86-研(三)

台灣五個國際港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

中華民國八十六年六月

台灣五個國際港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：邱永芳研究員

第三子計畫主持人：何良勝研究員

摘　要

自民國 75 年開始，本所即著手進行台灣五個國際港附近海域長期性海氣象資料之蒐集、觀測、整理及分析歸納，冀求得到台灣四周各劃分的代表性區域的海氣象整體特性。歷年來已獲致頗佳的成果並提供港灣工程界學者、專家參考之依據。為擴展相關海氣象資料之整理分析與應用，本研究計畫除陸續進行原有之現場資料調查與分析外，另外，增加海氣象資料統計特性之解析與建立資料庫查詢系統等工作項目，冀望能提供更廣泛性、有效性的參考應用。

本計畫包含三個子計畫：（一）台灣五個國際港附近海域海氣象調查研究；（二）海氣象統計特性之研究；（三）海氣象資料庫系統建立研究。各子計畫主要的研究成果如下：

一、現場調查方面，除了歷年的海氣象資料蒐集與建檔情況說明外，主要為調查分析花蓮與台中兩港附近海域波浪、海流、潮汐等海氣象資料。其中花蓮港係分析歷年來的波浪概況以及颱風侵襲時的波浪特性；而台中港部份則分析比較北防波堤延伸後之遮蔽效果。

二、海氣象資料統計特性應用方面，利用往昔收集之颱風及颱風波浪資料，經統計分析迴歸推算出一適用於台灣東部海岸之颱風波浪推算模式，並利用極值統計分析迴歸出各種重現期之波浪特性。同時以 Visual Basic 語言設計一套簡單的波浪推算系統動畫，於工程應用上提供實用與方便的颱風波浪預測模式。

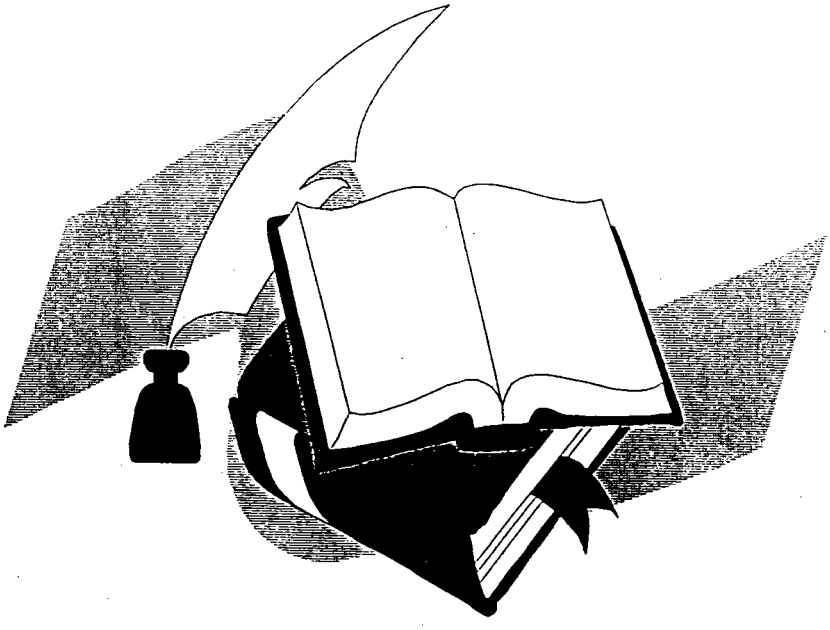
三、海氣象資料庫系統方面，應用往昔蒐集之海氣象資料建檔包含風、波浪、海流、潮汐與颱風等之海氣象資料庫。利用此資料庫建立一方便、快速查詢之資料庫查詢系統，其中包括往昔資料分析結果之一般性查

詢系統與颱風波浪追算及預測應用之颱風動態查詢系統兩部份。最後則介紹說明初步籌設之資料庫網際網路的流程與架構。

有關各子計畫之現場調查方式、資料統計分析方法以及資料庫系統建立架構等，將於下列各章中詳細描述。

第一子計畫

台灣五個國際港附近海域海氣象調查研究



86-研(三)-1

台灣五個國際港附近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

中華民國八十六年六月

台灣五個國際港附近海域海氣象調查研究

計畫主持人	副研究員	曾相茂
共同主持人	所　　長	張金機
	研 究 員	簡仲璟
協同主持人	助 研 員	吳　基
	參與人員	楊怡芸
		蔡瑞成
		何炳紹
		陳進冰
		李江澤

各港務局參與人員

花蓮港務局	李詩鴻
蘇澳港務局	陳金水
基隆港務局	劉凡正
高雄港務局	游文在
台中港務局	吳啓東
	尤仲卿

台灣五個國際港附近海域海氣象調查研究

總目錄

中文摘要 1

壹、資料蒐集 2

貳、花蓮港附近海域波浪調查與分析(V) 9

參、台中港附近海域海流與波浪調查與分析(V) 116

肆、台中港附近波浪、海流、風及潮汐監測系統簡介 181

參考文獻 191

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歷年來波浪概況研究；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；第四章為台中港附近海域波浪、風、海流及潮汐監測系統之簡介。

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：

二、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，大部份以電腦磁片提供或經由數據傳訊機直接傳到本所，再經本所整理後建檔在個人電腦中，目前本所已建檔有關風速風向、波浪、海流以及潮汐等各不同測站名稱與資料蒐集時間分別如表-1至表1-4。

三、結 語

任何港灣、海岸與海洋結構之規劃、設計施工及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，夏季均常處於颱風侵襲中，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在基隆、蘇澳、花蓮、台中及高雄等各港附近海域設有五個及時自動觀測站外，還有氣象局之鼻頭角、成功、小琉球、東吉島等四個觀測站；基隆港務局的基隆觀測站已於84年8月起開始運轉，但85年8月1日賀伯颱風侵襲前觀測站受損，及新的信號台未完全建立好，預定於86年9月前儀器重新搬入信號台安裝才能運轉。蘇澳港觀測站現暫時以自記式壓力波浪儀替代。台中港觀測站自83年9月安裝後到現在都正常運轉中。另外，尚有台灣省水利局有8個驗潮站與6個氣象站對資料收集、分析有極大的貢獻，其它單位如國立成功大學、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。

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	備　註
台中港	TC	1971/01-1997/06	中港局、港研所	缺 1981/01-1983/10
興達港	SD	1984/06-1985/08(IN) 1984/07-1985/03(OUT)	台電火力發電廠	內港 新港
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	
台東	TT	1965/01-1987/12	中央氣象局	
新港	SK	1965/01-1983/10	中央氣象局	
花蓮	HL	1965/01-1995/04	中央氣象局	缺 1991/11
鹽寮	YL	1982/01-1982/08(CC) 1982/01-1983/12(ABDE)	台電能源開發處	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	
東吉島	DG	1965/01-1987/12	中央氣象局	缺 1969/10-1970/09
彭佳嶼	PG	1965/04-1987/11	中央氣象局	
東沙	TS	1971/01-1987/12	海軍氣象中心	
南沙	NS	1971/01-1987/12	海軍氣象中心	
蘭嶼	LY	1965/01-1987/10	中央氣象局	
基隆	KL	1984/01-1997/06	中央氣象局	
蘇澳	SA	1984/01-1997/06	中央氣象局	
高雄	KS	1984/01-1997/06	中央氣象局	
梧棲	WC	1984/01-1997/06	中央氣象局	
外傘頂洲	WA	1988/01-1997/06	水利局	
鹿港	LK	1988/01-1997/06	水利局	
後安寮	AL	1988/01-1997/06	水利局	
溫港	WK	1988/01-1997/06	水利局	
曾文	TW	1992/05-1997/06	水利局	

表 1-2　波流測站名稱及時間表

測站名稱	代號	時　間	提供單位	備　註
台中港	TC	1971/0712-1977/1215	中港局	缺 1973/0521-1973/0912
		1981/1108-1981/1204	港研所	1973/1024-973/1207
		1986/1202-1987/0107		1974/1201-974/1231
		1988/0311-1988/0420		1975/1101-976/0304
		1987/0306-1987/0324		1976/0722-976/1002
		1989/0823-1989/0918		1976/1110-977/0630
		1989/1108-1989/1206		1977/0929-977/1107
		1994/10-1997/06		
興達港	SD	1984/06-1992/06	港研所	缺 1985/06
大鵬灣	TP	1990/11-1994/02	高港局	缺 1995/03-1995/07
		1978/09-1984/12		
新港	SK	1980/06-1997/06	中央氣象局	缺 1981/10
				1983/01-1083/12
				1984/10-1985/11
鹽寮	YL	1982/04-1983/03	台電	
觀音	KI	1981/12-1984/06	港研所	缺 1982/10-1983/04
				1984/02-1984/04
基隆	KL	1983/06-1990/04	基隆港務局	缺 1983/08
				1983/10-11
		1987/0710-1987/0919	港研所	
		1988/0308-1990/09		
		1995/08-1996/08		

表 1-2(續) 波流測站名稱及時間表

蘇澳	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)	蘇澳港分局 港研所	
鼻頭角	BT	1980/10-1997/06	中央氣象局	缺 1982/07 1983/11 1984/03-06 1984/08-11
花蓮港	HL	1984/06-1984/09 1988/0122-1988/0129 1989/1229-1997/06	港研所	缺 1984/08
東吉島	DG	1977/12 1981/07-1997/06	中央氣象局	缺 1986/06-1985/01 1985/08
小琉球	LC	1977/01-1997/06	中央氣象局	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	

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	備　註
台中港	TC	1981/11-1981/12	中港局	RCM-4 海流儀
		1982/04-1982/05	港研所	
		1982/08		
		1983/03		
		1985/12-1986/01		
		1986/03-1986/04		
		1986/12-1987/03		
		1988/0311-1988/0427		RCM-7 海流儀
		1992/01-1992/03		RCM-7 海流儀
		1994/10-1997/03		RCM-7 海流儀
興達港	SD	1984/08-1985/11	港研所	
紅柴	HT	1982/12	港研所	
		1984/02-1984/11		
蘇澳港	SA	1984/09-1986/11	港研所	
觀音	YA	1982/02-1982/05	港研所	
(永安)		1983/05-1994/06		
蘭嶼	LY	1983/06	港研所	
花蓮港	HL	1989/1229-1990/0108	港研所	
		1990/0323-1995/06		
外傘頂洲	WA	1989/0301-1989/0330	港研所	

表 1-4　潮汐站名稱及時間表

測站名稱	代號	時　間	提供單位	備　註
台中港	TC	1971/03-1997/06	中港局、港研所	缺 1976/08-1977/04
興達港	SD	1984/06-1985/11	台電火力發電廠	缺 1984/08
高雄港	KS10 KS02	1971/01-1997/06 1988/01-1997/06	高港局	
蘇澳	SA	1976/01-1994/01 1994/07-1995/06	中央氣象局 港研所	缺 1981/01-1983/12
基隆	KL	1981/01-1997/06	中央氣象局	
永安	YA	1986/04-1984/03	港研所	缺 1983/01-03
塭港	WK	1988/01-1997/06	水利局	
三條崙	SL	1988/01-1995/04	水利局	
將軍	JJ	1988/01-1997/06	水利局	
竹圍	CW	1988/01-1997/06	水利局	
芳苑	FU	1988/01-1997/06	水利局	
富岡	FK	1988/01-1997/06	水利局	
蟳廣嘴	KT	1988/01-1997/06	水利局	缺 1994/01

貳、花蓮港附近海域波浪之調查分析(V)

一、前言

台灣位於太平洋西邊，冬季受東北季風侵襲，夏季則常受颱風威脅，造成海上波浪洶湧，除影響海上船隻航行及碼頭上作業船隻安全外，也可能破壞沿岸各項工程設施，導致重大災難。近年來政府積極推動海洋開發建設，對外積極進行國際貿易而興建港口，沿岸則進行新生地之開發，環境保育或海上遊憩活動都與海面波浪有密切關係。海岸工程規劃必需根據長期波浪觀測資料統計、可作業天數，來決定設計波浪；港埠營運則必需長期波浪資料評估每年船隻不能進港時間，不能作業天數，甚致更嚴重時需要船隻疏散條件。海上航行船隻及進港裝卸時候，不但需要了解即時波浪狀況，最好還能獲得未來波浪預報資料作為應變之依據。

本文因此擷取花蓮港港口外海之波浪實測資料進行分析其中含自1990年6月23日測得中度颱風歐菲莉在花蓮南方約7公里處登陸前1小時最大波高超過20.5公尺，花蓮港港內碇泊船隻必需疏散，甚至斷纜現象也使航經該港而錨泊於南濱海岸避難船隻擱淺且斷裂造成重大災難。陸續在1992年11月測得三次1000公里以外遠洋颱風造成港內船隻疏散、斷纜現象時之外海波浪資料，1994年夏季共發生提姆、凱特琳、道格、弗雷特、葛拉絲及席斯等6個颱風侵襲台灣時波浪資料，本文所涵蓋之範圍系1990年1月起至1997年6月底之所有海象資料，謹就初步調查分析，就作業浪高條件分月及全年進行研析。

二、波浪基本資料分析與特性

從1990年1月至1997年6月所蒐集的資料經整理分析後取得：

- 波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合分佈統計表。
- 波浪之波高與週期H_{max}、T_{max}、$H_{1/3}$、$T_{1/3}$、H_{ave}、T_{ave}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。

2.1 波浪特性

由1990年1月至1997年6月間在花蓮港測站的波高週期各颱風逐時變化記錄；與上述期間的波浪之波高$H_{1/3}$與$T_{1/3}$聯合機率分佈直方表，再配合附錄A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。從每年6月至8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。(參考本所歷年之研究報告)。

如圖B-23所示，發生於1994年7月10日20時10分之提姆颱風(詳見路徑圖A-14) 從台灣東部花蓮縣秀姑巒溪口登陸前所記錄之波浪資料，實測波高$H_{1/3}$為10.01公尺，應之週期$T_{1/3}$為14.1秒，1994年8月3日18時15分之輕度颱風凱特琳(路徑詳見圖A-15)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$H_{1/3}$為12.3秒。圖B-24所示1994年8月20日之弗雷特颱風(路徑詳見圖A-17) 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B-25所示，1994年8月31日之葛拉絲颱風(路徑詳見圖A-18)，雖然是輕度颱風，但一直向花蓮港逼進，最後稍為偏北於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D-26所示， 1994年10月8日之席斯颱風(路徑詳見圖A-19)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。84年8月29日之肯特颱風(路徑詳見圖A-20)由輕度轉中度，但一直朝西北西方向通過巴士海峽最後在香港登陸。圖B-27所示；發生於8月30日時實測波高$H_{1/3}$為6.29公尺，週期$T_{1/3}$為12.4秒(8月30日18時)。85年7月之賀伯颱風係於民國85年7月24日12時在關島東北方海面形成颱風在海洋上經過長達5天的發展，使得颱風聚集了充沛水汽，環流雲系範圍擴大、強度亦迅速增強，中央氣象局於29日11時30分對其發佈海上颱風警報，同日23時20分發佈海上、陸上颱風警報，30日12時中心距宜蘭外海520公里左右，颱風最外圍雲帶更明顯接觸到陸地，北部、東北部及西半部山區開始下雨，到了7月31日6時颱風中心距離台灣190公里範圍，颱風外圍對流雲系已開始造成竹苗及中部山區明顯降雨。其中心在31日20時44分於宜蘭附近登陸，由於風環流結構受到北部地形的阻擋和破壞，其強度即明顯且持續的衰減，於8月1日凌晨2時變成中度颱風；凌晨4時由新竹附近出海，一直到1日6時止台灣地區持續受到颱風眼附近及外圍深厚雲帶之影響，各地區均先後出現豪雨及強風。稍後於1日11時由福建平潭附近登陸大陸。由於颱風環流雲系之範圍相當寬廣，中心通過台灣北部陸地的時間長達8小時以上，台灣全島受賀伯颱風侵襲，又適逢農曆6月16日天文大潮，颱風、大潮、豪雨及大浪交加造成

又適逢農曆6月16日天文大潮，颱風、大潮、豪雨及大浪交加造成全省均有嚴重災情傳出。7月31日12時花蓮港ST.2觀測站實測波高 H_{max}11.99公尺，T_{max}13.0秒；$H_{1/3}$6.43公尺，$T_{1/3}$13.8秒。

2.2 波浪方向波譜分析

附錄C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)及遠方颱風與風場產生的湧浪(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。附錄C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突顯又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，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

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。

2.3 各月波浪$H_{1/3}$與$T_{1/3}$、$H_{1/3}$與H_{mean}及$H_{1/10}$與$H_{1/3}$之迴歸關係

一般而言，觀測期內所測到的波浪是以風浪為主，這可以由其聯合機率分佈所顯示$H_{1/3}$與$T_{1/3}$在各月份大致都呈正比的關係上看出。各月實測$H_{1/3}$波高與$T_{1/3}$之關係，各月之最佳迴歸關係見下表：

時間	迴歸公式(一階)	迴歸公式(一階)
1	$T_{1/3}=7.0259+0.3124\,H_{1/3}$	$T_{1/3}=5.4703+0.7425\,H_{1/3}+0.0237(H_{1/3})^2$
2	$T_{1/3}=7.4913+0.00517\,H_{1/3}$	$T_{1/3}=7.1586+0.2740\,H_{1/3}-0.0769(H_{1/3})^2$
3	$T_{1/3}=5.6618+0.9561\,H_{1/3}$	$T_{1/3}=1.4256+5.9963\,H_{1/3}-1.4297(H_{1/3})^2$
4	$T_{1/3}=5.5039+0.4758\,H_{1/3}$	$T_{1/3}=4.8107+1.5625\,H_{1/3}-0.4014(H_{1/3})^2$
5	$T_{1/3}=5.9656+0.5671\,H_{1/3}$	$T_{1/3}=6.2725+0.1774\,H_{1/3}+0.1162(H_{1/3})^2$
6	$T_{1/3}=7.8898+0.5451\,H_{1/3}$	$T_{1/3}=6.4718+1.1745\,H_{1/3}-0.0517(H_{1/3})^2$
7	$T_{1/3}=6.2120-0.2156\,H_{1/3}$	$T_{1/3}=7.1544-2.2245\,H_{1/3}+1.0248(H_{1/3})^2$
8	$T_{1/3}=4.9462+1.1106\,H_{1/3}$	$T_{1/3}=4.8135+1.2203\,H_{1/3}-0.0179(H_{1/3})^2$
9	$T_{1/3}=6.1292+1.0654\,H_{1/3}$	$T_{1/3}=2.9599+4.3349\,H_{1/3}-0.6792(H_{1/3})^2$
10	$T_{1/3}=4.3232+1.6581\,H_{1/3}$	$T_{1/3}=4.7818+1.2351\,H_{1/3}+0.0848(H_{1/3})^2$
11	$T_{1/3}=4.3243+1.6581\,H_{1/3}$	$T_{1/3}=4.7909+1.5654\,H_{1/3}-0.1052(H_{1/3})^2$
12	$T_{1/3}=7.0259+0.3124\,H_{1/3}$	$T_{1/3}=8.3744-0.8395\,H_{1/3}+0.3212(H_{1/3})^2$

實測波高中 $H_{1/3}$ 與 H_{mean} 及 $H_{1/10}$ 與 $H_{1/3}$ 的關係可利用最小平方法(least-square method)作線性迴歸，各月資料的分佈狀況，其線性迴歸之結果明列於下表中，表中可看出波高值的比值與根據理論所推算的結果極為接近。

1	$T_{1/3}=0.1633+1.4597\,H_{mean}$	$T_{1/10}=0.0879+1.2061\,H_{1/3}$
2	$T_{1/3}=0.0621+1.4834\,H_{mean}$	$T_{1/10}=-0.0331+1.2449\,H_{1/3}$
3	$T_{1/3}=0.0442+1.5024\,H_{mean}$	$T_{1/10}=0.0438+1.2144\,H_{1/3}$
4	$T_{1/3}=-0.0125+1.5349\,H_{mean}$	$T_{1/10}=0.0085+1.2289\,H_{1/3}$
5	$T_{1/3}=0.0389+1.5033\,H_{mean}$	$T_{1/10}=-0.0279+1.2553\,H_{1/3}$
6	$T_{1/3}=0.0902+1.5255\,H_{mean}$	$T_{1/10}=-0.1410+1.2606\,H_{1/3}$
7	$T_{1/3}=0.0009+1.5294\,H_{mean}$	$T_{1/10}=0.0281+1.2116\,H_{1/3}$
8	$T_{1/3}=-0.0263+1.5560\,H_{mean}$	$T_{1/10}=-0.0669+1.2593\,H_{1/3}$
9	$T_{1/3}=0.0221+1.5385\,H_{mean}$	$T_{1/10}=-0.0202+1.2545\,H_{1/3}$
10	$T_{1/3}=0.0202+1.5203\,H_{mean}$	$T_{1/10}=0.0040+1.2370\,H_{1/3}$
11	$T_{1/3}=-0.0941+1.5823\,H_{mean}$	$T_{1/10}=0.0504+1.2211\,H_{1/3}$
12	$T_{1/3}=0.0734+1.4883\,H_{mean}$	$T_{1/10}=0.0028+1.2314\,H_{1/3}$

2.4 台灣東部分區波浪特性

為進一步分析特定測站波浪統計特性，作為工程規劃、設計之依據，茲以台灣東部分為東北部之(鼻頭角觀測站)、東部的(花蓮港觀測站)及東南部的(成功觀測站)來代表三個區域。

測站及代表區域 / 波浪特性		成功 東南部	花蓮港 東部	鼻頭角 東北部
最大波	最大波高(m)	14.0	20.6	14.2
	發生日期		91/07/19	85/08/23
示性波	最大波高(m)	8.1	12.2	9.7
	發生日期	80/09/18	90/06/23	85/08/23
	全年平均波高(m)	1.09	1.80	1.27
	全年平均週期(sec)	6.9	7.3	6.1
	夏季平均波高(m)	1.03	1.79	1.0
	夏季平均週期(sec)	6.8	7.4	5.8
	冬季平均波高(m)	1.15	1.73	1.6
	冬季平均週期(sec)	6.9	7.3	6.5
示性波	最常出現波高(m)	0.5~1.5	1.0~2.0	0.25~1.25
	概率(%)	66.1	51.5	48.9
	1m以下波高概率(%)	43.6	17.7	40.4
	2m以上波高概率(%)	10.7	30.8	26.8
	最常出現週期(sec)	6.25~8.25	6~8	6~8
	概率(%)	64.7	63.2	68.9
示性波高大於1.5公尺	概率(%)	27.2	56.5	40.7
	持續大於24hrs(%)	17	45	24
	持續大於96hrs(%)	4	25	10
波浪較惡劣月份		11,12,01	08,09,10	01,02,03,11,12
全部資料筆數		24,000	24,000	24,000

三、颱風波浪資料分析

台灣地處太平洋西側，為太平洋地區颱風路徑之要衝，且根據歷年來(1897~1996年)侵襲台灣之颱風(登陸或影響台灣並產生災害之颱風)其路徑大致分為七種如圖2-1所示。其中以第二及第五之路徑共佔所有路徑之18%可能會影響台中港，第一、三路徑是掠過台灣南北兩端，亦可能在台中港引起不小之陣風，再根據過去20年侵襲台灣颱風次數之統計(如下表)，可見歷年來登陸台灣之颱風次數為一至三次，其中1983年、1993年、1995年等三年皆無颱風登陸，圖2-2是本計畫期中1994年至1996年在太平洋西邊各年的實際颱風行進路徑圖。

年份	侵襲次數	影響次數	年份	侵襲次數	影響次數	年份	侵襲次數	影響次數
1976	1	1	1983	0	2	1990	4	1
1977	3	3	1984	3	2	1991	2	2
1978	3	1	1985	1	4	1992	3	1
1979	0	2	1986	3	6	1993	0	1
1980	2	0	1987	1	3	1994	4	2
1981	2	4	1988	1	0	1995	0	3
1982	2	1	1989	1	0	1996	2	3

3.1 1990年颱風波浪的特性

楊希颱風掠過台灣北部近海時所記錄的波浪資料發生於1990年8月20日6時49分。實測絕對最大之H1./3波高為5.73公尺，對應之T1/3週期10.50秒，而實測絕對最大之Hmax波高為10.22公尺，對應之Tmax週期為9.38秒，夏季颱風期之波浪型態，在此觀測期間內，由1990年7 月9 日至同年9月15日止，中央氣象局共發佈了6個颱風整個期間內花蓮港波浪觀測站共觀測到三次直接受颱風影響下的波浪，分別是7月9日至7月10日的蘿縝颱風，8月17日至8月19日的楊希颱風以及9月6日至9月8日的黛特颱風。

3.2 1991年颱風波浪的特性

1991年內中央氣象局共發佈了七個颱風警，有關颱風的路徑以及中心位置、中心最大位置、中心最大風速、中心氣壓、暴風半徑等資料，其中第1號颱風艾美（AMY）、第3號颱風愛麗（ELLIE）、第4號颱風耐特（NAT）以及第6號颱風露絲（RUTH）等四個颱風直接或間接威脅到花蓮，其中又以耐特颱風其行徑為歷年來最為罕見、古怪，有三次三百六十度大逆轉後朝著台灣海峽直撲而來。中央氣象局分析耐特颱風的路徑表示，耐特之所以會有如此怪異的行徑，主要是因正當天候處於夏、秋季之交，各種氣候型態並存交互影響所致。

九月中旬起，恒春東南方巴士海峽東部出現一個低氣壓，在原地徘徊多日，台灣各地這一波的陰雨就是由它開始的。受到大

陸地區高氣壓牽引，低氣壓往西移動，於是九月十六日到達恒春西南方時，增強為輕度颱風。原本一路向西的耐特走到東沙附近時進入南方旺盛的西南氣流勢力範圍，再加上台灣東方另一個克颱風的拉扯，於是掉頭回巴士海峽，順勢向東走，時間是九月十七日。

耐特從東沙島花了四天，向東走到恒春東南東方四百多公里海面上時，已脫離西南氣流威力，恰好魯克颱風也已遠離，失去了牽引力的雙手，頓時迷失了方向，陷入滯留。這時候，東北方的太平洋高壓及時接予，以順時針方向耐特又拉回頭西進撲向恒春。

九月二十三日上午，耐特挾著狂風暴雨掃過蘭嶼、恒春半島，造成台東及南迴公路嚴重災情。二十四日來到恒春西方三百公里處，朝著西邊來到台灣海峽南端時，整個大氣環境又變了，光是台灣東方就有密瑞兒颱風的牽制，使耐特右轉九十度頭向南，剛好這時候大陸高壓下來，將耐特推向南方。

九月二十四日以後，耐特一路南下而大陸高壓也帶來東北季風，冷冷的空氣灌入耐特體內，澆熄了耐特一身熱力能源，於是在二十五日以後，減輕為熱帶性低氣壓。變成了熱帶性低氣壓的耐特在南海地區閒蕩期間，一方面高壓的東北季風冷空氣鞭長莫及灌不到，一方面又源源吸收熱帶海洋水氣，元氣大振，二十八日再度復健為輕度颱風。剛好當時大陸高壓與太平洋高氣壓相峙時，就沿台灣海峽形成一道槽線，牽動耐特沿槽線北上，於是耐特又掉頭回台灣海峽了。

十月八日至十一日強烈颱風歐特與中度颱風娑特雖然離台灣約一千公里左右，及十月二十五日至三十日之露絲颱風都沒有直接影響台灣，但其傳過來湧浪及環流造成東北季風增強，海面風力加強，所以海浪亦隨之加強增大，因而間接影響台灣。

3.3 1992年颱風波浪的特性

1992年內中央氣象局共發佈了五個颱風警報，第一號芭比颱風(BOBBIE)與第二號馬克颱風(MARK)都是從台灣近海掠過；第三號寶莉颱風(POLLY)、第四號歐馬颱風(OMAR)及第五號泰德颱風(TED)等三個颱風都是直接侵襲花蓮港附近。1992年發生在關島西方海面之遠洋颱風如艾爾西颱風、漢特颱風及蓋伊颱風等三個颱風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的侵襲，造成港內船隻無法靠泊裝卸，甚至發生斷纜現象。1992年總共收集到八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附錄C中，分別敘述如下：

(1) 芭比颱風

6月24日凌晨芭比颱風在菲律賓東方海面形成，開始以西北方向進行，進入台灣東南方海面後偏北，然後由台灣東部約200浬海面轉向北北東遠離台灣。雖然對本省陸地影響不大，但其傳遞過來的長湧，其示性波高可達6公尺左右。

(2) 馬克颱風

輕度颱風馬克於8月16日在東沙島海面形成後，偏北進行通過台灣海峽南部後進入大陸。台灣地區於8月16日～19日受到馬克颱風外圍環流影響,各地區都有陣雨，但花蓮附近海面因受到陸地遮蔽保護的影響雨勢不很大。

(3) 寶莉颱風

8月27日輕度颱風寶莉在台灣東南方海面形成後向西北西進行，直撲台灣。中央氣象局發佈海上、陸上颱風警報，8月28日晚間當颱風中心逼近台灣東部陸地之前，原颱風中心消失，在東方200公浬處另起爐灶重新形成，位置比原中心路徑稍北，於8月30日下午2時挾著強大的環流雲雨帶從花蓮立霧溪口登陸，跨越中央山脈後，於晚間8時從新竹縣新豐附近出海進入台灣海峽。花蓮港附近海面受寶莉颱風影響，港外掀起滔天巨浪，其示性波高約4～5公尺，直撲東防波堤，彷如激起千層雪，浪起浪落且帶來陣陣風雨，雖然風勢不是很猛烈，但雨量相當驚人，造成各地嚴重災害。

(4) 歐馬颱風

8月31日8時寶莉颱風在福建馬尾附近登陸後解除,隨著強烈颱風歐馬在正右方一千多公里海面上，正以西北西方向遙指台灣行進，9月1日、2日受到寶莉風過境後引進西南氣流及歐馬颱風外圍環流雙重影響，花蓮港附近海域波濤洶湧。

歐馬颱風9月4日22時左右，挾著強風大雨在花蓮秀姑巒溪口登陸後，越過中央山脈，風力大為減弱，颱風中心已於9月5日凌

晨3時左右從雲林縣進入台灣海峽，由金門附近登陸大陸。花蓮港附近海域遭歐馬颱風侵襲時，東防波堤遭猛浪衝擊，激起約五層樓的滔天浪花，港內貨輪已駛避一空，部份漁船、膠筏轉移入10～16號深水碼頭泊靠。原來在錨泊區下錨的六艘貨輪已駛避其他海域。

(5) 泰德颱風

輕度颱風泰德9月18日在菲律賓東方海面生成，以後便直奔巴士海峽，到了20日下午，速度略微減緩，而且原本橫在北方的高壓帶有分裂的趨勢，因此有轉向偏北的跡象。然而經過四十八小時以上，泰德颱風還是沒有轉北。不料從21日深夜到21日凌晨卻在原地打轉，然後順沿著東部海岸北上，其中心於22日2時30分左右從花蓮秀姑巒溪口登陸，繼續北上跨越中央山脈，晚間20時左右從新竹出海。這次泰德颱風的結構和8月底前的寶莉颱風相當類似，都是距離台灣不遠處生成，在抵達台灣前沒有足夠的時間發育成長，所以整個颱風的環流大，但結構鬆散，多個副低壓中心尚未整合為颱風眼，使得行蹤很難掌握。另一方面，時序已進入秋初，正逢夏季型與冬季型大氣環流交替之際，各種氣候型態並陳，使颱風行徑更為飄忽難測。俗話所說的『九月颱，無人知』，所指就是秋季颱風的特性。

泰德颱風從花蓮港南方秀姑巒溪口登陸，花蓮港首當其衝，雖然泰德颱風才只是一個輕度颱風，但其示性波高已超過6公尺以上。

(6) 遠洋颱風

圖A-11為81年10月31日至11月7日之艾爾西風、圖A-12為11月17日至11月22日之漢特颱風、圖A-13為11月20日至11月30日之蓋伊颱風；三個颱風之行徑路徑其中心約在花蓮港東南方800公里以上，中央氣象局並未發佈海上颱風警報，但花蓮港卻已遭受湧浪之侵襲，港內船隻無法靠泊碼頭，甚至有斷纜情況發生。

3.4 1993年颱風波浪的特性

珂茵颱風(KORYN)

強烈颱風珂茵為1993年西太平洋北部的第三個颱風，于1993年6月17日在關島附近形成，以西北西方向行進。26日清晨登陸呂宋島後進入南海，28日凌晨登陸廣東。台灣地區於26日至27日受到珂茵颱風外圍環流影響，25日傍晚花蓮港附近海面已受到長湧之影響，26日17時其示性波高達到5.39公尺，而其對應之週期$T_{1/3}$為13.38秒。

3.5 1994年颱風波浪的特性

1994年到10月為止，中央氣象局共發佈了六個颱風警報，第一號提姆颱風(TIM)與第二號凱特琳颱風(KAITLIN)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；第三號道格颱風(DOUG)、第四號弗雷特颱風(FRED)等二個颱風都是由東部近海北上掠過台灣北部海面，第五號葛拉絲颱風(GLADYS)由蘇澳登陸；

第六號席斯颱風(SWTH)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殺傷力強，花蓮港遭今年首度發佈警告的強烈颱風提姆侵襲時，東防波堤破壞嚴重。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，甚至生斷纜現象。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於附錄A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，兩天內不僅增強為中度颱風，並且來勢洶洶的如旋風般快襲至南台灣，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°)有近六百公尺的胸牆破損，港內東砂一號運砂船在第10號碼頭斷纜後漂盪，險象環生。在7月10日17時34分量測之H_{max}15.95公尺、T_{max}13.7公尺，有義波高$H_{1/3}$10.01公尺、$T_{1/3}$14.1秒。圖D-1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偏北進行通過台灣海峽後進入大陸。台灣地區於8月4日～5日受到凱特琳外圍環流所狹

帶的西南氣流豐沛降雨，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。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$H_{1/3}$4.38公尺、$H_{1/3}$12.3秒。

(3) 道格颱風

8月4日輕度颱風凱特琳已遠離台灣地區，但尾隨而至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，由南向北通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。

(4) 弗雷特颱風

8月16日在關島北方發展成形的輕度颱風弗雷特，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日受到地形及導引氣流的影響，前進路線蛇行不定，刁鑽的弗雷特不僅行徑飄忽，且速度比預期的慢，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，造成花蓮港東防波堤舊堤段損壞多處。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D-2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

快如閃電的葛拉絲颱風讓中央氣象局預測失準，8月31日發佈海上颱風警報，即快速的向台灣接近，原本預報會在花蓮一帶登陸，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D-3為葛拉絲颱風登陸前後在花蓮港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』卻恐佈，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，席斯就是典型的秋颱。10月8日強烈颱風的外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，但仍猛沖海堤及離岸堤的消波塊，花蓮南濱公園海堤又有部份被沖毀，颱風中心不登陸台灣，沿著東部海面北上通過基隆外海後，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D-4為席斯颱風在花蓮港觀測站產生波浪連續變化壓力之能譜。

3.6 1995年颱風波浪的特性

中央氣象局發佈的颱風警報計有荻安娜(DEANNA)、蓋瑞(GARY)、海倫(HELEN)、珍妮絲(JANIS)、肯特(KENT)及賴恩(RYAN)等六個颱風，但都沒有直接侵襲本省，只有肯特及賴恩兩個颱風在台灣南部掠過；肯特颱風於8月27日在呂宋島東邊400公里左右形成，然後逐漸向巴士海峽逼近，30日靠近恒春160公里從巴士海峽通過，31日繼續往西北西移動而在香港附近登陸後，解除台灣南部地區颱風警報示，8月30日8時花蓮港現場實測波高 H_{max} 8.54公尺，T_{max} 11.2秒；$H_{1/3}$ 6.26公尺，$T_{1/3}$ 12.4秒。

3.7 1996年颱風波浪的特性

1996年中央氣象局共發佈了五個颱風警報，先後有凱姆(CAM)、葛樂禮(GLORIA)、賀伯(HERB)、莎莉(SALLY)、魏萊特(VIOLET)等其中只有連續二個颱風登陸台灣，7月24日7時先葛樂禮有從南部登陸，後7月31日至8月1日賀伯颱風由東北角登陸，帶來的強風和豪雨造成台灣地區近一、二十年來最嚴重的災情，分別敘述如下：

(1)葛樂禮

7月24日11時中央氣象局發佈海上颱風警報，輕度颱風葛樂禮在恒春東南方約680公里之海面上，向西北移動且繼續增強中。24日14時已增強為中度颱風並同時發佈海上、陸上颱風警報，並將直接對恒春半島及台東地區構成威脅。25日17時颱風中心已進入

巴士海峽東南部，繼續向西北移動，恒春半島漸漸進入暴風圈內；中部地區受中央山脈阻擋，起風時間往後延遲。此颱風就地打轉9個鐘頭後，因受地形影響略為偏北移動，26日16時左右從恒春附近登陸，20時由濁水溪口出海，其強度已減弱為輕度颱風，暴風範圍亦已縮小，27日6時左右進入中國大陸，7月26日12時花蓮港實測波高H_{max} 7.62公尺，T_{max} 10.0秒；$H_{1/3}$ 11.2公尺，$T_{1/3}$ 11.2秒。

(2)賀伯颱風

係於民國85年7月24日12時在關島東北方海面形成颱風在海洋上經過長達5天的發展，使得颱風聚集了充沛水汽，環流雲系範圍擴大、強度亦迅速增強，中央氣象局於29日11時30分對其發佈海上颱風警報，同日23時20分發佈海上、陸上颱風警報，30日12時中心距宜蘭外海520公里左右，颱風最外圍雲帶更明顯接觸到陸地，北部、東北部及西半部山區開始下雨，到了7月31日6時颱風中心距離台灣190公里範圍，颱風外圍對流雲系已開始造成竹苗及中部山區明顯降雨。其中心在31日20時44分於宜蘭附近登陸，由於風環流結構受到北部地形的阻擋和破壞，其強度即明顯且持續的衰減，於8月1日凌晨2時變成中度颱風；凌晨4時由新竹附近出海，一直到1日6時止台灣地區持續受到颱風眼附近及外圍深厚雲帶之影響，各地區均先後出現豪雨及強風。稍後於1日11時由福建平潭附近登陸大陸。由於颱風環流雲系之範圍相當寬廣，中心通過台灣北部陸地的時間長達8小時以上，台灣全島受賀伯颱風侵襲，又適逢農曆6月16日天文大潮，颱風、大潮、豪雨及大浪交加造成全省均有嚴重災情傳出。7月31日12時花蓮港

ST.2觀測站實測波高H_{max}11.99公尺，T_{max}13.0秒；$H_{1/3}$6.43公尺，$T_{1/3}$13.8秒。

3.8 威脅台灣東部海域穩靜之颱風路徑分析

港灣(Harbor)係指具有天然或人工屏障之寬闊水域與足夠水深，提供船隻碇泊、貨物裝卸、旅客上下之空間。台灣東部海岸平直，地形陡峭，缺乏理想之建港港址。

每年夏季颱風在菲律賓東方海面形成後，不論是否直接登陸台灣，都可能對台灣東部海域之穩靜構成威脅。今蒐集1990年以後之氣象局發佈及部份未發佈之颱風，繪成颱風中心路徑(如附錄A)。根據颱風期間所蒐集得之波浪資料，估計產生湧浪威脅台灣東部海域之穩靜，颱風中心初始位置如表2-1。

茲將颱風產生之湧浪，開始威脅台灣東部海域穩靜之中心位置標示如圖2-3。由圖2-3研判颱風中心發生在菲律賓東方海面，而緯度在台灣東部海域東南東方海面以南，其所產生之湧浪可能對台灣東部海域造成直接威脅；至於威脅程度則視颱風規模與滯留時間而定。初步研判輕度以上颱風在此區滯留兩天以上，即可能造成碇泊船隻無法裝卸作業，中度以上颱風如果在此區滯留一天半以上，即可能使船隻必需疏散。

四、結論與建議

一、台灣東部海域之示性波高主要介於1.0至1.5公尺，示性週期主要介於6秒至8秒。

二、依1990至1996年全部調查資料而言(如表2-3)，示性波高大於1.5公尺且持續24小時以上的百分比為45%，而持續96小時以上則為25%。示性週期大於8秒且持續24小時以上的百分比為10%。依1993年~1996年之調查資料而言，則示性波高大約於1,5公尺以上的百分比為27%。

三、由1993年~1996年全部調查資料而言(如表2-4)個別月的表中可看出，在1月份中示性波高大於1.5公尺且持續96小時以上的百分比高達近48%，此外在8、9、10等月份中示性波高大於2.5公尺且持續96小時以上的百分比約佔10%。以整體資料看來11、12、1、2、3月份的波浪情況較為惡劣，其中又以1月、12月份最為惡劣。

四、台灣海域的波浪主要之氣象影響因素為冬季東北季風、夏季西南季風及夏季的颱風，而東部區域的示性波高平均值為1.4公尺左右，此乃因東部區域其面臨無遮蔽的西太平洋及夏季颱風波浪與冬季季風波浪直接侵襲，故其波高值較台灣其他地區為大。

五、在示性波高小於1.5公尺且持續時間小於24小時的條件下，東部海域的波浪情況有55%(如表2-3)。

六、以波浪之週期來分析，東部地區之波浪較台灣其他區域波浪為大，此乃東部海域面臨廣闊的西太平洋，常有週期較長的湧浪傳遞至此海域之故，尤其颱風季節在遠洋之風所產生之湧浪開始威脅台灣東部海域之穩靜，研判颱風中心發生在菲律賓東方海面，而緯度在北緯24度東南東方以南，其產生之湧浪可能對台灣東部直接威脅隻的靠泊，初步研判，颱風在此區滯留即可能使船隻必需疏散。

七、有關波浪特性之研究,以往學者專家由實驗探討中指出，連續之大波浪具有強大的破壞力，而由現場實測分析得知，實際海洋中此種波浪現象時有見聞，尤其是颱風期間暴風侵襲時波浪的變化，此種大波浪的成群波對海岸結構物的破壞力是海岸工程設計中應優先考慮的。

八、一般而言，觀測期間內所測到的波浪是以風浪為主，其中$H_{1/3}$與$T_{1/3}$在各月份中大致都呈正比的關係，而且波浪變化情形與風場變化息息相關。經由蒐集資料之分析與研判在冬季東北季節期間(每年10月起到次年3月止)隻泊靠碼頭及裝載石料過程之波浪條件與風場變化相關密切，必須隨時預先收集天氣預報之資料；夏季颱風若在菲律賓東方海面形成時就會因產生之湧浪使得碇泊作業困難，因此而密切注意在中央氣象局發佈颱風警報前就要注意遠洋颱風的動態，由颱風之中心位置來研判船隻必須疏散出港避風浪之正確時間。

九、本文以1993年1月至1996年5月之實測波浪之示性波高$H_{1/3}$作為擷取之波浪，可明顯看出波高小於1公尺可作業之良好條件在4月、5月、6月、7月、8月、9月等六個月，而加上小於1.5公尺之臨界作業條件則係除了12月外其積概率都超過50%。全年平均高達72.53%是可作業條件(如表2-4)。

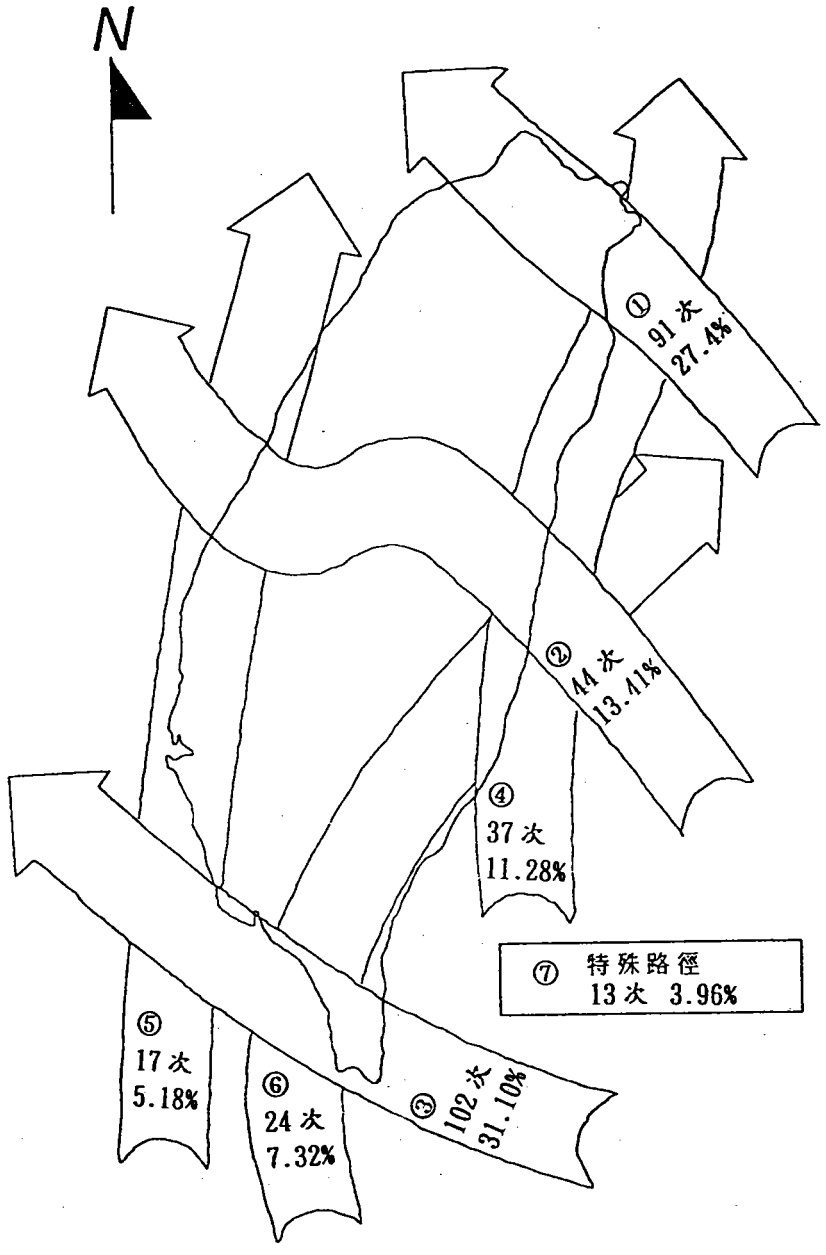
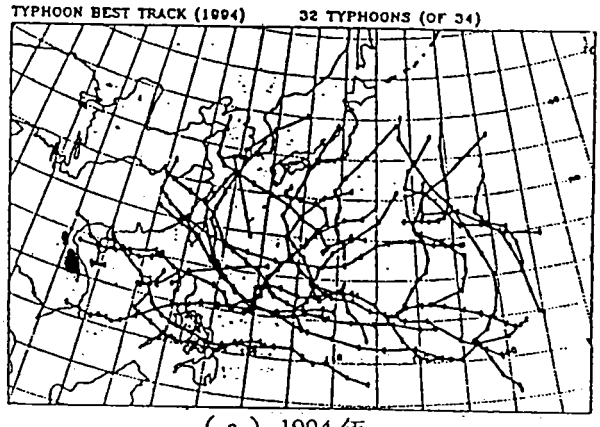
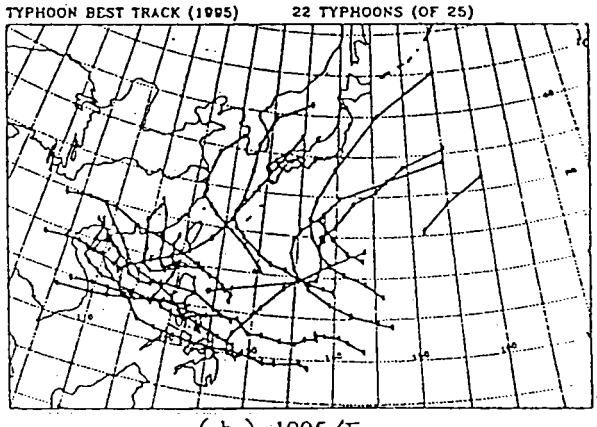


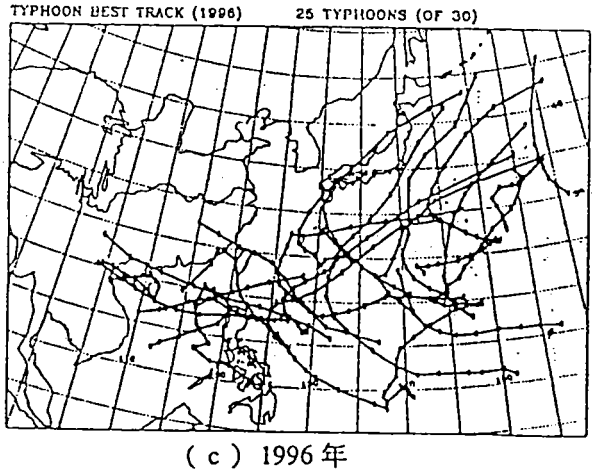
圖 2-1　侵台颱風路徑分類統計圖((1897~1996 年)



（a） 1994 年



（b） 1995 年



（c） 1996 年

圖 2-2　1994 年~1996 年各年實際颱風行進路徑圖
(a)1994 年(b)1995 年(c)1996 年

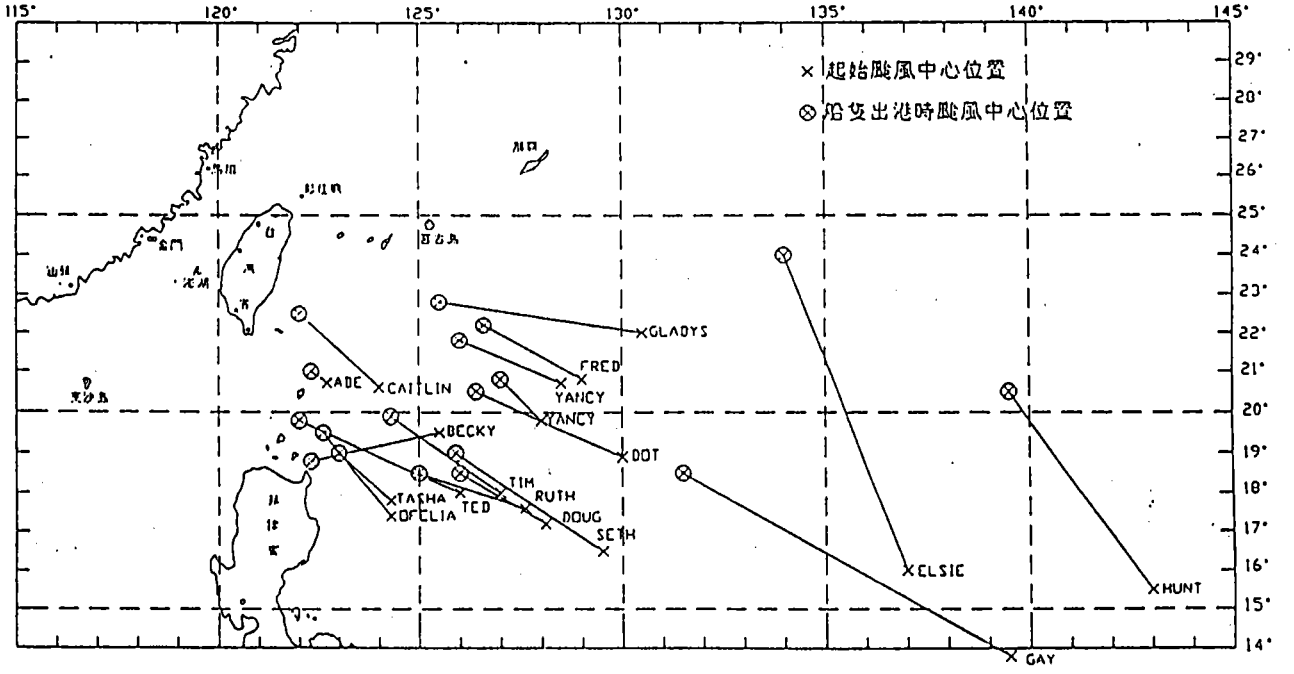


圖 2-3　威脅台灣東部海域湧浪起始時間

表 2-1　估計產生湧浪威脅船隻碇泊起始颱風中心位置

日期 年/月	颱風 名稱	起始時間 (日/時)	起始位置 (o)	概估距離 (KM)	傳播速度 (km/hr)	傳播時間 (hr)	估計抵達時間 (日/時)	風位置(o) 離(km)
79.06	歐菲莉 OFELIA	21/20:00	17.4N 124.3E	780	50	15.6	22/11:40	9.5N 22.6E 500)
79.08	蓓琪 BBEOKE	26/00:00	19.5N 125.5E	650	50	13	26/13:00	8.8N 22.3E 570)
79.08	楊希 YANCY	17/00:00	19.8N 128.0E	820	50	16.4	17/16:20	0.8N 27.0E 570)
79.09	黛特 DOT	06/08:00	18.9N 130.0E	1050	50	21	07/05:00	0.5N 26.4E 600)
80.10	露絲 RUTH	26/08:00	17.6N 127.6E	950	50	19	27/03:00	8.5N 25.0E 700)推估
81.09	泰德 TED	20/12:00	18.0N 126.0E	850	50	17	21/05:00	9.8N 22.0E 450)推估
81.11	艾爾西 ELSIE	05/02:00	16.0N 137.0E	1800	56	32	06/10:00	4.0N 34.0E 1300)
81.11	漢特 HUNT	19/02:00	15.5N 143.0E	2400	54	44	20/22:00	0.5N 39.5E 2000)
81.11	蓋伊 GAY	24/08:00	13.8N 139.5E	2200	49	45	26/05:00	8.5N 31.5E 1200)

表 2-1（續） 估計產生湧浪威脅船隻碇泊起始颱風中心位置

日期 年/月	颱風 名稱	起始時間 (日/時)	起始位置 (o)	概估距離 (KM)	傳播速度 (km/hr)	傳播時間 (hr)	估計抵達時間 (日/時)	風位置(o) 離(km)
82.06	珂茵 KORYN	25/08:00	15.1N 126.4E	1050	50	21.0	26/05:00	120 度以
82.08	塔莎 TASHA	17/14:00	17.8N 124.3E	820	50	16.4	18/06:20	9.0N 23.0E 550)
82.09	亞伯 ABE	11/14:00	20.7N 122.7E	380	50	7.6	11/21:40	1.0N 22.3E 300)
82.08	楊希 YANCY	31/12:00	20.7N 128.5E	840	50	17.0	01/05:00	1.8N 26.0E 500)推估
83.07	提姆 TIM	09/08:00	18.0N 127.0E	850	50	17.0	10/01:00	9.9N 24.3E 500)
83.08	凱特琳 KAITLIN	03/05:00	20.6N 124.0E	450	50	9.0	03/14:00	2.5N 22.0E 150)
83.08	道格 DOUG	06/02:00	17.2N 128.1E	950	50	19	06/21:00	8.5N 26.0E 750)
83.08	弗雷特 FRED	19/02:00	20.8N 129.0E	840	50	16.8	19/18:50	2.2N 26.6E 550)
83.08	葛拉絲 GLADYS	31/02:00	22.0N 130.5E	1000	50	20	31/22:00	2.8N 25.5E 450)
83.10	席斯 SETH	07/08:00	16.5N 129.5E	1150	50	23	08/07:00	9.0N 25.9E 700)

表 2-2　1990 年至 1996 年各月份波高累積概率分佈表

年	1990			1991			1992			1993			1994			1995			1996			1997			備　註
月	<0.5	<1.0	<1.5	<0.5	<1.0	<1.5	<0.5	<1.0	<1.5	<0.5	<1.0	<1.5	<0.5	<1.0	<1.5	<0.5	<1.0	<1.5	<0.5	<1.0	<1.5	<0.5	<1.0	<1.5	單位:公尺
一月	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	14.9%	0.0%	0.0%	10.5%	0.0%	0.7%	19.1%	0.0%	21.9%	66.0%	0.0%	34.2%	64.8%	0.0%	24.6%	60.3%	0.0%	18.2%	64.7%	東北季風
二月	0.0%	0.0%	16.2%	0.0%	0.0%	5.2%	0.0%	5.9%	22.1%	0.0%	0.1%	32.0%	0.0%	24.3%	69.6%	0.0%	12.8%	75.2%	0.0%	17.1%	47.9%	0.0%	3.8%	71.2%	東北季風
三月	0.0%	0.3%	35.0%	0.0%	2.4%	44.7%	0.0%	5.9%	48.9%	0.0%	14.9%	55.8%	0.3%	11.1%	66.8%	0.0%	27.2%	76.5%	0.0%	23.9%	90.6%	0.0%	31.0%	78.0%	東北季風
四月	0.0%	13.8%	51.4%	0.3%	19.1%	69.6%	0.0%	0.6%	9.4%	0.6%	36.1%	69.4%	0.6%	73.3%	98.4%	0.6%	60.1%	92.5%	0.3%	22.9%	65.8%	2.3%	51.4%	86.0%	
五月	0.0%	12.0%	57.2%	1.0%	27.3%	68.6%				0.0%	72.9%	96.6%	0.8%	79.5%	96.8%	2.2%	64.1%	91.9%	0.0%	45.8%	69.5%	4.8%	79.1%	96.9%	
六月	0.5%	38.2%	63.1%	0.0%	40.6%	57.5%	0.1%	57.0%	79.8%	2.8%	79.5%	90.0%	15.5%	75.7%	90.4%	9.3%	91.2%	100%	23.1%	95.2%	100.0%	11.7%	82.1%	94.0%	颱風季節
七月	4.6%	54.8%	91.6%	4.7%	36.7%	63.9%	3.2%	54.4%	82.1%	8.8%	86.8%	98.7%	23.8%	81.5%	91.0%	15.0%	66.9%	81.6%	28.5%	67.6%	73.2%				颱風季節
八月	16.5%	39.7%	56.7%	8.6%	44.5%	76.6%	7.4%	53.2%	77.7%	12.2%	65.7%	88.8%	22.6%	60.4%	75.1%	20.4%	79.3%	90.2%	2.2%	43.9%	81.7%				颱風季節
九月	0.9%	27.8%	52.1%	0.1%	14.3%	35.6%	0.3%	19.0%	50.8%	1.7%	59.0%	83.5%	2.9%	32.8%	76.0%	20.4%	70.9%	89.0%	0.0%	13.3%	37.8%				颱風季節
十月	0.0%	3.6%	47.2%	0.0%	6.2%	22.5%	0.0%	4.4%	16.4%	0.0%	28.4%	61.6%	12.2%	47.6%	63.9%	0.0%	36.8%	91.5%							颱風季節 東北季風
十一月	0.0%	6.5%	25.6%	0.0%	0.0%	6.2%	0.0%	1.5%	14.9%	0.0%	22.7%	54.8%	0.0%	6.0%	57.4%	0.0%	36.1%	70.1%	0.0%	1.3%	18.6%				東北季風
十二月	0.0%	0.7%	12.0%	0.0%	0.3%	18.2%	0.0%	0.1%	14.0%	0.0%	2.4%	21.0%	0.0%	8.9%	36.2%	0.0%	5.1%	52.4%	0.0%	3.2%	58.1%				東北季風

表 2-3 1990 年至 1996 年 5 月波高累積概率年平均分佈表

累積概率 / 年份	< 0.5 公尺	< 1.0 公尺	< 1.5 公尺
1990	1.87%	16.45%	42.40%
1991	1.20%	15.95%	40.30%
1992	0.97%	16.80%	35.55%
1993	2.18%	39.10%	64.28%
1994	6.56%	43.58%	73.97%
1995	5.66%	48.72%	81.31%
1990 年~1995 年 年平均	3.07%	30.10%	56.30%
1993 年~1995 年 年平均	4.80%	43.80%	73.19%

表 2-4 1993 年至 1996 年 5 月波高累積概率平均各月分佈表

累積概率 / 月份	< 0.5 公尺	< 1.0 公尺	< 1.5 公尺
一月	0.00%	21.93%	52.55%
二月	0.00%	13.58%	56.18%
三月	0.10%	19.28%	72.43%
四月	0.53%	48.08%	81.53%
五月	0.75%	65.58%	88.70%
六月	9.20%	82.13%	90.43%
七月	15.87%	78.40%	90.43%
八月	18.40%	68.47%	84.70%
九月	8.33%	54.23%	82.83%
十月	4.06%	37.60%	72.33%
十一月	0.00%	21.60%	60.77%
十二月	0.00%	5.47%	36.53%
平　均	4.77%	43.03%	72.53%

附錄　A

颱風路徑圖

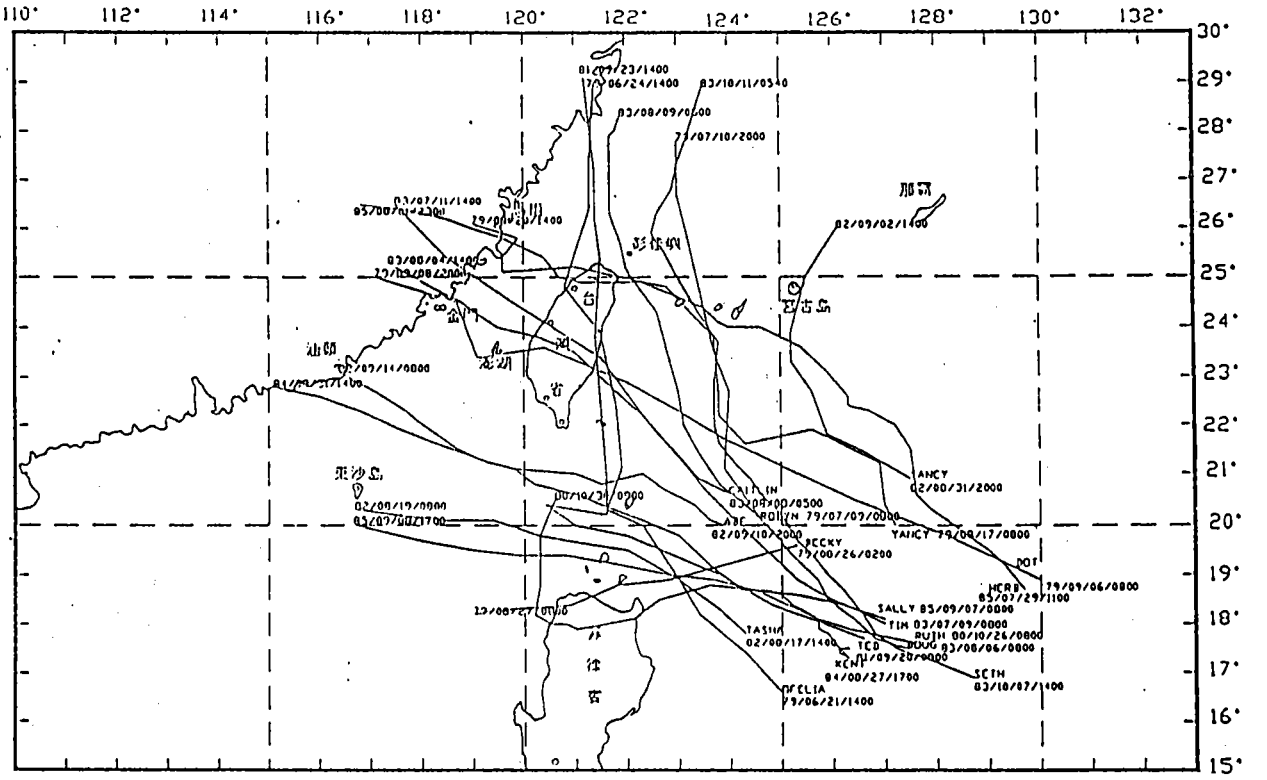
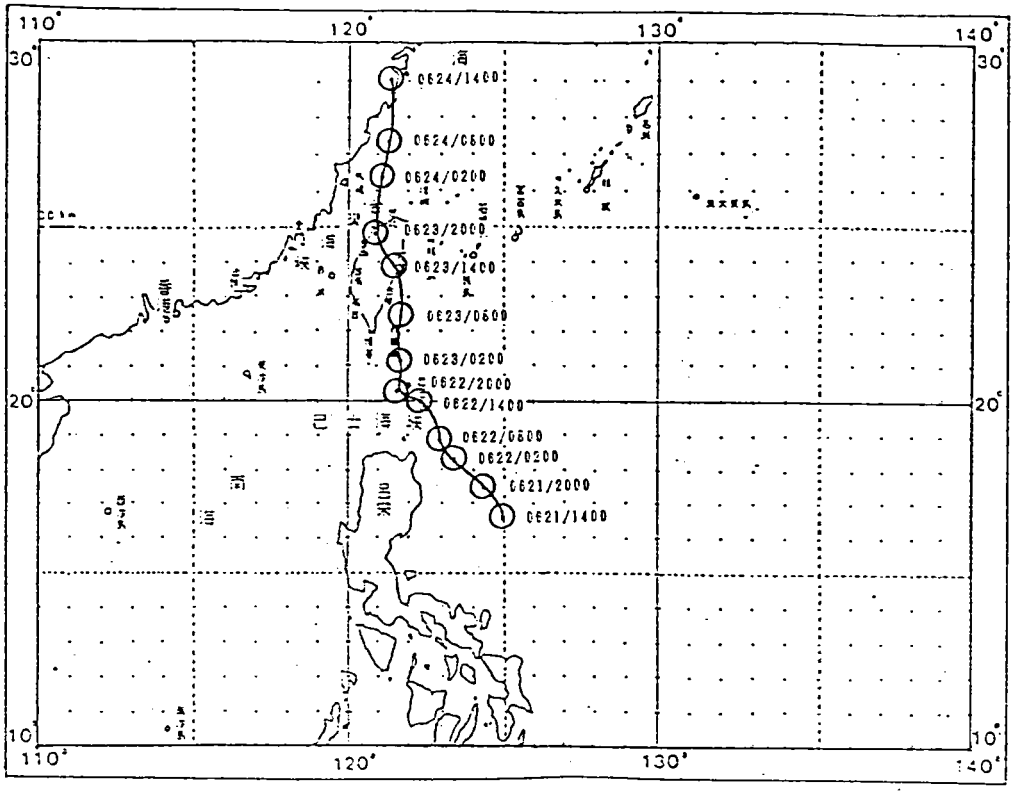


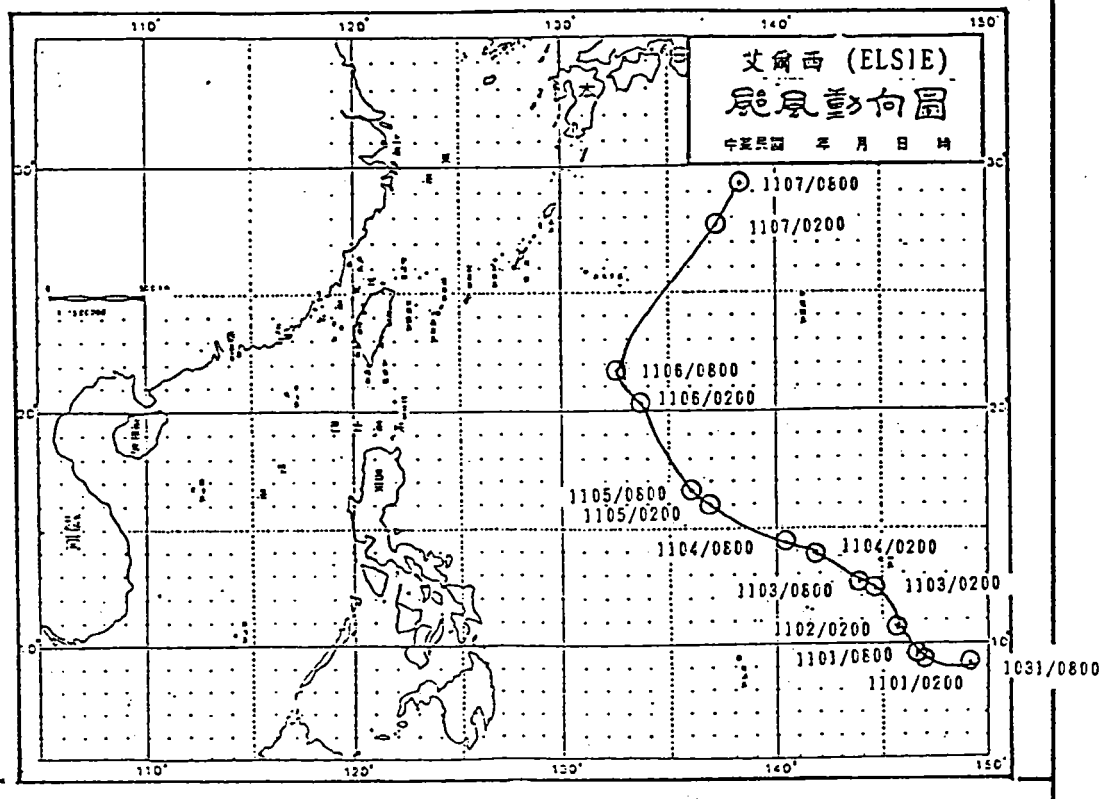
圖 A-1 1990 年至 1996 年威脅台灣東部海域颱風中心路徑圖



時間	中心最大風速	中心氣壓	北緯東經	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0621 1400	32	980	15.5 125.0	200	100
0621 2000	35	975	17.4 124.3	200	100
0622 0200	35	975	13.2 123.4	200	100
0622 0800	38	970	18.9 123.0	200	100
0622 1400	38	970	20.0 122.3	200	100
0622 2000	38	970	20.3 121.6	200	100
0623 0200	38	970	21.1 121.9	200	100
0623 0800	38	968	22.4 121.8	200	100

時間	中心最大風速	中心氣壓	北緯東經	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0623 1400	33	975	23.9 121.5	200	80
0623 2000	28	985	24.8 120.8	180	80
0624 0200	25	988	26.4 121.2	120	80
0624 0800	25	988	27.3 121.3	120	80
0624 1400	25	988	29.0 121.4	120	80

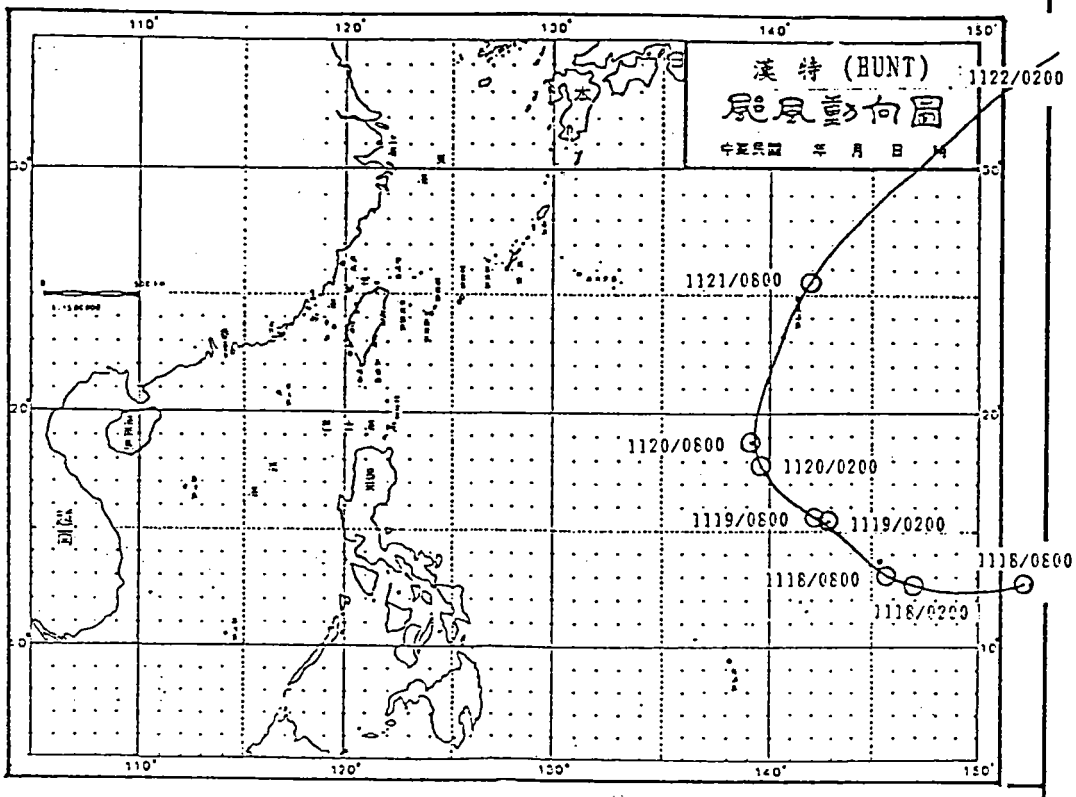
圖A-2　79年第2號颱風歐菲莉(OFELIA)之路徑圖



時間	中心氣壓	北緯 東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
1031 0800	985	9.4 149.1	25	150	----
1101 0200	970	9.5 147.0	35	200	100
1101 0800	970	9.6 146.7	35	200	100
1102 0200	970	10.6 145.7	43	200	100
1103 0200	970	12.3 144.6	40	200	100
1103 0800	955	12.6 144.0	43	200	100
1104 0200	950	13.9 141.8	51	200	100

時間	中心氣壓	北緯 東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
1104 0800	940	14.4 140.4	53	200	100
1105 0200	940	16.0 137.0	53	250	150
1105 0800	930	16.8 136.1	55	250	150
1106 0200	930	20.2 133.8	55	250	150
1106 0800	920	21.7 133.7	58	250	150
1107 0200	945	27.8 137.2	45	250	150
1107 0800	945	29.2 138.4	45	250	150

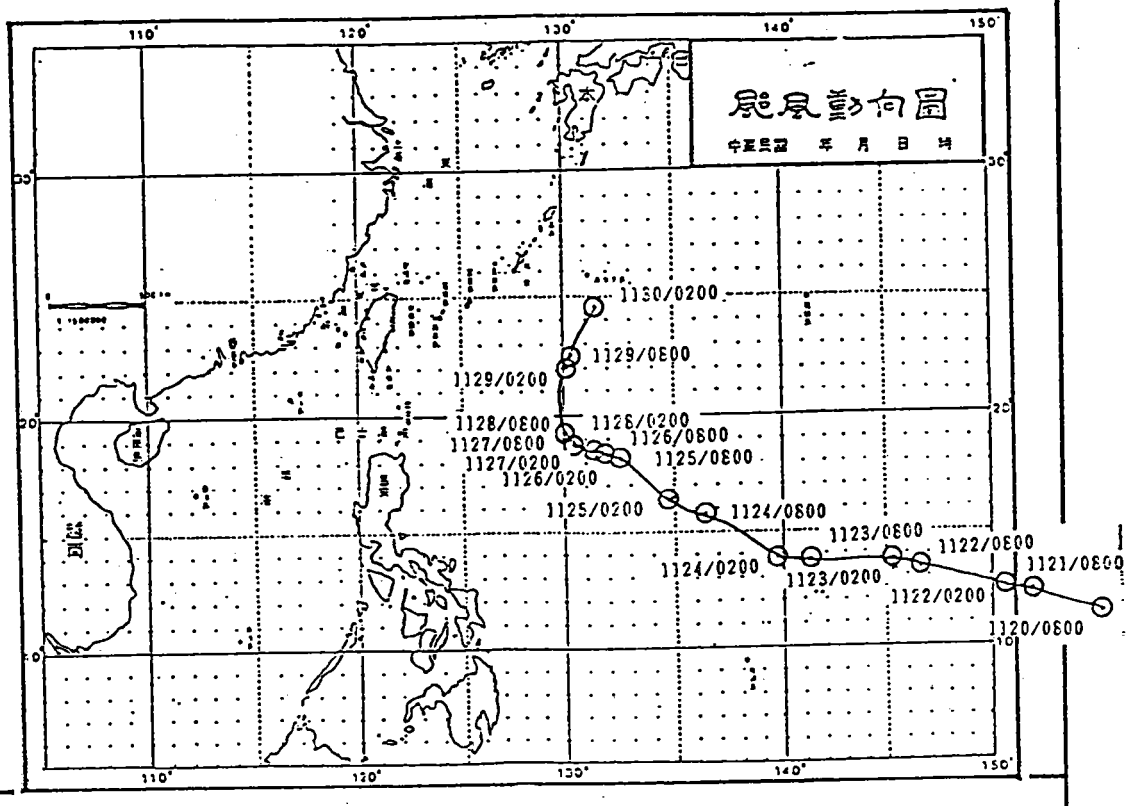
圖 A-3　1992 年艾爾西(ELSIE)颱風之路徑圖



時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
1117 0800	998	12.7 152.0	18	100	----
1118 0200	990	12.7 147.0	28	120	50
1118 0800	975	13.0 145.8	33	150	80
1119 0200	975	15.3 142.9	43	200	80
1119 0800	965	15.5 142.2	38	200	80
1120 0200	950	17.9 139.7	45	250	120
1120 0800	940	18.8 139.3	51	250	120
1121 0800	950	25.5 142.0	45	200	100

時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
1122 0200	975	34.0 155.0	30	150	80

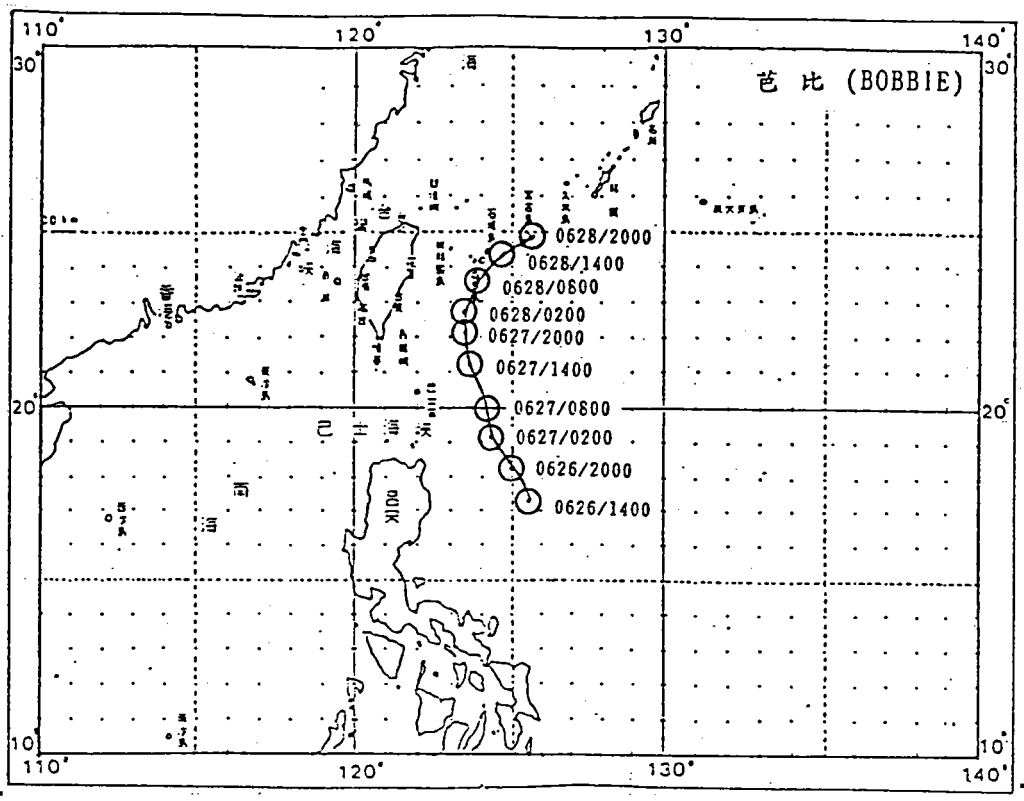
圖 A-4　1992 年漢特(HUNT)颱風之路徑圖



時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
1120 0800	935	10.1 160.9	58	200	100
1121 0800	925	11.5 155.8	60	250	150
1122 0200	920	12.2 151.7	60	250	150
1122 0800	920	12.4 150.5	60	250	150
1123 0200	930	13.4 146.8	55	250	150
1123 0800	930	13.6 145.3	55	250	150
1124 0200	950	13.7 141.2	48	250	150
1124 0800	950	13.9 139.6	45	250	150
1125 0200	965	15.8 136.5	40	250	150
1125 0800	960	16.4 134.9	43	250	150

時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
1126 0200	950	18.1 132.6	51	250	150
1126 0800	950	18.3 132.0	51	250	150
1127 0200	955	18.4 131.5	48	250	150
1127 0800	955	18.3 131.4	48	250	150
1128 0200	965	18.6 130.5	40	250	150
1128 0800	965	19.2 130.2	38	250	150
1129 0200	975	22.0 130.3	35	200	100
1129 0800	980	22.3 130.4	30	200	100
1130 0200	988	24.5 131.5	25	150	80

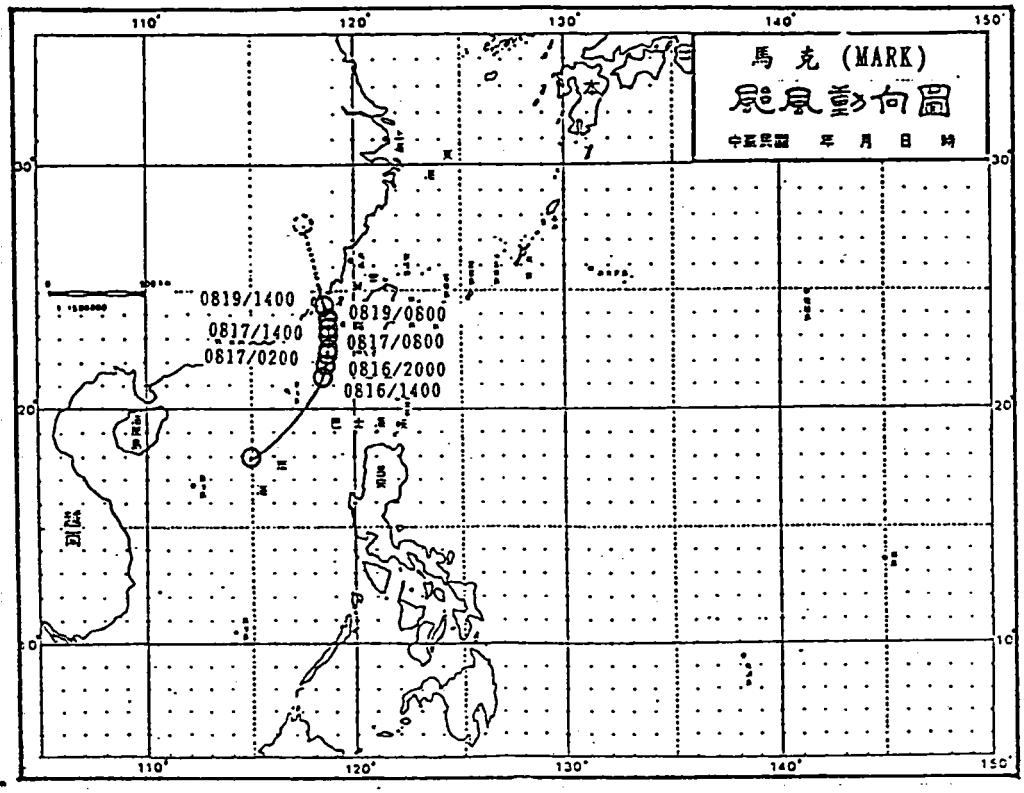
圖 A-5　1992 年蓋伊(GAY)颱風之路徑圖



時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0626 1400	970	17.3 125.5	35	200	100
0626 2000	970	18.2 125.0	35	200	100
0627 0200	950	19.1 124.3	43	200	100
0627 0800	948	20.0 124.2	48	200	100
0627 1400	948	21.2 123.6	48	200	100
0627 2000	948	22.1 123.5	48	200	100
0628 0200	950	22.6 123.5	45	200	100
0628 0800	960	23.6 124.0	40	200	100

時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0628 1400	970	24.2 124.7	35	200	100
0628 2000	965	24.8 125.6	35	200	100

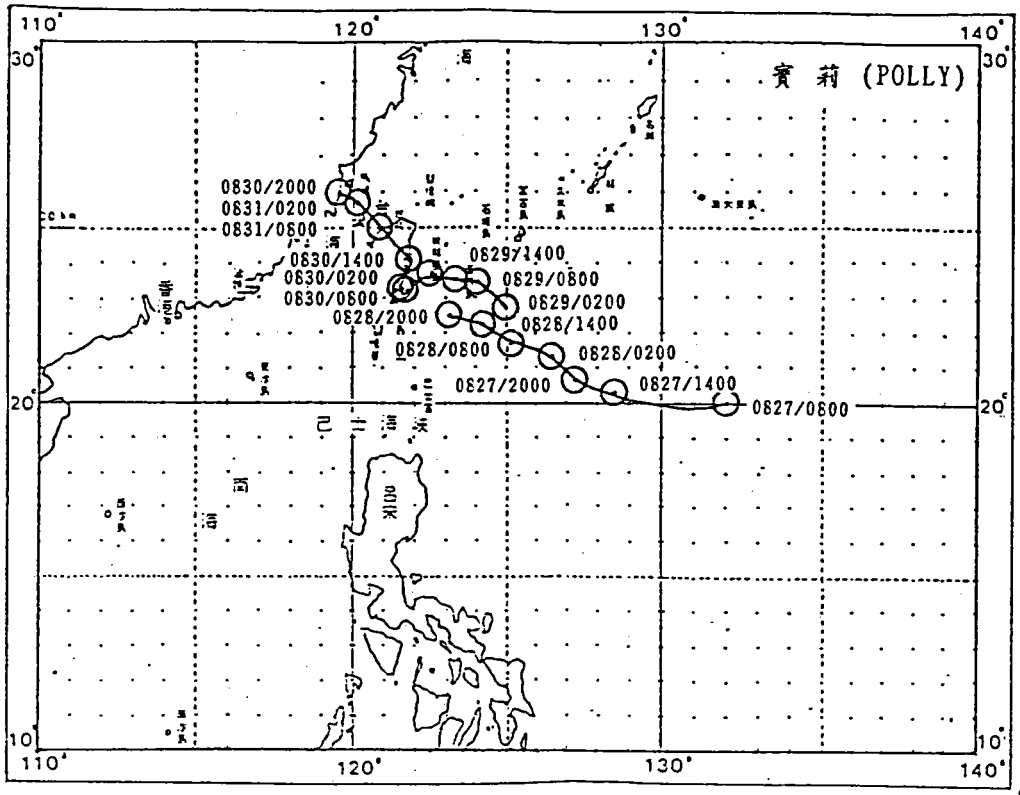
圖 A-6　1992 年芭比(BOBBIE)颱風之路徑圖



時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0816 1400	992	21.3 117.5	20	100	----
0816 2000	992	21.8 117.6	20	100	----
0817 0200	992	22.1 117.8	20	100	----
0817 0800	992	22.3 117.8	20	100	----
0817 1400	992	22.5 117.8	20	100	----
0817 2000	988	22.5 117.8	20	100	----
0818 0200	988	22.5 117.9	20	100	----
0818 0800	988	22.7 117.9	20	100	----

時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0818 1400	988	23.0 117.9	20	100	----
0818 2000	988	23.4 117.9	20	100	----
0819 0200	988	23.6 117.9	20	100	----
0819 0800	992	23.9 117.9	18	100	----
0819 1400	995	24.2 117.5	15	100	----

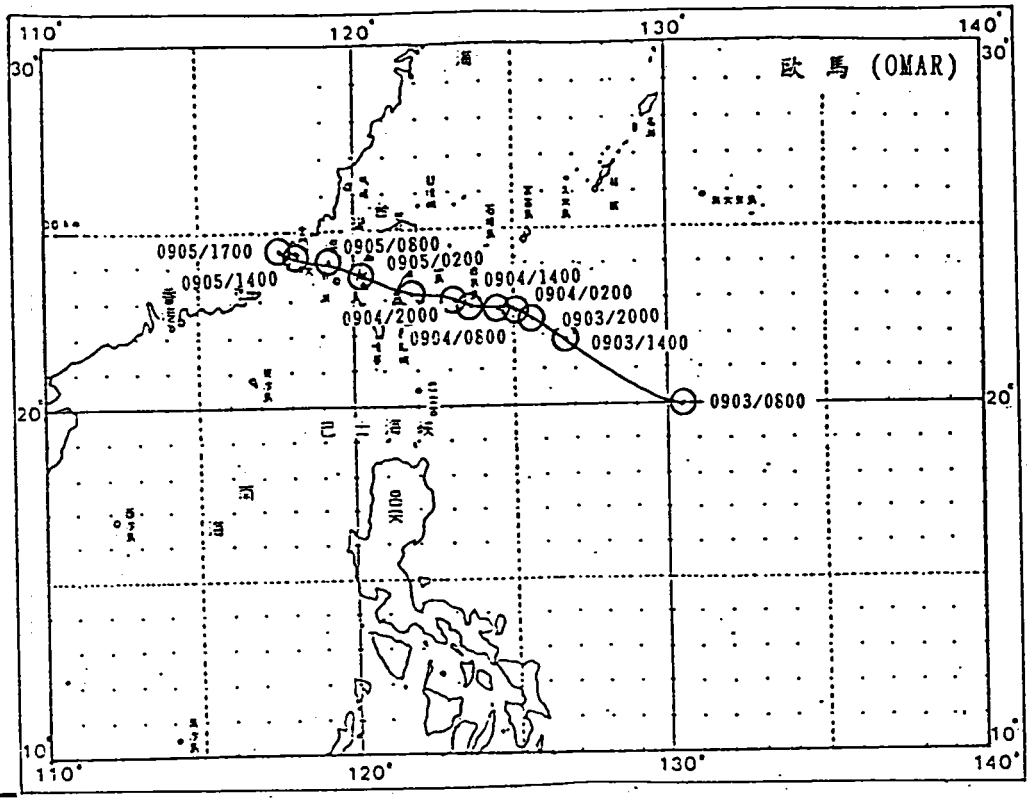
圖 A-7 1992 年馬克(MARK)颱風之路徑圖



時間	中心氣壓	北緯 東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0827 0800	995	20.3 128.5	18	200	----
0827 1400	995	20.3 127.2	18	200	----
0827 2000	992	20.6 126.5	18	200	----
0828 0200	992	21.3 125.12	18	200	----
0828 0800	990	21.7 124.2	18	200	----
0828 1400	990	22.2 123.1	18	200	----
0828 2000	985	22.5 125.0	20	200	----
0829 0200	982	22.8 124.1	23	200	----
0829 0800	982	23.3 123.4	23	200	----

時間	中心氣壓	北緯 東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0829 1400	982	23.6 122.7	23	200	----
0829 2000	980	23.7 122.3	23	200	----
0830 0200	978	23.1 121.8	23	200	----
0830 0800	975	23.2 121.7	23	200	----
0830 1400	978	24.1 124.6	20	200	----
0830 2000	978	25.0 121.0	20	200	----
0831 0200	978	25.7 120.2	20	200	----
0831 0800	985	26.0 119.5	15	----	----

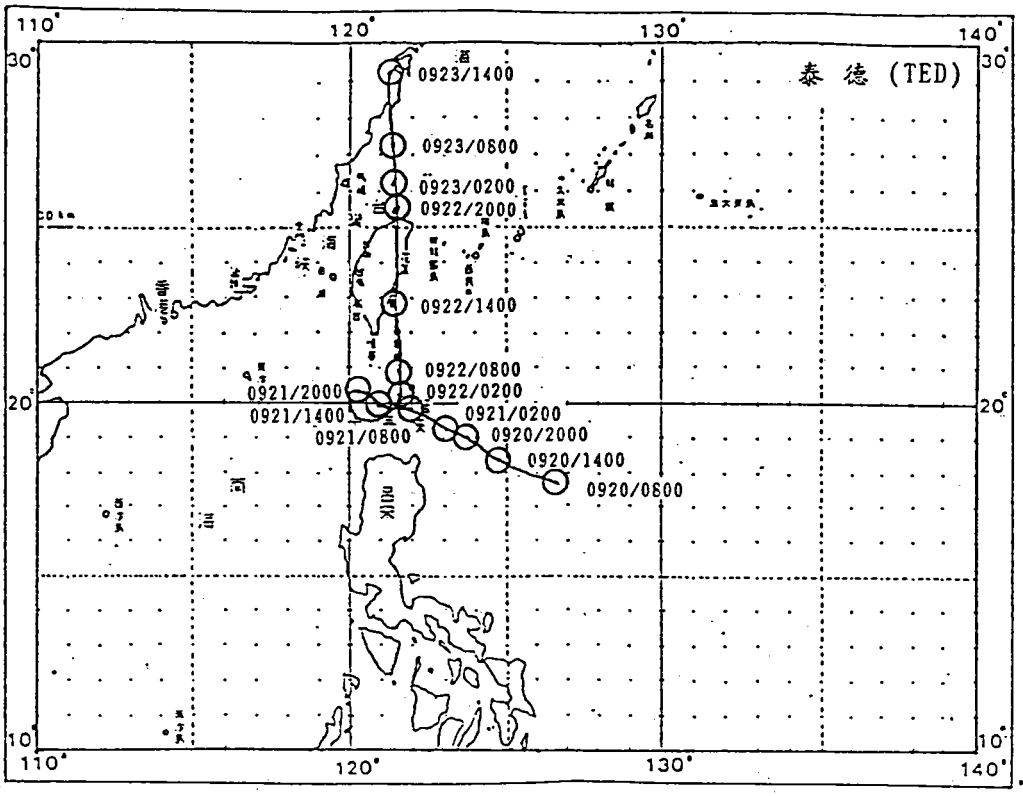
圖 A-8　1992 年寶莉(POLLY)颱風之路徑圖



時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0903 0800	960	21.9 126.8	40	200	
0903 1400	970	22.4 125.6	35	160	60
0903 2000	970	22.6 125.1	33	160	60
0904 0200	970	22.7 124.5	33	160	80
0904 0800	970	22.8 123.6	33	160	60
0904 1400	970	23.0 123.1	33	180	80
0904 2000	970	23.2 121.9	33	160	80
0905 0200	980	23.6 120.3	28	160	----

時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0905 0800	980	24.1 119.2	23	150	----
0905 1400	985	24.3 118.3	18	120	----
0905 1700	988	24.5 117.7	15	----	----

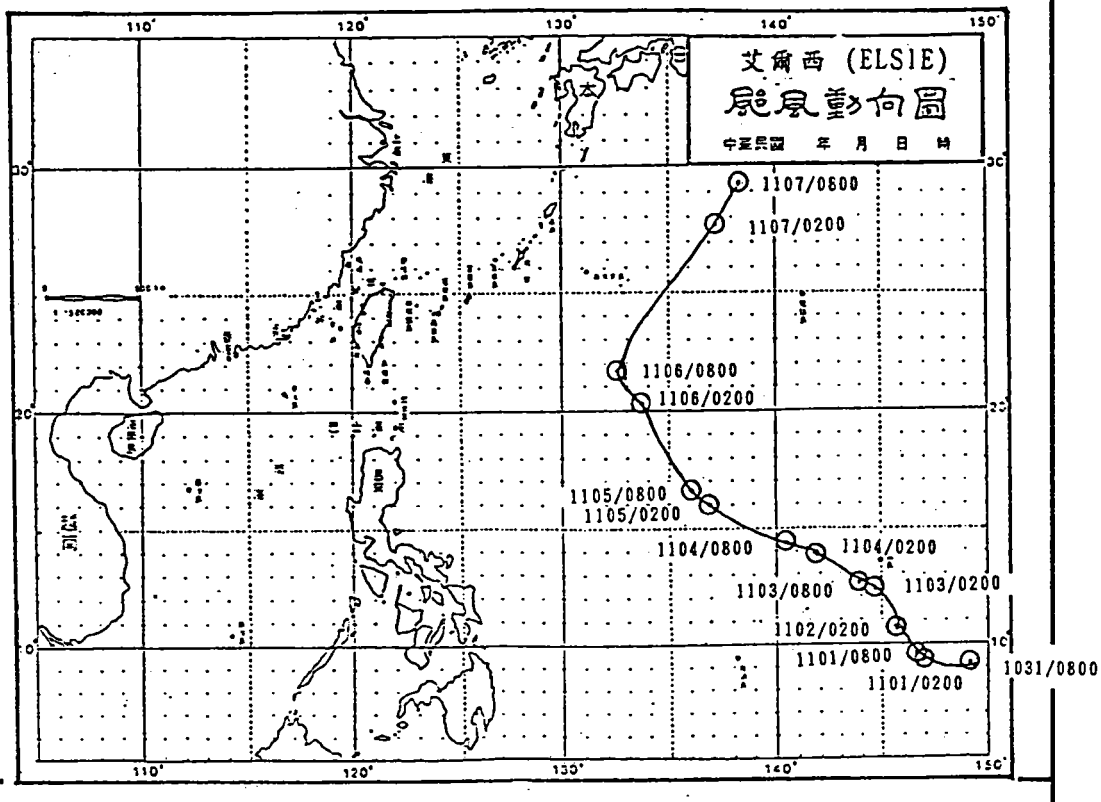
圖 A-9　1992 年歐馬(OMAR)颱風之路徑圖



時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0920 0800	990	17.7 126.6	25	200	----
0920 1400	990	18.4 124.8	25	200	----
0920 2000	990	19.0 123.8	25	200	----
0921 0200	990	19.3 123.1	25	200	----
0921 0800	985	19.8 122.0	28	200	----
0921 1400	985	20.0 121.0	28	200	----
0921 2000	985	20.4 120.4	28	200	50
0922 0200	980	20.2 121.6	30	200	50

時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0922 0800	980	20.9 121.6	30	200	50
0922 1400	985	23.8 121.4	25	200	----
0922 2000	985	25.4 121.5	25	200	----
0923 0200	987	26.2 121.4	25	200	----
0923 0800	987	27.2 121.4	25	200	----
0923 1400	992	29.1 121.2	20	150	----

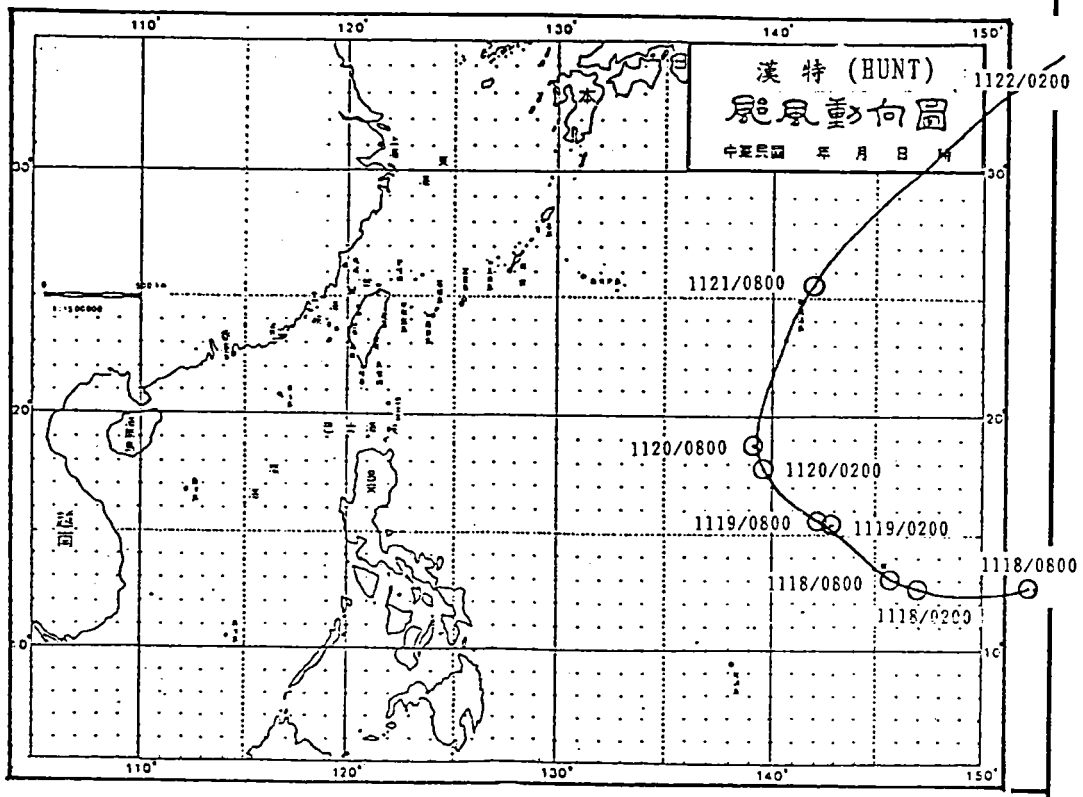
圖 A-10 1992 年泰德(TED)颱風之路徑圖



時間	中心氣壓	北緯 東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
1031 0800	985	9.4 149.1	25	150	----
1101 0200	970	9.5 147.0	35	200	100
1101 0800	970	9.6 146.7	35	200	100
1102 0200	970	10.6 145.7	43	200	100
1103 0200	970	12.3 144.6	40	200	100
1103 0800	955	12.6 144.0	43	200	100
1104 0200	950	13.9 141.8	51	200	100

時間	中心氣壓	北緯 東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
1104 0800	940	14.4 140.4	53	200	100
1105 0200	940	16.0 137.0	53	250	150
1105 0800	930	16.8 136.1	55	250	150
1106 0200	930	20.2 133.8	55	250	150
1106 0800	920	21.7 133.7	58	250	150
1107 0200	945	27.8 137.2	45	250	150
1107 0800	945	29.2 138.4	45	250	150

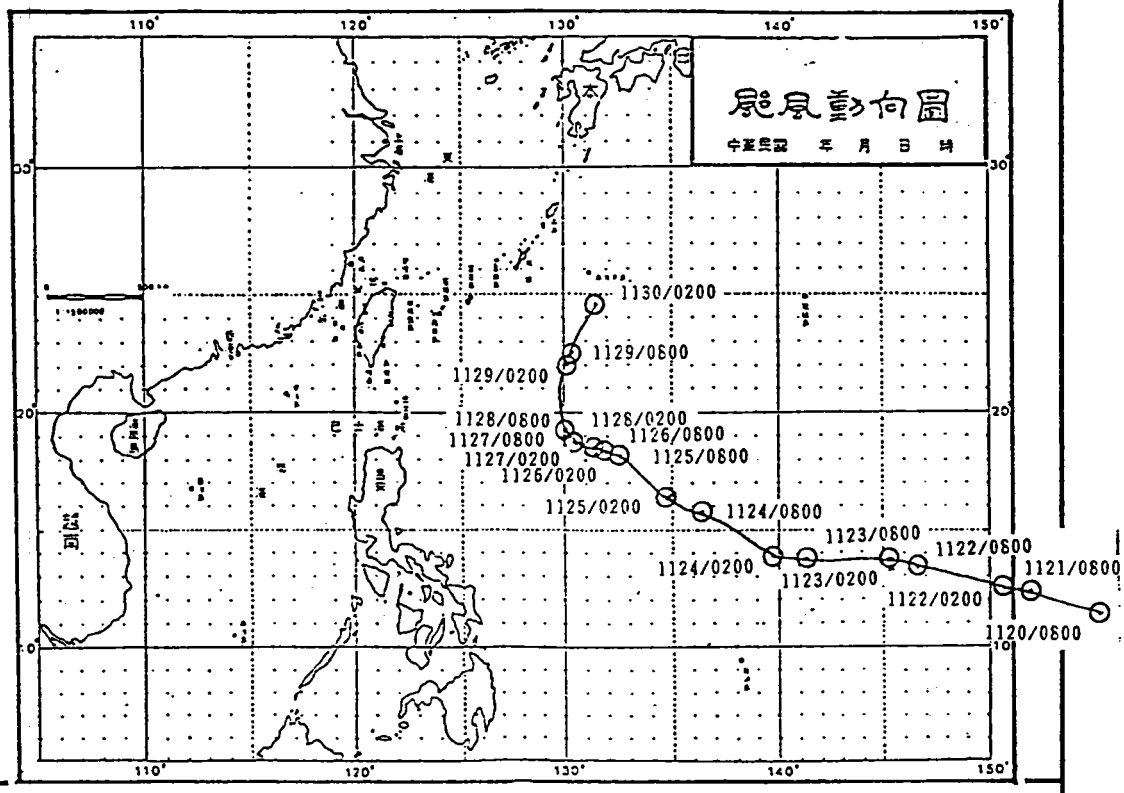
圖 A-11 1992 年艾爾西(ELSIE)颱風之路徑圖



時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
1117 0800	998	12.7 152.0	18	100	----
1118 0200	990	12.7 147.0	28	120	50
1118 0800	975	13.0 145.8	33	150	80
1119 0200	975	15.3 142.9	43	200	80
1119 0800	965	15.5 142.2	38	200	80
1120 0200	950	17.9 139.7	45	250	120
1120 0800	940	18.8 139.3	51	250	120
1121 0800	950	25.5 142.0	45	200	100

時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
1122 0200	975	34.0 155.0	30	150	80

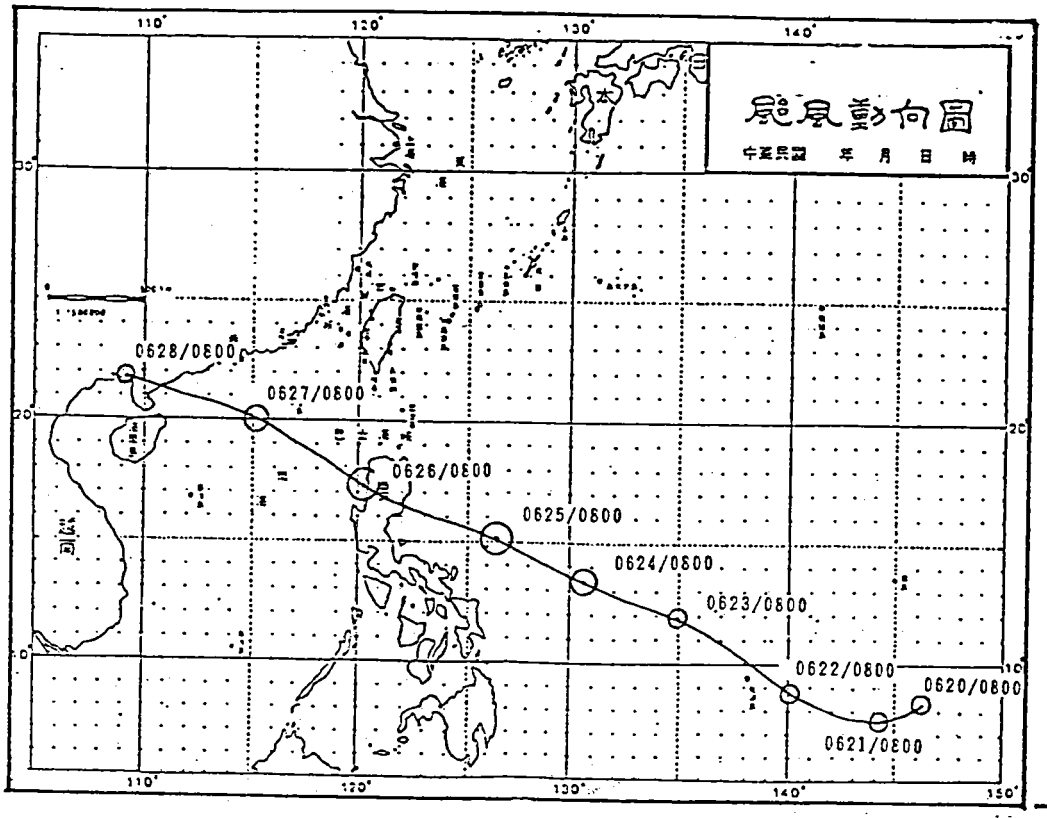
圖 A-12 1992 年漢特(HUNT)颱風之路徑圖



時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
1120 0800	935	10.1 160.9	58	200	100
1121 0800	925	11.5 155.8	60	250	150
1122 0200	920	12.2 151.7	60	250	150
1122 0800	920	12.4 150.5	60	250	150
1123 0200	930	13.4 146.8	55	250	150
1123 0800	930	13.6 145.3	55	250	150
1124 0200	950	13.7 141.2	48	250	150
1124 0800	950	13.9 139.6	45	250	150
1125 0200	965	15.8 136.5	40	250	150
1125 0800	960	16.4 134.9	43	250	150

時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
1126 0200	950	18.1 132.6	51	250	150
1126 0800	950	18.3 132.0	51	250	150
1127 0200	955	18.4 131.5	48	250	150
1127 0800	955	18.3 131.4	48	250	150
1128 0200	965	18.6 130.5	40	250	150
1128 0800	965	19.2 130.2	38	250	150
1129 0200	975	22.0 130.3	35	200	100
1129 0800	980	22.3 130.4	30	200	100
1130 0200	988	24.5 131.5	25	150	80

圖 A-13 1992 年蓋伊(GAY)颱風之路徑圖



時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0620 0800	1002	8.1 146.2	18	80	---
0621 0800	1002	7.4 144.2	18	80	---
0622 0800	998	8.8 140.4	18	100	---
0623 0800	980	11.9 135.2	28	200	---
0624 0800	950	13.3 130.8	48	250	100
0625 0800	920	15.1 126.1	51	250	100
0626 0800	920	17.2 121.4	51	250	100
0627 0800	970	20.0 115.1	45	250	100

時間	中心氣壓	北緯東經	中心最大風速	七級暴風半徑	十級暴風半徑
0628 0800	981	21.8 109.1	30	150	80

圖 A-14 1993 年珂茵(KORYN)颱風之路徑圖

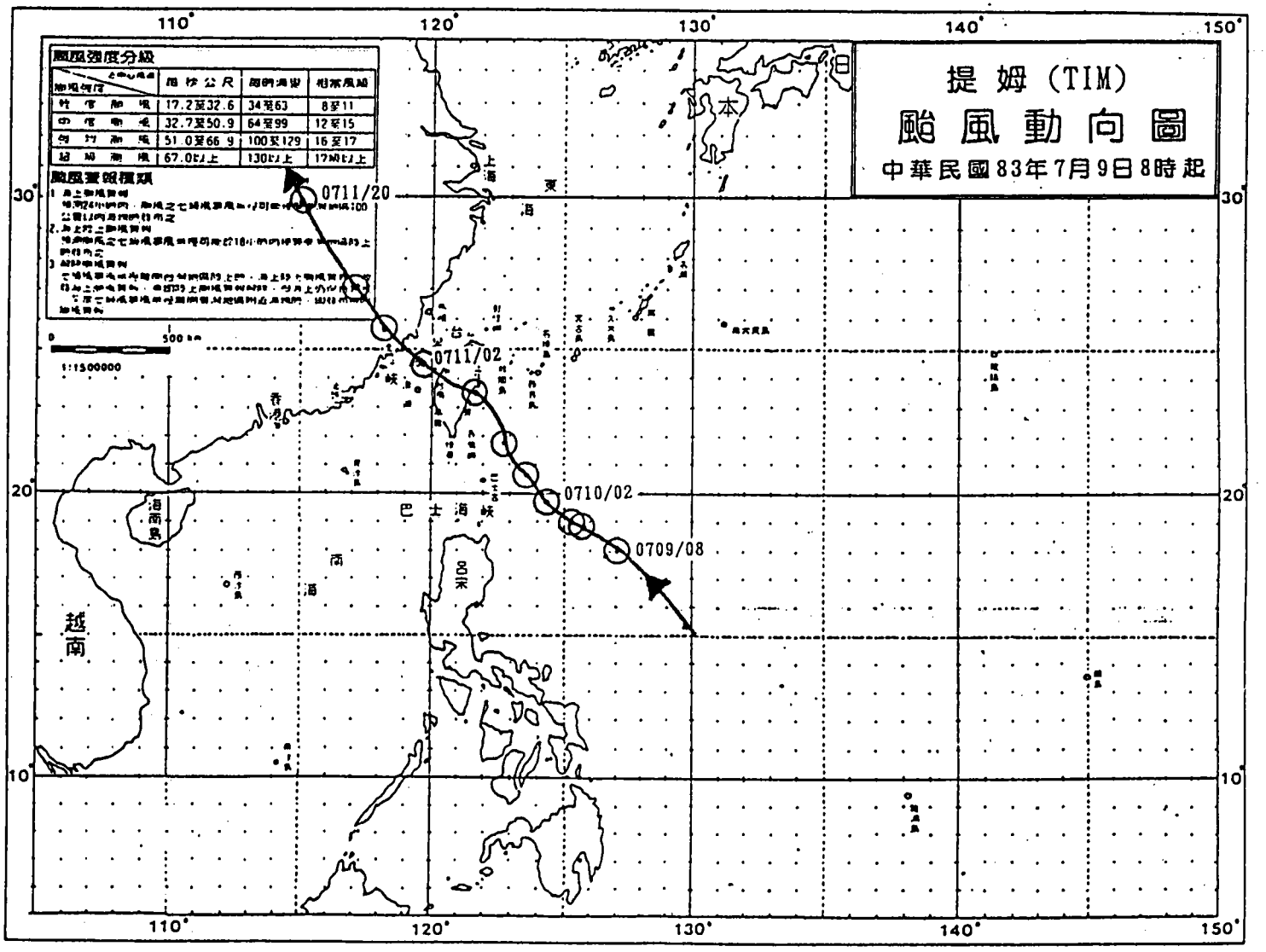


圖 A-15　1994 年提姆(TIM)颱風之路徑圖

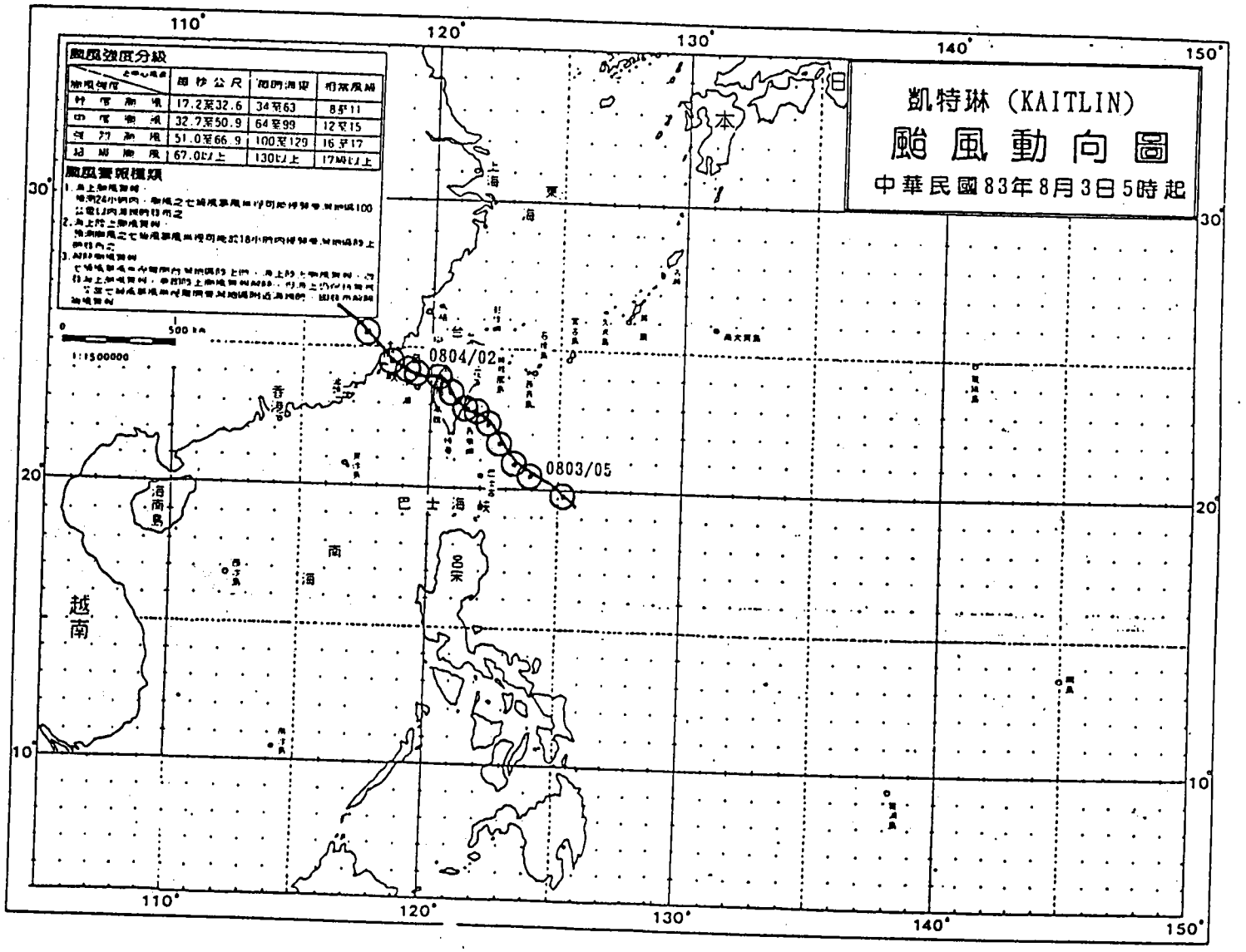


圖 A-16　1994 年凱特琳(KAITLIN)颱風之路徑圖

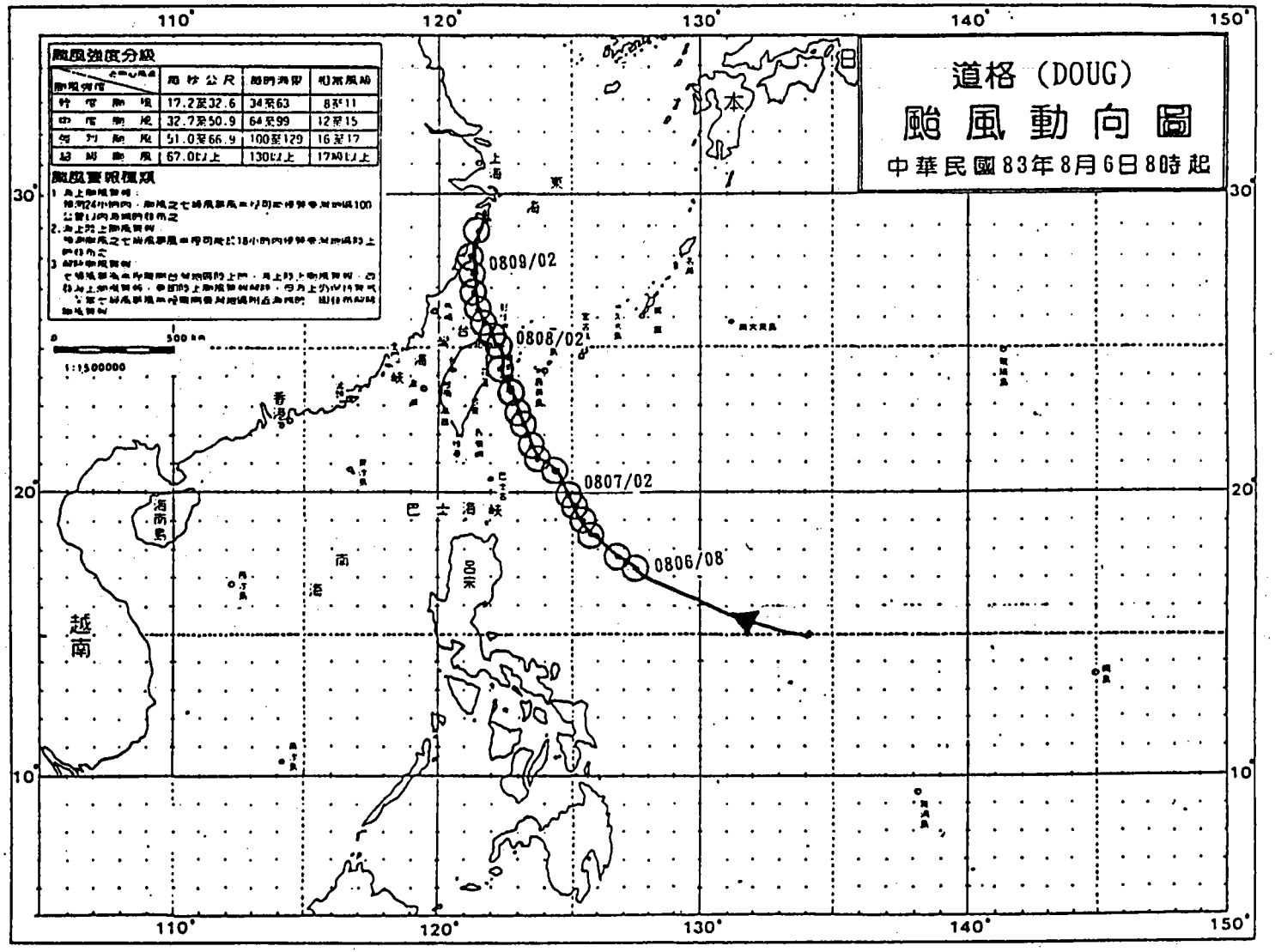


圖 A-17　1994 年道格(DOUG)颱風之路徑圖

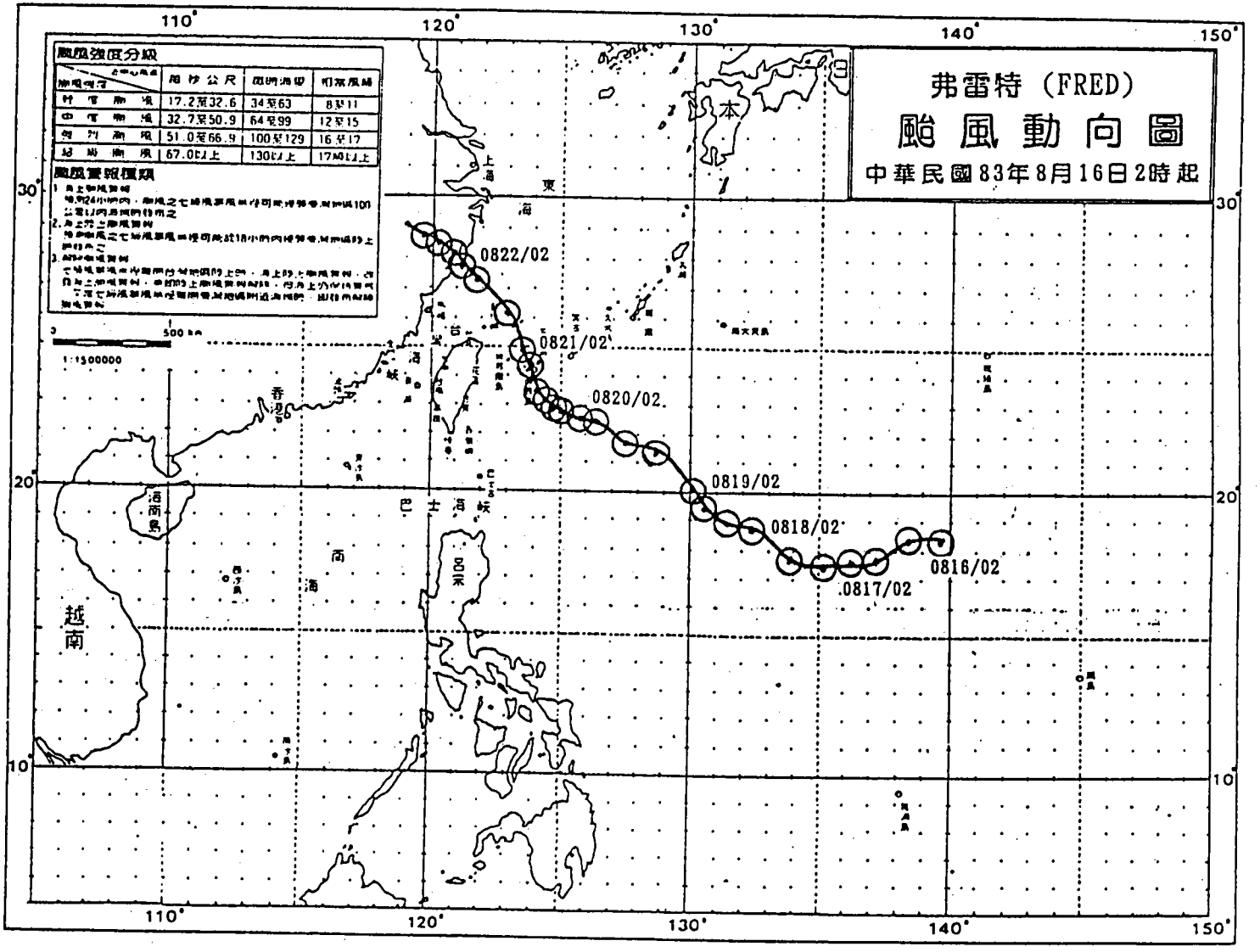


圖 A-18　1994 年弗雷特(FRED)颱風之路徑圖

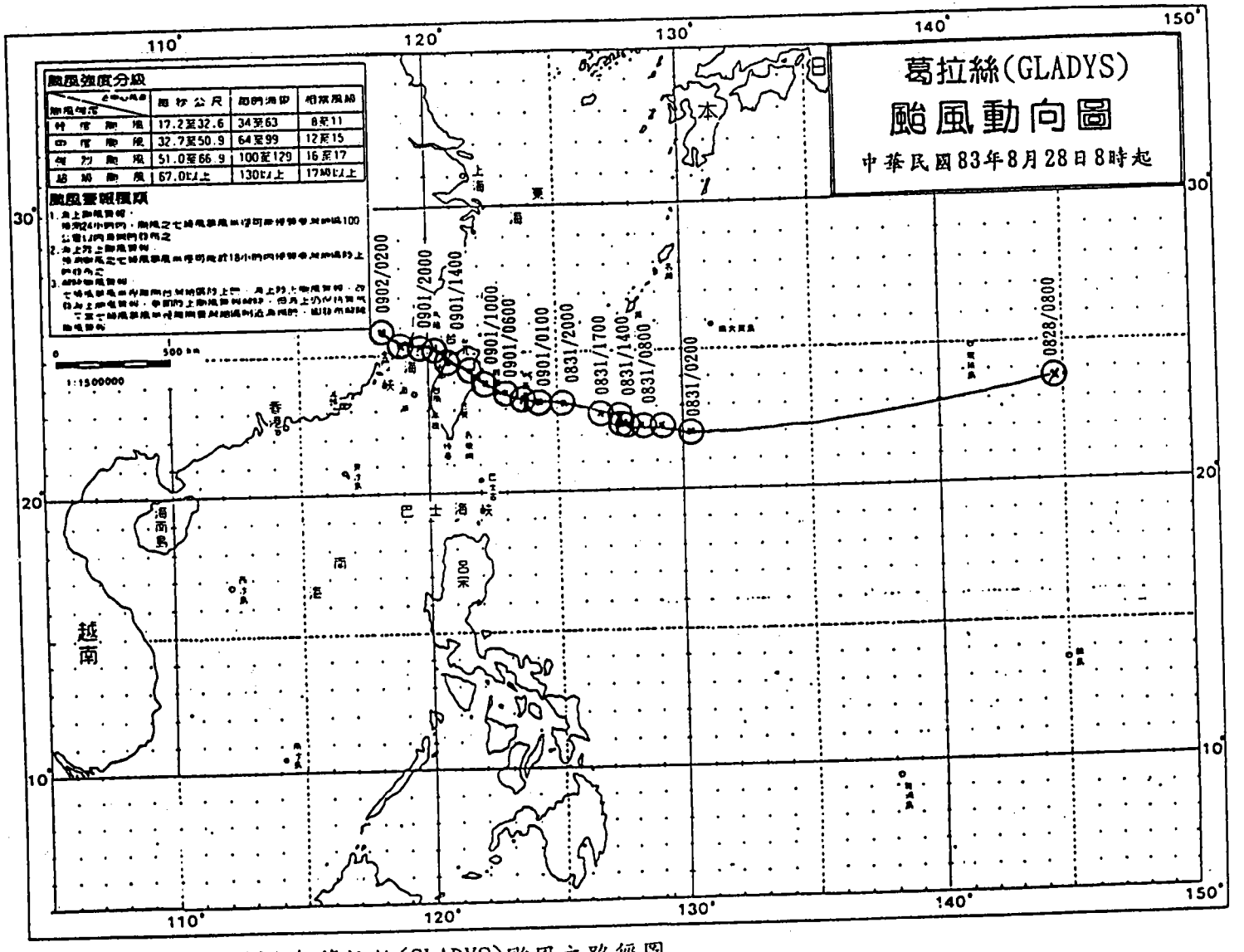


圖 A-19　1994 年葛拉絲(GLADYS)颱風之路徑圖

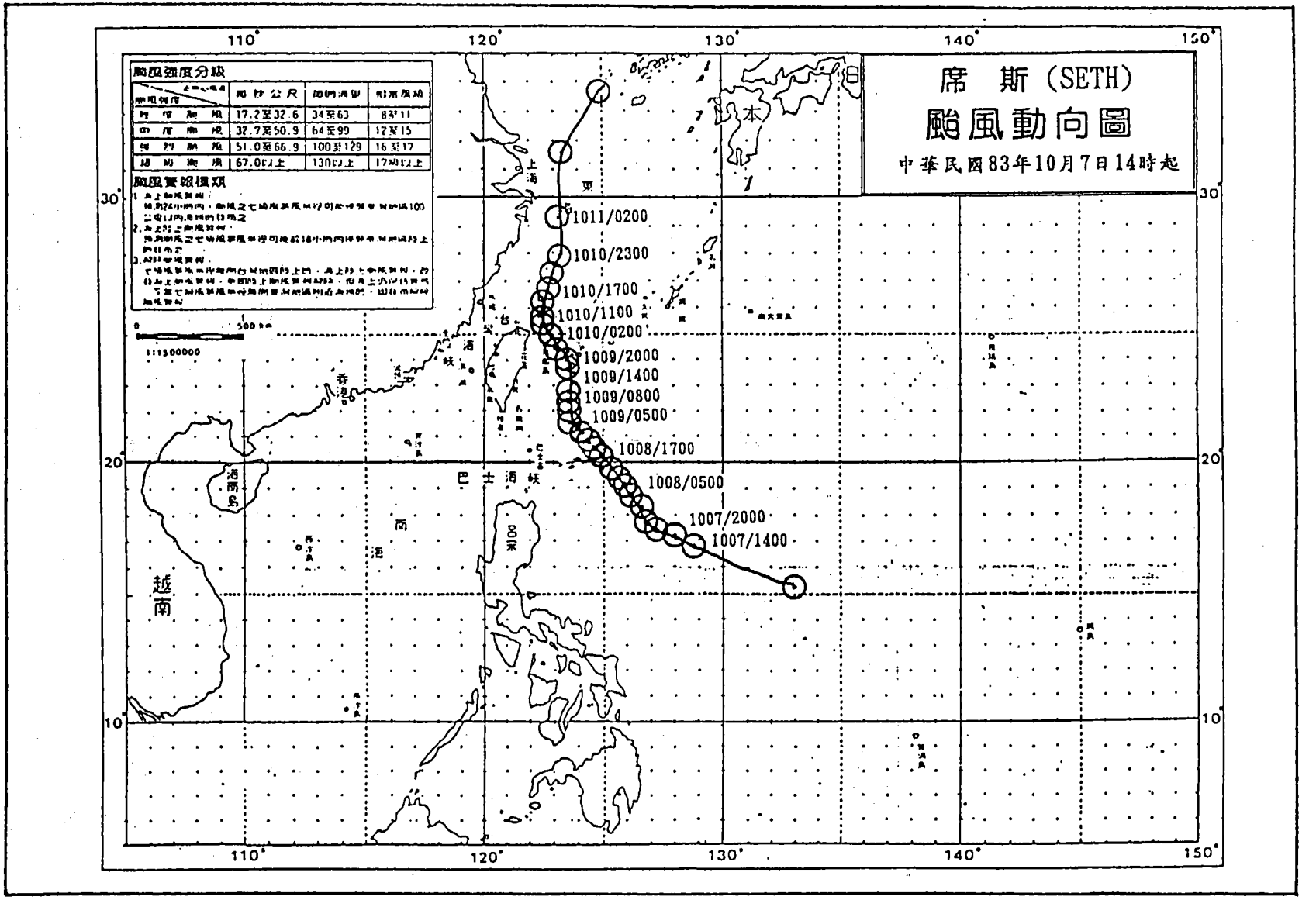


圖 A-20 1994 年席斯(SETH)颱風之路徑圖

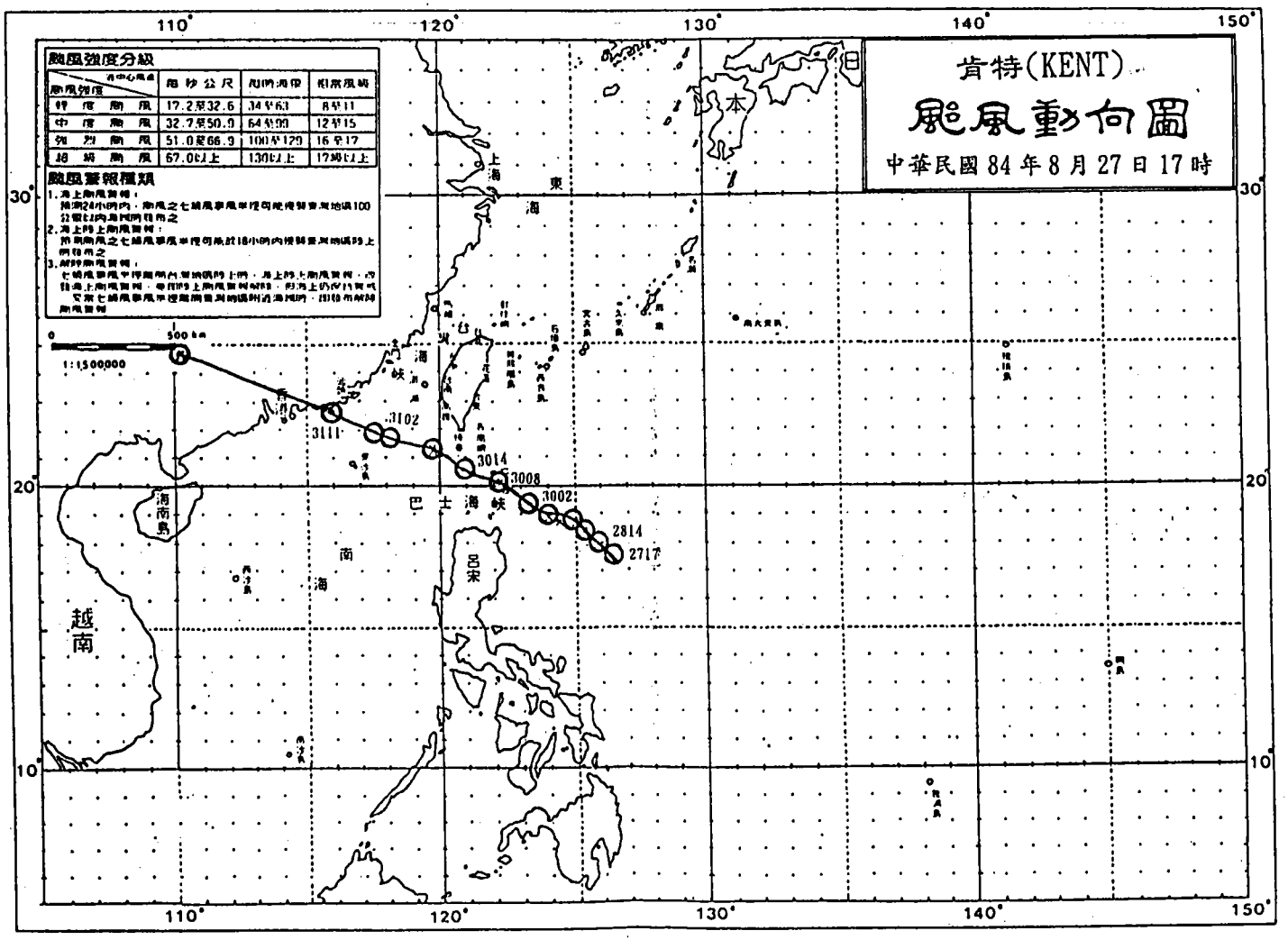


圖 A-21　1995 年肯特(KENT)颱風之路徑圖

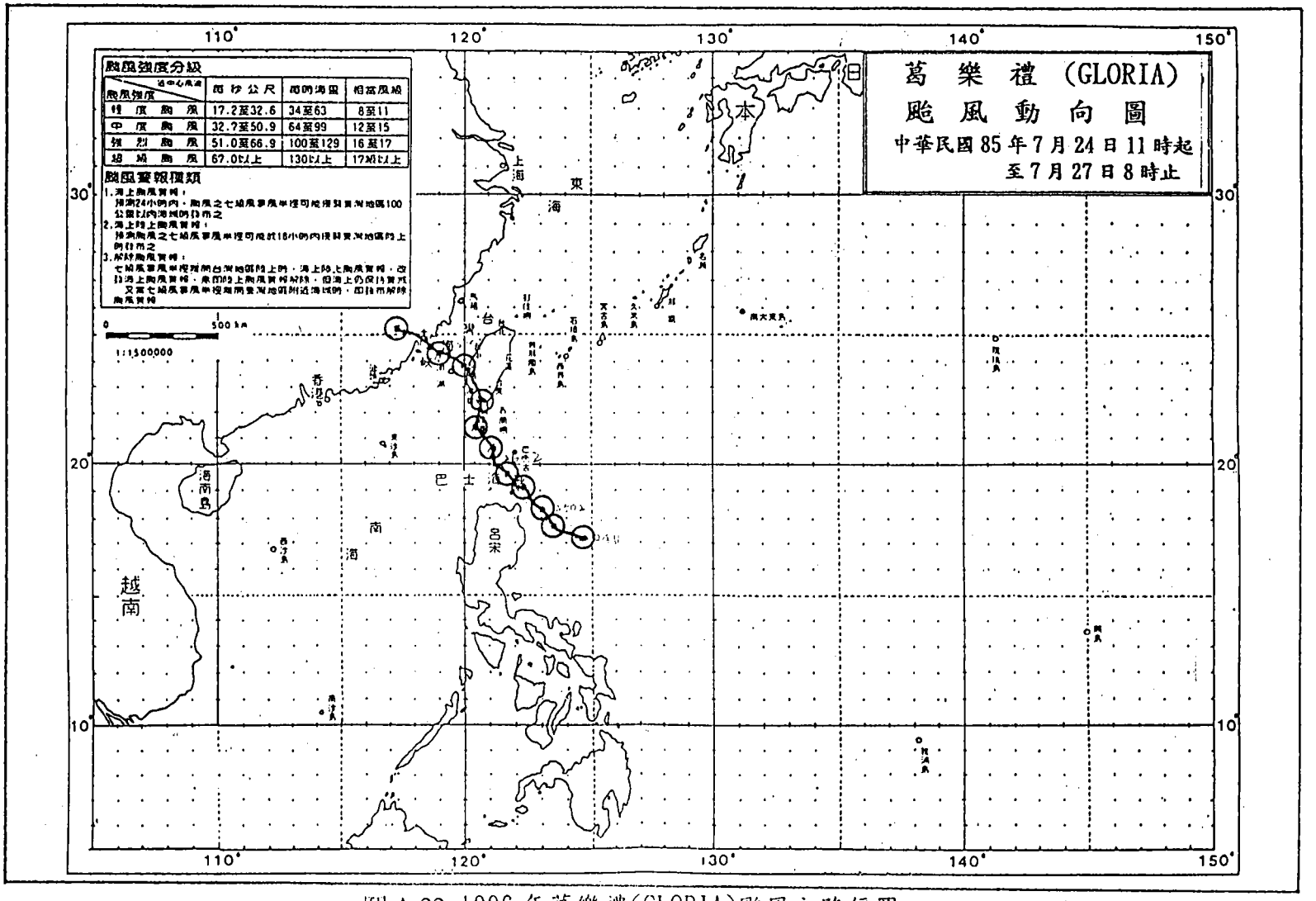


圖 A-22 1996 年葛樂禮(GLORIA)颱風之路徑圖

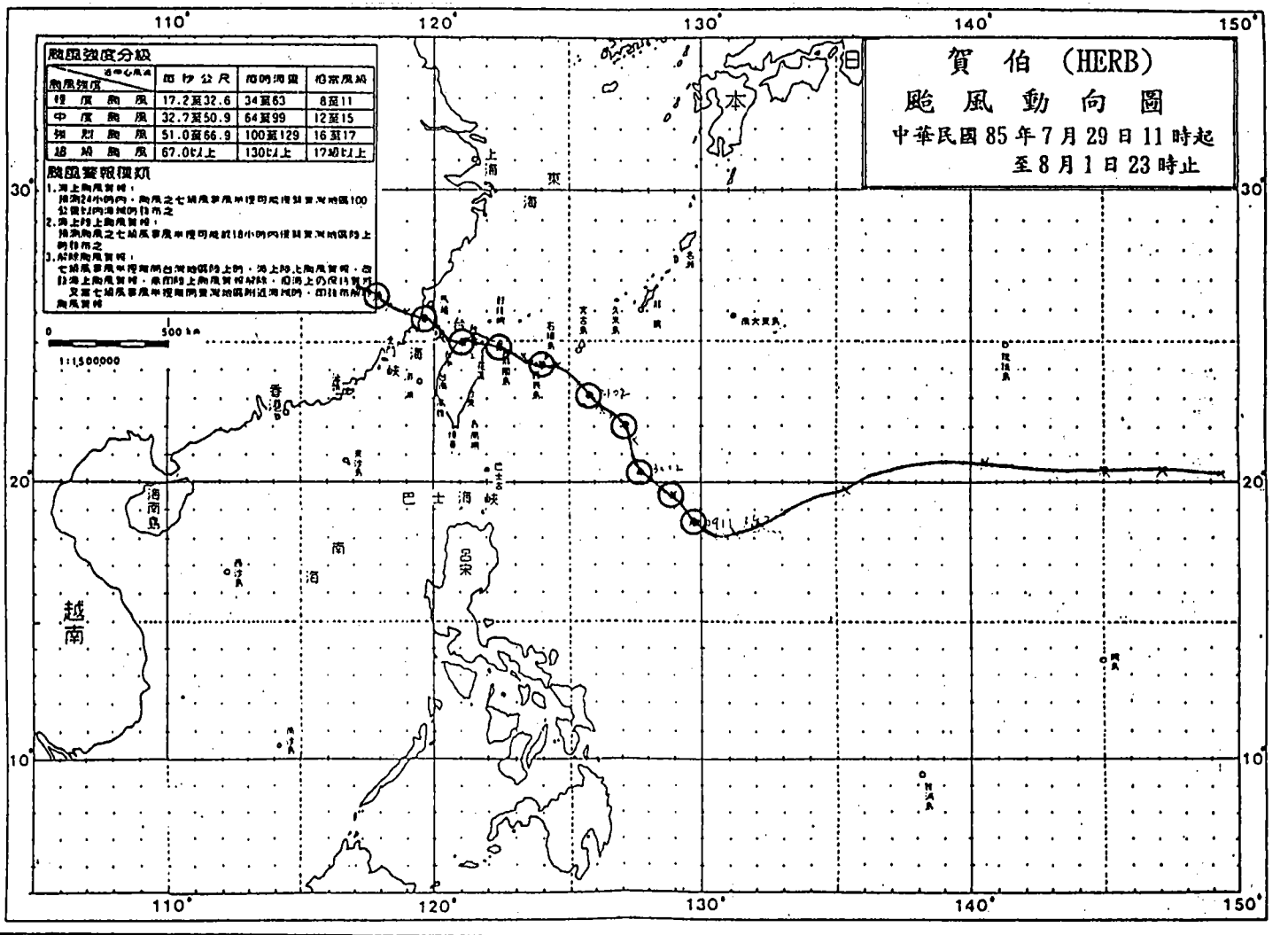


圖 A-23 1996 年賀伯(HERB)颱風之路徑圖

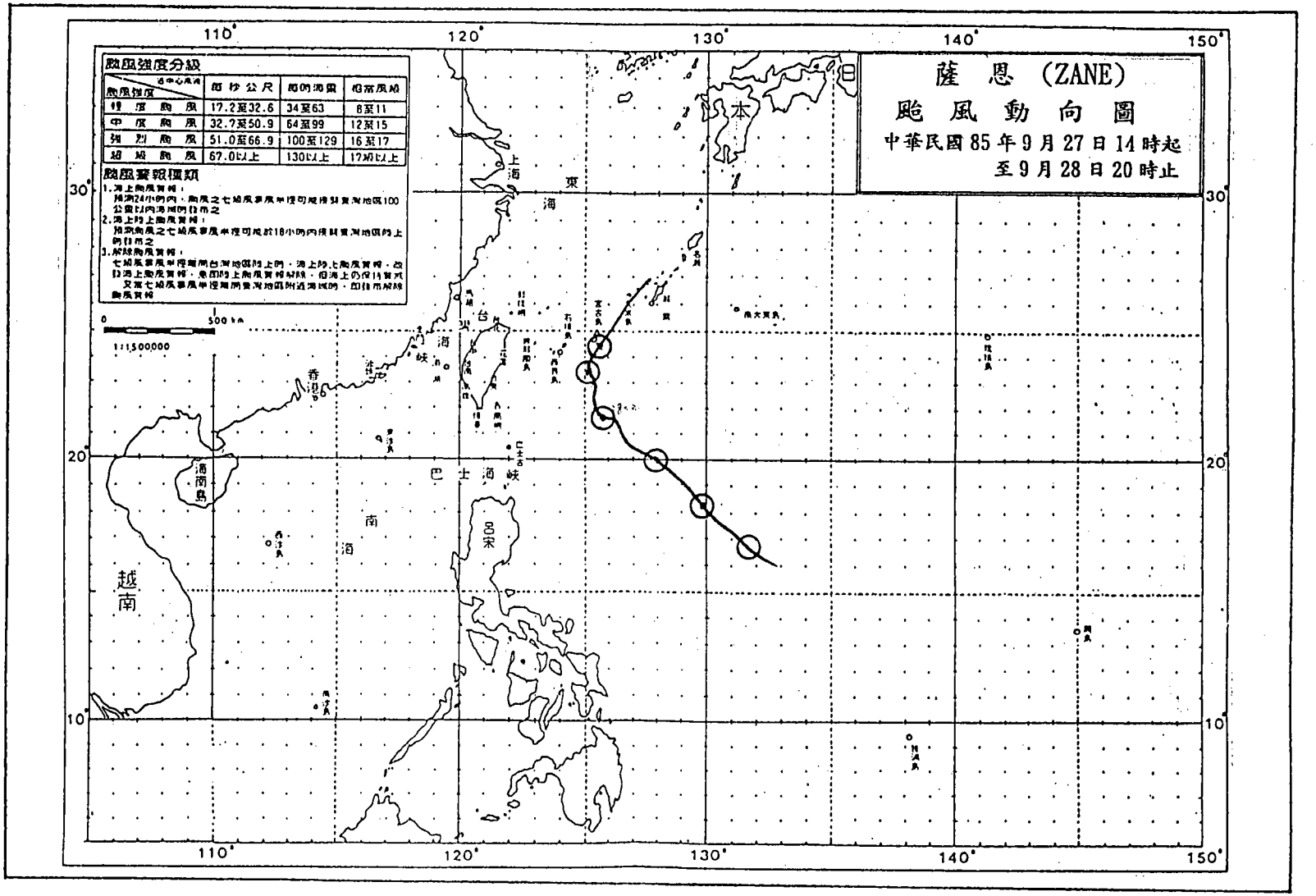


圖 A-24 1996 年薩恩(ZANE)颱風之路徑圖

附錄　B

花蓮港外海

自1990年1月至1996月5月

颱風侵襲時波浪變化圖

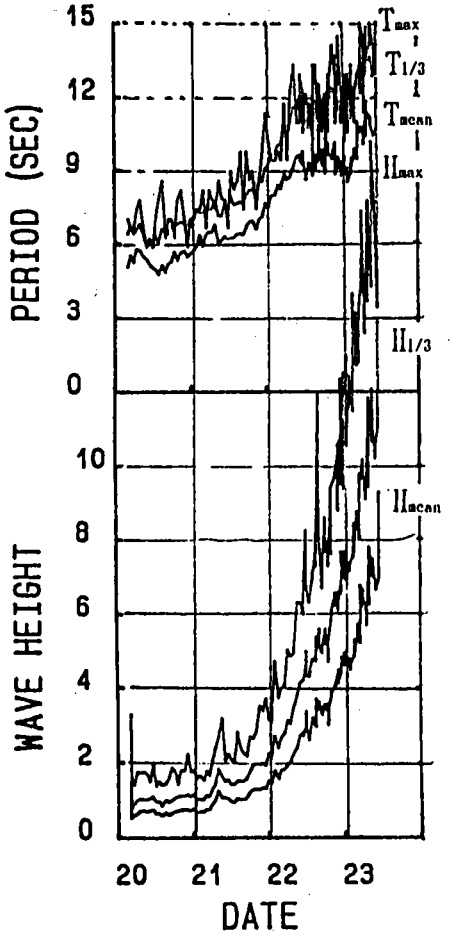


圖 B-1　1990 年 6 月 20 日～23 日歐菲莉颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1990.06.20.00:00	1.64	8.25	.98	6.38	.65	5.17
1990.06.20.01:00	1.19	7.03	.85	5.38	.58	4.72
1990.06.20.02:00	1.14	8.20	.76	5.68	.50	4.69
1990.06.20.03:00	1.41	7.03	.70	6.00	.45	4.63
1990.06.20.04:00	1.64	7.03	.76	6.41	.50	5.08
1990.06.20.05:00	1.38	6.64	.88	6.72	.58	5.54
1990.06.20.06:00	1.77	6.64	.99	6.41	.63	5.24
1990.06.20.07:00	1.71	7.42	1.04	6.57	.71	5.79
1990.06.20.08:00	1.77	7.81	1.03	6.83	.70	5.76
1990.06.20.09:00	1.68	6.64	1.03	6.34	.67	5.49
1990.06.20.10:00	1.48	5.86	1.04	5.96	.71	5.40
1990.06.20.11:00	2.01	6.25	1.10	6.02	.73	5.20
1990.06.20.12:00	1.36	5.86	.93	6.13	.61	5.04
1990.06.20.13:00	1.51	7.03	.98	6.39	.65	4.98
1990.06.20.14:00	1.39	7.81	.82	6.04	.55	4.78
1990.06.20.15:00	1.44	8.59	1.03	6.87	.66	5.15
1990.06.20.16:00	1.60	6.25	.94	6.45	.59	4.87
1990.06.20.17:00	1.86	7.03	1.01	6.42	.64	5.23
1990.06.20.18:00	1.73	7.03	1.06	6.74	.69	5.27
1990.06.20.19:00	1.43	6.25	1.10	6.85	.71	5.70
1990.06.20.20:00	1.81	7.81	1.12	6.82	.72	5.33
1990.06.20.21:00	1.78	8.20	1.13	6.94	.74	5.68
1990.06.20.22:00	2.23	7.03	1.16	6.83	.74	5.72
1990.06.20.23:00	1.75	5.86	1.10	6.75	.71	5.50
1990.06.21.00:00	1.80	7.03	1.17	6.97	.76	5.62
1990.06.21.01:00	1.56	7.03	.98	6.68	.65	5.69
1990.06.21.02:00	1.66	7.42	1.04	7.34	.68	5.88
1990.06.21.03:00	1.52	7.42	1.00	7.30	.66	6.35
1990.06.21.04:00	1.78	8.20	1.14	7.30	.73	5.89
1990.06.21.05:00	1.64	6.64	1.08	7.35	.73	6.35
1990.06.21.06:00	2.07	8.20	1.30	7.42	.87	6.49
1990.06.21.07:00	2.40	7.81	1.43	7.42	.97	6.44
1990.06.21.08:00	2.67	7.42	1.83	7.74	1.23	6.78
1990.06.21.09:00	3.17	8.59	1.64	7.17	1.05	5.95
1990.06.21.10:00	2.07	7.81	1.49	7.13	1.04	6.12
1990.06.21.11:00	2.24	7.81	1.56	7.65	1.03	6.30
1990.06.21.12:00	2.07	6.64	1.43	7.32	.94	6.18
1990.06.21.13:00	1.99	8.98	1.43	8.00	.92	6.24
1990.06.21.14:00	2.82	8.20	1.53	7.60	1.02	6.25
1990.06.21.15:00	2.37	8.59	1.49	7.67	.99	6.40
1990.06.21.16:00	2.23	9.77	1.52	7.74	1.00	6.41
1990.06.21.17:00	2.15	7.42	1.57	7.63	1.04	6.33
1990.06.21.18:00	2.70	9.77	1.77	7.94	1.19	6.68
1990.06.21.19:00	2.63	8.59	1.93	8.19	1.25	6.89
1990.06.21.20:00	2.80	8.98	1.97	8.26	1.29	6.93
1990.06.21.21:00	3.51	7.42	1.96	7.82	1.26	6.57
1990.06.21.22:00	3.37	8.59	2.01	8.72	1.32	7.00
1990.06.21.23:00	3.69	9.77	1.92	8.52	1.28	7.07
1990.06.22.00:00	3.12	11.33	2.29	9.10	1.53	7.64
1990.06.22.01:00	3.06	10.16	2.11	9.20	1.41	7.40
1990.06.22.02:00	4.74	9.38	2.74	9.65	1.78	7.96
1990.06.22.03:00	3.71	9.38	2.39	9.70	1.55	7.98
1990.06.22.04:00	4.00	9.77	2.70	10.07	1.80	8.38
1990.06.22.05:00	4.03	9.38	2.76	10.04	1.81	8.21
1990.06.22.06:00	5.03	11.72	3.14	11.04	1.93	8.85
1990.06.22.07:00	4.86	9.38	3.04	10.30	2.03	8.59
1990.06.22.08:00	4.95	12.11	3.44	10.90	2.22	8.69
1990.06.22.09:00	6.32	13.28	3.79	11.82	2.39	9.19
1990.06.22.10:00	6.31	10.94	4.14	11.60	2.74	9.55
1990.06.22.11:00	5.99	10.94	4.22	12.09	2.78	9.64
1990.06.22.12:00	8.26	12.11	4.68	12.01	2.98	9.22
1990.06.22.14:00	6.92	11.33	4.75	10.73	3.18	9.27
1990.06.22.15:02	7.84	10.16	4.73	11.78	2.94	8.75
1990.06.22.16:05	11.93	12.50	5.40	11.30	3.39	9.07
1990.06.22.17:08	6.69	9.77	4.96	11.50	3.30	9.37
1990.06.22.18:11	8.59	11.33	5.62	11.90	3.54	9.85
1990.06.22.19:14	7.94	12.11	5.43	12.14	3.55	9.90
1990.06.22.20:16	9.40	12.89	5.95	12.26	3.78	9.58
1990.06.22.21:19	9.66	14.06	6.59	12.39	4.02	9.38
1990.06.22.22:01	10.28	12.89	6.62	12.24	4.48	10.13
1990.06.22.23:03	10.72	12.89	6.78	11.70	4.41	9.27
1990.06.23.00:06	9.38	12.11	6.94	10.98	4.59	8.79
1990.06.23.01:07	12.42	12.89	7.08	11.53	4.59	8.83
1990.06.23.02:10	11.89	12.89	7.41	11.05	4.79	9.11
1990.06.23.03:12	11.48	11.72	7.83	11.14	4.89	8.86
1990.06.23.04:14	14.15	12.11	8.58	11.58	5.34	9.48
1990.06.23.05:16	12.79	12.89	8.03	12.26	5.20	9.43
1990.06.23.06:18	15.65	13.28	9.92	13.11	6.21	10.65
1990.06.23.07:20	13.58	14.45	9.14	12.88	6.07	10.76
1990.06.23.08:01	17.10	14.84	11.54	13.80	7.60	11.85
1990.06.23.08:22	14.44	13.67	9.39	12.91	6.20	10.37
1990.06.23.08:43	17.18	13.67	11.85	13.63	7.82	11.40
1990.06.23.09:03	14.84	14.06	10.62	13.43	6.97	11.18
1990.06.23.09:24	18.80	15.23	12.09	13.63	7.50	10.88
1990.06.23.10:31	17.09	14.06	10.20	12.82	6.64	10.37
1990.06.23.11:32	14.28	12.89	11.12	13.87	8.93	10.64
1990.06.23.11:53	20.50	16.02	13.90	14.11	9.28	12.08

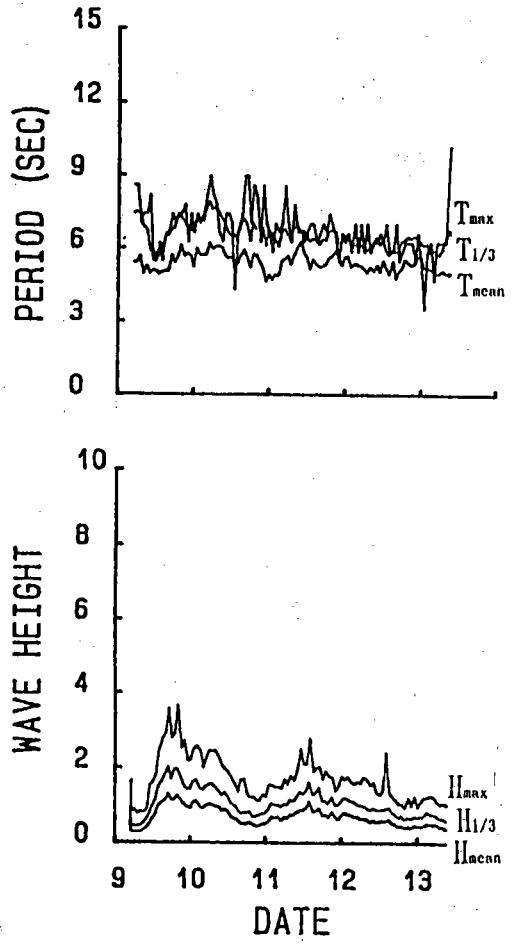
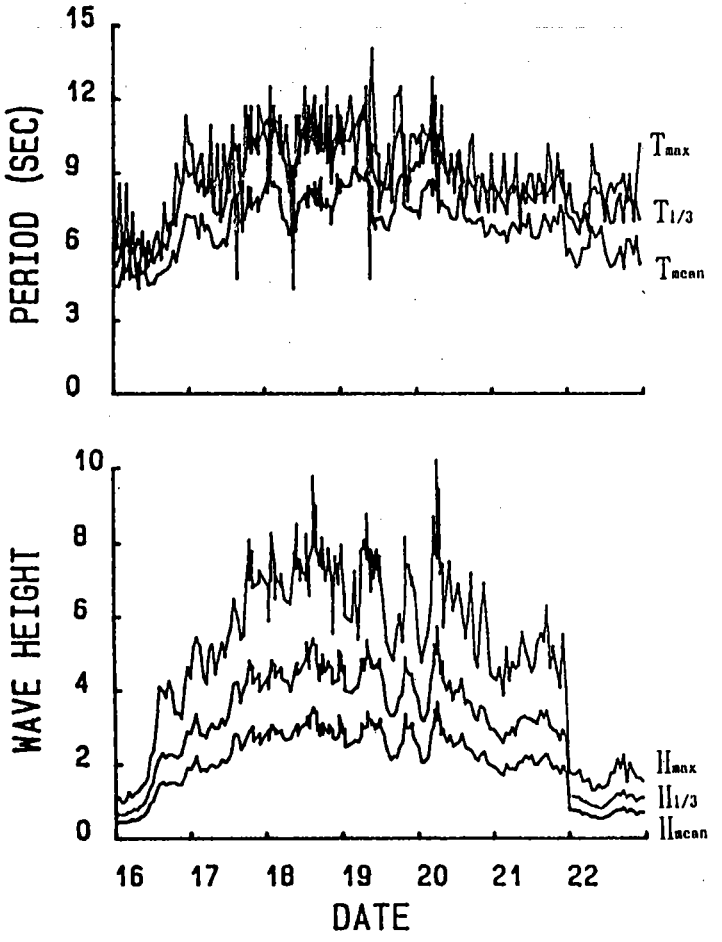


圖 B-2　1990 年 7 月 9 日～13 日連續颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1990.07.09.10:00	.89	8.20	.62	5.95	.41	4.94
1990.07.09.11:00	1.55	5.47	.75	5.60	.50	5.11
1990.07.09.12:00	1.59	5.47	.98	5.81	.64	5.06
1990.07.09.13:00	1.81	6.25	1.13	5.61	.77	4.92
1990.07.09.14:00	2.43	5.47	1.51	5.95	1.01	5.00
1990.07.09.15:00	2.79	6.64	1.67	6.48	1.08	5.06
1990.07.09.16:00	2.90	6.64	1.84	6.53	1.15	5.07
1990.07.09.17:00	3.56	7.42	2.03	6.78	1.30	5.74
1990.07.09.18:00	2.80	7.03	1.69	6.84	1.13	5.41
1990.07.09.19:00	2.90	7.42	1.95	7.27	1.15	5.65
1990.07.09.20:00	3.63	7.42	1.96	7.28	1.26	6.12
1990.07.09.21:00	2.53	7.81	1.72	7.09	1.09	5.68
1990.07.09.22:00	2.71	6.25	1.49	6.74	1.01	5.78
1990.07.09.23:00	2.17	7.42	1.44	6.86	.95	5.70
1990.07.10.00:00	2.21	6.64	1.43	6.65	.90	5.23
1990.07.10.01:00	2.49	7.42	1.64	7.11	1.08	6.01
1990.07.10.02:00	2.59	7.03	1.68	7.24	1.09	5.72
1990.07.10.03:00	2.45	7.42	1.44	7.10	.93	5.74
1990.07.10.04:00	2.01	8.20	1.41	7.57	.90	5.72
1990.07.10.05:00	2.25	8.98	1.50	7.93	.97	6.22
1990.07.10.06:00	2.45	8.20	1.56	7.63	1.02	5.97
1990.07.10.07:00	2.43	7.81	1.57	7.65	1.01	6.06
1990.07.10.08:00	2.45	6.64	1.48	7.53	.96	6.08
1990.07.10.09:00	2.27	6.25	1.39	7.20	.93	6.03
1990.07.10.10:00	2.04	7.42	1.26	7.00	.84	5.69
1990.07.10.11:00	1.95	7.42	1.34	6.64	.87	5.57
1990.07.10.12:00	1.87	7.03	1.22	6.51	.83	5.65
1990.07.10.13:00	1.74	4.30	1.04	6.57	.69	5.32
1990.07.10.14:00	1.58	6.64	1.01	6.33	.65	5.32
1990.07.10.15:00	1.36	7.03	.89	7.18	.60	5.73
1990.07.10.16:00	1.68	8.98	.76	7.19	.50	5.95
1990.07.10.17:00	1.69	8.98	.80	6.99	.51	5.62
1990.07.10.18:00	1.31	7.03	.79	6.31	.51	5.19
1990.07.10.19:00	1.20	8.59	.82	7.04	.54	5.76
1990.07.10.20:00	1.22	8.20	.69	6.78	.48	5.72
1990.07.10.21:00	1.12	6.25	.71	6.82	.44	5.43
1990.07.10.22:00	1.12	8.59	.73	6.84	.47	5.14
1990.07.10.23:00	1.28	7.03	.76	6.11	.49	4.61
1990.07.11.00:00	1.20	6.64	.78	6.71	.50	4.92
1990.07.11.01:00	1.55	5.86	.88	6.60	.57	4.72
1990.07.11.02:00	1.55	7.03	1.04	6.33	.68	4.92
1990.07.11.03:00	1.47	6.64	.99	6.08	.66	4.90
1990.07.11.04:00	1.48	7.03	1.00	6.65	.67	5.51
1990.07.11.05:00	1.44	8.59	.93	6.81	.59	5.57
1990.07.11.06:00	1.70	7.03	1.03	6.55	.68	5.71
1990.07.11.07:00	1.56	6.25	.99	6.36	.65	5.34
1990.07.11.08:00	1.78	7.81	1.14	6.88	.74	5.69
1990.07.11.09:00	1.66	6.64	1.09	6.89	.74	6.10
1990.07.11.10:00	1.96	6.64	1.22	6.72	.82	6.31
1990.07.11.11:00	2.50	6.25	1.36	6.76	.86	5.86
1990.07.11.12:00	2.11	6.64	1.31	6.46	.89	5.62
1990.07.11.13:00	2.11	7.03	1.38	6.30	.91	5.16
1990.07.11.14:00	2.79	7.03	1.61	6.42	1.09	5.57
1990.07.11.15:00	1.91	6.25	1.25	6.32	.83	5.34
1990.07.11.16:00	2.01	6.64	1.33	6.19	.86	5.24
1990.07.11.17:00	2.04	7.03	1.48	6.40	.91	5.32
1990.07.11.18:00	1.69	6.64	1.11	6.37	.72	5.38

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1990.07.11.19:00	1.93	7.42	1.12	6.68	.73	5.63
1990.07.11.20:00	1.79	7.03	1.04	6.79	.67	5.70
1990.07.11.21:00	1.73	6.25	1.21	6.72	.82	5.94
1990.07.11.22:00	1.39	5.47	1.00	6.28	.67	5.48
1990.07.11.23:00	1.51	6.64	.99	6.29	.63	5.32
1990.07.12.00:00	1.79	6.25	1.10	6.54	.74	5.68
1990.07.12.01:00	1.69	6.64	1.19	6.53	.79	5.71
1990.07.12.02:00	1.77	5.86	1.18	6.21	.76	5.24
1990.07.12.03:00	1.62	7.03	1.09	6.18	.73	5.39
1990.07.12.04:00	1.58	5.86	1.09	6.12	.69	5.34
1990.07.12.05:00	1.64	7.03	1.03	6.18	.70	5.30
1990.07.12.06:00	1.60	5.86	1.00	6.01	.65	5.19
1990.07.12.07:00	1.76	7.03	.97	5.94	.64	5.01
1990.07.12.08:00	1.71	5.86	.93	6.02	.61	5.24
1990.07.12.09:00	1.55	6.25	.86	6.28	.57	5.08
1990.07.12.10:00	1.61	6.25	.91	6.47	.60	5.34
1990.07.12.11:00	1.33	6.64	.89	6.19	.57	5.04
1990.07.12.12:00	1.29	6.25	.88	6.32	.58	5.53
1990.07.12.13:00	1.37	7.03	.87	5.90	.59	5.18
1990.07.12.14:00	2.41	5.86	.90	5.76	.59	4.95
1990.07.12.15:00	1.34	5.86	.93	5.94	.63	5.48
1990.07.12.16:00	1.22	7.03	.80	5.87	.53	4.78
1990.07.12.17:00	1.14	5.47	.76	5.87	.49	5.06
1990.07.12.18:00	1.03	5.86	.68	6.33	.44	5.23
1990.07.12.19:00	1.05	6.25	.72	6.37	.47	5.59
1990.07.12.20:00	.91	6.25	.61	6.51	.42	5.42
1990.07.12.21:00	1.19	6.25	.68	6.43	.44	5.33
1990.07.12.22:00	.97	5.47	.64	6.52	.41	5.39
1990.07.12.23:00	1.23	6.64	.71	6.46	.48	5.69
1990.07.13.00:00	.93	5.47	.67	6.34	.44	5.71
1990.07.13.01:00	1.07	3.52	.71	6.13	.46	5.19
1990.07.13.02:00	1.19	5.86	.71	6.22	.47	5.21
1990.07.13.03:00	1.22	6.25	.81	5.76	.53	5.16
1990.07.13.04:00	1.25	4.69	.78	5.96	.51	5.02
1990.07.13.05:00	1.21	6.25	.77	5.78	.51	4.95
1990.07.13.06:00	1.10	6.25	.74	5.77	.49	5.02
1990.07.13.07:00	1.03	6.25	.66	5.99	.43	5.09
1990.07.13.08:00	1.04	6.25	.66	6.37	.44	4.98
1990.07.13.09:00	1.02	10.16	.60	6.71	.39	4.99
1990.07.13.10:00	.91	8.98	.59	6.68	.39	5.29



DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1990.08.16.00:00	1.01	7.81	.55	5.56	.38	4.48
1990.08.16.02:00	.93	8.59	.65	5.48	.43	4.42
1990.08.16.04:00	1.25	8.59	.72	8.04	.47	4.96
1990.08.16.06:00	1.21	7.42	.79	5.83	.51	4.81
1990.08.16.08:00	1.38	4.30	.87	6.35	.58	5.35
1990.08.16.09:00	1.47	8.64	.93	5.71	.62	4.89
1990.08.16.10:00	1.61	5.08	1.13	5.96	.74	5.02
1990.08.16.11:00	2.21	8.25	1.36	5.18	.93	4.43
1990.08.16.12:00	2.36	5.47	1.50	5.55	1.02	4.49
1990.08.16.13:00	3.02	8.25	1.94	5.38	1.27	4.52
1990.08.16.14:00	4.10	8.64	2.13	5.68	1.45	4.86
1990.08.16.15:00	3.97	5.47	2.33	5.99	1.53	4.93
1990.08.16.16:00	3.81	7.81	2.18	6.16	1.44	5.05
1990.08.16.17:00	4.25	6.64	2.28	5.91	1.50	5.09
1990.08.16.18:00	3.98	7.03	2.28	6.54	1.51	5.25
1990.08.16.19:00	3.36	7.03	2.22	6.98	1.50	5.86
1990.08.16.20:00	3.40	9.38	2.19	6.87	1.44	5.40
1990.08.16.21:00	3.23	8.59	2.29	7.90	1.46	6.14
1990.08.16.22:00	4.07	8.59	2.80	8.63	1.66	6.57
1990.08.16.23:00	4.83	11.33	2.90	9.51	1.92	7.33
1990.08.17.00:00	4.33	10.16	2.82	8.87	1.85	7.25
1990.08.17.02:00	5.45	8.59	3.38	8.97	2.22	7.27
1990.08.17.04:00	4.35	9.77	2.81	8.72	1.89	7.35
1990.08.17.06:00	5.11	8.20	2.97	8.38	1.95	6.89
1990.08.17.08:00	4.44	7.42	2.98	7.56	1.92	6.04
1990.08.17.09:00	4.93	10.16	3.00	7.33	1.97	5.97
1990.08.17.10:00	5.30	7.03	3.23	7.48	2.14	6.09
1990.08.17.11:00	4.91	10.16	3.09	7.26	2.07	6.34
1990.08.17.12:00	5.40	8.98	3.28	7.90	2.12	6.07
1990.08.17.13:00	5.70	8.20	3.86	9.49	2.33	6.93
1990.08.17.14:00	6.50	10.94	4.19	10.28	2.80	7.90
1990.08.17.15:00	5.96	4.69	4.24	10.14	2.80	8.12
1990.08.17.16:00	5.39	10.16	3.68	9.14	2.39	7.09
1990.08.17.17:00	5.50	8.64	4.04	8.92	2.55	6.93
1990.08.17.18:00	7.01	11.72	4.21	9.14	2.73	7.17
1990.08.17.19:00	8.09	10.55	4.82	10.33	2.92	7.81
1990.08.17.20:05	7.79	10.94	4.80	10.85	3.01	8.42
1990.08.17.22:00	8.94	9.77	4.47	10.61	2.85	8.03
1990.08.18.02:00	7.87	12.50	4.82	11.24	3.07	8.94
1990.08.18.06:00	6.48	9.77	4.26	9.83	2.66	7.13
1990.08.18.08:00	6.34	9.38	3.97	8.22	2.69	6.45
1990.08.18.09:00	7.42	4.69	4.41	9.33	2.94	7.27
1990.08.18.10:02	8.52	11.33	4.75	9.22	3.09	7.45
1990.08.18.11:04	7.58	10.55	4.54	10.03	2.98	7.79
1990.08.18.13:00	6.99	12.50	4.88	10.71	3.13	8.10
1990.08.18.14:05	6.58	10.55	4.59	9.88	2.98	7.62
1990.08.18.15:10	7.93	10.55	5.42	10.38	3.55	8.36
1990.08.18.16:13	7.77	12.11	5.23	10.16	3.43	7.93
1990.08.18.18:01	7.90	11.72	4.53	10.74	3.11	8.82
1990.08.18.20:00	7.43	12.50	4.88	10.34	2.84	7.58
1990.08.18.21:05	6.84	11.33	4.61	10.04	2.94	7.83
1990.08.18.22:00	7.66	9.77	4.25	10.28	2.68	7.72
1990.08.18.23:21	7.11	10.16	5.01	10.58	3.24	8.98
1990.08.19.00:05	7.74	10.16	4.96	10.30	3.07	8.51
1990.08.19.04:00	7.28	10.94	4.05	11.00	2.65	9.28
1990.08.19.06:00	6.94	11.33	4.50	11.22	2.76	8.67
1990.08.19.08:00	7.53	11.33	4.89	11.22	3.03	8.68

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1990.08.19.09:05	8.70	4.69	4.83	10.49	3.18	8.43
1990.08.19.10:11	7.64	14.06	4.58	10.21	3.11	8.47
1990.08.19.12:00	6.99	9.77	4.85	8.49	3.22	7.15
1990.08.19.13:06	6.42	8.20	4.26	8.69	2.81	7.24
1990.08.19.14:00	5.30	8.59	3.55	8.40	2.40	6.77
1990.08.19.15:00	4.95	10.16	3.34	8.32	2.12	6.68
1990.08.19.16:00	4.81	7.81	3.33	9.01	2.22	7.22
1990.08.19.17:00	5.53	12.11	3.43	10.02	2.18	7.48
1990.08.19.18:00	6.07	12.11	3.80	10.60	2.45	8.53
1990.08.19.19:00	5.32	12.50	3.91	10.94	2.60	8.87
1990.08.19.20:00	6.51	8.59	4.84	9.84	3.36	8.99
1990.08.19.21:05	7.44	7.81	4.43	8.53	2.98	7.53
1990.08.19.22:00	8.84	10.55	4.47	8.85	3.11	7.82
1990.08.19.23:00	8.66	10.55	3.96	9.08	2.81	7.45
1990.08.20.00:00	5.29	10.16	3.79	9.49	2.48	7.49
1990.08.20.02:00	5.14	9.38	3.18	10.95	2.08	8.27
1990.08.20.04:00	6.30	10.55	4.30	10.60	2.86	8.74
1990.08.20.06:05	8.16	11.33	5.05	10.71	3.22	8.30
1990.08.20.08:16	7.47	11.72	4.81	9.43	2.95	7.84
1990.08.20.09:00	6.76	9.38	4.00	9.07	2.80	7.83
1990.08.20.10:00	7.52	8.59	4.25	8.80	2.78	7.59
1990.08.20.11:00	6.16	9.77	3.74	9.24	2.48	7.18
1990.08.20.12:00	6.52	8.20	4.00	9.23	2.57	7.14
1990.08.20.13:00	6.92	9.77	3.96	8.90	2.61	7.18
1990.08.20.14:00	6.28	9.11	4.33	9.93	2.83	8.48
1990.08.20.15:00	5.43	7.42	3.64	8.77	2.43	7.31
1990.08.20.16:00	6.04	8.20	3.73	8.37	2.41	7.02
1990.08.20.17:00	7.21	10.16	3.64	8.72	2.37	7.13
1990.08.20.18:00	4.90	10.55	3.29	8.46	2.17	6.95
1990.08.20.19:00	4.61	7.81	3.20	8.27	2.10	6.96
1990.08.20.20:00	5.89	7.42	3.59	8.92	2.27	7.12
1990.08.20.21:00	6.95	8.98	3.53	8.80	2.34	7.21
1990.08.20.22:00	5.87	8.20	3.17	8.34	2.02	6.43
1990.08.20.23:00	4.43	7.42	2.95	8.25	1.97	6.53
1990.08.21.00:00	4.35	9.77	2.98	8.38	1.94	6.89
1990.08.21.02:00	4.81	8.20	2.73	8.27	1.77	6.59
1990.08.21.04:00	5.15	9.77	2.87	7.77	2.00	6.86
1990.08.21.06:00	4.75	8.20	3.00	8.35	1.91	6.76
1990.08.21.08:00	4.68	9.77	3.18	8.43	2.07	6.78
1990.08.21.09:00	5.57	6.64	3.28	7.85	2.09	6.57
1990.08.21.10:00	5.12	8.59	3.32	8.33	2.24	6.96
1990.08.21.11:00	4.85	8.20	3.26	7.78	2.13	6.78
1990.08.21.12:00	4.48	8.98	3.21	8.15	2.23	7.34
1990.08.21.13:00	4.63	8.98	3.16	7.94	2.00	6.42
1990.08.21.14:00	5.28	7.81	3.10	7.85	2.00	6.37
1990.08.21.15:00	5.54	8.98	3.45	8.17	2.13	6.39
1990.08.21.16:00	5.33	8.59	3.28	8.12	2.23	6.84
1990.08.21.17:00	8.31	7.81	3.45	8.58	2.29	7.31
1990.08.21.18:00	4.59	10.16	3.04	8.07	2.02	6.99
1990.08.21.19:00	5.20	9.38	2.93	8.40	1.88	6.64
1990.08.21.20:00	4.62	7.81	2.92	8.58	1.95	7.22
1990.08.21.21:00	4.06	9.77	2.85	8.85	1.73	6.94
1990.08.21.22:00	5.52	8.59	2.93	9.04	1.95	7.72
1990.08.21.23:00	4.02	8.20	2.73	9.15	1.75	7.28

圖 B-3　1990 年 8 月 16 日～22 日揚希颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

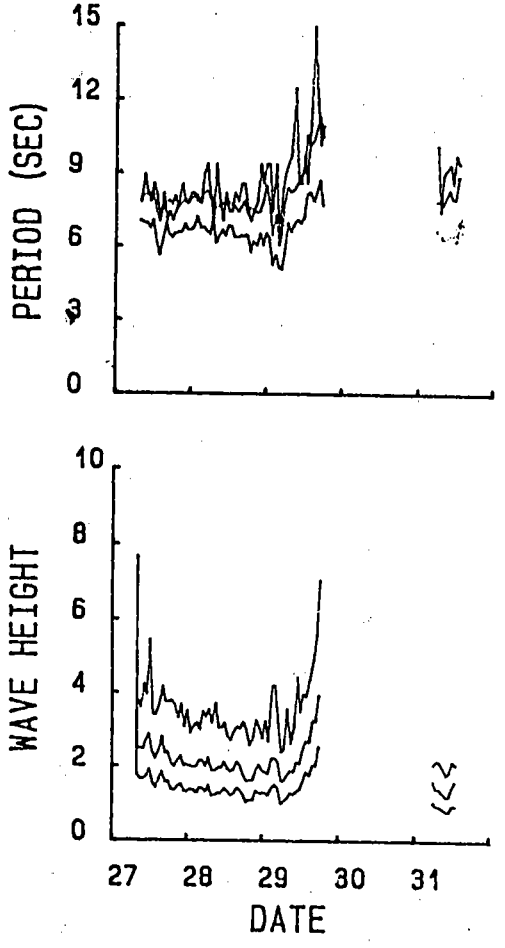
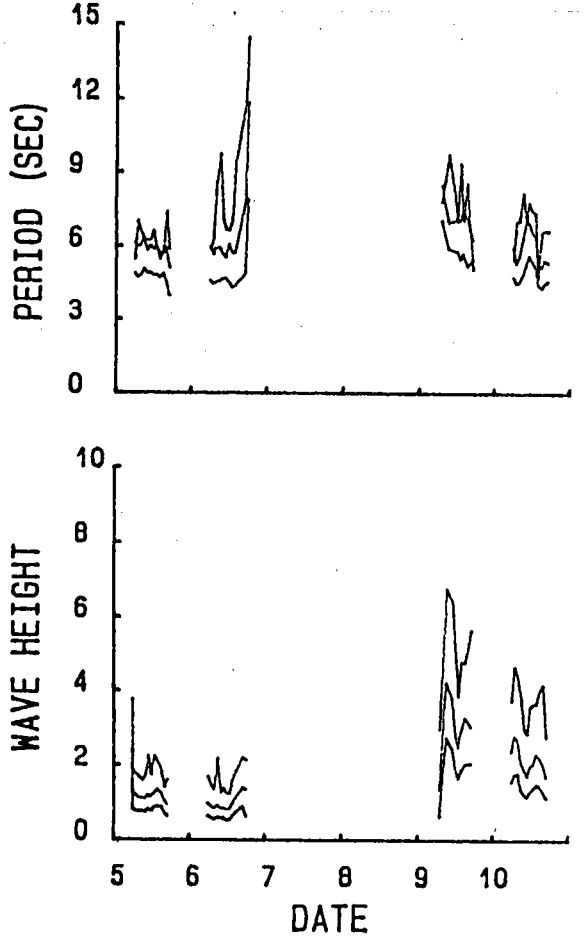


圖 B-4　1990 年 8 月 26 日～31 日亞伯颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1990.08.27.08:00	3.83	7.81	2.54	7.90	1.75	7.03
1990.08.27.09:00	3.61	8.98	2.49	8.09	1.65	6.93
1990.08.27.10:00	4.28	8.20	2.48	8.11	1.66	6.93
1990.08.27.11:00	3.93	7.81	2.75	8.17	1.71	6.70
1990.08.27.12:00	5.46	8.59	2.89	8.13	1.92	7.05
1990.08.27.13:00	3.41	8.20	2.38	7.35	1.54	6.16
1990.08.27.14:00	3.40	7.03	2.22	7.03	1.40	5.82
1990.08.27.15:00	3.70	8.20	2.46	7.52	1.66	6.33
1990.08.27.16:00	4.18	7.03	2.84	7.64	1.86	6.92
1990.08.27.17:00	3.75	7.42	2.36	7.90	1.55	6.46
1990.08.27.18:00	3.76	7.03	2.42	7.67	1.60	6.34
1990.08.27.19:00	3.81	7.42	2.10	8.08	1.36	6.55
1990.08.27.20:00	3.65	7.81	2.01	7.55	1.33	6.55
1990.08.27.21:00	3.33	8.59	2.18	7.77	1.45	6.56
1990.08.27.22:00	3.70	7.81	2.30	7.88	1.53	6.91
1990.08.27.23:00	3.11	7.81	2.02	7.73	1.32	6.83
1990.08.28.00:00	3.55	8.20	2.07	7.94	1.31	6.66
1990.08.28.01:00	2.92	8.20	2.03	8.01	1.37	6.76
1990.08.28.02:00	3.09	7.81	2.01	8.13	1.36	7.20
1990.08.28.03:00	3.20	7.81	2.01	7.75	1.26	6.73
1990.08.28.04:00	3.01	8.98	2.17	8.10	1.42	6.77
1990.08.28.05:00	3.50	9.38	2.18	8.29	1.41	6.61
1990.08.28.06:00	3.35	8.20	2.01	7.96	1.28	6.45
1990.08.28.07:00	3.56	7.03	2.25	7.96	1.47	7.07
1990.08.28.08:00	3.20	9.38	1.91	7.52	1.18	6.11
1990.08.28.09:00	3.72	7.81	1.91	7.66	1.21	6.43
1990.08.28.10:00	3.07	7.03	1.97	7.78	1.28	6.66
1990.08.28.11:00	3.07	8.20	1.95	7.70	1.25	6.41
1990.08.28.12:00	3.20	7.42	2.13	7.83	1.41	6.85
1990.08.28.13:00	2.82	7.42	1.96	7.75	1.32	6.82
1990.08.28.14:00	2.71	8.20	1.86	7.65	1.20	6.35
1990.08.28.15:00	2.97	7.81	1.94	7.42	1.25	6.37
1990.08.28.16:00	3.10	8.59	2.14	7.59	1.42	6.42
1990.08.28.17:00	3.05	8.59	2.05	7.86	1.34	6.41
1990.08.28.18:00	3.21	7.42	1.79	7.33	1.22	6.47
1990.08.28.19:00	3.01	7.03	1.82	7.60	1.03	5.76
1990.08.28.20:00	2.59	7.42	1.62	7.53	1.07	6.21
1990.08.28.21:00	2.81	7.81	1.63	7.39	1.06	6.03
1990.08.28.22:00	3.29	9.38	1.91	7.45	1.33	6.55
1990.08.28.23:00	3.07	8.59	2.06	7.79	1.26	6.07
1990.08.29.00:00	2.78	9.38	1.91	8.51	1.25	6.54
1990.08.29.01:00	3.26	9.38	1.86	7.76	1.28	6.33
1990.08.29.02:00	2.69	7.42	1.81	6.44	1.19	5.24
1990.08.29.03:00	4.21	9.38	2.23	7.31	1.44	5.68
1990.08.29.04:00	4.22	6.25	2.23	6.06	1.50	5.13
1990.08.29.05:00	3.20	8.20	2.14	6.39	1.41	5.06
1990.08.29.06:00	2.40	8.98	1.62	7.84	.98	5.88
1990.08.29.07:00	2.48	9.38	1.59	8.44	1.05	6.96
1990.08.29.08:00	3.59	9.77	1.75	8.21	1.13	6.58
1990.08.29.09:00	2.63	12.50	1.90	8.37	1.28	6.95
1990.08.29.10:00	3.05	8.59	1.86	8.61	1.24	7.09
1990.08.29.11:00	4.45	8.59	2.13	8.94	1.32	6.93
1990.08.29.12:00	3.49	9.77	2.09	9.07	1.38	7.18

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1990.08.29.13:00	3.98	8.59	2.45	10.61	1.58	8.14
1990.08.29.14:00	3.89	10.94	2.70	10.17	1.86	8.23
1990.08.29.15:00	4.42	15.63	2.67	10.36	1.74	7.83
1990.08.29.16:00	4.86	12.11	3.26	10.86	2.04	8.25
1990.08.29.17:00	5.52	10.16	3.23	11.35	2.02	8.72
1990.08.29.18:00	7.06	10.94	3.95	10.51	2.55	7.67
1990.08.31.06:00	2.09	10.16	1.61	7.86	1.04	6.65
1990.08.31.07:00	2.17	7.42	1.43	7.87	.94	6.55
1990.08.31.08:00	2.16	8.98	1.42	7.71	.92	6.33
1990.08.31.10:00	1.79	9.38	1.19	8.37	.80	6.45
1990.08.31.11:00	1.88	8.59	1.19	7.99	.78	6.44
1990.08.31.12:00	2.18	9.77	1.46	7.95	.93	6.25
1990.08.31 13:00	2.09	9.41	1.61	8.92	.95	6.93
1990.08.31.14:00	3.34	8.23	1.91	7.94	1.06	6.24
1990.08.31.16:00	3.37	8.20	1.95	7.64	1.26	6.35
1990.08.31.17:00	4.08	7.81	2.00	7.45	1.22	6.08
1990.08.31.18:00	5.88	8.20	4.22	7.88	2.35	6.45



DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1990.09.05.06:00	1.89	5.47	1.22	6.14	.78	4.89
1990.09.05.07:00	1.79	7.03	1.21	6.03	.77	4.71
1990.09.05.08:00	1.70	6.64	1.11	6.02	.73	4.81
1990.09.05.09:00	1.57	6.25	1.13	6.32	.76	5.07
1990.09.05.10:00	1.69	6.25	1.09	5.84	.72	4.90
1990.09.05.11:00	2.26	6.25	1.19	6.07	.79	4.92
1990.09.05.12:00	1.72	6.64	1.14	5.88	.73	4.80
1990.09.05.13:00	2.26	5.86	1.27	5.99	.85	4.84
1990.09.05.14:00	2.11	5.47	1.35	5.75	.87	4.68
1990.09.05.15:00	1.87	5.86	1.26	5.66	.86	4.89
1990.09.05.16:00	1.39	7.42	1.07	5.97	.71	4.50
1990.09.05.17:00	1.59	5.86	.93	5.14	.62	3.96
1990.09.06.06:00	1.69	5.86	.97	6.02	.63	4.58
1990.09.06.07:00	1.45	6.25	.92	5.71	.59	4.44
1990.09.06.08:00	1.32	8.59	.81	5.96	.53	4.54
1990.09.06.09:00	2.19	9.77	.92	5.96	.60	4.58
1990.09.06.10:00	1.24	7.03	.84	5.67	.57	4.68
1990.09.06.11:00	1.39	6.64	.86	5.56	.57	4.69
1990.09.06.12:00	1.22	6.64	.80	6.11	.51	4.50
1990.09.06.13:00	1.20	7.03	.82	5.72	.52	4.30
1990.09.06.14:00	1.65	9.38	.98	5.74	.65	4.37
1990.09.09.07:00	2.98	7.81	1.34	8.54	.63	7.04
1990.09.09.11:00	6.40	8.20	3.83	7.09	2.43	5.81
1990.09.09.12:00	5.04	7.03	2.90	7.08	1.87	5.81
1990.09.09.13:00	3.86	9.38	2.52	7.05	1.84	5.45
1990.09.09.14:00	4.81	7.03	2.94	7.47	1.89	5.74
1990.09.09.15:00	4.75	8.59	3.33	7.13	2.05	5.19
1990.09.09.17:00	5.66	5.08	3.08	6.29	2.06	5.44
1990.09.10.06:00	3.73	5.47	2.40	6.01	1.56	4.75
1990.09.10.07:00	4.67	7.03	2.43	5.33	1.77	4.46
1990.09.10.08:00	4.45	7.03	2.77	5.58	1.80	4.54
1990.09.10.09:00	3.84	8.20	2.09	6.31	1.32	4.85
1990.09.10.10:00	2.97	7.03	1.92	6.99	1.21	5.28
1990.09.10.11:00	2.86	7.81	1.72	7.06	1.14	5.63
1990.09.10.12:00	3.58	7.42	2.01	6.64	1.30	5.39
1990.09.10.13:00	3.66	7.42	2.06	6.49	1.38	5.16
1990.09.10.14:00	3.65	4.69	2.35	5.28	1.51	4.43
1990.09.10.15:00	4.05	6.64	2.20	5.12	1.42	4.28
1990.09.10.16:00	4.17	6.64	2.05	5.49	1.29	4.46
1990.09.10.17:00	2.78	6.64	1.71	5.36	1.12	4.59

圖 B-5　1990 年 9 月 5 日～8 日黛特颱風造成
花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

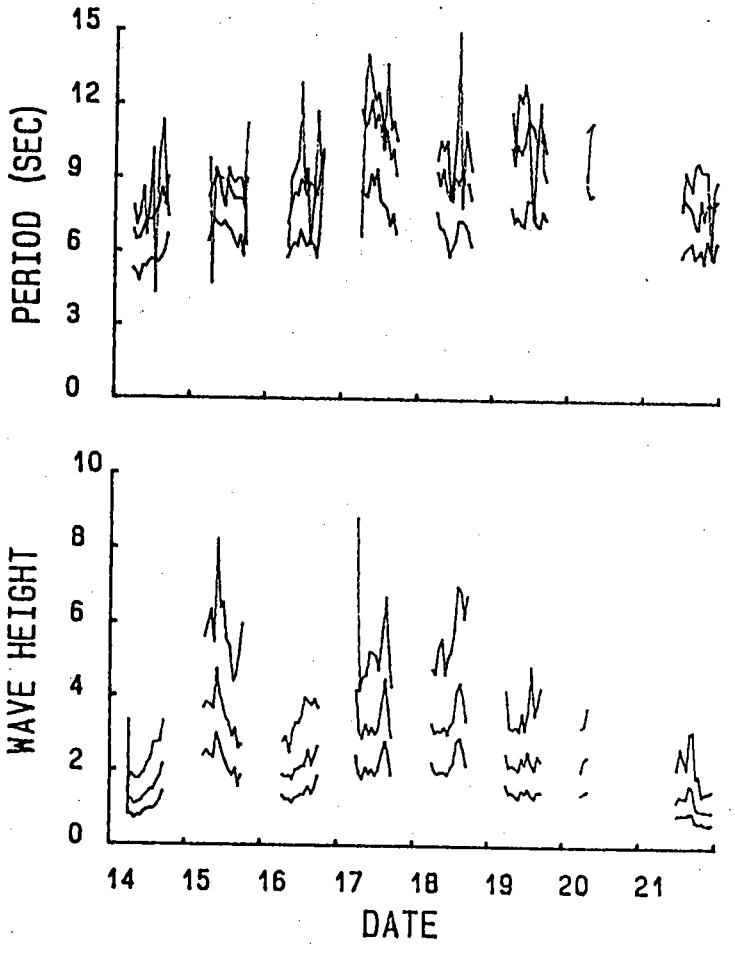


圖 B-6　1990 年 9 月 14 日～15 日艾德颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	HI/3	TI/3	Hmean	Tmean
1990.09.14.06:00	1.67	7.81	1.22	6.88	.78	5.24
1990.09.14.07:00	1.91	7.03	1.24	6.46	.83	5.08
1990.09.14.08:00	1.79	7.42	1.08	6.52	.67	4.74
1990.09.14.09:00	1.77	8.59	1.16	6.90	.78	5.39
1990.09.14.10:00	1.86	6.64	1.18	7.23	.76	5.31
1990.09.14.11:00	1.95	7.81	1.32	7.28	.87	5.57
1990.09.14.12:00	2.18	10.16	1.39	7.24	.93	5.68
1990.09.14.13:00	2.28	4.30	1.51	7.57	.97	5.61
1990.09.14.14:00	2.72	9.77	1.51	7.75	.94	5.48
1990.09.14.15:00	2.73	11.33	1.71	8.59	1.04	5.74
1990.09.14.16:00	2.76	8.98	1.83	7.85	1.17	5.99
1990.09.14.17:00	3.30	7.42	2.17	9.06	1.43	6.66
1990.09.15.06:00	5.62	9.77	3.70	8.22	2.39	6.39
1990.09.15.07:00	5.94	4.69	3.86	8.68	2.55	6.97
1990.09.15.08:00	6.37	9.38	3.81	9.08	2.40	7.26
1990.09.15.09:00	5.46	8.98	3.66	9.01	2.33	7.04
1990.09.15.10:00	8.26	8.20	4.78	9.00	3.01	6.99
1990.09.15.11:00	6.39	7.81	4.07	8.91	2.75	7.19
1990.09.15.12:00	6.56	9.38	3.80	8.83	2.43	6.93
1990.09.15.13:00	5.51	8.98	3.43	8.44	2.21	6.85
1990.09.15.14:00	5.39	8.75	3.30	8.17	2.03	6.47
1990.09.15.15:00	4.41	8.98	2.89	8.12	1.84	6.11
1990.09.15.16:00	4.55	8.98	3.16	8.17	2.06	6.63
1990.09.15.17:00	5.18	8.20	2.60	7.87	1.56	5.80
1990.09.15.18:00	5.99	6.25	2.72	11.22	1.88	8.93
1990.09.16.06:00	2.85	7.42	1.82	7.02	1.21	5.79
1990.09.16.07:00	2.79	6.13	1.92	7.14	1.33	5.76
1990.09.16.08:00	2.91	8.98	1.85	7.84	1.21	6.05
1990.09.16.09:00	2.48	9.38	1.90	8.43	1.24	6.36
1990.09.16.10:00	3.04	9.77	1.78	8.28	1.13	6.20
1990.09.16.11:00	3.31	12.89	2.06	8.97	1.29	6.87
1990.09.16.12:00	3.25	8.59	2.07	8.56	1.32	6.47
1990.09.16.13:00	3.49	9.38	2.15	8.28	1.37	6.21
1990.09.16.14:00	3.97	6.25	2.14	8.86	1.35	6.44
1990.09.16.15:00	3.84	8.20	2.58	8.58	1.60	6.25
1990.09.16.16:00	3.76	11.72	2.15	8.25	1.37	5.75
1990.09.16.17:00	3.93	9.38	2.38	9.25	1.55	6.84
1990.09.16.18:00	3.70	10.16	2.68	9.85	1.85	10.01
1990.09.17.06:00	8.81	6.64	4.19	11.81	2.40	8.47
1990.09.17.07:00	4.14	12.89	3.10	11.13	1.93	8.30
1990.09.17.08:00	4.53	14.06	2.88	11.28	1.79	8.22
1990.09.17.09:00	4.58	12.89	3.29	12.23	2.11	9.17
1990.09.17.10:00	5.24	12.11	3.00	11.11	1.93	8.72
1990.09.17.11:00	5.20	12.50	3.19	11.64	2.07	9.40
1990.09.17.12:00	5.12	11.72	2.99	10.80	1.87	8.07
1990.09.17.13:00	4.72	10.55	3.12	10.21	2.03	7.91
1990.09.17.14:00	5.56	13.67	3.70	11.02	2.38	7.80
1990.09.17.15:00	6.72	10.94	4.51	9.81	2.80	7.05
1990.09.17.16:00	5.32	11.33	3.71	10.24	2.49	7.56
1990.09.17.17:00	4.29	10.55	2.92	9.19	1.90	6.74
1990.09.18.06:00	4.77	9.77	3.31	9.29	2.23	7.61
1990.09.18.07:00	4.61	10.55	3.04	8.77	1.99	6.96
1990.09.18.08:00	5.35	10.16	3.12	9.46	1.94	6.97
1990.09.18.09:00	5.62	10.55	3.08	8.51	2.01	6.55

DATE	HMAX	TMAX	HI/3	TI/3	Hmean	Tmean
1990.09.18.10:00	4.62	8.20	3.21	8.18	1.98	5.82
1990.09.18.11:00	5.06	8.98	3.00	8.11	1.91	6.17
1990.09.18.12:00	5.25	10.55	3.28	9.10	2.11	6.48
1990.09.18.13:00	5.81	19.53	3.36	8.77	2.21	7.28
1990.09.18.14:00	7.01	7.81	4.18	9.37	2.80	7.28
1990.09.18.15:00	6.87	10.94	4.42	8.86	2.90	7.10
1990.09.18.16:00	6.14	10.16	3.95	8.86	2.58	6.84
1990.09.18.17:00	6.76	9.38	3.40	8.19	2.15	6.27
1990.09.19.06:00	4.21	11.72	2.50	10.31	1.67	7.83
1990.09.19.07:00	3.20	10.16	2.14	9.84	1.43	7.24
1990.09.19.08:00	3.14	12.50	2.20	10.48	1.45	7.46
1990.09.19.09:00	3.22	12.11	2.14	10.05	1.38	7.15
1990.09.19.10:00	3.11	12.89	2.06	10.48	1.28	7.06
1990.09.19.11:00	3.58	12.11	2.40	11.34	1.53	8.14
1990.09.19.12:00	3.12	9.38	2.21	11.33	1.42	8.11
1990.09.19.13:00	3.60	7.30	2.58	11.13	1.56	8.11
1990.09.19.14:00	4.87	10.16	2.26	10.40	1.41	7.14
1990.09.19.15:00	3.52	12.11	2.09	10.52	1.29	7.02
1990.09.19.16:00	3.82	9.38	2.45	10.96	1.48	7.67
1990.09.19.17:00	4.26	8.98	2.32	10.14	1.46	7.38
1990.09.20.06:00	3.20	8.98	2.06	11.04	1.41	8.79
1990.09.20.07:00	3.25	10.94	2.37	11.22	1.45	8.29
1990.09.20.08:00	3.73	11.33	2.44	11.37	1.51	8.37
1990.09.21.12:00	2.12	7.81	1.27	8.05	.85	5.88
1990.09.21.13:00	2.68	9.38	1.42	8.24	.90	6.19
1990.09.21.14:00	9.48	11.72	1.61	7.90	.95	6.02
1990.09.21.15:00	2.12	8.59	1.35	7.83	.89	6.49
1990.09.21.16:00	3.10	9.63	1.71	7.21	.95	5.85
1990.09.21.17:00	3.12	9.77	1.61	7.04	.93	6.00
1990.09.21.18:00	1.86	9.38	1.12	8.25	.70	6.20
1990.09.21.19:00	1.96	9.38	1.02	7.42	.66	5.63
1990.09.21.20:00	1.38	9.38	1.03	8.06	.70	6.58
1990.09.21.21:00	1.48	5.86	.99	8.06	.63	6.08
1990.09.21.22:00	1.48	8.59	1.00	7.82	.63	5.78
1990.09.21.23:00	1.54	8.98	.99	8.19	.64	6.46

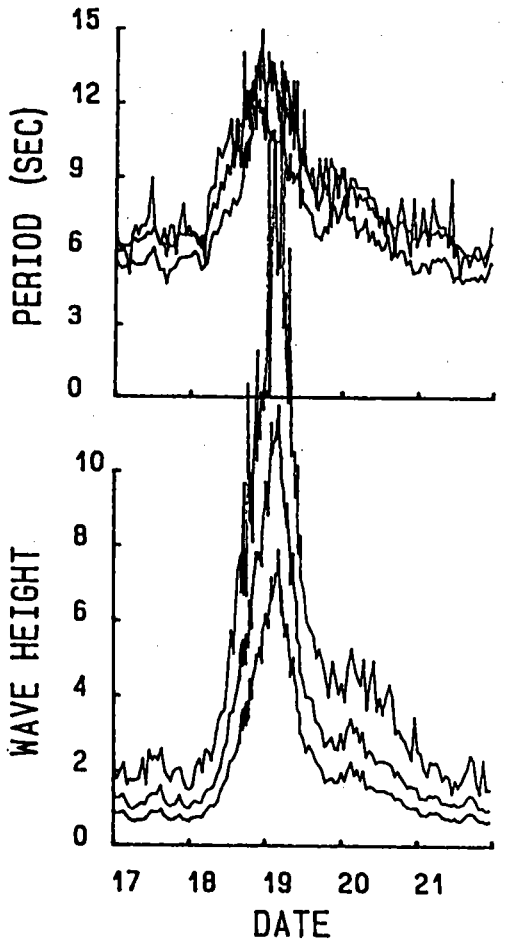


圖 B-7　1991 年 7 月 17 日～21 日艾美颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1991.07.17.00:00	1.96	6.64	1.33	6.41	.89	5.68
1991.07.17.01:00	1.78	6.25	1.29	6.34	.85	5.47
1991.07.17.02:00	1.96	6.25	1.28	6.03	.86	5.28
1991.07.17.03:00	2.22	5.86	1.38	6.25	.91	5.40
1991.07.17.04:00	1.60	5.08	1.18	6.22	.79	5.27
1991.07.17.05:00	1.78	6.64	1.05	6.32	.70	5.60
1991.07.17.06:00	1.72	7.03	.98	6.51	.64	5.47
1991.07.17.07:00	1.76	6.64	1.03	6.37	.65	5.46
1991.07.17.08:00	1.78	7.03	1.07	6.48	.69	5.47
1991.07.17.09:00	2.32	7.03	1.17	6.54	.69	5.50
1991.07.17.10:00	1.62	7.42	1.08	6.78	.70	5.79
1991.07.17.11:00	2.54	8.98	1.30	6.65	.80	5.91
1991.07.17.12:00	2.27	7.03	1.37	6.94	.92	6.15
1991.07.17.13:00	2.38	6.64	1.41	6.64	.90	5.60
1991.07.17.14:00	2.27	6.25	1.39	6.30	.89	5.21
1991.07.17.15:00	2.58	6.89	1.61	6.32	.98	5.28
1991.07.17.16:00	1.98	6.25	1.23	5.82	.80	4.67
1991.07.17.17:00	1.85	7.03	1.12	6.29	.74	5.26
1991.07.17.18:00	1.69	7.03	1.05	6.16	.69	5.29
1991.07.17.19:00	1.97	5.86	1.09	6.28	.69	5.38
1991.07.17.20:00	2.08	7.03	1.12	6.71	.73	5.69
1991.07.17.21:00	2.08	7.91	1.35	6.67	.83	5.76
1991.07.17.22:00	1.71	6.64	1.10	6.70	.69	5.77
1991.07.17.23:00	1.52	7.03	1.02	6.65	.69	5.79
1991.07.18.00:00	1.49	6.64	.98	6.63	.64	5.82
1991.07.18.01:00	1.57	6.64	1.12	6.79	.74	6.01
1991.07.18.02:00	2.11	6.25	1.20	6.61	.77	5.85
1991.07.18.03:00	2.33	6.64	1.17	6.10	.78	5.24
1991.07.18.04:00	1.95	5.47	1.14	6.50	.74	5.41
1991.07.18.05:00	2.56	8.20	1.40	6.92	.88	5.51
1991.07.18.06:00	2.51	8.59	1.49	7.37	.99	6.40
1991.07.18.07:00	2.25	8.59	1.53	7.95	1.08	6.78
1991.07.18.08:00	2.70	10.16	1.59	7.74	1.05	6.68
1991.07.18.09:00	3.33	9.77	1.91	8.78	1.20	7.08
1991.07.18.10:00	3.55	10.16	2.10	8.48	1.48	7.66
1991.07.18.11:00	3.61	10.55	2.57	9.50	1.66	7.63
1991.07.18.12:00	4.57	11.33	2.72	9.09	1.80	7.45
1991.07.18.13:00	5.74	9.38	3.54	10.14	2.27	8.12
1991.07.18.14:00	5.12	11.33	3.56	9.79	2.31	7.86
1991.07.18.15:00	7.40	9.38	4.10	11.17	2.52	8.19
1991.07.18.16:00	7.76	12.89	4.57	11.11	2.88	9.01
1991.07.18.17:06	9.69	11.33	5.50	11.88	3.63	10.43
1991.07.18.18:13	7.86	10.94	5.63	11.87	3.84	10.60
1991.07.18.19:19	8.60	12.89	5.31	11.98	3.39	10.82
1991.07.18.20:04	8.08	12.89	5.79	12.25	3.90	11.41
1991.07.18.21:08	13.29	14.06	7.84	13.42	4.88	12.14
1991.07.18.22:15	10.85	15.23	7.76	13.29	5.14	11.81
1991.07.18.23:22	11.65	12.11	7.47	12.80	4.88	10.52
1991.07.19.00:06	13.18	14.06	9.18	12.85	6.01	10.95
1991.07.19.01:11	15.08	13.28	9.60	13.18	5.85	10.54
1991.07.19.03:18	15.40	11.33	10.89	12.83	7.00	10.40
1991.07.19.05:04	19.54	12.11	9.79	12.61	6.13	10.17
1991.07.19.06:28	14.89	12.50	9.39	11.83	5.86	9.39
1991.07.19.07:11	11.81	11.33	8.49	10.75	5.57	8.94
1991.07.19.09:19	10.54	12.89	7.83	10.98	5.06	9.08
1991.07.19.10:02	9.32	7.81	6.49	10.12	4.15	8.59

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1991.07.19.11:09	7.77	9.77	5.34	9.88	3.53	8.52
1991.07.19.13:00	5.99	8.98	3.98	9.07	2.51	7.64
1991.07.19.14:00	5.80	9.38	3.98	8.65	2.68	7.54
1991.07.19.15:00	5.59	7.81	3.92	8.36	2.49	6.67
1991.07.19.16:00	5.02	9.77	3.33	7.71	2.25	6.64
1991.07.19.17:00	5.27	8.59	3.26	8.15	2.16	6.47
1991.07.19.18:00	4.94	9.77	3.11	8.83	2.05	7.01
1991.07.19.19:00	4.50	8.98	2.65	8.28	1.89	6.78
1991.07.19.20:00	3.97	7.03	2.76	9.79	1.78	7.81
1991.07.19.21:00	4.94	9.38	2.89	9.17	1.83	7.84
1991.07.19.22:00	4.50	8.20	2.61	9.13	1.69	7.19
1991.07.19.23:00	4.06	9.38	2.59	8.79	1.71	7.52
1991.07.20.00:00	4.36	9.38	3.00	9.26	1.98	8.29
1991.07.20.01:00	3.87	7.81	2.60	8.20	1.74	7.44
1991.07.20.02:00	4.76	8.98	3.09	8.70	1.99	7.29
1991.07.20.03:00	5.29	8.98	3.40	8.60	2.27	7.45
1991.07.20.04:00	4.76	8.59	3.02	7.87	1.88	6.81
1991.07.20.05:00	4.48	8.59	3.15	8.35	2.06	6.89
1991.07.20.06:00	4.31	8.59	2.79	8.11	1.77	6.97
1991.07.20.07:00	5.00	8.59	3.04	8.21	2.03	7.35
1991.07.20.08:00	3.64	8.20	2.36	7.75	1.55	6.44
1991.07.20.09:00	4.52	8.20	2.57	7.79	1.83	6.85
1991.07.20.10:00	4.96	7.81	2.44	7.42	1.57	6.29
1991.07.20.11:00	3.60	7.03	2.22	7.43	1.50	6.48
1991.07.20.12:00	3.96	7.42	2.29	7.46	1.48	6.09
1991.07.20.13:00	3.51	6.64	2.29	6.97	1.49	6.17
1991.07.20.14:00	3.95	7.42	2.27	7.80	1.47	6.70
1991.07.20.15:00	4.32	7.03	2.21	6.86	1.43	5.74
1991.07.20.16:00	3.94	5.86	2.18	7.01	1.43	6.05
1991.07.20.17:00	3.01	7.42	1.89	6.95	1.25	5.83
1991.07.20.18:00	3.11	8.20	2.03	7.25	1.30	6.08
1991.07.20.19:00	2.89	7.42	1.86	7.25	1.25	6.07
1991.07.20.20:00	2.81	6.64	1.73	6.93	1.12	5.49
1991.07.20.21:00	2.53	5.86	1.58	6.88	1.05	5.70
1991.07.20.22:00	2.31	8.20	1.64	6.58	1.05	5.15
1991.07.20.23:00	3.44	6.25	1.58	6.56	1.02	5.22
1991.07.21.00:00	2.53	6.64	1.58	6.53	1.04	5.24
1991.07.21.01:00	2.48	7.81	1.29	6.78	.84	5.58
1991.07.21.02:00	2.08	7.03	1.30	6.96	.84	5.55
1991.07.21.03:00	1.88	6.64	1.27	6.30	.83	5.19
1991.07.21.04:00	2.26	8.20	1.40	6.71	.91	5.74
1991.07.21.05:00	2.20	7.42	1.32	6.78	.88	5.63
1991.07.21.06:00	2.24	7.03	1.39	6.89	.91	5.79
1991.07.21.07:00	2.06	7.03	1.33	6.64	.87	5.67
1991.07.21.08:00	1.77	7.03	1.16	6.76	.78	5.82
1991.07.21.09:00	1.93	6.25	1.17	6.74	.74	5.56
1991.07.21.10:00	1.82	8.98	1.14	6.69	.73	5.33
1991.07.21.11:00	1.41	5.86	1.09	5.86	.70	4.84
1991.07.21.12:00	1.76	6.25	1.16	6.37	.75	5.08
1991.07.21.13:00	1.56	5.08	1.07	6.27	.69	5.02
1991.07.21.14:00	1.69	5.86	1.10	6.08	.69	4.76
1991.07.21.15:00	1.93	5.86	1.15	5.91	.75	4.96
1991.07.21.17:00	2.41	5.86	1.36	5.90	.88	5.00
1991.07.21.19:00	1.65	6.25	1.19	5.69	.77	4.85
1991.07.21.21:00	2.31	5.47	1.04	5.80	.67	4.87
1991.07.21.23:00	1.53	7.03	.97	6.32	.66	5.58

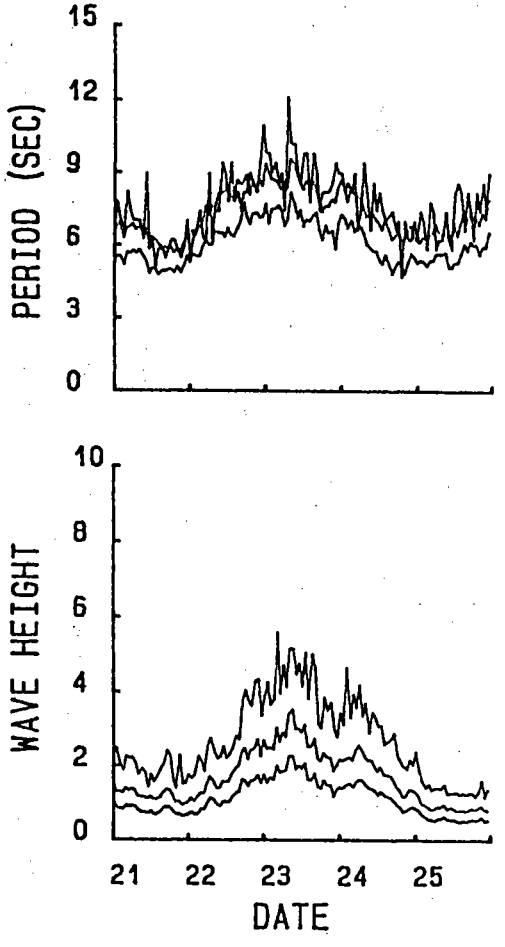


圖 B-8　1991 年 7 月 21 日～25 日布蘭登颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1991.07.21.00:00	2.53	6.64	1.58	6.53	1.04	5.24
1991.07.21.01:00	2.48	7.81	1.29	6.78	.84	5.58
1991.07.21.03:00	1.88	6.64	1.27	6.30	.83	5.19
1991.07.21.05:00	2.20	7.42	1.32	6.78	.88	5.63
1991.07.21.07:00	2.06	7.03	1.33	6.64	.87	5.67
1991.07.21.09:00	1.93	6.25	1.17	6.74	.74	5.56
1991.07.21.11:00	1.41	5.86	1.09	5.86	.70	4.84
1991.07.21.13:00	1.56	5.08	1.07	6.27	.69	5.02
1991.07.21.15:00	1.93	5.86	1.15	5.91	.75	4.96
1991.07.21.17:00	2.41	5.86	1.36	5.90	.88	5.00
1991.07.21.19:00	1.65	6.25	1.19	5.69	.77	4.85
1991.07.21.21:00	2.31	5.47	1.04	5.80	.67	4.87
1991.07.21.22:00	1.49	5.86	.92	6.10	.62	5.17
1991.07.21.23:00	1.53	7.03	.97	6.32	.66	5.58
1991.07.21.00:00	2.53	6.64	1.58	6.53	1.04	5.24
1991.07.21.01:00	2.48	7.81	1.29	6.78	.84	5.58
1991.07.21.03:00	1.88	6.64	1.27	6.30	.83	5.19
1991.07.21.05:00	2.20	7.42	1.32	6.78	.88	5.63
1991.07.21.07:00	2.06	7.03	1.33	6.64	.87	5.67
1991.07.21.09:00	1.93	6.25	1.17	6.74	.74	5.56
1991.07.21.11:00	1.41	5.86	1.09	5.86	.70	4.84
1991.07.21.13:00	1.56	5.08	1.07	6.27	.69	5.02
1991.07.21.15:00	1.93	5.86	1.15	5.91	.75	4.96
1991.07.21.17:00	2.41	5.86	1.36	5.90	.88	5.00
1991.07.21.19:00	1.65	6.25	1.19	5.69	.77	4.85
1991.07.21.21:00	2.31	5.47	1.04	5.80	.67	4.87
1991.07.21.22:00	1.49	5.86	.92	6.10	.62	5.17
1991.07.21.23:00	1.53	7.03	.97	6.32	.66	5.58
1991.07.22.00:00	1.77	5.47	1.00	6.26	.67	5.28
1991.07.22.01:00	1.66	6.25	1.11	6.64	.73	5.65
1991.07.22.03:00	2.26	7.42	1.17	6.78	.71	5.55
1991.07.22.05:00	1.84	6.25	1.24	7.64	.82	6.21
1991.07.22.07:00	2.75	6.25	1.72	7.66	1.12	6.02
1991.07.22.09:00	2.20	7.42	1.38	8.17	.94	6.51
1991.07.22.11:00	2.54	8.98	1.57	8.22	1.03	6.34
1991.07.22.13:00	2.31	9.38	1.57	8.00	1.00	6.42
1991.07.22.15:00	2.82	8.20	1.94	8.69	1.25	6.72
1991.07.22.17:00	3.77	8.20	2.42	8.62	1.65	7.82
1991.07.22.19:00	3.73	8.98	2.20	8.10	1.44	6.88
1991.07.22.21:00	4.31	8.20	2.49	8.38	1.61	7.35
1991.07.22.22:00	4.34	9.38	2.73	8.71	1.76	7.14
1991.07.22.23:00	3.37	10.94	2.28	8.46	1.52	7.18
1991.07.23.00:00	3.85	9.77	2.71	9.37	1.75	7.72
1991.07.23.01:00	4.25	9.77	2.48	9.04	1.54	6.91
1991.07.23.02:00	3.65	8.98	2.53	8.77	1.68	7.49
1991.07.23.03:00	3.80	9.38	2.46	8.71	1.61	7.54
1991.07.23.04:00	5.60	8.59	3.06	8.53	2.02	7.65
1991.07.23.05:00	3.96	8.98	2.67	8.29	1.82	7.40
1991.07.23.06:00	4.72	7.42	2.91	8.34	1.86	6.80
1991.07.23.07:00	4.14	12.11	2.81	8.31	1.87	7.05
1991.07.23.08:00	5.16	10.16	3.42	9.56	2.28	8.18
1991.07.23.09:00	5.15	10.16	3.55	9.32	2.29	7.72
1991.07.23.10:00	4.48	8.98	3.02	8.88	1.91	7.12
1991.07.23.11:00	4.76	8.59	3.04	8.59	2.03	7.47
1991.07.23.12:00	4.15	9.77	2.91	8.32	1.93	6.78
1991.07.23.13:00	5.05	9.77	3.13	8.68	2.09	7.09
1991.07.23.14:00	3.83	7.81	2.54	8.37	1.63	6.99
1991.07.23.15:00	5.02	9.77	2.56	8.68	1.62	7.25
1991.07.23.16:00	4.61	8.98	2.75	8.27	1.80	7.37
1991.07.23.17:00	3.14	7.42	2.21	7.82	1.44	6.56
1991.07.23.18:00	3.05	8.20	2.13	7.38	1.38	6.23
1991.07.23.19:00	3.87	8.20	2.38	7.65	1.61	6.85
1991.07.23.20:00	3.50	8.20	2.26	7.63	1.47	6.51
1991.07.23.21:00	3.71	8.59	2.23	7.92	1.48	6.62
1991.07.23.22:00	2.99	9.38	1.89	7.79	1.17	5.86
1991.07.23.23:00	2.81	8.98	2.02	8.36	1.35	6.93
1991.07.24.00:00	3.43	8.98	2.19	8.70	1.42	7.29
1991.07.24.01:00	3.12	8.20	2.15	8.43	1.40	7.15
1991.07.24.02:00	4.66	8.59	2.22	7.82	1.48	6.72
1991.07.24.03:00	3.32	8.20	2.26	8.40	1.54	7.06
1991.07.24.04:00	3.94	8.98	2.17	8.13	1.42	6.58
1991.07.24.05:00	3.58	6.64	2.45	8.03	1.56	6.76
1991.07.24.06:00	4.19	7.42	2.59	7.99	1.65	6.82
1991.07.24.07:00	3.37	9.38	2.46	7.58	1.61	6.51
1991.07.24.08:00	3.69	8.20	2.27	7.20	1.51	6.05
1991.07.24.09:00	2.90	6.64	2.15	7.28	1.40	5.92
1991.07.24.10:00	3.46	8.59	2.18	7.31	1.39	5.75
1991.07.24.11:00	3.33	7.42	2.00	7.07	1.32	5.79
1991.07.24.12:00	3.08	8.20	1.85	6.92	1.19	5.41
1991.07.24.13:00	3.11	7.42	2.01	6.65	1.30	5.26
1991.07.24.14:00	2.61	7.03	1.79	7.10	1.20	5.65
1991.07.24.16:00	2.74	7.42	1.74	6.26	1.13	4.82
1991.07.24.17:00	2.89	6.64	1.62	6.39	1.05	5.13
1991.07.24.18:00	2.31	7.03	1.44	6.62	.93	5.37
1991.07.24.19:00	2.13	4.69	1.36	6.31	.88	5.23
1991.07.24.20:00	1.99	7.03	1.17	6.17	.76	4.79
1991.07.24.21:00	1.92	6.25	1.20	6.61	.79	5.30
1991.07.24.22:00	2.18	6.25	1.35	6.84	.85	5.68
1991.07.24.23:00	2.05	7.03	1.36	6.37	.89	5.54
1991.07.25.00:00	2.39	6.25	1.30	6.24	.84	5.28
1991.07.25.01:00	1.87	7.42	1.20	6.14	.79	5.39
1991.07.25.02:00	1.59	7.03	.97	6.37	.67	5.37
1991.07.25.03:00	1.41	5.86	.95	6.32	.62	5.17
1991.07.25.04:00	1.49	7.81	.88	6.42	.57	5.40
1991.07.25.05:00	1.33	7.42	.83	6.50	.55	5.39
1991.07.25.06:00	1.41	5.86	.84	6.93	.53	5.66
1991.07.25.07:00	1.40	6.25	.90	6.55	.59	5.67
1991.07.25.09:00	1.51	7.42	.96	6.52	.65	5.73
1991.07.25.10:00	1.21	6.25	.83	6.30	.56	5.09
1991.07.25.11:00	1.26	5.86	.87	6.45	.56	5.10
1991.07.25.12:00	1.25	8.20	.86	6.85	.57	5.33
1991.07.25.13:00	1.28	8.59	.80	6.42	.53	5.28
1991.07.25.14:00	1.22	8.20	.79	6.93	.50	5.65
1991.07.25.15:00	1.26	6.64	.81	7.51	.54	6.09
1991.07.25.16:00	1.21	8.20	.78	6.94	.50	5.79
1991.07.25.17:00	1.26	7.42	.82	7.35	.54	6.18
1991.07.25.18:00	1.27	6.25	.86	7.17	.56	6.03
1991.07.25.19:00	1.17	8.20	.81	7.15	.54	6.07
1991.07.25.20:00	1.26	7.42	.86	6.91	.56	5.65
1991.07.25.21:00	1.62	8.59	.92	7.39	.61	5.98
1991.07.25.23:00	1.35	8.98	.80	7.93	.54	6.54

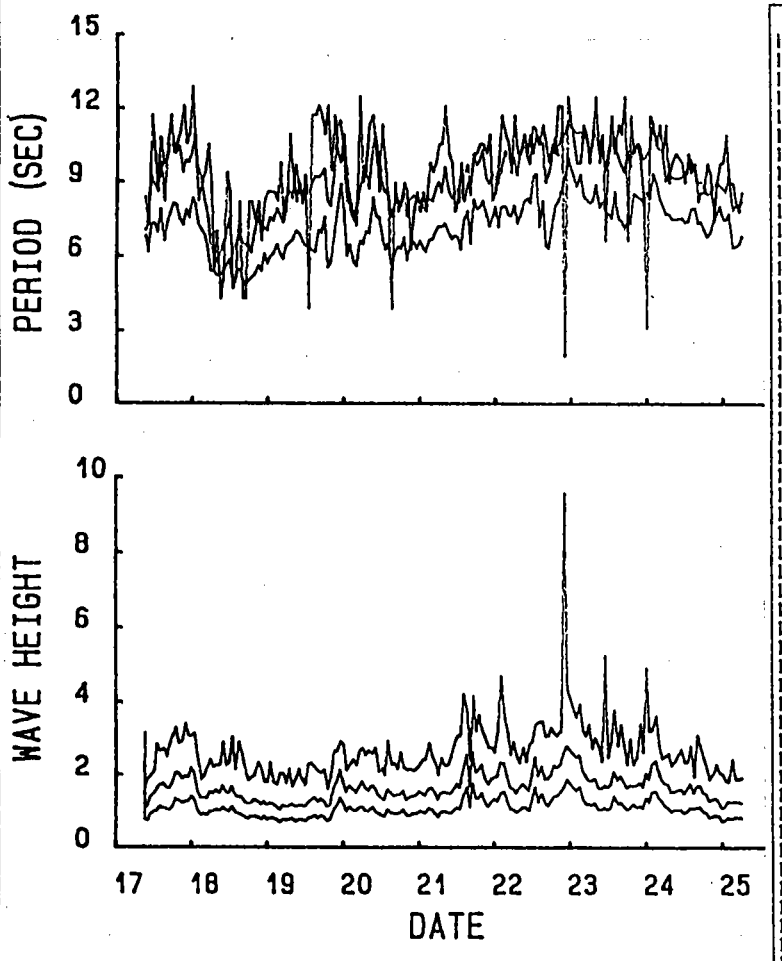


圖 B-9　1991 年 8 月 17 日～25 日愛麗颱風造成
花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1991.08.17.00:00	1.72	9.38	1.14	8.38	.76	6.77
1991.08.17.02:00	1.54	6.64	1.06	7.19	.69	6.05
1991.08.17.04:00	1.46	8.98	.93	6.50	.62	5.25
1991.08.17.06:00	1.39	12.11	.91	7.70	.60	5.68
1991.08.17.08:00	2.40	10.16	1.01	7.53	.66	6.14
1991.08.17.10:00	1.89	7.42	1.10	7.24	.72	6.15
1991.08.17.12:00	2.09	10.16	1.48	8.85	.97	7.32
1991.08.17.14:00	2.63	9.77	1.72	10.84	1.13	7.89
1991.08.17.16:00	2.49	10.55	1.64	10.00	1.05	7.33
1991.08.17.18:00	3.09	10.16	1.78	10.54	1.13	8.13
1991.08.17.20:00	2.87	10.94	2.07	10.47	1.29	7.49
1991.08.17.21:00	2.93	12.11	1.88	9.39	1.20	7.22
1991.08.17.22:00	3.39	10.55	1.95	9.91	1.25	7.86
1991.08.17.23:00	3.07	10.94	1.93	9.79	1.25	7.52
1991.08.18.00:00	3.09	12.89	2.19	10.27	1.40	8.33
1991.08.18.02:00	2.47	8.20	1.56	9.53	1.02	7.30
1991.08.18.04:00	1.97	9.38	1.39	8.22	.92	6.81
1991.08.18.06:00	2.41	8.98	1.55	8.40	1.00	5.39
1991.08.18.08:00	2.27	7.03	1.58	5.76	1.05	5.23
1991.08.18.10:00	2.90	5.08	1.70	6.47	1.10	5.36
1991.08.18.12:00	2.33	8.59	1.48	7.54	.98	5.87
1991.08.18.14:00	2.13	5.08	1.44	6.36	.96	5.10
1991.08.18.16:00	2.57	4.30	1.39	6.56	.88	5.06
1991.08.18.18:00	1.83	8.20	1.19	6.45	.78	5.00
1991.08.18.20:00	1.98	7.42	1.32	6.90	.85	5.28
1991.08.18.21:00	2.34	8.20	1.26	7.61	.81	5.65
1991.08.18.22:00	2.18	6.64	1.18	6.80	.77	5.40
1991.08.18.23:00	1.80	8.20	1.26	7.16	.85	6.11
1991.08.19.00:00	1.78	8.59	1.17	7.01	.75	5.69
1991.08.19.02:00	1.78	8.59	1.19	7.40	.79	6.11
1991.08.19.04:00	2.04	9.77	1.03	7.61	.67	6.05
1991.08.19.06:00	1.77	7.81	1.13	8.35	.74	6.45
1991.08.19.08:00	1.67	9.38	1.20	8.32	.80	6.65
1991.08.19.10:00	2.16	8.98	1.17	8.83	.75	6.89
1991.08.19.12:00	1.69	8.98	1.11	9.29	.71	6.40
1991.08.19.14:00	2.33	11.72	1.31	8.84	.81	6.25
1991.08.19.16:00	2.08	12.11	1.24	9.18	.80	7.05
1991.08.19.18:00	2.13	10.94	1.28	9.54	.83	7.59
1991.08.19.20:00	1.91	9.38	1.16	8.00	.76	5.74
1991.08.19.21:00	2.65	11.72	1.65	9.46	1.06	6.92
1991.08.19.22:00	2.64	10.16	1.83	11.19	1.17	7.93
1991.08.19.23:00	2.92	9.77	2.14	11.51	1.36	8.94
1991.08.20.00:00	2.84	10.94	1.81	10.23	1.20	7.83
1991.08.20.02:00	2.27	7.81	1.69	8.54	1.12	6.48
1991.08.20.04:00	2.27	8.20	1.49	7.22	.99	5.62
1991.08.20.06:00	2.73	8.98	1.82	9.34	1.13	6.48
1991.08.20.08:00	2.65	11.33	1.56	8.74	1.00	6.89
1991.08.20.10:00	2.73	10.16	1.61	10.83	.98	7.58
1991.08.20.12:00	2.17	11.33	1.35	9.00	.89	6.82
1991.08.20.14:00	2.94	8.20	1.60	8.54	1.04	6.50
1991.08.20.16:00	2.33	8.98	1.42	8.16	.94	6.08
1991.08.20.18:00	2.62	8.20	1.48	8.00	.96	6.29
1991.08.20.20:00	2.14	8.59	1.31	7.59	.87	5.85
1991.08.20.21:00	2.15	6.25	1.40	8.27	.89	6.42
1991.08.20.22:00	2.11	7.81	1.42	8.46	.94	6.61
1991.08.20.23:00	2.18	8.59	1.44	8.22	.92	6.31

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1991.08.21.00:00	2.26	7.81	1.54	8.26	.99	6.64
1991.08.21.02:00	2.42	7.81	1.43	7.88	.94	6.17
1991.08.21.04:00	2.52	9.38	1.64	8.22	1.05	6.69
1991.08.21.06:00	2.00	10.55	1.32	9.03	.84	7.24
1991.08.21.08:00	2.27	12.11	1.55	9.63	1.00	7.32
1991.08.21.10:00	2.51	9.77	1.47	8.30	.95	6.69
1991.08.21.12:00	3.09	8.20	1.76	8.72	1.10	6.77
1991.08.21.14:00	4.24	8.20	2.10	9.09	1.41	7.46
1991.08.21.16:00	2.42	8.98	1.68	8.47	1.10	6.50
1991.08.21.18:00	3.22	10.16	2.06	9.68	1.34	7.89
1991.08.21.20:00	3.23	10.55	2.31	10.35	1.51	8.25
1991.08.21.21:00	2.99	10.16	1.88	9.18	1.20	7.67
1991.08.21.22:00	2.74	10.94	1.73	8.92	1.13	7.20
1991.08.21.23:00	2.76	8.20	1.89	9.33	1.25	7.57
1991.08.22.00:00	2.62	8.59	1.94	9.26	1.33	8.00
1991.08.22.02:00	4.72	11.72	2.35	9.44	1.51	8.01
1991.08.22.04:00	3.18	10.55	1.95	9.91	1.28	7.64
1991.08.22.06:00	2.92	11.72	1.61	10.03	1.04	8.07
1991.08.22.08:00	2.32	10.16	1.85	10.13	1.02	7.62
1991.08.22.10:00	2.37	10.16	1.64	10.06	1.09	8.33
1991.08.22.12:00	2.93	10.16	2.03	11.28	1.33	9.24
1991.08.22.14:00	3.45	10.55	1.98	10.57	1.23	7.20
1991.08.22.16:00	3.09	10.55	1.88	8.98	1.22	6.41
1991.08.22.18:00	3.32	10.55	1.99	9.83	1.29	7.14
1991.08.22.20:00	3.09	12.11	2.20	10.10	1.42	8.20
1991.08.22.21:00	3.23	12.11	2.33	11.08	1.55	8.77
1991.08.22.22:00	9.60	1.95	2.63	10.83	1.67	9.13
1991.08.22.23:00	4.39	12.50	2.80	11.42	1.89	9.99
1991.08.23.02:00	3.59	9.77	2.50	11.01	1.56	8.81
1991.08.23.04:00	3.21	11.33	2.12	10.64	1.36	8.43
1991.08.23.06:00	3.39	9.77	1.85	10.16	1.19	8.16
1991.08.23.08:00	3.05	12.50	1.92	10.98	1.23	8.92
1991.08.23.10:00	2.38	10.94	1.63	10.84	1.04	8.21
1991.08.23.12:00	2.47	10.16	1.66	10.29	1.04	7.73
1991.08.23.14:00	3.80	10.16	2.11	10.85	1.43	8.64
1991.08.23.16:00	3.40	10.94	1.98	9.69	1.24	7.43
1991.08.23.18:00	2.29	8.64	1.64	10.32	1.05	7.70
1991.08.23.20:00	2.28	10.16	1.70	10.31	1.19	8.55
1991.08.23.21:00	2.47	10.55	1.72	10.61	1.10	8.40
1991.08.23.22:00	3.42	9.77	1.80	10.50	1.15	8.33
1991.08.24.00:00	4.94	3.13	2.08	10.13	1.38	8.61
1991.08.24.02:00	3.24	11.33	2.31	11.22	1.55	9.37
1991.08.24.04:00	2.82	11.33	2.11	10.36	1.36	8.32
1991.08.24.06:00	2.52	11.33	1.76	9.07	1.15	7.71
1991.08.24.08:00	2.27	9.77	1.53	9.22	.98	7.49
1991.08.24.10:00	2.92	8.20	1.97	8.96	1.20	7.52
1991.08.24.12:00	2.37	8.98	1.47	9.35	.95	7.38
1991.08.24.14:00	2.81	9.38	1.77	9.95	1.10	7.93
1991.08.24.16:00	3.10	8.20	1.70	8.98	1.09	7.33
1991.08.24.18:00	2.49	8.59	1.53	8.84	.98	7.09
1991.08.24.20:00	1.89	9.38	1.29	8.56	.83	6.93
1991.08.24.21:00	2.05	7.42	1.33	8.82	.88	7.48
1991.08.24.22:00	2.30	8.98	1.36	9.00	.88	7.70
1991.08.24.23:00	2.07	9.77	1.28	8.88	.87	8.03
1991.08.25.00:00	2.02	9.77	1.08	8.72	.71	7.50
1991.08.25.02:00	1.80	8.98	1.28	9.31	.83	7.74

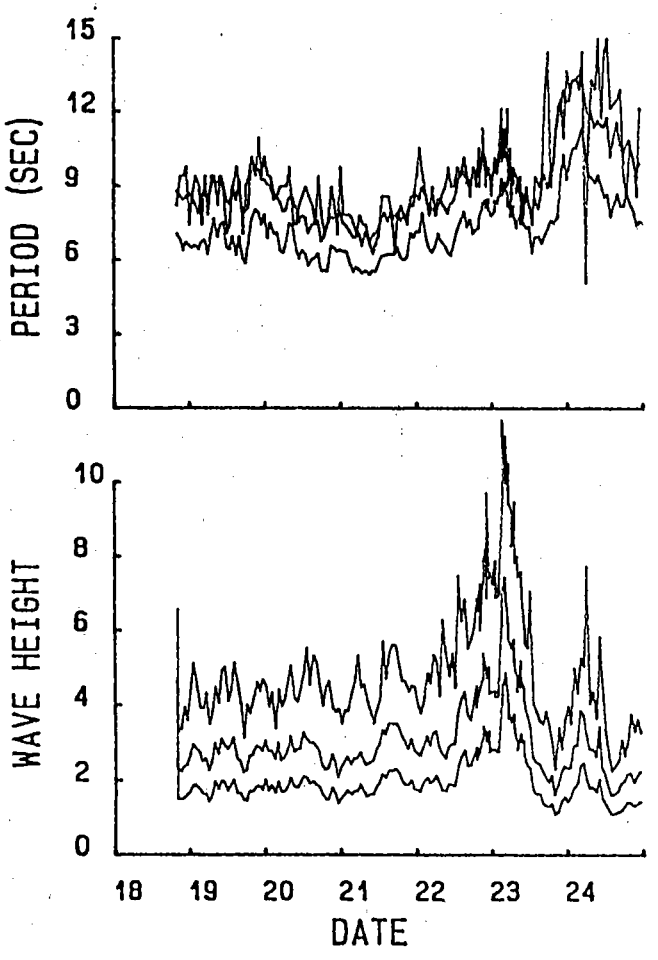
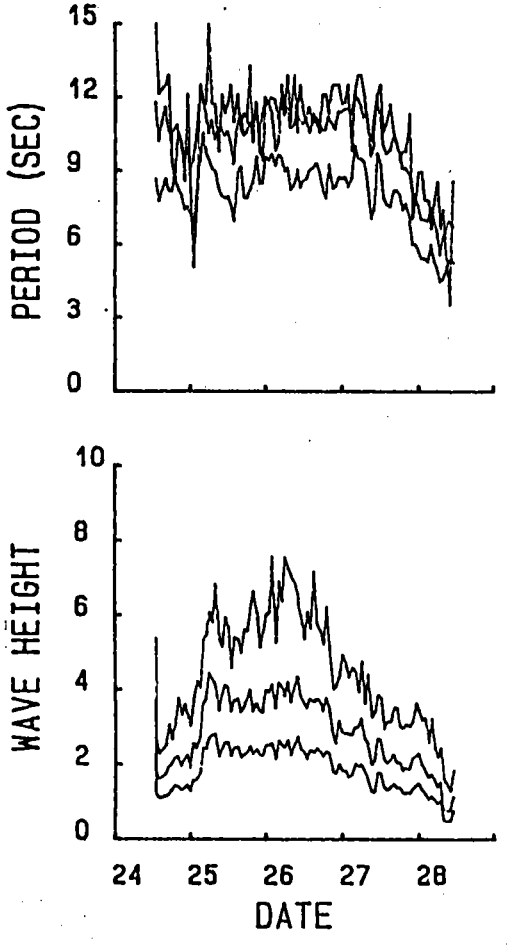


圖 B-10 1991 年 9 月 18 日～24 日耐特颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1991.09.17.16:00	3.83	7.81	2.75	8.41	1.81	6.65
1991.09.17.18:00	4.28	8.20	2.55	8.33	1.60	6.41
1991.09.17.20:00	3.82	8.20	2.56	8.48	1.62	6.58
1991.09.17.22:00	4.60	8.59	2.86	8.55	1.79	6.88
1991.09.17.23:00	3.81	12.50	2.77	9.20	1.78	7.17
1991.09.18.00:00	4.18	9.77	2.77	8.60	1.86	7.27
1991.09.18.02:00	6.11	10.94	3.41	10.35	2.22	8.36
1991.09.18.04:00	5.09	9.38	3.41	9.97	2.13	8.55
1991.09.18.06:00	5.57	10.16	3.01	9.77	1.91	7.72
1991.09.18.08:00	4.07	8.98	2.64	10.03	1.70	8.16
1991.09.18.10:00	3.19	9.38	2.38	9.47	1.55	7.58
1991.09.18.12:00	8.68	8.98	2.44	8.73	1.53	6.76
1991.09.18.14:00	3.77	8.59	2.47	8.80	1.63	6.89
1991.09.18.16:00	4.19	10.94	2.58	8.48	1.63	6.60
1991.09.18.18:00	3.76	8.98	2.28	8.53	1.48	6.80
1991.09.18.20:00	3.28	8.20	2.32	8.79	1.50	7.05
1991.09.18.21:00	3.36	9.38	2.23	8.61	1.51	6.84
1991.09.18.22:00	3.93	9.38	2.38	8.43	1.53	6.36
1991.09.18.23:00	3.59	9.77	2.42	8.53	1.61	6.71
1991.09.19.00:00	4.42	7.42	2.65	8.74	1.70	6.58
1991.09.19.02:00	4.59	9.38	2.87	8.30	1.88	6.61
1991.09.19.04:00	3.89	7.42	2.53	8.54	1.64	6.75
1991.09.19.06:00	3.47	7.81	2.28	8.48	1.42	6.20
1991.09.19.08:00	4.48	9.38	3.01	9.34	1.97	7.67
1991.09.19.10:00	4.94	9.38	3.11	9.38	2.00	7.45
1991.09.19.12:00	4.10	7.03	2.85	8.47	1.72	6.50
1991.09.19.14:00	5.14	8.98	3.14	9.01	2.03	6.95
1991.09.19.16:00	3.99	8.98	2.52	9.20	1.66	6.97
1991.09.19.18:00	4.00	8.98	2.29	7.94	1.44	5.84
1991.09.19.20:00	4.07	10.16	2.67	9.60	1.70	7.61
1991.09.19.21:00	4.61	9.38	2.91	9.65	1.83	8.03
1991.09.19.22:00	4.37	10.94	2.88	9.70	1.87	7.93
1991.09.19.23:00	4.67	9.38	2.78	9.23	1.73	7.40
1991.09.20.00:00	4.51	10.16	3.07	9.27	2.04	7.84
1991.09.20.02:00	4.35	9.38	2.80	8.98	1.87	7.49
1991.09.20.04:00	4.43	8.59	3.00	8.54	1.97	7.12
1991.09.20.06:00	4.13	8.98	2.62	7.95	1.69	6.27
1991.09.20.08:00	5.05	9.77	3.18	8.51	2.08	7.49
1991.09.20.10:00	4.08	7.42	2.84	8.10	1.80	6.41
1991.09.20.12:00	4.87	8.59	3.29	7.81	2.12	6.38
1991.09.20.14:00	4.54	8.59	3.02	7.09	1.93	5.76
1991.09.20.16:00	5.14	7.42	2.91	7.55	1.89	6.13
1991.09.20.18:00	3.98	7.81	2.39	6.75	1.64	5.55
1991.09.20.20:00	4.63	7.42	2.35	7.37	1.48	5.56
1991.09.20.21:00	3.91	8.98	2.70	7.75	1.82	6.57
1991.09.20.22:00	3.81	8.20	2.49	7.68	1.66	6.48
1991.09.20.23:00	3.89	7.03	2.11	7.75	1.37	6.32
1991.09.21.00:00	3.51	9.77	2.37	7.94	1.53	6.42
1991.09.21.02:00	3.82	7.81	2.64	7.37	1.74	6.35
1991.09.21.04:00	4.63	7.42	2.61	6.93	1.72	5.53
1991.09.21.06:00	4.46	7.81	2.77	7.09	1.90	5.61
1991.09.21.08:00	4.14	7.42	2.41	7.14	1.56	5.57
1991.09.21.10:00	3.49	6.25	2.54	6.94	1.63	5.57
1991.09.21.12:00	4.13	7.03	2.96	7.24	1.96	5.84
1991.09.21.14:00	4.70	8.59	3.21	7.91	2.09	6.17
1991.09.21.16:00	5.61	7.81	3.51	8.00	2.27	6.24

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1991.09.21.18:00	5.09	7.81	3.43	7.91	2.24	6.55
1991.09.21.20:00	4.64	7.81	3.06	7.73	1.91	6.00
1991.09.21.21:00	4.37	7.42	2.85	7.87	1.89	6.11
1991.09.21.22:00	4.52	8.59	3.10	8.25	2.02	7.12
1991.09.21.23:00	4.48	8.59	2.82	8.19	1.78	6.90
1991.09.22.00:00	4.02	9.38	2.73	8.66	1.77	7.18
1991.09.22.02:00	4.06	9.38	2.88	8.98	1.96	7.93
1991.09.22.04:00	4.57	7.81	2.93	7.90	1.94	6.45
1991.09.22.06:00	5.15	7.81	3.33	7.94	2.13	6.55
1991.09.22.08:00	6.31	8.59	2.71	8.42	1.74	6.76
1991.09.22.10:00	4.78	9.77	2.90	7.89	1.92	6.29
1991.09.22.12:00	4.46	8.98	2.95	8.41	1.86	6.69
1991.09.22.14:00	6.24	9.38	4.12	9.43	2.62	7.54
1991.09.22.16:00	5.54	9.38	3.74	9.09	2.40	7.31
1991.09.22.18:00	6.08	9.77	4.03	9.43	2.63	7.05
1991.09.22.20:00	7.29	10.55	4.37	10.04	2.74	7.31
1991.09.22.21:00	7.41	10.16	4.75	10.03	3.19	8.17
1991.09.22.22:05	8.37	8.98	4.92	9.87	3.22	8.39
1991.09.22.23:11	7.39	9.77	5.03	9.62	3.32	8.50
1991.09.23.00:00	7.23	8.59	4.38	9.43	2.84	7.78
1991.09.23.02:00	6.96	9.77	4.21	9.50	2.77	8.27
1991.09.23.04:05	10.47	11.33	7.31	10.14	4.75	8.81
1991.09.23.06:18	9.19	10.55	5.57	9.65	3.54	7.98
1991.09.23.08:10	8.02	9.38	4.69	8.98	3.02	7.29
1991.09.23.10:06	6.02	8.59	4.51	8.58	3.08	7.96
1991.09.23.12:00	7.08	8.20	3.45	8.25	2.35	7.36
1991.09.23.14:00	3.84	9.38	2.50	8.51	1.64	6.93
1991.09.23.16:00	3.49	9.38	2.26	8.82	1.41	6.66
1991.09.23.18:00	3.45	14.45	1.96	8.95	1.31	7.25
1991.09.23.20:00	2.31	10.16	1.62	9.83	1.08	7.51
1991.09.23.21:00	3.39	12.11	1.91	11.59	1.16	7.75
1991.09.23.22:00	2.84	12.50	2.23	11.94	1.43	9.37
1991.09.23.23:00	3.60	10.94	2.39	12.89	1.57	10.32
1991.09.24.00:00	3.97	13.67	2.34	12.39	1.42	9.28
1991.09.24.02:00	5.00	13.28	2.91	13.18	1.80	10.57
1991.09.24.04:00	5.28	12.89	3.87	13.50	2.42	10.97
1991.09.24.06:00	7.77	5.08	3.24	12.41	2.04	10.28
1991.09.24.08:00	4.37	13.28	2.86	11.95	1.83	9.36
1991.09.24.09:00	3.64	12.89	2.64	11.38	1.70	9.12
1991.09.24.10:00	5.87	16.80	3.43	11.66	2.07	9.48
1991.09.24.11:00	4.44	11.72	2.34	11.46	1.52	8.98
1991.09.24.12:00	3.31	14.45	2.15	11.39	1.39	8.55
1991.09.24.13:00	2.69	15.63	1.84	11.80	1.21	8.68
1991.09.24.14:00	2.27	12.11	1.60	10.20	1.07	7.73



DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1991.09.23.19:00	2.97	8.98	2.16	9.53	1.38	7.63
1991.09.23.20:00	2.31	10.16	1.62	9.83	1.08	7.51
1991.09.23.21:00	3.39	12.11	1.91	11.59	1.16	7.75
1991.09.23.22:00	2.84	12.50	2.23	11.94	1.43	9.37
1991.09.23.23:00	3.60	10.94	2.39	12.89	1.57	10.32
1991.09.24.00:00	3.97	13.67	2.34	12.39	1.42	9.28
1991.09.24.01:00	3.49	12.89	2.37	12.45	1.55	9.92
1991.09.24.02:00	5.00	13.28	2.91	13.18	1.80	10.57
1991.09.24.03:00	4.33	13.28	2.95	13.36	1.92	10.57
1991.09.24.04:00	5.28	12.89	3.87	13.50	2.42	10.97
1991.09.24.05:00	5.04	14.45	3.73	13.62	2.47	11.36
1991.09.24.06:00	7.77	5.08	3.24	12.41	2.04	10.28
1991.09.24.07:00	4.03	10.94	2.84	11.91	1.81	9.45
1991.09.24.08:00	4.37	13.28	2.88	11.95	1.83	9.36
1991.09.24.09:00	3.64	12.89	2.64	11.38	1.70	9.12
1991.09.24.10:00	5.87	16.80	3.43	11.66	2.07	9.48
1991.09.24.11:00	4.44	11.72	2.34	11.46	1.52	8.98
1991.09.24.12:00	3.31	14.45	2.15	11.39	1.39	8.55
1991.09.24.13:00	2.69	15.63	1.84	11.80	1.21	8.68
1991.09.24.14:00	2.27	12.11	1.60	10.20	1.07	7.73
1991.09.24.16:00	2.52	12.50	1.72	11.62	1.14	8.69
1991.09.24.17:00	3.08	12.89	1.94	10.63	1.18	8.20
1991.09.24.18:00	2.65	9.38	1.99	10.30	1.30	8.15
1991.09.24.19:00	3.05	8.59	2.18	10.64	1.42	8.76
1991.09.24.20:00	3.76	10.55	2.21	10.90	1.40	8.33
1991.09.24.21:00	3.30	10.16	1.96	10.00	1.31	7.98
1991.09.24.22:00	3.62	8.59	2.12	9.59	1.35	7.40
1991.09.24.23:00	3.28	12.11	2.27	8.93	1.44	7.56
1991.09.25.00:00	3.05	8.20	1.92	9.10	1.27	7.16
1991.09.25.01:00	3.73	5.08	2.58	9.34	1.57	6.70
1991.09.25.02:00	4.21	7.03	2.42	10.29	1.57	8.00
1991.09.25.03:00	4.04	12.50	2.69	12.20	1.76	9.36
1991.09.25.04:00	5.36	11.72	3.62	12.15	2.45	10.55
1991.09.25.05:00	5.48	11.72	3.74	11.35	2.42	9.72
1991.09.25.06:00	6.07	17.19	4.45	10.50	2.72	9.41
1991.09.25.07:00	5.81	11.72	4.29	11.06	2.80	9.07
1991.09.25.08:00	6.84	11.72	4.14	10.25	2.84	9.00
1991.09.25.09:00	5.35	9.77	3.43	10.74	2.20	8.26
1991.09.25.10:00	5.14	12.11	3.82	10.77	2.42	7.97
1991.09.25.11:00	5.94	11.33	4.12	10.41	2.60	7.89
1991.09.25.12:00	5.67	11.72	4.05	10.63	2.60	7.99
1991.09.25.13:00	4.55	12.50	3.42	10.08	2.22	7.56
1991.09.25.14:00	5.41	10.94	3.70	9.28	2.46	6.92
1991.09.25.15:00	5.34	12.11	3.75	10.92	2.47	8.96
1991.09.25.16:00	4.99	10.55	3.39	11.29	2.17	9.19
1991.09.25.17:00	5.61	11.33	3.55	10.44	2.29	7.92
1991.09.25.18:00	5.56	10.94	3.73	10.57	2.32	7.89
1991.09.25.19:00	6.20	13.28	3.99	10.98	2.51	8.21
1991.09.25.20:00	6.63	10.16	3.41	10.48	2.28	8.49
1991.09.25.21:00	6.01	11.72	3.63	11.82	2.42	9.57
1991.09.25.22:00	5.12	9.77	3.42	10.27	2.26	8.49
1991.09.25.23:00	5.51	9.38	3.39	11.25	2.24	8.49
1991.09.26.00:00	6.02	11.72	4.00	12.02	2.52	9.58
1991.09.26.01:00	6.05	11.72	3.90	11.75	2.53	9.43
1991.09.26.02:00	7.57	11.33	4.14	12.01	2.58	9.69

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1991.09.26.04:00	6.93	10.16	4.18	11.09	2.66	9.66
1991.09.26.05:00	6.37	12.50	4.07	11.73	2.52	9.55
1991.09.26.06:00	7.56	11.33	3.82	11.24	2.46	8.97
1991.09.26.07:00	7.27	12.89	4.20	11.61	2.65	9.15
1991.09.26.08:00	7.06	10.94	3.65	10.75	2.26	8.24
1991.09.26.09:00	6.87	12.89	4.05	10.83	2.55	8.46
1991.09.26.10:00	6.54	10.55	4.36	11.69	2.74	8.94
1991.09.26.10:22	6.31	11.33	4.35	11.37	2.76	9.06
1991.09.26.11:00	5.92	12.50	3.82	11.06	2.41	8.30
1991.09.26.12:00	5.37	11.33	3.63	10.91	2.34	8.61
1991.09.26.13:00	6.10	10.94	3.52	11.08	2.14	8.70
1991.09.26.14:00	5.64	10.55	3.77	11.62	2.39	9.07
1991.09.26.15:00	7.18	11.33	3.66	10.88	2.33	9.16
1991.09.26.16:00	5.73	10.94	3.75	11.20	2.44	9.34
1991.09.26.17:00	5.56	10.55	3.70	11.05	2.36	8.92
1991.09.26.18:00	5.22	12.11	3.43	10.64	2.22	8.26
1991.09.26.19:00	6.21	12.11	3.78	10.68	2.36	7.88
1991.09.26.20:00	5.08	11.33	3.53	11.21	2.31	9.28
1991.09.26.21:00	3.99	12.50	2.81	10.89	1.81	8.27
1991.09.26.22:00	4.10	12.50	2.59	10.68	1.76	8.38
1991.09.26.23:00	4.36	12.50	3.18	11.44	2.03	8.76
1991.09.27.00:00	4.95	11.72	2.88	11.40	1.82	8.67
1991.09.27.01:00	4.69	11.72	2.84	11.53	1.84	8.77
1991.09.27.02:00	4.33	12.50	2.84	11.54	1.66	8.36
1991.09.27.03:00	4.58	9.77	2.80	11.32	1.72	8.66
1991.09.27.04:00	4.46	12.11	3.03	11.81	2.03	10.04
1991.09.27.05:00	3.92	12.89	2.99	12.01	1.94	9.52
1991.09.27.06:00	4.75	12.89	3.23	11.68	1.99	9.47
1991.09.27.07:00	3.62	12.11	2.72	11.15	1.82	9.35
1991.09.27.08:00	4.40	10.94	2.61	11.33	1.60	8.58
1991.09.27.09:00	3.26	10.16	2.00	9.61	1.26	7.05
1991.09.27.10:00	3.39	11.33	2.08	9.99	1.23	7.43
1991.09.27.11:00	3.86	12.11	2.70	12.16	1.78	9.71
1991.09.27.12:00	3.78	12.50	2.67	11.16	1.75	9.30
1991.09.27.13:00	2.95	10.55	2.16	10.06	1.40	7.91
1991.09.27.14:00	3.13	10.94	2.04	9.70	1.30	7.63
1991.09.27.15:00	3.16	11.72	2.12	9.84	1.39	7.52
1991.09.27.16:00	3.52	10.55	2.28	10.35	1.47	8.18
1991.09.27.17:00	3.51	10.16	2.05	10.16	1.38	8.23
1991.09.27.18:00	2.99	9.38	2.08	9.79	1.37	8.05
1991.09.27.19:00	2.97	9.77	1.83	9.10	1.21	7.40
1991.09.27.20:00	3.08	9.77	1.91	9.13	1.24	7.67
1991.09.27.21:00	3.02	11.33	1.89	8.89	1.22	7.13
1991.09.27.22:00	3.16	7.03	2.17	8.27	1.34	6.00
1991.09.27.23:00	3.64	7.81	2.22	7.87	1.43	6.02
1991.09.28.00:00	3.44	8.98	2.30	7.60	1.50	5.80
1991.09.28.01:00	3.18	8.98	2.05	7.02	1.32	5.42
1991.09.28.02:00	3.26	7.81	1.86	7.02	1.21	5.47
1991.09.28.03:00	2.61	7.81	1.65	6.94	1.06	5.32
1991.09.28.04:00	3.23	6.64	1.73	7.52	1.15	6.00
1991.09.28.05:00	2.41	7.81	1.60	7.02	1.04	5.36
1991.09.28.06:00	2.18	8.59	1.39	8.54	.92	5.00
1991.09.28.07:00	2.46	6.64	1.52	5.58	1.02	4.51
1991.09.28.08:00	1.82	7.42	.79	6.23	.48	4.58
1991.09.28.10:00	1.26	3.52	.72	6.95	.48	5.37

圖 B-11 1991 年 9 月 24 日～28 日密瑞兒颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

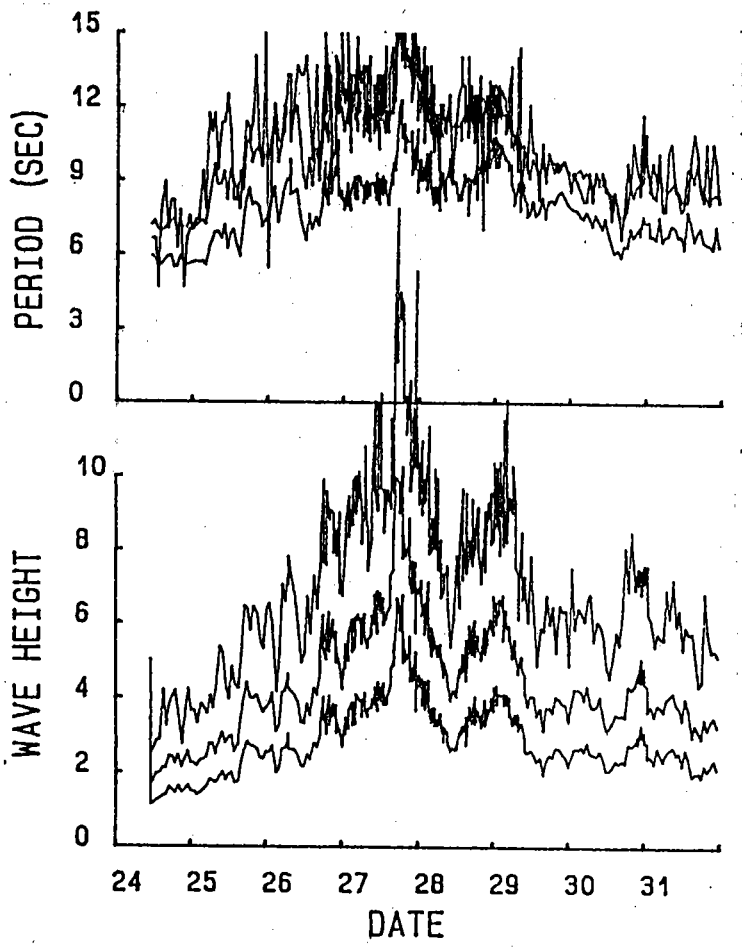


圖 B-12 1991 年 10 月 24 日～31 日露絲颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1991.10.24.00:00	3.44	7.03	1.99	6.57	1.30	5.36
1991.10.24.02:00	2.82	7.42	1.89	7.31	1.23	5.84
1991.10.24.04:00	2.78	7.42	1.74	6.84	1.15	5.99
1991.10.24.06:00	2.71	7.03	1.81	7.42	1.09	5.99
1991.10.24.08:00	2.83	6.64	1.67	7.51	1.13	6.31
1991.10.24.10:00	2.81	8.59	1.80	7.76	1.18	6.20
1991.10.24.12:00	2.65	6.64	1.77	7.35	1.17	5.78
1991.10.24.14:00	2.88	7.81	1.97	6.92	1.30	5.54
1991.10.24.16:00	3.23	7.03	2.12	7.17	1.41	5.92
1991.10.24.18:00	4.04	8.20	2.44	7.43	1.53	5.49
1991.10.24.20:00	3.50	7.81	2.47	7.19	1.64	5.93
1991.10.24.21:00	2.76	4.69	2.14	7.08	1.46	5.73
1991.10.24.22:00	3.60	6.64	2.36	7.01	1.55	5.55
1991.10.24.23:00	4.24	7.03	2.59	7.55	1.67	5.65
1991.10.25.00:00	3.64	7.03	2.26	7.00	1.47	5.66
1991.10.25.02:00	3.30	7.42	2.17	7.25	1.40	5.70
1991.10.25.04:00	3.72	7.81	2.37	7.19	1.55	5.54
1991.10.25.06:00	4.08	10.94	2.78	8.79	1.82	6.54
1991.10.25.08:00	4.30	9.38	2.51	8.81	1.71	6.94
1991.10.25.10:00	5.20	11.33	3.09	9.40	2.03	7.21
1991.10.25.12:00	3.95	10.94	2.92	9.44	1.94	6.83
1991.10.25.14:00	4.35	8.20	2.56	8.73	1.71	6.41
1991.10.25.16:00	5.17	8.59	3.47	9.42	2.28	7.26
1991.10.25.18:00	6.39	10.55	4.42	11.18	2.83	8.69
1991.10.25.20:00	6.46	14.06	3.97	10.16	2.70	8.10
1991.10.25.21:00	6.23	10.16	4.07	10.39	2.63	7.96
1991.10.25.22:00	5.50	9.77	3.82	9.56	2.39	7.11
1991.10.25.23:00	5.33	15.23	3.61	10.06	2.36	7.37
1991.10.26.00:00	6.36	5.47	3.73	9.85	2.56	7.54
1991.10.26.02:00	5.90	12.11	4.14	11.50	2.72	8.76
1991.10.26.04:00	5.05	10.55	3.24	10.34	2.12	7.94
1991.10.26.06:00	6.56	13.28	4.19	11.65	2.65	9.08
1991.10.26.10:00	5.88	13.28	3.89	10.78	2.43	7.55
1991.10.26.12:00	5.16	14.06	3.33	8.68	2.15	6.58
1991.10.26.14:00	5.71	9.77	3.52	8.79	2.34	7.01
1991.10.26.16:00	6.38	8.98	4.07	9.18	2.67	7.18
1991.10.26.18:04	9.92	15.23	6.21	13.09	4.04	9.78
1991.10.26.20:16	8.75	10.94	6.30	13.33	4.06	10.15
1991.10.26.21:01	8.98	10.16	6.10	12.21	3.84	9.58
1991.10.26.22:07	8.46	13.67	5.79	13.37	3.83	10.66
1991.10.26.23:12	9.00	12.50	4.95	12.01	3.10	8.25
1991.10.27.00:17	6.74	12.11	4.24	11.01	2.70	7.81
1991.10.27.02:04	9.46	10.16	4.99	11.21	3.16	7.77
1991.10.27.04:13	10.02	14.84	5.37	11.33	3.32	8.26
1991.10.27.06:02	9.00	13.67	5.91	11.43	3.80	8.70
1991.10.27.08:11	8.34	12.89	5.36	10.76	3.50	8.72
1991.10.27.10:00	12.04	11.72	5.96	11.08	3.83	8.18
1991.10.27.12:09	12.24	13.28	6.59	12.21	4.10	8.76
1991.10.27.14:17	9.50	11.33	6.13	10.99	3.84	8.01
1991.10.27.16:03	9.52	12.89	7.44	12.25	4.94	9.41
1991.10.27.18:12	14.25	15.63	9.84	15.64	6.45	12.29
1991.10.27.20:20	12.19	14.06	7.87	14.40	5.13	10.55
1991.10.27.22:07	10.28	14.06	6.82	13.22	4.52	10.32
1991.10.27.23:11	15.58	13.28	7.68	13.78	5.28	11.14
1991.10.28.00:16	9.80	12.89	6.90	12.31	4.62	9.58
1991.10.28.02:03	9.93	13.67	6.54	12.22	4.47	10.14
1991.10.28.04:14	7.99	12.89	5.27	10.67	3.36	8.03
1991.10.28.06:05	7.45	7.81	5.21	10.71	3.27	8.08
1991.10.28.08:17	6.88	11.33	4.55	11.07	2.85	8.21
1991.10.28.10:07	5.38	8.98	3.94	11.14	2.61	8.89
1991.10.28.12:00	7.88	12.50	4.04	11.21	2.62	8.22
1991.10.28.14:06	9.69	12.89	4.86	11.68	3.28	9.30
1991.10.28.16:17	7.85	12.89	5.36	11.96	3.51	9.10
1991.10.28.18:07	8.06	12.50	6.09	12.49	4.06	9.68
1991.10.28.20:20	7.28	7.03	5.19	12.38	3.54	10.18
1991.10.28.22:11	9.30	12.89	5.48	12.55	3.50	10.33
1991.10.29.00:02	8.30	10.94	5.72	12.02	3.63	9.57
1991.10.29.02:18	7.86	11.72	6.18	11.56	4.11	10.27
1991.10.29.04:07	8.70	11.33	6.39	11.88	4.10	9.84
1991.10.29.06:20	8.98	10.94	5.07	10.56	3.29	8.50
1991.10.29.08:11	7.30	11.72	4.65	10.64	3.32	8.99
1991.10.29.10:00	7.30	10.16	4.59	9.73	2.96	8.13
1991.10.29.12:00	7.87	10.16	4.08	9.93	2.62	8.22
1991.10.29.14:00	4.88	8.20	3.53	9.16	2.31	7.73
1991.10.29.16:00	5.81	8.98	3.13	9.24	1.96	7.49
1991.10.29.18:00	5.99	9.77	3.76	9.76	2.51	8.25
1991.10.29.20:00	5.24	9.38	4.05	9.82	2.68	8.50
1991.10.29.21:00	6.50	9.77	3.97	9.49	2.66	8.62
1991.10.29.22:00	6.32	9.77	3.87	9.88	2.52	8.38
1991.10.29.23:00	6.38	9.38	3.85	9.41	2.44	8.10
1991.10.30.00:00	4.89	8.59	3.38	9.40	2.17	7.94
1991.10.30.02:00	5.87	8.98	4.25	9.38	2.65	7.84
1991.10.30.03:00	6.43	8.59	4.23	9.50	2.63	7.60
1991.10.30.04:00	6.29	8.20	4.20	9.17	2.69	7.48
1991.10.30.06:00	6.63	9.38	4.35	9.16	2.83	7.52
1991.10.30.08:00	5.54	9.38	3.73	9.04	2.49	7.65
1991.10.30.10:00	5.96	9.38	4.05	8.84	2.61	7.07
1991.10.30.12:00	4.82	8.59	3.18	8.56	2.08	6.93
1991.10.30.14:00	5.04	8.59	3.34	7.90	2.15	6.09
1991.10.30.16:00	5.45	6.64	3.52	7.58	2.26	5.95
1991.10.30.18:00	8.08	9.77	3.50	7.84	2.28	6.34
1991.10.30.20:00	8.50	10.55	4.23	8.38	2.72	6.72
1991.10.30.22:00	7.52	8.98	4.67	8.93	2.98	7.16
1991.10.31.00:05	7.60	10.94	4.83	9.28	3.10	7.36
1991.10.31.02:00	6.10	9.77	3.80	8.47	2.46	6.80
1991.10.31.04:00	5.73	10.16	3.83	9.42	2.68	7.59
1991.10.31.06:00	5.57	7.81	3.64	8.77	2.33	6.77
1991.10.31.08:00	6.16	10.55	4.06	8.78	2.64	7.24
1991.10.31.10:00	5.94	8.59	3.84	8.41	2.50	6.76
1991.10.31.12:00	5.33	8.20	3.42	7.94	2.19	6.26
1991.10.31.14:00	5.72	9.77	3.69	9.53	2.39	7.34
1991.10.31.16:00	5.02	10.16	3.30	9.72	2.01	6.92
1991.10.31.18:00	4.44	8.20	2.94	8.81	1.90	6.56
1991.10.31.19:00	6.84	10.55	3.46	8.41	2.22	6.48
1991.10.31.20:00	5.75	8.20	3.15	8.11	2.06	6.45
1991.10.31.21:00	5.27	10.55	3.40	8.43	2.20	6.28
1991.10.31.22:00	5.31	9.77	3.51	8.52	2.36	7.24
1991.10.31.23:00	5.13	8.20	3.26	8.33	2.12	6.39

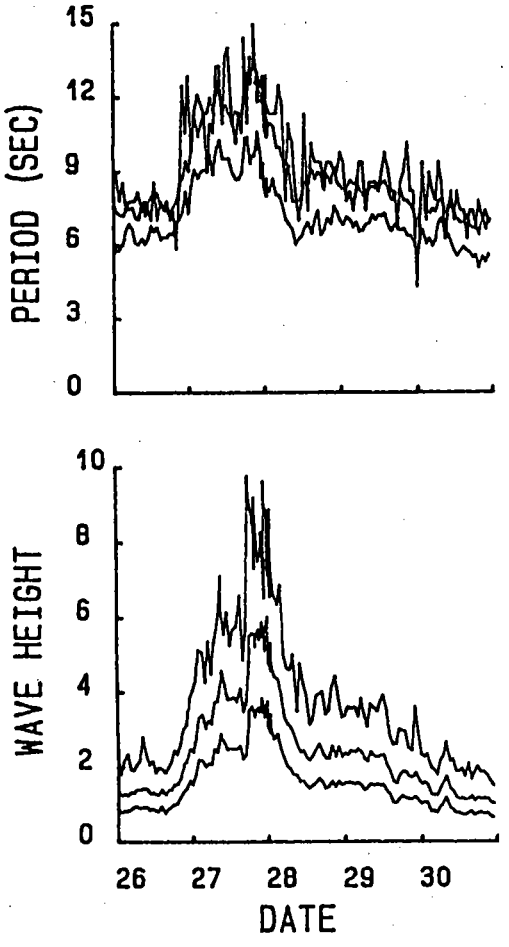


圖 B-13 1992 年 6 月 26 日～30 日芭比颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.06.25.12:00	1.50	7.42	.99	7.59	.63	5.49
1992.06.25.14:00	1.59	7.03	.95	7.69	.61	5.78
1992.06.25.16:00	1.71	8.59	1.09	7.42	.71	6.42
1992.06.25.18:00	1.73	7.42	1.20	8.05	.79	6.37
1992.06.25.20:00	1.80	6.64	1.25	7.20	.86	6.80
1992.06.25.22:00	1.80	8.59	1.18	7.34	.82	6.29
1992.06.26.00:00	2.26	8.59	1.36	7.59	.88	6.24
1992.06.26.02:00	2.18	7.81	1.29	7.23	.83	5.79
1992.06.26.04:00	1.94	7.42	1.32	7.52	.85	6.64
1992.06.26.06:00	2.08	7.81	1.40	7.52	.94	6.85
1992.06.26.08:00	2.83	8.20	1.43	7.03	.92	6.02
1992.06.26.10:00	2.07	7.81	1.28	7.18	.84	6.03
1992.06.26.12:00	1.84	7.03	1.26	7.96	.84	6.77
1992.06.26.14:00	1.95	7.03	1.41	8.14	.93	6.76
1992.06.26.16:00	2.01	7.42	1.38	7.60	.87	6.32
1992.06.26.18:00	2.46	7.03	1.54	7.32	1.01	6.50
1992.06.26.20:00	2.61	5.86	1.70	7.70	1.18	6.94
1992.06.26.22:00	3.13	12.50	2.18	8.71	1.42	7.36
1992.06.27.00:00	4.03	12.89	2.38	8.98	1.53	7.30
1992.06.27.02:00	5.13	11.33	3.34	11.17	2.20	9.10
1992.06.27.04:00	4.25	11.72	3.04	10.93	2.00	9.00
1992.06.27.06:00	4.49	8.98	3.15	11.31	2.06	9.02
1992.06.27.08:22	5.84	10.55	3.74	11.41	2.38	8.89
1992.06.27.10:00	5.55	13.28	4.20	11.85	2.69	10.30
1992.06.27.12:00	5.26	13.67	3.82	11.67	2.50	9.51
1992.06.27.14:00	5.76	11.33	3.73	10.87	2.47	8.99
1992.06.27.16:00	4.87	11.33	3.47	11.37	2.22	8.71
1992.06.27.18:00	9.77	12.11	4.84	12.29	3.14	9.97
1992.06.27.20:13	8.20	13.67	5.54	12.75	3.34	9.34
1992.06.27.22:05	7.82	12.50	5.46	12.85	3.57	10.51
1992.06.28.00:19	8.84	12.89	6.01	12.12	3.76	9.37
1992.06.28.02:10	6.61	11.33	4.41	10.95	2.73	8.15
1992.06.28.04:00	6.91	11.33	3.89	9.97	2.47	8.04
1992.06.28.06:00	4.61	11.72	3.15	9.38	2.03	7.83
1992.06.28.08:00	5.01	10.94	2.90	9.27	1.81	6.87
1992.06.28.10:00	4.75	8.20	2.38	7.79	1.59	6.00
1992.06.28.12:00	3.92	7.81	2.24	7.97	1.50	6.37
1992.06.28.14:00	3.28	7.42	2.29	8.54	1.50	6.93
1992.06.28.16:00	3.96	9.38	2.82	8.69	1.69	7.03
1992.06.28.17:00	4.02	9.38	2.37	8.96	1.60	7.40
1992.06.28.18:00	3.42	9.38	2.22	8.79	1.43	6.39
1992.06.28.19:00	3.52	8.59	2.21	8.24	1.45	6.60
1992.06.28.20:00	4.14	9.38	2.57	8.86	1.61	7.09
1992.06.28.22:00	3.80	8.98	2.54	9.18	1.62	7.59
1992.06.29.00:00	3.40	9.77	2.37	8.41	1.56	6.95
1992.06.29.02:00	3.56	7.81	2.43	8.22	1.58	7.13
1992.06.29.04:00	3.36	7.42	2.48	8.47	1.58	6.72
1992.06.29.06:00	3.36	9.38	2.21	8.27	1.38	6.54
1992.06.29.08:00	3.67	7.42	2.40	8.22	1.55	6.83
1992.06.29.10:00	3.48	8.59	2.26	8.41	1.54	7.22
1992.06.29.12:00	3.92	8.20	2.32	8.31	1.53	7.24
1992.06.29.14:00	2.87	9.77	1.90	8.62	1.28	7.30
1992.06.29.16:00	2.62	8.20	1.54	7.79	1.02	6.55
1992.06.29.18:00	2.98	6.64	1.88	8.06	1.22	6.65
1992.06.29.20:00	2.53	8.98	1.73	7.81	1.15	6.66
1992.06.29.22:00	3.82	8.20	1.84	7.60	1.20	6.37

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.06.30.00:00	2.35	4.30	1.53	6.70	1.01	5.88
1992.06.30.02:00	2.36	9.38	1.53	7.42	1.04	6.63
1992.06.30.04:00	1.93	8.98	1.23	7.22	.83	6.26
1992.06.30.06:00	2.17	7.81	1.42	7.33	.91	6.19
1992.06.30.08:00	2.67	8.59	1.73	7.87	1.18	7.08
1992.06.30.10:00	2.21	7.42	1.34	7.58	.86	6.44
1992.06.30.12:00	1.87	7.03	1.12	7.20	.75	5.75
1992.06.30.14:00	1.74	7.42	1.12	6.86	.71	5.73
1992.06.30.16:00	1.86	6.25	1.20	7.19	.80	5.77
1992.06.30.18:00	2.02	7.42	1.18	6.66	.74	5.45
1992.06.30.20:00	1.88	7.81	1.15	6.39	.74	5.04
1992.06.30.22:00	1.63	7.42	1.05	6.59	.68	5.27

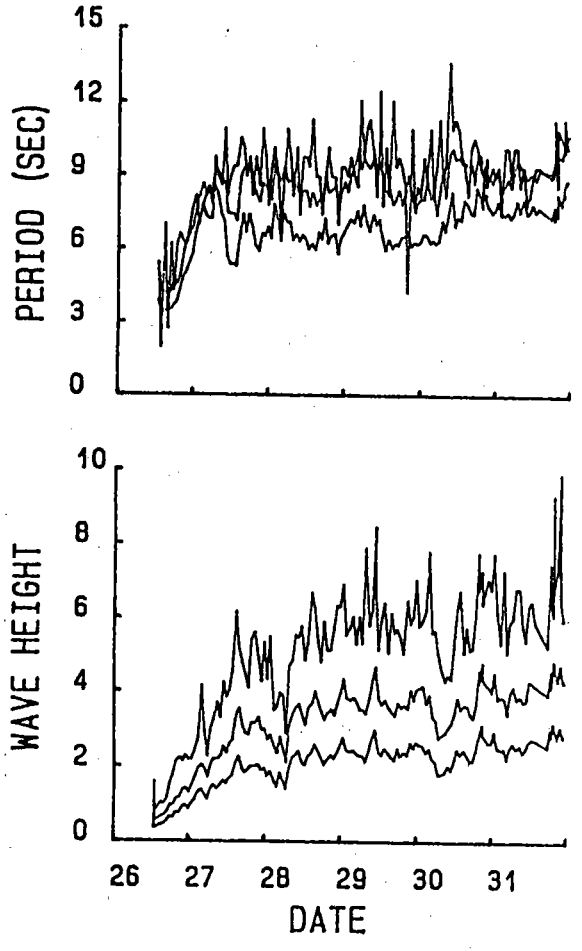


圖 B-14 1992 年 8 月 26 日～31 日賀莉颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.08.26.14:00	.89	1.95	.59	4.24	.39	3.35
1992.08.26.16:00	1.00	2.73	.67	4.08	.47	3.47
1992.08.26.17:00	1.17	6.25	.77	4.22	.52	3.47
1992.08.26.18:00	1.56	4.30	.96	4.82	.64	3.70
1992.08.26.19:00	1.81	6.25	.93	4.47	.62	3.84
1992.08.26.20:00	2.13	6.64	1.15	4.94	.76	4.30
1992.08.26.21:00	2.23	6.25	1.17	5.91	.77	4.88
1992.08.26.22:00	2.14	6.25	1.38	6.35	.92	5.10
1992.08.26.23:00	2.30	7.03	1.42	6.61	.96	5.46
1992.08.27.00:00	2.18	7.81	1.29	6.87	.86	5.78
1992.08.27.02:00	2.42	7.03	1.69	8.09	1.09	7.08
1992.08.27.04:00	4.16	8.20	2.04	8.10	1.37	7.35
1992.08.27.06:00	2.28	7.81	1.70	8.20	1.11	7.21
1992.08.27.07:00	2.96	9.77	2.04	9.20	1.39	8.59
1992.08.27.08:00	3.23	8.98	2.19	9.10	1.51	8.26
1992.08.27.09:00	3.72	8.59	2.17	8.75	1.40	7.42
1992.08.27.10:00	3.31	10.94	2.26	8.66	1.50	7.08
1992.08.27.11:00	4.25	8.20	2.52	7.41	1.63	5.70
1992.08.27.12:00	3.85	8.98	2.35	7.41	1.55	5.38
1992.08.27.13:00	4.01	9.38	2.60	7.38	1.70	5.41
1992.08.27.14:00	4.53	9.38	2.68	7.12	1.74	5.30
1992.08.27.15:00	6.18	10.55	3.40	8.92	2.12	6.60
1992.08.27.16:00	5.18	10.16	3.54	9.30	2.28	7.40
1992.08.27.17:00	4.79	8.98	3.06	9.30	1.94	6.65
1992.08.27.18:00	4.45	9.77	2.87	9.48	1.84	7.41
1992.08.27.19:00	4.09	8.20	2.85	8.77	1.92	6.90
1992.08.27.20:00	5.44	9.77	3.16	8.22	2.03	6.15
1992.08.27.21:00	5.63	8.59	3.13	7.88	2.00	5.92
1992.08.27.22:00	4.94	10.94	3.31	8.68	2.07	6.62
1992.08.27.23:00	4.28	9.77	2.96	8.41	1.91	6.51
1992.08.28.00:00	5.36	7.81	3.00	8.82	1.95	6.89
1992.08.28.02:00	5.51	10.16	2.84	9.47	1.88	7.84
1992.08.28.04:00	3.60	6.64	2.34	8.75	1.46	6.32
1992.08.28.06:00	3.90	10.94	2.46	8.71	1.61	7.06
1992.08.28.07:00	2.88	9.77	2.09	8.78	1.41	7.12
1992.08.28.08:00	4.68	8.20	3.07	8.61	1.94	6.36
1992.08.28.09:00	4.87	10.16	3.41	8.50	2.27	6.59
1992.08.28.10:00	5.55	7.42	3.57	7.90	2.32	6.31
1992.08.28.11:00	5.46	9.77	3.66	8.38	2.41	6.58
1992.08.28.12:00	5.80	9.77	3.35	8.37	2.12	6.40
1992.08.28.13:00	4.87	9.38	3.11	7.72	2.05	5.99
1992.08.28.14:00	5.31	11.33	3.56	8.29	2.29	6.22
1992.08.28.15:00	6.70	8.98	3.67	7.74	2.38	5.98
1992.08.28.16:00	6.25	8.98	3.99	8.03	2.60	6.68
1992.08.28.17:00	5.45	7.42	3.67	7.91	2.42	6.40
1992.08.28.18:00	4.82	8.98	3.44	9.01	2.25	7.25
1992.08.28.19:00	5.93	10.16	3.23	8.27	2.06	6.24
1992.08.28.20:00	5.14	8.98	3.41	8.41	2.18	6.55
1992.08.28.21:00	5.15	8.98	3.53	8.59	2.33	6.62
1992.08.28.22:00	5.71	7.03	3.36	7.63	2.22	5.82
1992.08.28.23:00	6.37	9.38	3.68	8.25	2.38	6.45
1992.08.29.00:00	6.31	9.38	3.95	8.73	2.56	6.70
1992.08.29.02:00	5.55	9.77	3.82	9.04	2.46	7.22
1992.08.29.04:00	6.06	8.59	3.85	10.10	2.46	7.59
1992.08.29.06:00	6.06	9.77	3.50	9.68	2.30	7.83
1992.08.29.07:00	5.35	10.94	3.52	9.44	2.30	7.08

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.08.29.08:00	7.92	11.33	3.39	9.29	2.13	6.74
1992.08.29.09:00	5.83	9.77	3.86	9.83	2.45	7.42
1992.08.29.10:00	6.24	8.20	4.33	9.02	2.79	6.98
1992.08.29.11:00	8.49	10.94	4.68	9.60	3.00	7.22
1992.08.29.12:00	5.15	7.81	3.79	8.88	2.39	6.42
1992.08.29.13:00	5.99	10.16	3.63	8.26	2.32	5.98
1992.08.29.14:00	6.44	8.20	3.78	8.47	2.50	6.43
1992.08.29.15:00	5.08	12.11	3.57	7.82	2.38	6.07
1992.08.29.16:00	6.16	9.38	3.44	8.04	2.25	6.24
1992.08.29.17:00	5.61	9.77	3.34	8.39	2.17	6.18
1992.08.29.18:00	5.74	9.38	3.70	7.79	2.50	6.50
1992.08.29.19:00	5.49	8.59	3.56	8.24	2.29	6.55
1992.08.29.20:00	5.08	4.30	3.63	9.03	2.39	6.76
1992.08.29.21:00	6.50	10.94	3.55	8.13	2.32	6.11
1992.08.29.22:00	5.89	7.81	4.04	7.53	2.66	6.30
1992.08.29.23:00	6.03	8.59	3.77	7.88	2.50	6.21
1992.08.30.00:00	7.05	8.20	4.08	8.06	2.65	6.31
1992.08.30.02:00	5.93	8.98	4.16	8.81	2.58	6.59
1992.08.30.04:00	7.84	8.20	3.92	8.16	2.49	6.36
1992.08.30.06:00	5.69	11.33	3.23	8.37	2.15	6.37
1992.08.30.07:00	5.05	8.98	2.76	9.31	1.80	7.16
1992.08.30.08:00	4.81	9.38	2.85	8.12	1.82	6.75
1992.08.30.09:00	4.31	13.67	2.89	9.89	1.86	7.63
1992.08.30.10:00	4.47	10.94	3.05	10.11	2.04	8.38
1992.08.30.11:00	4.37	11.33	3.15	9.70	1.93	6.96
1992.08.30.12:00	5.21	10.94	3.38	9.74	2.14	7.33
1992.08.30.13:00	6.27	9.77	3.85	9.50	2.47	7.21
1992.08.30.14:00	6.77	9.38	3.52	9.54	2.34	8.05
1992.08.30.15:00	5.08	8.20	3.63	9.38	2.45	7.84
1992.08.30.16:00	5.78	10.16	3.62	9.49	2.33	7.49
1992.08.30.17:00	5.16	10.55	3.38	8.71	2.18	7.44
1992.08.30.18:00	5.21	10.16	3.30	9.89	2.16	8.54
1992.08.30.19:00	6.09	9.38	3.68	9.87	2.44	8.22
1992.08.30.20:00	7.81	8.98	4.57	9.14	2.80	7.70
1992.08.31.00:00	6.80	8.98	3.99	9.19	2.63	7.63
1992.08.31.02:00	6.11	7.42	3.80	8.31	2.52	7.46
1992.08.31.04:00	7.32	10.16	3.82	8.88	2.50	7.54
1992.08.31.05:00	5.07	8.98	3.40	8.55	2.22	7.29
1992.08.31.06:00	5.90	10.16	3.97	9.14	2.55	7.49
1992.08.31.07:00	6.01	10.16	4.14	9.67	2.53	8.00
1992.08.31.08:00	6.83	8.59	3.81	9.41	2.49	7.52
1992.08.31.09:00	6.83	9.38	3.88	9.13	2.59	8.08
1992.08.31.10:00	5.81	7.81	3.71	8.84	2.39	7.48
1992.08.31.11:00	5.43	8.20	3.79	9.07	2.49	7.53
1992.08.31.12:00	6.39	8.98	4.31	9.09	2.69	7.85
1992.08.31.13:00	6.49	9.38	4.24	8.84	2.77	7.53
1992.08.31.14:00	5.92	9.38	4.15	9.21	2.74	7.72
1992.08.31.18:00	5.25	8.98	3.92	9.15	2.54	7.30
1992.08.31.19:00	7.50	9.38	4.58	9.69	3.03	7.77
1992.08.31.20:00	6.10	9.38	4.72	8.96	3.17	7.78
1992.08.31.21:06	7.30	10.55	4.30	9.71	2.79	7.80
1992.08.31.22:00	9.92	10.16	4.74	10.23	3.09	8.37
1992.08.31.22:44	6.51	11.33	4.54	10.26	3.09	8.57
1992.08.31.23:06	5.98	10.16	4.25	10.63	2.82	8.82

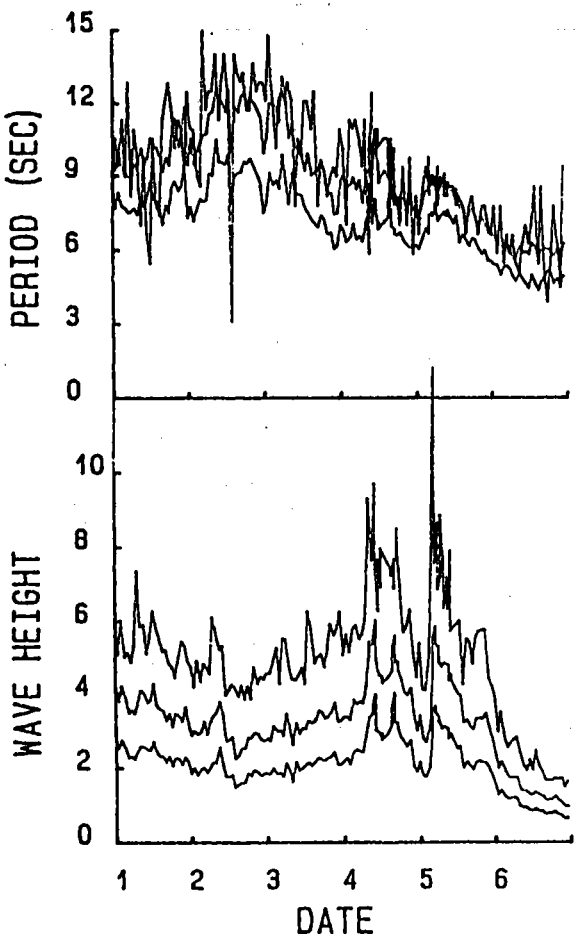


圖 B-15　1992 年 9 月 1 日～6 日歐馬颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.09.01.00:00	6.34	10.55	4.14	10.24	2.81	8.64
1992.09.01.02:00	6.04	9.38	4.22	9.84	2.75	8.33
1992.09.01.04:00	5.14	8.98	3.45	9.08	2.29	7.72
1992.09.01.06:00	5.30	8.20	3.44	8.92	2.23	7.59
1992.09.01.08:00	5.88	9.77	4.09.	9.23	2.61	7.41
1992.09.01.10:00	5.09	9.77	3.77	9.40	2.53	7.73
1992.09.01.12:00	6.30	5.47	4.29	10.56	2.71	8.76
1992.09.01.14:00	5.55	8.20	3.59	10.16	2.35	7.70
1992.09.01.16:00	5.21	11.33	3.26	9.16	2.16	7.01
1992.09.01.18:00	4.74	12.89	3.11	9.43	2.06	7.49
1992.09.01.20:00	4.93	10.16	3.42	11.38	2.29	8.79
1992.09.01.21:00	5.46	11.33	3.24	10.16	2.10	8.39
1992.09.01.22:00	5.34	10.94	3.64	10.90	2.30	8.59
1992.09.01.23:00	4.88	8.98	3.18	11.87	2.19	9.54
1992.09.02.00:00	4.74	12.50	2.86	9.40	1.84	7.31
1992.09.02.02:00	4.92	10.94	2.89	9.42	1.80	7.16
1992.09.02.04:00	4.84	8.59	3.23	10.48	2.03	8.07
1992.09.02.06:00	4.55	11.72	3.20	10.75	2.01	8.03
1992.09.02.08:00	5.74	12.50	3.47	11.63	2.14	9.01
1992.09.02.10:00	5.35	11.33	3.42	12.12	2.11	9.56
1992.09.02.12:00	4.09	14.06	2.75	11.62	1.76	9.45
1992.09.02.14:00	4.17	3.13	2.24	9.96	1.46	7.90
1992.09.02.16:00	4.24	13.28	2.55	11.62	1.60	9.11
1992.09.02.18:00	4.21	13.28	2.83	12.40	1.85	9.60
1992.09.02.20:00	4.73	11.72	2.93	12.23	1.96	9.73
1992.09.02.21:00	4.28	13.67	2.91	11.99	1.88	9.36
1992.09.02.22:00	4.46	12.50	2.75	11.74	1.79	9.07
1992.09.02.23:00	4.40	12.89	2.73	11.42	1.85	8.89
1992.09.03.00:00	4.58	12.89	2.80	9.92	1.85	7.51
1992.09.03.02:00	4.84	14.84	3.12	12.04	2.01	9.14
1992.09.03.04:00	4.28	10.16	3.00	11.85	1.87	8.82
1992.09.03.06:00	5.51	12.50	3.48	13.11	2.13	9.91
1992.09.03.08:00	4.43	12.89	2.62	10.57	1.61	7.87
1992.09.03.10:03	4.51	7.81	2.91	10.07	1.94	8.16
1992.09.03.12:00	4.29	9.77	3.05	9.80	2.09	8.21
1992.09.03.14:00	5.86	12.11	3.20	9.92	2.07	7.54
1992.09.03.16:00	5.02	12.50	3.55	9.17	2.28	7.08
1992.09.03.18:00	4.74	9.38	3.32	9.66	2.20	7.40
1992.09.03.20:00	5.94	8.20	3.46	8.29	2.30	6.66
1992.09.03.21:00	5.61	8.98	3.75	8.32	2.44	6.72
1992.09.03.22:00	5.80	9.38	3.24	7.45	2.10	6.05
1992.09.03.23:00	6.29	8.98	3.27	7.46	2.11	6.16
1992.09.04.00:00	5.05	10.94	3.36	8.75	2.18	7.01
1992.09.04.02:00	5.14	7.03	3.29	8.51	2.11	6.33
1992.09.04.04:00	5.90	10.94	3.70	8.93	2.49	7.09
1992.09.04.06:00	5.86	10.55	3.72	8.82	2.42	6.57
1992.09.04.08:00	8.29	11.33	5.02	8.76	3.26	6.94
1992.09.04.10:10	9.73	10.28	6.04	12.43	3.98	9.51
1992.09.04.12:00	6.93	10.94	4.40	9.15	2.83	6.84
1992.09.04.14:00	7.59	10.55	4.44	9.21	2.91	7.13
1992.09.04.16:04	7.59	9.45	5.59	9.76	4.02	8.20
1992.09.04.18:14	6.96	8.20	4.41	7.69	2.85	6.60
1992.09.04.20:00	5.83	9.38	3.93	8.05	2.59	6.43
1992.09.04.21:00	6.34	7.03	4.16	7.50	2.75	6.21
1992.09.04.22:00	5.07	9.77	3.35	8.34	2.05	6.08
1992.09.04.23:00	4.45	5.86	2.99	7.60	1.90	6.03

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.09.05.00:00	5.43	8.20	3.39	7.50	2.18	6.21
1992.09.05.02:00	4.09	8.20	2.67	7.90	1.76	6.42
1992.09.05.04:00	7.88	8.59	4.50	8.47	2.92	6.65
1992.09.05.05:03	12.80	8.98	5.86	8.81	3.64	7.42
1992.09.05.06:07	8.41	8.59	5.30	8.91	3.38	7.50
1992.09.05.07:12	7.21	7.81	4.71	8.46	3.10	7.24
1992.09.05.08:17	7.67	8.98	4.85	8.67	3.11	7.38
1992.09.05.09:02	7.21	8.98	4.81	9.10	3.06	7.57
1992.09.05.10:00	7.08	8.20	4.54	8.46	2.88	7.34
1992.09.05.12:00	5.95	8.59	3.99	8.20	2.52	7.04
1992.09.05.13:00	6.04	7.81	3.94	8.50	2.60	7.39
1992.09.05.14:00	4.25	8.20	3.20	7.65	1.99	6.29
1992.09.05.15:00	5.53	7.81	3.28	7.71	2.18	6.83
1992.09.05.16:00	5.45	6.64	3.10	7.18	2.06	6.40
1992.09.05.17:00	4.82	7.81	3.03	7.44	1.96	6.14
1992.09.05.18:00	5.54	8.20	3.33	7.67	2.15	6.48
1992.09.05.19:00	5.73	7.42	3.34	7.30	2.19	6.41
1992.09.05.20:00	5.75	6.64	3.31	7.01	2.15	6.09
1992.09.05.21:00	5.79	7.81	3.46	7.32	2.16	5.82
1992.09.05.22:00	4.44	7.81	3.06	6.98	2.01	5.99
1992.09.05.23:00	4.24	7.03	2.80	6.67	1.80	5.55
1992.09.06.00:00	3.95	6.64	2.42	6.63	1.58	5.55
1992.09.06.01:00	2.97	7.81	1.97	6.47	1.27	5.40
1992.09.06.02:00	3.53	5.86	2.18	6.37	1.40	5.40
1992.09.06.03:00	2.83	7.81	1.93	6.12	1.23	4.99
1992.09.06.04:00	2.56	5.47	1.75	6.20	1.17	5.32
1992.09.06.05:00	2.70	6.64	1.71	5.95	1.18	5.36
1992.09.06.06:00	2.78	5.86	1.74	5.91	1.20	5.24
1992.09.06.07:00	2.84	6.64	1.74	5.57	1.18	4.93
1992.09.06.08:00	2.46	5.47	1.41	5.67	.98	4.75
1992.09.06.09:00	2.09	5.08	1.37	6.13	.91	5.05
1992.09.06.10:00	1.94	6.25	1.33	5.82	.91	4.82
1992.09.06.11:00	2.23	7.03	1.27	5.95	.84	4.64
1992.09.06.12:00	1.95	6.25	1.28	5.80	.84	4.45
1992.09.06.13:00	2.48	7.03	1.34	6.28	.87	5.02
1992.09.06.14:00	2.09	8.59	1.28	6.12	.82	4.72
1992.09.06.15:00	1.91	5.47	1.22	5.54	.82	4.34
1992.09.06.16:00	1.66	8.59	1.11	5.97	.73	4.74
1992.09.06.17:00	1.68	5.08	1.13	6.06	.75	4.90
1992.09.06.18:00	1.67	3.91	1.14	6.04	.76	5.15
1992.09.06.19:00	1.73	5.47	1.21	5.91	.81	5.14
1992.09.06.20:00	1.70	7.81	1.12	5.71	.73	4.64
1992.09.06.21:00	1.74	6.25	1.05	6.05	.70	4.87
1992.09.06.22:00	1.47	4.69	.94	5.41	.63	4.46
1992.09.06.23:00	1.64	9.38	.95	6.28	.64	4.95

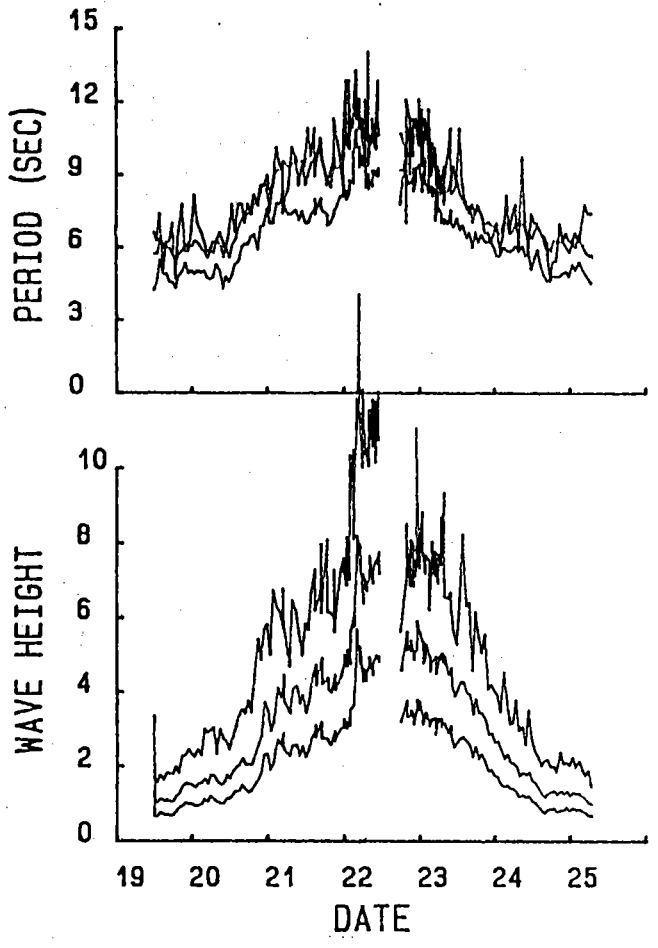


圖 B-16　1992 年 9 月 19 日～25 日泰德颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.09.19.12:00	1.68	6.84	1.01	5.72	.66	4.22
1992.09.19.14:00	1.78	7.42	1.13	6.35	.75	5.53
1992.09.19.15:00	1.65	5.08	1.06	5.96	.70	4.89
1992.09.19.16:00	1.83	6.25	1.09	6.04	.71	4.92
1992.09.19.17:00	1.80	6.25	1.04	5.90	.67	4.55
1992.09.19.18:00	1.80	7.03	1.05	5.63	.68	4.57
1992.09.19.19:00	2.00	4.69	1.19	5.42	.78	4.31
1992.09.19.20:00	1.82	6.64	1.27	5.67	.87	4.81
1992.09.19.21:00	2.31	7.81	1.48	5.87	.94	5.02
1992.09.19.22:00	2.31	5.86	1.54	6.15	1.03	5.37
1992.09.19.23:00	2.45	5.86	1.53	6.07	.98	4.93
1992.09.20.00:00	2.35	6.64	1.49	6.01	.99	5.03
1992.09.20.02:00	2.45	7.03	1.52	6.17	.94	5.04
1992.09.20.04:00	3.03	6.25	1.66	5.80	1.11	5.04
1992.09.20.06:00	2.97	5.86	1.79	5.82	1.20	4.69
1992.09.20.07:00	3.07	6.25	1.73	5.76	1.11	4.77
1992.09.20.08:00	2.35	6.25	1.59	6.23	1.05	5.31
1992.09.20.09:00	3.03	6.64	1.50	6.09	1.01	5.05
1992.09.20.10:00	2.75	6.25	1.52	5.58	.99	4.28
1992.09.20.11:00	2.65	5.86	1.75	5.94	1.15	4.80
1992.09.20.12:00	2.46	6.64	1.66	5.54	1.11	4.52
1992.09.20.13:00	2.72	7.81	1.86	6.09	1.21	4.87
1992.09.20.14:00	3.00	6.64	1.95	6.31	1.33	5.31
1992.09.20.15:00	3.36	7.81	2.05	6.84	1.33	5.44
1992.09.20.16:00	3.54	7.81	2.22	7.17	1.50	6.03
1992.09.20.17:00	3.41	7.03	2.03	7.18	1.39	6.15
1992.09.20.18:00	3.79	7.81	2.06	7.38	1.31	6.12
1992.09.20.19:00	3.45	7.42	2.05	7.33	1.34	6.44
1992.09.20.20:00	4.41	8.20	2.29	7.81	1.50	6.54
1992.09.20.21:00	5.45	7.81	2.60	7.87	1.65	5.91
1992.09.20.22:00	4.87	8.59	2.81	8.32	1.82	6.88
1992.09.20.23:00	5.69	8.59	3.71	8.55	2.33	6.91
1992.09.21.00:00	5.84	8.59	3.50	9.01	2.35	7.59
1992.09.21.02:00	6.75	8.59	3.20	8.55	2.08	7.00
1992.09.21.04:00	6.14	9.38	3.84	9.25	2.54	7.74
1992.09.21.07:00	4.67	8.59	3.41	9.30	2.28	7.34
1992.09.21.08:00	6.49	10.16	4.10	9.44	2.57	7.42
1992.09.21.09:00	6.17	9.77	4.16	9.59	2.58	7.53
1992.09.21.10:00	5.54	8.59	3.67	9.53	2.29	7.10
1992.09.21.11:00	4.98	9.38	3.91	9.60	2.55	7.49
1992.09.21.12:00	5.86	9.38	3.44	8.58	2.24	7.02
1992.09.21.13:00	5.67	10.94	3.72	9.03	2.42	7.00
1992.09.21.14:00	6.70	9.77	4.36	9.52	2.75	7.35
1992.09.21.17:00	6.74	10.55	4.90	10.35	3.19	8.04
1992.09.21.20:00	6.16	8.98	3.96	8.49	2.59	6.99
1992.09.21.21:00	5.99	9.77	4.44	9.33	2.90	7.34
1992.09.21.23:00	7.24	9.77	4.43	9.32	3.05	8.13
1992.09.22.00:00	7.61	8.59	4.78	9.62	3.06	8.09
1992.09.22.01:06	6.88	12.89	4.78	10.69	3.09	8.38
1992.09.22.02:13	7.01	10.16	4.71	10.04	3.10	8.23
1992.09.22.04:05	11.10	13.28	7.65	12.71	5.16	10.85
1992.09.22.06:19	10.01	11.33	6.39	10.60	4.29	9.37
1992.09.22.08:10	10.05	10.55	7.05	10.72	4.71	9.05
1992.09.22.10:19	11.77	10.16	7.56	10.47	4.94	9.19
1992.09.22.11:02	12.06	12.89	7.78	10.96	4.92	8.97
1992.09.22.18:46	5.66	7.81	4.56	10.70	3.22	9.20

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.09.22.20:00	7.03	10.16	5.64	9.77	3.79	9.22
1992.09.22.22:11	7.97	10.55	4.86	10.50	3.35	8.84
1992.09.22.23:17	7.34	10.94	5.11	10.30	3.45	8.72
1992.09.23.00:02	7.35	10.16	5.53	10.93	3.51	9.38
1992.09.23.02:16	7.19	10.55	4.93	11.21	3.37	9.73
1992.09.23.04:07	7.39	8.98	4.83	10.36	3.31	8.49
1992.09.23.06:21	6.95	7.81	4.77	9.25	3.23	7.68
1992.09.23.08:12	9.15	9.38	4.95	8.50	3.16	7.16
1992.09.23.10:00	6.70	10.94	4.63	8.86	3.10	7.57
1992.09.23.12:00	5.31	8.59	4.03	8.77	2.64	7.22
1992.09.23.13:00	6.54	10.94	4.26	8.18	2.75	6.71
1992.09.23.14:00	8.28	8.59	4.28	7.93	2.80	6.93
1992.09.23.15:00	6.32	7.81	3.95	7.80	2.67	6.39
1992.09.23.16:00	6.42	7.42	3.92	7.70	2.58	6.63
1992.09.23.17:00	4.57	7.81	3.40	7.03	2.25	5.99
1992.09.23.18:00	6.17	7.42	3.83	7.47	2.55	6.64
1992.09.23.19:00	5.55	7.81	3.44	7.58	2.20	6.22
1992.09.23.20:00	5.05	7.42	3.44	7.35	2.34	6.55
1992.09.23.21:00	5.57	6.64	3.24	6.92	2.12	6.24
1992.09.23.22:00	4.08	6.64	2.86	7.04	1.89	6.24
1992.09.23.23:00	4.21	6.25	2.89	6.91	1.92	6.25
1992.09.24.00:00	4.04	6.64	2.63	6.86	1.75	5.97
1992.09.24.02:00	3.48	5.86	2.45	6.55	1.55	5.69
1992.09.24.04:00	3.82	8.20	2.34	6.96	1.50	5.87
1992.09.24.05:00	3.16	6.64	2.11	6.58	1.43	5.85
1992.09.24.06:00	3.19	7.42	2.09	6.67	1.41	5.91
1992.09.24.07:00	3.80	7.81	1.99	7.04	1.34	6.09
1992.09.24.08:00	2.98	5.86	1.74	6.93	1.18	5.92
1992.09.24.09:00	3.08	9.77	1.84	6.98	1.23	6.05
1992.09.24.10:00	2.60	7.03	1.77	6.53	1.17	5.66
1992.09.24.11:00	3.52	5.86	1.83	6.63	1.21	5.76
1992.09.24.12:00	2.75	7.42	1.62	6.34	1.06	5.10
1992.09.24.13:00	2.43	7.03	1.56	6.67	1.04	5.57
1992.09.24.14:00	2.30	7.03	1.42	6.89	.94	5.93
1992.09.24.15:00	2.05	6.64	1.25	6.53	.81	5.17
1992.09.24.16:00	2.15	6.25	1.17	6.48	.74	4.84
1992.09.24.17:00	2.19	5.86	1.28	6.13	.84	4.61
1992.09.24.18:00	2.01	4.69	1.32	5.78	.86	4.81
1992.09.24.19:00	2.02	5.47	1.33	6.29	.89	4.85
1992.09.24.20:00	1.86	5.47	1.24	6.20	.78	4.79
1992.09.24.21:00	2.40	7.03	1.33	6.24	.83	4.82
1992.09.24.22:00	2.08	6.25	1.25	6.19	.82	4.96
1992.09.24.23:00	2.12	6.64	1.34	5.96	.90	5.05
1992.09.25.00:00	2.04	6.25	1.20	5.80	.80	4.79
1992.09.25.01:00	2.27	6.25	1.30	6.20	.88	5.31
1992.09.25.02:00	1.97	6.64	1.25	6.00	.84	5.07
1992.09.25.03:00	2.16	6.25	1.27	6.58	.84	5.44
1992.09.25.04:00	1.91	7.03	1.18	6.09	.79	5.13
1992.09.25.05:00	1.75	7.81	1.12	5.83	.76	4.93
1992.09.25.06:00	1.90	7.42	1.01	5.68	.69	4.74
1992.09.25.07:00	1.47	7.42	1.01	5.68	.67	4.57
1992.09.25.08:00	1.26	7.03	.80	6.22	.52	5.21
1992.09.25.09:00	1.39	6.25	.82	5.59	.56	4.54
1992.09.25.10:00	1.22	5.86	.78	5.08	.51	4.26

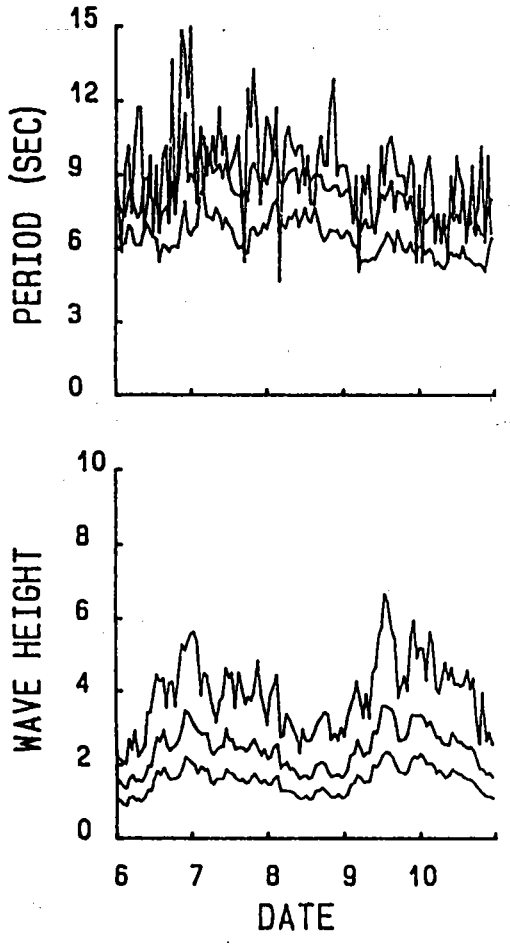


圖 B-17　1992 年 11 月 6 日～10 日艾爾西颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.11.06.00:00	2.31	8.98	1.45	7.63	.97	6.46
1992.11.06.02:00	2.09	5.86	1.43	7.54	.92	6.05
1992.11.06.04:00	2.69	10.16	1.65	8.33	1.11	6.94
1992.11.06.06:00	2.91	10.16	1.54	7.62	1.02	6.14
1992.11.06.07:00	2.22	11.72	1.60	7.24	1.06	6.15
1992.11.06.08:00	2.34	11.72	1.55	7.46	.99	6.11
1992.11.06.09:00	2.53	6.64	1.70	8.85	1.13	6.78
1992.11.06.10:00	3.41	7.81	1.97	8.87	1.32	6.99
1992.11.06.11:00	3.39	9.77	1.94	8.11	1.28	6.62
1992.11.06.12:00	3.89	6.64	2.42	7.93	1.63	6.44
1992.11.06.13:00	4.47	9.38	2.73	8.01	1.83	6.38
1992.11.06.14:00	4.25	6.64	2.62	6.83	1.69	5.47
1992.11.06.15:00	4.37	9.77	2.93	7.51	1.92	6.14
1992.11.06.16:00	3.55	10.16	2.55	7.72	1.73	6.08
1992.11.06.17:00	4.23	7.03	2.38	7.09	1.60	5.85
1992.11.06.18:00	4.27	13.67	2.48	8.73	1.62	6.09
1992.11.06.19:00	3.59	7.42	2.55	7.42	1.65	6.12
1992.11.06.20:00	4.39	9.38	2.68	8.69	1.68	6.04
1992.11.06.21:00	5.31	14.84	3.05	10.23	1.92	7.04
1992.11.06.22:00	5.12	14.06	3.47	11.49	2.21	7.91
1992.11.06.23:00	5.38	12.11	3.39	8.74	2.14	6.70
1992.11.07.00:00	5.60	15.63	3.23	9.07	2.07	6.52
1992.11.07.02:00	5.36	7.81	2.93	9.73	1.77	6.89
1992.11.07.04:00	4.50	8.20	2.84	10.56	1.84	8.26
1992.11.07.06:00	3.90	9.38	2.40	9.90	1.55	7.27
1992.11.07.07:00	3.47	10.55	2.28	9.10	1.46	7.14
1992.11.07.08:00	3.14	9.38	2.40	9.20	1.63	7.66
1992.11.07.09:00	3.74	11.72	2.49	9.44	1.62	7.36
1992.11.07.10:00	3.84	9.77	2.49	8.87	1.62	6.79
1992.11.07.11:00	4.63	10.55	2.98	9.48	1.87	7.25
1992.11.07.12:00	4.37	8.98	2.66	8.96	1.79	6.93
1992.11.07.13:00	4.51	9.38	2.70	8.43	1.77	6.81
1992.11.07.14:00	3.55	9.77	2.42	8.22	1.64	6.33
1992.11.07.15:00	4.52	10.55	2.48	8.18	1.56	5.99
1992.11.07.16:00	4.06	8.20	2.47	8.03	1.62	6.11
1992.11.07.17:00	3.64	5.47	2.38	8.36	1.49	5.77
1992.11.07.18:00	3.84	12.50	2.41	7.91	1.55	5.79
1992.11.07.19:00	3.74	10.94	2.61	9.23	1.68	6.77
1992.11.07.20:00	4.01	13.28	2.69	9.50	1.75	6.88
1992.11.07.21:00	4.86	10.94	2.42	9.05	1.58	6.50
1992.11.07.22:00	3.89	7.81	2.27	8.41	1.51	6.63
1992.11.07.23:00	3.53	9.38	2.44	9.05	1.59	7.01
1992.11.08.00:00	3.09	11.33	2.16	8.65	1.45	6.77
1992.11.08.02:00	4.10	9.77	2.49	9.67	1.63	7.80
1992.11.08.04:00	2.74	4.69	1.91	8.73	1.28	6.95
1992.11.08.06:00	3.38	10.55	2.08	8.82	1.31	6.81
1992.11.08.07:00	3.24	10.94	1.89	9.12	1.29	7.29
1992.11.08.08:00	3.00	10.16	1.92	9.22	1.25	7.19
1992.11.08.09:00	2.76	9.77	1.75	9.31	1.15	7.59
1992.11.08.10:00	2.32	10.16	1.61	8.28	1.08	6.88
1992.11.08.11:00	2.96	10.16	1.70	9.20	1.09	7.21
1992.11.08.12:00	2.65	8.59	1.71	9.13	1.16	7.64
1992.11.08.13:00	2.63	9.77	1.63	9.08	1.06	7.18
1992.11.08.14:00	2.69	7.81	1.68	8.73	1.07	7.06
1992.11.08.15:00	2.98	7.81	1.99	9.04	1.30	7.65
1992.11.08.16:00	3.17	9.77	2.05	8.96	1.30	7.18

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.11.08.17:00	3.29	10.55	2.10	9.03	1.37	6.55
1992.11.08.18:00	3.41	9.38	2.03	8.46	1.31	6.31
1992.11.08.19:00	3.37	9.38	1.80	8.41	1.19	6.49
1992.11.08.20:00	2.68	11.72	1.68	8.39	1.11	6.78
1992.11.08.21:00	2.84	12.89	1.71	8.57	1.11	6.69
1992.11.08.22:00	2.66	8.98	1.75	8.57	1.19	6.75
1992.11.08.23:00	3.00	9.38	1.87	8.17	1.10	6.44
1992.11.09.00:00	2.76	9.38	1.72	8.22	1.11	6.46
1992.11.09.02:00	3.55	8.59	2.25	8.47	1.46	6.63
1992.11.09.04:00	4.29	8.98	2.68	7.54	1.72	6.10
1992.11.09.05:00	3.76	5.08	2.48	6.65	1.67	5.23
1992.11.09.06:00	3.28	8.98	2.24	6.81	1.52	5.51
1992.11.09.07:00	3.92	8.20	2.35	7.19	1.54	5.56
1992.11.09.08:00	3.25	9.38	2.34	6.85	1.55	5.49
1992.11.09.09:00	4.52	7.03	2.92	6.94	2.00	5.65
1992.11.09.10:00	4.66	6.64	2.85	6.71	1.92	5.57
1992.11.09.11:00	5.55	7.81	3.15	7.46	2.07	5.85
1992.11.09.12:00	5.73	10.16	3.60	8.23	2.26	6.10
1992.11.09.13:00	6.68	8.59	3.61	8.01	2.35	6.31
1992.11.09.14:00	6.49	10.16	3.56	8.27	2.34	6.66
1992.11.09.15:00	5.67	10.55	3.48	8.80	2.20	6.37
1992.11.09.16:00	5.44	9.77	3.19	7.52	2.00	5.87
1992.11.09.17:00	3.83	8.98	2.65	8.36	1.82	6.75
1992.11.09.19:00	4.43	8.98	2.69	8.18	1.74	5.95
1992.11.09.20:00	4.01	8.20	2.85	7.63	1.84	5.84
1992.11.09.21:00	5.53	9.77	3.38	8.17	2.15	6.27
1992.11.09.22:00	5.96	9.38	3.35	7.37	2.24	5.84
1992.11.09.23:00	4.92	5.47	3.35	6.90	2.17	5.74
1992.11.10.00:00	5.20	8.59	3.37	7.07	2.31	6.09
1992.11.10.02:00	4.31	8.98	3.06	6.99	2.02	5.76
1992.11.10.04:00	5.29	8.59	2.98	7.44	2.01	5.84
1992.11.10.05:00	4.05	6.25	2.73	6.96	1.77	5.35
1992.11.10.06:00	3.93	7.42	2.79	7.42	1.85	5.50
1992.11.10.07:00	4.35	6.25	2.61	6.51	1.75	5.27
1992.11.10.08:00	4.80	7.42	2.56	6.86	1.85	5.19
1992.11.10.09:00	4.32	5.47	2.54	6.84	1.72	5.47
1992.11.10.10:00	4.66	8.98	2.88	7.46	1.89	5.87
1992.11.10.11:00	4.17	7.42	2.76	7.14	1.82	5.69
1992.11.10.12:00	4.20	9.77	2.82	7.40	1.76	5.78
1992.11.10.13:00	4.14	8.98	2.63	7.05	1.73	5.61
1992.11.10.14:00	4.17	8.59	2.55	8.38	1.67	6.12
1992.11.10.15:00	4.60	6.25	2.45	6.82	1.80	5.62
1992.11.10.16:00	4.04	7.03	2.51	7.81	1.59	5.61
1992.11.10.17:00	4.36	9.38	2.39	6.84	1.53	5.42
1992.11.10.18:00	3.13	6.64	2.13	6.56	1.41	5.34
1992.11.10.19:00	2.57	7.81	1.90	6.96	1.30	5.39
1992.11.10.20:00	3.95	10.16	1.88	6.58	1.22	5.36
1992.11.10.21:00	2.63	6.25	1.73	6.48	1.15	5.06
1992.11.10.22:00	2.88	9.77	1.81	7.50	1.15	5.85
1992.11.10.23:00	2.56	6.64	1.68	8.00	1.10	6.43

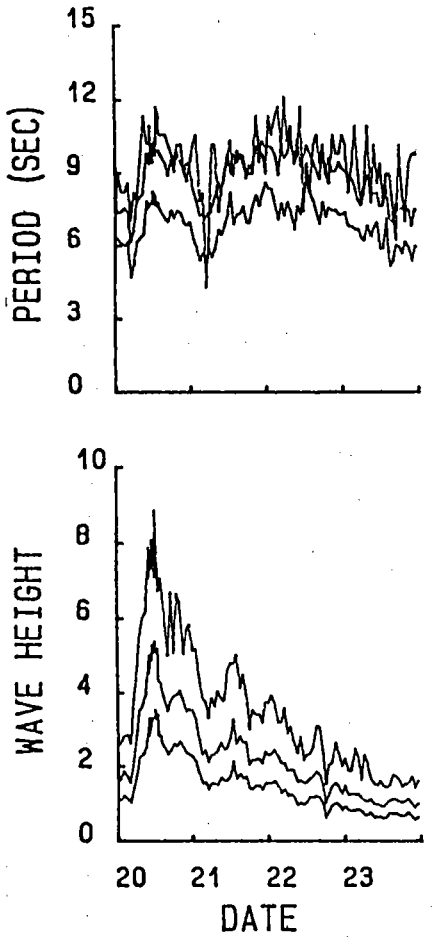


圖 B-18 1992 年 11 月 20 日～23 日漢特颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.11.20.00:00	2.58	6.64	1.65	7.74	1.10	6.43
1992.11.20.01:00	2.60	8.98	1.62	7.36	1.08	6.26
1992.11.20.02:00	2.82	8.20	1.87	7.37	1.22	6.12
1992.11.20.03:00	2.86	8.20	1.72	7.56	1.10	5.99
1992.11.20.04:00	2.62	8.59	1.55	7.39	1.03	6.20
1992.11.20.05:00	3.72	7.03	2.10	6.11	1.40	4.72
1992.11.20.06:00	4.40	8.20	2.67	6.58	1.73	5.23
1992.11.20.07:00	5.44	7.81	3.51	7.73	2.28	6.18
1992.11.20.08:00	5.97	9.38	3.62	7.98	2.30	6.32
1992.11.20.09:00	6.18	11.33	3.96	8.20	2.51	6.47
1992.11.20.10:00	7.90	10.16	5.02	9.84	3.32	7.85
1992.11.20.10:21	7.06	10.16	4.50	9.43	2.83	7.47
1992.11.20.11:00	7.85	10.16	4.94	9.83	3.16	7.64
1992.11.20.11:22	7.27	10.94	4.86	9.36	3.15	7.77
1992.11.20.11:44	8.09	10.16	5.30	9.55	3.32	7.74
1992.11.20.12:06	7.08	9.38	5.04	10.03	3.23	7.72
1992.11.20.12:29	7.85	9.77	5.40	10.08	3.55	7.98
1992.11.20.12:50	8.87	10.16	5.15	10.21	3.44	8.25
1992.11.20.13:13	7.27	10.16	5.20	10.32	3.40	8.05
1992.11.20.13:34	6.81	11.72	4.46	9.68	3.05	7.99
1992.11.20.13:55	6.71	11.72	4.35	9.80	2.83	7.64
1992.11.20.14:17	6.82	11.33	4.27	9.95	2.85	7.81
1992.11.20.14:40	7.07	10.55	4.15	9.92	2.68	7.61
1992.11.20.16:00	4.99	10.55	3.51	9.38	2.32	7.12
1992.11.20.17:00	6.69	10.16	3.79	8.92	2.43	7.00
1992.11.20.18:00	5.06	9.77	3.92	9.57	2.62	7.48
1992.11.20.19:00	6.66	9.38	3.94	9.06	2.54	7.14
1992.11.20.20:00	6.41	10.16	4.05	9.85	2.67	7.46
1992.11.20.21:00	5.04	10.16	3.78	9.37	2.51	7.36
1992.11.20.22:00	5.68	8.98	3.50	9.10	2.35	6.93
1992.11.20.23:00	5.84	9.38	3.56	8.67	2.33	6.84
1992.11.21.00:00	5.12	9.38	3.54	9.29	2.26	7.01
1992.11.21.01:00	5.18	10.16	3.33	8.36	2.14	6.38
1992.11.21.02:00	4.49	10.55	2.84	7.95	1.83	5.98
1992.11.21.03:00	3.84	7.81	2.33	7.26	1.53	5.40
1992.11.21.04:00	3.74	8.20	2.44	7.33	1.58	5.73
1992.11.21.05:00	3.31	4.30	2.12	7.10	1.35	5.21
1992.11.21.06:00	3.87	6.25	2.31	7.42	1.55	5.88
1992.11.21.07:00	3.62	10.16	2.34	7.39	1.54	5.55
1992.11.21.08:00	4.03	10.16	2.41	8.02	1.51	5.87
1992.11.21.09:00	3.82	7.42	2.64	8.63	1.70	6.71
1992.11.21.10:00	3.75	8.20	2.45	8.32	1.59	6.46
1992.11.21.11:00	4.57	8.98	2.51	8.85	1.61	6.85
1992.11.21.12:00	4.78	9.77	2.73	9.58	1.73	7.27
1992.11.21.13:00	4.78	8.98	3.29	10.36	2.14	8.23
1992.11.21.14:00	5.02	9.77	2.62	8.92	1.66	6.89
1992.11.21.15:00	4.11	9.38	2.83	9.92	1.81	7.31
1992.11.21.16:00	4.48	9.77	2.64	9.60	1.66	7.34
1992.11.21.17:00	3.96	9.38	2.65	9.74	1.72	7.64
1992.11.21.18:00	3.00	8.98	2.05	8.80	1.40	7.00
1992.11.21.19:00	3.52	8.98	2.17	9.34	1.37	6.92
1992.11.21.20:00	3.40	8.98	2.18	9.15	1.47	7.62
1992.11.21.21:00	3.40	11.33	2.20	10.12	1.48	8.10
1992.11.21.22:00	3.18	9.77	2.09	9.44	1.35	7.66
1992.11.21.23:00	3.76	9.77	2.40	10.33	1.56	8.15
1992.11.22.00:00	3.69	8.98	2.31	10.00	1.55	8.63

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.11.22.01:00	3.92	11.33	2.35	10.11	1.55	8.38
1992.11.22.02:00	3.70	10.55	2.46	10.09	1.60	8.33
1992.11.22.03:00	3.18	11.33	2.25	9.74	1.44	7.84
1992.11.22.04:00	3.19	11.72	2.08	8.94	1.29	7.08
1992.11.22.05:00	3.59	9.77	2.10	9.98	1.38	7.78
1992.11.22.06:00	2.89	12.11	1.87	9.64	1.19	7.26
1992.11.22.07:00	3.09	10.16	1.93	9.80	1.26	7.83
1992.11.22.08:00	2.65	10.94	1.91	10.36	1.18	7.44
1992.11.22.09:00	2.35	9.38	1.57	9.50	.94	6.70
1992.11.22.10:00	2.80	9.77	1.61	10.45	1.02	7.68
1992.11.22.11:00	2.16	11.72	1.56	9.27	.96	7.33
1992.11.22.12:00	2.31	7.42	1.56	9.59	1.03	8.13
1992.11.22.13:00	2.35	9.38	1.68	10.13	1.18	8.75
1992.11.22.14:00	2.49	8.20	1.71	9.80	1.17	8.21
1992.11.22.15:00	3.10	10.16	1.85	9.41	1.20	7.83
1992.11.22.16:00	3.07	10.55	1.78	9.10	1.14	7.31
1992.11.22.17:00	2.40	9.38	1.50	8.76	.97	6.93
1992.11.22.18:00	1.48	10.16	.98	9.90	.62	7.84
1992.11.22.19:00	2.04	8.98	1.21	8.93	.78	7.20
1992.11.22.20:00	2.08	8.59	1.46	9.64	.95	7.59
1992.11.22.21:00	2.64	10.55	1.56	9.05	1.03	7.46
1992.11.22.22:00	2.31	9.77	1.44	9.07	.93	7.51
1992.11.22.23:00	2.01	9.77	1.25	9.45	.81	7.30
1992.11.23.00:00	2.19	10.55	1.47	9.17	.91	7.31
1992.11.23.01:00	1.89	10.16	1.22	9.09	.82	7.41
1992.11.23.02:00	1.87	8.20	1.26	8.84	.80	6.84
1992.11.23.03:00	2.47	9.38	1.24	8.78	.81	6.84
1992.11.23.04:00	2.27	10.94	1.27	8.41	.84	6.70
1992.11.23.05:00	1.63	8.98	1.16	7.88	.79	6.74
1992.11.23.06:00	2.31	7.81	1.07	7.68	.71	6.32
1992.11.23.07:00	2.11	8.59	1.04	8.05	.67	6.24
1992.11.23.08:00	1.66	10.94	1.13	8.90	.75	6.86
1992.11.23.09:00	1.52	7.81	.98	8.09	.63	6.38
1992.11.23.10:00	1.46	10.16	.98	8.19	.64	6.81
1992.11.23.11:00	1.59	8.59	.94	8.20	.64	6.99
1992.11.23.12:00	1.46	9.38	.90	7.65	.60	5.91
1992.11.23.13:00	1.42	7.81	.97	7.68	.61	5.91
1992.11.23.14:00	1.46	8.98	1.08	8.47	.74	7.17
1992.11.23.15:00	1.76	8.98	1.12	7.05	.72	5.19
1992.11.23.16:00	1.72	7.42	1.10	6.95	.73	5.37
1992.11.23.17:00	1.63	6.25	1.06	7.74	.69	6.06
1992.11.23.18:00	1.44	10.16	1.02	7.44	.66	6.01
1992.11.23.19:00	1.52	8.20	1.06	7.59	.69	5.70
1992.11.23.20:00	1.52	7.03	1.11	7.51	.75	6.21
1992.11.23.21:00	1.72	9.38	.98	7.53	.65	5.95
1992.11.23.22:00	1.40	9.77	.85	6.85	.57	5.39
1992.11.23.23:00	1.60	9.77	1.00	7.52	.65	5.99

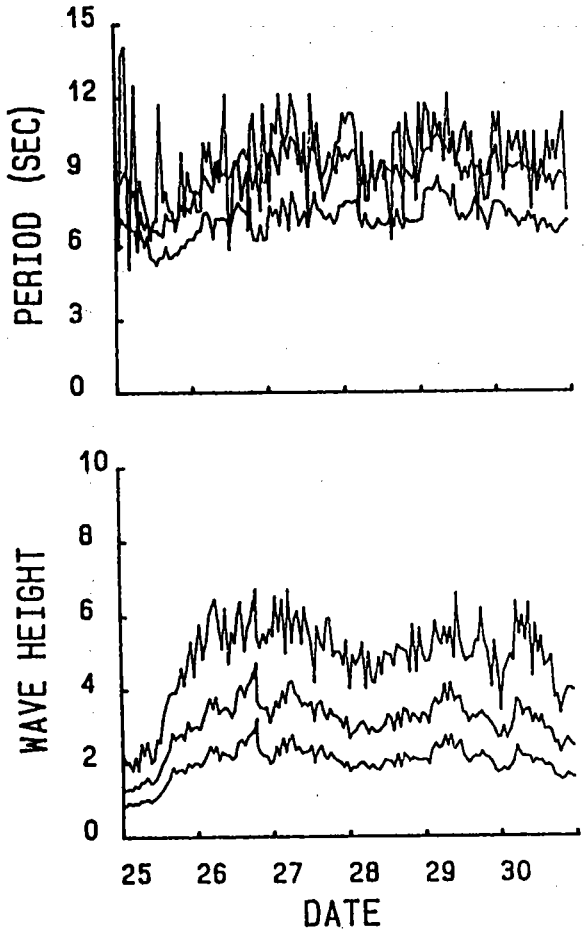


圖 B-19 1992 年 11 月 25 日～30 日蓋伊颱風造成花蓮港港外 ST.1 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.11.25.00:00	2.25	11.72	1.31	8.79	.83	6.70
1992.11.25.02:00	2.05	13.67	1.32	8.55	.94	7.11
1992.11.25.04:00	2.16	5.08	1.40	8.69	.92	6.98
1992.11.25.06:00	2.52	12.50	1.51	8.24	1.01	6.62
1992.11.25.08:00	2.57	7.42	1.61	8.63	1.05	6.67
1992.11.25.10:00	2.11	7.03	1.50	7.21	1.04	6.44
1992.11.25.12:00	2.55	7.03	1.82	8.64	1.20	5.45
1992.11.25.13:00	3.17	7.03	1.99	6.65	1.31	5.25
1992.11.25.14:00	3.50	11.72	2.16	6.50	1.44	5.55
1992.11.25.15:00	3.88	7.81	2.40	6.40	1.60	5.55
1992.11.25.16:00	3.92	8.20	2.83	7.32	1.91	5.99
1992.11.25.17:00	3.90	7.42	2.63	7.04	1.74	5.51
1992.11.25.18:00	4.11	7.42	2.73	7.04	1.82	5.54
1992.11.25.19:00	4.60	6.64	2.80	7.08	1.83	5.72
1992.11.25.20:00	4.11	7.03	2.63	7.04	1.74	5.70
1992.11.25.21:00	4.79	9.77	3.12	7.67	1.99	6.03
1992.11.25.22:00	5.32	7.42	2.88	7.22	1.91	5.93
1992.11.25.23:00	4.36	8.98	2.97	7.56	1.99	6.28
1992.11.26.00:00	5.27	8.20	3.01	7.37	2.03	6.27
1992.11.26.02:00	4.85	7.42	3.17	8.22	2.04	6.61
1992.11.26.04:00	6.03	10.16	3.76	8.91	2.46	7.33
1992.11.26.06:00	8.46	10.16	3.81	8.45	2.46	7.12
1992.11.26.08:00	5.12	9.38	3.43	8.65	2.31	7.10
1992.11.26.10:00	4.72	10.16	3.42	8.78	2.22	7.14
1992.11.26.12:00	5.28	5.86	3.41	8.68	2.15	6.71
1992.11.26.14:00	6.40	9.38	4.11	9.24	2.63	7.38
1992.11.26.15:00	5.06	9.38	3.80	9.33	2.47	7.75
1992.11.26.16:00	5.66	7.81	4.12	9.74	2.72	7.49
1992.11.26.17:00	5.86	8.59	4.21	9.89	2.80	7.41
1992.11.26.18:00	6.40	8.98	4.51	9.51	2.89	7.17
1992.11.26.19:00	6.74	10.94	4.74	9.98	3.20	7.96
1992.11.26.20:00	5.16	11.33	3.52	8.27	2.28	6.28
1992.11.26.21:00	5.52	8.59	3.47	8.87	2.19	6.21
1992.11.26.22:00	5.29	7.42	3.52	9.37	2.20	6.85
1992.11.26.23:00	5.65	11.72	3.10	8.56	1.98	6.23
1992.11.27.00:00	5.47	9.38	3.32	8.52	2.07	6.30
1992.11.27.02:00	5.60	10.94	3.51	9.92	2.22	7.22
1992.11.27.04:00	5.00	12.11	3.64	8.89	2.30	6.85
1992.11.27.06:00	5.28	10.16	4.23	10.02	2.76	7.49
1992.11.27.08:00	6.13	12.11	3.82	10.41	2.44	8.16
1992.11.27.10:00	6.24	10.16	3.64	9.25	2.31	6.84
1992.11.27.12:00	5.28	10.55	3.66	9.57	2.45	7.40
1992.11.27.13:00	4.20	7.03	3.13	8.86	2.03	6.79
1992.11.27.14:00	5.71	12.11	3.60	9.50	2.33	7.32
1992.11.27.15:00	5.24	9.77	3.68	10.38	2.46	8.14
1992.11.27.16:00	5.08	10.94	3.30	9.35	2.17	7.48
1992.11.27.17:00	5.93	8.98	3.17	8.65	2.11	7.45
1992.11.27.18:00	5.94	7.81	3.45	8.76	2.28	7.15
1992.11.27.19:00	4.90	8.20	3.29	9.12	2.14	7.08
1992.11.27.20:00	5.03	8.59	3.26	9.74	2.09	7.28
1992.11.27.21:00	5.01	9.38	3.16	9.22	2.02	6.89
1992.11.27.22:00	4.68	10.16	2.93	8.91	1.87	7.04
1992.11.27.23:00	5.35	10.16	3.23	10.00	2.03	7.62
1992.11.28.00:00	4.01	11.33	2.66	9.42	1.75	7.59
1992.11.28.02:00	4.65	11.33	2.87	9.49	1.86	7.76
1992.11.28.04:00	5.28	10.55	3.12	9.80	2.03	7.84
1992.11.28.06:00	5.01	10.55	2.78	8.40	1.82	6.77

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1992.11.28.08:00	4.16	7.81	2.84	8.18	1.84	6.86
1992.11.28.10:00	4.41	8.20	2.94	8.59	1.93	6.79
1992.11.28.12:00	4.97	9.38	3.30	9.35	2.07	6.87
1992.11.28.13:00	4.95	9.38	3.22	8.65	2.05	6.85
1992.11.28.14:00	4.64	8.20	2.86	9.12	1.88	6.84
1992.11.28.15:00	5.21	6.25	3.34	8.97	2.22	7.31
1992.11.28.16:00	5.11	10.55	2.96	8.84	1.87	6.76
1992.11.28.17:00	5.07	10.55	3.45	9.23	2.24	7.44
1992.11.28.18:00	5.01	10.94	3.40	8.77	2.16	6.90
1992.11.28.19:00	4.49	7.03	3.10	8.47	2.05	6.69
1992.11.28.20:00	5.77	11.33	3.33	9.04	2.13	7.07
1992.11.28.21:00	4.48	10.16	3.19	8.84	2.09	6.92
1992.11.28.22:00	5.65	9.77	3.08	8.63	2.06	7.00
1992.11.28.23:00	4.99	7.81	3.35	9.10	2.09	6.95
1992.11.29.00:00	4.77	11.72	3.28	8.53	2.10	7.02
1992.11.29.02:00	5.04	11.72	3.49	9.82	2.35	8.19
1992.11.29.04:00	5.38	9.77	3.57	9.87	2.38	8.23
1992.11.29.06:00	5.67	10.55	4.14	10.51	2.71	8.75
1992.11.29.08:00	5.65	9.38	4.18	10.07	2.74	8.17
1992.11.29.10:00	6.60	9.77	3.76	9.88	2.46	7.59
1992.11.29.12:00	4.99	9.38	3.37	9.18	2.21	7.33
1992.11.29.13:00	4.76	9.77	3.35	9.30	2.08	7.01
1992.11.29.14:00	4.86	10.55	3.08	8.60	1.98	7.28
1992.11.29.15:00	4.88	10.94	3.25	9.11	2.13	7.02
1992.11.29.16:00	5.32	9.77	3.18	8.69	2.18	7.24
1992.11.29.17:00	5.30	10.55	3.31	9.35	2.14	7.39
1992.11.29.18:00	6.19	8.98	3.38	9.00	2.30	7.91
1992.11.29.19:00	5.28	7.03	3.23	9.19	2.13	7.54
1992.11.29.20:00	5.04	9.38	3.18	8.91	2.14	7.49
1992.11.29.21:00	4.06	7.81	3.04	8.80	2.02	7.04
1992.11.29.22:00	5.33	7.81	2.89	8.73	1.81	6.64
1992.11.29.23:00	4.62	8.59	2.66	9.53	1.71	7.15
1992.11.30.00:00	3.40	11.33	2.67	9.54	1.79	7.74
1992.11.30.02:00	4.68	11.33	2.64	8.92	1.76	7.74
1992.11.30.04:00	4.78	8.98	3.12	8.88	2.03	7.14
1992.11.30.06:00	5.50	9.77	3.64	9.11	2.27	7.14
1992.11.30.08:00	5.32	10.55	3.41	9.26	2.17	6.76
1992.11.30.10:00	4.35	10.55	3.06	9.16	1.96	6.95
1992.11.30.12:00	4.99	7.42	3.05	8.91	2.03	7.01
1992.11.30.13:00	5.42	10.55	3.27	9.35	2.05	7.18
1992.11.30.14:00	4.62	8.20	2.88	8.16	1.91	6.52
1992.11.30.15:00	4.72	9.38	2.91	8.68	1.94	6.99
1992.11.30.16:00	4.92	8.98	2.86	8.90	1.87	7.01
1992.11.30.17:00	3.74	10.55	2.53	8.46	1.82	6.65
1992.11.30.18:00	3.85	9.38	2.55	8.80	1.81	6.81
1992.11.30.19:00	3.33	10.16	2.26	8.18	1.53	6.55
1992.11.30.20:00	3.70	9.38	2.45	8.60	1.58	6.46
1992.11.30.21:00	4.01	10.55	2.66	8.95	1.69	6.73
1992.11.30.22:00	4.01	11.33	2.53	8.79	1.63	6.88
1992.11.30.23:00	3.95	7.42	2.43	8.60	1.60	7.00

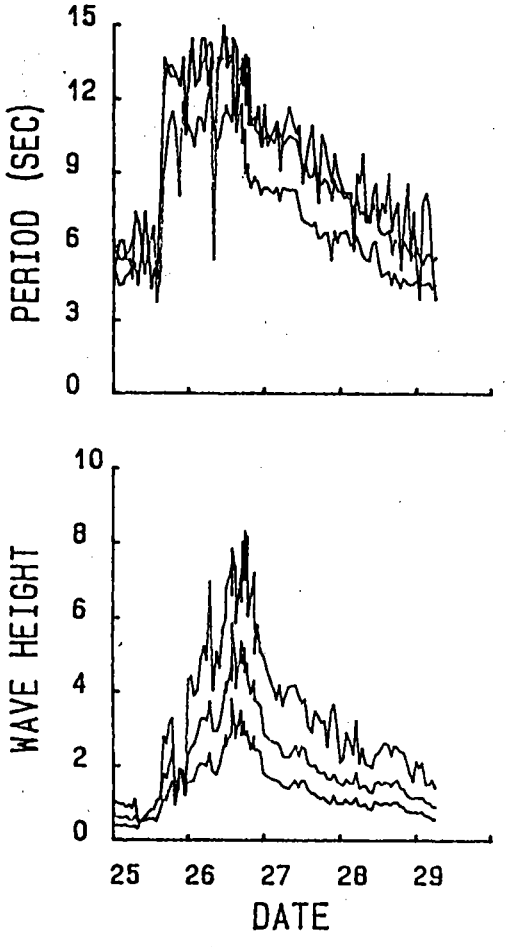


圖 B-20　1993 年 6 月 25 日～29 日珂茵颱風造成花蓮港港外 ST.2 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
199306251758	268	13.4	162	13.4	101	10.6
199306251904	315	14.0	227	13.2	148	11.8
199306252045	278	12.3	173	12.6	99	9.4
199306252343	340	11.5	195	12.9	118	10.4
199306260118	390	13.5	225	13.5	147	11.4
199306260237	403	15.1	283	13.6	186	11.9
199306260411	514	13.7	304	13.8	191	11.1
199306260539	581	12.8	359	14.5	213	12.0
199306260714	483	15.1	279	14.0	175	12.1
199306260843	388	14.2	279	13.6	182	12.4
199306261010	535	12.9	312	14.2	203	12.0
199306261143	622	14.0	390	14.1	234	11.7
199306261311	512	13.5	352	13.9	222	11.6
199306261442	911	14.1	553	14.4	352	13.1
199306261610	607	14.3	440	14.0	271	11.3
199306261740	762	12.5	420	13.6	243	10.2
199306261909	845	13.5	438	12.3	278	10.5
199306262029	653	10.4	333	11.5	205	8.4
199306262132	531	8.3	360	11.8	221	9.1
199306262259	479	10.7	289	10.8	184	8.3
199306270000	506	12.5	348	11.5	217	9.2
199306270127	431	10.4	262	10.0	163	7.9
199306270230	422	9.8	252	10.2	164	8.1
199306270356	459	10.0	259	10.4	158	8.0
199306270459	461	10.2	316	11.1	199	8.8
199306270625	383	9.9	248	10.5	155	8.3
199306270730	351	9.0	228	10.5	158	9.0
199306270857	359	10.6	226	10.5	135	8.1
199306271138	340	7.6	184	9.3	118	7.4
199306271250	322	8.5	213	9.7	136	7.1
199306271349	315	10.1	181	8.9	112	6.8
199306271451	313	9.0	176	8.8	113	7.5
199306271606	337	8.4	157	9.2	98	7.0
199306271730	280	9.8	154	8.9	97	7.1
199306271930	353	9.5	161	8.9	101	7.0
199306272125	261	9.7	145	8.8	92	6.5
199306272228	241	8.6	136	8.6	84	6.2
199306280027	227	7.4	142	8.7	86	6.7
199306280130	233	9.1	138	8.4	88	7.0
199306280325	245	9.0	140	8.3	87	6.6
199306280427	235	8.8	137	8.1	86	6.5
199306280527	258	8.9	143	8.1	89	6.5
199306280625	259	7.2	139	8.3	89	6.5
199306280725	201	8.3	112	7.5	69	5.6
199306280823	224	7.8	127	7.6	80	5.9
199306280923	171	7.7	108	7.4	67	5.8
199306281026	183	7.7	112	7.2	68	5.8
199306281126	171	8.0	118	7.0	74	5.6

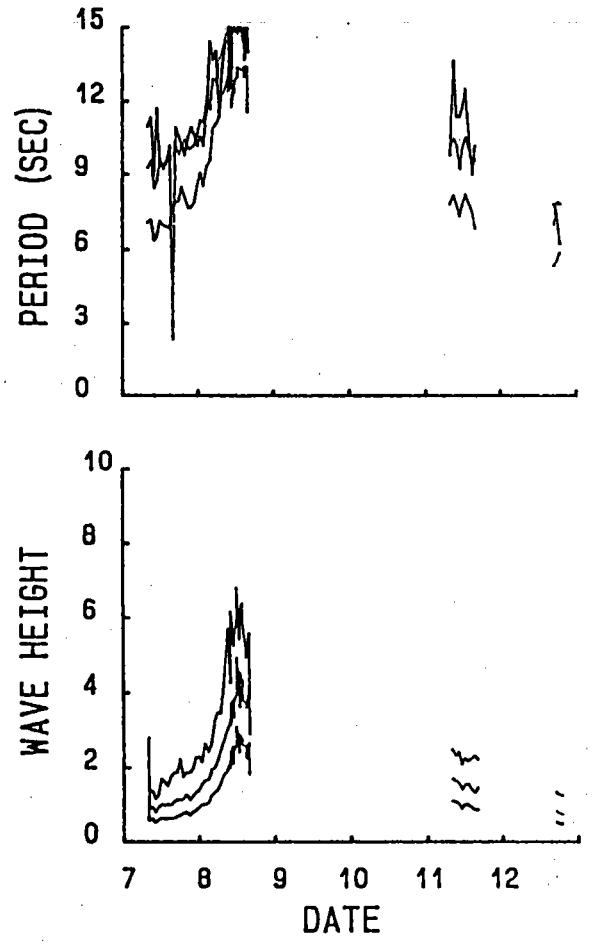


圖 B-21 1993 年 8 月 7 日～12 日蘭嶼颱風造成花蓮港港外 ST.2 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
199308071030	152	10.2	86	10.0	55	7.6
199308071231	139	10.7	84	9.7	49	7.0
199308071429	141	10.4	98	10.0	59	7.7
199308071631	144	8.0	93	9.8	59	8.4
199308071837	163	10.5	108	10.3	69	9.0
199308072034	171	9.3	120	10.3	73	8.4
199308072232	157	12.3	96	10.3	56	7.6
199308080039	193	11.1	142	11.1	92	9.7
199308080239	221	9.8	149	11.0	94	9.5
199308080447	300	10.7	170	13.4	107	11.0
199308080648	327	15.0	232	13.3	144	11.4
199308080852	446	13.4	278	14.3	170	12.9
199308081055	548	15.5	333	15.7	220	13.4
199308081229	595	15.5	399	15.0	253	13.5
199308081421	725	16.2	414	15.2	250	12.9
199308081546	515	15.2	321	14.7	202	12.8
199308081716	424	13.2	283	13.6	177	12.1
199308081855	421	14.4	290	13.6	184	11.9
199308082013	470	14.4	284	14.2	187	12.0
199308082159	455	13.9	334	14.1	219	12.5
199308082337	421	13.8	247	12.6	152	10.9
199308090243	294	15.3	217	13.4	132	10.4
199308090439	260	13.4	133	11.6	81	8.7
199308090637	212	11.6	125	11.1	74	8.1
199308090837	226	11.7	143	12.6	90	9.6
199308091036	217	10.8	147	12.1	95	9.6
199308091236	261	13.4	168	10.7	103	7.9
199308091434	286	12.5	165	10.1	97	7.0
199308091630	245	11.4	127	9.9	80	7.3
199308091830	204	11.6	137	8.9	85	7.0
199308092030	240	8.7	152	8.9	92	7.1
199308092231	220	7.5	149	9.2	96	7.5
199308100027	220	9.0	132	9.0	83	6.7
199308100231	238	10.3	136	9.5	88	7.8
199308100434	238	10.9	147	9.6	92	7.7
199308100634	266	12.4	171	10.4	104	8.4
199308100835	243	8.9	149	9.9	91	7.7
199308101036	224	10.3	156	10.0	101	8.4
199308101233	206	11.0	142	10.4	92	8.3
199308101434	259	10.9	151	10.6	90	8.2
199308101630	201	11.0	126	9.9	76	6.8
199308111434	161	9.8	107	9.6	68	7.5
199308111631	220	10.4	117	9.8	69	7.1
199308111830	196	8.8	119	9.7	72	6.8
199308112027	245	9.0	129	9.5	78	6.8
199308112226	164	9.7	100	8.4	61	6.1
199308120025	168	9.5	100	8.5	63	6.0
199308120225	166	9.3	96	9.1	63	6.9
199308120428	131	9.0	82	8.7	52	6.7
199308120624	109	7.5	72	8.2	46	6.0
199308120827	119	8.7	80	8.7	48	6.5
199308121025	129	10.7	78	8.7	48	6.2
199308121223	120	9.0	64	8.1	39	5.5
199308121624	117	6.8	64	7.5	40	5.9
199308121825	121	7.8	63	7.8	39	5.7
199308122228	108	7.7	65	7.9	42	6.5

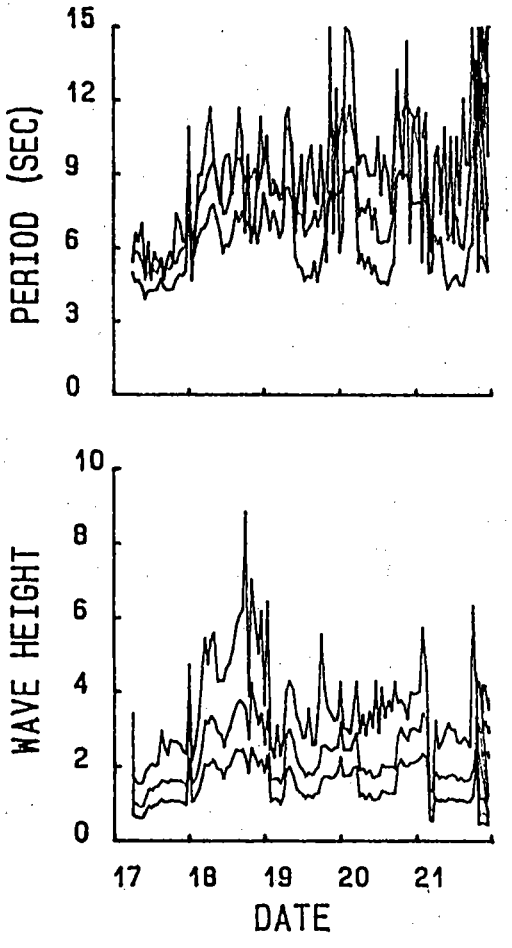
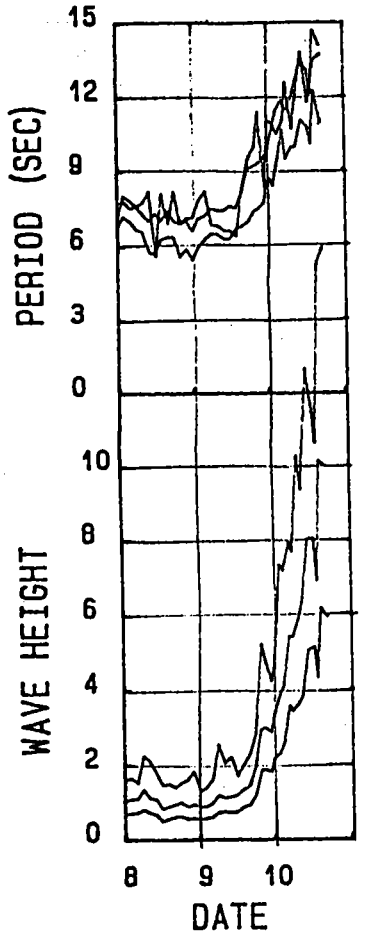


圖 B-22 1993 年 8 月 17 日～21 日塔莎颱風造成花蓮港港外 ST.2 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
1993.08.17.06:00	1.71	5.47	.97	5.43	.67	4.98
1993.08.17.07:00	1.60	6.64	.98	5.86	.63	4.59
1993.08.17.08:00	1.52	6.25	.90	5.80	.60	4.87
1993.08.17.09:00	1.58	7.03	.89	5.31	.60	4.39
1993.08.17.10:00	1.87	4.69	1.17	4.80	.77	3.89
1993.08.17.11:00	2.00	6.25	1.39	4.95	.91	4.23
1993.08.17.12:00	2.09	4.69	1.33	5.17	.86	4.25
1993.08.17.13:00	2.02	5.86	1.44	5.06	.95	4.25
1993.08.17.14:00	2.07	5.47	1.45	4.91	.96	4.29
1993.08.17.15:00	2.96	5.47	1.63	5.57	1.09	4.74
1993.08.17.16:00	2.50	4.69	1.58	5.13	1.02	4.37
1993.08.17.17:00	2.32	5.47	1.55	5.15	1.02	4.27
1993.08.17.18:00	2.71	5.86	1.64	5.14	1.06	4.28
1993.08.17.19:00	2.67	5.47	1.60	5.42	1.06	4.33
1993.08.17.20:00	2.67	7.42	1.62	5.38	1.05	4.66
1993.08.17.21:00	2.61	7.03	1.60	5.85	1.04	4.91
1993.08.17.22:00	2.40	6.25	1.54	6.00	.99	4.87
1993.08.17.23:00	2.34	6.25	1.41	6.03	.93	5.04
1993.08.18.01:00	2.18	4.69	1.50	6.25	1.03	5.55
1993.08.18.02:00	2.55	6.25	1.65	6.73	1.11	5.89
1993.08.18.03:00	3.35	8.98	2.05	7.84	1.34	6.39
1993.08.18.04:00	4.42	8.98	2.54	8.20	1.67	6.77
1993.08.18.05:00	5.49	9.77	3.22	8.35	2.07	6.81
1993.08.18.06:00	4.74	10.94	3.14	8.98	2.01	7.06
1993.08.18.07:00	5.45	11.72	3.35	9.27	2.10	7.62
1993.08.18.08:00	5.62	9.77	3.24	9.55	2.16	7.78
1993.08.18.09:00	4.28	8.59	2.90	8.48	1.90	7.12
1993.08.18.10:00	4.33	7.81	2.86	8.42	1.92	6.65
1993.08.18.11:00	4.31	9.38	2.53	7.37	1.67	5.80
1993.08.18.12:00	4.65	9.77	2.84	7.44	1.95	6.15
1993.08.18.13:00	4.76	9.77	3.05	7.92	2.00	6.05
1993.08.18.14:00	5.12	8.20	3.37	8.50	2.21	6.48
1993.08.18.15:00	5.81	9.77	3.64	9.49	2.45	7.47
1993.08.18.16:00	6.07	11.72	3.77	9.65	2.39	7.05
1993.08.18.17:00	6.21	10.55	3.68	9.15	2.46	7.47
1993.08.18.18:00	8.85	6.64	3.49	8.72	2.22	6.96
1993.08.18.19:00	3.86	9.77	2.72	8.68	1.82	7.04
1993.08.18.20:00	11.05	6.25	4.23	8.85	2.51	6.58
1993.08.18.21:00	5.88	7.03	3.50	9.20	2.23	6.96
1993.08.18.22:00	5.03	8.98	3.12	8.36	2.00	6.18
1993.08.18.23:00	6.19	11.33	3.41	8.85	2.17	6.89
1993.08.18.00:00	4.74	10.94	3.35	9.79	2.18	7.31
1993.08.19.01:00	6.47	10.55	3.50	9.71	2.30	7.59
1993.08.19.02:00	2.58	8.20	1.61	8.32	1.05	6.72
1993.08.19.03:00	2.23	8.20	1.66	8.78	1.11	7.51
1993.08.19.04:00	3.11	8.59	1.68	8.24	1.09	7.04
1993.08.19.05:00	2.31	8.20	1.52	7.98	.96	6.41
1993.08.19.06:00	2.71	8.20	1.78	8.00	1.16	6.65
1993.08.19.07:00	4.06	11.33	2.85	10.85	1.83	8.43
1993.08.19.08:00	4.31	11.72	3.00	10.85	1.99	8.47
1993.08.19.09:00	4.03	8.98	2.66	10.20	1.73	7.84
1993.08.19.10:00	3.36	6.64	2.21	7.59	1.41	5.64
1993.08.19.11:00	3.17	8.20	1.99	7.42	1.30	5.24
1993.08.19.12:00	2.78	9.77	1.90	7.31	1.24	5.19
1993.08.19.13:00	2.81	7.03	1.72	6.48	1.11	4.66
1993.08.19.14:00	3.57	9.38	1.83	6.75	1.21	4.85
1993.08.19.15:00	2.60	10.16	1.75	6.99	1.11	4.78
1993.08.19.16:00	2.61	8.20	1.92	7.49	1.25	5.47
1993.08.19.17:00	3.66	7.81	2.01	6.89	1.26	4.63
1993.08.19.18:00	5.57	10.16	2.54	7.29	1.65	5.24
1993.08.19.19:00	4.09	8.59	2.58	8.22	1.73	6.03
1993.08.19.20:00	3.58	5.47	2.50	8.93	1.71	6.86
1993.08.19.21:00	3.39	16.02	2.41	11.22	1.68	8.32
1993.08.19.22:00	3.24	6.64	2.51	10.57	1.72	7.87
1993.08.19.23:00	3.28	12.50	2.53	9.73	1.83	8.23
1993.08.19.00:00	3.64	9.38	2.59	10.00	1.82	8.22
1993.08.20.01:00	3.05	6.64	2.44	11.69	1.73	8.50
1993.08.20.02:00	3.03	20.31	2.46	10.68	1.76	9.12
1993.08.20.03:00	2.89	14.84	2.44	11.81	1.78	9.07
1993.08.20.04:00	3.59	14.06	2.71	10.84	1.97	9.31
1993.08.20.05:00	4.29	10.94	2.89	9.99	2.00	8.59
1993.08.20.06:00	2.92	9.38	1.89	7.30	1.18	5.37
1993.08.20.07:00	3.39	9.77	1.96	7.64	1.27	5.76
1993.08.20.08:00	2.87	9.77	1.81	7.43	1.09	5.18
1993.08.20.09:00	3.48	8.98	1.91	8.02	1.25	5.64
1993.08.20.10:00	3.06	8.98	1.68	6.78	1.08	4.95
1993.08.20.11:00	4.30	8.98	1.74	7.61	1.10	5.30
1993.08.20.12:00	2.91	10.55	1.76	6.26	1.13	4.72
1993.08.20.13:00	4.12	8.20	2.07	6.21	1.33	4.55
1993.08.20.14:00	3.33	9.77	1.98	6.31	1.31	4.62
1993.08.20.15:00	3.76	8.98	1.99	6.27	1.25	4.49
1993.08.20.16:00	3.51	7.42	1.99	6.89	1.26	5.12
1993.08.20.17:00	4.28	10.16	1.92	7.44	1.25	5.39
1993.08.20.18:00	3.70	13.28	2.85	11.84	1.97	8.83
1993.08.20.19:00	3.79	10.55	3.04	10.66	2.19	9.14
1993.08.20.20:00	3.66	8.98	2.85	11.65	2.04	8.83
1993.08.20.21:00	3.28	14.45	2.69	11.83	1.99	9.01
1993.08.20.22:00	4.00	6.25	2.99	11.59	2.10	8.52
1993.08.20.23:00	3.93	10.94	3.05	11.38	2.10	7.78
1993.08.20.00:00	4.28	5.86	3.20	10.69	2.25	8.14
1993.08.21.01:00	4.00	11.72	2.94	9.84	2.19	7.88
1993.08.21.02:00	5.76	5.47	3.41	10.39	2.34	7.77
1993.08.21.03:00	4.54	10.55	3.22	11.53	2.24	8.82
1993.08.21.04:00	1.25	7.81	.85	5.94	.56	4.97
1993.08.21.05:00	1.39	5.86	.79	5.90	.51	5.06



DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
199407080028	156	7.0	102	7.7	69	6.7
199407080229	166	8.0	110	7.8	72	7.2
199407080429	153	7.8	109	7.5	73	7.0
199407080628	226	7.6	136	7.6	83	6.7
199407080827	212	7.7	111	7.3	74	6.6
199407081025	175	8.2	108	7.0	69	5.8
199407081227	145	5.6	81	7.3	51	5.7
199407081425	151	8.1	89	7.0	56	6.3
199407081626	141	6.9	93	7.4	61	6.4
199407081825	153	8.2	99	7.0	64	6.4
199407082025	159	6.9	87	6.9	55	5.6
199407082224	183	7.1	93	7.0	58	5.9
199407090026	128	7.1	89	6.6	55	5.5
199407090225	140	7.8	89	7.1	59	6.0
199407090427	161	8.2	97	7.2	61	6.3
199407090628	257	6.8	120	7.5	74	6.5
199407090826	207	6.8	113	7.4	75	6.5
199407091026	222	6.6	117	7.4	74	6.3
199407091229	170	6.6	120	7.6	76	6.3
199407091426	199	6.4	133	7.5	88	6.7
199407091630	230	8.4	146	8.2	93	6.8
199407091830	285	9.5	199	9.1	121	7.0
199407092033	527	10.0	298	9.2	187	7.4
199407092151	480	11.4	299	9.3	188	7.5
199407092318	423	8.3	288	9.6	182	7.7
199407100017	461	11.0	333	9.4	217	8.6
199407100120	595	11.0	360	10.3	227	8.7
199407100250	736	10.8	388	10.8	232	8.4
199407100352	718	10.5	411	11.5	259	9.2
199407100523	798	11.0	549	11.9	360	10.7
199407100651	770	12.6	543	11.4	343	9.5
199407100820	1033	10.7	591	11.9	364	10.0
199407100955	935	11.9	637	12.6	385	10.0
199407101130	1287	13.8	806	13.5	509	11.1
199407101300	1146	11.8	807	13.1	518	10.8
199407101426	1065	12.5	692	12.1	437	10.1
199407101558	1551	13.5	11017	14.7	621	12.3
199407101734	1595	13.7	11001	14.1	599	11.0

圖 B-23　1994 年 7 月 8 日～10 日提姆颱風造成花蓮港港外 ST.2 站之波浪逐時變化圖

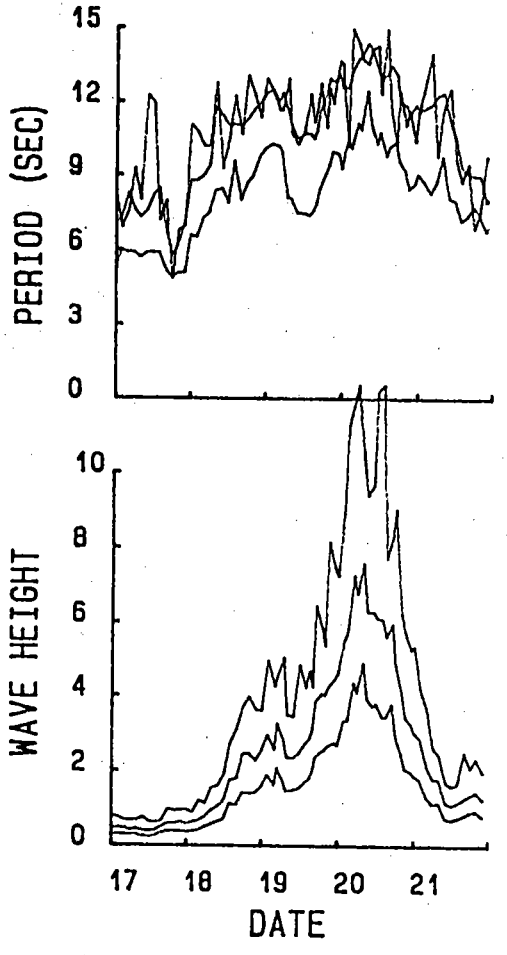


圖 B-24　1994 年 8 月 17 日～21 日弗雷特颱風造成花蓮港港外 ST.2 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmea
199408170023	80	8.4	44	7.0	27	5.3
199408170225	75	6.9	47	7.3	30	6.0
199408170423	68	7.6	46	8.3	29	5.9
199408170625	67	9.3	41	7.6	28	5.9
199408170823	67	8.0	44	7.3	29	5.7
199408171025	76	12.3	38	7.6	24	5.9
199408171228	64	12.0	37	8.2	22	5.9
199408171424	63	7.2	41	8.5	25	5.9
199408171620	68	8.0	50	6.7	33	5.2
199408171821	98	4.9	59	5.8	38	4.9
199408172022	95	6.8	58	6.2	38	5.1
199408172222	96	7.0	63	7.1	39	5.1
199408180025	96	11.1	55	8.8	36	6.6
199408180227	88	10.8	61	8.8	38	6.5
199408180431	121	10.2	66	9.0	42	7.3
199408180630	113	10.2	76	9.4	49	7.5
199408180829	156	12.8	92	11.8	57	8.4
199408181035	163	9.3	105	11.4	64	8.5
199408181236	192	10.4	120	11.0	70	7.9
199408181435	275	12.3	175	11.1	112	9.6
199408181638	316	10.7	181	11.0	108	8.0
199408181840	371	13.1	245	11.3	143	8.7
199408182039	400	12.4	248	11.7	140	9.0
199408182238	365	11.4	229	12.0	143	9.8
199408190040	363	13.0	256	12.4	158	10.1
199408190246	498	12.5	298	12.5	191	10.3
199408190411	427	11.7	259	12.0	163	10.2
199408190836	353	10.7	236	11.0	145	8.1
199408191034	347	10.3	237	10.5	151	7.5
199408191214	487	10.8	251	10.7	155	7.5
199408191400	424	12.4	277	10.7	172	7.4
199408191603	427	11.8	311	10.9	198	7.9
199408192009	539	12.6	402	13.0	259	9.4
199408200039	726	13.6	459	12.6	269	9.3
199408200215	907	10.2	549	12.6	337	10.5
199408200648	1240	13.8	677	13.9	410	10.9
199408200817	1040	13.6	759	14.4	490	12.5
199408200946	939	14.2	629	14.1	393	11.1
199408201112	970	14.3	631	13.3	372	10.3
199408201240	1222	12.4	611	13.0	383	10.8
199408201411	1239	18.2	607	13.1	346	9.8
199408201538	774	11.8	559	13.5	345	10.2
199408201709	833	10.3	598	13.1	380	10.4
199408201844	905	12.5	485	12.0	301	9.6
199408202006	623	11.1	412	11.9	250	9.2
199408202141	573	11.7	344	11.5	208	8.5
199408202305	526	10.4	325	11.9	199	8.7
199408210032	539	11.6	305	11.6	190	9.1
199408210204	422	12.7	288	11.8	179	8.8
199408210437	365	14.0	212	11.9	130	8.3
199408210639	265	9.8	181	12.3	112	8.8
199408210834	247	11.8	178	12.4	116	9.8
199408211037	171	12.6	115	11.2	73	8.1
199408211232	163	9.7	108	10.5	70	8.0
199408211433	169	8.8	114	9.3	74	7.2

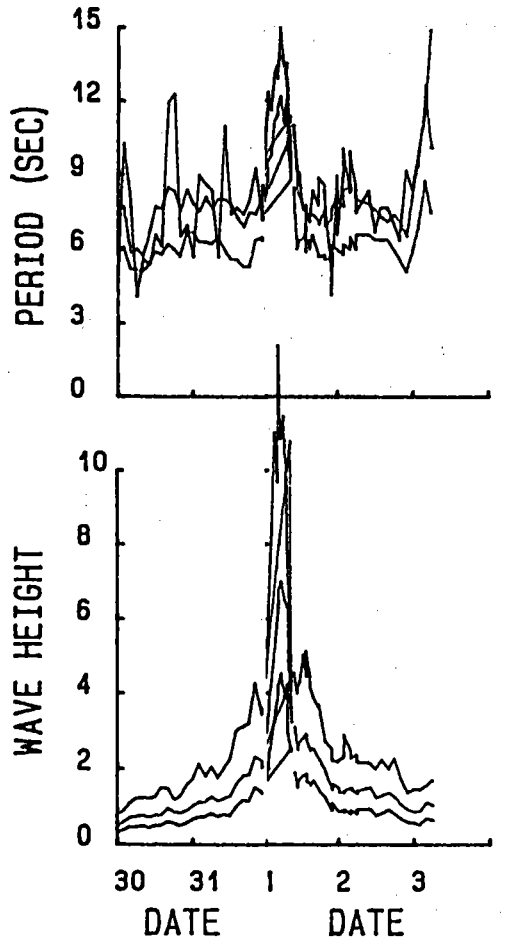


圖 B-25 1994 年 8 月 30 日～9 月 3 日葛拉絲颱風造成花蓮港港外 ST.2 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
199408300021	80	5.0	46	7.6	30	5.8
199408300224	87	10.3	58	7.7	38	6.1
199408300422	110	7.9	70	5.8	47	5.2
199408300622	121	4.1	72	6.0	47	5.2
199408300821	124	5.6	75	5.7	50	5.1
199408301023	122	5.4	70	6.7	45	5.4
199408301224	125	6.6	75	7.7	49	5.9
199408301426	150	6.1	77	7.6	50	5.8
199408301624	147	12.0	93	8.5	60	6.2
199408301825	118	12.3	84	8.3	55	6.0
199408302026	126	6.5	81	7.5	50	5.7
199408302228	157	7.0	88	8.4	56	6.7
199408310027	171	5.7	99	7.8	66	6.7
199408310228	213	9.0	110	7.5	72	6.3
199408310427	181	8.6	113	8.1	73	6.3
199408310626	207	8.4	127	7.6	82	6.2
199408310829	176	5.7	114	8.0	74	6.5
199408311025	204	11.0	122	8.0	80	6.0
199408311224	229	7.4	129	7.8	76	5.6
199408311424	302	7.7	160	7.3	100	5.6
199408311623	312	7.4	182	6.9	118	5.3
199408311825	319	8.0	183	7.5	115	5.3
199408312023	428	9.3	232	7.4	153	6.4
199408312200	343	7.2	221	8.2	141	6.5
199408312228	360	8.6	204	8.4	135	6.4
199409010000	341	9.4	235	9.9	147	7.4
199409010032	373	7.8	246	9.6	156	7.3
199409010136	535	9.4	294	10.8	182	8.2
199409010212	556	12.2	350	11.6	222	8.8
199409010257	611	12.4	370	11.8	236	9.5
199409010338	828	11.6	455	12.1	288	9.8
199409010424	1105	13.2	544	13.2	344	11.2
199409010513	968	13.5	630	13.5	398	11.4
199409010556	1342	12.9	676	13.7	419	11.7
199409010647	1082	15.4	700	13.8	453	12.2
199409010728	1150	13.6	650	13.3	390	11.1
199409010816	949	13.5	624	12.5	427	12.1
199409010855	857	13.6	487	12.3	295	10.1
199409010939	409	8.8	319	9.4	245	9.2
199409010958	1082	10.6	435	11.4	257	8.8
199409010032	373	7.8	246	9.6	156	7.3
199409011036	455	11.0	310	11.0	191	8.5
199409011125	399	9.3	251	9.4	150	6.4
199409011153	408	9.2	260	8.3	163	6.0
199409011235	434	9.1	273	8.0	175	6.4
199409011303	508	7.6	283	7.7	183	6.4
199409011400	446	7.8	291	7.6	184	6.7
199409011429	488	5.9	291	7.8	189	6.9
199409011457	516	7.5	272	7.5	166	6.2
199409011525	454	7.2	245	7.3	162	6.4
199409011556	419	7.1	255	7.3	156	6.0
199409011622	392	8.4	252	7.4	170	6.6
199409011800	360	7.8	221	7.1	142	5.8
199409011825	371	8.9	224	7.0	143	5.7
199409012000	274	8.6	192	7.6	123	5.8
199409012025	276	8.4	187	6.9	122	5.6
199409012200	254	5.1	143	7.2	89	5.6
199409012224	225	4.2	159	7.6	109	6.2
199409020000	220	9.0	149	8.3	89	6.0
199409020026	223	6.6	138	8.0	88	6.0
199409020200	235	8.9	136	7.7	85	5.8
199409020225	291	10.1	142	8.4	91	6.2
199409020400	249	8.3	151	8.5	79	6.0
199409020429	231	10.0	144	8.6	90	6.5
199409020600	240	8.5	133	8.0	79	6.0
199409020626	219	7.5	143	8.0	92	6.6
199409021027	218	8.4	149	7.8	94	6.8
199409021229	202	6.7	121	7.6	76	6.4
199409021428	227	7.7	131	7.3	82	6.4
199409021828	203	7.7	135	7.1	91	6.4
199409021826	231	7.1	124	7.4	80	6.0
199409022025	176	6.4	105	7.1	69	5.6
199409022221	139	9.2	90	6.5	59	5.1
199409030024	147	8.4	86	8.2	55	5.9
199409030229	145	9.8	86	9.4	53	6.9
199409030438	158	11.4	109	12.7	69	8.8
199409030631	171	14.9	102	10.1	65	7.5
199409030829	165	10.1	89	9.7	55	6.8
199409031029	140	12.7	90	8.8	59	6.5
199409031226	122	9.5	86	8.4	54	5.9
199409031424	127	14.3	79	8.9	49	6.0
199409031627	155	8.2	89	9.6	57	6.7
199409031825	165	12.8	95	8.7	59	6.1
199409032025	193	8.1	102	8.2	65	6.2
199409032225	153	6.4	92	7.5	62	5.7

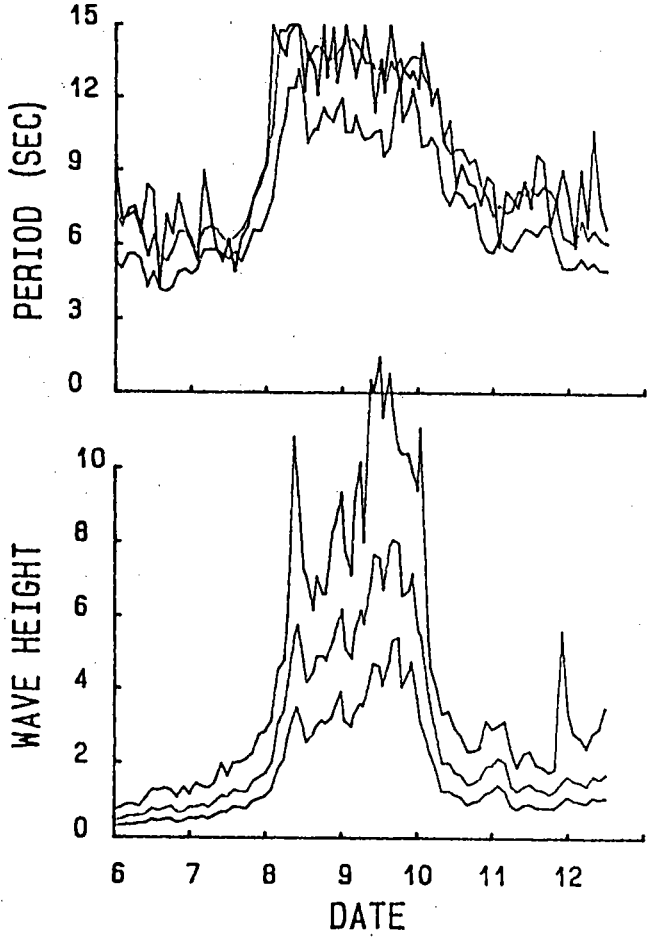


圖 B-26　1994 年 10 月 6 日～12 日席斯颱風造成花蓮港港外 ST.2 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
199410060022	74	9.6	45	7.2	29	5.3
199410060222	78	7.0	48	6.7	31	5.0
199410060423	89	7.1	54	7.4	34	5.6
199410060624	87	7.3	56	7.5	35	5.6
199410060823	83	6.4	59	8.7	38	5.4
199410061018	105	8.4	61	5.5	39	4.3
199410061220	129	8.1	75	6.4	48	4.9
199410061419	127	4.3	71	5.5	45	4.2
199410061618	132	7.2	75	5.3	48	4.1
199410061819	126	6.4	81	5.8	50	4.3
199410062021	106	8.0	66	6.5	41	4.9
199410062220	136	8.7	68	6.5	44	5.0
199410070021	115	6.2	79	5.9	52	4.8
199410070221	146	5.3	79	5.9	49	5.0
199410070423	136	9.0	86	6.6	56	5.8
199410070623	132	7.3	78	6.7	51	5.8
199410070824	146	5.9	93	6.6	59	5.8
199410071025	198	5.3	109	6.2	68	5.6
199410071223	165	6.2	108	6.1	69	5.4
199410071424	201	4.9	126	6.3	81	5.7
199410071624	202	6.3	122	6.6	79	5.3
199410071825	211	6.7	119	7.1	77	5.9
199410072026	225	7.9	150	7.9	96	6.6
199410072229	276	8.7	162	8.4	104	6.5
199410080032	285	9.2	171	9.5	110	7.1
199410080231	312	19.8	201	10.8	128	7.9
199410080438	451	14.2	305	14.8	183	10.2
199410080624	477	13.7	341	14.7	211	11.2
199410080747	594	14.6	405	15.3	262	12.4
199410080917	1087	16.6	549	15.4	329	12.4
199410081047	968	15.5	575	16.1	350	13.2
199410081214	725	12.2	469	14.3	298	11.7
199410081342	706	13.9	416	13.5	257	10.1
199410081511	616	13.2	447	14.1	276	10.7
199410081636	707	12.1	488	14.1	297	10.7
199410081810	660	15.1	490	13.8	316	11.6
199410081940	660	12.8	477	13.5	306	11.3
199410082113	827	14.9	529	13.6	321	11.0
199410082246	851	12.6	563	13.8	349	11.5
199410090012	937	14.0	617	14.2	393	12.0
199410090145	785	16.7	511	14.3	313	10.6
199410090312	709	13.5	482	14.4	298	10.6
199410090443	908	12.8	557	14.2	331	11.3
199410090612	1018	14.0	618	13.8	361	10.5
199410090741	800	16.9	579	13.4	353	10.3
199410090909	1237	13.0	695	13.4	426	10.4
199410091039	1197	11.4	765	13.1	469	10.6
199410091212	1299	13.6	756	13.3	461	10.7
199410091341	1137	12.6	669	12.2	407	9.6
199410091509	1252	15.1	791	13.5	473	10.0
199410091640	1169	14.0	806	13.1	534	11.2
199410091811	1054	12.3	799	13.6	542	12.8
199410091944	1039	13.2	653	13.1	404	11.0
199410092114	1040	12.8	669	13.6	443	11.7
199410092244	1003	13.1	716	13.7	476	12.4
199410100014	940	12.4	561	13.6	374	11.3

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
199410100141	1111	14.3	544	13.0	313	10.0
199410100309	605	12.8	407	12.4	259	10.1
199410100436	460	11.7	355	12.2	228	10.4
199410100603	407	12.4	279	12.2	183	10.0
199410100836	330	10.2	198	10.2	123	8.1
199410101034	339	11.1	202	9.7	126	7.6
199410101234	293	8.3	173	9.9	116	8.2
199410101432	275	9.3	168	9.9	109	8.0
199410101631	232	8.5	142	9.3	87	7.5
199410101834	234	8.4	148	9.5	98	7.7
199410102027	239	7.6	158	8.4	100	6.3
199410102226	313	8.8	193	7.9	119	5.8
199410110023	291	8.5	194	7.1	125	5.7
199410110224	301	5.9	213	7.6	142	6.3
199410110425	314	8.2	202	7.3	127	5.9
199410110625	236	7.9	138	7.4	88	5.8
199410110827	188	7.5	123	8.2	77	6.2
199410111025	227	8.6	138	8.0	87	6.7
199410111229	235	7.5	144	8.3	92	6.6
199410111427	195	9.7	130	8.0	83	6.4
199410111631	191	9.4	125	8.4	79	6.8
199410111827	176	6.8	117	8.2	79	6.8
199410112026	184	7.7	125	7.7	79	5.9
199410112239	581	9.1	150	6.3	98	5.1
199410120027	340	7.9	167	6.2	110	5.1
199410120222	280	6.1	152	5.9	99	5.1
199410120423	267	9.1	148	7.0	96	5.5
199410120625	239	6.7	138	6.2	91	5.1
199410120827	281	10.7	167	6.6	107	5.3
199410121024	294	7.5	156	6.2	104	5.0
199410121227	351	6.7	169	6.1	108	5.0

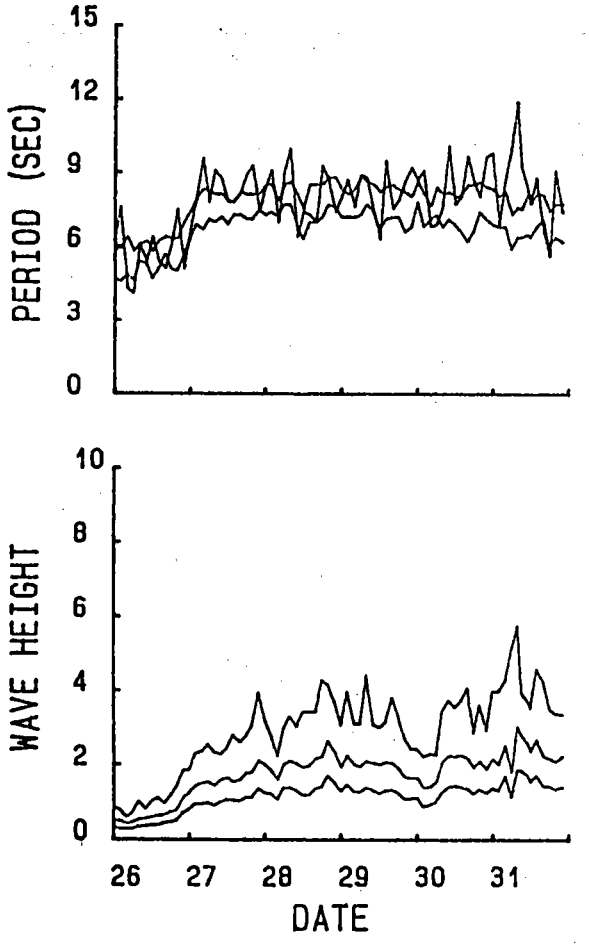
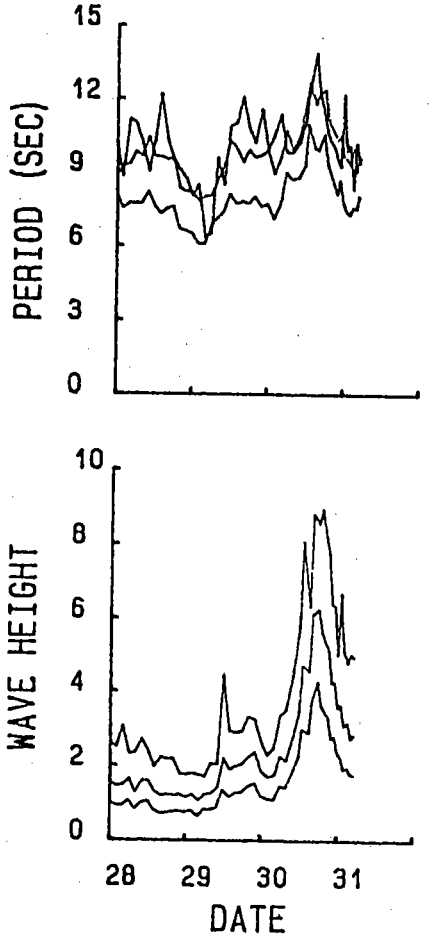


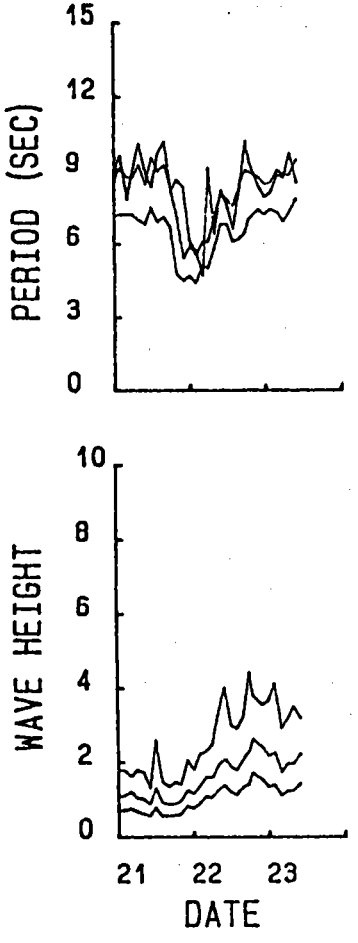
圖 B-27　1995 年 7 月 26 日～31 日蓋瑞颱風造成花蓮港港外 ST.2 站之波浪逐時變化圖

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
199507260020	84	6.4	53	5.8	33	4.7
199507260218	78	7.6	48	5.9	29	4.6
199507260419	59	4.3	42	6.4	27	4.9
199507260620	70	4.1	45	5.8	28	4.6
199507260821	101	6.1	53	6.1	33	5.4
199507261021	79	5.4	54	6.2	36	5.3
199507261219	100	6.4	59	5.8	37	4.7
199507261420	110	5.4	61	6.2	39	5.1
199507261622	94	5.1	64	6.4	43	5.7
199507261822	116	6.1	72	6.3	46	5.1
199507262022	140	7.5	77	6.3	49	5.0
199507262224	184	5.1	109	7.0	70	5.7
199507270026	185	6.7	124	7.4	80	6.3
199507270228	231	7.9	143	7.9	93	6.9
199507270426	237	9.6	148	8.3	93	6.7
199507270630	255	7.8	153	8.2	97	7.1
199507270830	232	9.1	142	8.1	90	7.0
199507271028	228	8.7	157	8.1	101	7.2
199507271228	243	7.8	165	7.8	106	6.9
199507271430	281	7.8	153	7.8	104	7.3
199507271629	260	8.2	158	8.2	102	7.3
199507271830	276	8.9	175	8.1	112	7.1
199507272032	305	9.3	178	8.1	111	7.1
199507272231	394	7.4	211	8.1	136	7.5
199507280032	319	8.4	199	8.5	124	7.3
199507280230	278	9.1	183	8.5	121	7.4
199507280432	224	7.0	158	7.8	106	7.2
199507280631	296	9.0	199	8.5	137	7.7
199507280830	330	10.0	210	8.6	139	7.7
199507281030	302	6.4	203	8.1	131	6.8
199507281228	341	7.4	192	7.5	118	6.3
199507281429	341	7.3	195	8.5	118	7.0
199507281629	341	7.0	215	8.5	135	7.0
199507281832	428	9.3	220	8.5	141	7.2
199507282031	415	8.7	263	8.8	170	7.7
199507282229	363	7.4	233	8.8	150	7.6
199507290031	307	8.0	192	8.3	129	7.2
199507290230	397	8.7	223	8.1	146	7.2
199507290430	310	7.6	200	8.3	129	7.2
199507290630	310	8.9	194	8.8	125	7.3
199507290831	442	8.8	211	8.6	139	7.7
199507291029	309	7.4	205	8.5	132	7.4
199507291231	301	6.3	200	8.2	122	6.7
199507291427	314	9.5	207	8.4	131	7.1
199507291630	383	7.5	205	8.5	132	7.2
199507291831	328	7.9	191	8.3	123	7.2
199507292030	272	8.6	166	8.2	107	6.6
199507292229	242	9.2	161	8.0	107	6.8
199507300029	242	8.7	165	8.6	113	7.8
199507300228	222	9.1	136	8.1	87	6.8
199507300428	231	6.8	140	7.6	91	7.1
199507300629	225	6.9	153	8.4	99	7.3
199507300830	344	7.6	206	8.1	127	6.8
199507301028	373	10.1	224	8.2	141	7.1
199507301229	355	7.7	221	8.0	144	6.9
199507301408	371	8.0	226	8.1	140	6.6
199507301628	408	9.7	217	8.5	136	6.2
199507301829	287	8.6	193	8.5	122	6.7
199507302031	362	8.0	210	8.6	134	7.4
199507302229	291	9.7	189	8.4	124	7.1
199507310030	398	9.8	215	8.3	138	6.9
199507310230	397	6.8	201	8.0	130	6.8
199507310429	429	8.8	252	8.2	169	6.8
199507310636	511	10.0	179	7.3	113	5.9
199507310832	576	11.9	302	7.6	186	6.4
199507310954	395	9.3	280	7.5	186	6.4
199507311107	372	8.3	259	8.1	171	6.5
199507311227	354	7.8	237	7.7	155	6.4
199507311428	459	8.8	268	8.1	172	6.8
199507311627	425	6.6	221	8.1	142	7.1
199507311825	350	5.8	216	7.4	142	6.0
199507312027	338	9.1	208	7.7	133	6.4
199507312225	336	7.4	222	7.7	141	6.2



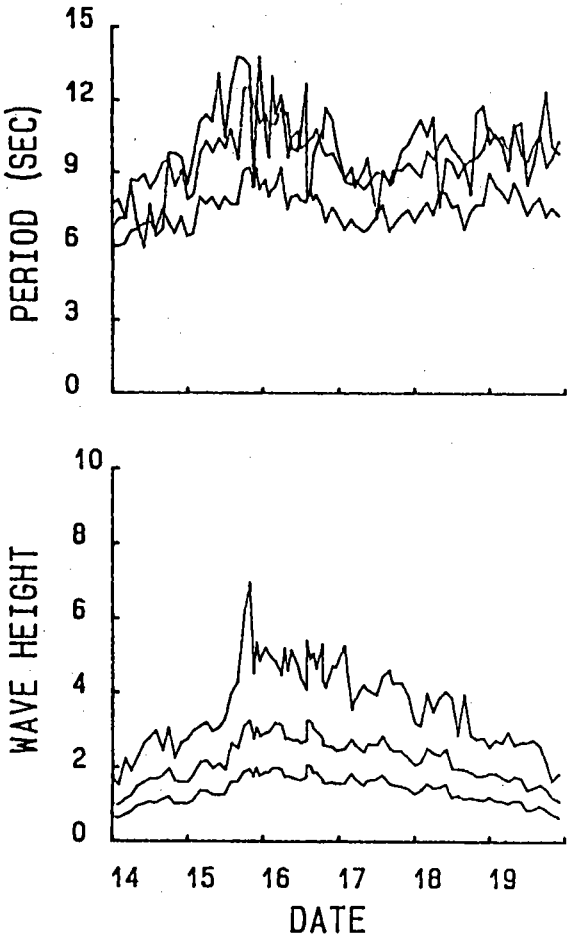
DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
199508280033	281	10.2	154	8.3	99	6.1
199508280228	250	8.8	144	9.2	92	7.5
199508280431	308	11.2	147	9.3	91	7.7
199508280631	233	11.0	165	9.8	106	7.7
199508280833	235	10.2	126	9.6	83	7.7
199508281031	271	9.0	159	10.4	101	8.2
199508281234	239	10.2	157	9.6	104	7.6
199508281431	195	12.2	130	9.6	80	7.3
199508281630	224	10.3	118	9.5	72	7.5
199508281837	217	9.5	122	9.5	73	7.6
199508282031	219	9.1	120	8.3	75	6.7
199508282228	178	8.7	122	8.2	78	6.6
199508290027	175	8.0	115	8.1	74	6.5
199508290228	180	8.5	122	7.8	79	6.1
199508290427	176	6.3	104	8.0	65	6.1
199508290629	170	6.5	122	8.0	81	6.8
199508290829	207	9.6	123	8.8	81	7.1
199508291029	204	8.5	140	9.2	89	7.4
199508291237	447	10.9	219	10.3	136	8.1
199508291433	293	11.0	191	10.0	117	7.7
199508291633	289	12.1	199	9.4	128	7.8
199508291832	293	10.8	207	9.9	131	7.7
199508292032	335	10.2	224	9.6	146	8.0
199508292232	325	11.8	238	9.7	155	7.6
199508300032	268	9.9	183	9.9	118	7.7
199508300232	231	10.5	172	8.9	111	7.1
199508300433	249	11.4	173	9.8	108	7.7
199508300636	336	9.8	225	10.7	146	9.0
199508300836	349	9.8	212	9.9	142	8.7
199508301036	444	10.2	276	10.5	183	8.8
199508301207	576	11.1	341	11.9	227	9.3
199508301338	809	12.2	471	12.7	300	11.0
199508301508	635	13.9	453	11.8	289	10.0
199508301636	884	12.5	614	12.2	372	9.9
199508301807	855	11.2	626	12.4	430	10.6
199508301935	896	10.6	564	11.2	304	9.4
199508302101	776	10.0	512	10.6	332	8.5
199508302227	641	9.5	423	10.3	274	8.1
199508302331	637	9.2	428	10.5	283	8.7
199508310056	502	12.2	357	9.7	236	7.7
199508310158	869	9.8	365	9.5	225	7.4
199508310255	513	10.1	309	9.3	192	7.3
199508310353	480	8.3	317	10.0	196	7.8
199508310455	501	10.2	274	9.0	180	7.5
199508310554	497	9.4	285	9.6	179	8.0

圖 B-28　1995 年 8 月 28 日～31 日肯特颱風造成花蓮港港外 ST.2 站之波浪逐時變化圖



DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
199509210033	178	8.9	105	8.5	68	7.1
199509210228	178	9.6	109	9.1	70	7.2
199509210431	162	7.8	119	8.7	76	7.2
199509210629	181	9.1	103	8.7	67	7.2
199509210829	173	10.1	99	9.2	61	7.0
199509211027	131	8.8	86	8.4	57	6.8
199509211231	260	8.3	130	9.5	78	7.5
199509211429	147	9.7	90	8.9	55	6.9
199509211628	134	10.2	86	9.2	55	7.1
199509211829	146	8.1	88	8.2	58	6.7
199509212023	140	8.6	93	7.1	60	4.8
199509212218	207	8.3	123	5.4	81	4.5
199509220019	178	6.1	115	5.9	75	4.7
199509220220	221	5.7	135	5.5	87	4.4
199509220419	230	4.7	159	6.1	108	5.1
199509220621	248	9.1	158	6.1	105	5.0
199509220824	330	6.4	192	7.2	123	5.8
199509221028	402	8.2	211	8.0	137	6.8
199509221228	300	7.5	186	7.8	119	6.8
199509221425	289	6.6	178	7.5	113	6.1
199509221625	324	8.3	211	8.4	134	6.2
199509221824	445	10.2	232	9.0	143	6.5
199509221951	383	9.4	262	8.9	172	7.0
199509222228	355	8.3	240	8.7	154	7.4
199509230030	365	7.9	215	8.4	134	7.2
199509230230	413	8.1	227	8.5	140	7.4
199509230431	291	8.8	172	9.0	110	7.3
199509230627	318	8.7	196	8.8	122	6.9
199509230829	350	9.7	196	8.8	124	7.3
199509231030	319	8.5	222	9.4	142	7.8

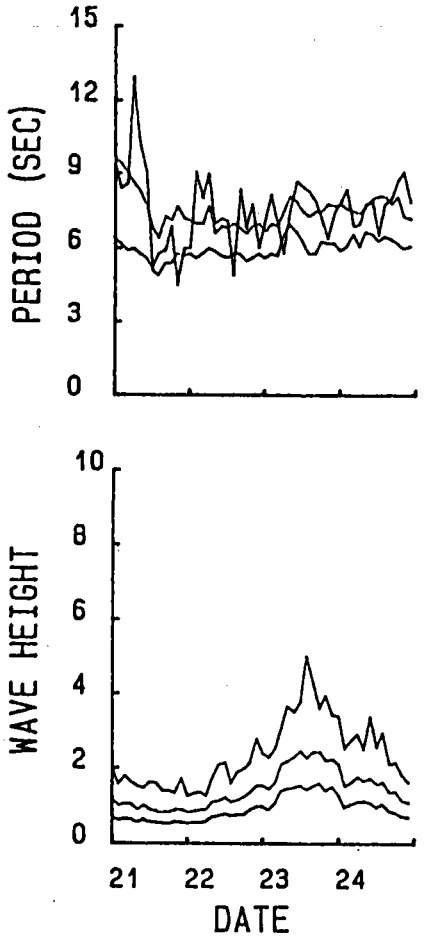
圖 B-29　1995 年 9 月 21 日～23 日賴恩颱風造成
花蓮港港外 ST.2 站之波浪逐時變化圖



DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
199505140025	171	7.7	103	6.7	87	5.9
199505140225	153	7.9	97	7.1	83	6.0
199505140426	223	7.1	114	7.1	72	6.1
199505140625	191	8.5	124	8.7	79	6.6
199505140828	227	6.9	149	8.6	98	6.7
199505141031	263	5.9	159	8.9	102	6.9
199505141229	281	7.7	170	8.3	107	7.0
199505141427	298	6.4	168	8.7	105	6.6
199505141630	243	6.7	179	9.4	115	7.5
199505141828	306	9.8	195	9.5	122	7.0
199505142028	224	9.8	181	8.4	103	6.5
199505142228	266	9.6	180	9.1	105	7.2
199505150027	277	8.5	159	7.9	103	6.4
199505150228	297	9.7	182	8.1	111	6.5
199505150431	311	11.1	213	9.8	137	8.0
199505150637	319	11.4	218	10.3	137	7.7
199505150831	285	11.1	195	9.8	129	8.0
199505151034	307	13.1	211	10.4	127	7.5
199505151233	329	10.4	192	10.0	129	8.0
199505151432	398	12.5	264	10.8	162	7.7
199505151632	429	13.8	249	9.5	162	7.7
199505151830	607	13.7	310	12.5	188	9.1
199505152002	699	13.4	324	12.5	196	9.2
199505152129	451	8.4	276	11.7	177	8.4
199505152235	537	11.8	307	11.6	201	9.2
199505152359	486	13.8	283	11.0	178	8.3
199505160119	521	10.5	292	11.4	188	8.7
199505160227	506	9.6	284	10.9	185	8.0
199505160342	493	13.0	308	11.0	197	8.3
199505160459	487	11.4	318	11.0	200	8.4
199505160602	449	12.2	313	11.7	195	9.2
199505160727	520	11.4	273	10.9	173	8.2
199505160820	459	11.5	279	9.6	178	7.5
199505160935	515	10.0	272	10.4	174	8.0
199505161119	475	9.9	271	10.7	168	8.1
199505161237	443	10.5	263	10.0	167	7.9
199505161400	407	12.7	271	10.2	174	7.8
199505161456	543	8.0	324	10.1	206	7.8
199505161559	490	8.2	324	10.4	208	8.3
199505161659	508	9.7	302	10.5	186	7.9
199505161757	465	10.1	296	10.8	189	8.1
199505161900	533	10.7	275	9.9	169	7.6
199505161957	433	10.4	259	9.9	161	7.5
199505162058	414	11.7	258	9.7	157	7.0
199505162230	473	11.2	254	9.8	163	7.6
199505162350	467	10.3	243	9.5	157	7.4
199505170230	529	8.7	250	8.6	157	6.7
199505170428	354	9.2	277	8.5	183	7.1
199505170530	383	8.4	260	8.7	172	6.9
199505170828	421	9.1	239	8.3	153	6.6
199505170938	408	9.6	262	8.5	167	6.7
199505171218	393	7.1	260	9.0	169	7.2
199505171430	445	9.1	285	8.9	180	7.7
199505171603	461	8.5	251	8.6	157	6.6
199505171751	428	8.6	244	9.1	154	6.8
199505172028	429	9.9	244	9.1	150	7.3

DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
199505172231	391	10.2	224	9.4	144	7.5
199505180030	320	10.7	208	9.1	130	7.0
199505180231	311	11.2	213	8.8	138	7.4
199505180431	399	10.5	253	9.9	158	7.8
199505180634	348	11.3	238	9.5	145	7.3
199505180833	387	7.6	233	10.2	147	8.2
199505181033	403	9.6	250	10.6	156	8.2
199505181231	386	9.4	196	10.0	120	7.6
199505181432	287	8.8	195	9.7	128	7.7
199505181632	395	9.3	194	9.3	116	6.7
199505181830	286	8.1	187	9.5	120	7.4
199505182030	275	11.5	177	9.6	116	7.7
199505182232	281	11.8	178	10.0	113	7.7
199505190037	255	10.2	163	10.9	121	9.0

圖 B-30　1996 年 5 月 14 日～19 日巴特颱風造成花蓮港港外 ST.2 站之波浪逐時變化圖



DATE	HMAX	TMAX	H1/3	T1/3	Hmean	Tmean
199505210027	200	9.4	114	9.6	71	6.4
199505210224	156	8.4	101	9.4	63	6.2
199505210425	179	8.6	105	9.0	66	5.9
199505210626	161	13.0	102	8.6	64	6.0
199505210827	152	10.3	89	8.3	55	5.8
199505211023	145	9.1	101	7.7	64	5.6
199505211223	163	5.2	89	6.8	57	5.1
199505211421	160	5.8	84	6.4	55	4.9
199505211622	137	5.9	82	7.3	54	5.4
199505211823	141	6.9	82	7.1	52	5.4
199505212023	132	4.5	89	7.7	58	5.8
199505212221	172	6.0	87	7.2	55	5.7
199505220023	123	6.0	82	7.1	54	5.8
199505220224	132	9.1	84	7.0	55	5.6
199505220425	135	8.0	88	7.0	57	5.8
199505220623	123	9.0	89	7.7	58	6.0
199505220823	172	7.0	107	6.6	70	5.9
199505221023	211	7.2	113	6.9	73	5.7
199505221224	215	7.1	120	6.8	78	5.6
199505221422	157	4.9	108	7.0	73	5.8
199505221623	190	8.4	115	6.8	76	5.8
199505221825	198	6.8	121	6.6	77	5.5
199505222024	213	7.8	134	6.9	88	5.6
199505222225	280	6.0	153	7.0	97	5.8
199505230025	240	7.1	153	6.7	97	5.6
199505230225	229	8.2	142	7.0	88	5.8
199505230425	255	7.0	162	6.9	106	5.7
199505230626	306	5.8	211	7.5	141	6.5
199505230828	366	7.5	217	8.1	144	7.0
199505231028	351	8.7	230	7.9	147	6.7
199505231223	377	8.5	245	7.5	155	6.3
199505231424	502	8.3	227	7.3	142	5.8
199505231626	428	7.9	243	7.5	153	5.8
199505231825	361	7.2	244	7.5	160	6.3
199505232026	396	6.4	219	7.8	141	6.2
199505232225	342	7.5	224	7.7	150	6.2
199505240026	339	7.9	211	7.8	130	5.9
199505240225	255	8.4	151	7.6	96	6.1
199505240428	275	6.9	161	7.5	104	6.6
199505240628	291	7.0	176	7.4	109	6.1
199505240826	250	7.8	165	7.7	111	6.7
199505241027	339	7.9	172	8.0	108	6.6
199505241228	256	6.5	156	8.1	96	6.3
199505241427	295	7.8	162	8.1	104	6.5
199505241626	210	8.0	134	7.8	86	6.4
199505241827	216	8.7	136	8.1	82	6.2
199505242026	182	9.1	111	7.3	72	6.0
199505242225	161	7.9	107	7.2	70	6.1

圖 B-31　1996 年 5 月 21 日～24 日凱姆颱風造成花蓮港港外 ST.2 站之波浪逐時變化圖

附錄　C

ST.2 觀測站
方向波浪波譜立體圖

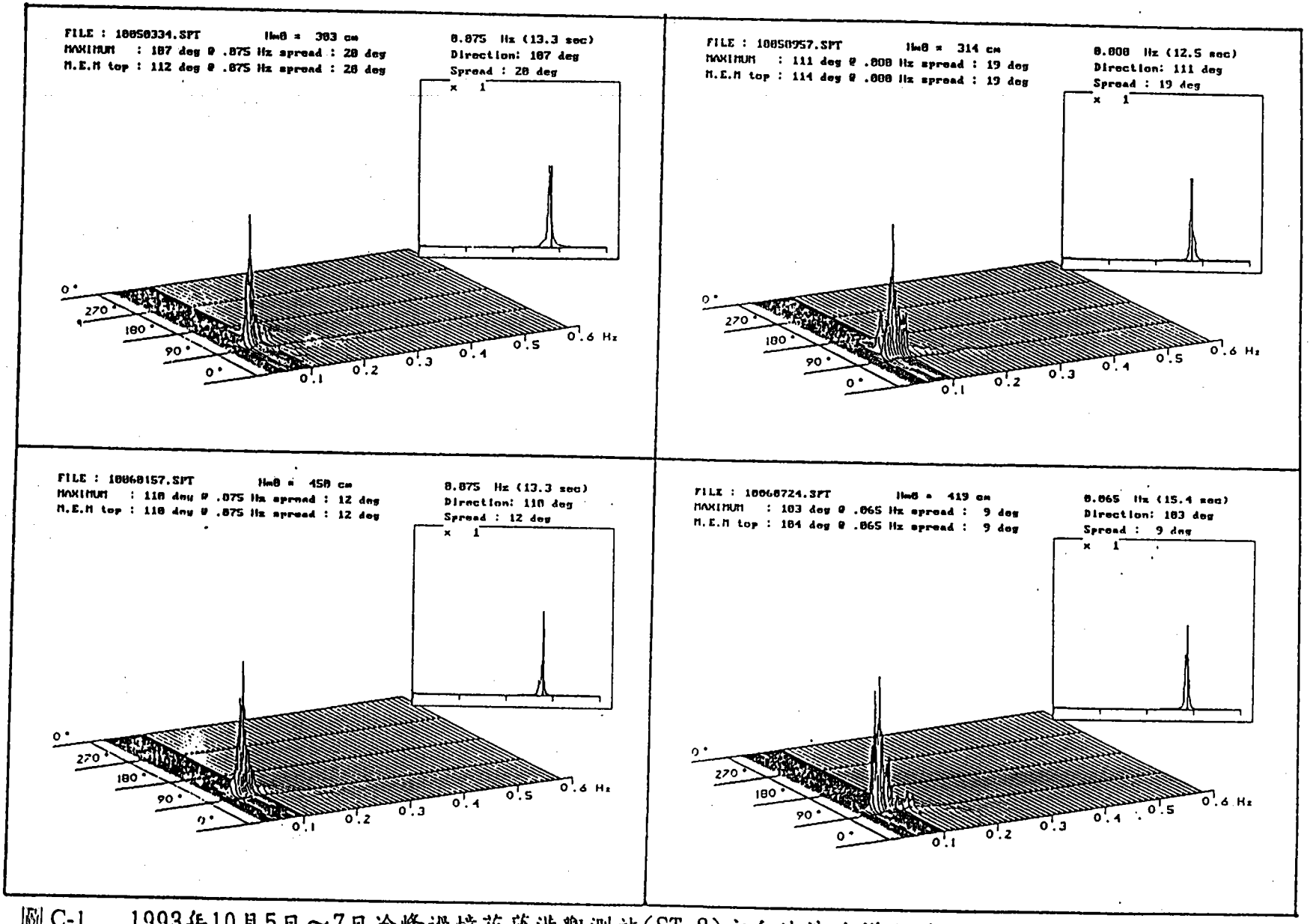


圖 C-1 1993年10月5日～7日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波波譜立體圖

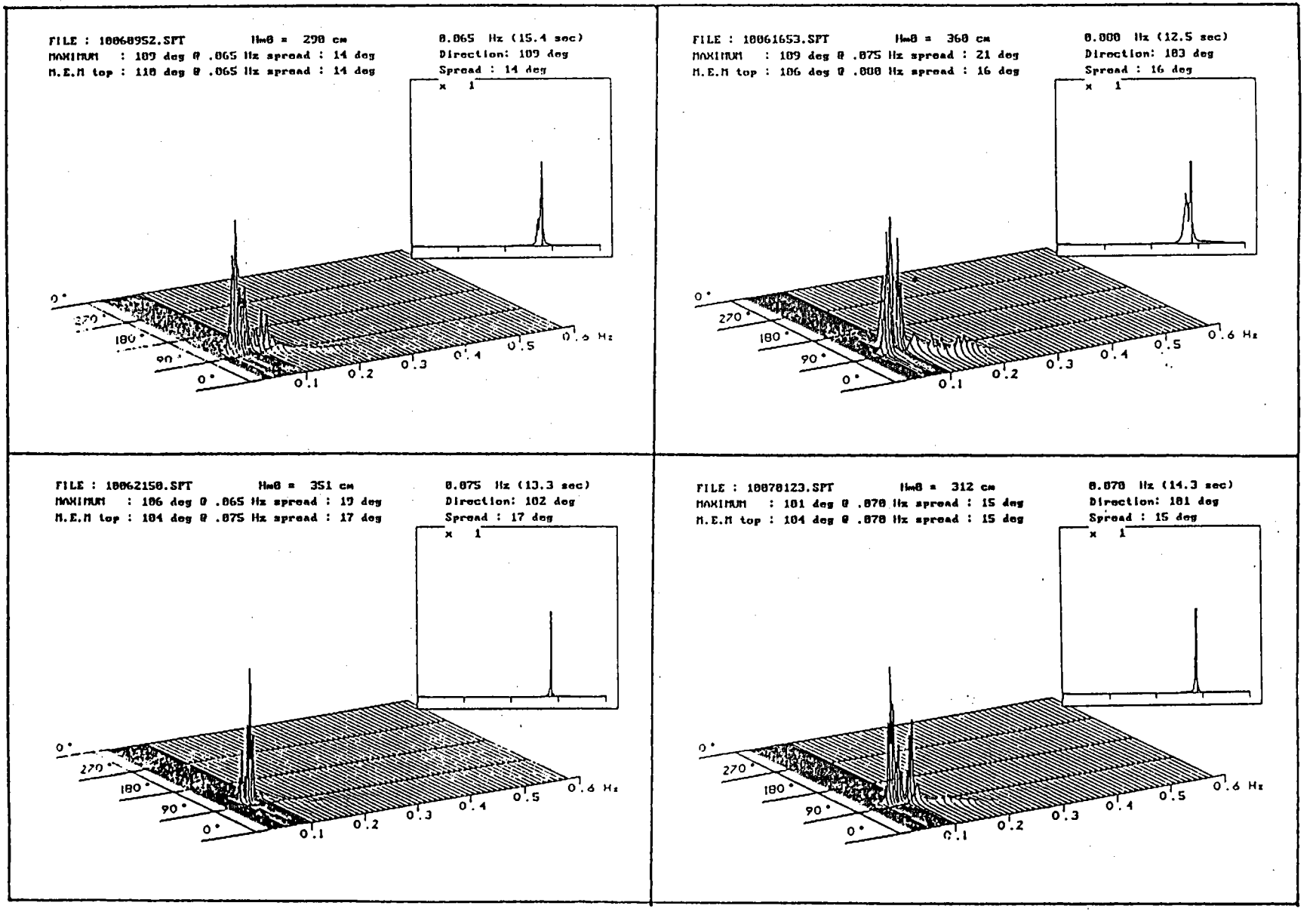


圖 C-2 1993年10月5日～7日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

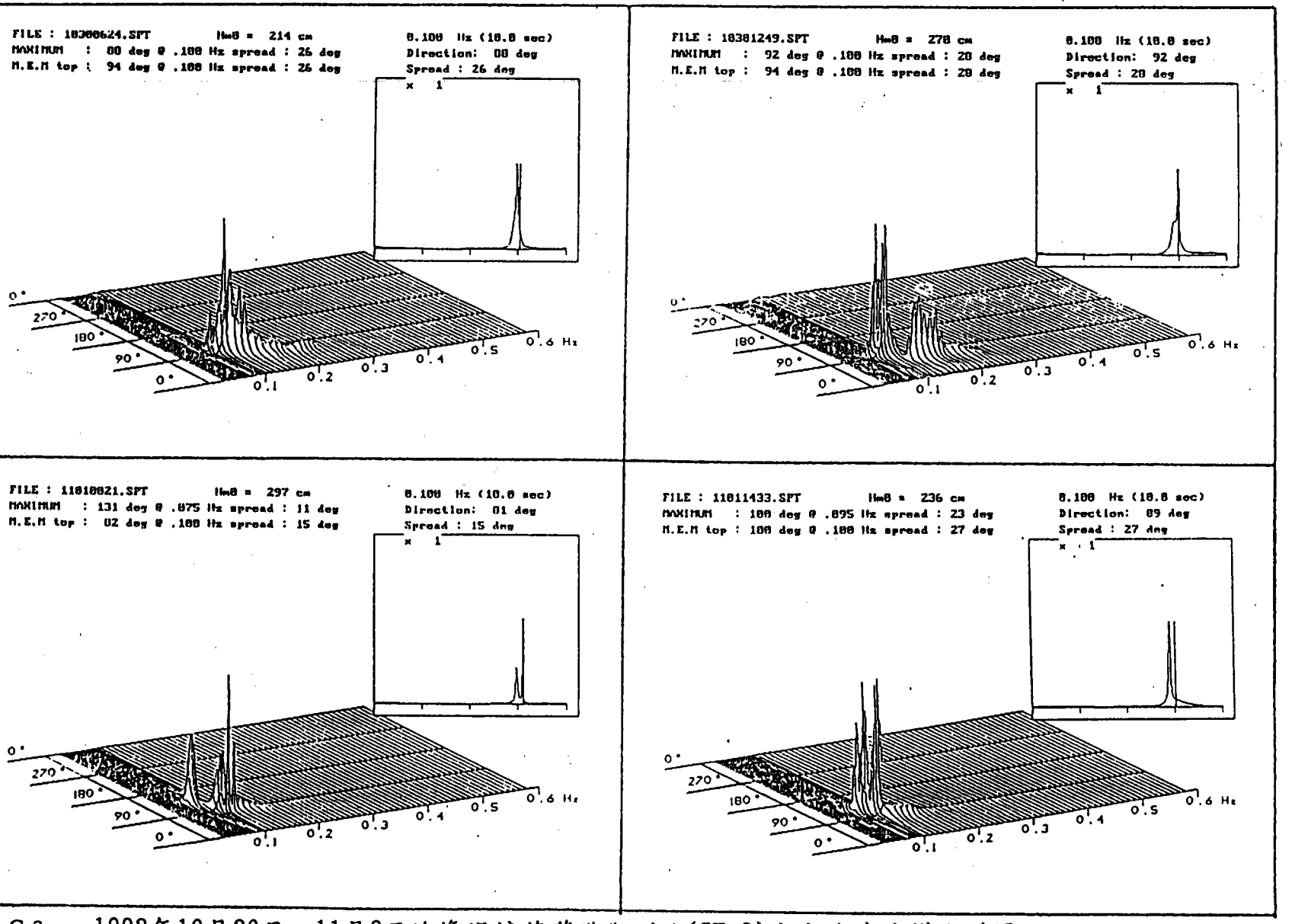


圖 C-3　1993年10月30日～11月3日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

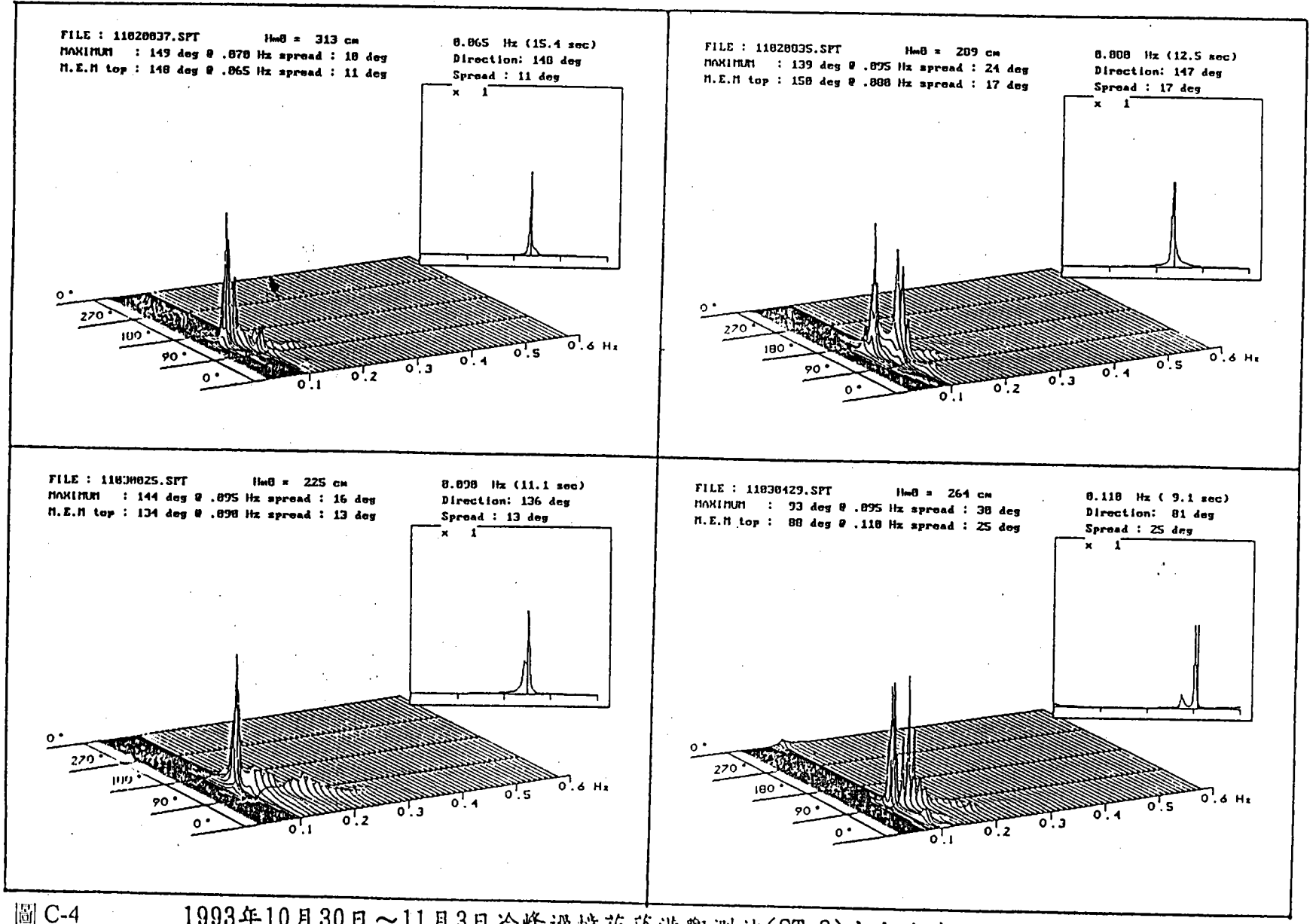


圖 C-4 1993年10月30日～11月3日冷峰過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

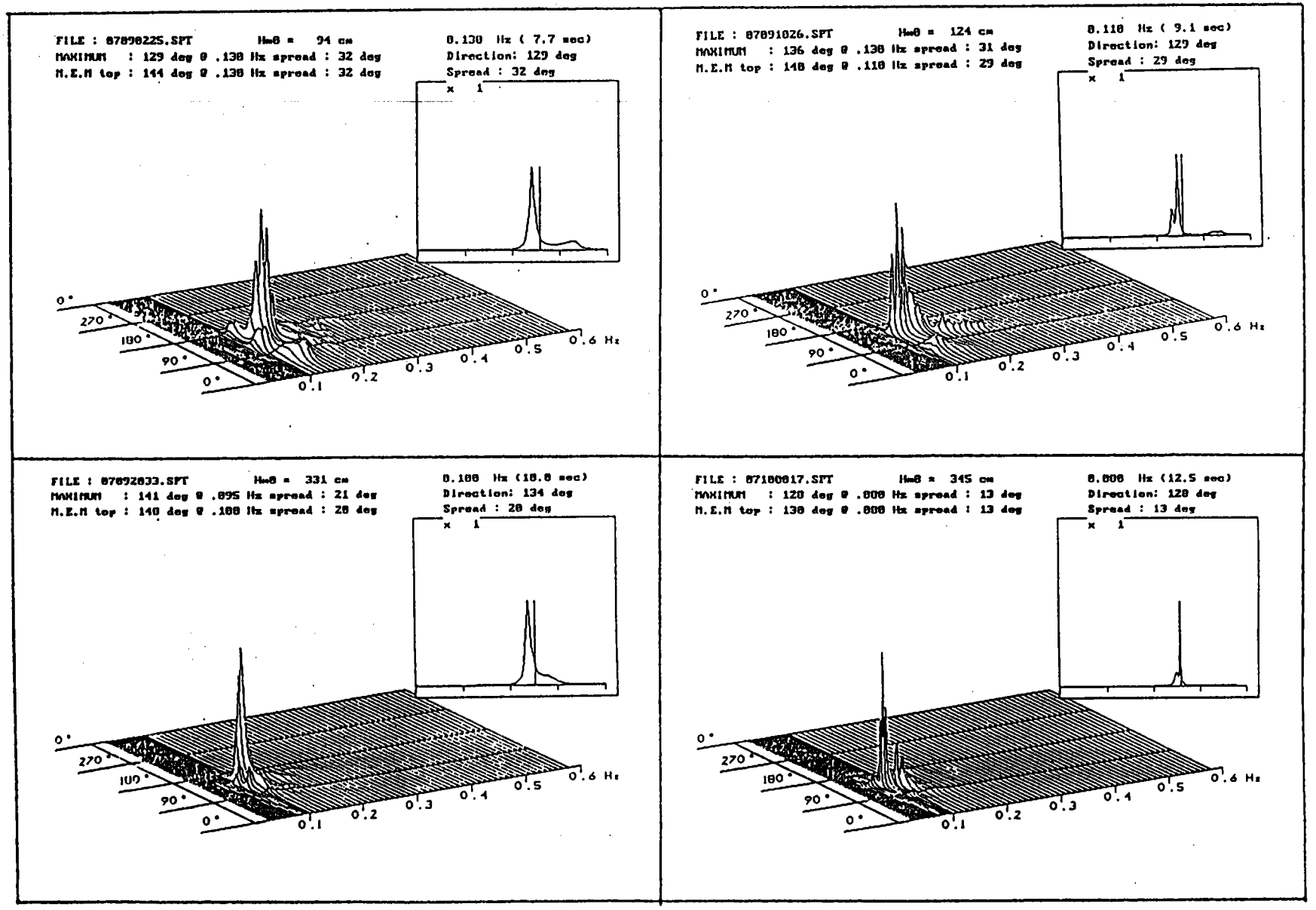


圖 C-5　1994年7月9日～10日強烈颱風提姆過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

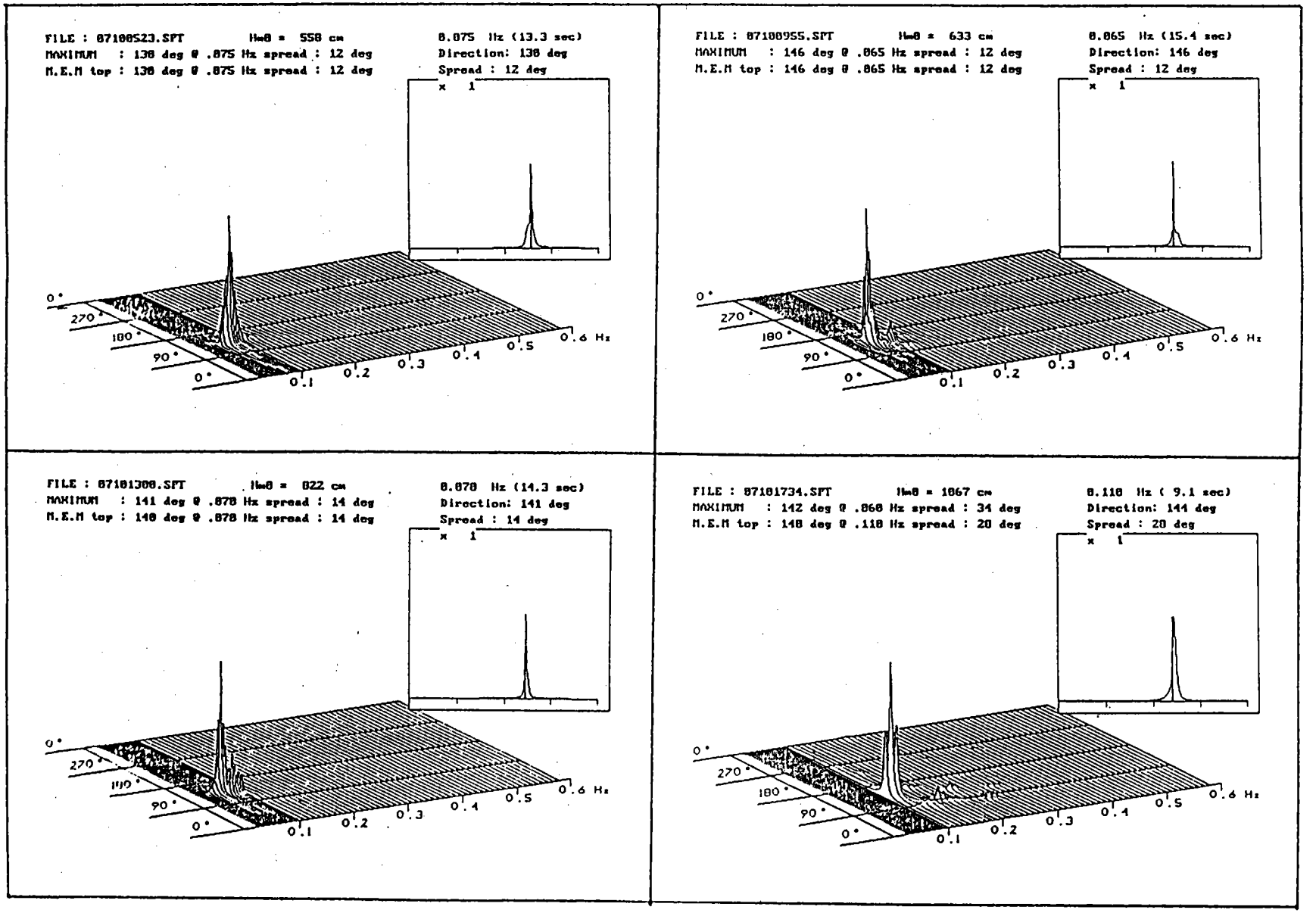


圖 C-6　1994年7月9日～10日強烈颱風提姆過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

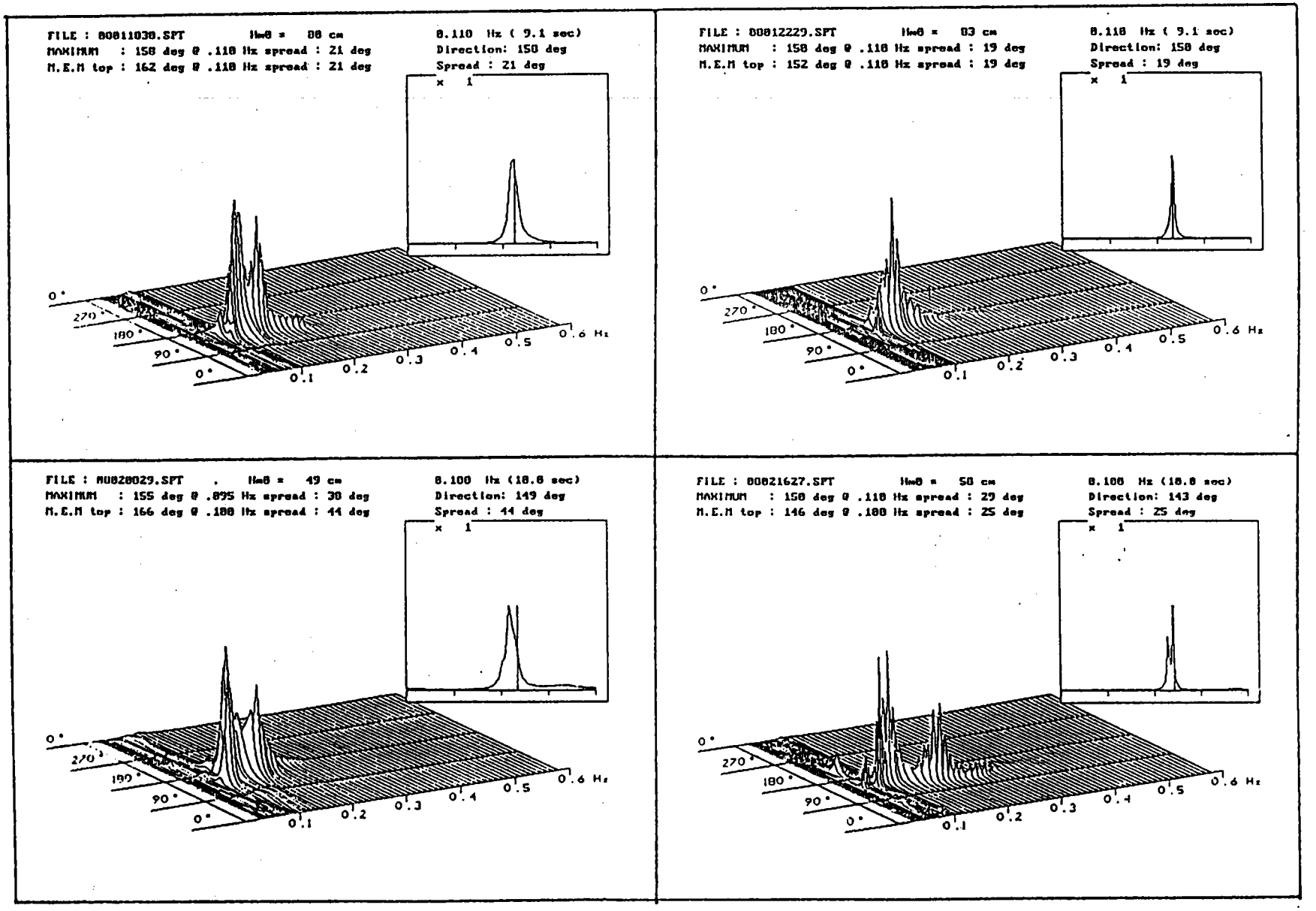


圖 C-7　1994年8月1日～3日輕度颱風凱特琳過境花蓮港觀測站(ST.5)方向波浪波譜立體圖

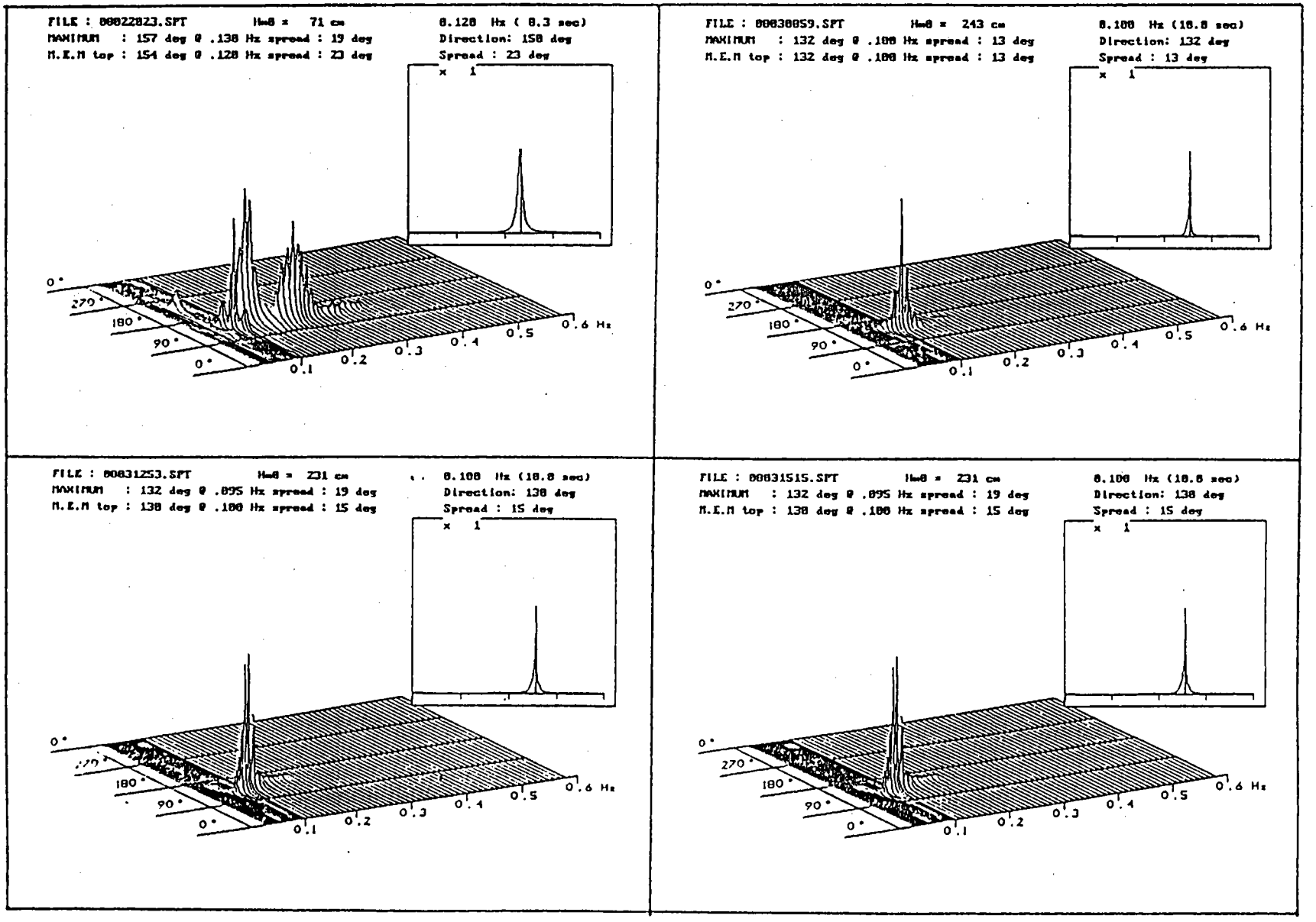


圖 C-8　1994年8月1日～3日輕度颱風凱特琳過境花蓮港觀測站(ST.5)方向波浪波譜立體圖

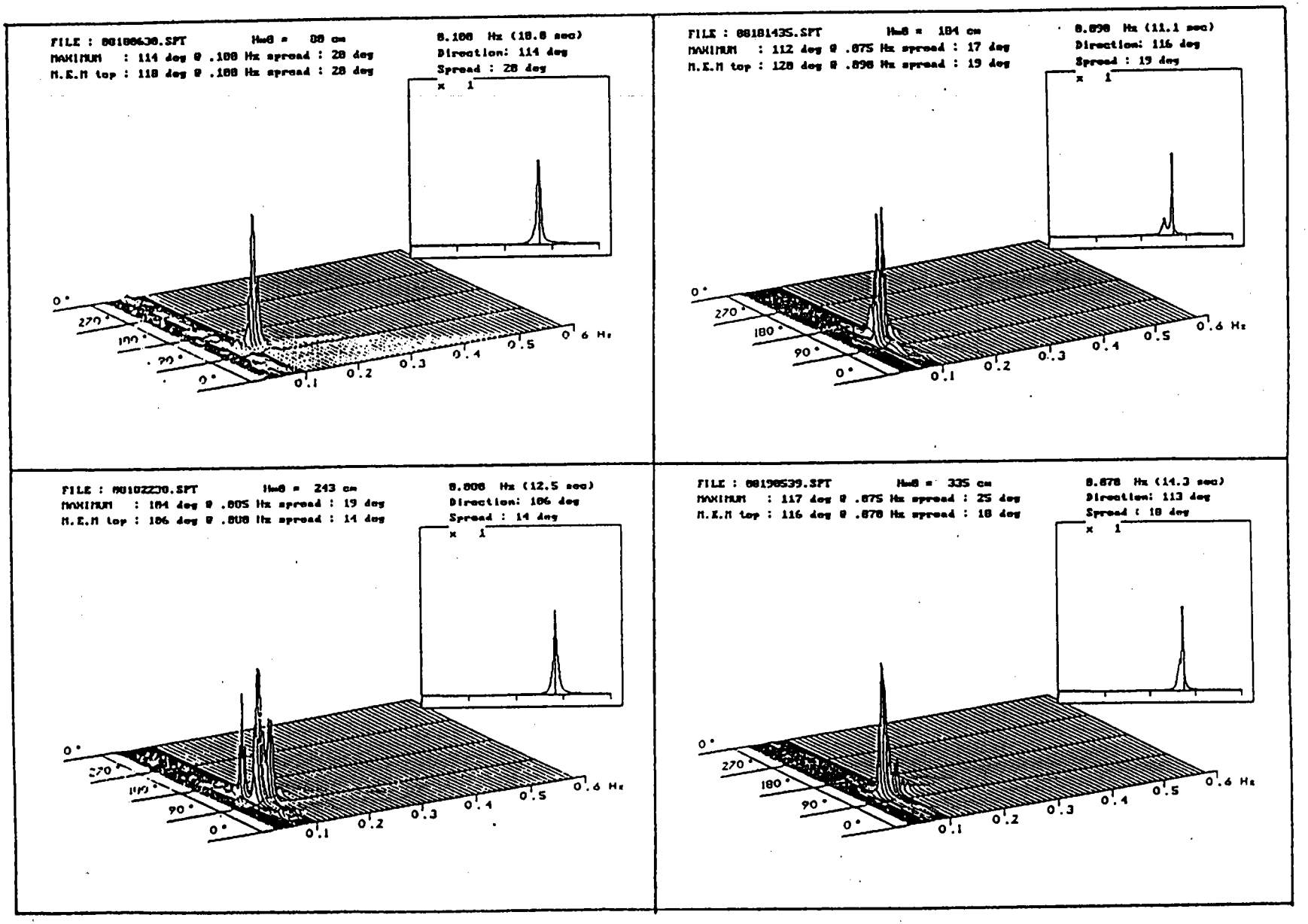


圖 C-9　1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特通過花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

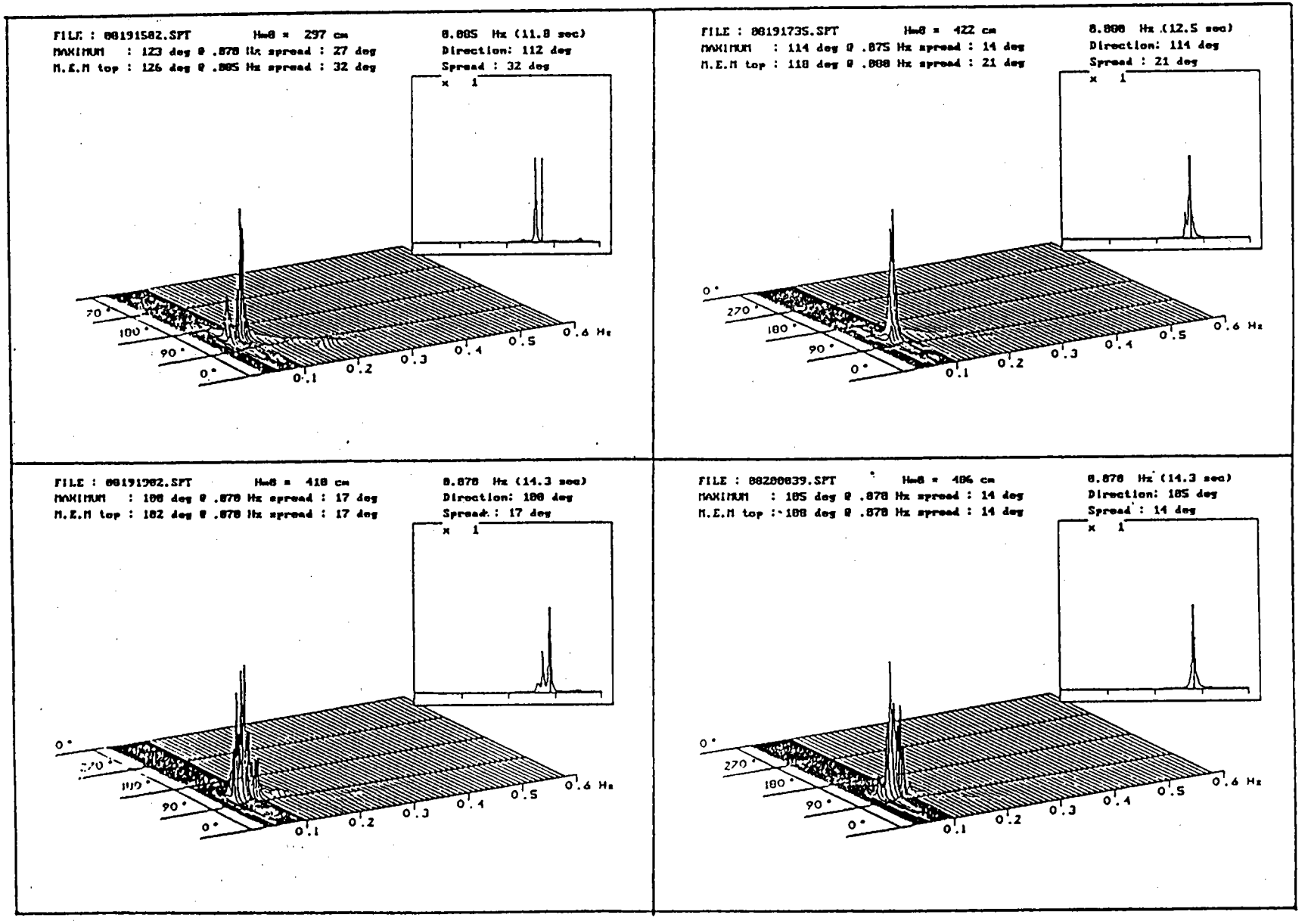


圖 C-10　1991年8月18日～21日強烈颱風非雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

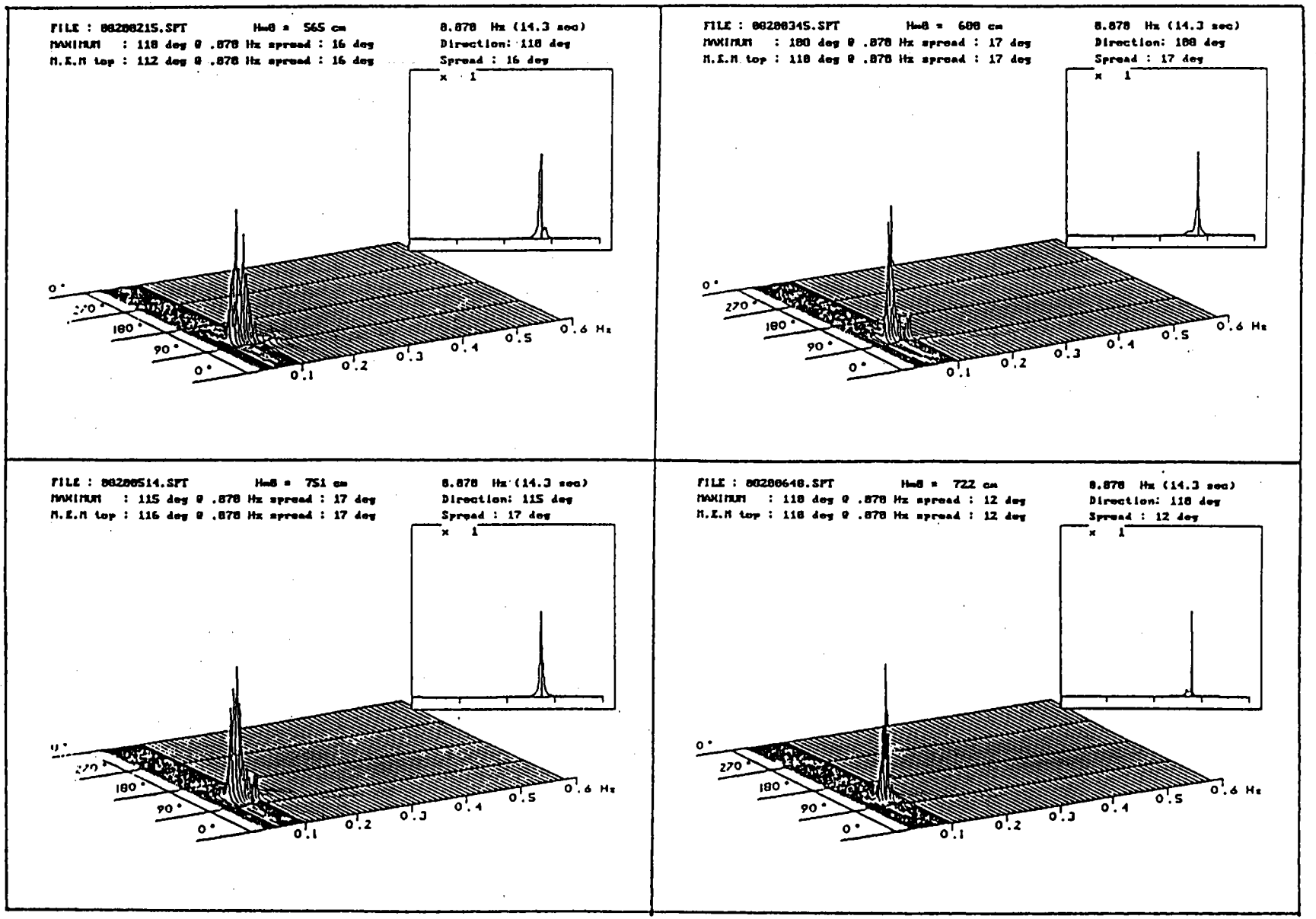


圖 C-11　1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波波譜立體圖

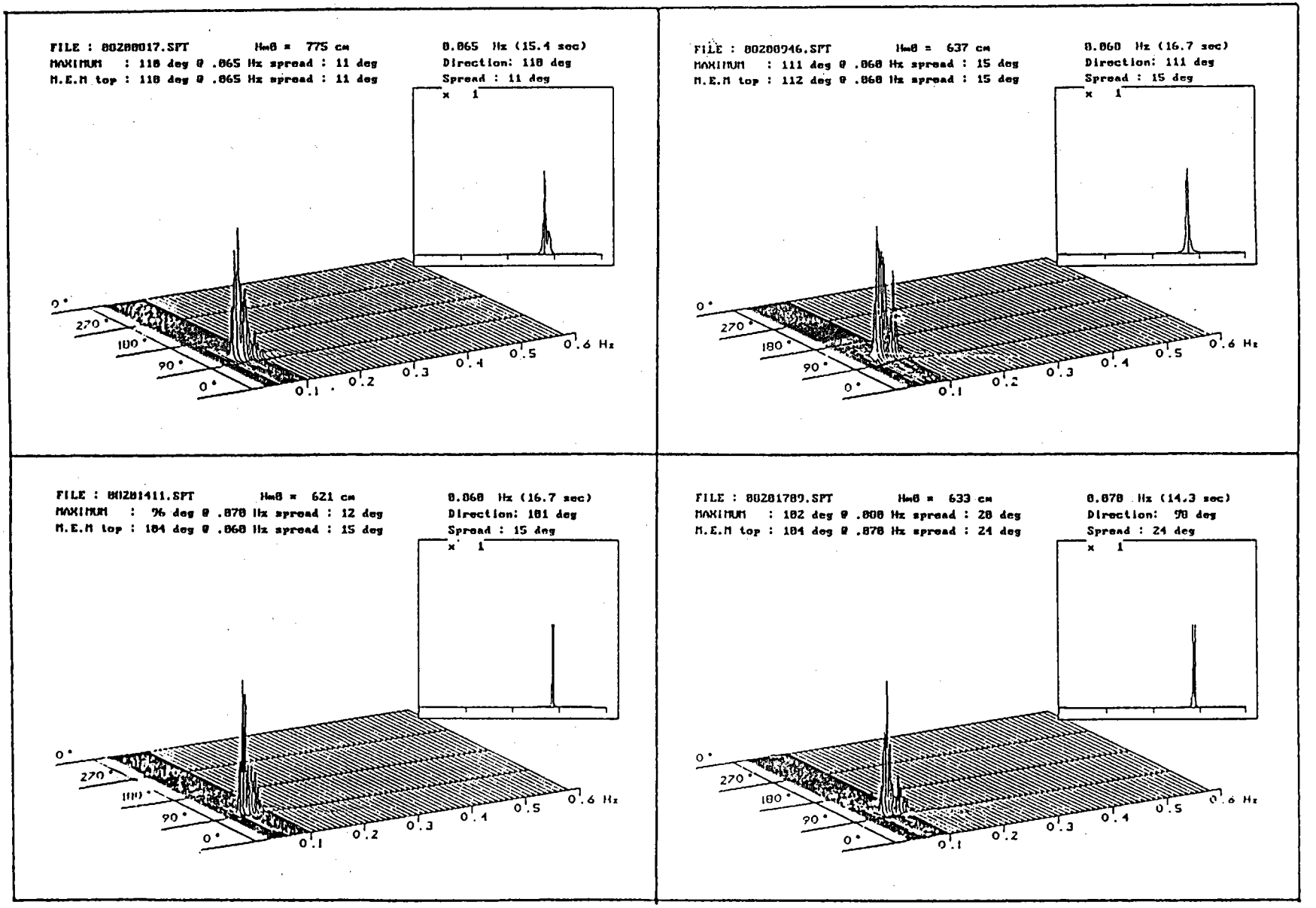


圖 C-12　1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特通過花蓮港觀測站(ST.2)方向波波譜立體圖

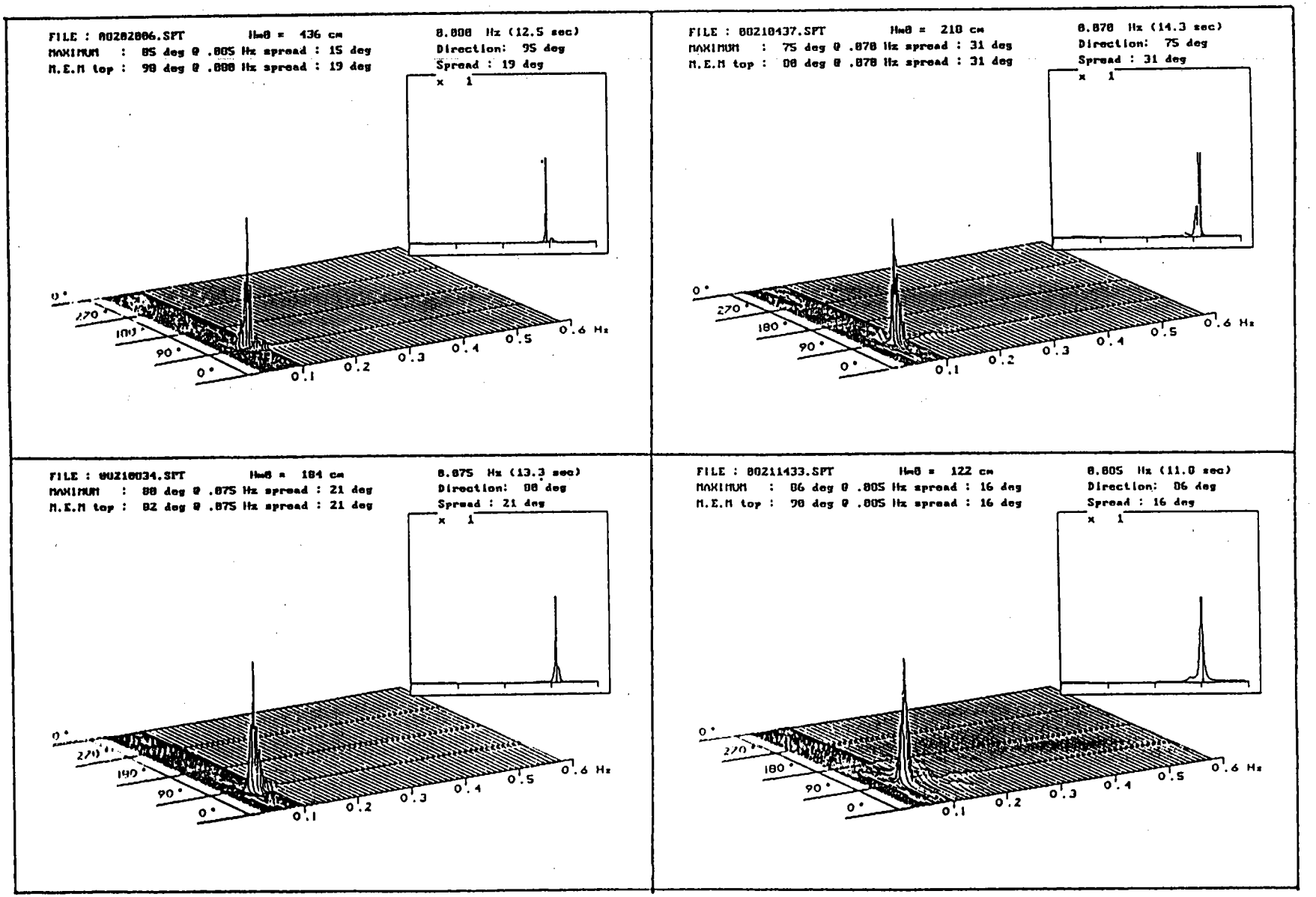


圖 C-13　1994年8月18日～21日強烈颱風弗雷特通過花蓮港觀測站(ST.2)方向波波譜立體圖

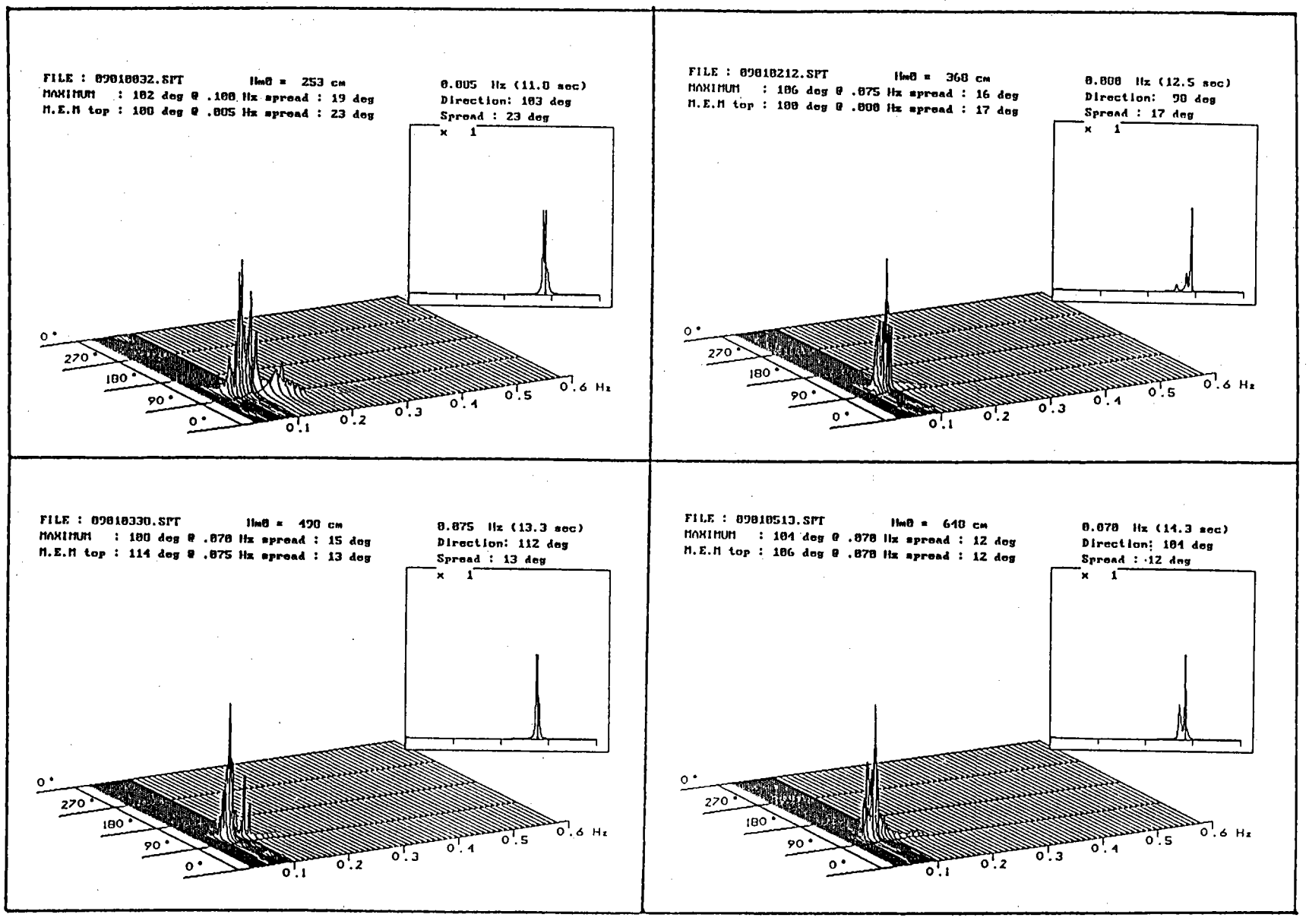
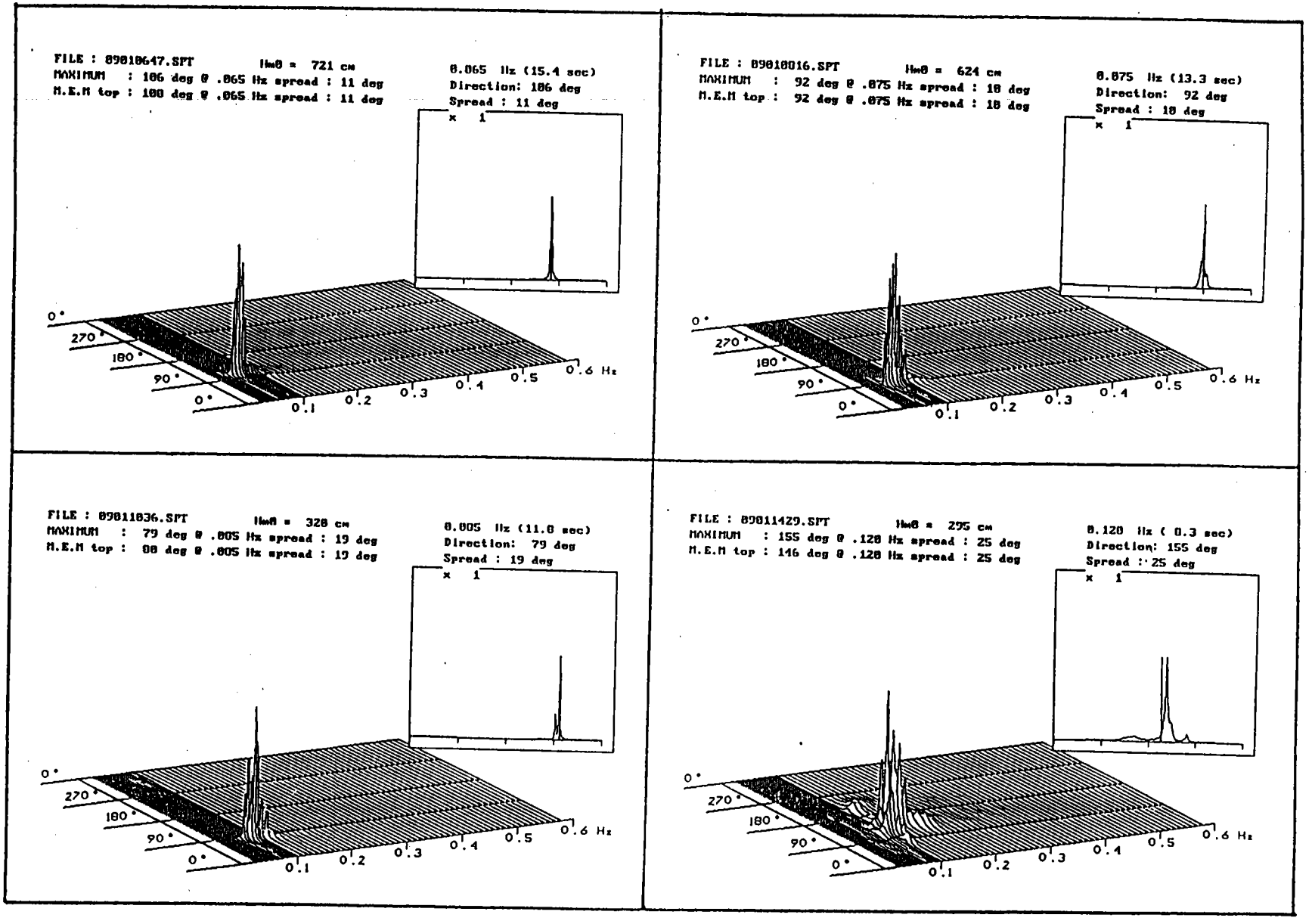


圖 C-14　1994年9月1日中度颱風葛拉絲過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖



圖C-15　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

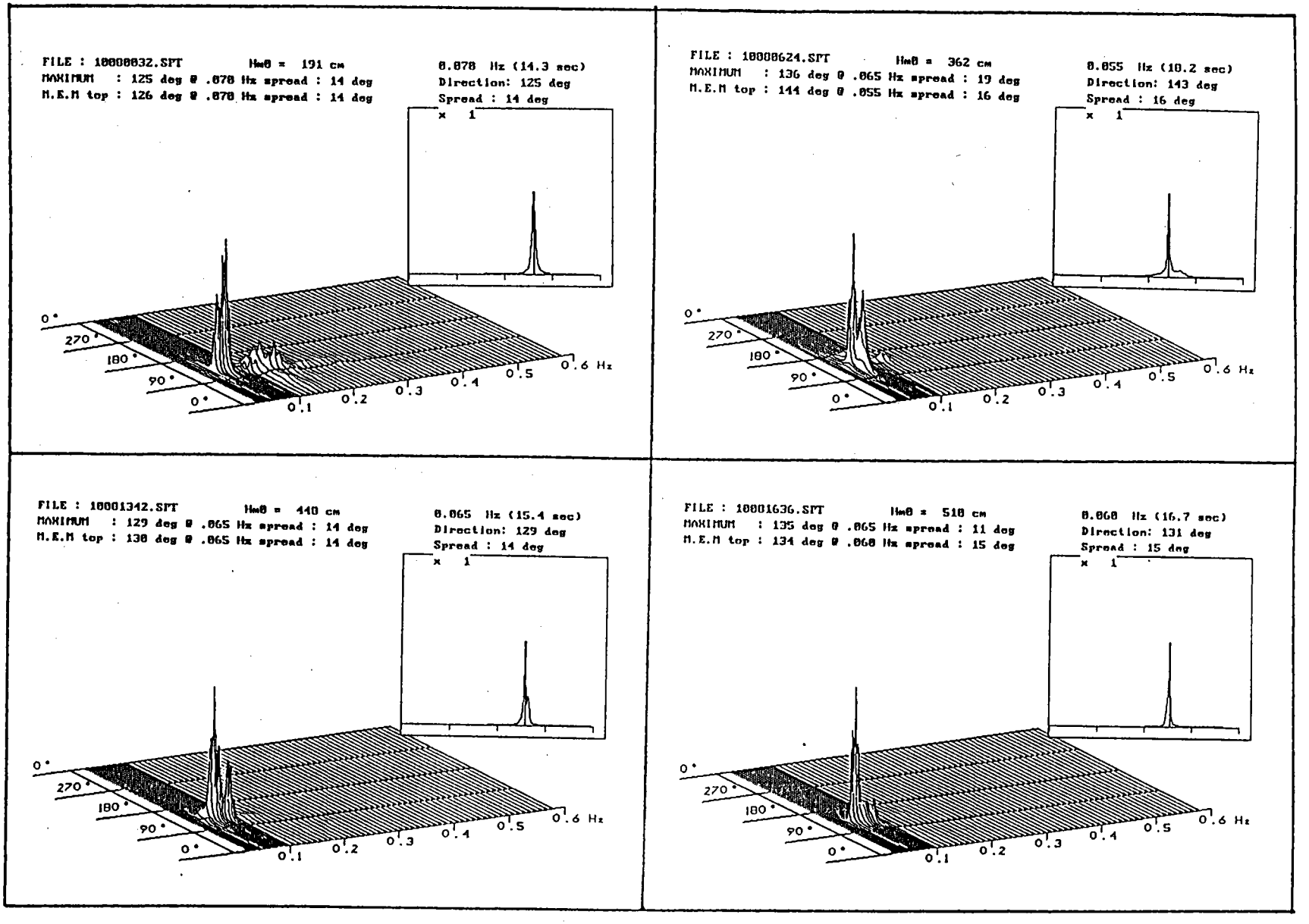


圖 C-16　1994年10月8日～10日中度颱風度斯過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

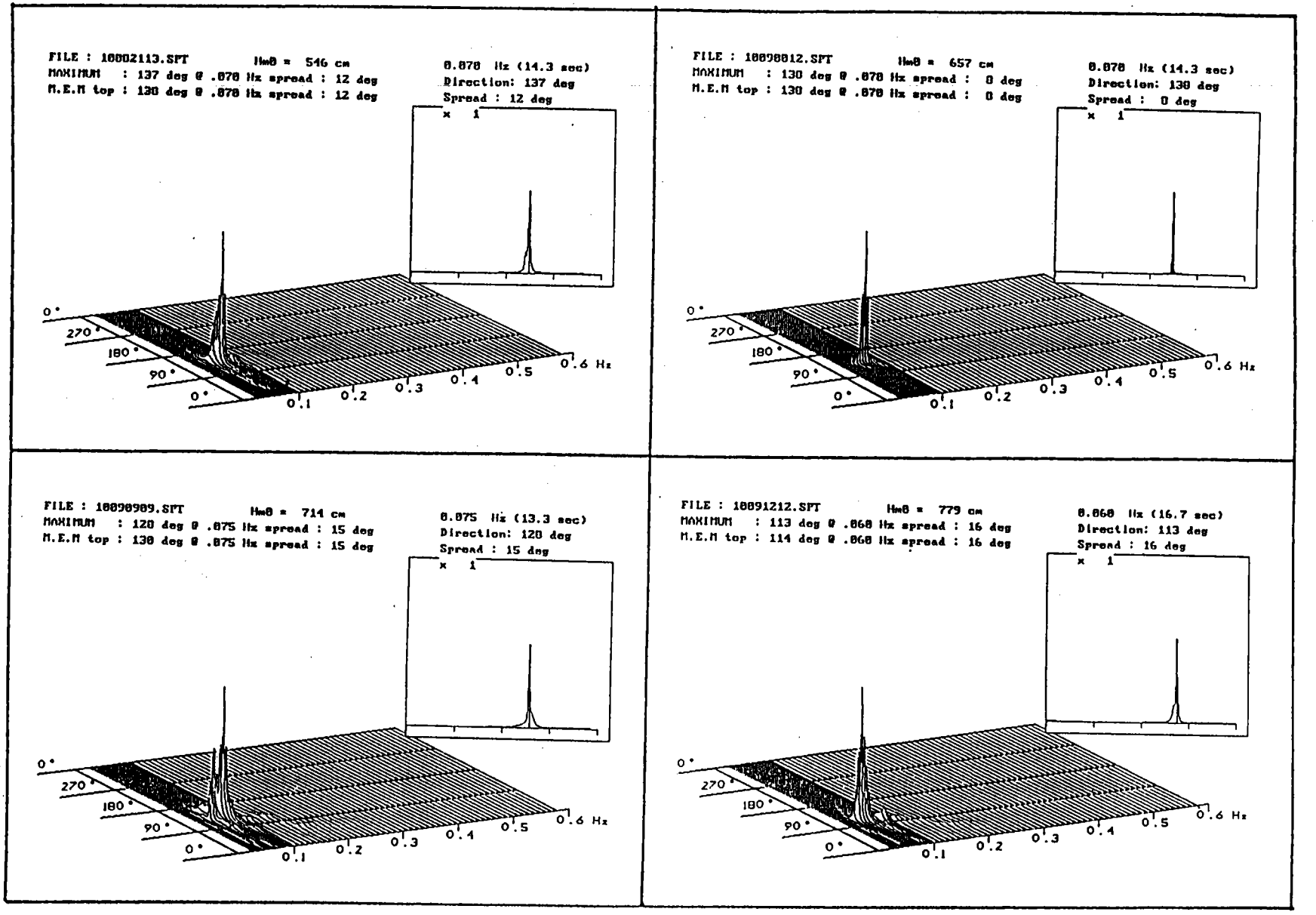
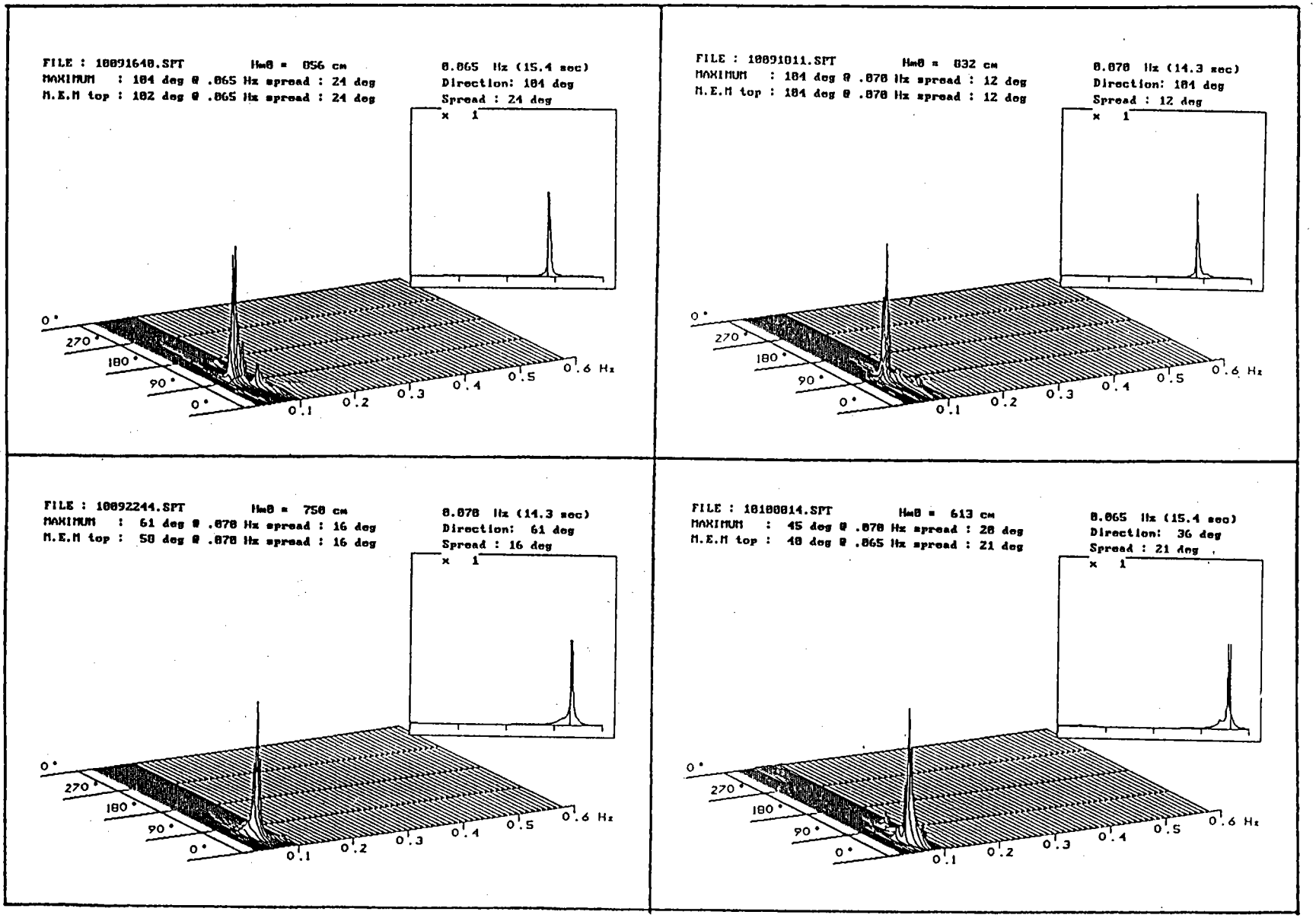


圖 C-17　1994年10月8日～10日中度颱風度斯過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖



圖C-18 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

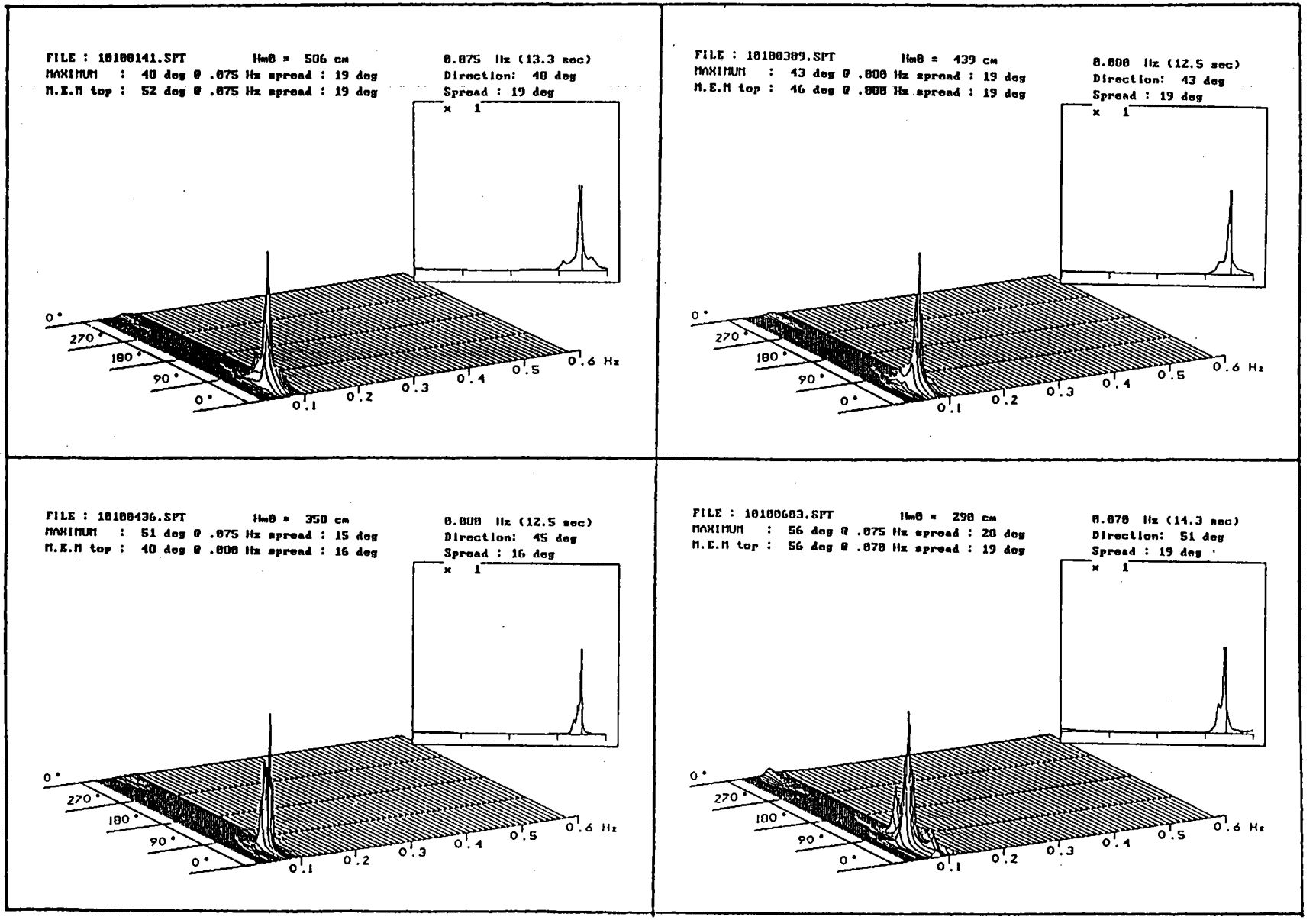
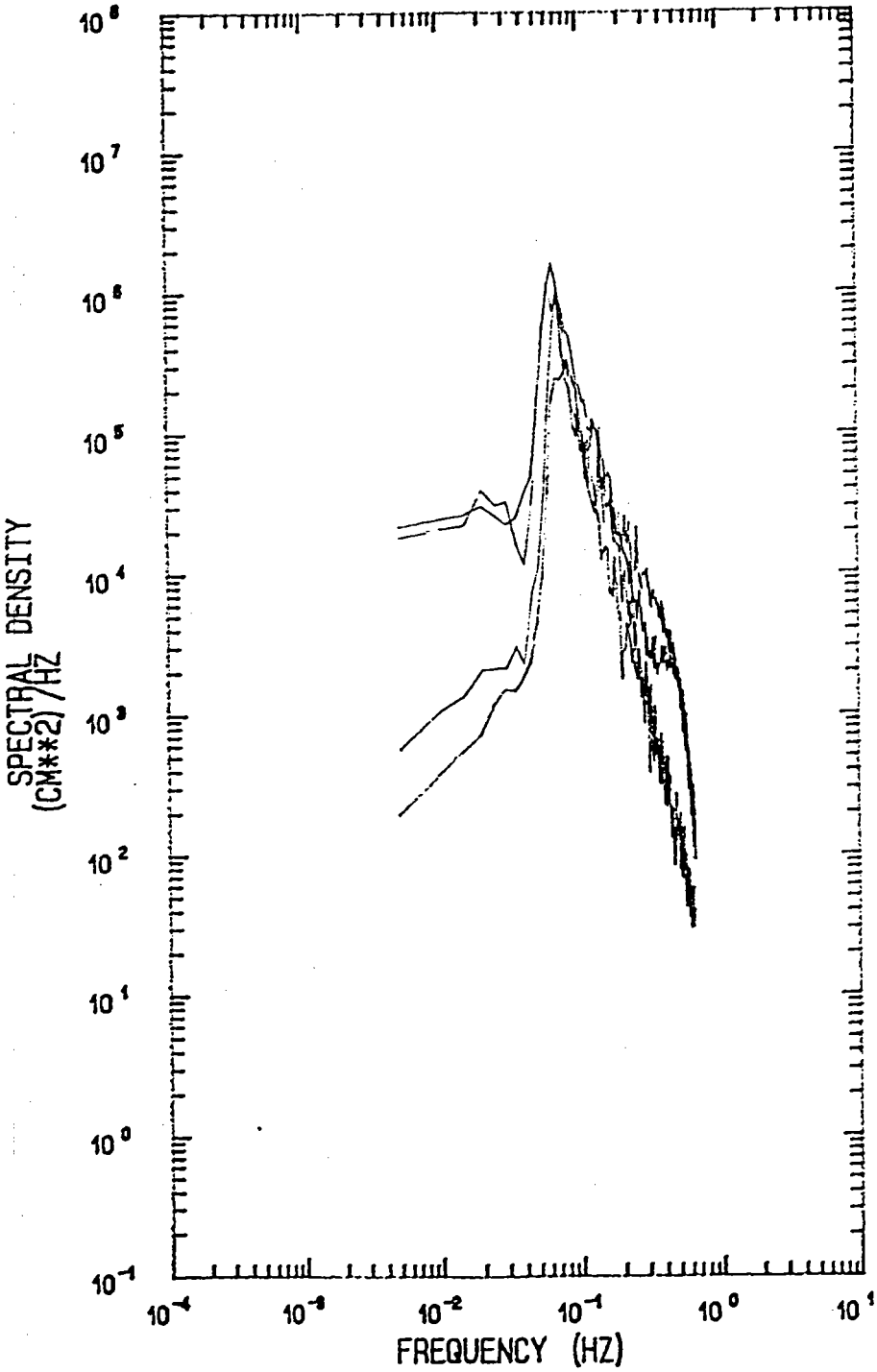


圖 C-19　1994年10月8日～10日中度颱風度斯過境花蓮港觀測站(ST.2)方向波浪波譜立體圖

附錄　D

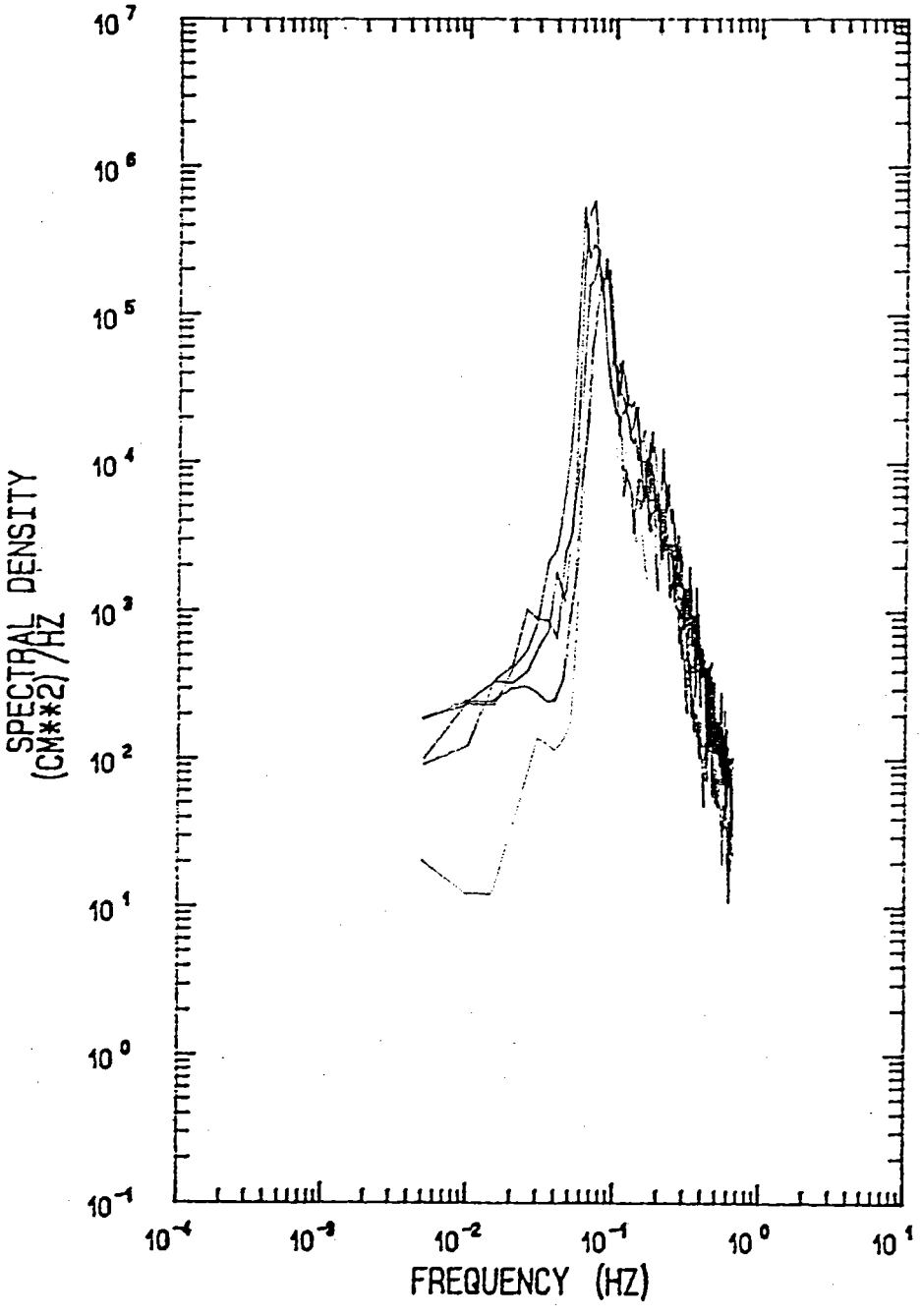
ST.2 測站颱風產生波浪連續變化壓力能譜密度圖

顏色	時 間	主頻率(Hz)	能譜密度(cn^2/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	



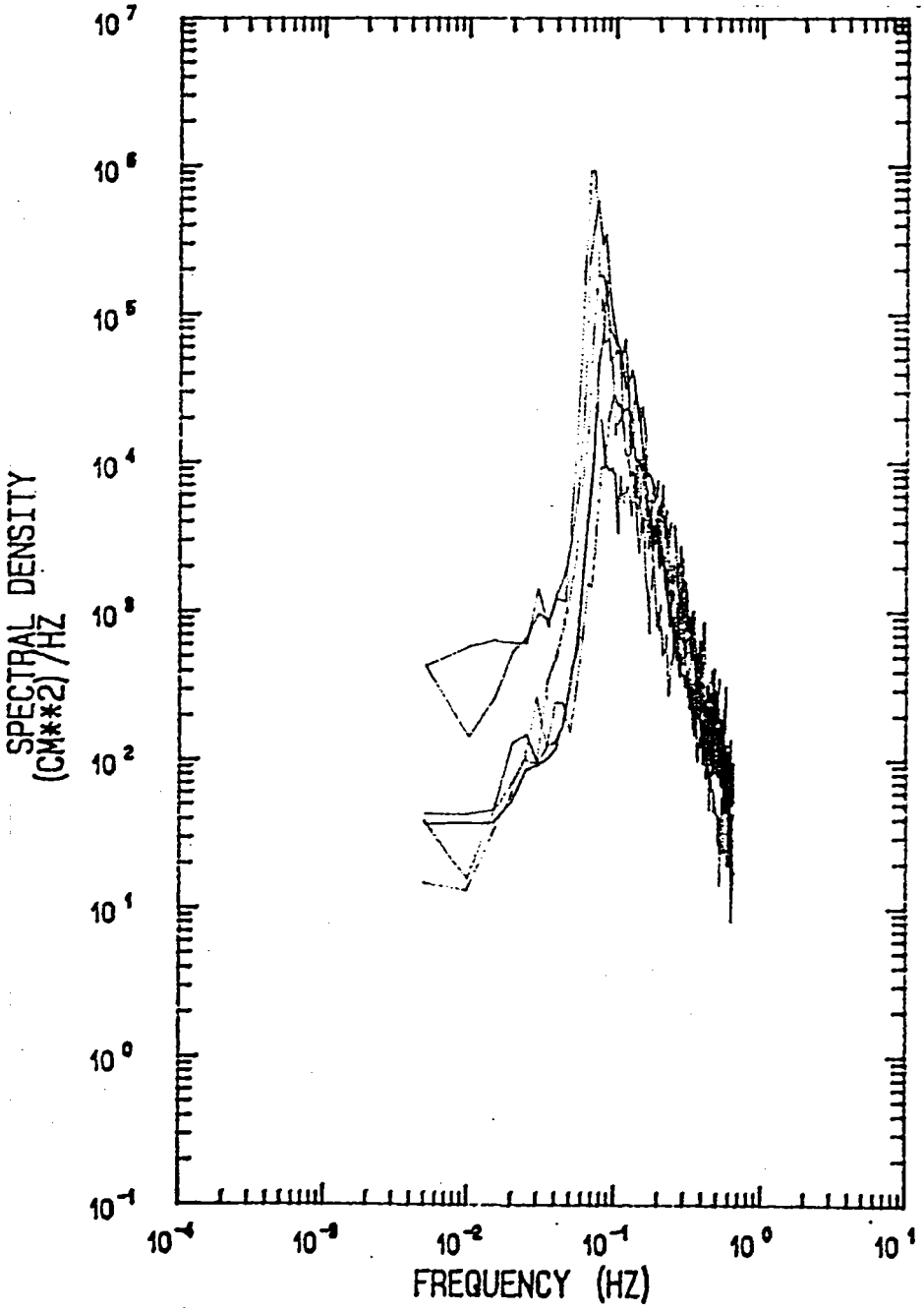
圖D-1 花蓮港港外ST.2測站83年7月10日
提姆颱風產生波浪連續變化壓力能譜密度圖

顏色	時 間	主頻率(Hz)	能譜密度(cn^2/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	



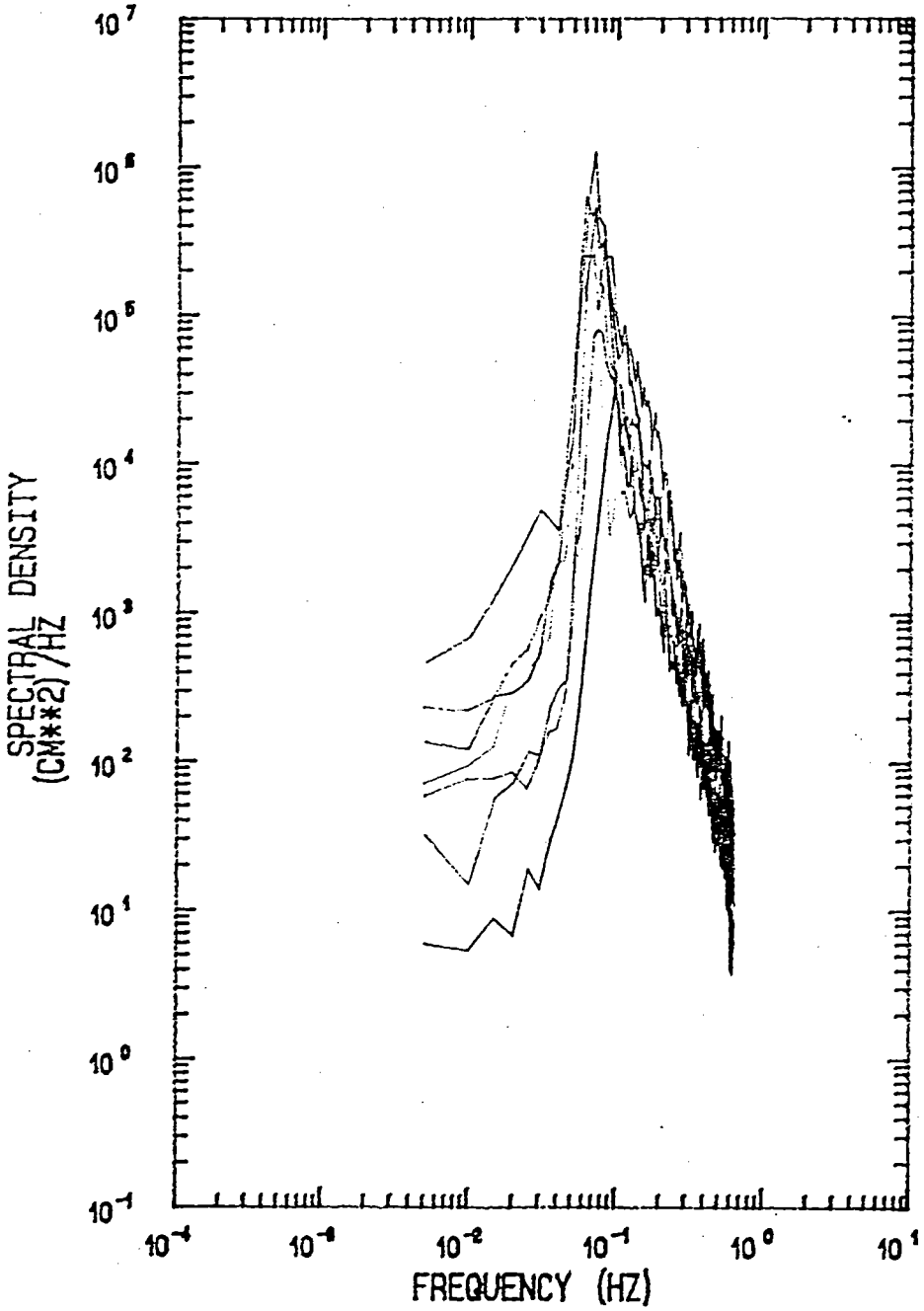
圖D-2 花蓮港港外ST. 2測站83年8月19日～8月20日
弗雷特颱風產生波浪連續變化壓力能譜密度圖

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	0901/0818	0.0750	0.5824154 E6	
綠	0901/1036	0.0850	0.1665965 E6	
紫	0901/1303	0.1000	0.2522343 E5	



圖D-3 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(cn²/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D-4 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

參、台中港附近海域海流與波浪調查研究與分析(V)

一、前言

台灣省政府交通處台中港務局，為澈底瞭解現有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。特委託台灣省政府交通處港灣技術研究所(以下簡稱本所)自83年6月1日至85年3月31日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，本所執行本計畫時所安裝之儀器接二連三遭受破壞，造成儀器損壞，致使觀測結果不甚理想，本所為取得更完美的結果驗証，將補測期間延長至86年3月以取得更多冬季鋒面過境資料。

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 observation)。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

2-1 波浪觀測

1.觀測儀器

(a) 浮球式波向波高波浪儀一組

(b) 浮球式波浪儀三組

2.作業內容

(a) 長期觀測

本所已於民國八十三年九月於北防沙堤西北西方約800公尺水深-13公尺ST.1處設置一浮球式波向波高波浪儀正式運轉做一長期波浪觀測站。

(b) 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，在八十三、八十四年、八十五年冬季季風期間連續觀測鋒面過境時之波浪，八十四年四月收回保養，七月及九月分別再安裝ST.2站與ST.4站，八十五年三月收回保養，九月、十月及八十六年二、三月在ST.2站改用潮波流儀SP2100觀測。

2-2 海流觀測

1.觀測儀器

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ST.1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.4二個測站在八十三、八十四及八十五年冬季季風與波浪觀測期間短期同時觀測調查。

2-3 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，風對港口之佈置必須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)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.本所希望能在八十三年四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，因該項延伸工程到八十四年七月燈塔部份尚未完工，但本所希望能收集到較多的資料才能與長期測站(ST.7)重疊一年資料，於八十四年七月三十一日第一次安裝完成該觀測網系，但於八月底發覺遭受破壞已停止運轉，即迅速與美國原廠緊急採購零件於八十五年一月六日再行安裝，但一月二十四日左右又遭破壞，該系統接收與傳送部份已完全損壞不能使用(如圖3-1至3-3)，經與財政部關稅總局共同討

論與現場會勘後得到共識，同意本所在不影響其白燈塔運作下可將觀測監測網系統安裝於白燈塔內。此系統在八十五年九月十八日安裝好風速儀部份已正常運作而得到良好的資料，八十六年六月十日已由海底電纜將水中安製之潮波流儀之資料傳送到白燈塔內之接收器與風速儀共同使用一組無線電傳輸機，並將資料按時傳輸至本所控制中心。

2-4 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，此需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。

2-5 建立台中港北防波堤堤頭附近海流、波浪、潮汐及風之監測網系統

1.主旨

隨著經濟的蓬勃發展，海運事業也日益繁忙，維持船隻航行安全遂成為極重要的課題。影響船隻航行安全之因素很多。一般而言，操船人員須考慮之海氣象條件包括波浪、潮汐、海流及風速、風向等，台中港尤以北防波堤堤頭附近之海流、波浪及風之因素影響最大。

台灣中部海域於冬季時東北季風強盛，台中港之航道正好與風向垂直，為掌握船隻進出港時流況與波浪特性，本所於北防波

堤堤頭附近設置一套海流、波浪及風之監測網(詳請參考本文第四章)，定時、定點量測海流、波浪及風，並即時將海流、波浪及風之資料傳送至控制中心顯示，期能提供導航人員及進出港船隻操船之參考依據。

架設本套系統除能提供即時操船資料外，經由本系統長期的觀測，與本所可建立完整之海流、波浪及風之資料庫，此資料庫於日後港區之擴建或新建工程，將能提供極有價值之工程設計數據。

2.研究方法

本所於北防波堤堤頭外12公尺左右地點設置測點，架設潮波流儀，另在堤頭之燈塔上安裝風速風向儀，於固定取樣時間內量測連續海流流速、流向、水位變化及風速風向，轉換成數位訊號後，以數位式無線電傳輸機傳輸至本所控制中心再由數據傳訊機傳至台中港務局之控制中心。本所控制中心內之設備主要為一部無線電傳輸機，負責接收訊號，及一部個人電腦作為資料接收、儲存及資料分用途。另在台中港務局安裝一部個人電腦，負責以數據傳訊機由本所控制中心轉送海流、波浪及風之資料，作為即時資料查詢之用途。

為使本系統具實用之價值，應達到以下三項目標：

(1)即時傳送海流、波浪及風之資料顯示即時時間序列，以便操作人員隨時監控儀器正常工作。

(2)即時分析及顯示各項海流、風、波浪統計值，作為船隻作業之參考。

(3)計畫結束後本所繼續定期提供資料給台中港務局。

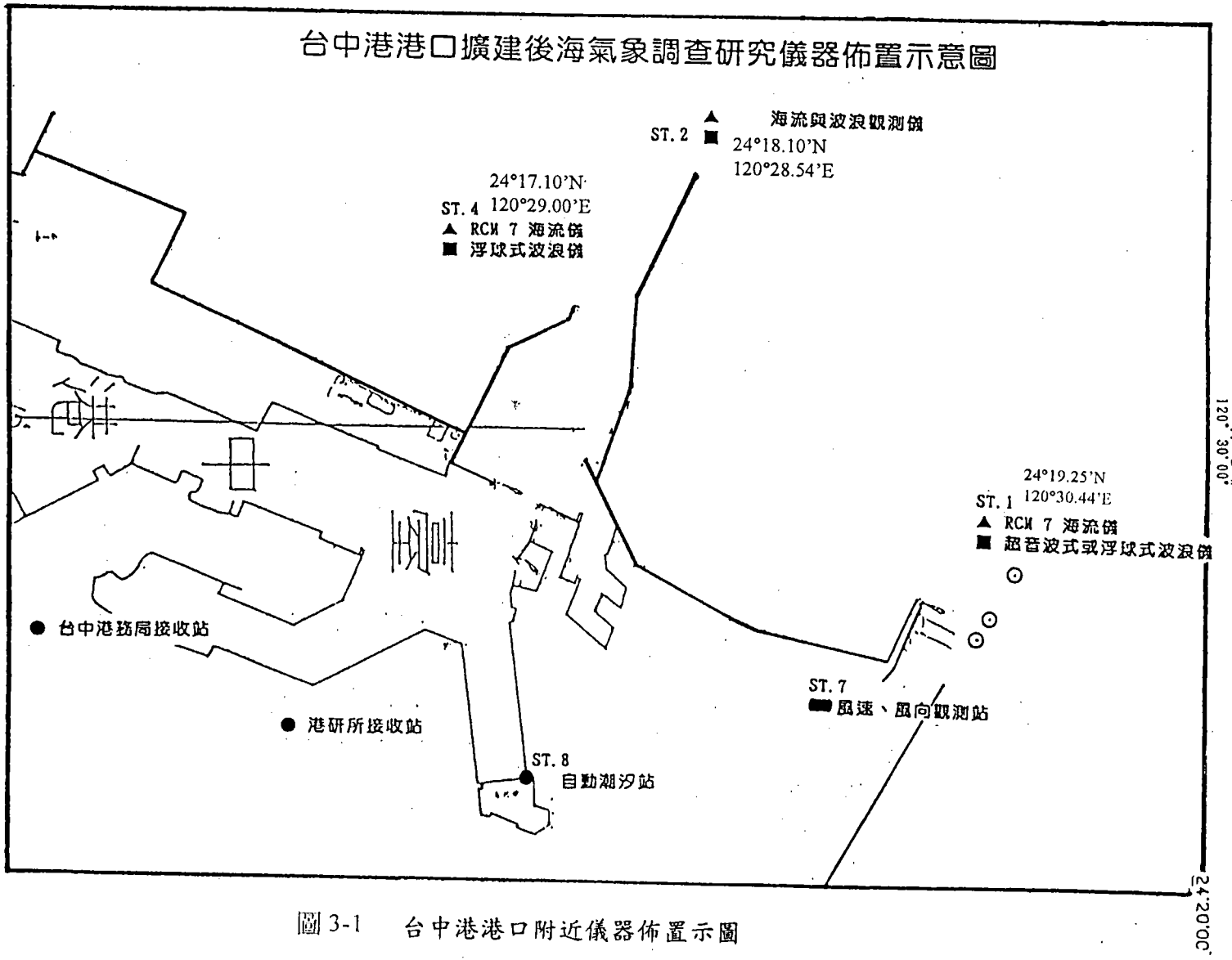


圖 3-1　台中港港口附近儀器佈置示圖

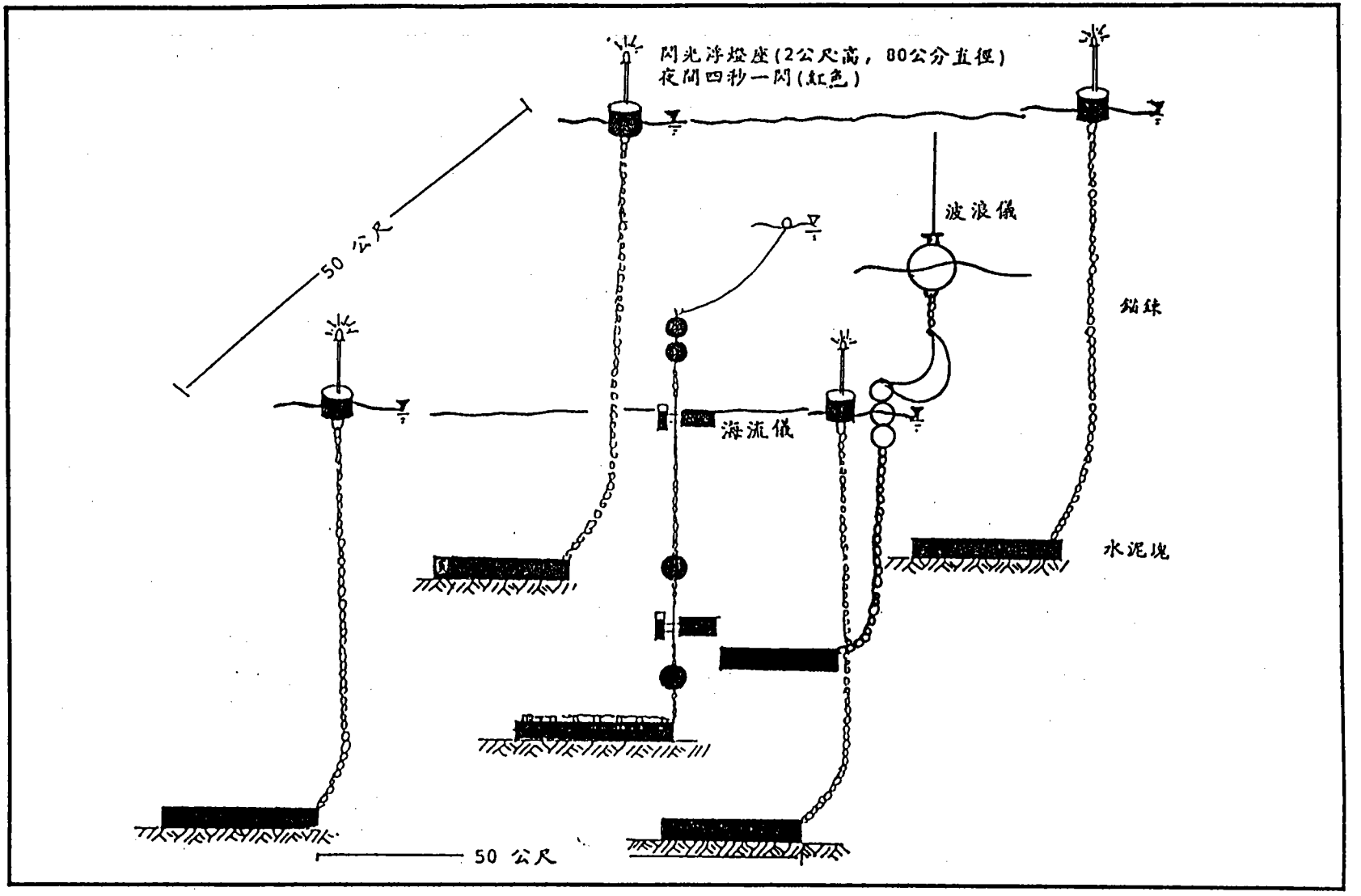


圖 3-2　觀測站波浪儀、海流儀設置之方式示意圖

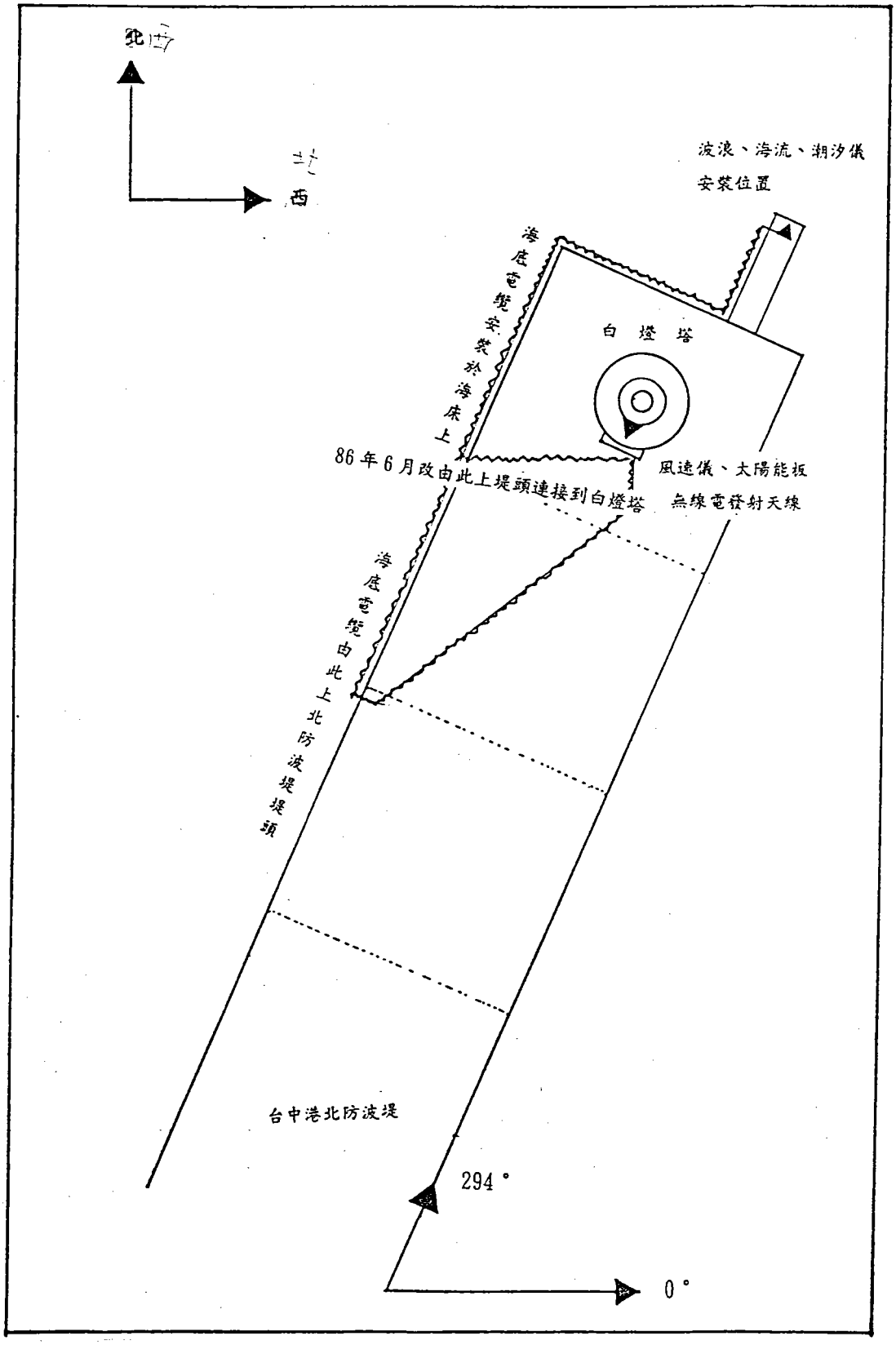


圖 3-3　台中港北防波堤堤頭附近本所觀測網佈置示意圖

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，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，浮球式波浪儀使用與操作詳述於第拾陸章節中。

3-1 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1996年3月止，以下就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，將統計分析結果送港務局參考。

(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} 、 $H_{1/10}$ 、 $T_{1/10}$ 、 $H_{1/3}$ 、 $T_{1/3}$ 、 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。

3-2 波浪基本資料分析

台中港港口附近的波浪觀測站共有三處，資料涵蓋期間自1994年9月底至1997年3月底至年月止共計三十一個月由各月料分析所繪之圖、表整理，以下就本調查海域各站的波浪特性作一分析說明：

1.由逐時變化圖(圖A-1～圖A-31)，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.本地區冬季波浪主要由東北季風造成，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站而言，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.由有義波高發生機率分佈與有義週期發生機率分佈表圖(詳請參閱本所專刊第149號)，各表圖的上、下分別為波高與週期的發生次數百分比。在83年10月這段觀測期間的波浪，由於包含了季節風風浪與颱風湧浪合併列入計算，故造成波高、週期的提高。

4.圖B-1～圖B-7為ST.1站現場波浪記錄，圖B-8～圖B-14為波向波高能譜圖，圖B-15～圖B-21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，由各組波浪記錄分析得到之能譜圖

中得知，其波向主要在335°～350°間。

5.單一能量尖峰的水位能譜型態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，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

4-1 資料處理

本計畫現場調查作業使用的海流儀為挪威AANDERAA公司出品的自記式RCM-7，將資料直接儲存在DSU記憶體內，取樣時隔為每10分鐘記錄一次。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，將統計分析結果送港務局參考。

(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分鐘記錄一次，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。

4-2 海流基本資料分析

台中港港口附近的海流觀測站共有三處，分別是北防沙堤測站ST.1(北緯24° 19' 25"，東經120° 30' 44"，水深15公尺)；北防波堤堤頭站ST.2(北緯24° 18'，東經120° 28' 09"，水深25公尺)；南防波堤登輪區測站ST.4(北緯24° 17' 10"，東經120° 29'，水深11公尺)，資料涵蓋期間自1994年9月至1997年3月共31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)

由本站的冬季流況玫瑰圖如圖4-1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向受風驅流或沿岸流影響，此外由流速分佈極值圖如圖4-2，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)，此也表示流向大致為西南向。在觀測期間曾於83年10月9日測得本站最大流速可達87cm/sec。由累進向量圖圖4-3也可明顯看出主要流向為西南。

由本站的夏季流況玫瑰圖如圖4-4則發現流向分佈較冬季散亂，但主要是南南西與東北兩個方向。此顯示夏季由於風速較小，風驅流不強，使得本站夏季海流含潮流成份較明顯。另外由流速分佈極值圖如圖4-5也可發現相同情形，不過流速較冬季為小。

2.北防波堤堤頭測站(ST.2)

由冬季流玫瑰圖如圖4-6，可發現大部分的流向分別分佈在西南西及北北西方向，此與北防沙堤測站明顯不同，西南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(沿岸流或風驅流受結構物影響而轉向外海之海流)，至於北北西向的流則可能是恒流與潮流所造成。由極值圖如圖4-7，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南西向及北北西向上，其中西南西向的流速較北北西向為大。觀測期間曾於85年2月2日測得本站最大流速可達100cm/sec。另外由累進向量圖如圖4-8也可發現流向大都不是西南西向就是北北西向，其中以西南西向的行進距離較北北西向為大，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)，流向為西南西，而當風速較小時則流向為北北西，此與前述西南西向的流為強制裂流，而北北西向的流為恒流與潮流的推論一致。

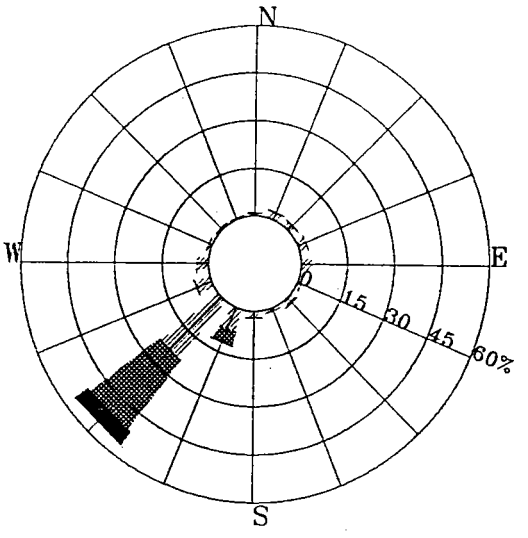
由本站的夏季流況玫瑰圖如圖4-9發現流向集中在北北西向，此與冬季的情況相較已無西南西的強制裂流，此仍因夏季風向較不穩定且風速較小，使得風驅流及沿岸流減弱之故。由極值圖如圖4-10也可發現資料點大部份落在正Y軸近，表示本站夏季海流為恒流與潮流所組成，其型態較冬季單純。

3.南防波堤登輪區測站(ST.4)

由冬季流況玫瑰圖如圖4-11，可發現大部分的流向分佈在北至東北向之間，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

就是風驅流或沿岸流成份不高，主要還是恒流與潮流成份。另外由極值圖如圖4-12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70cm /sec左右。由累進向量圖如圖4-13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。

而本站夏季的流況由玫瑰圖圖4-14及極值圖4-15可以發現大致與冬季相似，不過流向的分佈較冬季集中，而流速則較小。流場型態仍是以潮流及恒流為主。



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.08	.00	.00	.00
NNE	2.55	.00	.00	.00
NE	2.15	.00	.00	.00
ENE	2.96	.00	.00	.00
E	3.49	.00	.00	.00
ESE	1.34	.00	.00	.00
SE	2.15	.00	.00	.00
SSE	1.08	.00	.00	.00
S	2.28	.00	.00	.00
SSW	7.39	4.70	.13	.00
WS	23.66	27.69	5.24	.00
WSW	5.51	.00	.00	.00
W	4.03	.00	.00	.00
WNW	1.21	.00	.00	.00
NW	.81	.00	.00	.00
NNW	.54	.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 4-1　北防沙堤測站(ST.1)冬季流況玫瑰圖

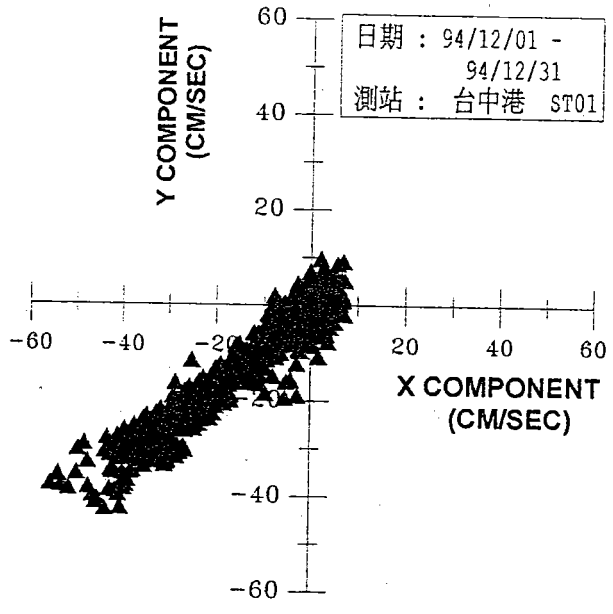


圖 4-2　北防沙堤測站(ST.1)冬季流速分佈極值圖

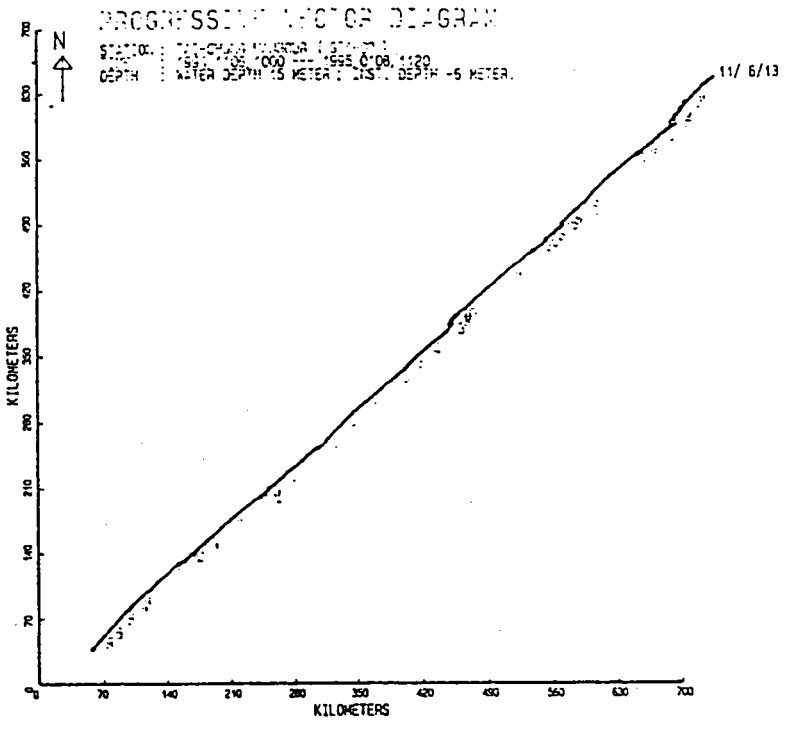
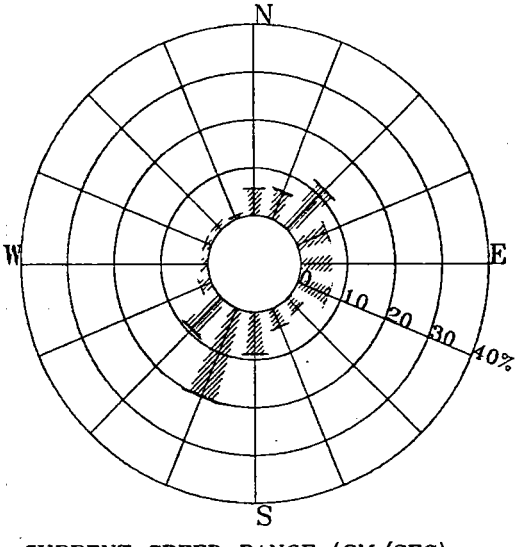


圖 4-3　北防沙堤測站(ST.1)冬季海流累進向量圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	5.83	.00	.00	.00
NNE	6.05	.43	.00	.00
NE	11.88	.00	.00	.00
ENE	7.13	.00	.00	.00
E	6.91	.00	.00	.00
ESE	7.34	.00	.00	.00
SE	3.24	.00	.00	.00
SSE	4.32	.00	.00	.00
S	8.86	.22	.00	.00
SSW	19.87	.43	.00	.00
WS	9.07	.43	.00	.00
WSW	2.59	.00	.00	.00
W	1.51	.00	.00	.00
WNW	1.51	.00	.00	.00
NW	1.51	.00	.00	.00
NNW	.86	.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 : 1995/08/12 - 1995/08/31

DATA NAME : 9508ST01.DIS

圖 4-4　北防沙堤測站(ST.1)夏季流況玫瑰圖

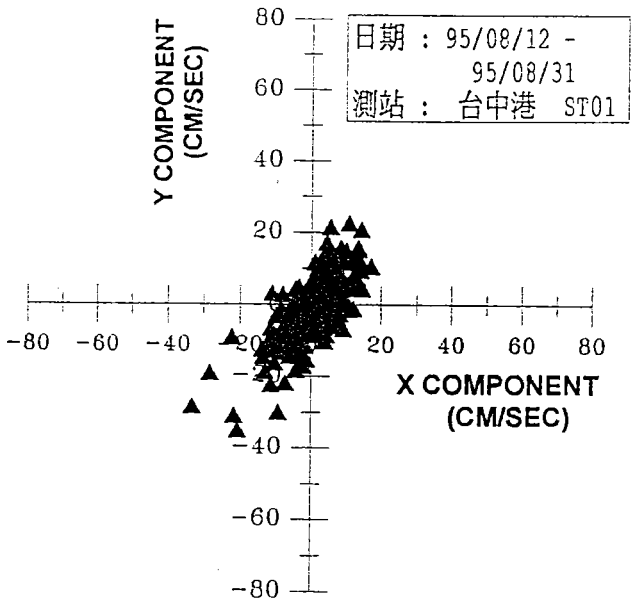
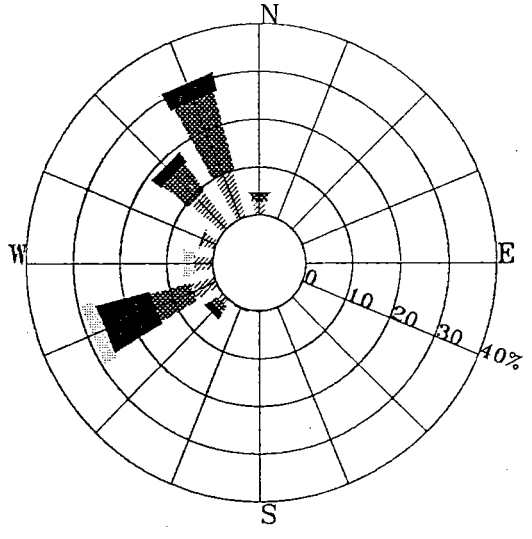


圖 4-5 北防沙堤測站(ST.1)夏季流速分佈極值圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.97	1.72	.16	.00
NNE	.00	.00	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.31
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.16	.16	.00	.00
WS	1.72	1.72	1.10	.16
WSW	5.63	8.76	11.89	3.13
W	4.23	.00	.00	2.66
WNW	3.29	.16	.00	.00
NW	9.39	6.89	2.66	.00
NNW	10.33	16.90	3.91	.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 - 1995/03/18

DATA NAME : 9503ST02.DIS

圖 4-6 北防波堤堤頭測站(ST.2)冬季流況玫瑰圖

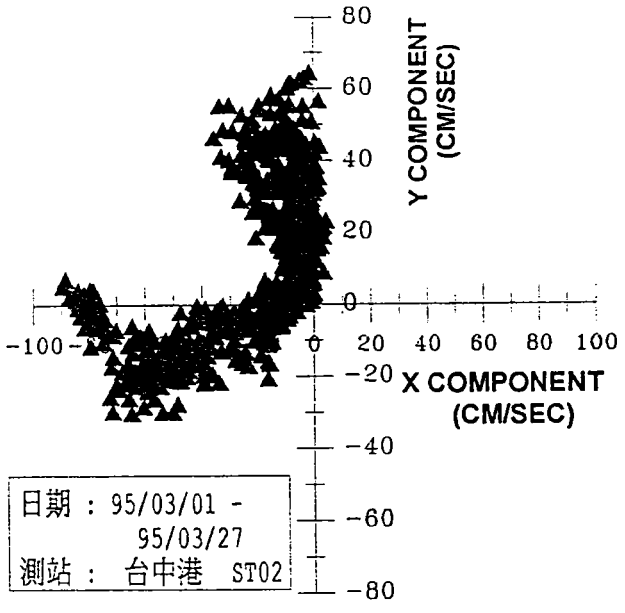


圖 4-7 北防波堤堤頭測站(ST.2)冬季流速分佈極值圖

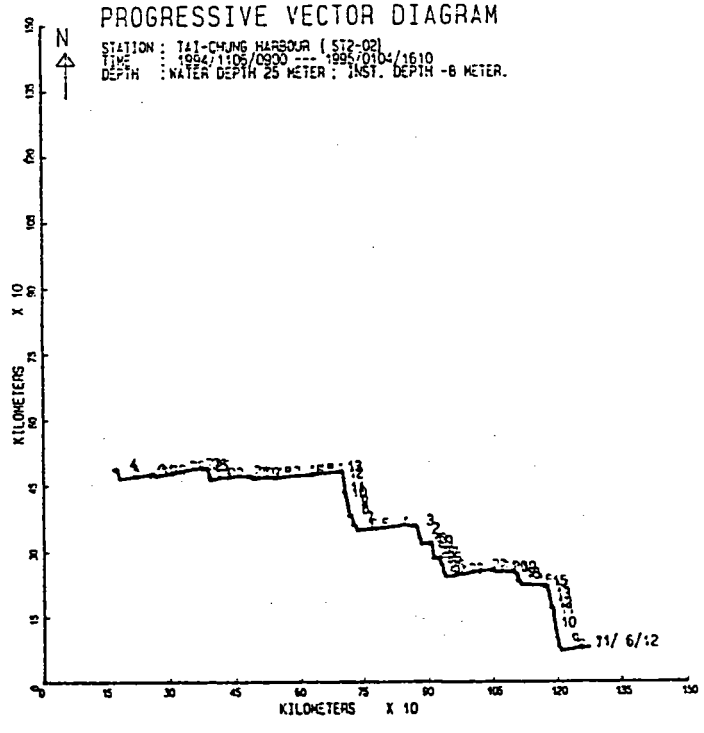
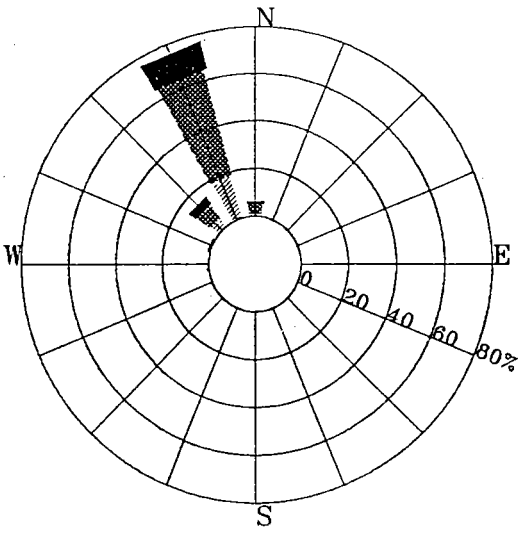


圖 4-8 北防波堤堤頭測站(ST.2)冬季海流累進向量圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.49	4.04	.85	.00
NNE	.00	.00	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00
ENE	.00	.00	.00	.00
E	.00	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.00	.00	.00	.00
SSE	.00	.00	.00	.00
S	.00	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.00	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.64	.00	.00	.00
WNW	1.06	.00	.00	.00
NW	4.47	7.23	3.40	.00
NNW	18.94	45.96	11.91	.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 : 1995/08/12 - 1995/08/31

DATA NAME : 9508ST02.DIS

圖 4-9　北防波堤堤頭測站(ST.2)夏季流況玫瑰圖

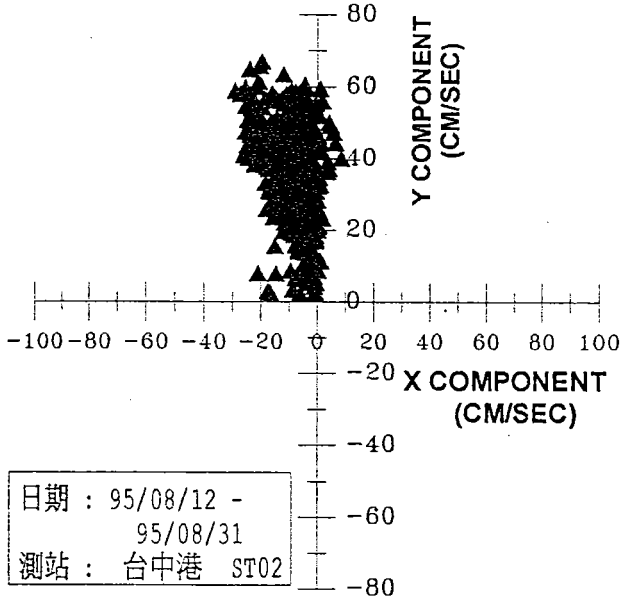
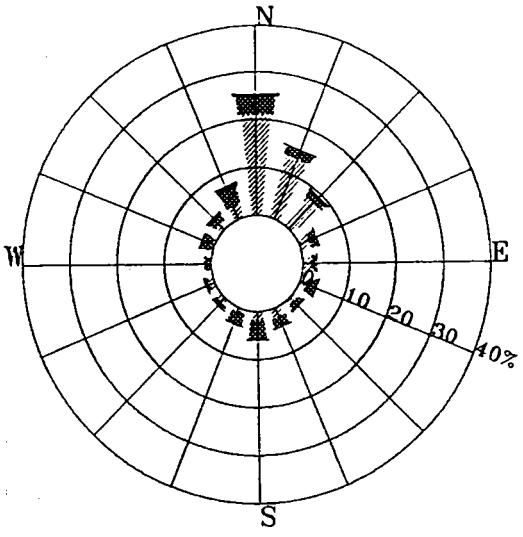


圖 4-10　北防波堤堤頭測站(ST.2)夏季流速分佈極值圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	21.24	3.90	.54	.00
NNE	13.71	1.88	.13	.00
NE	7.93	1.21	.40	.00
ENE	2.55	1.61	.13	.00
E	2.15	.94	.13	.00
ESE	1.88	1.75	.40	.00
SE	1.48	.81	.54	.00
SSE	2.15	2.02	.13	.00
S	1.88	4.03	.27	.00
SSW	.94	2.69	.00	.00
WS	1.21	1.08	.00	.00
WSW	1.21	.94	.00	.00
W	.54	1.21	.00	.00
WNW	.81	2.15	.13	.00
NW	1.48	1.48	.67	.00
NNW	2.96	3.63	1.08	.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 4-11　南防波堤登輪區(ST.4)冬季流況玫瑰圖

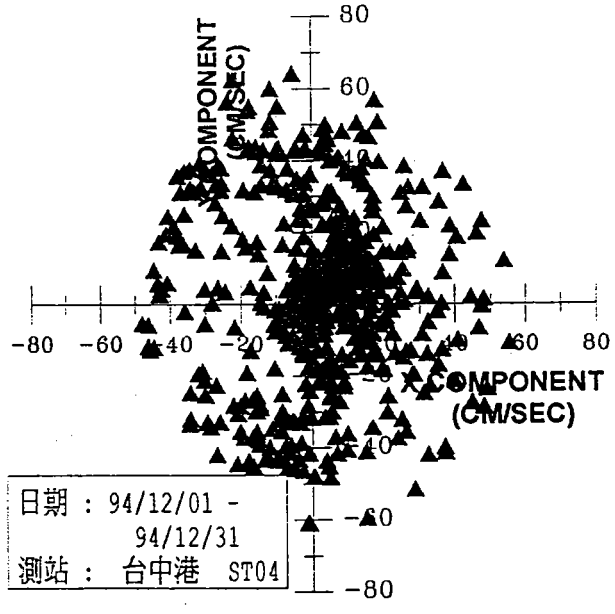


圖 4-12　南防波堤登輪區(ST.4)冬季流速分佈極值圖

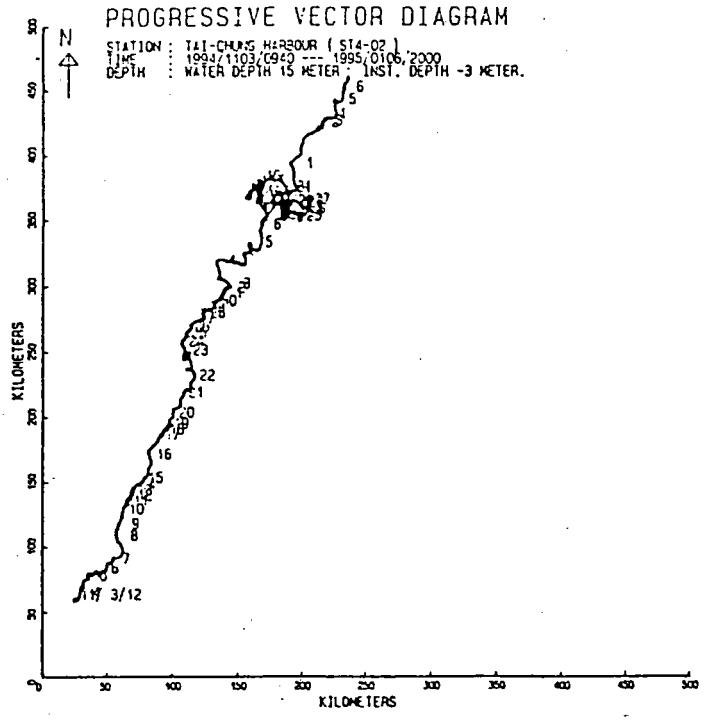
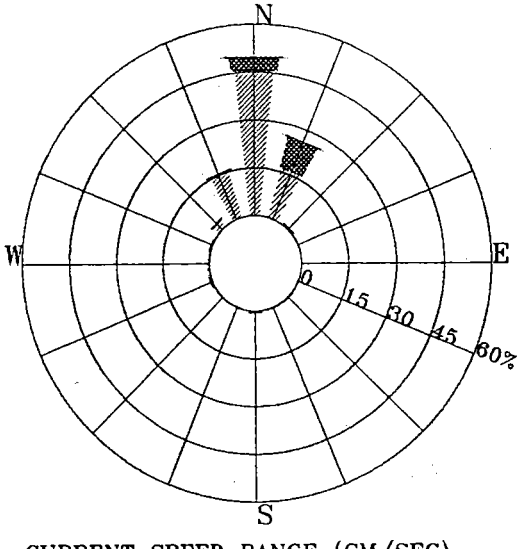


圖 4-13 南防波堤登輪區(ST.4)冬季海流累進向量圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	45.86	4.46	.00	.00
NNE	16.35	10.19	.00	.00
NE	.64	.00	.00	.00
ENE	.21	.00	.00	.00
E	.21	.00	.00	.00
ESE	.00	.00	.00	.00
SE	.21	.00	.00	.00
SSE	.21	.00	.00	.00
S	.64	.00	.00	.00
SSW	.00	.00	.00	.00
WS	.21	.00	.00	.00
WSW	.85	.00	.00	.00
W	.64	.00	.00	.00
WNW	.64	.00	.00	.00
NW	2.97	.00	.00	.00
NNW	15.71	.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 : 1995/08/12 - 1995/08/31

DATA NAME : 9508ST04.DIS

圖 4-14 南防波堤登輪區(ST.4)夏季流況玫瑰圖

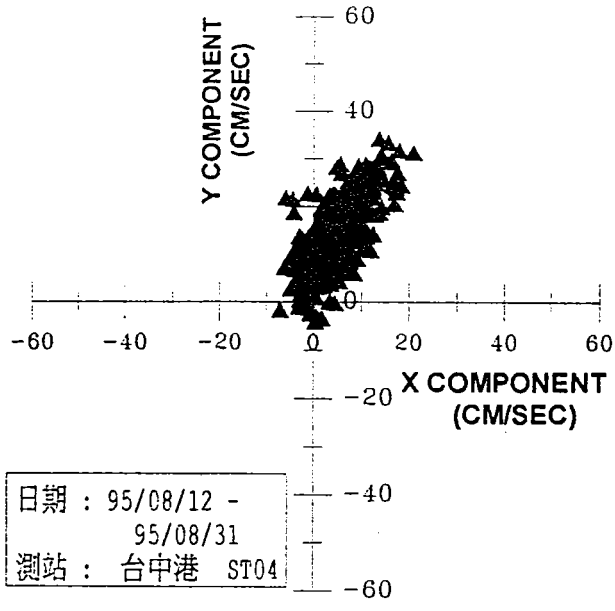


圖 4-15 南防波堤登輪區(ST.4)夏季流速分佈極值圖

五、潮汐基本資料分析與特性

5-1 潮汐基本資料分析

潮位站(ST.8)安裝於台中港四號碼頭與蓄木池橋間如圖2-1所示，附錄A分別為1994年9月至1997年3月於潮位站測得之典型逐時潮位變化圖，Y軸代表水位，單位公尺；0公尺為平均最低低潮面。潮位變動範圍約在0至5公尺之間，民國83年1月至86年3月間平均潮差為343cm，最大潮差為535cm，平均潮位為277.3cm，台中港潮汐主要成份為半日潮與全日潮，而半日潮能量較全日潮能量為大。如表N-1至表N-38。圖G-1至圖G-23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。

根據以往台中港所測得之潮位資料，各項潮位基準統計分析結果如下：

最高高潮位	H.H.W.L	=	5.86m(60.9.23)
平均高潮位	M.H.W.L	=	4.42m
平均潮位	M.W.L	=	2.65m
平均低潮位	M.L.W.L	=	0.88 m
最低低潮位	L.L.W.L	=	0.55 M(76.1.2)
平均潮差	AVE.RANGE	=	3.54m

5-2 賀伯颱風暴潮初步分析

為分析因颱風引起的暴潮水位，本次收集了賀伯颱風期間氣象局、水利局及本所各地潮位站水文資料做相關的暴潮分析。

賀伯颱風侵台期間自7月30日至8月2日止，相當於農曆6月15日至17日，為天文大潮期，潮差較大。我們比較過去的觀測水位記錄，以調和分析法對賀伯颱風侵台期間做天文潮預測，再與當時的觀測水位記錄相減，而得到預估的暴潮偏差值。圖5-1中 —— 代表當時的觀測水位記錄，..... 代表天文潮預測水位， ..... 線則代表估算的暴潮偏差。由圖中可明顯看出各測站暴潮偏差趨勢與天文潮預測誤差並不太大。

最大暴潮偏差發生在鹽寮，7月31日21時為188公分，其次為蘇澳的99公分。這二處都位於颱風登陸點附近，基隆地區最大暴潮偏差為85公分，此三個地方最大暴潮偏差發生時間都與颱風登陸時間相當一致。較大暴潮偏差持續至8月1日4時，此時颱風中心由新竹近出海。西部則由北到南分別為(1)淡水最大暴潮偏差發生於7月31日22時為95公分(2)竹圍最大暴潮偏差為90公分，較大的暴潮偏差持續至8月1日4時(3)新竹最大暴潮偏差發生時間則後至8月1日1時，為73公分(4)東石則因地形的關係暴潮偏差持續最久。基隆、新竹等各測站在8月2日均存有另一相對的水位高值時段，可能與集水區排水有關。

本所自民國70年2月1日成立之初，即接收台中港務局設置在台中港南內堤之史蒂芬式A-71型自記式浮筒水位計，此種儀器是機械記錄使用已久，經常發生時間及潮位的誤差加以台中火力發電廠峻工後將臨時便道取消,因此經台中港務局同意自1990年11月移至4號碼頭貯木池旁安裝另一部壓力式感應自動傳輸之潮汐儀，所有資料藉由無線電

傳輸到本所，不必費人力到觀測站擷取資料，無論在時效上或功能上皆較快速且精確，同時資料之傳輸及換算、製表皆用個人電腦作業可節省人力，且有及時監測系統功用。但此系統須由外面的氮氣壓力與水位造成的壓力平衡後才由儀器量測後換算為水位高度，台中港之潮差變化較大，使用之氮氣量相對的亦大，因此只好將氮氣量最大調整到水位在550公分~560公分之間，以致賀伯颱風形成之暴潮如果超過560公分以上就無法準確量測到。因此本文再次收集了賀伯颱風期間水利局觀測之測站--芳苑、王功、溫港、將軍四個測站及本所台中港四號碼頭之水文資料如表5-1所示(1)芳苑最大暴潮偏差約109公分，發生時間在8月1日0時10分(2)王功最大暴潮偏差約85公分，發生時間在8月1日0時(3)塭港最大暴潮偏差約57公分，發生時間在8月1日0時(4)將軍最大暴潮偏差約33公分發生時間在8月1日0時50分。台中港區從7月31日到8月1日清晨止雨量近乎200公厘，且風力由N向轉NNW向，8月1日10時後再轉W、SW向，推測其暴潮偏差大約在100公分~150公分間，發生時間在8月1日1時前後。

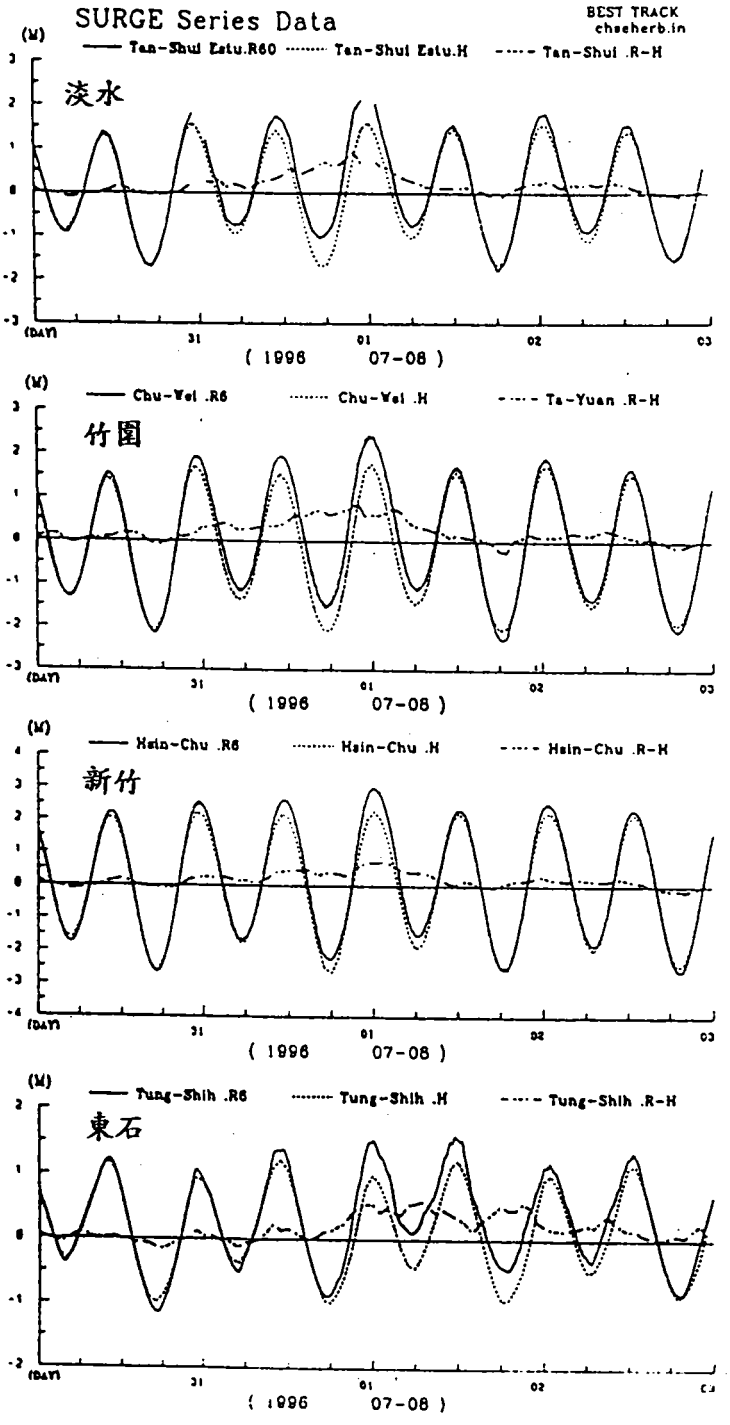


圖5-1 賀伯颱風期間台灣各測站暴潮偏差圖
（資料來源：中央氣象局）

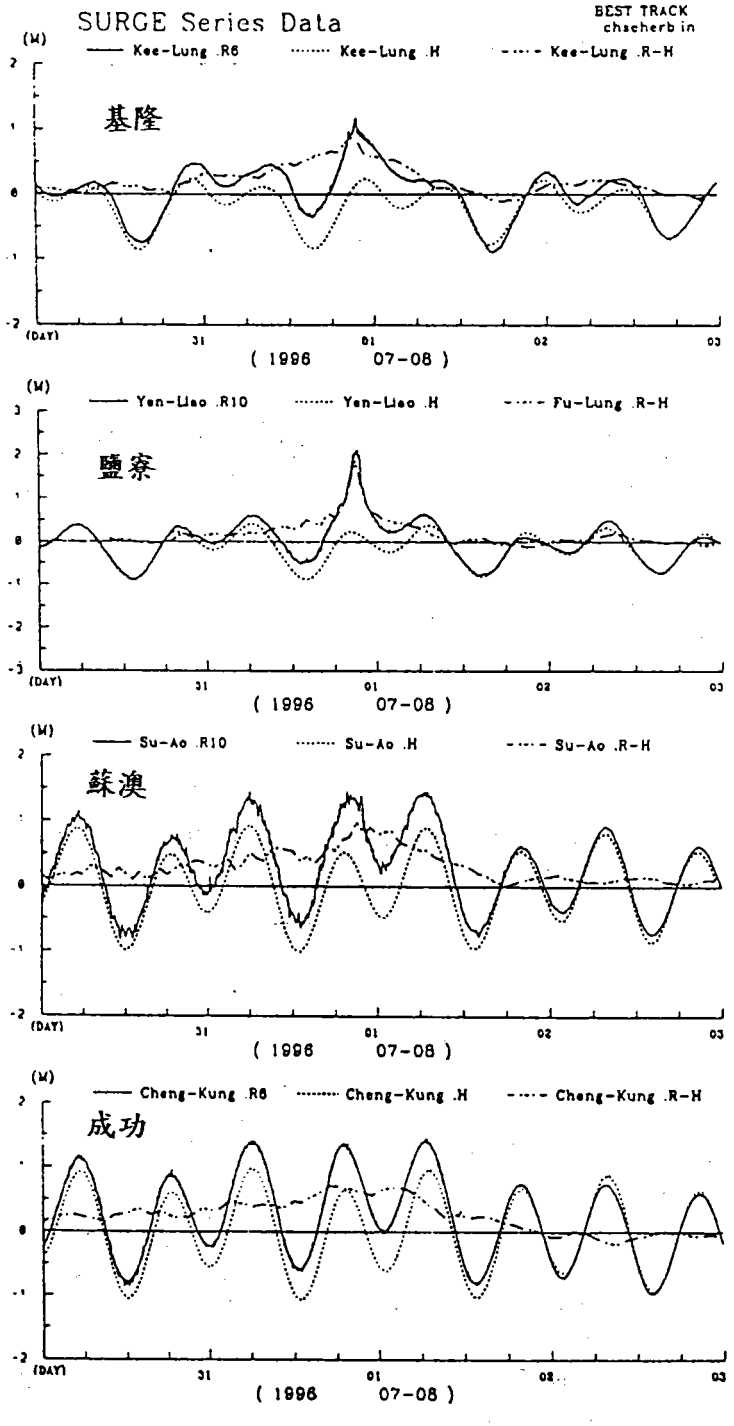


圖5-1(續) 賀伯颱風期間台灣各測站暴潮偏差圖
(資料來源：中央氣象局)

地點	項目	發生時間	潮高
台中	最高潮位	7月31日12時10分	5.43
	最低潮位	7月2日18時10分	-0.08
	暴潮位	7月31日6時30分	
	平均高潮位		4.83
	平均低潮位		1.00
	最大潮差		5.29
	平均潮差		3.83
地點	項目	發生時間	潮高
芳苑	最高潮位	7月31日11時10分	3.20
	最低潮位		
	暴潮位	7月31日11時10分	3.20
	平均高潮位		2.21
	平均低潮位		
	最大潮差		
	平均潮差		
地點	項目	發生時間	潮高
王功	最高潮位	7月31日11時20分	3.55
	最低潮位	7月14日16時45分	-1.60
	暴潮位	7月31日11時20分	3.55
	平均高潮位		2.50
	平均低潮位		-1.24
	最大潮差		5.15
	平均潮差		3.74
地點	項目	發生時間	潮高
塭港	最高潮位	7月31日11時15分	2.25
	最低潮位	7月30日16時30分	-0.56
	暴潮位	7月31日0時15分	2.25
	平均高潮位		1.70
	平均低潮位		0.10
	最大潮差		2.81
	平均潮差		1.60
地點	項目	發生時間	潮高
將軍	最高潮位	7月31日11時30分	1.60
	最低潮位	7月1日17時0分	-0.65
	暴潮位	7月31日11時30分	1.60
	平均高潮位		0.99
	平均低潮位		-0.10
	最大潮差		2.25
	平均潮差		1.09

地點	項目	發生時間	潮高
台中	最高潮位	8月2日13時20分	5.52
	最低潮位	8月1日18時40分	0.03
	暴潮位		
	平均高潮位		4.83
	平均低潮位		0.88
	最大潮差		5.44
	平均潮差		3.95
地點	項目	發生時間	潮高
芳苑	最高潮位	8月1日0時10分	3.68
	最低潮位		
	暴潮位	8月1日0時10分	3.68
	平均高潮位		2.12
	平均低潮位		
	最大潮差		
	平均潮差		
地點	項目	發生時間	潮高
王功	最高潮位	8月1日0時0分	3.70
	最低潮位	8月12日16時15分	-1.45
	暴潮位	8月1日0時0分	3.70
	平均高潮位		2.45
	平均低潮位		-1.05
	最大潮差		5.15
	平均潮差		3.50
地點	項目	發生時間	潮高
塭港	最高潮位	8月1日0時0分	2.45
	最低潮位	8月27日15時30分	-0.46
	暴潮位	8月1日0時0分	2.45
	平均高潮位		1.66
	平均低潮位		-0.01
	最大潮差		2.91
	平均潮差		1.67
地點	項目	發生時間	潮高
將軍	最高潮位	8月1日0時50分	1.55
	最低潮位	8月14日17時15分	-0.60
	暴潮位	8月1日0時50分	1.55
	平均高潮位		0.97
	平均低潮位		-0.12
	最大潮差		2.15
	平均潮差		1.09

六、風速風向基本資料分析與特性

本計畫執行期間於台中港北堤觀測站，及北防波堤堤頭燈塔測站進行風速風向觀測，此外另蒐集台中港港務大樓中央氣象局的風資料，其調查與蒐集情形詳見第貳章說明，各測站之各月份風速風向統計報表參考本所專刊第149號。

觀測期間共有八十二次強弱不同的東北季風出現，其中有三十五次強勁東北季風在本計畫工作期間冷鋒過境，其日期如下表。

表 6-1　冷　鋒　過　境　日　期

編號	起迄時間	說　　明
1	83.10.06～83.10.06-07	北季風，8日席斯颱風外圍雙重影響
2	83.10.18～83.10.19	北季風
3	83.10.20～83.10.23	北季風增強與泰瑞沙颱風外圍影響
4	83.10.23～83.10.26	恩颱風增強東北季風
5	83.11.15～83.11.20	弱東北季風
6	83.12.02～83.12.03	北季風
7	83.12.12～83.12.13	北季風
8	83.12.16～83.12.19	北季風
9	83.12.20～83.10.21	北季風
1	83.12.26～83.12.27	北季風
11	84.01.03～84.01.06	鋒，較強勁東北季風

12	84.01.10～84.01.14	鋒，較強勁東北季風
13	84.01.15～84.01.15	北季風
14	84.01.23～84.01.25	鋒，東北季風
15	84.01.30～84.02.02	鋒，較強勁東北季風
16	84.01.30～84.02.02	鋒，較強勁東北季風
17	84.02.08～84.02.12	北季風
18	84.02.14～84.02.17	鋒，較強勁東北季風
19	84.02.20～84.02.22	北季風
20	84.02.25～84.02.27	北季風
21	84.03.01～84.02.03	鋒，東北季風
22	84.03.04～84.03.05	鋒，較強勁東北季風
23	84.03.10～84.03.13	鋒，較強勁東北季風
24	84.03.16～84.03.18	鋒，東北季風
25	84.03.25～84.03.26	鋒，較強勁東北季風
26	84.04.01～84.04.07	北季風
27	84.09.11～84.09.15	弱東北季風
28	84.09.21～84.09.22	恩颱風，增強東北季風
29	84.10.05～84.10.11	北季風
30	84.11.03～84.11.04	北季風及安琪拉颱風外圍影響
31	84.11.07～84.11.08	北季風

32	84.11.14～84.11.16	北季風
33	84.11.19～84.11.22	北季風
34	84.11.24～84.11.25	鋒，強勁東北季風
35	84.12.03～84.12.09	勁東北季風
36	84.12.12～84.12.16	北季風
37	84.12.17～84.12.19	北季風
38	84.12.20～84.12.22	北季風
39	84.12.24～84.12.27	勁東北季風
40	84.12.29～85.01.01	鋒，強勁東北季風
41	85.01.08～85.01.11	鋒，強勁東北季風
42	85.01.12～85.01.14	弱東北季風
43	85.01.18～85.01.22	勁東北季風
44	85.01.26～85.01.30	勁東北季風
45	85.02.01～85.02.03	鋒南下，強勁東北季風
46	85.02.05～85.02.065	鋒南下，強勁東北季風
47	85.02.09～85.02.10	鋒南下，強勁東北季風
48	85.02.17～85.02.20	鋒南下，強勁東北季風
49	85.02.18～85.02.18-22	鋒，強勁東北季風
50	85.03.01～85.03.02	鋒，強勁東北季風
51	85.03.08～85.03.11	鋒，強勁東北季風

52	85.03.17～85.03.20	弱東北季風
53	85.04.02～85.04.04	弱東北季風
54	85.04.06～85.04.12	鋒，較強勁東北季風
55	85.04.19～85.04.20	
56	85.07.27～85.07.28	南氣流
57	85.08.14～85.08.16	南氣流
58	85.09.01～85.09.05	弱東北季風
59	85.09.27～85.09.29	北季風及薩恩颱風外圍環流雙重影響
60	85.10.09～85.10.11	鋒，東北季風
61	85.10.12～85.10.13	北季風及熱帶性低氣壓外圍雙重響
62	85.10.19～85.10.26	鋒，較強勁東北季風
63	85.11.02～85.11.08	鋒，較強勁東北季風
64	85.11.09～85.11.12	北季風及爾尼颱風外圍環雙重影響
65	85.11.14～85.11.19	鋒，較強勁東北季風
66	85.11.21～85.11.27	鋒，較強勁東北季風
67	85.12.01～85.12.03	烈冷鋒，強勁東北季風
68	85.12.05～85.12.07	烈冷鋒，強勁東北季風
69	85.12.09～85.12.10	弱東北季風
70	85.12.17～85.12.19	鋒，較強勁東北季風
71	85.12.22～85.12.27	北季風

72	86.01.01～86.01.13	烈冷鋒，及強勁東北季風
73	86.01.15～86.01.16	弱東北季風
74	86.01.18～86.01.20	弱東北季風
75	86.01.23～86.01.28	烈冷鋒，強勁東北季風
76	86.02.01～86.02.06	烈冷鋒，強勁東北季風
77	86.02.10～86.02.13	鋒，較強勁東北季風
78	86.02.16～86.02.18	鋒，較強勁東北季風
79	86.02.19～86.02.23	弱東北季風
80	86.03.01～86.03.06	弱東北季風
81	86.03.09～86.03.13	弱東北季風
82	86.03.28～86.03.31	弱東北季風

6-1 台中港北堤觀測站(ST.7)

冬季月份之風玫瑰圖以1996年2月份為例如圖6-1，顯示風向主要集中在東北方向，大約佔60%，風速超過15m/sec者約佔12%，呈現典型的冬季東北季風型態。夏季月份之風玫瑰圖以1995年7月份為如圖6-2，圖中顯示風向集中在南及南南西方向大約佔50%，風速超過10m/sec者約佔5%，是屬夏季西南季風型態。此外由於夏季季節、動量傳遞作用明顯常使台中港風速出現日變化。空氣受到太陽輻射作用而使動量傳遞增強，所以台中港的風速常於午後增大，傍晚開始減弱，而於午夜至翌日清晨風速最小如圖6-3所示。各月份之風玫瑰圖參考附錄H。

6-2 北防波堤堤頭燈塔測站

冬季月份之玫瑰圖以1996年12月份為例如圖6-4，顯示風向主要集中在北及北北東方向大約佔87%，風速超過15 *m*/sec 者約占25%，是屬典型的冬季東北季風型態，與北堤觀測站相較風向分佈相似，但風速有偏大趨勢各月份之風玫瑰圖參考錄H。夏季月份資料，由於測站多次遭受破壞，因此未能順利取得，不過目前得到財政部關稅總局的同意已將風速儀安裝於較安全之堤頭白燈塔上，預計今年（1997年）的後續工作中應可成功獲得夏季資料。

6-3 港務大樓氣象局測站

冬季月份之風玫瑰以1996年12月份為例圖6-5，顯示風向主要分佈在北北東及北方向。其中又以北北東佔大部份約56%，風速超過15 *m*/sec 者約佔0.28%。同樣是冬季東北季風型態，不過風速與北堤堤頭或北堤防風林相較有偏小趨勢。

夏季月份之風玫瑰圖以1996年7月份為例如圖6-6，顯示風向分佈很散亂，其中以東南風向分佈較高約20%。風速與冬季相較小很多，風速小於5 *m*/sec 者佔76%，不過較大風速時的風向大致分佈在西至南方向上。另外要說明的是圖中在北、北北西及西北方向上風速超過15*m*/sec 的百分比較其他夏季月份（1996年8月除外）有明顯增大，其原因是該年7月底至8月初賀伯颱風侵襲台灣所造成的。本測站各月份之風玫瑰圖參考附錄H。

6-4 各測站間之比較

本所除了北堤觀測站的風力長期觀測外，在本計畫中於北防波堤堤頭（延長850公尺後）也設立風力長期觀測站，因為北堤觀測站位於台中港北側淤沙區的東側(防風林的西側)，歷年來該淤沙區持續淤積，再加上港務局的整治，使得該站離海岸愈來愈遠，同時長期以來部份專家認為該站受防風林影響，其風速資料可能較實際海面上風速為小，因此台中港務局在本計畫中要求在較能代表實際海面風速的北防波堤堤頭設立風力觀測。此外中央氣象局在港務大樓頂樓也設立長期風力觀測站，然而此站由於離海岸較遠，且受地形、地物的影響，其風速可能較北堤觀測站為小，為了確實瞭解此三站間的風速、風向變化相關情形，將蒐集到的三站風資料進行比較分析。

由北堤防風林測站與港務大樓1995年12月的風速、風向逐時變化如圖6-7，所示，北堤的風速較港務大樓稍大，但其風速的變化趨勢兩站相當一致，而風向的變化由於屬冬季月份，因此變化不大，不過北堤防風林測站風向分佈大部份為東北及北北東，但港務大樓則大部份為北及北北東兩者稍有不同。

北堤堤頭燈塔測站與港務大樓以1996年12月的風速、風向逐時變化如圖6-8所示，發現堤頭的風速較港務大樓大很多。而風速的變化趨勢兩站是相當一致，風向的變化趨勢也是一樣，不過北堤堤頭風向大部份分佈在東北及北北東之間，而港務大樓測站則分佈在北及北北東之間。由以上說明大略瞭解三站中風速以北堤堤頭測站最大，北堤防風林測站次之，而港務大樓測站最小，但風速變化趨勢則相當一致。風向分佈北堤堤頭測站與北堤防風林測站相似，而港務大樓測站則有偏北趨向。

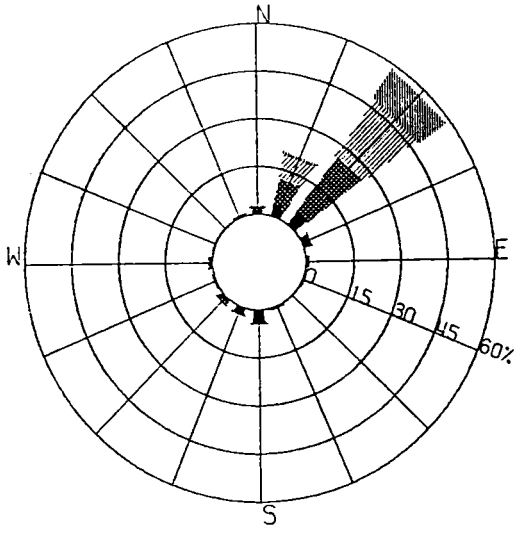
取同時段的各測站逐時風速作比較發現北堤堤頭風速大約是北堤防風林風速的1.2倍，港務大樓風速的1.97倍，由此可見北堤防風林及港務大樓風速受地形及地物的影響，較外海風速小很多。以1995年1月至1996年12月的港務大樓風速換算（乘1.97）至北堤堤頭風速，經分析後其風速分佈如表6-2。

表6-2北堤堤頭風速分佈百分比（依港務大樓風速推算）

風速區間 年/月	0.0～10.0 (m/sec)	10.0～20.0 (m/sec)	20.0～30.0 (m/sec)	>30.0 (m/sec)
1995/01	33.74	49.53	16.60	0.14
1995/02	27.96	57.29	14.74	0.00
1995/03	54.12	36.20	9.66	0.00
1995/04	65.74	28.72	5.49	0.00
1995/05	77.44	22.54	0.00	0.00
1995/06	58.39	39.63	2.00	0.00
1995/07	75.21	23.97	0.83	0.00
1995/08	91.58	8.43	0.00	0.00
1995/09	62.92	29.72	7.22	0.14
1995/10	30.40	52.66	16.97	0.00
1995/11	35.57	47.20	17.22	0.00
1995/12	18.83	53.16	27.32	0.67
1996/01	35.29	51.10	13.38	0.27
1996/02	26.60	45.50	27.61	0.29
1996/03	43.79	50.91	5.18	0.14
1996/04	49.42	39.22	11.20	0.14
1996/05	68.74	27.17	4.12	0.00
1996/06	71.32	27.84	0.84	0.00
1996/07	76.41	17.90	2.85	2.85
1996/08	80.36	18.00	1.10	0.56
1996/09	68.14	21.09	10.62	0.14
1996/10	49.49	41.96	8.37	0.13
1996/11	36.78	38.91	24.15	0.14
1996/12	39.71	43.89	16.17	0.28

由表中可知在冬季月份北堤堤頭風速超過20.0*m*/sec的百分比約30%，顯見台中港港口冬季風速強勁，對於進出港船隻易造成威脅。另外表中可發現1996年7月風速超過30*m*/sec的百分比達2.85%，經查對當時天氣狀況資料發現是賀伯颱風所造成的。有一點要強調說明的是北堤堤頭測站的風速資料，由於是剛開始觀測不久，其資料仍需再進行更長期的比對，以消除人為或儀器的誤差。

目前的資料雖然顯示其風速約為港務大樓的1.97倍，但其確切的比值須再作進一步查核，有關查驗的工作，本計畫雖已至結束階段，但本所在往後的研究中會將其納入，並將結果提供港務局參考。不過應該可以確定的是北堤堤頭風速比港務大樓或北堤防風林的風速為大。



WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0　5.1 - 10.0

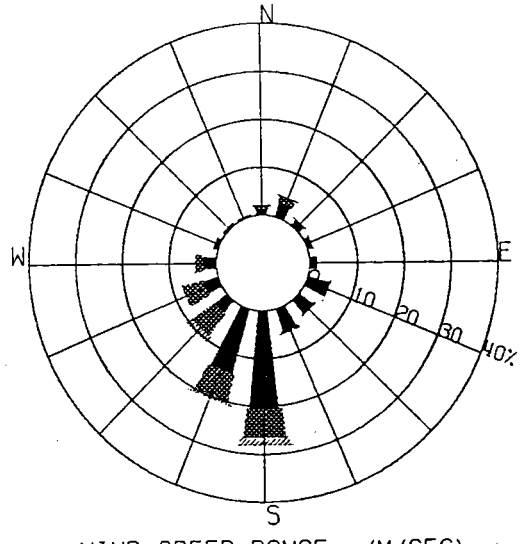
10.1 - 15.0　15.1 - INFI

PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.29	1.15	.00	.00
NNE	3.02	8.76	8.33	.72
NE	4.89	21.12	21.70	10.92
ENE	2.73	.00	.00	.00
E	1.15	.00	.00	.00
ESE	.72	.00	.00	.00
SE	.14	.00	.00	.00
SSE	.57	.00	.00	.00
S	4.45	.00	.00	.00
SWS	2.16	.43	.00	.00
WS	.86	1.44	.00	.00
WSW	.43	.14	.00	.00
W	1.01	.57	.00	.00
WNW	.29	.00	.00	.00
WN	.29	.00	.00	.00
NNW	.72	.00	.00	.00

DATA NAME : WI9602TC.DIS
DATA LOST = .00%

圖 6-1　台中港北堤觀測站 1996 年 2 月風玫瑰圖



WIND SPEED RANGE (M/SEC)

0.0 - 5.0　5.1 - 10.0

10.1 - 15.0　15.1 - INFI

PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	1.22	.87	.00	.00
NNE	3.13	1.56	.00	.00
NE	1.56	.00	.00	.00
ENE	1.22	.00	.00	.00
E	1.74	.00	.00	.00
ESE	4.86	.00	.00	.00
SE	3.82	.00	.00	.00
SSE	5.03	.35	.17	.00
S	20.66	5.90	1.91	.00
SWS	14.06	5.73	.87	.17
WS	3.30	5.73	1.56	.00
WSW	3.30	4.69	.00	.00
W	2.95	1.74	.00	.00
WNW	1.04	.00	.00	.00
WN	.35	.17	.00	.00
NNW	.35	.00	.00	.00

DATA NAME : WI9507TC.DIS
DATA LOST = 22.58%

圖 6-2　台中港北堤觀測站 1995 年 7 月風玫瑰圖

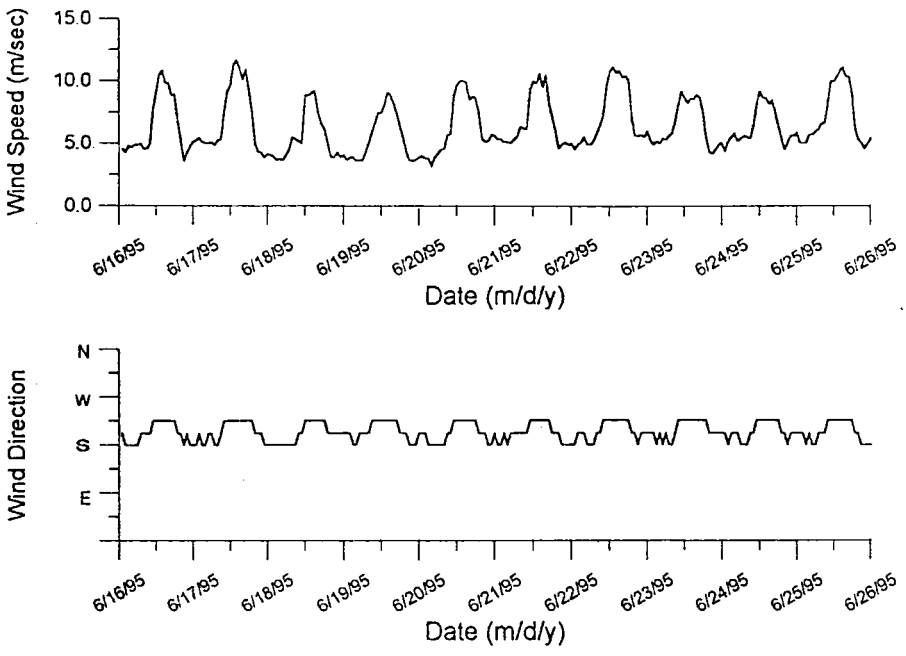
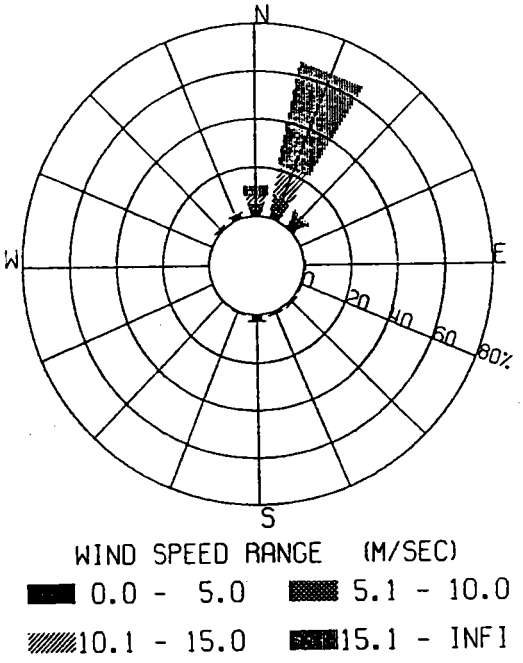


圖 6-3 風速、風向逐時變化圖(1995/06/16～1995/06/25)

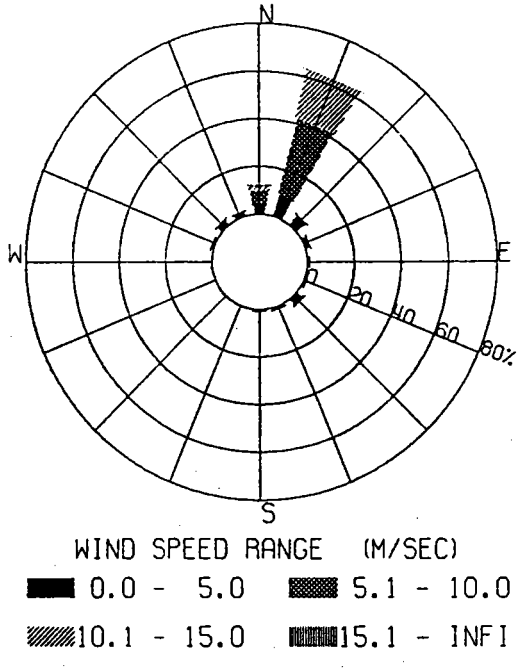


PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	2.05	2.83	3.94	4.09
NNE	2.68	6.77	13.39	43.31
NE	4.72	1.42	.63	1.42
ENE	.31	.00	.00	.00
E	.94	.00	.00	.00
ESE	.79	.00	.00	.00
SE	1.26	.00	.00	.00
SSE	1.26	.00	.00	.00
S	2.83	.16	.00	.00
SWS	.79	.00	.00	.00
WS	.31	.00	.00	.00
WSW	.00	.00	.00	.00
W	.16	.00	.00	.00
WNW	.00	.00	.00	.00
WN	1.42	.16	.00	.00
NNW	2.20	.16	.00	.00

DATA NAME : WI9611TC.ADI
DATA LOST = 11.81%

圖 6-4 台中港北防波堤堤頭燈塔測站 1996 年 12 月風玫瑰圖

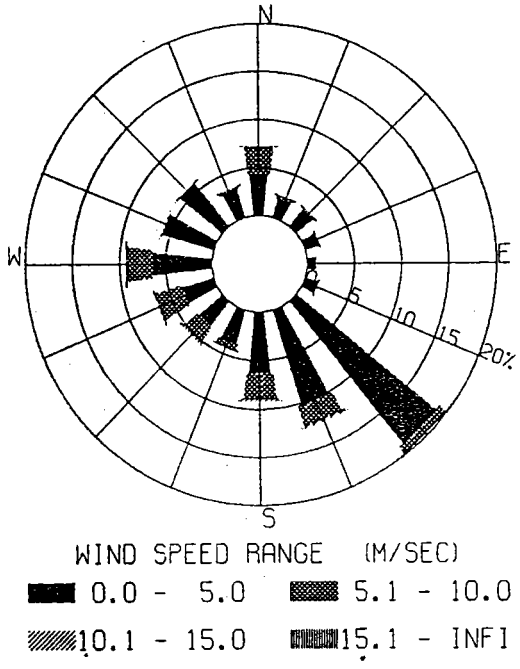


PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	3.98	5.68	2.84	.14
NNE	9.09	32.67	21.59	.00
NE	5.11	.28	.00	.00
ENE	2.27	.00	.00	.00
E	1.28	.00	.00	.00
ESE	1.28	.00	.00	.00
SE	3.69	.00	.00	.00
SSE	1.28	.00	.00	.00
S	.85	.00	.00	.00
SWS	.28	.00	.00	.00
WS	.26	.00	.00	.00
WSW	.14	.00	.00	.00
W	.43	.00	.00	.00
WNW	1.42	.00	.00	.00
WN	3.13	.00	.00	.00
NNW	2.27	.00	.00	.00

DATA NAME : WI9611TC.CDI
DATA LOST = 2.22%

圖 6-5 台中港港務大樓測站 1996 年 12 月風玫瑰圖



PERCENTAGE OF DISTRIBUTION

N	4.37	2.86	.14	.00
NNE	2.05	.41	.00	.00
NE	2.32	.14	.00	.00
ENE	1.64	.00	.00	.00
E	.95	.00	.00	.00
ESE	1.50	.00	.00	.00
SE	18.96	.95	.00	.00
SSE	10.23	2.18	.27	.00
S	6.28	2.73	.27	.00
SWS	3.68	.68	.00	.00
WS	3.27	1.91	.14	.14
WSW	3.55	3.14	.00	.14
W	6.55	2.86	.00	.14
WNW	5.87	.00	.14	.00
WN	6.00	.00	.00	.00
NNW	3.14	.14	.14	.14

DATA NAME : WI9608TC.CDI
DATA LOST = 1.48%

圖 6-6 台中港港務大樓測站 1996 年 7 月風致瑰圖

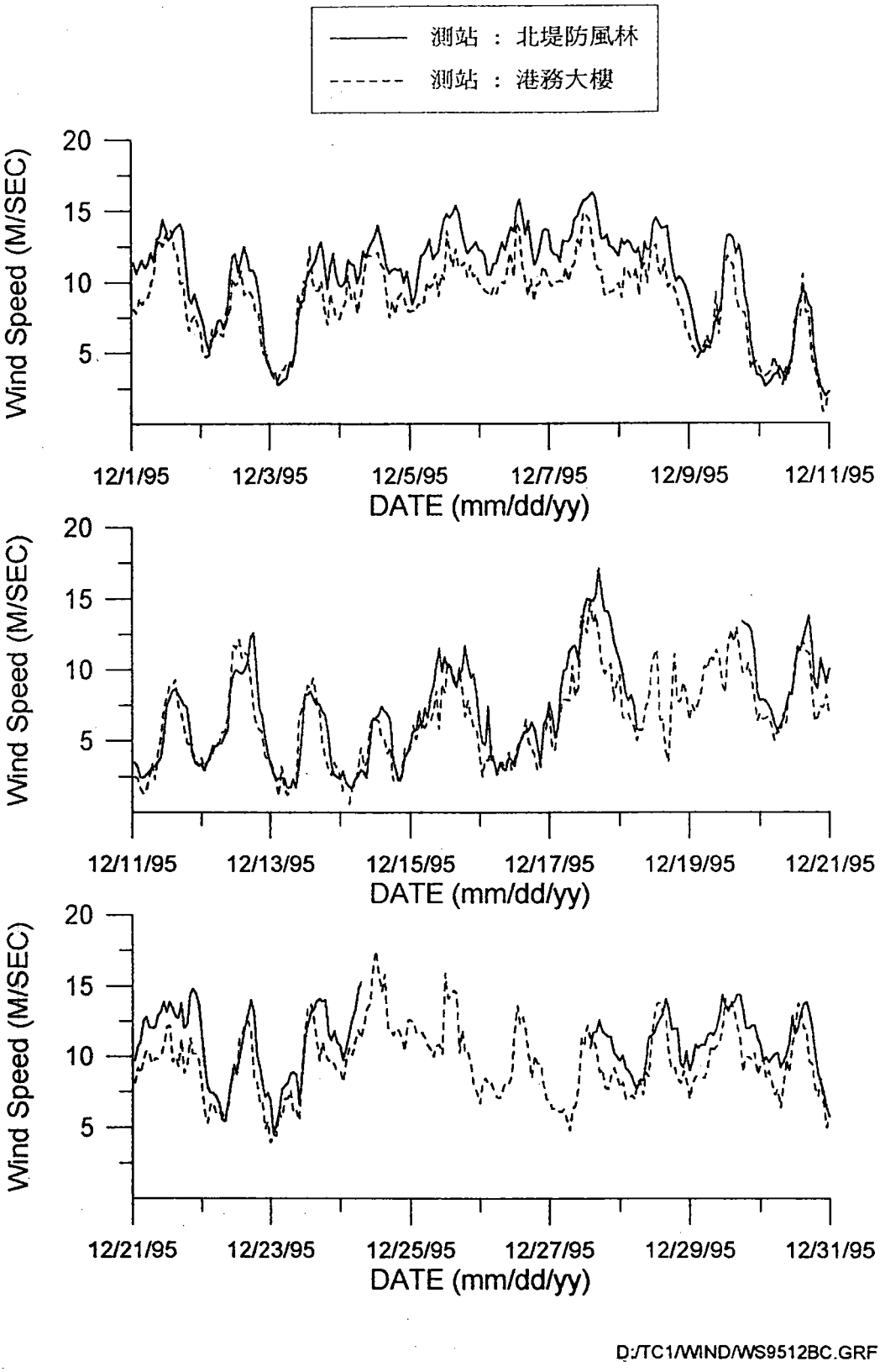


圖 6-7(a) 台中港北堤防風林與港務大樓風速逐時變化圖(1995/12)

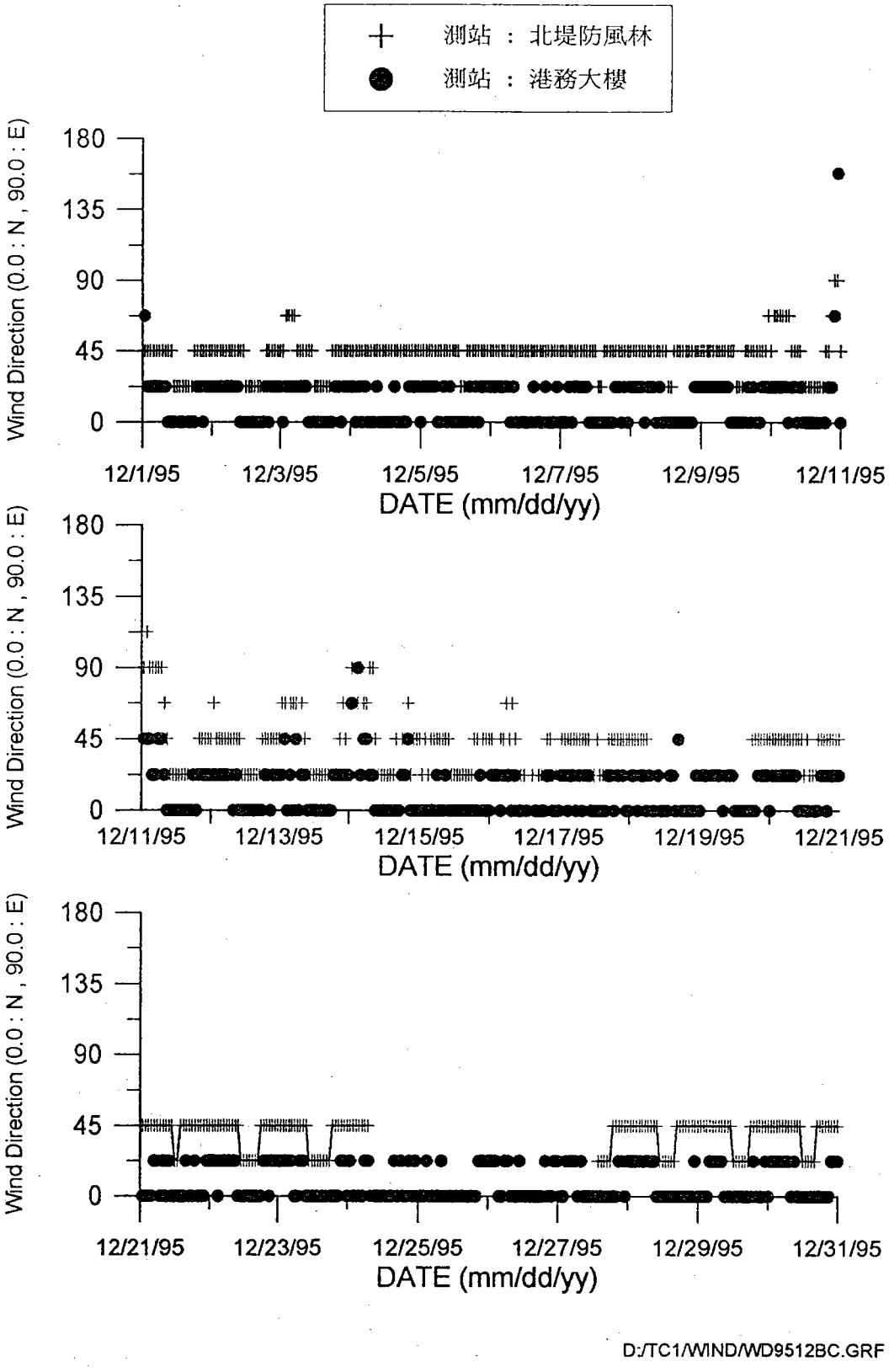


圖 6-7(b) 台中港北堤防風林與港務大樓風向逐時變化圖(1995/12)

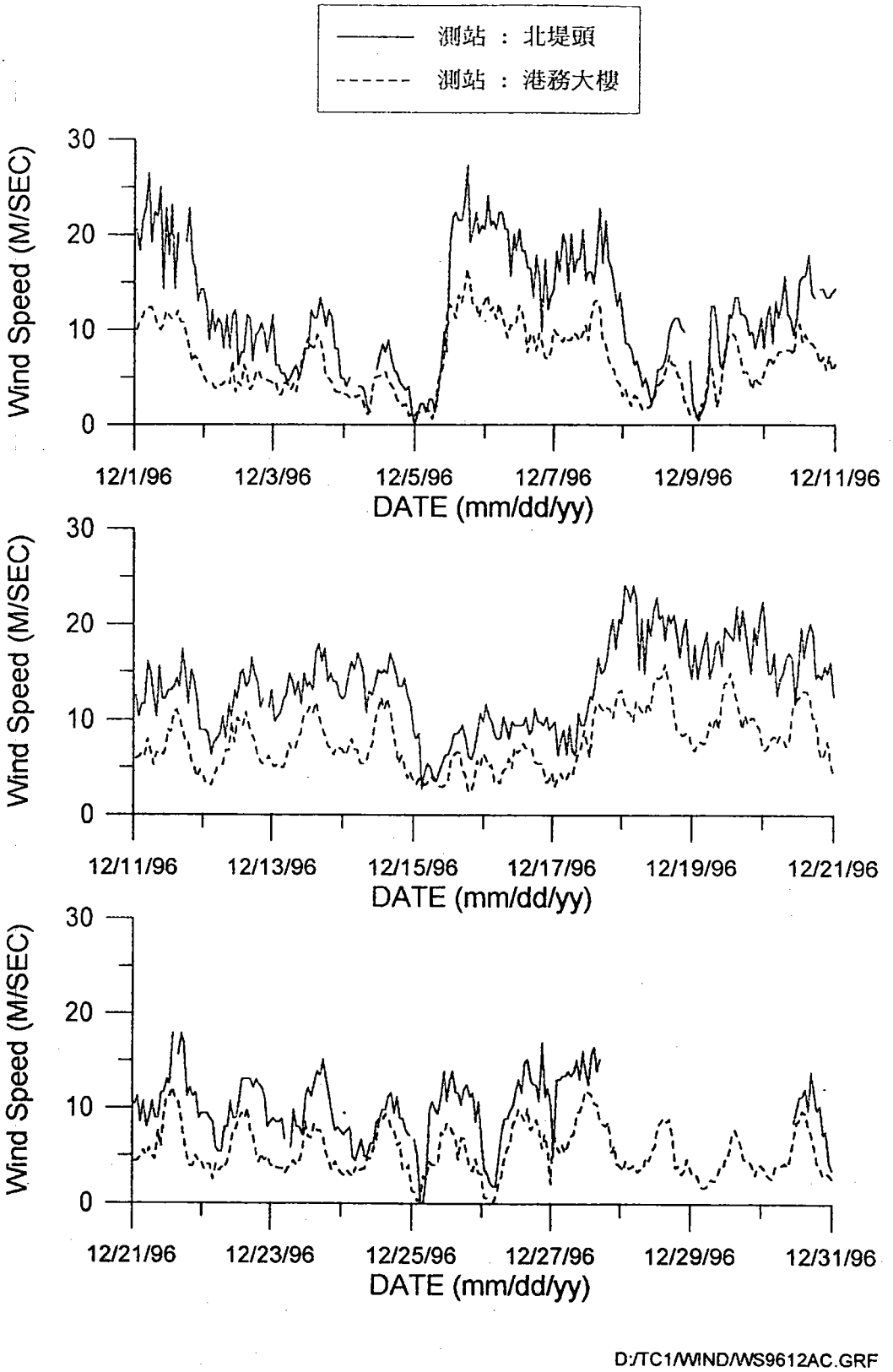


圖 6-8(a) 台中港北防波堤堤頭與港務大樓風速逐時變化圖(1996/12)

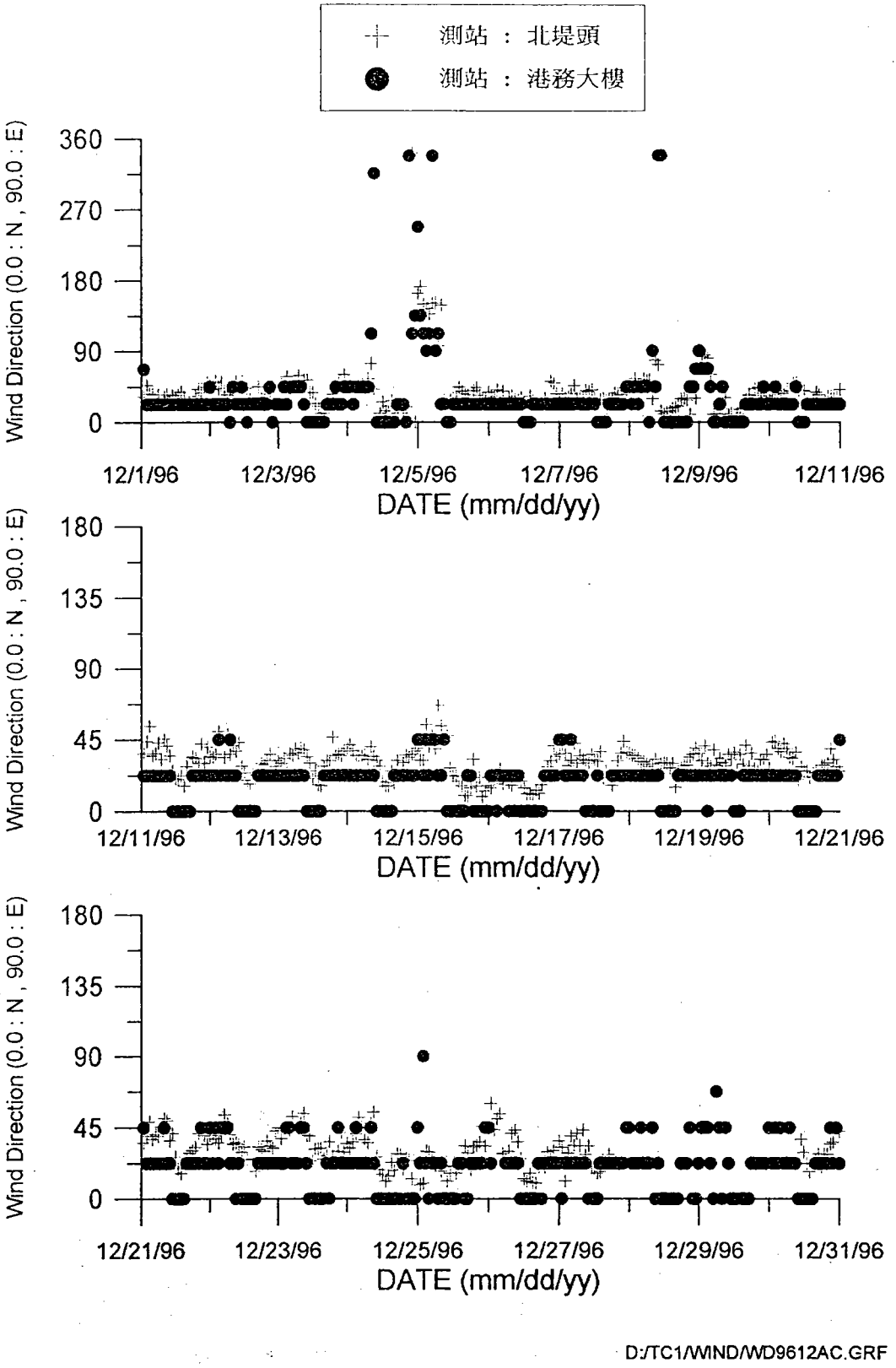


圖 6-8(b) 台中港北防波堤堤頭與港務大樓風向逐時變化圖(1996/12)

七、波浪、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七個時段，各段皆有7天以上的長度且在此七個時段各項海氣象資料皆完整正常。這七個時段分別是94/11/06：10～94/11/21：08、94/12/01：00～94/12/14：23、95/02/12：12～95/02/28：23、95/03/01：00～95/03/12：23、95/07/04：15～95/07/24：23及95/08/12：17～95/08/31：23。今將上述各時段的各測站海流資料，進行測站間相關分析，並以同時段的風速及潮位資料與流速變化作相關分析，藉此明瞭本海域海受風及潮汐的影響情形及不同測站間的流況變化。此外進行不同測站間的波浪資料相關性分析，同時也對各測站的波高、週期與同時段的風速變化相關性分析，以瞭解本海域波浪場的特性。

7-1 不同測站間海流相關分析

由代表冬季時段的圖7-1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-2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。同上述時段另外由圖7-2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。由以上說明可知冬季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及近岸影響而關連性低。

由代表夏季時段的圖7-3中顯示ST.1站與ST.2站間流速的相關係數值於各時間延時皆不高(低於0.25)，此與上述冬季情況明顯不同。但是ST.2站與ST.4站間流速的相關係數值於時間延時2小時附近可達0.5以上如圖7-4。此表示這兩站的流速變化趨勢仍稍具相關性。至於各測站間的流向變化相關性仍然不高。

7-2 流速與風速相關分析

由代表冬季時段的圖7-5及圖7-6中可發現ST.1站流速與風速的相關係數值於11月的時段皆可達0.75以上(延時約2小時)，但在2月的時段則不到0.25。此原因是在11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。換句話說ST.1站的海流於強勁季風吹襲時是屬風驅流型態。ST.2站流速與風速的相關性可參考圖7-7及圖7-8，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。

由代表夏季時段的圖7-9、圖7-10及圖7-11顯示三站的流速與同時段風速相關係數值不高，此表示夏季海流中風驅流的成份較冬季為小。

7-3 流速與潮位相關分析

ST.1站流速與潮位的相關性如圖7-5及圖7-6所示於冬季時段皆不高(相關係數值約0.25以下)，不過詳細比較後可看出於風速較小的時段2月份，其相關係數值較風速較大的11月時段來得稍大些，

但不是很明顯。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7-7及7-8所示，其結果與ST.1站相似。至於夏季時段參照圖7-9、圖7-10及圖7-11可發現ST.1站的流速變化與潮位相關性不高，但ST.2站與ST.4站的流速變化與潮位相關性較高，其相關係數值於時間延時約5小時左右有較大值達0.5以上。

7-4 波浪相關分析

本計畫波浪調查的三個測站相互之間有義波高的相關性可由冬季時段的圖7-12及夏季時段的圖7-13中得知，在冬季的時段各測站間的波高相關係數值於時間延時零時左右皆可達0.9以上；而夏季時段雖較小，但也可達0.7以上，此顯示這三個測站的波高變化趨勢具有相當的一致性。對於週期方面也有相似情形，其相關函數圖請參照本所專刊第149號附錄I之圖I-23至I-34。

三測站的有義波高與風速的相關性可由冬季時段的圖7-14及夏季時的圖7-15發現無論冬、夏季各測站有義波高與風速的相關係數值於時間延時-2小時左右可達0.7左右，這顯示台中港海域的波浪變化趨勢與風速變化有密切相關性，此與以往的研究結果相似。

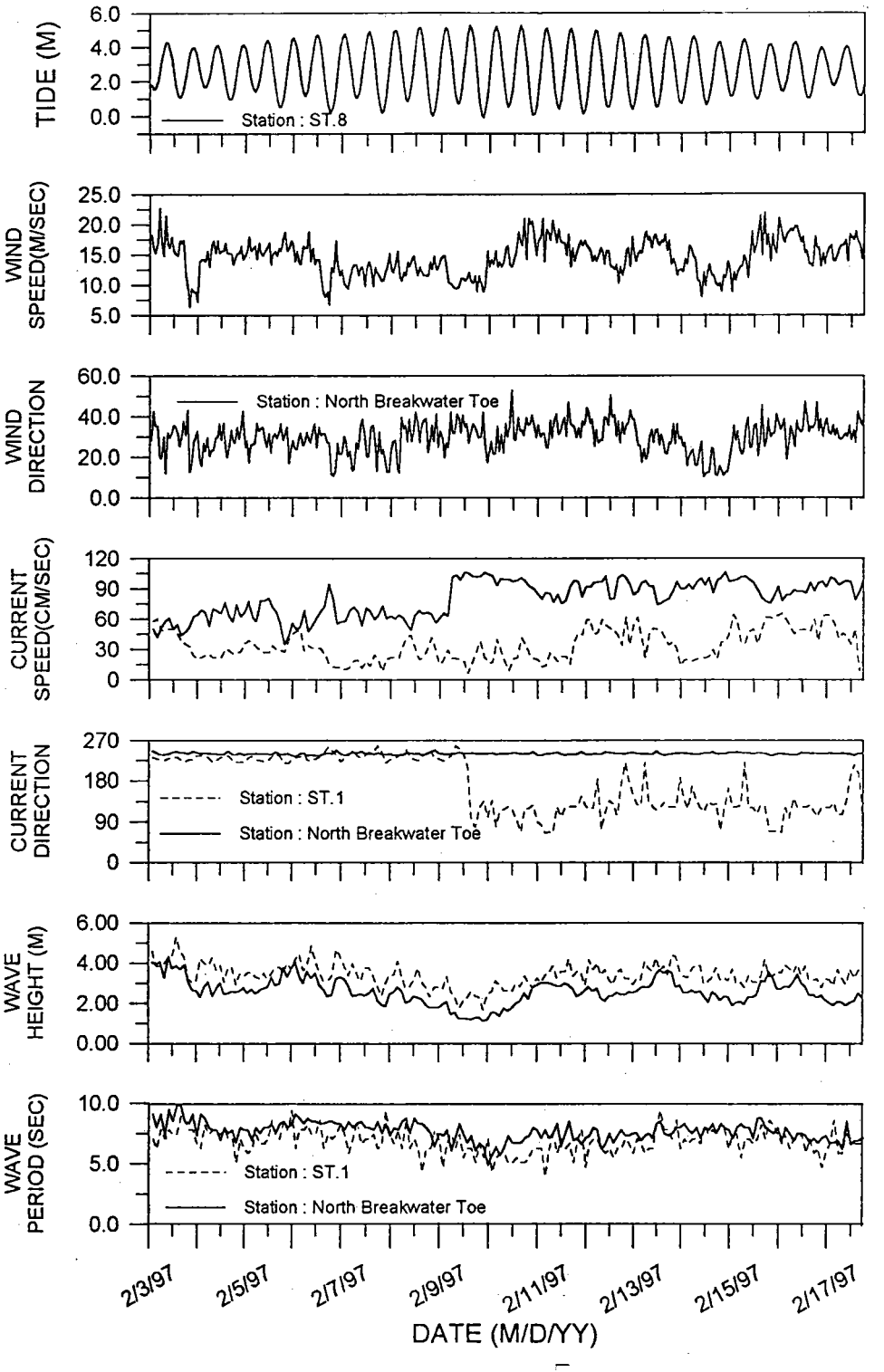


圖 7-1 台中港海氣象逐時變化圖(1997/02)

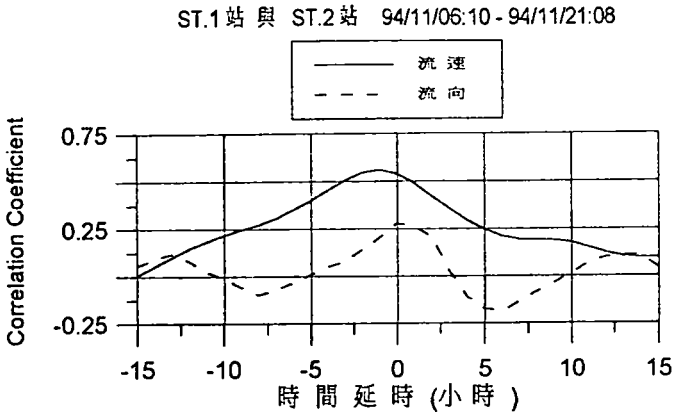


圖 7-2 冬季 ST.1 站與 ST.2 站流速、流向交互相關函數圖

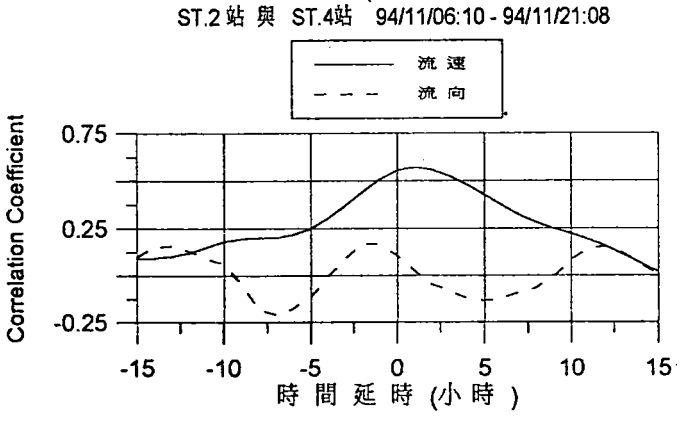


圖 7-3 冬季 ST.2 站與 ST.4 站流速、流向交互相關函數圖

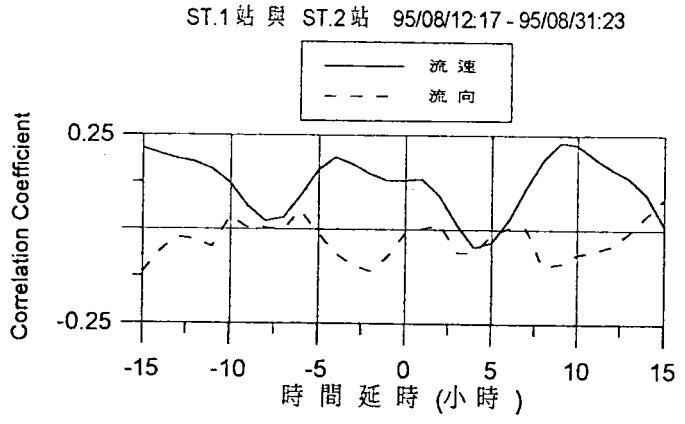


圖 7-4 夏季 ST.1 站與 ST.2 站流速、流向交互相關函數圖

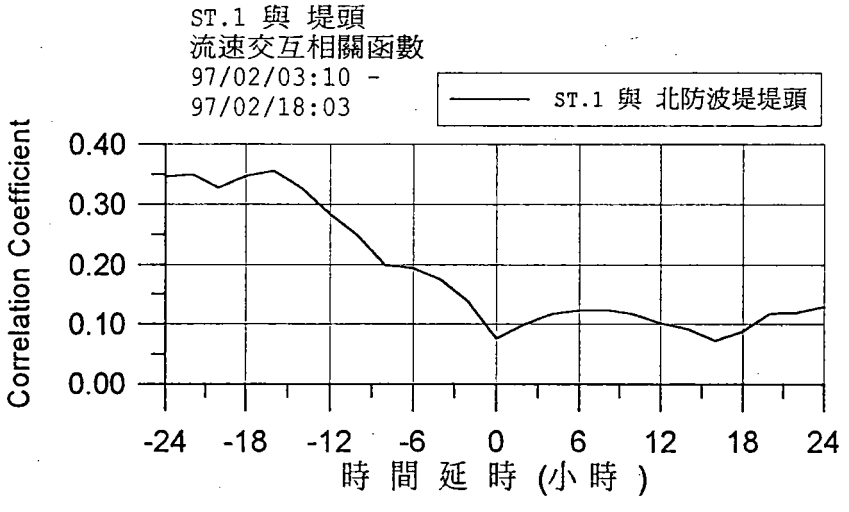


圖 7-5 冬季 ST.1 站與北堤堤頭站流速交互相關函數

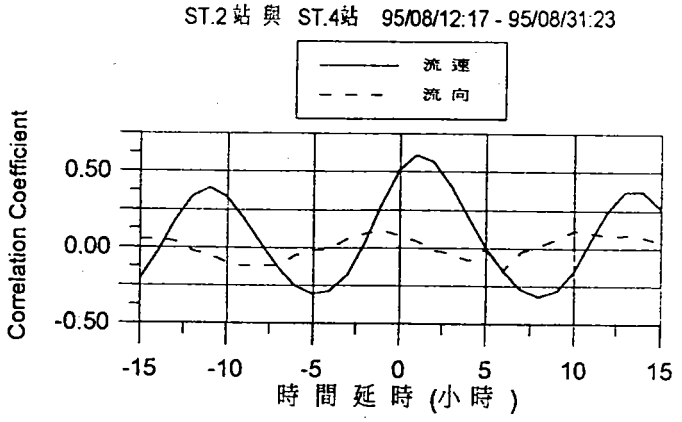


圖 7-6 冬季 ST.2 站與 ST.4 站流速、流向交互相關函數圖

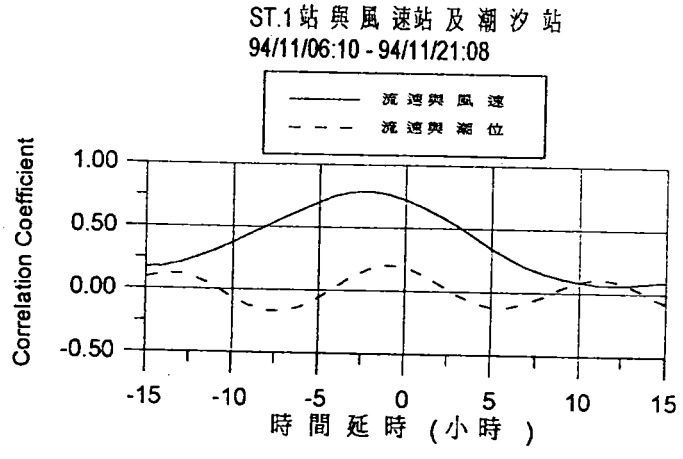


圖 7-7 冬季 ST.1 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1994/11)

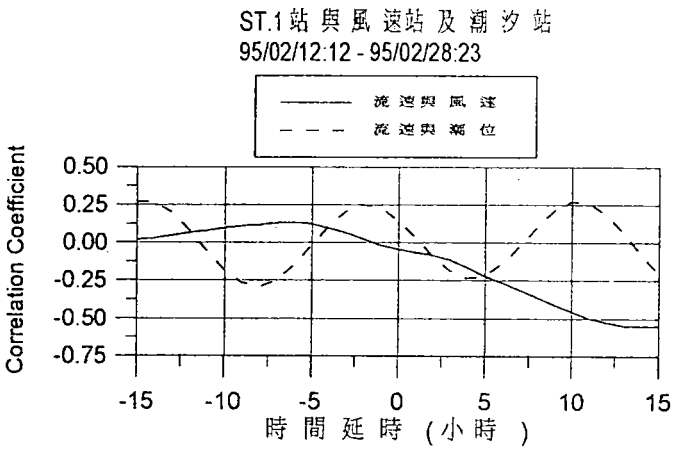


圖 7-8　冬季 ST.1 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1995/02)

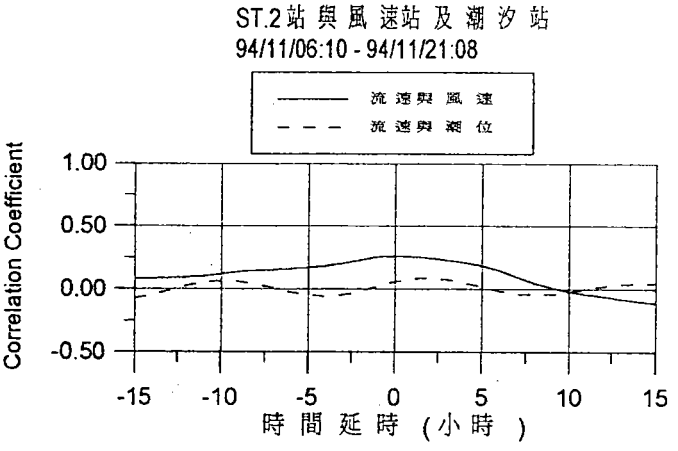


圖 7-9　冬季 ST.2 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1994/11)

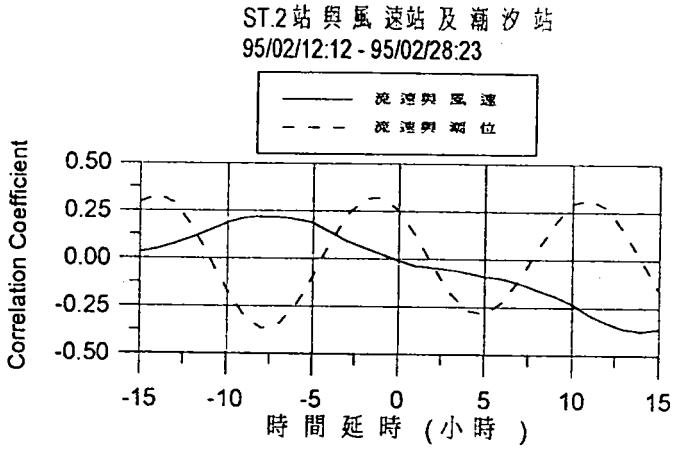


圖 7-10 冬季 ST.2 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1995/02)

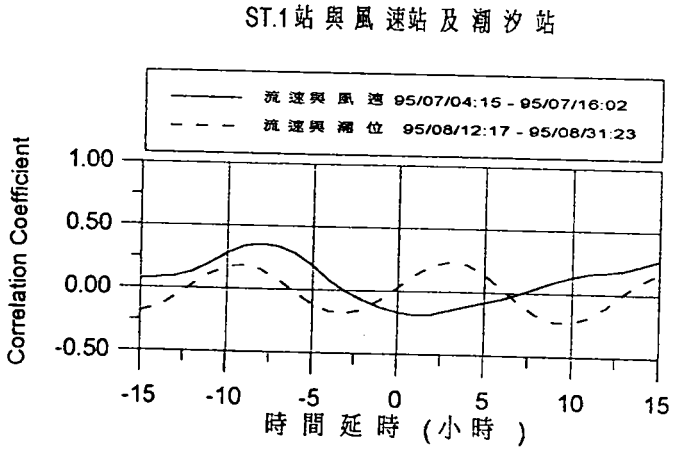


圖 7-11 夏季 ST.1 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1995/07)

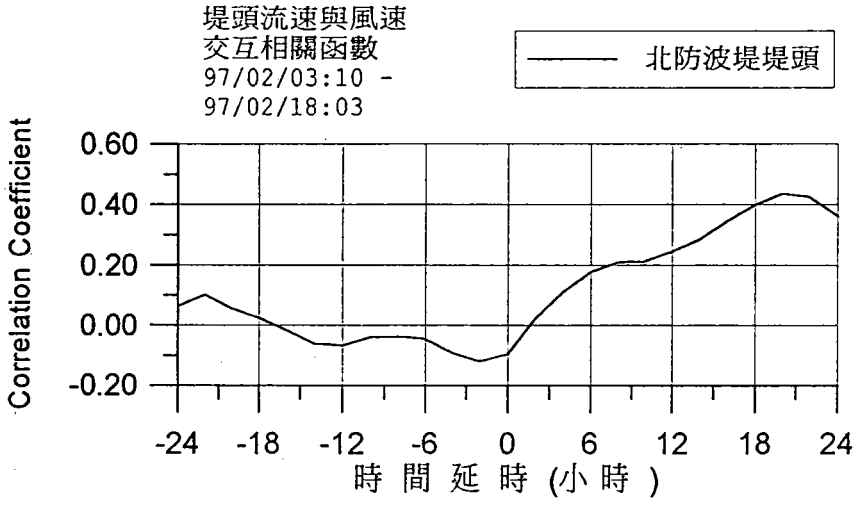


圖 7-12 冬季堤頭流速與風速交互相關函數圖

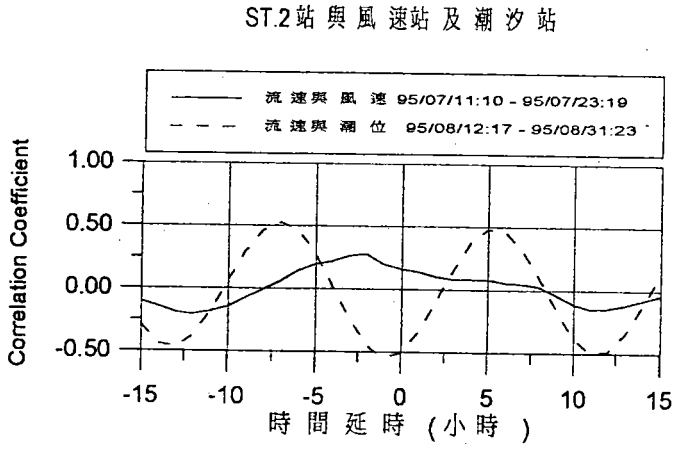


圖 7-13 冬季 ST.2 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1995/07)

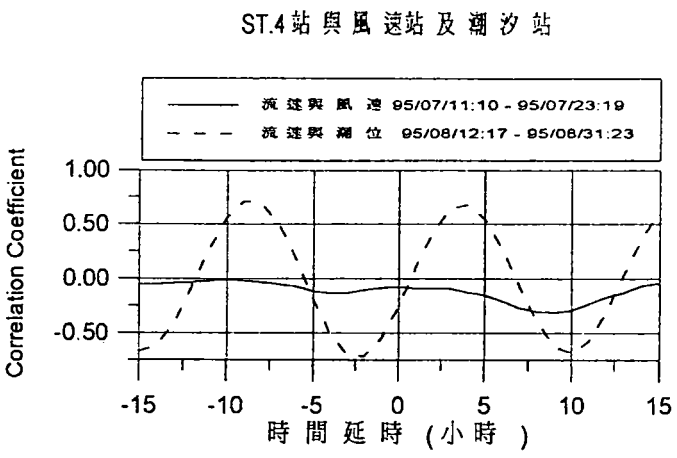


圖 7-14 冬季 ST.4 流速與風速及潮位交互相關函數圖(1995/07)

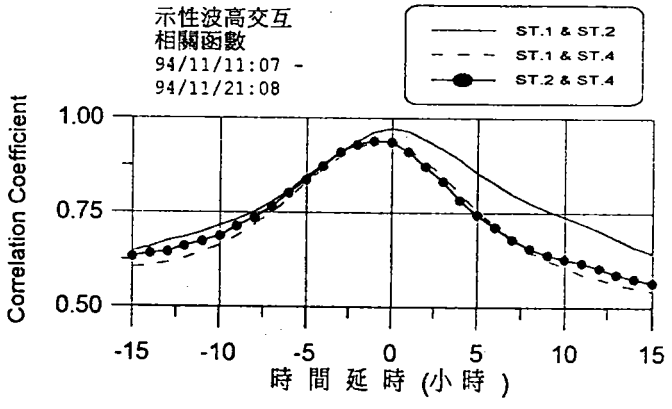


圖 7-15 冬季三測站間有義波高交互相關函數圖

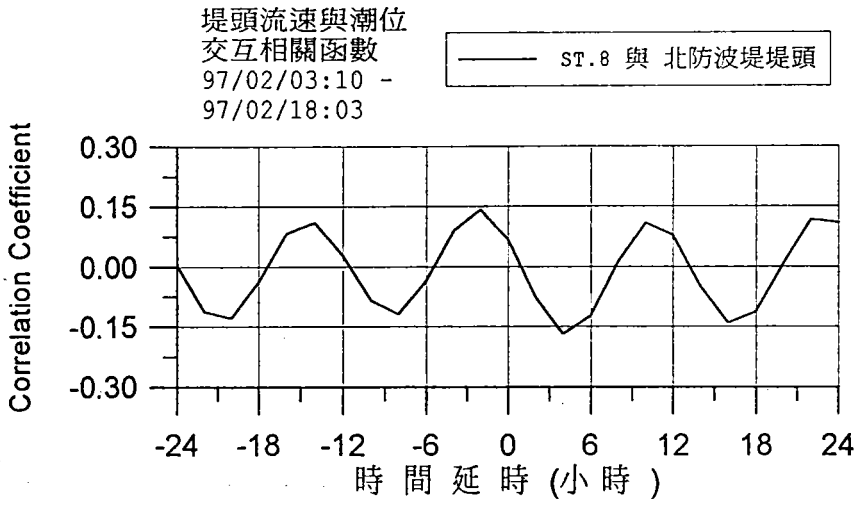


圖 7-16, 冬季堤頭流速與潮位交互相關函數圖

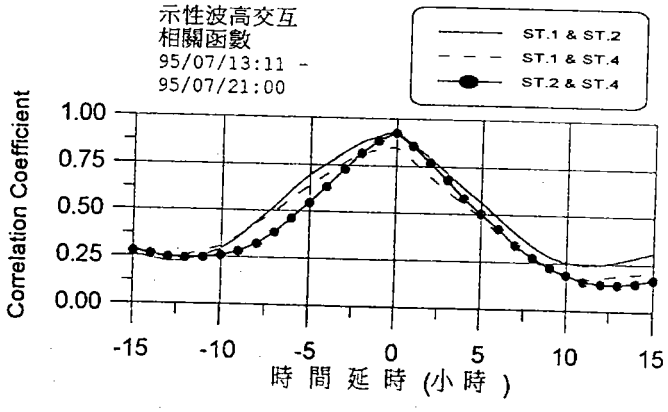


圖 7-17 夏季三測站間有義波高交互相關函數圖

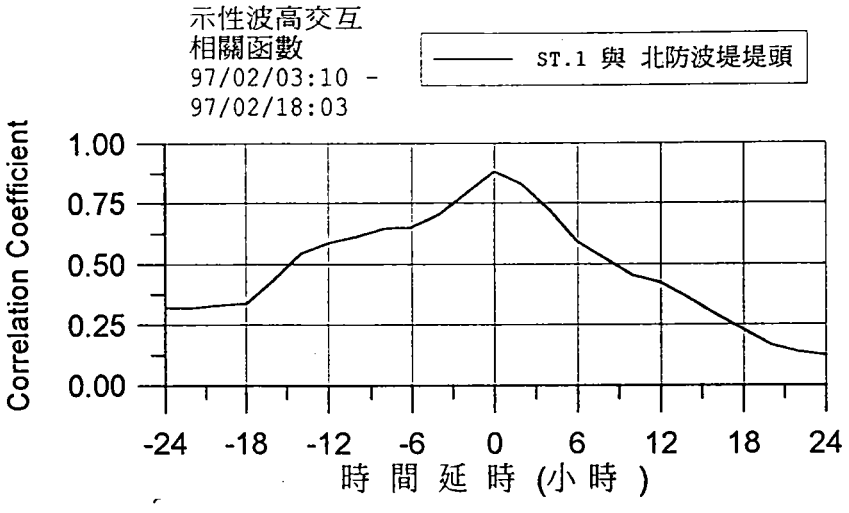


圖 7-18 冬季 ST.1 站與堤頭站示性波高交互相關函數圖

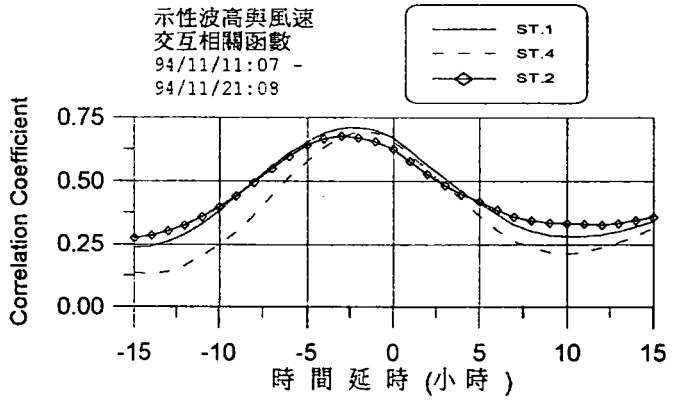


圖 7-19 冬季三測站有義波高與風速交互相關函數圖

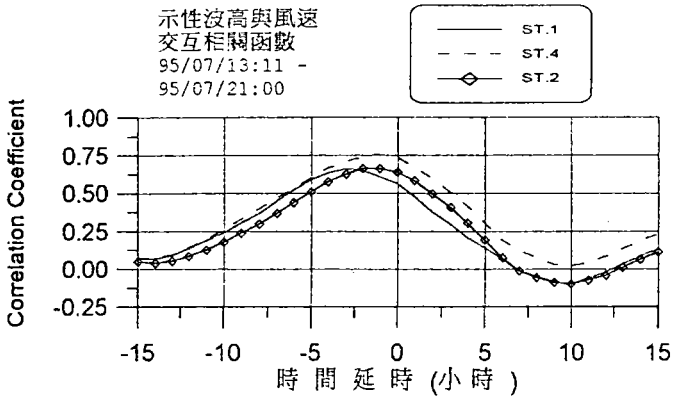


圖 7-20　夏季三測站有義波高與風速交互相關函數圖

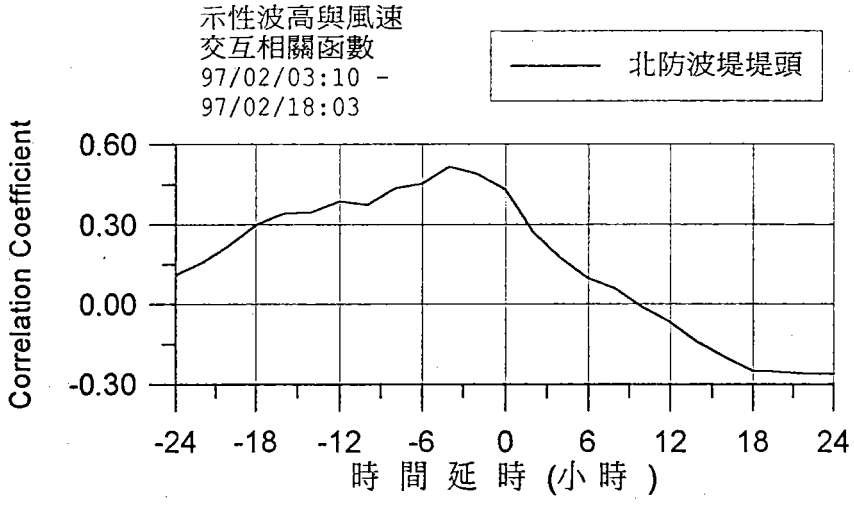


圖 7-21 冬季堤頭示性波高與風速交互相關函數圖

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及沿岸流，流向西南最大流速87cm/sec。北堤堤頭測站海流成份主要為恒流，及強制裂流，流向明顯分佈於西南西向及北北西向，鋒面來襲時風速增強，強制裂流成份明顯流向西南西，最大流速可達100cm/sec，當鋒面離境時風速減弱，恒流成份較明顯，流向向北北西。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，大致在北向與東北向之間，最大流速70cm/sec。不同測站間的海流組成成份隨季節變化而有所不同。

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85年3月期間風向集中在東北(NE)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.本地區冬季波浪主要由東北季風造成，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.由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B-1～圖B-7為ST.1站現場波浪記錄，圖B-8～圖B-14為波向波高能譜圖，圖B-15～圖B-21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A-1及圖A-19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公尺後東北季風時遮蔽已達到效果，使得ST.4站之波高已有明顯下降之現象。

12.擷取同時段的各測站逐時風速作比較，發現北防波堤堤頭風速大約是北堤防風林內本所觀測站風速的1.2倍，港務局大樓樓頂風速的1.97倍，由此可見北堤防風林及港務大樓風速受地形及地上建築物的影響，較外海風速小很多。為了確實瞭解台中港外海、北堤防風林及港務大樓 間的風速、風向變化相關情形，往後將蒐集長期三測站風的資料進行比較分析，再作進一步查核，並將結果繼續提供港務局參考。

肆、台中港附近波浪、海流、風及潮汐監測系統簡介

4-1 前言

1. 本設備安裝於台中港北防波堤堤頭外 12 公尺及北防沙堤附近三號樁上設置觀測站，架設壓力式波浪儀電磁式海流儀及風速儀，由海底電纜將資料傳送到堤頭燈塔及樁上之接收器，並在燈塔同位置上安裝風速、風向儀，同使用同一組無線電傳輸機將資料傳輸至本所控制中心(如圖 1～4)。

2. 本所控制中心內之設備主要為一部無線電接收機，負責接收訊號，及一部個人電腦作為資料接收、儲存及資料分析用途。

3. 本系統具有實用之價值，達到即時傳送海流、波浪、潮位及風速、風向之資料顯示即時時間序列，可由操作人員隨時監控儀器正常運轉。並可將資料分析、統計出逐時之海流、波浪、潮位及風速、風向之統計值，作為船隻進出口作業之參考。

4-2 潮汐、波浪、海流三合一海象觀測儀器 SP-2160 簡介

海象之實際觀測是研究海洋科學的最基本數據。通常之觀測項目有波浪、海流、潮位、水溫、鹽度、濁度等。為了能取得這些資料完整的長期連續記錄，最佳方法是將這些不同項目整合成單一的觀測系。因此目前儀器的發展方向是將各種不同的觀測感應器組合在一

起。(Woods Hole Instrument System, Ltd.公司的SP2160(Seapac 2160)潮波流儀即是具代表性的一種多功能的海象觀測儀器。

自 85 年 9 月開始本所即在台中港北防波堤堤頭及北防沙堤附近三號兩個觀測站分別使用此種儀器，再加無線電傳送方式傳回本所。在此特將對此種型式儀器作一介紹。

4-3 儀器功能

潮波流儀 SP2160 的型式，其主體是長 70cm 直徑 10cm 之不銹鋼之圓桶，內含記錄器、電源及電子電路板等。上端連結電磁式流速儀，末端則可接各種不同感應器(Sensors)如波浪、水位、水溫、鹽度、溶氣、濁度等等。感應器也可因實驗之需求以不同方式安裝，本所以海底電纜線(Cable)外接到北防波堤堤頭財政部關稅總局海務處保管之白燈塔內，再由無線電傳送回本所接收站。

潮波流儀 SP2160 的主要感應器之規格及功能如表 1 所示。波浪之觀測為壓力式，即將一靈敏之壓力感應器沉於水體中，藉由水柱高低換算以推導出海表的波浪高度。 SP2160 之壓力感應器是採 Digital Quartz 式準確度可達 1.0cm ，波浪週期則由取樣之時間間隔與波高之變化求出。週期之計算常用的零切法及譜波法，尤其波譜法使用較普遍。至於波向則需借助於儀器之另一感應器，即流速流向的觀測。波向之觀測常見的方法是在一定空間範圍內安置多組波高計構成陣列，由其相位差求出波向。 SP2160 波向觀測之基本原理是由波浪橢圓運動之速度(Wave Orbital Velocity)中求出。一般波浪之週期約在數秒至數十秒間，若將海流之觀測頻率設在一秒一次或一秒數次，經一段時間(例如數分鐘或數分鐘以上)之連續記錄，這些高頻部份之流向可視之為波浪的運動方向。

SP2160 之海流觀測是 Marsh-Mcbirney 公司之電磁式(Eleetro-Magnetic)感應器，其準確度可達 2.0cm/s，對海流水平向之流速流向觀測已能提供可靠、準確之資料。儀器本身並內附有一電子羅經，可用來校正儀器安裝後之方向並作為流向計算之基準，其流向之準確度約在 0.5 度。潮位資料之觀測原理基本上與波浪觀測相同，事實上水柱壓力之觀測經一段時間之平均，即是潮位。 SP2160 有內建溫度記錄，另外其他感應器可視實際而要而增加。

SP2160 之電源一是由 35 個一號電磁經串聯及並聯組合而成。輸出之電壓為 10.5 伏特，另一則由白燈塔頂設置一組太陽能板，將太陽能量轉換後蓄集入蓄電池內再經由電纜傳至 SP2160 ， SP2160 先使用太陽板傳輸之能源，如不夠用時才用到本身之電池能源。 SP2160 之資料一是記錄在靜態記憶體(SRAM)中，待儀器回收後再將資料讀出，另一則是為取得即時資料，可由海底電纜傳至水面上之白燈塔內之無線電機及相關儀器，再以無線電傳回本所接收站，即能隨時取得時之資料。

4-4 無線電資料傳送接收部份

1. 資料收集器(DATALOG)可將波浪、海流、濁度、風速風向、潮位等資料儲存於讀寫記憶體中，再由無線電即時傳送至控制中心，不但可以即時得到資料，亦可以由控制中心隨時改變現場之量測參數，並將儀器內自記式記憶體內的資料讀取。

   a.頻　　率: 450 ～ 470MHZ

   b.頻道頻寬: 25KHZ

   c.工作溫度: -30 ℃～ 60 ℃

   d.電源供應: 11 ～ 12VDC

   e.功　　率: 4 Watts

f.最大傳送頻寬: 20MHZ

g.最大接收頻寬: 20 MHZ

h.h.功　　能: 雙向

i.發射與接收距離10公里以上(含天線)。

1. 現場電源系統(Power System)

a.太陽能板蓄電池, 電池可供維持一星期所須之電源。

b.12-24VDC, 可充電電池。

c.不銹鋼或塑鋼之蓄電池箱。

2.軟體

a.接收器數據信號輸入與分析軟體

功能: 數據輸入控制, 平均波高、平均方向、平均週期、方向波譜、圖表輸出(可由HP第四代雷射印表機輸出)、平均海流流速、流向。

b.信號解析軟體

(1)數據複變數解調法(Complex Demodulation Analysis)

(2)FFT頻率解析法(FFT Ferquency Analysis)

(3)方向波譜分析法(Directional Sepectrum Analysis)

(4)數據過法(Digital Data Filtering Processing)

(5)濁度值

(6)風速風向逐時平均值及日平均最大、最小值。

(7)水位之最小、最大、日王平均、總值等。

4-5 儀器之施放

潮波流儀 SP2160 之主要安裝方式是底架固定(Frame Bottom Mounted)如附圖 3。該儀器置於北防波堤堤頭正西外 12 公尺處，儀器位於水下約 20 公尺。

附圖 3，此設計之主要目的是希望能將儀器固定在底床上以觀測離海底一定距離之海流及其他參數。底架固定式觀測之優點為儀器可完全固定在某一定點，但在安裝時則需謹慎選擇位置及潛水人員的協助施放。底架固定式觀測之另一優點是較不影響上層海面之活動，尤其是台灣沿岸漁網作業頻繁，定點觀測之儀器經常與漁網器具糾纏在一起，致常發生糾紛，損失儀器。若選擇適當地點將儀器沉入海床固定，則可免儀器遭到干擾而常保持記錄資料之完整性。

4-6 資料處理

SP2160 之另一特點是在資料處理上有一套完整的程式(Wavepro 2)。該程式目前是在 Matlab 4 環境下執行，可有效的處理儀器之記錄料並作成各種圖表。Wavepro 2 具有操作簡便，易學易用之特性。在資料處理過程中採用交談式進行，使用者在固定格式內輸入所需參數，即可依照螢幕上之指示完成資料處理的整個流程。其結果所繪之圖表可直接提供研究人員使用。

SP2160 之資料記錄方式是儲存在靜態存取記憶體(SRAM)中，容量是擴充至 12MByte 。另一主要是經無線電傳回本所之個人電腦上以供 Wavepor 2 作進一步分析。

4-7 結語

整合型海象觀測儀器是取得海洋現場觀測資料之新式儀器。本SP2160型潮波流儀是很具代表性的一種多功能海象觀測儀器，其觀測可包括波浪、潮位、海流、水溫等等，因屬整合型儀器，在現場安裝操作上可收事半功倍之效。更重要的是多種參數之同步長期連續記錄在研究上可將資料互相印證，而增加對現場觀測的了解。

表 1　SP2160之感應器的功能特性

Measurement	Water Velocity	Heading	Temperature	Pressure
Sensor	MMI	KVH	Paroscientific	Paroscientific
	EM sphere	Fluxgate	Quartz Oscillator	Quartz Oscillator
Range	+/- 300cm/sec	360°	-54 -107℃	0-100psi
Resolution	0.2cm/sec	0.1°	0.01℃	0.1cm
Accuracy	2.0cm/sec	0.5°	0.10℃	1.0cm

台中港附近波浪、風及海流監測系統



台灣省交通處港灣技術研究所
台中港附近波浪、風及海流監測系統

1. 本設備安裝於台中港北防波堤堤頭外12公尺及北防波堤附近三號樁上設置觀測站，架設壓力式波浪儀電磁式海流儀及風速儀，由海底電纜將資料傳送到堤頭燈塔及樁上之接收器，並在燈塔同位置上安裝風速、風向儀，共同使用同一組無線電傳輸機將資料傳輸至本所控制中心。
2. 本所控制中心內之設備主要為一部無線電接收機，負責接收訊號，及一部個人電腦作為資料接收、儲存及資料分析用途。
3. 本系統具有實用之價值，達到即時傳送海流、波浪、潮位及風速、風向之資料顯示即時時間序列，可由操作人員隨時監控儀器正常運轉。並可將資料分析、統計出逐時之海流、波浪、潮位及風速、風向之統計值，作為船隻進出口作業之參考。

圖 4-1　台中港附近波浪、風及海流監測系統圖

Photo. Seebase/E

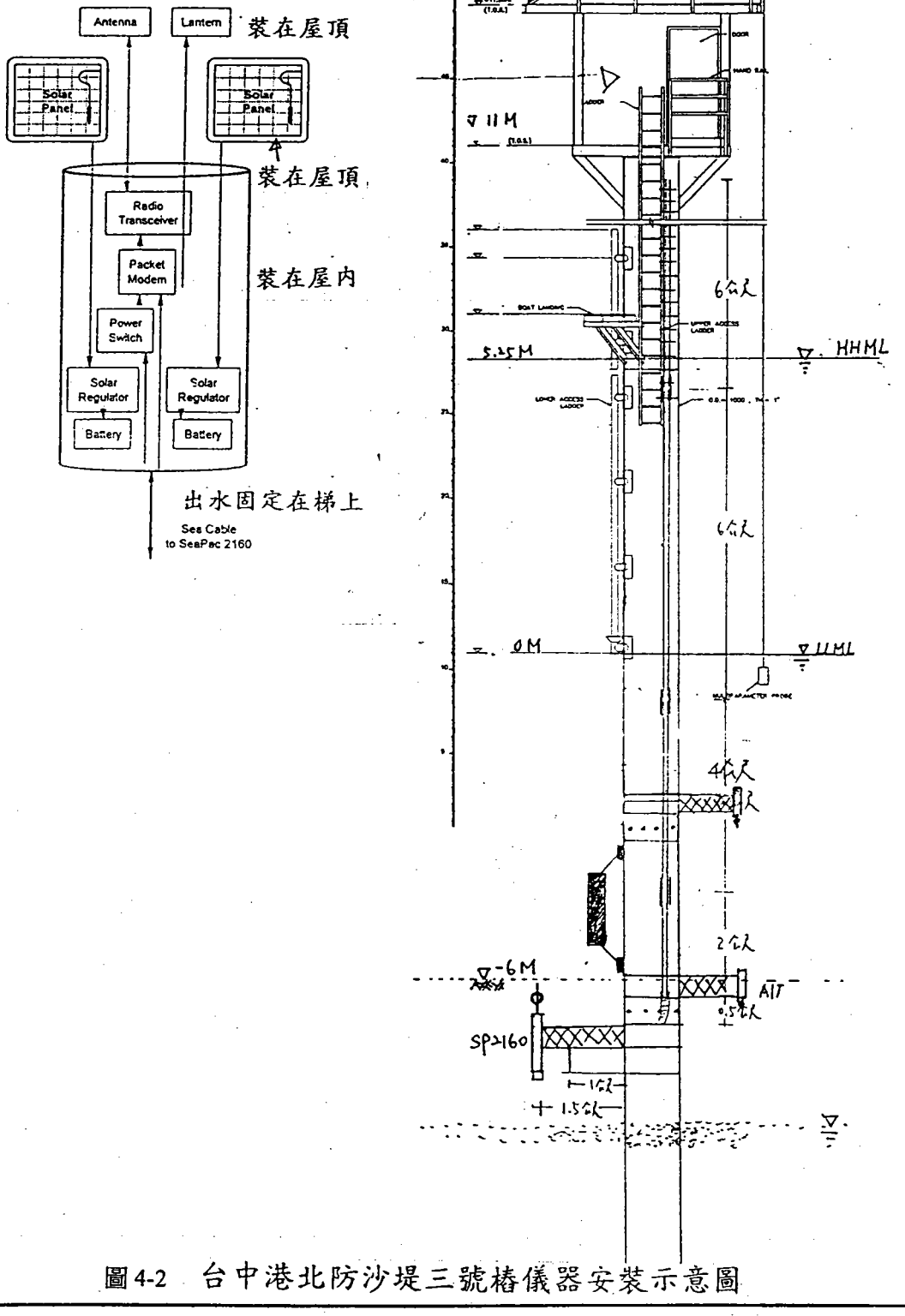


圖 4-2　台中港北防沙堤三號樁儀器安裝示意圖

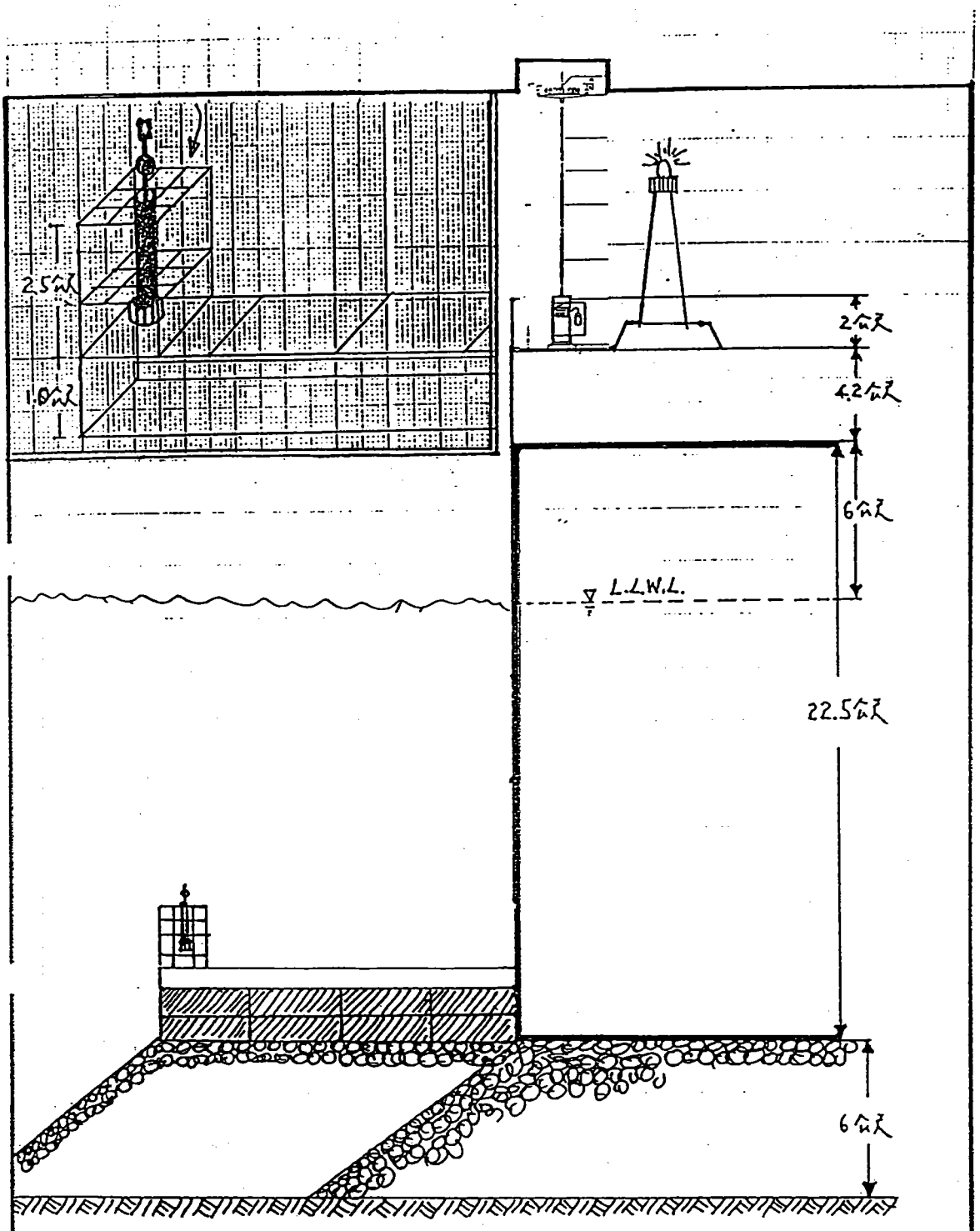


圖4-3 台中港北防波堤延伸850公尺後最後一個沈箱外向海邊安裝一組海流、波浪監測網之鐵架安裝示意圖(側視圖)

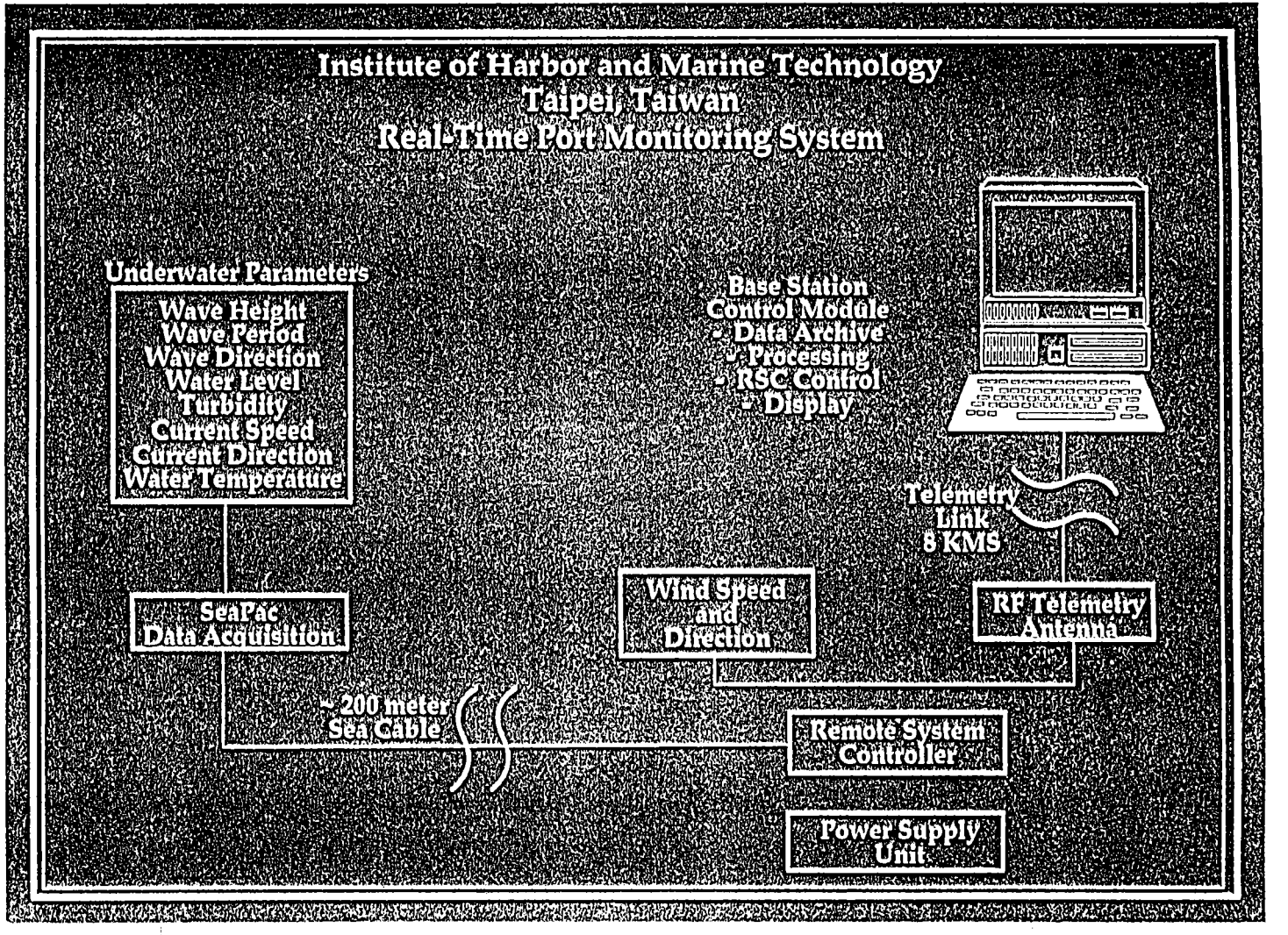

Institute of Harbor and Marine Technology
Taipei, Taiwan
Real-Time Port Monitoring System
Underwater Parameters
Wave Height
Wave Period
Wave Direction
Water Level
Turbidity
Current Speed
Current Direction
Water Temperature
Base Station
Control Module
- Data Archive
- Processing
- RSC Control
- Display
Telemetry
Link
8 KMS
SeaPac
Data Acquisition
Wind Speed
and
Direction
RF Telemetry
Antenna
~200 meter
Sea Cable
Remote System
Controller
Power Supply
Unit

圖 4-4　儀器流程示意圖

參考文獻

1. 梁乃匡、張金機等(1983)，台中海岸流況調查研究，港灣技術研究所 72 研(二)。

2. 張金機、蘇青和、簡仲璟(1988)，台中港港口流速調查研究，港研所專刊 50 號。

3. 張金機、何良勝、黃清和(1988)，台中港港口擴建水工模型試驗研究，港研所專刊 47 號。

4. 中華顧問工程司(1988)，台中港港口擴建計算評估研究，中華顧問工程司

5. 曾相茂、張金機、簡仲璟等(1995)，台中港港口擴建後海氣象調查研究，期中報告。

6. 莊文傑、蘇青和等(1996)，台中港港口段航道設置減風設施可行性研究，期中報告。

7. 劉昭民、蘇世孟、王太元等(1997)， 1994 年夏季侵台颱風之分析，交通部中央氣象局天氣分析與預報研討會氣象論文集編 p.346~p354 。

8. 黃廣寧、陳得松、葉天障、彭順台、張偉正等(1997)，颱風路徑預報模式 1996 之表現檢討，交通部中央氣象局天氣分析與預報研討會氣象論文集編 p.401~p410 。

9. 徐月娟、曾淑芬，賀伯颱風暴潮模擬之初步研究，交通部中央氣象局天氣分析與預報研討會氣象論文集編 p.346~p354 。

10. 張金機、曾相茂、簡仲璟等(1996)，花蓮港港灣設施改善計畫之研究--現場海氣象調查，港研所專刊第 126 號。

11. 簡仲璟(1996)台中港商、漁港分道行駛可行性研究，港研所專刊第 121 號。

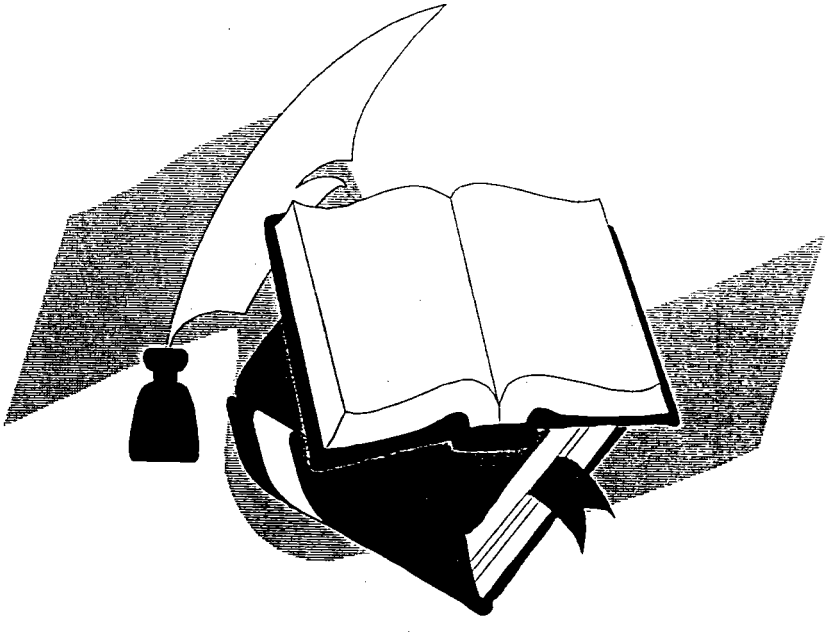
12. 莊文傑(1996)台中港港口段航道設置減風設施可行性研究初步報告。

13. 吳基、簡仲璟(1996)觀音海域海氣象特性分析，港研所專刊第 114 號。

14. 曾相茂、張金機、簡仲璟(1997)，台中港港口擴建後海氣象調查研究，港研所專刊第 149 號。

第二子計畫

台灣五個國際港附近海域海氣象統計特性之研究



86-研(三)-2

台灣五個國際港附近海域海氣象統計特性之研究

台灣省政府交通處

港灣技術研究所

台中　　梧棲

中華民國八十六年六月

台灣五個國際港附近海氣象統計特性之研究

執行單位　海岸工程組

計畫主持人　邱永芳研究員

何良勝研究員

計畫顧問　郭一羽教授

張憲國教授

參與人員　楊怡芸

楊家昌

摘要

根據中央氣象局統計 96 年(1986-1992)登陸台灣之颱風，每年平均發生 3.5 次，而以東海岸的宜蘭、花蓮、台東一帶次數最多大約佔 84 % 再依路徑來看直接或間接侵襲東岸的次數約佔 91 % ，對東岸各港之防波堤安全性是極大的考驗。故本計畫主要研究之目的乃為建立一個東部海岸颱風波浪推算模式，去推算東部各港(包括花蓮港、蘇澳港)之颱風波浪。由利用收集颱風及颱風波浪資料，整理分析，經統計分析迴歸出推算颱風波浪之公式，並利用極值統計分析迴歸出各種重現期之波浪特性。

蘇澳港推算颱風湧浪之特性為

$$H_S = 1.4 + 6.5\left(\frac{\Delta p}{100}\right) e^{3.0\left(\frac{R_7}{D}\right)^{1/2}} \left(1 - A_S\right)$$

$$T_S = 4.0 + 52.69\left(\frac{\Delta p}{100 \cdot g}\right)^{1/2} e^{0.75\left(\frac{R_7}{D}\right)^{1/2}} \left(1 - A_S\right)$$

而推算風浪公式為

$$H_w = 1.4 + 95.68\left(\frac{\Delta p}{100}\right)\left(1 - A_S\right)$$

$$T_w = 4.0 + 120.5\left(\frac{\Delta p}{100 \cdot g}\right)^{1/2} \left(1 - A_S\right)$$

蘇澳港 50 年重現期之波高，經極值統計分析約為 10.3～11.7 公尺，標準偏差為 0.7～1.2 公尺之間。

花蓮港颱風波浪與颱風特性之關係為

$$H_s = 1.3 + a \cdot \left(\frac{\Delta P}{100}\right) \cdot \left(\frac{1}{1 + b \cdot D/R_7}\right) \cdot \left(1 - A_S\right)$$

$$T_s = 6.0 + a \cdot \left(\frac{\Delta P}{100g}\right)^{1/2} \cdot \left(\frac{1}{1 + b \cdot D/R_7}\right)$$

本文再利用極值統計分析迴歸出各種重現期之波浪特性。以花蓮港為例求出重現期 50 年的波高值約為 10.2 ～ 12.8 公尺，偏差量為 0.8 ～ 1.6 公尺之間。

本計劃所發展出之推算波浪公式，因颱風波浪資料尚少，且局部於花蓮港之單點數據，可靠性較低，且極值分析所選擇之樣本僅 10 年，樣本數尚少，應再做更深入且樣本數多之分析。

最後利用 Visual Basic 語言設計一套簡單的波浪推算系統動畫，冀使工程應用上颱風波浪預測更為實用與方便。

目　錄

中文摘要----------1
目錄----------3
圖目錄----------5
表目錄----------8
符號說明----------9
第一章　緒論----------13
1.1 研究目的----------13
1.2 研究方法----------15
第二章　示性波推算----------17
2.1 颱風風場式----------17
2.2CERC 風浪推算式----------18
2.3 示性波推算模式----------19
第三章　台灣東部海岸颱風推算模式之建立----------21
3.1 蘇澳港颱風推算模式之建立與驗證----------21
3.2 花蓮港颱風推算模式之建立與驗證----------32
第四章　極值統計分析----------49
4.1 極值分析函數----------49
4.2 極值分佈推定----------51
4.2.1 資料序列選擇----------51
4.2.2 樣本之極值概率----------52
4.2.3 推定適用性----------54

4.2.4 極值統計之信賴區----------55
4.2.5 極值分析推定步驟 ----------58
4.3 蘇澳颱風波浪之極端值推定 ----------59
4.4 花蓮颱風波浪之極端值推定 ----------63
第五章　波浪推算動量系統之建立 ----------67
5.1 物件導向----------67
5.2 波浪推算動畫系統之建立 ----------67
5.2.1 波浪追算動畫系統----------67
5.2.2 波浪預測動畫系統----------68
第六章　結論與建議 ----------73
6.1 結論----------73
6.2 建議----------74
參考文獻 ----------75

圖 目 錄

圖 1-1 颱風登陸地點之分段統計(1987～1992) ----------14

圖 1-2 侵臺颱風路徑分類圖(1897～1992) ----------14

圖 1-3 波浪推算方法分類----------15

圖 3-1 式(3.4)推算之波高與實測波高的比較 ----------26

圖 3-2 式(3.5)推算之週期與實測週期的比較 ----------26

圖 3-3 式(3.6)推算之波高與實測波高的比較 ----------27

圖 3-4 式(3.7)推算之週期與實測週期的比較 ----------27

圖 3-5 式(3.8)推算之波高與實測波高的比較 ----------28

圖 3-6 式(3.9)推算之週期與實測週期的比較 ----------28

圖 3-7(a) 芭比颱風統計推算波浪波高與實測的比較 ----------29

圖 3-7(b) 芭比颱風統計推算波浪週期與實測的比較 ----------29

圖 3-8(a) 提姆颱風統計推算波浪波高與實測的比較 ----------30

圖 3-8(b) 提姆颱風統計推算波浪週期與實測的比較 ----------30

圖 3-9(a) 弗雷特颱風統計推算波浪波高與實測的比較 ----------31

圖 3-9(b) 弗雷特颱風統計推算波浪週期與實測的比較 ----------31

圖 3-10(a) Type A_1 推算之波高與實測波高之比較 ----------37

圖 3-10(b) Type A_1 推算之週期與實測週期之比較 ----------37

圖 3-11(a) Type A_2 推算之波高與實測波高之比較 ----------38

圖 3-11(b) Type A_2 推算之週期與實測週期之比較 ----------38

圖 3-12(a) Type A_3推算之波高與實測波高之比較 ----------39
圖 3-12(b) Type A_3推算之週期與實測週期之比較 ----------39
圖 3-13(a) Type A_4推算之波高與實測波高之比較 ----------40
圖 3-13(b) Type A_4推算之週期與實測週期之比較 ----------40
圖 3-14(a) Type B_1推算之波高與實測波高之比較 ----------41
圖 3-14(b) Type B_1推算之週期與實測週期之比較 ----------41
圖 3-15(a) Type B_2推算之波高與實測波高之比較 ----------42
圖 3-15(b) Type B_2推算之週期與實測週期之比較 ----------42
圖 3-16(a) Type C_1推算之波高與實測波高之比較 ----------43
圖 3-16(b) Type C_1推算之週期與實測週期之比較 ----------43
圖 3-17(a) Type C_2推算之波高與實測波高之比較 ----------44
圖 3-17(b) Type C_2推算之週期與實測週期之比較 ----------44
圖 3-18(a) Type D 推算之波高與實測波高之比較----------45
圖 3-18(b) Type D 推算之週期與實測週期之比較----------45
圖 3-19(a) 芭比(1992)颱風路徑圖 ----------46
圖 3-19(b) 弗雷特(1994)颱風路徑圖 ----------46
圖 3-20(a) 芭比颱風統計推算波高與實測波高之比較 ----------47
圖 3-20(b) 芭比颱風統計推算之週期與實測週期之比較 ----------47
圖 3-21(a) 弗雷特颱風統計推算波高與實測波高之比較 ----------48
圖 3-21(b) 弗雷特颱風統計推算之週期與實測週期之比較 ----------48
圖 5-1 臺灣東海岸颱風波浪推算系統主畫面----------69

圖 5-2 選取推算點與颱風名稱----------69
圖 5-3 程式執行當中的颱風相關資訊隨時更新----------70
圖 5-4 執行終了時文字方塊顯示波高最大值與相關資訊----------70
圖 5-5 點選波浪預測並選擇推算點----------71
圖 5-6 輸入預測之天氣資料並按下執行鍵----------71
圖 5-7 執行完畢結果顯示於畫面上----------72
圖 5-8 重覆輸入資料可得新預測結果----------72

表 目 錄

表 3.1 四種類型迴歸颱風波浪之係數---------- 35

表 4.1 各極值分布相關統計量之特性 ---------- 51

表 4.2 計算樣本順位概率之參數 ---------- 53

表 4.3 相關係數殘差平均值公式之係數 a、b 及 c 值---------- 55

表 4.4 相關係數殘差累積 $\Delta r_{95\%}$ 非超過概率值之係數---------- 56

表 4.5 重現期推算量之標準偏差公式中係數 ---------- 58

表 4.6 不同取樣方法與不同極值分布之相關係數、MIR 及 $\Delta r_{95\%}$ ---- 61

表 4.7 以偉伯分布計算各重現期之波浪波高 ---------- 62

表 4.8 不同取樣方法與不同極值分布之相關係數 γ 及 MIR---------- 64

表 4.9 極端值非年選用法，以偉伯分布計算各重現期之波浪波高 -- 65

表 4.10 極端值年選用法，以偉伯分布計算各重現期之波浪波高---- 65

表 4.11 港研所以偉伯分布計算各重現期之波浪波高---------- 66

符 號 說 明

A ：分布函數相關形狀之變數

A_s ：遮蔽面積

a ：迴歸待定係數

α ：常數

α_1 ：差分係數

α_2 ：差分係數

α_3 ：差分係數

α_4 ：差分係數

B ：分布函數相關形狀之變數

b ：迴歸待定係數

β_m ：衰減係數

C ：湧浪波速

C_d ：抗阻係數

C_g ：深水群波速度

$\overline{C_g}$ ：平均群波速度

c ：迴歸待定係數

D ：兩點距離

δ ：界定風浪頻率之修正係數

E ：波浪方向波譜

E_{mpm} ：修正 pm 波譜能量

E_δ ：風浪之能量

ε ：波能

$\hat{\varepsilon}$ ：無因次波能

F ：風域

F_m ：分布函數之概率

$F(x)$ ：累積概率函數

f ：頻率

f_{max} ：最大頻率

f_{mpm} ：修正 pm 波譜尖峰頻率

f_{min} ：最小頻率

f_p ：波譜之尖峰頻率

$f_{m\theta}$ ：波浪θ方向之主頻

$f(x)$:概率密度函數

G ：能量授受之能源

g ：重力加速度

Γ ：珈瑪函數

γ ：增幅因子

γ ：尤拉數

H ：颱風波浪之波高

H_0 ：示性波高

H_R ：最大風速半徑處波高

H_s ：湧浪波高

H_w ：風浪波高

K ：常數

λ ：經度

$\hat{\nu}$ ：無因次主頻

P ：距離暴風中心r之壓力

Ω :地球自轉角速度

P_0 ：暴風中心氣壓

P_n ：暴風外圍氣壓

P_n ：正常大氣壓

Φ ：標準正規分布之累積分布函數

ϕ ：緯度

q ：群波速度修正因子

R ：最大風速半徑

R_7 ：七級風暴風半徑

r ：颱風中心點向外之距離

ρ_a ：空氣密度

s ：傳播路徑長度

σ ：頻寬參數

T ：颱風波浪之週期

T_0 ：示性週期

T_s ：湧浪週期

T_w ：風浪週期

t ：吹送延時

t ：時間

$\hat{t}$ ：無因次時間

θ ：波浪傳遞方向

θ_w ：主波向角度

U ：距離颱風中心最大風速

U_A ：風剪因子

U_{gr} ：傾度風速

U_R ：10 公尺高最大風速

u_* ：風在海表面之摩擦速度

u_{10} ：海面上 10 公尺之風速

V_F ：颱風移動速度

x ：樣本變數

第一章 緒論

1.1 研究目的

台灣位於歐亞和太平洋交接處，屬於亞熱帶氣候，颱風常於夏季形成，颱風強勁的風力且夾帶之豪雨，對台灣居民之生命財產易造成損傷或損失，並且颱風引起之暴潮及颱風波浪，對於海岸結構物之破壞更加嚴重，是故，颱風為威脅台灣最嚴重之自然災害之一。

民國八十三年有六個颱風侵襲台灣，據張(1994)探討花蓮港及蘇澳港因颱風造成災害指出，在七月提姆颱風波浪作用之下，花蓮東防波堤之胸牆損毀近500公尺且附近港口碼頭破壞。至於蘇澳港，當提姆颱風造成防波堤損壞，而尚未來得及修補時，又緊接來了兩個強烈颱風及一個在附近登陸的輕度颱風，造成防波堤之損害擴大。另外，同年八月道格颱風造成龍洞遊艇港防波堤嚴重損毀，其原因由侯等(1994)指出因颱風所造成波浪超過設計波浪。綜合上述港灣設施在颱風波浪侵襲下而損壞之例子，頗令人怵目驚心，若探究其原因不只一端，然而，波浪特性之異常必然是重要原因之一。根據中央氣象局統計96年(1897-1992)的颱風登陸臺灣之記錄，見圖1-1，發現以東海岸的宜蘭、花蓮、臺東一帶次數最多，大約佔84% 。若再依颱路徑來看，見圖1-2，直接或間接侵襲東岸的次數，則約佔91% 。東海岸因為沒有地形的自然屏障，颱風來襲時又往往首當其衝，所以風力的強度亦為全島之冠。而颱風波浪也常為破壞海洋結構物主要的外力。面臨這幾乎每年發生且無法避免的天災，蒐集過去的颱風資料並加以統計分析，以應付颱風來襲時的各種狀況，實屬必要，故本計畫主要之目的乃建立東部海岸颱風波浪之推算與追算模算。

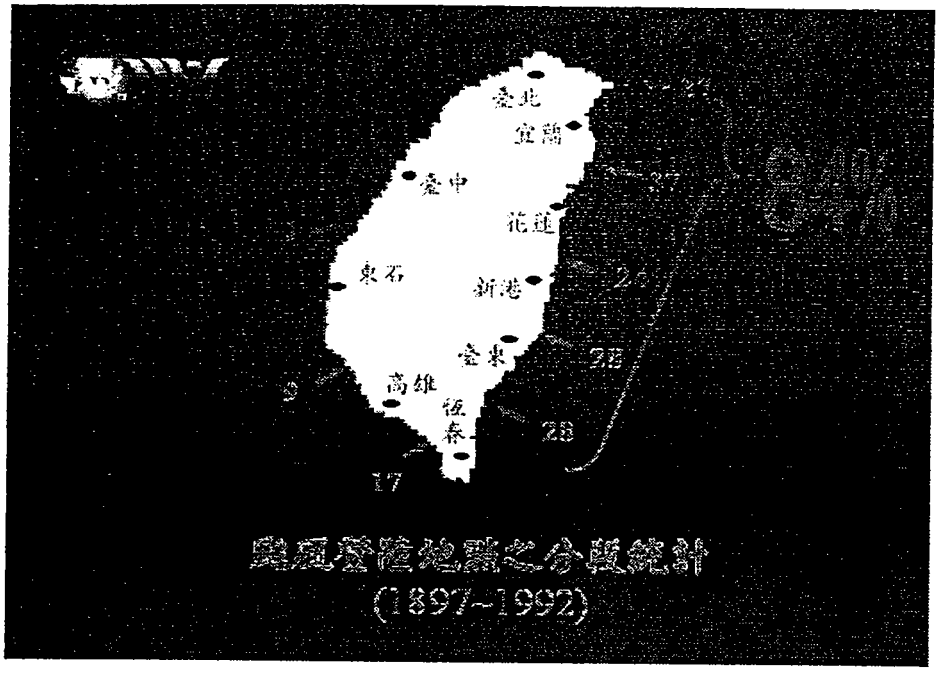


圖 1-1 颱風登陸地點之分段統計(1987～1992)

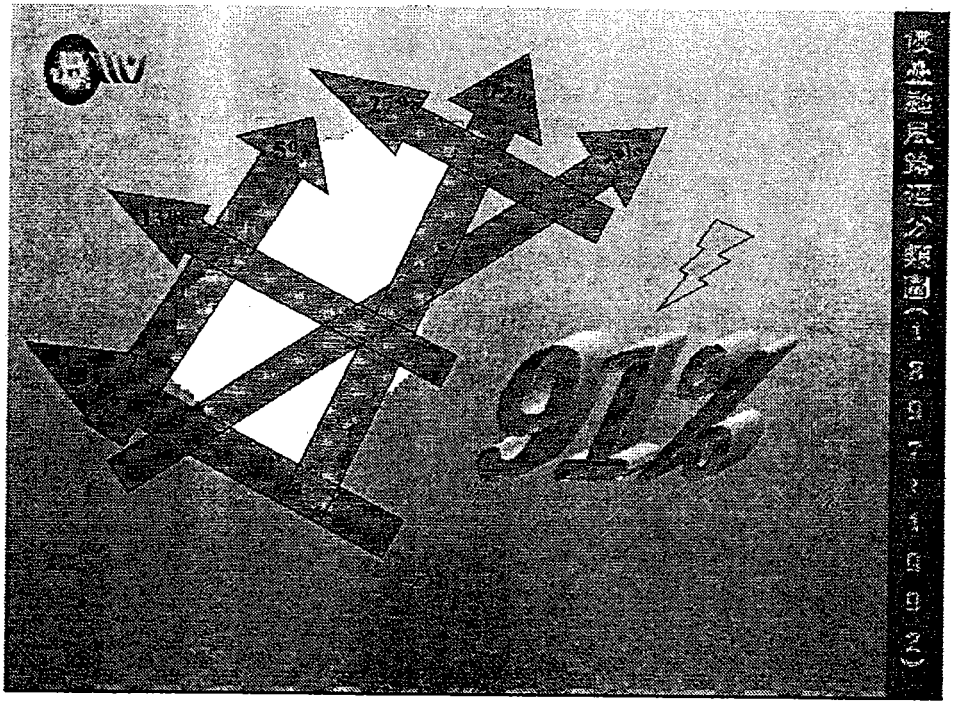


圖 1-2 侵臺颱風路徑分類圖(1897～1992)

1.2 研究方法

Mitsuyasu(1990)指出所謂波浪推算(wave calculation)之意義為在海底地形及氣象條件為已知的條件下，計算海面波浪狀況，若由過去的氣象資料來計算當時的波浪狀況稱為波浪追算(wave hindcasting)；若預測未來之氣象狀況，再根據其資料來計算波浪者，稱之為波浪預測(wave prediction)，或稱波浪預報(wave forecasting)。波浪推算是包括此二者，即不論氣象資料是現在、未來或者過去，凡根據氣象資料來推算波浪狀況均屬於波浪推算。

波浪推算常用方法一般可分為二種，一為統計經驗公式方法、另一為數值預測模式。前者又可分為兩大類，一為示性波法，另一為波譜法。後者SWAMP(1984)歸類可分為DP模式(Decoupled Propagation model)、CH模式(Coupled Hybrid model)及CD模式(Coupled Discrete model)三種。其各分類如圖1-3所示。

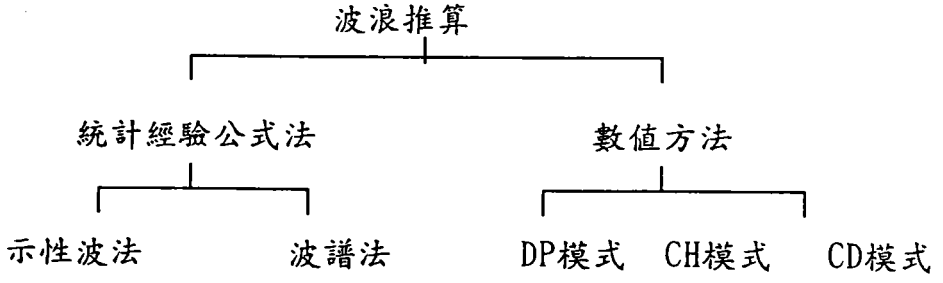


圖1-3 波浪推算方法分類

統計經驗公式法主要以示性波(significant wave)之概念，將紛紜(random)變動之海洋波浪利用統計平均值定量來描述之。風浪產生、發達、傳播、減衰等一連串變化的全體現象，由收集觀測到之資料，整理分析，找出示性波高及其週期與發生波浪外在條件的關係，

而外在條件主要為風速、颱風歷時(duration)以及吹送距離(fetch)、水深等無尺度函數，上述方法可用在一般季節風及強風之情況。

美國工兵團(CERC)的風浪推算模型，僅能計算風域內最大波高，不能計算風域外之湧浪。所以當推算點不在風域中，此模型則無法適用。而Bretschneider的推算方法，使用時需查圖表，計算又過於繁瑣。有鑒於以上兩種模型的缺點，本文將提出不限適用範圍且計算簡捷的推算模型。本計畫首先研究的方法，基於示性波之統計分析法之研究架構，只針對颱風造成某推算點(interested point)之颱風波浪，其中可包括脫離颱風風域之湧浪(swell)、推算點在風域中之風浪(wind wave)及颱風遠離之湧浪。

第二章 示性波推算

波浪統計推算主要由收集過去之颱風及波浪資料來建立二者之關係，再由此相關公式推算所有颱風吹送下之波浪，示性波推算為較為簡易之波浪推算之方法。示性波推算因包括颱風性質及波浪特性，故本章首先介紹颱風風場模式，再說明推算之技巧。

2.1 颱風風場模式

對於颱風波浪特性瞭解之前，首先需瞭解造成颱風波浪的風場特性。描述颱風風場的模式相當多，但較常為一般使用的模式，為Rakin vortex模式。此模式認為離颱風中心最大風速之距離R內的風速呈線性變化，而在R以外與距離成反比遞減。即

$$U = Kr, \quad r \le R \tag{2.1}$$

$$U = \frac{KR^2}{r}, \quad r \ge R \tag{2.2}$$

其中，K為常數，r為颱風中心點向外之距離。Collins和Viehman(1971)指出式(2.1)及式(2.2)亦常使用在工程應用問題上。至於，造成風場之壓力分佈及風速，Myers(1954)及Harris(1958)以數學簡單分別描述如下

$$\frac{P-P_0}{P_n-P_0} = e^{-\frac{R}{r}} \tag{2.3}$$

及

$$\frac{U_{gr}^2}{r} + 2\Omega \sin\phi U_{gr} = \frac{1}{\rho_a}\left(P_n - P_0\right)\frac{R}{r^2}e^{-\frac{R}{r}} \tag{2.4}$$

其中P為離暴風中心r之壓力，P_0為暴風中心之氣壓，P_n為暴風外圍之氣壓，ρ_a為空氣之密度(在20^oC時為$1.025 kg/m^3$)，U_{gr}為傾度風速

(gradient wind speed)，Ω為地球自轉角速度，$\Omega = 2\pi/24\,(rad/hr)$，$\phi$為緯度(latitude)。

2.2 CERC 風浪推算模式

根據美國工程兵團(Coastal Engineering Research Center)之海岸保護手冊(Shore Protection manual)(1984)，當颱風緩慢移動時，風域內最大深水之指示性波高及週期分別如下所示

$$H_0 = 5.03e^{\frac{R\Delta P}{4700}}\left[1+\frac{0.29\alpha V_F}{\sqrt{U_R}}\right] \tag{2.5}$$

及

$$T_s = 8.6e^{\frac{R\Delta P}{9400}}\left[1+\frac{0.145\alpha V_F}{\sqrt{U_R}}\right] \tag{2.6}$$

其中$\Delta P = P_n - P_0$為氣壓差，P_n為正常大氣壓(760mmHg)，V_F為颱風移動速度，U_R為10公尺高最大風速。

至於季節風浪方面，因為風浪特性受風域，F，及吹送延時，t，雙重影響，若是風域限制時(fetch limited)，示性波高、週期及延時分別為

$$\frac{gH_0}{U_A^2} = 1.6\times10^{-3}\left(\frac{gF}{U_A^2}\right)^{1/2} \tag{2.7}$$

$$\frac{gT_0}{U_A} = 2.857\times10^{-1}\left(\frac{gF}{U_A^2}\right)^{1/3} \tag{2.8}$$

$$\frac{gt}{U_A} = 6.88\times10^{1}\left(\frac{gF}{U_A^2}\right)^{2/3} \tag{2.9}$$

其中U_A為風剪力因子(wind-stress factor)。若風域中為完全發展時

$$\frac{gH_0}{U_A^2} = 2.433 \times 10^{-1} \tag{2.10}$$

$$\frac{gT_0}{U_A} = 8.134 \tag{2.11}$$

$$\frac{gt}{U_A} = 7.15 \times 10^{4} \tag{2.12}$$

Boship等(1992)指出利用式(2.7)至式(2.9)，考慮風速修正係數U_A並未能更精準推算風浪，反而傳統SMB法(1970)及Donelan(1980)法二者均較適用推算波浪。

2.3 示性波推算漠式

由上節所述統計分析颱風波浪及季節風浪之影響因子，包括氣壓差(ΔP)、最大風速(U_R)、颱風前進速度(V_F)、吹風距離(F)、科氏參數(f)、最強風速之半徑(R)及風剪力因子，但Boship等(1992)指出，考慮風速修正係數並未能更精確推算風浪，故忽略U_A的影響，所以，颱風波浪之波高或週期為上述因子之函數

$$H = f_1(\Delta P, U_R, V_F, F, f, R) \tag{2.13}$$

$$T = g_1(\Delta P, U_R, V_F, F, f, R) \tag{2.14}$$

又由式(2.3)及(2.4)知已存在函數之關係，所以

$$H = f(\Delta P, V_F, F) \tag{2.15}$$

$$T = g(\Delta P, V_F, F) \tag{2.16}$$

式(2.15)及(2.16)中，颱風吹風距離可利用颱風中心與推算點的距離來取代。假設地球為球形，且兩點之經緯度已知，則兩點間距離可由下式計算

$$D = 6371 \times \cos^{-1}\left(\sin\phi_1 \sin\phi_2 + \cos\phi_1 \cos\phi_2 \cos(\lambda_2 - \lambda_1)\right) \qquad (2.17)$$

其中 ϕ_1、ϕ_2：為兩點之緯度

λ_1、λ_2：為兩點之經度

另外式(2.17)中，D亦可用麥肯托垂直投影法(universal transverse mercator projection,UTM)來計算平面距離，如Williams(1995)所提簡易UTM投影計算方式較簡易，即以Williams(1995)方法計算之。

此外，最大風速之半徑R，在中央氣象局公布颱風資料中，並無此資料，無法引用，然而颱風規模與風域大小有關，即是七級風半徑大小有關，一般而言，七級風半徑愈大，颱風愈強，所以，式(2.13)中取以R_7取代R。由颱風風場知道中央氣壓差愈大，颱風愈強，七級風半徑愈大，風力愈強，故此二者與颱風波浪應存正比例之關係，反之，颱風中心離推算點愈遠颱風波浪愈小，故颱風波高與波浪成反比例，由港研所提供颱風波浪資料來分析颱風波浪與颱風移動速度無強烈關係，故綜合上述颱風波浪之基本特性，則式(2.13)之颱風湧浪可以氣壓差(ΔP)、七級風暴風半徑(R_7)及推算點距離(D)三個因子來表示。

第三章 台灣東部海岸颱風推算模式之建立

本研究目前僅針對台灣東部蘇澳港和花蓮港二港受颱風行進之影響預測各港之波浪狀況，以下分別說明二港颱風預測模式之建立。

3-1 蘇澳港凡颱風椎算模式之建立與驗證

依第二章第三節之基礎下，選擇函數特性決定推算點颱風波浪之波高及週期

$$H = a + b\left(\frac{\Delta P}{100}\right)e^{c\left(\frac{R_7}{D}\right)^{1/2}}\left(1 - A_s\right) \tag{3.1}$$

及

$$T = a + b\left(\frac{\Delta P}{100 \cdot g}\right)^{1/2} e^{c\left(\frac{R_7}{D}\right)^{1/2}}\left(1 - A_s\right) \tag{3.2}$$

式(3.1)及式(3.2)中，a，b，c為迴歸時之待定係數，A_s為颱風七級風風域因陸地所遮蔽之面積比例。式(3.1)及式(3.2)之迴歸公式屬於非線性，不能使用一般線性迴歸公式，本計劃使用SPSS軟體來進行非線性迴歸。

中央氣象局公佈之颱風氣象資料中，包括颱風中心氣壓(百帕，100pa)，颱風中心之經度、緯度，七級及(或)十級風之暴風半徑，及最大風速。由此公佈之颱風氣象資料，可利用式(3.1)來迴歸者為中心氣壓差、颱風中心及七級風暴風半徑。中心氣壓可轉換為氣壓差($\Delta P = (1013 - P_a) \times 0.075[cmHg]$)，及颱風中心位置可計算推算距離。式(3.1)中，各物理量之單位分別為，波高單位為公分，ΔP之單位取為水銀汞柱高($cmHg$)，D之單位為公里(km)，R_7之單位為(km)，其他角度為弧度(radian)，由式(3.1)及式(3.2)之因次及單位顯示，等號左右

之因次相同，且物理量單位相同，故迴歸後之係數為無因次，應用上較為方便。

式(3.1)除了考慮中央氣象局發佈颱風資料之項目外，並避免其他學者所較繁瑣計算之困擾，如梁(1994)所提湧浪推算公式：

$$H = C \cdot H_R \cdot \frac{R_7}{\sqrt{D}} \tag{3.3}$$

式(3.3)中，H_R為以Bretschneider公式求出最大風速半徑處之波高，而此值計算過程相當繁瑣。

中央氣象局(1994)將颱風自1897至1992年侵襲台灣路徑分類成七種。此七種路徑及颱風通過之百分比如下：(1)通過台灣北部及北部海面或西北進行者，共89次，佔27%。(2)通過中部自西或西北進行者有44次，佔13%。(3)通過南部及南部海上向西或西北進行者有107次，佔32%。(4)沿東岸或東部海面北上者，共41次，佔12%。(5)沿西岸或台灣海峽北上者，共17次，佔5%。(6)通過中南部再向東北出海者計24次，佔7%。(7)路徑特殊不能併入以上六類者有13次，佔4%。

目前台灣收集颱風波浪資料，因儀器設備之施放環境問題，且無長期定點定格式之記錄，颱風資料尚少，蘇澳港附近之颱風波浪資料更是缺乏。台灣波浪資料庫集中存於台中港灣技術研究所，本計劃故從港研所搜取台灣花蓮颱風波浪資料，來加以分析。

颱風波浪特性，因颱風風力直接作用或者脫離風場而傳播至推算點，二種性質不同，前者為風浪之壓力波(forced wave)，後者為湧浪之自由波(free wave)。依據港研所提供花蓮港颱風波浪資料，將波浪在七級風半徑範圍外定義為湧浪，而在七級風半徑範圍內定義為風浪。由湧浪資料分別代入式(3.1)及式(3.2)，分別得到湧浪波高及週期與颱風規模之關係為

$$H_s = 1.4 + 6.5\left(\frac{\Delta p}{100}\right)e^{3.0\left(\frac{R_7}{D}\right)^{1/2}}\left(1 - A_s\right) \tag{3.4}$$

及

$$T_s = 4.0 + 52.69\left(\frac{\Delta p}{100 \cdot g}\right)^{1/2} e^{0.75\left(\frac{R_7}{D}\right)^{1/2}}\left(1 - A_s\right) \tag{3.5}$$

式(3.4)及式(3.5)迴歸所得相關係數平方分別為0.786及0.738，迴歸的結果示如圖3-1及圖3-2。圖3-1之橫軸為推算之波高，而縱軸為實測之波高，圖3-2之橫軸為推算之週期，而縱軸為實測之週期。

至於風浪方面，若以式(3.1)及式(3.2)迴歸，因D可能距離推算點近，R_7/D值大，迴歸偏差大，相關係數低，故捨棄式(3.1)及式(3.2)指數函數之部分，迴歸獲得結果為

$$H_w = 1.4 + 95.68\left(\frac{\Delta P}{100}\right)\left(1 - A_s\right) \tag{3.6}$$

及

$$T_w = 4.0 + 120.5\left(\frac{\Delta P}{100 \cdot g}\right)^{1/2}\left(1 - A_s\right) \tag{3.7}$$

以式(3.6)及式(3.7)推算波高及週期與實測值比較示如圖3-3及圖3-4。其相關係數平方分別為0.747及0.753。

以上迴歸係分別迴歸湧浪及風浪之結果，若合併所有颱風波浪資料，以式(3.1)及式(3.2)迴歸獲得結果為

$$H = 1.4 + 11.50\left(\frac{\Delta P}{100}\right) e^{2.02\left(\frac{R_7}{D}\right)^{1/2}} \left(1 - A_s\right), \qquad R_7 < \frac{D}{2}$$
$$1.4 + 11.50\left(\frac{\Delta P}{100}\right) e^{2.02} \left(1 - A_s\right), \qquad R_7 \geq \frac{D}{2} \tag{3.8}$$

及

$$T = 4.0 + 55.39\left(\frac{\Delta P}{100 \cdot g}\right)^{1/2} e^{0.74\left(\frac{R_7}{D}\right)^{1/2}} \left(1 - A_s\right), \qquad R_7 < \frac{D}{2}$$
$$4.0 + 55.39\left(\frac{\Delta P}{100 \cdot g}\right)^{1/2} e^{0.74} \left(1 - A_s\right), \qquad R_7 \geq \frac{D}{2} \tag{3.9}$$

由式(3.8)及式(3.9)推算所以颱風波浪之波高及週期之結果分別示如圖3-5及圖3-6，二者推算結果與實測值之相關係數分別為0.728及0.733。

選擇三個颱風波浪記錄較為完整之三個颱風，芭比(Bobbie)，提姆(Tim)及弗雷特(Fred)，此三個颱風路徑分別為由台灣東岸經過，中部通過，及北岸通過，在路徑歸類上分別屬於第四，第二及第一類路徑。

三個颱風波浪推算之波高及週期分別示如圖3-7(a)至圖3-9(b)所示。圖3-7(a)為芭比颱風之推算波高，圖中實線為以湧浪及風浪分別計算，即由式(3.4)及式(3.6)，而虛線為以式(3.8)計算所得，而圖3-7(b)為推算之週期，實線應為分別計算湧浪及風浪之結果，即以式(3.5)及式(3.7)計算所得，而虛線為以式(3.9)計算之週期，圖3-7(a)及圖3-8(b)之橫軸為中央氣象局發布颱風警報日起算之天數。

由圖3-7(a)顯示推算結果與實測頗為吻合，僅在第二天後有高估現象，此時颱風正位於花蓮正東方，即花蓮在颱風之左半圈。此高估之可能性因為颱風右半圈之風力一般比左半圈為大，在左半圈之颱風波浪應比右半圈之波浪為小，但迴歸公式並沒有考慮風速與前進速度合成之效應。在週期方面第二天前週期有低估現象，此可能為湧浪成份大，週期較長，造成推算偏差較大的原因。

至於提姆颱風的波浪推算結果，由圖3-8(a)顯示在颱風初期波高推算稍為偏高，大約有1公尺之偏差，但颱風愈接近花蓮港偏差變小，直至颱風通過台灣波高急速下降。在圖3-8(b)之週期預測，顯然偏差較大，尤其當颱風接近於花蓮時，大約有3-4秒之偏差。

弗雷特颱風造成之颱風波浪示如圖3-9(a)及圖3-9(b)。由圖3-9(a)顯示推算波高均較實測者為高，此原因與上述颱風波浪在颱風之左右半圈有差別，弗雷特颱風經過台灣北岸，花蓮位於颱風圈之左半圈，因而實測值會較預測值小。至於週期方面，此結果顯示預測值與實測頗為吻合，唯在颱風後期有低估現象，此可能為颱風部份在陸地上，遮蔽面積大，故有偏低預測。

綜合上述之例子，本預測之公式應可應用於颱風推算，尤其在台灣東海岸相似之地理特性，故可引用至蘇澳港之颱風波浪推算。另外，本經驗式含蓄的參數較為單純，考慮因素較少，應可再發展較符合實際狀況，但需較多迴歸參數之經驗公式。

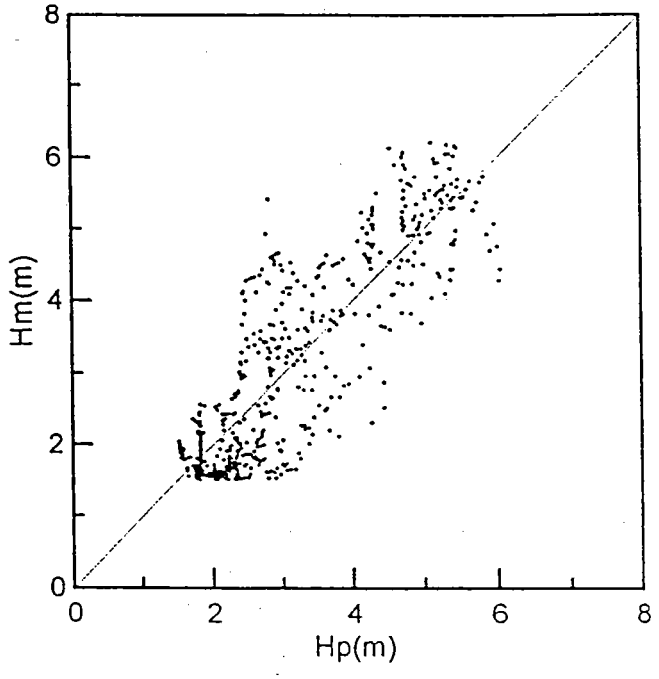


圖 3-1 式(3.4)推算之波高與實測波高的比較

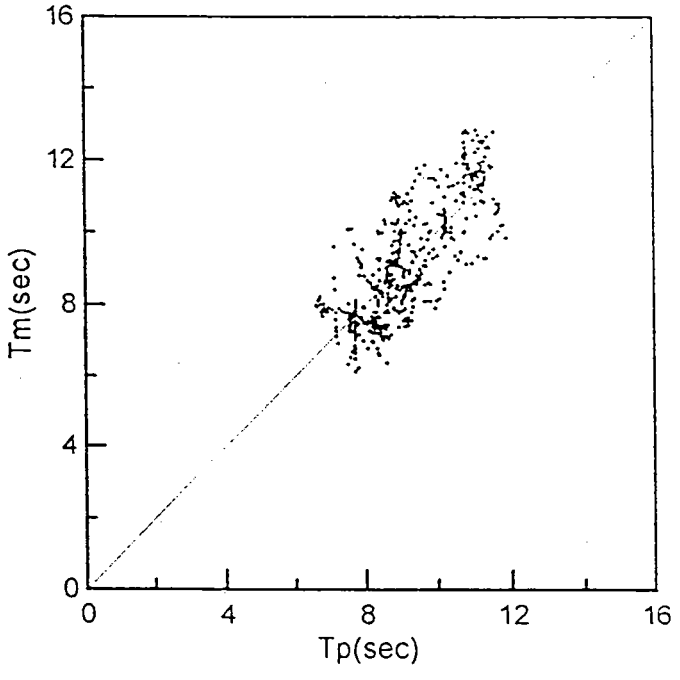


圖 3-2 式(3.5)推算之週期與實測週期的比較

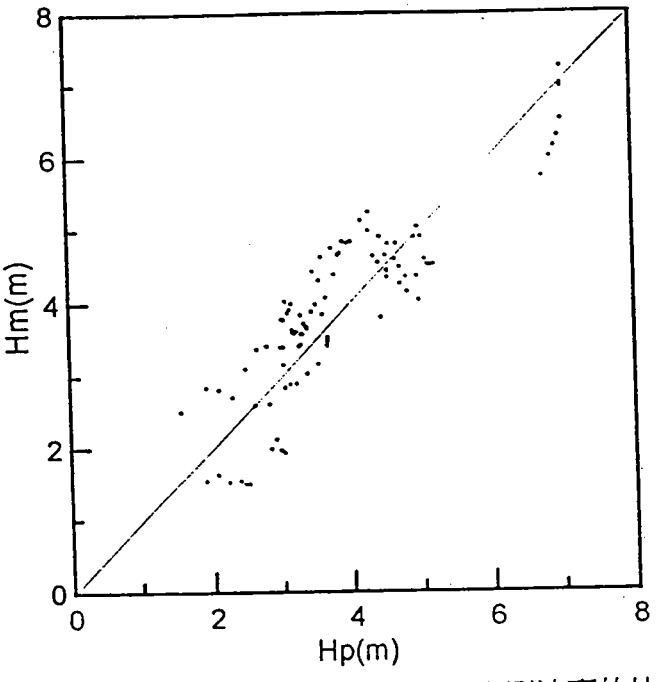


圖 3-3 式(3.6)推算之波高與實測波高的比較

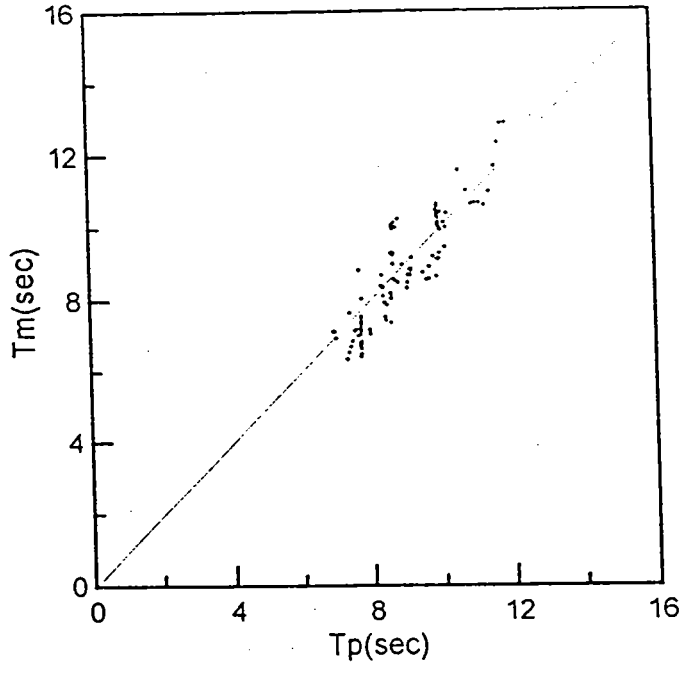


圖 3-4 式(3.7)推算之週期與實測週期的比較

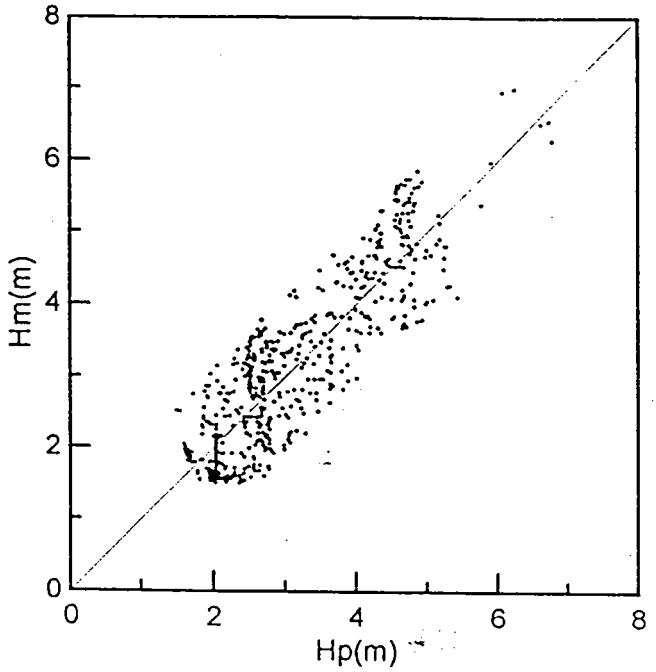


圖 3-5 式(3.8)推算之波高與實測波高的比較

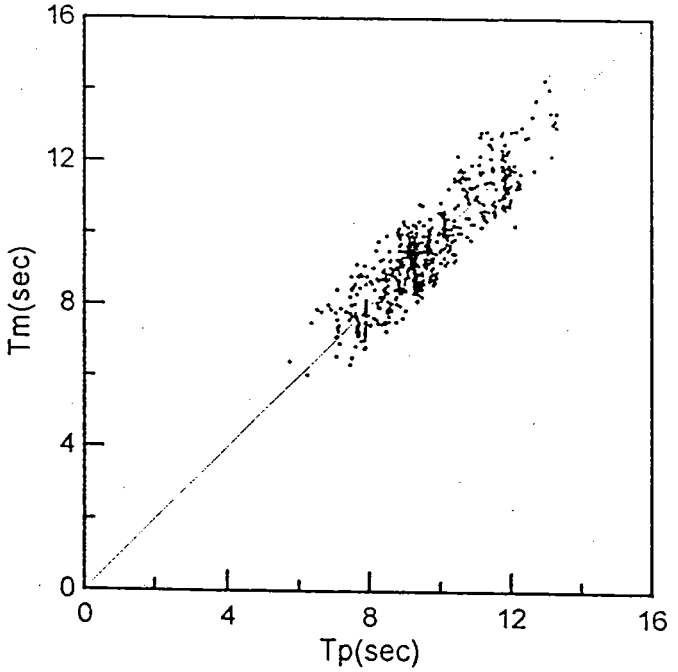


圖 3-6 式(3.9)推算之週期與實測週期的比較

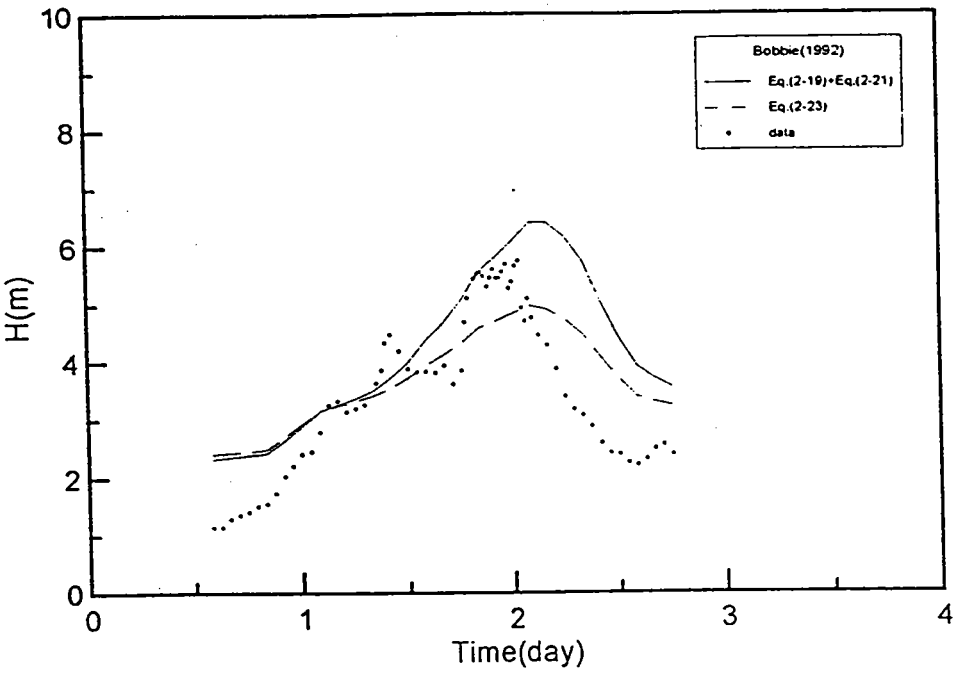


圖 3-7(a) 芭比颱風統計推算波浪波高與實測的比較

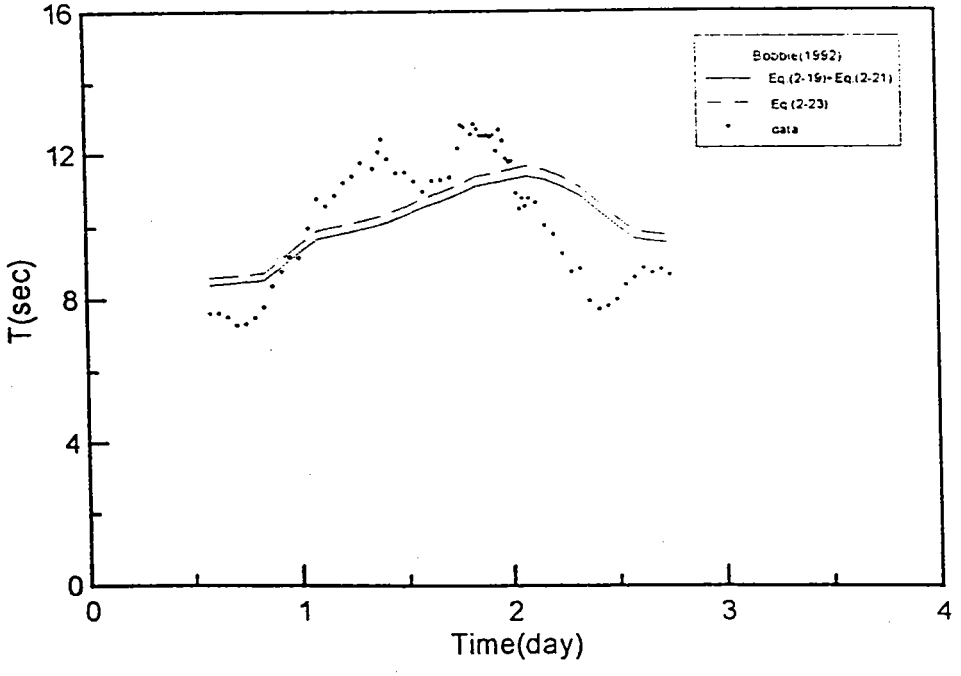


圖 3-7(b) 芭比颱風統計推算波浪週期與實測的比較

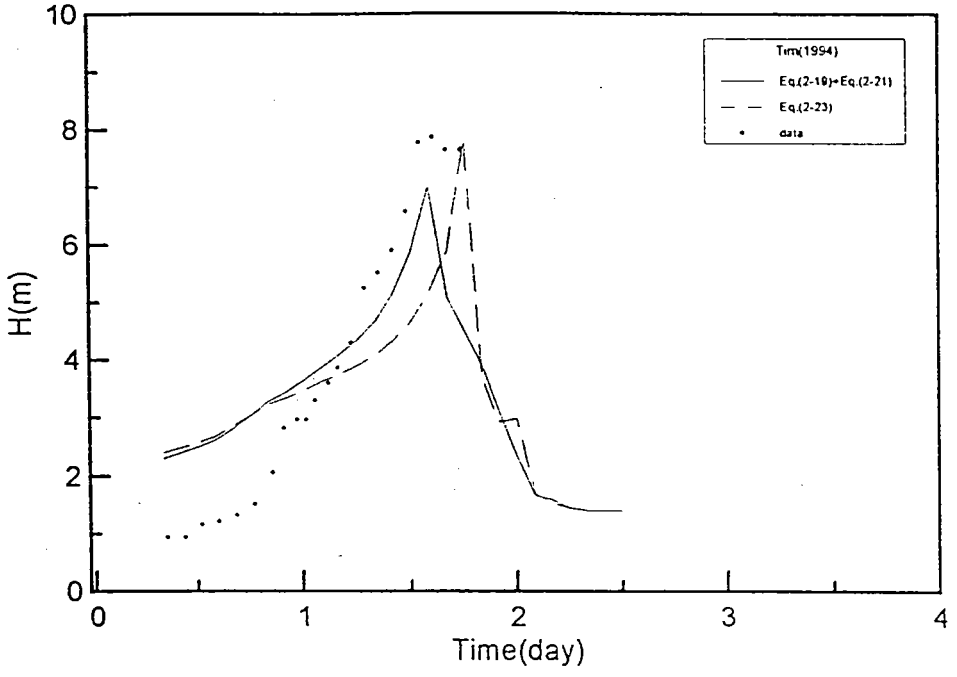


圖 3-8(a) 提姆颱風統計推算波浪波高與實測的比較

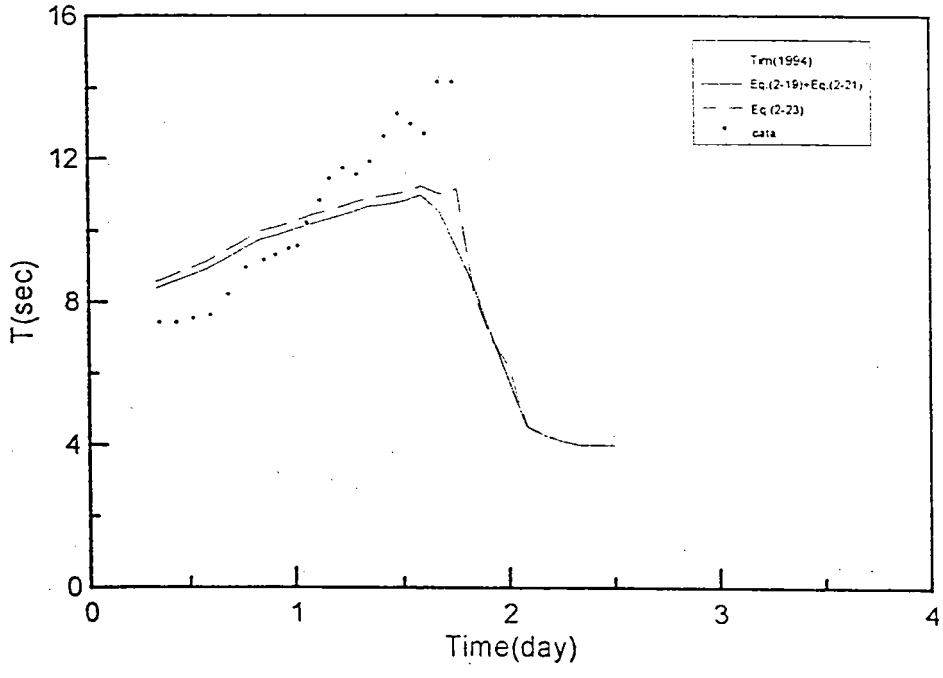


圖 3-8(b) 提姆颱風統計推算波浪週期與實測的比較

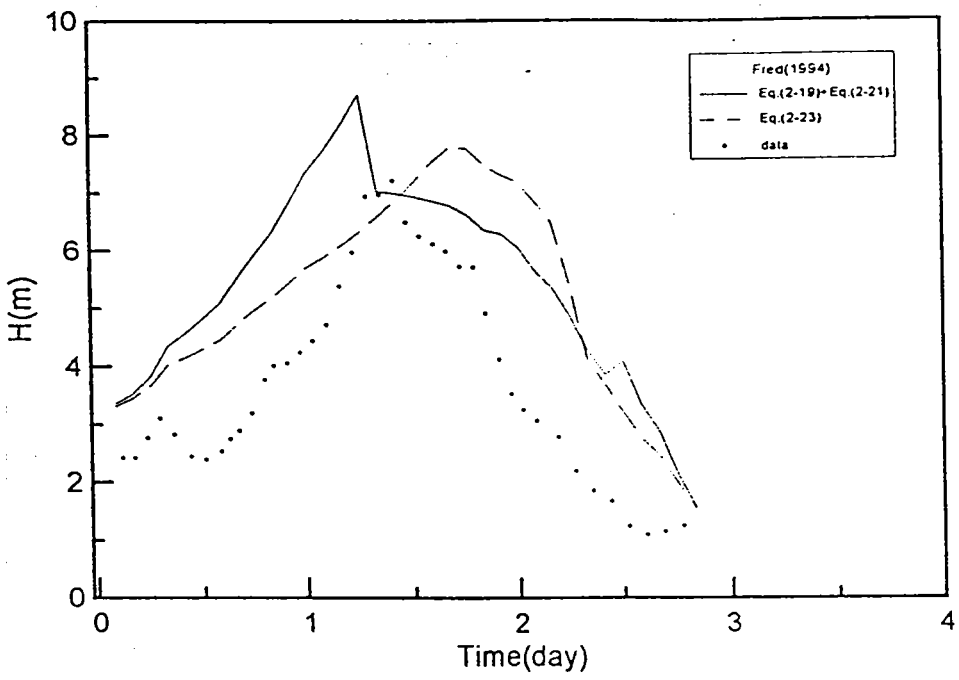


圖 3-9(a) 弗雷特颱風統計推算波浪波高與實測的比較

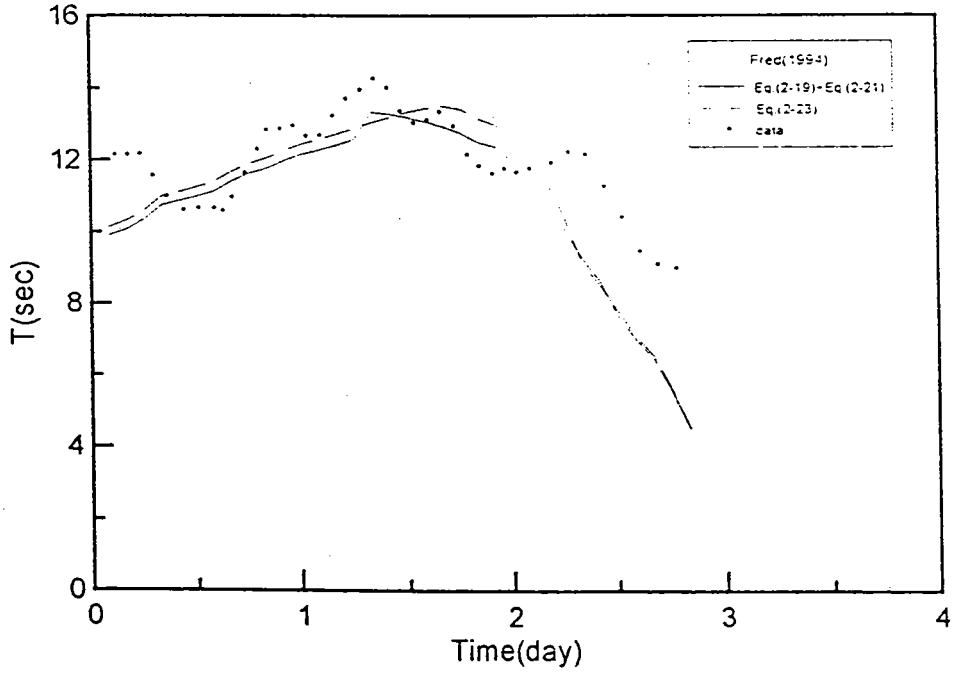


圖 3-9(b) 弗雷特颱風統計推算波浪週期與實測的比較

3-2 花蓮港颱風推算模式之建立與驗證

由颱風風場可知，中心氣壓差愈大，颱風愈強七級風暴風半徑愈大，風力愈強，故此兩者應與波高存在正比關係而推算點離颱風中心愈遠，風力愈小所以距離(D)應與波高呈反比關係。分析港研所提供的颱風波浪資料發現，颱風波浪與颱風移動速度並沒有存在強烈的關係。

綜合以上颱風波浪的基本特性，式(2.15)與式(2.16)可以氣壓差(ΔP)、七級風暴風半徑(R_7)及推算點距離(D)三個因子來表示。在式(2.15)與式(2.16)的基礎下，選擇函數特性以決定推算點颱風波浪之波高與週期：

$$H_S = 1.3 + a \cdot \left(\frac{\Delta P}{100}\right) \cdot \left(\frac{1}{1 + b \cdot D/R_7}\right) \cdot \left(1 - A_S\right) \tag{3.10}$$

及

$$T_S = 6.0 + a \cdot \left(\frac{\Delta P}{100g}\right)^{1/2} \cdot \left(\frac{1}{1 + b \cdot D/R_7}\right) \tag{3-11}$$

其中 a、b：迴歸之特定係數

A_S：七級風暴風圈受陸地遮蔽之面積比例

在迴歸的過程中發現，遮蔽面積的比例與週期之間並無明顯的相關，所以式(3.11)不考慮A_S。式(3.10)與式(3.11)兩個迴歸公式為非線性，本文用SPSS統計專用軟體進行非線性迴歸的工作。

中央氣象局目前公佈的颱風氣象資料包括中心氣壓(hP_a)、颱風中心經緯度、七級風暴風半徑，及最大風速。從這些項目資料中，可利用式(2.17)與(3.10)來迴歸者為中心氣壓中心位置與七級風暴半徑。中

心氣壓可轉換為氣壓差(ΔP)，中心位置可計算推算距離(D)。式(2.17)與(3.10)中，各物理量的單位為

H_s：公尺(m)

T_s：秒$(\sec)$

ΔP：公分汞柱$(cm-Hg)$

D：公里(km)

R_7：公里(km)

其中，ΔP原來為壓力(hP_a)單位轉換成汞柱高。其轉換計算式為$1hP_a=0.075cm-Hg$在此使用長度單位(公分)來表示氣壓差的大小、如此一來，等號兩邊物理量的單位相同，待定係數為無因次，應用上較為方便。

臺灣因儀器設備施放環境的問題，且無長期定點、定格式的記錄，所以颱風波浪資料不甚完整，臺灣的波浪資料集中存放於臺灣省交通處港灣技術研究所。

颱風風力直接作用或風場再傳播至推算點，兩種造成波浪性質不同。前者為風浪（壓力波 forced wave），後者為湧浪（自由波 free wave）。依據本所定義，波浪在七級風暴風半徑範圍外稱為湧浪，在七級風暴風半徑範圍內稱為風浪。

颱風暴風範圍內的風速分布並不均勻。北半球行進中的颱風，其右半部的風力大於左半部，所以嘗試將資料分為 A 、 B 、 C 、 D 四大類狀況加以分析。即

Type A

A_1：推算點在颱風左半部的湧浪

A_2：推算點在颱風左半部的風浪

A_3：推算點在颱風右半部的湧浪

A_4：推算點在颱風右半部的風浪

Type B

B_1：推算點在颱風左半部的波浪（不分湧浪風浪）

B_2：推算點在颱風右半部的波浪（不分湧浪風浪）

Type C

C_1：湧浪（不分推算點在颱風右半部或左半部）

C_2：風浪（不分推算點在颱風右半部或左半部）

Type D

不分湧浪與風浪(亦不分推算點在颱風左半部或右半部)

以上四種類型的迴歸結果整理如表3-1。

以縱軸為實測之波高，橫軸為推算波高。將以上結果分別繪圖表示，圖3-10(a)、3-11(a)、3-12(a)、3-13(a)、3-14(a)、3-15(a)、3-16(a)、3-17(a)及3-18(a)。再以縱軸為實測之週期，橫軸為推算週期，以上四種結果分別繪圖表示，圖3-10(b)、3-11(b)、3-12(b)、3-13(b)、3-14(b)、3-15(b)、3-16(b)、3-17(b)及3-18(b)。

表3-1　四種類型迴歸颱風波浪之係數

分類				係數a	係數b	相關係數
A	推算點在颱風左半部	湧浪	H_s	78.70	0.46	0.770
			T_s	103.80	0.24	0.714
		風浪	H_s	127.59	0.29	0.727
			T_s	57.68	-0.22	0.749
	推算點在颱風右半部	湧浪	H_s	158.35	0.69	0.795
			T_s	91.49	0.20	0.778
		風浪	H_s	170.62	0.34	0.736
			T_s	35.37	-0.36	0.779
B	推算點在颱風左半部		H_s	281.25	2.04	0.747
			T_s	81.02	0.07	0.715
	推算點在颱風右半部		H_s	311.47	1.62	0.727
			T_s	56.05	-0.07	0.739
C	湧浪		H_s	143.40	0.64	0.721
			T_s	93.15	0.20	0.748
	風浪		H_s	175.33	0.57	0.709
			T_s	41.96	-0.34	0.729
D	全部資料合併		H_s	164.60	0.68	0.720
			T_s	78.88	0.09	0.718

選擇兩個波浪記錄較為完整，且路徑不同的颱風，芭比(Bobbie 1992)及弗雷特(Fred 1994)。其路徑見圖3-19(a)、3-19(b)。颱風波浪的推算波高與推算週期，分別如圖3-20(a)至3-21(b)所示。圖中四條線表示上述四種分類經由式3-10及式3-11分別計算示性波高與示性週期的結果，而圓點則代表實測資料。圖3-20(a)至3-21(b)之橫軸為中央氣象局發布颱風警報日起算之天數。

由圖3-20(a)顯示芭比颱風的推算結果與實測頗為吻合，僅在第二天後有高估現象，此時颱風正位於花蓮正東，方即花蓮在颱風之左半圈。此高估之可能性因為颱風右半圈之風力一般比左半圈為大，在左半圈之颱風波浪應比右半圈之波浪為小。兩端的週期有高估現象，可能為湧浪尚未到達與消退，而季節風波浪之週期較短，造成推算偏差較大的原因。

弗雷特颱風造成之颱風波浪示如圖3-21(a)及圖3-21(b)。由圖3-21(a)顯示推算波高均較實測者為高，此原因與上述颱風波浪在颱風之左右半圈有差別，弗雷特颱風經過台灣北岸，花蓮位於颱風圈之左半圈，因而實測值會較預測值小。至於週期方面，結果顯示頂測值與實測頗為吻合。

綜合上述之例子，本頂測之公式應可應用於颱風推算，尤其臺灣東海岸各地有相似之地理特性。另外，本經式含蓄的參數較為單純，考慮因素較少，應可再發展較符合實際狀況，但需較多迴歸參數之經驗公式。

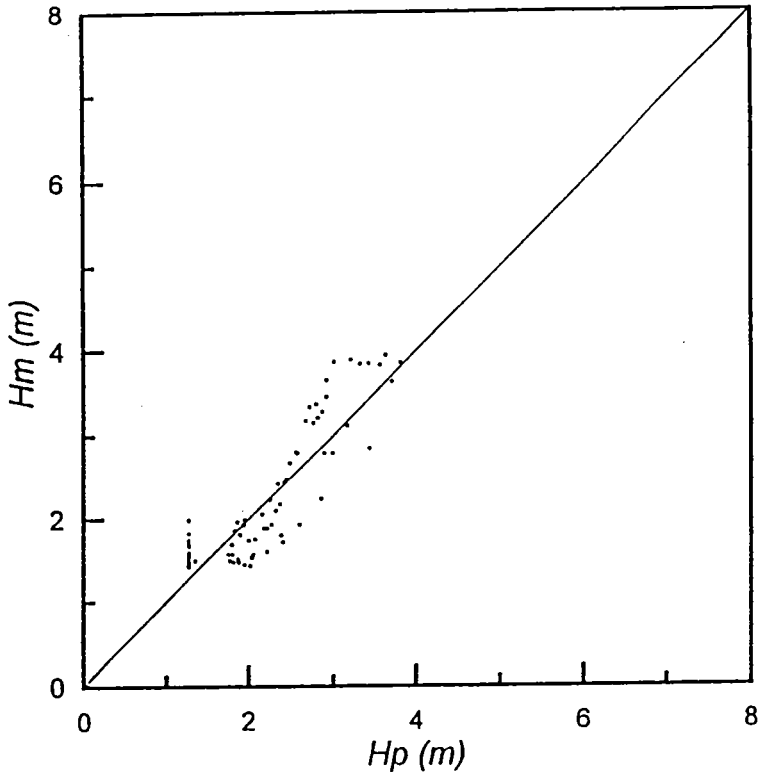


圖 3-10(a) Type A_1 推算之波高與實測波高之比較

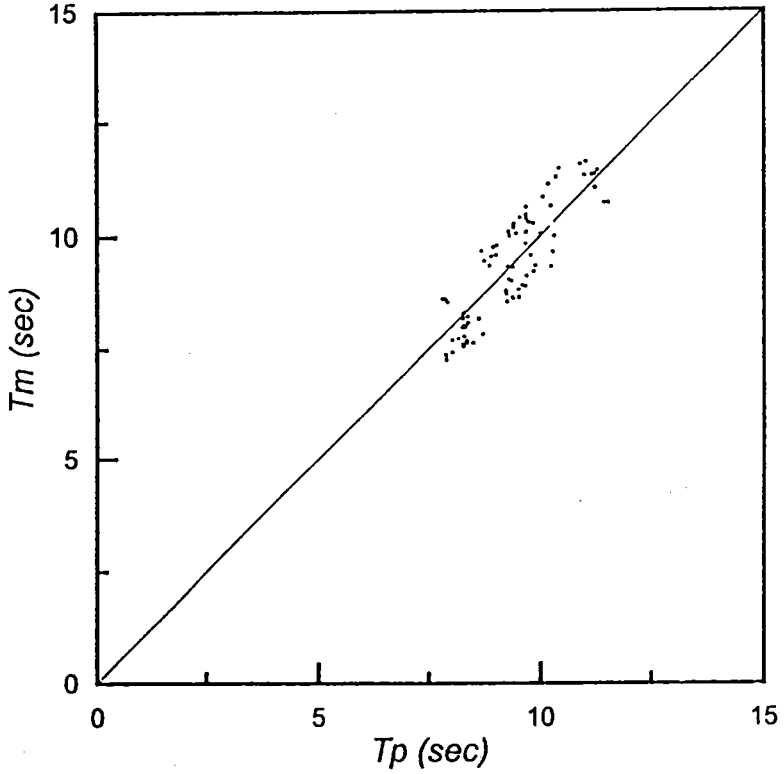


圖 3-10(b) Type A_1 推算之週期與實測週期之比較

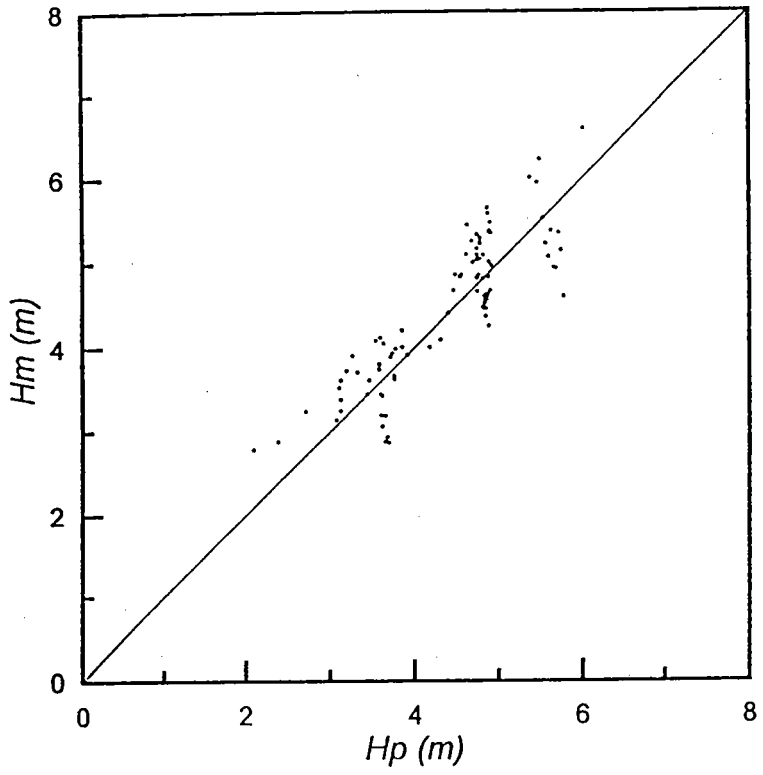


圖 3-11(a) Type A_2 推算之波高與實測波高之比較

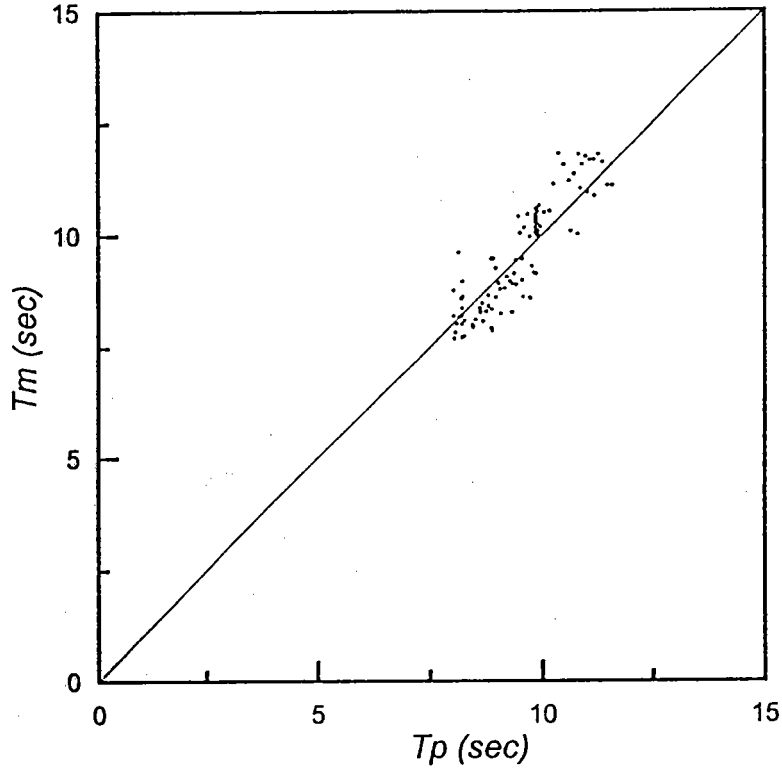


圖 3-11(b) Type A_2 推算之週期與實測週期之比較

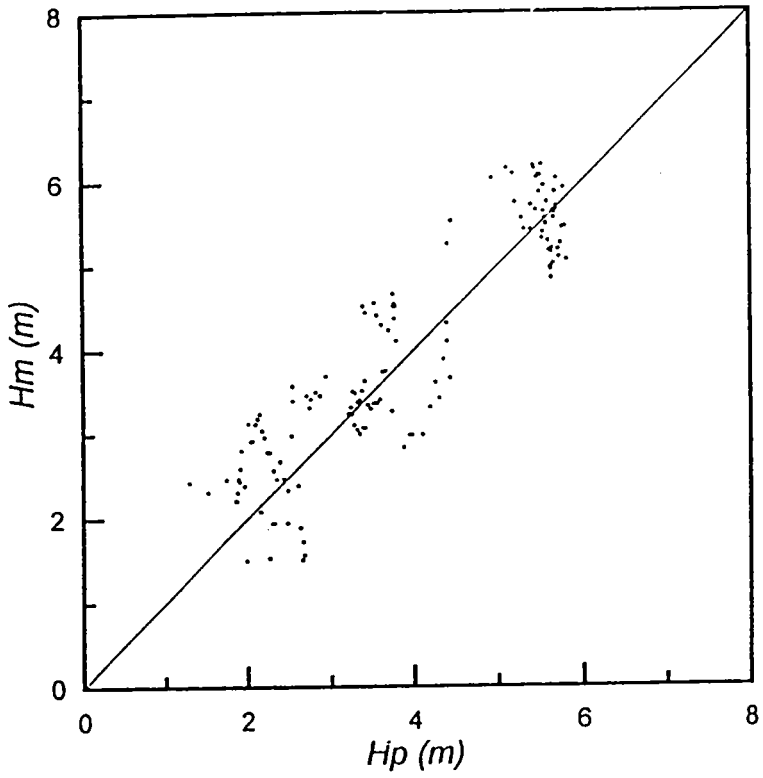


圖 3-12(a) Type A_3 推算之波高與實測波高之比較

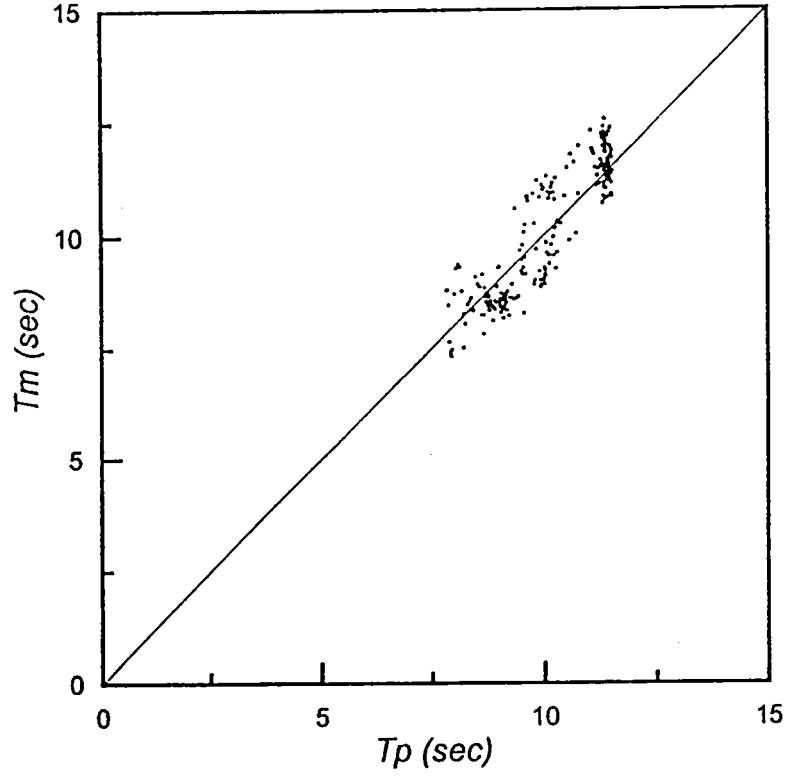


圖 3-12(b) Type A_3 推算之週期與實測週期之比較

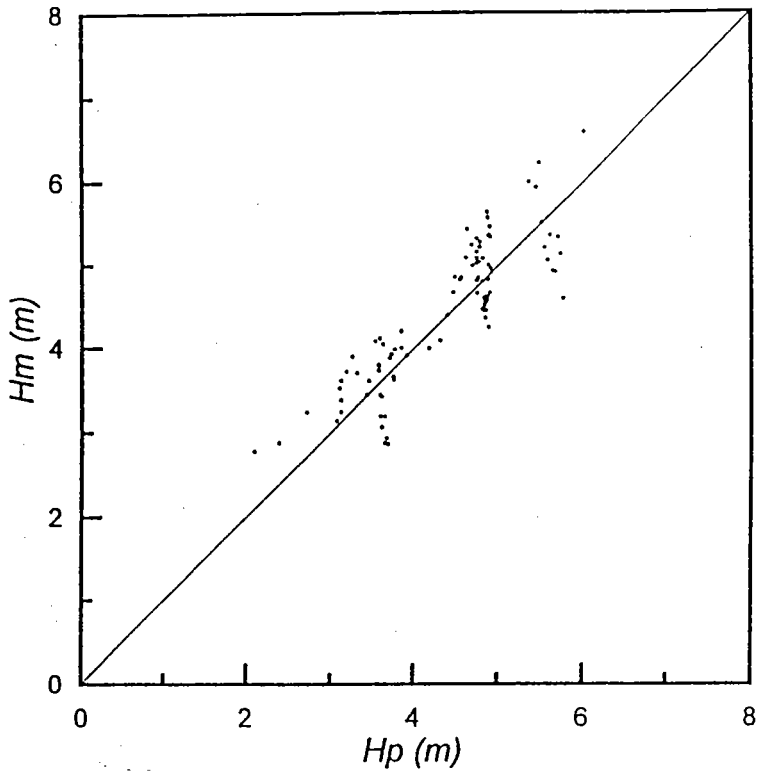


圖 3-13(a) Type A_4 推算之波高與實測波高之比較

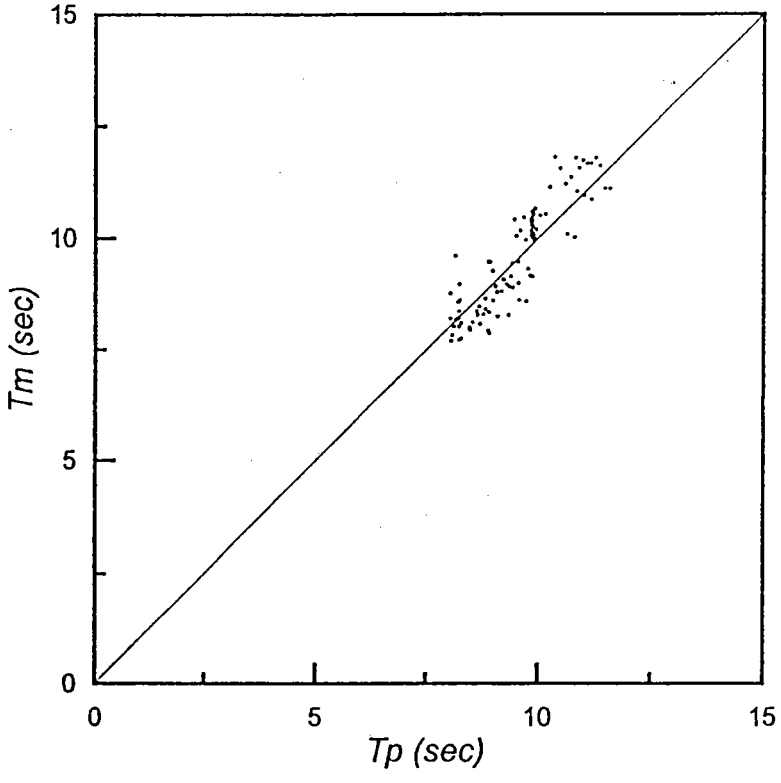


圖 3-13(b) Type A_4 推算之週期與實測週期之比較

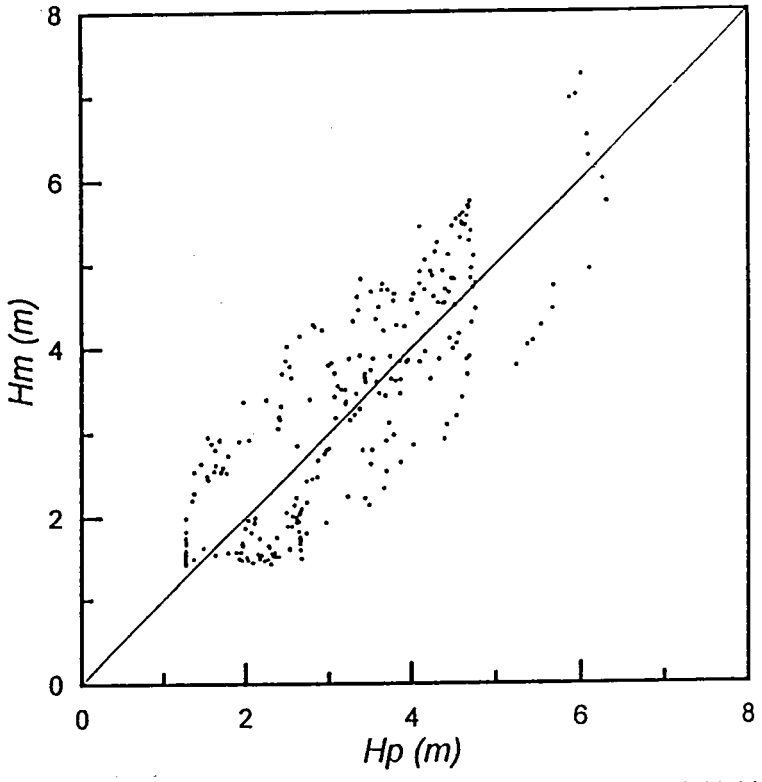


圖 3-14(a) Type B_1 推算之波高與實測波高之比較

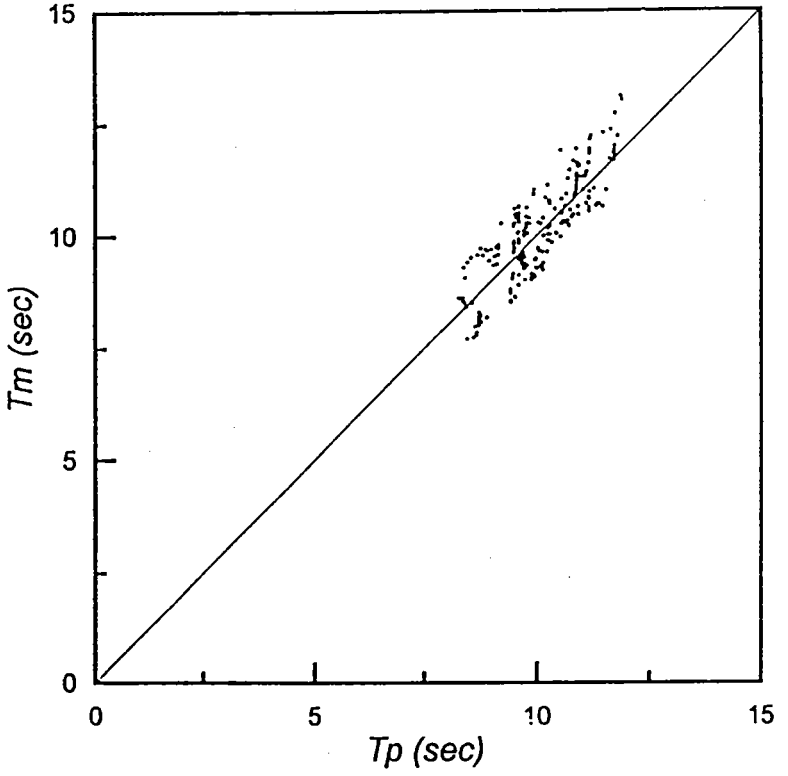


圖 3-14(b) Type B_1 推算之週期與實測週期之比較

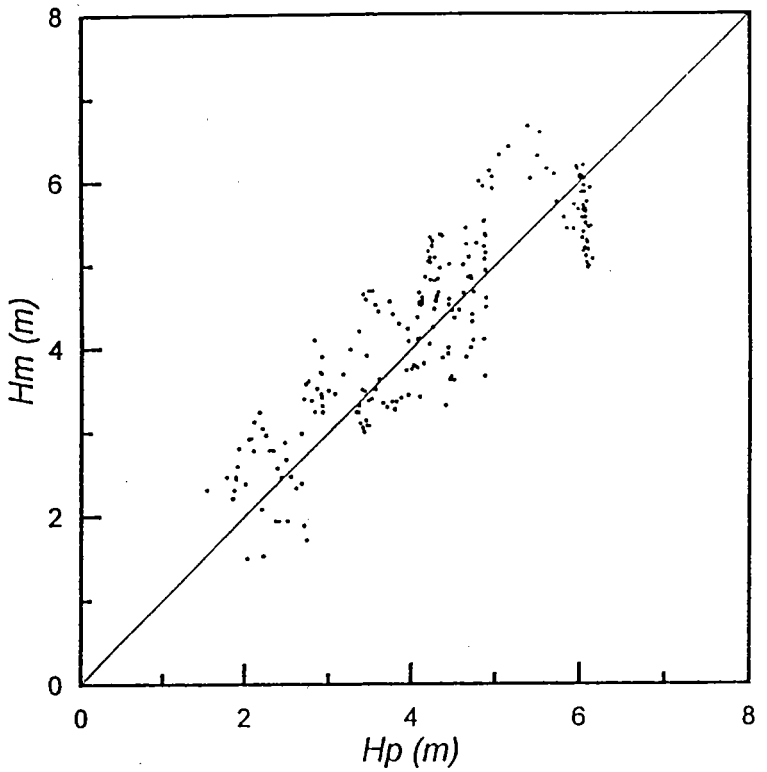


圖 3-15(a) Type B_2 推算之波高與實測波高之比較

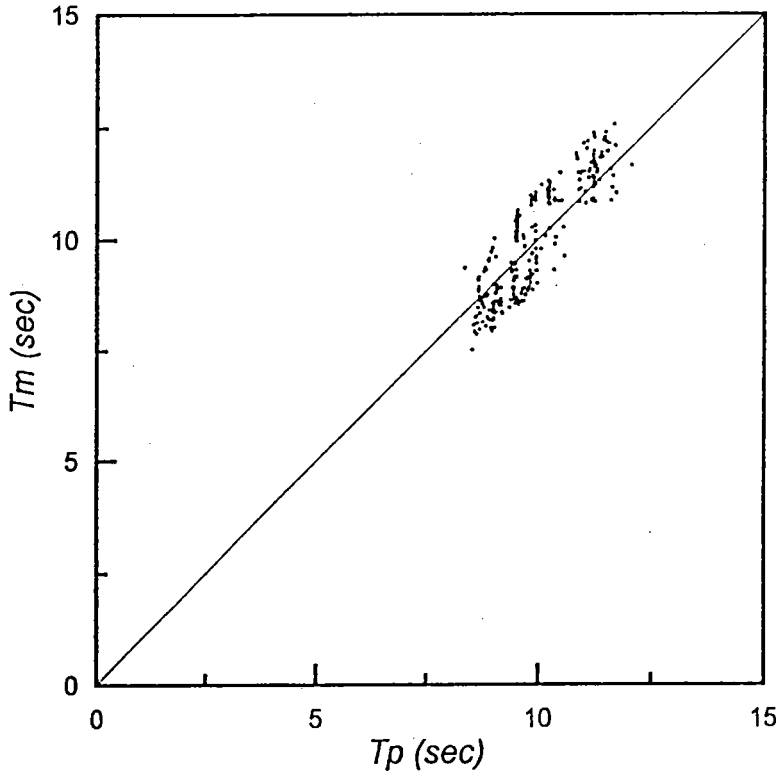


圖 3-15(b) Type B_2 推算之週期與實測週期之比較

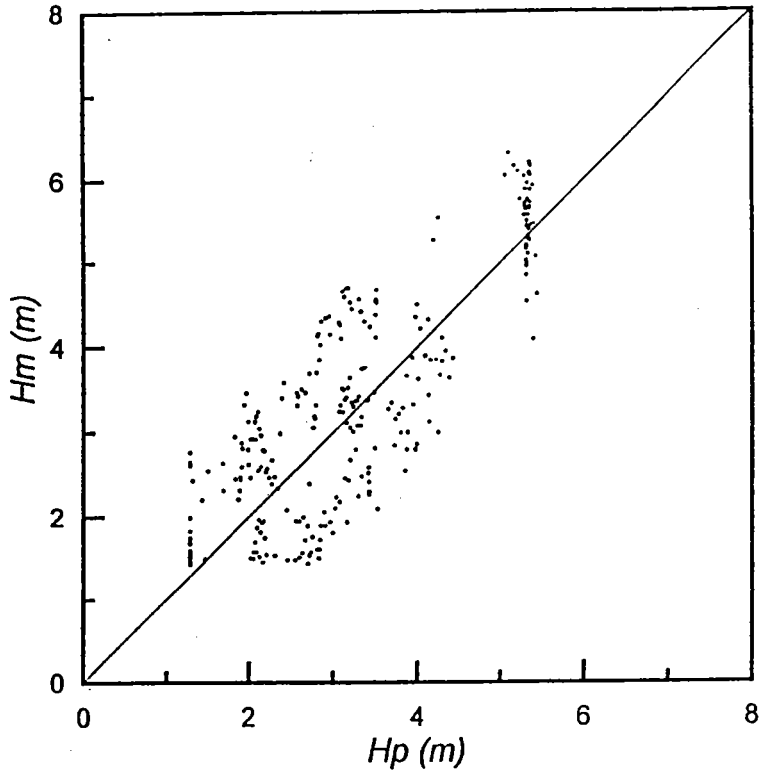


圖 3-16(a) Type C_1 推算之波高與實測波高之比較

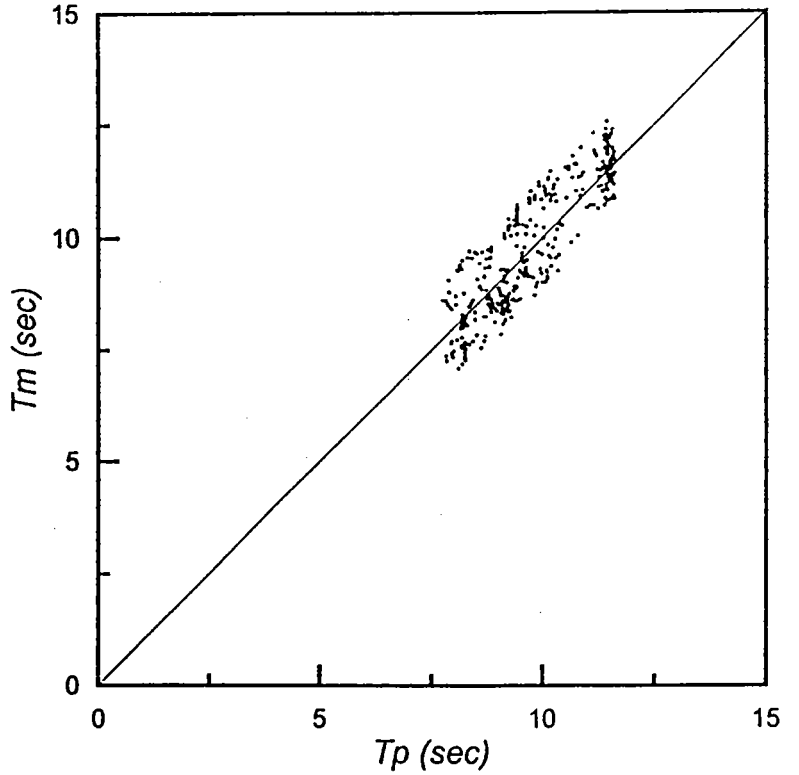


圖 3-16(b) Type C_1 推算之週期與實測週期之比較

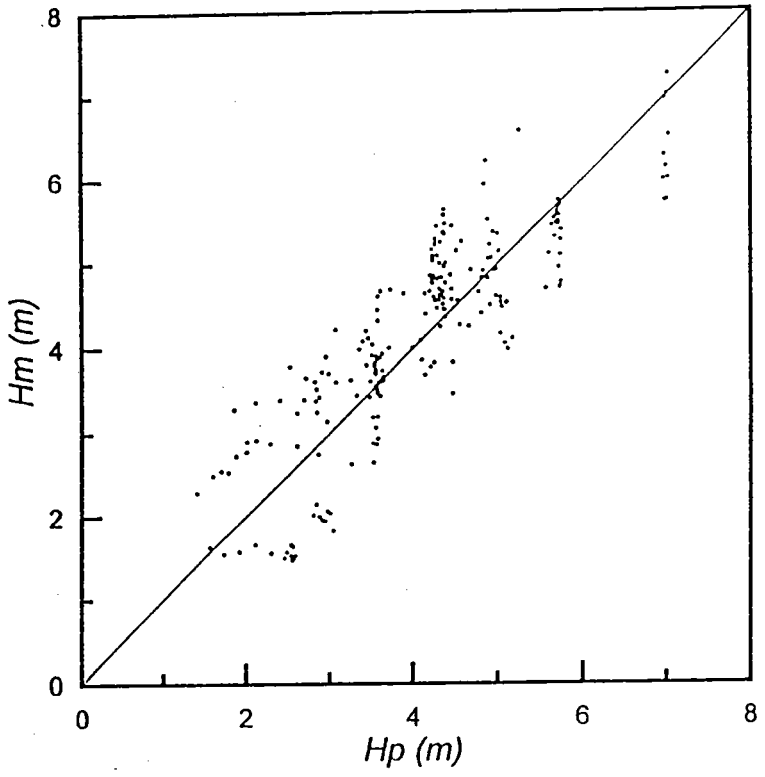


圖 3-17(a) Type C_2 推算之波高與實測波高之比較

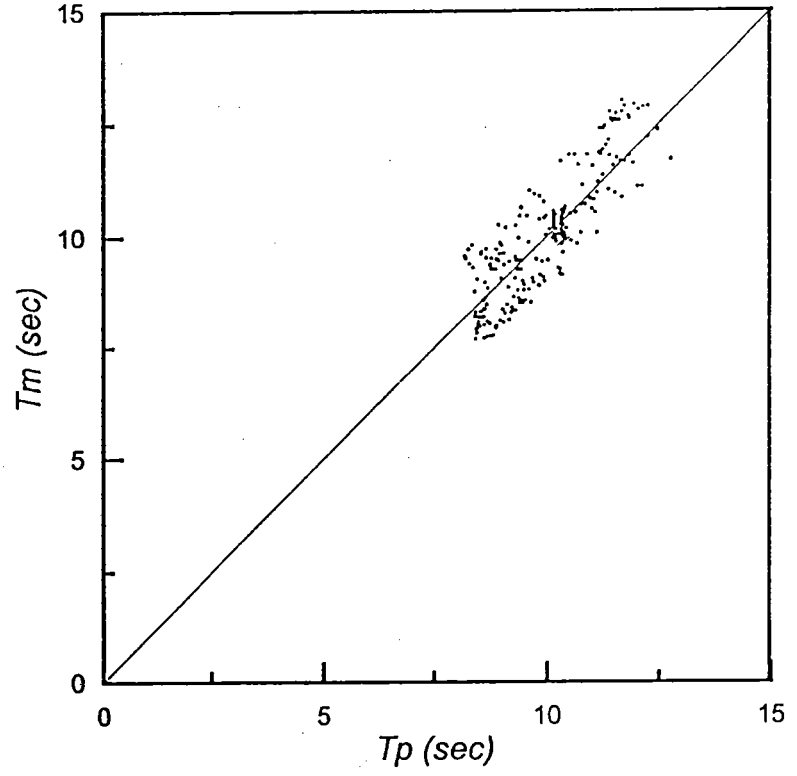


圖 3-17(b) Type C_2 推算之週期與實測週期之比較

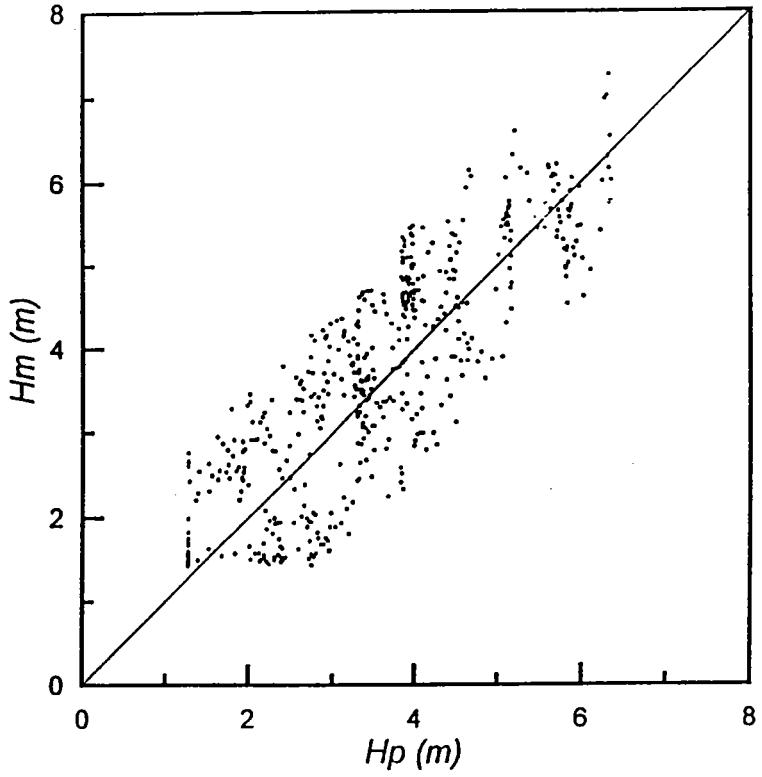


圖 3-18(a) Type D 推算之波高與實測波高之比較

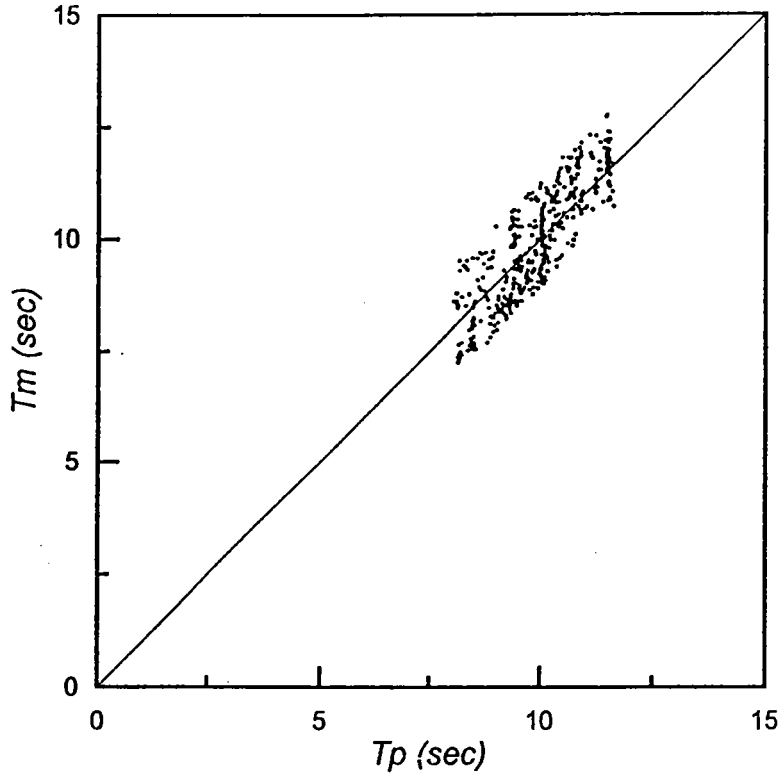


圖 3-18(b) Type D 推算之週期與實測週期之比較

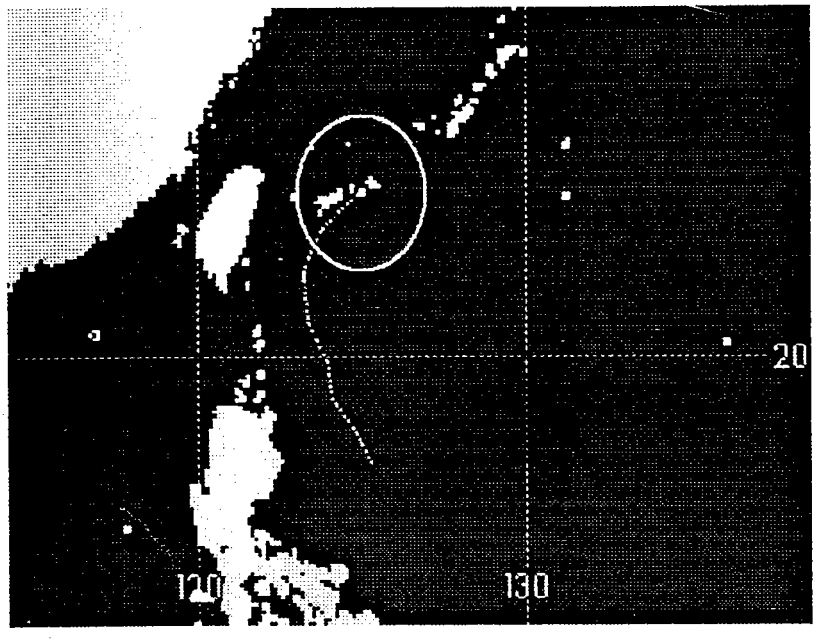


圖 3-19(a)　芭比(1992)颱風路徑圖

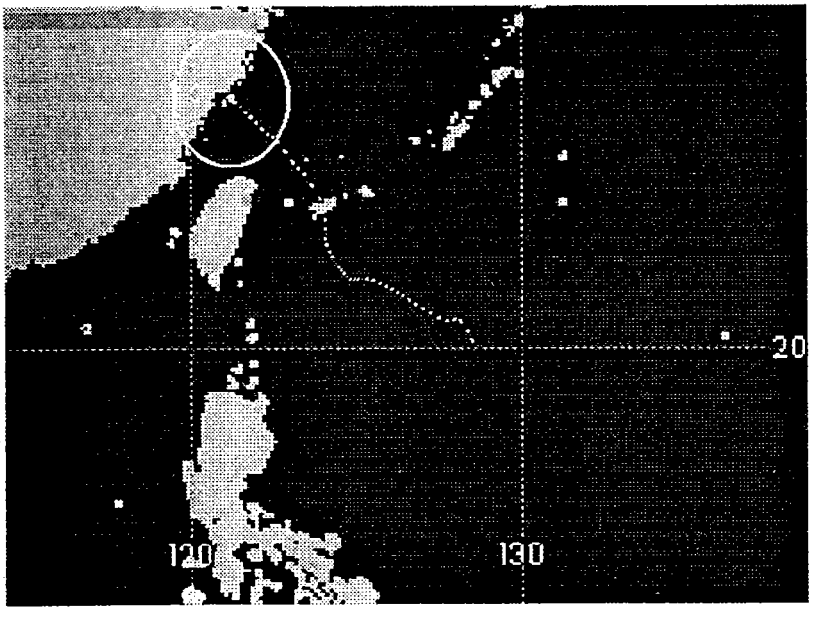


圖 3-19(b)　弗雷特(1994)颱風路徑圖

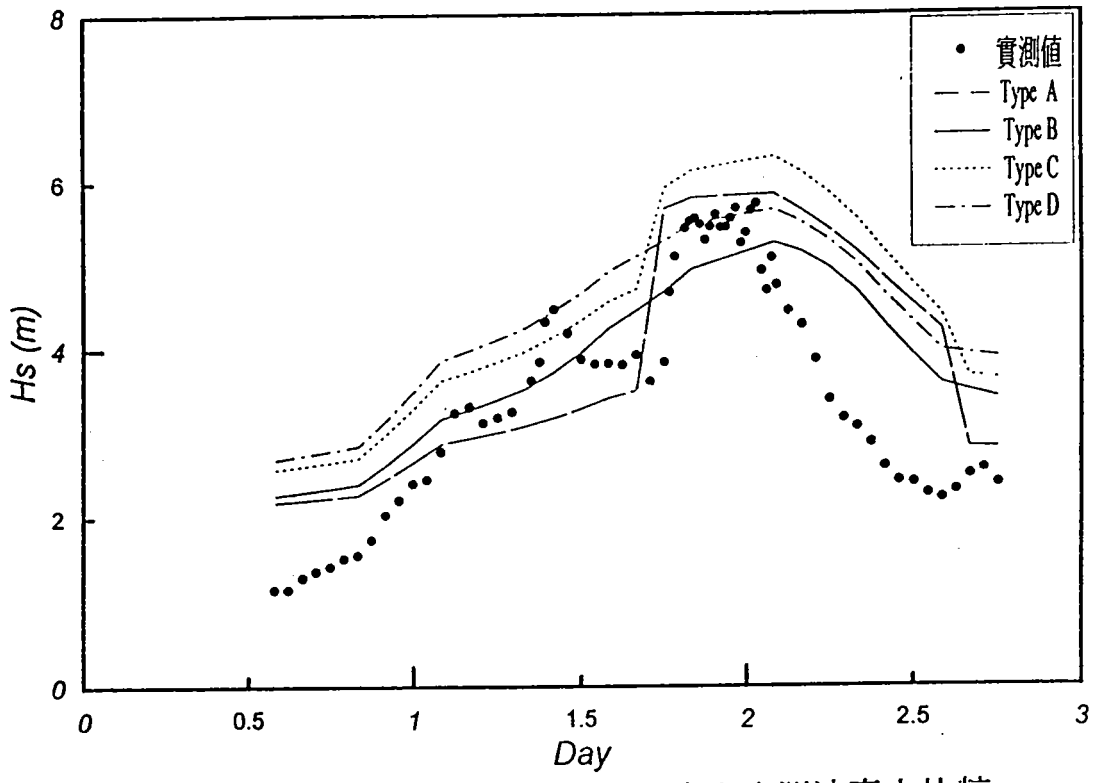


圖 3-20(a)　芭比颱風統計推算波高與實測波高之比較

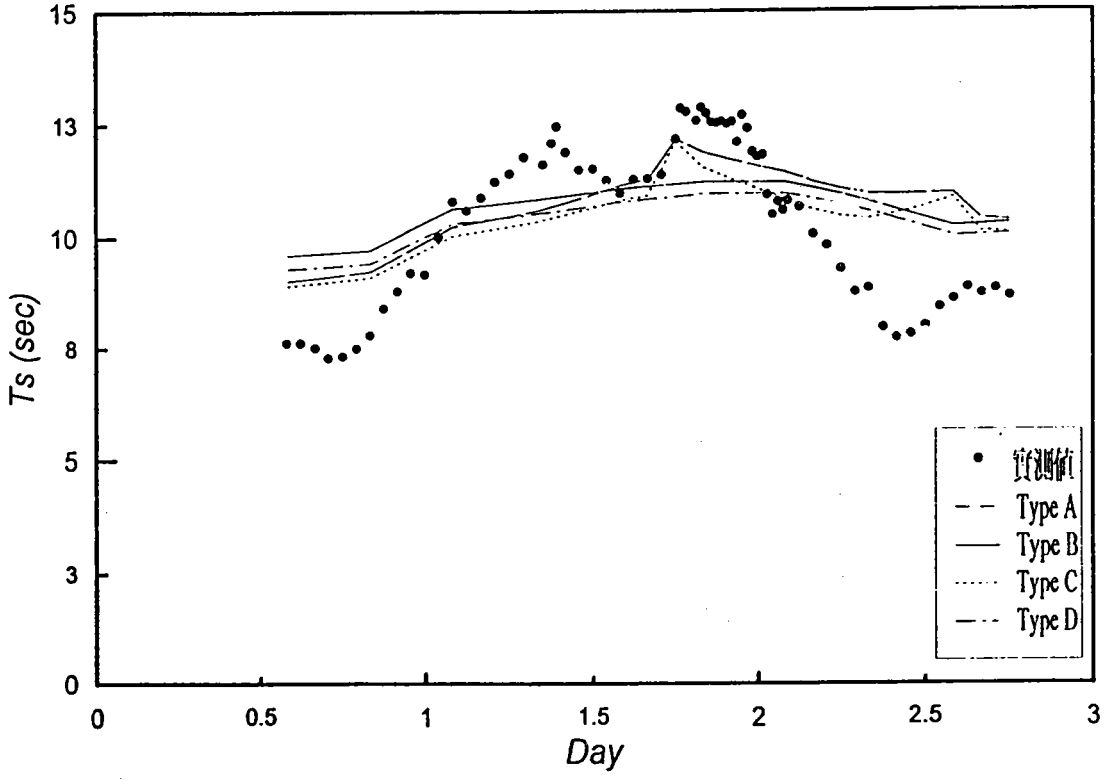


圖 3-20(b)　芭比颱風統計推算週期與實測週期之比較

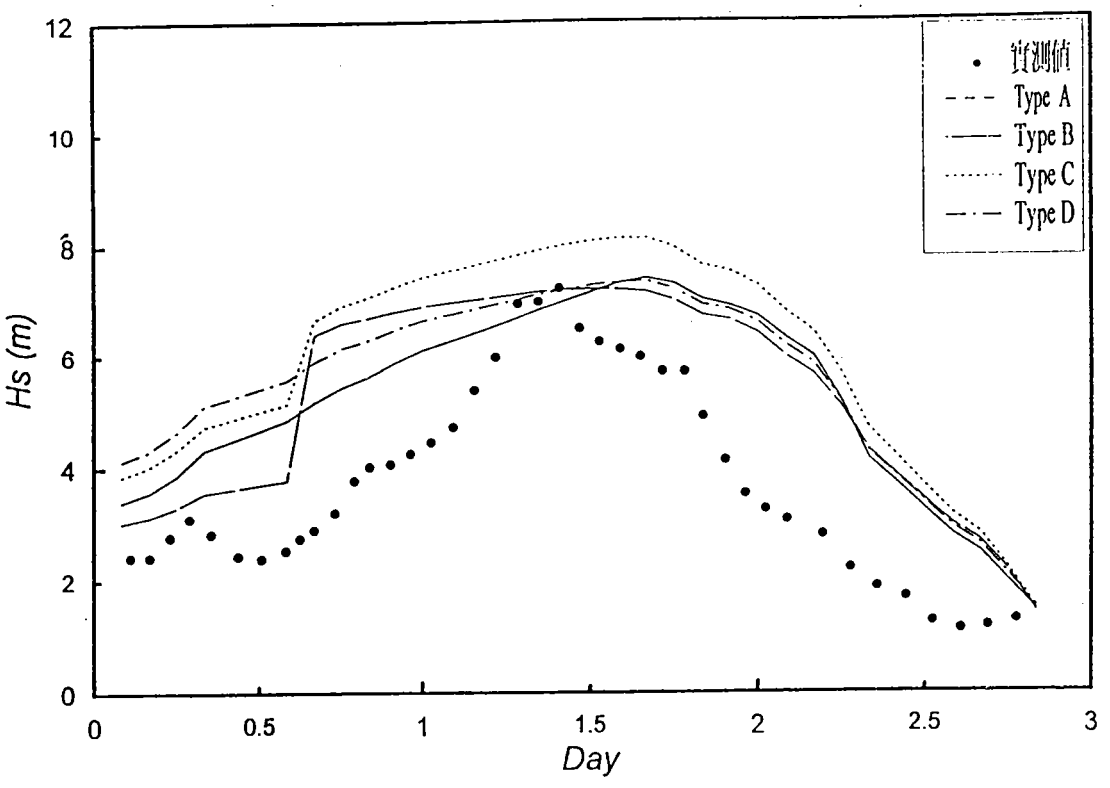


圖 3-21(a)　弗雷特颱風統計推算波高與實測波高之比較

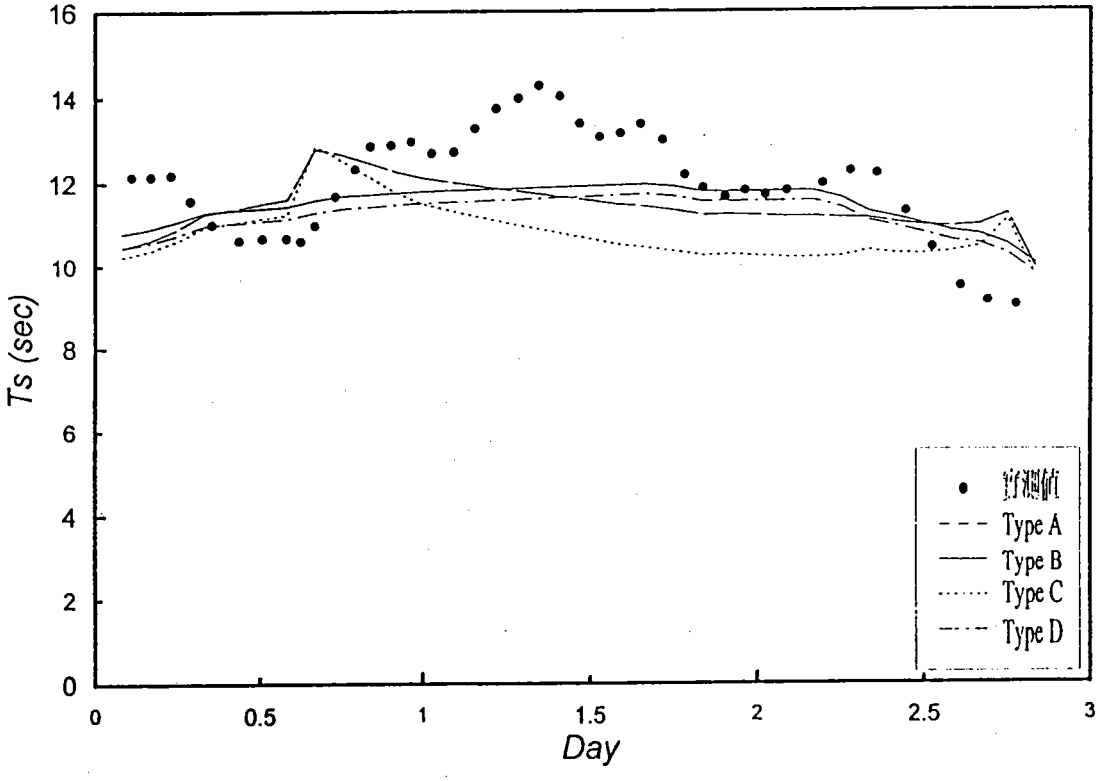


圖 3-21(b) 弗雷特颱風統計推算週期與實測週期之比較

第四章 極值統計分析

4.1 極值分析函數

設計海岸結構物考慮使用年限時，可能常因現有記錄時間不足，無法分析出所需資料。此時，需要藉由統計方法，由過去實測記錄歸納出其特性，再推估不同重現期(return period)之特性，此分析技巧稱為頻率分析(frequency analysis)或者極值統計分析(extreme statistics)。

極值統計所採用樣本，基本上需滿足獨立性(independency)及等質性(homogenuity)二項要求。Fisher和Tippett(1928)提出樣本變數x可滿足三種型態之極值分布，即為

(1)極值 I 型分布(FT-I 型分布)

$$F(x)=e^{-e^{-\frac{x-B}{A}}},\quad -\infty<x<B$$
$$f(x)=\frac{1}{A}e^{-\frac{x-B}{A}-e^{-\frac{x-B}{A}}} \tag{4.1}$$

(2)極值II型分布(FT-II型分布)

$$F(x)=e^{-\left(1+\frac{x-B}{kA}\right)^{-k}},\quad B-kA\le x<\infty$$
$$f(x)=\frac{1}{A}\left(1+\frac{x-B}{kA}\right)^{-(1+k)}e^{-\left(1+\frac{x-B}{kA}\right)^{-k}} \tag{4.2}$$

(3)極值III型分布(FT-III型分布)

$$F(x)=e^{-\left(\frac{B-x}{A}\right)^{k}},\quad -\infty\le x\le\infty$$
$$f(x)=\frac{k}{A}\left(\frac{B-x}{A}\right)^{k-1}e^{-\left(\frac{x-B}{A}\right)^{k}} \tag{4.3}$$

式(4.1)至式(4.3)中，x為樣本變數，$f(x)$為概率密度函數(probability density function)，$F(x)$為累積概率函數(cumulative probability function)，A，B為分布函數相關形狀之變數，此數與樣本平均值(mean)，變異數(variance)有關，即與尺度參數(scale parameter)，位置參數(location parameter)有關。

上述式(4.3)之極值分布之樣本變數x自B值以下為負值，此與波浪波高特性永遠大於零之性質不符，故此極端分布不適用於波高分布。另外，相類似FT極值分布有

(4)偉伯分布(Weibull distribution)

$$F(x)=1-e^{-\left(\frac{x-B}{A}\right)^k},\quad B\le x<\infty$$
$$f(x)=\frac{k}{A}\left(\frac{x-B}{A}\right)^{k-1}e^{-\left(\frac{x-B}{A}\right)^k} \tag{4.4}$$

(5)對數正規分布(lognormal distribution)

$$F(x)=\int_{-\infty}^{x}f(t)dt,\quad 0<x<\infty$$
$$f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}Ax}e^{-\frac{(\ln x-B)^2}{2A^2}} \tag{4.5}$$

式(4.4)之偉伯分布為Weibull(1939)研究材料破壞強度分布所提出。

對波浪波高分布特性，其變數波高x永遠大於零，故上述分布特性中，僅FT-Ⅰ，FT-Ⅱ，偉伯及對數正規分布四種符合波高之基本需求，而此四種分布相關特性與統計量、眾數(mode)、期望值或平均值(expected value)，及標準偏差(variance)有關，其關係分別如表4.1。

表4.1 各極值分布相關統計量之特性

分布函數	眾數	平均值	標準偏差
極值Ⅰ型分布	B	$B+A\gamma$	$\pi A/\sqrt{6}$
極值II型分布	$B+Ak\left[\left(\frac{k}{1+k}\right)^{1/k}-1\right]$	$B+kA\left[\Gamma\left(1-\frac{1}{k}\right)-1\right]$	$kA\left[\Gamma\left(1-\frac{2}{k}\right)-\Gamma^2\left(1-\frac{1}{k}\right)\right]^{1/2}$
偉伯分布	$B+A\left(1-\frac{1}{k}\right)^{1/k}, k>1$	$B+A\Gamma\left(1+\frac{1}{k}\right)$	$A\left[\Gamma\left(1+\frac{2}{k}\right)-\Gamma^2\left(1+\frac{1}{k}\right)\right]^{1/2}$
對數正規分布	e^{B-A^2}	$e^{\left(B+\frac{A^2}{2}\right)}$	$e^{\left(B+\frac{A^2}{2}\right)}\left(e^{A^2}-1\right)^{1/2}$

表4.1中，Γ( )為珈瑪函數(Gamma function)，γ為尤拉數(euler number)。

4.2 極值分布推定

4.2.1 資料序列選擇

極值分布推定，首先需將原始資料作基本之選擇及排序。資料序列選擇之方法可分為三大類，

(1)全部記錄選用法(full series,complete-duratim series)

此種方法乃將所有記錄取出，加以極值分析。此法因需將所有波浪資料加予分析，程序及資料數量繁瑣，分析費時，一般較不用此法。

(2)極端值選用法(extreme-value series)

此法乃利用現有記錄，在每一固定期間內(如一年)僅取一個

極端值為樣本來分析。此法依期限長短分為年計選用法(annual series)及非年計選用法(non-annual series)，前者係以每年僅取出一個極端值來分析，而後者選取之期間不為一年。年選用法因每年選出一個極端值，取擇較為客觀，是其優點，但波浪發生有時一年內連續發生數次極端事件，年選用法恐有掛一漏萬之缺點。

(3)超量選用法(partial-duration series)

此方法為以某一基本量為基準，不考慮其發生時間間隔之長短。此法依年限可分為年超過量選用法(annual exceedance series)及非年超量選用法(non-annual exceedance series)。前者完全以記錄年數，選擇最大記錄年數之波浪當做標準衡量，如有20年之波浪資料時，則選擇最大20個當做分析之樣本。後者則以工程需要，只要訂出取樣標準，即可選擇出超過標準量之樣本，此種方法優點為考慮波浪樣本之大小順序而不論其發生時間，其缺點為不一定每年取出一個資料來分析，有時一年卻有數個，較為不客觀。

極端值選用法及超量選用法較常使用，一般工程若損壞只歸咎於一次臨界嚴重情況時，則使用極端值選用法，如果工程之損壞乃由於重覆性大波浪作用而造成的，極值分析時宜採用超量選用法。

4.2.2 樣本之極值概率

依上述樣本選擇方法，若選取N個資料，首先將N個資料依大小順序排列，再計算各順位在選擇分布函數之概率F_m，此概率計算方法在四種分布函數所需之參數分別如表4.2所示。

$$F_m = 1 - \frac{m+\alpha}{N+\beta}, \qquad m = 1,2,\ldots\ldots,N \tag{4.6}$$

表4.2 計算樣本順位概率之參數

分布函數	α值	β值
極值Ⅰ型分布	0.44	0.12
極值Ⅱ型分布	$0.44+0.52/k$	$0.12-0.11/k$
偉伯分布	$0.20+0.27/\sqrt{k}$	$0.20+0.23/\sqrt{k}$
對數正規分布	0.375	0.25

在極值分布函數中，極值Ⅱ型及偉伯分布均有形狀參數k，k值一般有4個固定值，在極值Ⅱ型分布k=2.5，3.33，5.0及10.0，而偉伯分布k=0.75，1.0，1.4及2.0等4種。

樣本順序x_m對應之分布概率F_m，則可用最小二乘法將順序統計量與基準化變量y_m直線迴歸成

$$x_m = ay_m + b \tag{4.7}$$

式(4.7)中之a，b分別為直線回歸之斜率(slope)及截距(intersection)，而y_m基準化變量與概率F_m依不同分布有下列關係

極值Ⅰ型分布：
$$y_m = -ln(-\ln F_m) \tag{4.8}$$

極值Ⅱ型分布：
$$y_m = k\left[(-\ln F_m)^{-1/k} - 1\right] \tag{4.9}$$

偉伯分布：
$$y_m = \left[-ln(1-F_m)\right]^{1/k} \tag{4.10}$$

對數正規分佈：　　$y_m = \Phi^{-1}(F_m)$　　(4.11)

式(4.11)中Φ為標準正規分布之累積分布函數，Φ^{-1}為其逆函數。

4.2.3 推定適用性

一般樣本選定極值分布分析之適用性，可以利用合田和小舟(1989)提出MIR法(minimum ratio of residual correlation coefficient)來當做判斷之基準。由最小二乘法所得直線函數，可推算出樣本概率F_m下之推算值，由樣本及推算值可計算出二者相關係數r，若定義相關係數殘差為$\Delta r = 1 - r$時，合田和小舟(1989)提出相關係數殘差平均值為

$$\Delta \bar{r} = e^{a+b\ln N+c(\ln N)^2} \qquad (4.12)$$

式(4.12)中係數a，b及c依不同分布分別示如表4.3。　表 4.3中ν為選取樣本之子集個數，即樣本之採樣率。

表4.3 相關係數殘差平均值公式之係數a，b及c值

分布函數	係數a	係數b	係數c
極值Ⅰ型	$-2.364+0.054v^{5/2}$	$-0.2665-0.0457v^{5/2}$	-0.044
極值Ⅱ型$(k=2.5)$	$-2.470+0.015v^{3/2}$	$-0.1530-0.0052v^{5/2}$	0
極值Ⅱ型$(k=3.33)$	$-2.462-0.009v^{2}$	$-0.1933-0.0037v^{5/2}$	-0.007
極值Ⅱ型$(k=5.0)$	-2.463	$-0.2110-0.0131v^{5/2}$	-0.019
極值Ⅱ型$(k=10.0)$	$-2.437+0.028v^{5/2}$	$-0.2280-0.0300v^{5/2}$	-0.033
偉伯分布$(k=0.75)$	$-2.435-0.168v^{1/2}$	$-0.2088+0.1074v^{1/2}$	-0.047
偉伯分布$(k=1.0)$	-2.355	-0.2612	-0.043
偉伯分布$(k=1.4)$	$-2.277+0.056v^{1/2}$	$-0.3169-0.0499v$	-0.044
偉伯分布$(k=2.0)$	$-2.160+0.113v$	$-0.3788-0.0979v$	-0.041
對數正規分布	$-2.153+0.059v^{2}$	$-0.2627-0.1716v^{1/4}$	-0.045

4.2.4 極值統計之信賴區

上述相關係數殘差值與取樣之個數有關，若取樣較多，則相關係數殘差量減小。若相關係數殘差值累積，直到全數極值資料95%時，其相關係數殘差累積$\Delta r_{95\%}$與採樣個數N有下式之關係

$$\Delta r95\% = e^{a+b\ln N+c(\ln N)^2} \tag{4.13}$$

其中係數a，b及c如同式(4.12)與分布函數及形狀參數相關，其關係如表4.4。

相關係數殘差95%非超過概率值，合田和小舟(1989)提出當為適用基準，名為REC(residue of correlation coefficient)，當選擇分布函數之相關係數殘差Δr小於95%非超過概率值$\Delta r_{95\%}$為適用。

利用此種方法可以對樣本異常之資料予以削減，或者削減不滿足選擇分布函數之子集資料。

表4.4 相關係數殘差累積$\Delta r_{95\%}$非超過概率值之係數

分布函數	係數a	係數b	係數c
極值Ⅰ型	-1.444	$-0.2733-0.0414\nu^{5/2}$	-0.045
極值Ⅱ型$(k=2.5)$	$-1.122-0.037\nu$	$-0.3298+0.0105\nu^{1/4}$	0.016
極值Ⅱ型$(k=3.33)$	$-1.306-0.105\nu^{3/2}$	$-0.3001+0.0404\nu^{1/2}$	0
極值Ⅱ型$(k=5.0)$	$-1.463-0.107\nu^{3/2}$	$-0.2716+0.0517\nu^{1/4}$	-0.018
極值Ⅱ型$(k=10.0)$	$-1.490-0.073\nu$	$-0.2299-0.0099\nu^{5/2}$	-0.034
偉伯分布$(k=0.75)$	$-1.473-0.049\nu$	$-0.2181+0.0505\nu^{2}$	-0.041
偉伯分布$(k=1.0)$	-1.433	-0.2679	-0.044
偉伯分布$(k=1.4)$	-1.322	$-0.3356-0.0449\nu$	-0.045
偉伯分布$(k=2.0)$	$-1.188+0.073\nu^{1/2}$	$-0.4401-0.0846\nu^{3/2}$	-0.039
對數正規分布	$-1.362+0.360\nu^{1/2}$	$-0.3439-0.2185\nu^{1/2}$	-0.035

對於極值分析所推算出各重限期之各物理值，因為數據不完全符合選擇之分布函數，故所推算之結果必含有變動性，亦即推算結果僅是分布函數中某概率上之平均值，其偏差量大小應要予以估算。

極值Ⅰ型分布之估算值之標準偏差量為

$$\sigma(x_R)=\left[1+0.885(y_R-r)+0.6687(y_R-r)^2\right]^{1/2}\sigma\Big/\sqrt{N} \qquad (4.14)$$

式(4.14)中σ為樣本x之標準偏差，y_R為重現期之基準化變量，x_R為重現期之推算值。其他分布並無簡易公式推定，合田和小舟(1989)提出以補統計量的標準偏差σ_z合併可表為

$$\sigma(x_R)=\sigma_x\cdot\sigma_z \qquad (4.15)$$

其中，極值Ⅰ，Ⅱ型及偉伯分布之σ_z為

$$\sigma_z=\left[1.0+a(y-c+\alpha\ln\nu)^2\right]^{1/2} \qquad (4.16)$$

而a值在極值Ⅰ型及偉伯分布為

$$a=a_1e^{a_2N^{-1.3}+k(-\ln\nu)^{1/2}} \qquad (4.17)$$

但極值分布Ⅱ型分布a值可表為

$$a=a_1e^{a_2\left[\ln\left(N\nu^{0.5}/N_0\right)\right]^2-k\left[\ln\left(\nu/\nu_0\right)\right]^2} \qquad (4.18)$$

式(4.16)至式(4.18)中，ν需大於0.15，另外，其他係數如表4.5所示

表4.5 重現期推算量之標準偏差公式中之係數

分布函數	a_1	a_2	k	c	α	N_0	ν_0
極值 I 型	0.64	9.0	0.93	0	1.33		
極值 II 型 $(k = 2.5)$	1.27	0.12	0.24	0.3	2.3	23	1.34
極值 II 型 $(k = 3.33)$	1.23	0.09	0.36	0.2	1.9	25	0.66
極值 II 型 $(k = 5.0)$	1.34	0.07	0.41	0.1	1.6	35	0.45
極值 II 型 $(k = 10.0)$	1.48	0.06	0.47	0	1.4	60	0.34
偉伯分布 $(k = 0.75)$	1.68	11.4	-0.63	0	1.15		
偉伯分布 $(k = 1.0)$	1.92	11.4	0	0.3	0.90		
偉伯分布 $(k = 1.4)$	2.05	11.4	0.69	0.4	0.72		
偉伯分布 $(k = 2.0)$	2.24	11.4	1.34	0.5	0.54		

至於對數正規函數之σ_z為

$$\sigma_z = \left[1.2 + a(y_R - 0.2)^q\right]^{1/2} \Big/ \sqrt{2} \qquad (4.19)$$

式(4.18)中q及係數a依不同ν值而變，

$$\left.\begin{array}{lll} \nu = 1.0 & a = 0.65 & q = 2.0 \\ \nu = 0.5 & a = 1.55e^{-4.6N^{-0.6}} & q = 2.0e^{1.96N^{-0.5}} \\ \nu = 0.25 & a = 1.18e^{-8.8N^{-0.6}} & q = 2.5e^{2.34N^{-0.5}} \end{array}\right\} \qquad (4.20)$$

4.2.5 極值分析推定步驟

依據上述極值分析之分布函數，推定方法及適用性基準，整個極值分析推定步驟應如下所述：

(1)選取k年內N個樣本x_m。若選擇樣本為非年選用法時，$\lambda = N/R$，年選用法時$\lambda = 1$，即$K = N$。

(2)將樣本x_m依大小順序排列。

(3)由式(4.6)及表4.2計算各樣本之概率F_m。

(4)選擇分布函數，並由式(4.8)至式(4.11)計算基準化變量y_m。

(5)由x_m及y_m線性迴歸出直線方程式，式(4.7)，並計算相關係數r，及相關係數殘差$\Delta r = 1 - r$。

(6)由式(4.12)計算相關係數平均值$\overline{\Delta r}$，並比較各形狀參數k或各分布函數之MIR，$\Delta r/\overline{\Delta r}$，具最小值者為最佳分布及形狀參數。

(7)以式(4.13)計算$\Delta r_{95\%}$，判斷所選擇之分布函數所得相關係數殘差是否小於$\Delta r_{95\%}$，如是，則選擇分布函數適用，若非，則選擇函數不適用。

(8)選擇重現期T，其累積概率$F_m = 1 - 1/(\lambda T)$，代入式(4.8)至式(4.11)計算相對應之y_R。

(9)由步驟(8)所得y_R，代入式(4.7)求出x_R。

(10)由式(4.15)計算標準偏差$\sigma(x_R)$，則推定出之重現期結果為$x_R \pm \sigma(x_R)$。

4.3 蘇澳颱風波浪之極端值推定

由第三章統計經驗公式法，以74年至83年中央氣象局公布侵台之颱風資料，代入式(2.19)迴歸蘇澳之湧浪及式(2.21)計算蘇澳之風浪，再取湧浪及風浪之最大值，當為該颱風造成蘇澳港之最大波高。另外，由式(2.23)合併迴歸蘇澳港之湧浪及風浪，再從各時段波浪找出最大之波高，二種方法所選擇結果當為極值分析樣本。

由上述二種方法中，10年內共分析颱風波浪為58個颱風，若依非年選用法$\lambda = {}^{58}/_{10} = 5.8$，取58個樣本，若依年選用法分析，則樣本為10個。選擇極值分布函數為極值Ⅰ型、極值Ⅱ型、偉伯分布及對數正規分布四種。以此四種分布分析蘇澳颱風風波浪極值分布之相關係數特性為表4.6。

由表4.6顯示，非年選用法中，偉伯分布$(k = 2.0)$之MIR較其他三者為小，顯示偉伯分布較其他三種更適合當為颱風波浪波高分布之函數，且四種分布之殘差值均小於$\Delta r_{95\%}$值，此顯示偉伯分布為較可信賴之分布函數。另外，若為年選用法所得相關係數均較非年選用法為低，此顯示年選用法所得之結果應較非年選用法不準確，此原因可能因為在此計算所選用之颱風年數僅10年，數據可能偏少所致。

另外，由港研所(1985)以34年颱風資料，應用單位元素面積風域法數值推算蘇澳港資料，分析偉伯分布之迴歸相關係數為0.985，MIR為0.566，而$\Delta r_{95\%}$為0.026。

表4.6 不同取樣方法與不同極值分布之相關係數、MIR及$\Delta r_{95\%}$

取樣方法		極值Ⅰ型	極值Ⅱ型 ($k=10.0$)	偉伯 ($k=2.0$)	對數正規
分別迴歸非年選用法	相關係數(r)	0.986	0.968	0.995	0.980
	最小相關係數殘差(MIR)	1.020	0.710	0.200	1.970
	$\Delta r_{95\%}$	0.032	0.046	0.021	0.021
合併回歸非年選用法	相關係數(r)	0.995	0.991	0.996	0.961
	最小相關係數殘差(MIR)	0.396	0.195	0.191	3.824
	$\Delta r_{95\%}$	0.032	0.046	0.027	0.021
分別回歸年選用法	相關係數(r)	0.962	0.943	0.967	0.983
	最小相關係數殘差(MIR)	1.000	0.960	0.710	0.450
	$\Delta r_{95\%}$	0.090	0.101	0.080	0.084
合併回歸年選用法	相關係數(r)	0.988	0.989	0.985	0.967
	最小相關係數殘差(MIR)	0.308	0.191	0.329	0.930
	$\Delta r_{95\%}$	0.090	0.101	0.088	0.084

若以非年選用法選擇樣本及港研所推算結果，以偉伯分布計算各重現期之波浪波高值分別如表4.7所示

表4.7 以偉伯分布計算各重現期之波浪波高

單位：公尺

重現期(年)	分別迴歸	合併迴歸	數值計算
5	*8.10±0.57*	*8.47±0.79*	*7.99±0.40*
10	*8.84±0.63*	*9.51±0.92*	*8.90±0.48*
20	*9.53±0.69*	*10.48±1.03*	*9.68±0.56*
50	*10.35±0.76*	*11.71±1.19*	*10.58±0.65*
100	*10.94±0.82*	*12.59±1.30*	*11.20±0.71*
● 註：數值結果為港研所（1985）以單位元素面積風域法計算所得數據，經較極值推定者。			

表4.7中，推定重現期之波高，後加正負號之值為以式(4.12)計算推定值一個標準偏差值。由表4.7中顯示由分別迴歸非年選用法所得推定波高結果與數值計算推定波高較為接近，而兩者均較合併迴歸結果為小，其差值在0.5~1.3公尺之間。由表4.7顯示蘇澳港50年重現期之波高10.3~11.7公尺，標準偏差量在0.7~1.2公尺之間。

至於各重現期波浪之週期，目前因無學理來推算，若欲引用可利用波高與週期之統計關係，見SPM（1984）

$$T_s = 12.1\sqrt{\frac{H}{g}} \qquad (4.21)$$

若以式（4.21），將蘇澳港50年重現期波浪之波高範圍9.6~12.9公尺代入，得50年重現期波浪週期為11.84~13.88秒。

本研究所得結果乃印證花蓮港之結果後，直接引用至蘇澳港，其中颱風波浪是否有地區之局部性影響乃值得再研究，另外，目前計算結果僅以10年颱風波浪資料進行分析，樣本個數上似乎稍嫌太少，應再多取颱風，增加樣本數量以增加極端值推算之精確性。

4-4 花蓮颱風波浪之極端值推定

將 1958 年至 1994 年，由中央氣象象所公佈的颱風資料，以第二章所述之 A 、 B 、 C 、 D 四種類型的迴歸公式，分別追算花蓮之波浪。最後取出每一類型之波高最大值，代表該颱風造成花蓮之最大波高，此為極端值非年選用法。另外，極端值年選用法則是在追算後，選出每年所發生的颱風波浪最大值，代表該年的最大颱風波浪之波高。兩種方法所選擇結果當作極值分析樣本。

由於資料不甚完整，在 1958 年至 1994 年中，僅有 28 個年度，共 34 個颱風資料可供分析。上述兩種方法中，若依非年選用法選取，可得到 134 個樣本($(\lambda = 134/28 = 4.8)$ 。若依年選用法分析，則有樣本 28 個。選擇極值分布函數為極值 I 型、極值II型、偉伯及對數常態四種。以此四種分布分析花蓮颱風波浪極值分布之相關係數特性為表 4.8 。

表 4.8 不同取樣方法與不同極值分布之相關係數 γ 及 MIR

取樣方法		極值 I 型	極值II型(k=10.0)	偉伯(k=2.0)	對數常態
Type A 非年選用法	γ	0.991	0.984	0.996	0.952
	MIR	1.234	0.395	0.293	9.542
Type B 非年選用法	γ	0.994	0.989	0.997	0.954
	MIR	0.783	0.272	0.186	9.141
Type C 非年選用法	γ	0.994	0.986	0.996	0.965
	MIR	0.736	0.346	0.294	6.887
Type D 非年選用法	γ	0.919	0.988	0.992	0.733
	MIR	10.776	0.305	0.521	53.472
Type A 年選用法	γ	0.976	0.962	0.980	0.979
	MIR	1.099	0.754	0.623	1.169
Type B 年選用法	γ	0.982	0.966	0.988	0.980
	MIR	0.836	0.675	0.373	1.150
Type C 年選用法	γ	0.988	0.979	0.988	0.978
	MIR	0.553	0.420	0.374	1.246
Type D 年選用法	γ	0.970	0.993	0.985	0.896
	MIR	1.386	0.144	0.476	5.903

由表 4.8 顯示，年選用法所得相關係數均較非年選用法為低，此顯示年選用法所得之結果較非年選用法不準確，此原因可能因為在此計算所選用之颱風年數僅 28 年，數據可能偏少所致。另外，非年選用法中，偉伯分布(k=2.0)之 MIR ，在大部份的情況下較其他三者為小，顯示偉伯分布較其他三種更適合當為颱風波浪波高分布之函數。

以極值非年選用法選樣本及偉伯分布計算各重現期之波高值分別如表 4.9 所示。

表 4.9 極端值非年選用法，以偉伯分布計算各重現期之波浪波高(單位：公尺)

重現期(年)	Type A	Type B	Type C	Type D
5	8.20 ± 0.52	8.59 ± 0.55	9.10 ± 0.57	5.59 ± 0.78
10	9.31 ± 0.61	9.75 ± 0.64	10.30 ± 0.67	6.91 ± 1.01
20	10.35 ± 0.69	10.84 ± 0.72	11.45 ± 0.76	8.31 ± 1.26
50	11.67 ± 0.80	12.22 ± 0.83	12.89 ± 0.87	10.26 ± 1.61
100	12.63 ± 0.87	13.22 ± 0.91	13.93 ± 0.95	11.82 ± 1.88

以極端值年選用法選樣本，再以偉伯分布計算各重現期之波高值，分別如表 4.10 所示。

表 4.10 極端值年選用法，以偉伯分布計算各重現期之波浪波高(單位：公尺)

重現期(年)	Type A	Type B	Type C	Type D
5	8.09 ± 0.62	8.58 ± 0.69	8.92 ± 0.67	5.22 ± 0.92
10	9.20 ± 0.75	9.84 ± 0.84	10.14 ± 0.81	6.81 ± 1.32
20	10.16 ± 0.87	10.92 ± 0.97	11.18 ± 0.94	8.41 ± 1.74
50	11.28 ± 1.01	12.16 ± 1.13	12.39 ± 1.09	10.52 ± 2.30
100	12.03 ± 1.11	13.01 ± 1.24	13.21 ± 1.20	12.11 ± 2.73

表 4.9 與表 3.10 中，推算重現期之波高，後面加上的正負號之值是以式(3.12)計算推定的偏差量。由 Type A 所得推定波高的偏差量較其他三類小，可見分類愈細，所得結果的精度亦愈。高由 Type B 與 Type C 所推測的波高值較保守。表 4.9 並顯示花蓮港 50 年重現期之波高為 10.2～12.8 公尺，偏差量在 0.8～1.6 公尺之間。而在表 4.10 中，花蓮港 50 年重現期之波高為 10.5～12.4 公尺，偏差量在 1.0～2.3 公尺之間。這兩種選

擇樣本的方法所得到的結果，在這裡並無太大差別。但是非年選用法所擇取的樣本較多，因此偏差量明顯較小，所得結果應較精確。

另外引用港研所的資料做比較。由港研所(1985)以 35 個颱風資料，利用實用法（梁、簡）推算花蓮港波浪，再以極端值年選用法與偉伯分在取樣計算各重現期波高，與合田和小舟(1989)之偉伯分在計算方法比較，示如表 4-11 。

表 4-11　港研所以偉伯分布計算各重現期之波浪波高（單位：公尺）

重現期（年）	傳統法	合田和小舟
5		7.83 ± 0.38
10	9.36	8.60 ± 0.46
20	10.17	9.27 ± 0.54
50	11.23	10.03 ± 0.62
100	12.01	10.56 ± 0.68

由表 3-10 及表 4-11 比較可看出，由表 4-11 顯示傳統偉伯分布計算法所得結果與合田小舟(1989)之計算法約有 1.0 公尺左右之差異，且 Type A 與實用法推算的結果較為一致。因為港研所所取的樣本數較多，所以相對也比較精確，其偏差量較其他四種方法小。

至於各重現期波浪之週期，目前因無學理來推算，若欲引用可利用波高與週期之統計關係，見 SPM(1984)。若以式 4-21 ，將花蓮 50 年重現期波浪之波高範圍 10.2 ～ 12.8 公尺代入，得 50 年重現期波浪週期為 12.34 ～ 13.83 秒。

在此乃印證花蓮港之結果，若直接引用至東海岸其他地點時，颱風波浪是否受地區之局部影響仍研究。另外，目前僅以 28 年颱風波浪資料進行分析，樣本個數可能還嫌本少，應再多取颱風個數，增加樣本數以增加極端值推算之精確性。

第五章 波浪推算動畫系統之建立

5-1 物件導向

物件導向(object oriented)是目前前程式設計的流行趨勢。當前市面上的應用軟體多為視窗的型態。語言設計如介面已不如以往單調，隨處可見的是各種按紐、工具及視窗。這些圖形化介面不僅拉近程式與使用者間的距離，同時也讓使用者在使用時感覺輕鬆、方便。

5-2 波浪推算動畫系統之建立

為了使式 2-17 與式 3-10 在應用上更為方便，在此利用 Visual Basic 語言設計一套簡單的波浪推算系統。在基本的設計架構上分為波浪追算與波預測兩部份。

5-2-1 波浪追算動量系統

在波浪追算的部分，將所蒐集的歷年颱風資料加以建檔。每個颱風資料檔案中，包含了日期、颱風中心氣壓、颱風中心的經緯度，以及七級風暴風半徑等項目。

圖 5-1 的畫面中，使用者首先在功能表上點選「波浪推算」。接著在下拉式選單中選擇港口（即推算點），再依序選取所要追算的颱風名稱，圖 5-2 。程式讀取使用者所選擇的颱風資料並將每筆數據加以追算後，立即把結果顯示於右上角的文字方塊(Text box)中，且螢幕上同時繪出颱風中心位置與七級風暴風圈的示意圓圈，圖 5-3 。隨著示意圓圈移動，右上角的文字方塊也不斷地配合更新相關資料。

此外，當選取的推算點確定後，系統立即在螢幕上的地圖以小實心圓將推算點位置標示出。此小實心圓會隨波高變化顏色，當波高大於 9 公尺

時為紅色，代表危險狀況；9公尺至5公尺間為黃色，顯示須處於警戒狀態；5公尺以下為藍色，表示尚無危險之虞。

暴風圈示意圓圈移動時，系統將其中心軌跡以紅色虛線同時描繪出以利使用者觀察颱颱風路徑。當暴風圈停止移動後，系統會將此次颱風所造成的最大示性波高顯示於文字方塊上，提供使用者參考，示如圖5-4。

5-2-2 波浪預測動量系統

如圖5-5，首先在功能表上點選「波浪預測」，接著同樣是選擇港口（即推算點）。選擇完畢，地圖上會將推算點的相關位置，以白點標示出來，畫面右上方也立即出現可供使用者輸入資料的文字方塊。使用者須將颱風的天氣資料，包括颱風中心的經緯度、中心氣壓及七級風暴風半徑分別輸入指定的文字方塊中，示如圖5-6。為了告知使用者輸入數據的範圍與單位，在文字方塊下方設計一個黃色標籤(Label)提供參考。

輸入完畢，按下「執行」的指令按鈕，經由程式計算後，文字方塊立即顯示出推算點與風中心間的距離、預測的示性波高與示性週期的預測結果，同時將颱風中心與暴風圈的示意圓圈描繪於畫面上，如圖5-7所示。使用者可重覆上述步驟繼續輸入資料，而前一個颱風示意圓圈仍會保留在畫面上，以利使用者觀察其預測的颱風位置，見圖5-8。

至於預測的颱風資料可由許多的數值預測模型，例如持續法(Persistence)、類似法(Analogue method)、綜觀氣象學的預報法、統計預報法、力學預報法以及統計、力學預報法等得到（見徐明同，颱風之路徑與其預報，1977），在此不多加闡述。

此推算系在設計之初的本意為提供工程師們，一個容易使用操作與清楚生動的介面。此系統現僅為一雛型，功能與結果的精確度尚有待繼續研究開發。

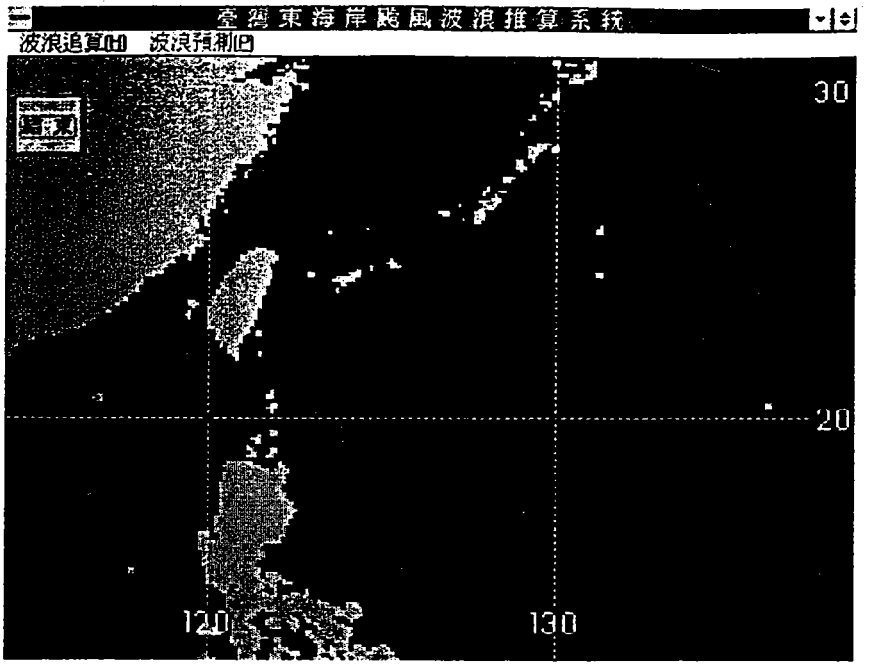


圖 5-1 臺灣東海岸颱風波浪推算系統主畫面

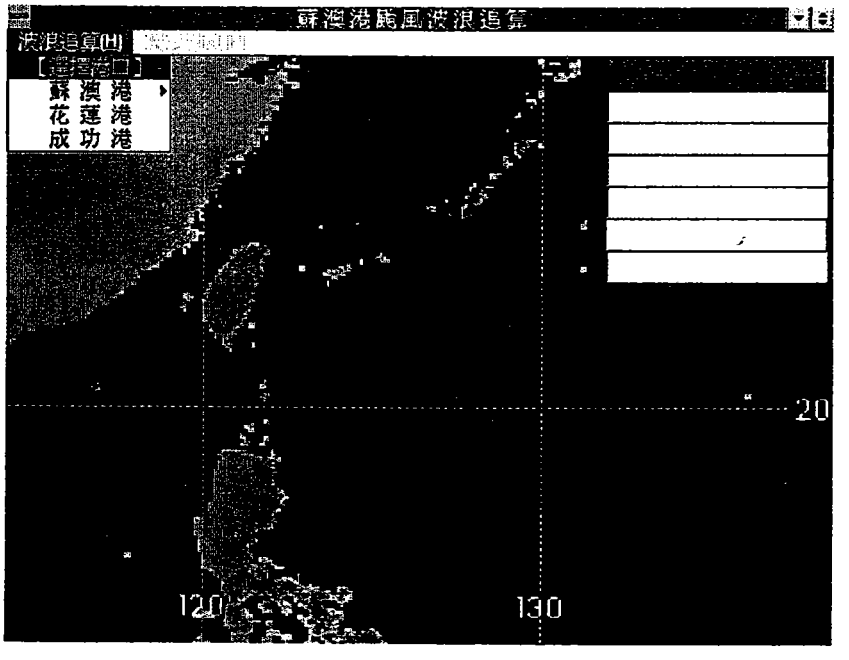


圖 5-2 選取推算點與颱風名稱

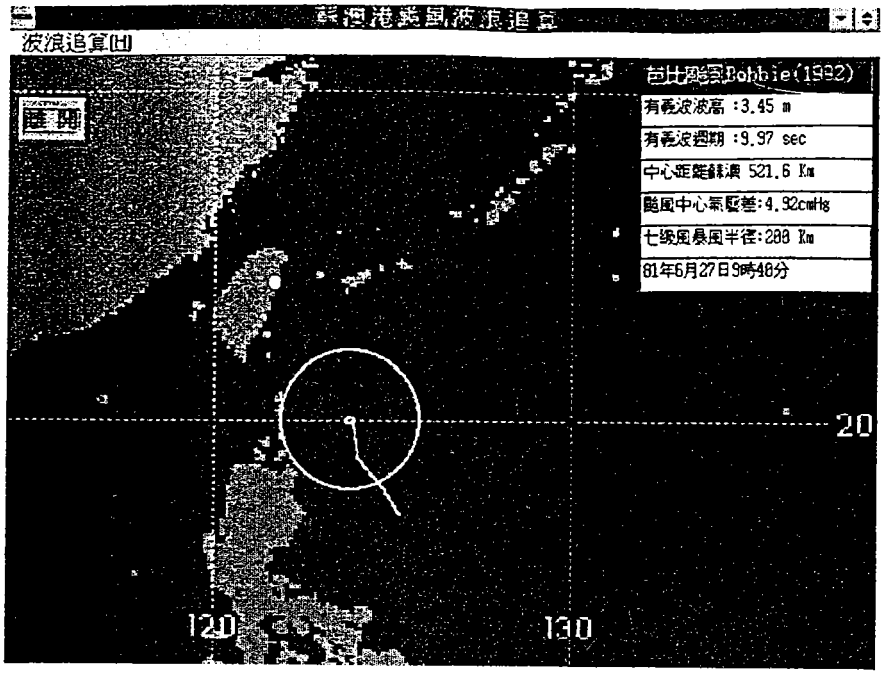


圖 5-3 程式執行當中的颱風相關資訊隨時更新

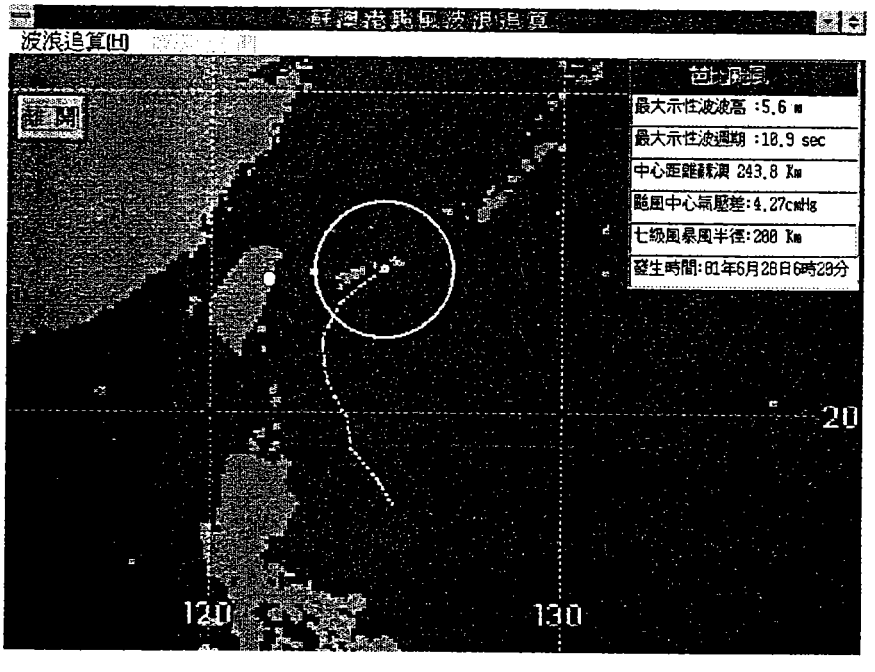


圖 5-4 執行終了時文字方塊顯示波高最大值與相關資訊

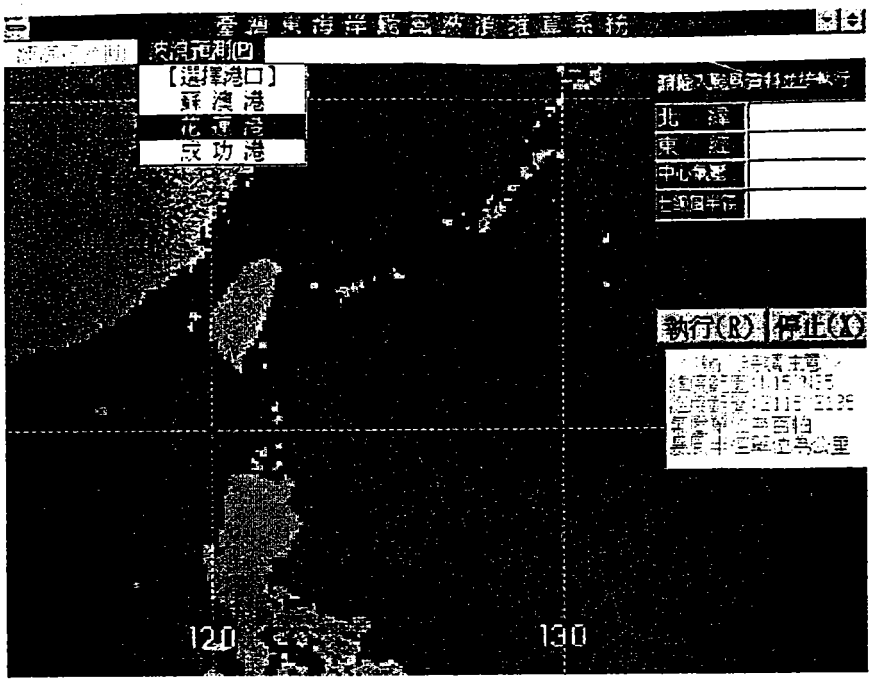


圖 5-5 點選波浪預測，並選擇推算點

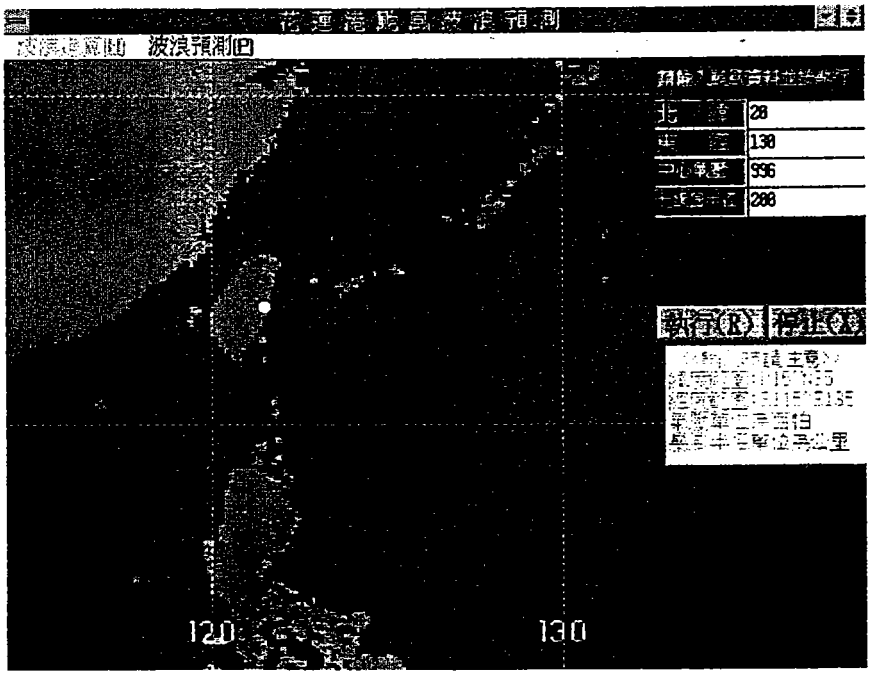


圖 5-6 輸入預測之天氣資料，並按下執行鍵

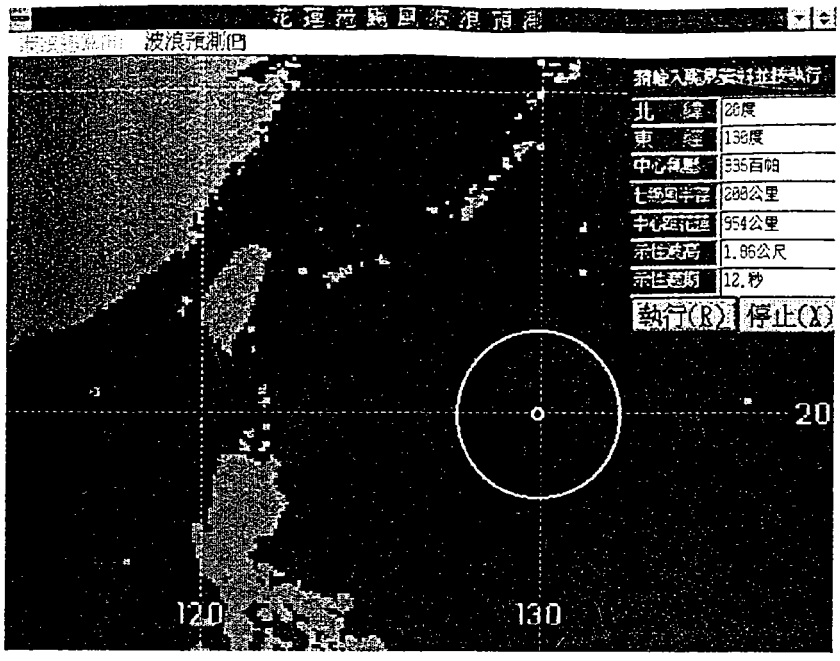


圖 5-7 執行完畢結果顯示於畫面上

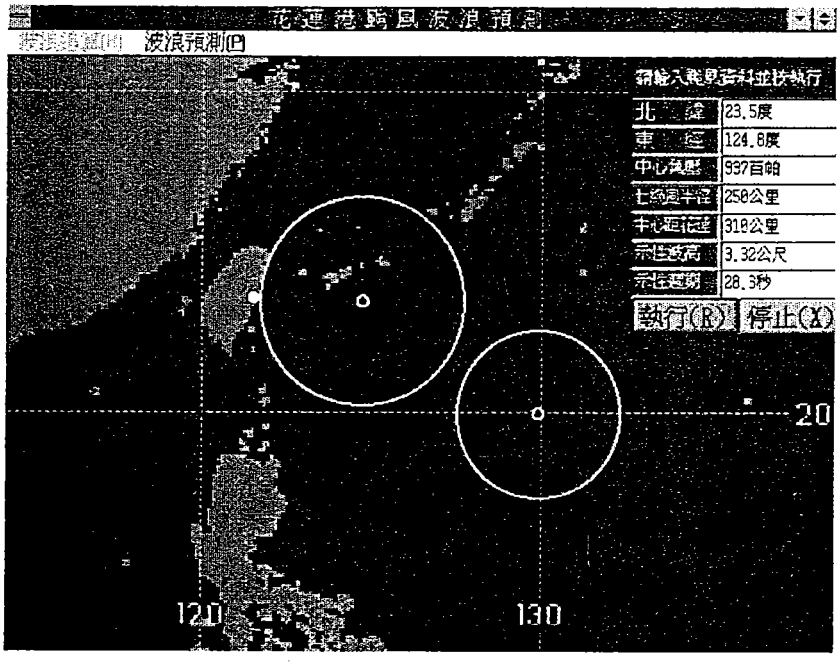


圖 5-8 重覆輸入資料可得新的預測結果

第六章 結論與建議

6-1 結論

本計劃利用所收集颱風及颱風波浪資料，整理分析，經統計分析迴歸出推算颱風波浪之公式，並利用極值統計分析迴歸出各種重現期之波浪特性，得到下列四點結論：

（一）本計劃提出推算颱風湧浪之特性為

$$H_S = 1.4 + 6.5\left(\frac{\Delta p}{100}\right)e^{3.0\left(\frac{R_7}{D}\right)^{1/2}}\left(1 - A_S\right)$$

$$T_S = 4.0 + 52.69\left(\frac{\Delta p}{100 \cdot g}\right)^{1/2} e^{0.75\left(\frac{R_7}{D}\right)^{1/2}}\left(1 - A_S\right)$$

（二）而推算風浪公式為

$$H_W = 1.4 + 95.68\left(\frac{\Delta P}{100}\right)\left(1 - A_S\right)$$

$$T_W = 4.0 + 120.5\left(\frac{\Delta P}{100 \cdot g}\right)^{1/2}\left(1 - A_S\right)$$

（三）蘇澳港50年重現期之波高，經極值統計分析約為10.3~11.7公尺，標準偏差為0.7~1.2公尺之間，波浪週期為11.84~13.88秒之間。

（四）花蓮港推算示性波波高的公式：

$$H_s = 1.3 + a \cdot \left(\Delta P/100\right) \cdot \left(1/\left(1 + b \cdot D/R_7\right)\right) \cdot \left(1 - A_s\right)$$

推算示性週期的公式：

$$T_s = 6.0 + a \cdot \left(\Delta P/100g\right)^{1/2} \cdot \left(1/\left(1 + b \cdot D/R_7\right)\right)。$$

此二式的變數與中央氣象局所發佈之颱風天氣資料的項目相同，所以在資料的取得上相當容易。另外這兩個公式在計算上，不若其他經驗公式繁瑣複雜。因此在應用上格外方便。

（五）在樣本的取擇方面，則是極端值非年選用法的表現較極端值年選用法好。這是因為非年選法所選的樣本較多，精度也相對提高。

（六）本計劃所發展出之推算波浪公式，因颱風波浪資料尚少，且局部於花蓮港之單點數據，可靠性較低，且極值分析所選擇之樣本僅10年，樣本數尚少，應再做更深入且樣本數多之分析。

6-2 建議

在蒐集資料過程中，發現颱風資料不甚齊全。這其中有因為天候惡劣的關係，導致儀器故障，屬於不可抗力的原因。也有資料登錄錯誤或遺漏的人為疏失。國內在資料建制的技術方面，應可再加強。

本文僅針對臺灣東部海岸做波浪推算。至於西部海岸，因為有中央山脈屏障，颱風與山脈間的強烈交互作用，不但影響颱風的行徑，也使風場發生變化，而導致波推算上的困難。所幸颱風波浪在西海岸所造成的損害比東海岸小得多。但這方面的問題仍值得研究。

參考文獻

1.山口正隆，L.H. Holthuijsen,日野幹雄，鈿田佳男，波的方向性考慮之混合參數波浪預測模式，土木學會論文集，第39號/II-10，第193~202頁，(1988)。

2.交通部中央氣象局(1994)，「颱風百問」，第27-29頁。

3.光易恆(1990)，「波浪推算、數值模式及有關物理現象」，日本土木學會論文集第423號，第11 -14頁。

4.合田良實(1990)，港灣構造物的耐波設計，鹿島出版社。

5.合田良實，小舟浩治(1989)，「波浪的極值統計分布函數之棄卻基準」，海岸工學論文集，第36卷，第135-139頁。

6.林柏青，莊甲子(1995)，「彌陀海域風湧浪合成模式研究」，第十七屆海洋工程研討會論文集，臺南，第379-392頁。

7.侯和雄，王玉懷，陳森河(1995)，「颱風暴潮之探討—龍洞案例」，第十七屆海洋工程研討會論文集，臺南，第351-366頁。

8.張金機(1994)，「花蓮港與蘇澳港八十三年颱風災害探討」，台灣省政府交通處港灣技術研究所專刊第99號。

9.梁乃匡，林文宗(1995)，「夏季侵台颱風波浪推算研究」，第十七屆海洋工程研討會論文集，臺南，第425-442頁。

10.梁乃匡(1985)，「台灣四周海岸波浪推算數值模式研究」，台灣省政府交通處港灣技術研究所專刊第74-研(二)號。

11.簡仲璟、曾相茂、林受勳(1995)，「台灣區域波浪統計特性比較研究」，第十七屆海洋工程研討會論文集，臺南，第161-176頁。

12.Anderson, D. A., J. C. Tannehill and R. H. Pletcher (1984) ,Computa-tional Fluid Mechanics and Heat Transfer, McGraw-Hill, pp.102-103.

13.Bishop, C. T., M. A. Donelan and K. K. Kahma, (1992),"Shore Protec-tion Mannual's Wave Prediction Reviewed," Coastal Eng., Vol.17, pp.41-48.

14.Bretchneider,C.L.(1970) " Wave Forecasting Relations for Wave Generation,"Look Lab, Hawaii ,Vol.1 ,No.3.

15.Collins,J.I. and M.J. Viehman (1971), "A Simplified Empirical Model for lourricane with Fields," Offshore Technology Conf.,vol.1, Houston,Tex.,Apr.

16.Donelan,M.A. (1980) "Simifarity Theory Applied to the Forecasting of Wave Heights, Preiods and Directions," Proc.Canadian Coastal Conf., pp.47-61.

17.Harris, D. L. (1958) , "Meteorological Aspects of Storm Surge Genera-tion," Journal of the Hydraulics Dicision, ASCE,No.HY7, paper1859, 25pp.

18.Mitsyasu,H. and T. Kusaba (1984) "Drag Coefficient over Water.Surface under the Action of Strong Wind," J. Natural Disas.,Sci ,Vol.6,No.2 , pp.43-50.

19.Myers, V. A.(1954),"Characteristics of United States . Hurricanes Pertinent to Levee Design for Lake Okeechobee,Florida," Hydro-meteorological Research No.32,U.S Weather Bureau, Washington,D.C..

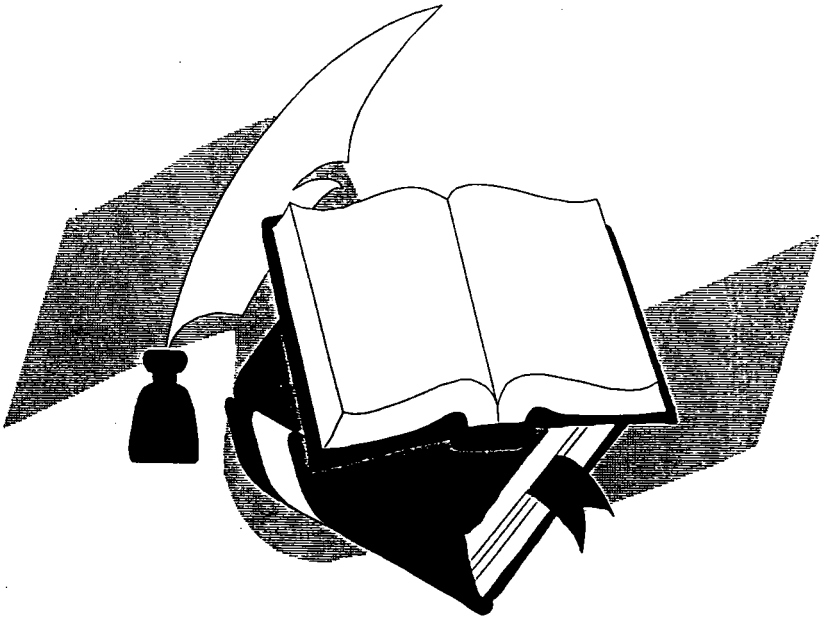
20.Shore Protection Manual (1984),U.S. Army of Corps of Engineers ,Coastal Engineering Research Center, U. S. Govt. Printing Office,Washington,D.C..

21.SWAMP Group(24 Authors),(1985), Ocean Wave Modeling, Plenum Press, New Pork, 256pp.

22.Williams,R.T.(1995), "Lambert and Mercator Map Projection in Geology and Geophysics," Computer & Geosciences, Vol.21, No.3, pp.353-364.

第三子計畫

台灣五個國際港附近海域海氣象資料庫系統建立研究



86-研(三)-3

台灣五個國際港附近海域海氣象資料庫系統建立研究

台灣省政府交通處
港灣技術研究所
台中　　梧棲

中華民國八十六年六月

台灣五個國際港附近海域

海氣象資料庫系統建立研究

計畫主持人：何良勝研究員

邱永芳研究員

研 究 人 員：曾相茂副研究員

楊怡芸行政助理

摘　要

本計畫利用本所往昔對台灣四周海域進行之海氣象調查研究中的資料蒐集與統計分析結果，經整理歸納後建立一海氣象資料庫查詢系統。系統中包括海象資料庫之建檔、查詢系統之建立及初步籌設的網際網路架構等部份。其中，海氣象資料庫說明包含風、波浪、海流、潮汐與颱風等各類資料之蒐集、建檔與資料格式等情形。

查詢系統則說明系統之架構流程與操作方式，其中包括往昔資料分析結果之一般性查詢以及呈現颱風推算結果之颱風動態查詢兩部份。颱風動態查詢系統包括往昔颱風資料之波浪推算及可供預測推算之波浪預測等。

本報告最後部份則介紹說明籌設之資庫網際網路系統，本系統係以兩種 Push Model 為傳輸資料架構，利用全球資訊網(WWW)系統傳送資料。

目　錄

摘要 1

圖表目錄 2

壹、前言 6

貳、海氣象資料庫說明 8

2-1 風速、風向資料庫 8

2-2 波浪資料庫 12

2-3 海流資料庫 18

2-4 潮汐資料庫 20

2-5 颱風資料庫 21

參、資料庫查詢系統說明 23

3-1 一般性資料庫查詢系統 23

3-2 颱風動態查詢系統 28

肆、資料庫網際網路簡介 35

4-1 資料傳輸核心架構說明 35

4-2 系統資料庫設計 38

4-3 查詢系統架構 41

伍、結論與建議 44

參考文獻 45

表 目 錄

表 2-1 台灣近岸及離島地區風測站相關資料 9

表 2-1(續)台灣近岸及離島地區風測站相關資料 10

表 2-2 台灣近岸海域波浪測站相關資料 12

表 2-2(續)台灣近岸海域波浪測站相關資料 13

表 2-3(a)示性波高各區間分佈百分比 14

表 2-3(b)示性波週期各區間分佈百分比 15

表 2-4 示性波高、週期聯合分佈統計表 16

表 2-5 台灣近岸海域海流測站相關資料 18

表 2-6 各方向海流速度之統計量 19

表 2-7 台灣近岸海域潮汐測站相關資料 20

表 4-1 各類海氣象資料表單欄位表示 39

圖 目 錄

圖 2-1(a)歷年統計風玫瑰圖 11

圖 2-1(b)年統計風玫瑰圖 11

圖 2-2 示性波高、週期聯合分佈圖 16

圖 2-3 冬季、夏季及全年統計，示性波高極端值分佈圖 17

圖 2-4 月統計海流玫瑰圖 19

圖 2-5 颱風侵襲路徑示〔意圖 22

圖 3-1 海氣象資料庫查詢系統流程圖 24

圖 3-2 港研所網際網路查詢項目選擇 25

圖 3-3 海氣象資料庫查詢系統首頁 26

圖 3-4 海氣象資料項目選擇 27

圖 3-5 颱風動態查詢系統首頁 30

圖 3-6 歷年颱風侵襲台灣次數統計 30

圖 3-7 歷年颱風登陸地點分段統計 31

圖 3-8 歷年颱風侵襲路徑分類統計 31

圖 3-9 颱風波浪追算查詢系統主畫面 32

圖 3-10 颱風波浪追算執行過程 32

圖 3-11 颱風波浪追算執行終結之相關資料 33

圖 3-12 颱風波浪預測查詢系統主畫面 33
圖 3-13 颱風波浪預測執行過程 34
圖 3-14 颱風波浪預測重覆輸入之預測結果 34
圖 4-1 利用 SMTP 之 Push Model 作法的系統架構 36
圖 4-2Channel Server/Client 作法的系統架構 37
圖 4-3 網際網路海氣象資料庫查詢流程圖 42
圖 4-4 網際網路海氣象資料庫審查流程圖 43

壹、前言

台灣四周環海，開發海洋資源、發展航運、從事港灣建設或是海埔新生地開發等，均須長期可靠的海氣象資料作為規劃設計之依據。海氣象資料之獲得為一項艱苦且耗費金錢的工作，以往國內相關單位辦理海氣象觀測,由於缺乏整體規劃，事權不能統一，人力、財力分散，資料之取得零散，規格不一，且未能有系統的整理分析，造致海氣象資料之引用與相關學術研究的困擾。

鑒於海氣象資料取得之重要性與應用上的困擾，國內有關單位已陸續作整合與分工的工作，例如中央氣象局於民國八十二年根據全國科技會議，建議成立海象測報中心，負責整合國內海象觀測系統，建立海象資料庫，並將波浪觀測分為外海與近岸兩區。海象測報中心負責外海波浪觀測與資料蒐集；港灣技術研究所負責五個國際港口波浪觀測與近岸資料蒐集。並對觀測資料取樣時間、資料格式與儲存方法等作統一建檔儲存，以達成資料共享目標。

本所自民國七十五年開始，即從事台灣四周海氣象調查工作，並已蒐集大量的海氣象資料。往昔曾就此資料加以整理、分析，近年來並應用此資料對台灣四周海域作整體的區域性分析，整理歸納適合各地海域的海氣象特性結果，提供各界對於海洋資料之需求。然而，前述的海氣象資料及其分析結果數量龐大且項目繁雜，實須建立一套完整的資料庫加以儲存與管理，同時亦應有一方便操作的查詢系統，提供需求者能快速、方便、正確的獲得所須的資料與資訊。

本計畫即是利用往昔本所自行觀測的海氣象資料與收集其他單位的資料，經整理歸納及統一格式後，建立一海氣象資料庫查詢系統。本系統係以個人電腦視窗方式，將資料分析結果以各類圖形或表格顯示，可讓使用者能方便、快速的瞭解台灣四周海域海氣象的基本特性。另外，本計畫之查詢系統亦將納入本所之網際網路查詢系統，將來亦可納入全國海氣象資訊網中，方便各界查詢參考之用。

本報告計分五章，第二章中將詳述包括風、波浪、海流、潮汐、颱風等各類海氣象資料之建檔說明；第三章中將介紹查詢系統之規劃與操作方式；第四章則說明資料查詢系統於網際網路之架構與流程；最後則將本報告內容作一結論與建議。

貳、海氣象資料庫說明

海氣象資料庫查詢系統得以完整、正確的建立並能提供使用者方便快速的查詢應用，實有賴相關資料之蒐集、篩選與整理歸納的完善規劃，本章中將首先詳述海氣象資料庫之建檔及建立過程。

本計畫中所蒐集之海氣象資料，除本所自行觀測外，尚包括中央氣象局、台南水工試驗所、台灣省水利處、海軍氣象中心及其他學術研究單位。先將蒐集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如水位變化；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，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。

目前本計畫中所整理歸納的資料種類計有：風、波浪、海流、潮汐與颱風等五種，茲就各類型資料說明如下。

2-1 風速、風向資料庫

本計畫中有關風測站的選擇是以近岸或離島地區為考量，經蒐集整理後之風速、風向測站資料如表 2-1 所示。風速、風向資料一般依月、季(夏季為每年5月至8月，冬季則為11月至翌年2月)、年，歷年的時段分別予於統計其區間所佔之百分比，並將結果繪製成風致瑰圖。圖 2-1 為年及歷年間之風致瑰典型圖，圖中並標示各時段風速大小與對應風向之關係。

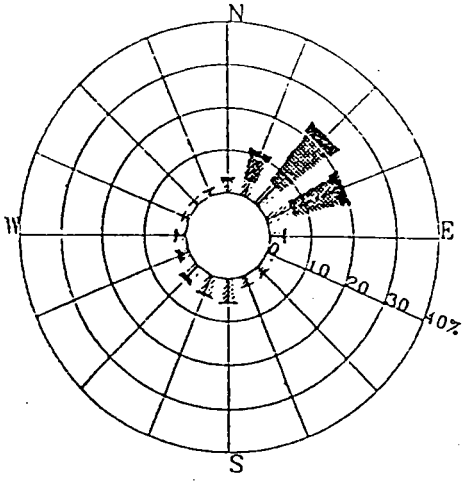
一般而言，上述的風速、風向統計資訊已能滿足大部份使用者的需求。對於更進一步的分析，例如強風延時特性、海陸風特性的分析程式雖已建立，但其結果將暫不納入查詢項目。

表 2-1 台灣近岸及離島地區風測站相關資料

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 2-1(續)台灣近岸及離島地區風測站相關資料

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	〃	〃	



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

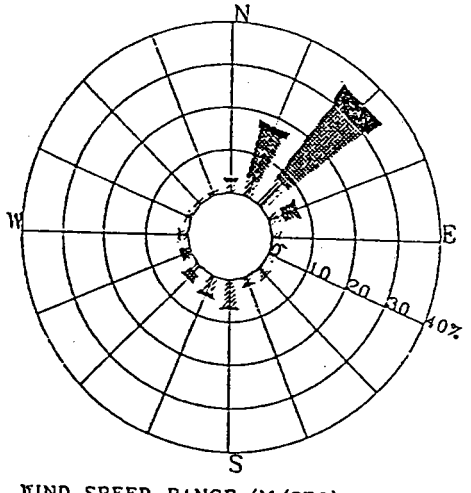
13.9 – 20.7 20.8 – INFI

POSITION : TAI-CHUNG HARBOUR

DATE : 1984-1990

DATA NAME : TCYETO.DAT

圖 2-1(a)歷年統計風玫瑰圖



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)年統計風玫瑰圖

2-2 波浪資料庫

本計畫中有關波浪資料蒐集如表 2-2 所示，表中為各波浪測站、量測時間及其他相關資料。由於波浪量測儀器種類不一，其使用格式也不盡相同，因此，資料須先處理原始水位變化紀錄，再次處理波高與週期，最後依所需要作分析整理。可供一般使用者查詢參考的項目，大致有(1)示性波高、週期各區間百分比，如表 2-3 。(2)示性波高、週期聯合分佈圖、表，如表 2-4 及圖 2-2 。(3)示性波高極端值分佈，如圖 2-3 。

表 2-2　台灣近岸海域波浪測站相關資料

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
大碼頭	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 2-2(續)台灣近岸海域波浪測站相關資料

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	基隆港務局	報表紙	缺1983/08 1983/10 - 11
		1987/0701-1987/0919	港研所	磁帶	
		1988/0308-1990/09	〃	〃	
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	港研所	磁帶	缺1984 / 08
		1988/0122-1988/0129	〃	〃	
		1989/1229-1995/06	〃	磁片	
東吉島	DG	1977/12	中央氣象局	磁帶	缺1983/06 - 1985/01 1985/08
		1981/07 - 1995/06			
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	港研所	磁片	
		1989/0909-1989/1130			
		1989/0131-1989/0330			

表 2-3(a)示性波高各區間分佈百分比

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 2-3(b)示性波週期各區間分佈百分比

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 2-4 示性波高、週期聯合分佈統計表

PROBILITY Distribution of wave period at HAW-LIAN ST-XX DATE : 84.06.01.00:00-84.06.30.23:00
UNIT : SEC wave period T1/3(SEC) 0.3001 SEC DATA

VALUE	PERCENTAGE (%)	DISTRIBUTION
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	.76	
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	.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 : 3.25 STANDARD DEVIATION OF wave period : 1.81
MAX OF wave period : 14.50 1/3 wave HEIGHT : 3.50
MIN OF wave period : 4.50 1/3 wave HEIGHT : .58
CURVE RATIO OF wave period : 2.88 SKEWNESS OF wave period : 13.91 PC VALUE OF wave period : 81.27
MOST LOCATED AT wave period INTERVAL (5.00, 7.00) IS 48.98

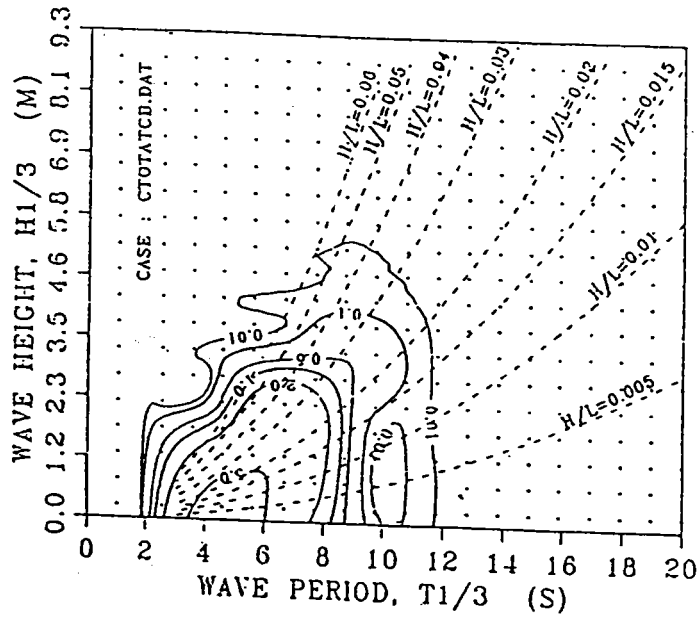


圖 2-2 示性波高、週期聯合分佈圖

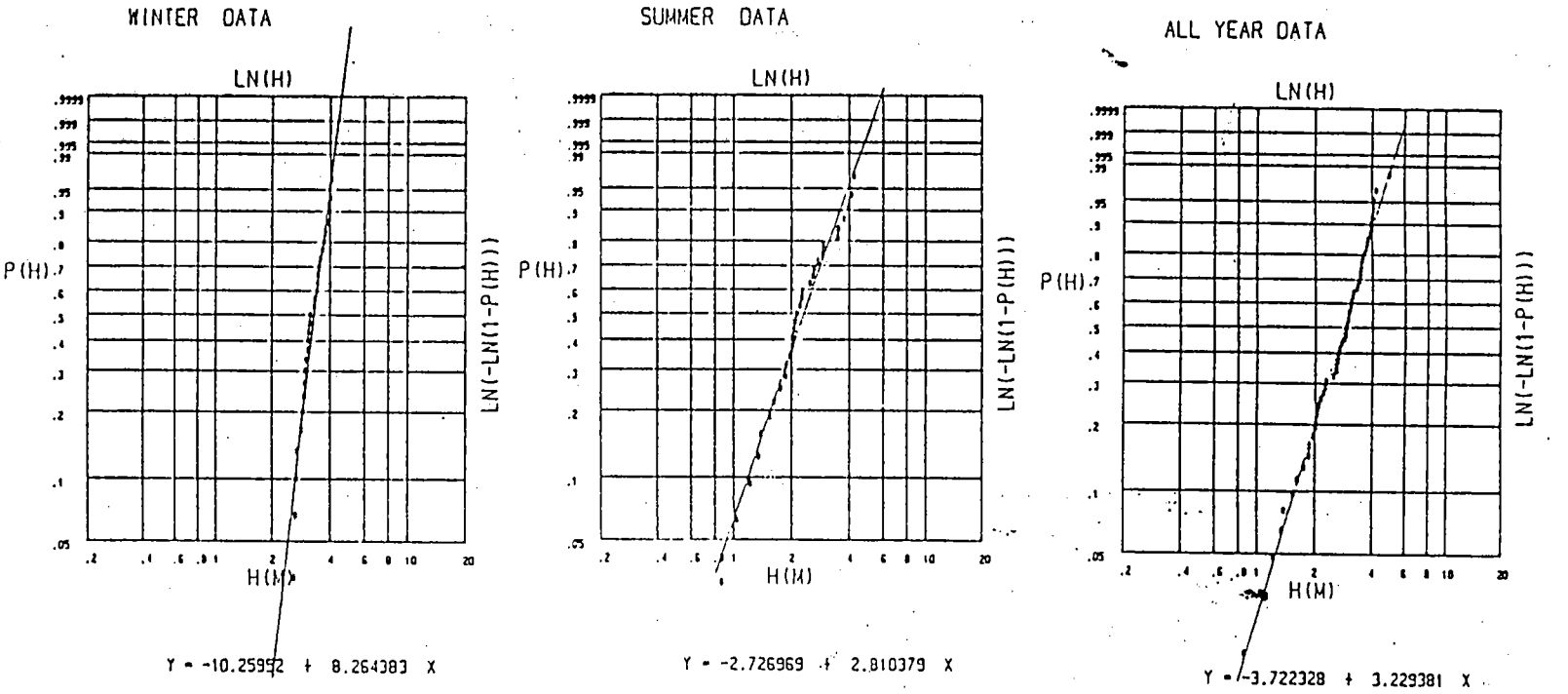


圖 2-3 冬季、夏季及全年統計，示性波高極端值分佈圖

2-3 海流資料庫

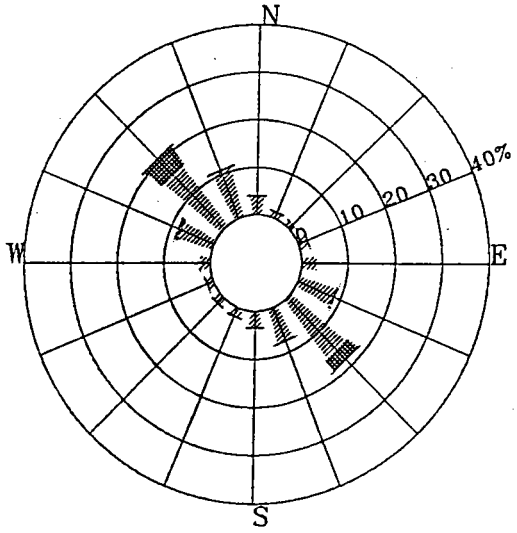
計畫中蒐集之台灣近岸海域的海流資料測站及其相關資料如表 2-5 所示。海流資料包括流速、流向，X、Y 分量流速與向、離岸流速等，取上述資料依月、年時段分別統計各方向、各流速的分佈百分比。一般使用者可查詢參考的如表 2-6 之各方向海流速度之統計結果與圖 2-4 之海流玫瑰圖。

表 2-5 台灣近岸海域海流測站相關資料

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	港研所	磁帶	RCM-4 海流儀
		1982 / 04 - 1982 / 05			
		1982 / 08			
		1983 / 03			
		1985 / 12 - 1986 / 01			
		1986 / 03 - 1986 / 04			
		1986 / 12 - 1987 / 03			
		1988/0311 - 1988/0427			RCM-7 海流儀
		1992 / 01 - 1992 / 03			RCM-7 海流儀
		1994 / 10 - 1995 / 03			RCM-7 海流儀
興達港	SD	1984 / 08 - 1985 / 11	〃	〃	
紅柴	HT	1982 / 12 -	〃	〃	
		1984 / 02 - 1984 / 11			
珠澳港	SA	1986 / 09 - 1986 / 11	〃	磁帶	ACM-2 海流儀
觀音（永安）	YA	1982 / 02 - 1982 / 05	〃	磁帶	RCM-4 海流儀
		1983 / 05 - 1994 / 06			
蘭嶼	LY	1982 / 06	〃	〃	
花蓮	HL	1989/1229 - 1990/0108	〃	磁帶	
		1990/0323 - 1995 / 06			
外傘頂洲	WA	1989/0301 - 1989/0330	〃	〃	

表 2-6 各方向海流速度之統計量

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 2-4 月統計海流玫瑰圖

2-4 潮汐資料庫

本計畫中目前完成之潮汐測站(具有較長期資料者)的相關資料如表2-7 所示。潮汐資料因僅記錄水位變化而較為單純，利用潮位計紀錄水位的變化數，分別截取每日的高、低潮位與對應發生時間，再依此資料計算分析所需數據，目前國內中央氣象局將台灣地區常設之潮汐測站資料編印成年報以供各界使用。

表 2-7 台灣近岸海域潮汐測站相關資料

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
烏石港	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	〃	〃	
富貴	FK	1992/05 - 1995/04	〃	〃	
蚵寮崁	KT	1992/06 - 1995/04	〃	〃	1994/01

2-5 颱風資料庫

本計畫共蒐集 1945 年至 1995 年的颱風資料，其內容包括時間(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。有關颱風侵襲記錄如圖 2-5 所示。圖中為 1991 年席斯(SETH)颱風侵襲台灣之路徑圖，圖中圓圈旁數字分別代表(紀錄點數，時間，中心氣壓，七級風半徑，十級風半徑)。另外，本計畫中依據上述颱風資料，以統計分析方式求得台灣東部地區之颱風推算模式，並依此作成颱風動態模擬模式，有關細節將於下章中詳述。

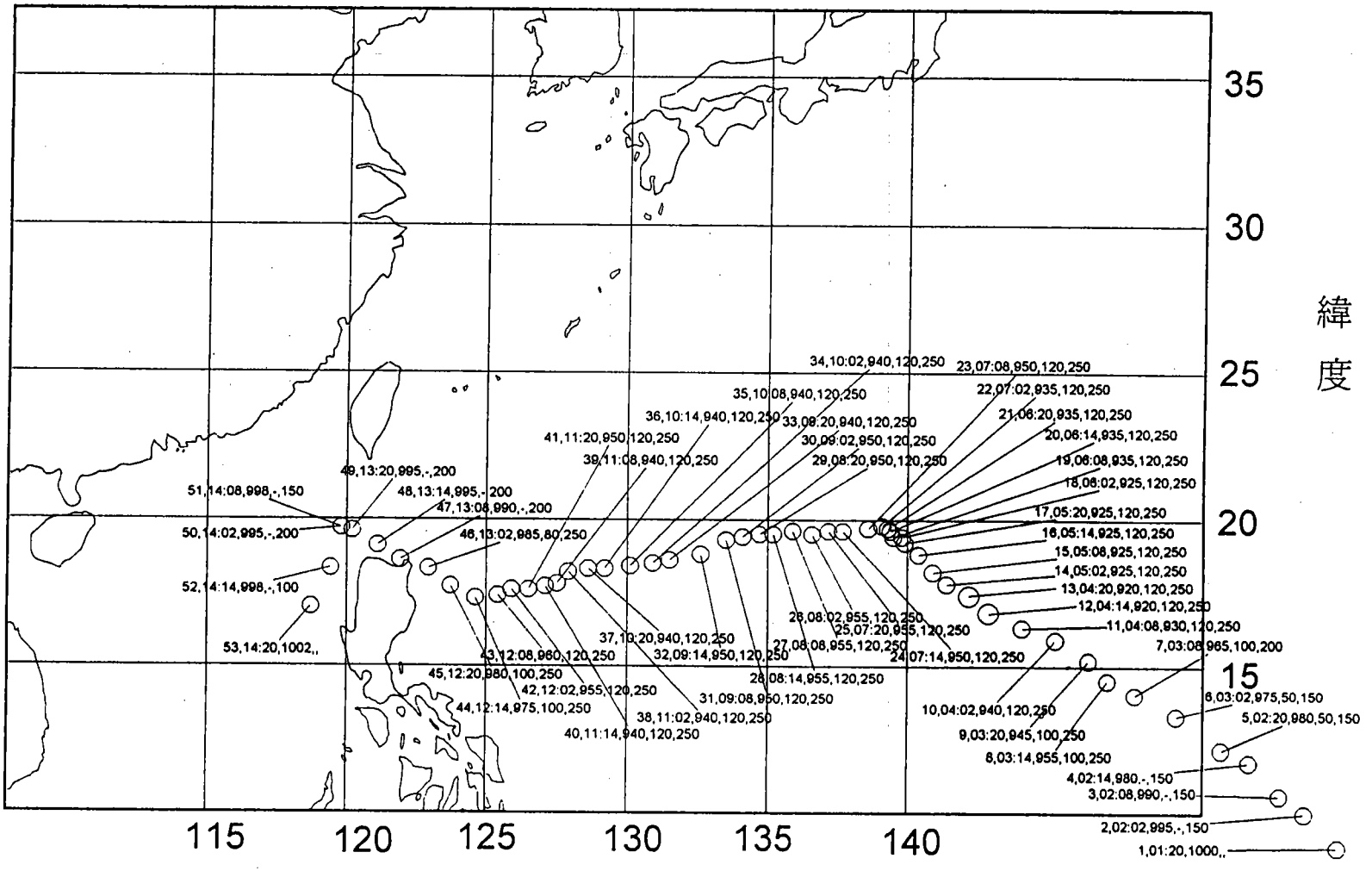


圖 2-5 颱風侵襲路徑示意圖

參、資料庫查詢系統說明

應用前章說明的各類海氣象資料庫，本章中將詳述查詢系統之操作與應用。本查詢系統可提供海洋、海岸、港灣及其他相關人員與單位參考利用，由於上述使用者對資料需求的項目、內容、深度等各不相同，因此，本查詢系統儘量以較淺顯、易懂的圖表方式，提供方便、快速的操作方式。有關資料庫查詢系統之架構流程如圖 3-1 所示。由流程圖可知，資料庫隨時增添新的測站及新測的資料(如圖左邊流程)，使用者可依需求查詢資料項目(如圖右邊流程)。

本查詢系統計分兩大類，第一類為沿續去年度建立之一般性查詢系統，另一類則為本年度首先建立之颱風動態查詢系統，以下將分別介紹說明。

3-1 一般性資料庫查詢系統

本節介紹之一般性資料庫查詢系統，係以蒐集之海氣象資料經整理歸納與初步分析後，將往昔發生的結果提供使用者查詢應用，屬於較"靜態"的查詢系統。為配合本所之網路介紹系統，本計畫之查詢系統亦規劃為港研所網路系統之一部份。利用港研所網際網路查詢系統，海氣象資料庫即為其中一項，如圖 3-2 所示。有關海氣象資料庫查詢系統之操作說明如圖 3-3 及圖 3-4 所示。首先進入本查詢系統首頁(Home Page)後，可分別選擇敘述本系統架構與設立目的之主題說明，或者敘述其他相關事項之輔助說明。接著，進入海氣象資料項目選擇，依使用者之需求選取本系統中風、潮汐、波浪、海流與颱風等五項種類。最後，進入選擇之海氣象種類中，再依測站與所需資料選擇，則使用者即可獲得如前章所介紹之資料需求，

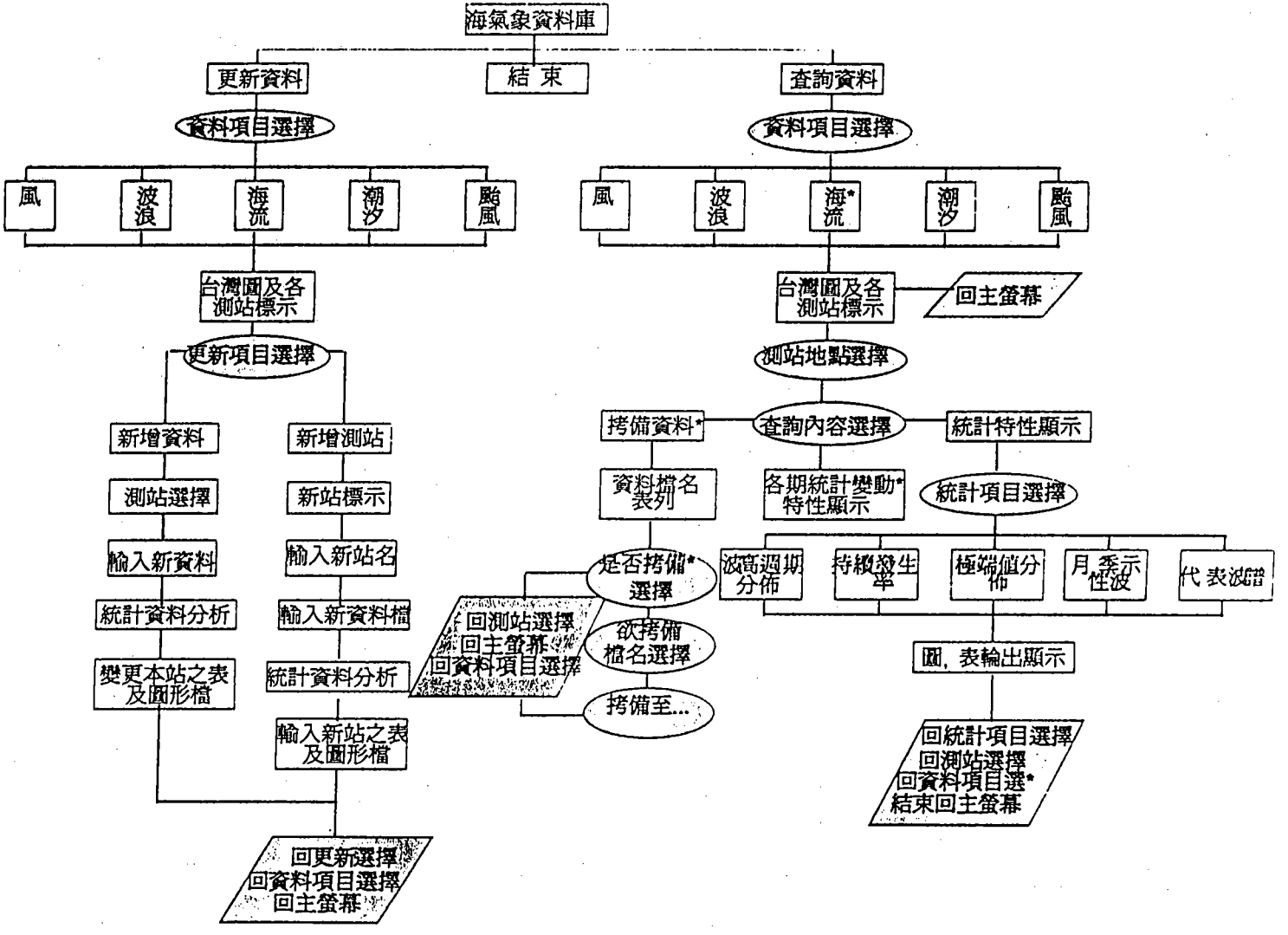


圖 3-1 海氣象資料庫查詢系統流程圖

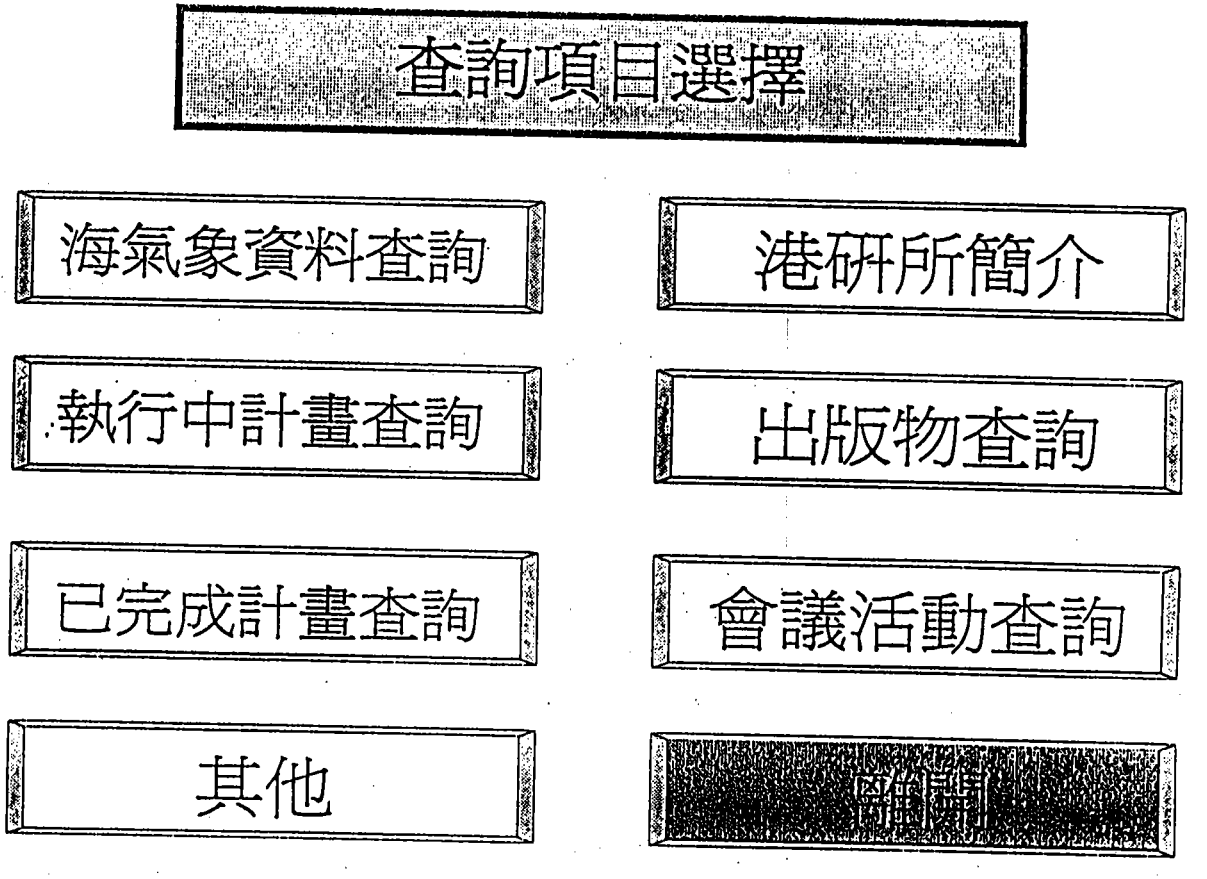


圖 3-2 港研所網際網路查詢項目選擇

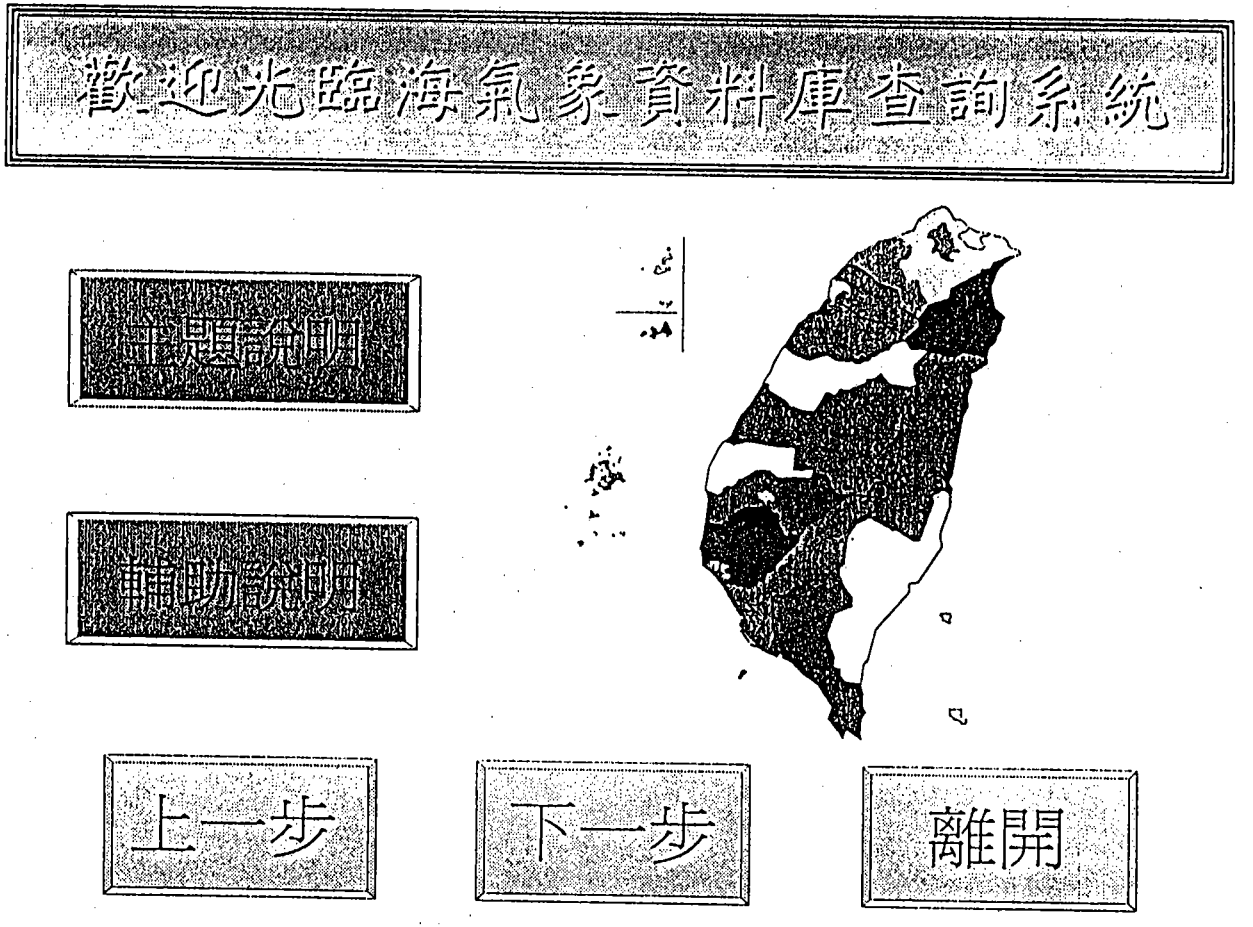


圖 3-3 海氣象資料庫查詢系統首頁

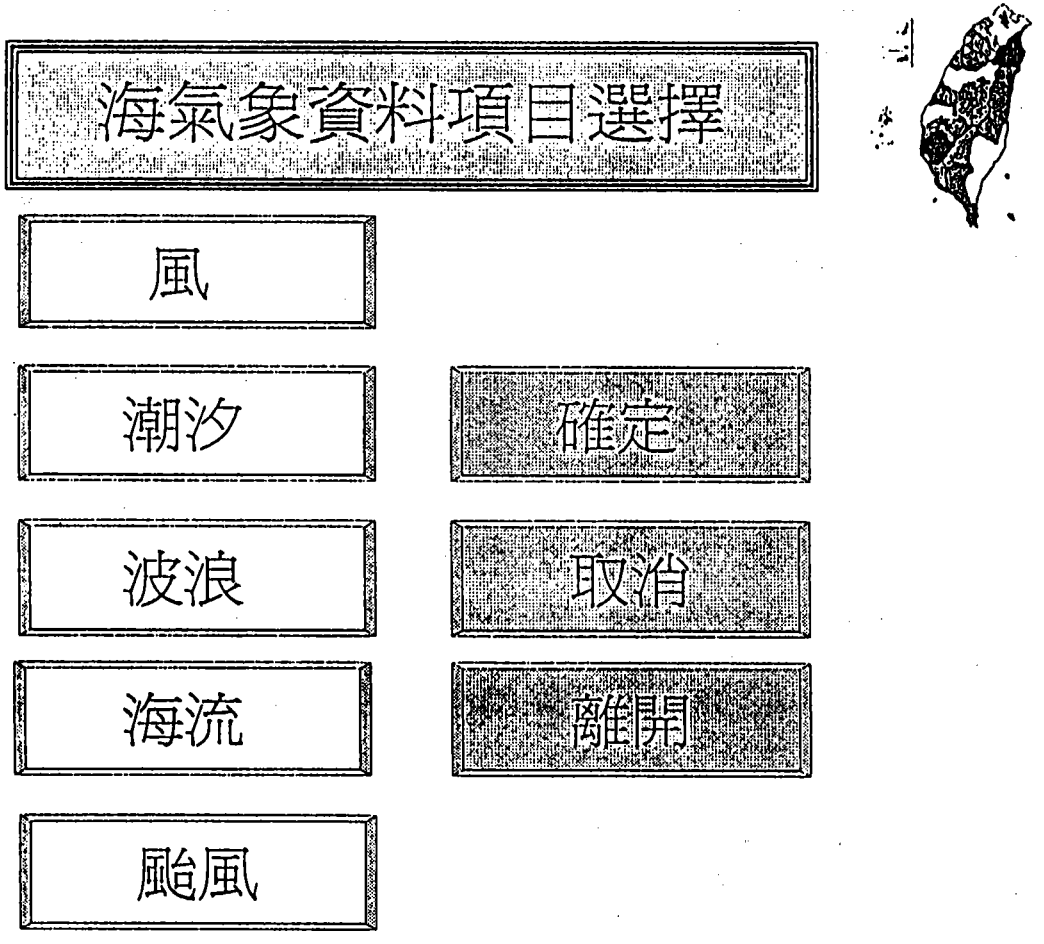


圖 3-4 海氣象資料項目選擇

有關較詳細之操作方式與資料說明可參考本計畫 84 與 85 年度之前續報告。

3-2 颱風動態查詢系統

台灣位處西太平洋，屬於亞熱帶氣候，颱風常於夏季形成，其引起之暴潮及颱風波浪常對沿岸結構物造成嚴重破壞，造致居生命財產的損傷與損害。是故，颱風為威脅台灣最嚴重的天然災害之一，尤其是台灣東部為承受颱風侵襲最直接且次數最多地區，而東部沿岸之花蓮與蘇澳兩大港口及其他漁港，於颱風來襲期間般船隻往往需離開避難。因此，如能建立一套適用的颱風波浪推算系統，並能以電腦視窗方式，快速方便的提供港務局使用，如此當可令港務局管理者迅速安排港區內的安全防護措施。

本節中之颱風動態查詢系統即是應用本群計畫中之第二子計畫"台灣東部海岸颱風波浪推算系統"之計算結果，以查詢系統方式展現。圖 3-5 為本系統之首頁，其中包括：

一、波浪推算：為往昔颱風侵襲時，東部沿岸港口波浪變化情況。

二、波浪預測：將來颱風來襲時，預測港區波浪變化情況。

三、各月統計：將已發生之颱風次數、路徑作統計說明。

圖 3-6 ～圖 3-8 即為選"各月統計"項目時顯現之結果，其中圖 3-6 為歷年來(1897 年～ 1992 年)颱風侵襲全台灣之各月次數統計結果。圖 3-7 則為颱風登陸地點之分段統計結果，其中東部沿岸地區即佔歷年總數之 84 %。圖 3-8 則是依傳統颱風路徑分類之統計結果，其中對東部地區有影響者佔 91 %。

圖 3-9 至圖 3-11 係查詢系統中"波浪追算"部份之視窗畫面，圖 3-9 為波浪追算之主畫面，圖中左上角為推算點港口之選擇，本系統中僅先預設蘇澳、花蓮與成功三個港口地點，右上角部份最上一行則為颱風名稱之輸入。此部份之波浪追算係利用往昔已發生之颱風路徑及中央氣象局發佈之中心氣壓、七級風或十級風暴風半徑，應用颱風推算模式求取欲推算港口點之示性波高與週期之推算值。由於已事先儲存颱風之相關資料，因此，當輸入推算點與颱風名稱時，則可執行如圖 3-10 之結果，圖中間斷性白點為所選取芭比颱風之路徑，右上角白框內之波高與週期為颱風在圖上白點時蘇澳港之波浪條件，以下幾行則為颱風在該點之相關資料。當颱風連續移動時，白框內之數字亦相對依颱風位置而變動，最後則會顯示颱風侵襲期間對蘇澳港產生之最大示性波高，其情形如圖 3-11 所示。

圖 3-12 至圖 3-14 則為查詢系統中"波浪預測"部份之畫面，當颱風發生但離欲推算港口尚遠時，先行預測港區可能產生之波浪狀況，以作為防患之用。如圖 3-12 所示，先選擇欲推算之港口，同時利用中央氣象局發佈之颱風資料推算港口之波浪影響，其結果如圖 3-13 所示，由圖中右上角之白框內可得知推算港口之示性波高與週期。若另行輸入颱風相關資料時，則推算港口即可得新的預測結果，如圖 3-14 所示。



圖 3-5 颱風動態查詢系統首頁

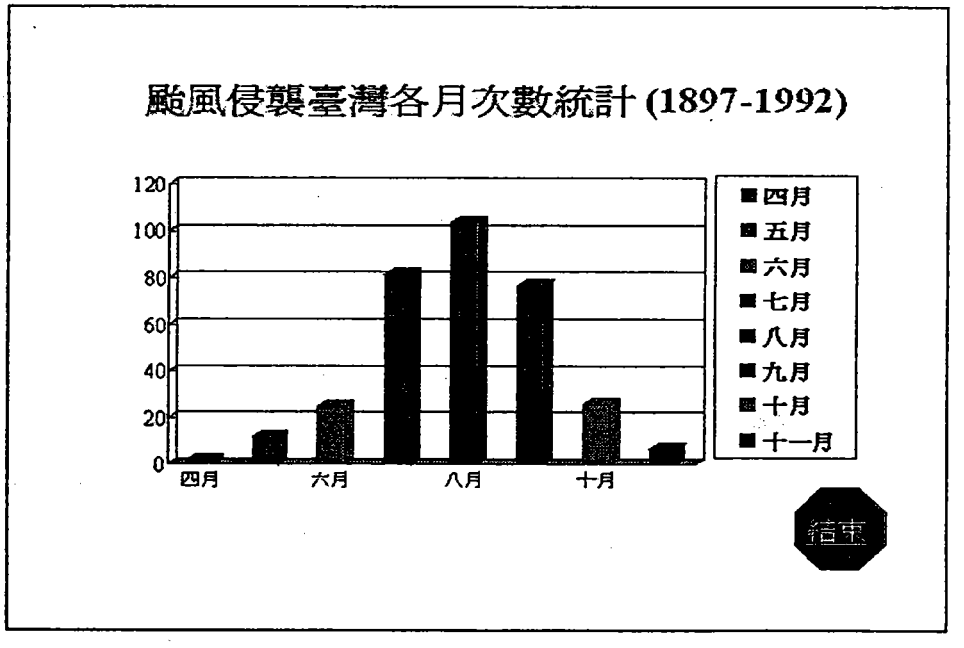


圖 3-6 歷年颱風侵襲台灣次數統計

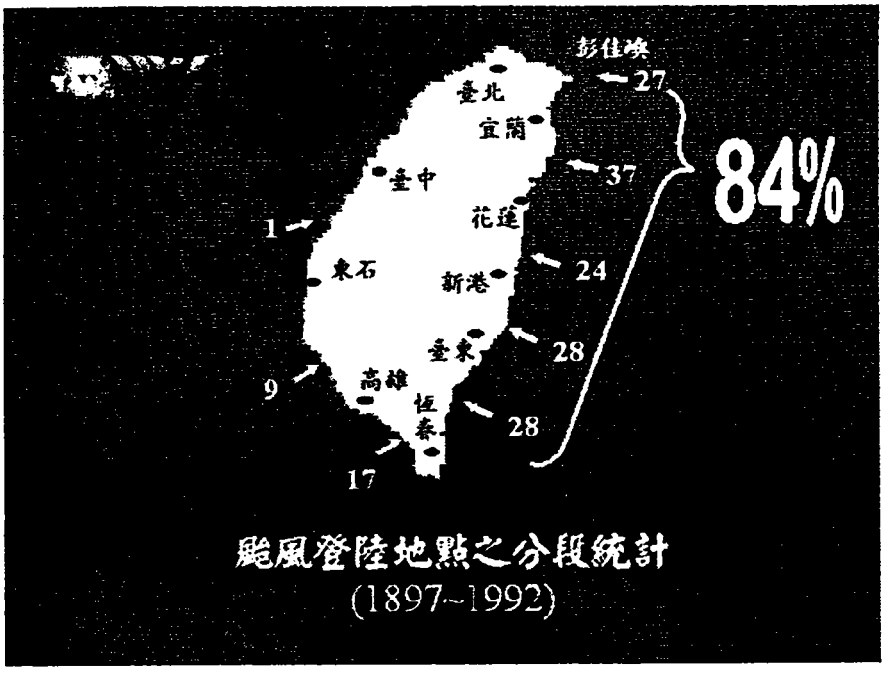


圖 3-7 歷年颱風登陸地點分段統計

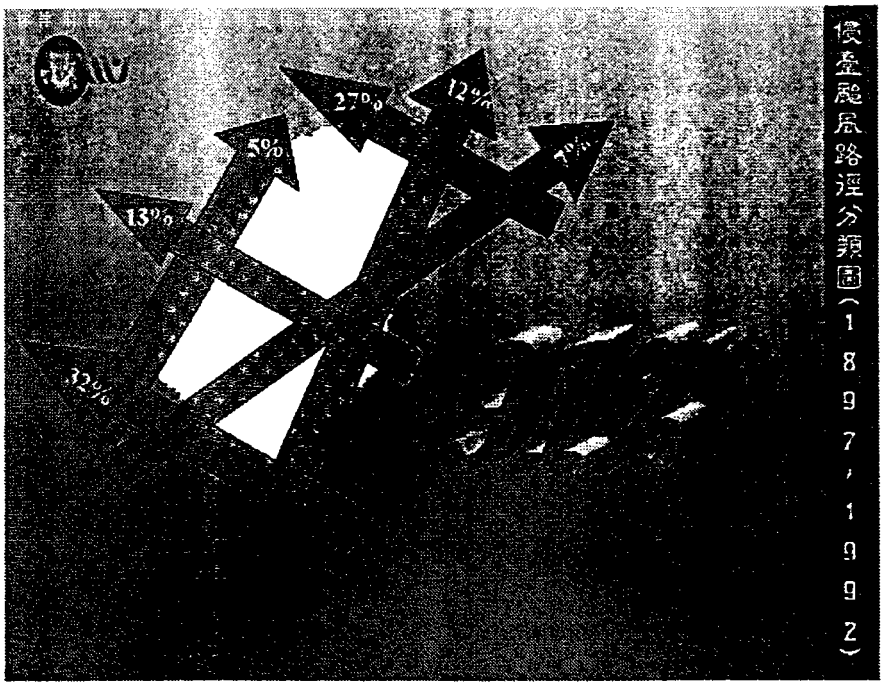


圖 3-8 歷年颱風侵襲路徑分類統計

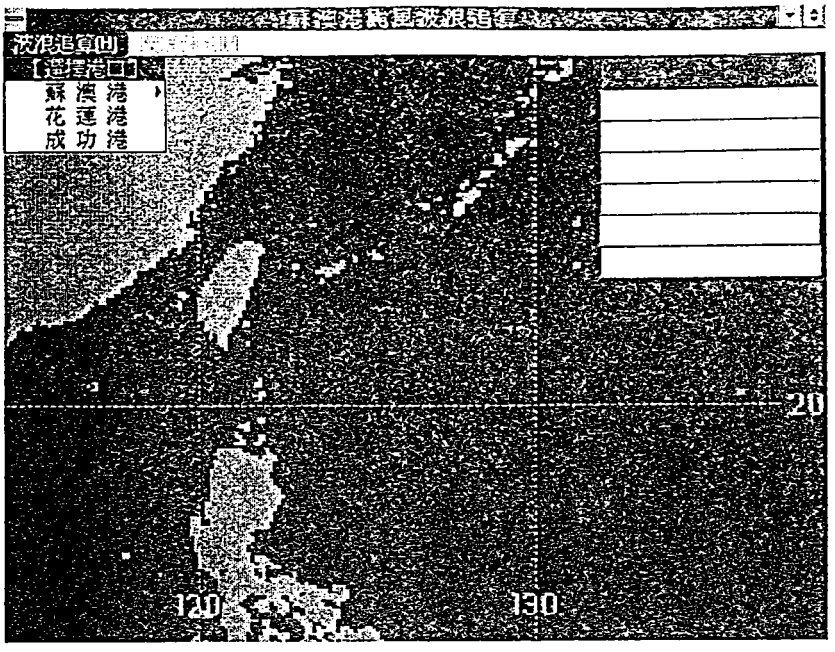


圖 3-9 颱風波浪追算查詢系統主畫面

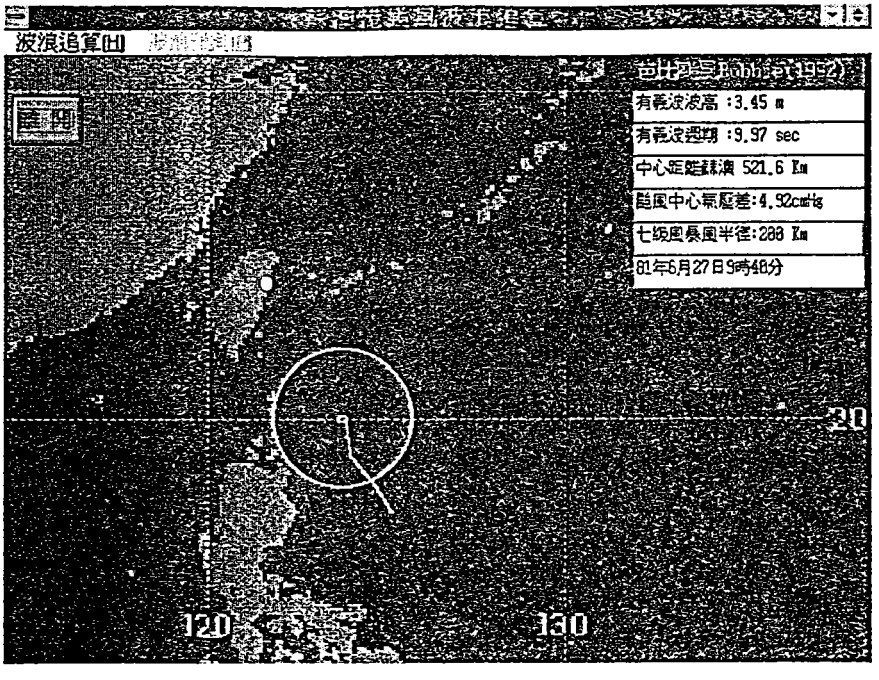


圖 3-10 颱風波浪追算執行過程

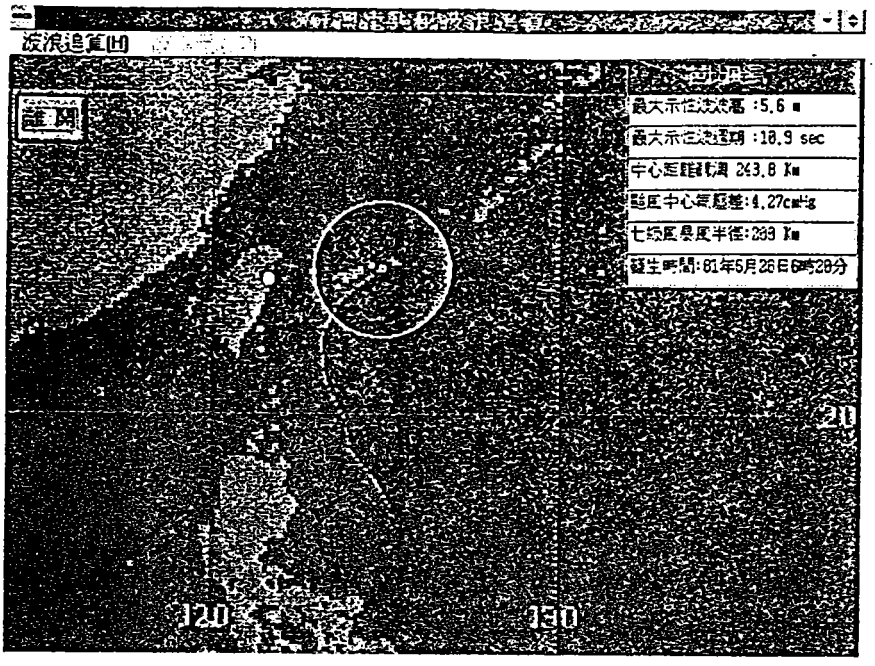


圖 3-11 颱風波浪追算執行終結之相關資料

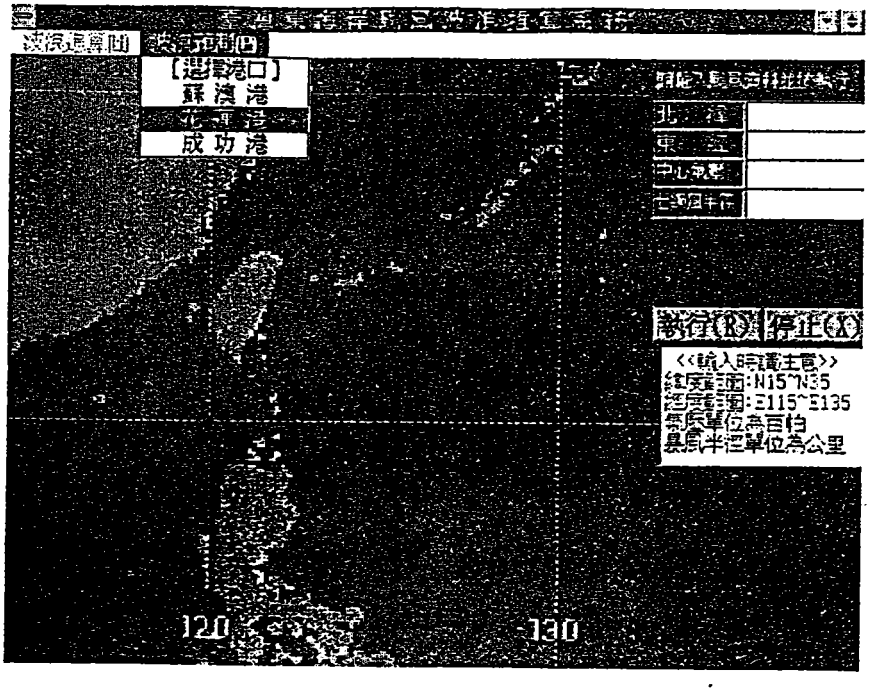


圖 3-12 颱風波浪預測查詢系統主畫面

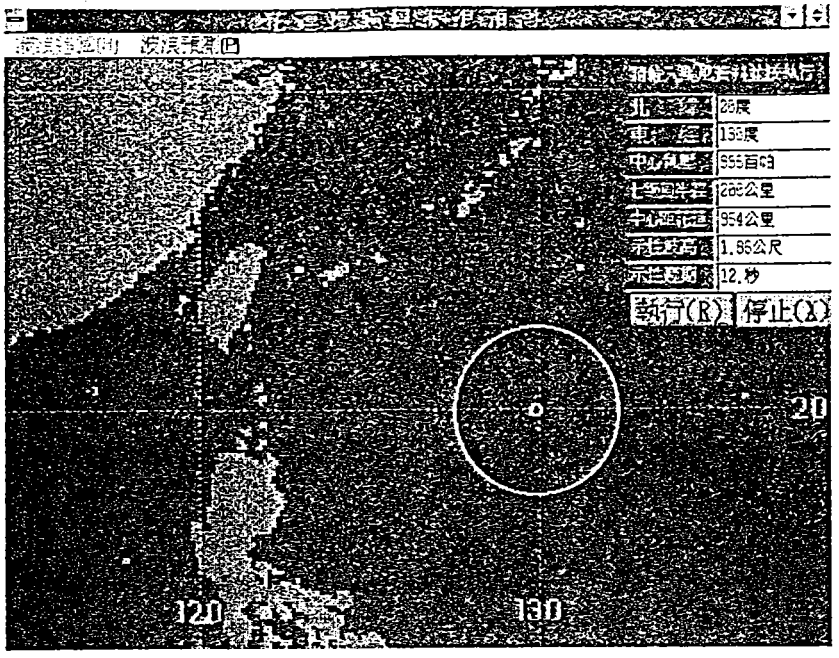


圖 3-13 颱風波浪預測執行過程

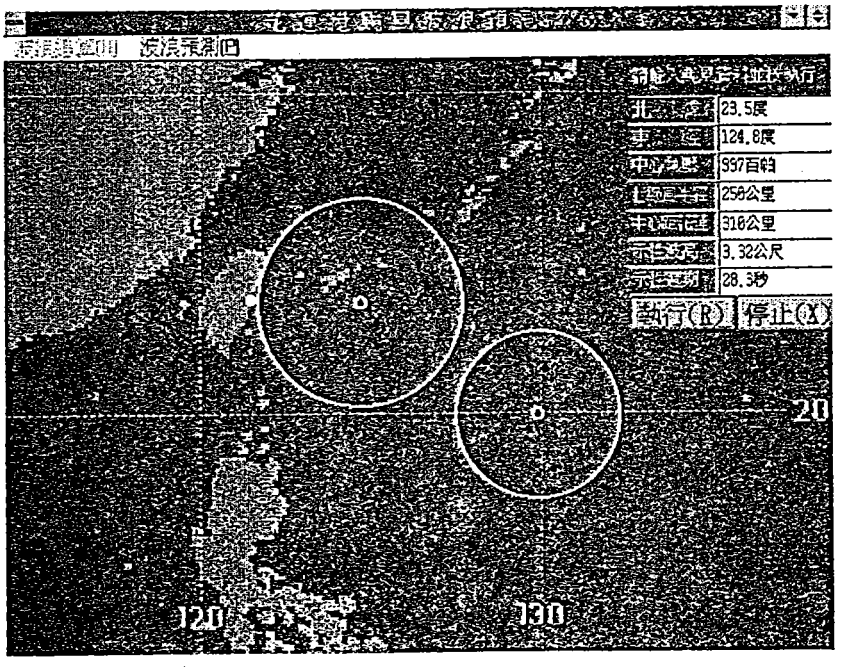


圖 3-14 颱風波浪預測重覆輸入之預測結果

肆、資料庫網際網路簡介

前章說明之海氣象資料庫及查詢系統係本所自行設計研發，隨著目前資訊網路的方便與流行，本系統亦可利用網際網路的許多新技術，使海氣象資料能夠安全且快速的透過網路傳輸給資料需求者，以達到資料可以廣泛提供與交流之目的。由於網際網路系統之建立屬於專業的技術，非本所現有人力可以完成，因此在政府推動「政府業務電腦化」的策略下，本所以委外服務方式，委託東海大學設計建立海氣象資料庫網際網路之查詢系統，有關該系統之簡介如下。

4-1 資料傳輸核心架構說明

本查詢系統係建構在全球資訊網（World Wide Web，WWW）系統上，同時為了保障海氣象資料的財產權、系統安全與方便管理，系統中另行發展一可支援的 Push Model 為資料傳輸核心工具。所謂 Push Model ，是指資料主動由伺服器端傳送至使用者端，伺服器端握有主動權，亦即是使用者須經許可確認後，資料才會主動傳送給使用者。本系統中並用兩種方式來作為 Push Model 之資料傳輸，第一種作法是利用電子郵件傳輸協定 SMTP（Simple Message Transport Protocol）並透過電子郵件信箱方式來資料傳輸。第二種作法則是模仿電視傳送概念，資料申請者於審核完成後，會經由 MIME 型態之電子郵件收到一個前端式，我們稱之為 Channel Client 。這個前端程式就如同是一個頻道已 經被設定的電視機一樣，一經啓動就只能接收來自於 Channel Server （如同電視台一樣）的某固定頻道。

以下就是此兩種作法的架構說明。

一、利用 SMTP 之 Push Model 作法

在本架構下，使用者首先必須透過資料庫查詢系統選取所需之海氣象資料。此時查詢系統會記錄使用者欲索取之資料並將此訊息傳達給資料管理者。當使用者的要求經過資料管理人員審核通過之後，系統伺服器便會自動的將該使用者所要求的資料以 MIME 之郵件形式送達至使用者的電子郵件信箱中。使用者可透過支援 MIME 的郵件閱讀器（例如：Netscape 中的 Mail 功能）來閱讀該信件，就可順利取得所要的資料，圖 4-1 是本架構做法的系統結構圖。

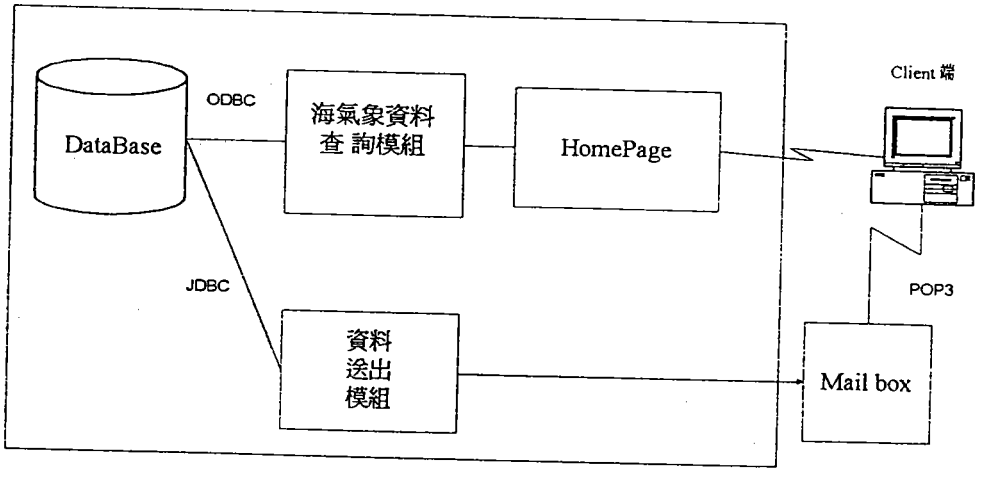


圖 4-1 利用 SMTP 之 Push Model 作法的系統架構

利用 SMTP 協定來設計 Push Model 架構，是種實際可行的作法，對於使用者來說由於操作簡便，並無其他任何繁複過程，因此是一種好用的簡單架構，但是此種作法在海氣象資料傳輸上確有不當之處。首先是資料傳輸的安全性問題，因為一封符合 MIME 格式的電子郵件只是經過標準的 Base64 編碼法編碼，並無任何編密保護，所以依然有可能被網路駭客所攔截盜用。雖說電子郵件編密技術目前已經甚為普及，但是如何於本系統中安全地傳遞編解密鑰匙則是一件困難的事情。另一個問題則出在由於一般

使用者的電子信箱大小有一定限制，而海氣象資料則內容龐大，因此若僅依本架構之設計來作為海氣象網路資料庫系統使用，功能仍嫌不足。

二、利用 Channel Server/Client 之 Push Model 作法

在 Channel Server/Client 的架構作法下，申請者先於前節之應用時說明必須先設定認證身份並取得資料管理者的確認。當使用者資格沒有問題後，Channel Server 會產生一特定之 Channel Client 程式，此程式將包含有申請者所需資料之管理資訊與頻道號碼， Channel Server 同時並將記錄該使用者的相關資訊與所需資料之管理資訊於對應頻道中。當該申請者取得其 Channel Client 程式後，可以直接執行之。此時 Channel Client 會先驗證使用者之身份與網址，等到一切殊無疑義後， Channel Client 會啓動公開與秘密金匙產生器產生此兩資料。此時公開金匙會被自動傳回給 Channel Server 之對應頻道，在經過適當之確認後，該頻道會以所收到的公開金匙，編密申請之海氣象資料傳送給該 Channel Client ，圖 4-2 是本作法的基本架構圖。

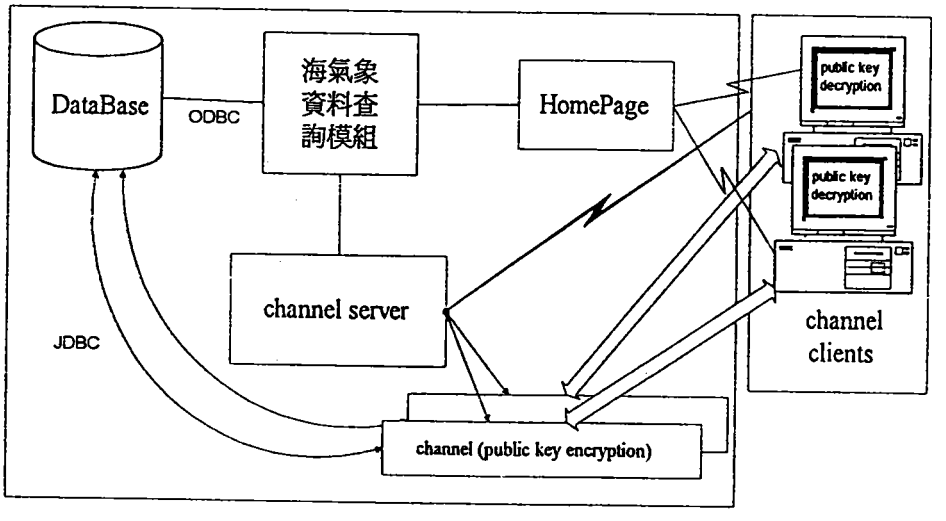


圖 4-2Channel Server/Client 作法的系統架構

4-2 系統資料庫設計

在設計關連式資料庫時，首先要分析整個儲存資料內容間的關係，透過正規化的設計，以避免資料庫中資料的混淆和資料庫的空間浪費。以下就是我們對海氣象資料的規劃設計說明。

一、登錄申請者表單

登錄使用者表單的用途是用來紀錄曾經使用過海氣象資料庫的使用者基本資料，以方便系統管理者做追蹤查詢的工作。本表單的欄位設計如下：

NAME	PID	E-MAIL	PHONE	WORK	PASSWD	COUNTER

其中的欄位意義分述如下：

NAME　：紀錄使用者的姓名

PID　：紀錄使用者的身分證字號

E-MAIL　：紀錄使用者的電子郵件信箱位置

PHONE　：紀錄使用者的聯絡電話

WORK　：紀錄使用者的服務單位

PASSWD　：紀錄使用者的密碼（註冊後由系統自動給予）

COUNTER：紀錄使用者的查詢資料的次數（到站次數）

二、海氣象資料表單

根據第二章中整理歸納之各種類海氣象資料的特性，規劃其表單欄位設計如表 4-1 所示。

表 4-1　各類海氣象資料表單欄位表示

風、潮汐、海流資料表單

FNAME	Y_M	STATION	SOURCE

波浪資料表單

FNAME	Y_M	STATION	SOURCE	M_TYPE	W_DEEP

颱風資料表單

FNAME	Y_M_D	DEGREE	C_L	PATH	DEATH	HURT	B_H

上表中的欄位意義分述如下：

FNAME　：各類資料檔案名稱

Y_M ：資料的記錄時間

Y_M_D　：紀錄颱風侵台日期

STATION：資料所屬測站名稱

SOURCE　：資料儲存型態

M_TYPE　：波浪資料使用儀器名稱

W_DEEP　：波浪資料測站水深

DEGREE ：紀錄颱風強度

C_L ：紀錄颱風中心最大風級

PATH ：颱風侵台路徑

DEATH ：颱風造成的死亡人數

HURT ：颱風造成的受傷人數

B_H ：颱風造成的房屋倒塌數

三、紀錄資料流通的表單

紀錄資料流通表單在紀錄系統檔案被存取的情形，能提供管理者作為參考及追蹤的用途。其欄位的設計如下：

PID	FNAME	DATE	SEND

其中的欄位意義分述如下:

PID ：紀錄使用者的身分證字號

FNAME ：紀錄使用者所存取的檔案名稱

DATE ：紀錄該檔案被存取的日期

SEND ：紀錄該檔送出與否

四、紀錄下載資料的表單

紀錄下載資料表單在紀錄有哪些檔案將要被存取，能提供管理者作為參考及追蹤的用途。其欄位的設計如下：

PID	FNAME	C_NUMBER

其中的欄位意義分述如下：

PID ：紀錄使用者的身分證字號

FNAME ：紀錄使用者所存取的檔案名稱

C_NUMBER ：紀錄使用者該次存取的到站次數

4-3 查詢系統架構

當使用者進入港灣技術研究所的首頁（ http://www.ihmt.gov.tw ）後，選擇查詢資料庫的選項便會進入海氣象資料庫查詢系統中。首先使用者要進行登錄，若是第一次使用資料庫查詢系統，則要先經過註冊程序以取得密碼。在通過認證後，使用者要選擇查詢海氣象資料內容。其流程為（１）區域選擇，（２）測站選擇，（３）資料型態選擇與（４）時間區間選擇。在完成條件選擇設定後，系統會將相關管理資訊紀錄儲存起來，等待進一步處理。整個查詢的流程如圖 4-3 所示。

在完成上述流程後，另一個處理流程則是管理者審核資料。在此設計一 Internet 系統，資料管理者可從其瀏覽器的管理表單中直接審核決定是否授予申請者海氣象資料。在審核確認之後，此 Internet 系統會將相關資訊傳遞至我們發展的 Push Model 資料傳核心，若是該筆申請未通過審核，則系統會自動刪除該筆請求並透過電子郵件發送拒絕信函給申請者。整個審核的流程如圖 4-4 所示。

有關本章上述簡介較詳細的過程可參加參考文獻中“海氣象網路資料庫設計之研究”的報告。

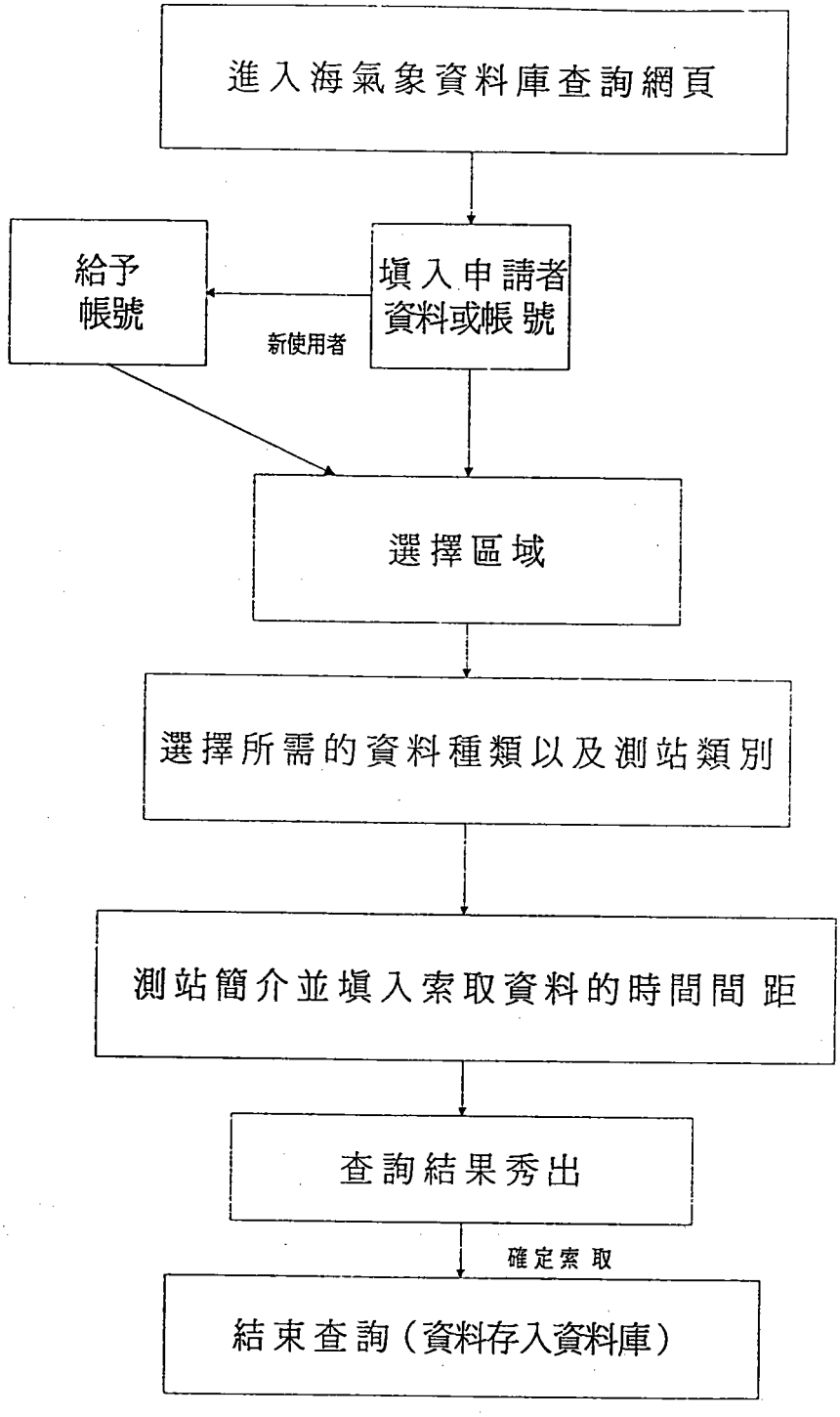


圖 4-3 網際網路海氣象資料庫查詢流程圖

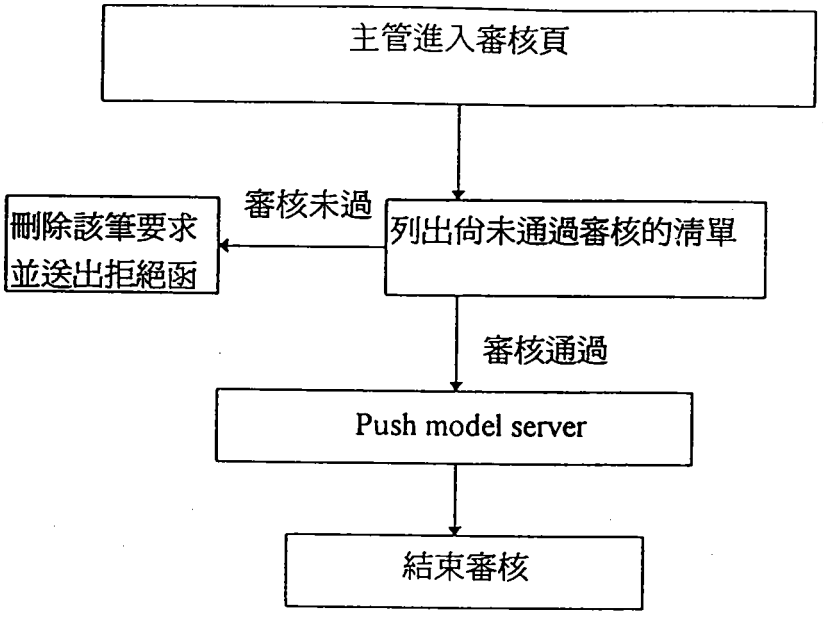


圖 4-4 網際網路海氣象資料庫審查流程圖

伍、結論與建議

台灣四周濱海為一海洋國家的型態，海洋探測與近岸開發為吾人提供“海洋無限資源”的機會。因此，屬於海洋資源開發先期工作項目的海氣象資料之蒐集、調查與研究分析，即成必要的長期性與持續性的工作。依據前章海氣象資料之設計與查詢系統的建立說明，茲可結論數點如下：

一、 海氣象資料經整理歸納並將之格式定型化後，每年須補充新的測站及其相關資料，並應隨時檢視往昔資料之正確性與品質。

二、 本所自行設計之資料庫查詢系統以電腦視窗方式，提供使用者方便快速的查詢結果，同時亦可提供港灣工程規劃設計單位及相關學術單位進行較深入的分析探討。

三、 颱風動態查詢系統除可顯示過去颱風侵襲時沿岸港口波浪的變化情況外，並已具備未來颱風來襲時，預測波浪變化的能力。

四、 本所已初步籌建網際網路系統，有關海氣象資料之資源，未來將可提供更廣泛的資訊與資料交流，以提高海氣象資料的應用價值。

有關海氣象資料庫查詢系統之建立，初步已能提供相關資訊參考，然未來仍有諸多工作與項目可供繼續研究探討：

一、 海氣象資料目前主要以數據資料查詢方式進行，未來在網際網路上網後，應可考慮以多媒體化的形式呈現。

二、 海氣象資料庫除為儲存資料外，並應具備預測與預報等更廣泛性的用途。亦即是應用往昔資料之分析整理，研究探討各地區適用之預測模式及預報系統，透過建立之查詢系統提供相關單位參考遵循之用。

參考文獻

1.張長義，“台灣沿海地區環境敏感地帶保護示範一環境基本資料庫之建立”，行政院環保署，1994。

2.沈景鵬、林文、高家俊，“建立海氣象觀測網與海洋環境資料整合系統之規劃（二）”，行政院交通部，1995。

3.“政府業務電腦化報告書”，行政院資訊發展推動小組，1995。

4.何良勝、曾相茂、簡仲璟、邱永芳、洪憲忠，“台灣海域海氣象特性之研究”，港灣技術研究所，基本研究報告，1996。

5.何良勝、曾相茂、邱永芳，“港灣海域海氣象特性之研究”，港灣技術研究所，基本研究報告，1996。

6.周忠信、簡仲璟，“海氣象網路資料庫設計之研究”，港灣技術研究所，1997。

7.邱永芳、何良勝，“台灣五個國際港附近海域海氣象統計特性之研究”，港灣技術研究所，基本研究報告，1997。

8.李傳明，“管理資訊系統”，三民書局，1995。

結　論



結　論

各子計畫相關之研究方法、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資料查詢應用，卻是要有豐富的經驗累積與良好的學識配合，尤其現場資料的量測與收集需冒著強風大浪或者日曬雨淋，工作同仁以無比毅力與心血方獲得寶貴的資料。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，以為港灣工程界的參考依據。