

82 研(五)

## 台灣西海岸沖淤調查研究(三)

台灣省政府交通處港灣技術研究所  
中華民國 八十二年 六 月 卅 日

## 台灣西海岸沖淤調查研究(三)

計畫主持人：研究員兼組長

協同主持人：助理研究員

參與人員：助理研究員

助 理

技 工

黃 清 和

林 柏 青

蔡 立 宏

蔡 金 吉

張 富 東

徐 如 娟

楊 怡 芸

蔡 瑞 成

何 炳 紹

陳 進 冰

李 江 澤

# 台灣西海岸沖淤調查研究(三)

## 目 錄

中文摘要 .....	I
圖 表 名 .....	II
第一章 前 言 .....	1
第二章 往昔外傘頂洲海岸變遷之研究 .....	3
第三章 雲嘉海域現場波浪調查 .....	5
一. 現場調查作業 .....	5
二. 波浪資料統計與分析 .....	10
三. 風與波浪間之推算模式 .....	20
四. 沿岸波能之計算 .....	50
五. 沿岸漂沙量之推算 .....	56
第四章 外傘頂洲之地形變遷 .....	63
一. 潮間帶沙灘變化之觀測 .....	63
二. 海岸灘線比較分析 .....	79
三. 海域斷面水深變化特性 .....	81
第五章 結論與建議 .....	88
參考資料	
附錄 A 外傘頂洲水深測量圖(1/25,000)(1990年10月)	
附錄 B 外傘頂洲水深測量圖(1/25,000)(1991年10月)	
附錄 C 外傘頂洲水深測量圖(1/25,000)(1992年10月)	

## 摘 要

本研究乃一長期性基本研究，旨在調查台灣西海岸目前沖淤現況；第一階段預計以四年時間針對雲嘉海域外傘頂洲進行現況調查，擬探討其沿岸漂沙量與海氣象條件彼此之相關性，進而推導一適合本省西海岸有關預測海灘變遷數值計算模式。

本報告為第三年研究成果，除針對上年度有關風--波浪計算模式以及沿岸碎波能量推算時僅採用75年海圖作為水深計算結果之缺失加以改進外，本年度並將所有資料轉換成垂直外傘頂洲斷面資料且根據本所在1990年、1991年、以及1992年10月間實測之水深地形圖，重新分別計算其沿岸漂沙量與沿岸碎波能以及探討其相關性，並與Komar & Inman 之理論值加以比較；其次並延續八十二年度之短期現場沖淤調查，繼續監測在外傘頂洲潮間帶南、北兩端所選觀測斷面之海岸沖淤變化情形。

研究結果顯示，外傘頂洲海岸灘線在這二年期間共向東南方向（即陸側）最大內移後退約為220公尺～260公尺；惟其最南端海岸灘線在這二年期間則向海側最大外移前進約150～185公尺；而在這二年期間，整個外傘頂洲海岸南、北兩端，若計算到水深負15m處，則其年侵蝕量分別為6佰萬方與8佰60萬方左右；研究結果同時顯示，外傘頂洲北端潮間帶短期觀測範圍，其平均刷深與八十一年度相同，仍為0.6m；惟南端觀測區域八十二年度調查資料顯示在1992年下半年南端刷深0.4m，1993年上半年東北季風期間平均刷深約0.3m，迨西南季風時，則又略呈淤積，平均深度為0.15m。

## 圖 名

- 圖 2-1 台灣西海岸自濁水溪到八掌溪間海域海岸灘線歷年變化圖
- 圖 3-1 外傘頂洲沖淤調查研究流程圖
- 圖 3-2 雲嘉海域波浪觀測站地理位置圖
- 圖 3-3 雲嘉海域波浪觀測站儀器、燈標配置圖
- 圖 3-4 外傘頂洲海域示性波高及週期月分佈組體圖(81年6月、7月)
- 圖 3-4(續) 外傘頂洲海域示性波高及週期月分佈組體圖(81年8月、9月)
- 圖 3-4(續) 外傘頂洲海域示性波高及週期月分佈組體圖(81年10月、11月)
- 圖 3-4(續) 外傘頂洲海域示性波高及週期月分佈組體圖(82年1月、2月)
- 圖 3-5 外傘頂洲海域示性波高與週期聯合分佈圖  
(81年6月、7月、8月、9月)
- 圖 3-5(續) 外傘頂洲海域示性波高與週期聯合分佈圖  
(81年10月、11月、82年1月、2月)
- 圖 3-6 外傘頂洲海域夏季期間示性波高與週期聯合分佈圖
- 圖 3-6(續) 外傘頂洲海域冬季期間示性波高與週期聯合分佈圖
- 圖 3-7 外傘頂洲海域示性波高與週期對風速之變化關係(1991/12)
- 圖 3-8 外傘頂洲海域示性波高與風速關係圖(1991/12)
- 圖 3-9 外傘頂洲海域週期與風速關係圖(1991/12)
- 圖 3-10 外傘頂洲海域1992年月風向玫瑰圖(1992年1月~6月)
- 圖 3-10(續) 外傘頂洲海域1992年月風向玫瑰圖(1992年7月~12月)
- 圖 3-11(a) 外傘頂洲海域夏季風向玫瑰圖(1991/06~1991/08)
- 圖 3-11(b) 外傘頂洲海域夏季風向玫瑰圖(1992/06~1992/08)

圖 3-11(c) 外傘頂洲海域冬季風向玫瑰圖(1990/12~1991/02)

圖 3-11(d) 外傘頂洲海域冬季風向玫瑰圖(1991/12~1992/02)

圖 3-12 外傘頂洲海域沿岸波浪能量16方位波向計算示意圖

圖 3-12(a) 風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1990/12)

圖 3-13(b)風浪模式其週期推算值與實測值比較圖(1990/12)

圖 3-13(c)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/01)

圖 3-13(d)風浪模式其週期推算值與實測值比較圖(1991/01)

圖 3-13(e)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/02)

圖 3-13(f)風浪模式其週期推算值與實測值比較圖(1991/02)

圖 3-13(g)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/03)

圖 3-13(h)風浪模式其週期推算值與實測值比較圖(1991/03)

圖 3-13(i)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/08)

圖 3-13(j)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/09)

圖 3-13(k)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/11)

圖 3-13(l)風浪模式其週期推算值與實測值比較圖(1991/11)

圖 3-13(m)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/12)

圖 3-13(n)風浪模式其週期推算值與實測值比較圖(1991/12)

圖 3-13(o)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1992/06)

圖 3-13(p)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1992/07)

圖 3-13(q)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1992/08)

圖. 3-14 外傘頂洲海域東北、西南季風時風速延時分佈圖  
(1990/10~1992/09)

- 圖 3-15 外傘頂洲海域東北、西南季風之風能分佈圖  
(1990/10~1992/09)
- 圖 3-16(a)外傘頂洲海域第 I 分區沿岸波能分佈
- 圖 3-16(b)外傘頂洲海域第 II 分區沿岸波能分佈
- 圖 3-16(c)外傘頂洲海域第 III 分區沿岸波能分佈
- 圖 3-16(d)外傘頂洲海域第 IV 分區沿岸波能分佈
- 圖 3-17 外傘頂洲海域第 I 分區~第 IV 分區範圍示意圖
- 圖 3-18(a)外傘頂洲海域歷年各分區土方量變化圖
- 圖 3-18(b)外傘頂洲海域歷年各分區單位面積土方量變化圖
- 圖 3-19 外傘頂洲海域歷年各分區沖淤積量變化圖
- 圖 3-20 外傘頂洲沿岸輸沙率與沿岸波能量關係圖
- 圖 3-21 外傘頂洲沿岸輸沙率與其他學者計算結果比較圖
- 圖 4-1(a) 外傘頂洲北端測量範圍及其相對位置示意圖
- 圖 4-1(b) 外傘頂洲南端測量範圍及其相對位置示意圖
- 圖 4-2 外傘頂洲北端斷面 $N=0^{\circ}$ 、 $200^{\circ}$ 、 $400^{\circ}$ 歷次水深變化圖
- 圖 4-2(續)外傘頂洲北端斷面 $N=600^{\circ}$ 、 $800^{\circ}$ 、 $1000^{\circ}$ 歷次水深變化圖
- 圖 4-3 外傘頂洲南端斷面 $S=0^{\circ}$ 、 $200^{\circ}$ 、 $400^{\circ}$ 歷次水深變化圖
- 圖 4-3(續)外傘頂洲南端斷面 $S=600^{\circ}$ 、 $800^{\circ}$ 、 $1000^{\circ}$ 歷次水深變化圖
- 圖 4-4(a) 外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(81.08.26)
- 圖 4-4(b) 外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(81.11.18)
- 圖 4-4(c) 外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(82.01.06)

圖 4-4(d) 外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(82.03.21)

圖 4-4(e) 外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(82.05.03)

圖 4-5(a) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(81.08.25)

圖 4-5(b) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(81.11.19)

圖 4-5(c) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(82.01.05)

圖 4-5(d) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(82.03.20)

圖 4-5(e) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(82.05.04)

圖 4-6(a) 外傘頂洲北端區域短期沖淤量變化圖

圖 4-6(b) 外傘頂洲北端區域短期平均深度變化圖

圖 4-7(a) 外傘頂洲南端區域短期沖淤量變化圖

圖 4-7(b) 外傘頂洲南端區域短期平均深度變化圖

圖 4-8(a) 外傘頂洲北端自80年9月到82年6月間相同觀測範圍  
歷次沖淤積量變化圖

圖 4-8(b) 外傘頂洲北端自80年9月到82年6月間相同觀測範圍  
歷次沖淤深度變化圖

圖 4-9 外傘頂洲西側地形等深線變化比較圖(1990~1992)

圖 4-10 外傘頂洲斷面位置示意圖

圖 4-11(a) 外傘頂洲  $X=2000^m$  斷面處, 最近三年水深變化圖

圖 4-11(b) 外傘頂洲  $X=3000^m$  斷面處, 最近三年水深變化圖

圖 4-11(c) 外傘頂洲  $X=4000^m$  斷面處, 最近三年水深變化圖

圖 4-11(d) 外傘頂洲  $X=5000^m$  斷面處, 最近三年水深變化圖

圖 4-11(e) 外傘頂洲  $X=7500^m$  斷面處, 最近三年水深變化圖



圖 4-11(f)外傘頂洲  $X=10000^{\circ}$  斷面處，最近三年水深變化圖

圖 4-11(g)外傘頂洲  $X=12500^{\circ}$  斷面處，最近三年水深變化圖

圖 4-11(h)外傘頂洲  $X=15000^{\circ}$  斷面處，最近三年水深變化圖

## 表 名

表 3-1 八十二年度雲嘉海域現場波浪觀測進度表

表 3-2 雲嘉海域東北季風、西南季風其風向參數(D)與風向係數(F)表

表 3-3 外傘頂洲海域沖淤積量各分區計算表(單位： $10^6 M^3$ )

# 第一章 前言

本研究為一長期性研究工作，乃就某些特定海域，配合現場實測風速、波浪以及地形水深測量等自然資料分析，探討海岸侵蝕、淤積原因，建立沿岸輸沙數值模式，進而預測海岸地變化，俾事先研擬防蝕對策及海域空間開發利用。

本報告屬第三年研究成果，係延續第一年、第二年研究工作，仍選定雲嘉海域外傘頂洲為研究目標，除針對上年度有關風--波浪計算模式以及計算沿岸碎波能時僅採用75年海圖作為水深計算依據之缺失加以改進外，在民國81年10月間繼續委請台技工程顧問公司，以外傘頂洲上燈塔為中心點，往南北向約10公里，向西約4公里，測至水深負25公尺處，間距為50公尺，得一水深地形圖，可資與民國79年10月、80年10月間在該區相同範圍所測得之水深圖，利用網格法以推算該區海岸漂沙沖淤積量並瞭解其海岸灘線變遷過程外，為進一步監測外傘頂洲南、北端之短期沖刷淤積量之季節性變化，本研究仍繼續在南、北端潮間帶內各選擇一小區域面積（約200公尺×1000公尺，每隔50公尺一觀測斷面，每個觀測斷面間距10公尺即有一觀測點），其範圍儘量與第一年、第二年研究範圍相同以資比較，每隔兩個月進行繼面地形變化測量，按本年度分別在81年8月、11月以及82年1月、3月、5月等共進行五次，俾瞭解外傘頂洲潮間帶南、北兩端海岸沖淤現象，同時配合在該期間於外傘頂洲外海所實測自然海象資料記錄即可探討其物理現象，進而建立漂沙量與自然條件等函數相關性與數值模式；而本年度本所雖亦曾申請二次委請交通處航空大隊支緩有關外傘頂洲東北季風吹襲前、後地形變化之空中拍照事宜，惟受天候影響兩次均無法按預定計劃前往。

預期本研究計劃，將可獲致以下效益

- (1) 瞭解雲嘉地區外傘頂洲海域，目前之沖淤現況，進而研提防蝕對策，俾確保該區海域開發及利用。
- (2) 推算該區海岸每年侵蝕之漂沙量。
- (3) 建立漂沙量與自然條件如風、波浪等函數相關性與數值模式。
- (4) 所有實測資料可提供當地政府及學術機關就施政、學術探討用。

## 第二章 往昔外傘頂洲海岸變遷之研究

外傘頂洲位於本省西南海岸，正對澎湖列嶼，為由北港溪以及濁水溪沙源南下沖積而成之三角洲，突出於本省西南海岸。沙洲外緣灘線以北港溪為中點呈弓形凸出 [1]，民國元年日人整治濁水溪，林內一、二號堤防完成後，濁水溪由原西螺溪出口，北港溪自成水系，排沙量大減，沙洲在強風巨浪雙重作用下逐年被侵蝕。民國9年至68年估計侵蝕約4公里，沙洲外緣灘線呈凹狀向內彎如圖2-1所示，根據海圖資料顯示，民國36年以前沙洲外緣灘線平均每年後退約30公尺，民國36年～51年間平均每年後退約180公尺；民國51年～71年間平均每年後退約40公尺，而其高程則由原來約10公尺，降至目前約2公尺；同時根據衛星資料顯示[2]，民國62年至73年外傘頂洲南、北端平均每年後退量分別為44公尺及103公尺；民國75年至79年間，南、北端則平均每年後退分別為 65 公尺及115公尺。

至於該區沖淤積量之推估，因缺乏可靠之海岸地形圖，利用各種方法推估所得數量相差極大；按民國70年水利局「嘉義海埔地規劃報告」[3]，就民國9年與民國68年間地形變化，估計雲嘉海岸每年流失土方量約為1,000萬立方公尺；而民國74年水利局委託台大林銘崇教授辦理「嘉義外傘頂洲地形變化研究」[4]，考慮波能及沿岸流輸沙理論，利用數值模擬求得每年輸沙量為190萬立方公尺；再者同年嘉義縣政府委託侯和雄教授辦理「布袋港址波浪分析與漂沙量研究」[5]，利用民國63年及69年地形圖計算外傘頂洲土方變動量，求得虎尾溪至朴子溪間每年沖刷量約3,200萬立方公尺，綜合上述三種沖刷量推估研究結果顯示，其差異極大原因乃係採用資料不同、應用不同推算方法以及未清楚界定研究範圍所致，本所有鑑於此，乃自民國79年起編列預算，辦理外傘頂洲沖淤調查，除測量地形變化外，同時觀測外海波浪，蒐集風速資料俾作為規劃開發雲嘉海岸依據。



### 第三章 雲嘉海域現場波浪調查

外傘頂洲位於雲嘉海域，形狀狹長，呈NE-SW走向，長約10公里，為一不穩定移動沙洲，如圖3-1所示。沙洲面臨台灣海峽，直接受波浪衝擊，未受遮蔽，冬季東北季風盛吹時，由北往南之深水波經折射、淺化後斜向入射於沙洲淺灘，波浪碎波後於碎波帶內產生向南之沿岸流，使沙粒沿沙洲海岸向南輸送，造成外傘頂洲北側侵蝕而南側淤積且有南移現象；反之當夏季風盛吹時，由南往北之深水波經折射淺化，碎波後產生向北之沿岸流，將沙粒往北輸送，因南方無沙源可資補充，形成南側侵蝕，北側淤積現象。

本研究擬經由現場波浪觀測以及地形沖淤調查研究，推求外傘頂洲之漂沙輸送率公式  $I_l = K \cdot (P_l)^b$  中漂沙係數K值作為海灘數值模式之理論基礎，其研究流程如圖3-1，茲說明如下：

#### 一、現場調查作業

本所曾於民國78年2月～3月間，於外傘頂洲北方海域，水深約15公尺處(圖3-2，測站A)安裝波浪儀及海流儀，所得資料作深水波波浪之參考。民國79年10月起本所改於該海域水深12公尺處(圖3-2，測站B)再度安裝波浪儀及海流儀，其配置如圖3-3所示，以進行長期波浪觀測，惟到80年12月因波浪儀損壞，故自81年5月開始另行在箔子寮、統仙洲外海水深14公尺處安裝波浪儀(如圖3-2，測站C)觀測波浪，以估算作用外傘頂洲漂沙之波浪能量，並實地測量沙洲灘面變化情形；本年度現場作業進度如表3-1所示，現場觀測期間，自82年3月14日以後，波浪儀則因遭不明物碰撞，嚴重受損，波浪資料再度中斷。

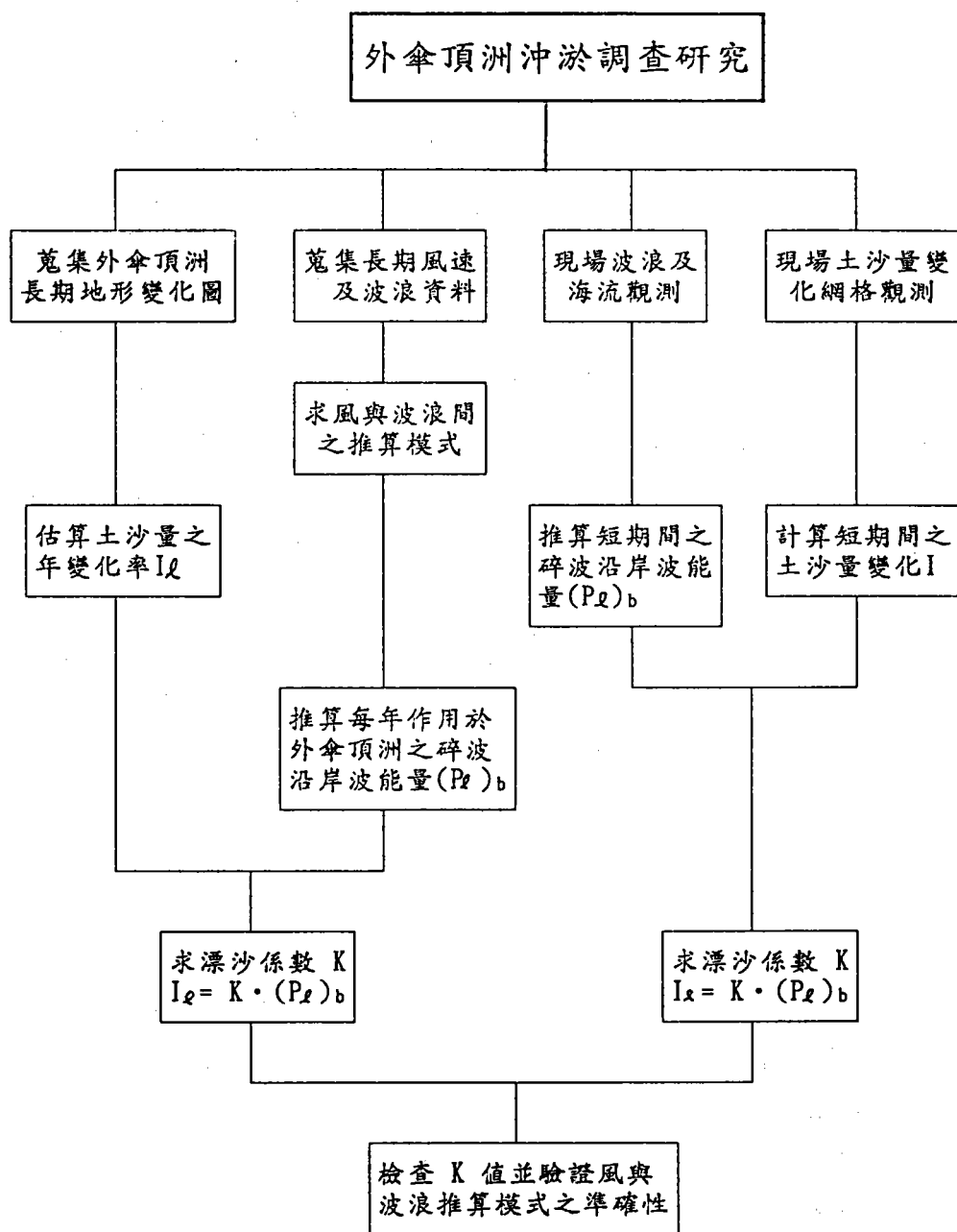


圖 3-1 外傘頂洲沖淤調查研究流程圖



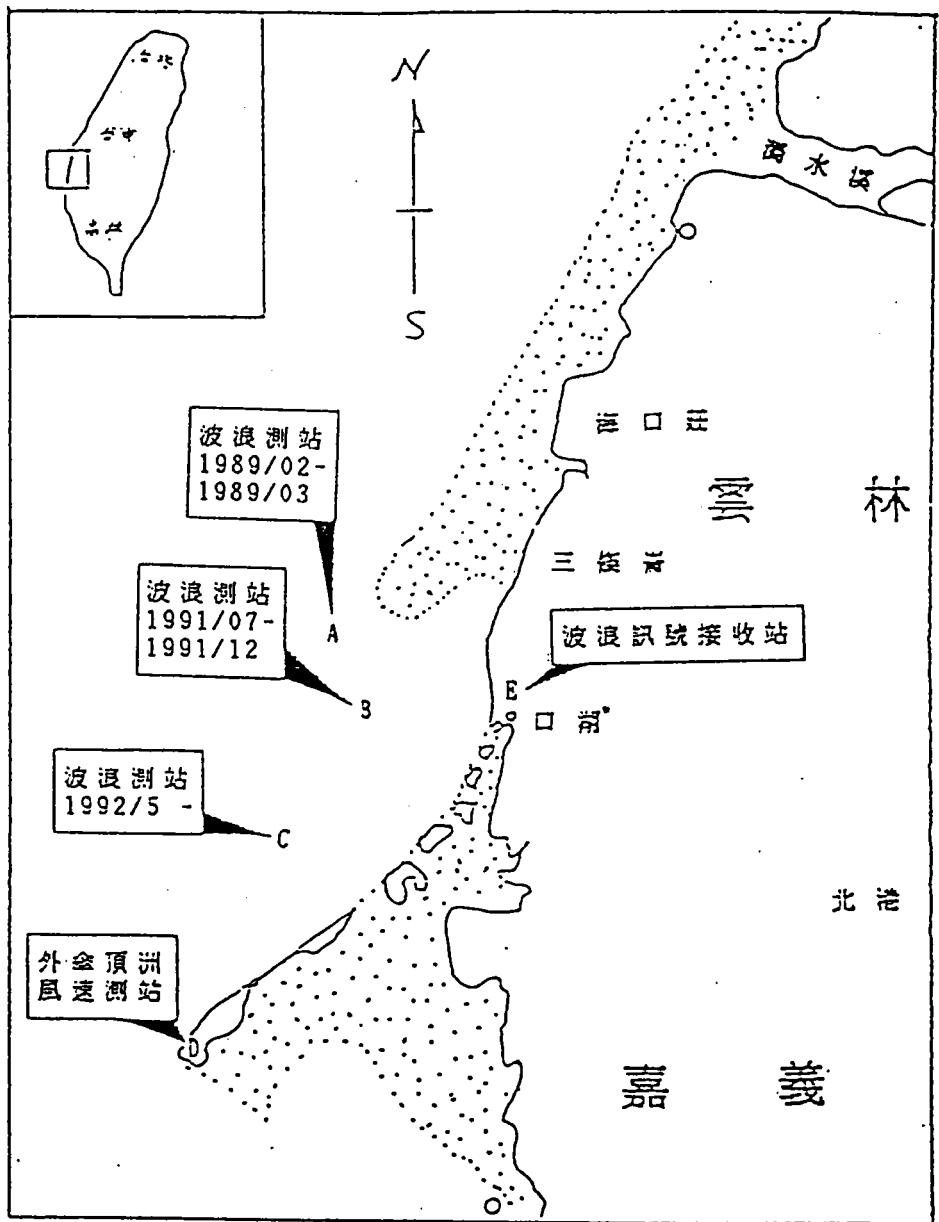


圖 3-2 雲嘉海域波浪觀測站地理位置圖

# 雲嘉海域波浪測站儀器、燈標配置圖：

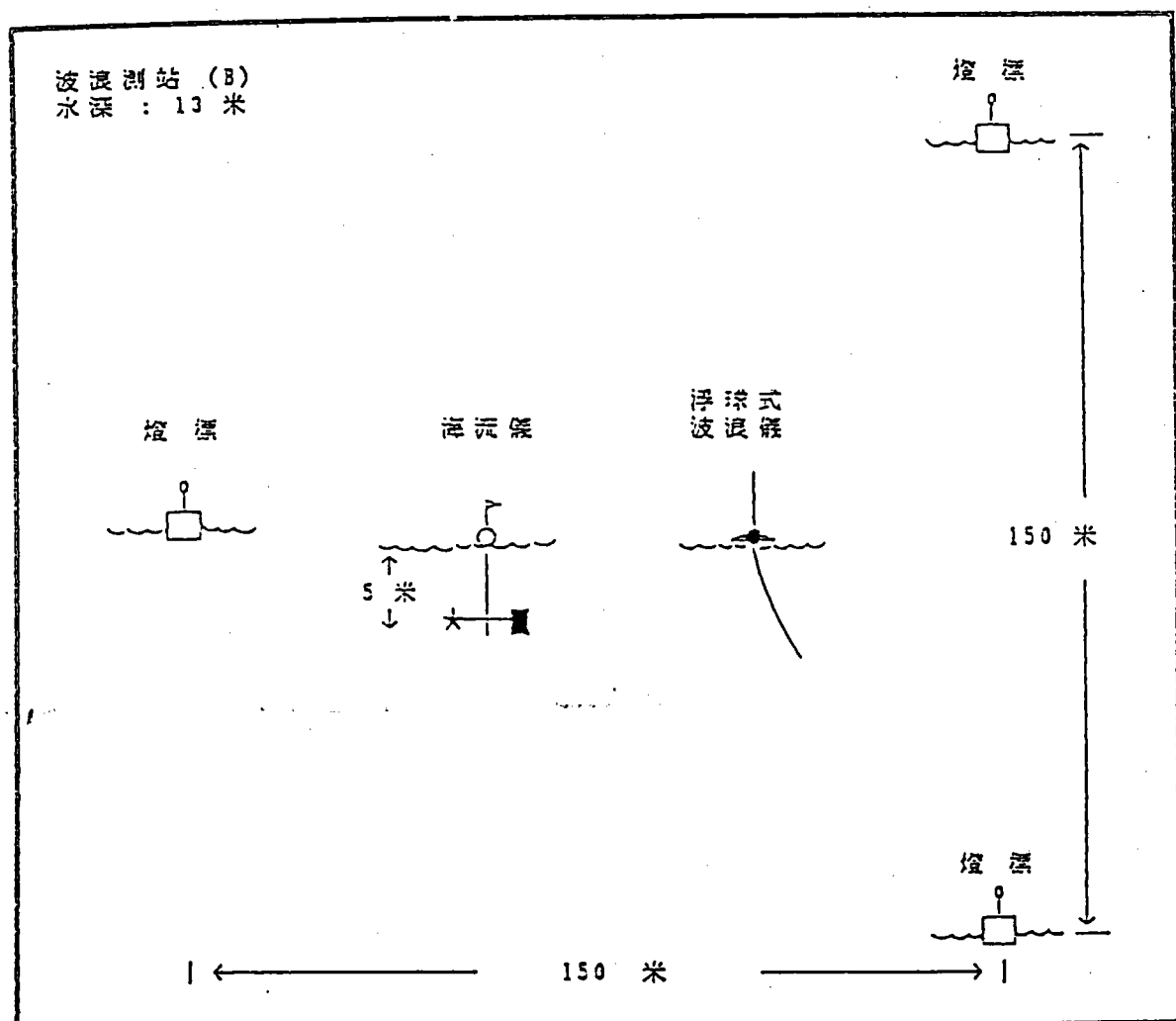


圖 3-3 雲嘉海域波浪觀測站儀器、燈標配置圖

表 3-1 八十二年度雲嘉海域現場波浪觀測進度表

序號	時 間	位標	地 點	工 作 說 明	備 註
1	1992/7/14	C	箔子寮、統仙洲外海 水深14公尺處	更換測站警示燈、電池 及鋼索等。	E 120° 2' N 23° 31' 50"
2	1992/8/13	C	"	"	"
3	1992/9/2	C	"	因訊號接受不正常，出 海檢查發現波浪儀天線 嚴重受損。	"
4	1992/9/9	C	"	更換波浪儀天線。	"
5	1992/11/20	C	"	因訊號接受不正常，出 海檢查發現波浪儀被漁 網網住而沈入水中，經 清理後恢復正常，但12 月份因接收站電腦頻頻 故障而使波浪資料中斷	"
6	1993/2/3	C	"	測站兩組浮筒均流失， 重新施放浮筒及燈標以 維護儀器安全。	"
7	1993/2/17	C	"	再施放一組臨時標以保 護波浪儀正常運作。	"
8	1993/3/14	C	"	波浪儀遭不明物碰撞， 嚴重受損，收回岸上送 廠維修，波浪資料再度 中斷。	"

## 二、波浪資料統計與分析

八十年度本所於79年10月19日開始在雲嘉海域，距離岸邊8公里，水深13m處施放一組浮球式波浪儀 (wave rider)以記錄該區海域波浪資料；惟到80年4月17日因聯結波浪儀之鋼索斷裂，致波浪儀流失，波浪記錄方才中斷，故80年度僅收集約半年屬東北季風之波浪資料。蒐集所得之波浪資料，經輸入電腦程式計算其示性波高 $H_{1/3}$ 及示性週期 $T_{1/3}$ ，並分析其聯合機率分佈，根據資料顯示[6]，79年10月份最經常出現之波浪其示性波高及週期分別為 $0.75^m \sim 1.25^m$ 與5.5秒約佔該月份之80%；11月份波浪其示性波高介於 $0.75^m \sim 1.75^m$ 而週期介於5.5秒 $\sim$ 6.5秒者約佔62%，同時資料顯示，該月份波浪其示性波高及週期有高達約 $4^m$ 與10秒之記錄；12月份波浪分佈較廣，其 $H_{1/3}$ 與 $T_{1/3}$ 聯合機率分佈顯示波高介於 $0.75^m \sim 1.75^m$ ，週期介於4.5秒 $\sim$ 6.5秒者約佔72%；80年元月份其波浪 $H_{1/3}$ 與 $T_{1/3}$ 聯合機率分佈與79年12月份者大略相同，約佔70%，2月份資料顯示，波浪分佈以示性波高 $1.25^m$ 週期5.5秒居多，3月份、4月份亦然，故就整體而言，其波浪分佈以示性波高約為 $1^m$ ，週期6秒佔大部。

八十一年度本所亦分別在80年8月 $\sim$ 80年12月以及81年5月以後陸續在該區海域收集波浪資料，蒐集所得之波浪資料經輸入電腦程式計算其示性波高 $H_{1/3}$ 及示性週期 $T_{1/3}$ ，並分析其聯合機率分佈，根據資料顯示[7]，80年8月以波高小於 $0.5^m$ 週期為6 $\sim$ 7秒者佔多數，80年9月份以波高 $0.5^m \sim 1.0^m$ 間，週期為5 $\sim$ 6秒者佔多數；80年10月以波高 $0.75^m \sim 1.25^m$ ，週期7 $\sim$ 9秒者居多與79年10月份同期資料比較，波高分佈相同，惟週期較長；80年11月份以波高 $0.5^m \sim 1.0^m$ ，週期5.5秒者居多。若與79年相同月份資料比較，週期約略相同，惟波高值偏小；80年12月份波高分佈則介於 $0.5^m \sim 1.5^m$ 間，週期為4秒到6秒與79年相同

月份比較，無甚差異；81年1月到81年4月則資料從缺；81年5月份資料顯示波高以在 $0.5\text{m}$ 以下，週期為 $4\sim 5$ 秒者居多。

而本年度自6月以後，在該區海域所收集波浪資料經計算其示性波高與週期分佈曲線分別如圖3-4(a)~(h)；並分析其聯合分佈如圖3-5(a)~(h)；根據資料顯示，81年6月以波高小於 $0.5\text{m}$ 者佔多數約為66%，週期則介於 $3\sim 6$ 秒者居多；81年7月波高分佈與6月份者大約相同佔75%，惟週期略為增長，約介於 $4\sim 8$ 秒者佔多數；81年8月其波高分佈與6、7月份者相同，但週期則集中於 $6\sim 7$ 秒佔30%；81年9月波高分佈仍以 $1\text{m}$ 以下者居多，週期則以 $6\sim 8$ 秒者居多佔67%；81年10月開始進入東北季節風期以波高 $0.75\text{m}\sim 1.25\text{m}$ ，週期 $5\sim 8$ 秒者居多和79年、80年10月份同期資料比較，波高分佈相同，81年11月波高以 $1\text{m}$ 以下者居多，週期則介於 $5\sim 6$ 秒與80年11月份分佈相同；81年12月則因儀器故障資料從缺；82年元月份波浪分佈較廣，波高介於 $0.5\text{m}\sim 2.5\text{m}$ ，週期介於 $4\sim 9$ 秒；82年2月份波高則以 $0.5\text{m}\sim 1.5\text{m}$ 居多，週期則以 $5.5$ 秒者佔多數與79年同期波浪分佈情況相同；82年3月14日以後，則因波浪儀遭不明物碰撞嚴重受損，波浪資料再度中斷至今。吾人若將雲嘉海岸外傘頂洲海域其波浪調查資料分為夏季與冬季兩種季別考慮，則其波高與週期之聯合機率分佈如圖3-6所示，圖形顯示，在夏季波浪情況波高 $0.5\text{m}$ 以下者佔70.2%， $1\text{m}$ 以下者則高達94.7%；其週期分佈則介於 $3\sim 7$ 秒者佔76.5%；在冬季波浪情況波高 $0.5\text{m}$ 以下者佔8.6%，波高自 $0.5\text{m}\sim 1.5\text{m}$ 則佔74.6%，而其週期則介於 $4\sim 7$ 秒佔88.5%。

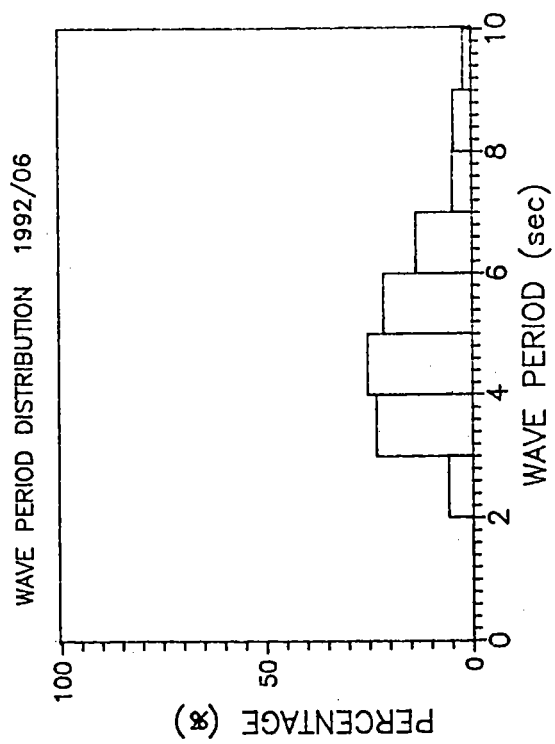
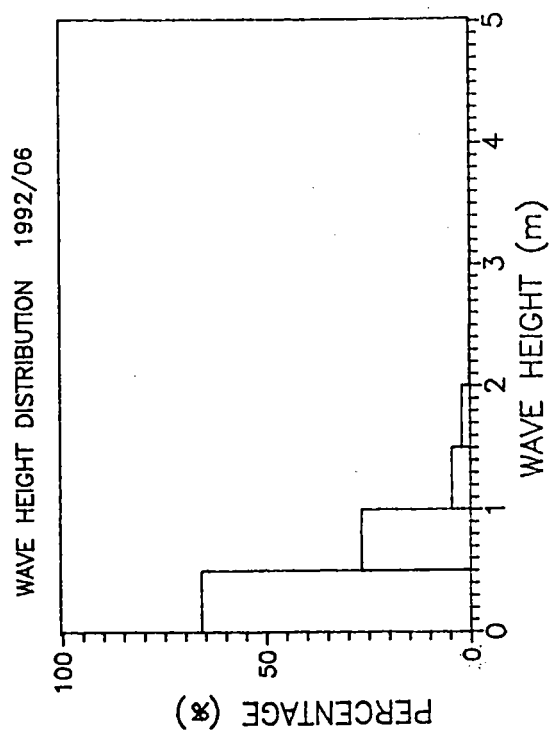
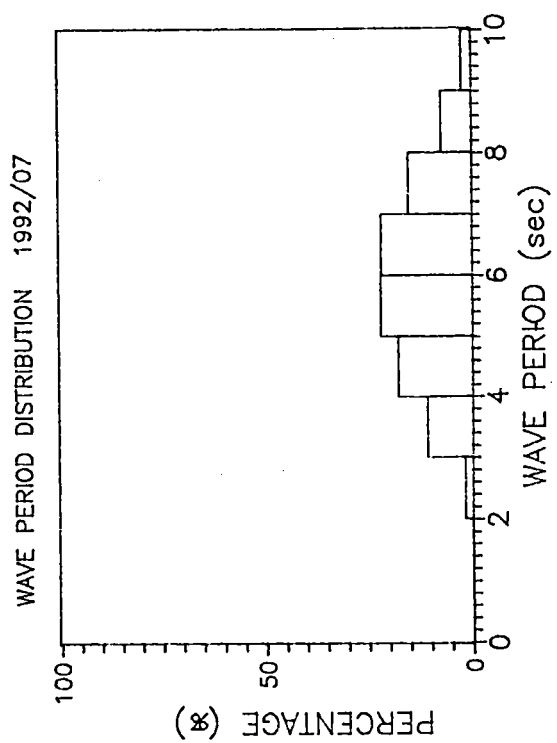
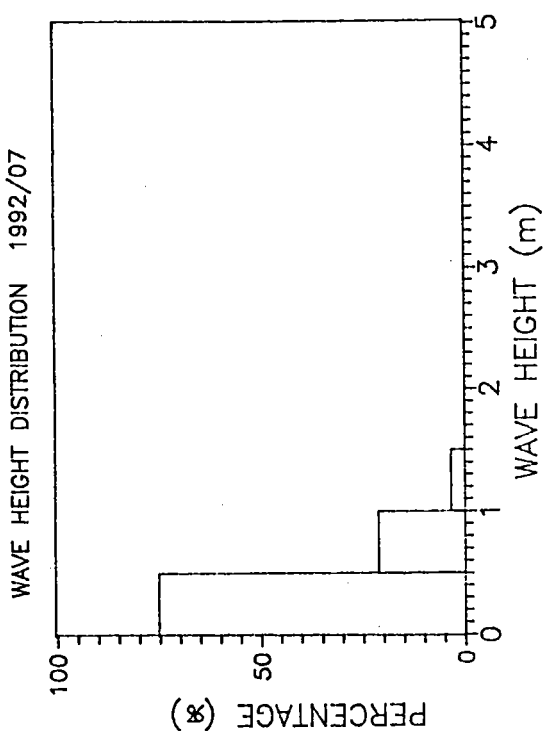
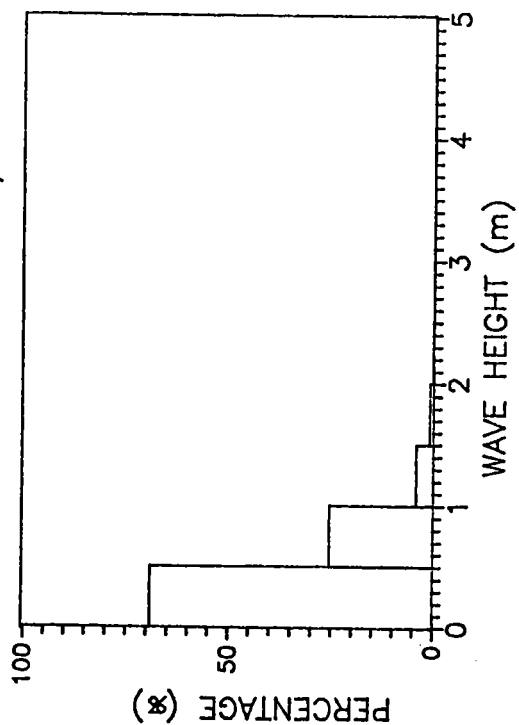
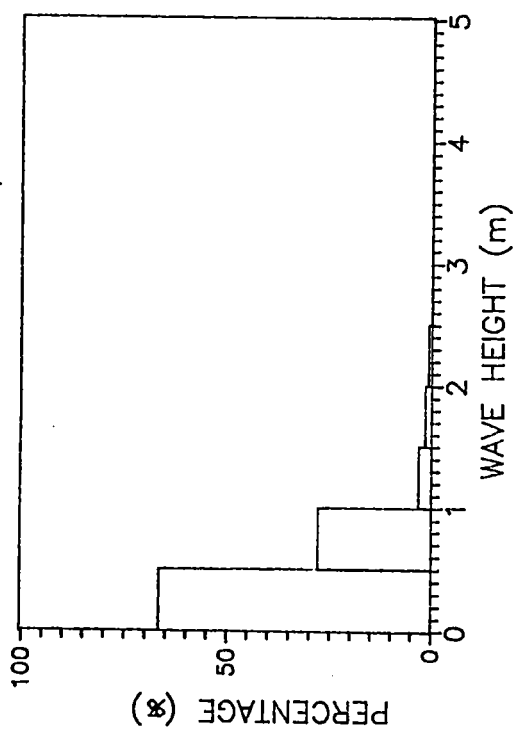


圖 3-4 外傘頂洲海域示性波高及週期月分佈組體圖(81年6月、7月)

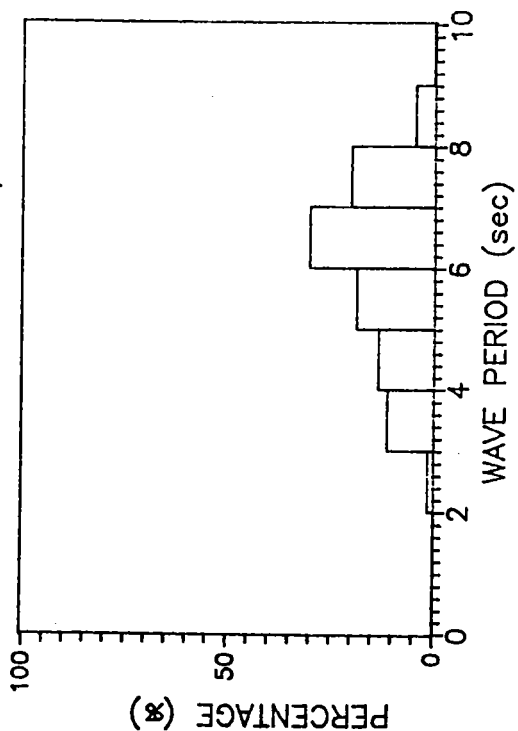
WAVE HEIGHT DISTRIBUTION 1992/08



WAVE HEIGHT DISTRIBUTION 1992/09



WAVE PERIOD DISTRIBUTION 1992/08



WAVE PERIOD DISTRIBUTION 1992/09

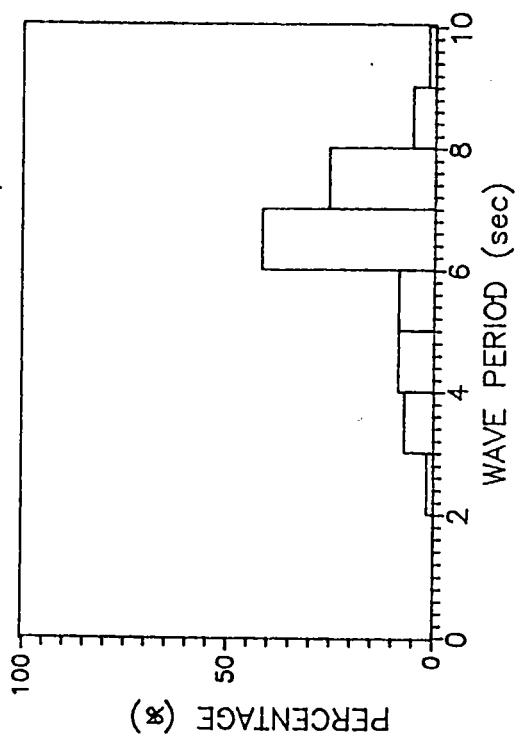
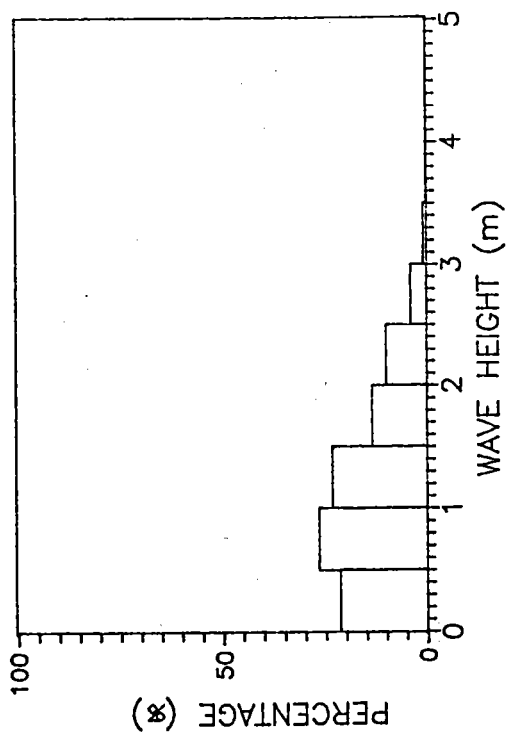
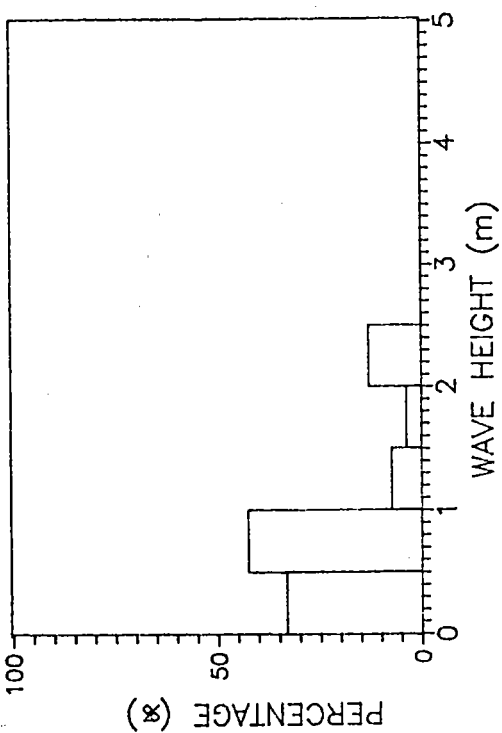


圖 3-4(續) 外傘頂洲海域示性波高及週期月分佈組體圖(81年8月、9月)

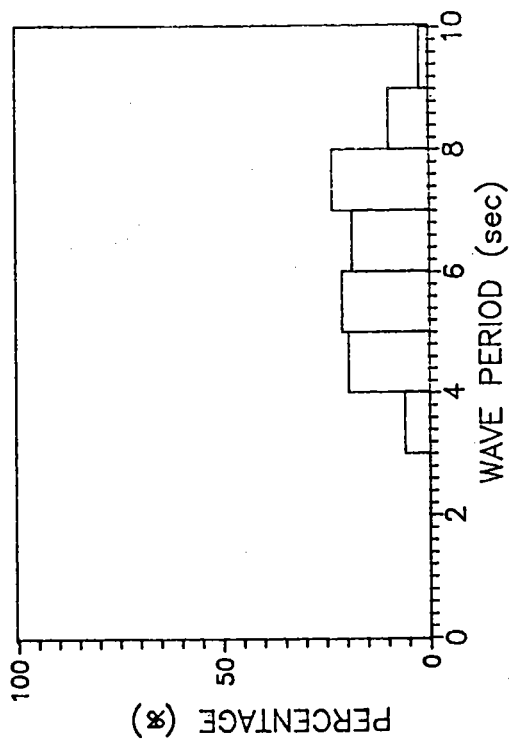
WAVE HEIGHT DISTRIBUTION 1992/10



WAVE HEIGHT DISTRIBUTION 1992/11



WAVE PERIOD DISTRIBUTION 1992/10



WAVE PERIOD DISTRIBUTION 1992/11

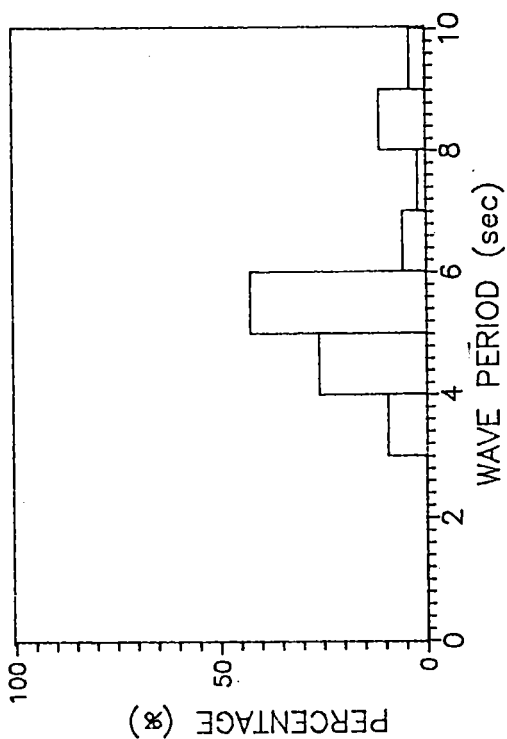
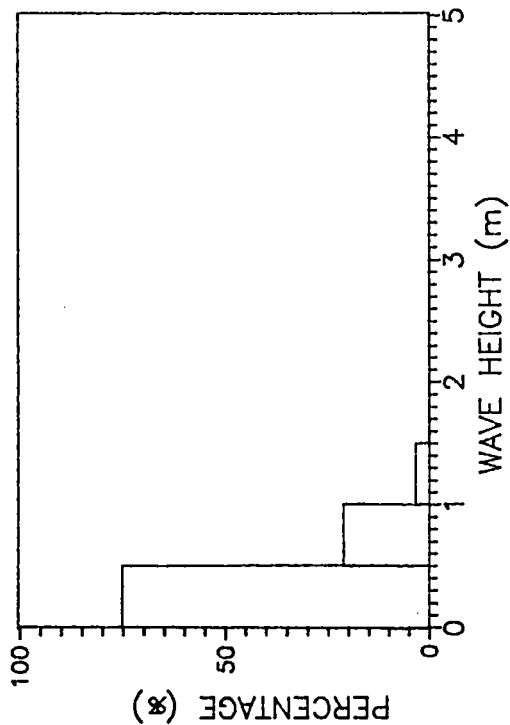


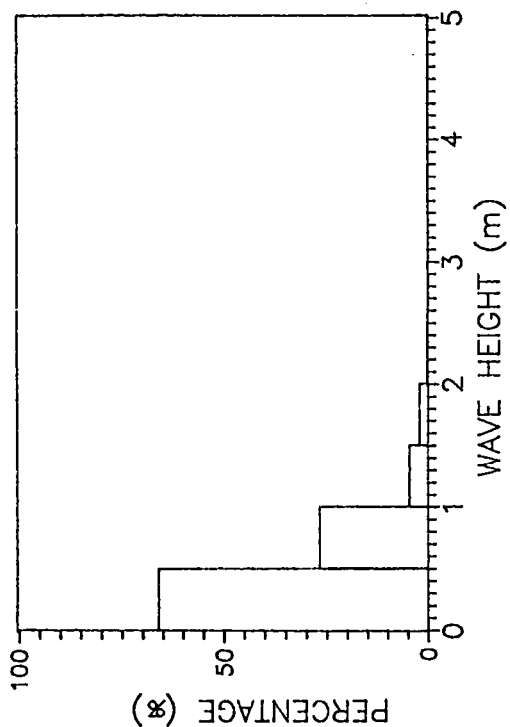
圖 3-4(續) 外傘頂洲海域示性波高及週期月分佈組體圖(81年10月、11月)



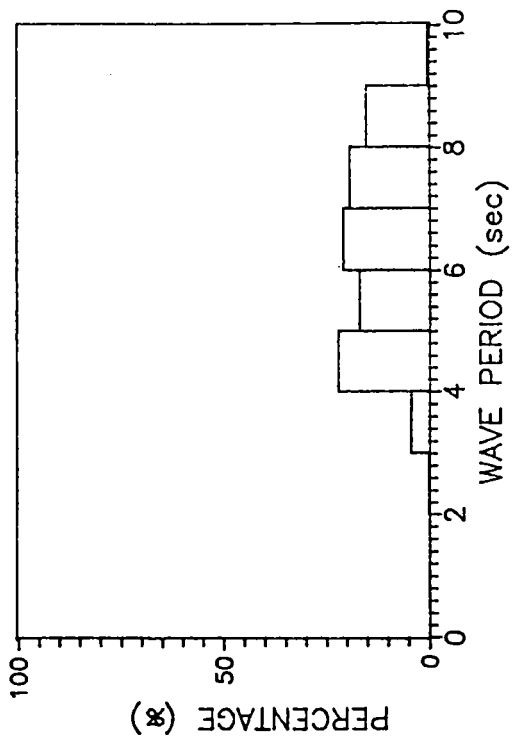
WAVE HEIGHT DISTRIBUTION 1993/01



WAVE HEIGHT DISTRIBUTION 1993/02



WAVE PERIOD DISTRIBUTION 1993/01



WAVE PERIOD DISTRIBUTION 1993/02

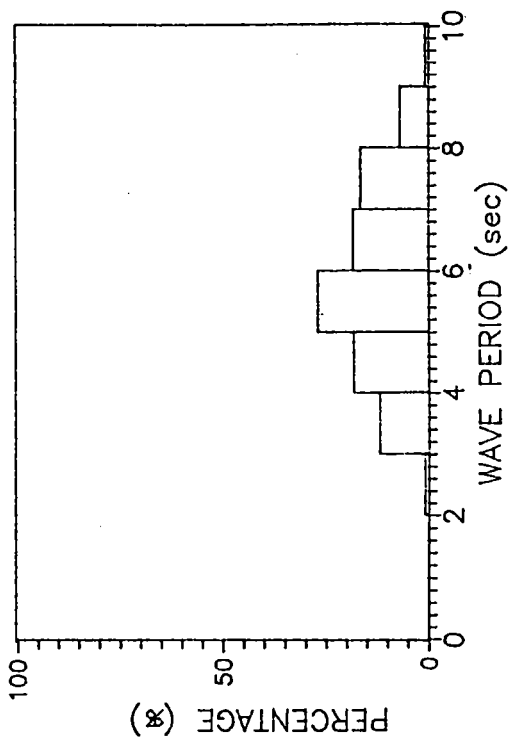


圖 3-4(續) 外傘頂洲海域示性波高及週期月分佈組體圖(82年1月、2月)

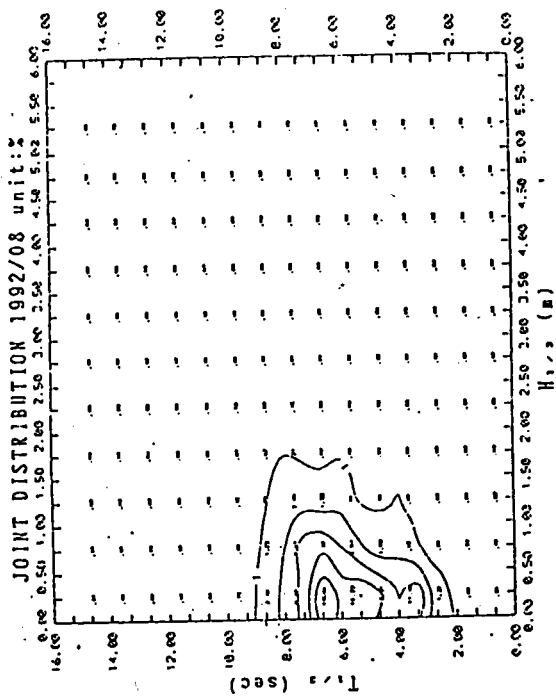
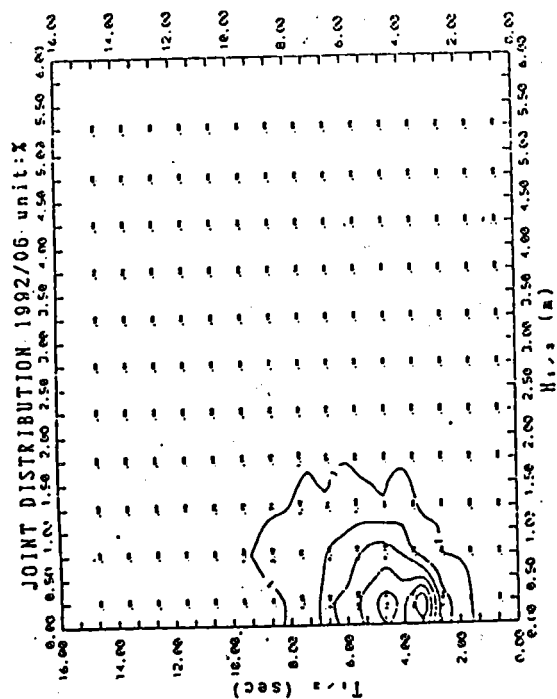
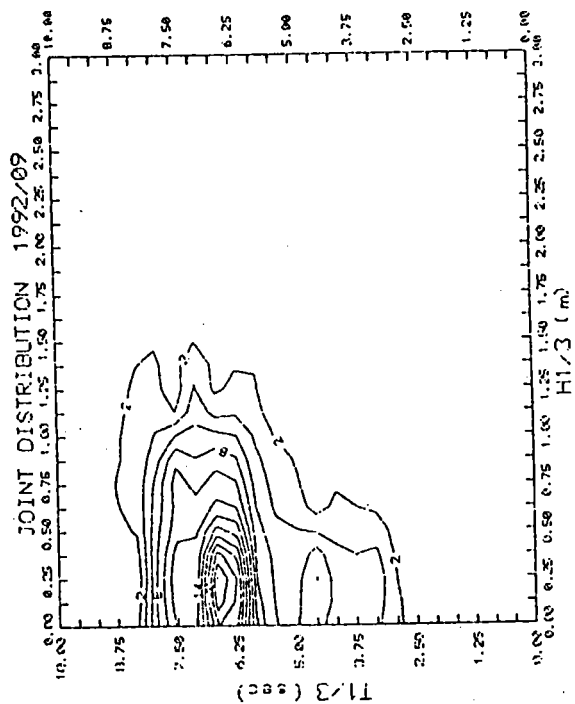
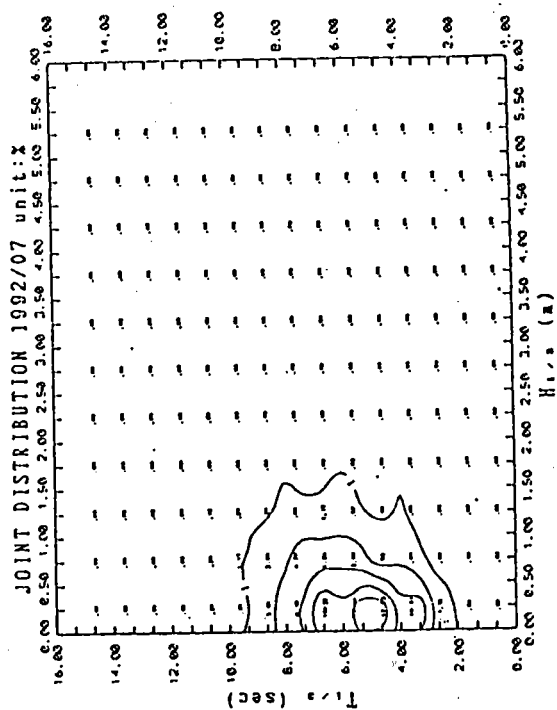


圖 3-5 外傘頂洲海域示性波高與週期聯合分佈圖  
(81年6月、7月、8月、9月)

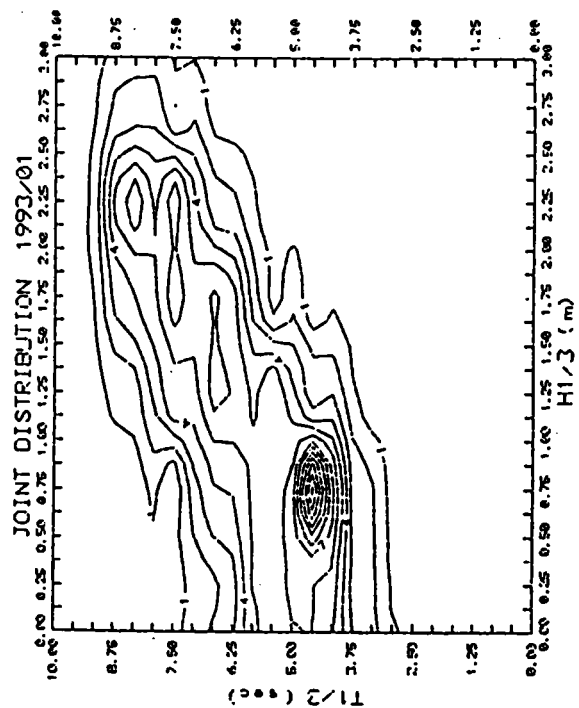
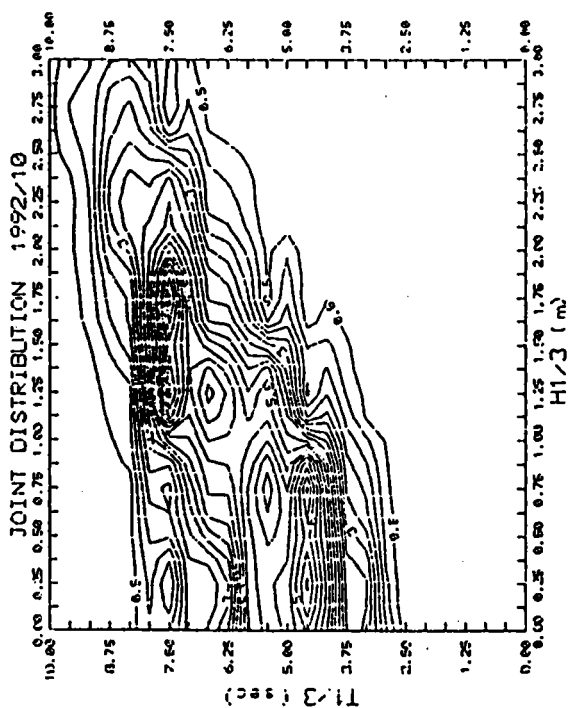
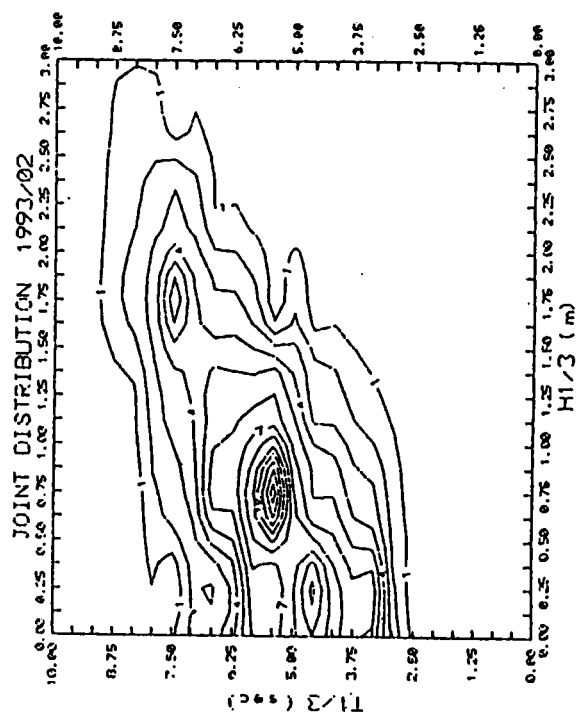
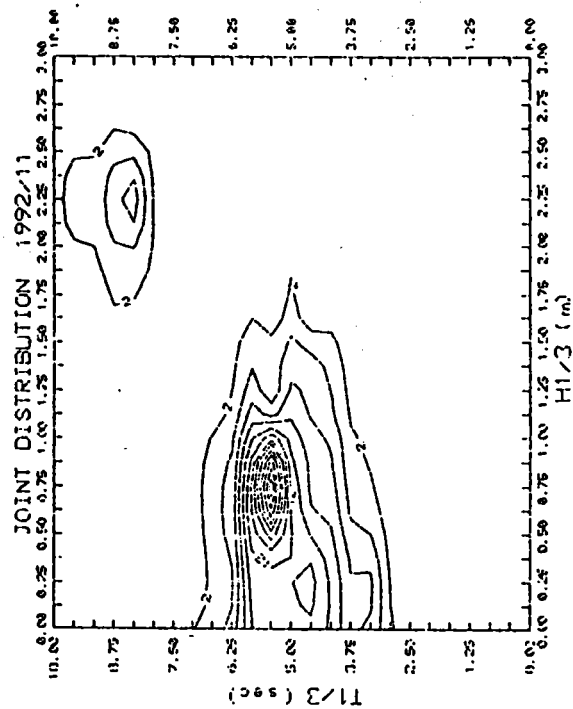


圖 3-5(續) 外傘頂洲海域示性波高與週期聯合分佈圖  
(81年10月、11月、82年1月、2月)

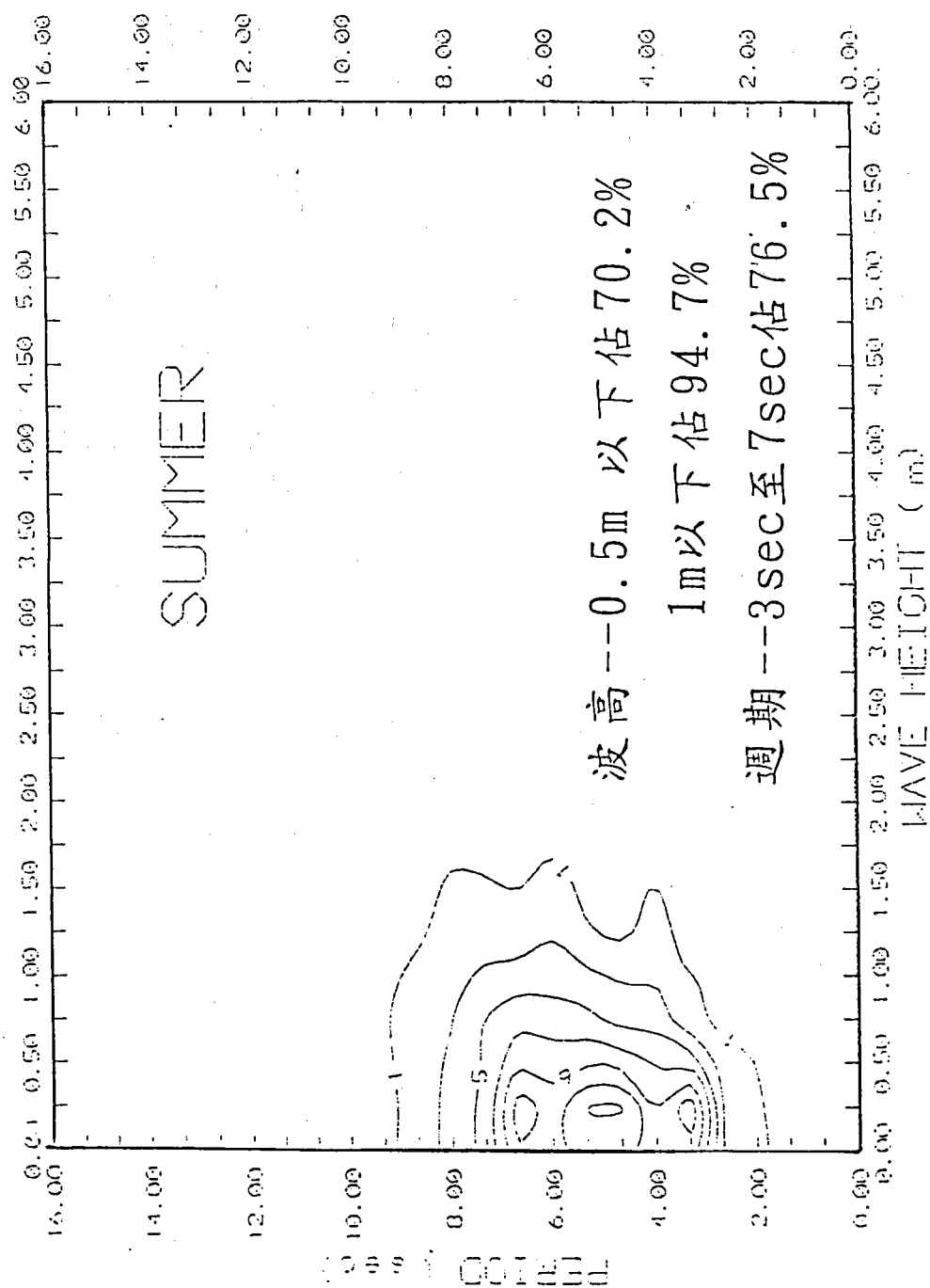


圖 3-6 外傘頂洲海域夏季期間示性波高與週期聯合分佈圖

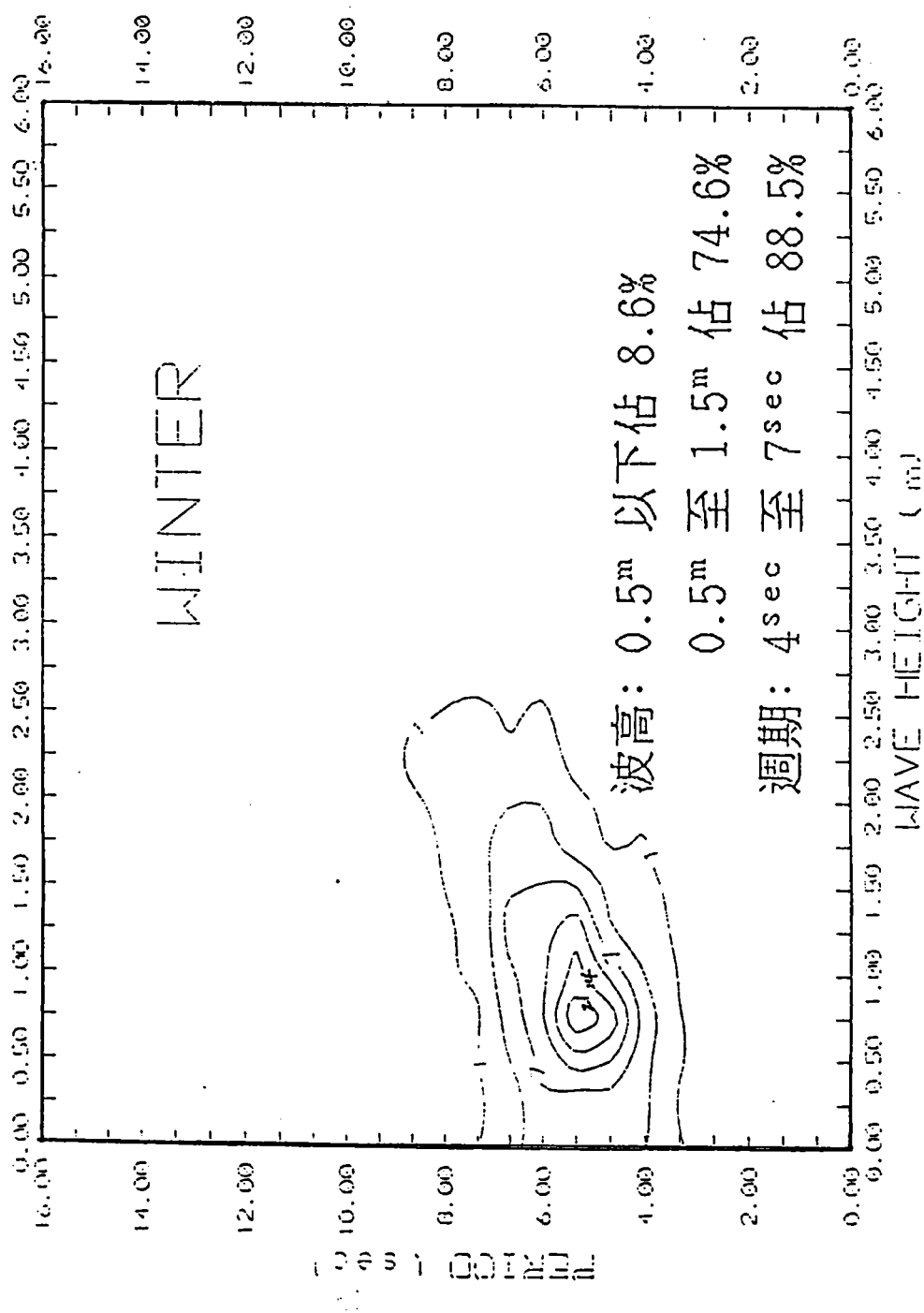


圖 3-6(續) 外傘頂洲海域冬季期間示性波高與週期聯合分佈圖

### 三、風與波浪間之推算模式

八十一年度本研究計畫在缺乏波浪資料的情況下，曾根據本所在78年3月間在外傘頂洲水深15公尺處實測得之深水波浪資料以及當時外傘頂洲風速資料，分析雲嘉海域波浪波高、週期與風速間之關係，並以二次多項式迴歸方程式，作為風速推算波高及波浪週期之模式[7]，用以計算作用於該區海域之沿岸碎波能量，其中

$$H_{1/3} = 0.12 + 0.124U + 0.001U^2$$

$$T_{1/3} = 7.62 - 0.114U + 0.0095U^2$$

此處  $U$  為風速(公尺/秒)

$H_{1/3}$  為示性波高(公尺)

$T_{1/3}$  為示性週期(秒)

同時並根據80年12月間在外傘頂洲離岸8公里，水深13公尺處(圖3-2，測站B)實測得之深水波浪資料及當時外傘頂洲風速資料如圖3-7，再次分析雲嘉海域波浪波高、週期與風速之關係圖如圖3-8、圖3-9所示，並以二次多項式迴歸方程式，作為風速推算波高及波浪週期之模式如下[8、11]

$$H_{1/3} = 0.726 - 0.0423U + 0.00576U^2$$

$$T_{1/3} = 6.301 - 0.303U + 0.018U^2$$

惟外傘頂洲海域風浪型態，根據多年之風速記錄與波浪觀測資料等分析結果顯示，該區海域波浪情況主要受冬季東北季風以及夏季西

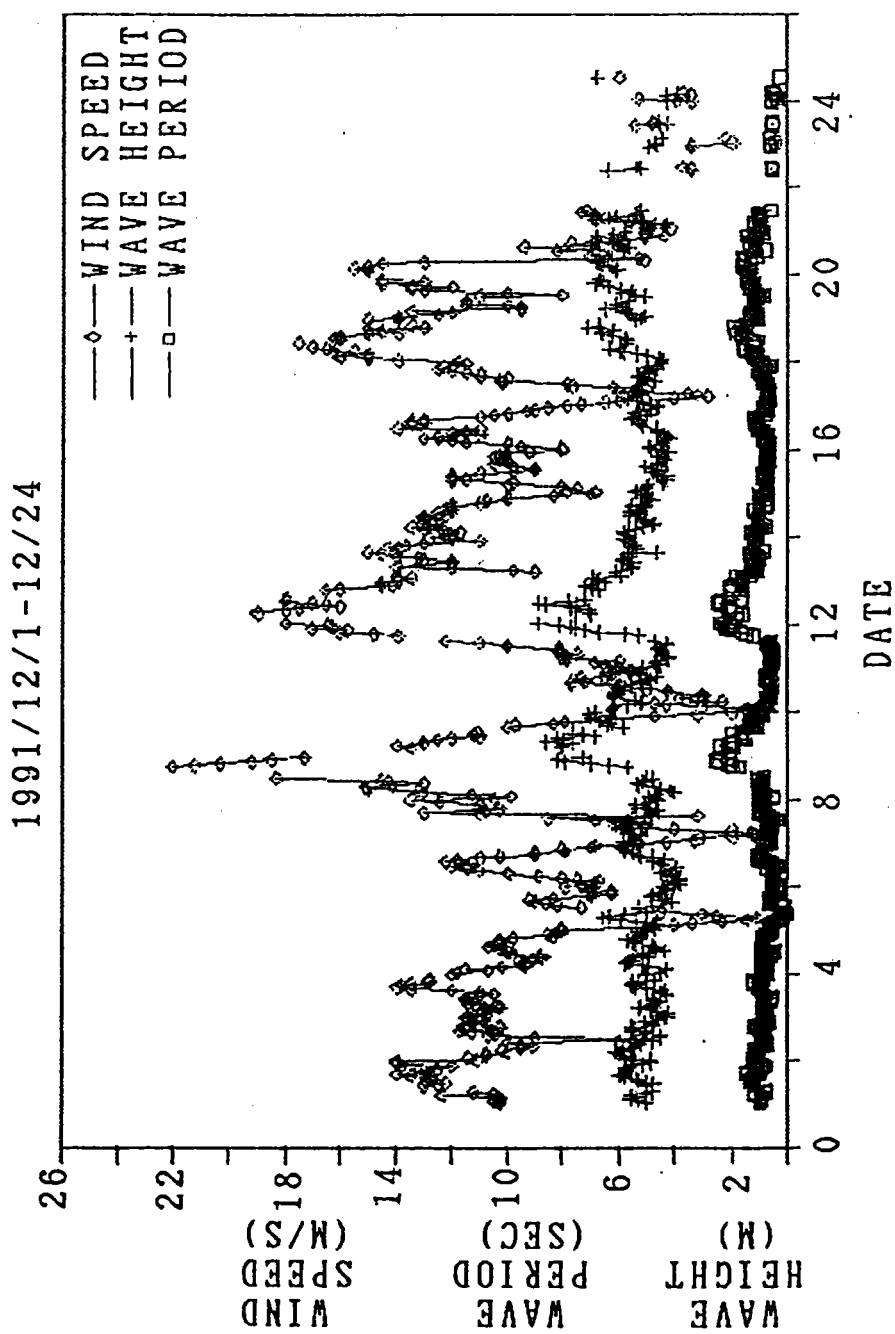


圖 3-7 外傘頂洲海域示性波高與週期對風速之變化關係(1991/12)

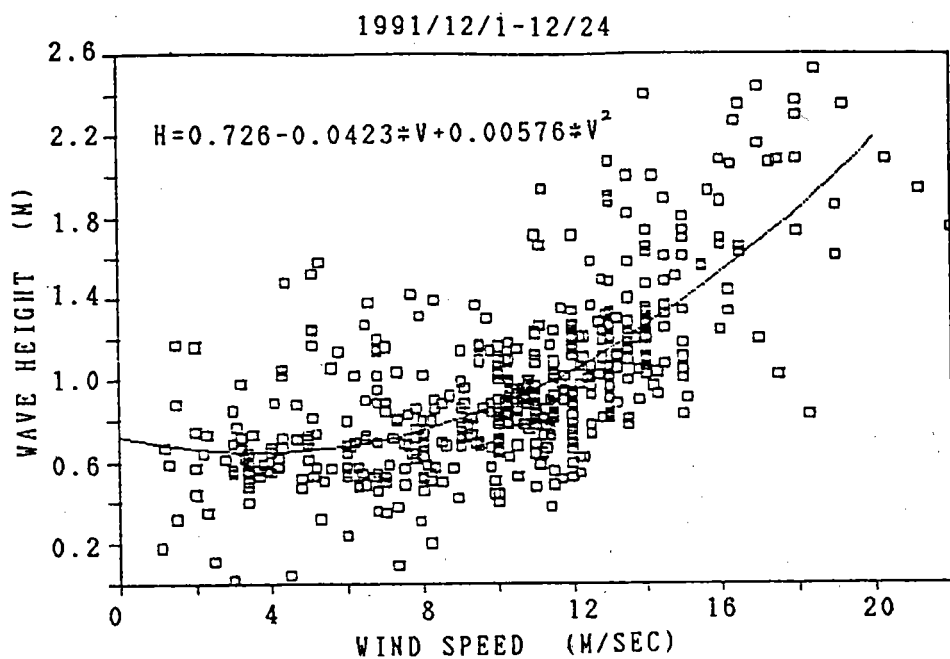


圖 3-8 外傘頂洲海域示性波高與風速關係圖(1991/12)

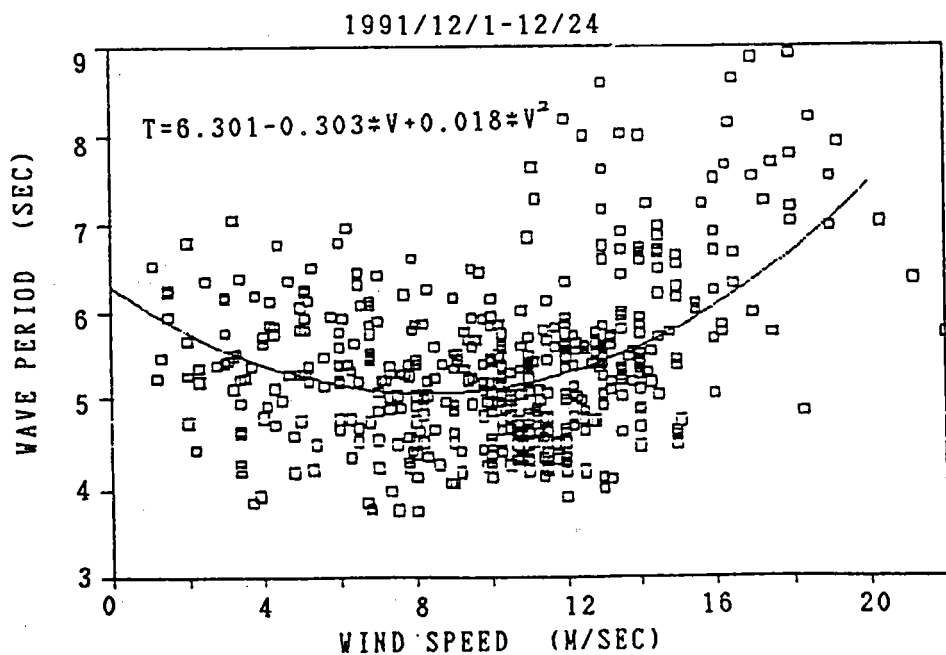


圖 3-9 外傘頂洲海域週期與風速關係圖(1991/12)



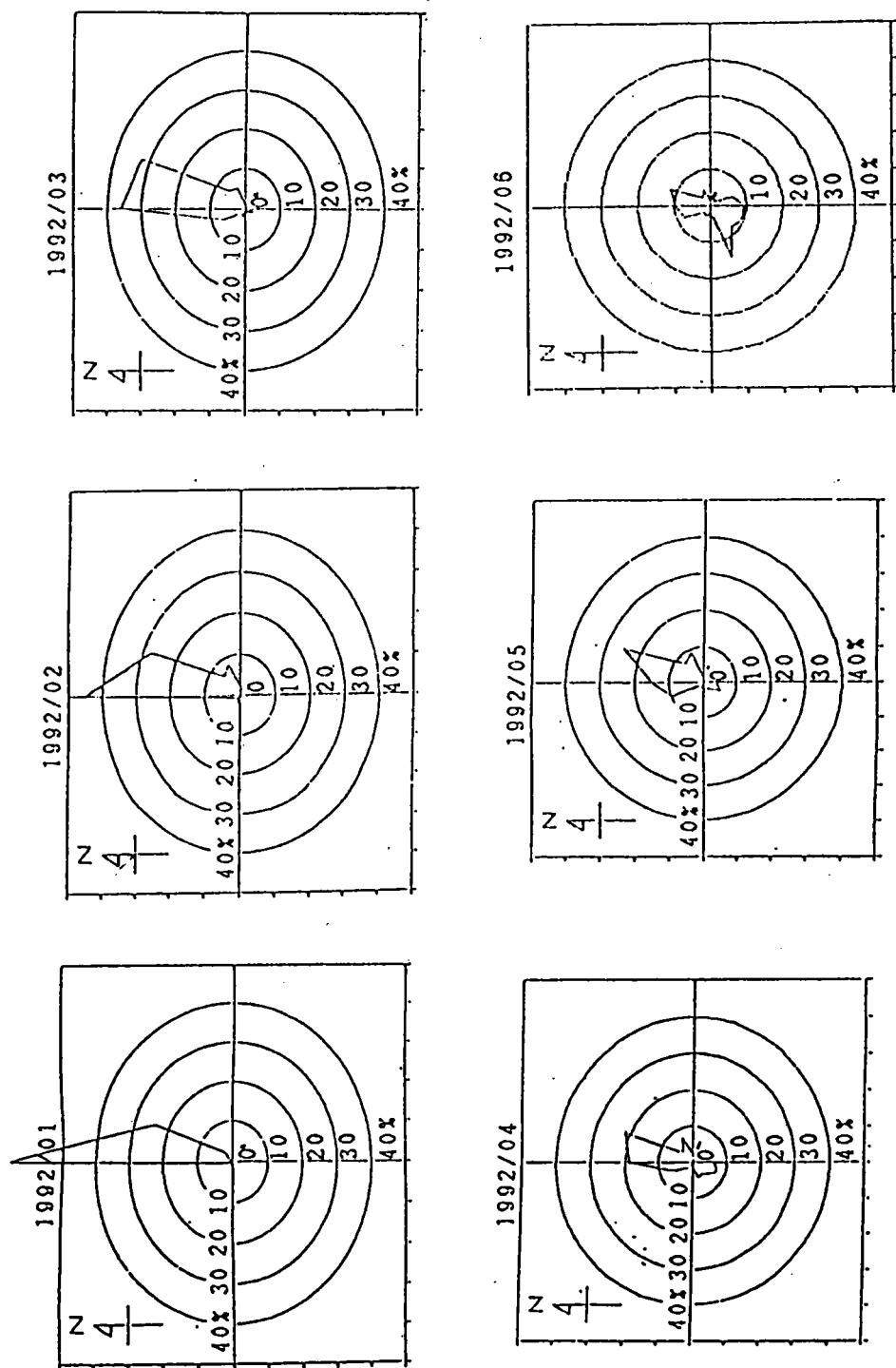
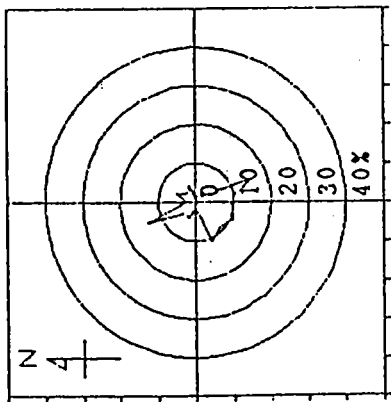
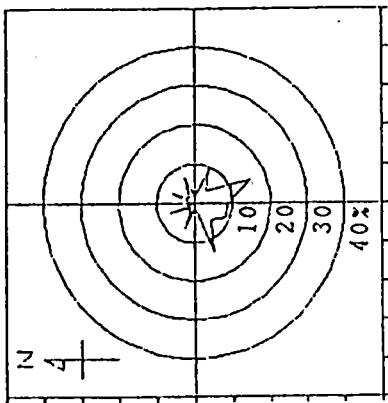


圖 3-10 外傘頂洲海域1992年月風向玫瑰圖(1992年1月~6月)

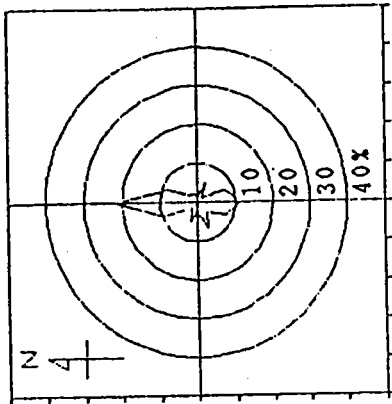
1992/07



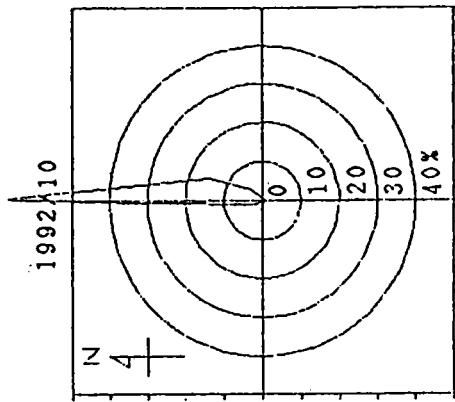
1992/08



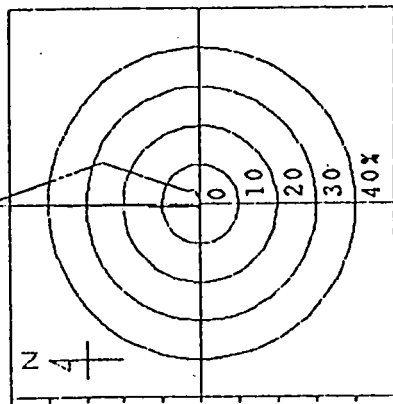
1992/09



1992/10



1992/11



1992/12

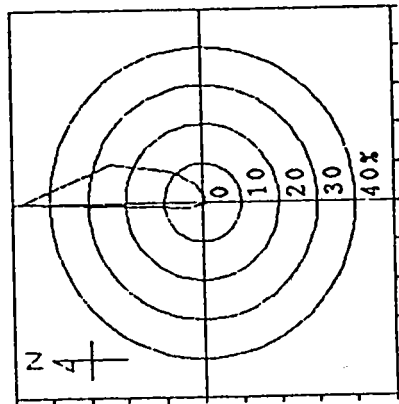


圖 3-10(續)外傘頂洲海域1992年月風向玫瑰圖(1992年7月~12月)

南季風之影響，此可由外傘頂洲自1992年元月到12月全年間實測風速其風速玫瑰圖以及季節玫瑰圖看出，分別如圖3-10與圖3-11所示；加以該區海域位處台灣海峽中南部，東邊有高聳之中央山脈阻隔，除非颱風直接侵襲，否則遠方海峽之強烈風浪僅能以較長週期之湧浪沿狹窄之台灣海峽經折射、繞射進入該海域，故形成該海域之特殊地區性風浪型態。

本研究計畫有鑑於此，乃根據在外傘頂洲所得之深水波浪資料以及當時外傘頂洲風速資料，將該海域經常性風浪分為東北季風及西南季風兩種型態，再依十六方位(如圖3-12)分別分析風場與波浪場之關係，探討該區海域波浪波高、週期與風速之關係，求得波高及波浪週期之推算模式如下：

$$H_{1/3} = 0.2266 + 0.08W + 0.01W^2$$

$$T_{1/3} = 3.664 + 1.646H_{1/3} - 0.033H^2$$

其中， $W$  為風速修正係數，定義為

$$W = \frac{1}{\theta} \int_{t-\theta}^t U \cdot G(D, F) dt$$

而  $U$  為風速(m/s)； $G(D, F)$ 為風向參數函數，定義為

$$G(D, F) = F \cdot \cos \left[ (D-k) \cdot \frac{\pi}{8} \right]$$

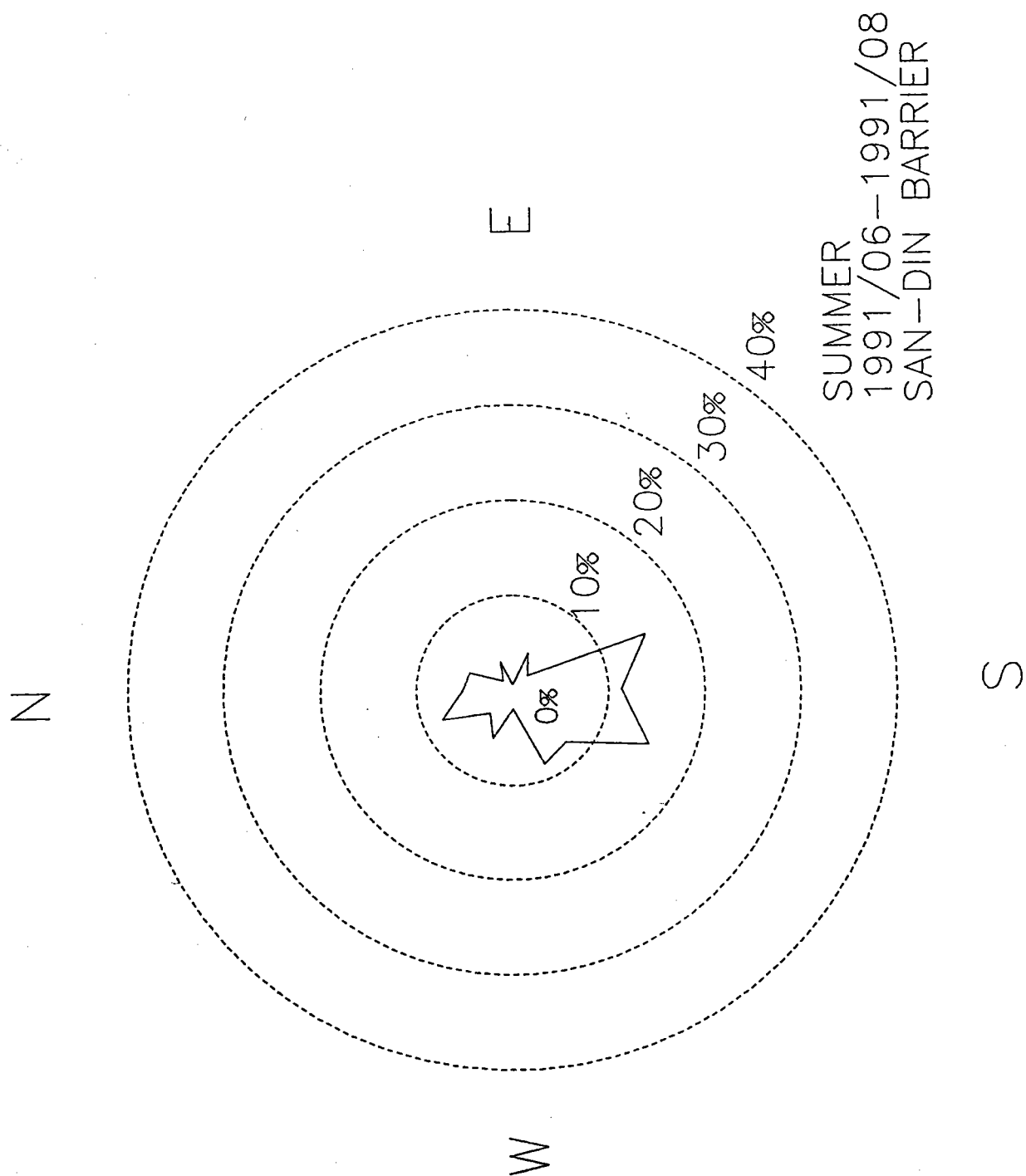


圖 3-11(a) 外傘頂洲海域夏季風向玫瑰圖(1991/06~1991/08)

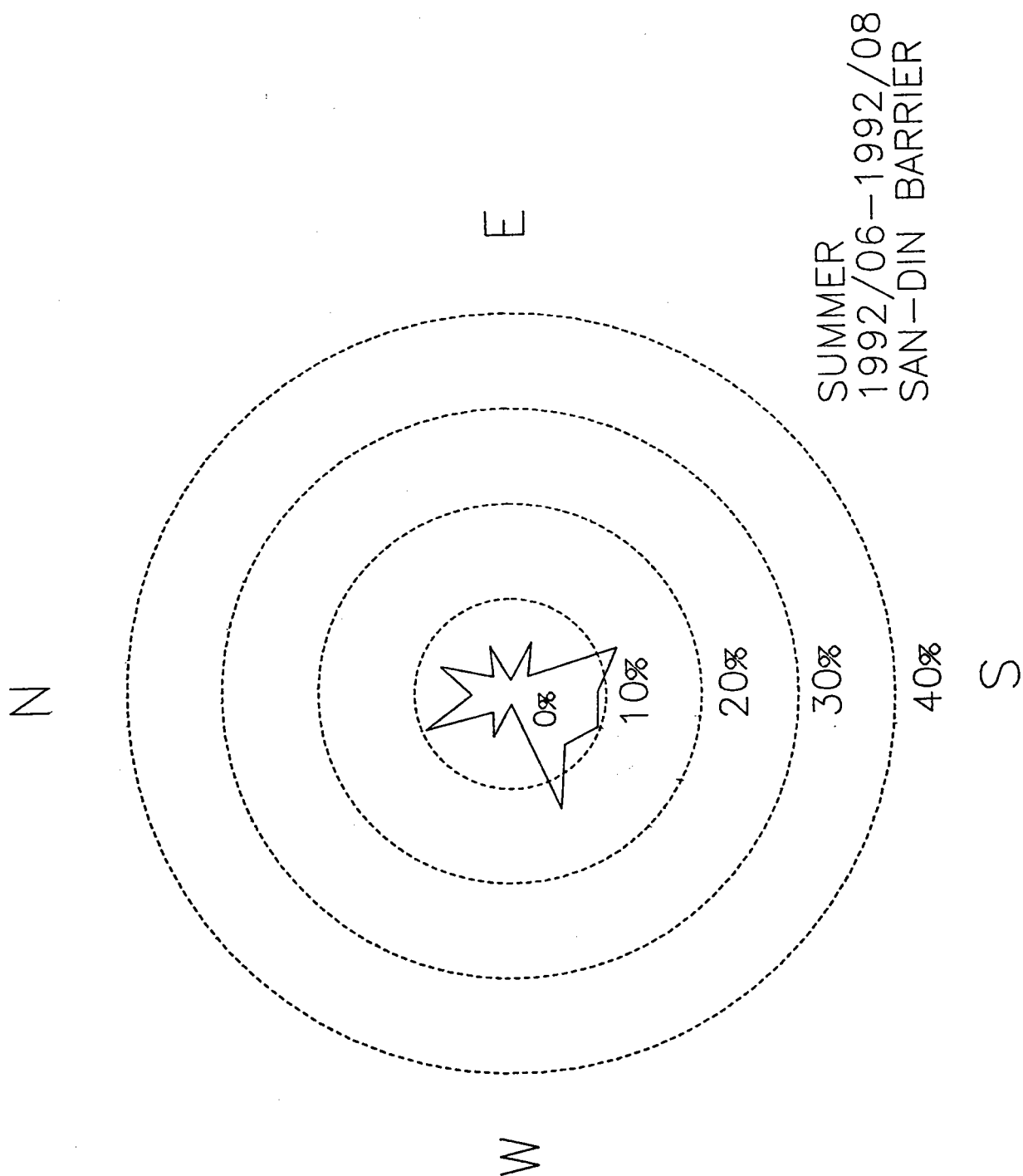


圖 3-11(b) 外傘頂洲海域夏季風向玫瑰圖(1992/06~1992/08)

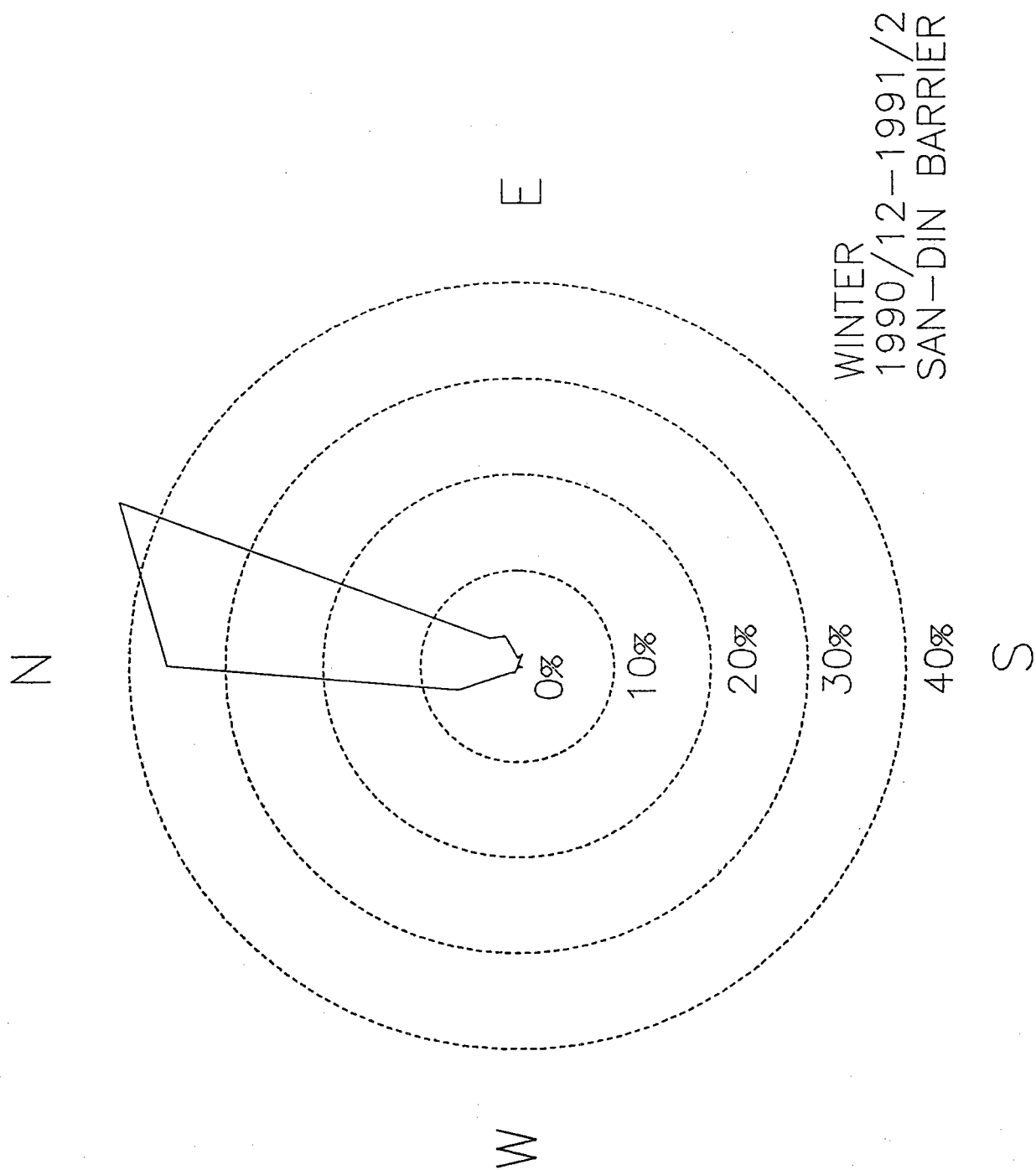


圖 3-11(c) 外傘頂洲海域冬季風向玫瑰圖(1990/12~1991/02)

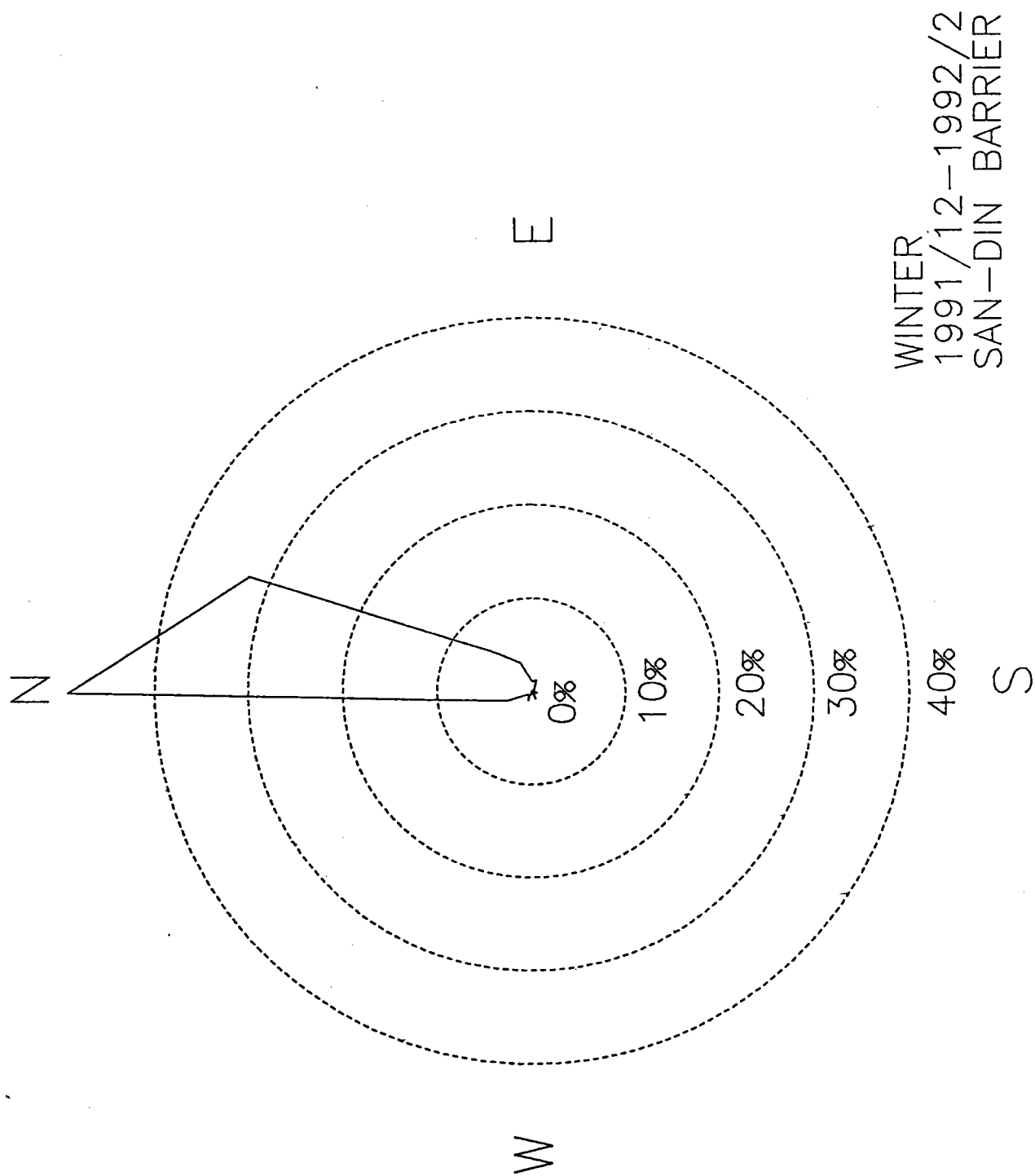


圖 3-11(d) 外傘頂洲海域冬季風向玫瑰圖(1991/12~1992/02)

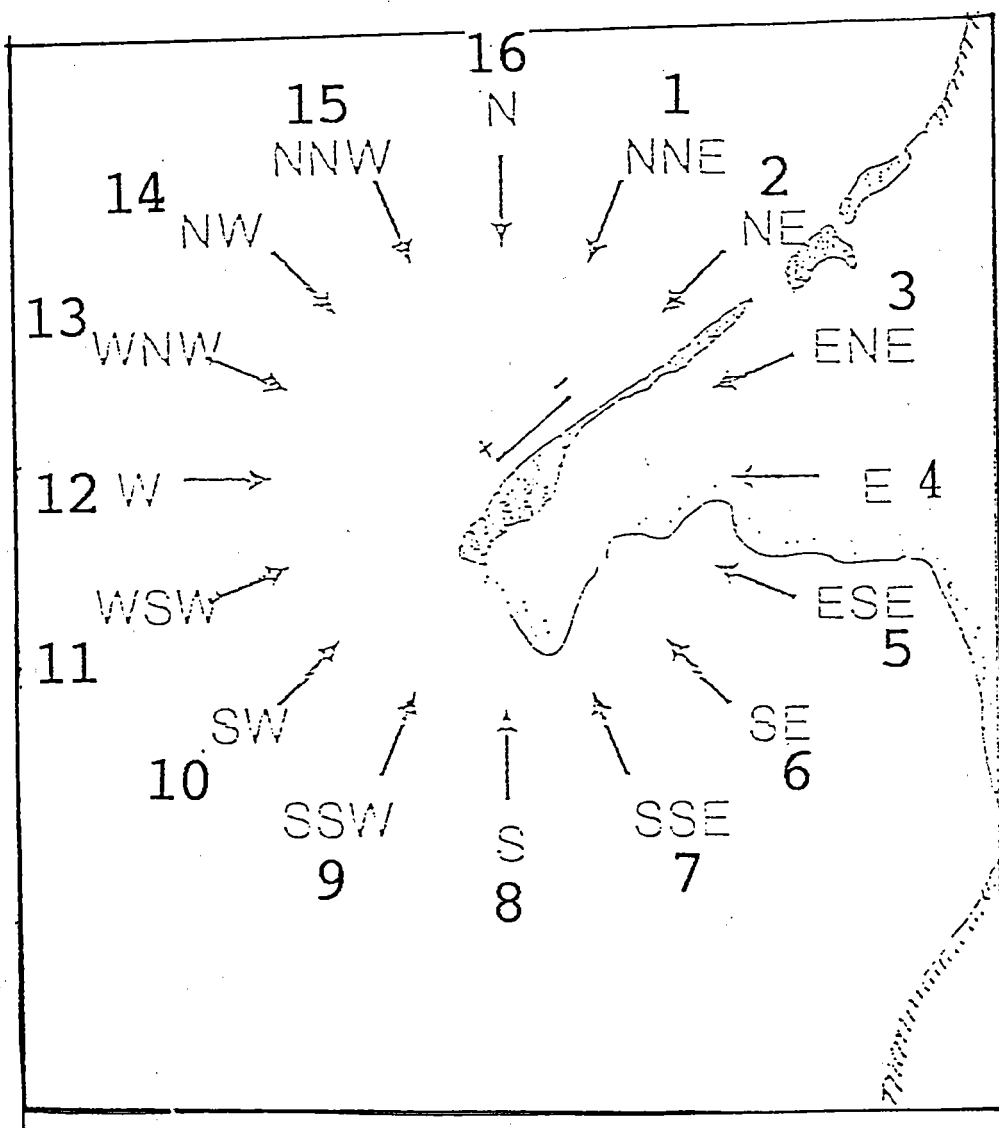


圖 3-12 外傘頂洲海域沿岸波浪能量16方位波向計算示意圖



此處，D, F可由表3-2中查得，D值代表16方位風向，F值代表該風向之權重；k為經驗常數與風向有關，本模式當十六方位風向D值為5-11時，取k=8，其餘則取k=16；而 $\theta$ 則為當地對波浪有持續影響之吹風延時；根據該模式推算之波高、週期與實測觀測之波高、週期比較分別如圖3-13所示，圖形顯示，除夏季颱風期兩者誤差值較大外，其餘期間相關性尚可，故根據當時外傘頂洲風速料用以推算波浪資料，配合79年、80年、81年9月間實測之水深地形圖進而即可計算作用於該區海域之沿岸碎波波能。

表 3-2 雲嘉海域東北季風、西南季風其風向參數(D)與風向係數(F)表

東北季風	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	F	1	0.85	0.8	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.5	0.65	0.7
西南季風	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	F	1	0.35	0.8	0.2	0.08	0.075	0.06	0.05	0.06	0.075	0.08	0.1	0.2	0.3	0.7	0.85

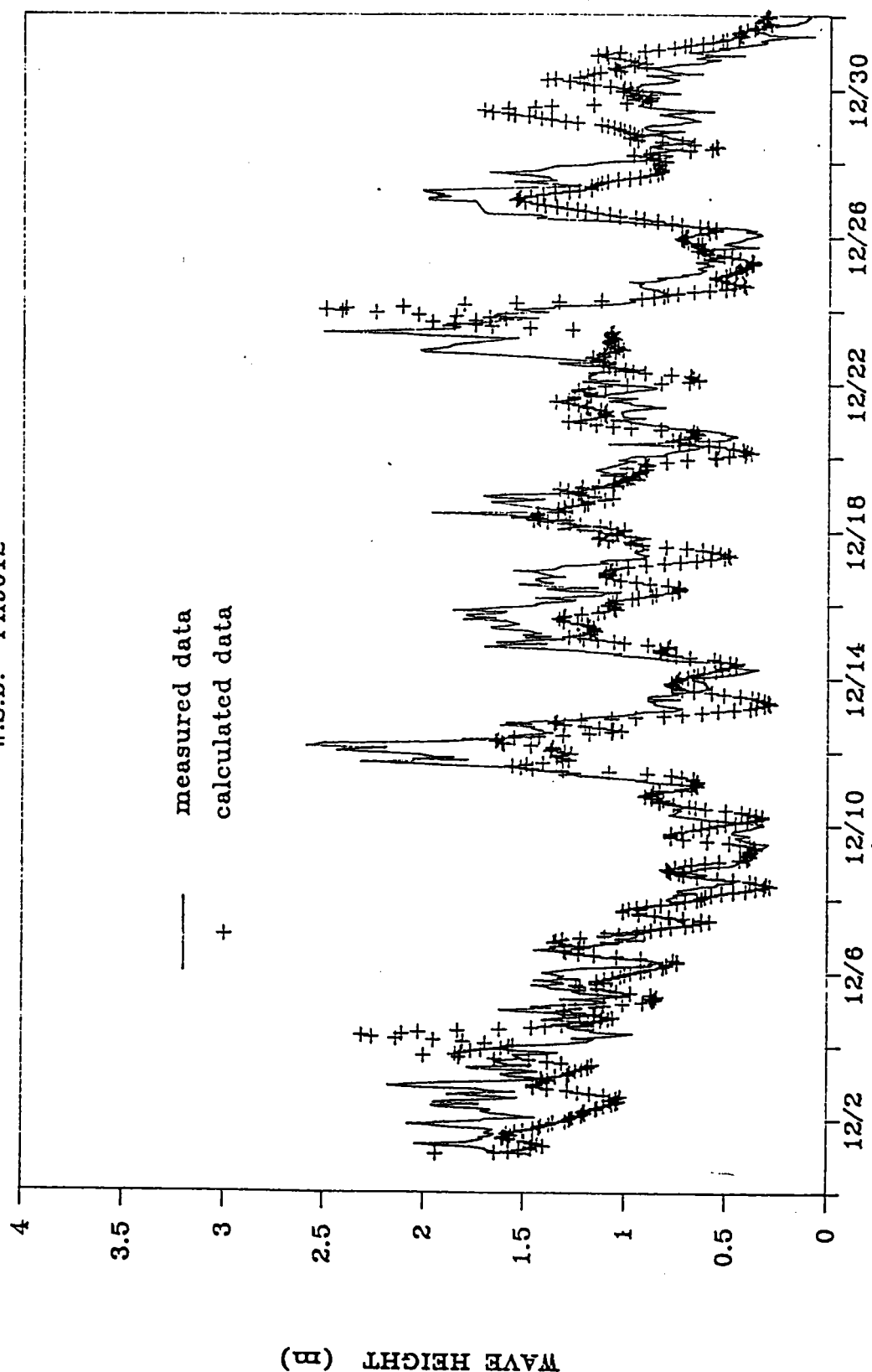


圖 3-13(a) 風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1990/12)

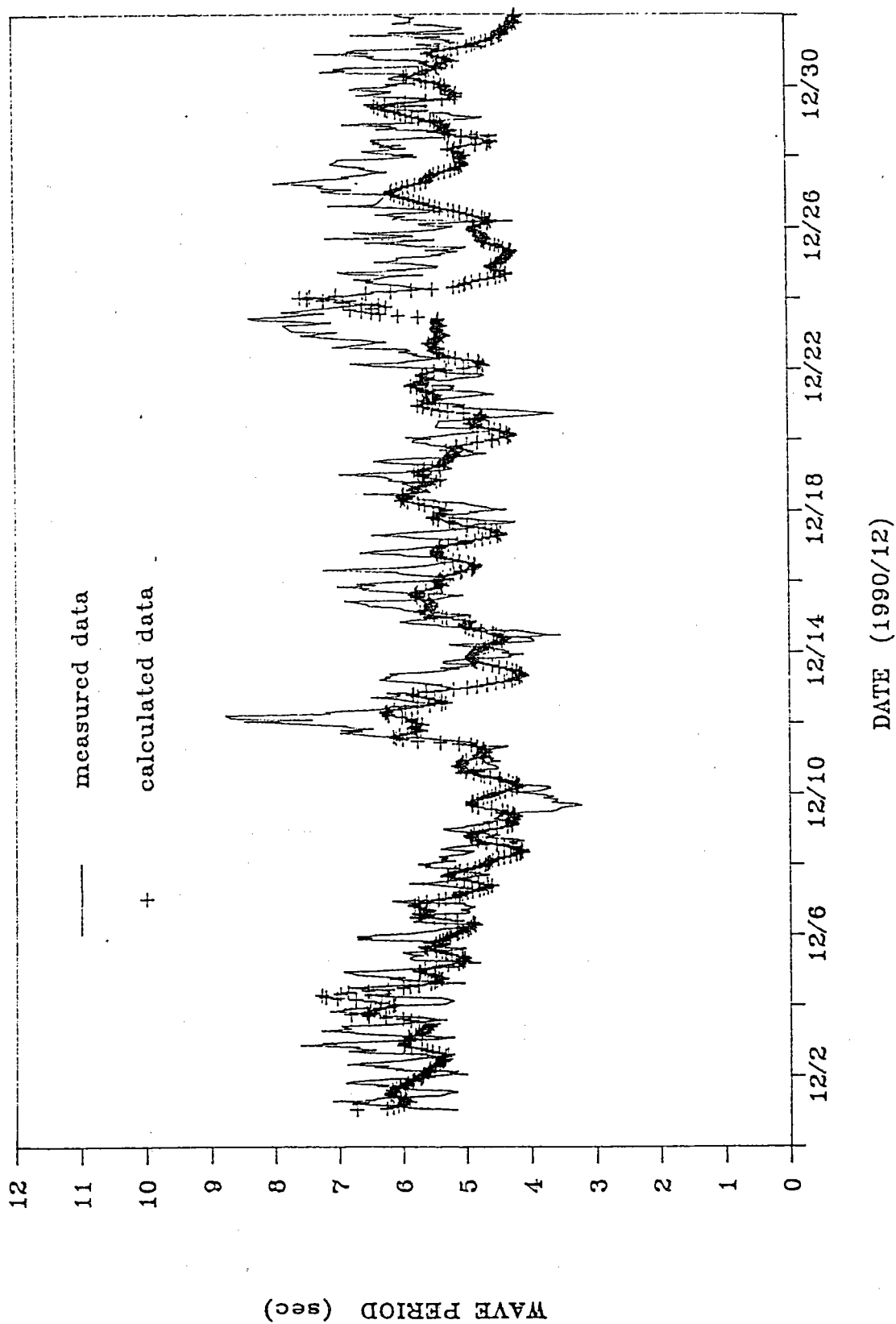


圖 3-13(b)風浪模式其週期推算值與實測值比較圖(1990/12)

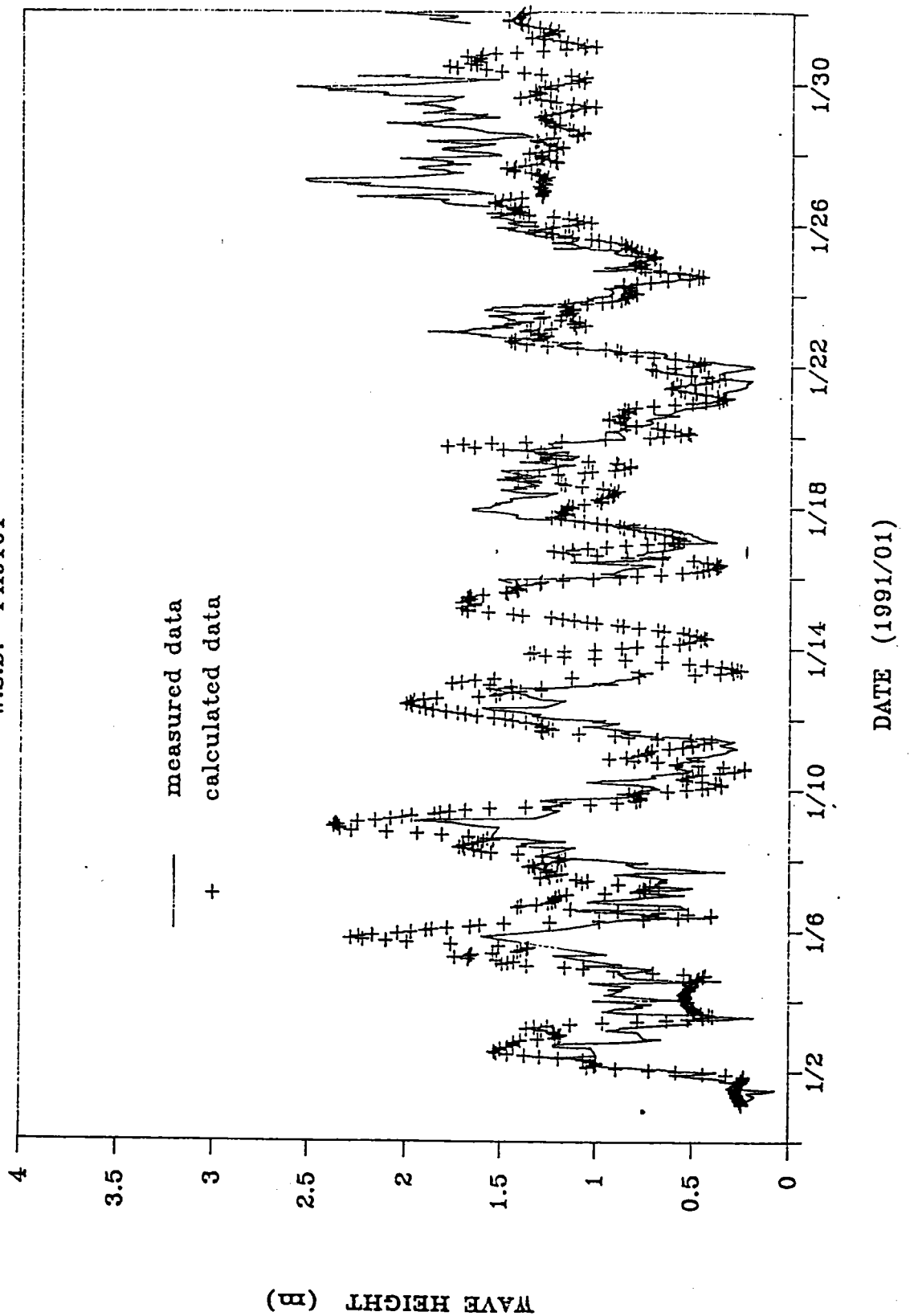


圖 3-13(c)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/01)

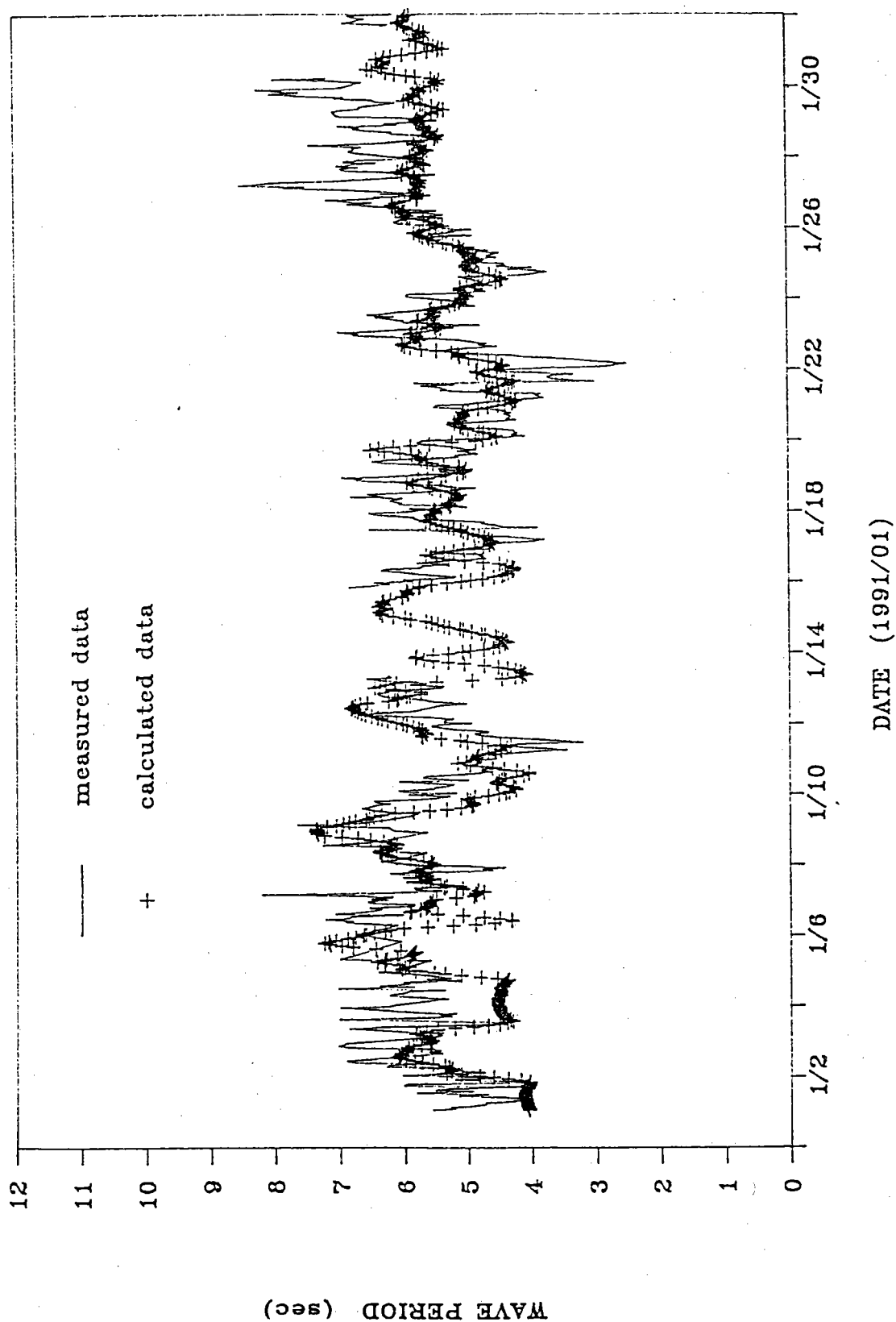


圖 3-13(d)風浪模式其週期推算值與實測值比較圖(1991/01)

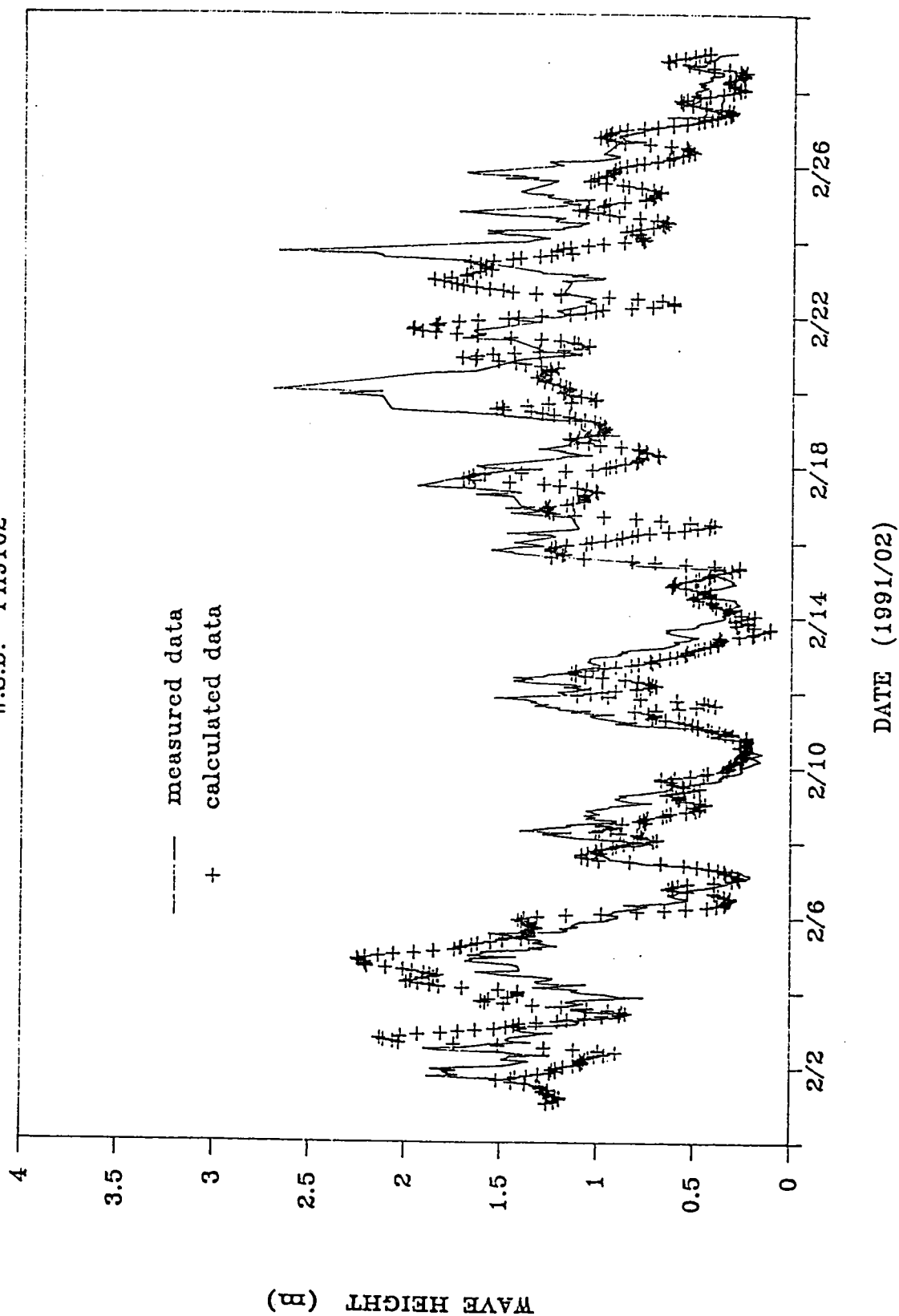


圖 3-13(e)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/02)

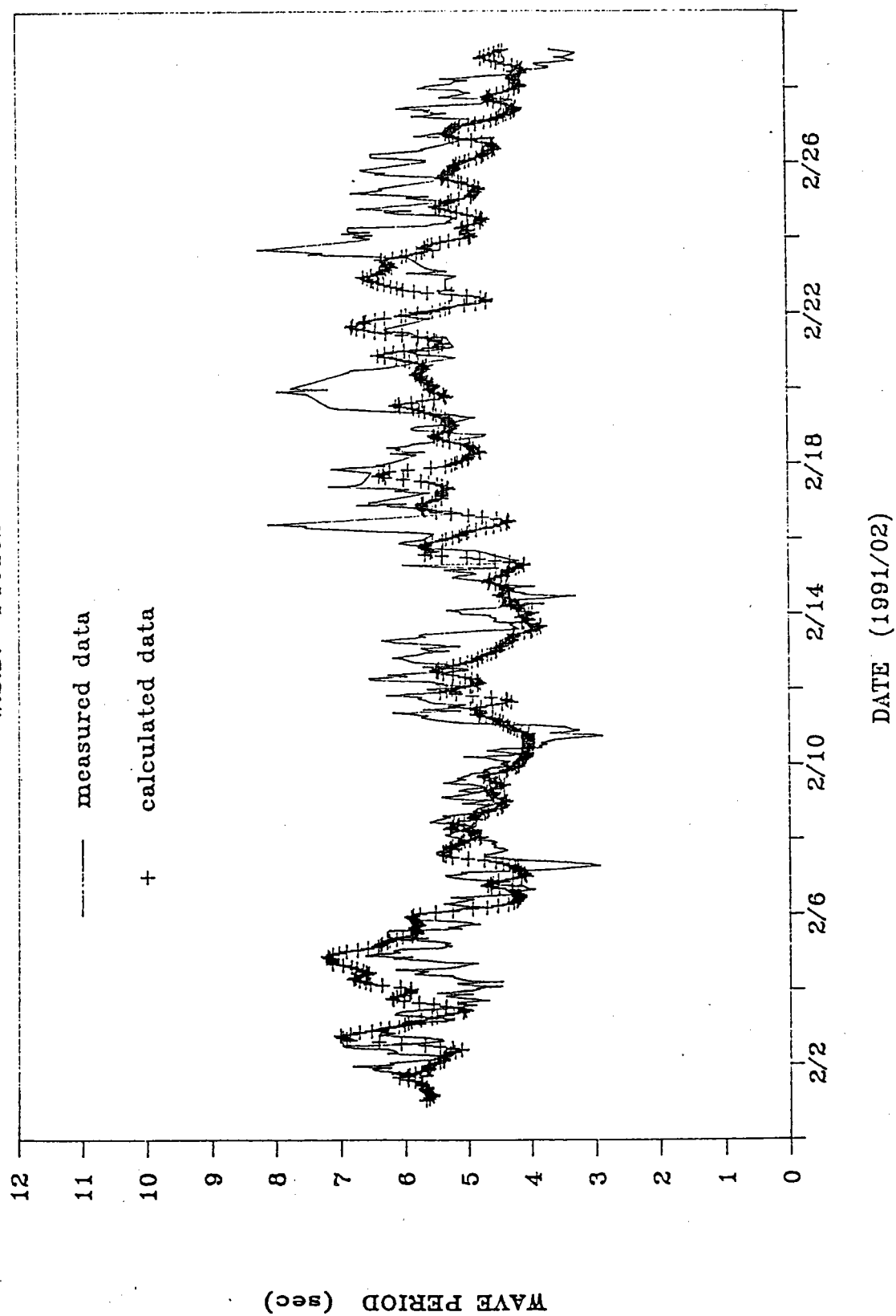


圖 3-13(f)風浪模式其週期推算值與實測值比較圖(1991/02)



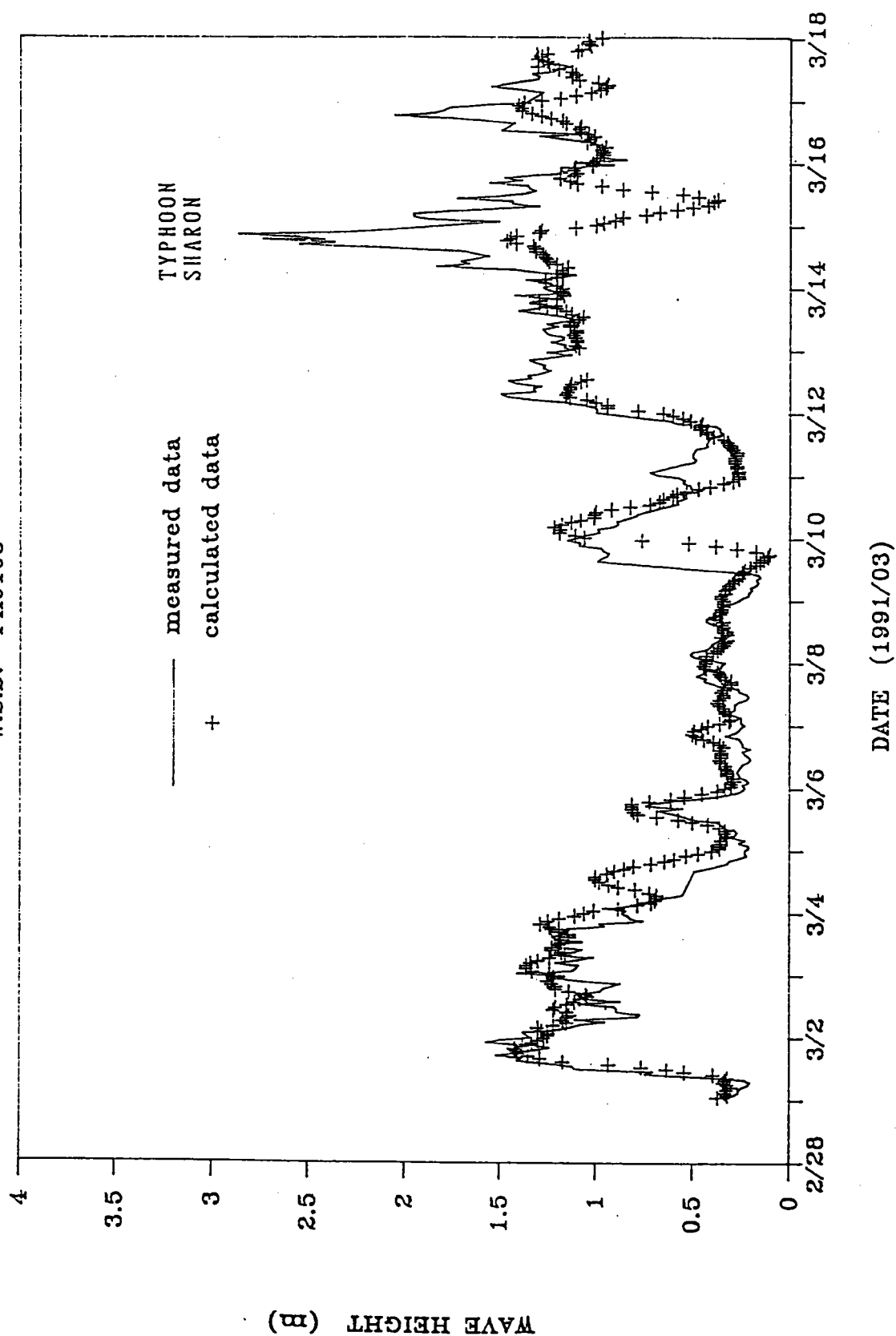


圖 3-13(g)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/03)

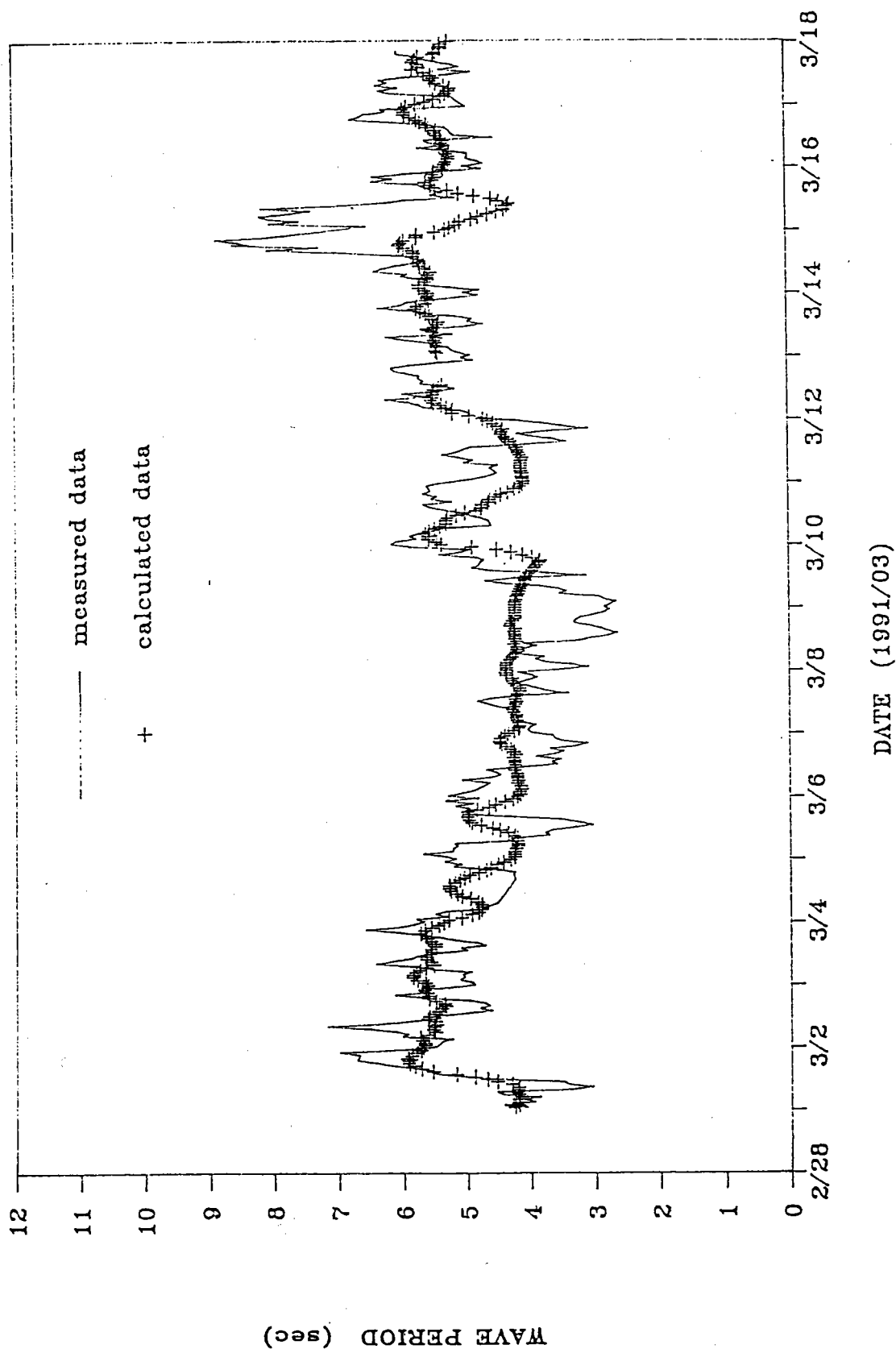


圖 3-13(h)風浪模式其週期推算值與實測值比較圖(1991/03)

W.S.D.- PH9108

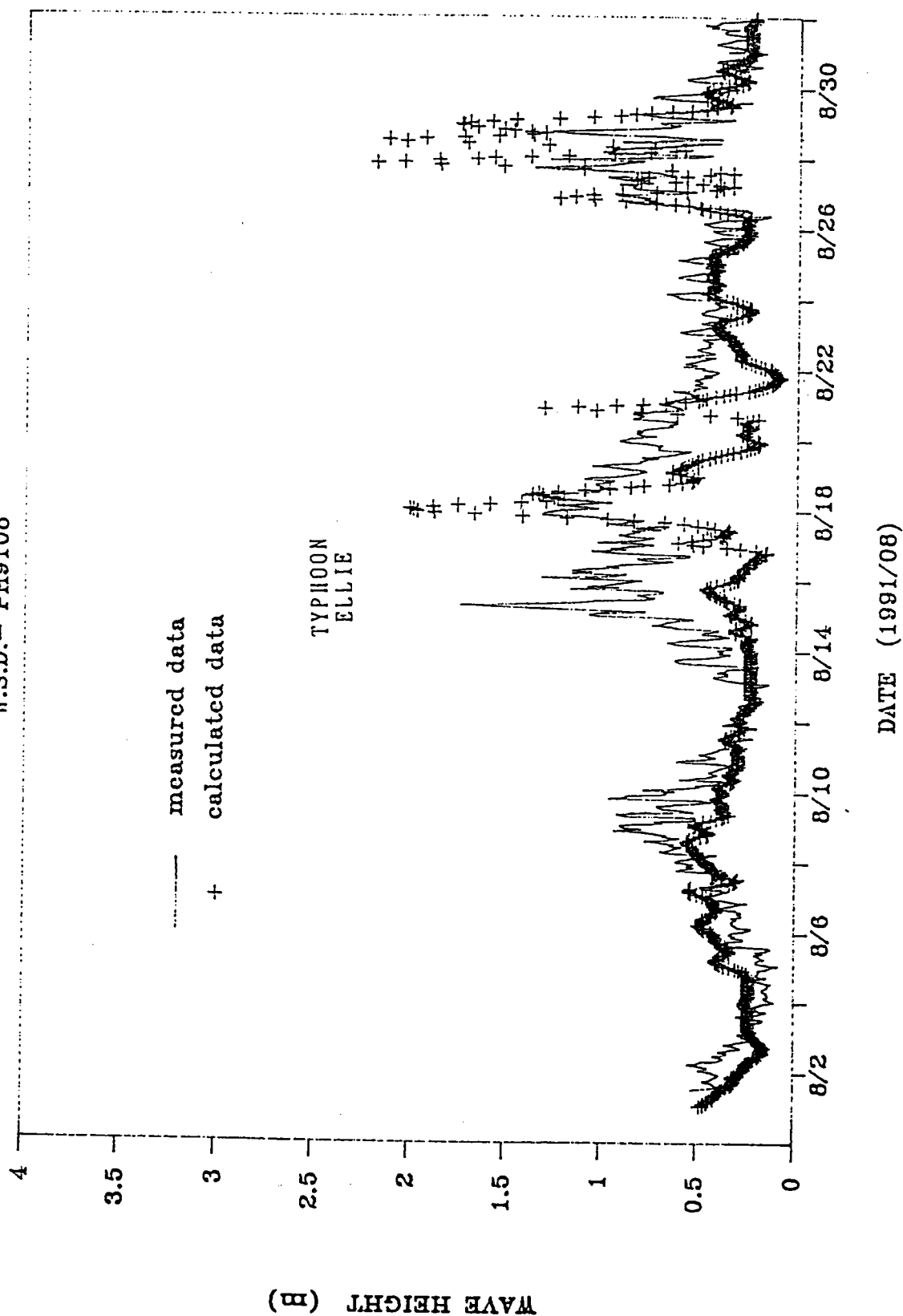


圖 3-13(i)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/08)

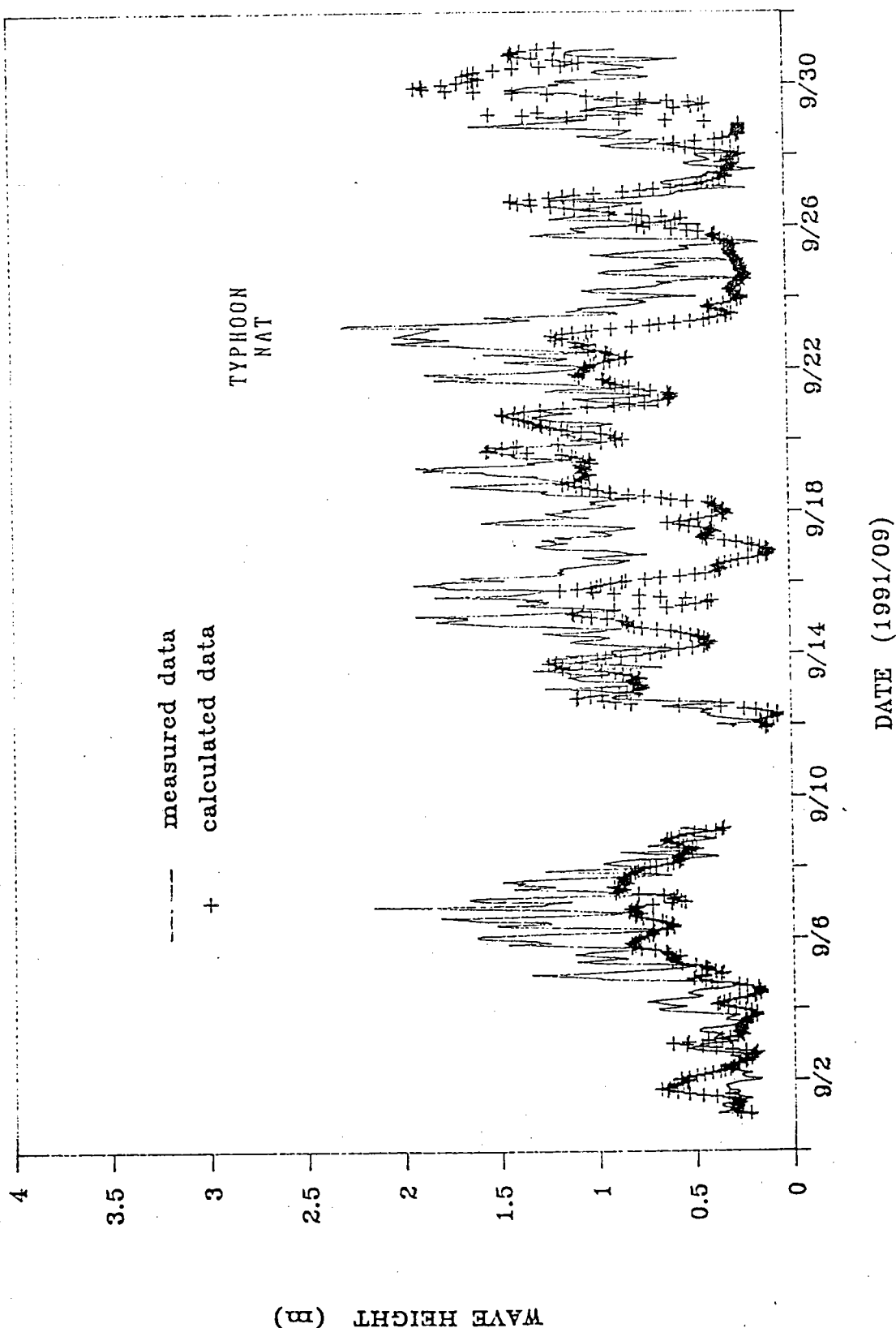


圖 3-13(j)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/09)

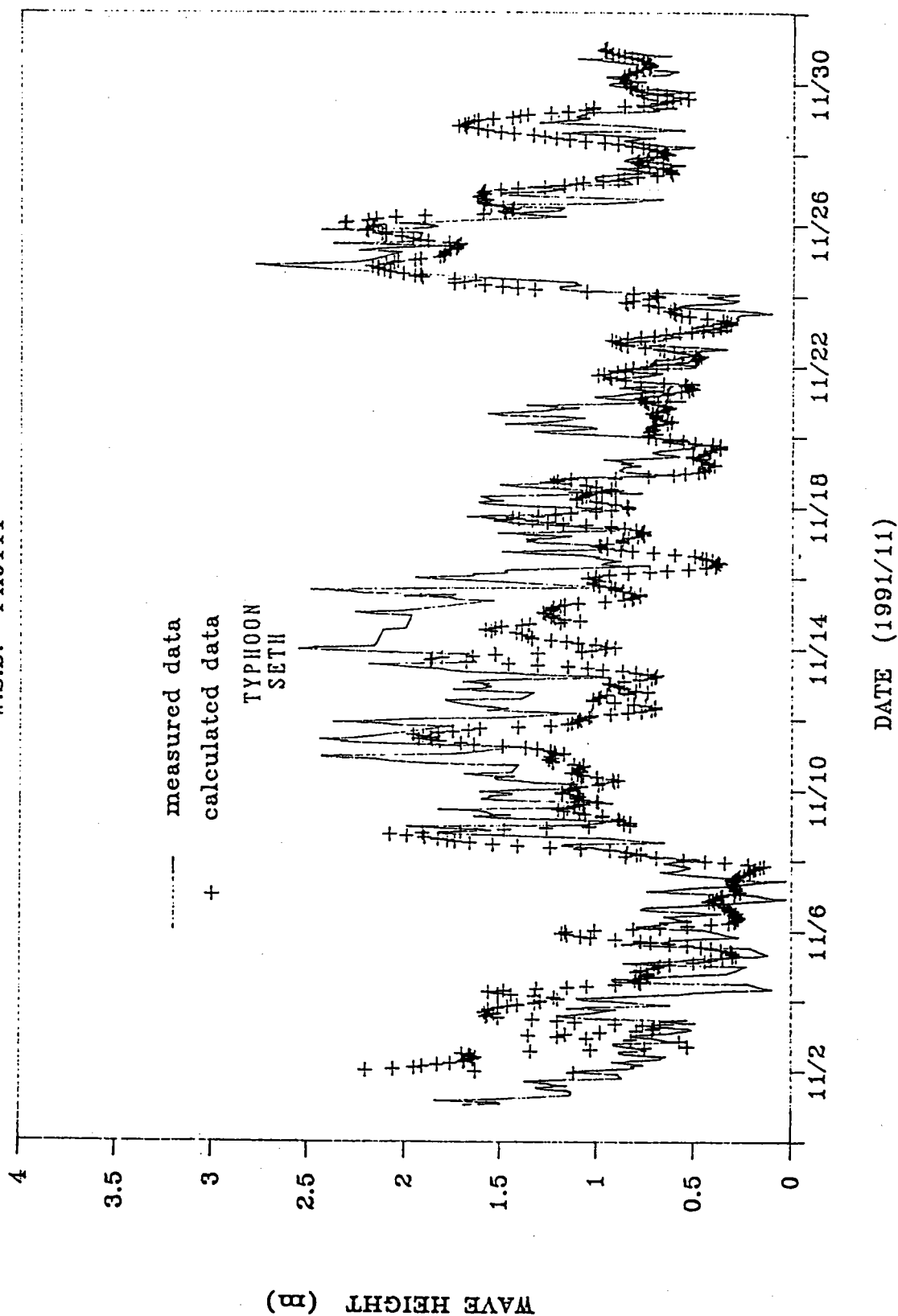


圖 3-13(k)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/11)

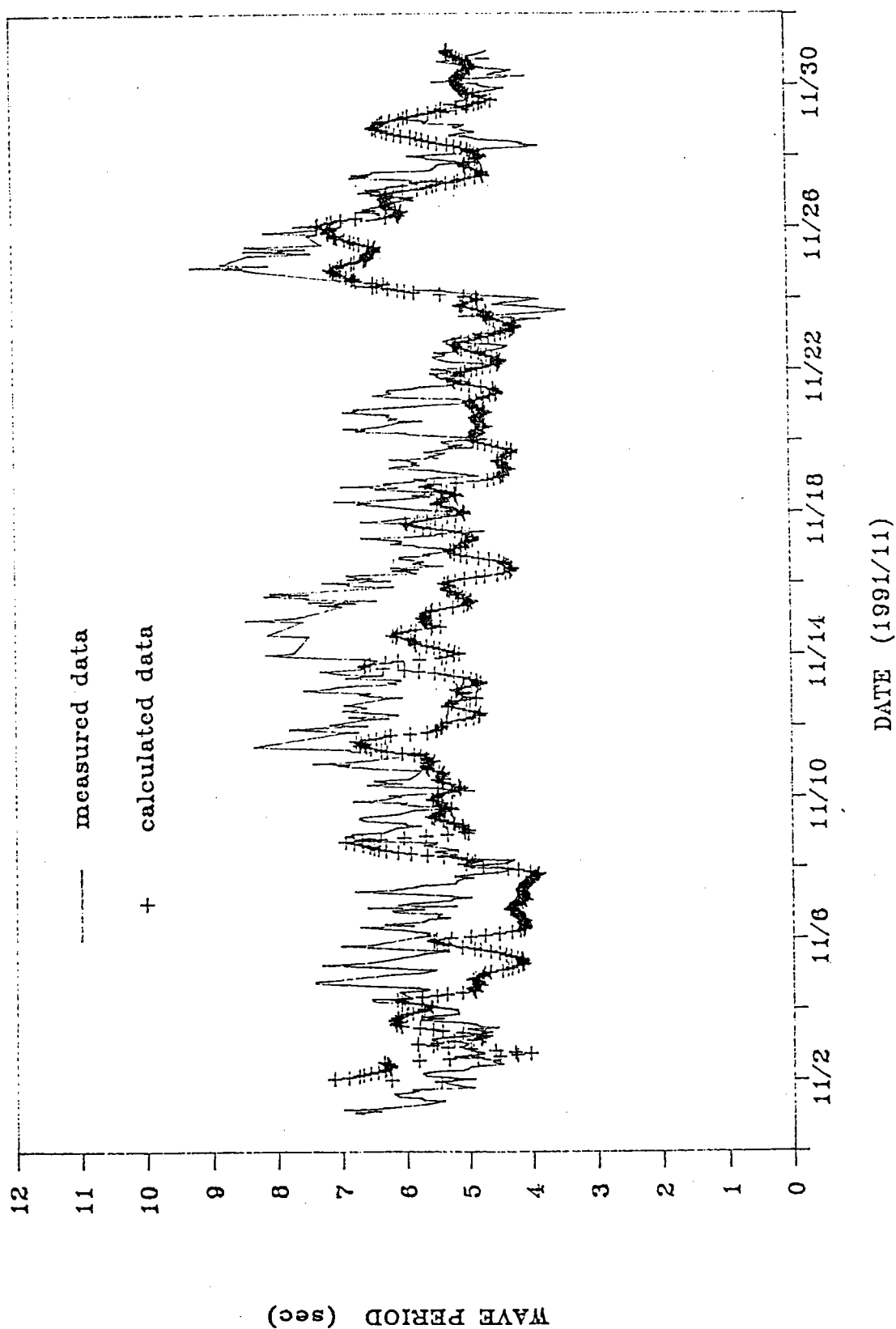


圖 3-13(1)風浪模式其週期推算值與實測值比較圖(1991/11)

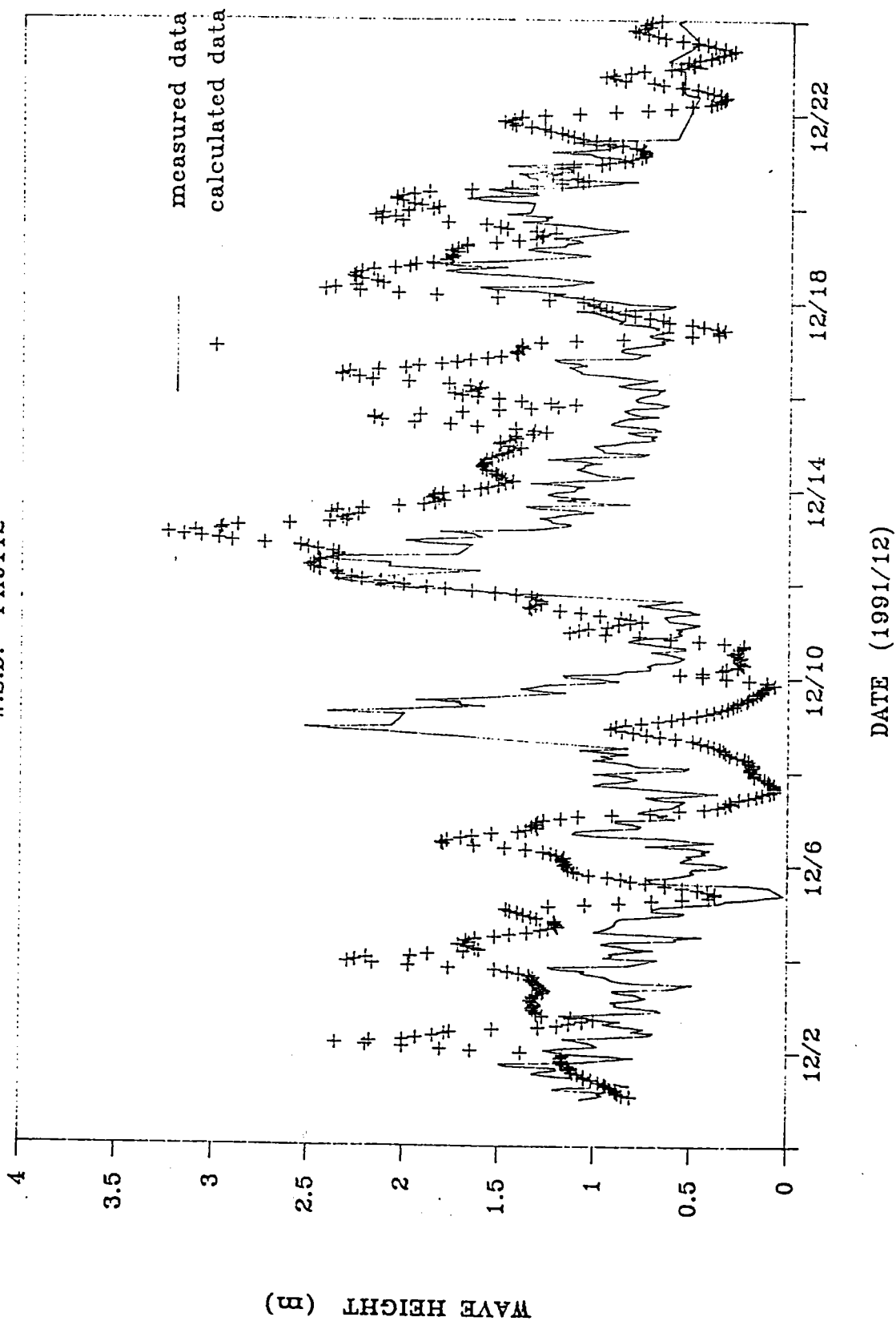


圖 3-13(m)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1991/12)

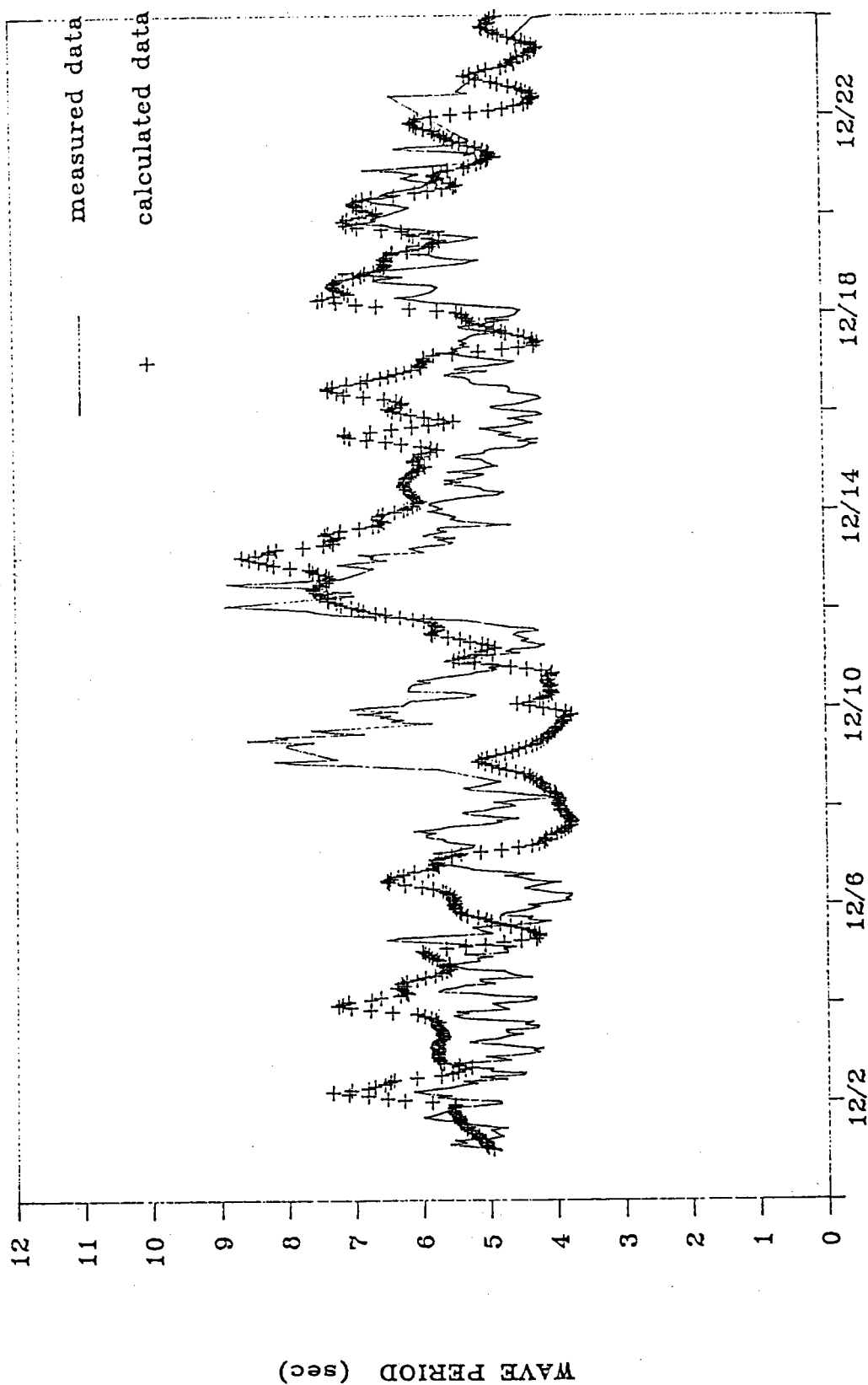


圖 3-13(n)風浪模式其週期推算值與實測值比較圖(1991/12)



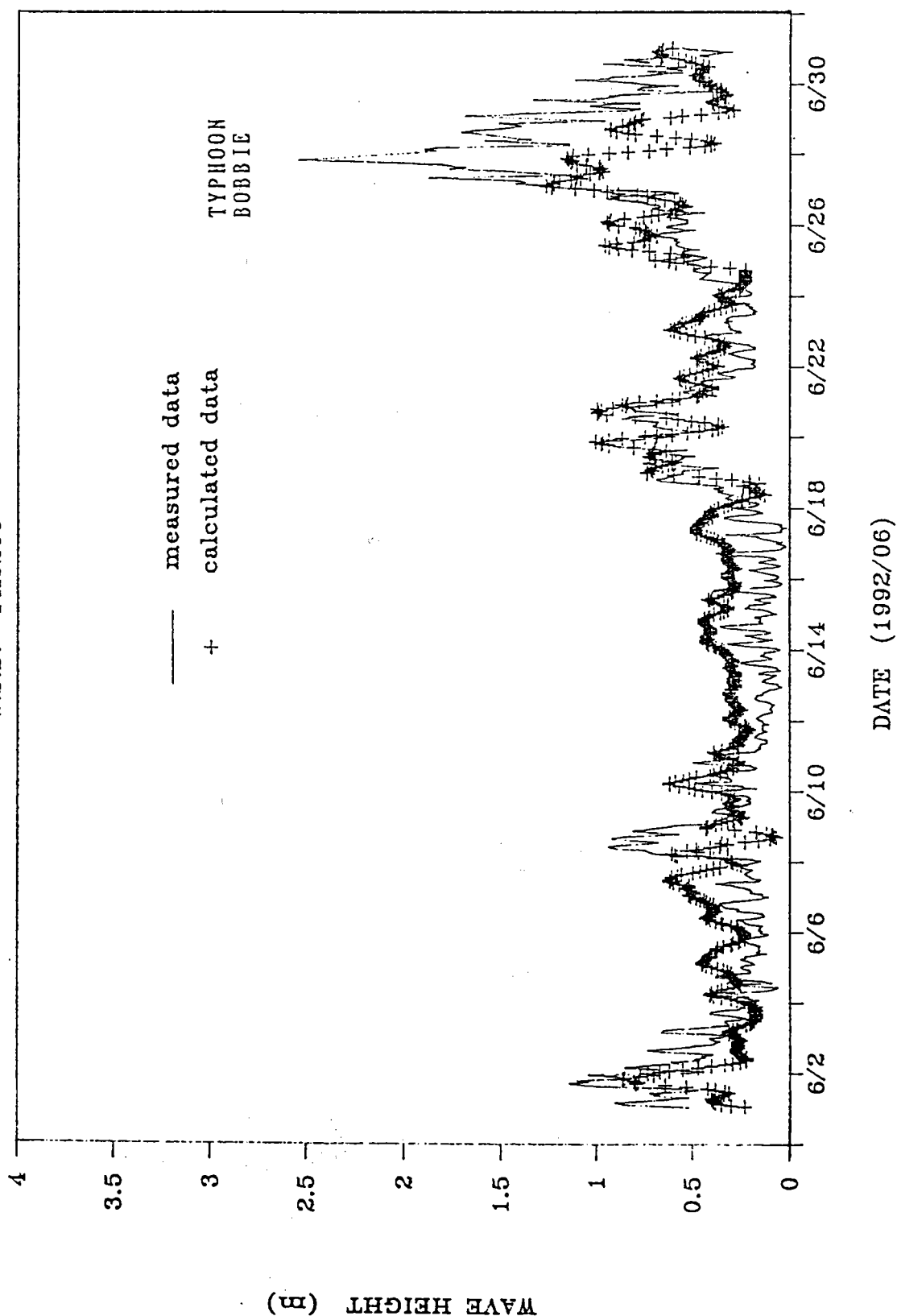


圖 3-13(o)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1992/06)

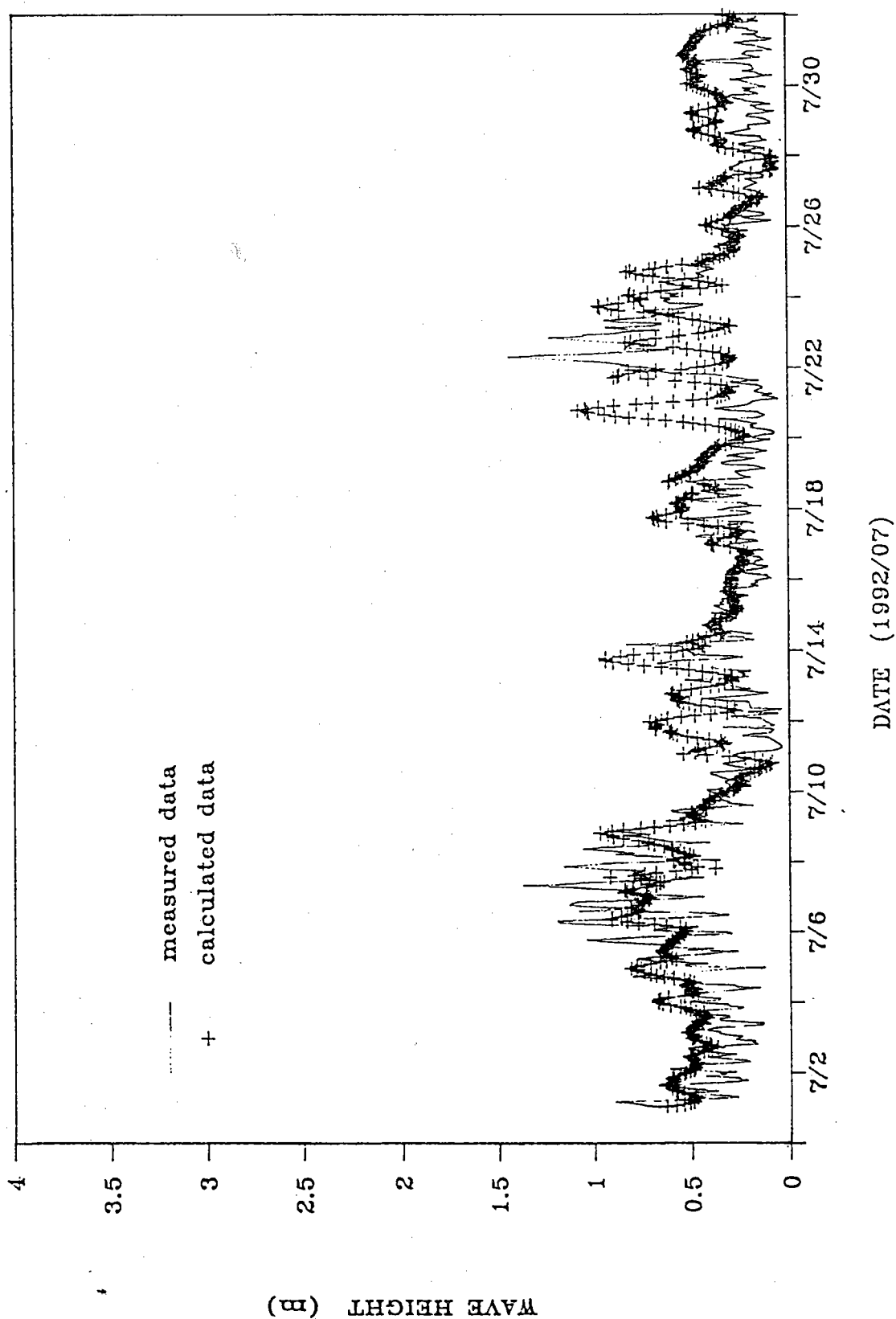


圖 3-13(p)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1992/07)

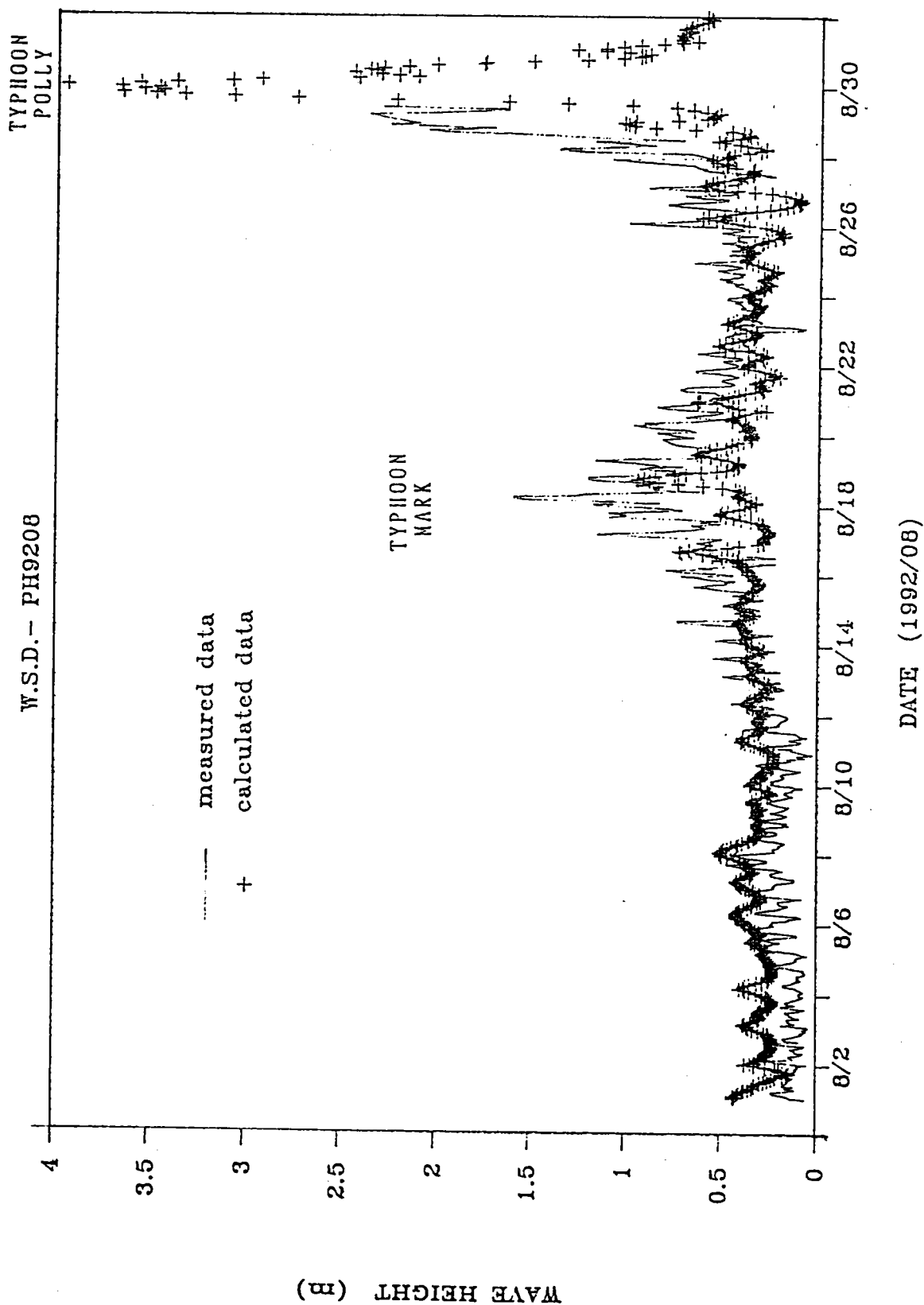


圖 3-13(q)風浪模式其波高推算值與實測值比較圖(1992/08)

#### 四、外傘頂洲沿岸波能之計算

漂沙為波浪所引起水底沙粒輸送現象，造成海岸侵蝕或堆積等地形上的變化，故漂沙量之推算為海岸過程 (coastal processes) 變化之一重要參數。

目前常使用的沿岸漂沙量估算法，可分以下四種：

- (1) 水深變化網格計算法
- (2) 漂沙試驗推算法
- (3) 波能量推算法
- (4) 沿岸流推算法。

本報告採用第三種方法，即利用沿岸碎波波能量配合第一種水深變化網格計算來推算沿岸漂沙量，有關沿岸波能之計算公式、計算過程可參考[7]。

圖3-14為外傘頂洲自1990年10月到1992年 9月兩年間分別考慮東北季風以及西南季風在不同風速之延時分佈圖，圖形顯示兩年期間，其東北風向之風速一延時組體圖均遠大於同年之西南風向者，此結果亦可由圖3-15之風能分佈圖顯示之；而圖3-15同時顯示，1991年10月到1992年 9月間作用於外傘頂洲之東北方向風能遠大於1990年10月到1991年9月間者，然其西南方向之風能分佈則無顯著差異。

圖3-16則係根據本文風浪推算模式，僅考慮東北、西南季風計算得作用於外傘頂洲之沿岸波能分佈圖四個分區示意圖如圖3-17所示，圖形顯示，其波能分佈優勢方向為自東北往西南方向，而四個分區之淨沿岸波能，除在第IV區者，其1991年10月到1992年9月間之沿岸波能較1990年10月到1991年9月間稍小外，其餘各區均為大，由於沿岸輸沙量與作用之沿岸波能成正比關係，此意謂外傘頂洲在1991年～1992年間之漂沙侵蝕量較1990年～1991年間者為大。

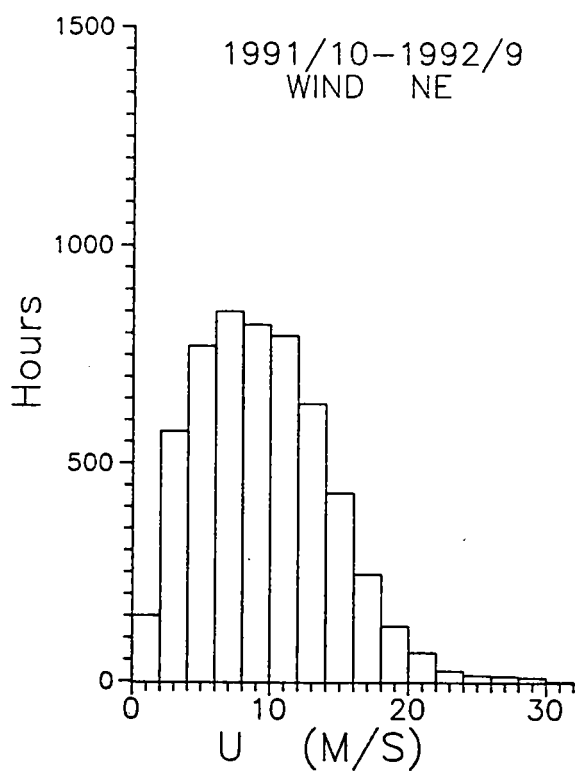
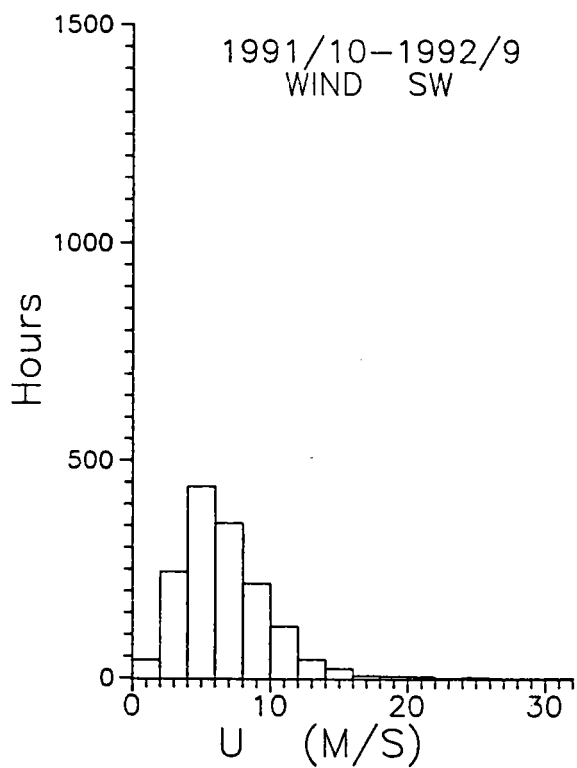
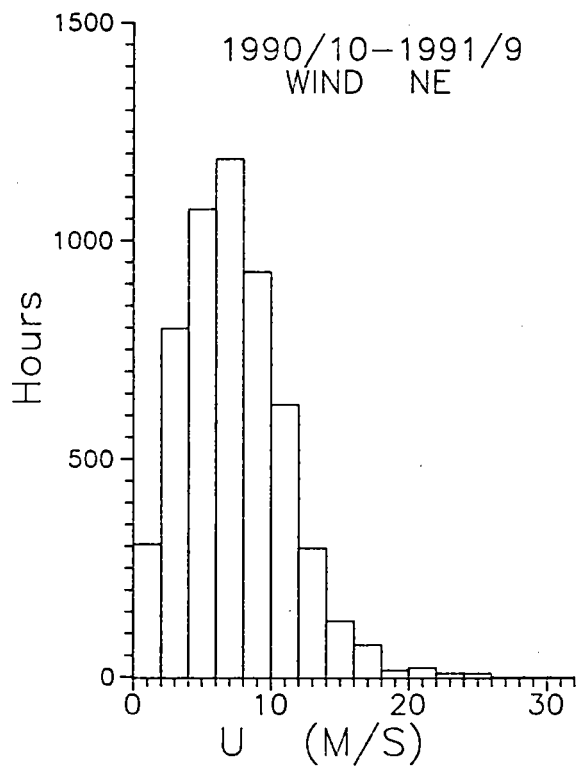
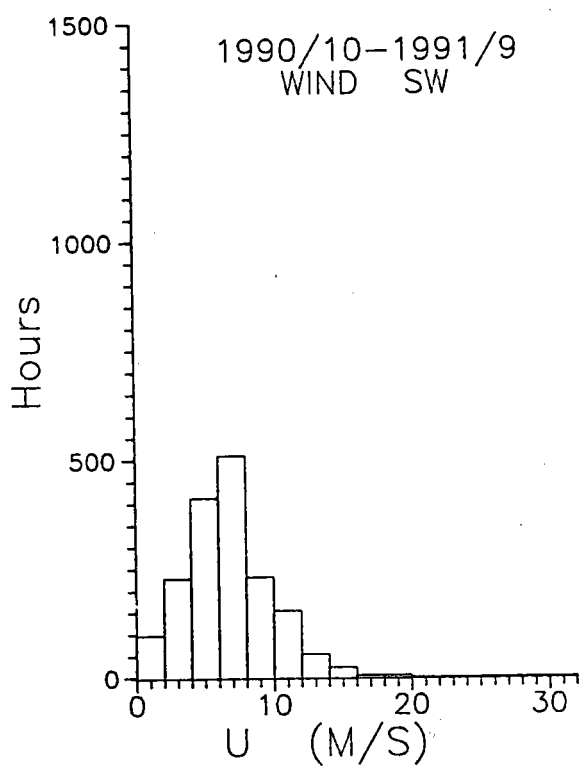


圖 3-14 外傘頂洲海域東北、西南季風時風速延時分佈圖  
(1990/10~1992/09)

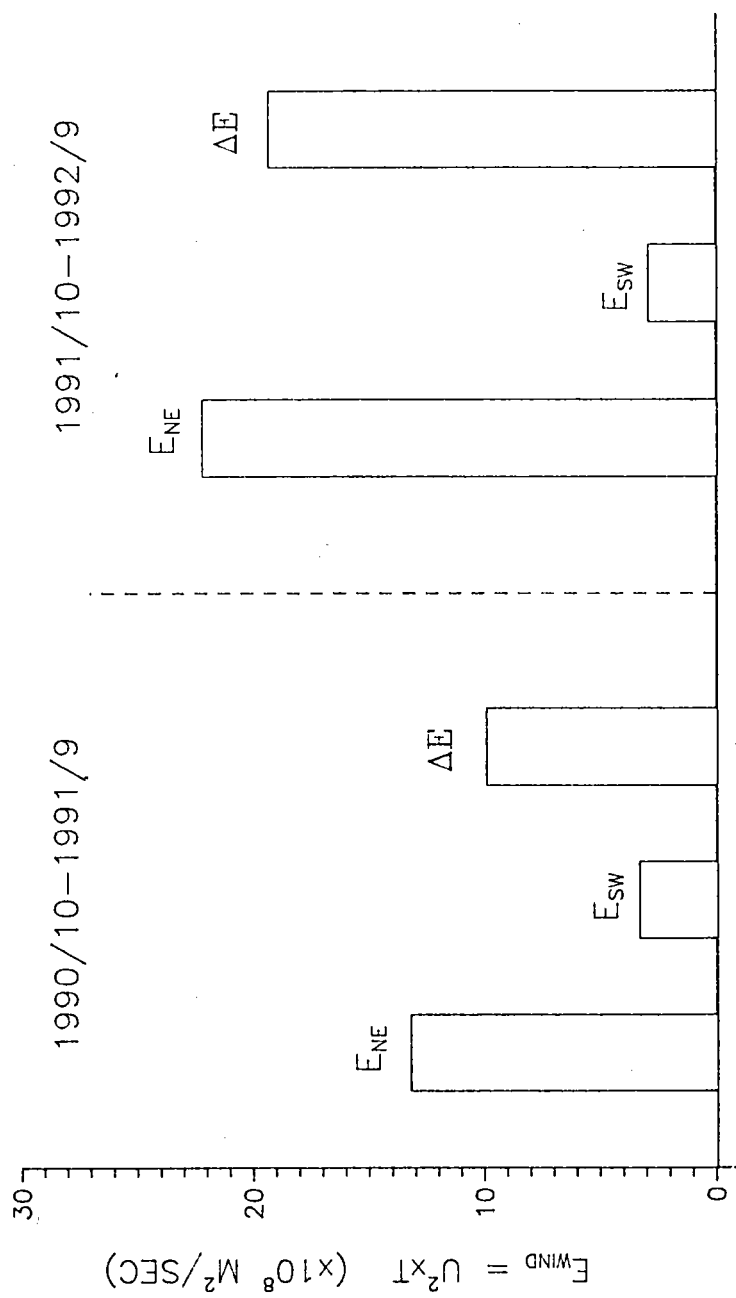


圖 3-15 外傘頂洲海域東北、西南季風之風能分佈圖  
(1990/10~1992/09)

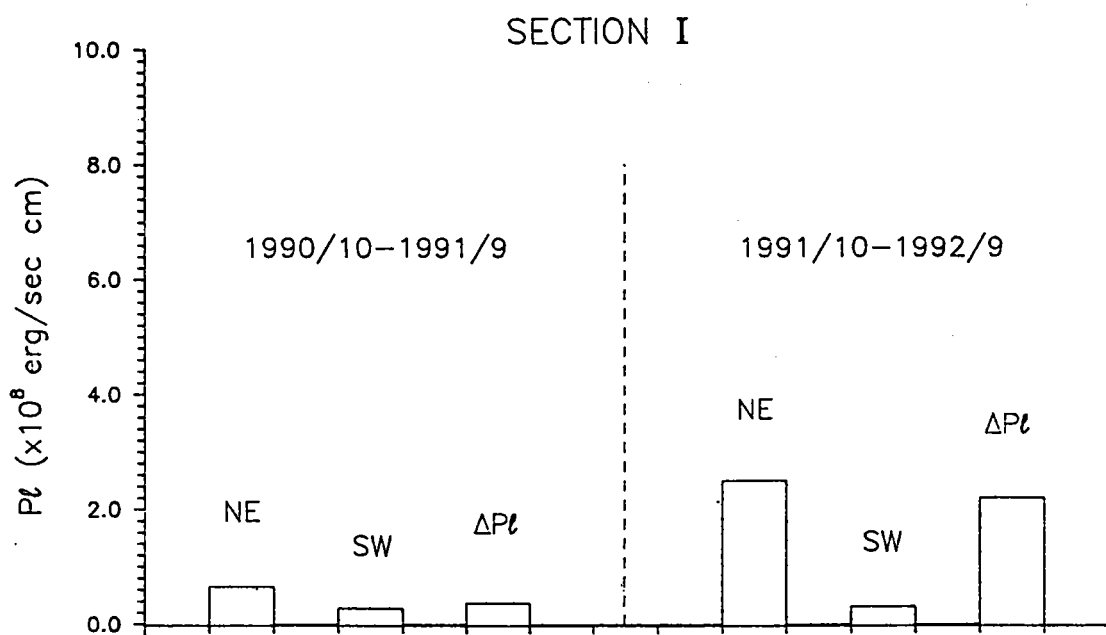


圖 3-16(a)外傘頂洲海域第 I 分區沿岸波能分佈

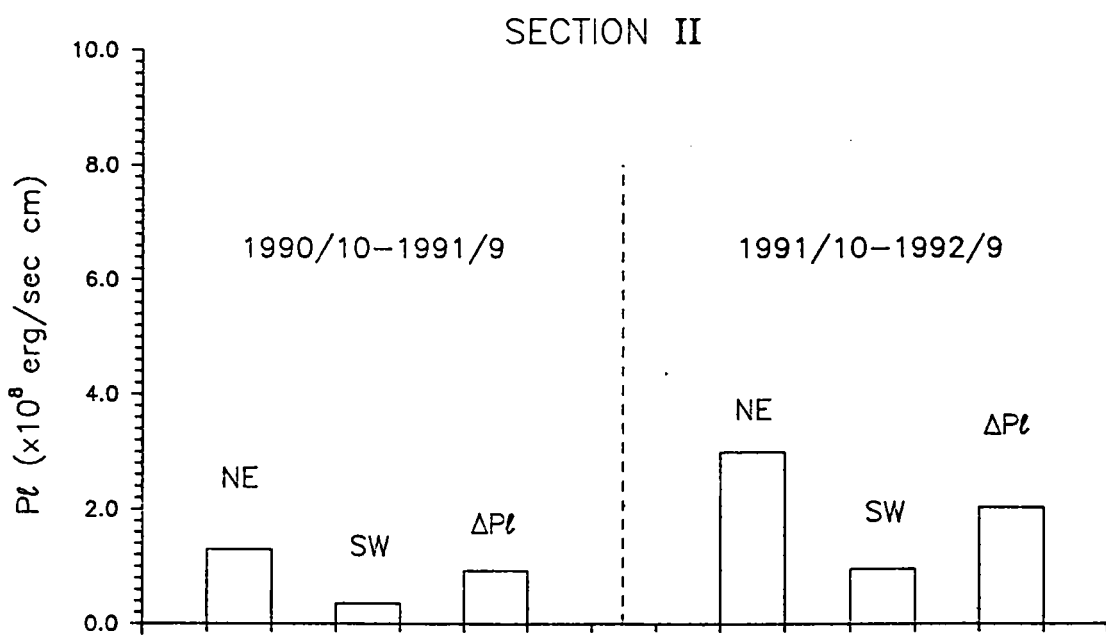


圖 3-16(b)外傘頂洲海域第 II 分區沿岸波能分佈

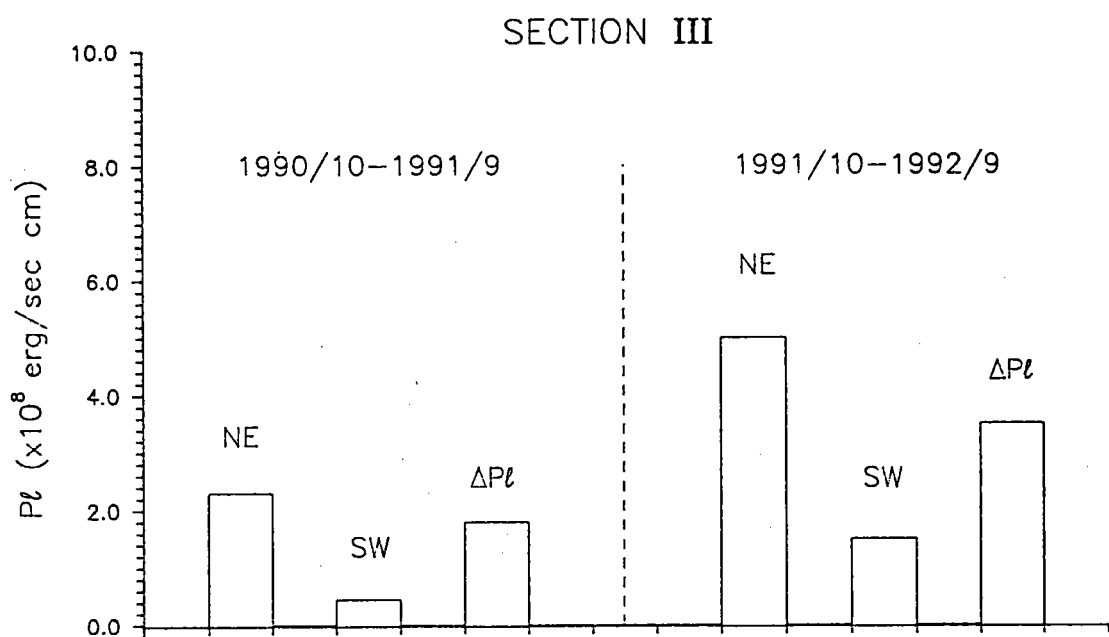


圖 3-16(c) 外傘頂洲海域第三分區沿岸波能分佈

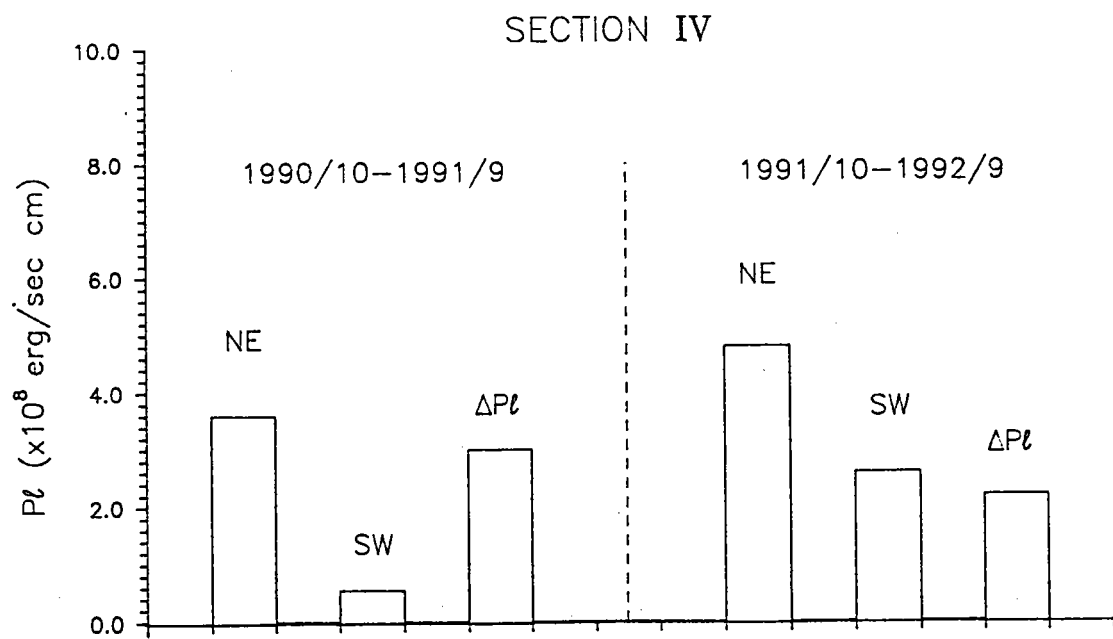


圖 3-16(d) 外傘頂洲海域第四分區沿岸波能分佈



140636.039E  
2596363.961N

152656.8542E  
2608384.7763N

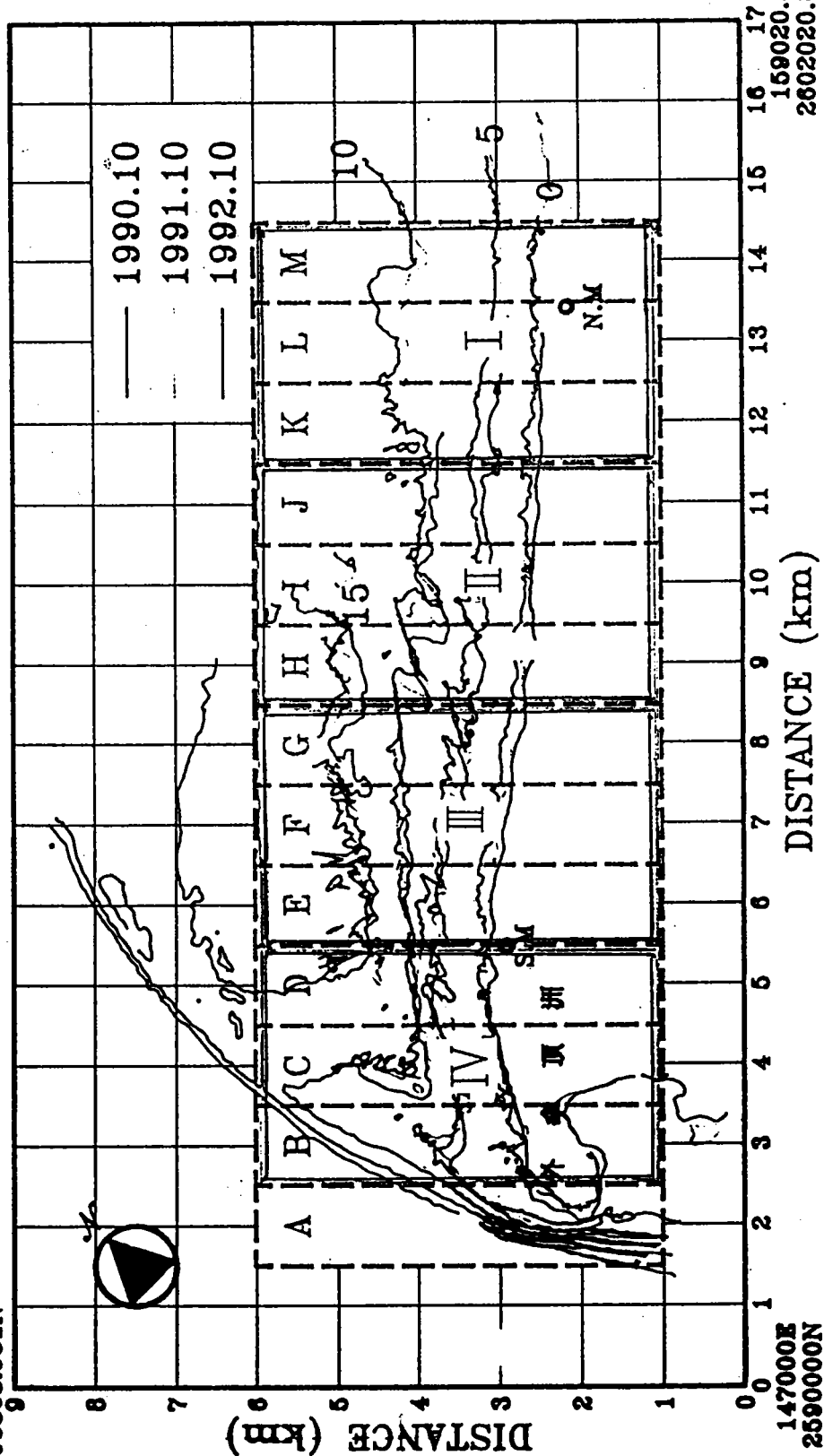


圖 3-17 外傘頂洲海域第 I 分區～第 IV 分區範圍圖示意圖

## 五、沿岸漂沙量之推算

本報告根據1990年10月、1991年10月以及1992年10月委託台技工程顧問有限公司在外傘頂洲所實測之地形圖，將外傘頂洲面向海側部份，每3,000公尺劃分為一個區域，計有(I)區～(IV)區等四個分區，然後再將每一分區，每隔1,000公尺劃分為一小分區，計(A)區～(M)區等13個小分區，其各分區示意圖分別如圖3-17所示；分別計算各小分區之土方量如表3-3以及圖3-18、圖3-19所示；表3-3中，外傘頂洲各分區土方量之計算係以零水位為基準，括號()內為與前一年土方量之差，其值正者表淤積，負者表侵蝕；圖3-18(a)為各分區以零水位為基準之土方量，圖3-18(b)則為各分區單位面積之土方量；而圖3-19則為外傘頂洲各分區沖淤積量，圖形顯示，除了在外傘頂南端(A)區係屬淤積外，其餘各分區均為侵蝕，大致而言，1991年到1992年間之沖淤積量均遠較1990年到1991年間之沖淤積量為嚴重，根據計算結果顯示，考慮(A)區～(I)區，水深到負15公尺範圍，外傘頂洲在1990年10月到1991年10月間以及1991年10月到1992年10月間之侵蝕量分別為 $6.06 \times 10^6 \text{ m}^3$ 與 $8.60 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。

由於外傘頂洲與統仙洲目前中間由一寬約數百公尺之河道所分隔，故可假設該斷面無沙源，亦即在沒有任何沙源之補充條件下，自1990年10月到1992年10月間考慮水深在負15公尺即可求得各斷面之沿岸輸沙量，該些數值配合前面章節有關外傘頂洲碎波帶內波能量之推算值即可求得有關外傘頂洲沿岸輸沙量與沿岸波浪量之關係如圖3-20所示，圖中實線部份為Komar & Inman(1970)所提出兩者之關係式 $I = 0.77P$ 。圖3-21則為外傘頂洲沿岸輸沙量與其他學者在試驗室以及現場計算結果之比較圖，圖形顯示，Komar & Inman所提沿岸輸沙率與沿岸碎波能關係式亦可適用在外傘頂洲海域。

表 3-3 外傘頂洲海域沖淤積量各分區計算表(單位： $10^6 M^3$ )

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	A ~ I
1990	-4.60	-3.23	-10.44	-7.73	-8.39	-12.11	-15.61	-16.88	-17.41	-17.42	-13.65	-12.75	-12.57	-96.40
1991	-4.11 (0.49)	-3.85 (-0.62)	-11.06 (-0.62)	-8.32 (-0.59)	-9.02 (-0.63)	-12.99 (-0.88)	-17.02 (-1.41)	-17.88 (-1.00)	-18.21 (-0.80)	-18.28 (-0.86)	-14.49 (-0.84)	-13.70 (-0.95)	-13.30 (-0.73)	-102.46 (-6.06)
1992	-3.49 (0.62)	-5.14 (-1.29)	-11.95 (-0.89)	-8.97 (-0.65)	-9.88 (-0.86)	-14.50 (-1.51)	-18.04 (-1.02)	-19.26 (-1.38)	-19.83 (-1.62)	—	—	—	—	-111.06 (-8.60)

說明：1. 以上土方量以零水位為基準

2. ( ) 內為與前一年土方量之差

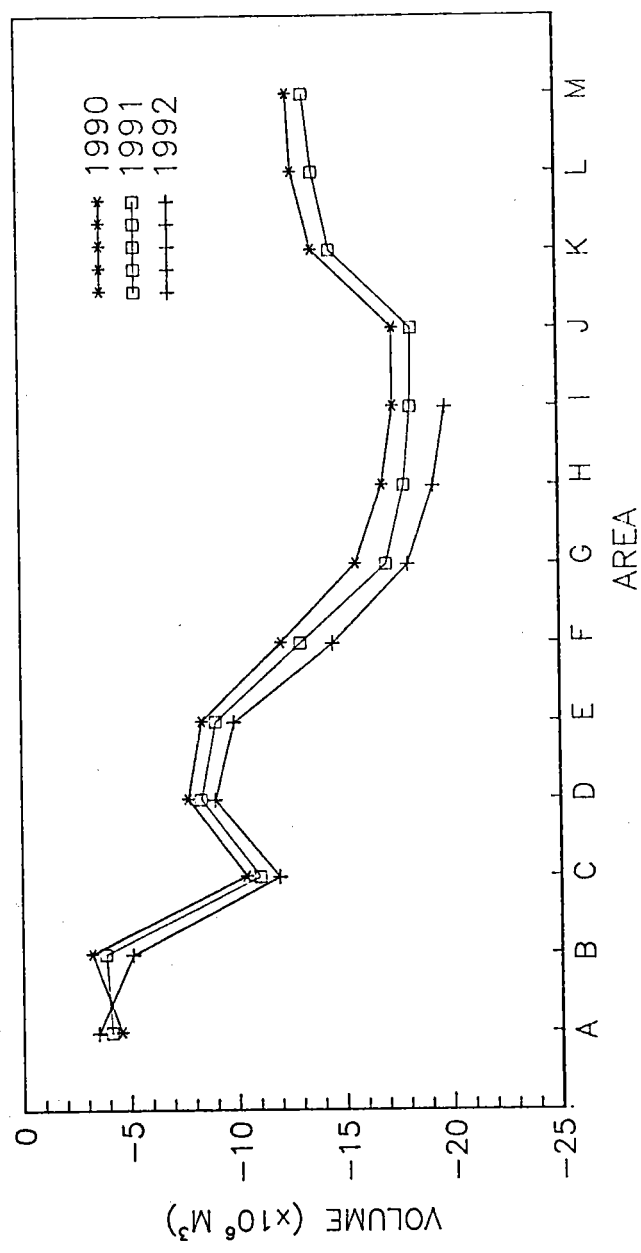


圖 3-18(a)外傘頂洲海域歷年各分區土方量變化圖

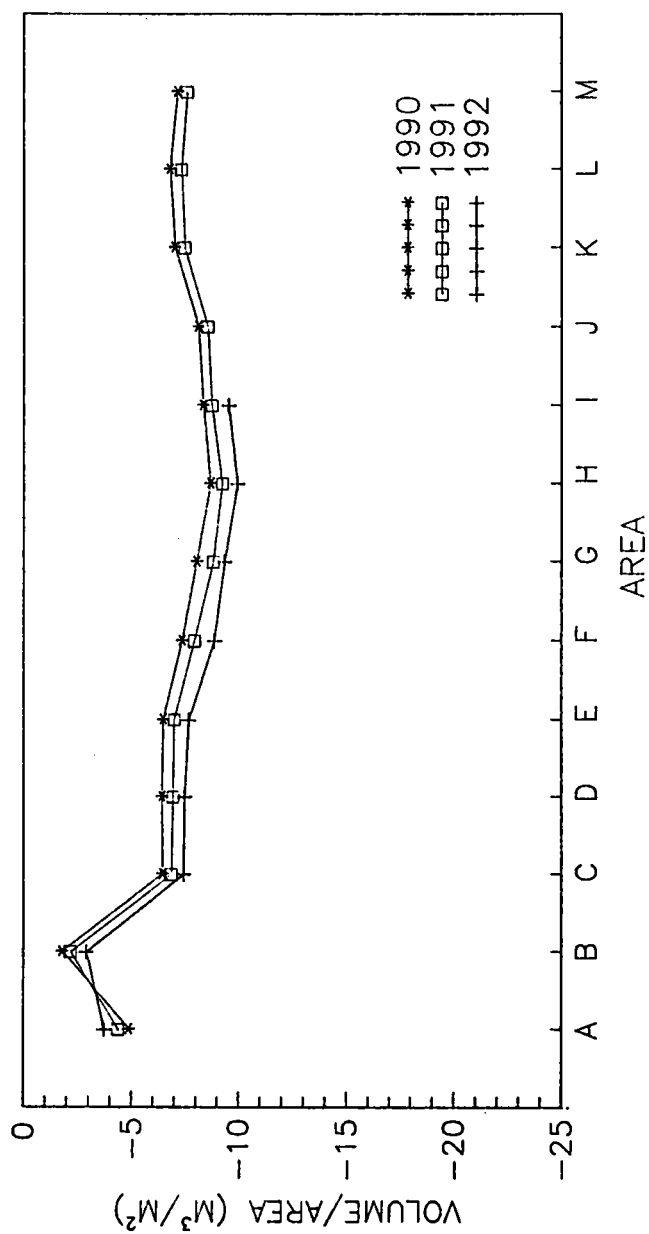


圖 3-18(b) 外傘頂洲海域歷年各分區單位面積土方量變化圖

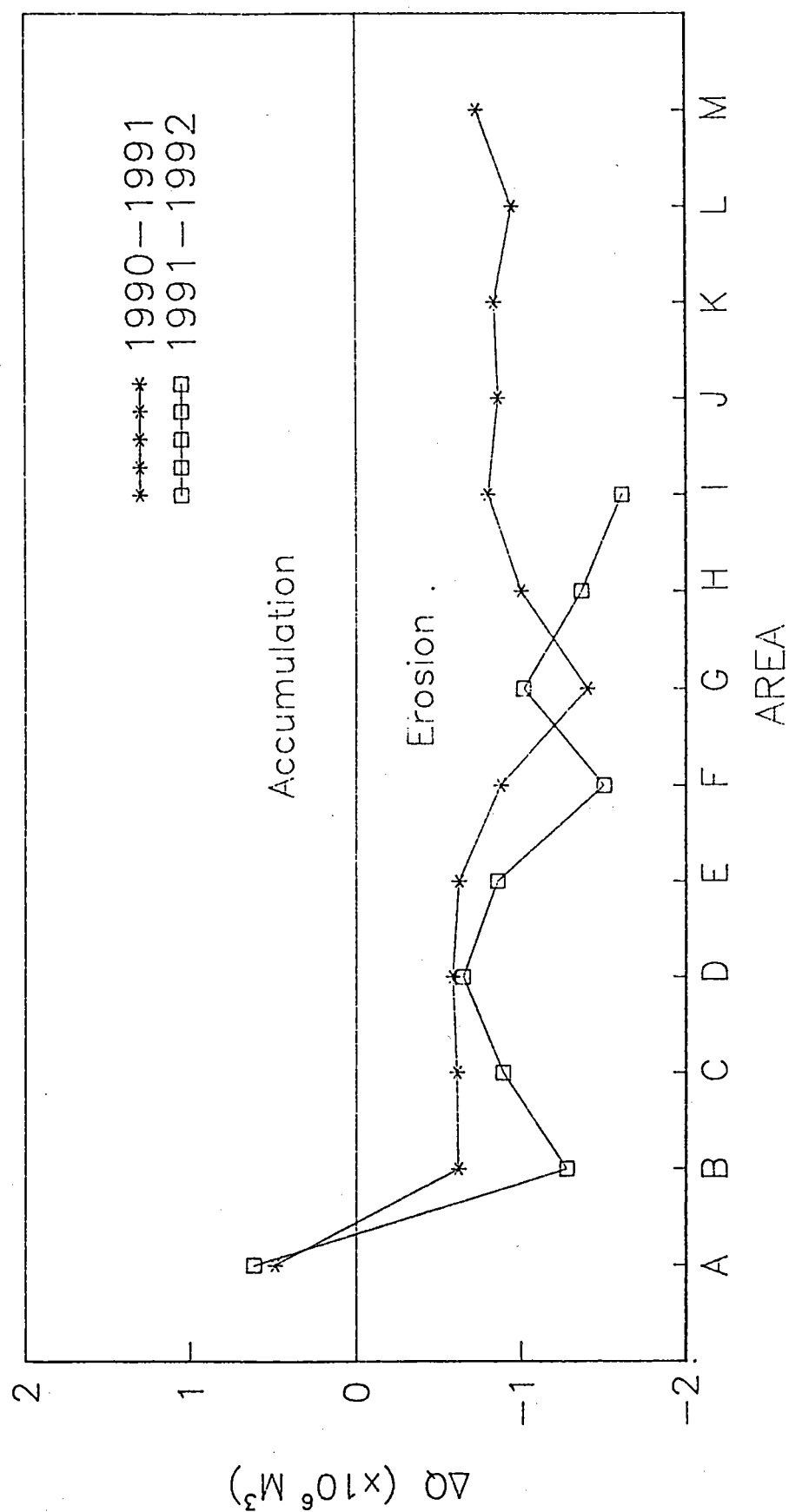


圖 3-19 外傘頂洲海域歷年各分區沖淤積量變化圖

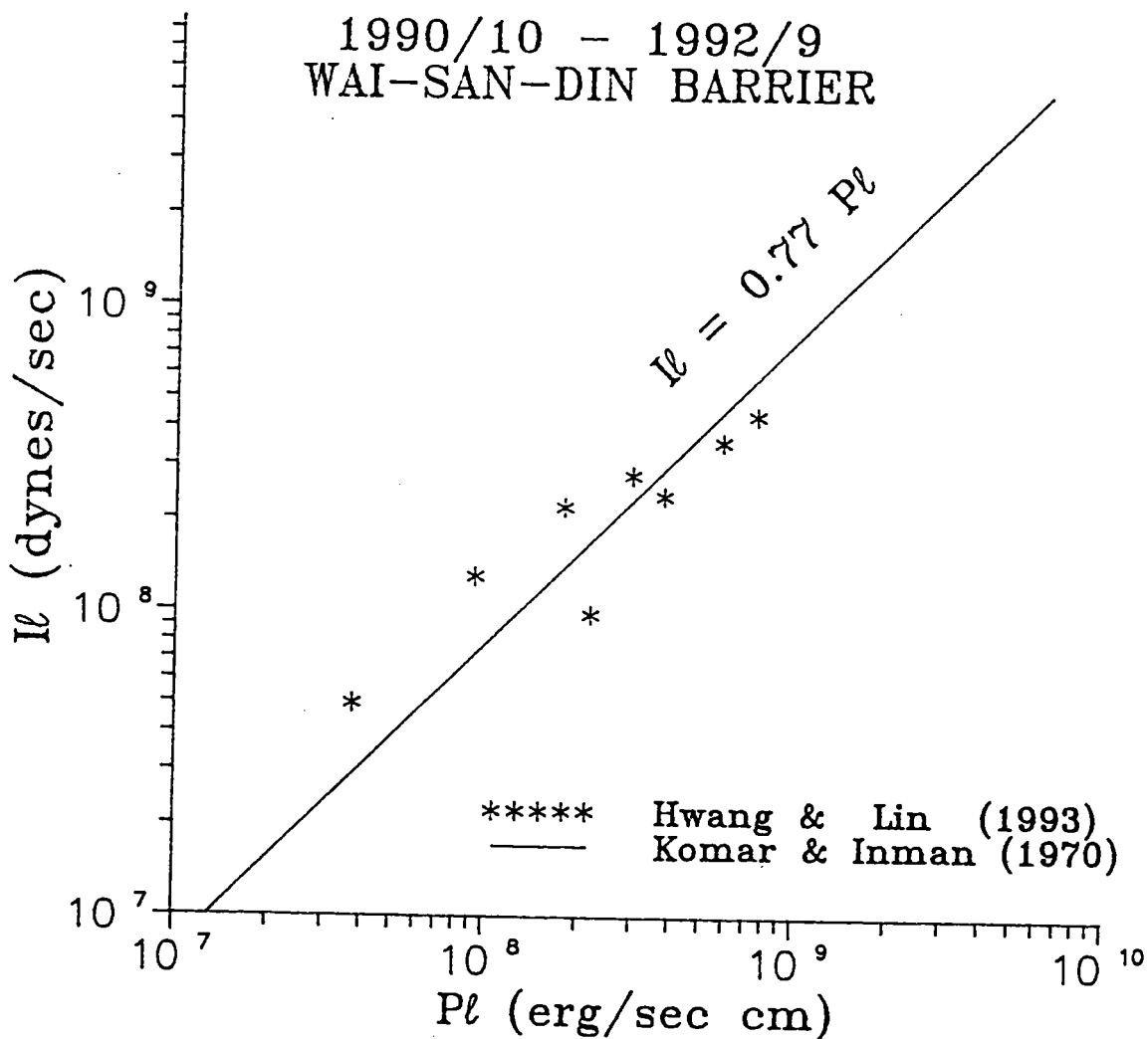


圖 3-20 外傘頂洲沿岸輸沙率與沿岸波能量關係圖

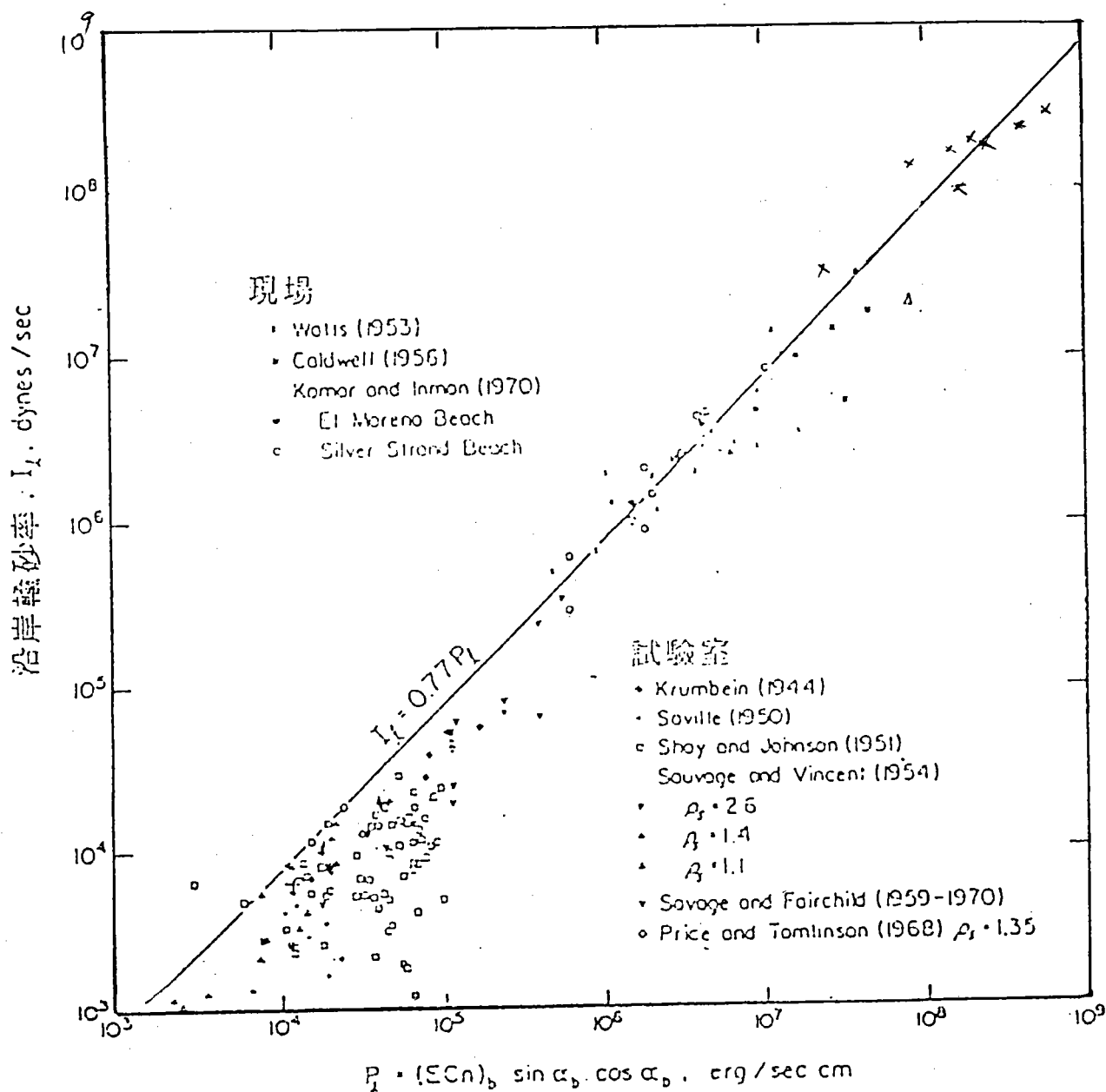


圖 3-21 外傘頂洲沿岸輸砂率與其他學者計算結果比較圖



## 第四章 外傘頂洲之地形變遷

本研究報告針對外傘頂洲之地形變遷作一探討，研究目的除在外傘頂洲北端及南端潮間帶作定樁測量探討其短期之沖淤變化外，並收集水利局、雲嘉縣政府以及農委會等相關單位所提供有關外傘頂洲地形測量資料作一長期性比較分析，同時本所該年度亦委託台技工程顧問公司於81年10月間，季節風來臨時，在外傘頂洲海域作一大區域之水深地形測量，測量範圍同79年、80年10月間所測者，採相同座標系統，如附錄A、B、C分別為79年、80年以及81年10月外傘頂洲地形變化1/25000測量水深圖，茲說明如下：

### 一、外傘頂洲潮間帶沙灘變化之觀測

上年度外傘頂洲沿岸沙灘短期性沖淤調查，有鑑於第一年（八十年度）所採用之木樁（ $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 120\text{cm}$ ）易於流失，故改採直徑  $\phi$  為  $1.5\text{cm}$ ，長為  $200\text{cm}$  之鐵條代替之，使之固定後，再按月利用水準儀觀測每一基樁處地面高程，作為計算沙灘變化之根據，惟因外傘頂洲海岸灘線向陸側侵蝕劇烈，故本年度再次改採  $6\text{cm} \times 6\text{cm} \times 360\text{cm}$  之長條木樁，委託鴻洋海事工程公司重新佈樁，並配合整個相同水深測量座標系統量測其高程，作為短期觀測地區沖淤之依據。

有關外傘頂洲南、北兩端測量範圍及相對位置分別如圖4-1(a)與(b)所示，每個斷面間距均為50公尺，往海側每10公尺一點觀測其高程，北岸共施測22個斷面，南岸共施測21個斷面，圖形亦可顯示南、北兩端觀測之基樁有逐漸往內移之趨勢。而圖4-2以及圖4-3分別為外傘頂洲北端與南端西岸潮間帶，每200公尺間距斷面，在該年度之歷次水深變化圖；按本年度因受到旅費之限制，使得原先係每月前往觀測乙次，改為每隔2個月前往觀測乙次，惟照原計畫81年10月因受到天候

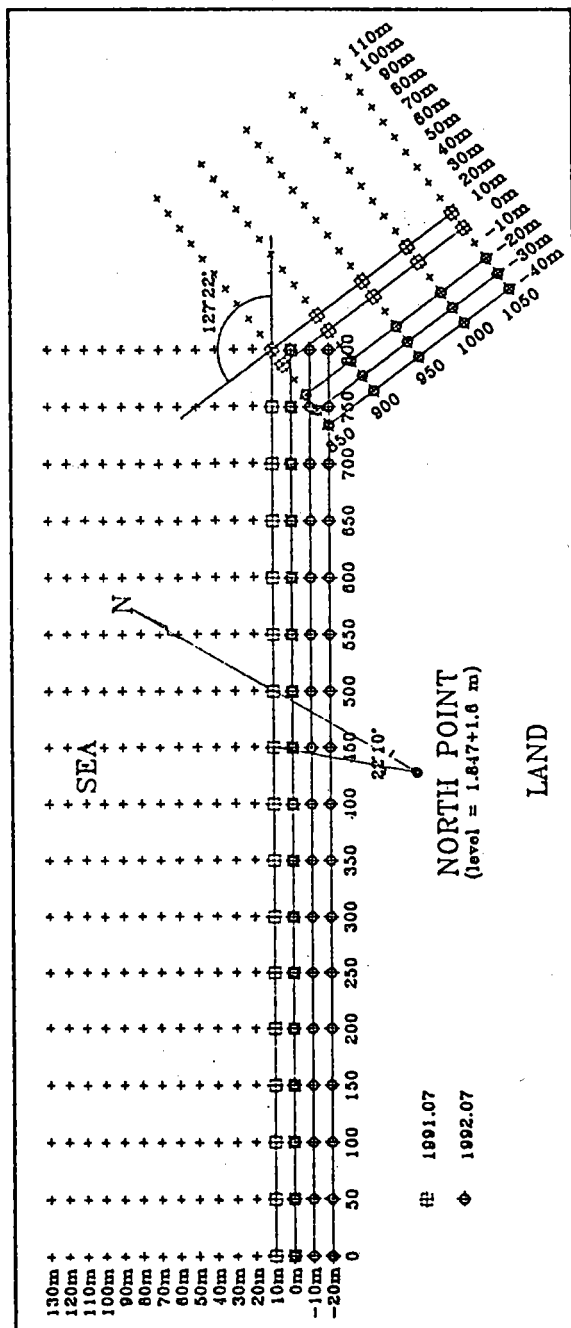


圖 4-1(a) 外傘頂洲北端測量範圍及其相對位置示意圖

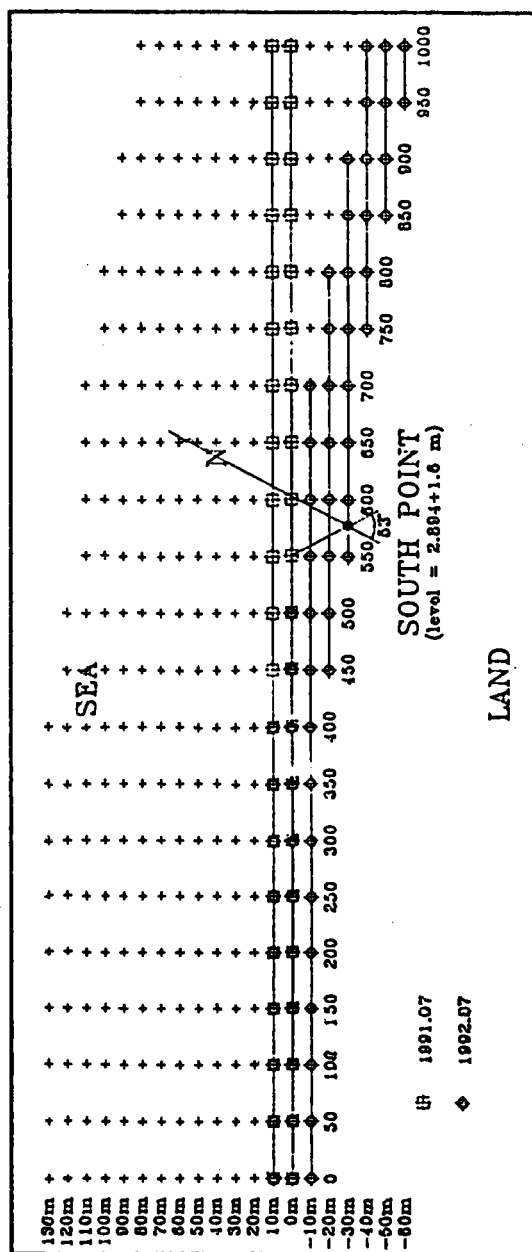


圖 4-1(b) 外傘頂洲南端測量範圍及其相對位置示意圖

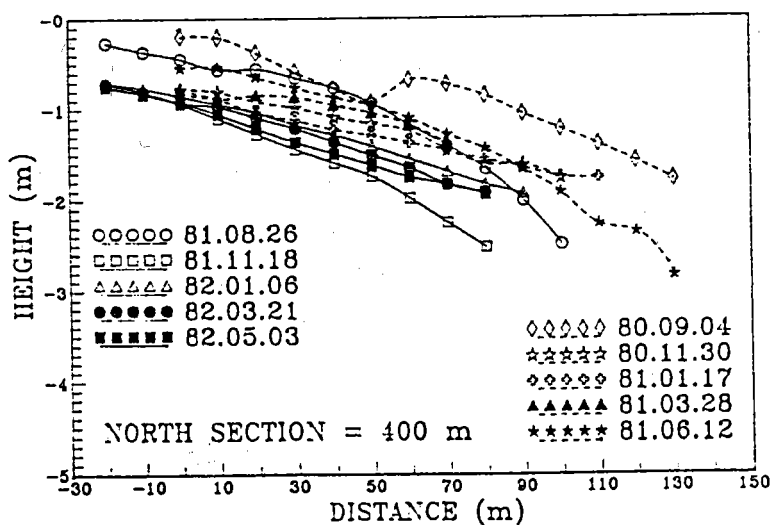
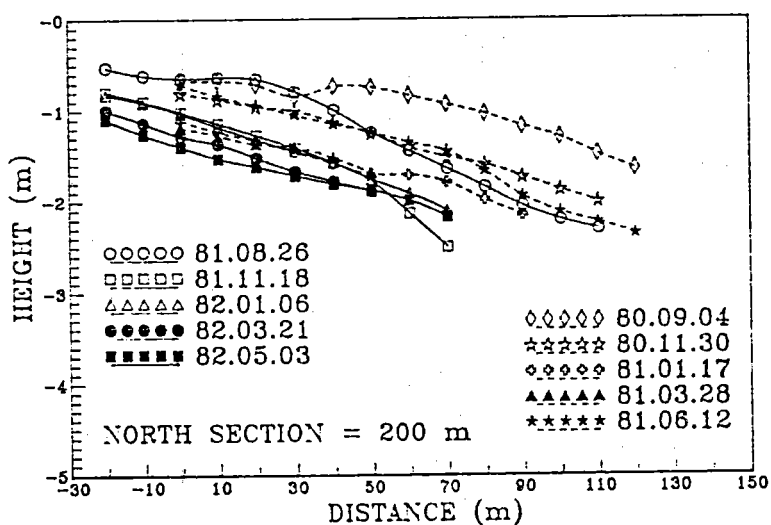
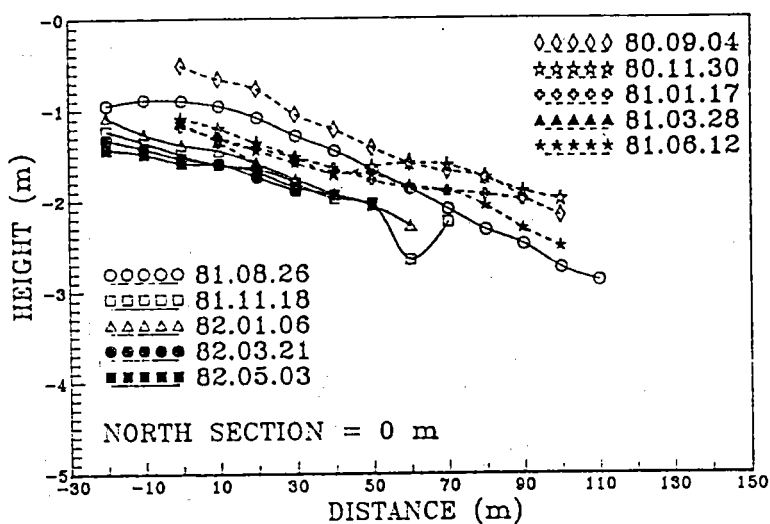


圖 4-2 外傘頂洲北端斷面N=0<sup>■</sup>、200<sup>■</sup>、400<sup>■</sup>歷次水深變化圖

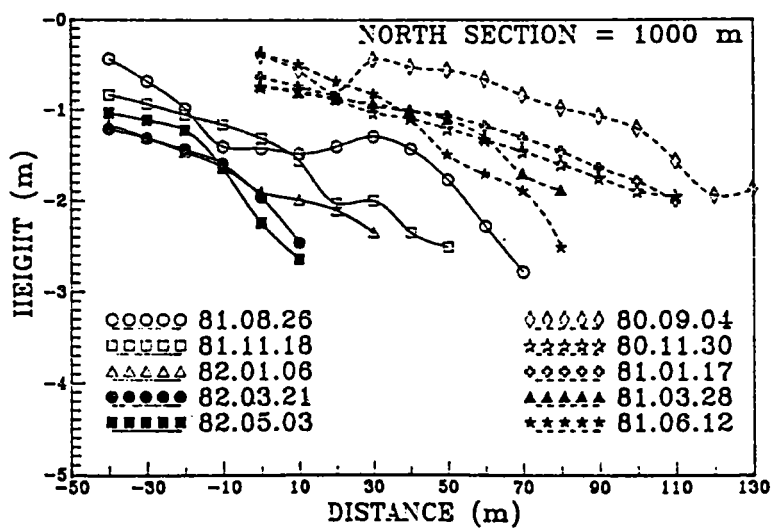
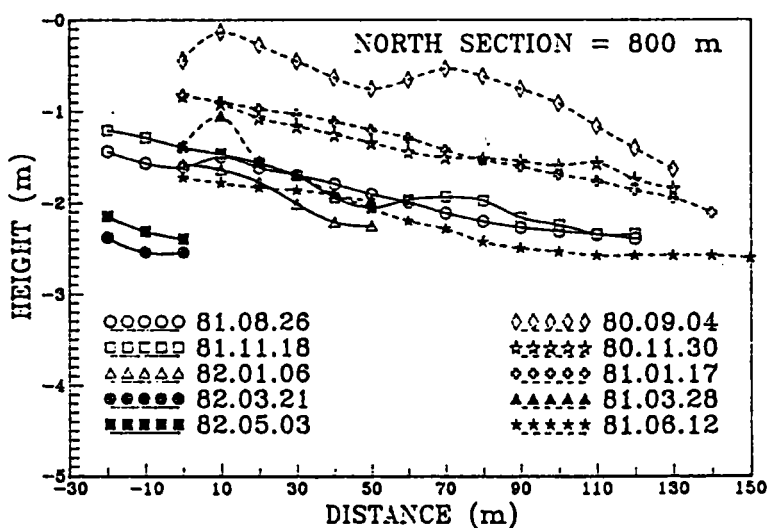
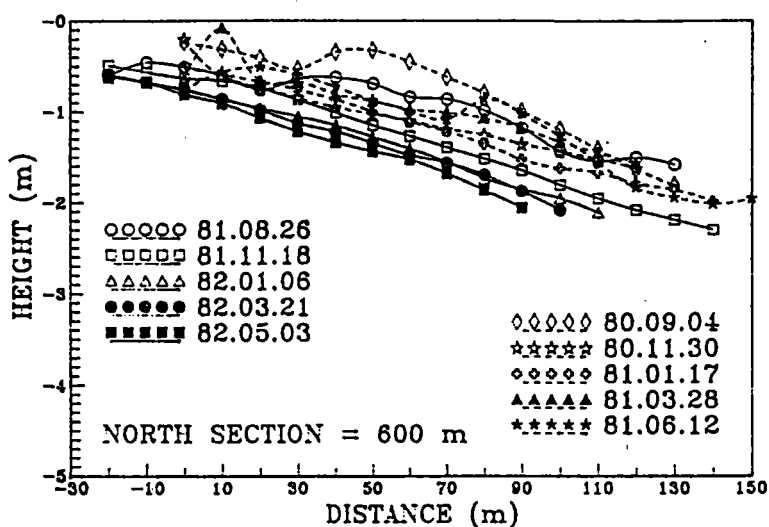


圖 4-2(續)外傘頂洲北端斷面N=600<sup>■</sup>、800<sup>■</sup>、1000<sup>■</sup>歷次水深變化圖

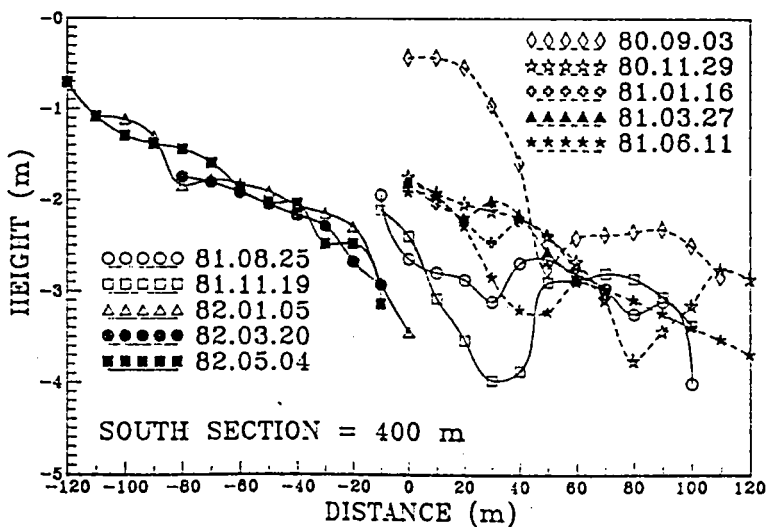
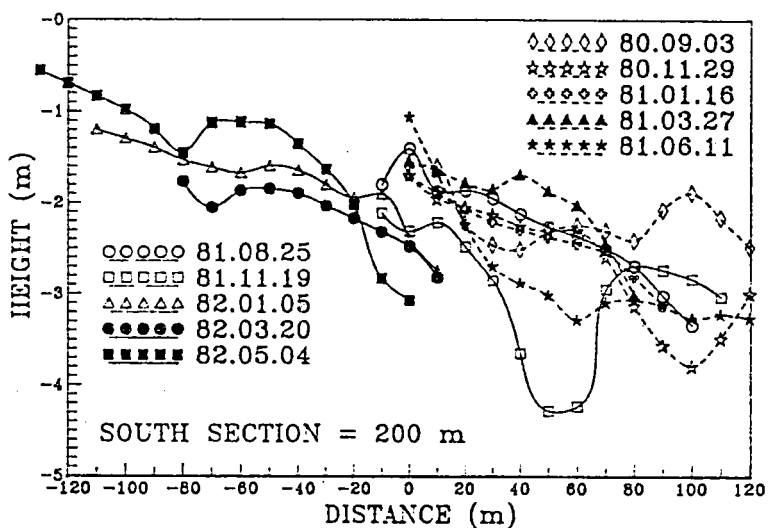
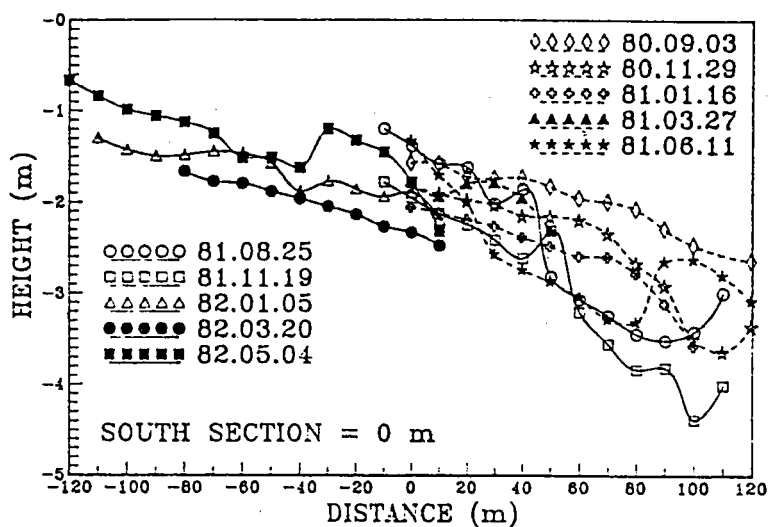


圖 4-3 外傘頂洲南端斷面S=0<sup>m</sup>、200<sup>m</sup>、400<sup>m</sup>歷次水深變化圖

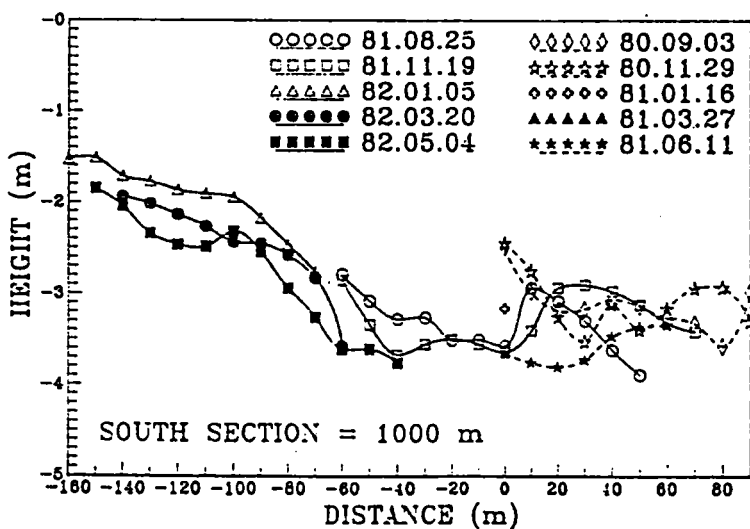
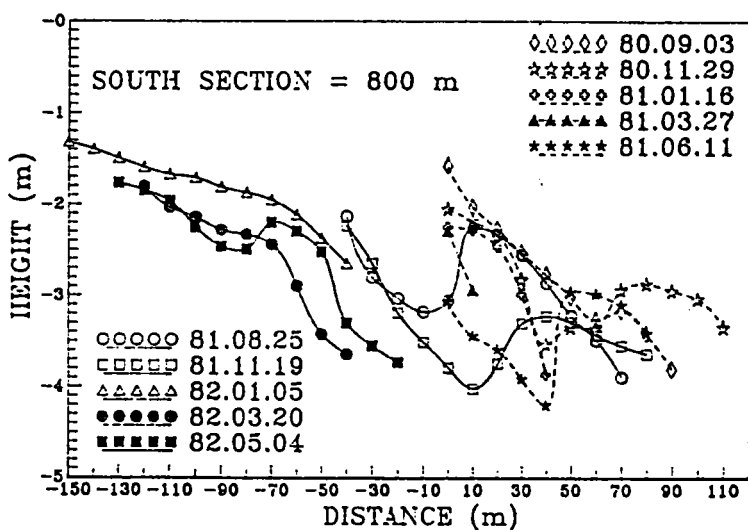
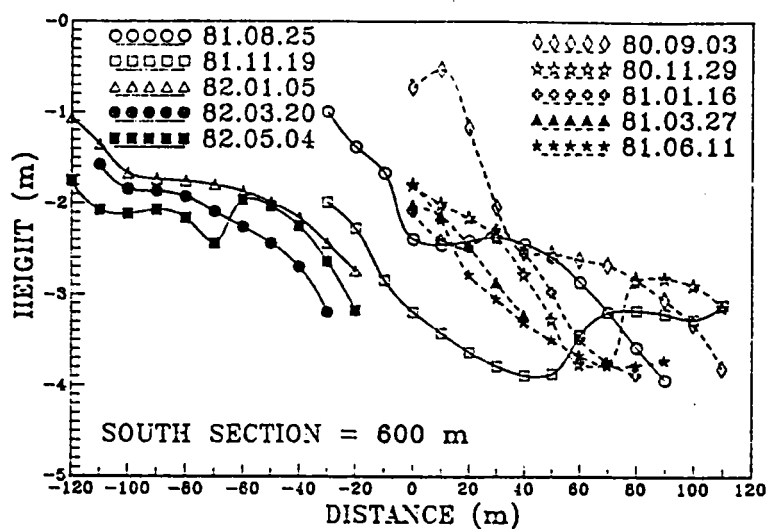


圖 4-3(續)外傘頂洲南端斷面S=600<sup>2</sup>、800<sup>2</sup>、1000<sup>2</sup>歷次水深變化圖

之影響，故該年度僅在81年8月、11月，82年元月、3月以及5月共計前往觀測五次。

圖4-2為北端測量結果，圖形顯示，自80年9月到82年5月間，外傘頂洲北端西側潮間帶全面侵蝕，平均刷深深度約1公尺到3公尺，且海岸線內移平均約自60公尺到140公尺，尤其是在外傘頂洲與統仙洲間河口處附近斷面測深最為嚴重；觀測結果顯示，夏季颱風期間地形變化較大，東北季節風期間則地形變化趨緩，惟在斷面N800，靠近河口處即使在東北季風期間地形亦有很明顯變化如圖4-2中N=800<sup>m</sup>所示；圖4-3為南端歷次水深測量結果，觀測地形結果顯示，該區地形變化更是多端，剖面地形顯示，該區均有一條或數條明顯深溝存在，換言之，即外傘頂洲南端海灘斷面有沿岸沙洲（longshore bar）存在之特性，此現象愈往南端愈顯著；圖形同時顯示在外傘頂洲南端自81年11月到82年元月地形有顯著變化，海岸線明顯內移，平均約100<sup>m</sup>~140<sup>m</sup>，而愈南端在東北季風期過後，則有淤積現象。

為進一步瞭解外傘頂洲北、南端西岸短期沖淤變化情形，根據本所八十二年度歷次地形測量結果點繪平面地形等深線分別如圖4-4以及圖4-5所示，其中圖4-4(a)~(e)分別表外傘頂洲北端西岸潮間帶歷次地形平面變化趨勢，圖形顯示-1<sup>m</sup>等深線在斷面N600處約內移70公尺，顯見該區整個均被侵蝕；而圖4-5(a)~(e)則分別表外傘頂洲南端歷次地形平面變化圖，圖形顯示，在東北季風期間，南端係呈淤積，而在西南季風期間，則呈侵蝕狀態。圖4-6以及圖4-7分別為本所八十二年度在外傘頂洲北端與南端於測量範圍內，根據歷次測量結果計算所得之沖淤積量變化與平均沖淤積深度變化圖，圖4-6(a)與(b)分別為北端歷次測量之平均沖淤積量與平均沖淤深度，觀測範圍面積為69,000m<sup>2</sup>，圖形顯示單位面積之平均高程由81年8月之-0.82<sup>m</sup>遞減到82年5月時之-1.39<sup>m</sup>，共計刷深平均約0.6M，在夏季颱風期間侵蝕率較快；圖4-7(a)與(b)則分別為南端歷次測量之平均沖淤積量與平均沖淤深度，由



於南端地形變化劇烈，海岸灘線逐漸向陸側內移，因此無法比較相同計算面積，故其值僅可參考，惟吾人可大略看出在81年下半年南端觀測範圍面積平均約刷深0.4<sup>m</sup>，而82年上半年東北季風期間，平均刷深約0.3<sup>m</sup>，迨西南季節風時則又略呈淤積，平均淤積深度為0.15；而圖4-8(a)與(b)則為外傘頂北端自80年9月到82年6月間之歷次測量結果取相同面積(為42,000m<sup>2</sup>)計算所得之沖淤積量與平均沖淤積深度變化圖，觀測資料顯示，自80年9月到80年12月是屬侵蝕期，觀測範圍平均刷深約0.65<sup>m</sup>，爾後則逐漸恢復地形呈淤積，平均高程增加0.43<sup>m</sup>，故累計80年9月到81年9月，其單位面積平均高程淨刷深約為0.22<sup>m</sup>，而自81年9月起當季節風來臨時又逐漸呈侵蝕狀，到82年6月間，共計平均刷深0.65<sup>m</sup>，故累計80年9月到82年6月間，該觀測範圍則共刷深約0.9<sup>m</sup>。

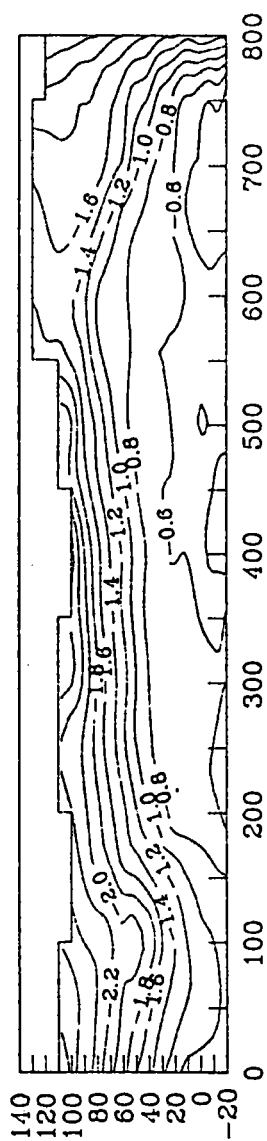


圖 4-4(a) 外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(81.08.26)

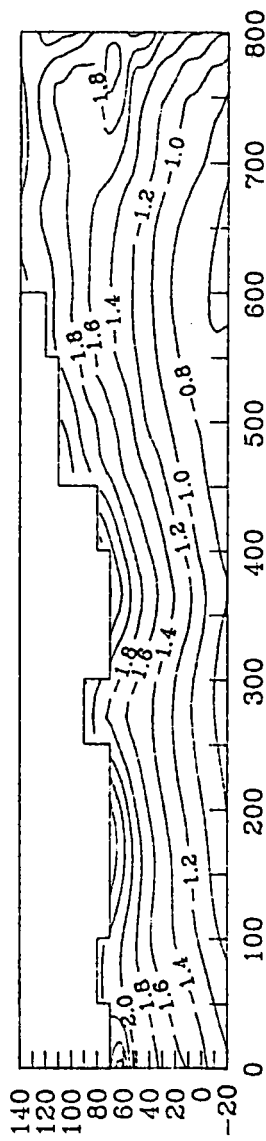


圖 4-4(b) 外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(81.11.18)

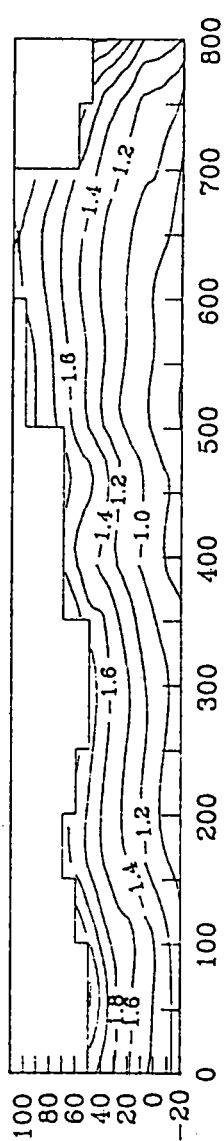
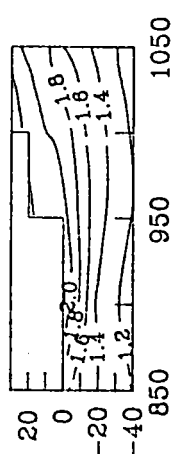
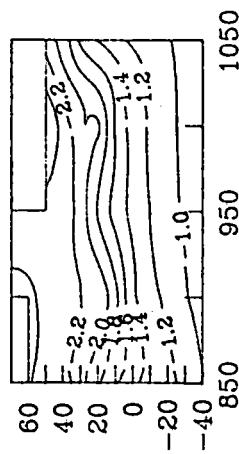
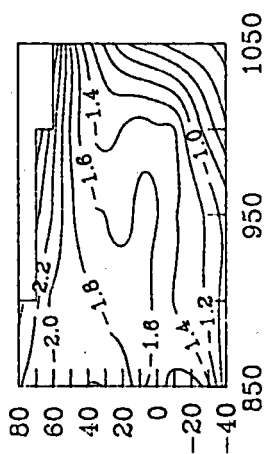


圖 4-4(c) 外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(82.01.06)





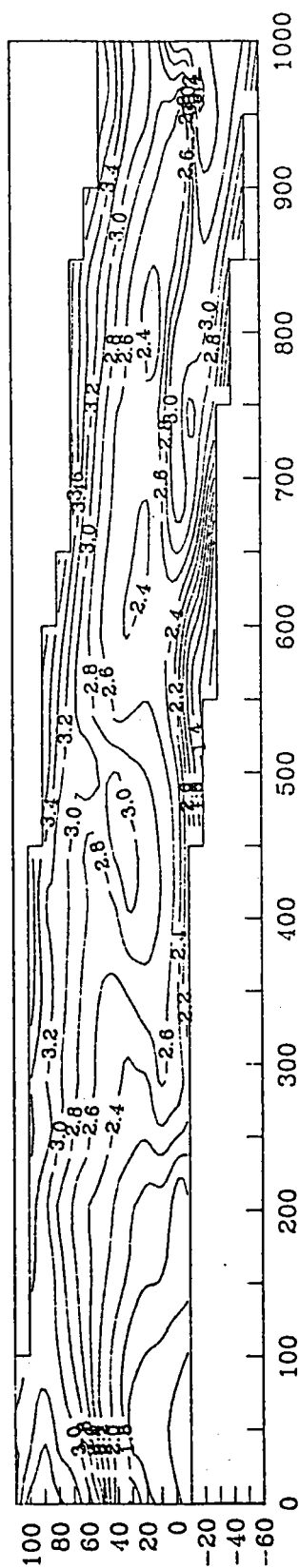


圖 4-5(a) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(81.08.25)

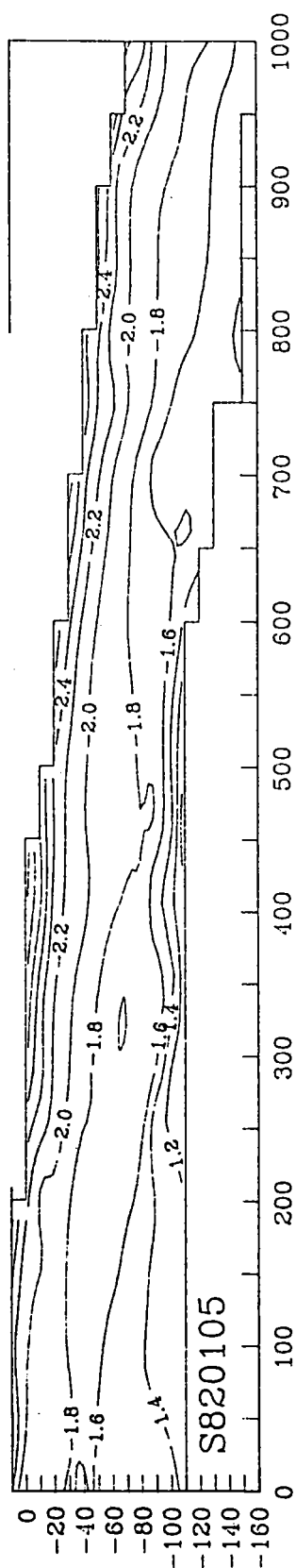


圖 4-5(b) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(81.11.19)

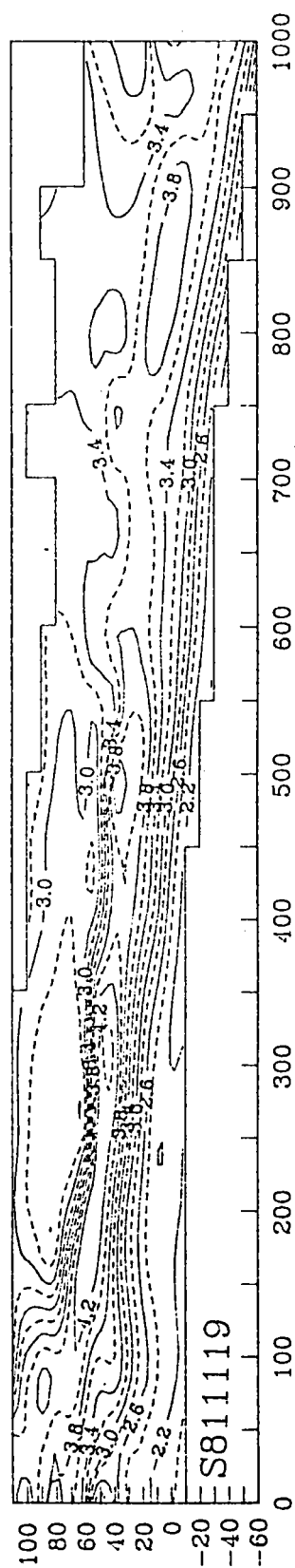


圖 4-5(c) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(82.01.05)

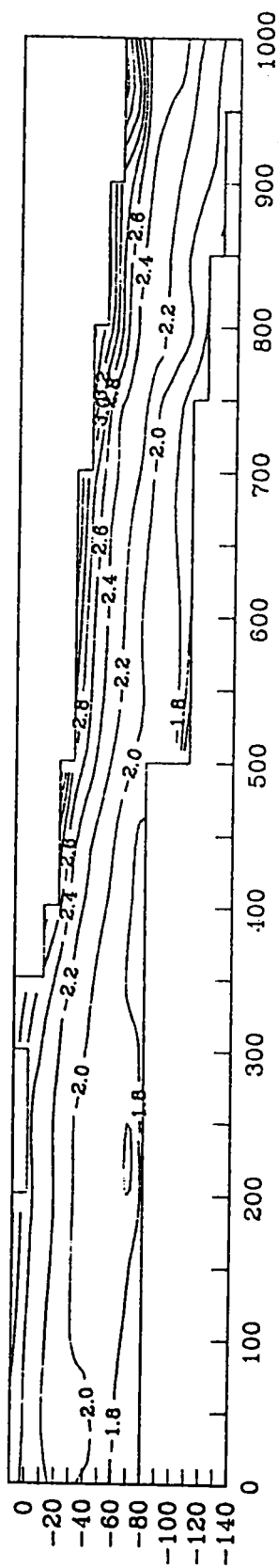


圖 4-5(d) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖 (82.03.20)

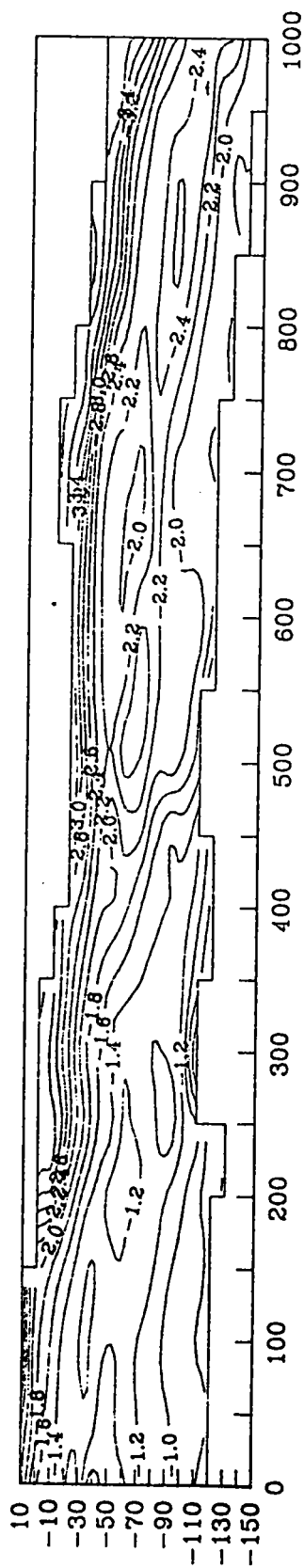


圖 4-5(e) 外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖 (82.05.04)

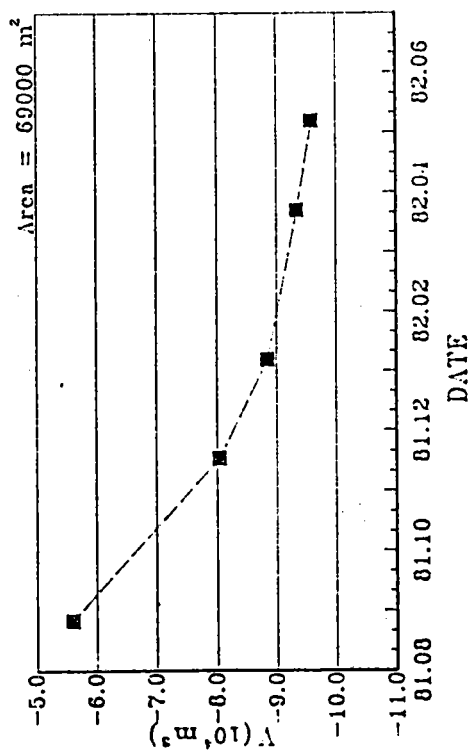


圖 4-6(a) 外傘頂洲北端區域短期沖淤量變化圖

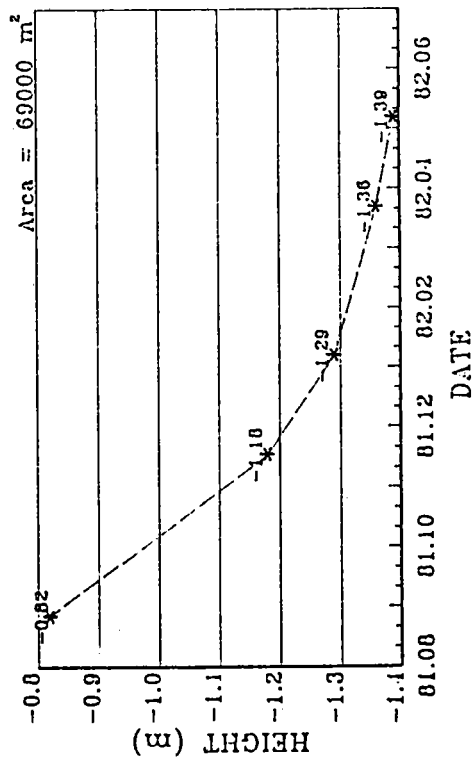


圖 4-6(b) 外傘頂洲北端區域短期平均深度變化圖

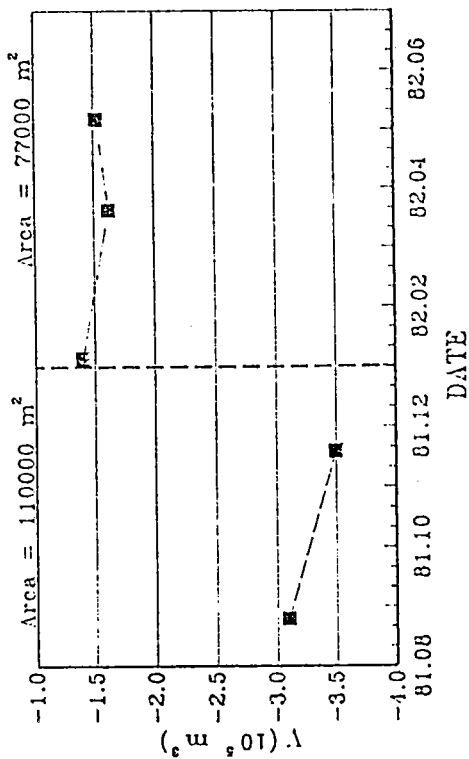


圖 4-7(a) 外傘頂洲南端區域短期沖淤量變化圖

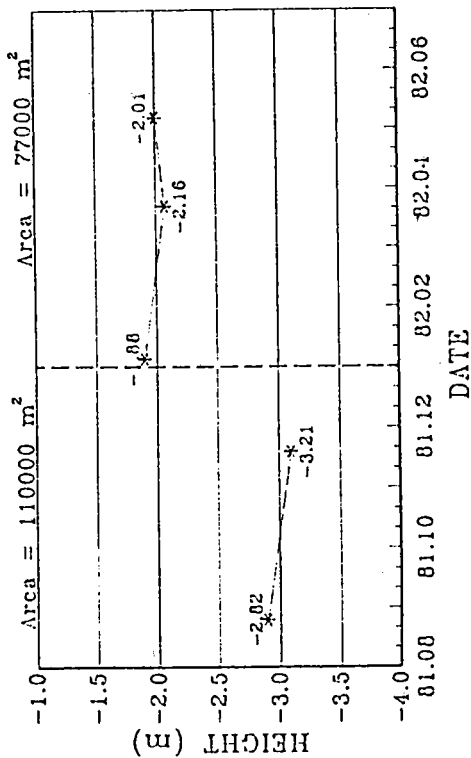


圖 4-7(b) 外傘頂洲南端區域短期平均深度變化圖

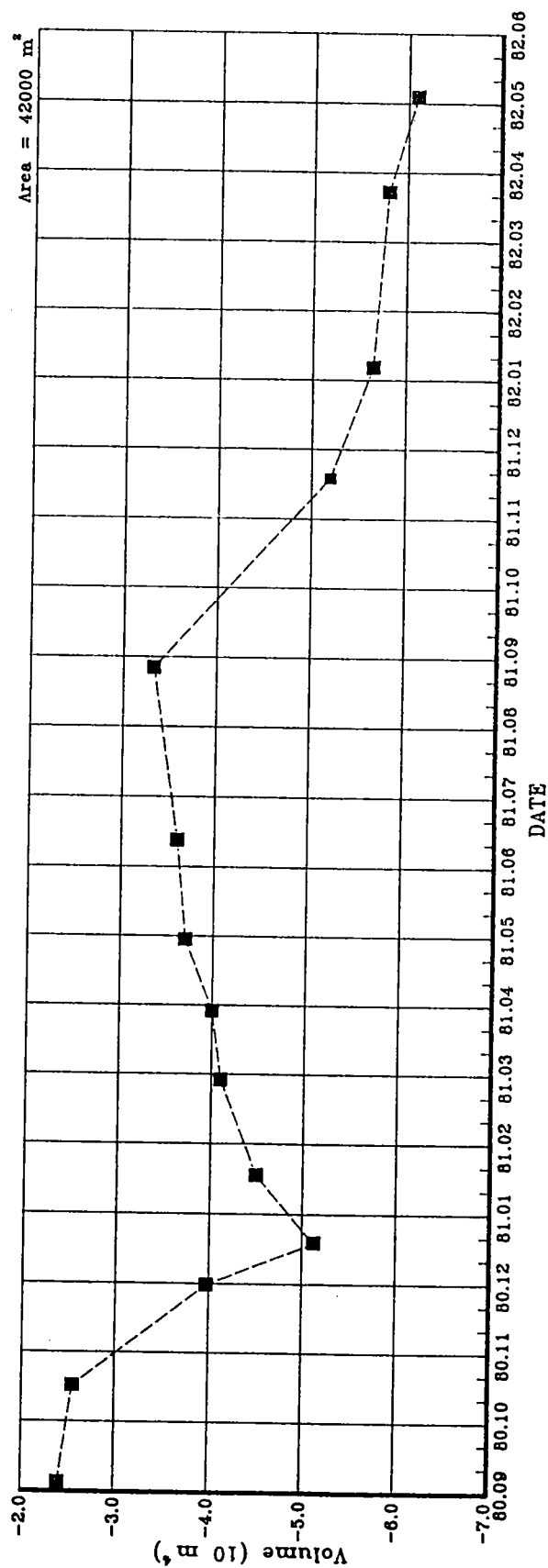


圖 4-8(a) 外傘頂洲北端自80年9月到82年6月間相同範圍  
歷次沖淤積量變化圖

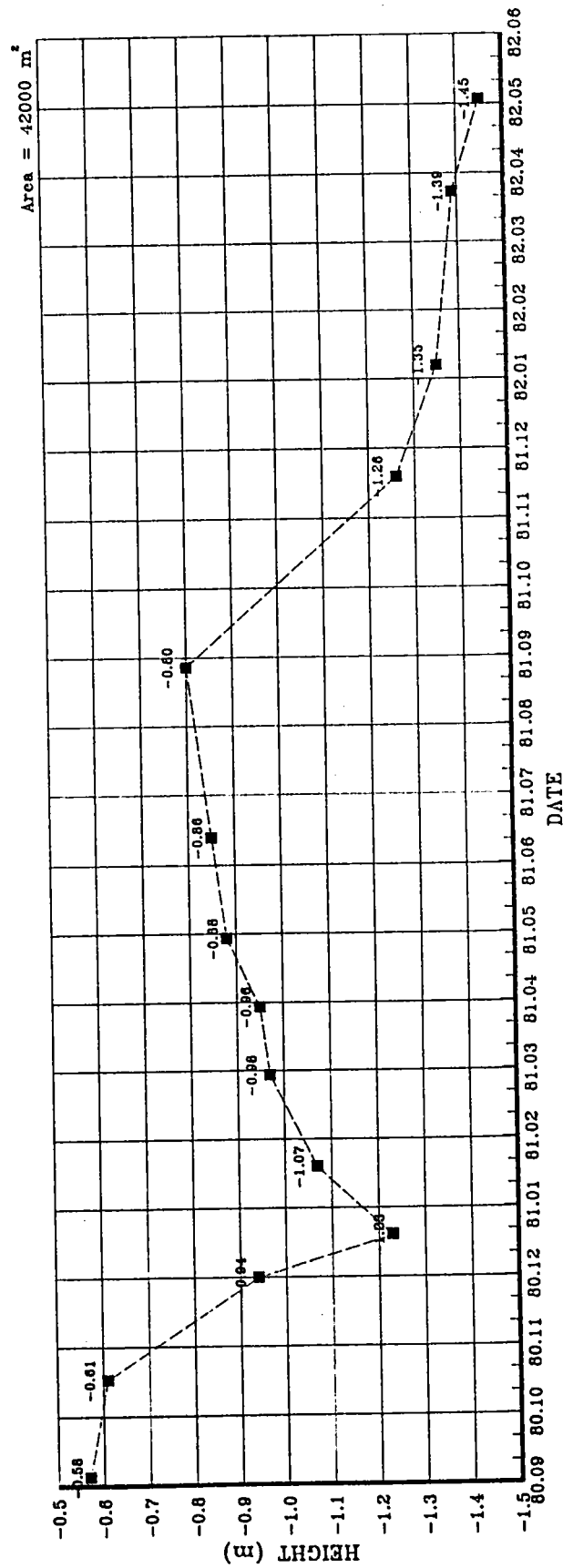


圖 4-8(b) 外傘頂洲北端自80年9月到82年6月間相同觀測範圍  
歷次沖淤深度變化圖



## 二、海岸灘線比較分析

本研究在第一年、第二年經收集各有關單位所提供不同縮尺之歷年外傘頂洲附近實測等深圖，經整理為相同縮尺之歷年海岸灘線比較[6]、[7]，大致而言

1. 1920年至1947年，海岸線每年平均後退30公尺。
2. 1947年至1962年，海岸線每年平均後退180公尺。
3. 1962年至1980年，海岸線每年平均後退14公尺。
4. 1980年至1990年，海岸線每年平均後退25公尺。
5. 1940年至1990年，外傘頂洲由原從位置向西移動4.25公里，即每年向西移動85公尺。

而本所亦曾分別於1990年10月、1991年10月以及1992年10月委託台技工程顧問公司進行相同範圍之外傘頂洲水深地形測量，茲將三年施測地形±0<sup>m</sup>、-5<sup>m</sup>、-10<sup>m</sup>以及-15<sup>m</sup>等水深線點繪如圖4-9，圖形顯示有等水深線均有明顯向南移動及向岸侵蝕趨勢；而外傘頂洲最南端等水深線顯示，該處底床坡度極陡，顯示該區流速甚強且有淤積現象，等水深線有外移趨勢；若根據1990年10月以及1992年10月兩張地形圖比較海岸灘線二年間向東南方向(即陸側)最大內移，後退約為220~260公尺，亦即平均每年約後退120公尺，惟其最南端海岸灘線在兩年間則向海側最大外移前進約150~185公尺，亦即平均每年約前進75~80公尺左右。

152656.8542E  
2608384.7763N

140636.039E  
2596363.061N

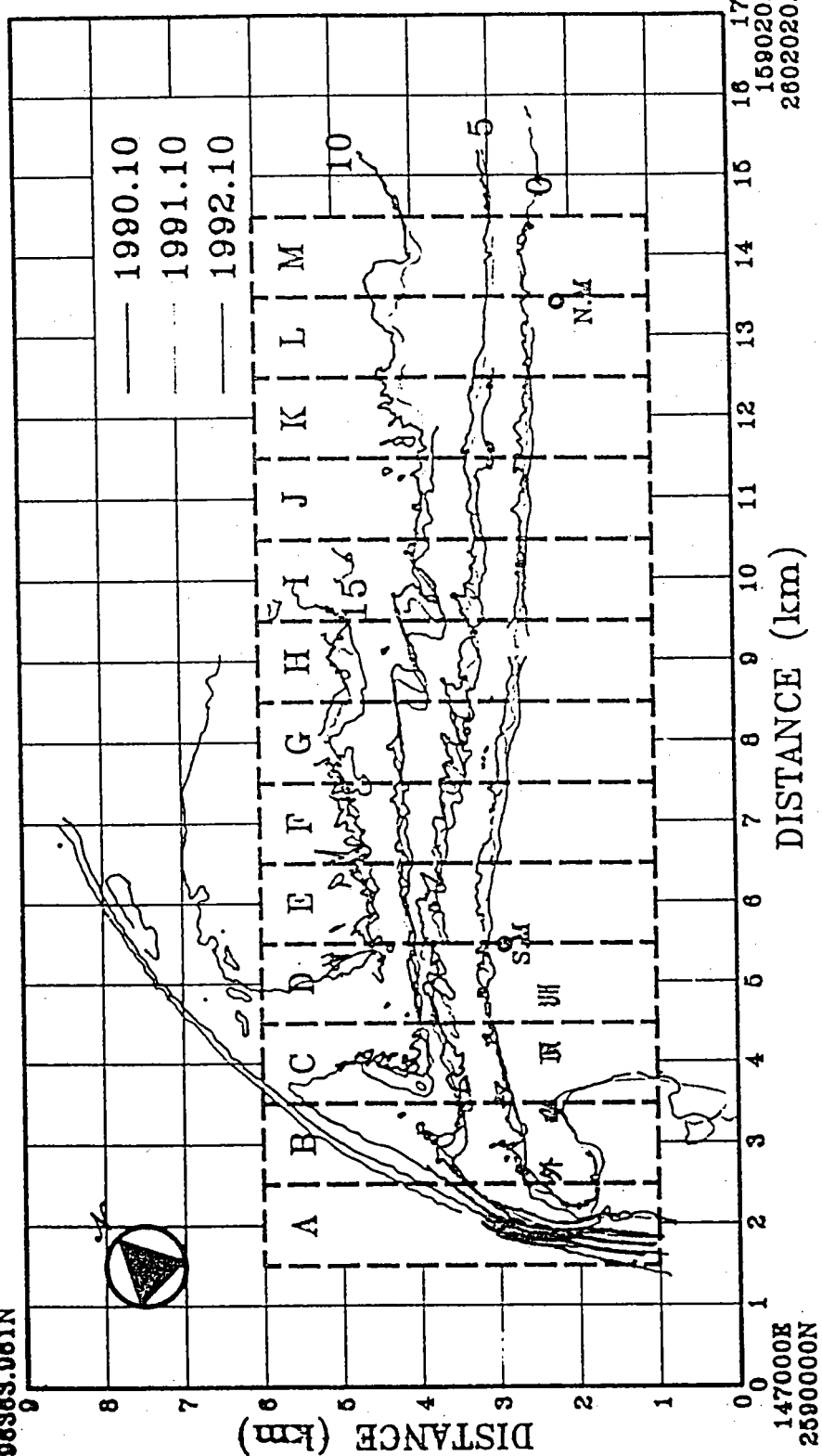


圖 4-9 外傘頂洲西侧地形等深線變化比較圖(1990~1992)

### 三、外傘頂洲海域斷面水深變化特性

本研究為進一步瞭解外傘頂洲海域在長期波浪作用下，其水深斷面變化特性，特在該區選擇8個垂直外傘頂洲斷面，即  $x = 2,000^{\text{m}}$ 、 $3,000^{\text{m}}$ 、 $4,000^{\text{m}}$ 、 $5,000^{\text{m}}$ 、 $7,500^{\text{m}}$ 、 $10,000^{\text{m}}$ 、 $12,500^{\text{m}}$ 以及  $15,000^{\text{m}}$ 處，圖4-10為其斷面位置示意圖，粗點線部份即為分析斷面，吾人分別依據本所在79年、80年、以及81年10月間委託台技工程顧問公司在該區施測水深地形資料，整理分析其斷面變化特性，分析結果如圖4-11(a)~(h)所示。

圖4-11(a)為 $x=2,00^{\text{m}}$ 處，即外傘頂洲最南端斷面。水深近三年變化圖，圖形顯示在Y座標 $1,500^{\text{m}} \sim 2,800^{\text{m}}$ 處即外傘頂洲最南端邊緣，地形呈淤積現象，自79年10月到81年10月，兩年期間平均高程共淤積約 $2^{\text{m}} \sim 4^{\text{m}}$ 間，即平均每年約 $1^{\text{m}} \sim 2^{\text{m}}$ 左右，圖形同時顯示該斷面其外側底床坡度極陡，約為 $1/46$ ，其內側則呈侵蝕，底床坡度平緩水深平均在 $-6^{\text{m}} \sim -7^{\text{m}}$ 間。

圖4-11(b)為 $x=3,00^{\text{m}}$ 斷面處，水深變化圖，資料顯示79年、80年外傘頂洲在該斷面當低潮位時，露出水面部份之寬度約為 $1,000^{\text{m}}$ ，到81年10月時則僅剩600公尺且地形高程亦減少約1公尺，海側部份在水深 $0^{\text{m}} \sim -7^{\text{m}}$ 處呈嚴重侵蝕，最大侵蝕深度約為2公尺，目前距岸 $400^{\text{m}}$ 及 $700^{\text{m}}$ 處各有沿岸沙洲存在，沙洲頂部之水深約為 $-0.5^{\text{m}}$ 及 $-2.5^{\text{m}}$ 左右， $-7^{\text{m}}$ 以下水深近二年間則無明顯變化，底床坡度約為 $1/130$ ；而內海部份在80年10月時水深約為 $-2.5^{\text{m}}$ 底床坡度平坦，而到81年10月資料顯示該處已形成一條海溝水深約在 $-3^{\text{m}} \sim -3.5^{\text{m}}$ 間。

圖4-11(c)為斷面 $x=4,000^{\text{m}}$ 處，近三年水深變化圖，圖形顯示，該斷面在水深 $0^{\text{m}} \sim -4^{\text{m}}$ 間呈侵蝕，而在水深 $-4^{\text{m}} \sim -7^{\text{m}}$ 間則呈淤積，底床坡度自水深 $0^{\text{m}} \sim -10^{\text{m}}$ 間約為  $1/100$ ，惟水深在 $-10^{\text{m}}$ 即距離外傘頂洲海岸

灘線約1,000<sup>m</sup>處，底床坡度則趨於平坦且略成侵蝕，目前在距離灘線約400<sup>m</sup>處亦有沿岸沙洲之存在，沙洲頂部之水深約在-3.5<sup>m</sup>左右。

圖4-11(d)為斷面 $x=5,000^m$ 處水深變化圖，在水深0<sup>m</sup>~-3<sup>m</sup>間地形變化呈侵蝕。而在水深0<sup>m</sup>~-5<sup>m</sup>間底床坡度平均為1/140，水深-5<sup>m</sup>~-14<sup>m</sup>間底床坡度變陡為1/55，有沿岸沙洲形成，惟水深在-14<sup>m</sup>處即距海岸灘線1,200<sup>m</sup>處底床坡度則趨於平坦且略呈侵蝕，目前距灘線300<sup>m</sup>~400<sup>m</sup>處亦有沿岸沙洲之存在，其頂部高程約在水深-2.8<sup>m</sup>處。

圖4-11(e)為斷面 $x=7,500^m$ 處水深變化圖，資料顯示近二、三年在離岸300公尺內嚴重侵蝕，79年10月間到81年10月間共計刷深約3.5<sup>m</sup>，目前離岸300公尺外底床平均坡度約為1/120，惟水深在-16<sup>m</sup>處即離岸約2公里外，底床坡度則趨於平坦。

圖4-11(f)為 $x=10,000^m$ 斷面處近三年水深變化圖，圖形顯示，在離岸約800公尺處嚴重侵蝕，最大刷深約為3公尺，該處並形成一沿岸沙洲，頂部高程為水深-8<sup>m</sup>左右，其底床坡度1/86，在離岸約2.2公里即水深-15<sup>m</sup>處則底床坡度趨於平坦。

圖4-11(g)為 $x=12,500^m$ 斷面處水深變化，資料分析結果顯示，在水深0<sup>m</sup>~-8<sup>m</sup>間地形變化呈侵蝕，每年平均刷深約1<sup>m</sup>左右，底床坡度為1/130。

圖4-11(h)為 $x=15,000^m$ 斷面處水深變化，資料分析結果顯示，該斷面地形並無變化，在水深0<sup>m</sup>~-7<sup>m</sup>間底床坡度為1/128，即距海岸灘線距離900<sup>m</sup>間，在水深-7<sup>m</sup>以後則底床坡度減緩為1/400，到水深-10<sup>m</sup>即距灘線約2,000<sup>m</sup>處左右則趨於平坦。

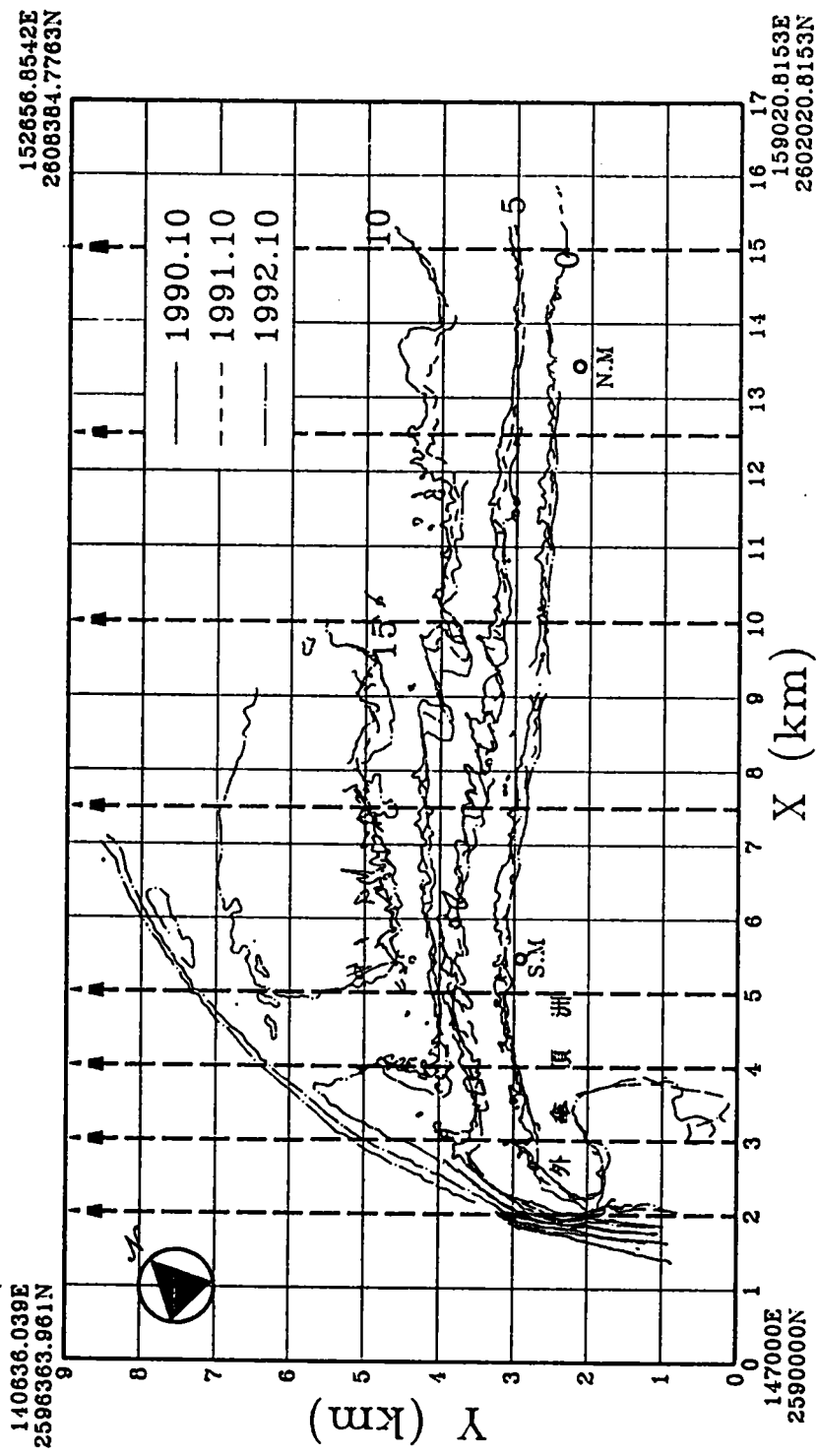


圖 4-10 外傘頂洲斷面位置示意圖

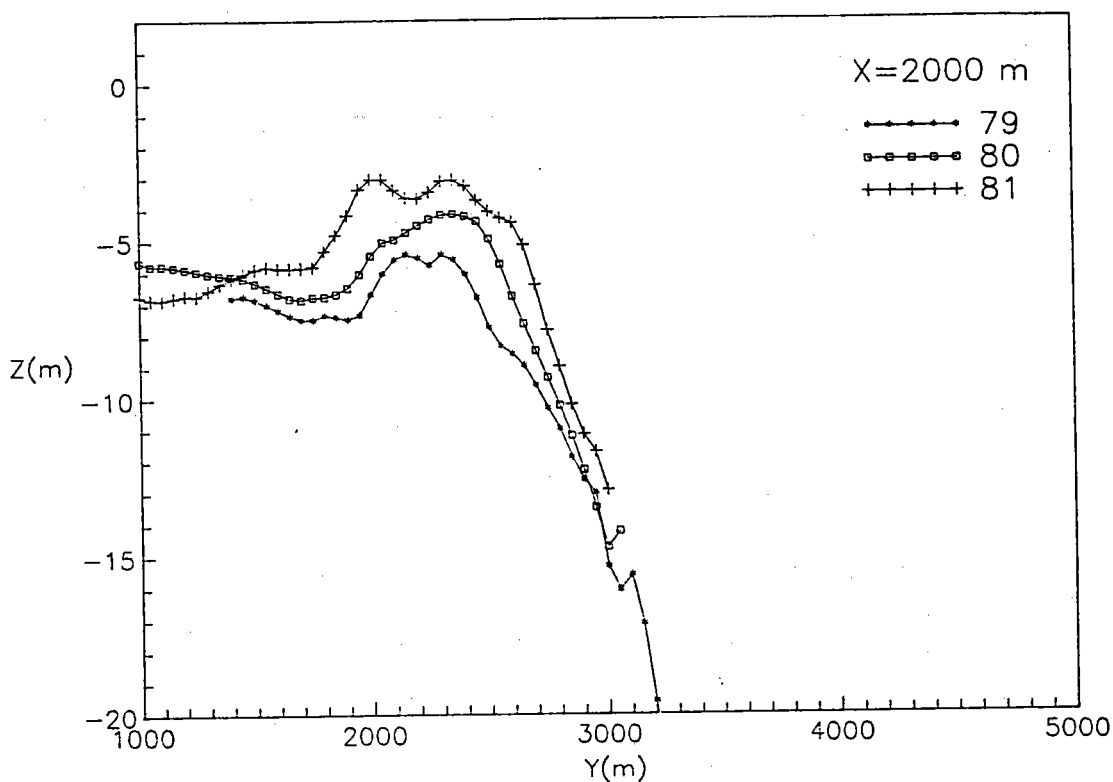


圖 4-11(a)外傘頂洲  $X=2000\text{ m}$  斷面處，最近三年水深變化圖

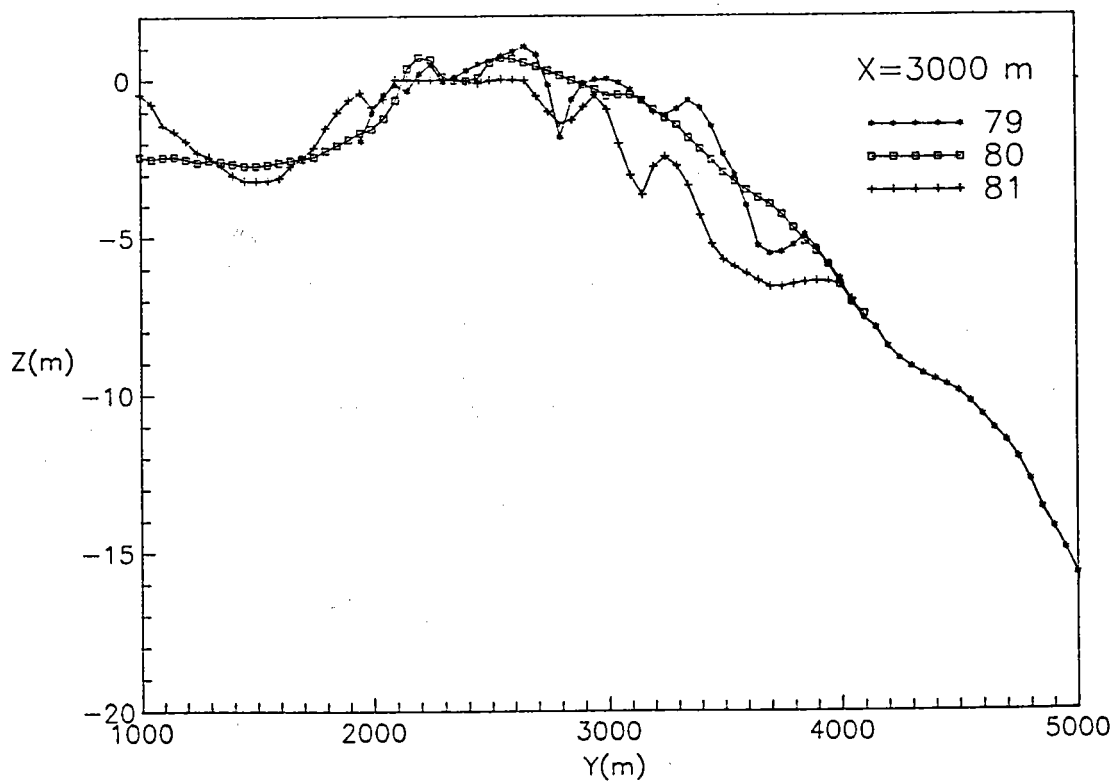


圖 4-11(b)外傘頂洲  $X=3000\text{ m}$  斷面處，最近三年水深變化圖

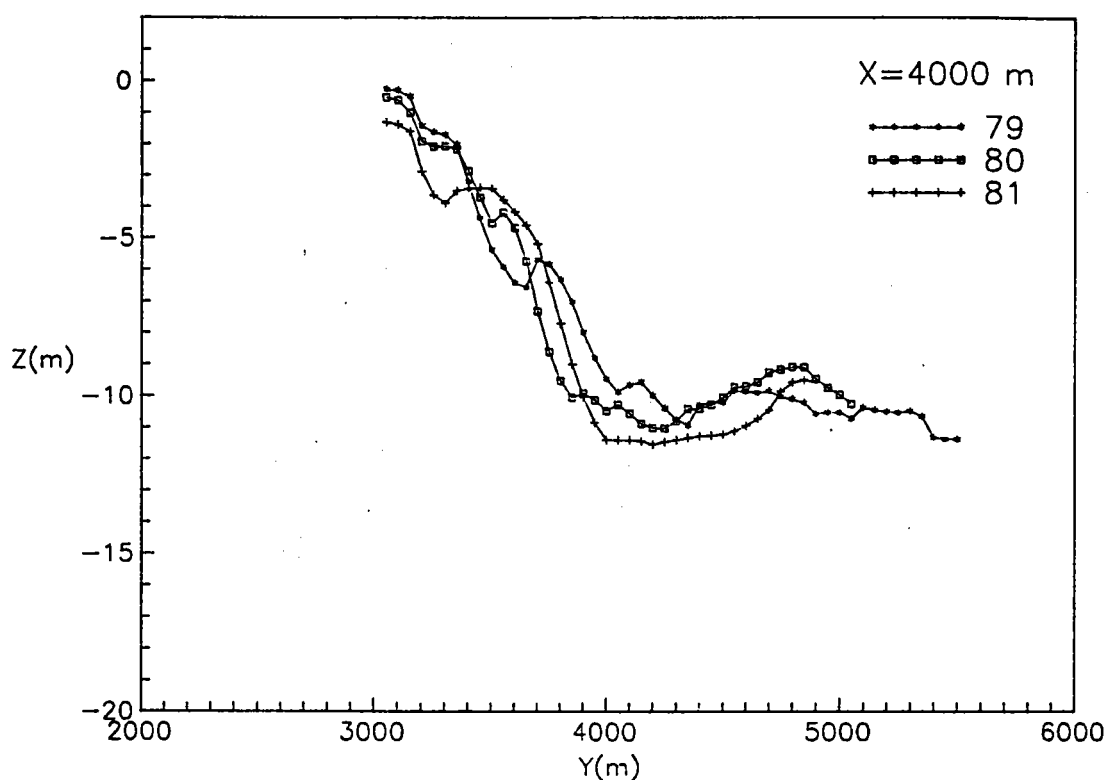


圖 4-11(c) 外傘頂洲  $X=4000^{\text{m}}$  斷面處，最近三年水深變化圖

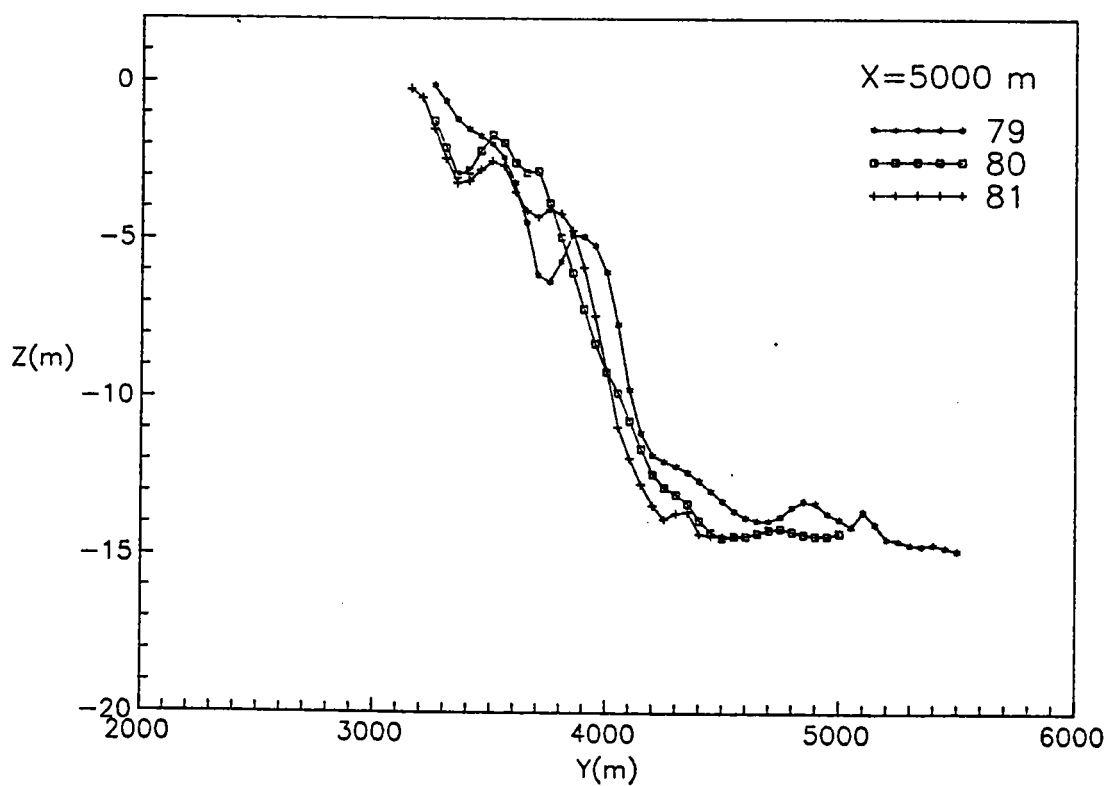


圖 4-11(d) 外傘頂洲  $X=5000^{\text{m}}$  斷面處，最近三年水深變化圖

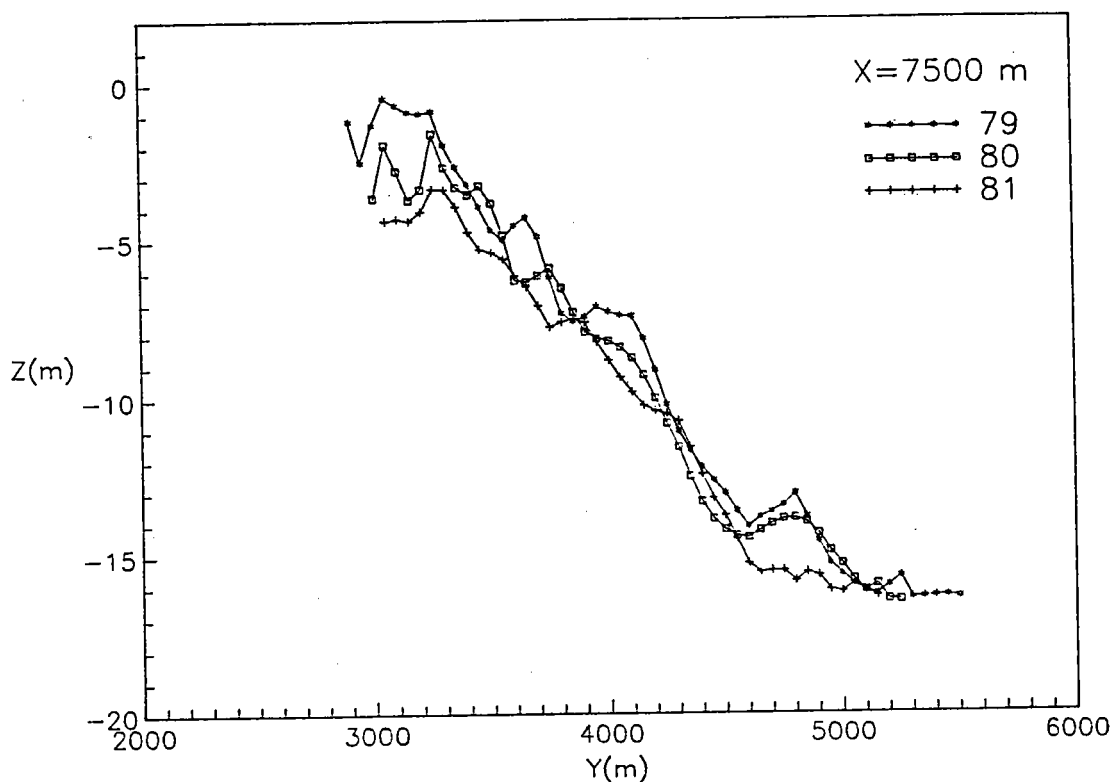


圖 4-11(e) 外傘頂洲  $X=7500$  断面處，最近三年水深變化圖

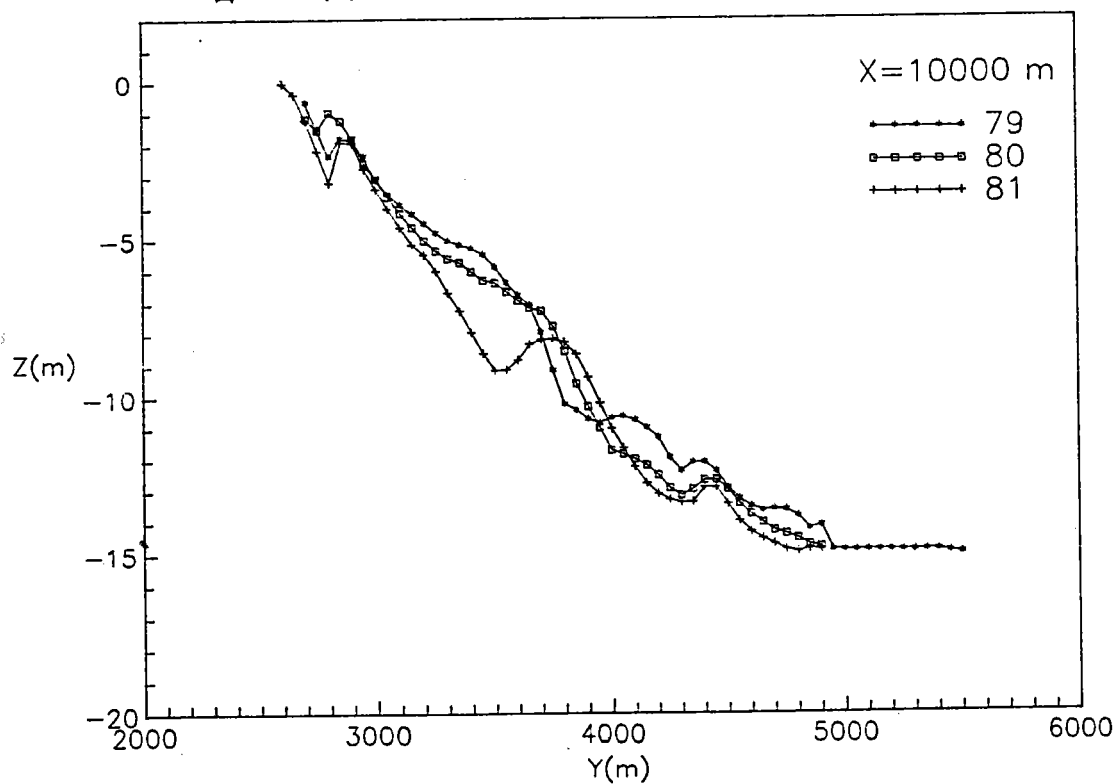


圖 4-11(f) 外傘頂洲  $X=10000$  断面處，最近三年水深變化圖



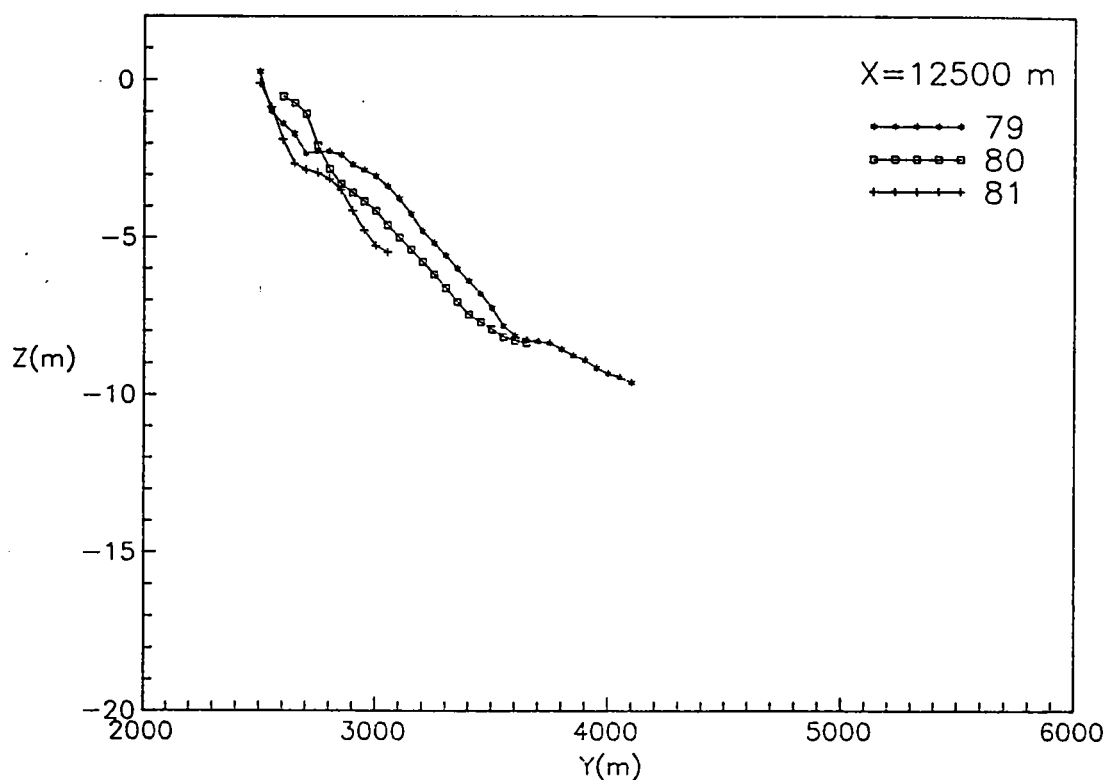


圖 4-11(g)外傘頂洲  $X=12500$  m 斷面處，最近三年水深變化圖

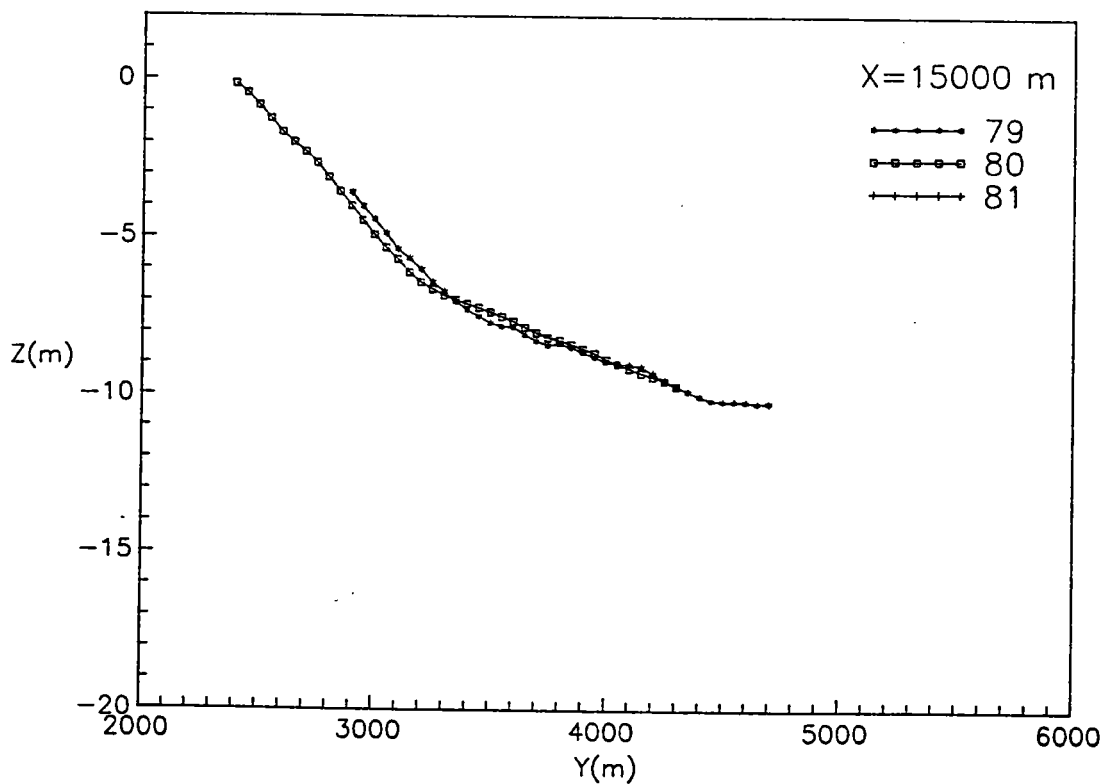


圖 4-11(h)外傘頂洲  $X=15000$  m 斷面處，最近三年水深變化圖

## 第五章 結論與建議

綜合本研究計畫報告，有關八十二年度外傘頂洲海岸沖淤調查研究，可歸納獲致下列數點結論及建議：

一、該海域自81年6月以後所收集波浪資料顯示，81年6月以波高小於0.5<sup>m</sup>者佔多數，週期則介於3~6秒間居多；81年7月波高分佈與6月份者大致相同，惟週期略為增長，介於4~8秒；81年8月份其波高分佈與6、7月相同，但週期則集中於6~7秒；而81年9月開始，波高仍以1<sup>m</sup>以下者居多，週期則以6~8秒者佔多數；81年10月開始進入東北季風期，以波高0.75<sup>m</sup>~1.25<sup>m</sup>，週期5~8秒者居多，與79年、80年10月份同期資料比較，波高分佈相同；81年11月波高則以1<sup>m</sup>以下者居多，週期則介於5~6秒與80年11月份分佈相同；81年12月則因儀器故障，該月份波浪資料從缺；82年元月份波浪分佈則較廣，波高介於0.5<sup>m</sup>~2.5<sup>m</sup>，週期介於4~9秒；82年2月份波高則以0.5<sup>m</sup>~1.5<sup>m</sup>居多，週期則以5.5秒者佔多數與79年同期波浪分佈情況相同；惟自82年3月14日以後，波浪資料再度中斷至今。

二、外傘頂洲附近海域其波浪示性波高、示性週期與風速間之推算模式可用下式表之

$$H_{1/3} = 0.2266 + 0.08W + 0.01W^2$$

$$T_{1/3} = 3.664 + 1.646H_{1/3} - 0.033H_{1/3}^2$$

其中  $W$  為風速修正係數，與當地波浪有持續影響之吹風延時  $\theta$  以及風向有關，定義為

$$W = \frac{1}{\theta} \int_{t-\theta}^t U \cdot G(D, F) dt$$

此處  $U$  為風速(m/s),  $G(D, F)$  為風向參數函數, 定義為

$$G(D, F) = F \cdot \cos\left[(D-K) \cdot \frac{\pi}{8}\right]$$

$K$  為一經驗常數與東北季風或西南季風型態有關;

本文即利用該兩式推算作用於該區海域全年沿岸波能。

三、外傘頂洲每年沿岸波能分佈, 其優勢方向為自東北往西南方向, 而資料顯示, 1991年~1992年間, 作用於外傘頂洲沿岸之總沿岸波能顯較1990年~1991年間者為大。

四、外傘頂洲短期沖淤變化, 根據本所八十一年度調查資料顯示, 在東北季風期間, 北端西側海灘屬Type III 斷面, 為侵蝕性海岸, 其特性為海岸線後退, 無沙粒堆積在遠灘; 其平均高程, 由80年9月初之 $-1.957^{\text{m}}$ 隨著季節風之來臨逐漸刷深到平均高程為 $-2.51^{\text{m}}$ , 總計該區平均最大刷深約 $0.6^{\text{m}}$ ; 而八十二年度調查資料同時顯示, 在該段期間, 其平均刷深與八十一年度相同仍為 $0.6^{\text{m}}$ , 其次八十一年度調查資料顯示, 南端海側則屬於Type II 型斷面型態, 其特性為在碎波點附近產生沿岸沙洲; 海岸線向岸移動, 就整個南端觀測區而言, 其平均高程由80年9月初之 $-0.207^{\text{m}}$ 刷深到80年12月之 $-1.392^{\text{m}}$ 為最深, 總計最大平均刷深度為 $0.7^{\text{m}}$ , 然後高程又逐漸淤積為 $-1.05^{\text{m}}$ 左右, 故以年單位平均刷深了約 $0.35^{\text{m}}$ ; 而八十二年度調查資料顯示, 在1992年下半年, 南端平均刷深 $0.4^{\text{m}}$ , 1993年上半年東北季風期間平均刷深約 $0.3^{\text{m}}$ , 迨西南季即風時, 則又略呈淤積, 平均深度為 $0.15^{\text{m}}$ 。

五、根據本所委託台技工程顧問公司, 在1990年10月、1991年10月以及1992年10月三張地形圖比較結果顯示, 外傘頂洲海岸灘線在這二年期

間共向東南方向(即陸側)最大內移後退約為220公尺~260公尺,亦即平均每年最大後移約120公尺;惟其最南端海岸灘線在這二年間向海側最大外移前進約150公尺~185公尺,亦即平均每年約前進75~80公尺左右;而在這二年期間,整個外傘頂洲西岸若計算到水深負15<sup>m</sup>處,則其年侵蝕量分別為6佰萬方與8佰60萬方左右。

六、有關外傘頂洲沿岸輸沙率( $I$ )與沿岸波能量( $P$ )之關係與 Komar & Inman(1970)所推導之公式比較,計算結果顯示兩者尚稱一致。換言之, $I = 0.77(P)$ 關係式,該關係式可作為外傘頂洲海域地形變遷數值模式用以計算沿岸輸沙率之依據。

七、有關外傘頂洲海域在長期波浪作用下,其斷面水深變化特性,根據近三年歷次水深測量資料分析結果顯示,在距外傘頂洲最南端邊緣300公尺斷面處,地形呈淤積現象,其高程這二、三年來,每年平均淤積約1<sup>m</sup>~2<sup>m</sup>左右,且該處底床坡度甚陡,平均底床坡度為1/46,其它外傘頂洲海域地形變化大都呈侵蝕且底床平均坡度約在1/120~1/140間;分析資料同時顯示,外傘頂沙洲南端在低潮位露出,寬度已由80年之約1,000公尺減少為目前之600公尺且其地面高程在這二、三年間亦減少了約1公尺。

## 參 考 文 獻

1. 蘇祺福(1990, 2) : "外傘頂洲東石附近海埔新生地開發可行性初步研究報告書", 僑龍顧問股份有限公司。
2. 吳啓南(1990, 1991) : "遙測資料應用於嘉南地區海岸變遷研究", 工研院能資所。
3. 台灣省水利局(1981, 7) : "嘉義海埔地開發初步規劃報告"。
4. 林銘崇等(1985) : "外傘頂洲地形變化之研究", 土木水利季刊第十二卷第三期, PP. 23~39。
5. 侯和雄等(1985) : "布港址波浪分析與漂沙量研究", 嘉義縣政府委託
6. 黃清和、林柏青等(1991, 7) : "台灣西海岸沖淤調查研究(一)", 港研所, 基本研究報告(研四)。
7. 黃清和、林柏青等(1992, 7) : "台灣西海岸沖淤調查研究(二)", 港研所, 基本研究報告(研五)。
8. 林柏青、蔡立宏、黃清和(1992, 11) : "外傘頂洲沿岸波能及漂沙量之推算研究", 第十四屆海洋工程研討會論文集, PP. 551~531, 交通大學, 新竹。
9. 蔡金吉、黃清和(1992, 11) : "雲嘉海域外傘頂洲地形變遷之研究", 第十四屆海洋工程研討會論文集, PP. 489~514, 交通大學, 新竹。
10. 黃清和、林柏青、蔡立宏、蔡金吉(1993, 6) : "外傘頂洲海岸地形變遷之觀測與分析", 近海環境監測與模擬研討會論文集, PP. 7-1~7-26, 工研院能資所。
11. CHING-HER HWANG, Po-CHING LIN(1993, 7) : "Coastal Processes on the Wai-San-Ding barrier of Taiwan Strait, R.O.C.", the Eighth, Symposium on Coastal and Ocean Management, Coastal Zone 93', Report No.291, ASCE, New Orleans, Louisiana, U.S.A.

附 錄 A

外傘頂洲水深測量圖(1/25,000)

(1990年10月)