

MOTC-IOT-IHMT-CE8806

八九年八里、林口海岸漂沙調查  
及海氣象與地形變遷四年監測計畫

交通部基隆港務局 委託  
交通部 港灣技術研究中心 辦理  
運輸研究所 中華民國八九年十二月

MOTC-IOT-IHMT-CE8806

# 八十九年八里、林口海岸漂沙調查 及海氣象與地形變遷四年監測計畫

著者：邱永芳、洪憲忠、吳 基、林柏青、  
廖慶堂、王 胄、徐如娟

交通部基隆港務局 委託  
交通部 港灣技術研究中心 辦理  
運輸研究所

## 交通部運輸研究所港灣技術研究中心代辦研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：八十九年八里、林口海岸漂沙調查及海氣象與地形變遷四年監測計畫			
國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號 1009002243	港灣技術研究中心出版品編號 MOTC-IOT-IHMT-CE8806	
委託研究單位：基隆港務局 主管：謝明輝 主辦人員：林文毅、陳義寬 聯絡電話：02-24208309 傳真號碼：02-24229044	本中心主辦單位：海岸工程組 計畫主持人：邱永芳 研究人員：洪憲忠、吳基、林柏青、 廖慶堂、王胄、徐如娟 聯絡電話：04-26564216 轉 405	研究期間 自 89 年 1 月 至 89 年 12 月	
關鍵詞：海氣象、懸浮質、海岸地形變遷			
摘要： <p>本計畫除了將八里、林口海域民國 89 年之風、波、流、懸浮質(含關渡橋)及水深地形進行現場監測外，也將民國 85 年—89 年之風、波、流等海氣象資料及水深地形變化進行五年來的綜合統計分析。此外，八里、林口海岸地形變遷數值模式、波浪搖感監測之可行性也於報告內加以探討。</p> <p>海氣象資料及水深地形變化綜合統計分析內容包括風之逐時圖、風速風向聯合分布、玫瑰圖、最大風速及其相對風向；波浪之逐時圖、波高波向聯合分布、波高週期聯合分布、玫瑰圖、各種波高及其相對週期；海流之逐時圖、流速流向聯合分布、玫瑰圖、最大流速及其相對流向；水深地形變化之比較；。</p>			
出版日期	頁數	工本費	本出版品取得方式
89 年 12 月	391		凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本中心免費贈閱；私人及私營機關團體可按工本費價購。
機密等級： <input type="checkbox"/> 限閱 <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 (解密【限】條件： <input type="checkbox"/> 年 月 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密) <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部運輸研究所之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS**  
**INSTITUTE OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY**  
**INSTITUTE OF TRANSPORTATION**  
**MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Monitoring Project for Four years on Littoral Drift、Morphological、Oceanographic and Meteorological Processes of Parli 、Linko Coast		
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER <b>1009002243</b>	IHMT SERIAL NUMBER MOTC-IOT-IHMT-CE8806
DIVISION : Kee -Lung Harbor Bureau DIVISION CHIEF : Hsieh, Ming-Hui ADMINISTRATION STAFF : Win-Yih Lin , Yi Kuan Chen PHONE : 886-2-24208309 FAX : 886-2-24229044		
RESEARCH AGENCY : Coastal Engineering PRINCIPAL INVESTIGATOR : Chiu, Yung-Fang PROJECT STAFF : Shiann-Jorng Horng, Chi Wu, P.C. Lin, Ching-Tarng Liaw, Joe Wang, Ju-Chuan Hsu ADDRESS : No 2, Chung-Hern 10th Rd., Wuchi, Taichung 435, Taiwan PHONE : 886-4-26564216 ext.405		PROJECT PERIOD FROM January 2000 TO December 2000
KEY WORDS : littoral drift、morphological、oceanographic、meteorological processes		
ABSTRACT :		
<p>This is one of the reports of the monitoring project for four years (1999~2002) on littoral drift、morphological、oceanographic and meteorological processes of Parli 、Linko Coast. It is supported by KEE-Lung Harbor Bureau. Except analyzing the field data(wind、wave、current、littoral drift、morphological processes) collecting from 1996 to 2000, the numerical model of coastal morphological process around Parli 、Linko Coast and a study on remote sensing of coastal waves by marine radar have been also established.</p> <p>The detail contents in this report include the time series of wind speed and direction、the joint probabilities of wind speed and direction、rose diagram、maximum wind speed and its corresponding direction；the time series of wave height and period as well as direction、the joint probabilities of wave height and period、the joint probabilities of wave height and direction、rose diagram、maximum wave height and its corresponding period as well as direction；the time series of current speed and direction、the joint probabilities of current speed and direction、rose diagram、maximum current speed and its corresponding direction；the numerical model of coastal morphological process around Parli 、Linko Coast and a study on remote sensing of coastal waves by marine radar.</p>		
DATE OF PUBLICATION December , 2000	NUMBER OF PAGES 391	PRICE NT :  <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Institute of Transportation.		

## 目 錄

表目錄 .....	II
圖目錄 .....	XIV
第一章 前言.....洪憲忠、邱永芳 .....	1-1
第二章 現場監測作業.....吳 基、林柏青 .....	2-1
第三章 海、氣象資料處理.....洪憲忠、徐如娟 .....	3-1
第四章 風資料分析.....洪憲忠、邱永芳 .....	4-1
第五章 波浪資料分析.....洪憲忠、邱永芳 .....	5-1
第六章 海流資料分析.....洪憲忠、邱永芳 .....	6-1
第七章 懸浮質資料分析.....林柏青、邱永芳 .....	7-1
第八章 海岸地形變遷數值模式.....廖慶堂、邱永芳 .....	8-1
第九章 雷達遙感波浪監測...王 胃、邱永芳、洪憲忠 .....	9-1
第十章 結論.....洪憲忠、林柏青、邱永芳 .....	10-1
參考文獻 .....	11-1

## 表 目 錄

表 3-1	台北港 88 年 3 月 - 88 年 12 月監測得之風資料期間 .....	3-3
表 3-2	台北港 88 年 3 月 - 88 年 12 月監測得之波浪資料期間 .....	3-4
表 3-3	台北港 88 年 3 月 - 88 年 12 月監測得之海流資料期間 .....	3-5
表 4-1	台北港 89 年 1 月 - 89 年 12 月風統計結果 .....	4-6
表 4-2	台北港 89 年 1 月 - 89 年 12 月風之季統計結果 .....	4-7
表 4-3	台北港 89 年 1 月 - 89 年 12 月風之全年統計結果 .....	4-7
表 4-4	台北港 85 年 1 月 - 89 年 12 月五年風之季統計結果 .....	4-8
表 4-5	台北港 85 年 1 月 - 89 年 12 月風之五年統計結果 .....	4-8
表 4-6	台北港 89 年 1 月風速、風向聯合分佈 .....	4-9
表 4-7	台北港 89 年 2 月風速、風向聯合分佈 .....	4-9
表 4-8	台北港 89 年 3 月風速、風向聯合分佈 .....	4-10
表 4-9	台北港 89 年 4 月風速、風向聯合分佈 .....	4-10
表 4-10	台北港 89 年 5 月風速、風向聯合分佈 .....	4-11
表 4-11	台北港 89 年 6 月風速、風向聯合分佈 .....	4-11
表 4-12	台北港 89 年 7 月風速、風向聯合分佈 .....	4-12
表 4-13	台北港 89 年 8 月風速、風向聯合分佈 .....	4-12
表 4-14	台北港 89 年 9 月風速、風向聯合分佈 .....	4-13
表 4-15	台北港 89 年 10 月風速、風向聯合分佈 .....	4-13
表 4-16	台北港 89 年 11 月風速、風向聯合分佈 .....	4-14
表 4-17	台北港 89 年 12 月風速、風向聯合分佈 .....	4-14

表 4-18	台北港 89 年 1 月 - 89 年 12 月現場監測平均風速、風向及其所佔比率.....	4-15
表 4-19	台北港 89 年春季風速、風向聯合分佈 .....	4-16
表 4-20	台北港 89 年夏季風速、風向聯合分佈 .....	4-16
表 4-21	台北港 89 年秋季風速、風向聯合分佈.....	4-17
表 4-22	台北港 89 年冬季風速、風向聯合分佈 .....	4-17
表 4-23	台北港 89 年全年風速、風向聯合分佈 .....	4-18
表 4-24	台北港 85 年-89 年五年春季風速、風向聯合分佈 .....	4-19
表 4-25	台北港 85 年-89 年五年夏季風速、風向聯合分佈 .....	4-19
表 4-26	台北港 85 年- 89 年五年秋季風速、風向聯合分佈 .....	4-20
表 4-27	台北港 85 年-89 年五年冬季風速、風向聯合分佈 .....	4-20
表 4-28	台北港 85 年- 89 年五年風速、風向聯合分佈 .....	4-21
表 4-29	台北港 89 年 1 月-89 年 12 月所測得最大平均風速、對應風向及其發生時間.....	4-22
表 5-1	台北港 89 年 1 月波高、週期統計結果 .....	5-6
表 5-2	台北港 89 年 2 月波高、週期統計結果 .....	5-6
表 5-3	台北港 89 年 3 月波高、週期統計結果 .....	5 -7
表 5-4	台北港 89 年 4 月波高、週期統計結果 .....	5-7
表 5-5	台北港 89 年 5 月波高、週期統計結果 .....	5-8
表 5-6	台北港 89 年 6 月波高、週期統計結果 .....	5-8
表 5-7	台北港 89 年 8 月波高、週期統計結果 .....	5-9
表 5-8	台北港 89 年 9 月波高、週期統計結果 .....	5-9
表 5-9	台北港 89 年 11 月波高、週期統計結果 .....	5-10

表 5-10	台北港 89 年 12 月波高、週期統計結果 .....	5-10
表 5-11	台北港 89 年春季波高、週期統計結果 .....	5-11
表 5-12	台北港 89 年夏季波高、週期統計結果 .....	5-11
表 5-13	台北港 89 年秋季波高、週期統計結果 .....	5-11
表 5-14	台北港 89 年冬季波高、週期統計結果 .....	5-12
表 5-15	台北港 89 年全年波高、週期統計結果 .....	5-12
表 5-16	台北港 85 年 - 89 年五年春季波高、週期統計結果 .....	5-13
表 5-17	台北港 85 年 - 89 年五年夏季波高、週期統計結果 .....	5-13
表 5-18	台北港 85 年 - 89 年五年秋季波高、週期統計結果 .....	5-13
表 5-19	台北港 85 年 - 89 年五年冬季波高、週期統計結果 .....	5-14
表 5-20	台北港 85 年 - 89 年五年波高、週期統計結果 .....	5-14
表 5-21	台北港 88 年 1 月波高、週期聯合分佈 .....	5-15
表 5-22	台北港 89 年 2 月波高、週期聯合分佈 .....	5-15
表 5-23	台北港 89 年 3 月波高、週期聯合分佈 .....	5-16
表 5-24	台北港 89 年 4 月波高、週期聯合分佈 .....	5-16
表 5-25	台北港 89 年 5 月波高、週期聯合分佈 .....	5-17
表 5-26	台北港 89 年 6 月波高、週期聯合分佈 .....	5-17
表 5-27	台北港 89 年 8 月波高、週期聯合分佈 .....	5-18
表 5-28	台北港 89 年 9 月波高、週期聯合分佈 .....	5-18
表 5-29	台北港 89 年 11 月波高、週期聯合分佈 .....	5-19
表 5-30	台北港 89 年 12 月波高、週期聯合分佈 .....	5-19
表 5-31	台北港 88 年 3 月 - 88 年 12 月各月主要示性波高 $H_{1/3}$ 、週期 $T_{1/3}$ 及其所佔比例 .....	5-20

表 5-32	台北港 89 年春季波高、週期聯合分佈 .....	5-21
表 5-33	台北港 89 年夏季波高、週期聯合分佈 .....	5-21
表 5-34	台北港 89 年秋季波高、週期聯合分佈 .....	5-22
表 5-35	台北港 89 年冬季波高、週期聯合分佈 .....	5-22
表 5-36	台北港 89 年全年波高、週期聯合分佈 .....	5-23
表 5-37	台北港 85 年 - 89 年五年春季波高、週期聯合分佈 .....	5-24
表 5-38	台北港 85 年 - 89 年五年夏季波高、週期聯合分佈 .....	5-24
表 5-39	台北港 85 年 - 89 年五年秋季波高、週期聯合分佈 .....	5-25
表 5-40	台北港 85 年 - 89 年五年冬季波高、週期聯合分佈 .....	5-25
表 5-41	台北港 85 年 - 89 年五年波高、週期聯合分佈 .....	5-26
表 5-42	台北港 89 年春季波高、波向聯合分佈 .....	5-27
表 5-43	台北港 89 年夏季波高、波向聯合分佈 .....	5-27
表 5-44	台北港 89 年秋季波高、波向聯合分佈 .....	5-28
表 5-45	台北港 89 年冬季波高、波向聯合分佈 .....	5-28
表 5-46	台北港 89 年全年波高、波向聯合分佈 .....	5-29
表 5-47	台北港 85 年 - 89 年五年春季波高、波向聯合分佈 .....	5-30
表 5-48	台北港 85 年 - 89 年五年夏季波高、波向聯合分佈 .....	5-30
表 5-49	台北港 85 年 - 89 年五年秋季波高、波向聯合分佈 .....	5-31
表 5-50	台北港 85 年 - 89 年五年冬季波高、波向聯合分佈 .....	5-31
表 5-51	台北港 85 年 - 89 年五年波高、波向聯合分佈 .....	5-32
表 6-1	台北港 89 年 1 月~89 年 12 月海流之月統計結果 .....	6-5
表 6-2	台北港 89 年水深-5m 海流之季統計結果 .....	6-6

表 6-3	台北港 89 年水深-5m 海流之年統計結果 .....	6-6
表 6-4	台北港 85 年-89 年水深-5m 海流之五年季統計結果 .....	6-7
表 6-5	台北港 85 年-89 年水深-5m 海流之五年統計結果 .....	6-7
表 6-6	台北港 89 年 1 月流速、流向聯合分佈 .....	6-8
表 6-7	台北港 89 年 2 月流速、流向聯合分佈 .....	6-8
表 6-8	台北港 89 年 3 月流速、流向聯合分佈 .....	6-9
表 6-9	台北港 89 年 4 月流速、流向聯合分佈 .....	6-9
表 6-10	台北港 89 年 5 月流速、流向聯合分佈 .....	6-10
表 6-11	台北港 89 年 6 月流速、流向聯合分佈 .....	6-10
表 6-12	台北港 89 年 8 月流速、流向聯合分佈 .....	6-11
表 6-13	台北港 89 年 9 月流速、流向聯合分佈 .....	6-11
表 6-14	台北港 88 年 11 月流速、流向聯合分佈 .....	6-12
表 6-15	台北港 88 年 12 月流速、流向聯合分佈 .....	6-12
表 6-16	台北港 88 年 3 月~88 年 12 月海流主要平均流速流向及其所佔比率 .....	6-13
表 6-17	台北港 89 年春季流速、流向聯合分佈 .....	6-14
表 6-18	台北港 89 年夏季流速、流向聯合分佈 .....	6-14
表 6-19	台北港 89 年秋季流速、流向聯合分佈 .....	6-15
表 6-20	台北港 89 年冬季流速、流向聯合分佈 .....	6-15
表 6-21	台北港 89 年全年流速、流向聯合分佈 .....	6-16
表 6-22	台北港 85 年-89 年五年春季流速、流向聯合分佈 .....	6-17
表 6-23	台北港 85 年-89 年五年夏季流速、流向聯合分佈 .....	6-17
表 6-24	台北港 85 年-89 年五年秋季流速、流向聯合分佈 .....	6-18

表 6-25	台北港 85 年- 89 年五年冬季流速、流向聯合分佈 .....	6-18
表 6-26	台北港 85 年-89 年五年流速、流向聯合分佈 .....	6-19
表 6-27	台北港 88 年 3 月～89 年 12 月海流最大流速、對應流向及 其發生時間.....	6-20
表 8-1	波浪模式的說明.....	8-5
表 8-2	關鍵特性.....	8-8
表 8-3	MIKE 21 模式使用之水象情況 .....	8-14
表 9-1	台北港雷達測波儀所收集測波資料清單.....	9-9

## 圖 目 錄

圖 2-1	台北港觀測樁位置圖.....	2-1
圖 2-2	台北港觀測樁現貌圖.....	2-2
圖 2-3	Inter Ocean 公司潮波流儀 s-4adw 圖 .....	2-3
圖 4-1	台北港 89 年 1 月風速、風向逐時圖 .....	4-23
圖 4-2	台北港 89 年 2 月風速、風向逐時圖 .....	4-24
圖 4-3	台北港 89 年 3 月風速、風向逐時圖 .....	4-25
圖 4-4	台北港 89 年 4 月風速、風向逐時圖 .....	4-26
圖 4-5	台北港 89 年 5 月風速、風向逐時圖 .....	4-27
圖 4-6	台北港 89 年 6 月風速、風向逐時圖 .....	4-28
圖 4-7	台北港 89 年 7 月風速、風向逐時圖 .....	4-29
圖 4-8	台北港 89 年 8 月風速、風向逐時圖 .....	4-30
圖 4-9	台北港 89 年 9 月風速、風向逐時圖 .....	4-31
圖 4-10	台北港 89 年 10 月風速、風向逐時圖 .....	4-32
圖 4-11	台北港 89 年 11 月風速、風向逐時圖 .....	4-33
圖 4-12	台北港 89 年 12 月風速、風向逐時圖 .....	4-34
圖 4-13	台北港 89 年 1 月風速、風向玫瑰圖 .....	4-35
圖 4-14	台北港 89 年 2 月風速、風向玫瑰圖 .....	4-35
圖 4-15	台北港 89 年 3 月風速、風向玫瑰圖 .....	4-36
圖 4-16	台北港 89 年 4 月風速、風向玫瑰圖 .....	4-36
圖 4-17	台北港 89 年 5 月風速、風向玫瑰圖 .....	4-37
圖 4-18	台北港 89 年 6 月風速、風向玫瑰圖 .....	4-37

圖 4-19	台北港 89 年 7 月風速、風向玫瑰圖 .....	4-38
圖 4-20	台北港 89 年 8 月風速、風向玫瑰圖 .....	4-38
圖 4-21	台北港 89 年 9 月風速、風向玫瑰圖 .....	4-39
圖 4-22	台北港 89 年 10 月風速、風向玫瑰圖 .....	4-39
圖 4-23	台北港 89 年 11 月風速、風向玫瑰圖 .....	4-40
圖 4-24	台北港 89 年 12 月風速、風向玫瑰圖 .....	4-40
圖 4-25	台北港 89 年春季風速、風向玫瑰圖 .....	4-41
圖 4-26	台北港 89 年夏季風速、風向玫瑰圖 .....	4-41
圖 4-27	台北港 89 年秋季風速、風向玫瑰圖 .....	4-42
圖 4-28	台北港 89 年冬季風速、風向玫瑰圖 .....	4-42
圖 4-29	台北港 89 年全年風速、風向玫瑰圖 .....	4-43
圖 4-30	台北港 85 年 - 89 年五年春季風速、風向玫瑰圖 .....	4-44
圖 4-31	台北港 85 年 - 89 年五年夏季風速、風向玫瑰圖 .....	4-44
圖 4-32	台北港 85 年 - 89 年五年秋季風速、風向玫瑰圖 .....	4-45
圖 4-33	台北港 85 年 - 89 年五年冬季風速、風向玫瑰圖 .....	4-45
圖 4-34	台北港 85 年 - 89 年五年風速、風向玫瑰圖 .....	4-46
圖 5-1(a)	台北港 89 年 1 月波高、週期逐時圖 .....	5-34
圖 5-1(b)	台北港 89 年 1 月波向逐時圖 .....	5-35
圖 5-2(a)	台北港 89 年 2 月波高、週期逐時圖 .....	5-36
圖 5-2(b)	台北港 89 年 2 月波向逐時圖 .....	5-37
圖 5-3(a)	台北港 89 年 3 月波高、週期逐時圖 .....	5-38
圖 5-3(b)	台北港 89 年 3 月波向逐時圖 .....	5-39

圖 5-4(a) 台北港 89 年 4 月波高、週期逐時圖 .....	5-40
圖 5-4(b) 台北港 89 年 4 月波向逐時圖 .....	5-41
圖 5-5(a) 台北港 89 年 5 月波高、週期逐時圖 .....	5-42
圖 5-5(b) 台北港 89 年 5 月波向逐時圖 .....	5-43
圖 5-6(a) 台北港 89 年 6 月波高、週期逐時圖 .....	5-44
圖 5-6(b) 台北港 89 年 6 月波向逐時圖 .....	5-45
圖 5-7(a) 台北港 89 年 8 月波高、週期逐時圖 .....	5-46
圖 5-7(b) 台北港 89 年 8 月波向逐時圖 .....	5-47
圖 5-8(a) 台北港 89 年 9 月波高、週期逐時圖 .....	5-48
圖 5-8(b) 台北港 89 年 9 月波向逐時圖 .....	5-49
圖 5-9(a) 台北港 89 年 11 月波高、週期逐時圖 .....	5-50
圖 5-9(b) 台北港 89 年 11 月波向逐時圖 .....	5-51
圖 5-10(a) 台北港 89 年 12 月波高、週期逐時圖 .....	5-52
圖 5-10(b) 台北港 89 年 12 月波向逐時圖 .....	5-53
圖 5-11 台北港 89 年春季波高、波向玫瑰圖 .....	5-54
圖 5-12 台北港 89 年夏季波高、波向玫瑰圖 .....	5-54
圖 5-13 台北港 89 年秋季波高、波向玫瑰圖 .....	5-55
圖 5-14 台北港 89 年冬季波高、波向玫瑰圖 .....	5-55
圖 5-15 台北港 89 年全年波高、波向玫瑰圖 .....	5-56
圖 5-16 台北港 85 年 - 89 年五年春季波高、波向玫瑰圖 .....	5-57
圖 5-17 台北港 85 年 - 89 年五年夏季波高、波向玫瑰圖 .....	5-57
圖 5-18 台北港 85 年 - 89 年五年秋季波高、波向玫瑰圖 .....	5-58

圖 5-19	台北港 85 年 - 89 年五年冬季波高、波向玫瑰圖 .....	5-58
圖 5-20	台北港 85 年 - 89 年五年波高、波向玫瑰圖 .....	5-59
圖 5-21	台北港 88 年 12 月東北季風波浪能譜圖 .....	5-59
圖 6-1	台北港 89 年 1 月海流流速、流向逐時圖 .....	6-21
圖 6-2	台北港 89 年 2 月海流流速、流向逐時圖 .....	6-22
圖 6-3	台北港 89 年 3 月海流流速、流向逐時圖 .....	6-23
圖 6-4	台北港 89 年 4 月海流流速、流向逐時圖 .....	6-24
圖 6-5	台北港 89 年 5 月海流流速、流向逐時圖 .....	6-25
圖 6-6	台北港 89 年 6 月海流流速、流向逐時圖 .....	6-26
圖 6-7	台北港 89 年 8 月海流流速、流向逐時圖 .....	6-27
圖 6-8	台北港 89 年 9 月海流流速、流向逐時圖 .....	6-28
圖 6-9	台北港 89 年 11 月海流流速、流向逐時圖 .....	6-29
圖 6-10	台北港 89 年 12 月海流流速、流向逐時圖 .....	6-30
圖 6-11	台北港 89 年 1 月海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-31
圖 6-12	台北港 89 年 2 月海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-31
圖 6-13	台北港 89 年 3 月海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-32
圖 6-14	台北港 89 年 4 月海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-32
圖 6-15	台北港 89 年 5 月海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-33
圖 6-16	台北港 89 年 6 月海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-33
圖 6-17	台北港 89 年 8 月海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-34
圖 6-18	台北港 89 年 9 月海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-34
圖 6-19	台北港 89 年 11 月海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-35

圖 6-20	台北港 89 年 12 月海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-35
圖 6-21	台北港 89 年春季海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-36
圖 6-22	台北港 89 年夏季海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-36
圖 6-23	台北港 89 年秋季海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-37
圖 6-24	台北港 89 年冬季海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-37
圖 6-25	台北港 89 年全年海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-38
圖 6-26	台北港 85 年 - 89 年春季海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-39
圖 6-27	台北港 85 年 - 89 年夏季海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-39
圖 6-28	台北港 85 年 - 89 年秋季海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-40
圖 6-29	台北港 85 年 - 89 年冬季海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-40
圖 6-30	台北港 85 年 - 89 年五年海流流速、流向玫瑰圖 .....	6-41
圖 7-1	淡水河關渡測站河川斷面及儀器安裝位置圖 .....	7-7
圖 7-2-a	89 年 2 月淡水河關渡附近河川水位變化圖 .....	7-8
圖 7-2-b	89 年 3 月淡水河關渡附近河川水位變化圖 .....	7-9
圖 7-2-c	89 年 4 月淡水河關渡附近河川水位變化圖 .....	7-10
圖 7-2-d	89 年 5 月淡水河關渡附近河川水位變化圖 .....	7-11
圖 7-2-e	89 年 6 月淡水河關渡附近河川水位變化圖 .....	7-12
圖 7-2-f	89 年 7 月淡水河關渡附近河川水位變化圖 .....	7-13
圖 7-2-g	89 年 8 月淡水河關渡附近河川水位變化圖 .....	7-14
圖 7-2-h	89 年 9 月淡水河關渡附近河川水位變化圖 .....	7-15
圖 7-2-i	89 年 10 月淡水河關渡附近河川水位變化圖 .....	7-16
圖 7-3-a	89 年 2 月淡水河關渡測站河川流速變化圖 .....	7-17

圖 7-3-b 89 年 3 月淡水河關渡測站河川流速變化圖 .....	7-18
圖 7-3-c 89 年 4 月淡水河關渡測站河川流速變化圖 .....	7-19
圖 7-3-d 89 年 5 月淡水河關渡測站河川流速變化圖 .....	7-20
圖 7-3-e 89 年 6 月淡水河關渡測站河川流速變化圖 .....	7-21
圖 7-3-f 89 年 7 月淡水河關渡測站河川流速變化圖 .....	7-22
圖 7-3-g 89 年 8 月淡水河關渡測站河川流速變化圖 .....	7-23
圖 7-3-h 89 年 9 月淡水河關渡測站河川流速變化圖 .....	7-24
圖 7-3-i 89 年 10 月淡水河關渡測站河川流速變化圖 .....	7-25
圖 7-4-a 89 年 2 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖 .....	7-26
圖 7-4-b 89 年 3 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖 .....	7-27
圖 7-4-c 89 年 4 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖 .....	7-28
圖 7-4-d 89 年 5 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖 .....	7-29
圖 7-4-e 89 年 6 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖 .....	7-30
圖 7-4-f 89 年 7 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖 .....	7-31
圖 7-4-g 89 年 8 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖 .....	7-32
圖 7-4-h 89 年 9 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖 .....	7-33
圖 7-4-i 89 年 10 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖 .....	7-34
圖 7-5-a 89 年 2 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖 .....	7-35
圖 7-5-b 89 年 3 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖 .....	7-36
圖 7-5-c 89 年 4 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖 .....	7-37
圖 7-5-d 89 年 5 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖 .....	7-38
圖 7-5-e 89 年 6 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖 .....	7-39

圖 7-5-f 89 年 7 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖 .....	7-40
圖 7-5-g 89 年 8 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖 .....	7-41
圖 7-5-h 89 年 9 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖 .....	7-42
圖 7-5-i 89 年 10 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖 .....	7-43
圖 7-6-a 89 年 2 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖 .....	7-44
圖 7-6-b 89 年 3 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖 .....	7-45
圖 7-6-c 89 年 4 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖 .....	7-46
圖 7-6-d 89 年 5 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖 .....	7-47
圖 7-6-e 89 年 6 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖 .....	7-48
圖 7-6-f 89 年 7 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖 .....	7-49
圖 7-6-g 89 年 8 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖 .....	7-50
圖 7-6-h 89 年 9 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖 .....	7-51
圖 7-6-i 89 年 10 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖 .....	7-52
圖 7-7 89 年 8 月至 9 月淡水海域測站 A 懸浮質濃度變化圖 .....	7-53
圖 7-8 87 年 7 月至 89 年 10 月淡水海域各斷面測線分佈位置圖 .....	7-54
圖 7-9-a 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 1 之水深變化圖 .....	7-55
圖 7-9-b 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 5 之水深變化圖 .....	7-56
圖 7-9-c 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 3 之水深變化圖 .....	7-57
圖 7-9-d 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 8 之水深變化圖 .....	7-58
圖 7-9-e 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 12 之水深變化圖 .....	7-59
圖 7-9-f 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 14 之水深變化圖 .....	7-60
圖 7-9-g 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 15 之水深變化圖 .....	7-61

圖 7-9-h	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 16 之水深變化圖 .....	7-62
圖 7-9-i	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 19 之水深變化圖 .....	7-63
圖 7-9-j	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 25 之水深變化圖 .....	7-64
圖 7-9-k	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 31 之水深變化圖 .....	7-65
圖 7-9-l	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 36 之水深變化圖 .....	7-66
圖 7-9-m	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 41 之水深變化圖 .....	7-67
圖 7-9-n	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 50 之水深變化圖 .....	7-68
圖 7-9-o	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 56 之水深變化圖 .....	7-69
圖 7-9-p	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 64 之水深變化圖 .....	7-70
圖 7-9-q	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 68 之水深變化圖 .....	7-71
圖 7-9-r	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 73 之水深變化圖 .....	7-72
圖 7-9-s	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 78 之水深變化圖 .....	7-73
圖 7-9-t	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 88 之水深變化圖 .....	7-74
圖 7-9-u	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 93 之水深變化圖 .....	7-75
圖 7-9-v	87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 97 之水深變化圖 .....	7-76
圖 8-1	波浪模擬之模式區域.....	8-18
圖 8-2	NSW-Model.....	8-19
圖 8-3	NSW-Model.....	8-20
圖 8-4	NSW-Loc .....	8-21
圖 8-5	NSW-Loc .....	8-22
圖 8-6	NSW-Loc .....	8-23
圖 8-7	大區域和小區域的 HD 模式 .....	8-24

圖 8-8	HD-Regional .....	8-25
圖 8-9	HD-Loc .....	8-26
圖 8-10	現況佈置水深地形.....	8-27
圖 8-11	中程佈置水深地形.....	8-28
圖 8-12	遠程佈置水深地形.....	8-29
圖 8-13	計算二維漂砂輸送場之模式流程 .....	8-30
圖 8-14-1(a)	外海波向 $260^\circ$ ,波高 1.5m 潮漲潮之波場 .....	8-31
圖 8-14-1(b)	外海波向 $260^\circ$ ,波高 1.5m 小潮漲潮之流場 .....	8-32
圖 8-14-1(c)	外海波向 $260^\circ$ ,波高 1.5m 小潮漲潮之漂砂輸送 .....	8-33
圖 8-14-2(a)	外海波向 $260^\circ$ ,波高 1.5m 小潮退潮之波場 .....	8-34
圖 8-14-2(b)	外海波向 $260^\circ$ ,波高 1.5m 小潮退潮之流場 .....	8-35
圖 8-14-2(c)	外海波向 $260^\circ$ ,波高 1.5m 小潮退潮之漂砂輸送 .....	8-36
圖 8-14-3(a)	外海波向 $260^\circ$ ,波高 1.5m 大潮漲潮之波場 .....	8-37
圖 8-14-3(b)	外海波向 $260^\circ$ ,波高 1.5m 大潮漲潮之流場 .....	8-38
圖 8-14-3(c)	外海波向 $260^\circ$ ,波高 1.5m 大潮漲潮之漂砂輸送 .....	8-39
圖 8-14-4(a)	外海波向 $260^\circ$ ,波高 1.5m 大潮退潮之波場 .....	8-40
圖 8-14-4(b)	外海波向 $260^\circ$ ,波高 1.5m 大潮退潮之流場 .....	8-41
圖 8-14-4(c)	外海波向 $260^\circ$ ,波高 1.5m 大潮退潮之漂砂輸送 .....	8-42
圖 8-14-5(a)	外海波向 $45^\circ$ ,波高 5.5m 小潮漲潮之波場 .....	8-43
圖 8-14-5(b)	外海波向 $45^\circ$ ,波高 5.5m 小潮漲潮之流場 .....	8-44
圖 8-14-5(c)	外海波向 $45^\circ$ ,波高 5.5m 小潮漲潮之漂砂輸送 .....	8-45
圖 8-14-6(a)	外海波向 $45^\circ$ ,波高 5.5m 小潮退潮之波場 .....	8-46

圖 8-14-6(b) 外海波向 $45^\circ$ , 波高 5.5m 小潮退潮之流場 .....	8-47
圖 8-14-6(c) 外海波向 $45^\circ$ , 波高 5.5m 小潮退潮之漂砂輸送 .....	8-48
圖 8-14-7(a) 外海波向 $45^\circ$ , 波高 5.5m 大潮漲潮之波場 .....	8-49
圖 8-14-7(b) 外海波向 $45^\circ$ , 波高 5.5m 大潮漲潮之流場 .....	8-50
圖 8-14-7(c) 外海波向 $45^\circ$ , 波高 5.5m 大潮漲潮之漂砂輸送 .....	8-51
圖 8-14-8(a) 外海波向 $45^\circ$ , 波高 5.5m 大潮退潮之波場 .....	8-52
圖 8-14-8(b) 外海波向 $45^\circ$ , 波高 5.5m 大潮退潮之流場 .....	8-53
圖 8-14-8(c) 外海波向 $45^\circ$ , 波高 5.5m 大潮退潮之漂砂輸送 .....	8-54
圖 8-15-1(a) 現況配置外海波向 $45^\circ$ , 波高 3.0m 大潮漲潮之流場 .....	8-55
圖 8-15-1(b) 中程配置外海波向 $45^\circ$ , 波高 3.0m 大潮漲潮之流場 .....	8-56
圖 8-15-1(c) 遠程配置外海波向 $45^\circ$ , 波高 3.0m 大潮漲潮之流場 .....	8-57
圖 8-15-2(a) 現況配置外海波向 $45^\circ$ , 波高 3.0m 大潮退潮之流場 .....	8-58
圖 8-15-2(b) 中程配置外海波向 $45^\circ$ , 波高 3.0m 大潮退潮之流場 .....	8-59
圖 8-15-2(c) 遠程配置外海波向 $45^\circ$ , 波高 3.0m 大潮退潮之流場 .....	8-60
圖 8-16-1 現況配置之淨輸砂型態 .....	8-61
圖 8-16-2 中程配置之淨輸砂型態 .....	8-62
圖 8-16-3 遠程配置之淨輸砂型態 .....	8-63
圖 9-1 雷達測波儀天線裝設在台北港無線電接收鐵塔上 .....	9-2
圖 9-2 雷達測波儀位置、量測範圍與觀測樁相對位置示意圖 .....	9-4
圖 9-3 風浪情況下雷達回波強度一維波數譜示意圖 .....	9-19
圖 9-4 無流情況下波浪離散關係式在 $(\vec{k}, \omega)$ 空間中呈現之曲面 .....	9-20

圖 9-5	台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測 $H_{1/3}$ 波高(S4)與同時段雷達測波儀所測波高(Radar)時序圖(八十八年十月).....	9-26
圖 9-6	同圖 9-5(八十八年十一月).....	9-26
圖 9-7	同圖 9-5(八十八年十二月).....	9-27
圖 9-8	同圖 9-5(八十九年一月).....	9-27
圖 9-9	同圖 9-5(八十九年二月) .....	9-28
圖 9-10	同圖 9-5(八十九年三月) .....	9-28
圖 9-11	同圖 9-5(八十九年四月) .....	9-29
圖 9-12	同圖 9-5(八十九年五月).....	9-29
圖 9-13	同圖 9-5(八十九年六月) .....	9-30
圖 9-14	台北港雷達測波儀所測波高時序圖(八十九年七月) .....	9-30
圖 9-15	同圖 9-5(八十九年八月) .....	9-31
圖 9-16	同圖 9-5(八十九年九月).....	9-31
圖 9-17	台北港雷達測波儀所測波高時序圖(八十九年十月).....	9-32
圖 9-18	台北港外海觀測樁所測波高(橫軸)與雷達測波儀同時所測波高(縱軸)之比對結果(八十九年一月至八十九年九月) .....	9-32
圖 9-19	台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測 $T_{1/3}$ 週期(S4)與同時段雷達測波儀所測估週期(Radar)時序圖(八十九年一月) .....	9-33
圖 9-20	同圖 9-19 (八十九年二月) .....	9-33
圖 9-21	同圖 9-19 (八十九年三月) .....	9-34
圖 9-22	同圖 9-19 (八十九年四月) .....	9-34
圖 9-23	同圖 9-19 (八十九年五月) .....	9-35

圖 9-24	同圖 9-19 (八十九年六月) .....	9-35
圖 9-25	同圖 9-19 (八十九年八月).....	9-36
圖 9-26	同圖 9-19 (八十九年九月) .....	9-36
圖 9-27	八十九年一月至九月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測 T1/3 週期(S4)與同時段雷達測波儀所測估週期(Radar)比對圖.....	9-37
圖 9-28	八十九年九月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測波向(S4)與同時段雷達測波儀所測估波向(Radar)時序比對圖.....	9-37
圖 9-29	2000 年 7 月 9 日 2200L 雷達平均圖像 .....	9-44
圖 9-30	2000 年 7 月 9 日 2300L 雷達平均圖像 .....	9-44
圖 9-31	2000 年 7 月 10 日 0000L 雷達平均圖像 .....	9-45
圖 9-32	2000 年 7 月 10 日 0100L 雷達平均圖像 .....	9-45
圖 9-33	2000 年 7 月 10 日 0200L 雷達平均圖像 .....	9-46
圖 9-34	2000 年 7 月 10 日 0300L 雷達平均圖像 .....	9-46
圖 9-35	2000 年 7 月 10 日 0800L 雷達平均圖像 .....	9-46
圖 9-36	2000 年 7 月 10 日 0900L 雷達平均圖像 .....	9-47
圖 9-37	2000 年 7 月 10 日 1000L 雷達平均圖像 .....	9-48
圖 9-38	2000 年 7 月 10 日 1100L 雷達平均圖像 .....	9-48
圖 9-39	2000 年 7 月 10 日 1200L 雷達平均圖像 .....	9-49
圖 9-40	八十九年七月九日 1400L 地面天氣圖 .....	9-49
圖 9-41	八十九年七月九日 2000L 地面天氣圖 .....	9-50
圖 9-42	八十九年七月十日 0200L 地面天氣圖 .....	9-50
圖 9-43	89 年 10 月 13 日 1000L 雷達回波強度之平均標準偏差分佈圖像.....	9-51

圖 9-44	89 年 10 月 13 日 1000L 原始雷達圖像 .....	9-51
圖 9-45	89 年 10 月 13 日 1000L 雷達平均圖像 .....	9-52
圖 9-46	台北港雷達測波即時資料傳輸線路規劃架構圖 .....	9-52

## 第一章 前 言

淡水河口外南岸八里、林口間海岸係屬沙岸地質，基隆港務局自台北港第一期工程奉准實施後，即對該海岸進行監測調查及海、氣象資料蒐集及分析等作業，為瞭解該區海岸地形變遷，基隆港務局委託交通部運輸研究所港灣技術研究中心辦理蒐集海氣象等基本資料及監測海岸地形變化，以提供環境影響評估資料、驗證數值模式計算成果及研擬海岸地形變遷保護對策之依據。

民國八十五年及民國八十六年三月基隆港務局分別委託台灣省交通處港灣技術研究所辦理「淡水國內商港漂沙調查暨海氣象與海岸地形變遷監測計畫」第一、二年計畫<sup>[1] [2]</sup>。八十七年五月繼續委託港灣技術研究所辦理「淡水港外廓防波堤興建海岸地形及海象監測」<sup>[3]</sup> 計畫，持續觀測水深、海氣象及漂沙現象。民國八十八年基隆港務局與港灣技術研究所(現改名為交通部運輸研究所港灣技術研究中心)簽訂「八里、林口海岸漂沙調查及海氣象與地形變遷四年監測計畫」合約<sup>[4] [5]</sup>，繼續觀測水深、海氣象及漂沙現象。本報告為「八里、林口海岸漂沙調查及海氣象與地形變遷四年監測」計畫之第二年計畫報告。

## 第二章 現場監測作業

### 2.1 風、潮、浪、流觀測現場作業經過

基隆港務局於民國八十五年委託本中心辦理「淡水國內商港漂沙調查暨海氣象與海岸地形變遷監測計畫」。於淡水河口南岸水深 15 米處打設海上觀測樁，其位置如圖 2-1。隨即開始安裝 Woodshole 公司生產之潮波流儀 sp2160 於水下-5 米及-10 米處，同步觀測潮位、波浪、海流現象。取樣之方式，波浪為每小時取樣 17 分鐘，頻率為 2Hz(即 2048 點)。樁頂另安裝 Youmg Brand 之測風儀觀測風向、風速。所有的紀錄除自記於儀器本體內，並以無線電發射至八里岸上站接收儲存於電腦硬碟，樁上電源系統則以太陽能板供應。另於施放二台 sp2160 潮波流儀時，外部各接濁度感應器一部，所有濁度資料亦記入儀器內部資料。

八十七年五月基隆港務局繼續委託本中心辦理「淡水外廓防波堤興建海岸地形及海象監測」，持續觀測海象及漂沙現象，方式與儀器配置同前二年之觀測作業。惟水下儀器常受漁網纏繞等外力干擾而故障，且無線電傳輸系統並不穩定，時有中斷，因此仍有賴本中心人員出海處理，並拆、裝水下觀測儀器，下載內部紀錄。

民國八十八年基隆港務局與港灣技術研究所(現改名為交通部運輸研究所港灣技術研究中心)簽訂「八里、林口海岸漂沙調查及海氣象與地形變遷四年監測計畫」，繼續利用八十五年打設之淡水觀測樁收取海氣象觀測資料，使用儀器原以 SP2100 為主，但本中心歷年所購置之 SP2100 系列儀器經過多年海上使用，已多呈現故障情形且資料自動傳輸情況始終不理想。因此自 88 年 7 月底開始，本中心將新購置之 S-4ADW 投入本計畫之觀測作業，該項儀器(參見圖 2-2)可時觀測潮位、海流、波浪及波向，採自記之方式。波浪紀錄仍設定每小時記錄 17 分鐘，取樣頻率 2Hz，風速計則持續觀測，使用樁上太陽能源，自記於 CR-10 內，由本中心人員定期出海登樁收取風資料，另雇用潛水人員回收水下儀器，俟下載內部紀錄後再重新施放入水，此種作業方式在天候狀況惡劣時出海人員危險性較高，且不容易掌握儀器之故障情況，故本中心目前正規劃重新恢復無線電傳輸功能。現在將民國八十八年十二月迄九十年二月，本計畫有關現場作業之時程，內容等相關資料整理如下：

88 12/28: 0930 登船，本日天氣晴，東北風四級，前往觀測樁下水收取儀器，並上樁收取風資料，1240 返港。下載儀器內部紀錄。

- 12/29: 0930 抵碼頭，整理錨碇系統出港，本日天氣陰，東北風六級，浪高一點五米，1035 潛水員下水聯結儀器與浮球，1005 作業完成。.
- 89 01/29: 冷氣團減弱，下一波鋒面即將來襲，通知潛水公司利用時機自行出海搶收儀器。於 0800 出港，前往觀測樁下水收取儀器，0930 順利完成作業返港。.
- 02/02: 0930 抵碼頭整理裝備，本日天氣陰，東北風仍強，外海湧浪高二米，無法出海，現場待命，將 0129 回收儀器下載資料並清洗備便。
- 02/03: 0810 抵碼頭整理裝備，本日天氣陰，東北風轉四至五級，湧浪稍小，但仍有 1.5 米以上，0825 出海，重置儀器入海，並上樁收取風資料，0930 返港，任務完成。
- 03/07: 0930 登船，本日天氣陰，東北風五級，浪高一點五米，前往觀測樁下水清理漁網並收取儀器，1040 返港。下載儀器內部紀錄。
- 03/08: 0900 抵碼頭，整理錨碇系統出港，本日天氣陰，東北風六至七級，湧浪較昨日更高，浪上甲板，0930 潛水員下水聯結儀器與浮球，人員無法上樁，0955 進港。下午測試儀器。
- 04/14: 1020 登船，本日天氣陰，東北風三級，浪高 0.5 米，前往觀測樁，由潛水員下水清理漁網並收取儀器，登樁收取風資料。1115 返港，下載儀器內部紀錄。
- 04/15: 0800 抵碼頭，整理錨碇系統，0820 出港，本日天氣陰，東北風六級，湧浪較昨日劇增至約二米。浪上甲板，抵樁後潛水員下水排除萬難，聯結儀器與浮球，0910 進港，作業完成。
- 05/25: 0950 登船，本日天氣陰時多雲，東北風三級，浪高 0.5 米，前往觀測樁，由潛水員下水收取潮波流儀，並登樁下載風資料。1110 返港，下載儀器內部紀錄。
- 05/26: 0930 抵碼頭，整理錨碇系統，重新設定儀器，0955 出港，本日天氣陰，西北風五級，湧浪增至約一米。浪上甲板，抵樁後潛水員下水聯結儀器與浮球，1040 進港，作業完成。
- 06/22: 0940 出港，本日天氣陰，西南風三級，浪高 0.5 米，前往觀測樁，由潛水員下水清理漁網並收取儀器，登樁收取風資料。1045 返

港. 下載儀器內部紀錄。

- 6/23: 0930 抵碼頭, 整理錨碇系統, 1000 出港, 本日天氣陰, 西南風六級, 風浪增至約一點五米。抵椿後潛水員下水聯結儀器與浮球, 1045 進港, 作業完成。返程。
- 07/28: 1515 登船, 本日天氣陰, 西風六級, 浪高 2.0 米, 前往觀測椿, 沿途浪上甲板, 船隻無法靠椿, 由潛水員跳水游往椿清理漁網並收取儀器 1555 返港。1800 原擬會同中心人員再度出海勘驗觀測椿, 風浪太大未果。
- 07/29: 0900 抵碼頭, 整理儀器錨碇系統, 本日天氣陰, 西南風六級以上, 涟浪擊堤頭, 無法作業。先行設定儀器, 交代潛水人員待命於天氣好轉時立即出海施放。先行返回中心。
- 07/31: 於中心上班, 接獲潛水公司來電已於上午順利安裝儀器完畢。作業完成。
- 09/01: 0950 抵碼頭, 整理錨碇系統, 1030 出港, 本日天氣晴, 西南風三級, 浪高 0.5 米以下, 前往觀測椿, 由潛水員下水清理漁網並收取儀器, 交代潛水人員拍攝水下椿體狀況, 作下半年維修參考, 登椿下載風資料。1200 返港, 處理下載潮波流儀器內部紀錄。
- 09/02: 0900 抵碼頭, 整理錨碇系統, 0940 出海, 本日天氣晴, 西南風四級, 浪高約 0.5 米。抵椿後潛水員下水聯結儀器與浮球, 本日海流強, 能見度亦差。作業較困難。再度登椿加強固定風速儀, 並檢視警示燈, 狀況正常。1045 進港, 作業完成。返程。
- 09/28: 0930 先至儀器公司收取前送修檢測之潮波流儀, 再轉往淡水漁港, 1050 抵碼頭, 整理裝備, 1100 出港, 本日天氣晴, 西南風三級, 浪高 0.5 米以下, 前往觀測椿, 時值滿潮, 由潛水員下水清除漁網, 收取水下儀器並施放剛取得之儀器入水測試, 1150 返港, 下午處理下載收回之潮波流儀器內部紀錄。
- 09/29: 0900 抵碼頭, 整理錨碇系統, 0925 出海, 本日天氣晴, 西南風四級, 浪高約 0.5 米。抵椿後潛水員下水收取儀器。本人登椿下載風速儀資料。1000 進港。下午處理下載收回之潮波流儀器內部紀錄。

經研判數據合理正常。

- 09/30：0905 出海，本日天氣晴，西南風三級，，抵樁後海流強勁，現場無法作業，於海上等待，至 1020 海流略減，潛水員下水施放昨日測試回收之儀器，於海上發現風速儀有振動狀況，再度登樁檢視固定風速儀，螺旋槳部份已磨損，需於近日以另台儀器更新安裝，檢視警示燈，狀況正常。1110 作業完成返港，返回本中心。
- 10/04：1030 抵碼頭，整理錨碇系統，1050 出海，本日天氣晴，東北風五至六級，外海浪高約 1.5 米。抵樁後因船身起伏過大，無法靠泊樁體，只得將所帶新風速儀螺旋槳部份拆卸下來，請潛水員入水登樁以繩索吊起螺旋槳更換風速儀組件。查看轉動正常，1140 順利完成作業進港。
- 11/08：下午搬運器材啟程。前因研判鋒面將至，先令潛水人員出海收回水下儀器。
- 11/09：0930 抵碼頭，整理裝備，本日天氣陰，東北風 6 級以上，岸上見海面波濤洶湧，浪高 2 米以上，無法出海作業，由岸上目視觀測樁，傾斜角度更形增加，交代潛水人員明日攜帶傾斜計上樁測定，經收取已收回之儀器，下午處理下載潮波流儀器內部紀錄，發生資料無法讀取現象，儀器留恆慧公司檢查。準備另台儀器替換。
- 11/10：0800 抵碼頭，整理錨碇系統，氣象局預報 6 至 7 級陣風 9，經目視海面尚可出海，以具結安全自行負責方式於 0825 出海，本日天氣陰，東北風五級，浪高約 1~1.5 米。抵樁後潛水員下水清理漁網並聯結儀器，水下工作結束後，人員轉登樁，爬梯護圈已被浪擊變形，無法上爬，將繩索綁住護圈，另端交由船隻往外拉開，數度努力略恢復原狀，人員始得攀登，作業困難。本人登樁下載風資料。北海人員測定傾斜狀況，傾斜角已達 6 度〔之前測定為 4.5 度〕，研判有危險性。建議應作根本性之扶正及加固處理。1000 進港，返程。
- 12/01：0900 抵漁港，本日天氣陰，氣象局預報今明天氣好轉，實際東北風強勁，約六級，浪高約 2.0 米，檢查哨勸阻出海，經研判勉可一試，具結安全自負後 0940 出海，前往觀測樁，沿途浪上甲板，船

隻無法靠樁，由潛水員於外緣游往樁清理漁網並收取儀器成功，1025返港。.下午前往恆慧公司下載資料並更換電池。

12/02：為配合潮位變化於 0700 抵碼頭，重新連接電腦及儀器設定妥當後 0800 再度出海，本日天氣陰，東北風略減為約五級，海上湧浪未減，浪高仍約 2.0 米，抵樁後船頭擺盪無法靠泊樁體，只得請潛水人員再次於上游攜儀器跳水游至樁體加以安裝，0855 完成工作進港。

90 01/11：0920 抵碼頭，整理裝備，1000 出港，本日天氣陰雨，東北風六級，浪高 2 米左右，前往測站，因風浪甚大，無法靠泊觀測樁，由潛水員在海流上游跳下水漂至觀測樁清理漁網並收取儀器，人員無法登樁下載風資料。1150 返回，下午處理下載潮波流儀器內部紀錄。

01/12：0900 抵碼頭，整理儀器系統，0940 出海，本日天氣陰雨，東北風六級，浪高約 2 米。抵樁後潛水員下水聯結儀器與浮球，本日浪仍約 2 米，海流強，作業較困難。仍無法登樁。1100 進港，水下作業完成。返程。

02/06：本日收聽氣象報告明日鋒面過境，以電話聯絡潛水公司先行提前出海搶收儀器。以免耽誤觀測紀錄之回收。

02/08：0930 抵碼頭，整理裝備，本日天氣陰雨，東北風六級，浪高 2 米左右，檢視已收回之儀器，並進行新購儀器之設定測試，於淡水漁港出口側碼頭邊置儀器下海，同時將已收回之儀器於檢查哨邊下載內部資料。下午 1600 完成檢測過程。

02/09：0900 抵碼頭，整理儀器系統，0950 出海，本日天氣陰雨，東北風六級，浪高約 1.5 至 2 米。抵樁後潛水員下水清除漁網，聯結儀器與浮球，幸時間接近平潮，海流不強，水下作業順利完成。本日風浪仍大，無法直接登樁。請潛水人員跳海游至樁體，登上後以繩索吊起電腦入艙下載風速計資料成功，1100 進港，全部作業完成，進港返程。

除了儀器的收放之外，本年度內亦依據合約規定實施了兩次觀測樁檢測維修，現將兩次維修的內容及過程敘述如後：

## 淡水觀測樁及平台檢測維修規格(89年第一次)

### 一、維修內容：

1. 警示燈檢測，除鏽，水密、電路系統測試維修，所有失效燈泡換新(含備份燈泡)，太陽能板清潔、功能檢測、失效電瓶更新。
2. 避雷針保養、檢測  
除鏽、固定檢測、整理。
3. 樁體除鏽檢修
  - a. 樁體傾斜度測定。
  - b. 門窗、變形平台及圍欄 -- 扭曲破損處焊接、整平、不堪用部份換新，活動部份潤滑除鏽、平台檢修。
  - c. 安全繩圈 -- 空處補織、下層樓梯下加裝 4 米直徑 5 分以上繩梯，尾端固定於樁體。
4. 水上樁體油漆及防蝕處理 -- 水面以上部份除鏽後全面塗刷正字標記海上用防蝕油漆(底漆 + 二層表面漆)，水線樁體連接處除鏽後採用 epoxy 包覆防蝕處理。
5. 水下樁體防蝕檢測，雜物清除、保養、修理
  - a. 清除樁體及儀器架海附生物，漁網等雜物。
  - b. 樁體、防蝕鋅塊、焊接面，電纜管儀器架全面檢測固定，防蝕圈固定。損壞部份實施水下加強焊接處理。
  - c. 電纜管清除附生物。
6. 樁體下平台以下加裝防碰輪胎三圈，平台週圍及下方加裝輪胎一圈。
7. 錄影、照相—依施項目提出詳細施工影像記錄、計相片(一式七份)、錄影帶(一式三份)。包括
  - a. 樁體各部(水上及水下)維修前實況。

- b. 施工(水上及水下)過程。
- c. 樁體各部(水上及水下)維修後實況。
- d. 相片及錄影內容需經甲方認可，不足及不清楚部份須重新錄攝至甲方滿意為止。

## 二、維修過程：

日 期	工作說明
89/05/15	本日開工，風較緩，出海現場檢查，目前觀測樁遠處觀察傾斜，樁面部份掉漆，樁水面銜接法蘭處及螺絲生鏽，須除鏽後補刷 epoxy 防蝕塗料，防碰輪胎圈已掉落大半，水面攀梯處有漁網、舊鍊條等雜物糾纏，安全繩圈預定更新後復原安裝，平台輪胎圈情形尚可，頂平台周圍圍欄亦少許掉漆，太陽能板面有少許鹽漬，避雷針頭表面銅鏽，門窗活動部份鏽蝕，須除鏽潤滑並重新焊接。警示燈部分失效，依序完成施工前攝影、樁體傾斜度測定，測定結果樁體傾向方位約 130 度，傾斜 4.5 度。水下部份檢查結果為樁體全部長滿海生物，附著微生物及小粒藤壺，儀器架及防蝕鋅塊亦同有貝類附著。
05/17	風力轉弱，工作人員出海施工，本日進行施工前水上及水下錄影作業。水上樁體連接處螺絲全面刮除鐵鏽，水下儀器架及防蝕鋅塊、樁體附著漁網等雜物清理。
05/18	持續進行水上樁體連接處螺絲全面刮除鐵鏽。
05/19	樁體底漆塗刷作業。
05/20	水上樁體第一次面漆塗刷作業。
05/21	繼續水上樁體面漆塗刷作業。
05/23	出海後因浪太大，提前返港。
05/24	出海作業，警示燈檢測，共計損壞 7 個。油漆面漆。

05/25	出海作業，避雷針檢測清潔，油漆二次面漆，照相錄影。
05/26	安裝水下新增防蝕鋅塊。水中照相錄影，水下儀器架及防蝕鋅塊、樁體附著漁網等雜物清理。
05/29	出海安放防碰輪胎，門窗除鏽油漆焊接。
05/30	樁體水上連接處塗抹 epoxy 防蝕漆料。
06/07	出海至現場進行水面及水下總檢查，加強固定安全繩圈及輪胎圈外，並進行部份油漆修補刷，完成水面及水下完工攝錄影，工作完成。

### 淡水觀測樁及平台檢測維修規格(89年第二次)

#### 一. 維修內容：

1. 警示燈檢測，除鏽，水密、電路系統測試維修，電纜全部換新。所有失效燈泡換新(含備份燈泡)，太陽能板清潔、功能檢測、失效電瓶更新。

#### 2. 避雷針保養、檢測

除鏽、固定檢測、整理。

#### 3. 樁體除鏽檢修

a. 樁體安全性檢測評估：需提出單獨報告；內容需包括

[1] 樁體傾斜度測定。

[2] 樁體水上及水下鋼板厚度採非  
破壞性檢測，檢測 18 點以上。

[3] 氧化還原電位測定。

[4] 樁體近海床處保護基礎現況調查評估。

- b. 門窗、變形平台及圍欄 -- 扭曲破損處焊接、整平、不堪用部份換新，活動部份潤滑除鏽、平台檢修、艙門、窗加焊防水邊框並黏貼防水墊圈。
- c. 安全繩圈 - 更新換裝為 5 分以上繩圈、下層樓梯下加裝 4 米直徑 5 分以上繩梯，尾端固定於樁體。
4. 水上樁體油漆及防蝕處理 -- 水面以上部份已鏽蝕部份刮除鐵鏽後補刷正字標記海上用防蝕油漆(底漆 + 二層表面漆)，水線樁體連接處已鏽蝕部份除鏽後採用 epoxy 包覆防蝕處理。
5. 水下樁體防蝕檢測，雜物清除、保養、修理
- a. 清除樁體及儀器架海附生物，漁網等雜物。
  - b. 樁體、儀器架、防蝕鋅塊、焊接面全面檢測固定，電纜管拆除上岸，清除附生物，整理後重新安裝固定，如已遺失或不堪用，由本中心訂製新品後得標廠商負責安裝。及實施水下焊接處理。
  - c. 下平台週圍及下方加裝輪胎一圈。
6. 錄影、照相—依施工項目提出詳細施工影像記錄、計相片(一式七份)、錄影帶(一式三份)。工程進行中依下列 a. b. c. 之順序逐項提送，經監工人員認可後再進行下一步驟；且相片及錄影內容需經監工人員認可，不足及不清楚部份須重新錄攝至監工人員滿意為止。
- a. 樁體各部(水上及水下)維修前實況。
  - b. 施工(水上及水下)過程。
  - c. 樁體各部(水上及水下)維修後實況。

### 三、維修過程：

日期	工作說明
89 11/11	因東北季風較緩，決定出海作業，現場檢查結果，目前觀測樁遠處觀察傾斜明顯，樁面少部份掉漆但大致情形

	<p>尚可，樁水面銜接法開處及螺絲生鏽嚴重，須除鏽後補刷漆，防碰輪胎圈已掉落大半，僅剩下五個輪胎圈，水面攀梯處有漁網、舊鍊條等雜物糾纏，安全繩圈預定更新後復原安裝，平台輪胎圈情形尚可，電瓶測試後為 13.35 伏特尚屬堪用，頂平台吊架生鏽嚴重，將進行切除，周圍圍欄亦少許掉漆，太陽能板面有少許鹽漬但無大礙，避雷計頭表面銅鎘，線路情形尚可，門窗活動部份須除鏽潤滑，警示燈電線部份接頭須處理防水絕緣，依序完成施工前攝影、樁體傾斜度測定，測定結果樁體傾向東邊方位約 130 度，垂直傾斜角度約為 4-5 度，警示燈檢測結果未發現損壞燈泡、除鏽、水密、太陽能板清理檢測、電瓶電路系統檢測、門窗內側補刷漆、避雷計除鏽保養、拆卸安全繩圈、拆卸樁體輪胎圈及平台輪台圈。水下部份檢查結果為樁體全部長滿軟組織海生物，附著微生物及小粒藤壺，儀器架及防蝕鋅塊亦同，電纜管內少許貝類附著，因水下攝影機出狀況，檢查後處理施工前攝影、清理樁體、儀器架、防蝕鋅塊、雜物、海附生物、漁網等項目。</p>
11/13	東北風轉弱，工作人員出海至現場發現湧浪仍過大，無法作業。11 月 13 日起至 11 月 18 日皆為強勁東北季風六級至八級陣風十級，海上湧浪 2 至 3 公尺，無法出海作業。
11/19	東北風轉弱，本中心工作人員及北海水底工程人員出海檢視目前鋼管樁施工情形，因風浪仍大施工易，決定船隻暫不靠管樁，潛水員逕下水拆卸水下儀器，儀器處理上船後游至管樁上處理部份油漆修補刷及電路系統檢測，但湧浪未緩，基安全考量決定暫停作業，提前進港避風。
11/22	先進行補拍水下施工前錄影，潛水員牽引水面供氣管線下水處理水下樁體全面清除海附生物及漁網雜物，並進行水下施工中攝錄影，因風停不易，決定延長水下工作時間，盡量於今日兩次潮水前完成，每人下水約三小時兩次潮水，確實完成水下作業後進行水下竣工攝錄影。水面則安裝安全繩圈及樁體、平台輪胎圈，並將上層繩網拆除更

	新，樁體全面檢查補刷漆，頂平台拆除舊弔架，因工時延長，至傍晚天黑才進港。
11/23	出海至現場進行水面及水下總檢查，加強固定安全繩圈及輪胎圈外，並進行部份油漆修補刷，完成水面竣工攝錄影，水下總檢查確認無遺漏工作項目，至此工作全部完成。

經本年度二次觀測樁維修工程後，淡水觀測樁之現貌見圖 2-3。樁體垂直傾斜度約 6 度，方向為向東南。此觀測樁於民國八十五年打設完成，迄今已使用近五年，歷經嚴苛之海氣象狀態，遭風、浪、流不斷衝擊，傾斜度有增加之驅勢。本中心正設法加強海床基礎塊整理與加固作業，以確保寶貴之觀測資料之得以持續蒐集。

## 2.2 淡水河流量與懸浮質調查現場作業

本研究為瞭解淡水河河川輸砂對於海域漂砂活動之影響，於關渡橋下設一懸浮質與流量測站，進行長期監測。由於淡水河本身由上游眾多河系匯流而成，而河口區又受外海潮汐影響，為感潮河段，因此流況複雜。一天有兩次漲、退潮，屬於半日潮形態，推算河川流量或輸砂量時必須同時考量當時的流速、流向及水位，然後逐時計算累計而得。

關渡橋測站儀器皆以自記方式長期放置水中分別監測河川水位、流速、流向及懸浮質濃度變化，大約一個月須收回一次，更換儀器內部電池，讀取記錄資料，清除著生海蠣子，重新設定後再予安裝於測站。尤其是夏季，水溫較高，海蠣子生長速度驚人，不但使儀器清洗困難，還可能影響觀測數據，因此儀器置放水中時間必須縮短以維持觀測品質。每年五、六月之梅雨季節，夏季之颱風期及冬季之東北季風期間常為淡水河上游帶來豐沛雨量，滾滾河水夾雜著人們棄置之垃圾以及因水土保持不良被大水沖刷四處流竄之樹枝、雜草亦會對固定於水中之儀器造成相當損害。

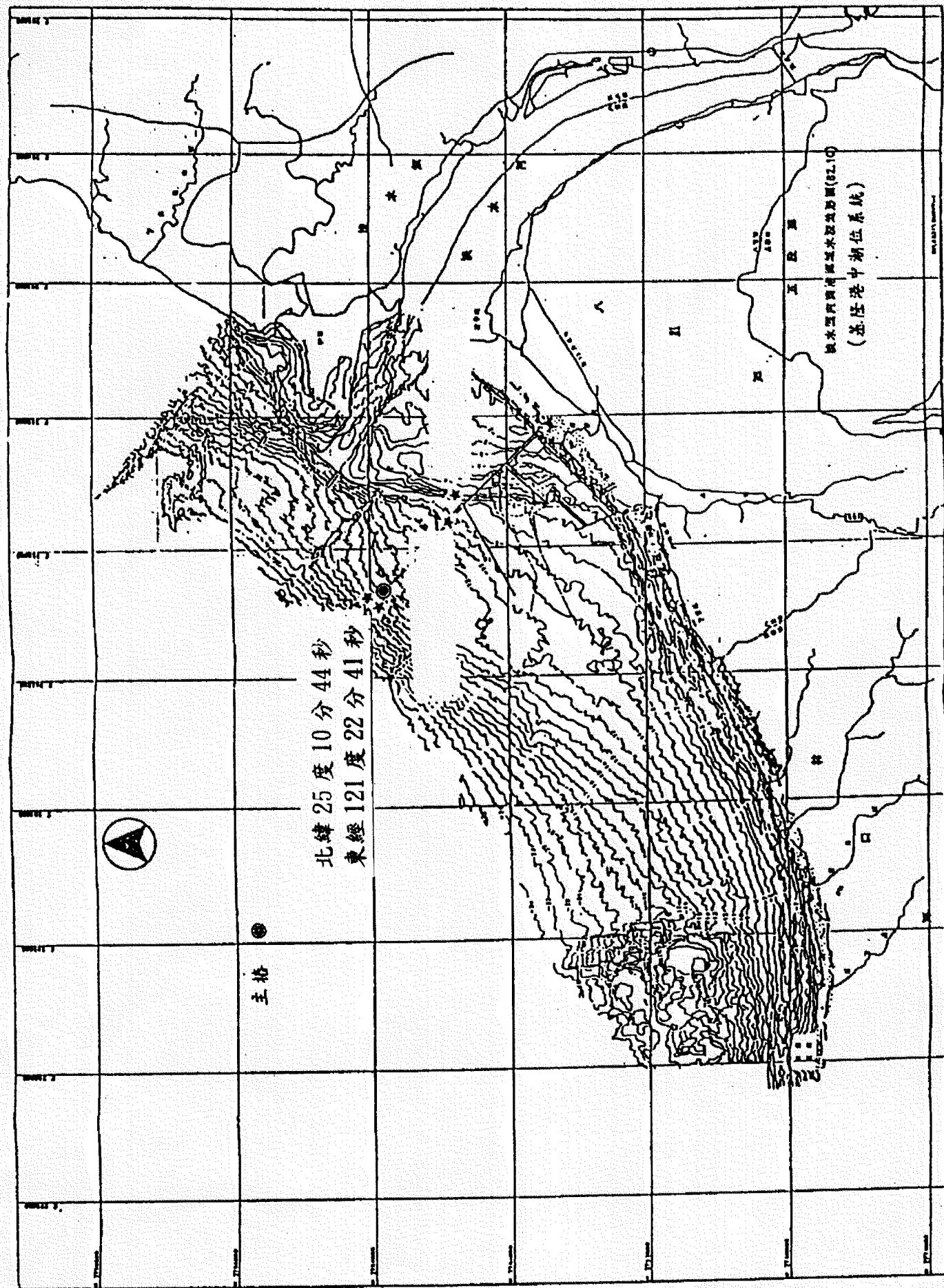


圖 2-1 台北港觀測樁平台位置圖



圖 2-2

觀測樁維修後現狀圖

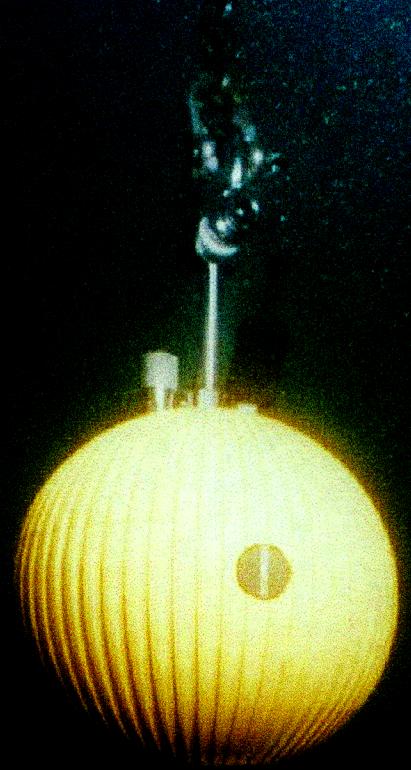


圖 2-3

Inter Ocean 公司潮波流儀 s-4adw 圖

## 第三章 海、氣象資料處理

### 3.1 風速風向資料處理

風速、風向之取樣方法為由每小時準點後 50 分至 60 分連續各取 600 組資料點，取樣頻率為 1 Herz。風速、風向資料經算術平均而得該小時(例如，10 時 50 分至 60 分所測風速、風向定義為 10 時之風速、風向)之平均風速(m/s)及風向(度)。

台北港 89 年 1 月-89 年 12 月監測得之風速風向資料期間如表 3-1 所示。

### 3.2 波浪水位及波向之計算

本計劃所用波浪及海流觀測儀器為潮波流儀，該儀器可將安裝於其上之壓力偵測器(Pressure Sensor)及流速儀所在位置之壓力及水分子運動速度偵測並加以記錄。此壓力將包括大氣壓力、流體動壓及靜壓。取樣方法為每小時由整點向後連續取 2048 組水壓及水分子運動速度資料(約 17 分鐘)。取樣頻率為 2 Herz。波向由此 2048 組水壓及水分子運動速度資料計算而得。水壓則利用下述郭及邱(1)之經驗波壓轉換函數轉成水位之時間序列。

#### 3.2.1 經驗波壓轉換函數

郭及邱(1)直接以實驗水槽之波浪實驗數據，迴歸出一波壓轉換函數之經驗公式，其表示如下：

$$H = \frac{P}{\rho g} \times e^{\left(-0.905 \frac{z\omega^2}{g} - 0.027\right)} \quad (3.1)$$

$$\frac{z\omega^2}{g} < 5.0 \quad (3.2)$$

式中 H：波高

P：波壓力

$\rho$ ：水之密度

g：重力加速度

$k$  : 周波數  $k = 2\pi / \ell$

$\ell$  : 波長

$d$  : 水深

$z$  : 壓力計設置位置(水位為零，向下為正)

其中  $\omega = 2\pi f$ ，由式(3.1)中可知，波壓與波高之間之轉換關係，僅與一個角頻率及波壓計設置深度所組合而成的無因次參數有關。由於迴歸之實驗數據未包含相對水深小於 0.07 之情況，故在相對水深小於 0.07 的情況下，不在此經驗公式的適用範圍內，郭、邱藉由往昔許多學者之實驗研究成果來做比較驗證，發現上述實驗結果與經驗公式皆相當吻合。

台北港 89 年 1 月-89 年 12 月潮波流儀監測得之波浪資料期間如表 3-2 所示。

### 3.3 流速、流向資料處理

潮波流儀之海流現場監測取樣方法為每 15 分(Burst Interval)由前向後連續取樣 128 秒，取樣頻率為 1 Herz (Measure Frequency)，各取 128 組數據 (Measure/Burst)。

當取得潮波流儀之原始資料(Raw Data)後，再以資料處理程式轉換成平均流速及流向之時間序列資料。

台北港 89 年 1 月-89 年 12 月潮波流儀監測得之海流資料期間如表 3-3 所示。

表 3-1 台北港 89 年 1 月 - 89 年 12 月監測得之風資料期間

年	月	風速、風向資料期間
89	1	1 月 1 日 ~ 1 月 31 日
89	2	2 月 1 日 ~ 2 月 29 日
89	3	3 月 1 日 ~ 3 月 31 日
89	4	4 月 1 日 ~ 4 月 30 日
89	5	5 月 1 日 ~ 5 月 31 日
89	6	6 月 1 日 ~ 6 月 30 日
89	7	7 月 1 日 ~ 7 月 31 日
89	8	8 月 1 日 ~ 8 月 31 日
89	9	9 月 1 日 ~ 9 月 28 日
89	10	10 月 3 日 ~ 10 月 31 日
89	11	11 月 2 日 ~ 11 月 14 日 11 月 24 日 ~ 11 月 30 日
89	12	12 月 1 日 ~ 12 月 31 日

表 3-2 台北港 89 年 1 月-89 年 12 月監測得之波浪資料期間

年	月	波浪資料期間
89	1	1 月 1 日～1 月 29 日
89	2	2 月 3 日～2 月 29 日
89	3	3 月 1 日～3 月 31 日
89	4	4 月 1 日～4 月 13 日
		4 月 15 日～4 月 30 日
89	5	5 月 1 日～5 月 18 日
89	6	6 月 1 日～6 月 22 日
89	8	8 月 1 日～8 月 31 日
89	9	9 月 2 日～9 月 28 日
89	11	11 月 10 日～11 月 30 日
88	12	12 月 2 日～12 月 31 日

表 3-3 台北港 89 年 1 月-89 年 12 月監測得之海流資料

年	月	海流資料期間
89	1	1 月 1 日～1 月 29 日
89	2	2 月 3 日～2 月 28 日
89	3	3 月 1 日～3 月 31 日
89	4	4 月 1 日～4 月 13 日 4 月 15 日～4 月 30 日
89	5	5 月 1 日～5 月 18 日
89	6	6 月 1 日～6 月 22 日
89	8	8 月 1 日～8 月 31 日
89	9	9 月 2 日～9 月 28 日
89	11	11 月 10 日～11 月 30 日
89	12	12 月 2 日～12 月 31 日

## 第四章 風資料分析

本文之風速及風向表示 1 小時平均風速及風向。最大風速、風向表示最大的 1 小時平均風速及當時之平均風向。風向定義為由正北為零度開始，順時針為正，表示風之來向。

### 4.1 風速、風向統計分析

#### 4.1.1 89 年風速、風向逐時圖及各月統計分析

89 年 1 月~89 年 12 月風速、風向之月逐時圖，各如圖 4-1~圖 4-12 所示。風速、風向之月統計分析，如表 4-1 所示。最大風速發生在 89 年 11 月，風速為  $26.33\text{m/s}$  。

#### 4.1.2 89 年風速、風向季統計分析

89 年 1 月~89 年 12 月風速、風向之季統計分析，如表 4-2 所示。台北港 89 年春季最大風速為  $14.28\text{ m/s}$ 。夏季最大風速為  $17.89\text{m/s}$ 。秋季最大風速為  $26.33\text{m/s}$ 。冬季最大風速為  $16.6\text{ m/s}$ 。

#### 4.1.3 89 年風速、風向年統計分析

89 年 1 月~89 年 12 月風速、風向之年統計分析，如表 4-3 所示。台北港 89 年全年最大風速為  $26.33\text{ m/s}$ 。

#### 4.1.4 85 年 - 89 年五年風速、風向季統計分析

85 年 1 月 - 89 年 12 月風速、風向之季統計分析，如表 4-4 所示。台北港 85 年 - 89 年五年春季最大風速為  $14.63\text{ m/s}$ ，相對風向為 25.08 度。夏季最大風速為  $24.82\text{m/s}$ ，相對風向為 141 度。秋季最大風速為  $26.33\text{m/s}$ ，相對風向為 43.26 度。冬季最大風速為  $17.914\text{m/s}$ ，相對風向為 35.183 度。

#### 4.1.5 85 年 - 89 年五年風速、風向年統計分析

85 年 - 89 年五年風速、風向之年統計分析，如表 4-5 所示。台北港 85

年 - 89 年五年最大風速為 26.33 m/s，相對風向為 43.26 度。

## 4.2 風速、風向聯合分佈

在風速、風向聯合分佈中，風速分成 0m/s - 5m/s，5m/s - 10m/s，10m/s - 15m/s，>15m/s 等 4 段風速。風向共分 16 個方向(如 N、NNE、NE... 等等)。

### 4.2.1 89 年各月風速、風向聯合分佈

89 年 1 月 ~ 89 年 12 月月風速、風向之聯合分佈，各如表 4-6~表 4-17 所示。

整理 89 年 1 月 ~ 89 年 12 月主要風速、風向及其所佔比率，如表 4-18 所示。

### 4.2.2 89 年季風速、風向聯合分佈

89 年 1 月 ~ 89 年 12 月季風速、風向之聯合分佈，各如表 4-19~表 4-22 所示。

89 年 3 月到 5 月春季風速以 0m/s 到 5m/s 之發生機率最高，約佔 63%。而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 24%；89 年 6 月到 8 月夏季風速以 0m/s 到 5m/s 之發生機率最高，約佔 67%。而風向為 W 方向之風發生率最高，約佔 11%；9 月到 11 月秋季風速以 5m/s 到 10m/s 之發生機率最高，約佔 37%。而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 37%；89 年 1 月、2 月及 12 月冬季風速以 5 m/s 到 10 m/s 之發生機率最高，約佔 56 %。而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 39 %。

### 4.2.3 89 年全年風速、風向聯合分佈

89 年 1 月 ~ 89 年 12 月年風速、風向之聯合分佈，如表 4-23 所示。89 年 1 月到 89 年 12 月全年風速以 0 m/s - 5 m/s 之發生機率最高，約佔 48%，其次為 5 m/s - 10 m/s，約佔 40 %。而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 26%，其次為 NE 方向，約佔 15 %。

### 4.2.4 85 年 - 89 年五年風速、風向季聯合分佈

85 年 3 月 - 89 年 12 月五年風速、風向之季統計分析，如表 4-24~表 4-27

所示。

85 年-89 年春季風速以 0m/s 到 5m/s 之發生機率最高，約佔 57%。而風向為 NE 方向之風發生率最高，約佔 19%；85 年-89 年夏季風速以 0m/s 到 5m/s 之發生機率最高，約佔 66%。而風向為 S 方向之風發生率最高，約佔 12%；85 年-89 年秋季風速以 5m/s 到 10m/s 之發生機率最高，約佔 47%。而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 35%；85 年-89 年冬季風速以 5 m/s 到 10 m/s 之發生機率最高，約佔 46 %。而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 31 %。

#### 4.2.5 85 年 - 89 年五年風速、風向年聯合分佈

85 年 - 89 年五年風速、風向之年統計分析，如表 4-28 所示。五年來風速以 0 m/s - 5 m/s 之發生機率最高，約佔 46%，其次為 5 m/s - 10 m/s，約佔 40 %。而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 23 %，其次為 NE 方向，約佔 17 %。

### 4.3 最大風速及其對應之風向、時間分析

89 年 1 月~89 年 12 月，最大風速及其對應之風向，如表 4-29 所示。

89 年 1 月~89 年 12 月間最大風速發生在 11 月 1 日上午 3 時，風速 26.33m/s，風向為 43.26 度。

### 4.4 風玫瑰圖

#### 4.4.1 89 年月玫瑰圖

89 年 1 月~89 年 12 月月玫瑰圖，各如圖 4-13~圖 4-24 所示。

整理 89 年 1 月~89 年 12 月間平均風速比率，如表 4-18 所示。

#### 4.4.2 89 年季玫瑰圖

89 年 1 月~89 年 12 月季玫瑰圖，各如圖 4-25~圖 4-28 所示。圖 4-25 為 89 年春季風速、風向玫瑰圖，由圖可知，風向以 ENE 方向之風發生率最高。圖 4-26 為 89 年夏季風速、風向玫瑰圖，由圖可知，風向以 W 方向之風發生率最高。圖 4-27 為秋季風速、風向玫瑰圖。由圖可知，風向以 ENE 方向之風

發生率最高。圖 4-28 為 89 年冬季之風速、風向玫瑰圖。由圖可知，此期間風向以 ENE 方向之風發生率最高。

#### 4.4.3 89 年年玫瑰圖

89 年 1 月 ~ 89 年 12 月風之年玫瑰圖，如圖 4-29 所示。89 年全年風向以 ENE 方向之風發生率最高。其次為 NE 方向。

#### 4.4.4 85 年 - 89 年五年風速、風向季玫瑰圖

85 年 - 89 年五年風速、風向季玫瑰圖，各如圖 4-30~圖 4-33 所示。圖 4-30 為五年春季風速、風向玫瑰圖，由圖可知，風向以 ENE 方向之風發生率最高。圖 4-31 為五年夏季風速、風向玫瑰圖，由圖可知，風向以 S 方向之風發生率最高。圖 4-32 為五年秋季風速、風向玫瑰圖。由圖可知，風向以 ENE 方向之風發生率最高。圖 4-33 為五年冬季之風速、風向玫瑰圖。由圖可知，此期間風向以 ENE 方向之風發生率最高。

#### 4.4.5 85 年 - 89 年五年風速、風向年玫瑰圖

85 年 - 89 年五年風速、風向之年玫瑰圖，如圖 4-34 所示。由圖可知，五年風向以 ENE 方向之風發生率最高。其次為 NE 方向。

### 4.5 綜合風速、風向分析結果

由以上風速、風向資料分析，可得台北港平均風速及風向有以下特性。

1. 在季風分佈方面：

一般而言，台北港除了夏季為西南季風之外，其他時間大多受到東北季風之吹襲。

2. 在風速、風向聯合分佈方面：

台北港 89 年春季風速以 0m/s 到 5m/s 之發生機率最高，約佔 63%。而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 24%；夏季風速以 0m/s 到 5m/s 之發生機率最高，約佔 67%。而風向為 W 方向之風發生率最高，約佔 11%；秋季風速以 5m/s 到 10m/s 之發生機率最高，約佔 37%。而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 37%；冬季風速以 5m/s 到 10m/s 之發生機率最高，約佔 56%。而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 39%。全年風速以 0 m/s - 5 m/s 之

發生機率最高，約佔 48%，其次為 5 m/s - 10 m/s，約佔 40 %。而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 26 %，其次為 NE 方向，約佔 15 %。

台北港 85 年 - 89 年五年春季風速以 0m/s 到 5m/s 之發生機率最高，約佔 57%，而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 22%；夏季風速以 0m/s 到 5m/s 之發生機率最高，約佔 66%，而風向為 S 方向之風發生率最高，約佔 12%；秋季風速以 5m/s 到 10m/s 之發生機率最高，約佔 47%，而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 35%；冬季風速以 5 m/s 到 10 m/s 之發生機率最高，約佔 46%，而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 31 %；五年風速以 0 m/s - 5 m/s 之發生機率最高，約佔 46%，其次為 5 m/s - 10 m/s，約佔 40 %。而風向為 ENE 方向之風發生率最高，約佔 23 %，其次為 NE 方向，約佔 17 %。

### 3.在最大風速方面：

台北港 89 年春季最大風速為 14.28 m/s。夏季最大風速為 17.89 m/s。秋季最大風速為 26.33 m/s。冬季最大風速為 16.6 m/s。全年最大風速為 26.33m/s。

台北港 85 年 - 89 年五年春季最大風速為 14.63 m/s，相對風向為 25.08 度。夏季最大風速為 24.82m/s，相對風向為 141 度。秋季最大風速為 26.33m/s，相對風向為 43.26 度。冬季最大風速為 17.914 m/s，相對風向為 35.183 度。五年最大風速為 26.33 m/s，相對風向為 43.26 度。

### 4.綜合以上 85 年 - 89 年風速及風向分析：

台北港夏天為西南季風，其他時間主要為東北季風。五年風速發生機率最高的為 0m/s ~ 5m/s；其次為 5m/s ~ 10m/s。風向發生機率最高的為 ENE；其次為 NE。最大風速為 26.33 m/s，相對風向為 43.26 度。

表 4-1 台北港 89 年 1 月~89 年 12 月風統計結果

年、月		最大	平均	最小	標準差
89.1	風速(m/s)	12.45	5.813	0.08	2.975
	風向(deg)	57.55		130.9	
89.2	風速(m/s)	10.51	5.816	0.0	2.282
	風向(deg)	52.46		0.0	
89.3	風速(m/s)	9.91	4.114	0.0	2.547
	風向(deg)	54.67		0.0	
89.4	風速(m/s)	14.28	4.317	0.0	2.586
	風向(deg)	248.8		0.0	
89.5	風速(m/s)	10.04	3.822	0.0	2.275
	風向(deg)	262.2		0.0	
89.6	風速(m/s)	13.07	3.781	0.0	2.608
	風向(deg)	263.0		0.0	
89.7	風速(m/s)	17.89	4.928	0.0	3.468
	風向(deg)	245.5		0.0	
89.8	風速(m/s)	15.41	3.633	0.0	2.579
	風向(deg)	110.9		0.0	
89.9	風速(m/s)	13.22	4.742	0.0	2.759
	風向(deg)	145.5		158.8	
89.10	風速(m/s)	20.9	8.66	0.0	4.012
	風向(deg)	28.36		0.0	
89.11	風速(m/s)	26.33	9.283	0.086	4.131
	風向(deg)	43.26		129.4	
89.12	風速(m/s)	16.6	9.139	0.0	3.169
	風向(deg)	59.02		0.0	

表 4-2 台北港 89 年 1 月~89 年 12 月風之季統計結果

季		最大	平均	最小	標準差
春季	風速(m/s)	14.28	4.082	0.0	2.479
	風向(deg)	248.8		0.0	
夏季	風速(m/s)	17.89	4.117	0.0	2.974
	風向(deg)	245.5		0.0	
秋季	風速(m/s)	26.33	7.421	0.0	4.168
	風向(deg)	43.26		0.0	
冬季	風速(m/s)	16.6	6.935	0.0	3.248
	風向(deg)	59.02		0.0	

表 4-3 台北港 89 年 1 月~89 年 12 月風之全年統計結果

年		最大	平均	最小	標準差
89	風速(m/s)	26.33	5.554	0.0	3.577
	風向(deg)	43.26		0.0	

表 4-4 台北港 85 年 1 月 - 89 年 12 月五年風之季統計結果

季		最大	平均	最小	標準差
春季	風速(m/s)	14.63	4.798	0.0	3.084
	風向(deg)	25.08		0.0	
夏季	風速(m/s)	24.82	4.394	0.0	3.147
	風向(deg)	141.0		0.0	
秋季	風速(m/s)	26.33	6.287	0.0	3.466
	風向(deg)	43.26		0.0	
冬季	風速(m/s)	17.914	7.581	0.0	3.641
	風向(deg)	35.183		0.0	

表 4-5 台北港 85 年 1 月 - 89 年 12 月風之五年統計結果

年		最大	平均	最小	標準差
85-89	風速(m/s)	26.33	5.849	0.0	3.598
	風向(deg)	43.26		0.0	

表 4-6 台北港 89 年 1 月風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000.01

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	1.48	.40	.00	.00	1.88
NNE	2.96	1.08	.00	.00	4.04
NE	3.63	24.63	3.36	.00	31.63
ENE	3.50	20.32	2.83	.00	26.65
E	3.77	2.96	.00	.00	6.73
ESE	4.31	1.62	.00	.00	5.92
SE	1.88	3.50	.00	.00	5.38
SSE	1.75	.54	.00	.00	2.29
S	1.48	.00	.00	.00	1.48
SSW	.54	.00	.00	.00	.54
SW	1.21	.00	.00	.00	1.21
WSW	1.88	.27	.00	.00	2.15
W	3.50	.54	.00	.00	4.04
WNW	3.90	.00	.00	.00	3.90
NW	.27	.00	.00	.00	.27
NNW	1.88	.00	.00	.00	1.88
%	37.95	55.85	6.19	.00	100.00
Valid data no is		743.			

表 4-7 台北港 89 年 2 月風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000.02

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	.57	.00	.00	.00	.57
NNE	.72	2.01	.00	.00	2.73
NE	5.17	18.25	.14	.00	23.56
ENE	5.46	37.64	.14	.00	43.25
E	5.32	6.03	.00	.00	11.35
ESE	2.73	.57	.00	.00	3.30
SE	1.29	1.29	.00	.00	2.59
SSE	.57	.14	.00	.00	.72
S	.72	.00	.00	.00	.72
SSW	1.01	.00	.00	.00	1.01
SW	.72	.14	.00	.00	.86
WSW	.86	.43	.00	.00	1.29
W	3.88	.29	.00	.00	4.17
WNW	2.01	.86	.00	.00	2.87
NW	.57	.00	.00	.00	.57
NNW	.43	.00	.00	.00	.43
%	32.04	67.67	.29	.00	100.00
Valid data no is		696.			

表 4-8 台北港 89 年 3 月風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000.03

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	3.36	.27	.00	.00	3.63
NNE	4.03	.54	.00	.00	4.57
NE	8.47	9.27	.00	.00	17.74
ENE	7.53	22.58	.00	.00	30.11
E	4.30	.40	.00	.00	4.70
ESE	2.82	.40	.00	.00	3.23
SE	2.02	3.49	.00	.00	5.51
SSE	1.48	.00	.00	.00	1.48
S	.81	.13	.00	.00	.94
SSW	2.15	.00	.00	.00	2.15
SW	1.61	.27	.00	.00	1.88
WSW	2.02	.54	.00	.00	2.55
W	5.38	.67	.00	.00	6.05
WNW	7.26	.27	.00	.00	7.53
NW	2.96	.40	.00	.00	3.36
NNW	4.44	.13	.00	.00	4.57
%	60.62	39.38	.00	.00	100.00
Valid data no is		744.			

表 4-9 台北港 89 年 4 月風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000.04

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	3.75	.42	.00	.00	4.17
NNE	2.78	.42	.00	.00	3.19
NE	5.14	7.78	.00	.00	12.92
ENE	8.61	17.36	.00	.00	25.97
E	4.72	1.39	.00	.00	6.11
ESE	4.03	.69	.00	.00	4.72
SE	5.42	4.86	.00	.00	10.28
SSE	3.33	.69	.00	.00	4.03
S	5.28	.00	.00	.00	5.28
SSW	4.17	.00	.00	.00	4.17
SW	2.92	.00	.00	.00	2.92
WSW	1.39	.42	.56	.00	2.36
W	2.50	1.81	.56	.00	4.86
WNW	2.78	.83	.00	.00	3.61
NW	2.50	.69	.28	.00	3.47
NNW	1.81	.14	.00	.00	1.94
%	61.11	37.50	1.39	.00	100.00
Valid data no is		720.			

表 4-10 台北港 89 年 5 月風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000.05

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	3.36	.00	.00	.00	3.36
NNE	1.75	.00	.00	.00	1.75
NE	4.17	5.11	.00	.00	9.27
ENE	7.39	8.74	.00	.00	16.13
E	5.51	.54	.00	.00	6.05
ESE	4.84	3.49	.00	.00	8.33
SE	6.32	9.54	.00	.00	15.86
SSE	4.03	1.08	.00	.00	5.11
S	5.51	.00	.00	.00	5.51
SSW	4.97	.00	.00	.00	4.97
SW	2.69	.27	.00	.00	2.96
WSW	3.23	.54	.00	.00	3.76
W	2.96	1.88	.13	.00	4.97
WNW	3.63	1.61	.00	.00	5.24
NW	4.70	.00	.00	.00	4.70
NNW	2.02	.00	.00	.00	2.02
%	67.07	32.80	.13	.00	100.00
Valid data no is		744.			

表 4-11 台北港 89 年 6 月風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000.06

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	4.03	.14	.00	.00	4.17
NNE	2.50	.14	.00	.00	2.64
NE	4.17	2.08	.00	.00	6.25
ENE	3.19	3.06	.00	.00	6.25
E	3.47	.56	.00	.00	4.03
ESE	4.31	.00	.00	.00	4.31
SE	6.39	.69	.00	.00	7.08
SSE	2.50	.00	.00	.00	2.50
S	8.33	.00	.00	.00	8.33
SSW	6.81	.00	.00	.00	6.81
SW	5.14	.69	.00	.00	5.83
WSW	4.72	6.11	1.39	.00	12.22
W	3.75	6.67	.97	.00	11.39
WNW	4.03	8.06	.14	.00	12.22
NW	3.47	.00	.00	.00	3.47
NNW	2.50	.00	.00	.00	2.50
%	69.31	28.19	2.50	.00	100.00
Valid data no is		720.			

表 4-12 台北港 89 年 7 月風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000.07

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	3.90	.00	.00	.00	3.90
NNE	2.96	.00	.00	.00	2.96
NE	4.30	.81	.00	.00	5.11
ENE	2.42	6.72	.00	.00	9.14
E	2.69	1.88	.00	.00	4.57
ESE	3.49	3.76	.00	.00	7.26
SE	5.38	6.32	.00	.00	11.69
SSE	5.38	1.48	.00	.00	6.85
S	5.78	.00	.00	.00	5.78
SSW	5.24	.00	.00	.00	5.24
SW	3.36	.67	.13	.00	4.17
WSW	2.15	4.44	2.69	.54	9.81
W	2.82	6.45	4.84	.27	14.38
WNW	1.88	2.42	.00	.00	4.30
NW	2.55	.00	.13	.13	2.82
NNW	2.02	.00	.00	.00	2.02
%	56.32	34.95	7.80	.94	100.00
Valid data no is		744.			

表 4-13 台北港 89 年 8 月風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000.08

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	3.09	.67	.00	.00	3.76
NNE	4.30	1.48	.00	.00	5.78
NE	4.17	2.69	.00	.00	6.85
ENE	2.82	.94	.00	.00	3.76
E	2.96	.94	.40	.00	4.30
ESE	2.69	.94	.67	.13	4.44
SE	4.30	1.75	.54	.27	6.85
SSE	4.84	.54	.40	.00	5.78
S	11.42	.00	.00	.00	11.42
SSW	6.99	.27	.00	.00	7.26
SW	6.32	.94	.00	.00	7.26
WSW	5.51	2.69	.13	.00	8.33
W	3.76	2.96	.13	.00	6.85
WNW	6.32	4.30	.00	.00	10.62
NW	2.69	.54	.00	.00	3.23
NNW	2.55	.94	.00	.00	3.49
%	74.73	22.58	2.28	.40	100.00
Valid data no is		744.			

表 4-14 台北港 89 年 9 月風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000.09

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	2.43	.30	.00	.00	2.73
NNE	3.79	5.31	.91	.00	10.02
NE	6.07	10.62	.76	.00	17.45
ENE	5.01	8.95	.00	.00	13.96
E	5.16	.46	.00	.00	5.61
ESE	10.17	2.28	.30	.00	12.75
SE	6.83	5.16	.46	.00	12.44
SSE	2.88	.46	.15	.00	3.49
S	5.01	.00	.00	.00	5.01
SSW	2.28	.15	.00	.00	2.43
SW	.30	.30	.46	.00	1.06
WSW	1.21	3.19	1.52	.00	5.92
W	1.06	1.52	.15	.00	2.73
WNW	.46	.30	.00	.00	.76
NW	1.52	.30	.00	.00	1.82
NNW	1.37	.46	.00	.00	1.82
%	55.54	39.76	4.70	.00	100.00
Valid data no is		659.			

表 4-15 台北港 89 年 10 月風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000.10

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	1.75	.58	.00	.00	2.33
NNE	1.89	.58	.15	.44	3.06
NE	1.16	7.42	12.81	.44	21.83
ENE	3.78	13.39	26.20	1.46	44.83
E	2.91	3.78	2.04	.00	8.73
ESE	1.31	3.64	.58	.00	5.53
SE	.87	4.08	.73	.00	5.68
SSE	.73	.73	.15	.00	1.60
S	.87	.00	.00	.00	.87
SSW	.44	.00	.00	.00	.44
SW	.29	.00	.00	.00	.29
WSW	.15	.00	.00	.00	.15
W	.44	.15	.00	.00	.58
WNW	.00	.58	.00	.00	.58
NW	1.31	.15	.00	.00	1.46
NNW	1.60	.44	.00	.00	2.04
%	19.51	35.52	42.65	2.33	100.00
Valid data no is		687.			

表 4-16 台北港 89 年 11 月風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000.11

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	.00	.00	.81	.20	1.02
NNE	.20	.41	1.02	.81	2.44
NE	1.02	4.28	7.13	2.04	14.46
ENE	4.07	17.72	33.20	.20	55.19
E	3.67	4.89	1.83	.00	10.39
ESE	1.43	3.67	.00	.00	5.09
SE	.61	2.65	.61	.00	3.87
SSE	.61	1.63	.00	.00	2.24
S	1.02	.00	.00	.00	1.02
SSW	.41	.00	.00	.00	.41
SW	.41	.00	.00	.00	.41
WSW	.00	.00	.00	.00	.00
W	.61	.00	.00	.00	.61
WNW	1.43	.00	.00	.00	1.43
NW	1.43	.00	.00	.00	1.43
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	16.90	35.23	44.60	3.26	100.00
Valid data no	is	491.			

表 4-17 台北港 89 年 12 月風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000.12

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	.68	.14	.41	.00	1.23
NNE	.82	.68	2.19	.14	3.83
NE	.96	5.34	11.35	.27	17.92
ENE	1.37	22.30	23.80	.27	47.74
E	2.05	7.52	2.87	.00	12.45
ESE	1.92	3.56	1.78	.00	7.25
SE	1.09	3.15	.96	.00	5.20
SSE	.55	.96	.00	.00	1.50
S	.14	.14	.00	.00	.27
SSW	.27	.00	.00	.00	.27
SW	.27	.00	.00	.00	.27
WSW	.41	.00	.00	.00	.41
W	.27	.14	.00	.00	.41
WNW	.68	.00	.00	.00	.68
NW	.41	.00	.00	.00	.41
NNW	.14	.00	.00	.00	.14
%	12.04	43.91	43.37	.68	100.00
Valid data no	is	731.			

表 4-18 台北港 89 年 1 月~89 年 12 月現場監測平均風速、風向及其  
所佔比率

年	月	主要平均風速及所佔比率		主要平均風向及所佔比率	
		風速(m/s)	比率(%)	風向(度)	比率(%)
89	1	5-10	56	NE	32
89	2	5-10	68	ENE	43
89	3	0-5	61	ENE	30
89	4	0-5	61	ENE	26
89	5	0-5	67	ENE	16
89	6	0-5	69	WSW	12
89	7	0-5	56	W	14
89	8	0-5	75	S	11
89	9	0-5	56	NE	18
89	10	10~15	43	ENE	45
89	11	10~15	45	ENE	55
89	12	5~10	44	ENE	48

表 4-19 台北港 89 年春季風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000 (Spring)

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	3.49	.23	.00	.00	3.71
NNE	2.85	.32	.00	.00	3.17
NE	5.93	7.38	.00	.00	13.32
ENE	7.84	16.21	.00	.00	24.05
E	4.85	.77	.00	.00	5.62
ESE	3.89	1.54	.00	.00	5.43
SE	4.57	5.98	.00	.00	10.55
SSE	2.94	.59	.00	.00	3.53
S	3.85	.05	.00	.00	3.89
SSW	3.76	.00	.00	.00	3.76
SW	2.40	.18	.00	.00	2.58
WSW	2.22	.50	.18	.00	2.90
W	3.62	1.45	.23	.00	5.30
WNW	4.57	.91	.00	.00	5.48
NW	3.40	.36	.09	.00	3.85
NNW	2.76	.09	.00	.00	2.85
%	62.95	36.55	.50	.00	100.00
Valid data no is		2208.			

表 4-20 台北港 89 年夏季風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000 (Summer)

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	3.67	.27	.00	.00	3.94
NNE	3.26	.54	.00	.00	3.80
NE	4.21	1.86	.00	.00	6.07
ENE	2.81	3.58	.00	.00	6.39
E	3.03	1.13	.14	.00	4.30
ESE	3.49	1.59	.23	.05	5.34
SE	5.34	2.94	.18	.09	8.56
SSE	4.26	.68	.14	.00	5.07
S	8.51	.00	.00	.00	8.51
SSW	6.34	.09	.00	.00	6.43
SW	4.94	.77	.05	.00	5.75
WSW	4.12	4.39	1.40	.18	10.10
W	3.44	5.34	1.99	.09	10.87
WNW	4.08	4.89	.05	.00	9.01
NW	2.90	.18	.05	.05	3.17
NNW	2.36	.32	.00	.00	2.67
%	66.76	28.58	4.21	.45	100.00
Valid data no is		2208.			

表 4-21 台北港 89 年秋季風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000 (Autumn)

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	1.52	.33	.22	.05	2.12
NNE	2.12	2.23	.65	.38	5.39
NE	2.89	7.73	6.97	.71	18.29
ENE	4.30	12.96	18.67	.60	36.53
E	3.92	2.89	1.25	.00	8.06
ESE	4.52	3.16	.33	.00	8.00
SE	2.94	4.08	.60	.00	7.62
SSE	1.47	.87	.11	.00	2.45
S	2.40	.00	.00	.00	2.40
SSW	1.09	.05	.00	.00	1.14
SW	.33	.11	.16	.00	.60
WSW	.49	1.14	.54	.00	2.18
W	.71	.60	.05	.00	1.36
WNW	.54	.33	.00	.00	.87
NW	1.42	.16	.00	.00	1.58
NNW	1.09	.33	.00	.00	1.42
%	31.74	36.96	29.56	1.74	100.00
Valid data no is		1837.			

表 4-22 台北港 89 年冬季風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000 (Winter)

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	.92	.18	.14	.00	1.24
NNE	1.52	1.24	.74	.05	3.55
NE	3.23	16.08	5.02	.09	24.42
ENE	3.41	26.54	9.03	.09	39.08
E	3.69	5.48	.97	.00	10.14
ESE	3.00	1.94	.60	.00	5.53
SE	1.43	2.67	.32	.00	4.42
SSE	.97	.55	.00	.00	1.52
S	.78	.05	.00	.00	.83
SSW	.60	.00	.00	.00	.60
SW	.74	.05	.00	.00	.78
WSW	1.06	.23	.00	.00	1.29
W	2.53	.32	.00	.00	2.86
WNW	2.21	.28	.00	.00	2.49
NW	.41	.00	.00	.00	.41
NNW	.83	.00	.00	.00	.83
%	27.33	55.62	16.82	.23	100.00
Valid data no is		2170.			

表 4-23 台北港 89 年全年風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	2.45	.25	.08	.01	2.79
NNE	2.46	1.03	.33	.09	3.92
NE	4.12	8.25	2.81	.18	15.36
ENE	4.61	14.85	6.40	.15	26.01
E	3.87	2.54	.56	.00	6.97
ESE	3.69	2.01	.28	.01	6.00
SE	3.61	3.92	.26	.02	7.81
SSE	2.46	.66	.06	.00	3.18
S	3.97	.02	.00	.00	3.99
SSW	3.04	.04	.00	.00	3.07
SW	2.18	.28	.05	.00	2.52
WSW	2.04	1.59	.53	.05	4.21
W	2.66	1.99	.59	.02	5.27
WNW	2.96	1.66	.01	.00	4.63
NW	2.07	.18	.04	.01	2.29
NNW	1.79	.18	.00	.00	1.97
%	47.96	39.46	12.01	.56	100.00
Valid data no is		8423.			

表 4-24 台北港 85 年-89 年五年春季風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
1996 - 2000 (Spring)

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	2.52	.27	.00	.00	2.79
NNE	3.53	1.18	.38	.00	5.09
NE	6.24	8.58	3.90	.00	18.72
ENE	6.39	14.31	1.28	.00	21.97
E	3.96	.78	.00	.00	4.74
ESE	3.83	1.64	.29	.00	5.76
SE	4.50	5.03	.42	.00	9.95
SSE	3.90	.81	.00	.00	4.71
S	4.31	.18	.00	.00	4.49
SSW	3.11	.02	.00	.00	3.13
SW	2.01	.13	.00	.00	2.14
WSW	2.01	.72	.26	.00	2.99
W	2.68	1.50	.30	.00	4.49
WNW	3.35	.67	.03	.00	4.06
NW	2.60	.22	.05	.00	2.87
NNW	1.96	.11	.02	.00	2.09
%	56.93	36.15	6.91	.00	100.00
Valid data no is		6262.			

表 4-25 台北港 85 年-89 年五年夏季風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
1996 - 2000 (Summer)

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	2.51	.21	.01	.08	2.81
NNE	2.51	.64	.17	.01	3.33
NE	3.22	1.79	.18	.01	5.20
ENE	2.44	2.06	.04	.00	4.54
E	2.17	.66	.12	.00	2.96
ESE	2.82	1.50	.23	.07	4.62
SE	4.04	2.09	.43	.11	6.67
SSE	5.87	1.06	.21	.07	7.21
S	11.73	.45	.04	.00	12.21
SSW	7.25	.29	.00	.00	7.54
SW	5.35	1.24	.02	.00	6.61
WSW	4.07	5.35	1.18	.23	10.83
W	3.28	5.72	1.61	.29	10.90
WNW	3.80	5.07	.12	.05	9.04
NW	2.73	.42	.01	.04	3.20
NNW	2.08	.19	.00	.05	2.32
%	65.88	28.74	4.37	1.01	100.00
Valid data no is		8285.			

表 4-26 台北港 85 年-89 年五年秋季風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
1996 - 2000 (Autumn)

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	1.34	.26	.06	.06	1.72
NNE	1.73	1.66	.49	.20	4.08
NE	3.13	8.10	3.18	.19	14.60
ENE	4.99	21.25	8.13	.25	34.62
E	5.20	6.16	1.08	.01	12.45
ESE	4.93	2.93	.53	.08	8.48
SE	3.25	3.38	.31	.04	6.98
SSE	2.33	.87	.15	.00	3.35
S	2.85	.19	.00	.00	3.04
SSW	1.95	.12	.00	.00	2.07
SW	1.19	.13	.04	.00	1.35
WSW	1.02	.51	.13	.00	1.66
W	1.18	.34	.04	.00	1.56
WNW	1.15	.37	.02	.00	1.54
NW	1.29	.20	.01	.00	1.51
NNW	.88	.07	.04	.00	.99
%	38.41	46.55	14.21	.83	100.00
Valid data no is		8423.			

表 4-27 台北港 85 年-89 年五年冬季風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
1996 - 2000 (Winter)

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	1.05	.54	.28	.02	1.90
NNE	1.27	3.42	3.35	.27	8.30
NE	2.91	13.50	12.18	.57	29.16
ENE	2.85	18.05	9.52	.23	30.65
E	3.03	4.70	.64	.00	8.37
ESE	2.55	1.89	.39	.00	4.83
SE	1.56	2.04	.35	.01	3.96
SSE	1.25	.46	.00	.00	1.71
S	1.09	.13	.00	.00	1.22
SSW	1.10	.10	.00	.00	1.20
SW	.97	.10	.00	.00	1.08
WSW	1.30	.21	.00	.00	1.51
W	1.69	.30	.00	.00	1.99
WNW	1.73	.20	.00	.00	1.92
NW	.86	.08	.00	.00	.94
NNW	1.13	.10	.02	.00	1.26
%	26.34	45.83	26.73	1.10	100.00
Valid data no is		8636.			

表 4-28 台北港 85 年- 89 年五年風速、風向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WIND SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
1996 - 2000

DIR	WIND SPEED (M/S)				%
	0-5M/S	5-10M/S	10-15M/S	>15M/S	
N	1.80	.33	.09	.04	2.27
NNE	2.17	1.78	1.16	.13	5.24
NE	3.71	8.01	5.00	.21	16.93
ENE	4.01	13.97	5.03	.13	23.14
E	3.57	3.26	.49	.00	7.32
ESE	3.51	2.02	.37	.04	5.93
SE	3.25	3.00	.37	.04	6.66
SSE	3.27	.80	.09	.02	4.18
S	4.99	.24	.01	.00	5.23
SSW	3.34	.14	.00	.00	3.48
SW	2.38	.41	.02	.00	2.81
WSW	2.09	1.74	.40	.06	4.28
W	2.17	1.97	.49	.08	4.70
WNW	2.44	1.61	.04	.01	4.11
NW	1.81	.23	.02	.01	2.07
NNW	1.48	.12	.02	.01	1.63
%	45.98	39.63	13.61	.79	100.00
Valid data no is		31606.			

表 4-29 台北港 89 年 1 月～89 年 12 月所測得最大平均風速、對應風向及其發生時間

年	月	最 大 平 均 風 速		
		最 大 風 速(m/s)	對 應 風 向(度)	發 生 時 間
89	1	12.45	57.55	31 日上午 0 時
89	2	10.51	52.46	29 日上午 1 時
89	3	9.91	54.67	8 日上午 1 時
89	4	14.28	248.8	14 日下午 8 時
89	5	10.04	262.2	31 日上午 9 時
89	6	13.07	263.0	9 日上午 9 時
89	7	17.89	245.5	30 日上午 4 時
89	8	15.41	110.9	23 日上午 0 時
89	9	13.22	145.5	27 日上午 1 時
89	10	20.9	28.36	31 日下午 10 時
89	11	26.33	43.26	1 日上午 3 時
89	12	16.6	59.02	10 日下午 10 時

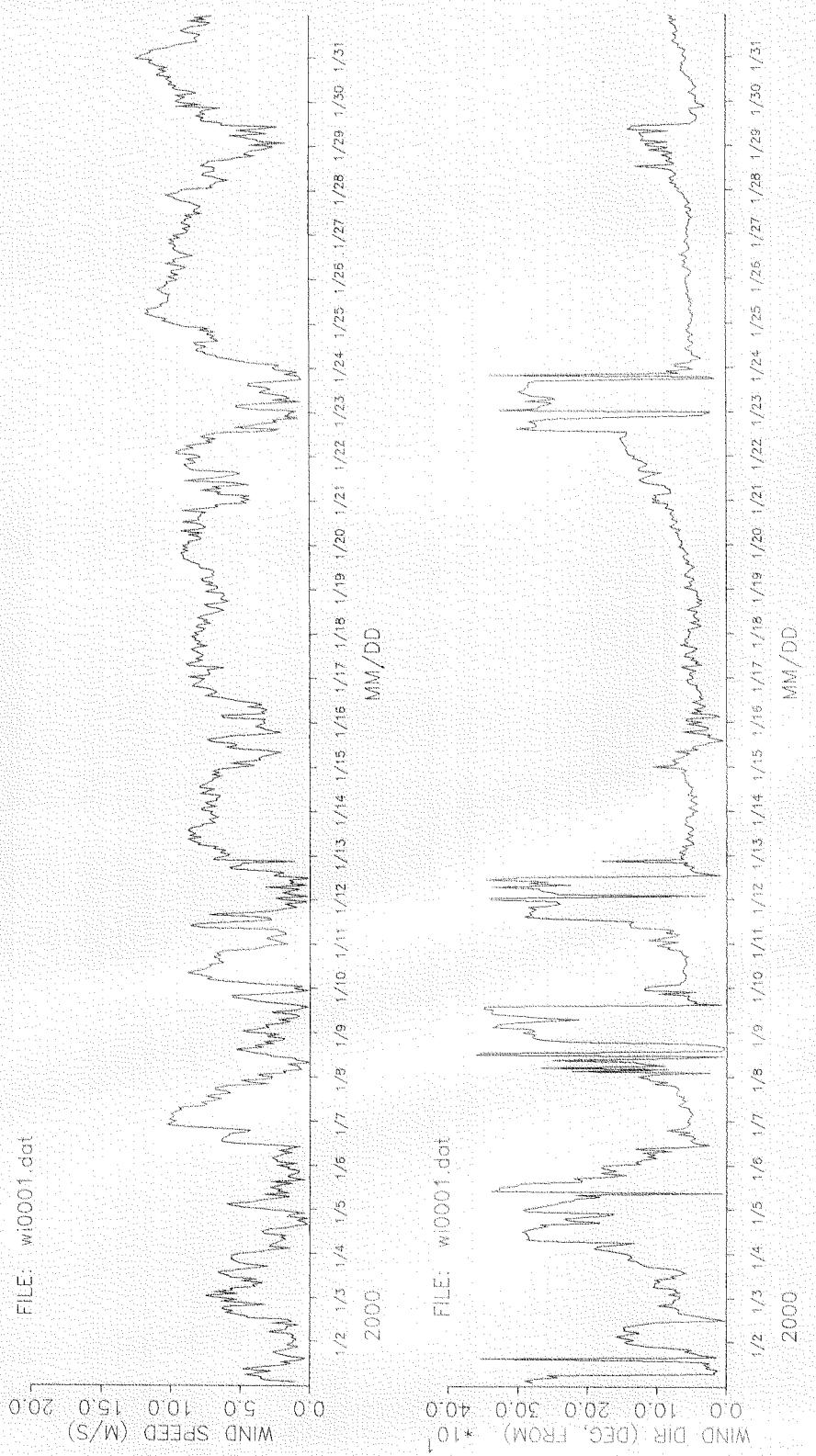


圖 4-1 台北港 89 年 1 月風速、風向逐時圖

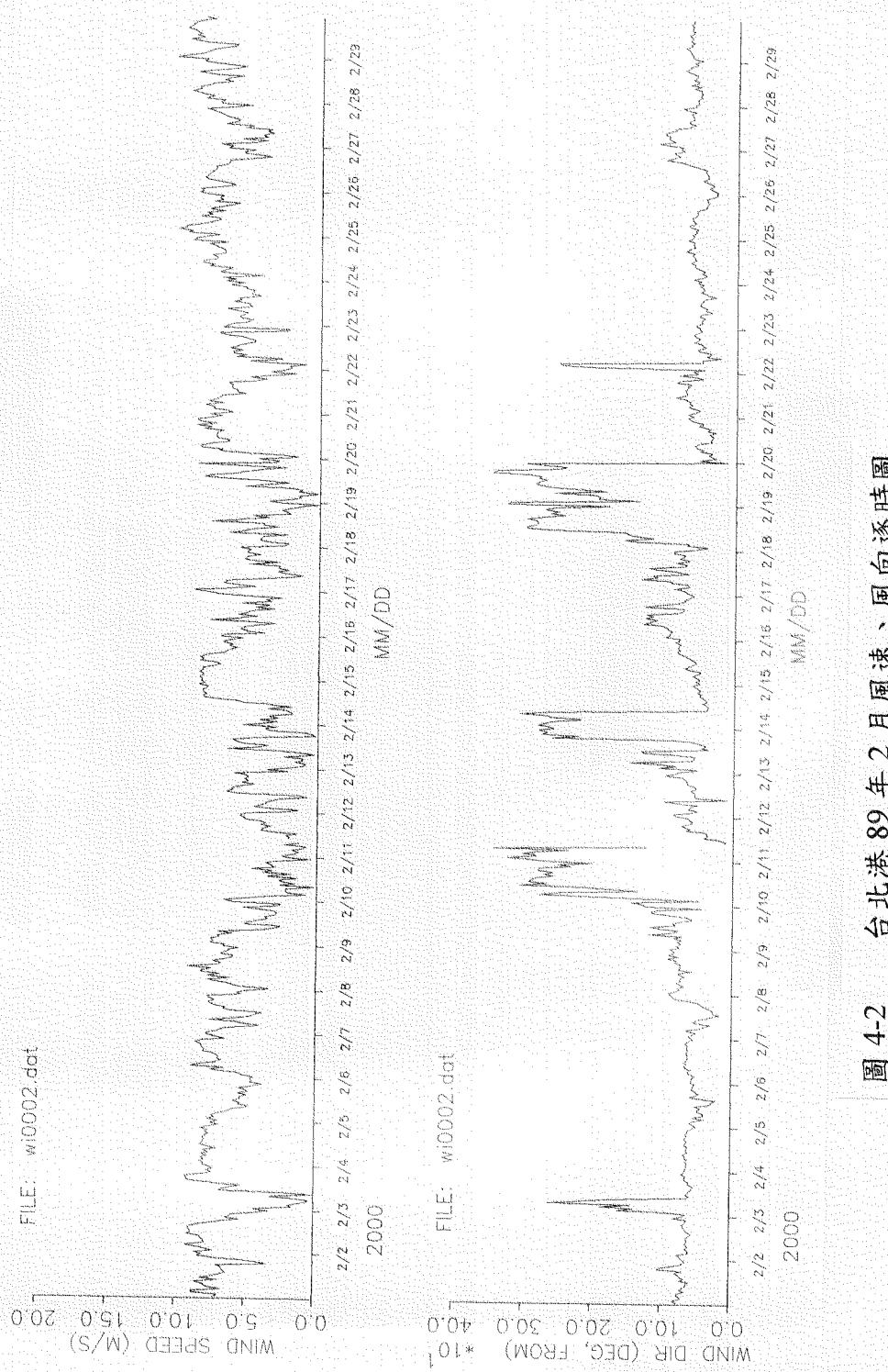


圖 4-2 台北港 89 年 2 月風速、風向逐時圖

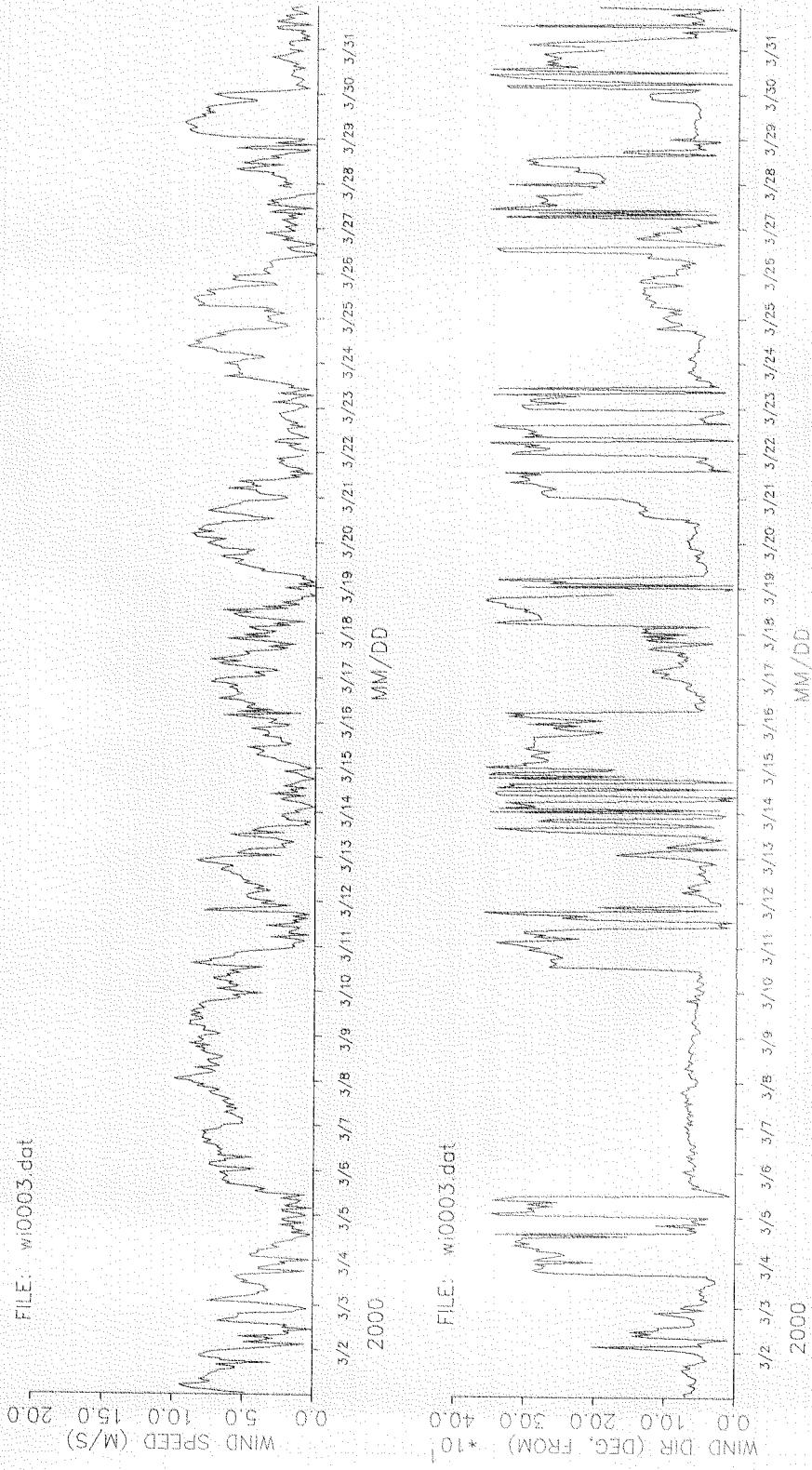


圖 4-3 台北港 89 年 3 月風速、風向逐時圖

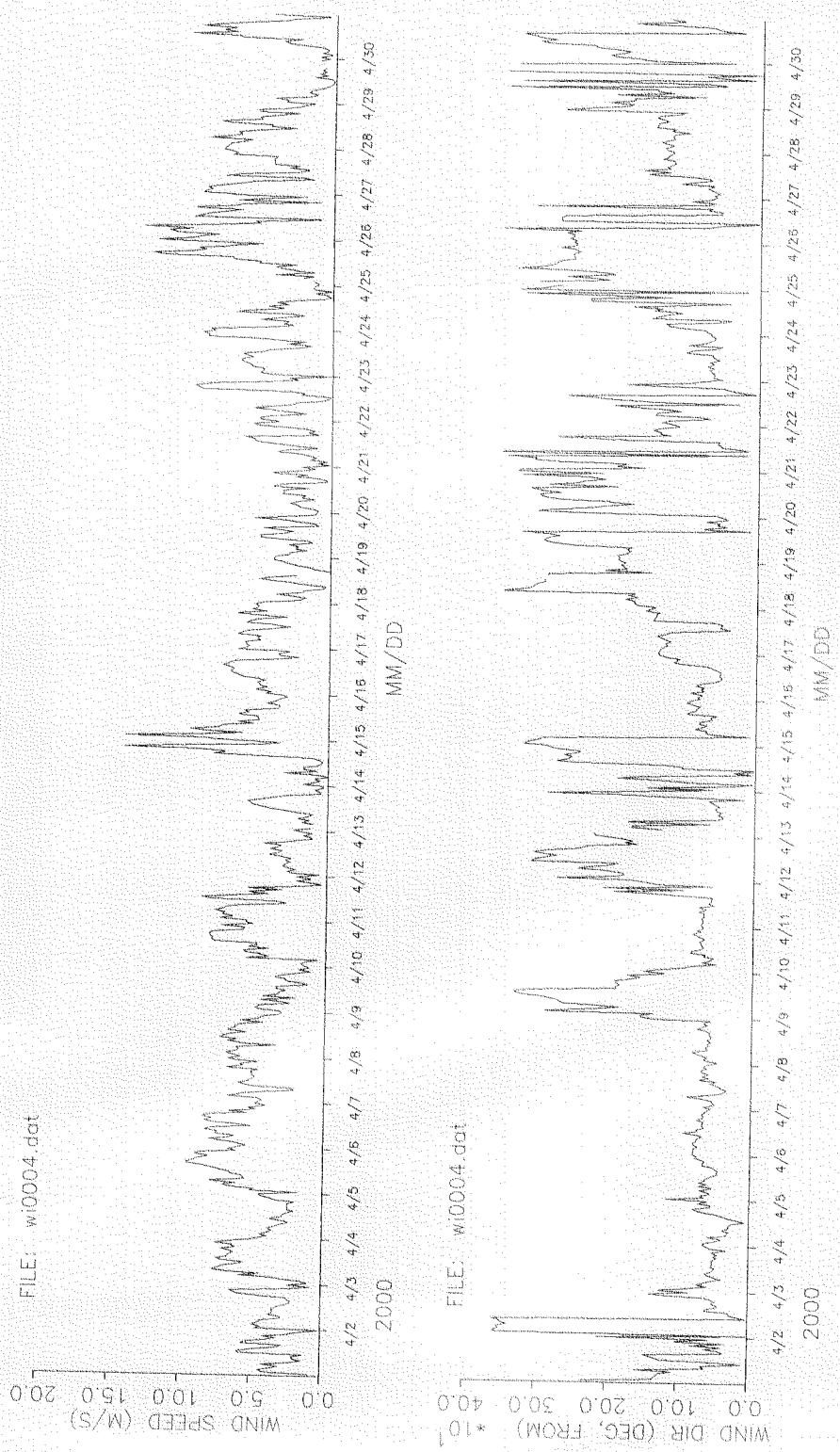


圖 4-4 台北港 89 年 4 月風速、風向逐時圖

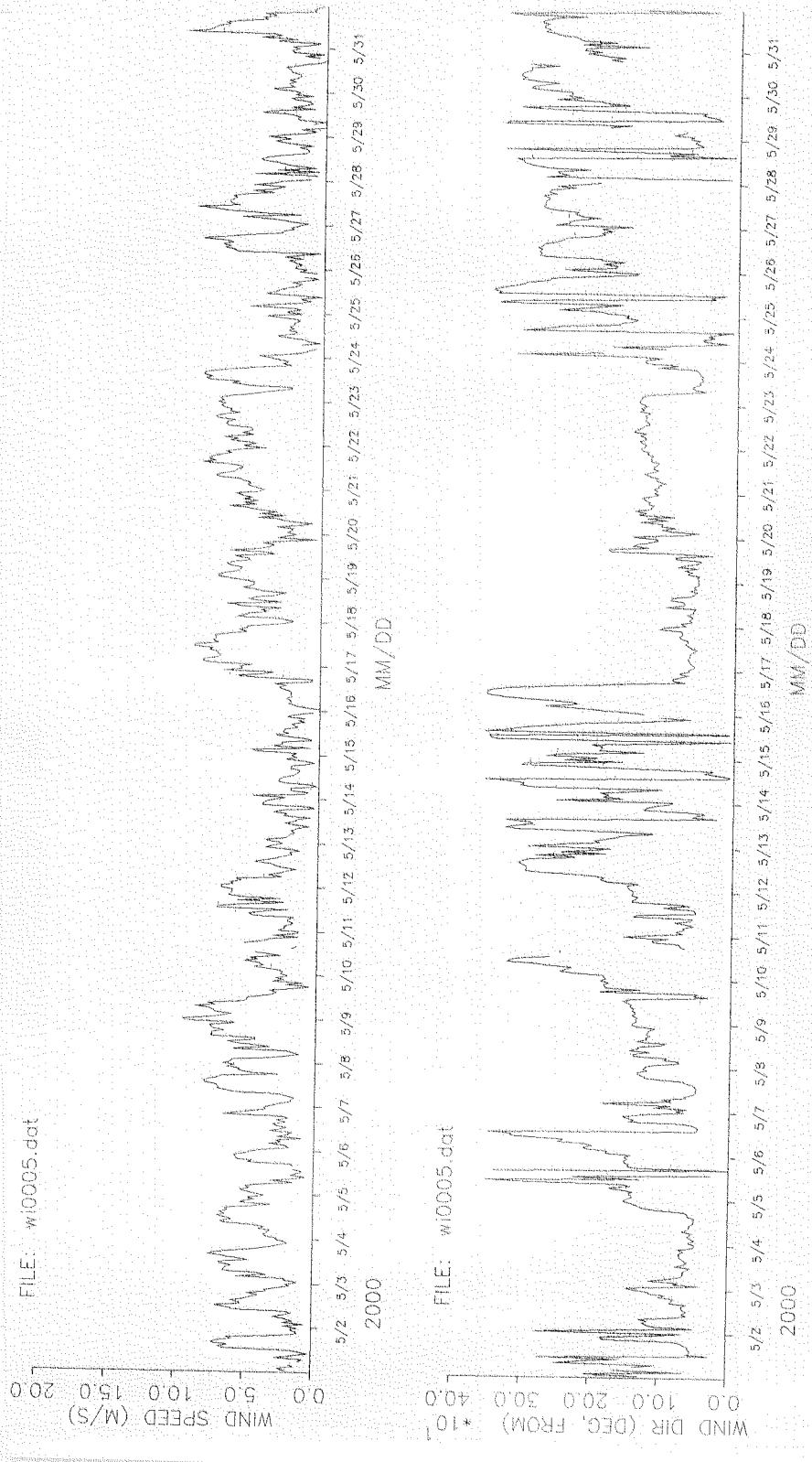


圖 4-5 台北港 89 年 5 月風速、風向逐時圖

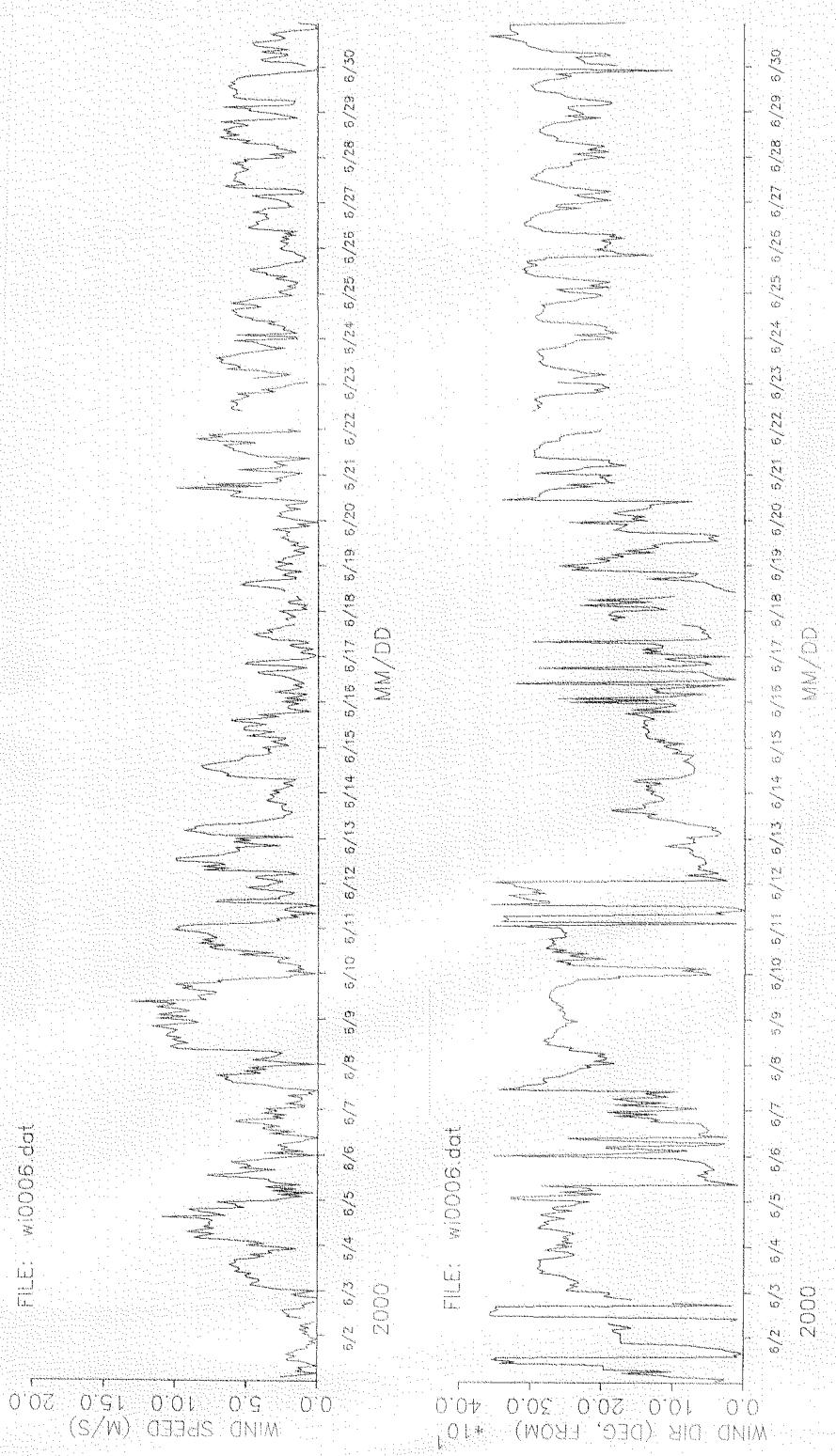


圖 4-6 台北港 89 年 6 月風速、風向逐時圖

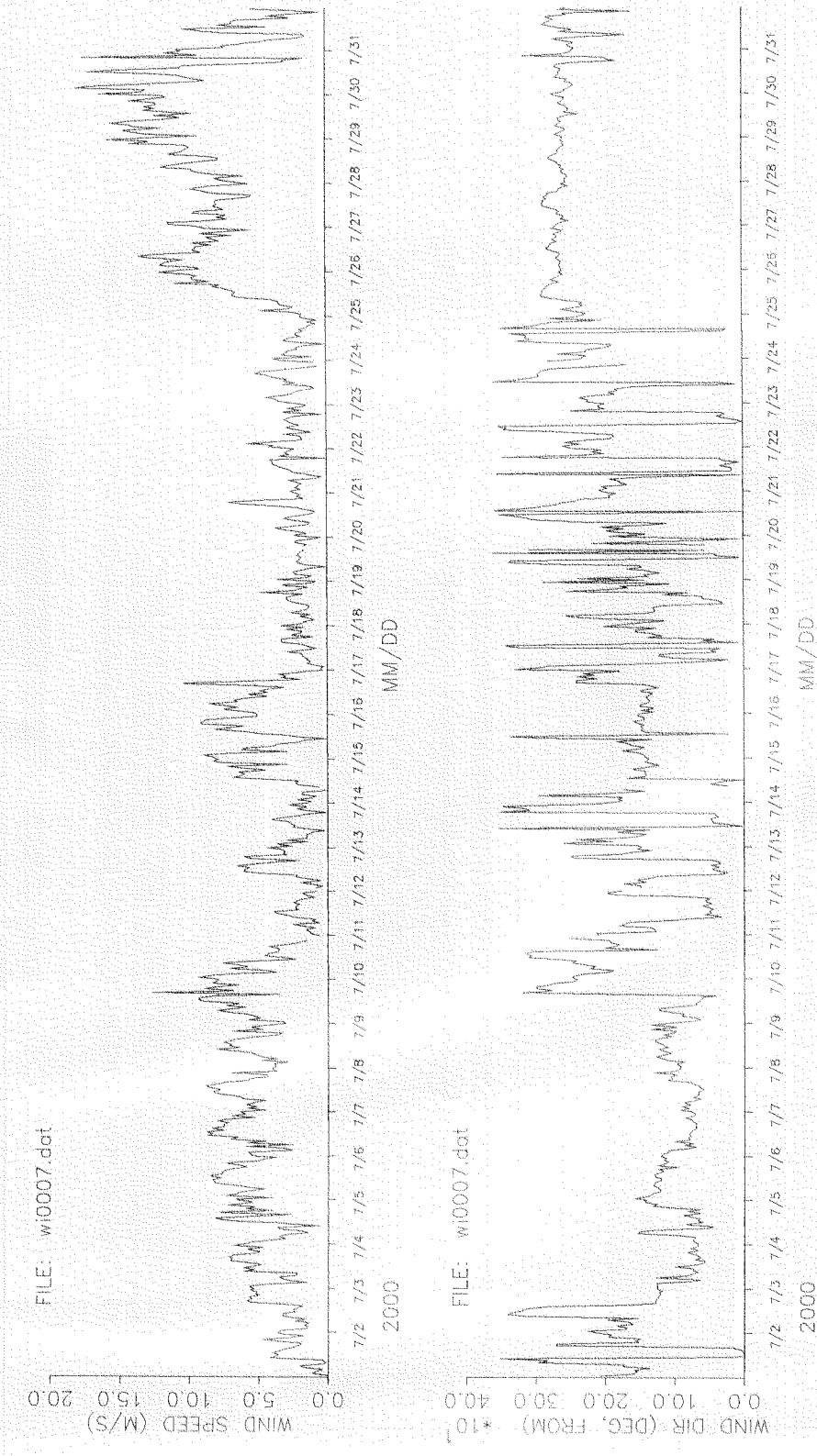


圖 4-7 台北港 89 年 7 月風速、風向逐時圖

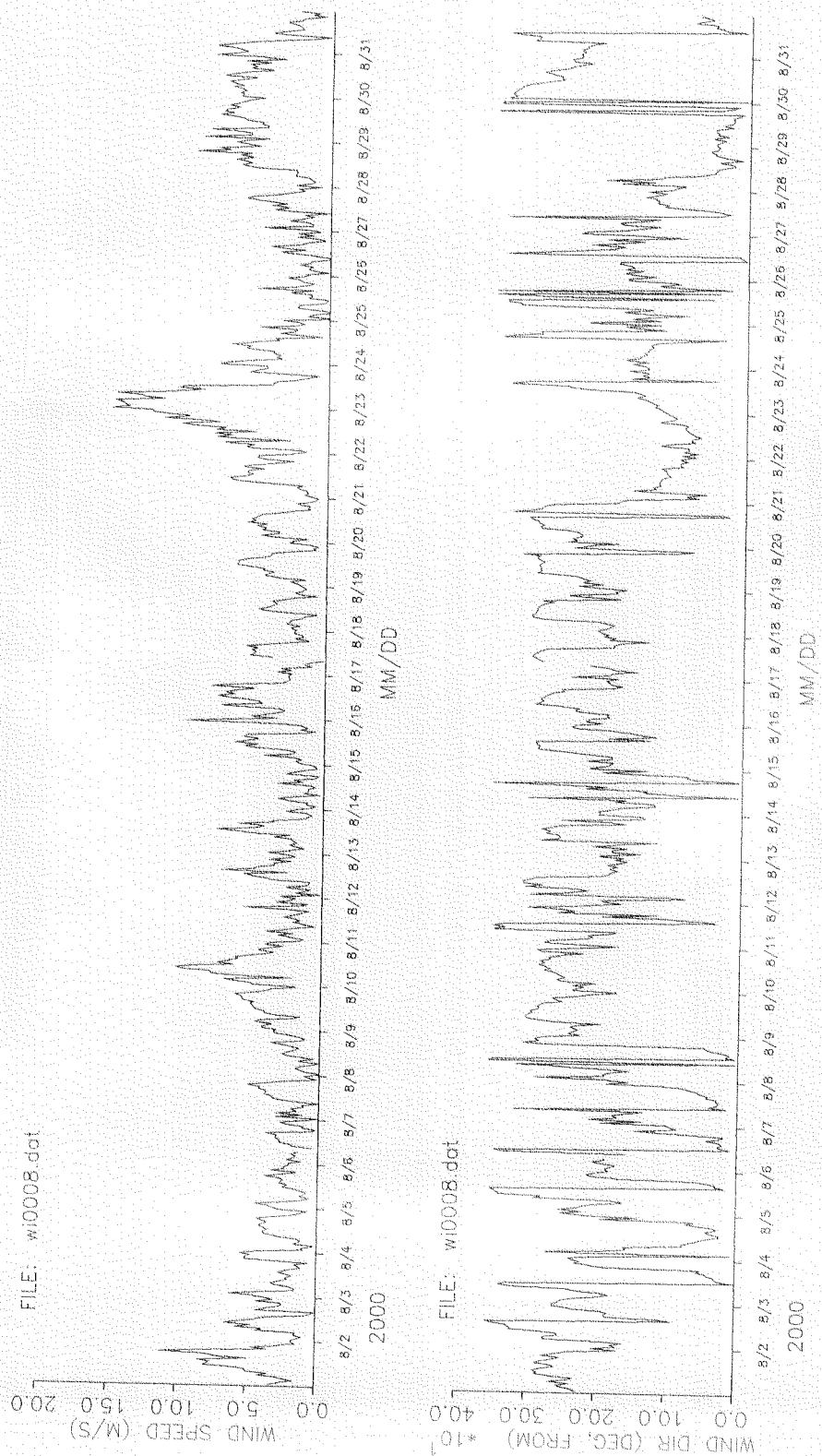


圖 4-8 台北港 89 年 8 月風速、風向逐時圖

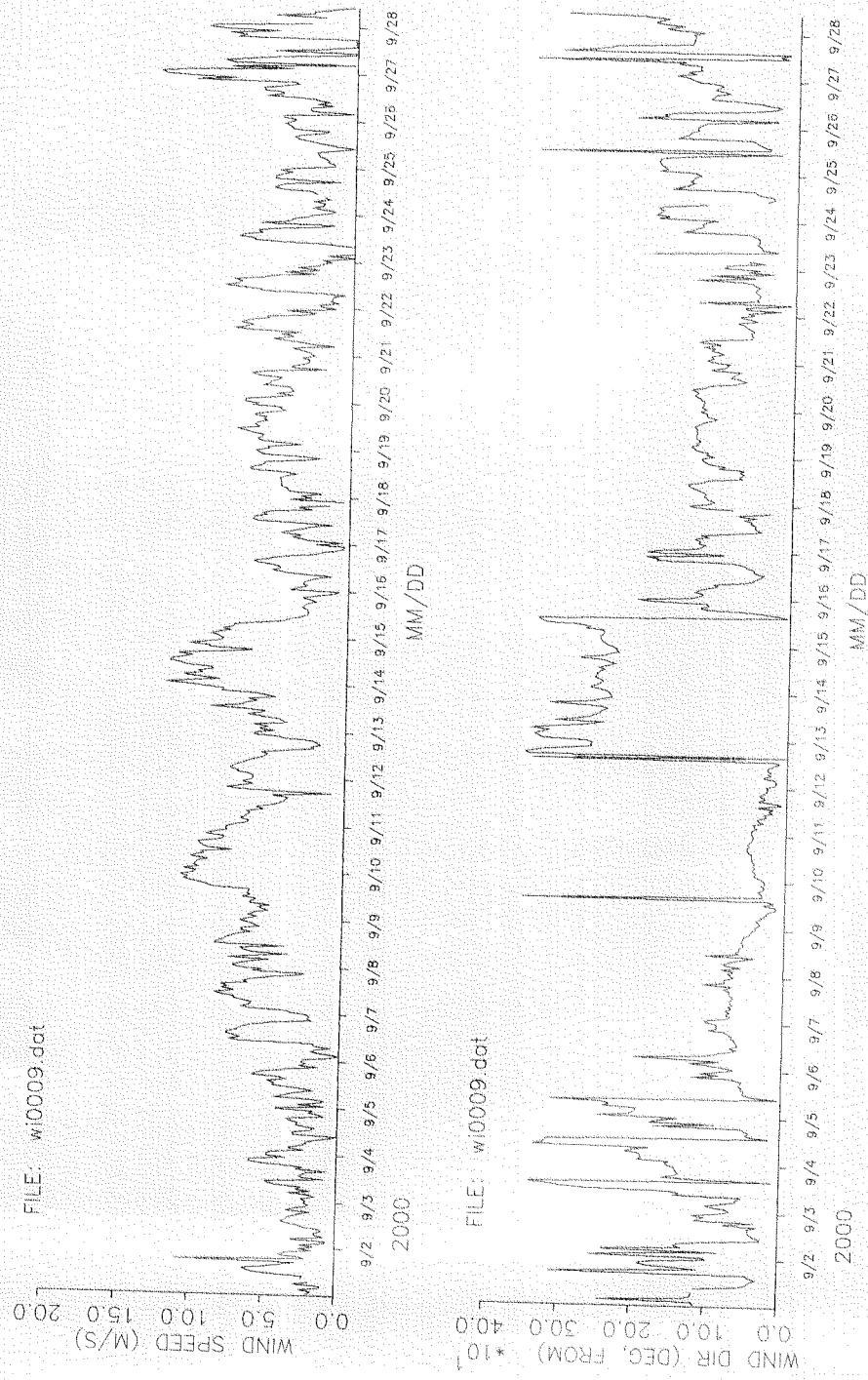


圖 4-9 台北港 89 年 9 月風速、風向逐時圖

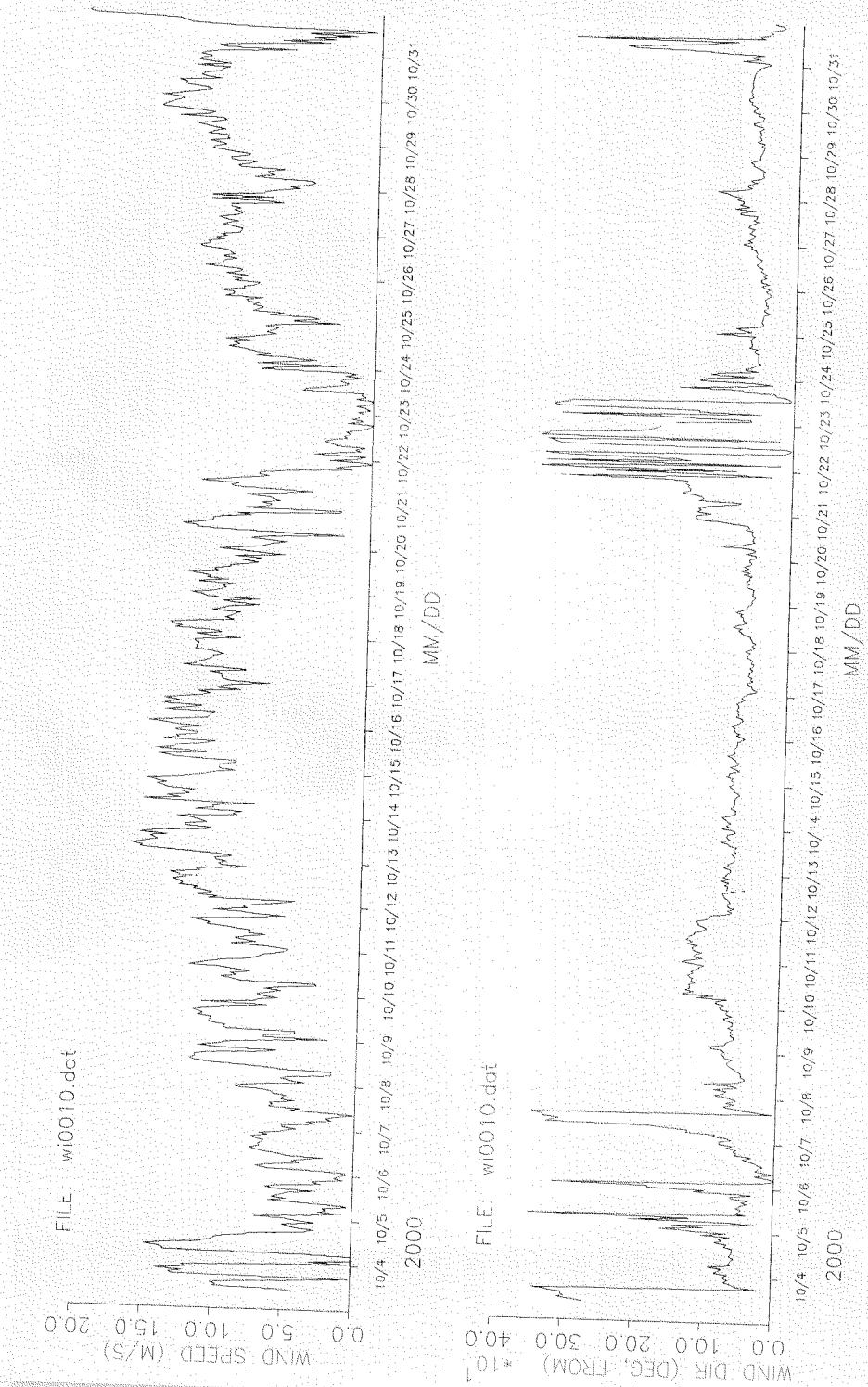


圖 4-10 台北港 89 年 10 月風速、風向逐時圖



圖 4-11 台北港 89 年 11 月風速、風向逐時圖

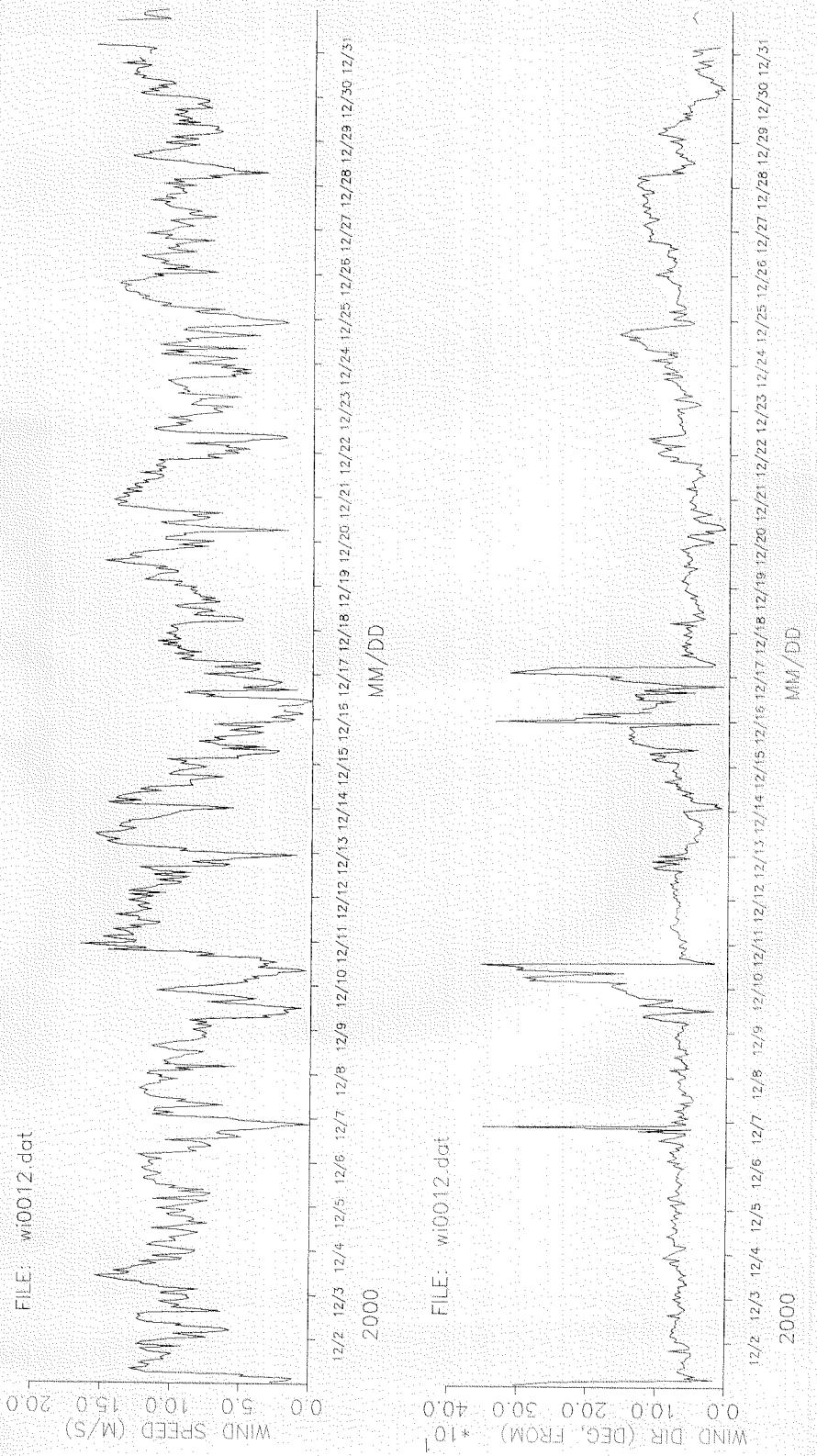


圖 4-12 台北港 89 年 12 月風速、風向逐時圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000.01

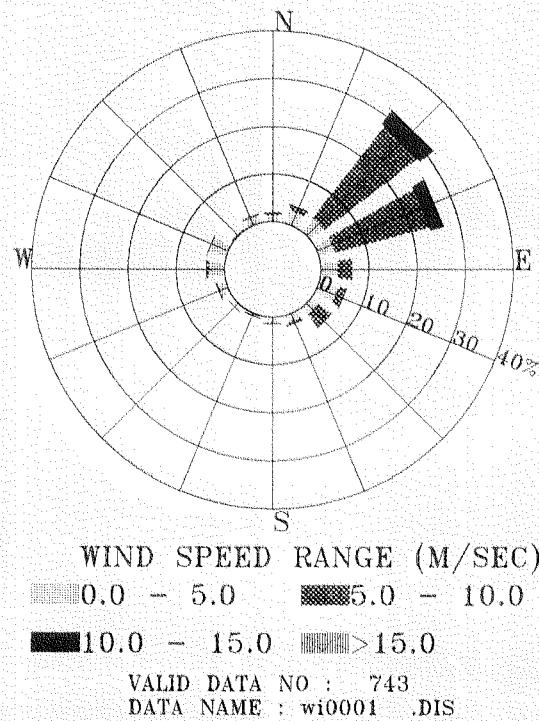


圖 4-13 台北港 89 年 1 月風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000.02

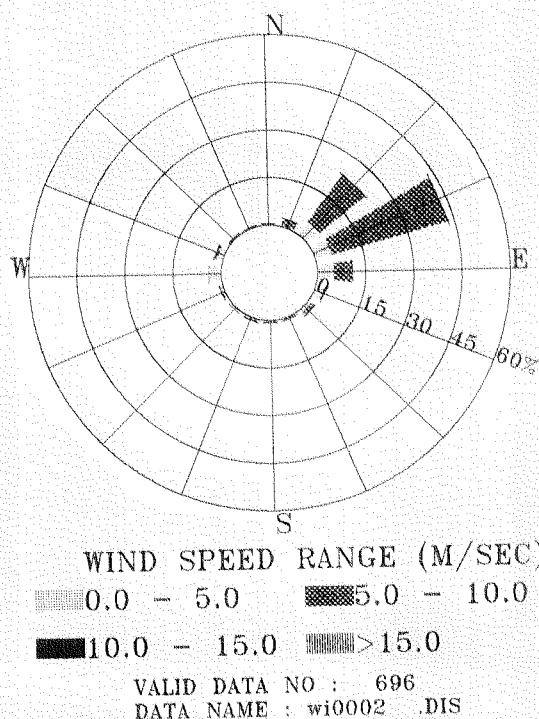


圖 4-14 台北港 89 年 2 月風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000.03

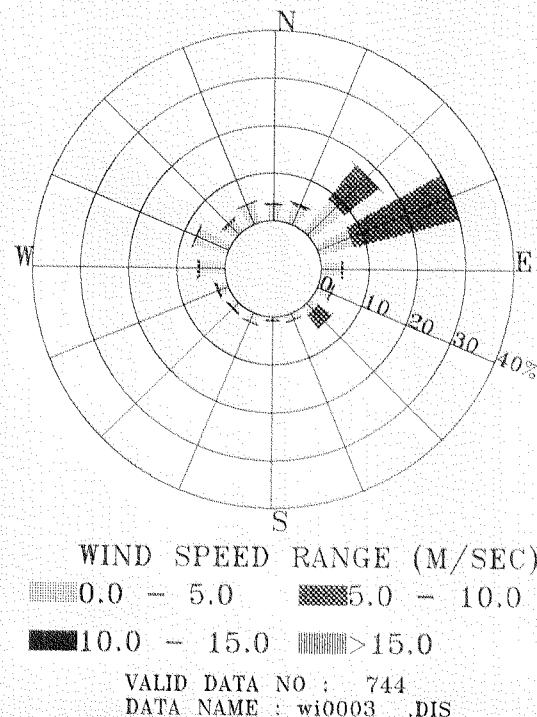


圖 4-15 台北港 89 年 3 月風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000.04

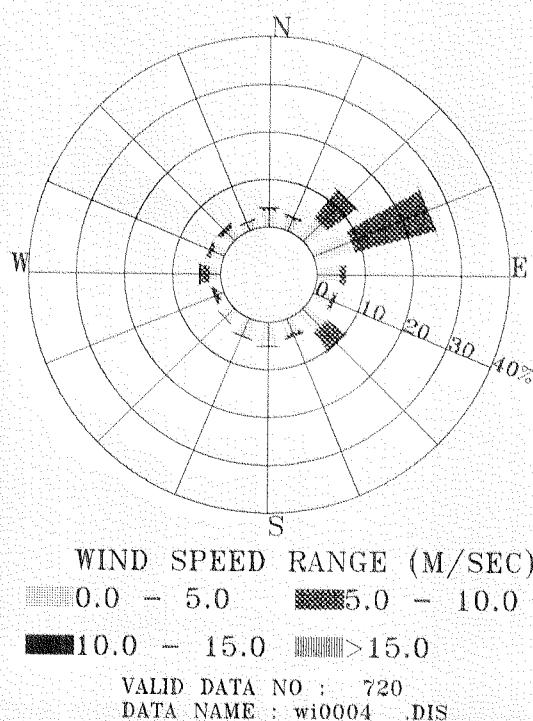


圖 4-16 台北港 89 年 4 月風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000.05

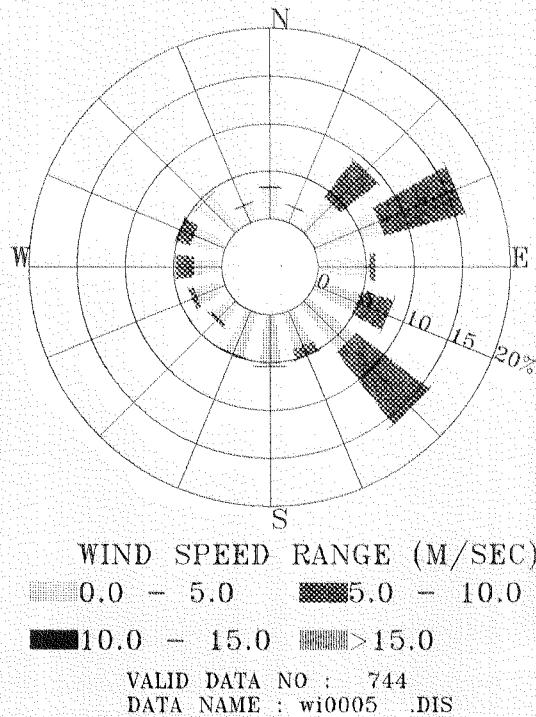


圖 4-17 台北港 89 年 5 月風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000.06

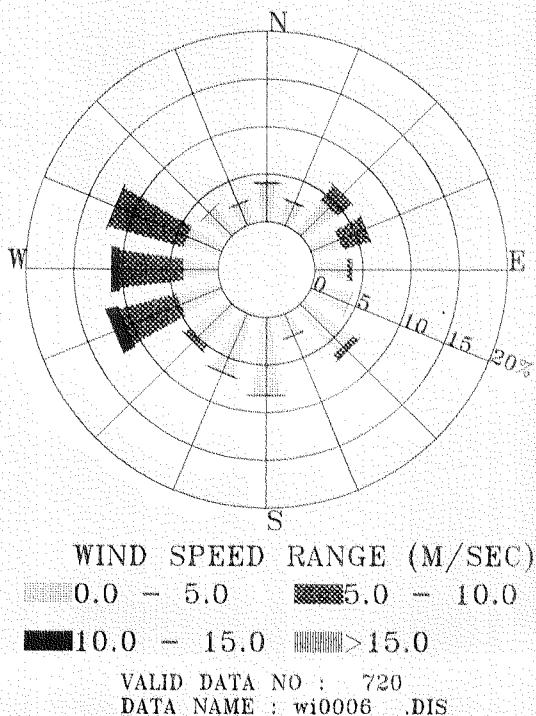


圖 4-18 台北港 89 年 6 月風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000.07

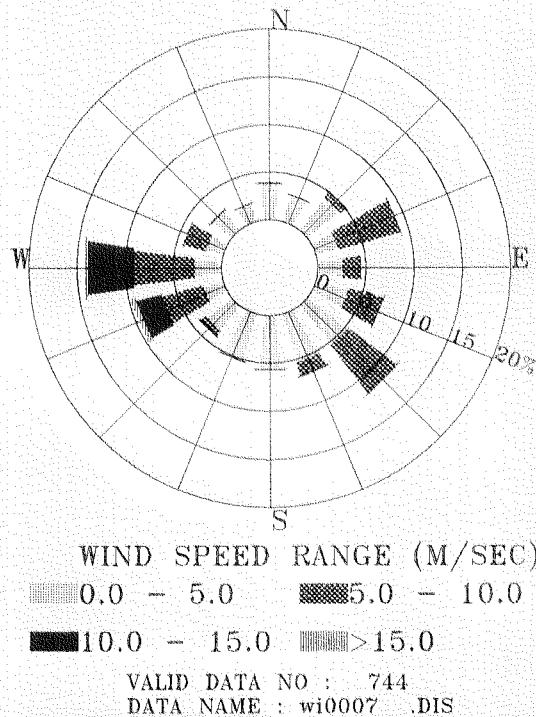


圖 4-19 台北港 89 年 7 月風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000.08

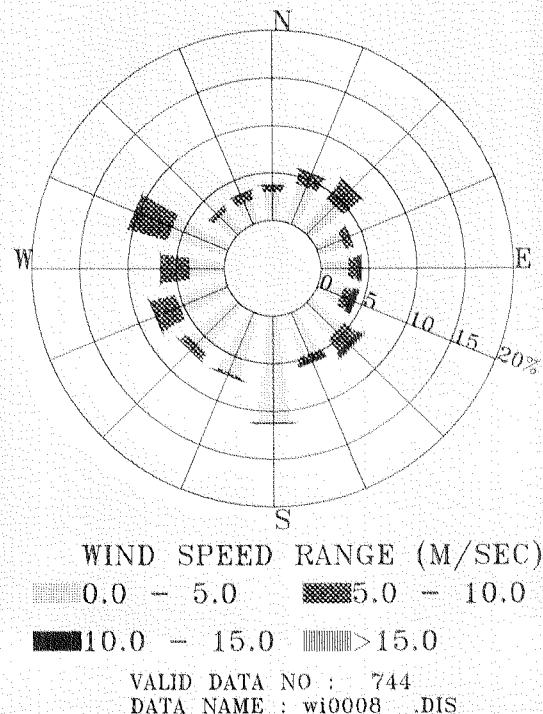


圖 4-20 台北港 89 年 8 月風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000.09

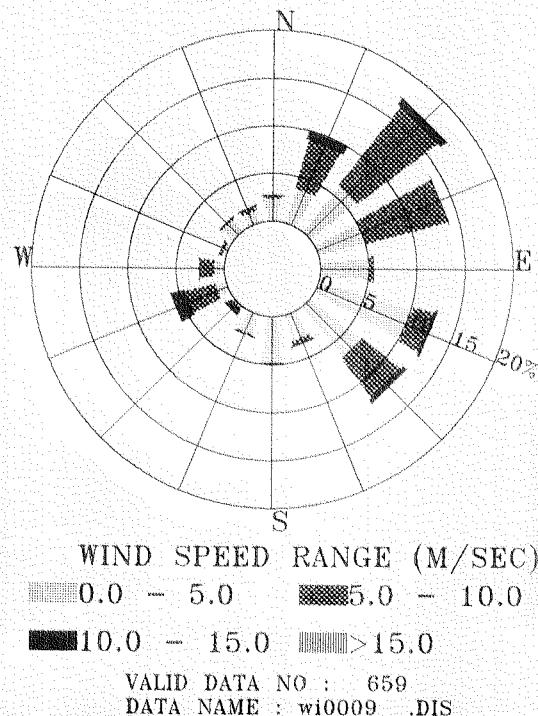


圖 4-21 台北港 89 年 9 月風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000.10

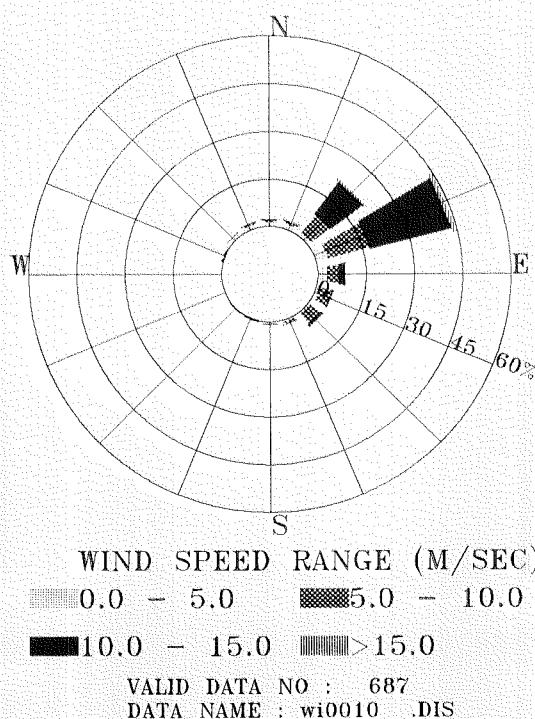


圖 4-22 台北港 89 年 10 月風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000.11

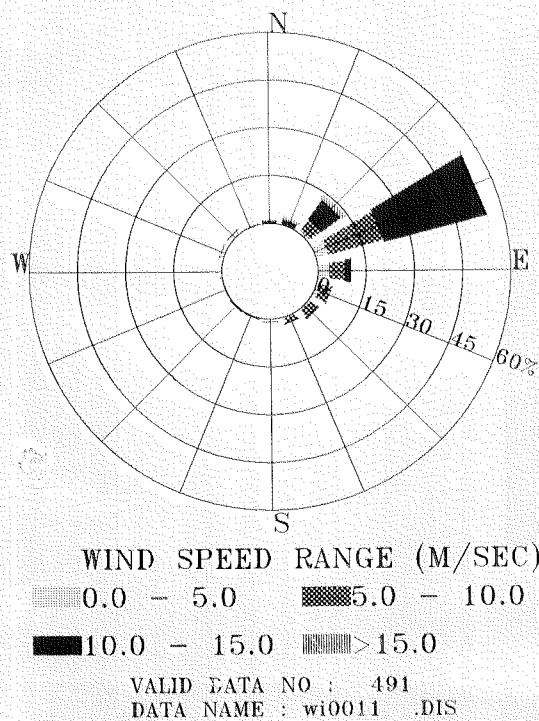


圖 4-23 台北港 89 年 11 月風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000.12

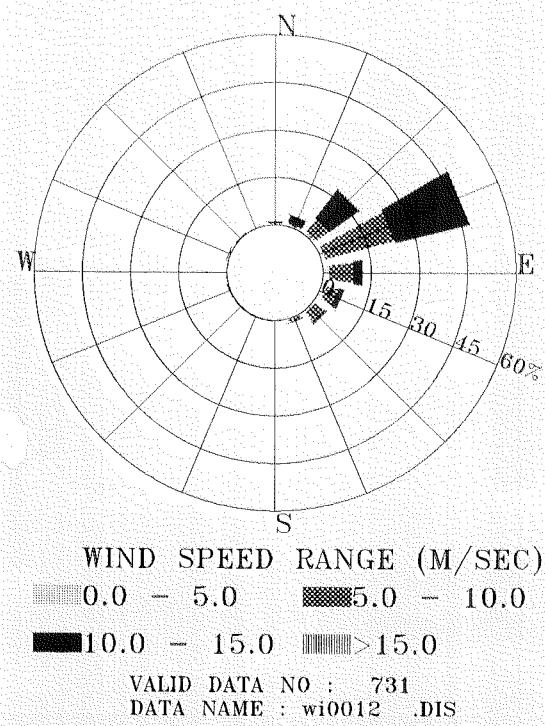


圖 4-24 台北港 89 年 12 月風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000 (Spring)

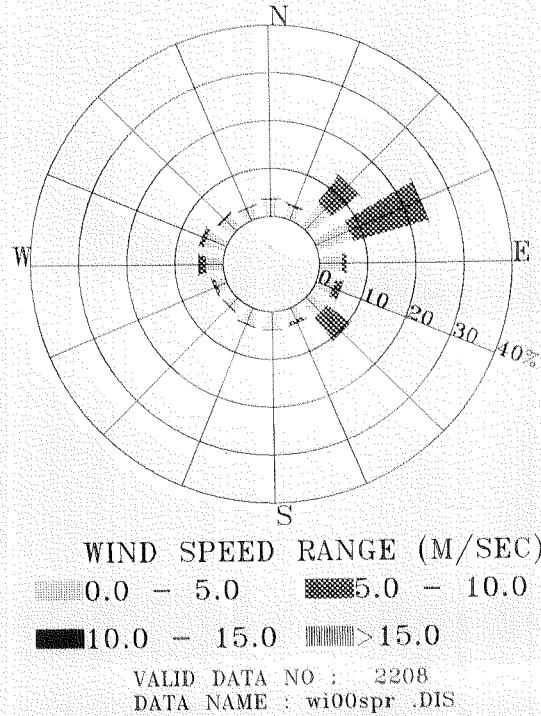


圖 4-25 台北港 89 年春季風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000 (Summer)

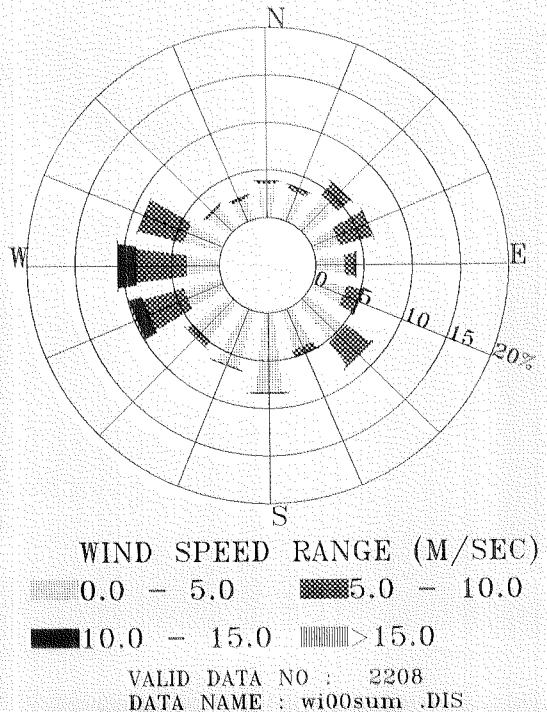


圖 4-26 台北港 89 年夏季風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000 (Autumn)

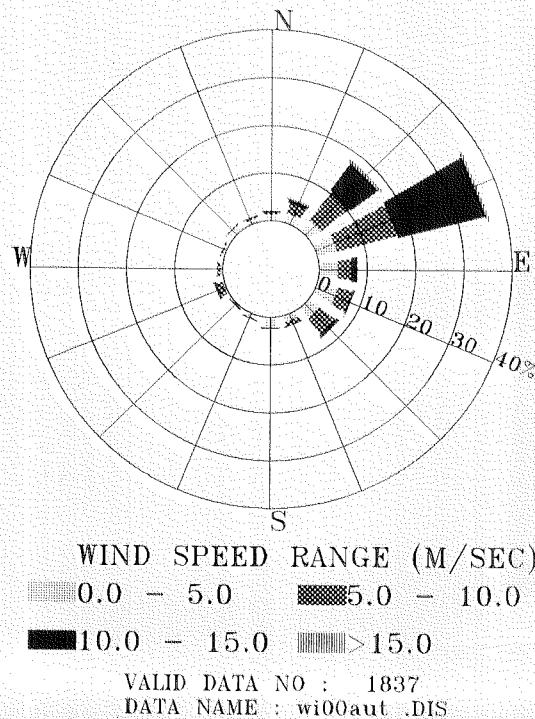


圖 4-27 台北港 89 年秋季風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000 (Winter)

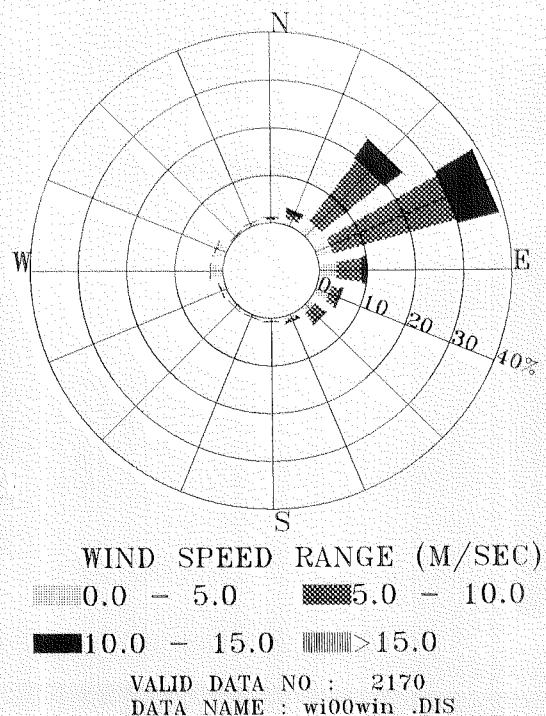


圖 4-28 台北港 89 年冬季風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 2000

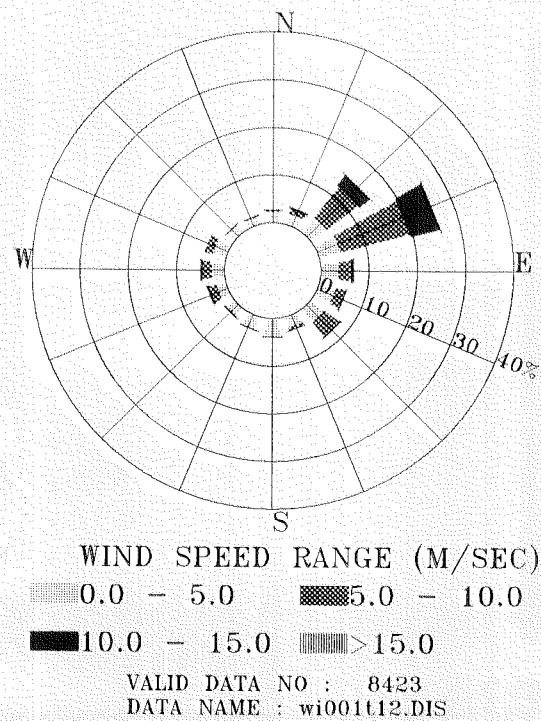


圖 4-29 台北港 89 年全年風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 1996 - 2000 (Spring)

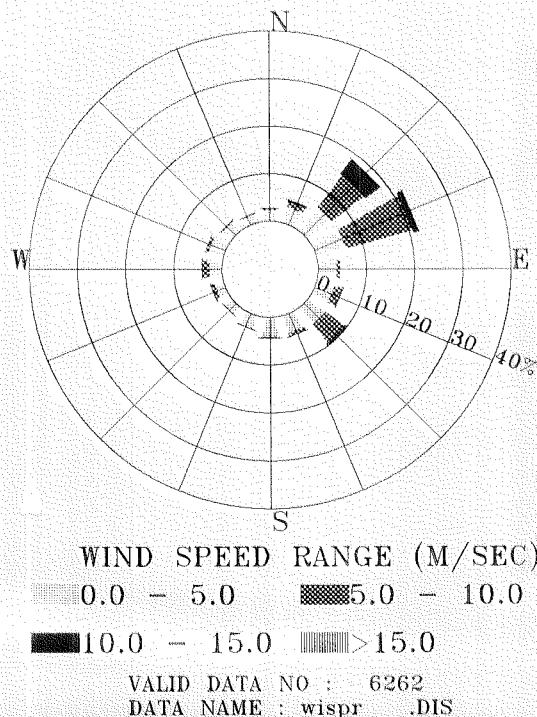


圖 4-30 台北港 85 年 - 89 年五年春季風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 1996 - 2000 (Summer)

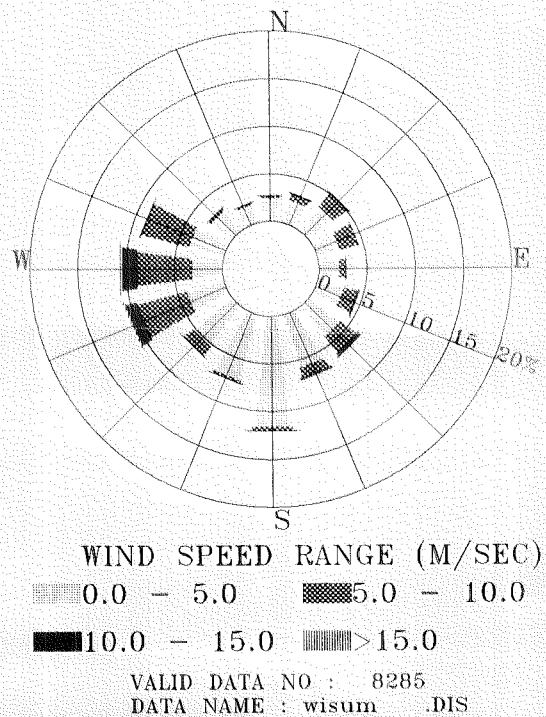


圖 4-31 台北港 85 年 - 89 年五年夏季風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 1996 - 2000 (Autumn)

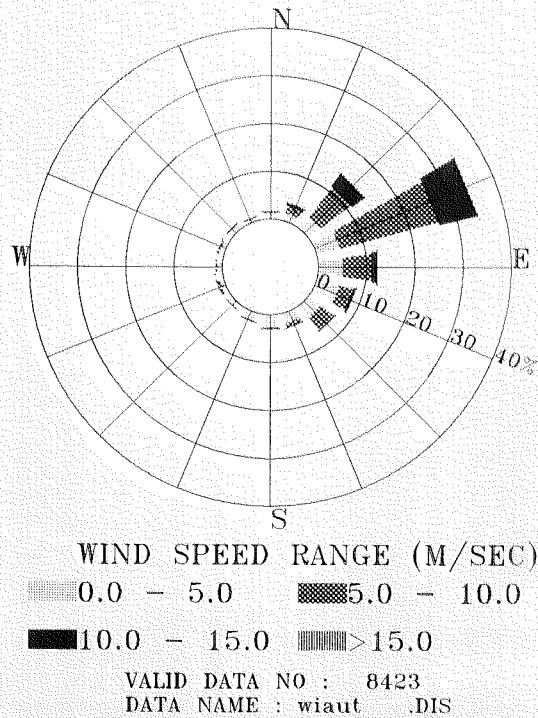


圖 4-32 台北港 85 年 - 89 年五年秋季風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 1996 - 2000 (Winter)

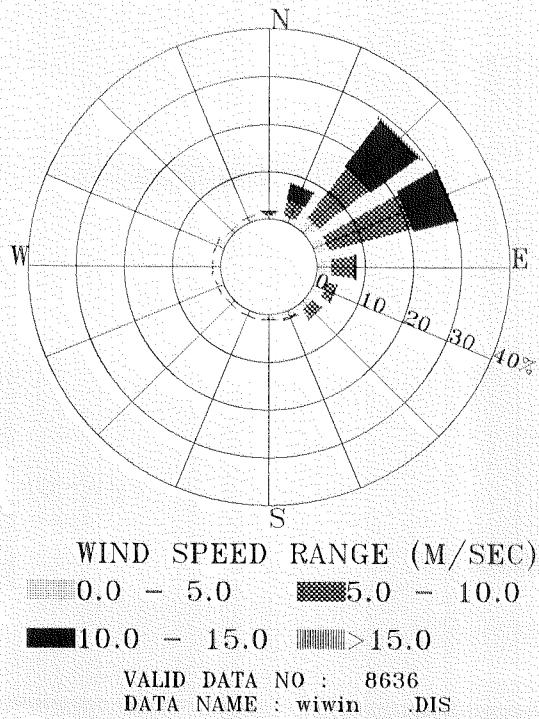


圖 4-33 台北港 85 年 - 89 年五年冬季風速、風向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI HARBOR  
DATE : 1996 - 2000

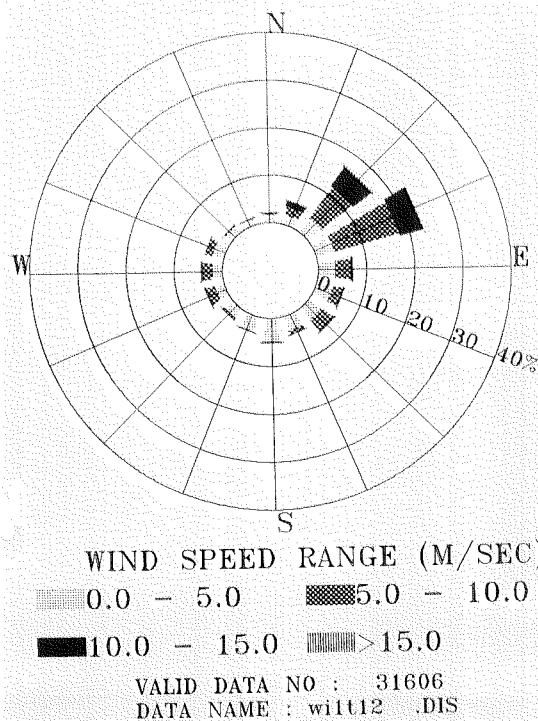


圖 4-34 台北港 85 年 - 89 年五年風速、風向玫瑰圖

## 第五章 波浪資料處理

波向定義取正北為零度，順時針為正，表示波浪之來向。

### 5.1 波浪統計分析

#### 5.1.1 89 年波高、週期逐時圖及月統計分析

89 年 1 月 ~ 89 年 12 月波高、週期及波向之逐時圖，各如圖 5-1~圖 5-10 所示。月統計分析，各如表 5-1~表 5-10 所示。

#### 5.1.2 89 年波高、週期季統計分析

89 年 1 月 ~ 89 年 12 月波高、週期之季統計分析，如表 5-11~表 5-14 所示。台北港 89 年春季最大波高、相對週期各為 465.0 cm、6.1sec。夏季最大波高、相對週期各為 396.4 cm、10sec。秋季最大波高、相對週期各為 796.4cm、12.6sec。冬季最大波高、相對週期各為 798.2 cm、8.1sec。

#### 5.1.3 89 年波高、週期年統計分析

89 年 1 月 ~ 89 年 12 月波高、週期之年統計分析，如表 5-15 所示。全年最大波高、相對週期各為 798.2 cm、8.1 sec。

#### 5.1.4 85 年 - 89 年五年波高、週期季統計分析

85 年 - 89 年五年波高、週期之季統計分析，如表 5-16~表 5-19 所示。台北港 85 年 - 89 年五年來春季最大波高、相對週期各為 587.6 cm、8.7sec。夏季最大波高、相對週期各為 958.0 cm、8.8sec。秋季最大波高、相對週期各為 992.1cm、9.2sec。冬季最大波高、相對週期各為 798.2 cm、8.1 sec。

#### 5.1.5 85 年 - 89 年五年波高、週期年統計分析

85 年 - 89 年五年波高、週期之年統計分析，如表 5-20 所示。85 年 - 89 年五年最大波高、相對週期各為 992.1cm、9.2sec。

### 5.2 波高、週期聯合分佈

### **5.2.1 89 年波高、週期之月聯合分佈**

89 年 1 月~ 89 年 12 月波高、週期之月聯合分佈，各如表 5-21~表 5-30 所示。

在波高、週期之聯合分佈中，波高分成 0cm~50cm、50cm~100cm、100cm~150cm、150cm~200cm、200cm~250cm... 等。週期分成 0~2sec、2~4sec、4~6sec、6~8sec、8~10sec... 等。

整理 89 年 1 月~ 89 年 12 月主要波高、週期及其所佔比率，如表 5-31 所示。

### **5.2.2 89 年波高、週期之季聯合分佈**

89 年 1 月~ 89 年 12 月波高、週期之季聯合分佈，各如表 5-32~表 5-35 所示。89 年春季示性波高以介於 50 cm~100cm 最多，約佔 39 %，週期主要分佈於 4sec~6sec，約佔 52 %。89 年夏季示性波高以介於 0 cm~50 cm 最多，約佔 47 %，週期主要分佈於 4sec~6sec，約佔 63 %。89 年秋季示性波高以介於 0 cm~50 cm 最多，約佔 27 %，週期主要分佈於 4sec~6sec，約佔 41 %。89 年冬季示性波高以介於 100cm~150cm 最多，約佔 26 %，週期主要分佈於 6 sec~8 sec，約佔 62 %。

### **5.2.3 89 年波高、週期之年聯合分佈**

89 年 1 月~ 89 年 12 月波高、週期之年聯合分佈，如表 5-36 所示。89 年全年示性波高以介於 50 cm~100 cm 最多，約佔 30 %，週期主要分佈於 6sec~8sec，約佔 43 %。

### **5.2.4 85 年 - 89 年五年波高、週期之季聯合分佈**

85 年~89 年五年波高、週期之季聯合分佈，各如表 5-37~表 5-40 所示。85 年~89 年五年來春季示性波高以介於 0 cm~50 cm 最多，約佔 44 %，週期主要分佈於 4sec~6sec，約佔 53 %。夏季示性波高以介於 0 cm~50 cm 最多，約佔 54 %，週期主要分佈於 4sec~6sec，約佔 66 %。秋季示性波高以介於 50 cm~100 cm 最多，約佔 30 %，週期主要分佈於 6sec~8sec，約佔 47 %。冬季示性波高以介於 100 cm~150cm 最多，約佔 25 %，週期主要分佈於 6 sec~8 sec,

約佔 59 %。

### 5.2.5 85 年 - 89 年五年波高、週期之年聯合分佈

85 年 - 89 年五年波高、週期之年聯合分佈，如表 5-41 所示。85 年 - 89 年五年示性波高以介於 0 cm~50 cm 最多，約佔 32 %，其次為 50 cm~100 cm，約佔 30 %。週期主要分佈於 4 sec~6 sec，約佔 45 %，其次為 6 sec~8 sec，約佔 42 %。

## 5.3 波高、波向聯合分佈及玫瑰圖

### 5.3.1 89 年四季波高、波向聯合分佈及玫瑰圖

89 年四季波高、波向聯合分佈，各如表 5-42~表 5-45 所示。同期間玫瑰圖，各如圖 5-11~圖 5-14 所示。89 年春季波向以來自 NEN 向最多，約佔 37%。夏季波向以來自 WNW 向最多，約佔 20%。秋季波向以來自 N 向最多，約佔 33%。冬季波向以來自 N 向最多，約佔 45 %。

### 5.3.2 89 年波高、波向年聯合分佈及玫瑰圖

89 年 1 月 ~ 89 年 12 月波高、波向年聯合分佈，如表 5-46 所示。同期間玫瑰圖，如圖 5-15 所示。89 年全年波向以來自 NNE 方向最多，約佔 34%。其次為 N 方向，約佔 29 %。

### 5.3.3 85 年 - 89 年五年波高、波向之季聯合分佈及玫瑰圖

85 年 ~ 89 年五年波高、波向之季聯合分佈，各如表 5-47~表 5-50 所示。同期間玫瑰圖，各如圖 5-16~圖 5-19 所示。85 年 ~ 89 年五年春季波向以來自 NNE 向最多，約佔 35%。夏季波向以來自 WNW 向最多，約佔 25%。秋季波向以來自 N 向最多，約佔 38%。冬季波向以來自 NNE 向最多，約佔 45 %。

### 5.3.4 85 年 - 89 年五年波高、波向之聯合分佈及玫瑰圖

85 年 - 89 年五年波高、波向聯合分佈，如表 5-51 所示。同期間玫瑰圖，如圖 5-20 所示。85 年 - 89 年五年波向以來自 N 方向最多，約佔 33%。其次為 NNE 方向，約佔 31%。

## 5.4 能譜分析

台北港 89 年 12 月 11 日 15 時東北季風時之頻譜圖，如圖 5-21 所示。由圖可知，頻譜能量大致集中於 Peak period 附近，Peak period 為 9.5 sec，示性波高  $H_{1/3}$  為 377 cm，示性週期  $T_{1/3}$  為 8.8 sec。

## 5.5 颱風期間波浪

89 年 1 月 ~ 89 年 12 月間，颱風波浪如表 5-52 所示。總共取得 3 個颱風波浪資料，個別為碧利斯颱風、巴比侖颱風及寶發颱風。其中，寶發颱風時最大波高  $H_{\max}$  650.7 cm，最大週期  $T_{\max}$  8.8 sec 較大。

## 5.6 綜合波浪分析結果

由以上波浪資料分析，可得台北港波浪有以下特性。

1. 在示性波高與週期聯合分佈方面：

台北港 89 年春季示性波高以介於 50 cm~100 cm 最多，約佔 39 %，週期主要分佈於 4sec~6sec，約佔 52 %。夏季示性波高以介於 0 cm~50 cm 最多，約佔 47 %，週期主要分佈於 4sec~6sec，約佔 63 %。秋季示性波高以介於 0 cm~50 cm 最多，約佔 27 %，週期主要分佈於 4sec~6sec，約佔 41 %。冬季示性波高以介於 100cm~150 cm 最多，約佔 26 %，週期主要分佈於 6 sec ~8 sec，約佔 62 %。全年示性波高以介於 50 cm~100 cm 最多，約佔 30 %，週期主要分佈於 6sec~8sec，約佔 43 %。

台北港 85 年~89 年五年之春季示性波高以介於 0 cm~50 cm 最多，約佔 44%，週期主要分佈於 4sec~6sec，約佔 53 %；夏季示性波高以介於 0 cm~50 cm 最多，約佔 54 %，週期主要分佈於 4sec~6sec，約佔 66 %；秋季示性波高以介於 50 cm~100 cm 最多，約佔 30 %，週期主要分佈於 6sec~8sec，約佔 47 %；冬季示性波高以介於 100 cm~150 cm 最多，約佔 25 %，週期主要分佈於 6 sec~8 sec，約佔 59 %。五年示性波高以介於 0 cm~50 cm 最多，約佔 32 %，其次為 50 cm~100 cm，約佔 30 %。週期主要分佈於 4 sec~6 sec，約佔 45 %，其次為 6 sec~8 sec，約佔 42 %。

## 2.在波向方面：

台北港 89 年春季波向以來自 NNE 向最多，約佔 37%。夏季期波向以來自 WNW 向最多，約佔 20%。秋季波向以來自 N 向最多，約佔 33%。冬季波向以來自 N 向最多，約佔 45 %。

台北港 85 年~ 89 年五年春季波向以來自 NNE 向最多，約佔 35%；夏季波向以來自 WNW 向最多，約佔 25%；秋季波向以來自 N 向最多，約佔 38%；冬季波向以來自 NNE 向最多，約佔 45 %。五年波向以來自 N 方向最多，約佔 33%。其次為 NNE 方向，約佔 31 %。

## 3.在最大波高、相對週期方面：

台北港 89 年春季最大波高、相對週期各為 465.0 cm、6.1sec。夏季最大波高、相對週期各為 396.4 cm、10.0sec。秋季最大波高、相對週期各為 796.4cm、12.6sec。冬季最大波高、相對週期各為 798.2cm、8.1sec。全年最大波高、相對週期各為 798.2cm、8.1sec。

台北港 85 年 - 89 年五年春季最大波高、相對週期各為 587.6 cm、8.7sec。夏季最大波高、相對週期各為 958.0 cm、8.8sec。秋季最大波高、相對週期各為 992.1cm、9.2sec。冬季最大波高、相對週期各為 798.2 cm、8.1 sec。五年最大波高、相對週期各為 992.1cm、9.2sec。

## 4.綜合以上 85 年 - 89 年波浪分析結果：

五年示性波高以介於 0 cm~50 cm 最多，約佔 32 %，其次為 50 cm~100 cm，約佔 30 %。週期主要分佈於 4 sec~6 sec, 約佔 45 %，其次為 6 sec~8 sec，約佔 42 %。波向以來自 N 方向最多，約佔 33%。其次為 NNE 方向，約佔 31 %。

五年最大波高、相對週期各為 992.1cm、9.2sec。

表 5-1 台北港 89 年 1 月波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000.01

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	697.4	224.5	36.1	132.1
Tmax(sec)	5.7		5.9	
H1/10(cm)	695.6	206.5	36.6	119.8
T1/10(sec)	11.6		6.9	
H1/3(cm)	502.8	152.5	29.0	85.5
T1/3(sec)	9.3		5.6	
Hmean(cm)	309.3	96.6	18.7	52.4
Tmean(sec)	7.7		4.1	
Valid data no :		681		

表 5-2 台北港 89 年 2 月波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000.02

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	663.4	241.7	58.9	98.7
Tmax(sec)	8.4		6.6	
H1/10(cm)	480.9	221.3	51.6	86.4
T1/10(sec)	9.1		7.4	
H1/3(cm)	328.1	164.1	39.0	61.8
T1/3(sec)	7.9		5.4	
Hmean(cm)	209.0	104.2	25.2	38.4
Tmean(sec)	7.0		3.7	
Valid data no :		638		

表 5-3 台北港 89 年 3 月波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000.03

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	404.6	141.9	30.9	70.6
Tmax(sec)	6.0		3.1	
H1/10(cm)	341.8	129.9	28.1	63.4
T1/10(sec)	8.6		4.7	
H1/3(cm)	251.6	97.1	21.2	46.4
T1/3(sec)	7.2		4.2	
Hmean(cm)	159.4	62.1	13.7	29.1
Tmean(sec)	6.1		2.9	
Valid data no :	720			

表 5-4 台北港 89 年 4 月波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000.04

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	465.0	118.2	29.6	68.0
Tmax(sec)	6.1		7.3	
H1/10(cm)	386.4	108.3	26.6	61.4
T1/10(sec)	6.7		6.4	
H1/3(cm)	274.5	81.4	19.7	45.0
T1/3(sec)	6.0		4.8	
Hmean(cm)	171.3	52.7	13.0	28.4
Tmean(sec)	7.0		3.2	
Valid data no :	680			

表 5-5 台北港 89 年 5 月波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000.05

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	379.9	80.2	38.9	42.9
Tmax(sec)	7.0		5.0	
H1/10(cm)	297.5	72.9	36.2	36.5
T1/10(sec)	8.1		4.3	
H1/3(cm)	212.5	55.3	27.9	27.2
T1/3(sec)	7.3		3.6	
Hmean(cm)	135.5	36.3	18.9	17.3
Tmean(sec)	6.4		2.8	
Valid data no :	429			

表 5-6 台北港 89 年 6 月波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000.06

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	386.9	104.3	22.8	61.6
Tmax(sec)	6.7		6.2	
H1/10(cm)	305.5	92.7	23.4	52.4
T1/10(sec)	6.9		4.4	
H1/3(cm)	221.4	69.8	18.3	38.9
T1/3(sec)	6.3		4.1	
Hmean(cm)	140.3	45.1	12.7	24.7
Tmean(sec)	5.3		3.2	
Valid data no :	514			

表 5-7 台北港 89 年 8 月波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000.08

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	396.4	88.5	22.1	59.3
Tmax(sec)	10.0		2.5	
H1/10(cm)	349.0	80.5	23.0	52.7
T1/10(sec)	9.6		4.7	
H1/3(cm)	266.7	60.8	18.4	39.0
T1/3(sec)	8.2		4.0	
Hmean(cm)	173.6	39.5	12.8	24.9
Tmean(sec)	6.3		3.0	
Valid data no :	744			

表 5-8 台北港 89 年 9 月波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000.09

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	796.4	160.3	26.8	156.5
Tmax(sec)	12.6		4.6	
H1/10(cm)	678.6	149.1	26.0	145.7
T1/10(sec)	12.8		5.4	
H1/3(cm)	456.0	109.4	20.2	103.5
T1/3(sec)	11.3		4.3	
Hmean(cm)	267.1	68.9	13.7	63.3
Tmean(sec)	7.3		3.1	
Valid data no :	625			

表 5-9 台北港 89 年 11 月波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000.11

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	740.8	246.4	52.9	126.1
Tmax(sec)	8.5		5.3	
H1/10(cm)	695.5	224.5	54.7	113.9
T1/10(sec)	10.8		6.5	
H1/3(cm)	485.2	165.2	41.4	81.4
T1/3(sec)	9.3		5.7	
Hmean(cm)	277.3	104.0	27.5	49.5
Tmean(sec)	7.1		4.5	
Valid data no :	495			

表 5-10 台北港 89 年 12 月波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000.12

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	798.2	239.2	59.1	119.9
Tmax(sec)	8.1		7.6	
H1/10(cm)	705.7	215.0	52.1	103.9
T1/10(sec)	6.7		7.0	
H1/3(cm)	487.3	158.9	41.0	73.8
T1/3(sec)	6.7		5.8	
Hmean(cm)	298.3	100.6	27.5	45.1
Tmean(sec)	5.0		4.3	
Valid data no :	711			

表 5-11 台北港 89 年春季波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000 (Spring)

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	465.0	118.6	29.6	68.3
Tmax(sec)	6.1		7.3	
H1/10(cm)	386.4	108.5	26.6	61.4
T1/10(sec)	6.7		6.4	
H1/3(cm)	274.5	81.5	19.7	45.0
T1/3(sec)	6.0		4.8	
Hmean(cm)	171.3	52.6	13.0	28.3
Tmean(sec)	7.0		3.2	
Valid data no :	1829			

表 5-12 台北港 89 年夏季波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000 (Summer)

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	396.4	95.0	22.1	60.7
Tmax(sec)	10.0		2.5	
H1/10(cm)	349.0	85.5	23.0	52.9
T1/10(sec)	9.6		4.7	
H1/3(cm)	266.7	64.4	18.3	39.2
T1/3(sec)	8.2		4.1	
Hmean(cm)	173.6	41.8	12.7	24.9
Tmean(sec)	6.3		3.2	
Valid data no :	1258			

表 5-13 台北港 89 年秋季波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000 (Autumn)

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	796.4	198.4	26.8	150.0
Tmax(sec)	12.6		4.6	
H1/10(cm)	695.5	182.4	26.0	137.7
T1/10(sec)	10.8		5.4	
H1/3(cm)	485.2	134.1	20.2	98.3
T1/3(sec)	9.3		4.3	
Hmean(cm)	277.3	84.4	13.7	60.2
Tmean(sec)	7.1		3.1	
Valid data no :	1120			

表 5-14 台北港 89 年冬季波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000 (Winter)

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	798.2	235.0	36.1	118.3
Tmax(sec)	8.1		5.9	
H1/10(cm)	705.7	214.1	36.6	104.7
T1/10(sec)	6.7		6.9	
H1/3(cm)	502.8	158.4	29.0	74.7
T1/3(sec)	9.3		5.6	
Hmean(cm)	309.3	100.4	18.7	45.8
Tmean(sec)	7.7		4.1	
Valid data no :	2030			

表 5-15 台北港 89 年全年波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
2000

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	798.2	166.1	22.1	118.8
Tmax(sec)	8.1		2.5	
H1/10(cm)	705.7	151.5	23.0	107.3
T1/10(sec)	6.7		4.7	
H1/3(cm)	502.8	112.5	18.3	77.3
T1/3(sec)	9.3		4.1	
Hmean(cm)	309.3	71.7	12.7	47.7
Tmean(sec)	7.7		3.2	
Valid data no :	6237			

表 5-16 台北港 85 年 - 89 年五年春季波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
1996 - 2000 (Spring)

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	587.6	109.1	21.1	74.7
Tmax(sec)	8.7		4.8	
H1/10(cm)	562.0	93.0	17.3	63.4
T1/10(sec)	10.0		4.3	
H1/3(cm)	415.8	71.3	14.4	47.6
T1/3(sec)	9.5		4.1	
Hmean(cm)	249.2	46.3	10.0	30.3
Tmean(sec)	7.8		2.9	
Valid data no :	5430			

表 5-17 台北港 85 年 - 89 年五年夏季波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
1996 - 2000 (Summer)

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	958.0	95.5	12.9	80.5
Tmax(sec)	8.8		3.0	
H1/10(cm)	737.6	79.5	6.1	63.6
T1/10(sec)	9.2		3.9	
H1/3(cm)	570.6	61.1	2.7	48.0
T1/3(sec)	8.4		3.8	
Hmean(cm)	345.1	39.8	1.1	30.3
Tmean(sec)	7.5		3.6	
Valid data no :	4128			

表 5-18 台北港 85 年 - 89 年五年秋季波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
1996 - 2000 (Autumn)

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm)	992.1	179.3	21.1	129.5
Tmax(sec)	9.2		5.7	
H1/10(cm)	953.7	151.7	19.6	111.7
T1/10(sec)	11.3		4.7	
H1/3(cm)	875.4	115.4	15.7	82.8
T1/3(sec)	10.3		3.9	
Hmean(cm)	503.7	73.9	10.6	51.0
Tmean(sec)	8.1		3.0	
Valid data no :	5046			

表 5-19 台北港 85 年 - 89 年五年冬季波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
1996 - 2000 (Winter)

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm )	798.2	218.9	2.8	120.4
Tmax(sec)	8.1		2.3	
H1/10(cm )	797.8	192.1	1.8	106.7
T1/10(sec)	10.4		3.3	
H1/3(cm )	502.8	144.0	1.4	76.8
T1/3(sec)	9.3		3.2	
Hmean(cm )	309.3	91.7	0.8	47.5
Tmean(sec)	7.7		2.9	
Valid data no :	4523			

表 5-20 台北港 85 年 - 89 年五年波高、週期統計結果

TAIPEI HARBOR WAVE H & T STATISTICAL RESULTS  
1996 - 2000

	MAX.	MEAN	MIN.	STAND DEVIATION
Hmax(cm )	992.1	150.6	2.8	115.3
Tmax(sec)	9.2		2.3	
H1/10(cm )	953.7	129.0	1.8	99.9
T1/10(sec)	11.3		3.3	
H1/3(cm )	875.4	97.9	1.4	73.6
T1/3(sec)	10.3		3.2	
Hmean(cm )	503.7	62.9	0.8	45.8
Tmean(sec)	8.1		2.9	
Valid data no :	19127			

表 5-21 台北港 88 年 1 月波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000.01

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	0.00	4.41	3.38	0.00	0.00	0.00	0.00 7.78
50-100	0.00	0.15	8.52	15.71	0.88	0.00	0.00	0.00 25.26
100-150	0.00	0.00	1.91	15.86	2.79	0.00	0.00	0.00 20.56
150-200	0.00	0.00	1.17	15.57	2.79	0.00	0.00	0.00 19.53
200-250	0.00	0.00	0.00	9.69	5.14	0.00	0.00	0.00 14.83
250-300	0.00	0.00	0.00	3.08	2.79	0.00	0.00	0.00 5.87
300-350	0.00	0.00	0.00	0.29	2.64	0.15	0.00	0.00 3.08
350-400	0.00	0.00	0.00	0.15	1.76	0.00	0.00	0.00 1.91
400-450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.15	0.00	0.00 0.59
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00 0.44
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00 0.15
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
%	0.00	0.15	16.01	63.73	19.82	0.29	0.00	0.00 100.00
Valid data no is			681.					

表 5-22 台北港 89 年 2 月波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000.02

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	0.00	1.25	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00 1.57
50-100	0.00	1.10	8.78	7.52	0.00	0.00	0.00	0.00 17.40
100-150	0.00	0.00	2.35	17.08	3.29	0.00	0.00	0.00 22.73
150-200	0.00	0.00	1.88	18.34	7.99	0.00	0.00	0.00 28.21
200-250	0.00	0.00	0.00	13.95	7.68	0.00	0.00	0.00 21.63
250-300	0.00	0.00	0.00	1.88	5.33	0.00	0.00	0.00 7.21
300-350	0.00	0.00	0.00	0.31	0.94	0.00	0.00	0.00 1.25
350-400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
400-450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
%	0.00	1.10	14.26	59.40	25.24	0.00	0.00	0.00 100.00
Valid data no is			638.					

表 5-23 台北港 89 年 3 月波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000.03

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)								%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	>14S	
0- 50	0.00	1.53	10.14	6.67	0.14	0.00	0.00	0.00	18.47
50-100	0.00	0.28	14.86	21.94	1.81	0.00	0.00	0.00	38.89
100-150	0.00	0.00	5.42	18.89	2.36	0.00	0.00	0.00	26.67
150-200	0.00	0.00	1.11	11.67	0.97	0.00	0.00	0.00	13.75
200-250	0.00	0.00	0.00	1.81	0.28	0.00	0.00	0.00	2.08
250-300	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
300-350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
350-400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
400-450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
%	0.00	1.81	31.53	61.11	5.56	0.00	0.00	0.00	100.00

Valid data no is 720.

表 5-24 台北港 89 年 4 月波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000.04

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)								%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	>14S	
0- 50	0.00	7.50	19.71	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	28.68
50-100	0.00	0.88	28.09	13.53	1.47	0.00	0.00	0.00	43.97
100-150	0.00	0.15	8.24	10.00	1.76	0.00	0.00	0.00	20.15
150-200	0.00	0.00	0.59	2.94	0.88	0.00	0.00	0.00	4.41
200-250	0.00	0.00	0.29	0.59	1.62	0.00	0.00	0.00	2.50
250-300	0.00	0.00	0.00	0.15	0.15	0.00	0.00	0.00	0.29
300-350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
350-400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
400-450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
%	0.00	8.53	56.91	28.68	5.88	0.00	0.00	0.00	100.00

Valid data no is 680.

表 5-25 台北港 89 年 5 月波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000.05

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	10.72	49.18	3.03	0.23	0.00	0.00	0.00 63.17
50-100	0.00	2.56	25.17	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00 29.60
100-150	0.00	0.00	2.56	3.03	0.23	0.00	0.00	0.00 5.83
150-200	0.00	0.00	0.00	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00 1.17
200-250	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00 0.23
250-300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
300-350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
350-400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
400-450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
%	0.00	13.29	76.92	9.32	0.47	0.00	0.00	0.00 100.00

Valid data no is 429.

表 5-26 台北港 89 年 6 月波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000.06

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	5.45	30.93	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00 39.88
50-100	0.00	2.72	26.26	10.51	0.00	0.00	0.00	0.00 39.49
100-150	0.00	0.00	9.14	7.39	0.00	0.00	0.00	0.00 16.54
150-200	0.00	0.00	1.95	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00 3.50
200-250	0.00	0.00	0.39	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00 0.58
250-300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
300-350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
350-400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
400-450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
%	0.00	8.17	68.68	23.15	0.00	0.00	0.00	0.00 100.00

Valid data no is 514.

表 5-27 台北港 89 年 8 月波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000.08

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	9.01	34.68	6.99	0.94	0.00	0.00	0.00 51.61
50-100	0.00	1.48	20.43	11.02	3.76	0.54	0.00	0.00 37.23
100-150	0.00	0.00	2.82	3.09	0.40	0.00	0.00	0.00 6.32
150-200	0.00	0.00	0.81	2.02	0.81	0.00	0.00	0.00 3.63
200-250	0.00	0.00	0.00	0.67	0.40	0.00	0.00	0.00 1.08
250-300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00 0.13
300-350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
350-400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
400-450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
%	0.00	10.48	58.74	23.79	6.45	0.54	0.00	0.00 100.00
Valid data no is			744.					

表 5-28 台北港 89 年 9 月波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000.09

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	1.76	41.28	3.52	0.32	0.00	0.00	0.00 46.88
50-100	0.00	1.12	12.64	4.16	1.44	0.16	0.00	0.00 19.52
100-150	0.00	0.00	0.64	2.08	1.44	0.80	0.00	0.00 4.96
150-200	0.00	0.00	0.16	4.48	1.76	0.00	0.00	0.00 6.40
200-250	0.00	0.00	0.00	4.96	2.88	1.12	0.00	0.00 8.96
250-300	0.00	0.00	0.00	1.28	3.04	0.96	0.00	0.00 5.28
300-350	0.00	0.00	0.00	0.64	1.44	2.56	0.16	0.00 4.80
350-400	0.00	0.00	0.00	0.16	0.80	1.44	0.00	0.00 2.40
400-450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.16	0.16	0.00 0.64
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00 0.16
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
%	0.00	2.88	54.72	21.28	13.44	7.36	0.32	0.00 100.00
Valid data no is			625.					

表 5-29 台北港 89 年 11 月波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000.11

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	0.00	1.01	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00 1.62
50-100	0.00	0.00	12.53	10.10	0.00	0.00	0.00	0.00 22.63
100-150	0.00	0.00	7.07	19.19	0.40	0.00	0.00	0.00 26.67
150-200	0.00	0.00	1.62	14.75	2.42	0.00	0.00	0.00 18.79
200-250	0.00	0.00	0.20	9.70	3.03	0.00	0.00	0.00 12.93
250-300	0.00	0.00	0.00	4.24	6.67	0.00	0.00	0.00 10.91
300-350	0.00	0.00	0.00	1.21	2.42	0.20	0.00	0.00 3.84
350-400	0.00	0.00	0.00	0.00	2.22	0.00	0.00	0.00 2.22
400-450	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00 0.20
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00 0.20
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
%	0.00	0.00	22.42	60.00	17.37	0.20	0.00	0.00 100.00
Valid data no is		495.						

表 5-30 台北港 89 年 12 月波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000.12

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	0.00	0.42	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00 0.70
50-100	0.00	0.00	11.11	10.69	0.56	0.00	0.00	0.00 22.36
100-150	0.00	0.00	11.81	21.10	0.70	0.00	0.00	0.00 33.61
150-200	0.00	0.00	1.83	13.36	1.69	0.00	0.00	0.00 16.88
200-250	0.00	0.00	0.42	9.99	2.67	0.00	0.00	0.00 13.08
250-300	0.00	0.00	0.00	4.64	3.66	0.00	0.00	0.00 8.30
300-350	0.00	0.00	0.00	1.55	1.69	0.00	0.00	0.00 3.23
350-400	0.00	0.00	0.00	0.14	1.27	0.00	0.00	0.00 1.41
400-450	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00 0.28
450-500	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00 0.14
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
%	0.00	0.00	25.60	62.17	12.24	0.00	0.00	0.00 100.00
Valid data no is		711.						

表 5-31 台北港 89 年 1 月 ~ 89 年 12 月各月主要示性波高  $H_{1/3}$ 、週期

$T_{1/3}$  及其所佔比率

年	月	主要 $H_{1/3}$ 及所佔比率		主要 $T_{1/3}$ 及所佔比率	
		$H_{1/3}$ (cm)	比率(%)	$T_{1/3}$ (s)	比率(%)
89	1	50-100	25	6-8	64
89	2	150-200	28	6-8	59
89	3	50-100	39	6-8	61
89	4	50-100	44	4-6	57
89	5	0-50	63	4-6	77
89	6	0-50	40	4-6	69
89	8	0-50	52	4-6	59
89	9	0-50	47	4-6	55
89	11	100-150	27	6-8	60
89	12	100-150	34	6-8	62

表 5-32 台北港 89 年春季波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000 (Spring)

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	5.90	22.85	3.88	0.11	0.00	0.00	0.00 32.75
50-100	0.00	1.04	22.20	14.11	1.26	0.00	0.00	0.00 38.60
100-150	0.00	0.05	5.80	11.86	1.64	0.00	0.00	0.00 19.35
150-200	0.00	0.00	0.66	5.96	0.71	0.00	0.00	0.00 7.33
200-250	0.00	0.00	0.11	0.98	0.71	0.00	0.00	0.00 1.80
250-300	0.00	0.00	0.00	0.11	0.05	0.00	0.00	0.00 0.16
300-350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
350-400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
400-450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
%	0.00	7.00	51.61	36.91	4.48	0.00	0.00	0.00 100.00
Valid data no is		1829.						

表 5-33 台北港 89 年夏季波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000 (Summer)

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	7.55	33.15	5.56	0.56	0.00	0.00	0.00 46.82
50-100	0.00	1.99	22.81	10.81	2.23	0.32	0.00	0.00 38.16
100-150	0.00	0.00	5.41	4.85	0.24	0.00	0.00	0.00 10.49
150-200	0.00	0.00	1.27	1.83	0.48	0.00	0.00	0.00 3.58
200-250	0.00	0.00	0.16	0.48	0.24	0.00	0.00	0.00 0.87
250-300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00 0.08
300-350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
350-400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
400-450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
%	0.00	9.54	62.80	23.53	3.82	0.32	0.00	0.00 100.00
Valid data no is		1258.						

表 5-34 台北港 89 年秋季波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000 (Autumn)

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)								%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	>14S	
0- 50	0.00	0.98	23.48	2.23	0.18	0.00	0.00	0.00	26.88
50-100	0.00	0.63	12.59	6.79	0.80	0.09	0.00	0.00	20.89
100-150	0.00	0.00	3.48	9.64	0.98	0.45	0.00	0.00	14.55
150-200	0.00	0.00	0.80	9.02	2.05	0.00	0.00	0.00	11.88
200-250	0.00	0.00	0.09	7.05	2.95	0.63	0.00	0.00	10.71
250-300	0.00	0.00	0.00	2.59	4.64	0.54	0.00	0.00	7.77
300-350	0.00	0.00	0.00	0.89	1.88	1.52	0.09	0.00	4.38
350-400	0.00	0.00	0.00	0.09	1.43	0.80	0.00	0.00	2.32
400-450	0.00	0.00	0.00	0.09	0.18	0.09	0.09	0.00	0.45
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09	0.00	0.00	0.18
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
%	0.00	1.61	40.45	38.39	15.18	4.20	0.18	0.00	100.00

Valid data no is 1120.

表 5-35 台北港 89 年冬季波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000 (Winter)

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)								%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	>14S	
0- 50	0.00	0.00	2.02	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	3.35
50-100	0.00	0.39	9.51	11.38	0.49	0.00	0.00	0.00	21.77
100-150	0.00	0.00	5.52	18.08	2.22	0.00	0.00	0.00	25.81
150-200	0.00	0.00	1.63	15.67	4.04	0.00	0.00	0.00	21.33
200-250	0.00	0.00	0.15	11.13	5.07	0.00	0.00	0.00	16.35
250-300	0.00	0.00	0.00	3.25	3.89	0.00	0.00	0.00	7.14
300-350	0.00	0.00	0.00	0.74	1.77	0.05	0.00	0.00	2.56
350-400	0.00	0.00	0.00	0.10	1.03	0.00	0.00	0.00	1.13
400-450	0.00	0.00	0.00	0.10	0.15	0.05	0.00	0.00	0.30
450-500	0.00	0.00	0.00	0.05	0.15	0.00	0.00	0.00	0.20
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
%	0.00	0.39	18.82	61.82	18.87	0.10	0.00	0.00	100.00

Valid data no is 2030.

表 5-36 台北港 89 年全年波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
2000

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)								%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	>14S	
0- 50	0.00	3.43	18.26	3.09	0.18	0.00	0.00	0.00	24.96
50-100	0.00	0.95	16.47	11.24	1.12	0.08	0.00	0.00	29.85
100-150	0.00	0.02	5.21	12.07	1.43	0.08	0.00	0.00	18.81
150-200	0.00	0.00	1.12	8.83	1.99	0.00	0.00	0.00	11.94
200-250	0.00	0.00	0.13	5.27	2.44	0.11	0.00	0.00	7.95
250-300	0.00	0.00	0.00	1.56	2.13	0.10	0.00	0.00	3.78
300-350	0.00	0.00	0.00	0.40	0.91	0.29	0.02	0.00	1.62
350-400	0.00	0.00	0.00	0.05	0.59	0.14	0.00	0.00	0.79
400-450	0.00	0.00	0.00	0.05	0.08	0.03	0.02	0.00	0.18
450-500	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.02	0.00	0.00	0.10
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
%	0.00	4.39	41.19	42.58	10.95	0.85	0.03	0.00	100.00
Valid data no is		6237.							

表 5-37 台北港 85 年 - 89 年五年春季波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
1996 - 2000 (Spring)

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	3.78	30.96	8.69	0.20	0.00	0.00	0.00 43.63
50-100	0.00	0.48	18.08	15.58	0.90	0.00	0.00	0.00 35.05
100-150	0.00	0.02	4.00	9.01	0.76	0.00	0.00	0.00 13.78
150-200	0.00	0.00	0.31	4.70	0.44	0.00	0.00	0.00 5.45
200-250	0.00	0.00	0.04	0.96	0.50	0.00	0.00	0.00 1.49
250-300	0.00	0.00	0.00	0.11	0.33	0.00	0.00	0.00 0.44
300-350	0.00	0.00	0.00	0.02	0.11	0.00	0.00	0.00 0.13
350-400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00 0.02
400-450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00 0.02
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
%	0.00	4.27	53.39	39.06	3.28	0.00	0.00	0.00 100.00

Valid data no is 5430.

表 5-38 台北港 85 年 - 89 年五年夏季波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
1996 - 2000 (Summer)

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	7.03	37.09	8.58	1.04	0.07	0.00	0.00 53.80
50-100	0.00	1.65	20.59	7.24	1.67	0.27	0.02	0.00 31.44
100-150	0.00	0.19	7.19	3.03	0.07	0.00	0.00	0.00 10.49
150-200	0.00	0.00	1.26	1.60	0.19	0.00	0.00	0.00 3.05
200-250	0.00	0.00	0.07	0.27	0.07	0.00	0.00	0.00 0.41
250-300	0.00	0.00	0.05	0.07	0.12	0.00	0.00	0.00 0.24
300-350	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00 0.10
350-400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00 0.07
400-450	0.00	0.00	0.00	0.02	0.15	0.05	0.00	0.00 0.22
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00 0.10
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00 0.02
550-600	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00 0.05
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
%	0.00	8.87	66.25	20.88	3.59	0.39	0.02	0.00 100.00

Valid data no is 4128.

表 5-39 台北港 85 年 - 89 年五年秋季波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
1996 - 2000 (Autumn)

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	1.80	15.18	5.03	0.32	0.00	0.00	0.00 22.33
50-100	0.00	0.52	15.48	12.47	1.86	0.04	0.00	0.00 30.36
100-150	0.00	0.00	4.34	13.59	1.66	0.26	0.04	0.00 19.90
150-200	0.00	0.00	0.55	10.33	1.96	0.26	0.02	0.00 13.12
200-250	0.00	0.00	0.02	4.44	2.75	0.28	0.10	0.00 7.59
250-300	0.00	0.00	0.00	1.21	2.18	0.28	0.04	0.00 3.71
300-350	0.00	0.00	0.00	0.28	0.75	0.52	0.02	0.00 1.57
350-400	0.00	0.00	0.00	0.04	0.50	0.30	0.00	0.00 0.83
400-450	0.00	0.00	0.00	0.02	0.08	0.10	0.02	0.00 0.22
450-500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.02	0.00	0.00 0.10
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.06	0.00	0.00 0.10
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00 0.04
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.04	0.00	0.00 0.14
%	0.00	2.32	35.57	47.40	12.31	2.16	0.24	0.00 100.00

Valid data no is 5046.

表 5-40 台北港 85 年 - 89 年五年冬季波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
1996 - 2000 (Winter)

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	0.07	5.84	3.21	0.04	0.00	0.00	0.00 9.15
50-100	0.00	0.18	12.56	10.68	0.38	0.00	0.00	0.00 23.79
100-150	0.00	0.00	5.20	18.42	1.50	0.00	0.00	0.00 25.12
150-200	0.00	0.00	1.06	14.97	3.69	0.00	0.00	0.00 19.72
200-250	0.00	0.00	0.09	8.18	4.18	0.00	0.00	0.00 12.45
250-300	0.00	0.00	0.00	2.65	3.43	0.00	0.00	0.00 6.08
300-350	0.00	0.00	0.00	0.73	1.68	0.02	0.00	0.00 2.43
350-400	0.00	0.00	0.00	0.07	0.80	0.02	0.00	0.00 0.88
400-450	0.00	0.00	0.00	0.04	0.18	0.02	0.00	0.00 0.24
450-500	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.00	0.00	0.00 0.11
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00 0.02
550-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00
%	0.00	0.24	24.74	58.97	15.98	0.07	0.00	0.00 100.00

Valid data no is 4523.

表 5-41 台北港 85 年 - 89 年五年波高、週期聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & PERIOD DISTRIB. (%)  
1996 - 2000

WAVE HT (CM)	WAVE PERIOD (S)							%
	0-2S	2-4S	4-6S	6-8S	8-10S	10-12S	12-14S	
0- 50	0.00	3.08	22.18	6.40	0.38	0.02	0.00	0.00 32.05
50-100	0.00	0.67	16.63	11.80	1.20	0.07	0.01	0.00 30.37
100-150	0.00	0.05	5.06	11.15	1.02	0.07	0.01	0.00 17.36
150-200	0.00	0.00	0.76	7.94	1.56	0.07	0.01	0.00 10.33
200-250	0.00	0.00	0.05	3.43	1.87	0.07	0.03	0.00 5.46
250-300	0.00	0.00	0.01	0.99	1.51	0.07	0.01	0.00 2.59
300-350	0.00	0.00	0.00	0.26	0.64	0.14	0.01	0.00 1.05
350-400	0.00	0.00	0.00	0.03	0.34	0.08	0.00	0.00 0.45
400-450	0.00	0.00	0.00	0.02	0.10	0.04	0.01	0.00 0.17
450-500	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.01	0.00	0.00 0.07
500-550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00 0.04
550-600	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00 0.02
>600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00 0.04
%	0.00	3.80	44.69	42.05	8.73	0.67	0.07	0.00 100.00

Valid data no is 19127.

表 5-42 台北港 89 年春季波高、波向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000 (Spring)

DIR	WAVE HEIGHT (CM)				%
	0-50CM	50-100CM	100-150CM	>150CM	
N	4.65	7.55	5.96	2.68	20.84
NNE	7.22	14.28	9.41	6.02	36.93
NE	4.05	8.59	2.24	.38	15.26
ENE	1.53	2.02	.27	.05	3.88
E	1.15	.60	.05	.00	1.81
ESE	1.37	.55	.00	.00	1.91
SE	1.42	.22	.00	.00	1.64
SSE	1.37	.16	.00	.00	1.53
S	1.15	.00	.05	.00	1.20
SSW	.55	.05	.00	.00	.60
SW	.55	.16	.00	.00	.71
WSW	.77	.11	.00	.00	.88
W	1.26	.44	.05	.05	1.81
WNW	1.59	.60	.77	.00	2.95
NW	1.70	.88	.16	.00	2.74
NNW	2.84	2.02	.33	.11	5.31
%	33.15	38.24	19.31	9.30	100.00

Valid data no is 1828.

表 5-43 台北港 89 年夏季波高、波向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000 (Summer)

DIR	WAVE HEIGHT (CM)				%
	0-50CM	50-100CM	100-150CM	>150CM	
N	4.93	3.42	1.35	.64	10.33
NNE	4.21	8.03	3.10	2.07	17.41
NE	3.66	3.02	.95	.24	7.87
ENE	2.46	1.03	.16	.24	3.90
E	1.67	.24	.16	.00	2.07
ESE	1.91	.24	.00	.00	2.15
SE	1.27	.32	.24	.00	1.83
SSE	1.03	.24	.00	.00	1.27
S	.87	.00	.08	.00	.95
SSW	.48	.08	.16	.08	.79
SW	.87	.16	.00	.08	1.11
WSW	1.35	.79	.00	.16	2.31
W	3.18	3.10	.08	.08	6.44
WNW	8.74	8.59	2.15	.40	19.87
NW	6.04	5.33	1.51	.16	13.04
NNW	4.21	3.50	.56	.40	8.66
%	46.90	38.08	10.49	4.53	100.00

Valid data no is 1258.

表 5-44 台北港 89 年秋季波高、波向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000 (Autumn)

DIR	WAVE HEIGHT (CM)				%
	0-50CM	50-100CM	100-150CM	>150CM	
N	4.20	3.30	5.63	20.00	33.13
NNE	5.00	7.23	5.63	14.64	32.50
NE	4.02	4.82	1.61	.98	11.43
ENE	1.88	1.25	.45	.45	4.02
E	1.16	.54	.00	.09	1.79
ESE	1.43	.45	.09	.27	2.23
SE	.89	.63	.09	.00	1.61
SSE	.54	.54	.00	.18	1.25
S	.18	.27	.18	.00	.63
SSW	.45	.18	.09	.09	.80
SW	.45	.09	.09	.00	.63
WSW	.54	.00	.09	.00	.63
W	.98	.09	.00	.09	1.16
WNW	1.07	.18	.18	.18	1.61
NW	1.34	.54	.27	.27	2.41
NNW	2.77	.80	.18	.45	4.20
%	26.88	20.89	14.55	37.68	100.00
Valid data no is		1120.			

表 5-45 台北港 89 年冬季波高、波向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000 (Winter)

DIR	WAVE HEIGHT (CM)				%
	0-50CM	50-100CM	100-150CM	>150CM	
N	.85	7.08	10.62	25.92	44.47
NNE	1.10	9.12	12.26	20.04	42.52
NE	.35	1.89	1.79	.95	4.99
ENE	.15	.30	.30	.05	.80
E	.00	.20	.05	.05	.30
ESE	.05	.30	.05	.05	.45
SE	.00	.30	.05	.00	.35
SSE	.00	.05	.00	.10	.15
S	.05	.20	.00	.05	.30
SSW	.15	.05	.00	.05	.25
SW	.10	.05	.05	.05	.25
WSW	.05	.10	.00	.05	.20
W	.00	.35	.00	.00	.35
WNW	.05	.35	.05	.00	.45
NW	.15	.30	.25	.05	.75
NNW	.35	1.40	.70	1.00	3.44
%	3.39	22.03	26.17	48.40	100.00
Valid data no is		2006.			

表 5-46 台北港 89 年全年波高、波向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & DIR. DISTRIBUTION (%)  
2000

DIR	WAVE HEIGHT (CM)				%
	0-50CM	50-100CM	100-150CM	>150CM	
N	3.40	5.80	6.47	12.89	28.56
NNE	4.23	10.08	8.37	11.30	33.98
NE	2.77	4.62	1.72	.64	9.76
ENE	1.34	1.13	.29	.16	2.91
E	.89	.39	.06	.03	1.37
ESE	1.06	.39	.03	.06	1.55
SE	.84	.34	.08	.00	1.26
SSE	.71	.21	.00	.06	.98
S	.56	.11	.06	.02	.76
SSW	.39	.08	.05	.05	.56
SW	.45	.11	.03	.03	.63
WSW	.61	.23	.02	.05	.90
W	1.19	.89	.03	.05	2.16
WNW	2.45	2.06	.71	.11	5.33
NW	2.01	1.53	.48	.10	4.12
NNW	2.30	1.90	.47	.52	5.18
%	25.19	29.85	18.88	26.08	100.00
Valid data no is		6212.			

表 5-47 台北港 85 年 - 89 年五年春季波高、波向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & DIR. DISTRIBUTION (%)  
1996 - 2000 (Spring)

DIR	WAVE HEIGHT (CM)				%
	0-50CM	50-100CM	100-150CM	>150CM	
N	11.42	10.08	5.28	5.49	32.27
NNE	8.70	14.25	7.49	4.13	34.57
NE	2.32	4.57	1.06	.21	8.17
ENE	1.53	2.11	.45	.43	4.51
E	.57	.26	.02	.00	.85
ESE	.57	.26	.00	.00	.83
SE	.55	.09	.00	.00	.64
SSE	.55	.06	.00	.00	.62
S	.51	.00	.02	.00	.53
SSW	.34	.02	.00	.00	.36
SW	.51	.11	.00	.00	.62
WSW	.89	1.15	.15	.00	2.19
W	.74	.72	.47	.09	2.02
WNW	1.08	.91	.47	.02	2.49
NW	1.62	.74	.06	.00	2.43
NNW	5.23	1.43	.19	.06	6.91
%	37.16	36.76	15.66	10.42	100.00
Valid data no is		4701.			

表 5-48 台北港 85 年 - 89 年五年夏季波高、波向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & DIR. DISTRIBUTION (%)  
1996 - 2000 (Summer)

DIR	WAVE HEIGHT (CM)				%
	0-50CM	50-100CM	100-150CM	>150CM	
N	6.96	3.60	.48	.57	11.61
NNE	4.95	4.73	1.10	.74	11.52
NE	1.59	1.13	.34	.08	3.14
ENE	.91	.37	.06	.08	1.42
E	2.01	.25	.06	.00	2.32
ESE	5.27	.23	.00	.00	5.49
SE	1.81	.11	.08	.00	2.01
SSE	1.30	.08	.00	.00	1.39
S	.71	.03	.03	.00	.76
SSW	.79	.06	.06	.03	.93
SW	.48	.06	.00	.03	.57
WSW	.57	.31	.00	.06	.93
W	2.92	3.11	.91	.14	7.08
WNW	10.82	10.93	2.63	.88	25.25
NW	9.82	3.28	.68	.28	14.07
NNW	8.24	2.27	.28	.71	11.49
%	59.14	30.55	6.71	3.60	100.00
Valid data no is		3532.			

表 5-49 台北港 85 年 - 89 年五年秋季波高、波向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & DIR. DISTRIBUTION (%)  
1996 - 2000 (Autumn)

DIR	WAVE HEIGHT (CM)				%
	0-50CM	50-100CM	100-150CM	>150CM	
N	6.03	8.25	7.19	16.36	37.82
NNE	4.94	11.97	7.41	7.94	32.27
NE	1.97	3.47	1.19	.50	7.14
ENE	.72	1.08	.25	.19	2.25
E	.47	.58	.06	.11	1.22
ESE	.67	.39	.08	.19	1.33
SE	.39	.61	.36	.17	1.53
SSE	.31	.75	.50	.25	1.81
S	.33	.53	.50	.47	1.83
SSW	.28	.17	.03	.25	.72
SW	.14	.06	.11	.14	.44
WSW	.22	.11	.08	.14	.56
W	.42	.11	.14	.08	.75
WNW	.81	.08	.17	.19	1.25
NW	2.22	.33	.19	.39	3.14
NNW	3.92	.67	.44	.92	5.94
%	23.83	29.16	18.72	28.30	100.00

Valid data no is 3601.

表 5-50 台北港 85 年 - 89 年五年冬季波高、波向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & DIR. DISTRIBUTION (%)  
1996 - 2000 (Winter)

DIR	WAVE HEIGHT (CM)				%
	0-50CM	50-100CM	100-150CM	>150CM	
N	2.98	6.98	10.13	22.98	43.07
NNE	3.35	10.80	12.64	18.48	45.28
NE	.47	2.76	2.21	.94	6.38
ENE	.07	.27	.17	.02	.55
E	.00	.15	.02	.02	.20
ESE	.02	.22	.05	.02	.32
SE	.00	.15	.05	.05	.25
SSE	.00	.05	.00	.05	.10
S	.02	.10	.00	.02	.15
SSW	.07	.02	.00	.02	.12
SW	.05	.02	.02	.02	.12
WSW	.02	.05	.00	.02	.10
W	.00	.20	.00	.00	.20
WNW	.02	.17	.02	.00	.22
NW	.07	.15	.12	.02	.37
NNW	.52	.97	.55	.52	2.56
%	7.70	23.08	26.01	43.22	100.00

Valid data no is 4026.

表 5-51 台北港 85 年 - 89 年五年波高、波向聯合分佈

TAIPEI HARBOR WAVE HEIGHT & DIR. DISTRIBUTION (%)  
1996 - 2000

DIR	WAVE HEIGHT (CM)				%
	0-50CM	50-100CM	100-150CM	>150CM	
N	7.34	7.80	6.03	11.71	32.87
NNE	5.55	10.67	7.35	7.72	31.29
NE	1.56	3.01	1.19	.42	6.18
ENE	.81	.99	.24	.19	2.24
E	.70	.29	.04	.03	1.07
ESE	1.46	.26	.03	.05	1.80
SE	.64	.22	.11	.05	1.02
SSE	.51	.21	.11	.07	.90
S	.38	.15	.12	.11	.76
SSW	.35	.06	.02	.07	.50
SW	.29	.06	.03	.04	.43
WSW	.43	.43	.06	.05	.98
W	.94	.96	.36	.07	2.33
WNW	2.84	2.69	.75	.24	6.51
NW	3.11	1.03	.24	.15	4.54
NNW	4.37	1.37	.37	.50	6.60
%	31.28	30.21	17.04	21.48	100.00
Valid data no is		16330.			

表 5-52 台北港 89 年 1 月 - 89 年 12 月所測得之颱風期間波浪資料

颱風名稱	颱風期間	最大波高 (cm)	相對週期 (sec)	備註
啟德 (KAI-TAK)	89.7.6 - 89.7.10	無資料	無資料	
碧利斯 (BILIS)	89.8.21 - 89.8.23	298.4	6.2	
巴比侖 (PRAPIROON)	89.8.27 - 89.8.30	396.4	10.0	
寶發 (BOPHA)	89.9.8 - 89.9.10	650.7	8.8	
雅吉 (YAGI)	89.10.23 - 89.10.26	無資料	無資料	
象神 (XANGSANE)	89.10.30 - 89.11.1	無資料	無資料	
貝碧佳 (BEBINCA)	89.11.6 - 89.11.7	無資料	無資料	

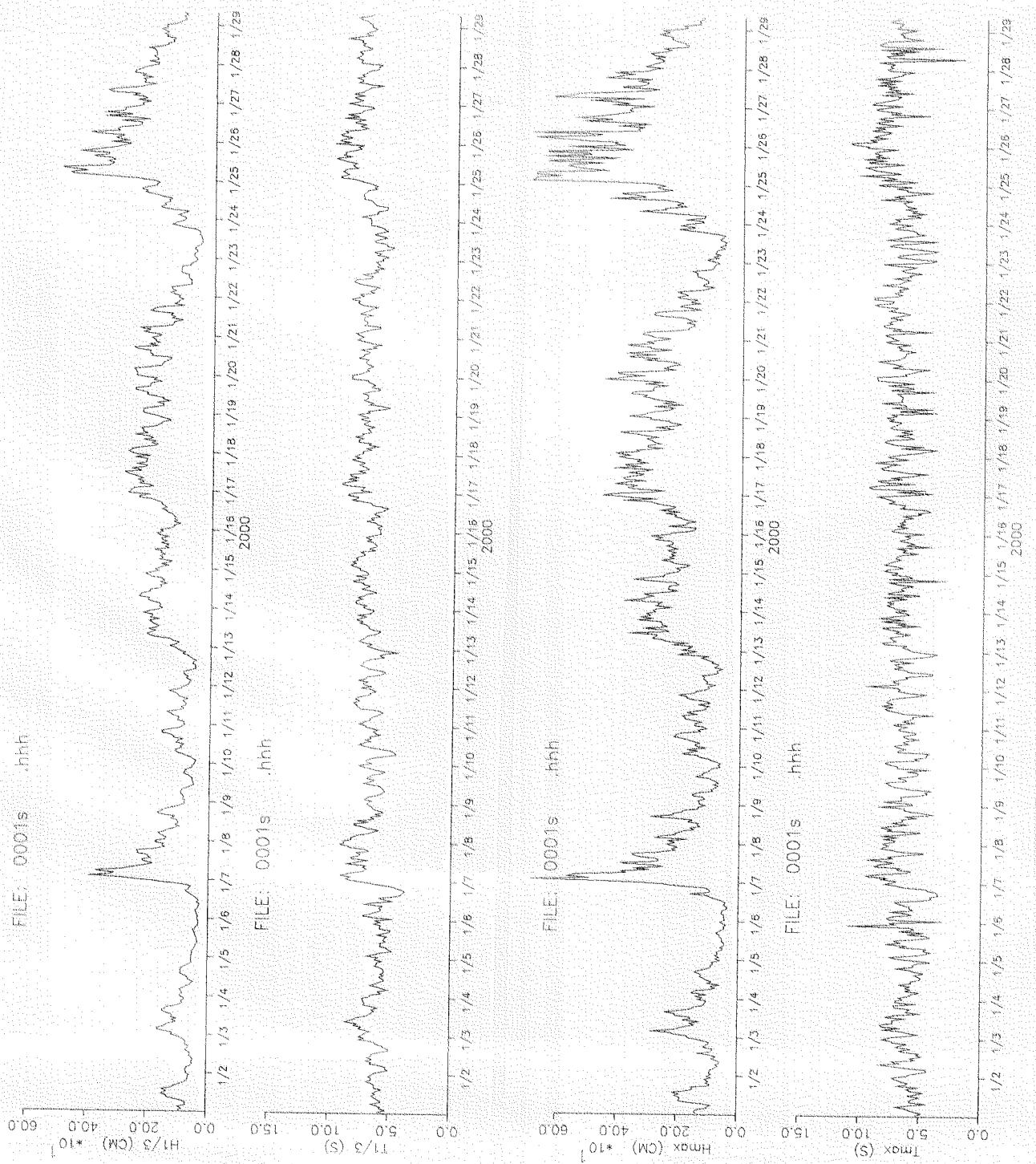


圖 5-1(a) 台北港 89 年 1 月波高、週期逐時圖

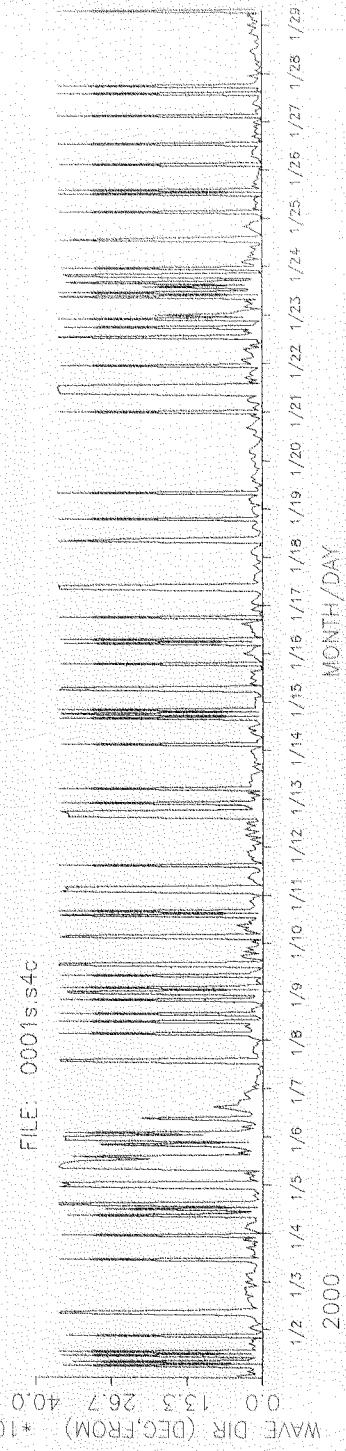


圖 5-1(b) 台北港 89 年 1 月波向逐時圖



圖 5-2(a) 台北港 89 年 2 月波高、週期逐時圖

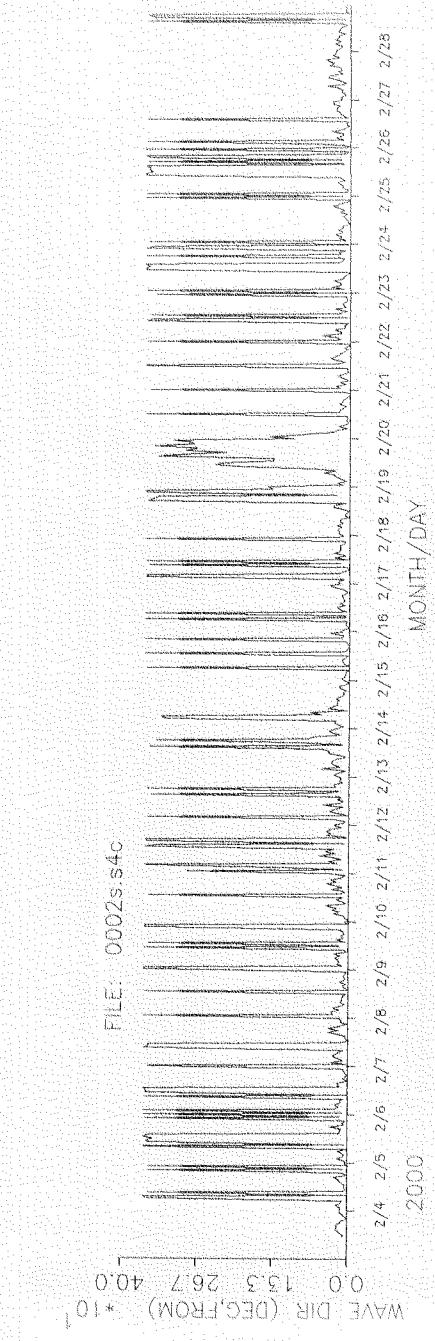


圖 5-2(b) 台北港 89 年 2 月波向逐時圖

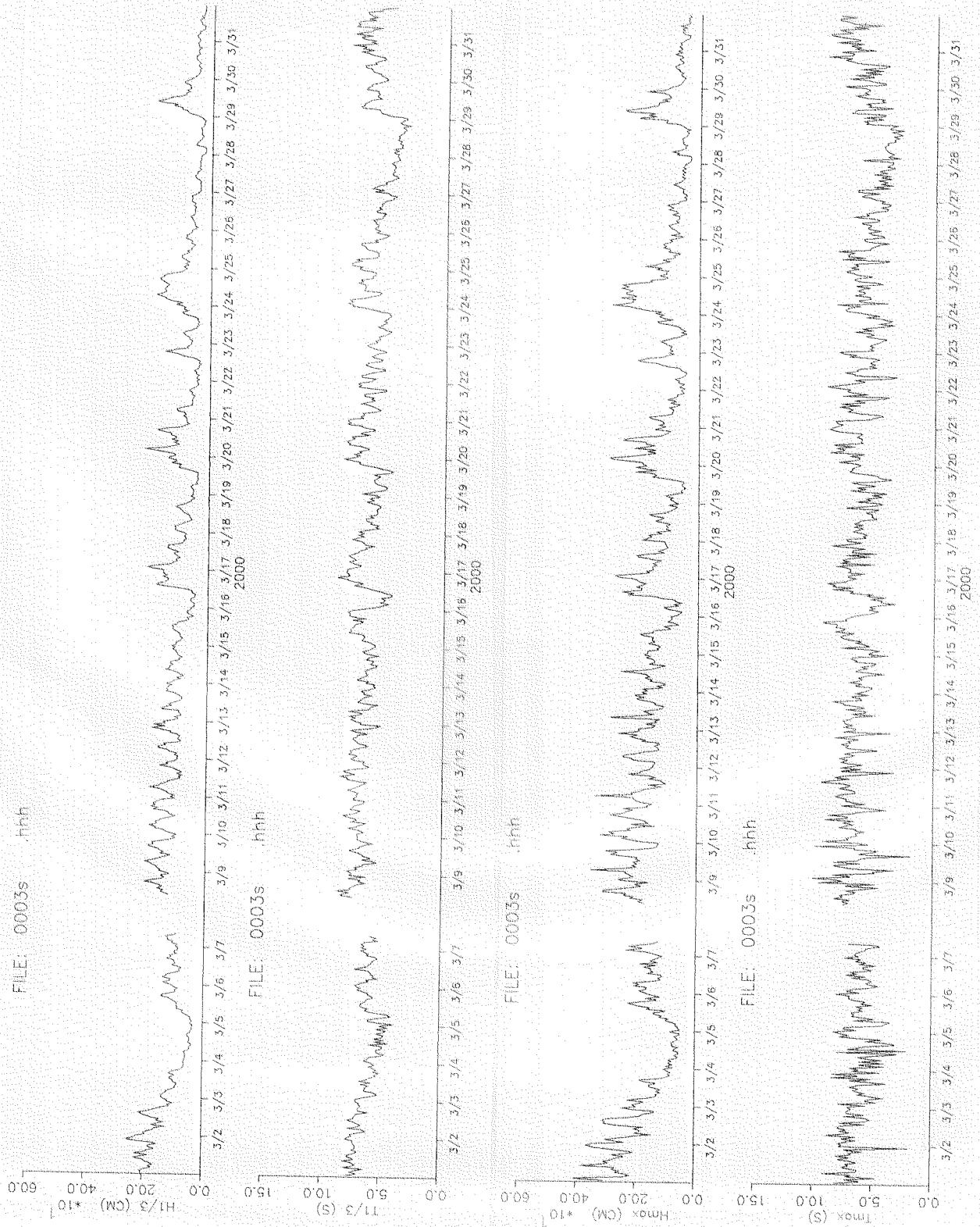


圖 5-3(a) 台北港 89 年 3 月波高、週期逐時圖

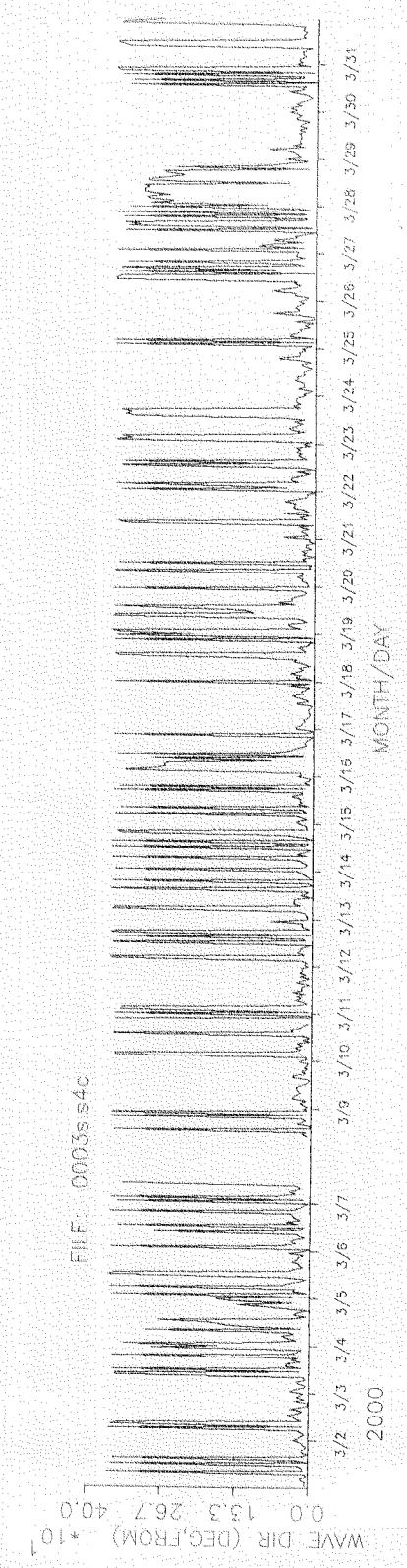


圖 5-3(b) 台北港 89 年 3 月波向逐時圖



圖 5-4(a) 台北港 89 年 4 月波高、週期逐時圖

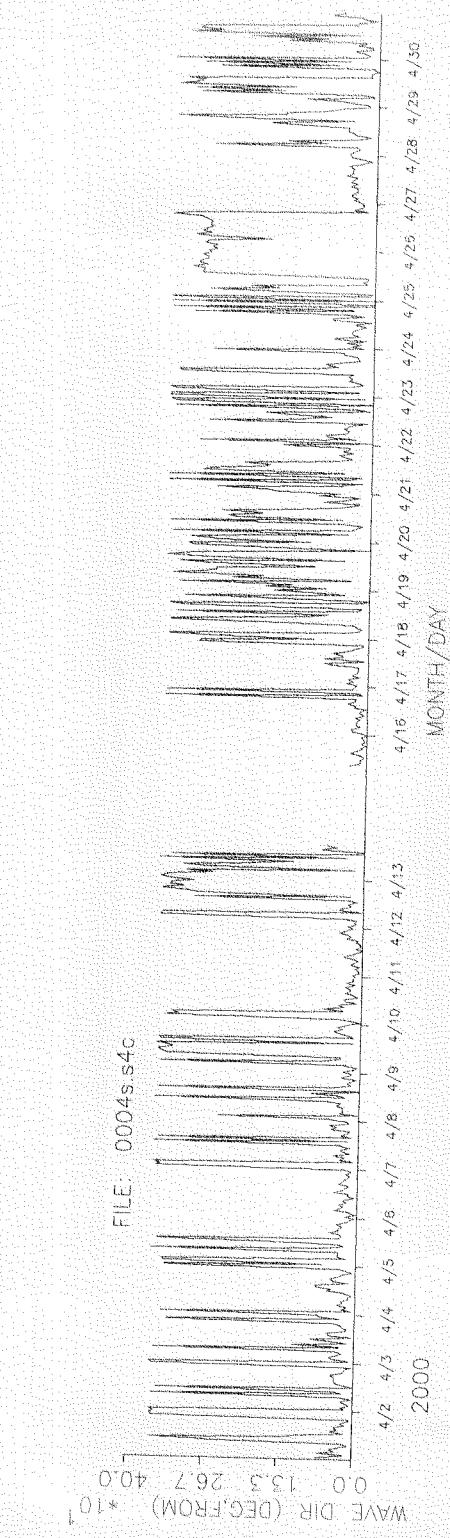


圖 5-4(b) 台北港 89 年 4 月波向逐時圖

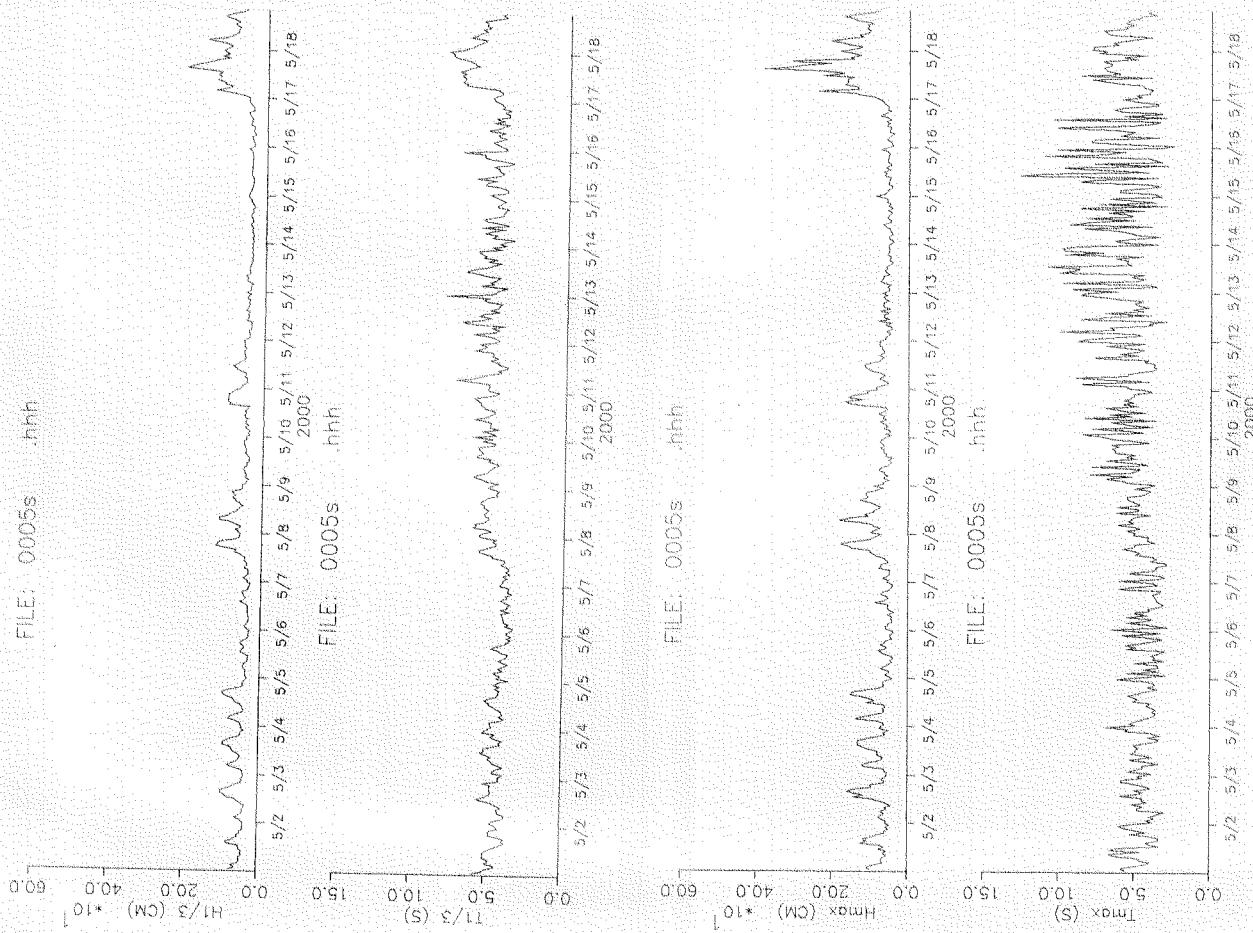


圖 5-5(a) 台北港 89 年 5 月波高、週期逐時圖

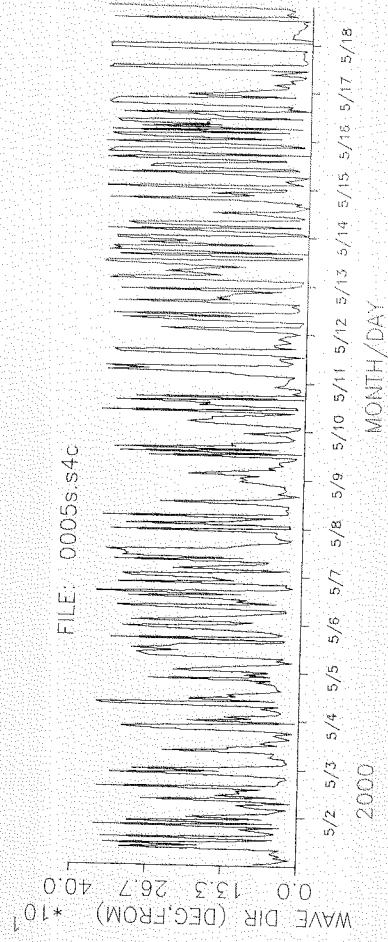


圖 5-5(b) 台北港 89 年 5 月波向逐時圖

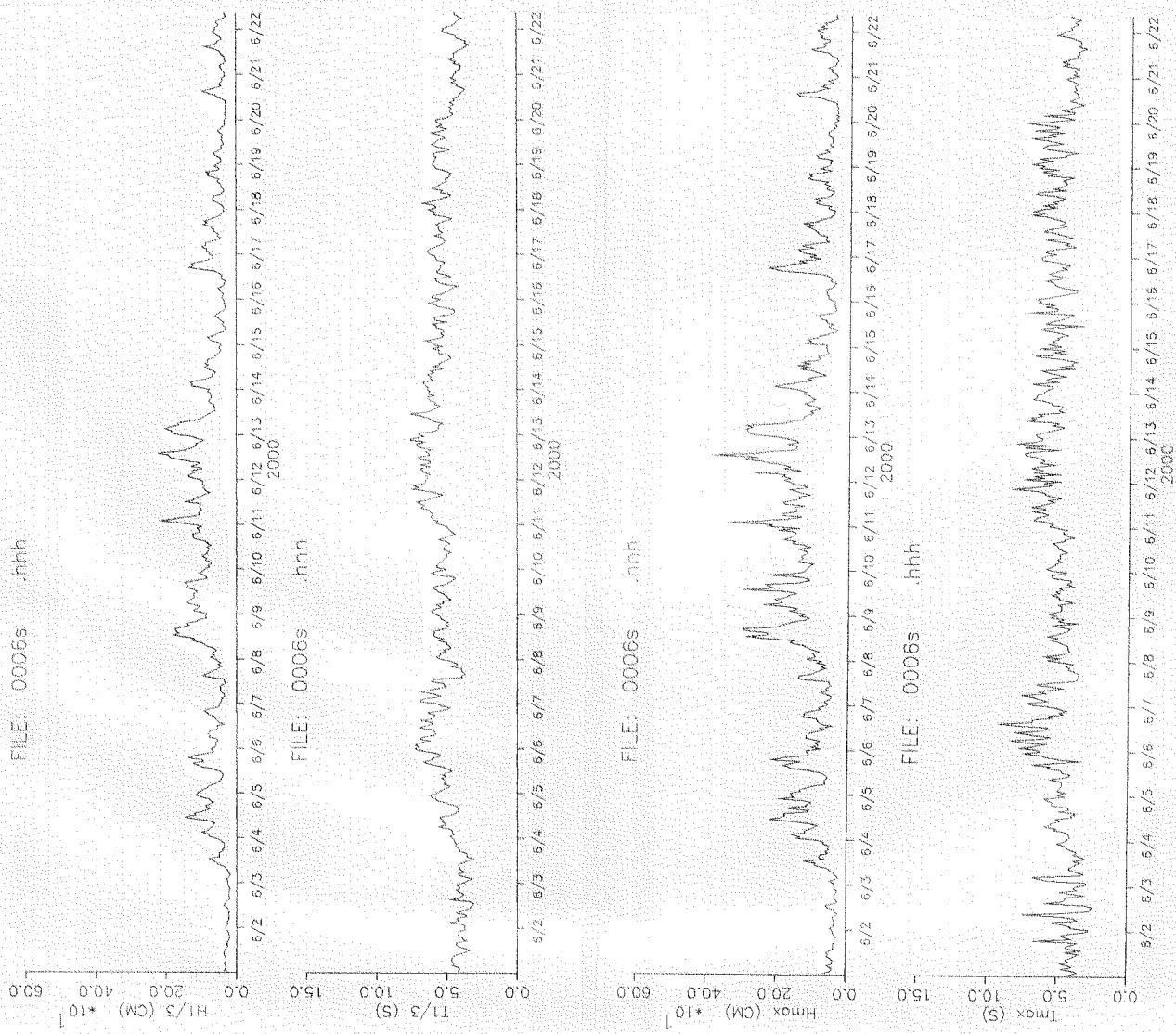


圖 5-6(a) 台北港 89 年 6 月波高、週期逐時圖

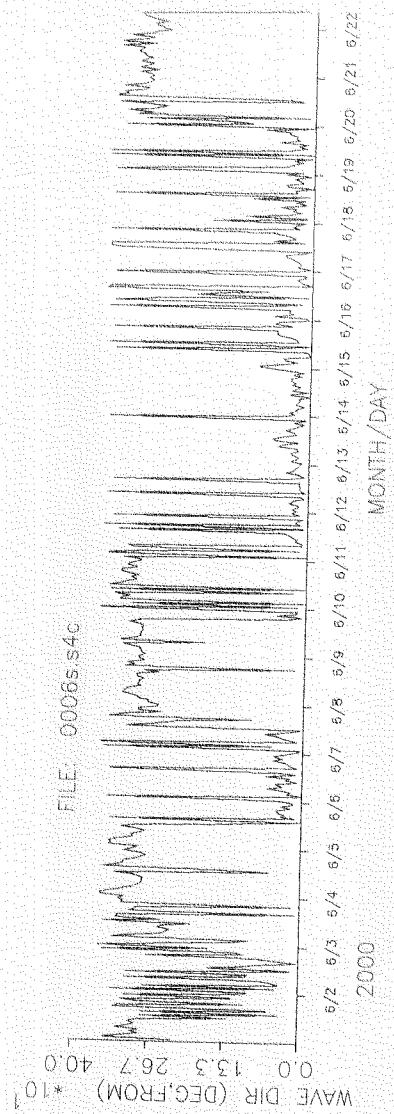


圖 5-6(b) 台北港 89 年 6 月波向逐時圖

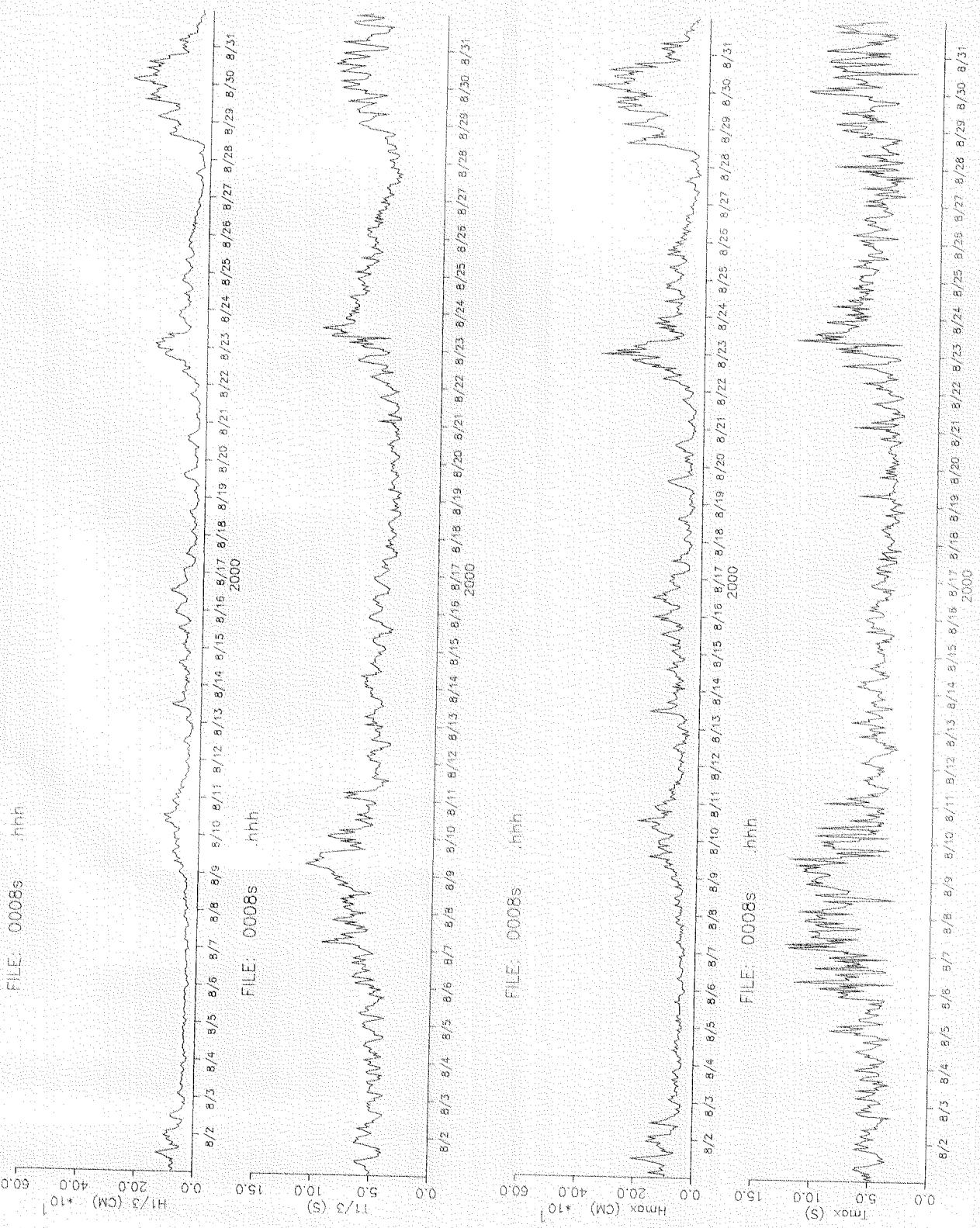


圖 5-7(a) 台北港 89 年 8 月 波高、週期逐時圖

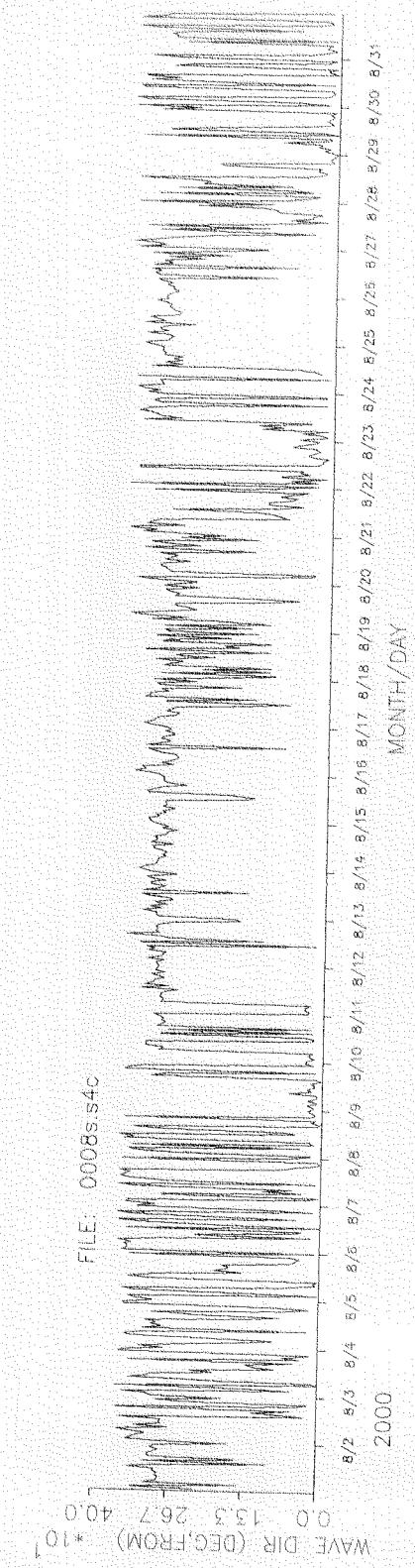


圖 5-7(b) 台北港 89 年 8 月波向逐時圖

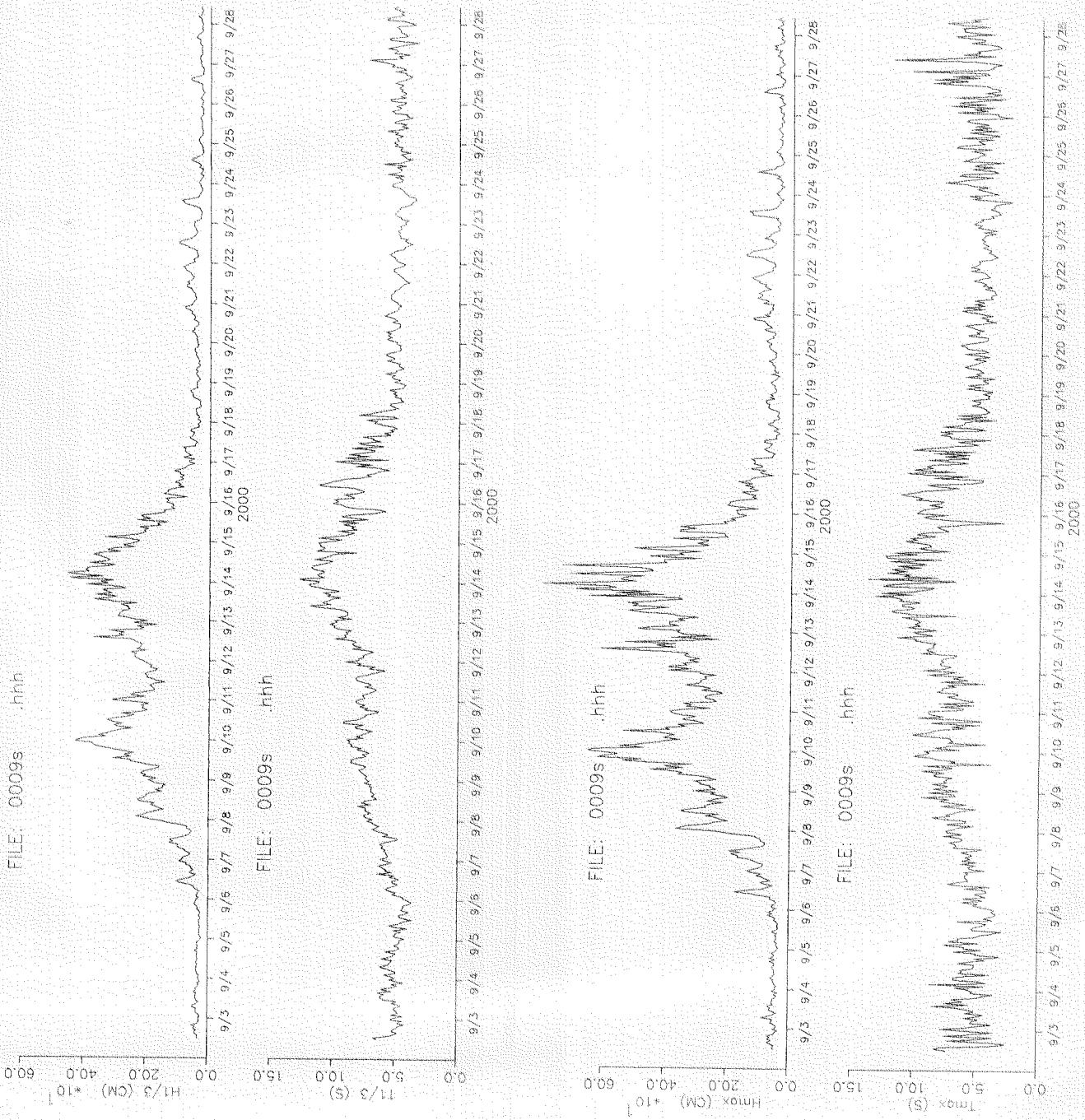


圖 5-8(a) 台北港 89 年 9 月波高、週期逐時圖

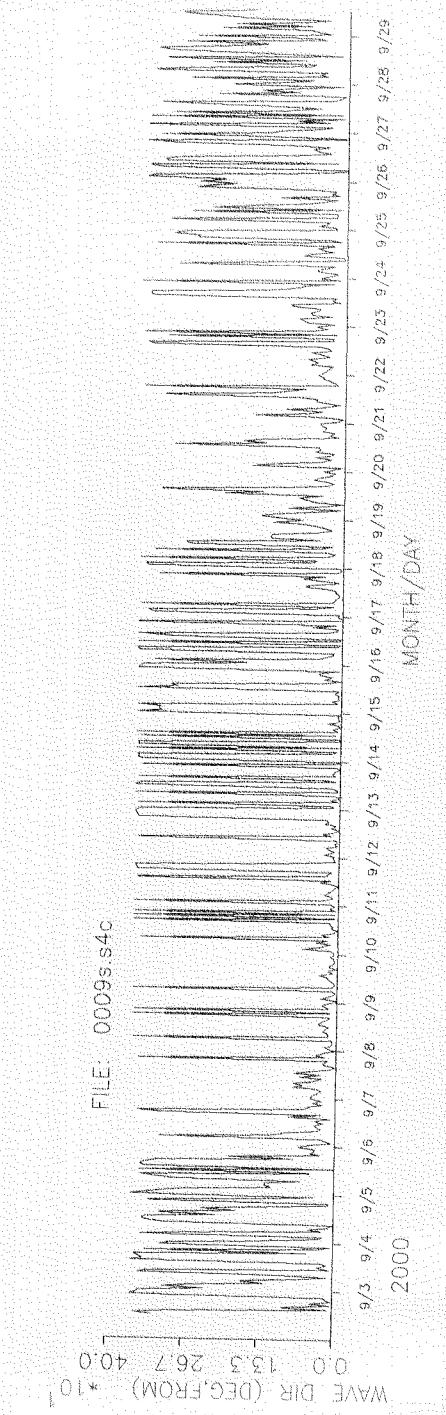


圖 5-8(b) 台北港 89 年 9 月波向逐時圖

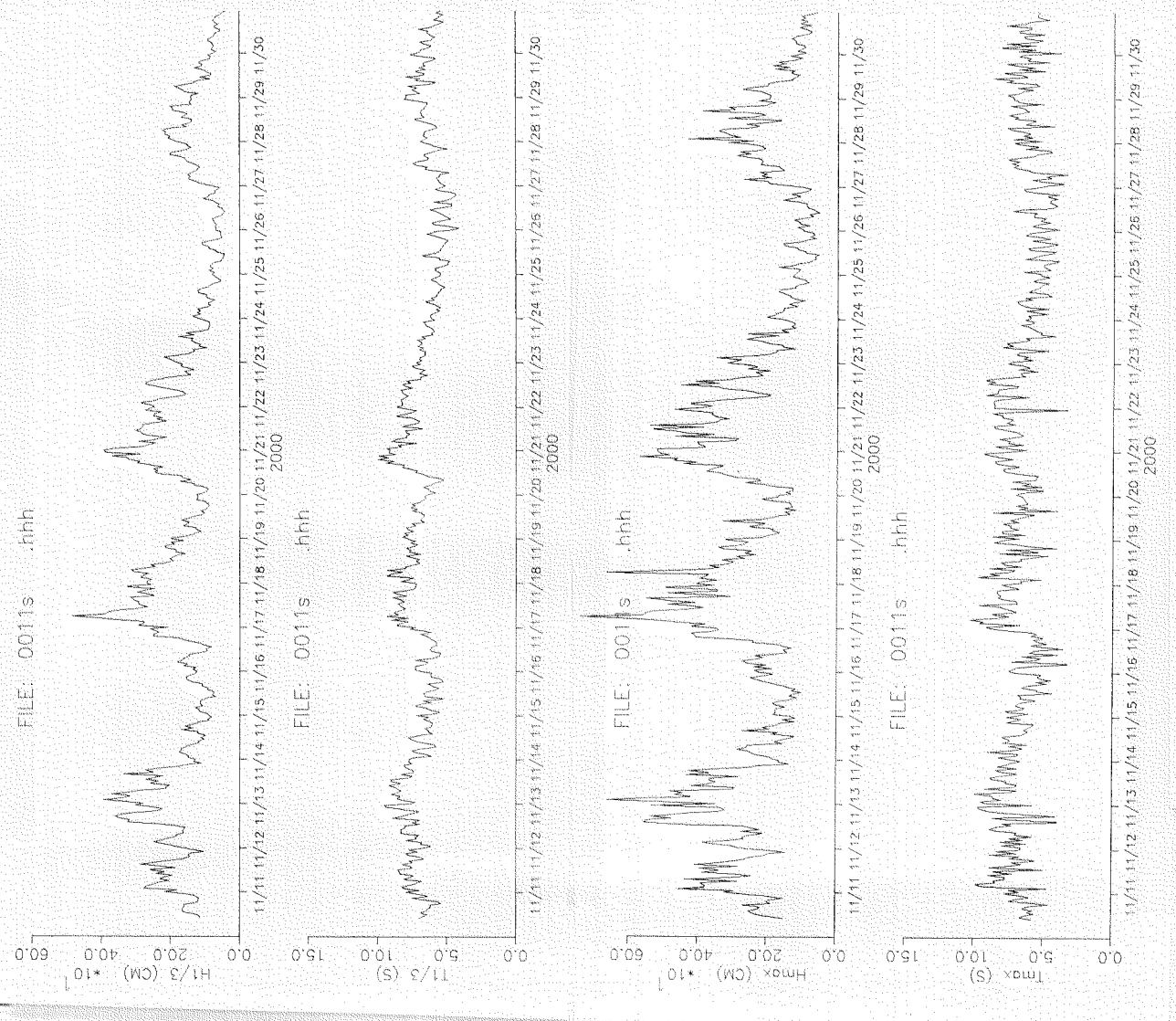


圖 5-9(a) 台北港 89 年 11 月波高、週期逐時圖

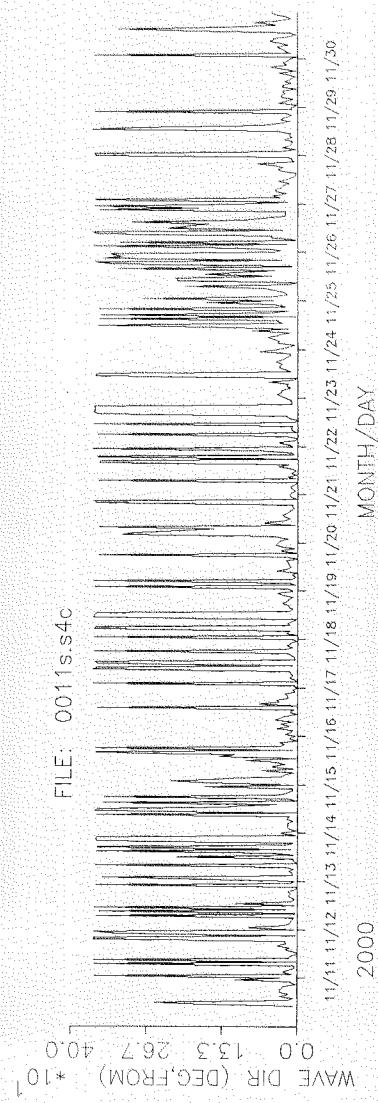


圖 5-9(b) 台北港 89 年 11 月 波向逐時圖

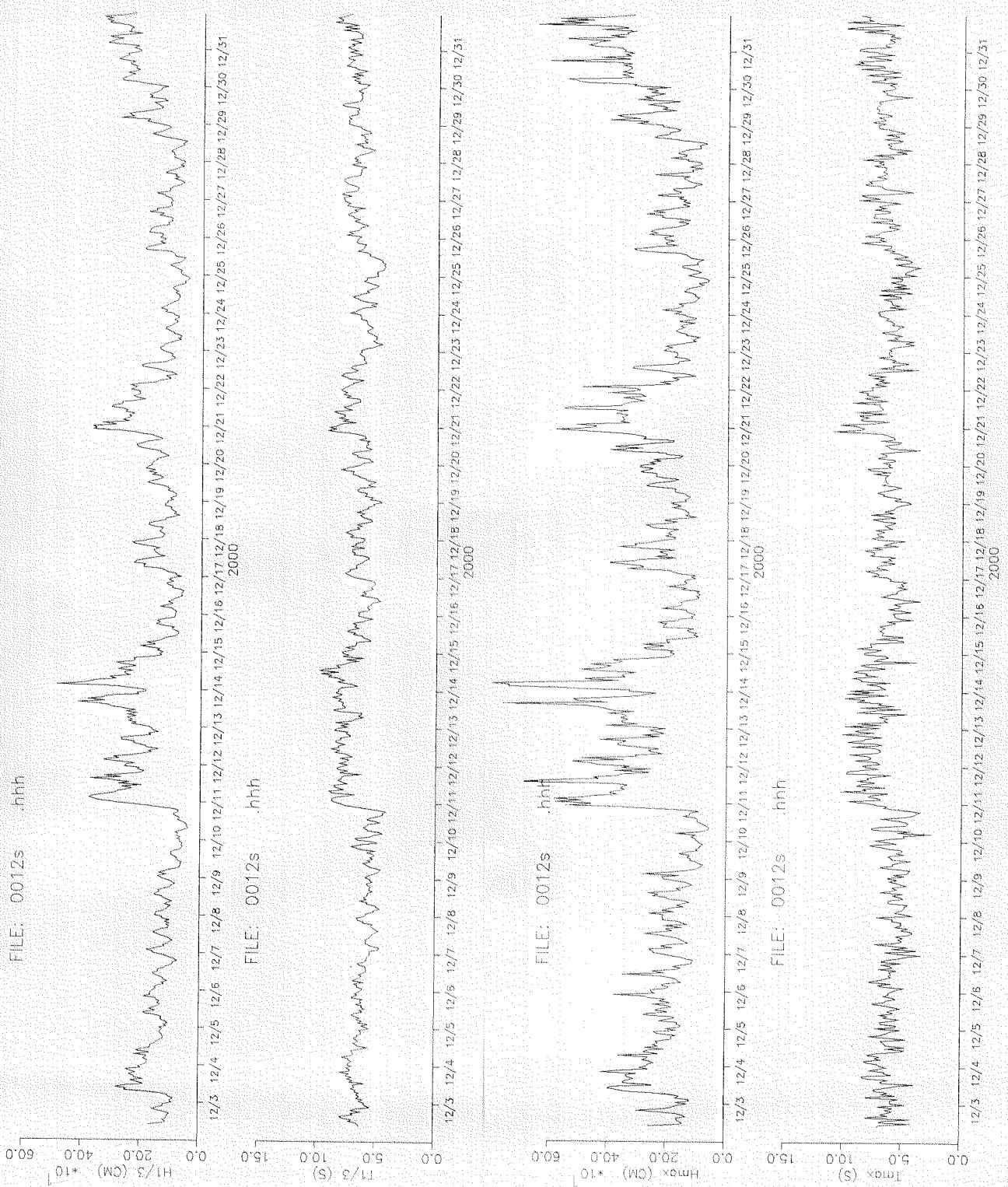


圖 5-10(a) 台北港 89 年 12 月波高、週期逐時圖

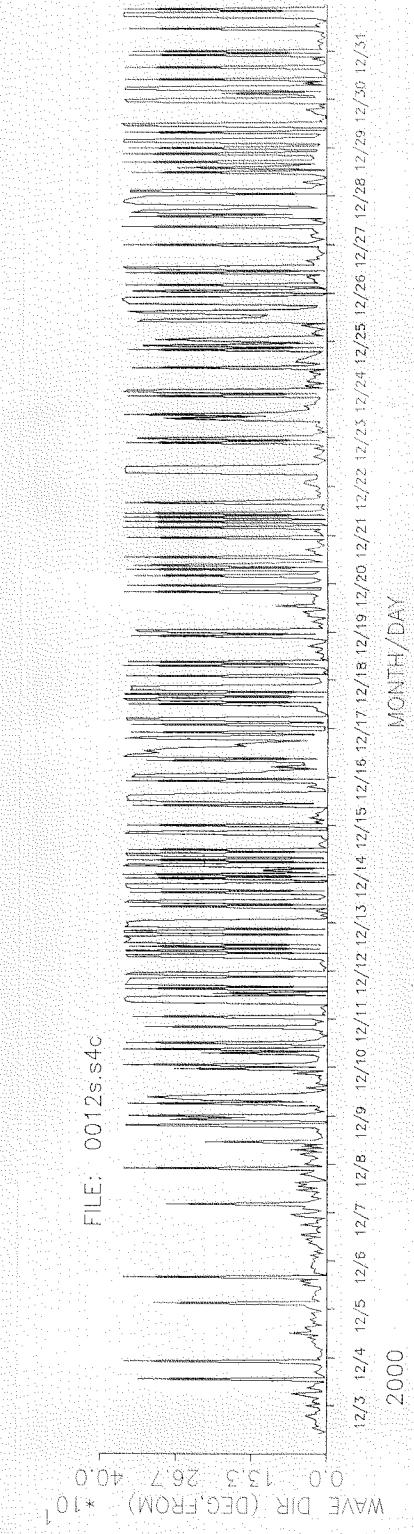


圖 5-10(b) 台北港 89 年 12 月波向逐時圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000 (Spring)

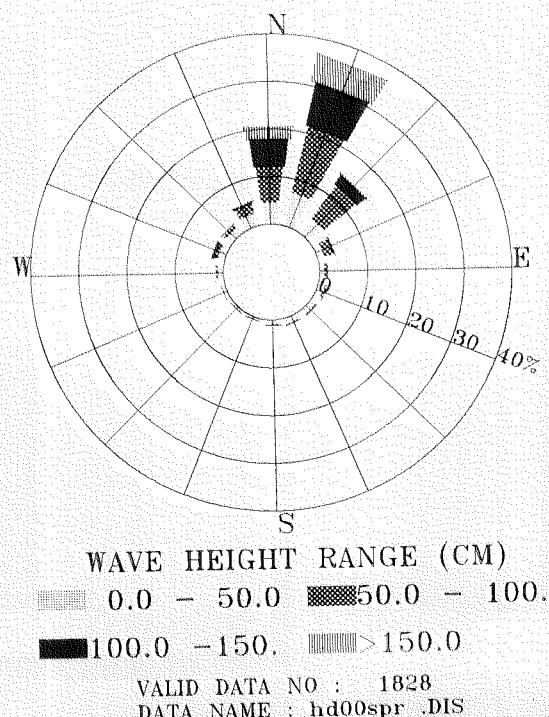


圖 5-11 台北港 89 年春季波高、波向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000 (Summer)

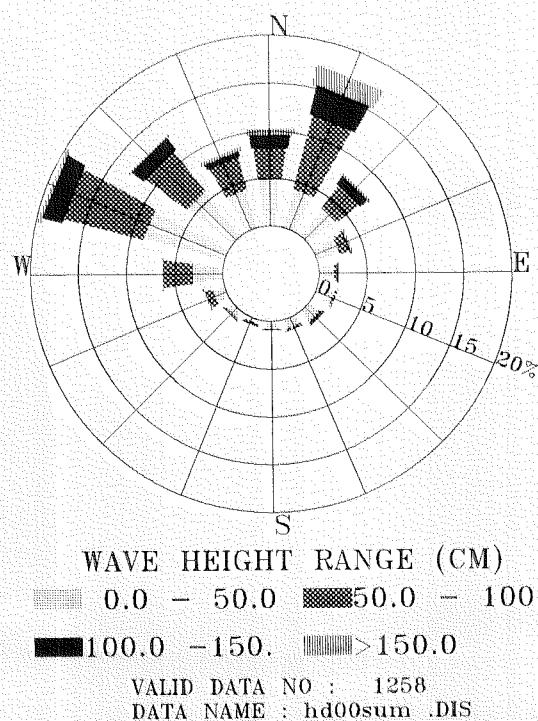


圖 5-12 台北港 89 年夏季波高、波向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000 (Autumn)

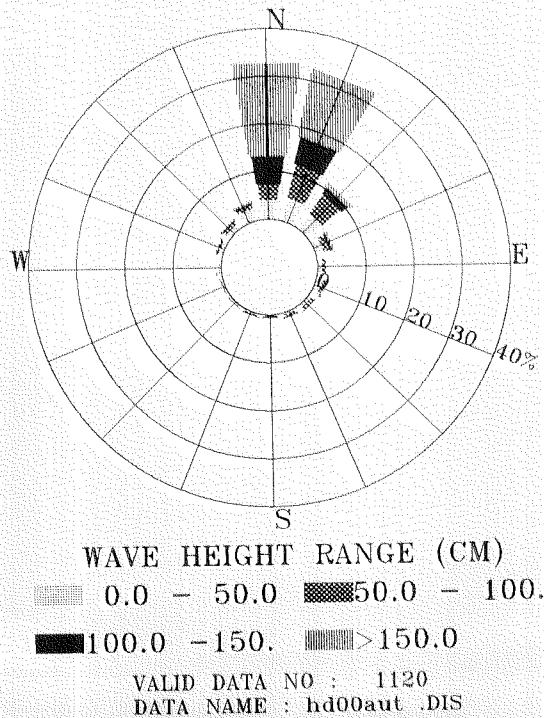


圖 5-13 台北港 89 年秋季波高、波向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000 (Winter)

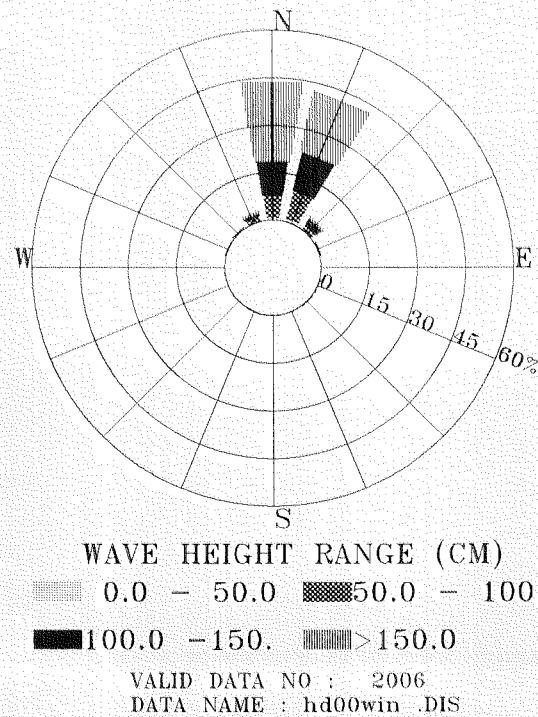


圖 5-14 台北港 89 年冬季波高、波向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000

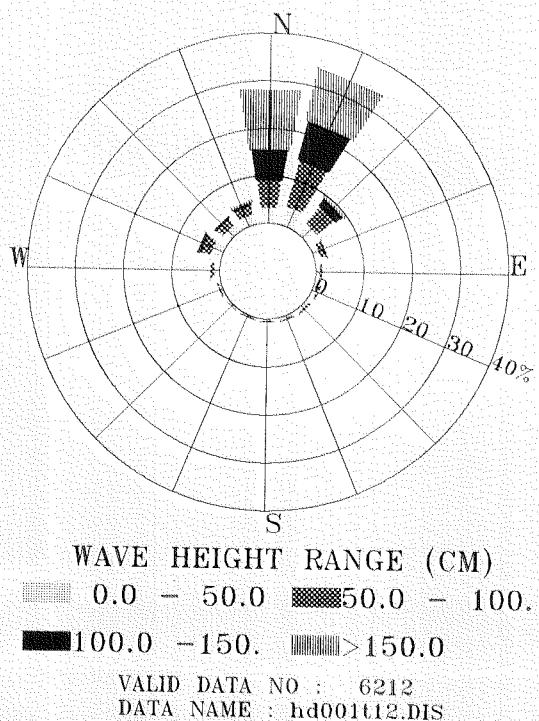


圖 5-15 台北港 89 年全年波高、波向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 1996 - 2000 (Spring)

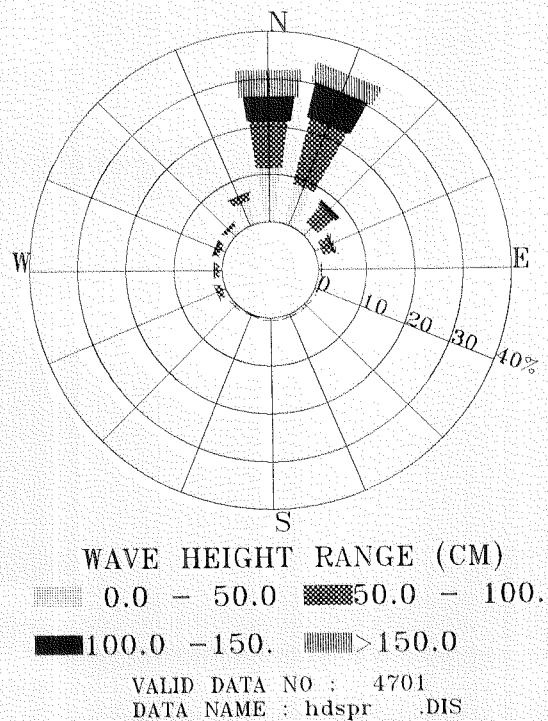


圖 5-16 台北港 85 年 - 89 年五年春季波高、波向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 1996 - 2000 (Summer)

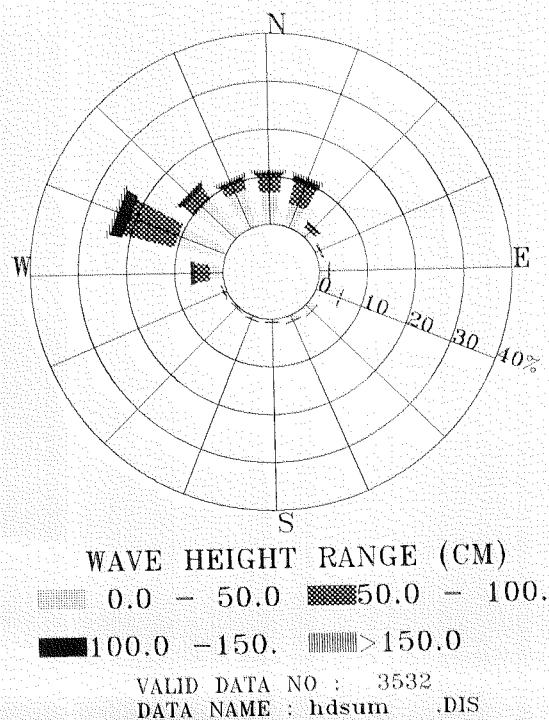


圖 5-17 台北港 85 年 - 89 年五年夏季波高、波向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 1996 - 2000 (Autumn)

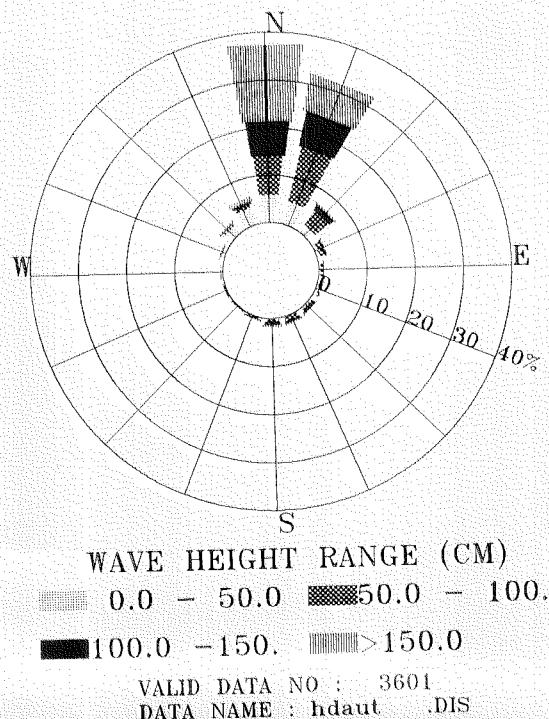


圖 5-18 台北港 85 年 - 89 年五年秋季波高、波向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 1996 - 2000 (Winter)

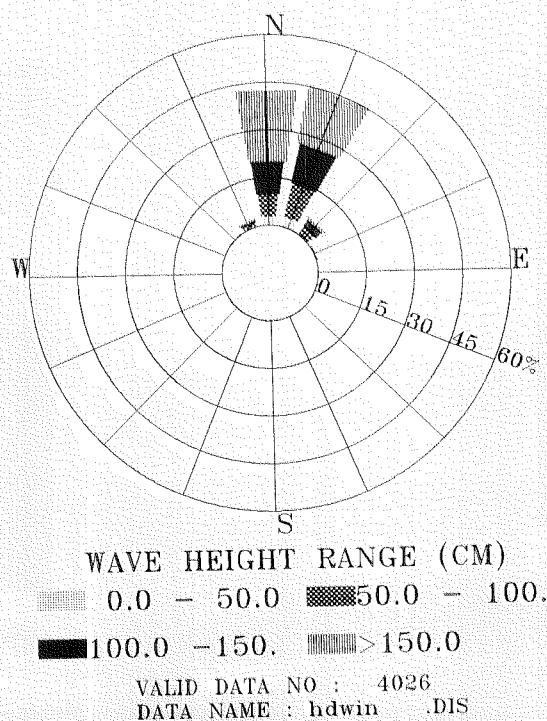


圖 5-19 台北港 85 年 - 89 年五年冬季波高、波向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 1996 - 2000

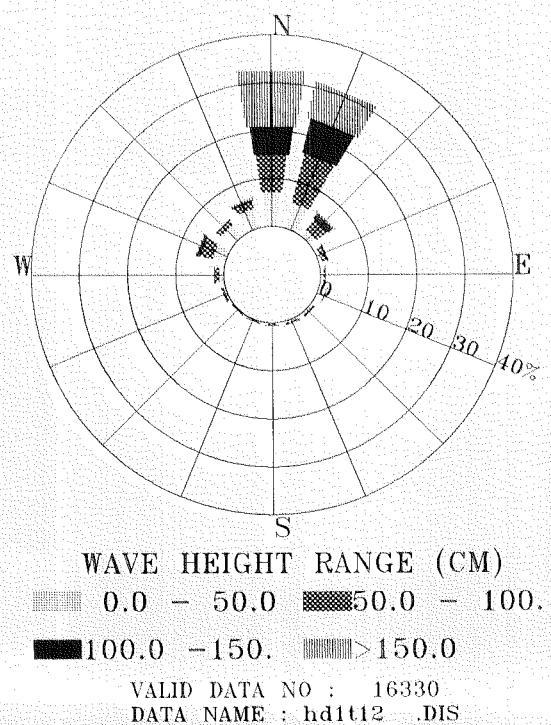


圖 5-20 台北港 85 年 - 89 年五年波高、波向玫瑰圖

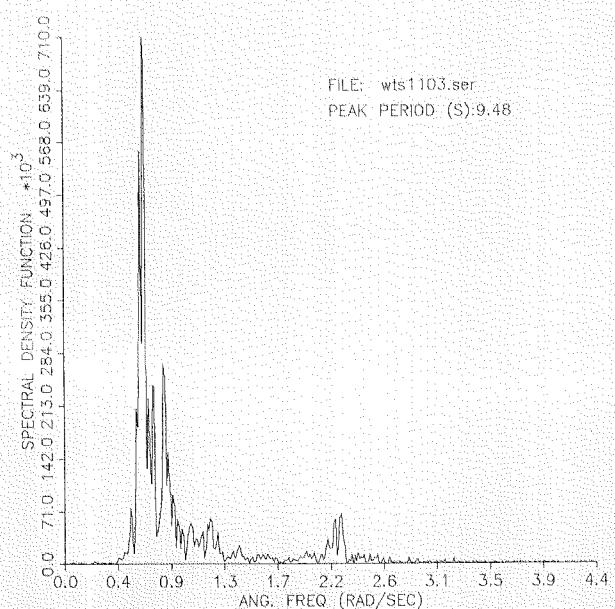


圖 5-21 台北港 88 年 12 月東北季風波浪能譜圖

## 第六章 海流資料分析

本文之流速及流向表示 1 小時平均流速及流向。最大流速、流向表示 1 小時平均流速中之最大值及相對之平均流向。流向由正北為零度開始，順時針為正，表示海流之去向。根據現場實測資料分析，台北港觀測樁所測海流主要為潮流，為往復之運動。

### 6.1 海流統計分析

#### 6.1.1 89 年流速、流向月逐時圖及月統計分析

海上觀測樁離岸邊不遠，海流主要為潮流，為往復之運動。89 年 1 月 ~ 89 年 12 月流速、流向之月逐時圖，各如圖 6-1~ 圖 6-10 所示。流速、流向之月統計分析，如表 6-1 所示。最大流速為 94.1 cm/s。

#### 6.1.2 89 年流速、流向季統計分析

水深-5M 海流流速、流向季統計分析，如表 6-2 所示。

#### 6.1.3 89 年流速、流向年統計分析

台北港水深-5M 海流流速、流向年統計分析，如表 6-3 所示。

#### 6.1.4 85 年 - 89 年五年流速、流向季統計分析

85 年 - 89 年五年水深-5M 海流流速、流向季統計分析，如表 6-4 所示。

台北港水深-5M 處 85 年 - 89 年五年春季最大流速為 99.1 cm/s，相對流向 52 度。夏季最大流速為 119.9 cm/s，相對流向 238 度。秋季最大流速為 112.6 cm/s，相對流向 61 度。冬季最大流速為 93.6 cm/s，相對流向 238.0 度。

#### 6.1.5 85 年 - 89 年五年流速、流向年統計分析

85 年 - 89 年五年水深-5M 處海流流速、流向年統計分析，如表 6-5 所示，

最大流速為 119.9cm/s，相對流向 238 度。

## 6.2 流速、流向聯合分佈及玫瑰圖

### 6.2.1 89 年流速、流向月聯合分佈及玫瑰圖

在流速、流向聯合分佈中，流速分成 0cm/s- 40cm/s，40cm/s-80cm/s，80cm/s-120cm/s，以及 120cm/s-160cm/s 等 5 段流速。流向共分 16 個方向(如 N，NNE，NE...等等)。

89 年 1 月~89 年 12 月流速、流向概率分佈各如表 6-6~表 6-15 所示。相對之玫瑰圖如圖 6-11~圖 6-20 所示。一般而言，海流在 ENE 及 WSW 方向做往復運動。

整理 89 年 1 月~ 89 年 12 月主要海流流速、流向及其所佔比率， 如表 6-16 所示。

### 6.2.2 89 年流速、流向季聯合分佈及玫瑰圖

89 年水深-5M 海流流速、流向季聯合分佈，各如表 6-17~表 6-20 所示。同期間玫瑰圖，各如圖 6-21~圖 6-24 所示。89 年水深-5M 春季海流流速主要介於 0~40 cm/s，約佔 68 %，主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 60 %。夏季海流流速主要介於 0~40 cm/s，約佔 75 %，主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 66 %。秋季海流流速主要介於 40~80 cm/s，約佔 53 %，主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 53 %。冬季海流流速主要介於 0~40 cm/s，約佔 54 %，主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 52 %。

### 6.2.3 89 年流速、流向年聯合分佈及玫瑰圖

89 年 1 月~ 89 年 12 月水深-5M 海流流速、流向全年聯合分佈， 如表 6-21 所示。同期間全年玫瑰圖， 如圖 6-25 所示。89 年全年水深-5M 海流流速主要介於 0~40 cm/s，約佔 61 %；其次介於 40~80 cm/s，約佔 39 %。主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 57%。

### 6.2.4 85 年 - 89 年五年流速、流向季聯合分佈及玫瑰圖

85 年 - 89 年五年水深-5M 流速、流向季聯合分佈，各如表 6-22~表 6-25 所示。同期間季玫瑰圖，各如圖 6-26~圖 6-29 所示。

85 年 - 89 年五年水深-5M 春季海流流速主要介於 0~40cm/s，約佔 65%，主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 44%。夏季海流流速主要介於 0~40cm/s，約佔 56%，主要流向為 NE 及 SW 方向，合計約佔 40%。秋季海流流速主要介於 40~80cm/s，約佔 52%，主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 45%。冬季海流流速主要介於 0~40cm/s，約佔 61%，主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 54%。

### 6.2.5 85 年-89 年五年流速、流向聯合分佈及玫瑰圖

85 年-89 年五年水深-5M 海流流速、流向聯合分佈，如表 6-26 所示。同期間全年玫瑰圖，如圖 6-30 所示。85 年-89 年五年水深-5M 海流流速主要介於 0~40cm/s，約佔 56%；其次為 40~80cm/s，約佔 41%。主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 46%。其次為 NE 及 SW 方向，合計約佔 26%。

## 6.3 最大流速及其對應之流向、時間分析

89 年 1 月 ~ 89 年 12 月，台北港各月海流最大流速及其對應之流向，如表 6-27 所示。此期間最大海流及其對應之流向各為 94.1 cm/s 及 96 度，時間為 89 年 11 月 13 日上午 1 時。

## 6.4 海流相關分析

根據邱永芳，洪憲忠，吳基等[3]於民國 87 年所進行台北港觀測樁之海流分析，台北港風速與觀測樁所測海流流速相關性很低，即風驅流對觀測樁所測海流影響很小。觀測樁所測海流主要為潮流。

## 6.5 綜合海流分析結果

綜合以上流速、流向資料分析，可得台北港流速、流向有以下特性。

1. 在流速、流向聯合分佈方面：

台北港 85 年 - 89 年五年春季水深-5M 海流流速主要介於 0~40cm/s，約佔 65%，主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 44%；夏季水深-5M 海流流速主要介於 0~40cm/s，約佔 56%，主要流向為 NE 及 SW 方向，合計約佔 40%；秋季水深-5M 海流流速主要介於 40~80cm/s，約佔 52%，主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 45%；冬季水深-5M 海流流速主要介於 0~40 cm/s，

約佔 61 %，主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 54 %。五年水深-5M 海流流速主要介於 0~40cm/s，約佔 56%；其次為 40~80cm/s，約佔 41%。主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 46%；其次為 NE 及 SW 方向，合計約佔 26%。

## 2. 在最大流速、流向方面：

台北港 85 年 - 89 年五年春季水深-5M 最大流速為 99.1 cm/s。夏季水深-5M 最大流速為 119.9 cm/s。秋季水深-5M 最大流速為 112.6 cm/s。冬季水深-5M 最大流速為 93.6 cm/s。五年水深-5M 最大流速為 119.9 cm/s，相對流向 238 度。

## 3. 在相關性方面：

台北港風速與觀測椿所測海流流速相關性很低，即風驅流對觀測椿所測海流影響很小。觀測椿所測海流主要為潮流。

## 4. 綜合以上 85 年 - 89 年海流分析結果：

台北港 85 年 - 89 年五年水深-5M 處海流流速主要介於 0~40cm/s，約佔 56%，其次為 40~80cm/s，約佔 41%。主要流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 46%。其次為 NE 及 SW 方向，合計約佔 26%。

85 年 - 89 年五年水深-5M 最大流速為 119.9 cm/s，相對流向 238 度。

台北港風速與觀測椿所測海流流速相關性很低，即風驅流對觀測所測海流影響很小。觀測椿所測海流主要為潮流。

表 6-1 台北港 89 年 1 月~89 年 12 月海流之月統計結果

年、月		最大	平均	最小	標準差	水深
89.1	流速(cm/s)	71.3	34.6	0.1	13.1	-5m
	流向(deg)	60.0		262.0		
89.2	流速(cm/s)	82.6	39.1	0.4	13.8	-5m
	流向(deg)	0.0		67.0		
89.3	流速(cm/s)	67.7	32.5	0.1	15.4	-5m
	流向(deg)	64.0		199.0		
89.4	流速(cm/s)	63.8	31.2	0.1	14.5	-5m
	流向(deg)	70.0		85.0		
89.5	流速(cm/s)	68.1	31.6	0.1	14.8	-5m
	流向(deg)	57.0		240.0		
89.6	流速(cm/s)	78.5	28.8	0.1	14.0	-5m
	流向(deg)	54.0		219.0		
89.8	流速(cm/s)	78.6	30.6	0.1	15.2	-5m
	流向(deg)	57.0		192.0		
89.9	流速(cm/s)	74.3	37.0	0.1	16.9	-5m
	流向(deg)	92.0		195.0		
89.11	流速(cm/s)	94.1	46.7	0.2	17.1	-5m
	流向(deg)	96.0		235.0		
89.12	流速(cm/s)	93.6	41.1	0.2	16.5	-5m
	流向(deg)	238.0		189.0		

表 6-2 台北港 89 年水深-5m 海流之季統計結果

季		最大	平均	最小	標準差
春季	流速(cm/s)	68.1	31.8	0.1	14.9
	流向(deg)	57.0		240.0	
夏季	流速(cm/s)	78.6	29.9	0.1	14.8
	流向(deg)	57.0		192.0	
秋季	流速(cm/s)	94.1	41.3	0.1	17.7
	流向(deg)	96.0		195.0	
冬季	流速(cm/s)	93.6	38.3	0.1	14.8
	流向(deg)	238.0		262.0	

表 6-3 台北港 89 年水深-5m 海流之年統計結果

年		最大	平均	最小	標準差
89	流速(cm/s)	94.1	35.2	0.1	16.0
	流向(deg)	96.0		195.0	

表 6-4 台北港 85 年-89 年水深-5m 海流之五年季統計結果

季		最大	平均	最小	標準差
春季	流速(cm/s)	99.1	32.9	0.0	18.5
	流向(deg)	52.0		8.0	
夏季	流速(cm/s)	119.9	38.5	0.0	21.5
	流向(deg)	238.0		350.0	
秋季	流速(cm/s)	112.6	43.8	0.0	20.8
	流向(deg)	61.0		103.0	
冬季	流速(cm/s)	93.6	34.6	0.0	16.5
	流向(deg)	238.0		82.0	

表 6-5 台北港 85 年-89 年水深-5m 海流之五年統計結果

年		最大	平均	最小	標準差
85-89	流速(cm/s)	119.9	37.4	0.0	19.8
	流向(deg)	238.0		103.0	

表 6-6 台北港 89 年 1 月流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
 WATER DEPTH -5 M  
 2000.01

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.88	.59	.00	.00	1.47
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	1.03	.88	.00	.00	1.91
ENE	11.60	11.01	.00	.00	22.61
E	7.78	4.85	.00	.00	12.63
ESE	4.55	1.91	.00	.00	6.46
SE	2.64	.44	.00	.00	3.08
SSE	2.35	.00	.00	.00	2.35
S	2.79	.44	.00	.00	3.23
SSW	3.23	.15	.00	.00	3.38
SW	5.73	.15	.00	.00	5.87
WSW	19.09	13.36	.00	.00	32.45
W	2.79	1.47	.00	.00	4.26
WNW	.15	.15	.00	.00	.29
NW	.00	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	64.61	35.39	.00	.00	100.00
Valid data no	is	681.			

表 6-7 台北港 89 年 2 月流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
 WATER DEPTH -5 M  
 2000.02

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.65	.49	.16	.00	1.30
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	.00	.16	.00	.00	.16
ENE	6.84	13.84	.00	.00	20.68
E	7.82	10.75	.00	.00	18.57
ESE	4.40	3.09	.00	.00	7.49
SE	2.61	1.30	.00	.00	3.91
SSE	1.95	.00	.00	.00	1.95
S	1.95	.00	.00	.00	1.95
SSW	2.44	.00	.00	.00	2.44
SW	7.49	1.63	.00	.00	9.12
WSW	12.87	17.92	.00	.00	30.78
W	.65	.98	.00	.00	1.63
WNW	.00	.00	.00	.00	.00
NW	.00	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	49.67	50.16	.16	.00	100.00

表 6-8 台北港 89 年 3 月流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
2000.03

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.00	.28	.00	.00	.28
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	2.22	.55	.00	.00	2.77
ENE	13.31	16.78	.00	.00	30.10
E	8.88	4.72	.00	.00	13.59
ESE	4.44	.42	.00	.00	4.85
SE	1.80	.00	.00	.00	1.80
SSE	3.61	.00	.00	.00	3.61
S	1.80	.14	.00	.00	1.94
SSW	2.91	.00	.00	.00	2.91
SW	7.63	.28	.00	.00	7.91
WSW	17.61	10.40	.00	.00	28.02
W	1.53	.42	.00	.00	1.94
WNW	.14	.00	.00	.00	.14
NW	.14	.00	.00	.00	.14
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	66.02	33.98	.00	.00	100.00
Valid data no	is	721.			

表 6-9 台北港 89 年 4 月流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
2000.04

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.88	.44	.00	.00	1.32
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	5.14	4.26	.00	.00	9.40
ENE	15.71	14.68	.00	.00	30.40
E	5.87	1.62	.00	.00	7.49
ESE	1.91	.29	.00	.00	2.20
SE	1.91	.00	.00	.00	1.91
SSE	3.38	.00	.00	.00	3.38
S	1.76	.00	.00	.00	1.76
SSW	1.91	.00	.00	.00	1.91
SW	7.93	.15	.00	.00	8.08
WSW	20.26	9.25	.00	.00	29.52
W	2.20	.44	.00	.00	2.64
WNW	.00	.00	.00	.00	.00
NW	.00	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	68.87	31.13	.00	.00	100.00
Valid data no	is	681.			

表 6-10 台北港 89 年 5 月流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
2000.05

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.23	.00	.00	.00	.23
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	3.97	5.84	.00	.00	9.81
ENE	21.50	14.72	.00	.00	36.21
E	5.61	.23	.00	.00	5.84
ESE	1.87	.00	.00	.00	1.87
SE	1.64	.00	.00	.00	1.64
SSE	1.87	.00	.00	.00	1.87
S	2.34	.00	.00	.00	2.34
SSW	1.64	.00	.00	.00	1.64
SW	9.58	.70	.00	.00	10.28
WSW	17.29	9.11	.00	.00	26.40
W	1.87	.00	.00	.00	1.87
WNW	.00	.00	.00	.00	.00
NW	.00	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	69.39	30.61	.00	.00	100.00
Valid data no is		428.			

表 6-11 台北港 89 年 6 月流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
2000.06

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.39	.00	.00	.00	.39
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	.97	4.47	.00	.00	5.45
ENE	27.43	10.70	.00	.00	38.13
E	6.42	.00	.00	.00	6.42
ESE	2.33	.00	.00	.00	2.33
SE	2.14	.00	.00	.00	2.14
SSE	2.14	.00	.00	.00	2.14
S	3.11	.00	.00	.00	3.11
SSW	2.53	.00	.00	.00	2.53
SW	7.98	.78	.00	.00	8.75
WSW	22.76	4.67	.00	.00	27.43
W	1.17	.00	.00	.00	1.17
WNW	.00	.00	.00	.00	.00
NW	.00	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	79.38	20.62	.00	.00	100.00

表 6-12 台北港 89 年 8 月流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
2000.08

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.67	.13	.00	.00	.81
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	1.08	.94	.00	.00	2.02
ENE	22.58	16.40	.00	.00	38.98
E	8.20	1.75	.00	.00	9.95
ESE	2.42	.27	.00	.00	2.69
SE	2.15	.00	.00	.00	2.15
SSE	1.21	.00	.00	.00	1.21
S	1.75	.00	.00	.00	1.75
SSW	2.96	.00	.00	.00	2.96
SW	8.87	.54	.00	.00	9.41
WSW	18.95	8.06	.00	.00	27.02
W	.94	.00	.00	.00	.94
WNW	.13	.00	.00	.00	.13
NW	.00	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	71.91	28.09	.00	.00	100.00
Valid data no is		744.			

表 6-13 台北港 89 年 9 月流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
2000.09

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.80	.48	.00	.00	1.28
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	4.80	4.16	.00	.00	8.96
ENE	14.24	11.20	.00	.00	25.44
E	4.48	4.16	.00	.00	8.64
ESE	2.40	3.52	.00	.00	5.92
SE	1.92	2.08	.00	.00	4.00
SSE	1.28	.96	.00	.00	2.24
S	1.92	.32	.00	.00	2.24
SSW	2.24	.48	.00	.00	2.72
SW	6.72	2.08	.00	.00	8.80
WSW	14.88	13.12	.00	.00	28.00
W	1.44	.00	.00	.00	1.44
WNW	.32	.00	.00	.00	.32
NW	.00	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%					

表 6-14 台北港 88 年 11 月流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
2000.11

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.20	.61	.00	.00	.81
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	.00	.00	.00	.00	.00
ENE	5.25	17.58	.20	.00	23.03
E	4.44	8.28	.40	.00	13.13
ESE	2.42	4.85	.00	.00	7.27
SE	3.03	2.42	.20	.00	5.66
SSE	1.01	1.62	.00	.00	2.63
S	3.43	1.41	.00	.00	4.85
SSW	2.63	1.01	.00	.00	3.64
SW	3.84	4.24	.00	.00	8.08
WSW	7.07	22.83	.40	.00	30.30
W	.00	.61	.00	.00	.61
WNW	.00	.00	.00	.00	.00
NW	.00	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	33.33	65.45	1.21	.00	100.00
Valid data no is		495.			

表 6-15 台北港 88 年 12 月流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
2000.12

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.56	.84	.00	.00	1.41
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	.14	.14	.00	.00	.28
ENE	8.30	17.44	.00	.00	25.74
E	5.49	6.47	.42	.00	12.38
ESE	2.95	3.09	.14	.00	6.19
SE	2.81	1.69	.00	.00	4.50
SSE	2.39	1.27	.00	.00	3.66
S	2.95	1.27	.00	.00	4.22
SSW	4.36	.56	.00	.00	4.92
SW	7.74	3.80	.00	.00	11.53
WSW	9.56	14.63	.28	.00	24.47
W	.28	.42	.00	.00	.70
WNW	.00	.00	.00	.00	.00
NW	.00	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	47.54	51.62	.84	.00	100.00

表 6-16 台北港 89 年 1 月～89 年 12 月海流主要平均流速流向及  
其合計所佔比率

年	月	主要平均流速及合計所佔 比率		主要平均流向及合計所佔 比率	
		流速 (cm/s)	所佔比率 (%)	流向 (度)	所佔比率 (%)
89	1	0～40	65	ENE&WSW	55
89	2	40～80	50	ENE&WSW	52
89	3	0～40	66	ENE&WSW	58
89	4	0～40	69	ENE&WSW	60
89	5	0～40	69	ENE&WSW	63
89	6	0～40	79	ENW&WSW	66
89	8	0～40	72	ENE&WSW	66
89	9	0～40	57	ENE&WSW	53
89	11	40～80	66	ENE&WSW	53
89	12	40～80	52	ENE&WSW	50

表 6-17 台北港 89 年春季流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
2000 (Spring)

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.38	.27	.00	.00	.66
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	3.72	3.17	.00	.00	6.89
ENE	16.12	15.52	.00	.00	31.64
E	6.99	2.51	.00	.00	9.51
ESE	2.90	.27	.00	.00	3.17
SE	1.80	.00	.00	.00	1.80
SSE	3.11	.00	.00	.00	3.11
S	1.91	.05	.00	.00	1.97
SSW	2.24	.00	.00	.00	2.24
SW	8.20	.33	.00	.00	8.52
WSW	18.52	9.67	.00	.00	28.20
W	1.86	.33	.00	.00	2.19
WNW	.05	.00	.00	.00	.05
NW	.05	.00	.00	.00	.05
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	67.87	32.13	.00	.00	100.00
Valid data no is		1830.			

表 6-18 台北港 89 年夏季流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
2000 (Summer)

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.56	.08	.00	.00	.64
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	1.03	2.38	.00	.00	3.42
ENE	24.56	14.07	.00	.00	38.63
E	7.47	1.03	.00	.00	8.51
ESE	2.38	.16	.00	.00	2.54
SE	2.15	.00	.00	.00	2.15
SSE	1.59	.00	.00	.00	1.59
S	2.31	.00	.00	.00	2.31
SSW	2.78	.00	.00	.00	2.78
SW	8.51	.64	.00	.00	9.14
WSW	20.51	6.68	.00	.00	27.19
W	1.03	.00	.00	.00	1.03
WNW	.08	.00	.00	.00	.08
NW	.00	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00	.00

表 6-19 台北港 89 年秋季流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
2000 (Autumn)

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.54	.54	.00	.00	1.07
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	2.68	2.32	.00	.00	5.00
ENE	10.27	14.02	.09	.00	24.38
E	4.46	5.98	.18	.00	10.63
ESE	2.41	4.11	.00	.00	6.52
SE	2.41	2.23	.09	.00	4.73
SSE	1.16	1.25	.00	.00	2.41
S	2.59	.80	.00	.00	3.39
SSW	2.41	.71	.00	.00	3.13
SW	5.45	3.04	.00	.00	8.48
WSW	11.43	17.41	.18	.00	29.02
W	.80	.27	.00	.00	1.07
WNW	.18	.00	.00	.00	.18
NW	.00	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	46.79	52.68	.54	.00	100.00
Valid data no	is	1120.			

表 6-20 台北港 89 年冬季流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
2000 (Winter)

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.70	.65	.05	.00	1.40
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	.40	.40	.00	.00	.80
ENE	8.97	14.16	.00	.00	23.13
E	6.98	7.23	.15	.00	14.36
ESE	3.94	2.69	.05	.00	6.68
SE	2.69	1.15	.00	.00	3.84
SSE	2.24	.45	.00	.00	2.69
S	2.59	.60	.00	.00	3.19
SSW	3.39	.25	.00	.00	3.64
SW	6.98	1.89	.00	.00	8.87
WSW	13.81	15.20	.10	.00	29.11
W	1.25	.95	.00	.00	2.19
WNW	.05	.05	.00	.00	.10
NW	.00	.00	.00	.00	.00
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	52.88	45.66	.25	.00	100.00

表 6-21 台北港 89 年全年流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
2000

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.55	.40	.02	.00	.97
NNE	.00	.00	.00	.00	.00
NE	1.92	1.96	.00	.00	3.88
ENE	14.47	14.52	.02	.00	29.00
E	6.63	4.36	.08	.00	11.07
ESE	3.04	1.72	.02	.00	4.78
SE	2.27	.77	.02	.00	3.06
SSE	2.17	.37	.00	.00	2.54
S	2.33	.35	.00	.00	2.69
SSW	2.75	.21	.00	.00	2.96
SW	7.37	1.38	.00	.00	8.75
WSW	16.12	12.25	.06	.00	28.44
W	1.30	.45	.00	.00	1.75
WNW	.08	.02	.00	.00	.10
NW	.02	.00	.00	.00	.02
NNW	.00	.00	.00	.00	.00
%	61.02	38.77	.21	.00	100.00
Valid data no is		6214.			

表 6-22 台北港 85 年-89 年五年春季流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
1996 - 2000 (Spring)

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.49	.16	.00	.00	.65
NNE	.65	.00	.00	.00	.65
NE	9.04	8.22	.62	.00	17.89
ENE	11.88	11.42	.46	.00	23.76
E	4.63	1.50	.00	.00	6.14
ESE	1.93	.16	.00	.00	2.09
SE	1.34	.00	.00	.00	1.34
SSE	2.12	.00	.00	.00	2.12
S	1.50	.03	.00	.00	1.53
SSW	2.51	.00	.00	.00	2.51
SW	10.84	4.67	.00	.00	15.50
WSW	13.67	6.59	.00	.00	20.27
W	2.90	1.24	.00	.00	4.14
WNW	.82	.00	.00	.00	.82
NW	.39	.00	.00	.00	.39
NNW	.20	.00	.00	.00	.20
%	64.92	34.01	1.08	.00	100.00
Valid data no	is	3064.			

表 6-23 台北港 85 年-89 年五年夏季流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
1996 - 2000 (Summer)

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	1.32	.03	.00	.00	1.35
NNE	1.86	1.62	.11	.00	3.58
NE	6.55	11.24	1.35	.00	19.13
ENE	11.45	8.89	.57	.00	20.91
E	3.31	.78	.00	.00	4.10
ESE	1.59	.05	.00	.00	1.64
SE	1.29	.00	.00	.00	1.29
SSE	1.27	.00	.00	.00	1.27
S	1.62	.13	.00	.00	1.75
SSW	2.64	.73	.13	.00	3.50
SW	8.43	11.40	1.35	.00	21.18
WSW	11.51	5.63	.11	.00	17.25
W	1.37	.05	.00	.00	1.43
WNW	.51	.00	.00	.00	.51
NW	.59	.00	.00	.00	.59
NNW	.51	.00	.00	.00	.51

表 6-24 台北港 85 年- 89 年五年秋季流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
1996 - 2000 (Autumn)

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	1.50	2.29	.00	.00	3.79
NNE	1.23	2.09	.00	.00	3.32
NE	3.62	6.53	.12	.00	10.26
ENE	8.02	15.70	3.50	.00	27.22
E	3.29	3.85	.32	.00	7.47
ESE	1.70	1.97	.00	.00	3.67
SE	1.53	1.09	.03	.00	2.65
SSE	1.06	.59	.00	.00	1.65
S	1.85	.50	.00	.00	2.35
SSW	2.38	.35	.00	.00	2.73
SW	6.73	4.88	.44	.00	12.05
WSW	7.08	10.91	.12	.00	18.11
W	1.09	.29	.00	.00	1.38
WNW	.76	.00	.00	.00	.76
NW	.53	.06	.00	.00	.59
NNW	.76	1.23	.00	.00	2.00
%	43.15	52.32	4.53	.00	100.00
Valid data no	is	3402.			

表 6-25 台北港 85 年- 89 年五年冬季流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH -5 M  
1996 - 2000 (Winter)

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	.81	.35	.02	.00	1.18
NNE	.30	.00	.00	.00	.30
NE	2.44	.99	.00	.00	3.44
ENE	15.01	13.53	.23	.00	28.78
E	5.00	4.50	.07	.00	9.57
ESE	2.51	1.78	.02	.00	4.31
SE	1.89	.85	.00	.00	2.74
SSE	1.57	.32	.00	.00	1.89
S	2.01	.32	.00	.00	2.33
SSW	2.56	.12	.00	.00	2.67
SW	6.50	2.05	.00	.00	8.55
WSW	13.44	11.94	.05	.00	25.43
W	5.14	1.57	.00	.00	6.71
WNW	.88	.02	.00	.00	.90
NW	.65	.00	.00	.00	.65
NNW	.55	.00	.00	.00	.55
%	61.26	38.34	3.9	.00	100.00

表 6-26 台北港 85 年-89 年五年流速、流向聯合分佈

TAIPEI HARBOR CUR. SPEED & DIR. DISTRIBUTION (%)  
WATER DEPTH - 5 M  
1996 - 2000

DIR	CURRENT SPEED (CM/S)				%
	0-40CM/S	40-80CM/S	80-120CM/S	120-160CM/S	
N	1.04	.69	.01	.00	1.73
NNE	1.00	.91	.03	.00	1.94
NE	5.06	6.34	.51	.00	11.90
ENE	11.83	12.49	1.14	.00	25.46
E	4.11	2.78	.10	.00	6.99
ESE	1.98	1.05	.01	.00	3.03
SE	1.55	.51	.01	.00	2.07
SSE	1.50	.24	.00	.00	1.73
S	1.77	.26	.00	.00	2.03
SSW	2.50	.31	.03	.00	2.84
SW	7.91	5.60	.45	.00	13.96
WSW	11.52	9.02	.07	.00	20.61
W	2.77	.82	.00	.00	3.59
WNW	.73	.01	.00	.00	.74
NW	.55	.01	.00	.00	.57
NNW	.52	.29	.00	.00	.81
%	56.34	41.32	2.34	.00	100.00
Valid data no is		14417.			

表 6-27 台北港 89 年 3 月～89 年 12 月海流最大流速、對應流向及其  
發

**生時間**

年	月	最大流速			
		最大流速 (cm/s)	對應流向	發生時間	水深
89	1	71.3	60	23 日上午 2 時	-5m
89	2	82.6	0	20 日上午 1 時	-5m
89	3	67.7	64	16 日下午 4 時	-5m
89	4	63.8	70	6 日下午 1 時	-5m
89	5	68.1	57	5 日上午 12 時	-5m
89	6	78.5	54	4 日下午 2 時	-5m
89	8	78.6	57	1 日下午 1 時	-5m
89	9	74.3	92	14 日上午 12 時	-5m
89	11	94.1	96	13 日上午 1 時	-5m
89	12	93.6	238	14 日上午 8 時	-5m

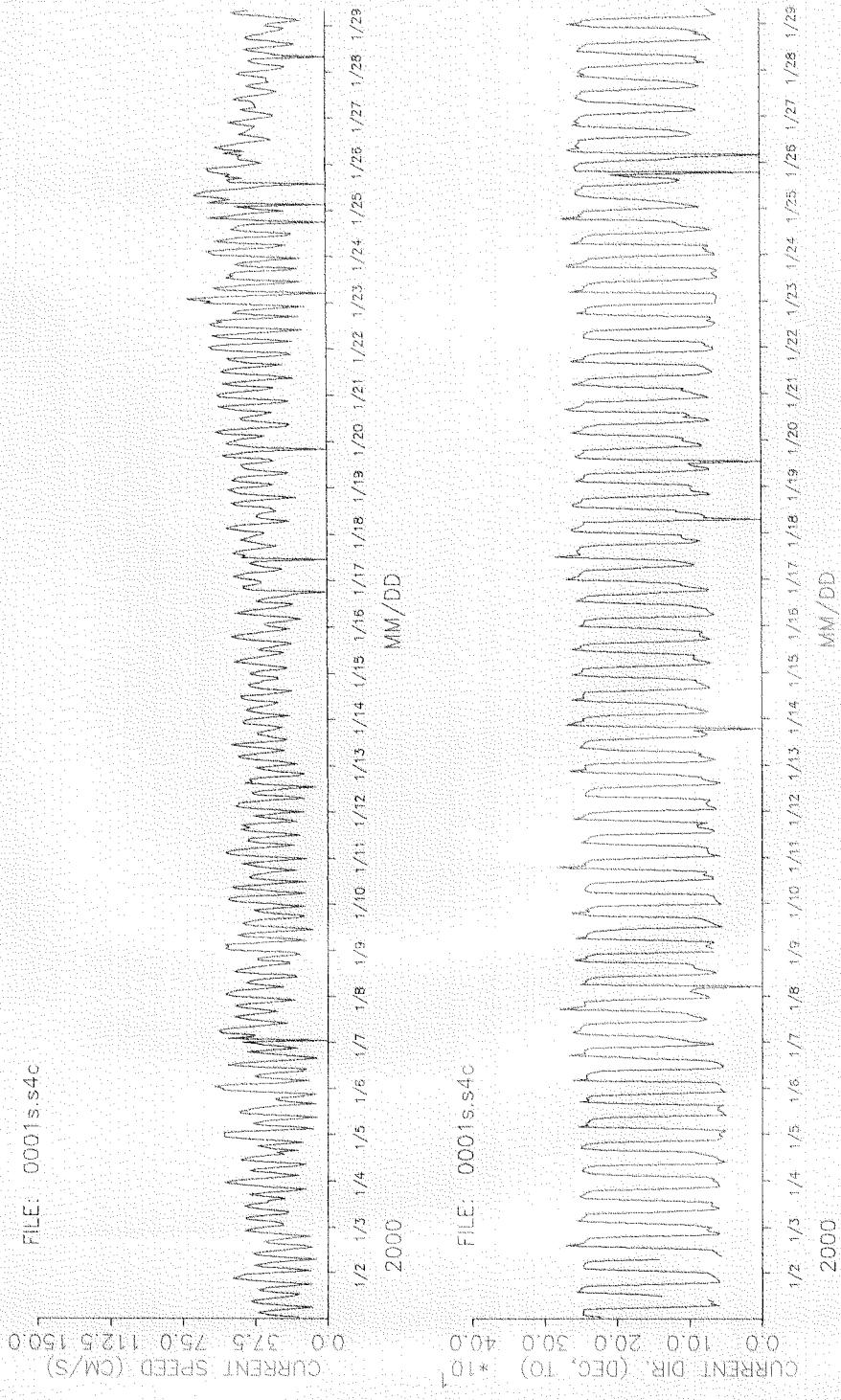


圖 6-1 台北港 89 年 1 月海流流速、流向逐時圖

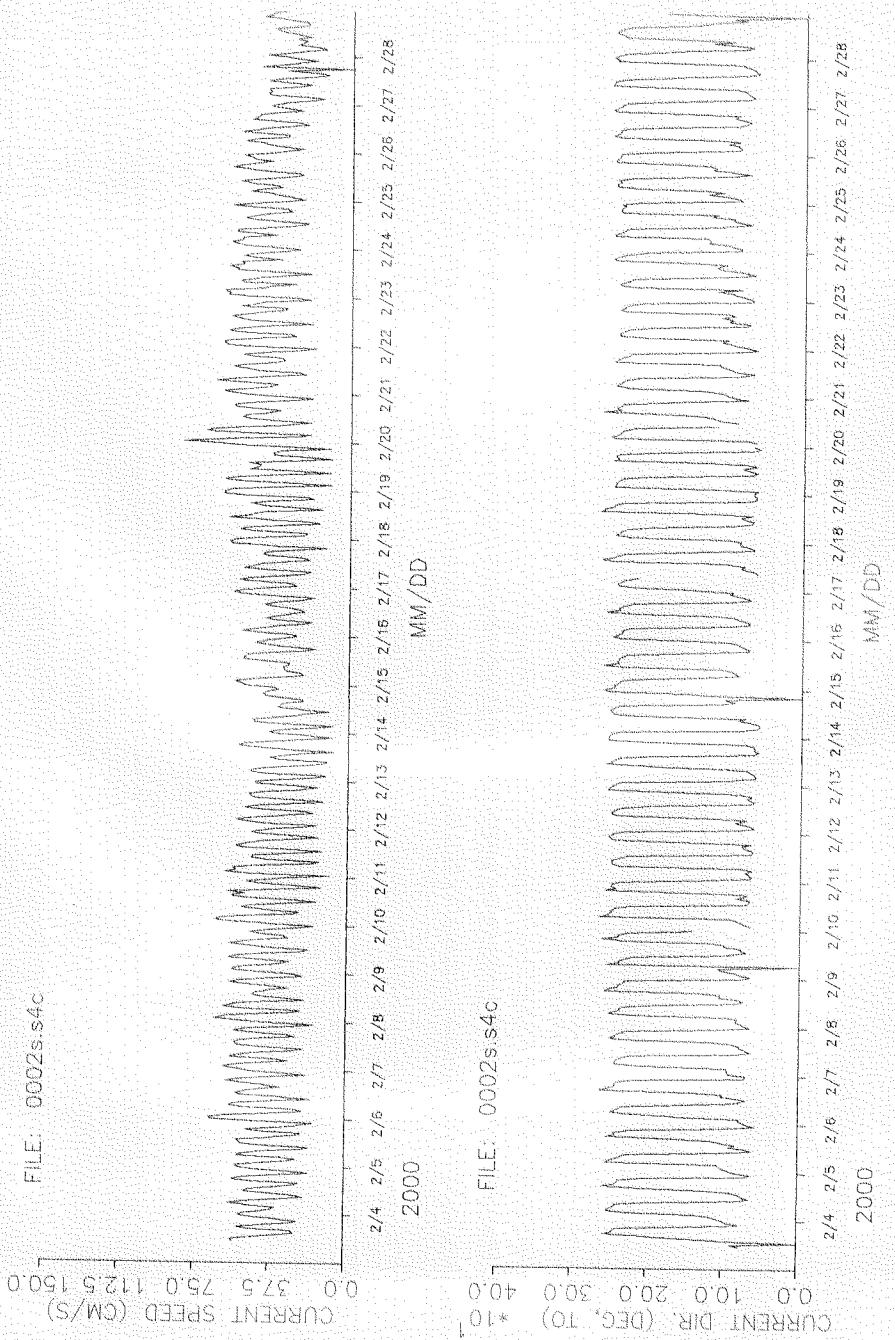


圖 6-2 台北港 89 年 2 月海流流速、流向逐時圖

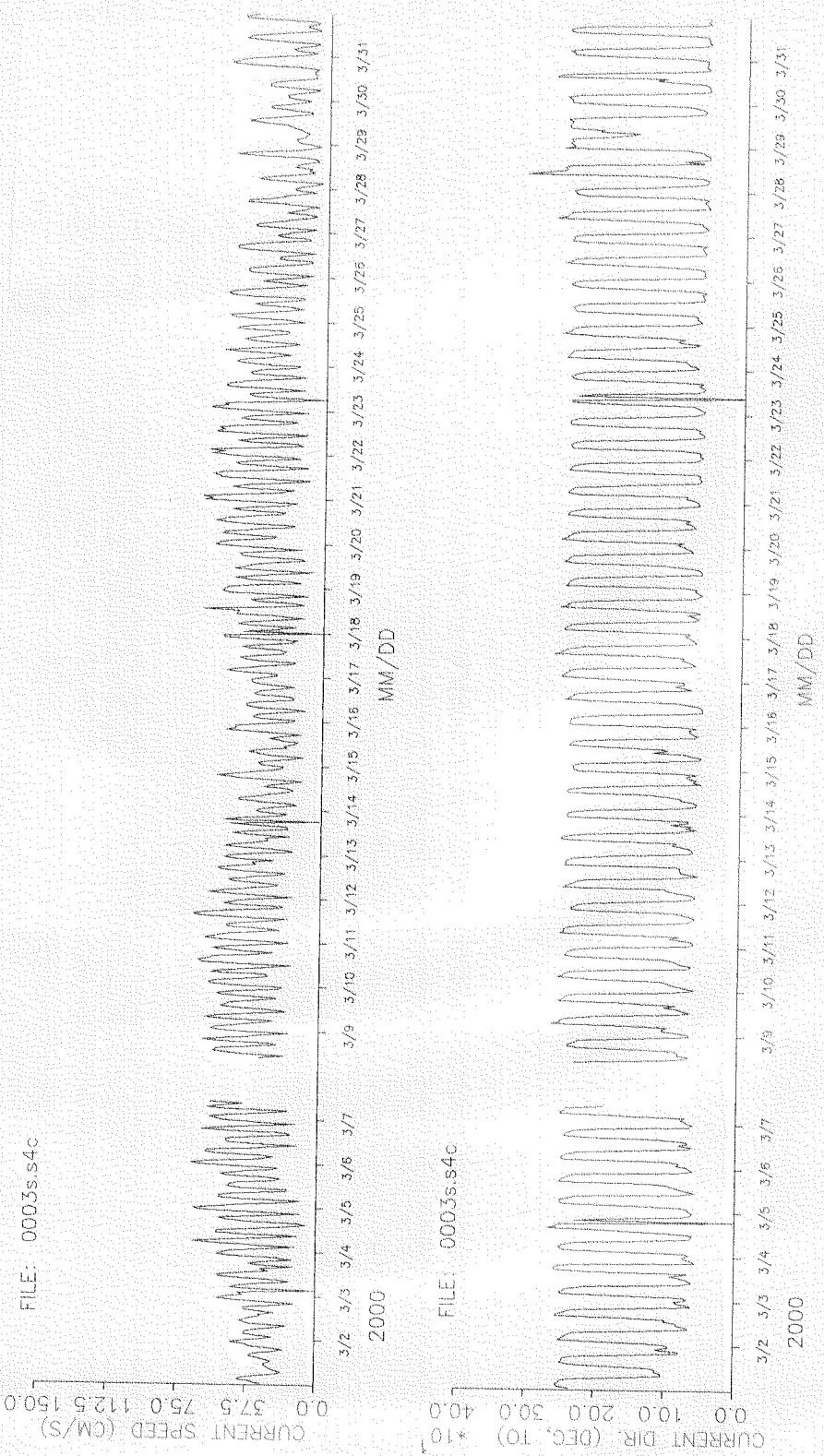


圖 6-3 台北港 89 年 3 月海流流速、流向逐時圖

FILE: 0004s.s4c

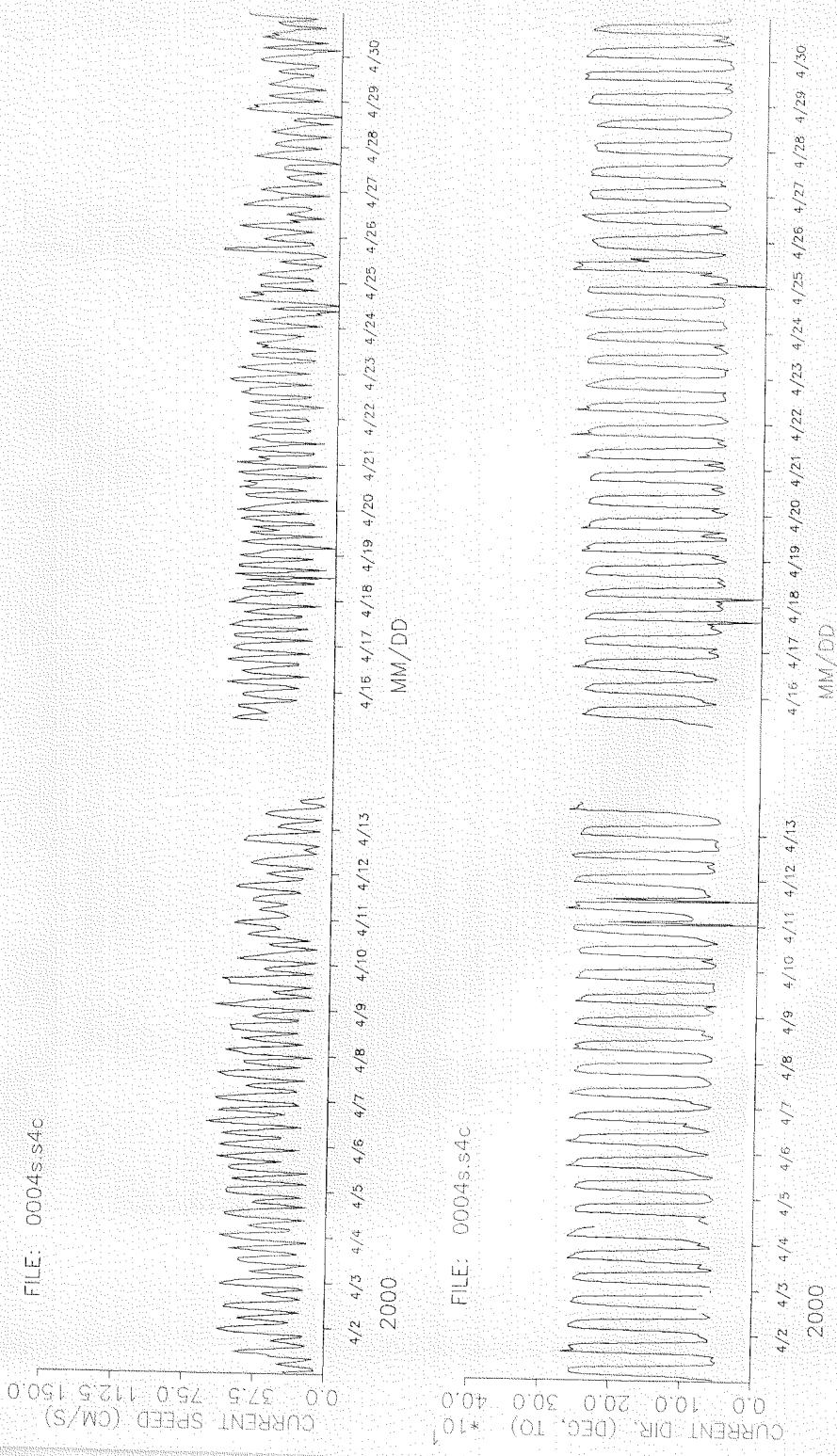


圖 6-4 台北港 89 年 4 月海流流速、流向逐時圖



圖 6-5 台北港 89 年 5 月海流流速、流向逐時圖

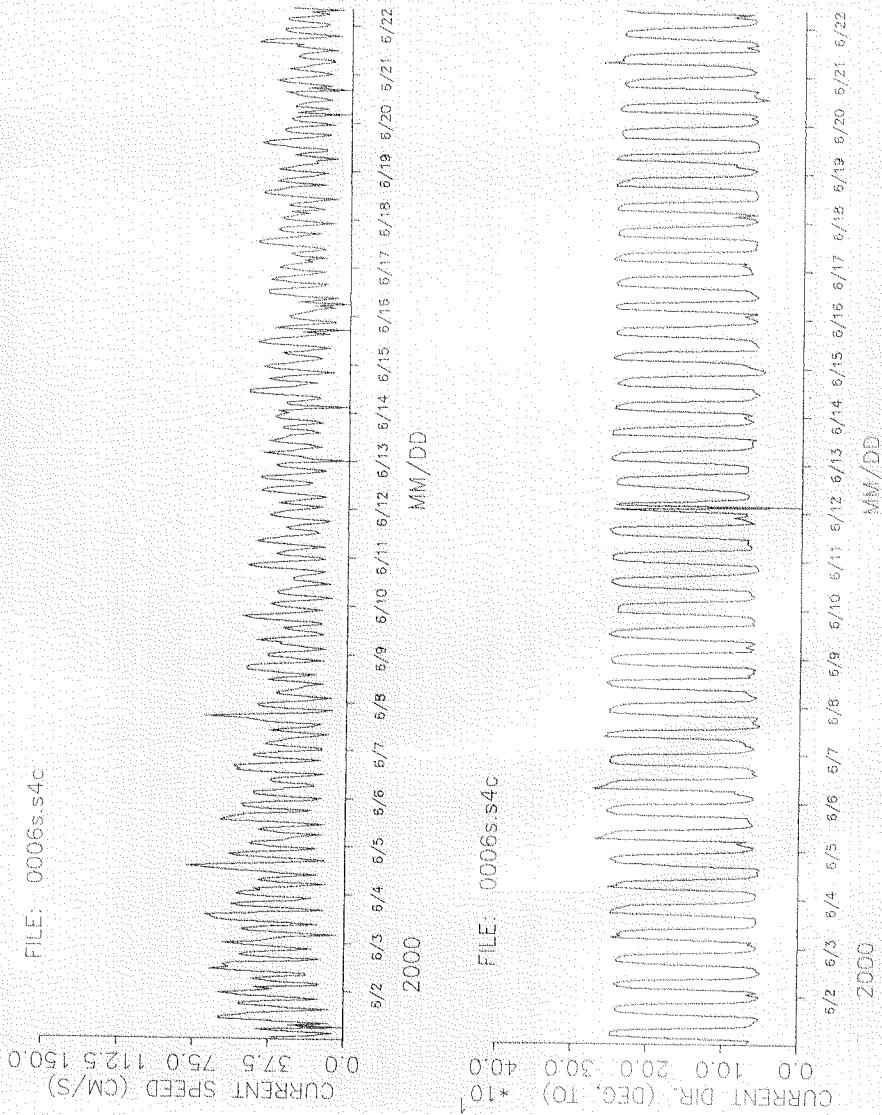


圖 6-6 台北港 89 年 6 月海流流速、流向逐時圖

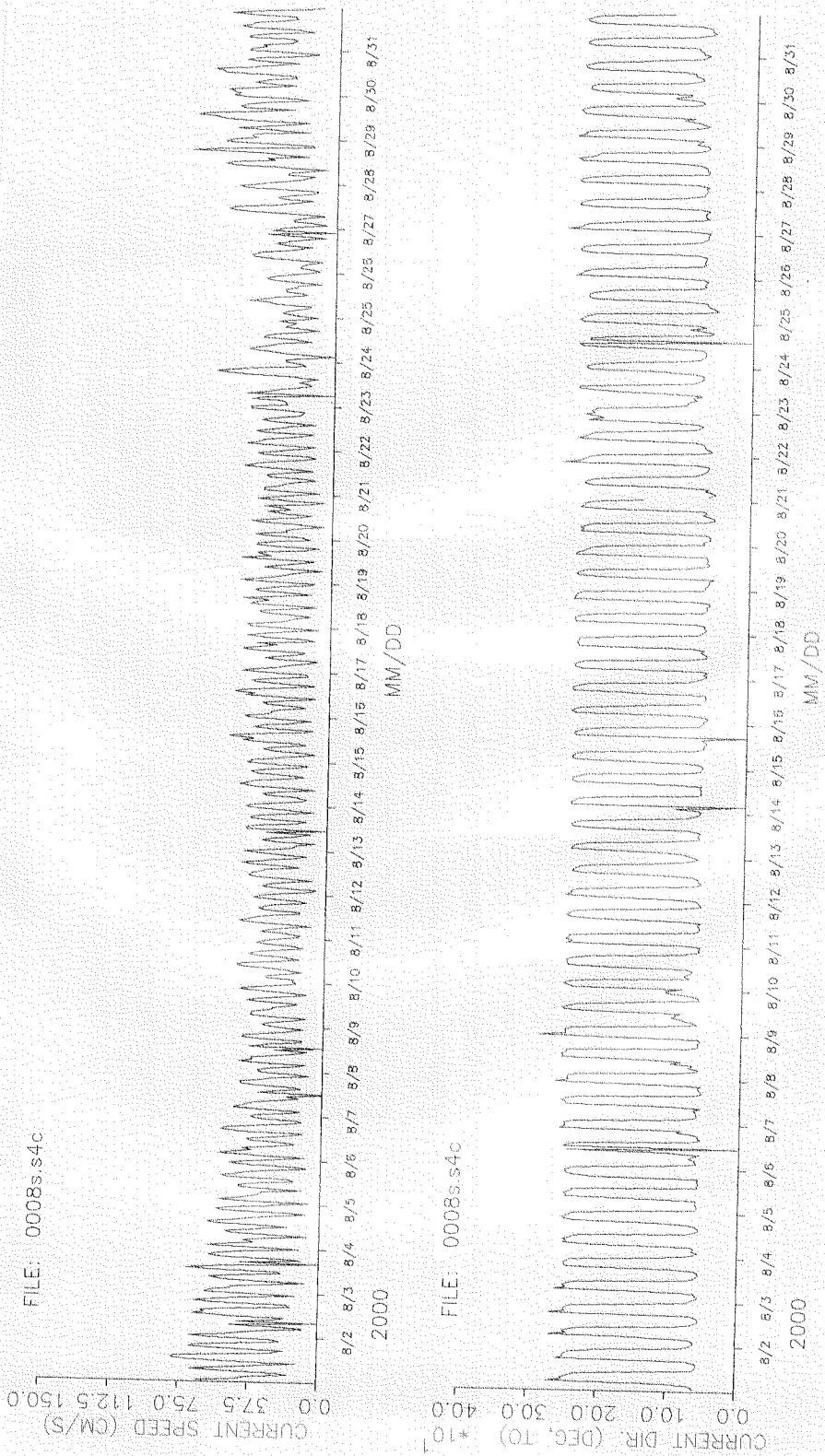


圖 6-7 台北港89年8月海流流速、流向逐時圖

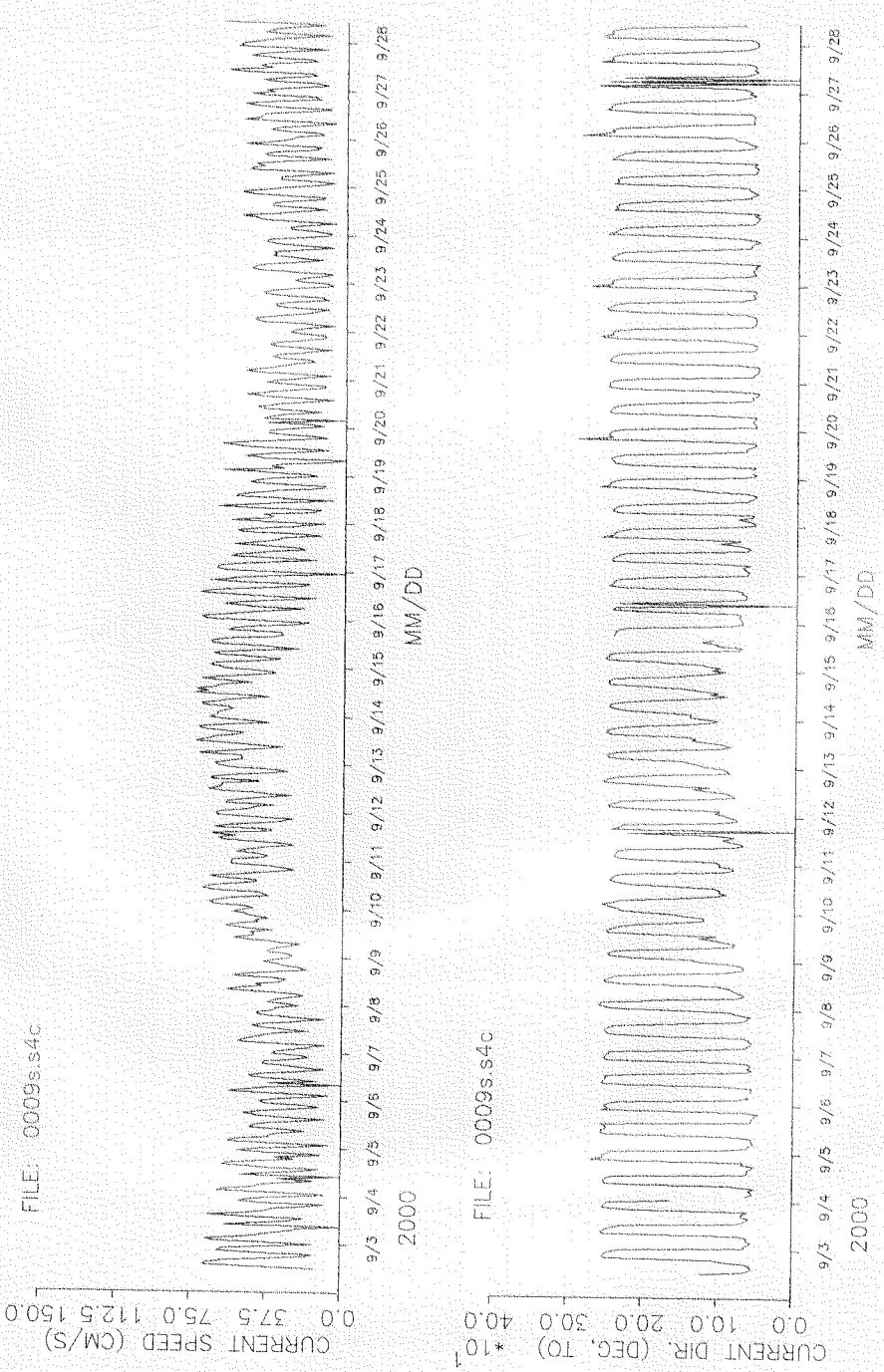


圖 6-8 台北港 89 年 9 月海流流速、流向逐時圖



圖 6-9 台北港 89 年 11 月海流流速、流向逐時圖

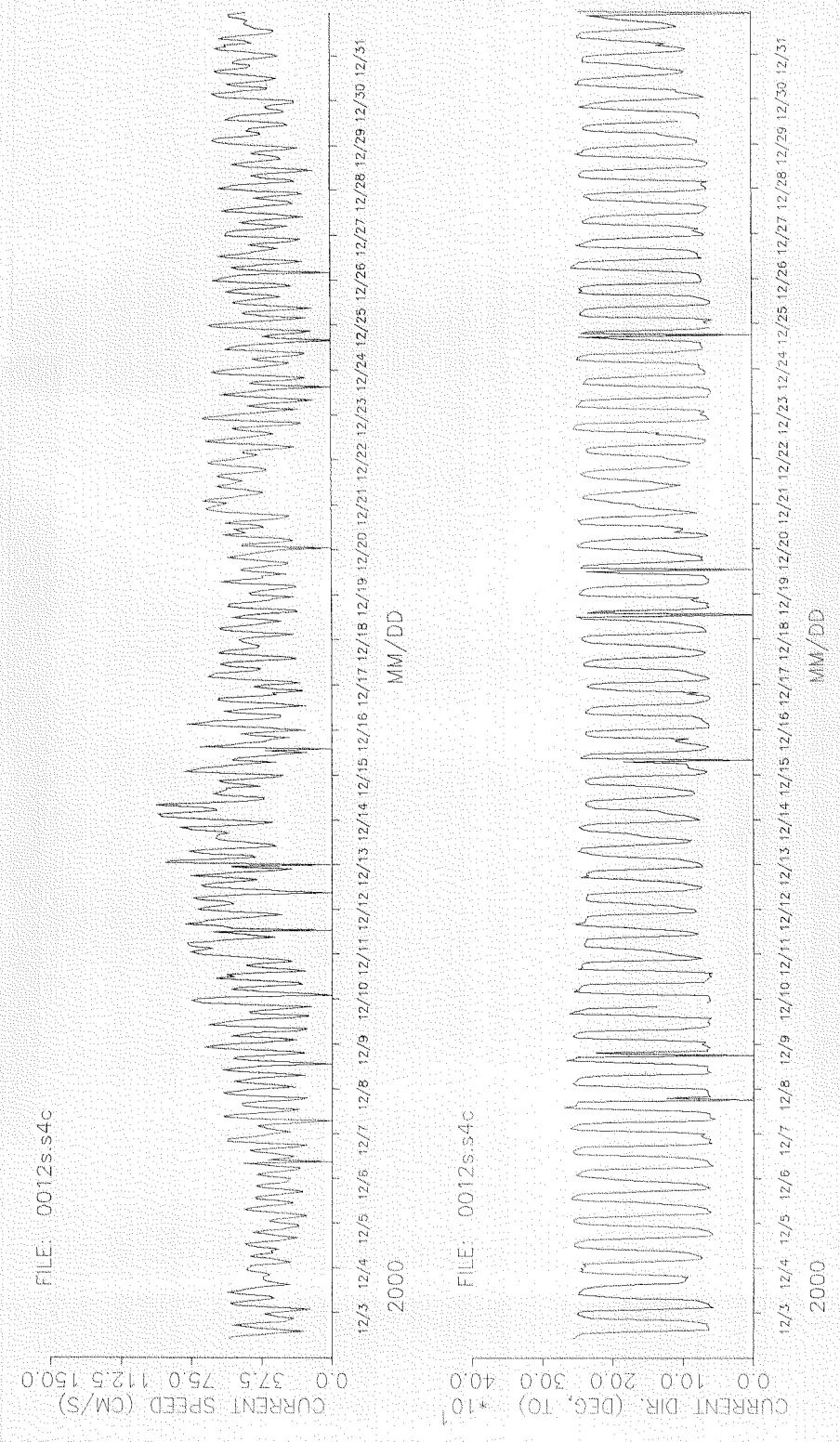


圖 6-10 台北港 89 年 12 月海流流速、流向逐時圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000.01

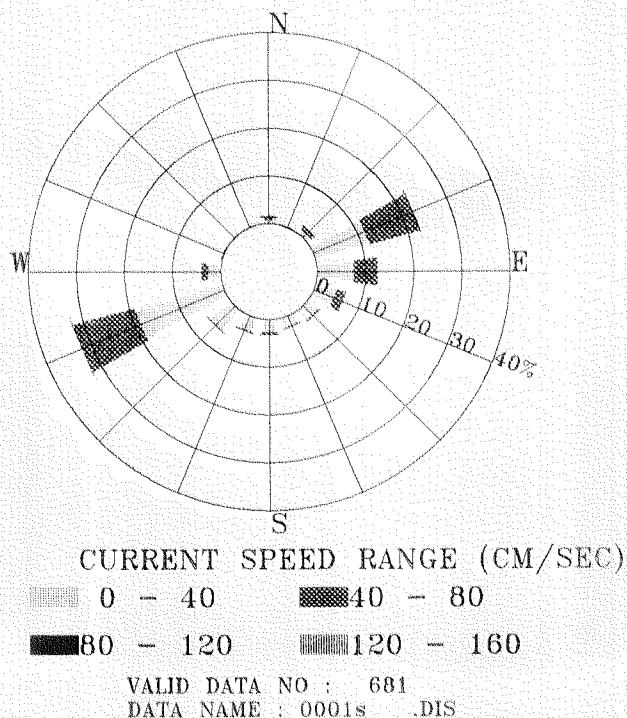
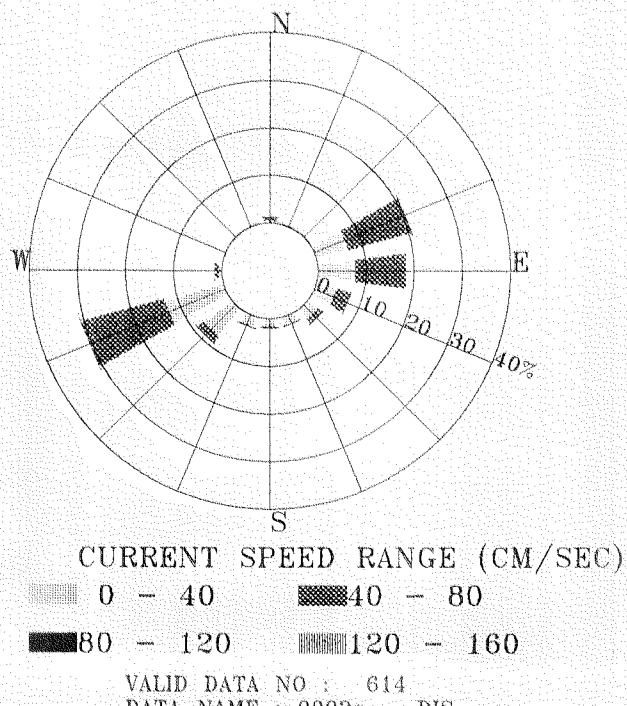


圖 6-11 台北港 89 年 1 月海流流速、流向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000.02



POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000.03

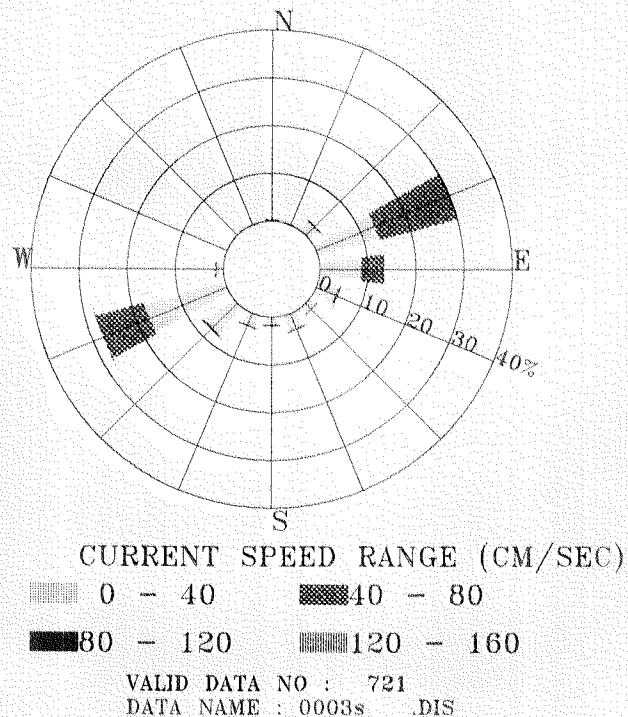
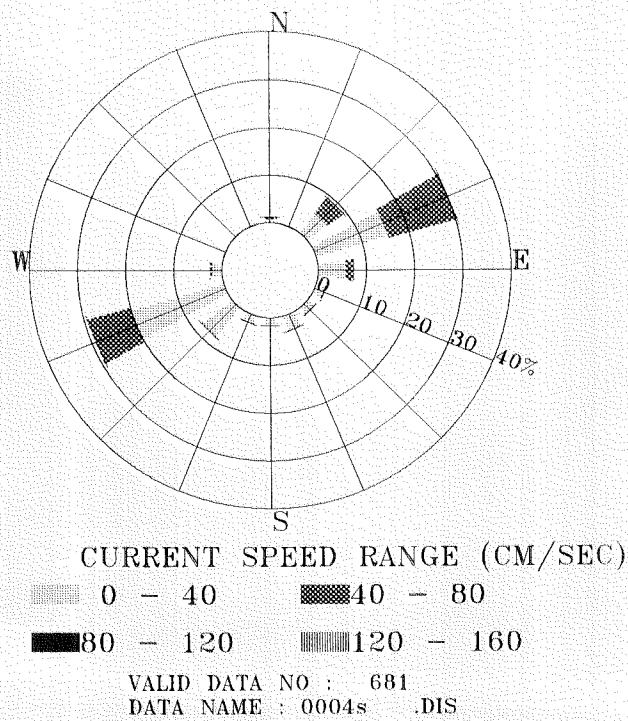


圖 6-13 台北港 89 年 3 月海流流速、流向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000.04



POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000.05

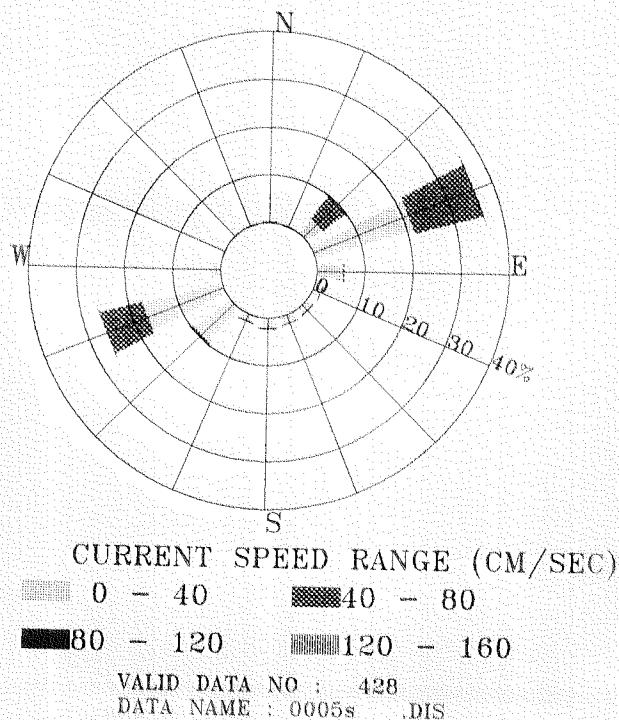


圖 6-15 台北港 89 年 5 月海流流速、流向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000.06

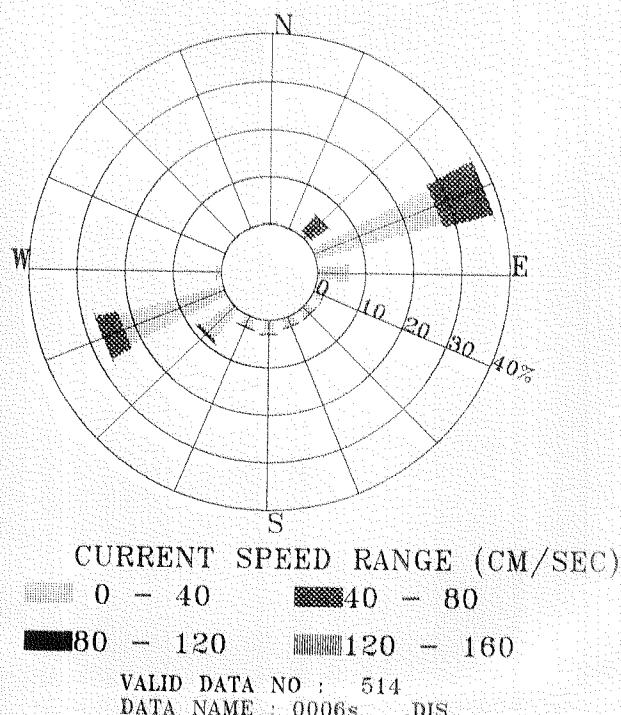


圖 6-16 台北港 89 年 6 月海流流速、流向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000.08

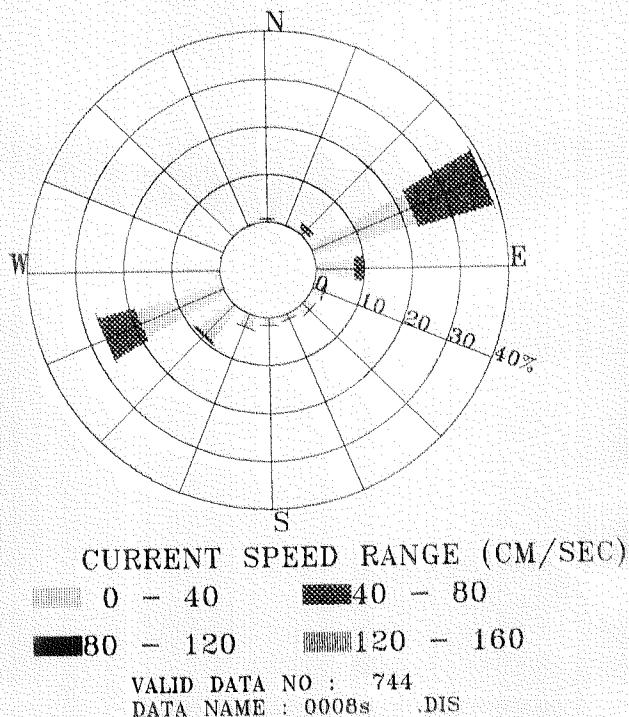
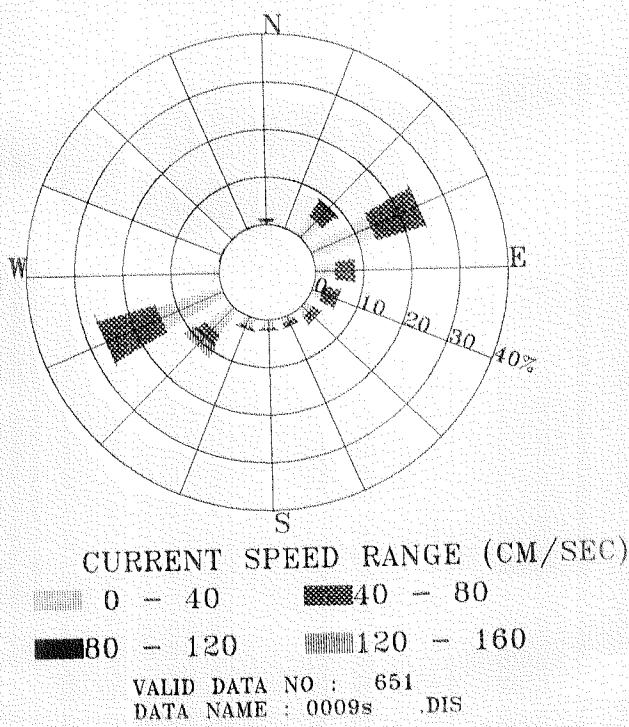


圖 6-17 台北港 89 年 8 月海流流速、流向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000.09



POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000.11

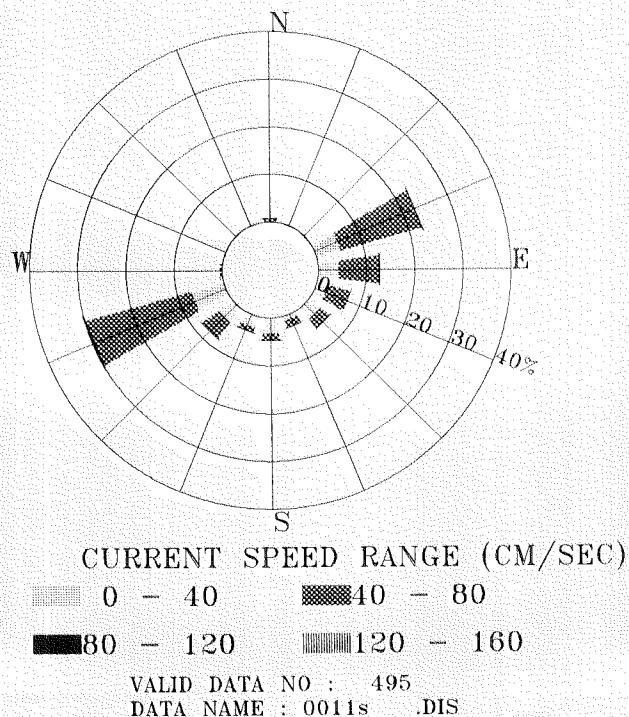
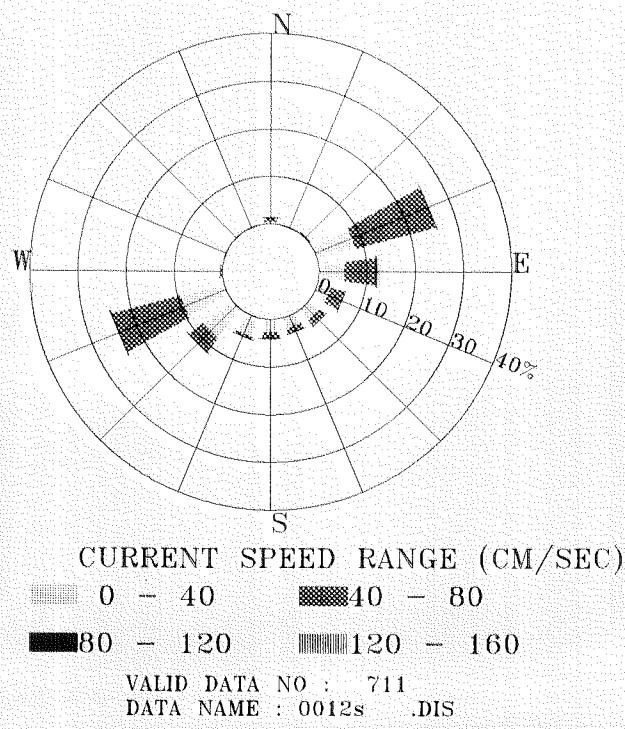


圖 6-19 台北港 89 年 11 月海流流速、流向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000.12



POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000 (Spring)

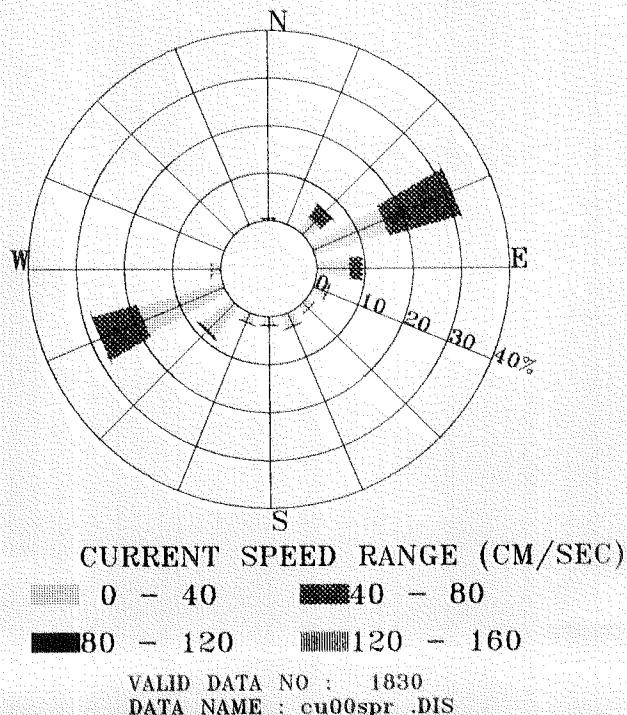
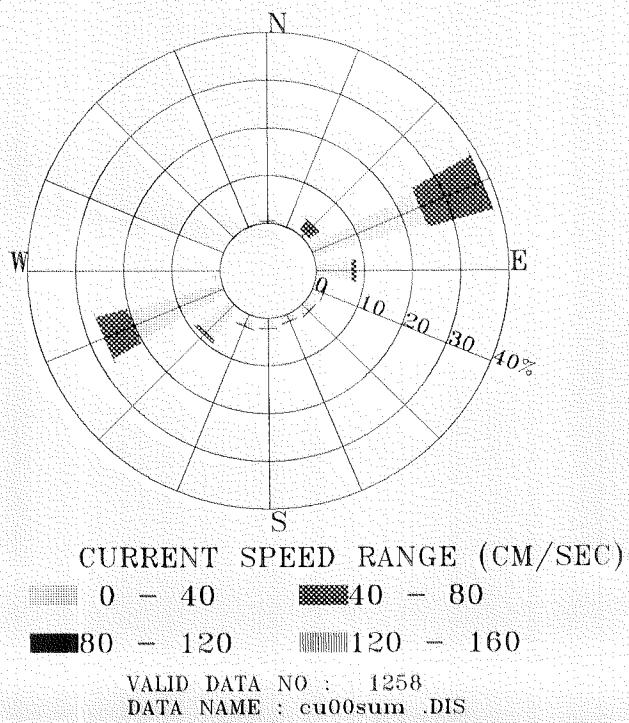


圖 6-21 台北港 89 年春季海流流速、流向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000 (Summer)



POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000 (Autumn)

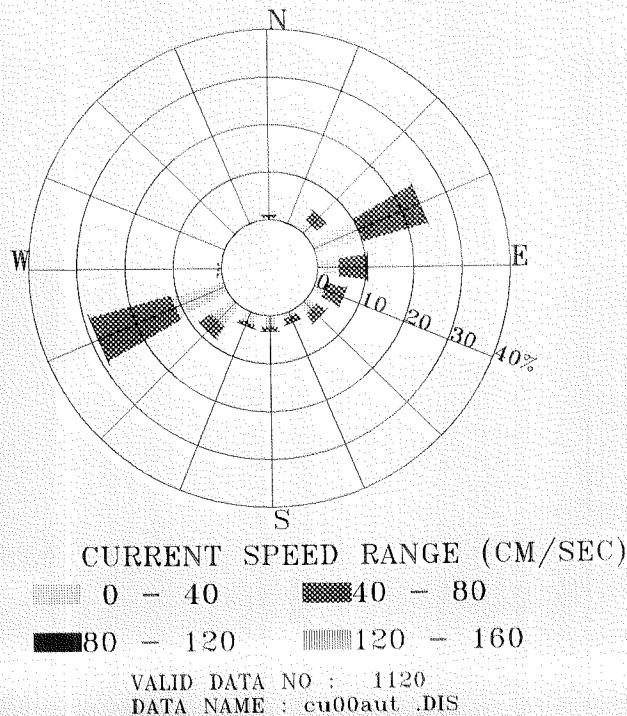
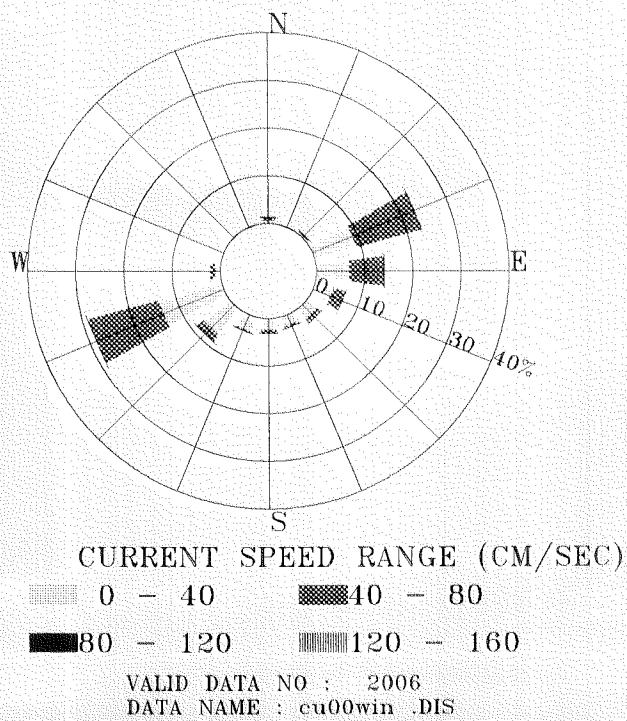


圖 6-23 台北港 89 年秋季海流流速、流向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000 (Winter)



POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 2000

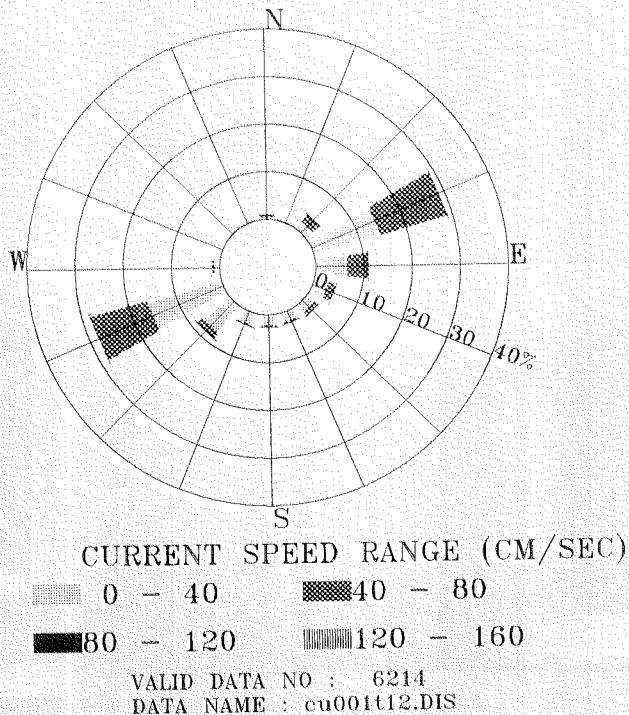


圖 6-25 台北港 89 年全年海流流速、流向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 1996 - 2000 (Spring)

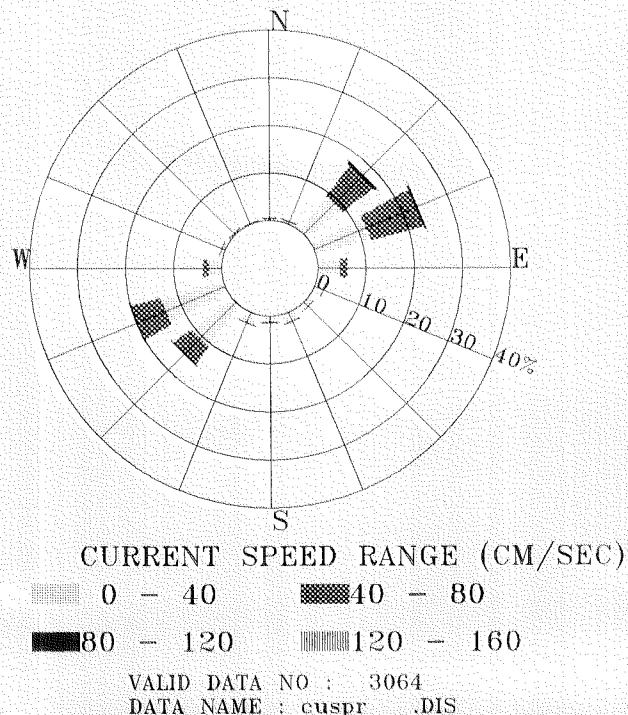
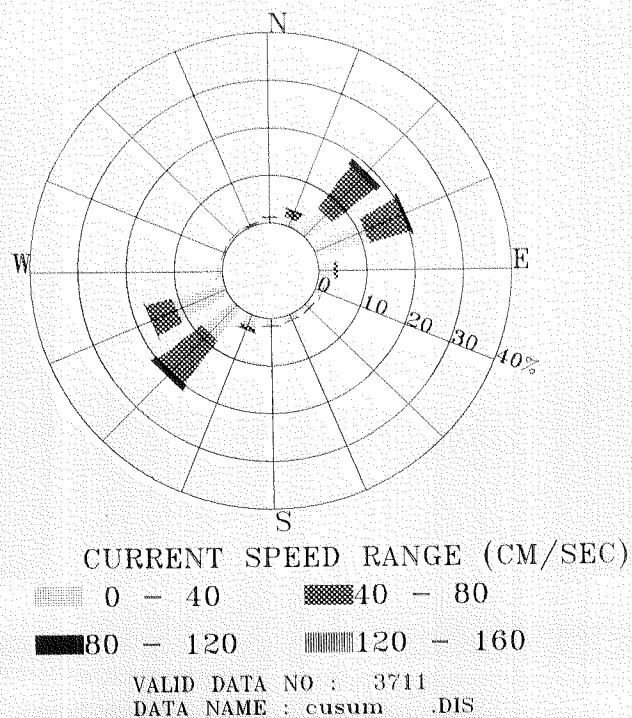


圖 6-26 台北港 85 年 - 89 年春季海流流速、流向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 1996 - 2000 (Summer)



POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 1996 - 2000 (Autumn)

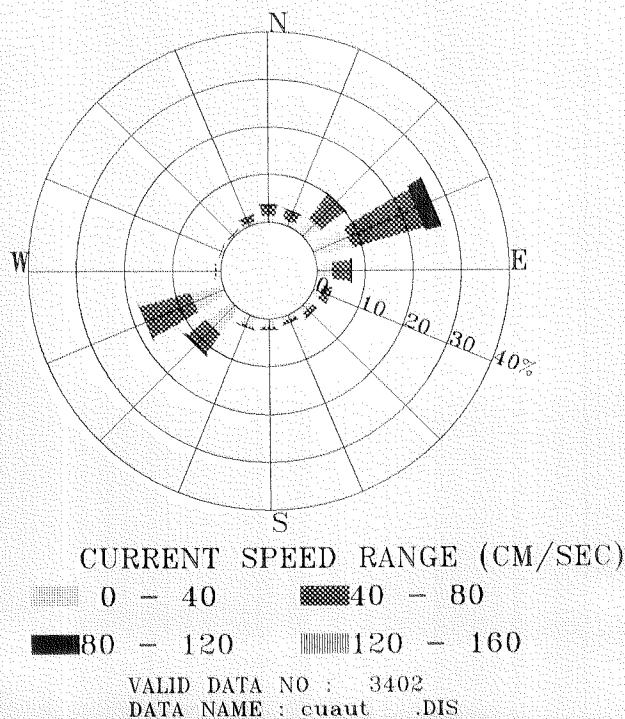
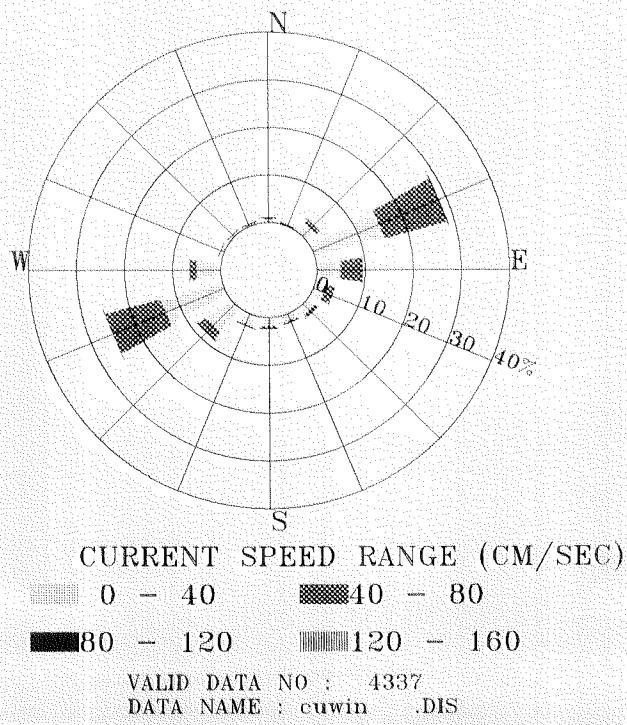


圖 6-28 台北港 85 年 - 89 年秋季海流流速、流向玫瑰圖

POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 1996 - 2000 (Winter)



POSITION : TAIPEI (WATER DEPTH -5M)  
DATE : 1996 - 2000

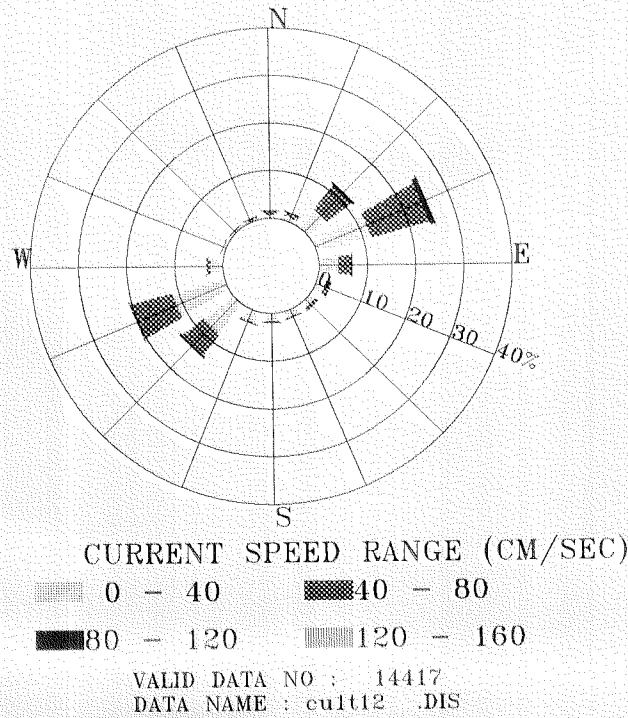


圖 6-30 台北港 85 年 - 89 年五年海流流速、流向玫瑰圖

## 第七章 懸浮質調查與海岸地形監測分析

### 7.1 淡水河流量與懸浮質調查分析

為瞭解淡水近岸海域之海岸輸砂情況，必須確實掌握該海域之輸砂來源，而淡水河為直接注入該海域之大型河川，當然為其主要輸砂來源之一。淡水河上游由基隆河、新店溪、大漢溪等三條主要支流匯集而成，流域總面積約 2700 平方公里，大漢溪上游建有石門水庫，為淡水河之最長支流，基隆河發源自台北縣菁桐山，於關渡附近匯入淡水河。

河川輸砂量受河川上游流域之降雨量影響甚鉅，流量大時水流速度增加，對土壤之沖刷力增加，泥沙運送能力也增加，其輸砂量自然大幅度增加。為確實估算淡水河之輸砂量，本中心於淡水河下游關渡橋下設立一流量、懸浮質觀測站，測站斷面及儀器安裝位置如圖 7-1，以為輸砂量推算之依據。

#### 7.1.1 淡水河流量觀測分析

淡水河流量測站設立於關渡橋下，由於關渡橋附近仍屬於淡水河感潮河段，每天兩次之海水漲、退潮使得關渡橋下水位隨著外海潮位而變動，水流亦隨著潮水而往復流動，因此估算淡水河流量時必須根據當時的水深、流速與流向逐一計算累計才能得出正確的數據。

圖 7-2-a 至圖 7-2-i 為由 89 年 2 月至 10 月間淡水河關渡附近河川水位變化圖，由圖顯示淡水河關渡附近仍屬感潮河段，每天有兩次漲、退潮，潮差變化由一至三米，三、四月間有資料中斷約一天情形，這是因更換儀器作業所造成，其他時間記錄則相當完整，另外十月下旬因儀器遭水中漂流物撞擊嚴重受損，為免損害擴大，即將所有儀器一併收回，送廠維護修理。

流量測站包括水位計及海流儀，分別以自記方式長期觀測淡水河之水位變化與流速、流向，記錄頻率分別為 2 分鐘與 10 分鐘平均。流速資料由 89 年 2 月至 10 月分別示於圖 7-3-a 至圖 7-3-i，由圖顯示退潮流大致大於漲潮流，

與水位變化比較則相位相差約 90 度。觀測站使用旋葉式海流儀，葉片外露於水流中，有時被水中漂流垃圾如塑膠袋、雜草、線段繩索等纏住而中斷記錄，如四月及六月各曾發生一次而使資料部分中斷。退潮時流速約為二節流(100cm/s)，漲潮時流速大致小於一節半(75cm/s)，但是八月底時受強烈颱風碧利斯由臺灣東岸登陸帶來豐沛雨量，使得河川水位暴漲，流急水混，退潮流速增至三節(150cm/s)以上。

淡水海域屬於半日潮範圍，一天中有兩次漲、退潮，在感潮河段計算河川流量必須注意流速、流向及水位之週期性變化，由現場觀測資料逐時計算流量，發現其流量亦呈週期性變化，如圖 7-4-a 至圖 7-4-i。

### 7.1.2 淡水河懸浮質觀測分析

淡水河懸浮質觀測為利用光學之散射原理，以水中懸浮顆粒對光學儀器放射之固定光源之散射量作為濁度之參考，影響濁度之因素則包括水中懸浮顆粒之數量與粒徑大小，藉由試驗室率定試驗可以求得不同粒徑下濁度與懸浮質濃度之轉換關係。圖 7-5-a 至圖 7-5-i 為由 88 年 2 月至 8 月間淡水河關渡附近河川懸浮質濃度變化圖，由於現場觀測是將濁度計置放水中一段時間(大約一個月)，然後收回讀取資料，如有水中生物附著或泥沙淤積於儀器探頭上將會影響資料之正確性，只有縮短儀器置放水中時間才能降低生物影響程度，獲得較為可信之觀測結果。淡水河水中懸浮質濃度受河川上游集水區降雨量影響甚鉅，平時河川懸浮質含量並不高，但若上游山區降下大雨，水土保持不良地區受雨水沖刷，帶下大量泥土，將使河川懸浮質含量劇增。

根據現場觀測得懸浮質濃度、流速、流向及水位變化，逐時計算其河川輸沙量，受感潮河段潮汐影響計算得輸沙量呈週期性變化，如圖 7-6-a 至圖 7-6-i。

## 7.2 近岸懸浮質監測分析

近岸懸浮質之濃度變化一般與波浪大小有密切關係，本中心於 89 年 8 月至 9 月間於淡水海域觀測樁附近底床測站 A 上安裝一具濁度計進行水中懸浮質濃度變化之連續觀測，示如圖 7-7。由觀測資料顯示懸浮質濃度亦隨著潮流呈劇烈變化，顯示該海域之懸浮漂砂活動除了受海面風浪影響外，退潮時由淡

水河攜帶而出之懸浮輸砂亦不可忽視。

### 7.3 海岸地形變遷監測分析

為瞭解淡水近岸海域長期之海底地形變化，每年春秋兩季由淡水河口北岸至林口發電廠間約 15 公里長海域，由岸至水深-25 公尺進行全面之水深測量，並選取約 101 個斷面，分別比較其水深地形變化，藉以研判該區海域沖淤積變化之趨勢。斷面水深測量工程自民國 85 年始，委由台技工程顧問公司進行現場量測，分別於 85 年 5 月、85 年 10 月、86 年 5 月及 86 年 10 月共進行四次斷面水深測量。另外自民國 87 年始，則另委由自強工程顧問公司每年春秋兩季進行現場量測，圖 7-8 為各斷面位置，測量結果分別比較說明如下：

1. 斷面 1：(圖 7-9-a)位於淡水河河口北方，由 87 年春季至 87 年秋季間，近岸處發生嚴重侵蝕，由岸向海約 300 公尺內，底床刷深約 3 公尺，而離岸較遠約 1500 公尺外海也有刷深現象。由 87 年春季至 89 年秋季，近岸約 500 公尺內水底地形似乎隨著季節變化而變，但是在距岸約 2000 公尺處則有被刷深約 5 公尺現象。
2. 斷面 5：(圖 7-9-b)位於淡水河河口北方地形向岸內凹處，由 87 年春季至 87 年秋季間，近岸 200 公尺內淤積達 2~3 公尺；而由 87 年秋季至 89 年春季，近岸區域再度沖刷回復至 87 年春季之底床面，但是在離岸約 2200 公尺至 3500 公尺外海域卻出現大量積土，至 89 年秋季該區積土又受沖刷不見。
3. 斷面 3：(圖 7-9-c)位於淡水河河口北方斷面 1 與斷面 5 之間海岸地形內凹，由 87 年春季至 87 年秋季間，近岸約 100 公尺內底床沖刷約 2 公尺，向外海方向則底床變化不大；而由 87 年秋季至 89 年春季，近岸區域則淤積回復至 87 年春季之底床面，但是在離岸約 100 公尺至 600 公尺間海域則有沖蝕情形，而在離岸約 2000 公尺至 3000 公尺外海域卻出現大量積土使得底床增高約 2~6 公尺，至 89 年秋季該區積土則受沖刷不見。
4. 斷面 8：(圖 7-9-d)由河口北岸砂岬向西北方向延伸 3000 公尺長，由 87 年春季至 87 年秋季間，整個斷面全遭侵蝕，水深變深，尤其近岸 400

公尺內更刷深達 3~10 公尺。可是由 87 年秋季至 89 年秋季整個斷面之底床則無太大變化。

5.斷面 12：(圖 7-9-e)由河口北岸砂岬向西南方向延伸 2500 公尺，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面變化顯示，河道中央被侵蝕刷深而向南延伸部份則有淤積現象；由 87 年秋季至 89 年秋季河口部份被持續侵蝕刷深。

6.斷面 14：(圖 7-9-f)由河口南岸砂岬向北至淡水砂崙漁港南防波堤，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面變化顯示，淡水河河口南河道有大量砂之淤積；而由 87 年秋季至 89 年春季該處淤砂及河道都有稍微沖刷情形，至 89 年秋季河床西側再出現淤積。

7.斷面 15：(圖 7-9-g)平行於斷面 14，斷面變化亦顯示由 87 年春季至 87 年秋季間，淡水河河口南河道有大量砂之淤積；而由 87 年秋季至 89 年秋季該處淤砂及河道則有大量沖刷情形。

8.斷面 16：(圖 7-9-h)平行於斷面 15，由 87 年春季至 87 年秋季，以及由 87 年秋季至 89 年春季之斷面變化均顯示淡水河河口之河道有持續沖刷情形，但至 89 年秋季河床西側再出現淤積。

9.斷面 19：(圖 7-9-i)由河口南岸砂岬向西北方向延伸，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面變化顯示，近岸 600 公尺內淤積，而離岸 800 公尺~1600 公尺間為侵蝕狀況；由 87 年秋季至 89 年秋季間底床變化不大，但同年春秋季間似乎有季節性變化。

10.斷面 25：(圖 7-9-j)由淡水河河口南岸向西北方向延伸，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面變化顯示，近岸 300 公尺範圍內海底地形不變，而離岸 300 公尺~800 公尺間有侵蝕現象；而由 87 年秋季至 89 年春季間，則在近岸 200 公尺內出現侵蝕情形，此外外海底地形則變化不大。

11.斷面 31：(圖 7-9-k)由淡水河河口南岸向西北方向延伸，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面變化顯示，近岸 600 公尺範圍內有底床侵蝕現象，向外海則海底地形不變；而由 87 年秋季至 89 年秋季間，近岸受建港工程影響，地形固定，向外海則海底地形大致不變。

12. 斷面 36：(圖 7-9-l)由淡水河河口以南約 3750 公尺處由岸向西北方向延伸，由 87 年春季至 89 年秋季間，斷面變化顯示，近岸 800 公尺範圍內底床淤積，向外海則海底地形不變。
13. 斷面 41：(圖 7-9-m)由淡水河河口以南約 4800 公尺處由岸向北北西方向延伸，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面變化顯示，近岸 600 公尺範圍內底床侵蝕，向外海則海底地形不變；而由 87 年秋季至 89 年秋季間，向外海海底地形變化不大。
14. 斷面 50：(圖 7-9-n)由淡水河河口以南約 6800 公尺處由岸向北北西方向延伸，由 87 年春季至 89 年秋季間，斷面變化顯示，地形變化不大，無明顯侵蝕現象。
15. 斷面 56：(圖 7-9-o)由淡水河河口以南約 8000 公尺處由岸向北北西方向延伸，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面變化顯示，近岸 200 公尺範圍內底床淤積，向外海則海底地形不變；可是由 89 年春季至 89 年秋季間，斷面變化顯示，由岸向海約 4500 公尺間海域發生整體侵蝕現象，底床沖刷約 1.5 公尺。
16. 斷面 64：(圖 7-9-p)由淡水河河口以南約 10000 公尺處由岸向北方向延伸，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面測量顯示，離岸 1200 公尺~2100 公尺間水下 13 公尺深處有一大型沿岸潛水沙洲，該沙洲範圍由斷面 63 向南延伸至斷面 73，總長度約 2000 公尺；由 87 年秋季至 89 年秋季間，該沙洲斷面變化顯示，除了部份淤積外，其外形大致不變。
17. 斷面 68：(圖 7-9-q)由淡水河河口以南約 10500 公尺處由岸向北方向延伸，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面測量顯示，離岸 1200 公尺~2600 公尺間水下 13 公尺深處有三排較小沿岸潛水沙洲；由 89 年春季至 89 年秋季間，該斷面變化顯示，海底地形由岸至沙洲都出現底床侵蝕現象。
18. 斷面 73：(圖 7-9-r)由淡水河河口以南約 11250 公尺處由岸向北方向延伸，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面測量顯示，離岸 1000 公尺~1500 公尺間水下 13 公尺深處仍有三排較小沿岸潛水沙洲；但由 87 年

秋季至 89 年秋季間，該斷面變化顯示，由於海底底床侵蝕，該沙洲已經消失，而且近岸 150 公尺範圍內海域也有被刷深現象。

19. 斷面 78：(圖 7-9-s)由淡水河河口以南約 12000 公尺處由岸向北方向延伸，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面測量顯示，海底底床侵淤現象不明顯；但由 87 年秋季至 89 年秋季間，該斷面變化則顯示，海底底床有明顯之侵淤現象，而近岸底床沿岸沙洲則顯示該海域有劇烈之漂沙活動現象。

20. 斷面 88：(圖 7-9-t)位於淡水河河口內，斷面由東北向西南方向，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面測量顯示，河道靠近北岸處有部份淤沙；由 87 年秋季至 89 年秋季間，該斷面變化則顯示，河道靠近北岸底床受到侵蝕，而靠近南岸底床則出現大量淤沙。

21. 斷面 93：(圖 7-9-u)位於淡水河河口內約 1500 公尺，接近河道彎曲處，斷面由東北向西南方向，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面測量顯示，河道靠近北岸處有部份侵蝕，而河道靠近南岸處則有淤沙現象；但是由 87 年秋季至 89 年秋季間，該斷面變化則顯示，整個河道寬都受到侵蝕。

22. 斷面 97：(圖 7-9-v)位於淡水河河口內約 2250 公尺，接近河道彎曲處，斷面由東北向西南方向，由 87 年春季至 87 年秋季間，斷面測量顯示，河道靠近北岸處有部份侵蝕，而河道靠近南岸處則有淤沙現象；但是由 87 年秋季至 89 年秋季間，該斷面變化則顯示，整個河道寬有部分侵蝕部分淤積。

由以上海床斷面分析，可以瞭解整體海域之侵淤情況。根據 87 年春季至 87 年秋季及 89 年春季至 89 年秋季間之水深斷面變化，淡水河河口部分河道南側因淤積逐漸形成沙洲，低潮時可以露出水面外，河床本身似乎有季節性變化。整體海域於淡水河口西南方發電廠前方海域有沙洲形成，顯示有向離岸方向之漂沙活動，並且有季節性侵淤現象。

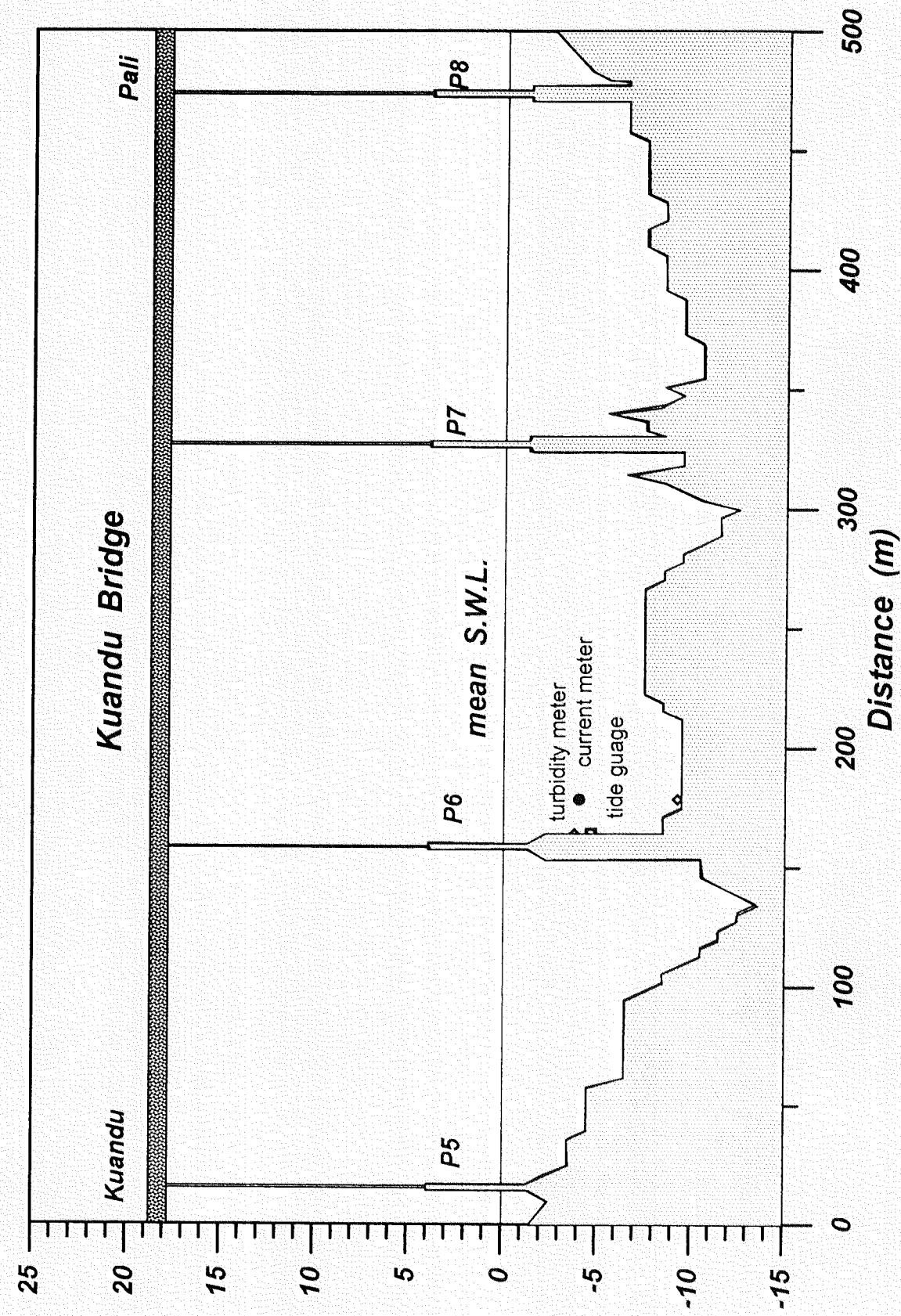


圖 7-1 淡水河關渡測站河川斷面及儀器裝置圖

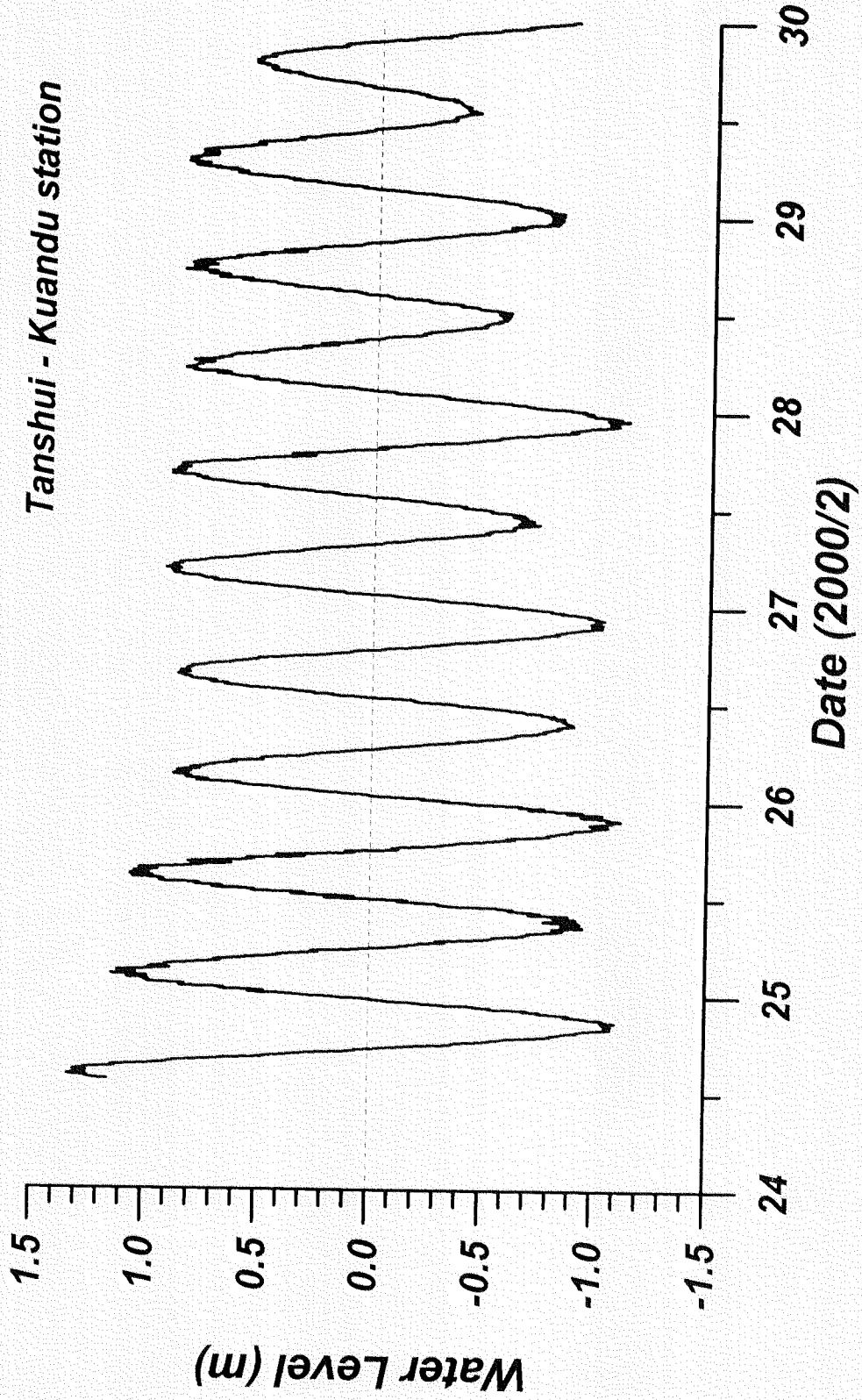


圖 7-2-a 89 年 2 月淡水河關渡附近河川水位變化圖

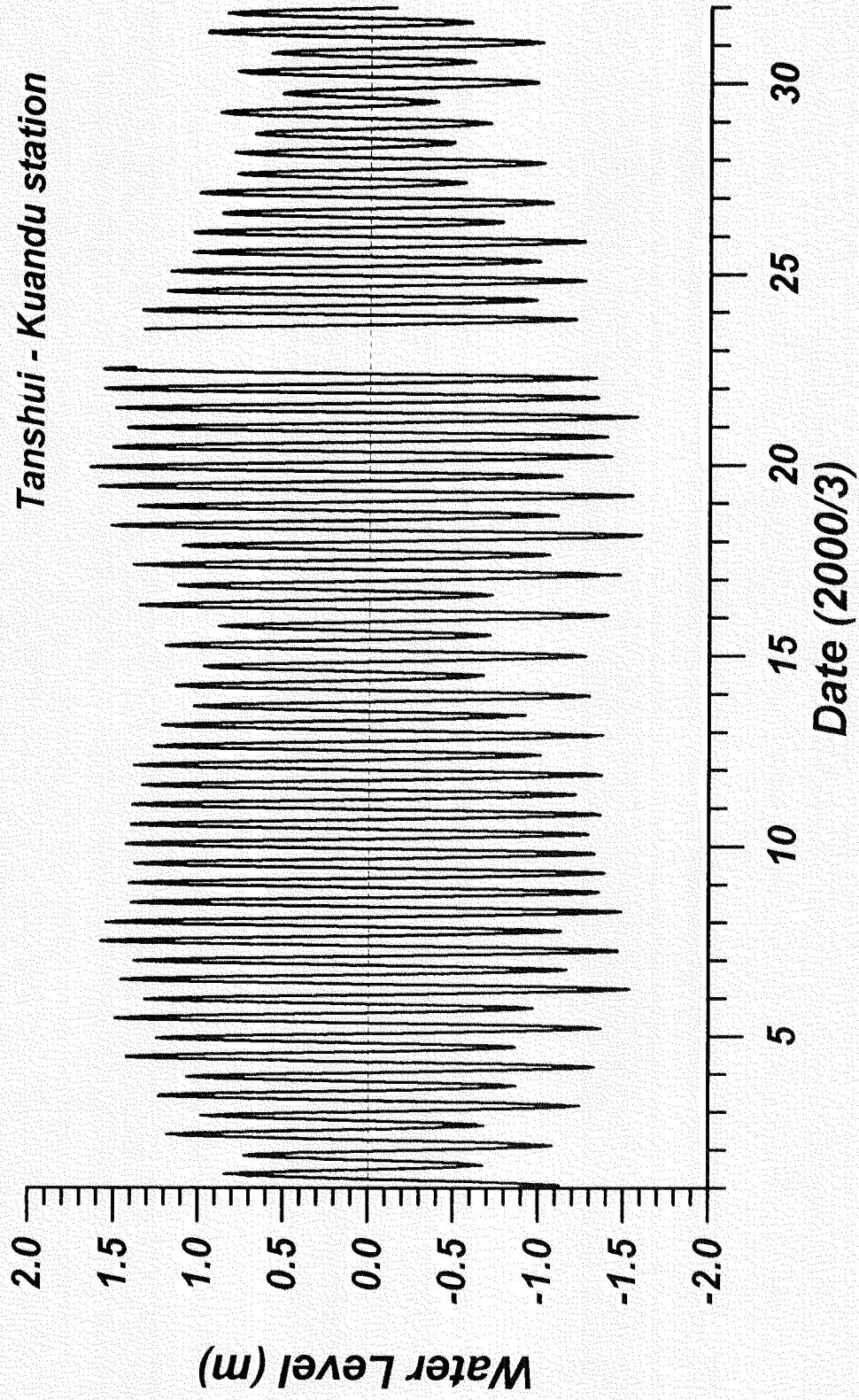


圖 7-2-b 89 年 3 月淡水河關渡附近河川水位變化圖

*Tanshui - Kuandu station*

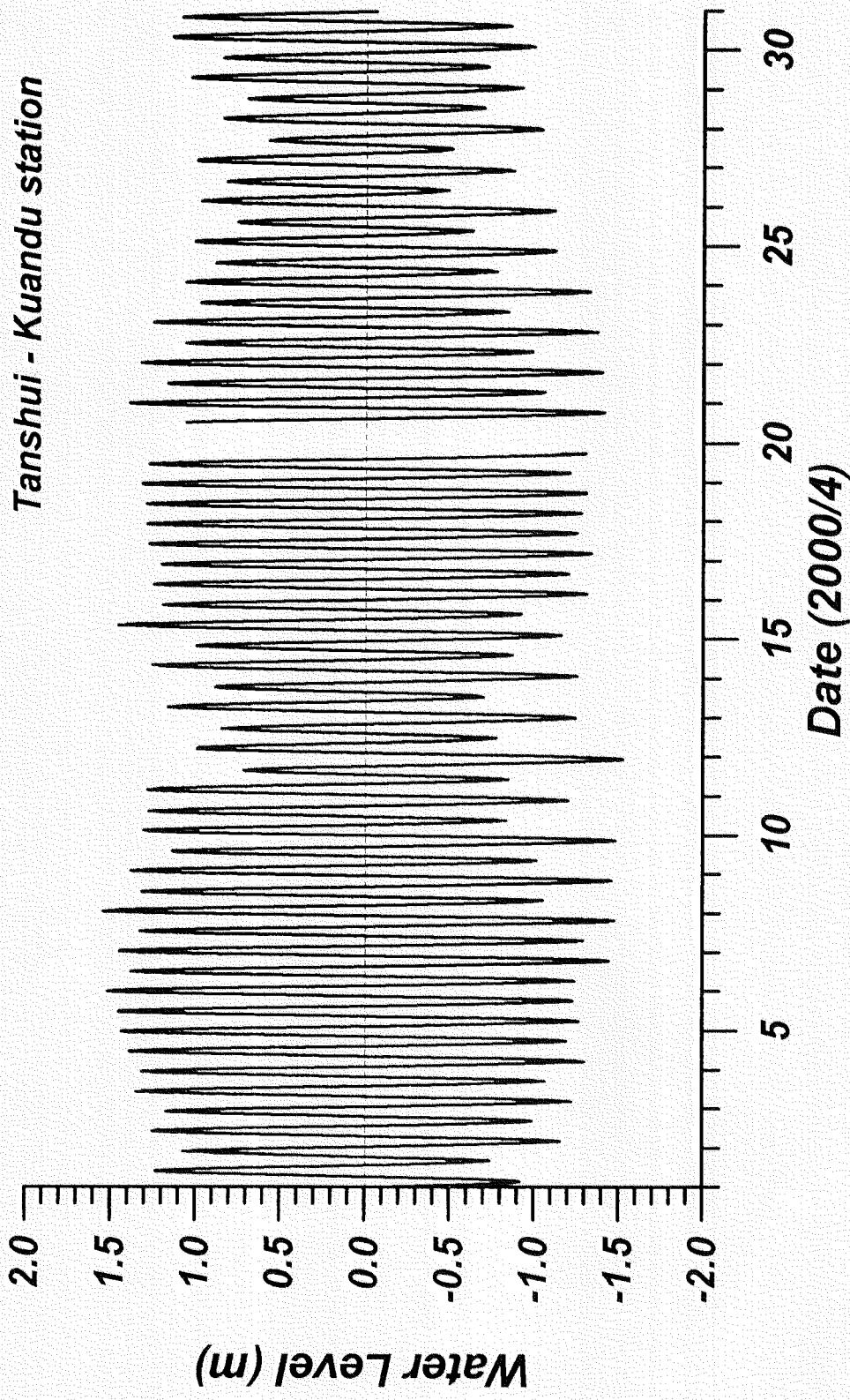


圖 7-2-c 89 年 4 月淡水河關渡附近河川水位變化圖

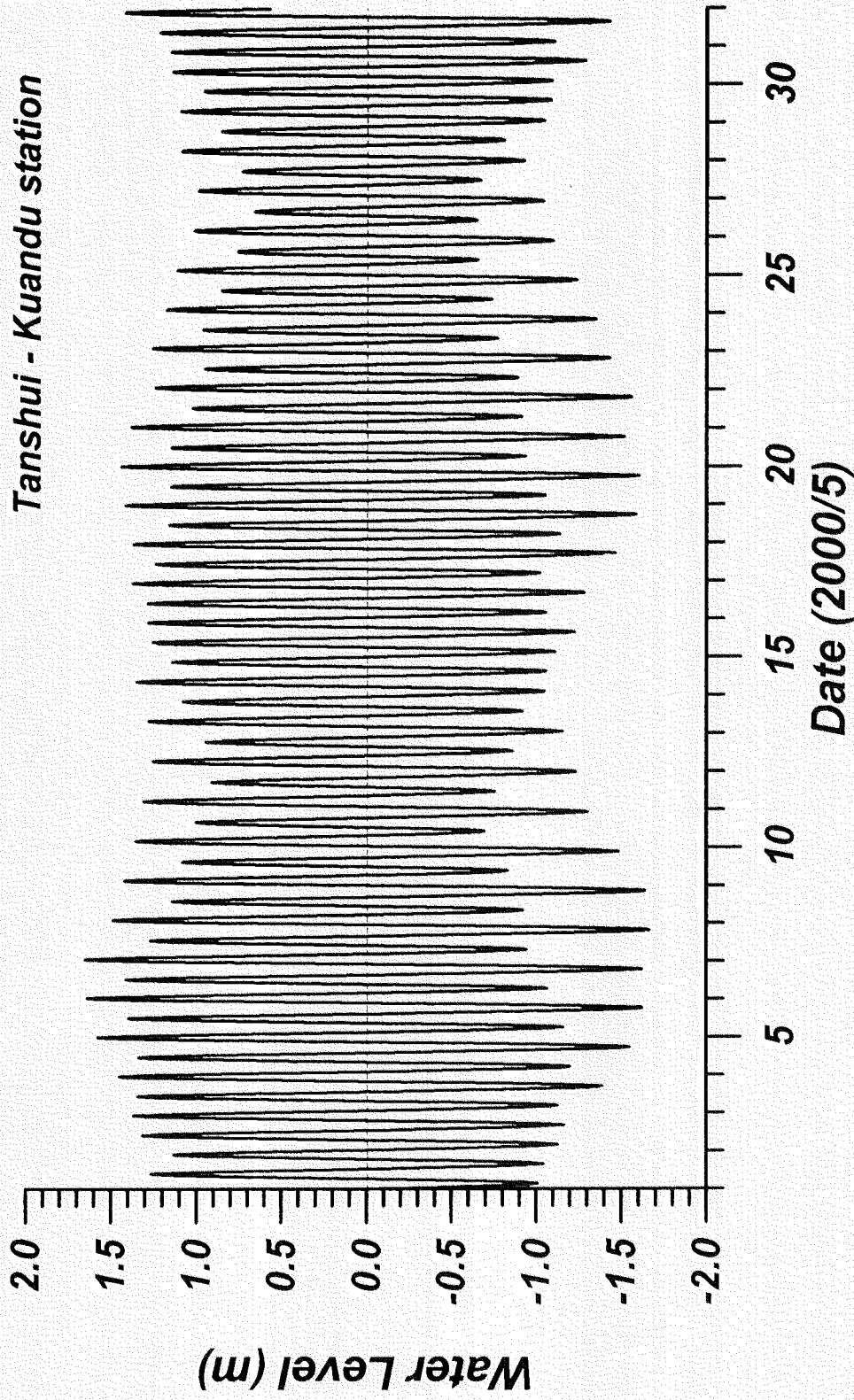
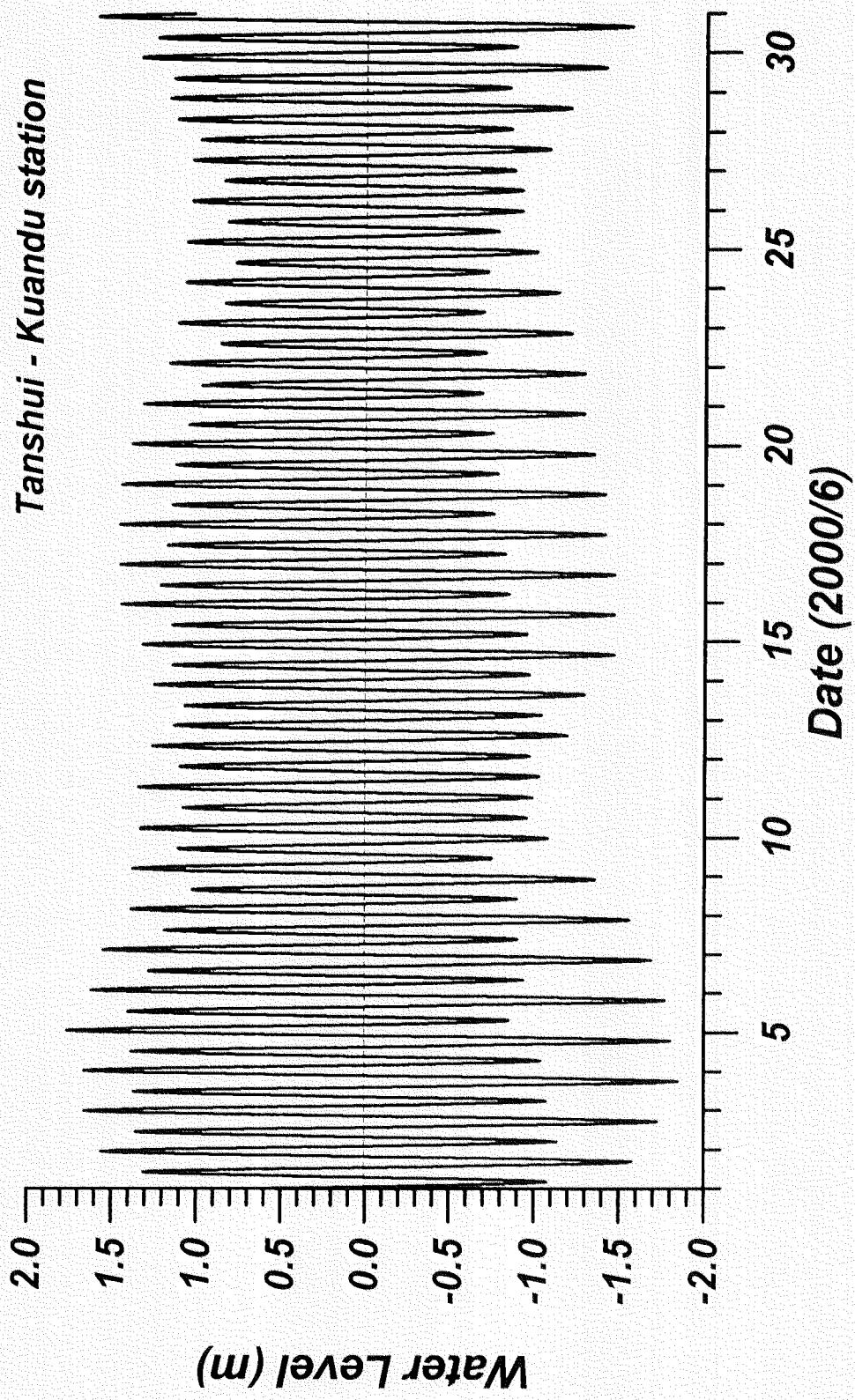


圖 7-2-d 89 年 5 月淡水河關渡附近河川水位變化圖

圖 7-2-e 89 年 6 月淡水河關渡附近河川水位變化圖



Tanshui - Kuandu station

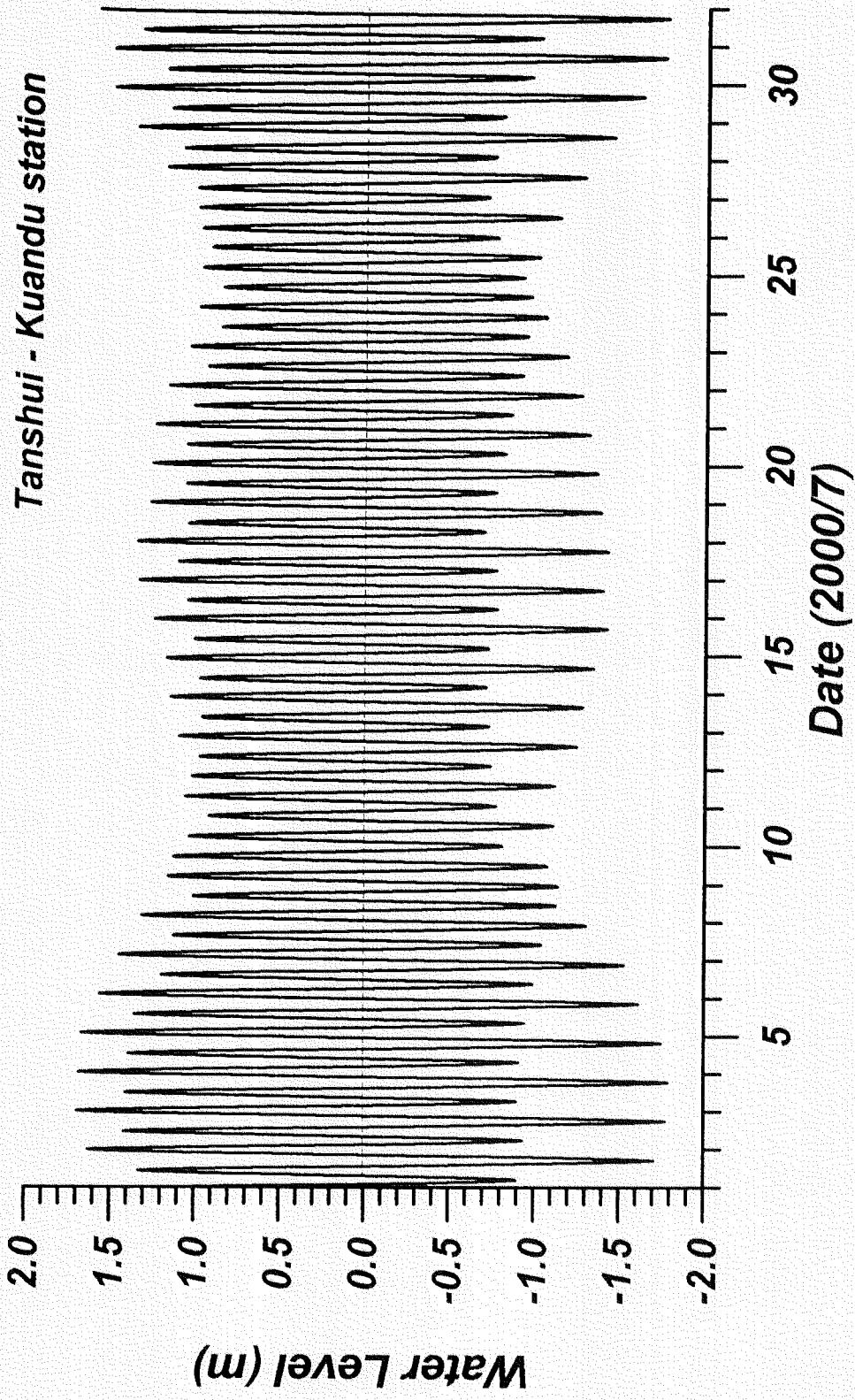
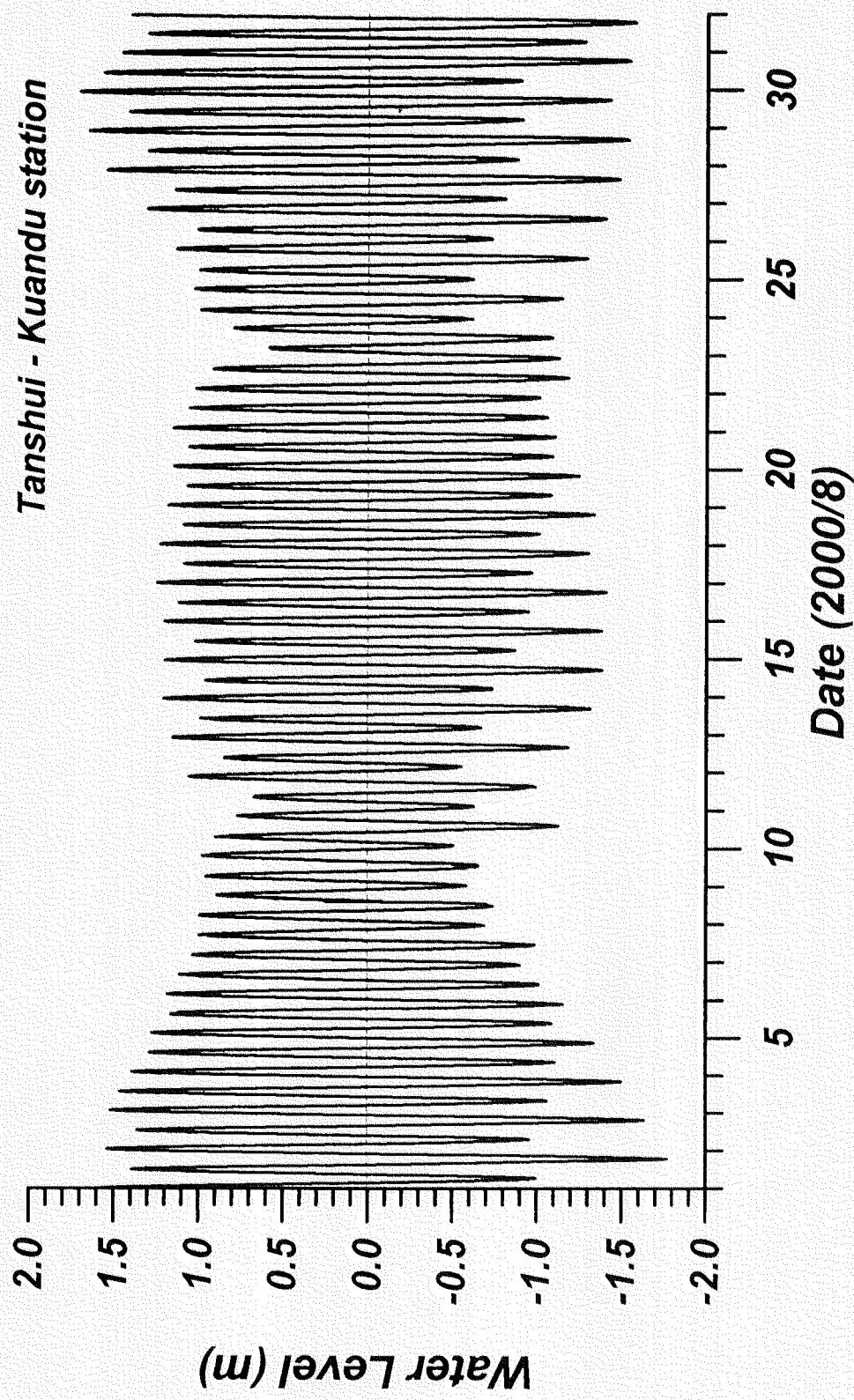


圖 7-2-f 89 年 7 月淡水河關渡附近河川水位變化圖。

圖 7-2-g 89 年 8 月淡水河關渡附近河川水位變化圖



Tanshui - Kuandu station

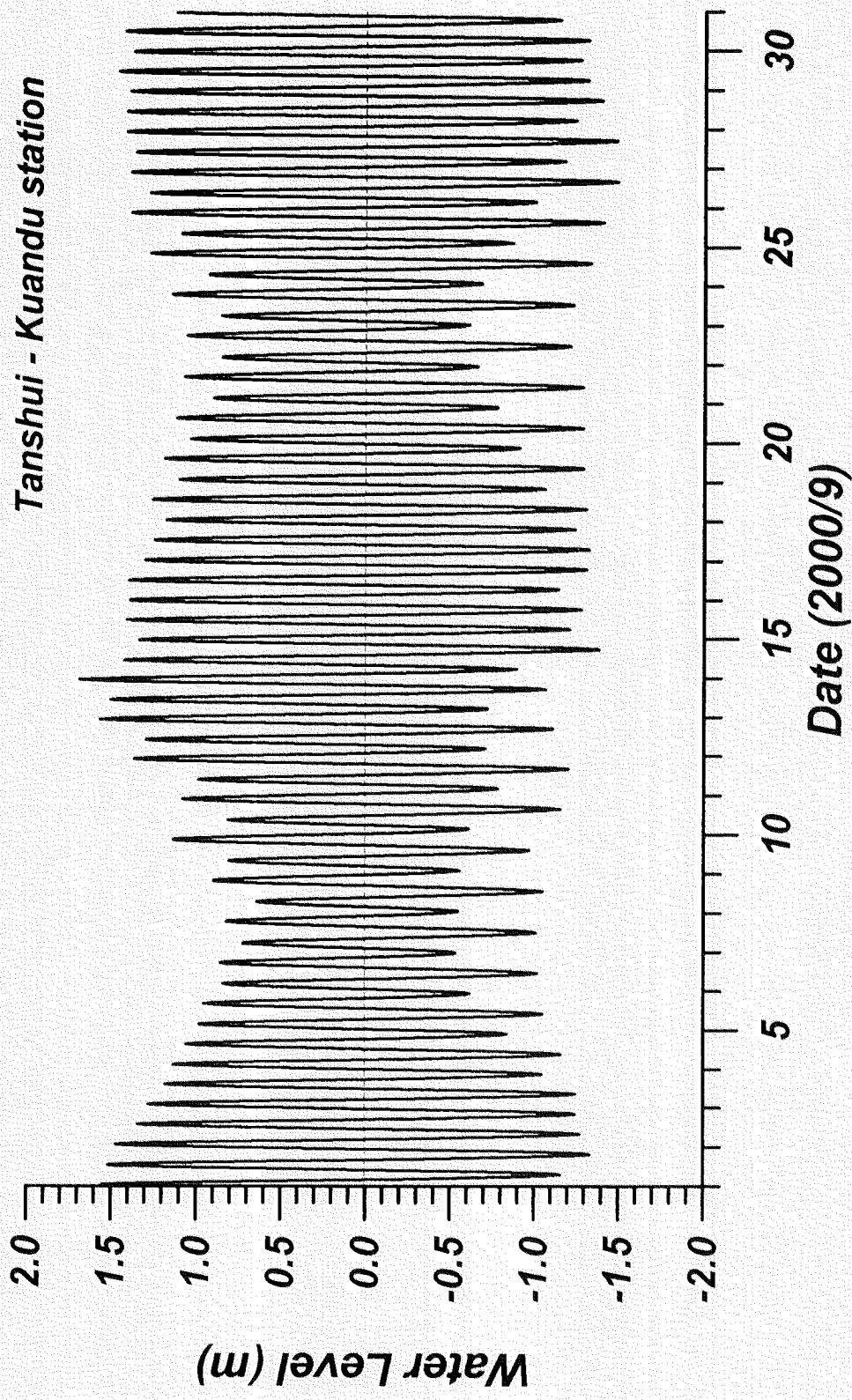


圖 7-2-h 89 年 9 月淡水河關渡附近河川水位變化圖

*Tanshui - Kuandu station*

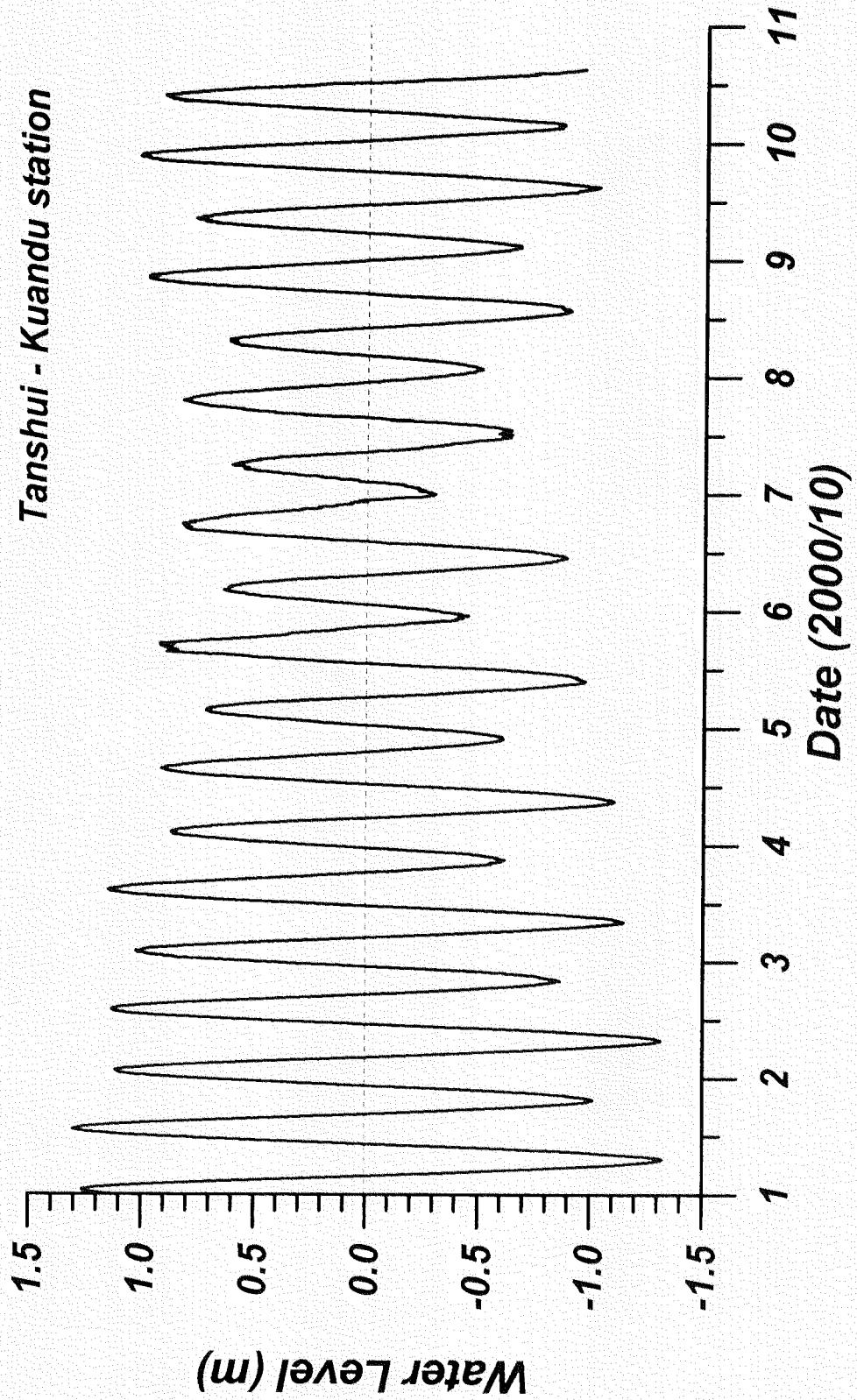
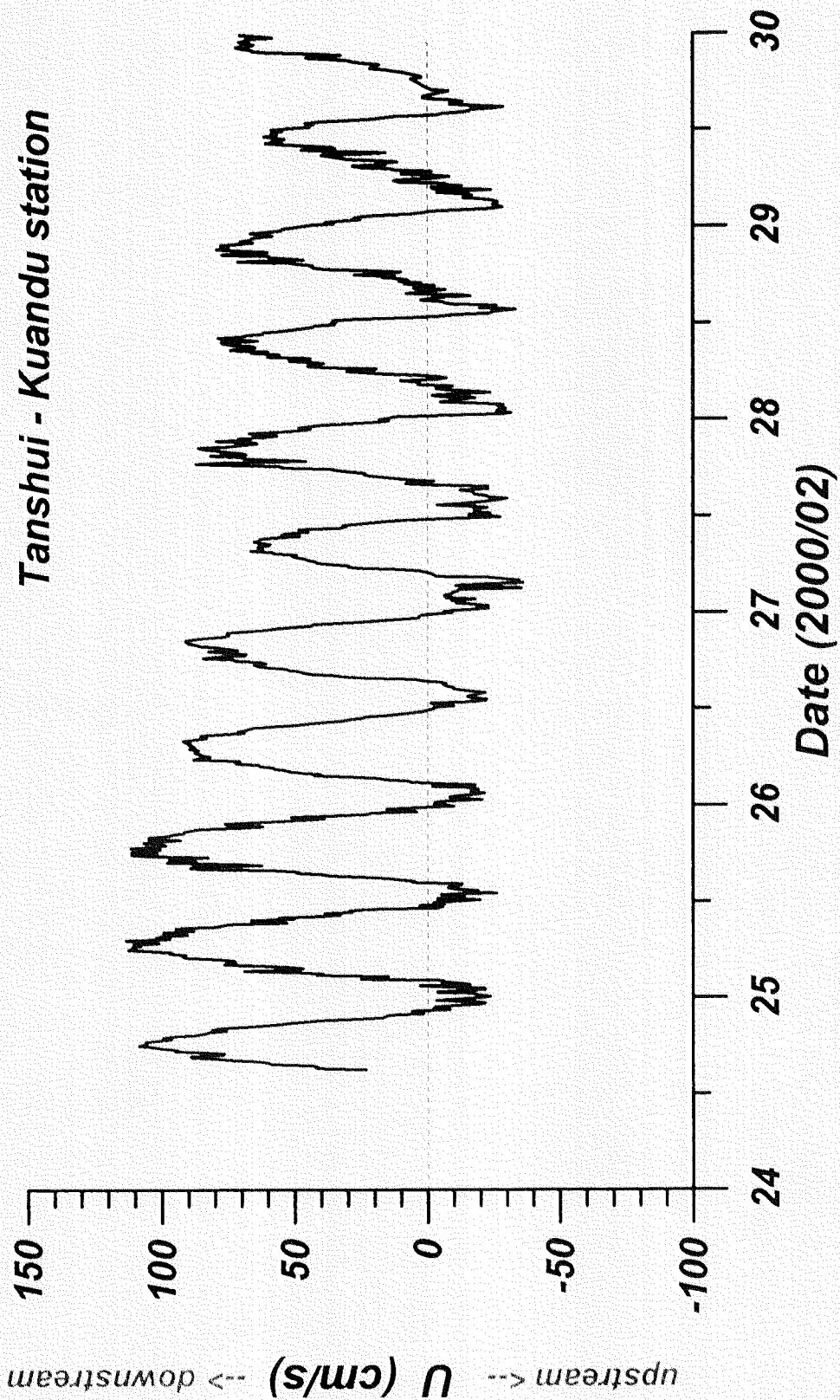


圖 7-2-i 89 年 10 月淡水河關渡附近河川水位變化圖

圖 7-3-a 89 年 2 月淡水河關渡測站河川流速變化圖



Tanshui - Kuandu station

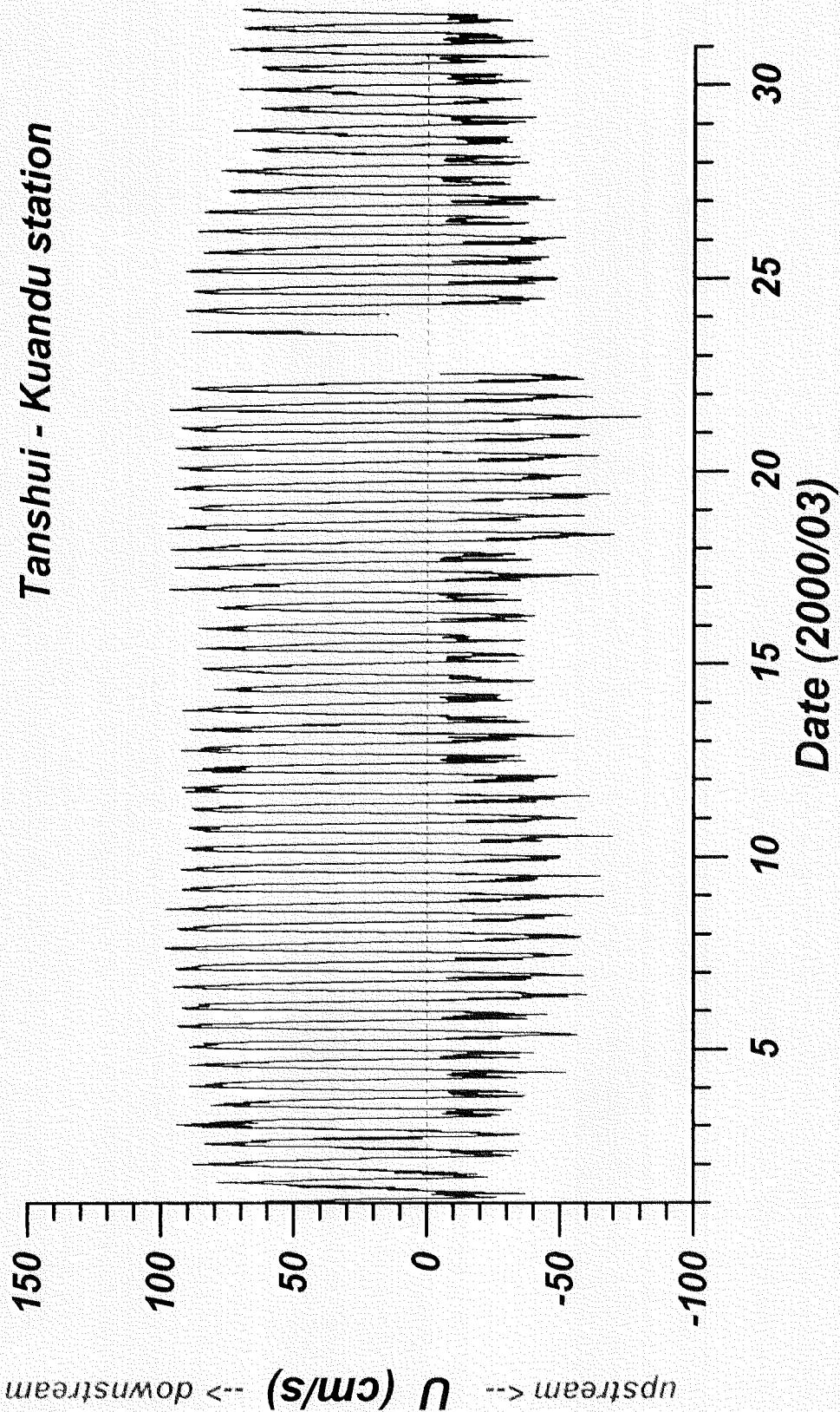


圖 7-3-b 89 年 3 月淡水河關渡測站河川流速變化圖

Tanshui - Kuandu station

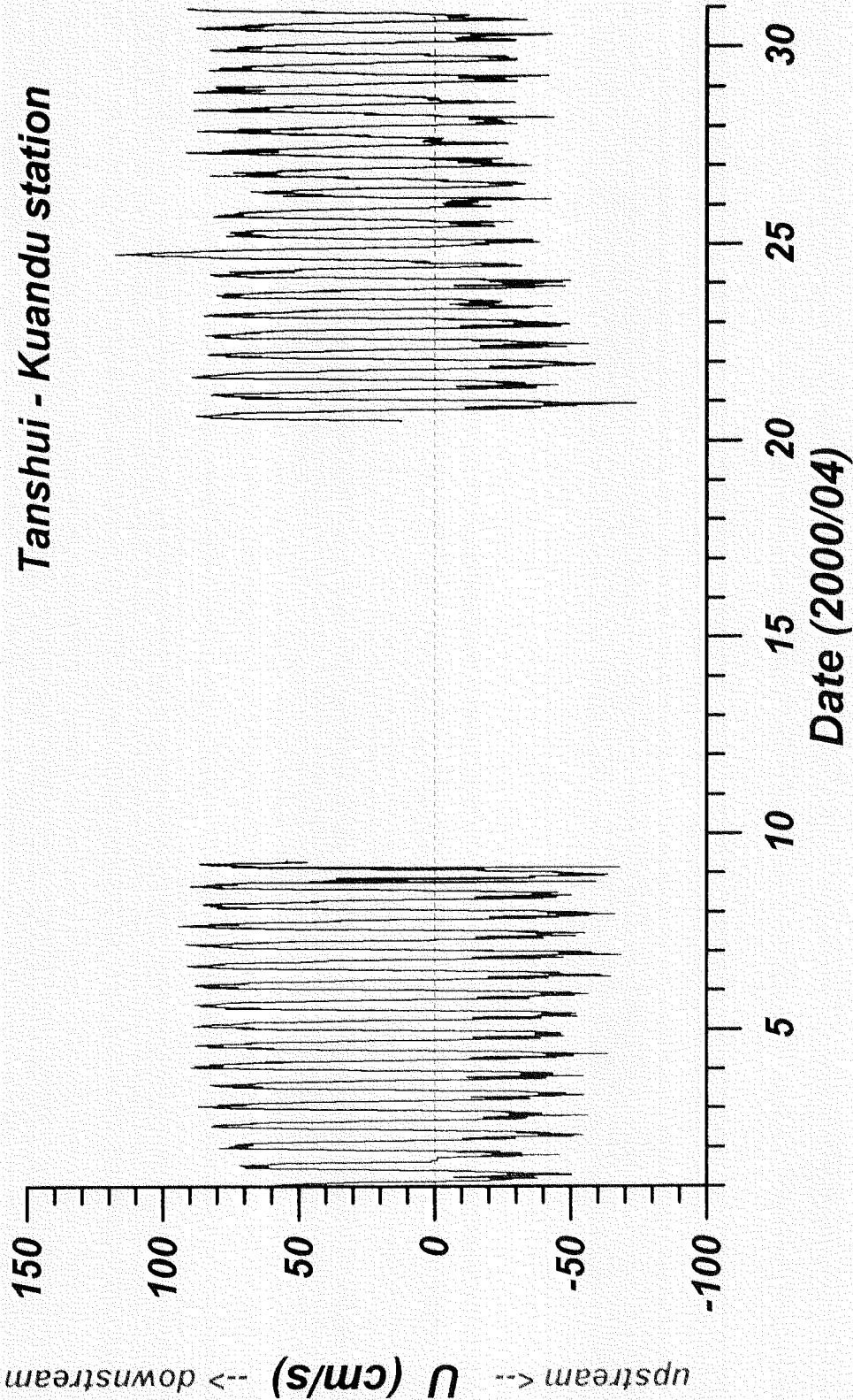


圖 7-3-c 89 年 4 月淡水河關渡測站河川流速變化圖

Tanshui - Kuandu station

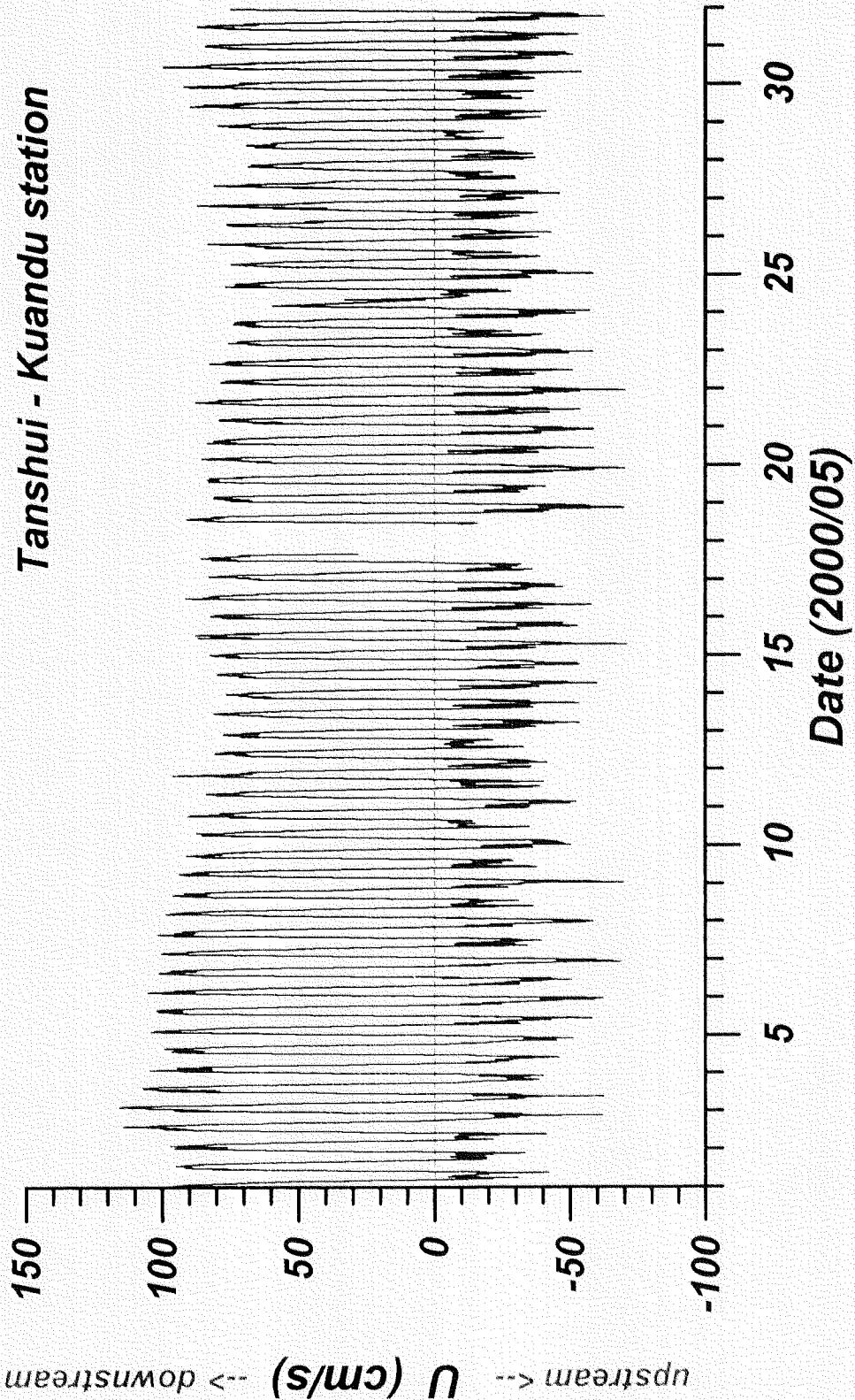


圖 7-3-d 89 年 5 月 淡水河關渡測站河川流速變化圖

Tanshui - Kuandu station

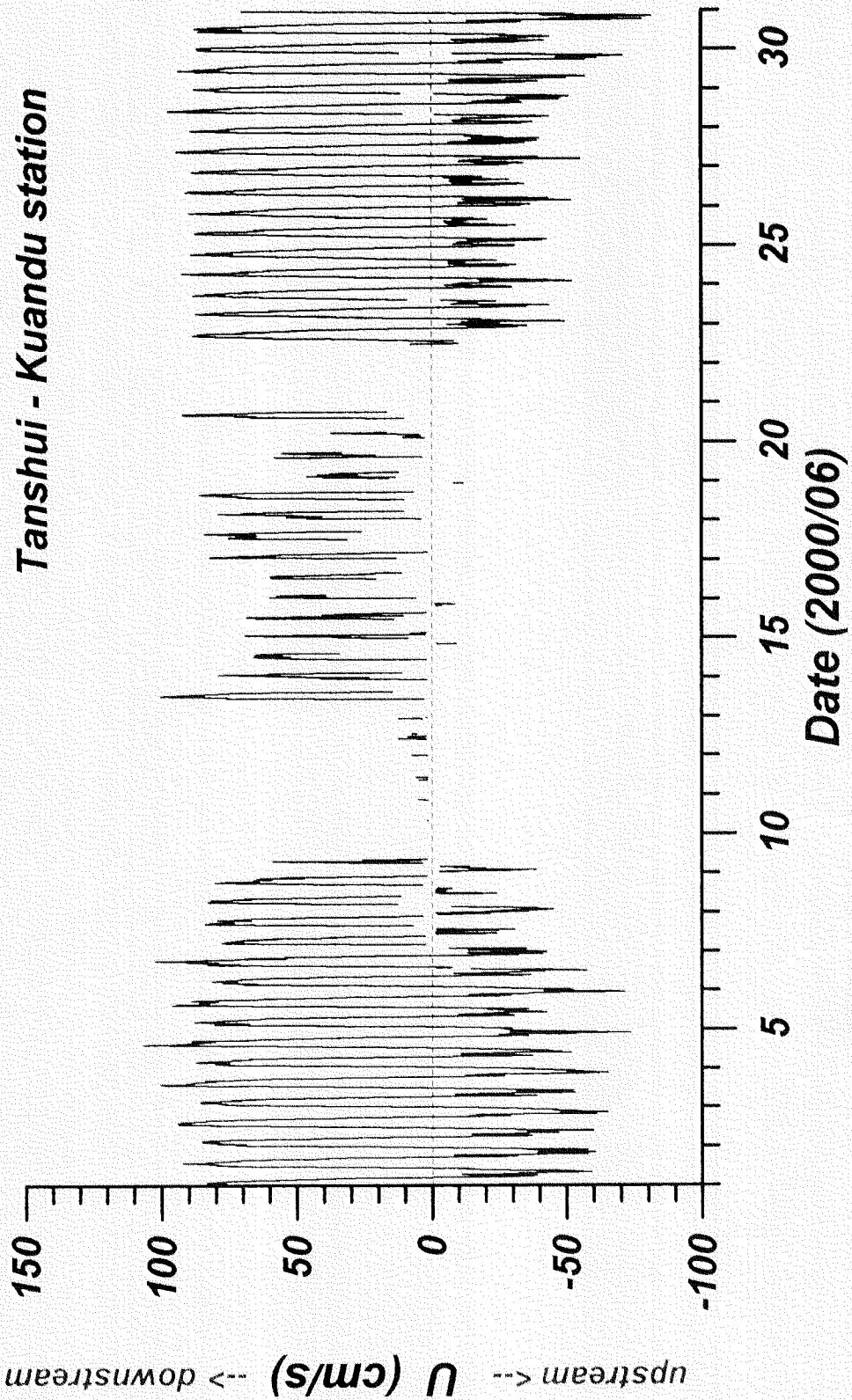


圖 7-3-e 89 年 6 月淡水河關渡測站河川流速變化圖

Tanshui - Kuandu station

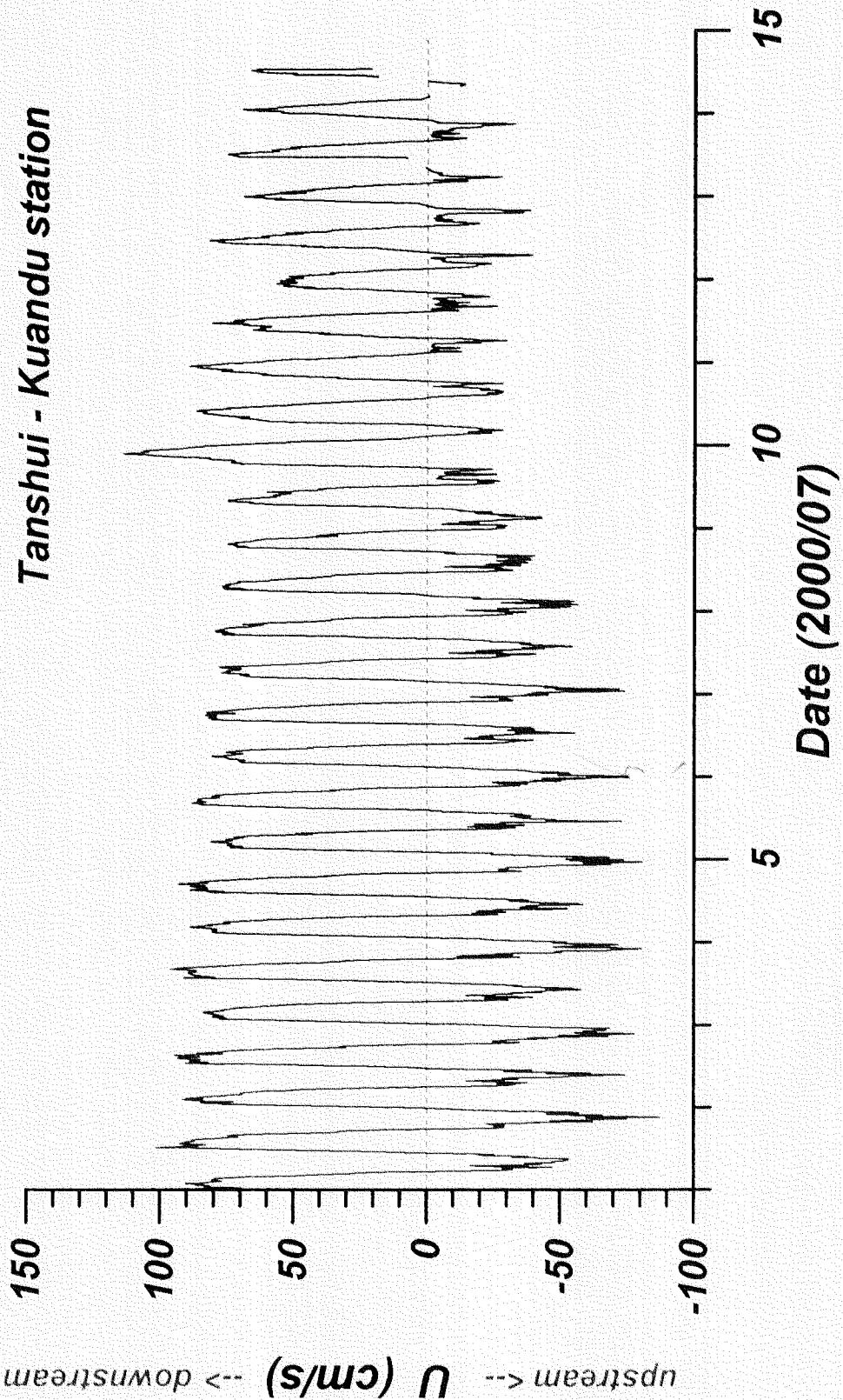


圖 7-3-f 89 年 7 月淡水河關渡測站河川流速變化圖。

Tanshui - Kuandu station

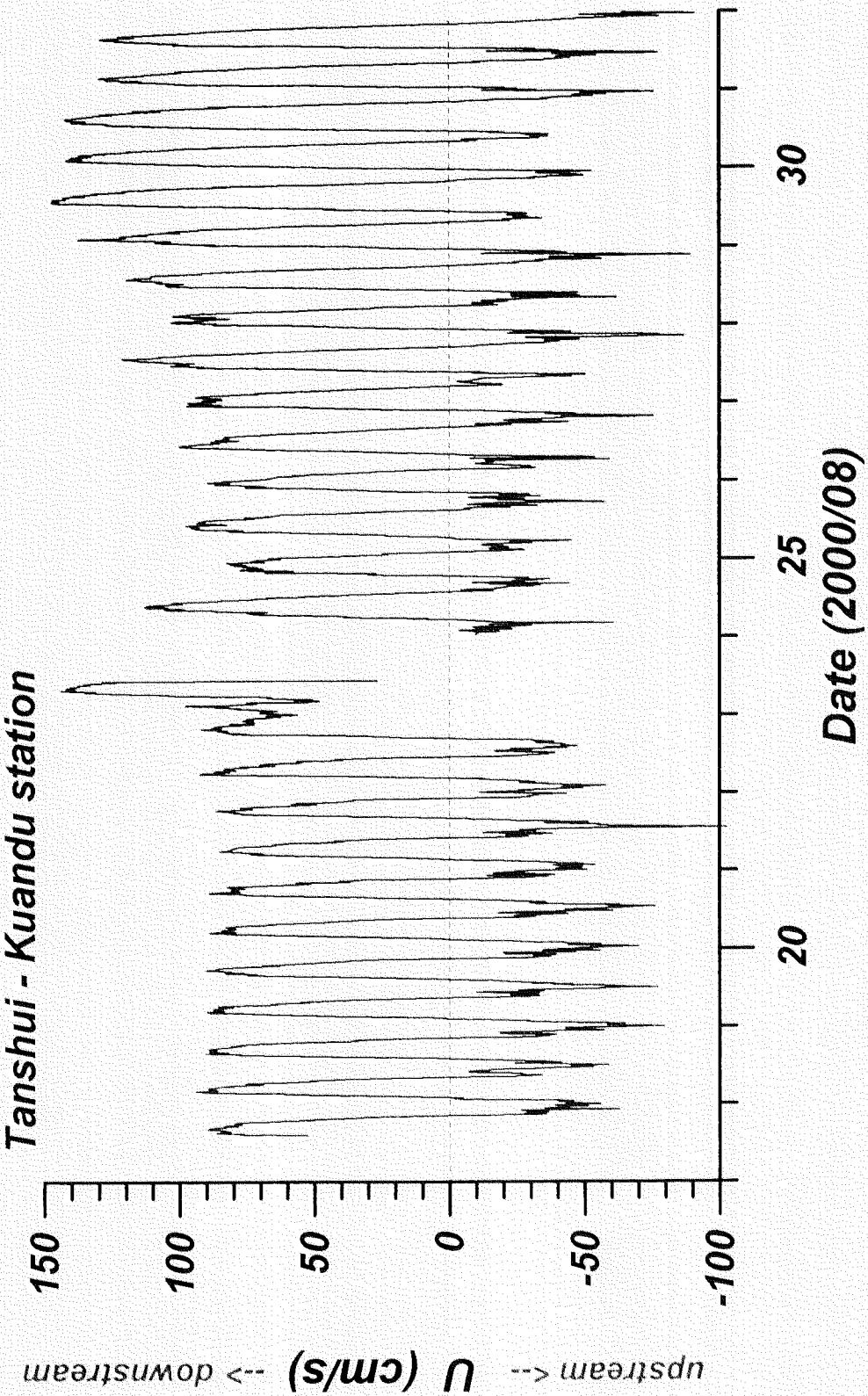


圖 7-3-8 89 年 8 月淡水河關渡測站河川流速變化圖

Tanshui - Kuandu station

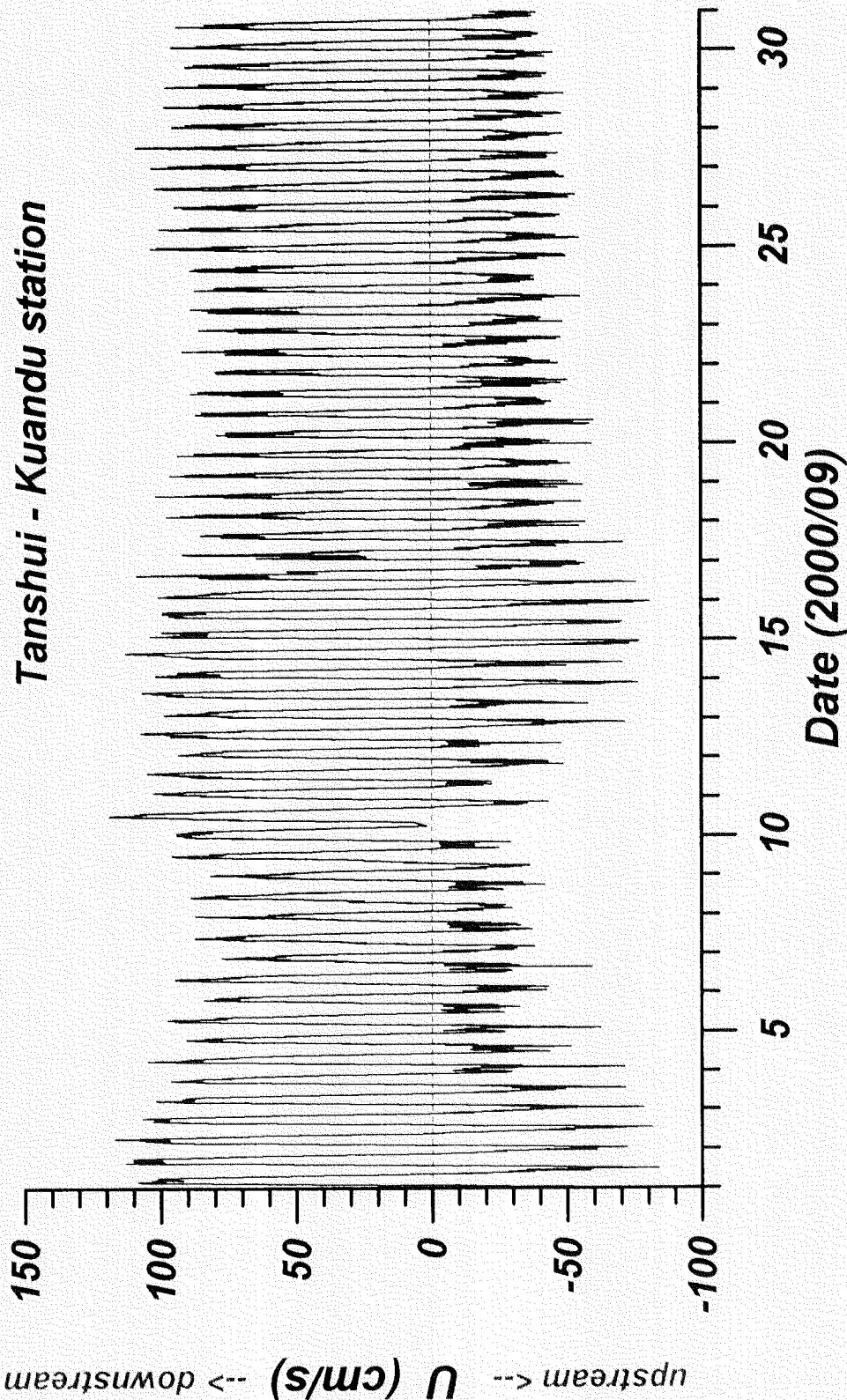


圖 7-3-h 89 年 9 月淡水河關渡測站河川流速變化圖

Tanshui - Kuandu station

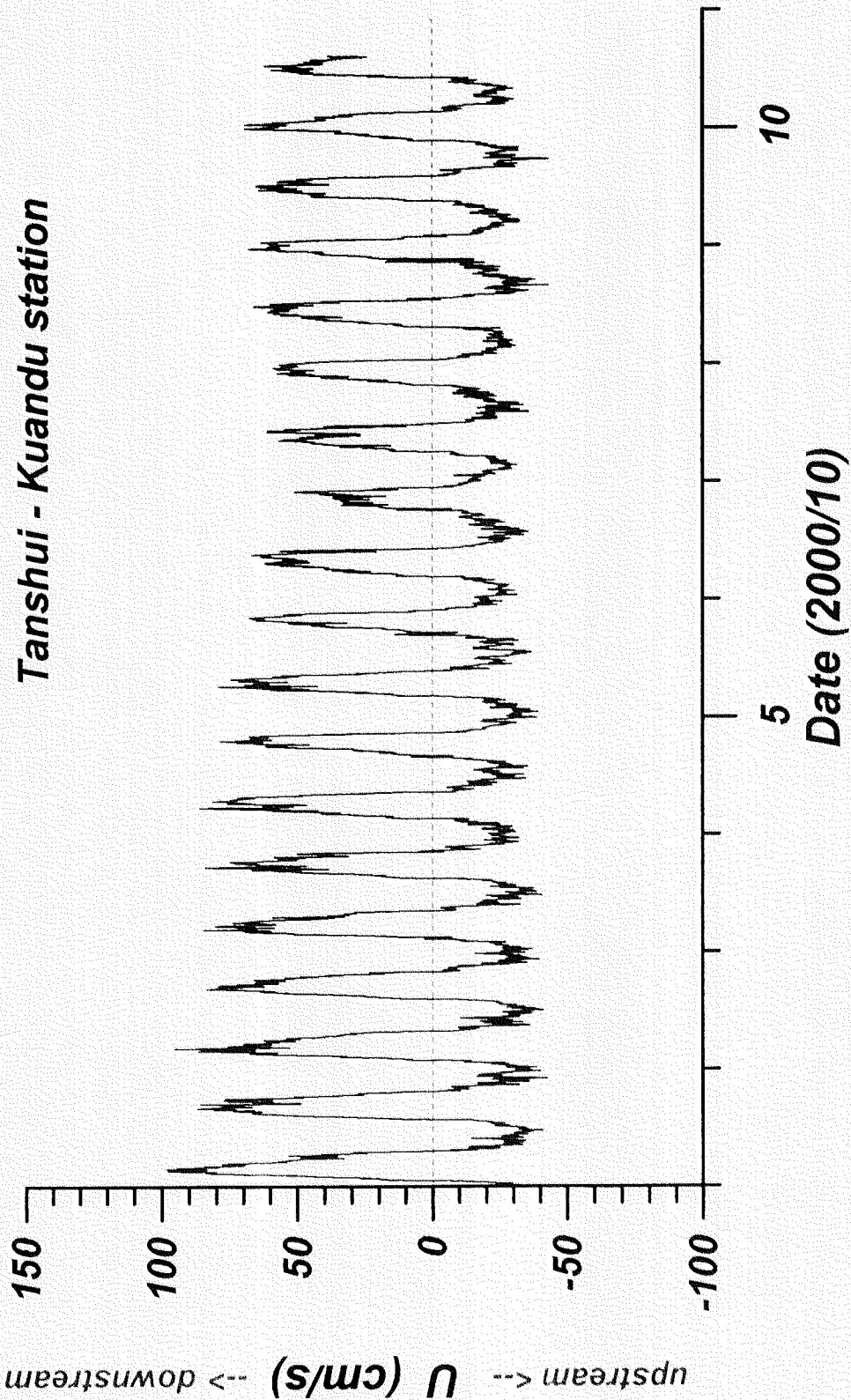


圖 7-3-i 89 年 10 月淡水河關渡測站河川流速變化圖

Tanshui - Kuandu station

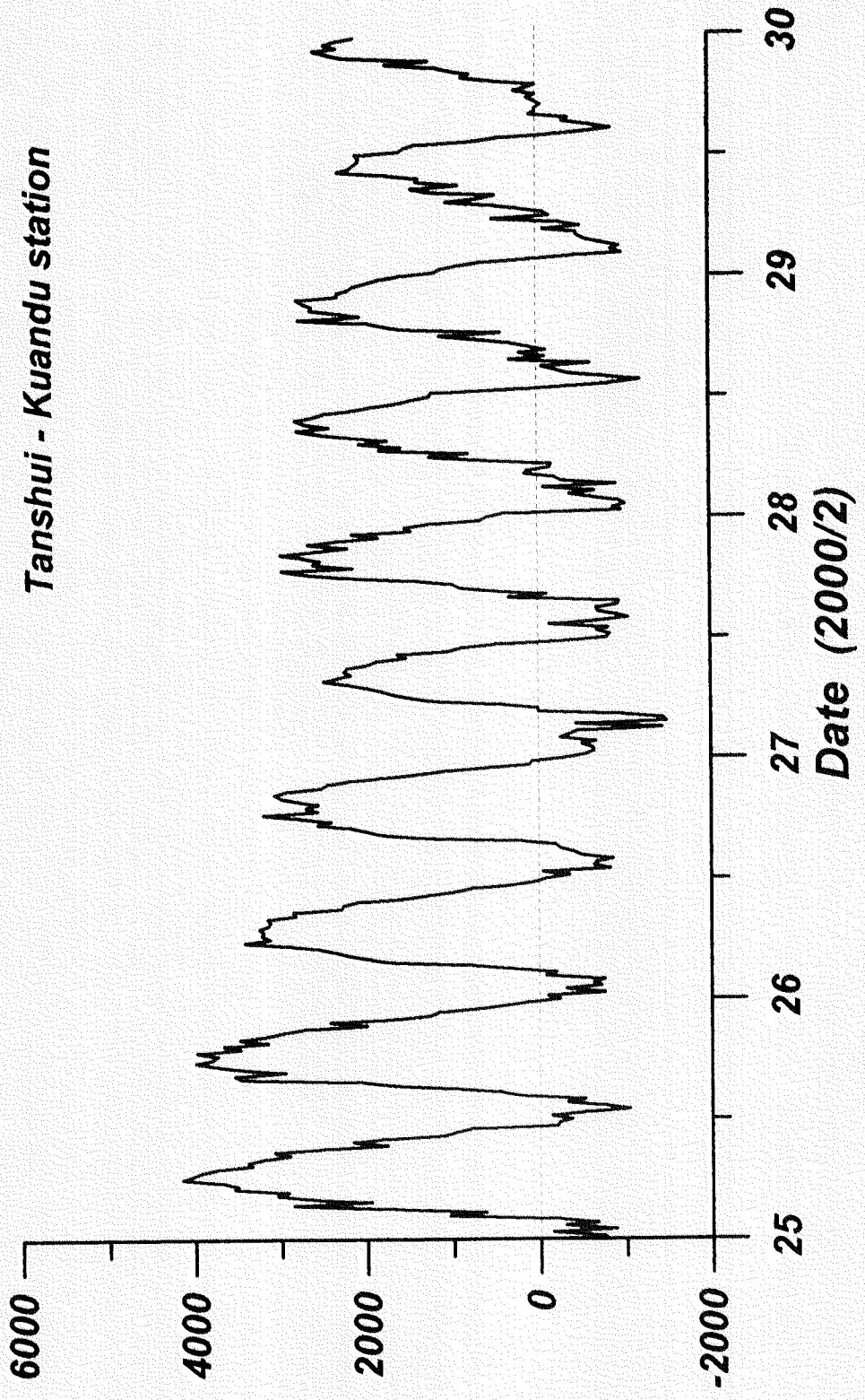


圖 7-4-a 89 年 2 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖

Tanshui - Kuandu station

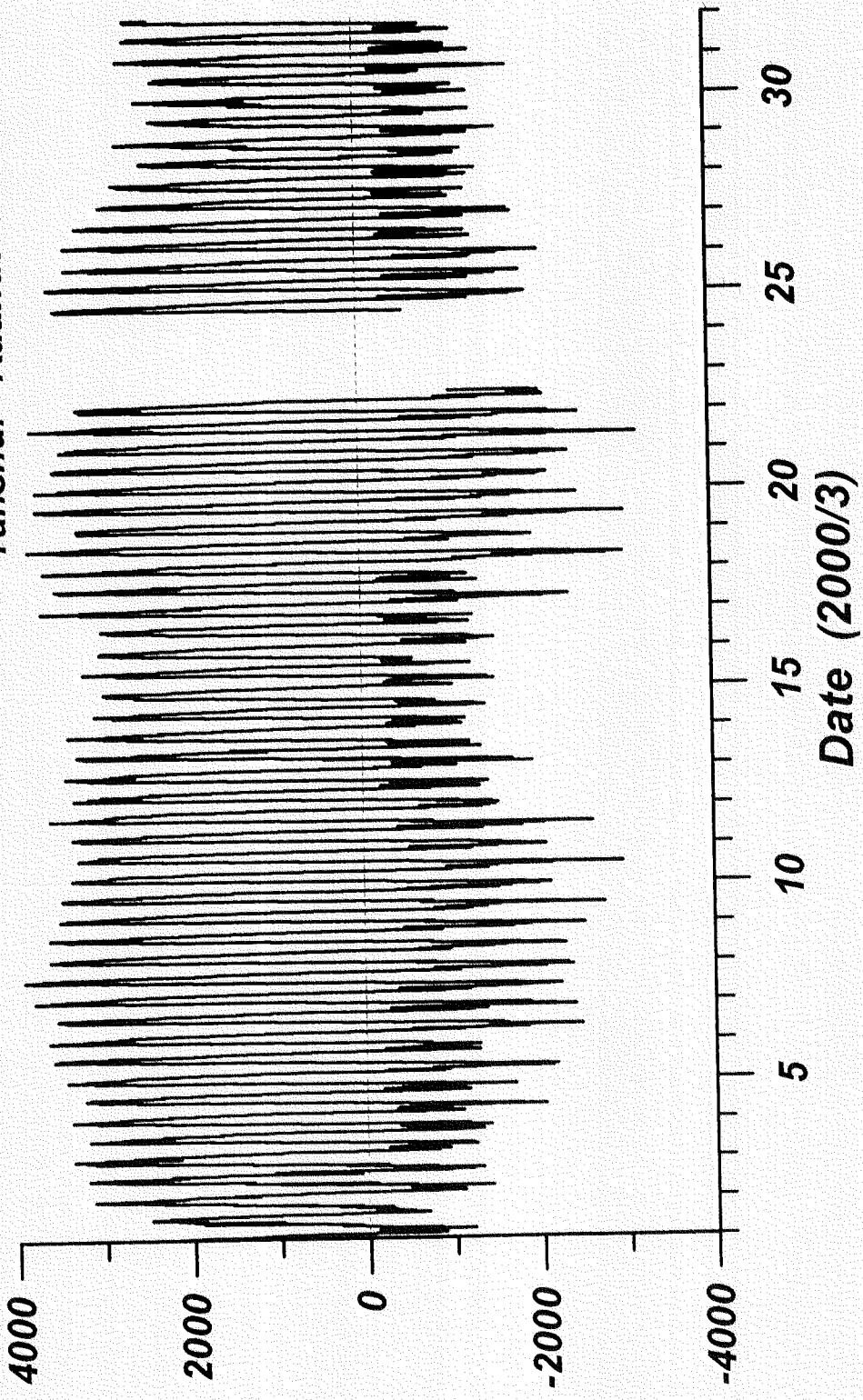


圖 7-4-b 89 年 3 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖

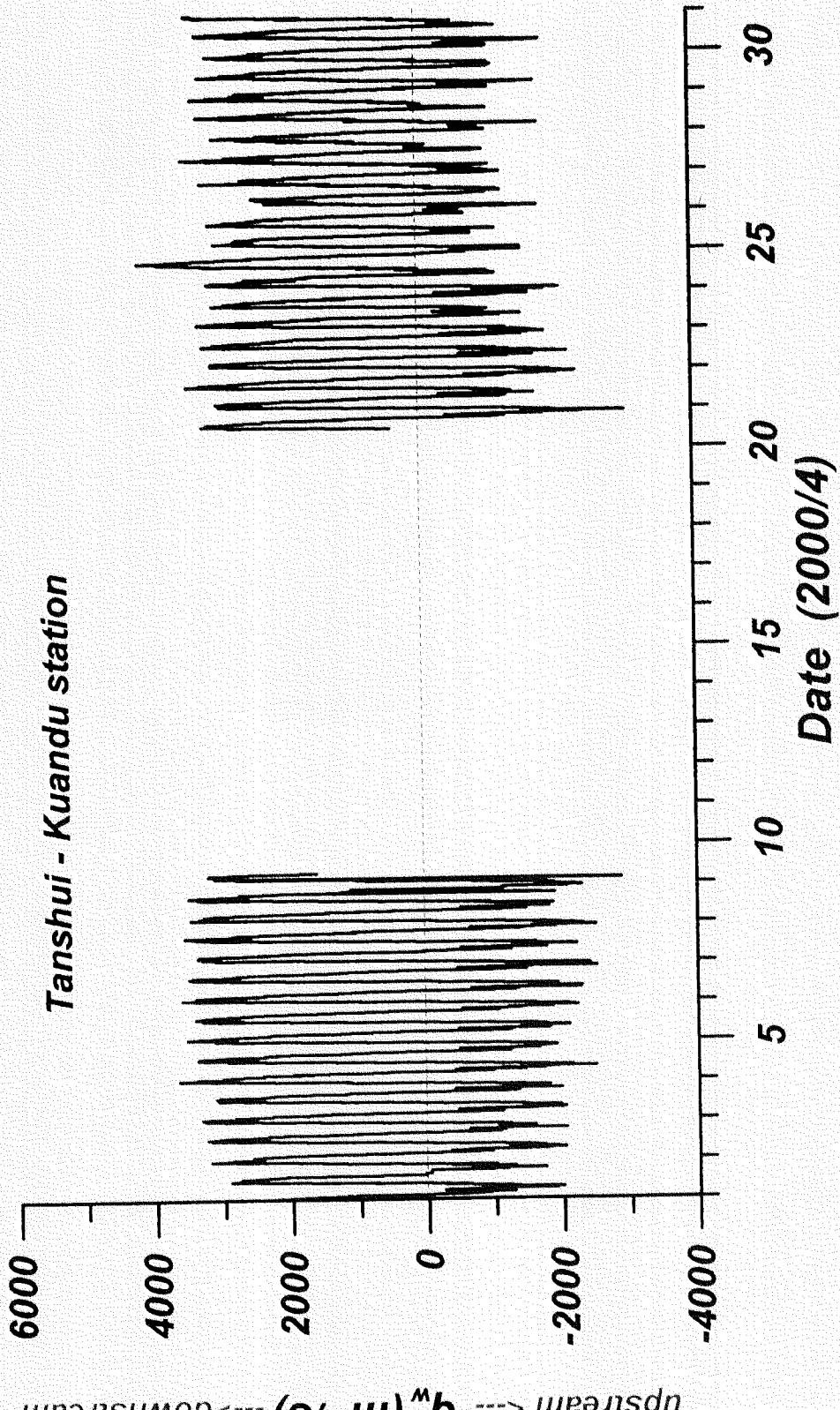


圖 7-4-c 89 年 4 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖

*Tanshui - Kuandu station*

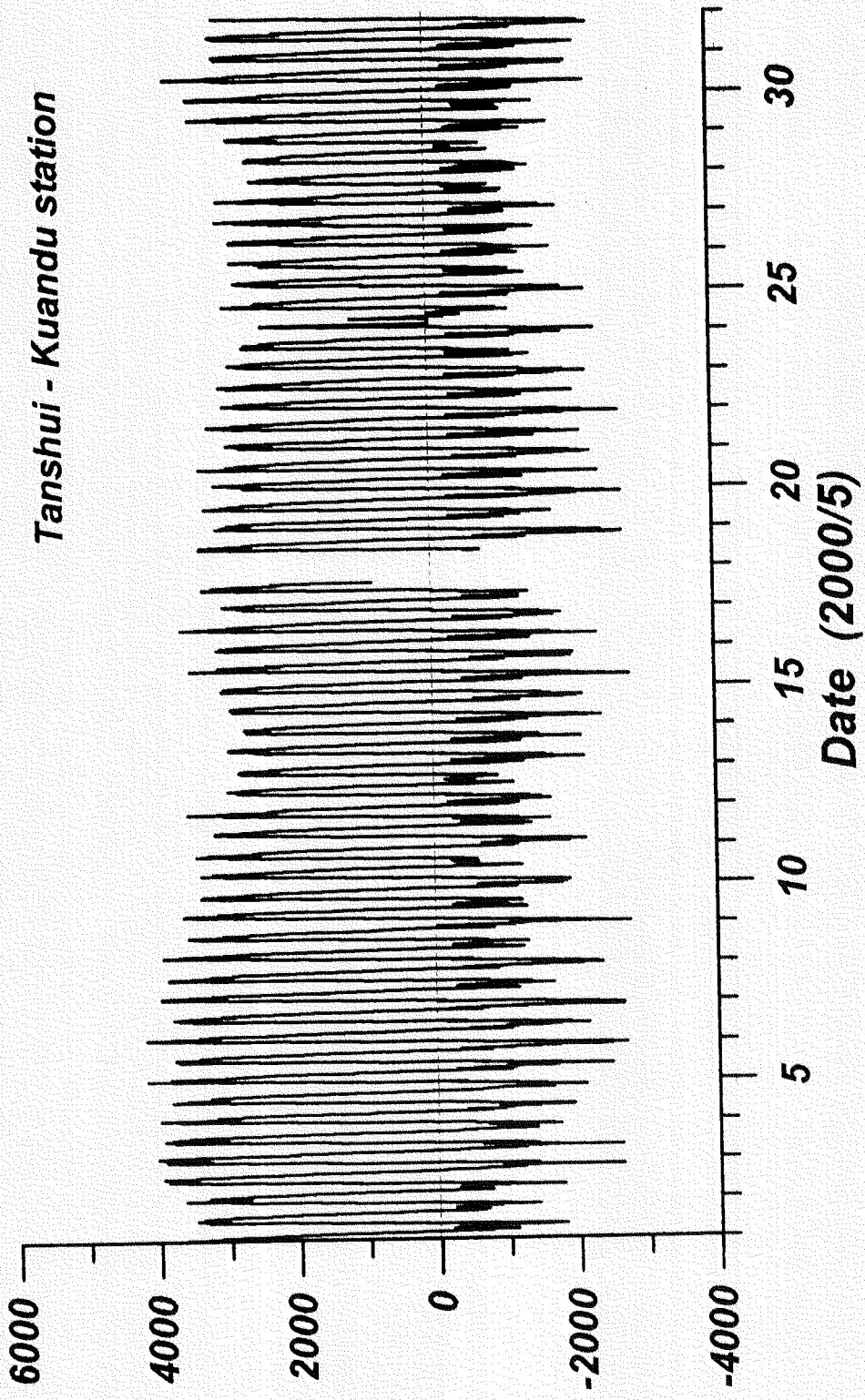


圖 7-4-d 89 年 5 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖

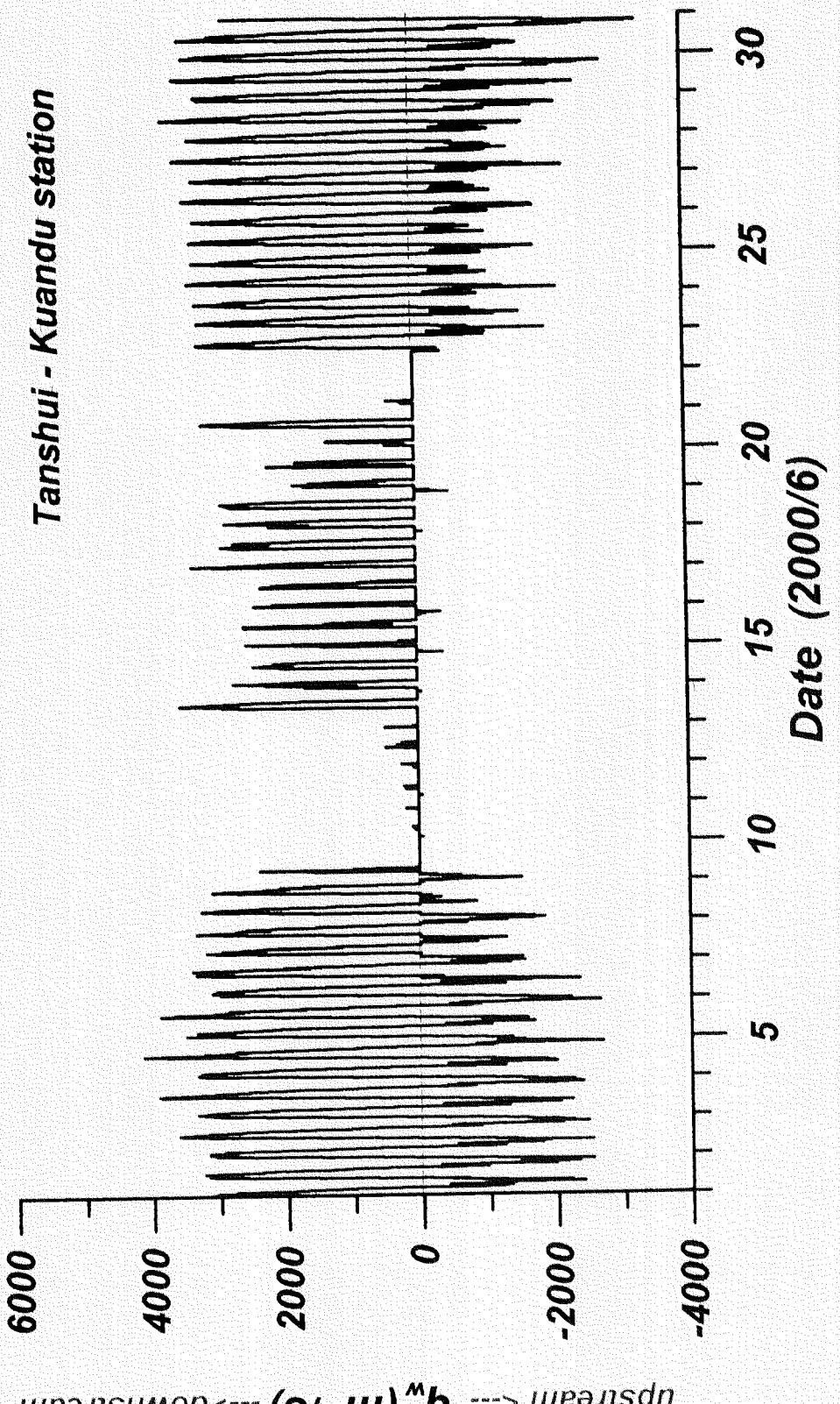


圖 7-4-e 89 年 6 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖

Tanshui - Kuandu station

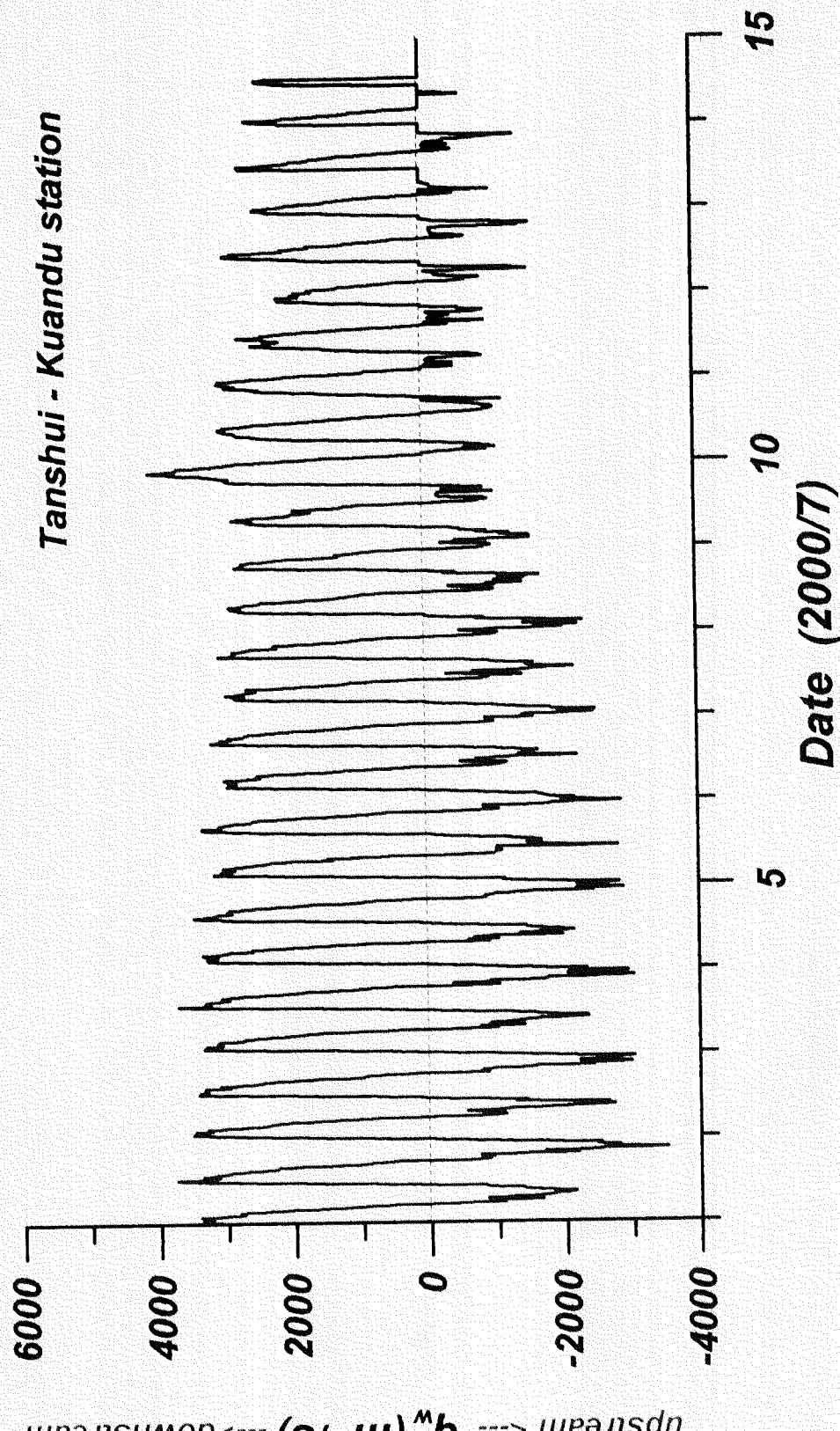


圖 7-4-f 89 年 7 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖

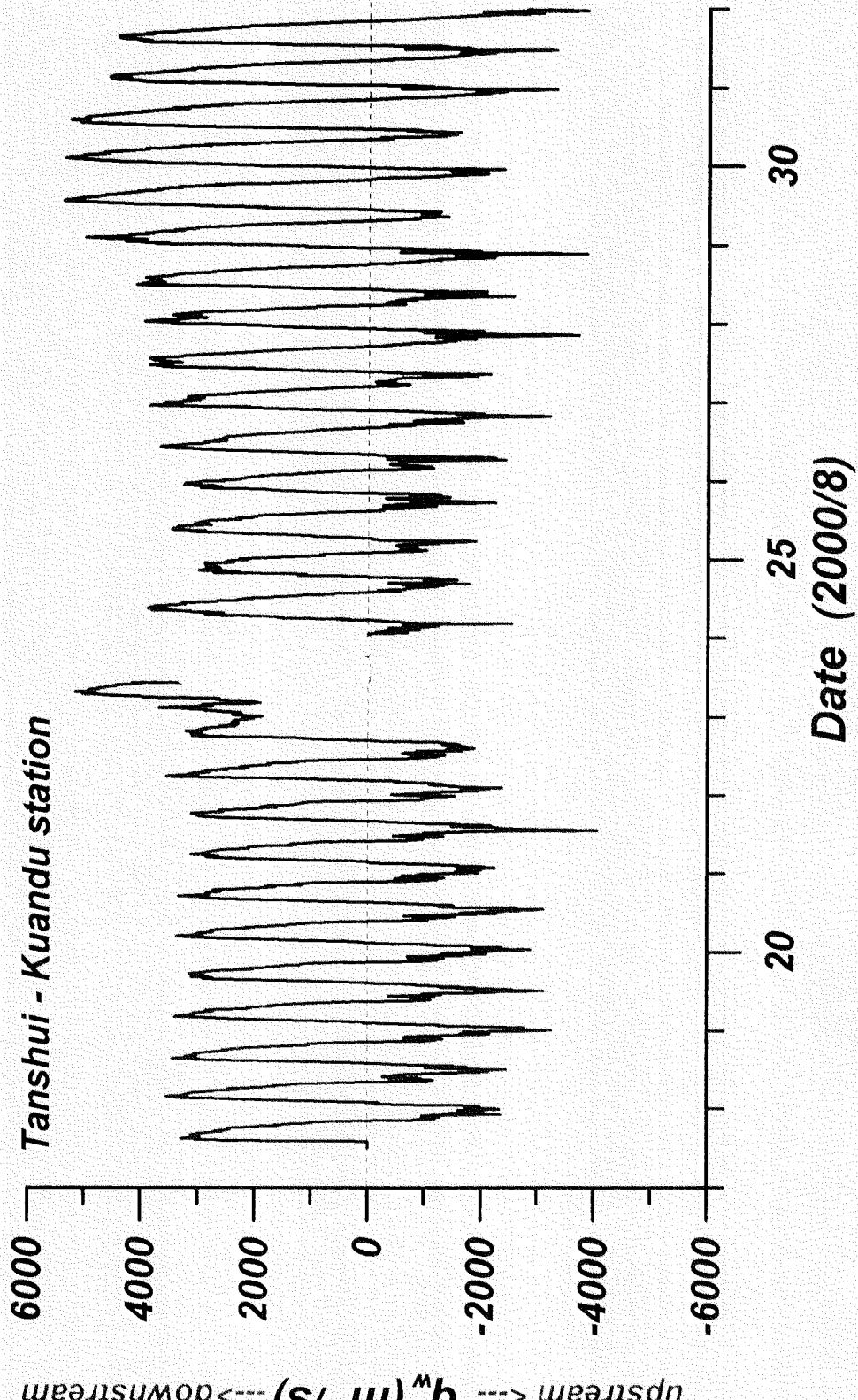


圖 7-4-8 89 年 8 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖

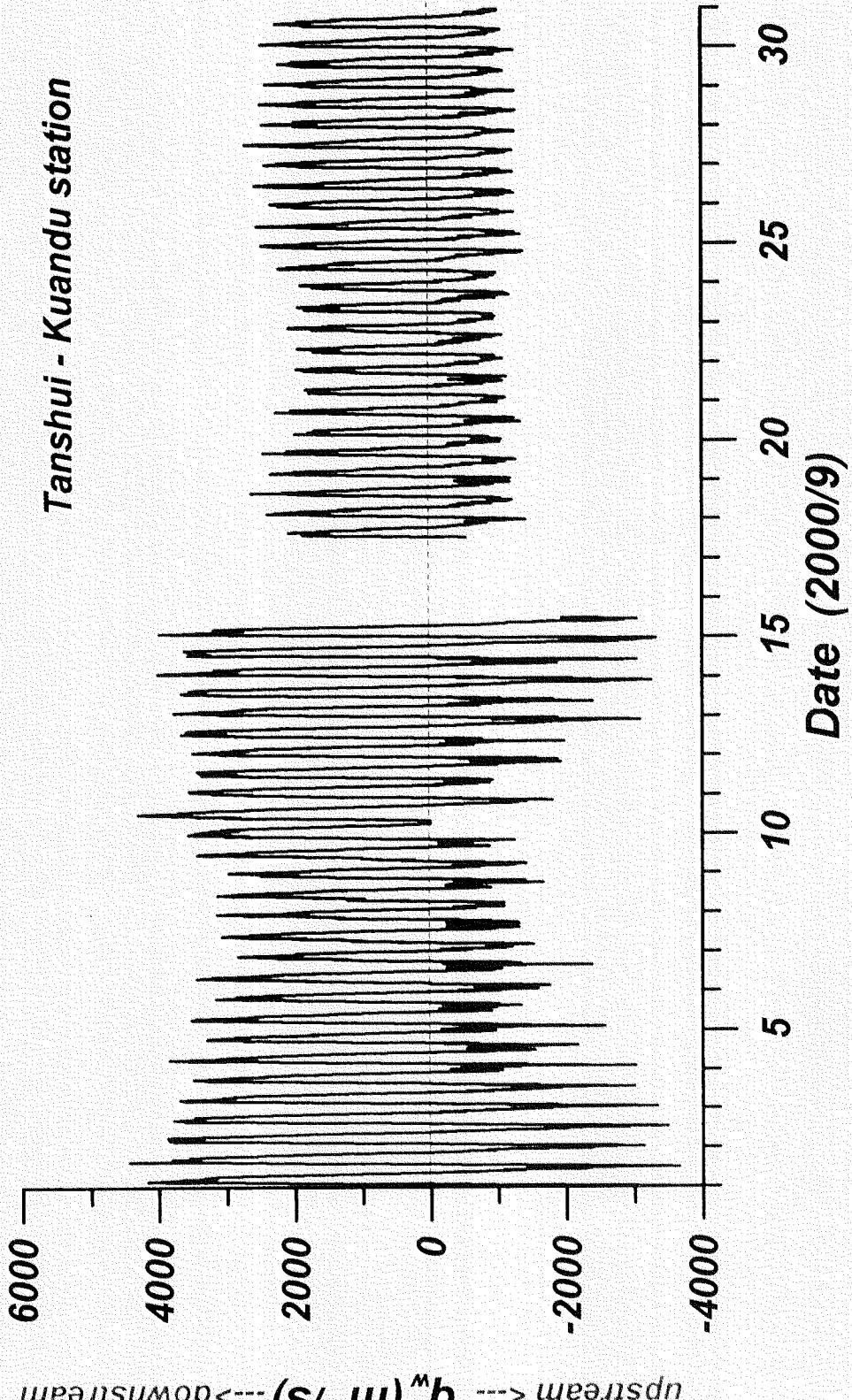


圖 7-4-h 89 年 9 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖

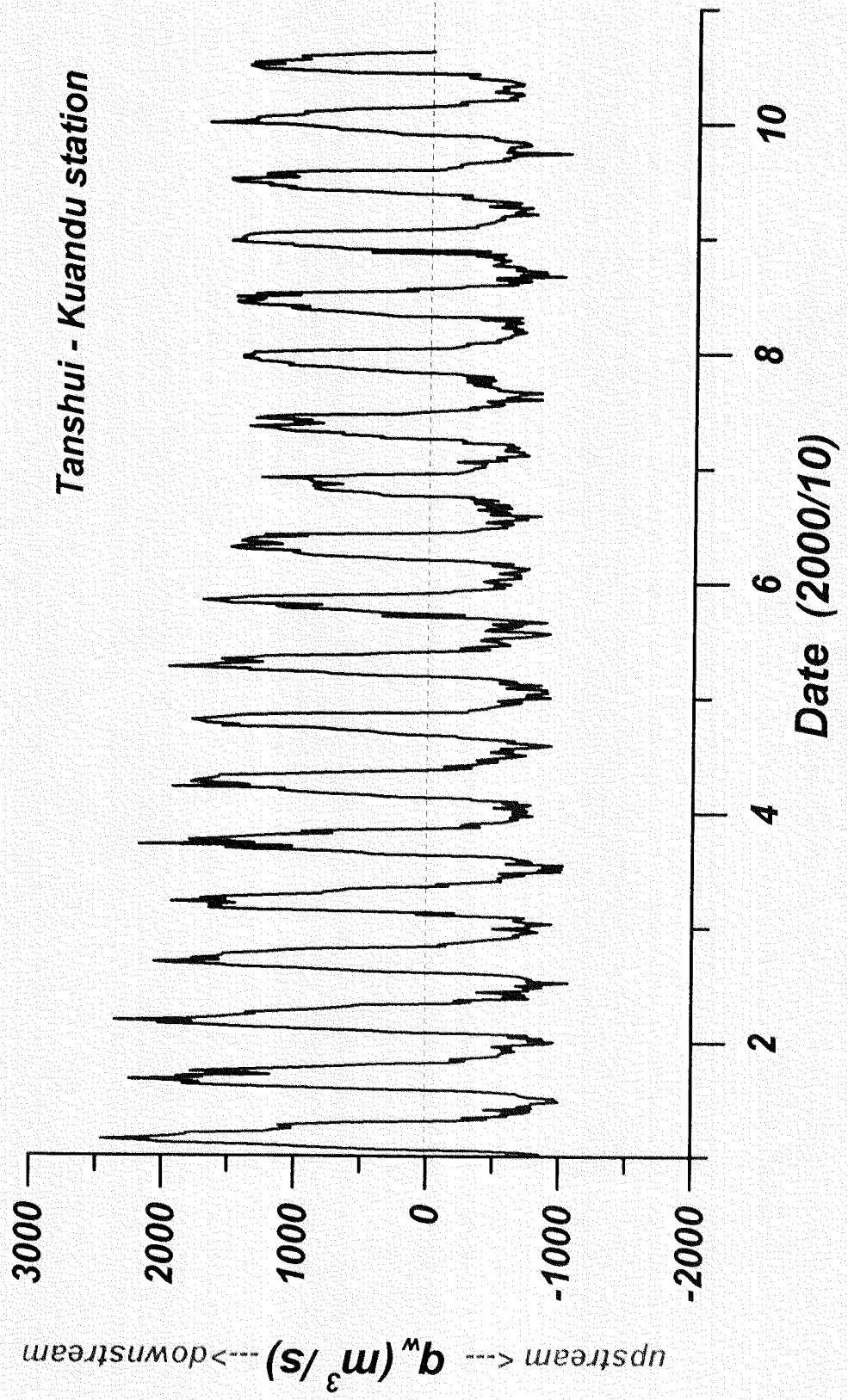


圖 7-4-i 89 年 10 月淡水河關渡附近河川逐時流量變化圖

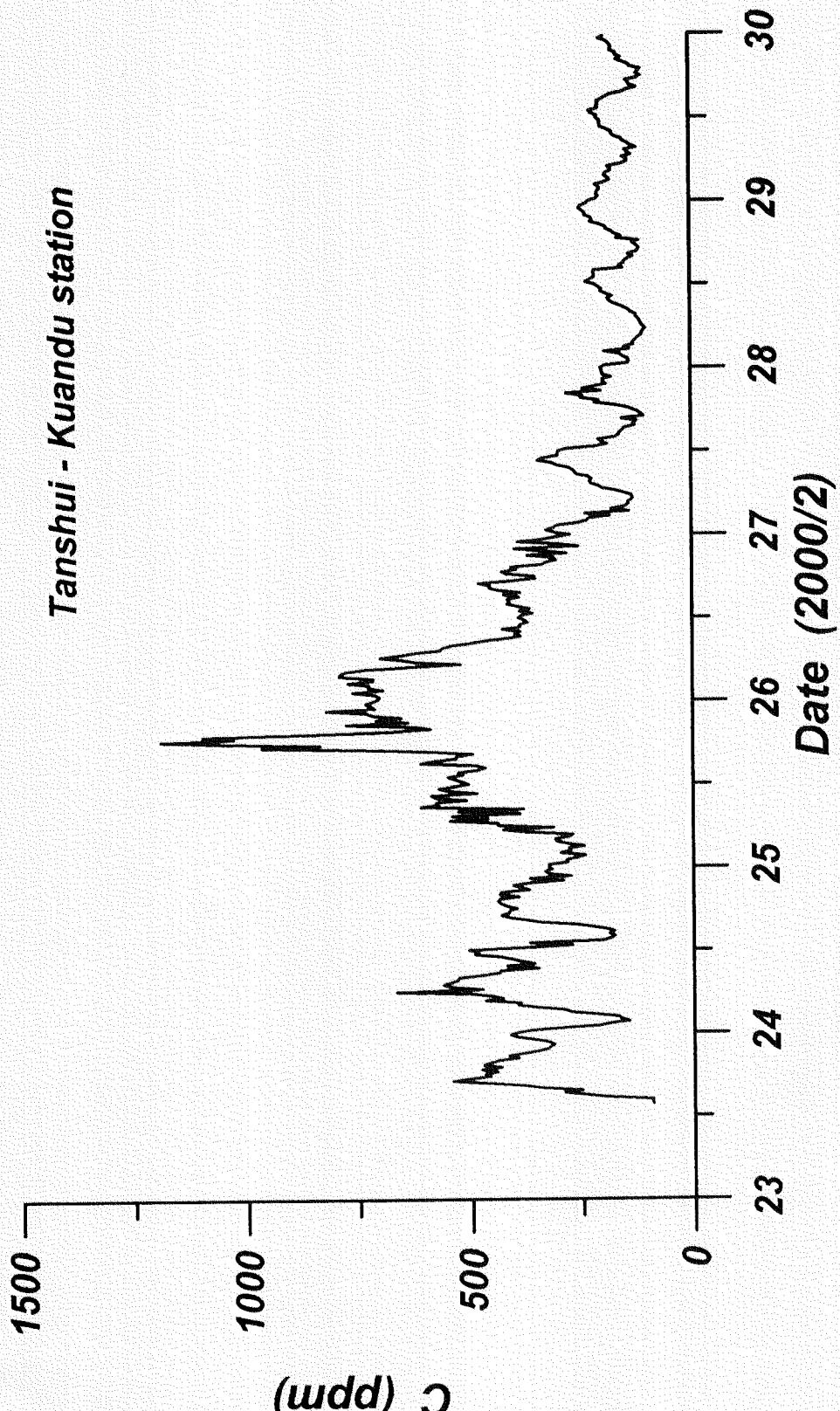


圖 7-5-a 89 年 2 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖

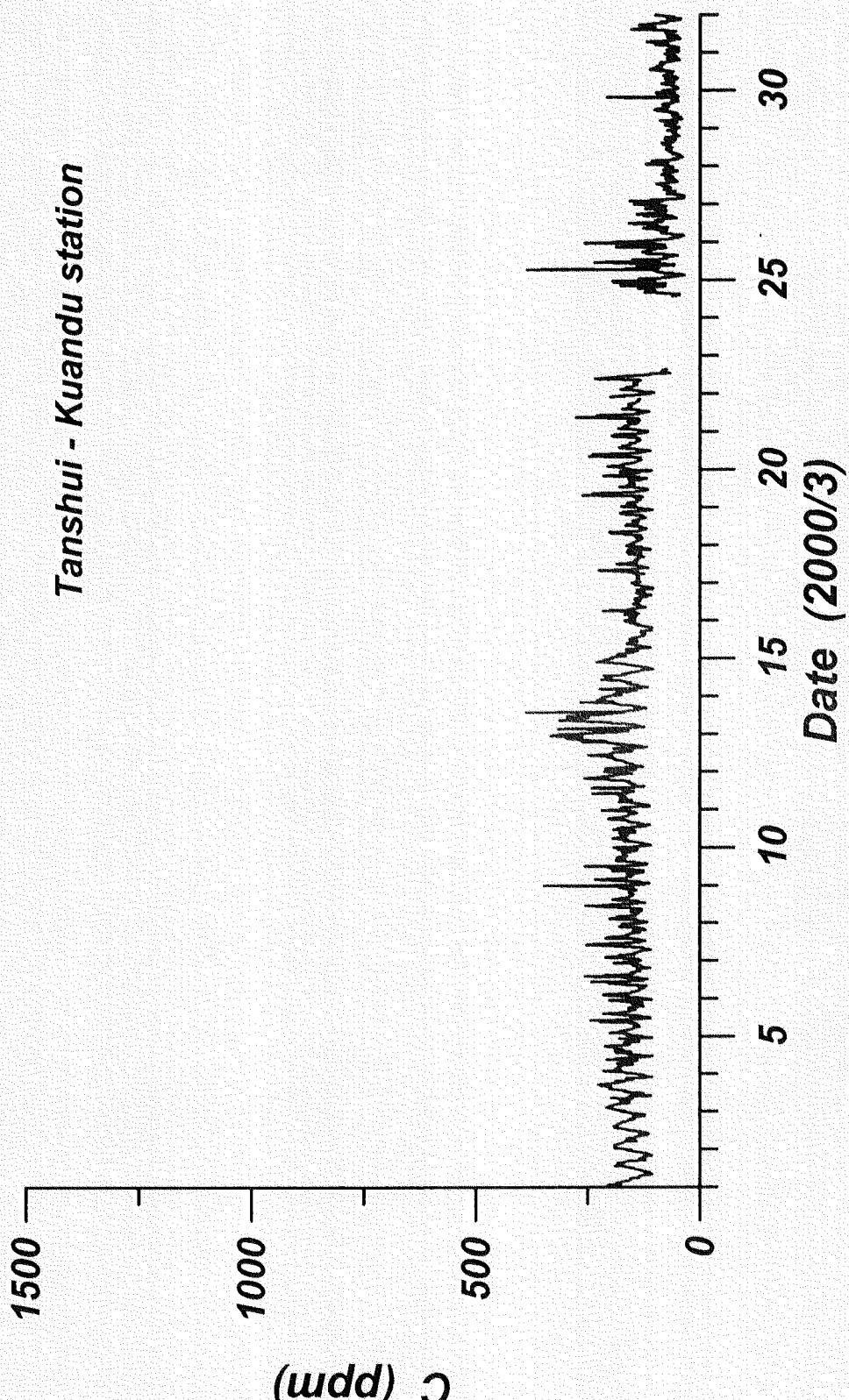


圖 7-5-b 89 年 3 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖

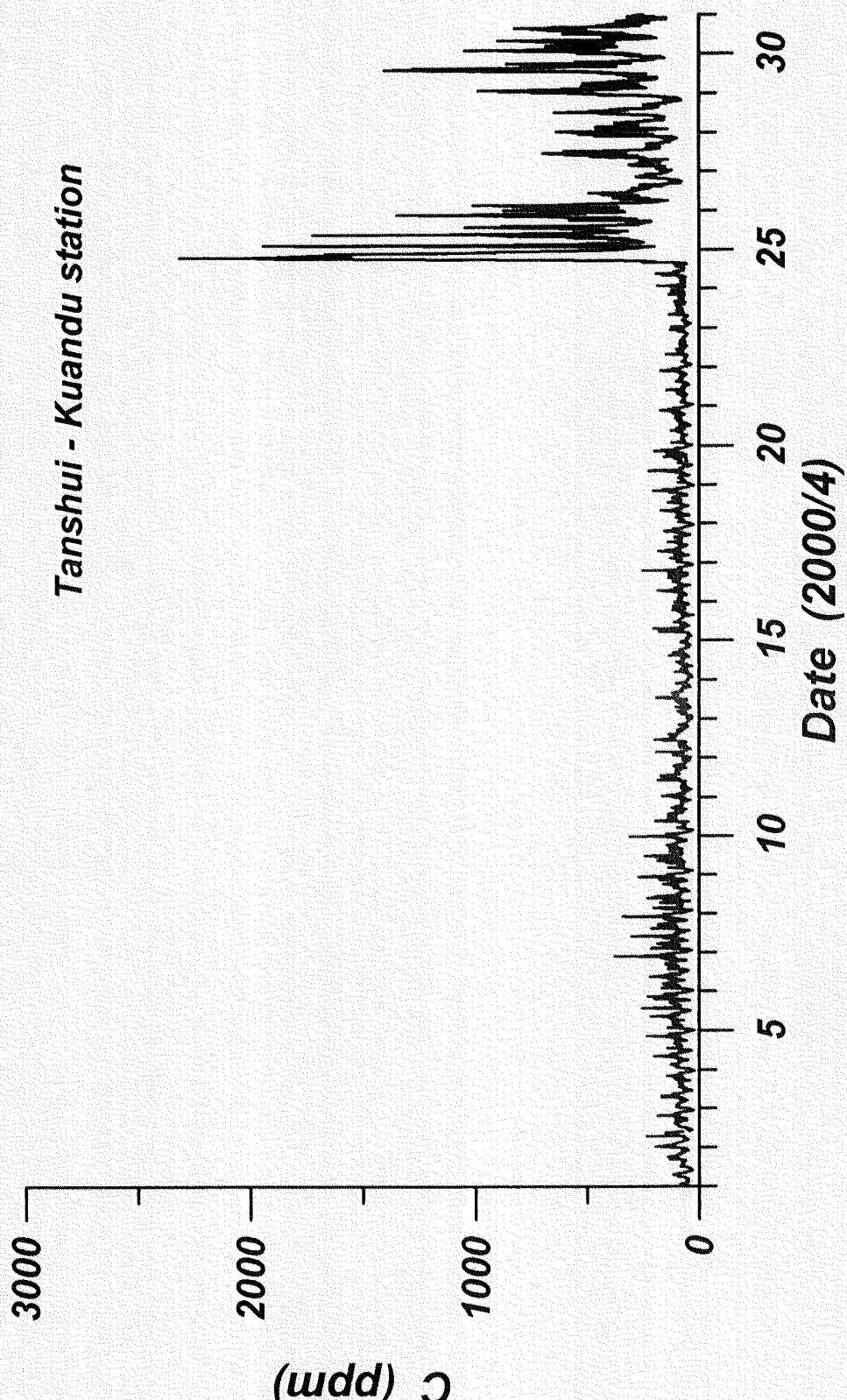


圖 7-5-c 89 年 4 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖

Tanshui - Kuandu station

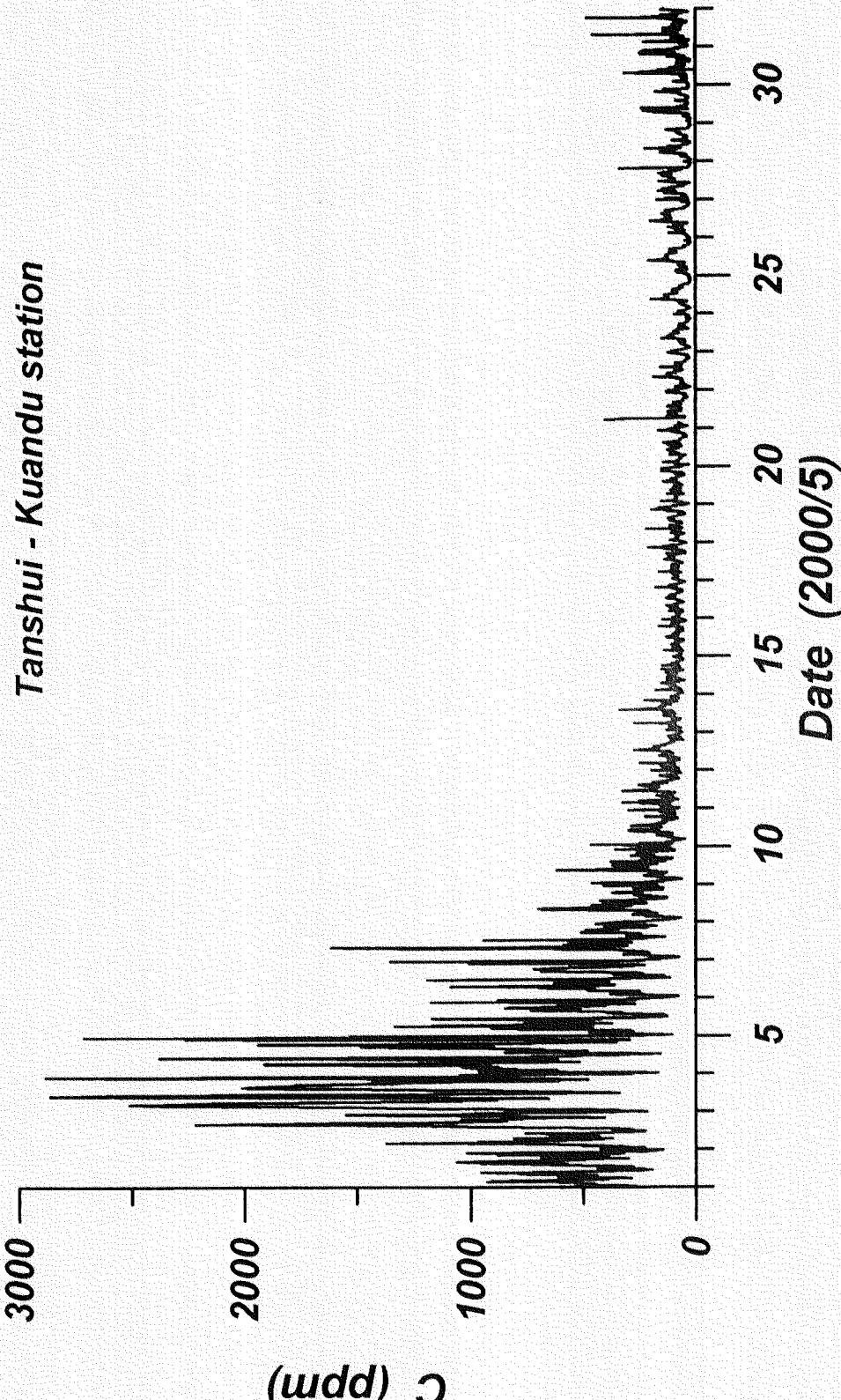


圖 7-5-d 89 年 5 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖

*Tanshui - Kuandu station*

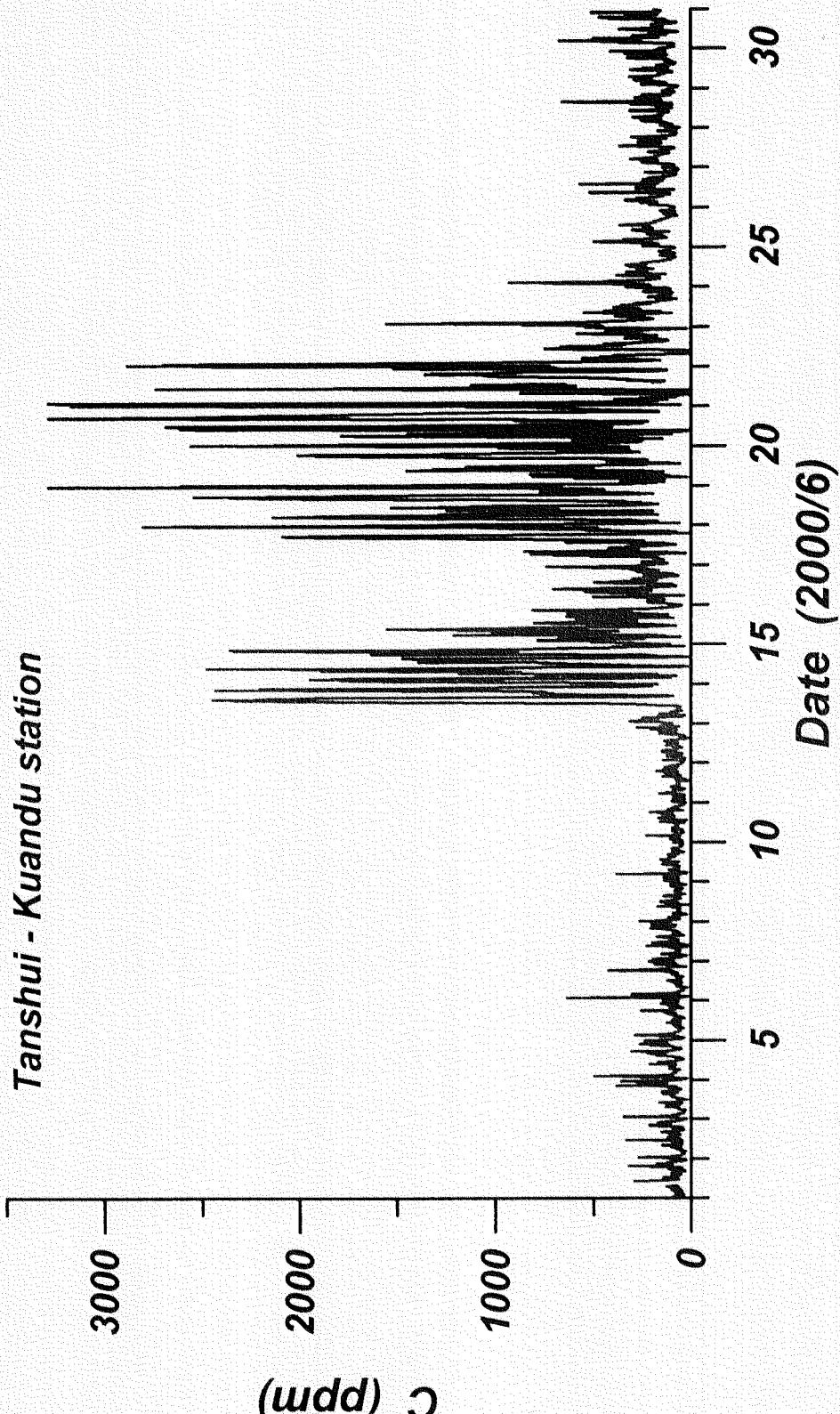


圖 7-5-e 89 年 6 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖

Tanshui - Kuandu station

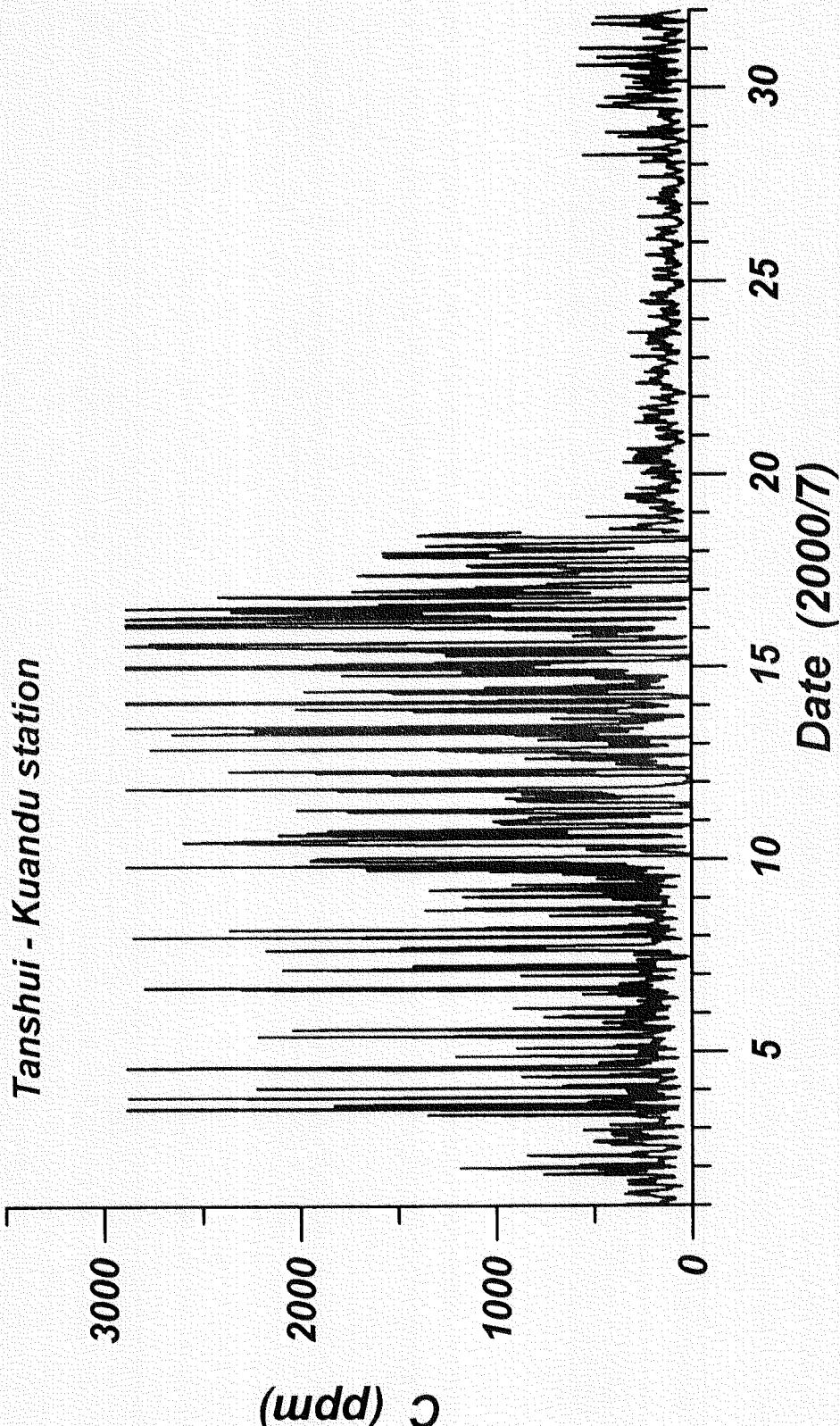


圖 7-5-f 89 年 7 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖

Tanshui - Kuandu station

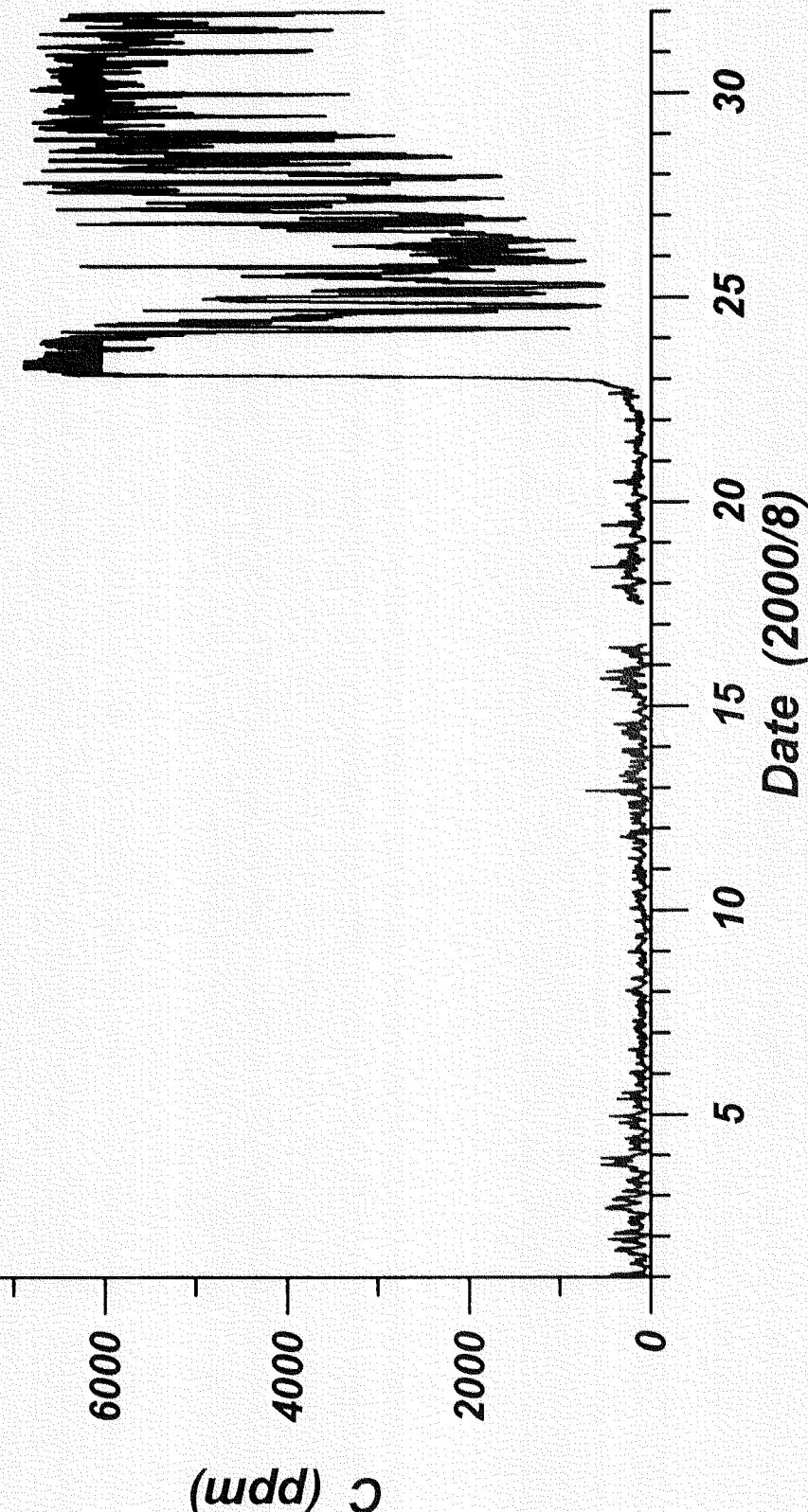


圖 7-5-g 89 年 8 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖

Tanshui - Kuandu station

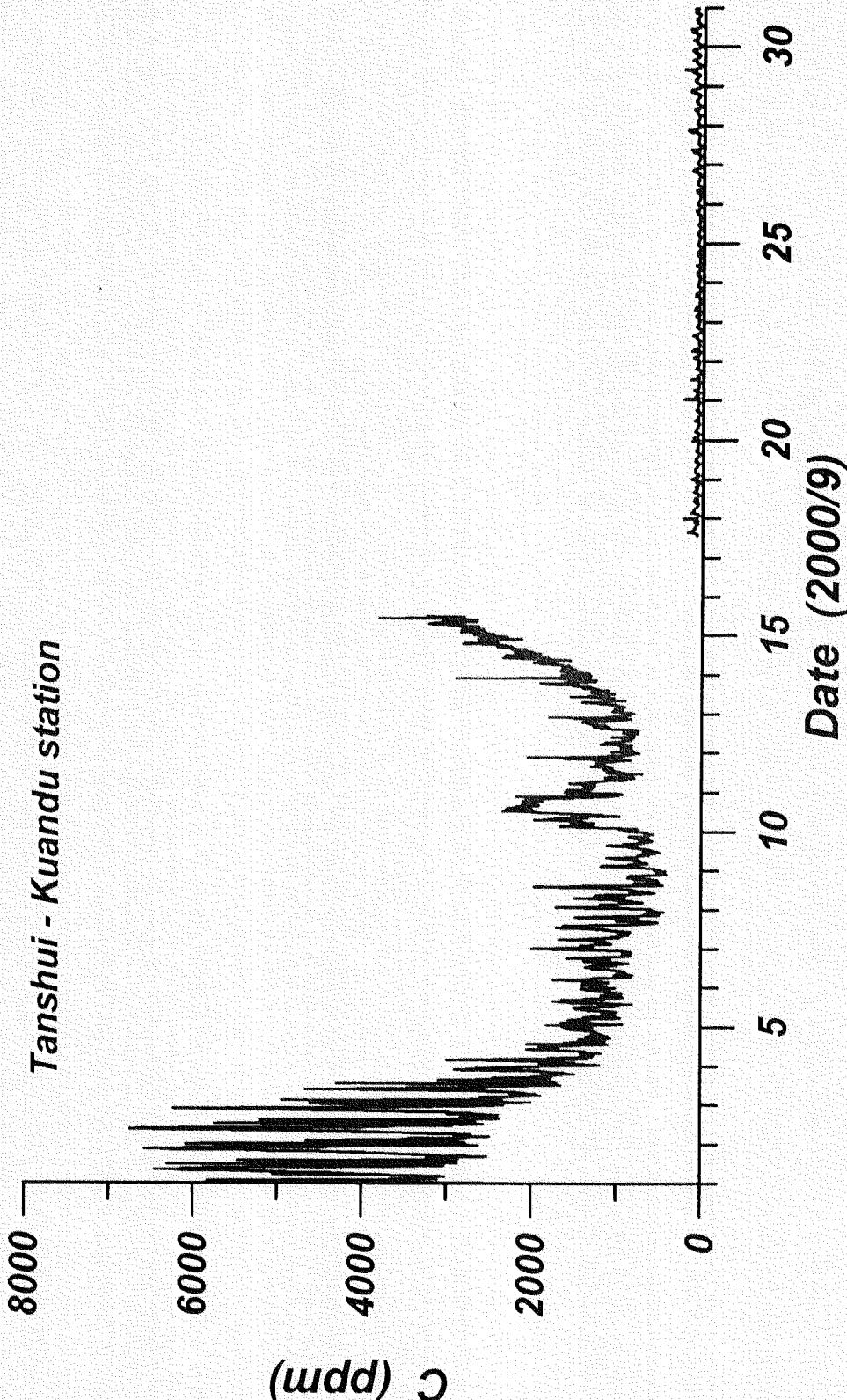


圖 7-5-h 89 年 9 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖

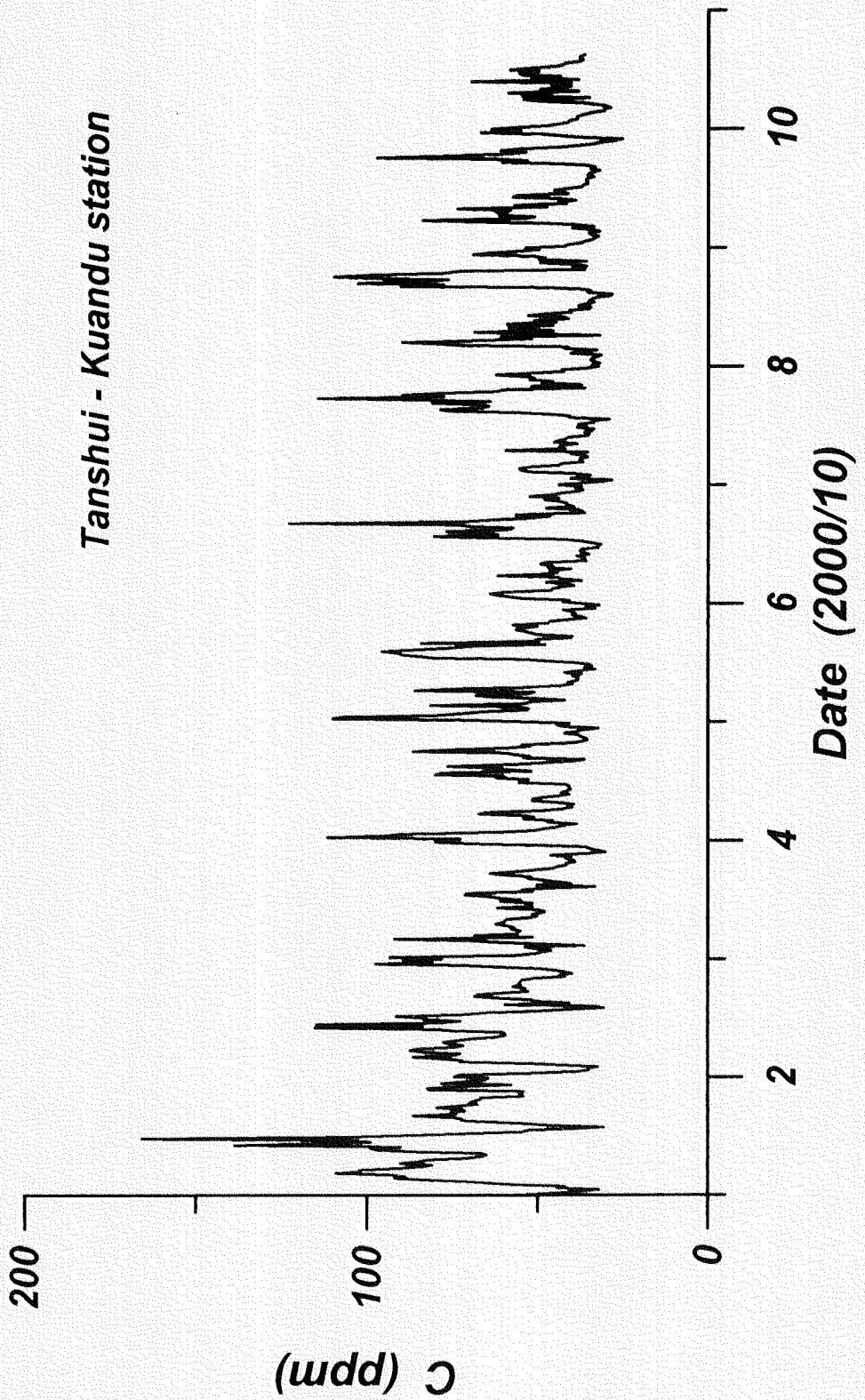


圖 7-5-i 89 年 10 月淡水河關渡測站河川懸浮質濃度變化圖

Tanshui - Kuandu station

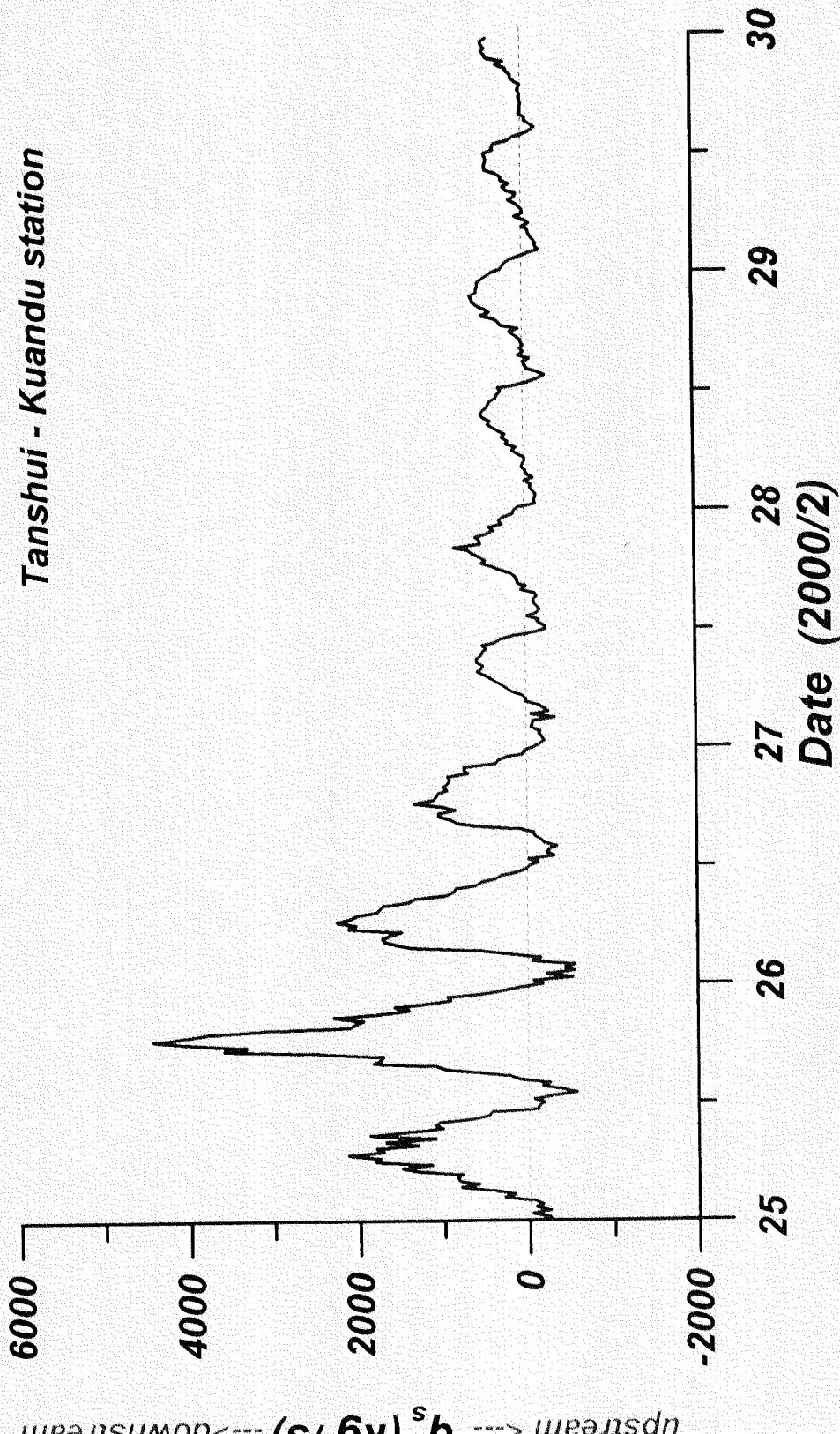


圖 7-6-a 89 年 2 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖

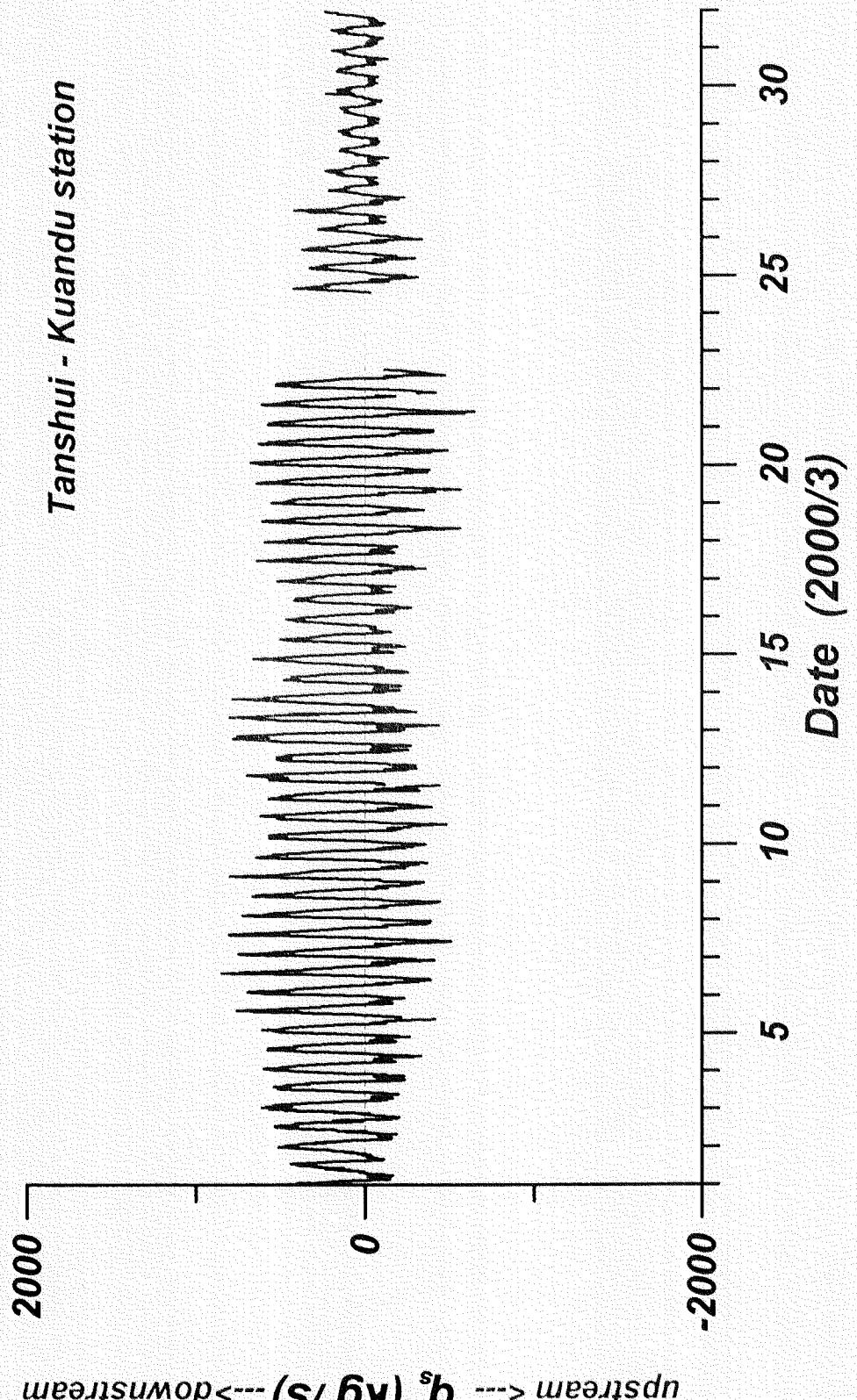


圖 7-6-b 89 年 3 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖

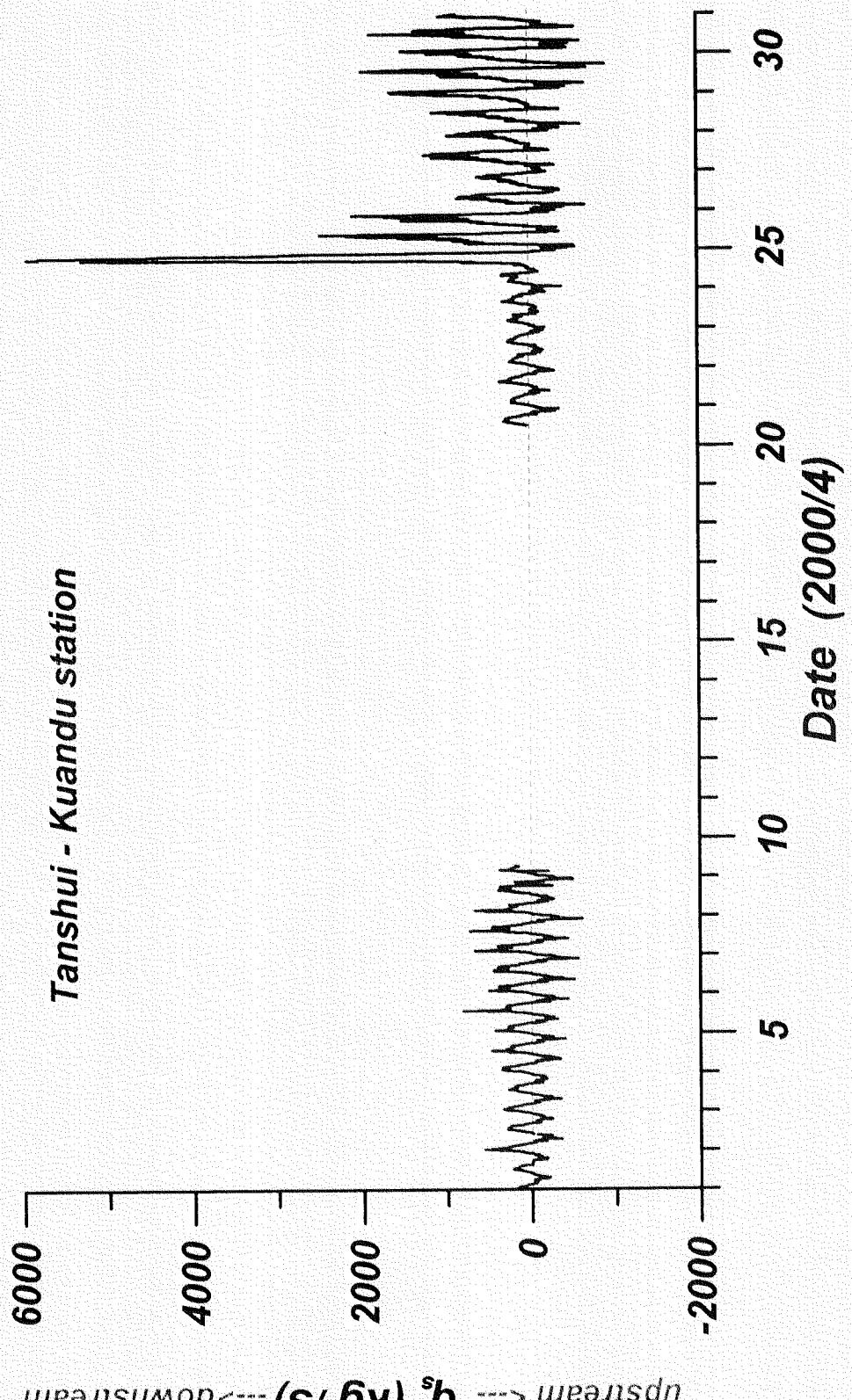


圖 7-6-c 89 年 4 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖

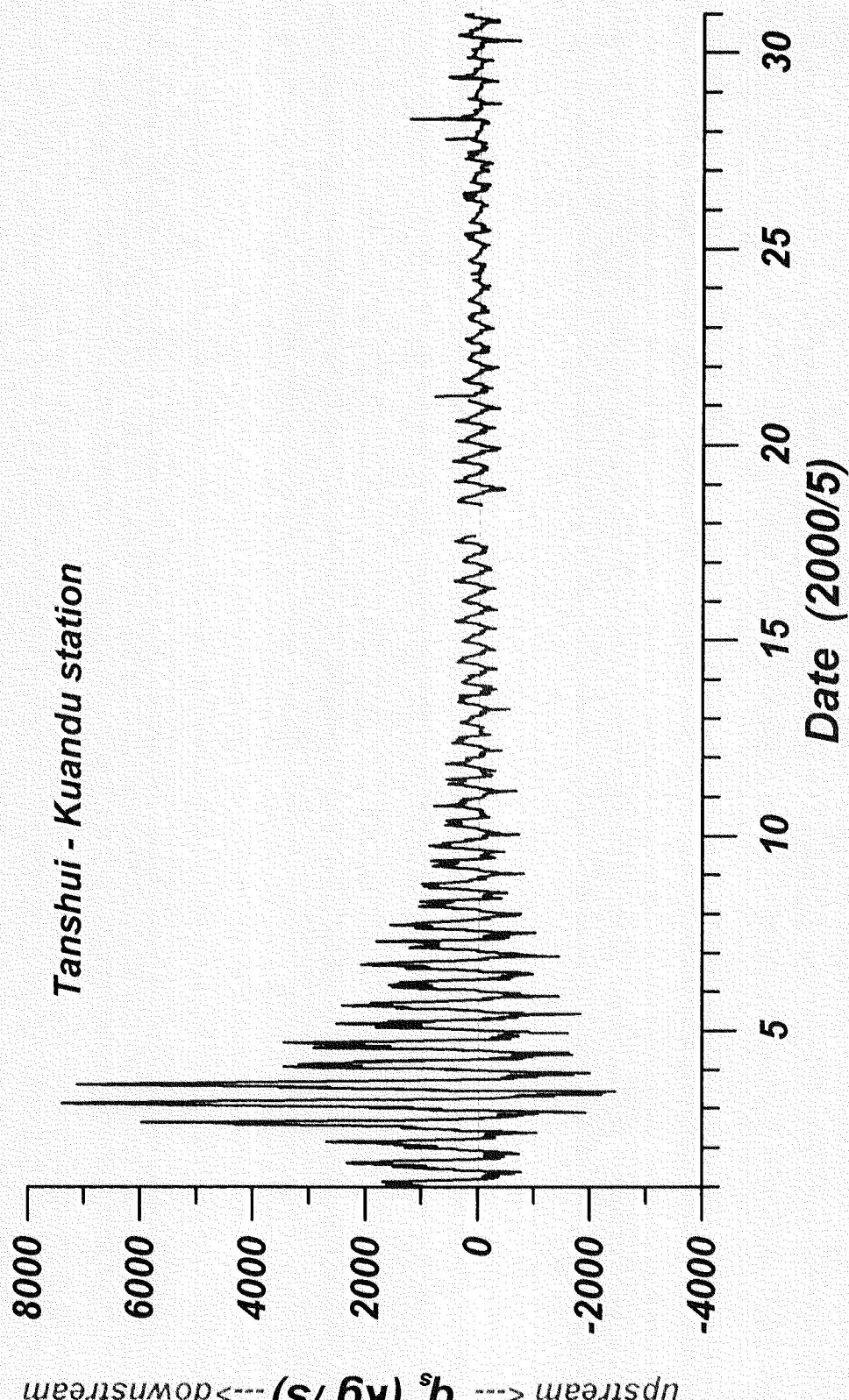


圖 7-6-d 89 年 5 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖

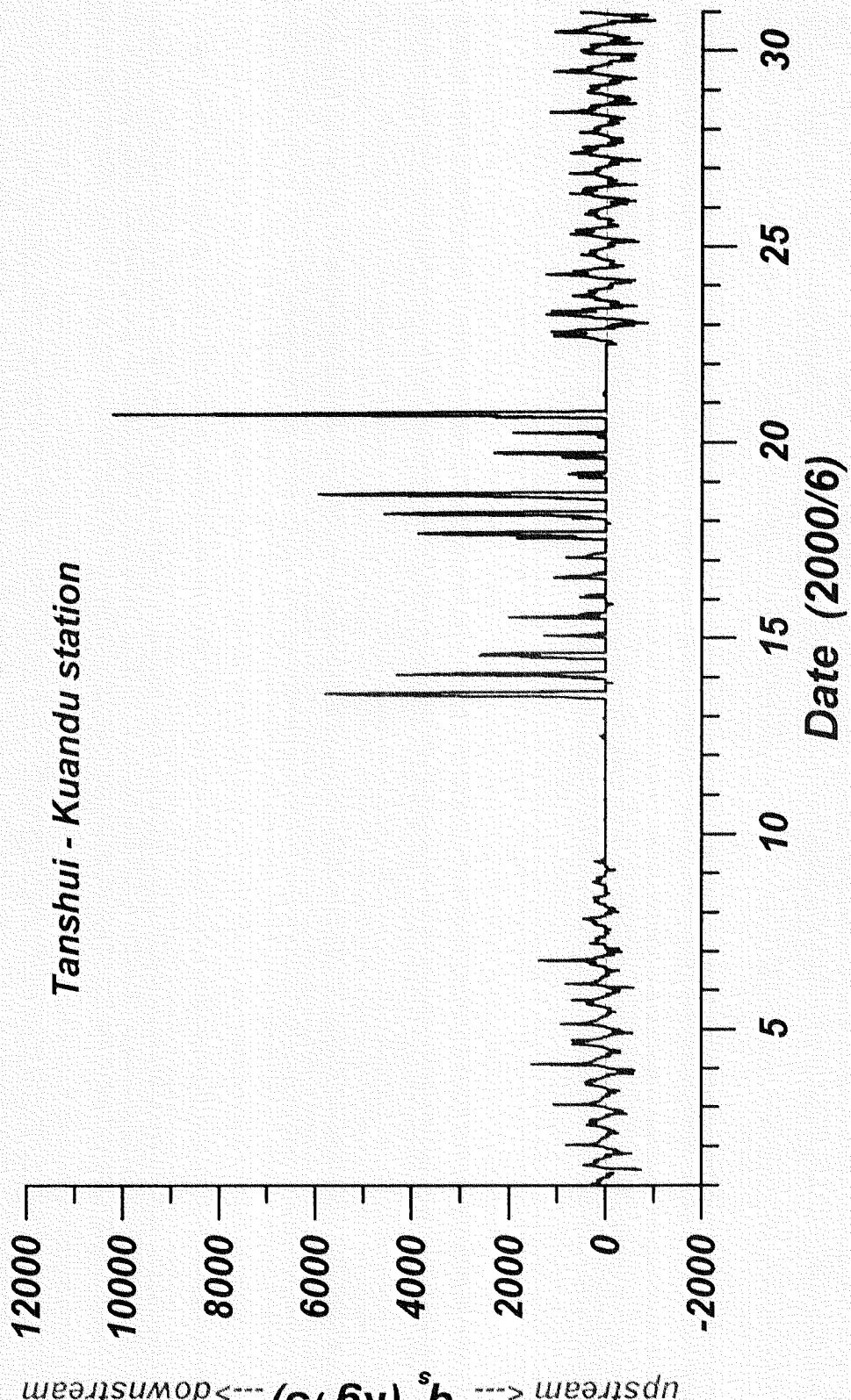


圖 7-6-e 89 年 6 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖

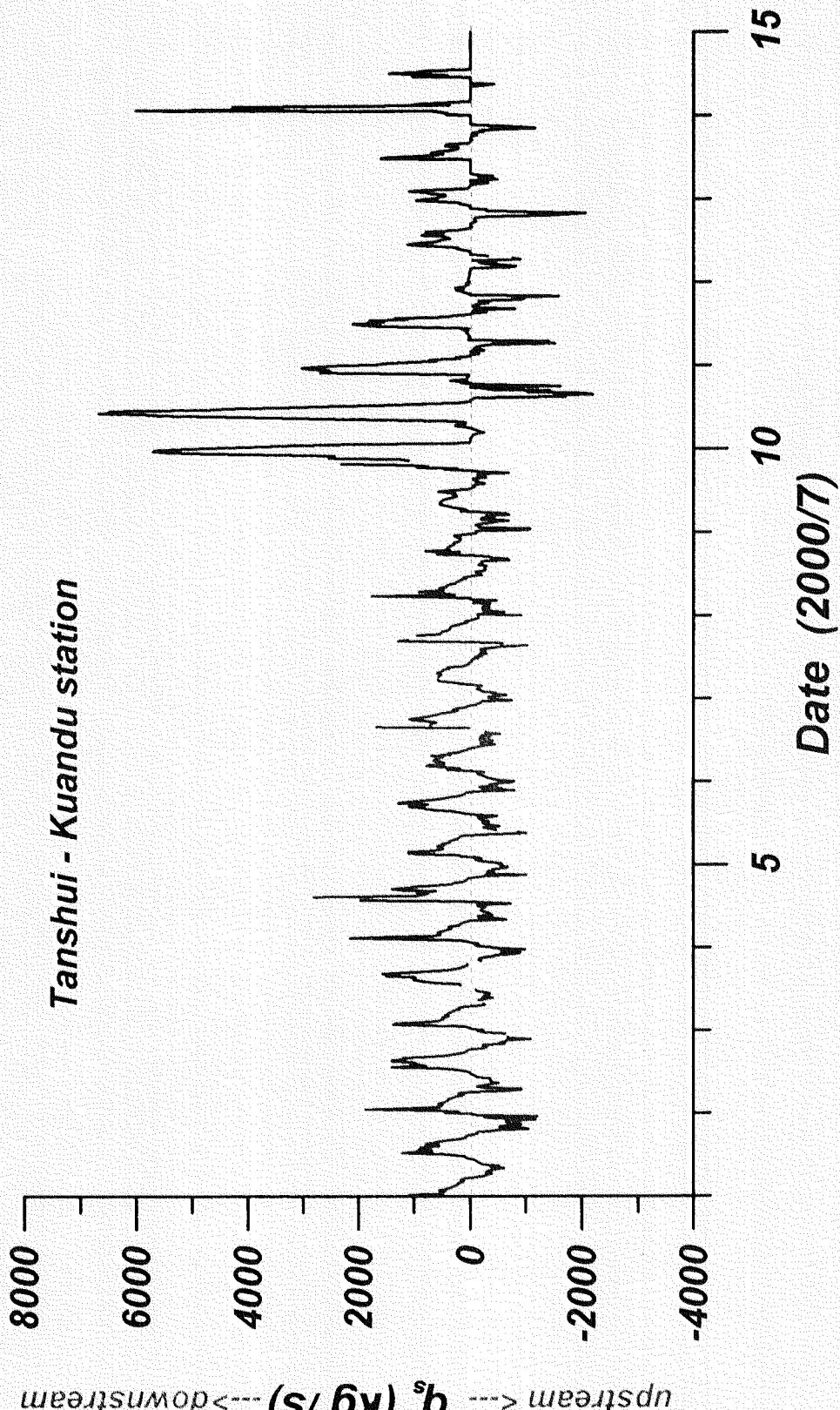


圖 7-6-f 89 年 7 月 淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖

*Tanshui - Kuandu station*

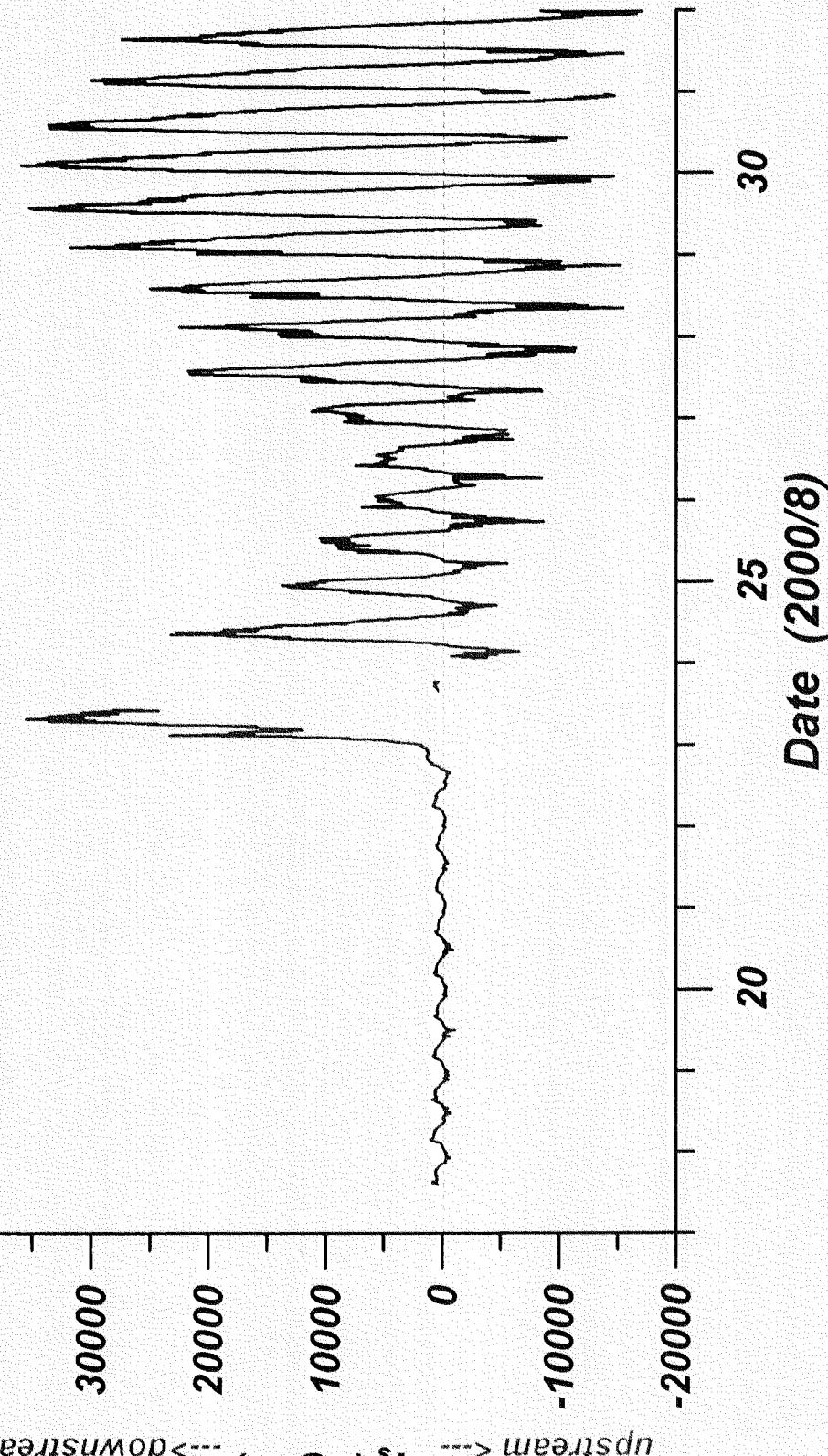


圖 7-6-g 89 年 8 月 淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖

Tanshui - Kuandu station

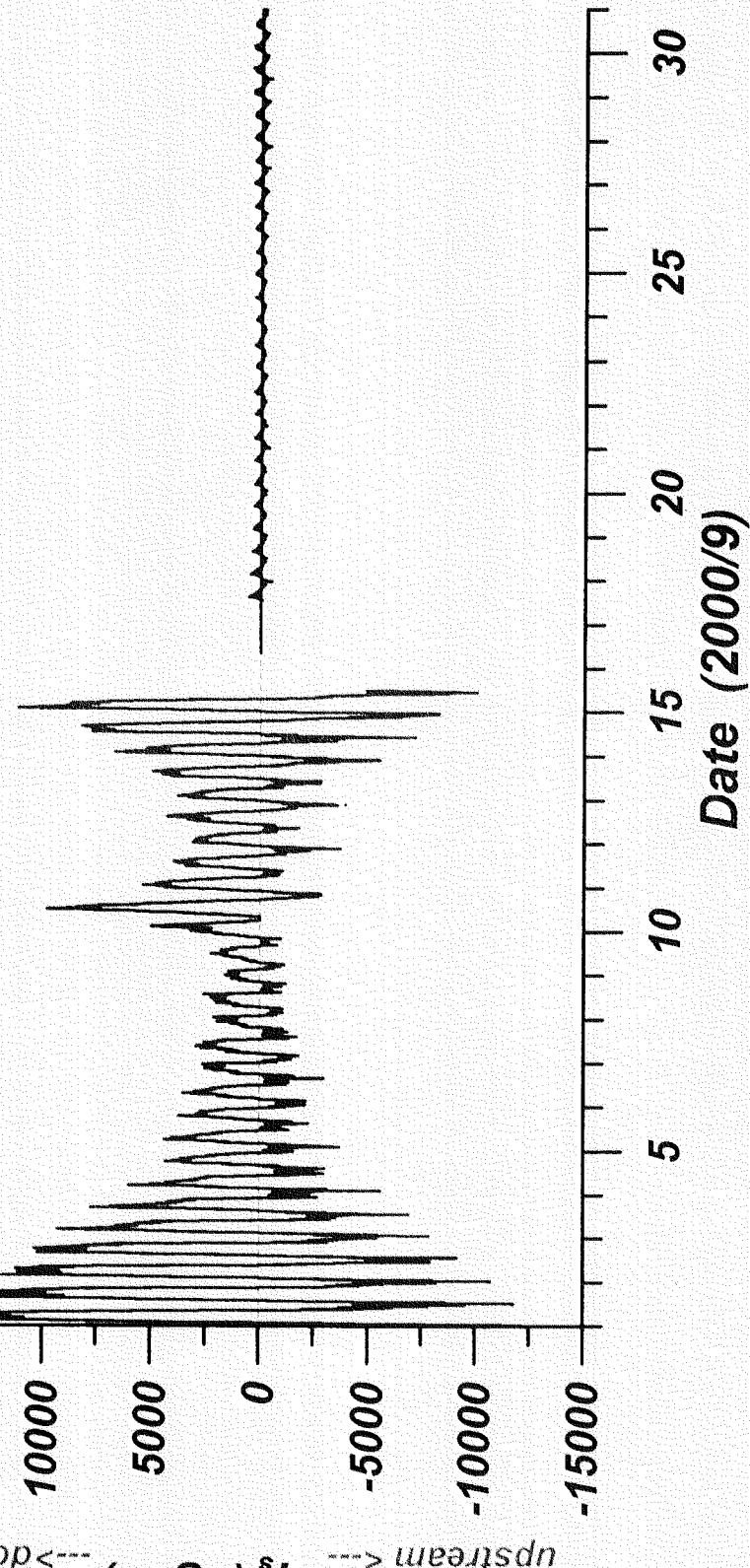


圖 7-6-h 89 年 9 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖

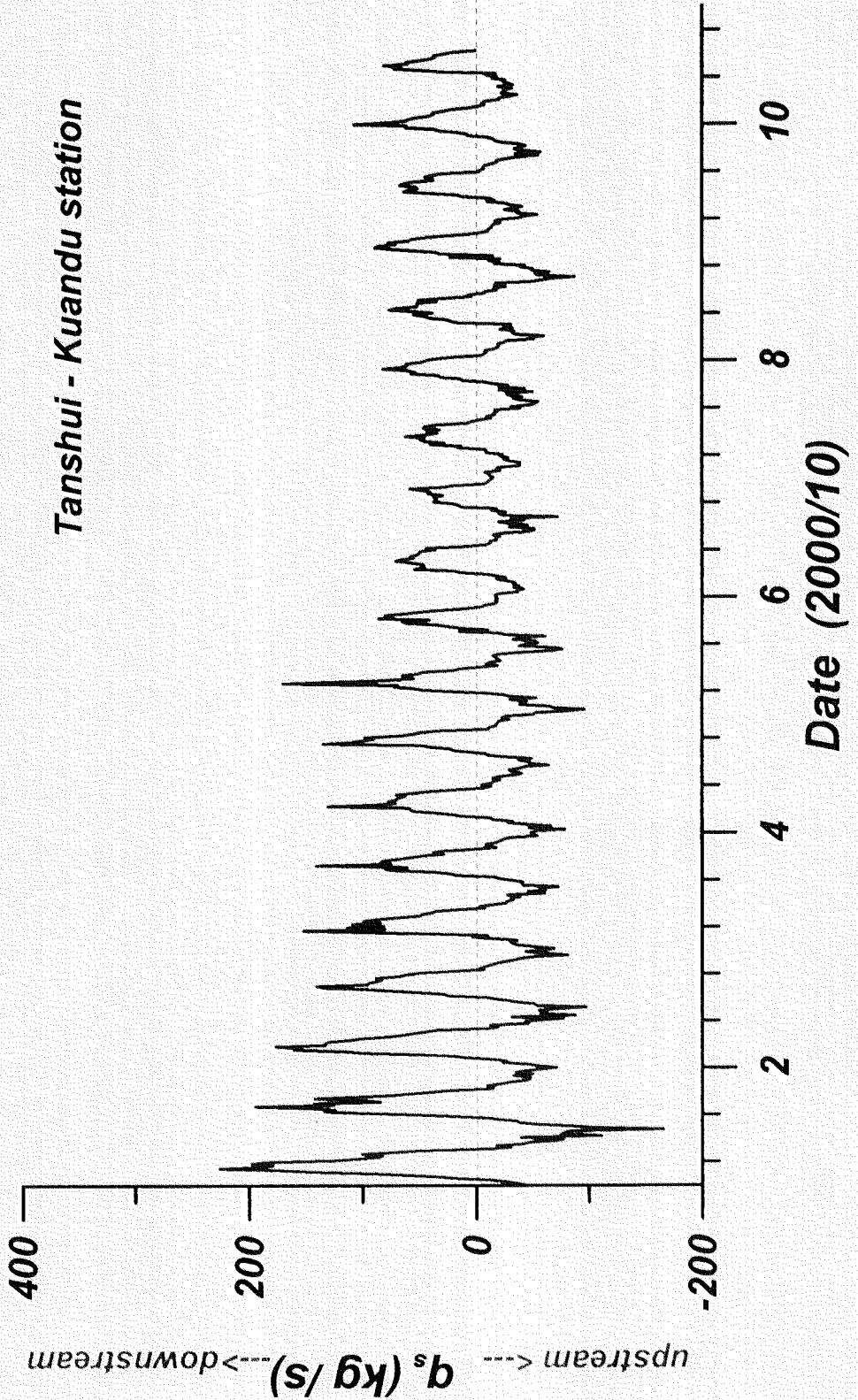


圖 7-6-i 89 年 10 月淡水河關渡附近河川逐時輸沙量變化圖

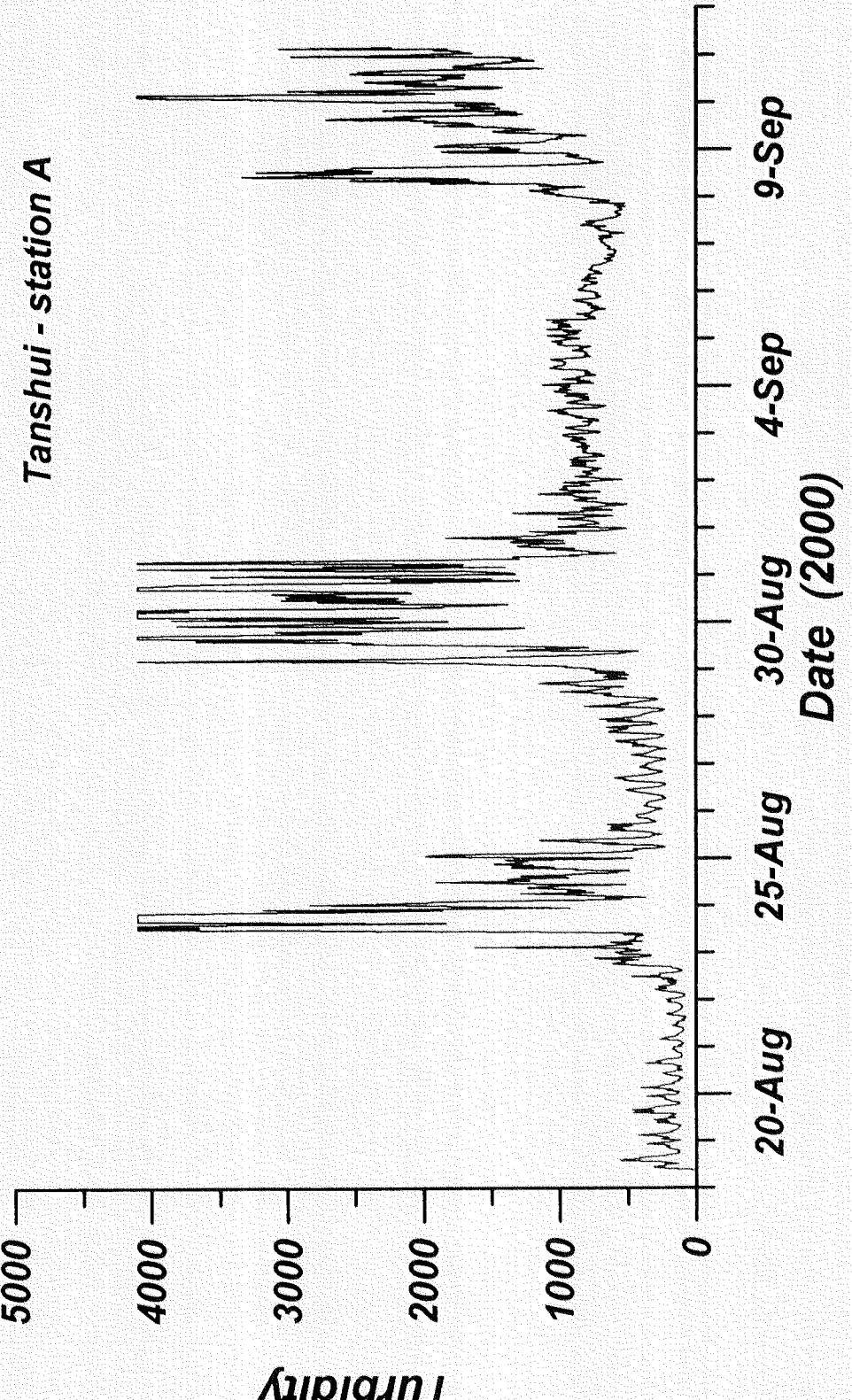
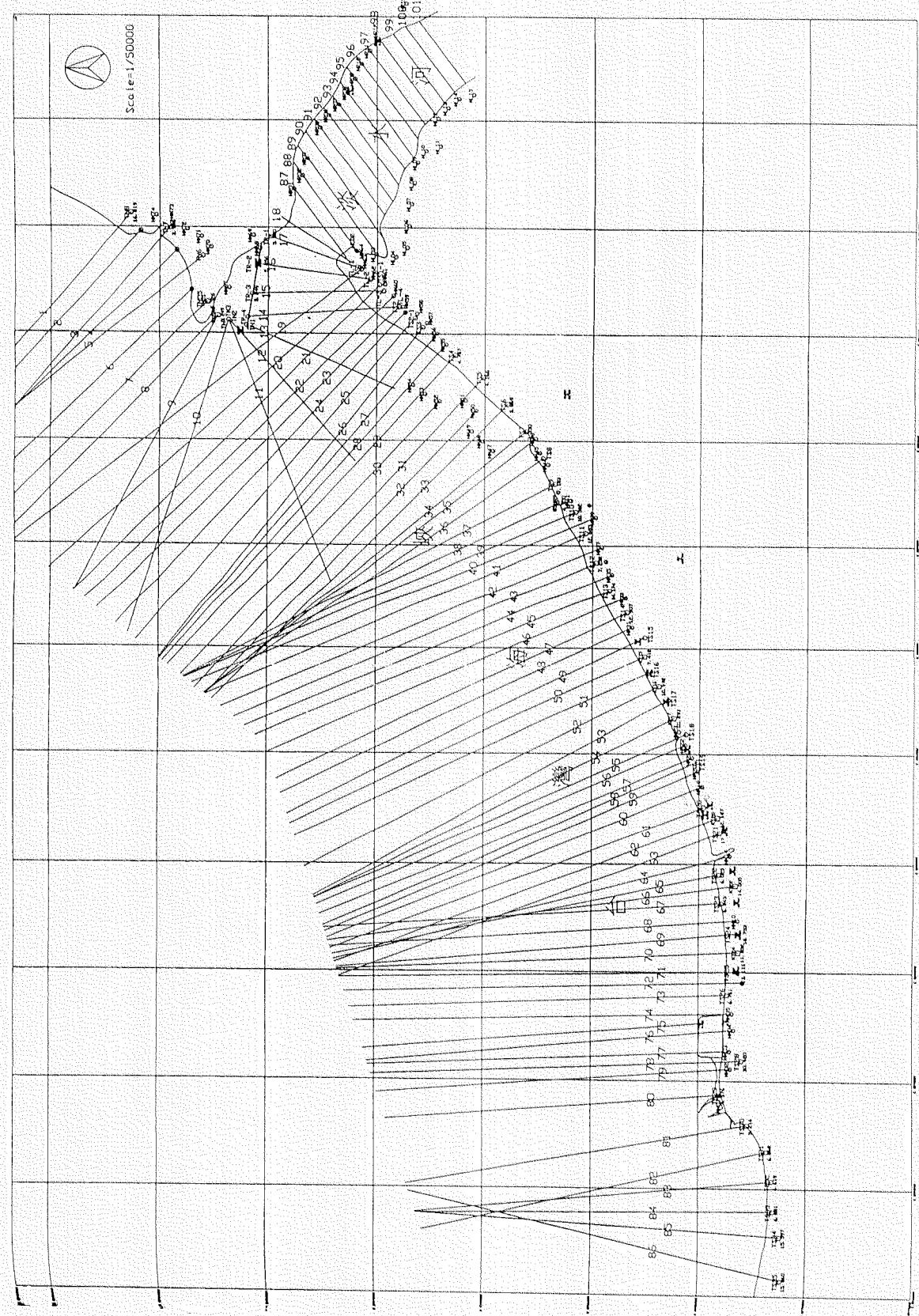


圖 7-7 89 年 8 月至 9 月淡水海域測站 A 懸浮質濃度變化圖



### 斷面水深測量位置圖

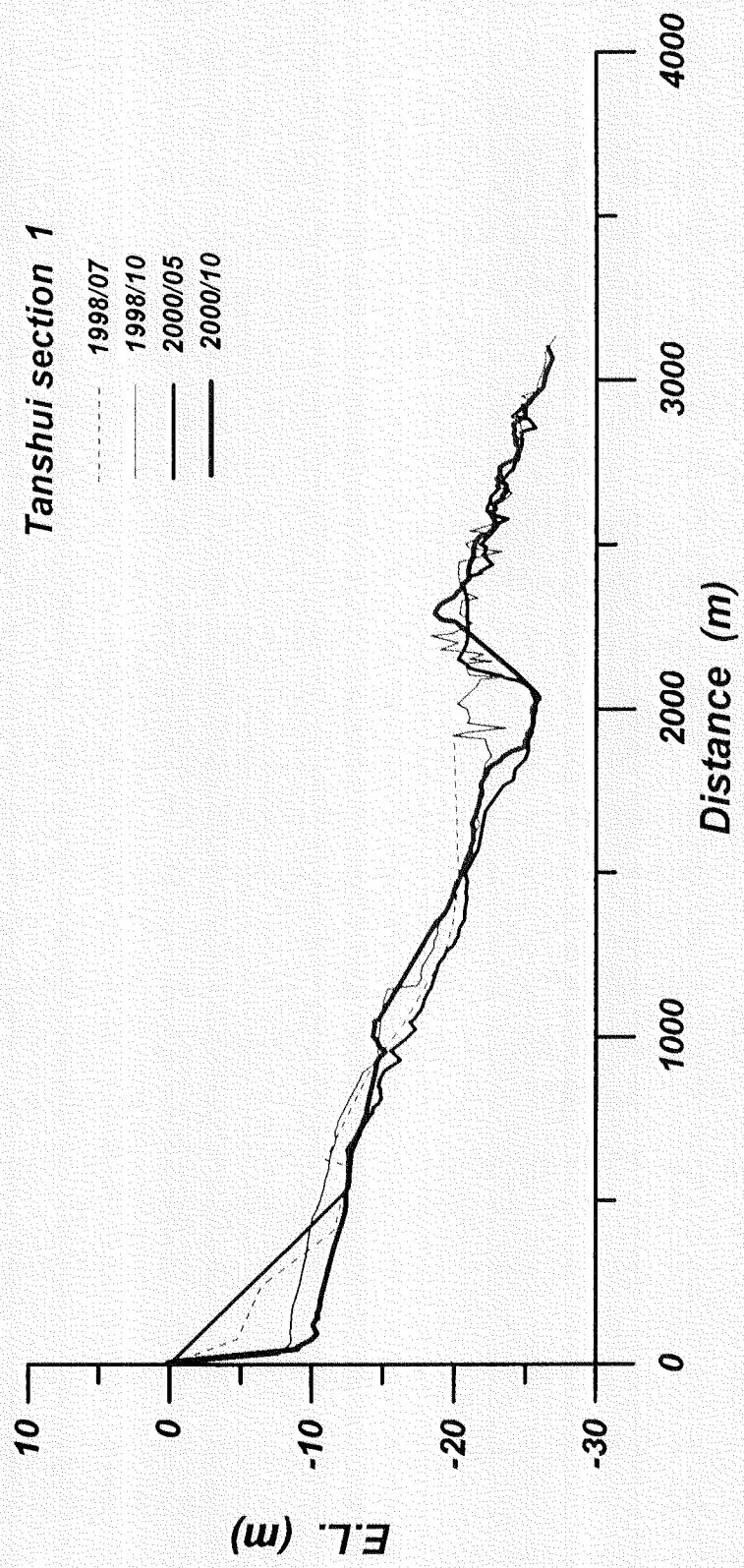


圖 7-9-a 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 1 之水深變化圖

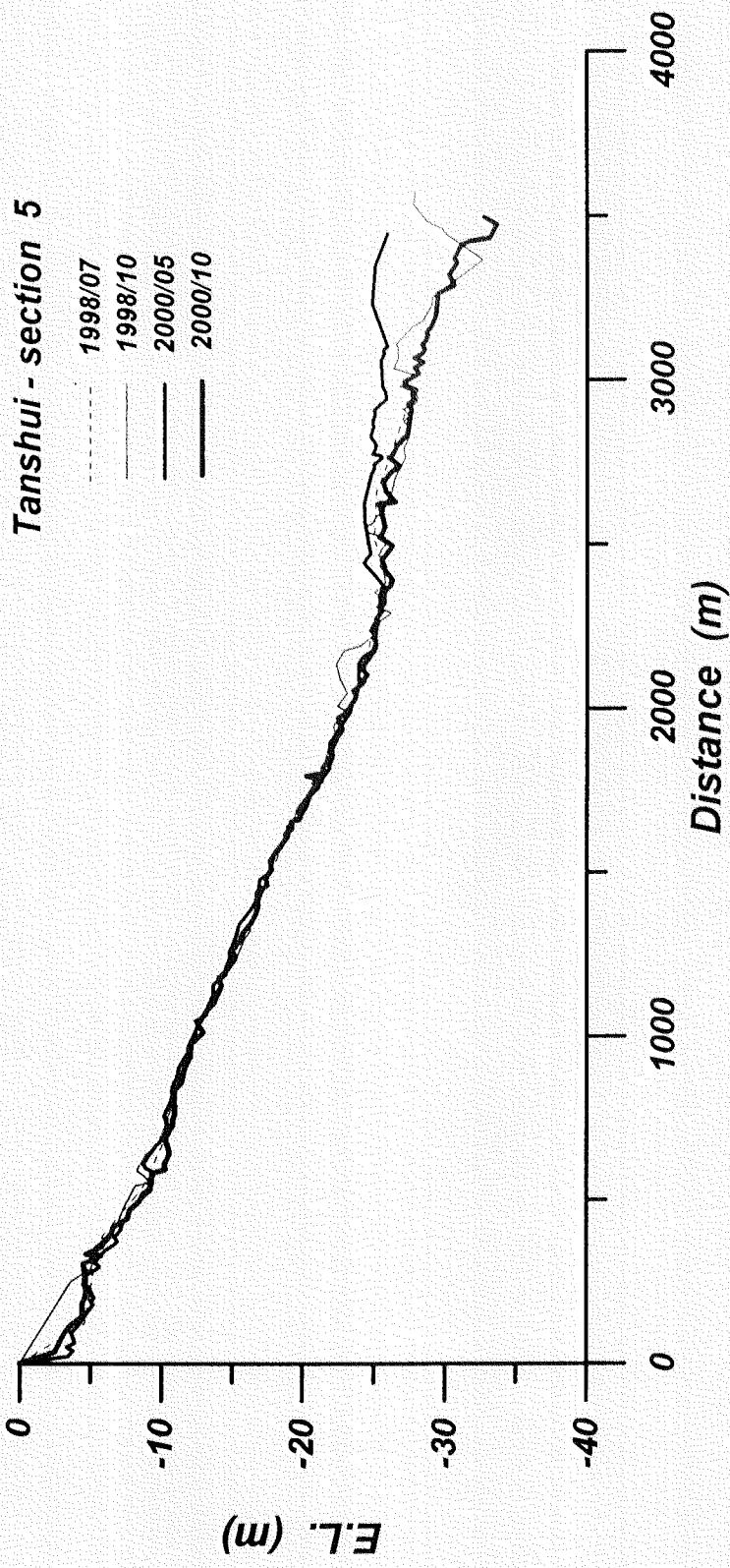


圖 7-9-b 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 5 之水深變化圖

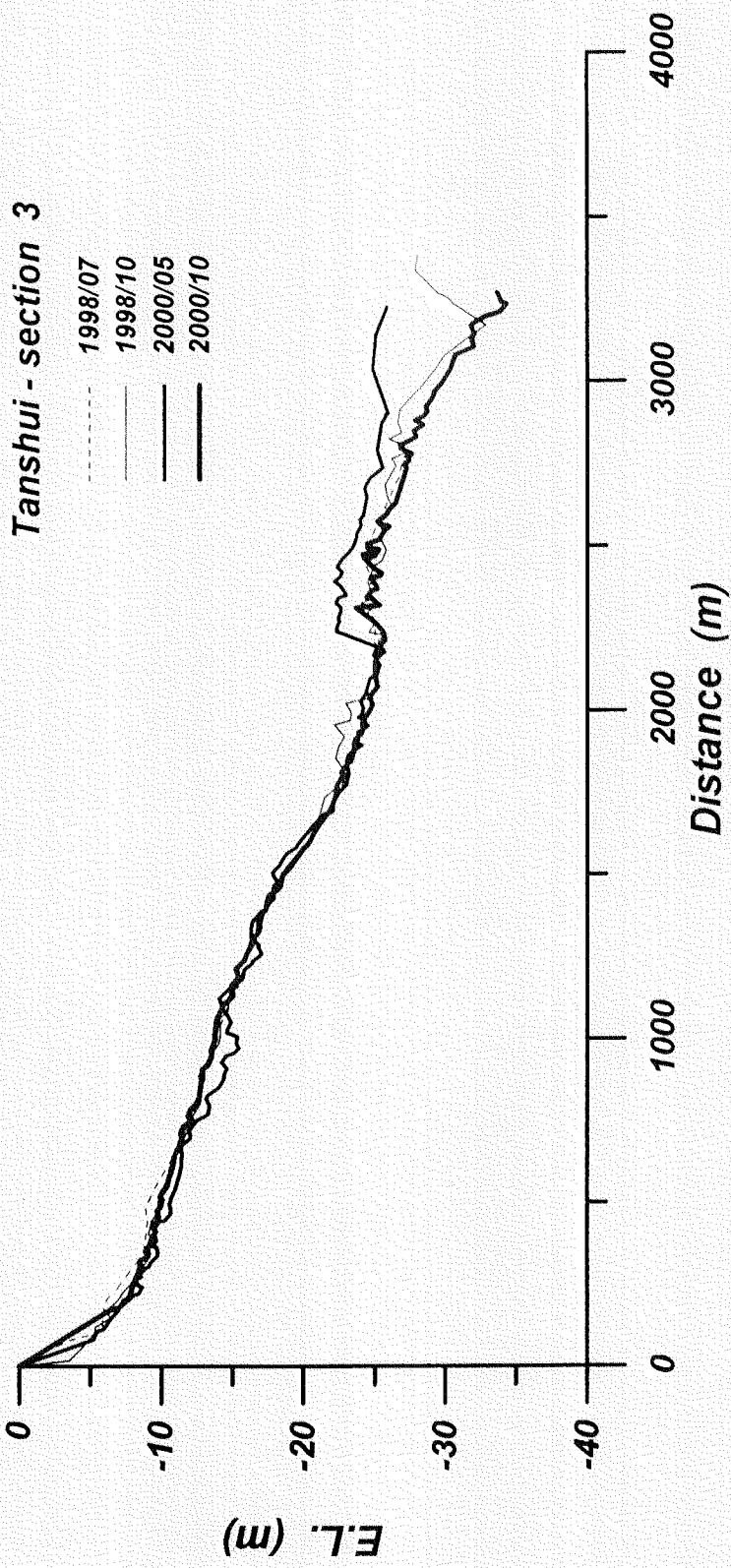


圖 7-9-c 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 3 之水深變化圖

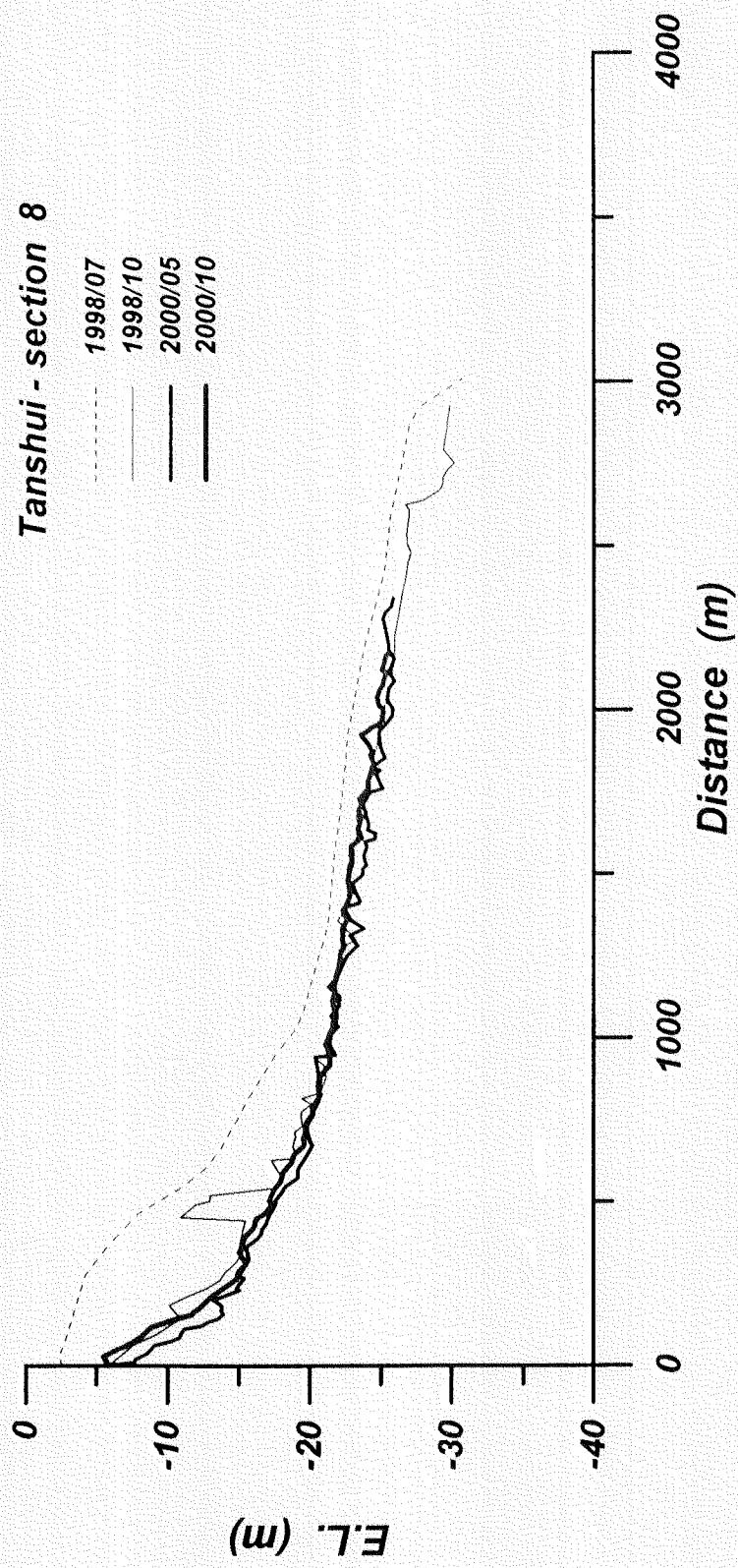


圖 7-9-d 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 8 之水深變化圖

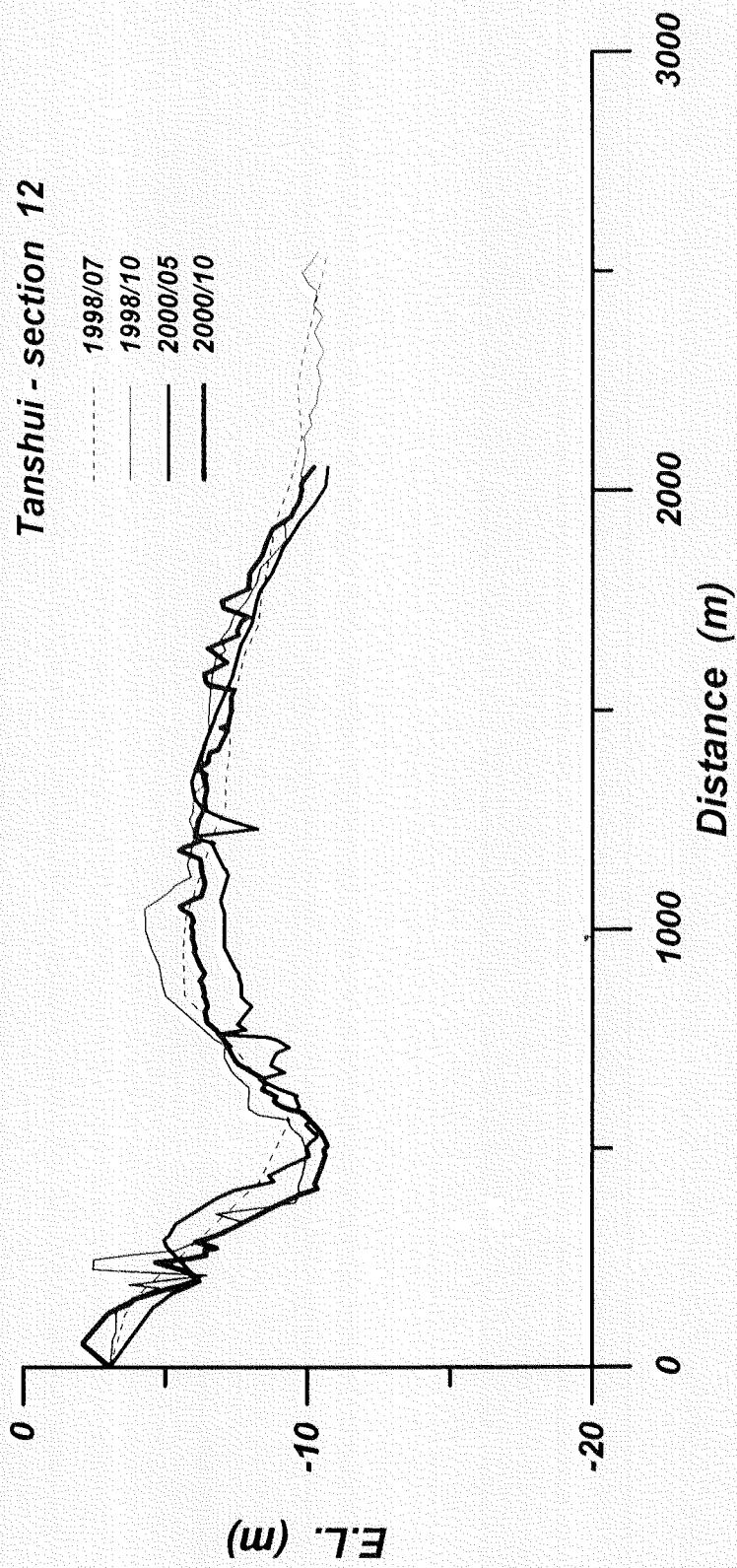
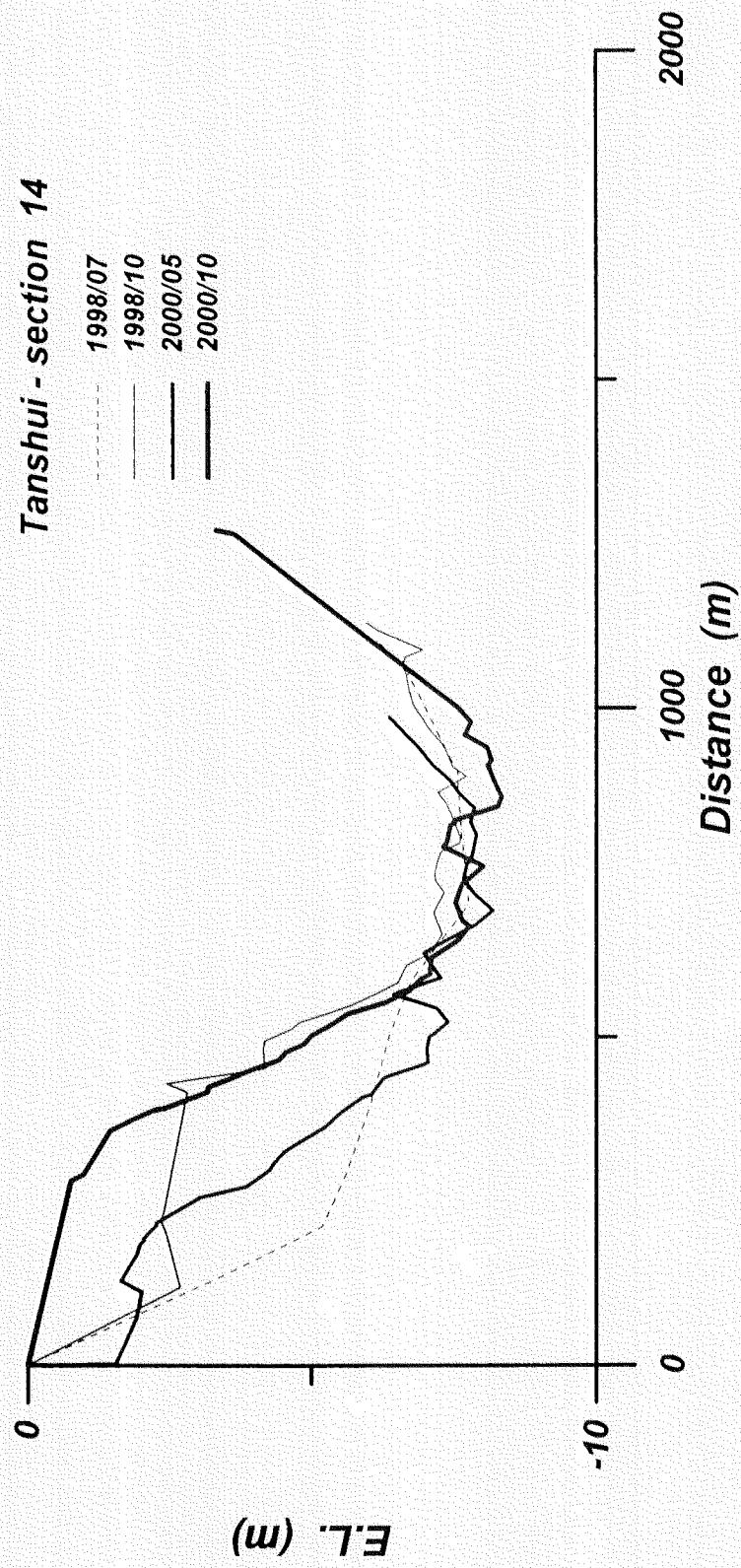


圖 7-9-e 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 12 之水深變化圖

圖 7-9-f 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 14 之水深變化圖



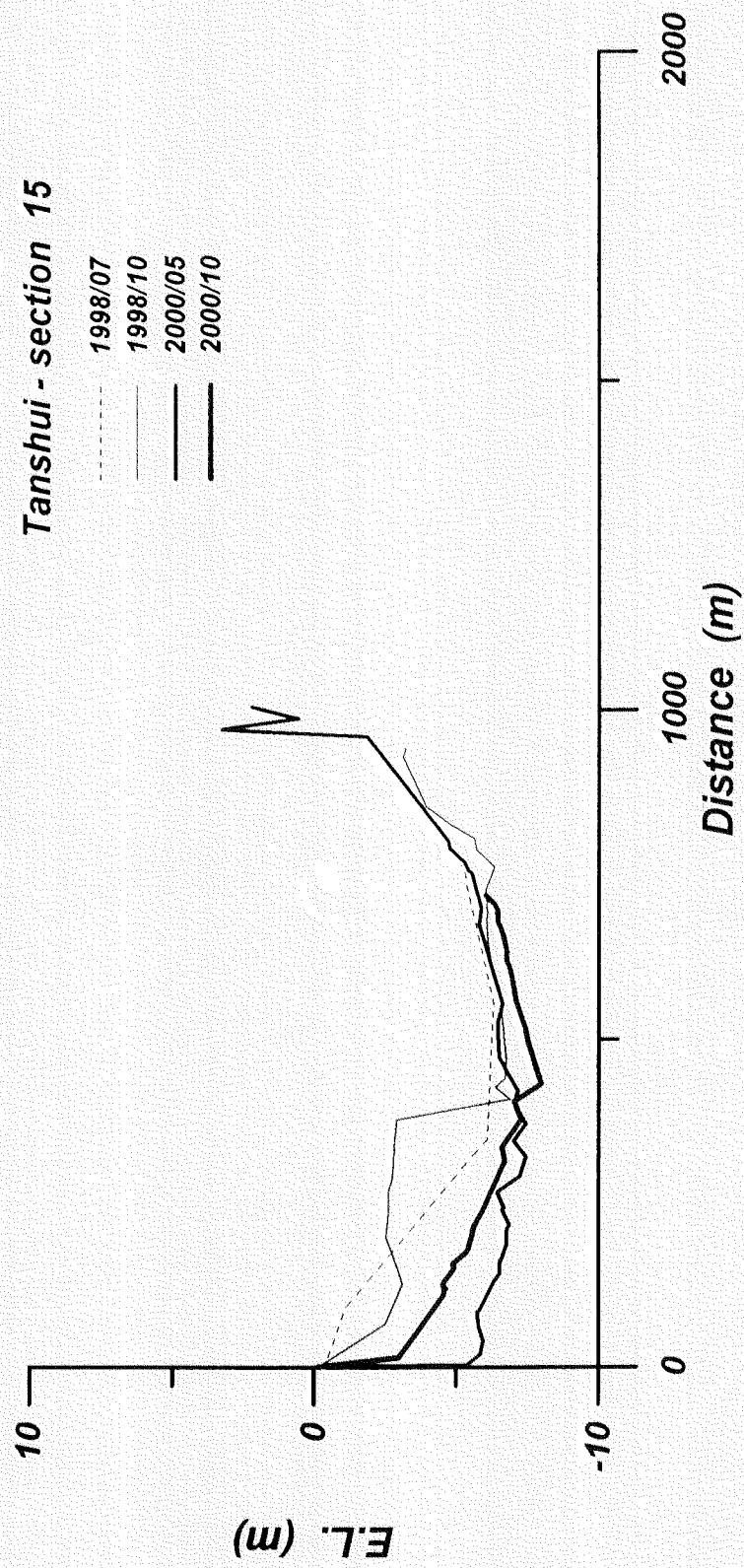
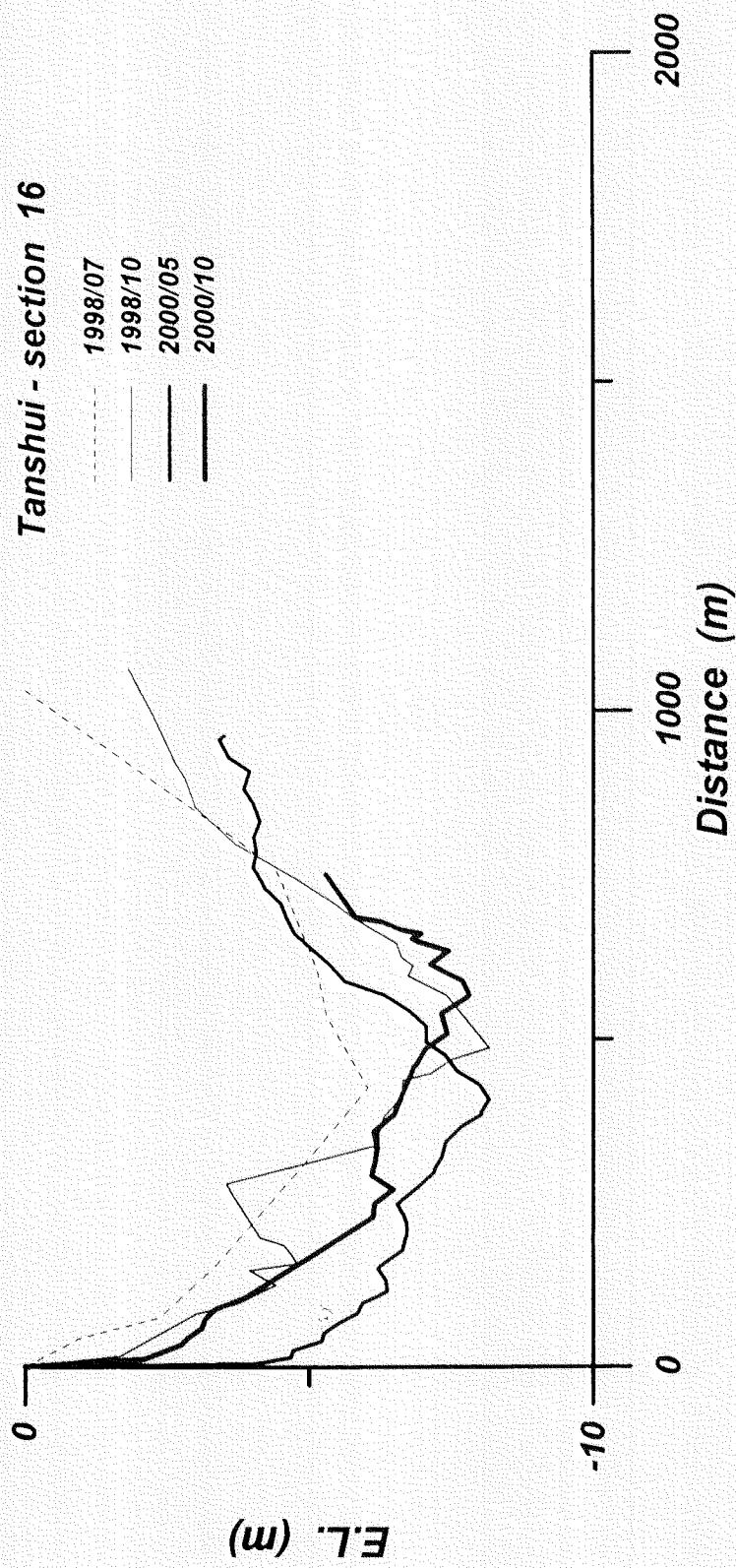


圖 7-9-g 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 15 之水深變化圖

圖 7-9-h 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 16 之水深變化圖



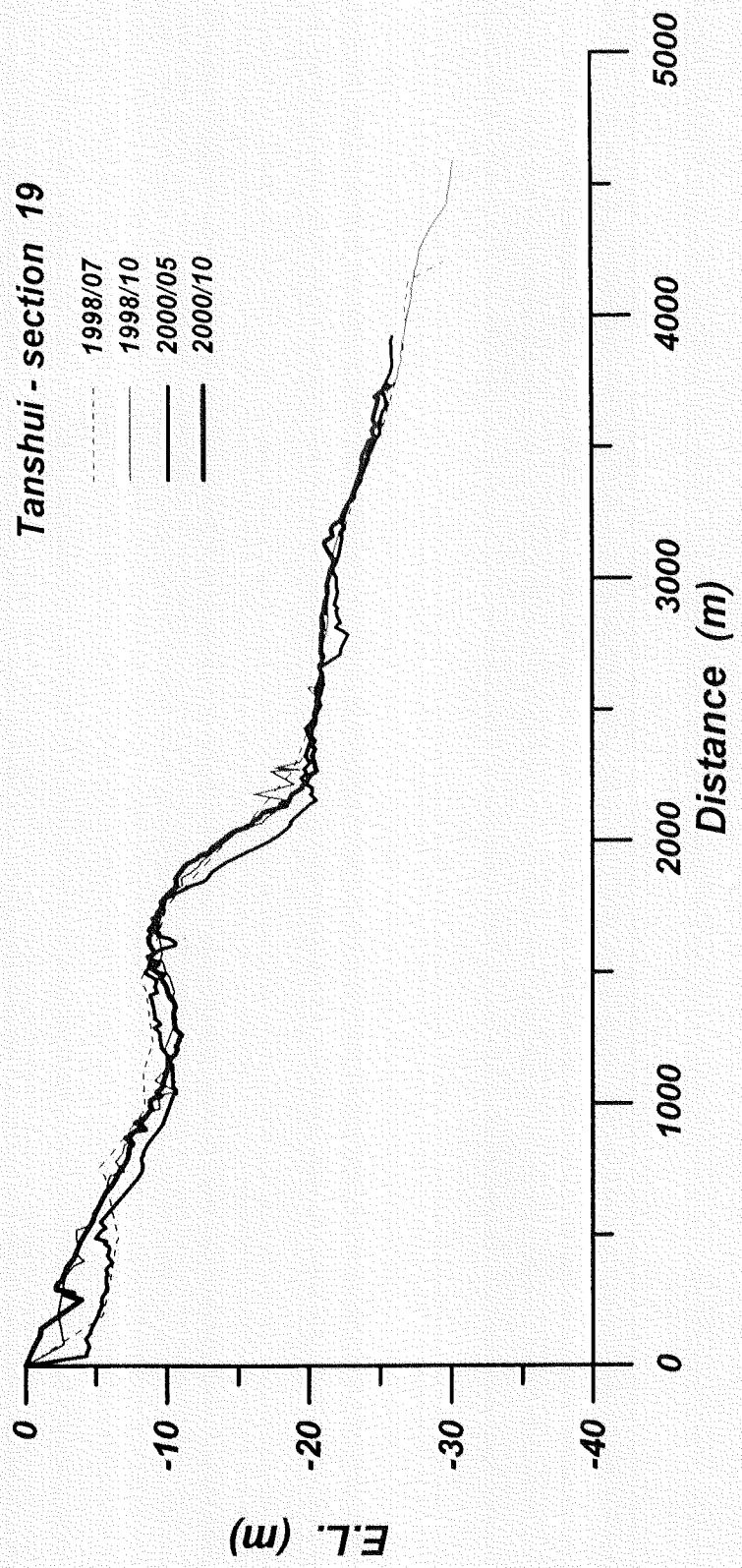


圖 7-9-i 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 19 之水深變化圖

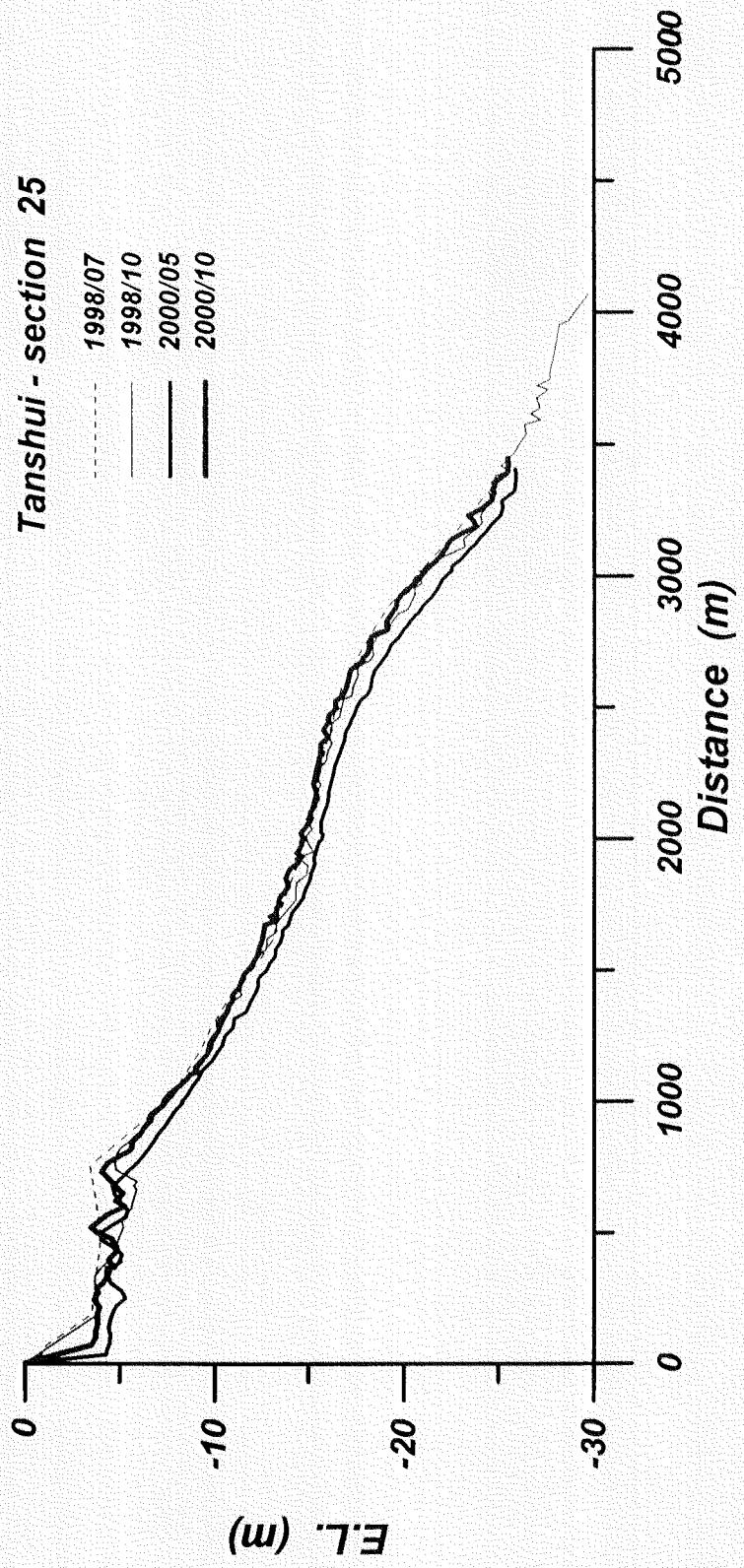


圖 7-9-j 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 25 之水深變化圖

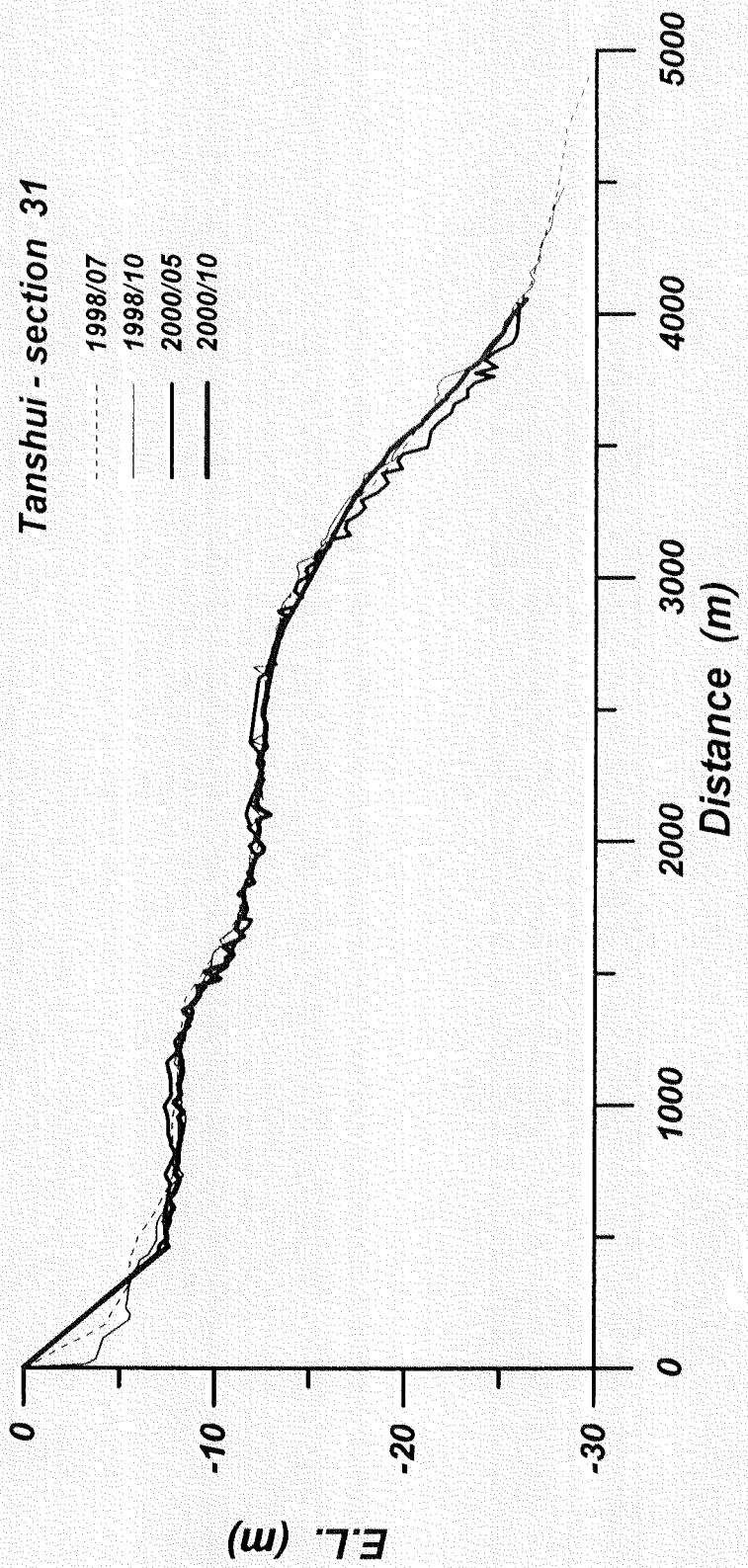


圖 7-9-k 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 31 之水深變化圖

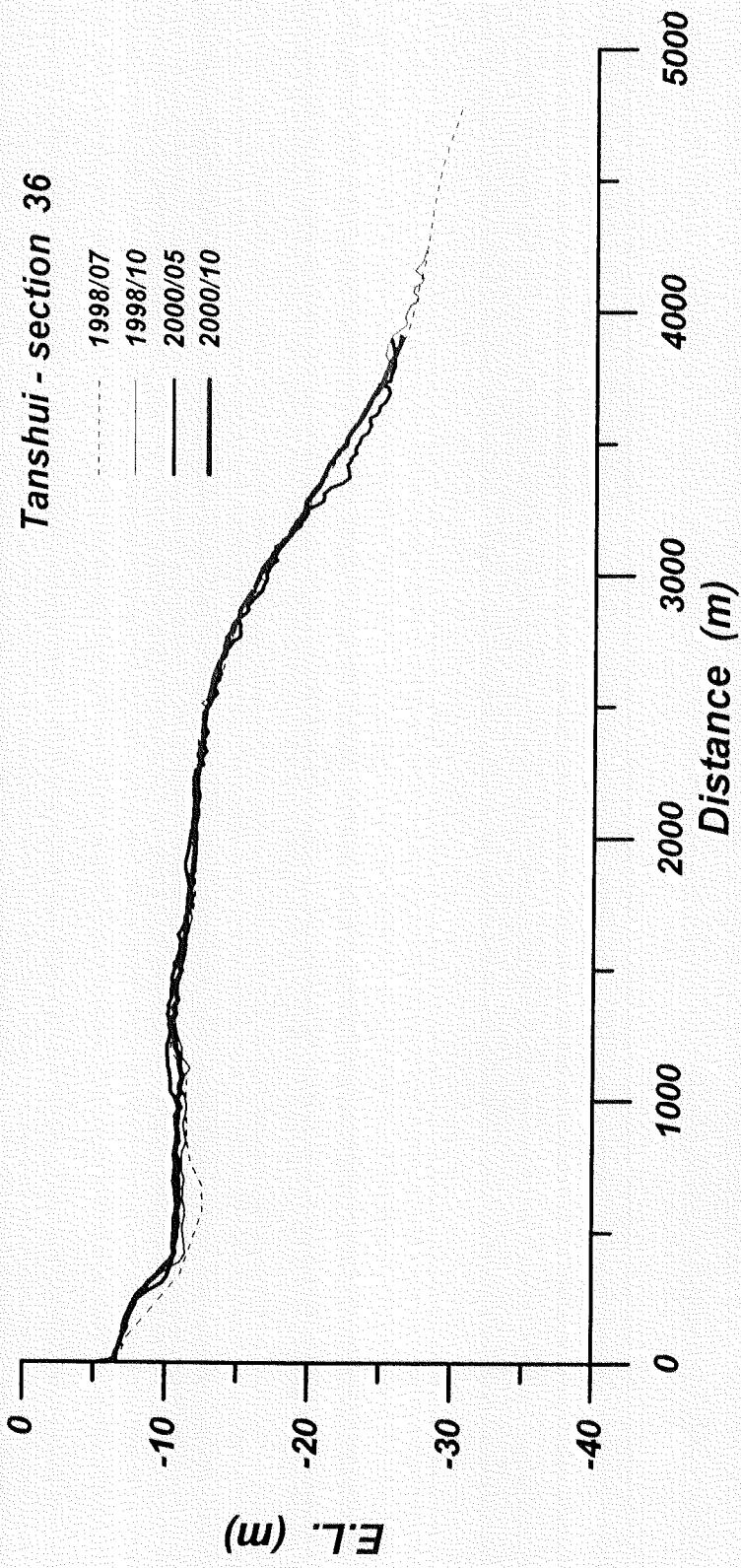


圖 7-9-1 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 36 之水深變化圖

*Tanshui - section 41*

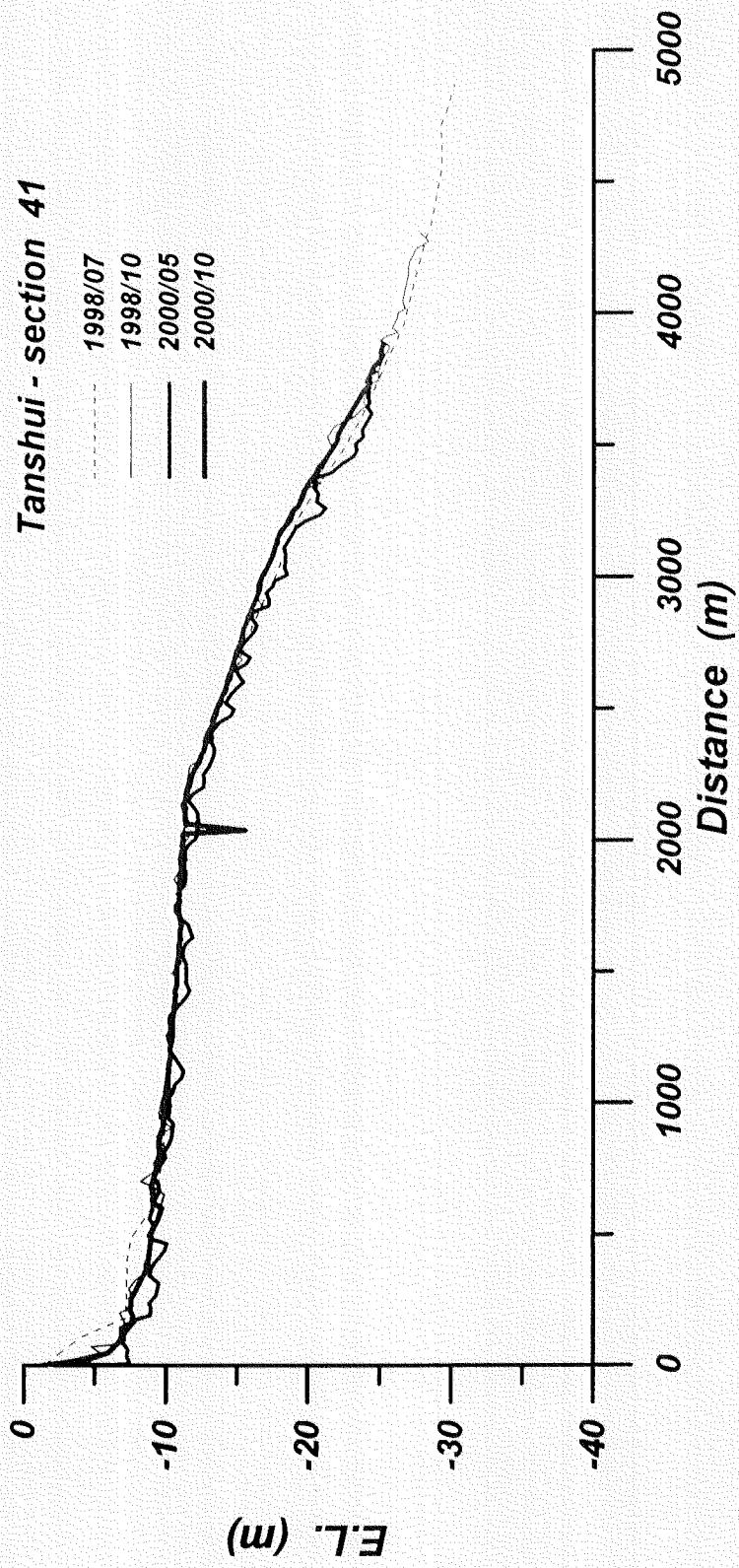


圖 7-9-m 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 41 之水深變化圖

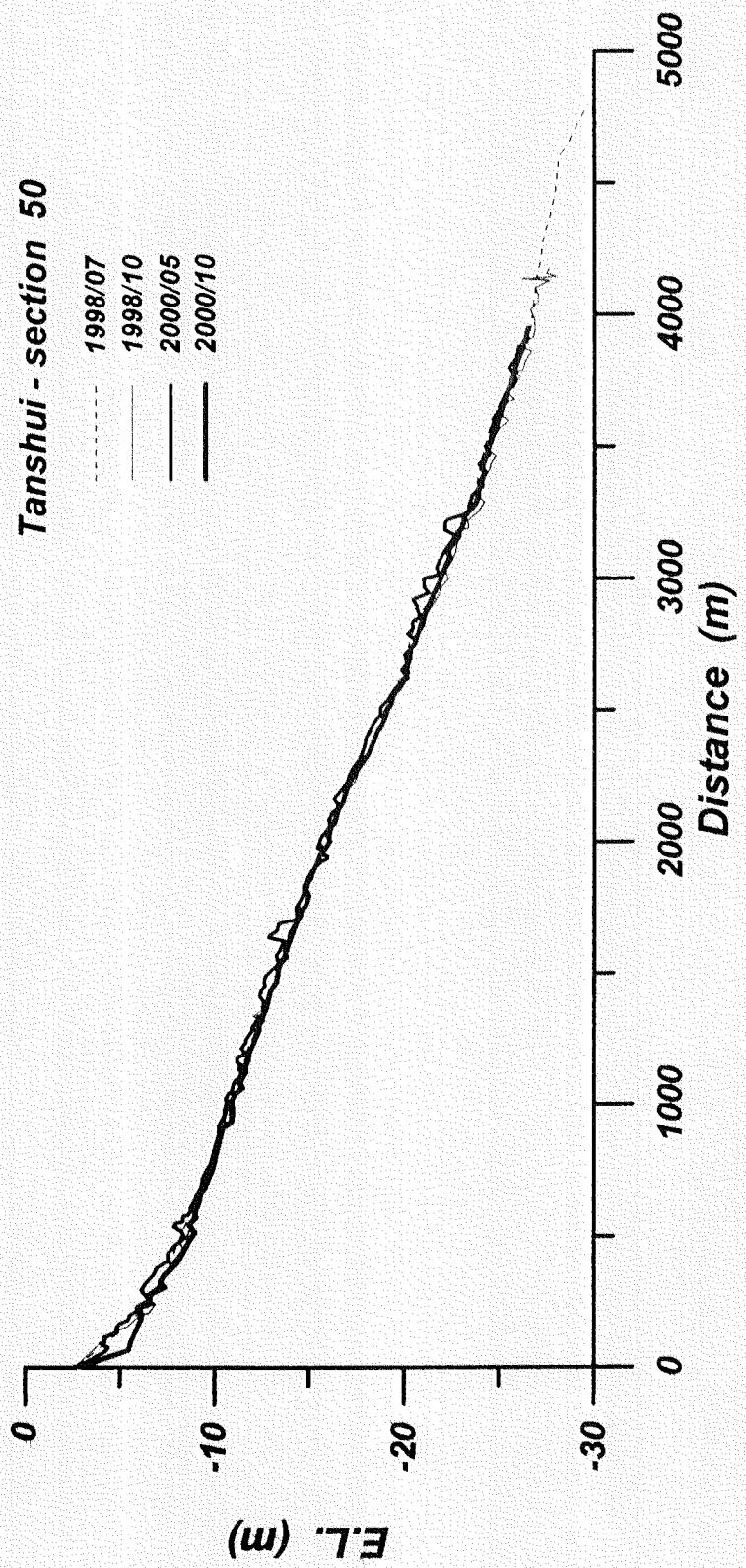


圖 7-9-n 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 50 之水深變化圖

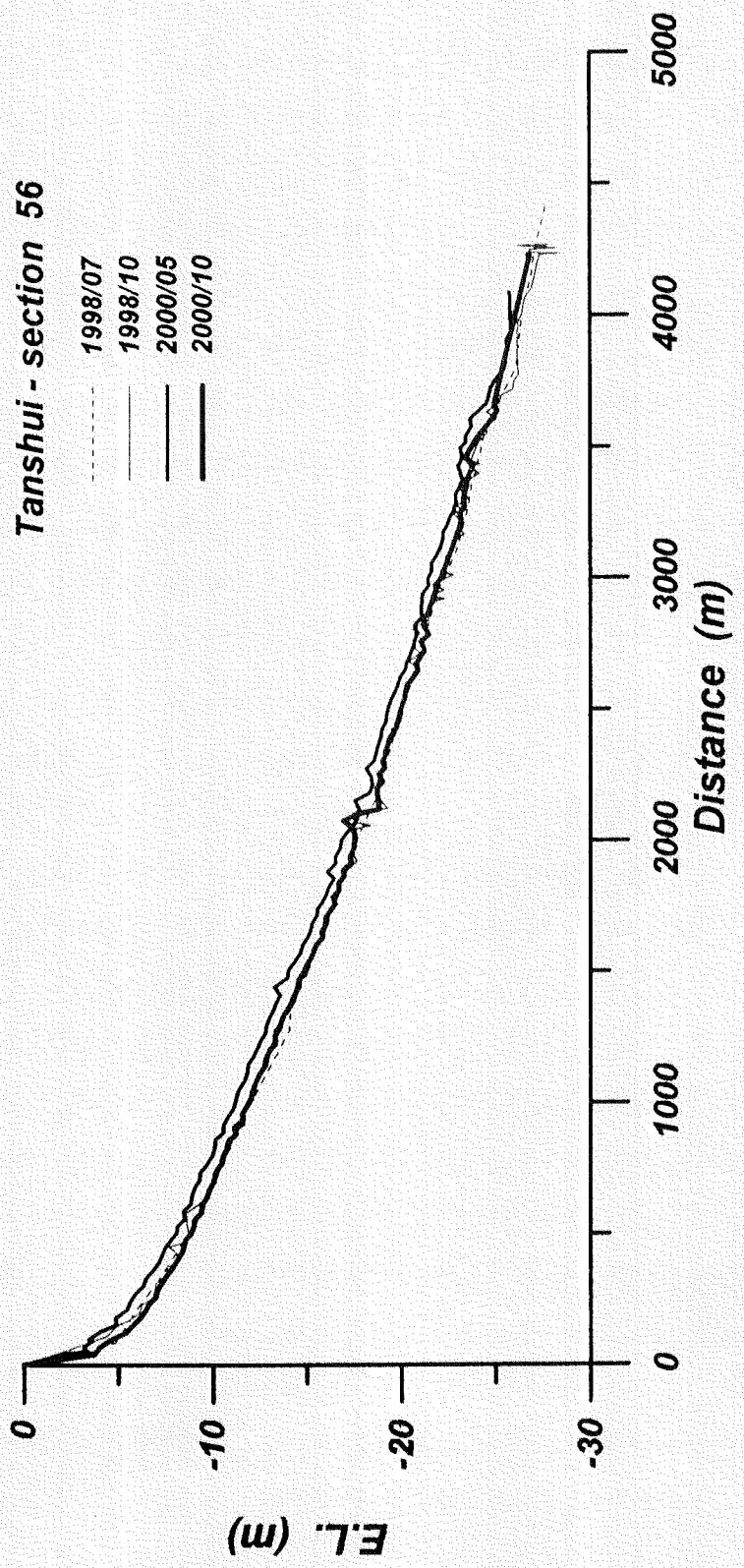


圖 7-9-0 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 56 之水深變化圖

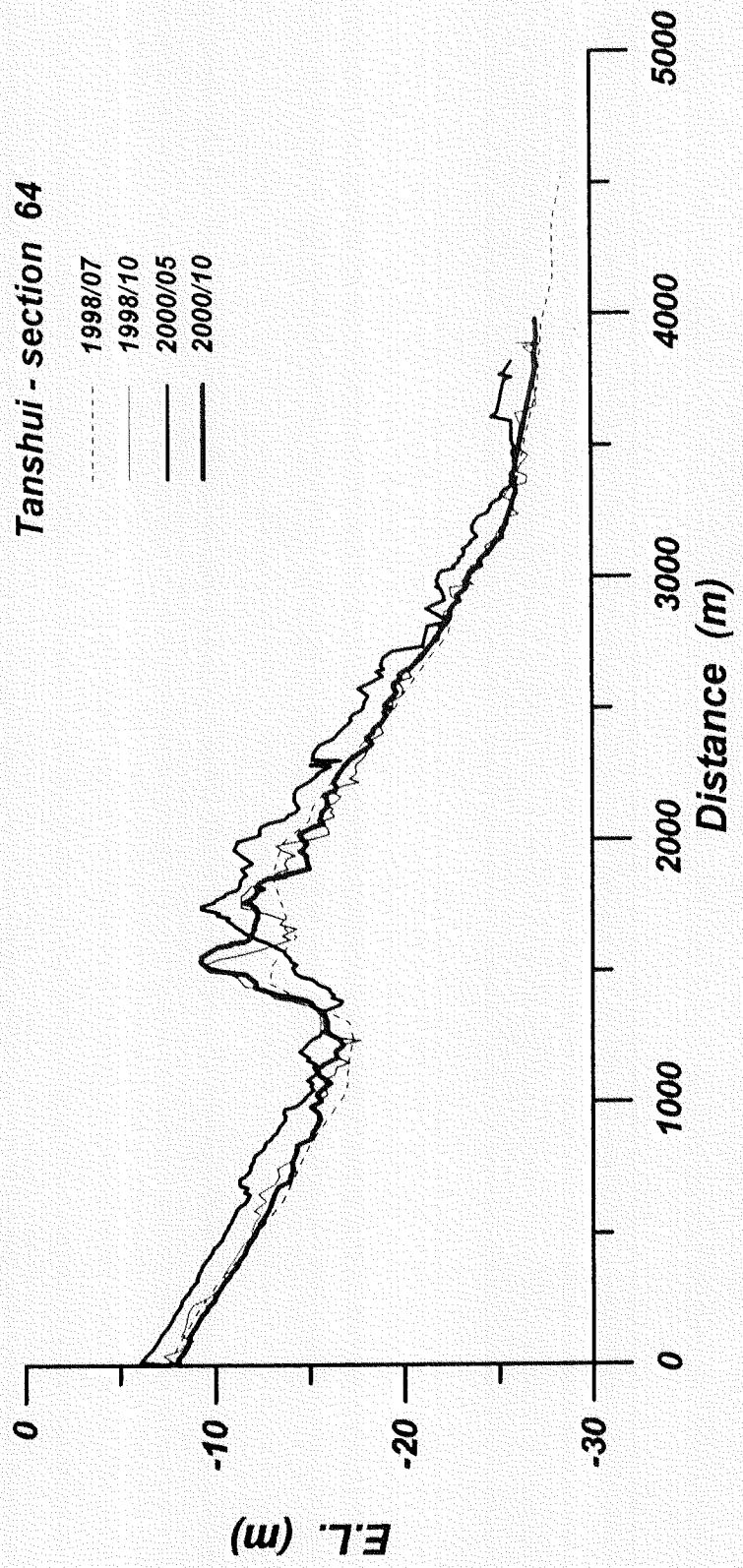


圖 7-9-p 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 64 之水深變化圖

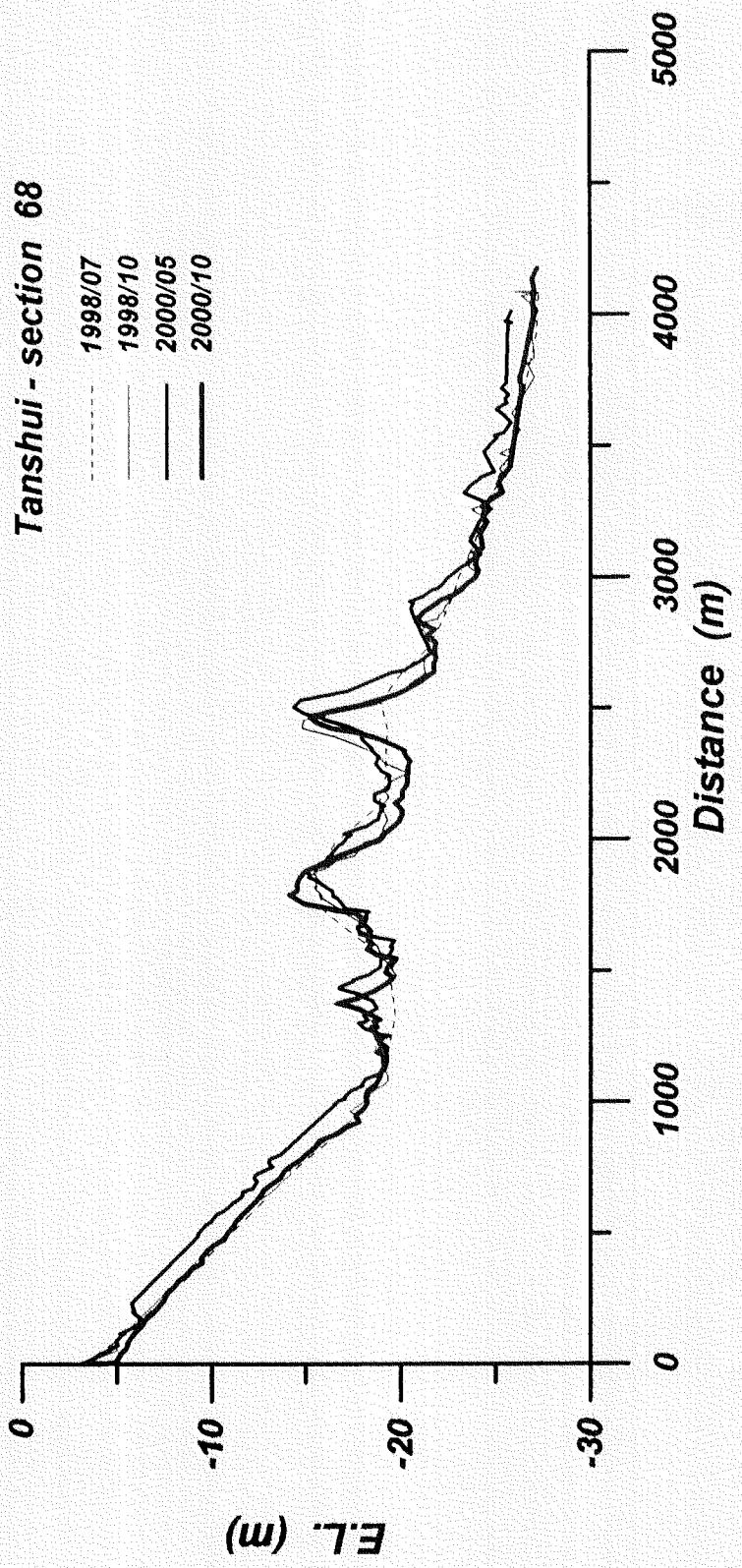


圖 7-9-q 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 68 之水深變化圖

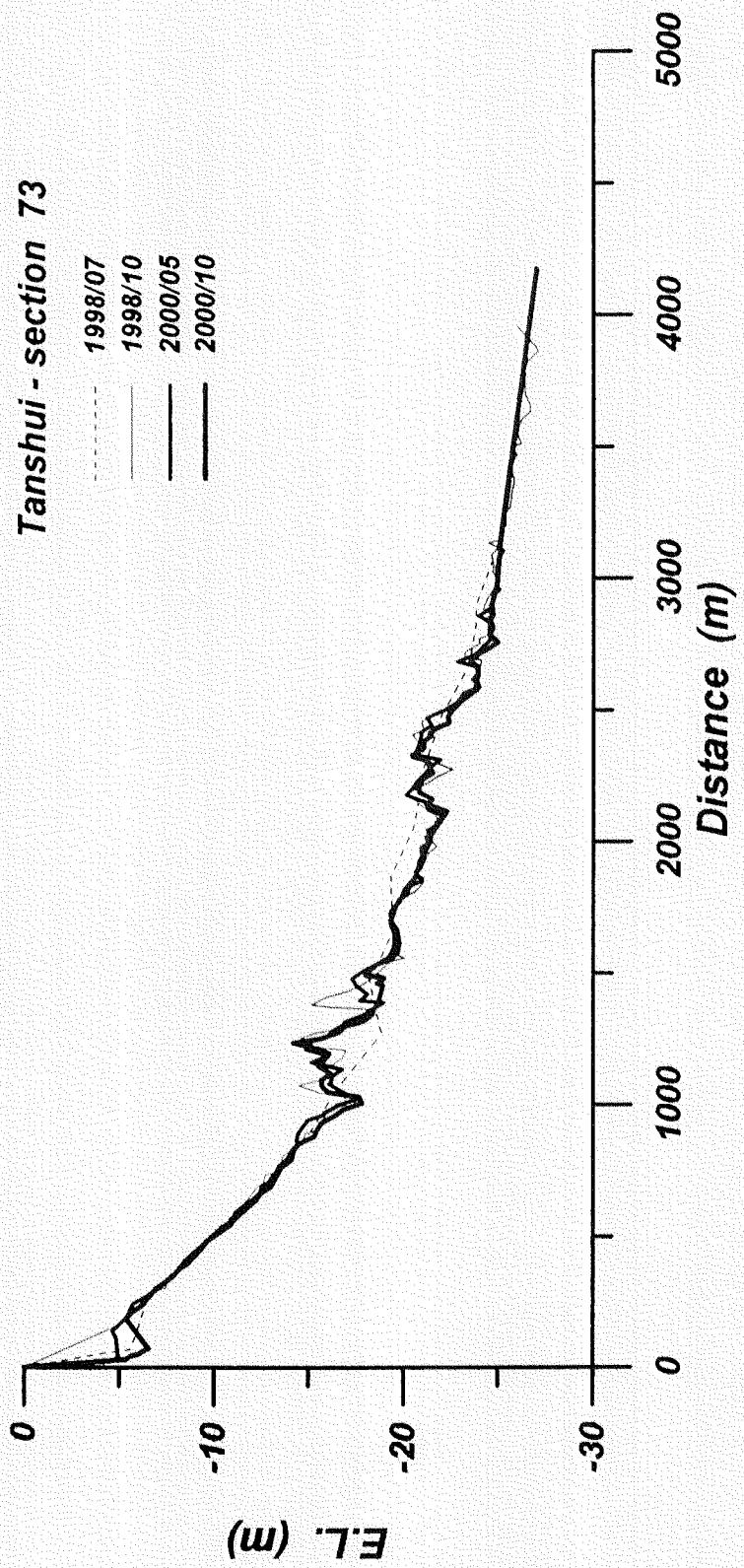


圖 7-9-1 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 73 之水深變化圖

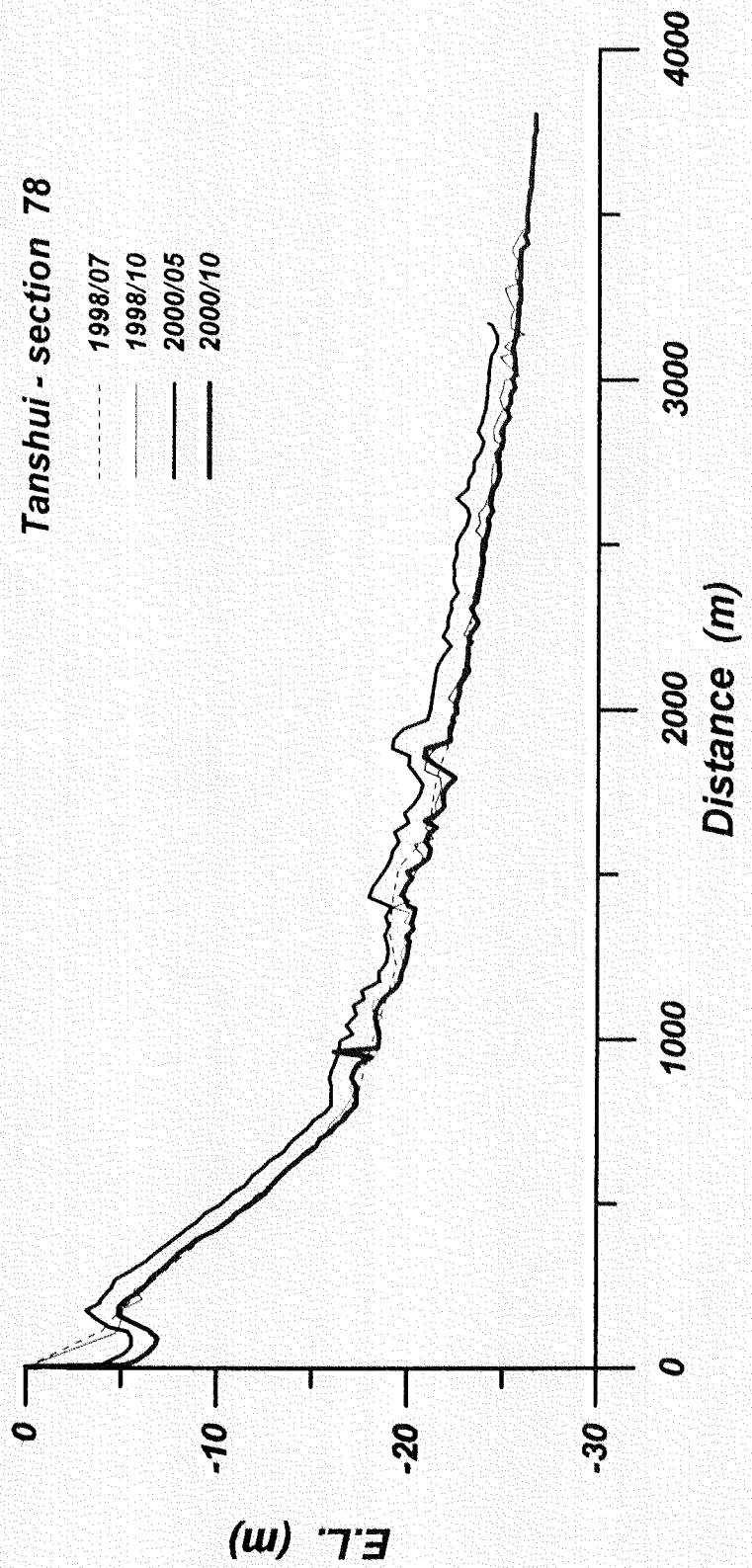


圖 7-9-S 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 78 之水深變化圖

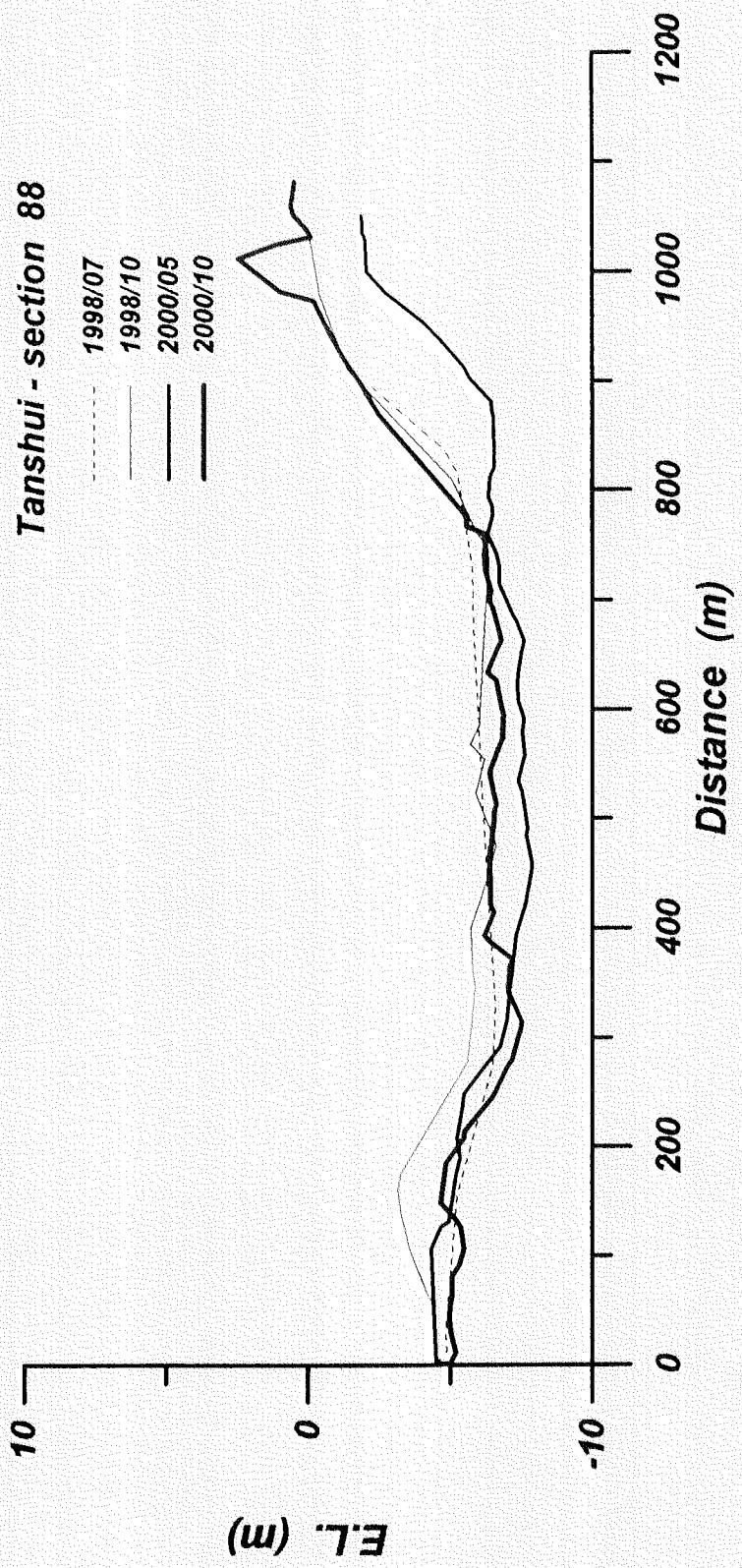


圖 7-9-t 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 88 之水深變化圖

Tanshui - section 93

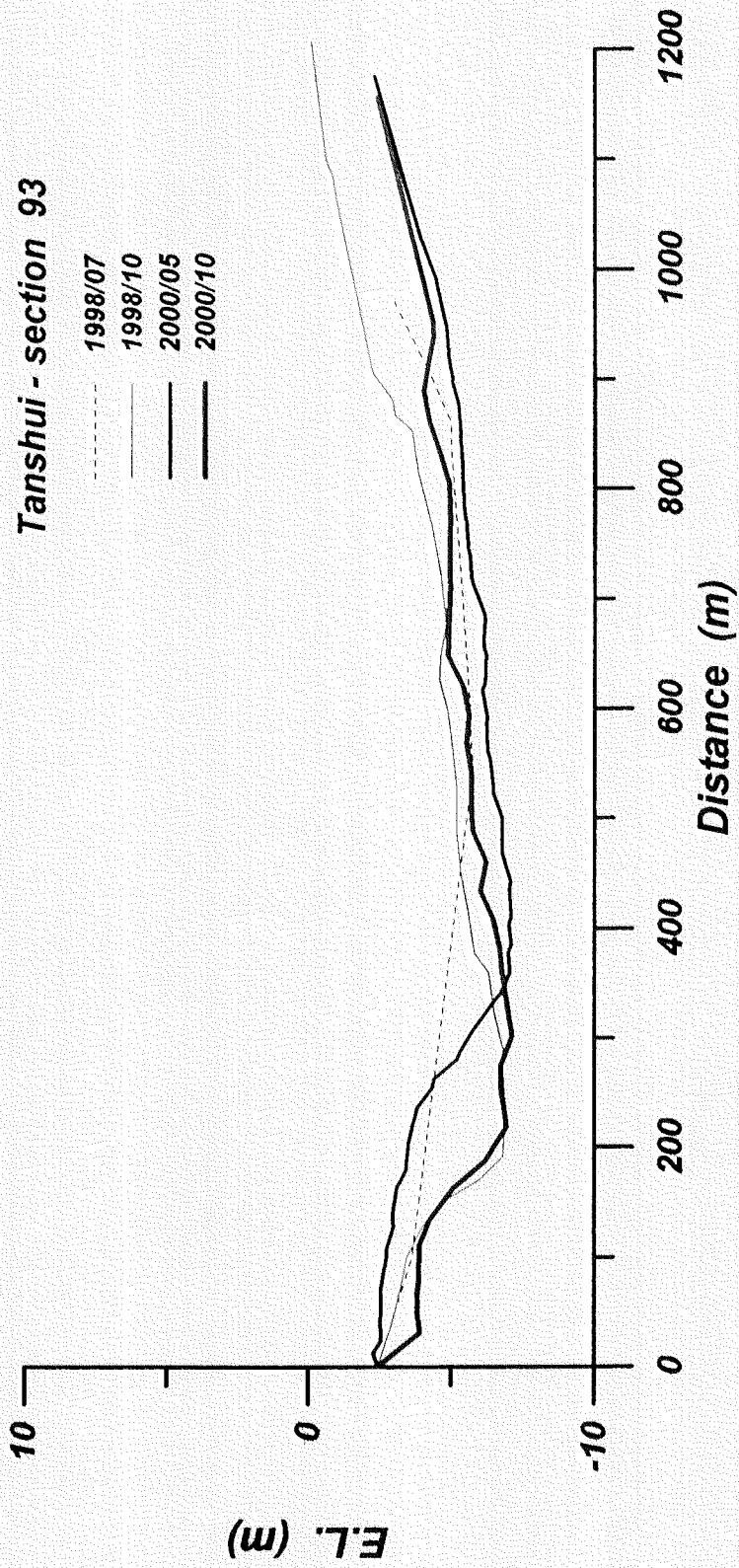


圖 7-9-u 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 93 之水深變化圖

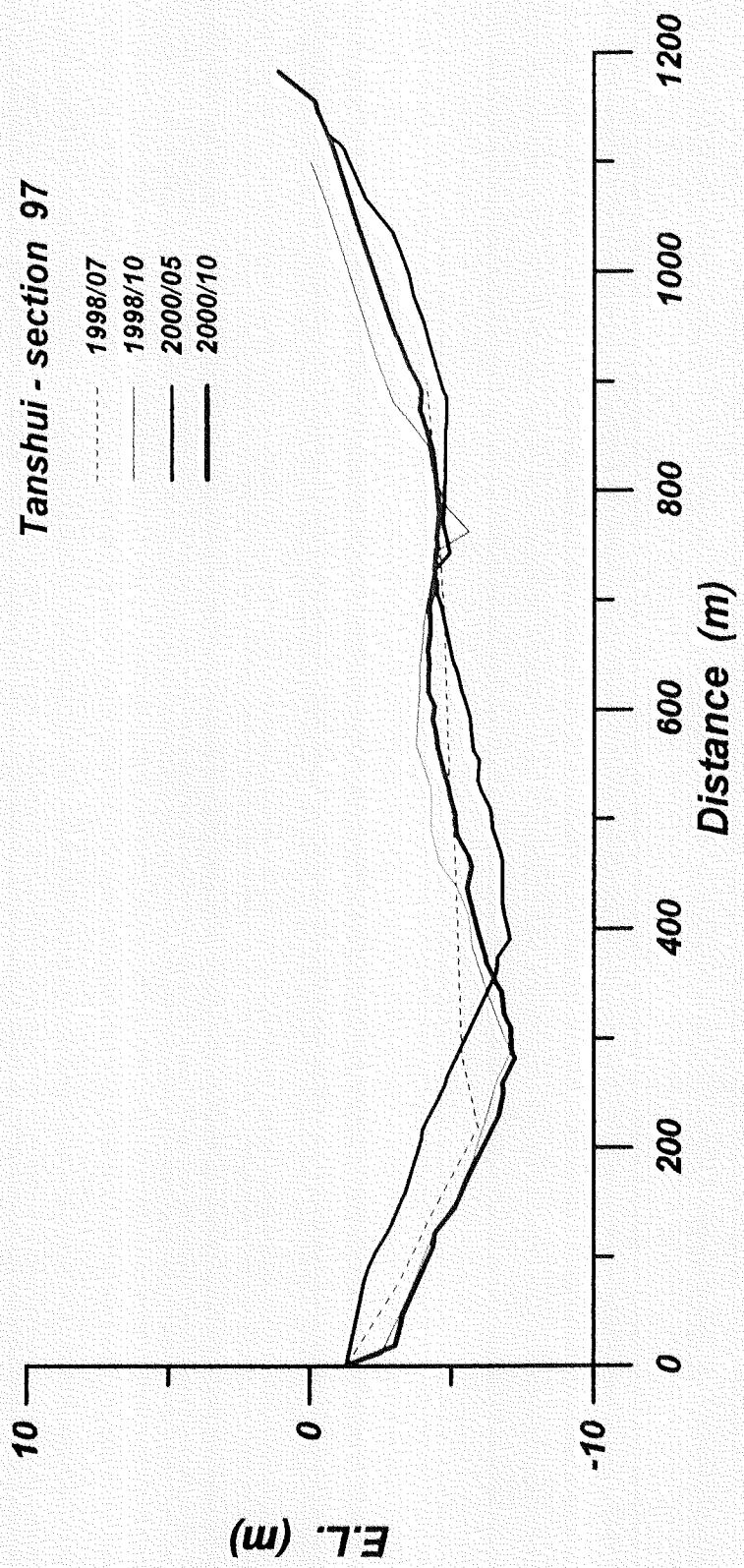


圖 7-9-v 87 年 7 月至 89 年 10 月斷面 97 之水深變化圖

## 第八章 海岸地形變遷數值模式

本計畫所應用之水理模式主要採用丹麥水利研究所所發展的 MIKE 21 及 LITPACK 數值模式，模式概括如下：

- ◆ 近岸波浪模式 (MIKE 21 NSW)：二維波浪場模擬，解析近岸地區波浪場分佈。
- ◆ 水動力模式 (MIKE 21 HD)：二維流場模擬，解析流場特性。
- ◆ 漂砂輸送模式 (MIKE 21 ST 及 LITPACK)：ST 為二維漂沙輸送模擬，LITPACK 為一維漂沙模擬。

### 8.1 近岸波浪模式

#### 8.1.1 MIKE 21 NSW 模式

波浪場計算採 DHI 的近岸風浪數值模式 MIKE 21 NSW 來模擬。本模式為一定常性及具方向性的多變數波浪模式，模式中輸入示性波高  $H_s$ 、平均週期  $T_m$ 、平均波向  $\theta_m$  與方向分佈係數(Directional Spreading Factor)以表示入射波浪頻譜分佈。

基本方程式根據波浪頻譜之能譜密度守恒推導而得，以零階( $m_0$ )及一階( $m_1$ )的頻譜動差函數為變數，將其守恒方程式(Holthuijsen et al., 1989)表示如下：

$$\frac{\partial(C_{gx}m_0)}{\partial x} + \frac{\partial(C_{gy}m_0)}{\partial y} + \frac{\partial(C_\theta m_0)}{\partial \theta} = T_0 \quad (8.1)$$

$$\frac{\partial(C_{gx}m_1)}{\partial x} + \frac{\partial(C_{gy}m_1)}{\partial y} + \frac{\partial(C_\theta m_1)}{\partial \theta} = T_1 \quad (8.2)$$

式中： $m_0(x, y, \theta)$ ：零階頻譜動差函數

$m_1(x, y, \theta)$ ：一階頻譜動差函數

$C_{gx}, C_{gy}$ ：群波波速在 x, y 方向之分量

$C_\theta$ ：波向線與群波波向線角度變化率

$\theta$ ：波浪進行方向

$T_0, T_1$ ：能量與外力項

其中第  $n$  階頻譜動函數之定義如下：

$$m_n = \int_0^\infty \omega^n A(\omega, \theta) d\omega \quad (8.3)$$

$\omega$ ：角頻率

$A(\omega, \theta)$ ：各方向頻譜之頻譜密度

### 8.1.2 模式建立

依據 MIKE 21 NSW 之基本控制方程式可知，計算波浪必須滿足零階與一階動差頻譜之守恒。同時在模式計算時利用有限差分法，配合格網化地形，以求解各網格點的波浪頻譜變數(波高  $H_S$ ，週期  $T_m$ ，波向角  $\theta_m$ )。

本波浪模式之建立，除必須依據不同波浪氣候條件(經常性與極端性)，建立不同波浪模擬領域外，計算過程中尚須考慮下列因素：

- (1) 模式計算範圍必須涵蓋研究區域，且同時應考慮能提供水動力學模式計算所需之輻射應力分析與沿岸流計算之邊界條件。
- (2) 由於 MIKE 21 NSW 可提供計算沿岸流流場之動力，而沿岸流流場主要係由於波浪碎波後所產生之水流(Longuet-Higgins, 1964)，因此模式中格網之間距必須足以解析此現象。
- (3) 網格間距及波向之分割必須滿足下列計算之穩定條件：

$$\frac{\Delta x}{\Delta \theta} \leq \frac{1}{2} \frac{d}{\nabla d} \quad (8.4)$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} \geq 2 \tan \theta \quad (\text{Holthuijsen, et al., 1989}) \quad (8.5)$$

$$\frac{C_{gy}\Delta x}{C_{gx}\Delta y} + \frac{C_\theta\Delta x}{C_{gx}\Delta \theta} \leq 1 \quad (\text{Abbott, 1979}) \quad (8.6)$$

$\Delta x, \Delta y$  : 格網間距

$\Delta \theta$  : 波間角間隔

$d$  : 水深

$\nabla d$  : 底床坡度

#### (4) 計算時間與檔案存取空間

在解析度許可下，計算時間之長短與磁碟容量必須兼顧。

### 8.1.3 大區域波浪模式

網格間距  $\Delta X = 100$  公尺(依波浪傳遞的主方向)及  $\Delta Y = 400$  公尺的大區域波浪模式，其一模擬東北季風接近時之情況，另一則是模擬西南季風接近之情況。

波浪模擬的邊界條件如下：

1. 風速和風向係涵蓋整個模式區域。
2. 在模式中輸入邊界的波浪條件(波高、週期和波向)係沿著模式 Y 軸的邊界。

### 8.1.4 小區域波浪模式

小區域的波浪狀況是利用三個小區域波浪模式來模擬，其網格間距均為  $\Delta X = 12.5m$ ， $\Delta Y = 100m$ 。這些小域模式所涵蓋區域和 HD 模式相同。由小區域波浪模式所計算之剪應力做為 HD 模式之輸入，以便模擬波浪驅動流。

邊界條件：

1. 風速與風向與大區域的條件相同。
2. 小區域模式中輸入的邊界波浪條件係由大區域模式中邊界轉換而來。

### 8.1.5 波浪模擬的模式設定

波浪模式所涵蓋之模式區域如圖 8.1。模式 1 和 2 為大區域波浪模式，模式 1 為模擬波浪從東北向來，模式 2 為從西南向來。小區域波浪模式 (Loc1 至 Loc3)涵蓋相同區域，只是導向不同。

波浪模式的說明總結如表 8.1，模式的水深地形如圖 8.2~8.6。

表 8.1 波浪模式的說明

Model	Extent		Grid		Orientatin y.axe (° N)
	X (m)	Y (m)	$\Delta x$ (m)	$\Delta y$ (m)	
NSW.Model 1	55000	50000	100	400	120
NSW.Model 2	55000	50000	100	400	350
NSW.Loc 1	13950	22500	12.5	50	60
NSW.Loc 2	22500	13950	12.5	50	330
NSW.Loc 3	22500	13950	12.5	50	150

## 8.2 水動力模式

### 8.2.1 MIKE 21 HD 模式

HD 模式計算主要在求解平面  $X$  及  $Y$  方向之水深平均連續方程式及動量守恒方程式，其計算輸出結果為每一計算時階格網點之水深( $h$ )， $X$  方向通量( $p$ )及  $Y$  方向通量( $q$ )，根據此三個物理量，可推導出海水位變化， $X$ 、 $Y$  方向之流速流向。主要控制方程式為：

連續方程式：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0 \quad (8.7)$$

運動方程式：

$X$  方向

$$\begin{aligned}
 & \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} \\
 & + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho \omega} \left[ \frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{xy}) \right] \\
 & - \Omega q - f V V_x + \frac{h}{\rho \omega} \frac{\partial}{\partial x} (P_a) = 0
 \end{aligned} \tag{8.8}$$

$Y$  方向

$$\begin{aligned}
 & \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} \\
 & + \frac{gq\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho \omega} \left[ \frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{xy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{yy}) \right] \\
 & - \Omega p - f V V_y + \frac{h}{\rho \omega} \frac{\partial}{\partial y} (P_a) = 0
 \end{aligned} \tag{8.9}$$

上式中

$\zeta(x, y, t)$ ：水位變化(m)

$p, q(x, y, t)$ ：x 及 y 向之流量強度

$h(x, y, t)$ ：水深

$C(x, y)$ ：chezy 阻力係數

$f(V)$ ：風摩擦係數

$V, V_x, V_y(x, y, t)$  : 風速

$\Omega(x, y)$  : 柯氏參數

$P_a(x, y, t)$  : 大氣壓力

$\rho\omega$  : 水密度

$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$  : 有效剪應力

### 8.2.2 模式建立

模式計算時間間距，考慮其穩定性及精確度，時間間距必須滿足 Courant Number : Cr 小於 1 之限制，時距依 Cmax 及  $\Delta x$  決定如下

$$\Delta t_{\max} = \frac{\Delta x \cdot Cr}{C_{\max}} \quad (8.10)$$

由於邊界條件的設定直接影響計算結果精度，因此計算範圍一般依現有水位站劃定。為檢核計算結果，計算區域內應有水位及流速測站資料可供配合驗證。

模式區域描述如圖 8.7，一個為大區域模式區域如圖 8.8，一個為小區域模式區域如圖 8.9，表 8.2 描述模式區域的關鍵特性。

表 8.2 關鍵特性

名稱	大區域模式	小區域模式
變異數		Locend 1, Locend 2
TM2 的原點 X 座標	268000	283000
Y 座標	2747000	2763000
Lat. Long 的原點	24.83014 121.17808	24.97435 121.32686
方位	330°	330°
網格間格( $\Delta X \times \Delta Y$ )	200m × 200m	50m × 50 m

### 8.2.3 模擬週期

模擬週期的選擇依下列因素來決定：

1. 潮汐水位的有效資料和在這期間的率定資料。
2. 對於特徵情況模擬週期的代表性。
3. 在計算範圍的計算限制。

### 8.2.4 驅動力

#### 大區域模式

大區域水動力模式由南、北邊界的潮汐邊界條件來驅動，以及一個恒定的風域。

#### 小區域模式

小區域模式由大區域模式轉換得來的邊界以及一個風域來驅動，並選擇從近岸波浪模擬而來的輻射應力，另外從河川流量導入一個源項。

### 8.2.5 率定參數

HD 模式中，漩渦滯性和底床糙度為兩個不可忽略的參數。

#### 漩渦滯性

渦度係數( $E$ )主要用來計算動量方程式中之紊流效應，一般大小必須滿足下列限制：

$$E \leq \frac{\Delta x^2}{2\Delta t} \quad (8.11)$$

式中  $\Delta t$  為時距， $\Delta x$  為網格間距

流場隨時空變化，渦度係數亦可依 Smagorinski 估算式：

$$E = C_s^2 \Delta^2 \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial V}{\partial y} \right)^2 \right] \quad (8.12)$$

$U, V$  表 X 及 Y 的流速分量， $\Delta$  為網格間距， $C_s$  為 0.25~1.0。

### 底床糙度

描述底床糙度之摩擦係數一般選擇 Chezy Number (C) 或 Manning Number (M)，兩者關係為

$$C = M \cdot h^{1/6} \quad (8.13)$$

其中  $h$  為計算區水深。(推導過程詳見參考資料:渠道水力學)

## 8.3 漂砂輸送模式

### 8.3.1 LITPACK 模式

LITPACK 模式可計算漂砂的侵淤現象，並能應用於計算因波、流所引起沿岸輸砂的多寡及斷面坡度之變化。為了計算每年漂砂之侵淤變化及海上結構物可能造成的影響，完整詳細的現場資料是不可或缺的。

假如有完整的歷年海岸線資料及河川漂砂資料，用來率定 LITPACK 模式，並進而分析計算沿岸漂砂輸送所引起的海岸地形變化，以作為未來建造海岸結構物如突堤、離岸堤和防波堤之參考。

LITPACK 模式的控制方程式如下所示：

$$q_t = q_b + q_s + q_{su} \quad (8.14)$$

$$q_b = \Phi_b \sqrt{(s-1)gd_{50}^3} \quad (8.15)$$

$$q_s = \int_{2d}^D U(y, t) C(y, t) dy \quad (8.16)$$

$$q_{su} = \int_{2d_{50}} [\bar{U}_c(y) + \bar{U}_l(y)] \bar{C}(y) dy \quad (8.17)$$

上式中

$q_b$  : 底床載

$q_s$  : 因向岸波浪所引起的懸浮載

$q_{su}$  : 因離岸波浪所引起的懸浮載

### 8.3.2 MIKE 21 ST 模式

為了計算淡水港附近的漂砂輸送型態，採用 MIKE 21 ST 漂砂輸送模式。某一定點輸砂之多少決定於該點之流速、流向、波高、週期、水深及粒徑特性。

由 MIKE 21 HD 模式推算出的流速和流向，MIKE 21 NSW 模式推算出的波高、週期以及底床質的資料，MIKE 21 ST 模式依此結果能夠計算出一給定區域的漂砂輸送能力。這個模式面積必須涵蓋 HD 與 NSW 兩個模式之區域。

本計劃以 MIKE 21 ST 模式，研究在港區及河口之漂砂輸送方式，並進而發展成能預估輸砂多寡之預測模式。

漂砂輸送量依據 Bjiker (1967) 所推導方程式

$$q_r = q_b + q_s = q_b (1 + 1.83 Q) \quad (8.18)$$

$$Q = [I_1 \ln(\frac{33 h}{r}) + I_2] \quad (8.19)$$

上式中：

$q_b$  : 底床載

$q_s$  : 懸浮載

$I_1; I_2$  : Einstein's 積分值

$h$ ：水深

$r$ ：底床粗糙度

### 8.3.3 模式建立

LITPACK 模式是以波和流交互作為基礎來計算漂砂輸送，在碎波帶外之地區，由於亂流及漂砂輸送侷限於靠近底床的邊界層內，因此波和流在邊界層所造成之影響成為 LITPACK 漂砂模式之基礎。

在碎波帶內由於波浪能量的釋放，產生較大的亂流，因有較大的輻射應力梯度可產生較強之沿岸流，故沿岸輸砂主要發生在碎波帶中，如果入射波具較大的方向變異，則沿岸流的趨動力將減弱。

潮位變化影響灘線剖面型態，在高水位時，最大輸砂量將比低水位時更接近岸線區域，若輸砂量在沙質灘線剖面有較大變化或在海灘上有保護工程進行，則在沿岸輸砂中須含括水位變動量。

## 8.4 模式整合

### 8.4.1 模式整合之概念

將兩個不同模式 LITPACK 和 MIKE 21 整合一起應用來探討。

LITPACK 是用來研析一個被稱為類常態沙質海灘的沿岸過程，此沙質海灘即其海岸剖面和沿著海岸線的水文條件變化非常的緩和，其最主要的沿岸過程係與在碎波區之波浪驅動流連結在一起。

MIKE 21 可用來分析波浪、流況、水位、漂砂輸送和水質，MIKE 21 模組都使用相同的計算網格和相同的檔案格式，如此可使資料非常容易的在各個不同模組間轉換。

本計劃共使用三種模式：波浪模式 MIKE 21 NSW、水動力模式 MIKE 21 HD 和一非凝聚性泥砂之傳輸模式 MIKE 21 ST。

MIKE 21 NSW 的大區域和小區域涵蓋範圍如圖 8.1，MIKE 21 HD 的

大區域和小區域涵蓋範圍如圖 8.7，而小區域模式之水深地形包含現況地形如圖 8.10，中程佈置如圖 8.11，遠程佈置如圖 8.12。

#### 8.4.2 二維漂砂輸送場之模式流程

對於一個給定的水象情況即給定時間時段相對的天文潮，風速和風向，在小區域模式中邊界上河川之流量，則模式執行過程如圖 8.13。

#### 8.4.3 模式選定之水文條件

模式所選定之水文條件，由當地所測得之資料做為水文情況之基本，經前面章節資料分析結果，經評估採用條件之水文情況，如表 8.3 所示：

表 8.3 MIKE 21 模式使用之水象情況

水文條件 模式編號	風		波		潮汐	流量	
	風速 (m/s)	風向 (°)	波高 (m)	週期 (sec)	大小潮 (m)	北分量 (m <sup>3</sup> /sec)	南分量 (m <sup>3</sup> /sec)
45.2s	11.5	45	5.5	10.2	大潮	9	11
45.2n	11.5	45	5.5	10.2	小潮	7	6
45.3s	9.0	45	3.0	6.5	大潮	9	11
26.1s	7.0	260	1.5	5.5	大潮	2	21
26.1n	7.0	260	1.5	5.5	小潮	3	7

### 8.5 淡水海域沿岸漂砂

淡水海域輸砂方向隨季節而改變，東北季風時漂砂輸送方向由北向南，西南季風時，則由南向北。

由海岸地形可看出此區域的漂砂優勢方向是由北往南，淡水河口有一綿延幾里的淺灘沙洲，其為淡水河輸砂與沿岸輸砂所造成。當淡水河流向大海時，流速於河口處遞減，使得漂砂淤積於河口處，並隨著東北

季風作用而往南輸送。

## 8.6 淡水海域地形變遷計算結果

本節就現況佈置所計算之波浪、流況和漂砂輸送及海岸發展過程加以描述討論。圖 8.14.1(a)~圖 8.14.8(a)為波浪型態計算結果。圖 8.14.1(b)~圖 8.14.8(b)為流場型態計算結果。圖 8.14.1(c)~圖 8.14.8(c)為漂砂輸送型態計算結果。

### 8.6.1 現況佈置的波浪、流場和漂砂輸送型態結果分析：

#### (1) 波浪型態

沿著本研究區域從火力發電廠至淡水河口，因為台灣北部外海水深地形之關係，當東北季風波浪接近近岸區時會損失更多的能量。

#### (2) 流場型態

現況，中程及遠程配置的流場型態，圖 8.15.1(a)~圖 8.15.1(c)為漲潮時之流場分佈，圖 8.15.2(a)~圖 8.15.2(c)為退潮時之流場分佈。

漲潮時在中程及遠程配置中，港口南側產生一個大漩渦，從現況配置往中程配置移動，再往遠程配置移動。

由圖中發現此區域中的沿岸波浪驅動流向南移動，這個沿岸波浪驅動流，加速的決定了港口西南側沿著海灘的侵蝕。

#### (3) 漂砂輸送型態

漂砂輸送型態與流場非常相似，波浪的碎波效應清晰可見。在碎波帶中其輸砂率會達到最大值。從現況的配置中其輸砂型態可清楚看到港口南側碎波帶間傳輸的遞增情形，造成港口南側嚴重的侵蝕現象。

由於此區潮流相當大，在深水區域中足以產生相當大的輸砂率。但以一個完整的潮汐週期計算時，發現在漲、退潮間的傳輸率結果幾乎是相互平衡的，所以在深水區域中，淨輸砂率相當小。

## 8.6.2 每年漂砂輸送特性

### (1) 現況配置

圖 8.16.1 為現況配置之淨輸砂型態。在深水區域中潮流相當大，可以驅動一些漂砂，但最大輸砂率依然發生在沿著海灘的碎波帶間。介於此兩區域的中值水深，由於潮流比深水區域小，只能造成一些低的輸砂量。

由圖 8.16.1 很明顯看出淡水港防波堤阻止了淡水河砂源往南輸送且亦阻隔了碎波帶漂砂輸送的主要部份。因為防波堤的建立造成南側的遮蔽區，但亦使港口南側 2.3 公里處碎波帶的輸砂率增加至最大值，此碎波帶間就經驗上來看為侵蝕區域。

再往南至火力發電廠，由於海岸線的改變造成傳輸率的遞減，就經驗上而言算是堆積區域。

從港口區往南一直到火力發電廠，其海岸線方位角的改變，由港口區開始往南侵蝕愈形明顯嚴重，至極大值後，又往火力發電廠方向遞減甚至開始產生淤積現象。

至於淡水河口處的輸砂型態，由於淺灘附近水深變化，又結合了河流，潮汐和波浪驅動流，所以狀態至為複雜，且變化非常動態。

### (2) 中程配置

圖 8.16.2 為中程配置的淨輸砂型態。就淨輸砂量而言，沿岸輸送增加最大的區域往南移動。沿著主防波堤侵蝕現象明顯往南移動。

當中程佈置主防波堤結構建好之後，沿著主防波堤遮蔽區外發生明顯的侵蝕現象，港口內港區則會有漂砂淤積的情況。

在漲潮時明顯產生一個漩渦，如圖 8.15.1，此漩渦會帶動部份懸浮砂源到港口的遮蔽區而產生沉積。

### (3) 遠程配置

圖 8.16.3 為遠程配置的淨輸砂型態，主要現象與中程配置類似。

遠程配置沿岸傳輸增加最大的位置比中程佈置傳輸最大的位置更往南移動。與中程佈置相似，在港口的南側有一個大漩渦，如圖 8.15.1，由

於遠程佈置的港口開口較小，所以在港口區域由於漩渦效應而產生的沉積作用相對的小很多。在近岸區中由於沿岸傳輸作用和漩渦效應會將漂砂帶向游艇港，此乃因游艇港的入口處非常接近海岸。

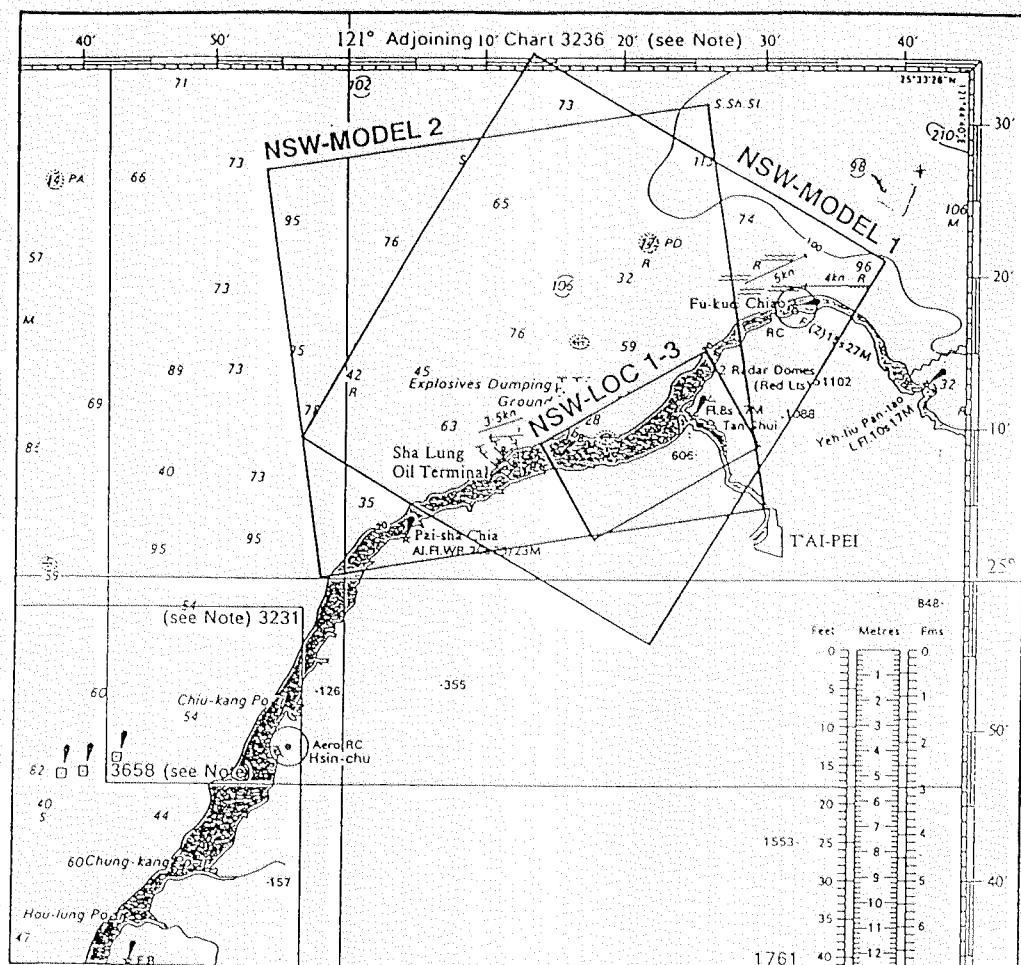


圖 8-1 波浪模擬之模式區域

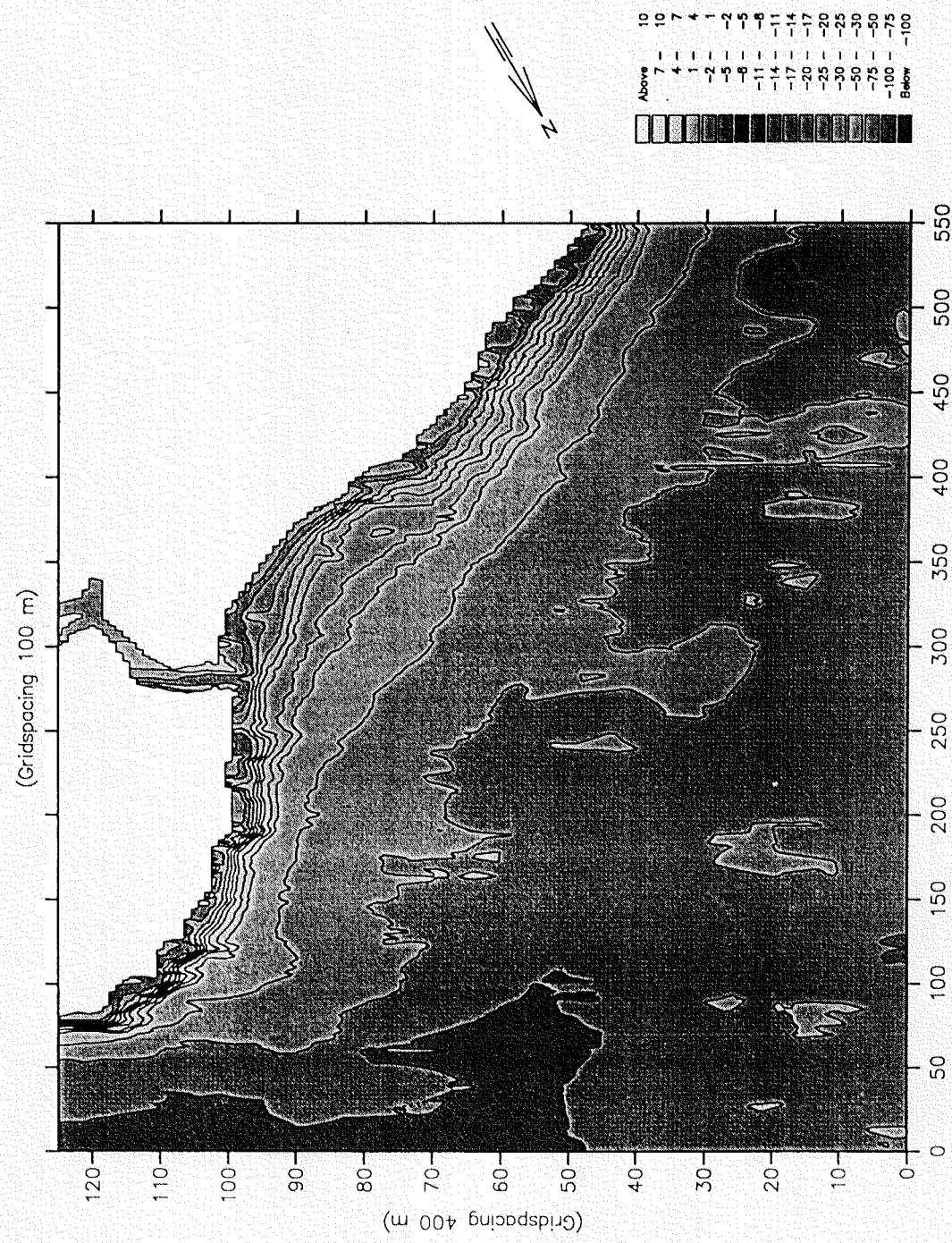
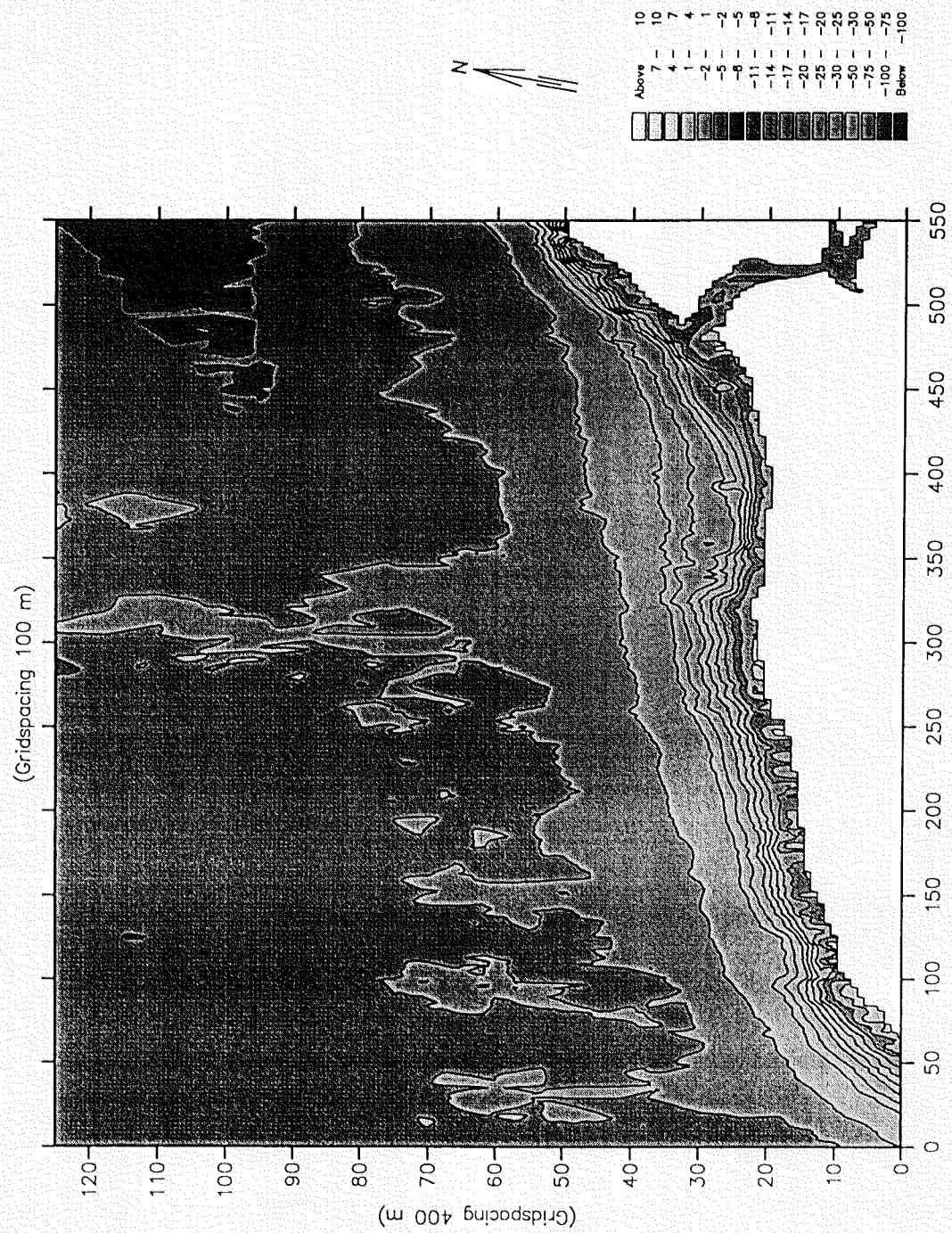


图 8-2 NSW-Model 1



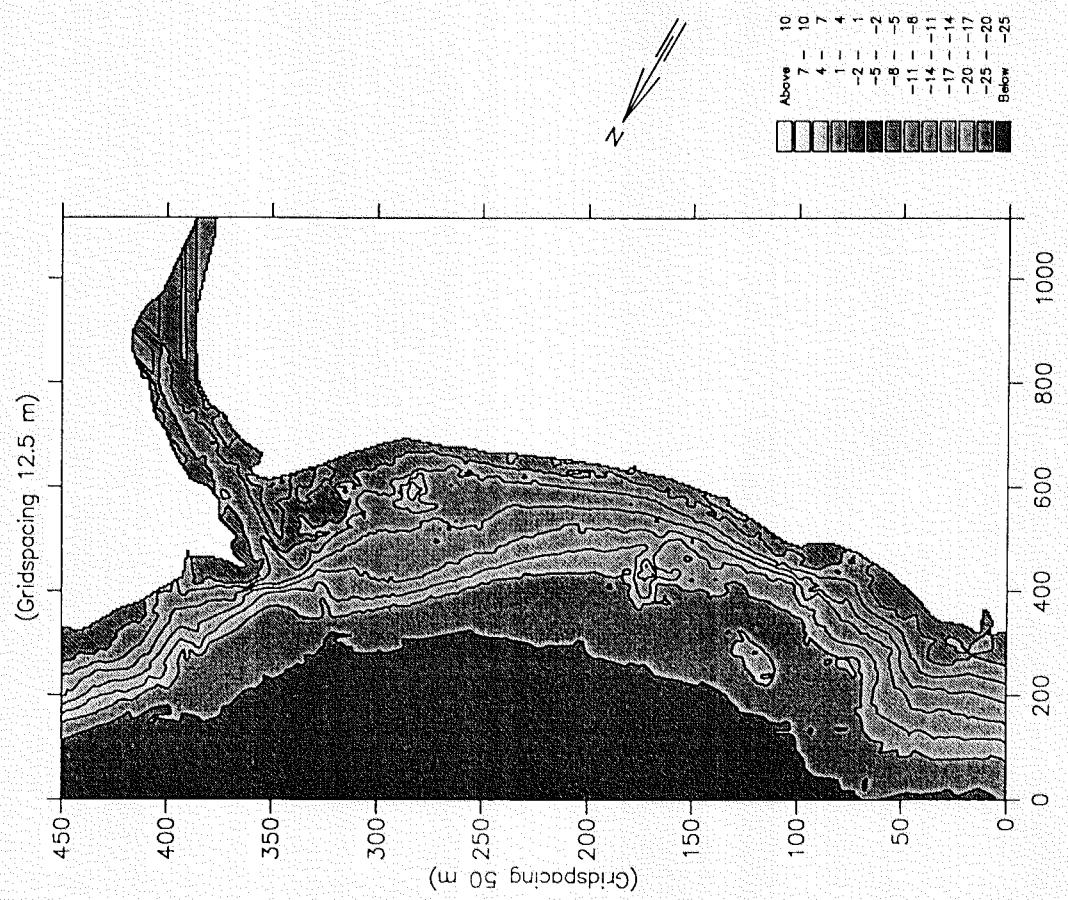
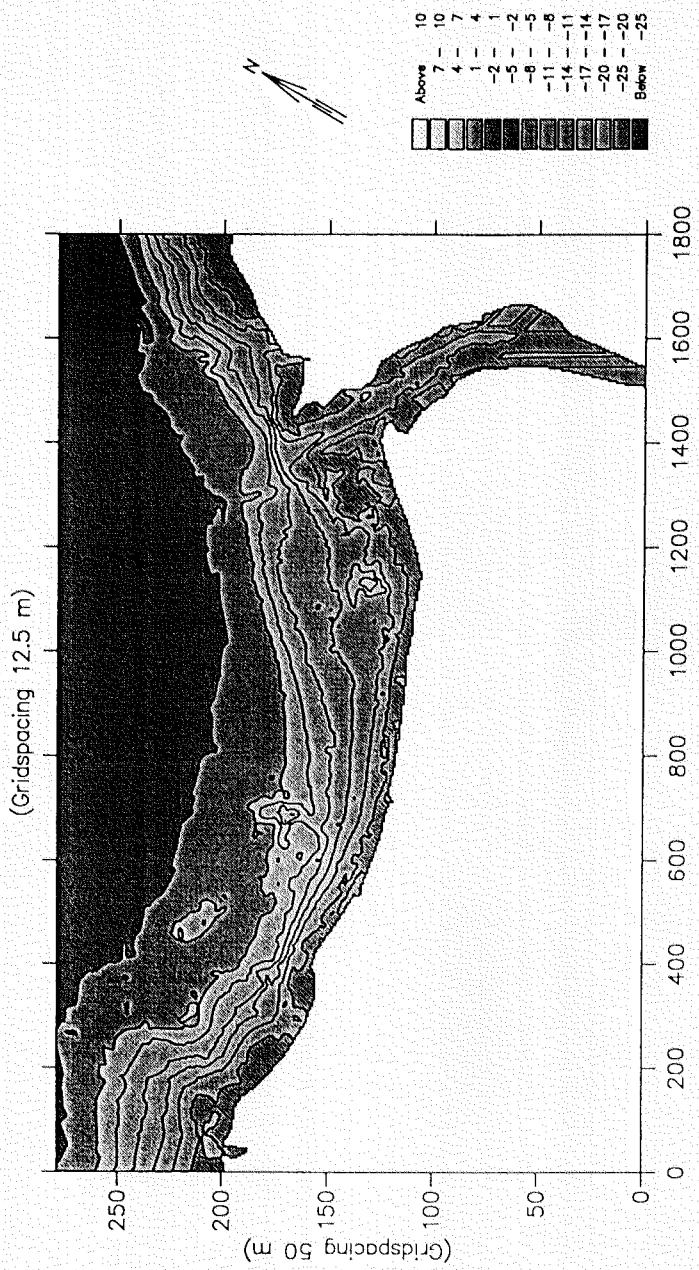
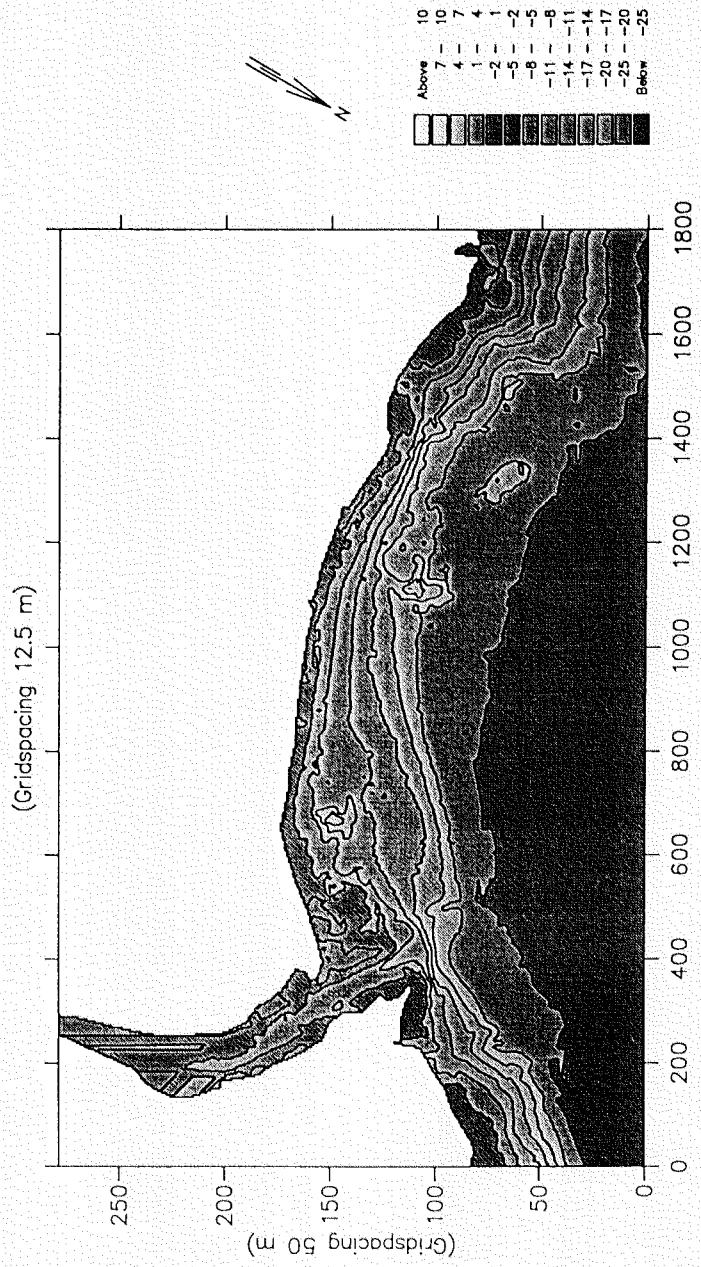


图 8-4 NSW-Loc 1





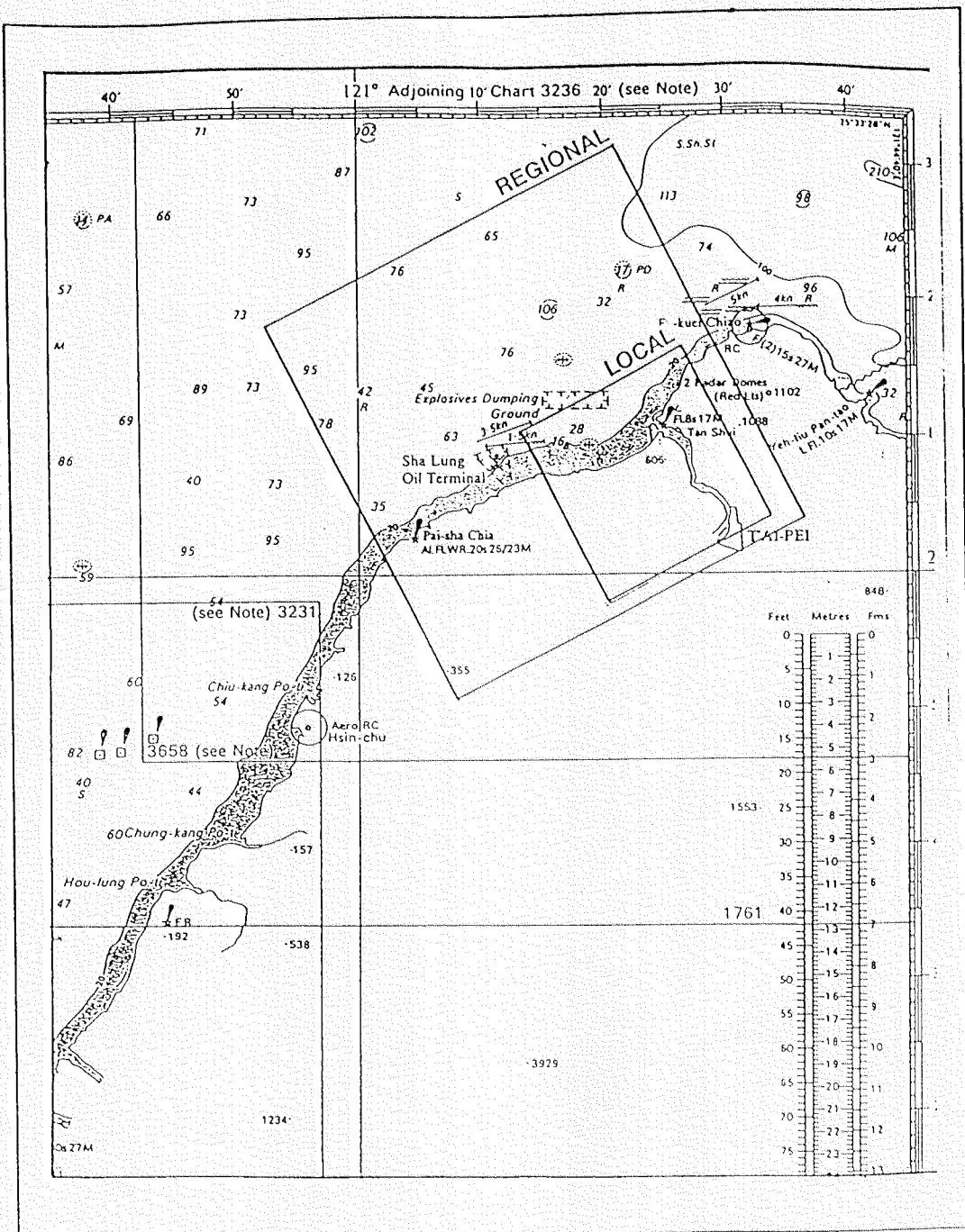


圖 8-7 大區域和小區域的 HD 模式

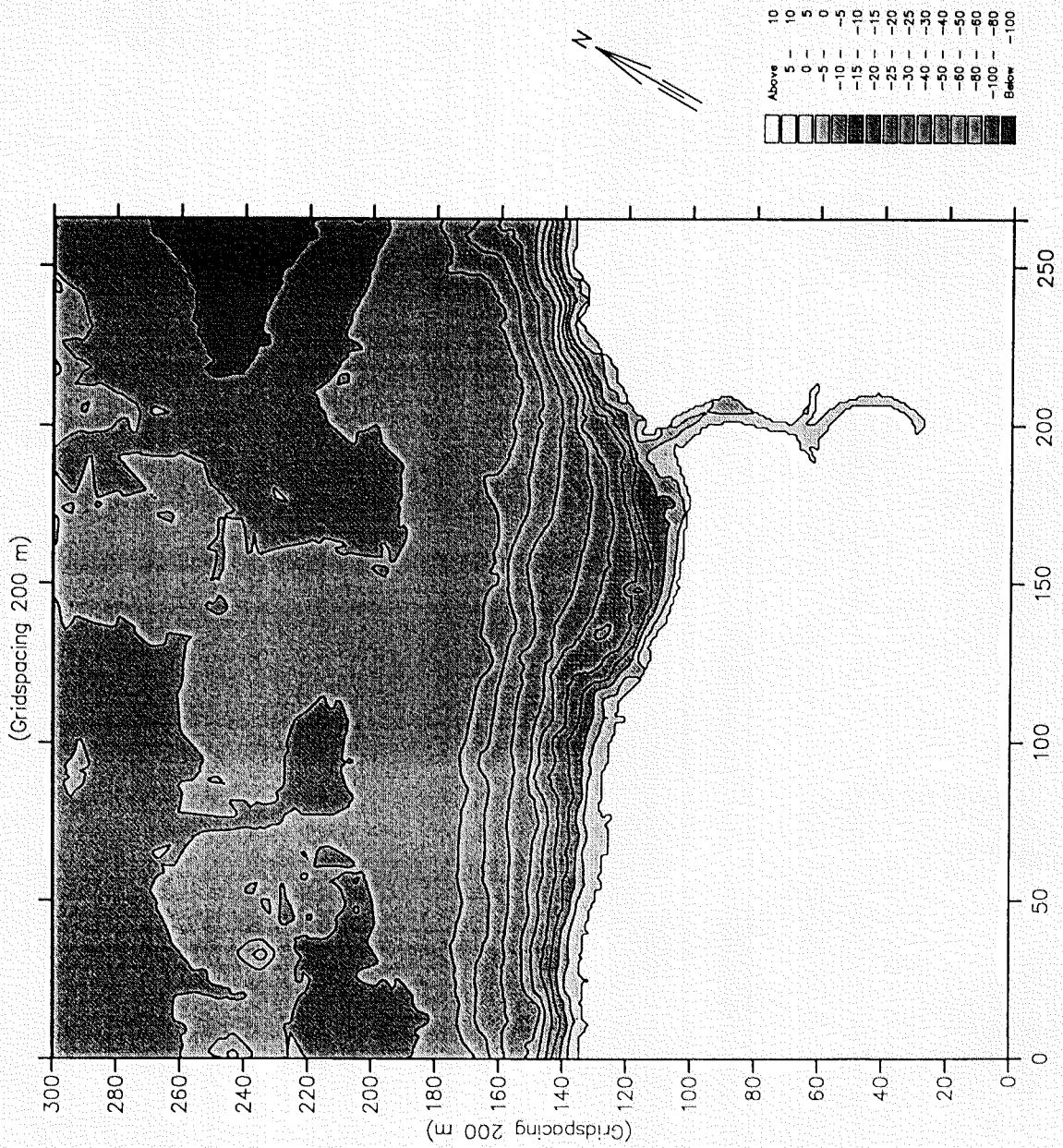


圖 8-8 HD-Regional

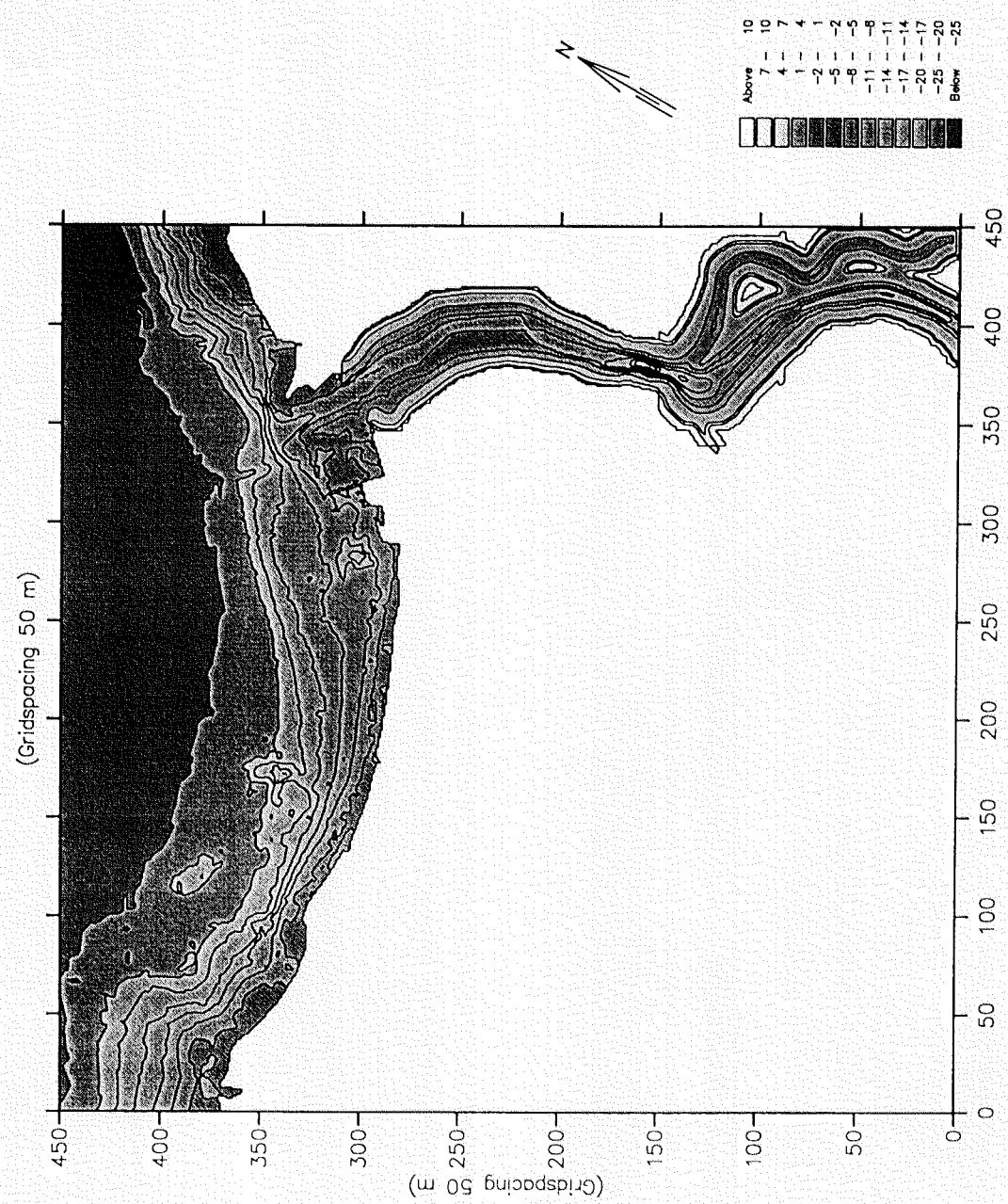


Fig. 8-9 HD-Loc

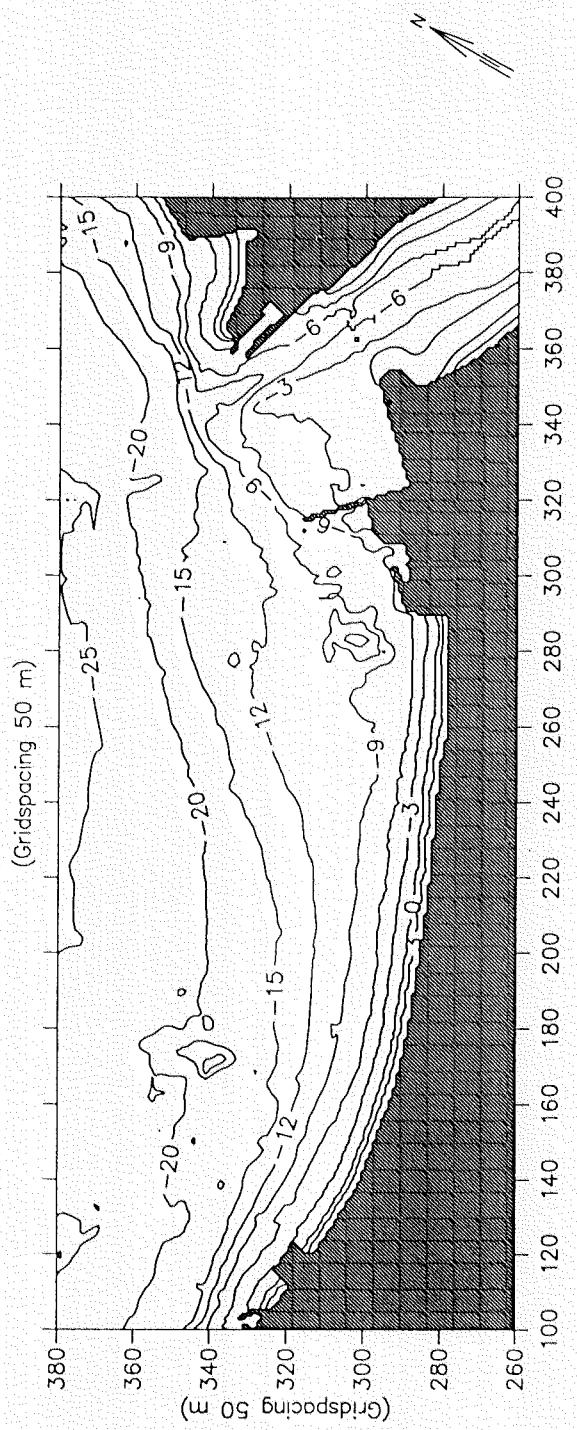


圖 8-10 現況佈置水深地形

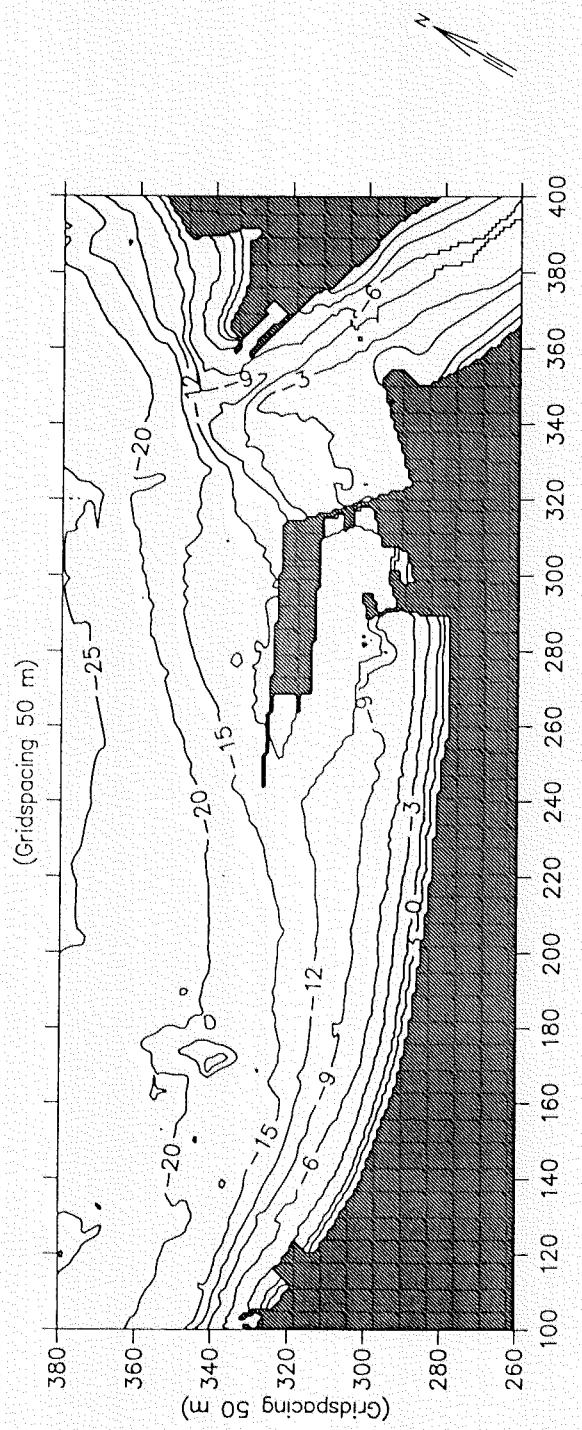


圖 8-11 中程佈置水深地形

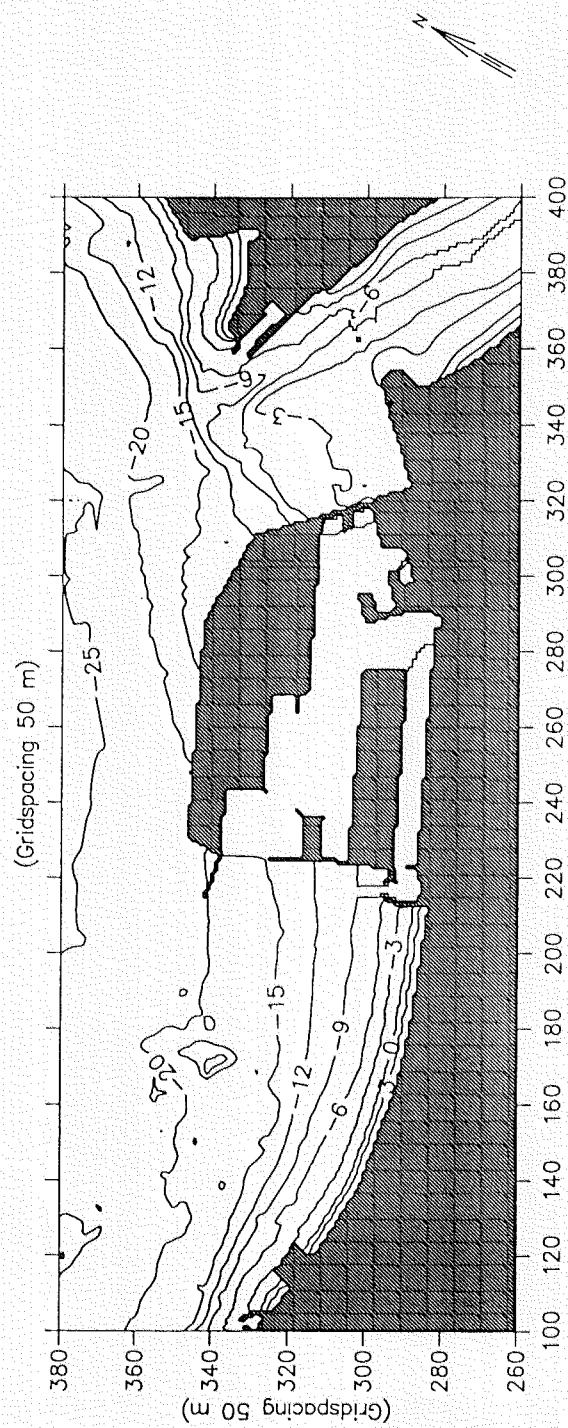


圖 8-12 遠程佈置水深地形

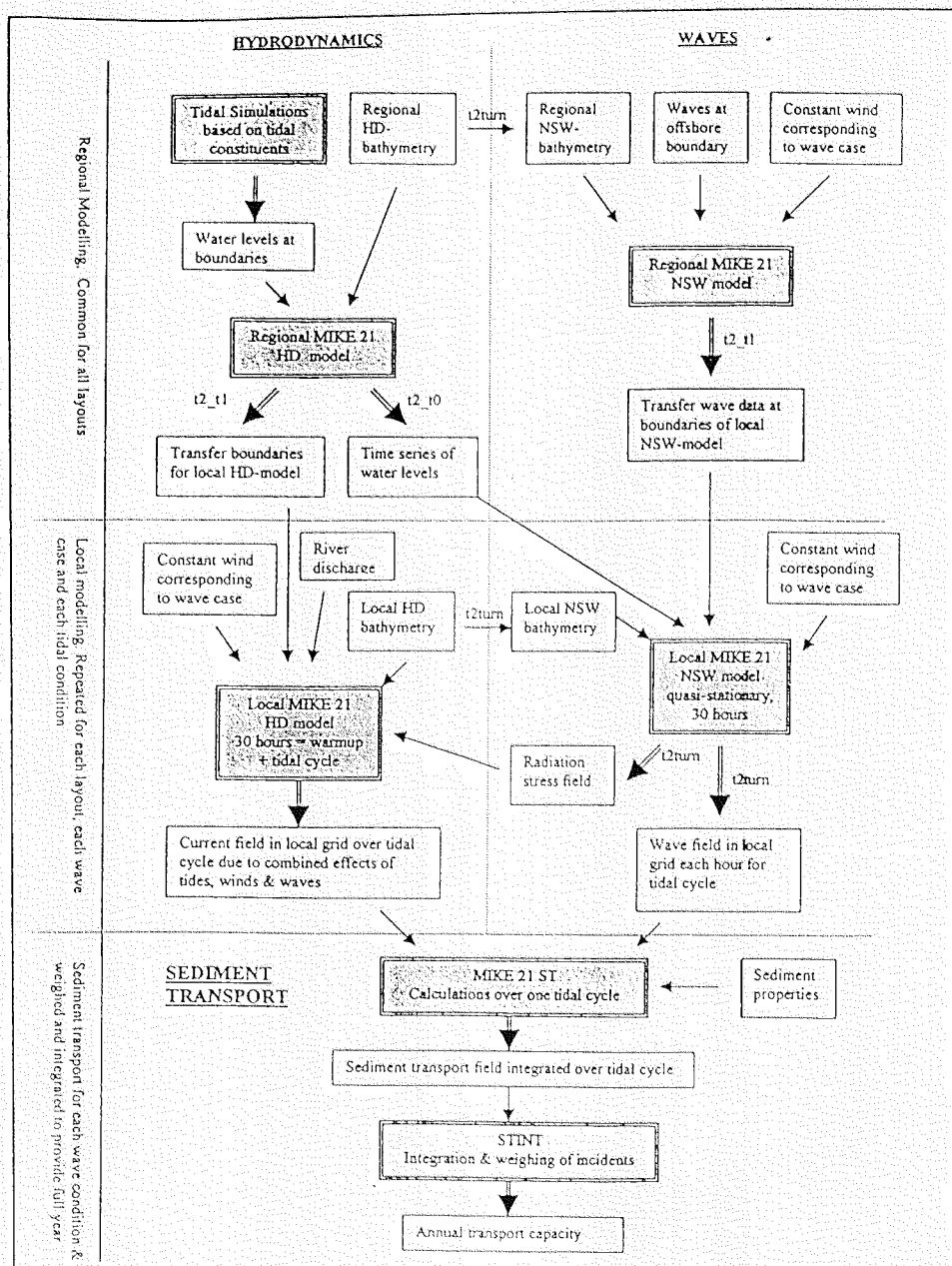


圖 8-13 計算二維漂砂輸送場之模式流程

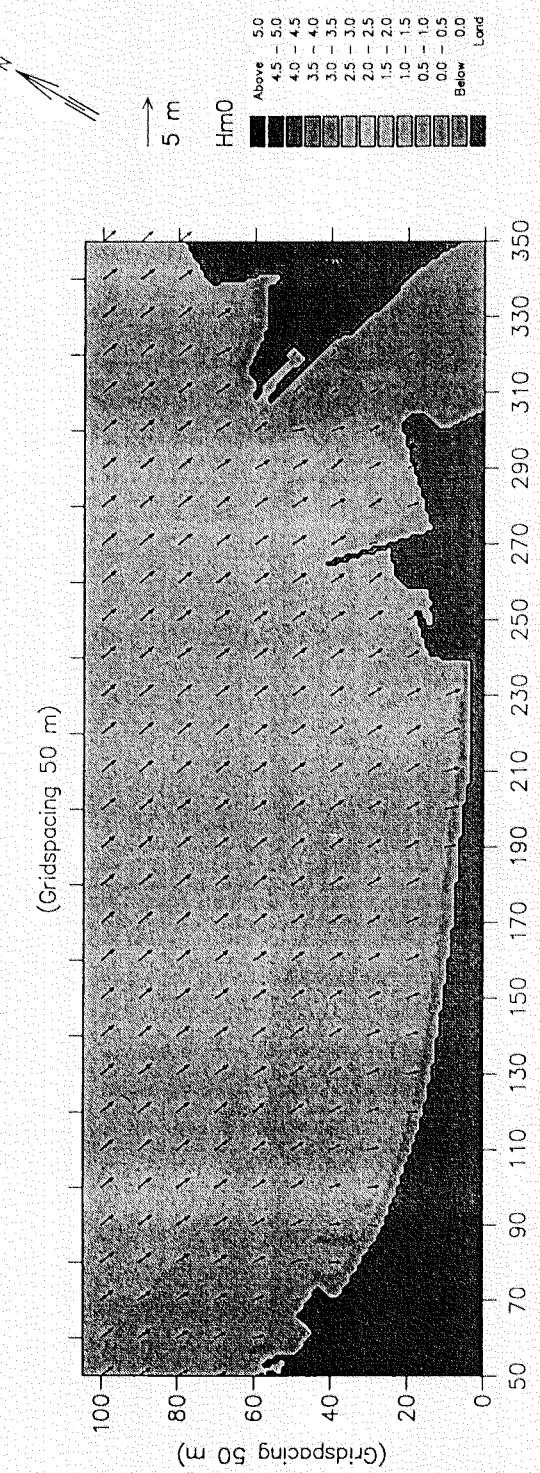


圖 8-14-1(a) 外海波向  $260^\circ$ , 波高 1.5m  
小潮漲潮之波場

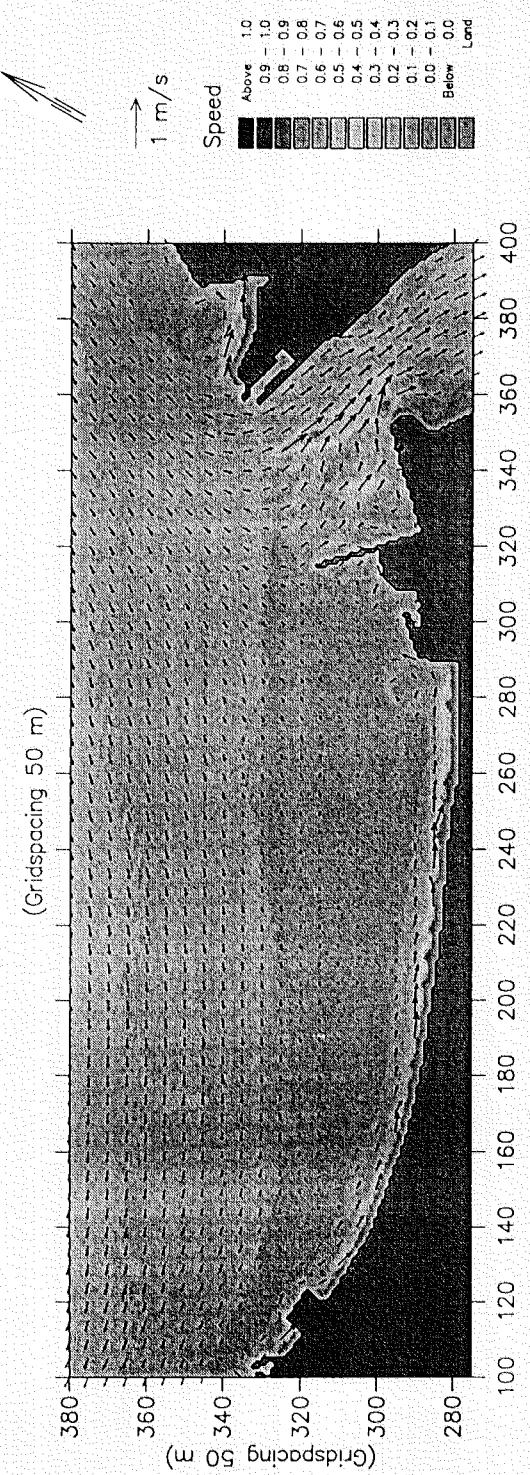


圖 8-14-1(b) 外海波向  $260^\circ$ , 波高 1.5m  
小潮漲潮之流場

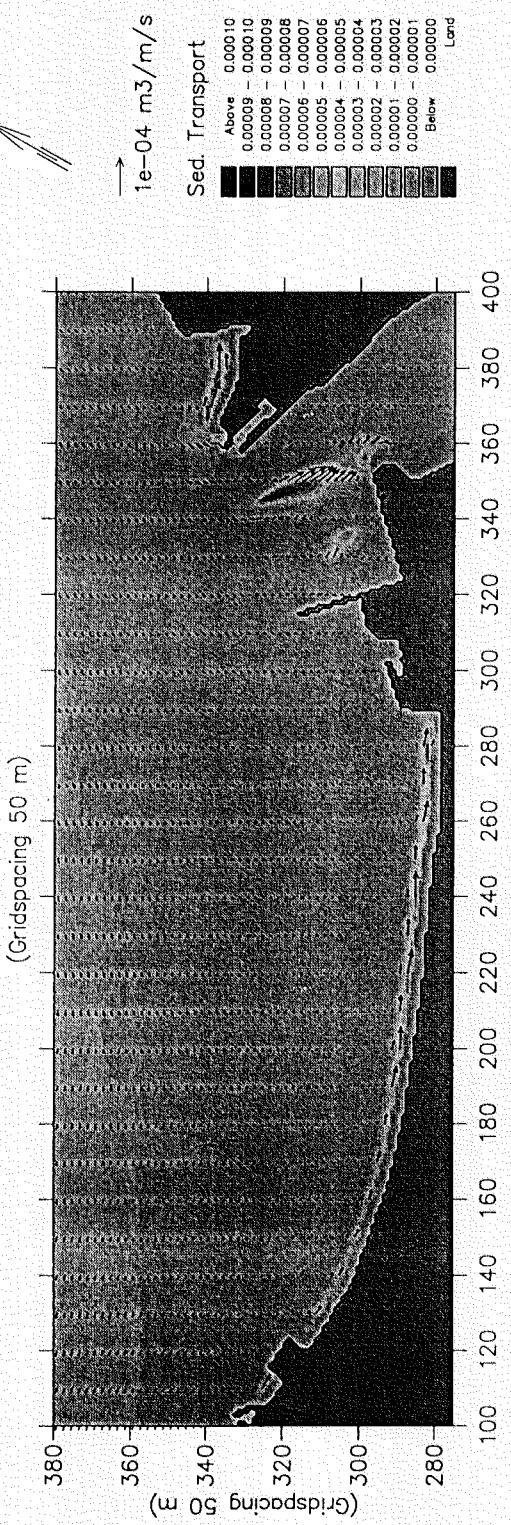


圖 8-14-1(c) 外海波向  $260^\circ$ , 波高 1.5m  
小潮漲潮之漂砂輸送

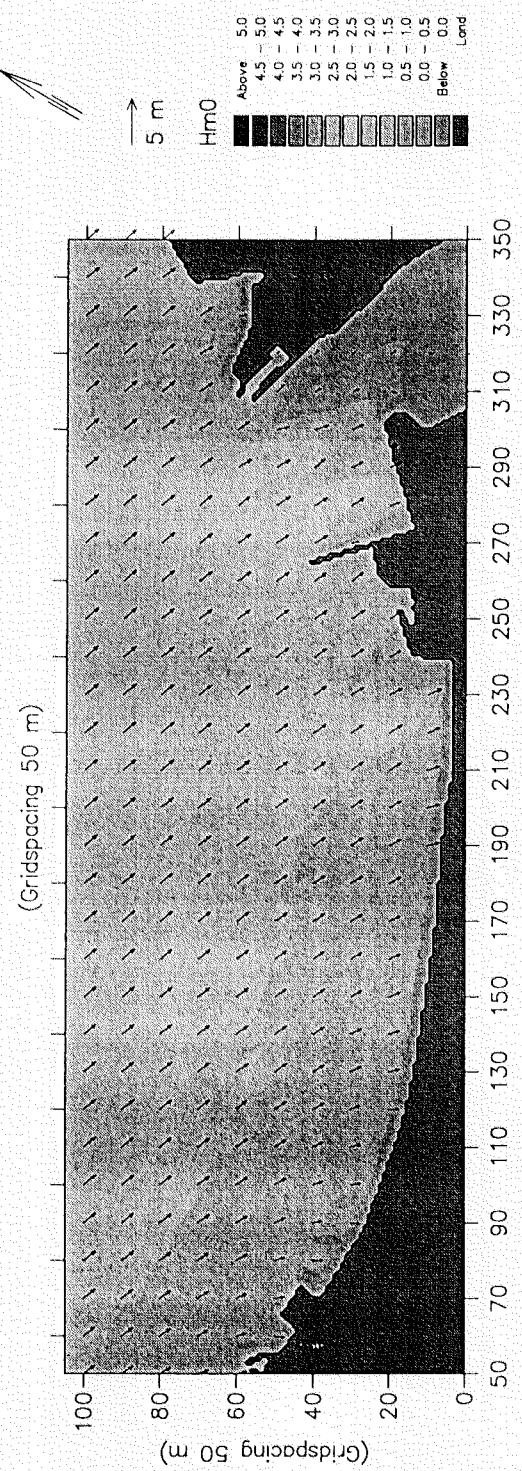


圖 8-14-2(a) 外海波向 260°, 波高 1.5m  
小潮退潮之波場

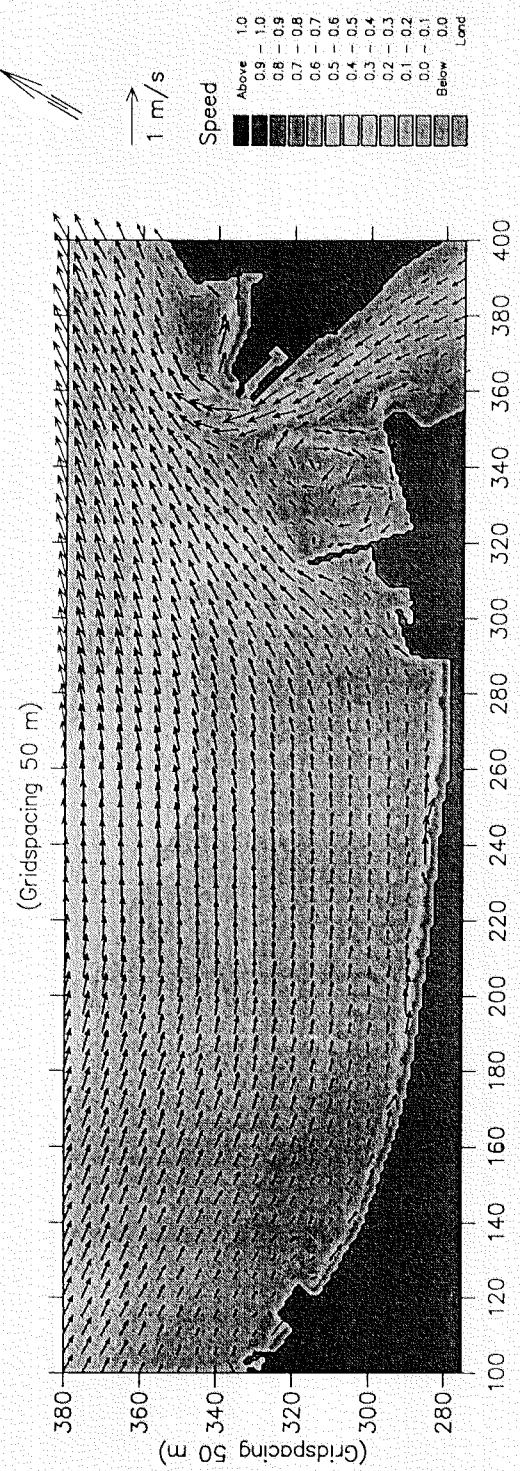


圖 8-14-2(b) 外海波向  $260^\circ$ , 波高 1.5m  
小潮退潮之流場

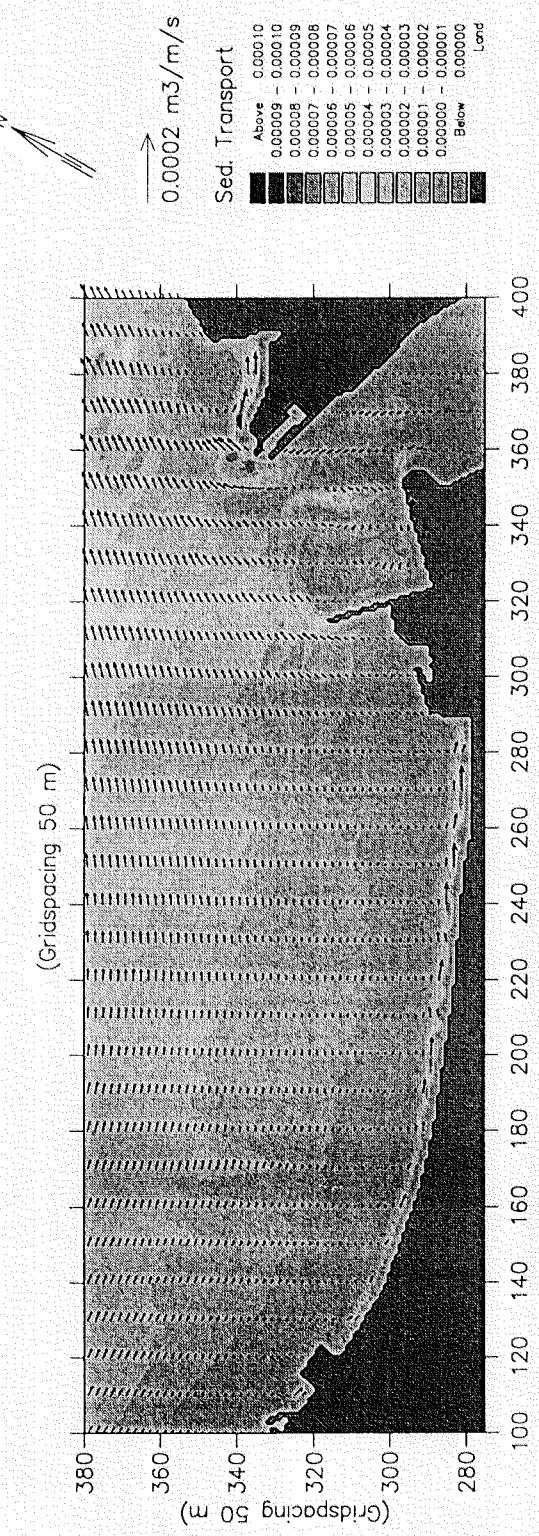


圖 8-14-2(c) 外海波向 260°, 波高 1.5m  
小潮退潮之漂砂輸送

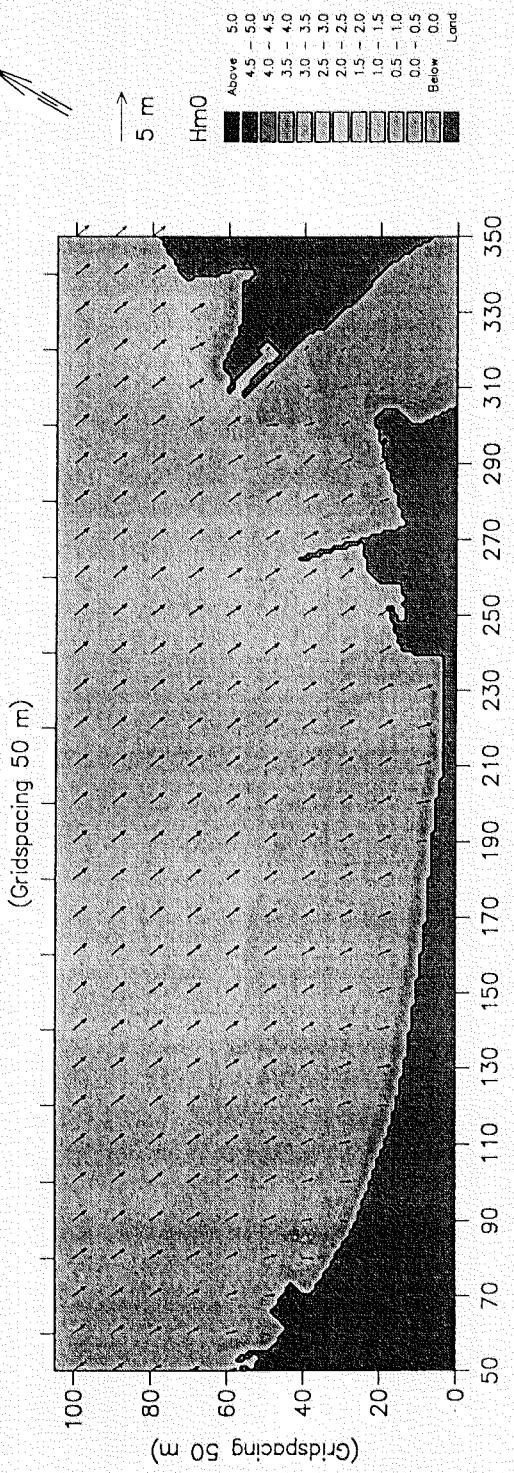


圖 8-14-3(a) 外海波向  $260^\circ$ , 波高 1.5m  
大潮漲潮之波場

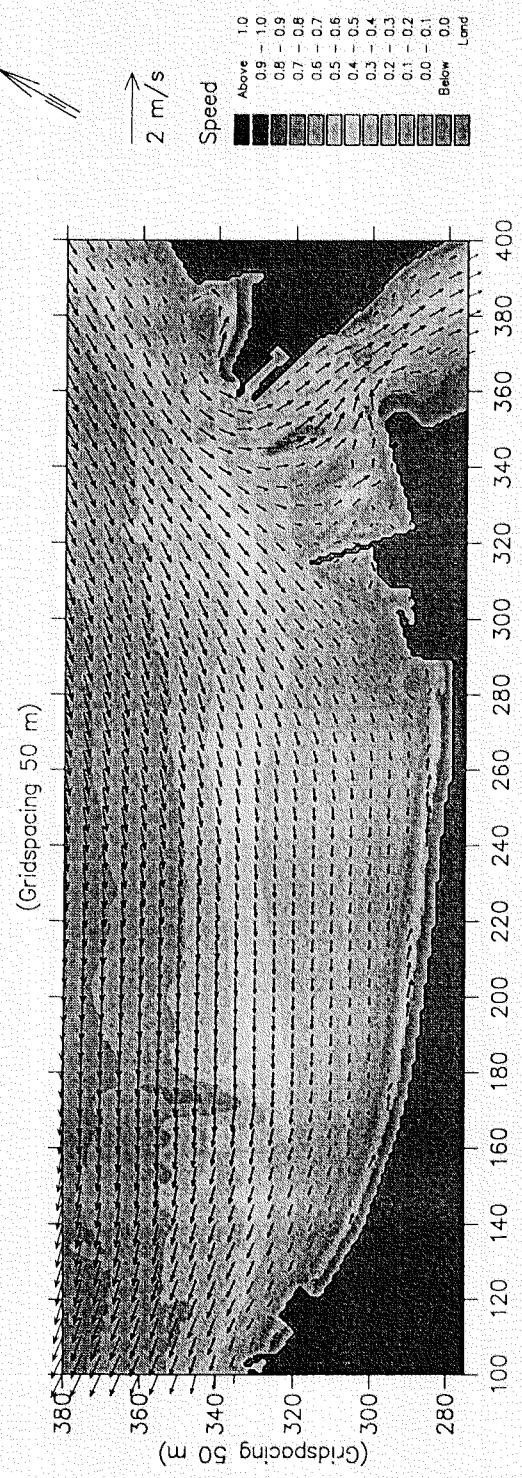


圖 8-14-3(b) 外海波向  $260^\circ$ , 波高 1.5m  
大潮漲潮之流場

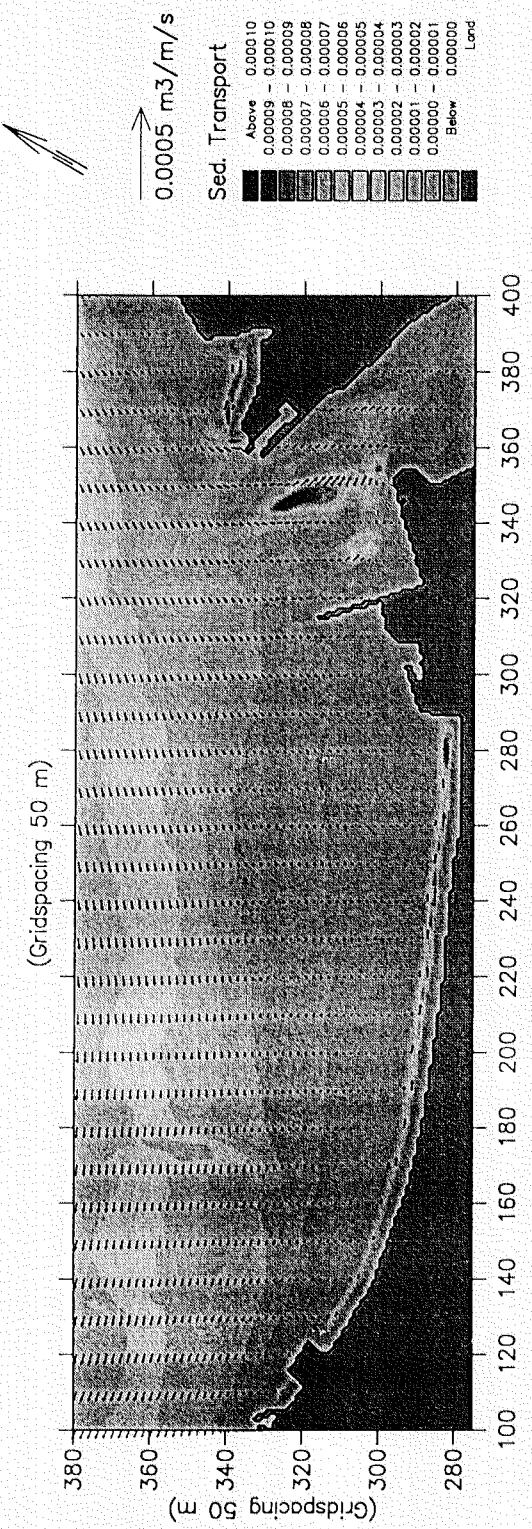


圖 8-14-3(c) 外海波向  $260^\circ$ , 波高 1.5m  
大潮漲潮之漂砂輸送

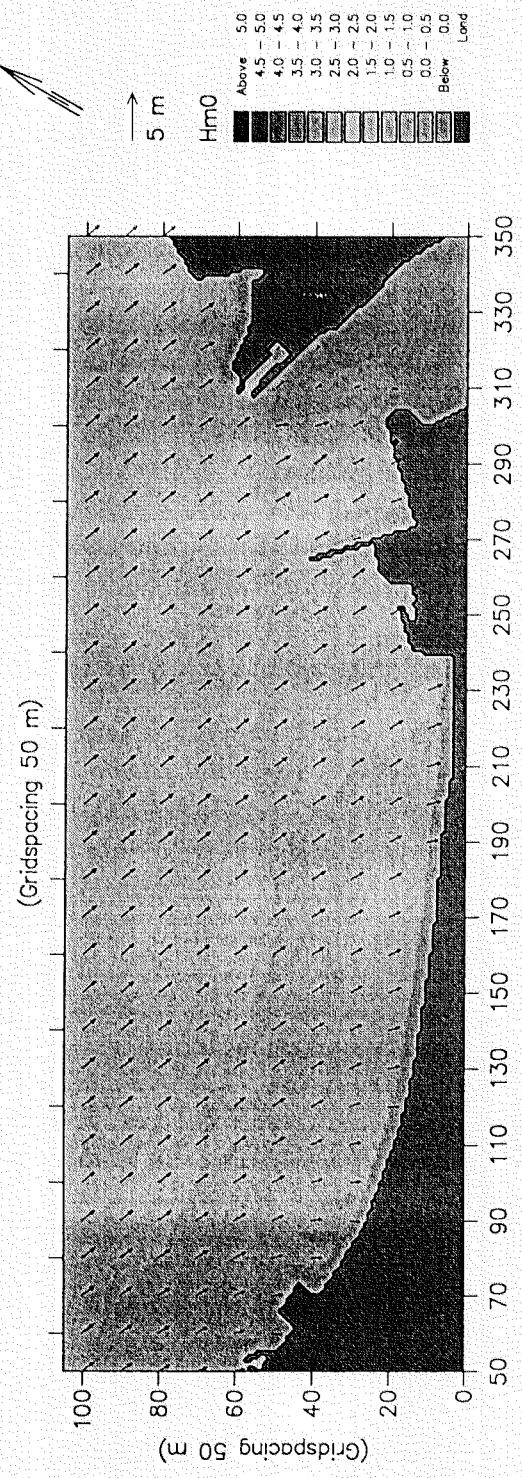


圖 8-14-4(a) 外海波向  $260^\circ$ , 波高 1.5m  
大潮退潮之波場

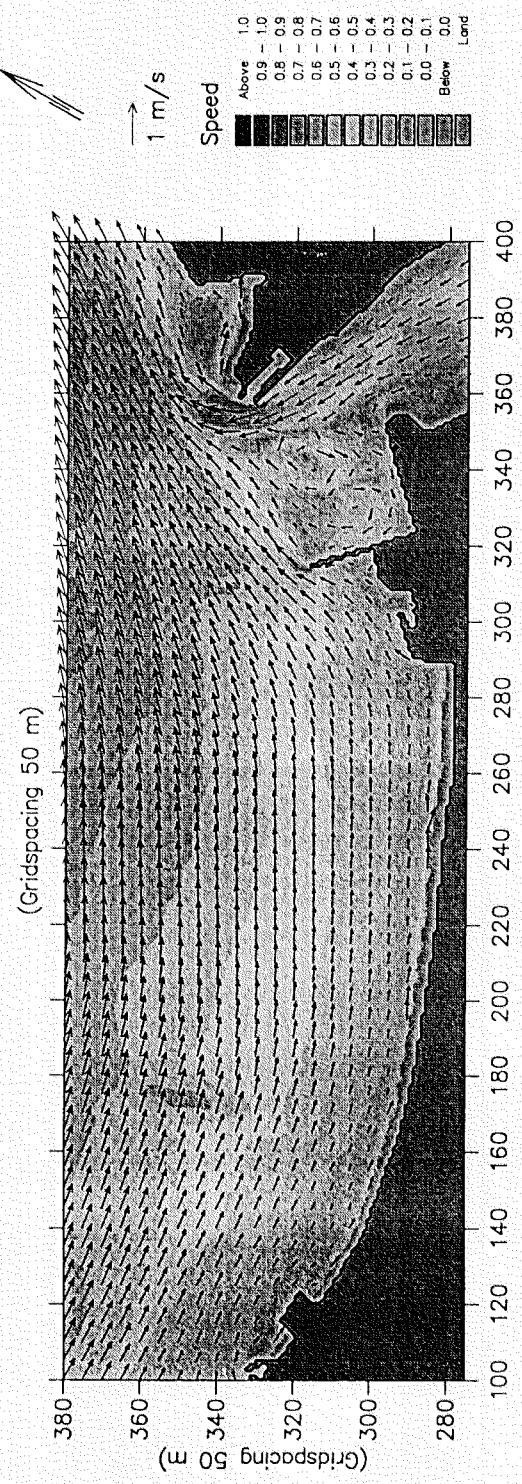


圖 8-14-4(b) 外海波向  $260^{\circ}$ , 波高 1.5m  
大潮退潮之流場

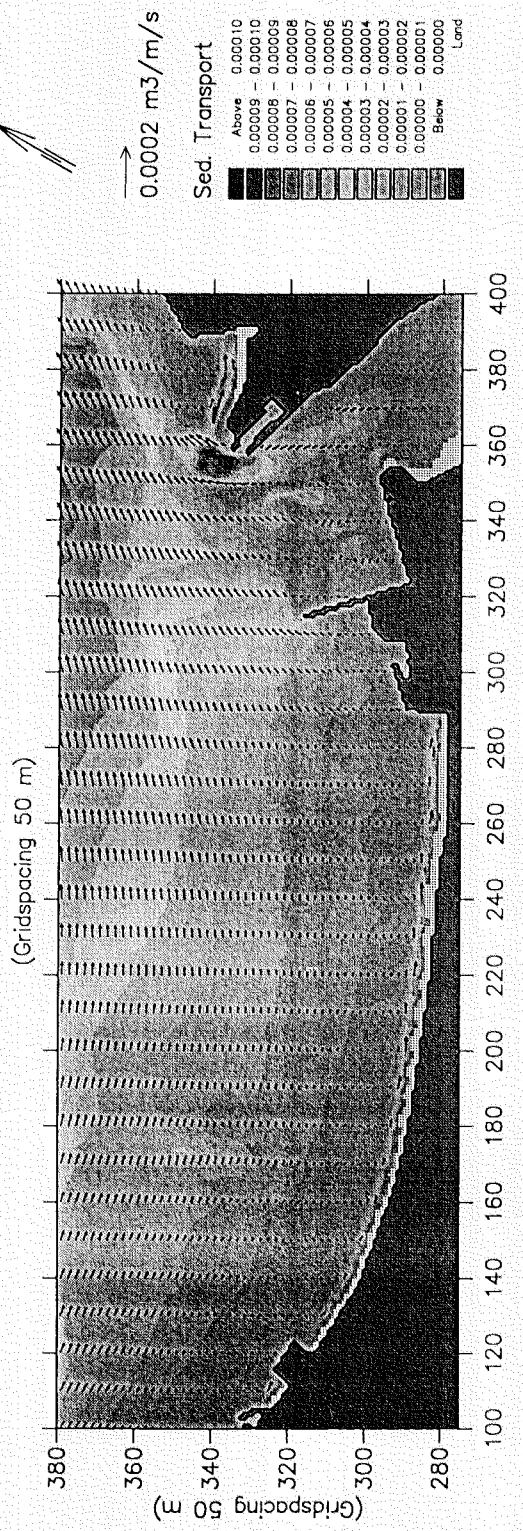


圖 8-14-4(c) 外海波向 260°, 波高 1.5m  
大潮退潮之漂砂輸送

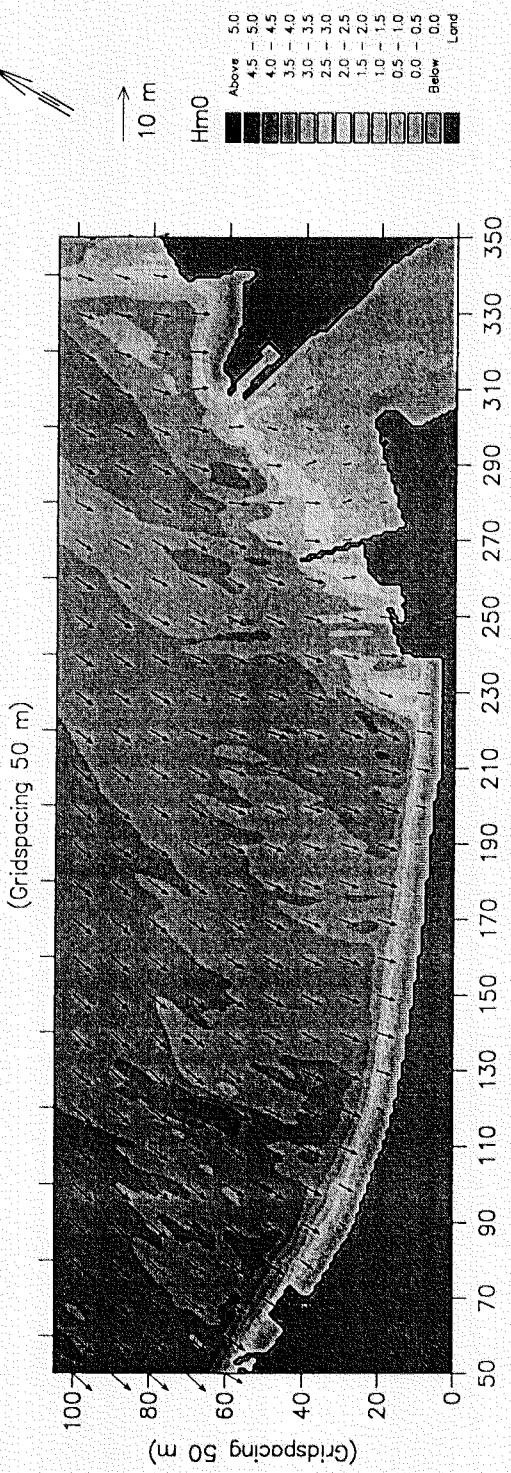


圖 8-14-5(a) 外海波向  $45^\circ$ , 波高 5.5m  
小潮漲潮之波場

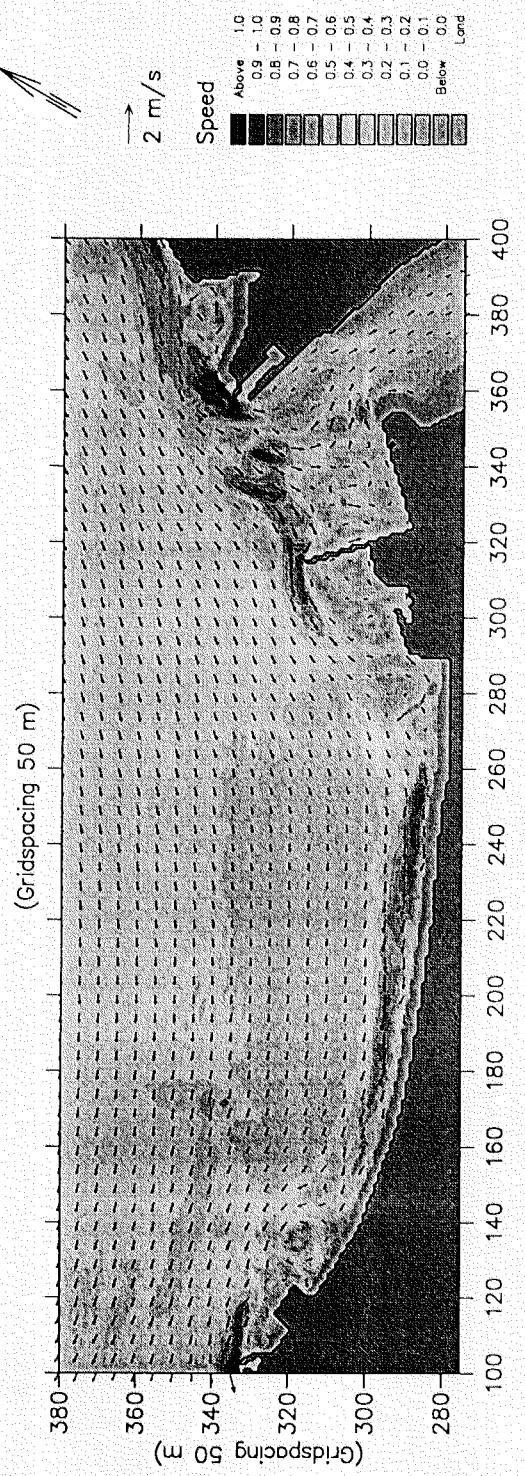


圖 8-14-5(b) 外海波向  $45^\circ$ , 波高 5.5m  
小潮漲潮之流場

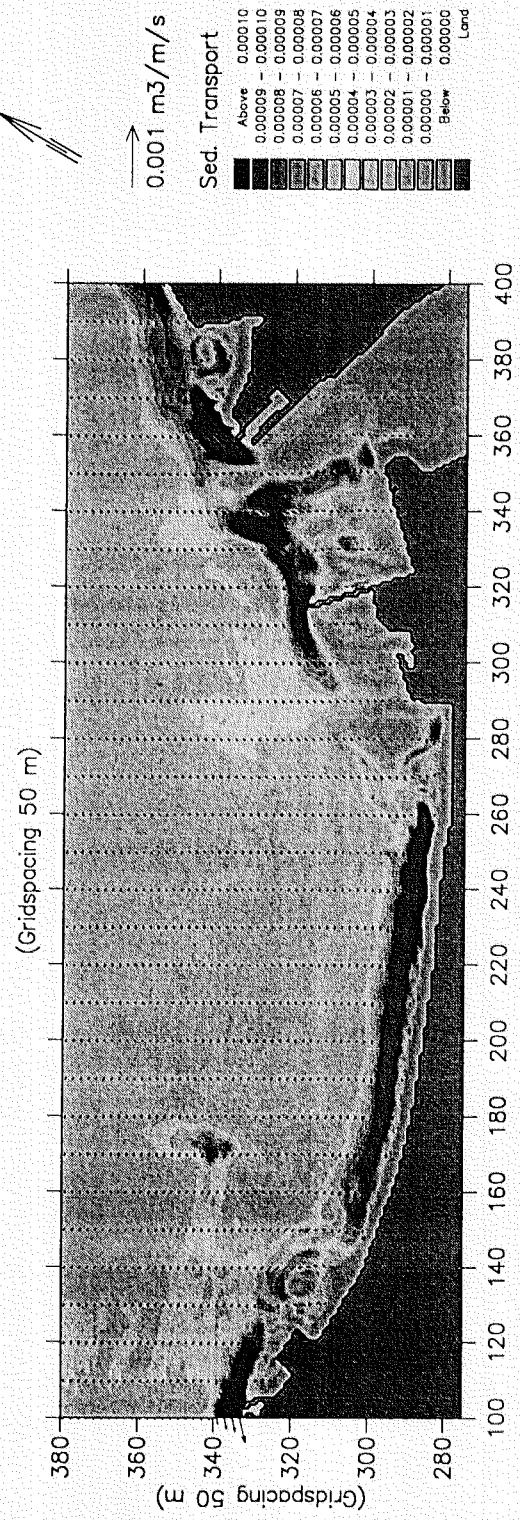


圖 8-14-5(c) 外海波向  $45^\circ$ , 波高 5.5m  
小潮漲潮之漂砂輸送

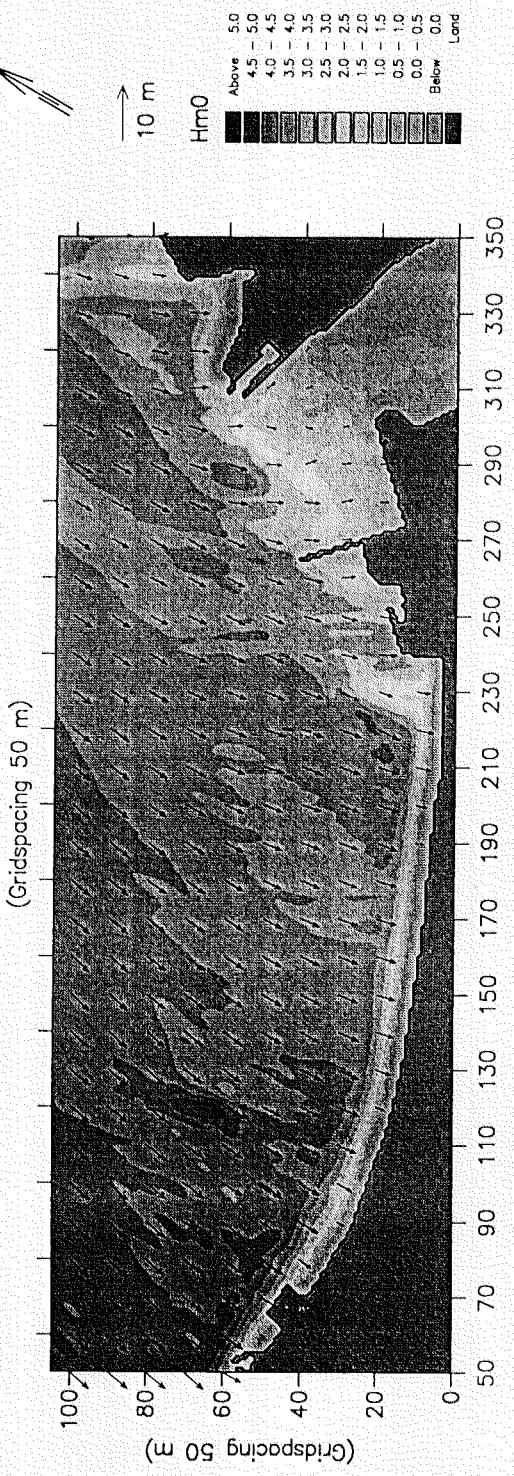


圖 8-14-6(a) 外海波向  $45^\circ$ , 波高 5.5m  
小潮退潮之波場

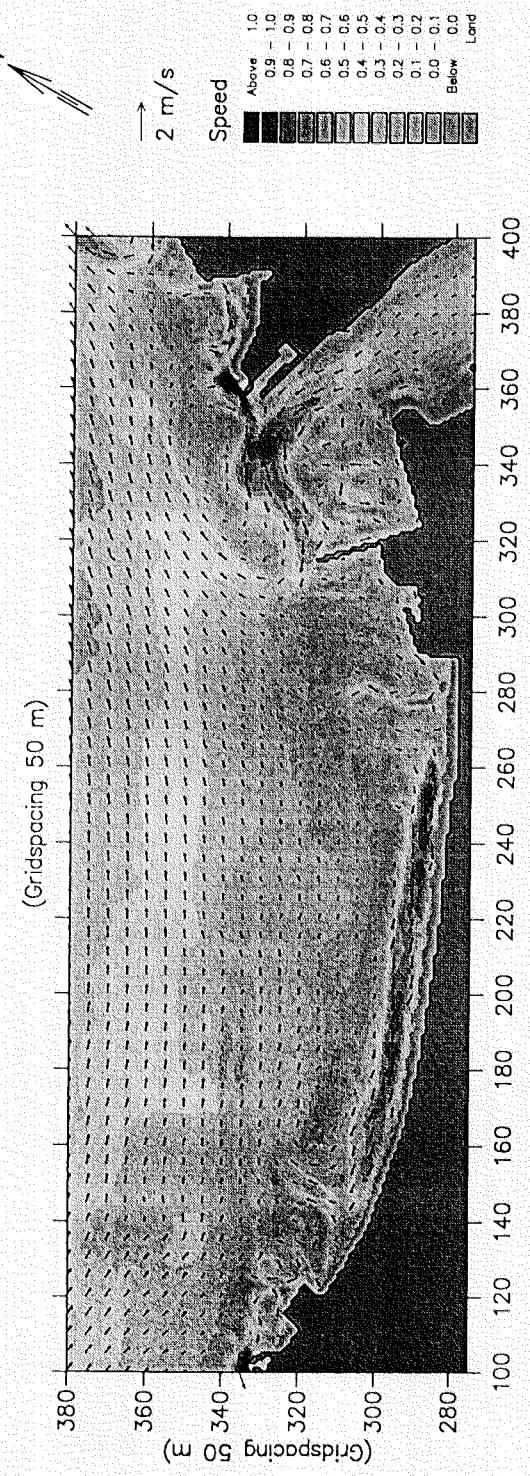


圖 8-14-6(b) 外海波向 45°, 波高 5.5m  
小潮退潮之流場

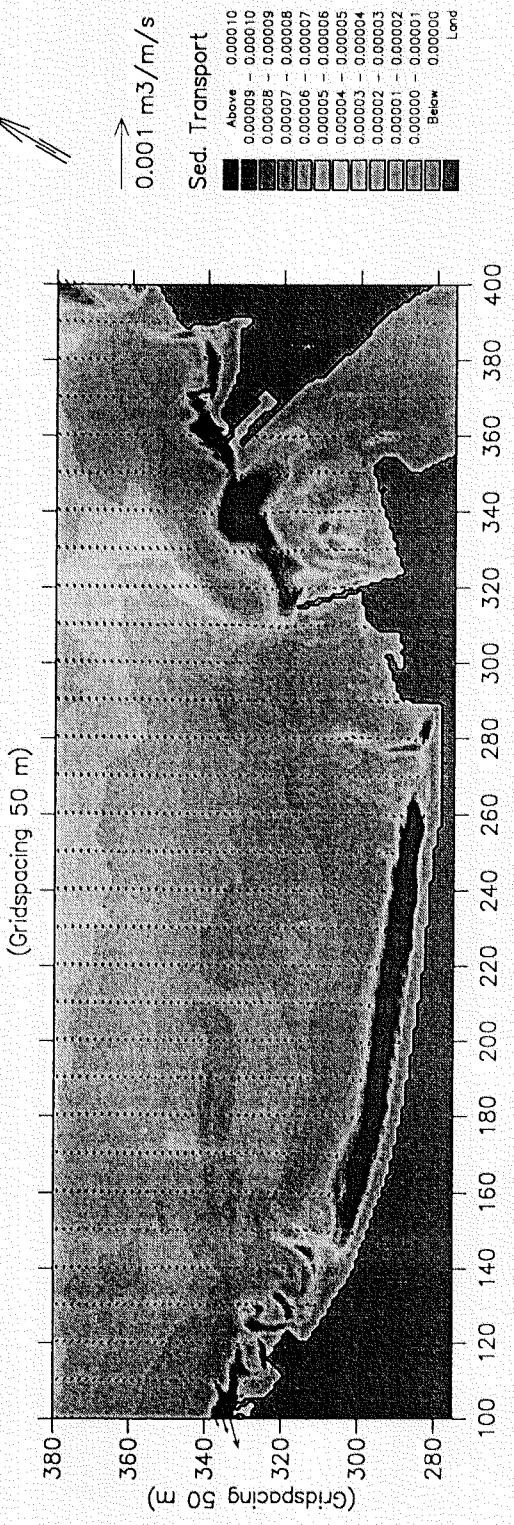


圖 8-14-6(c) 外海波向  $45^\circ$ , 波高 5.5m  
小潮退潮之漂砂輸送

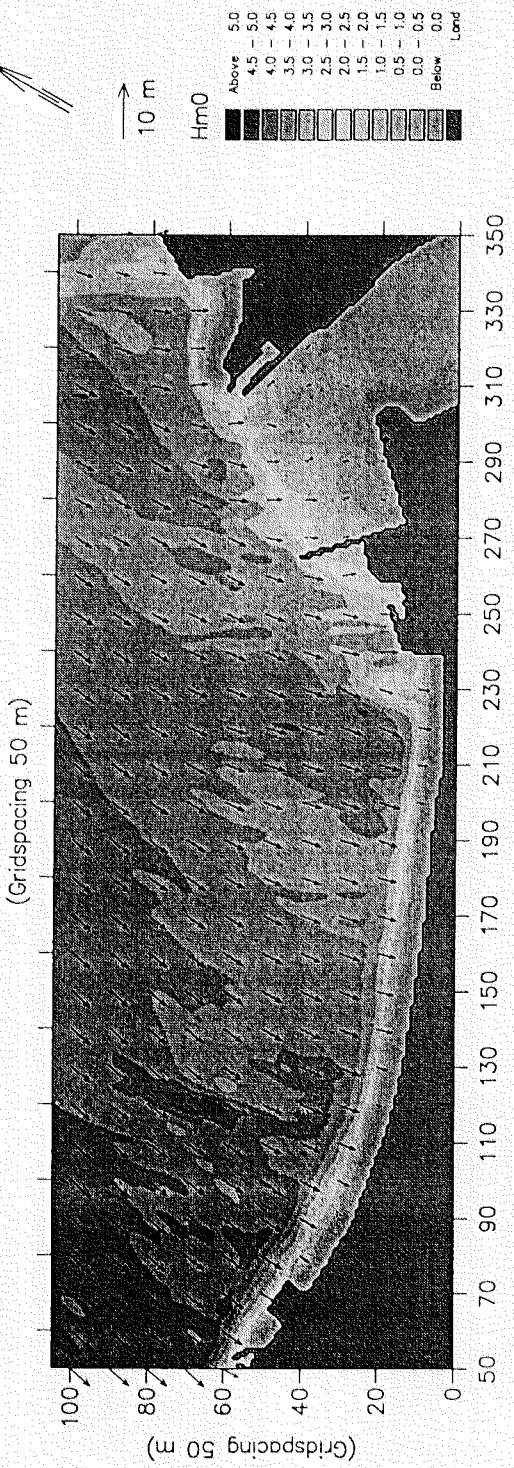


圖 8-14-7(a) 外海波向  $45^\circ$ , 波高 5.5m  
大潮漲潮之波場

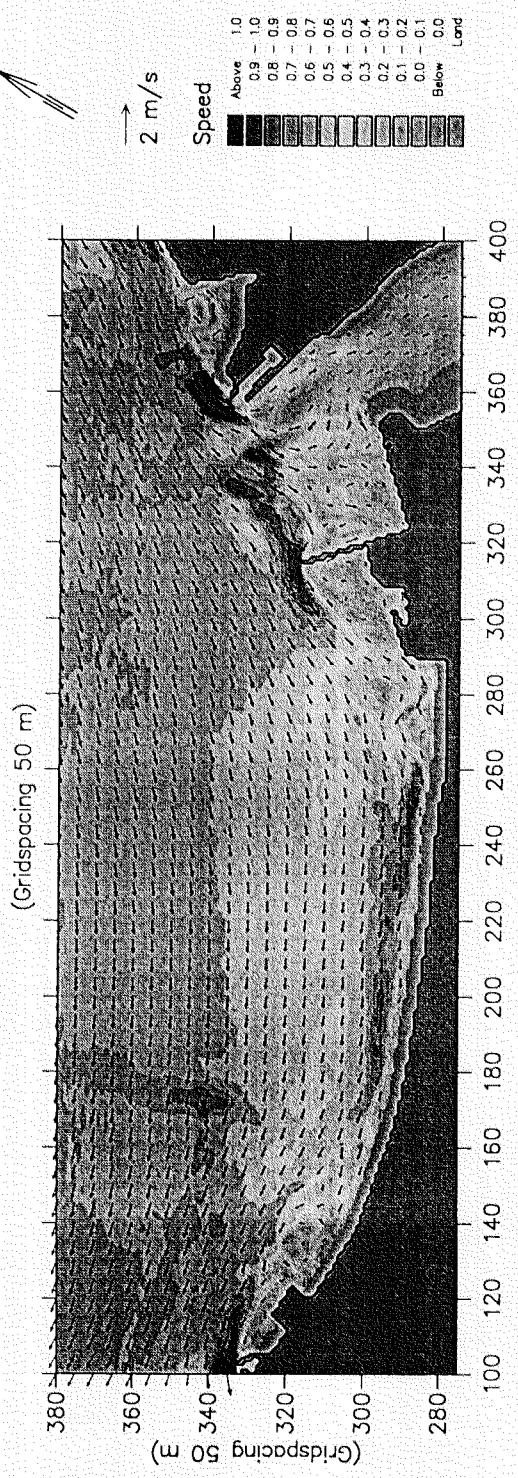


圖 8-14-7(b) 外海波向  $45^\circ$ , 波高 5.5m  
大潮漲潮之流場

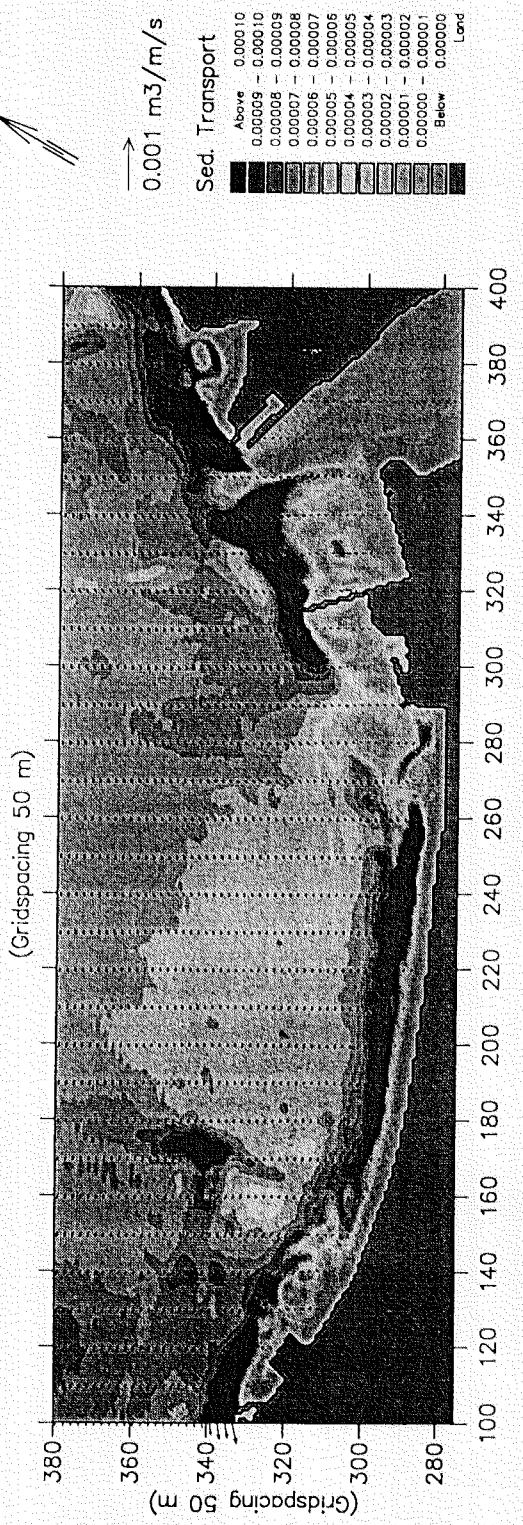


圖 8-14-7(c) 外海波向 45°, 波高 5.5m  
大潮漲潮之漂砂輸送

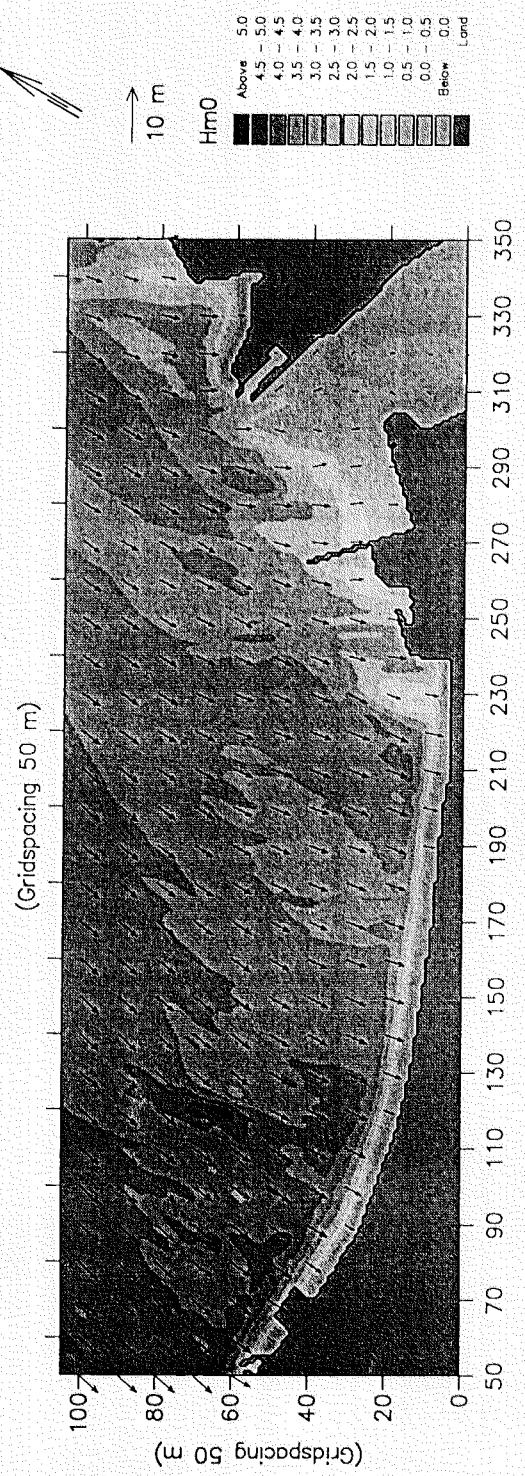


圖 8-14-8(a) 外海波向  $45^\circ$ , 波高 5.5m  
大潮退潮之波場

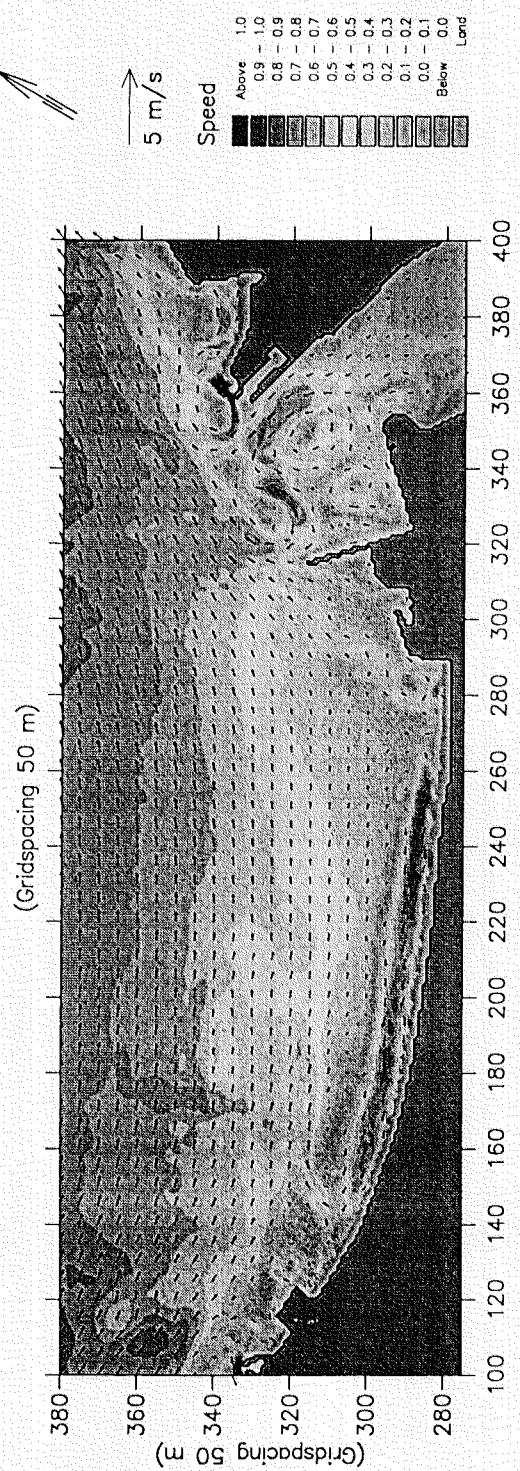


圖 8-14-8(b) 外海波向  $45^\circ$ , 波高 5.5m  
大潮退潮之流場

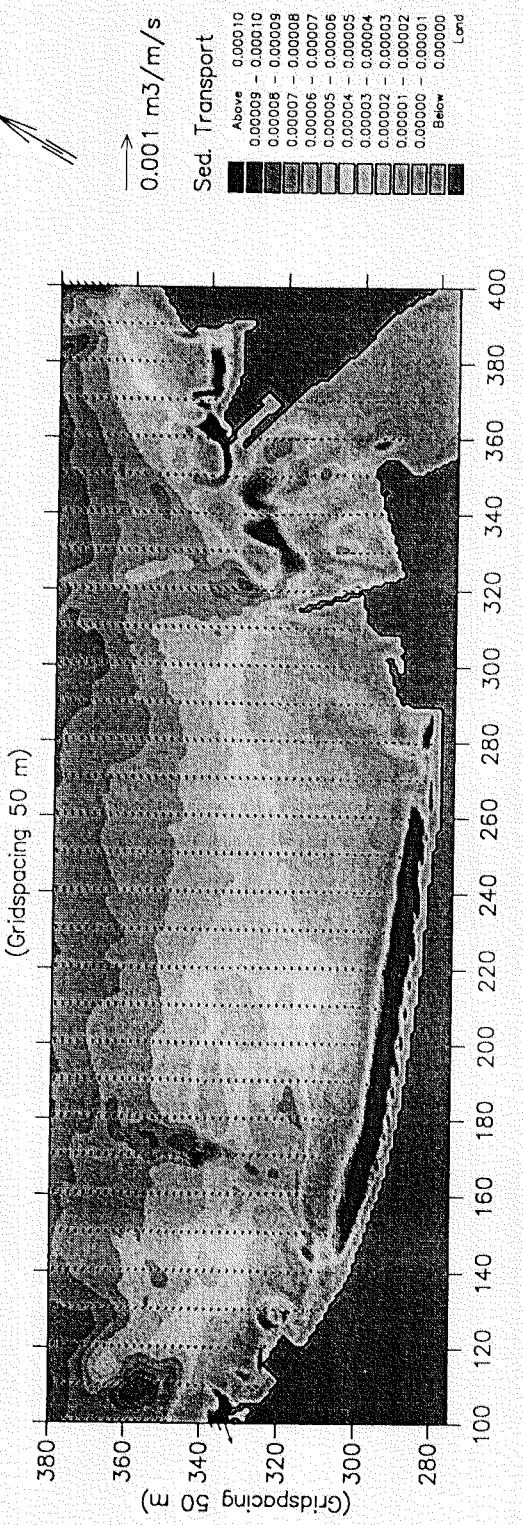


圖 8-14-8(c) 外海波向  $45^\circ$ , 波高 5.5m  
大潮退潮之漂砂輸送

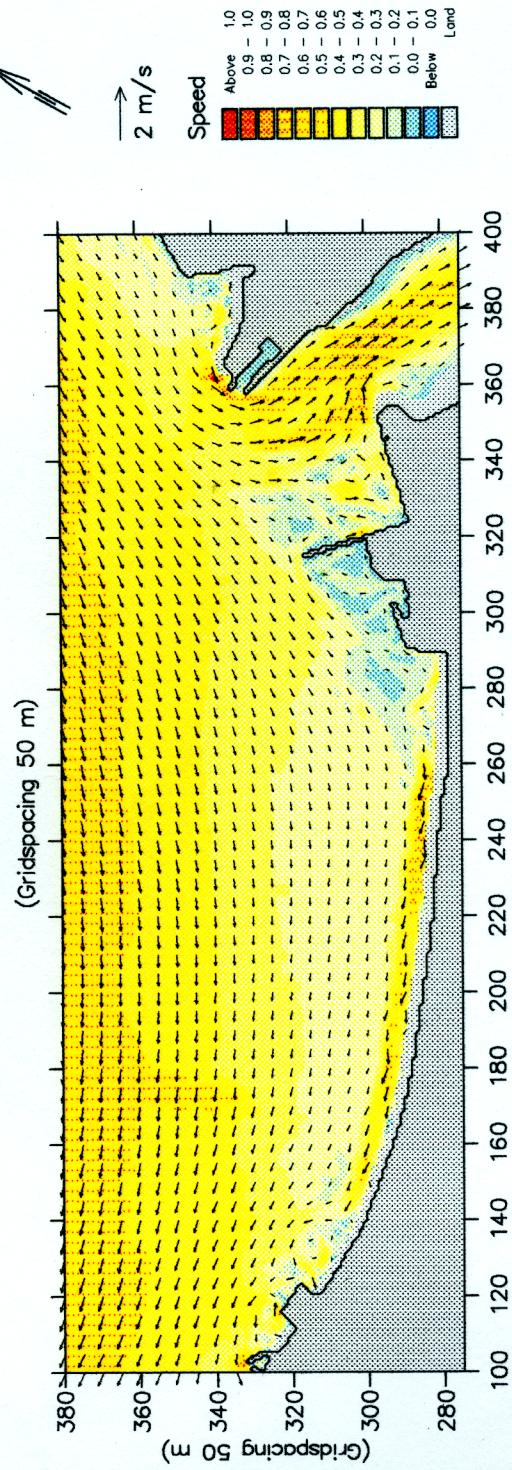


圖 8-15-1(a) 現況配置  
 外海波向 45°, 波高 3.0m  
 大潮漲潮之流場

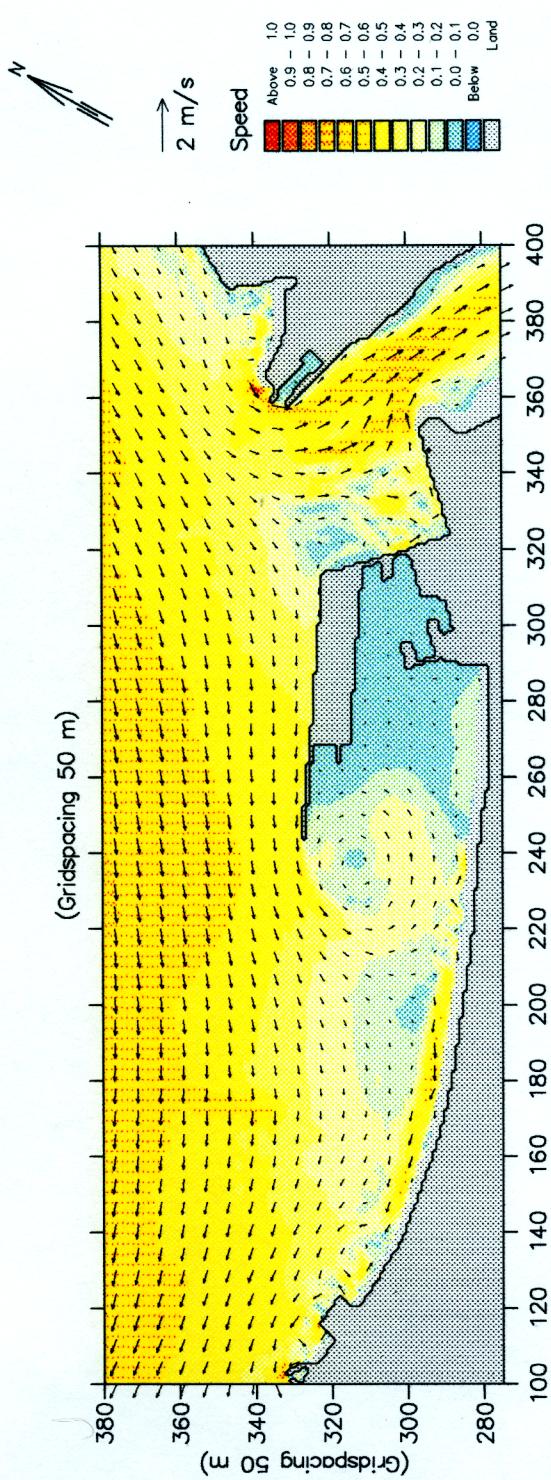


圖 8-15-1(b) 中程配置  
 外海波向  $45^\circ$ , 波高 3.0m  
 大潮漲潮之流場

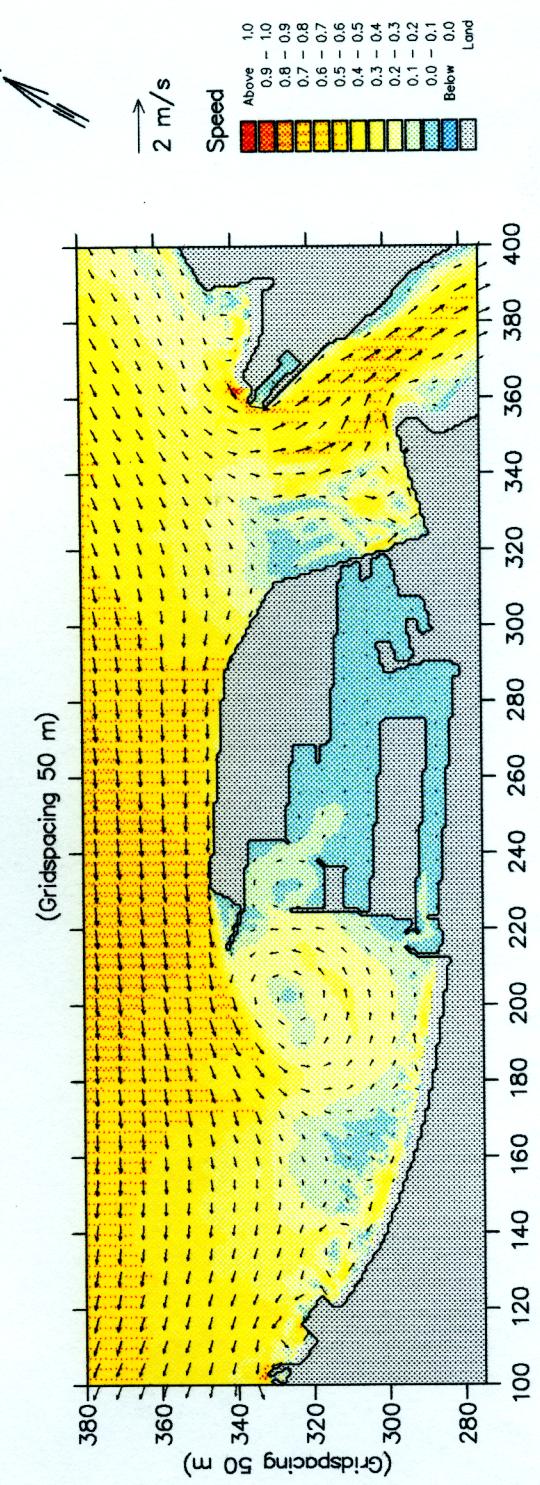


圖 8-15-1(c) 遠程配置  
 外海波向  $45^\circ$ , 波高 3.0m  
 大潮漲潮之流場

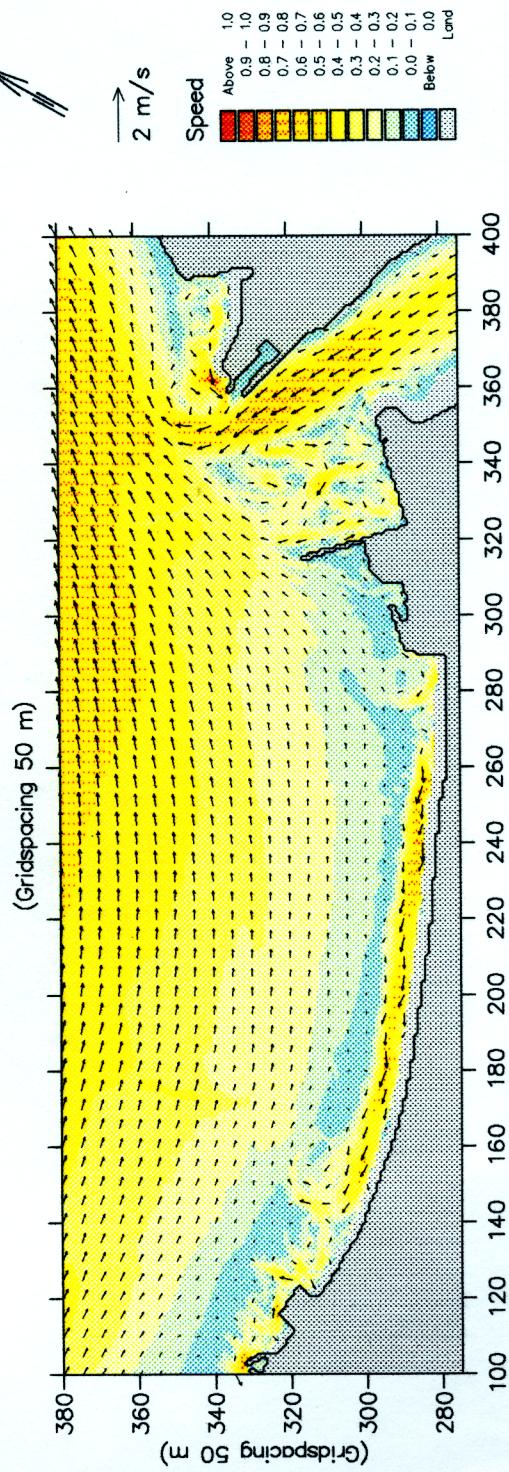


圖 8-15-2(a) 現況配置  
外海波向  $45^\circ$ , 波高 3.0m  
大潮退潮之流場

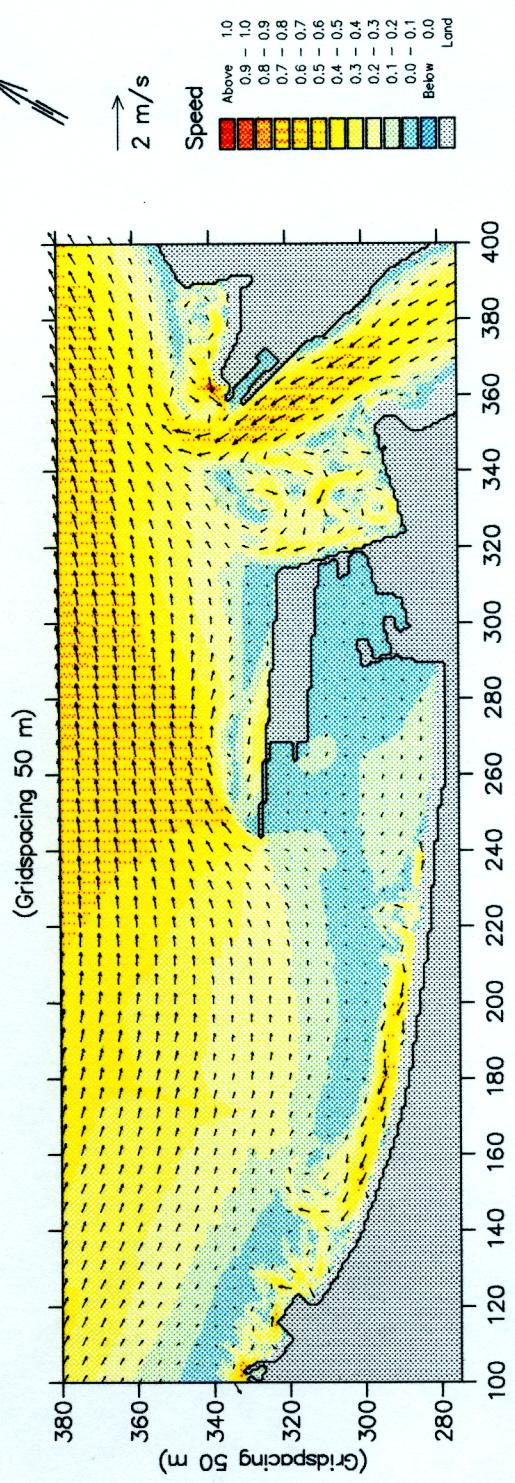


圖 8-15-2(b) 中程配置  
 外海波向  $45^\circ$ , 波高 3.0m  
 大潮退潮之流場

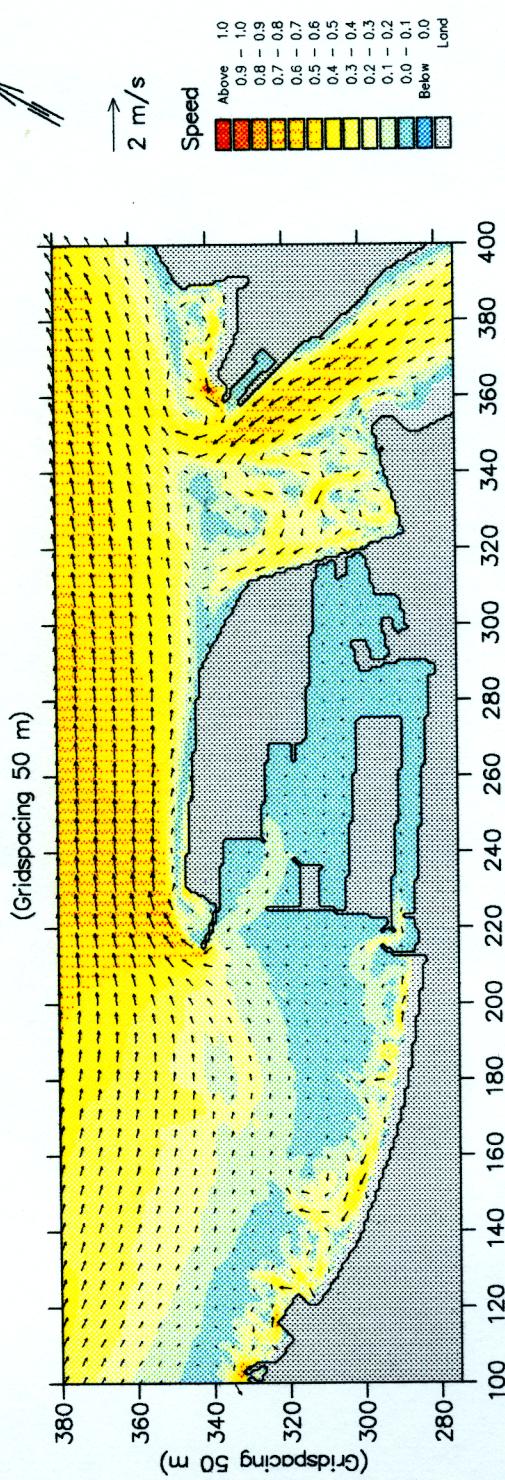


圖 8-15-2(c) 遠程配置  
 外海波向  $45^\circ$ , 波高 3.0m  
 大潮退潮之流場

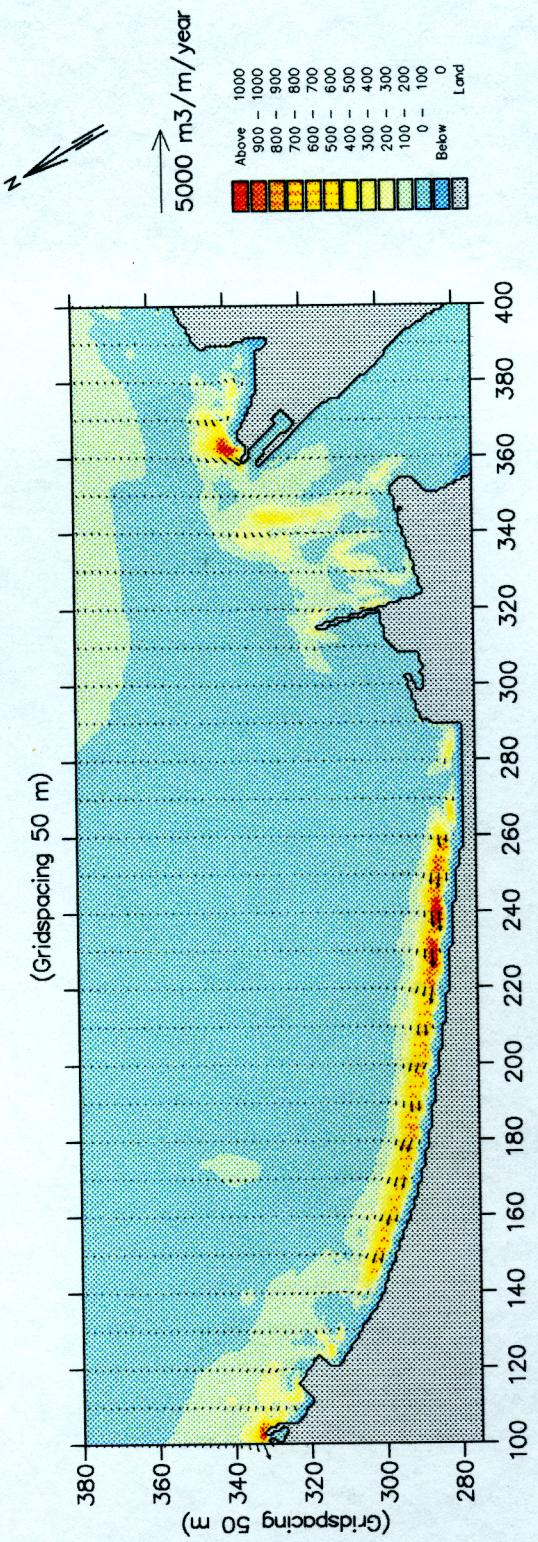


圖 8-16-1 現況配置之淨輸砂型態

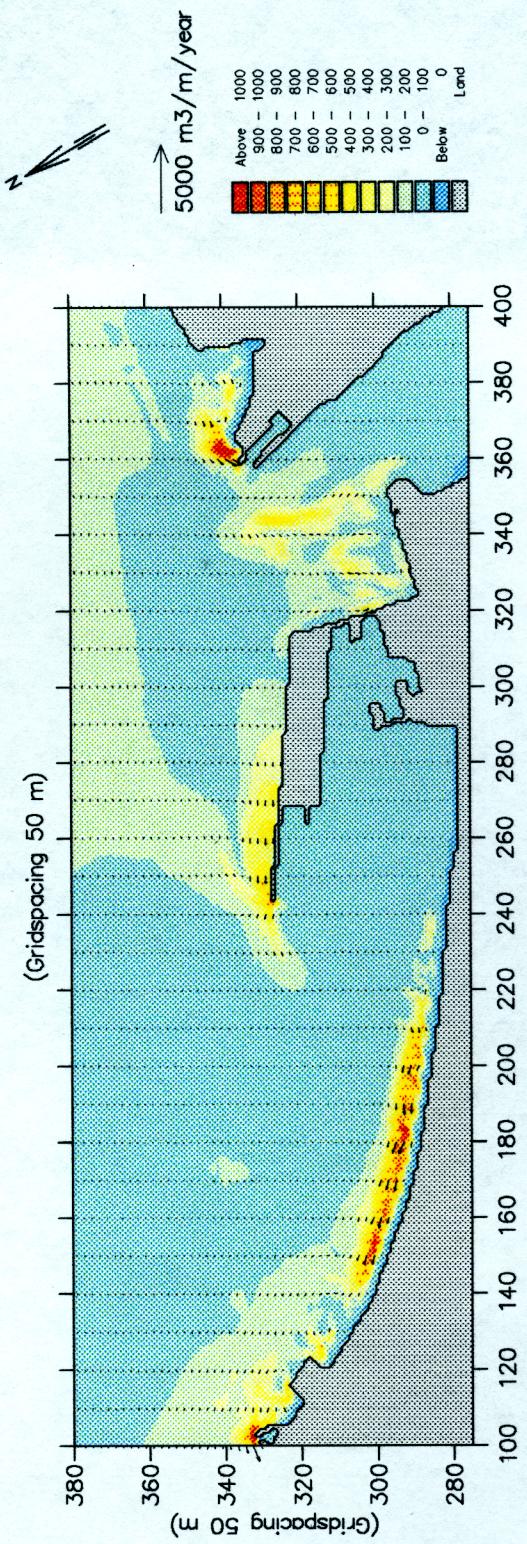


圖 8-16-2 中程配置之淨輸砂型態

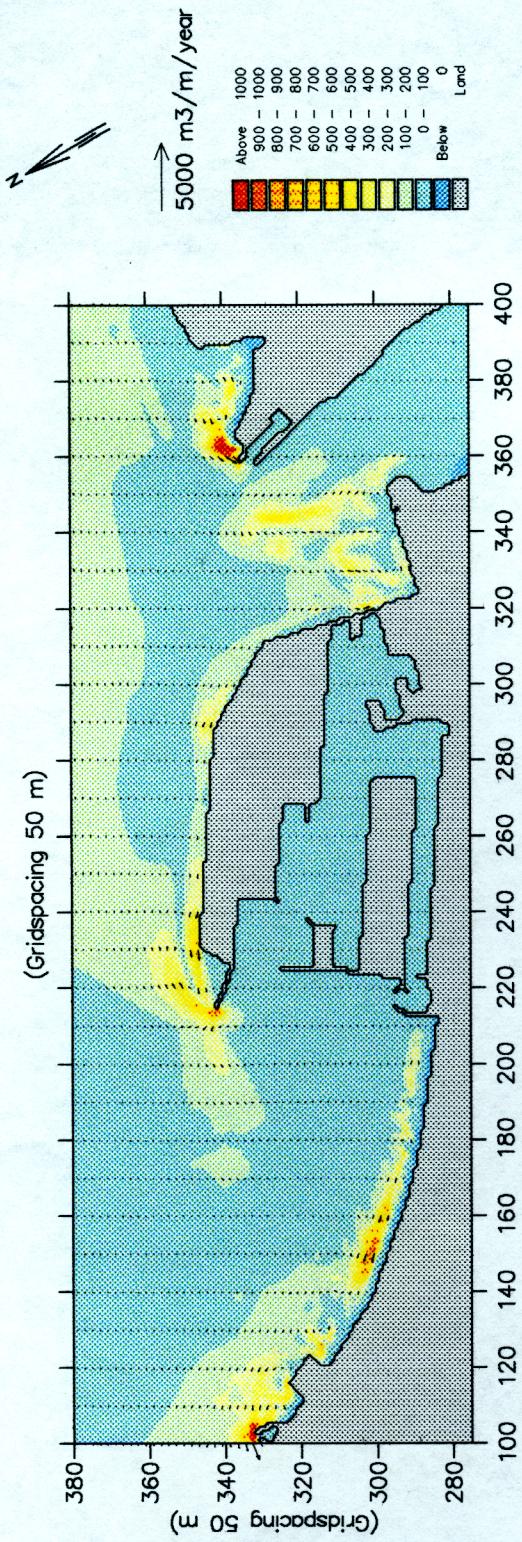


圖 8-16-3 遠程配置之淨輸砂型態

## 第九章 雷達遙感波浪監測

### 9.1 研究主旨

交通部基隆港務局為台北港第一期工程施工，需要確實掌握八里、林口海岸漂沙及海氣象與地形變遷特性，因此委託交通部運輸研究所港灣技術研究中心(以下簡稱為港研中心)辦理「八里、林口海岸漂沙調查及海氣象與地形變遷四年監測計畫」，藉以因應台北港環境影響評估以及工程規劃之需求。在該監測計畫所列之研究綱目中，有一項為「雷達遙感波浪監測及海況數值模擬」，其構想乃係基於雷達遙測技術業已逐漸發展成熟，應可實際用於監測海洋波浪，因此擬使用測波雷達以觀測台北港現場波浪並將其結果進行統計、能譜計算以及綜合分析等工作，除了可將遙感監測結果與數值模擬結果相互比較驗証外，尚能藉此以精進雷達遙測波浪技術。這項任務中之雷達遙測部份，其第一年度之設站工作，港研中心係於八十八年七月委託國立台灣大學海洋研究所(以下簡稱為海洋所)辦理。簽約後不久，海洋所便按照合約進度陸續進行儀器製作(本觀測係使用海洋所自力研發的 **RO COS** 雷達海象觀測作業系統, Radar Ocean Climate Observation System，又簡稱為 **Wave Scanner**，波浪掃瞄器)、組裝、測試等工作，並於八十八年九月十七日將一套 **RO COS** 雷達測波儀完整系統安裝於台北縣八里鄉台北港工地現場，隨後歷經九二一地震以及連續多月之實地測試，証實該系統之實用性足以勝任監測現場波浪之任務。**RO COS Wave Scanner** 系統之基本架構，在硬體方面係結合了一座船用雷達、一個由資料擷取以及控制電路等所組成的界面電路模組、以及一台裝置了許多有關操控雷達觀測作業所需要軟體的個人電腦。有關該系統之特性規格、測量原理、各項設備配置情形以及第一年度所陸續完成之工作細目、工作過程與資料比對特性等等詳情均請參閱上期研究報告(王等，1989)。本年度之任務有二，其一為提供服務以維持台北港雷達測波作業之正常運作，其次則為精進、改善測波相關作業系統功能，是項工作港研中心已於八十九年六月仍委託海洋所辦理。

## 9.2 台北港雷達測波作業簡介

基隆港務局台北港分局辦公室區位於台北港入口崗哨左側後方約二百公尺處，該地區係填海而成，地勢平坦且低，共有三排辦公室房舍呈ㄇ字形排列，均為一般工地常見之臨時性鐵皮屋所構成，區域內最高之建築物係位於台北港分局港航課辦公室（位於ㄇ字形正中，背面向海）後方之無線電鐵塔，因此雷達測波儀之雷達天線即裝在此塔上（圖 2-1），而雷達主機以及相關之控制電路與電腦等設備則安裝在港航課隔壁之船員休息室內（相關之室內圖片請參見上期報告，王等 1999）。



圖 9-1、雷達測波儀天線裝設在台北港分局港航課辦公室後方之無線電接收鐵塔上。

八十八年九月十七日安裝 **ROCO**S 測波系統時，工作人員係將雷達天線主方向(heading)設定為垂直於前方之港區碼頭(天線主方向為 315 度方位角，此方向與台北港北防波堤走向則大致平行)，而雷達主機則設定為使用窄脈衝寬度之 **SP Mode**，有效發射距離為 3 海浬( $\sim 5.6$  公里)，**ROCO**S 測波系統使用 10 MHz 的高速採樣，此採樣率所對應之空間相素(Pixel)大小約為 15 公尺，目前每條掃瞄線設定為每次採集 256 點，因此實際記錄之量測範圍僅為 3.84 公里。此外，由於控制電路之取樣時序是採用交錯式(Interlace，即在相鄰的掃瞄線上取樣時故意將第二條掃瞄線之取樣時間延後 0.05 微秒，相當於把相素向後偏移 7.5 公尺)，因此將原始數據製作圖像時可以利用此功能把空間相素之尺寸大小縮小一倍變為只有 7.5 公尺，這樣可使輸出畫質較為清晰，然而實際上有效的空間解析度係取決於雷達之實際發射脈衝寬度，在 **SP Mode** 時仍然是 12 公尺。

**ROCO**S 測波系統正常作業係設定為每小時整點自動開始量測，每次會連續採集 32 張圖片(雷達天線轉速為 24 RPM，每轉一圈約需 2.5 秒，32 張共耗時 80 秒)，為了節省資料儲存空間，作業系統目前設定為每偶數小時儲存完整( $R, \theta$ )座標型態( $R, \theta$  分別代表距離與角度)之原始數據，而每奇數小時則只儲存經轉換為計算子區( $X, Y$ )座標型態( $X, Y$  分別代表垂直與平行雷達天線主方向之直角座標)之數據，如此每天儲存之資料量則在 400 Mega Bytes 左右，而一顆 12 Giga Bytes 的硬碟便可儲存約一個月左右的觀測資料，作業人員大約每月定期赴現場一次進行定保維護以及抽換資料硬碟之工作。資料硬碟回收實驗室後，工作人員先以高密度 DAT 磁帶機將資料備份，然後再將原始資料轉成動畫圖檔(以方便工作人員檢視資料特性)、將( $R, \theta$ )座標型態之原始數據轉換為計算子區( $X, Y$ )座標型態之數據、再根據子區數據計算波浪能譜、由波浪能譜以及經驗公式估算波高、主波波向、波長、對應週期等，最後再將這些資料燒

錄在唯讀光碟片上送交港研中心。由於資料量甚為龐大，通常每顆資料硬碟回收後都需要花費一週以上的處理時間才大致完成上述的流程。

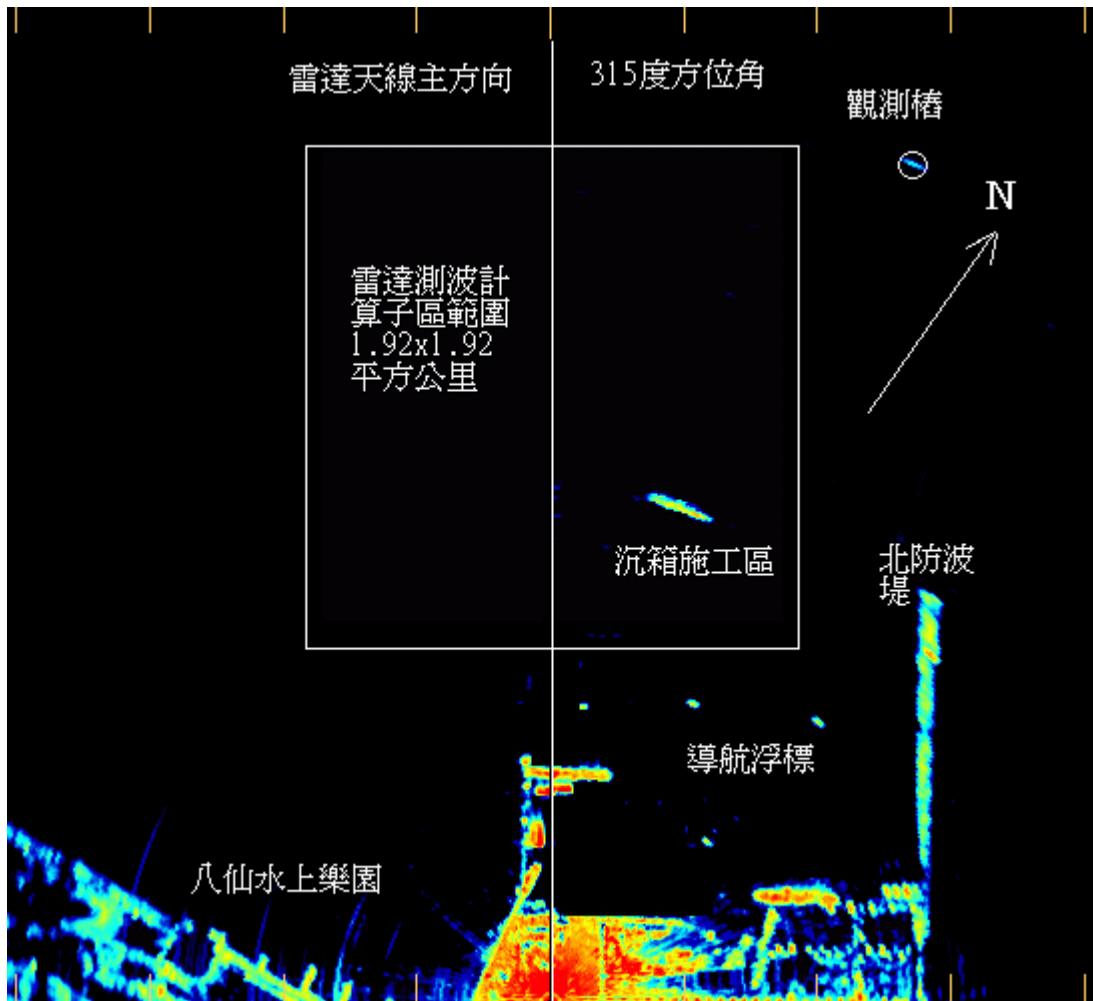


圖 9-2、台北港雷達測波儀安裝位置(圖下方中央)、系統設定之量測範圍、港研中心觀測樁以及海上、陸上障礙物相對位置之示意圖(背景為雷達測波儀之雷達回跡，本圖上側與下側之格線間距均為 500 公尺)。

圖 9-2 為台北港雷達測波儀系統架設位置之示意圖，該圖之背景底圖為雷達測波儀之雷達回跡，圖上側與下側之格線其間距為 500 公尺，圖正中由下至上之白線即為雷達天線之主方向( $315^\circ$  方位角)，港研中心在台北港所設置之觀測樁即位於雷達天線之北北西方，與天線距離約 3.5 公里，因此從本章第一段所述知，目前測波系統設定每掃瞄線採樣 256

點(3.84 公里)正好可以涵蓋到觀測椿。此外，測波系統之子區參數目前設定為(0,90)，亦即子區(其範圍為 128 x 128 點，也就是  $1.92 \times 1.92 \text{ km}^2$ )下框中心點係位於雷達天線主方向上，距離天線 1.35 km 處。由圖 9-2 可以很清楚地看出各項設定參數與實際目標物之間的相對關係。台北港地區供電情形不甚穩定，雖然 **ROCO**S 系統設計有外接 UPS 不斷電系統以及來電自動起動之功能，但有時 **ROCO**S 系統仍然無法自動開啟作業功能，目前我們是透過數據機以及電話線進行連線，使用 pcAnywhere 作業軟體以不定時方式人工連線監控，通常每天會連線一至二次以檢視現場作業狀況，如遇特殊情況(如颱風來襲前或強烈鋒面抵達前)則遙控更改系統參數設定成每小時均記錄所有觀測資料，或是遇有不能以遙控方式排除之故障情形，此時作業人員則以電話聯絡台北港分局港航課當值人員，請其協助以人工方式開關電源重新開機，自今(八十九)年三月起即以此種方式運作，迄今成效頗佳。

### 9.3 問題之性質與背景

雷達測波儀是未來近岸海洋學研究上一個充滿發展潛力的量測工具，目前歐美多國(例如美國、英國、德國、挪威等)甚至大陸都在開發各種各樣的系統以及發展相關的探測技術。由上年度報告(王等，1999)知，**ROCOs Wave Scanner** 基本上是一個已接近發展完備的雷達測波系統，目前第一代原型機所具備的功能並不亞於國外同類型的商用產品。目前國內已有兩套**ROCOs Wave Scanner** 第一代原型機分別安裝在花蓮和平港以及台北港海邊，自八十八年七月下旬起和平站已持續進行了近一年的長期海象監測工作，台北港站也運轉了十個月以上，另外還有一套相同硬體、但作業軟體不同的探測系統裝設在東沙島，自八十九年四月下旬起便持續執行海洋內波的監測工作。這些實例似乎顯示，在推廣雷達測波儀應用方面，海洋所目前已有若干小小的起步，但是對企望發展一套高信賴度的系統而言，我們仍必需要在各種不同的海洋環境下均進行長期的測試比對工作，如此才能發掘出系統在規劃設計之初未能充份考慮之處，或是一些仍潛在的弱點，然後再不斷改進、修正，這樣方能促使作業系統變得更為穩定以及更為成熟。因此，海洋所與港研中心合作，參與「八里、林口海岸漂沙調查及海氣象與地形變遷四年監測計畫」，將全力承辦「雷達遙感波浪監測及海況數值模擬」項下有關雷達遙測波浪這一部份的工作。雙方可以利用台北港外海觀測樁的實測波浪資料與雷達測值進行同步測試比對工作，同時並可合作共同開發有關網頁顯示雷達即時觀測圖像之相關系統以及作業程式。台大海洋所更希望能與港研中心進一步合作，日後共同推廣雷達測波裝置在國內海岸工程上的實際應用。

## 9.4 研究綱目

針對上章所述各點，本項合作研究工作係定為四年期計畫，其中第一年由海洋所為港研中心製作一套 **ROCOS Wave Scanner** 雷達測波系統並安裝在淡水八里台北港現場，另外亦協助港研中心建立雷達遙測波浪觀測作業的實地操作技術能力(本項工作業已完成)。第二年起至第四年止，則將所發展之雷達遙測波浪設備以及技術正式上線作業，以執行海洋波浪監測工作，並利用監測資料進行統計、能譜及綜合分析，將遙感監測結果與觀測樁上實測結果相互比較驗証。根據以上考量，研究綱目具體條列如下：

### 第一年度：

1、製作一套 **ROCOS Wave Scanner** 雷達測波系統，2、將製作好之雷達測波系統安裝在基隆港務局台北港分局辦公區現場，並進行作業訓練講習，3、進行系統短期測試比對工作，藉以初步評估雷達測波技術之可信度。(以上工作均已完成)

### 第二年度至第四年度：

1、將所發展之雷達遙測波浪設備以及技術正式上線作業，2、執行海洋波浪長期監測工作，3、利用監測資料進行統計、能譜及綜合分析，將遙感監測結果與觀測樁上實測結果相互比較驗証，4、維護、保養雷達遙測波浪設備，5、完善資料處理方法以及建立網頁即時顯示雷達遙測波浪圖像作業系統。

## 9.5 工作執行狀況

本期委託合約遲至八十九年六月下旬完成正式簽約手續，但在簽約之前(上期計畫係於八十八年十二月底結束)，海洋所仍持續調派人力維持台北港雷達測波作業之例行正常運作，這些例行性的工作包括每月定期派員赴現場保養裝備、抽換資料硬碟、執行資料備份以及進行波浪數據轉換、燒錄製作圖像光碟等等，同時每日(工作人員出海作業或公出期間除外)尚需透過數據機經電話線路監看台北港雷達測波系統之工作狀況，如遇特殊情況(如強烈鋒面來臨前或是颱風來襲前)則利用遙控方式更改系統參數，重新設定成為每小時均記錄所有觀測資料，待波浪較平靜後再改回原始設定值，如遇有不能以遙控方式排除之故障情形(例如長期停電，恢復供電後有時電腦與雷達主機連線界面會發生問題以致測波系統無法正常工作，這時或可以暖開機方式重新啟動，但有時來電後電腦卻無法啟動)，此時則需海洋所作業人員以電話聯絡台北港當地，請港航課當值人員協助以人工方式開關電源使電腦重新開機後才能正常操作。此外，原先之測波系統電腦並未設置密碼保護，但在八十九年六月以前曾陸續發生過三次電腦系統時間被更改之情事(二次被改年，一次被改日)，由於資料檔案是按照記錄時間作為檔案命名之依據，時間被改將造成日後資料處理作業上許多困擾，為了這項原因自八十九年六月起我們便設定開機後會自動啟動螢幕保護程式，鎖定螢幕必需鍵入密碼才會顯示螢幕內容。自設定螢幕保護功能後迄今(八十九年十一月)均未再發生過嚴重狀況。以上所述雖多為合約簽定前之作業情形，但由於這些工作均屬例行性的作業，為此項作業海洋所早已發展出一套標準的工作流程，合約簽定後仍然按照此標準流程進行台北港雷達遙感波浪監測作業。

迄今(八十九年十月廿二日回收資料硬碟)為止，台北港雷達測波儀收集到的所有測波資料清單如下表 9-1 所示：

表 9-1、台北港雷達測波儀所收集測波資料清單

資料時間(年與月)	資料筆數(小時)/該月觀測總時數	說明 (較長時間內均無記錄資料之時段)
1999 年 9 月	77/366	僅 9/17 14L – 9/21 02L 有記錄
1999 年 10 月	414/744	10/1 00L – 10/14 00L
1999 年 11 月	392/720	11/9 02L – 11/15 15L, 11/16 06L – 11/20 12L, 11/28 13L – 11/30 23L
1999 年 12 月	545/744	12/1 00L-12/7 14L
2000 年 1 月	660/744	1/8 09L-1/10 09L, 1/22 22L-1/23 14L
2000 年 2 月	686/696	2/20 14L – 20L
2000 年 3 月	648/744	3/21 12L – 3/23 13L
2000 年 4 月	720/720	
2000 年 5 月	656/744	5/9 01L-5/10 08L, 5/20 04L-5/21 10L
2000 年 6 月	583/720	6/6 13 – 20L, 6/19 19L – 6/24 19L
2000 年 7 月	737/744	7/18 07 – 14L
2000 年 8 月	720/744	8/23 01-11L, 8/24 00-06L, 08-12L
2000 年 9 月	717/720	
2000 年 10 月	520/520	至 10 月 22 日 15L 回收資料止

表 9-1 第三欄「說明」所列為該月資料欠缺的時段，造成資料損失的主要原因大半都是由於停電，導致系統當機而來電後系統又未能自動開啟，因此造成在相當長的時間內均無記錄資料。從上表之統計數字亦可看出加裝遠端監控功能後之具體成效，在八十九年三月以前尚未安裝遠端遙控軟體 pcAnywhere，每遇停電則觀測往往會中止相當長的時間(台北港現場並無專人負責照應雷達測波儀)，但三月之後則改善許多，除了

六月十九日至廿四日曾中斷五天外，其它無記錄時段之持續時間均比三月以前大為縮減，這是因為海洋所作業人員通常每日早晚均會遠端監看台北港作業狀況一次，如遇停電則待來電後(在遠方如何知道？只不過每隔一、二小時便以遠端電腦透過電話連繫一次，如果台北港總機亦不通則表示尚未來電)再使用遠端監控以確定系統是否確實正常工作，因此得以縮短資料中斷時間。六月十九日之中斷事件則純係意外，當日台北地區黃昏時段下大雷雨(請見資料光碟所錄 TS061918.GIF 圖檔)，18 時 30 分作業人員(六月十九日至廿四日公出)在離所前曾特別監看雷達測波儀確定一切正常後才離開，誰能料到 19 時後雷達測波系統即中斷而來電後系統又未能正常工作，待作業人員於六月廿四日 1750 時返所後從遠端監控才發現有狀況，於是再以遙控方式排除障礙使系統恢復正常作業。

雷達遙測波浪資料回收後，工作人員先以高密度磁帶機將資料備份(DAT 磁帶)，然後再將原始資料轉成動畫圖檔(以方便工作人員檢視資料特性以及資料品質，檔案格式為 GIF，檔名為 TSmmddhh.gif，其中 TS 代表淡水，mmddhh 則為月日時，代表該圖所對應記錄之觀測時間)、將(R， $\theta$ )座標型態之原始數據轉換為計算子區(X，Y)座標型態之數據(此類檔案名稱為 ddhhmmss.sub，檔名即為該筆觀測資料開始記錄之時間，其中 dd 為日，hh 為時，mm 為分，ss 為秒，sub 則為延伸檔名)、再根據子區數據計算波浪能譜(能譜檔之檔名前八位數字與 sub 檔完全相同，但延伸檔名則為 bin)、由波浪能譜以及經驗公式估算波高、主波波向、波長、對應週期等(有兩類產品，其一是 binyymm.dat，其次則為 tsyymm.dat，上述檔案中 yy 代表年，00 則為公元 2000 年，mm 代表月，此二種檔案均為 ASCII 文字檔，內容為波浪計算結果)同時繪製一些相關圖片，最後再將所有這些資料均燒錄在唯讀光碟片上送交港研中心。由於資料量甚為龐大，通常每顆資料硬碟回收後都需要花費一週以上的時間才能處理完畢。為便

於讀者查閱起見，以下為各種資料檔之格式說明。

送交港研中心之光碟片(係按 GIF，SUB，以及 BIN 等分類製作)以及 DAT 磁帶中存有下列多種檔案: binxxxx.dat, tsxxxx.dat, tsxxxx.ps 以及 tsxxxx.gif 等檔案，例如 bin0006.dat, ts0006.dat, ts0006.ps 及 ts0006.gif 即分別為台北港 2000 年 6 月雷達測波之統計參數，波高以及波高分佈之圖檔(PostScript 與 gif 兩種格式)，另外還有.gif, .sub 以及.bin 等各種檔案。資料光碟中尚附有一些應用程式，例如 showsub4.exe，是觀看.sub 檔用的程式，在視窗下執行 showsub4，彈出選單後以滑鼠指往存有.sub 檔案之目錄，然後選擇「所有檔案\*.\*」，然後再點選欲觀看之\*.sub 檔資料即可。showkspc.exe，則是觀看一維波數能譜之程式，在視窗下執行 showkspc，在選單下先以滑鼠指往存有.bin 檔案之目錄，然後選擇「所有檔案\*.\*」，然後再點選欲觀看之\*.bin 檔資料。執行上述程式時該電腦需已預先安裝 pgplot 的字型檔，否則將無法顯示出文字。至於如何安裝 pgplot，可用光碟中所附之 pgplot\_5\_2.tar.gz 檔，以 winzip 解壓縮後即可自行安裝使用。各種檔案格式說明如下：

1. 原始資料檔：即(R, θ)格式資料檔，其檔名為 yyymmddhh.tar.gz，其中 yy 為年，mm 為月，dd 為日，hh 為時，如 00050612.tar.gz 則指 2000 年 5 月 6 日 12 時所觀測之資料，可用 winzip 來解壓縮，或者在 DOS 視窗下，以 gzip -d yyymmddhh.tar.gz 指令來解壓縮，解完後會得出一個名為 yyymmddhh.tar 的檔案，再用 tar xvf yyymmddhh.tar 來解開 tar 檔案(winzip 會將解壓縮與解 tar 一併完成)，解開後則視原先儲存程式之設定情形，可能有兩種情形。其一是 32 個連續觀測資料檔，名稱為 ddhhmmss.000 至 ddhhmmss.031，其中 dd 為雷達開始觀測之日，hh 為時，mm 為分，ss 則為秒，這些分別是 32 張雷達畫面的原始資料。另一則是 ddhhmmss.sub 檔，是從 dd 日 hh 時 mm 分 ss 秒觀測記錄中所擷取的(128 點 x128 點 x32

張)子區資料。每一個原始資料檔(.000 至.031)均留有檔頭(header)，也就是最前面的 1024 個 Byte 是保留作為檔頭說明用，系統會將硬體軟體相關的資訊記錄在這兒。檔頭內容文字是以 Unicode 編碼儲存的，每一 ASCII 字元都佔兩個 Byte。檔頭內容依序分別是資料取樣日期、時間、檔案大小(Byte)，取樣間隔計算基準(分鐘)，每次多少畫面，起始掃瞄線角度(以相對方位角方式計算，假設雷達天線歸零的方向為正北，270 即為正西)，每次取多少度範圍(180 即為半個平面)，每條掃瞄線由第幾點開始取樣(1 為立即開始，此功能保留作為遠距測量用)，每條掃瞄線取多少點(128, 256, 512, 或 1024)。第三列之 1 表示每隔一小時整點取一次，其次為資料量以及取樣速率。第四列為資料存放目錄，資料對話檔存放之目錄以及資料對話檔之名稱。接下來的一列是雷達參數，如垂直射束寬度、水平射束寬度、發射脈衝寬度、雷達型號、發射功率、脈衝頻率、天線轉速以及發射頻率等。檔頭之後即為所有的掃瞄線取樣資料。由於雷達波是以光速在空氣中傳播，其速度為  $3 \times 10^8$  m/s，以 10 Mhz 速度採樣每一點之間距離在 15 公尺左右，原始記錄中每筆資料點均佔兩個 Byte，其中第一個 Byte(低階字元, LSB, Least Significant Byte)是該點回波強度資料(全長為 12 bit)中的 1 至 8 bit，而第二個 Byte (指高階字元, MSB, Most Significant Byte)又可再劃分為兩個 Nibble(半字元)，其中低階的(Least Significant) Nibble 為該資料的第 9 至 12 bit，至於高階的(Most Significant)Nibble(共佔 4 個 bit)中又含有兩種資訊，其中後面三個 bit 代表角度變化，而最高階的 bit 則代表掃瞄線之交錯狀況，1 代表無錯位，0 則為延後半個時序(也就是該掃瞄線上每一相素之位置均延後了 7.5 公尺)。如果用 Fortran 的語法來解碼，以 bb 表示原始資料之儲存位置，則這些關係可寫為：

```
character*1 bb(2048) ← bb 為某掃瞄線各相素之原始記錄資料  
integer ns(1024) ← ns 為各相素之雷達回波強度，假設每條掃  
← 瞄線均各有 256 點相素，共 512 個字元資料。
```

```

    ← 先將資料讀入字串 bb 中，(bb(k),k=1,512)。
nb1=256   ← 每條掃瞄線所含相素點數，然後解碼
do 130 k=1,nb1
k2=k*2
k1=k2-1
ms=ichar(bb(k2)) ← ms 代表高階字元所含的數值
ns(k)=ichar(bb(k1))+256*mod(ms,16) ← 12 bit 觀測資料數值
ni=ms/128 ← 最高階 bit 值，表示該掃瞄線 Interlace 狀態
na=ms/16-ni*8 ← 高階字元第 5 至 7 bit 數值，表示角度
130 continue
...

```

上式中 bb 為每一條掃瞄線上的原始資料，如取了 256 點，則每條線上為 512 byte，故(bb(k), k=1,512)為全部資料，計算後(ns(k),k=1,256)則為真正的 A/D 輸出數值，ni 為 Interlace 指標，只有 0 與 1 兩種數值，0 表示該測線上之測點有錯位，延後了半個時序，1 則代表測點並無錯位。na 為角度指標，其值會隨不同的掃瞄線而變，係由零開始，每增加一度(約 15 條左右)才會增加 1(雷達天線之角度指示解析度只能到度，將度除以間隔條數即可得掃瞄線之角度值)，因此記錄中 na 之範圍只有 0 至 7，7 之後又循環為 0，這個 3 bit 的計數器已足夠作為角度鑑定、計算用了。原始資料便按照這樣的方式一條條依序排列，一直排到最後一條掃瞄線為止。

2. 子區資料檔(.sub 檔)：此為 Binary 檔案，茲以 Fortran 為例說明如何讀取此檔，下例中 rdt 為雷達天線掃瞄一圈之平均時間(秒)：

```

character*64 mfile
integer*2 nx0,ny0,nmax,z(128,128,32)
real*4 rdt
mfile='ddhhmmss.sub' ← 設定.sub 檔名
open(10,file=mfile,form='binary')
do k=1,32
read(10)nx0,ny0,nmax
do j=1,nmax
read(10)(z(i,j,k),i=1,nmax) ← 將所有資料讀入 array z 中

```

```

enddo
enddo
read(10) rdt  ← 雷達天線掃瞄一圈之平均時間(秒)，即二張圖
close(10)    ← 片平均間隔時間。
stop
end

```

上例中，nx0 與 ny0 即為子區下緣中點之座標(以相素單位表示)，nmax 則為子區之長、寬尺寸(單位為相素)。子區相素點位之排列順序為由左上角起始，由左至右，由上而下，最後至右下角。注意，ddhhmmss.sub 係採取 Integer\*2 方式儲存資料，如此可令檔案大小較為精簡。z(i,j,k)即為第 k 張圖片上之第(i,j)點的雷達回訊強度(數值範圍為 0-4095，此值和雷達截面積率 NRCS(Normalized Radar Cross Section)應成正比，但並未經率定。

3. 3D 能譜檔(.bin)：此檔全名為 ddhhmmss.bin，前面八位數字同.sub 檔，唯一區別在延伸檔名為.bin，此檔之讀法如下例所示，nx 為 X 方向波數之總個數(128)，ny 為 Y 方向波數之總個數(128)，nk 為頻率之總個數，S(i,j,k)即為能譜值(由.sub 經 3D FFT 轉換而來)，rdt 為連續二雷達圖片之間隔時間。下述便為讀取此 3D 能譜檔之 Fortran 程式範例，

```

integer*4 nx,ny,nk
real*4 rdt,S(128,128,32)
open(12,file=ddhhmmss.bin,form='binary')
read(12)nx,ny,nk
read(12)((S(i,j,k),i=1,nx),j=1,ny),k=1,nk)
read(12)rdt
close(12)

```

設 S(i,j,k)所對應之成份波波數分別為  $k_x(1/m)$ ,  $k_y(1/m)$ , 而頻率為  $f(\text{hz})$ ，令 fund =  $1.0 / (\text{res} * \text{nx})$ ， res 為圖點之解析度(15m)，nx = 128, nc = nx/2+1 = 65 則  $k_x = (i - nc) * \text{fund}$ ,  $k_y = (j - nc) * \text{fund}$ , ( $i, j = 1, 128$ ) 而  $f = (k - 1) / (\text{nk} * \text{rdt})$ , ( $k = 1, 17$ ), nk=32。k=1 為零頻率，而 k=17 則為 Nyquist Frequency，由此範圍內資料所計算

出之波向為來向，至於能譜值  $S$  在 ( $k=18, 32$ ) 頻帶(負頻率)則與( $k=1, 17$ ) 頻帶(正頻率)有對稱關係，即  $S(i', j', 18)$  與  $S(i, j, 16)$  相等，  
 $S(i', j', 19) = S(i, j, 15)$ ， $\dots$   $S(i', j', 32) = S(i, j, 2)$ ，但因正、負頻率關係，向量  $(i, j)$  與  $(i', j')$  剛好相差 180 度，換言之如果根據負頻頻帶估算波向，則所計算波向為去向。

4. binxxxx.dat 檔(其中 xxxx 代表年月，例如 0006 即表示 2000 年 6 月)：所存的是較完整之統計資料，內容格式說明如下：1-10 列為程式執行時之對話說明記錄，各列分別為計算所假定之子區水深(例如台北港設為 15 m)，雷達天線指向(台北港為 315 度方位角)，5, .5, 2 等三項數字則為計算時用作研判之指標。第 11 列起為計算出之統計資料，其中第一欄為日期，第二欄時間(地方時)，第 3,4 欄流速(東，北分量,m/s), 99.99 表點數過少無法計算，流速計算尚未成功，此值僅供參考，並不可信。第五欄  $H_{1/3}$  波高(m)，計算方法與公式見第六章。第 6,7,8 欄分別為主波週期(秒)，波長(m)以及波來向(度方位角，正北為 0，順鐘向轉)。第 9,10,11 欄乃次波週期(秒)，波長(m)以及波來向(度方位角，正北為 0，順鐘向轉)。第 12 欄雷達輸出總能量之均方根值。第 13 欄為上項之平方。第 14 欄雷達掃瞄一週的平均時間(秒)，應為 2.5 秒左右，風大時此值亦較大，如記錄值持續偏高 2.5 太多則表示雷達馬達或需要保養潤滑了。

5. tsxxxx.dat 檔(其中 xxxx 代表年月，如 0006 表示 2000 年 6 月)：各欄內容分別為為年,月,日,時,分,  $H_{1/3}$  波高(m), 雷達輸出總能量之均方根值。

## 9.6 雷達測波資料處理原理與過程

首先再次簡述雷達測波的基本原理。根據第二章以及上年度報告(王等，1999)所述，我們知道 **ROCOSS Wave Scanner** 所採用之 FR-8251 雷達系統在徑向(即天線正面對之方向)上最小的空間解析度( $s_r$ )約為 12 公尺，而在側向(即垂直於掃描線方向)上之空間解析度則約為  $s_l = R \cdot \theta$ ，其中  $R$  為被觀測點與雷達天線間的直線距離，而  $\theta = (1.2/360) \cdot 2\pi$ ，因此側向之空間解析度係與距離成正比，如果  $R = 3000$  公尺，則  $s_l$  約為 62.83 公尺，至於在  $R < 573$  公尺之範圍內則  $s_l$  之數值小於 12 公尺。對船舶用的 FR-8251 雷達而言，由於其原始設計目的是為了偵測運動或靜止的各型目標物，海面波浪之回波訊號(稱為 Sea Clutter)以及下雨時之雨滴回波(稱為 Rain Clutter)反倒是不希望呈現出來的背景干擾，因此在雷達主機上都有消除 Clutter 的濾波按鍵。可是對我們觀測波浪的目的而言，Sea Clutter 才是我們所需要的訊號。Sea Clutter 主要是經由兩種物理機制所造成的，其一是鏡面反散(Specular reflection)，假設雷達天線距海面並不很高，雷達波則是以近乎貼著海面的角度向外傳出去(Grazing incidence)，如果海面波形甚陡(例如在碎波前緣)，那麼海浪波形面對雷達來波就有可能正好形成類似平面鏡或凹面鏡而產生正反射之情形，這時雷達天線就會接受到很強的回波信號，這就是鏡面反散的效應。另一種最常見的情形則是布拉格散射(Bragg Scattering)，如果海面小波之波長( $\lambda_w$ )和雷達波之波長( $\lambda_r$ )間能滿足如下之關係式(稱為布拉格共振，Bragg Resonance)，即  $\lambda_w = \lambda_r / (2 \cos \theta)$ ，式中  $\theta$  為雷達波波束貼著海面傳播的入射角度(Grazing angle)，那麼雷達波之回波便會產生建設性的加成作用，因此雷達之 Sea Clutter 回訊強度主要是反映雷達照射區海面上具有多少能夠產生布拉格共振作用的小波以及這些小波的強度分佈變化(根據前述之 FR-8251 規格以及  $\theta$  很小  $\sim 3\text{--}5^\circ$  的事實，可估出我們所觀測到的產生布拉格共振作用之小波波長約在 1.6 至 2.0cm 之間)。由於小波的分佈情形和海面風應力大小以及大

波所引起之水分子運動分佈情形有關，例如在大波之波峰前緣處，水流係呈現水平輻合，故小波在此處之能量密度較大，亦即海面比較粗糙，反之在大波之背面，水流係呈現水平輻散，因而小波之能量密度甚小，海面則甚為平滑，是以可透過這重重的關係將 Sea Clutter 回訊強度再與海面波浪場特性聯結起來，這就是使用雷達可以測波的基本原理。

實際觀測作業時，我們是在每小時整點連續擷取 32 張的雷達圖像，而每張圖像之間隔時間為 2.5 秒。換言之，我們會得到一組 2D 的 Sea Clutter 回訊強度隨著時間變化之時間序列資料  $I(x, y, t)$ ，式中  $I$  為雷達回波強度(也就是從 **ROCO**S 控制電路 12 bits A/D 轉換器輸出後尚未經率定之原始數值)， $x$  與  $y$  則為空間座標， $t$  為時間。由前段所述之雷達回波原理，我們知道雷達回波強度  $I(x, y, t)$  應是海面起伏  $\zeta(x, y, t)$  的函數，另外我們也可以再假設  $\zeta(x, y, t)$  是一個處於平穩狀態下的隨機函數，那麼便可以將海面起伏  $\zeta(x, y, t)$  再用 Fourier-Stieljes 積分表達為(Phillips 1977)：

$$\zeta(\vec{x}, t) = \iint_{\vec{k} \omega} dA(\vec{k}, \omega) \exp\{i(\vec{k} \cdot \vec{x} - \omega t)\} , \quad (6-1)$$

(6-1)式中  $\vec{k}$  與  $\omega$  分別為成份波之波數(wave number)向量以及角頻率，而積分範圍則為對所有的  $\vec{k}$  與  $\omega$ 。當  $\vec{k}, \omega \neq \vec{k}', \omega'$  時， $\overline{dA(\vec{k}, \omega)dA^*(\vec{k}', \omega')} = 0$ ；但是當  $\vec{k} = \vec{k}', \omega = \omega'$  時，則有  $\overline{dA(\vec{k}, \omega)dA^*(\vec{k}', \omega')} = \Phi(\vec{k}, \omega) d\vec{k} d\omega$  之關係，式中  $\Phi(\vec{k}, \omega)$  為海面起伏  $\zeta(x, y, t)$  所對應之三維能譜密度函數，上標\*代表共軛複數，而頂橫線則表示是取樣本平均(ensemble average)後的結果。接著將雷達回波強度  $I(x, y, t)$  也用 Fourier-Stieljes 積分來表示，即：

$$I(\vec{x}, t) = \iint_{\vec{k} \omega} dB(\vec{k}, \omega) \exp\{i(\vec{k} \cdot \vec{x} - \omega t)\} , \quad (6-2)$$

由於實測資料顯示  $I(x, y, t)$  與  $\zeta(x, y, t)$  間在定性上確呈正比關係，因此我們假設  $dB(\vec{k}, \omega)$  與  $dA(\vec{k}, \omega)$  之關係可以用一個簡單的正比響應函數來近似(對

複雜的非線性函數式則可以利用泰勒級數對  $\zeta(x, y, t)$  展開，然後再取一階近似即得出簡單的正比關係式)，亦即  $dB(\vec{k}, \omega) = H(\vec{k}, \omega)dA(\vec{k}, \omega)$ ，式中之  $H(\vec{k}, \omega)$  即為一未知的響應函數，再將此關係式代入(6-2)式之 Fourier-Stieljes 積分，經簡單的運算後便得出下列二關係式，(1)當  $\vec{k} = \vec{k}', \omega = \omega'$  時，  

$$\overline{dB(\vec{k}, \omega)dB^*(\vec{k}', \omega')} = P(\vec{k}, \omega)d\vec{k}d\omega$$
，以及 (2)  $P(\vec{k}, \omega) = H^2(\vec{k}, \omega)\Phi(\vec{k}, \omega)$ ，上式中  $P(\vec{k}, \omega)$  為雷達回波強度  $I(x, y, t)$  所對應之三維能譜密度函數。換言之，根據這樣的理論關係我們確實可以由雷達回波強度能譜再反算出波浪能譜。

以上之理論關係式當然也可以用比較直覺的方式來說明。如果非線性效應不是很強，我們當可假定雷達回波強度與海面起伏之間可以用一個迴轉積分(Convolution)的關係式表示，即  $I(x, y, t) = \zeta(x, y, t) * G(x, y, t)$ ，式中  $G(x, y, t)$  為某反應函數，而符號\*則代表迴轉積分運算。對此關係式再作 Fourier 轉換後，由迴轉積分法則另可得出， $F\{I\} = F\{\zeta\} \cdot F\{G\}$ ，式中  $F\{\}$  代表 Fourier 轉換，而  $F\{G\}$  即為上述之  $H$  函數。令  $I(x, y, t)$  所對應之能譜為  $P(k_x, k_y, \omega)$ ， $\zeta(x, y, t)$  所對應之能譜為  $\Phi(k_x, k_y, \omega)$ ，而  $G(x, y, t)$  所對應之能譜則為  $T(k_x, k_y, \omega)$ ，式中  $(k_x, k_y, \omega)$  分別為  $x$  與  $y$  方向上之波數分量以及頻率，而  $T$  即等於前述之  $H^2$ ，那麼再由上述經 Fourier 轉換後的關係式又可再得到譜函數間的關係，即  $P(k_x, k_y, \omega) = \Phi(k_x, k_y, \omega) \cdot T(k_x, k_y, \omega)$ ，也就是說只要我們有辦法定出轉移函數  $T(k_x, k_y, \omega)$  的型態(不管是用什麼手段)，根據雷達回波強度能譜  $P(k_x, k_y, \omega)$  就可再反算出波浪能譜  $\Phi(k_x, k_y, \omega)$ 。

由於目前手頭上並沒有同步實測之波浪能譜資料，因此暫時只能以文獻上一些能譜通式作為研判轉移函數型態的依據。由於一般所報導的多是一維能譜，為便於比對起見，因此先將  $P(k_x, k_y, \omega)$  對頻率以及方向積分以得出一維波數譜  $P(k)$ 。圖 9-3 即為風浪情況下一個典型的雷達回波

強度一維波數譜  $P(k)$ ，該圖顯示在高頻處雷達能譜係呈  $k^{1.5}$  幂次方式衰減（理論值應為  $k^{-3}$ ，Schule et al. 1971，參見 Phillips 1977, p151），但在低頻處則譜函數  $P(k)$  係呈  $k^{-1}$  型式向零頻率方向爬昇。

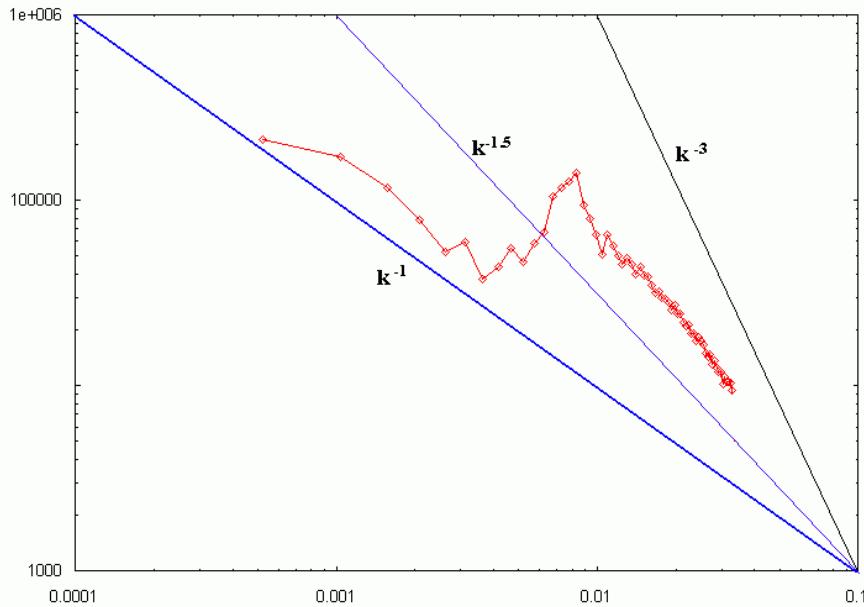


圖 9-3、風浪情況下一個典型的雷達回波強度一維波數譜  $P(k)$ ，縱軸為能譜密度函數，橫軸則為波數。

由上述知，這種偏離情形可以假定和轉移函數  $T(k_x, k_y, \omega)$  有關，假設轉移函數之型態與波浪角度無關，同時波浪需滿足離散關係(dispersion relation)  $\omega = \omega(k)$ ，那麼轉移函數  $T(k_x, k_y, \omega)$  可簡化為  $T(k)$ ，由圖 9-3 知，在高頻處  $T(k) \propto k^{1.5}$ ，而在低頻處為了消除能譜過於紅化的現象，我們乃假定  $T(k) \propto k^{-2}$ ，這樣可以使由  $P(k)$  估算出之  $\Phi(k)$  在低頻處呈現  $k^1$  之冪次型態，至於中間頻帶則取  $T(k) = 1$ ，完全不變。經過一些嘗試比較後，針對台北港的資料目前我們所選用的頻帶分界點波長分別為 75m 以及 187.5m，即當波長小於 75m 時便用高頻的轉移函數型態，而在波長大於 187.5m 時則選用低頻的轉移函數型態來處理，如此可將  $P(k_x, k_y, \omega)$  轉算成

未經率定的波浪譜  $\Phi_0(k_x, k_y, \omega)$ 。

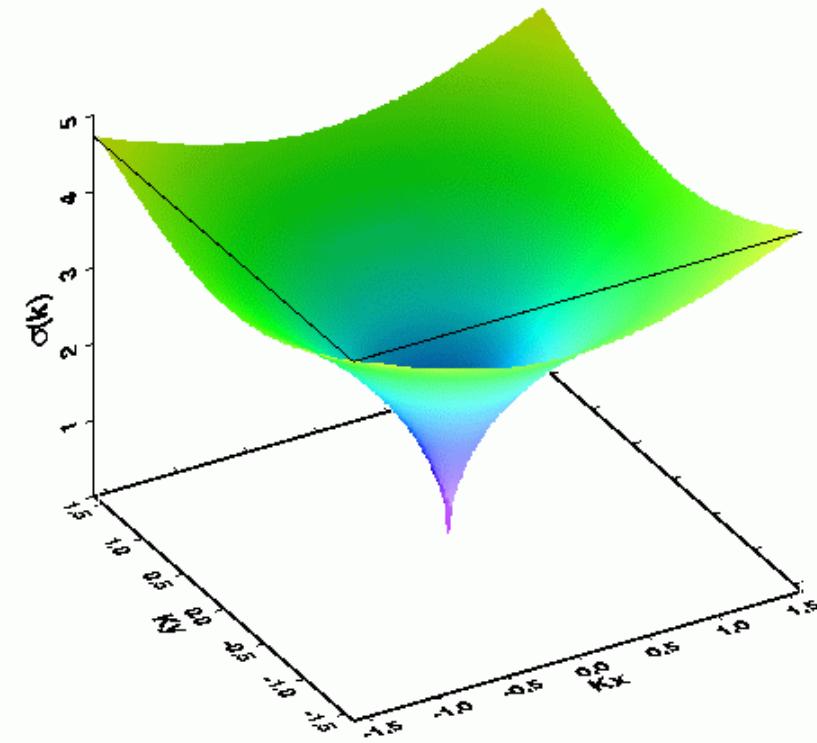


圖 9-4、在無流情況下， $(\bar{k}, \omega)$  空間中由離散關係式  $\omega = \omega(k)$  所構成的喇叭形曲面分佈情形示意圖。實測能譜  $\Phi_0(k_x, k_y, \omega)$  中與波浪場最相關的能量成份應當都分佈在此曲面上。

得出未經率定的波浪能譜  $\Phi_0(k_x, k_y, \omega)$  後，接續的問題便是如何來率定？我們的作法基本上是依循 Ziemer and Gunther (1994) 的方式。首先我們要將能譜  $\Phi_0(k_x, k_y, \omega)$  中與波浪場最相關的能量找出來。由於波浪成份波需遵守離散關係式，因此這些波能必然分佈在  $(\bar{k}, \omega)$  空間中由離散關係式  $\omega = \omega(k)$  所規範的曲面上，圖 9-4 便舉例說明在無流情況下離散關係式在  $(\bar{k}, \omega)$  空間中所構成的喇叭形曲面分佈情形，實測能譜  $\Phi_0(k_x, k_y, \omega)$  中與波浪場最相關的能量成份應當都分佈在此曲面上。利用這個特性便可將能譜中與波浪場最相關的能量成份篩選出來，再將篩出量積分後之總和值即應與實測之波浪能量成正比，其方根值則與波高正比，故可根據

這些導出量與實測波高比對後之迴歸關係作為率定公式。

由於 **ROCO**S 雷達測波儀之前級輸出為電壓，經 A/D 轉換後進入電腦儲存的則為 0 至 4095 之讀數(相當於 0-5V)，此值係與雷達截面積(Radar Cross Section)成正比，但並未經率定。由於我們最終需要的是換算成為相當於波高的物理量，因此根據上段所述原理直接使用雷達讀數來進行校正換算工作。實際的作法是利用過去一組同步觀測之波浪記錄(見上期報告)為基準，然後計算出連續 32 張同步觀測之雷達圖像的 3D 能譜(二波數分量以及一頻率分量)，由於原始能譜中尚包含了許多與波浪無關的信號(例如固定結構物、船舶以及其他干擾等)，這些均會影響到測值的精度，因此我們再根據波浪的離散關係式在 3D 能譜所對應之波數-頻率空間中定義出一個喇叭形的曲面，只有位於此曲面上的波數-頻率點所對應之能譜值才和實際波浪場有較密切的關係，然後藉助此關係我們便能界定出該 3D 能譜中各成份分量何者與波相關，又何者與波無關，接著再將能譜中與波浪相關程度較高的部份篩出，積分後開方根，此值即稱為雷達測值之 rms 讀數，理論上此讀數值應與實際波高成正比，而實驗資料亦顯示二者間確有明顯的正比關係，經由統計迴歸後即可得出波高與雷達讀數間的經驗關係式。上期報告根據八十八年十至十一月觀測資料所得的關係式為：

$$H_{1/3}(m) = 0.60155 + 0.000575R_s - 1.1783 \times 10^{-6} R_s^2 + 2.6543 \times 10^{-9} R_s^3 \quad (6-3)$$

(6-3)式中  $H_{1/3}$  為代表波高，單位為公尺，而  $R_s$  則為雷達之 rms 讀數，本期報告基本上即沿用此式(不過仍作了一些修正，請見下述)將雷達測值換算成相對應之波高。上式在實際應用時不免有一不合理處，亦即當  $R_s$  為 0 時(此情形其實不太可能發生，因為系統本身也有背景噪訊)，則由上式仍可計算出  $H_{1/3}$  為 0.60 公尺(直覺上應當為 0 才對)，為解決此不合理處我們乃另針對  $R_s < 100$  之情況，將上式再修正為：

$$H_{1/3}(m) = 6.49921 \times 10^{-3} R_s \quad , \quad (6-4)$$

也就是說當  $R_s < 100$  以下(波高約在 0.65 公尺以下)時，假設波高與雷達讀數之正比係呈現直線關係，雖然這個公式並沒有太多的統計証據來支持，不過如細看上期報告之圖 9-18，該圖顯示  $H_{1/3}$  與  $R_s$  之間似乎呈現兩段式的直線關係，例如在  $100 < R_s < 600$  之範圍內， $H_{1/3}$  與  $R_s$  之間呈現一種直線關係(比較平緩)，而在  $R_s > 600$  時又呈現另一種直線關係(比較陡峭)，由於從理論上預期  $R_s$  為 0 時  $H_{1/3}$  亦需為 0，因此我們就採用了最簡單的直線關係式來連接  $R_s < 100$  這個區間。透過以上二關係式以及前述計算  $R_s$  的過程便可將雷達測值轉換成為對應之  $H_{1/3}$  波高。至於主波週期以及主波波向之求取則是從估算出之三維波浪譜  $\Phi_0(k_x, k_y, \omega)$  來著手。由於實測資料係 32 張圖片，令  $\Delta t$  代表連續兩張圖片之時間差(約為 2.5 秒)，則觀測時間全長為  $32\Delta t$ (約 80 秒)，而經 FFT 估算波浪能譜後在頻率域內共有 17 個獨立的成份波(剔除對稱部份)，我們便先從這 17 個成份著手(每一個仍對應一組 2D 的波數能譜)，分別求出 3D 能譜  $\Phi_0(k_x, k_y, \omega)$  在這一個頻率面上的能譜最大值(求出能譜尖峰所對應之波數以及波向)，然後再將各頻率(排除零頻率)所對應的這些能譜尖峰相互篩選比對，選出其中最大的一個作為主波之代表，而所對應之波向即為主波向，而將所對應之波數代入波浪離散關係式後便可反算出主波週期，同理次大的一個則作為次波之代表，亦算出對應之波向與週期。每次觀測後這些數據資料均會被存在測波電腦內一個特定的檔案內(在子目錄\hoping 中的 ttimer.log 檔)，可以隨時調出查閱(另外光碟資料之 binxxxx.dat 檔內亦存有此記錄，見第五章)。

## 9.7 觀測結果討論

如第 9.5 節所述(見表 9-1)，自八十八年九月十七日在台北港安裝雷達測波儀起，迄完成期末報告前回收資料硬碟(八十九年十月廿二日)為

止，總計該台雷達測波儀以及相關電路、電腦等設備已持續運轉了一年以上的时间。在第一年度初步觀測期間(自八十八年九月十七日起至十一月十五日止)，由於九二一地震全台大停電(九月廿一日至十月十四日，台北港地區優先停電)之故，因此有相當長的一段時段內並無觀測資料，在上期報告(王等，1999)中總共收錄了大約一個多月的雷達測波資料，因此為了便於讀者完整參閱起見，我們乃將八十八年十月十五日起台北港雷達測波觀測作業正常後所有雷達測波之波高時序資料均收錄在本期報告內。此外，港研中心在台北港外海觀測樁(位置參見圖 9-2)上亦維持了與雷達測波近似同步之單點波浪觀測記錄，由於觀測樁上的記錄係儲存在自記儀器(Inter-Ocean S4 系列電磁、壓力式波流儀)內，必需等待儀器回收後才能下載觀測數據，另方面該資料亦係由不同的作業單位所處理，彼此在資料處理時程上免不了也有所差異，目前我們只收到了八十九年九月廿八日以前的單點波浪觀測記錄，可以作為雷達測波儀比對校正之用，我們亦將這些已有數據一併繪製在分月波高時序圖上供讀者參考。

圖 9-5 至 9-17 為台北港雷達測波儀由八十八年十月至八十九年十月之波高值分月時序圖，這些波高值便是根據雷達測波儀所得波譜能量均方根讀數經由前章所述迴歸關係式計算出的，同時段如果也有外海觀測樁上 S4 壓力式波流儀所測到的  $H_{1/3}$  波高資料的話，那麼後面這些資料同樣也繪製在圖上以供比較，為了便於分辨起見，當兩種不同來源的資料均繪在時序圖上時，前者(紅色圓點)係標示為 Radar，後者(綠色圓點)則為 S4。這些時序圖(9-5 至 9-16)顯示二者之變化趨勢確實具有相當不錯的一致性，值得注意的是，計算所用的迴歸關係式僅是根據八十八年十月中旬至十一月上旬約一個月左右的同步資料統計算出的，因此圖 9-5 與 9-6 二者趨勢相合不足為奇，但圖 9-7 以後之資料組在統計學上則可視為相當於由兩種完全獨立的觀測所組成，此時二者仍保持不錯的相關性就很有意義，一方面固然表示雷達測波方法可行，另方面則表示雷達系統之穩定性，因此第一次校驗所得的估算公式在半年後仍可使用。

雖然在時序圖上雷達所測波高與觀測樁上 S4 壓力式波流儀所測到的波高二者變化趨勢表現頗為一致，然而如用更嚴苛的方式對比二者則可看出其實二者間還頗有差異，圖 9-18 即為二者之對比情形，我們將八九年一月至九月所有同步資料均繪製在同一圖上，縱軸為雷達所測波高，橫軸則為觀測樁上波流儀所測波高，不同顏色亦表不同月份，圖中之對角直線代表 1:1 的關係式。從圖 9-18 固然可看出二者確呈正比，但該圖亦很「殘酷地」顯示似乎波高越大則資料點分佈亦越發散。這個殘酷事實指明在研究方面我們還有很長一段路要走。不過造成資料點會呈散漫分佈很可能是由下列幾項重要原因所造成的，其一是下雨的影響，落在圖 9-18 對角直線下方的許多偏離點應當都是此原因所造成，剔除後應會得到比較好的表現。其次則或因為波流交互作用(見下一章)，或是因為比較基準不同(雷達測波資料長度只有 80 秒，觀測樁上波流儀則遠超過此數，800 秒？尤其是當波群現象較顯著時，確實會有較大的差異)，甚至彼此之位置不同(圖 9-2)都有可能造成相當大的差異，但圖 9-5 至 9-16 亦顯示二者之變化趨勢卻頗一致，因此我們相信只要能夠設計出適當方法將下雨時的資料剔出另外找尋公式計算(或是完全剔除)後，那麼雷達測波之整體表現應當便會好很多。除此之外，港區施工機具以及堆放的防護塊也在雷達圖像上造成許多重複反射鬼影，這點只要比較台北港去年冬季與今年夏季之雷達 GIF 動畫圖像便可看出，這些重複反射鬼影當然也會惡化雷達所測資料之品質，而使雷達測值與觀測樁測值關係變差。

此外，圖 9-19 至 9-26 為台北港雷達測波儀所估主波週期以及 S4 波流儀所測  $T_{1/3}$  週期由八九年一月至八月之分月時序圖，另外我們也將 S4 所測波高在 0.6m 以上時所有的  $T_{1/3}$  週期數據另作交互比對(見圖 9-27)，這些相互比對結果顯示雷達所估算出的週期和 S4 所測者基本上呈正比關係，但雷達估出之主波週期值相對較大些，另外由圖 9-27 更可看出在多數資料點呈正比的叢集區上方仍有許多偏離點(雷達估值偏大太多)，這些特性需要提出解釋，同時也可以幫助我們進一步了解前述雷達測波資料

處理方法需改善之處以及提示了一些相關線索。首先我們再比對圖 9-19 至 9-26 等週期資料以及對應的圖 9-8 至 9-13，9-15 與 9-16 等波高時序資料，很顯然當波高小時，雷達所估算之週期即過於偏大，但當波高大於 1m 以上時則雷達所估算之週期便與 S4 所測值相當一致。這種特性似乎暗示我們所選用的轉移函數型態並不理想，低頻部份所佔權重仍然過高，因此才會在波高小時使估算之波浪能譜過於紅化。此外，另一個可能原因則在於雷達天線轉速不夠，台北港之雷達天線轉速為 24rpm，相當於每 2.5 秒取一張圖像，故此時間步長所對應之 Nyquist 頻率為 0.2Hz，然而小浪時 S4 所測  $T_{1/3}$  週期常在 5 秒以下，因此必然會在雷達資料中產生 folding 現象，也就會使雷達估算之週期值偏大，但 folding 現象並不能完整解釋更大的差異(例如雷達估算週期為 20 秒以上，而 S4 僅為 5 秒左右)，所以轉移函數型態不夠理想可能才是改善的關鍵所在。

波向比對方面亦和週期比對有同樣的趨勢，即大浪時二者一致，小浪時偏差較大。圖 9-28 即為八十九年九月之波向時序圖，與圖 9-16 相比便可看出前述之趨勢。同前段所述，改善的關鍵應當在於轉移函數的型態，如果能從同步觀測之 S4 實測資料計算能譜著手，應當可以得出更佳的轉移函數關係式，苟如此相信可以大幅改善前述有關週期、波向等之偏差情形。雖然有此不足，但目前的估測值在波高大於 1m 以上時與 S4 所測十分一致，因此在大波情況下雷達所測之波向、週期等值仍然十分可信。

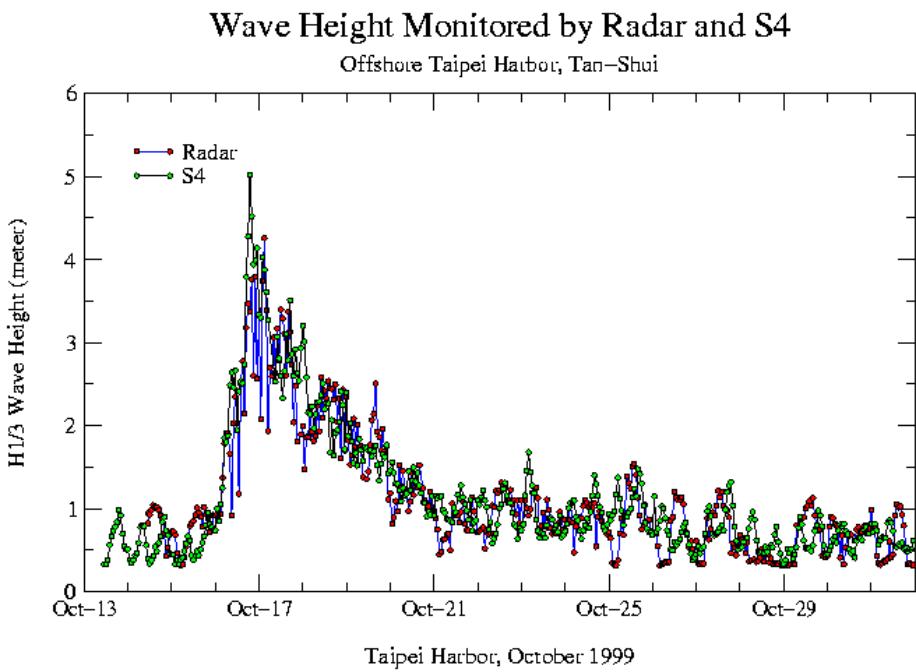


圖 9-5 八十八年十月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $H_{1/3}$  波高(S4)與同時段雷達測波儀所測波高(Radar)時序圖。

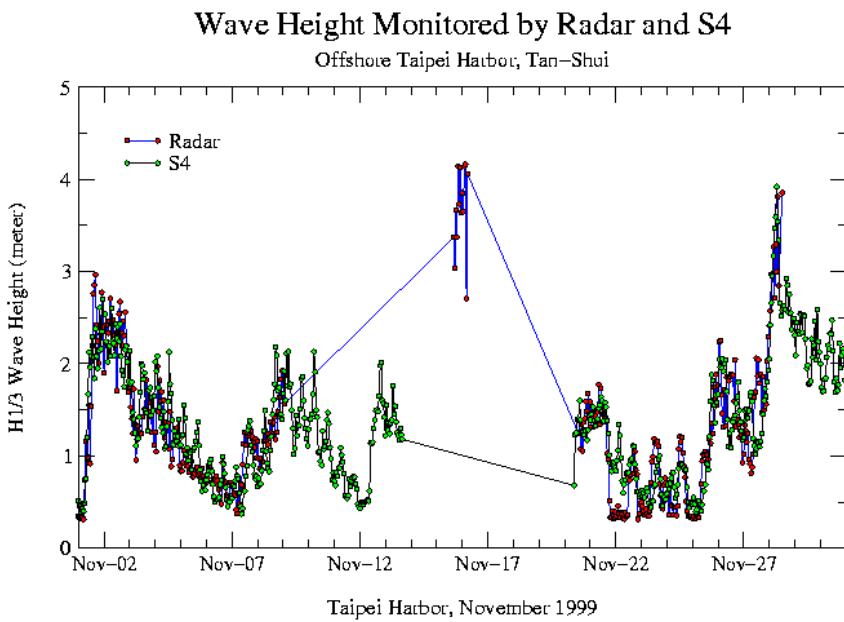


圖 9-6 八十八年十一月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $H_{1/3}$  波高(S4)與同時段雷達測波儀所測波高(Radar)時序圖。

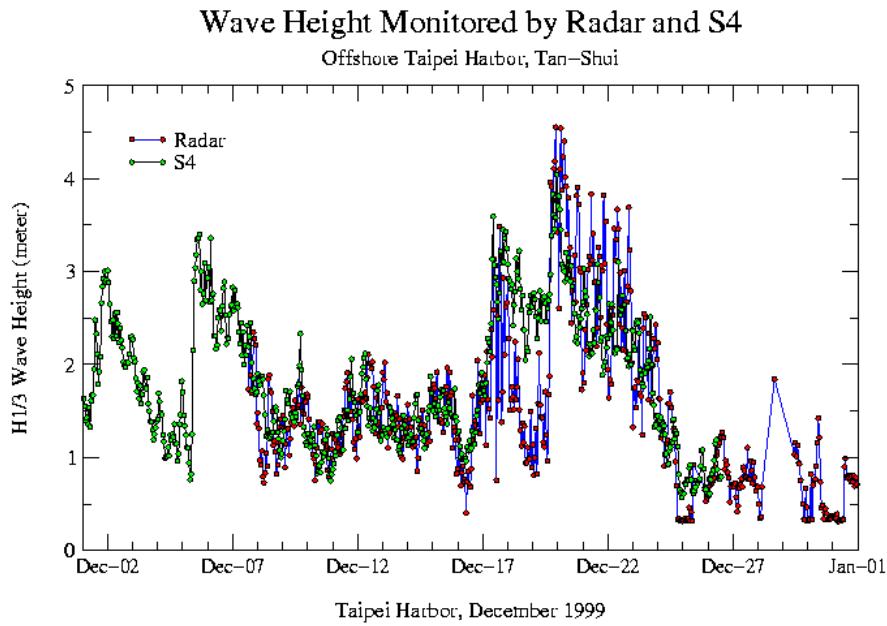


圖 9-7 八十八年十二月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $H_{1/3}$  波高(S4)與同時段雷達測波儀所測波高(Radar)時序圖。

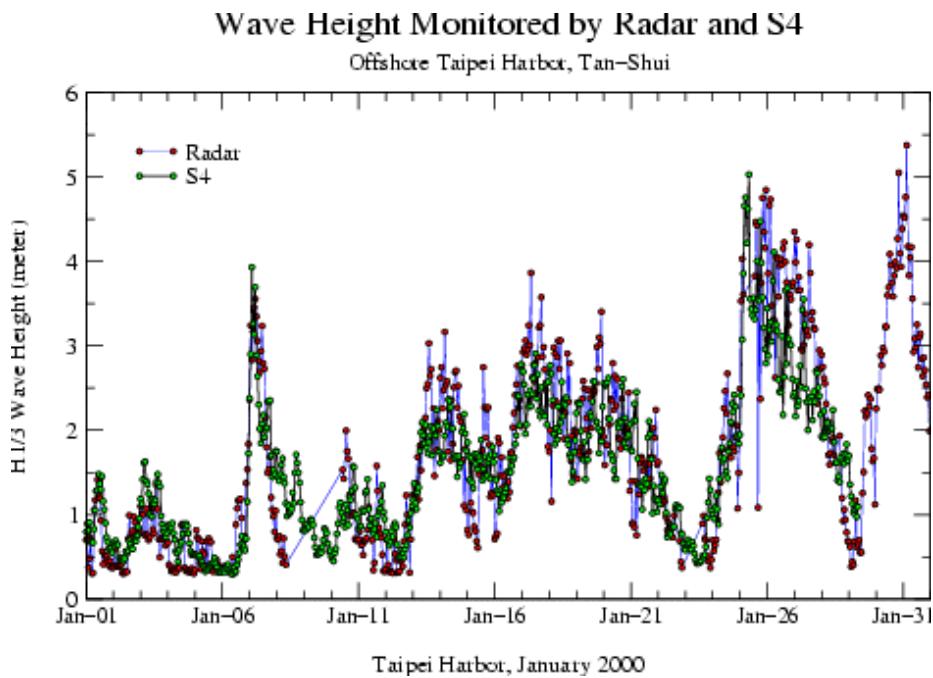


圖 9-8 八十九年一月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $H_{1/3}$  波高(S4)與同時段雷達測波儀所測波高(Radar)時序圖。

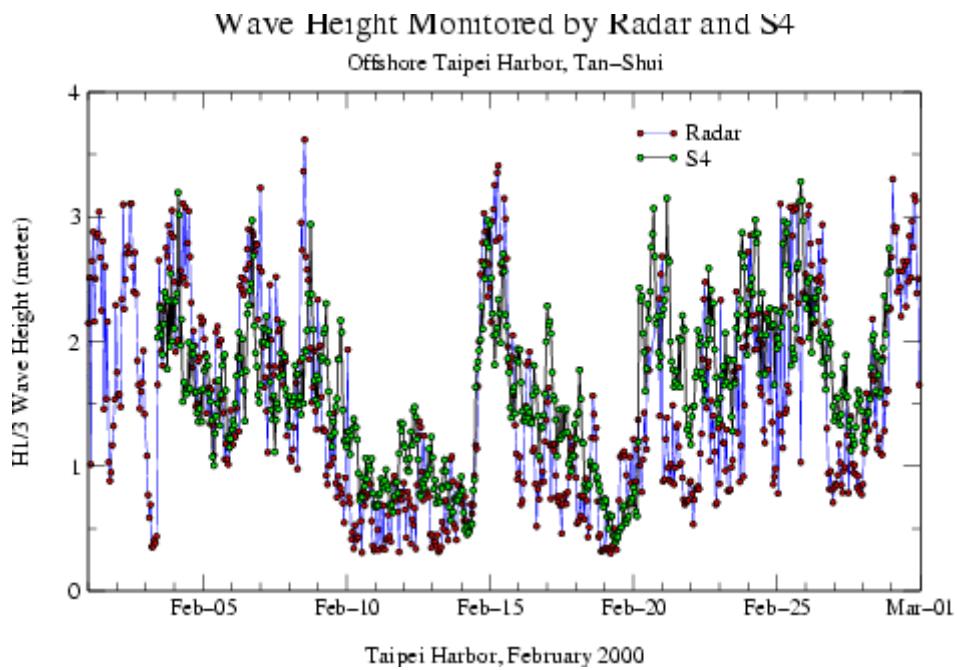


圖 9-9 八十九年二月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $H_{1/3}$  波高(S4)  
與同時段雷達測波儀所測波高(Radar)時序圖。

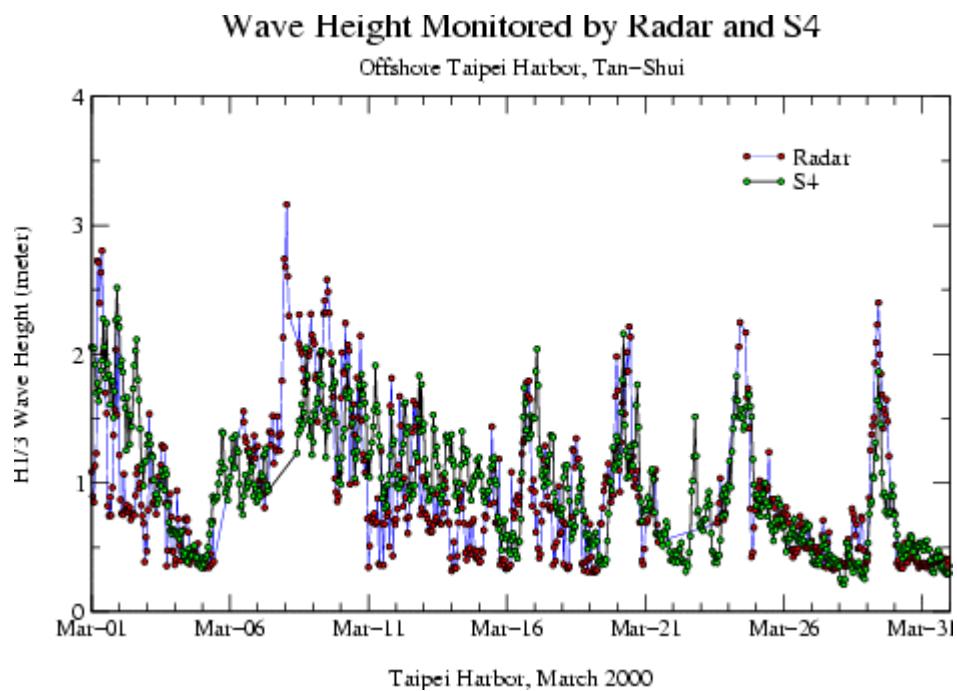


圖 9-10 八十九年三月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $H_{1/3}$  波高(S4)  
與同時段雷達測波儀所測波高(Radar)時序圖。

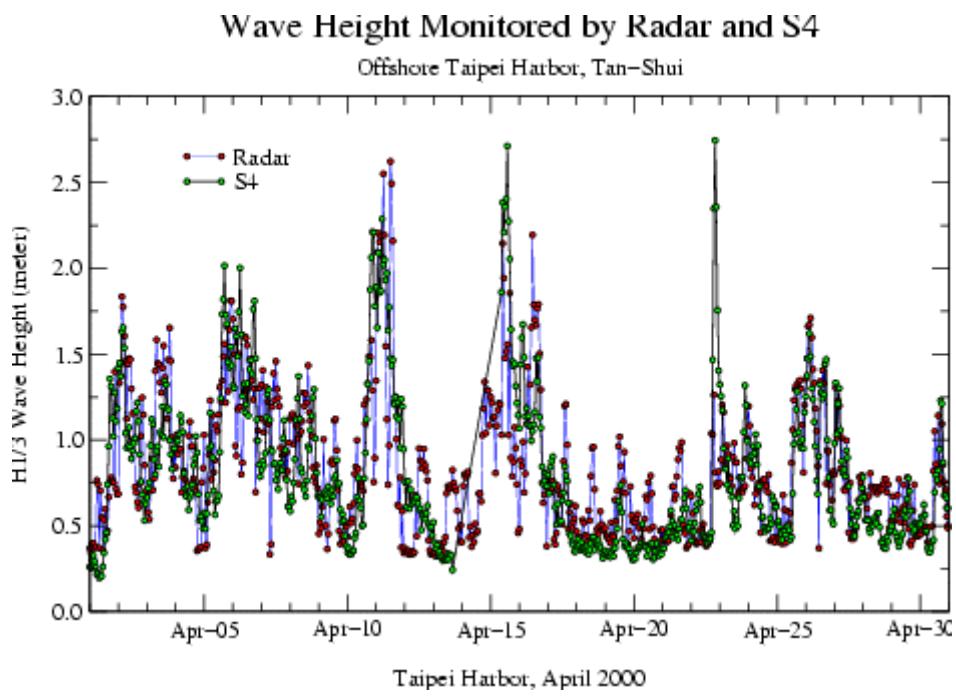


圖 9-11 八十九年四月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $H_{1/3}$  波高(S4)  
與同時段雷達測波儀所測波高(Radar)時序圖。

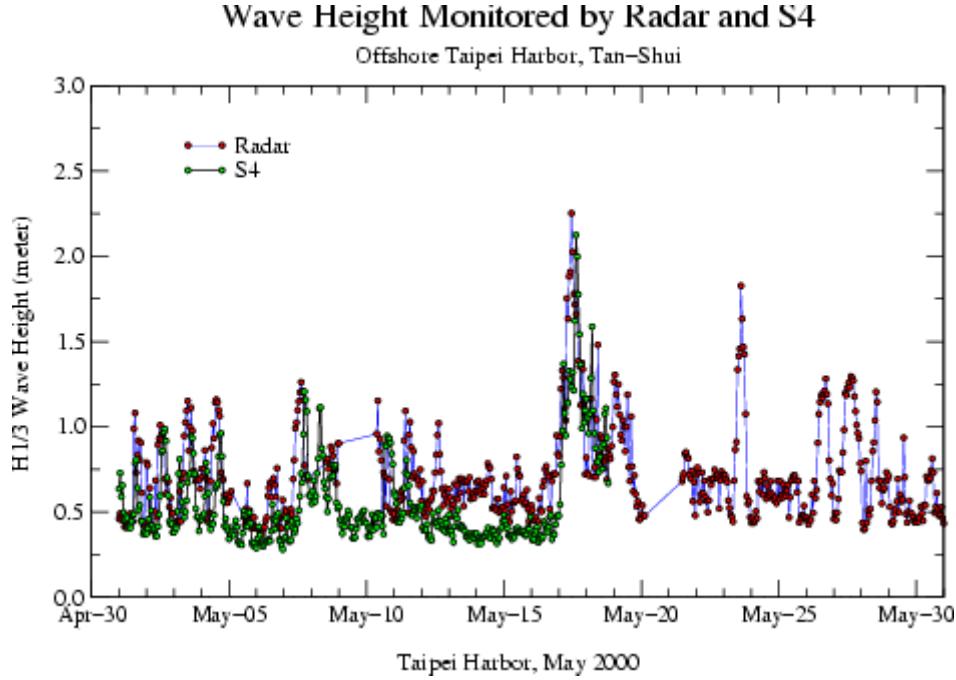


圖 9-12 八十九年五月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $H_{1/3}$  波高(S4)  
與同時段雷達測波儀所測波高(Radar)時序圖。

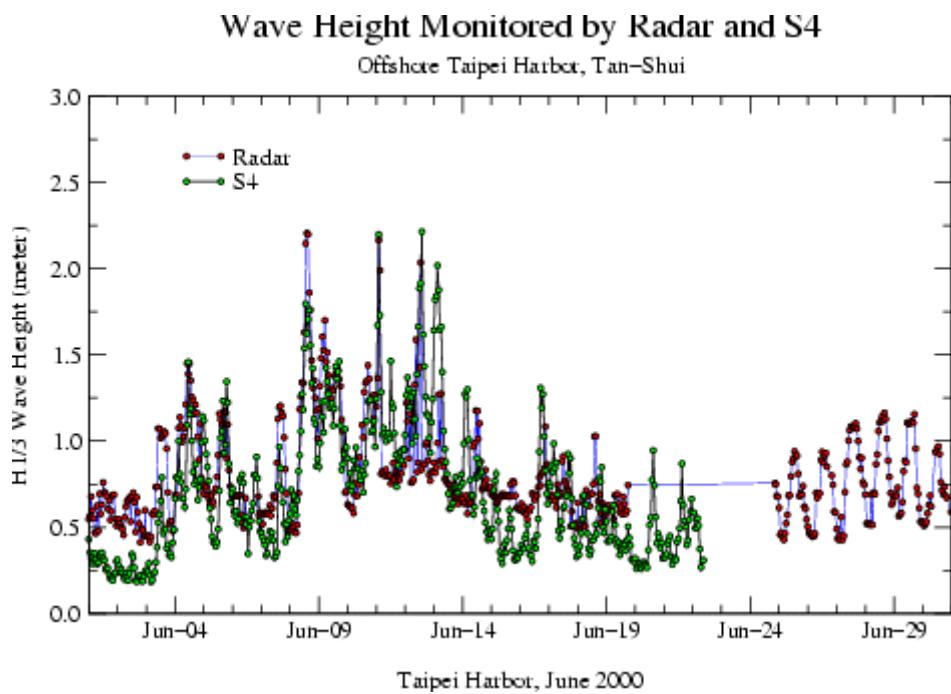


圖 9-13 八十九年六月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $H_{1/3}$  波高(S4)與同時段雷達測波儀所測波高(Radar)時序圖。

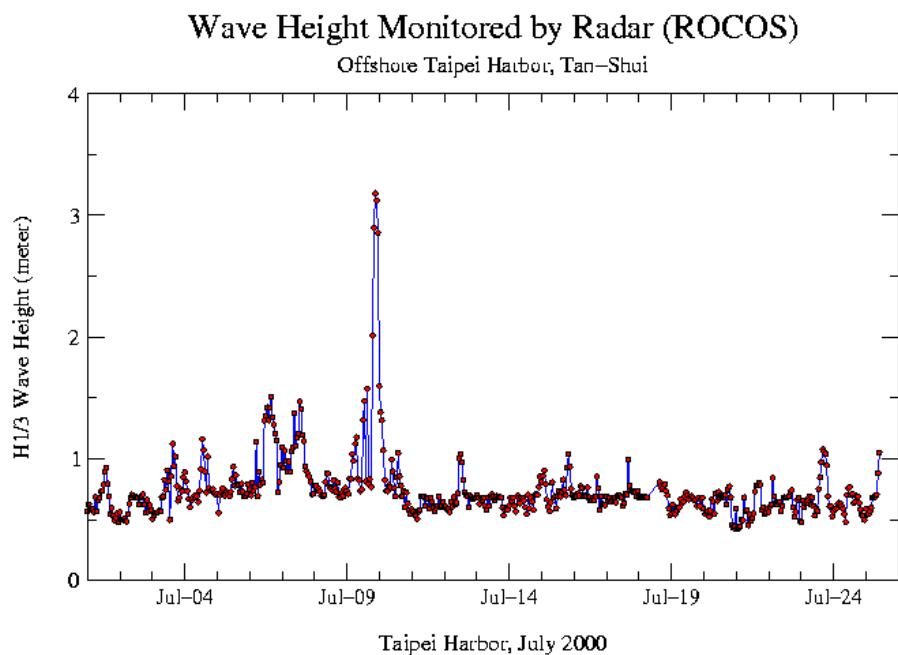


圖 9-14 八十九年七月，台北港雷達測波儀所測波高時序圖。

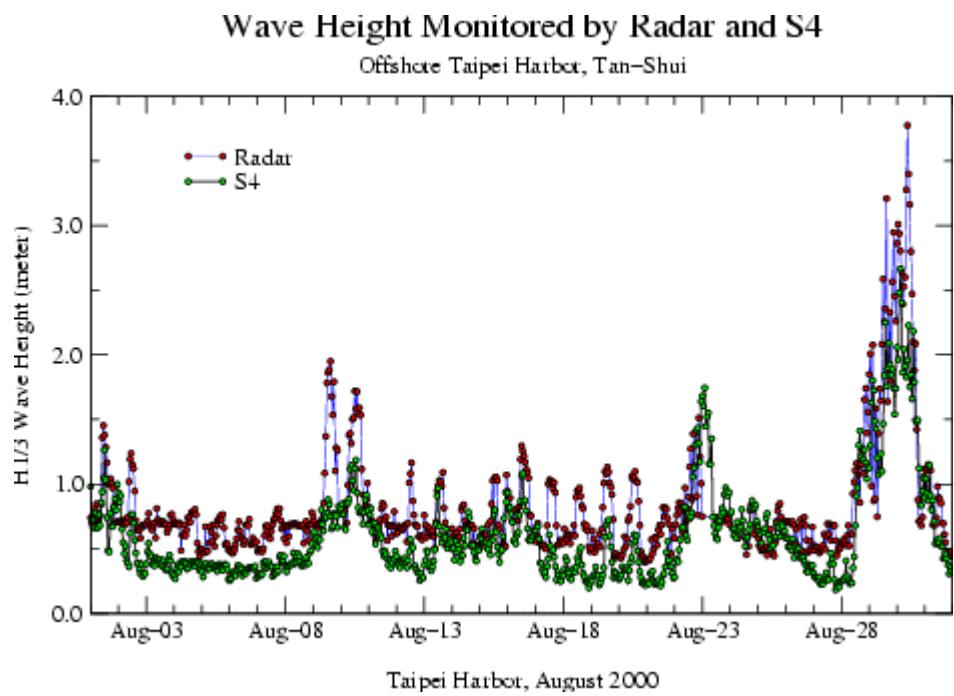


圖 9-15 八十九年八月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測 H<sub>1/3</sub> 波高(S4)  
與同時段雷達測波儀所測波高(Radar)時序圖。

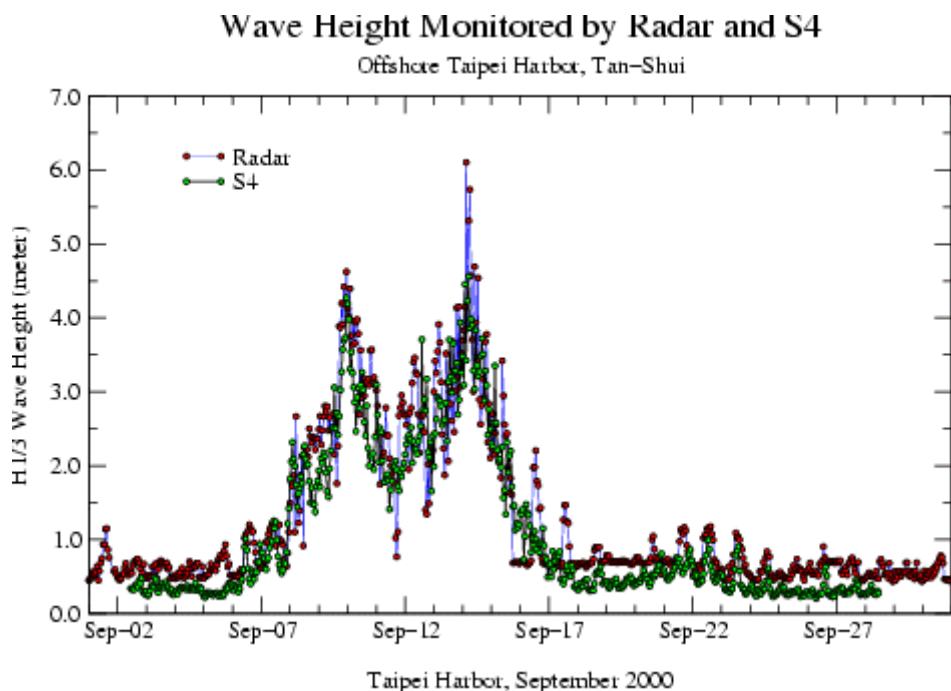


圖 9-16 八十九年九月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測 H<sub>1/3</sub> 波高(S4)  
與同時段雷達測波儀所測波高(Radar)時序圖。

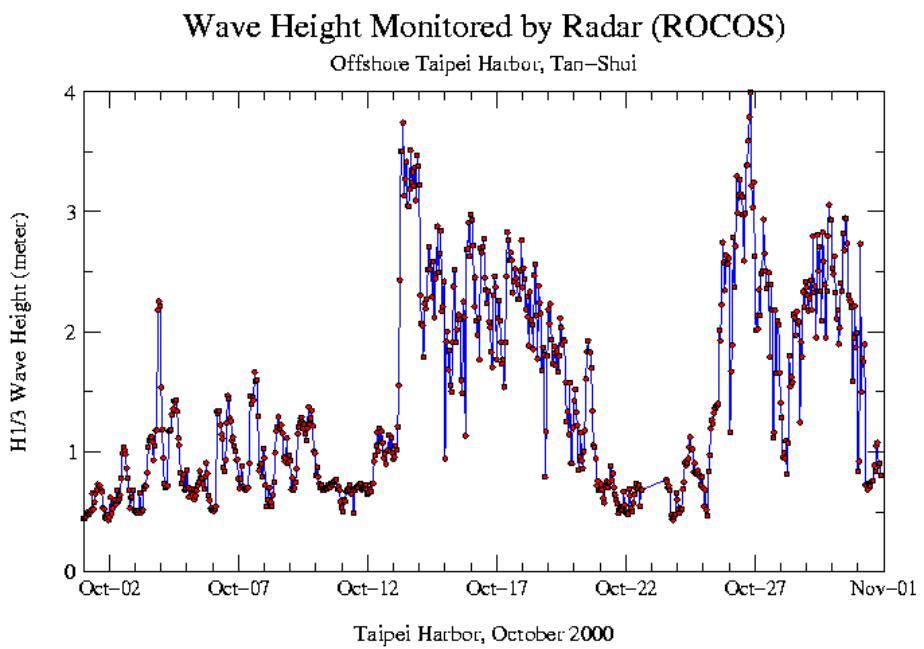


圖 9-17 八十九年十月，台北港雷達測波儀所測波高時序圖。

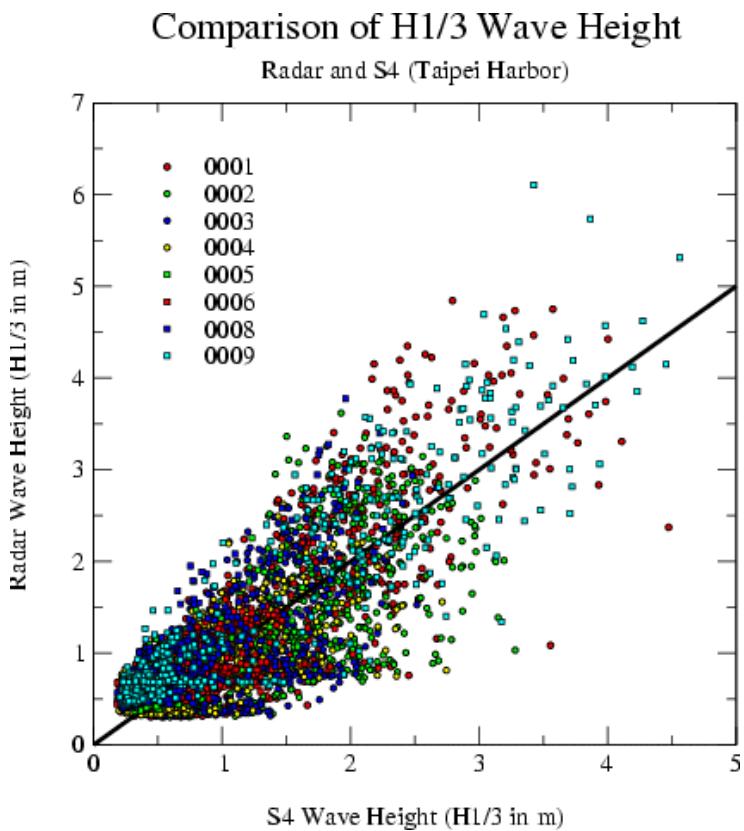


圖 9-18 八十九年一月至八十九年九月，各月台北港外海觀測椿所測波高(橫軸)與雷達測波儀同時所測波高(縱軸)之比對結果。

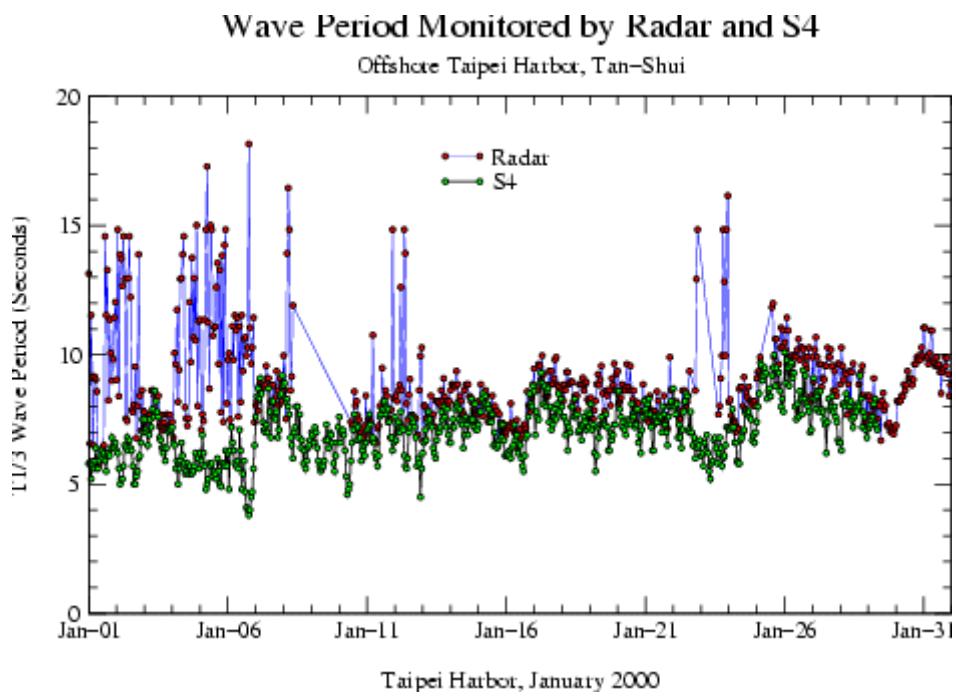


圖 9-19 八十九年一月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $T_{1/3}$  週期(S4)  
與同時段雷達測波儀所測估週期(Radar)時序圖。

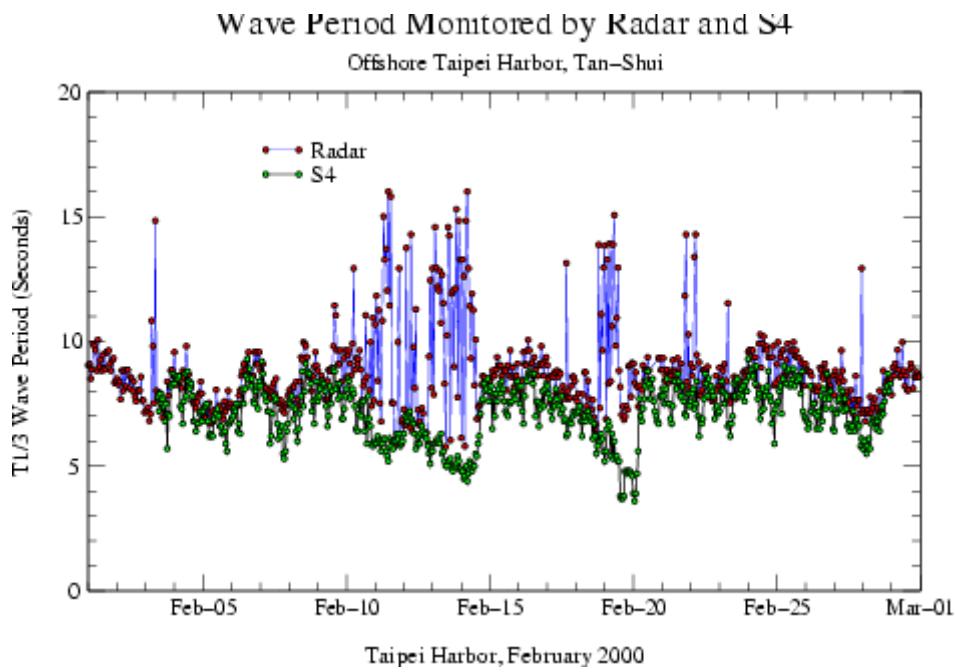


圖 9-20 八十九年二月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $T_{1/3}$  週期(S4)  
與同時段雷達測波儀所測估週期(Radar)時序圖。

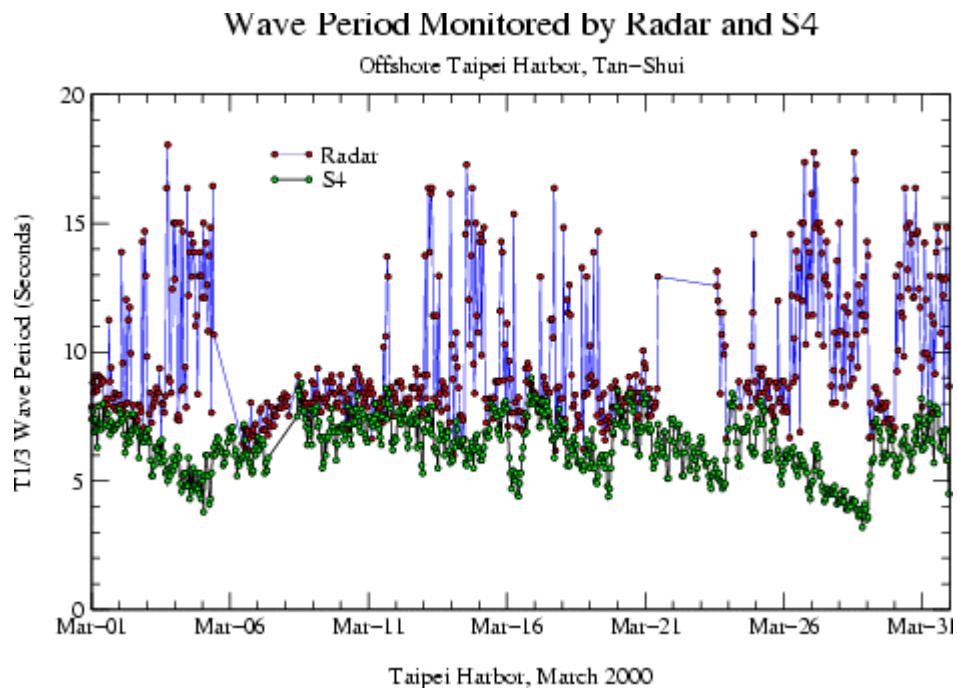


圖 9-21 八十九年三月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $T_{1/3}$  週期(S4)  
與同時段雷達測波儀所測估週期(Radar)時序圖。

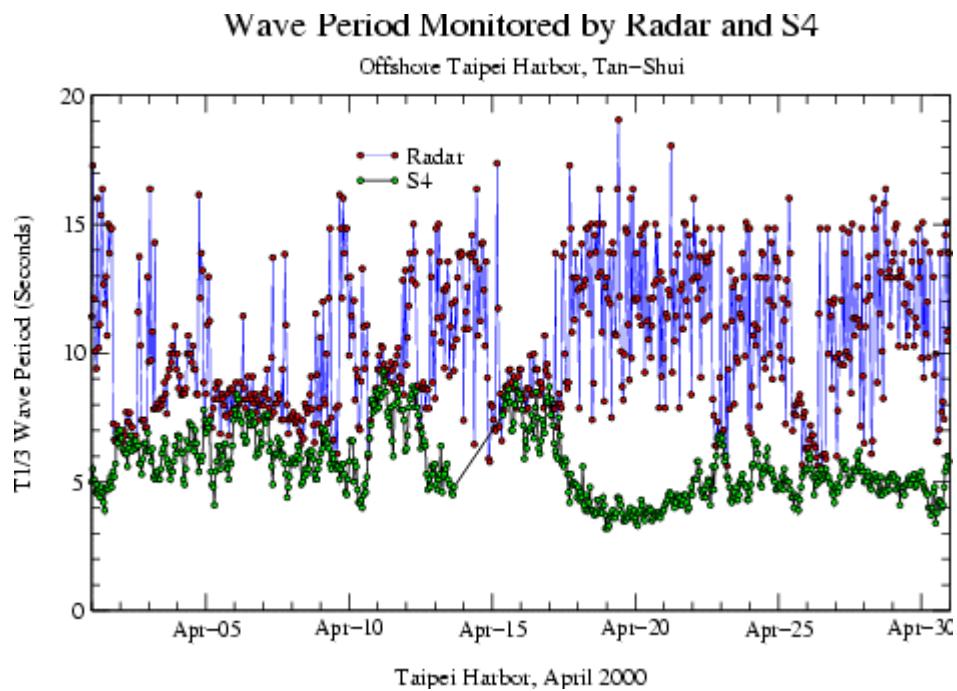


圖 9-22 八十九年四月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $T_{1/3}$  週期(S4)  
與同時段雷達測波儀所測估週期(Radar)時序圖。

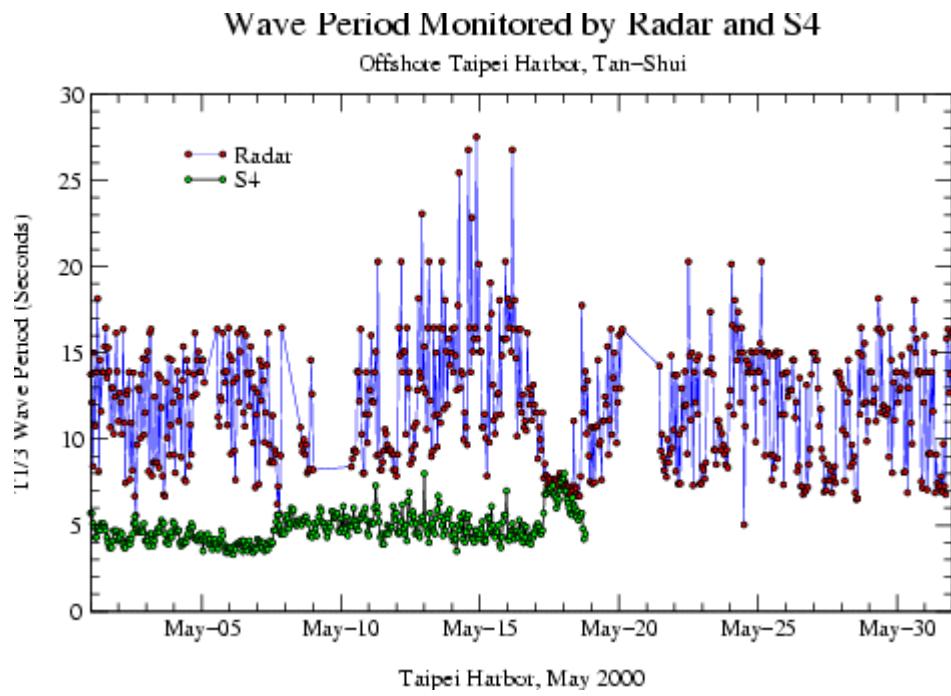


圖 9-23 八十九年五月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $T_{1/3}$  週期(S4)與同時段雷達測波儀所測估週期(Radar)時序圖。

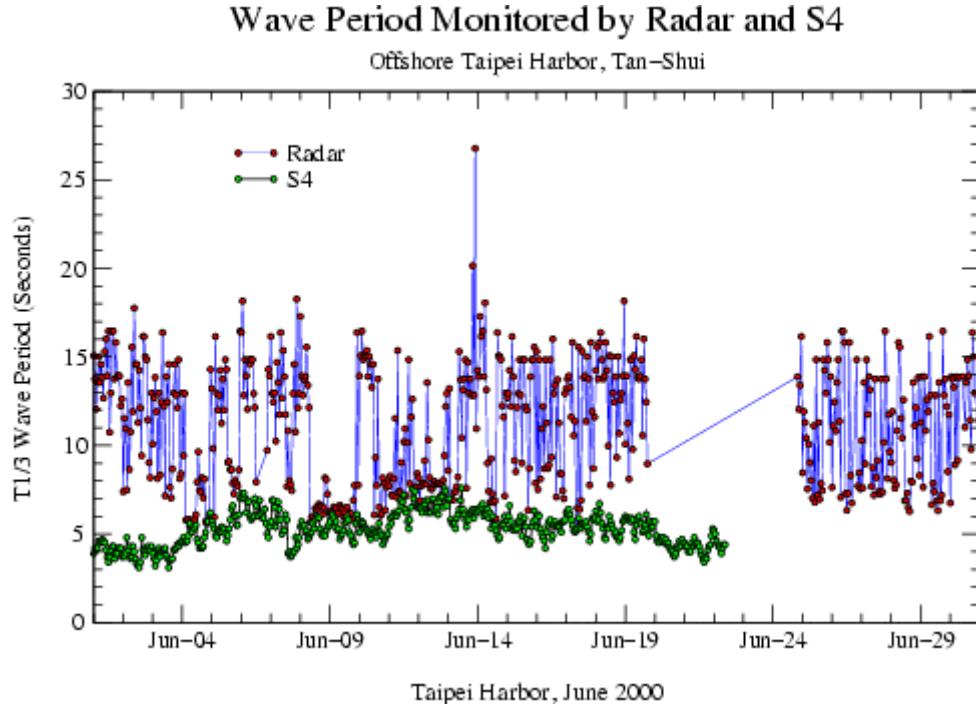


圖 9-24 八十九年六月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $T_{1/3}$  週期(S4)與同時段雷達測波儀所測估週期(Radar)時序圖。

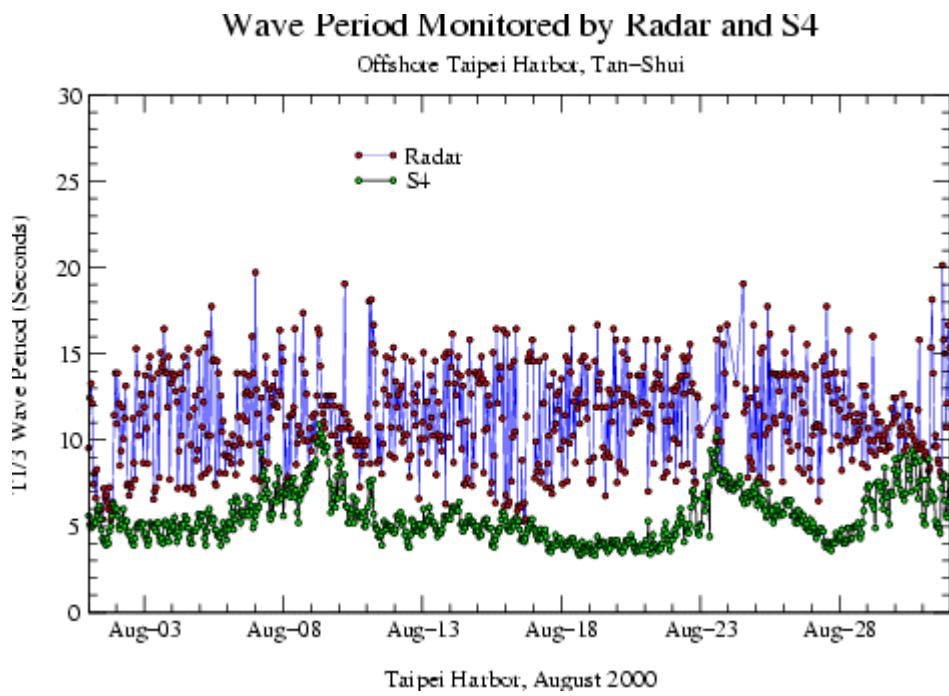


圖 9-25 八十九年八月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $T_{1/3}$  週期(S4)  
與同時段雷達測波儀所測估週期(Radar)時序圖。

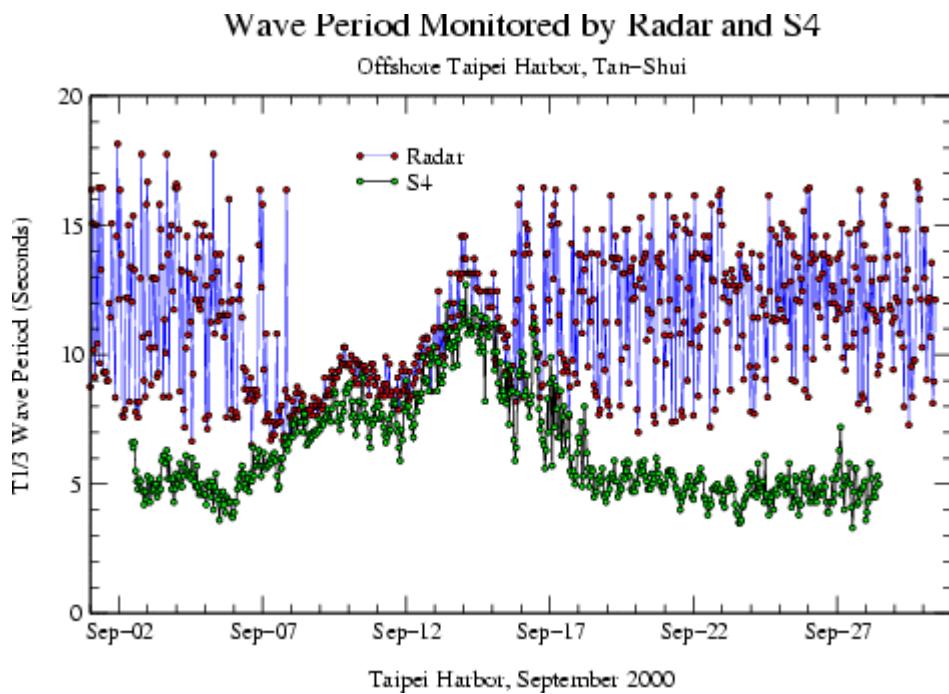


圖 9-26 八十九年九月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $T_{1/3}$  週期(S4)  
與同時段雷達測波儀所測估週期(Radar)時序圖。

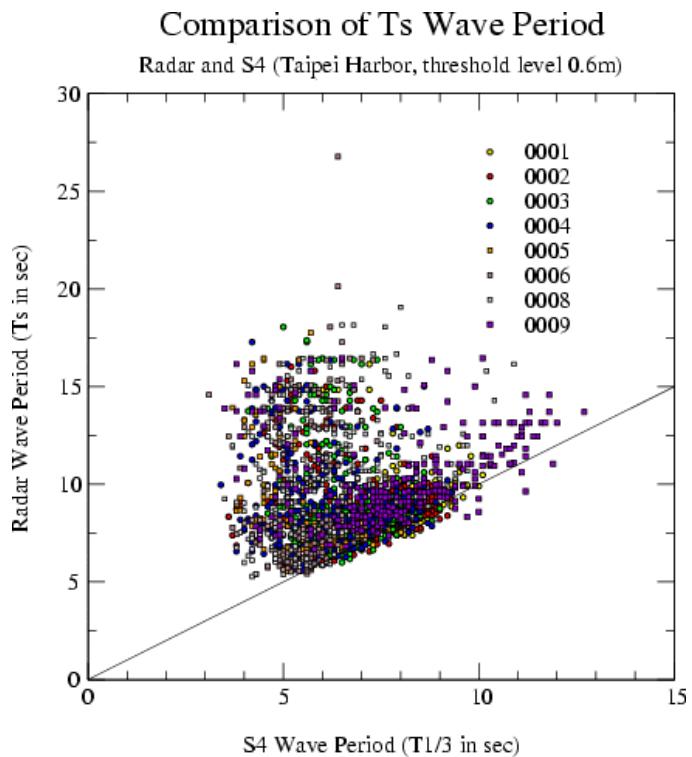


圖 9-27 八十九年一月至九月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測  $T_{1/3}$  週期(S4)與同時段雷達測波儀所測估週期(Radar)比對圖。

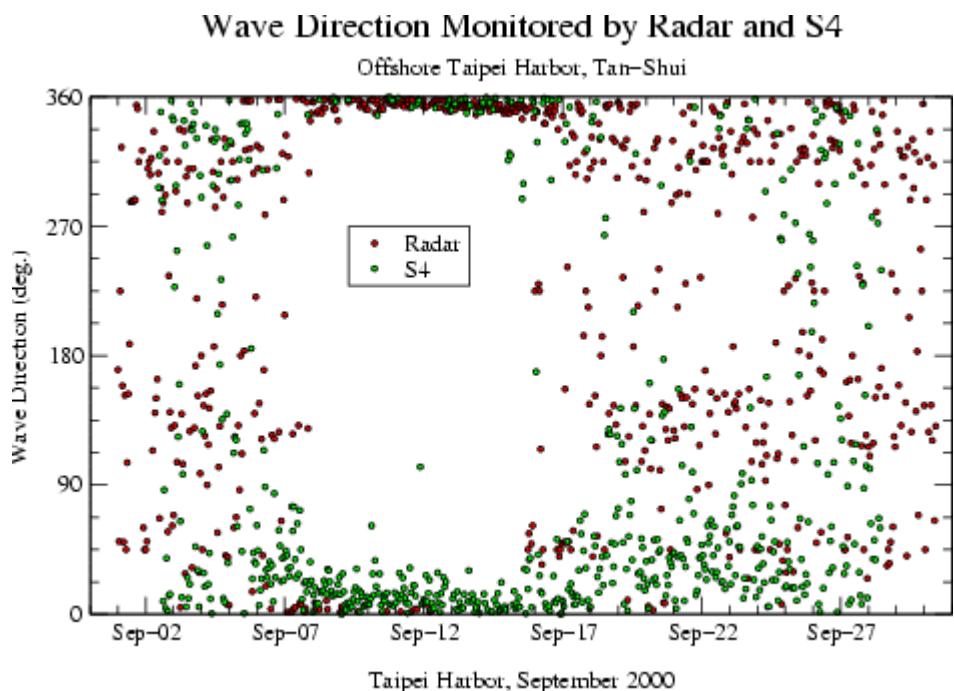


圖 9-28 八十九年九月，台北港外海觀測樁上壓力式波流儀所測波向(S4)與同時段雷達測波儀所測估波向(Radar)時序比對圖。

## 9.8 一些發展中的工作

雷達測波所得的連續掃瞄海面散射強度資料除了可用來估算波浪參數、表達成海面波浪之動態圖像外，其實還可以藉此來探測一些水平尺度比較大的海洋現象，例如海洋內波、近岸鋒、河流出海口處之沖淡水水舌(river plume)分佈、海面油污、船隻尾跡等等，這是因為以上這些現象中有些會造成海面上的流場發生輻散或輻合，經由小波與流場的交互作用從而改變了海面粗糙度分佈情形，有些(如油污或尾跡亂流)則會抑止小波發展，而使得海面變得比較平滑，但是不論如何，假使海面非常平靜無風沒有任何小波，那麼雷達也就無法感測出海面粗糙度分佈有什麼變化了，因此如果期望要用雷達來探測這些海洋現象，海面上必需要有一定程度以上的小波分佈應當是合理的先決條件。然而，當海面有波浪存在時，波浪回跡強度往往又比想看的上述其它的海洋現象要強太多了，這時我們就必需濾除波浪效應，而平均過程正是最簡單的濾波工具。

我們將 ROCOS 雷達測波每次所得到的 32 張連續畫面求其平均圖像，這些圖像顯示出台北港外海觀測樁以及雷達測波子區均位於淡水河沖淡水所形成之近岸鋒的影響範圍內，此鋒面會隨潮流擺動，例如圖 9-29 至 9-39 即為一些實例，這些是八十九年七月九月 2200L 起的逐時雷達平均圖像，當日上午輕度颱風啟德(編號 0004)在台東成功登陸，然後沿著花東陸地一路快速北上，午後即由台灣北部出海。如前章所述，為了能詳實記錄到台北港颱風波浪之變化情形，當日下午海洋所作業人員即用遠端遙控方式將雷達測波系統改設定為每小時均記錄所有原始數據。圖 9-29 至 9-31 等圖之觀測時段(22 時至翌日 0 時)正是風力最強勁、浪高最大的時候(參見圖 9-14)，而這些經平均後之圖像，在濾除波浪痕跡後的確顯示了許多有意義的特徵構造。其一是南堤左側近岸處之黃綠色亮區，這和

當地風力強度應有密切的正比關係，其次則為遠岸海域之淡藍色縱向(上下)寬條紋，由於此時主要吹西北風(參見圖 9-40 至 9-42 等天氣圖)，這些條紋走向與當時天氣圖所顯示之風向大致平行，因此我們合理懷疑這些條紋所反映的應當正是當時的風向。此外，另一項有意義的特徵便是與沿岸鋒有關的構造，這些詳見下述。

首先注意看 9 日 22 時(圖 9-29)在北防堤右上方水域出現一道淺藍色的長條形亮帶(也就是海面較為粗糙的區域)，23 時(圖 9-30)此長條形亮帶移往北防堤正上方，10 日 0 時(圖 9-31)長條形亮帶再移至南防堤正上方，1 時(圖 9-32)此長條形亮帶又向更西南方移動，其條紋走向則演變成與海岸近似平行。2 時(圖 9-33)與 3 時(圖 9-34)長條形亮帶消失不見，但在沉箱作業區附近以及後者左側卻出現條狀暗帶(表示海面較平滑，缺乏小波，油污或水流輻散均可能造成此效應)。以上是這些疑似鋒面構造的逐時變化情形，似乎暗示我們這些變化過程可能和潮流有關。根據我海軍海洋測量局所刊印的潮汐表，淡水海域八十九年七月九日下午 1722L 高潮，晚上 2337L 為低潮，十日 0546L 為下一次高潮，而 1218L 則為下一次低潮，另從過去的調查報告(例如：王, 1994)知，淡水外海退潮流為流向東北，最大流速發生在高潮後二小時半左右，而漲潮流則為流向西南，最大流速發生在低潮後二小時左右。由以上這些訊息可推估出在圖示的時段內(即九日 22 時至十日 3 時)，淡水外海之潮流是從東北向流轉為西南向流，九日 20 時左右東北向潮流最強，23 時左右潮流流速最小，而流向則開始轉換，至十日 2 時左右西南向潮流達到最強，再考慮到九日受颱風環流影響，當日風向係從東北轉西北，偏北風將驅動南向的沿岸海流，因此前述之最大流時間以及轉流時間均可能會再提前一些。顯然，圖 9-29 至 9-32 所示之鋒面移動情形確實和以上的推論，不論在時間上或是移動速度上，都是頗為一致的。由於台北港北防波堤右側鄰接八

里污水處理廠以及挖子尾海岸，再向右便是淡水河出海口，由以往的水文觀測(例如：王等，1996)知這些水域主要均在淡水河沖淡水的影響範圍內，因此我們可以合理推定前述之疑似鋒面構造便是由淡水河沖淡水與外海海水二者匯合所形成的近岸鋒(過去在淡水河口外海浮標追蹤的結果亦顯示浮標在此種鋒面附近有匯合的趨勢，表示鋒區水流會呈現水平輻合，參見王等 1996)，而此鋒面之右側係屬於淡水河沖淡水之範圍。在海流輻合處，波浪經由波流交互作用往往會促使波高增大，如果輻合帶恰經過台北港外海觀測椿，那麼觀測椿所測波高自然會比雷達子區所測要大，反之亦然。細觀圖 9-5 至 9-16 等比較圖，雷達所測與觀測椿所測者往往呈現韻律性的，此大彼小或彼大此小的變動，特別是觀測椿上 S4 所測波高常呈半日週期的變化，而雷達所測則較偏全日週期，顯然前者和潮有關而後者則除了潮之外尚可能和海陸風效應有關，亦即雷達測值中風的效應沒能消除乾淨，這些和潮相關的部份便可能和上述之沖淡水鋒面擺動有密切的關係。

接著再看下一個潮汐週期的情形。圖 9-35 至 9-39 為八十九年七月十日 8 時至 12 時台北港的逐時雷達平均圖像，圖 9-35 所對應的時間和圖 9-29 相比間隔了十小時，圖 9-37 和 9-29 則差 12 小時，圖 9-38 和 9-39 亦相隔 12 小時，餘類推。如果上段所述之潮流效應屬實，那麼間隔 12 小時後所測之鋒面構造水平分佈應有重覆性？可是為何圖 9-37 與 9-29(9-38 與 9-30 等亦然)等為何並不像呢？這個原因可能和啟德颱風所帶來的雨量有關，七月九日上午至黃昏北部均大雨，淡水河入海逕流顯然將大增，因此沖淡水之範圍必然也在持續擴大中。細觀圖 9-35 至 9-37，這段期間沖淡水鋒面均停滯在台北港北防波堤附近，因此我們可以猜測當日之憩流(slack water)時段大約發生在 9~10 時左右(圖 9-36 與 9-37)，這和前段所述並未相違，因為前段亦曾指出由於受近岸風吹流影響，該日憩流時

段可能會提前，但圖 9-36 所示之鋒面位置顯然要比上一個潮汐週期(如圖 9-29)要偏左許多，同時圖 9-37 與以後各圖所顯示之鋒面移動情形又和潮流變化相吻合，因此我們相信以上這些推論是十分合理的。

除了平均圖以外，我們也將 ROCOS 雷達測波每次所得到的 32 張連續畫面另外再求其標準偏差並按相對大小繪製成圖像以供比較。由第六章所述知，雷達回波強度之能譜與海浪能譜間有正比的關係，因此將這些標準偏差繪成的圖像所代表之意義應是海面上波浪場的波浪強度(應與局部波高成正比)。由於資料處理過程尚未發展成熟(疊圖處理部份尚未完成)，以下我們僅舉一個例子(圖 9-43)來作說明，這個例子定性顯示 89 年 10 月 13 日 1000L 台北港港區週遭之波高相對分佈情形，此範例所對應之波列入射情形則請參見圖 9-44。圖 9-43 顯示出入射波會受台北港沈箱施工區阻擋，在其後方形成一片遮蔽區，另外港內水域在北堤左側也有一片遮蔽區，這些遮蔽區內波高較小。但在沈箱堤外側以及港內靠碼頭附近區域則波高較大，顯示波浪反射及淺化促成波高增大的效應。另方面該圖亦顯示外海波浪場分佈似乎也不很均勻，當然有部份可能是受雷達波受干擾產生鬼影的影響，既使剔除這些鬼影區域後這種不均勻分佈的情形仍然是存在的，如果再比對同時段之雷達平均圖(圖 9-45)則可看出波高不均勻分佈情形和平均圖上之明暗分佈確實也很吻合，究竟是由於波、流交互作用或是風場不均勻？或是還有其它原因所造成？這些對比彷彿是將神祕之窗揭開了一角窗簾，提供我們許多誘因去研究波浪場的水平不均勻行為以及性質，未來或許可以發展成為一個重要的研究方向，而雷達遙測則可能會是從事這種研究時必需的一種觀測工具。

本計畫之目標在於使用雷達以監測波浪，然而在本章內為何要煞費苦心來談近岸鋒呢？主要原因乃如第一章所述，本計畫僅係「八里、林口海岸漂沙調查及海氣象與地形變遷四年監測計畫」項下一個子計畫，

總計畫之目的在於因應台北港環境影響評估以及工程規劃之需求，各子計畫焉有不配合之理。雷達是一個多功能的微波遙測工具，其功能遠不止於監測波浪，如前所述之事例僅在於表現其對近岸海洋環流場的研究也能提供相當大的助益，例如前述之平均圖確可以幫助我們解釋觀測樁上所測的海流資料，對闡述台北港近岸海洋環境應有很大的幫助。雷達平均圖是最近剛開發出來的一項分析產品，由於處理相當耗時，目前一些舊數據尚未重新分析，僅對新收集的資料增加此項服務。

本計畫另一項任務係與港研中心合作共同開發有關網頁顯示雷達即時觀測圖像之相關系統以及作業程式。關於這方面之工作，目前主要已完成了系統基本架構之規劃設計。我們所面對最棘手的問題其實是如何找出一個最經濟、可行的方式，可以將高容量的數位圖像由八里台北港現場傳輸至位於台中港的港研中心，至於應用程式方面則可以套用一些公用程式或自由軟體(例如 Apache 以及 Got\_it 等)。我們所面對的不是 k byte/小時這種數量級的資料(這種數量使用電話數據機便足以應付)，而是每小時達 10 Mega byte 以上的動畫圖檔，如以常見的 56kbs 數據機來傳輸，至少要 3000 秒以上的時間才能傳完 10 Mega byte 資料(有人測試過，以所謂的 56k 數據機傳輸壓縮過之資料，真正的速度只有 33kbs 而已)，因此使用電話數據機是不可行的。那麼使用 ISDN 專線呢？可行，但價位太高(係按電話費乘以頻道數來計價)，受不了也不值得(個人管見)。高速無線數據機？理論可行，但受觀音山阻擋，需架設中繼站，如此則使系統過於複雜因此無法考慮。寬頻網路？好主意，不過有線電視寬頻系統目前只能單向傳輸(只能下行，此乃目前法令上之限制)，上行仍得靠電話數據機，而我們所要的傳輸作業方式正是以上行為主，所以有線電視寬頻系統目前無法考慮。此外，另一種由中華電信正在推廣中的寬頻系統稱為 ADSL(非對稱迴路)，這是利用現有的電話線路高頻部份的頻寬進行

數據傳輸，因此不妨礙通話而可與電話機同時使用。ADSL 下行速度很快，但上行則較慢(據說這是為了避免發生串音而如此設計的，所以才稱為非對稱迴路)，如果租用上行速率為 128 kbs (基本型只有 64kbs，但也比 56k 的電話數據機要快一倍)之 ADSL，則商務型每月月租費約新台幣 2000 元左右，但 ADSL 必需接往某一 ISP 供應商(如 hinet 或是 seednet)，如用固接式則每月費用尚需新台幣 5000 元左右，如此這般加起來就不少了。然而，台大與中華電信間有某種協議，只要符合條件(本計畫符合)那麼就可由 ADSL 直接接上台大校內網路，然後再連上 tanet 與 hinet，如此便可免去付給 ISP 供應商的月費。目前我們已為台北港雷達測波站申請了一線電話(要先有電話才能申請 ADSL)，然後等校方與中華電信談完後便可申請安裝 ADSL。

當 ADSL 安裝好之後(目前 ADSL 數據機全面缺貨，因此尚無法預估安裝時間)，台灣大學將會分配一個虛擬的 IP 位址給台北港雷達測波站電腦，此 IP 位址雖然無法跨出台大校園網路，但與校內電腦則可直接連線。我們計劃在海洋所內架設一台網頁伺服器(web server)作為中繼站，港研中心的電腦可以經 hinet 轉 tanet 連上這一台中繼站伺服器讀取資料，而此中繼站伺服器則定時透過校園網路，經由中華電信的光纖線路接往八里機房轉 ADSL 專線再從台北港雷達測波站的電腦內讀取所需要之動畫圖檔資料，如此便可架構出一個既經濟又可行的連線方式(規劃之系統架構方塊圖以及連線情形請見圖 9-46)。這是我們目前構思中的系統，至於成效會如何？且請拭目以待。

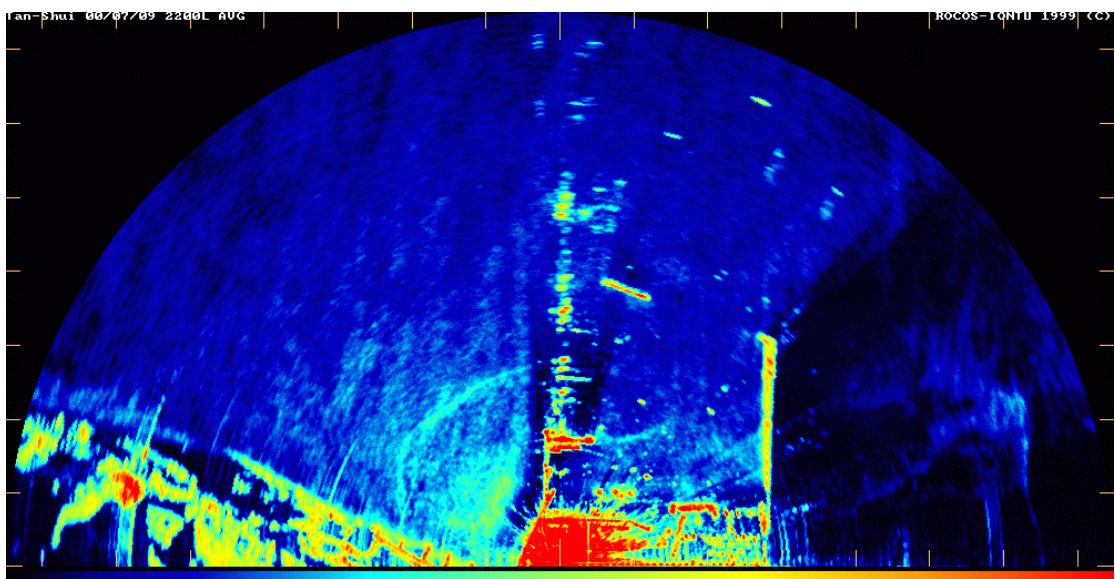


圖 9-29 2000 年 7 月 9 日 2200L 雷達平均圖像，注意看北防波堤右上方出現一道長條形亮帶(海面較粗糙區域)。

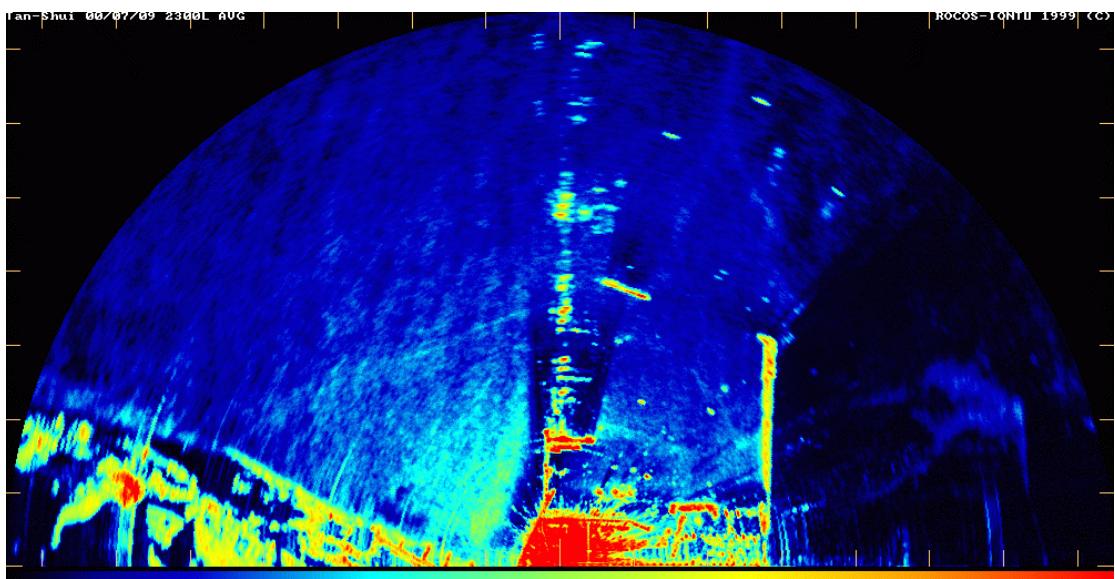


圖 9-30 2000 年 7 月 9 日 2300L 雷達平均圖像，此長條形亮帶已移往北防波堤正上方。

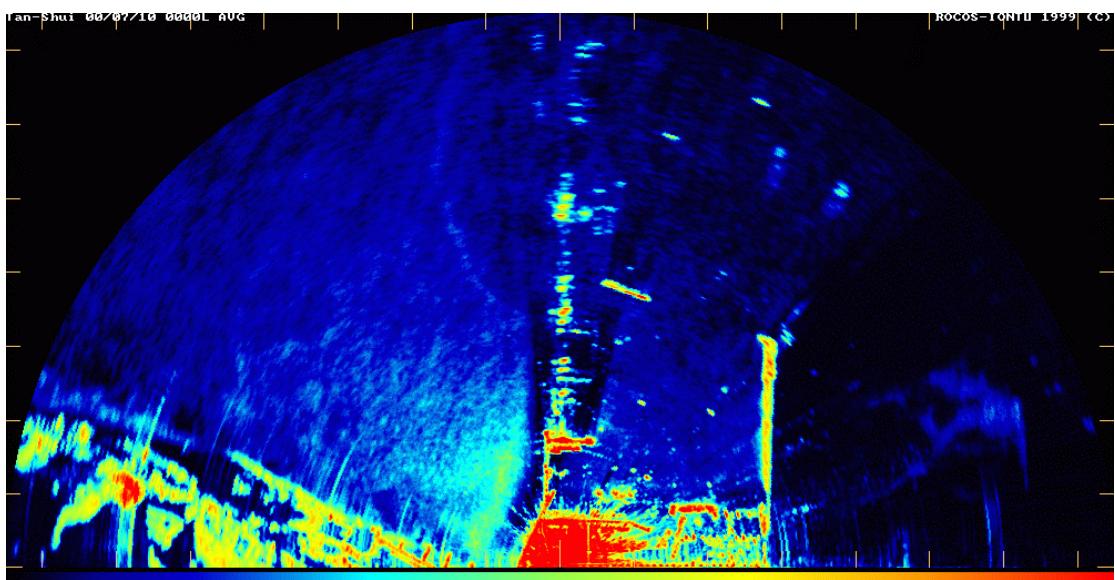


圖 9-31 2000 年 7 月 10 日 0000L 雷達平均圖像，長條形亮帶又移往南防  
波堤正上方。

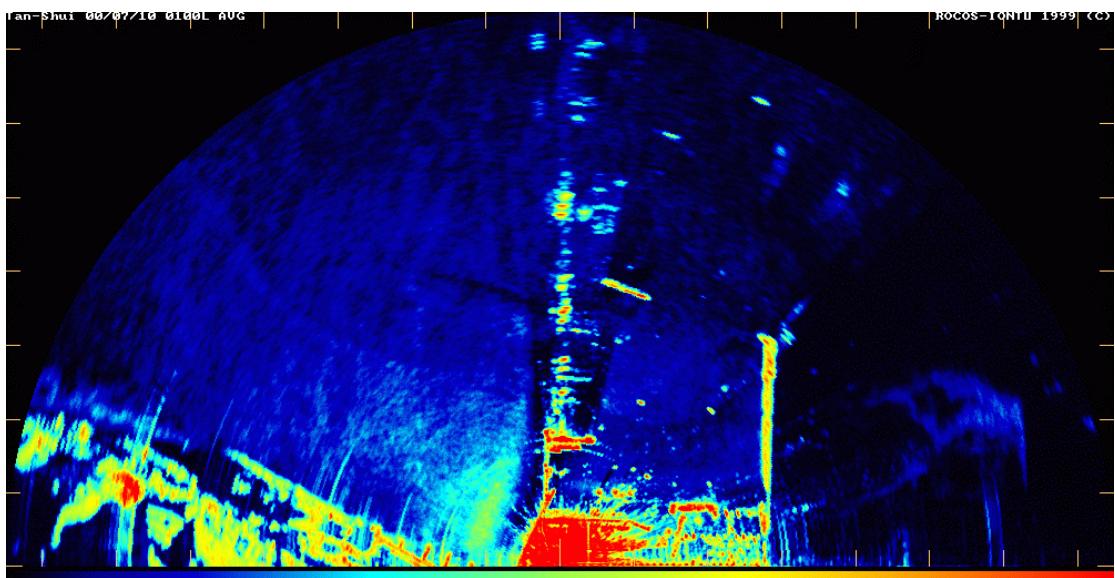


圖 9-32 2000 年 7 月 10 日 0100L 雷達平均圖像，長條形亮帶區域再移往  
港區更西南方，沈箱作業區附近又出現長條形暗帶。

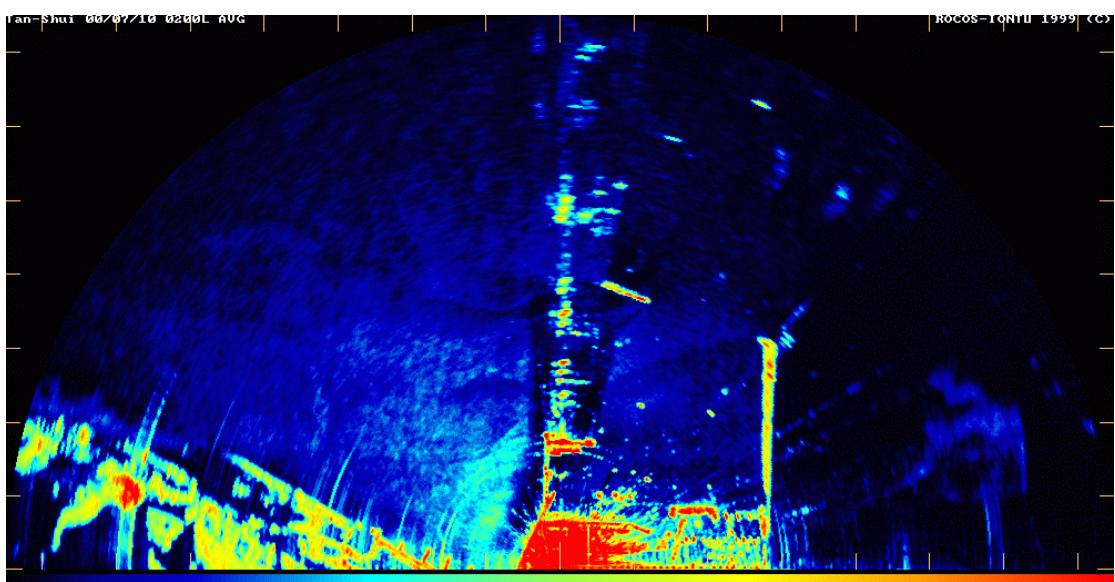


圖 9-33 2000 年 7 月 10 日 0200L 雷達平均圖像，長條形亮帶消失，沈箱  
作業區附近長條形暗帶仍持續存在。

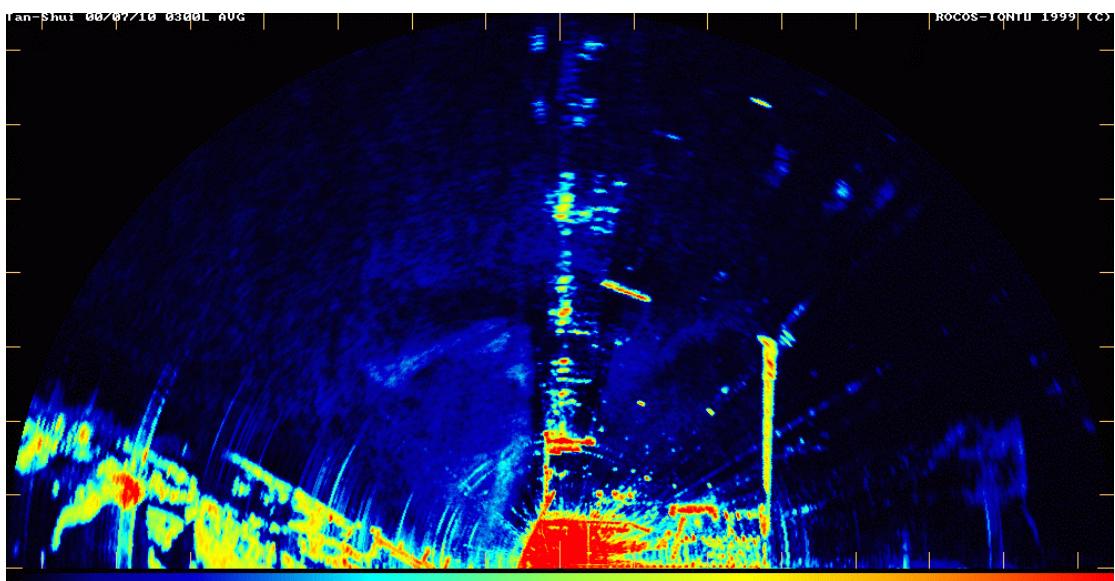


圖 9-34 2000 年 7 月 10 日 0300L 雷達平均圖像，沈箱作業區附近長條形  
暗帶變得更寬、範圍更大。

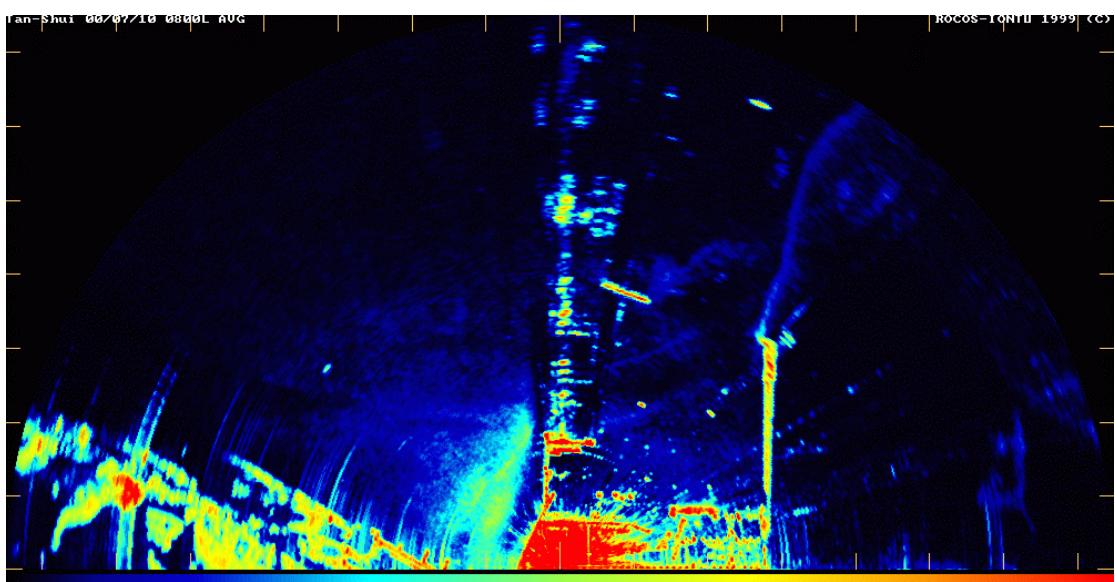


圖 9-35 7 月 10 日 0800L 雷達平均圖像，北防波堤上方再次出現長條形亮帶。

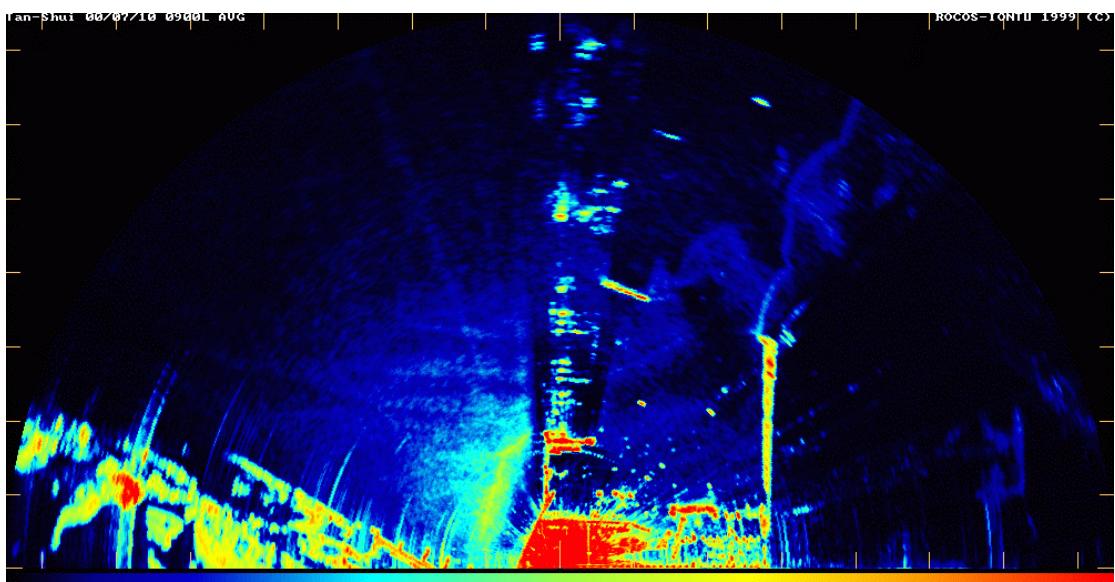


圖 9-36 7 月 10 日 0900L 雷達平均圖像，北防波堤上方長條形亮帶仍持續存在。

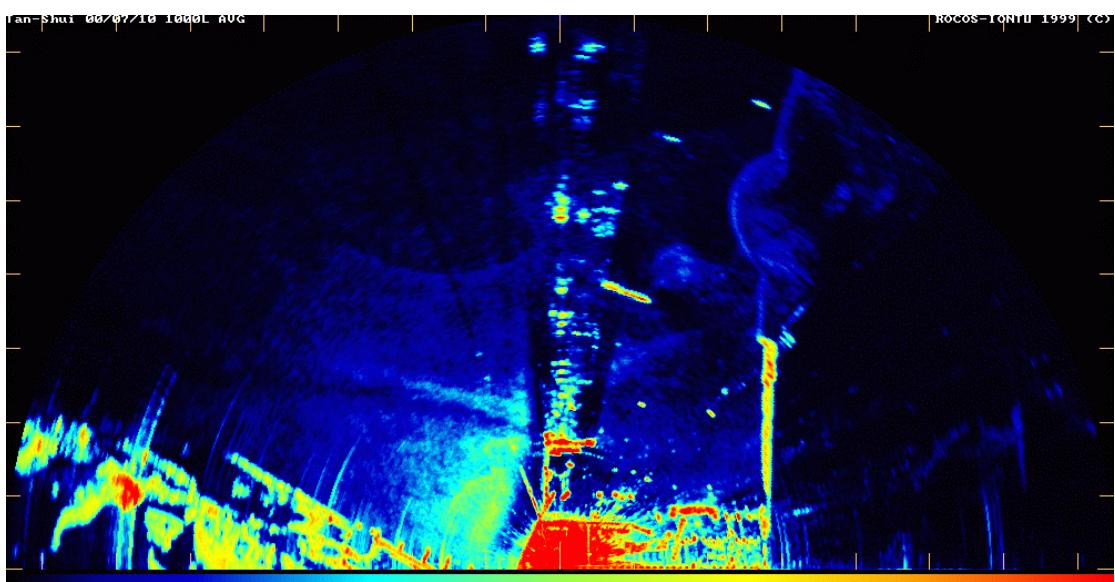


圖 9-37 7 月 10 日 1000L 雷達平均圖像，北防波堤上方長條形亮帶還是持  
續存在，但其形狀已變成向左凸出。

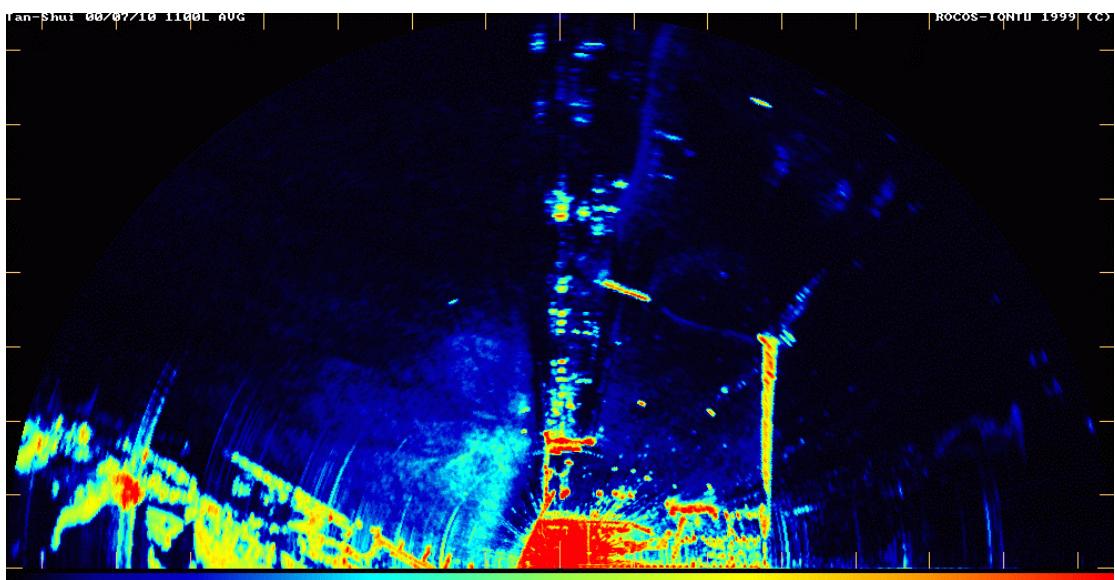


圖 9-38 7 月 10 日 1100L 雷達平均圖像，長條形亮帶向左移至沈箱作業區。

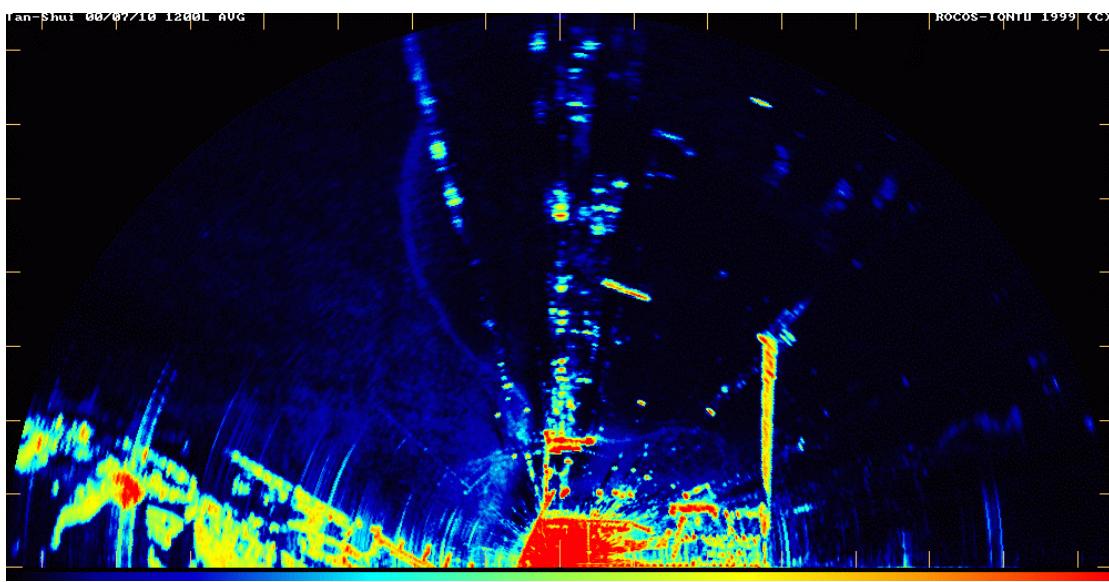


圖 9-39 7月 10 日 1200L 雷達平均圖像，長條形亮帶繼續向左方移動。

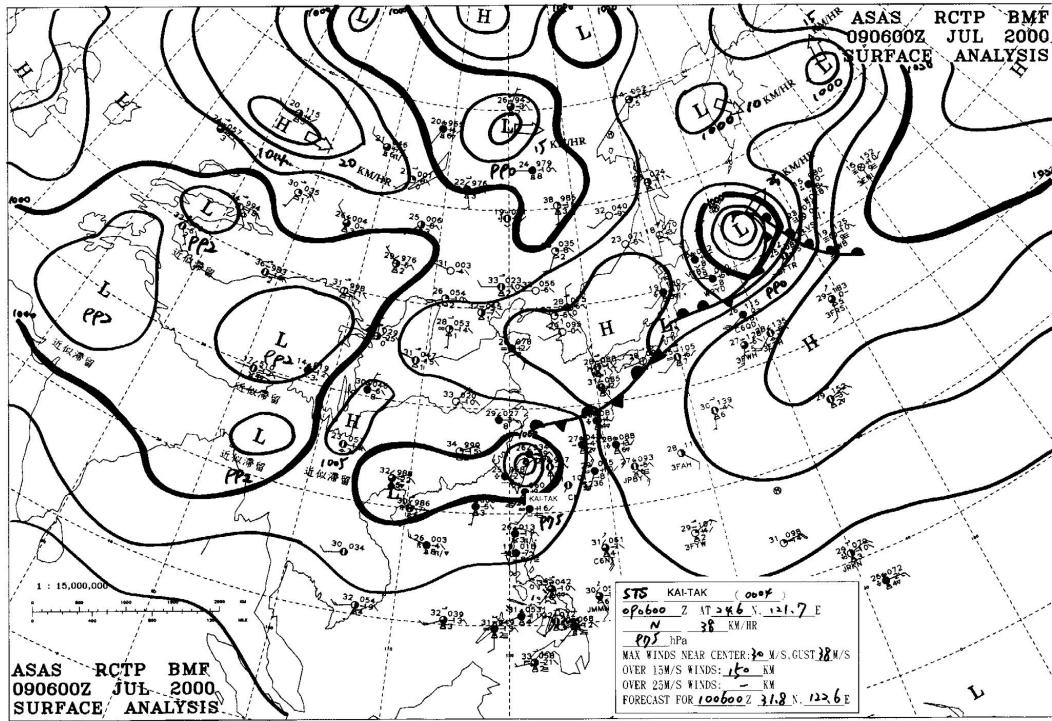


圖 9-40 八十九年七月九日 1400L 地面天氣圖，啟德颱風中心位於宜蘭附近(摘自中央氣象局網頁,<http://www.cwb.gov.tw>)。

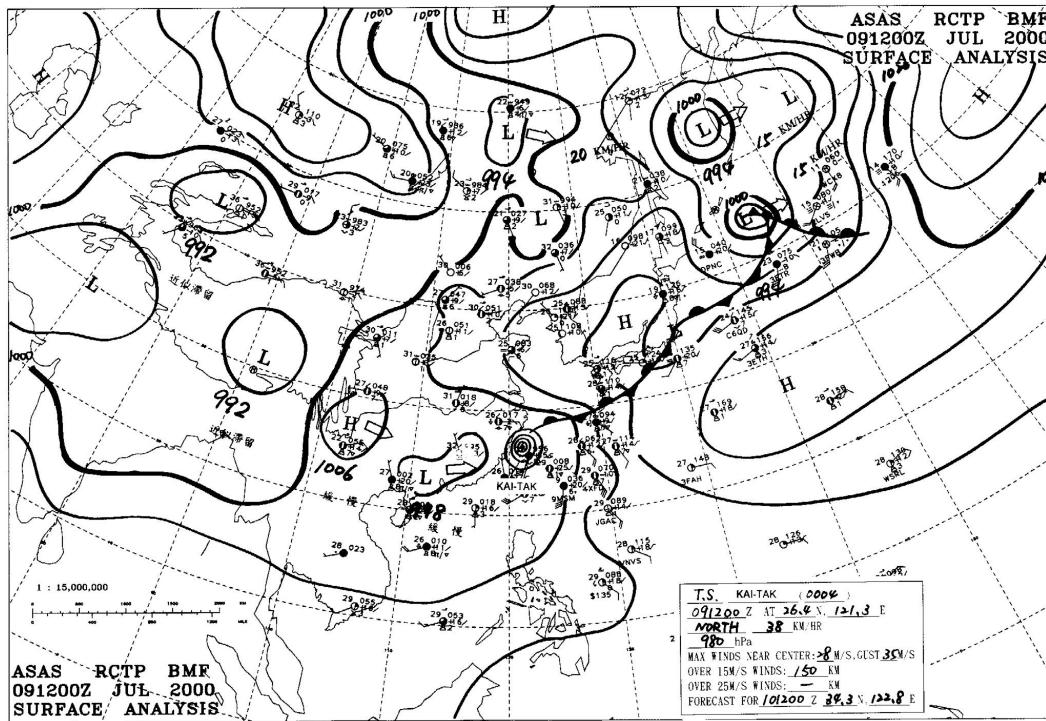


圖 9-41 八十九年七月九日 2000L 地面天氣圖(摘自中央氣象局網  
頁,<http://www.cwb.gov.tw>)。

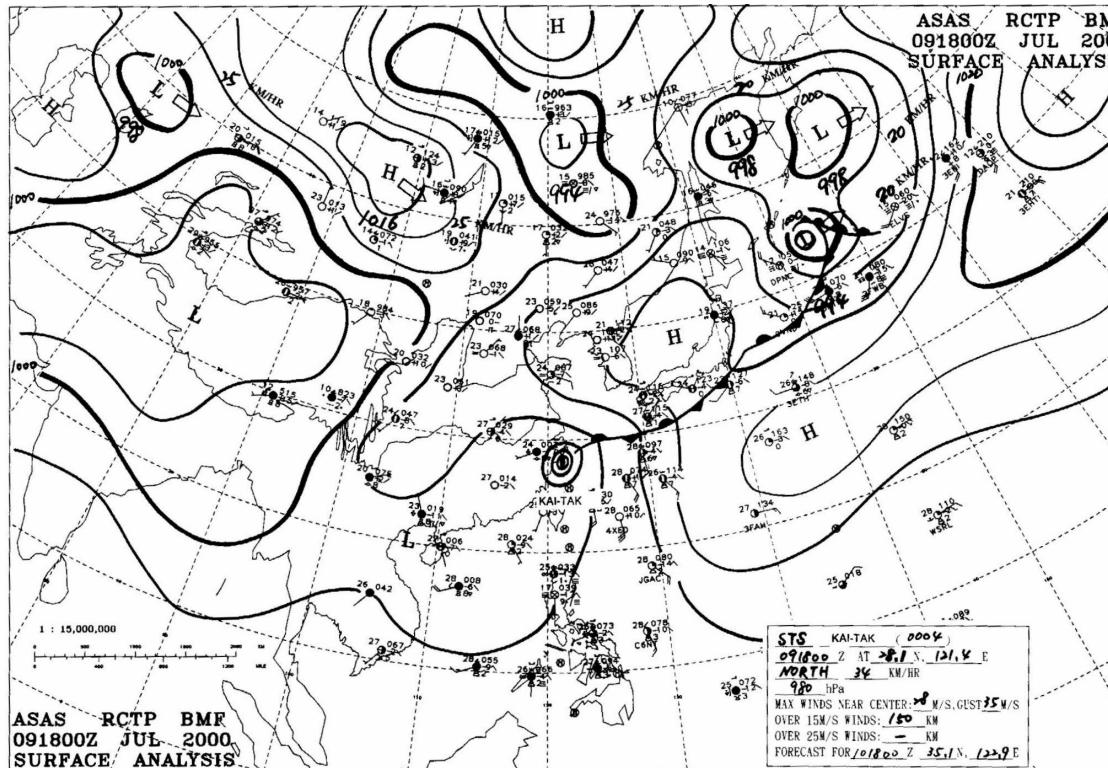


圖 9-42 八十九年七月十日 0200L 地面天氣圖(摘自中央氣象局網  
頁,<http://www.cwb.gov.tw>)。

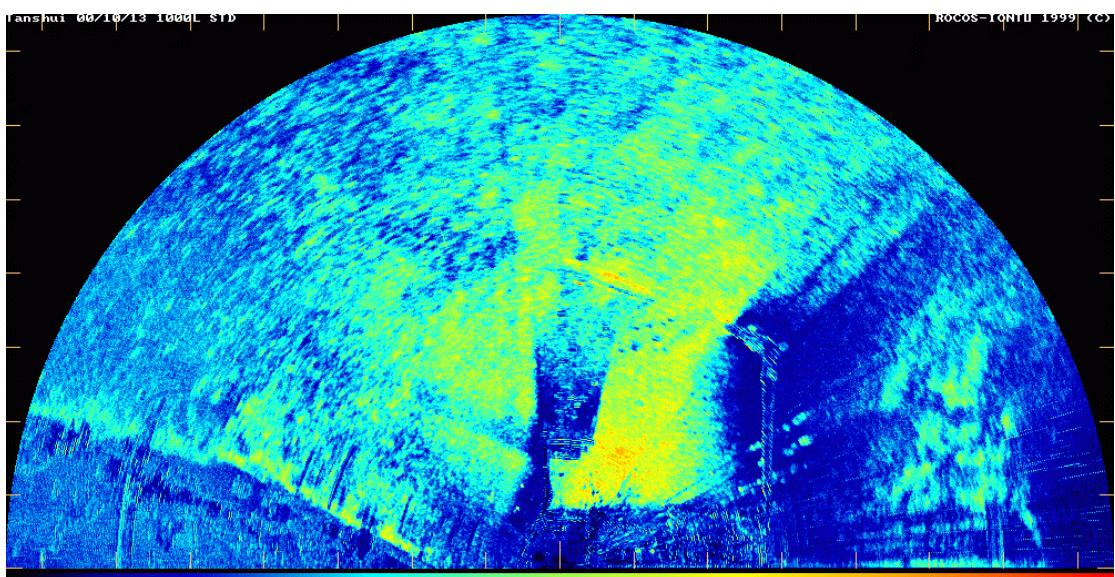


圖 9-43 89 年 10 月 13 日 1000L 雷達回波強度之平均標準偏差分佈圖像，  
雖然海岸以及防波堤等結構物圖像尚未疊上，但仍依稀可辨認出堤線、  
港區以及林口、八里海岸等地形。

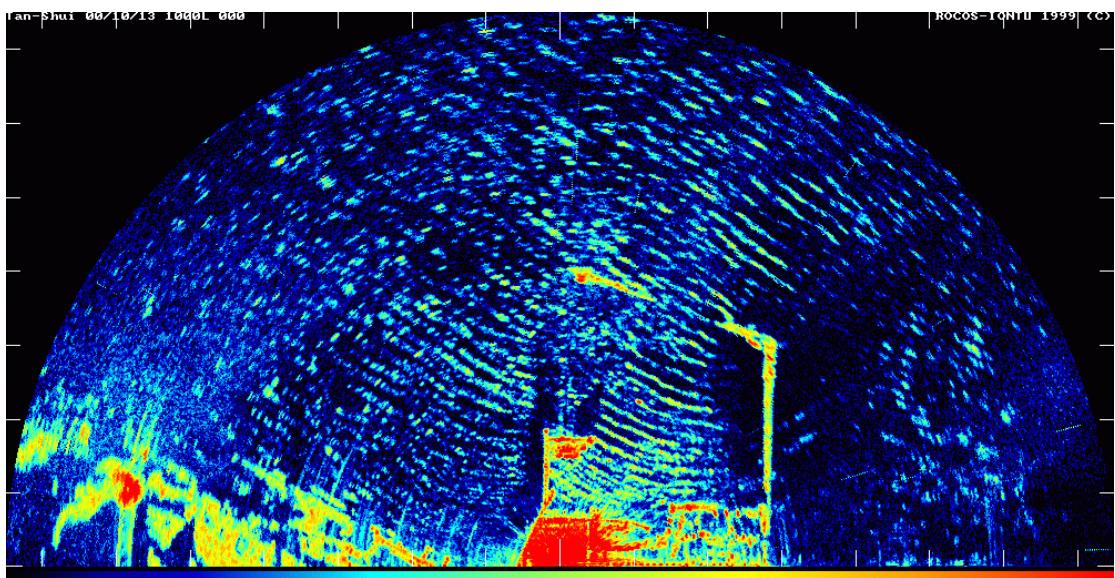


圖 9-44 89 年 10 月 13 日 1000L 原始雷達圖像，顯示波列由北入射情形。

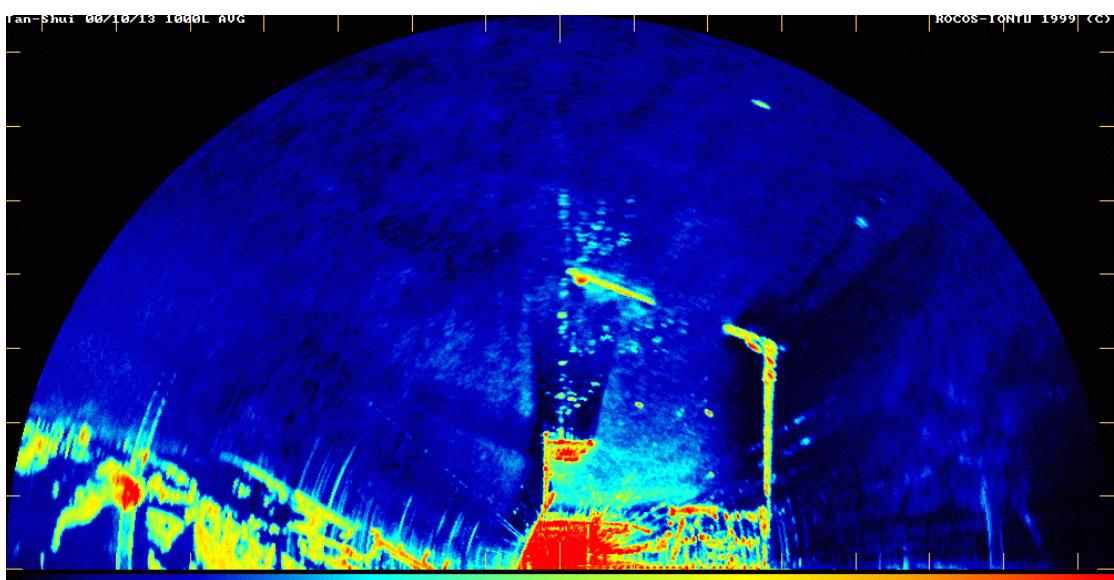


圖 9-45 89 年 10 月 13 日 1000L 雷達平均圖像。

#### 台北港雷達測波即時資料傳輸線路規劃架構

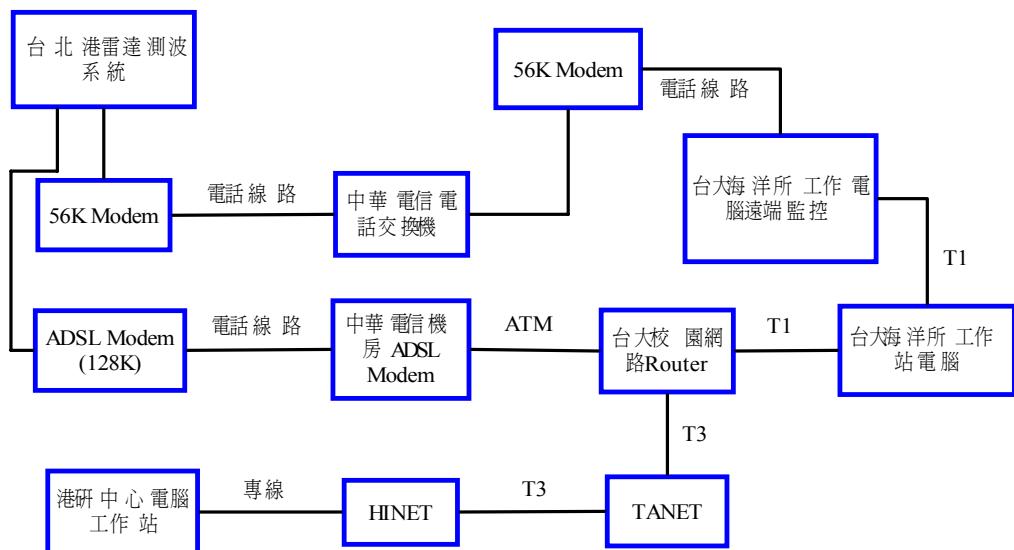


圖 9-46 台北港雷達測波即時資料傳輸線路規劃架構圖。

## 9.9 結論與建議

根據合約現定項目，第二年度起台大海洋所按照作業進度順利執行了將雷達測波儀系統正式上線進行台北港現場波浪監測的工作，目前業已累積了一年以上的觀測數據，這些包括逐時觀測的雷達原始數據、後處理製做的雷達影像 GIF 動畫圖檔、雷達平均影像圖檔、觀測子區資料檔、逐時雷達 3D 能譜數據檔以及波浪統計資料檔等等，這些資料均按月分別以 DAT 卡帶或是 CD 光碟片方式錄存後寄交港研中心，港研中心則可根據這些資料再進行更高級的分析工作。在本年度執行期間，雷達測波系統在台北港現場亦經歷過多次電力中斷的考驗，基本上該系統均能維持相當的穩定性，對一般短暫時間停電的狀況也多能不受影響而繼續維持觀測作業，但對一天以上之長時間停電(或是電力供應不穩定，長期時斷時停)則有時無法克服，為改善此問題台大海洋所亦在今(89)年 9 月 30 日再次增強不斷電系統(另外再增加了兩組外接電瓶)，目前似乎已進一步改善了觀測品質，迄今為止並未再發生過因停電而停止觀測之事。

此外，89 年 10 月 9 日晨接獲台北港支局港航課人員來電告知雷達測波儀電腦故障無法起動，本所人員乃緊急從所內抽調一台備用電腦，並於當日中午趕赴現場檢查，為維持雷達測波監測作業不致中斷太久起見於是直接更換為備用系統，而原電腦系統則攜回所內維修。事後檢查發現原電腦並未故障，在所內測試時工作十分正常，猜測造成電腦當機的主要原因可能是雷達測波儀系統所安放的位置並無空調設備，在夏末、秋初(秋老虎型天氣)晴朗的假日(10 月 8 日)由於門窗緊閉空氣不流通，最後便導致電腦系統因過熱而當機。目前時序已進入秋末、冬初，氣溫較低，因此我們可預期將有一陣子不至於再發生這種當機情況。然而我們也可預言，如果此情形仍繼續未能改善，那麼明天夏季或是初秋當會再次發生電腦因過熱而當機的事件。

在雷達監測波浪作業執行期間，港研中心亦在台北港外海觀測樁上安裝了 S4 波流儀，維持了近似同步的單點波浪觀測作業。在前述章節內敘述了這兩種記錄間的比對情形，另外也以 S4 之觀測結果作為雷達測波儀比對校正的依據，並根據 88 年 10 月以及 11 月之 S4 觀測值導出了將雷達觀測值換算成實際波高之經驗公式。本(89)年度利用此經驗公式所計算出之雷達估測波高值( $H_r$ )與 S4 同步測值( $H_s$ )之比對統計結果均列於表 9-2，各月之誤差值( $S$ )是以統計標準差來表示，即

$$S^2 = \frac{1}{N} \sum_N (H_r - H_s)^2 ,$$

式中  $N$  為資料總筆數。顯然一、二、三及九等月誤差較大，其餘月份則誤差較小，這其實和一、二、三及九等月平均波高亦較大有關。由於計算所用之轉移函數並非最佳化後的型態，因此在減小觀測誤差方面未來還有很大的改善空間。

表 9-2、各月雷達估測波高與 S4 同步實測值之標準差(單位為 m)統計表。  
第一列各欄之數值表示年月，0001 即為 2000 年 1 月，第二列  $\bar{H}_{1/3}$  表示當月 S4 平均  $H_{1/3}$  波高(m)，而第四列則為計算該月統計值時所用資料之筆數(每小時一筆)，下雨資料並未排除。

項目	0001	0002	0003	0004	0005	0006	0008	0009
$\bar{H}_{1/3}$	1.57	1.60	0.98	0.82	0.56	0.74	0.60	1.10
標準差	0.62	0.65	0.44	0.34	0.28	0.30	0.35	0.49
資料數	596	604	628	677	370	442	719	623

雷達遙測波浪是一項尚在發展中的技術，不管在理論層面或是實

務層面都有很多急待探討或是待開發的項目，例如在理論方面我們需要找出最佳化的轉移函數(這就是一項永無止境的方向)，導出更有效、更準確的估算海流流速的計算法則等等，而在實務作業方面我們則需要開發網頁即時顯示雷達遙測波浪圖像之作業系統，日後可提供使用單位透過電腦網路即能獲得有關即時海況之訊息，如此對規劃日常海上工程作業或是現場施工等方面將會甚有助益。另方面我們是否亦應多方面開發新的用途？例如海域油污監控、近岸碎波帶內沿岸流觀測作業、離岸裂流(rip current)位置監控甚至於瘋狗浪(freak waves)監測等等方面，雷達遙測技術似乎都有可效力之處。只是以上工作項目需要許多研究人員組成團隊分工合作，如此才可望能在較短期間內有所成績。

## 第十章 結 論

綜合以上資料分析，可得台北港 85 年 - 89 年五年來海氣象及海岸地形變遷有以下統計特性。

1. 台北港夏天為西南季風，其他時間主要為東北季風。風速發生機率最高的為 0m/s ~ 5m/s，約佔 46%，其次為 5m/s ~ 10m/s，約佔 40%；風向發生機率最高的為 ENE，約佔 23%，其次為 NE，約佔 17%。最大風速為 26.33m/s，相對風向為 43.26 度，發生時間為 89 年 11 月 1 日上午 3 時。
2. 台北港示性波高以介於 0 cm~50 cm 最多，約佔 32 %，其次為 50 cm~100 cm，約佔 30 %；週期主要分佈於 4 sec~6 sec，約佔 45 %，其次為 6 sec ~8 sec，約佔 42 %。波向以來自 N 方向最多，約佔 33%。其次為 NNE 方向，約佔 31 %。最大波高( $H_{max}$ )、相對週期( $T_{max}$ )各為 992.1cm、9.2sec；最大示性波高( $H_{1/3}$ )、相對週期( $T_{1/3}$ )各為 875.4cm、10.3sec，發生時間為 87 年 10 月 13 日~87 年 10 月 17 日瑞伯(ZEB)颱風過境台灣之時。
3. 台北港水深-5M 處海流流速主要介於 0~40cm/s，約佔 56%，其次為 40~80cm/s，約佔 41%。主要往復運動流向為 ENE 及 WSW 方向，合計約佔 46%，其次為 NE 及 SW 方向，合計約佔 26%。最大流速為 119.9 cm/s，相對流向 238 度。
4. 根據 87 年春季至 87 年秋季及 89 年春季至 89 年秋季間之海床斷面分析，淡水河河口部分河道南側因淤積逐漸形成沙洲，低潮時可以露出水面外，河床本身似乎有季節性變化。整體海域於淡水河口西南方發電廠前方海域有沙洲形成，顯示有向離岸方向之漂沙活動，並且有季節性侵淤現象。

## 參考文獻

- [1]黃清和、洪憲忠、吳基、徐如娟等(1999),淡水國內商港漂砂調查及海、氣象與地形變遷監測計畫(第一年)，台灣省政府交通處港灣技術研究所。
- [2]蘇青和、吳基、洪憲忠等(1999),淡水國內商港漂砂調查及海、氣象與地形變遷監測計畫(第二年)，台灣省政府交通處港灣技術研究所。
- [3]邱永芳、洪憲忠、吳基、林柏青、廖慶堂、徐如娟(1999),淡水港外廓防波堤興建海岸地形及海象監測，交通部運輸研究所港灣技術研究中心專刊 169 號。
- [4]邱永芳、洪憲忠、吳基、林柏青、廖慶堂、王胄、徐如娟(2000),八十八年八里、林口海岸漂沙調查及海氣象與地形變遷四年監測計畫，交通部運輸研究所港灣技術研究中心出版品編號 MOTC-IOT-IHMT-CE8806，政府出版品統一編號 009254880066。
- [5]洪憲忠、吳基、邱永芳、徐如娟、魏震、陳義寬(2000),85 年~88 年八里、林口海域海氣象統計特性研究，第 22 屆海洋工程研討會論文集，35 頁-40 頁。
- [6]王胄(1994),八里污水處理廠暨海洋放流管等工程施工期間環境品質監測報告(海象調查報告，82.7-83.6)，財團法人中興工程顧問社。
- [7]王胄、陳慶生(1996),八里污水處理廠暨海洋放流管等工程施工期間環境品質監測計畫—85 年度海象調查工作計畫報告書，財團法人中興工程顧問社委託國立台灣大學海洋研究所執行。
- [8]王胄、邱永芳、洪憲忠、張宏毅(2000),八十九年台北港雷達遙感波浪監測研究，交通部運輸研究所港灣技術研究中心出版，台中縣梧棲鎮，網址：[www.ihmt.gov.tw](http://www.ihmt.gov.tw)，出版品編號：MOTC-IOT-IHMT-89-015，政府出版品統一編號：1008900354。
- [9]渠道水力學易任編著國立編譯館出版 P165--P181

- [10]Kuo Yi-Yu and Yung-Fang Chiu(1994) **Transfer function between the wave height and wave pressure for propagation wave.** *Coastal Engineering*, Vol.23, pp.81-93。
- [11]Longuet-Higgins, M.S. and Stewart, R.W.(1964) **Radiation Stress in water waves” ;a physical discussion with applications.** *Deep-Sea Res.*, vol. II, pp.529-562
- [12]Holthuijsen, L.H. Booij, N. and Herbers, T.H.C. (1989) **A prediction model for stationary, short-crested Waves In Shallow water with Ambient current.** *Coastal Engineering*, Vol. 13 pp.23-54.
- [13]Abbott, M.B.(1979) **Elements of the Theory of Free surface Flows.** Computational Hydraulics, Pitman, London.
- [14]Smagorinsky J. (1963) **General Circulation Experiment with the primitive Equations.** Monthly weather Review, 91.No. 3, pp99-164.
- [15]Bijker, E.W.(1967) **Some Considerations about Scales for coastal Models with Movable Bed.** Publication No.50, Delft Hydraulics Laboratory, Delft, The Netherlands.
- [16]User Guide and Reference Manual, MIKE 21 NSW, DHI
- [17]User Guide and Reference Manual, MIKE 21 HD, DHI
- [18]User Guide and Reference Manual, MIKE 21 ST, DHI
- [19]User Guide and Reference Manual, LITPACK, DHI.
- [20]Ijima, T., T. Takahashi and H. Sasaki (1964) **Application of radars to wave observations.** *Proc. Conf. Coastal Eng.*, 11<sup>th</sup>, 30, 1, 10-22.
- [21]Wright, F. F. (1965) **Wave observations by shipboard radar.** *Ocean Sci. Ocean Eng.*, 1, 506-514.
- [22]Ziemer, F. and H. Gunther (1994) **A system to monitor ocean wave fields.** *Proceedings of the 2nd International Conference on Air-Sea Interaction and Meteorology and Oceanography of the Coastal Zone.* Lisbon, Portugal.
- [23]Phillips, O.M. (1977) **The Dynamics of The Upper Ocean.** second edition,

Cambridge University Press, London.

- [24]Schule, J.J., Simpson, L.S. and DeLeonibus, P.S. (1971) A study of fetch limited wave spectra with an airborne laser. *J. Geophys. Res.*, 76, 4160-71.

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

八十九年八里、林口海岸漂沙調查及海氣象與地形變遷四年監測計畫

著 者：邱永芳、洪憲忠、吳基、林柏青、廖慶堂、王胄、徐如娟

出版機關：交通部運輸研究所港灣技術研究中心

地 址：台中縣梧棲鎮中橫十路二號

網 址：[www.ihmt.gov.tw](http://www.ihmt.gov.tw)

電 話：(04)26564216

出版年月：中華民國八十九年十二月三十日

印 刷 者：普林特印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 120 冊

工 本 費：700 元

展 售 處：

交通部運輸研究所港灣技術研究中心 電話：(04)26564216

GPN：1009002243