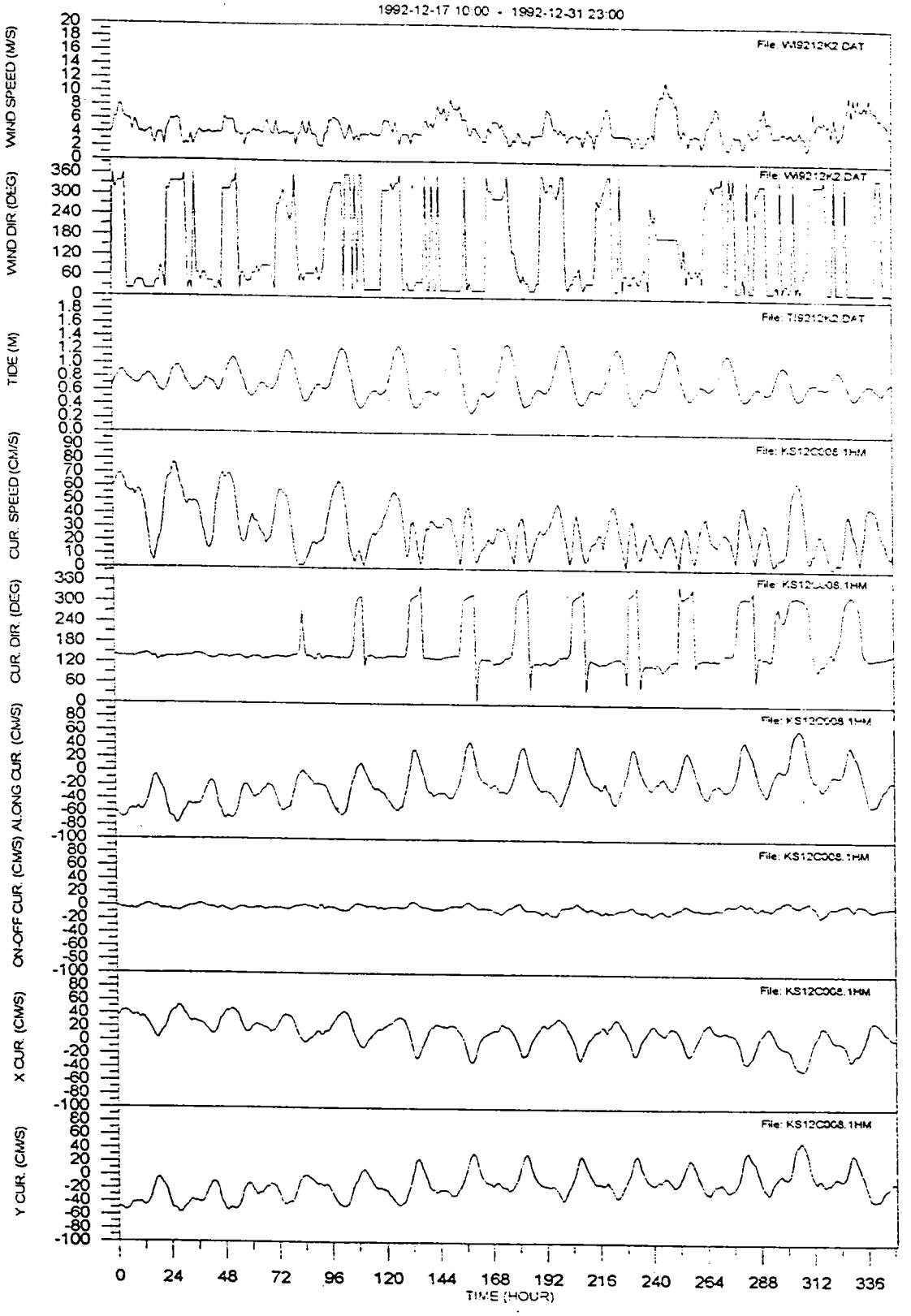


圖3.9　高雄港12月份水深20米，儀器深4米時，海潮流，風，潮汐之時間序列

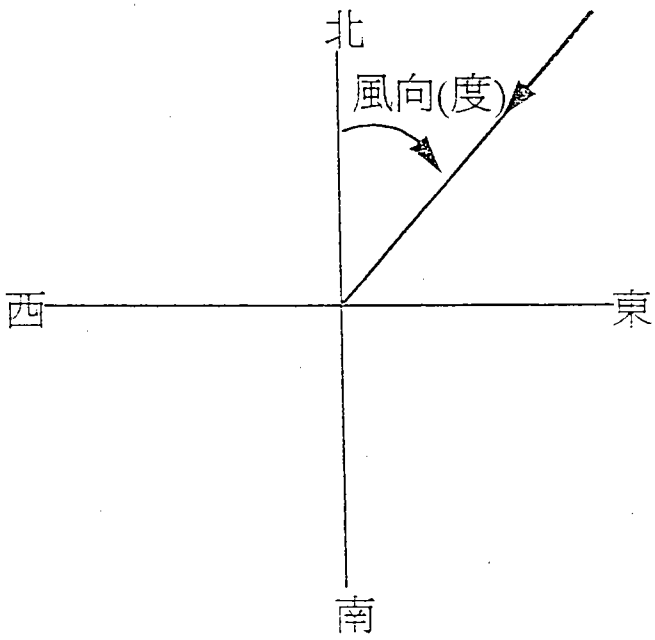


圖3.10　風向

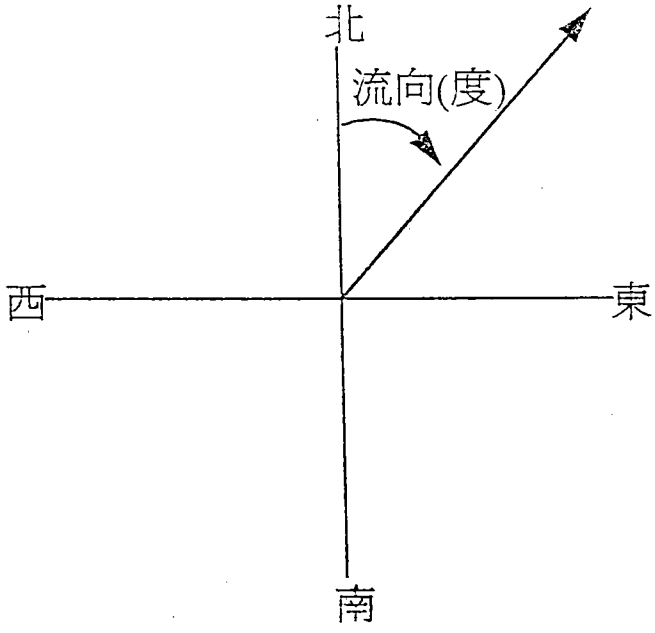


圖3.11　海潮流流向

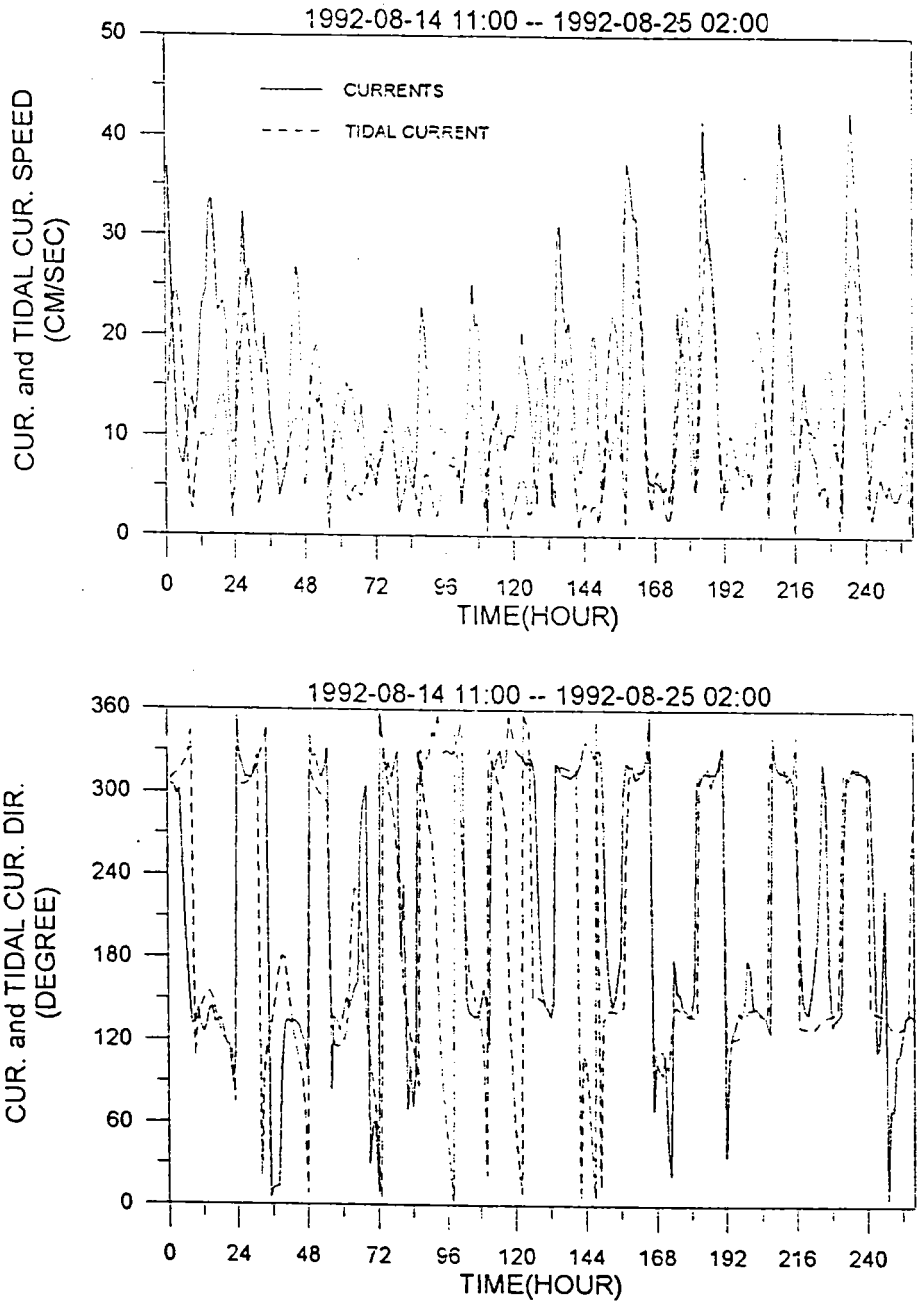


圖3.12　海潮流與潮流流速及流向對照

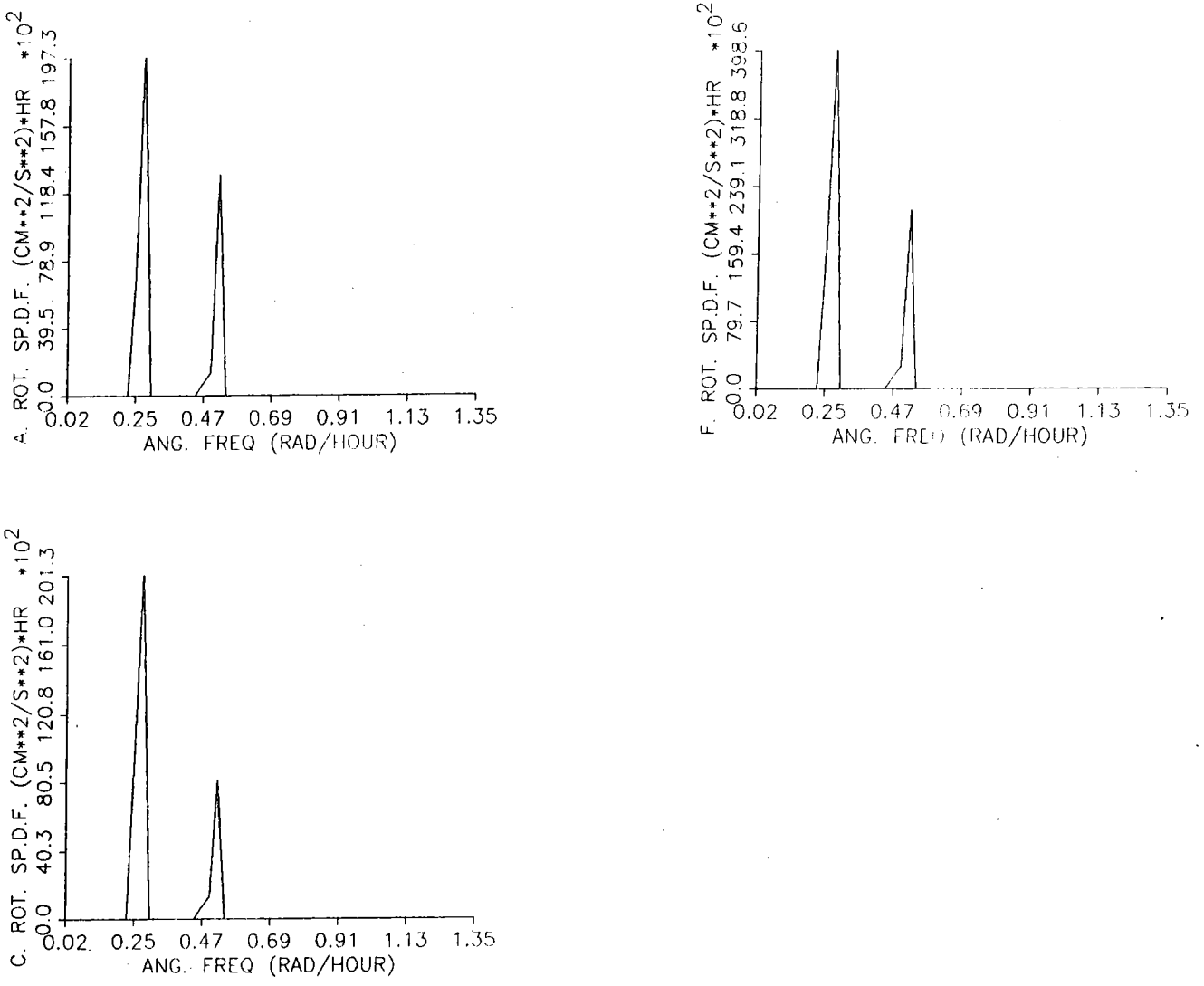


圖4.1　高雄港8月份水深10米,儀器深8米時,潮流之正頻率能譜(反轉)、負頻率能譜(順轉)、全能譜

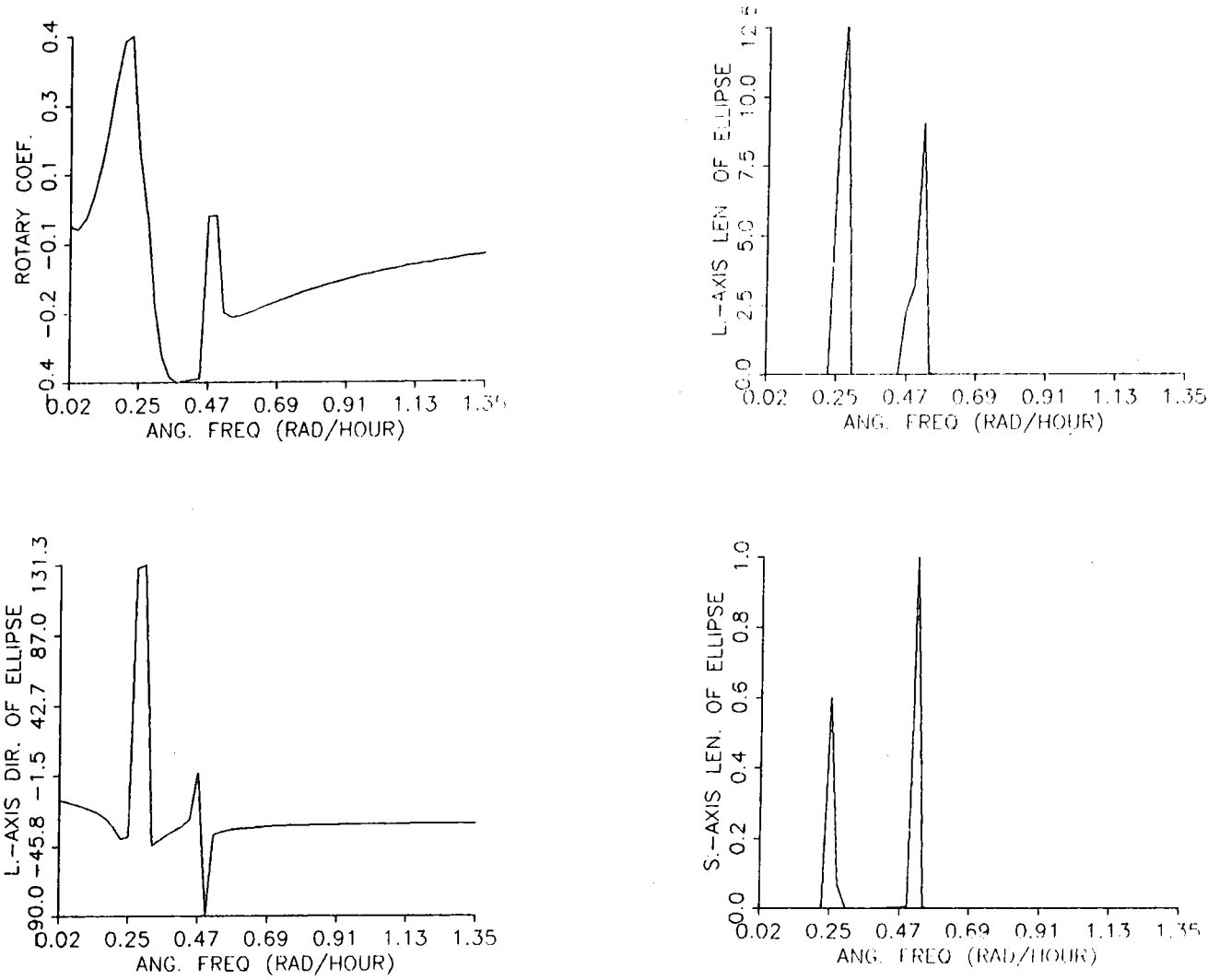
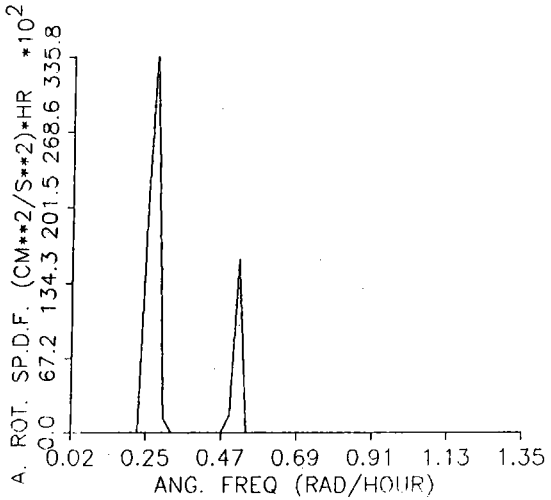
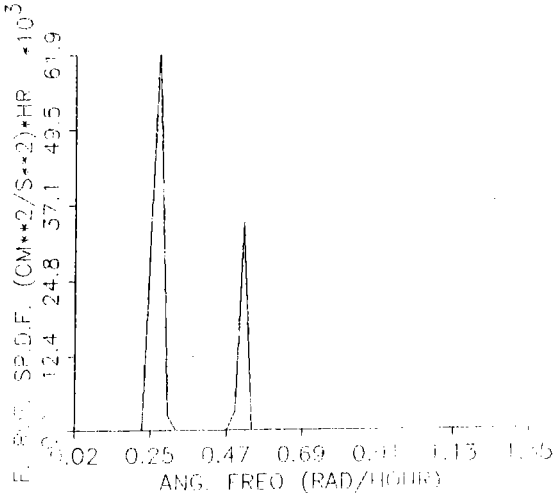


圖4.2　高雄港8月份水深10米，儀器深8米時，潮流之旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸及半短軸長度





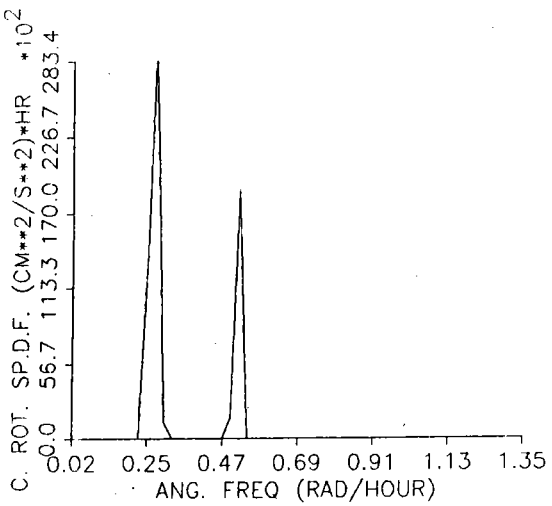


圖4.3　高雄港8月份水深10米,儀器深2米時,潮流之正頻率能譜、負頻率能譜、全能譜

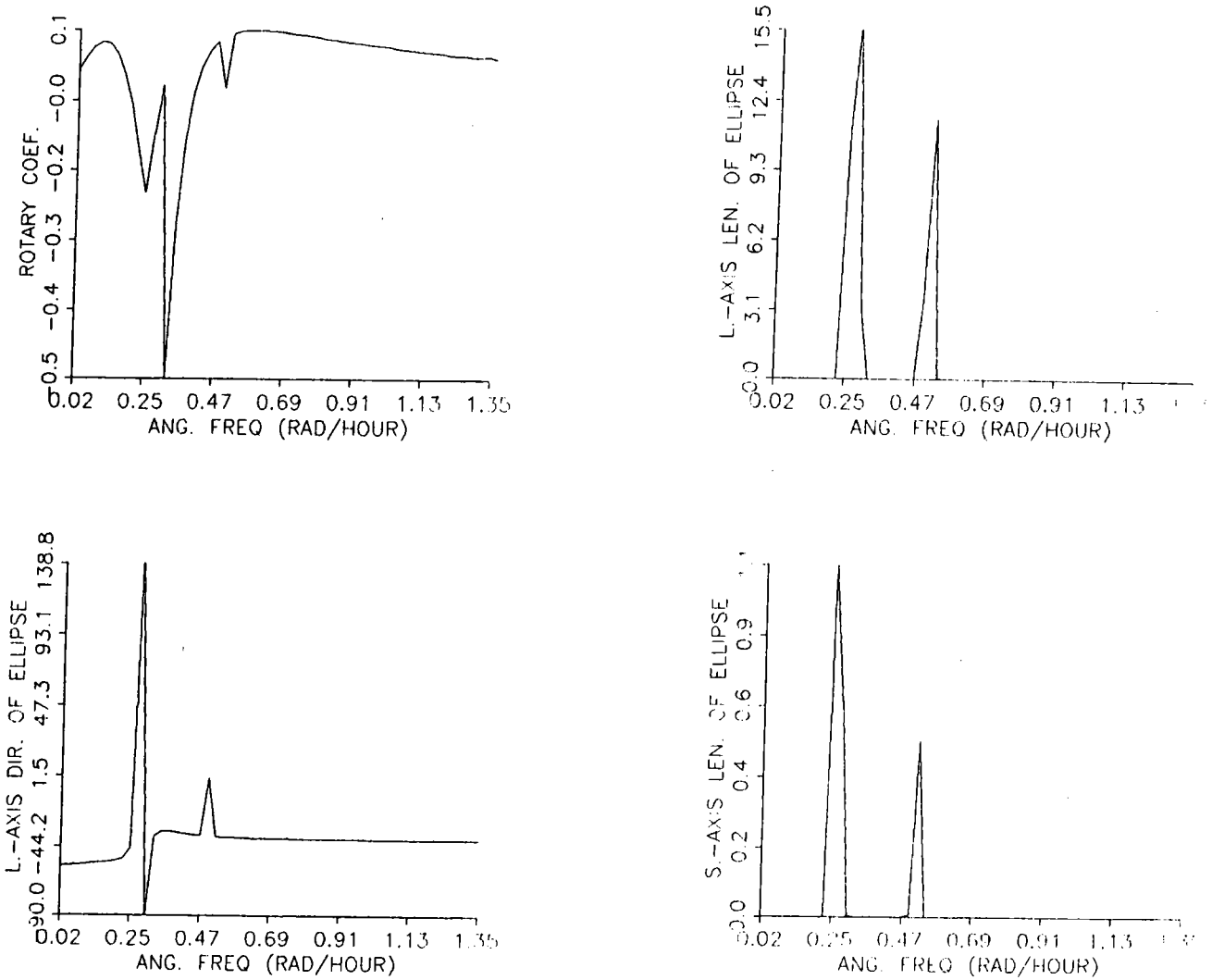


圖4.4　高雄港8月份水深10米,儀器深2米時,潮流之旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸及半短軸長度

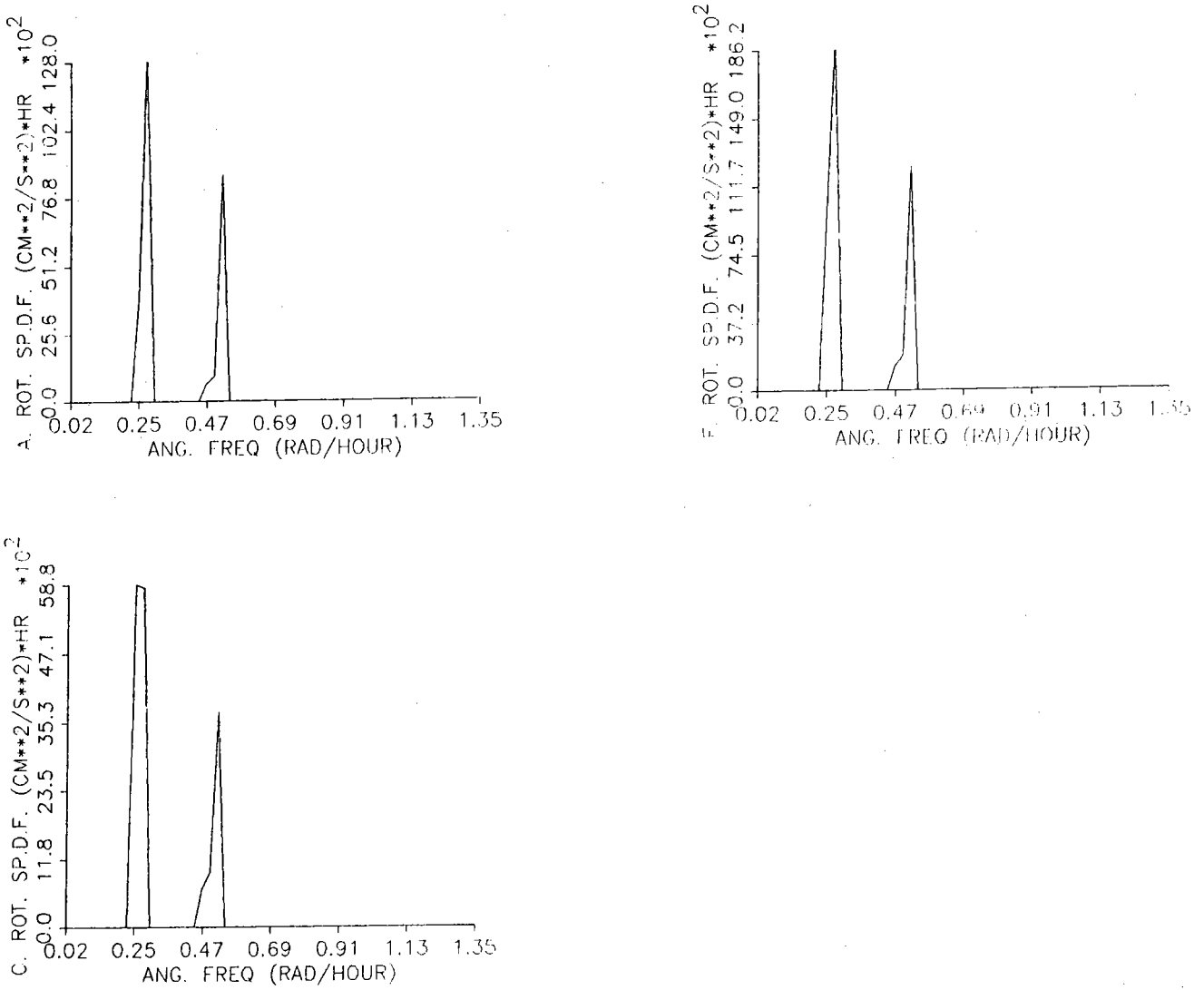


圖4.5　高雄港8月份水深20米，儀器深16米時，潮流之正頻率能譜、負頻率能譜、全能譜

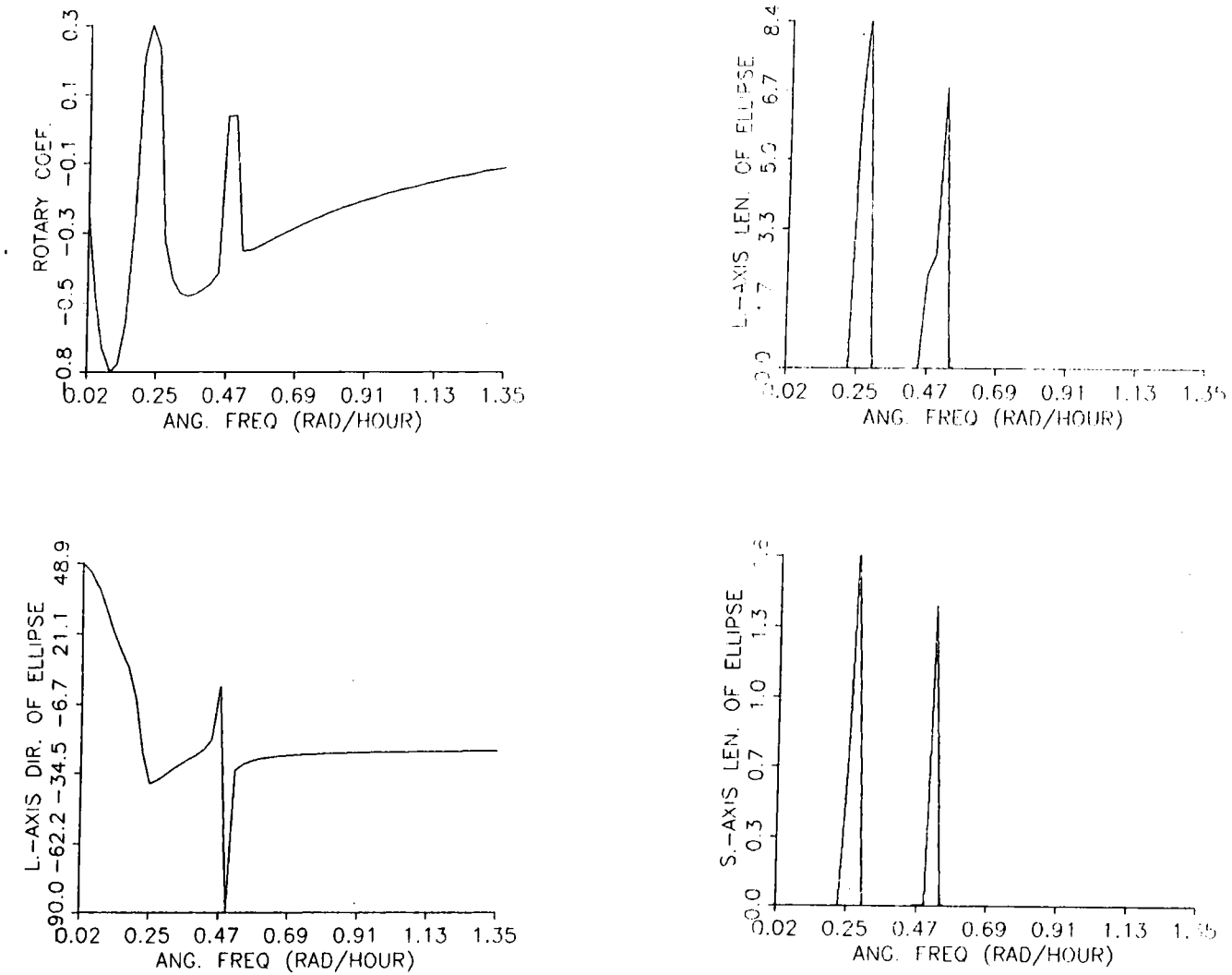
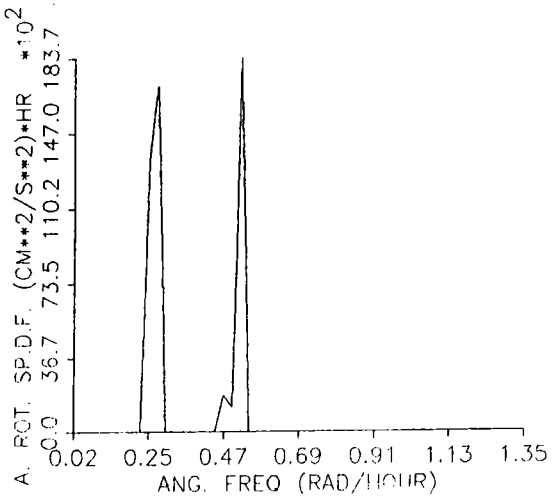
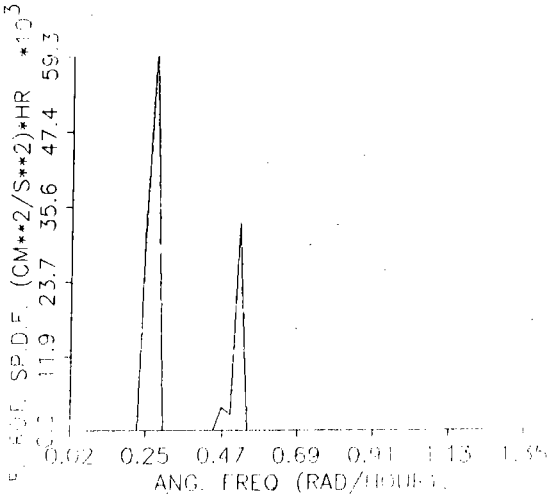


圖4.6　高雄港8月份水深20米，儀器深16米時，潮流之旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸及半短軸長度





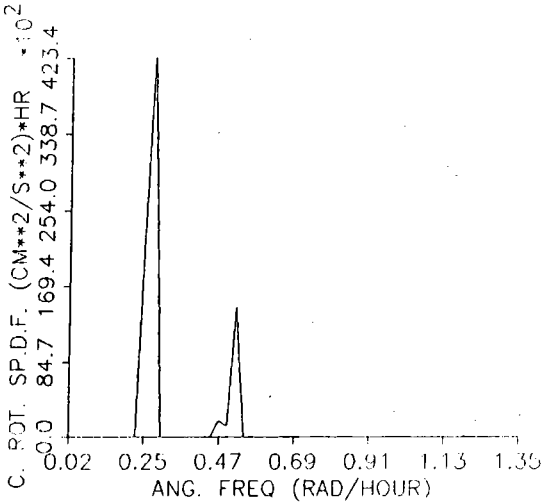


圖4.7　高雄港8月份水深20米,儀器深4米時,潮流之正頻率能譜、負頻率能譜、全能譜

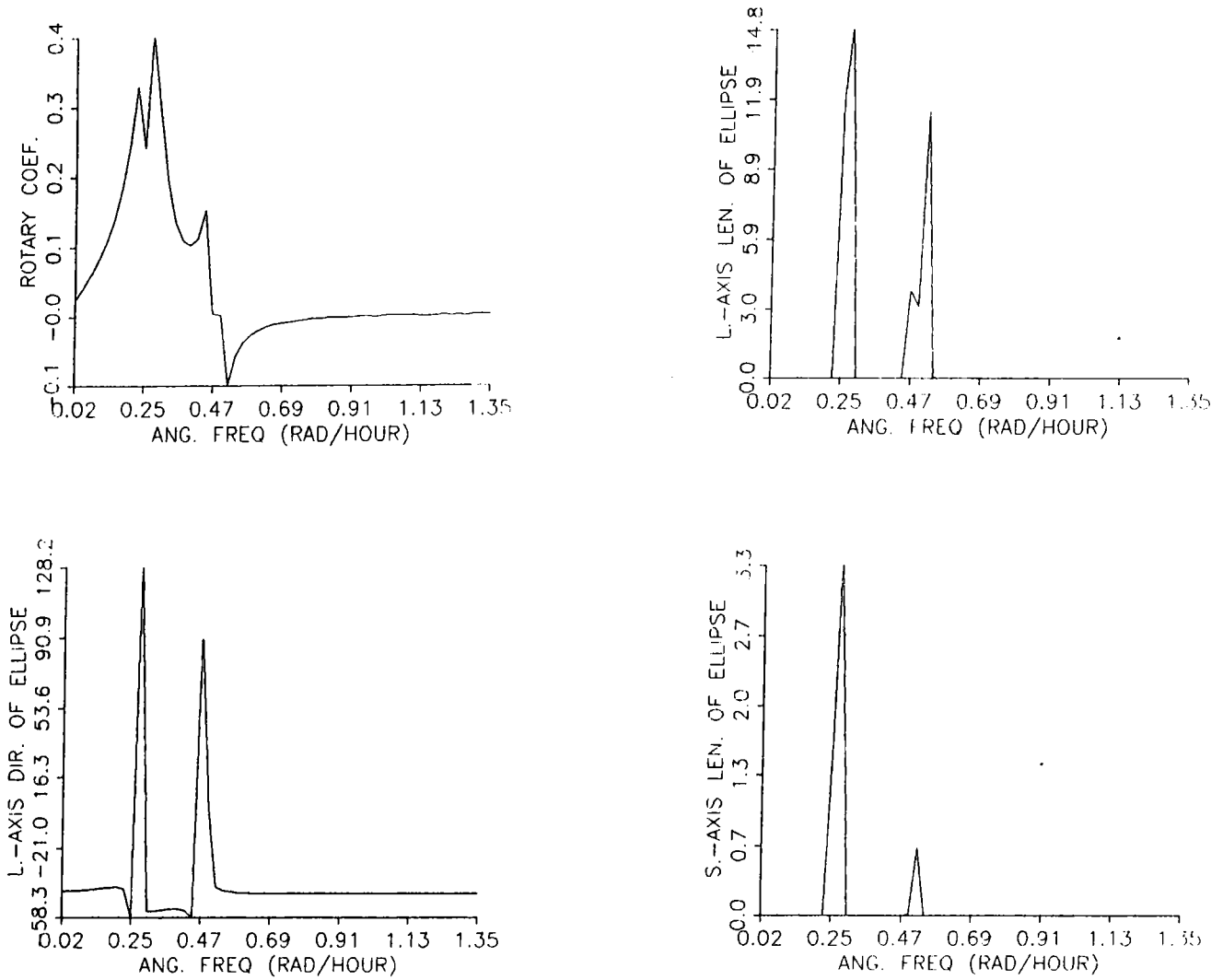
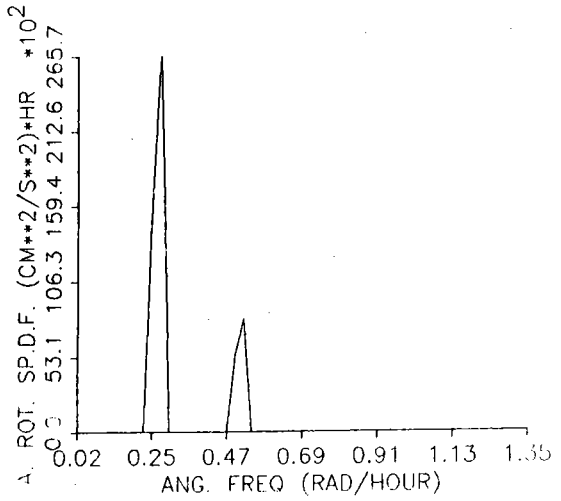
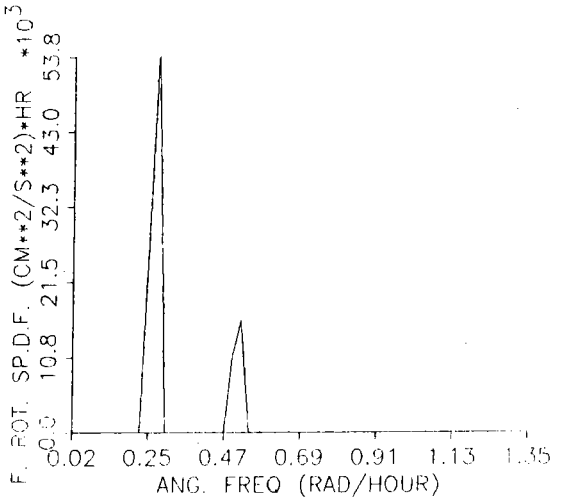


圖4.8　高雄港8月份水深20米,儀器深4米時,潮流之旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸及半短軸長度





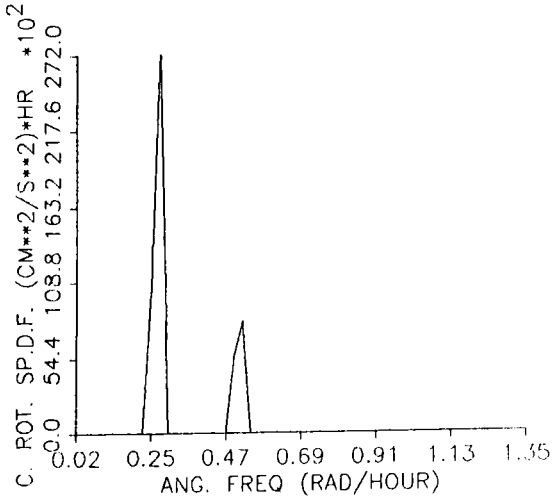


圖4.9　高雄港12月份水深10米，儀器深8米時，潮流之正頻率能譜、負頻率能譜、全能譜

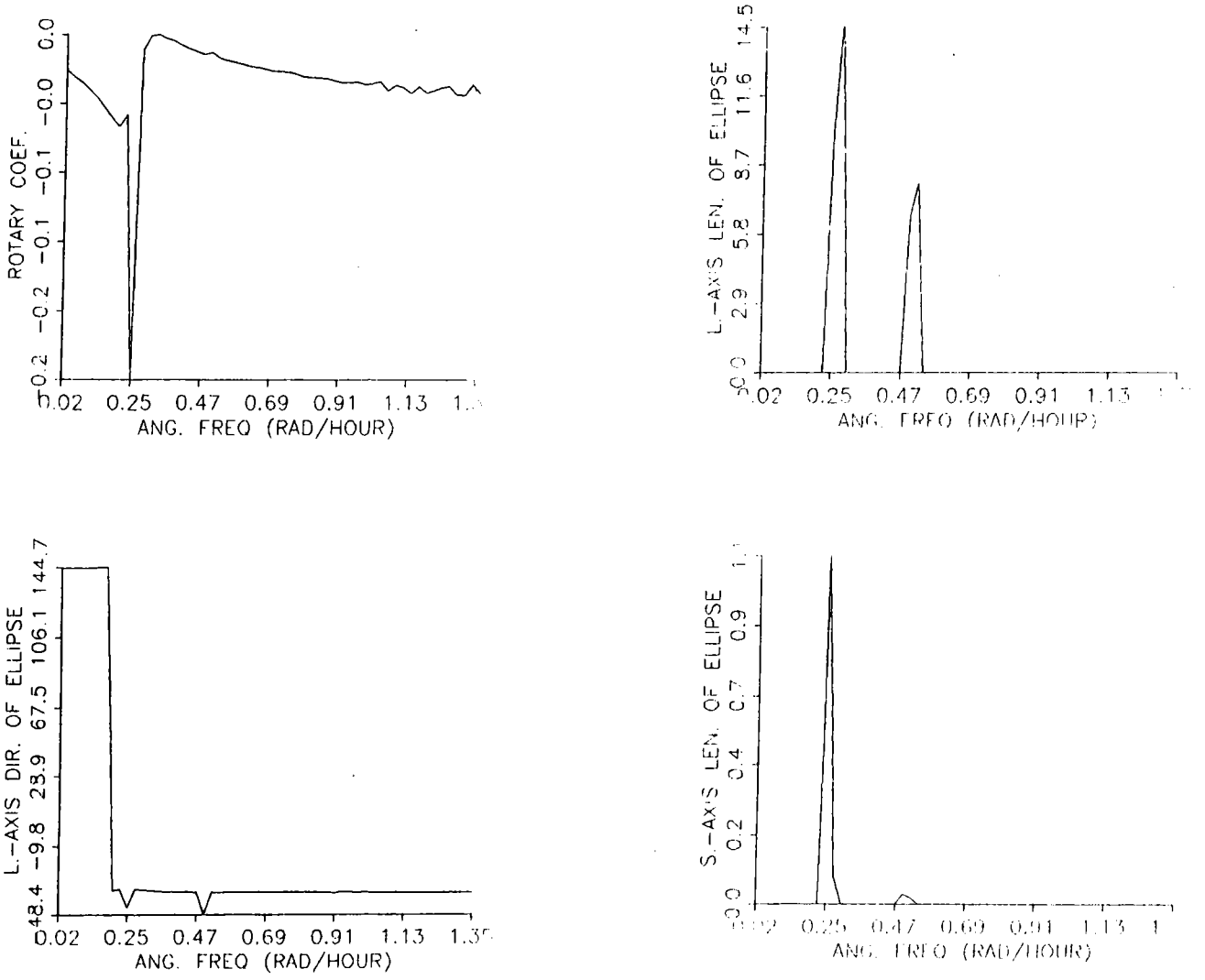


圖4.10　高雄港12月份水深10米，儀器深8米時，潮流之旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸及半短軸長度

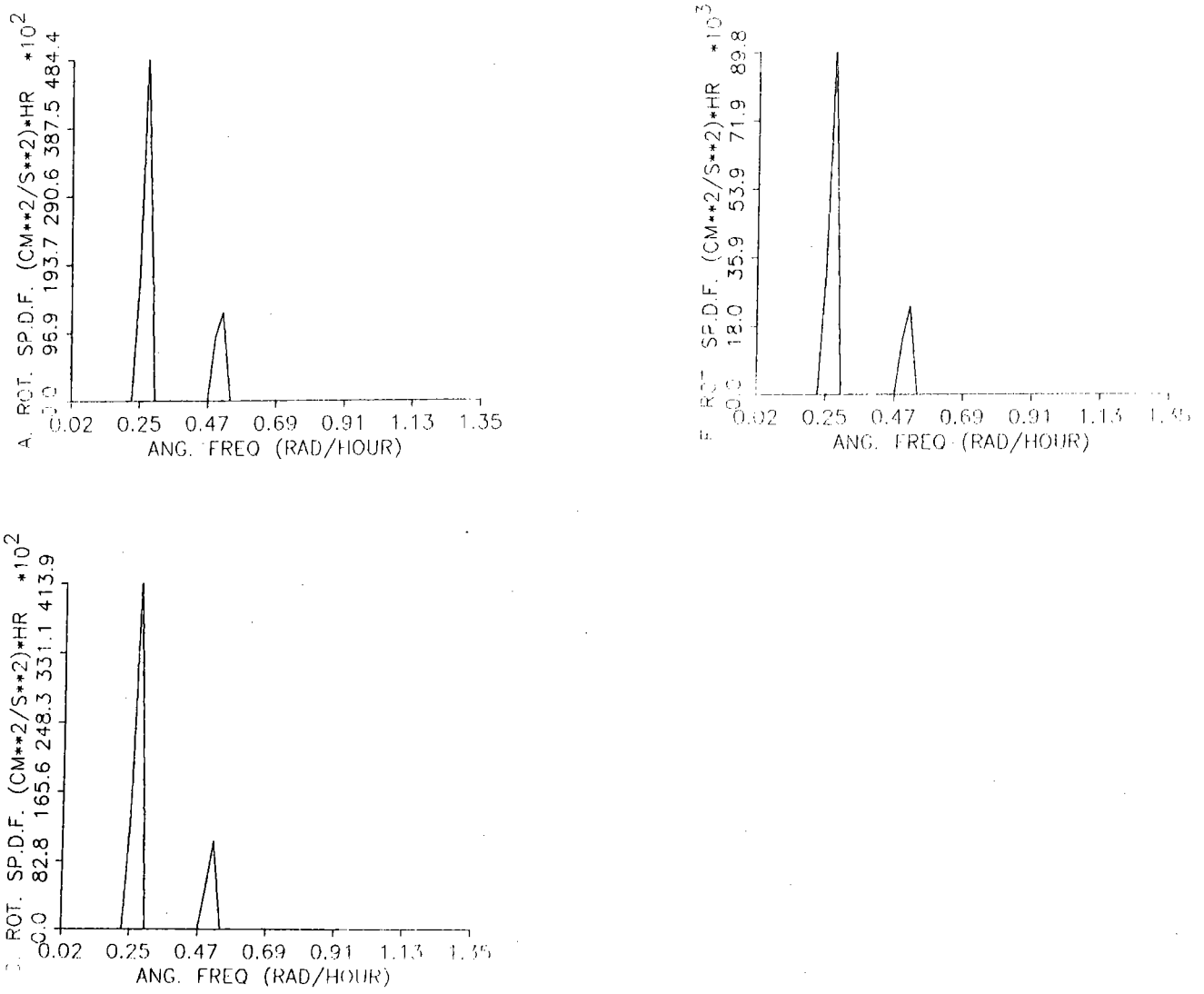


圖4.11　高雄港12月份水深10米，儀器深2米時，潮流之正頻率能譜、負頻率能譜、全能譜

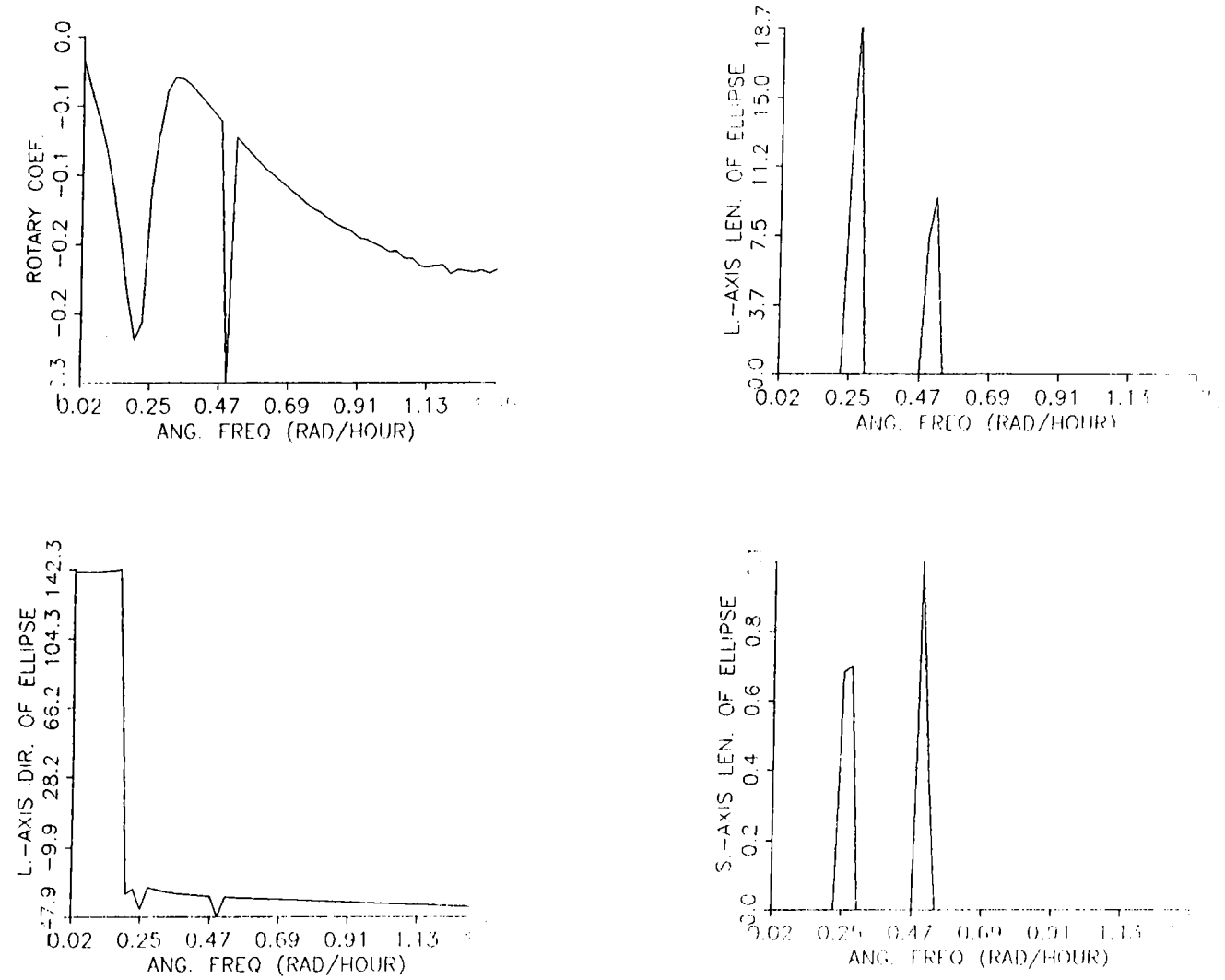


圖4.12　高雄港12月份水深10米,儀器深2米時,潮流之旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸及半短軸長度

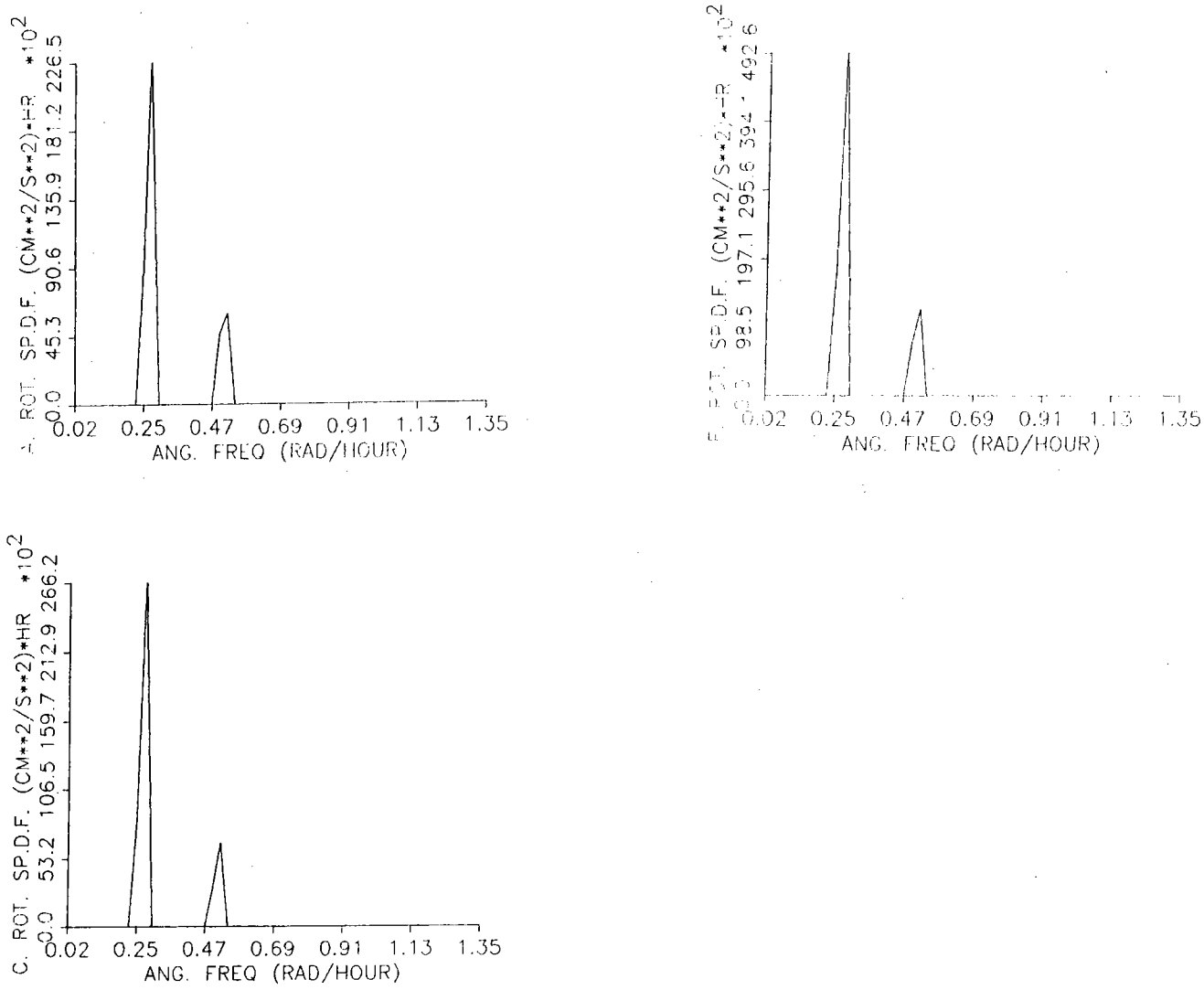


圖4.13　高雄港12月份水深20米,儀器深16米時,潮流之正頻率能譜、負頻率能譜、全能譜

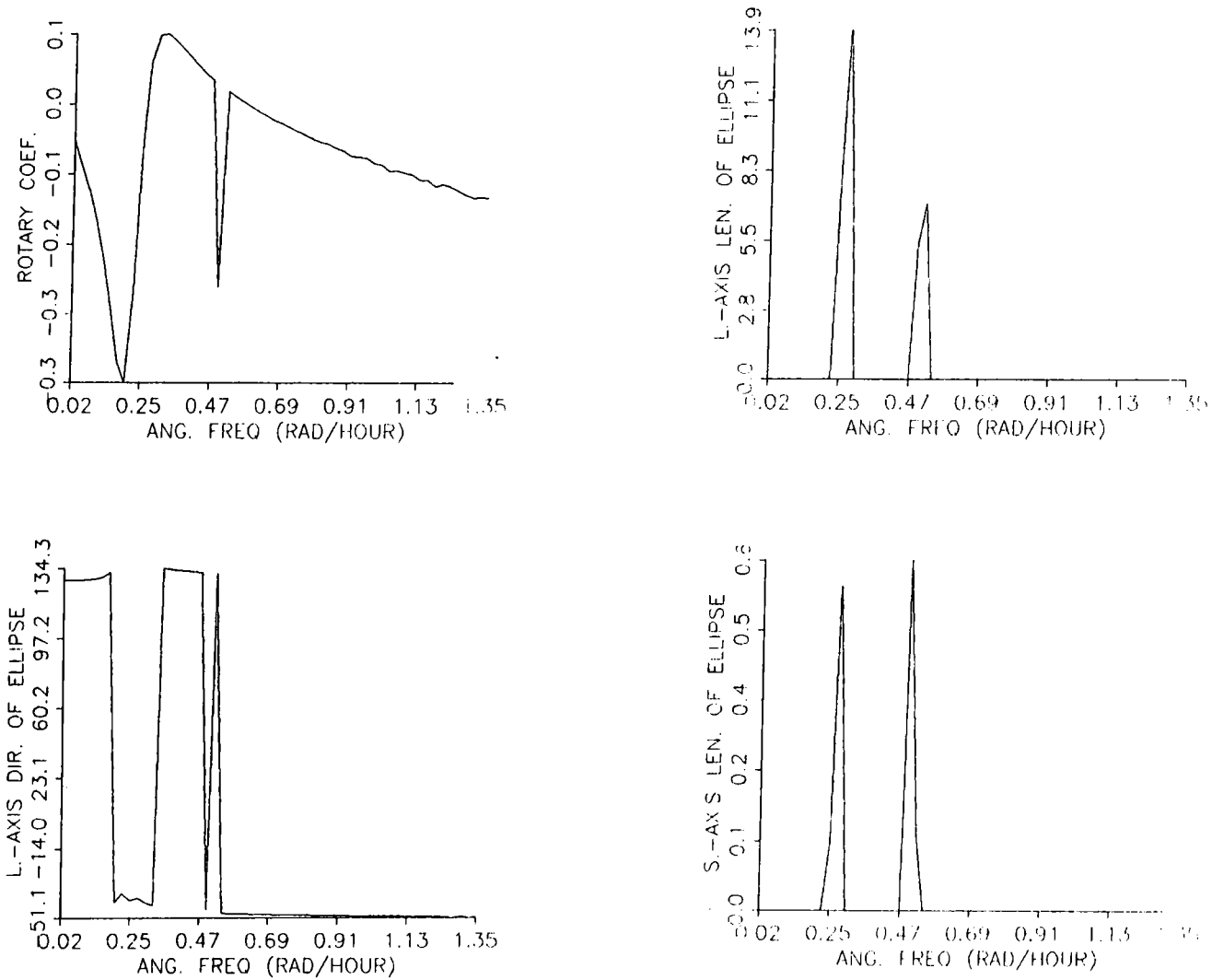


圖4.14　高雄港12月份水深20米,儀器深16米時,潮流之旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸及半短軸長度

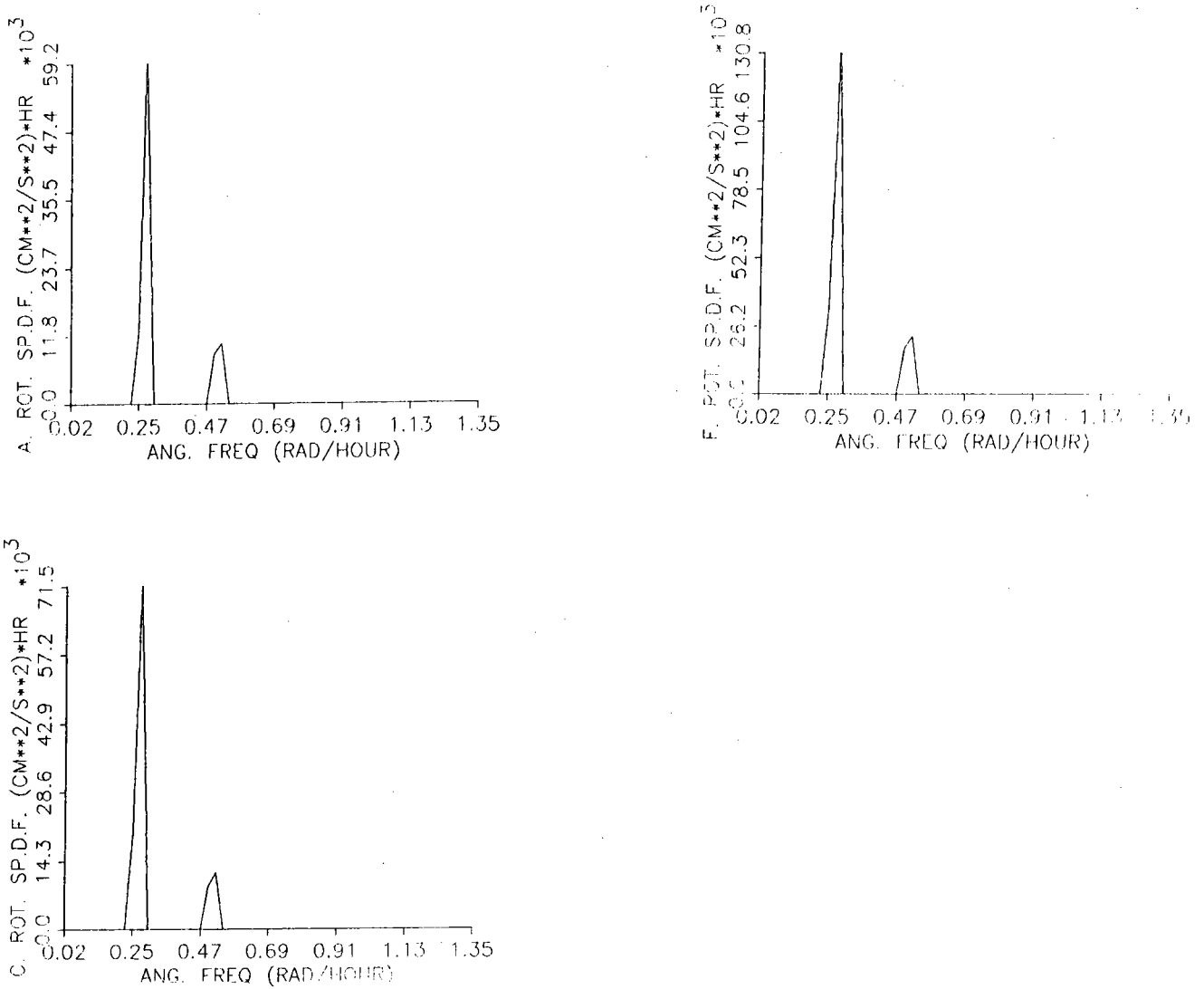


圖4.15　高雄港12月份水深20米，儀器深4米時，潮流之正頻率能譜、負頻率能譜、全能譜

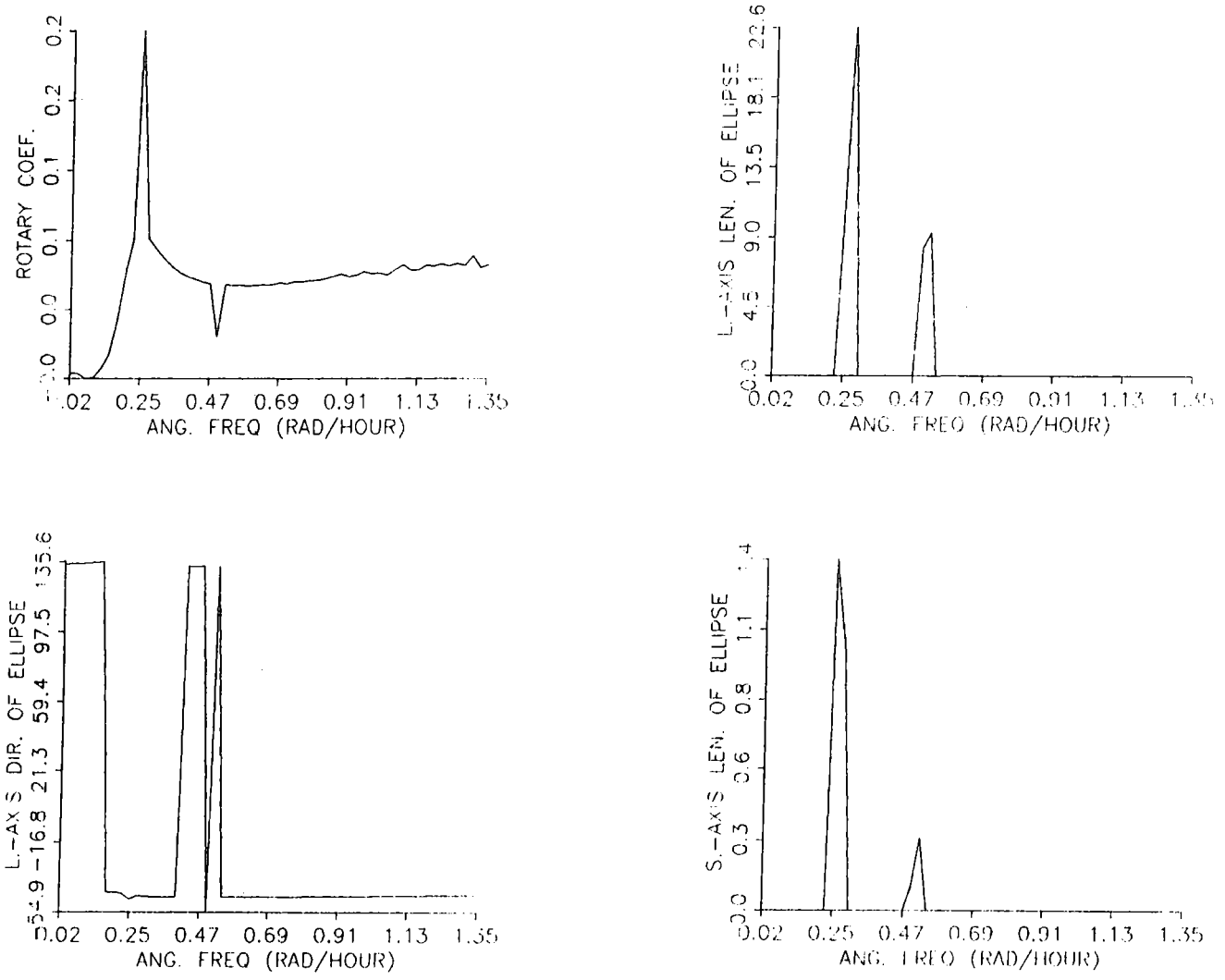


圖4.16　高雄港12月份水深20米，儀器深4米時，潮流之旋轉係數、橢圓長軸指向、半長軸及半短軸長度

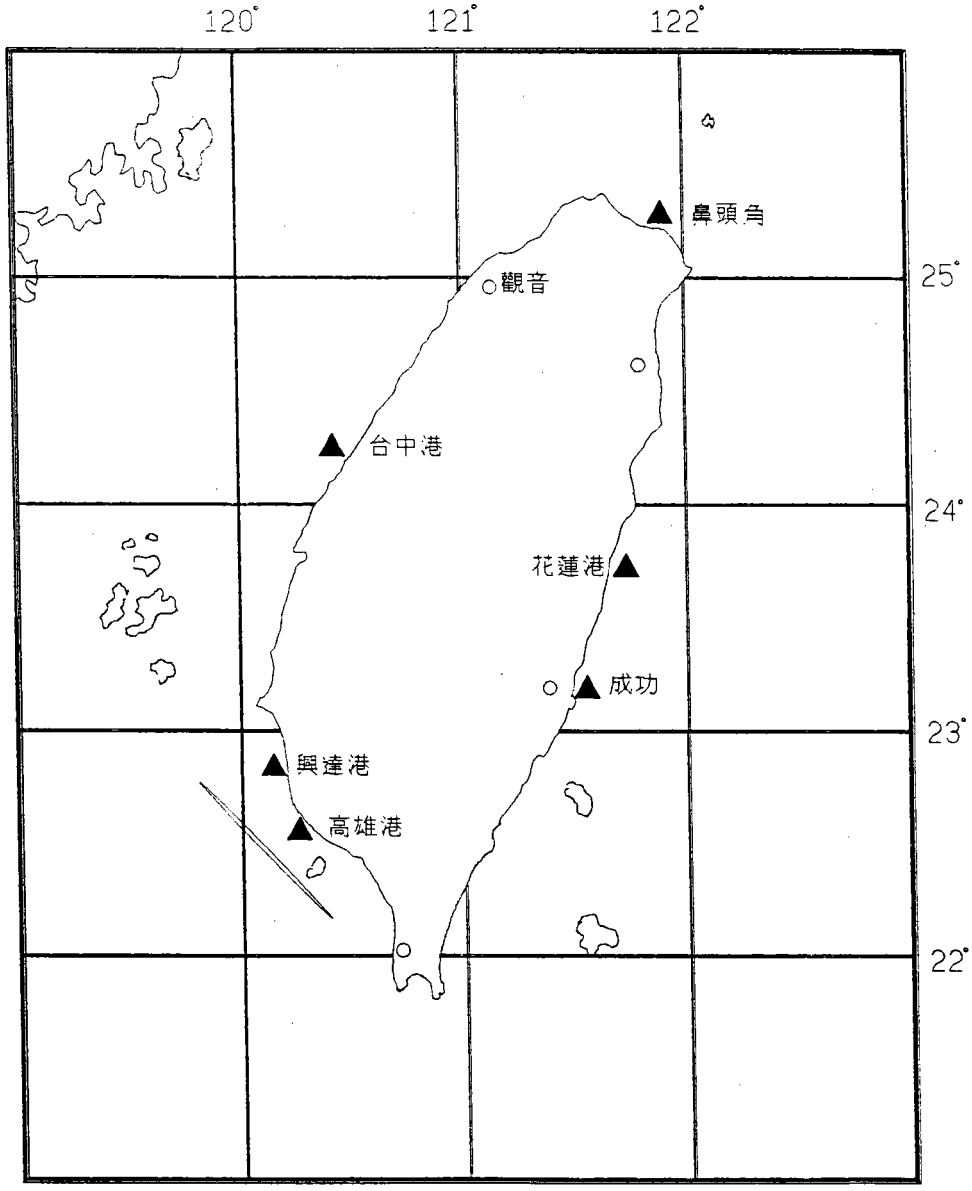


圖4.17　高雄港12月份水深20米，儀器深4米時，潮流之橢圓運動

84 - 研（二）- 4

台灣近岸海域波浪頻譜特性之研究

台灣省政府交通處
港灣技術研究所

台中　梧棲

中華民國八十四年六月

台灣近岸海域波浪頻譜特性之研究

執行單位 ： 海岸工程組
研究顧問 ： 郭一羽 交通大學土木工程研究所教授
計畫主持人：邱永芳 研究員

台灣近岸海域波浪頻譜特性之研究

摘要

當波浪自深水進入淺水時，波浪之力學機構變得比較複雜，而其波譜形狀也不像深水波一樣具有一個較固定的形狀。因此本文擬於實驗室利用不規則造波機，以不同水深、不同造波條件，進行不規則造波試驗以決定淺水波譜的形狀的經驗表示式。對於波譜形狀的決定，本文係以Pierson—Moskwoitz通用型標準波譜改變其波譜形狀參數來描述實驗之淺水波譜形狀。由實驗結果證明淺水波譜形狀參數只與相對水深有關。相對水深界於0.3至0.05之間，由二階係數可知主頻處爲線性波；非線性波出現在二倍主頻處，其非線性量約佔線性量的15% 以內，但由於此處能量很小，故非線性的影響應是可以忽略的。相對水深小於0.05時，波譜形狀分裂成雙峰型，由二階係數可知分裂時在高頻處所產生第二尖峰的成分波仍是線性波。且隨著波浪的進行，波譜會漸漸地變成單一波峰型波譜，但主頻略往高頻處移動，非線性量會逐漸的減少。

再由本次實驗結果亦可知，波浪進入淺水時其波譜形狀逐漸變緩，能量分佈變廣，但由本文之實驗結果發現底床摩擦、非線性效應並不是造成波譜形狀變緩的原因，其原因仍有待繼續研究與探討。

A Study for The Characteristics of Wave Spectral in Nearshore at Taiwan Coastal

ABSTRACT

Spectral analysis is a useful method for describing the random waves.Due to the complexity of wave mechanism, it is likely to lack of standard form for shallow water wave. In this study, we use the laboratory wave data obtained in different wave conditions to determine a generalized power spectral form of shallow water waves. From the experimental results, we find the parameter m used in Pierson-Moskowitz is only the function of relative water depth so that we have a empirical formula to determine the spectral form.

By using of bispectrum theory to judge nonlinear quantities, we find that the nonlinear component energy occupied the total energy about 15% when relative water depth between 0.3 and 0.05. When the relative water depth is less than 0.05, the spectral shape will become double peak types.

From the results, the shape of the power spectral form becomes milder in shallow water. It is concluded that the milder shape of shallow water wave spectrum can not be completely attributed to nonlinear interaction and bottom friction.

目錄

表目錄

圖目錄

符號說明

H_b	：碎波波高
h_b	：碎波水深
L_b	：碎波波長
D	：水深
L_p	：主頻之波長
$H_{1/3}$	：有義波高
m_0	：波浪之總能量
f_p	：主頻率
$E[\,]$	：期望運算子
$x(t)$	：訊號
$X(f)$	：訊號x（t）之傅立葉係數
$X^*(f)$	：X（f）之共軛複數
$\phi_{xx}(f)$	：訊號x（t）之能量頻譜密度函數
$B(f_i,f_j)$	：二階頻譜密度函數
$b^2(f_i,f_j)$	：二階係數
ε	：標準偏差
m、n	：Pierson-Moskowitz波譜之波譜形狀參數
Γ	：Gamma函數
K	：JONSWAP之正規化係數
γ	：JONSWAP之波譜形狀參數
$\tilde{m}$	：WALLOPS波譜形狀參數
Gs	：Goda之非線性參數
U	：Ursell number

第一章 前言

海洋或海岸工程結構物之設計，主要在於如何克服波浪之影響與作用，因此對波浪本身之力學機構的瞭解，是海洋或海岸工程上最重要的課題。目前爲止我們對單一週期的規則性波浪，甚至已具有某種程度的非線性的單一規則波浪而言，在理論與應用上目前已有很大的成就和進展。然而實際上海洋波浪是一種具有極端不規則性(random)的波浪。對於處理與研究此一不規則波浪的特性，一般常使用統計分析方法來描述，例如：有義波法、最大波法、機率分佈法與頻譜分析法等。但當我們必須瞭解有關結構物共振或波浪折射繞射等問題時，則必須對不規則波的各頻率成分來分別作分析與探討各頻譜對所處理之問題的影響性時，此時頻譜分析便是一種非常有用、方便的方法。頻譜分析在數學上的意義乃是將具時間或空間性的不規則變動量經序率過程（stochastic process）處理，而視雜亂的波動爲各頻率之正弦波的組合，而物理上的意義則是波能量在頻率領域的分佈情形。欲達到吻合上述之物理及數學上的意義，則必須滿足線性疊加的理論，此一理論的基礎乃假設個個頻率成分波各自獨立，即所謂的自由波(free wave)。關於深水海洋波浪之波譜型態，如Pierson-moskowitz型波譜或JONSWAP型波譜等，已有甚多方便且實用的標準波譜被提出和使用。可是一般海洋或海岸工程上的問題大多都發生於淺水區域。關於淺水區域之海洋波浪的頻譜模式，至今雖有甚多的研究成果出現，但意見分雜，未能有一可被廣泛接受的標準波譜型態存在。主要原因是淺海波浪頻譜的形狀及力學機構均較深海波浪複雜，因此近岸淺海波譜形式的確定對海岸工程設計上是必須的。

對於波譜形狀之研究，從早期的Phillips(1958)[1]建議已飽和且完全發展的一般海域，以因次分析並且不考慮表面張力與黏滯性下推導

出頻譜形狀在高頻區（f＞fp）的斜率是-5，即形狀曲線與f^{-5}成正比。Pierson.,et al.(1964)[2]以Kitaigorodskii (1961)之相似理論及Moskowitz(1964)之資料來分析，亦能支持Philips之形態。Ijima et al.(1970)[3]利用Miche(1944)之任何水深碎波極限理論與因次分析得到淺水波譜斜率爲-1，而深水爲-5。Kitaigorodskii (1975)[4]以線性理論之分散關係式作因次分析得知淺水波譜的斜率爲-3，深水波譜的斜率爲-5。Goda(1974)[5]以現場資料分析得到淺水波譜斜率爲-4，深水爲-5。Ou(1977)[6]也以現場實測資料作分析得到淺水爲-3，深水爲-5。郭一羽、彭鏡洋（1985）[7]在實驗室中所得高頻部份之斜率，若不考慮二次尖峰的時候，則淺水區到深水區的變化是-6至-10，若考慮二次尖峰的產生則是-4至-7。所以由以上可知波譜自深海至淺水其形狀（斜率）變緩。並可知深海波譜形狀固定，淺海波譜形狀則並不固定。其淺海波譜形狀變緩原因不外乎是受到底床淺化摩擦的影響，非線型的影響，碎波的發生等因素。對於淺水波譜模式Huang(1983)[12]曾利用非線性理論推導出WALLOPS波譜，其涵蓋自深水至淺水的各個波譜形狀，是目前較簡便適用於淺水的波譜模式。

本研究擬以實驗室中藉由物理模型試驗，對淺水波浪的特性加以探討。主要目的在確定淺海波譜形狀的變化，在瞭解淺海波譜形狀的變化後，進而尋找出影響波譜形狀的因素，求得淺水波譜的通用表示式。基於波浪自深海進入淺海時，非線性效應增加，本文以二階頻譜之二階係數來研判淺海波浪所含非線性量的大小，以確定淺海波譜的適用性及免除不當的應用或疑慮。

第二章 試驗

2-1 設備與儀器

本試驗乃是利用台中港灣技術研究所風洞試驗室中的斷面水槽進行，其試驗設備與儀器如下：

（1）斷面水槽

槽長100公尺，寬1.5公尺，高2公尺，右端設置一造波機，左端爲消波段。並設置二處玻璃段以便觀察波浪進行時的變化。

（2）造波機

爲一油壓平推式（piston）造波機，置於斷面水槽右端，由電腦控制可依試驗需求造出各種不同的規則波與不規則波。

（3）電容式波高計、增幅器、電腦

此套系統經由波高計感應水位訊號，藉由增幅器放大水位訊號，再由電腦完成蒐集資料。

2-2 模型佈置

模型佈置一共可分四區，分別爲深水區、斜面段、等深淺水區與消能段。深水區自造波機起共35公尺，此區設置2支波高計，其位置分別距離造波機25公尺與26公尺，所測得知水位訊號即代表深海之入射波訊號。斜面段長12公尺斜率爲1：30，此區爲一緩衝區，連接深水區與淺水區。等深淺水區一共長40公尺，此區共配置14支波高計，其波高計的間距爲不等間距，第一支波高計距離淺水區與斜面斷起1.38公

尺。最後一段爲消能設施，此段爲深水區並配置多孔消波板做爲消能設施。配置圖如圖1所示。

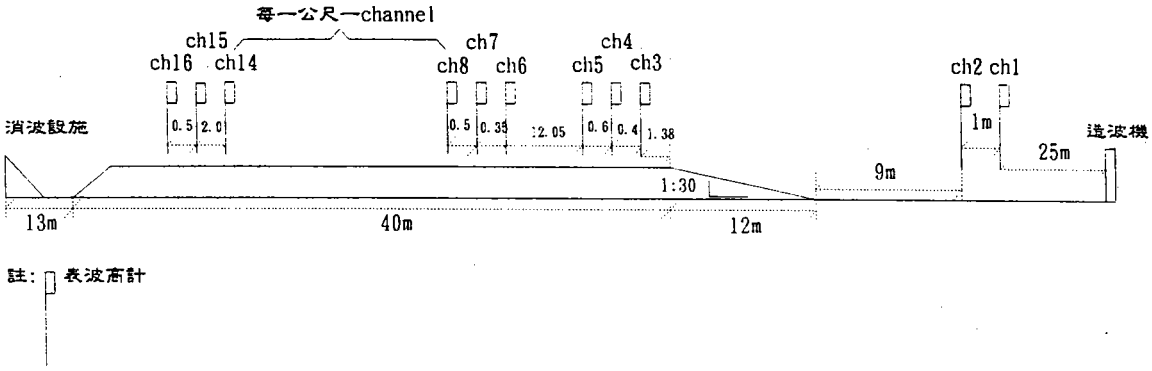


圖1 水平底床模型配置圖

2-3 試驗條件

本試驗中水平底床一共有五種水深，分別爲10公分、20公分、30公分、40公分、50公分，並於每種水深試驗中分別做Pierson-Moskowitz與JONSWAP二種波譜的不規則波。資料的取樣頻率爲30Hz，並且爲確保資料的眞實性，不受反射波的影響，其取樣時間爲120秒。

由於碎波的影響並不是本次試驗所考慮的，因此必須注意波浪由深水區至淺水區的變化。由波浪理論可知，波浪自深水區至淺水區其波速、波長、波高都會發生變化。波高的變化尤爲明顯，它會隆起且能量集中於波峰形成類似孤立波之波形，而容易造成碎波。而爲了確保不發生碎波現象，根據Miche及濱田之淺海碎波界限

$$\frac{H_b}{L_b} = 0.142 \tanh \frac{2\pi h_b}{L_b} \qquad (1)$$

作爲造波前輸入電腦造波之依據。

本次試驗主要是針對淺水波，由波浪理論可知淺水波發生的條件爲相對水深（D/L）小於0.5（包括中間性水深$0.05 < D/L < 0.5$與淺水波$D/L < 0.05$），本次研究所得之水平底床波浪參數如表1所示。

表1 水平底床實驗之波浪統計參數表

水深（cm）	10-50
主頻fp（Hz）	0.352-1.289
波高（cm）	1.18-11.14
波浪尖銳度$H_{1/3}/L_p$	0.0096-0.042
波高水深比$H_{1/3}/D$	0.099-0.5
相對水深D/L_p	0.055-0.313
Ursell number	1.175-80.5
Goda 之Gs參數	0.033-0.37

2-4 資料收集與處理

各波高計於試驗前先做波高的率定（校正），以確保資料收集的增幅性。試驗所得的資料爲波高計所感應的連續電壓信號先經由增幅器（Amplifer）放大後再經由A/D卡轉換爲數位訊號（Digital data），然後由電腦收集資料。

資料分析方法大致可分下列幾種：

（1）能量頻譜（Power Spectrum）即一階能譜

本次試驗數據一共120秒，取樣頻率爲30Hz，即整組數據爲3600點。爲了取得成熟且不受反射波的影響之資料，則每次分析資料取其2048點數據作一組，每組共兩個樣本，每個樣本共1024點，對每一樣本做快速傅立葉轉換（FFT），以求得水位之能量頻譜。在統計上爲提高其信賴度，將能量頻譜取7條頻譜線移動平均作爲最後的能量頻譜。波高之能量頻譜之定義如下：

$$\phi_{xx}(f) = E\left[X(f)X^{*}(f)\right] \tag{2}$$

其中，

$E[\ ]$：代表樣本平均

f：代表頻率

$X(f)$：時間訊號$x(t)$之傅立葉係數

$X^{*}(f)$：$X(f)$之共軛複數

$\phi_{xx}(f)$：訊號$x(t)$之能量頻譜密度函數

在不同水深、不同波浪條件下，各種波浪特性不同，其波譜也不同，若欲比較不同波譜的形狀，則需將它正規化（Normalized）如下所示：

$$\frac{\phi(f)f_p}{m_0} = F\left(\frac{f}{f_p}\right) \tag{3}$$

其中，

f_p：主頻率

m_0：波浪之總能量$=\int_{-\infty}^{\infty}\phi(f)df$

（2）二階頻譜（Bispectrum）

由於本次試驗所得之數據點數不足，爲了彌補點數不足的缺點，其二階頻譜的計算方法是將總點數2048點分爲二個樣本，將每個樣本後再加上1024點的0值，使得每個樣本總數爲2048點，然後進行快速傅立葉轉換求得二階頻譜，並且取其15條頻譜線作移動平均作爲最後的二階頻譜，二階頻譜的定義如下：

$$B(f_i,f_j)=E\left[X(f_i)X(f_j)X^*(f_{i+j})\right] \tag{4}$$

而二階係數（bicoherence）b^2則爲

$$b^2(f_i,f_j)=\frac{\left|B(f_i,f_j)\right|^2}{E\left[\left|X(f_i)X(f_j)\right|^2\right]E\left[\left|X(f_{i+j})\right|^2\right]} \tag{5}$$

其中，

$B(f_i,f_j)$：訊號x（t）之二階頻譜

$b^2(f_i,f_j)$：訊號x（t）之二階係數

第三章 實驗結果與討論

3-1 通用型之正規化標準波譜

波譜型態常與氫速、吹送距離及吹送時間有關。當吹送距離短時風浪達到飽和所需的時間較短，吹送距離長時風浪達到飽和所需的時間較長。而風速越大達到飽和時的風浪規模也越大。一般實驗室中之風浪因吹送距離短，較易達到飽和狀態，故其波譜能量集中波譜形狀較陡；實際海洋上的風速則因吹送距離長、較不易達到飽和狀態，故波譜形狀較爲平緩。一般海洋較常用的波浪頻譜模式有Pierson—Moskowitz與JONSWAP兩種。其中Pierson—Moskowitz模式能量較爲分散形狀較爲平緩；JONSWAP模式能量較爲集中形狀較爲尖銳。欲描述實測海洋風浪波譜形狀的時候，我們常把這兩種模式一般化或正規化來使用。

若將Pierson—Moskowitz波譜予以正規化可得Pierson—Moskowitz之通用型標準波譜表示式如下：

$$\frac{\phi(f)f_p}{m_0}=\frac{n}{\Gamma\left(\frac{m-1}{n}\right)}\left(\frac{m}{n}\right)^{\frac{m-1}{n}}\left(\frac{f}{f_p}\right)^{-m}\exp\left[\frac{-m}{n}\left(\frac{f}{f_p}\right)^{-n}\right] \qquad (6)$$

式中，

m：波譜形狀參數

n：波譜形狀參數

Γ：Gamma函數

式（6）中的m、n是個變數，改變m、n值可得到各種不同形狀的波譜。由於n值的大小於本次研究中影響不大，故令n值等於4，改變m值得得到各種不同的波譜形狀。不同m值之Pierson—Moskowitz波譜形狀如圖2所示。

將JONSWAP波譜修正且正規化後得到JONSWAP之通用型標準波譜表示式如下所示：

$$\frac{\phi(f)f_p}{m_0} = K\left(\frac{f}{f_p}\right)^{-5}\exp\left(-\frac{5}{4}\left(\frac{f}{f_p}\right)^{-4}\right)\left\{\gamma^{\exp\left[-\frac{\left(\frac{f}{f_p}\right)-1}{\sqrt{2}\sigma}\right]^2}\right\} \qquad (7)$$

式中，

$\sigma=0.07 \quad f \le f_p$

$\sigma=0.09 \quad f > f_p$

K：正規化係數$=\dfrac{1}{\int_0^\infty \hat{f}^{-5}\exp\left(\frac{-5}{4}\hat{f}^{-4}\right)\left(\gamma^{\exp A}\right)df}$

$\hat{f}$：$\frac{f}{f_p}$

A：$-\dfrac{\left(\hat{f}-1\right)^2}{2\sigma^2}$

γ：波譜形狀參數

調整不同的γ，可得到各種不同的JONSWAP波譜形狀。不同γ值之JONSWAP波譜形狀如圖3所示，但當$\gamma<0.9$時即產生雙峰而與一般正常型態不同，故通常並不考慮$\gamma<0.9$以下的情況。

3-2 波譜形狀的變化

本次實驗對於波譜形狀的探討大致上可分爲兩類加以研究，分裂型與不分裂型兩類，兩者大致以相對水深0.05爲界線，大於0.05其波譜形狀與一般波譜一樣具有單峰型，而小於0.05則波譜形狀會發生分裂而產生雙峰型。其物理特性詳述如下：

（1）分裂型波譜

當相對水深（D/L）小於0.05以下時，波浪自深水進入淺水時，其波形會發生分裂的現象而能量波譜也會跟隨著發生分裂。而由於此時的波形正處在一不穩定的狀態下，因此波譜的形狀也會隨著波浪的進行而發生不固定的形狀。在此僅能以物理現象的描述加以說明，並不能以固定的形狀加以敘述。如圖4與圖5的分裂型波譜與波形之演變關係圖所示。

圖4與圖5之（a）爲深海波，即圖1水平底床模型佈置圖之ch1之能量頻譜圖與波形圖，圖4與圖5之（b）爲圖1之ch3之能量頻譜圖與波形圖，圖4與圖5之（c）爲圖1之ch6之能量頻譜圖與波形圖，圖4與圖5之（d）爲圖1之ch16之能量頻譜圖與波形圖。由圖形中可得知在深水區時（圖a），其波浪具有一單峰頻譜，主頻約0.25Hz處。當波浪經斜面至淺水區時（圖b），波浪波形開始有分裂的現象，尤其是愈大的波分裂現象愈明顯。此時在其頻譜的高頻處，約1Hz與0.8Hz附近另外產生一尖峰。隨著波浪的前進，第二個尖峰逐漸變大，甚至大於第一個尖

峰，而且此第二尖峰所在位置（頻率），逐漸往低頻移動（如圖c）。然後當波浪前進至一相當距離後，第一尖峰有逐漸消失的趨勢，波浪可能變成一只具有單峰頻譜的波浪，其主頻則位於先前二尖峰的中間（約0.6Hz與0.5Hz），此時的波浪比之先前的深水波，乃形成一具有較短週期的波浪（如圖d）。

以上這種波浪在淺水區的變形，很早在實驗中已被發現。Elgar et al.[8]（1993）曾利用非線性理論試圖加以解說，但其只限於規則波的範圍。依照理論上的說法，此種高頻波的出現係一種高調波的結果，此種高調波的出現隨著距離變化會週期性的出現，此在實驗上也尚未給予證明。而且對不規則波而言，理論上的探討可能更加困難。在此只知道這種波浪分裂造成頻譜明顯變化，以致欲將波譜形狀標準化，似乎是較困難的事，故目前只能以物理現象描述。

（2）不分裂型波譜

當相對水深大於0.05時，其頻譜的變化可由圖6至10加以討論。此五張圖分別是各種不同波況（包括波高、週期、水深等）的入射波，在平台上每一測站所量測到的水位訊號，經計算後的無因次頻譜重疊繪在一起的圖形。圖6與圖7相對水深爲0.28與0.15，在此情況下其各測站的無因次頻譜圖形狀皆十分一致。圖8與圖9相對水深爲0.088與0.074，雖然在低頻與高頻處有一些微小的變動，但此處的能量與全部能量相比較仍然是十分微小，故其各測站的頻譜形狀仍是有一致性。圖10相對水深爲0.06，在二倍主頻處有能量出現，但比較其形狀仍可說是有相當的一致性。故由以上所述，各測站所得的無因次頻譜並不會隨著測站的位置不同而有所不同，其形狀十分相似，因此摩擦效應對波譜形狀（無因次波譜）並不會有影響。

對於相對水深大於0.05以上時，波浪在平台上的運動過程中，其波譜形狀並不會受到位置的不同而有所不同，因此在相同入射波浪條件下，取一測站的資料來代表即可。本次研究是取平台上第四支（圖1之ch6）波高計所測得的資料作分析，其基本參數表如表1所示。

由以上討論可得知，在相對水深小於0.05時，波譜形狀會發生分裂的現象，而且波浪在運動過程中是處在不穩定的狀態下，波譜形狀一直隨著前進距離不同而逐漸在改變；而相對水深大於0.05時，各測站可以得到具有較一致性的無因次頻譜，故以下將只討論是相對水深大於0.05的波浪的波譜形狀。

3-3 波譜形狀參數之決定

在工程應用上，希望能將波譜形狀規格化，然後再于以數學式化。對於淺水波譜模式的確定，目前尚無一定的結論，將淺水波譜以數學式表示則是本實驗之目的。而本研究擬採用常用之Pierson—Moskowitz與JONSWAP標準型態之數學表示式來套用實驗數據。標準波譜形狀（即波譜形狀參數）的決定，乃是先將實驗所得的正規化波譜形狀與標準波譜形狀相比。以不同的標準波譜形狀參數所得的標準波譜與實驗波譜相比，以標準偏差（ε）最小值之波譜形狀參數來代表實驗數據的形狀參數。當以Pierson—Moskowitz標準波譜與實驗值比較時，其波譜形狀參數即爲式（6）中的m。而以JONSWAP標準波譜與實驗值比較時，其波譜形狀參數即爲式（7）中的γ。

爲了探討是以Pierson—Moskowitz波譜表示實驗波譜較好？還是以JONSWAP波譜表示實驗值較好？在此將實驗值與二者之比照圖如圖11至圖17所示。

由圖11與圖12的二張圖其相對水深大於0.2，在此以主頻率爲界限，分別討論大於主頻率部份與小於主頻率部份，實驗值與二標準波譜之間的差異性。由圖形中可知，當小於主頻部份的波譜形狀與兩標準波譜之間的差異並不大。但當大於主頻部份的波譜形狀，由圖中JONSWAP標準波譜的結果可知主頻處尖峭，而至1.5倍主頻後則平緩地向高頻處延伸，造成此處與實驗值的差異過大。然而Pierson—Moskowitz標準波譜則不會有此種情形發生，而且由圖中可發現Pierson—Moskowitz標準波譜與實驗值十分接近幾乎一致。因此當相對水深大於0.2時，以Pierson—Moskowitz標準波譜來描述實驗值是十分恰當的。

由圖13可發現，當相對水深於0.15時，波譜中2倍主頻處已有能量產生，此時與JONSWAP的差異已大爲減小，但比較圖形仍以Pierson—Moskowitz標準波譜與實驗值差異最小。當相對水深小於0.1時，即由圖14至圖17可看出，實驗值與二標準波譜之間的差異變大而且實驗的波譜形狀變得十分平緩。由於當JONSWAP中的γ值小於0.9時即有雙峰的情形產生，此與一般正常的波譜形狀有所不同，因此JONSWAP的γ在此不能小於0.9，凡是計算結果小於0.9者以0.9替代之。由圖14至圖17可瞭解，當JONSWAP的γ過小造成主頻處JONSWAP其值大於實驗值甚多，而Pierson—Moskowitz的主頻能量與實驗值仍是十分吻合，因而當相對水深小於0.1時仍是以Pierson—Moskowitz標準波譜與實驗值的差異最小。另一方面由標準差的計算，可得實驗值與Pierson-Moskowitz波譜之平均標準偏差爲0.09，實驗值與JONSWAP波譜之標準偏差爲0.11。

故綜合上述結果，以Pierson—Moskowitz標準波譜來描述淺水波譜的形狀較爲恰當。最後即以Pierson—Moskowitz波譜之參數m值來代表實驗波譜的形狀參數。

3-4 影響波譜形狀參數m的因素

影響頻譜變形的因素有許多，諸如碎波、底床摩擦、水深等。但本次試驗並無碎波的發生；而摩擦的影響由前二節中可知，在同一入射波浪情況下，各測站之正規化波譜其形狀皆十分一致，因此認爲摩擦對影響波譜形狀的效應很小。因而推定影響頻譜形狀參數（m）的因素應是相對水深、波浪尖銳度、波高水深比三者。

爲了探討波譜形狀與相對水深、波浪尖銳度、波高水深比之關係，在此先將相對水深、波浪尖銳度與波高水深比之間的關係加以說明。見圖18與圖19。由圖18中的相對水深與波浪尖銳度的關係圖可發現，相對水深與波浪尖銳度的關係有些散亂，但散亂中又似乎可找出其彼此間略成正比的關係，在比較其散亂度後，相對水深與波浪尖銳度應是無關的。由圖19中的相對水深與波高水深比的關係圖也可發現其之間雖有略呈反比的趨勢但二者之間仍過於散亂。所以綜合上述結果，應可以認定三參數彼此之間並無直接的關係。我們由圖18也可知道本次試驗相對水深的範圍過小，其原因是因爲本試驗排除碎波發生的狀況。由於強調淺水波所以只要波浪太大即會發生碎波，因此造成波浪尖銳度範圍太小。

知道相對水深、波浪尖銳度與波高水深比三者之間彼此無關後，則再討論波譜形狀參數（m）與三者之關係。如圖20至圖22所示。圖20爲波譜形狀參數（m）與波浪尖銳度的關係圖，由此圖可看出波譜形狀參數與波浪尖銳度並無明確的關係，而圖21的波譜形狀參數*與波高水*深比關係圖中，二者之間也無明確的關係。由圖22的波譜形狀參數與相對水深關係圖，我們可發現二者之間呈一線性相關，相對水深越大則波譜形狀參數也越大，與預期的情況一樣。而爲了更確定波譜形狀

參數只與相對水深有關，在此將波譜形狀參數和Goda的Gs參數與Ursell number做比較，其計算式分別表示如式（8）與式（9）。

$$Gs = \frac{H}{L}\coth^3\left(\frac{2\pi D}{L}\right) \tag{8}$$

$$U = \frac{L^2 H}{D^3} \tag{9}$$

圖23與圖24分別表示波譜形狀參數與Gs和Ursell number的比較圖。由此二圖可看出兩圖之間的差異不大，但由於Gs參數是相對水深與波浪尖銳度的函數而Ursell number則是相對水深與波高水深比的函數，二者均由不同的變數所組成，但造成二圖結果類似的原因，應該是由於波譜形狀參數只與相對水深有關所造成的。所以更明顯的顯示出波譜形狀參數只與相對水深有關。

3-5 波譜形狀參數m之通用表示式

基於前節所歸納出的結論，頻譜形狀m與相對水深D/L有關，因此以各種不同的方法嘗試找出波譜形狀參數與相對水深的最佳迴歸公式，最後將D/L倒數與m值做圖（如圖25），此時可看出D/L與m呈一散亂度最小的曲線關係。在此將m與D/L做二次曲線的迴歸而得到m與D/L之經驗公式：

$$m = 0.0552\left(\frac{1}{D/L}\right)^2 - 1.855\left(\frac{1}{D/L}\right) + 18.413 \tag{10}$$

此經驗公式只包含一個參數相對水深D/L，故只須知道相對水深即可知道頻譜形狀m，再代入Pierson—Moskowitz的標準波譜模式中即可知道某一海域的波譜模式形狀。

第四章 與WALLOPS波譜比較

4-1 WALLOPS波譜

由於WALLOPS波譜模式是目前較爲簡便的而可使用於相對水深較小的波譜模式，故採用WALLOPS波譜與實驗波譜做一比較。

Huang et al .（1983）利用stokes二次波浪理論，以頻譜在高頻處的斜率作爲Pierson－Moskowitz波譜的m值，得到Pierson－Moskowitz波譜之m值的推估值$\tilde{m}$，如下所示：

$$\tilde{m}=\left|\frac{\log\left\{\frac{1}{8}(\pi\delta)^2\coth^2 kD\left[1+\left\{\frac{3}{2\sinh^2(kD)}\right\}\right]^2\right\}}{\log 2}\right| \qquad (11)$$

其中，

δ：$\frac{H}{L}$

k：$\frac{2\pi}{L}$

D：水深

其WALLOPS波譜的優點是：

（1）波譜斜率可直接表示能量集中部份之波譜形狀。

（2）波譜斜度隨非線性量出現之多寡可做連續的改變以符合實際上的自然現象。

但也有其缺點：

（1）使用規則波理論，不含波譜存在之本意。

（2）對此型波譜之適用性未做明確的討論和合理的說明。

4-2 實驗值與理論值之討論

將本次實驗所歸納出的波譜形狀參數表示式（式10）與WALLOPS波譜形狀推估式（式11）做比較，繪製成如圖26所示，縱軸爲式（10）的m值，橫軸爲式（11）的$\tilde{m}$值。由圖中可發現當m值在2.27-6之間，式（10）的m值與式（11）的$\tilde{m}$值相當接近，但當m值大於6以上，則發現式（10）所得的結果與式（11）相比較有偏大的趨勢。亦即當波譜形狀愈平緩，以式（10）所得的波譜形狀參數與WALLOPS波譜所推估的波譜形狀參數相當接近，而當波譜形狀較尖銳時，則WALLOPS波譜所得的結果與實驗式有所差異。由實際實驗值與WALLOPS波譜作比較，我們可發現也有相同的趨勢（圖27），所以表示此一公式有其一般性。另一方面我們也可由實際的圖形加以說明，如圖28至圖30所示。圖中長虛線即爲以WALLOPS波譜推估的$\tilde{m}$值代入Pierson-Moskowitz標準波譜所得之波譜形狀，點線則是以式（10）所得的m值代入Pierson-Moskowitz標準波譜繪出的圖形。由圖中發現m值大時，以WALLOPS波譜方法所得的結果與本次實驗所用的方法所得的結果差異相當大，而m值變小時則差異性逐漸減少，如圖28，當相對水深爲0.28、m值爲12.55、$\tilde{m}$爲8.57，其之間的差異性是相當大的；而至圖29二者間的差異則逐漸的減小；至圖30相對水深爲0.088、m值爲5.2、$\tilde{m}$爲4.87，二者幾乎是沒有差異。綜合以上所述可得到一個結論，WALLOPS波譜之波譜形狀參數所採行的方法是以高頻處非線性量得出現所推估而得的，並未考慮實際波譜的整體形狀，以WALLOPS波譜來描述實際的淺水波譜似乎有點牽強，而本研究的經驗式（式10）則是將實驗值與Pierson—Moskowitz理論波譜直接做比較求得最接近實際現象的m值，故較合乎

實際現象。只要實驗數據之範圍條件具有一般性，則此經驗式應可比WALLOPS波譜更確切的描述實際淺水波譜。

第五章 線性理論之探討

頻譜分析雖然對不規則波浪分析上是十分方便好用的分析方法，但由於頻譜分析是基於線性疊加理論，而當波浪的波高較大或水深較淺時，此線性模式的通用性就受到懷疑。對於深海波浪的探討，已經證明以線性理論爲基礎的頻譜分析可適用。但淺水波由於非線性成分居多，因此頻譜分析適用的界限爲何？以及波譜形狀變緩的原因是否是非線性所造成的，則是本章節所需加以探討的。茲將以二階頻譜（Bispectra）中的二階係數（bicoherence）加以說明分裂型與不分裂型波譜的非線性量；對於非線性是否造成波譜形狀變緩的原因，將由波譜形狀參數與二階係數的關係加以說明。

（一）不分裂型波譜

二階頻譜（Bispectra）是表示波形非對稱性，波形非對稱性表現在波浪理論上應該是判斷波浪非線性強弱及描述波形不對稱性的一個方便且直接的方法。而二階係數（bicoherence）則是表示f_i與f_j二頻率線型成分波相互作用所引起的非線性成分波能量在（f_i+f_j）這頻率成分的全部能量上所佔的比值。圖31至圖34，其相對水深分別爲0.28、0.15、0.088、0.069，由這四張的二階係數圖中可看出，不論相對水深爲何？在主頻率（f_p,f_p）附近都有較大或明顯的二階係數值出現，表示能量頻譜二倍主頻處有非線性量的存在，其值分別爲0.08、0.12、0.09、0.03，但非線性影響最大並非在主頻率，如圖31、33、34其二階係數最大值分別爲0.13、0.175、0.08，與理論應在主頻率處有最大值有所差異，而且在（$f_p,2f_p$）處也會有不小的非線性量出現，表示能量頻譜在三倍主頻率處非線性是存在的，但由於此處的能量皆十分微小，故可以不考慮。由以上結果大致可證明非線性

效應在此時（相對水深0.069至0.28）已有明顯得出現。對於淺水波浪線性理論適用性的探討，由二階係數（bicoherence）可知在主頻率時，其波浪組成是線性成分波，而至二倍主頻率處則由二階係數可知非線性量與線性量的比值約在0.15以下，即非線性量約佔線性量的15% 以下，所佔比例並不高。

對於水深變淺是否使得非線性效應增加造成波譜變緩的原因，我們可先由相對水深與二階係數的關係圖加以說明。圖35是二階係數最大值與相對水深關係圖。此張圖可明顯指出二階係數與相對水深的關係十分散亂，即相對水深減少非線性不一定增加。接著由圖36的波譜形狀參數與二階係數最大值關係圖可知，波譜形狀與非線性的關係也是十分散亂，因此非線性並不是造成波譜形狀變緩的原因。所以由以上可知，水深變淺非線性效應不一定增加，而非線性也並不是造成頻譜形狀變緩的原因，造成波譜形狀變緩的原因仍有待研究。

（二）分裂型波譜

由圖37（a）深海波之二階係數圖中可知，在深海時二階係數（主頻率爲0.25Hz，二階係數爲0.04）並不明顯，可以說是線性波。而當波浪進入淺海時，如圖37（b）淺水區第一個測站（圖1之ch3）所測得之能譜與二階係數圖中可看出，原先主頻處能量降低而在高頻處（約1Hz）產生另一尖峰，但與理論上非線性應是在二倍主頻處出現有所差異，於是由二階係數圖可知，在1Hz處二階係數大增約爲0.14至0.2，表示在二倍第二尖峰頻率處（2Hz）有大量的非線性量存在。第二尖峰的非線性量可由在0.5Hz處的二階係數可得知，此處的二階係數爲0.04左右，表示此處應是線性波。波浪再進行至淺水區第四個測站（圖1之ch6），如圖37（c）其第二尖峰（頻率爲0.8Hz）的二階係數增加爲0.14至0.22，表示在二倍第二尖峰（1.6Hz）處的非線性量增加，但第

二尖峰與主頻處的波浪依然是線性波。至淺水區第十個測站（圖1之ch12），如圖37（d）其二階係數則減少爲0.14，表示在1.2Hz的非線性量漸漸減少，最後至最後一測站（圖1之ch16）其第二尖峰的二階係數爲0.1。由以上可知分裂型波譜當波浪至深水區進入淺水區後，主頻率處與波譜分裂後所產生的第二尖峰的波浪應爲線性波，二倍第二尖峰頻率處的波浪非線性量大增，而波浪本身會自我調整，隨著波浪的進行非線性量漸漸消失，最後可形成一線性成分波。

由以上分裂型與不分裂型波譜情況的敘述可明瞭，於本次試驗所得經驗式範圍內（0.05＜D/L＜0.3）的波浪，在主頻處之波浪應爲線性波，在二倍主頻處其非線性量約佔線性成分的15% 以下，但由於在此時非線性能量與線性能量的比值相當小，所以非線性量應是可以忽略的，且非線性應不是造成波譜形狀變緩的原因。而分裂型波譜所產生的第二尖峰的波浪成分由二階係數可知應是線性成分波，非線性成分的產生應是在更高頻處（二倍第二尖峰頻率處）。

第六章 結論

本次研究乃是利用實驗方法，藉由物理的模型試驗來探討波浪自深水區進入淺水區，波浪頻譜形狀所發生的變化。大致可歸納出下列幾點結論：

（1）試驗結果證明波浪尖銳度與波高水深比皆不會影響淺海波譜形狀參數，影響波譜形狀的主要因素爲相對水深。在本次研究中，相對水深介於0.05至0.3之間，依實驗數據作迴歸分析，結果可將波譜形狀參數m表示爲下列的表示式：

$$m = 0.0552\left(\frac{1}{D/L}\right)^2 - 1.855\left(\frac{1}{D/L}\right) + 18.413$$

（2）與WALLOPS波譜比較後發現於相對水深較小時，本文的形狀參數值與WALLOPS推估值差異不大，但相對水深較大時則有偏大的趨勢。由於WALLOPS波譜是以高頻處非線性量出現（overshoot）的概念來描述頻譜的形狀，理論上有點過於牽強不易與實際現象完全符合。

（3）相對水深小於0.05時，其波浪會發生分裂的現象以至於波譜形狀發生分裂而形成雙峰型，分裂時在高頻處所產生第二尖峰處的成分波由二階係數得知仍是線性成分波。隨著波浪的進行，波譜又漸漸地變成單一波峰型波譜，但主頻會略往高頻處移動，而波形也變成較有對稱性，逐漸形成線性波。

（4）相對水深0.3至0.05時之波浪的非線性量由二階係數可知，於主頻處仍是線性波；非線性量發生在高頻處，所佔成分約爲此處線

性成分的15% 以內，所佔比例很低，因此在工程應用上應可忽略此非線性的影響。

（5）相對水深愈小，波譜形狀會變得愈緩。造成波譜形狀變緩的原因可能包括碎波、底床摩擦、非線性量的增加、水深、回流等。由本次水平底床實驗結果顯示，對於同一入射波波浪，各測站波高計所測得的頻譜形狀十分一致，並且於實驗中並無碎波、回流等現象發生，因此碎波、回流、底床摩擦並不是造成頻譜變緩的原因。由二階係數與波譜形狀的關係中可得知，非線性量也並不是造成波譜形狀變緩的原因。探討此波譜形狀變緩的原因仍有待進一步加以研究。

參考文獻

1.Phillips,O.M. " The equilibrium range in the spectrum of wind-generated waves " ,J.Fluid Mech., 4,426-434, 1958.

2.Pierson,W.J. and L Moskowite "A proposed spectral from for fully developed wind seas based on the similiarity theory of S.A. Kitaigor-odskii." J.Geophys.Res., Vol.69, No. 24,pp.5181-5190,1964.

3.Ijima,T.,T.Mastsuo and K.Koga "Eguilibrium range spectra in shooling water."proc.12th.Coastal Eng.,ASCE.,pp.127-149, 1970.

4.Kitaigorodskii, S.A., V.P. Krastiskii and M.M. Zaslavskii: "On Phillip's theroy of equilibrum range in the spectra of wind-generated gravity waves." J.Phys. Oceangor., Vol.5, pp.410-420, 1975.

5.Goda,Y.,"Estimation of wave statistics from spectral information." Proc. Int.Symp.on Ocean Wave Measurement and Analysis,ASCE,New Orle-ans, pp.320-337, 1974.

6.Ou,S.H. " Parametric determination of wave statistics and wave spectrum of gravity waves " ,Ph.D.Thesis, National Cheng Kung Univ., Taiwan, China., 1977.

7.郭一羽,彭鏡洋 ,"淺海波浪頻譜之研究（三）—有關波譜形狀在實驗上的研究",第八屆海洋工程研討會,pp.557-574,民國七十四年10月.

8.Steve Elgar.,R.T.Guza and M.H.Freilich " Dispersion, Nonlinearity, and Viscosity in Shallow-Water Waves " ,Journal of Waterway ,Port ,Coa stal, and Ocean Engineering,Vol. 119,No. 4 ,July /august,1993

9.Kuo Yiyu and Chien Chungching " A Study on the Spectral Form of Nearshore Water Waves " ,China Ocean Engineering, Vol. 7 ,No.3 ,pp.289-304., 1993.

10.郭一羽 " 二階頻譜在淺水波浪之應用 ",國科會研究計畫報告書, 1984.

11.黃世偉 " 波譜在淺海海域減衰之研究 ",國立成功大學水利及海洋研究所碩士論文,1990.

12.Huang,N.E. " A Study on the spectral models for waves in finite water depth " ,J.Geophys.Res.,Vol.88, No.14, 1983.

13.郭一羽,陳合源 "淺海波浪頻譜之研究（三）—非線形成份波與譜形狀之關連" ,第六屆海洋工程研討會論文集,民國七十一年9月.

14.郭一羽,彭鏡洋 "有關淺水波浪頻譜形態之研究" ,港灣技術第一期,民國七十四年6月.

15.郭一羽 "海洋風浪之波譜模式" ,第三屆基礎港灣數值（數學）模式研習會論文集,Jan.17~18,pp.113~124,1990.

16.簡仲璟,郭一羽 "近岸海域波浪之波譜形狀研究" ,中國土木水利工程學刊,第六卷,第一期,民國八十三年.

19.Julius, S.B. and Allan, G.P.,"Random Data Analysis and Measure-ment procedures" ,2nd Edition,John Wiley & Sons,Inc.,407pp.1971.

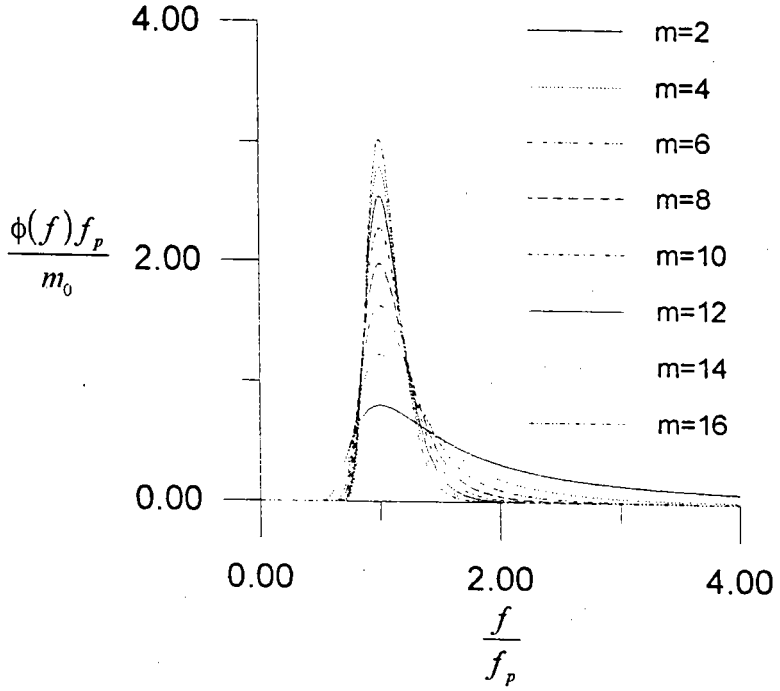


圖2 不同m值之Pierson-Moskowitz標準波譜

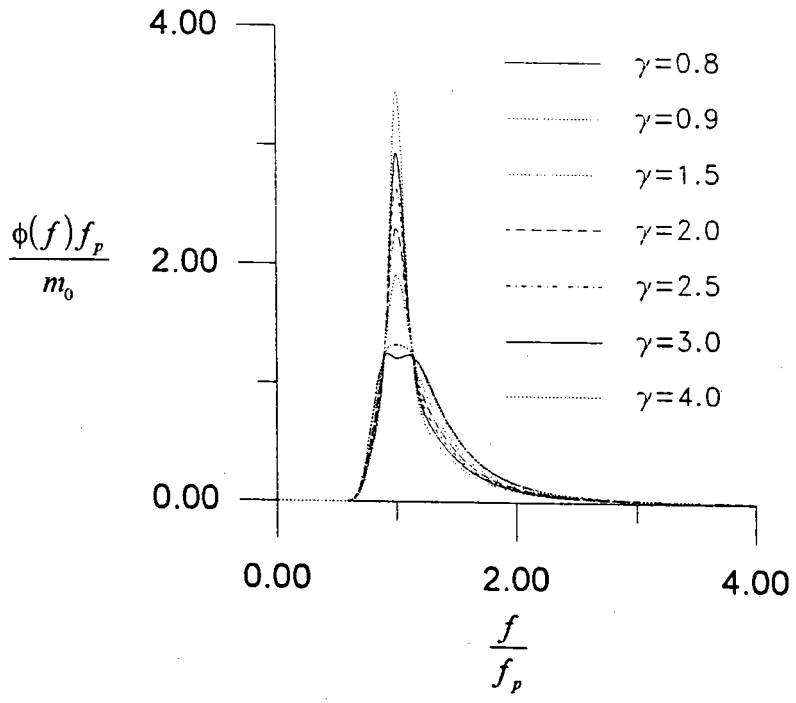


圖3 不同γ值之JONSWAP標準波譜

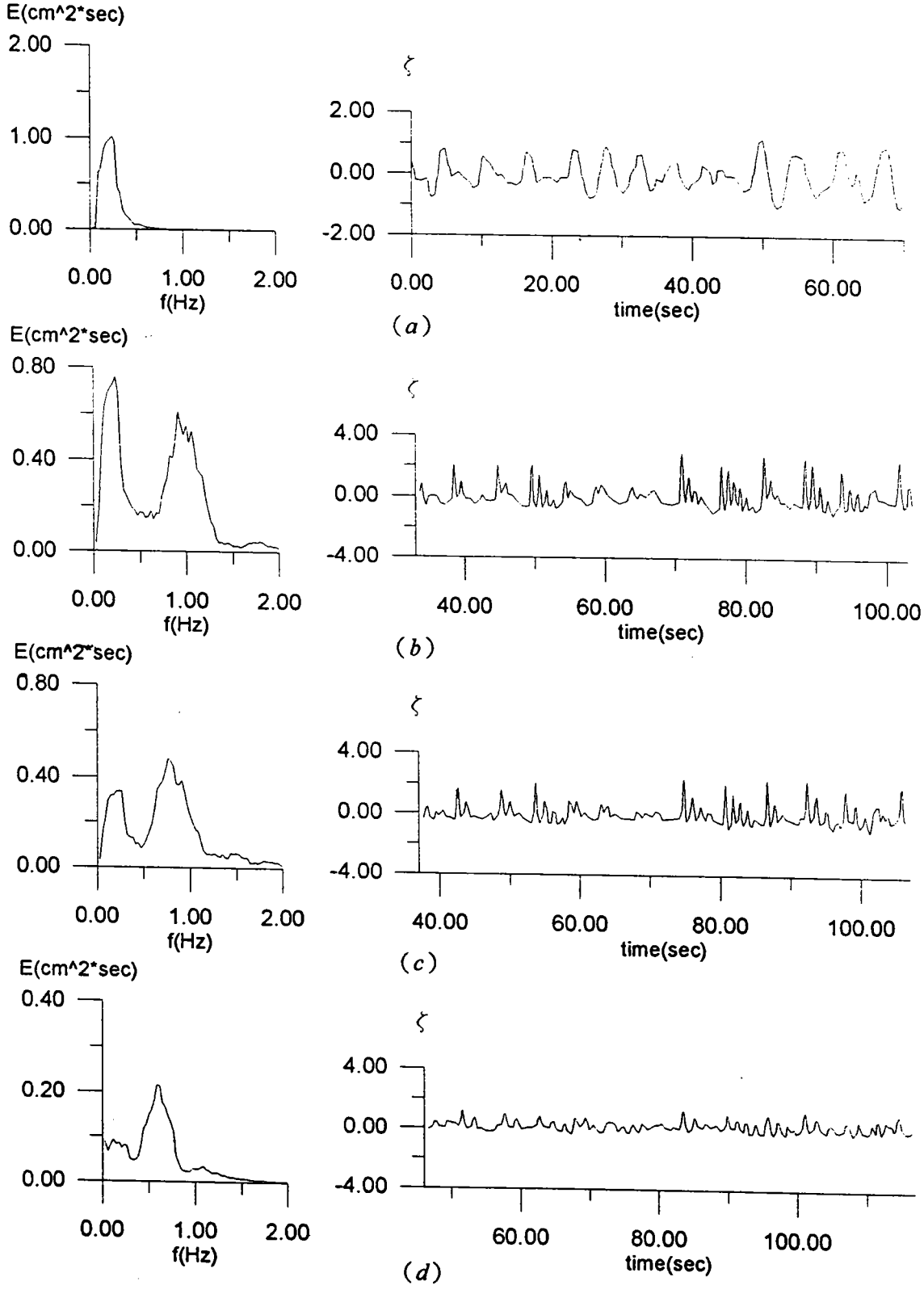


圖4 分裂型波譜與波形之演變關係圖

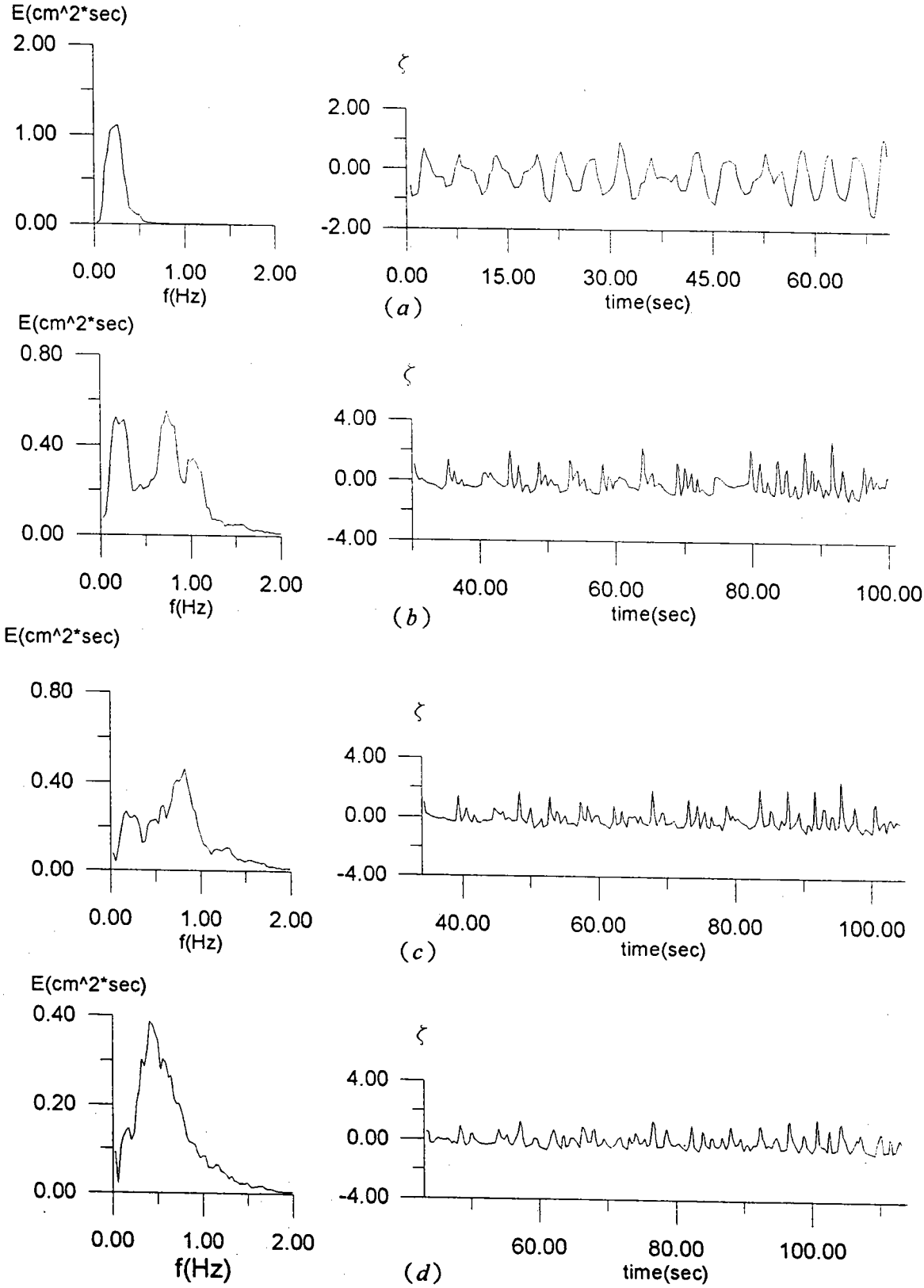


圖5 分裂型波譜與波形之演變關係圖

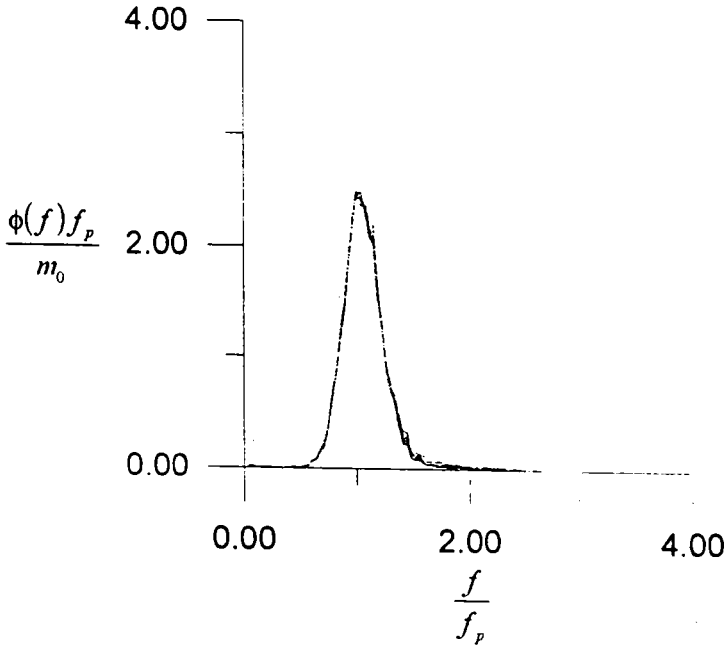


圖6 水平底床各測站之正規化波譜圖（D/L=0.28）

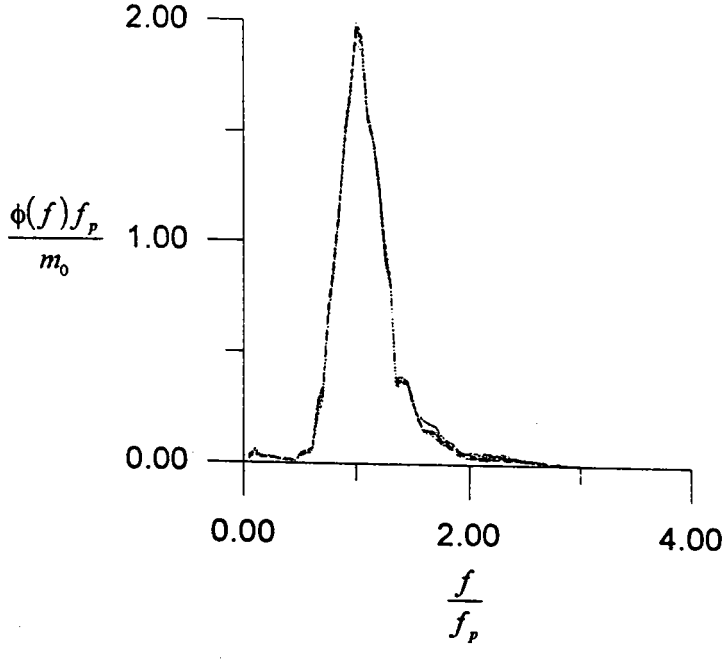


圖7 水平底床各測站之正規化波譜圖（D/L=0.15）

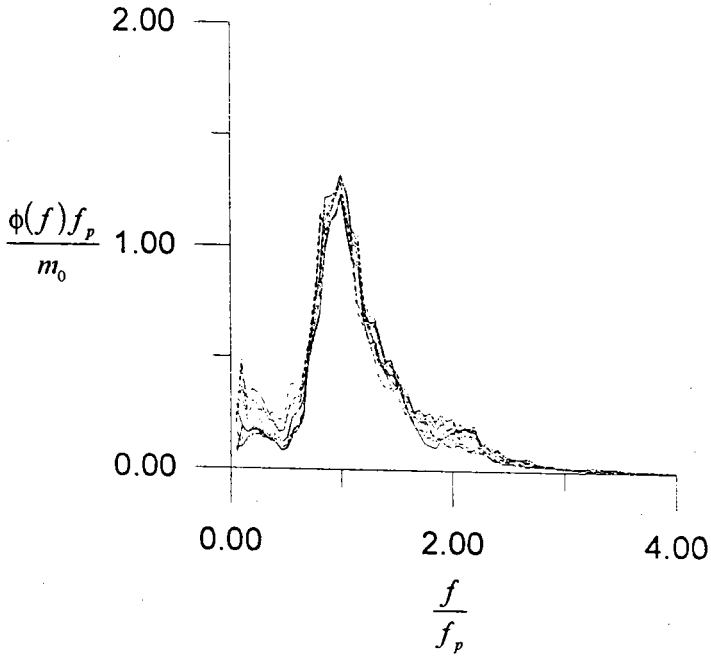


圖8 水平底床各測站之正規化波譜圖（D/L=0.088）

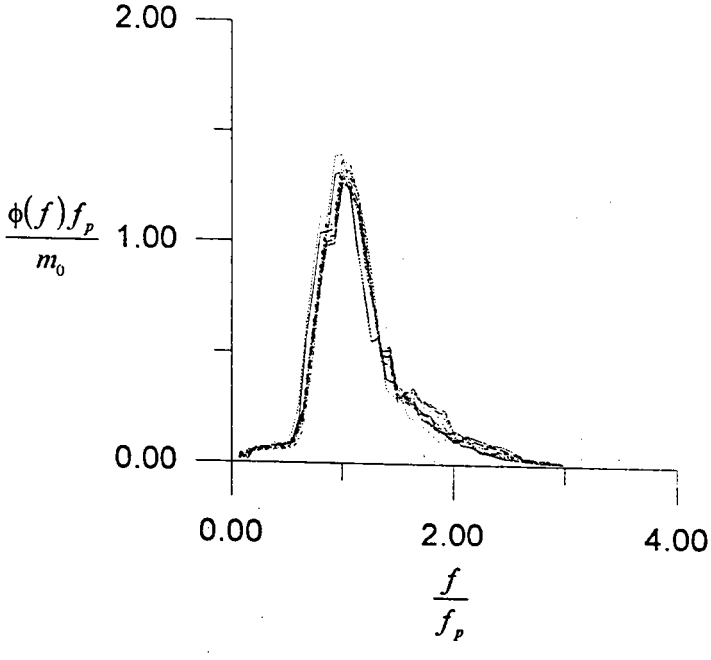


圖9 水平底床各測站之正規化波譜圖（D/L=0.074）

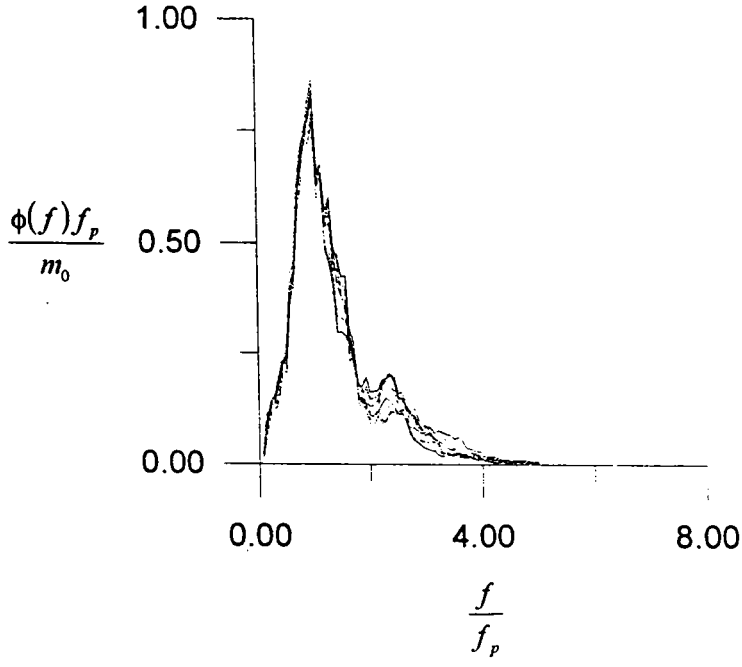


圖10 水平底床各測站之正規化波譜圖（D/L=0.06）

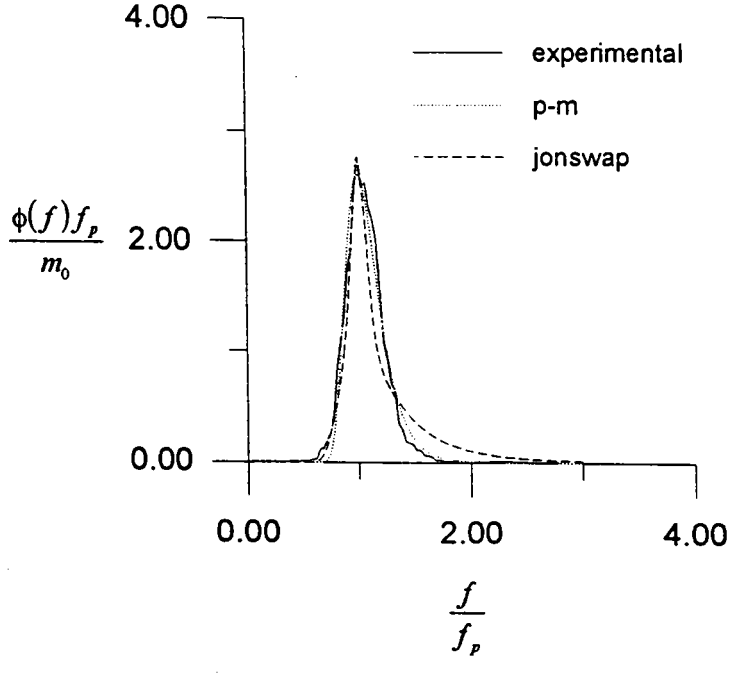


圖11 水平底床實驗正規化波譜與Pierson-Moskowitz及JONSWAP標準波譜之比較圖（D/L=0.28）

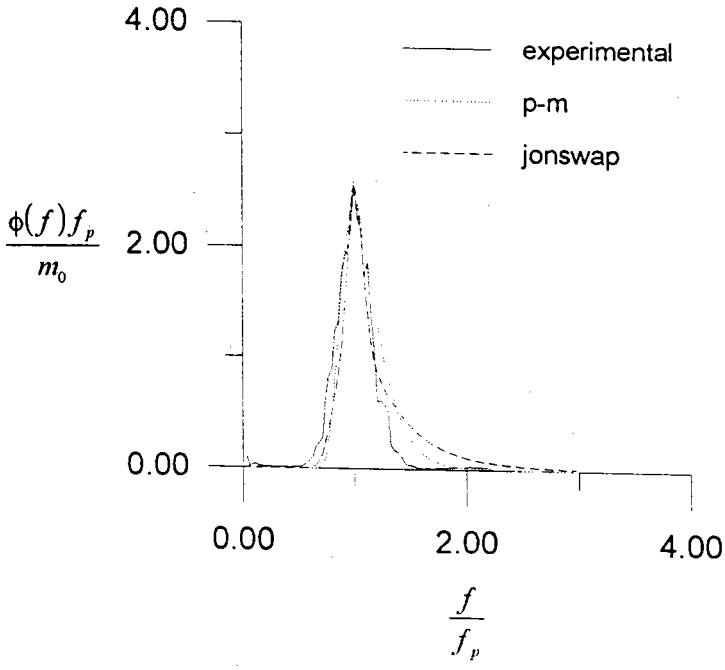


圖12 水平底床實驗正規化波譜與Pierson-Moskowitz及JONSWAP標準波譜之比較圖（D/L=0.217）

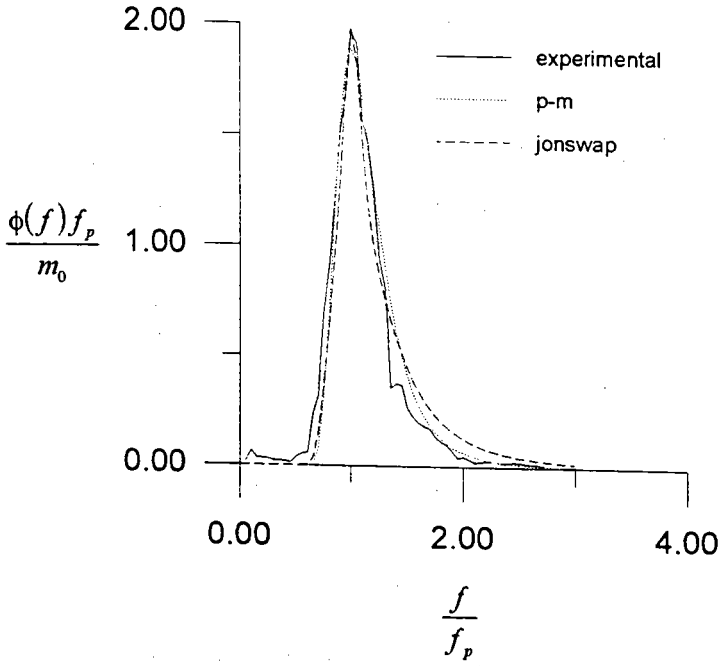


圖13 水平底床實驗正規化波譜與Pierson-Moskowitz及JONSWAP標準波譜之比較圖（D/L=0.15）

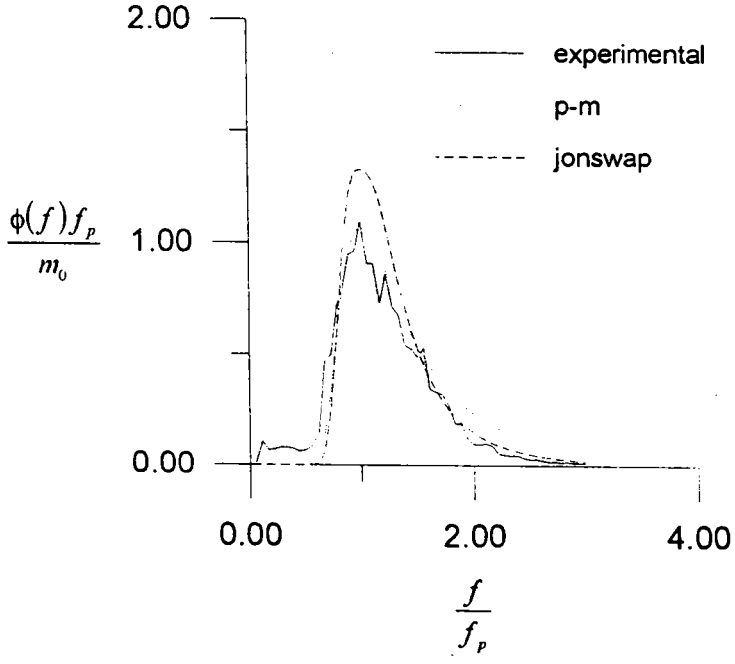


圖14 水平底床實驗正規化波譜與Pierson-Moskowitz及JONSWAP標準波譜之比較圖（D/L=0.098）

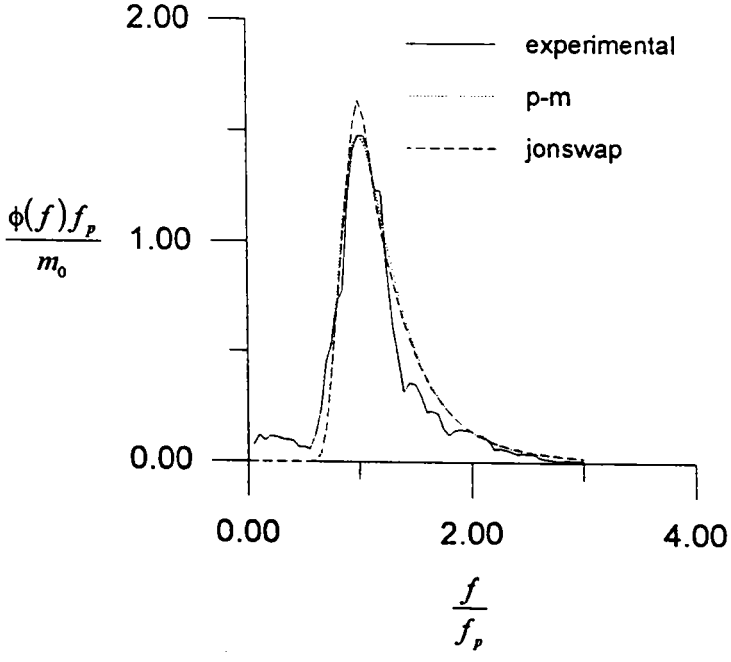


圖15 水平底床實驗正規化波譜與Pierson-Moskowitz及JONSWAP標準波譜之比較圖（D/L=0.088）

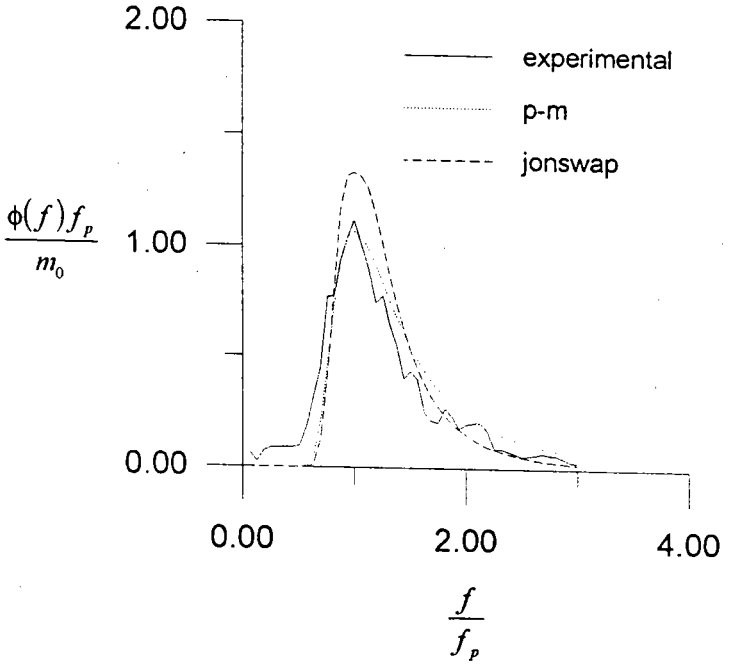


圖16 水平底床實驗正規化波譜與Pierson-Moskowitz及JONSWAP標準波譜之比較圖（D/L=0.069）

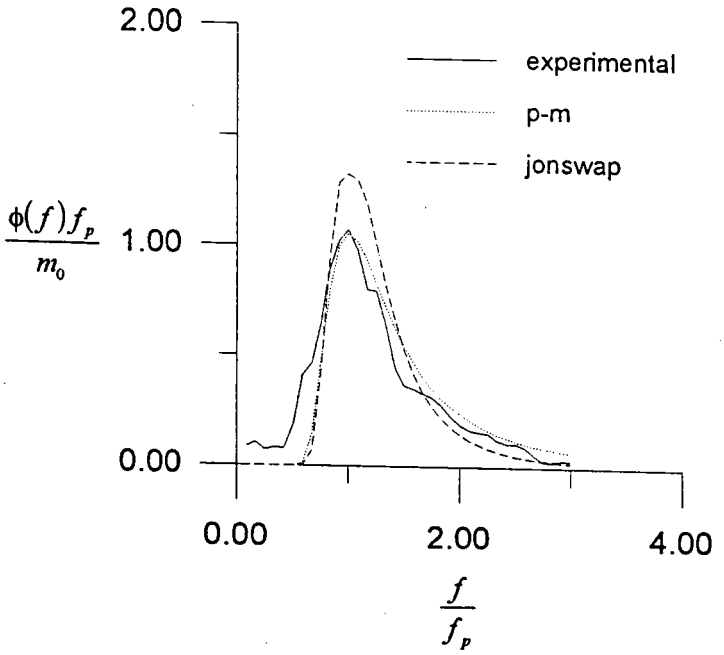


圖17 水平底床實驗正規化波譜與Pierson-Moskowitz及JONSWAP標準波譜之比較圖（D/L=0.063）

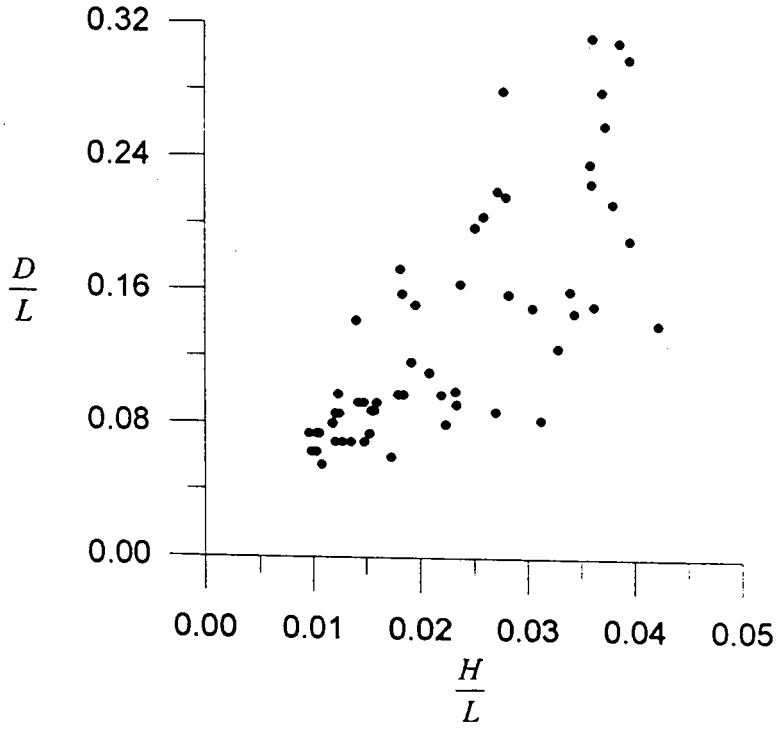


圖18 相對水深與波浪尖銳度關係圖

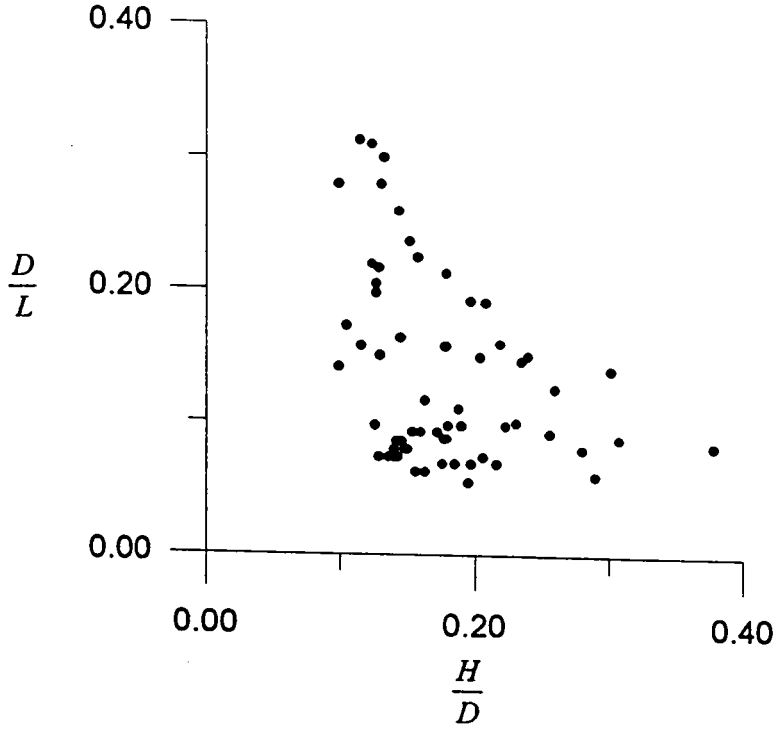


圖19 相對水深與波高水深比關係圖

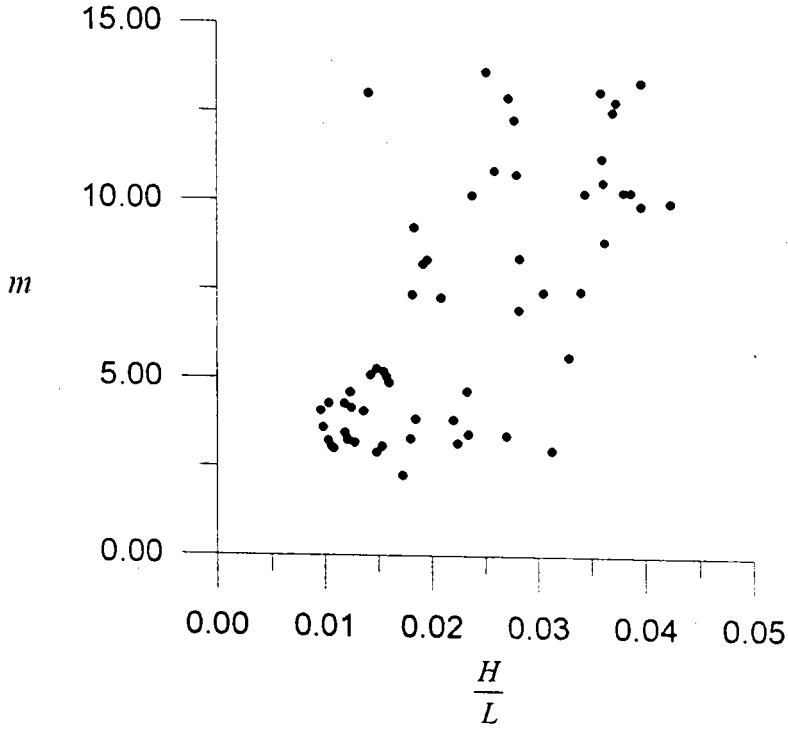


圖20 波譜形狀參數m與波浪尖銳度關係圖

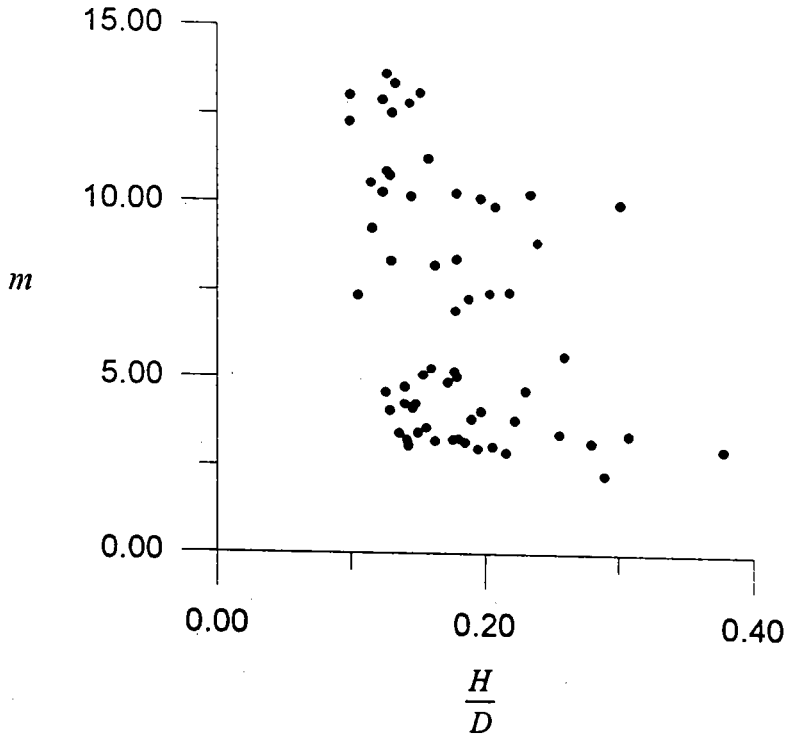


圖21 波譜形狀參數m與波高水深比關係圖

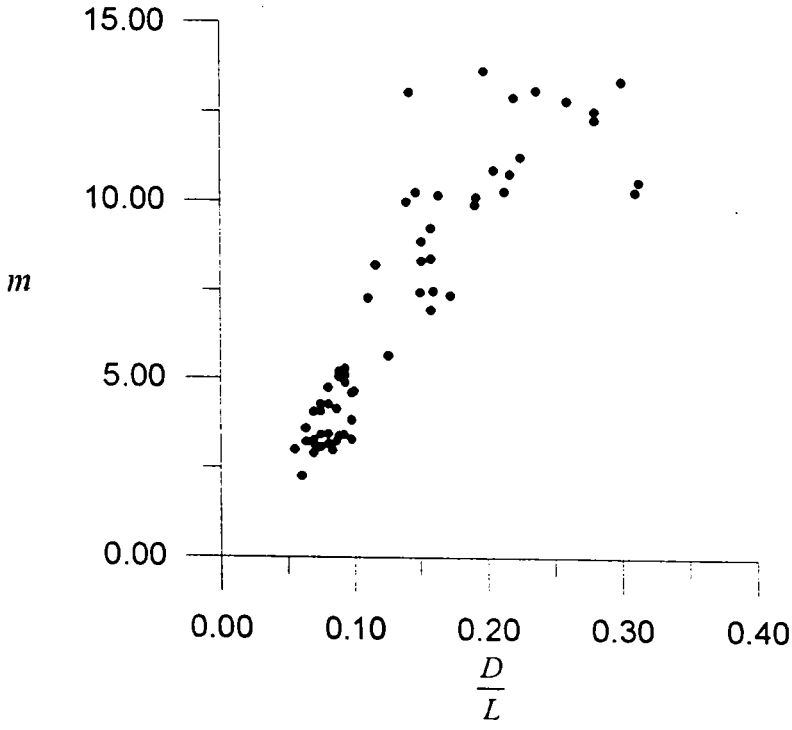


圖22 波譜形狀參數m與相對水深關係圖

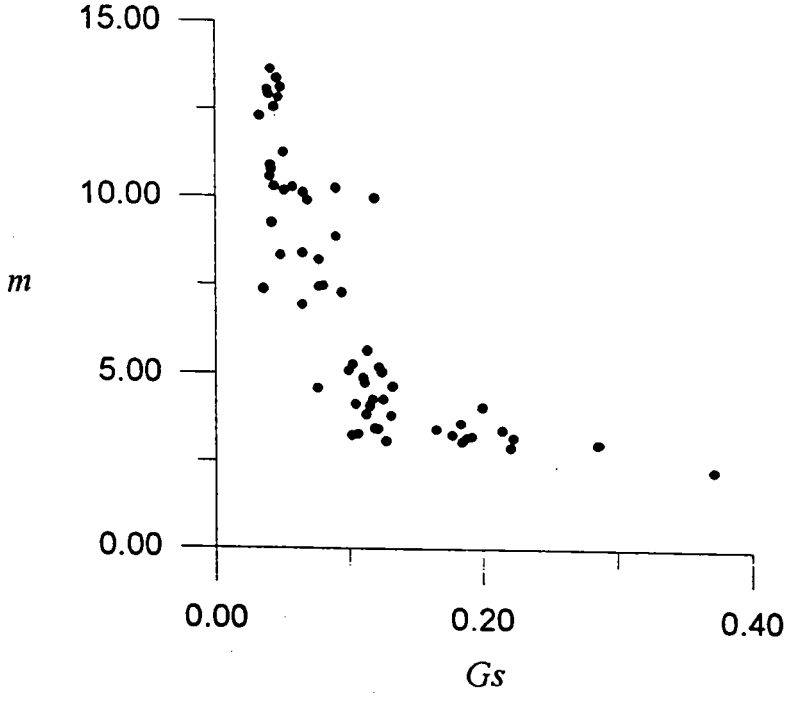


圖23 波譜形狀參數m與Gs參數關係圖

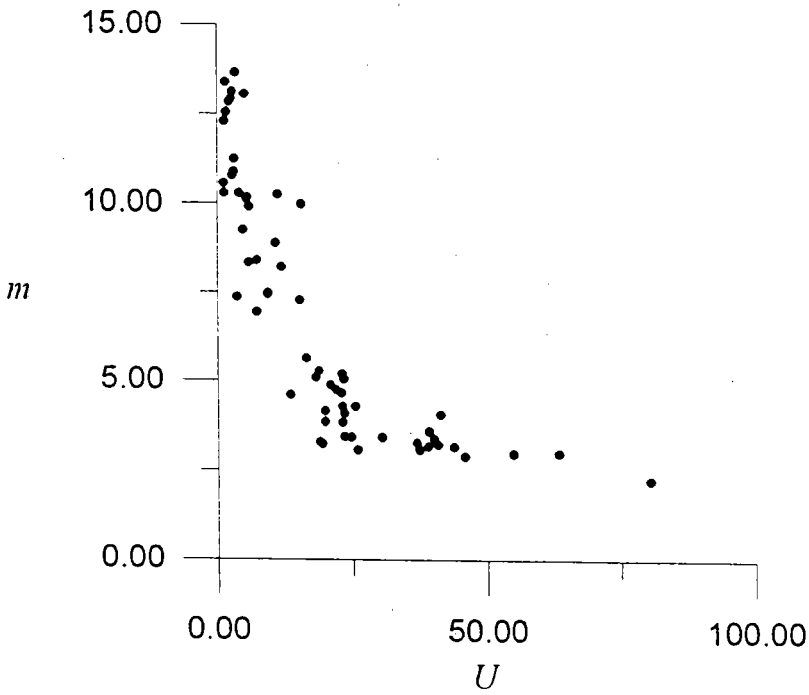


圖24 波譜形狀參數m與Ursell number關係圖

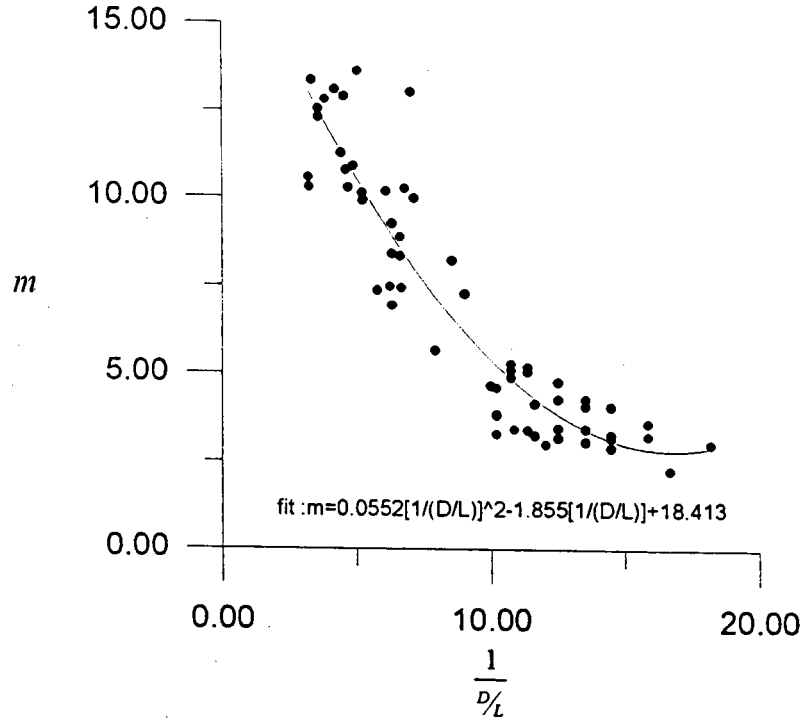


圖25 波譜形狀參數m與相對水深倒數關係圖

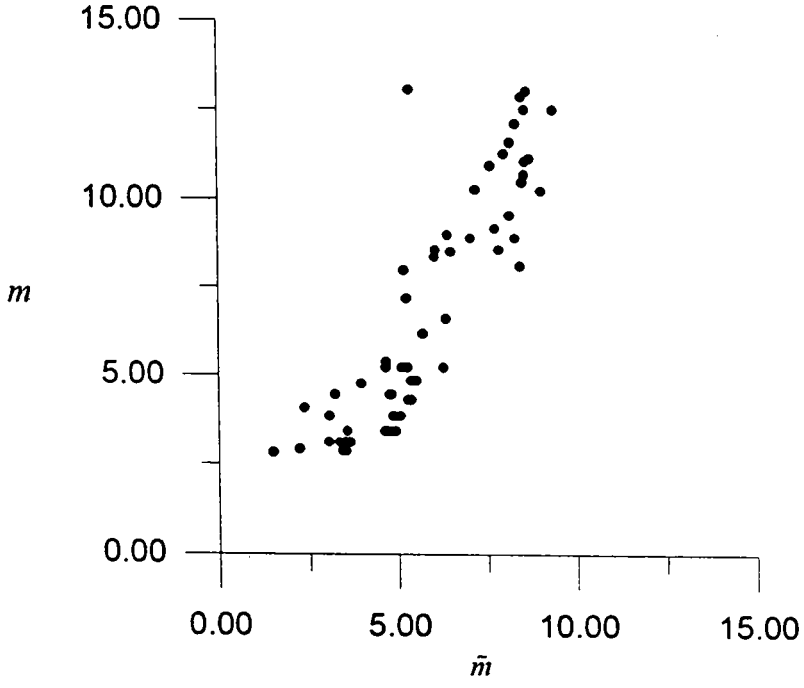


圖26 波譜形狀參數經驗式（式10）之m值與WALLOPS波譜之推估值 $\tilde{m}$ 比較圖

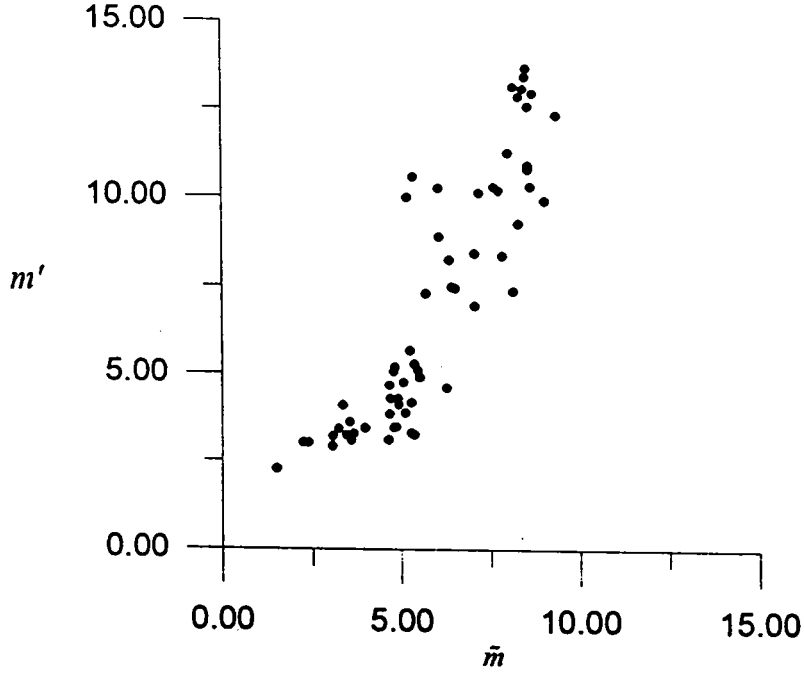


圖27 波譜形狀參數實驗之m值與WALLOPS波譜之推估值 $\tilde{m}$ 比較圖

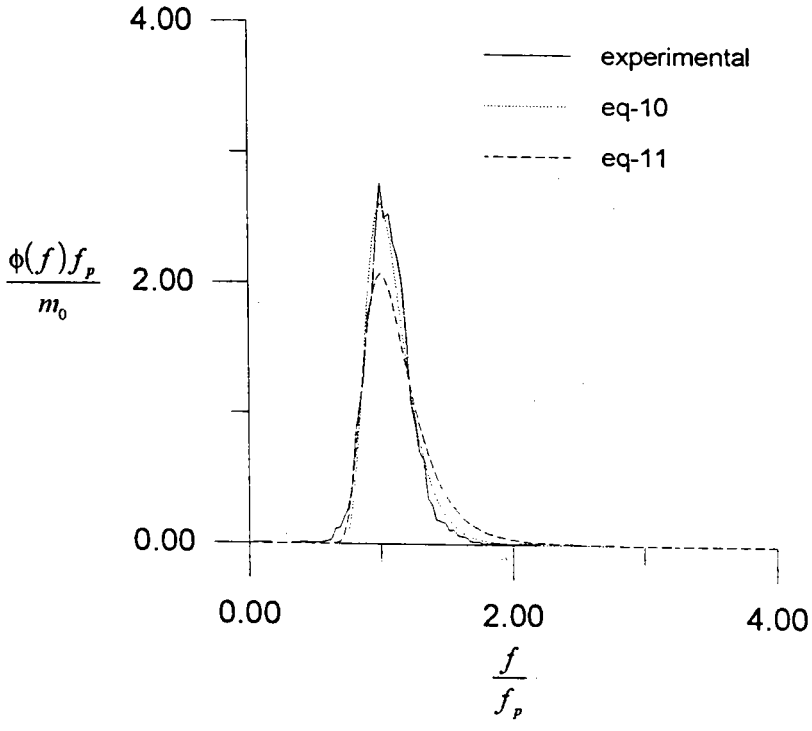


圖28 波譜形狀參數經驗式（式10）所得之m值及WALLOPS波譜之推估值$\tilde{m}$帶入Pierson-Moskowitz標準波譜與實驗值之比較圖（D/L=0.28）

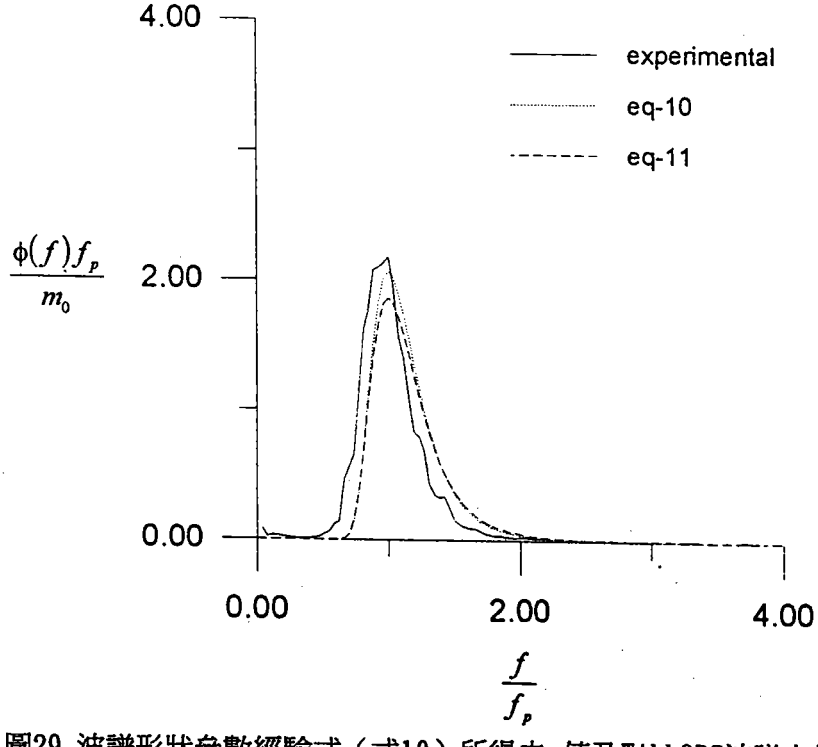


圖29 波譜形狀參數經驗式（式10）所得之m值及WALLOPS波譜之推估值$\tilde{m}$帶入Pierson-Moskowitz標準波譜與實驗值之比較圖（D/L=0.15）

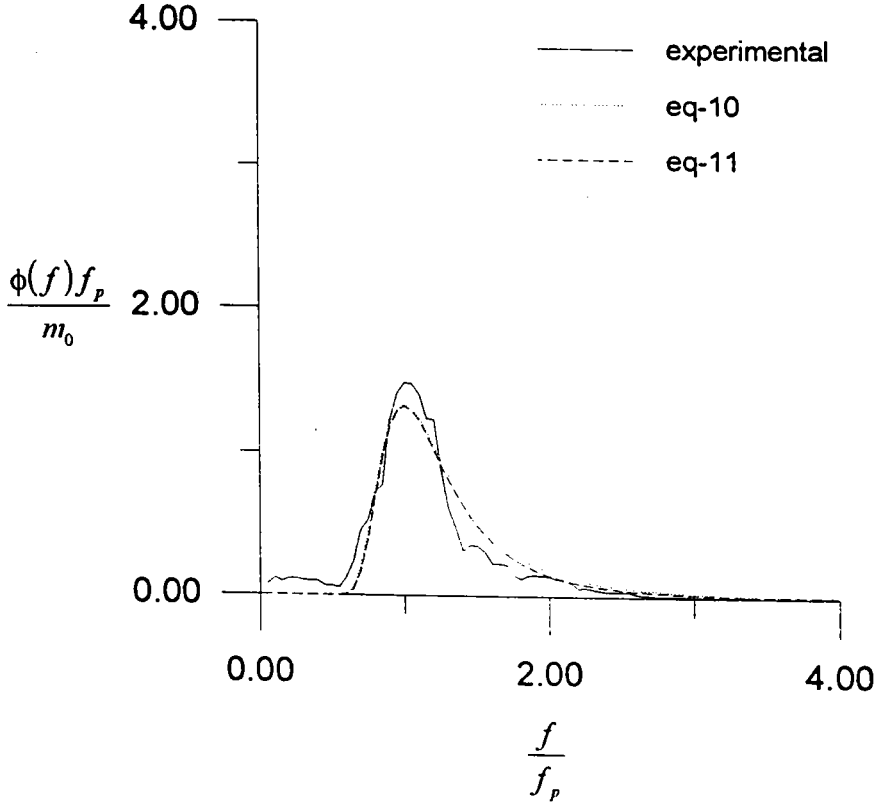


圖30 波譜形狀參數經驗式（式10）所得之m值及WALLOPS波譜之推估值 $\tilde{m}$ 帶入 Pierson-Moskowitz標準波譜與實驗值之比較圖（D/L=0.088）

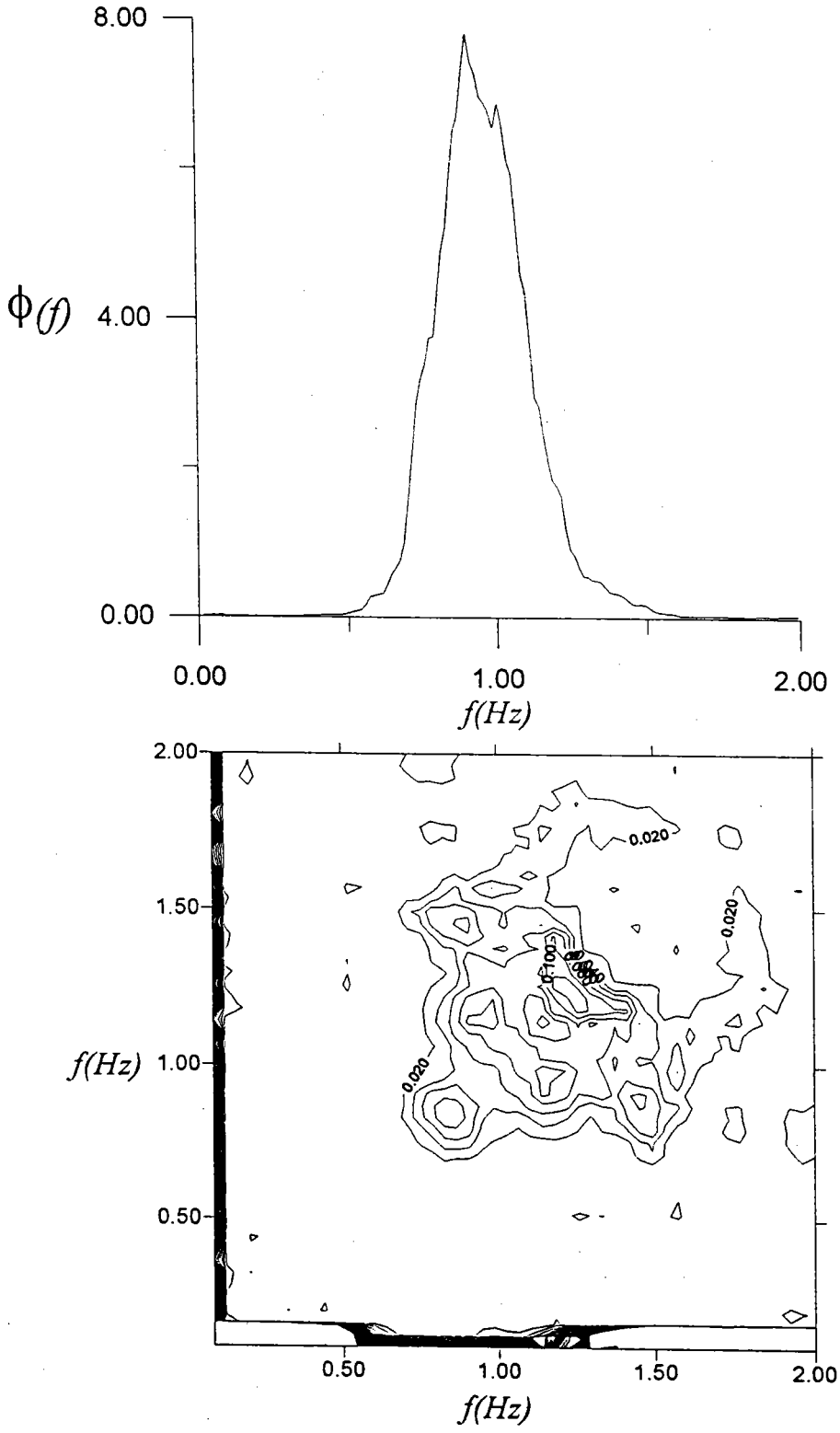
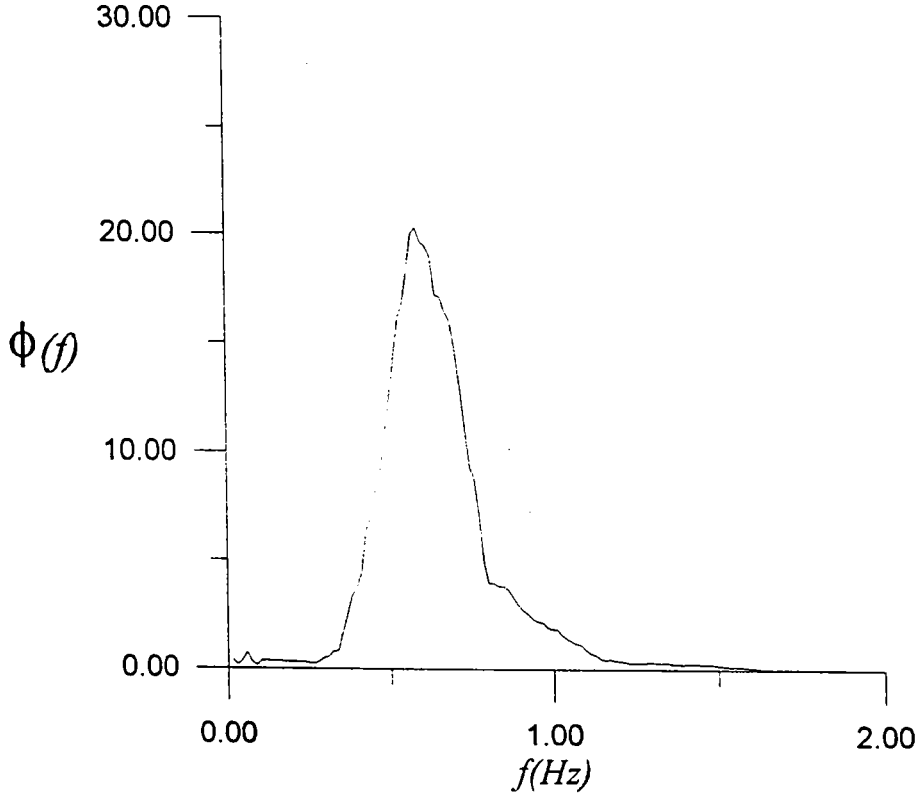


圖31 二階係數關係圖（D/L=0.28）



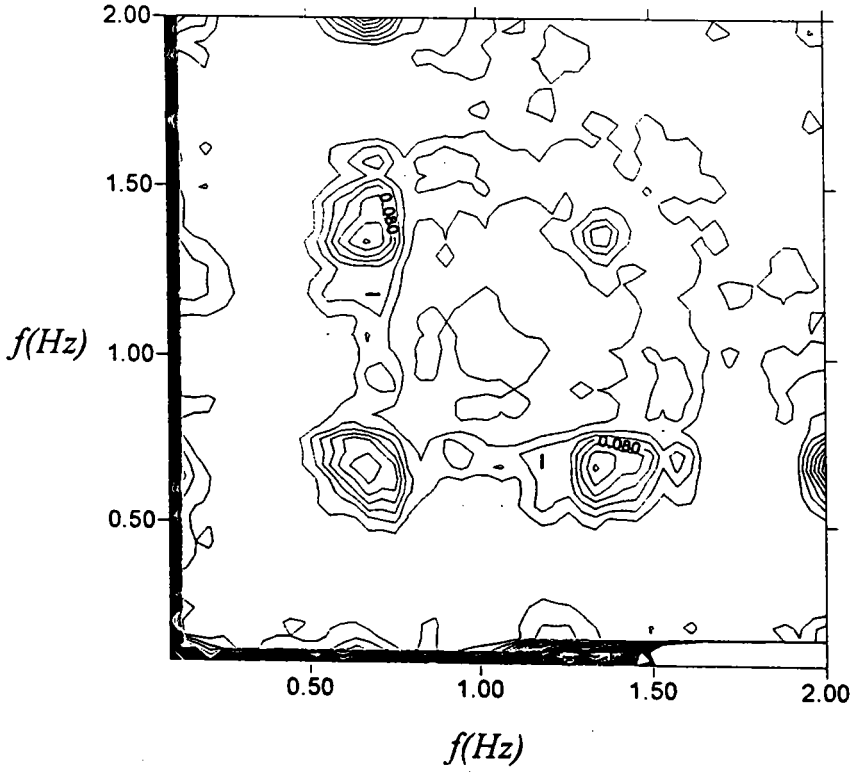
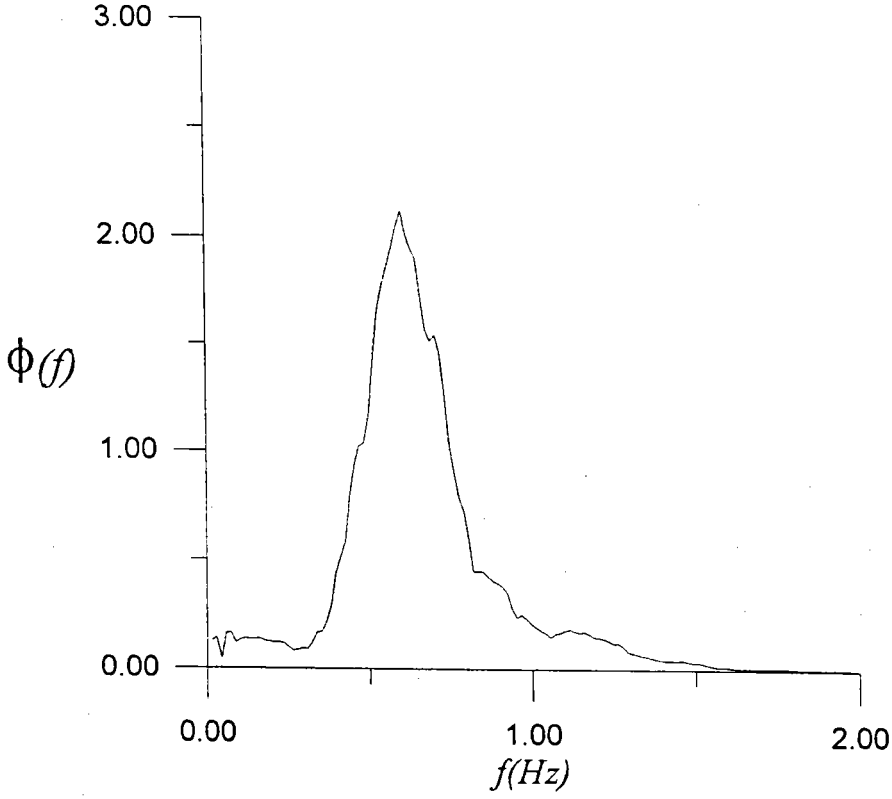


圖32 二階係數關係圖（D/L=0.15）



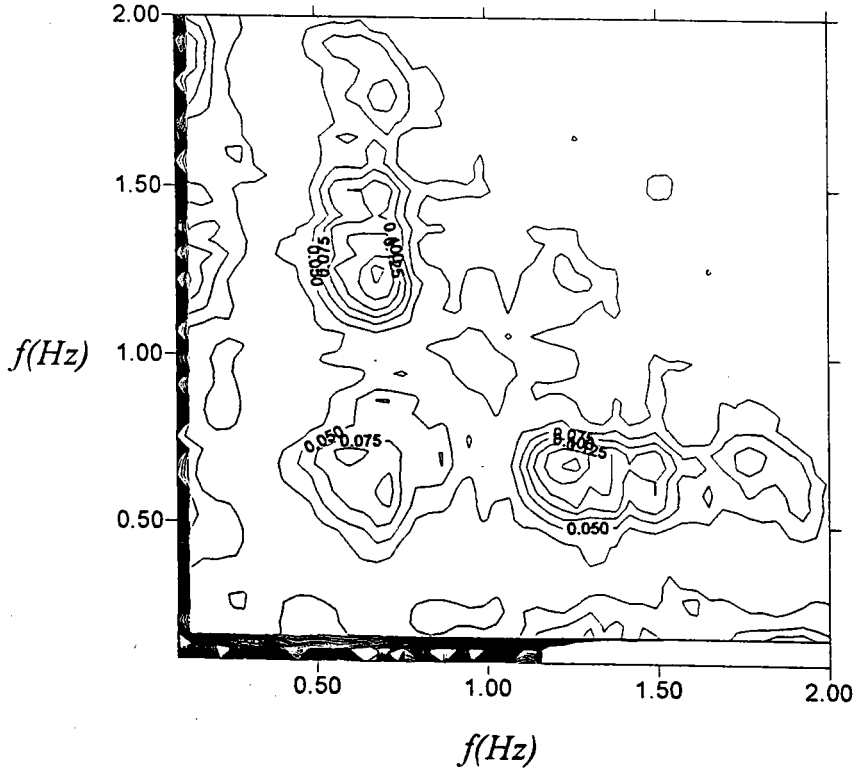


圖33 二階係數關係圖（D/L=0.088）

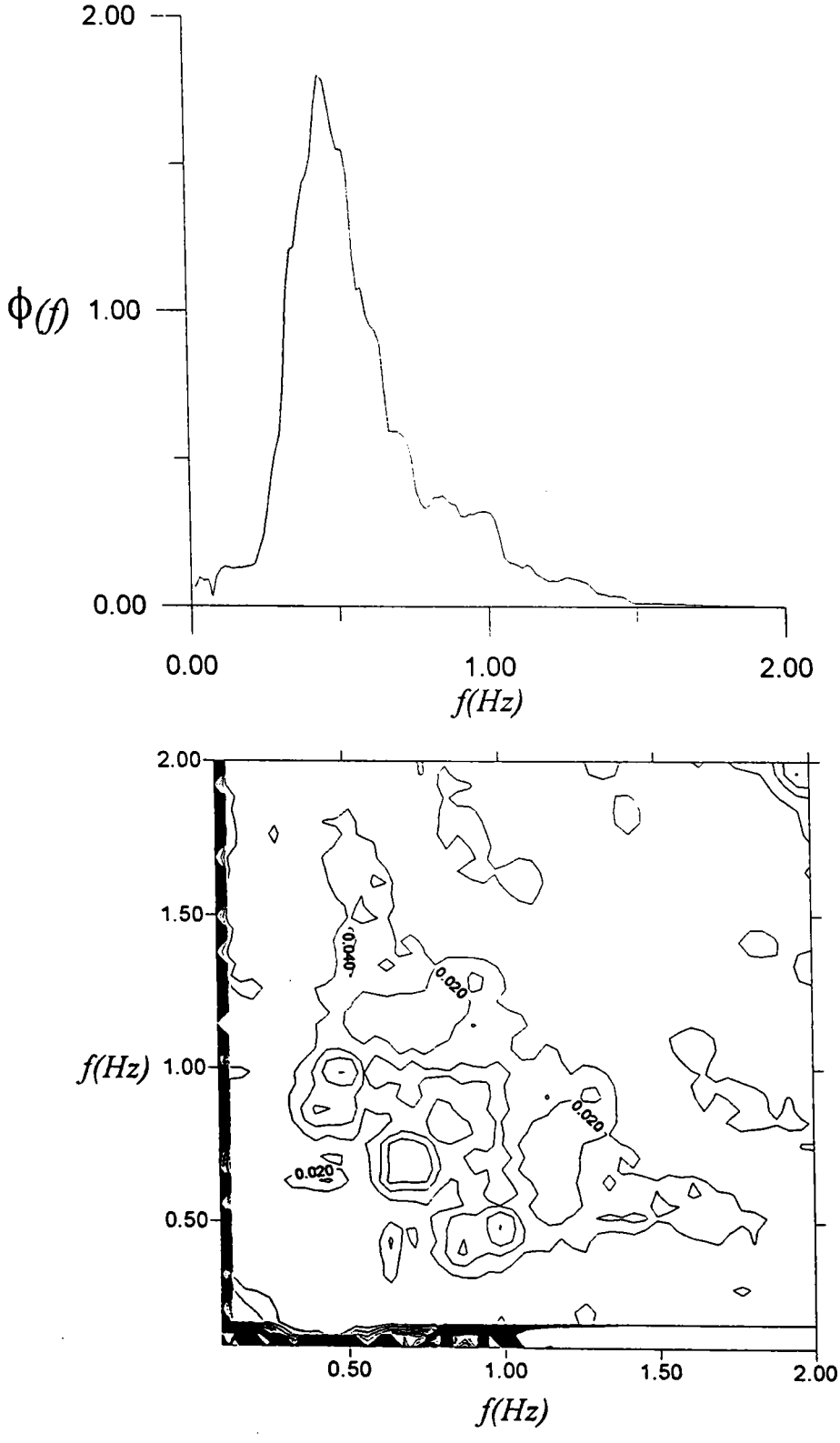


圖34 二階係數關係圖（D/L=0.069）

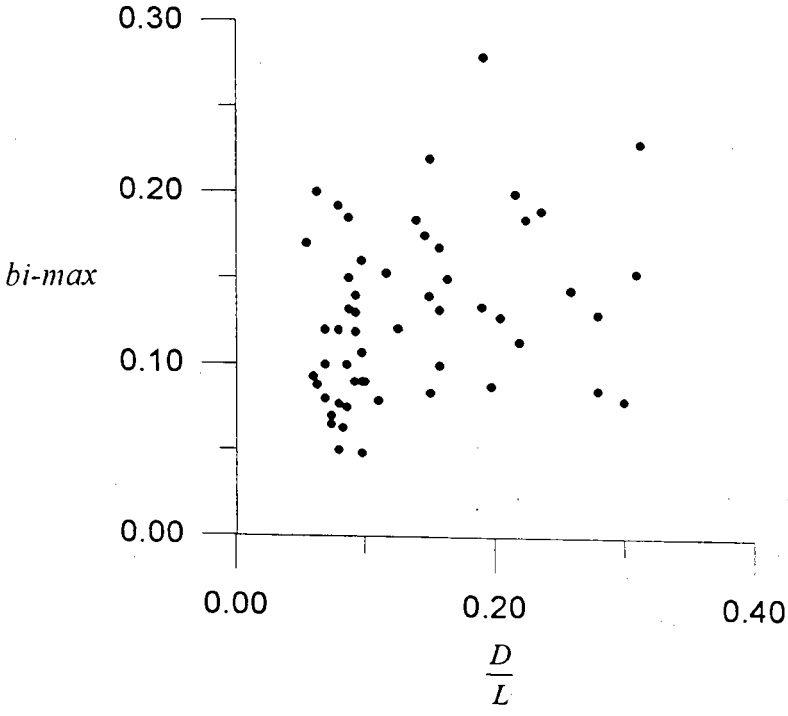


圖35 二階係數（最大值）與相對水深關係圖

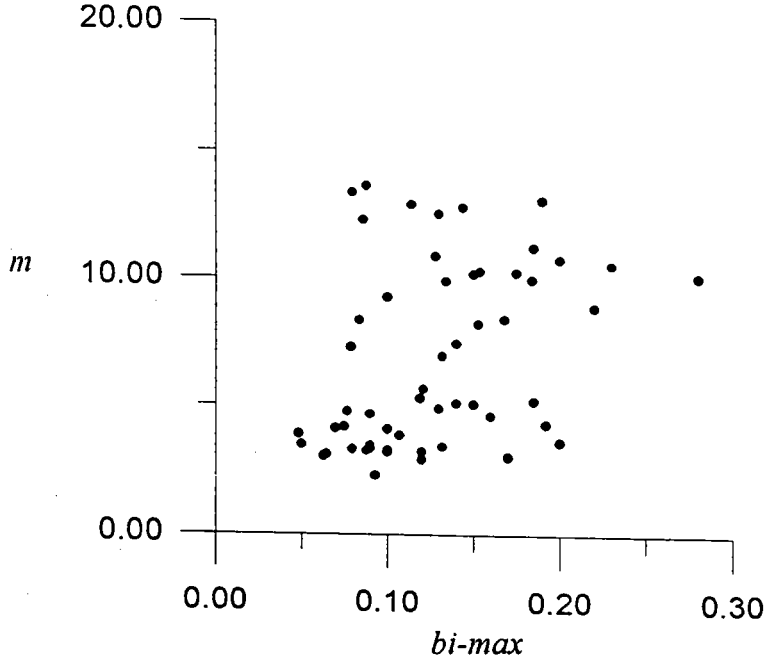
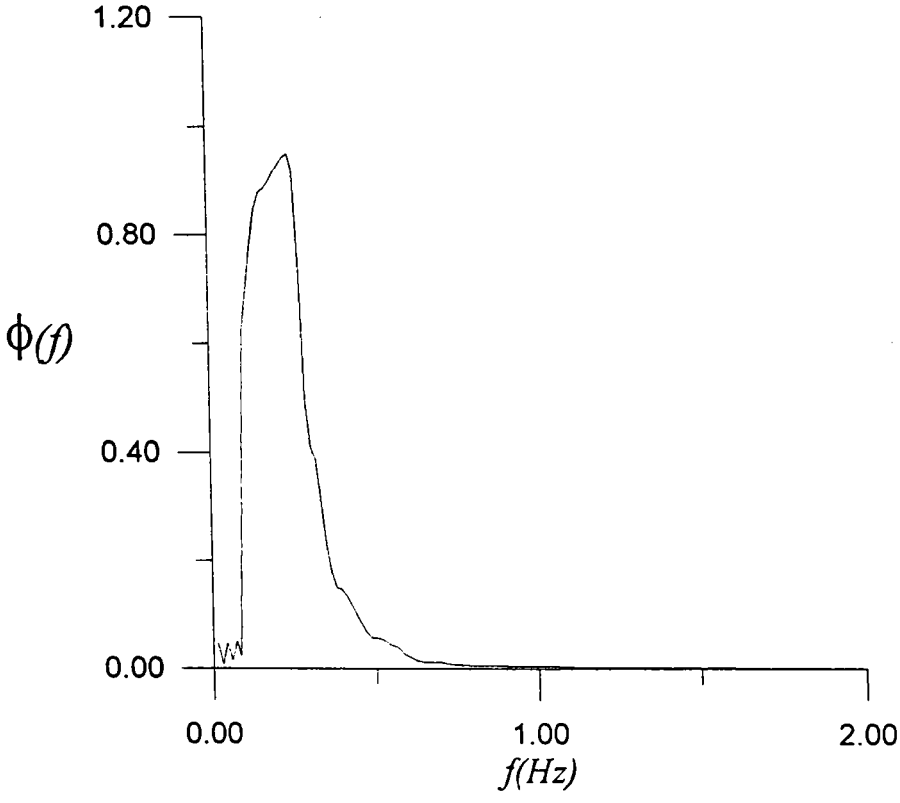


圖36 波譜形狀參數與二階係數（最大值）關係圖



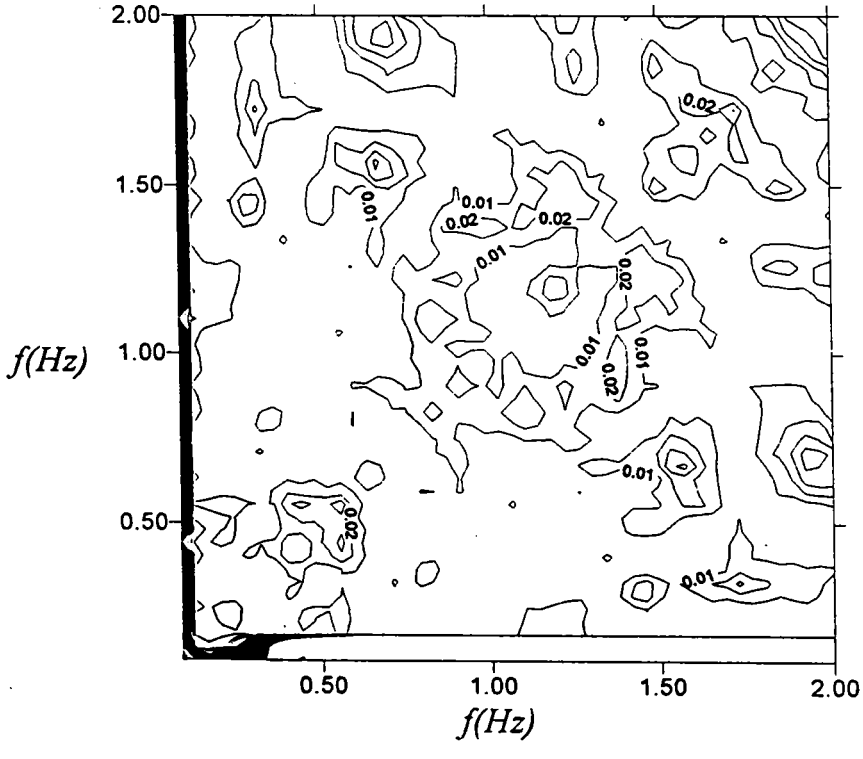


圖37（a） 分裂型波譜之二階係數關係圖（ch1）

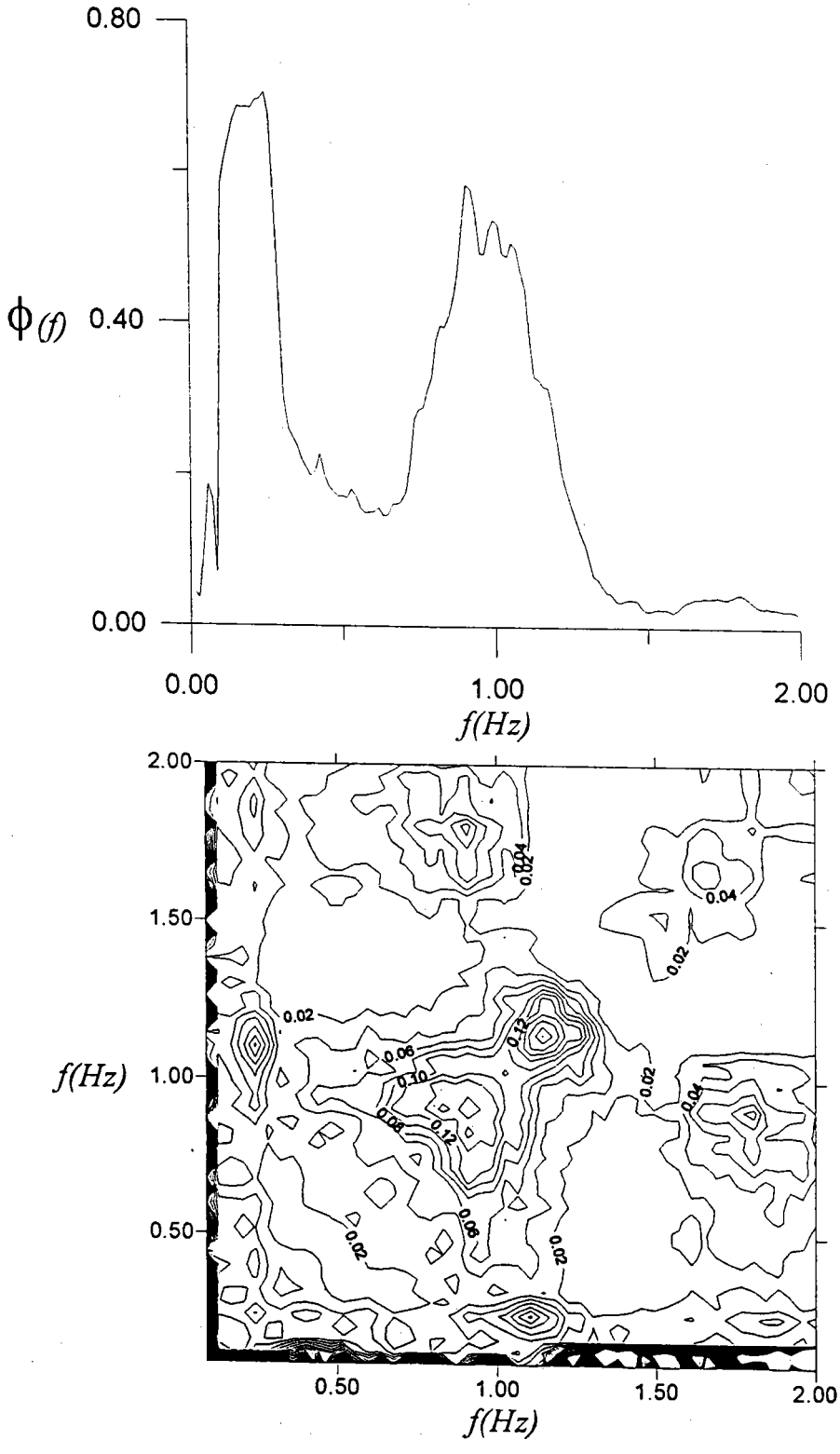
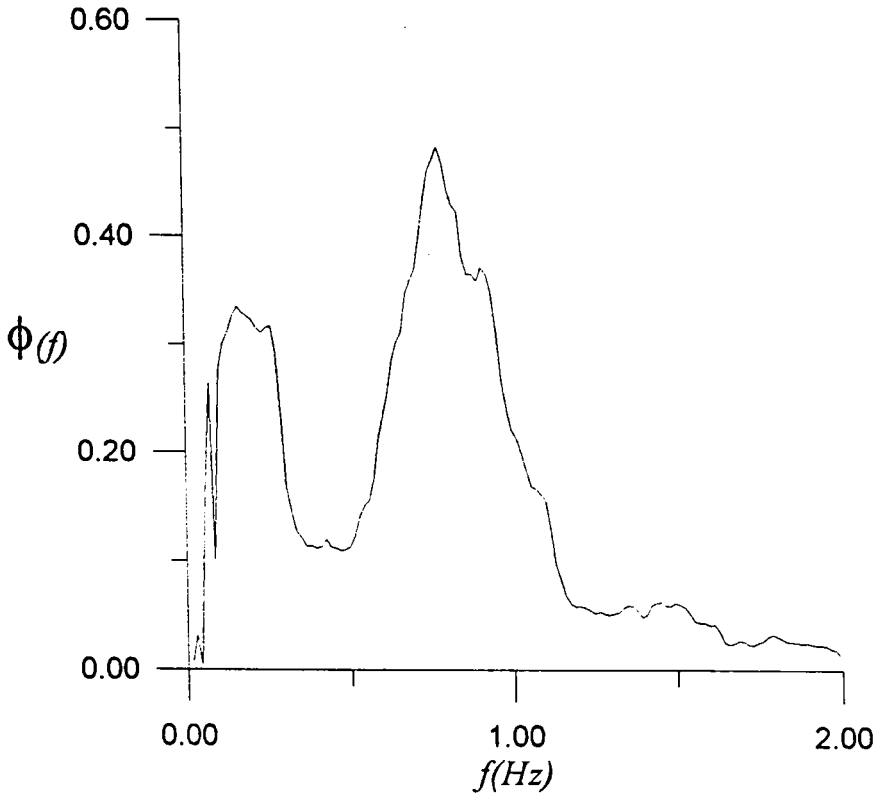


圖37（b） 分裂型波譜之二階係數關係圖（ch3）



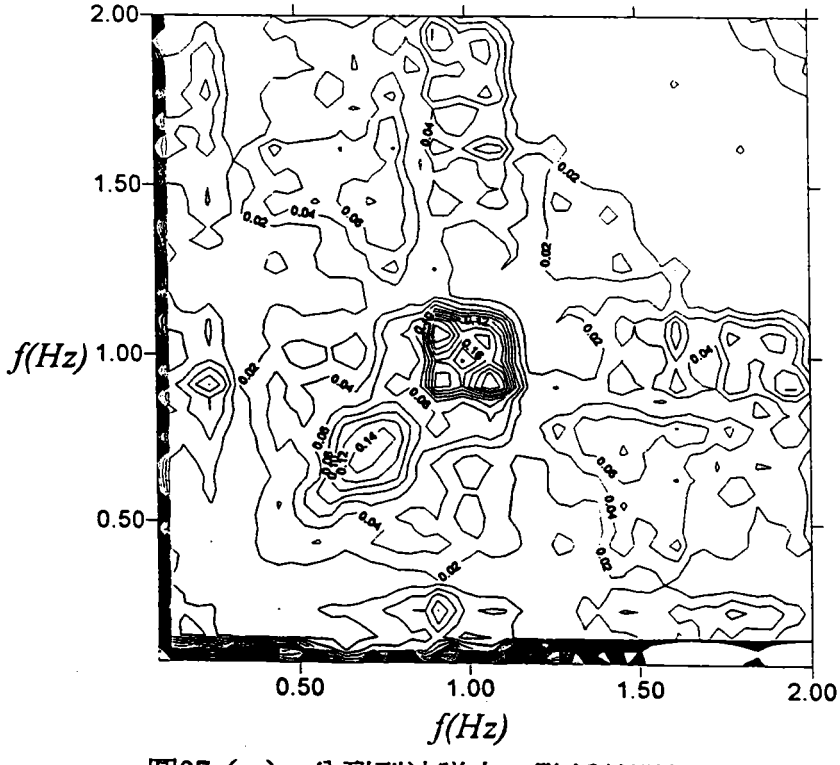


圖37（c） 分裂型波譜之二階係數關係圖（ch6）

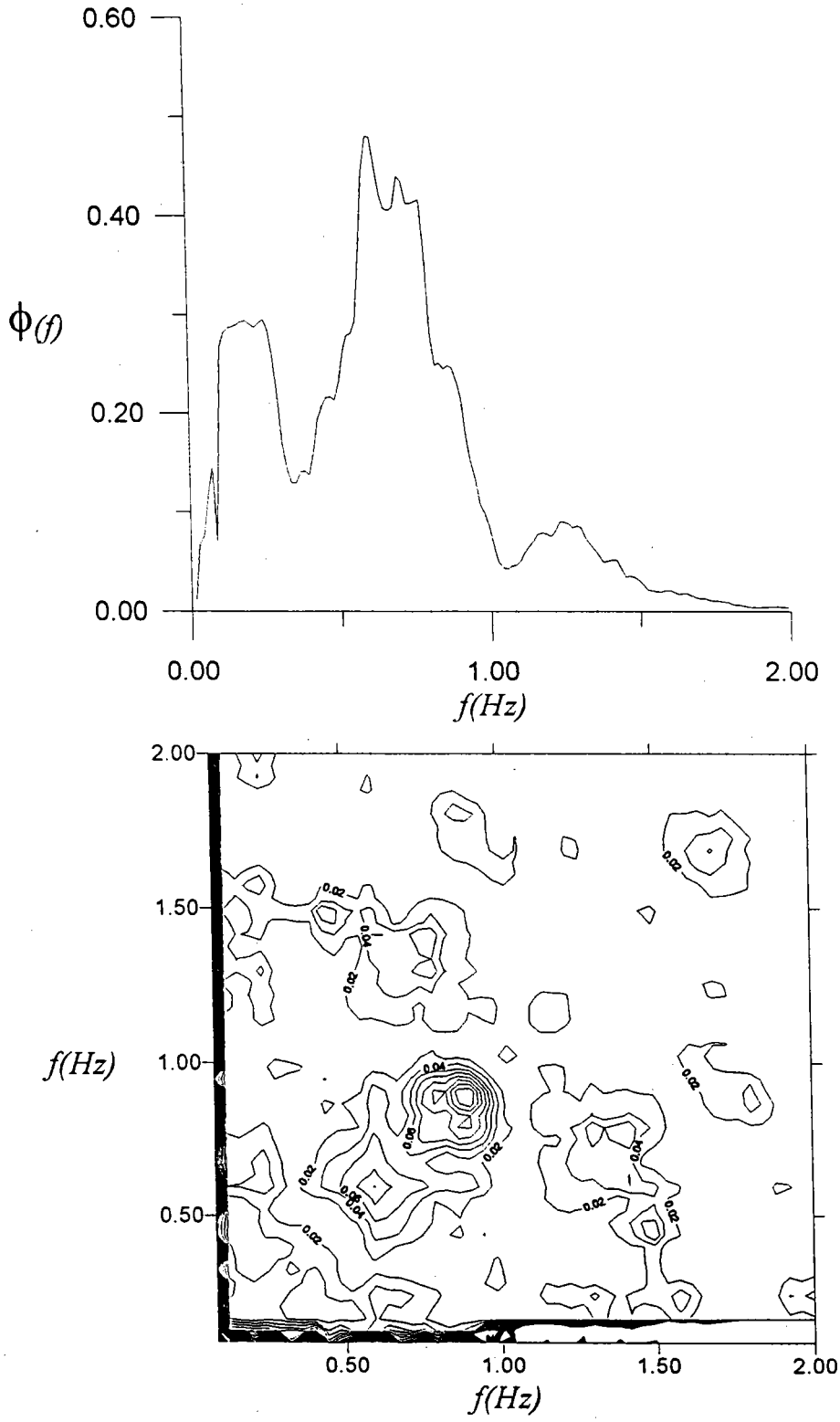
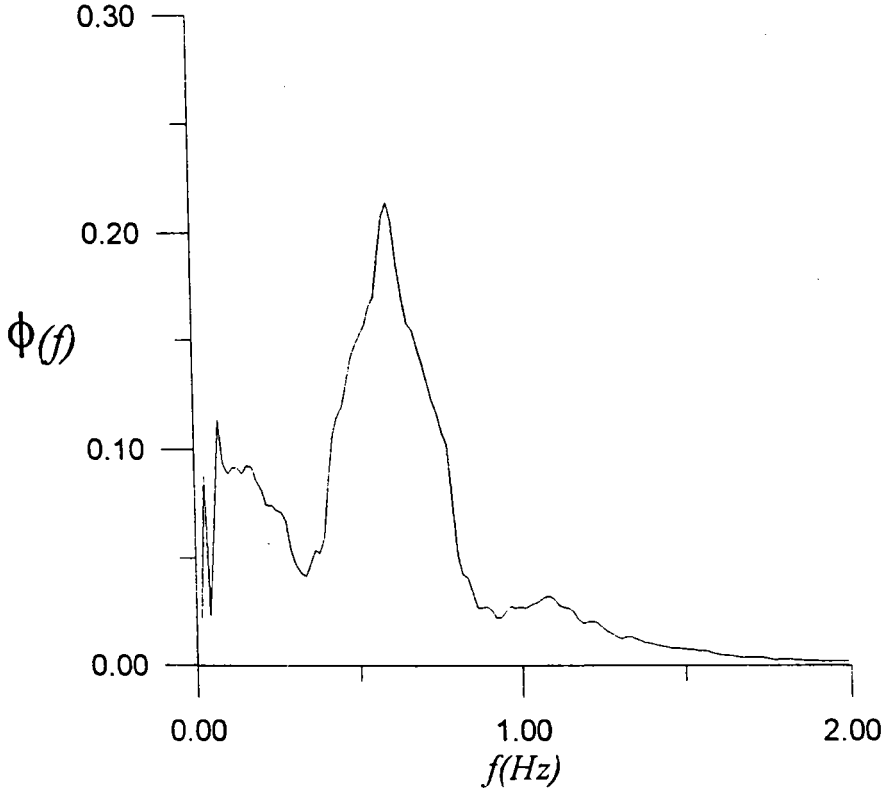


圖37（d） 分裂型波譜之二階係數關係圖（ch12）



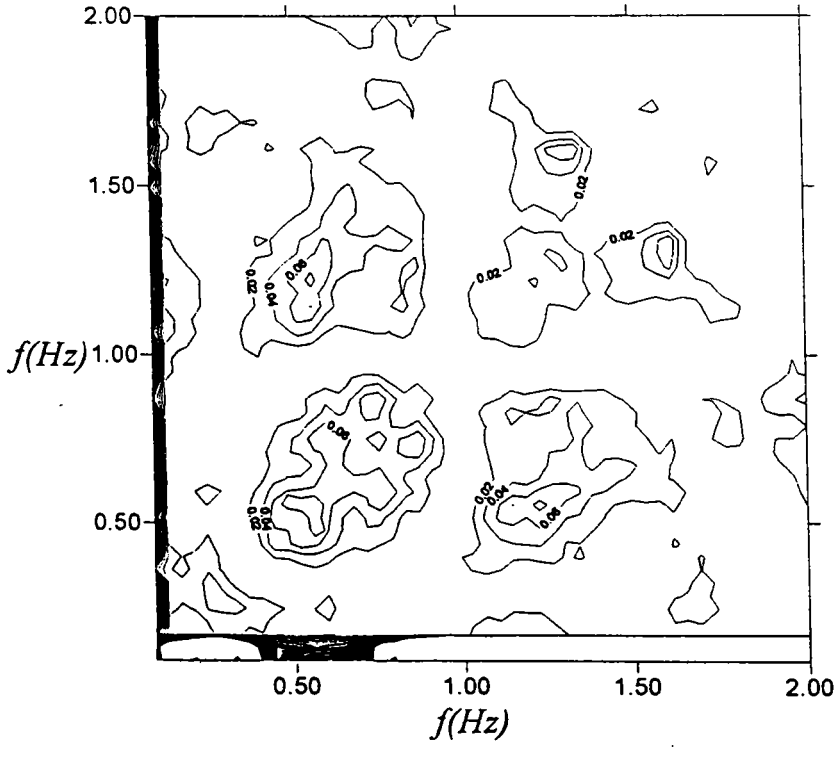


圖37（e） 分裂型波譜之二階係數關係圖（ch16）

84-研(二)-5

台灣海域波譜預測模式之研究

台灣省政府交通處
港灣技術研究所

台中　梧棲

中華民國八十四年六月卅日

台灣海域波譜預測模式之研究

執行單位　：海岸工程組

計畫主持人：何良勝　研究員

計畫顧問　：陳陽益　教授

　　歐善惠　教授

參與人員　：張富東　助理研究員

　　江金德　〃

　　楊怡芸　技　工

　　蔡瑞成　〃

　　何炳紹

　　陳進冰

　　李江澤

摘　　要

本計畫係研究探討能量傳輸方程式中非線性交互作用的能量傳遞現象，利用攝動法理論解析入射波譜已知的情況下，波浪前進於任一均勻等深時，其非線性效應能量傳遞的二階波譜變化情況，研究中比較不同入射波譜於各種水深波長比 D/L_0 時其能量傳遞變化情形，同時亦探討包括各種入射波譜頻率的成份波，其非線性效應變化的機制。

由理論解析結果顯示，由於波浪的非線性效應，於二階波譜中，能量有往高、低頻率傳遞的現象，當水深波長比愈小時傳遞現象愈顯著，傳遞往高頻處之能量，其尖峰主頻大都發生於二倍主頻的位置。另外，若以部份頻率的成份波解析時，其範圍於 $0.1 \le |\omega/\omega_{10}| \le 1.9$ 時即大致能涵蓋能量傳遞變化的情況。

台灣海域波譜預測模式之研究

目　錄

圖目錄

圖3-44 P-M波譜為入射波譜，$D/L_0=0.15$

$0.3 \leqq |\omega/\omega_{10}| \leqq 1.7$成份波之二階波譜

圖3-45 P-M波譜為入射波譜，$D/L_0=0.15$

$0.1 \leqq |\omega/\omega_{10}| \leqq 1.9$成份波之二階波譜

符號說明

ϕ：流速勢函數

η：波動表面水位

k：波數

λ：週波率

$R(z)$：連貫函數

$S(\sigma)$：波譜密度函數

$K(\sigma,\lambda)$：傳達函數

Cg：群波速

s_{in}：風能項

s_{dis}：能量消散項

$s_{\eta\ell}$：交互作用項

壹、前 言

除了自然的天體引力所生的潮波之外，出現於廣大水域上起伏脈動的重力波浪通常是因風之吹刮所引起，然而這些包括所有可能的成份波組合而成的紛紜波浪，由於微動而發展至完全成熟的波浪時，其即具有統計的特性，而波譜分佈型態的研究，無疑地是瞭解此種統計特性較有力的方法之一，悉如，由波譜型態可以求得一些重要的物理參數量，或是能推算出各種相關的統計量，而由上述的各種物理量或統計量除能瞭解海面波浪的狀況外，並且是港灣工程規劃設計者或試驗室試驗重要參考的依據，因此，世界各地無不次研究探討適用於當地的波譜型態或者波譜預測模式為重要課題之一。

自從Rice(1944)與Tukey(1949)對紛紜波動進行統計的考量與波譜的探討以來，有關學者即對波譜的分佈型態及其相關的應用方式展開廣泛地研究與分析。有關波譜型態的研究，屬於深海情況方面，早期有Phillips(1958)以因次分析方法推導出高頻部份的波譜型態以後，接著，Pierson & Moskowitz(1964)求得適用於完全飽和海域的Piersun-Moskowitz波譜；Hasselmann et al(1973)利用北海海域實測資料求得著名的JONSWAP波譜；歐善惠(1977)以台灣海峽實測資料修正JONSWAP波譜獲得適用台灣西部海域的波譜；Huang et al(1981)以stokes二階波浪理論配合試驗資料獲得WALLOPS波譜。有關淺海波譜型態方al面，則有Ijima et al(1970)，Kitaigorodskii et al(1975)Huang et (1983)，郭一羽(1982，1983，1985，1990)等人分別研究探討高頻波譜斜率-1～-5的波譜型態。

除了可能受碎波影響外，淺水波譜高頻部份斜率較深海波譜來得平緩，其主要係受波浪的非線性效應影響，此方面的研究，有Tick(1959)的理論解析；接著有著名的Hasselmann(1962，1963)的非線性交互作用解析；Guza(1980，1985)連續次現場實測資料分析非線性的成因；郭一羽(1981)以雙階波譜方式加以深討。

然而，波譜的非線性效應除了成分波本身的高階調和(harmonic)影響外，成份波與成份波之間的交互作用亦有非線性效應產生，因此，當波浪有非線性效應時，其傳遞情況如何，又受何種成份波浪所主宰控制，至今尚少學者專家研。本研究計畫第一年中即嘗試研究探討波浪的非線性效應所造致的能量傳遞變化机制，並深入瞭解其傳遞變化的控制主因，進而期望未來能完成最適用的波譜預測模式。

本報告中，第貳章將評述論解析過程與結果，接著，第參章利用解析結果實例計算其能量傳遞變化情況並加以研究探討，最後，第肆章作一總結。

貳、理論解析與探討

一、能量傳輸方程式

於廣大水域中，由於風吹水面給予的能量，造致水面波動的成長、成熟，當波浪前進傳遞時，成份波本身或成份波間正進行著能量傳遞的作用，其間則有受水底或水面摩擦及其他的能量損失，最後波浪達於碎波的狀態，基於能量守恒的原則，上述的情況吾人可以能量傳輸方程式表示如下

$$\frac{dF}{dt}=\frac{\partial F}{\partial t}+Cg\cdot\nabla F=S_{In}+S_{dis}+S_{nl} \tag{2.1-1}$$

上式中F表示為總能量，S_{in}則為外在風給予的能量，S_{dis}則表示為包含摩擦及碎波等的能量損失，而S_{nl}則是波浪的交互作用項。應用上述之能量傳輸方程式，吾人可以推測波浪前進的能量變化情況，進而求取吾人所需的波浪條件。上述S_{in}，S_{dis}與S_{nl}三項包含因素繁雜，影響情況也頗多，其中最引起吾人興趣與重視的，則為波浪交互作用的S_{nl}項，往昔眾多學者計算S_{nl}項時，最常引用Hasselmann(1962，1963)所推導的理論解析，然Hasselmann的理論繁雜不易深入瞭解其中能量傳遞的變化情形，因此，本研究計畫嘗試另外解析以求得較易明瞭的方式，瞭解波浪非線性效應的能量傳遞情況，進而有助於決解有限水深情況時波譜變化的情況。下節即是本研究的理論解析過程與解析結果。

二、控制方程式及邊界條件

於二度空間之任一均勻等深d之水域中，假設流體為非黏性與不可壓縮性的（inviscid and incompressible），且其運動為非旋性的（irrotational），因而吾人可定義出一流速勢函數（velocity potential），使得所考慮的波動流場內之水粒子的速度與其分量關係為

$$\vec{V}=\nabla\phi=(\phi_x,\phi_z)=(u,w) \tag{2.2-1}$$

此處流速勢函數$\phi=\phi(x,z)$需滿足Laplace's equation，而為波動流場的基本控制方程式，為

$$\nabla^2\phi=\phi_{xx}+\phi_{zz}=0 \tag{2.2-2}$$

至於波動流場所必需滿足的邊界條件有：

1.在底部$z=-d$處

$$w=\phi_z=0 \quad , \qquad z=-d \tag{2.2-3}$$

2.在波動表面處，有

(1)運動邊界條件

$$\phi_z=\frac{d\eta}{dt}=\eta_t+\phi_x\eta_x \quad , \qquad z=\eta \tag{2.2-4}$$

(2)動力邊界條件

$$\phi_t+g\eta+\frac{1}{2}(\phi_x^2+\phi_z^2)=0 \quad , \qquad z=\eta \tag{2.2-5}$$

上式中 $\eta=\eta(x,t)$ 為波動表面水位，g為重力加速度。為便於將來逐階展開解析起見，於此先將非線性的自由表面運動與動力邊界條件 (2.2-4)與(2.2-5)式做適當地處理，即是 (2.2-5) 式被d/dt總微分後減去g倍的 (2.2-4)式，可得綜合表面邊界條件如下：

$$\frac{\partial^2\phi}{\partial t^2}+g\frac{\partial\phi}{\partial z}+\frac{\partial}{\partial t}\left(\vec{V}^2\right)+\vec{V}\cdot\nabla\left(\frac{1}{2}\vec{V}^2\right)=0 \quad , \qquad z=\eta \tag{2.2-6}$$

接著，利用Taylor 級數展開在z =0處以取代在未知的波動表面$z=\eta$處，則非線性表面邊界條件(2.2-6)與(2.2-5)兩式可由下列二式取代之，為

$$\left[\left(\frac{\partial^2\phi}{\partial t^2}+g\frac{\partial\phi}{\partial z}\right)+\eta\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial^2\phi}{\partial t^2}+g\frac{\partial\phi}{\partial z}\right)+\frac{1}{2}\eta^2\frac{\partial^2}{\partial z^2}\left(\frac{\partial^2\phi}{\partial t^2}+g\frac{\partial\phi}{\partial z}\right)+\ldots\ldots\right]$$

$$+\left[\frac{\partial}{\partial t}\left(\vec{V}^2\right)+\eta\frac{\partial^2}{\partial z\partial t}\left(\vec{V}^2\right)+\ldots\right]+\left[\vec{V}\cdot\nabla\left(\frac{1}{2}\vec{V}^2\right)+\ldots\right]=0,\ \ z=o \tag{2.2-7}$$

與

$$g\eta+\left[\frac{\partial\phi}{\partial t}+\eta\frac{\partial^2\phi}{\partial z\partial t}+\frac{1}{2}\eta^2\frac{\partial^3\phi}{\partial z^2\partial t}+\ldots\ldots\right]$$
$$+\left[\frac{1}{2}\vec{V}^2+\eta\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{1}{2}\vec{V}^2\right)+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\right]=0,\quad z=0$$

(2.2-8)

由以上的處理可知，這正與攝動法應用到一般波動問題之解析過程相同，如今對整個問題的求解，則已被轉換至於滿足以z=0處之展開下的各對應條件而進行逐階次解析者，有關波譜較高階之非線性效應析過程，其詳情如下節所述。

三．高階非線性效應解析

3-1 波動流場之解析

依攝動展開法的原則下，所考慮的波動系統流場解 ϕ 與 η 等物理量之型式可被表示為

$$\phi=\phi_1+\phi_2+\phi_3+\ldots \qquad (2.3\text{-}1.1)$$
$$\eta=\eta_1+\eta_2+\eta_3+\ldots \qquad (2.3\text{-}1.2)$$

由上節（2.2-2）~（2.2-8)等式中，吾人可依次取得第一階解析之控制方程式與邊界條件為

$$\nabla^2\phi_1=0 \qquad (2.3\text{-}2.1)$$

$$\frac{\partial\phi_1}{\partial z}=0\ ,\qquad z=-d \qquad (2.3\text{-}2.2)$$

$$\frac{\partial^2\phi_1}{\partial t^2}+g\frac{\partial\phi_1}{\partial z}=0\ ,\qquad z=0 \qquad (2.3\text{-}2.3)$$

$$g\eta_1+\frac{\partial\phi_1}{\partial t}=0\ ,\qquad z=0 \qquad (2.3\text{-}2.4)$$

上列（2.3-2）等式可解得波動流場的第一階解為

$$\eta_1(x,t) = \int_\sigma e^{i\alpha_1} dZ \tag{2.3-3}$$

$$\phi_1(x,z,t) = -i\int_\sigma \frac{g}{\sigma}\frac{\cosh|f|(d+z)}{\cosh|f|d} e^{i\alpha_1} dZ \tag{2.3-4}$$

式中 $\alpha_1 = \frac{\sigma|\sigma|}{g}\coth(|f|d)\cdot x - \sigma t$ ，位相角(phase angle).

$f = f(\sigma) = k$ k:波數(wave number)，σ :週波率(wave frequcy)

接著，可利用上列之第一階解代入所對應的第二階控制條件中求解第二階解，首先，吾人任一對應之第二階流速勢函數ϕ_2為

$$\phi_2(x,z,t) = -i\int_\sigma \int_{\sigma'} \frac{\cosh|f_2|(d+z)}{\cosh|f_2|d}\cdot e^{i\alpha_2} dZ_2 \tag{2.3-5}$$

同時取(2.2-7)式之邊界條件至第二階為

$$-\left(\frac{\partial^2\phi_2}{\partial t^2} + g\frac{\partial\phi_2}{\partial z}\right) = \eta_1\frac{\partial^3\phi_1}{\partial z\partial t^2} + g\eta_1\frac{\partial^2\phi_1}{\partial z^2} + 2\left[\frac{\partial\phi_1}{\partial x}\frac{\partial^2\phi_1}{\partial x\partial t} + \frac{\partial\phi_1}{\partial e}\frac{\partial^2\phi_1}{\partial x\partial t}\right] \tag{2.3-6}$$

將η_1與ϕ_1之第一階解代入(2.3-6)式之右式可得

$$(2.3\text{-}6)\text{式之右式} = i\int_\sigma\int_{\sigma'} B_{21}\cdot e^{i(\alpha+\alpha')} dZdZ' \tag{2.3-7}$$

式中

$$B_{21} = 2|\sigma|\left(\sigma'|\sigma| - \sigma|\sigma'|\coth|f|d\coth|f'|d\right) + \sigma|\sigma|^2\left(1-\coth^2|f|d\right)$$

將(2.3-5)式中之ϕ_2代入(2.3-6)式之左式可得

$$(2.3\text{-}6)\text{式之左式} = i\int_\sigma\int_{\sigma'} B_{22}\cdot e^{i\alpha_2} dZ_2 \tag{2.3-8}$$

式中

$$B_{22} = g|f_2|\frac{\sinh|f_2|d}{\cosh|f_2|d} - (\sigma+\sigma')^2$$

比較(2.3-6)式之左右兩邊之解析，可求解得ϕ_2為

$$\phi_2(x,z,t) = -i\int_\sigma \int_{\sigma'} B_2 \cdot \frac{\cosh|f_2|(d+z)}{\cosh|f_2|d} \quad e^{i\alpha_2} dZdZ' \tag{2.3-9}$$

其中

$$\alpha_2 = \alpha + \alpha' = \left[\frac{\sigma+|\sigma|}{g} \quad \coth(|f|d) + \frac{\sigma'|\sigma'|}{g} \quad \coth(|f'|d)\right]\cdot x$$

$$-[\sigma+\sigma']\cdot t \tag{2.3-9.1}$$

$$f_2 = f + f' \tag{2.3-9.2}$$

$$B_2 = B_{21} / B_{22} \tag{2.3-9.3}$$

接著，取(2.2-8)式之邊界條件至第二階，同時代入(2.3-3)、(2.3-4)與(2.3-9)等式之η_1,ϕ_1,ϕ_2 求解第二階段之η_2 如下

$$\eta_2 = -\frac{1}{g}\left\{\frac{\partial\phi_2}{\partial t} + \eta_1 \frac{\partial^2\phi_1}{\partial z\partial t} + \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\partial\phi_1}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\phi_1}{\partial z}\right)^2\right]\right\}$$
$$= \int_\sigma \int_{\sigma'} C_2 \cdot e^{i\alpha_2} dZdZ' \tag{2.3-11}$$

式中

$$C_2 = C_2(\sigma,\sigma') = B_2 \cdot \frac{(\sigma+\sigma')}{g} + |f|\frac{\sinh|f|d}{\cosh|f|d} - \frac{1}{2}\frac{(\sigma+\sigma')}{g}\coth\|f\|d$$
$$\cdot\coth|f'|d + \frac{1}{2}\frac{g|f\|f'|}{\sigma\sigma'}\frac{\sinh|f|d \quad \sinh|f'|d}{\cosh|f|d \quad \cosh|f'|d} \tag{2.3-12}$$

至此，有關波動流場物理量ϕ與η至第二階之非線性解析過程已清楚呈現，利用上述解析結果，求解波譜較高階之非線性效應過程，將如下節所詳述。

3-2 波譜非線性效應之解析

在紛紜的海面上，波浪能譜與水位變化之連貫函數(autocorrelation function)可以互相傅利葉轉換(Fourier transform)，假定紛紜水面為一定常過程(stationary process)的時間序列時，則連貫函數$R(\tau)$與水位變化$\eta(t)$的關係為

$$
\begin{aligned}
R(\tau) &= E\left[\eta(x,t)\cdot\eta(x,t+\tau)\right] \\
&= E\left[\left(\eta_1(x,t)+\eta_2(x,t)\right)\cdot\left(\eta_1(x,t+\tau)+\eta_2(x,t+\tau)\right)\right] \\
&= E\left[\eta_1(x,t)\cdot\eta_1(x,t+\tau)\right]+E\left[\eta_2(x,t)\cdot\eta_2(x,t+\tau)\right] \\
&= R_1(\tau)+R_2(\tau)
\end{aligned}
\tag{2.3-13}
$$

式中 $E[\cdot]$ 表示為期望值，$R_1(\tau)$ 與 $R_2(\tau)$ 分別為第一階與第二階之連貫函數，連貫函數 $R(\tau)$ 與波譜密度函數 $S(\sigma)$ 的關係為

$$
\begin{aligned}
R(\tau) &= R_1(\tau)+R_2(\tau) \\
&= \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} S(\sigma)e^{i\sigma\tau}d\sigma
\end{aligned}
\tag{2.3-14}
$$

式中

$S_1(\sigma)$：第一階波譜密度函數

$S_2(\sigma)$：第二階波譜密度函數

利用上節(2.3-11)式之 η_2 代入連貫函數 $R_2(\tau)$ 的關係中，且同時假設時與位置固定時（即是x=0，t=0），可得

$$
\begin{aligned}
R_2 = \iiiint_{-\infty}^{\infty} & C_2(\sigma,\sigma')\cdot C_2(\sigma'',\sigma''')e^{-i(\sigma''+\sigma''')\tau} \\
& \times E\left[dZ(\sigma)dZ(\sigma')dZ(\sigma'')dZ(\sigma''')\right]
\end{aligned}
\tag{2.3-15}
$$

其中 $C_2(\sigma,\sigma')$ 如(2.3-12)式所表示"，"," ″ ","′′′"則表示為不同的成份量。

依據Isserlis(1918)之論著，將上式中的 $E\left[dZ(\sigma)dZ(\sigma')dZ(\sigma'')dZ(\sigma''')\right]$ 項的四次動差(fourth moment)轉換為二次動差(second moment)的結果如下：

$$
\begin{aligned}
& E\left[dZ(\sigma)dZ(\sigma')dZ(\sigma'')dZ\right](\sigma''') \\
&= E\left[dZ(\sigma)dZ(\sigma')\right]\cdot E\left[dZ(\sigma'')dZ(\sigma''')\right] \\
&\quad + E\left[dZ(\sigma)dZ(\sigma'')\right]\cdot E\left[dZ(\sigma')dZ(\sigma''')\right] \\
&\quad + E\left[dZ[\sigma]dZ(\sigma''')\right]\cdot E\left[dZ(\sigma')dZ(\sigma'')\right]
\end{aligned}
\tag{2.3-16}
$$

另外

另外

$$E\left[dZ(\sigma)dZ(-\sigma)\right]=E\left[dZ(\sigma)\overline{dZ(\sigma)}\right]$$
$$=S(\sigma)d\sigma \tag{2.3-17}$$

式中"-"表示共軛複數，將(2.3-16)與(2.3-17)兩式的結果代入(2.3-15)式中，則可獲得連貫函數 $R_2[\sigma]$ 與波譜密度函數 $S(\sigma)$ 的關係為

$$R_2(\sigma)=\int\int_{-\infty}^{\infty}e^{i(\sigma+\sigma')\tau}[C_2(\sigma,\sigma')\cdot C_2(-\sigma,-\sigma')$$
$$+C_2(\sigma,\sigma')\cdot C_2(-\sigma',-\sigma)]S_1(\sigma)S_1(\sigma')d\sigma d\sigma' \tag{2.3-18}$$

若令 $\lambda=\sigma+\sigma'$，並利用連貫函數與波譜密度函數的傅利葉轉換關係，則可求得第二階的波譜密度函數 $S_2(\lambda)$ 為

$$S_2(\lambda)=2\pi\int_{-\infty}^{\infty}K(\sigma,\lambda)S_1(\sigma)S_1(\lambda-\sigma)d\sigma \tag{2.3-19}$$

式中

$$K(\sigma,\lambda)=C_2^2(\sigma,\lambda-\sigma)+C_2(\sigma,\lambda-\sigma)\cdot C_2(\lambda-\sigma,\sigma) \tag{2.3-20}$$

$$C_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{\lambda}{g}B_2(\sigma,\lambda-\sigma)+|f|\frac{\sinh|f|d}{\cosh|f|d}-\frac{1}{2}\frac{|\sigma||\lambda-\sigma|}{g}$$
$$\cdot\coth|f|d\coth|f'|d+\frac{1}{2}\frac{g|f||f'|}{\sigma(\lambda-\sigma)}\frac{\sinh|f|d\sinh|f'|d}{\cosh|f|d\cosh|f'|d} \tag{2.3-21.1}$$

$$B_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{2|\sigma|\left[(\lambda-\sigma)|\sigma|-\sigma|\lambda-\sigma|\coth|f|d\coth|f'|d\right]+\sigma|\sigma|^2\left(1-\coth^2|f|d\right)}{g|f_2|\dfrac{\sinh|f_2|d}{\cosh|f_2|d}-\lambda^2} \tag{2.3-21.2}$$

$$C_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{\lambda}{g}B_2(\lambda-\sigma,\sigma)+|f'|\frac{\sinh|f'|d}{\cosh|f'|d}$$
$$-\frac{1}{2}\frac{|\sigma||\lambda-\sigma|}{g}\coth|f|d\coth|f'|d$$
$$+\frac{1}{2}\frac{g|f||f'|}{\sigma(\lambda-\sigma)}\frac{\sinh|f|d\sinh|f'|d}{\cosh|f|d\cosh|f'|d}$$

(2.3-21.3)

$$B_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{2|\lambda-\sigma|\left[\sigma|\lambda-\sigma|-(\lambda-\sigma)|\sigma|\coth|f|d\coth|f'|d\right]+(\lambda-\sigma)|\lambda-\sigma|^2\left(1-\coth^2|f|d\right)}{g|f_2|\frac{\sinh|f_2|d}{\coth|f_2|d}-\lambda^2}$$

(2.3-21.4)

$$f=f(\sigma),\quad f'=f(\lambda-\sigma),\quad f_2=f+f'$$

第二階的波譜密度函數 $S_2(\sigma)$ 已如上列完整地解析而得，其中 $K(\sigma-\lambda)$ 吾人可稱之為傳達函數(transfer function)。(2.3-19)式所表示的意義為：當一已知波譜 $S_1(\sigma)$ 的波列傳遞至一已知地點時，此波列經由傳達函數的轉換，其較高階的非線性效應的波譜 $S_2[\sigma]$，可經由如(2.3-19)式的計算所獲得。

由(2.3-19)式中可知，求解 $S_2(\sigma)$ 的關鍵在於傳達函數 $K(\sigma,\lambda)$ 的獲得，但由於 $K(\sigma,\lambda)$ 中的計算因子，如(2.3-20)與(2.3-21)等式中仍存在有含絕對值的成份，因此，為更清楚實用起見，吾人取一座標系統如圖2-1所示，圖中橫座標為波浪的週波率σ，縱座標為另一關係週波率λ－σ，座標系統內劃分六個相關象限。

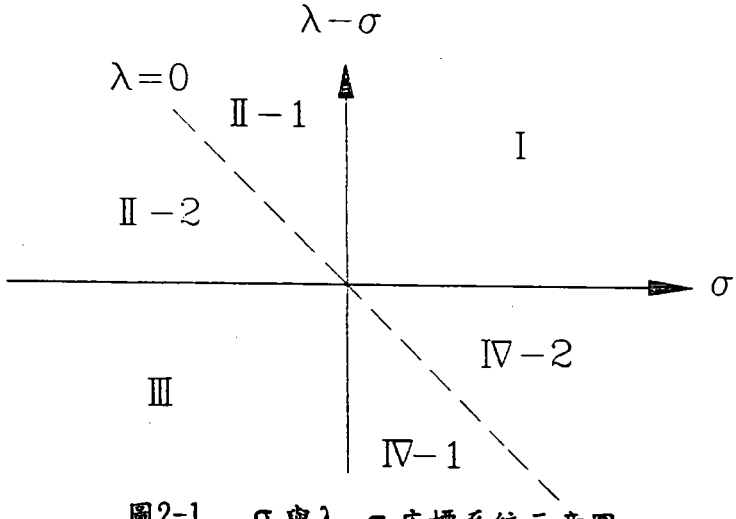


圖2-1　σ與λ－σ座標系統示意圖

依據此座標系統，有關傳達函數 $K(\sigma,\lambda)$ 中之計算因子 C_2 及 B_2 表示如下

(1)第 I 象限：$\sigma\rangle 0$， $\lambda-\sigma\rangle 0$

依據圖2-1中，第一象限，即是 $\sigma\rangle 0,\lambda-\sigma\rangle 0$ 的關係，有關(2.3-20)與(2.3-21)等式可改寫為

$$C_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{1}{g}\left[\lambda\cdot B_2(\sigma,\lambda-\sigma)+\sigma^2+A^-\right] \tag{2.3-22.1}$$

$$B_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{2\sigma^2(\lambda-\sigma)\left[1-\coth|f|d\coth|f'|d\right]+\sigma^3\left[1-\coth^2|f|d\right]}{\left[\sigma^2\coth|f|d+(\lambda-\sigma)^2\coth|f'|d\right]\cdot\tanh|f_2|d-\lambda^2} \tag{2.3-22.2}$$

$$C_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{1}{g}\left[\lambda\cdot B_2(\lambda-\sigma,\sigma)+(\lambda-\sigma)^2+A^-\right] \tag{2.3-22.3}$$

$$B_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{2\sigma(\lambda-\sigma)^2\left[1-\coth|f|d\coth|f'|d\right]+(\lambda-\sigma)^3\left[1-\coth^2|f'|d\right]}{\left[\sigma^2\coth|f|d+(\lambda-\sigma)^2\coth|f'|d\right]\cdot\tanh|f_2|d-\lambda^2} \tag{2.3-22.4}$$

式中

$$A^-=\frac{1}{2}\sigma\cdot(\lambda-\sigma)\cdot\left[1-\coth|f|\coth|f'|d\right] \tag{2.3-22.5}$$

$$f=f(\sigma),\quad f'=f(\lambda-\sigma),\quad f_2=f+f'$$

有關coth與tanh函數內仍需保持正值，因此上列各式中仍以絕對值表示之。

(2)第II-1象限：$\sigma\langle 0$， $\lambda-\sigma\rangle 0$； $|\sigma|\langle|\lambda-\sigma|$

於圖2-1第II象限的區域中，以 $\lambda=0$ 之斜線區分為二個區域，右上半區域部份相當於 $|\sigma|\langle|\lambda-\sigma|$，其傳達函數中之 B_2 與 C_2 可改寫為：

$$C_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{1}{g}\left[\lambda\cdot B_2(\sigma,\lambda-\sigma)+\sigma^2+A^+\right] \tag{2.3-23-1}$$

$$B_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{2\sigma^2(\lambda-\sigma)\left[1+\coth|f|d\coth|f'|d\right]-\sigma^3\left[1-\coth^2|f|d\right]}{\left[-\sigma^2\coth|f|d+(\lambda-\sigma)^2\coth|f'|d\right]\cdot\tanh|f_2|d-\lambda^2} \tag{2.3-23.2}$$

$$C_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{1}{g}\left[\lambda\cdot B_2.(\lambda-\sigma,\sigma)+(\lambda-\sigma)^2+A^+\right] \tag{2.3-23.3}$$

$$B_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{2\sigma(\lambda-\sigma)^2\left[1+\coth|f|d\coth|f'|d\right]+(\lambda-\sigma)^3\left[1-\coth^2|f'|d\right]}{\left[-\sigma^2\coth|f|d+(\lambda-\sigma)^2\coth|f'|d\right]\cdot\tanh|f_2|d-\lambda^2} \tag{2.3-23.4}$$

式中

$$A^+=\frac{1}{2}\sigma\cdot(\lambda-\sigma)\cdot\left[1+\coth|f|d\coth|f'|d\right] \tag{2.3-23.5}$$

(3)第II-2象限：$\sigma\langle 0$ ， $\lambda-\sigma\rangle 0$ ； $|\sigma|\rangle|\lambda-\sigma|$

於第II象限的左下半區域中，相當於$|\sigma|\rangle|\lambda-\sigma|$，其傳達函數中之$B_2$與$C_2$為

$$C_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{1}{g}\left[\lambda\cdot B_2(\sigma,\lambda-\sigma)+\sigma^2+A^+\right] \tag{2.3-24.1}$$

$$B_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{2\sigma^2(\lambda-\sigma)\left[1+\coth|f|d\coth|f'|d\right]-\sigma^3\left[1-\coth^2|f|d\right]}{\left[\sigma^2\coth|f|d-(\lambda-\sigma)^2\coth|f'|d\right]\cdot\tanh|f_2|d-\lambda^2} \tag{2.3-24.2}$$

$$C_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{1}{g}\left[\lambda\cdot B_2(\lambda-\sigma,\sigma)+(\lambda-\sigma)^2+A^+\right] \tag{2.3-24.3}$$

$$B_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{2\sigma(\lambda-\sigma)^2\left[1+\coth|f|d\coth|f'|d\right]+(\lambda-\sigma)^3\left[1-\coth^2|f'|d\right]}{\left[\sigma^2\coth|f|d-(\lambda-\sigma)^2\coth|f'|d\right]\cdot\tanh|f_2|d-\lambda^2} \tag{2.3-24.4}$$

式中 A^{+} 如(2.3-23.5)式

(4)第III象限：$\sigma\langle 0$ ， $\lambda-\sigma\rangle 0$

圖2-1中第III象限，即是$\sigma\langle 0$ ，$\lambda-\sigma\langle 0$時，則其傳達函數中之 B_2 與 C_2 改寫為

$$C_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{1}{g}\left[\lambda\cdot B_2(\sigma,\lambda-\sigma)+\sigma^2+A^{-}\right] \tag{2.3-25.1}$$

$$B_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{2\sigma^2(\lambda-\sigma)\left[1-\coth|f|d\coth|f'|d\right]-\sigma^3\left[1-\coth^2|f|d\right]}{\left[\sigma^2\coth|f|d+(\lambda-\sigma)^2\coth|f'|d\right]\cdot\tanh|f_2|d-\lambda^2} \tag{2.3-25.2}$$

$$C_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{1}{g}\left[\lambda\cdot B_2(\lambda-\sigma,\sigma)+(\lambda-\sigma)^2+A^{-}\right] \tag{2.3-25.3}$$

$$B_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{2\sigma(\lambda-\sigma)^2\left[1-\coth|f|d\coth|f'|d\right]-(\lambda-\sigma)^3\left[1-\coth^2|f'|d\right]}{\left[\sigma^2\coth|f|d+(\lambda-\sigma)^2\coth|f'|d\right]\cdot\tanh|f_2|d-\lambda^2} \tag{2.3-25.4}$$

式中 A^{-} 如(2.3-22.5)式

(5)第IV-1象限：$\sigma\rangle 0$, $\lambda-\sigma\langle 0$ ； $|\sigma|\langle|\lambda-\sigma|$

同理第二象限，於圖中第IV象限區域，以$\lambda=0$斜線為界劃分二個區域，左半區域相當於$|\sigma|\langle|\lambda-\sigma|$時，$B_2$與$C_2$可表示為

$$C_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{1}{g}\left[\lambda\cdot B_2(\sigma,\lambda-\sigma)+\sigma^2+A^{+}\right] \tag{2.3-26.1}$$

$$B_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{2\sigma^2(\lambda-\sigma)\left[1+\coth|f|d\coth|f'|d\right]+\sigma^3\left[1-\coth^2|f|d\right]}{\left[-\sigma^2\coth|f|d+(\lambda-\sigma)^2\coth|f'|d\right]\cdot\tanh|f_2|d-\lambda^2} \tag{2.3-26.2}$$

$$C_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{1}{g}\left[\lambda\cdot B_2(\lambda-\sigma,\sigma)+(\lambda-\sigma)^2+A^+\right] \tag{2.3-26.3}$$

$$B_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{2\sigma(\lambda-\sigma)^2\left[1+\coth|f|d\coth|f'|d\right]-(\lambda-\sigma)^3\left[1-\coth^2|f'|d\right]}{\left[-\sigma^2\coth|f|d+(\lambda-\sigma)^2\coth|f'|d\right]\cdot\tanh|f_2|d-\lambda^2} \tag{2.3-26.4}$$

式中 A^+ 如(2.3-23.5)式

(6)第IV-2象限：$\sigma\rangle 0$, $\lambda-\sigma\langle 0$; $|\sigma|\rangle|\lambda-\sigma|$

於第IV象限右半區域中，即是$|\sigma|\rangle|\lambda-\sigma|$時，$B_2$與$C_2$則為

$$C_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{1}{g}\left[\lambda\cdot B_2(\sigma,\lambda-\sigma)+\sigma^2+A^+\right] \tag{2.3-27.1}$$

$$B_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{2\sigma^2(\lambda-\sigma)\left[1+\coth|f|d\coth|f'|d\right]+\sigma^3\left[1+\coth^2|f|d\right]}{\left[\sigma^2\coth|f|d-(\lambda-\sigma)^2\coth|f'|d\right]\cdot\tanh|f_2|d-\lambda^2} \tag{2.3-27.2}$$

$$C_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{1}{g}\left[\lambda\cdot B_2(\lambda-\sigma,\sigma)+(\lambda-\sigma)^2+A^+\right] \tag{2.3-27.3}$$

$$B_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{2\sigma(\lambda-\sigma)^2\left[1+\coth|f|d\coth|f'|d\right]-(\lambda-\sigma)^3\left[1-\coth^2|f|d\right]}{\left[\sigma^2\coth|f|d-(\lambda-\sigma)^2\coth|f'|d\right]\cdot\tanh|f_2|d-\lambda^2} \tag{2.3-27.4}$$

式中 A^+ 如(2.3-23.5)式

至此，傳達函數$k(\sigma,\lambda)$中之計算因子B_2、C_2已於如圖2-1之座標系統中清晰明確的表達，綜觀(2.3-21)-(2.3-27)等式各象限之值，若以$\lambda=0$之斜線劃分左右半部區域，吾人可發現，象限I與III；象限II-1與IV-1；象限II-2與IV-2等區域中，當$|\sigma|$與$|\lambda-\sigma|$之值分別相等時，則其對應之B_2與C_2值亦相等。另外，當$\lambda=0$，亦即$\sigma=-(\lambda-\sigma)$時，$C_2(\sigma,\lambda-\sigma)$有奇異值(singularity)出現，此於求解波譜時屬於不合理的解析，因此，吾人僅需求解圖2-1中$\lambda\rangle 0$之右半區域之B_2與C_2值即可，亦即是利用(2.3-22)、(2.3-23)與(2.3-27)等式之B_2與C_2值，再代入(2.3-20)與(2.3-19)兩式即可求解相對應的第二階非線性效應之波譜密度函數$S_2(\sigma)$值。

參、理論解析結果與校核

依一般波浪理論之控制方程式與邊界條件及利用攝動方法，理論解析第二階波譜非線性效應的過程與結果已上節中詳細地描述，本節中將依其解析結果先行與Tick(1959)之深海結果作一比較，然後再分析各種已知入射波譜於各種不同水深比(d/L)時，其波譜非線性效應的結果，同時解析發生於波譜高、低頻率之非線性效應傳遞的影響因素。

一、解析結果之校核

本研究上節之解析結果適用於波浪由深海前進至碎波前任一有限水深地區，而往昔學者Tick(1959)曾以類似解析過程解析深海情況時第二階波譜非線性效應的結果，本研究亦將上述結果轉化為深海的情況，與Tick的結果作一校核。

由於前節所述對稱的結果，以下將只處理上圖2-1中第Ⅰ、第II-1與第IV-2等象限的深海情況的解析結果。

1.第Ⅰ象限

由(2.3-22)等式，當深海情況$|f|d \to \infty$時

$$B_2(\sigma,\lambda-\sigma) = B(\lambda-\sigma,\sigma) = 0 \tag{3.1-1.1}$$

$$C_2(\sigma,\lambda-\sigma) = \frac{1}{g}\sigma^2 \tag{3.1-1.2}$$

$$C_2(\lambda-\sigma,\sigma) = \frac{1}{g}(\lambda-\sigma)^2 \tag{3.1-1.3}$$

因此可得傳達函數$K(\sigma,\lambda)$為

$$K(\sigma,\lambda) = \frac{1}{g^2}\left[\sigma^2\left(\lambda^2 - 2\lambda\sigma + 2\sigma^2\right)\right] \tag{3.1-2}$$

2.第II-1象限

由(2.3-23)等式，當$|f|d \to \infty$時

$$C_2(\sigma,\lambda-\sigma) = \frac{1}{g}\left[\sigma(2\sigma-\lambda)\right] \tag{3.1-3.1}$$

$$C_2(\lambda-\sigma,\sigma) = \frac{1}{g}\left[(\lambda-\sigma)\cdot(2\sigma-\lambda)\right] \tag{3.1-3.2}$$

$$K_2(\sigma,\lambda)=\frac{1}{g^2}\left[(\lambda-\sigma)^2\lambda\sigma\right] \tag{3.1-3.4}$$

3.第IV-2象限

由(2.3-27)等式，當$|f|d\to\infty$時

$$C_2(\sigma,\lambda-\sigma)=\frac{1}{g}\left[\sigma(\lambda-2\sigma)\right] \tag{3.1-5.1}$$

$$C_2(\lambda-\sigma,\sigma)=\frac{1}{g}\left[(\lambda-\sigma)\cdot(\lambda-2\sigma)\right] \tag{3.1-5.2}$$

$$K_2(\sigma,\lambda)=\frac{1}{g^2}\left[(\lambda-2\sigma)^2\lambda\sigma\right] \tag{3.1-6}$$

上列(3.1-22)、(3.1-4)及(3.1-6)等式與Tick(1959)之深海結果是完全一致，此意即表示本研究理論解析有限水深較高階波譜的非線性效應過程，轉化為深海情況有其確切的依據。

二、解析結果之討論

依據上節(2.3-22)、(2.3-23)與(2.3-27)等式之解析結果，本研究將分別以JONSWAP與Pierson-Moskowitz(P-M)波譜當作入射波譜，探討各種不同水深時二階波譜非線性效應的變化情況，另外，亦將探討上述非線性效應之高、低頻率能量傳遞的變化情況。

1.以JONSWAP波譜為入射波譜的情況

本研究中的第一種入射波譜係應用歐善惠(Ou，1977)根據台灣海峽的實測紀錄分析修正JONSWAP波譜所得者，其型式為

$$S(f)=\frac{3.28}{C_1^2C_2^4}\left(\frac{H_s}{T_s^2}\right)^2 f^{-5}\exp\left[-\frac{5}{4}(c_2fT_s)^{-4}\right] \tag{3.2-1}$$

式中　　C_1=3.80，C_2=1.13，γ=2.08

$$\sigma_0 = \begin{cases} \sigma_a = 0.07, f \le f_p \\ \sigma_b = 0.09, f \rangle f_p \end{cases}$$

其標準化波譜型態如圖3-1所示，圖中橫座標週頻率σ與尖峰頻率σ_p之無因次比值，縱座標中m_{10}為波譜函數之第0次動差。

圖3-2～圖3-9為波浪尖銳度(wave steepness) H/L_0=0.02時，水深波長比D/L_0=0.10～0.50之間，各種二階波譜非線性效應的變化情況，其中有關H與L_0係分別為入射波浪之示性波高$H_{1/3}$=0.02與入射波譜尖峰頻率計算之波長。

當一群紛紜波列前進傳遞時，由於成份波本身的非線性效應與成分波之間的相互作用關係，其波浪能量有往較低頻率(較長週期)與較高頻率(較短週期)傳遞的非線性效應產生，由圖3-2～圖3-9中即明白的顯示，波的非線性效應產生於較低頻與ω/ω_0=2之較高頻處。由於入射波譜JONSWAP波譜係屬於窄帶(narrow-band)波譜，因此其非線性效應亦較集中；且由於本研究中僅推導至第二階之非線性項，因此其高頻部份之非線性效應亦集中於$\omega/\omega_{10}=2$處。當水深波長比D/L_0不同時，其非線性作用亦產生顯著差異，水深比較小時，係屬於淺水性波浪，此時波浪的非線性能量傳遞即明顯強烈，如圖3-2中所顯示，尤其較低頻處變化較為強；反之，若水深比較大時，則為深海性波浪，其非線性作用已不明顯，尤其在低頻處幾乎無非線性效應之能量傳遞現象，而僅於較高頻處有不明顯作用產生。如圖3-8或圖3-9所示。

同樣以上述之JONSWAP波譜為入射波譜，但改以較大之波浪尖銳度的非線性效益結果如圖3-10～圖3-15所示。由各圖中之結果顯示，波浪能量亦是往低頻與$\omega/\omega_{10}=2.0$高頻處傳遞，由於尖銳度增大的影響，其非線性效應亦明顯的強烈，與前述的H/L_0=0.02時的情況比較，當水深比D/L_0相同時，此處的非線性效應即顯著的增加，若以上述兩種入射波浪的能量變化作一比較如下表所示

表3.2-1各種能量比較表

	入射波譜	$D/L_0=0.15$	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50
$\frac{m_1}{m_2}$	6.25	39.07	39.06	39.06	39.07	39.00	39.02

註：m_1為H/L_0=0.05之波能，m_2為H/L_0=0.02之波能

由上表之結果得知，當水深比相同時，波浪尖銳度H/L_0=0.05與H/L_0=0.02之入射波浪的非線性效應能量比值可以波H的四次方視之。

2.以Pierson-Moskowitz(P-M)波譜為入射波譜的情況

本研究中第二種入波譜則為P-M波譜，其標準化波譜型式如圖3-16所示，圖中符號意義與上節者相同。水深波長比D/L_0=0.10～0.50之間各種二階波譜非線性效應的變化情況如圖3-17～圖3-24所示。亦如前節所述，由於波浪的非線性作用導至能量往低頻與W/W_{10}=2.0高頻處附近傳遞的現象亦明顯呈現各圖中，然而，因P-M波譜係屬於寬帶波譜型式，其產生於W/W_{10}=2.0處附近的二階波譜型態亦較寬廣平滑，且其尖峰位置隨D/L_0之增加而往$W/W_{10}>2.0$之較高頻位移。

一整體波群因非線性效應影響而導至波往高、低頻傳遞的現象已詳細地呈列於上述的各圖中，然而波群中各成份波的影響情況如何則是以下詳加探討。

3.波能傳遞的探討

本節中將利用分割入射波譜頻率的方式，研究探討各種涵蓋局部頻率的入射波譜時，其非線性效應能量傳遞的變化情況。圖3-25～圖3-31係入射波譜為JONSWAP波譜，D/L_0=0.15，H/L_0=0.02時各種波能傳遞的情形，圖3-25為入射波譜中小於或等於尖峰頻率的所有成份波作用的二階波譜，相當於圖中符號$0\leqq|w/w_{10}|\leqq1.0$；而圖3-26則係入射波譜中大於或等於尖峰頻率($1.0\leqq|w/w_{10}|\leqq\infty$)的所有成份波作用的結果。由此兩圖中可得知，波浪非線性效應產生之波能往高、低頻率傳遞的現象，主要係由大於或等於尖峰頻率的成份波所控制，而小於或等於尖峰頻率部份波除了能量傳遞現產生於二倍主頻(w/w_{10}=2.0)附近外，於低頻附近反而產生負值的能量，即是言，其牽制能量的傳遞。另外，以入射波譜主頻為中心各向左右切割不同比例頻率的成份波，觀察其能量傳遞的變化情況，圖3-27～圖3-31即係分別以包含0.1、0.3、0.5、0.7與0.9倍帶寬比例頻率的成分波所展現的波能傳遞情況，由各圖中的結果顯示，當入射波譜以主頻附近成份波逐漸涵蓋向左右高低頻率成份波時，其非線性效應的能量傳遞亦以極低頻與二倍主頻處附近逐步擴展，發展至完整地能量傳遞架構。

圖3-32～圖3-38亦為入射波譜是JONSWAP波譜，但D/L_0=0.15，H/L_0=0.05時，其不同頻率範圍成份波的波能傳遞變化情況，其各圖中展現的結果與上列各圖的情況類似，因其波浪尖銳度比H/L_0較大，故其變化情況劇烈。

圖3-39～圖3-45則為入射波譜是P-M波譜，D/L_0=0.15時其不同頻率範圍成份波的波能傳遞變化情況，由各圖中的結果顯示，其能量傳遞的變化情況較為緩和，變化的趨勢則與上述兩種情況相類似。

肆、結論與建議

本研究第一年的主要目標係於研究探討波譜預測模式中能量傳輸方程式的交互作用項，應用波浪理論的控制方程式與邊界條件，以攝動法方式理論解析過程與結果，擷錄數點結論如下：

一、本研究推導所得之第二階波譜非線性效應結果，可應至用未碎波前之任一等水深區域，其轉化為深海情況時與Tick(1959)的結果相同。

二、利用JONSWAP與Pierson-Moskowitz兩種不同型式的波譜為入射波譜，於標準化波譜的比較下，已明顯的呈現各種不同水深波長比D/L_0的非線性效應的能量傳遞變化情況，當D/L_0較小時，有顯著的能量往較低頻率與二倍主頻率附近傳遞的現象；當D/L_0較大時，能量傳遞現象則較不明顯，於較低頻率處甚或無此現象。

三、以JONSWAP波譜為入射波譜的非線性效應二階波譜中，其往高頻處的能量傳遞的尖峰頻率皆出現於二倍主頻處，且其二階波譜的總能量與入射波高的四次方成正比。若以P-M波譜為入射波譜的二階波譜中，其往高頻處傳遞的尖峰頻率則隨D/L_0的增加，往大於二倍主頻方向遞增。

四、本研究中亦以包含各種不同入射波譜頻率成份波的方式，探討其影響能量傳遞的變化情況，由結果顯示，於包含大於或等於入射波譜頻率的成份波時，可以大部份呈現非線性效應的能量傳遞現象。另外，非線性效應的能量傳遞現象亦隨以入射波譜主頻附近帶寬比例的增加而明顯擴大，即至帶寬比例為$0.1 \leq |w/w_{10}| \leq 1.9$時，已大致呈現所有成份波整體傳遞的架構。

綜合以上結論，本研究已對能量傳輸方程式中較難理解的波浪非線性交互作用的能量傳遞現象作一較清晰的研究探討，然而，於理論解析過程中，本研究僅推導至第二階的結果，對於整體的非線性變化影響，理應推導擴展至更高階以上，或許更能幫助瞭解能量傳遞的變化情況，此亦是吾人今後研究探討的課題之一。

參考文獻

1.Rice，S.O.，1944，Mathematical analysis of ramdom noise，in Noise and Stochastic Process.，New York.

2.Phillips，O.M.，1958，The eguilibrium range in the spectrum of wind generated waves，J.F.M. ，4，PP 426-434.

3.Tick，L.T.，1959，A nonlinear random model of gravity， wave I，J.Math. and Mech.8(5)，PP 643-652.

4.Hasselmann，k.，1962，″ On the non-linear energy transfer in a gravity wave spectrum ″ .Part 1，J.Fluid Mech.12，PP481-500

5.Hasselmann，k.，1963a，″ On the non-linear energy transfer in a gravity wave spectrum ″ .Part 2，J.Fluid Mech.15，PP273-281

6.Hasselmann，k.，1963b，″ On the non-linear energy transfer in a gravity wave spectrum ″ .Part 3，J.Fluid Mech.15，PP385-398

7.Pierson，W.J.& oskowitz，L.1964，″ A proposed spectrum form for fully developed wind sea based on the similarity theory of S.A. Kitaigorodskii″ .J.Geophs.Res.69，PP5181-5190.

8.Hasselmann，K.1973，″ Measurements of wind wave growth and swell decay during the Joint North Sea Wave Project(JONSWAP)″ . Herausgrbrn Von Deutsch，Hydrograph.Inst.，Reihe A，No.12.

9.Mistsuyasu，H.Tasi，F.Suhara，T.Mizuno，S.Ohkusu，M.Honda，T.& Rikiishi，K.1980，″ Observation of the power spectum of ocean waves using a cloverleaf buoy″ .J.Phys.Oceanog. 10，PP286-296.

10.Huang，N.E.Steren，R.L.Tung，C.C.Yeli，Y.& Bliven，L.F.，1981，〝A unified two-porameter wave spectrum model for a general sea state″ .J.Fluid Mech. 112，PP203-224.

11.Ou，S.H.1977，〝Parametric determination of wave statistics and wave spectrum of gravity waves″ .Report of Tainan Hydraulics Lab.

12.Huang，N.E.Hwang，P.A.Wang，H.Lorg，S.R.& Bliven，L.F. 1983，″ A study on the spectral models for waves infinite water depth″ .J.Geoghys.res.88，PP9579-9587.

13.Guza，R.T.& Thornton，E.B.，1980，Local and Shoaled comparisons of sea surface elevations，pressures and Velocities，.Geo.Res. 85，PP1524-4530.

14.Guza，R.T.，1985，Shoaling gravity waves：comparisons between field obervations，linear theory，and a nonlinear model，J.F.M. Vol158，PP47-70.
15.The WAMDI Group，1988，The WAM Model-a Third generation ocean wave prediction model，J.phg.Ocean.，PP1775-1810
16.郭一羽，陳合源，1982，〞淺海波浪頻譜之研究(一)～非線形成分波與波譜之關連〞第六屆海洋工研討會，PP11-1～11-21
17.郭一羽，陳合源，1983，〞淺海波浪頻譜之研究(二)～成分波波速之線形理論適用界限的問題〞第七屆海洋工程研討會，PP24-1～24-13.
18.郭一羽，陳合源，1985，〞淺海波浪頻譜之研究(三)～有關波譜形狀在實驗上的研究〞第八屆海洋工程研討會，PP557-574.
19.郭一羽，1990，〞海洋風浪之波譜模式〞，第三屆基礎港灣數值模式研習，PP113-124.

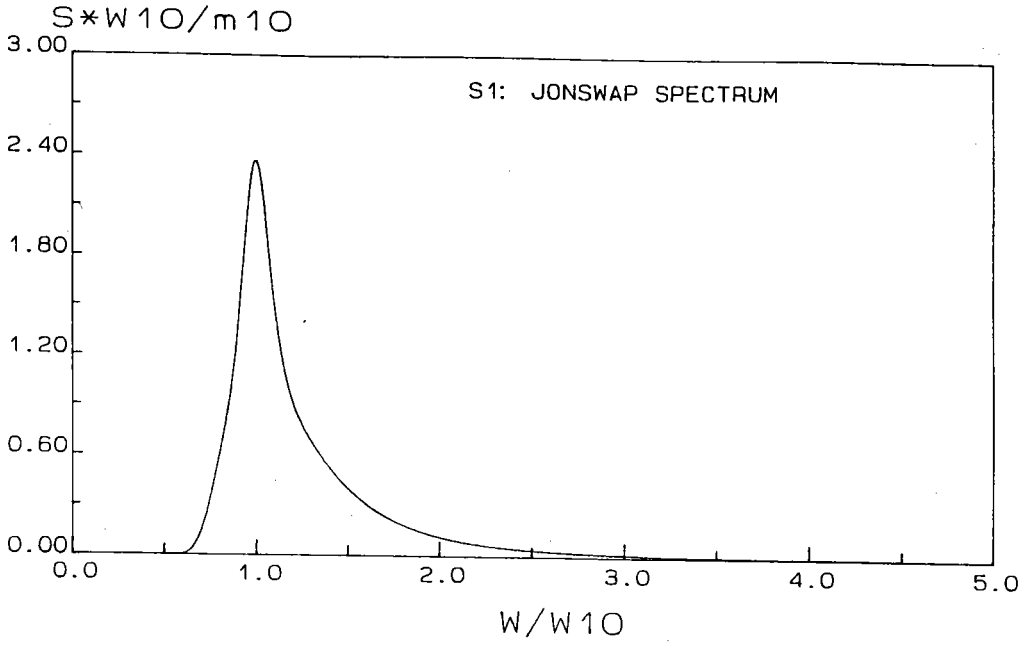


圖3-1 標準化之JONSWAP波譜(r=2.08)

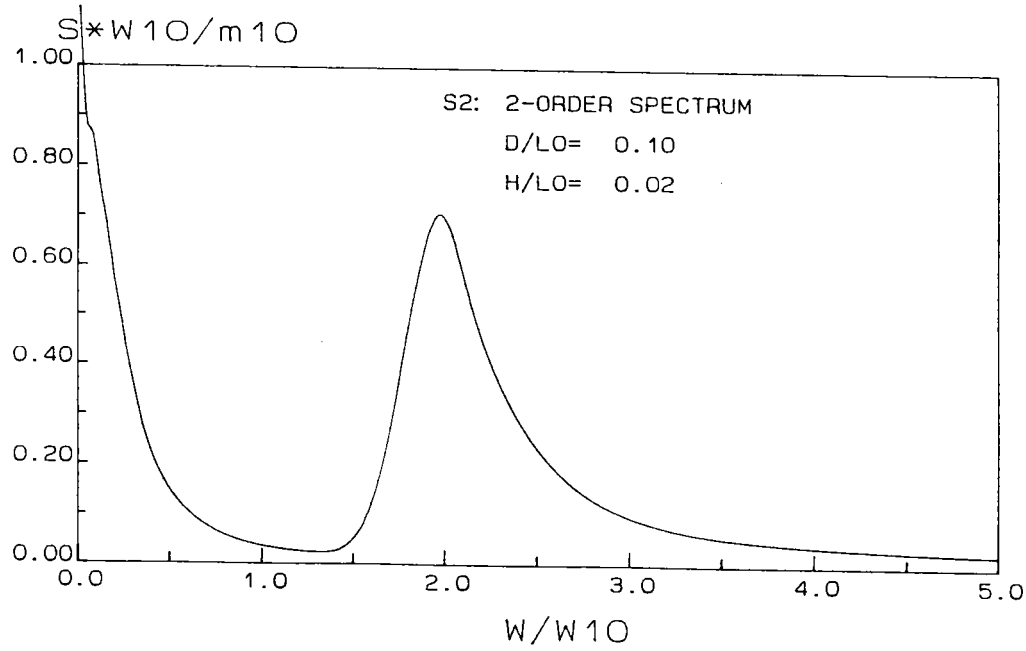


圖3-2 JONSWAP波譜為入射波譜，H/L_0=0.02，D/L_0=0.10之二階波譜

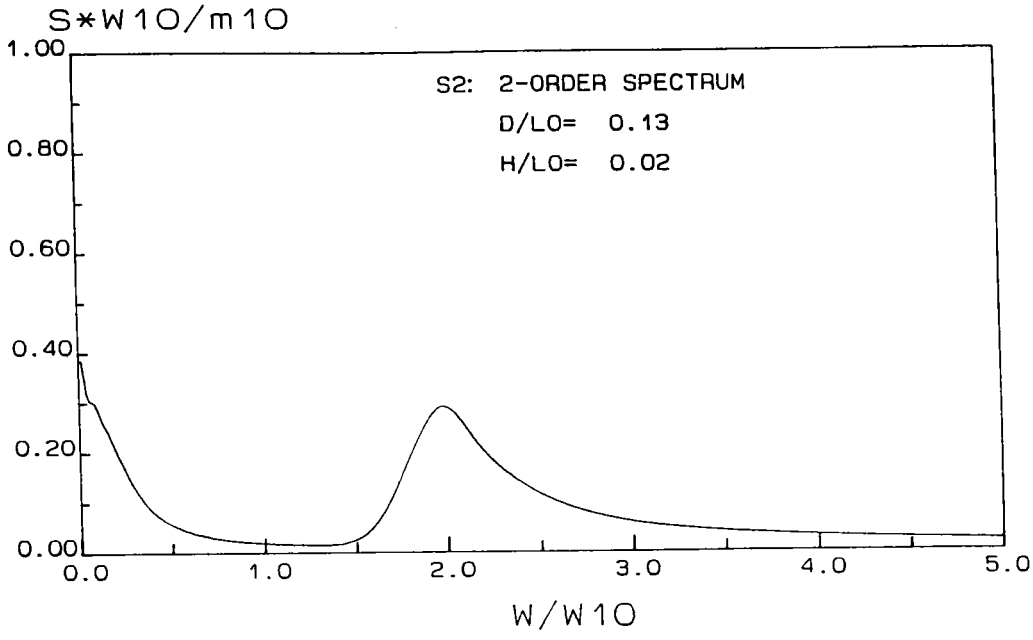


圖3-3 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.02$，$D/L_0=0.13$之二階波譜

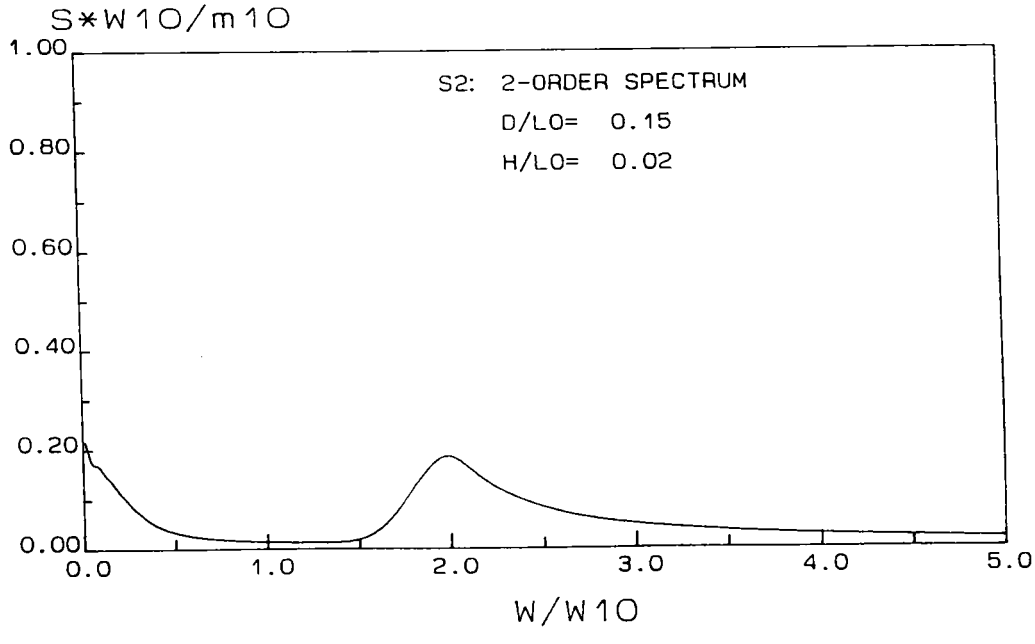


圖3-4 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.02$，$D/L_0=0.15$之二階波譜

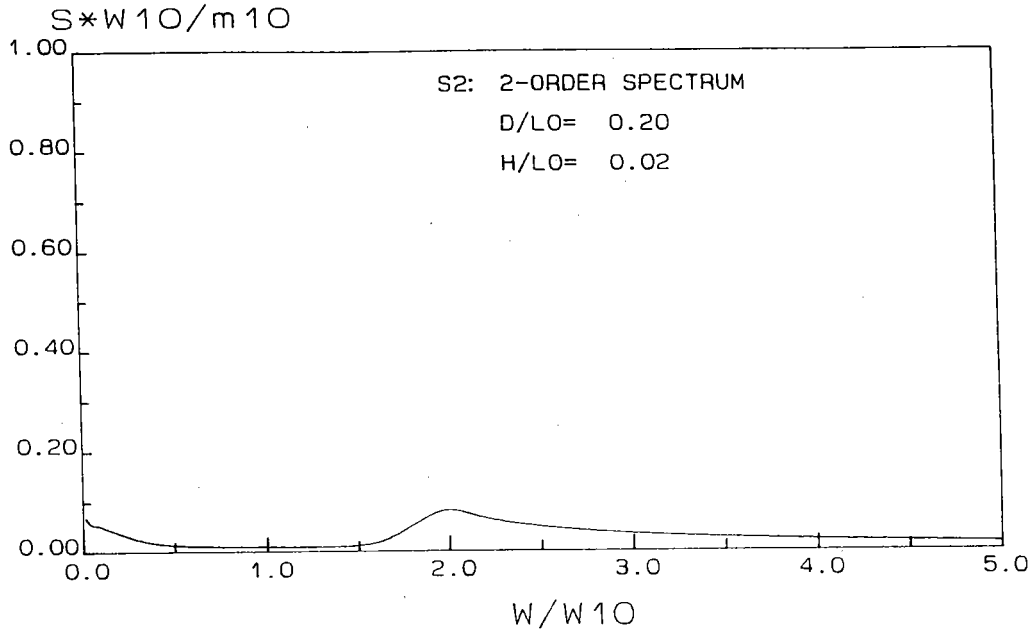


圖3-5 JONSWAP波譜為入射波譜，H/L_0=0.02，D/L_0=0.20之二階波譜

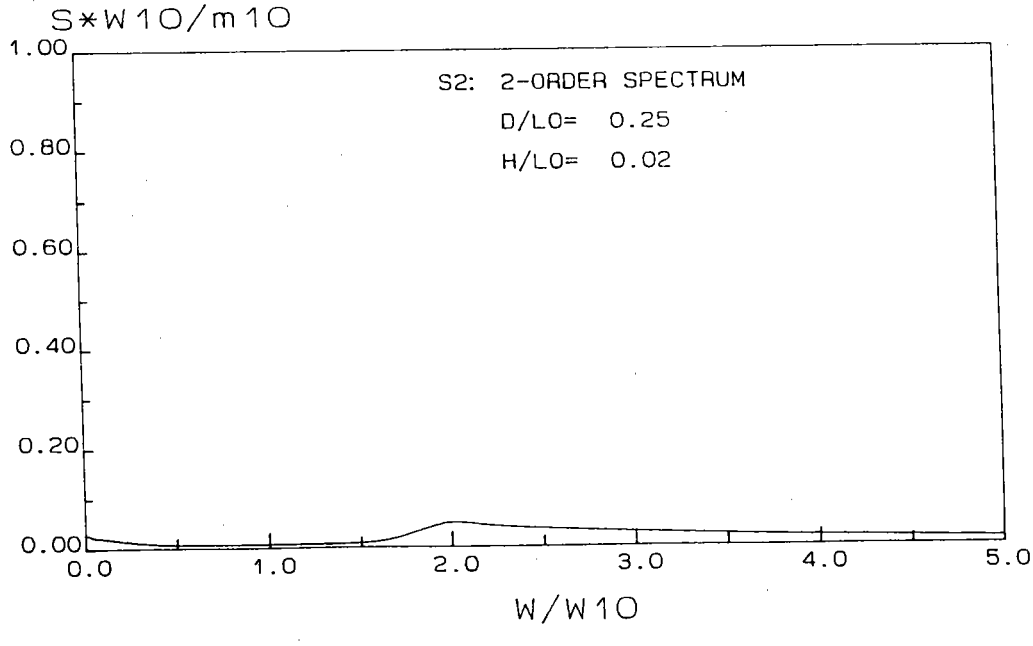


圖3-6 JONSWAP波譜為入射波譜，H/L_0=0.02，D/L_0=0.25之二階波譜

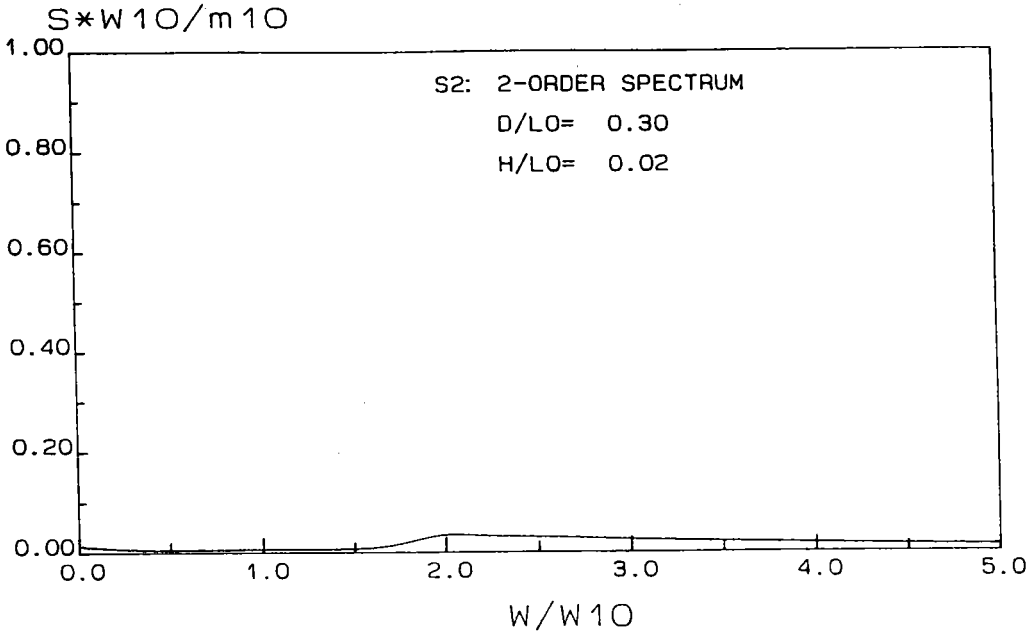


圖3-7 JONSWAP波譜為入射波譜，H/L_0=0.02，D/L_0=0.30之二階波譜

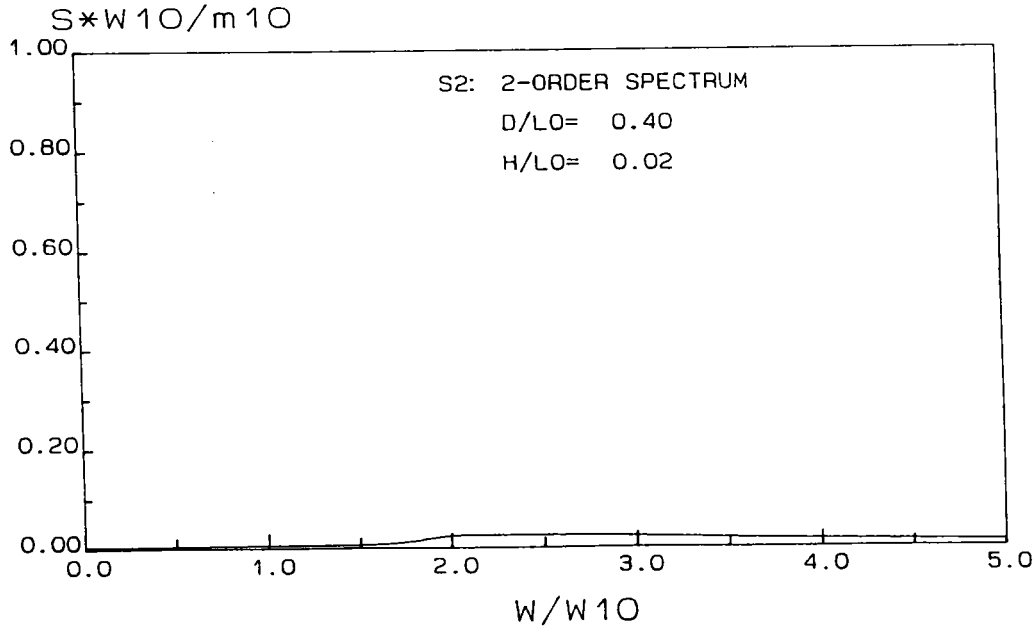


圖3-8 JONSWAP波譜為入射波譜，H/L_0=0.02，D/L_0=0.40之二階波譜

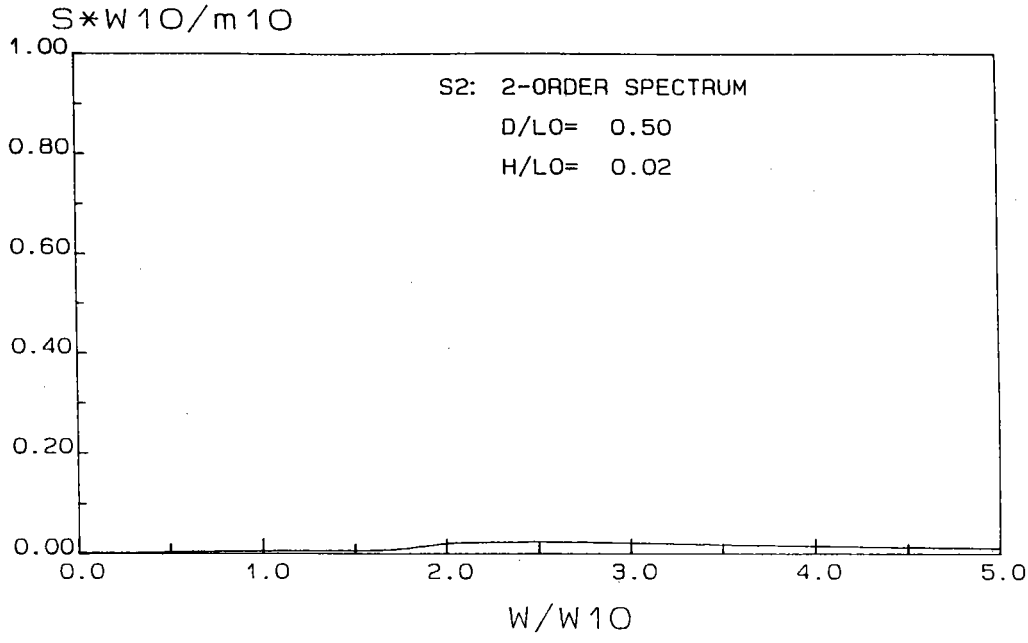


圖3-9 JONSWAP波譜為入射波譜，H/L_0=0.02，D/L_0=0.50之二階波譜

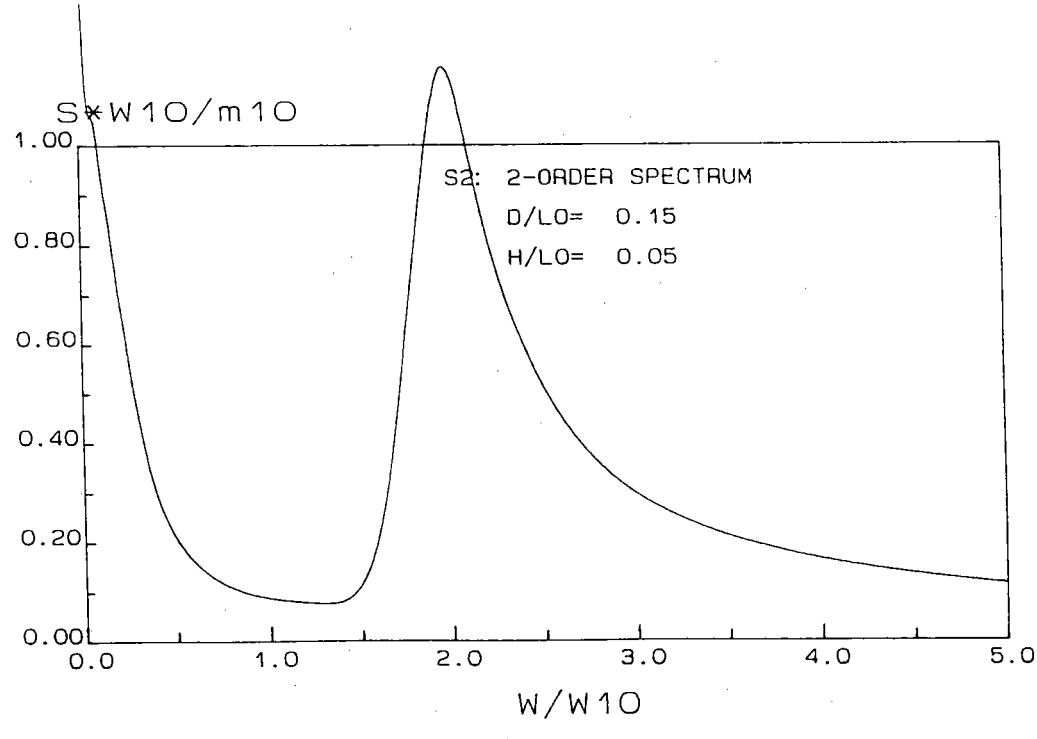


圖3-10 JONSWAP波譜為入射波譜，H/L_0=0.05，D/L_0=0.15之二階波譜

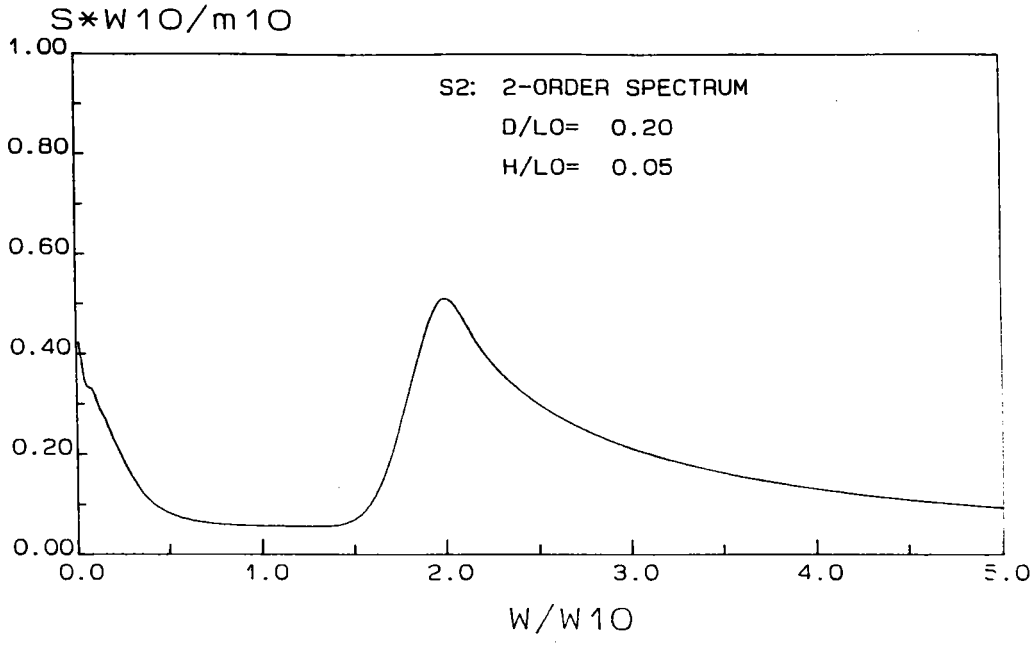


圖3-11 JONSWAP波譜為入射波譜，H/L_0=0.05，D/L_0=0.20之二階波譜

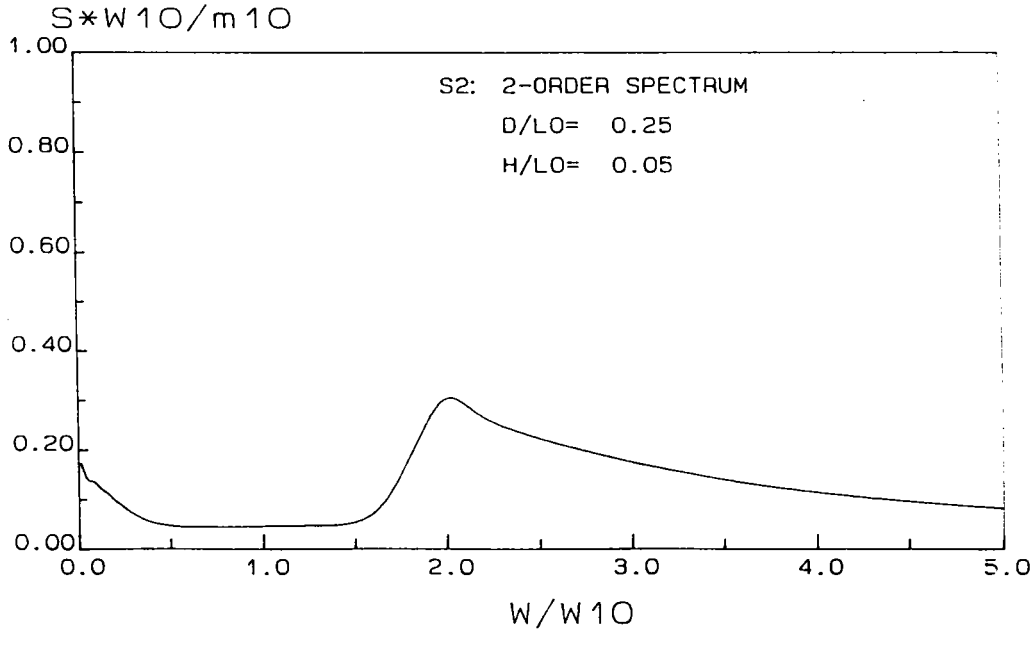


圖3-12 JONSWAP波譜為入射波譜，H/L_0=0.05，D/L_0=0.25之二階波譜

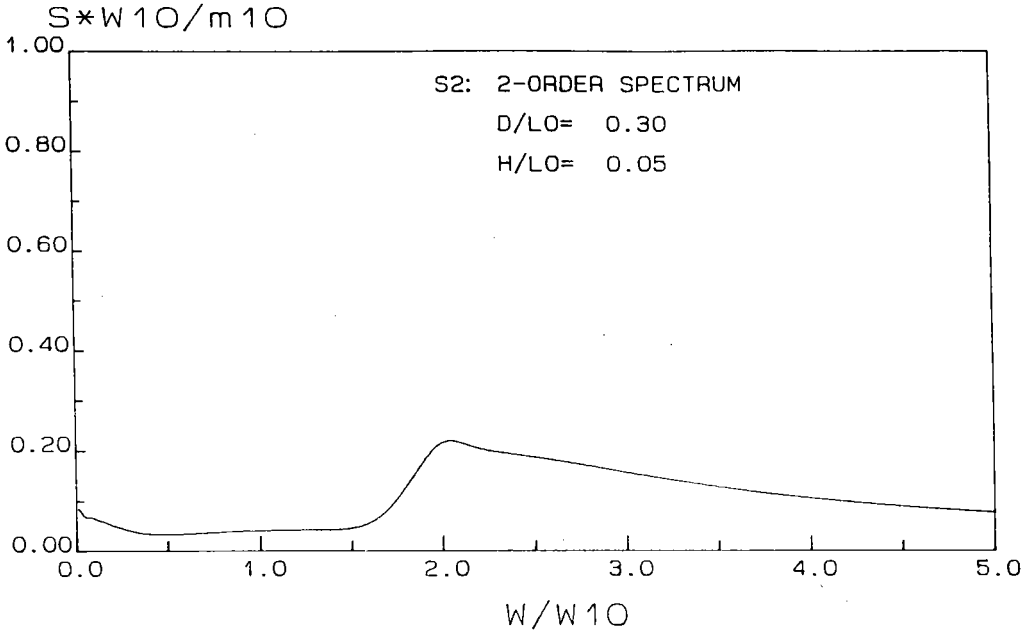


圖3-13 JONSWAP波譜為入射波譜，H/L_0=0.05，D/L_0=0.30之二階波譜

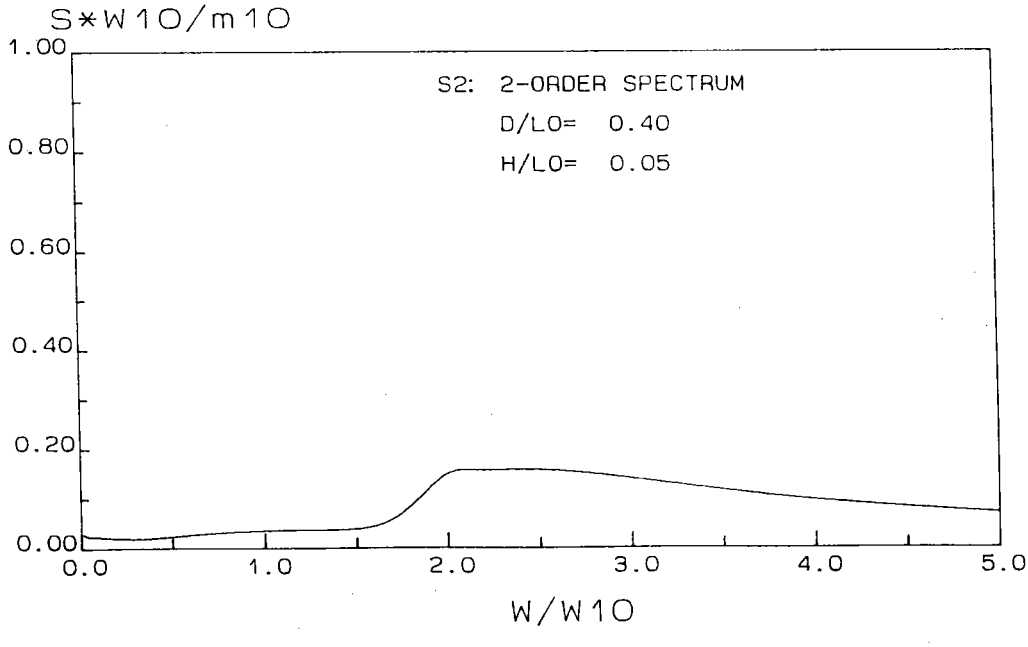


圖3-14 JONSWAP波譜為入射波譜，H/L_0=0.05，D/L_0=0.40之二階波譜

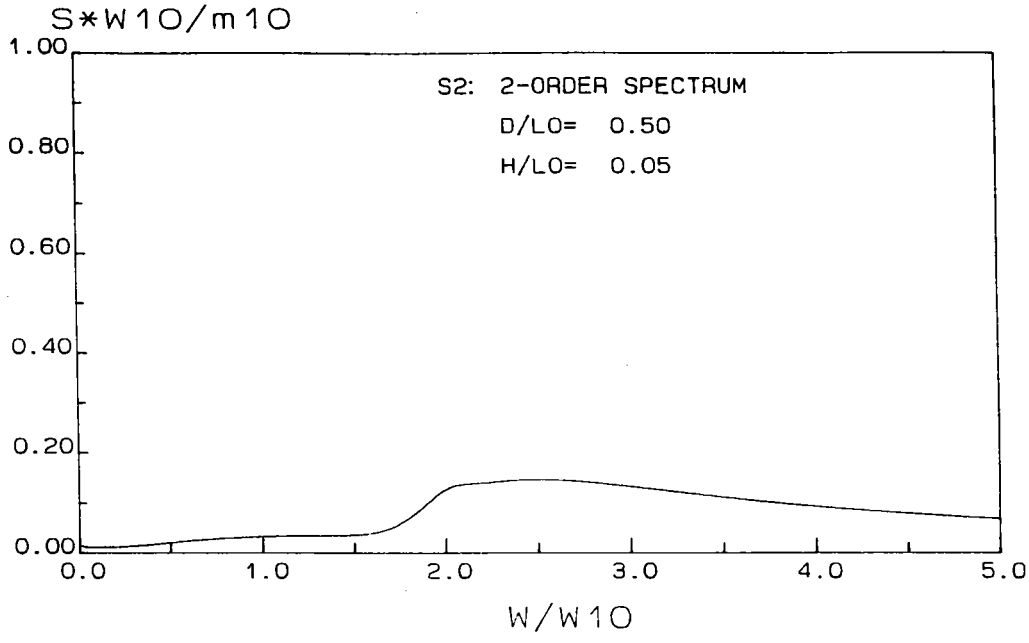


圖3-15 JONSWAP波譜為入射波譜，H/L_0=0.05，D/L_0=0.50之二階波譜

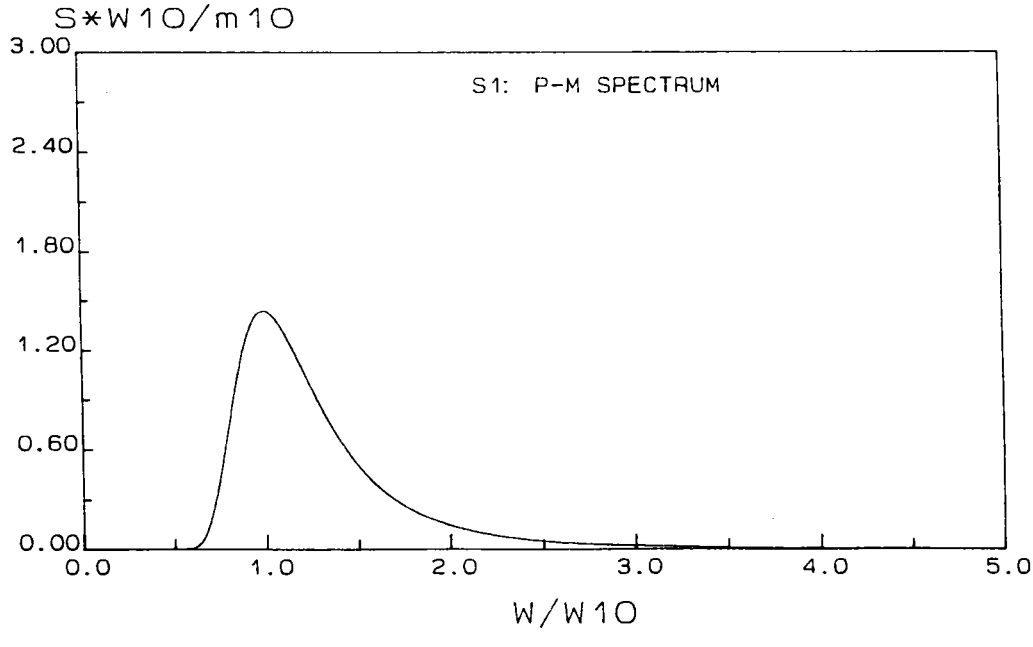


圖3-16 標準化之Pierson—Moskowitz波譜

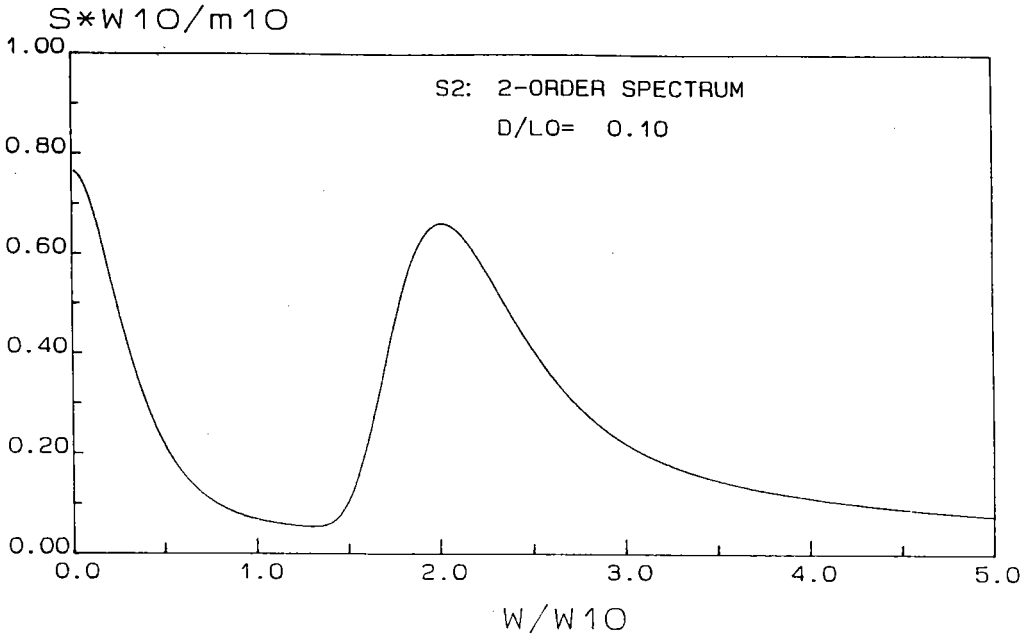


圖3-17 P-M波譜為入射波譜，D/L_0=0.10之二階波譜

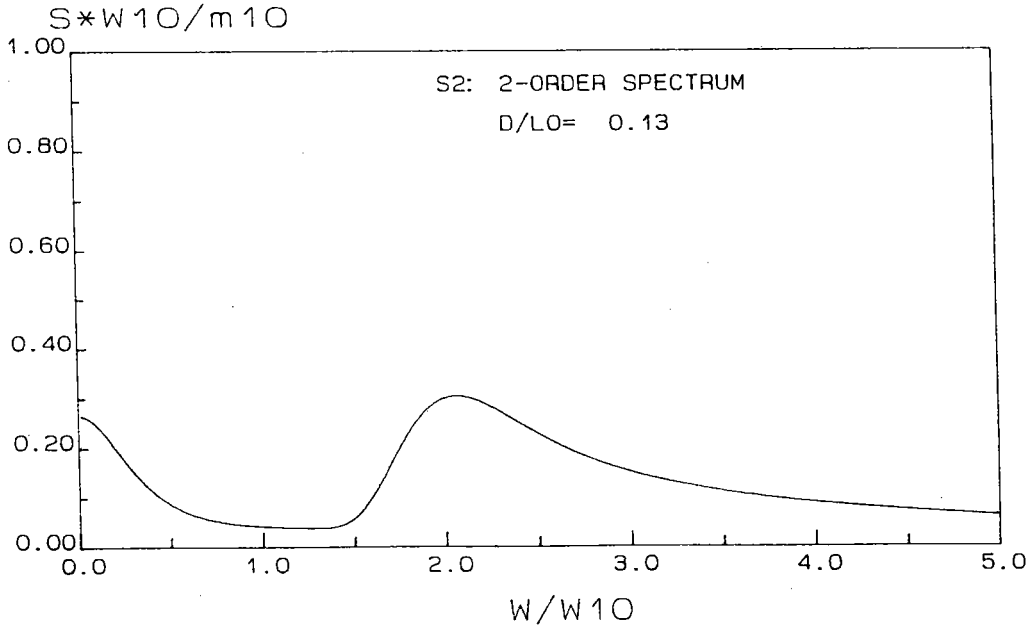


圖3-18 P-M波譜為入射波譜，D/L_0=0.13之二階波譜

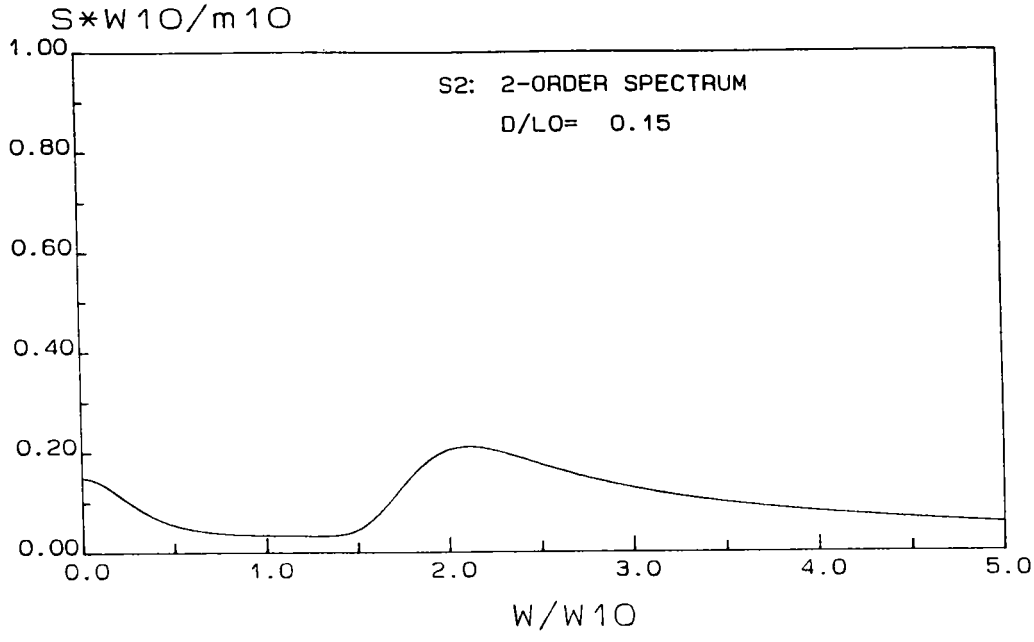


圖3-19 P-M波譜為入射波譜，D/L_0=0.15之二階波譜

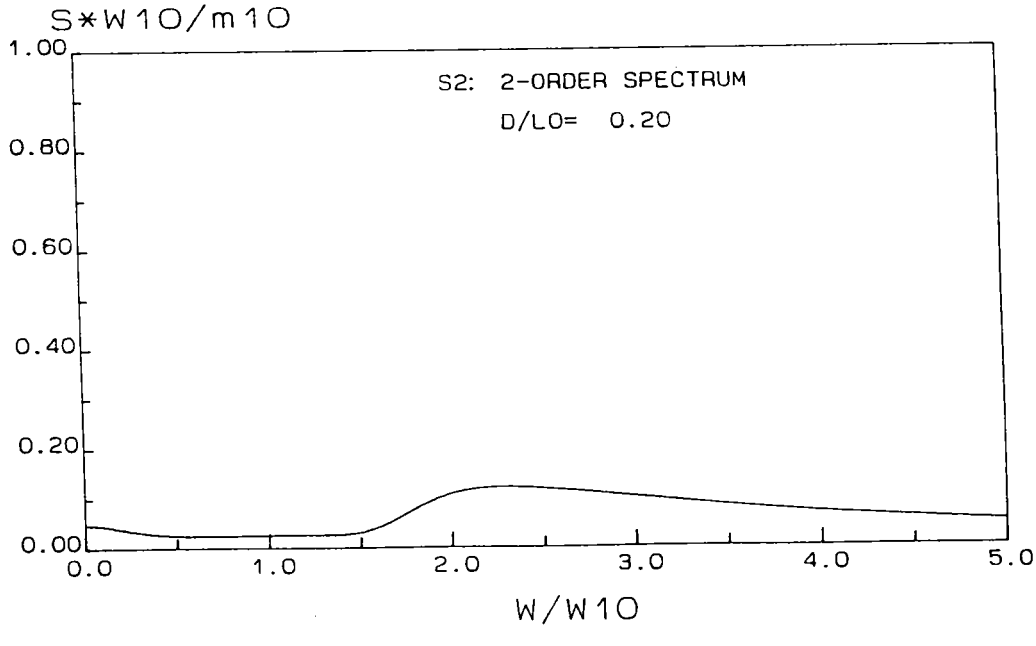


圖3-20 P-M波譜為入射波譜，D/L_0=0.20之二階波譜

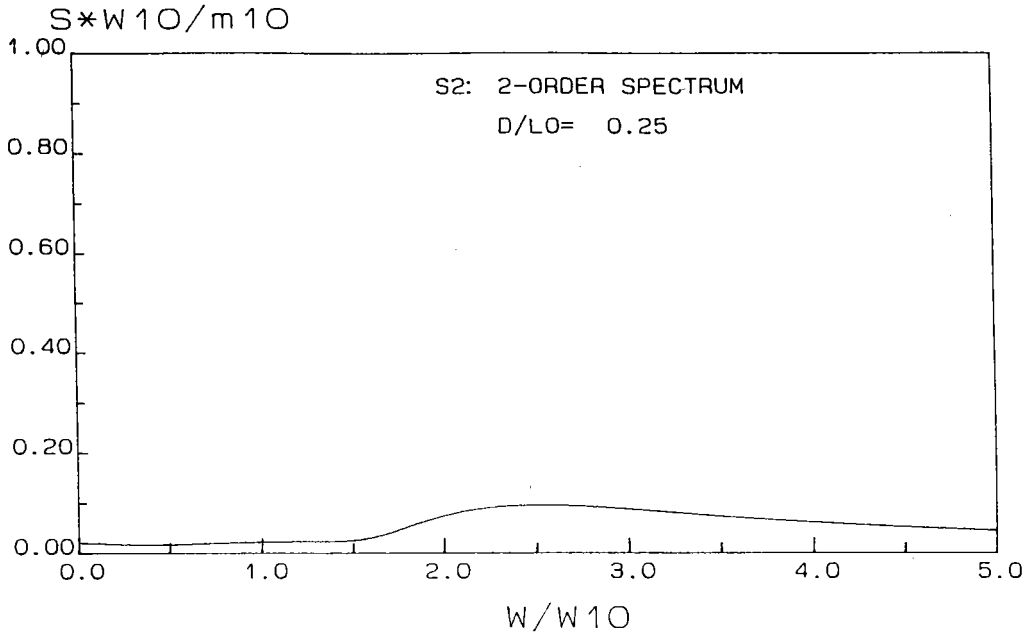


圖3-21 P-M波譜為入射波譜，D/L_0=0.25之二階波譜

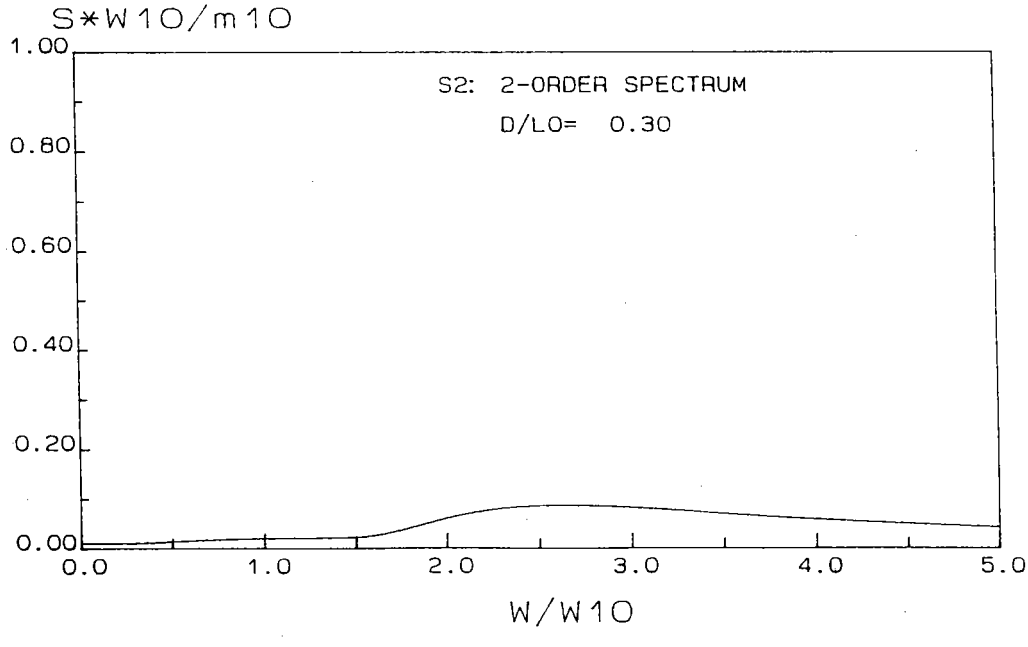


圖3-22 P-M波譜為入射波譜，D/L_0=0.30之二階波譜

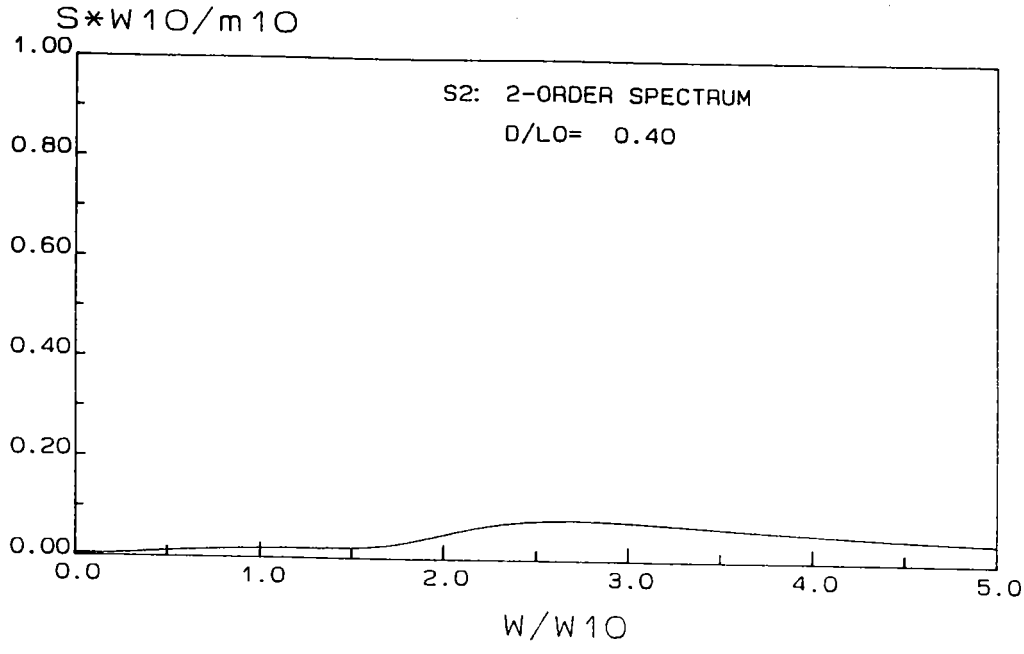


圖3-23 P-M波譜為入射波譜，D/L_0=0.40之二階波譜

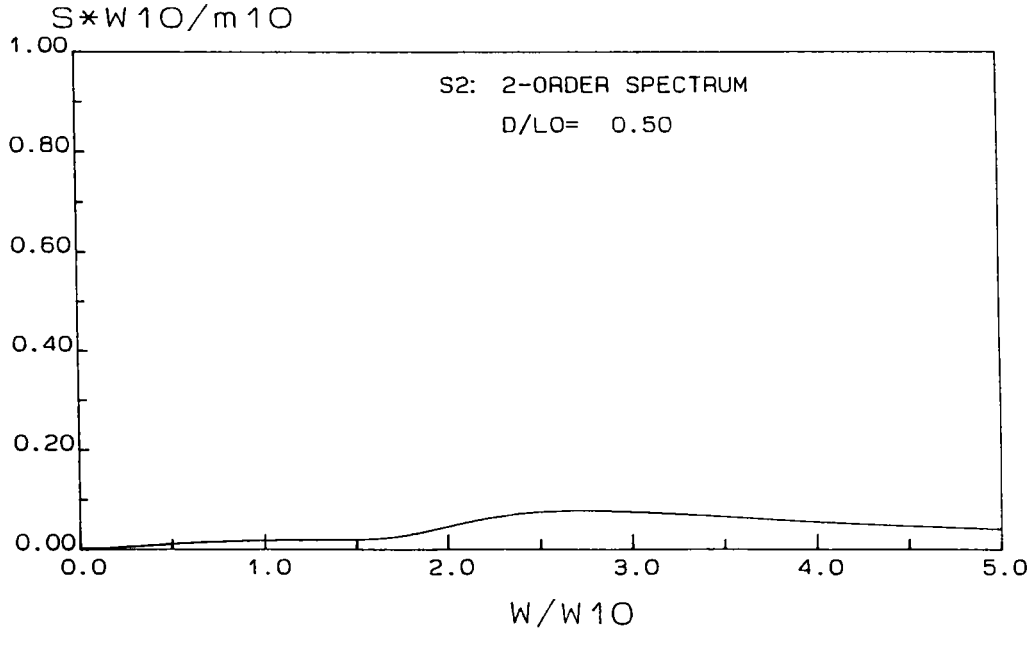


圖3-24 P-M波譜為入射波譜，D/L_0=0.50之二階波譜

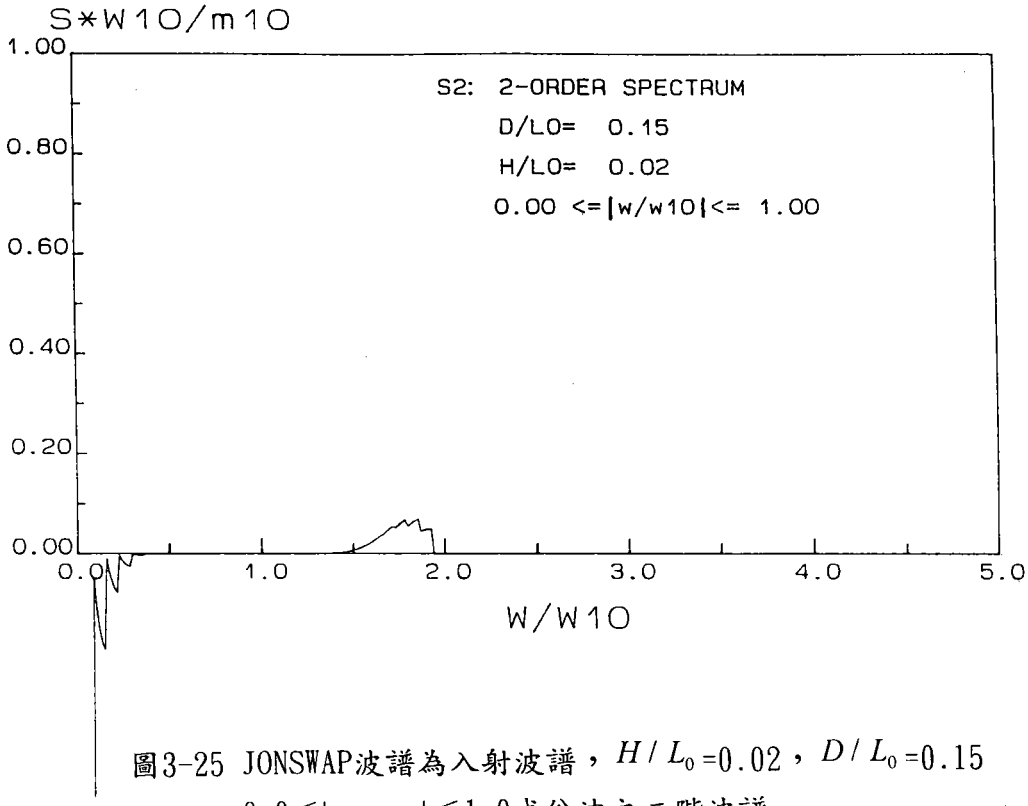


圖3-25 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.02$，$D/L_0=0.15$
$0.0 \leqq |\omega/\omega_{10}| \leqq 1.0$成份波之二階波譜

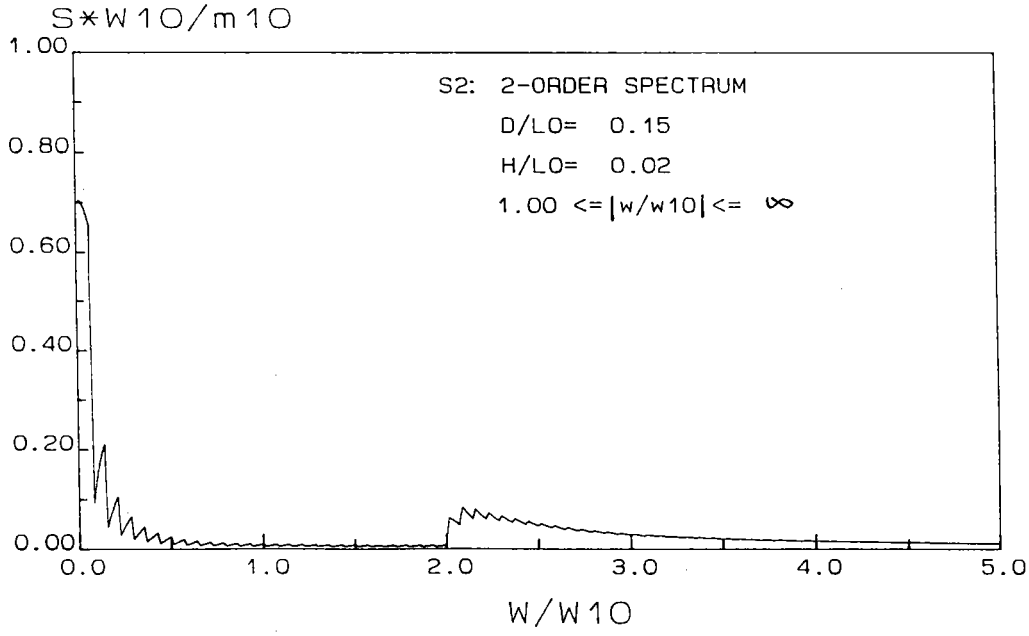


圖3-26 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.02$，$D/L_0=0.15$
$1.0 \leqq |\omega/\omega_{10}| \leqq \infty$成份波之二階波譜

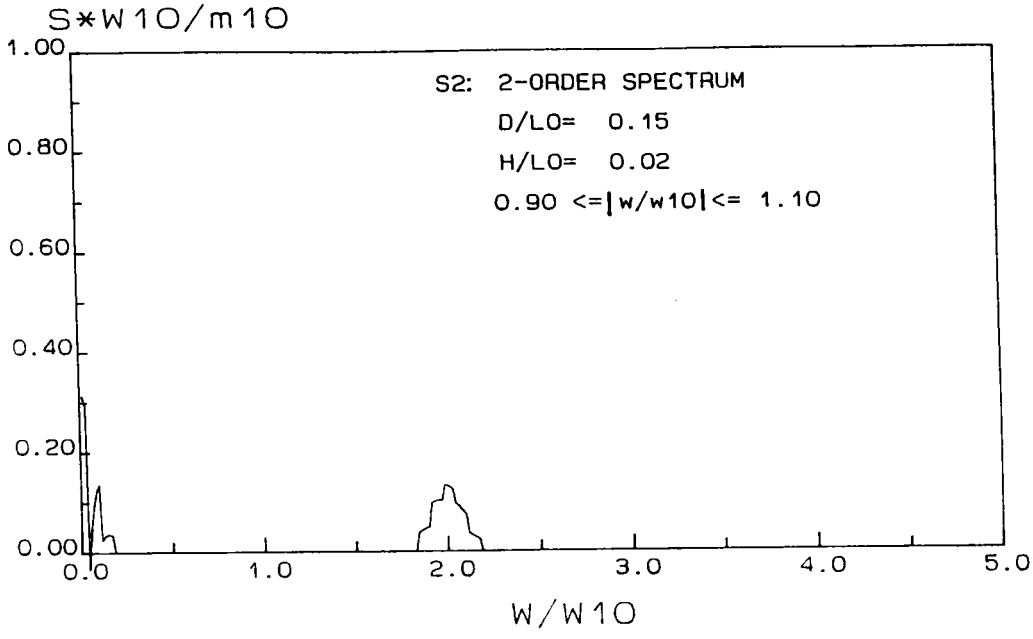


圖3-27 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.02$，$D/L_0=0.15$
$0.9\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.1$成份波之二階波譜

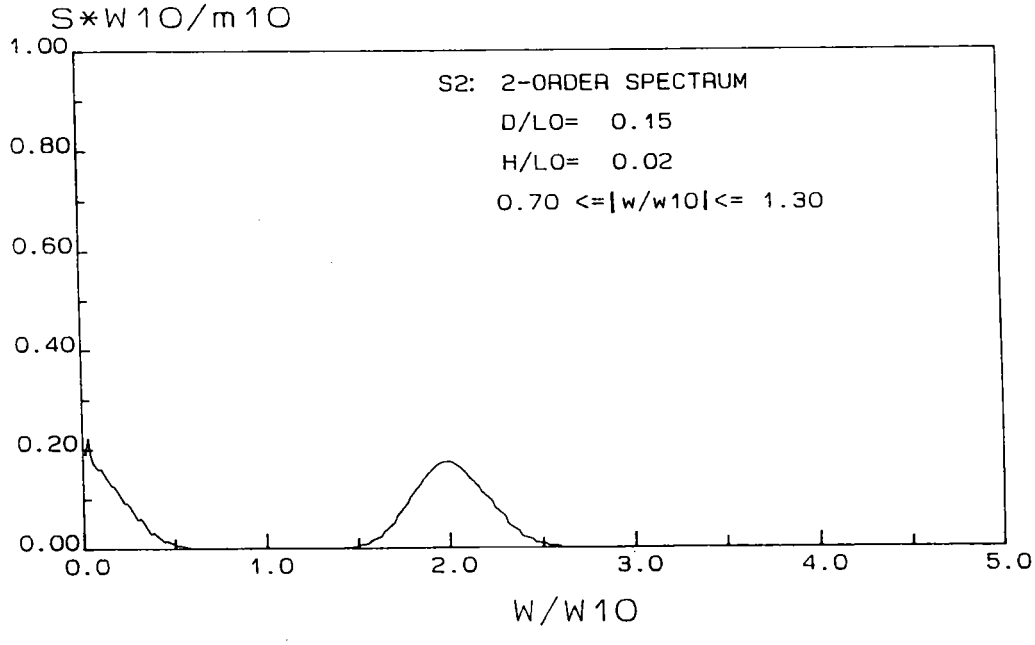


圖3-28 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.02$，$D/L_0=0.15$
$0.7\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.3$成份波之二階波譜

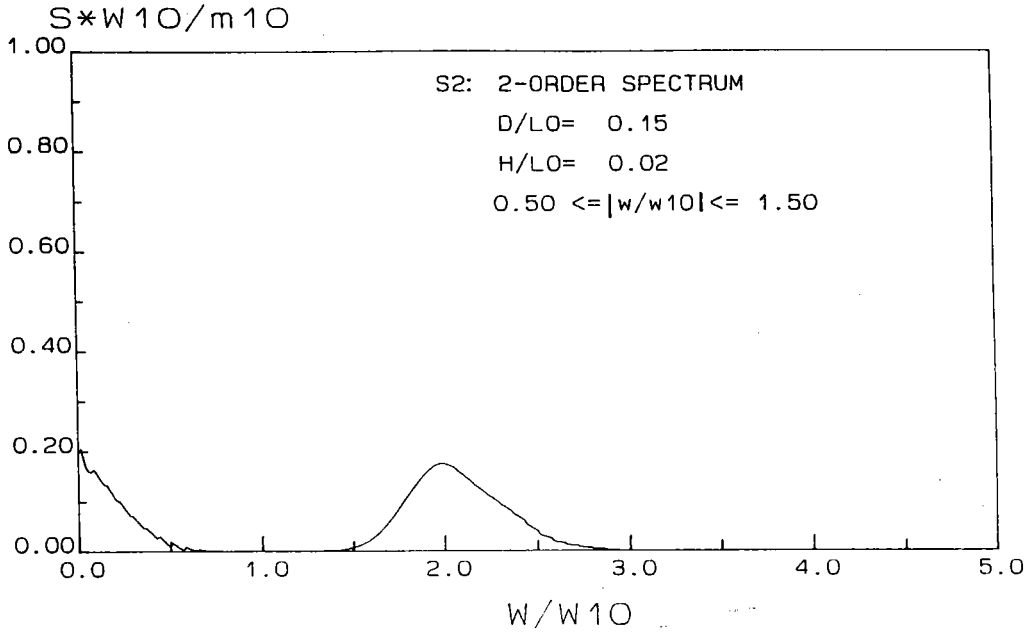


圖3-29 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.02$，$D/L_0=0.15$
$0.5\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.5$成份波之二階波譜

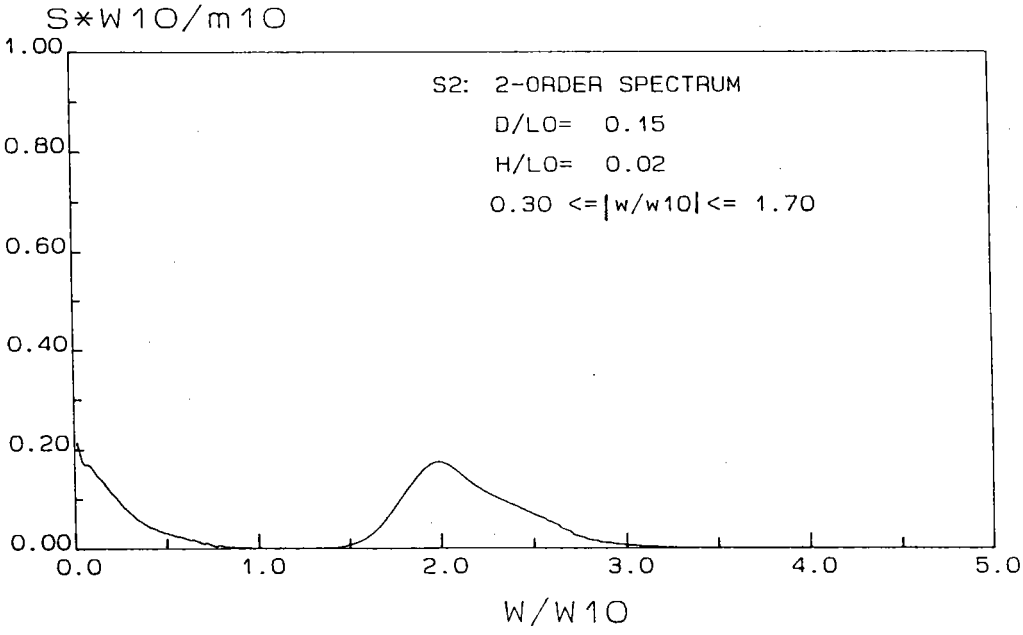


圖3-30 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.02$，$D/L_0=0.15$
$0.3\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.7$成份波之二階波譜

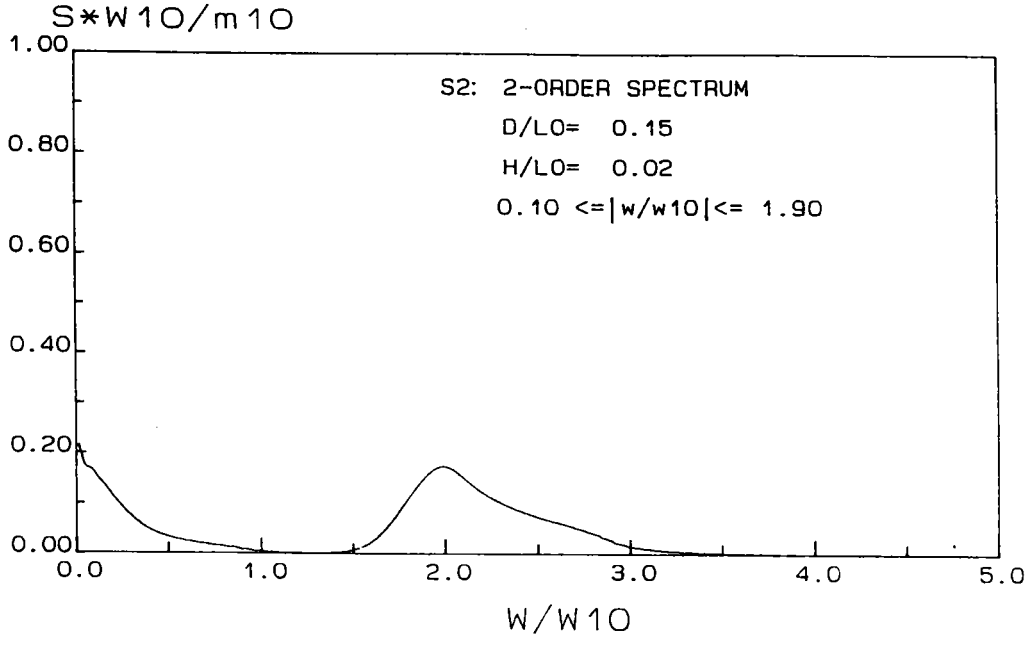


圖3-31 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.02$，$D/L_0=0.15$
$0.1\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.9$成份波之二階波譜

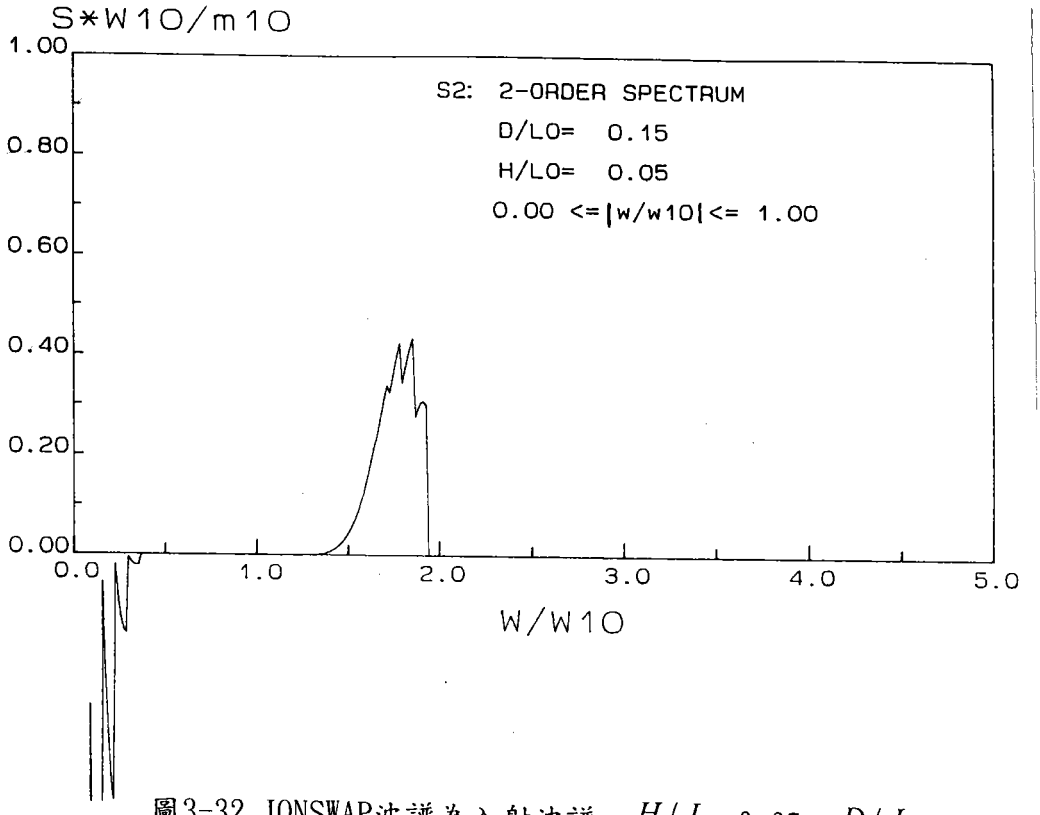


圖3-32 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.05$，$D/L_0=0.15$
$0.0\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.0$成份波之二階波譜

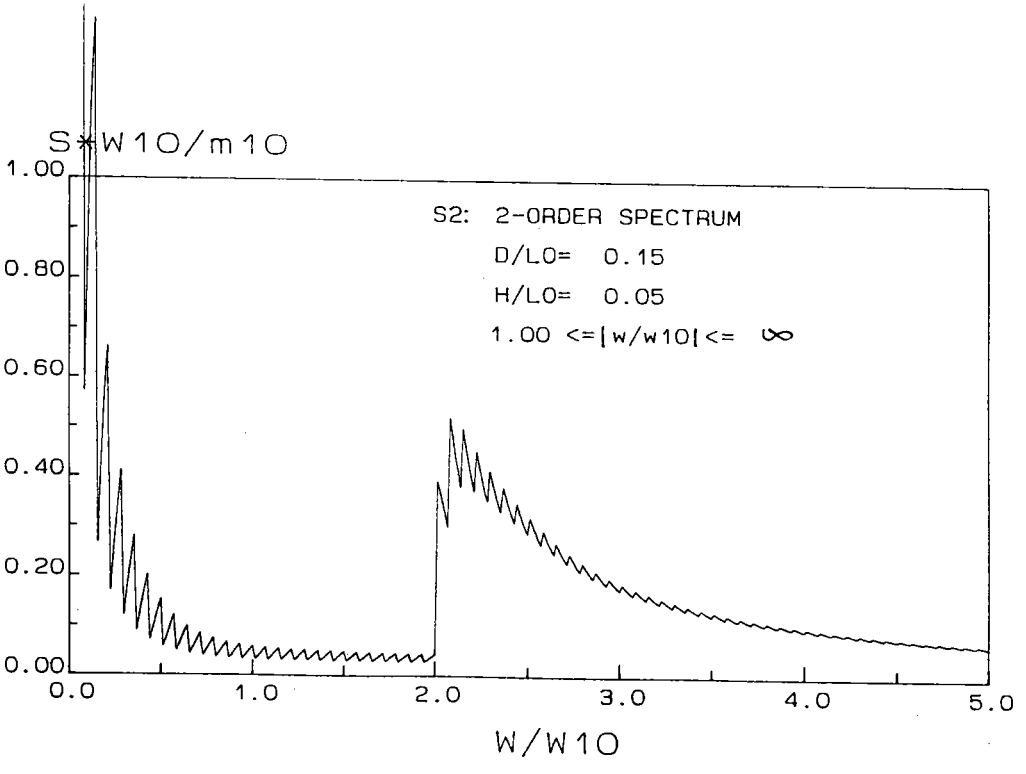


圖3-33 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.05$，$D/L_0=0.15$
$1.0\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq\infty$成份波之二階波譜

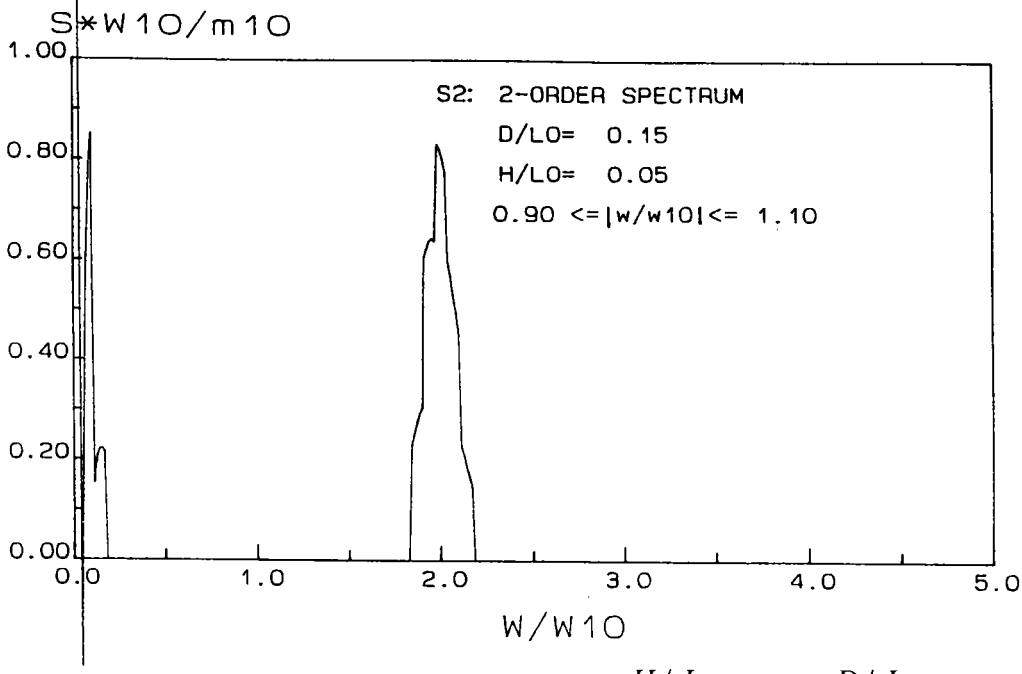


圖3-34 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.05$，$D/L_0=0.15$
$0.9\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.1$成份波之二階波譜

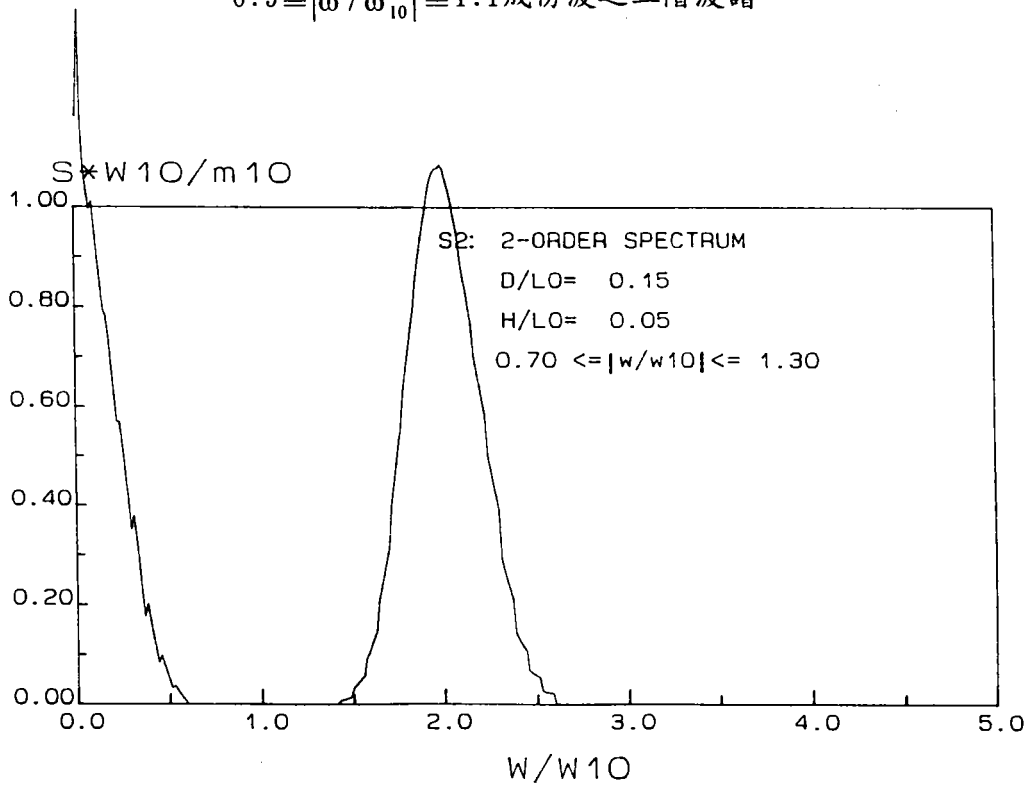


圖3-35 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.05$，$D/L_0=0.15$
$0.7\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.3$成份波之二階波譜

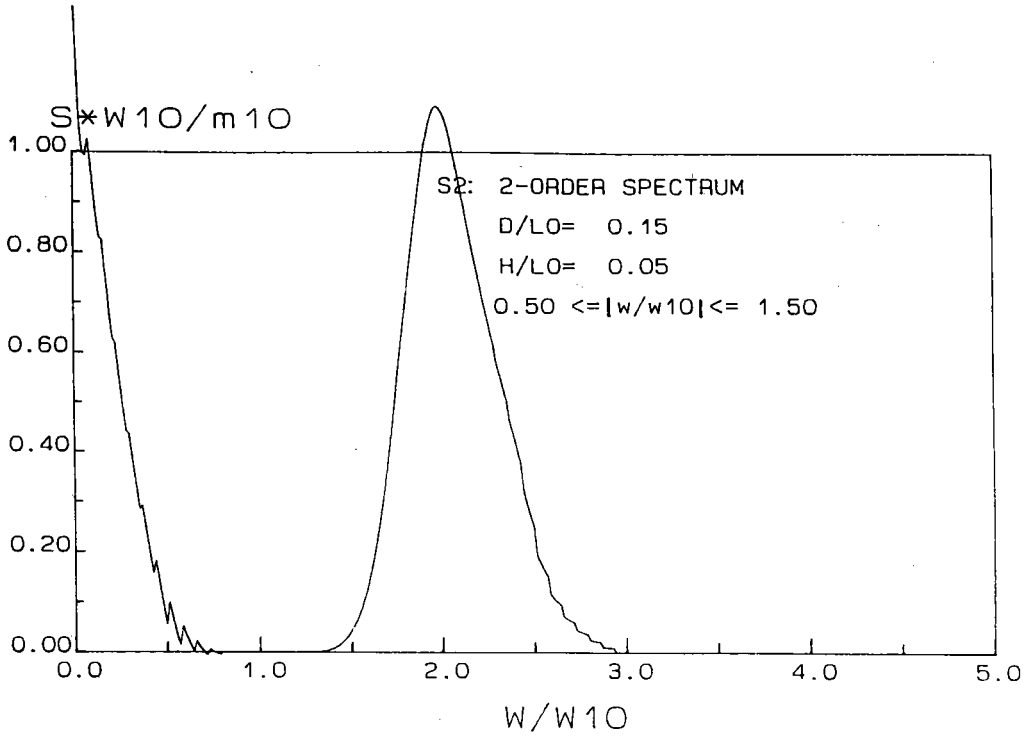


圖3-36 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.05$，$D/L_0=0.15$
$0.5\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.5$成份波之二階波譜

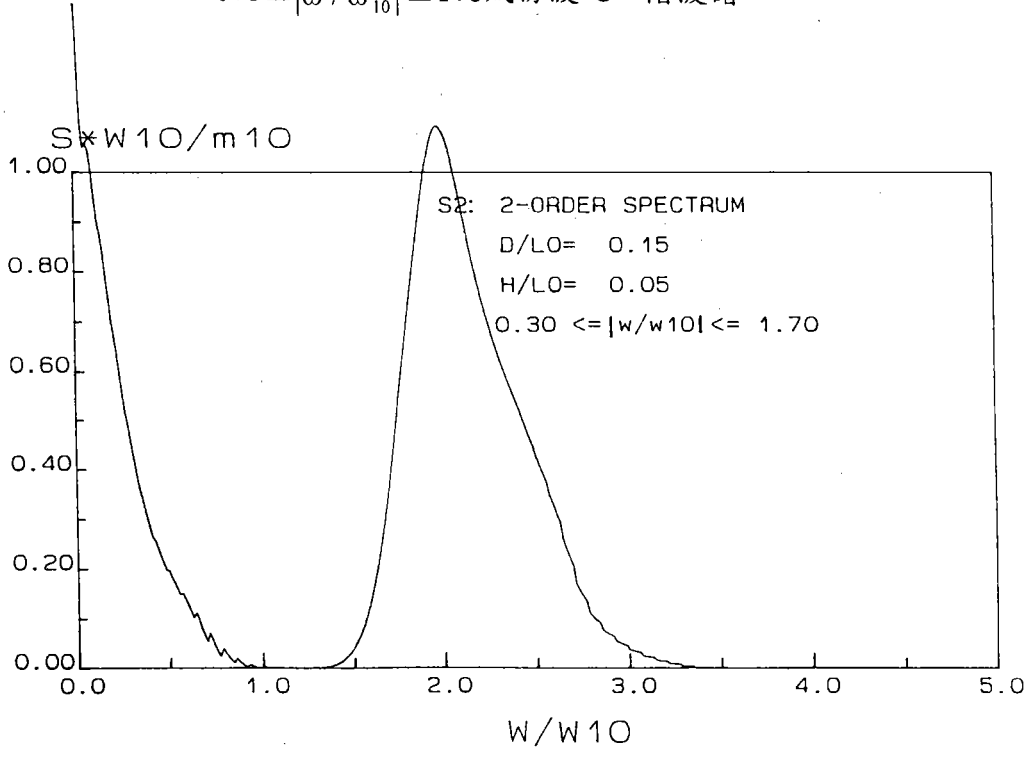


圖3-37 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.05$，$D/L_0=0.15$
$0.3\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.7$成份波之二階波譜

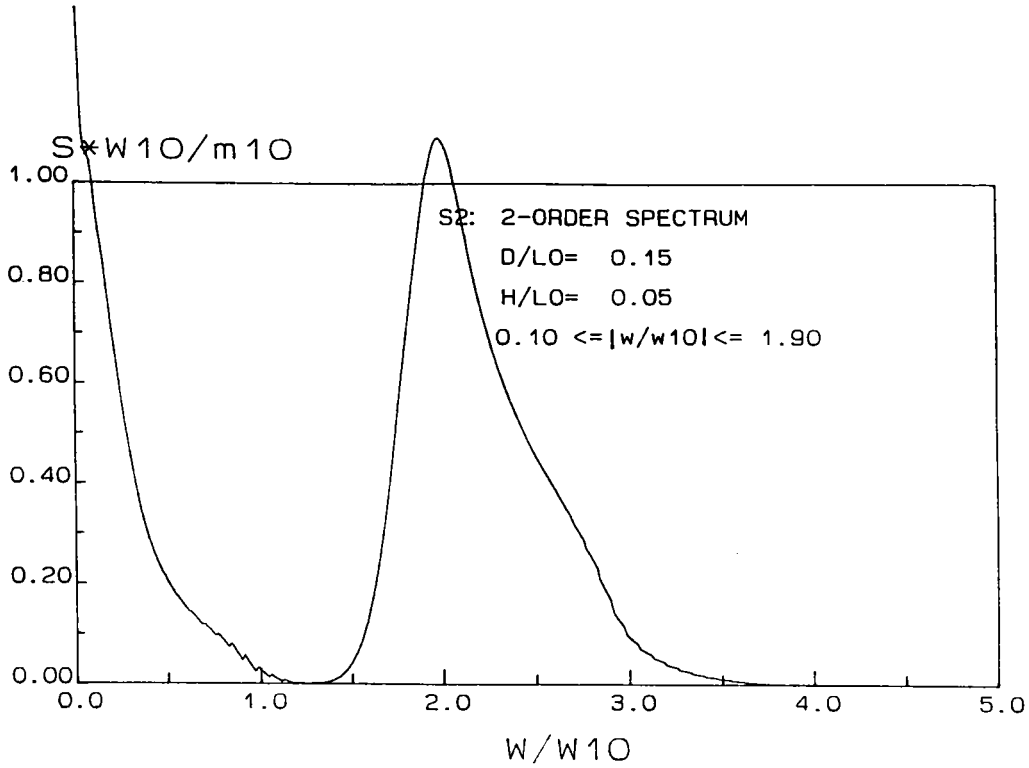


圖3-38 JONSWAP波譜為入射波譜，$H/L_0=0.05$，$D/L_0=0.15$
$0.1\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.9$成份波之二階波譜

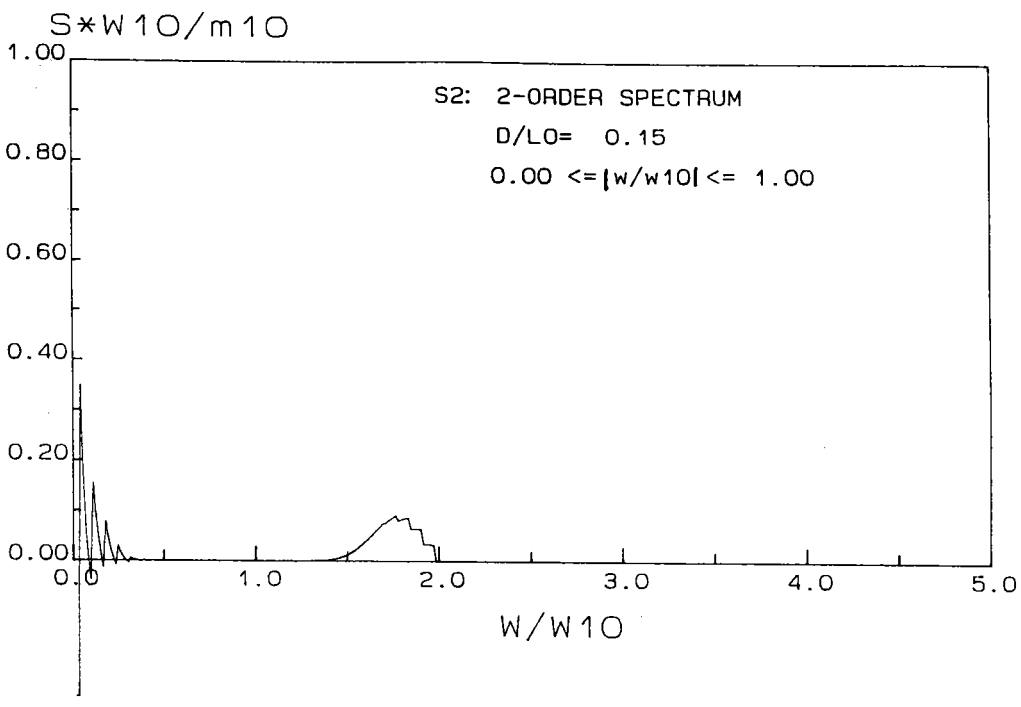


圖3-39 P-M波譜為入射波譜，$D/L_0=0.15$
$0.0\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.0$成份波之二階波譜

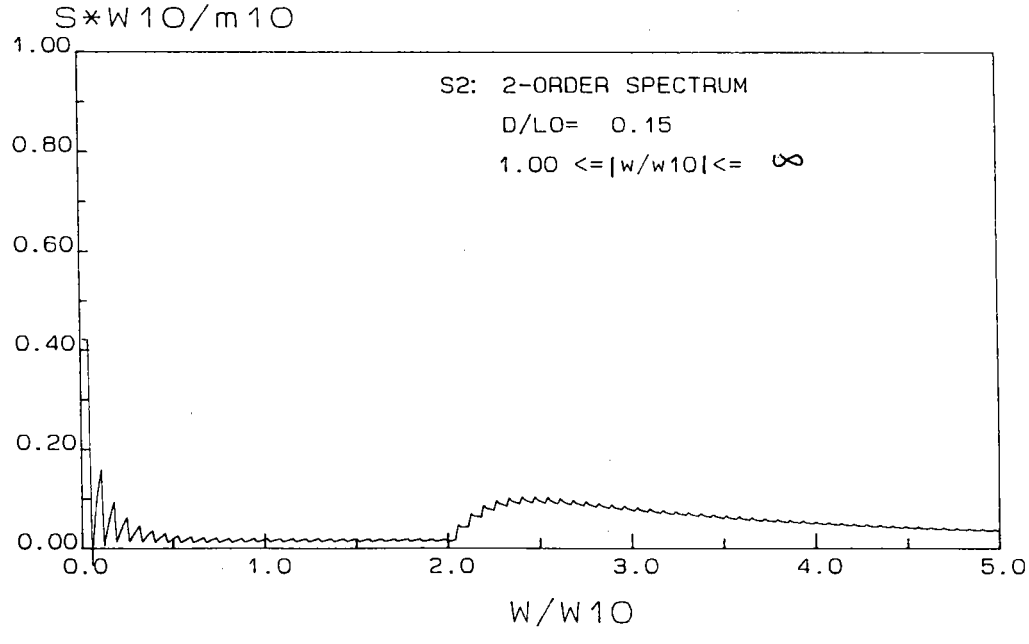


圖3-40 P-M波譜為入射波譜，$D/L_0=0.15$
$1.0\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq\infty$成份波之二階波譜

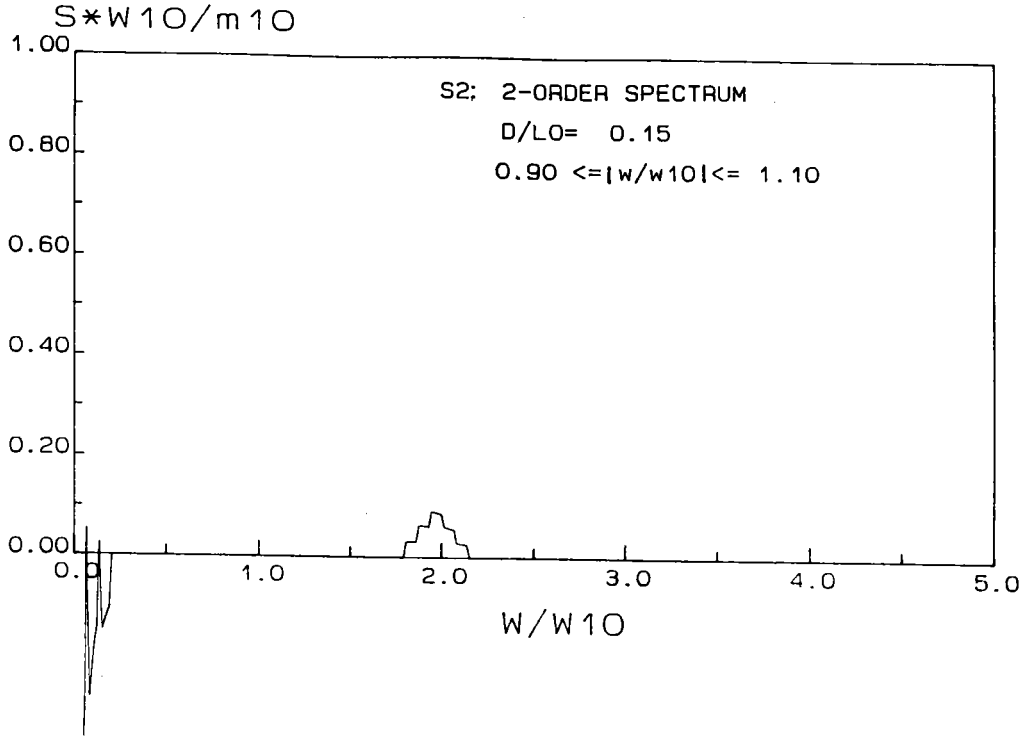


圖3-41 P-M波譜為入射波譜，$D/L_0=0.15$
$0.9\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.1$成份波之二階波譜

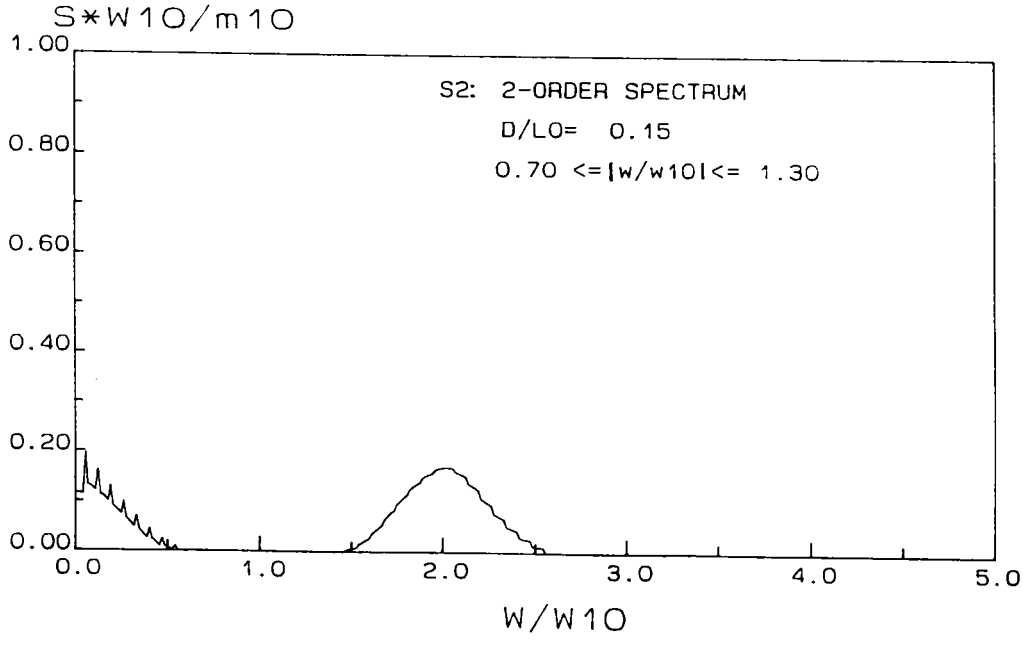


圖3-42 P-M波譜為入射波譜，$D/L_0=0.15$
$0.7\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.3$成份波之二階波譜

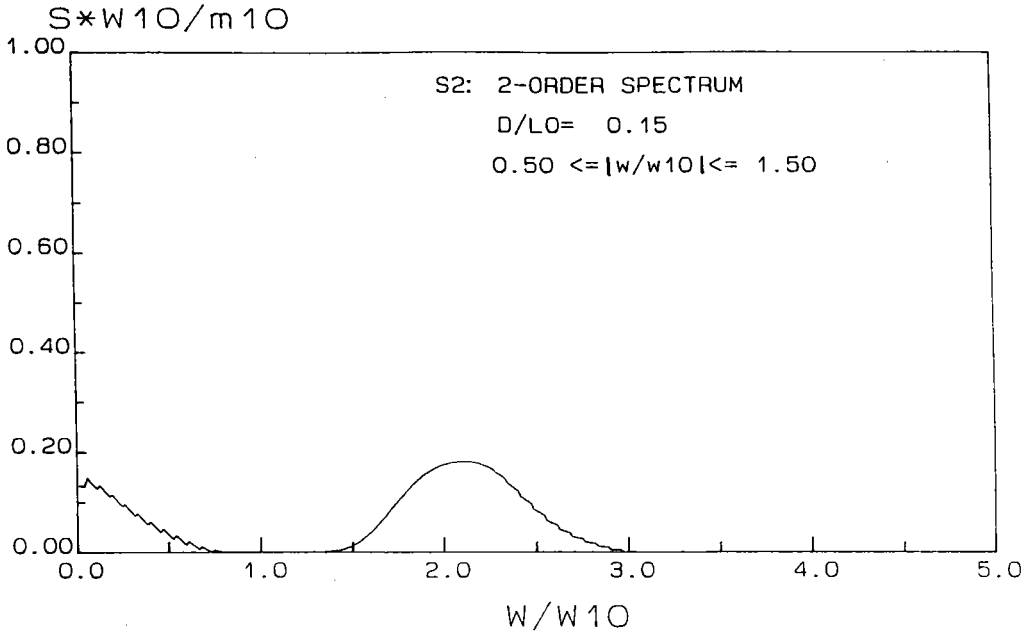


圖3-43 P-M波譜為入射波譜，$D/L_0=0.15$
$0.5\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.5$成份波之二階波譜

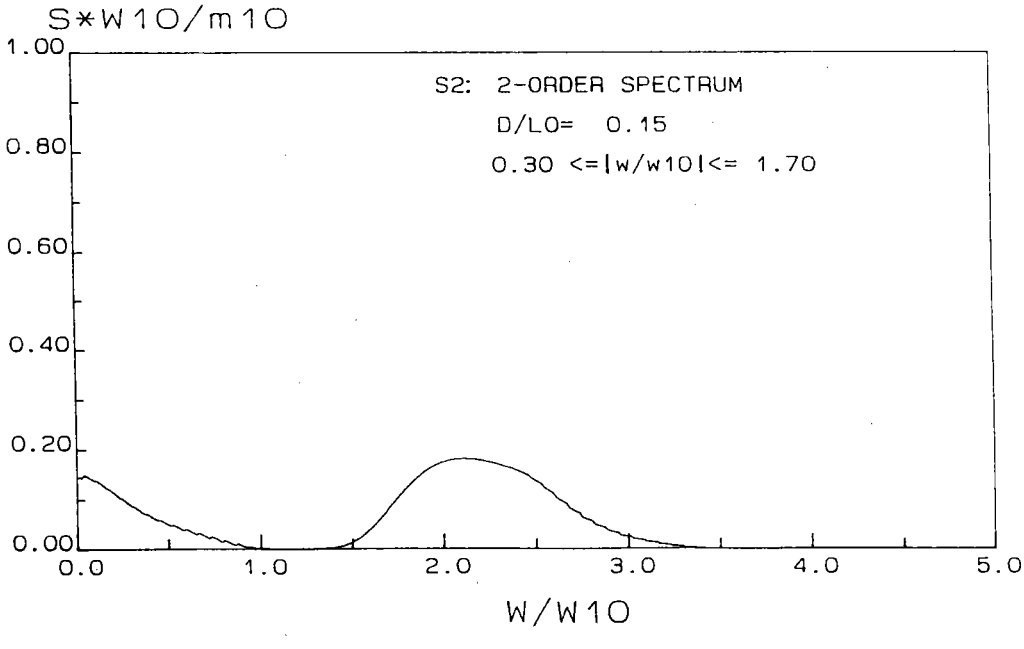


圖3-44 P-M波譜為入射波譜，$D/L_0=0.15$
$0.3\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.7$成份波之二階波譜

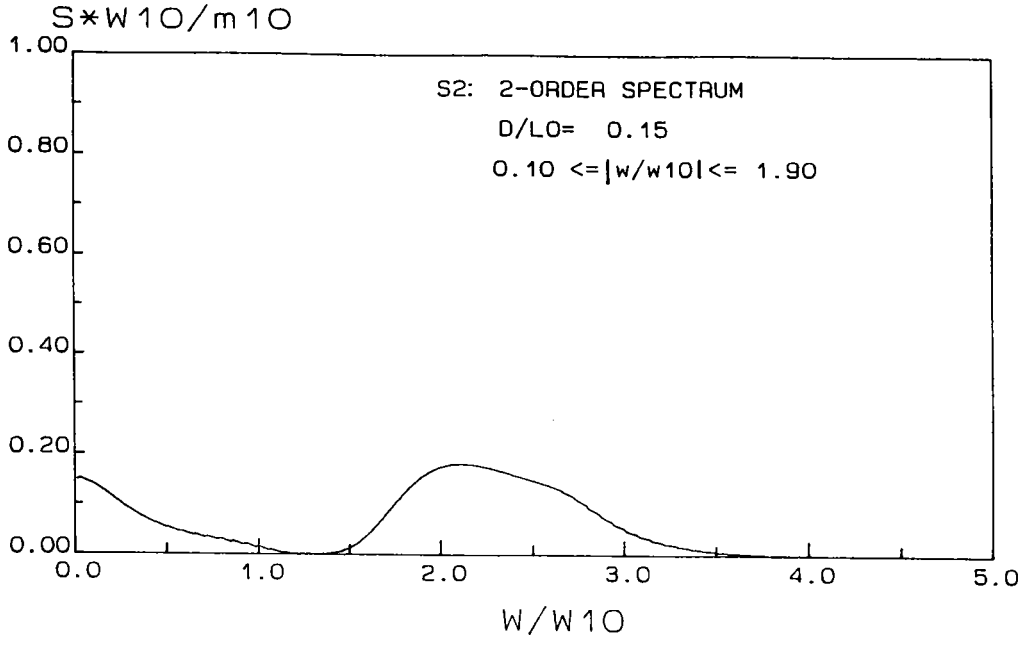


圖3-45 P-M波譜為入射波譜，$D/L_0=0.15$
$0.1\leqq|\omega/\omega_{10}|\leqq1.9$成份波之二階波譜

結　論

各子計畫相關之研方法、分析過程及所得之結果已如上列各章詳細陳列在此不必贅述。如何獲取良好有用的現場調查資料並經由有效地統計分析方法與試驗室及理論解析的應用，卻是要有豐富的經驗累積與良好的學識配合，本研究計畫群策群力，各盡其能地冀望能提供適用的分析結果與模式，以爲港灣工程界的參考依據。

The Character of Oceanic and Meteorologic data on Taiwan Sea Area

Coastal Engineering Devision
Institute of Harbor & Marine Technology
Wuchi, Taichung District, Taiwan