

花蓮港港灣設施改善計畫之研究

第四子計畫 水深測量與漂沙堆積分析

研究工作人員

計畫主持人：助理研究員 蔡立宏

共同主持人：研究員兼組長 黃清和

協同主持人：助理 蔡金吉

研究人員：助理研究員 林柏青

花蓮港港灣設施改善計畫之研究

第四子計畫 水深測量與漂沙堆積分析

目 錄

圖 目 錄.....	I
表 目 錄.....	V
壹、前言.....	1
貳、現場水深調查.....	3
參、資料分析及討論.....	24
一、港口附近水域水深測量地形分析.....	24
1. 等水深線變化分析.....	24
2. 斷面水深變化分析.....	41
二、花蓮港口附近水域沿岸碎波能及漂沙沖淤積分析.....	51
1. 沿岸碎波能量計算分析.....	52
2. 分區漂沙沖淤積量分析.....	74
肆、結論.....	92
參考資料.....	94

圖 目 錄

- 圖 1 花蓮港口附近水域水深地形測量範圍圖
- 圖 2-1 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國79年10月, 水利局)
- 圖 2-2 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國80年03月, 水利局)
- 圖 2-3 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國80年06月, 水利局)
- 圖 2-4 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國80年10月, 水利局)
- 圖 2-5 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國81年05月, 水利局)
- 圖 2-6 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國81年10月, 水利局)
- 圖 2-7 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國82年04月, 水利局)
- 圖 2-8 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國83年05月, 本計畫)
- 圖 2-9 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國83年07月, 本計畫)
- 圖 2-10 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國83年10月, 本計畫)
- 圖 2-11 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國83年12月, 本計畫)
- 圖 2-12 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國84年05月, 本計畫)
- 圖 3-1 1994年提姆(TIM)颱風之路徑圖
- 圖 3-2 1994年凱特琳(KAITLIN)颱風之路徑圖
- 圖 3-3 1994年道格(DOUG)颱風之路徑圖
- 圖 3-4 1994年弗雷特(FRED)颱風之路徑圖
- 圖 3-5 1994年葛拉絲(GLADYS)颱風之路徑圖
- 圖 3-6 1994年席斯(SETH)颱風之路徑圖
- 圖 4-1 花蓮港口附近水域 $\pm 0\text{m}$ 等水深線歷次變化圖(73/4-81/6, 水利局, 本計畫整理)

- 圖 4-2 花蓮港口附近水域±0m等水深線歷次變化圖(79/10-82/4, 水利局, 本計畫整理)
- 圖 4-3 花蓮港口附近水域±0m等水深線歷次變化圖(75/4-84/5, 水利局, 本計畫整理)
- 圖 4-4 花蓮港口附近水域-1m等水深線歷次變化圖(83/5-84/5, 本計畫)
- 圖 4-5 花蓮港口附近水域-5m等水深線歷次變化圖(79/10-82/4, 本計畫)
- 圖 4-6 花蓮港口附近水域-5m等水深線歷次變化圖(83/5-84/5, 本計畫)
- 圖 4-7 花蓮港口附近水域-10m等水深線歷次變化圖(79/10-82/4, 本計畫)
- 圖 4-8 花蓮港口附近水域-10m等水深線歷次變化圖(83/5-84/5, 本計畫)
- 圖 4-9 花蓮港口附近水域-15m等水深線歷次變化圖(79/10-82/4, 本計畫)
- 圖 4-10 花蓮港口附近水域-15m等水深線歷次變化圖(83/5-84/5, 本計畫)
- 圖 4-11 花蓮港口附近水域-20m等水深線歷次變化圖(79/10-82/4, 本計畫)
- 圖 4-12 花蓮港口附近水域-20m等水深線歷次變化圖(83/5-84/5, 本計畫)
- 圖 4-13 花蓮港口附近水域-25m等水深線歷次變化圖(79/10-82/4, 本計畫)
- 圖 4-14 花蓮港口附近水域-25m等水深線歷次變化圖(83/5-84/5, 本計畫)
- 圖 5 花蓮港口附近水域不同斷面位置示意圖

- 圖 6 花蓮港口附近水域歷次測量斷面水深變化圖(斷面1~4)
- 圖 6(續)花蓮港口附近水域歷次測量斷面水深變化圖(斷面5~8)
- 圖 6(續)花蓮港口附近水域歷次測量斷面水深變化圖(斷面9~12)
- 圖 6(續)花蓮港口附近水域歷次測量斷面水深變化圖(斷面13~16)
- 圖 7 提姆颱風期間花蓮港口附近水域示性波高、週期以及波浪方向逐時記錄圖
- 圖 8 席斯颱風期間花蓮港口附近水域示性波高、週期以及波浪方向逐時記錄圖
- 圖 9-1 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0004)
- 圖 9-2 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0134)
- 圖 9-3 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0234)
- 圖 9-4 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0404)
- 圖 9-5 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0534)
- 圖 9-6 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0704)
- 圖 9-7 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0834)
- 圖 9-8 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/1004)
- 圖 9-9 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/1134)
- 圖 9-10 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/1304)
- 圖 9-11 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/1434)
- 圖 9-12 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/1604)
- 圖 9-13 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/1734)
- 圖 10-1 花蓮港口附近水域各分區示意圖
- 圖 10-2 花蓮港口附近水域各分區計算範圍示意圖
- 圖 10-3 花蓮港口附近水域各分區計算面積示意圖

- 圖 11-1 提姆颱風期間花蓮港口附近水域各分區累積沿岸碎波能分佈圖
- 圖 11-2 席斯颱風期間花蓮港口附近水域各分區累積沿岸碎波能分佈圖
- 圖 12-1 提姆颱風期間花蓮港口附近水域各分區沖淤積圖
- 圖 12-2 席斯颱風期間花蓮港口附近水域各分區沖淤積圖
- 圖 13 花蓮港口附近水域分區沖淤積圖(83年5月~7月)
- 圖 14 花蓮港口附近水域分區沖淤積圖(83年7月~10月)
- 圖 15 花蓮港口附近水域分區沖淤積圖(83年10月~12月)
- 圖 16 花蓮港口附近水域分區沖淤積圖(83年5月~12月)
- 圖 17 花蓮港口附近水域分區沖淤積圖(83年12月~84年5月)
- 圖 18 花蓮港口附近水域分區沖淤積圖(83年5月~84年5月)
- 圖 19 花蓮港口附近水域分區單位面積沖淤積圖(83年5月~7月)
- 圖 20 花蓮港口附近水域分區單位面積沖淤積圖(83年7月~10月)
- 圖 21 花蓮港口附近水域分區單位面積沖淤積圖(83年10月~12月)
- 圖 22 花蓮港口附近水域分區單位面積沖淤積圖(83年5月~12月)
- 圖 23 花蓮港口附近水域分區單位面積沖淤積圖(83年12月~84年5月)
- 圖 24 花蓮港口附近水域分區單位面積沖淤積圖(83年5月~84年5月)
- 圖 25 花蓮港口附近水域沿岸輸沙量與沿岸波能量關係圖
- 圖 26 花蓮港口附近水域沿岸輸沙量與其他學者計算結果比較圖
- 圖 27 花蓮港口附近水域沿岸輸沙率與沿岸碎波能量關係圖
- 圖 28 花蓮港口附近水域沿岸輸沙率與其他學者比較圖

表 目 錄

- 表 1 歷次颱風發生起迄時間及各測站資料記錄情形
- 表 2 颱風期間港外與港內各測站統計波高最大值
- 表 3 花蓮港附近水域長期以來歷年灘距變遷統計表
(73.6~75.8)
- 表 3(續)花蓮港附近水域長期以來歷年灘距變遷統計表
(75.4~79.6)
- 表 3(續)花蓮港附近水域長期以來歷年灘距變遷統計表
(79.6~84.5)
- 表 4 颱風期間作用各分區之累積沿岸碎波能表
- 表 5 颱風通過前後各分區沖淤積量表
- 表 6 花蓮港八十一年~八十四年度挖泥工程明細表

第四子計畫 水深測量與漂沙堆積分析

摘 要

本文收集水利局第九工程處，長年以來在花蓮港口附近水域施測水深測量地形資料，且配合本研究選擇在夏季颱風通過前後與冬季季節風過後在該區水域所施測五次短期水深測量地形資料，俾探討其沿岸沖淤現況外，並研判鄰近海岸地形變遷所引起漂沙對花蓮港口淤塞情形。

其次，根據本所在花蓮港外海收集之波浪資料，計算作用在該區之沿岸碎波能，配合上述短期分區沖淤量分析結果，建立該區沿岸漂沙量與波能經驗公式。

第四子計畫 水深測量與漂沙堆積分析

壹、前言

為瞭解花蓮港在颱風通過前後以及冬季季節風期間過後，所引起附近北濱、南濱以及化仁海岸地形變遷與漂沙對其港口附近水域地形變化影響，本研究除分別在附近水域辦理現場波浪、海流等海氣象調查，進行試驗室斷面與定床平面等水工模型試驗與數值模擬等以謀改善港內波浪穩靜情況工作外，本部份並包括下列二工作項目：

一、港口附近水域水深地形測量

本計畫選擇冬季季節風期間以及颱風通過前後，每年進行2~3次港口附近水域水深地形測量工作，測量範圍如圖1所示，按照合約規定全部共計進行5次港口附近水域地形測量。

二、漂沙淤積調查分析工作

此部份工作內容分別包括

1. 收集水利局第九工程處在該區鄰近海域歷年所施測水深測量圖，利用不同等水深線變化，研判港口附近水域長期沖淤變化趨勢。
2. 根據本計畫在季風期間以及颱風通過前後，於港口附近水域進行測量工作所提供水深地形資料，作短期分區沖淤積計算分析，探討兩者外力所引起鄰近海岸地形變遷，並研判漂沙對其港口沖淤影響。
3. 利用本所在花蓮港外海收集之波浪資料，計算作用在該區之沿岸碎波能，配合前項短期分區沖淤量分析結果，建立該區沿岸波能與漂沙量經驗公式。

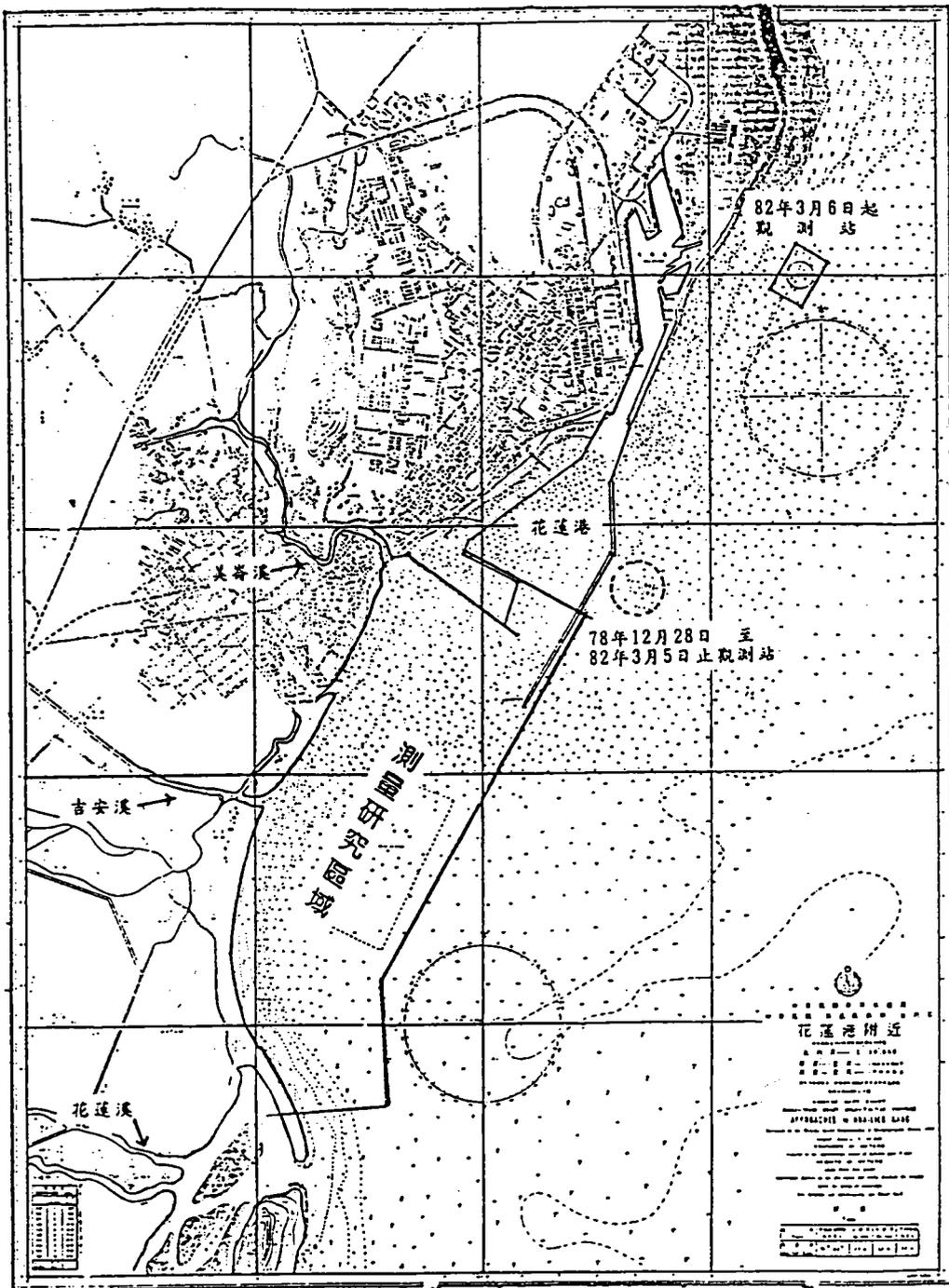


圖 1 花蓮港口附近水域水深地形測量範圍圖

貳、現場水深調查

為瞭解花蓮港口附近水域在冬季季節風與夏季颱風期間所引起鄰近海岸地形長期及短期變化，本所除收集水利局第九工程處在該區鄰近海域自民國79年以後歷年水深測量圖包括民國79年10月、80年3月、80年6月、80年10月、81年5月、81年10月以及82年4月等7次水深測量圖分別如圖2-1～圖2-7等外，本計畫分別在83年5月、7月、10月以及12月期間測得提姆(TIM)颱風通過前後、凱特琳(KAITLIN)颱風、道格(DOUG)颱風、弗雷特(FRED)颱風與葛拉絲(GLADYS)颱風等經過後以及席斯(SETH)颱風通過前後等4次港口附近水域水深地形測量工作，且於84年5月間又進行一次水深地形測量工作，分別如圖2-8～圖2-12中所示，將可作為研判花蓮港口在冬季季節風以及夏季風期間前後，漂沙對港口沖淤影響分析，觀測期間歷次颱風路徑圖則分別如圖3-1～圖3-6中所示；歷次颱風發生起迄時間、本所所測得最大波高、週期(H_{max} 、 T_{max})以及示性波高、週期($H_{1/3}$ 、 $T_{1/3}$)則分別如表1與表2中所示，謹將整個資料分析過程及討論敘述如后：

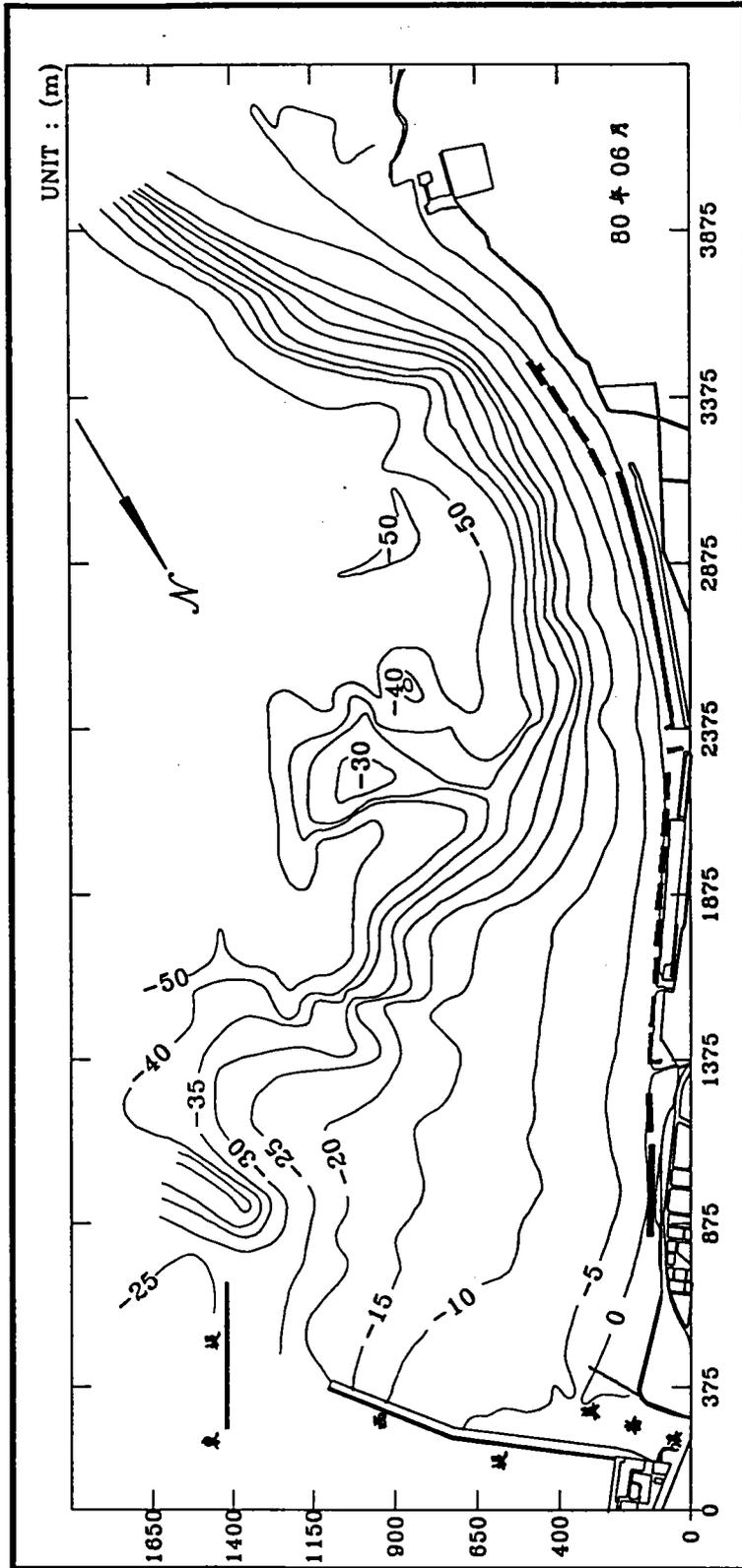


圖 2-3 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國80年06月, 水利局)

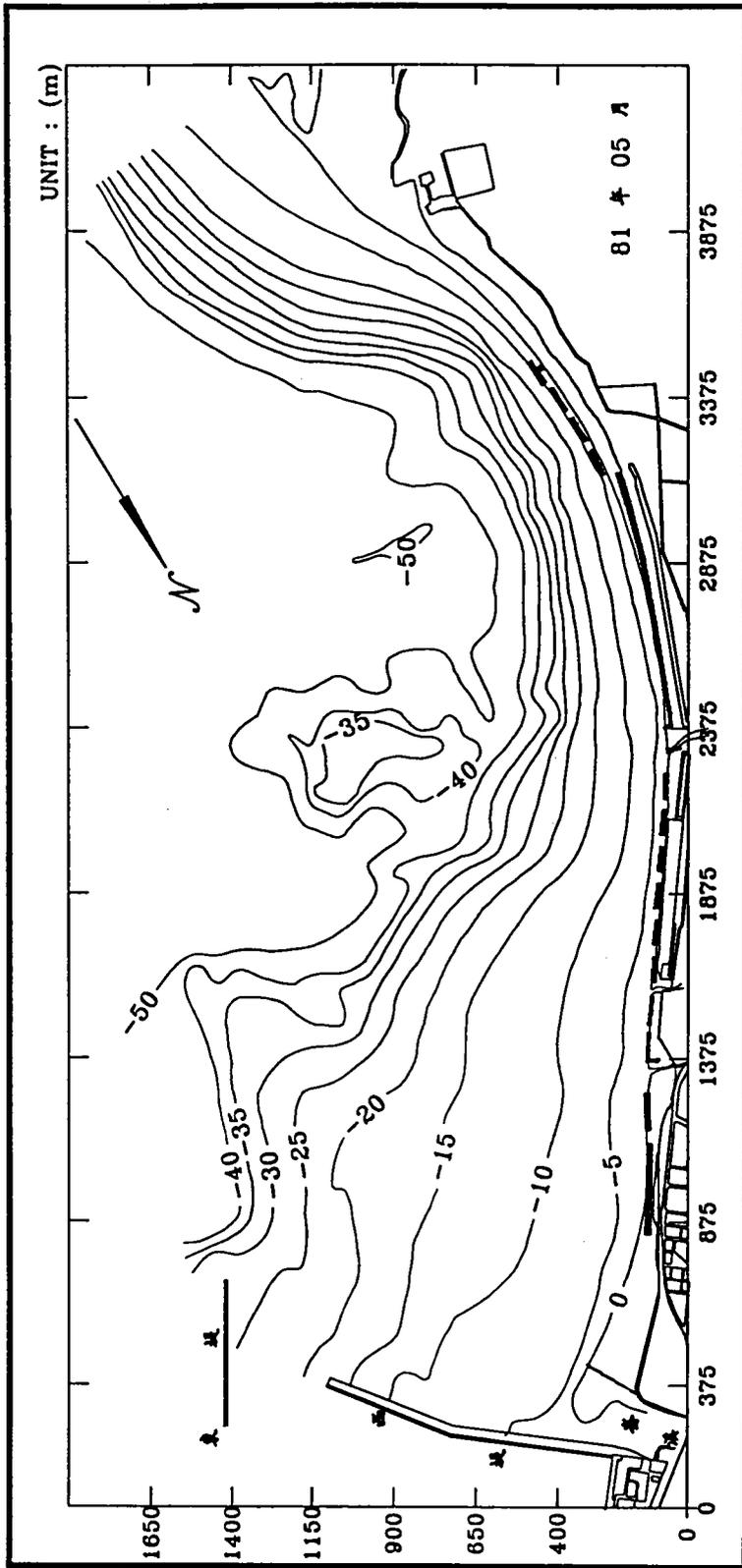


圖 2-5 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國81年05月, 水利局)

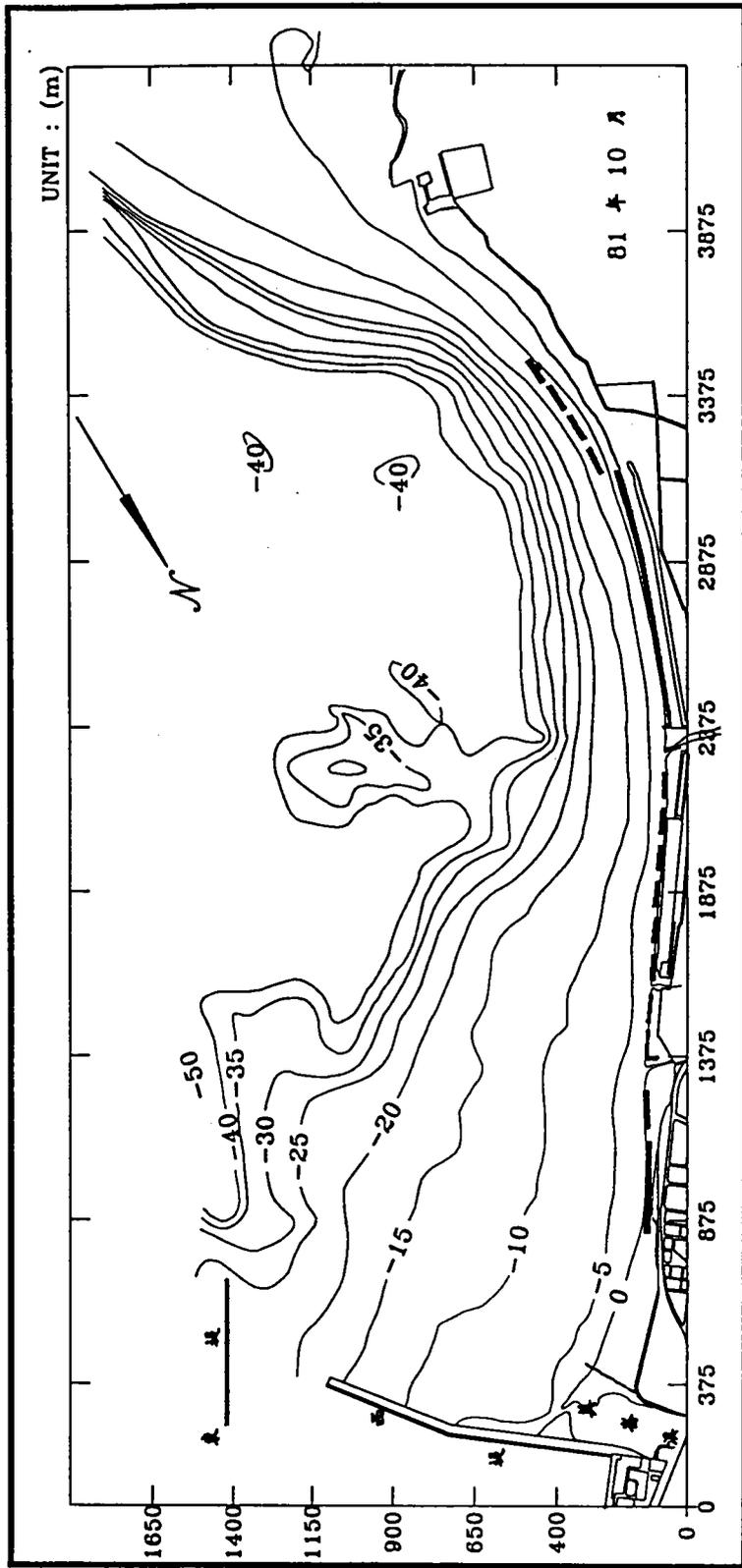


圖 2-6 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國81年10月, 水利局)

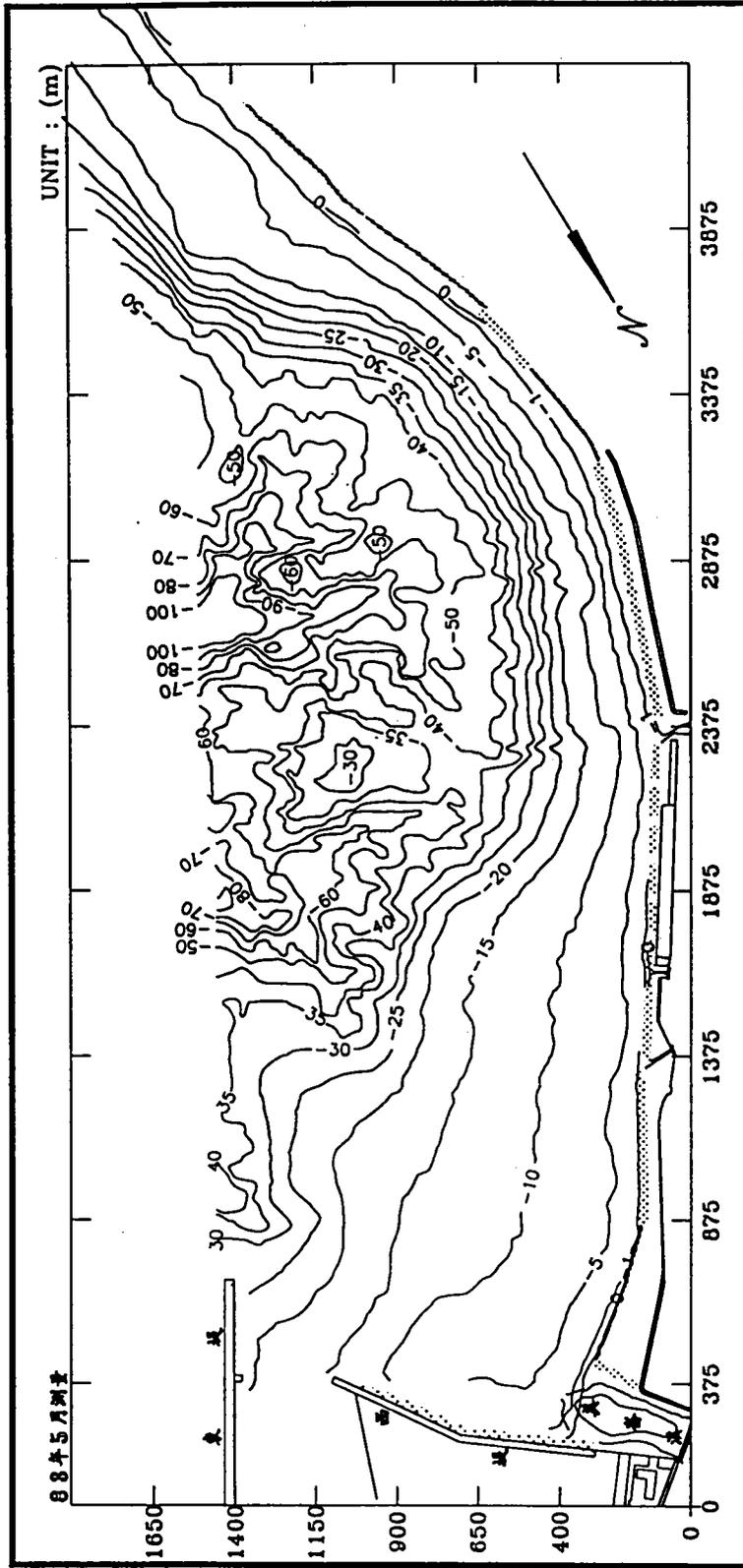


圖 2-8 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國83年05月, 本計畫)

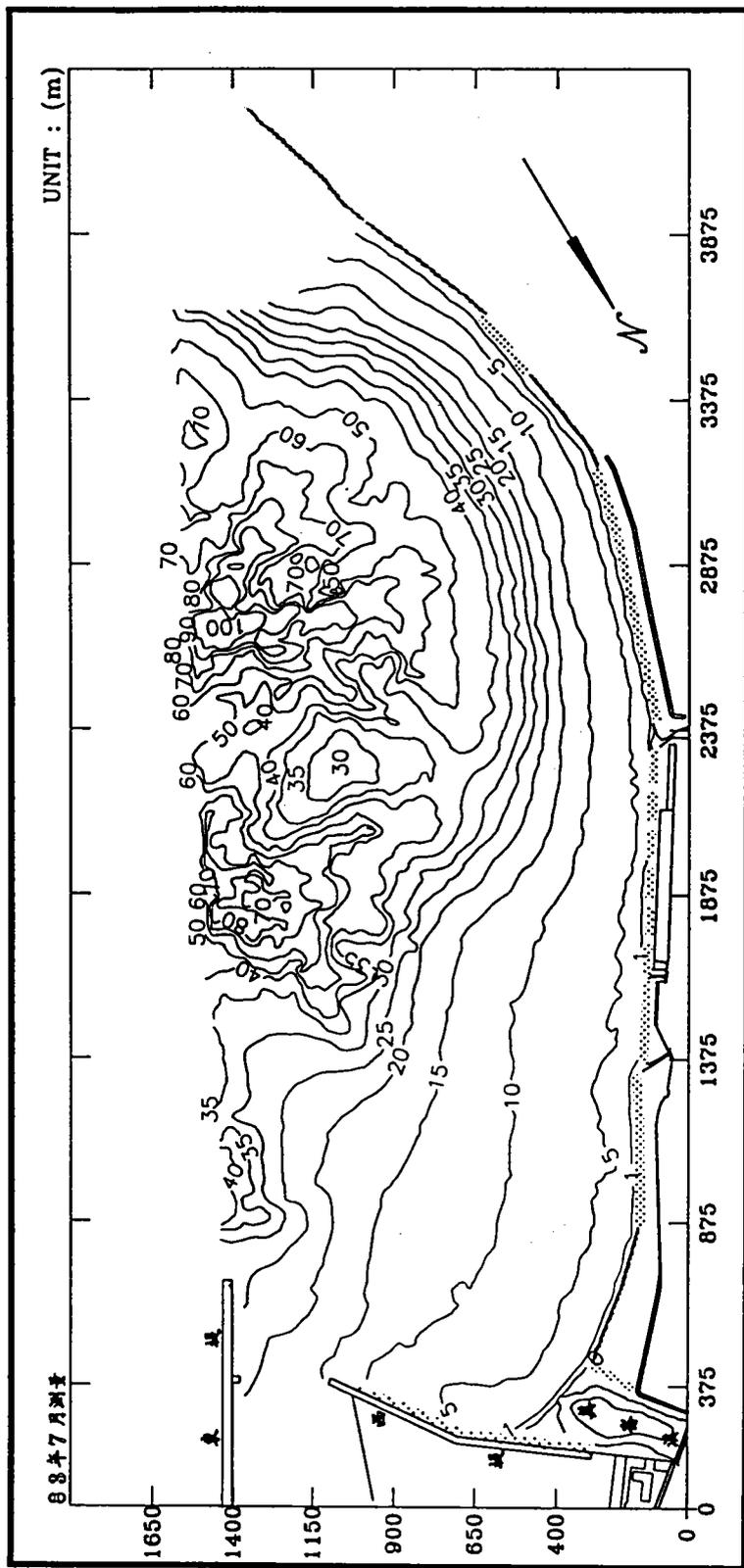


圖 2-9 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國83年07月, 本計畫)

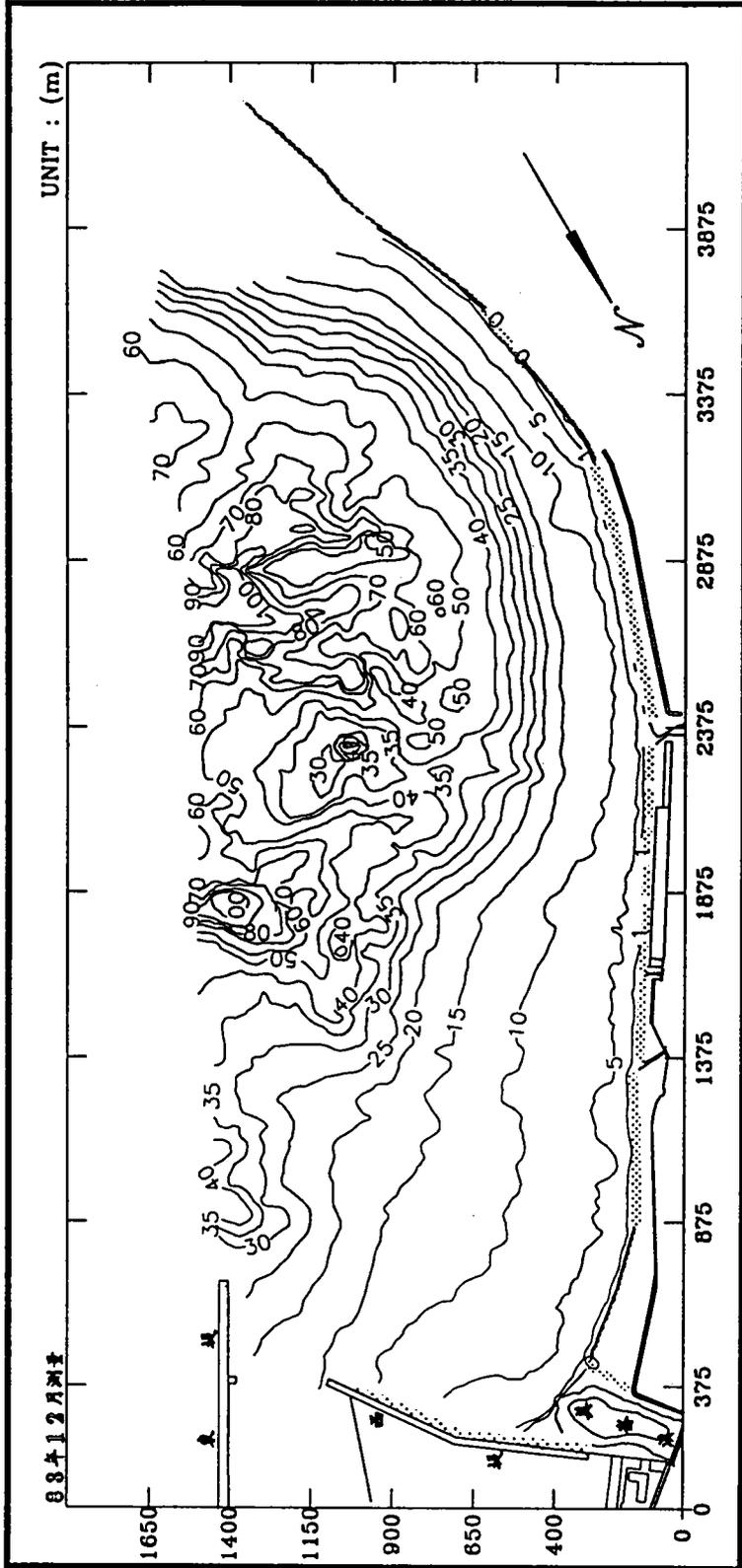


圖 2-11 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國83年12月, 本計畫)

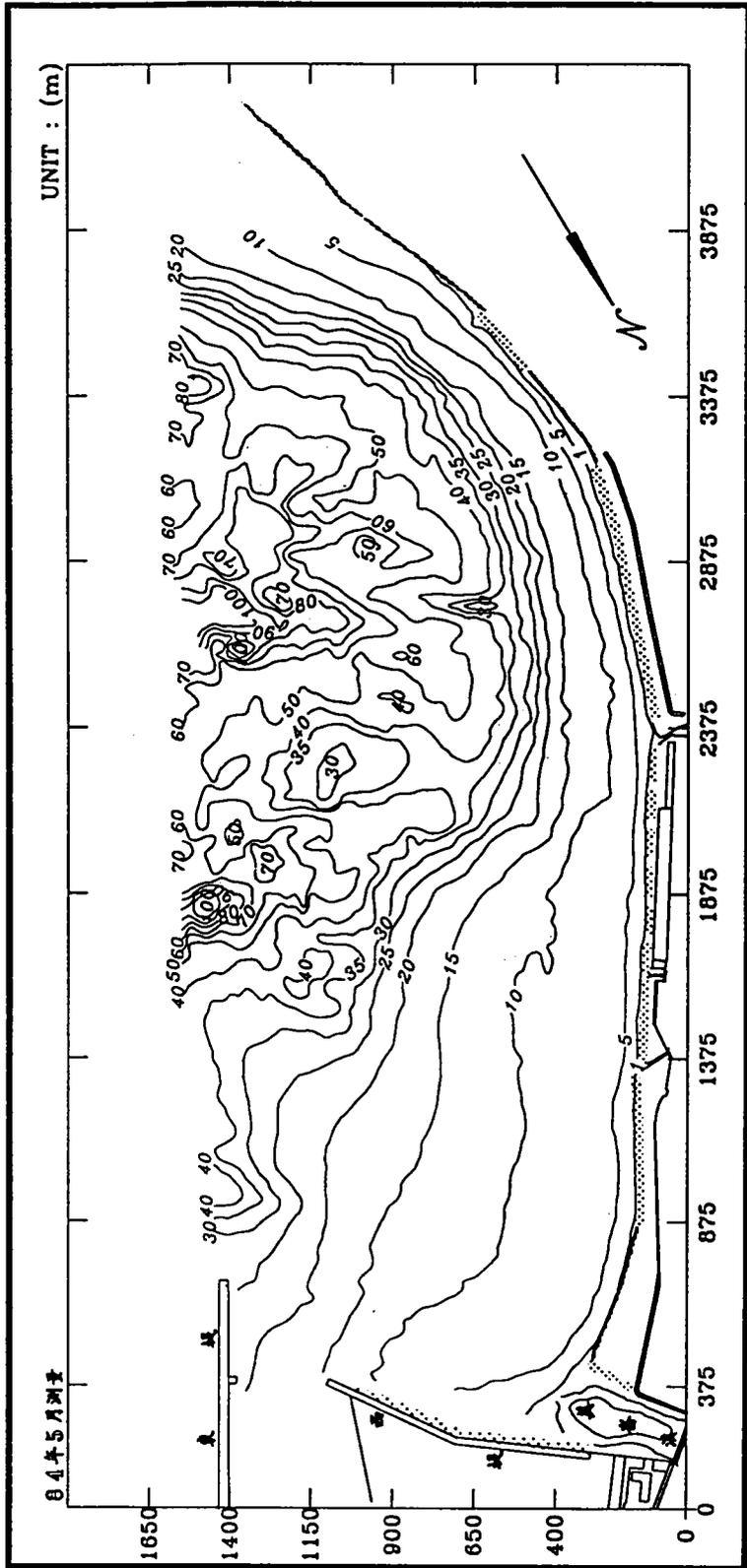


圖 2-12 花蓮港口附近水域水深地形測量圖(民國84年05月, 本計畫)

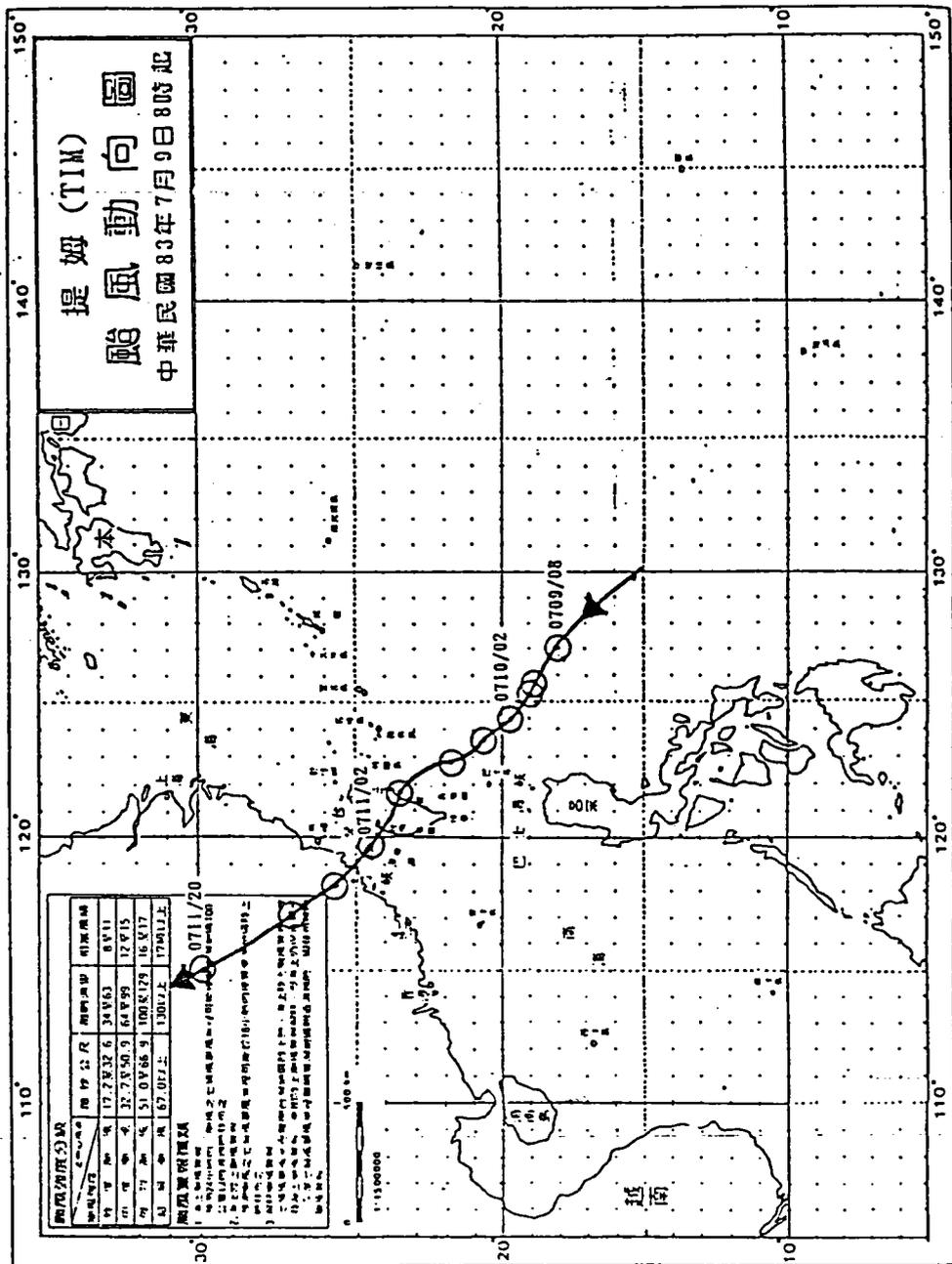


圖 3-1 1994年提姆(TIM)颱風之路徑圖

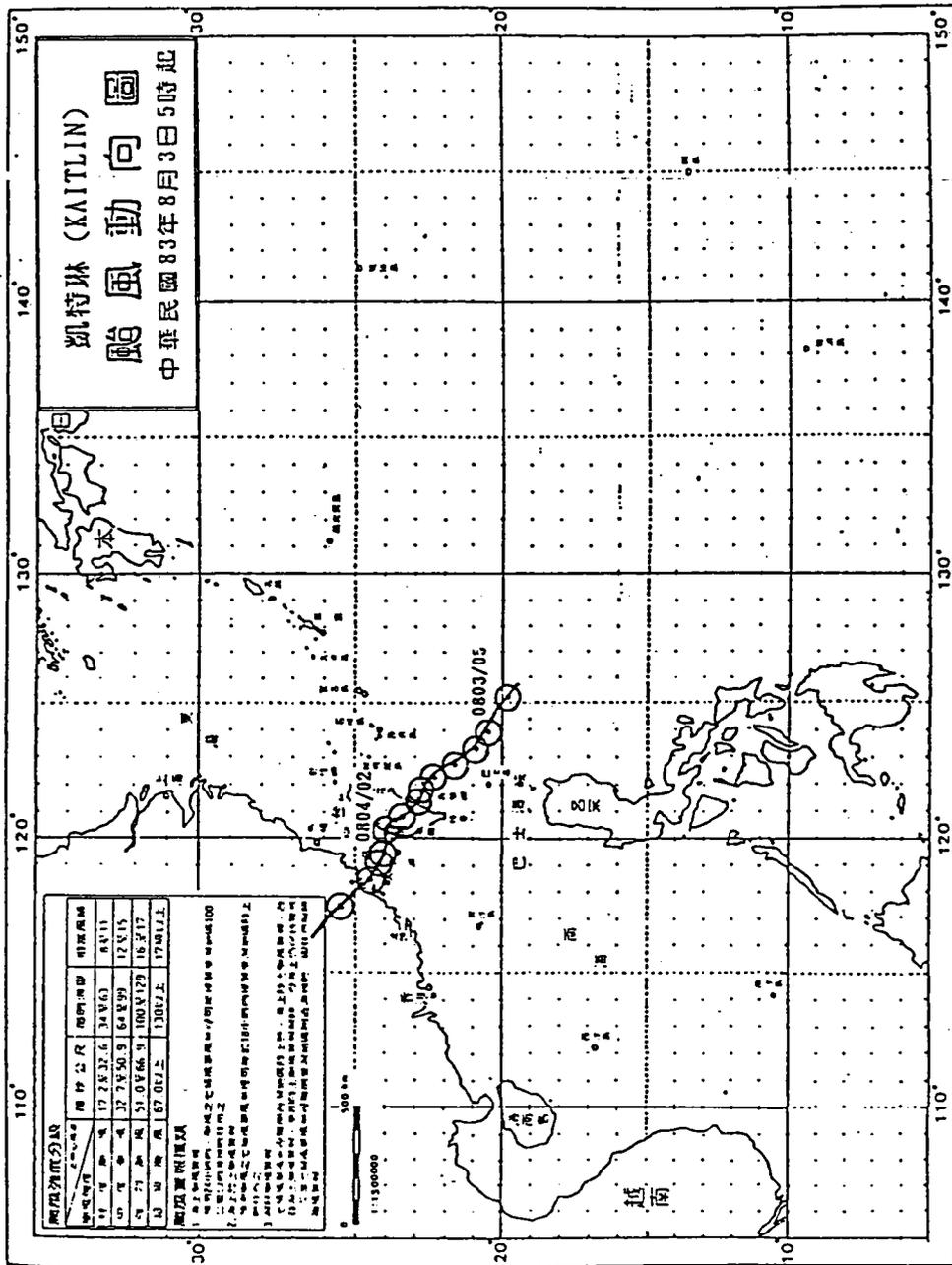


圖 3-2 1994 年凱特琳 (KAITLIN) 颱風之路徑圖

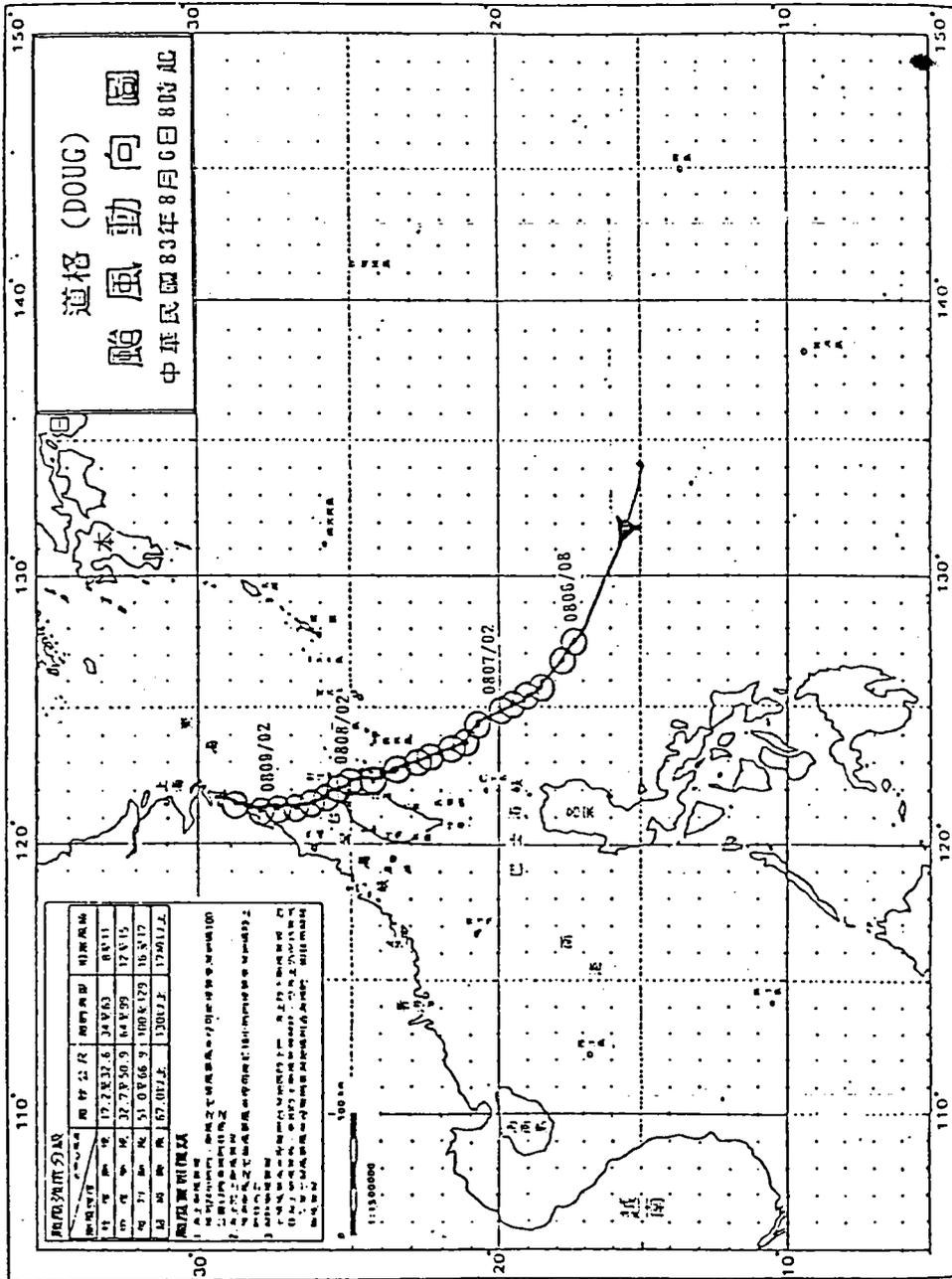


圖 3-3 1994年道格(DOUG)颱風之路徑圖

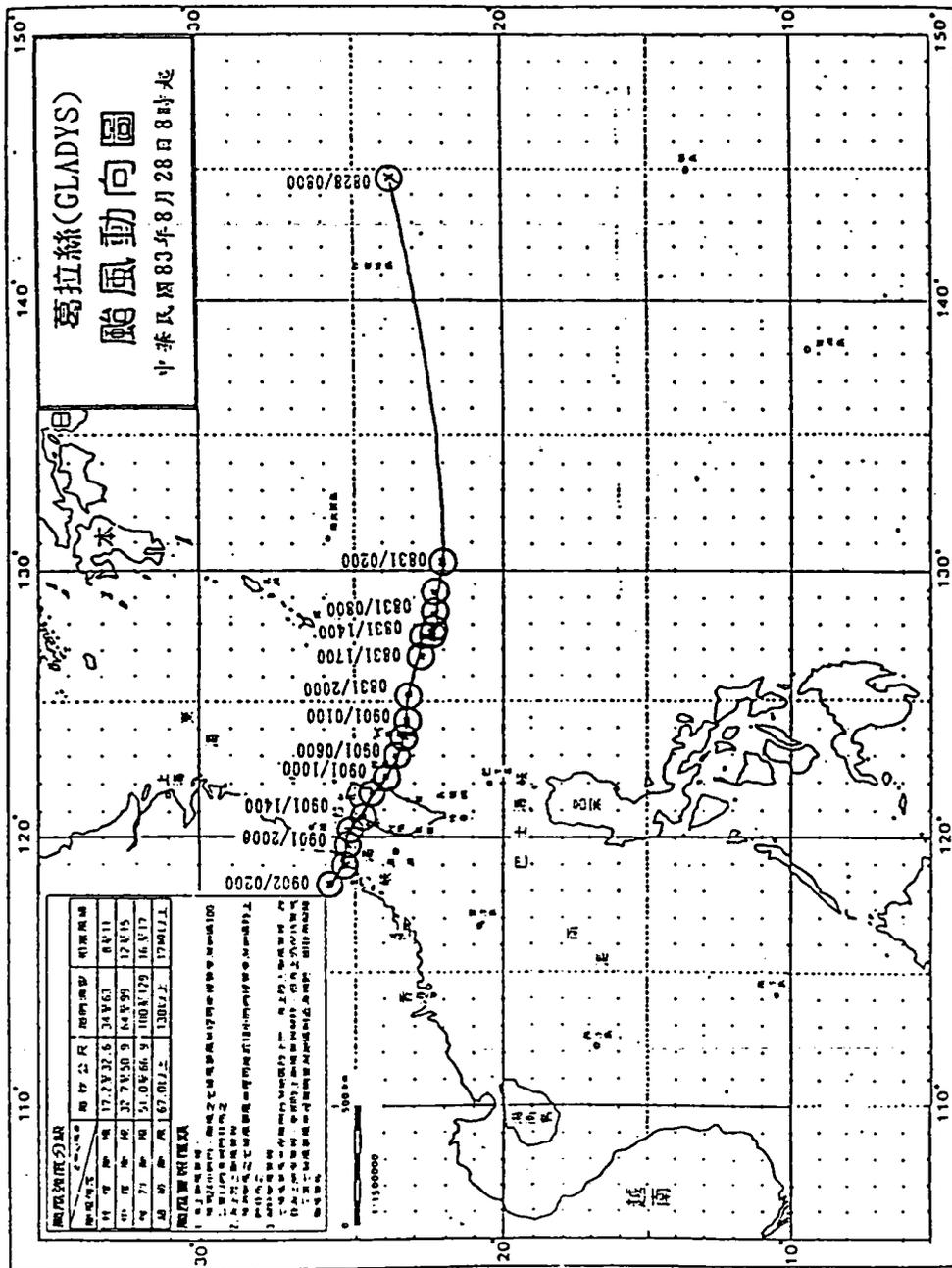


圖 3-5 1994年葛拉絲(GLADYS)颱風之路徑圖

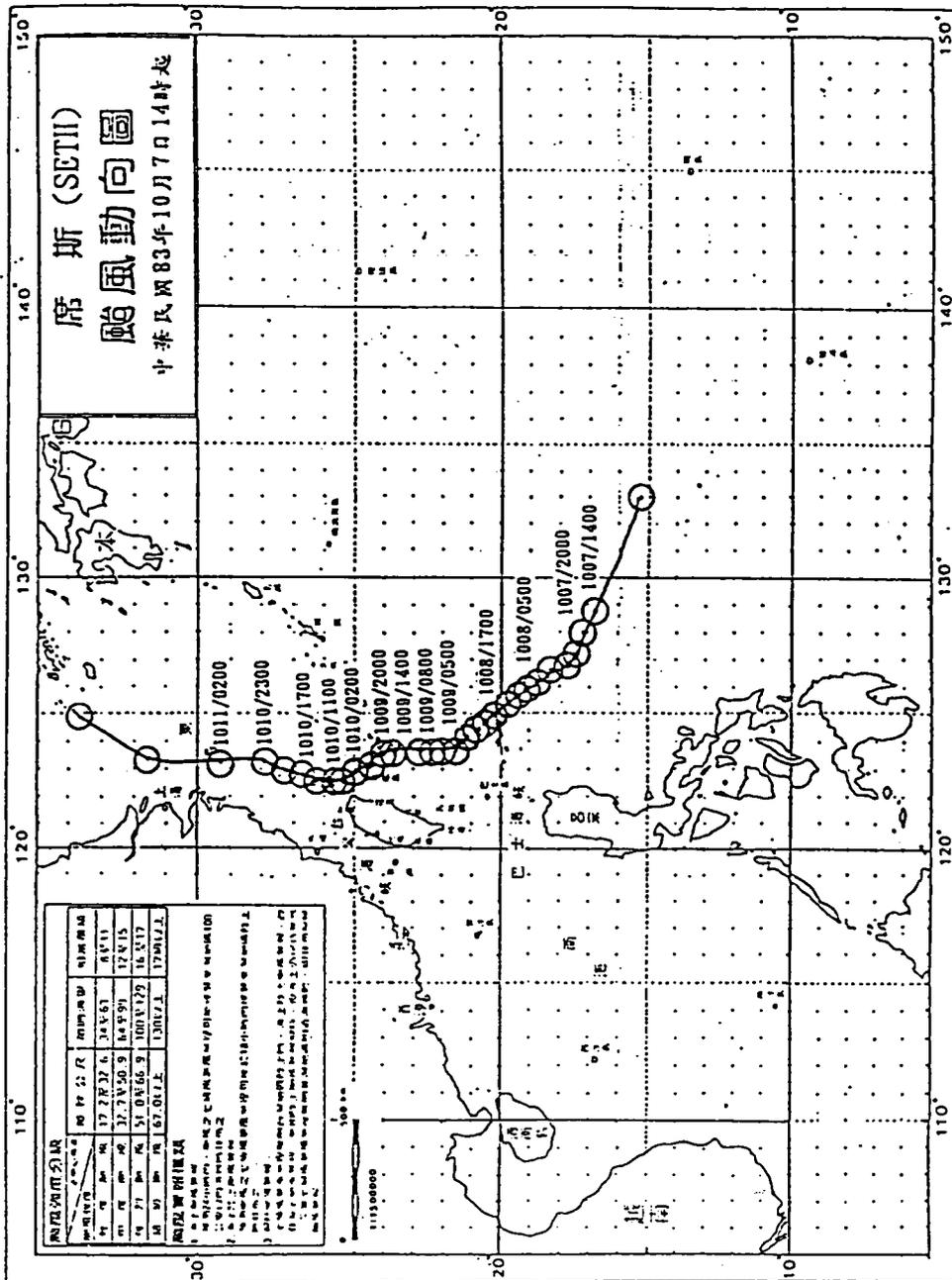


圖 3-6 1994年席斯(SETH)颱風之路徑圖

表 1 歷次颱風發生起迄時間及各測站資料記錄情形

年	颱風名稱	發生時間	紀錄時間					
			ST.2	ST.5	#8	#10	#17	#22
83	提姆 (TIM)	07/09 ~ 07/11	03/11 ~ 07/10	--	07/10 ~ 07/11	07/10 ~ 07/11	--	07/10 ~ 07/22
	凱特琳 (KAITLIN)	08/03 ~ 08/04	--	08/03 ~ 08/03	08/03 ~ 08/04	--	08/03 ~ 08/04	--
	道格 (DOUG)	08/06 ~ 08/09	--	--	--	--	--	--
	弗雷特 (FRED)	08/19 ~ 08/22	08/17 ~ 10/10	--	08/19 ~ 08/21	08/19 ~ 08/21	08/19 ~ 08/21	08/18 ~ 10/15
	葛拉絲 (GLADYS)	08/31 ~ 09/02	08/17 ~ 10/10	--	--	09/01 ~ 09/02	09/01 ~ 09/02	08/18 ~ 10/15
	席斯 (SETH)	10/07 ~ 10/11	08/17 ~ 10/10	--	--	--	--	08/18 ~ 10/15
84	肯特 (KENY)	08/27 ~ 08/31	08/27 ~ 08/31	08/27 ~ 08/31	08/27 ~ 08/31	--	--	08/27 ~ 08/31

表2 颱風期間港外與港內各測站統計波高最大值

年份	颱風名稱	測站	H _{max} (m)	T _{max} (sec)	H _{1/3} (m)	T _{1/3} (sec)	波向	發生時間
1994	提姆	St.2	15.95	13.7	10.01	14.1	68°	0710/17:34
		St.5	7.7	13.9	5.6	13.8		0710/17:34
		#08	3.02	102.1	1.62	79.0		0710/20:00
		#10	2.49	176.4	1.60	91.9		0710/20:00
		#22	6.51	16.1	3.55	20.4		0710/20:00
		新港	13.57	16.3	9.51	14.4		0710/16:03
1994	凱特琳	St.2	6.86	11.1	3.96	10.2	136°	0803/16:03
		St.5	2.0	6.0	1.2	15.8		0803/16:03
		#08	1.53	88.3	1.07	88.0		0803/18:00
		#17	1.63	10.4	1.14	11.6		0803/19:00
		新港	5.86	7.8	3.75	7.6		0804/09:00
1994	道格	St.5	2.19	70.1	1.29	15.8		0807/07:00
		新港	8.10	15.3	4.66	13.7		0807/07:00
1994	弗雷特	St.2	12.40	13.8	6.77	13.9	98°	0820/12:00
		St.5	3.5	13.1	2.6	13.5		0820/12:00
		#08	2.40	95.9	1.82	90.3		0820/07:00
		#10	1.35	97.3	0.80	57.8		0820/07:00
		#17	1.78	16.3	1.30	20.8		0820/07:00
		#22	3.58	18.2	2.46	18.2		0820/06:00
		新港	6.33	12.8	4.62	12.7		0820/12:00
1994	葛拉絲	St.2	13.42	12.9	6.76	13.7	98°	0901/05:56
		St.5	5.8	14.8	3.3	13.1		0901/05:56
		#10	1.46	151.6	0.87	111.7		0901/05:00
		#17	1.17	16.3	0.88	24.7		0901/06:00
		#22	3.15	16.2	1.76	17.7		0901/07:00
		新港	5.89	12.5	4.05	12.0		0901/07:00
1994	席斯	St.2	12.52	15.1	7.91	13.5		1009/15:09
		新港	儀器故障					
1995	肯特	St.2	9.64	11.2	6.3	12.4	155°	0830/18:07
		St.5	10.7	13.5	6.3	12.0		0830/18:00
		#08	0.5	106.7	0.2	47.3		0830/18:00
		#22	1.1	14.4	0.6	17.0		0830/18:00

參、資料分析及討論

一、港口附近水域水深測量地形分析

1. 等水深線變化分析

根據本所取自水利局第九工程處有關“花蓮縣海岸地形觀測成果報告”中歷年水深測量圖以及本計畫所施測之5次水深測量圖，吾人分別就 $\pm 0^{\circ}$ (海岸灘線)， -1° 、 -5° 、 -10° 、 -15° 、 -20° 以及 -25° 等不同等水深線，按不同時段歷次所測之等水深線變化情況，分別整理點繪分析如圖4-1～圖4-14中所示；惟有點吾人應注意者即資料來源若取自水利局者，係以基隆港平均水平面(中潮系統)為 $\pm 0^{\circ}$ 水深線，資料來源若來自本計畫者，係以花蓮港基準水平面為 $\pm 0^{\circ}$ 水深線，按花蓮港基準水平面等於基隆港平均水平面(中潮系統)減去1.323公尺。

圖4-1～圖4-3係摘自水利局第九工程處研究成果報告，為花蓮港口附近水域自民國73年4月到民國84年5月間分別以民國73年4月、民國79年10月以及民國75年4月地形為基準整理所得，其沿海 $\pm 0^{\circ}$ 灘線歷年變遷圖(按該 $\pm 0^{\circ}$ 線仍係以基隆港平均水平面為準)，分析結果顯示自花蓮市自由街排水溝以北包括北濱海岸、美崙溪出口堤防一直到美崙溪口一帶海岸，在民國73年～民國78年期間，該段海岸其 $\pm 0^{\circ}$ 線係呈明顯逐年淤積趨勢，尤其是在美崙溪口附近，在颱風期間由南往北由波浪所攜帶之漂沙以及排自美崙溪口之河川輸砂等，因受花蓮港西外防波堤阻擋，使得 $\pm 0^{\circ}$ 灘線距岸寬度在這5年期間明顯增加約為200公尺；而該段期間，自由街排水溝以南包括南濱海岸、化仁海岸一直到花蓮溪口等一帶海岸，其 $\pm 0^{\circ}$ 灘線則全面明顯呈侵蝕，尤其是在南濱海堤附近(按南濱海堤係在民國77年興建)，灘線距岸寬度在這5年期間約退縮120公尺左右；資料顯示該期間影響該區海岸地形較嚴重之颱風分別為78年7月16日戈登颱風、78年9月12日莎拉颱風以及78年10月5日安吉沙颱風等；而自民國79年4月以後

一直到民國84年5月期間，分析結果顯示，在美崙溪口近其±0^o灘線則呈逐年退縮，若以84年5月與78年10月兩張地形圖比較，則在不到6年期間約退縮55公尺；惟該段期間在民國81年以後，自花蓮溪口以北到北濱海堤間，其±0^o灘線並無顯著變化，尤其是在化仁海岸以及南濱海岸等。

圖4-4係根據本計畫所施測5次地形圖整理所得-1^o等水深線變化圖，分析結果顯示，當提姆颱風通過後，自花蓮溪口以北到吉安溪口一帶海岸，其-1^o等水深線係呈侵蝕，等水深線內移相對地即海灘坡度變陡，爾後歷經其他數個颱風侵襲，該區海岸-1^o等深線分析結果顯示則無明顯變化；而同時段美崙溪口附近其-1^o等水深線則略呈淤積。

圖4-5為整理水利局自民國79年10月到民國82年4月止，其-5^o等水深變化圖；圖4-6則為本計畫所施測-5^o等水深變化圖，分析結果顯示，在79年10月到81年5月這段期間，自花蓮溪口到化仁海岸間，其-5^o等水深線呈侵淤互見；南濱海岸到美崙溪口間海岸則呈侵蝕，其-5^o等水深線後退，惟美崙溪口前沿西防波堤-5^o等水深線則約外移略呈淤積；再者根據本計畫所施測水深地形圖其-5^o等水深線分析結果顯示，自83年5月到83年12月這段期間，在靠近花蓮港西防波堤外側處，當颱風通過前後，該等水深線無明顯變化，而圖形顯示沿美崙溪出口堤防與北濱堤防等一帶其-5^o等水深線，當提姆颱風過後等水深線前進呈淤積現象，而南濱堤防一帶在歷經六個颱風通過前後，該-5^o等水深線並無變化；惟自化仁海岸一直到花蓮溪口間一帶海岸，當提姆颱風過後，該等水深線則有明顯後退呈侵蝕現象，故就整個長達半年夏季颱風觀測期間而言，-5^o等水深線在該區水域北部呈淤積，南端呈侵蝕現象，爾後到民國84年5月經過約長達半年之冬季季節風期間，分析結果顯示，北端呈侵蝕尤其是在美崙溪口堤防以及北濱堤防前一帶為甚，如圖4-6中所示。

圖4-7、圖4-8則分別為根據水利局第九工程處以及本計畫所施測水深地形圖整理所得-10[°]等水深線歷年變化圖，分析結果顯示於79年~82年期間，自花蓮溪口到吉安溪口間一帶海岸，該等水深線沖淤互見；吉安溪口到美崙溪口間一帶海岸，該等水深線後退則呈侵蝕，西防波堤外側則同樣沖淤互見；再者自民國83年5月，當提姆颱風通過後花蓮港外海水域南濱在花蓮溪口到吉安溪口間一帶海岸該等水深線後退呈現象，而北端區域自花蓮港西防波堤以南到吉安溪口間一帶海岸，-10[°]等水深線明顯外移即前進呈淤積現象；爾後幾次颱風通過後，該等水深線則無明顯變化。

圖4-9與圖4-10分別為水利局第九工程處以及本計畫所施測水深地形圖，整理點繪所得-15[°]水深線歷次變化圖。圖4-9分析結果顯示就長期而言自民國79年10月起到民國82年4月這段期間在花蓮港西防波堤以及北濱海堤前海域其-15[°]等水深線外移淤積；惟南濱海堤以及化仁海堤前海域其-15[°]等水深線則內移侵蝕；圖4-10分析結果顯示，就短期而言自民國83年5月到84年5月這段期間，當7月份提姆颱風通過前後，在化仁海堤前海域，其-15[°]等水深線位置幾乎沒有變化，惟自花蓮港西防波堤外緣開始到北濱海堤與南濱海堤前海域其-15[°]等水深線則明顯外移呈淤積現象；爾後分別經歷凱特琳、道格、弗雷特以及葛拉絲等風波浪作用後，在南濱海堤及以南海岸前面海域其-15[°]等水深線後退又呈侵蝕現象；而以北到西防波堤間則仍略呈侵蝕，惟就整個長達七個月夏季觀測期間，其-15[°]等水深線在吉安溪口以南海域幾乎沒有變化而以北到西波堤則其-15[°]等水深線則前進呈淤積現象。

-20[°]以及-25[°]等水深線變化趨勢，分析結果顯示在花蓮港港口附近呈淤積外，其餘變化趨勢則與-15[°]等水深線變化趨勢相同分別如圖4-11~圖4-14中所示。

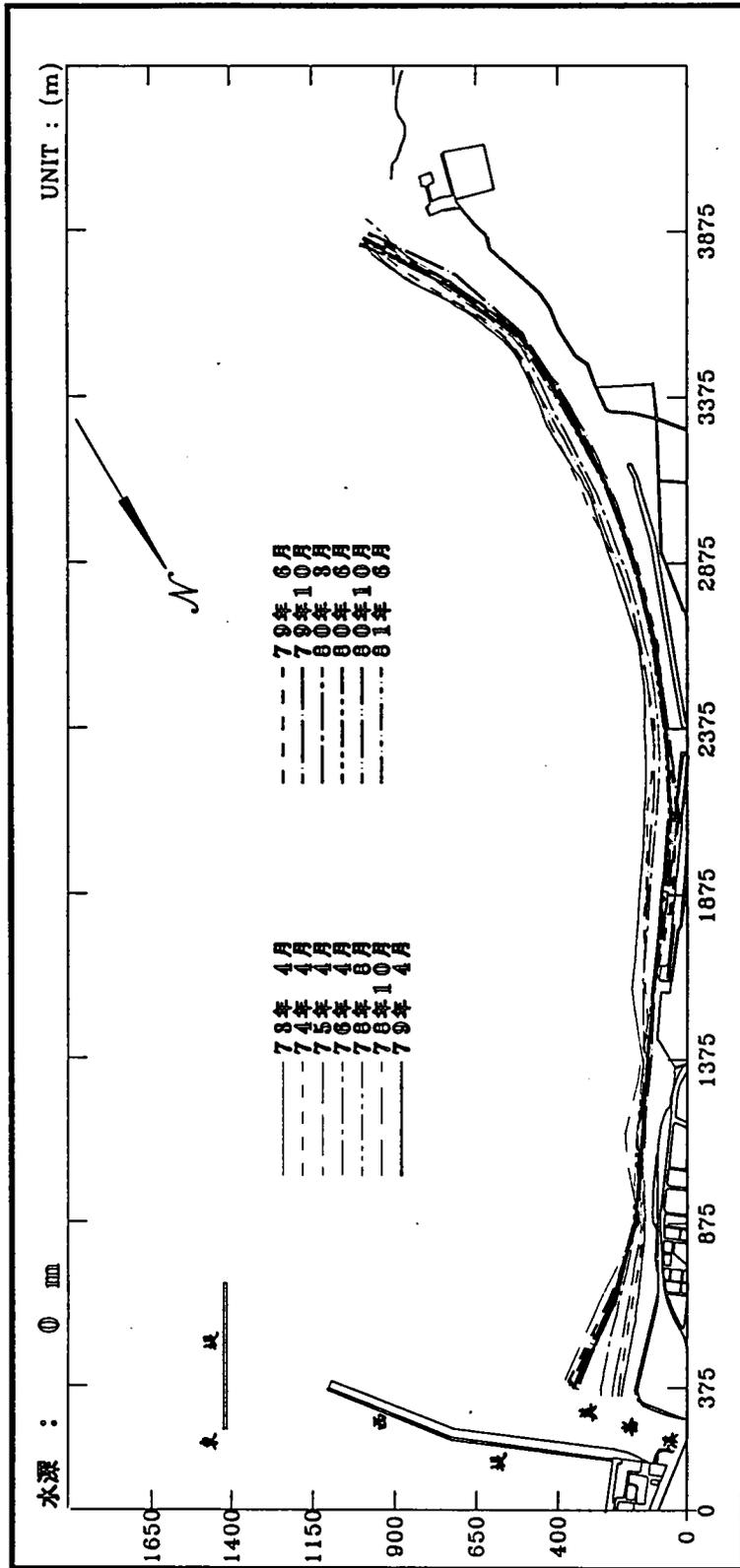


圖 4-1 花蓮港口附近水域±0m等水深線歷次變化圖(73/4-81/6, 水利局, 本計畫整理)

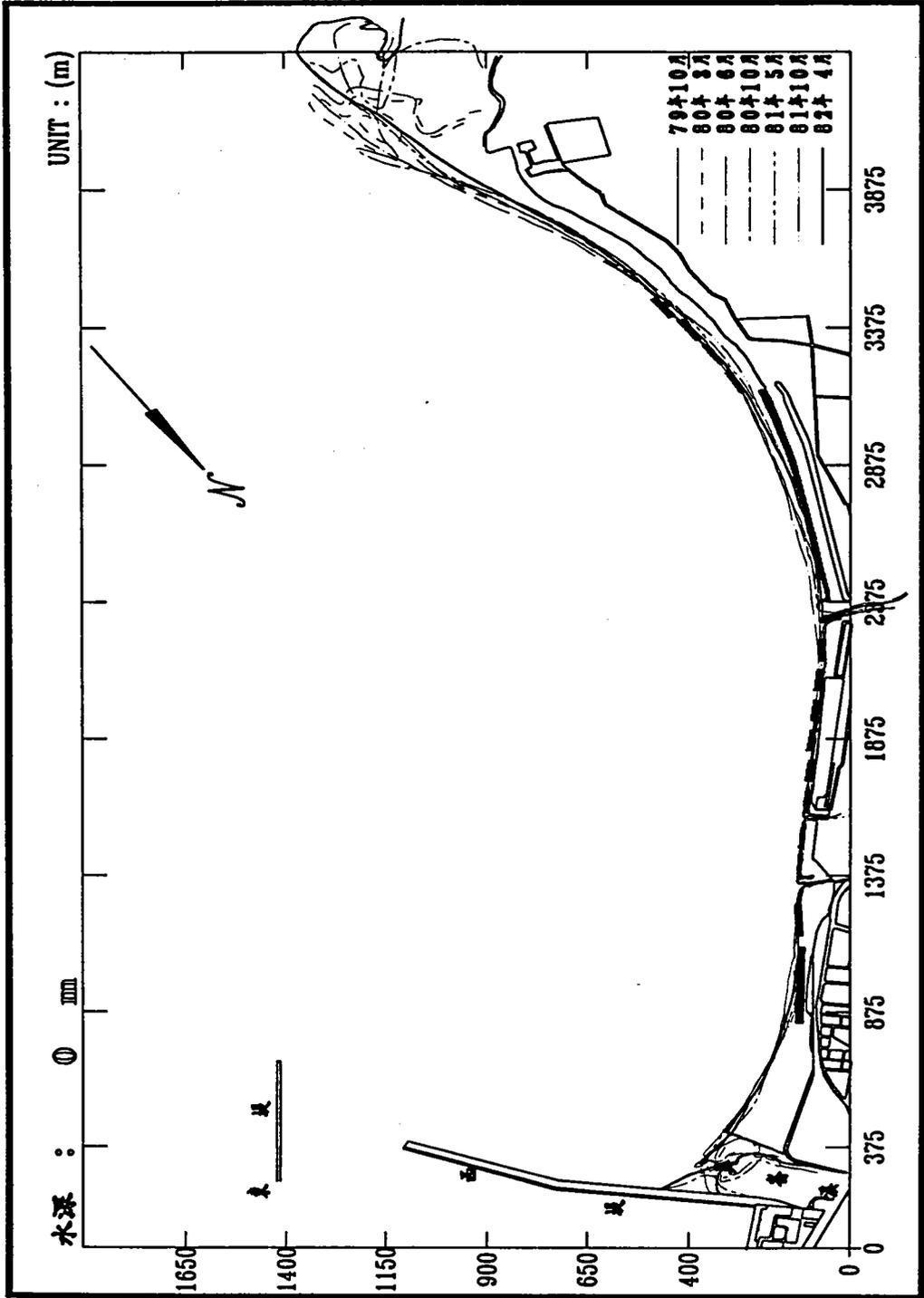


圖 4-2 花蓮港口附近水域±0m等水深線歷次變化圖(79/10-82/4, 水利局, 本計畫整理)

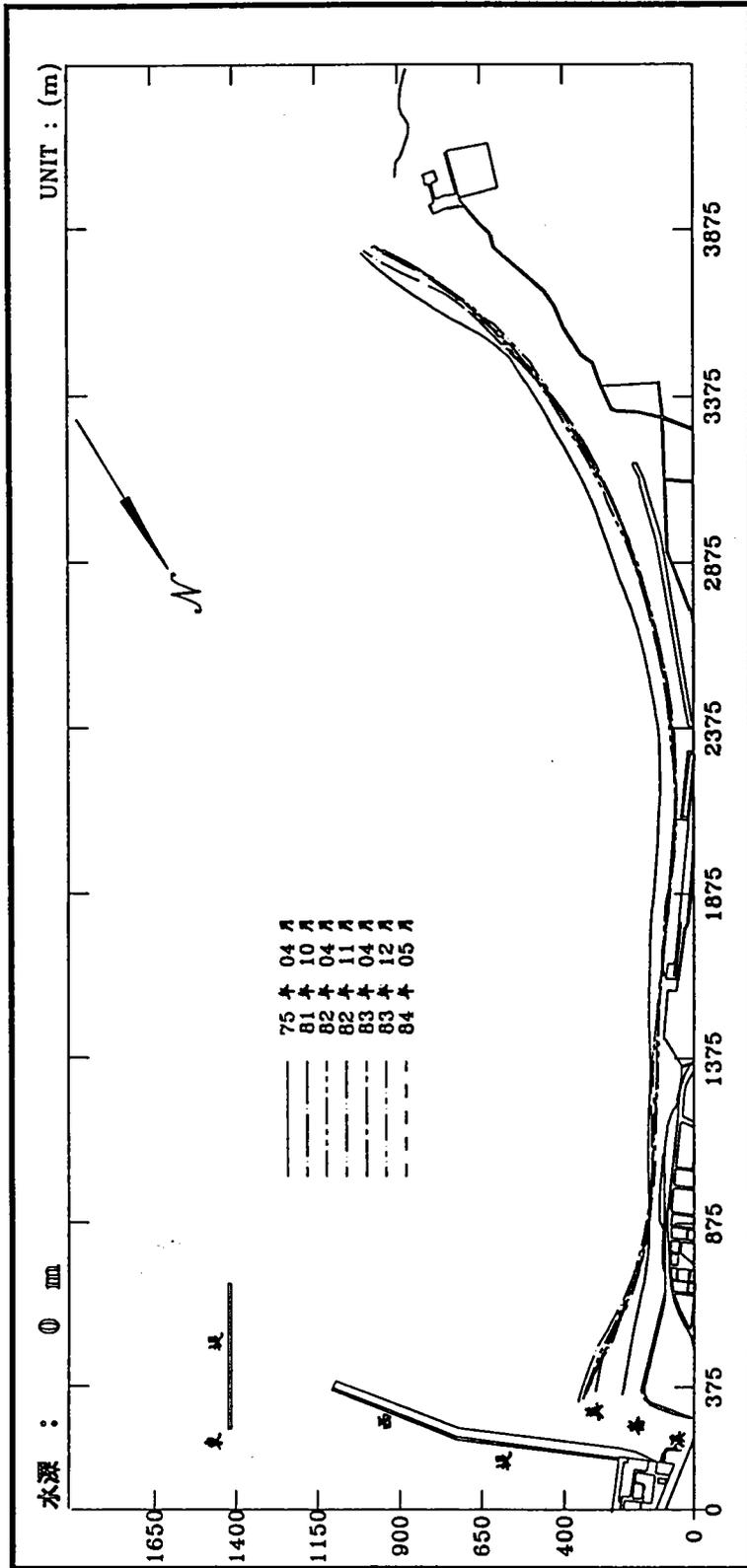


圖 4-3 花蓮港口附近水域±0m等水深線歷次變化圖(75/4-84/5, 水利局, 本計畫整理)

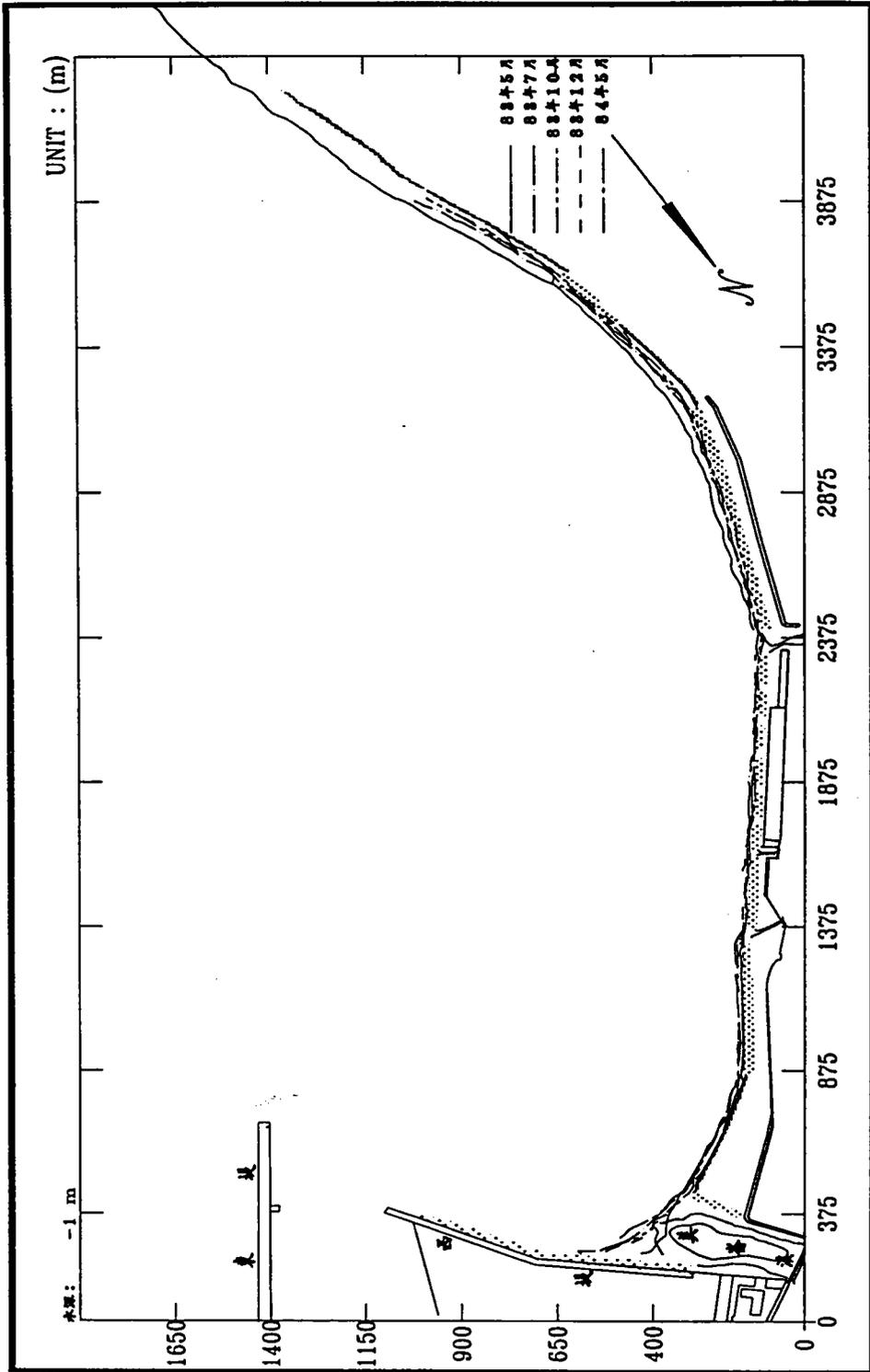


圖 4-4 花蓮港口附近水域-1m等水深線歷次變化圖(83/5-84/5, 水利局, 本計畫整理)

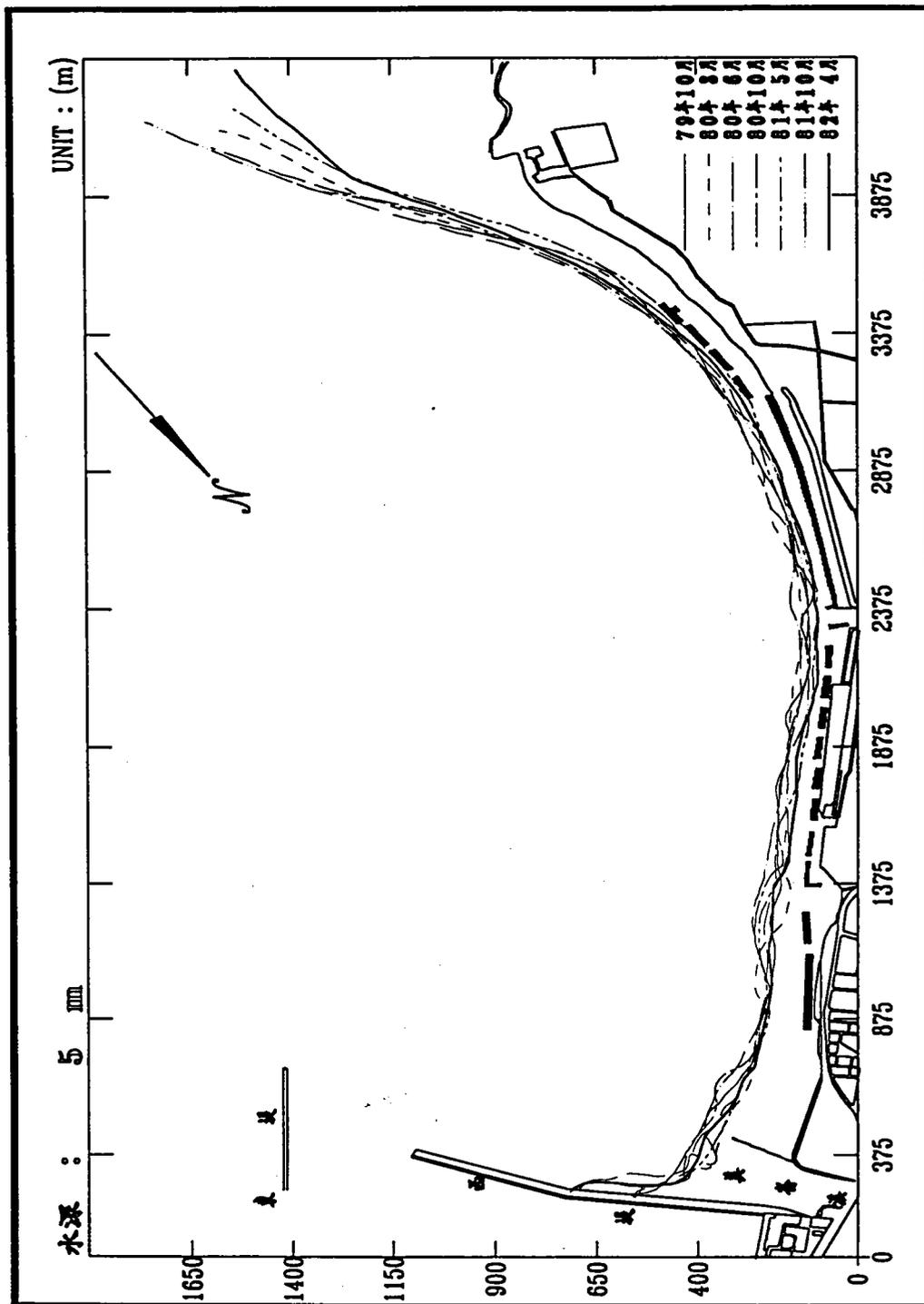


圖 4-5 花蓮港口附近水域-5m等水深線歷次變化圖(79/10-82/4, 水利局, 本計畫整理)

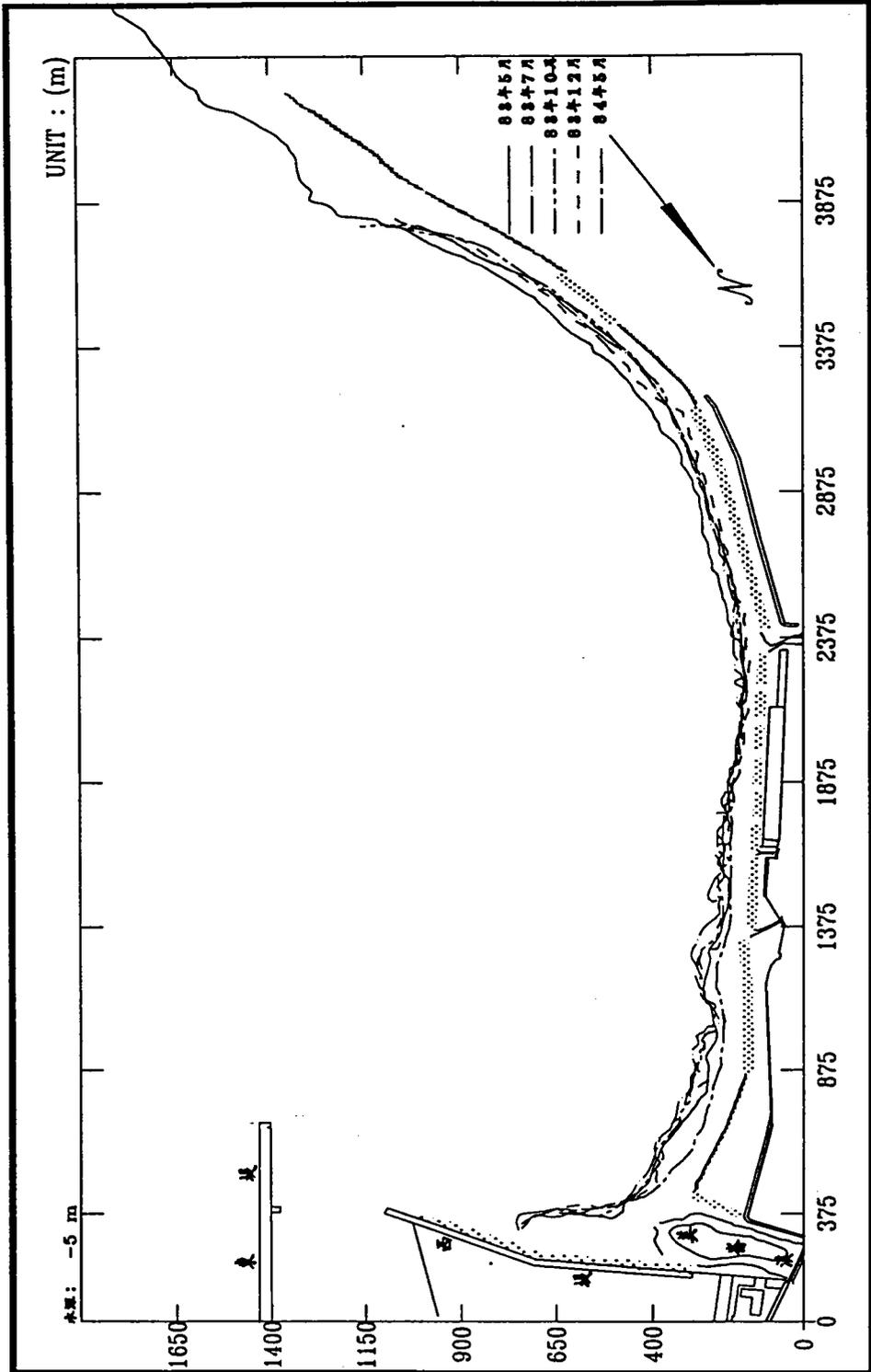


圖 4-6 花蓮港口附近水域-5m等水深線歷次變化圖(83/5-84/5, 水利局, 本計畫整理)

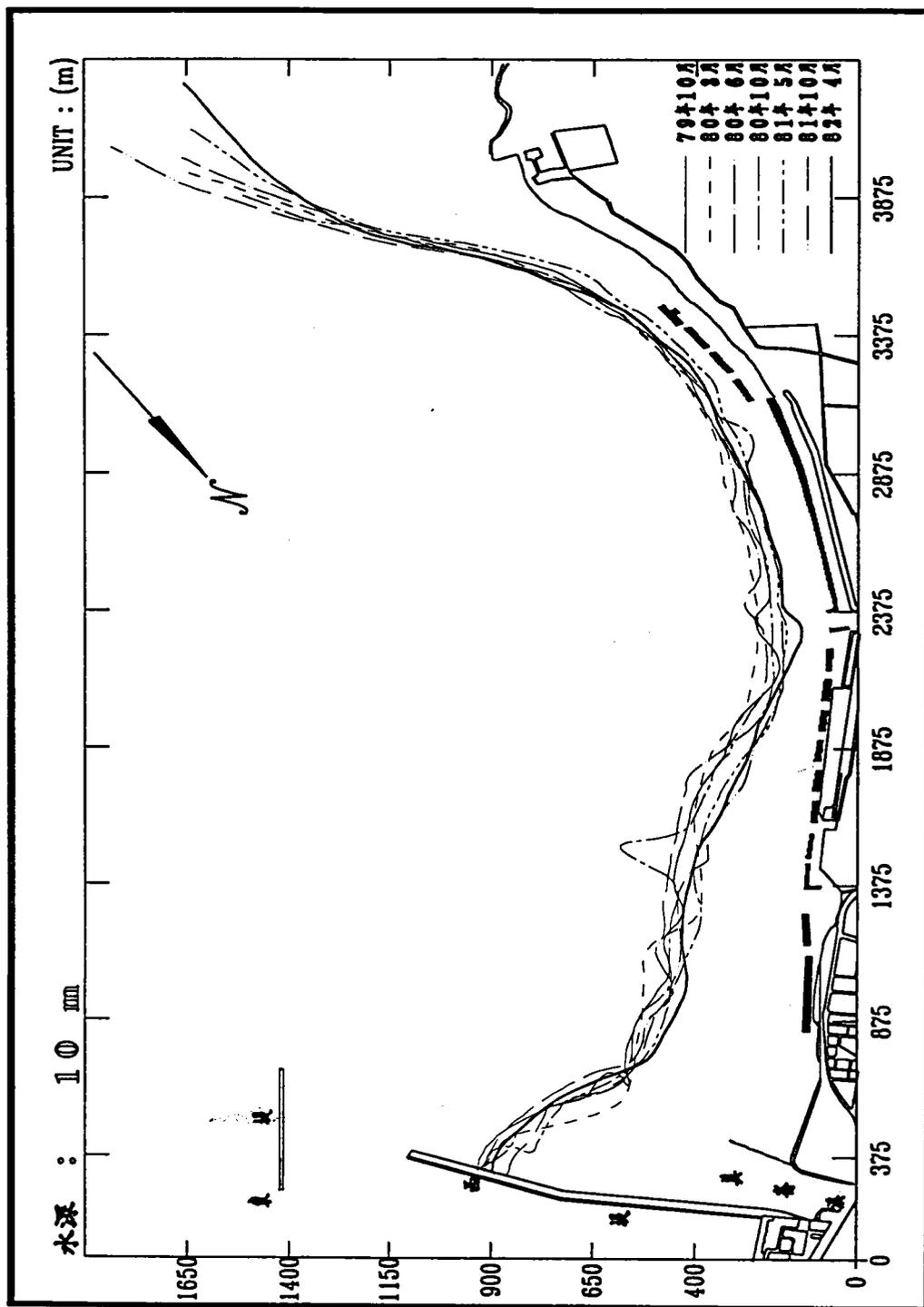


圖 4-7 花蓮港口附近水域-10m等水深線歷次變化圖(79/10-82/4, 水利局, 本計畫整理)

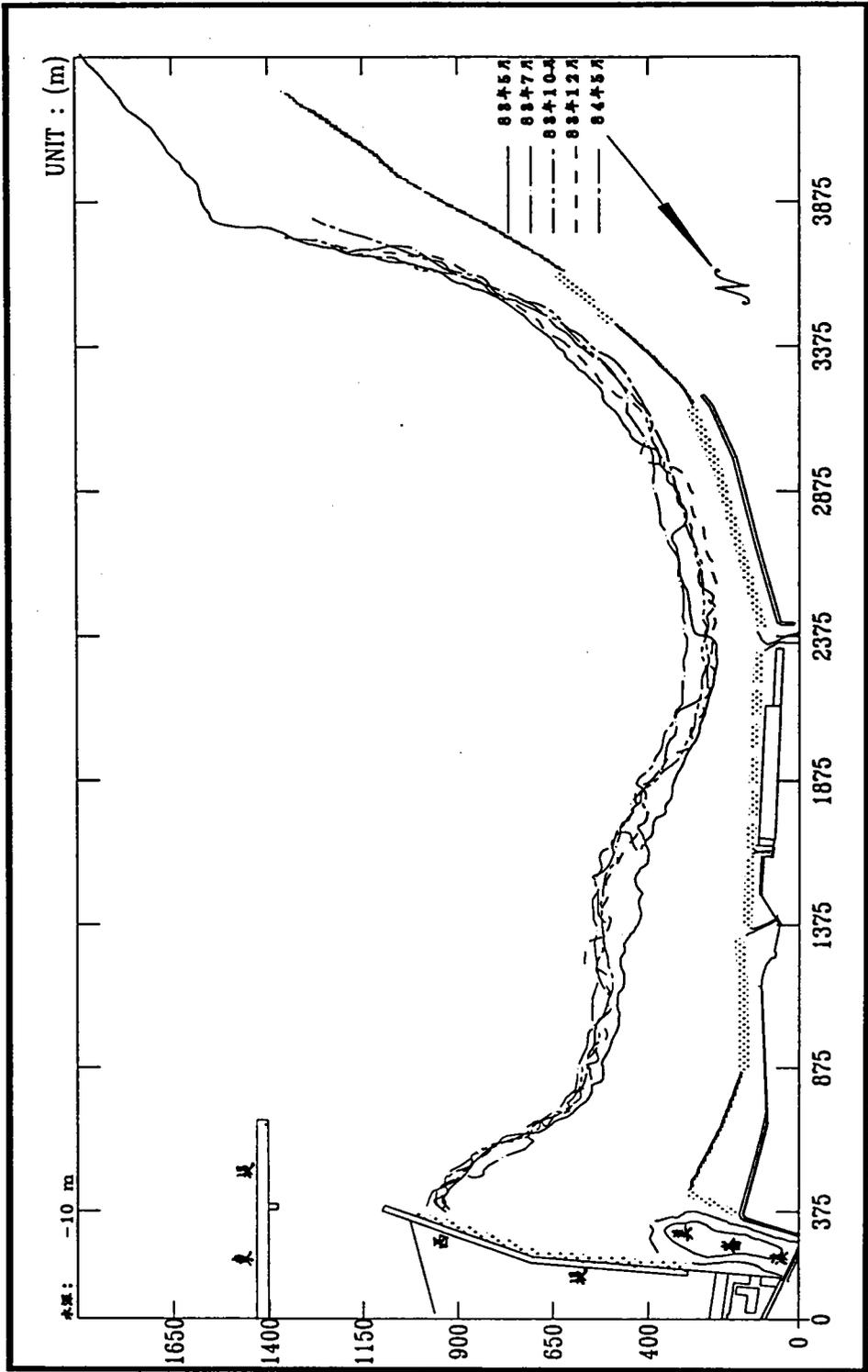


圖 4-8 花蓮港口附近水域-10m等水深線歷次變化圖(83/5-84/5, 水利局, 本計畫整理)

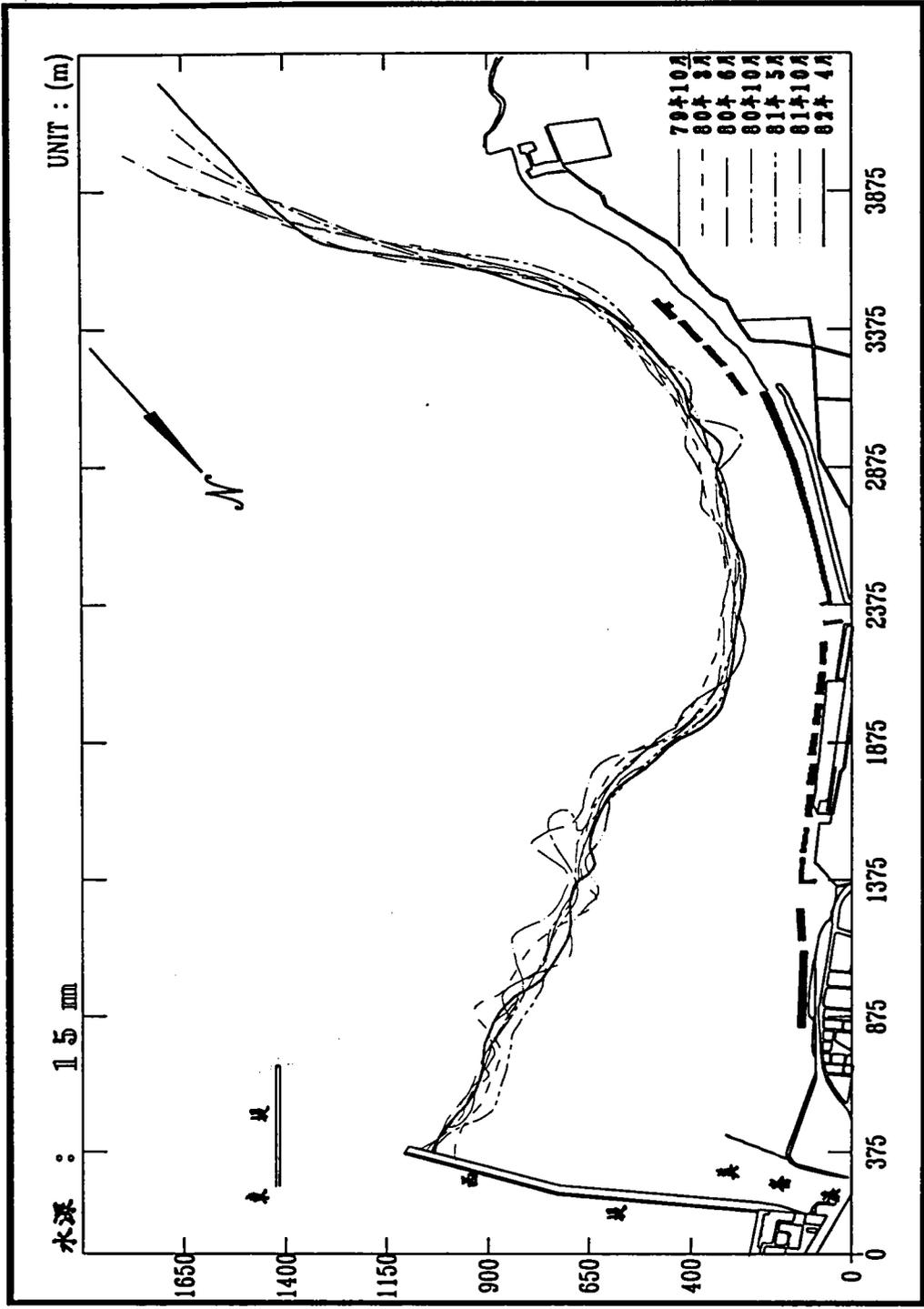


圖 4-9 花蓮港口附近水域-15m等水深線歷次變化圖(79/10-82/4, 水利局, 本計畫整理)

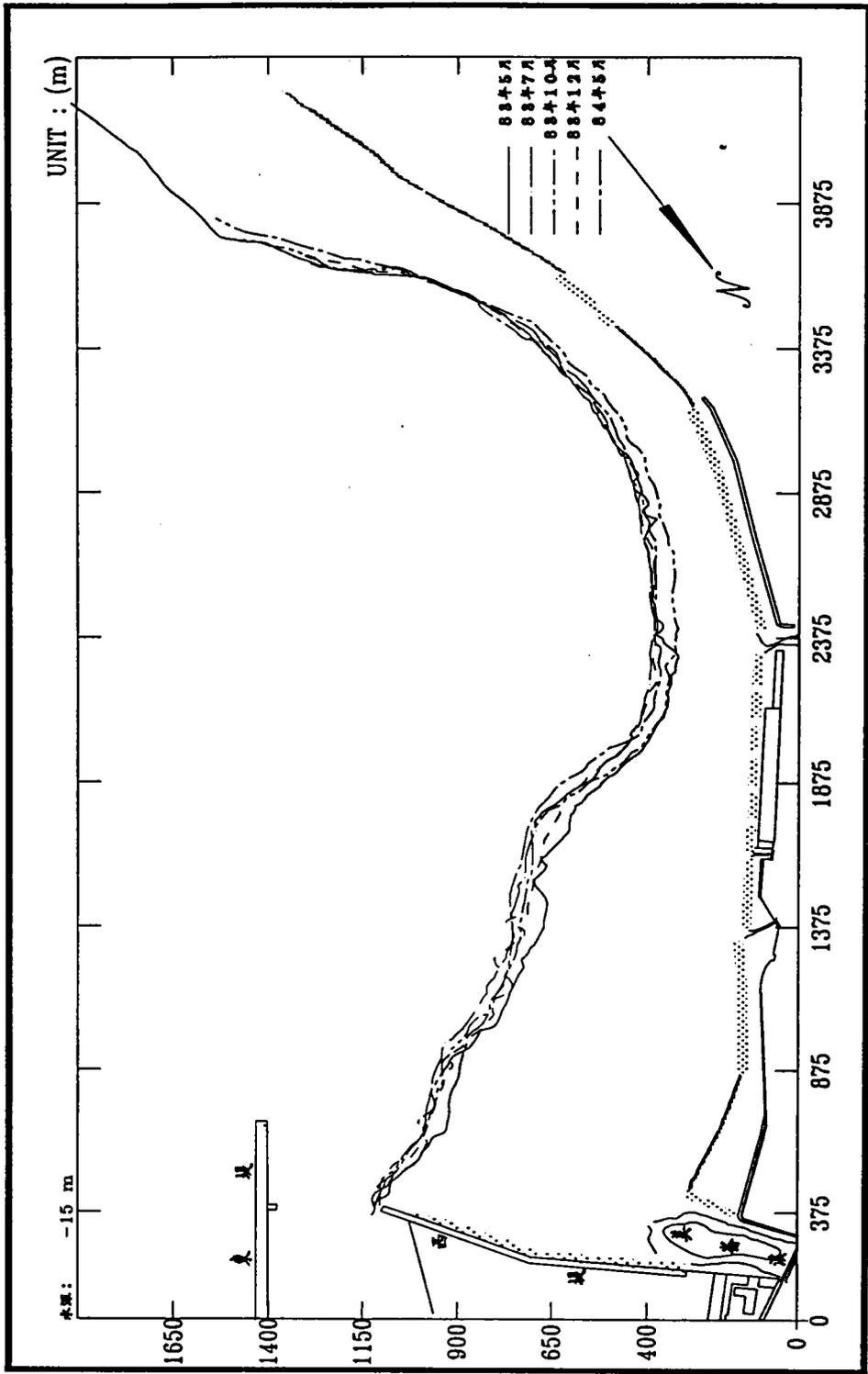


圖 4-10 花蓮港口附近水域-15m等水深線歷次變化圖(83/5-84/5, 水利局, 本計畫整理)

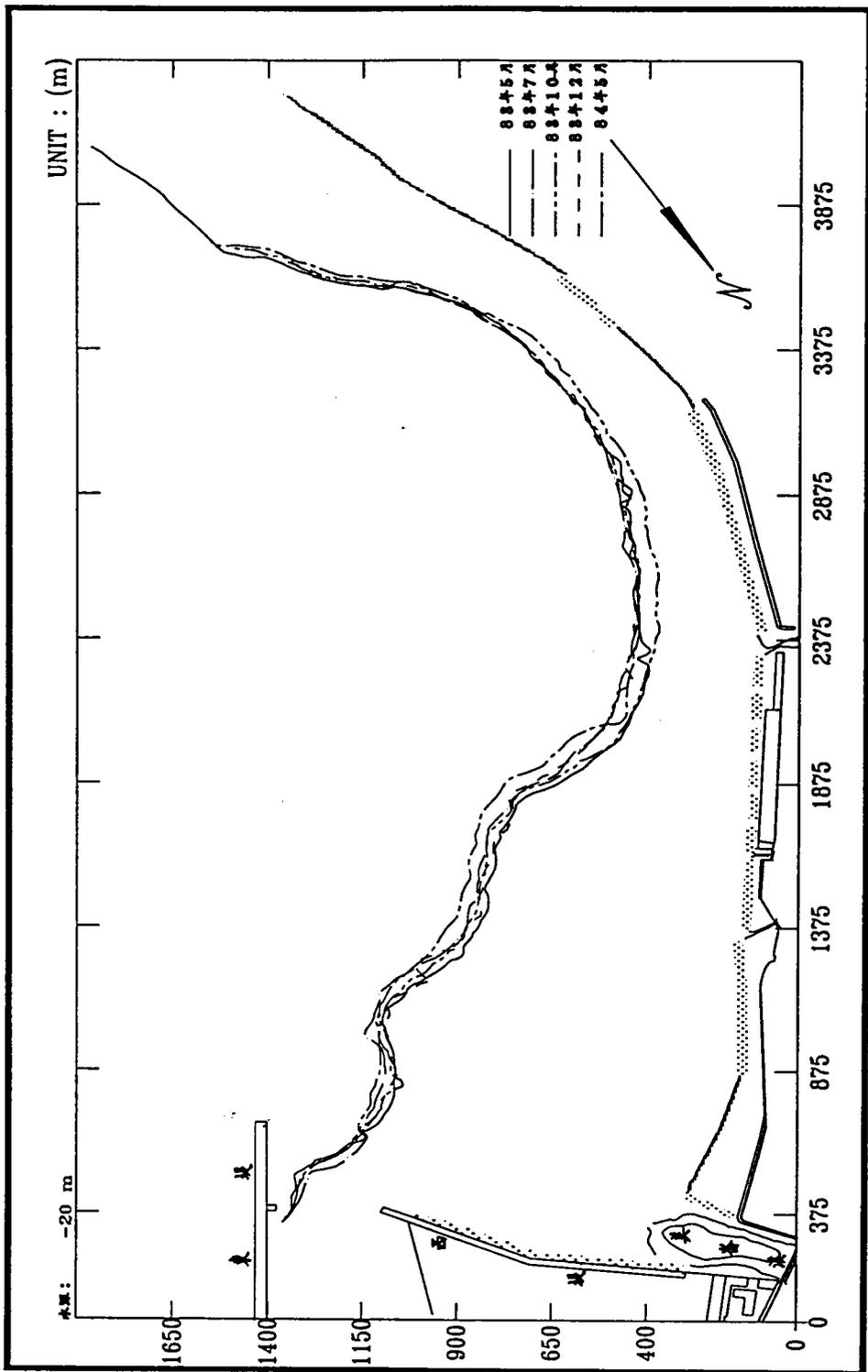


圖 4-12 花蓮港口附近水域-20m等水深線歷次變化圖(83/5-84/5, 水利局, 本計畫整理)

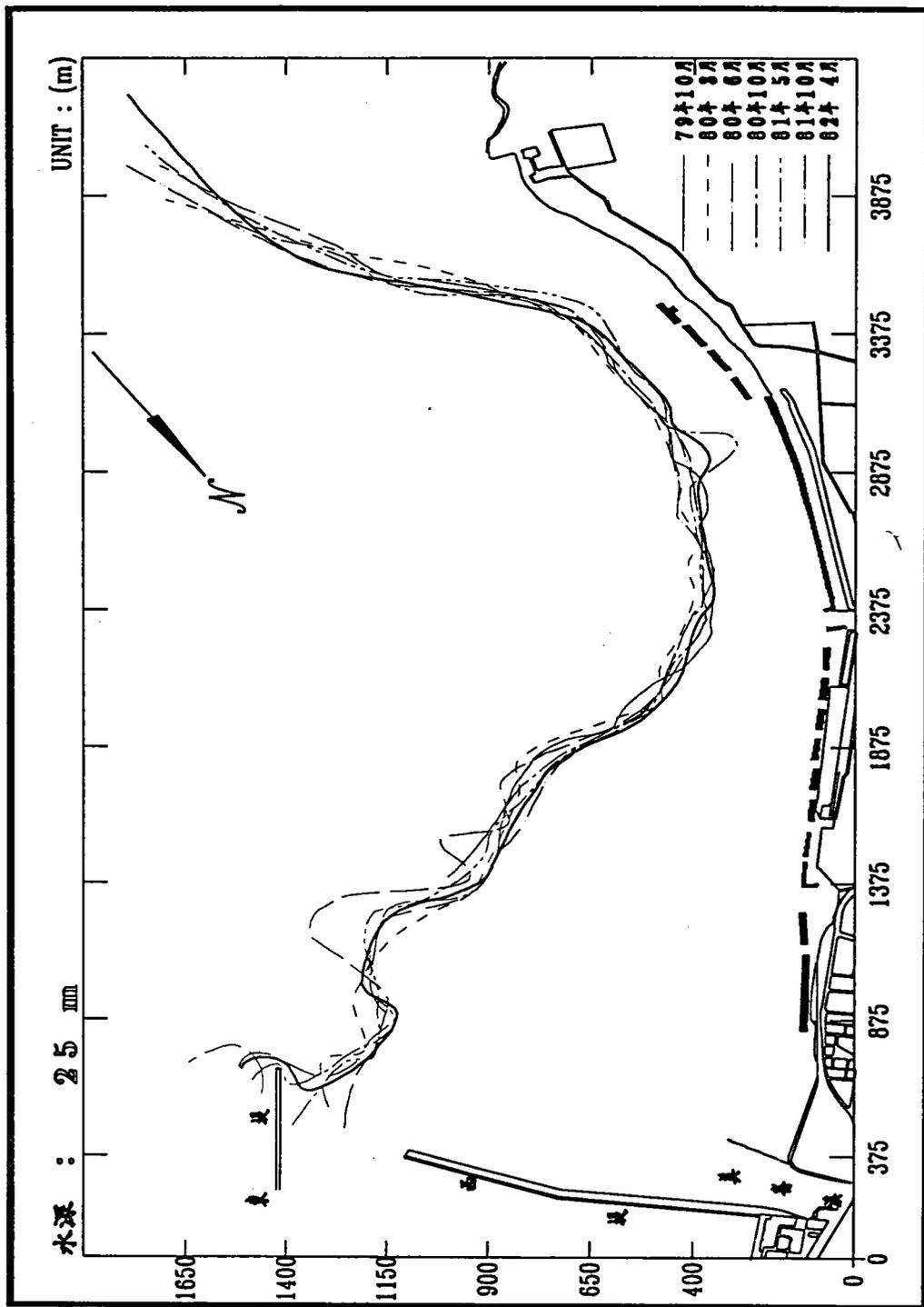


圖 4-13 花蓮港口附近水域-25m等水深線歷次變化圖(79/10-82/4, 水利局, 本計畫整理)

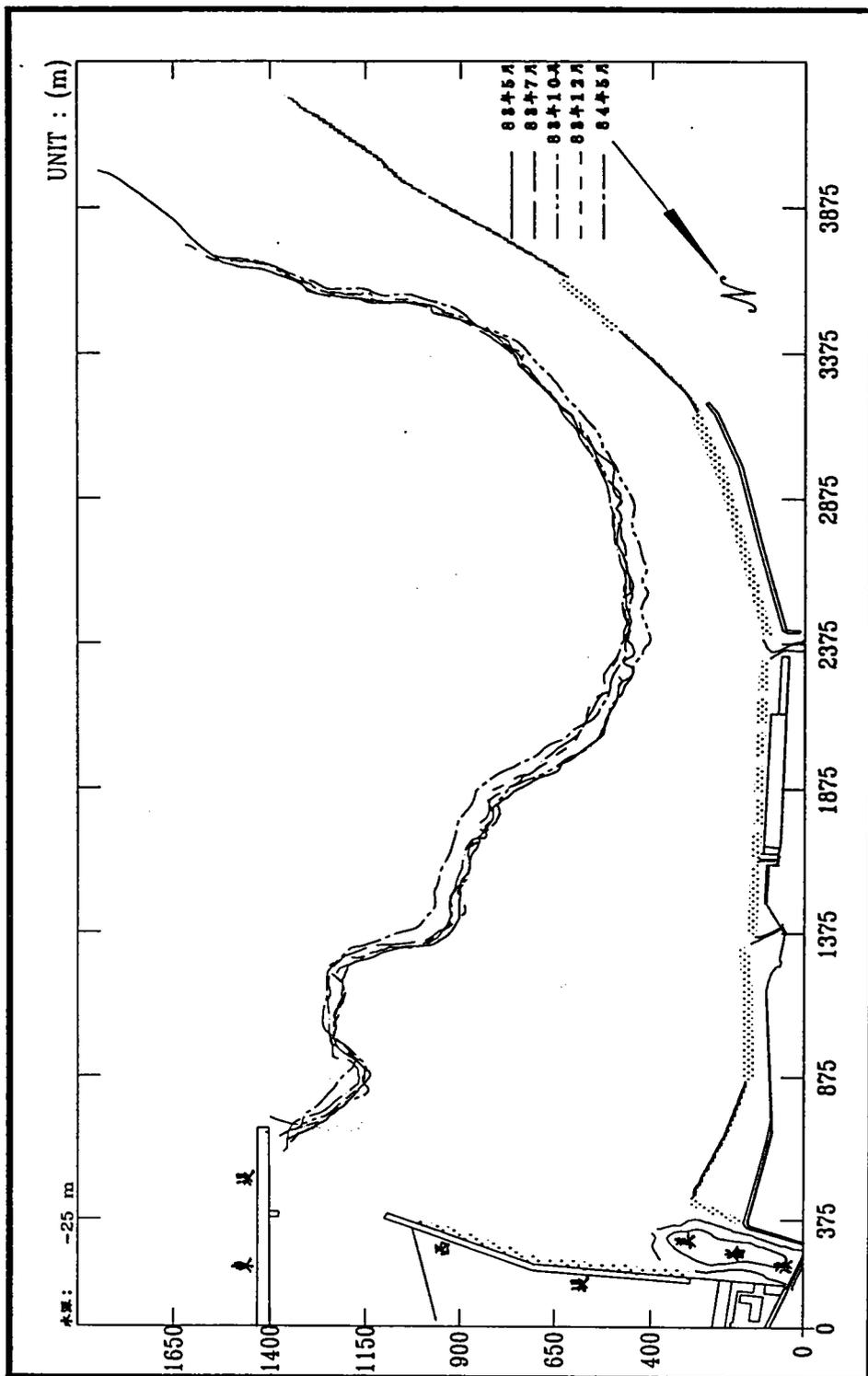


圖 4-14 花蓮港口附近水域-25m等水深線歷次變化圖(83/5-84/5，水利局，本計畫整理)

2. 断面水深變化分析

為進一步瞭解花蓮港口近水域長期以來海岸灘距變化以及短期間歷經數個颱風通過後，其断面水深變化，吾人自花蓮港西外防波堤緣外開始，選擇16個不同断面以作水深變化分析，每個断面間距250^m，圖5為不同断面位置示意圖，表3以及圖6則分別為不同断面自民國73年6月27日起到民國84年5月18日止，在11年期間共施測36次等長期以來，其歷年灘距變遷統計表以及短期間歷次數個颱風通過前後之水深變化圖。

就長期而言，根據表3統計分析結果顯示，断面(1)即美崙溪口靠近花蓮港西外防波堤處断面，自民國73年6月27日以來，其±0^m灘線離岸距離由最初35^m逐年淤積外移，一直到民國78年10月24日即海堤復建前，安吉拉颱風過後，其±0^m灘距達到最大值為234^m，在5年期間其±0^m灘線總共向外推進約200公尺，平均每年40公尺；爾後逐年退縮；到民國83年4月22日東北季風過後，其±0^m灘距剩下147^m，後5年中又退縮87公尺，平均每年約退縮18公尺；目前則又逐漸成長，根據84年5月18日東北季風後，僅一年期間，因歷經提姆、凱特琳、道格、弗雷特、葛雷絲以及席斯等數個颱風侵襲，其±0^m灘線又向外延升約30公尺。

大體而言，在長達11年觀測期間，侵蝕嚴重之南濱海岸即断面(6)、(7)、(8)、(9)等其±0^m灘距則分別退縮71^m、64.5^m、79.7^m以及68.7^m，平均每年約退縮6~7公尺；化仁海岸即断面(10)、(11)、(12)、(13)等其±0^m灘距則分別退縮49^m、22.3^m、63.2^m以及74.4^m等，平均每年約退縮6公尺左右。

就短期而言，根據圖6分析結果顯示，就靠近港口附近四個断面而言，即距港口1公里範圍內，断面(1)即最靠近西防波堤外側附近水域，距岸邊約300^m外地形呈侵蝕現象，有部份漂沙則淤積於距岸邊100^m~200^m間；断面

(2)沖淤互見，惟在長達壹年觀測期間最後結果，則資料分析結果顯示，距岸邊200^m範圍內呈沖刷現象；斷面(3)在夏季颱風期間則呈全面淤積現象，惟冬季季節風過後，近岸200公尺範圍內則呈侵蝕；斷面(4)自岸邊範圍內呈侵蝕外，以外則全面呈淤積現象；惟南邊斷面(5)~斷面(8)分析結果顯示，除在近岸邊有稍微沖蝕現象外，其餘均呈淤積狀；愈往南邊在斷面(9)~斷面(12)，資料分析結果顯示席斯颱風對該處水域地形在岸邊造成明顯沖刷現象；而愈南邊即斷面(13)~斷面(16)分析結果顯示，提姆颱風對該地水域在距岸邊範圍內造成明顯沖刷現象，200^m以外則因該地區水深頗深，地形則無明顯變化。

同時根據本計畫所施測五次水深地形資料分析結果，該區水域水深地形斷面坡度自西防波堤以南底床坡度變化介於1/100~1/10。

表 3 花蓮港附近水域長期以來歷年灘距變遷統計表(73.6-75.4)

日期	73. 06.27	73. 10.16	73. 11.07	73. 11.28	73. 01.07	74. 02.07	73. 03.11	74. 04.10	74. 05.29	75. 09.05	74. 10.08	74. 12.11	75. 04.07
說明	颱風 季前	颱風 季後	范10華10 妮/倫/ 莎26颶29 颶、風後 風	比11 爾/ 颶17 風後	東強 北勁 季之 風際	東 北 季 風 期	東結 北東 季 風	一 般 性	蓋 依 颶 風 後	衛 澳 颶 風 前	目後 蘭 黛 颶 風	東 北 季 風 期	一 般 性
斷面													
1	35.0	40.3	35.7	47.0	49.0	43.5	44.3	47.0	51.7	67.3	57.2	62.8	64.6
2	58.0	56.5	65.0	67.1	70.9	66.3	69.0	72.6	71.0	74.4	81.0	78.3	83.3
3	40.6	40.2	43.0	43.0	42.5	*	*	*	56.4	46.5	54.6	53.5	50.3
4	46.9	45.6	46.2	41.3	43.7	45.7	43.5	42.9	48.2	63.7	62.0	57.7	58.2
5	99.2	100.9	96.9	117.5	90.4	92.8	80.9	85.8	85.8	103.8	110.6	111.7	90.6
6	133.0	113.9	105.4	98.9	97.4	97.0	90.1	89.7	91.3	111.6	112.0	100.0	97.0
7	121.7	120.1	121.7	112.2	120.2	114.7	105.7	98.0	112.6	102.8	96.9	97.1	96.4
8	129.7	140.2	133.5	122.4	124.8	141.1	120.8	121.0	121.9	110.6	110.0	104.4	105.2
9	174.7	161.9	163.0	162.0	156.3	163.0	139.1	141.4	140.9	153.1	171.0	145.2	148.6
10	100.0	98.7	108.6	95.8	105.4	103.7	95.0	100.5	113.3	109.4	121.7	99.4	99.5
11	140.3	132.3	131.1	127.0	130.3	123.2	121.6	124.7	137.9	130.9	132.9	124.3	125.3
12	148.2	152.0	153.5	164.8	169.1	147.3	161.4	163.9	149.2	143.2	137.0	139.8	140.5
13	155.4	142.7	142.0	137.2	140.1	137.4	129.7	142.6	142.5	129.4	158.0	122.2	133.0
14	142.4	141.7	135.2	133.7	136.9	134.1	128.5	129.3	139.6	122.5	126.0	120.6	132.3
15	156.9	145.9	145.8	149.3	149.0	146.9	144.0	151.1	158.7	117.8	136.7	158.4	163.7
16	250.0	207.7	210.7	200.6	205.8	211.3	204.1	236.3	245.8	192.9	258.9	247.3	239.8

*北濱海堤菱克塊構築，影響斷面施測

資料來源：台灣省水利局第九工程處花蓮縣海岸地形觀測成果報告(84年6月)

表 3(續) 花蓮港附近水域長期以來歷年灘距變遷統計表(75.4-79.6)

日期 說明 断面	75. 04.07	75. 05.27	78. 09.09	75. 09.24	75. 11.18	76. 02.26	76. 04.10	76. 06.10	78. 08.15	78. 09.15	78. 10.24	79. 04.19	79. 06.29
	一般性	梅季 雨節 (颱風前)	薇葦 拉恩 颱風 後	艾貝 颱風 後	艾倫 颱風 後	東北 季風 後	梅 兩季 節前	梅 兩季 節後	莎拉 / 颱風 前	莎拉 / 颱風 後	海堤 / 復建安 前	沙 10 東 北 兩 季 風 節 後	歐後 菲 莉 颱風
1	64.6	77.4	87.5	88.1	91.9	80.0	99.0	102.0	210.5	195.5	234.0	215.0	223.0
2	83.3	85.1	87.9	94.1	94.3	110.7	111.5	102.0	140.6	147.5	165.5	164.2	141.0
3	50.3	52.6	55.6	57.2	61.9	62.7	63.1	67.6	75.7	74.4	63.1	56.5	57.1
4	58.2	57.9	59.4	59.2	67.7	55.2	56.4	56.9	66.6	60.7	103.0	52.3	64.0
5	90.6	89.8	102.6	117.7	95.1	94.8	88.1	91.1	95.1	94.1	97.0	80.5	84.0
6	97.0	94.9	111.0	102.6	93.0	87.9	98.0	90.5	68.1	58.0	68.0	63.5	65.5
7	96.4	98.2	87.1	88.3	87.3	88.9	86.0	91.0	48.9	38.0	51.0	60.5	32.0
8	105.2	109.3	101.9	93.9	90.1	89.0	93.5	102.0	34.9	17.5	33.0	56.0	50.0
9	148.6	155.7	143.1	139.9	138.2	131.0	132.0	134.5	115.8	108.2	113.5	110.6	115.5
10	99.5	100.7	103.9	107.2	97.1	79.4	84.7	86.7	67.3	56.6	64.5	55.5	53.5
11	125.3	124.0	128.6	128.0	119.2	104.7	109.0	110.5	71.0	71.7	77.0	73.5	70.5
12	140.5	142.1	136.6	135.8	136.4	213.9	126.7	12.92	97.0	73.7	82.0	97.0	87.0
13	133.0	135.7	127.9	117.3	102.1	113.6	119.0	120.5	90.4	75.7	66.0	87.8	76.0
14	132.3	139.2	121.9	106.0	102.7	114.4	115.5	120.0	97.9	89.5	89.0	96.0	87.0
15	163.7	165.4	136.5	109.6	107.0	131.4	127.5	134.5	122.6	109.5	104.0	118.8	114.0
16	239.8	232.0	183.0	166.9	152.8	184.5	188.0	192.5	239.7	221.3	230.0	257.1	226.3

表 3(續) 花蓮港附近水域長期以來歷年灘距變遷統計表(79.6-84.5)

日期	79. 06.29	79. 10.16	80. 03.07	80. 06.10	80. 12.21	81. 06.19	81. 10.23	82. 04.20	82. 11.18	83. 04.22	83. 11.16	84. 05.18
說明 斷面	歐 菲 莉 颶 風 後	79 年 颶 風 期 後	年 中 初 東 北 季 風	颶 風 期 前	颶 風 後	東 北 季 風 後	颶 風 後	東 北 季 風 後	颶 風 後	東 北 季 風 後	颶 風 後	東 北 季 風 後
1	223.0	203.0	169.0	180.5	187.5	198.0	193.0	179.5	178.5	147.0	177.5	178.5
2	141.0	135.5	129.6	135.5	128.0	136.3	138.0	126.5	117.5	123.0	117.5	120.7
3	57.1	73.0	66.5	58.5	66.0	66.5	54.0	60.0	54.0	51.5	54.5	52.5
4	64.0	44.5	52.0	54.0	48.5	45.5	42.5	38.5	41.0	43.5	37.0	33.5
5	84.0	69.0	69.3	69.0	73.0	77.0	85.5	64.5	73.5	69.5	82.5	74.5
6	65.5	65.0	61.3	60.5	68.0	66.5	64.0	60.0	62.0	62.0	64.0	62.0
7	32.0	48.8	52.6	49.0	58.0	49.5	52.5	51.5	48.0	58.0	54.0	57.2
8	50.0	47.0	57.0	61.5	56.5	54.1	57.5	55.0	54.5	50.5	52.0	50.0
9	115.5	111.0	112.6	117.0	112.0	107.0	108.0	108.5	95.5	100.5	108.0	106.0
10	53.5	61.0	62.8	68.5	61.0	58.0	59.0	55.0	52.5	50.5	55.5	51.0
11	70.5	86.5	79.9	82.2	76.0	76.2	73.0	73.5	70.0	65.0	70.0	68.0
12	87.0	98.5	91.3	81.0	82.8	92.3	80.5	93.0	86.0	87.5	81.0	85.0
13	76.0	77.5	80.7	90.0	83.5	86.3	74.0	93.5	77.0	78.5	74.0	81.0
14	87.0	81.3	82.5	88.0	83.5	97.5	96.0	90.5	93.5	89.0	72.5	83.3
15	114.0	83.5	101.0	106.0	97.5	107.0	107.0	95.0	95.0	93.0	95.5	95.5
16	226.3	222.5	268.5	249.0	229.5	239.0	228.5	201.0	202.5	200.0	199.0	222.5

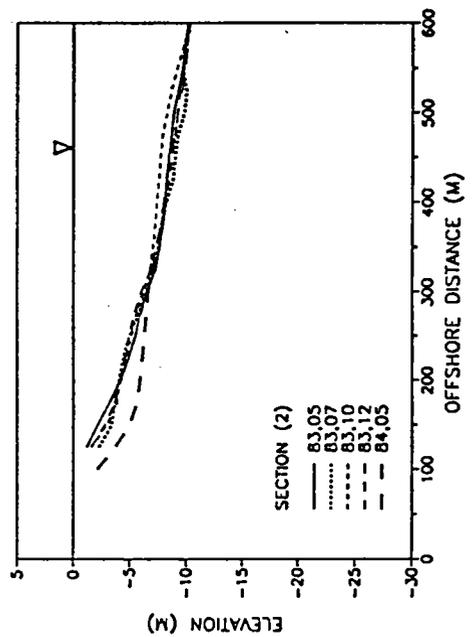
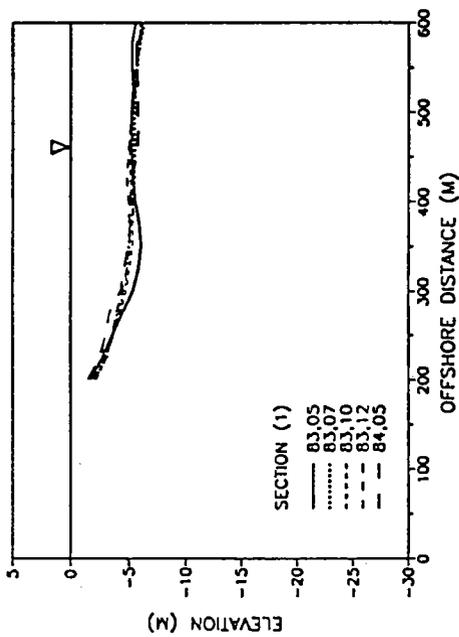
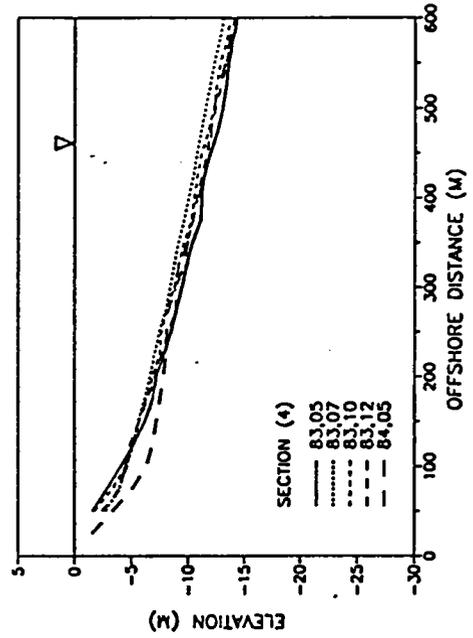
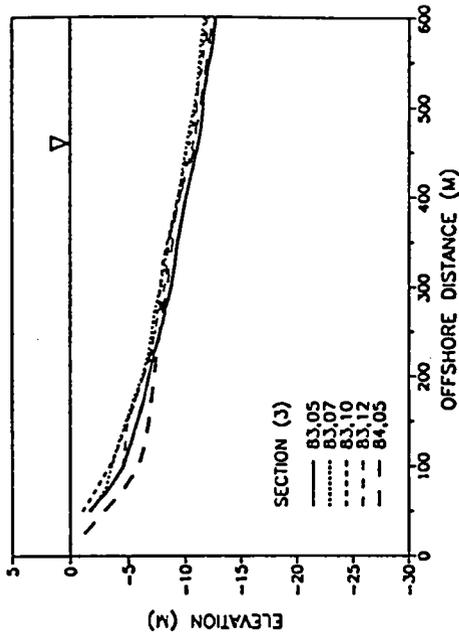


圖 6 花蓮港口附近水域歷次測量斷面水深變化圖(斷面1~4)

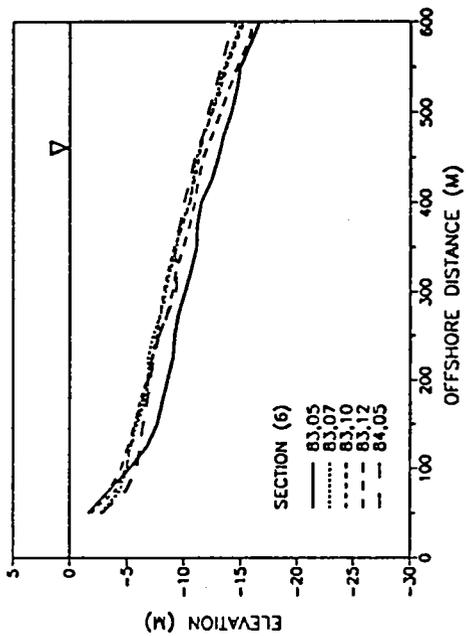
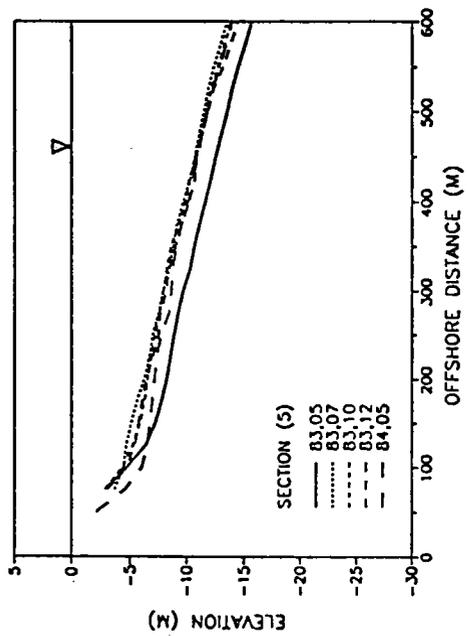
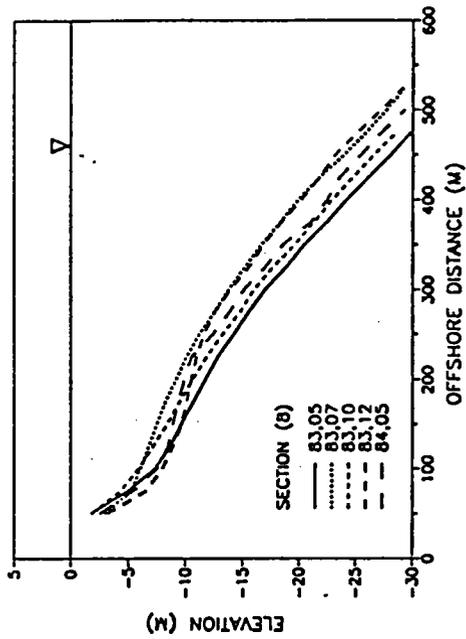
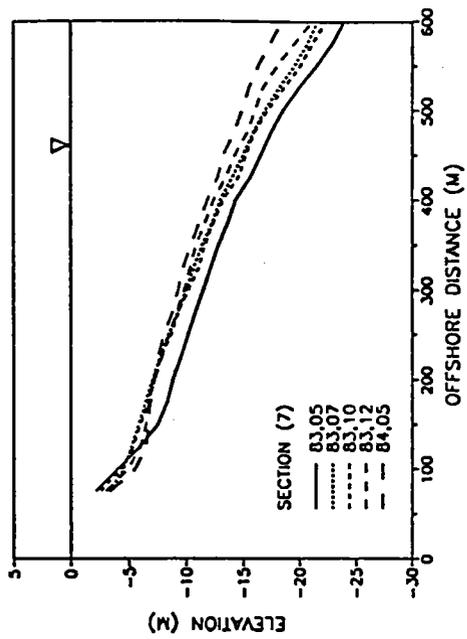


圖 6(續)花蓮港口附近水域歷次測量斷面水深變化圖(斷面5~8)

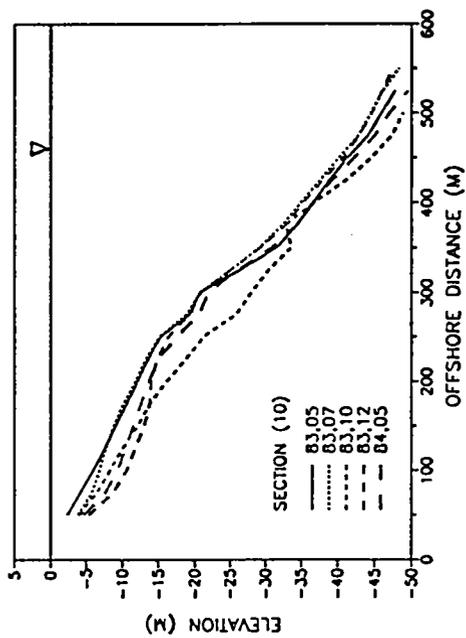
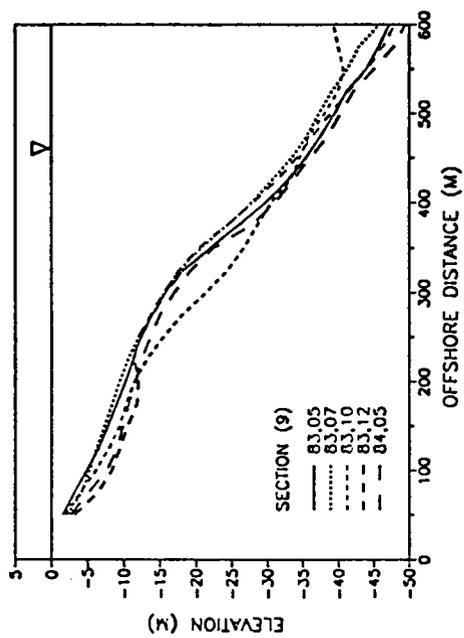
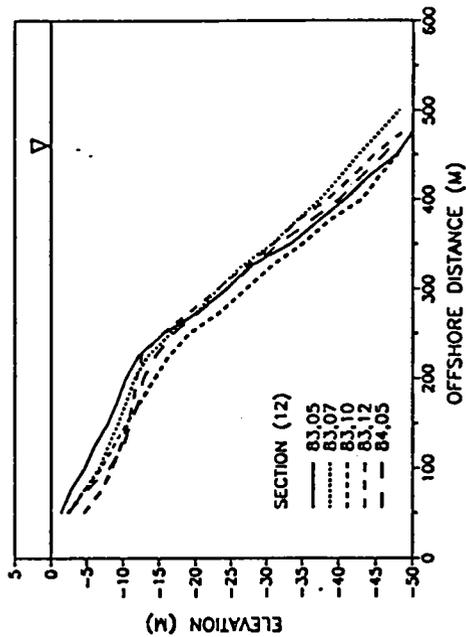
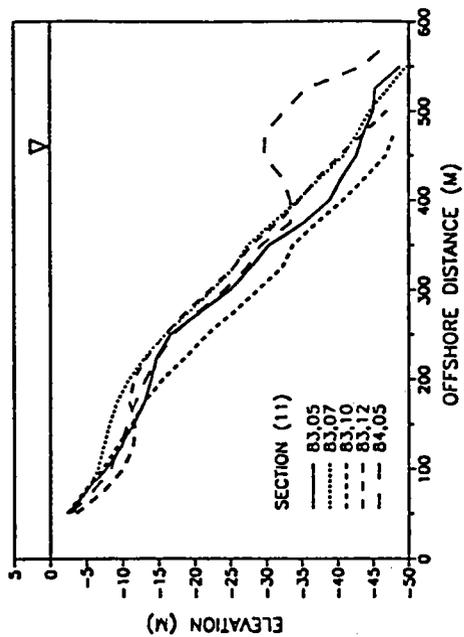


圖 6(續)花蓮港口附近水域歷次測量斷面水深變化圖(斷面9~12)

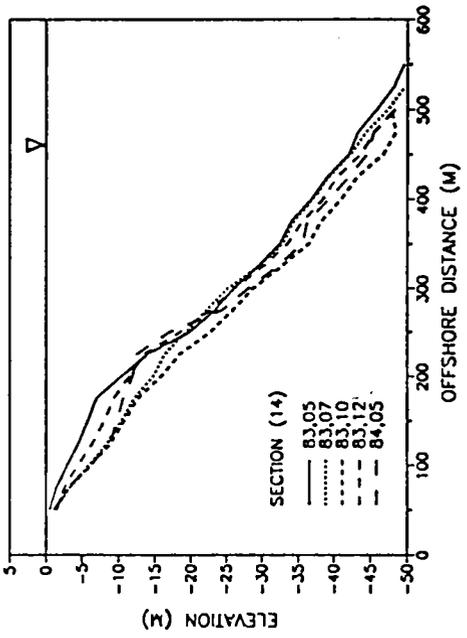
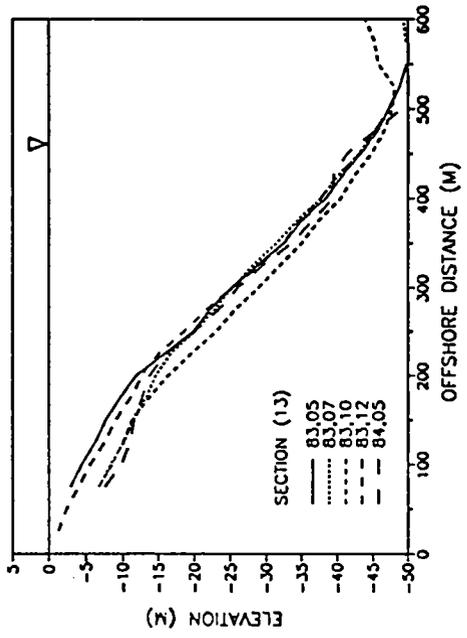
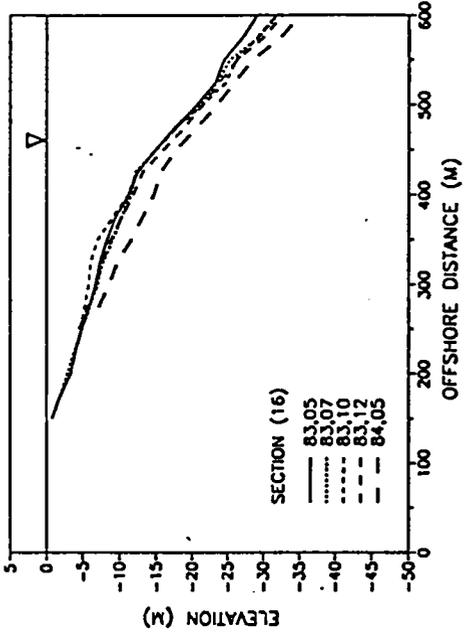
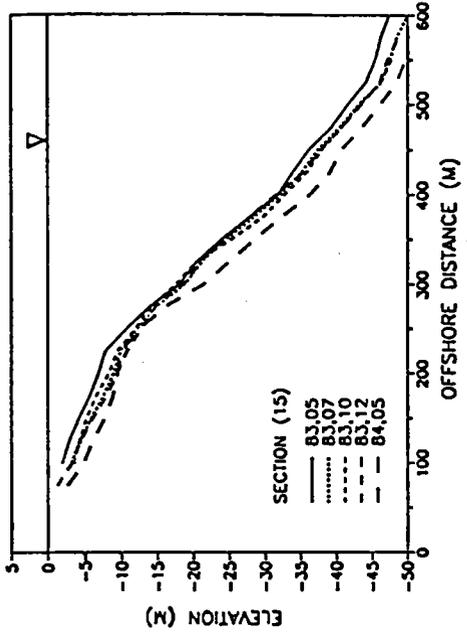


圖 6(續)花蓮港口附近水域歷次測量斷面水深變化圖(斷面13~16)

二、花蓮港口附近水域沿岸碎波能及漂沙沖淤積分析

根據本計畫現場五次地形測量時間判斷，以第一次及第二次之地形測量資料較具代表性，蓋該兩次地形測量期間分別是在83年5月及7月間，這段期間剛好可代表純粹係以提姆(TIM)颱風通過前後所引起鄰近水域地形變化；而7月與10月兩次地形測量，因該期間曾分別先後發生過凱特琳、格道、弗雷特以及葛拉絲等四次颱風，其所引起之地形變遷，較難以兩次靜態之地形量結果，研判係何種颱風所引起之地形變遷為重；至於10月與12月間兩次地形測量數據，雖然在83年10月7日~10月11日期間發生過一次席斯(SETH)颱風，惟因東北季風影響，貴局在十二月方完成颱風過後地形測量，顯然該段期間該地區地形變遷亦已受到約二個半月東北季風之累積作用所引起之影響，較難劃分出颱風與季節風所引起地形變化，何者為重。

故本研究報告僅就本所所收集之提姆(TIM)以及席斯(SETH)兩次颱風作逐時沿岸碎波能量計算，並據以分析該兩次颱風所引起鄰近水域分區漂沙沖淤積量變化特性：

1. 沿岸碎波能量計算分析

已如前述，圖7與圖8分別為83年7月9日~7月11日強烈颱風提姆通過期間與83年10月7日~10月13日強烈轉中度席斯颱風通過期間，本所觀測所得颱風波浪示性波高($H_{1/3}$)，示性週期($T_{1/3}$)以及颱風波向之逐時記錄分析結果；分析結果顯示，提姆颱風之示性波高、週期分別為10.01^m以及14.1秒，而其最大波高(H_{max})週期(T_{max})則分別為15.95^m以及13.7秒，發生期間為7月10日下午5時34分；颱風波向則集中在130°~150°間(順鐘向)；惟席斯颱風所引起之示性波高、週期分別為7.91^m以及13.5秒，而其最大波高、週期則分別為12.52^m以及15.1秒，發生時間為10月9日下午3時零分，其波浪能量集中而來的波向主要集中在110°~130°間。

圖9-1~圖9-13則為強烈颱風提姆自83年7月10日零時開始到7月10日下午5時34分止，逐時波浪折射圖以及沿岸碎波能量分佈圖；資料分析結果顯示，在7月10日上午5時34分以前，沿岸碎波能方向均由南往北，5時34分後才開始有自港口附近由北往南沿岸碎波能發生，此現象隨著提姆颱風之登陸，示性波高值之增加而愈趨明顯；經計算有關強烈提姆颱風以及席斯颱風在各分區(圖10-1~圖10-3分別為花蓮港口附近水域各分區計算範圍與面積示意圖)之逐時累積沿岸碎波能分佈如圖11-1、圖11-2以及表4；圖中正值表沿岸碎波能方向由南往北；負值表由北往南，故資料分析結果顯示提姆颱風波浪作用在花蓮港口附近水域其沿岸碎波能方向係由南往北；而席斯颱風波浪作用所產生沿岸碎波能方向則係由北往南。以致造成提姆颱風經過後南濱海岸呈侵蝕，往北呈淤積現象；而席斯颱風過境後，情況剛好相反，靠近西外防波堤處呈侵蝕，往南方向則呈淤積現象。

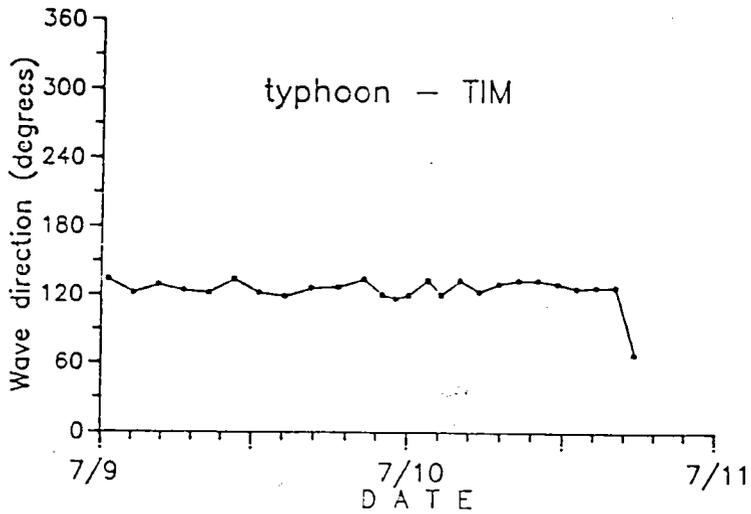
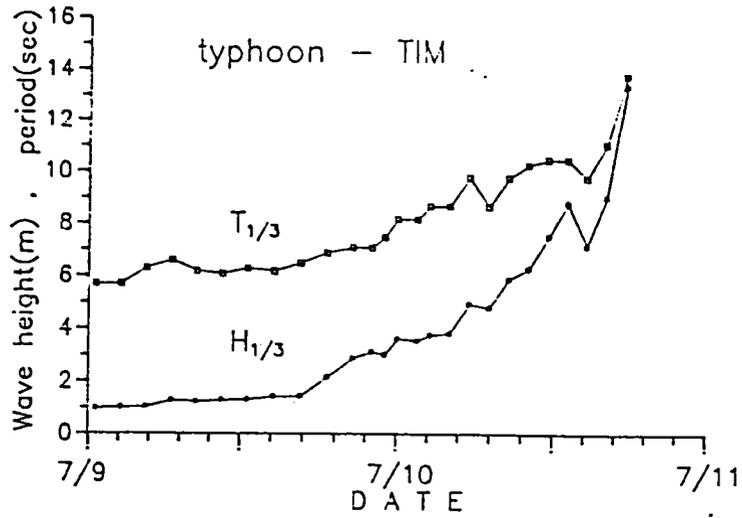


圖 7 提姆颱風期間花蓮港口附近水域示性波高、週期以及波浪方向逐時記錄圖

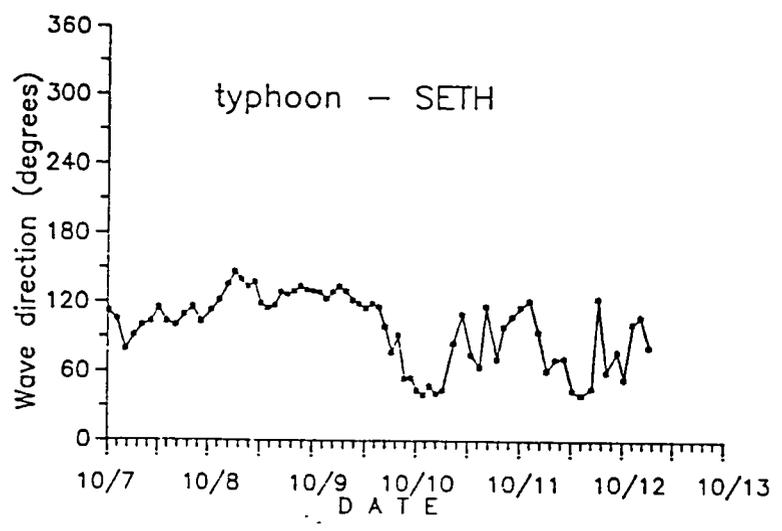
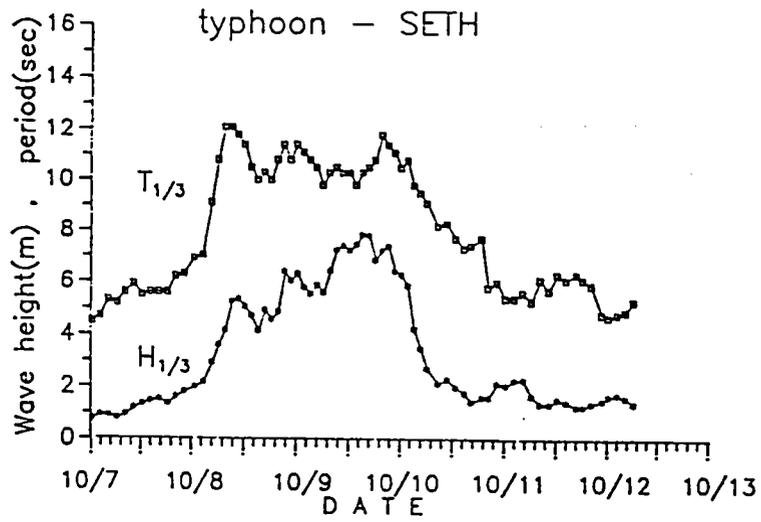


圖 8 席斯颱風期間花蓮港口附近水域示性波高、週期以及波浪方向逐時記錄圖

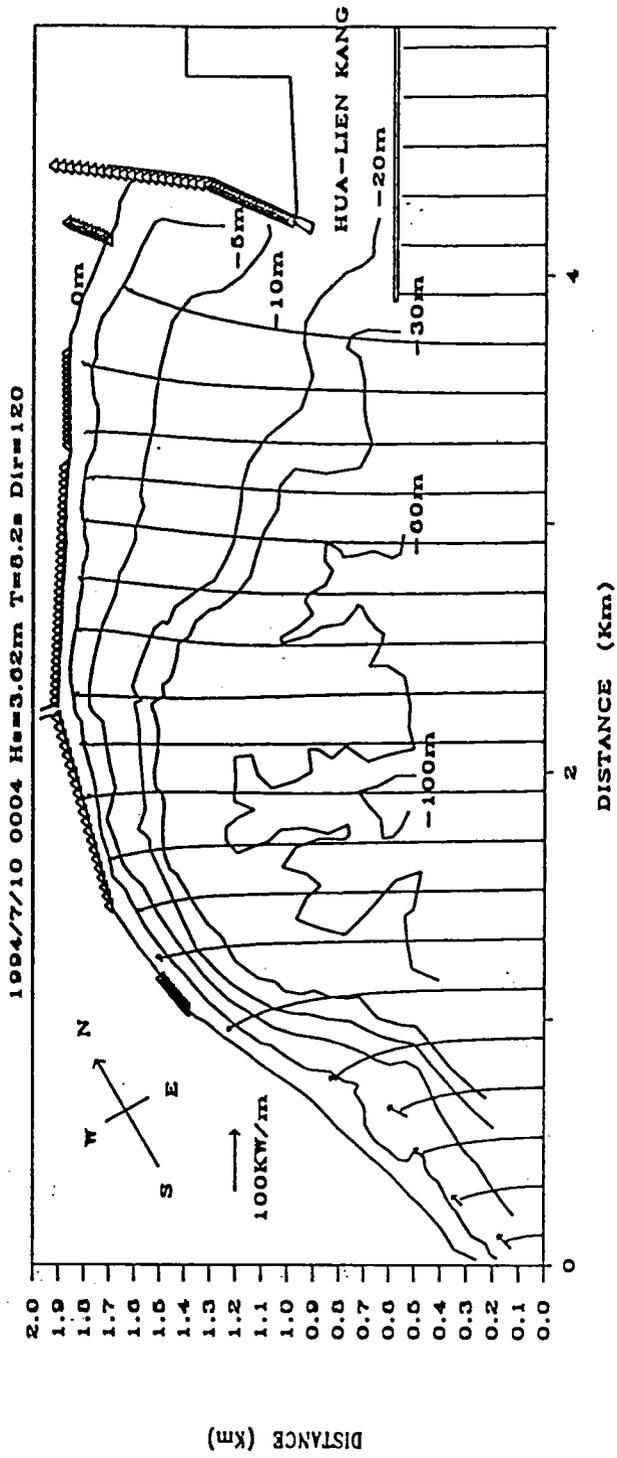


圖 9-1 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0004)

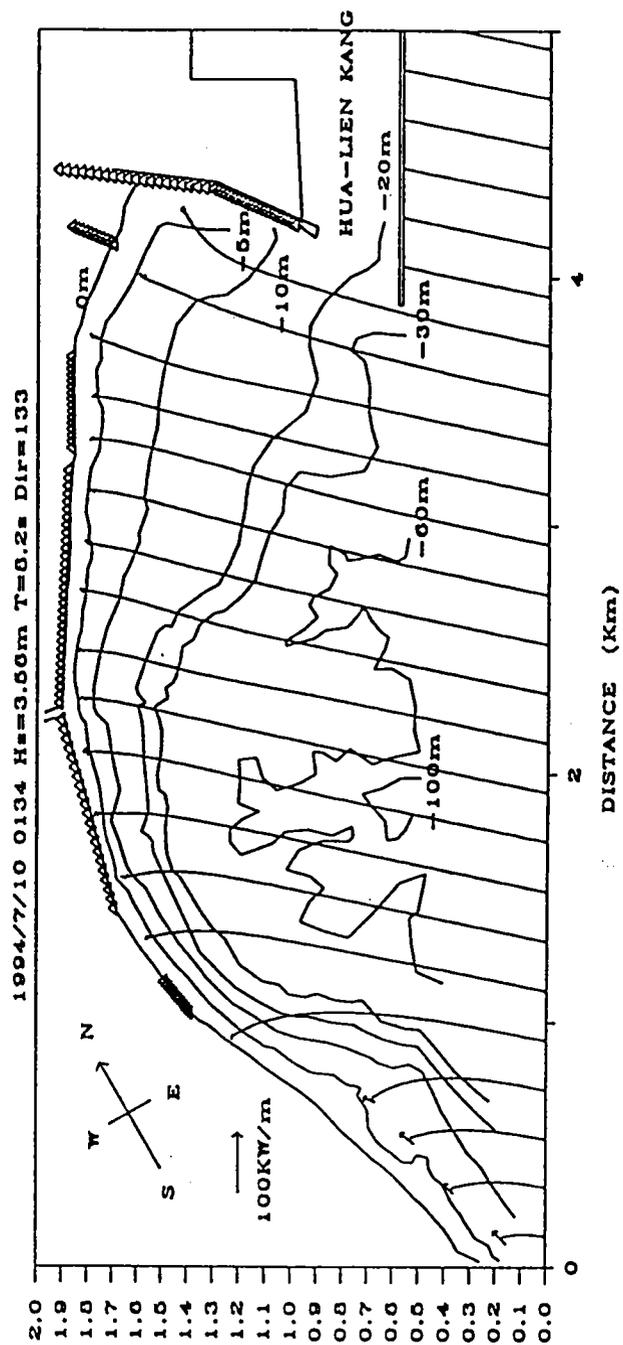


圖 9-2 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0134)

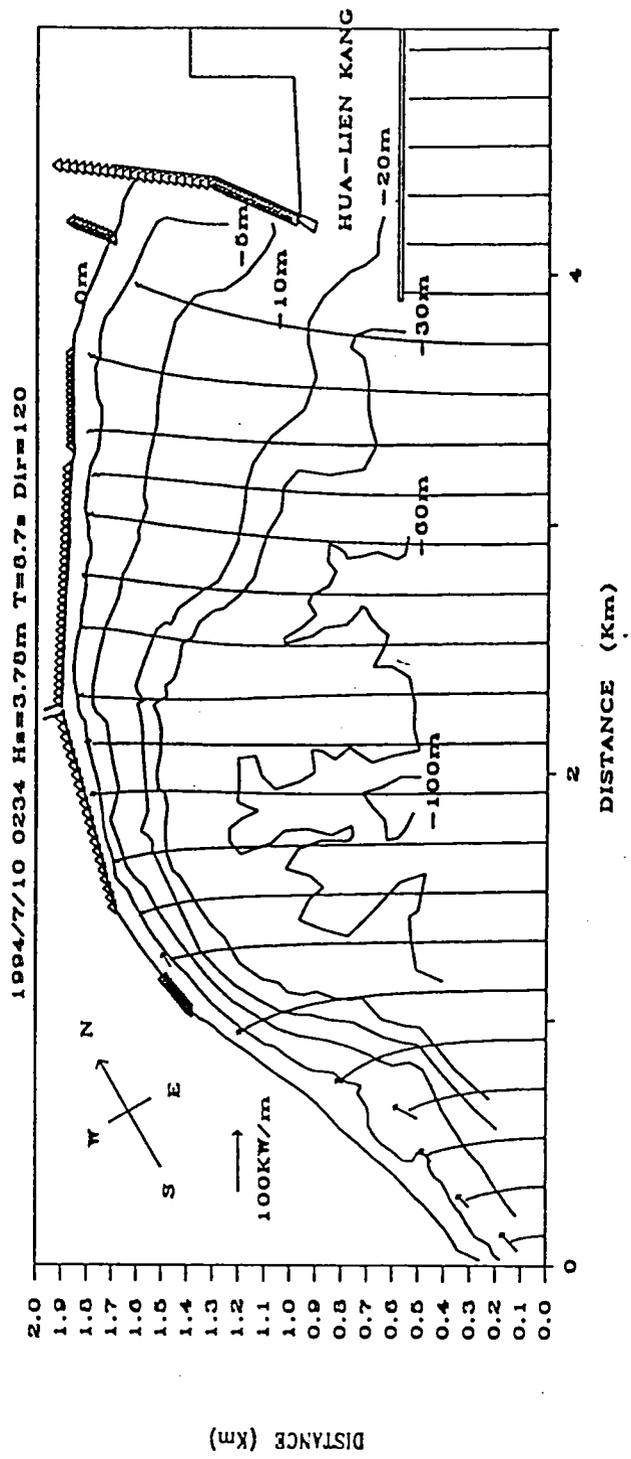


圖 9-3 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0234)

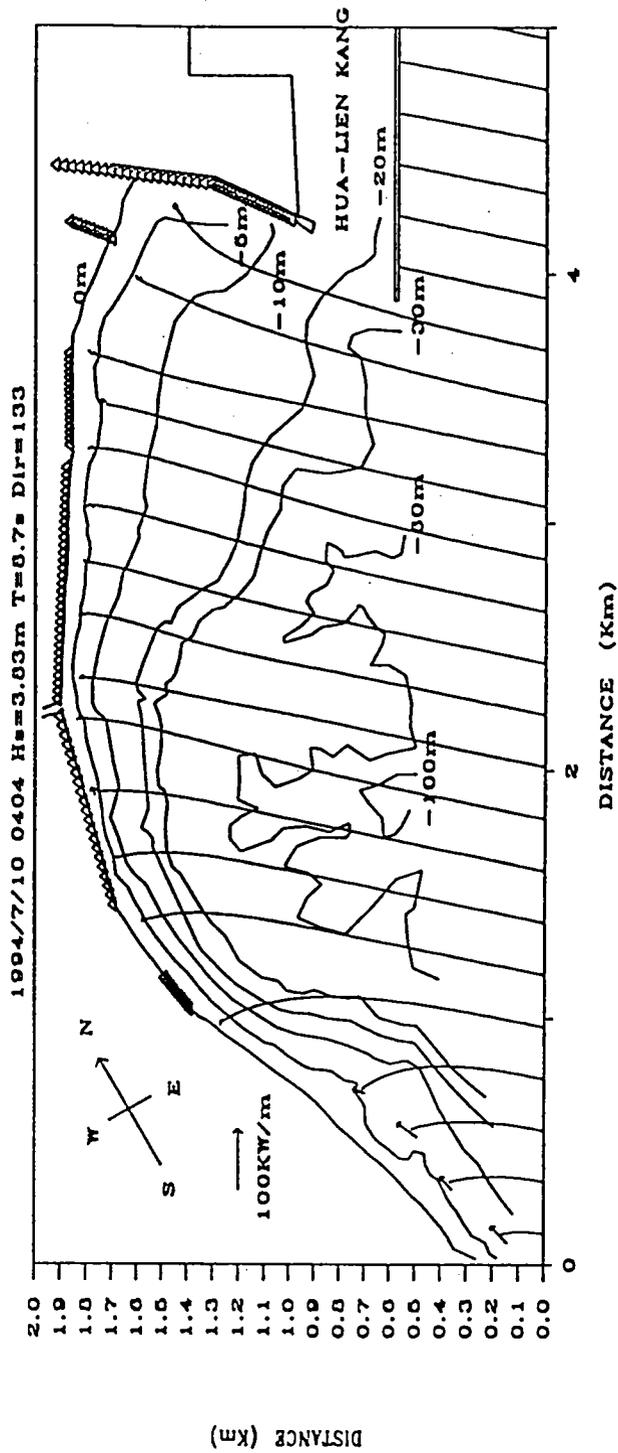


圖 9-4 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0404)

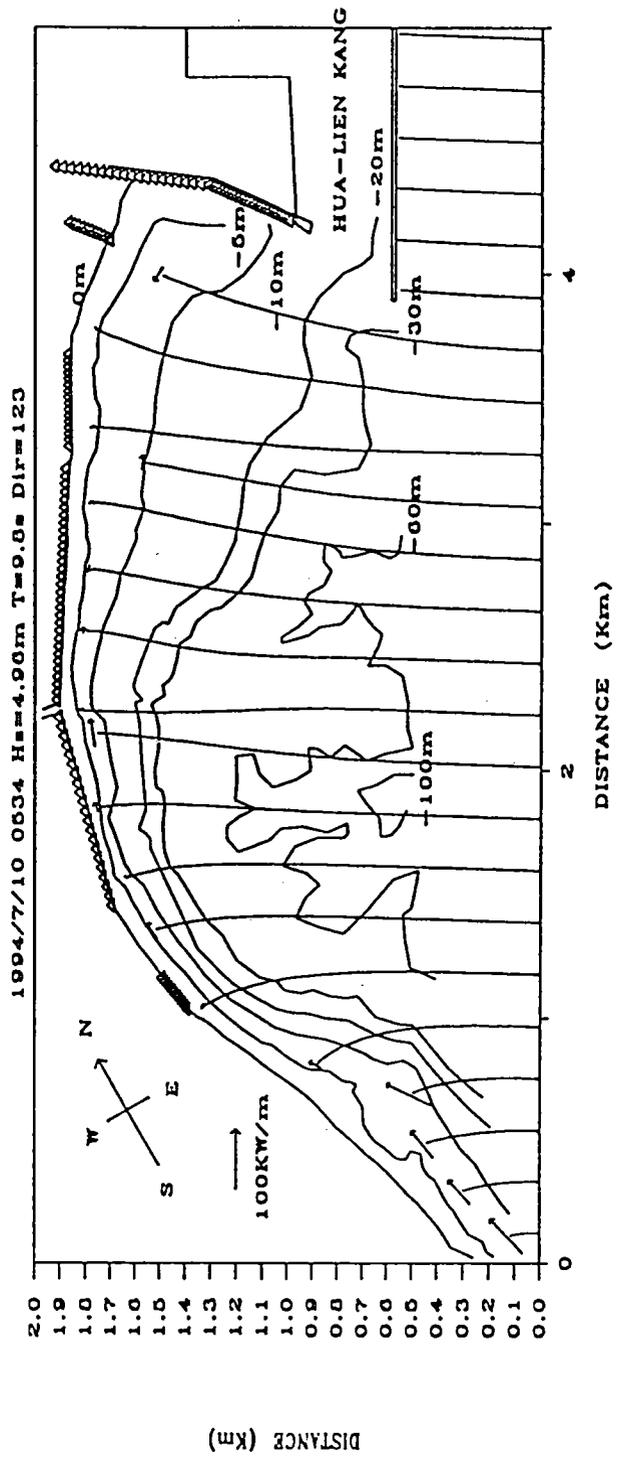


圖 9-5 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0534)

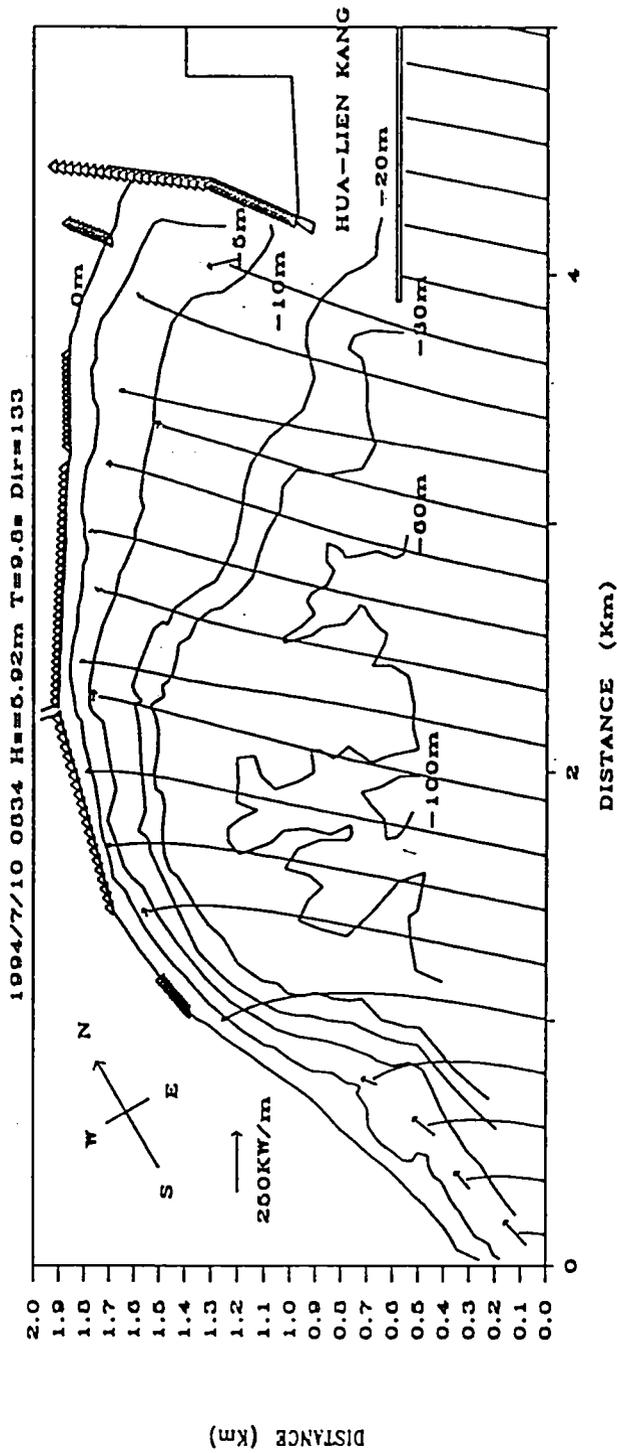


圖 9-7 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0834)

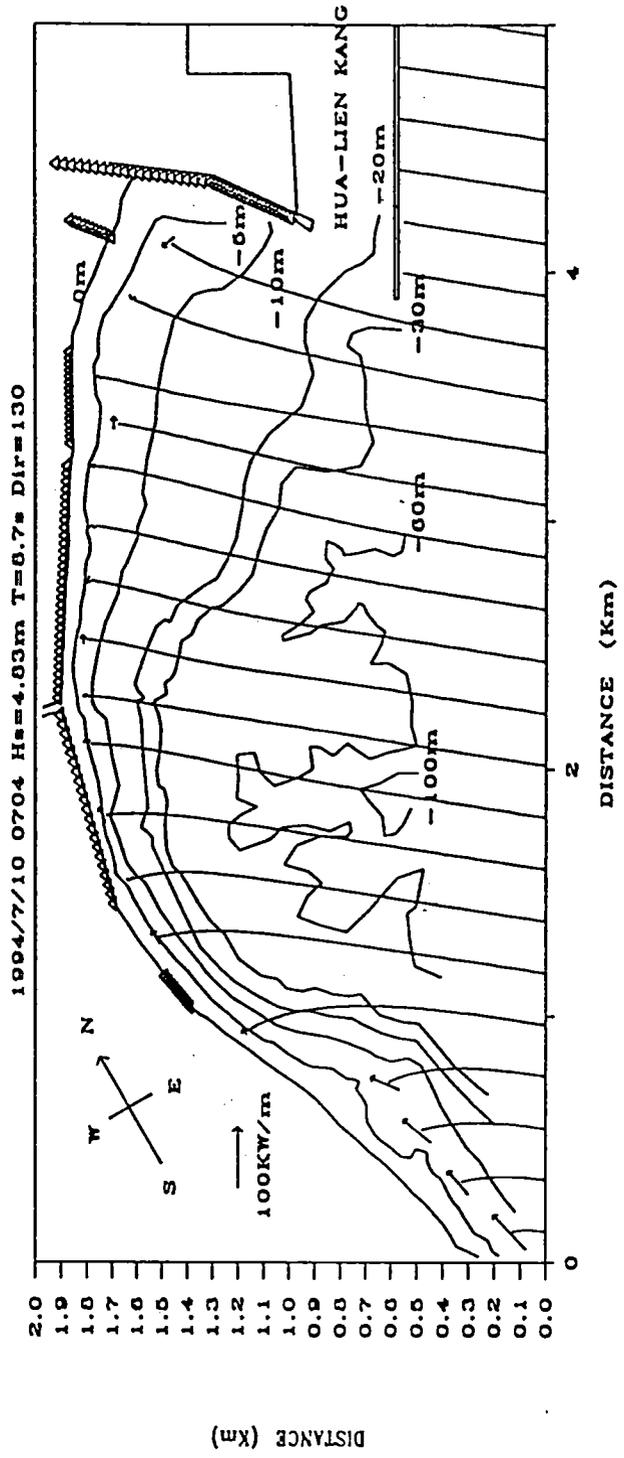


圖 9-6 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/0704)

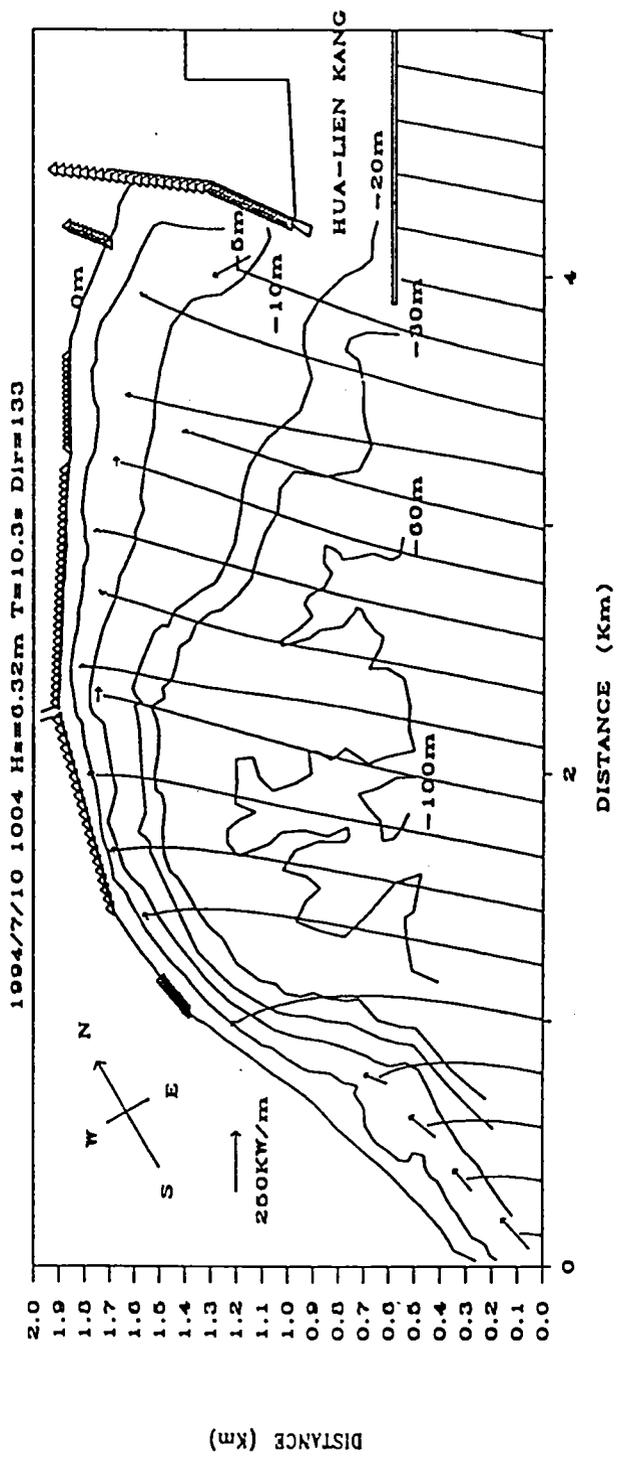


圖 9-8 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/1004)

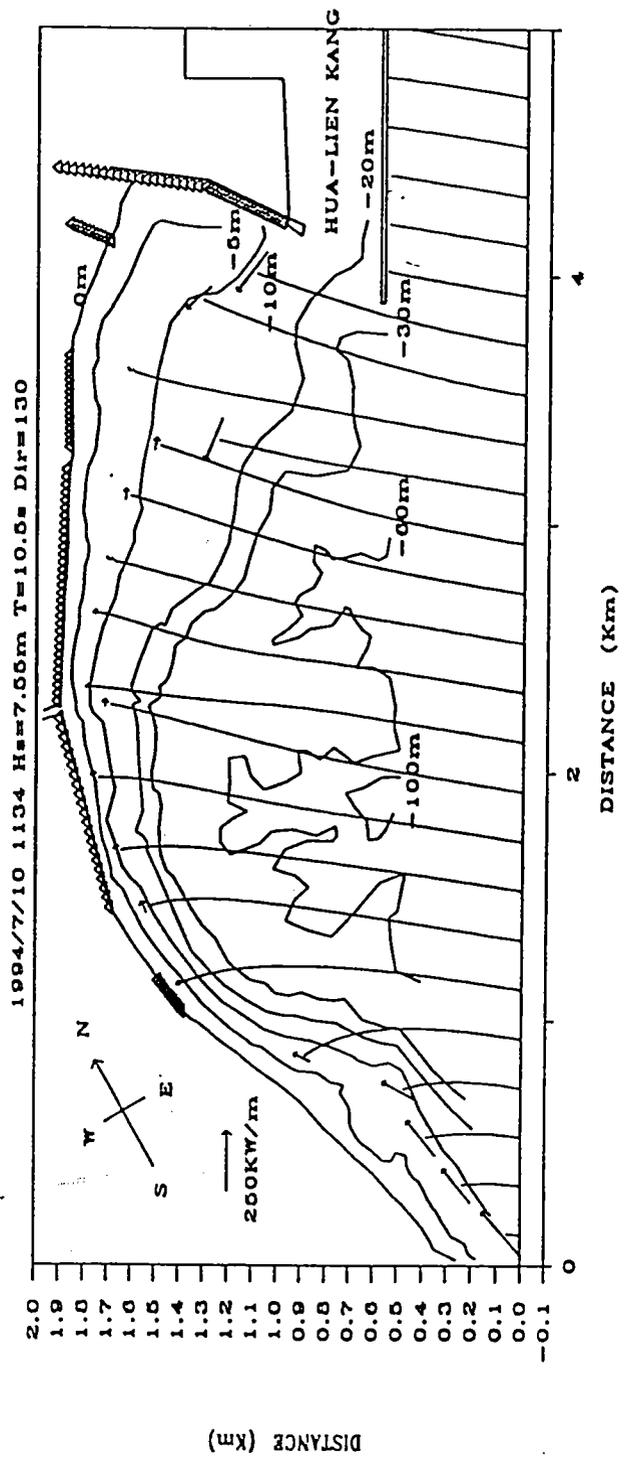


圖 9-9 提姆颶風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/1134)

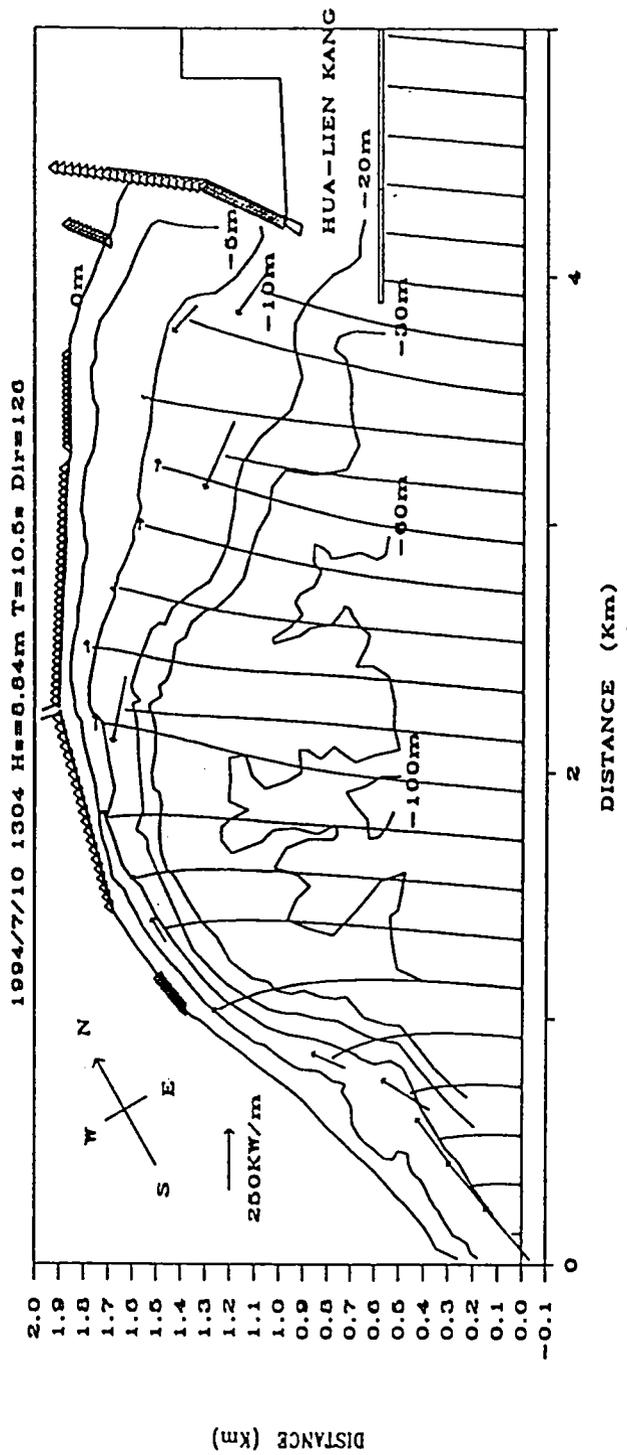


圖 9-10 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/1304)

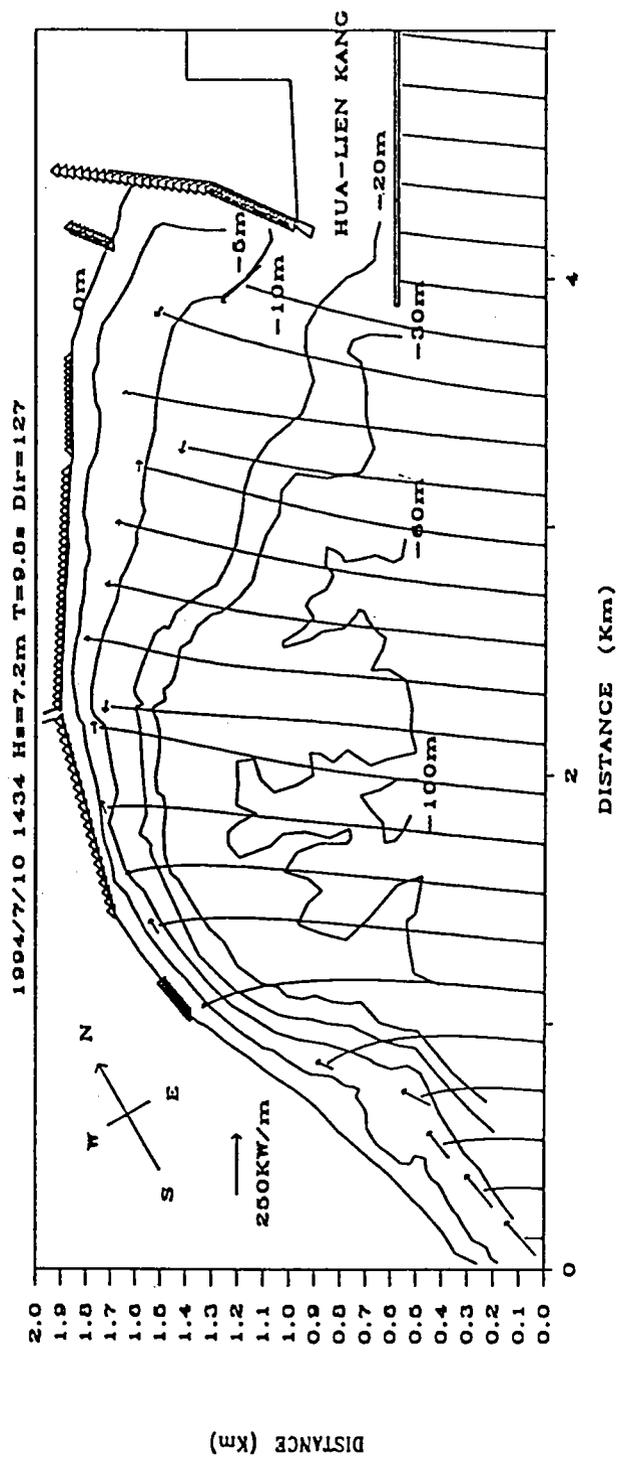


圖 9-11 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/1434)

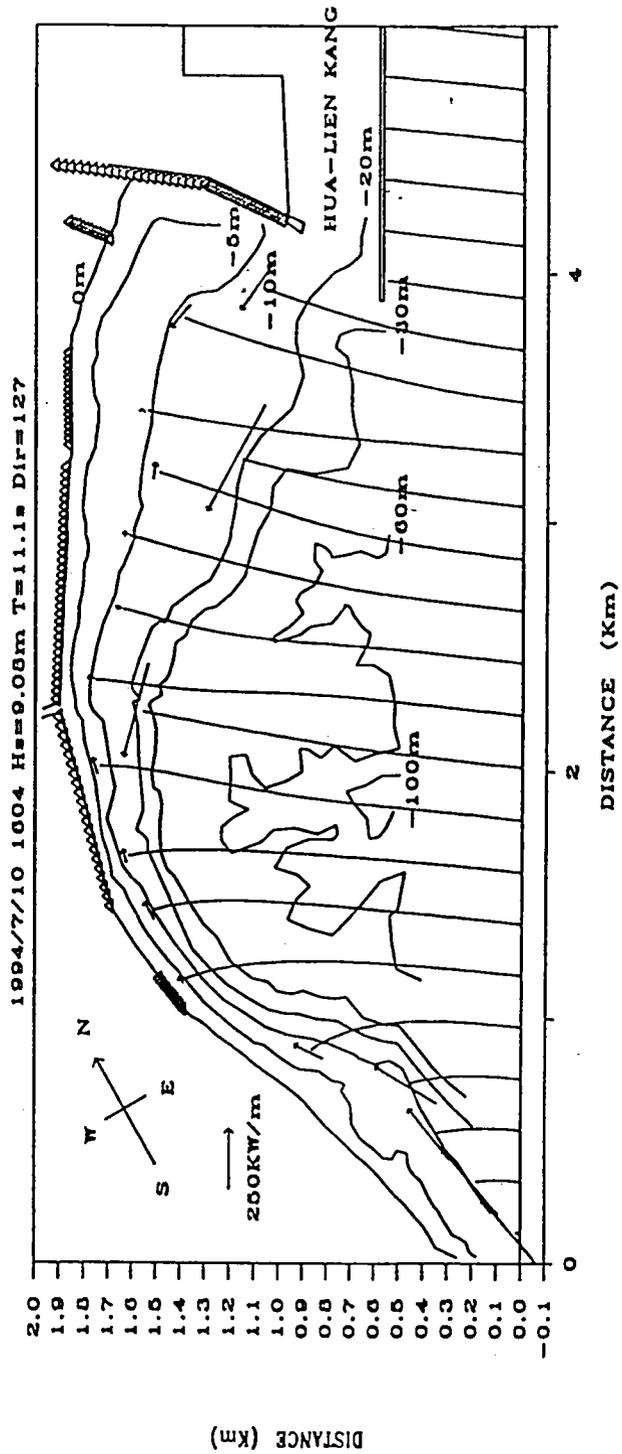


圖 9-12 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/1604)

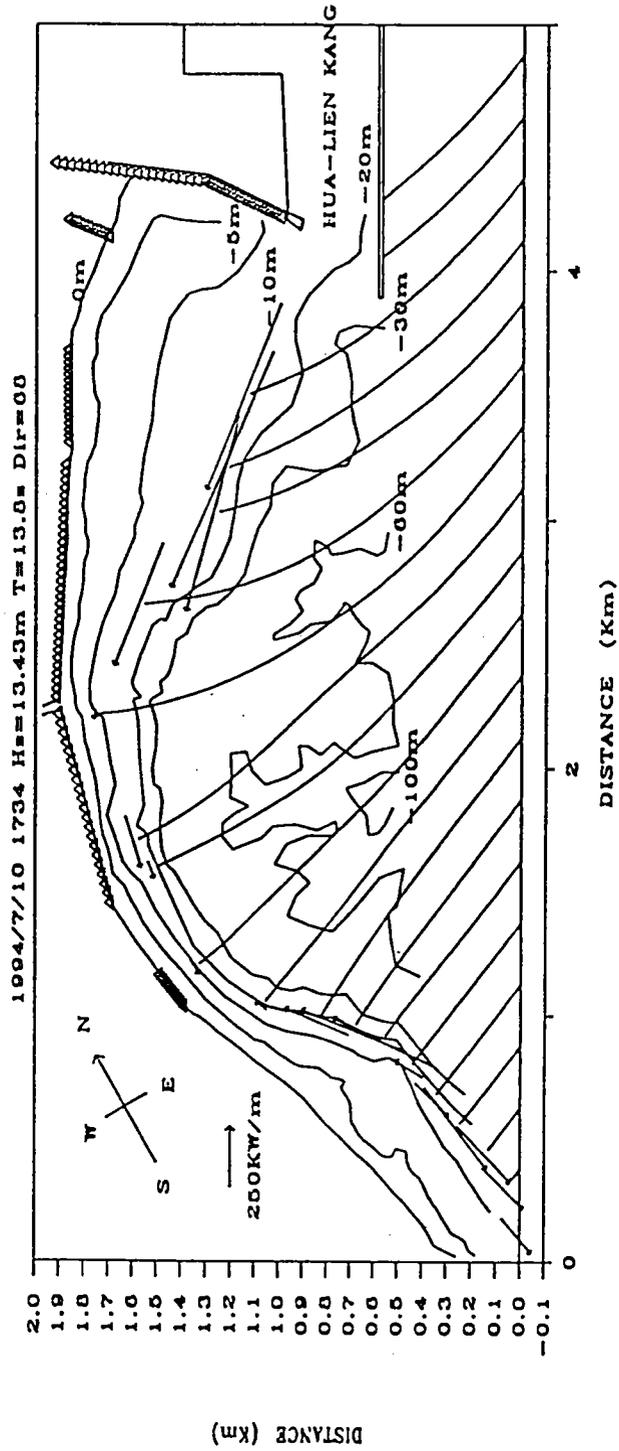


圖 9-13 提姆颱風逐時波浪折射及沿岸碎波能分佈圖(83/7/10/1734)

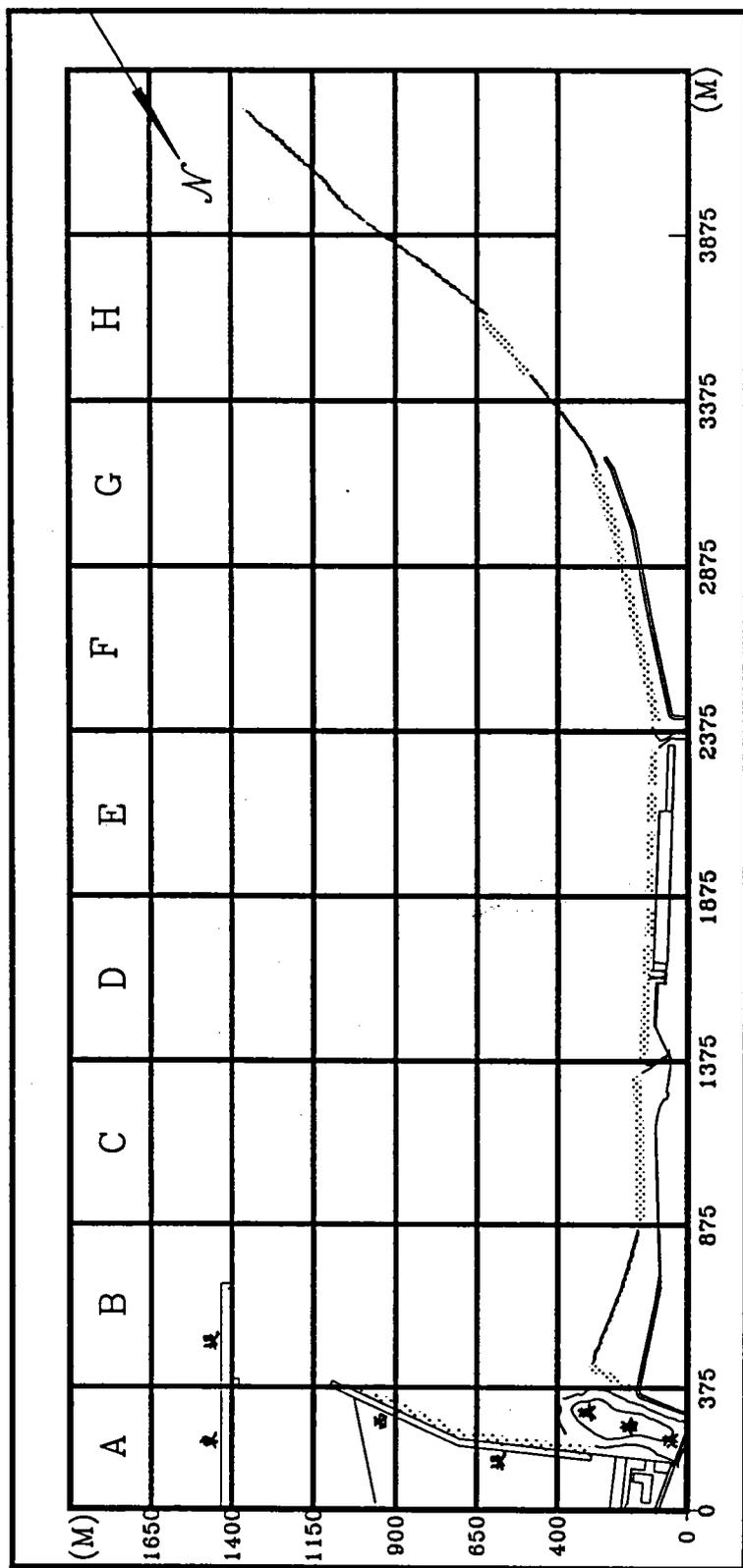


圖 10-1 花蓮港口附近水域各分區示意圖

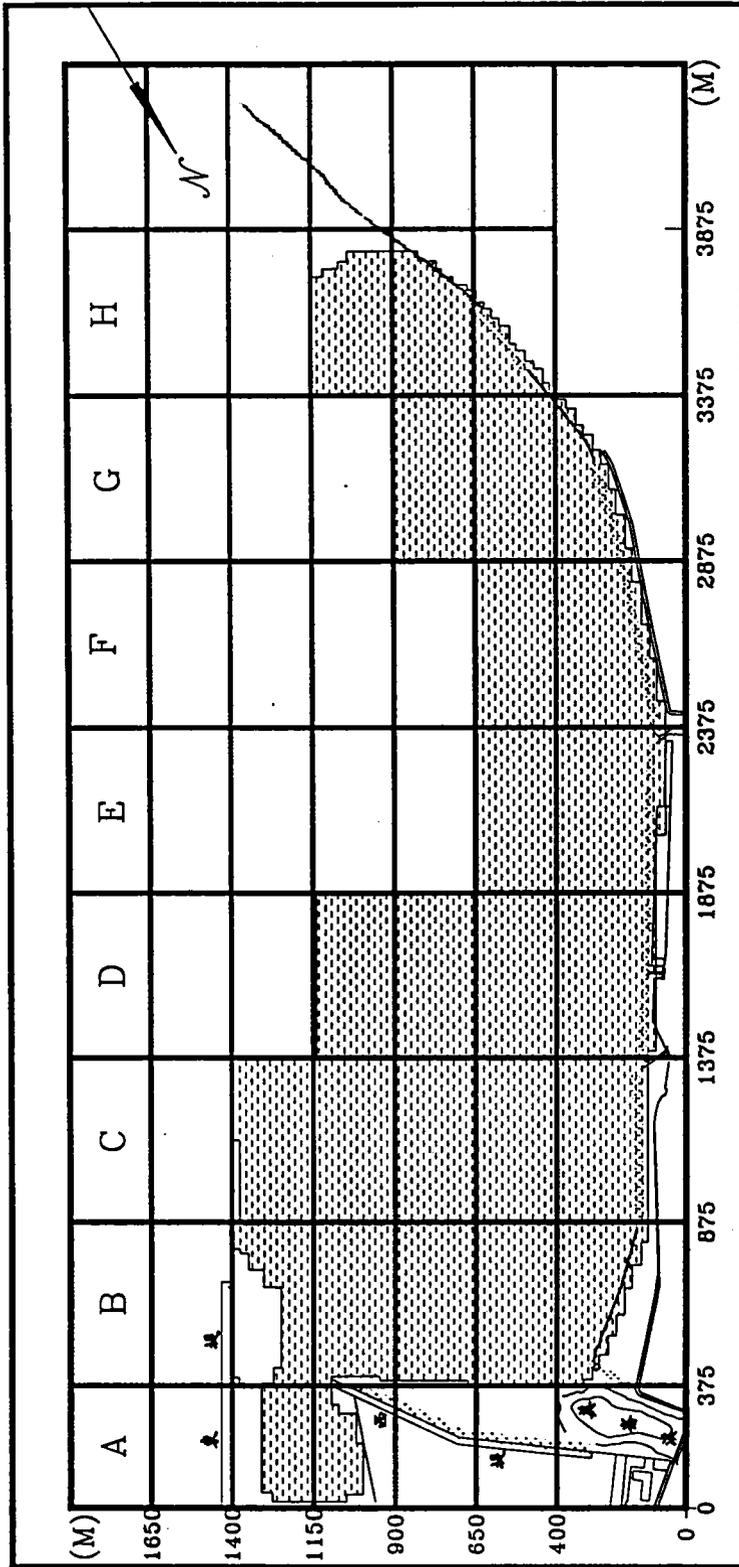


圖 10-2 花蓮港口附近水域各分區計算範圍圖示意圖

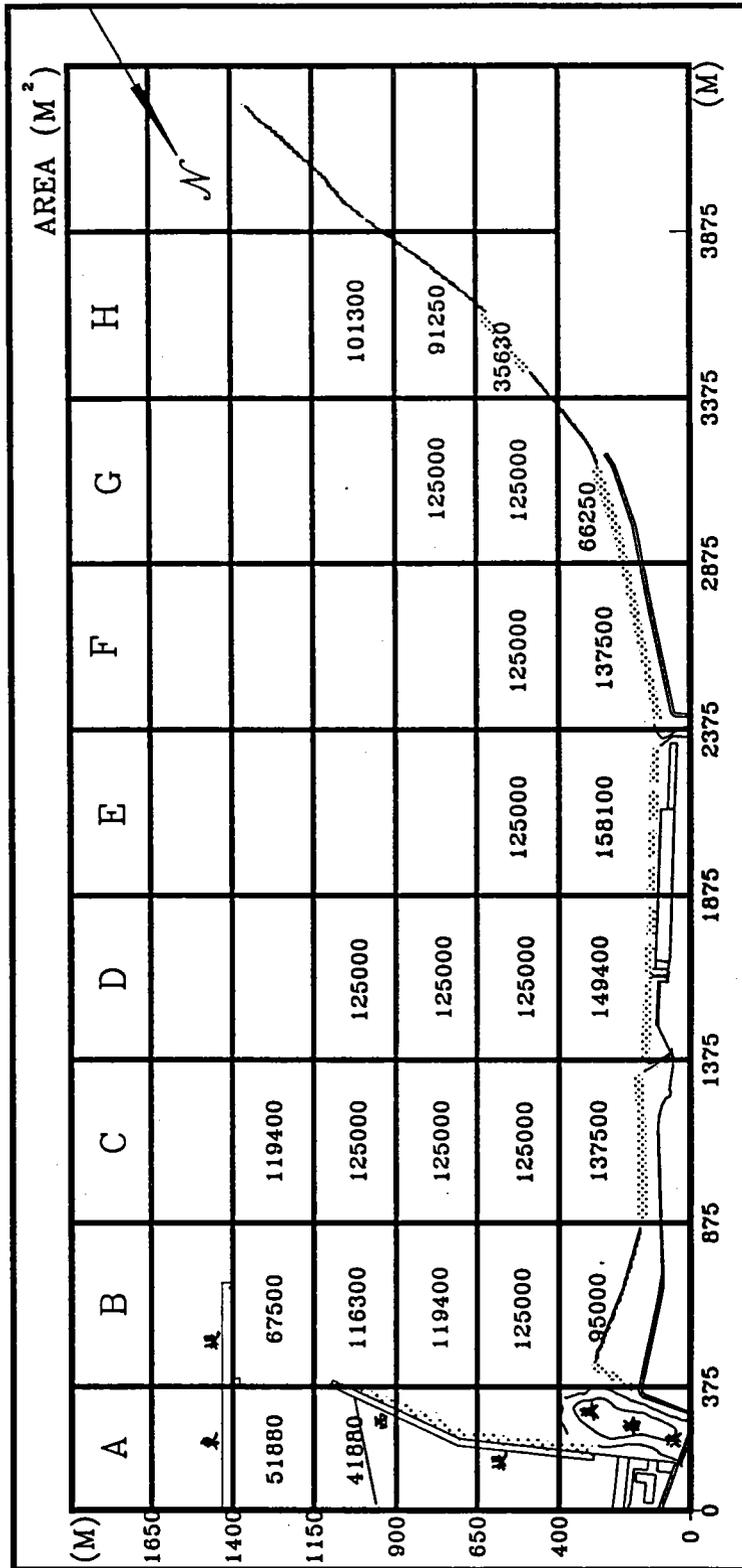


圖 10-3 花蓮港口附近水域各分區計算面積示意圖

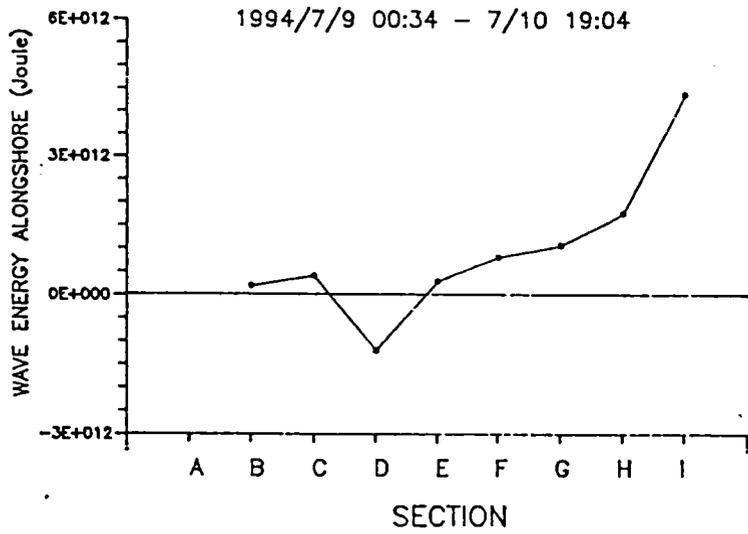


圖 11-1 提姆颱風期間花蓮港口附近水域各分區累積沿岸碎波能分佈圖

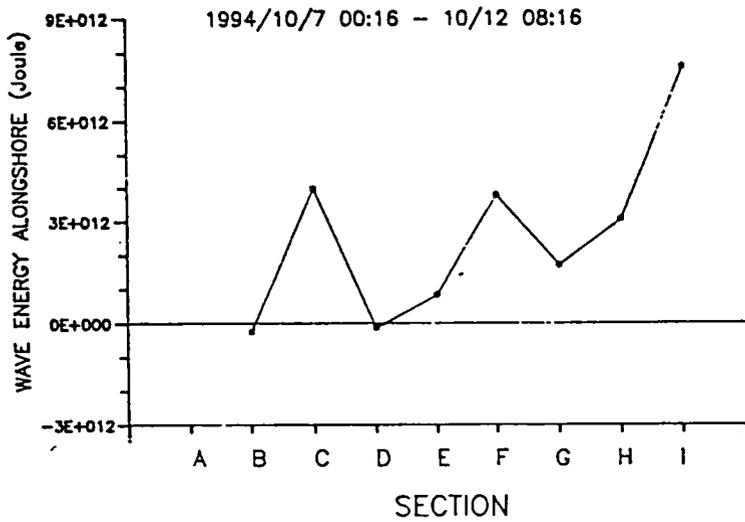


圖 11-2 席斯颱風期間花蓮港口附近水域各分區累積沿岸碎波能分佈圖

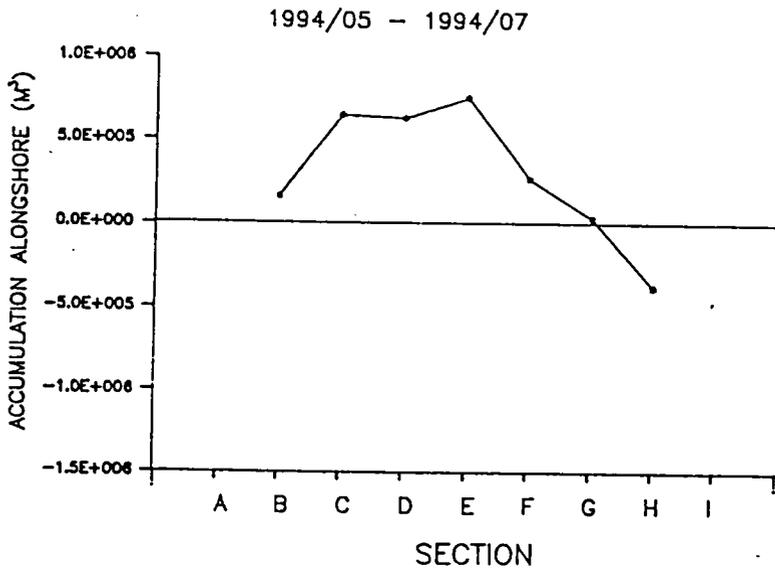


圖 12-1 提姆颱風期間花蓮港口附近水域各分區沖淤積圖

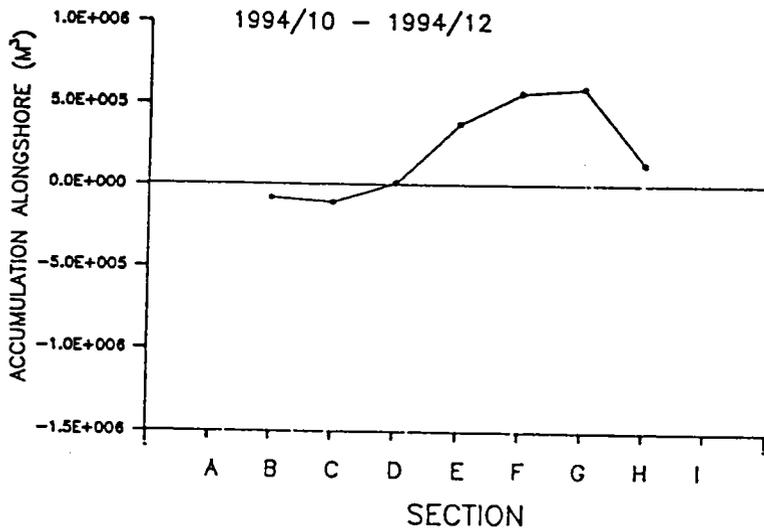


圖 12-2 席斯颱風期間花蓮港口附近水域各分區沖淤積圖

表 4 颱風期間作用各分區之累積沿岸碎波能表

單位：焦耳(Joule)

颱風名稱 分區編號	提姆颱風	席斯颱風
B	2.02E + 11	-2.50E + 11
C	4.12E + 11	3.99E + 12
D	-1.20E + 11	-1.33E + 11
E	2.97E + 11	8.31E + 11
F	8.08E + 11	3.79E + 12
G	1.07E + 12	1.71E + 12
H	1.76E + 12	3.06E + 12
I	4.37E + 12	7.56E + 12

表 5 颱風通過前後各分區沖淤積量表

單位：M³

颱風名稱 分區編號	提姆颱風	席斯颱風
B	1.62E + 5	-7.80E + 4
C	6.49E + 5	-1.03E + 5
D	6.31E + 5	1.50E + 4
E	7.53E + 5	3.76E + 5
F	2.69E + 5	5.67E + 5
G	3.70E + 4	5.97E + 5
H	-3.73E + 5	1.34E + 5

2. 分區漂沙沖淤積量分析

圖12-1、圖12-2以及表5分別為提姆颱風與席斯颱風通過前後，花蓮港口附近水域考慮0^m水深以上，各分區漂沙沖淤積量分佈圖與表；圖表中符號正者該分區為淤積；符號負者則表該分區呈侵蝕現象；分析結果顯示，當強烈颱風提姆通過後，除造成化仁海岸附近G區以及H區沖刷外，其餘往北各區則有淤積現象；而強烈轉中度席斯颱風通過後再加上為期約二個半月之東北季風作用，資料分析結果顯示，除在B、C以及D區造成些微侵蝕外，其餘往南各區尤其是在G區則產生淤積現象。

圖13~圖18以及圖19~圖24分別為根據本計畫施測之五次水深地形圖考慮水深-30^m利用網格點法所算得各分區沖淤積量(M³)以及每單位面積沖淤積量(M³/M²)即沖淤積深度，有關各分區計算範圍與面積參考如圖10-2與圖10-3。圖13與圖19表強烈提姆颱風通過後地形變化情況，正值表淤積量，負值表侵蝕量，分析結果顯示，南邊侵蝕，北邊淤積且B區花蓮港口附近平均淤積0.60公尺；圖14與圖20則分別表示經過凱特琳、道格、弗雷特以及葛拉絲四次颱風後地形變化情況，分析結果顯示，除了在港口附近A區、B區呈淤積外，其餘各區全面呈侵蝕；圖15與圖21則分別表示席斯颱風通過後，復經約二個半月東北季節風波浪作用後之地形變化情況，分析結果顯示，北邊B區、C區與D區呈侵蝕，南邊E、F、G以及H區則呈淤積，尤有甚者，在花蓮港入口港內A區則平均淤積約0.47^m，惟在入口處B區則平均侵蝕約0.63^m；圖16與圖22則分別表示自83年5月到83年12月長達半年之累積地形變化，分析結果顯示，歷經整個夏季颱風波浪之作用；南邊呈侵蝕，北邊呈淤積現象，港口A區及B區入口處附近則平均淤積約0.51^m；圖17與圖23則分別表示自民國83年12月~84年5月之累積地形變化，在歷經長達約半年之冬季季節風作用後，分析結果顯示，除了在B區港口以及吉安溪口處呈淤積現象外，

其餘各分區沿岸均呈侵蝕；惟圖中A區港內部份在冬季季節風作用下，理論上波浪經過東堤堤頭繞射該區不可能呈侵蝕，經查 貴局在該段期間曾在該區水域辦理過浚挖工作，其時間、數量詳如表6中所示，故資料分析結果尚稱合理；圖18與圖24則分別表示自國83年5月~84年5月整年觀測期間該區水域累積地形變化，分析結果顯示，就一整年而言，南端呈侵蝕，北端呈淤積趨勢，在B區港口處平均淤積 1.23^{m} ，在A區港內則平均淤積 0.16^{m} 。

綜合以上花蓮港口附近水域沿岸碎波能及漂沙沖淤積分析，有關該區沿岸波能量之關係，根據表4、表5中資料可點繪如圖25中所示。圖中實線為該些觀測值之迴歸直線得 $Q_y = 3.25E_y^{0.80}$ ，即待定係數 $\alpha = 3.25$ ， $n = 0.80$ ，其中沿岸輸沙量 Q_y 之單位為 m^3/day ；沿岸波能 E_y 之單位為 $\text{t-m}/\text{day}/\text{m}$ ，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 & Murohuse(1961)、Monohar(1962)、Ijima、Sato & Tanaka(1964)、Sato(1966)、SPM(1975)以及作者HWANG等(1994)等現場觀測值比較則如圖26所示；而圖27則為該區海域沿岸輸沙(I_t)與沿岸波能傳遞功率(P_t)簡稱為沿岸波能量之關係，圖中實線部份為Komar & Inman(1970)所提出兩者之關係式； $I_t = 0.77 P_t$ ；圖28則為該區海域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該區海域。

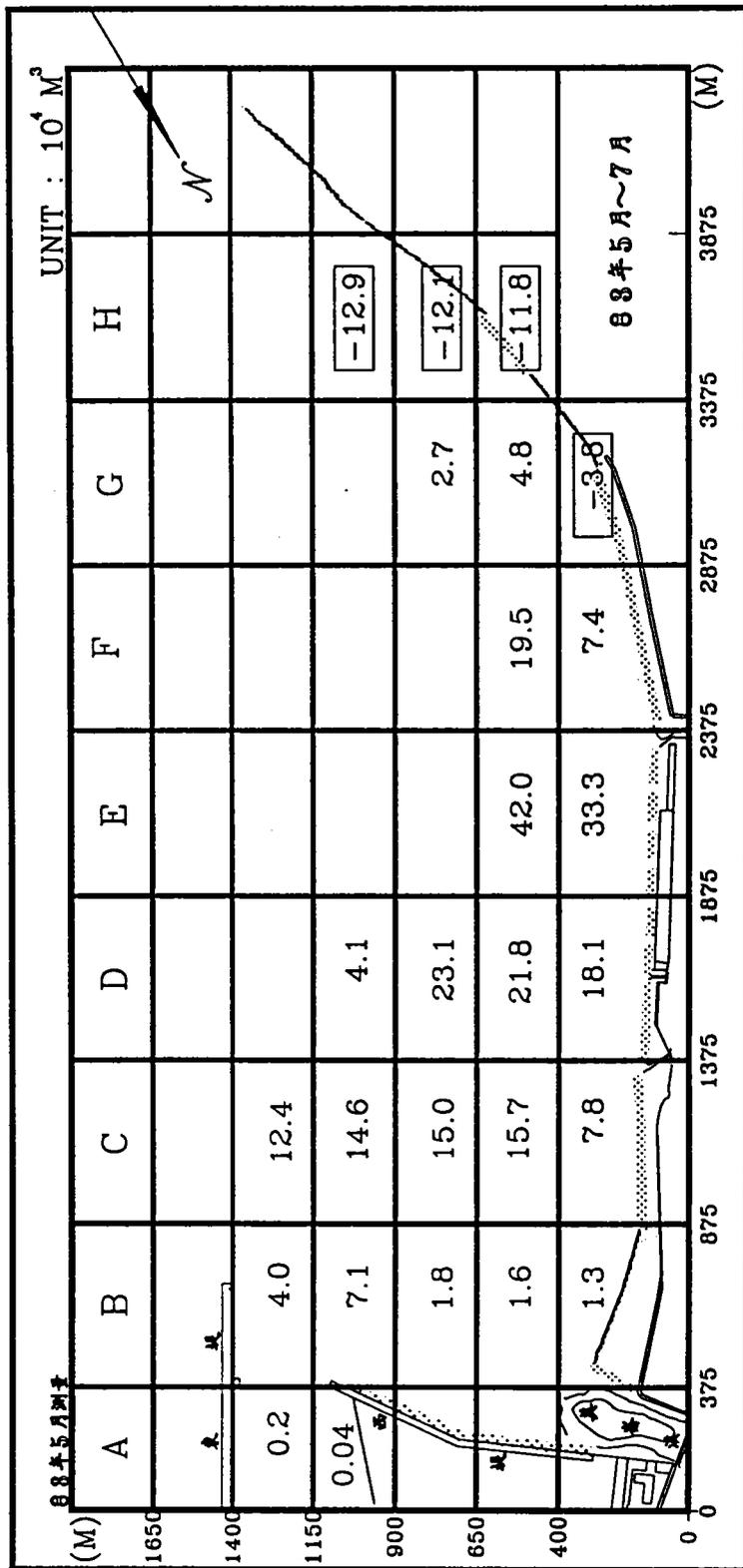


圖 13 花蓮港口附近水域分區沖淤積圖(83年5月~7月)

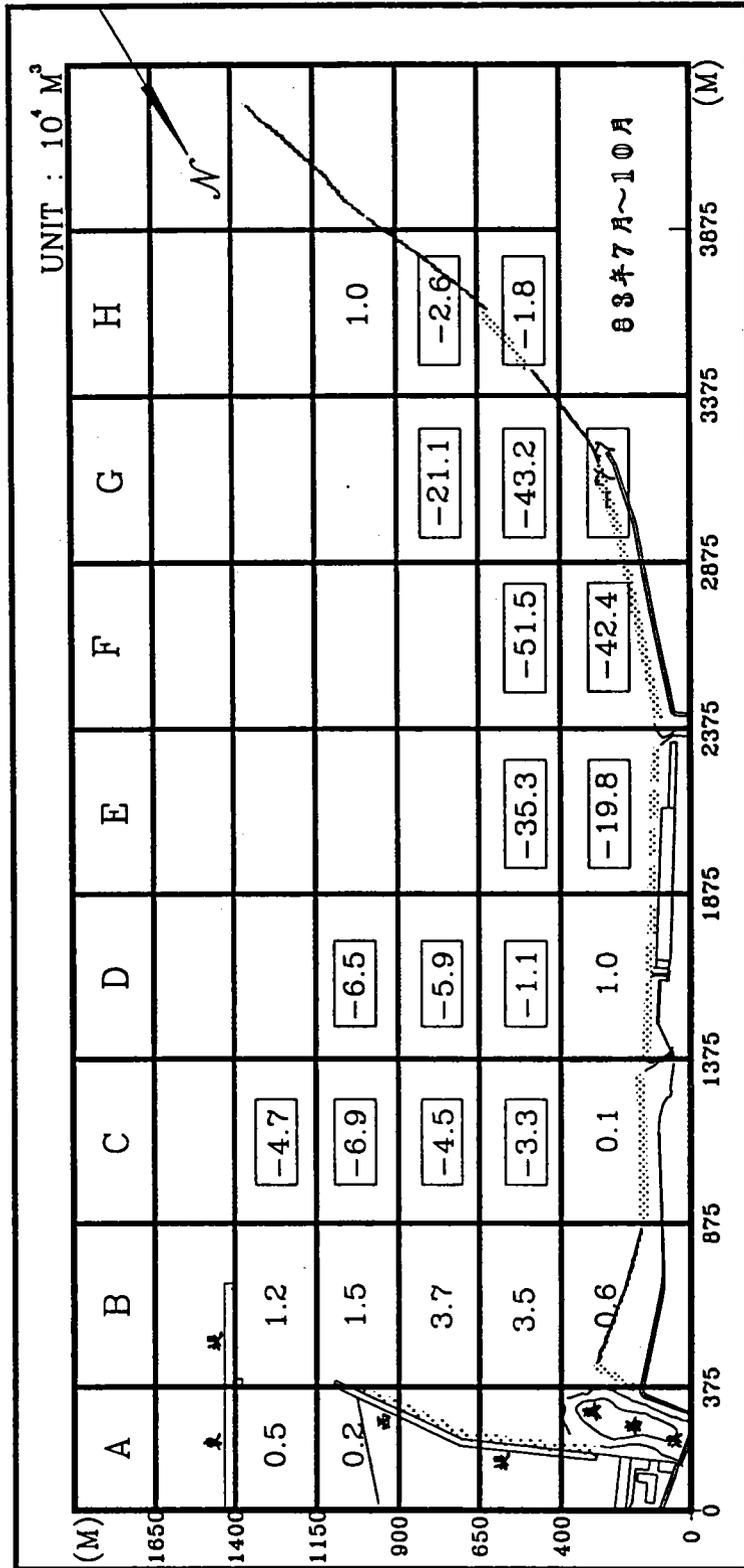


圖 14 花蓮港口附近水域分區沖淤積圖(83年7月~10月)

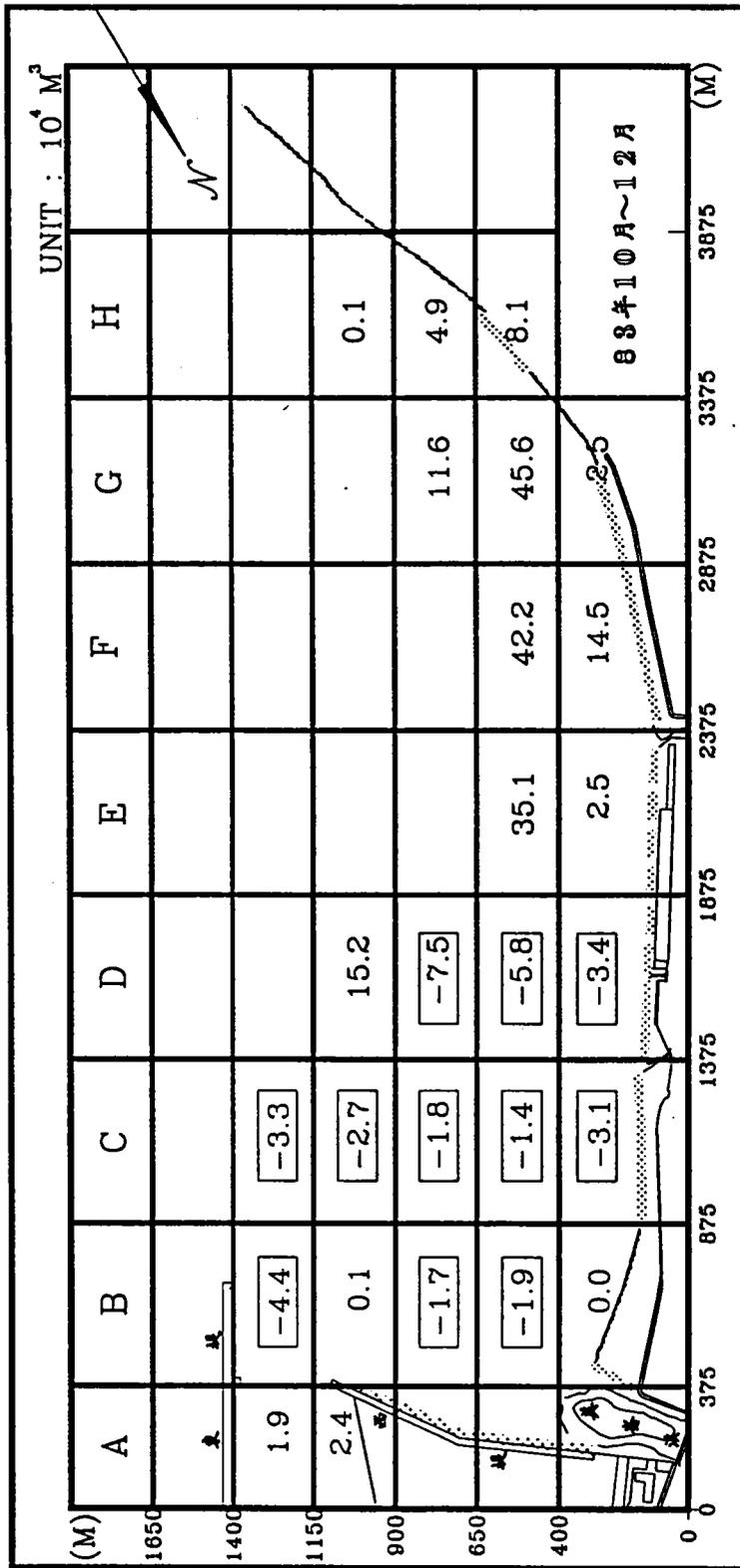


圖 15 花蓮港口附近水域分區沖淤積圖(88年10月~12月)

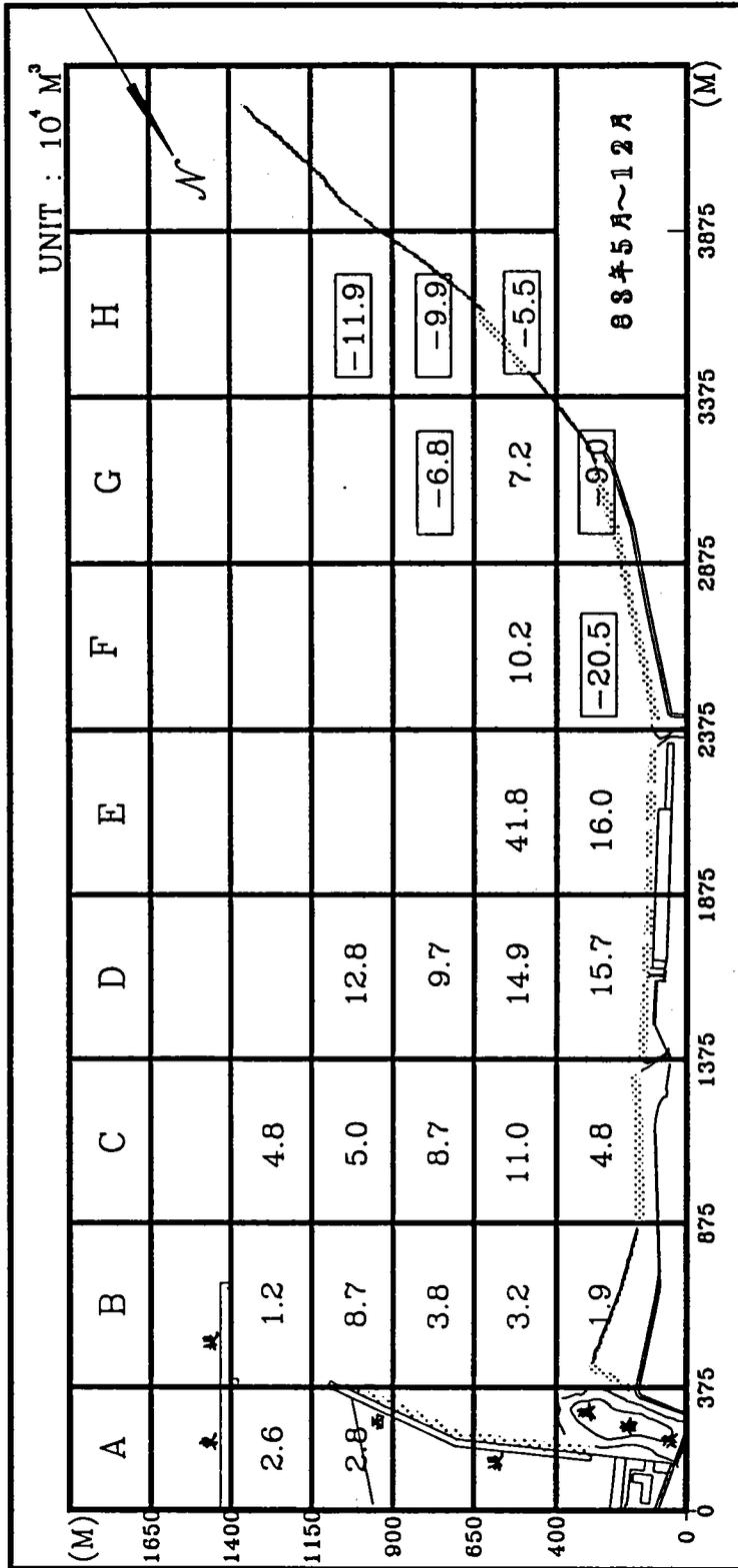


圖 16 花蓮港口附近水域分區沖淤積圖(83年5月~12月)

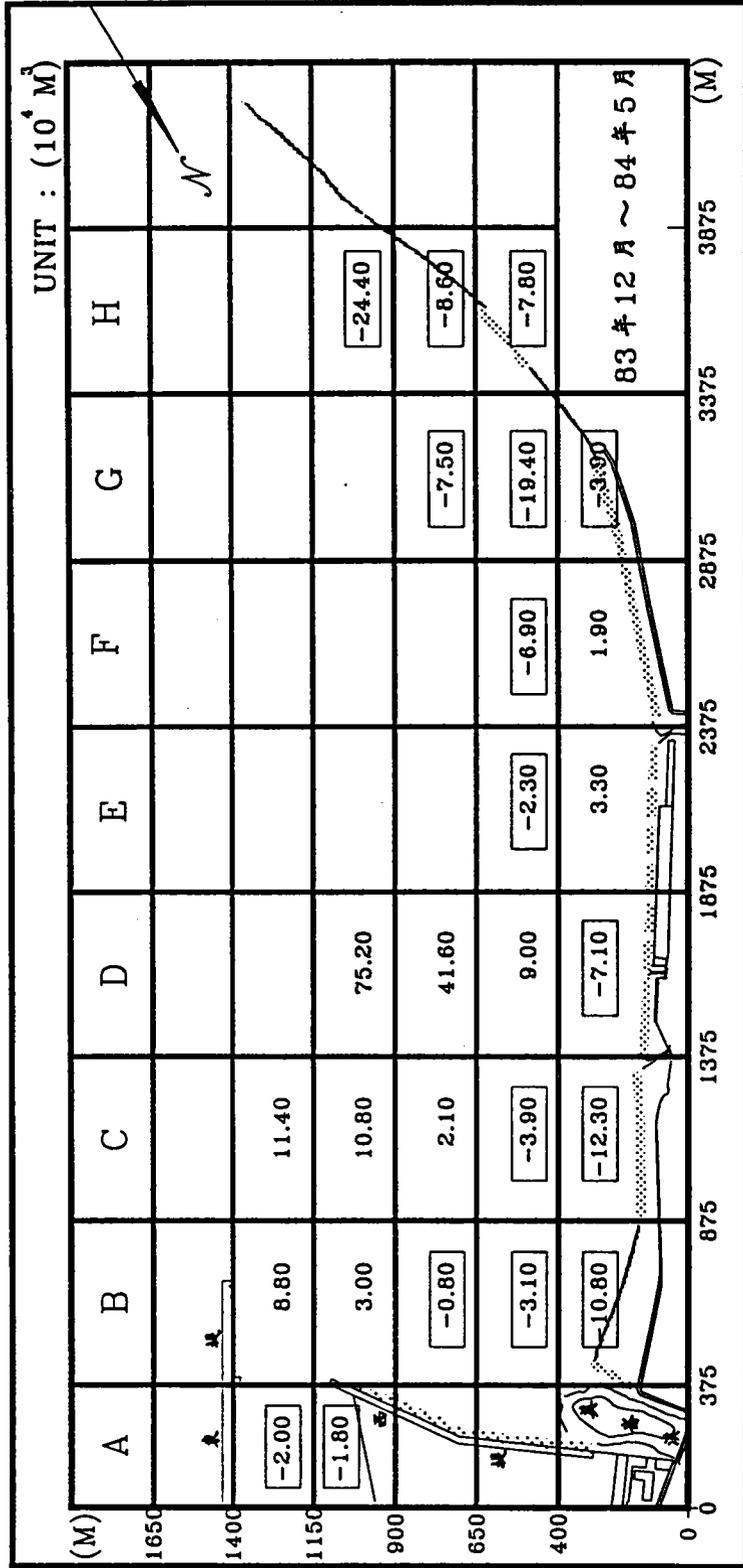


圖 17 花蓮港口附近水域分區沖淤積圖(83年12月~84年5月)

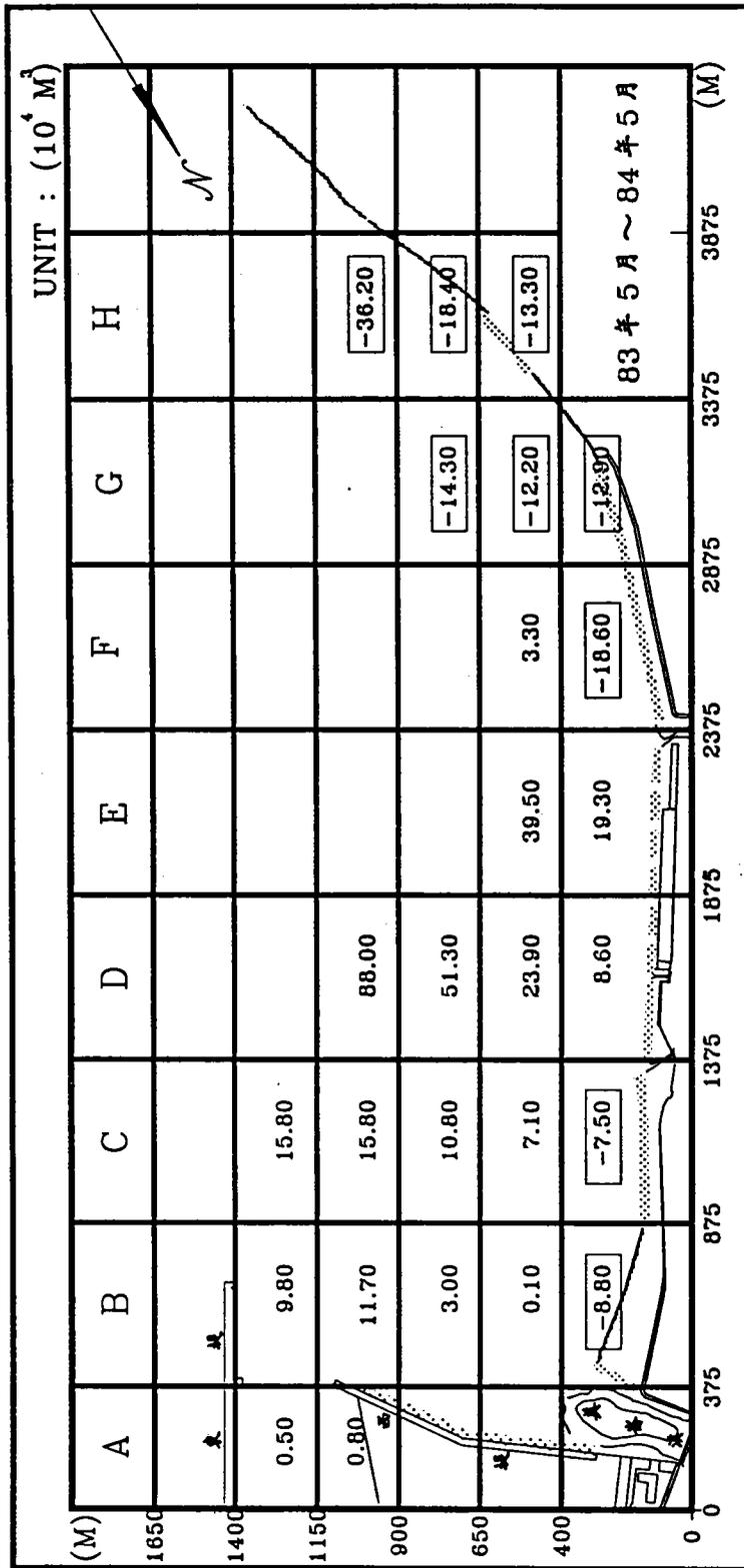


圖 18 花蓮港口附近水域分區沖積圖(83年5月～84年5月)

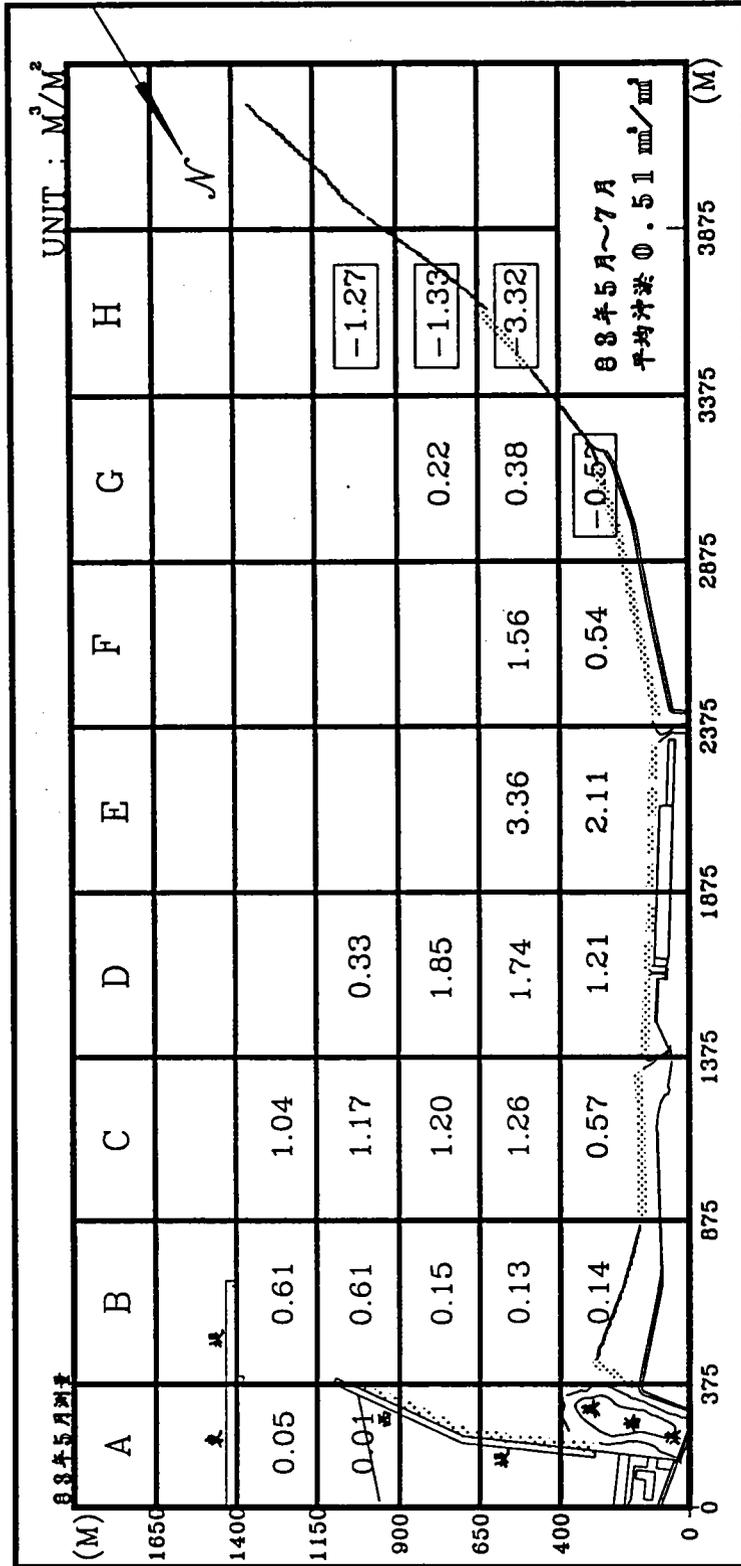


圖 19 花蓮港口附近水域分區單位面積沖積圖(83年5月~7月)

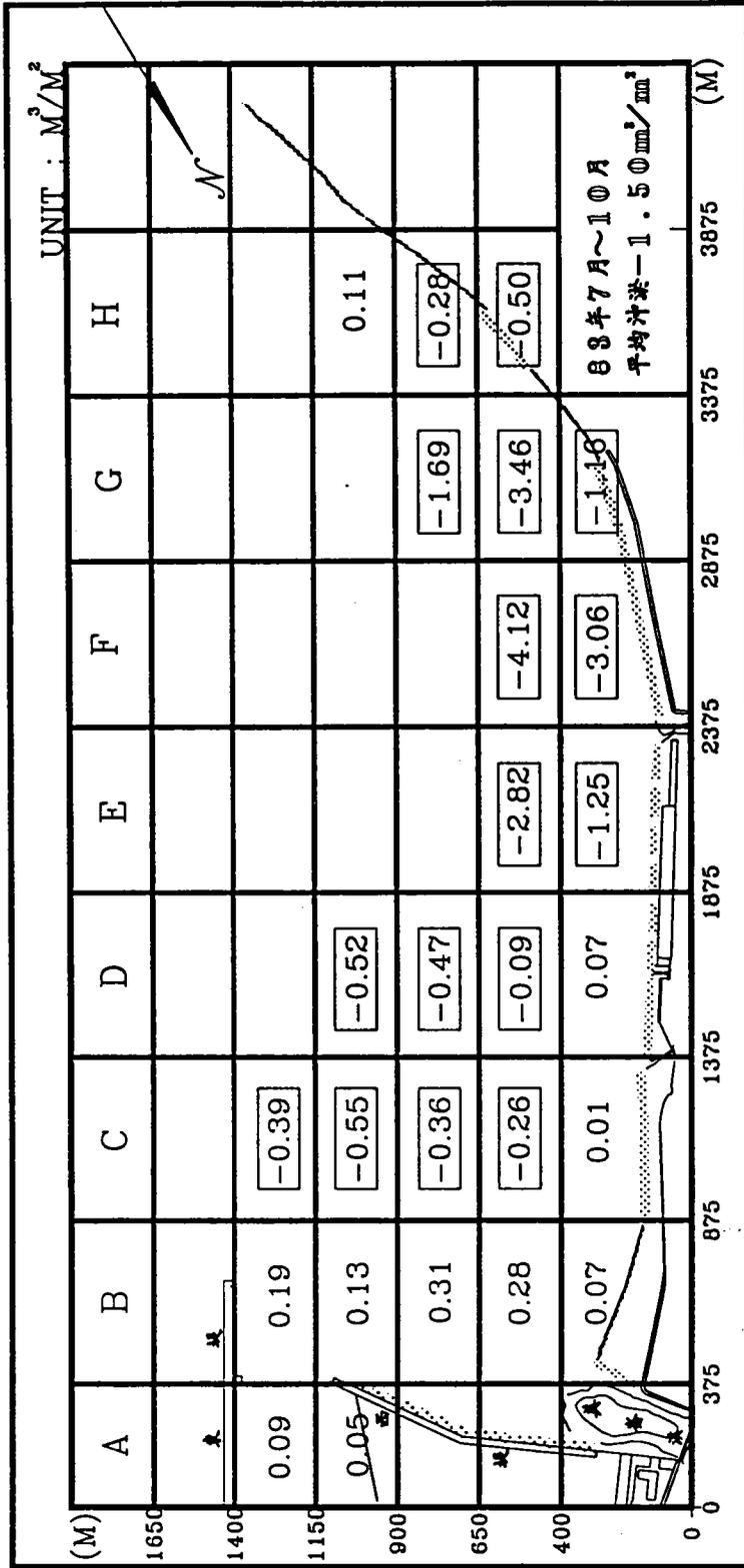


圖 20 花蓮港口附近水域分區單位面積沖淤積圖(83年7月~10月)

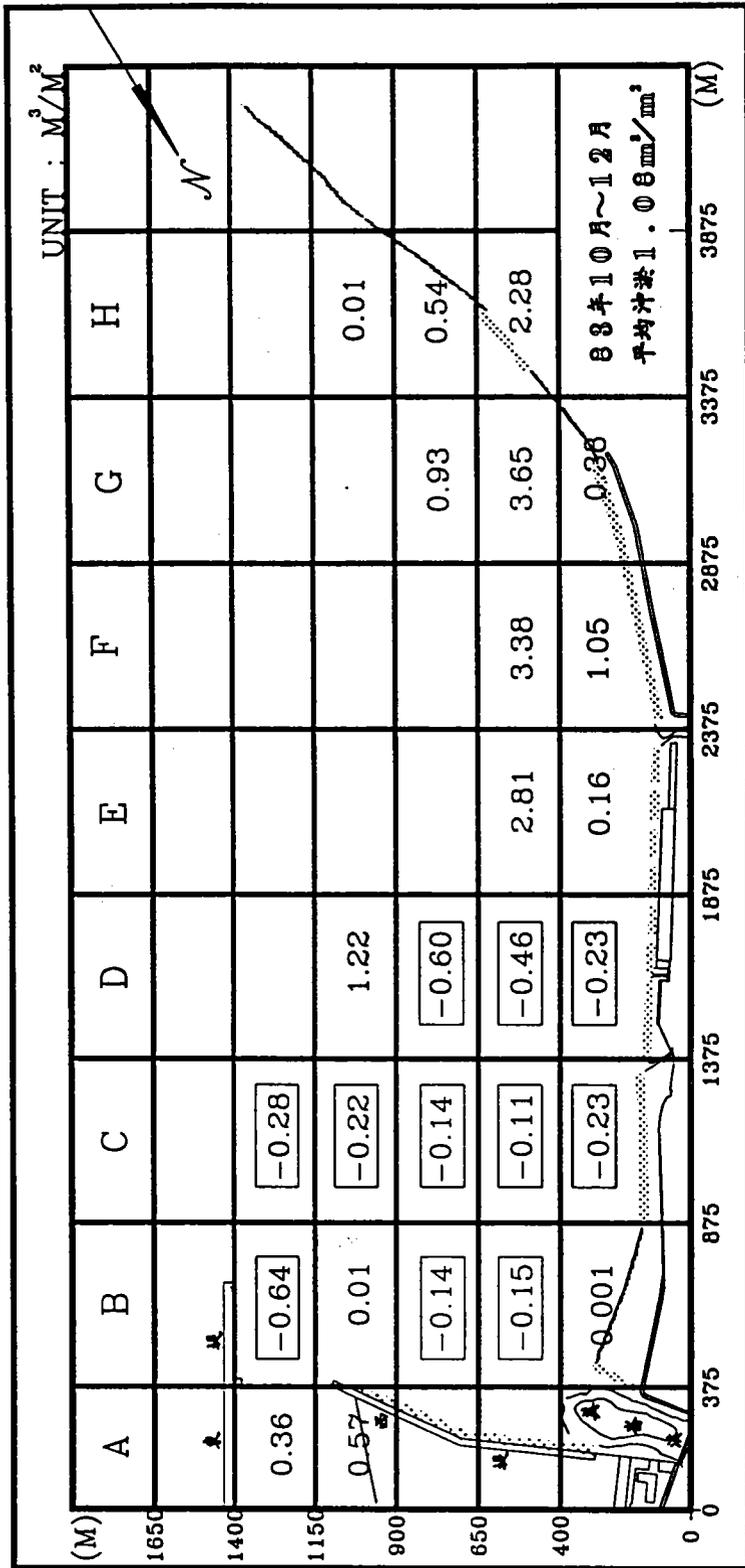


圖 21 花蓮港口附近水域分區單位面積沖淤積圖(83年10月~12月)

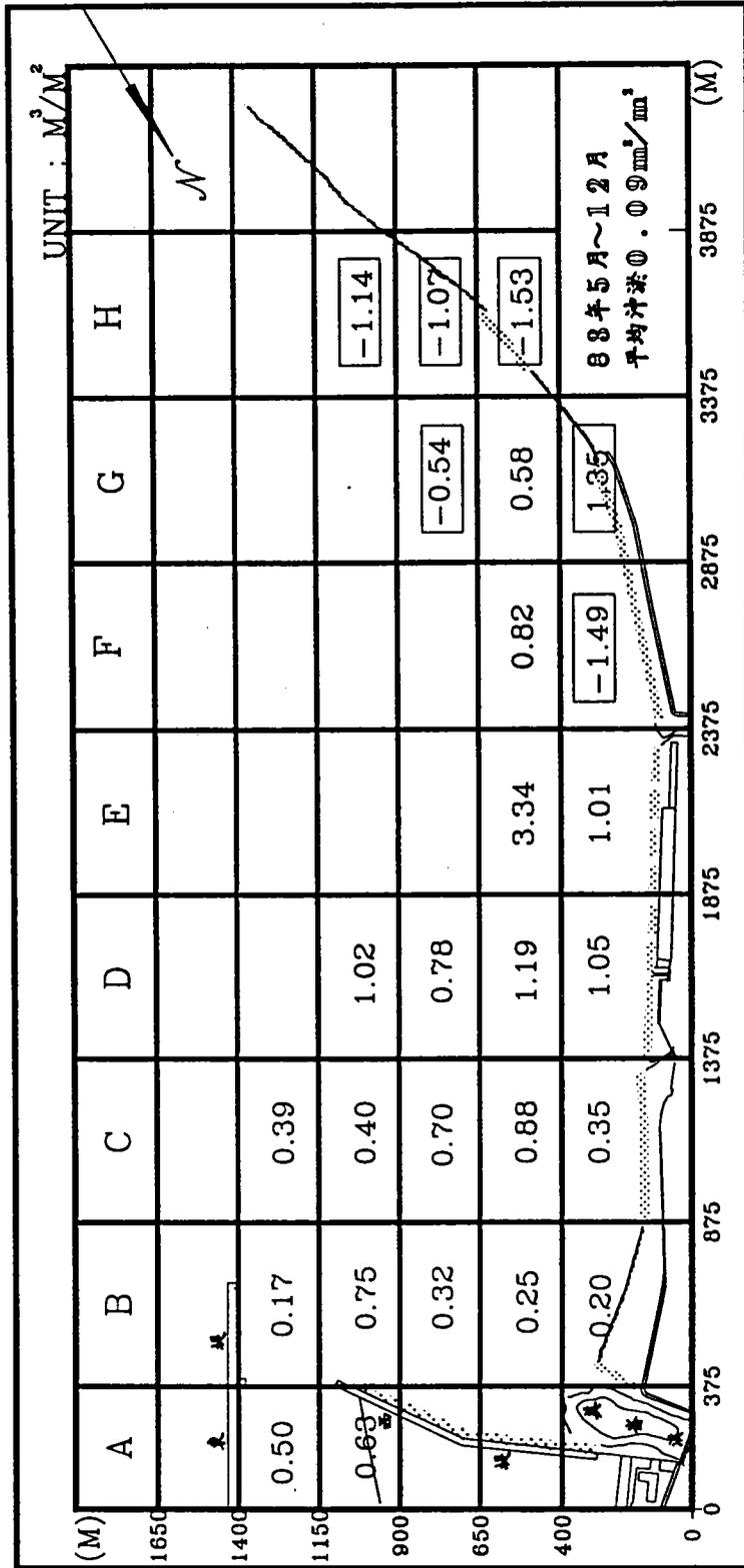


圖 22 花蓮港口附近水域分區單位面積沖淤積圖(83年5月~12月)

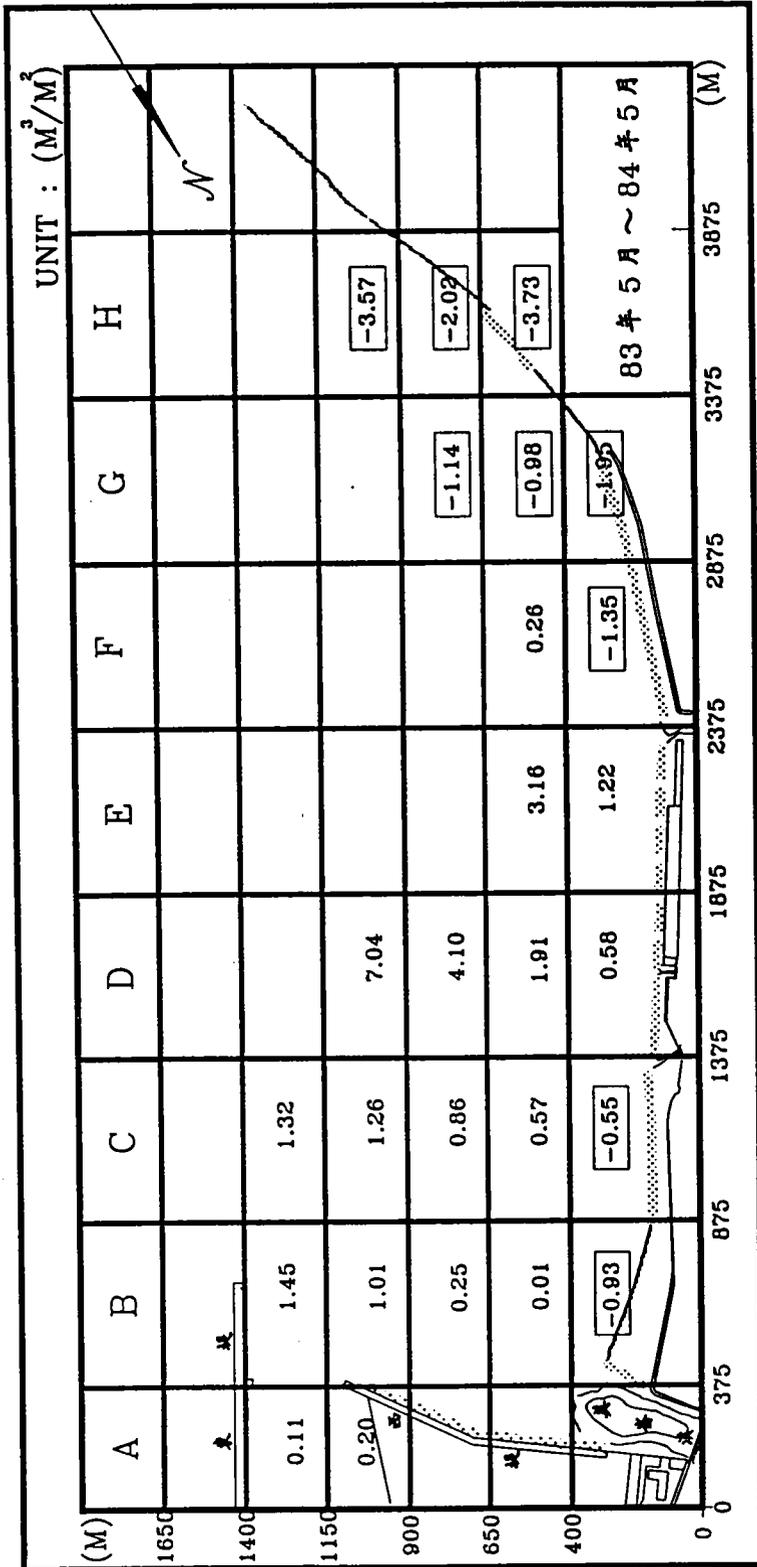


圖 24 花蓮港口附近水域分區單位面積沖淤積圖(83年5月~84年5月)

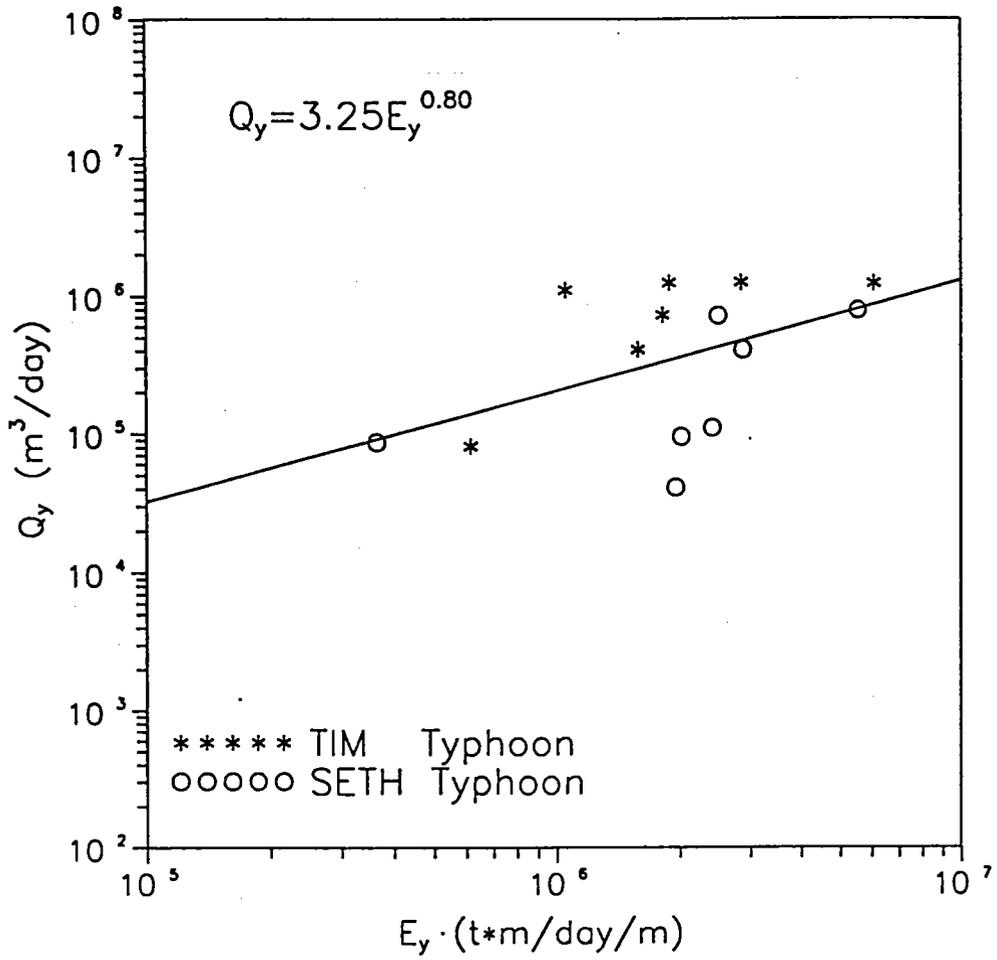


圖 25 花蓮港口附近水域沿岸輸沙量與沿岸波能量關係圖

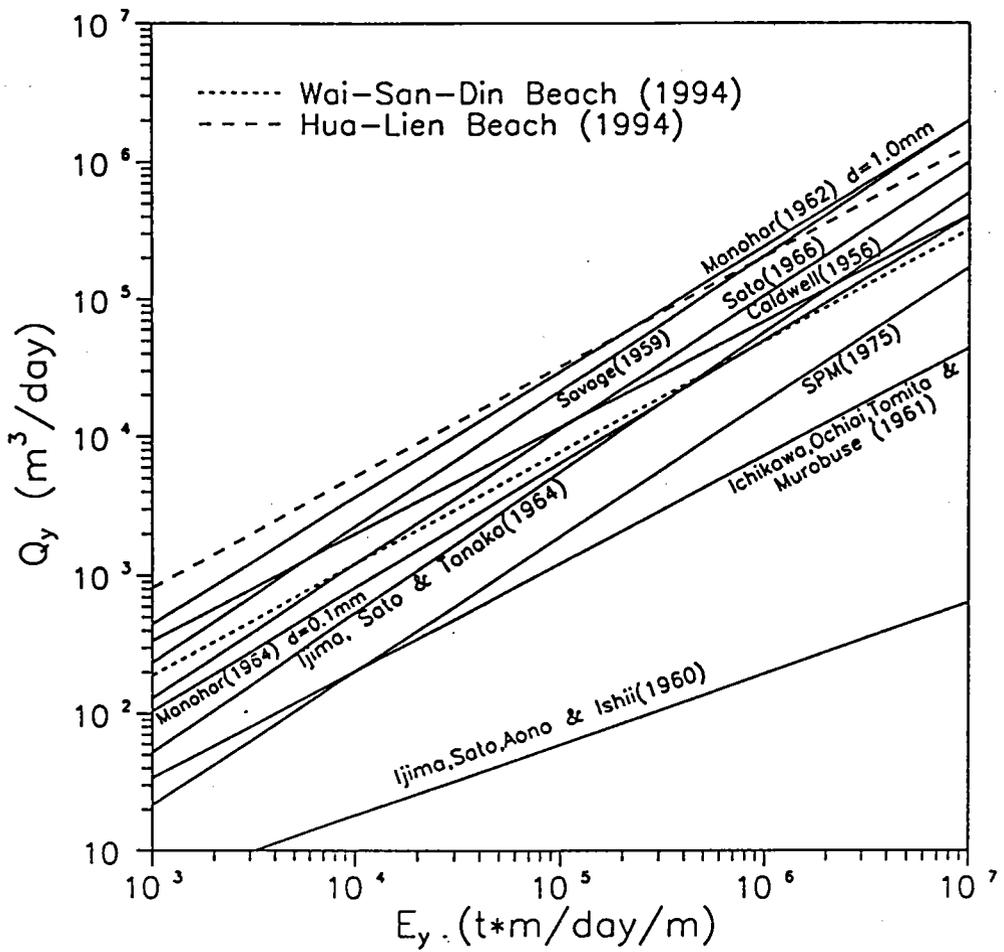


圖 26 花蓮港口附近水域沿岸輸沙量與其他學者計算結果比較圖

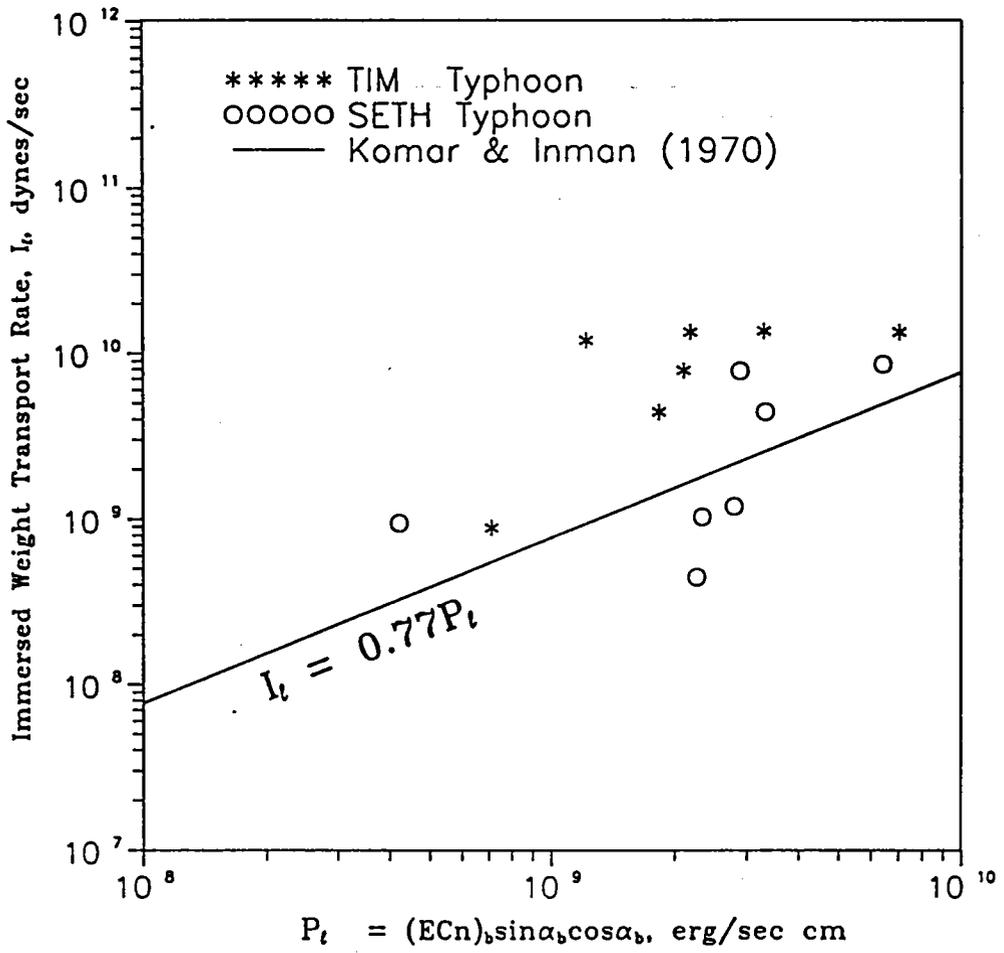


圖 27 花蓮港口附近水域沿岸輸沙率與沿岸碎波能量關係圖

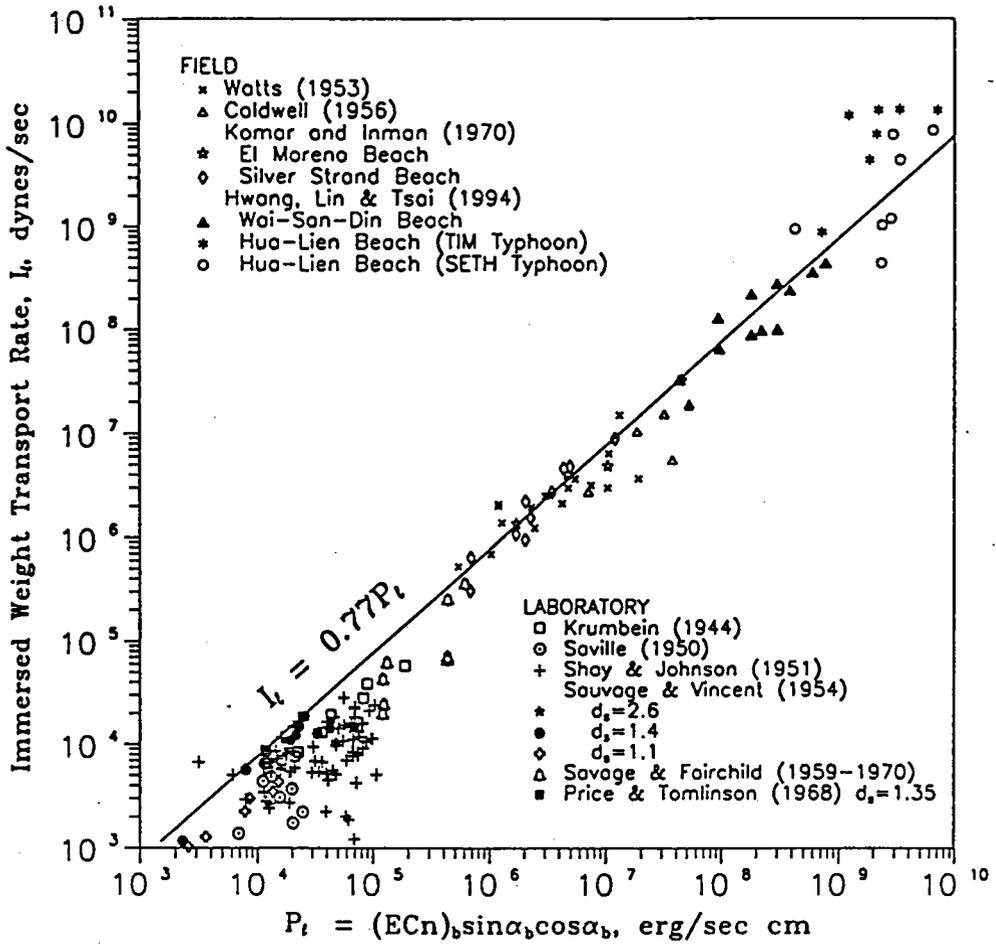


圖 28 花蓮港口附近水域沿岸輸沙率與其他學者比較圖

表 6 花蓮港八十一~八十四年度挖泥工程明細表

年度	法定預算名稱	施工預算名稱	施工期間	施工數量 (立方公尺)
81	外港區洄淤挖泥工程	25號碼頭前方至東堤水域挖泥工程	82.03.19- 83.02.04	148,348
82	外港區洄淤挖泥工程	外港區港池及23、24號船席疏浚工程	82.03.19- 83.01.27	185,556
84	花蓮港內港港池航道淤泥疏浚工程	花蓮港港池航道淤泥疏浚工程	84.01.30- 84.06.24	206,410
		24、25號碼頭角清除孤石工程	84.02.06- 84.06.03	6,660

四、結 論

綜合以上資料分析結果及討論，吾人可獲致下列數點結論：

- 一、就整個花蓮港口附近水域，包括自西外防波堤以南約4km長之北濱、南濱以及化仁海岸，考慮-30°範圍以內水深變化，根據本計畫所測之五次水深地形圖研判，該區水域在歷經整個夏季季節風波浪以及整個颱風波浪作用後，資料分析結果顯示該區水域北端係屬淤積，南端則為侵蝕；且根據水利局第九工程處自民國73年6月～84年5月期間，長年觀測該區海域水深地形變化分析結果顯示，自美崙溪口以南即斷面(1)、(2)、(3)等依次平均每年其 $\pm 0^\circ$ 灘距向外淤積分別約11公尺、6公尺以及1公尺等；自斷面(4)以南其 $\pm 0^\circ$ 灘距即呈侵蝕，資料顯示，在長達11年觀測期間，侵蝕最嚴重之南濱海岸其 $\pm 0^\circ$ 灘距平均每年約退縮6～7公尺；而仁化海岸則平均每年約退縮6公尺左右。
- 二、分析結果同時顯示，該區水域沿岸漂沙沖淤積型態以及沿岸碎波能量分佈，係隨颱風入侵路徑以及示性波高大小而異，在整個半封閉水域內，由於地形坡度南邊較陡，又有一達百公尺之深谷，在夏季颱風期間以及無充分沙源供給下，南邊海濱將逐漸消失。
- 三、整個港口附近水域地形變化，根據實測分析結果顯示，自西防波堤以南，底床坡度由1/100遞增為1/10。
- 四、就冬季季節風或颱風波浪作用時所引起在港口附近水域地形變遷之漂沙，均對花蓮港口產生淤積作用，根據這次調查分析結果顯示，自83年5月到12月長達半年期間，歷經整個夏季季風及颱風波浪之作用，南邊呈侵蝕，北邊呈淤積現象，A區港口及B區入口處附近則平

均淤積約 0.51^m ；惟若考量自民國83年5月~84年5月整年觀測期間，則分析結果顯示，在B區港口處平均淤積 1.23^m ，在A區港內測平均淤積 0.16^m 。

五、就花蓮港口附近水域沿岸碎波能及漂沙沖淤積分析結果顯示該區海域沿岸輸沙量與沿岸波能量關係可表示為 $Q_y = 3.25E_y^{0.80}$ ，且Komar & Inman(1970)所提沿岸輸沙率與沿岸碎波能關係 $I_L=0.77 P_L$ 經驗公式亦可適用在該區海域。

參考資料

1. 台灣省水利局第九工程處(80.6)：“花蓮縣海岸地形觀測成果報告”。
2. 台灣省水利局第九工程處(83.6)：“花蓮縣海岸地形觀測成果報告”。
3. 台灣省水利局第九工程處(84.6)：“花蓮縣海岸地形觀測成果報告”。
4. 曾相茂(84.2)：“花蓮港港灣設施改善計畫之研究—現場海氣象調查”期中報告。
5. 黃清和(83.6)：“台灣西海岸沖淤調查研究(四)”，港研所八十三年度基本研究研(五)。