

台灣西海岸沖淤調查研究(四)

計畫主持人	： 研究員兼組長	黃 清 和*
協同主持人	： 助理研究員	林 柏 青*
	助理研究員	蔡 立 宏*
參與人員	： 助理研究員	江 金 德
		張 富 東
	助 理	蔡 金 吉*
		徐 如 娟
	技 工	楊 怡 芸*
		蔡 瑞 成
		何 炳 紹
		陳 進 冰
		李 江 澤

* 直接參與

台灣西海岸沖淤調查研究(四)

目 錄

中文摘要	I
圖 表 名	II
第一章 前 言	1
第二章 新竹香山附近海域沖淤近況	3
§ 2-1 地理、水文概況	
§ 2-2 海氣象資料分析	
§ 2-3 漂沙來源及漂沙量估算	
第三章 雲嘉海域外傘頂洲沖淤近況	28
§ 3-1 概況	
§ 3-2 風與波浪間之推算模式	
§ 3-3 外傘頂洲沿岸波能之計算	
§ 3-4 沿岸漂沙量之推算	
§ 3-5 外傘頂洲地形之變遷	
第四章 高雄海域沖淤近況	78
§ 4-1 調查範圍	
§ 4-2 海氣象資料分析	
§ 4-3 水深地形變化分析及漂沙量估算	
第五章 台灣西海岸整體沖淤概況	122
§ 5-1 前言	
§ 5-2 西海岸沖淤概況	
§ 5-3 西海岸漂沙特性	
第六章 結論及建議	135
參考資料	

中 文 摘 要

本計劃為長達四年之經常性研究，今年為第四年研究成果，除乃延續前三年在外傘頂洲現場沖淤調查工作外，並對新竹香山附近海域以及高雄附近海域，根據歷年之地形測量資料研判分析其漂沙量及沖淤近況，最後並收集資料針對台灣西海岸之沖淤概況、海岸漂沙特性作一探討。

圖 名

- 圖 2-1 新竹香山海埔地造地開發平面位置圖
- 圖 2-2 新竹香山計劃地區水系分佈圖
- 圖 2-3 新竹香山附近水域水深變化比較圖
- 圖 2-4 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算範圍示意圖
- 圖 2-5(a) 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算分析比較圖
- 圖 2-5(b) 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算分析比較圖
- 圖 2-6(a) 新竹香山附近水域每隔1000公尺斷面比較圖
- 圖 2-6(b) 新竹香山附近水域每隔1000公尺斷面比較圖
- 圖 2-7 新竹香山附近水域現場底質粒徑分析圖
- 圖 2-8(a) 新竹香山附近水域+1^m等深線變化比較圖
- 圖 2-8(b) 新竹香山附近水域±0^m等深線變化比較圖
- 圖 2-8(c) 新竹香山附近水域-1^m等深線變化比較圖
- 圖 2-8(d) 新竹香山附近水域-2^m等深線變化比較圖
- 圖 2-8(e) 新竹香山附近水域-5^m等深線變化比較圖
- 圖 2-8(f) 新竹香山附近水域-10^m等深線變化比較圖
- 圖 2-8(g) 新竹香山附近水域-15^m等深線變化比較圖
- 圖 3-1 外傘頂洲風速分佈月玫瑰圖(1993.7~1993.12)
- 圖 3-2(a) 外傘頂洲夏季示性波高分佈組體圖

- 圖 3-2(b) 外傘頂洲夏季示性波高與示性週期相關圖
- 圖 3-3(a) 外傘頂洲冬季示性波高分佈組體圖
- 圖 3-3(b) 外傘頂洲冬季示性波高與示性週期相關圖
- 圖 3-4(a) 外傘頂洲海域第 I 分區沿岸波能分佈圖
(1990.10~1991.9)
- 圖 3-4(b) 外傘頂洲海域第 II 分區沿岸波能分佈圖
(1990.10~1991.9)
- 圖 3-4(c) 外傘頂洲海域第 III 分區沿岸波能分佈圖
(1990.10~1991.9)
- 圖 3-4(d) 外傘頂洲海域第 IV 分區沿岸波能分佈圖
(1990.10~1991.9)
- 圖 3-5 外傘頂洲海域第 I 分區~第 IV 分區範圍示意圖
- 圖 3-6(a) 外傘頂洲海域第 I 分區每月沿岸波能分佈圖
(1993.7~1993.12)
- 圖 3-6(b) 外傘頂洲海域第 II 分區每月沿岸波能分佈圖
(1993.7~1993.12)
- 圖 3-6(c) 外傘頂洲海域第 III 分區每月沿岸波能分佈圖
(1993.7~1993.12)
- 圖 3-6(d) 外傘頂洲海域第 IV 分區每月沿岸波能分佈圖
(1993.7~1993.12)
- 圖 3-7(a) 外傘頂洲海域歷年各分區土方量變化圖
- 圖 3-7(b) 外傘頂洲海域歷年各分區單位面積土方量變化圖
- 圖 3-8(a) 外傘頂洲海域歷年各分區沖淤積量變化圖
- 圖 3-8(b) 外傘頂洲海域歷年各分區單位面積沖淤積量變化圖
- 圖 3-9 外傘頂洲沿岸輸沙量與沿岸波能量關係圖
- 圖 3-10 外傘頂洲沿岸輸沙量與其他學者計算結果比較圖

- 圖 3-11 外傘頂洲沿岸輸沙率與沿岸波能量關係圖
- 圖 3-12 外傘頂洲沿岸輸沙率與其他學者比較圖
- 圖 3-13(a)外傘頂洲北端測量範圍及其他相對位置示意圖
- 圖 3-13(b)外傘頂洲南端測量範圍及其他相對位置示意圖
- 圖 3-14(a)外傘頂洲北端 $N=0^{\circ}$ 、 200° 、 400° 歷次水深變化圖
- 圖 3-14(b)外傘頂洲北端 $N=600^{\circ}$ 、 800° 、 1000° 歷次水深變化圖
- 圖 3-15(a)外傘頂洲南端 $S=0^{\circ}$ 、 200° 、 400° 歷次水深變化圖
- 圖 3-15(b)外傘頂洲南端 $S=600^{\circ}$ 、 800° 、 1000° 歷次水深變化圖
- 圖 3-16(a)外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(82.05.03)
- 圖 3-16(b)外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(82.07.16)
- 圖 3-17(a)外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(82.05.04)
- 圖 3-17(b)外傘頂洲南端觀測區域平面地形圖(82.07.16)
- 圖 3-18(a)外傘頂洲北端自80.9~82.8年間相同觀測範圍
歷次沖淤積量變化圖
- 圖 3-18(b)外傘頂洲北端自80.9~82.8年間相同觀測範圍
歷次沖淤深度變化圖
- 圖 3-19 外傘頂洲西側地形等深線變化比較圖(1990~1993)
- 圖 3-20 外傘頂洲西側海灘線($\pm 0^{\circ}$)歷年變化比較圖(1990~1993)
- 圖 3-21(a)外傘頂洲西側海灘線a區放大歷年變化比較圖(1990~1993)
- 圖 3-21(b)外傘頂洲西側海灘線b區放大歷年變化比較圖(1990~1993)
- 圖 3-21(c)外傘頂洲西側海灘線c區放大歷年變化比較圖(1990~1993)
- 圖 3-22(a)外傘頂洲 $X=2000^{\circ}$ 断面處, 最近四年水深變化圖

- 圖 3-22(b)外傘頂洲X=3000^m断面處，最近四年水深變化圖
- 圖 3-22(c)外傘頂洲X=4000^m断面處，最近四年水深變化圖
- 圖 3-22(d)外傘頂洲X=5000^m断面處，最近四年水深變化圖
- 圖 3-22(e)外傘頂洲X=7500^m断面處，最近四年水深變化圖
- 圖 3-22(f)外傘頂洲X=10,000^m断面處，最近四年水深變化圖
- 圖 3-22(g)外傘頂洲X=12,500^m断面處，最近四年水深變化圖
- 圖 3-22(h)外傘頂洲X=15,000^m断面處，最近四年水深變化圖
- 圖 4-1 高雄海域地形及漂沙調查位置圖
- 圖 4-2 侵襲台灣之颱風路徑次數百分比(1897~1989)
- 圖 4-3 高雄海域断面編號示意圖
- 圖 4-4-1 高雄海域断面編號X=600^m，歷年水深變化圖
- 圖 4-4-2 高雄海域断面編號X=1200^m，歷年水深變化圖
- 圖 4-4-3 高雄海域断面編號X=1800^m，歷年水深變化圖
- 圖 4-4-4 高雄海域断面編號X=2400^m，歷年水深變化圖
- 圖 4-4-5 高雄海域断面編號X=3000^m，歷年水深變化圖
- 圖 4-4-6 高雄海域断面編號X=3600^m，歷年水深變化圖
- 圖 4-4-7 高雄海域断面編號X=4200^m，歷年水深變化圖
- 圖 4-4-8 高雄海域断面編號X=4800^m，歷年水深變化圖
- 圖 4-4-9 高雄海域断面編號X=5400^m，歷年水深變化圖
- 圖 4-4-10 高雄海域断面編號X=6000^m，歷年水深變化圖

- 圖 4-5-1 70年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=600^m)
- 圖 4-5-2 70年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=1800^m)
- 圖 4-5-3 70年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=3000^m)
- 圖 4-5-4 70年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=4200^m)
- 圖 4-5-5 70年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=5400^m)
- 圖 4-6-1 71年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=600^m)
- 圖 4-6-2 71年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=1800^m)
- 圖 4-6-3 71年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=3000^m)
- 圖 4-6-4 71年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=4200^m)
- 圖 4-6-5 71年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=5400^m)
- 圖 4-7-1 72年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=600^m)
- 圖 4-7-2 72年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=1800^m)
- 圖 4-7-3 72年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=3000^m)
- 圖 4-7-4 72年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=4200^m)
- 圖 4-7-5 72年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=5400^m)
- 圖 4-8-1 73年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=600^m)
- 圖 4-8-2 73年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=1800^m)
- 圖 4-8-3 73年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=3000^m)
- 圖 4-8-4 73年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=4200^m)
- 圖 4-8-5 73年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=5400^m)
- 圖 4-9 高雄海域估算沖淤積量分區範圍示意圖

圖 4-10-1 高雄海域(1)區土方量歷年變化圖

圖 4-10-2 高雄海域(2)區土方量歷年變化圖

圖 4-10-3 高雄海域(3)區土方量歷年變化圖

圖 4-10-4 高雄海域(4)區土方量歷年變化圖

圖 4-10-5 高雄海域(5)區土方量歷年變化圖

圖 4-10-6 高雄海域(6)區土方量歷年變化圖

圖 4-10-7 高雄海域(7)區土方量歷年變化圖

圖 4-10-8 高雄海域(8)區土方量歷年變化圖

圖 4-10-9 高雄海域(9)區土方量歷年變化圖

圖 4-10-10 高雄海域全區土方量歷年變化圖

圖 5-1 曾文溪三角地帶

圖 5-2 漂沙運搬力示意圖

圖 5-3 台灣四週海岸沖淤近況示意圖

表 名

- 表 2-1 新竹香山區海域附近河川及排水溝流域資料
- 表 2-2 新竹外海各復現期之波高
- 表 2-3 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算表
- 表 2-4 新竹香山附近水域每隔2^m水深處範圍侵淤量計算表
- 表 3-1(a) 外傘頂洲附近海域各分區由東北往西南方向沿岸波能(1993.7-12)
- 表 3-1(b) 外傘頂洲附近海域各分區由西南往東北方向沿岸波能(1993.7-12)
- 表 3-1(c) 外傘頂洲附近海域各分區淨沿岸波能(1993.7-12)
- 表 3-2 主要沿岸漂沙量公式
- 表 3-3 外傘頂洲附近海域沖淤積量各分區計算表
- 表 4-1 高雄地區冬季發生最大波高及其週期之百分率
- 表 4-2 高雄地區夏季發生最大波高及其週期之百分率
- 表 4-3 高雄港歷年實測最大有義波高
- 表 4-4-1 區域(1)歷年侵淤之數量(單位：10⁶m³)
- 表 4-4-2 區域(2)歷年侵淤之數量(單位：10⁶m³)
- 表 4-4-3 區域(3)歷年侵淤之數量(單位：10⁶m³)
- 表 4-4-4 區域(4)歷年侵淤之數量(單位：10⁶m³)
- 表 4-4-5 區域(5)歷年侵淤之數量(單位：10⁶m³)

表 4-4-6 區域(6)歷年侵淤之數量(單位： 10^6m^3)

表 4-4-7 區域(7)歷年侵淤之數量(單位： 10^6m^3)

表 4-4-8 區域(8)歷年侵淤之數量(單位： 10^6m^3)

表 4-4-9 區域(9)歷年侵淤之數量(單位： 10^6m^3)

表 4-4-10 區域(1~9)歷年侵淤之數量(單位： 10^6m^3)

第一章 前言

本研究為一長達四年研究工作，擬就某些特定海域，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，以提供預測海岸地形變遷數值模式之理論依據，俾事先研擬防蝕對策及海域空間開發利用。

本報告屬最後一年，即第四年研究成果，原擬延續前三年研究工作，選定雲嘉海域外傘頂洲作為研究目標，但計畫執行過程中，因在該區發生漁事糾紛，且時值選舉敏感期間，受到省議員之特別關注，故整個現場調查工作自民國82年10月份開始即行中斷，致該段期間，有關該區短期沖淤調查工作，僅於該年7月份由本所研究人員前往進行觀測乙次，9月份則因受天候及潮差時間影響無法前往觀測；而八、九月間則仍委請台技工程顧問公司，以外傘頂洲上燈塔為中心，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，可資與前三年在相同期間，相同測量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，並瞭解其海岸線變化外，有關海象調查方面，則因受儀器故障送修以及在該期間，本組研(四)、研(八)基本研究計劃其儀器均在使用中，而本年度新購儀器又尚未送達等諸因素影響，僅收集了當地有關風速相關資料以作分析。

而為繼續進行本年度該項研究計劃，故配合本所委託代辦計劃之執行，在台灣西海岸北部地區及南部地區分別選定高雄海域（北自另高雄第二港口南至高屏溪口）以及新竹香山海域（北自客雅溪口，南至竹苗交界長達約12公里範圍）等兩地，收集該海域歷年水深測量圖，利用網格

法分區計算其漂沙年沖淤積量，以探討其間沖淤近況；最後並收集相關資料對整個台灣西海岸作一沖淤特性之概況分析。

預期本研究計劃，將可獲致以下效益

- (1) 瞭解台灣西海岸新竹香山地區附近海域、雲嘉地區外傘頂洲海域以及高雄附近海域等三處，目前之沖淤現況，並可瞭解台灣西海岸整個沖淤概況，俾研擬防蝕對策及確保台灣海岸海域開發與利用。
- (2) 推算上述區域每年海岸沖淤量。
- (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) 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 新竹香山附近海域沖淤近況

§ 2-1 地理、水文概況

本文新竹香山附近海域係指新竹香山區客雅溪口以南，至竹苗交接處長約12公里之海域（參見圖2-1），全區地形平坦，由東向西略為傾斜屬現代沖積層。附近主要河川有頭前溪、鳳山溪及鹽港溪等，客雅溪屬區域排水，其他排水溝尚有三姓公溪海水川溝、牛車路溝、頂寮溝等，皆自東向西流入台灣海峽（參見圖2-2），各水系水文特性如表2-1。

§ 2-2 海氣象資料分析

一、潮汐及海流

1. 潮汐資料分析

新竹地區之天文潮現象與一般西海岸相似，每日有高低潮各兩次，依「新竹(南寮)漁港擴建外港規劃報告」，根據民國46~48年新竹海埔小組之潮位實測記錄統計表及台灣省土地資源開發委員會香山站自1960~1963之潮汐統計表，並參考基隆港與台中港之潮汐資料，推測新竹地區各種潮位大致如下：

		中潮系統	低潮系統
暴潮位		+3.64m	+6.292m
最高潮位	H. H. W. L.	+2.64m	+5.292m
大潮平均高潮位	H. W. O. S. T.	+2.16m	+4.812m
平均潮位	M. W. L.	+0.06m	+2.712m
大潮平均低潮位	L. W. O. S. T.	-2.25m	+0.402m
最低潮位	L. L. W. L.	-2.75m	-0.098m

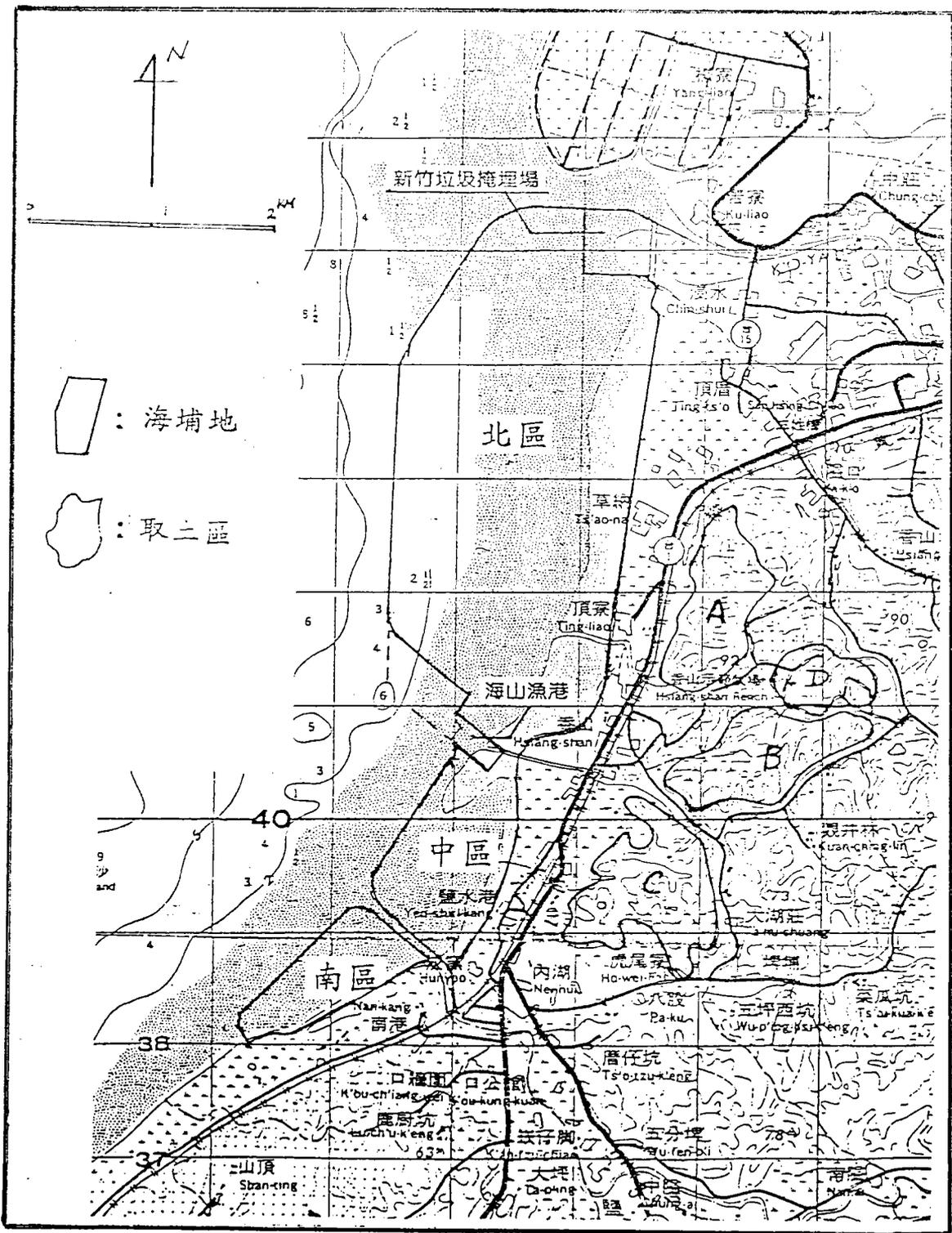


圖 2-1 新竹香山海埔地造地開發平面位置圖

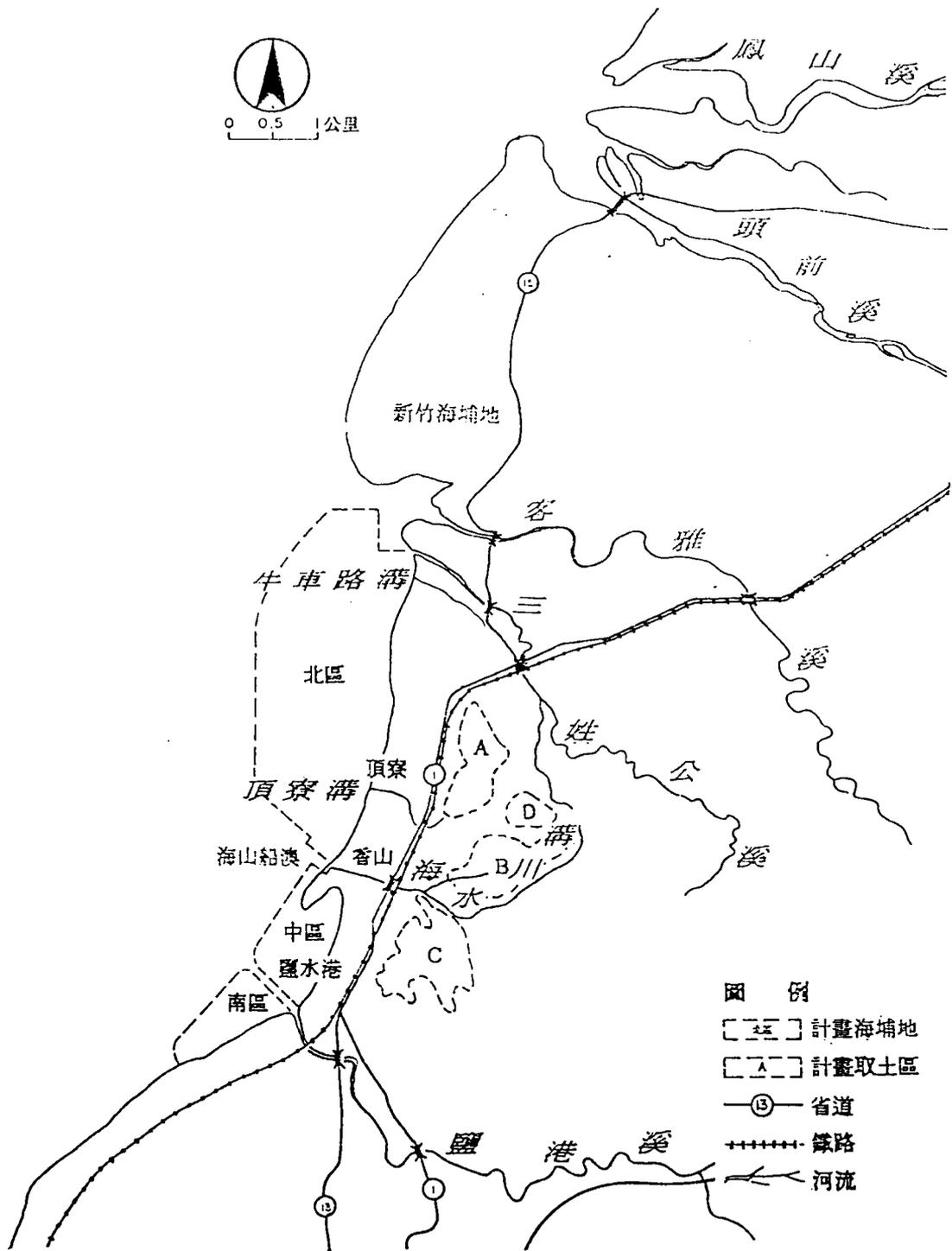


圖 2-2 新竹香山計劃地區水系分佈圖

表 2-1 新竹香山區海域附近河川及排水溝流域資料

水系	流域面積 (km ²)	水路長度 (km)	年逕流量 (10 ⁶ m ³)	年輸砂量 (10 ⁶ tons)	洪水量 (CMS)
頭前溪	565.97	63.03	989.21	2.46	5570
鳳山溪	250.10	45.45	401.73	0.69	2350
鹽港溪	40.50	12.00	49.25	----	246
客雅溪	48.41	10.90	73.89	0.19	720
三姓公溪	10.64	7.50	-----	----	128
海水川溝	3.80	2.80	-----	----	60
牛亭路溝	1.27	2.30	-----	----	20
頂寮溝	1.05	1.10	-----	----	17

資料來源：台灣省水利局「西海岸海埔地濱海工業區開發適地調查報告」，民國69年12月

2. 海流資料分析

新竹地區之海流特性，根據台灣大學海洋研究所民國75年11月至77年6月在新竹外海國光平台附近海域之觀測結果，不同層次之最大十分鐘平均流速分別為：

上層：140.7 cm/sec，流向 49.7°

中層：116.9 cm/sec，流向 39.9°

下層：88.7 cm/sec，流向 44.1°

大體而言，新竹地區長週期海流全年主要均流向東北，只有在東北季風盛行時，由於受風力驅使而有向西南流動之趨勢。潮流流速約40cm/sec，漲潮時方向為南南西，退潮時為北北東。

二、波浪資料分析

1. 新竹外海波浪調查

本海埔開發區域亦無實測波浪資料，故根據台灣大學海洋研究所民國73年9月至77年6月在新竹外海國光平台附近海域之觀測成果，藉以說明本區之波浪特性。該期間所觀測到的絕對最大波高為9.76公尺，對應週期為17.84秒，實測之絕對最大 $H_{1/3}$ 為7.17公尺，對應之 $T_{1/3}$ 為12.41秒。冬季時 $H_{1/3}$ 集中於2.5公尺左右， $T_{1/3}$ 則集中於7秒左右，夏季時除受颱風影響外，一般波高 $H_{1/3}$ 皆小於1公尺， $T_{1/3}$ 則在4秒左右。

2. 颱風波浪推算

新竹位於本省西部海岸，平均每年約有1.6次颱風侵襲，故新竹附近之海堤結構物設計皆須以颱風波浪為基準。因此颱風資料之完整蒐集與颱風波浪之準確推算，將直接影響海上工程之安全及結構物之安定，以井島武士及湯麟武博士之理論發展之TYPH電腦程式，用以模擬推算颱風波浪，並由歷年之颱風資料推算各復現期之波高(參見表2-2)。推算結果侵襲本區之颱風波浪以NNE向最大，而後沿逆時鐘方向往WSW向逐漸減弱，惟可能影響新竹地區之波向為NW至W等方向。以港工結構物之50年迴歸期而言，NNE方向之颱風波浪高達7.3公尺，NNW方向4.4公尺，W方向亦達4.6公尺。

單位：波高 H_s (公尺)
週期 T_s (秒)

表 2-2 新竹外海各復現期之波高

波 向	200 年		100 年		50 年		25 年		20 年		10 年		5 年	
	H_s	T_s												
NE	7.3	14.7	6.5	13.7	5.7	12.5	4.9	11.3	4.6	10.9	3.8	9.5	2.8	7.8
NNE	9.3	13.2	8.3	12.6	7.3	11.9	6.2	11.1	5.9	10.8	4.8	9.9	3.6	8.8
N	10.0	15.9	8.7	14.6	7.6	13.3	6.1	11.8	5.7	11.2	4.3	9.4	2.7	7.0
NNW	5.7	11.7	5.1	10.9	4.4	10.0	3.7	9.1	3.5	8.7	2.8	7.6	2.0	6.2
NW	5.9	10.4	5.3	10.0	4.6	9.5	4.0	9.0	3.8	8.8	3.1	8.1	2.3	7.3
WNW	5.0	9.7	4.5	9.3	4.1	8.9	3.6	8.5	3.5	8.4	3.0	7.9	2.5	7.4
W	5.6	10.1	5.1	9.8	4.6	9.4	4.0	9.0	3.9	8.8	3.3	8.3	2.7	7.8
WSW	6.0	9.1	5.5	8.9	4.9	8.6	4.3	8.4	4.1	8.3	3.5	8.0	2.8	7.7

* 該項資料由中華顧問工程司提供

§ 2-3 漂沙來源及漂沙量估算

一、可能砂源及海岸變遷

新竹地區主要河川為頭前溪、鳳山溪等，其年輸沙量如下：

頭前溪	2.46 百萬公噸/年
鳳山溪	0.69 百萬公噸/年
客雅溪	0.19 百萬公噸/年

由河川輸沙量研判，附近海域主要之沙源來自頭前溪，次為鳳山溪。

頭前溪及鳳山溪於夏季洪水期從上游挾帶大量土石而下。由於下游河道比降漸緩且河道彎曲，流速減低，粒徑大者在下游出海口附近沈積，較細粒土沙則隨流出海。由於潮汐及水流作用，有部份土沙流入深海，其他則堆積在河口附近海岸。東北季風波浪作用期間，將堆積河口附近海岸土沙往南輸送，堆積成新竹以南海岸沙灘，如新竹海埔地，但仍有部份繞過新竹海埔地繼續南下。夏季季風及颱風時部份漂沙由南往北輸送，由於受新竹海埔地屏障，漂沙較少能再由南而北回淤沈積於河口附近，形成頭前溪河口海岸呈季節性堆積與沖刷交替現象。波浪沖擊海岸後回流水造成離岸流，加上潮汐、潮流作用及波浪在行進中之篩分析作用，使沙粒聚集在淺海形成沙洲，因此，新竹地區漂沙之優勢方向為由北向南，而香山地區附近之漁筏、舢舨即是利用此種平緩沙灘海岸特性，在沙洲與海灘間較深處行駛出入。新竹漁港於民國70年開始興建防波堤，將防波堤伸至漂沙移動水深以上，防止漂沙進入新竹漁港內，同時亦阻隔了大量漂沙之南下；隨著新竹海埔地之完成及海山船澳之突堤阻絕之影響，分別於其南岸形成一砂舌；另新竹、苗栗交界處為一較突出之丘陵地，導致該區之海岸形成一弧形海岸。因此全區海岸潮間帶最寬處可達2公里，最窄處則約800公尺。

二、水深地形變化分析及漂沙量估算

根據本所自中華顧問工程司所收集地形資料，該區僅有民國67年以及81年兩年之地形變化水深圖，經本所整理繪製如圖2-3所示，歷年水深變化量之計算過程係將各年水深地形利用數位板掃描成點位數據，再將地形平面切割分成(I區~VIII區)等共八個分區，每一分區水平距離長1,000公尺，垂直距離範圍涵蓋到水深負15m處，以分區計算比較分析歷年之土方量作為漂沙沖淤參考，其分區示意圖以及歷年土方量變化分別如圖2-4、圖2-5以及表2-3示；同時並將全區按水深每兩公尺計算分析其歷年沖淤積量(以民國67年地形為計算依據)，並每隔1,000公尺斷面繪製水深變化圖分別如表2-4以及圖2-6所示。

計算分析結果顯示(參見圖2-5以及表2-3)，自民國67年到81年間在新竹香山區附近水域除南、北兩端即第(I)區、第(II)區、第(VII)區以及第(VIII)區係屬侵蝕外，中間部份在第(III)區~第(VI)區則屬淤積，尤其是第(IV)區以及第(V)區，即海山船澳以北2,000公尺範圍香山地區海岸，在該段期間共淤積946萬立方公尺(計算面積555萬平方公尺，水深到15公尺處)，即每年平均淤積量約為67.5萬立方公尺；每單位平方公尺平均每年淤積12公分，累計這14年期間每平方公尺平均淤積1.68公尺；而該區水域，北端則每年平均約侵蝕33.5萬立方公尺(計算面積為422萬平方公尺)，推算為每平方公尺平均每年侵蝕約8公分；累計14年期間每平方公尺平均侵蝕1.12公尺，南端則每年平均侵蝕約43萬立方公尺(計算面積為368萬立方公尺)，換算為每平方公尺平均每年侵蝕11.7公分，在這14年期間每平方公尺平均侵蝕1.64公尺；惟若考慮整個新竹香山區附近海域之總侵淤積量，在這14年期間共淤積121萬立方公尺，即平均每年淤積約8.64萬立方公尺。

圖2-6則為新竹香山附近水域每隔1,000公尺歷年斷面比較圖，虛線為67年地形斷面，實線部份為81年地形斷面，分析結果顯示在X=1,000公尺，X=2,000公尺斷面，屬侵蝕性斷面，部份被侵蝕之土方則堆積在負10米水深下；在斷面X=3,000公尺、4,000公尺、5,000公尺斷面則屬堆積性斷面，尤其是在X=4,000公尺斷面，離岸邊約1,000公尺處最大淤積深度達5~6公尺；而在X=5,000公尺，X=6,000公尺斷面顯示，海灘均有槽溝產生且在X=6,000公尺處斷面，分析結果顯示，該斷面14年來並無顯著改變；在X=7,000公尺、8,000公尺斷面處，分析結果顯示，該區亦屬侵蝕斷面；綜觀整個斷面比較分析結果，整個地形變化大約在水深負10公尺以內，負10公尺以外地形則無顯著變化。

而本所研究人員亦在民國83年4月20日赴新竹香山區附近海域之南寮以及鹽水港附近採取現場土砂作粒徑以及比重分析分別得該兩處之 D_{50} 同為0.30mm其粒徑分析如圖2-7，比重則分別為2.697與2.687，由粒徑分析圖顯示，該區海域砂質顆粒粒徑分佈非常均勻。

為更清楚瞭解該區海岸之沖淤積情況，本文並將該區歷年+1m、±0m、-1m、-2m、-5m、-6m、-10m以及-15m等水深線點繪如圖2-8示所示，實線部份為67年地形，虛線部份為81年地形，由+1m等深線分析結果顯示，該區海域在海山港以北，+1m等深線往陸側內移屬侵蝕；±0m岸線分析結果顯示，該區海域在客雅溪口南岸，±0m等深線有向南移趨勢，海山港南側，則±0m等深線有向陸側內移趨勢；-1m等深線變化趨勢與±0m等深線相同；惟-2m等深線在客雅溪口南岸到海山漁港間，則有明顯向海側外移趨勢，海山港南側則仍然向陸側內移；而-3m~-10m等深線變化趨勢均與-2m者相同，惟自-10m以下等深線則無顯著變化，故可知影響該區海域地形變化在水深-10m以上。

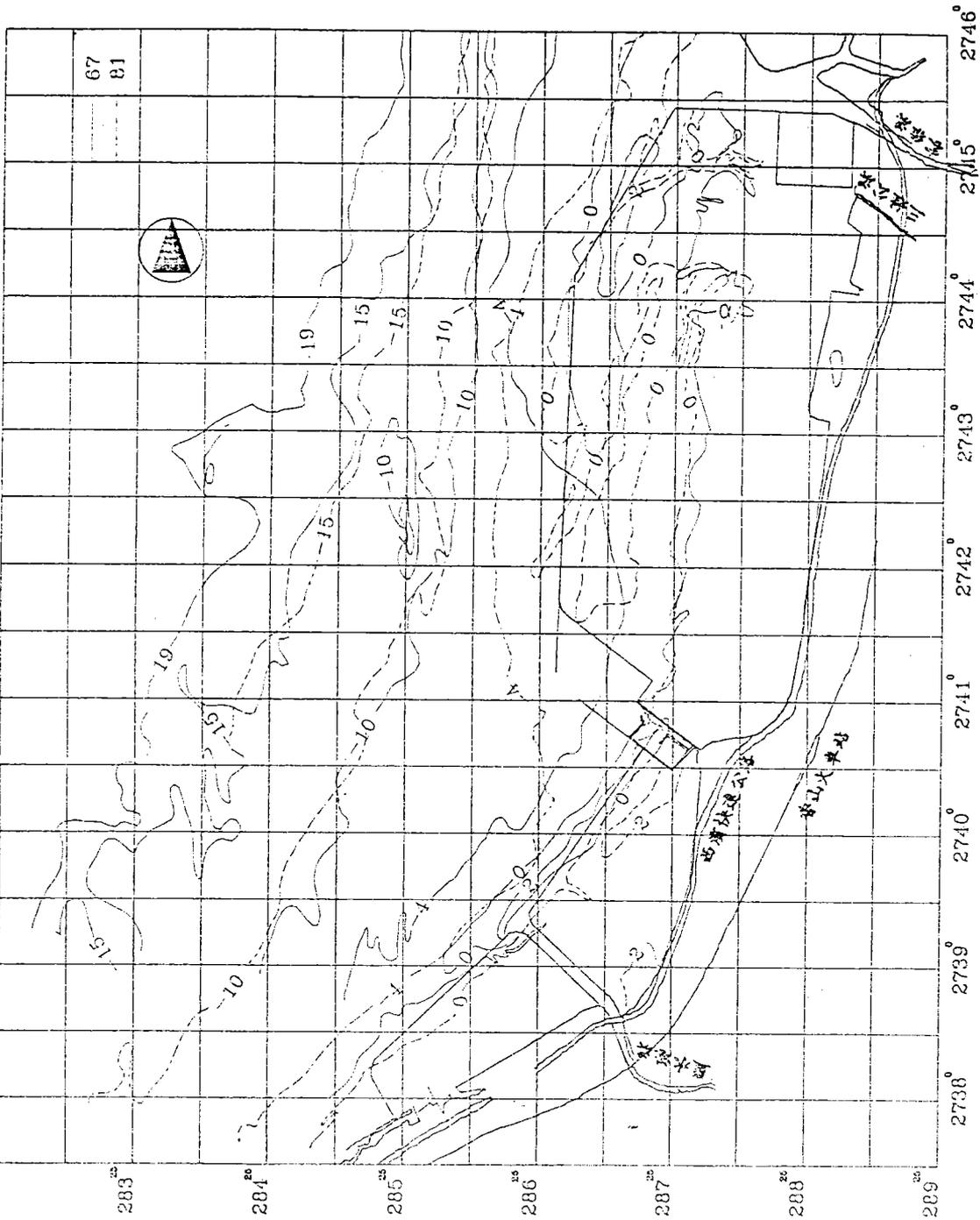


圖 2-3 新竹香山附近水域水深變化比較圖

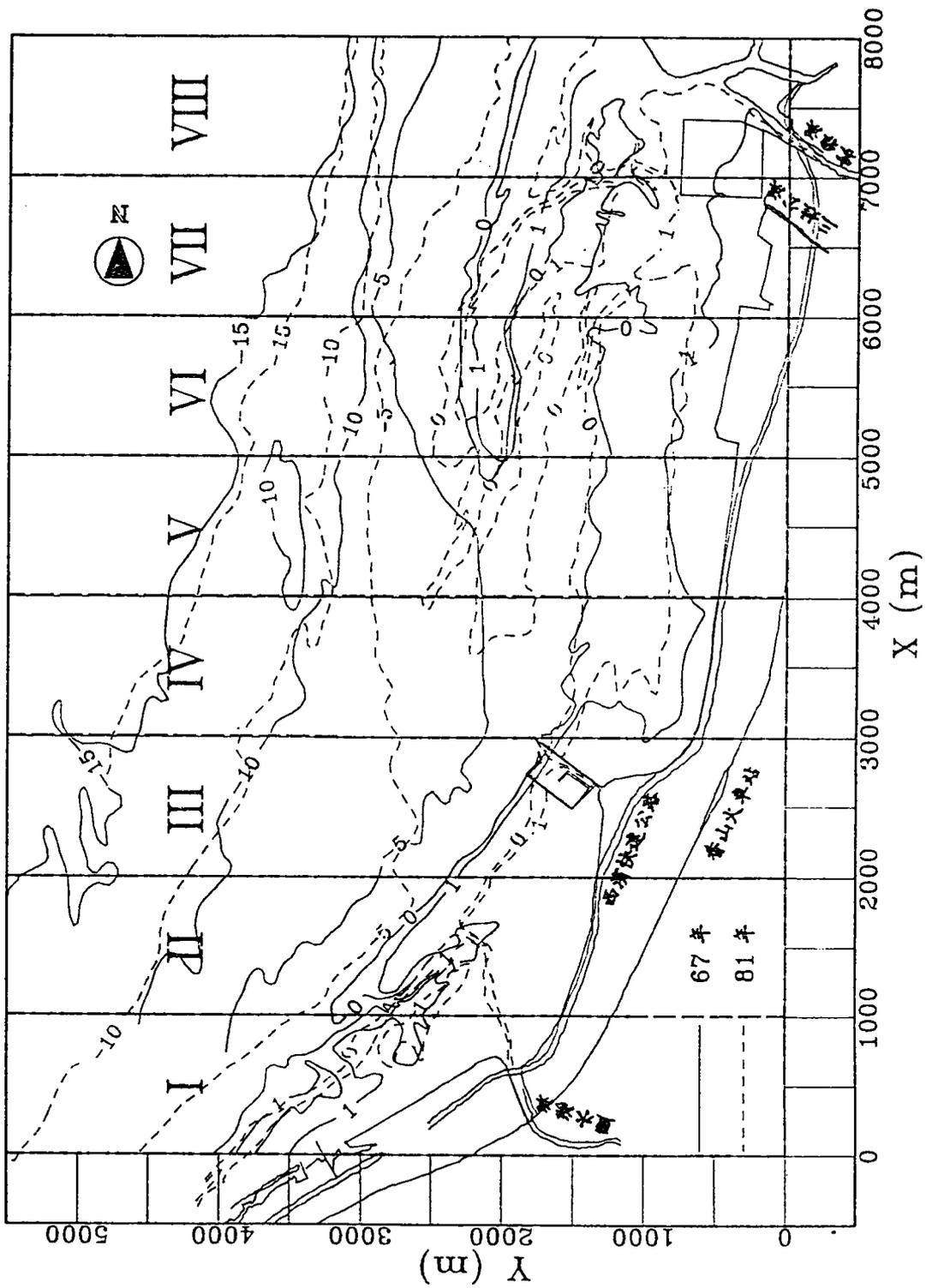


圖 2-4 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算範圍示意圖

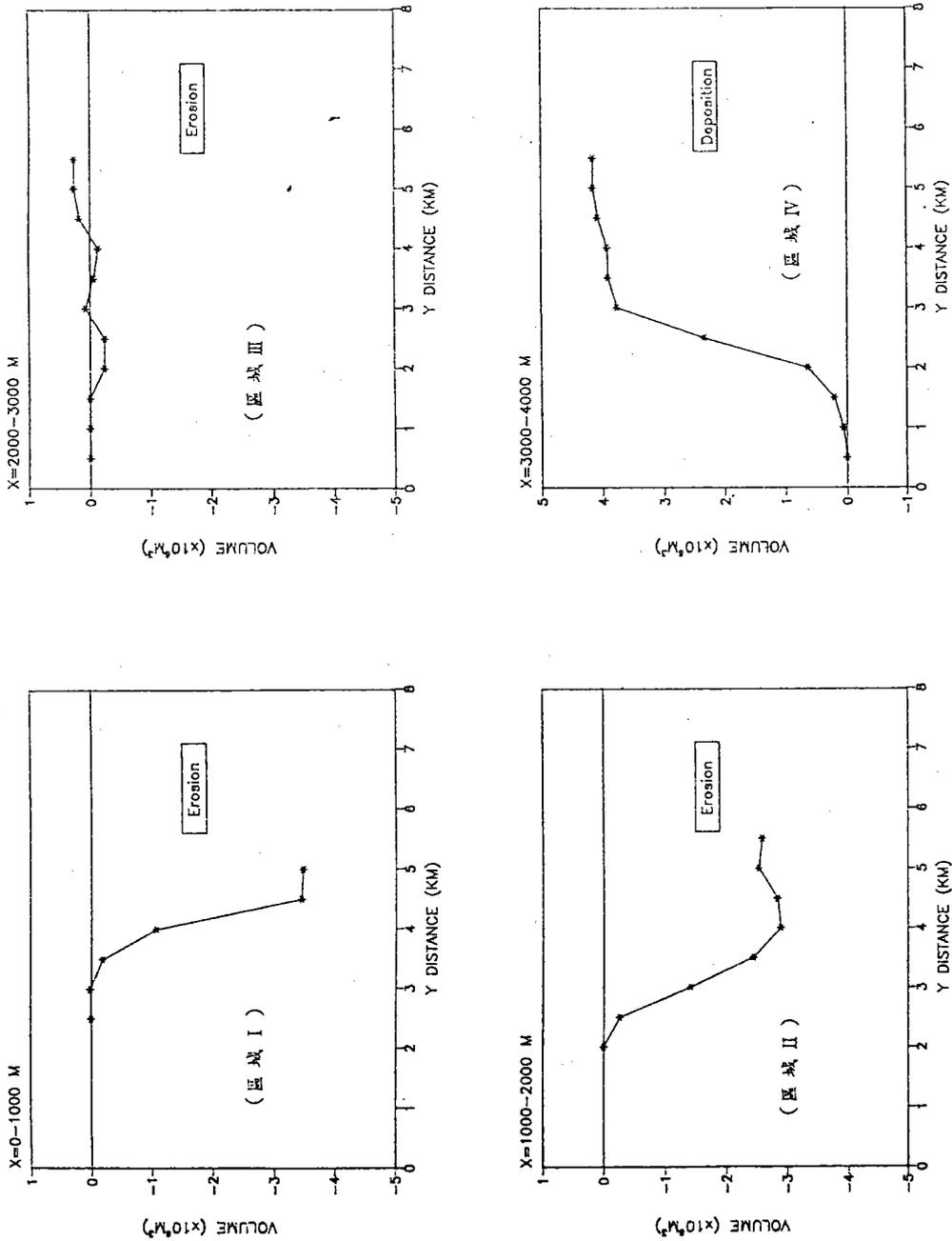


圖 2-5(a) 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算分析比較圖

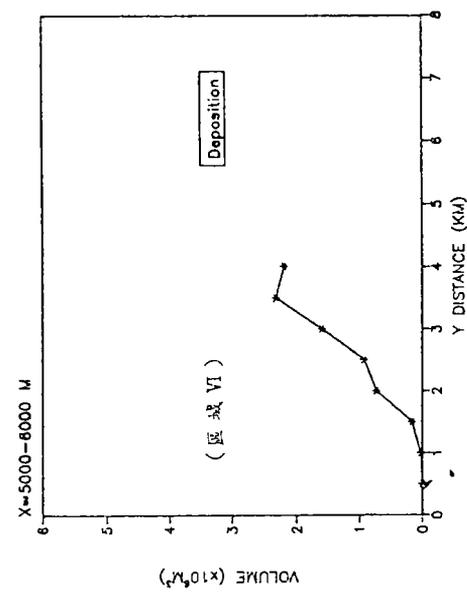
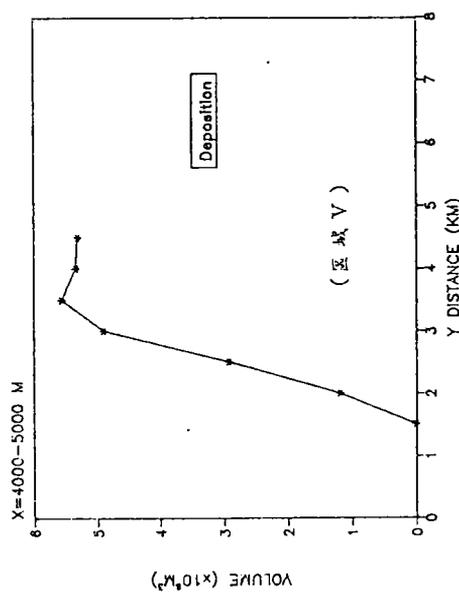
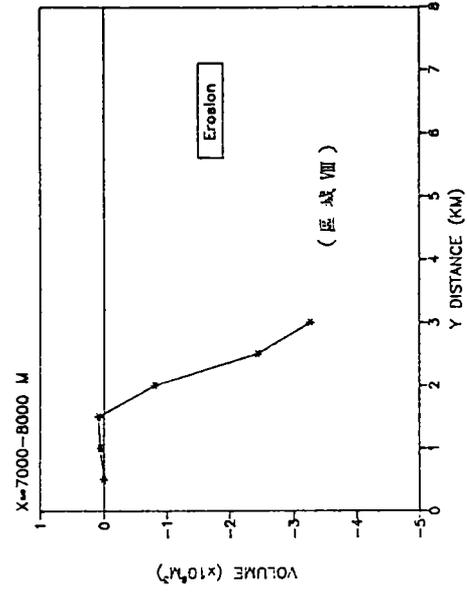
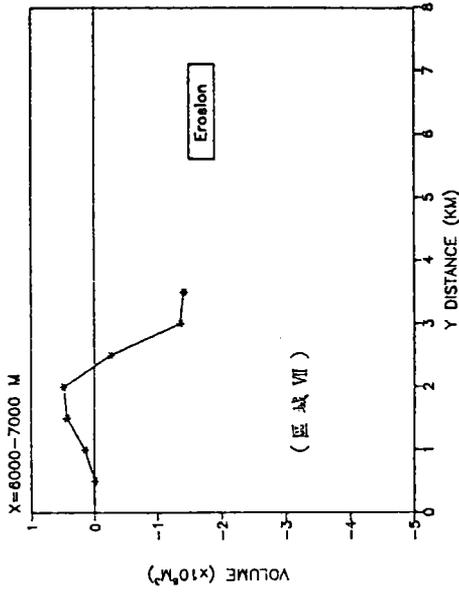


圖 2-5(b) 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算分析比較圖

表 2-3 新竹香山附近水域各分區侵淤量計算表

區域	區域面積 ($10^6 M^2$)	土方量($10^6 M^3$)		侵淤量($10^6 M^3$)
		67 年	81 年	(81年減67年)
I	1.30	0.03	-3.40	-3.43(侵)
II	2.38	-14.70	-17.30	-2.59(侵)
III	2.48	-17.90	-17.60	0.27(淤)
IV	3.23	-19.90	-15.80	4.15(淤)
V	2.32	-15.70	-10.40	5.31(淤)
VI	2.65	-10.00	-7.90	2.19(淤)
VII	2.42	-5.50	-6.90	-1.42(侵)
VIII	1.79	-4.80	-8.10	-3.27(侵)

註：土方量以零水位為基準

零水位以上為正，零水位以下為負

表 2-4 新竹香山附近水域每隔2^m水深處範圍侵淤量計算表

區域範圍 (M)	區域面積 (10 ⁶ M ²)	土方量(10 ⁶ M ³)		侵淤量
		67 年	81 年	81年減67年
+2 ~ 0	4.40	2.91	1.87	-1.04(侵)
0 ~ -2	4.44	-1.65	-4.30	-2.65(侵)
-2 ~ -4	2.53	-6.78	-7.28	-0.50(侵)
-4 ~ -6	1.86	-9.48	-6.98	-2.50(侵)
-6 ~ -8	2.33	-16.71	-13.73	2.98(淤)
-8 ~ -10	1.92	-17.13	-15.59	1.54(淤)
-10 ~ -12	2.71	-29.30	-28.47	0.83(淤)
-12 ~ -14	1.67	-21.69	-21.31	0.38(淤)
-14 ~ -16	0.72	-10.47	-10.21	0.26(淤)

註：土方量以零水位為基準

零水位以上為正，零水位以下為負

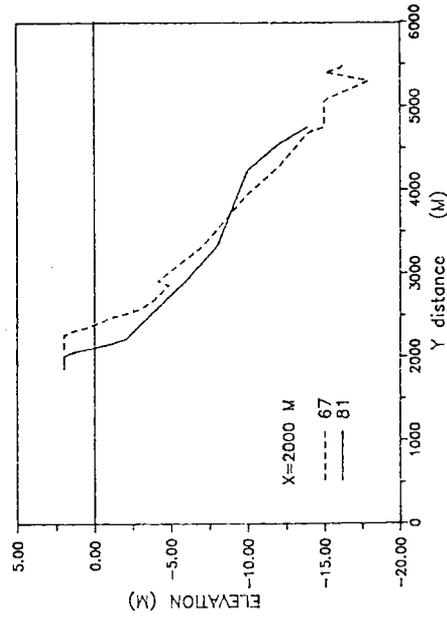
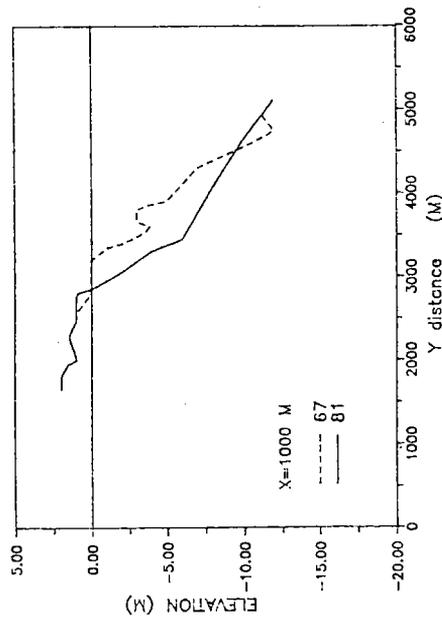
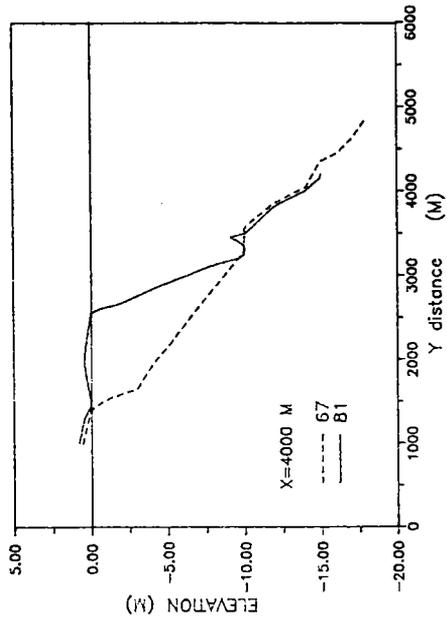
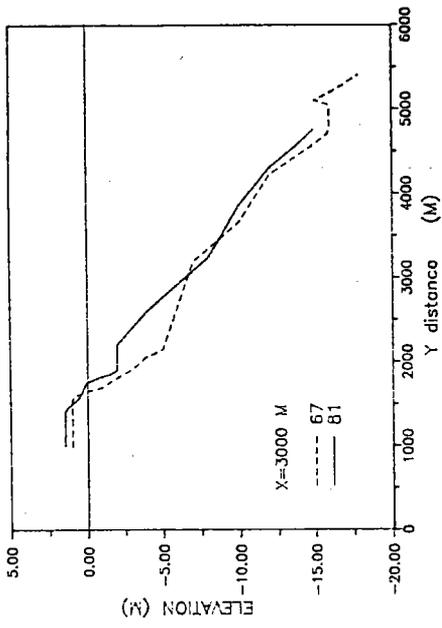


圖 2-6(a) 新竹香山附近水域每隔1000公尺斷面比較圖

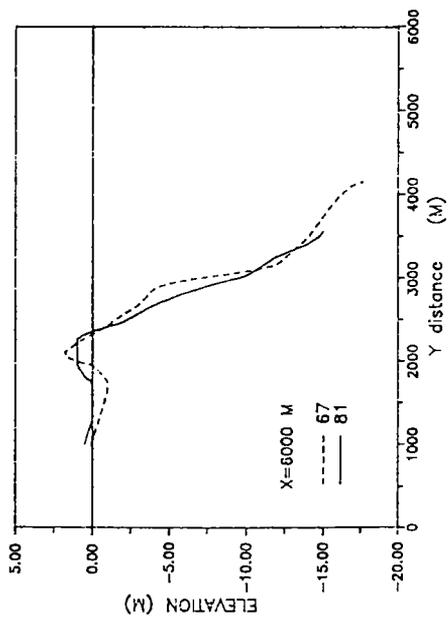
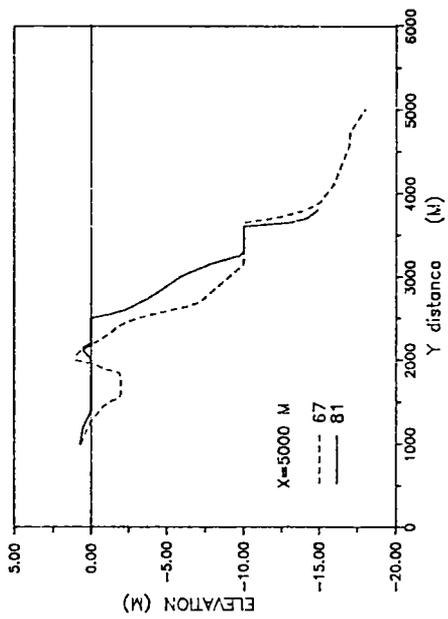
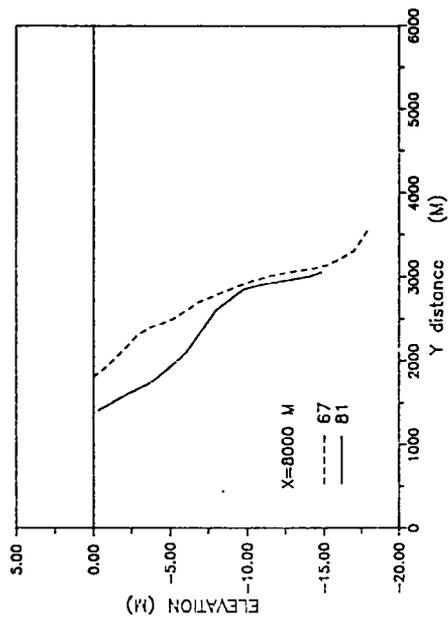
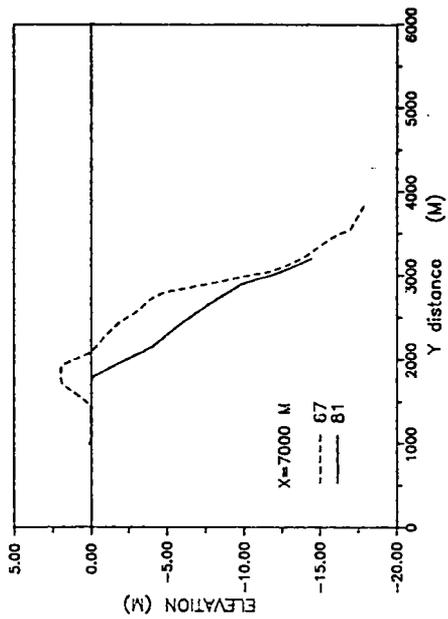


圖 2-6(b) 新竹香山附近水域每隔1000公尺斷面比較圖

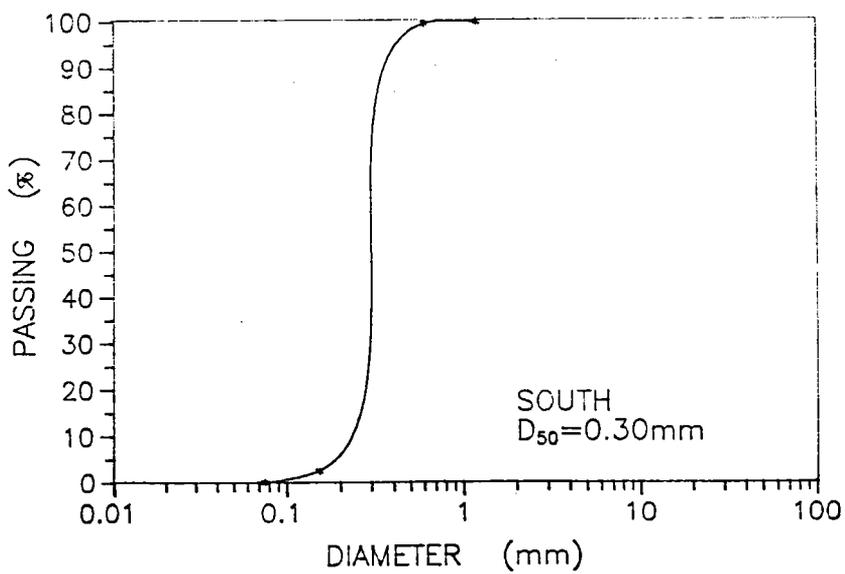
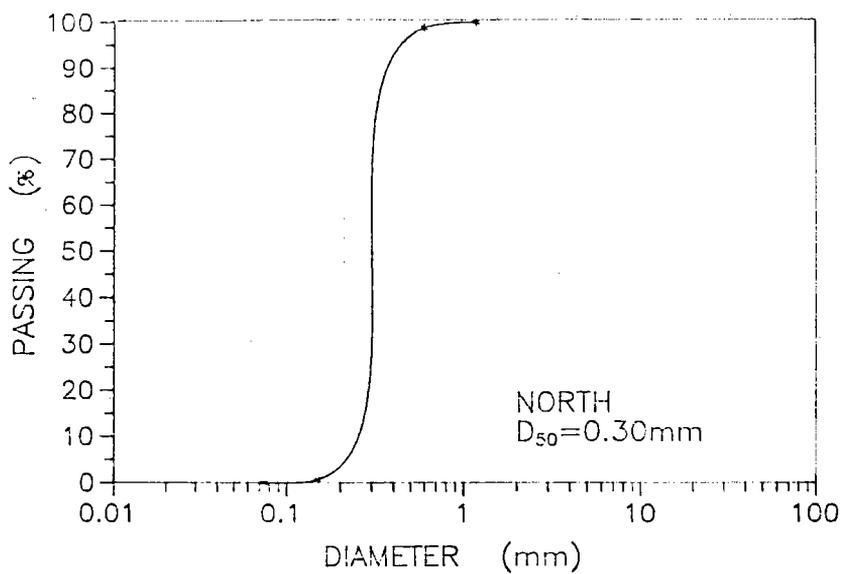


圖 2-7 新竹香山附近水域現場底質粒徑分析圖

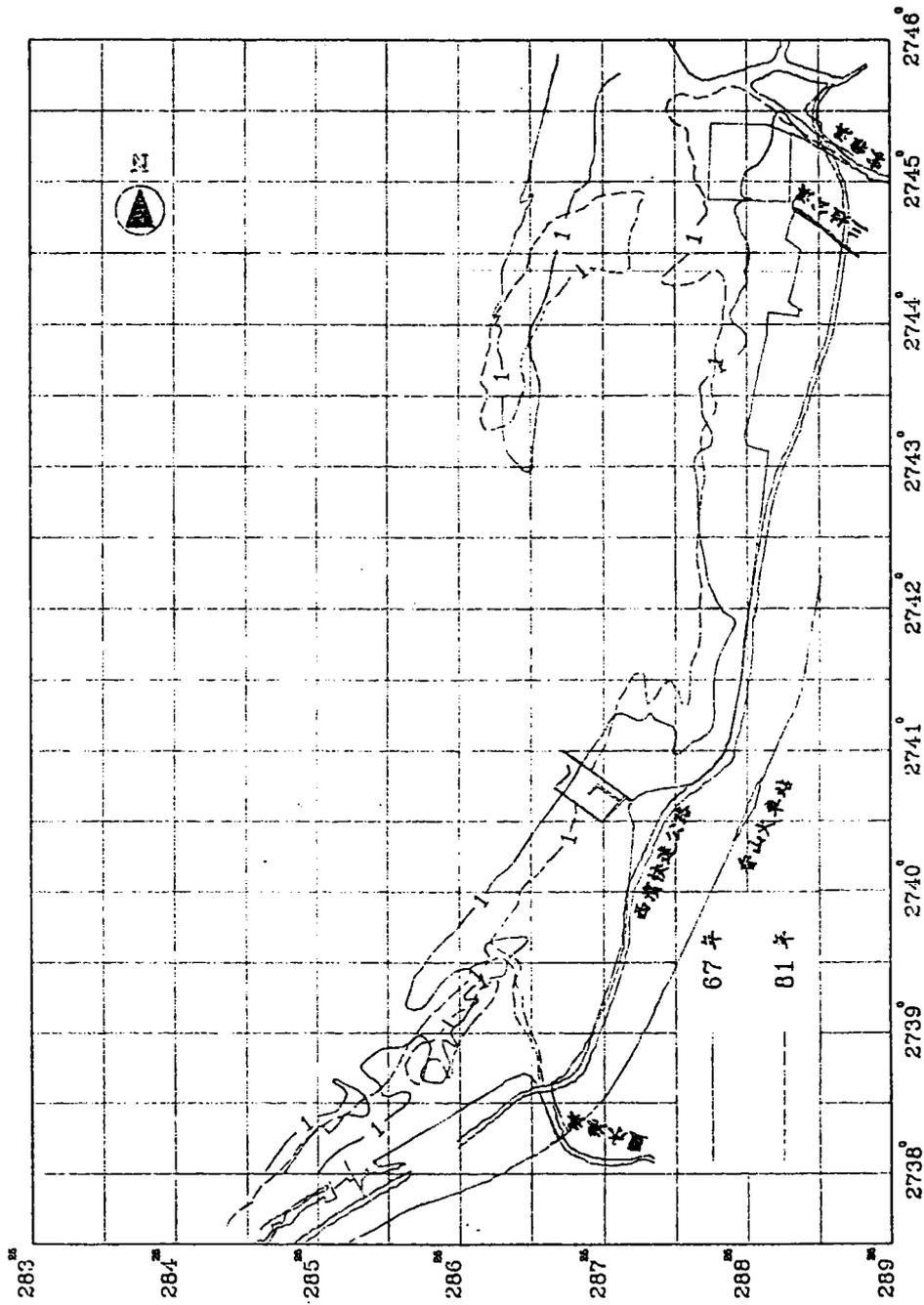


圖 2-8(a) 新竹香山附近水域+1m等深線變化比較圖

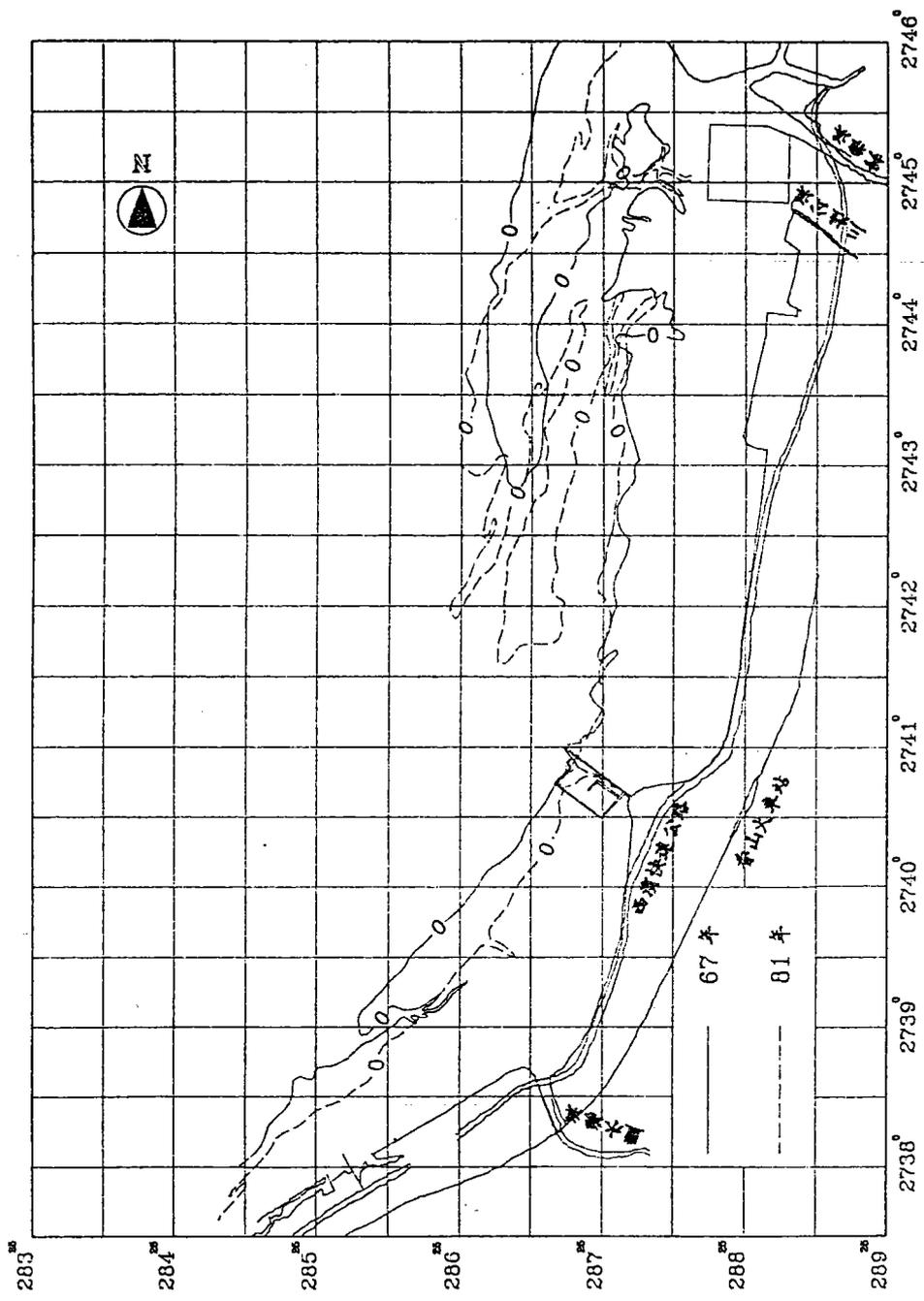


圖 2-8(b) 新竹香山附近水域±0^m等深線變化比較圖

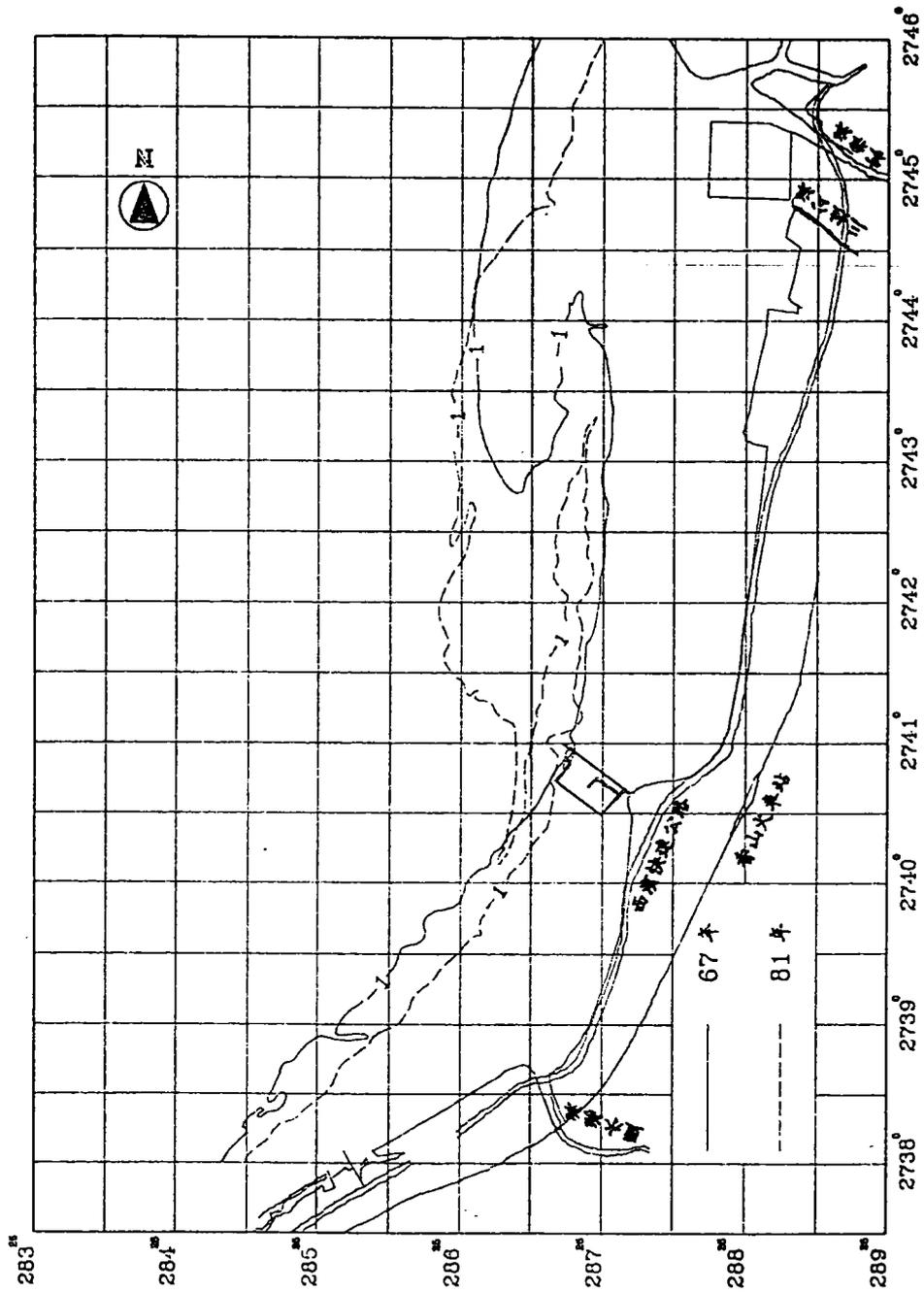


圖 2-8(c) 新竹香山附近水域-1m 等深線變化比較圖

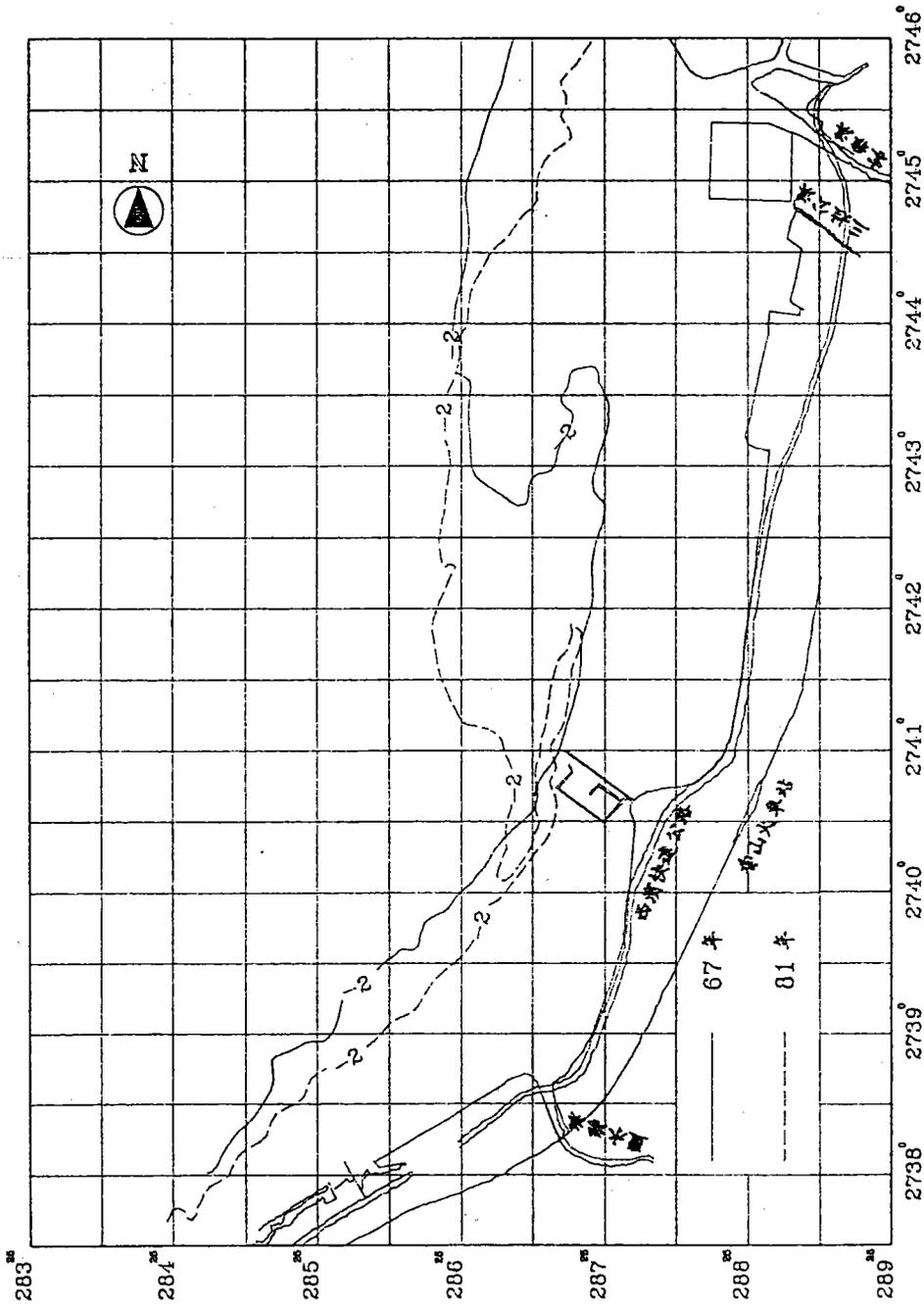


圖 2-8(d) 新竹香山附近水域-2^m等深線變化比較圖

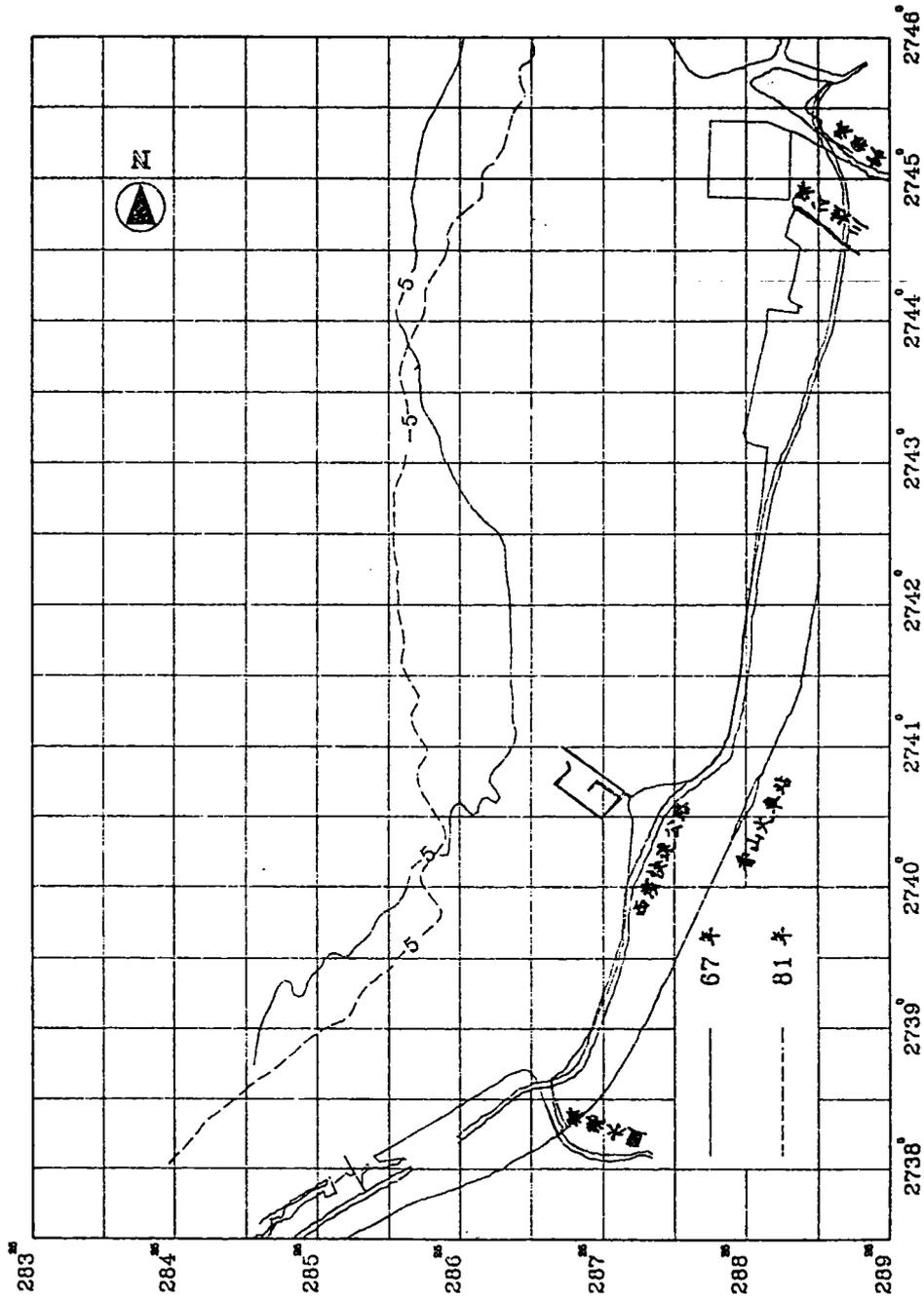


圖 2-8(e))新竹香山附近水域-5m等深線變化比較圖

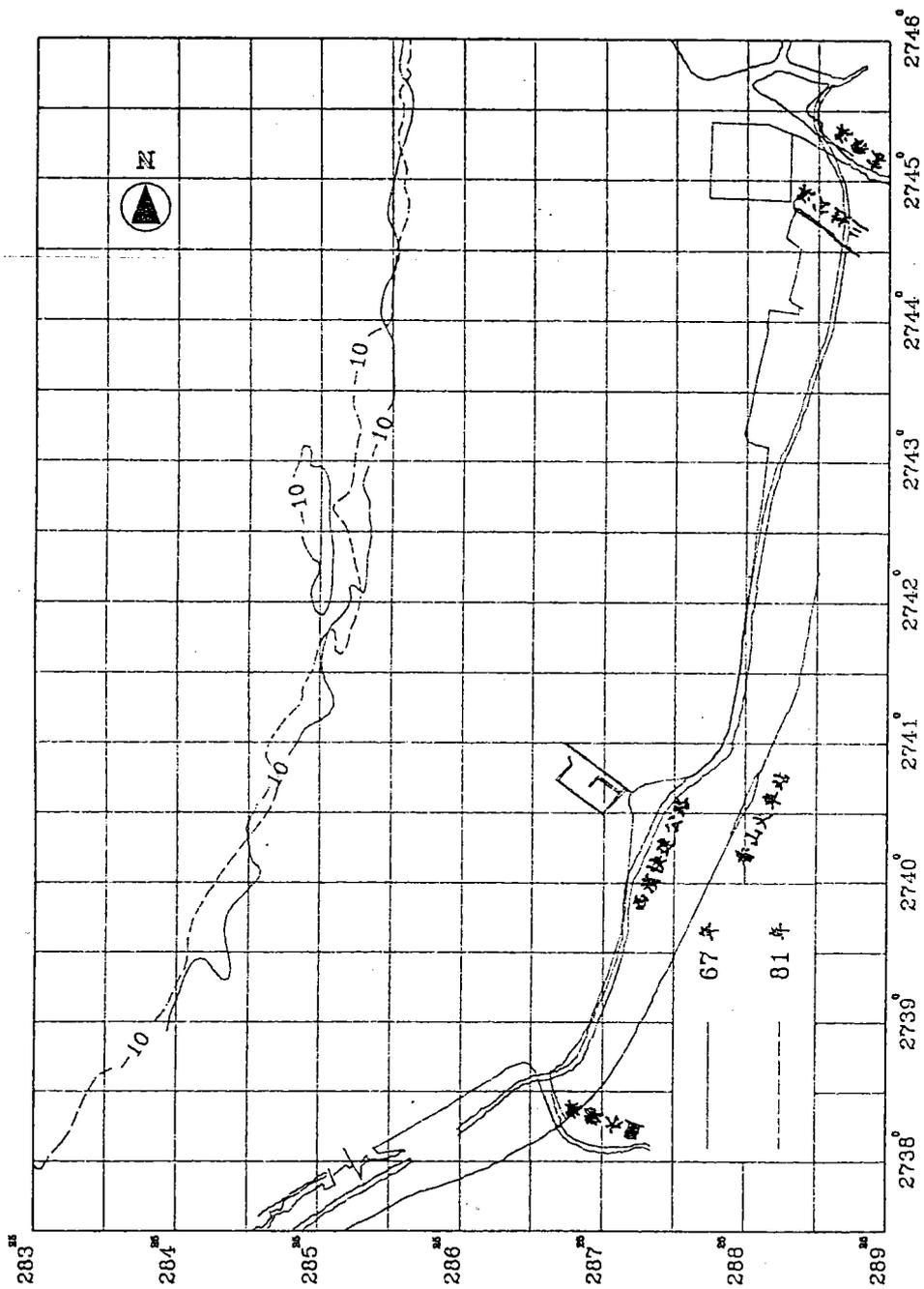


圖 2-8(f) 新竹香山附近水域 -10^m 等深線變化比較圖

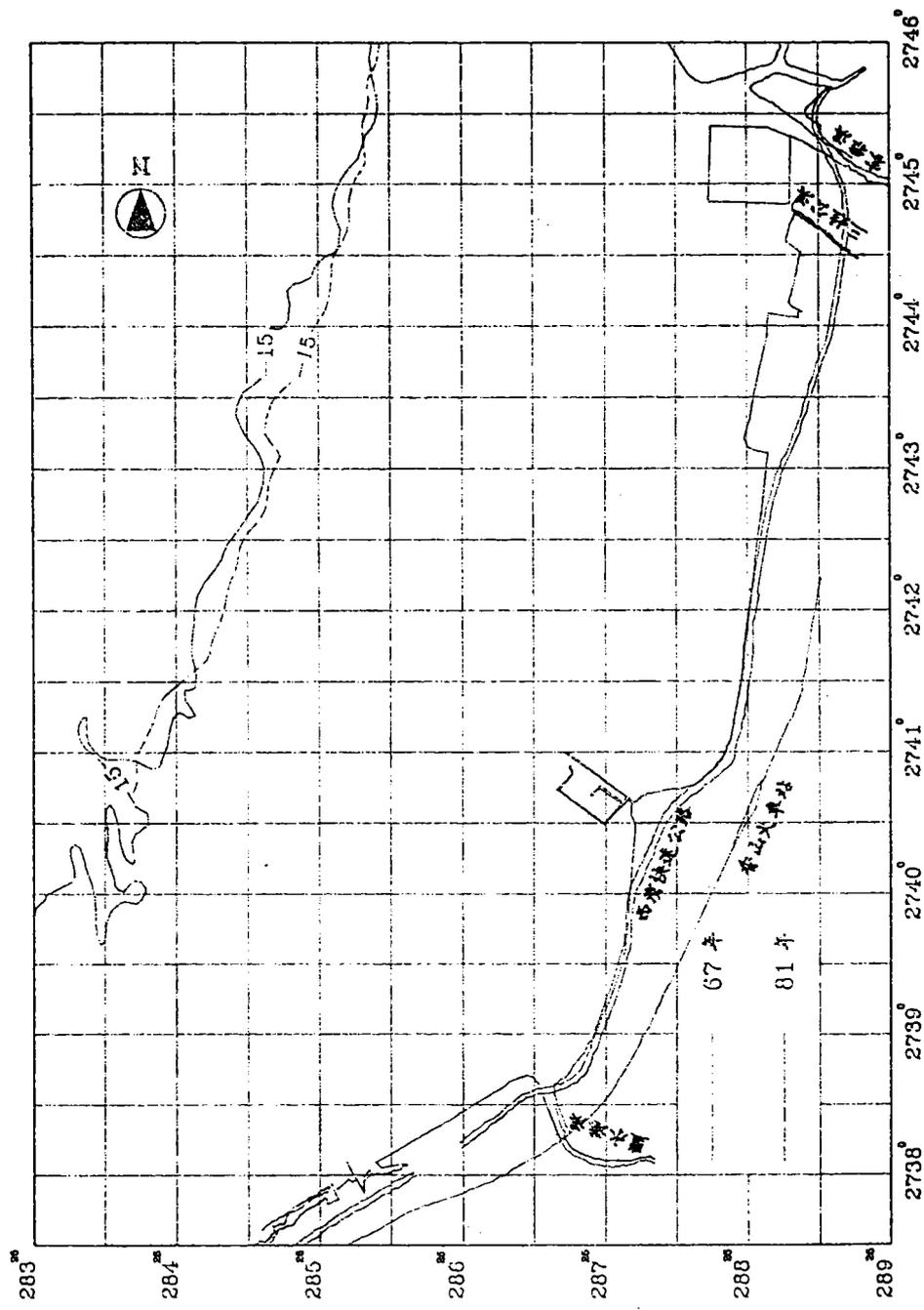


圖 2-8(g)新竹香山附近水域-15^m等深線變化比較圖

第三章 雲嘉海域外傘頂洲沖淤近況

§ 3-1 概況

已如第一章前言所述，本研究原擬延續前三年在雲嘉海域外傘頂洲之現場沖淤調查研究工作，惟該計劃在年度執行過程中，因在該區發生漁事糾紛，且時值選舉敏感期間，受到省議員之特別關注，故整個現場調查工作僅執行了三個月，自10月份開始即行中止，而該段期間，原每隔二個月應前往外傘頂洲南、北兩端進行之短期沖淤調查工作，僅在7月份由本所研究人員前往進行觀測乙次，九月份因受天候及潮差時間影響無法前往觀測，但在八、九月份期間，則仍繼續委請台技工程顧問公司進行第四次外傘頂洲海域全面地形測量，得一水深圖，可資與前三年在每年相同期間，相同測量範圍所測得之水深圖作一比較，並利用網格法以推算該區海岸漂沙沖淤積情形；有關海象調查方面，則因受儀器故障送修以及在該段期間，本組研(四)、研(八)基本研究計劃，其儀器均在使用中，而本年度新購置儀器又尚未送達等諸多因素影響，僅收集了當地82年7月到12月有關風速以及部份波浪資料加以分析；圖3-1為今年度收集風速資料之月玫瑰圖。

§ 3-2 風與波浪間之推算模式

本所曾在79年10月19日開始於雲嘉海域，距離岸邊8公里，水深-13^m處施放一組浮球式波浪儀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，一直到80年8月到同年12月間以及81年5月以後才陸續在該區海域收集波浪資料，但自82年3月14日以後，則再因波浪儀遭不明物碰撞嚴重受損，波浪資料再度中斷至今。

按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

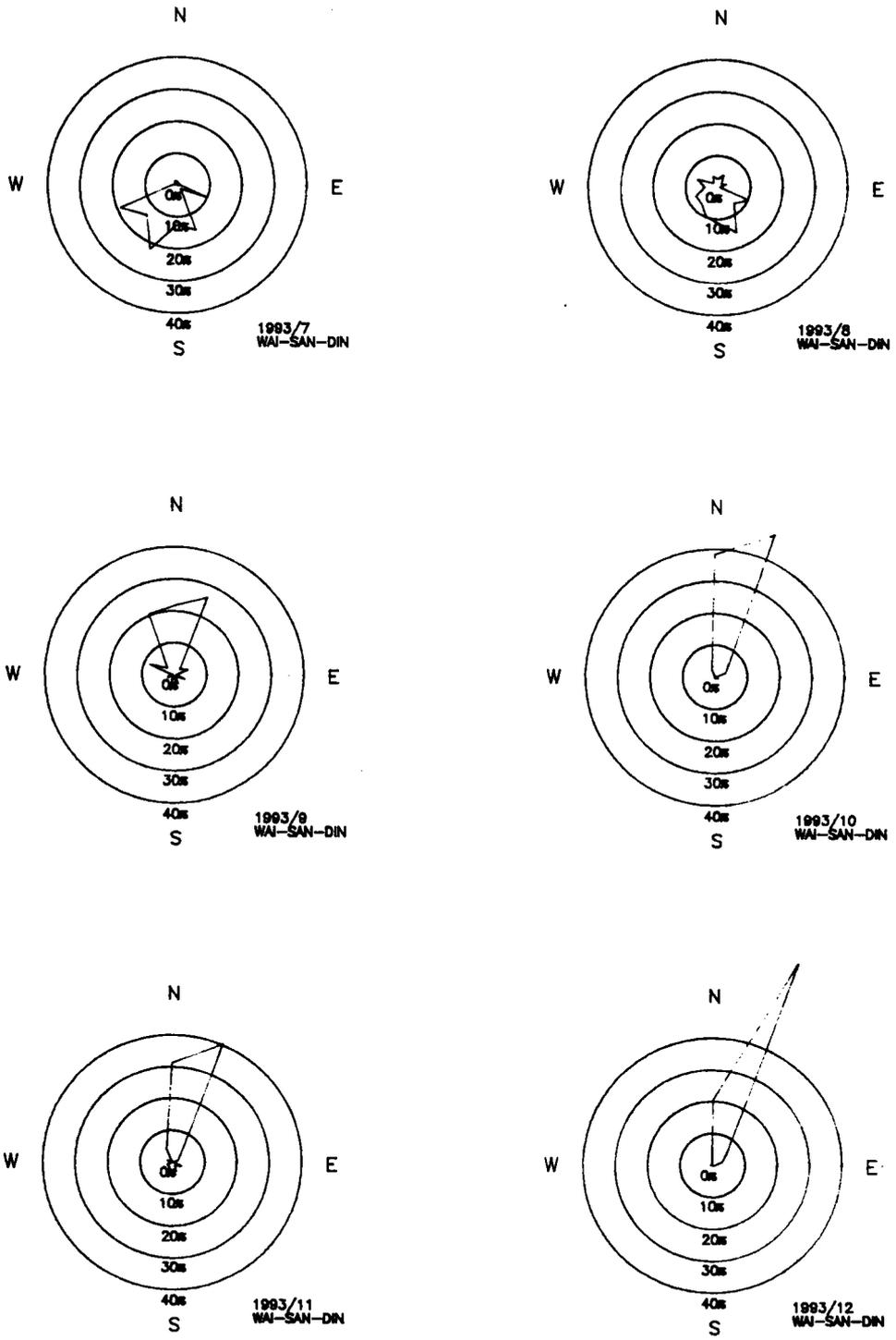


圖 3-1 外傘頂洲風速分佈月玫瑰圖(1993.7~1993.12)

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，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公尺處實測得之深水波浪資料及當時外傘頂洲風速資料，再次分析雲嘉海域波浪波高、週期與風速之關係，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如下：

$$H_{1/3} = 0.726 - 0.0423U + 0.00576U^2$$
$$T_{1/3} = 6.301 - 0.303U + 0.018U^2$$

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南季風之影響，故在八十二年度，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：

$$H_{1/3} = 0.2266 + 0.08W + 0.01W^2$$
$$T_{1/3} = 3.664 + 1.646H_{1/3} - 0.033H_{1/3}^2$$

其中，W為風速修正係數，定義為

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

而U為風速(m/s)；G(D, F)為風向參數函數，定義為

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

此處，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 ϑ 則為當地對波浪有持續影響之吹風延時。

本年度，鑑於該模式波浪週期與波高之相關性並不甚理想，故重新將八十二年所收集之波浪資料，按夏季與冬季重新整理分析有義波高 $H_{1/3}$ 之頻率直方圖。然後再分析平均有義波高 $\bar{H}_{1/3}$ 與平均有義波浪週期 $\bar{T}_{1/3}$ 之相關性分別如圖3-2以及圖3-3所示，發現兩者相關性較佳，可分別表示如下：

$$\text{夏季：} \quad \bar{T}_{1/3} = 4.71 + 2.47\bar{H}_{1/3} - 0.38\bar{H}_{1/3}^2$$

$$\text{冬季：} \quad \bar{T}_{1/3} = 3.86 + 2.44\bar{H}_{1/3} - 0.33\bar{H}_{1/3}^2$$

故根據統計分析結果顯示，夏季時經常性波浪有70%為波高在 0.5m 以下，平均週期為5.2sec；冬季時有70%之波浪，其波高在1.5m 以下，週期則介於4.5秒~6.2秒間。

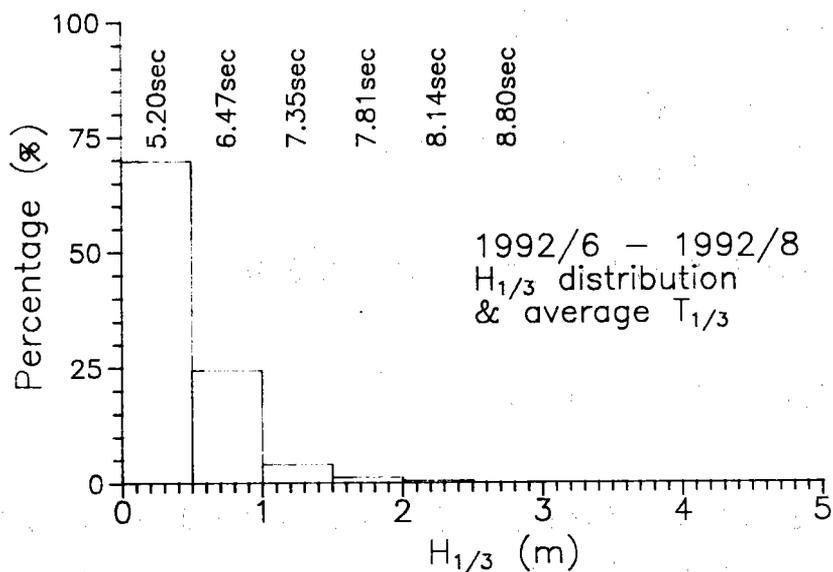


圖 3-2(a) 外傘頂洲夏季示性波高分佈組體圖

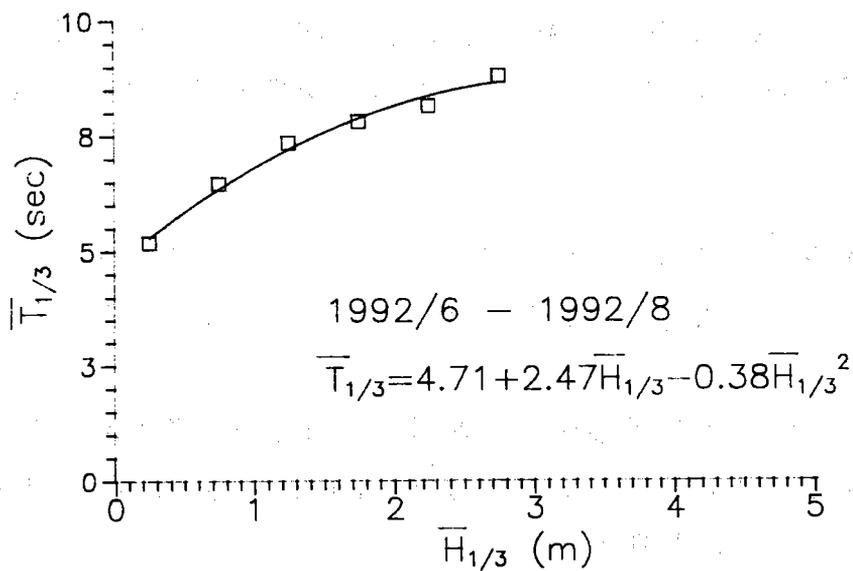


圖 3-2(b) 外傘頂洲夏季示性波高與示性週期相關圖

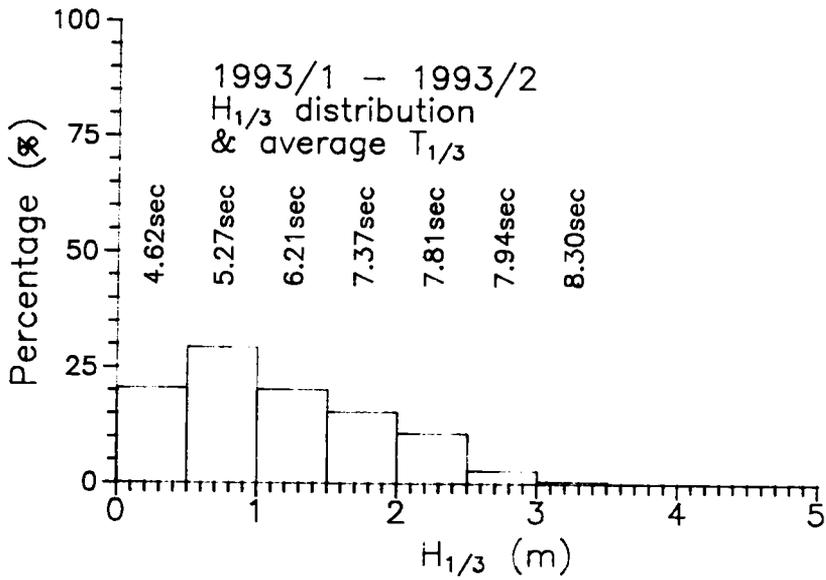


圖 3-3(a) 外傘頂洲冬季示性波高分佈組體圖

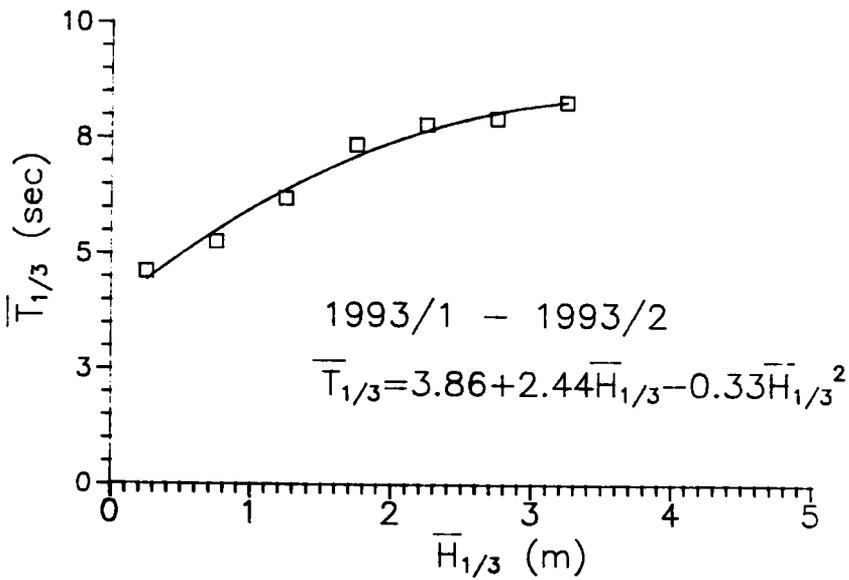


圖 3-3(b) 外傘頂洲冬季示性波高與示性週期相關圖

§ 3-3 外傘頂洲沿岸波能之計算

本文採用波能量推算法，即利用沿岸碎波波能量，配合水深變化網格計算法來推算沿岸漂沙量，有關沿岸波能之計算公式、計算過程可參考[2]。

圖3-4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3-5所示，圖形顯示，其波能分佈優勢方向為自東北往西南方向。而本年度依相同風浪推算模式計算得作用於外傘頂洲每一分區，自民國82年7月到12月，每一個月由東北往西南、由西南往東北以及兩者間沿岸波能之分佈分別如表 3-1 (a)~(c)以及圖3-6所示；圖3-6分析結果顯示，每一分區夏季時波能優勢方向為自西南往東北；冬季時波能優勢方向為自東北往西南；惟每一分區自7月到12月之淨波能分佈仍以東北往西南為優勢方向，由於沿岸輸沙量與作用之沿岸波能成正比關係，意謂該區海域漂沙之優勢方向仍然維持自東北往西南方向。

§ 3-4 沿岸漂沙量之推算

沿岸漂沙為影響海灘長期性變化之主因，惟有關沿岸流速與沿岸漂沙量兩者間之相關性尚未被直接建立，故大都藉由波浪能量沿岸通量 E 與沿岸漂沙量 Q 之經驗公式推算，各經驗公式之型式大致為

$$Q = \alpha \cdot E^n$$

其中 α 與 n 為特定之經驗常數。

由於影響沿岸漂沙之參數頗為複雜，以往各研究分析時所引用之數據又不盡相同均有其適用範圍及條件，表3-2即目前所常見之主要沿岸漂沙量公式。

本報告根據前三個年度每年10月以及本年度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，仍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，其各分區示意圖同樣如圖3-5所示；分別計算各小分區之土方量如表3-3以及圖3-7(a)、(b)、圖3-8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3-7(a)為各分區以零水位為基準之土方量，圖3-7(b)則為各分區單位面積之土方量；而圖3-8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)區仍屬淤積(B)區本年度開始由侵蝕轉為淤積(C)區開始達到平衡外，其餘各分區仍為侵蝕。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月間之侵蝕量分別由每年陸百零陸萬與捌佰陸拾萬立方公尺，到今年度則遞減為34萬立方公尺，侵蝕量則有顯減少趨勢。究其原因，乃82年6月到9月期間，外傘頂洲海域較少受到颱風侵襲之故。

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1993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能量之關係如圖3-9所示，圖中實線為該些觀測值之迴歸直線得 $Q=0.68E^{0.81}$ ，即特定係數 $\alpha=0.68$ ， $n=0.81$ ，其中沿岸波能 E 之單位為 $t\text{-m/day/m}$ ；沿岸輸沙量 Q 之單位則為 m^3/day ，吾人將該經驗公式用來與往昔學者如Caldwell(1956)、Savage(1959)、Ijima、Sato & Ishii(1960)、Ichikawa、Ochiai、Tomita & Murobuse(1961)、Monohar(1962)、Ijima、Sato & Tanaka(1964)、Sato(1966)以及SPM(1975)等現場觀測值比較則如圖3-10所示。而圖3-11則為外傘頂洲沿岸輸沙率(I_L)與沿岸波能傳遞功率(P_L)簡稱為沿岸波能量之關係式，圖中實線部份為Komar & Inman(1970)所提出兩者之關係式 $I_L=0.77P_L$ 。圖3-12則為外傘頂洲沿岸輸沙率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。

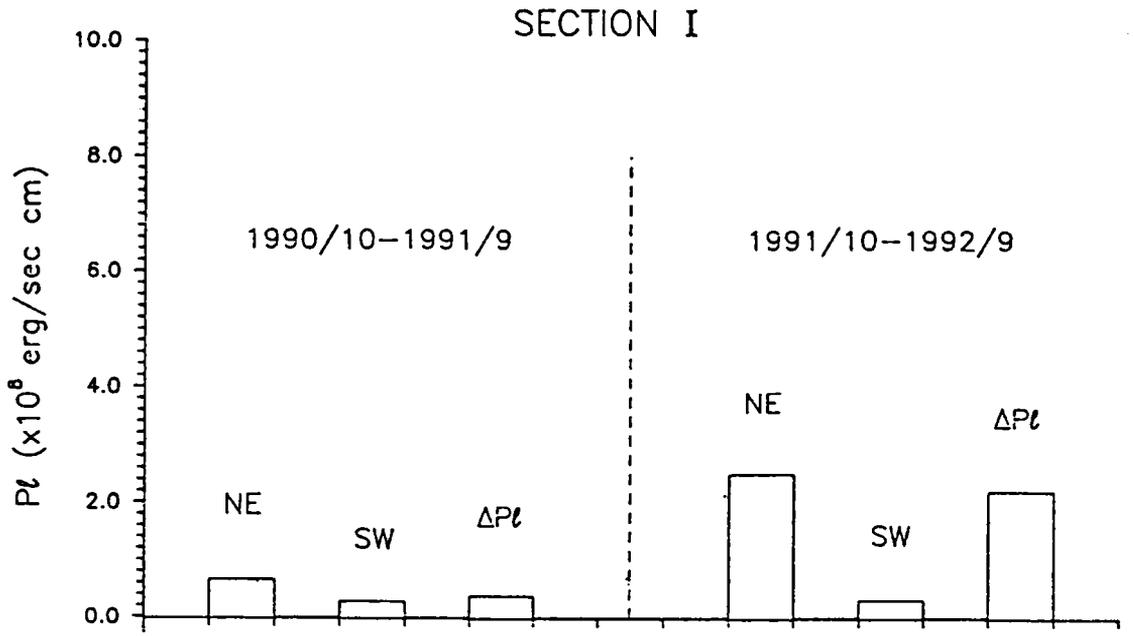


圖 3-4(a) 外傘頂洲海域第 I 分區沿岸波能分佈圖
(1990.10~1991.9)

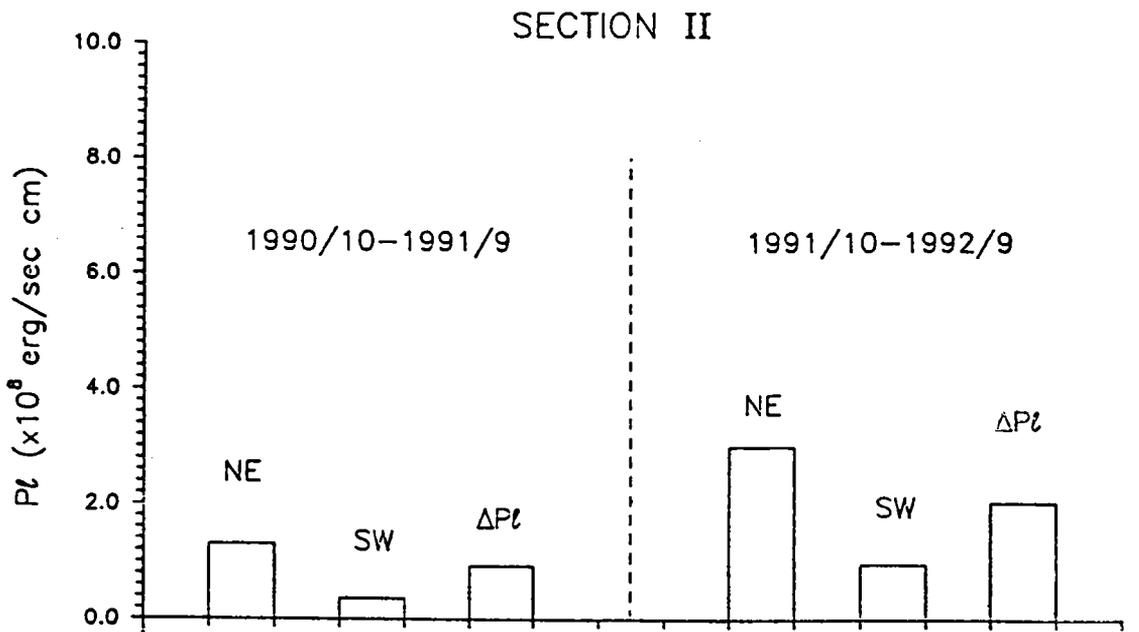


圖 3-4(b) 外傘頂洲海域第 II 分區沿岸波能分佈圖
(1990.10~1991.9)

SECTION III

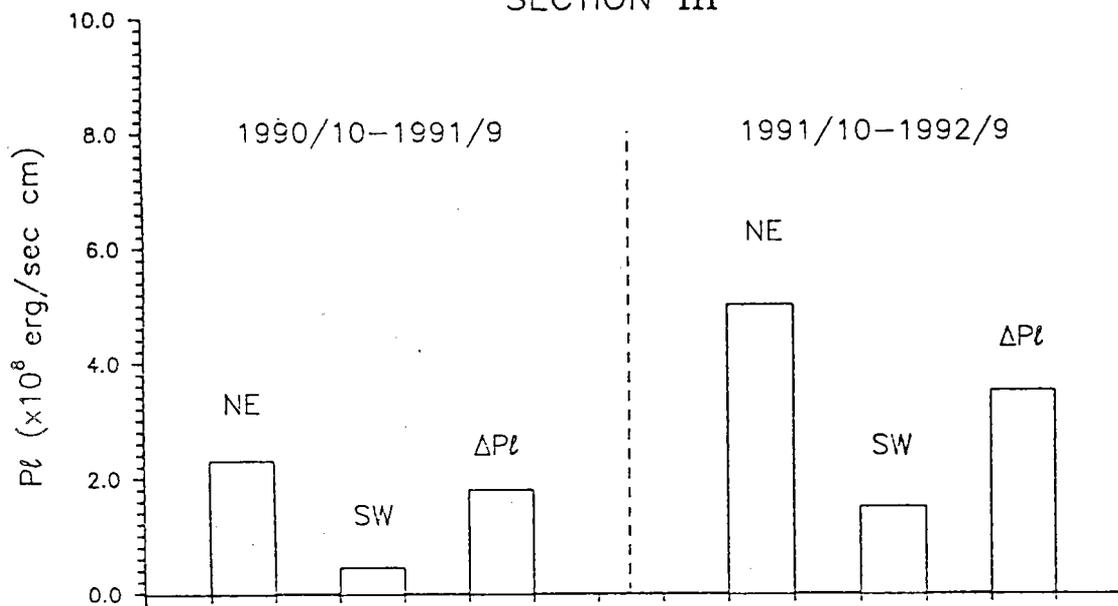


圖 3-4(c) 外傘頂洲海域第三分區沿岸波能分佈圖
(1990.10~1991.9)

SECTION IV

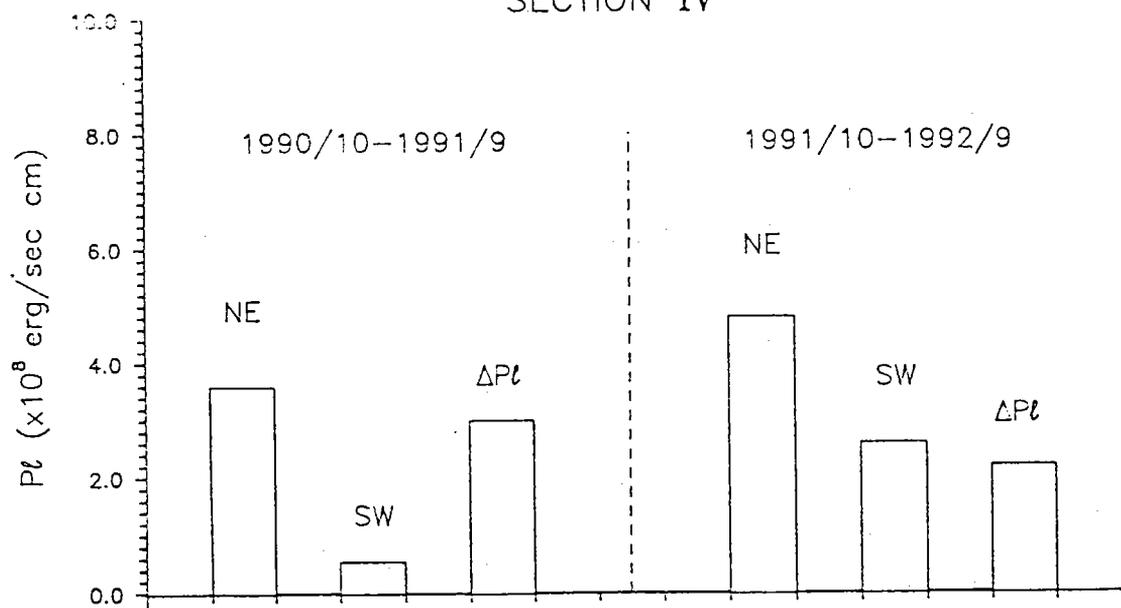
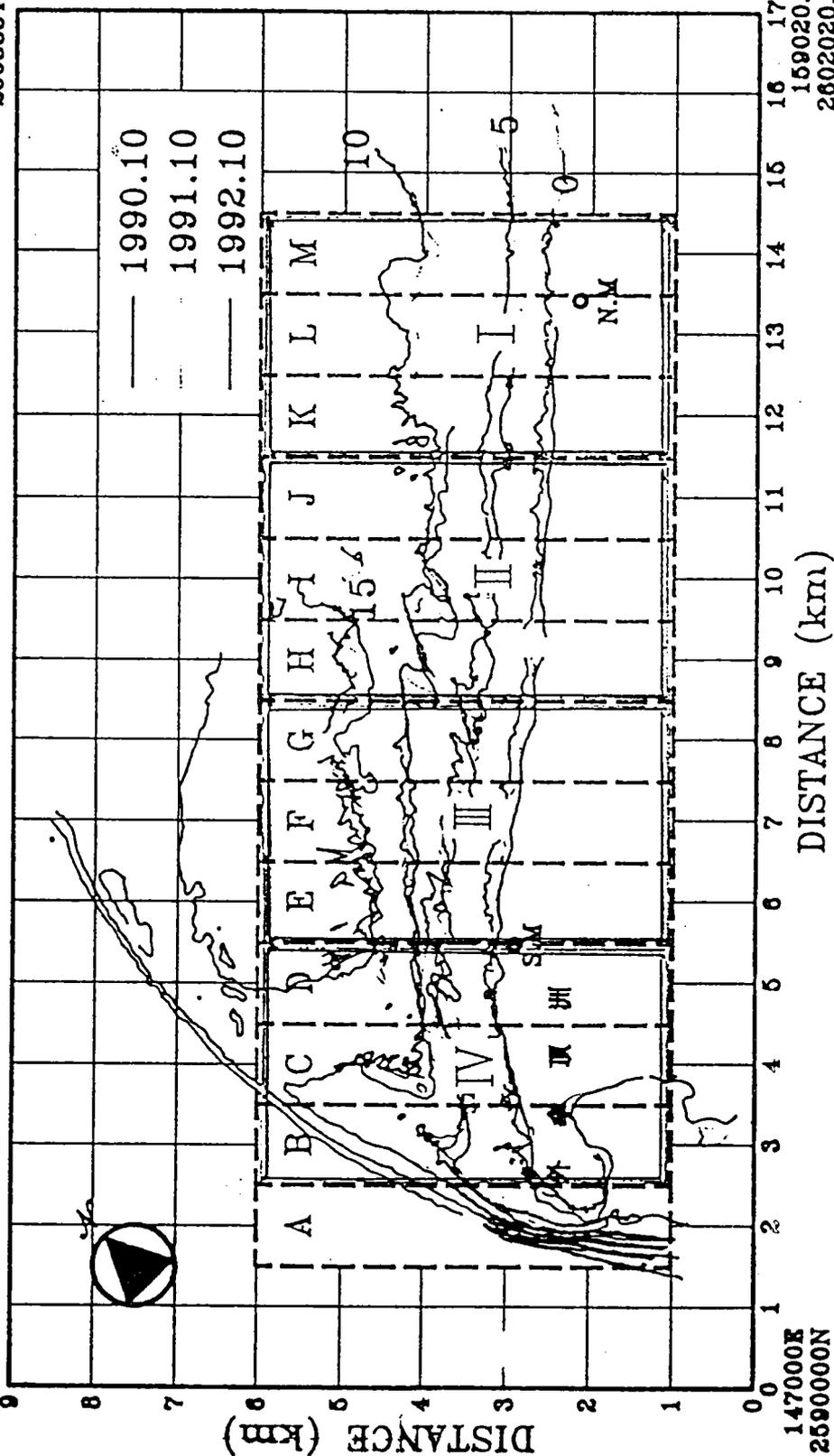


圖 3-4(d) 外傘頂洲海域第四分區沿岸波能分佈圖
(1990.10~1991.9)

140636.039E
2596363.961N

152656.8542E
2608364.7763N



147000E
2590000N

169020.8153E
2602020.8153N

圖 3-5 外傘頂洲海域第 I 分區 ~ 第 IV 分區範圍示意圖

表 3-1(a) 外傘頂洲附近海域各分區由東北往西南方向沿岸波能
(1993.7-12)

1993/7-12 WAI-SAN-DIN (erg/sec/cm)
Alongshore mean wave power from NE to SW

SEC. I	.301E+05	.527E+06	.108E+08	.240E+09	.888E+08	.427E+09
SEC. II	.605E+05	.105E+07	.213E+08	.427E+09	.171E+09	.771E+09
SEC. III	.112E+06	.191E+07	.383E+08	.612E+09	.287E+09	.111E+10
SEC. IV	.199E+06	.330E+07	.624E+08	.605E+09	.403E+09	.108E+10
	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC

表 3-1(b) 外傘頂洲附近海域各分區由西南往東北方向沿岸波能
(1993.7-12)

1993/7-12 WAI-SAN-DIN (erg/sec/cm)
Alongshore mean wave power from SW to NE

SEC. I	-.366E+07	-.255E+07	-.787E+06	-.346E+06	-.974E+06	0
SEC. II	-.462E+07	-.323E+07	-.991E+06	-.435E+06	-.123E+07	0
SEC. III	-.571E+07	-.400E+07	-.122E+07	-.547E+06	-.151E+07	0
SEC. IV	-.695E+07	-.483E+07	-.149E+07	-.662E+06	-.183E+07	0
	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC

表 3-1(c) 外傘頂洲附近海域各分區淨沿岸波能(1993.7-12)

1993/7-12 WAI-SAN-DIN (erg/sec/cm)
Alongshore net wave power
+ From NE to SW - From SW to NE

SEC. I	-.363E+07	-.203E+07	.999E+07	.239E+09	.878E+08	.427E+09
SEC. II	-.456E+07	-.218E+07	.203E+08	.427E+09	.170E+09	.771E+09
SEC. III	-.560E+07	-.208E+07	.371E+08	.611E+09	.286E+09	.111E+10
SEC. IV	-.675E+07	-.154E+07	.609E+08	.604E+09	.401E+09	.108E+10
	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC

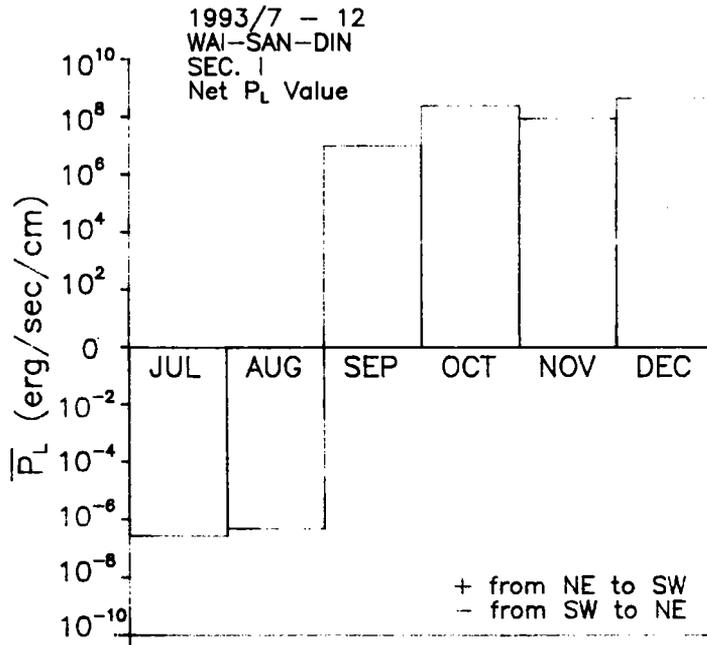
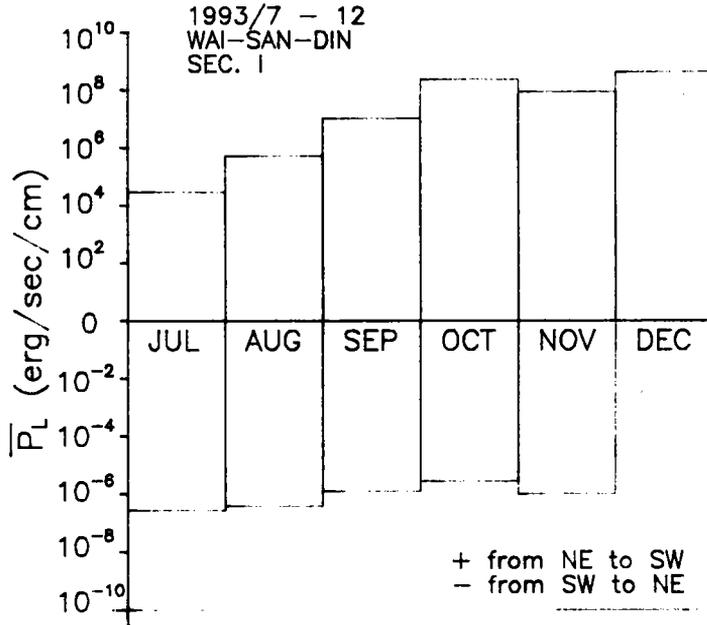


圖 3-6(a) 外傘頂洲海域第 I 分區每月沿岸波能分佈圖
(1993. 7~1993. 12)

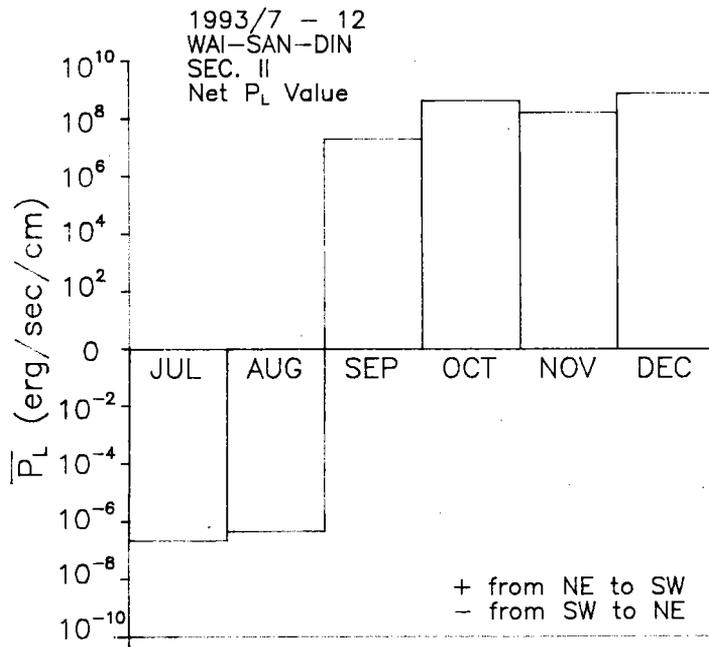
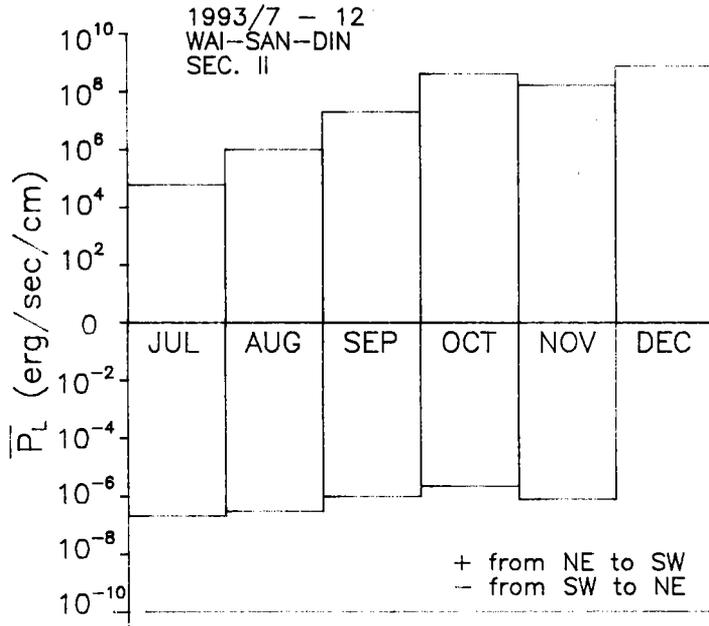


圖 3-6(b) 外傘頂洲海域第 II 分區每月沿岸波能分佈圖
(1993.7~1993.12)

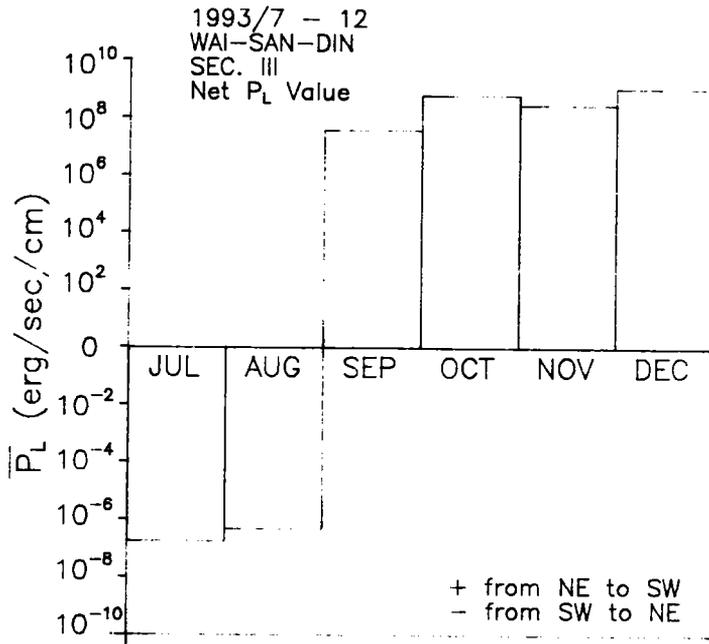
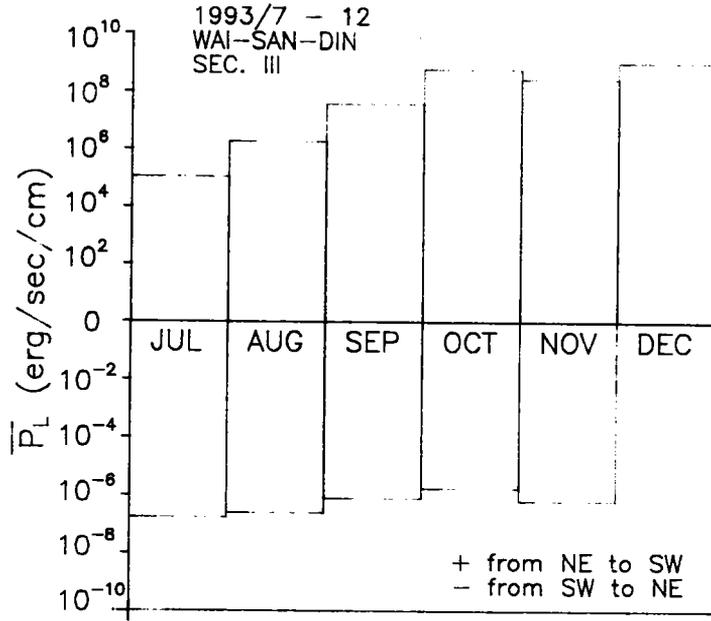


圖 3-6(c) 外傘頂洲海域第三分區每月沿岸波能分佈圖 (1993.7~1993.12)

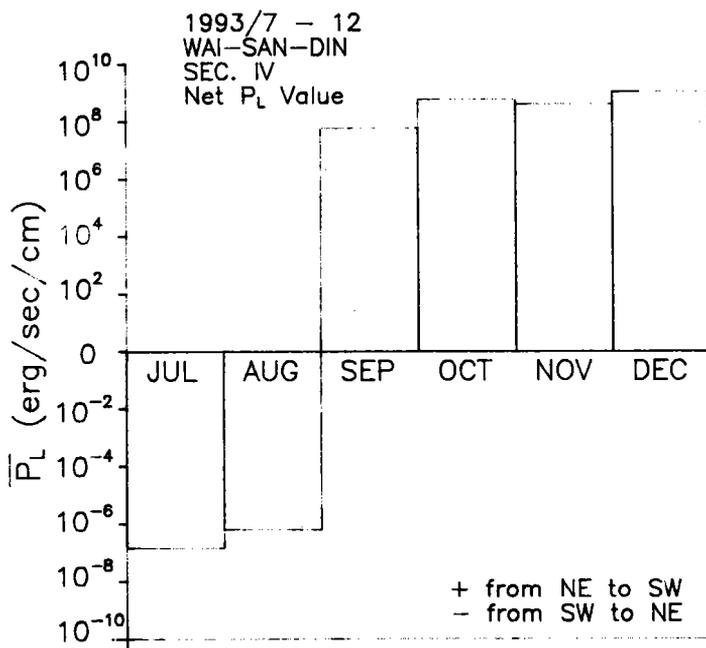
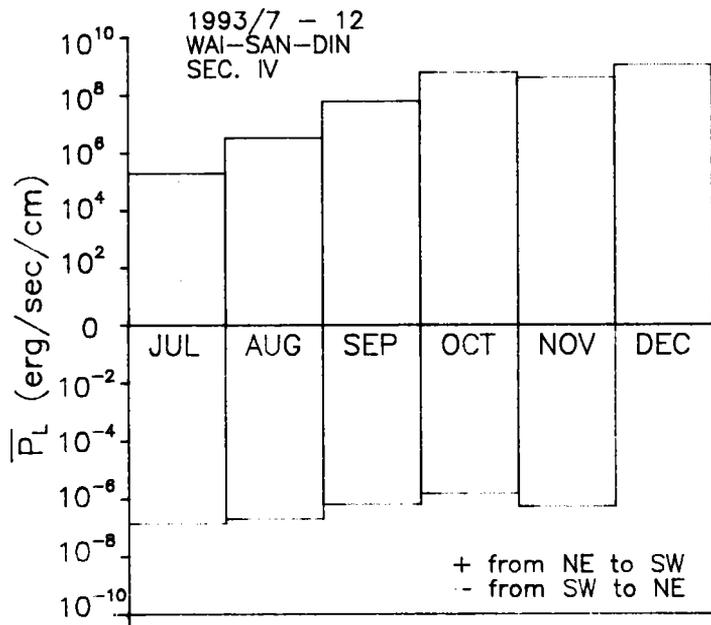


圖 3-6(d) 外傘頂洲海域第IV分區每月沿岸波能分佈圖 (1993.7~1993.12)

表 3-2 主要沿岸漂沙量公式

研究者 (發表年代)	α	n	研究環境
Caldwell (1956)	1.21	0.8	美國Florida州South Lake Worth Inlet, $D_n=0.3 \sim 0.7_m$, 最大波高 0.67_m , 最大週期18sec。 美國California州Anaheim Bay $D=0.3 \sim 0.5_m$, 最大深海波高 1.07_m , 週期11.5~17.2sec。
Savage (1959)	0.217	1.0	綜合美國B. E. B. 各種實驗實測資料, (B. E. B. 為 Beach Erosion Board, 乃美國海岸工程研究中心 (CERC) 前身。此式適用於底床坡度 $1/50 \sim 1/100$, $D_n=0.1 \sim 0.4_m$, 長期受尖銳度不大波浪作用之海域。
Manohar (1962)	$0.736D_n^{0.33}$	0.91	綜合美國B. E. B. 各種實驗實測資料。
佐藤昭二 Sato (1966)	0.120	1.0	日本本州東北部, 東向太平洋海岸, 鹿島港碎波帶內 $D_n=0.15 \sim 0.2_m$, 波高 4_m 以下。
Shore. Protection Manual (1975)	0.0188	1.0	資料來源為Komar, Caldwell and Watts, 等之實測資。

表 3-3 外傘頂洲附近海域沖淤積量各分區計算表

	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)
1993	-2.71 (0.78)	-4.27 (0.87)	-11.95 (0.00)	-9.47 (-0.50)	-10.19 (-0.31)	-14.71 (-0.21)	-18.32 (-0.28)	-19.59 (-0.33)	-20.19 (-0.36)	—	—	—	—	-111.40 (-0.34)
AREA	0.94	1.78	1.61	1.20	1.28	1.63	1.92	1.93	2.08	2.14	1.94	1.87	1.75	14.37

說明：1. 土方量以零水位為基準。

2. 土方量單位： 10^6M^3 ，面積單位： 10^6M^2 。

3. () 內為與前一年土方量之差。

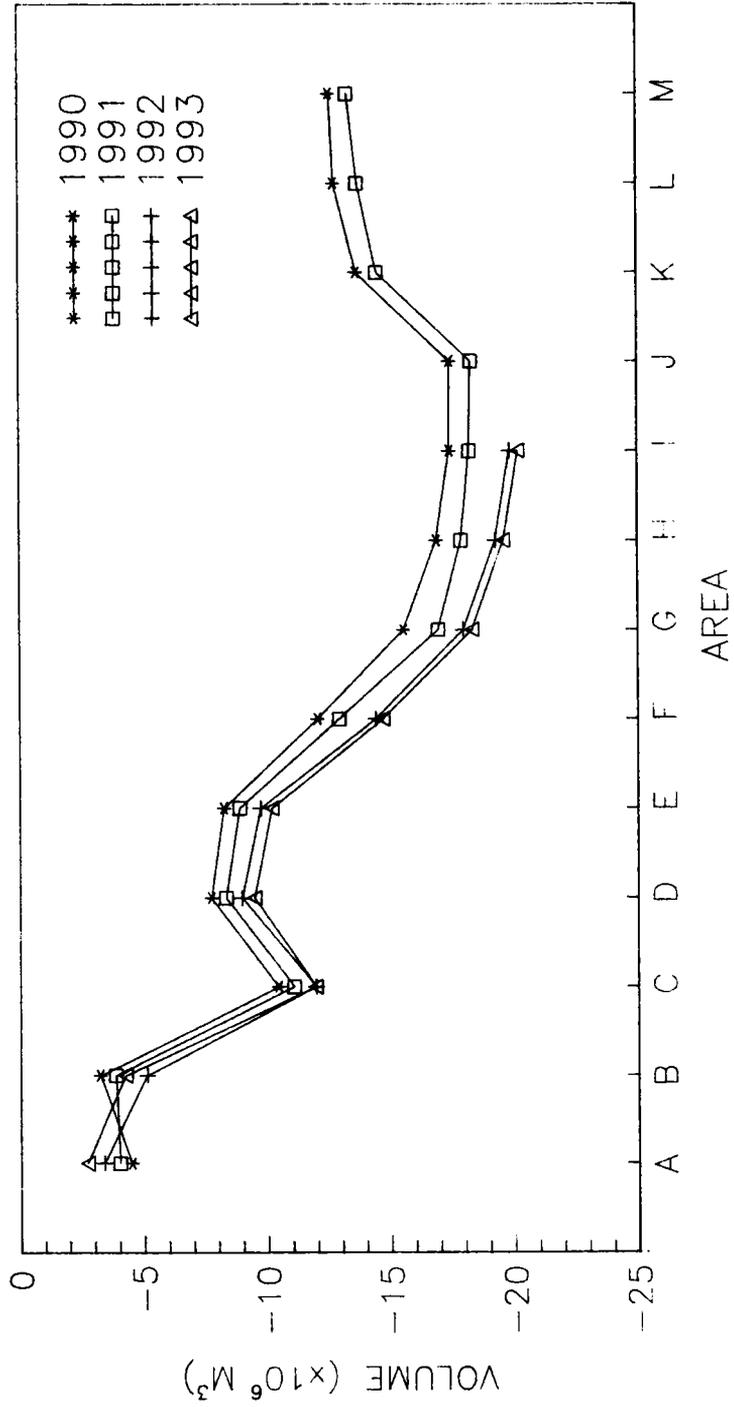


圖 3-7(a) 外傘頂洲海域歷年各分區土方量變化圖

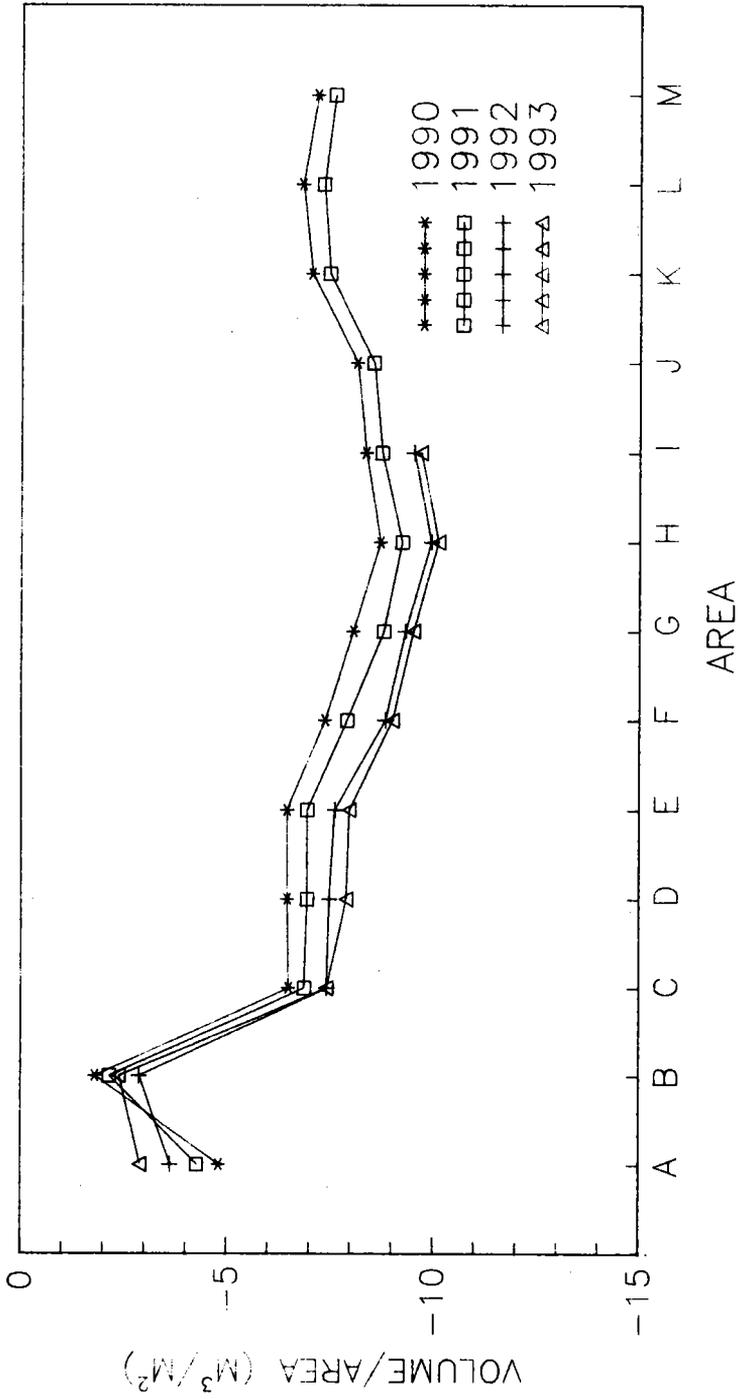


圖 3-7(b) 外傘頂洲海域歷年各分區單位面積土方量變化圖

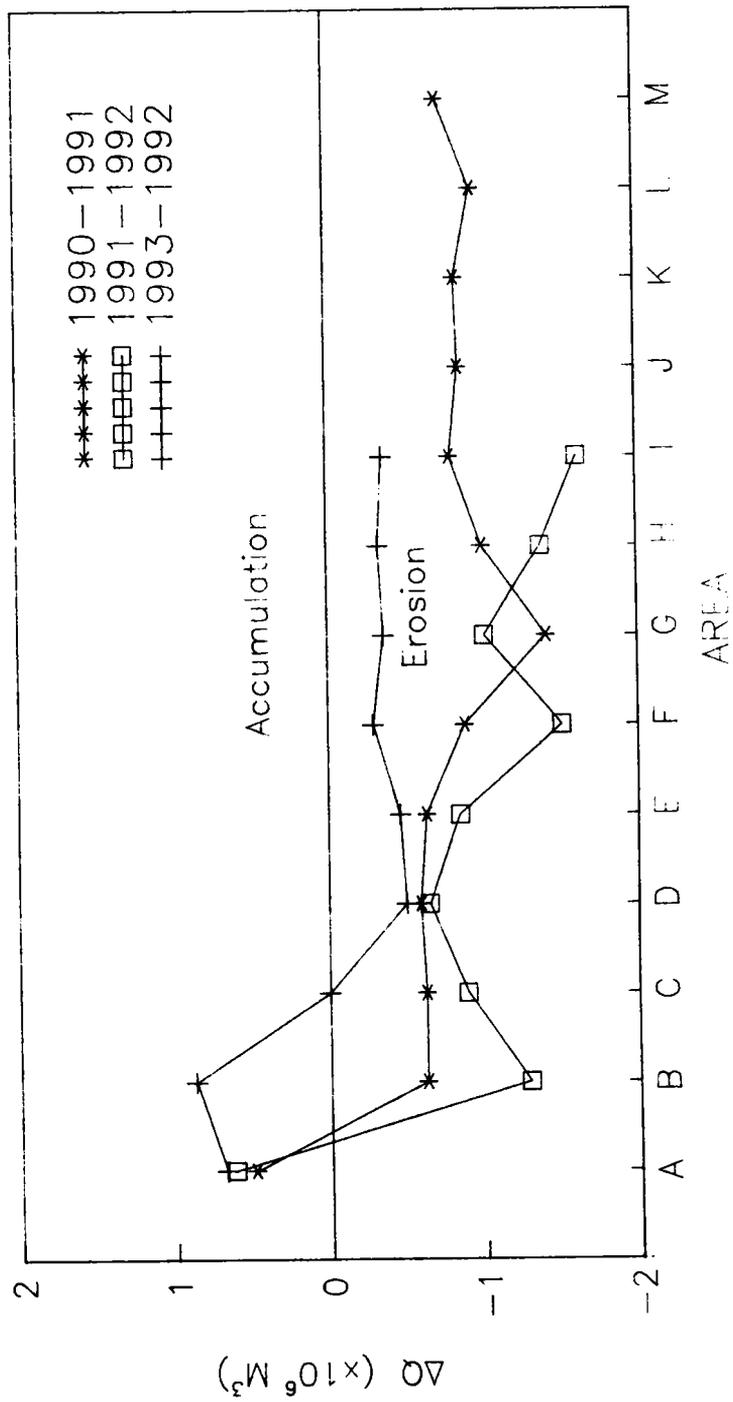


圖 3-8(a) 外傘頂洲海域歷年各分區沖淤積量變化圖

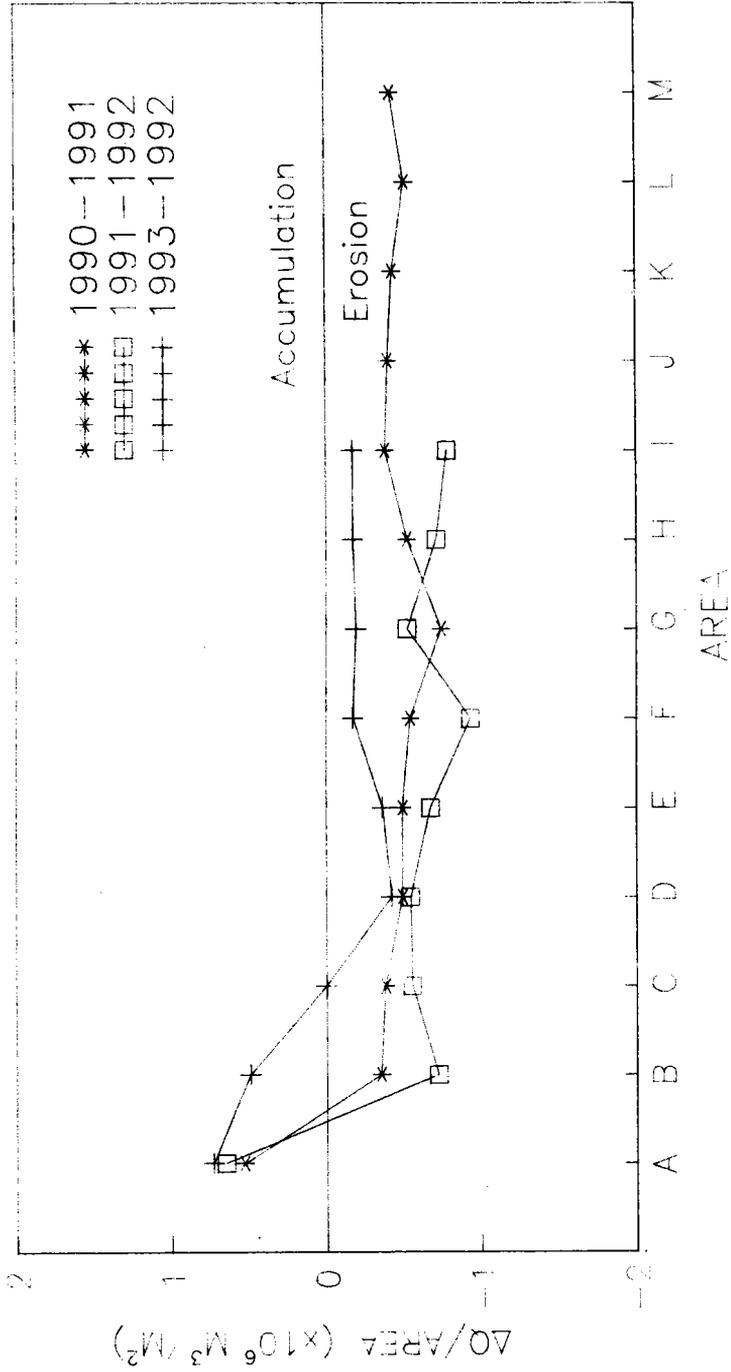


圖 3-8(b) 外傘頂洲海域歷年各分區單位面積沖淤積量變化圖

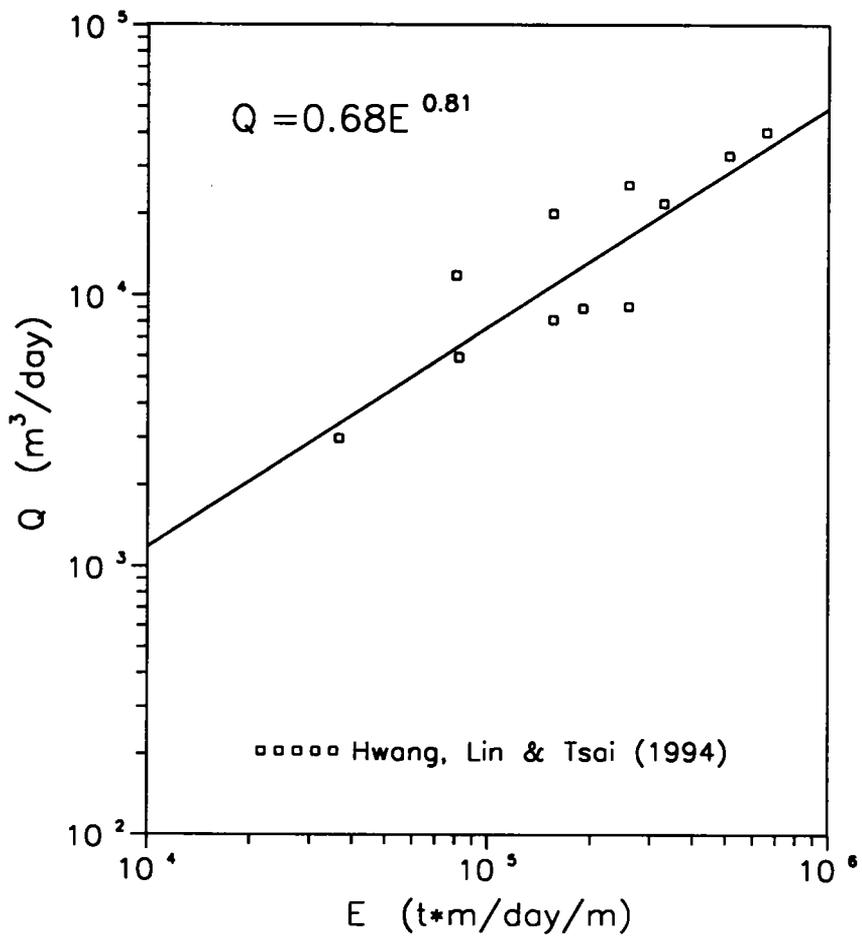


圖 3-9 外傘頂洲沿岸輸沙量與沿岸波能量關係圖

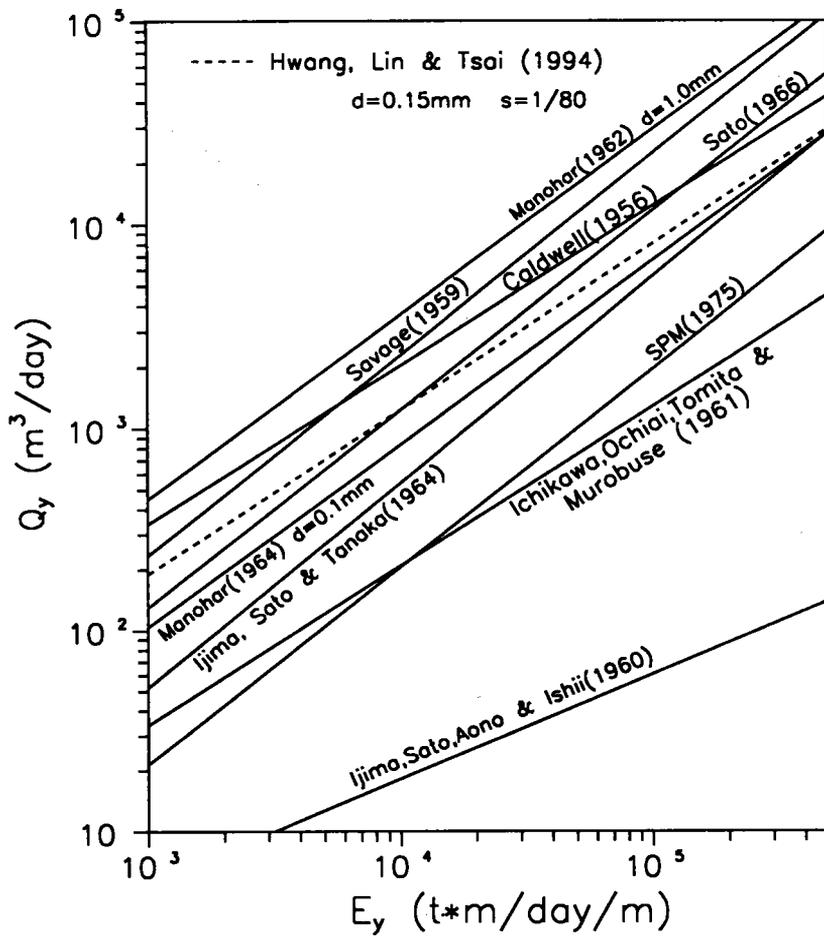


圖 3-10 外傘頂洲沿岸輸沙量與其他學者計算結果比較圖

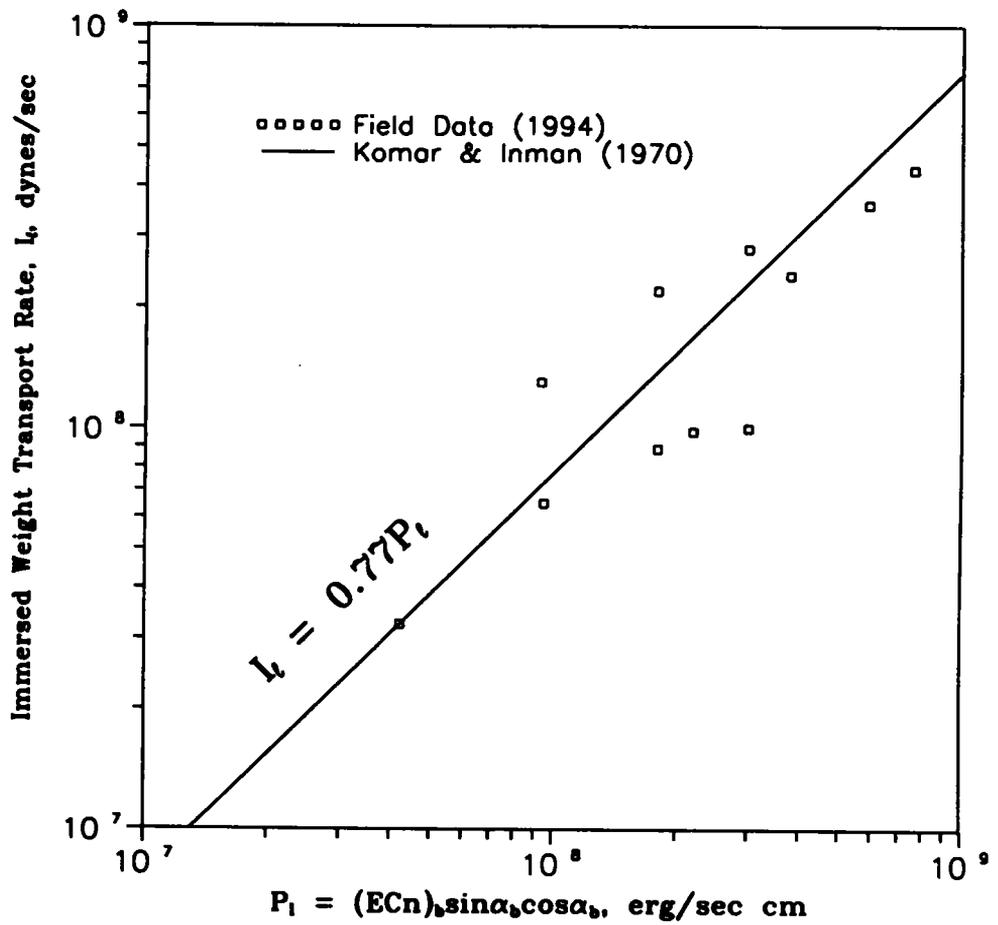


圖 3-11 外傘頂洲沿岸輸沙率與沿岸波能量關係圖

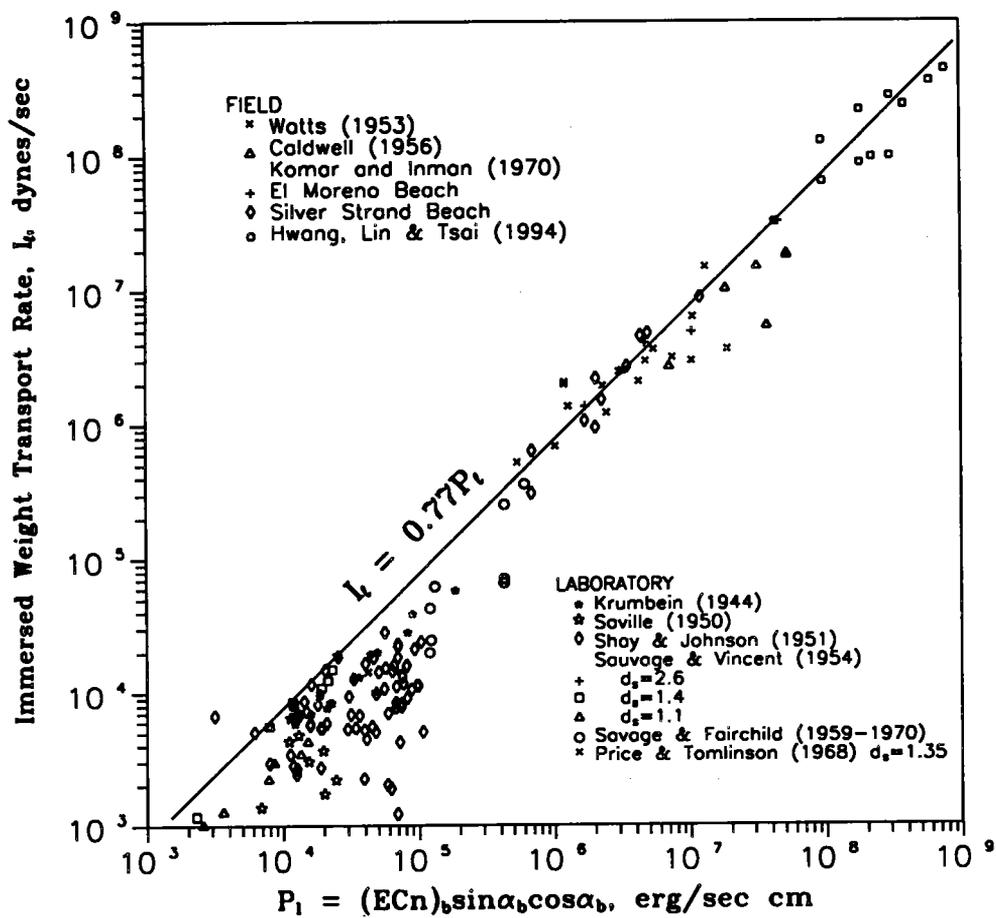


圖 3-12 外傘頂洲沿岸輸沙率與其他學者比較圖

§ 3-5 外傘頂洲地形之變遷

本研究報告針對外傘頂洲之地形變遷亦作一探討，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，同時本所本年度亦委託台技工程顧問公司在82年10月間，於季節風來臨前對外傘頂洲海域作一大區域之水深地形測量，測量範圍採與前面三年度相同以資比較，茲說明如下

一、外傘頂洲潮間帶沙灘變化之觀測

本年度有關外傘頂洲潮間帶沙灘短期沖淤現場觀測工作，因受限於時空、人為因素，僅在82年7月，前往外傘頂洲南、北兩端進行觀測工作乙次，有關其測量範圍及相對位置與八十二年度相同，分別如圖3-13(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3-14與圖3-15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，該四年來歷次之水深變化圖，已如前述，本年度僅在82年7月中旬前往觀測乙次。圖3-14中"*"符號者為本年度在北端觀測結果，圖形顯示，北端斷面0m處低潮位灘線以上呈淤積灘面，坡度變陡，在距灘線以下水平距離0~30公尺間則呈侵蝕，而30~100公尺間水深則無明顯變化；北端斷面200公尺處，低潮位灘線以上亦呈淤積，以下亦有淤深跡象惟在北端400公尺、600公尺以及800公尺斷面處，在近二個月期間水深並無顯著變化，然在1000公尺斷面處低潮位灘線以上則又呈淤積，河溝坡度變陡有淤深現象；圖3-15為本年度在南端觀測結果，結果顯示，經二個月期間，南端0公尺、200公尺以及400公尺斷面處，均呈侵蝕狀態；惟南端除了在該些

斷面處潮間帶仍呈侵蝕外，其他在 600 公尺、800 公尺以及1000公尺斷面則呈淤積現象。

為進一步瞭解外傘頂洲北、南兩端西岸短期沖淤變化情形，特將本年度七月份前往觀測之地形測量結果以及上年度最後一次調查結果點繪平面地形等深線分別如圖3-16、圖3-17以資比較；圖3-16(a)、(b)為外傘頂洲北端西岸潮間帶今年度與上年度相隔約2個月之短期沖淤地形變化比較，圖形顯示，-1m等深線往海側外移，-2m等深線往陸側內移，而-1.5m等深線則維持不變；圖4-17(a)、(b)則為外傘頂洲南端西岸潮間帶，相隔兩個月後之短期沖淤地形變化比較，圖形顯示-1.6m以及-2.0m等深線經過二個月後已明顯往陸側內移，意謂在該段期間(夏季)南端潮間帶呈侵蝕性。圖3-18(a)與(b)則分別為外傘頂洲北端自80年9月到本年度，取相同面積(為42,000m²)歷次測量計算所得之平均沖淤積量與平均沖淤深度，觀測資料顯示，外傘頂洲北端潮間帶在80年9月份開始，東北季風來臨到同年12月間呈侵蝕；81年自元月份開始到同年9月間歷經西南季風期間呈淤積，惟同年9月份開始東北季風來臨時又開始呈侵蝕現象，當東北季風期間結束，又歷經西南風時，非但沒有淤積現象反又呈侵蝕，究其原因乃在81年~82年夏季期間沒有發生颱風之緣故，因此顯見整個外傘頂洲西岸潮間帶，當東北季風時，漂沙優勢方向是自東北往西南，即北端侵蝕被帶走之沿岸漂沙則堆積於南端故呈淤積狀態，而當西南颱風侵襲時，南端部份被帶走之漂沙則淤積於北端；就整個北端沖淤調查範圍(面積42,000m²)而言，自民國80年9月開始到本年度即82年7月為止，平均每年每平方公尺淤深度為0.78公尺，最大淤深度為0.9公尺。至於外傘頂洲南端，則因地形變化劇烈，無法作相同計算面積之比較。

二、海岸灘線比較分析

本研究在前幾個年度曾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 [1]，[2]，而本所今年度在10月份亦曾委託台技工程顧問公司進行與前面三個年度相同範圍之外傘頂洲水深地形測量，茲將連續四年施測地形其±0m、-5m、-10m以及-15m等深線點繪如圖3-19，圖形顯示，-15m等深線在前三年有向陸側內移呈侵蝕趨勢，惟今年度顯示有淤積現象，即-15m等深線向海測外移；-10m等深線在外傘頂洲北半部有向陸側內移以及由北往南移動趨勢，惟在外傘頂洲南半部海側則沖淤互見；-5m等深線則有向陸側內移趨勢；±0m等深線則有向陸側內移呈侵蝕現象，為進一步瞭解外傘頂洲海岸灘線變化情況，特將連續四年灘線之變化點繪如圖3-20所示，圖形顯示，根據1993年10月之觀測結果，外傘頂洲突出部份海岸灘線向西南方向推進呈淤積狀態，惟在中間部份則明顯侵蝕，為更清楚瞭解其侵淤狀態特將(a)、(b)、(c)區部份放大如圖3-21(a)、(b)、(c)所示，根據連續四年觀測分析結果顯示，該區海岸灘線向陸側內移300公尺即平均每年向陸側侵蝕大約100公尺。

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 $x=2,000^m$ 、 $3,000^m$ 、 $4,000^m$ 、 $5,000^m$ 、 $7,500^m$ 、 $10,000^m$ 、 $12,500^m$ 以及 $15,000^m$ 處，為其斷面位置示意圖參考圖3-19，粗點線部份即為分析斷面，吾人分別依據本所在79年、80年、81年以及本年度82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3-22(a)~(h)所示。

圖3-22(a)為斷面 $x=2,000^m$ 處，即外傘頂洲最南端斷面，水深近四年變化圖，圖形顯示在Y座標 $2,000^m$ 處即外傘頂洲最南端邊緣，地形逐年呈淤積現象，今年度自81年10月到82年10月，一年間平均高程共淤積約 $1^m\sim 3^m$ 間，圖形同時顯示該斷面在水深 -6^m 以後其底床坡度極陡，約為 $1/30$ 。為一典型水面下之沿岸沙洲斷面。

圖3-22(b)為 $x=3,000^m$ 斷面處水深變化圖，資料顯示該斷面今年度與上年度比較則呈淤積，露出水面部份之寬度由去年度之600公尺增加為1,000公尺高程亦增加約1.5公尺，海側部份在水深 $-6^m\sim -10^m$ 處呈侵蝕， -10^m 以下則無變化，底床坡度維持為 $1/30$ 。

圖3-22(c)為斷面 $x=4,000^m$ 處，這四年水深變化圖，圖形顯示，該斷面在水深 $0^m\sim -5^m$ 間呈侵蝕，惟水深在 -12^m 底床坡度則趨於平坦且略成侵蝕，目前在距離灘線約 600^m 處亦有沿岸沙洲之存在，沙洲頂部之水深約在 -3.0^m 左右。

圖3-22(d)為斷面 $x=5,00^m$ 處水深變化圖，在水深 $\pm 0^m\sim -5^m$ 間地形變化呈侵蝕。有沿岸沙洲存在；水深 $-5^m\sim -14^m$ 間底床坡度變陡為 $1/55$ ，惟水深在 -15^m 處即距海岸灘線 $1,200^m$ 處底床坡度則趨於平坦且略呈侵蝕，目前距灘線 $300^m\sim 400^m$ 處亦有沿岸沙洲之存在，其頂部高程約在水深 -3^m 處。

圖3-22(e)為斷面 $x=7,500^m$ 處水深變化圖，資料顯示今年度在離岸300公尺內有局部回淤現象，與上年度比較約淤積2公尺，惟水深在 $-5^m\sim -10^m$ 則呈侵蝕。被帶走之土方量則淤積在水深 -15^m 處。

圖3-22(f)為 $x=10,000^m$ 斷面處這四年水深變化圖，圖形顯示，在水深 -5^m 以下呈侵蝕現象，在離岸約2.2公里即水深 -15^m 處則底床坡度趨於平坦。

圖3-22(g)為 $x=12,500^m$ 斷面處歷年水深變化，資料分析結果顯

示，本年度與上年度水深比較，並無明顯變化，底床坡度為1/130。

圖3-22(h)為 $x=15,000$ 断面處水深變化，由於近二年測量範圍往南邊擴大，故該面僅有前面二個年度地形資料比較。資料分析結果顯示，該断面地形並無變化，在水深 $\pm 0 \sim -7$ 間底床坡度為1/128，即距海岸灘線距離900 間；在水深 -7 以後則底床坡度減緩為1/400，到水深 -10 即距灘線約2,000 處左右則趨於平坦。

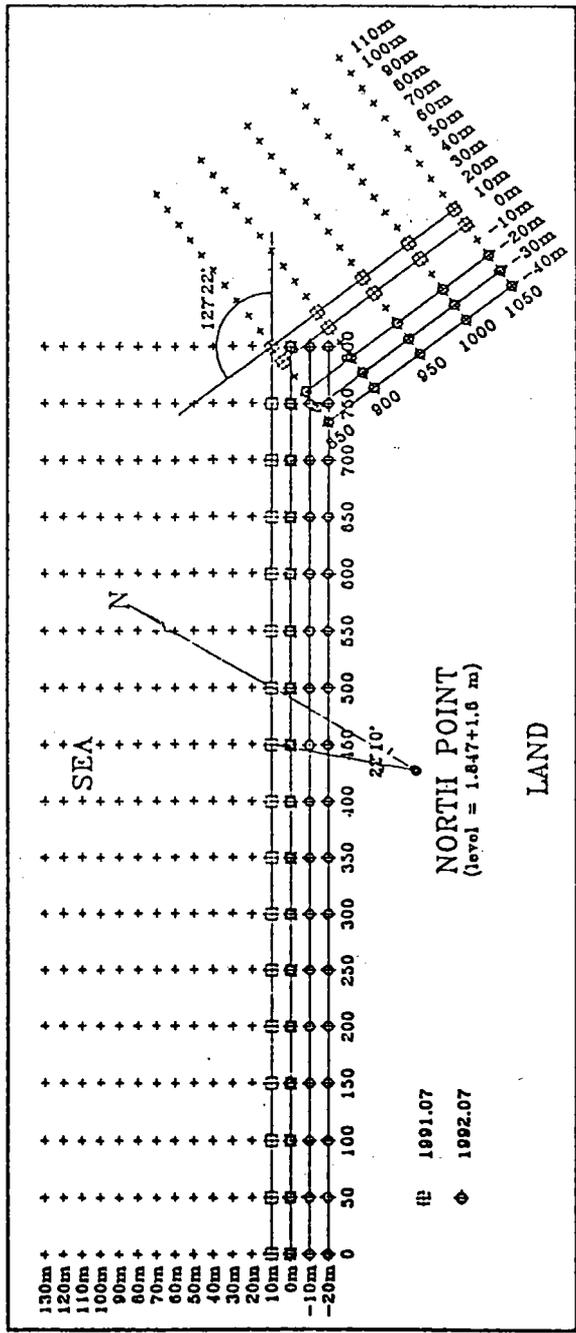


圖 3-13(a) 外傘頂洲北端測量範圍及其他相對位置示意圖

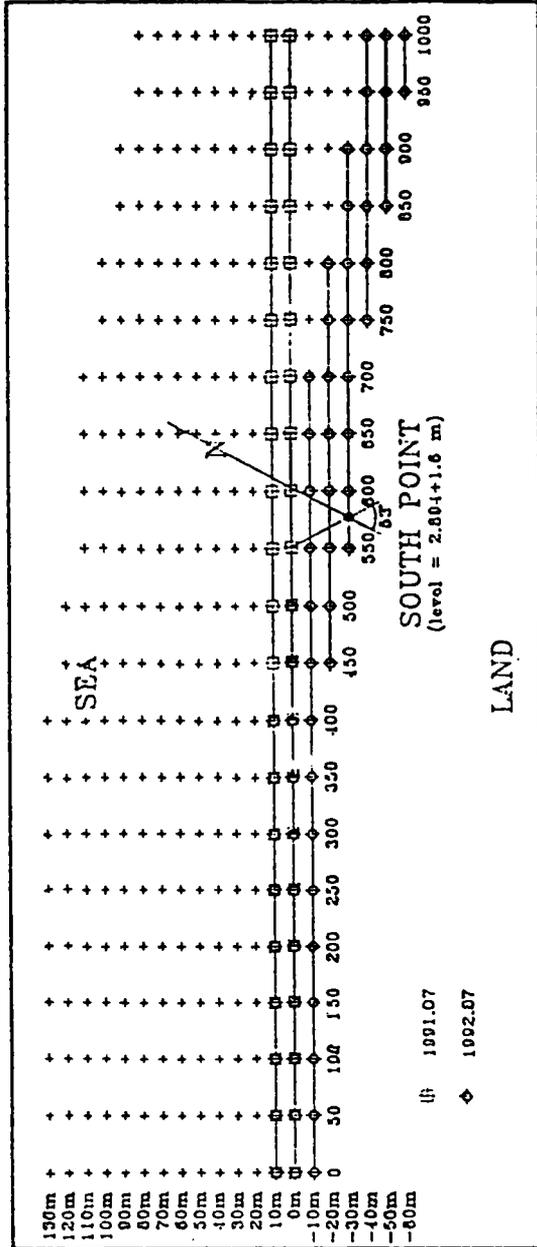


圖 3-13(b) 外傘頂洲南端測量範圍及其他相對位置示意圖

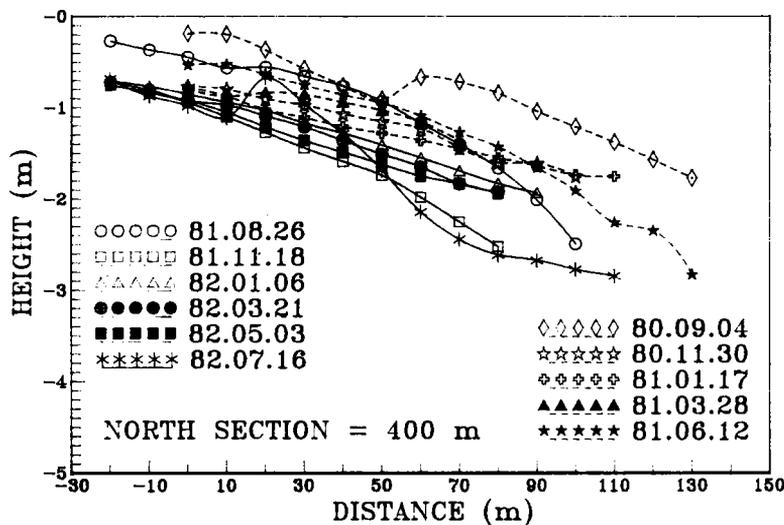
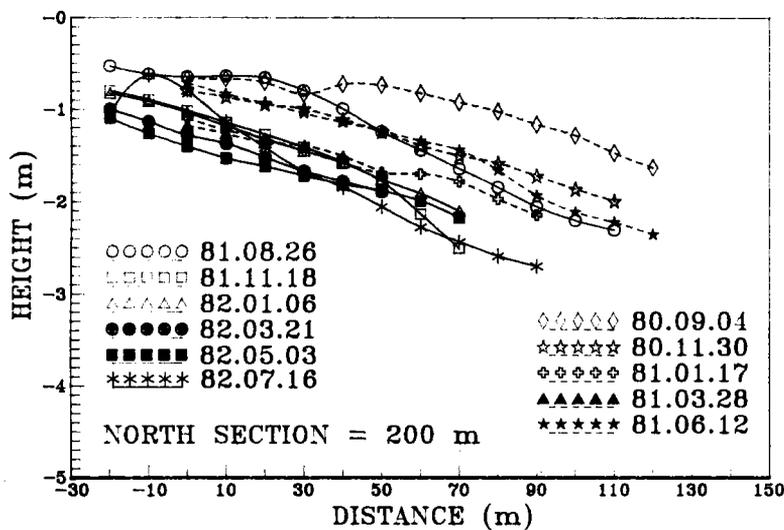
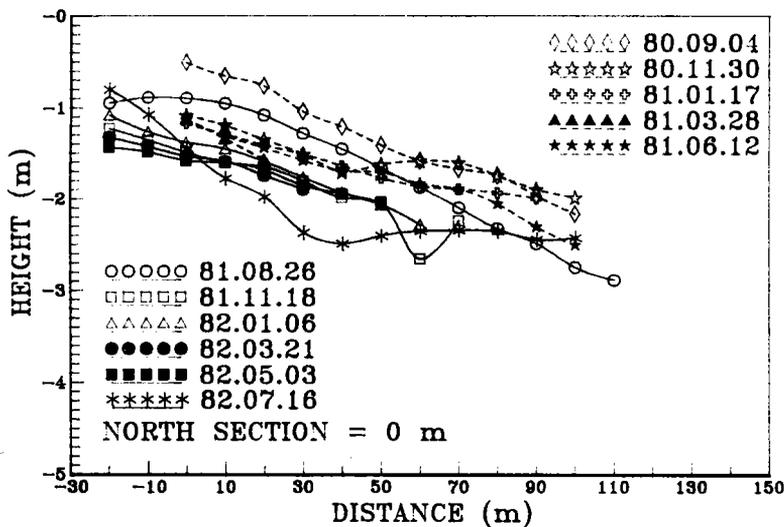


圖 3-14(a) 外傘頂洲北端 $N=0^m$ 、 200^m 、 400^m 歷次水深變化圖

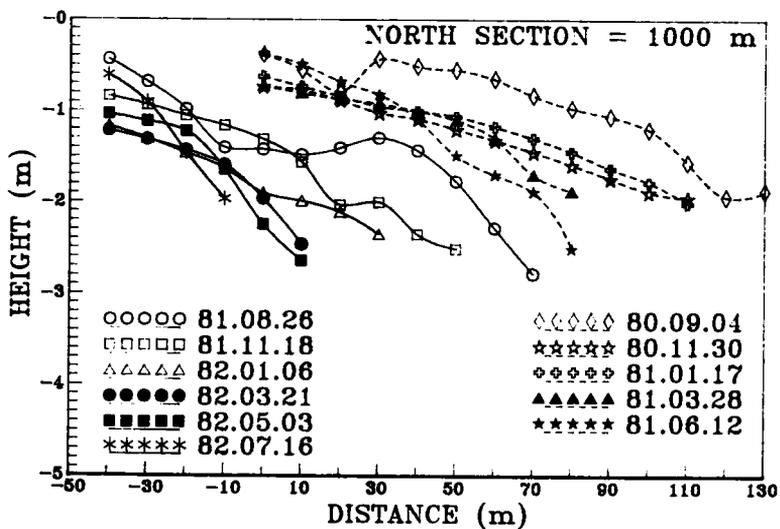
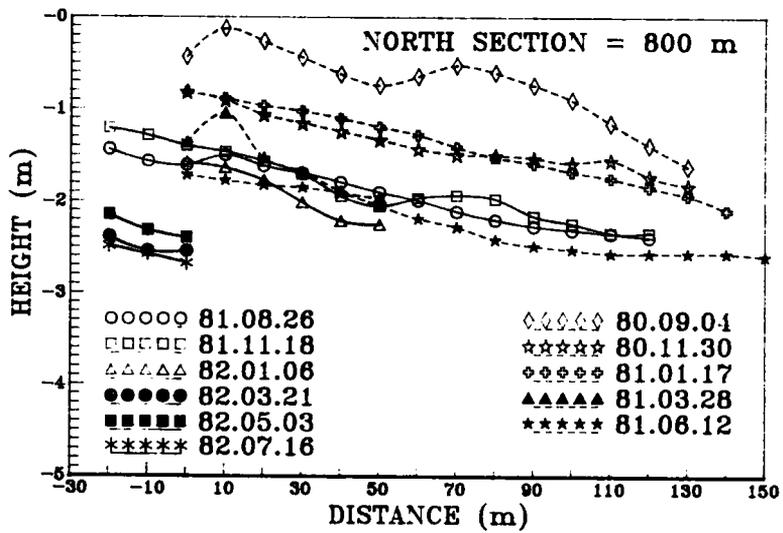
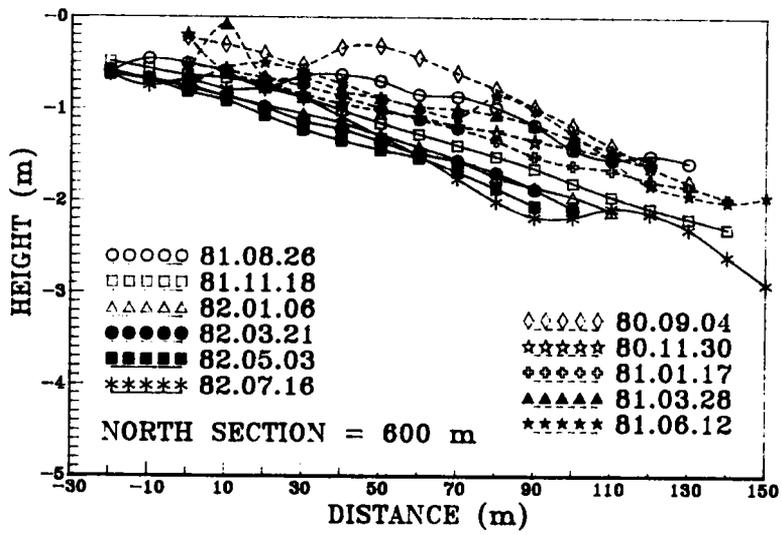


圖 3-14(b) 外傘頂洲北端 N=600^m、800^m、1000^m 歷次水深變化圖

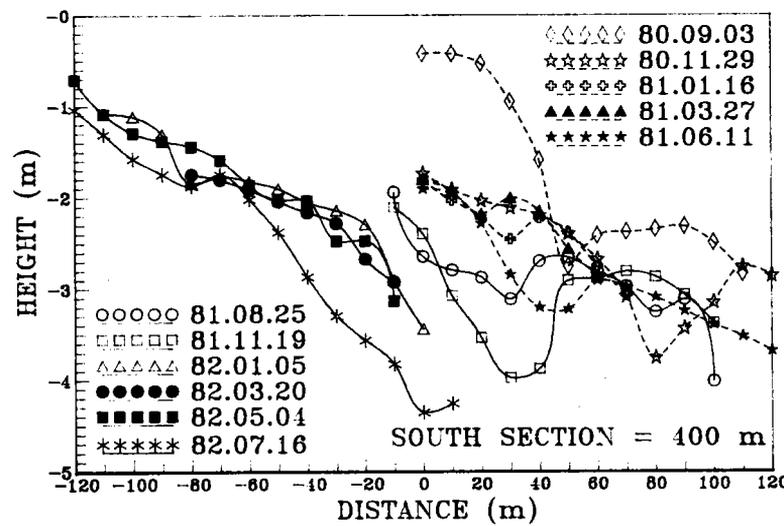
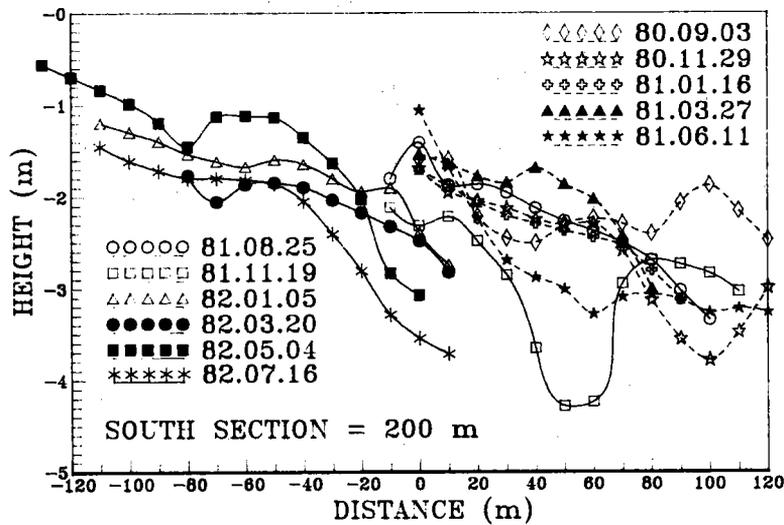
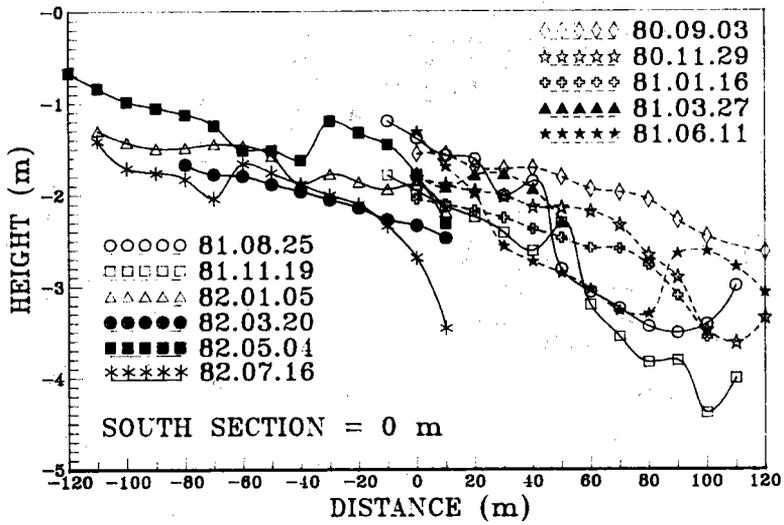


圖 3-15(a)外傘頂洲南端S=0^m、200^m、400^m歷次水深變化圖

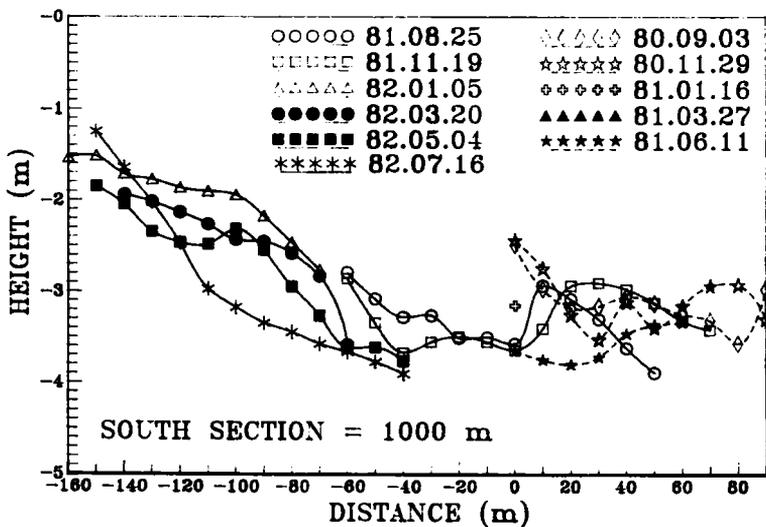
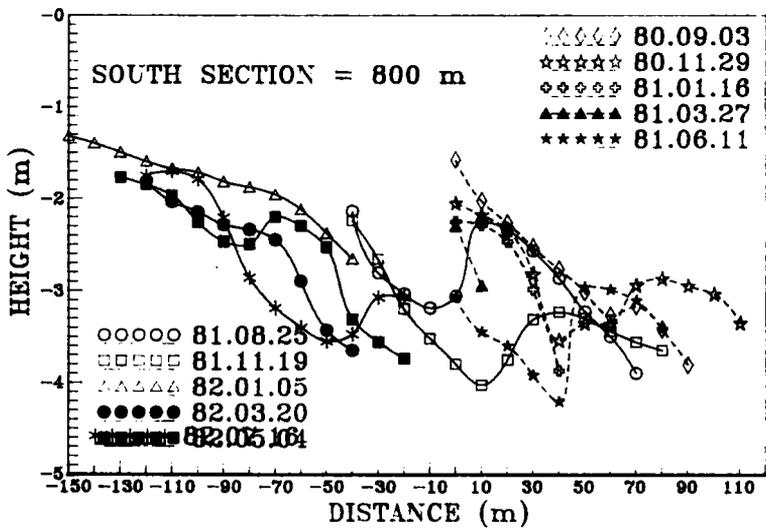
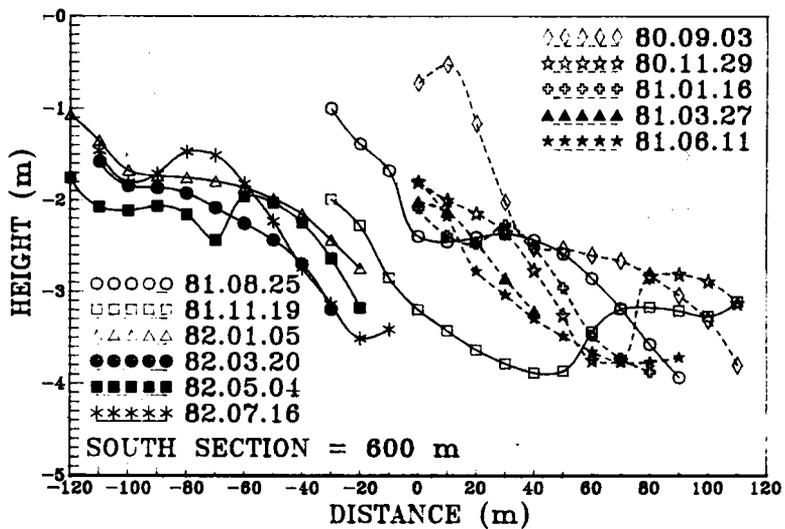


圖 3-15(b)外傘頂洲南端S=600²、800²、1000²歷次水深變化圖

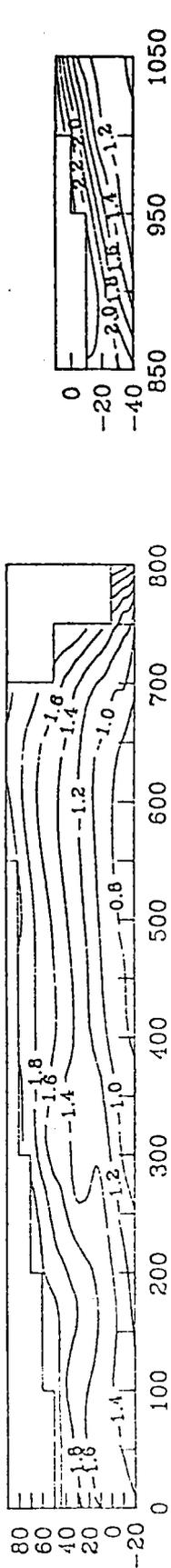


圖 3-16(a)外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(82.05.03)

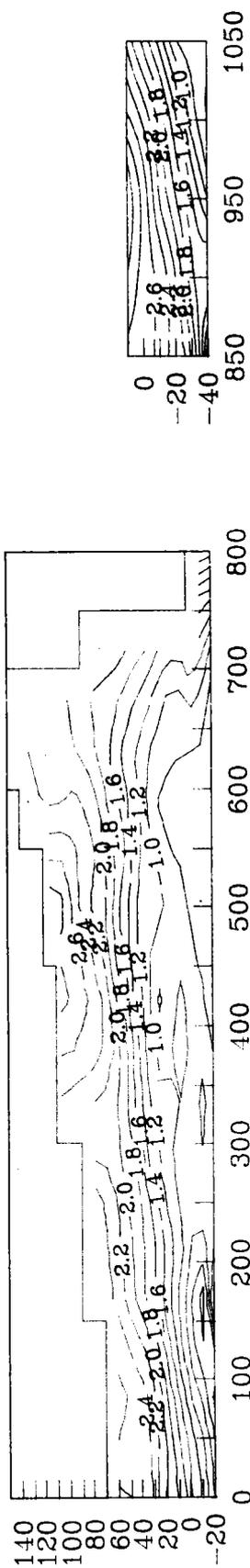


圖 3-16(b)外傘頂洲北端觀測區域平面地形圖(82.07.16)

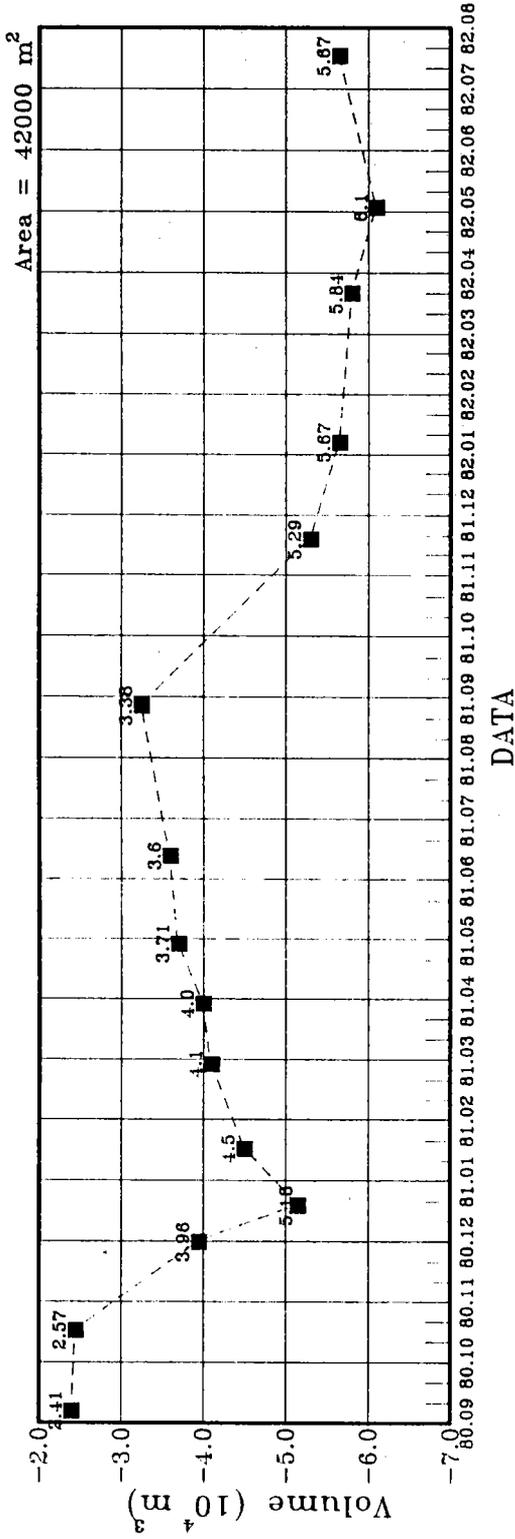


圖 3-18(a) 外傘頂洲北端自 80.9 ~ 82.8 年間相同觀測範圍
歷次沖淤積量變化圖

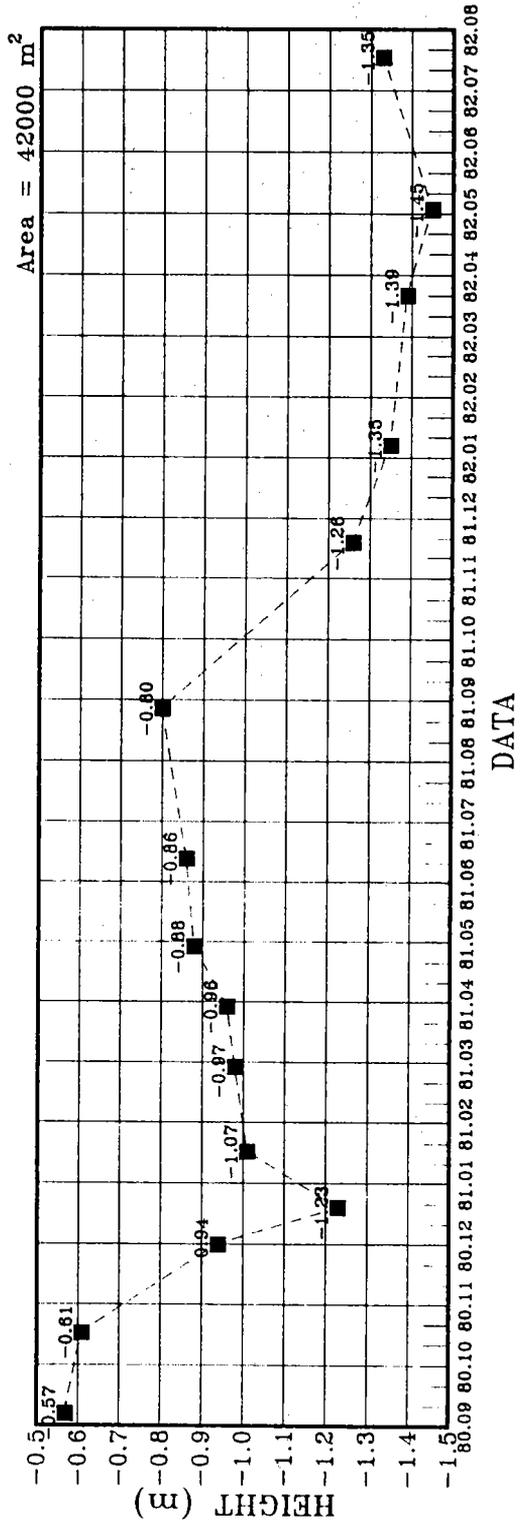
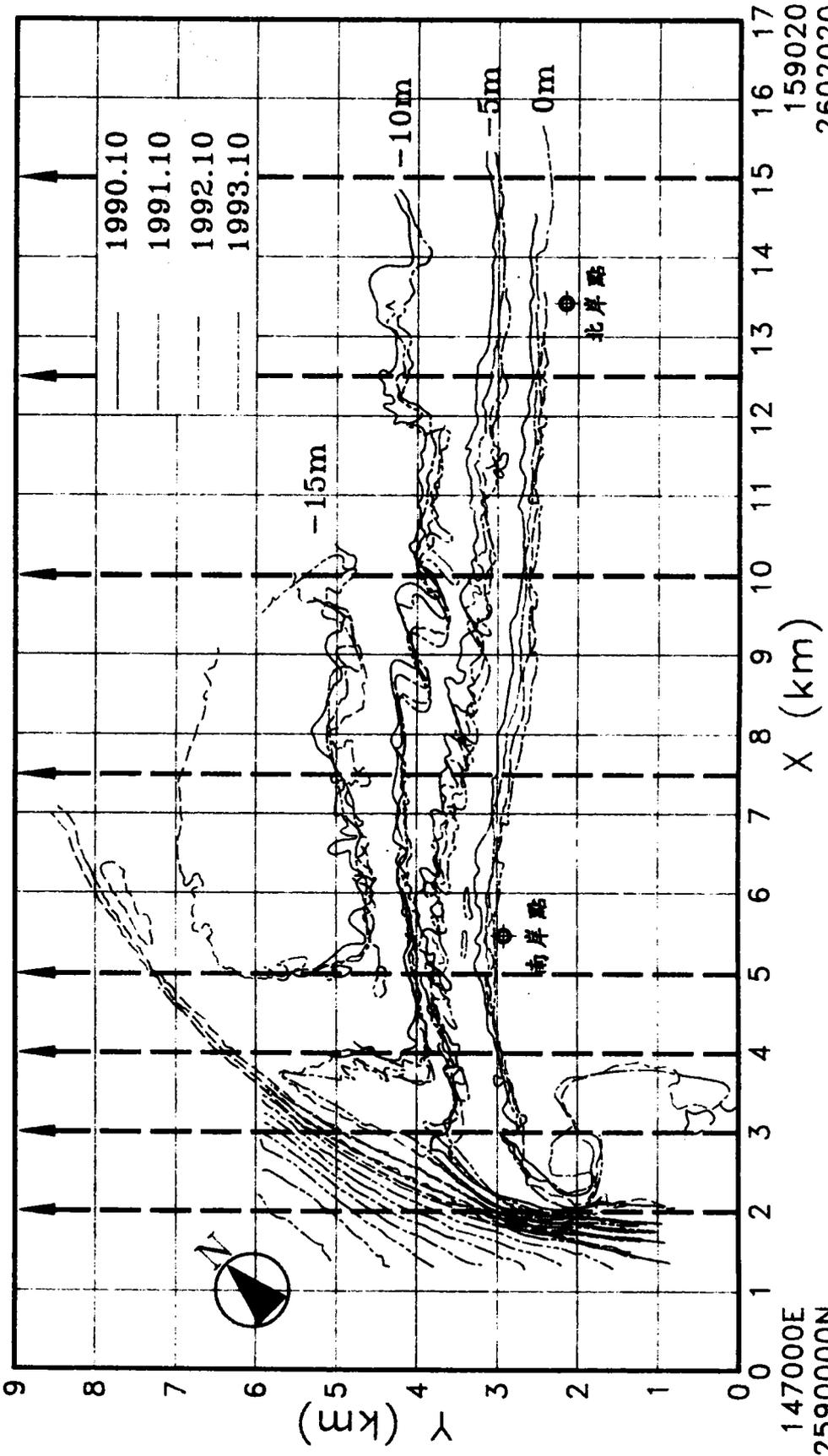


圖 3-18(b) 外傘頂洲北端自 80.9 ~ 82.8 年間相同觀測範圍
歷次沖淤深度變化圖

140636.039E
2596363.961N

152656.8542E
2608384.7763N



147000E
259000N

159020.8153E
2602020.8153N

圖 3-19 外傘頂洲西側地形等深線變化比較圖(1990~1993)

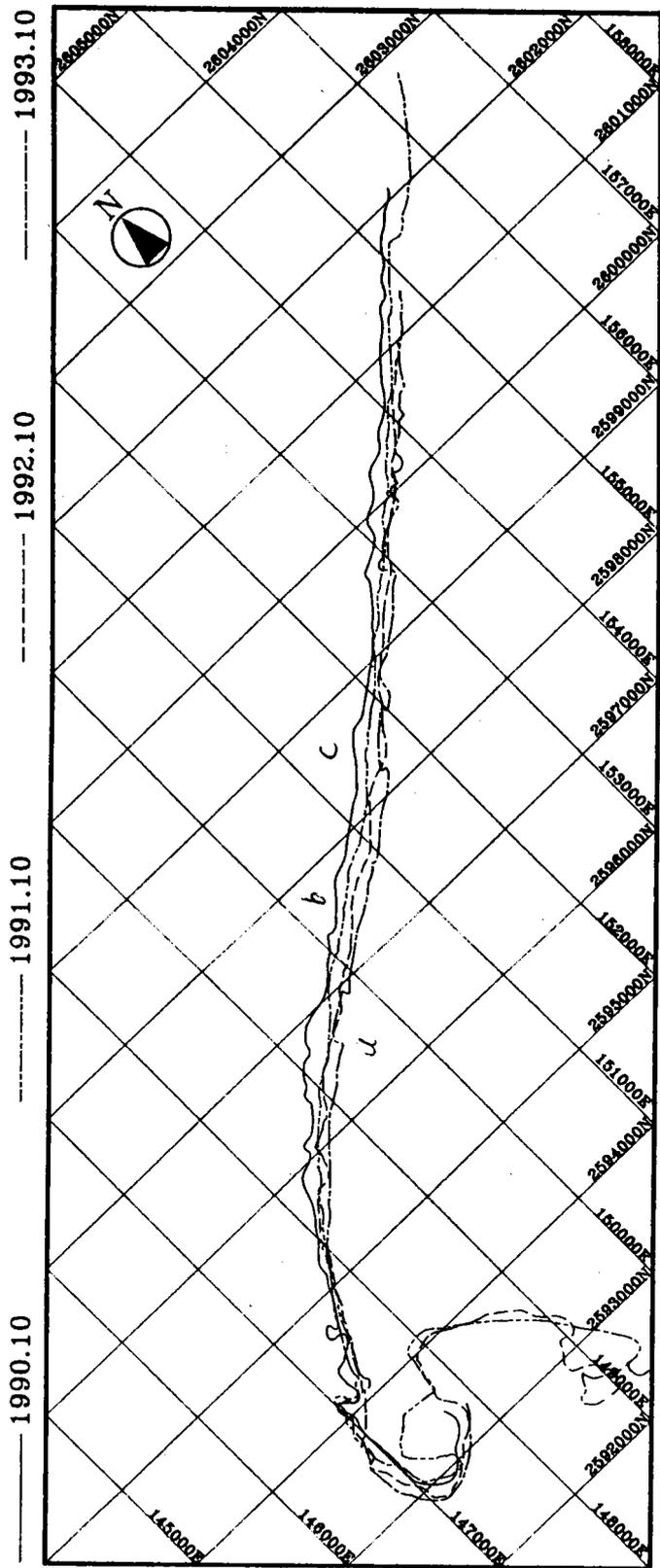


圖 3-20 外傘頂洲西側海灘線(±0^m)歷年變化比較圖(1990~1993)

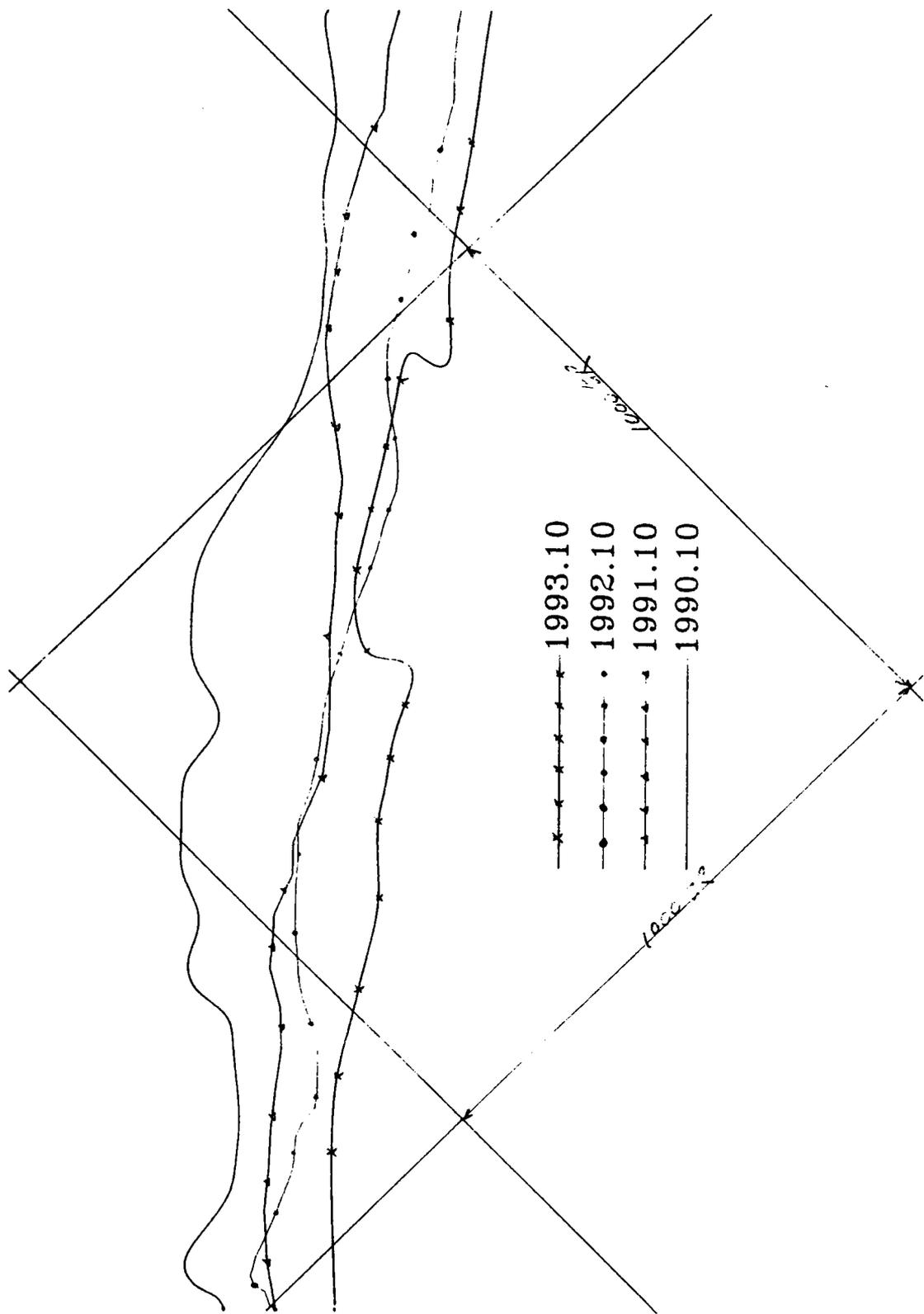


圖 3-21(a)外傘頂洲西側海灘線a區放大歷年變化比較圖(1990~1993)

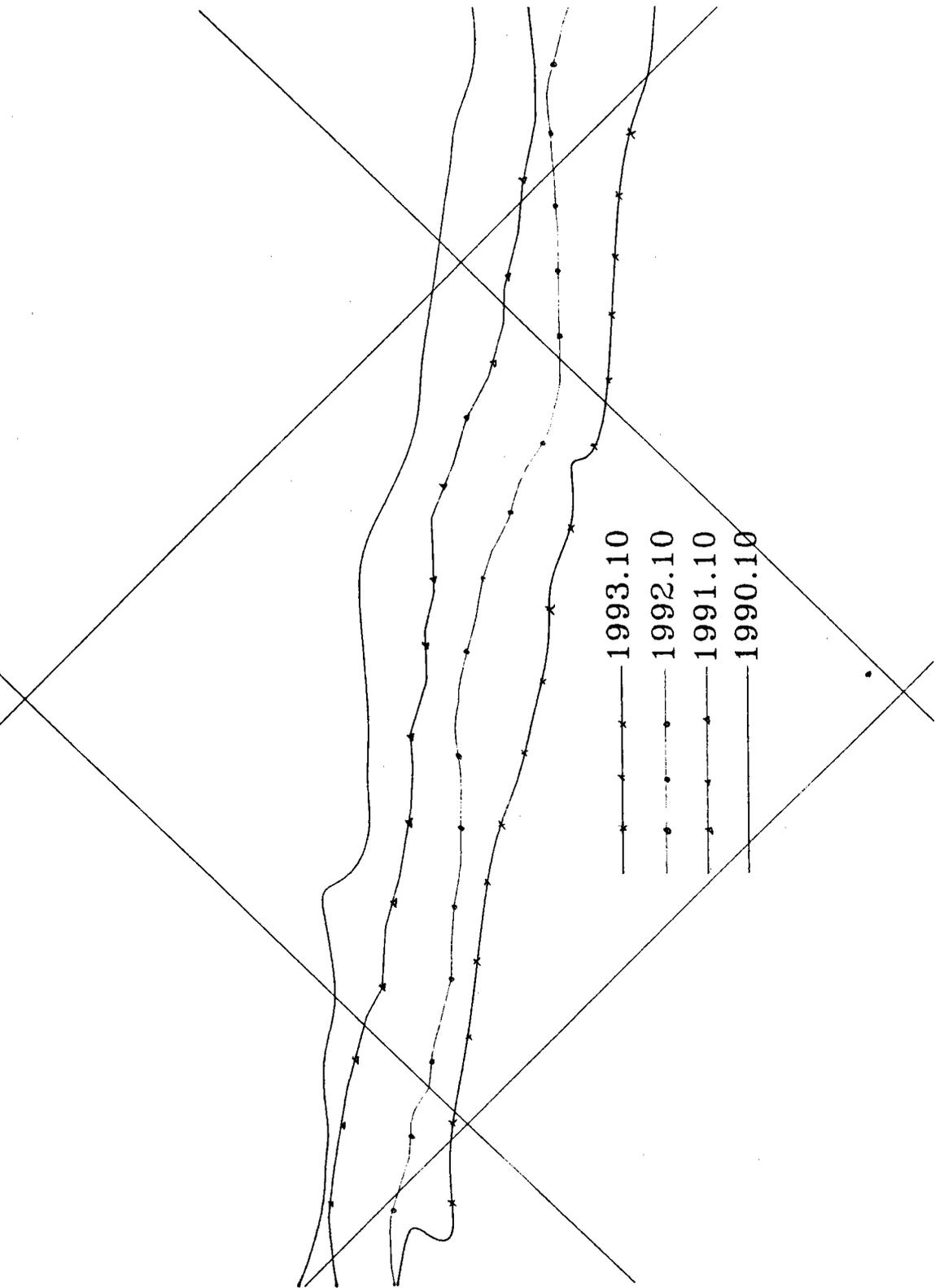


圖 3-21(b)外傘頂洲西側海灘線b區放大歷年變化比較圖(1990~1993)

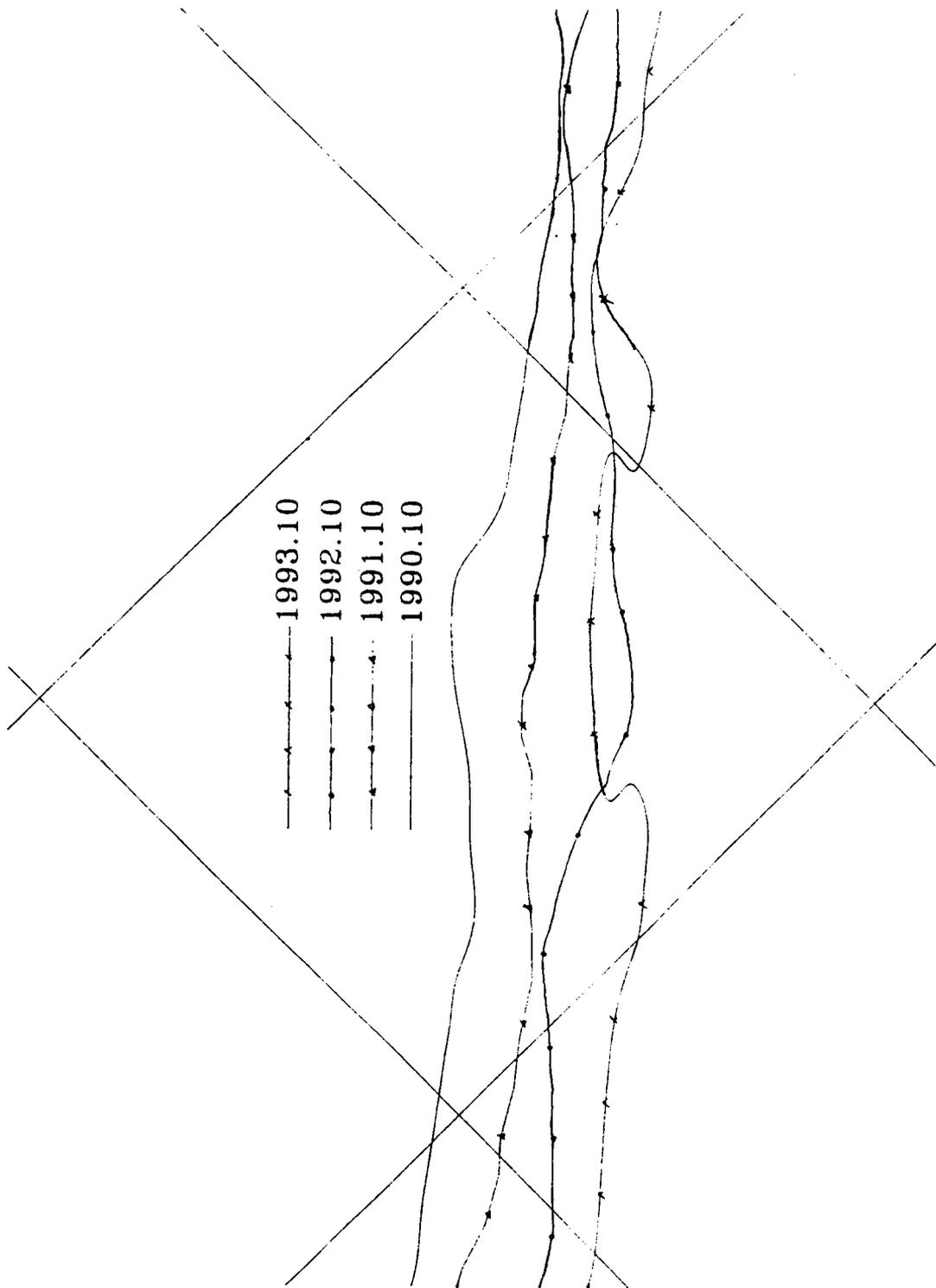


圖 3-21(c) 外傘頂洲西側海灘線 C 區放大量年變化比較圖 (1990~1993)

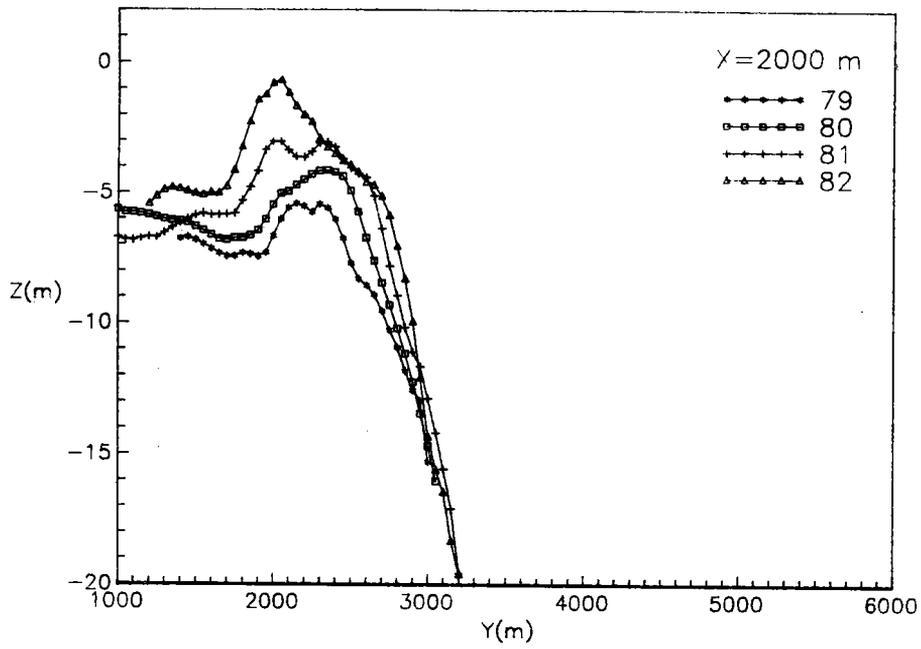


圖 3-22(a)外傘頂洲 $X=2000\text{ m}$ 断面處，最近四年水深變化圖

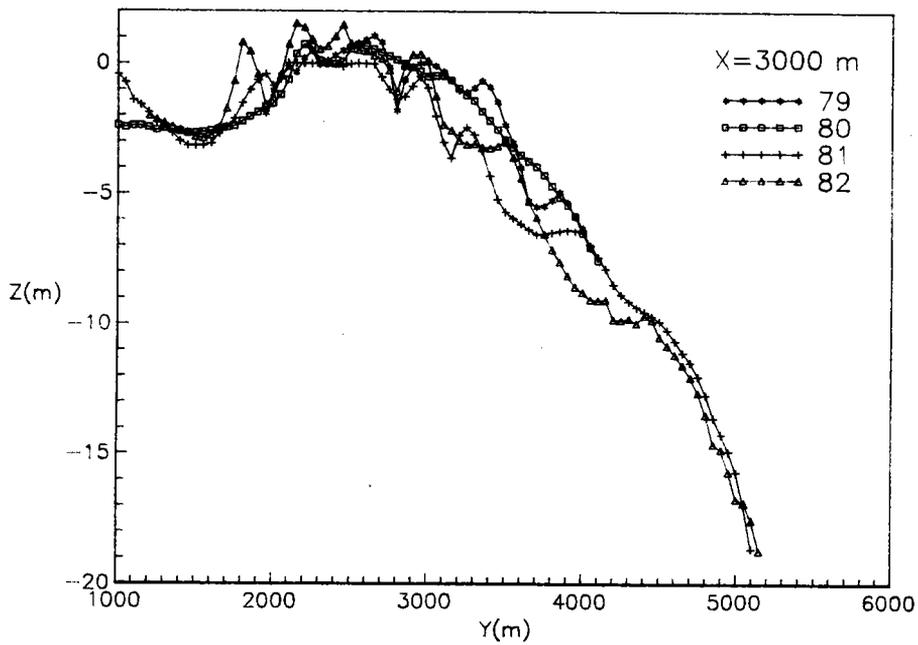


圖 3-22(b)外傘頂洲 $X=3000\text{ m}$ 断面處，最近四年水深變化圖

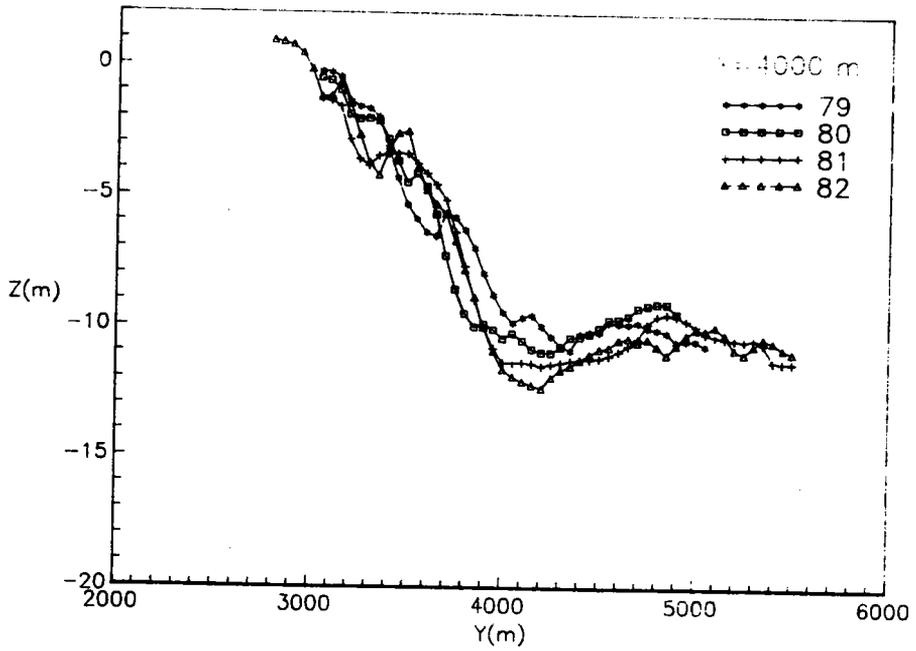


圖 3-22(c)外傘頂洲 $X=4000$ 断面處，最近四年水深變化圖

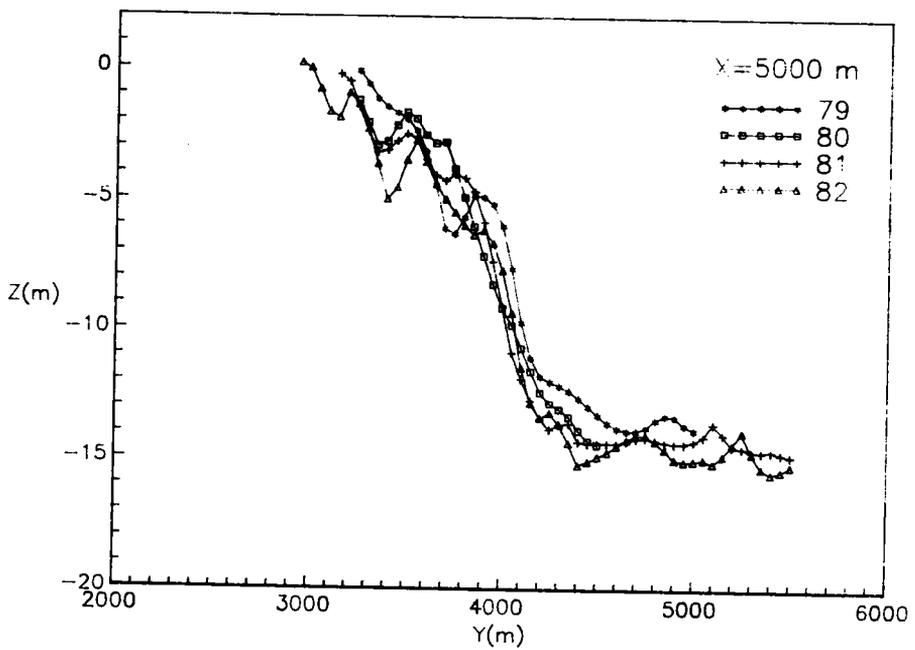


圖 3-22(d)外傘頂洲 $X=5000$ 断面處，最近四年水深變化圖

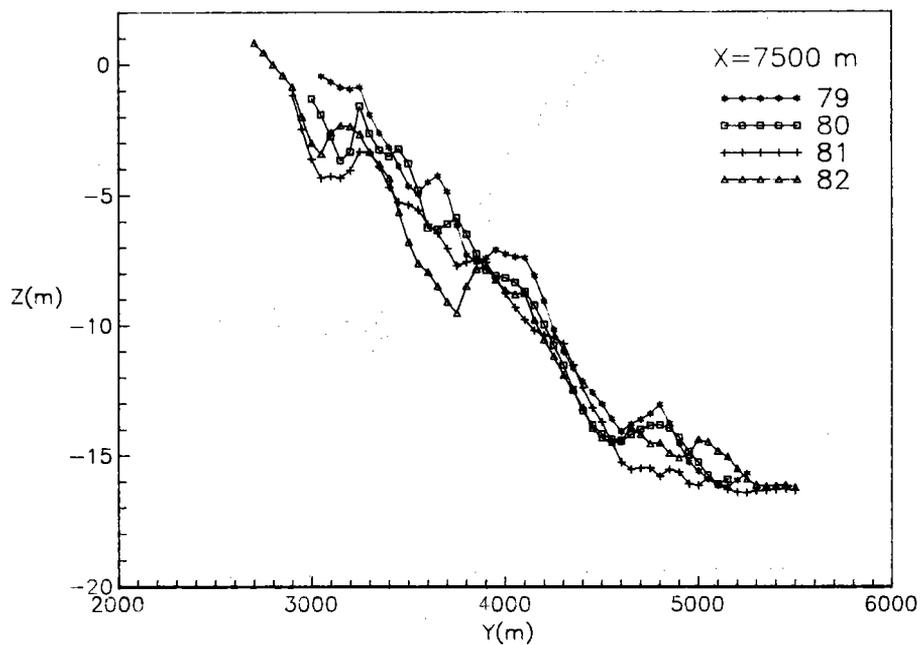


圖 3-22(e)外傘頂洲X=7500^m断面處，最近四年水深變化圖

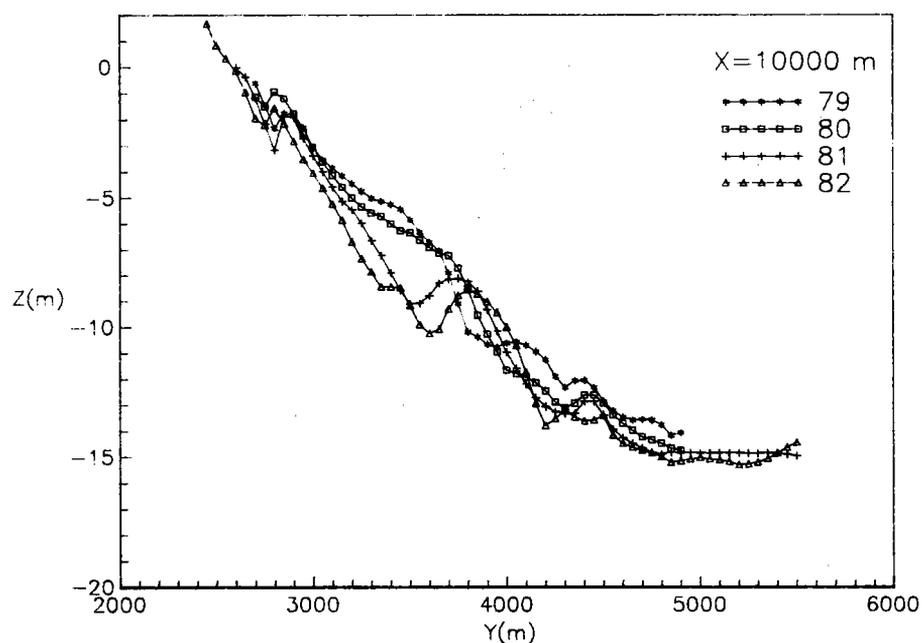


圖 3-22(f)外傘頂洲X=10,000^m断面處，最近四年水深變化圖

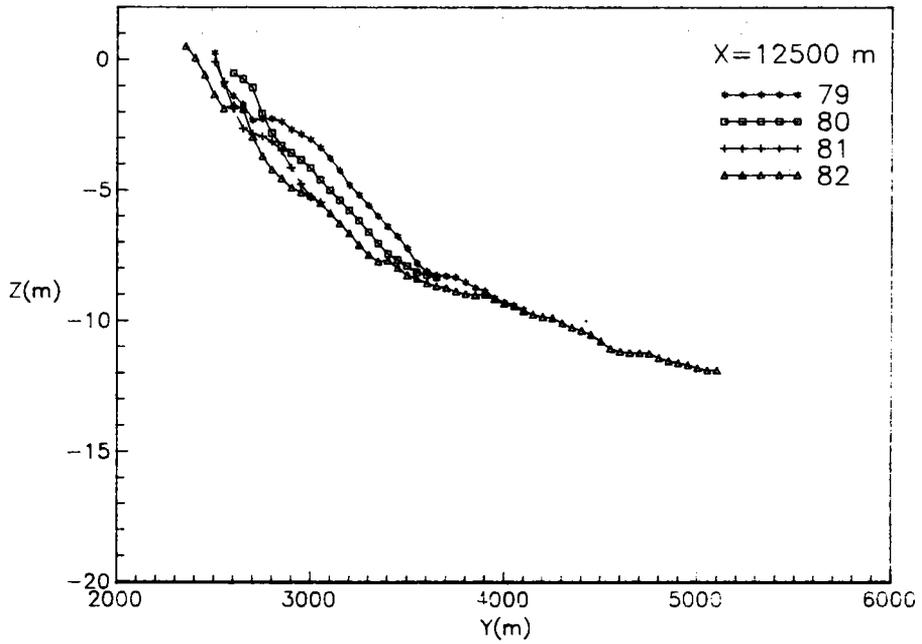


圖 3-22(g)外傘頂洲 $X=12,500$ m斷面處，最近四年水深變化圖

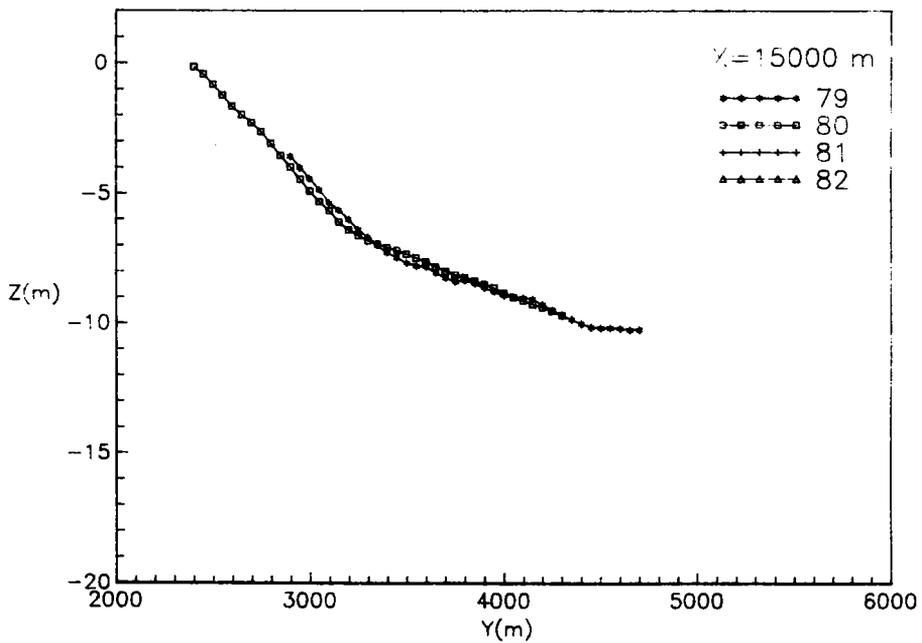


圖 3-22(h)外傘頂洲 $X=15,000$ m斷面處，最近四年水深變化圖

第四章 高雄海域沖淤近況

§ 4-1 調查範圍

本文高雄海域沖淤調查範圍，係指北自高雄二港口南至高屏溪口處，如圖4-1所示，該海域之海岸線走向大致為西北、東南方向。沿岸主要地形及構造物由北往南分別計有高雄港二港口防波堤、台電卸煤碼頭、大林蒲發電廠出水口導流堤及中芸漁港防波堤設施等。

§ 4-2 海氣象資料分析

一、潮汐及海流

1. 潮汐資料析

根據高雄港務局測量隊所提供在高雄二港口第 110 號碼頭附近之潮汐資料分析結果可知，在民國 81 年高雄港二港口附近潮汐如下：

平均潮差	42.7公分
最大潮差	128公分
平均潮位	86.6公分

並由潮位能譜分析結果資料顯示，能譜的相對尖峰分別出現在頻率 0.0391CPH(週期 25.58 小時)及 0.0781CPH(週期 12.8 小時)，亦即高雄港的潮汐主要係由全日潮及半日分潮所組成的複合潮，但全日潮的成份略大於半日潮。

2. 海流資料分析

根據本所在第二港口附近海域兩觀站所觀測得資料分析結果

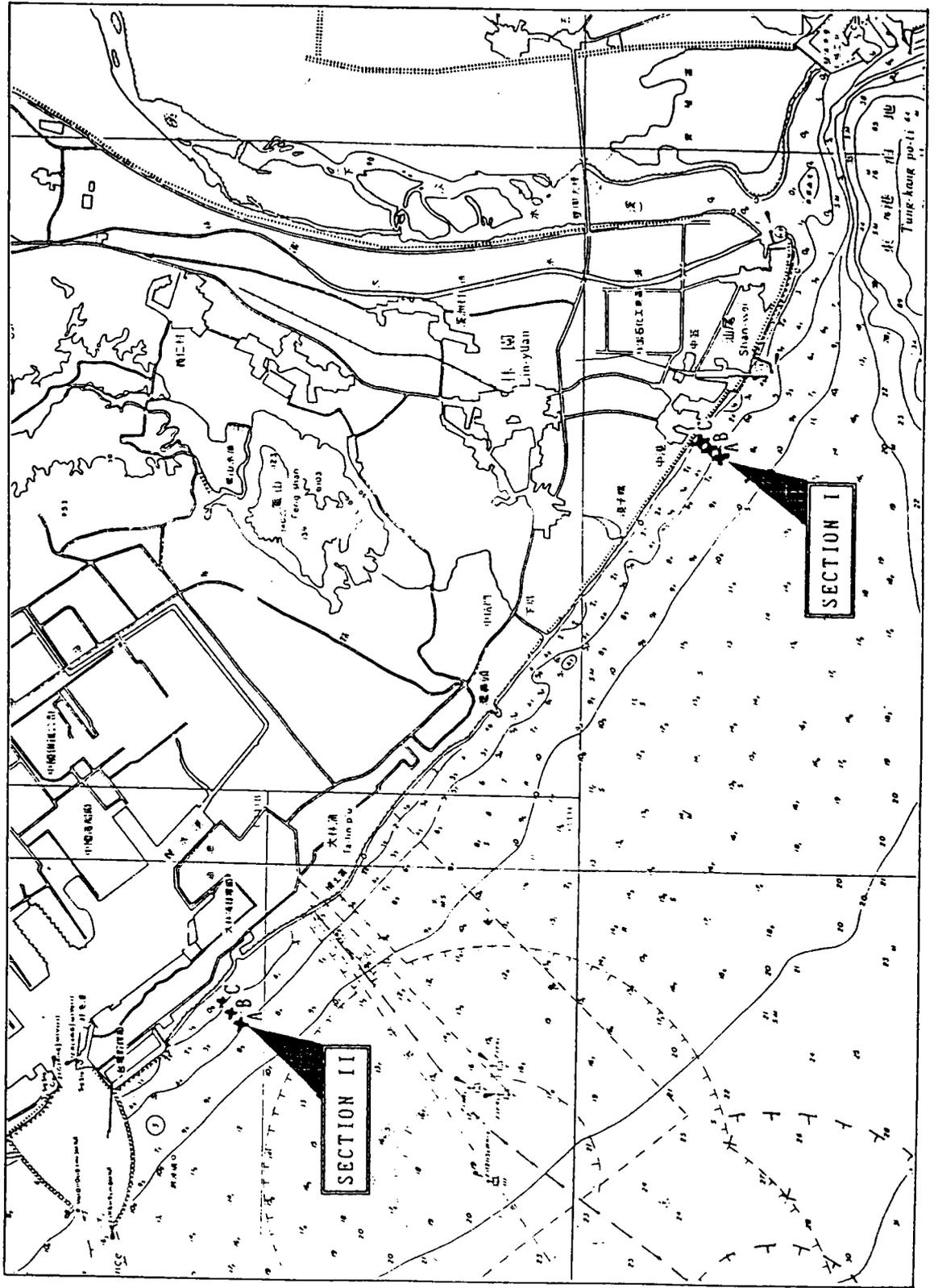


圖 4-1 高雄海域地形及漂沙調查位置圖

顯示，觀測站處之海流流向有週期性往復運動，海流運動方向主要集中在沿海岸平行方向，且由每次海流流速與流向統計直方圖分析結果可知，海流主要成份為潮流，隨潮流漲落改變流向，主軸為 WNW與 ESE方向。其次根據本所在該區海域兩觀測站之海流累進向量圖分析結果顯示，在2、3、4、9月份向北流向較佔優勢；6、8、10、11、12月份海流向南所佔比例較大；故知本區海域之海流以沿岸平行即北北西—南南東方向為主，其海流流向與漲退潮無明顯的關係。

再者本所亦曾在該區海域分別於民國81年6月18日、19日以及81年12月1日、2日作過兩次游標追蹤調查，分析結果顯示，原則上漲潮向東南、退潮向西北，但小潮時退潮仍向東南流，故向南流的機率較大，浮標的速度在5~30公分/秒之間。

二、波浪

根據本所與高雄港務局合作，於屏東縣東港鎮南平里西方約1.6公里，水深-16^m處，所架設超音波式波高計所得波浪調查分析結果：

1. 冬季季風波浪

台灣海峽在冬季盛行北北東(NNE)季風，在高雄地區附近之海岸風速，因地形因素，風向由北北東(NNE)轉北(N)風或北北東(NNE)風及北北西(NNW)風，風速亦減低，因而冬季季風造成本區波浪，主要由台灣海峽出口處分散而來，最大波高大部份在1.0^m以下，波浪週期一般在8.0秒以下居多，冬季季風波浪之統計結果如表4-1所示。

2. 夏季季風波浪

夏季季風在高雄地區以西南(SW)風為主，風向較不穩定，風速較冬季季風弱，然而，本省地處太平洋西岸熱帶地區，夏、秋季常有颱風來襲或行經附近海域而引起較大之波浪。在颱風未到達之前，本區

海域發生的波浪，以來自菲律賓海域、南海或西太平洋風場中傳播而來的湧浪為主，且颱風來襲時及颱風經過後，所引進的西南氣流會造成風浪，故夏季季風波浪之波高比冬季季風波浪稍高，波浪波高小於 1.5m 者佔90.4%，波浪週期在9秒以下者佔89.2%，夏季季風波浪之統計結果如表4-2所示。由魏等(1988)指出本海域夏季盛行季風波向以西南(SW)為主。

3. 颱風波浪

中央氣象局將侵襲台灣之颱風運動路徑分為7種(其中特殊路徑歸類為一種)，自西元1897年~1989年間，每一路徑的發生次數百分比如圖4-2所示。此7種路徑中，對高雄地區較威脅者為：

- (1) 路徑3：通過台灣南部及南方近海，向西或西進行者。
- (2) 路徑5：沿西岸或台灣海峽北上者。
- (3) 路徑6：通過台灣中南部，再向東北進行者。

高雄港務局觀測記錄中之歷年實測最大波浪皆由颱風所造成，其中發生有義波高大於 5m 的記錄(71年後無實測資料)，如表4-3所示。

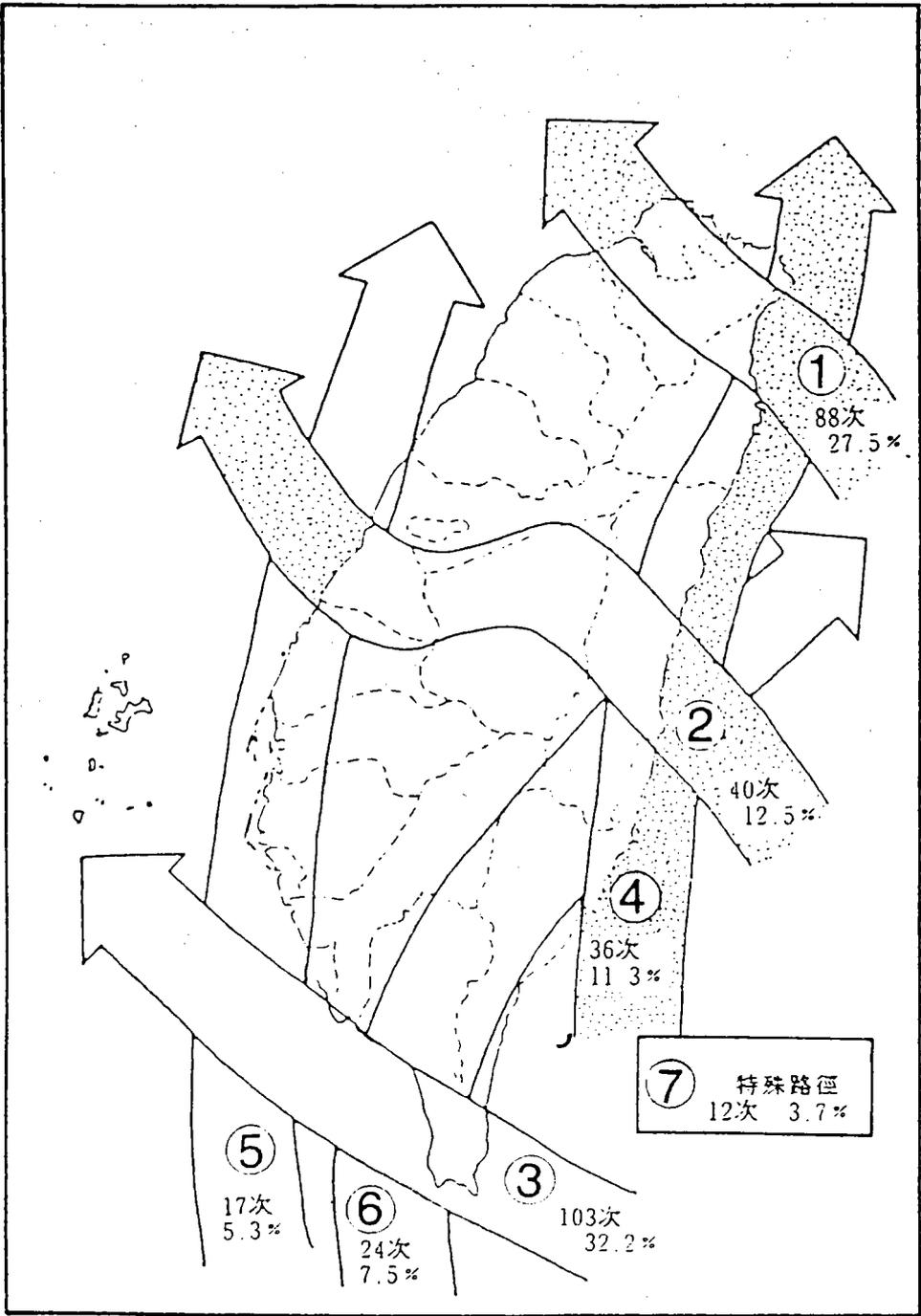


圖 4-2 侵襲台灣之颱風路徑次數百分比(1897~1989)

§ 4-3 水深地形變化分析及漂沙量估算

為瞭解高雄海域海岸漂沙特性，本所分別向高雄港務局洽取自民國69年到民國79年以及自台南水工所洽取81年有關該海域北自高雄第二港口南到鳳鼻頭間等共15張水深測量地形圖，其中在70年、71年、72年以及73年係每年分別在4、5月間以及10月各測一張，其餘測量期間均在每年4月~6月間所測，用以推算該段海岸在水深近10公尺以上之長期沖淤積量以及斷面變化，俾瞭解該段海岸漂沙特性。

若將該海岸區分為十一個斷面每斷面間之距離為600公尺，其斷面編號示意圖如圖4-3所示，則每一斷面歷年水深變化分別如圖4-4-1~圖4-4-10所示，根據歷年斷面水深變化圖形顯示，高雄海域沿岸地形除了在斷面編號X=4200、X=4800間略呈淤積外，其餘各斷面均呈侵蝕狀態，且在岸邊400~500公尺水深-5公尺處均有一明顯沿岸沙洲(longshore bar)之存在，愈往南邊該特性愈明顯；圖4-5~圖4-8則分別為民國70年~73年每年颱風期前後之水深測量地形斷面比較圖，圖形顯示，該區海岸均屬暴風型海岸(storm beach)，每當颱風過後均有明顯沿岸沙洲產生，當東北、西南季風時，再將沙洲逐漸推向岸邊。同時有點吾人應注意者，根據歷年水深斷面圖比較顯示，該海岸在水深-12公尺處仍有漂沙活動。

圖4-9則為估算高雄海岸漂沙沖淤積量分區範圍示意圖，吾人將整個海域劃分為9區，涵蓋水深到-12公尺，各分區沖淤土方量計算如表4-4所示，且各區土方量歷年變化則如圖4-10-1~圖4-10-10所示，圖形以及表中數據顯示，該區海岸特性以向離岸方向(on-off shore)漂沙為主，屬侵蝕海岸，每年平均被帶走之土方量自民國69年到79年間，每年平均約為30萬立方公尺。由於大林蒲南星計劃在80年動工，故81年地形圖在第(4)、(5)兩區已填築，故土方總量無法比較。

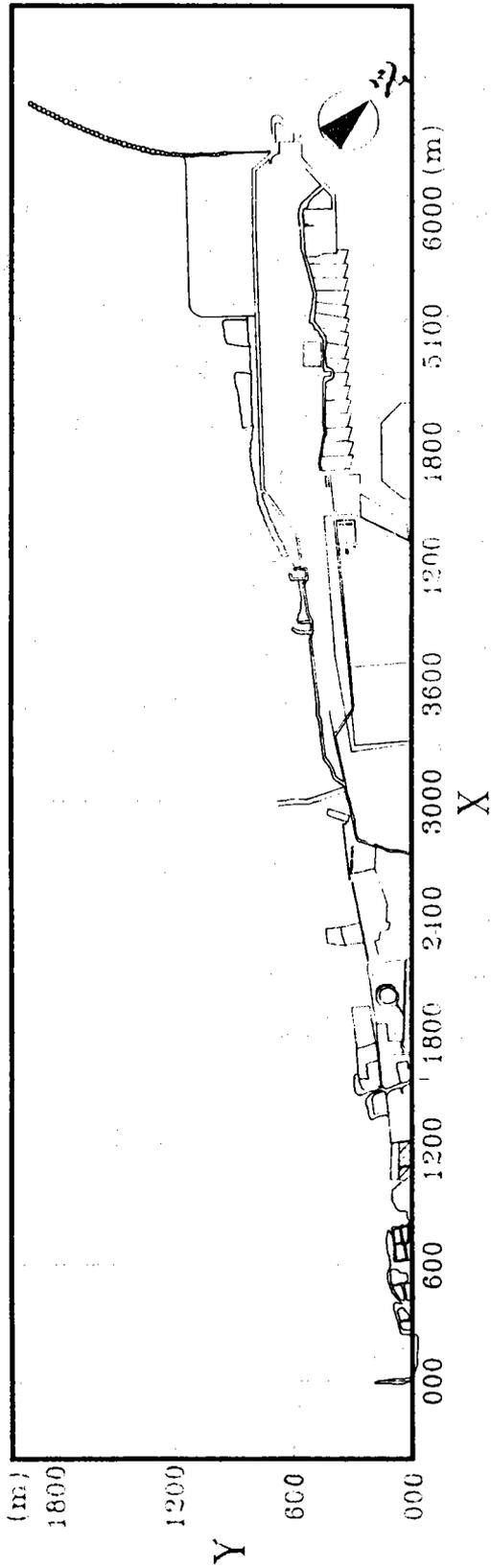


圖 4-3 高雄海域斷面編號示意圖

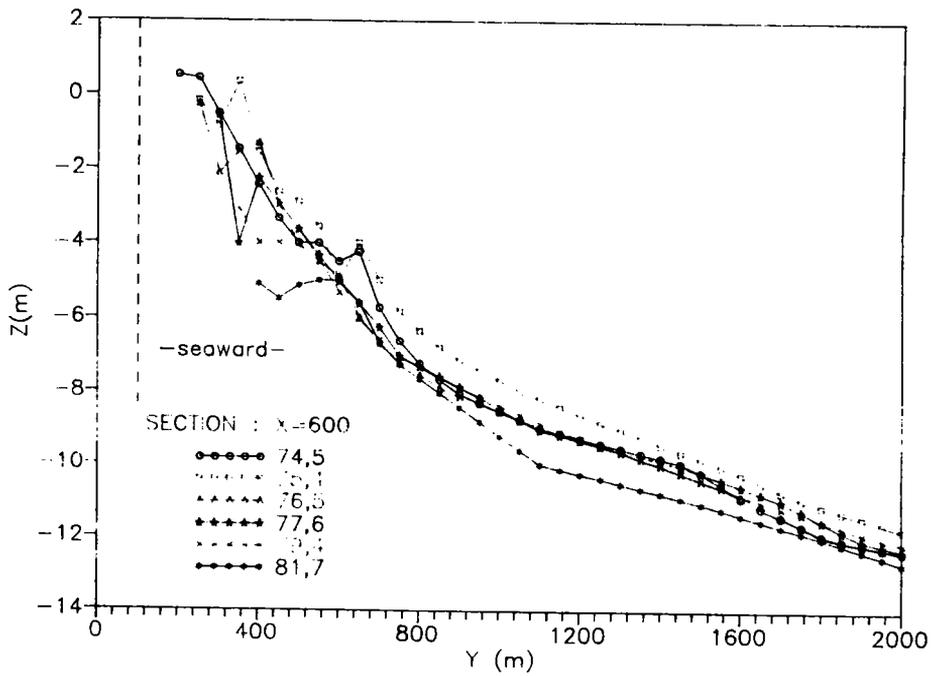
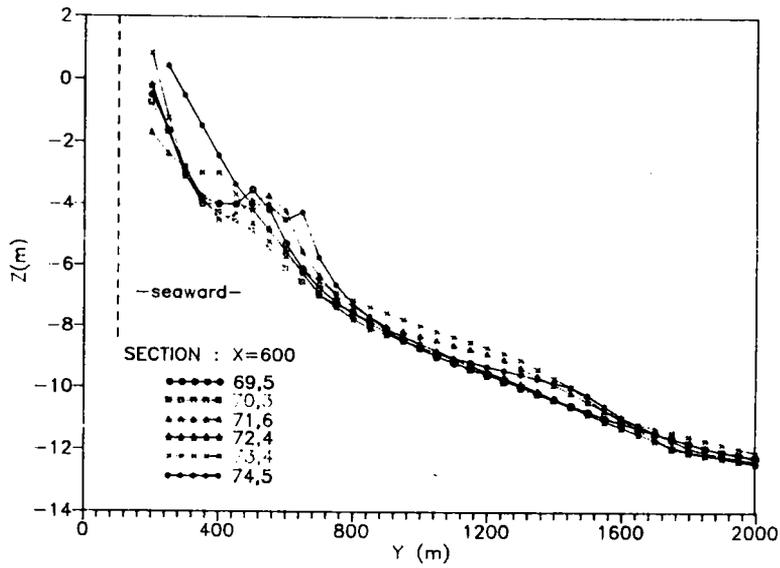


圖 4-4-1 高雄海域斷面編號X=600²，歷年水深變化圖

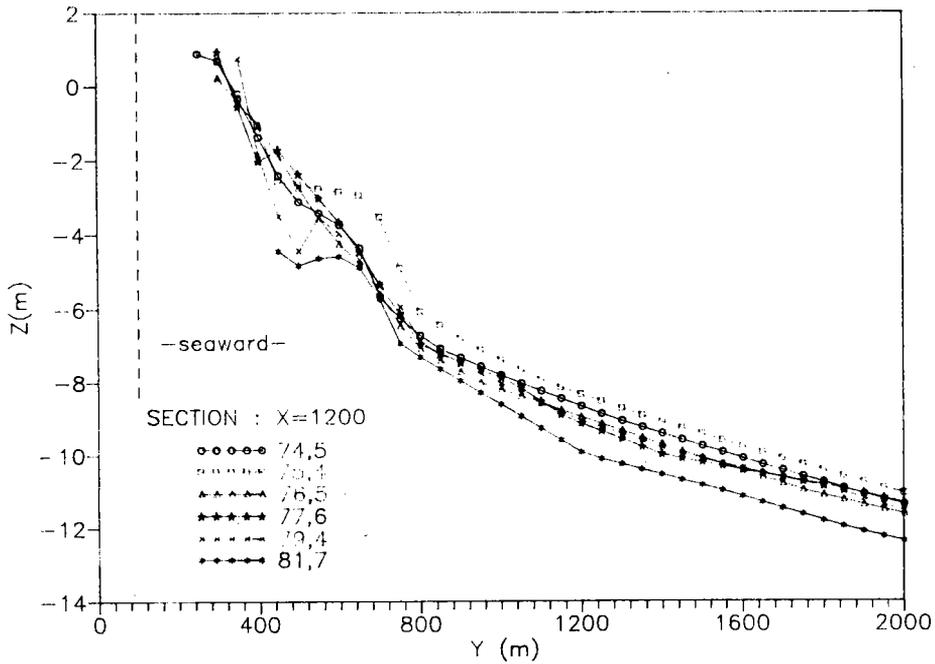
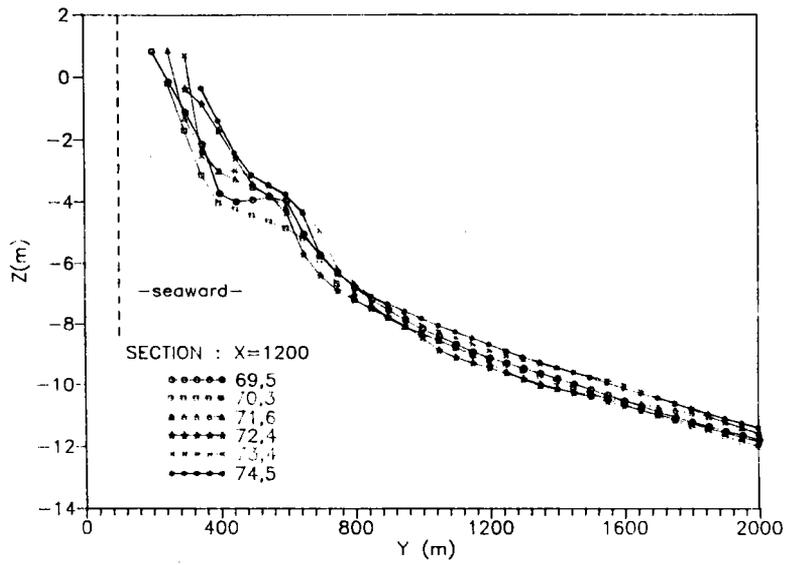


圖 4-4-2 高雄海域斷面編號X=1200^m，歷年水深變化圖

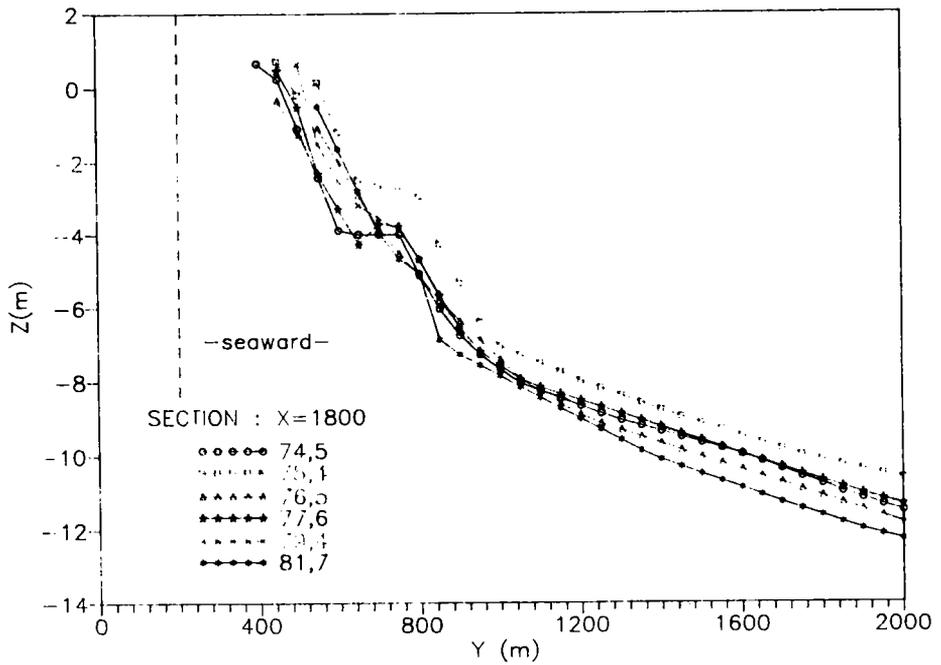
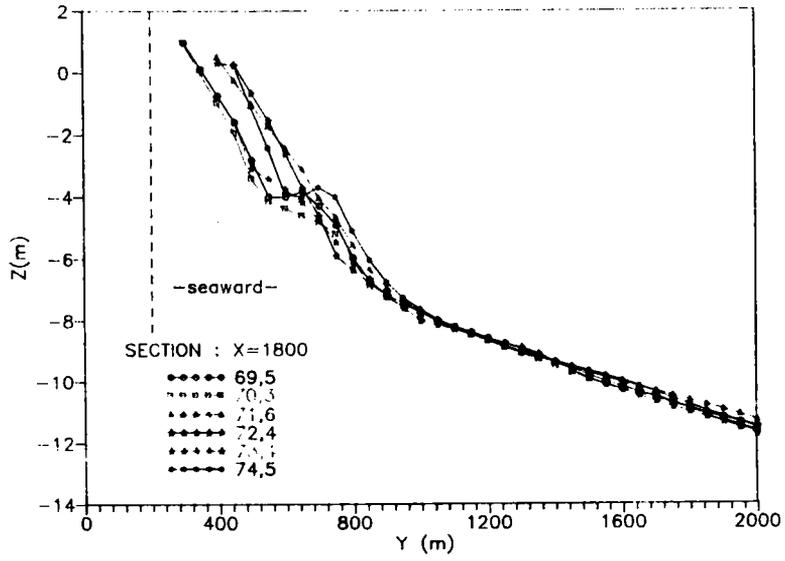


圖 4-4-3 高雄海域断面編號X=1800^m，歷年水深變化圖

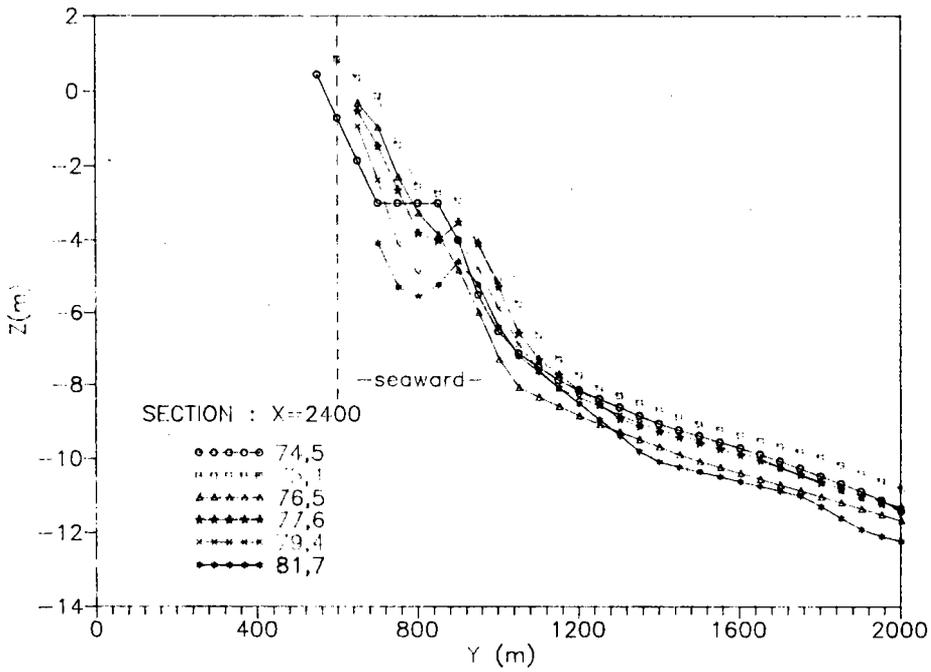
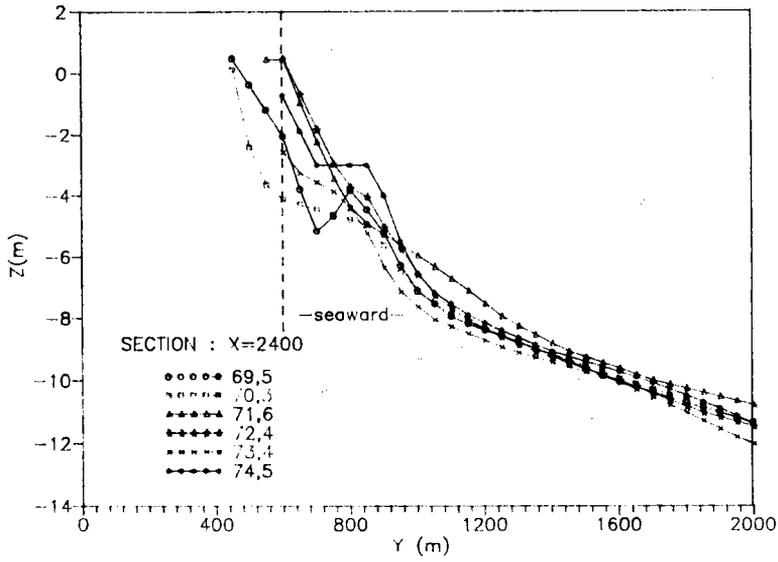


圖 4-4-4 高雄海域斷面編號X=2400^m，歷年水深變化圖

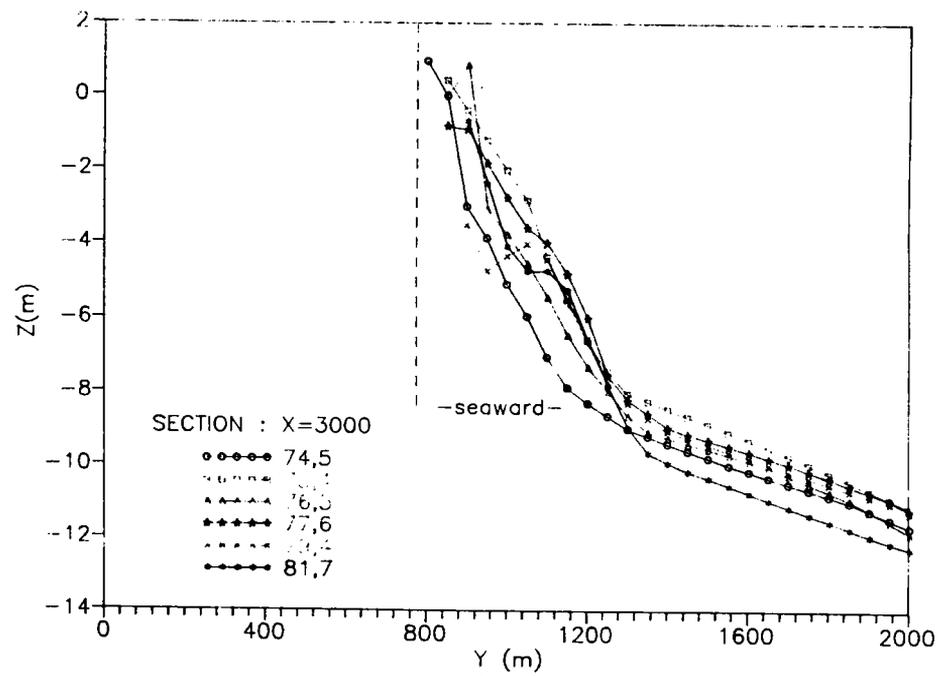
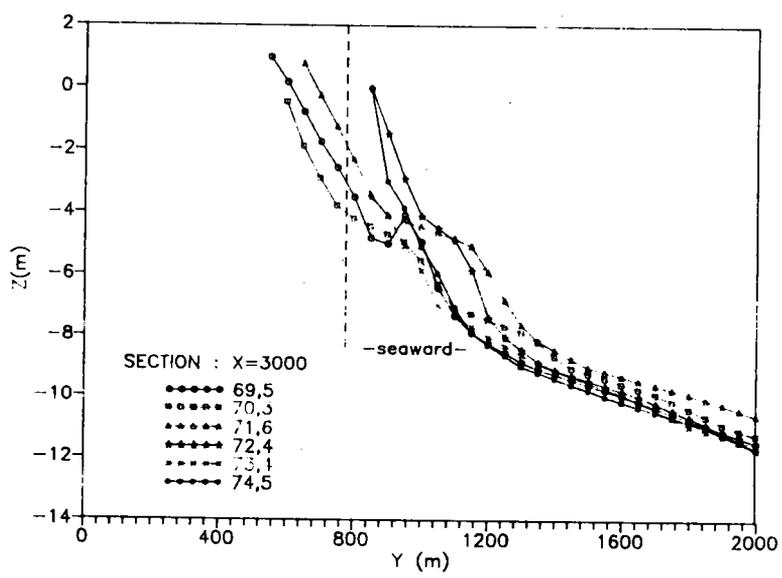


圖 4-4-5 高雄海域断面編號X=3000^m，歷年水深變化圖

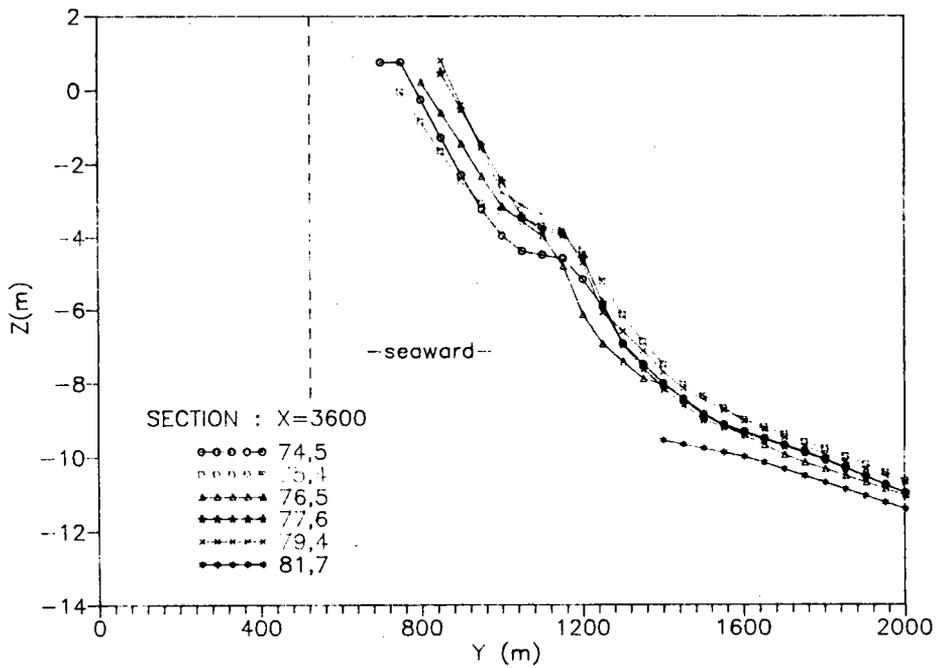
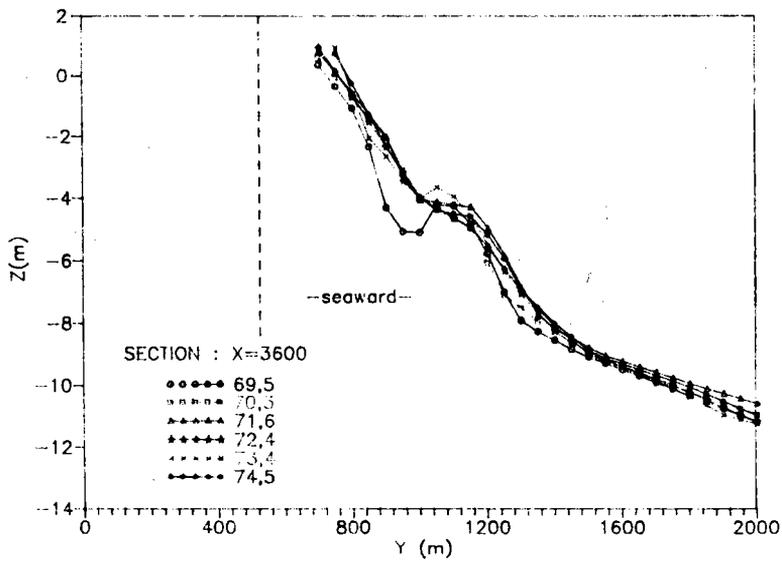


圖 4-4-6 高雄海域斷面編號X=3600^m，歷年水深變化圖

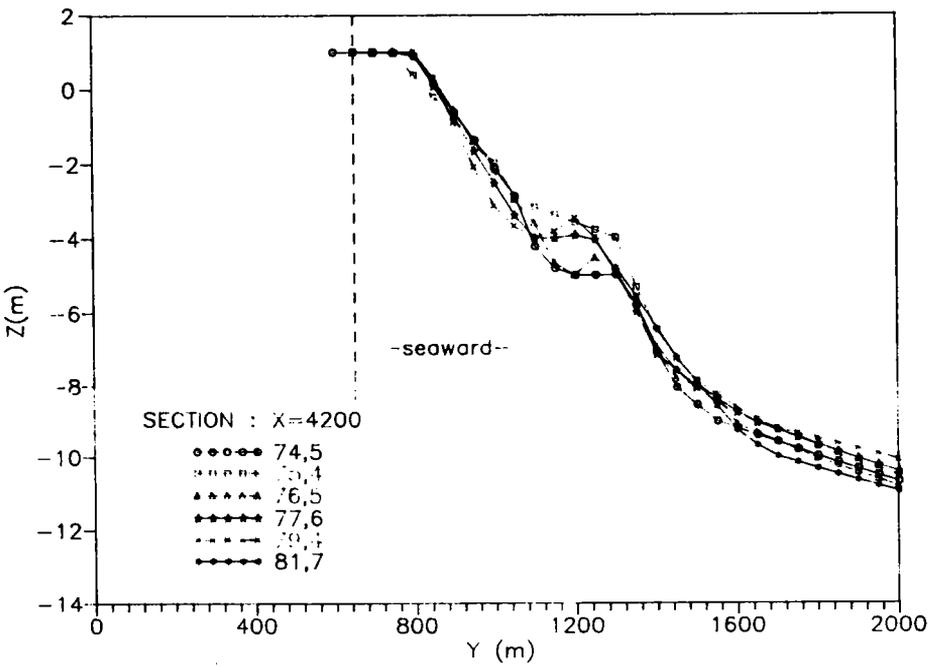
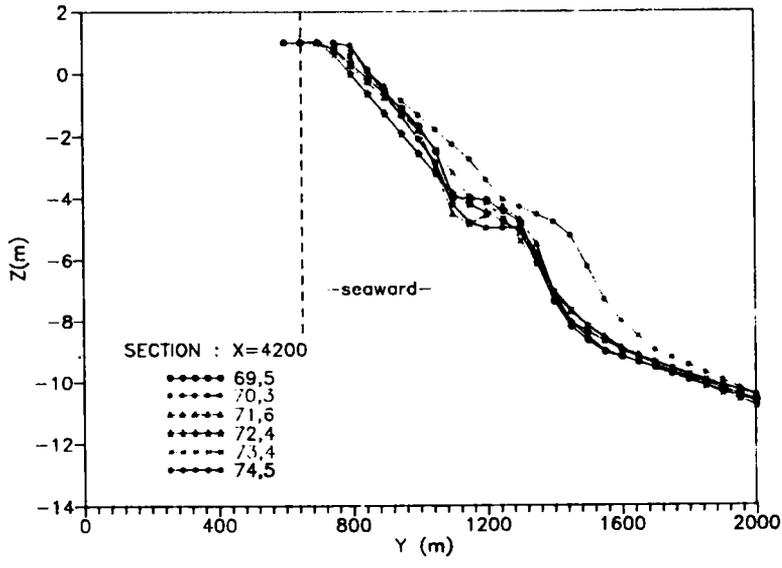


圖 4-4-7 高雄海域斷面編號X=4200，歷年水深變化圖

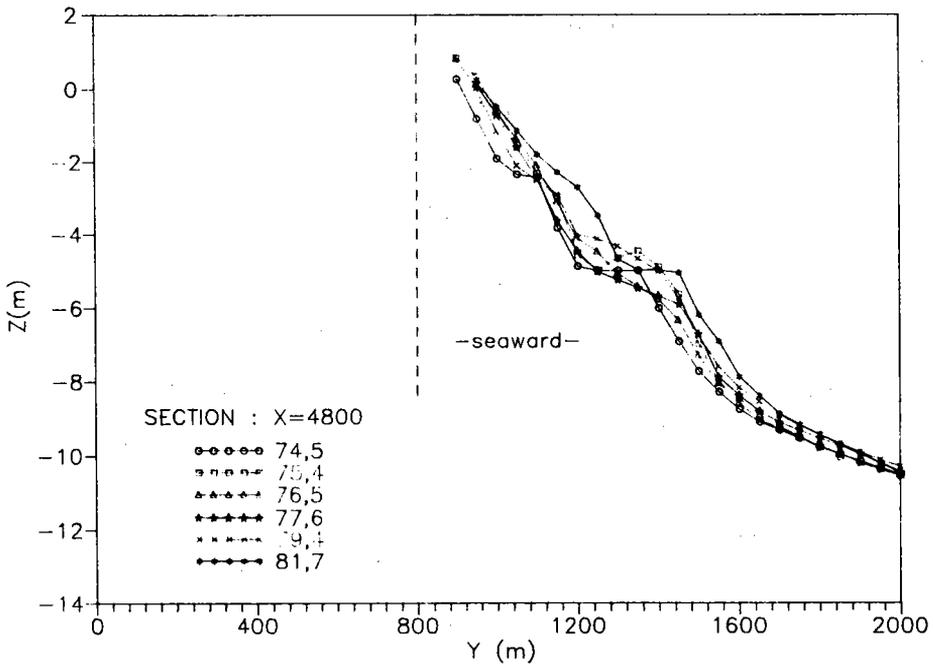
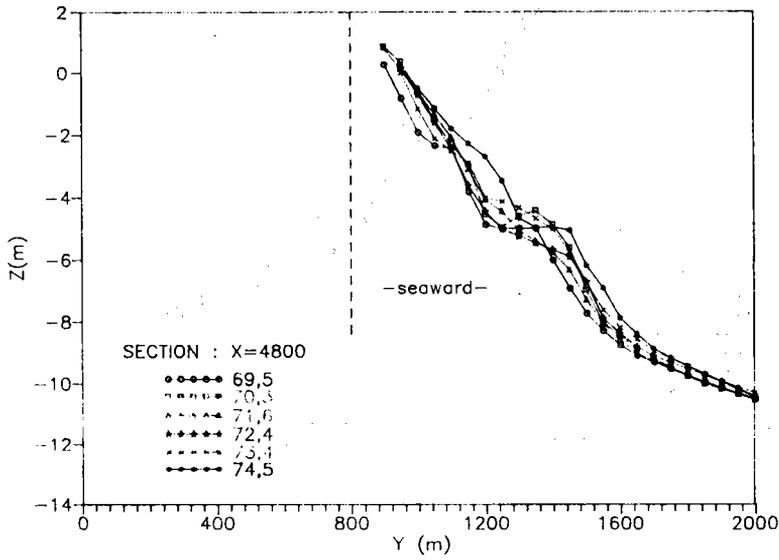


圖 4-4-8 高雄海域斷面編號X=4800^m，歷年水深變化圖

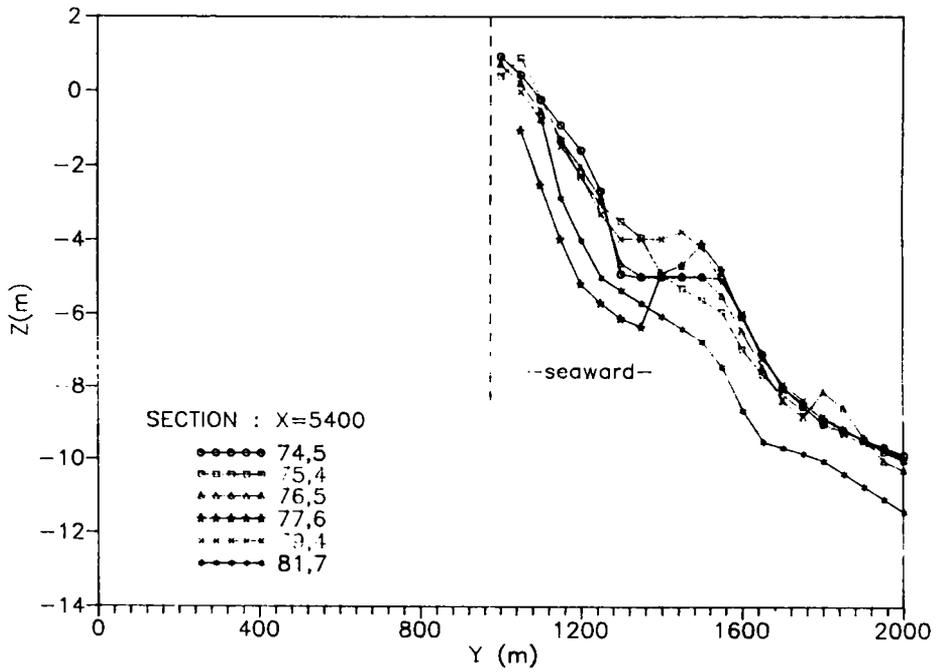
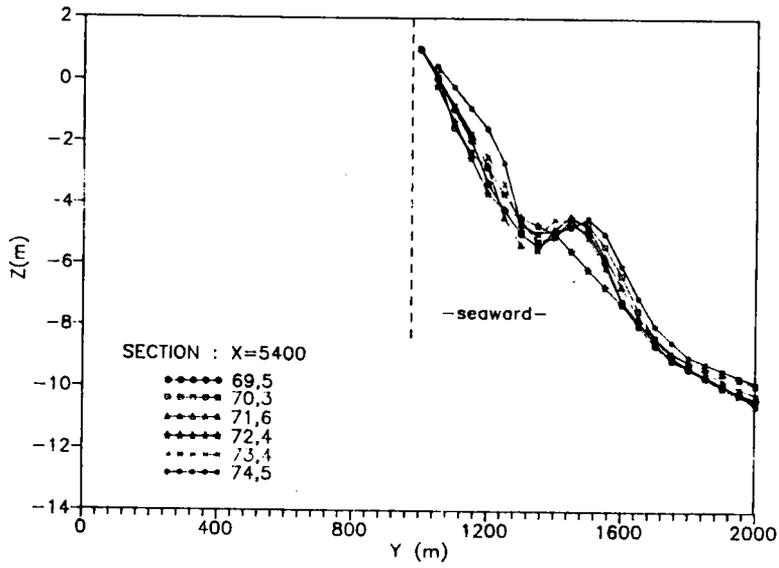


圖 4-4-9 高雄海域斷面編號X=5400^m，歷年水深變化圖

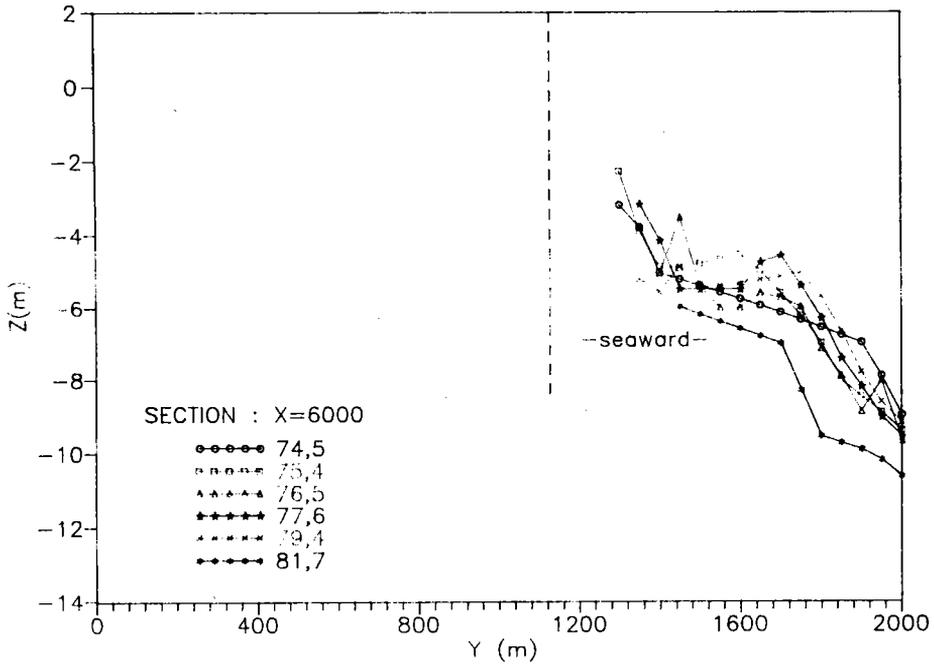
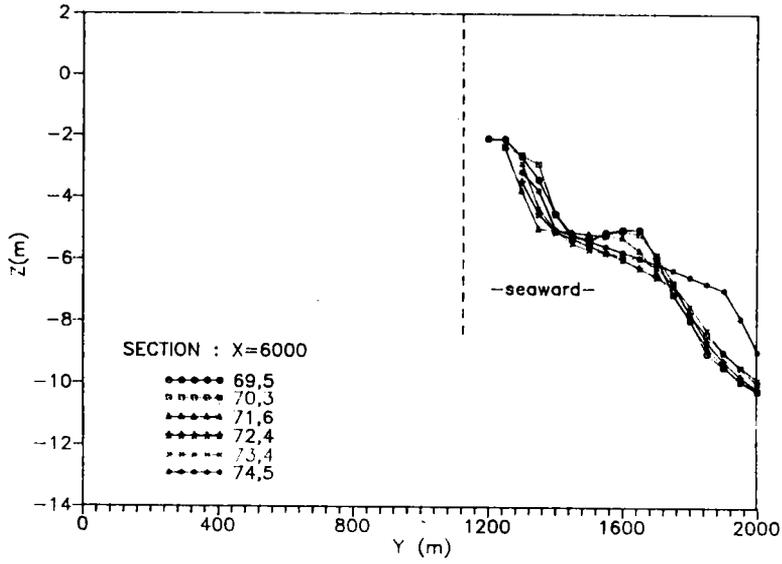


圖 4-4-10 高雄海域斷面編號X=6000^m，歷年水深變化圖

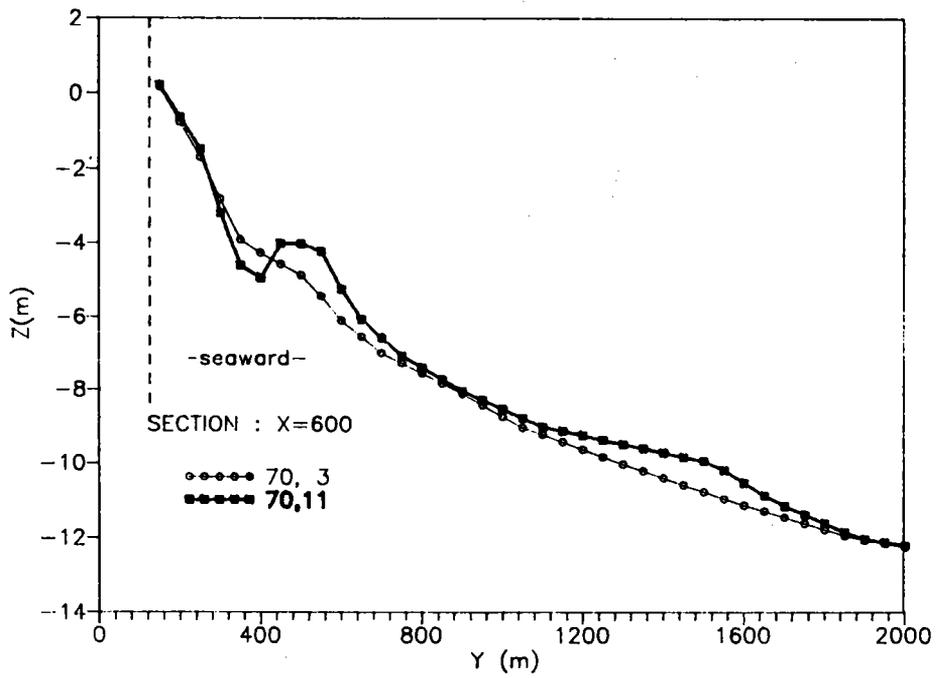


圖 4-5-1 70年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=600^m)

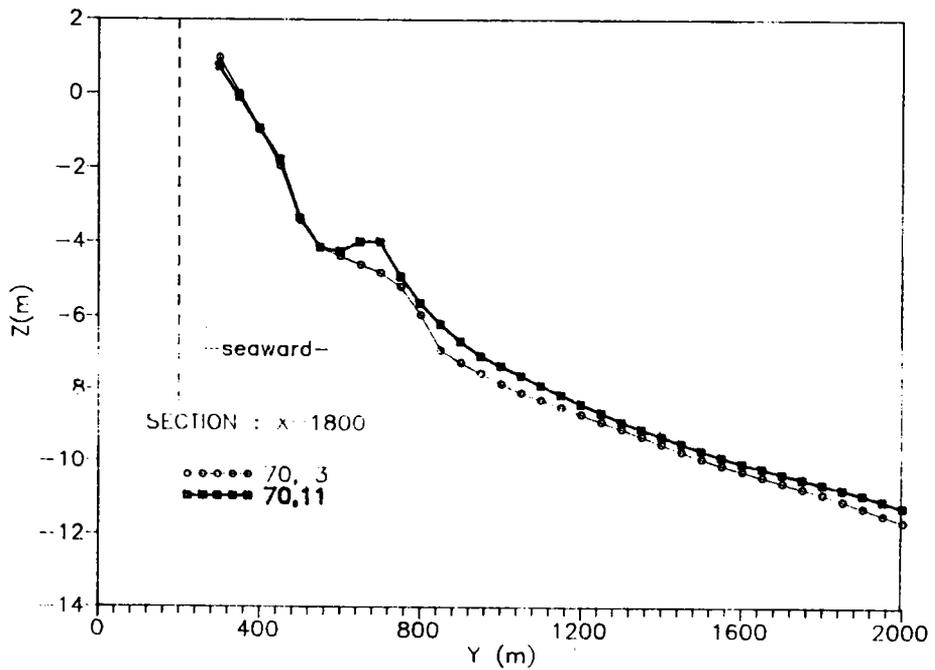


圖 4-5-2 70年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=1800^m)

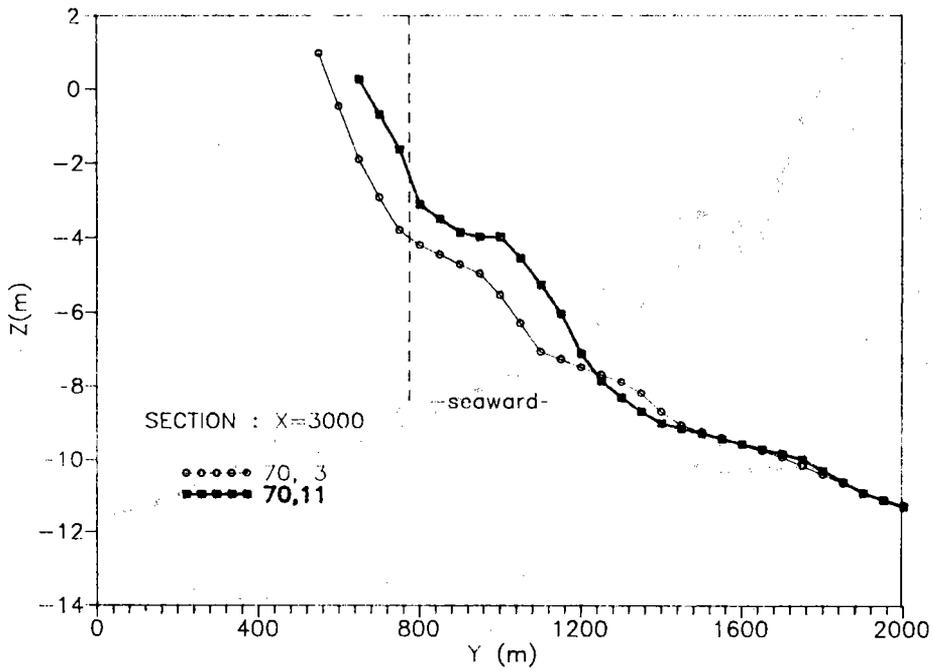


圖 4-5-3 70年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=3000^m)

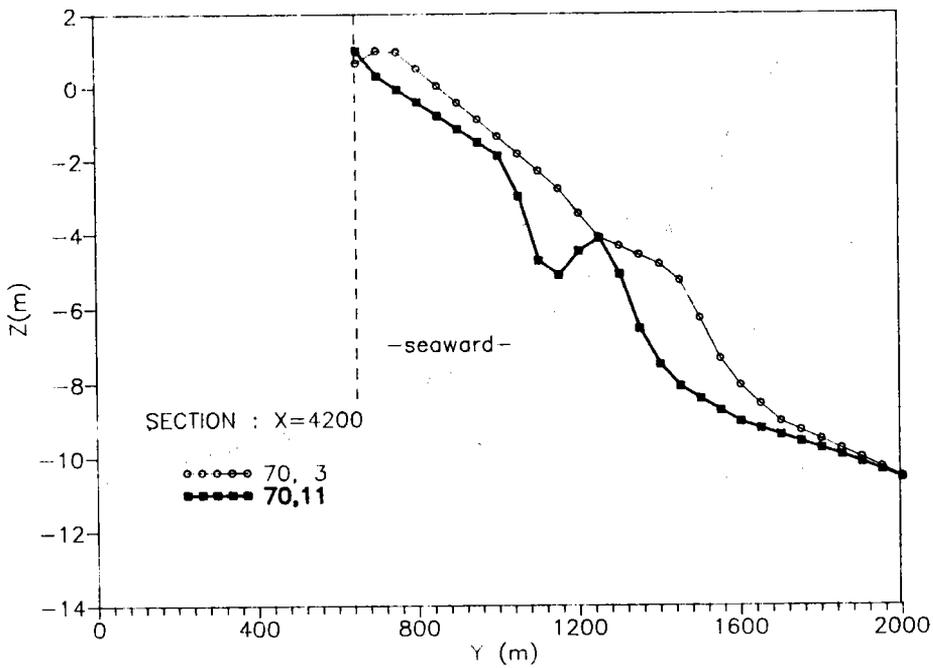


圖 4-5-4 70年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=4200^m)

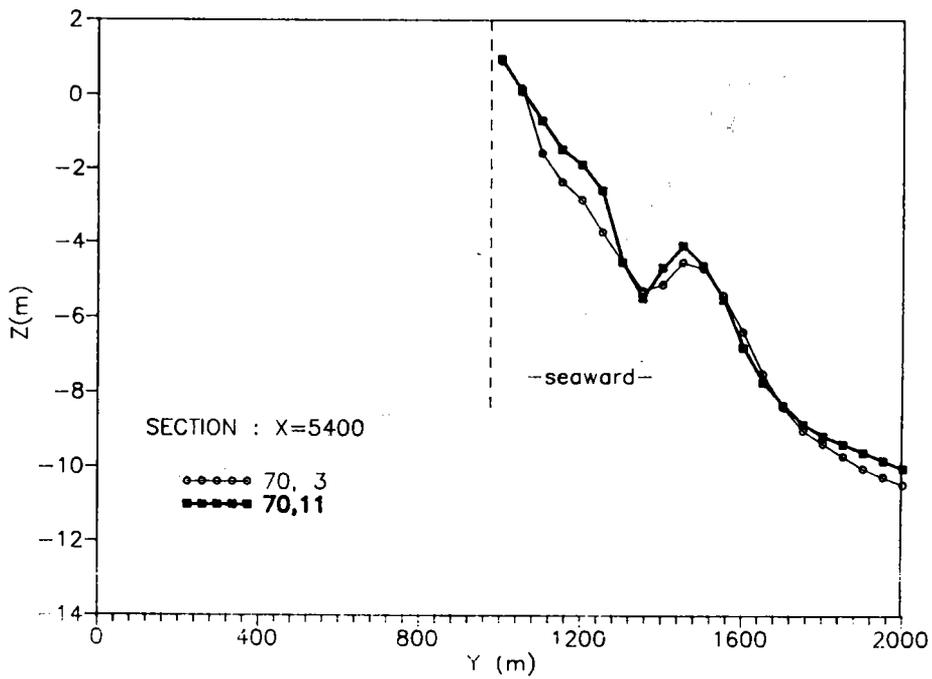


圖 4-5-5 70年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=5400[□])

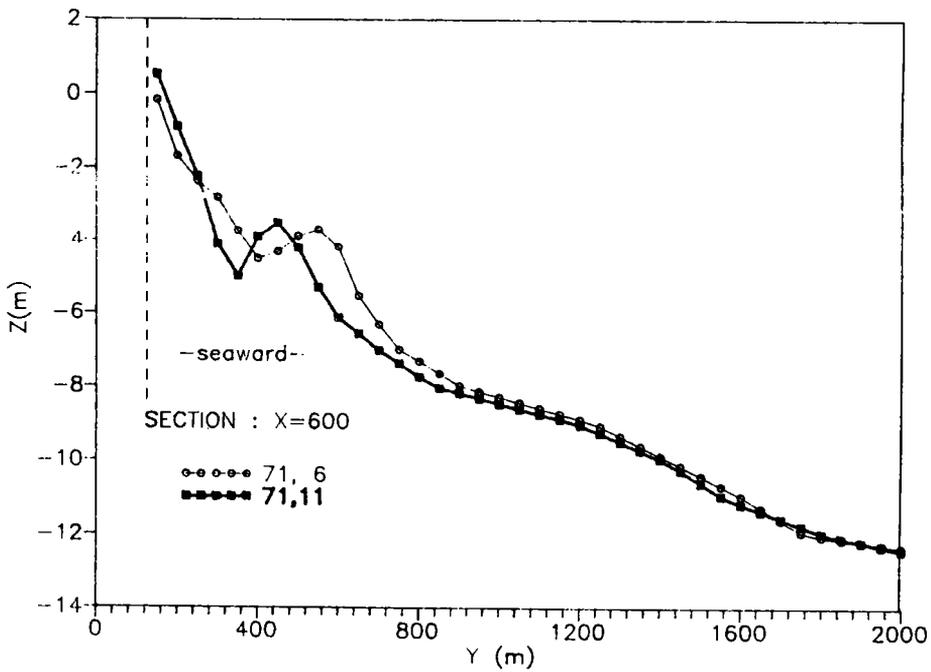


圖 4-6-1 71年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=600[□])

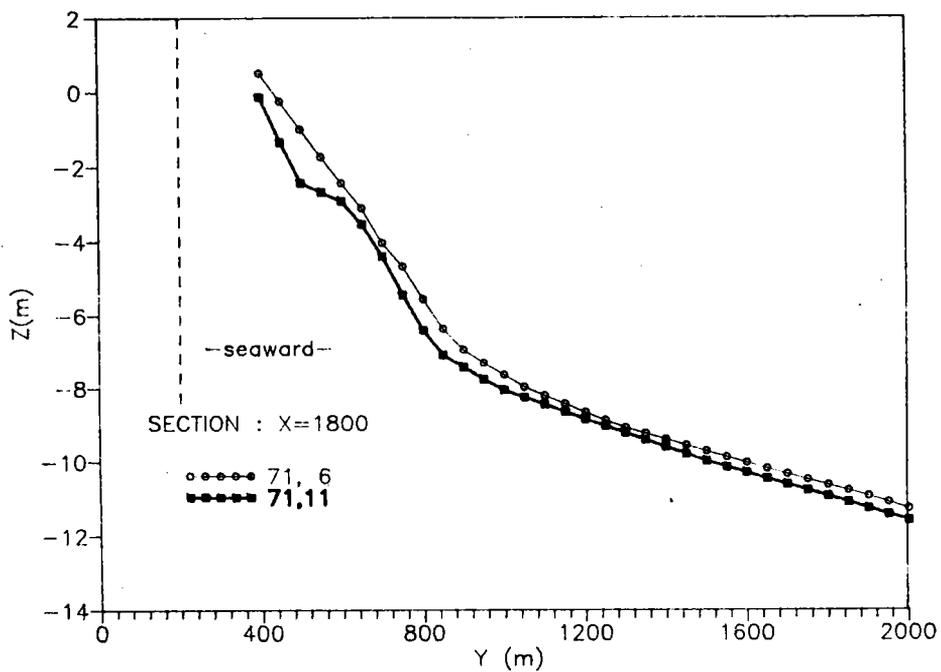


圖 4-6-2 71年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=1800^m)

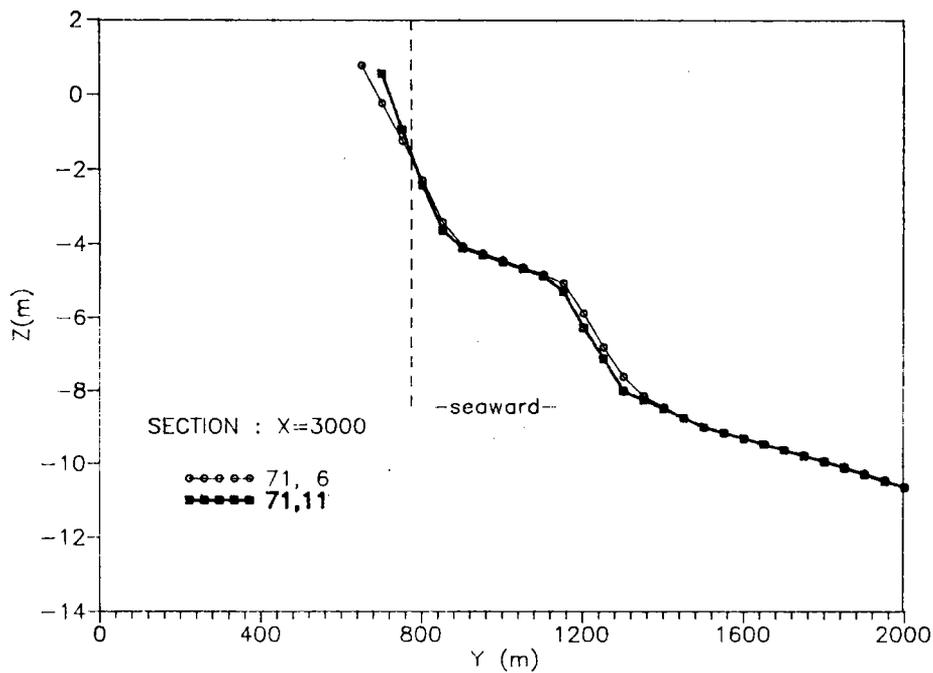


圖 4-6-3 71年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=3000^m)

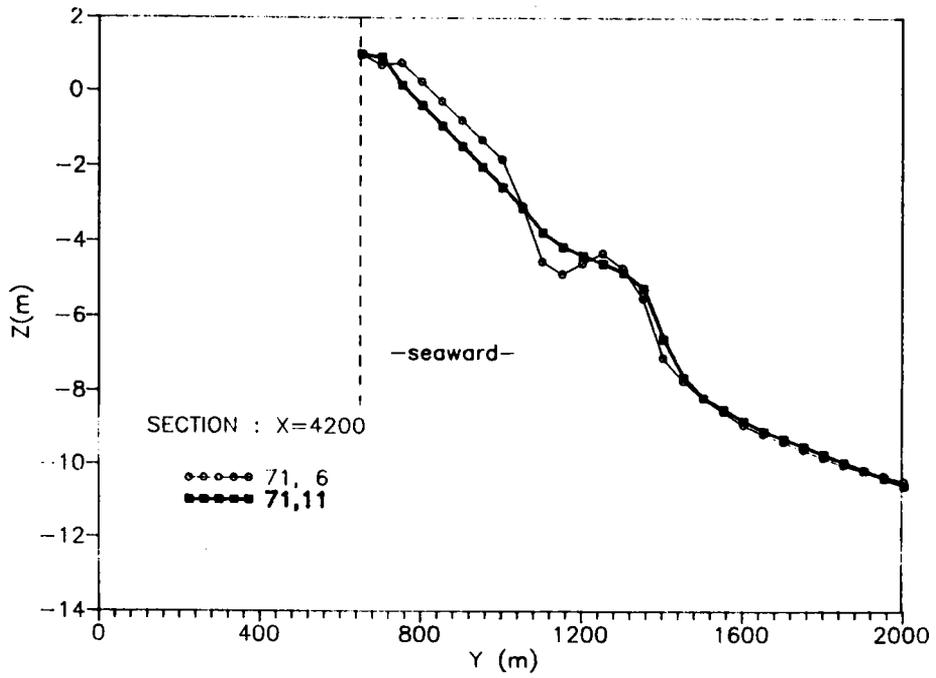


圖 4-6-4 71年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=4200^m)

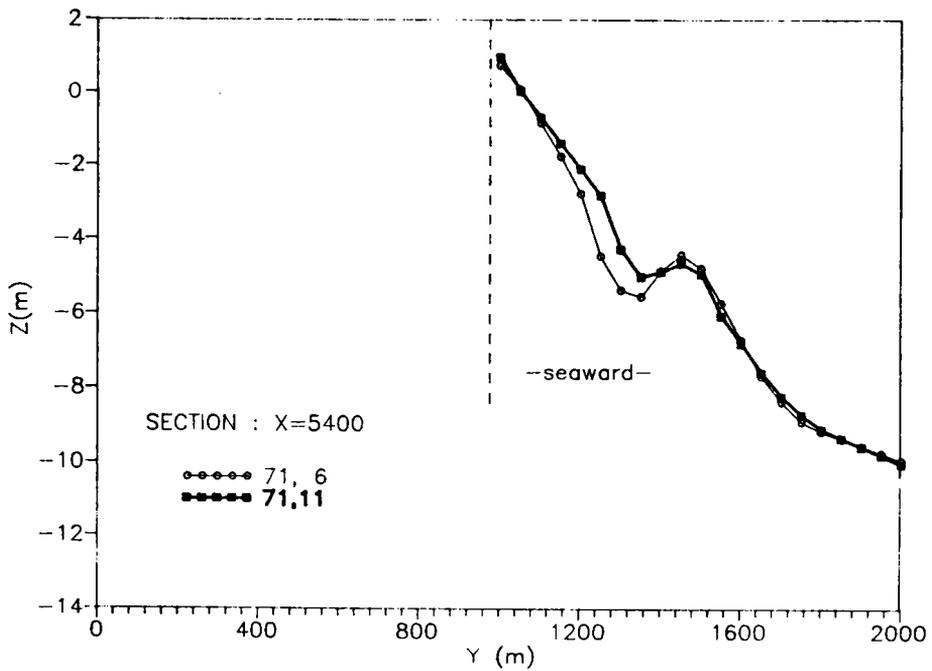


圖 4-6-5 71年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=5400^m)

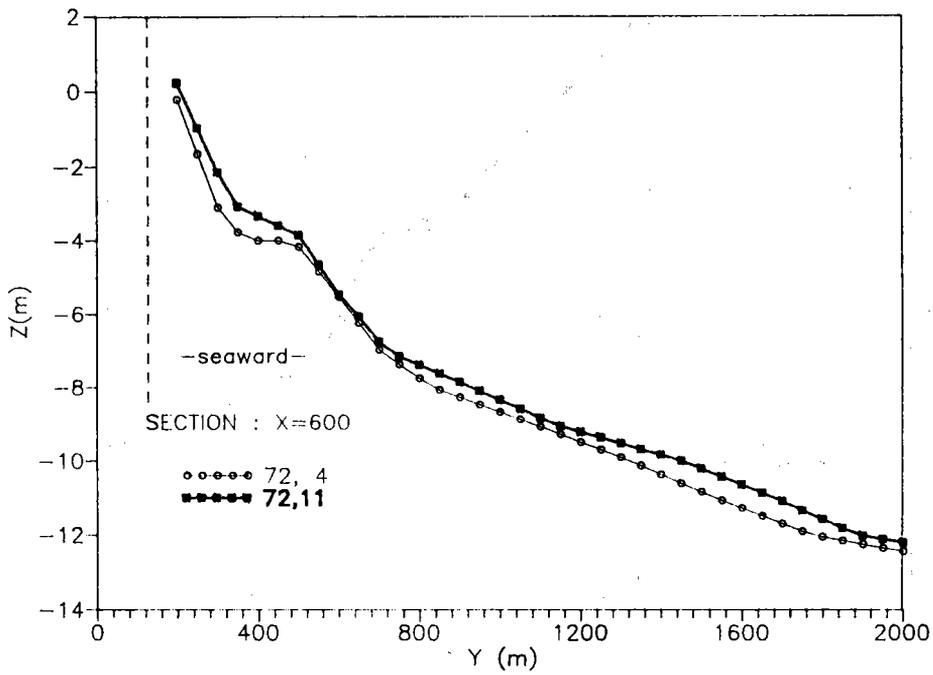


圖 4-7-1 72年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=600^m)

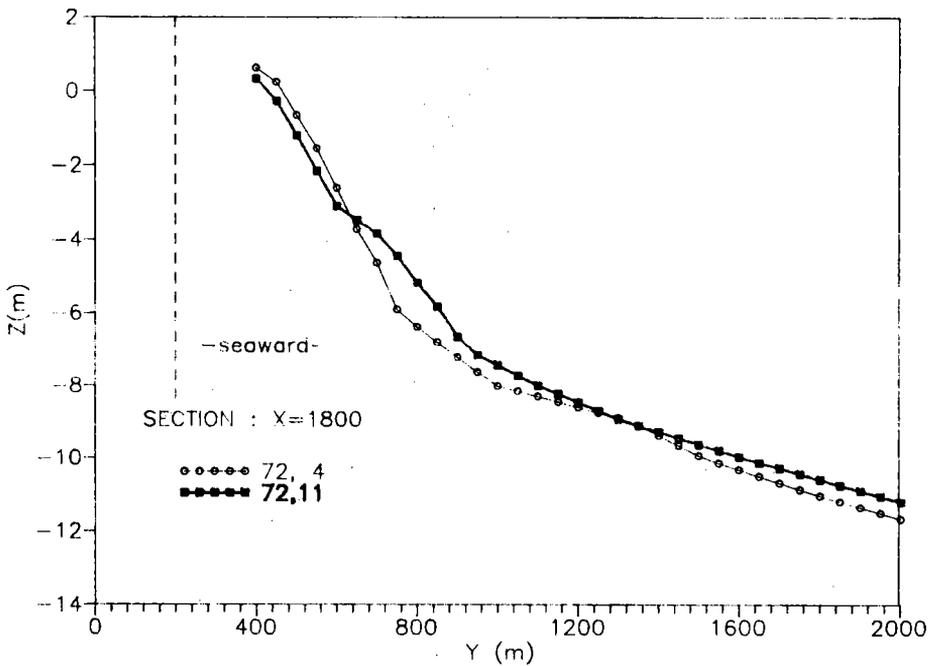


圖 4-7-2 72年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=1800^m)

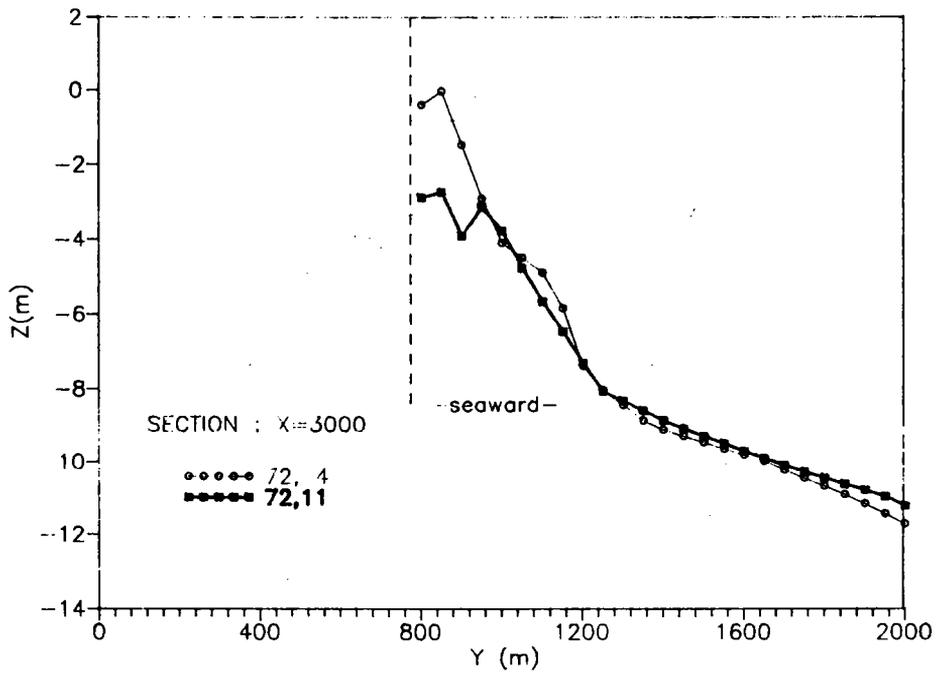


圖 4-7-3 72年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=30000[□])

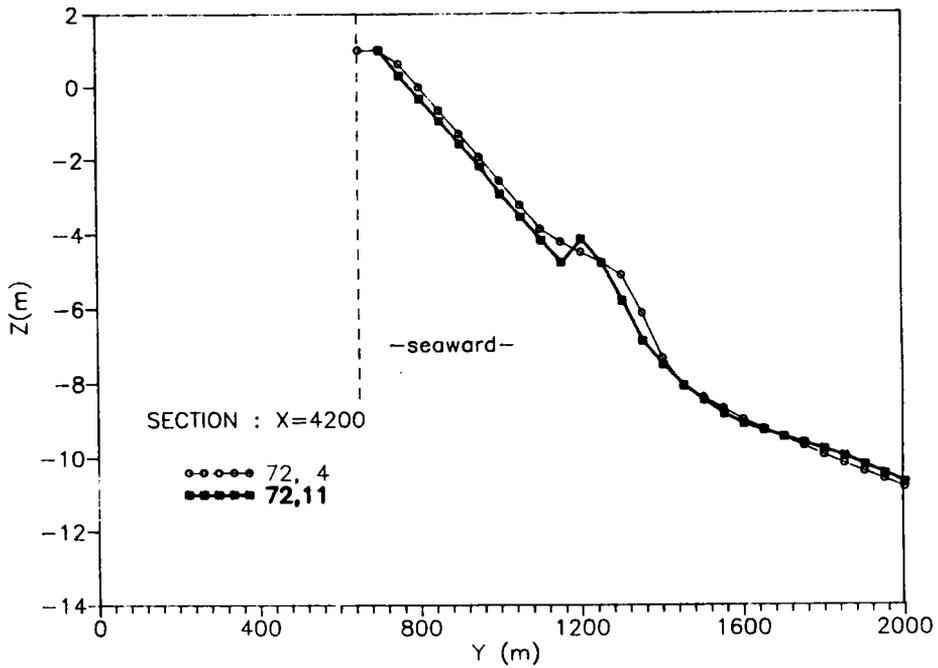


圖 4-7-4 72年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=42000[□])

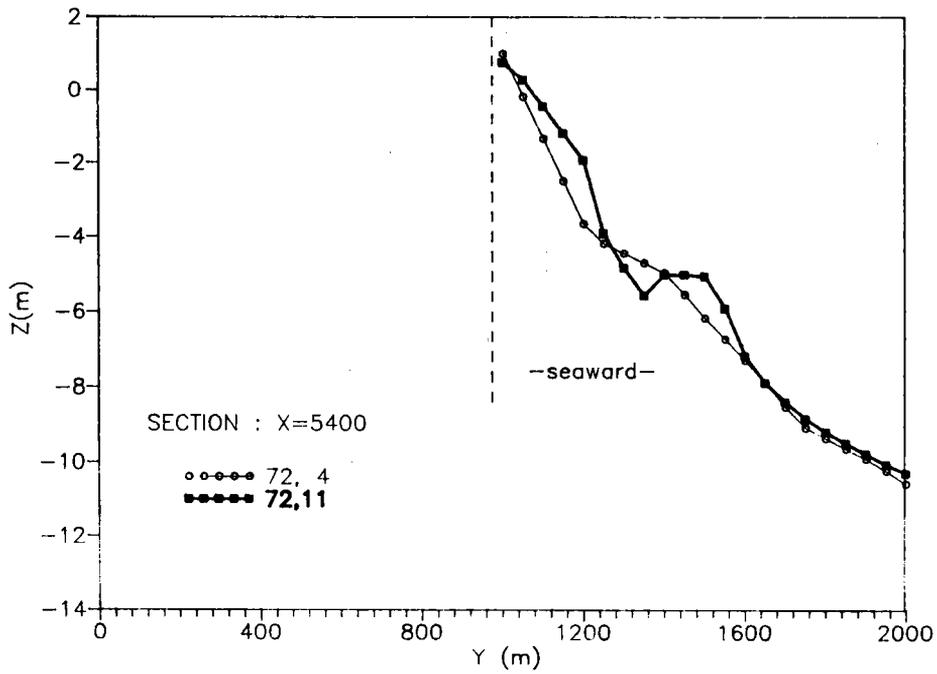


圖 4-7-5 72年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=5400^m)

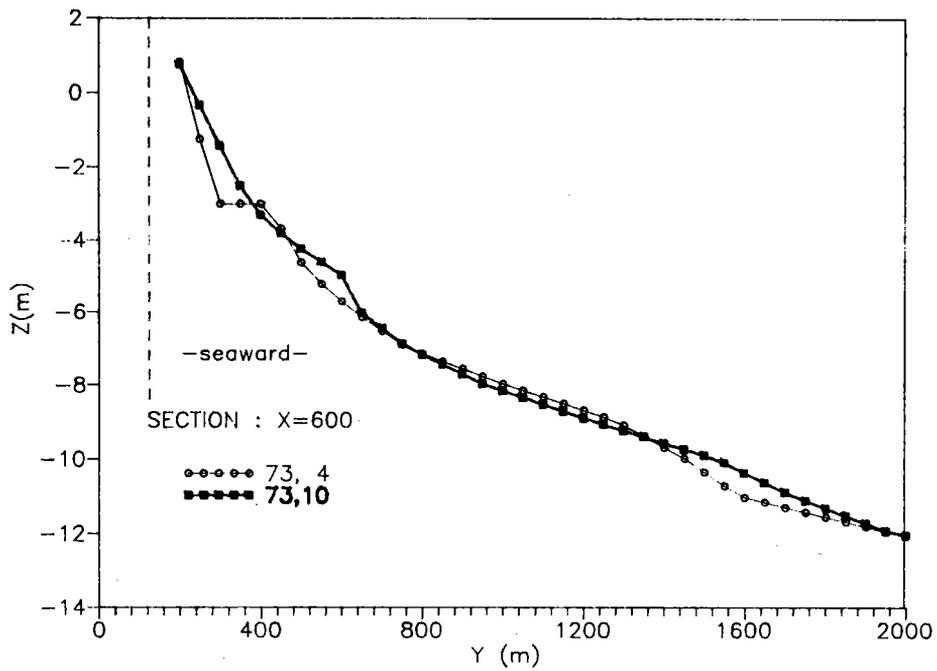


圖 4-8-1 73年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=600^m)

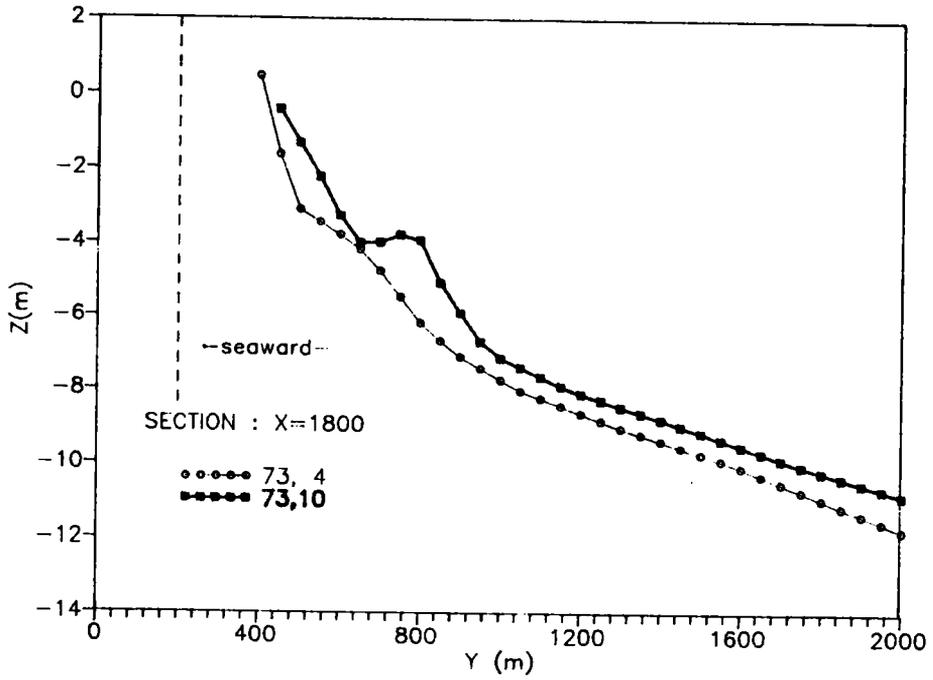


圖 4-8-2 73年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=18000^m)

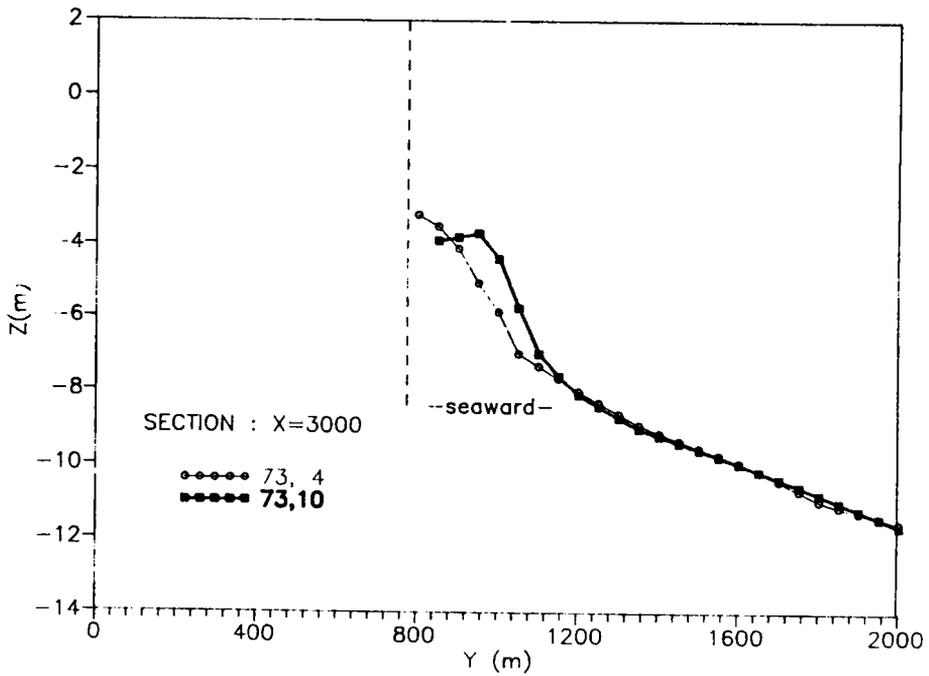


圖 4-8-3 73年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=30000^m)

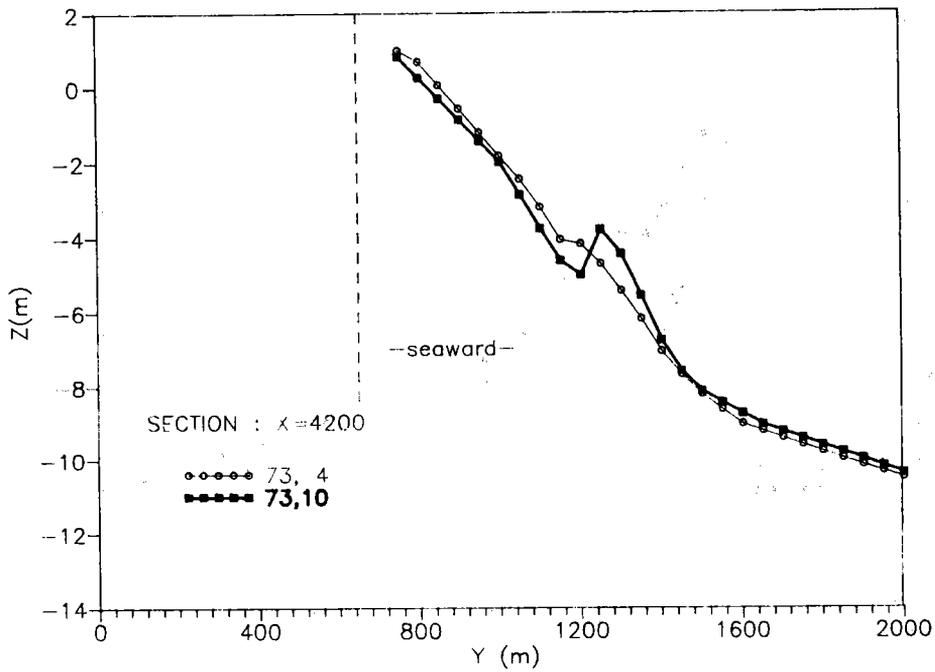


圖 4-8-4 73年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=4200^m)

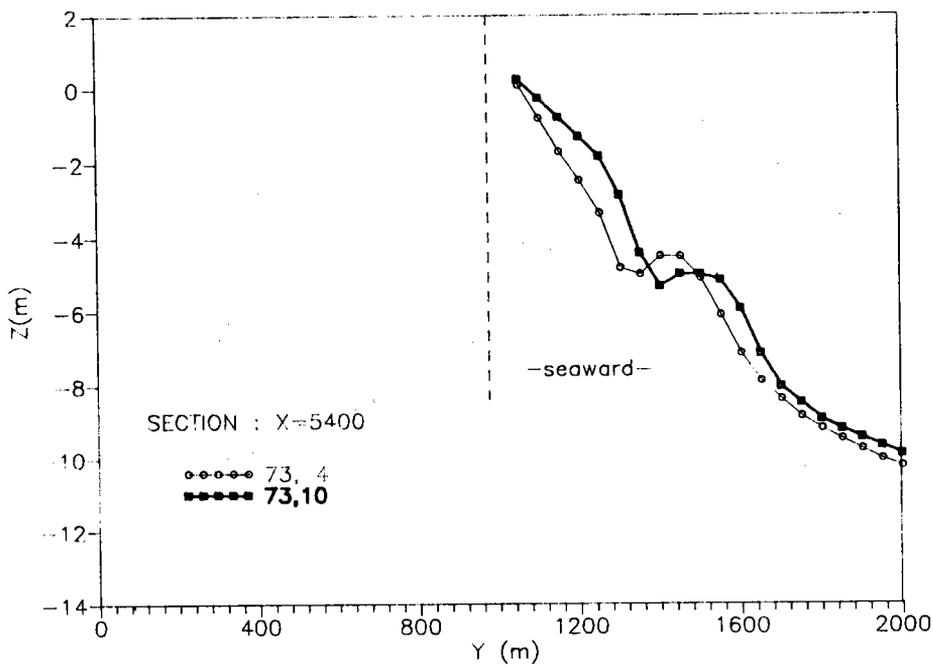


圖 4-8-5 73年颱風前後水深地形斷面比較圖(X=5400^m)

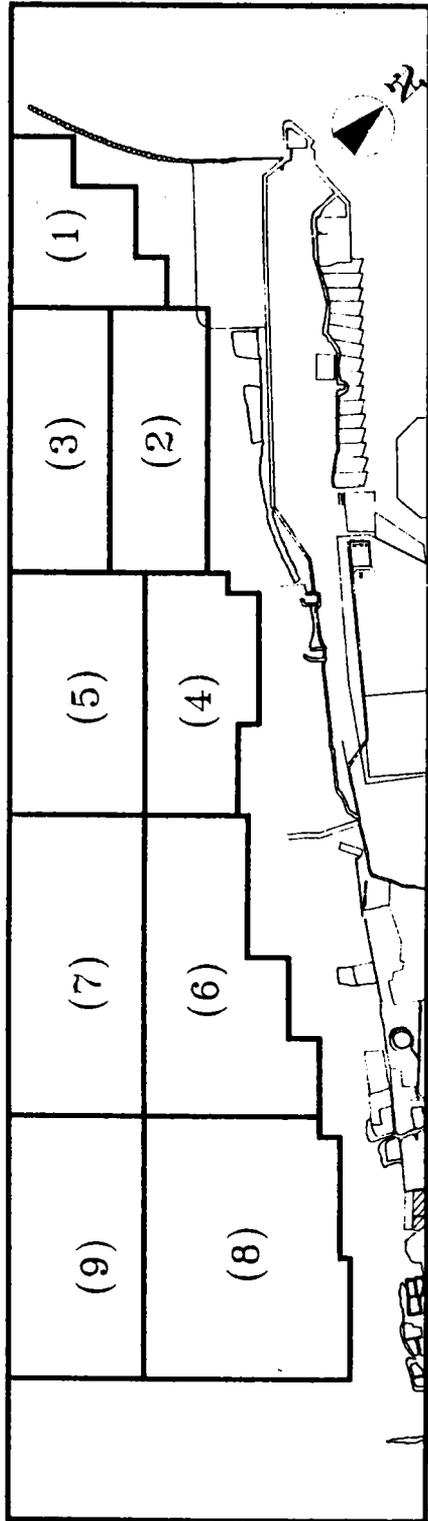


圖 4-9 高雄海域估算沖淤積量分區範圍示意圖

表 4-1 高雄地區冬季發生最大波高及其週期之百分率

波高(m) 週期(秒)	0.0 0.5	0.51 1.0	1.01 1.5	1.51 2.0	> 2.0	合計
0.0~4.0	2.6	3.6	---	---	---	6.2
4.1~4.9	4.9	4.9	0.2	---	---	9.9
5.0~5.9	28.9	9.0	0.3	0.2	---	38.4
6.0~6.9	7.9	8.5	0.4	---	---	16.8
7.0~7.9	42.7	7.2	---	0.1	---	12.0
8.0~8.9	2.6	3.0	0.3	0.1	---	6.0
9.0~9.9	2.5	2.5	0.5	0.2	0.2	5.9
10.0~10.9	0.4	1.1	0.3	0.4	0.3	2.5
11.0~11.9	0.1	0.4	0.7	0.3	---	1.5
12.0~12.9	0.1	---	0.3	---	0.1	0.5
> 13.0	0.1	0.3	0.1	0.1	---	0.6
合計	54.7	40.4	3.1	1.4	0.6	100

(資料來源：高雄市紅毛港遷村計劃水工模型試驗研究報告)

表 4-2 高雄地區夏季發生最大波高及其週期之百分率

波高(m) 週期(秒)	0.0 0.5	0.51 1.0	1.01 1.5	1.51 2.0	> 2.0	合計
0.0~4.0	7.5	5.6	0.3	---	0.3	13.7
4.1~4.9	6.0	4.8	0.4	---	---	11.2
5.0~5.9	9.7	6.4	1.3	0.4	0.2	18.0
6.0~6.9	9.4	5.4	2.3	1.2	0.6	18.9
7.0~7.9	4.7	7.0	1.9	1.0	0.5	15.2
8.0~8.9	2.9	4.6	2.6	1.7	0.6	12.4
9.0~9.9	0.9	2.0	2.1	0.3	1.4	6.7
10.0~10.9	0.4	0.7	0.2	0.2	0.2	1.7
11.0~11.9	0.2	0.5	0.1	0.2	0.4	1.4
12.0~12.9	---	0.1	---	0.1	0.1	0.3
> 13.0	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.7
合計	41.8	37.4	11.3	5.3	4.4	100

(資料來源：高雄市紅毛港遷村計劃水工模型試驗研究報告)

表 4-3 高雄港歷年實測最大有義波高

日期	颱風名稱	有義波高(m)	週期(sec)	波向
55.05	裘迪	5.24	9.8	SW
57.09	艾琳	5.52	13.0	SW
62.07	魏達	5.28	11.5	SW
62.10	娜拉	6.29	10.60	SW
64.09	貝蒂	6.40	9.5	WSW
64.10	艾爾西	5.10	9.0	SW
70.06	艾克	5.37	10.0	SW

(資料來源：高雄市紅毛港遷村計劃水工模型試驗研究報告)

表 4-4-1 區域(1)歷年侵淤之數量(單位： 10^6m^3)

	69.05	70.03	70.11	71.06	71.11	72.04	72.11	73.04	73.10	74.05	75.04	76.05	77.06	79.04
70.03	-0.18													
70.11	-0.32	-0.14												
71.06	-0.21	-0.03	0.11											
71.11	-0.17	0.01	0.15	0.04										
72.04	-0.42	-0.24	-0.10	-0.21	-0.25									
72.11	-0.24	-0.06	0.08	-0.03	-0.07	0.18								
73.04	-0.51	-0.33	-0.19	-0.30	-0.34	-0.09	-0.27							
73.10	-0.40	-0.22	-0.08	-0.19	-0.23	0.02	-0.16	0.11						
74.05	-0.45	-0.27	-0.13	-0.24	-0.28	-0.03	-0.21	0.06	-0.05					
75.04	-0.40	-0.22	-0.08	-0.19	-0.23	0.02	-0.16	0.11	0.00	0.05				
76.05	-0.45	-0.27	-0.13	-0.24	-0.28	-0.03	-0.21	0.06	-0.05	0.00	-0.05			
77.06	-0.29	-0.11	0.03	-0.08	-0.12	0.13	-0.05	0.22	0.11	0.16	0.11	0.16		
79.04	-0.42	-0.24	-0.10	-0.21	-0.25	0.00	-0.18	0.09	-0.02	0.03	-0.02	0.03	-0.13	
81.07	-0.74	-0.56	-0.42	-0.53	-0.57	-0.32	-0.50	-0.23	-0.34	-0.29	-0.34	-0.29	-0.45	-0.32

表 4-4-2 區域(2)歷年侵淤之數量(單位： 10^6m^3)

	69.05	70.03	70.11	71.06	71.11	72.04	72.11	73.04	73.10	74.05	75.04	76.05	77.06	79.04
70.03	-0.22													
70.11	-0.21	0.01												
71.06	-0.04	0.18	0.17											
71.11	-0.08	0.14	0.13	-0.04										
72.04	-0.21	0.01	0.00	-0.17	-0.13									
72.11	0.17	0.39	0.38	0.21	0.25	0.38								
73.04	-0.40	-0.18	-0.19	-0.36	-0.32	-0.19	-0.57							
73.10	-0.42	-0.20	-0.21	-0.38	-0.34	-0.21	-0.59	-0.02						
74.05	-0.30	-0.08	-0.09	-0.26	-0.22	-0.09	-0.47	0.10	0.12					
75.04	-0.13	0.09	0.08	-0.09	-0.05	0.08	-0.30	0.27	0.29	0.17				
76.05	-0.20	0.02	0.01	-0.16	-0.12	0.01	-0.37	0.20	0.22	0.10	-0.07			
77.06	-0.21	0.01	0.00	-0.17	-0.13	0.00	-0.38	0.19	0.21	0.09	-0.08	-0.01		
79.04	-0.39	-0.17	-0.18	-0.35	-0.31	-0.18	-0.56	0.01	0.03	-0.09	-0.26	-0.19	-0.18	
81.07	-0.48	-0.26	-0.27	-0.44	-0.40	-0.27	-0.65	-0.08	-0.06	-0.18	-0.35	-0.28	-0.27	-0.09

表 4-4-3 區域(3)歷年侵淤之數量(單位: 10^6m^3)

	69.05	70.03	70.11	71.06	71.11	72.04	72.11	73.04	73.10	74.05	75.04	76.05	77.06	79.04
70.03	-0.09													
70.11	-0.20	-0.11												
71.06	-0.20	-0.11	0.00											
71.11	-0.12	-0.03	0.08	0.08										
72.04	-0.17	-0.08	0.03	0.03	-0.05									
72.11	-0.06	0.03	0.14	0.14	0.06	0.11								
73.04	-0.27	-0.18	-0.07	-0.07	-0.15	-0.10	-0.21							
73.10	-0.25	-0.16	-0.05	-0.05	-0.13	-0.08	-0.19	0.02						
74.05	-0.27	-0.18	-0.07	-0.07	-0.15	-0.10	-0.21	0.00	-0.02					
75.04	-0.22	-0.13	-0.02	-0.02	-0.10	-0.05	-0.16	0.05	0.03	0.05				
76.05	-0.31	-0.22	-0.11	-0.11	-0.19	-0.14	-0.25	-0.04	-0.06	-0.04	-0.09			
77.06	-0.22	-0.13	-0.02	-0.02	-0.10	-0.05	-0.16	0.05	0.03	0.05	0.00	0.09		
79.04	-0.33	-0.24	-0.13	-0.13	-0.21	-0.16	-0.27	-0.06	-0.08	-0.06	-0.11	-0.02	-0.11	
81.07	-0.51	-0.42	-0.31	-0.31	-0.39	-0.34	-0.45	-0.24	-0.26	-0.24	-0.29	-0.20	-0.29	-0.18

表 4-4-4 區域(4)歷年侵淤之數量(單位： 10^6m^3)

	69.05	70.03	70.11	71.06	71.11	72.04	72.11	73.04	73.10	74.05	75.04	76.05	77.06	79.04
70.03	0.09													
70.11	-0.23	-0.32												
71.06	0.28	0.19	0.51											
71.11	-0.29	-0.38	-0.06	-0.57										
72.04	-0.27	-0.36	-0.04	-0.55	0.02									
72.11	-0.63	-0.72	-0.40	-0.91	-0.34	-0.36								
73.04	-0.28	-0.37	-0.05	-0.56	0.01	-0.01	0.35							
73.10	-0.45	-0.54	-0.22	-0.73	-0.16	-0.18	0.18	-0.17						
74.05	-0.15	-0.24	0.08	-0.43	0.14	0.12	0.48	0.13	0.30					
75.04	-0.26	-0.35	-0.03	-0.54	0.03	0.01	0.37	0.02	0.19	-0.11				
76.05	-0.10	-0.19	0.13	-0.38	0.19	0.17	0.53	0.18	0.35	0.05	0.16			
77.06	-0.26	-0.35	-0.03	-0.54	0.03	0.01	0.37	0.02	0.19	-0.11	0.00	-0.16		
79.04	-0.63	-0.72	-0.40	-0.91	-0.34	-0.36	0.00	-0.35	-0.18	-0.48	-0.37	-0.53	-0.37	
81.07														

表 4-4-5 區域(5)歷年侵淤之數量(單位： 10^6m^3)

	69.05	70.03	70.11	71.06	71.11	72.04	72.11	73.04	73.10	74.05	75.04	76.05	77.06	79.04
70.03	-0.10													
70.11	-0.19	-0.09												
71.06	0.02	0.12	0.21											
71.11	-0.18	-0.08	0.01	-0.20										
72.04	-0.18	-0.08	0.01	-0.20	0.00									
72.11	-0.17	-0.07	0.02	-0.19	0.01	0.01								
73.04	-0.17	-0.07	0.02	-0.19	0.01	0.01	0.00							
73.10	-0.13	-0.03	0.06	-0.15	0.05	0.05	0.04	0.04						
74.05	0.02	0.12	0.21	0.00	0.20	0.20	0.19	0.19	0.15					
75.04	0.00	0.10	0.19	-0.02	0.18	0.18	0.17	0.17	0.13	-0.02				
76.05	-0.12	-0.02	0.07	-0.14	0.06	0.06	0.05	0.05	0.01	-0.14	-0.12			
77.06	-0.05	0.05	0.14	-0.07	0.13	0.13	0.12	0.12	0.08	-0.07	-0.05	0.07		
79.04	-0.19	-0.09	0.00	-0.21	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.06	-0.21	-0.19	-0.07	-0.14	
81.07														

表 4-4-6 區域(6)歷年侵淤之數量(單位： $10^6 m^3$)

	69.05	70.03	70.11	71.06	71.11	72.04	72.11	73.04	73.10	74.05	75.04	76.05	77.06	79.04
70.03	0.19													
70.11	-0.31	-0.50												
71.06	0.67	0.48	0.98											
71.11	-0.27	-0.46	0.04	-0.94										
72.04	-0.68	-0.87	-0.37	-1.35	-0.41									
72.11	-0.15	-0.34	0.16	-0.82	0.12	0.53								
73.04	-0.35	-0.54	-0.04	-1.02	-0.08	0.33	-0.20							
73.10	-0.18	-0.37	0.13	-0.85	0.09	0.50	-0.03	0.17						
74.05	0.11	-0.08	0.42	-0.56	0.38	0.79	0.26	0.46	0.29					
75.04	-0.28	-0.47	0.03	-0.95	-0.01	0.40	-0.13	0.07	-0.10	-0.39				
76.05	-0.58	-0.77	-0.27	-1.25	-0.31	0.10	-0.43	-0.23	-0.40	-0.69	-0.30			
77.06	-0.27	-0.46	0.04	-0.94	0.00	0.41	-0.12	0.08	-0.09	-0.38	0.01	0.31		
79.04	-0.46	-0.65	-0.15	-1.13	-0.19	0.22	-0.31	-0.11	-0.28	-0.57	-0.18	0.12	-0.19	
81.07	-0.37	-0.56	-0.06	-1.04	-0.10	0.31	-0.22	-0.02	-0.19	-0.48	-0.09	0.21	-0.10	0.09

表 4-4-7 區域(7)歷年侵淤之數量(單位: $10^6 m^3$)

	69.05	70.03	70.11	71.06	71.11	72.04	72.11	73.04	73.10	74.05	75.04	76.05	77.06	79.04
70.03	0.05													
70.11	-0.35	-0.40												
71.06	0.47	0.42	0.82											
71.11	-0.07	-0.12	0.28	-0.54										
72.04	-0.23	-0.28	0.12	-0.70	-0.16									
72.11	-0.01	-0.06	0.34	-0.48	0.06	0.22								
73.04	-0.19	-0.24	0.16	-0.66	-0.12	0.04	-0.18							
73.10	0.07	0.02	0.42	-0.40	0.14	0.30	0.08	0.26						
74.05	0.30	0.25	0.65	-0.17	0.37	0.53	0.31	0.49	0.23					
75.04	0.05	0.00	0.40	-0.42	0.12	0.28	0.06	0.24	-0.02	-0.25				
76.05	-0.06	-0.11	0.29	-0.53	0.01	0.17	-0.05	0.13	-0.13	-0.36	-0.11			
77.06	0.07	0.02	0.42	-0.40	0.14	0.30	0.08	0.26	0.00	-0.23	0.02	0.13		
79.04	-0.09	-0.14	0.26	-0.56	-0.02	0.14	-0.08	0.10	-0.16	-0.39	-0.14	-0.03	-0.16	
81.07	-0.71	-0.76	-0.36	-1.18	-0.64	-0.48	-0.70	-0.52	-0.78	-1.01	-0.76	-0.65	-0.78	-0.62

表 4-4-8 區域(8)歷年侵淤之數量(單位： 10^6m^3)

	69.05	70.03	70.11	71.06	71.11	72.04	72.11	73.04	73.10	74.05	75.04	76.05	77.06	79.04
70.03	0.15													
70.11	-0.04	-0.19												
71.06	1.19	1.04	1.23											
71.11	0.16	0.01	0.20	-1.03										
72.04	0.16	0.01	0.20	-1.03	0.00									
72.11	0.34	0.19	0.38	-0.85	0.18	0.18								
73.04	-0.38	-0.53	-0.34	-1.57	-0.54	-0.54	-0.72							
73.10	0.16	0.01	0.20	-1.03	0.00	0.00	-0.18	0.54						
74.05	-0.05	-0.20	-0.01	-1.24	-0.21	-0.21	-0.39	0.33	-0.21					
75.04	-0.49	-0.64	-0.45	-1.68	-0.65	-0.65	-0.83	-0.11	-0.65	-0.44				
76.05	-0.46	-0.61	-0.42	-1.65	-0.62	-0.62	-0.80	-0.08	-0.62	-0.41	0.03			
77.06	0.01	-0.14	0.05	-1.18	-0.15	-0.15	-0.33	0.39	-0.15	0.06	0.50	0.47		
79.04	-0.19	-0.34	-0.15	-1.38	-0.35	-0.35	-0.53	0.19	-0.35	-0.14	0.30	0.27	-0.20	
81.07	-0.71	-0.86	-0.67	-1.90	-0.87	-0.87	-1.05	-0.33	-0.87	-0.66	-0.22	-0.25	-0.72	-0.52

表 4-4-9 區域(9)歷年侵淤之數量(單位： $10^6 m^3$)

	69.05	70.03	70.11	71.06	71.11	72.04	72.11	73.04	73.10	74.05	75.04	76.05	77.06	79.04
70.03	0.05													
70.11	-0.11	-0.16												
71.06	0.41	0.36	0.52											
71.11	0.04	-0.01	0.15	-0.37										
72.04	0.05	0.00	0.16	-0.36	0.01									
72.11	0.26	0.21	0.37	-0.15	0.22	0.21								
73.04	-0.29	-0.34	-0.18	-0.70	-0.33	-0.34	-0.55							
73.10	0.07	0.02	0.18	-0.34	0.03	0.02	-0.19	0.36						
74.05	-0.16	-0.21	-0.05	-0.57	-0.20	-0.21	-0.42	0.13	-0.23					
75.04	-0.35	-0.40	-0.24	-0.76	-0.39	-0.40	-0.61	-0.06	-0.42	-0.19				
76.05	-0.24	-0.29	-0.13	-0.65	-0.28	-0.29	-0.50	0.05	-0.31	-0.08	0.11			
77.06	0.13	0.08	0.24	-0.28	0.09	0.08	-0.13	0.42	0.06	0.29	0.48	0.37		
79.04	-0.12	-0.17	-0.01	-0.53	-0.16	-0.17	-0.38	0.17	-0.19	0.04	0.23	0.12	-0.25	
81.07	-0.82	-0.87	-0.71	-1.23	-0.86	-0.87	-1.08	-0.53	-0.89	-0.66	-0.47	-0.58	-0.95	-0.70

表 4-4-10 區域(1~9)歷年侵淤之數量(單位： 10^6m^3)

	69.05	70.03	70.11	71.06	71.11	72.04	72.11	73.04	73.10	74.05	75.04	76.05	77.06	79.04
70.03	-0.06													
70.11	-1.96	-1.90												
71.06	2.59	2.65	4.55											
71.11	-0.98	-0.92	0.98	-3.57										
72.04	-1.95	-1.89	0.01	-4.54	-0.97									
72.11	-0.49	-0.43	1.47	-3.08	0.49	1.46								
73.04	-2.84	-2.78	-0.88	-5.43	-1.86	-0.89	-2.35							
73.10	-1.71	-1.65	0.25	-4.30	-0.73	0.24	-1.22	1.13						
74.05	-0.95	-0.89	1.01	-3.54	0.03	1.00	-0.46	1.89	0.76					
75.04	-2.08	-2.02	-0.12	-4.67	-1.10	-0.13	-1.59	0.76	-0.37	-1.13				
76.05	-2.52	-2.46	-0.56	-5.11	-1.54	-0.57	-2.03	0.32	-0.81	-1.57	-0.44			
77.06	-1.09	-1.03	0.87	-3.68	-0.11	0.86	-0.60	1.75	0.62	-0.14	0.99	1.43		
79.04	-2.82	-2.76	-0.86	-5.41	-1.84	-0.87	-2.33	0.02	-1.11	-1.87	-0.74	-0.30	-1.73	
81.07														

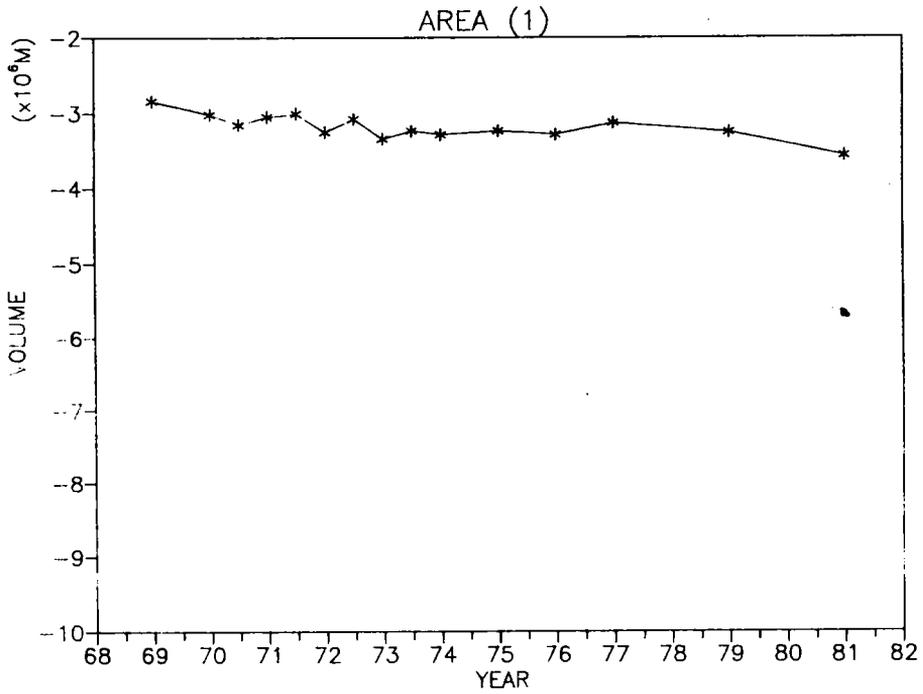


圖 4-10-1 高雄海域(1)區土方量歷年變化圖

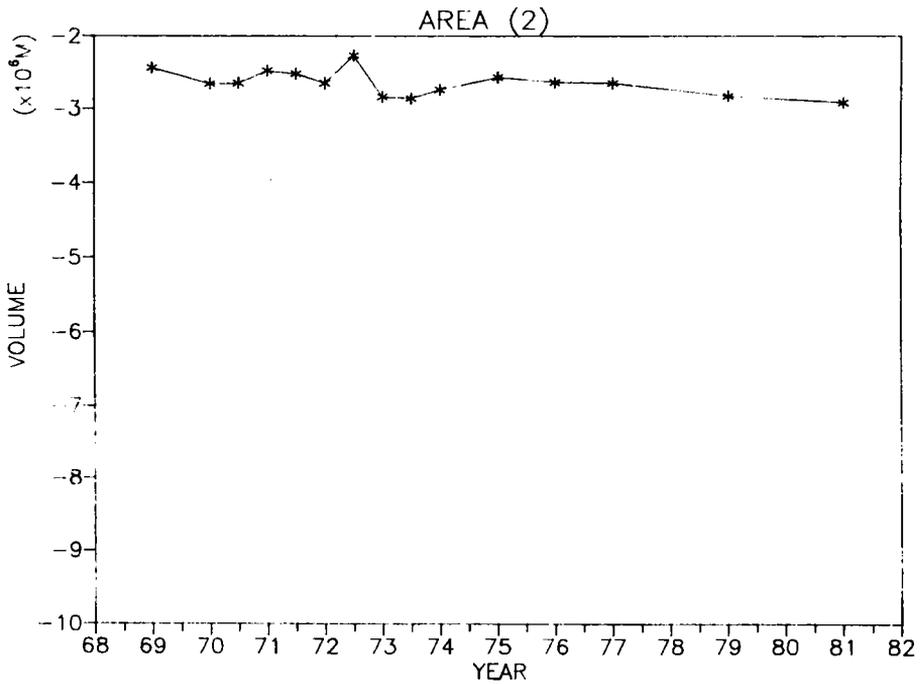


圖 4-10-2 高雄海域(2)區土方量歷年變化圖

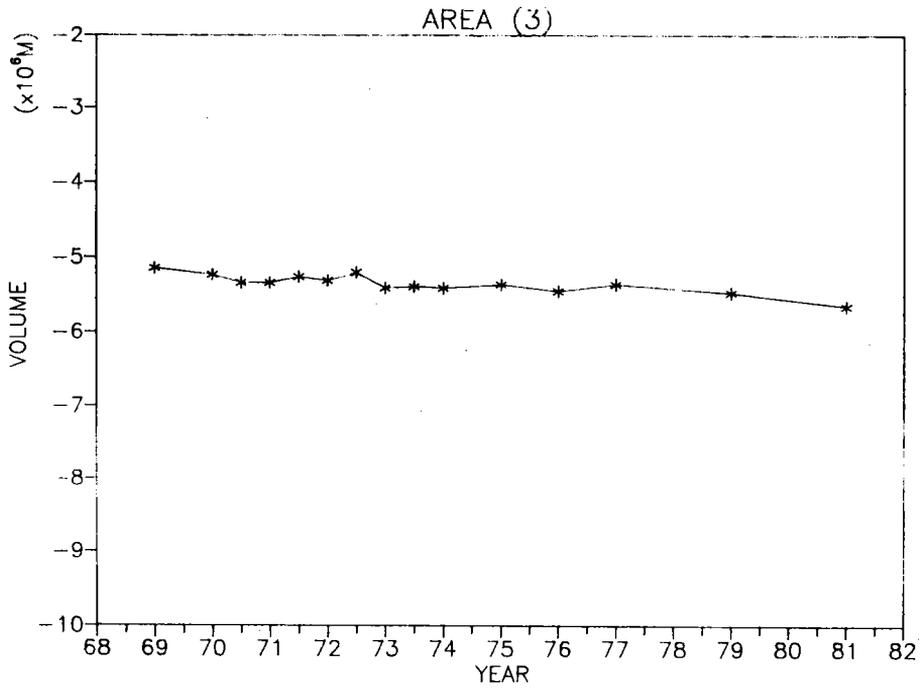


圖 4-10-3 高雄海域(3)區土方量歷年變化圖

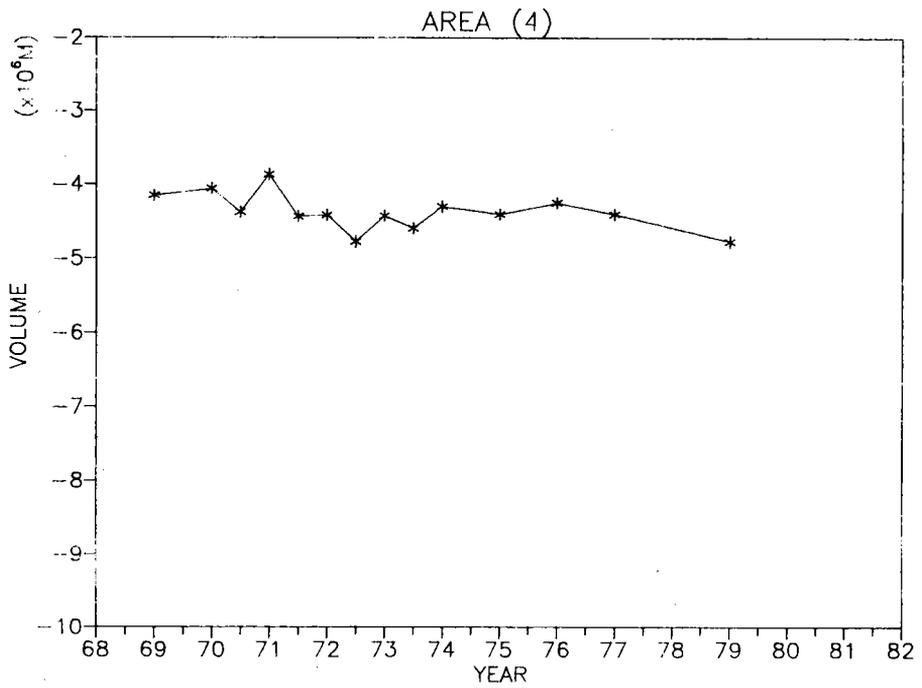


圖 4-10-4 高雄海域(4)區土方量歷年變化圖

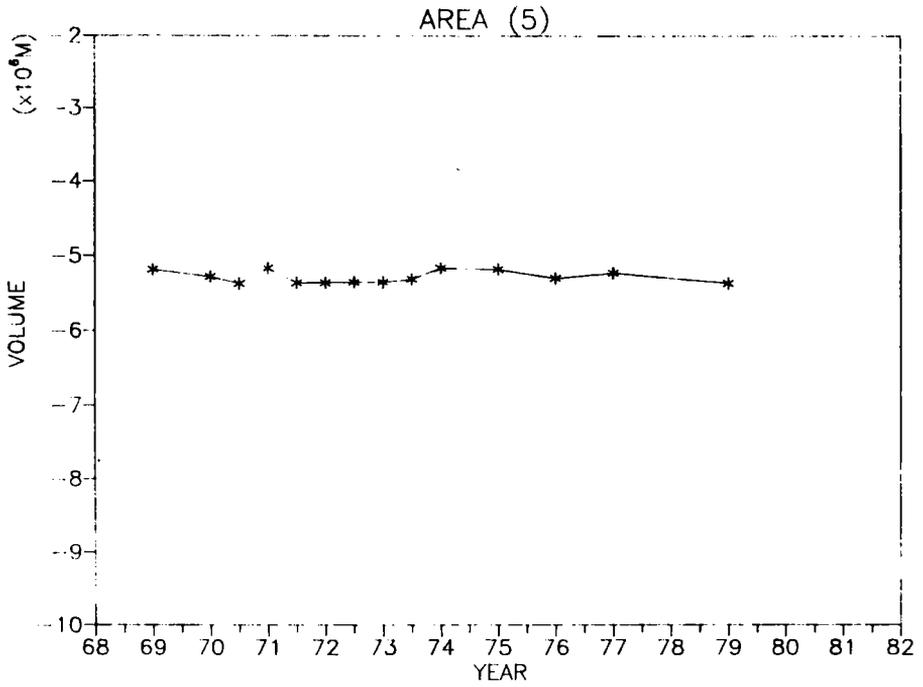


圖 4-10-5 高雄海域(5)區土方量歷年變化圖

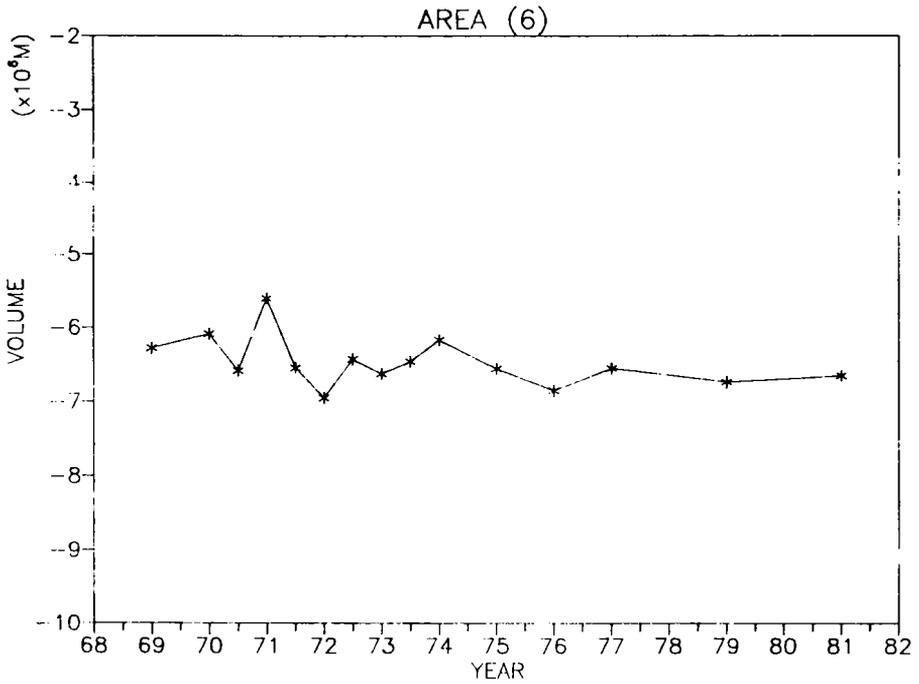


圖 4-10-6 高雄海域(6)區土方量歷年變化圖

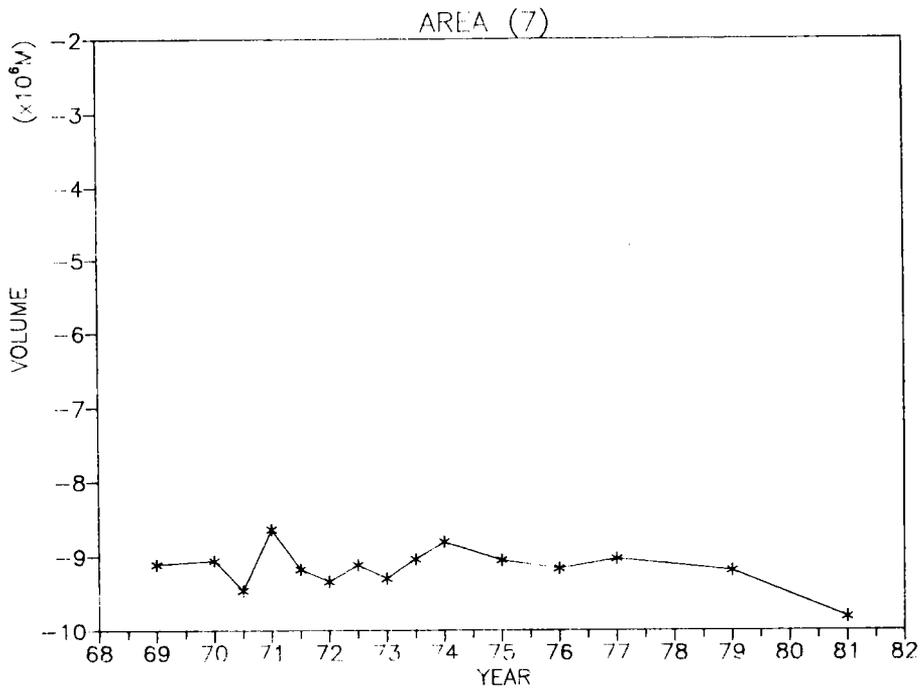


圖 4-10-7 高雄海域(7)區土方量歷年變化圖

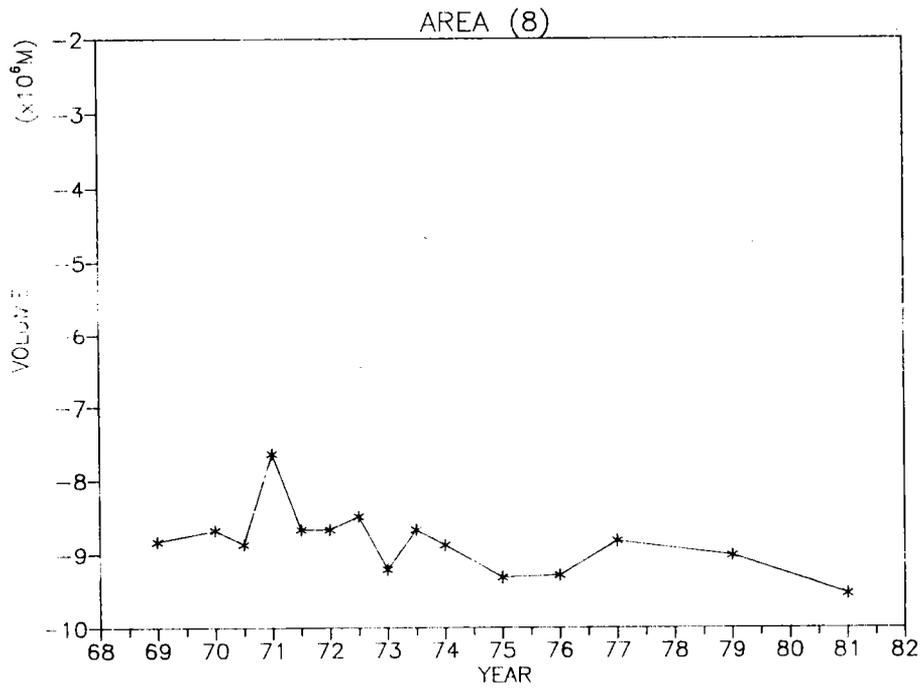


圖 4-10-8 高雄海域(8)區土方量歷年變化圖

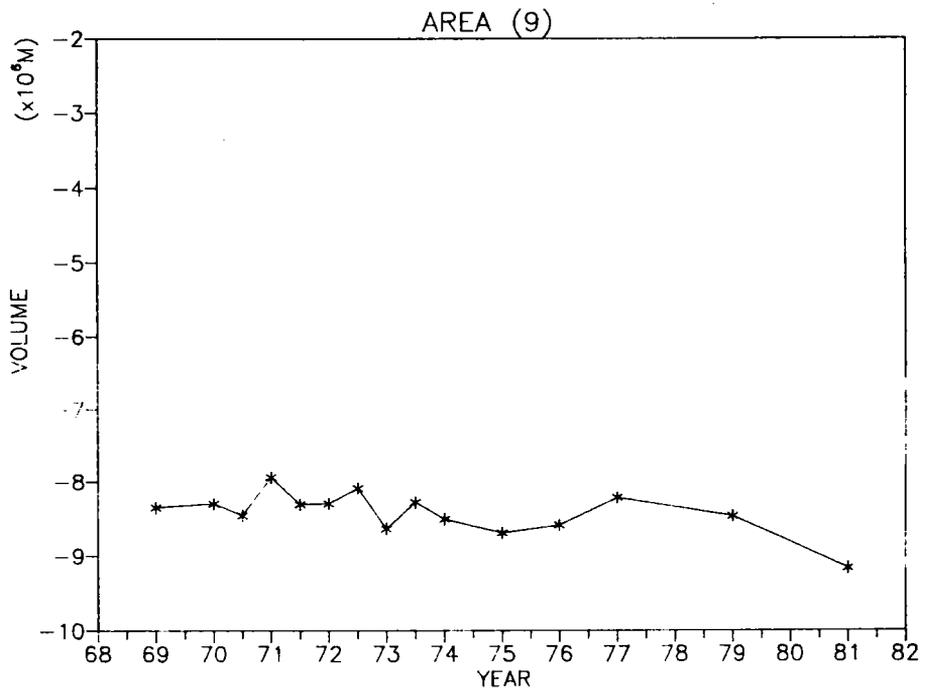


圖 4-10-9 高雄海域(9)區土方量歷年變化圖

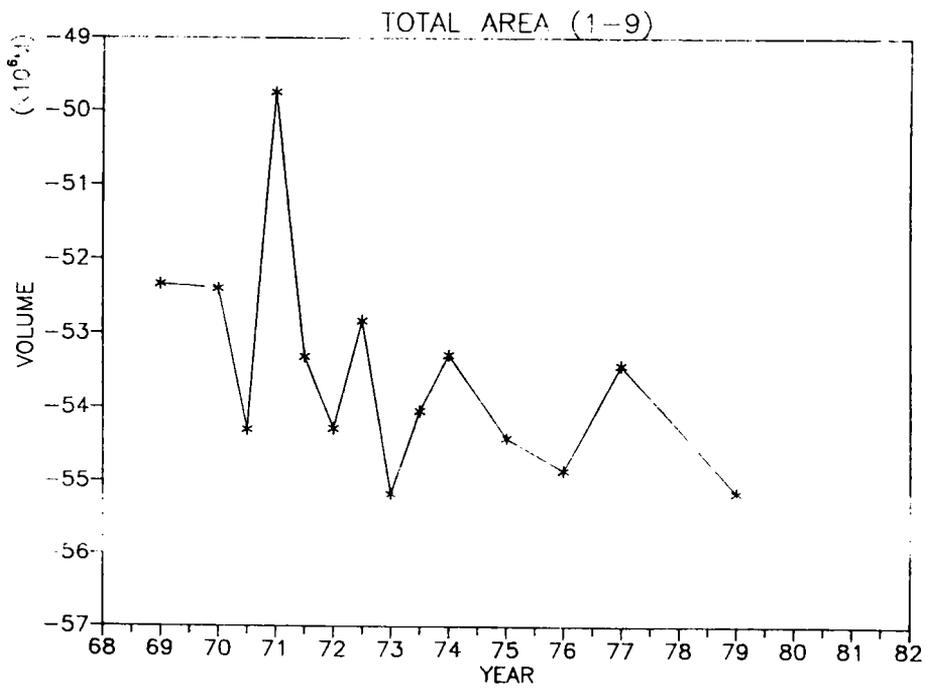


圖 4-10-10高雄海域全區土方量歷年變化圖

第五章 台灣西海岸整體沖淤概況

§ 5-1 前言

台灣西海岸為一平緩沙灘海岸，沿岸漂沙活動劇烈，海岸潮間帶廣闊、沙洲林立。根據中華顧問工程司、水利局第十工程處、國立成功大學水利及海洋工程研究所郭金棟教授、中興顧問社、台南水工所、工研院能資所遙測室吳啓南研究員、漁技社以及本所對台中港漂沙與外傘頂洲地形變遷之研究結果，檢視台灣西海岸沖淤近況如下：

§ 5-2 西海岸沖淤概況

一、公司田溪河口到淡水河北岸間海岸

淡水河口以北海岸自金山、野柳至淡水河口北方一帶大部份屬於礁岩海岸地形，本區海岸地形變化主要係受東北季風影響，其漂沙優勢方向係由北向南移動，至淡水河口附近，因受河口水流影響，有部份沙粒沈積於沙崙一帶海岸。

根據水利局第十工程處自民國75年10月起至81年5月為止於每年9月東北季風前及翌年5月東北季風後，對公司田溪至林口電廠一帶海岸之水深測量圖資料分析結果顯示，本段海岸於-10^m水深線之年淤量約為30萬立方公尺；同時根據中華顧問工程司理"淡海新市鎮特定區計劃綜合示範社區開發工程污水處理廠用地等築堤造地工程規劃設計"報告中[23]對該區漂沙現象分析之結果與航照圖判知，近幾年本處海岸並無發生相當大之變化，故可將本處海岸視為幾近於平衡海岸，惟公司田溪因上游河川輸沙開採及攔河工之完成，輸砂量日漸減少，使海岸有受侵蝕之虞。

二、淡水河口南岸至林口間海岸

該區海岸屬砂質海岸漸變為礫石海岸，根據成大郭金棟教授研究報告[5]指出，此間海岸在1904年至1958年間有相當豐富之河砂供給形成淤積海岸；根據水利局第十工程處自國75年10月至81年5月間歷年觀測之地形資料分析結果顯示，若以民國75年10月水深圖為基準而言，在淡水河口-5^m水深內呈侵蝕，其他區域皆呈淤積現象，淤積量由河口往南增加，遠岸淤積量(-5^m~-10^m水深間)較近岸(0^m~5^m水深間)為大，惟若取75年5月水深圖為基準加以分析，則該區海岸呈現北端侵蝕，南端淤積趨勢，而遠岸之侵蝕量較近岸為劇烈，河口侵蝕量最大，故知本區之漂沙優勢方向為由北向南漂移，若考慮水深±0^m~-10^m間漂沙淤積量，依據中華顧問工程司之報告為平均每年淤積量約30萬立方公尺，惟近年來因上游河床大量採砂，海岸逐年退縮，昔日碉堡沒入海中已不復再見，而今日八里污水廠也深受威脅，幸好淡水港之興建及時保住河口附近海岸，但如不事前防範，則數年後林口附近海岸之侵蝕將指日可待。

三、桃園觀音附近海岸

此段海岸亦屬砂灘，根據郭金棟教授研究報告[5]指出，觀音以北部份侵蝕互見大致平衡，除下埔附近侵蝕外，以南部份大致淤積，以觀音海水浴場及永安漁港北側較為顯著，永安以南因受防波堤阻擋呈現侵蝕，大致而言該區海岸尚稱穩定。

四、新竹漁港附近海岸

省漁業局為瞭解新竹漁港附近海岸地形變化，於民國81年委託工程顧問公司辦理新竹漁港漂沙調查工作[22]，根據81年8月、11月以及82年4月、5月四季測量之地形資料顯示，該區海岸頭前溪口以北，自+2^m~-20^m海灘坡度約1/100呈均勻坡降，但整體海灘均呈侵蝕現象，而侵蝕速度以冬季期間為甚；頭前溪口以南至新竹漁港

北防波堤以北，海灘坡度在 $\pm 0^{\circ} \sim -6.0^{\circ}$ 間為1/230，在 $-6^{\circ} \sim -20^{\circ}$ 間為1/50，在夏、秋二季，海灘斷面受河川輸沙影響，海灘斷面較不規則，經冬季季風後，斷面則趨於平整，惟普遍呈侵蝕現象；新竹漁港南北防波堤間，海灘坡度1/45，漂沙活動劇烈，經冬季季風後，除港口附近略有淤積外，普遍均有侵蝕現象；新竹漁港南防波堤以南，海灘地變化以 $+2.0^{\circ} \sim -3.0^{\circ}$ 間以及 $-5.0^{\circ} \sim -13.0^{\circ}$ 間較為劇烈，整體而言，在調查一年期間，南堤南側普遍呈淤積現象，故綜合本次調查所得81年8月至82年5月間新竹漁港附近海岸地形變化概況，在經歷一年季節風，除南防波堤以南略有淤積外，其它地形均呈侵蝕現象，惟新竹漁港至今北防波堤北側均呈明顯淤積現象，此兩者差異有待進一步調查。

根據郭金棟所著「台灣海岸地形變化及未來之開發利用」報告[5]指出，新竹地區海岸漂沙主要來源應為頭前溪及鳳山溪，其漂沙之優勢方向則由北向南，每年漂沙量根據台大海洋研究調查計算約為164萬方，而中華顧問工程司根據Savage估算新竹漁港附近海岸因波浪作用所帶動漂沙量約為每年102萬方，兩者可供參考比較。

五、新竹香山附近海岸

有關該區海岸沖淤近況詳如第二章。

六、苗栗附近海岸

中港溪輸砂以及後龍溪以南通宵間丘陵地山丘之沖刷為該區海岸漂沙主要來源，根據郭金棟教授研究報告[5]指出，竹苗縣界以南竹南一帶海岸大致保持安定變化少，崎頂附近則有侵蝕，冷水坑溪口處淤積，往南淤積漸增至中港溪口尤為明顯，而該區海岸通宵附近因通宵火力發電廠有顯著突出海岸構造物，沖淤情況較為緩和。

七、台中港附近海岸

本海岸係指北起大甲溪口，南至大肚溪口間長達十數公里間之

海岸。根據本所所長張金機以及副研究員邱永芳等在「台中港漂沙防治與新生地開發」第一年研究報告[20]中指出，由台中港務局提供自民國62年到民國82年近18年水深地形圖研判，大甲溪口至北防波堤間每年堆積量約四佰萬立方公尺；南防波堤與大肚溪間則每年約侵蝕三百九十萬立方公尺；而北防沙堤與北防波堤間每年約堆積一百一十萬立方公尺，-15^m及-20^m等深線則每年平均外移二十餘公尺至三十公尺。根據民國65年到82年共7年間，北防沙堤到北防波堤間之區域內，其沙之堆積厚度共為4.94^m，平均每年約以30公分的厚度在增加，其中以北防波堤250公尺範圍內其堆積厚度為最多，十七年來共增加8.23公尺。

八、彰濱地區附近海岸

本海岸係指大肚溪以南至濁水溪以北，該區海岸由於坡度平緩，泥沙供應充足，故由北向南分別規劃中或已完成伸港區、高埔區、崙尾區、鹿港區、福興區、漢寶區、王功區、永興區、芳宛北區、芳宛南區以及大城區等十一處海埔新生地開發案。

根據台南水工所就民國68年以及80年所得彰化海岸地形資料分析結果顯示[14]，-2^m等深線在大肚溪口以南，伸港附近海灘及鹿港區以南福興附近海灘間有沖澗外，其餘變化不大；-4^m等深線在大肚溪口以南至崙尾北堤間，可能係受崙尾北堤之影響而有明顯之淤積，而崙尾北堤以南至鹿港區間則為嚴重之沖澗，鹿港區以南至濁水溪外海間之海岸則為淤積，再往南則沖澗互見，-6^m等深線除大肚溪口外略有沖澗外，自大肚溪口以南至崙尾北端間皆為淤積其後之沖澗特性與-4^m等深線相同；而-10^m沖澗趨勢與-6^m等深線略同；-15^m等深線自大肚溪口以南至蚵寮北堤間有明顯淤積而崙尾海堤外沖澗趨勢有減少之傾向，而往南之淤積則有增多現象；-20^m等深線則自大肚溪以南至崙尾北堤間皆為淤積，顯示此區漂沙活動在20^m水深處仍然活躍，故本區海岸大致而言，崙尾北堤以北大致為淤積區，而以南至鹿港區則大抵屬沖澗，自鹿港區向南則又有一段長約

4 公里左右之淤積區，再往南則沖淤互見；惟目前規劃中之彰濱工業區亦位於該區海岸，由於工業區之開發，涉及大規模海岸結構物之興建，因此工業區開發後附近海岸地形安定與否，有關單位應進一步謹慎評估。

九、雲嘉海域附近海岸

本區海岸係指濁水溪口以南到八掌溪口以北間之雲林及嘉義間海岸，該區海岸沙洲羅列，其沙源主要由內陸之濁水溪、北港溪、新虎尾溪、八掌溪及其他排水幹線供應，其中以濁水溪為主要沙源供應。本區海底坡度極為平緩，潮間帶內坡度小於1/1000，雲林全境沿岸均有沙洲活動，其西南側長達20公里之外傘頂洲為全省最大之外海沙洲，高潮時沙洲大都潛沒於水底，僅少部份露出水面，屬於潛沒沙洲，雲林境內之外海沙洲，目前僅濁水溪口外有少許淤積，台西以南之沙洲均屬侵蝕狀態，且該區海域之漂沙因受潮流之南北往返運動及季風波浪之作用，其漂沙優勢方向由北逐漸往南遷移。最近由於台塑六輕離島工業區在此海岸興建，為了解在此砂質海岸上填土造地，可能對週圍海岸造成影響，中興顧問社在民國80年曾委託台南水工所[19]在該區海岸進行漂沙調查活動，根據其所測之水深地形圖，可看出雲林西海岸全縣均建造有海堤及海埔地，顯示人為活動已影響到海岸之輸沙活動。圖形顯示濁水溪口有河口沙洲，水深±0^m線延伸至海豐區，-5^m向外海突出呈一弓形，其外側水深-25^m下有廣大沙波群；台西海埔地外側有小型沙洲向西南方向延伸，大致上與舊海岸線平行；台西海埔地南側三條崙外海有一長條型沙洲，大致與海岸線平行，其內側為一深8^m之潮溝，沙洲外側非常平緩，水深-10^m延伸至外海約7公里；三條崙沙洲西南側有一小型沙洲，距箔子寮漁港5公里，此沙洲處於外海受波浪水流作用，漂沙活動劇烈。台子村以南鰲鼓海埔地以西為外傘頂洲，在其南側不到2公里內，水深降至-40^m，有關外傘頂洲海岸變遷詳如第三章所述；根據中興顧問社辦理「雲林離島式基礎工業區八十二年度整體規

劃通盤檢討及綱要計劃擬定」期末報告[19]綜合而論，由於古濁水溪主流之北移，海岸各沙洲因沙源銳減造成侵蝕，而現今濁水溪口沙洲成長向南延伸，舊虎尾溪口之沙洲後退南移，外傘頂洲向南漂移約 5~10 公里，至今仍繼續後退旋轉變形。且在定性上亦可看出雲林海岸基本上可分為 4 大沙洲系統，濁水溪、台西、舊虎尾溪及外傘頂沙洲，由於濁水溪改道，此四沙洲各自變形、侵蝕，濁水溪口之沙洲向南延伸，已與台西之沙洲相連接，舊虎尾溪之沙洲向南延伸、變形其北端嚴重侵蝕，目前有跡象顯示台西之沙洲有和舊虎尾溪沙洲接觸之可能，外傘頂洲仍自成一獨立之系統。

十、朴子溪口以南至曾文溪口間海岸

該海岸為台灣西海岸僅存的一段沙洲海岸，包括東石港洲、白水湖洲、新北門港洲(好美里洲)、海汕洲、王爺港洲、青山港洲、網子寮洲、頂頭額洲以及新灣崙洲等，由此往南，現已無露出高潮位面之沙洲存在；根據工研院能資所吳啓南研究員[4]利用歷年航空照片判釋分析顯示，朴子溪口至曾文溪口沿海的九個沙洲除已陸化的海汕洲較為穩定外，四十餘年來所有沙洲都有內移及南進趨勢。且資料顯示，北門以南至七股沿海的王爺港洲、青山港洲以及網子寮洲都有較劇烈侵蝕後退現象，尤以馬沙溝至七股外海後兩者最為嚴重。

十一、安平港附近海岸

該區海岸係指曾文溪口以南至二仁溪口間海岸，因受曾文溪豐富輸砂影響，外海沙洲亦甚發達，其成因與該區波浪小，潮差小亦有關。此等沙洲於 17 世紀的地圖上即已存在，如鹿耳門、北線尾、一、二、三鯤鯓等沙洲，其內海則為台江灣，但此等沙洲已連成一線。惟根據成大郭教授[5]、[18]歷年地形測量圖分析，曾文溪口至安平間自 1958~1977 年間則呈侵蝕，但速度緩慢每年 0.5 公尺不到，而安平港至安平新港之沙洲則略有淤積每年約 0.5 公尺，安平新港以南鯤

鱒一帶則又見侵蝕，二仁溪口北側則明顯堆積，以後數十年雖其變化率不同，但侵、淤之趨勢大致相同。故整體而言，該區海岸尚稱穩定。

十二、高雄二港口附近海岸

該區海岸係指高雄第二港口以南到鳳鼻頭間海岸，根據本所在該區海域所作沖淤調查結果顯示[17]，該區海岸特性以向、離岸方向漂沙為主屬侵蝕海岸，每年平均被帶走之漂沙量自民國69年到79年間，每年平均約30萬立方公尺，詳細沖淤近況如第四章所述。

十三、中芸漁港附近海岸

本所根據漁技社提供[24]分別在民國68年、77、78、79年以及80年5月間等所測五次中芸漁港附近水域水深測量圖加以比較分析，分析結果顯示在民國68到77年間西防波堤未興建前，中芸漁港外廓堤防附近水域-4^m以上(含-3^m、-2^m、-1^m)均呈淤積外，其餘均為侵蝕；而民國77年到78年間，西防沙堤以西乃呈淤積，惟西防沙堤與西防波堤間近岸處呈侵蝕，海側則呈淤積狀；而根據民國78年到79年間兩張地形圖分析比較，分析結果顯示在該段期間中芸漁港整個海域均呈侵蝕，惟到民國80年時，中芸漁港附近水域則全面呈淤積，故就現場資料分析顯示，西防沙堤未興建前中芸漁港附近水域地形變化略呈淤積，惟土方量無明顯趨勢，西防沙堤興建以後，雖沖淤互見惟若以長期資料分析研判，當中芸漁港西防沙堤興建以後，該區則以平均每年約10萬米立方速率逐年呈淤積現象，而此漂沙來源及方向當來自西向之鄰近海域地形變化當無疑義，蓋中芸漁港東邊雖有河川輸砂量頗大之高屏溪，惟因在河溪入口處有一深達200公尺以上之深谷，為台灣西南海岸一明顯之漂沙走向分界。

十四、屏東縣附近海岸

根據郭金棟教授[5]依歷次測量圖分析顯示，自東港至林邊溪口

在早期屬侵蝕，而自民國72年後反有淤積；楓港、四重溪口一帶則因有若干地區開闢公路，挖土填海致海岸前進外，其他地區則保持平衡；珊瑚礁海岸亦保持不變；貓鼻頭至南灣、鵝鑾鼻部份海岸，則因受波浪沖擊侵蝕，而珊瑚礁成長極為緩慢，故該區亦呈現侵蝕。

§ 5-3 西海岸漂沙特性

故綜合台灣西海岸之漂沙特性[12]，台灣西海岸北自淡水河口起，沿林口、新竹、崎頂、後龍、通霄、台中港、雲林、東石、布袋、七股、安平、興達港、高雄、東港，南至恒春止，大部份係由河流排出之土砂沖積所構成，為粒徑小於 $0.1\text{mm} \sim 0.2\text{mm}$ 以下之細砂。過去由海埔地及漁港方面之觀測記錄資料及計算，海岸有明顯之侵蝕現象，幸賴過去河川之土砂大量補給，尚能維持成長，例如新竹海埔地、彰化王功、窩埔海地、雲林台西海埔地、嘉義鰲鼓海埔地、台南七股及曾文海埔地等均為利用過去河川大量排出之淤積泥沙在西部海岸形成淺灘棚，而加以圍堤造成新生地，是為最好證明。

近年來由於河流上游水土保持工作之改善及多處水庫之興建，河流之沖積物已逐漸減少，新竹、崎頂、後龍、白沙屯、台中、雲林、外傘頂洲及二仁溪以南興達港、蚵仔寮、高雄港海岸、中芸、林邊、枋寮等海岸皆發生侵蝕現象。換言之，即台灣西海岸及西南岸已進入侵蝕期，其特性說明如下：

- 一、近十餘年，由於石門水庫、翡翠水庫相繼完成，集水面積減少以及大量抽砂結果，淡水河口以南呈侵蝕，海岸線退縮，惟 2m 以下部份則淤積；碎波帶變寬，外灘坡度變緩，而內灘則淤深內移。

- 二、西海岸雲林縣海豐島以及嘉義縣外傘頂洲一帶沙洲，則由濁水溪之沖積所形成，其中外傘頂洲最先形成，其次為海豐島，最後為佳里附近海灘。
- 三、外傘頂洲形成之後，由南向北之漂沙被遮斷，而由北向南之漂沙則堆積形成海豐島，並對南邊之沙灘影響極大。因外傘頂洲之北部，在冬季NNE向季節風時所產生之波浪對漂沙之影響，遠較夏季SW風向之波浪影響為大，因而向南之漂沙停泊在外傘頂洲，故對南邊海岸無法再供給漂沙。
- 四、近年來因來自虎尾溪之土砂沉積物逐漸減少，致海豐島部份開始侵蝕，且其頂端逐漸減少，昔日島上之燈塔及防風林已經倒毀，預測最後海豐島終將消失。
- 五、因海豐島之形成，使外傘頂洲之供給砂源減少，導致外傘頂洲整體之減少，近三年除外海側之乾潮線每年平均向陸側退縮100公尺外，其頂部高程亦逐漸減少(由原先之十公尺到目前之一公尺)，整個沙洲並向南延伸，此現象明確地顯示漂沙係由北向南面移動之傾向。
- 六、外傘頂洲以南區域因北來波浪受阻止，布袋海岸前沙洲由南面而向北伸展，係由南方來襲波浪產生之漂沙所形成。即東石至布袋間之沙洲全部由北上之漂沙所供給，漂沙之供給來源，過去為曾文水溪，現今為北港溪、八掌溪及急水溪，數量甚微，且日漸減少。在此附近之沙洲及海灘似處於侵蝕階段。從八掌溪口正北新沙洲之形成，及其漸由南尚北伸展，顯示漂沙係向北移。
- 七、東石布袋附近之外傘頂洲對由北而來之波浪遮斷效果漸減，因

冬季向南移動漂沙量，愈向南方愈增加，而夏季向北移動之漂沙量亦有愈南方愈增加之趨勢。

八、依舊海圖，在曾文海灘前之沙洲，似因曾文溪河道之南移所形成。

九、自台南或高雄連接東石之直線以西之沿海區域，為曾文溪三角地帶，如圖5-1所示，該區域皆被外傘頂洲所遮蔽，則在此區域之沙灘多數受曾文溪所影響。此三角地帶以曾文溪口為頂點，此現象表示曾文溪流出之土砂有向北堆積之傾向，此現象亦可由急水溪和曾文溪在洪水時所發生之地形變化大部份在北側而得證明，即曾文溪口於排出土砂時向南移；東石以北為濁水溪之影響範圍，濁水溪之土沙向南漂移而面積，此與曾文溪及急水溪土砂之向北移成相反方向。由曾文溪及濁水溪所形成之沙洲，深度約20公尺。

由以上所述，西海岸之海灘形成及發展經過，以東石與布袋之間為分界線形成兩部份，此境界線正與澎湖群島相對，產生波浪及潮流之變化。境界線以北，冬季北來波浪對漂沙之搬運力遠較夏季南來之波浪對漂砂之搬運力為大，境界線以南之情形恰相反，如圖5-2所示，潮位及風之作用亦有同樣傾向之可能性。

其次為曾文溪口至高雄壽山約45公里之西南海岸，其能產生砂源之溪流，僅曾文溪、鹽水溪、二仁溪、阿公店溪而已，經查阿公店水庫已完成，且二仁溪排泥沙量含泥較沙為多，因此此段45公里長西南海岸，其漂沙來源有限，僅靠曾文、二仁兩溪每年排沙量及海岸淺灘棚以往淤積沙量，受季風所產生沿岸流，冬季則由北向南移動，夏季則由南向北移動為主，由外海向內灘縱向移動之漂沙量較小，因此已逐漸呈現侵蝕現象，尤其是蚵仔寮及興達港附近海岸侵蝕現象更為明顯，水利局於蚵仔寮海岸每年投資龐大工程費修建

海堤，以防止海灘侵蝕稱為黃金海岸即為明證。同時自安平港以南海岸亦無法再出現大型離岸沙洲，海岸線均呈現與海底水深線平行之灘線。亦即泥沙供給來源不多之明證。

自高雄港以南至恒春約80公里長稱為南部海岸，其地質為礫及砂，粘土構成，此區域內能夠產生沙源之溪流，僅有高屏溪、東港溪、林邊溪三條，其中高屏溪之年排沙量雖然高達2,570萬立方公尺，但由於其出海口處有一大深溝，因此每年排出之泥沙均被其吞沒，以致對兩岸海灘均不致構成淤積之威脅。南區海岸即然無大量漂沙來源供應，又是本省颱風頻繁之地區，故其海岸目前已進入侵蝕狀態，故整個西海岸之沖淤近況可概略整理如圖5-3示。

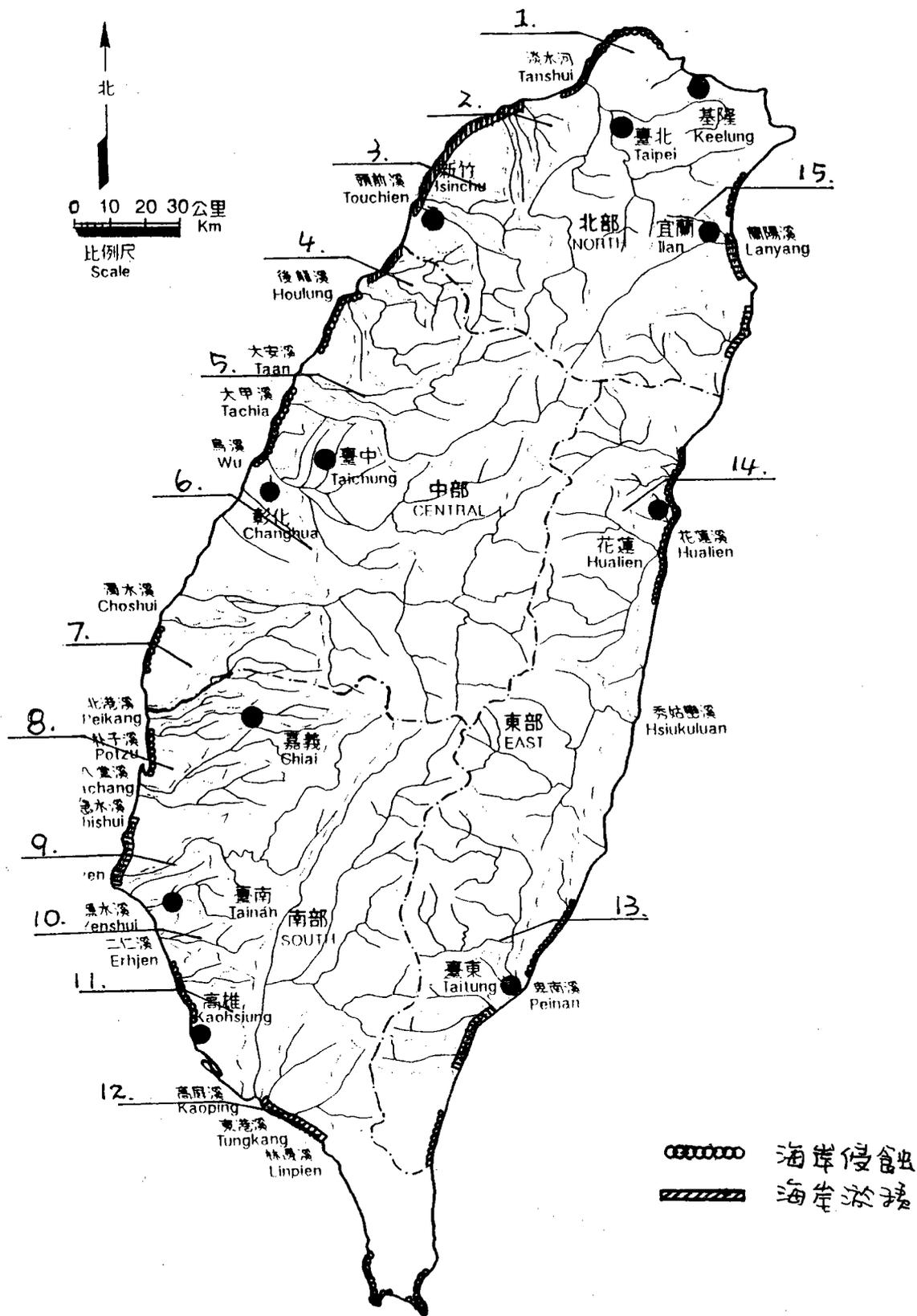


圖 5-3 台灣四週海岸沖淤近況示意圖

第六章 結論及建議

綜合以上各章節，有關台灣西海岸沖淤調查研究結果，吾人可獲致以下數點結論及建議：

- 一、根據西海岸海灘形成及發展經過，有關漂沙優勢方向可以東石與布袋之間為分界線形成兩部份，此境界線正與澎湖群島相對，產生波浪及潮流之變化，境界以北，冬季北來波浪對漂沙之搬運力遠較夏季南來之波浪對漂沙之搬運力為大，境界線以南之情形恰相反。
- 二、近年來由於河川上游水土保持工作之改善及多處水庫之興建，河川之沖積物已逐漸減少，致八里、新竹、崎頂、後龍、白沙屯、台中、雲林、外傘頂洲以及二仁溪以南興達港、蚵仔寮、高雄海岸、中芸、林邊、枋寮等海岸皆發生侵蝕現象，換言之台灣西海岸及西南海岸已進入侵蝕期。
- 三、新竹香山附近海域根據計算分析結果顯示，除南、北兩端係屬侵蝕外，中間部份即海山船澳以北2000公尺範圍香山地區海岸則屬淤積，若計算水深到-15公尺處，則平均每年淤積量約為67.5萬立方，每平方公尺平均每年淤積12公分，惟若考慮整個新竹香山區附近海域之總侵淤量，則每年平均淤積約8.64萬立方公尺。
- 四、根據沿岸波能以及沿岸輸沙率計算分析結果顯示，Komar & Inman(1970)公式即 $I = 0.77P$ 適用於台灣西海岸外傘頂洲海域；若換算為 $Q = \alpha E^n$ 沿岸輸沙量與沿岸波能公式，則其地方性常數，根據實測值推算分別為 $\alpha = 0.68$ ， $n = 0.81$ ，其中沿岸波能E之單位為 $t\text{-m/day}$ /m；沿岸輸砂量Q之單位則為 m^3/day 。

- 五、根據外傘頂洲連續四年實測地形比較結果顯示，其海岸灘線南端突出部份向西南方向推進呈淤積狀態，惟在中間部份則明顯侵蝕，三年期間該區海岸灘線共向陸側內移 300公尺，即平均每年向陸側侵蝕大約100公尺。
- 六、高雄海域漂沙特性，根據分析結果顯示，係以向、離岸方向（on-off shore）漂沙為主，屬侵蝕海岸，該區每年平均被帶走約30萬立方公尺土量。
- 七、由於西海岸正邁入侵蝕期，惟目前正有幾處大型工業區正在該區海岸開發，此種大規模海岸結構物之興建，對海岸地形安定與否，建議有關單位應進一步謹慎評估。
- 八、台灣係一島國，土地面積狹小，海岸空間利用乃未來發展趨勢，建議上級單位應以整體性及長遠性計劃作綜合性考慮環境災害、安全、保育生態資源，並建立一套健全之開發與管理制度，俾使珍貴海岸資源得以永續保存及利用之目的。

參 考 文 獻

1. 台灣西海岸沖淤調查研究(一); 港研所八十年度基本研究報告。
2. 台灣西海岸沖淤調查研究(二); 港研所八十一年度基本研究報告。
3. 台灣西海岸沖淤調查研究(三); 港研所八十二年度基本研究報告。
4. 吳啓南(1990、1991): "遙測應用於嘉南地區海岸變遷研究", 工研院能資所。
5. 郭金棟(1990, 12): "台灣海岸地形變化及其未來之開發利用", 成大水利及海岸工程研究所, CKHOTR-90-12。
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
12. 高雄市「紅毛港遷村計劃」規劃草案報告(1982,12)：台灣漁業技術顧問社。
13. 魏兆欽等(1988)："旗津外海海沉調查分析研究報告"，國立高雄海事專科學校。
14. 彰化濱海工業區整體開發規劃調查研究(第二份)，(1992,6)：成大台南水工所。
15. 新竹香山區海埔新生地造地開發計畫環境說明書(1992,7)：中華顧問工程司。
16. 新竹香山區海埔新生地造地開發計畫(1993,1)：台灣省政府。
17. 高雄海域海氣象調查研究(1993,3)：港研所專刊No.89。
18. 郭金棟等(1993,7)："安平漁港舊港闢建可行性研究報告"，國立成功大學水利及海洋工程研究所，CKHOPJ-93-002。

19. 雲林離島式基礎工業區八十二年度整體規劃通盤檢討及綱要計劃擬定(1993, 8), 財團法人中興顧問社。
20. 張金機、邱永芳等(1994, 6): "台中港漂沙防治與新生地開發", 港研所。
21. 何良勝等(1994, 6): "淡水港興建對鄰近海岸地形變遷之影響---動床水工模型試驗預備試驗報告。
22. 台灣省漁業局新竹漁港港口改善暨水工模型漂沙試驗報告(1994, 6), 財團法人台灣漁業技術顧問社。
23. 淡海新市鎮特定區計劃綜合示範社區開發工程污水處理液用地等築堤造地工程規劃設計報告(1994, 6), 中華顧問工程司。
24. 黃清和、廖慶堂、蔡立宏、蔡金吉(1992, 7): "高雄縣中芸漁港漂沙模型試驗研究", 港研所專刊, No. 80。

台灣西海岸沖淤調查研究(四)

編輯者：黃清和

發行者：張金機

發行所：台灣省政府交通處港灣技術研究所
台中縣梧棲鎮臨海路83號
電話：(04)6564216

承印者：建州企業有限公司
電話：(04)6270966

本書印製 200 本，非賣品