

# 新竹南寮附近海岸侵蝕 與堆積問題初步研究

委託單位：新竹市政府

主辦單位：國立臺灣大學

執行單位：理學院海洋研究所

參與人員：唐存勇、梁乃匡、歐陽餘慶、  
林斐然、林曉武

中華民國八十一年四月



# 目 錄

一、簡介.....	1
二、背景.....	3
1. 自然環境.....	3
(1) 潮汐.....	3
(2) 潮流與沿岸流.....	3
(3) 季風.....	3
(4) 波浪.....	4
2. 水工平面模型試驗結果與現研究之關係.....	4
三、調查分析結果及建議.....	7
1. 流場測量及分析.....	7
(1) 由波浪造成的沿岸波能通率估計.....	10
(2) 漂沙量推算.....	12
(3) 波能量法理論.....	13
(4) 新竹漁港沿岸漂沙量.....	14
* 表一至表三.....	15--18
* 圖一至圖三十一.....	19--43
2. 沉積物之粒度分析.....	44
(1) 海岸地區.....	45
(2) 頭前溪河及鳳山溪河口外之海域.....	46
(3) 垃圾場及海水浴場鄰近海域.....	47
(4) 客雅溪河口外之海域.....	48

* 表四至表十(續).....	49--59
* 圖三十二至圖三十四(續).....	59--70
3. 懸浮物之分佈.....	71
* 表十一.....	73--75
* 圖三十五.....	76
4. 沉積物重金屬及有機碳分析.....	77
(1) 分析方法.....	77
(一) 沉積物乾燥.....	77
(二) 沉積物重金屬萃取.....	77
(三) 有機碳之萃取.....	77
(2) 結果.....	77
(一) 有機碳含量分析.....	77
(二) 重金屬含量分析.....	78
A. 頭前溪及鳳山溪河口外之海域.....	78
B. 垃圾場及海水浴場鄰近海域.....	78
C. 客雅溪河口外之海域分佈.....	79
* 表十二至表十三.....	80--81
* 圖三十六至圖四十.....	82--86
5. 衛星資料研判.....	87
* 圖四十一至圖四十三.....	89--91

6.人工養灘.....	92
(1) 人工養灘方式.....	93
(2) 人工養灘設計標準.....	93
(3) 施工.....	96
(4) 結語.....	97
四、結論.....	99
五、參考文獻.....	100
六、附錄.....	102--116



# 表 目 錄

表一	漂流浮標施放地點及深度與流向.....	15
表二	新竹附近海岸逐月平均波浪估計資料.....	17
表三	主要沿岸漂沙量公式.....	18
表四	新竹南寮附近海岸沉積物粒度分析結果.....	49
表五	新竹南寮附近海域沉積物粒度分析結果.....	50
表六	新竹南寮附近海岸沉積物粒度分析參數表.....	52
表七	新竹南寮附近海域沉積物粒度分析參數表.....	53
表八	標準偏差、歪斜度及峰度分類表.....	55
表九	新竹南寮附近海岸沉積物顆粒分級表.....	56
表十	新竹南寮附近海域沉積物顆粒分級表.....	57
表十一	新竹南寮附近海域懸浮物濃度分析結果.....	73
表十二	沿岸地區沉積物中有機碳及無機碳之百分比含量..	80
表十三	沉積物中重金屬含量之分析結果.....	81

# 圖目錄

圖一	漂流浮標設計圖.....	19
圖二	漂流浮標施放地點及流向.....	20
圖三	時間序列圖.....	21
圖四	棍棒向量圖.....	22
圖五	NBA 流速儀錨錠設計圖.....	23
圖六	NBA 東西向流速時間序列圖.....	24
圖七	NBA 南北向流速時間序列圖.....	24
圖八	RCM-8 流速儀錨錠設計圖.....	25
圖九	RCM-8 東西向流速時間序列圖.....	26
圖十	RCM-8 南北向流速時間序列圖.....	26
圖十一	等溫線之修改.....	27
圖十二	開始繪波向線.....	27
圖十三	計算 $C/C_0$ 圖表.....	28
圖十四	波向線折射作圖法.....	28
圖十五	由 $R/J$ 查 $\Delta\theta$ 之圖表.....	29
圖十六	折射作圖.....	29
圖十七	波浪折射圖.....	29
圖十八	一月波浪折射圖.....	30
圖十九	二月波浪折射圖.....	31
圖二十	三月波浪折射圖.....	32
圖二十一	四月波浪折射圖.....	33
圖二十二	五月波浪折射圖.....	34
圖二十三	六月波浪折射圖.....	35



圖二十四	七月波浪折射圖.....	36
圖二十五	八月波浪折射圖.....	37
圖二十六	九月波浪折射圖.....	38
圖二十七	十月波浪折射圖.....	39
圖二十八	十一月波浪折射圖.....	40
圖二十九	十二月波浪折射圖.....	41
圖三十	沿岸方向波浪能量通率.....	42
圖三十一	新竹南寮海岸水深圖.....	43
圖三十二	新竹南寮附近海岸沉積物採樣位置圖.....	59
圖三十三	新竹南寮附近海域懸浮物及沉積物採樣位置圖..	60
圖三十四	新竹南寮附近海域各沉積物標本粒徑頻度分佈圖	61
圖三十五	新竹南寮附近海域懸浮物分佈圖.....	76
圖三十六	沉積物中Fe含量之分佈情形.....	82
圖三十七	沉積物中Mn含量之分佈情形.....	83
圖三十八	沉積物中Zn含量之分佈情形.....	84
圖三十九	沉積物中Pb含量之分佈情形.....	85
圖四十	沉積物中Cu含量之分佈情形.....	86
圖四十一	新竹南寮附近海岸衛星圖.....	89
圖四十二	新竹南寮附近海岸航照圖.....	90
圖四十三	新竹南寮附近海岸衛星、航照比照圖.....	91



## 一、簡介

據新竹市市長童勝男博士(1990)報告，(參考文獻1)，新竹市位於本省西北部漁業中心區，為南北漁船往返航路之中心地點，不但為各地漁貨匯散之所，並為颱風期各地漁船避風避難之所。舊新竹漁港(原名南寮漁港)因泊地面積狹小，且為一河口港，漁船候潮進入，已無法適應今之需要，故於民國69年(1980)選定頭前溪出口南邊約二公里，規畫興建新竹漁港，以應實際需要。工程始於1980年10月，歷經十年，終於於1991年6月30日由總統秘書長蔣彥士先生剪彩正式啟用。在漁港開啟之前，新竹市政府人員即發現海堤外側有嚴重淤沙現象。且漁港南側數公里處之港南海水浴場有侵蝕現象，故委託台灣大學海洋研究所，代為研究調查此淤積/侵蝕現象，期對此問題有更深入的瞭解，以期尋出解決之道。

本調查研究工作進行尚屬順利，實際測量海流工作分二方面進行。首先我們以隸屬台灣省水產試驗所之海富號，錨錠在南寮海水深14m處，作逾20小時的測流，以期瞭解潮流強度及驗證是否有一恆向的北流。海富號船大吃水深，無法做更近岸之觀測，故租用小漁船測流，此工作亦分二方面進行，一是以drifter作全面定性的測流，另外則以錨錠流速儀方式，作點定量的觀測。所有觀測均選在東北風較強勁的季節，因東北風可能是造成海岸侵蝕/淤積的主因。結果顯示在南寮外海確實有一恆向北流，在近岸處，幾乎所有drifter都北流，但錨錠流速儀卻顯示近岸有一南流，在北堤外之南流非常弱，在南堤南側的南流較北堤強，但其速度亦僅17cm/sec。我們亦以新竹外海，中油鑽井台上的波浪資料，估算在南寮附近碎波的各種情況及沿岸波能通率的估計。再配以調查所測得的平均沙粒粒徑估算源沙量。其值分別為由

北向南的源沙量為 1,640,000 m<sup>3</sup>/year，而由南向北為 190,000 m<sup>3</sup>/year。雖由北向南源沙量大於由南向北的源沙量，但其值遠小於台中港的源沙量。又南寮外海並無直接測量的波浪資料及良好新近的等深線測量，故其估算量的誤差是可瞭解的。

現場除測流外，亦進行了沉積物之粒度分析，沉積物之重金屬，有機碳及無機碳的分析及懸浮物的分析，所得之結果顯示南堤以南地區的海岸無明顯的侵蝕或堆積現象發生，北堤海岸則有明顯堆積現象。北堤海岸雖有明顯堆積現象，但分析頭前溪及鳳山溪帶入海中的物質，有向北帶動的傾向，此與海流觀測結果相吻合。重金屬分析則顯示有四個高值區，即(1) 鳳山溪口(2) 南寮港口(3) 垃圾場(4) 客雅溪口。但其沿岸擴散並不明顯，且無方向性。有機碳的分析顯示，北堤有機碳明顯大於南堤，此可能源自頭前溪及鳳山溪。垃圾場附近有機碳的含量，並無明顯增加趨勢，事實上垂直縱斷向有機碳分佈有逐年減少現象，而海水浴場則相反有機碳垂直分佈有逐年增加趨勢，此可能與旅遊漸發達有關，應與垃圾場無牽連。最後我們亦分析了衛星圖片及建港前的空照圖片。雖潮汐效應並未濾除，但南堤南岸的侵蝕/淤積現象即使有，也非常微弱，但北堤堆積則非常明顯。

雖然分析調查結果，並無明顯海岸侵蝕現象，但仍提出一些養灘方法作為為政者的參考。本文下章將回顧一下前人對此處海域所做的研究。而後將詳細報告分析調查的結果。最後將總結分析調查的結果及對新竹市政府規畫此海域發展的一些建言。

## 二、背景

在建港前台灣漁業技術顧問社及中興大學土木工程學系水工試驗中心(參考文獻 2,3)曾研究收集新竹港附近自然環境有關之資料及結果,總結於下

### 1. 自然環境

#### (1) 潮汐

暴潮位	+3.64m
最高潮位	+2.64m
大潮平均高潮位	+2.16m
平均潮位	+0.06m
大潮平均低潮位	-2.25m
最低潮位	-2.75m

#### (2) 潮流與沿岸流

潮流,最大退潮流速為0.88m/sec 方向 NNE,最大漲潮流速為0.51m/sec 方向SW。

沿岸流並無估算或測量,但曾描述台灣海峽流速,夏季為0.5m/sec黑潮支流(流向應向北),冬季為向南流,流速為0.2m/sec。

#### (3) 季風

(a) 冬季(9月-4月)為NNE~NE的東北季風,最高風速達30m/sec 普通以10~15m/sec風速最常見。

(b) 夏季(5月-9月) 為SSW~SW季風，風速約在5~10m/sec。

(4) 波浪：分颱風波浪及季節波浪，如下表

颱風波浪			季節風波浪		
波向	波高(m)	週期(sec)	波向	波高(m)	週期(sec)
WNW	5.0	9.8	WSW	2.2	7.7
NNE	5.0	9.2	N	4.5	8.8
NNW	5.8	9.9	SW	2.6	7.8
WSW	4.6	8.7	NNE	3.5	8.0
SW	4.3	8.4	NW	3.1	8.0
NW	5.4	9.9			
W	4.7	9.3			
N	5.7	9.7			

## 2. 水工平面模型試驗結果與現研究之關係：

(1) 颱風波浪條件作用下，因波浪碎波現象發生較早，附近受沖刷等深線後退，泥砂搬運至外海沉澱，對港不足形成威脅，反之，季風型態易使港口形成嚴重淤塞現象。

(2) 漂砂因波浪能量之沿岸成份而移動，因此如能使波浪能量消滅，即無漂砂發生，消滅波浪能量不可能時，使其沿岸成份變為零，亦可得防止沿岸漂砂之效果，再則用人工將淤塞之土砂移去亦為防止淤塞之方法。防止漂砂流入港口，首先須築防砂堤，堤端必伸至漂砂不因波浪而移動之水深，但堤成不久，漂砂即堆積堤後，等深線可能發生變化有向前延伸之可能，因此防砂堤之漂砂上游側海灘，必須加以控制，使其安定，方可防止漂砂入港。

模型實驗結果，曾指出北堤將可能有淤沙問題，並作成建議"建港工程進行中，仍應繼續調查地形之變化，尤其臨近海岸是否產生嚴重之侵蝕或淤積"。作者無詳細資料無法得知調查結果。但與新竹市政府人員討論中得知(1)北堤淤積情況似乎嚴重，但有私人公司不斷挖取淤砂，故實際情況不得而知(2)南堤淤積/侵蝕不明顯，(3)海水浴場有防風林樹木死亡現象。

王甯及陳慶生教授應中國石油公司之委託，在新竹南寮外海20~30公里處的鑽井台附近，曾有過長期的流速測量工作，此資料可能是新竹港附近唯一的長期流速資料，其結果可大致歸納於下：

- (1) 有一平均的東北向流場存在。
- (2) 西南向流速唯在東北季風盛行時，有短暫數日的存在。
- (3) 潮流的流速約為40cm/sec，漲潮為南南西，退潮為北北東。
- (4) 最大的流速約115.9cm/s(東北向)。

此結果與早期報告有明顯不同之處，早期流速大都來自日本時代測得表面流速，其與季風有直接的關連，故在冬季東北季風盛行之際，表面流速即為西南流向。莊文思教授在澎湖附近測流

亦發現有一平均北向的流場，莊、王及陳等教授，皆以較精準的流速儀，作定點定性較長期測量，其資料可信度應遠較早期以漂流瓶觀測為準確。



### 三、調查分析結果及建議

#### 1. 流場測量及分析

流速測量，在本研究共進行四次，其分別為79年11月13日至14日、80年2月5日、80年10月4日至8日。79年11月13日至14日是以海富號錨錠新竹港外海，以RCM及NBA二不同流速儀，作24小時的測量，當日天候惡劣，東北季風強烈，海水混濁。80年2月5日的測量工作乃是以砂質採樣及全球定位系統(Global positioning system, GPS)校正工作為主。海流測量，只在南北堤上分別施放Drifter測量1公尺及1.5公尺水深的流速，當日天候尚稱良好，東北風並非很強勁。沿岸近碎波帶的測流工作，乃於10月4日至8日，租用漁船分別以Drifter、錨錠RCM及NBA三種不同的流速儀，作面(space)及時(time)上測量，施放Drifter數量為50個，而錨錠RCM及NBA的時間，皆近20小時。期間因風浪太大，漁船作業曾中斷一日半。此次測量工作最後仍終因風浪過大，而於十月八日終止。11月13日至14日再度出海，以Drifter測量垃圾場及海水浴場外的流場情況。而完成預期的測量工作。

圖一為用於測量流速用的標準Drifter。檔流板位於水下一公尺處。少數Drifter亦加長水下繩索至1.5公尺，至2公尺，以期瞭解較深的流速是否不同。其施放的地點及漂流的方向分別顯示於圖二，共計38個測站，函蓋了新竹漁港、垃圾場，海水浴場及其南北側。在各測站施放Drifter數為2-4枚，全部施放Drifter數逾佰枚。施放位置的測定是以手提式GPS定位所得。在整個新竹沿岸幾乎所有Drifter都有北流的分量，在近頭前溪口及岸邊，離岸流(西北向)較為明顯。但在離岸後，幾乎所有流向都向北。此與當地漁民說法非常一致。而Drifter並非在同

一天同一時施放，其間隔有長至一個月，詳細的時間，地理位置，水深及流向分別列於表一。至於80年2月5日，在南、北堤堤頭施放的 drifter，亦以北及西北向為主，但正確時間及地理位置，因 GPS未正常運作而未精確記錄。故並未列於表一及圖一。另外值得一提的是，幾乎所有測量工作皆在強勁東北季風中進行，但所測得之流速仍為北向。又施放 Drifter工作，在一工作天中，大約平均施放時數為7~8小時，而非集中在一短暫時間內，故我等雖無法濾去潮汐的影響，但可宣稱，在南寮外海一般的流速應為北向流。

以 Drifter測流雖可對整個新竹外海流場有一概括特性的瞭解，但其僅為定性的測量，而非定量的測量，故在此研究中亦以 RCM 及 NBA流速儀，做定點較長時間的定量觀測。本研究對新竹港附近，作第一次定量海流觀測乃在1990年11月13日至15日，以水產試驗所「海富號」研究船，至新竹外港錨錠測流，測站位於新竹港西南外海約1~2公里處。該處水深約14公尺，使用儀器為直讀式NBA海流儀，記錄時間為24小時，以濾除半日潮的影響，圖三為測得之東西向(u)及南北向(v)流速時間變化，南北向流速除在記錄之初，有短暫南向(v為負)流速處，餘者皆為北向流速，潮流僅使北向流速增強或減弱，但無法扭轉其方向。東西向流速亦然，在記錄時間內，大都為東向流速(u為正值)。圖四仍以速度向量來表示流速變化，其更易於表示出流場以東北流向為主，此與王胃、陳慶生、莊文思等教授觀測結果相同。而與早期報告相反。在觀測時間內，東北季風非常強烈而迫使研究船於14日傍晚起錨返航。

第二次錨錠測流在1991年10月7日至10月8日，以二流速儀

NBA 及 RCM，分別以投擲錨錠及漁船上錨錠測流，NBA 設計如圖五，所在之位置為在垃圾場外面 ( $24^{\circ}50.'N, 120^{\circ}54.23'E$ ) 水深為 8M (滿潮時)，NBA 在測量時是每 10 秒測量一次，每分鐘將所得的六筆資料平均成一筆並記錄之。資料作每 10 分鐘的 Blocking Average，所得結果為圖六及圖七。

此處潮流強度約為  $50\text{cm/sec}$ ，較外海所測之流速略強，其潮流為一橢圓運動，主軸方向為北北東—南南西，此與陳慶生、王胃等在長康海域所得的結果類似。此處的平均流速則與前人及本研究第一次較深處測流結果不相同，其為一向岸流，方向近乎東北向，東西向平均流速為  $14\text{cm/sec}$ ，南北向為  $-17\text{cm/sec}$ 。在以 NBA 流速儀測量同時，我們亦以 RCM-8 流速儀，錨錠測流。RCM-8 設計圖如圖八，所在位置是在北堤之外面 ( $24^{\circ}51.43'N, 120^{\circ}54.73'E$ )，水深 10M (滿潮時)，RCM-8 的記錄方式是每 30 秒測量一次，測量 20 次後 (即 10 分鐘) 將其所量得之數據平均並記錄之，所得結果為圖九及圖十，大致上均是向西流 (離岸) 只有一小段時間有向東流 (向岸) 的流況產生。由於本測站所在位置剛好是位於頭前溪與鳳山溪出口處，故有一股平均向西流的流場是合理的，再者，由陳慶生、王胃的報告中亦指出此區漲潮時是北北東，有向東的分量，圖九中出現向東的流場亦是在漲潮其間。在 V-Component 部分，圖九亦是呈現明顯的半日潮型態，平均流速近零，潮流主軸方向東北—西南。

綜觀所測之流速場，基本上可以宣稱在南寮附近以潮流為主，速度大小約為  $30\sim 50\text{cm/sec}$ ，其主軸方向基本為東北—西南向，但受地形影響而有所變化，平均流場大都為一向北的流場，但亦因地形及碎波作用而有所變化，但具有侵蝕性的強烈南向流速，並未在觀測中測得。

### (1) 由波浪造成的沿岸波能通率估計

波浪由外海向岸傳播，由於水深變淺，產生折射淺化，最後形成碎波而消失能量。碎波的波向如不與岸垂直，則在碎波線造成沿岸能量通率，藉此可估算沿岸漂砂量。由於新竹漁港附近無長期波浪實測資料，幸好中油公司在新竹外海長康海域(CBK)有長期波浪與風速風向資料，根據參考文獻(1),(2)及(3)，由各月波高週期的分佈可求出各月平均波高及週期，而平均波向假定等於平均風向。一月、五月、六月及十二月的波高及週期由參考文獻(1)的表4.2及表4.3(如附錄1-1,1-2)求出，二月、三月及四月的波高週期由參考文獻(2)的表6.1(1),(2)及(3)計算(如附錄1-3,1-4,1-5)，七月、八月、九月、十月及十一月的波高週期由參考文獻(3)的表3.1A(1),(2),(3),(4)及(5)求出(如附錄1-6)。一月、二月、四月、五月、六月、七月、八月、九月、十月、十一月及十二月平均風向由參考文獻(3)的表2.2求出(如附錄1-7)，三月份風向由參考文獻(1)中表3.2求得(如附錄1-8)。求得之各月平均波高，週期及波向如表二所示，四月及九月波向有二，括弧內數字表示出現百分比，波向以正東為零，反時針方向為正。

根據參考文獻(4)波浪折射近似圖解法如下：

- (1) 海岸前之測深圖必須有 $L_0/2$ 以下之等深線， $L_0$ 為深水波波長。例如週期 $T=8$ 秒須有 $L_0/2=50$ 米以下之等深線。
- (2) 等深線常有凹凸狀況，如其不規則性在一波長以下，可修改為平坦狀如圖十一所示。
- (3) 按深海波方向以適當間隔 $b$ ，在圖上繪波向線，如圖十二所示。

(4) 當一波向線之入射角  $\alpha < 80^\circ$  時用下述方法：

a) 量出  $C/C_0$ ，小振幅波可用圖十三查出。

b) 求出兩等深線之波速比  $C_1/C_2 = (C_1/C_0)/(C_2/C_0)$ 。

c) 在兩等深線間，繪中間等深線如圖十四所示。

d) 進入  $d_1$  之波向線延長線至與中間等深線交於  $P'$  點。

e) 由  $P'$  點作與  $AP'$  垂直之線  $P'R$ ，並且令  $(\overline{P'R}=1)$  為長度單位。

f) 以  $R$  為中心， $C_1/C_2$  為半徑，劃一弧，與中間等深線交於  $S$  點。

g) 作  $SR$  之垂線  $PB$ ，使  $AP=PB$ 。

h) 作圖弧切  $AP$  線於  $A$  點、 $PB$  線於  $B$  點，即為  $d_1 \sim d_2$  間之波向線。

(5) 若  $\alpha > 80^\circ$  時，上述之作圖法不正確，則用下述方法：

a) 將兩等深線間區分為若干近似長方形如圖十六所示，沿等深線之長度  $R$  等深線距離  $J$ 。已知  $R/J, C_2/C_1$ ，可由圖十五求出  $\Delta\theta$  再照圖十六求折射線。

b) 當用 a 之方法 1, 2 次後，其入射角少於  $80^\circ$  以後，即可按 (4) 之方法，即組成波浪折射圖，如圖十七所示。

(6) 由上述方法所得之逐月波浪折射圖如圖十八～二十九所示。折射係數  $K_r = \sqrt{b_0/b}$ ，其中  $b$  為接近碎波時波向線間隔的平均值，而淺化係數

$$K_s = \sqrt{1/\tanh kd(1+2kd/\sinh 2kd)}$$

$k$  可由  $\sigma^2 = gk \tanh kd$

求出，其中  $\sigma$  為  $2\pi/T$ ，求出之  $K_s$  及  $K_r$  列於表二中。

判斷海岸前某地點之波浪是否已碎波之問題，在折射圖上求該點之折射係數  $K_r$  後用  $H = H_0 * K_s * K_r$  求其波高，該點之水深已知，故可求  $L$ ，按 Miche (1944) 及濱田 (Hamada 1951)

$$H_b/L_b = 0.142 \tanh(2\pi d_b/L_b)$$

作為碎波條件，若 $H/L$ 大於及等於 $0.142 \tanh(2\pi d/L)$ ，則該點已碎波，可用試誤法逐步求出 $H_b, d_b$ 及 $\theta_b$ 來，如表二所示。其中，垂直海岸的法線方向角度為 $150^\circ$ 。

波浪在傳遞時其能量通率(Energy Flux)是由其能量密度(Energy density)乘上群速度，其能量傳遞方向即群速度(group velocity)之方向，它的數學式為：

$$E_b = 1/8 \rho g H_b^2 \cdot Cg_b$$

其中  $Cg_b = \sqrt{gd_b}$  若其入射方向與垂直岸法線夾一 $\theta_b$ 角，則可求得沿岸方向波浪能通率  $E_{1b} = 1/8 \rho g H_b^2 \sqrt{gd_b} \sin\theta_b \cos\theta_b$ ，求出之各月沿岸方向波浪能通率列於表二中，以向南方向為正。

## (2) 漂沙量推算

海岸由於向、離岸或沿岸漂沙活動而產生侵蝕或堆積，而漂沙活動主要因波浪作用而起，波浪如斜向入射於海岸則與海岸平行方向之能量成份帶動底床沙粒，沿海岸平行方向輸送產生沿岸漂沙。沿岸漂沙在碎波帶內受沿岸流與碎波時之波浪流交互作用，而作蛇形運動，沿沿岸流方向輸送。短期之海岸變化受向、離岸漂沙支配，而長期之海灘變化則受沿岸漂沙支配，本研究看重長期之海灘變化，亦即針對沿岸漂沙予以探討。沿岸漂沙的推算目前較重要的方法計有：

- (一) 土量變化網格法(Mesh method)
- (二) 波能量法(Energy flux method)
- (三) 沿岸流法(Hongshore current method)
- (四) 底移質及懸移質法(Bed load & Suspended load method)

(五) 比較臨近海岸法 (Adjacent coast comparison method)  
 因考慮第(一)法需歷年實測資料，且觀測區最好有突堤結構物或岬地始較精確，第(三)法因需沿岸流實測資料，且沿岸流速隨地區、時間而變，如何選擇一個代表整個海岸地區之流速並非易事，第(四)法需要的數據極多(諸如底質粒徑、沿岸流速、相對密度、沙澱係數、水深、底層粗糙等)，計算步驟較繁，第(五)法雖較可靠但需有與本身條件接近之臨近海岸漂沙資料。本研究乃僅就波浪能量法予以分析。

### (3) 波能量法理論

本法係利用沿岸碎波波能量，來推算沿岸漂沙量，按海底土沙移動為外界能量對土沙做功，外界能量即為波能，經以往學者專家觀察與研究，發現在碎波線附近漂沙活動最為劇烈，沿岸漂沙量與碎波線上波浪沿岸方向能量通率  $E_{1b}$  成正比，即

$$Q = \alpha E_{1b}^n \quad \text{m}^3/\text{day} \quad (1)$$

(1) 式中， $\alpha$  為有尺度常數，設碎波線水深為  $d_b$ ，碎波波高為  $H_b$ ，則碎波線處為單位寬度上之波浪能量通率為

$$E_b = 1/8 \rho g H_b^2 G_b, \quad G_b = \sqrt{g d_b} \quad (2)$$

(2) 式中， $\rho g$  為海水單位重量， $\theta_b$  為波浪能量傳遞速度。波向與波峰線垂直線間之交角在碎波線上為  $\theta_b$ ，則沿岸的通率為  $E_b \sin \theta_b$ ，換算為海岸線單位長度上波浪通率的沿岸成份時，如圖三十，須除以  $1/\cos \theta_b$ ，故

$$E_{1b} = 1/8 \rho g H_b^2 G_b \sin \theta_b \cos \theta_b \quad (3)$$

有關(1)式中  $\alpha$  及  $n$  之值，因研究調查環境不同而異，茲將主要研究者之公式列出如表(3)

#### (4) 新竹漁港沿岸漂沙量

由圖三十一新竹南寮海岸水深圖知，頭前溪海域淺於-20m地區，海底坡度約為1/67；-20m~-40m海底坡度約為1/150；頭前溪以北近下鳳鼻尾海域淺於-40m地區海底坡度一致，約為1/108；頭前溪以南近港南里海域淺於-40m地區海底坡度一致，約為1/115。本研究實地於頭前溪至客雅溪間進行總共38站取樣分析，由結果得知頭前溪海域水深-2m~-18m處之平均 $D_{50}$ 為0.17mm；頭前溪與客雅溪海域水深-2m~-18m處之 $D_{50}$ 為0.20mm；客雅溪海域水深-2m~-18m處之平均 $D_{50}$ 為0.20mm。茲參考表(3)，經決定Savage公式作為漂沙量計算公式，即 $Q=0.217E_{1e}$ ，將上節推算出之波能量值考慮以 $H_{rms}$ 代以 $H_{1/3}$ 所得對應值代入此式得：

$$\text{由北向南 } Q=1,640,000 \quad \text{m}^3/\text{year}$$

$$\text{由南向北 } Q=190,000 \quad \text{m}^3/\text{year}$$



航站	日期	時間	地點	深度	流向	備註
1	10/4	10:02	24°51.37N 120°55.13E	6	N	
2	/	10:14	24°51.40N 120°55.33E	2	N	
3	/	10:21	24°51.27N 120°55.21E	4	NW	
4	/	10:34	24°51.52N 120°55.80E	3	NW	
5	/	10:45	24°51.95N 120°56.14E	4	W	
6	/	11:00	24°52.43N 120°56.13E	4	N	
7	/	11:20	24°52.85N 120°55.74E	10	NE	
8	/	11:30	24°53.14N 120°55.37E	15	N	
9	/	11:45	24°52.69N 120°55.27E	13.5	N	
10	/	11:55	24°52.43N 120°55.41E	10	N	
11	/	12:00	24°52.22N 120°55.46E	7	NNW	
12	/	12:08	24°51.92N 120°55.51E	5	N	
13	/	12:17	24°51.60N 120°55.47E	2	N	
14	/	12:25	24°51.47N 120°55.07E	2	NNW	
15	/	14:04	24°47.49N 120°52.02E	15	N	
16	/	15:04	24°47.65N 120°52.55E	10	N	
17	/	15:14	24°47.85N 120°52.73E	8	N	
18	/	15:25	24°48.01N 120°53.04E	5	N	
19	/	15:56	24°48.27N 120°53.69E	2	N	
20	/	16:29	24°49.83N 120°54.05E	2	N	

表一 漂流浮標施放地點及深度與流向

航站	日期	時間	地點	深度	流向	備註
21	11/6	09:00	24°50.12N 120°52.76E	18	N	
22	/	09:25	24°49.68N 120°53.20E	15	N	
23	/	09:30	24°49.52N 120°53.45E	10	N	
24	/	09:40	24°49.37N 120°53.60E	5	N	
25	/	09:50	24°49.22N 120°53.68E	2	NW	
26	/	10:05	24°48.99N 120°53.53E	2	NW	
27	/	10:15	24°49.52N 120°53.85E	2	NNW	
28	/	10:25	24°49.78N 120°54.08E	2	NNW	
29	/	10:35	24°50.14N 120°53.95E	5	N	
30	/	10:55	24°50.25N 120°53.85E	10	N	
31	/	11:00	24°50.47N 120°53.79E	15	N	
32	/	11:10	24°50.73N 120°53.53E	18	N	
33	/	11:23	24°51.18N 120°54.11E	15	N	
34	/	11:30	24°50.96N 120°54.29E	12	N	
35	/	11:37	24°50.92N 120°54.44E	8	N	
36	/	11:46	24°50.85N 120°54.50E	5	N	
37	/	12:00	24°50.40N 120°54.49E	2	N	
38	/	12:10	24°50.80N 120°54.74E	2	NW	
39	/	12:12	24°51.23N 120°54.85E	2	WNW	出港口中間
40	/	12:25		1	滯留	出港口向內約100m
41	/	12:30		1	滯留	檢查站之內堤中間
北堤	/	14:27	24°51.30N 120°54.83E			燈塔
北堤	/	14:40	24°51.16N 120°54.86E			中間的紅燈塔
南堤	/	15:00	24°51.28N 120°55.15E			

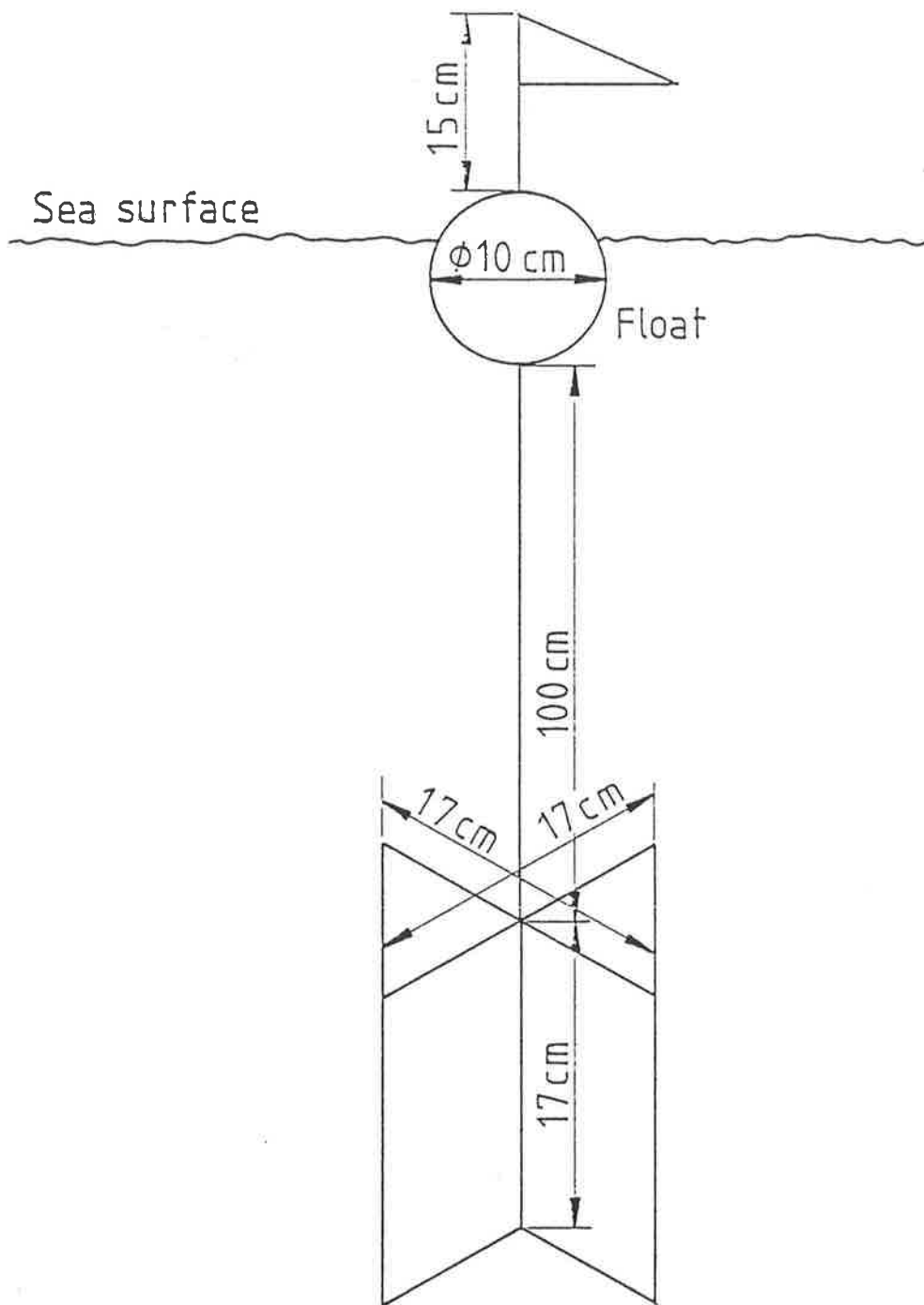
表一 (續) 漂流浮標施放地點及深度與流向

月份	波向	深海波高	週期	深海波長	淺化係數	折射係數	碎波水深	碎波波高	碎波波向	碎波波向與海岸法線間夾角	沿岸波能
		$H_0$ (米)	$T$ (秒)	$L_0$ (米)	$K_s$	$K_r$	$d_b$ (米)	$H_b$ (米)	$\theta'_b$	$\theta_b$	噸米/日米
1	87.5	1.8	7.0	76	1.162	0.817	2.05	1.7	126.8	23.2	52,022.-
2	75.4	2.2	6.6	68	1.143	0.744	2.51	1.87	128.5	21.5	65,595.-
3	63	1.4	6.0	56	1.121	0.857	1.62	1.35	112.5	37.5	38,899.-
4	66.4 (53%)	0.9	5.0	39	1.224	0.746	1.11	0.82	105.4	44.6	12,298.-
	222 (47%)				1.181	0.914	1.01	0.97	172.5	-22.5	-11,608.-
5	115	0.6	5.8	52	1.313	0.975	0.82	0.77	144.2	5.8	1,874.-
6	137	1.2	6.4	64	1.11	1.14	2.02	1.52	146.2	3.8	7,540.-
7	185	0.93	5.0	39	1.147	0.980	1.51	1.05	162.0	-12.0	-9,566.-
8	242.6	0.88	5.0	39	1.101	0.994	1.25	0.96	200	-50	-17,617.-
9	77.5 (67%)	1.68	6.0	56	1.150	0.734	1.52	1.418	105.8	44.2	43,621.-
	242.8(33%)				1.078	0.942	2.25	1.706	201.3	-51.3	-73,968.-
10	85.5	2.7	7.0	76	1.077	0.745	3.02	2.166	124.3	25.7	110,619.-
11	81.7	2.5	7.0	76	1.143	0.731	3.03	2.09	118.8	31.2	116,982.-
12	88.7	1.9	7.0	76	1.139	0.815	2.21	1.764	121.4	28.6	67,505.-

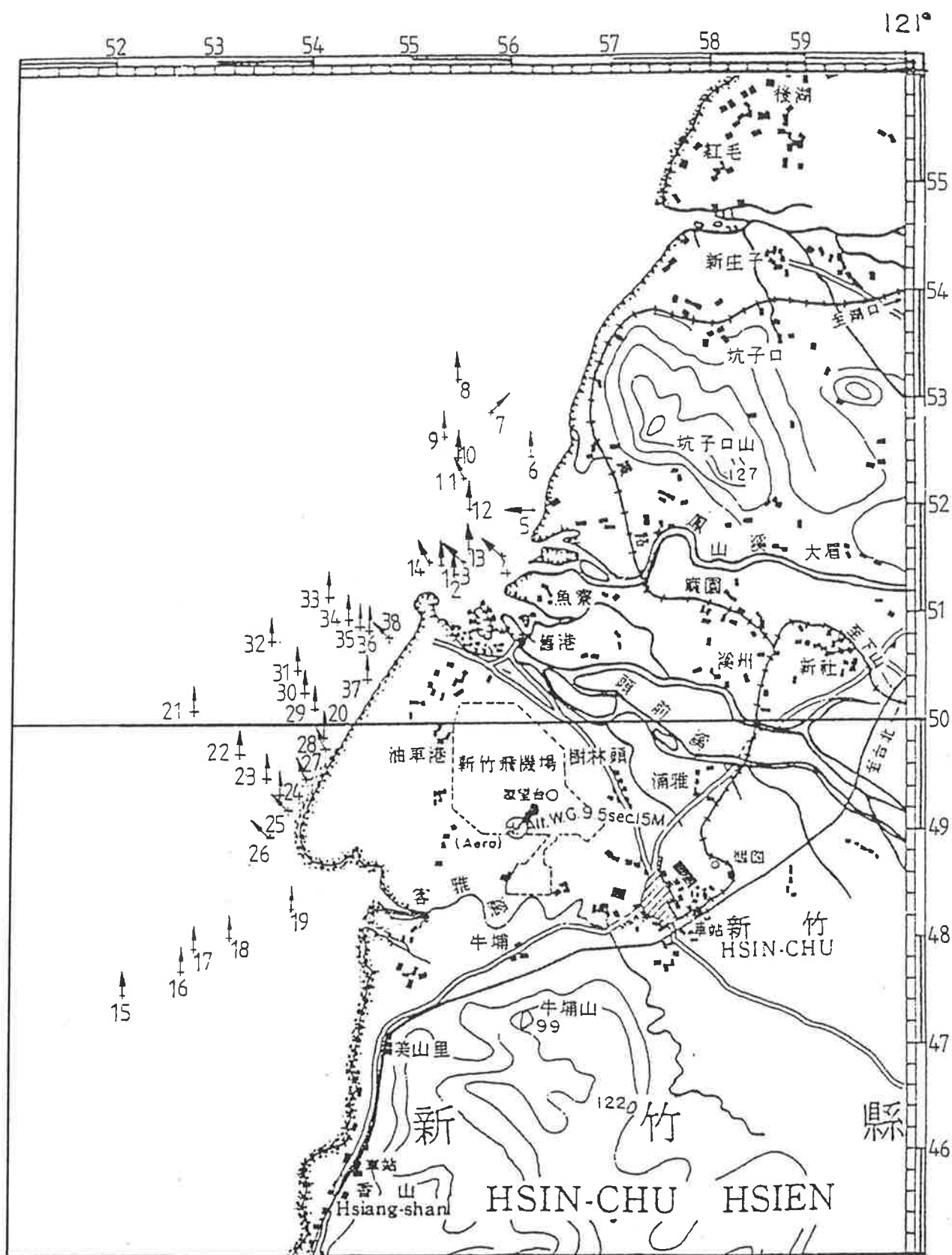
表二 新竹附近海岸逐月平均波浪估計資料

研究者 (發表年代)	$\alpha$	n	研究環境
Caldwell (1956) <sup>(6)</sup>	1.21	0.8	美國Florida州South Lake Worth Inlet, $D_m=0.3\sim0.7$ , 最大波高0.67, 最大週期18。美國California州Anaheim Bay, $D_m=0.3\sim0.5$ , 最大深海波高1.07, 週期11.5~17.2。
Savage (1959) <sup>(7)</sup>	0.217	1	綜合美國B.E.B.各種實驗實測資料, (B.E.B. 為Beach Erosion Board, 乃美國海岸工程研究中心(CERC)前身)。 $S=1/50\sim1/100, D_m=0.1\sim0.4$ 。
井島武士等(1960) <sup>(8)</sup>	0.130	0.54	日本本州南向太平洋海岸灣內, 渥美半島福江海, $D_m=1\sim2$ , 波高小於1, 週期2~4, 漂沙在 $d<2$ 範圍, $S=1/10$ 。
市川等(1961) <sup>(9)</sup>	0.131	0.8	日本本州太平洋岸, 田子浦海岸, $D_m=5\sim40$ , 波高4以下, $S=1/5\sim1/10$ , 漂沙在 $d<13$ 範圍。
Manohar (1962) <sup>(10)</sup>	$0.768D_m^{0.59}$	0.91	綜合美國B.E.B.實驗實測資料
佐藤昭二(1966) <sup>(11)</sup>	0.120	1	日本本州東北部, 東向太平洋海岸, 鹿島港碎波帶內 $D_m=0.15\sim0.2$ , 波高4以下。
Swart	$K''$	1	$K''=365*10^2 \log(0.00146/d_{50}) * \rho g^2 / 641$
蘇棋福(1970)	0.008	0.8	$D_m=0.12\sim0.26, S=1/50$
Komar(1970) Shore Protection Manual(1985)	$\frac{0.77 \times 24}{(\rho_s - \rho)(1 - \lambda_v)g}$ $k / (\rho_s - \rho)ga'$	1 1	$\lambda_v=0.4$ 等深線直且平行海岸 $k=0.39$ $a' = \text{顆粒體積} / \text{總體積}$
附記	$\alpha$ 為有尺度常數, 必須對應於 $Q$ 的單位為 $m^3/day$ , $\rho g=1.027 \text{ ton}/m^3$ , $G_b$ 的單位為 $m/day$ , $H$ 的單位為 $m$ , 即(3.14.3-3)式, $E_{1b}$ 的單位為 $(\text{ton}\cdot m)/day/m$ 時, 上表的數值正確, 否則必須換算, 表中 $D_m$ 為中央粒單位為 $mm$ , 波高、週期的單位為 $m$ 、 $sec$ , $d$ 為水深單位為 $m$ , $s$ 為海濱比降 $ \tan\alpha $ 。		

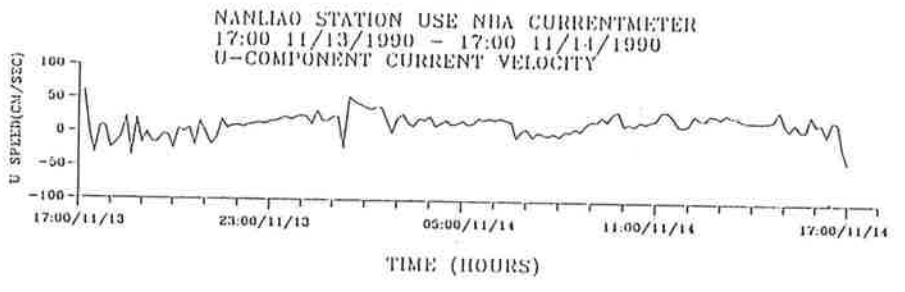
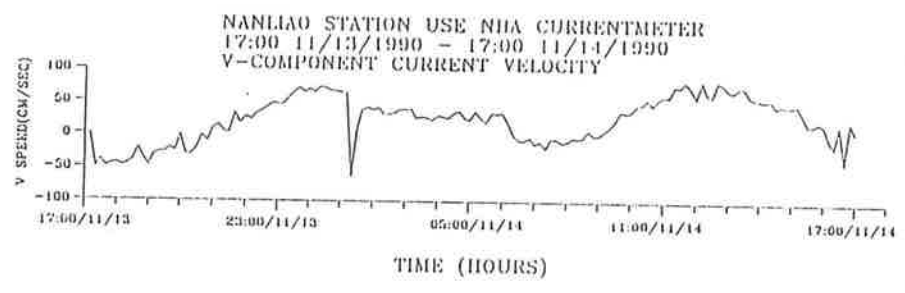
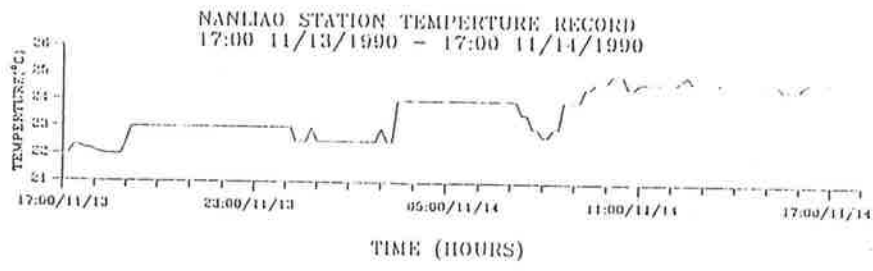
表三 主要沿岸漂沙量公式



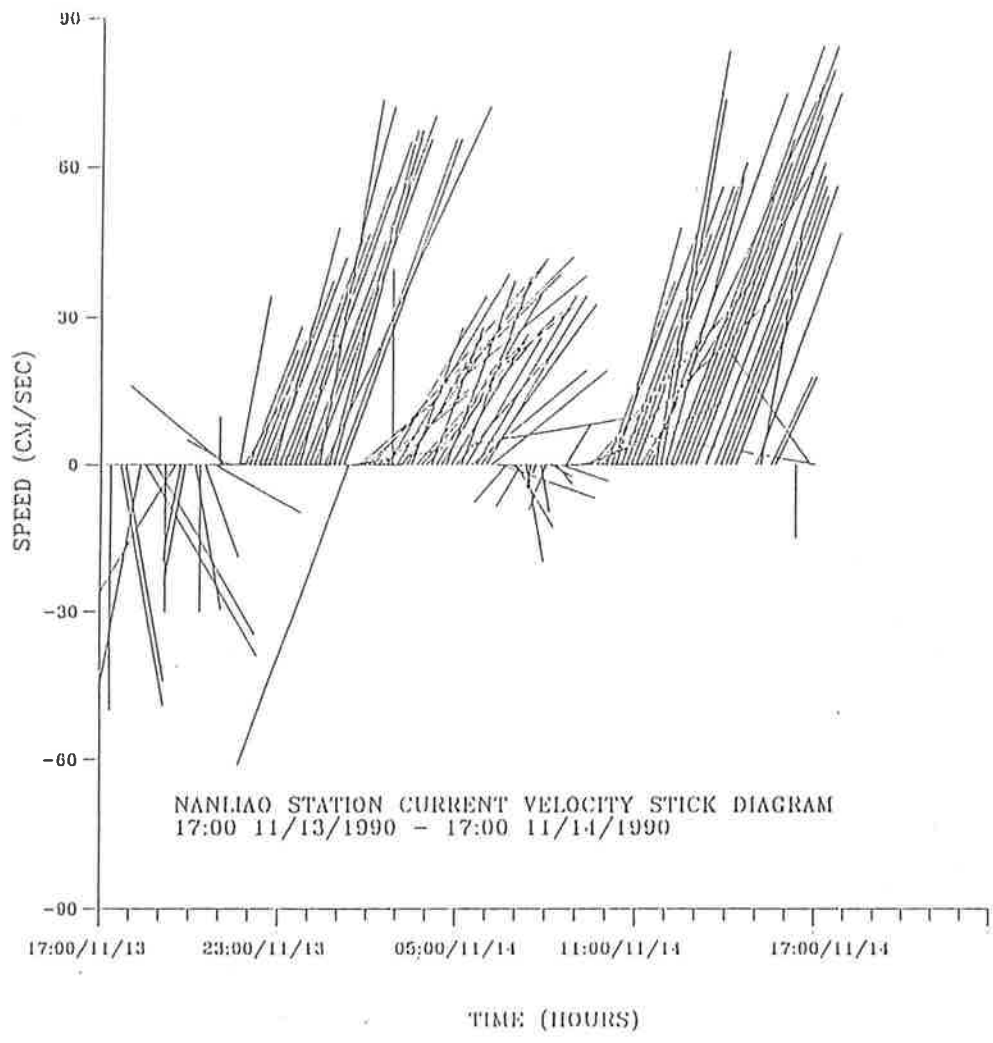
圖一 漂流浮標設計圖



圖二 漂流浮標施放地點及流向

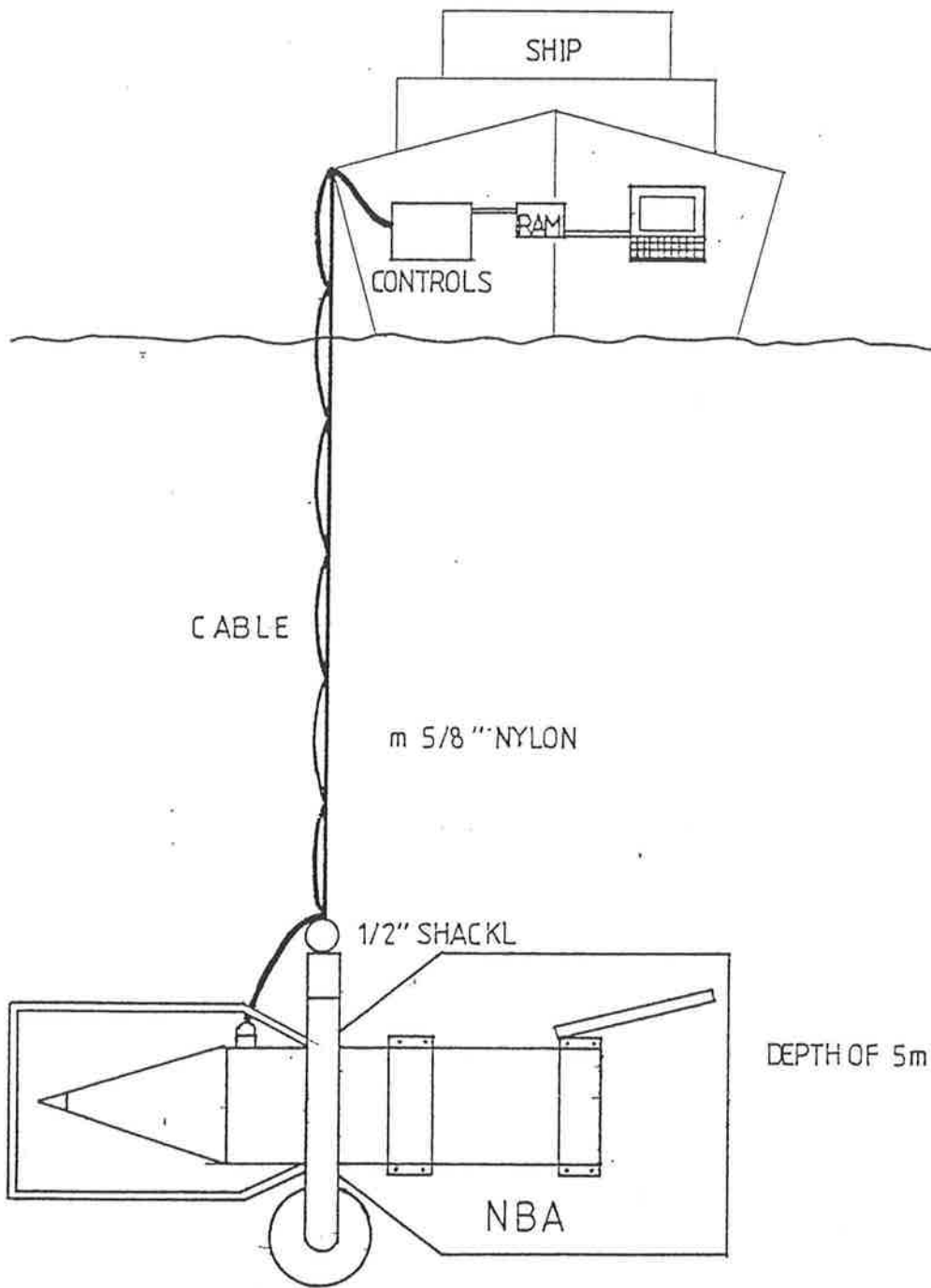


圖三 時間序列圖

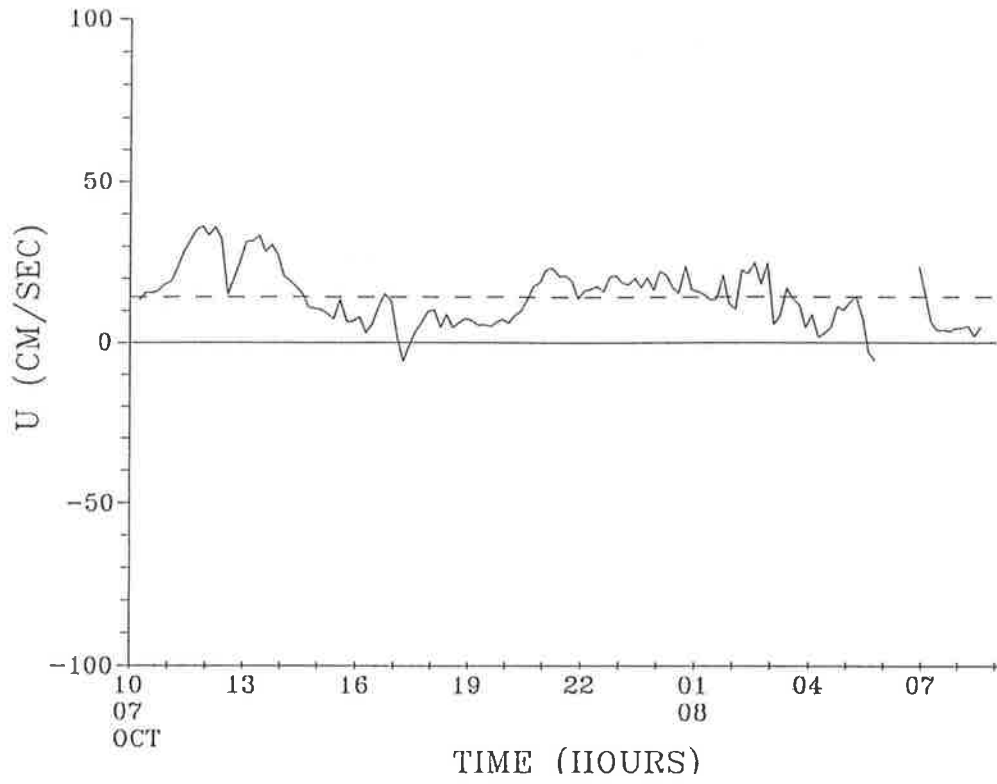


圖四 棍棒向量圖

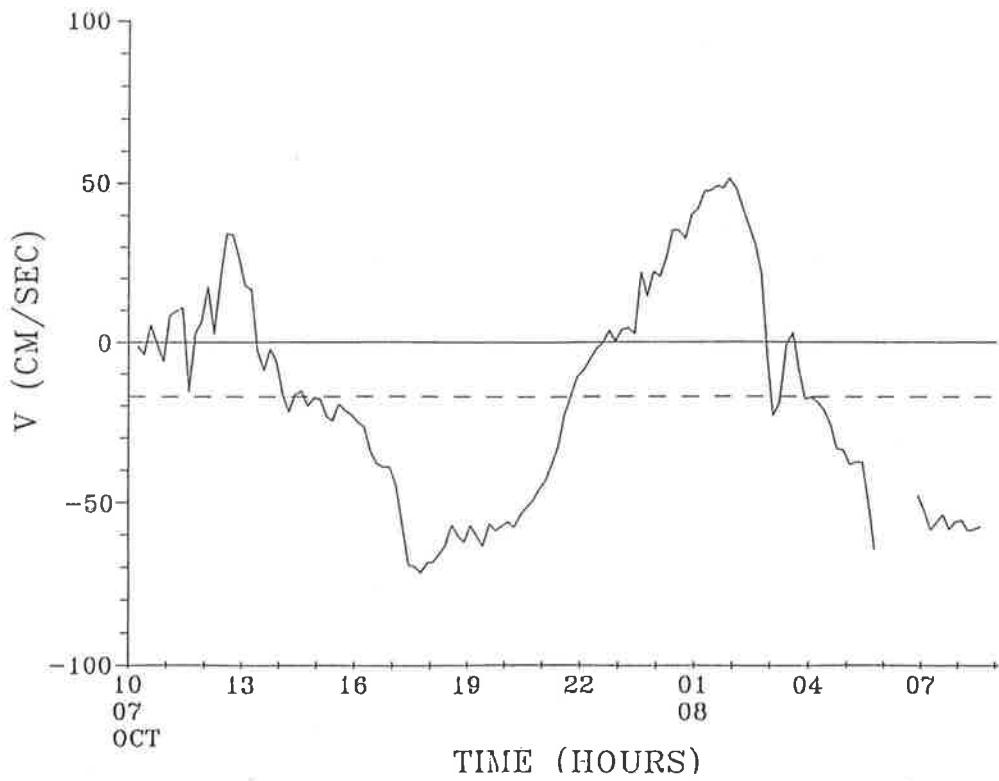




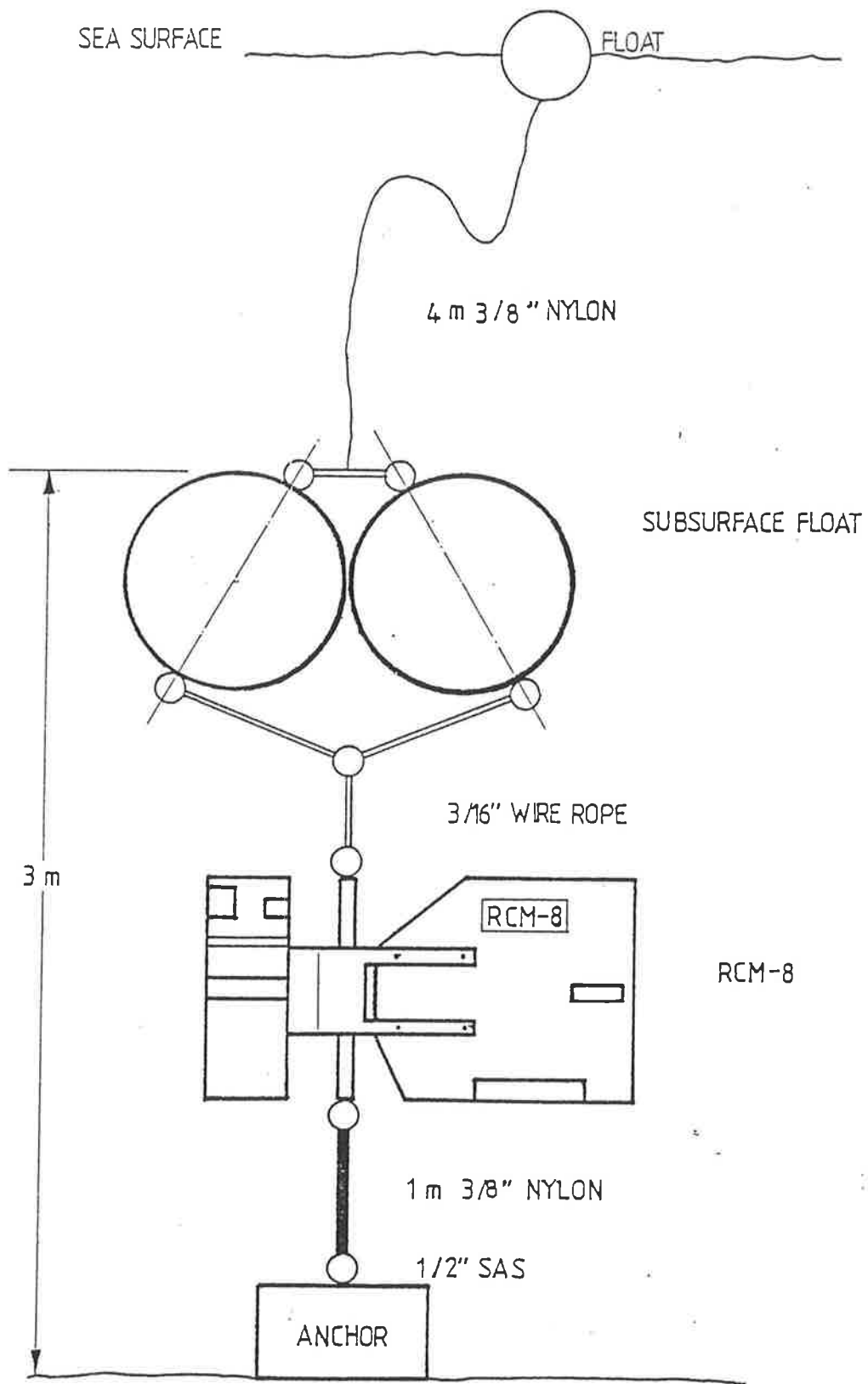
圖五 NBA 流速儀錨錠設計圖



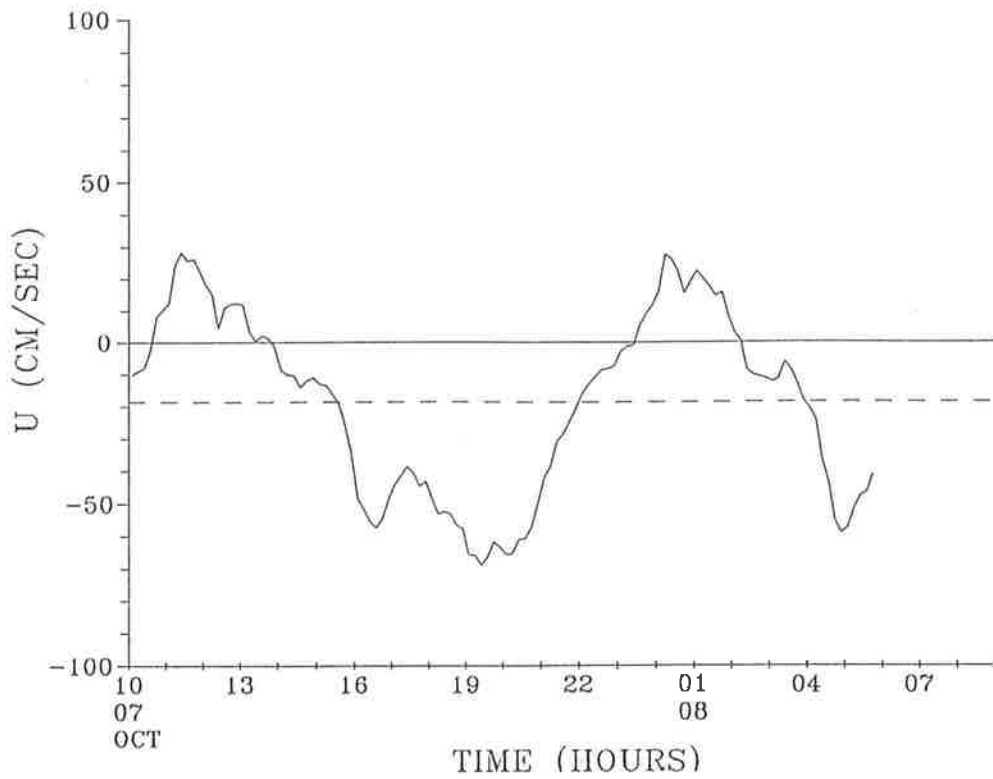
圖六 NBA 東西向流速時間序列圖



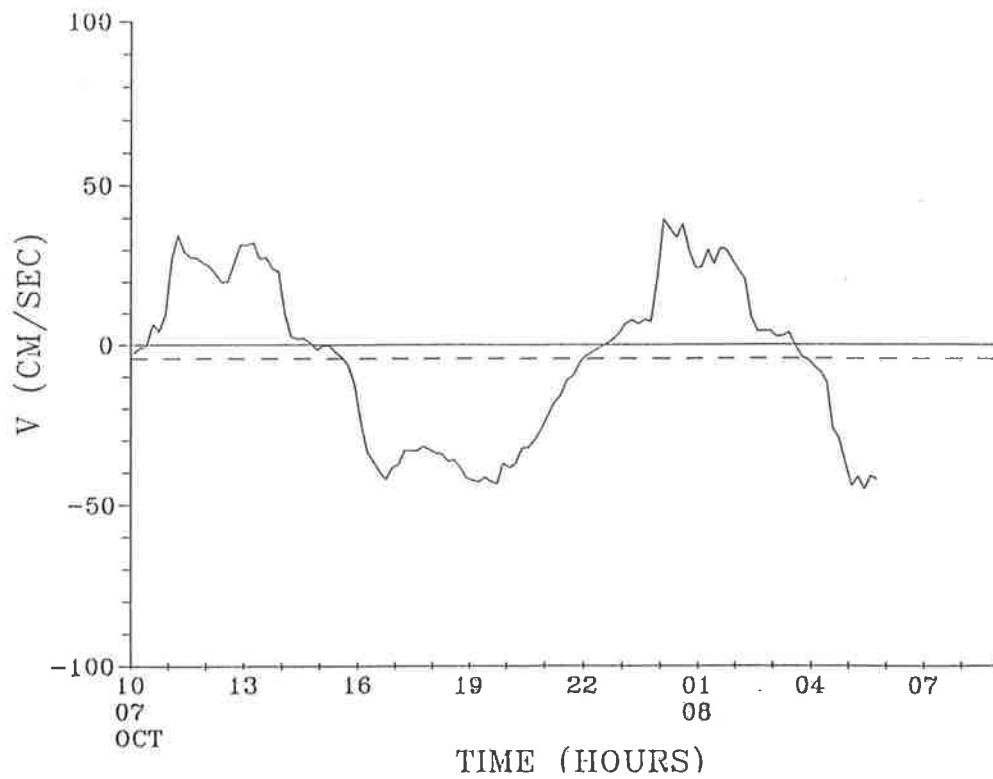
圖七 NBA 南北向流速時間序列圖



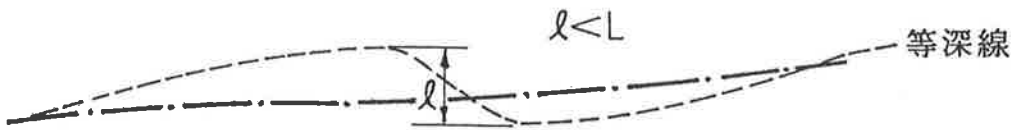
圖八 RCM-8 流速儀錨錠設計圖



圖九 RCM-8 東西向流速時間序列圖

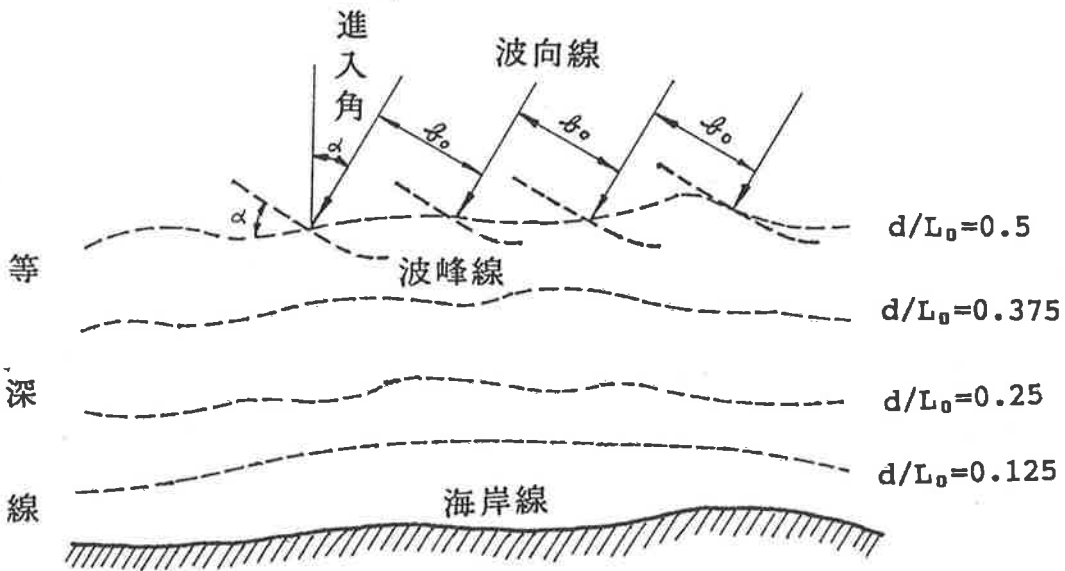


圖十 RCM-8 南北向流速時間序列圖

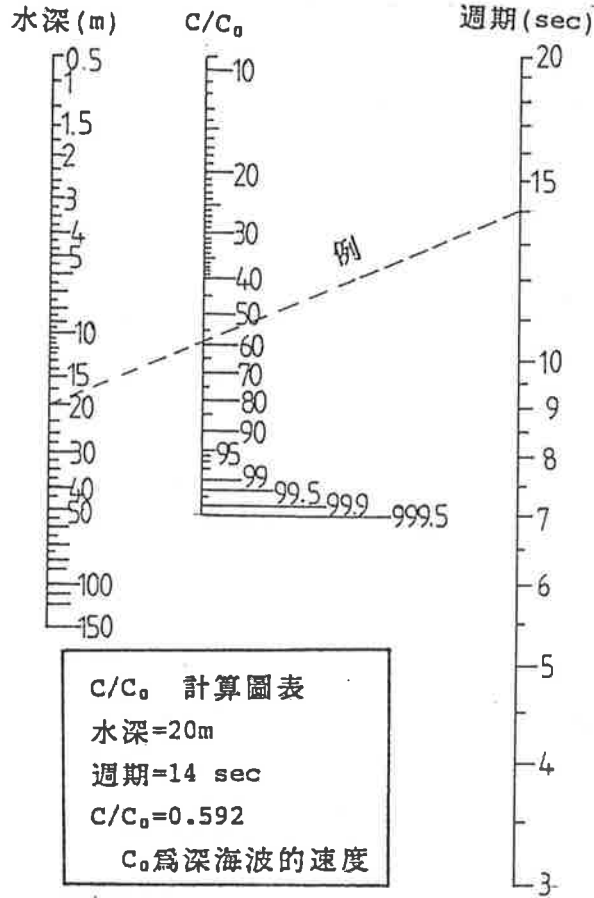


修改後之等深線

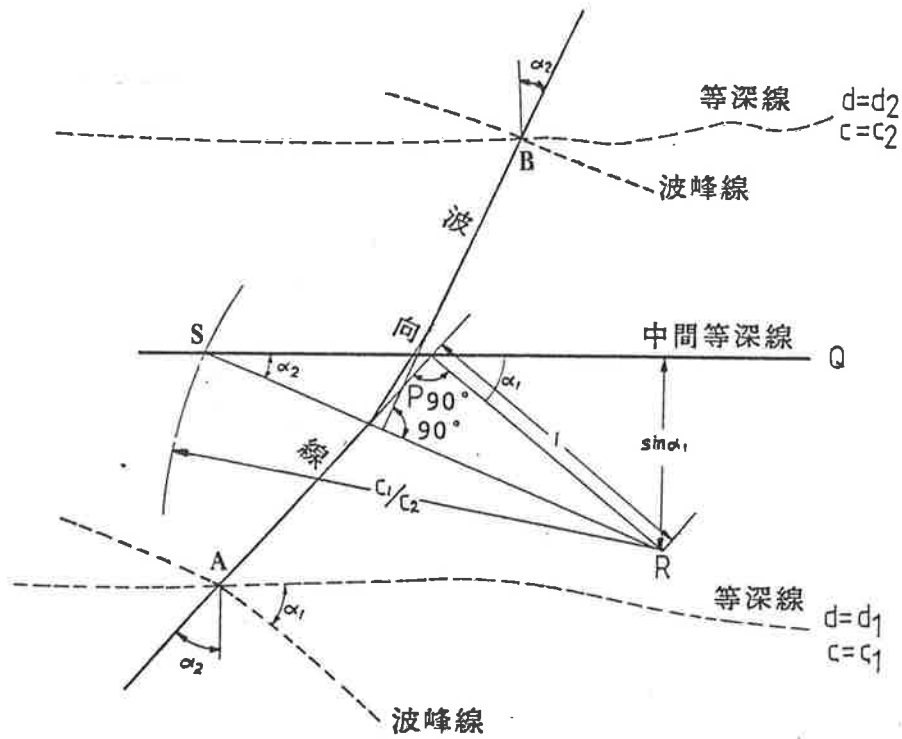
圖十一 等溫線之修改



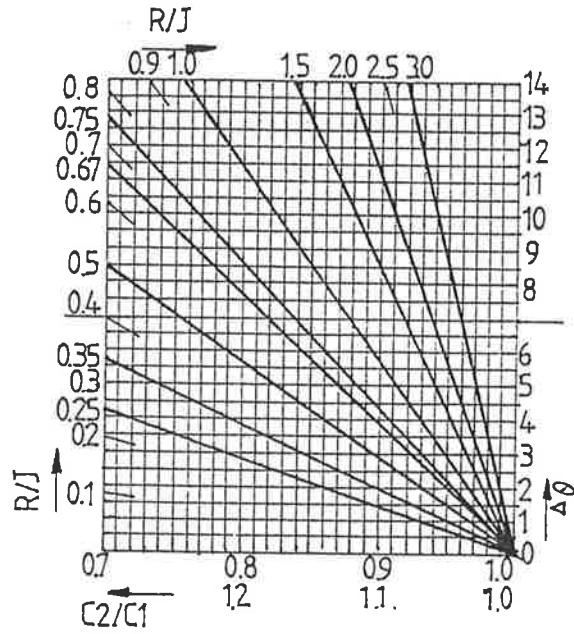
圖十二 開始繪波向線



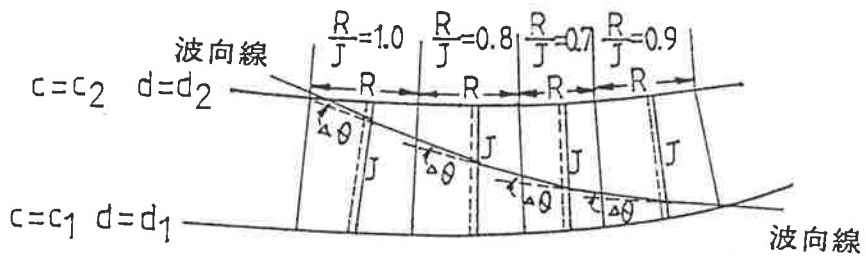
圖十三 計算 $C/C_0$ 圖表



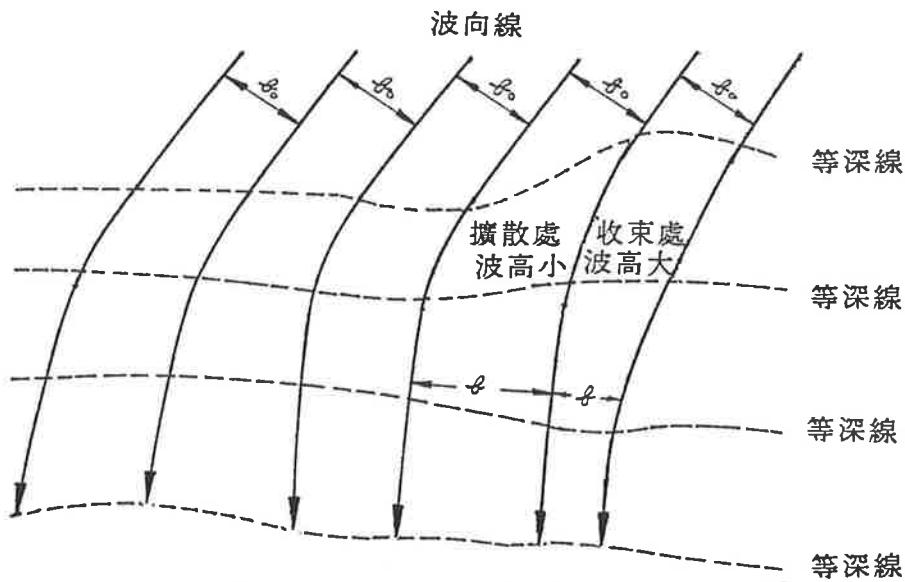
圖十四 波向線折射作圖法



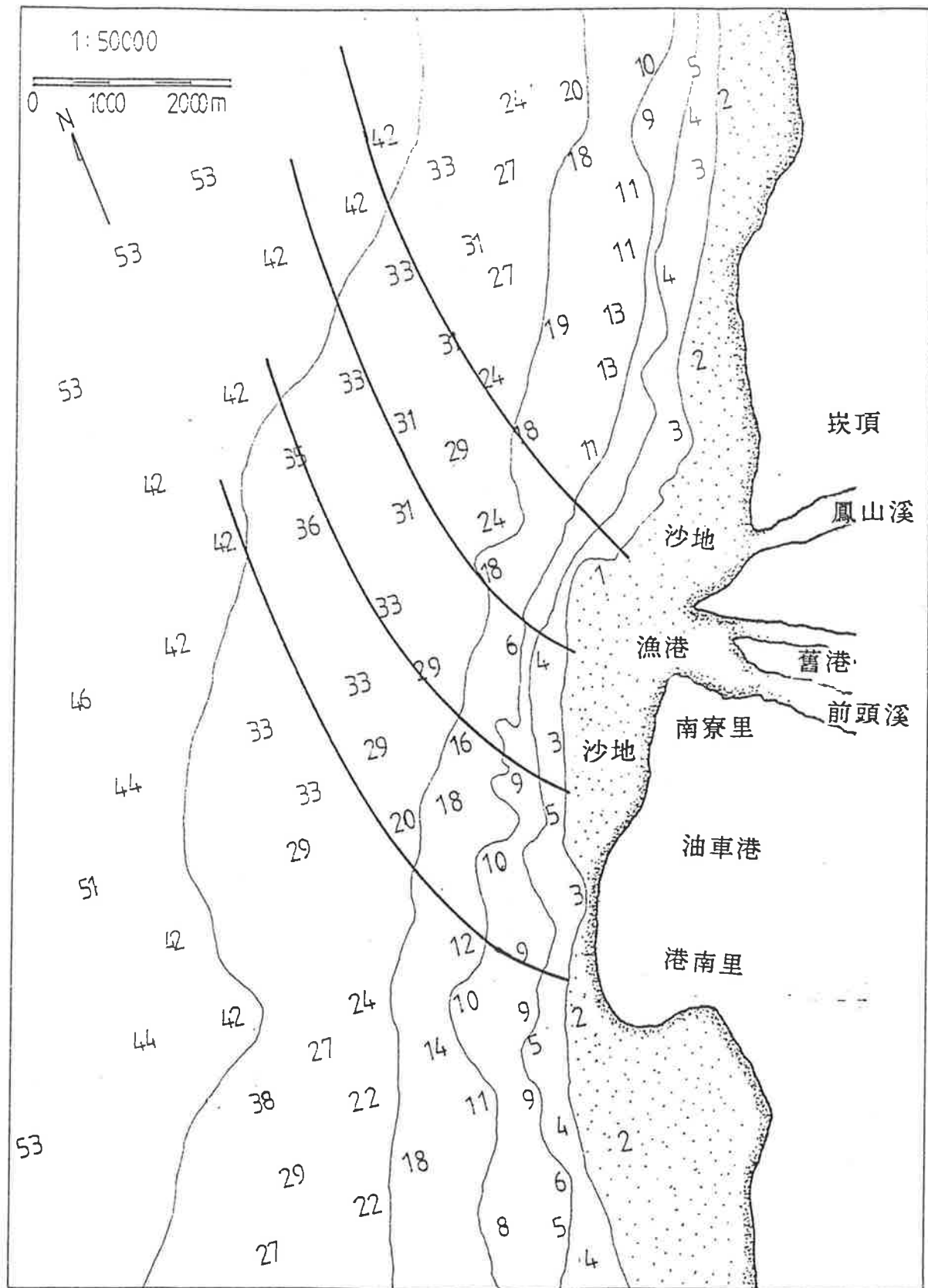
圖十五 由  $R/J$  查  $\Delta\theta$  之圖表



圖十六 折射作圖

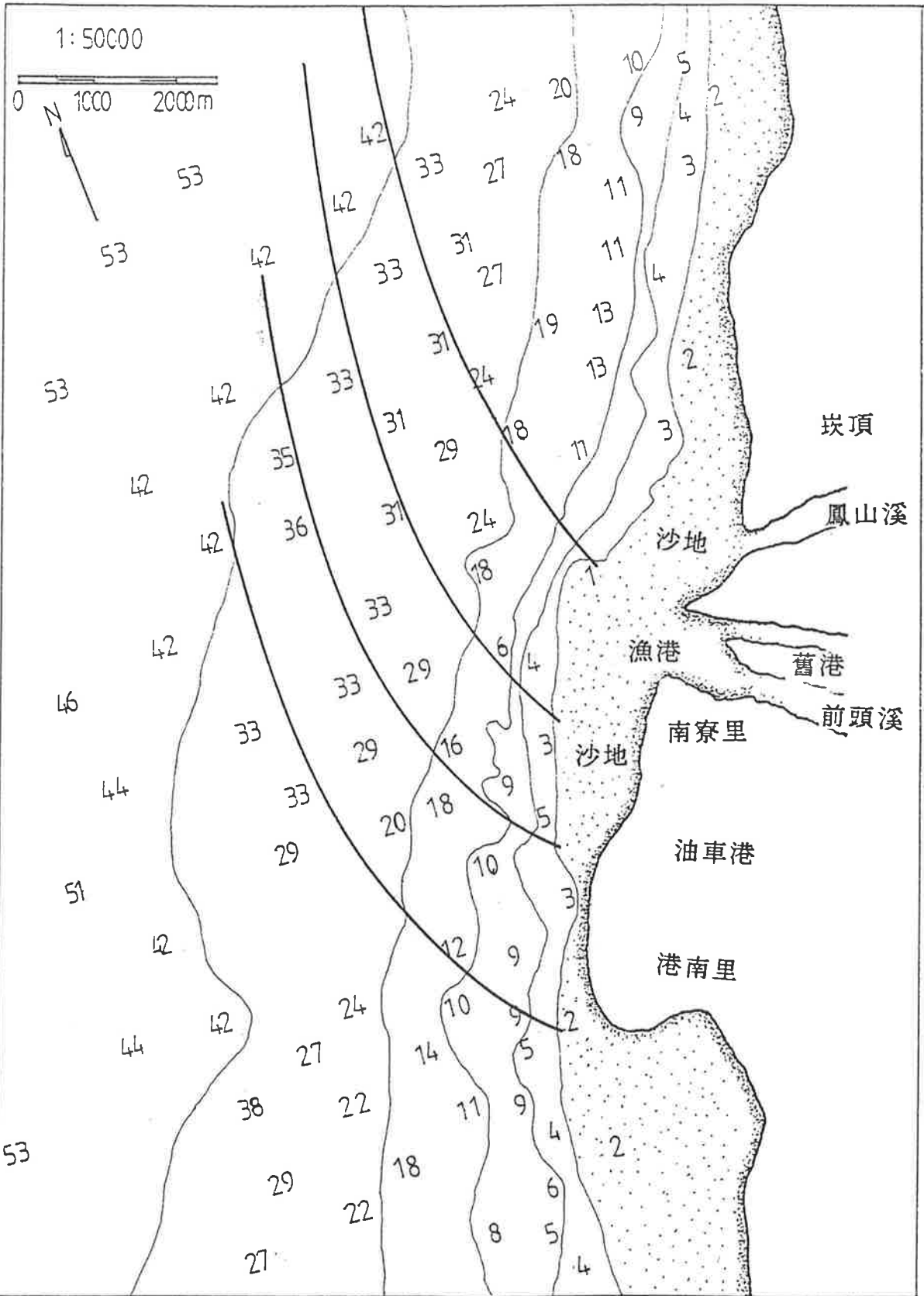


圖十七 波浪折射圖

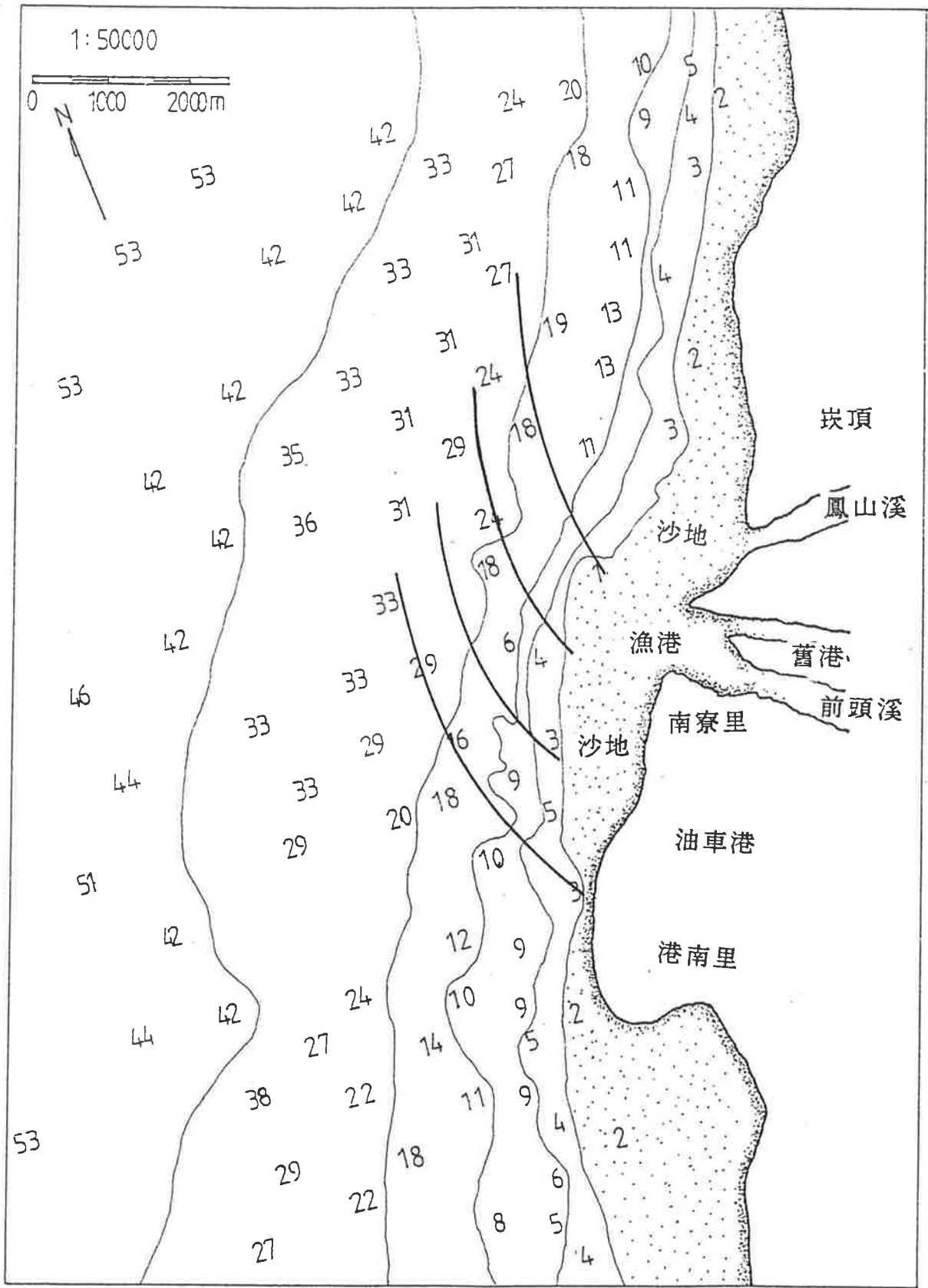


圖十八 一月波浪折射圖

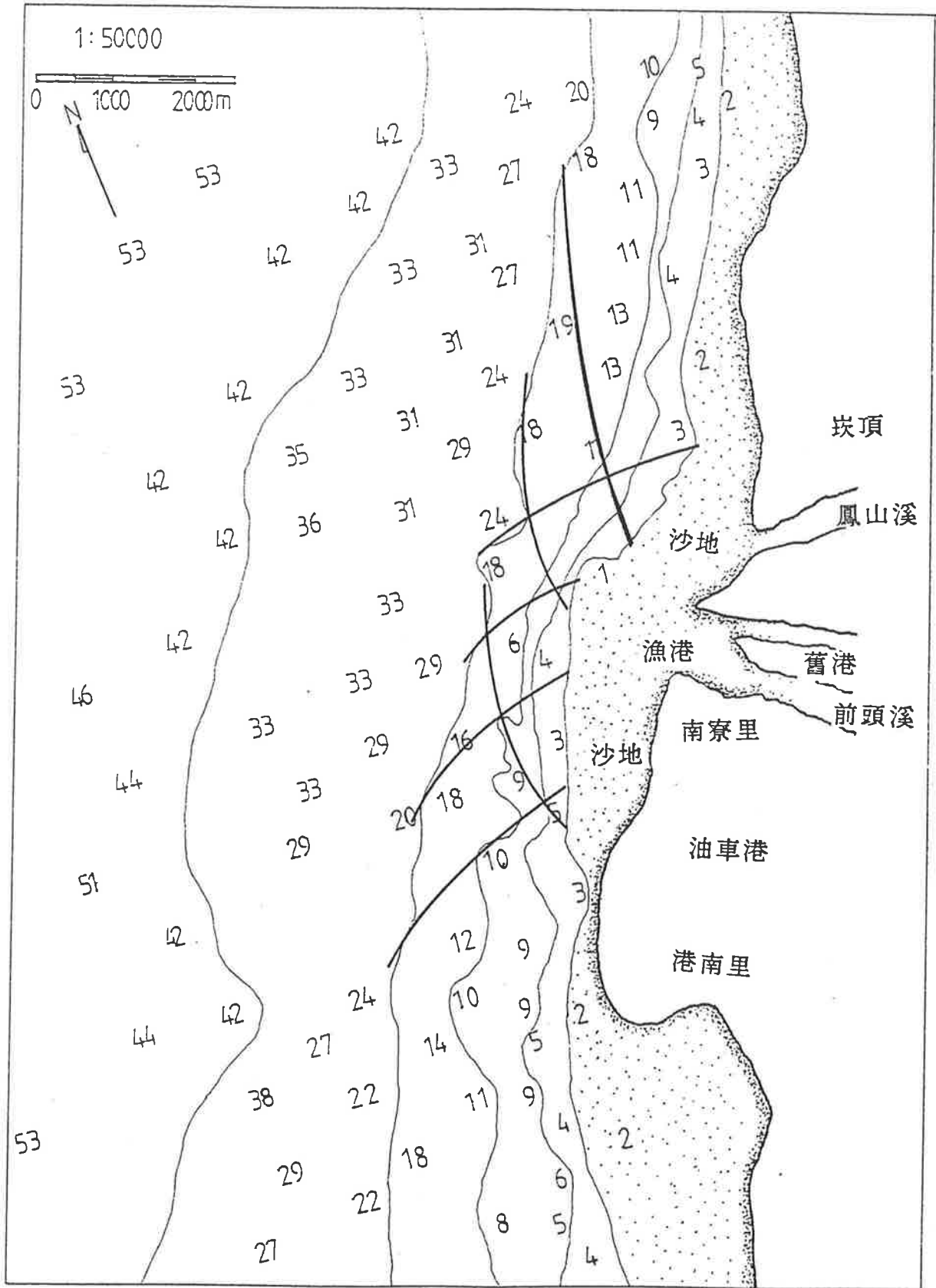




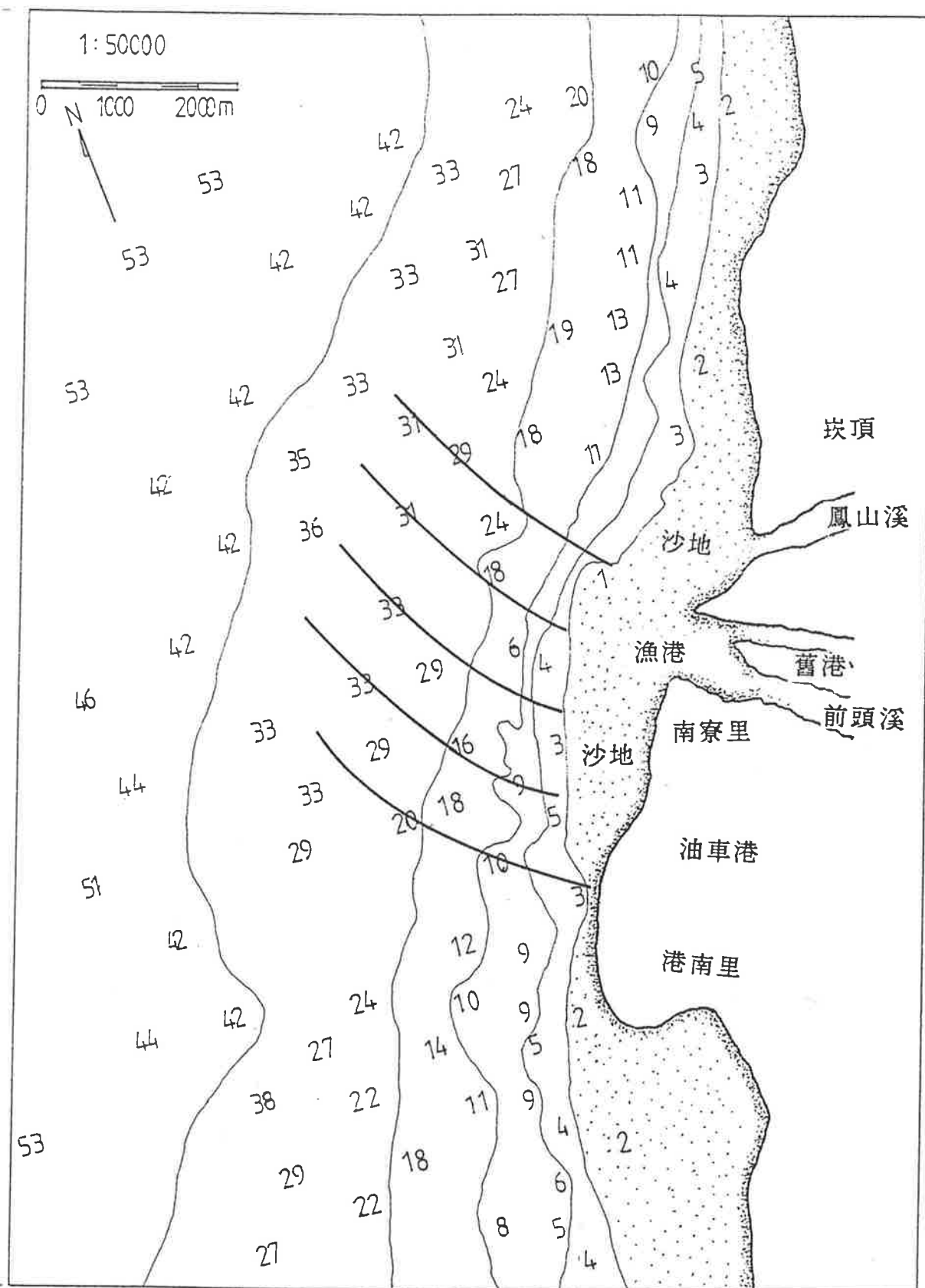
圖十九 二月波浪折射圖



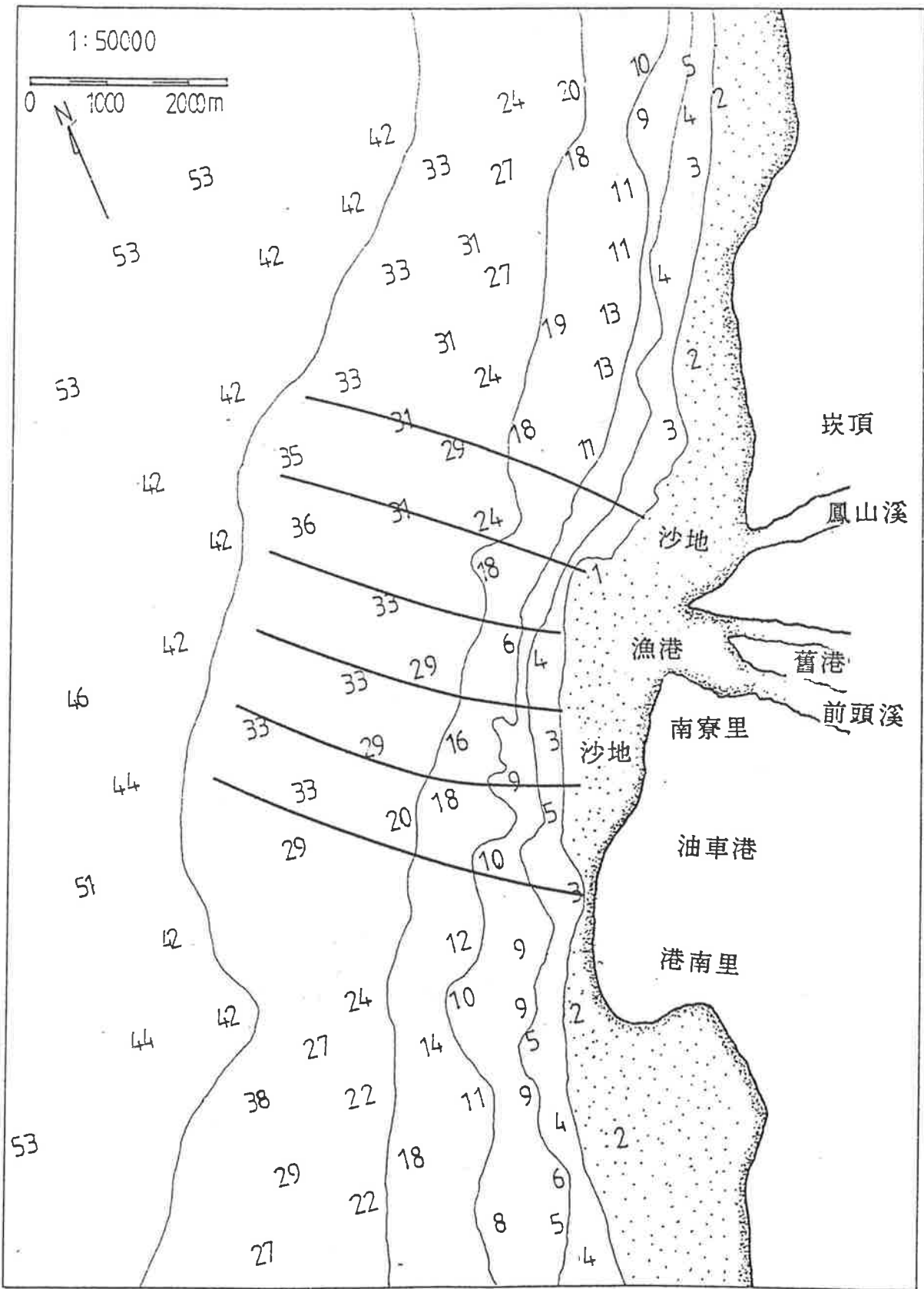
圖二十 三月波浪折射圖



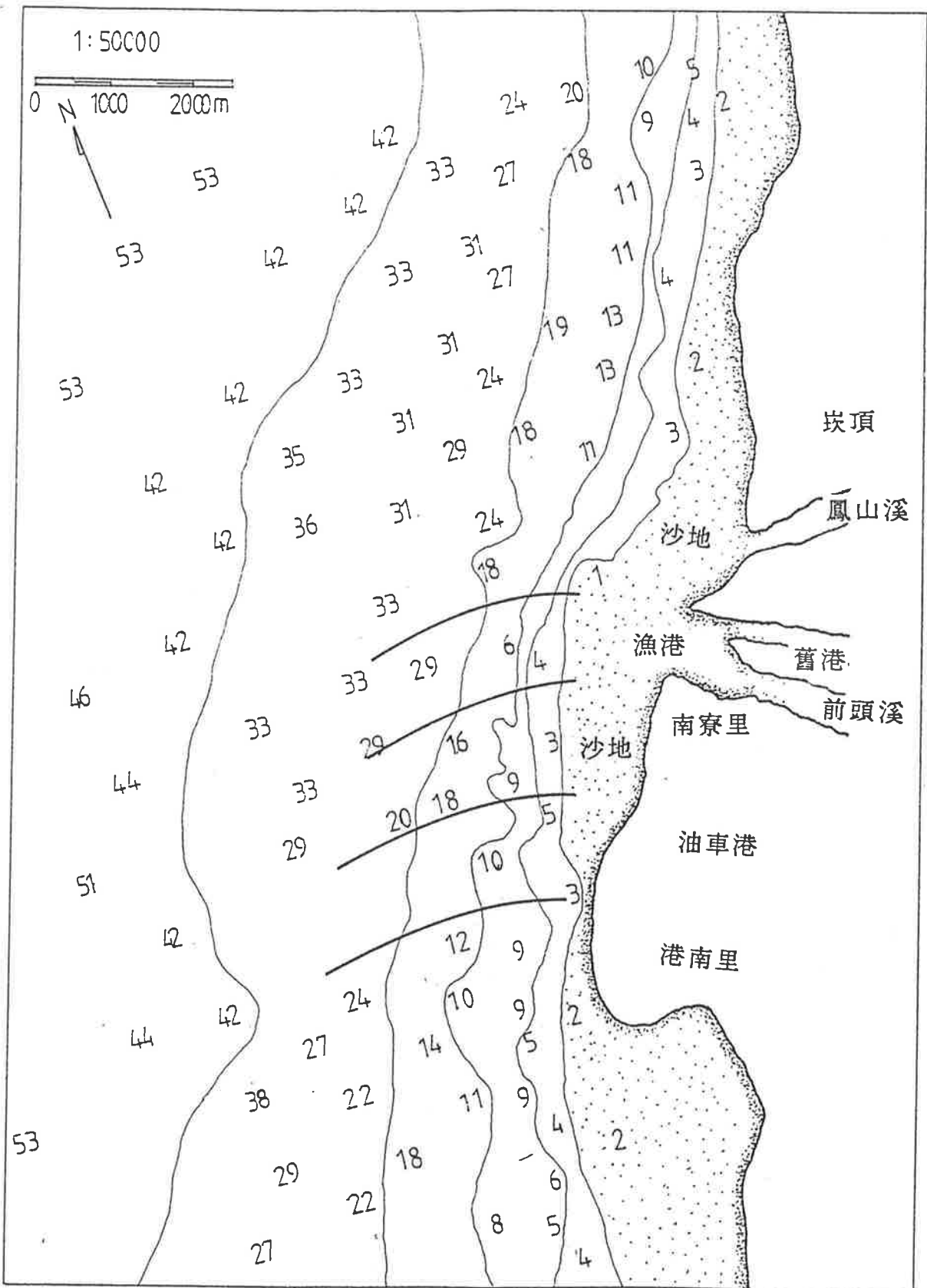
圖二十一 四月波浪折射圖



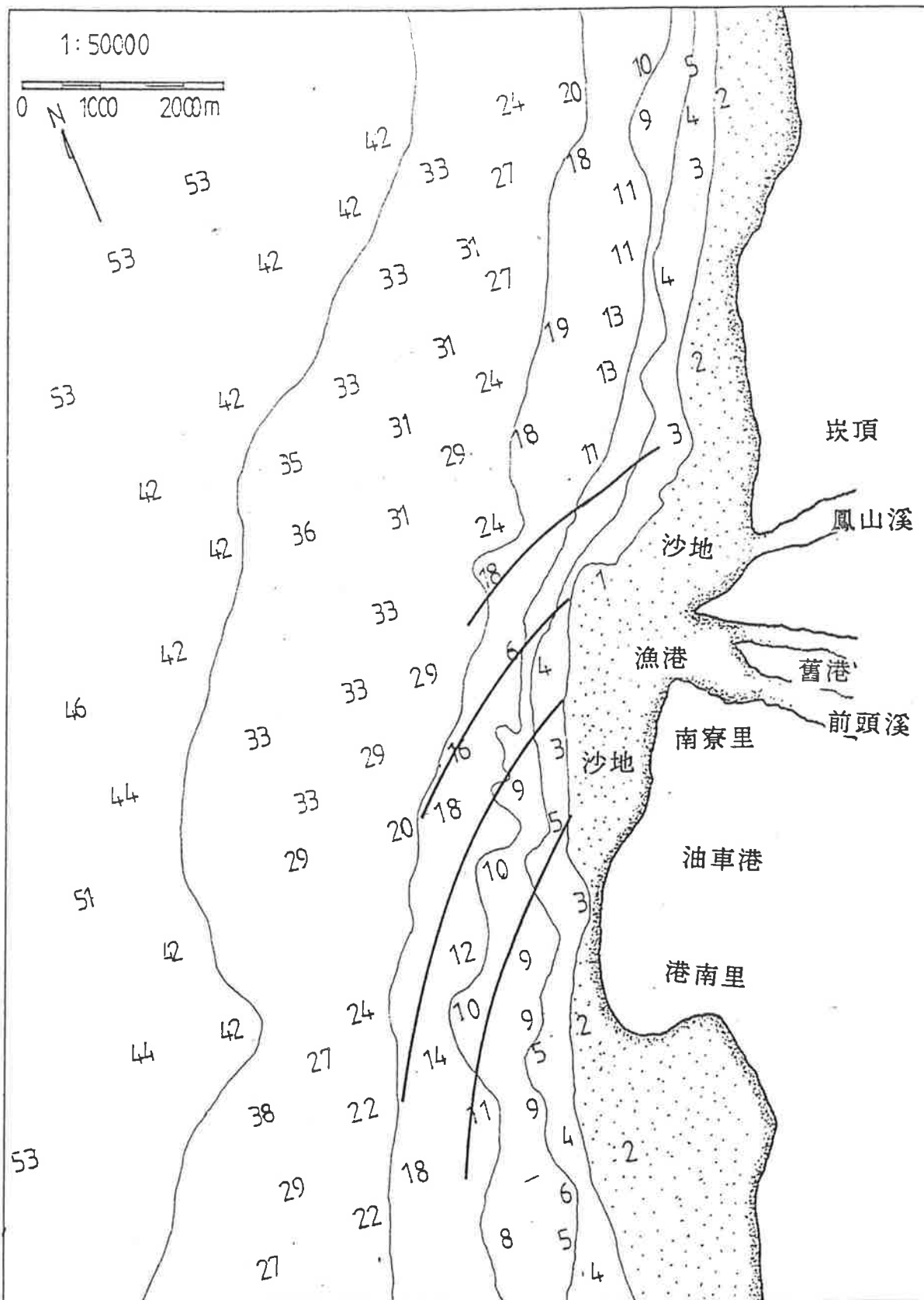
圖二十二 五月波浪折射圖



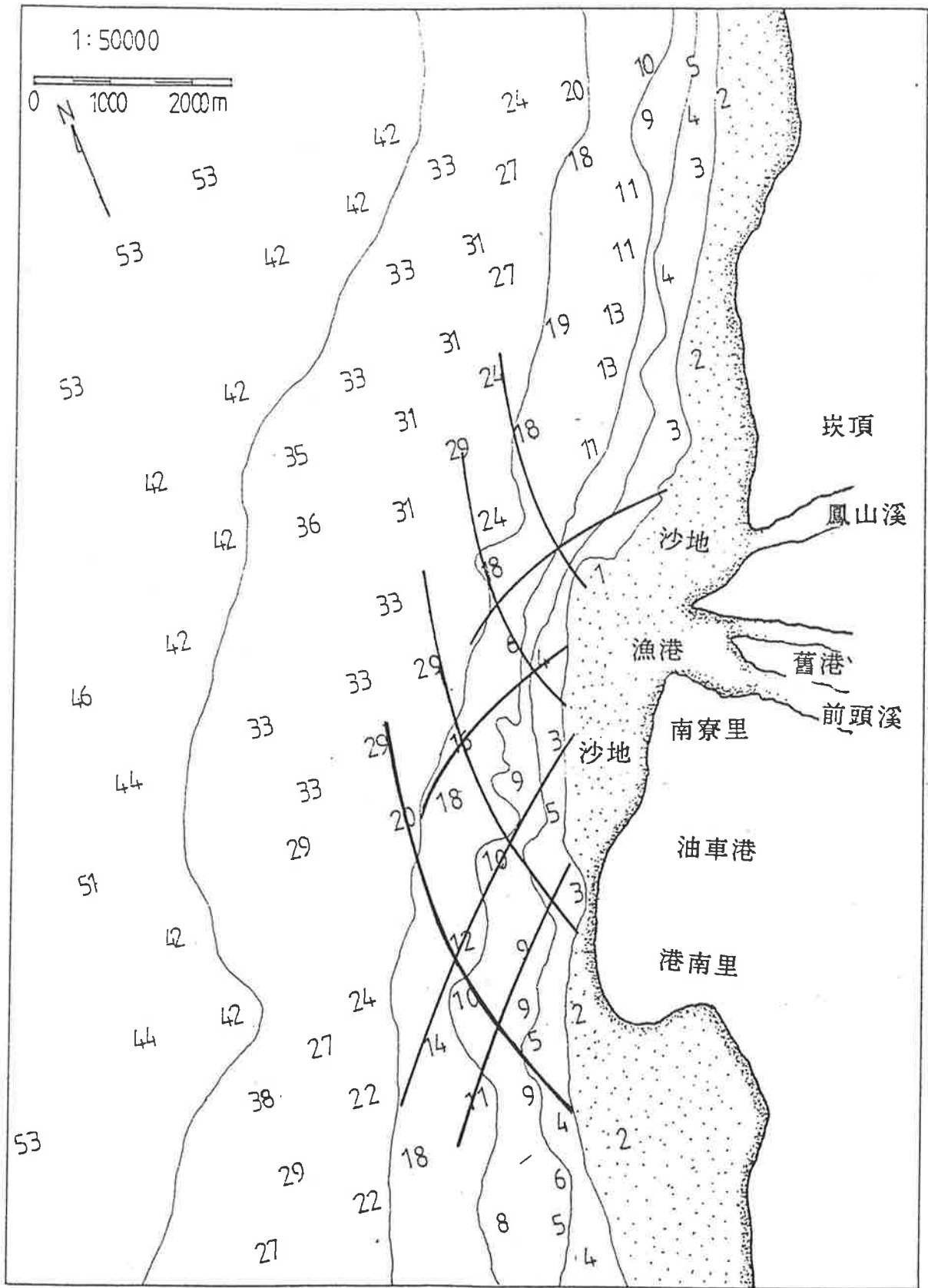
圖二十三 六月波浪折射圖



圖二十四 七月波浪折射圖

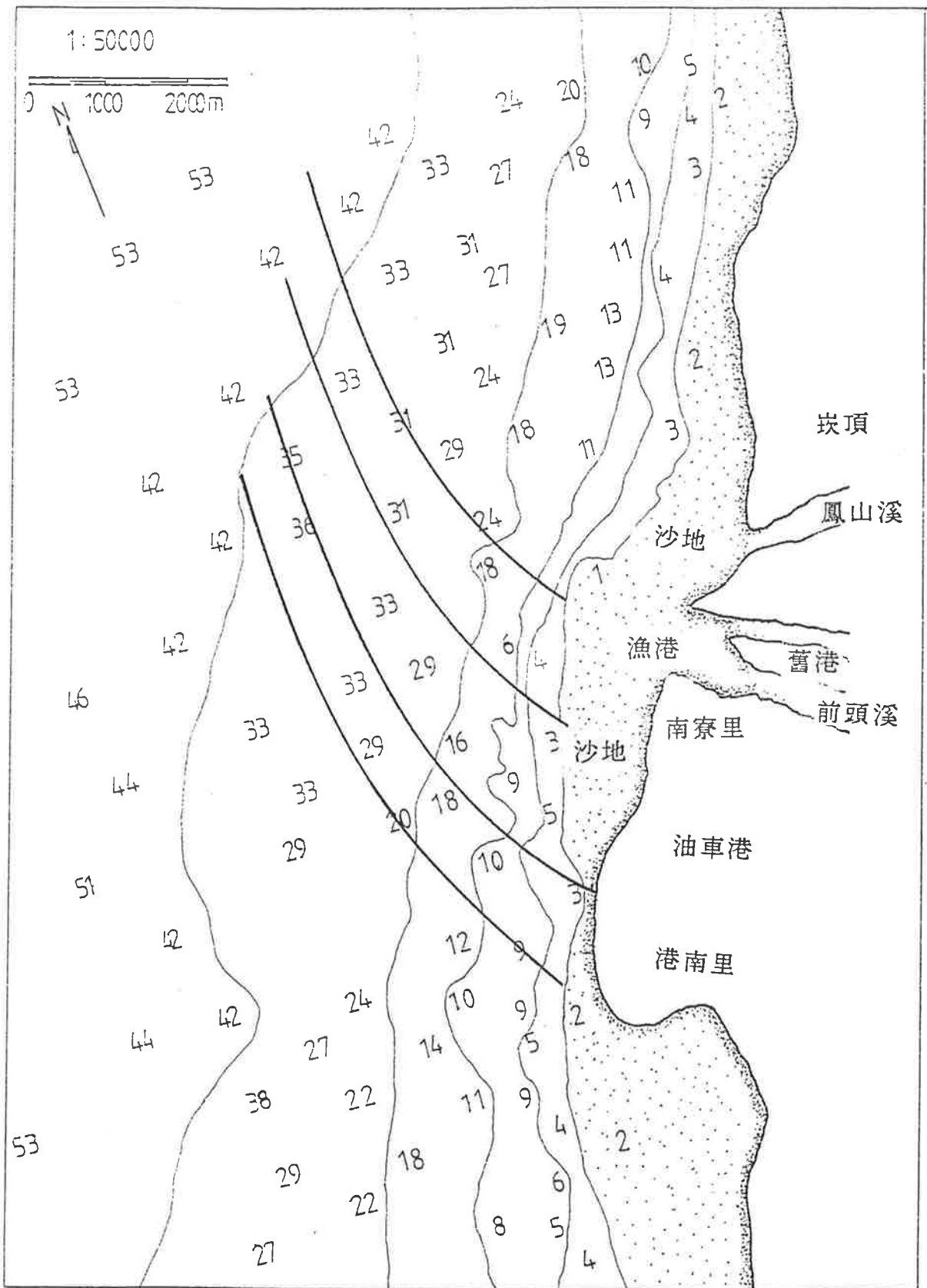


圖二十五 八月波浪折射圖

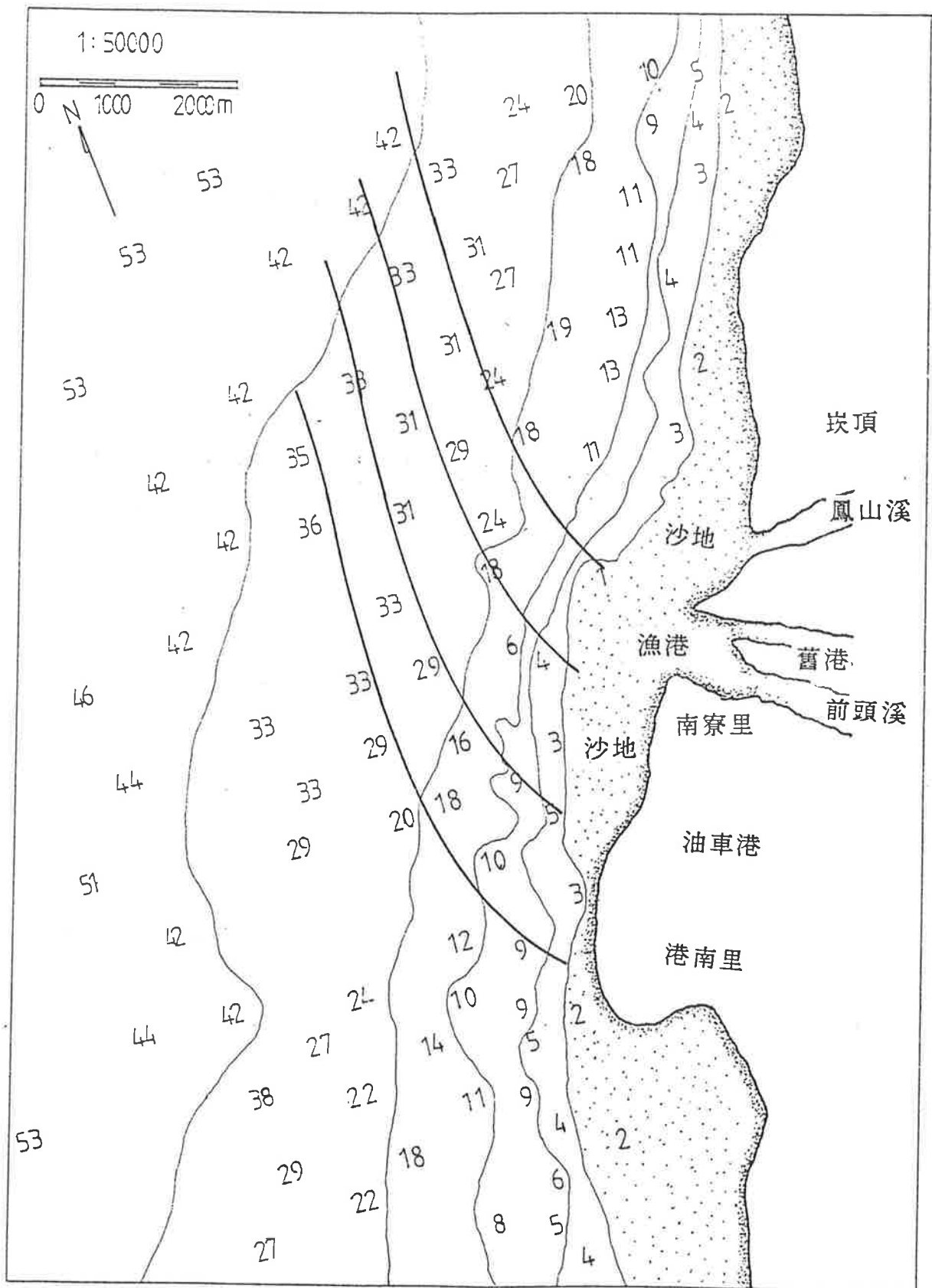


圖二十六 九月波浪折射圖

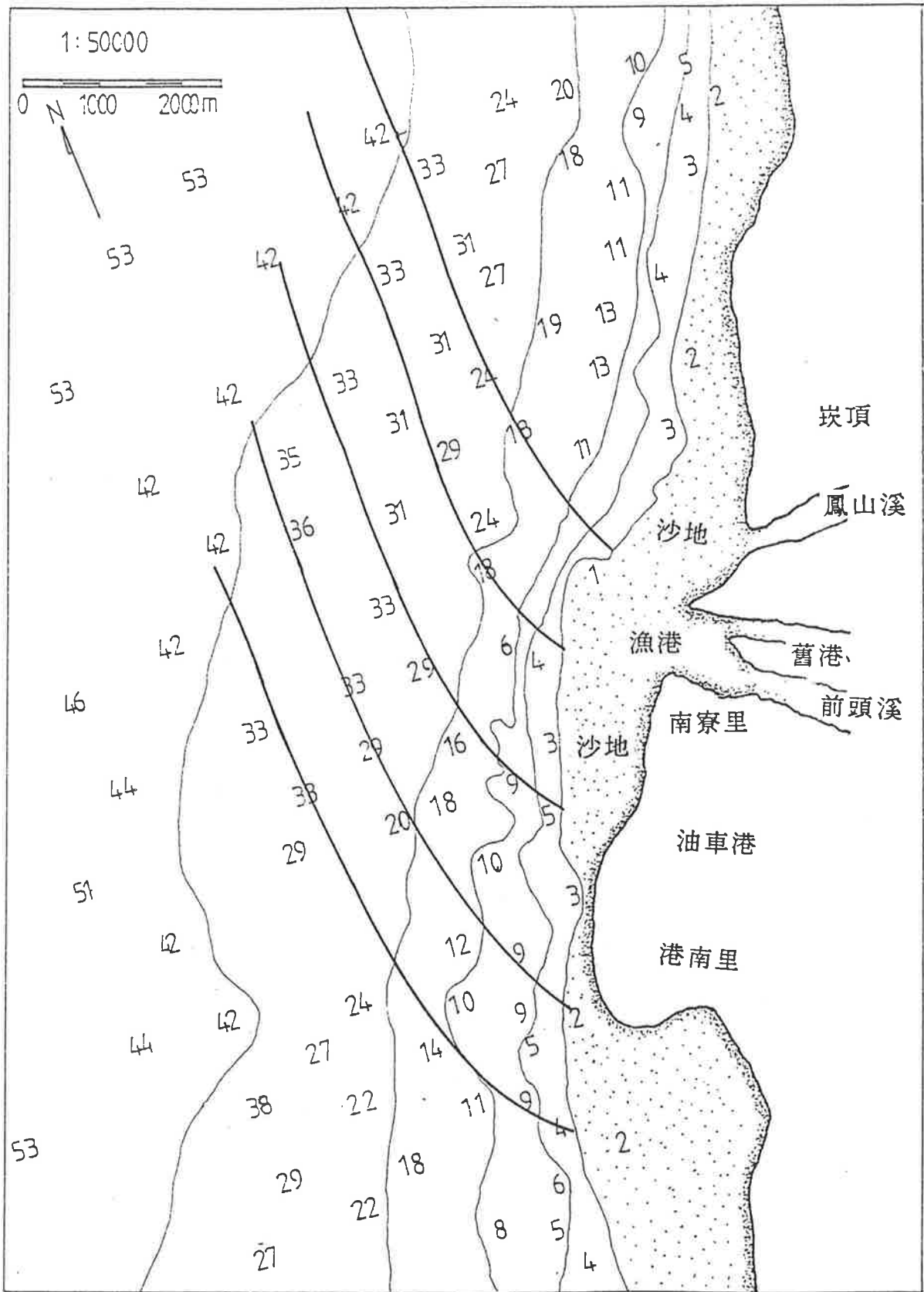




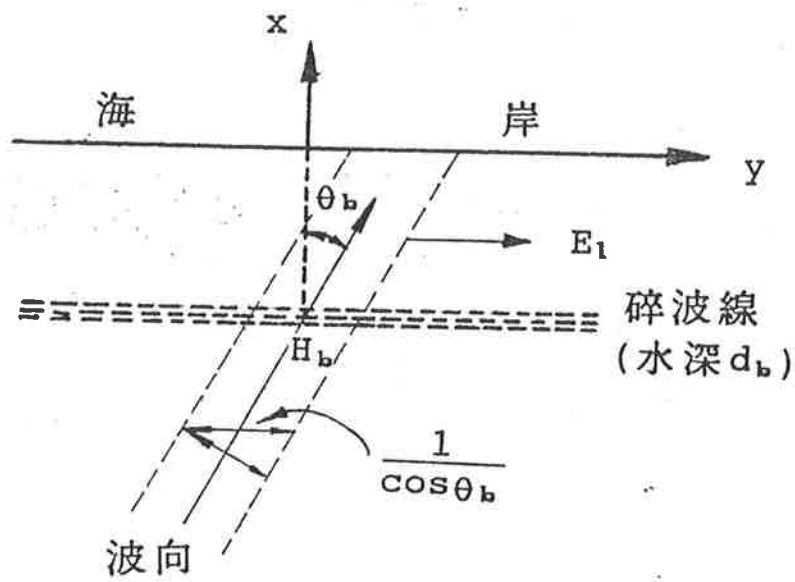
圖二十七 十月波浪折射圖



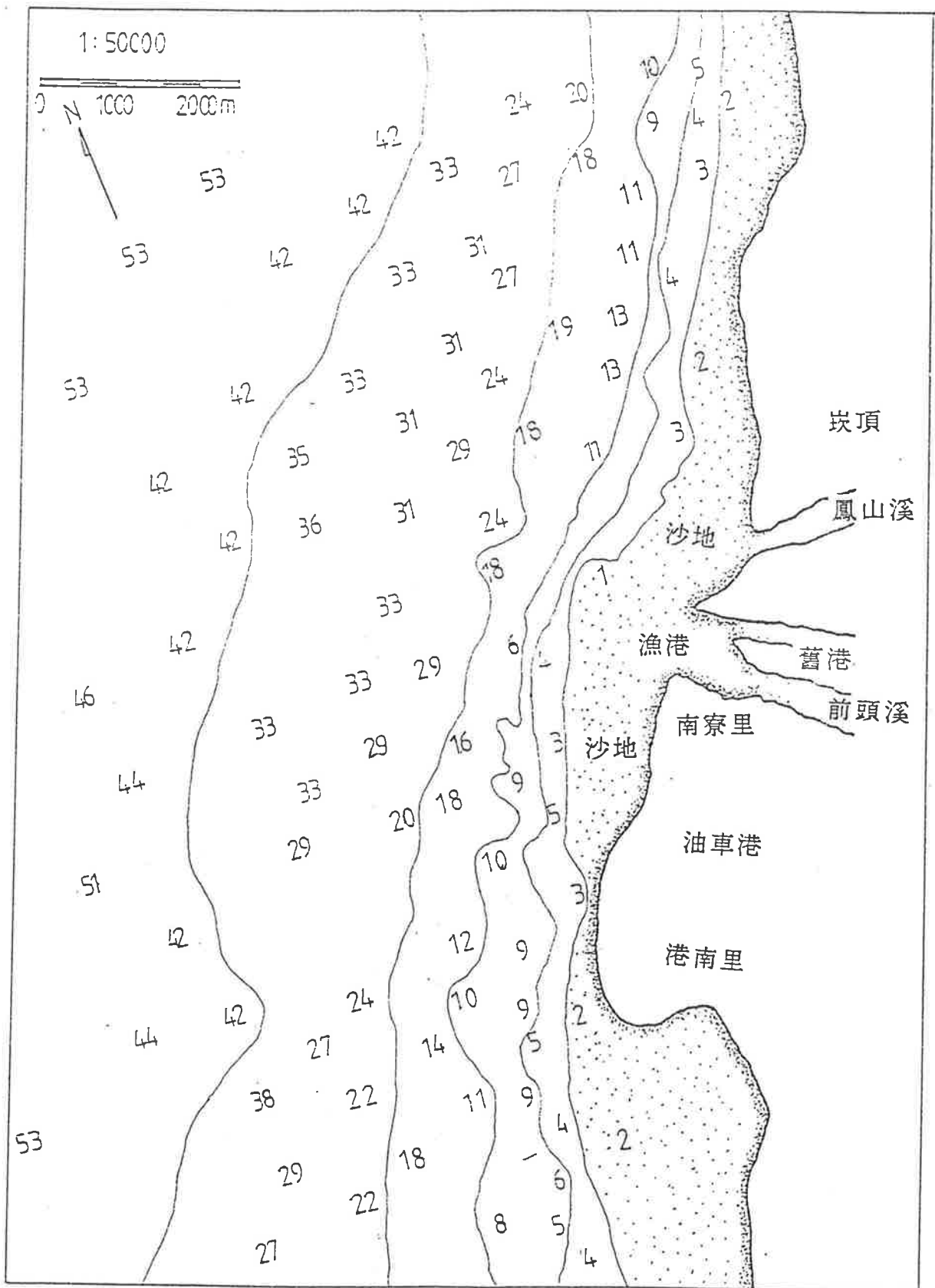
圖二十八 十一月波浪折射圖



圖二十九 十二月波浪折射圖



圖三十 沿岸方向波浪能量通率



圖三十一 新竹南寮海岸水深圖

## 2. 沉積物之粒度分析

本研究曾進行過三次沉積物標本的採集，時間分別是80年2月5日，10月4日及11月6日，採樣地點包括新竹漁港北堤沿岸，南堤南側之海灘以及北自鳳山溪南至客雅溪河口外水深18公尺以內之海域。其中在北堤海岸邊採集了七個沉積物標本，測站以英文字母a至g編號，在南堤南側海岸則採了三支岩心，測站以英文字母A、B、C編號，其中A站位在南堤彎角處，B站位在垃圾場附近，C站位在海水浴場附近，在海上則採集了39個標本，測站以阿拉伯數字1至39編號，詳細的採樣位置如圖三十二及圖三十三所示，標本的採集方式在海岸邊為直接涉水採取，其中岩心是以塑膠管直接插入地層採取之，在海上則是租用漁船以拖泥器自海底採取之。

標本取得後帶回實驗室一般都是先經洗鹽的程序以去除鹽分，其中40-50公分長的岩心以每隔10公分的間距將之細分成一個標本，總共三支岩心共分成14個標本。洗鹽後的標本經烘乾，秤重後再進行實際的顆粒分析。顆粒分離的方式一般是先以溼篩法分離出大於 $4\phi$ 的泥質成份，其餘的砂質成份再以超音波震盪法以間隔 $0.5\phi$ 的各級距篩網分離出 $-1\phi$ 至 $4\phi$ 間的顆粒，然後再計算其百分組成。這些表層及岩心沉積物的顆粒分析結果列於表四及表五，各標本的顆粒參數如平均值、標準偏差、歪斜度及峰度值則分別列於表六及表七，各標本分析所得的參數值再參照Folk(1974)之分類表(表八)製成顆粒分級表列於表九及表十。為了便於討論，茲將研究區畫分為海岸地區，頭前溪及鳳山溪河口外之海域，垃圾場及海水浴場鄰近海域及客雅溪河口外之海域等四個區域，並逐一討論如下：

### (1) 海岸地區

海岸地區包括北堤沿岸及南堤南側之海灘，在北堤沿岸採集的七個海岸沉積物，其平均顆粒大小介於 $<-1\phi$  至 $2.47\phi$ 之間，各測站間的顆粒組成出現規則性的變化，在東側的a、b、c三個相連測站之沉積物是以細礫至極粗粒砂之形式出現，向西則逐漸變細而為中粒砂，至於新竹港內的g測站則為細砂組成。七個海岸沉積物的標準偏差值介於 $0.41\phi$ 至 $>4\phi$ ，其中在東側的a、b、c三測站其淘選度相當差，屬甚劣或極劣淘選，西側的d、e、f測站則為良至次良淘選。七個測站沉積物的歪斜度介於 $<-1$ 至 $0.08$ 之間，其中在東側的a、b、c三測站為強粗歪斜，其餘測站則為近乎對稱的分布，至於峰度值則介於 $0.6$ 至 $>3$ 之間，其中d、f、g三測站為中峰分佈，其餘的測站為陡峰至極陡峰分佈。

南堤南側的三支岩心分別採自堤南彎角處及垃圾場和海水浴場附近，其垂直面上的平均顆粒大小在A岩心為 $1.9$ 至 $2.12\phi$ ，B岩心為 $2.04$ 至 $2.38\phi$ ，C岩心為 $1.82$ 至 $2.05\phi$ 。比較這三支岩心可以發現A、C岩心之顆粒大小之分佈較為相像，在各層次中中粒砂及細粒砂間雜出現，而B岩心則較為單純，整支岩心由表層至底層均為細砂所組成。三支岩心的標準偏差值在A岩心為 $0.43$ 至 $0.52\phi$ ，B岩心為 $0.52$ 至 $0.64\phi$ ，C岩心為 $0.41$ 至 $0.46\phi$ ，從顆粒的標準偏差可以研判出沉積顆粒受淘選的程度，在A岩心中屬良至次良淘選的層次間雜出現，B岩心的各層次均為次良淘選，C岩心則從表層至底層皆為良淘選。就歪斜度而言，這三支岩心表現出來的形式大致相同，除A-2及C-3層出現細歪斜外，餘皆以近似對稱的分佈形態出現。在峰度方面三支岩心出現類似的分佈，且以中峰分佈為主，惟在A岩心底部及C-3出現陡峰。從岩心的顆粒分佈形態來看，除了A岩心因為比較靠近防坡堤，其

掩蔽性可能使沉積物在接受風浪或潮流等營力作用時受到一些干擾，故出現較不規則的淘選度，其餘兩支岩心所在的位置因面對的海域較為開闊比較不受干擾，因此淘選情況上下層均很一致，其中又以海水浴場所受到的外在營力最為穩定，因此淘選度最佳。

## (2) 頭前溪及鳳山溪河口外之海域

這個區域由於有鳳山溪及頭前溪河水的注入，帶來大量的砂泥在此沉積，因此沉積物中砂泥混雜出現，砂泥混合的比率在各處均不相同，不過其中仍有一些規則可循，在近河口處沉積物主要是以砂為主，泥的含量相當低大約只有1%不到，不過泥的含量有逐漸向北增加的趨勢，最高量甚至可達58%，這種現象充分反映在粒度的分佈上，在近河口處顆粒的平均粒徑大多在 $2\phi$ 以下，在離河口較遠處(北端)顆粒的粒徑則維持在 $3.5\phi$ 以上，這種顆粒分佈向北逐漸變細的現象很明顯地與此區海流的搬運有關，區域內的海流根據本計畫的實際調查主要是向北及向西北流，當沉積物經河流搬運入海以及隨後經海流向北搬運，粗顆粒往往會先行就近沉積，細顆粒則被搬離源區，因此沉積在北堤邊上的沉積物顆粒均較粗。依顆粒等級之區分，區域內的沉積顆粒包含了中粒、細粒、極細粒及粉砂等四種粒度，從顆粒粒徑的頻度分佈圖上(圖三十四)可以看出區域內的沉積物除測站2、13、14等三站呈現單峰分佈外，其餘均呈雙峰分佈，顆粒的雙峰分佈可能與河流注入所帶來相對高量的泥以及營力作用尚未能有效篩選有關，因此粗細顆粒並陳。區域內沉積顆粒的淘選度相當不一致從次良淘選至中度淘選，夾在兩者中間的為劣淘選。顆粒的歪斜度分佈也相當凌亂，幾乎涵蓋所有等級，從強粗歪斜到強細歪斜



均有之，峰度分佈則包括中峰、平峰及陡峰三種類型。

### (3) 垃圾場及海水浴場鄰近海域

垃圾場及海水浴場附近之海域沉積物主要是以砂為主，泥的含量除測站32、33稍高外，餘均低於2%。區域內之沉積顆粒的粒徑是介於1.4至3.4 $\phi$ ，以顆粒等級來區分是屬於中粒砂及細粒砂，就其分佈形態來看可以發現顆粒分佈有明顯自近岸向遠岸增粗的現象，陳民本教授對新竹外海沉積物的研究中也有同樣的發現(陳, 1981)，這種分佈趨勢明顯地跟頭前溪河口外之沉積物不同，區域內顆粒粒徑的頻度分佈(圖三十四)除測站31、33為雙峰分佈外，餘均為單峰分佈，此亦與前述的河口外沉積物不同。各標本之顆粒標準偏差值是介於0.45至1.33 $\phi$ 之間，如以淘選度來表示是屬於良淘選至次良淘選，淘選度跟離岸距離也有關係，近岸淘選較佳，遠岸淘選稍差，劣淘選曾出現在遠岸的兩個測站。就歪斜度而言，區域內大部份的測站，顆粒均以近對稱的分佈形態出現，惟有少部份地區出現粗歪斜及細歪斜。就峰度而言，大部份的沉積顆粒均以陡峰及中峰分佈，只有在遠岸處出現零星的平峰或甚陡峰分佈。整體而言區域內的沉積物分佈在近岸者顆粒較細、淘選較佳、顆粒分佈較對稱、峰度也較陡，而分佈在遠岸者顆粒較粗、淘選稍差、顆粒分佈較不對稱且以中至陡峰分佈為主，顆粒的粗細分佈及淘選的優劣最能反映出沉積物之來源及營力作用，這個地區由於沒有河流直接注入因此含泥量少，而且這個海域的海流均是向北或向西北流，因此在近岸處較不易接受到頭前溪及鳳山溪輸出的物質，不過溢出的物質仍有可能到達，但因搬運距離遠且過程較曲折因此不太可能有較粗的顆粒出現，南邊的客雅溪雖也可能帶來沉積物質，但因河口北側的凸出地

形有可能阻礙或延緩物質直接向北搬運，由於沉積在近岸區的物質並不接近河口源區，而搬運過程曲折，距離也遠因此沉積於近岸區的顆粒一般均較細，而且在近岸區由於有強而恆定的波浪或潮流之作用因此顆粒淘選度均佳，其情況跟前述的海灘砂一樣，不過波浪作用也只限於在淺水區較為強烈，在深水區其作用可能不及海流來得顯著，因此區域內遠岸處所出現的粗顆粒分佈可能是海流長期持續作用所造成的。

#### (4) 客雅溪河口外之海域

客雅溪河口外的沉積物除測站19因離河口較近而含有較高量的泥外，其餘各站之沉積物都是以砂為主，平均而言此區沉積物中的泥含量仍然略高於沒有河流直接注入的垃圾場及海水浴場附近海域之沉積物，因此泥含量的多寡主要還是跟河流的注入有關。區域內五個沉積物的平均粒徑是介於1.38至3.59 $\phi$ ，在顆粒等級的區分上它包括了中粒、細粒及極細粒三種粒度，其分佈趨勢是由近河口處向外海逐漸增粗，此與垃圾場及海水浴場鄰近海域之沉積物相同。就粒徑的頻度分佈(圖三十四)而言，除遠岸的第15站為單峰分佈外，餘均呈雙峰分佈，此與頭前溪及鳳山溪河口外的沉積物類似，顆粒粒徑的雙峰分佈似乎為近河口區沉積物的共同特徵。區域內顆粒的標準偏差值介於0.68至1.26，其淘選度則分屬次良，中度及劣淘選，其中近岸及遠岸為次良淘選，中間稍差為中度至劣淘選。顆粒的歪斜度介於-0.22至0.14，其中在近岸為粗歪斜，遠岸為近對稱。峰度值是介於0.91至1.76，其中在近岸為中峰分佈，遠岸為陡至甚陡峰分佈。

測站編號 Station No.	表4 新竹南寮附近海岸沉積物粒度分析結果 (百分比%)											
	<-1 φ	-1 φ   -0.5 φ	-0.5 φ   0 φ	0 φ   0.5 φ	0.5 φ   1 φ	1 φ   1.5 φ	1.5 φ   2 φ	2 φ   2.5 φ	2.5 φ   3 φ	3 φ   3.5 φ	3.5 φ   4 φ	>4 φ
A-1	0.03	0	0	0.04	0.11	1.19	39.0	48.9	10.4	0.31	0.07	0
A-2	0.4	0.3	0.2	0.3	0.14	12.0	56.9	13.2	14.1	0.6	0.1	0.3
A-3	0.19	0	0	0.04	0.21	3.44	36.3	44.3	13.6	0.7	0.23	1.02
A-4	0.05	0	0	0.02	0.17	2.85	37.2	47.3	11.4	0.39	0.1	0.48
A-5	0.12	0.03	0.03	0.06	0.78	11.6	51.7	26.9	7.24	0.38	0.16	0.87
B-1	0	0.03	0.07	0.03	0.07	0.8	18.4	42.6	21.3	6.04	1.67	1.01
B-2	0	0	0	0	0.03	0.55	21.7	44.0	26.3	5.53	1.59	0.25
B-3	0	0	0.06	0.41	1.95	14.8	35.9	25.0	18.1	2.99	0.43	0.35
B-4	0.03	0.03	0.12	0.38	1.96	11.4	35.6	31.1	15.7	1.69	0.58	1.34
B-5	0	0	0	0	0.4	7.41	29.2	33.8	23.8	3.08	0.72	1.52
C-1	0	0	0.03	0.03	0.58	12.9	53.7	27.9	4.52	0.03	0.01	0.27
C-2	0	0	0	0.02	0.19	5.55	44.9	40.0	8.63	0.24	0.05	0.39
C-3	0	0	0	0	0.71	12.2	48.7	32.1	5.86	0.14	0.02	0.27
C-4	0	0	0	0.03	0.14	4.47	42.4	41.9	10.1	0.4	0.08	0.44
a	29.4	5.1	6.27	10.1	18.1	18.8	8.84	1.89	0.9	0.13	0.03	0.37
b	94.1	0.78	0.48	0.34	0.86	1.6	1.24	0.34	0.17	0.04	0.02	0
c	17.5	3.93	4.55	8.1	19.8	31.8	11.7	1.58	0.64	0.1	0.03	0.23
d	0.18	0.09	0.42	2.42	17.2	53.6	21.4	2.1	0.95	0.21	0.12	1.31
e	0	0.05	0.03	0.09	1.55	32.9	56.1	7.67	0.97	0.11	0.55	0.54
f	0.05	0.01	0.05	0.19	1.71	15.9	44.6	27.0	8.36	0.9	0.22	1.05
g	0	0	0	0	0.05	0.55	14.8	34.1	40.3	6.57	1.08	2.48

表四 新竹南寮附近海岸沉積物粒度分析結果

測站編號 Station No.	表5 新竹南寮附近海域沉積物粒度分析結果 (百分比%)											
	<-1 φ	-1 φ   -0.5 φ	-0.5 φ   0 φ	0 φ   0.5 φ	0.5 φ   1 φ	1 φ   1.5 φ	1.5 φ   2 φ	2 φ   2.5 φ	2.5 φ   3 φ	3 φ   3.5 φ	3.5 φ   4 φ	>4 φ
ST-1	0	0	0.02	0.02	0.37	1.93	6.3	15.32	37.72	12.41	2.55	23.36
ST-2	0.1	0	0	0.15	1.85	16.18	46.44	24.23	9.5	0.79	0.15	0.61
ST-3	0.16	0.26	0.47	1.99	12.36	26.87	17.34	13.27	22.91	3.09	0.3	0.98
ST-4	0.22	0.25	0.41	1.53	9.90	25.07	24.44	16.04	18.01	2.93	0.35	0.86
ST-5	0.05	0.05	0.19	0.62	3.6	8.34	7.43	5.57	11.31	23.84	10.43	28.58
ST-6	0.04	0.06	0.06	0.13	0.17	0.28	0.45	0.9	21.79	11.35	16.24	48.53
ST-7	0.06	0.04	0.06	0.12	0.19	0.35	0.52	0.91	26.84	29.19	5.87	35.85
ST-8	0	0.07	0.05	0.22	0.81	1.51	1.44	1.1	15.93	43.51	11.12	24.25
ST-9	0	0	0.02	0.02	0.07	0.09	0.16	0.28	6.33	30.24	8.22	54.56
ST-10	0	0	0.06	0.17	0.06	0.14	0.57	0.94	3.14	19.45	17.48	57.99
ST-11	0	0	0.06	0.17	0.17	0.25	0.42	1	19.12	27.61	10.78	40.44
ST-12	0	0.05	0.08	0.3	3.04	20.13	35.12	9.74	5.77	7.58	4.27	13.93
ST-13	0	0	0.05	0.32	3.01	16.55	33.77	24.43	12.72	3.97	1.91	3.28
ST-14	0	0.07	0.48	1.44	6.32	30.07	45.86	8.88	4.03	1.66	0.59	0.59
ST-15	0.7	0.49	1.02	1.04	9.73	29.47	38.07	10.54	4.07	1.41	0.47	2.99
ST-16	5.54	1.51	2.15	4.83	11.78	30.45	25.98	7.0	2.71	4.42	1.76	1.87
ST-17	0.54	0.26	0.37	0.81	1.77	4.28	3.84	3.61	16.11	40.21	16.34	11.86
ST-18	0.46	0.35	0.67	2.17	7.69	19.25	18.16	9.61	16.2	10.54	7.05	7.85
ST-19	0.07	0.12	0.11	0.44	1.68	3.59	3.61	2.57	11.23	14.83	12.52	49.23
ST-20	0.02	0.04	0.02	0.13	0.52	1.53	3.13	7.75	48.04	29.0	5.21	4.64

表五 新竹南寮附近海域沉積物粒度分析結果

測站編號 Station No.	表5(續)新竹南寮附近海域沉積物粒度分析結果 (百分比%)											
	<-1 φ	-1 φ   -0.5 φ	-0.5 φ   0 φ	0 φ   0.5 φ	0.5 φ   1 φ	1 φ   1.5 φ	1.5 φ   2 φ	2 φ   2.5 φ	2.5 φ   3 φ	3 φ   3.5 φ	3.5 φ   4 φ	>4 φ
ST-21	0.24	0	0.49	0.49	0.85	2.2	4.51	8.41	38.78	34.51	7.32	2.2
ST-23	0.69	0.13	0.24	0.62	3.38	18.16	36.84	20.49	14.53	3.34	0.73	0.84
ST-24	0	0.03	0.14	0.24	0.94	2.9	5.52	8.56	49.98	27.61	2.55	1.5
ST-25	0	0	0.02	0.04	0.12	0.32	1.06	3.71	60.33	28.78	3.83	1.8
ST-26	0.02	0	0.05	0.15	1.2	9.44	29.32	39.29	15.96	0.8	0.18	0.56
ST-27	0	0.02	0.02	0.05	0.64	6.97	35.53	39.29	15.96	0.8	0.18	0.56
ST-28	0	0.02	0.14	0.39	2.44	12.41	31.42	29.3	20.36	2.04	0.71	0.76
ST-29	0.05	0.03	0.11	0.76	5.23	27.14	36.76	12.07	9.87	5.62	1.46	0.91
ST-30	0	0	0	0.03	0.08	0.4	4.96	41.68	42.25	8.21	1.21	1.18
ST-31	0.09	0.13	0.42	1.69	9.31	24.63	19.51	30.1	9.55	2.1	0.52	1.95
ST-32	2.06	2.79	3.82	7.34	15.71	27.9	14.24	12.63	5.58	1.32	0.88	5.73
ST-33	0.09	0.11	0.19	0.47	0.98	2.59	7.05	7.88	12.8	17.44	9.0	41.39
ST-34	0.11	0.08	0.44	1.85	9.84	37.11	41.09	6.28	0.93	1.03	0.59	0.65
ST-35	0	0	0.06	0.31	1.71	6.41	11.57	24.93	44.31	8.01	1.48	1.19
ST-36	0.14	0.05	0.13	0.22	0.52	1.4	5.45	27.02	54.55	7.8	1.73	0.97
ST-37	0	0	0.04	0.04	0.17	0.63	3.84	17.73	60.26	11.51	3.8	1.99
ST-38	0	0	0.02	0.02	0.02	0.36	4.65	22.8	59.22	9.41	2.18	1.31
ST-39	0.22	0.14	0.19	0.35	0.46	0.92	1.89	3.03	6.84	7.74	12.42	65.81

表五 (續) 新竹南寮附近海域沉積物粒度分析結果

測站編號 Station No.	平均粒徑 $\phi$ Mean size	標準偏差 $\phi$ Standard deviation	歪斜度 Skewness	峰度 Kurtosis
A-1	2.08	0.43	0.01	1.0
A-2	1.93	0.52	0.11	1.03
A-3	2.12	0.50	-0.01	0.96
A-4	2.11	0.47	0.05	0.62
A-5	1.90	0.51	-0.05	1.16
B-1	2.38	0.53	0.066	1.02
B-2	2.33	0.52	0.076	1.0
B-3	2.02	0.64	0.09	1.04
B-4	2.04	0.60	0.042	0.98
B-5	2.21	0.58	0.04	0.98
C-1	1.82	0.41	0.04	0.98
C-2	2.02	0.45	0.026	1.03
C-3	1.90	0.46	0.126	1.15
C-4	2.05	0.45	0	0.95
a	-0.90	3.0	-0.65	0.65
b	<-1.0	>4.0	<-1.0	>3.0
c	0.28	3.28	-0.57	1.60
d	1.30	0.50	0.015	1.04
e	1.62	0.41	-0.1	1.15
f	1.86	0.52	0.08	0.99
g	2.47	0.54	-0.06	1.10

表六 新竹南寮附近海岸沉積物粒度分析參數表

測站編號 Station No.	平均粒徑 $\phi$ Mean size	標準偏差 $\phi$ Standard deviation	歪斜度 Skewness	峰度 Kurtosis
ST-1 ☆	3.05	1.10	0.42	1.27
ST-2	1.85	0.54	0.15	1.05
ST-3	1.80	0.86	0.06	0.79
ST-4	1.83	0.79	0.12	0.85
ST-5 ☆	3.25	1.29	-0.17	0.91
ST-6 ☆	3.95	1.02	-0.02	0.78
ST-7 ☆	3.45	0.98	0.34	0.91
ST-8 ☆	3.45	0.81	0.19	1.23
ST-9 ☆	> 4	0.69	-0.28	0.72
ST-10 ☆	> 4	0.75	-0.20	0.86
ST-11 ☆	3.58	0.82	0.01	0.84
ST-12 ☆	2.30	1.18	0.49	1.02
ST-13	2.00	0.75	0.14	1.16
ST-14	1.62	0.57	0.07	1.17
ST-15	1.62	0.68	0.09	1.26
ST-16	1.38	1.06	-0.07	1.76
ST-17	3.15	0.89	-0.22	1.42
ST-18	2.22	1.14	0.14	0.91
ST-19 ☆	3.95	1.26	-0.21	1.01
ST-20	2.93	0.60	0.03	1.36

表七 新竹南寮附近海域沉積物粒度分析參數表

測站編號 Station No.	平均粒徑 $\phi$ Mean size	標準偏差 $\phi$ Standard deviation	歪斜度 Skewness	峰度 Kurtosis
ST-21	2.88	0.65	-0.11	1.41
ST-23	1.97	0.70	0.11	1.05
ST-24	2.78	0.60	-0.11	1.39
ST-25	2.92	0.45	0.21	1.12
ST-26	2.12	0.57	-0.07	0.98
ST-27	2.10	0.50	-0.02	1.04
ST-28	2.08	0.64	-0.03	1.04
ST-29	1.85	0.74	0.30	1.14
ST-30	2.55	0.46	0.02	1.06
ST-31	1.82	0.73	0.05	1.00
ST-32	1.40	1.19	0.12	1.52
ST-33☆	3.40	1.33	0.01	0.89
ST-34	1.48	0.51	-0.03	1.23
ST-35	2.45	0.63	-0.23	1.17
ST-36	2.63	0.50	-0.09	1.27
ST-37	2.73	0.51	0.0	1.23
ST-38	2.68	0.46	-0.04	1.23
ST-39☆	> 4	1.27	-0.16	1.11

註：☆ 表示該標本粒度大於  $4\phi$  者較高，在沒有加以細分的情況下，其粒度參數值係根據累積曲線之自然延伸而求得的，是估算值而非實測值。

表七(續) 新竹南寮附近海域沉積物粒度分析參數表



參數值	範圍	分類
標準偏差 ( $\phi$ )	0.35 以下	極良淘選
	0.35 ~ 0.50	良淘選
	0.50 ~ 0.71	次良淘選
	0.71 ~ 1.00	中淘選
	1.00 ~ 2.00	劣淘選
	2.00 ~ 4.00	甚劣淘選
	4.00 以下	極劣淘選
歪斜度 ( Skewness )	-1.00 ~ -0.30	強粗歪斜
	-0.30 ~ -0.10	粗歪斜
	-0.10 ~ +0.10	近對稱
	+0.10 ~ +0.30	細歪斜
	+0.30 ~ +1.00	強細歪斜
峰度 ( Kurtosis )	0.67 以下	甚平峰
	0.67 ~ 0.90	平峰
	0.90 ~ 1.11	中峰
	1.11 ~ 1.50	陡峰
	1.50 ~ 3.00	甚陡峰
	3.00 以上	極陡峰

表八 標準偏差、歪斜度及峰度分類表

測站編號 Station No.	顆粒等級 Size class	淘選度 Sorting	歪斜度 Skewness	峰度 Kurtosis
A-1	細粒	良淘選	近對稱	中峰
A-2	中粒	次良淘選	細歪斜	中峰
A-3	細粒	良淘選	近對稱	中峰
A-4	細粒	良淘選	近對稱	甚平峰
A-5	中粒	次良淘選	近對稱	陡峰
B-1	細粒	次良淘選	近對稱	中峰
B-2	細粒	次良淘選	近對稱	中峰
B-3	細粒	次良淘選	近對稱	中峰
B-4	細粒	次良淘選	近對稱	中峰
B-5	細粒	次良淘選	近對稱	中峰
C-1	中粒	良淘選	近對稱	中峰
C-2	細粒	良淘選	近對稱	中峰
C-3	中粒	良淘選	細歪斜	陡峰
C-4	細粒	良淘選	近對稱	中峰
a	極粗粒	甚劣淘選	強粗歪斜	陡峰
b	細礫	極劣淘選	強粗歪斜	極陡峰
c	粗粒	甚劣淘選	強粗歪斜	甚陡峰
d	中粒	良淘選	近對稱	中峰
e	中粒	良淘選	近對稱	陡峰
f	中粒	次良淘選	近對稱	中峰
g	細粒	次良淘選	近對稱	中峰

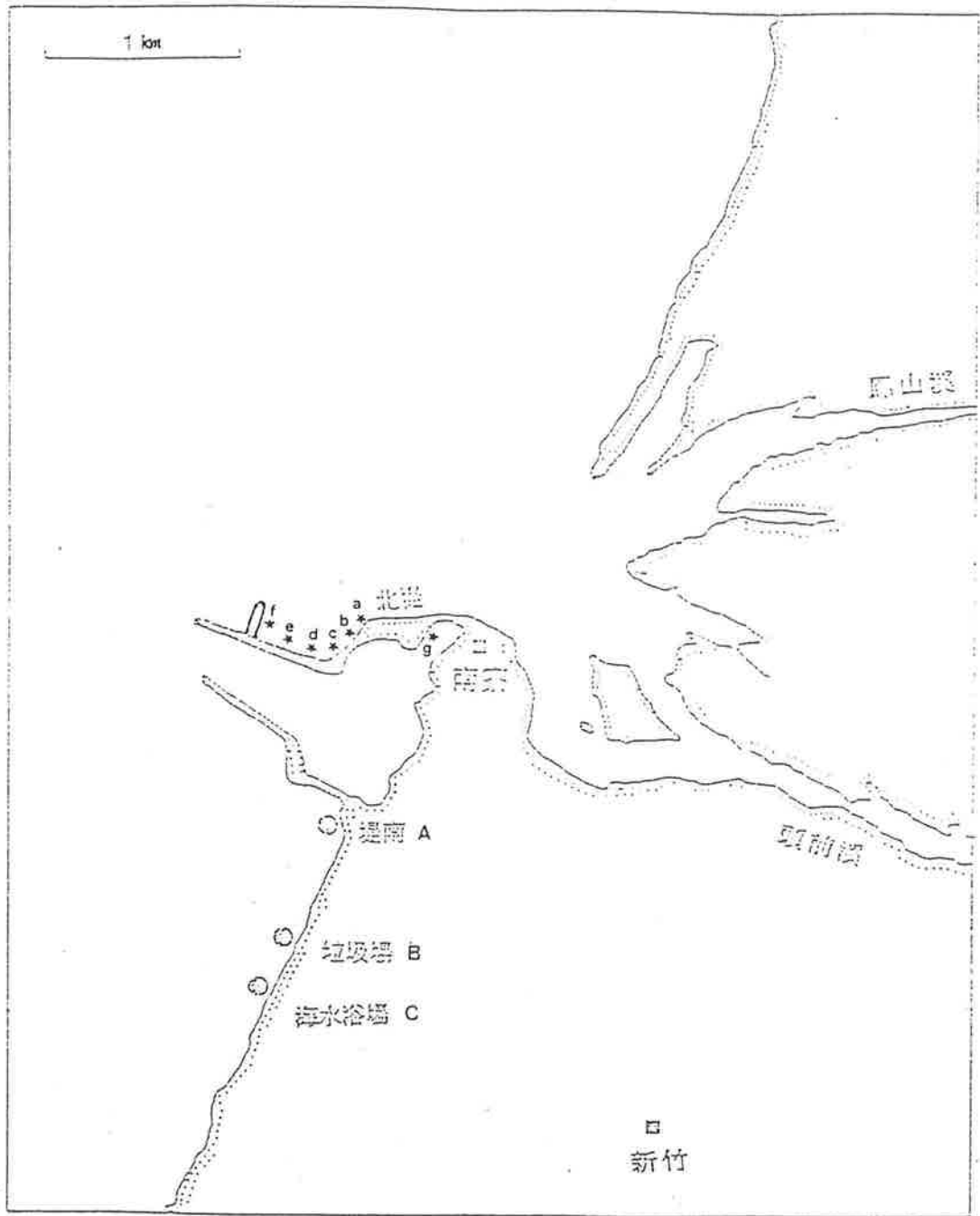
表九 新竹南寮附近海岸沉積物顆粒分級表

測站編號 Station No.	顆粒等級 Size class	淘選度 Sorting	歪斜度 Skewness	峰度 Kurtosis
ST-1	極細粒	劣淘選	強細歪斜	陡峰
ST-2	中粒	次良淘選	細歪斜	中峰
ST-3	中粒	中淘選	近對稱	平峰
ST-4	中粒	中淘選	細歪斜	平峰
ST-5	極細粒	劣淘選	粗歪斜	中峰
ST-6	極細粒	劣淘選	近對稱	平峰
ST-7	極細粒	中淘選	強細歪斜	中峰
ST-8	極細粒	中淘選	細歪斜	陡峰
ST-9	粉砂	次良淘選	粗歪斜	平峰
ST-10	粉砂	中淘選	粗歪斜	平峰
ST-11	極細粒	中淘選	近對稱	平峰
ST-12	細粒	劣淘選	強細歪斜	中峰
ST-13	細粒	中淘選	細歪斜	陡峰
ST-14	中粒	次良淘選	近對稱	陡峰
ST-15	中粒	次良淘選	近對稱	陡峰
ST-16	中粒	劣淘選	近對稱	甚陡峰
ST-17	極細粒	中淘選	粗歪斜	陡峰
ST-18	細粒	劣淘選	細歪斜	中峰
ST-19	極細粒	劣淘選	粗歪斜	中峰
ST-20	細粒	次良淘選	近對稱	陡峰

表十 新竹南寮附近海域沉積物顆粒分級表

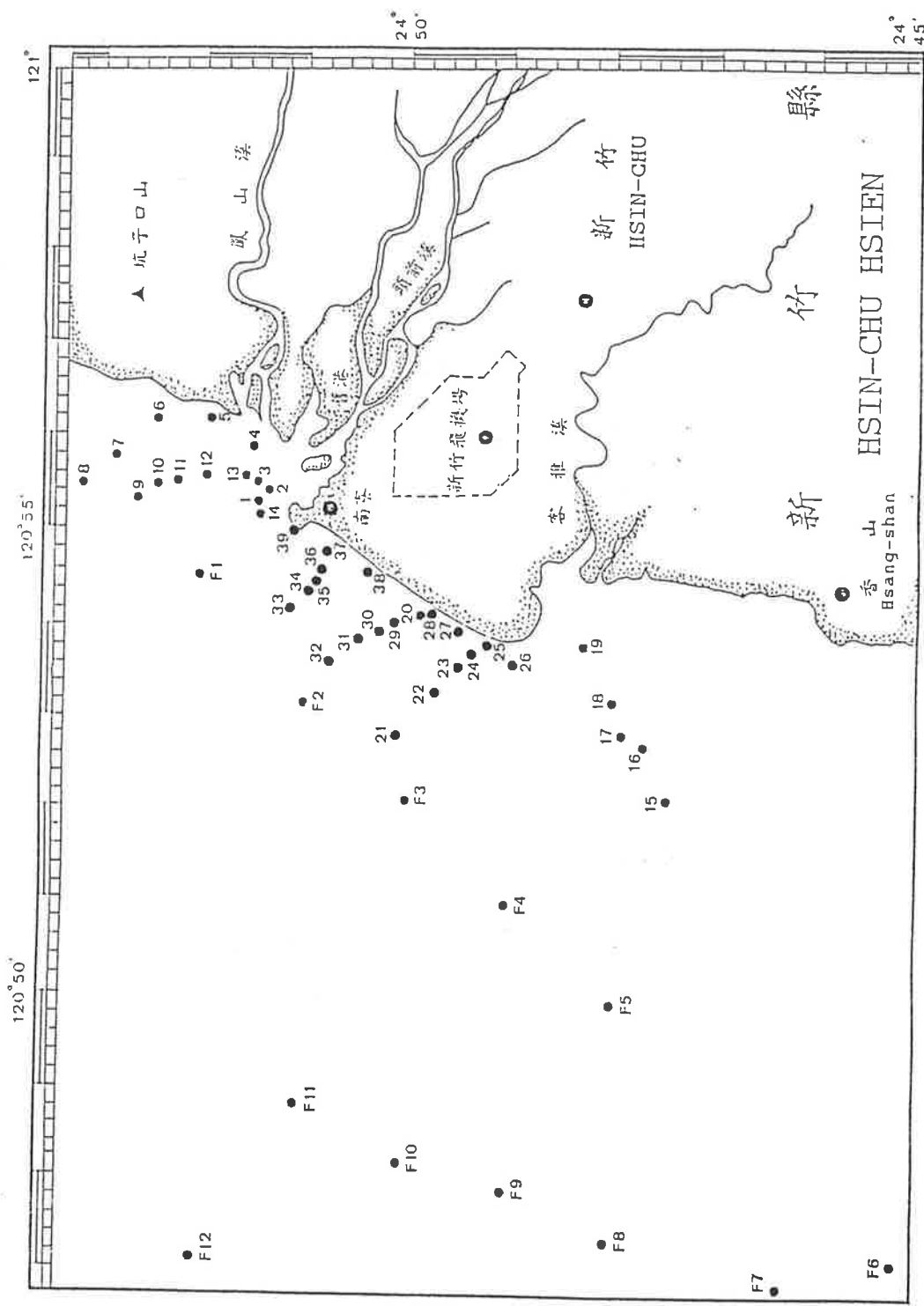
測站編號 Station No.	顆粒等級 Size class	淘選度 Sorting	歪斜度 Skewness	峰度 Kurtosis
ST-21	細粒	次良淘選	粗歪斜	陡峰
ST-23	中粒	次良淘選	細歪斜	中峰
ST-24	細粒	次良淘選	粗歪斜	陡峰
ST-25	細粒	良淘選	細歪斜	陡峰
ST-26	細粒	次良淘選	近對稱	中峰
ST-27	細粒	次良淘選	近對稱	中峰
ST-28	細粒	次良淘選	近對稱	中峰
ST-29	中粒	中淘選	強細歪斜	陡峰
ST-30	細粒	良淘選	近對稱	中峰
ST-31	中粒	中淘選	近對稱	中峰
ST-32	中粒	劣淘選	細歪斜	甚陡峰
ST-33	極細粒	劣淘選	近對稱	平峰
ST-34	中粒	次良淘選	近對稱	陡峰
ST-35	細粒	次良淘選	粗歪斜	陡峰
ST-36	細粒	良淘選	近對稱	陡峰
ST-37	細粒	次良淘選	近對稱	陡峰
ST-38	細粒	良淘選	近對稱	陡峰
ST-39	粉砂	劣淘選	粗歪斜	中峰

表十(續) 新竹南寮附近海域沉積物顆粒分級表



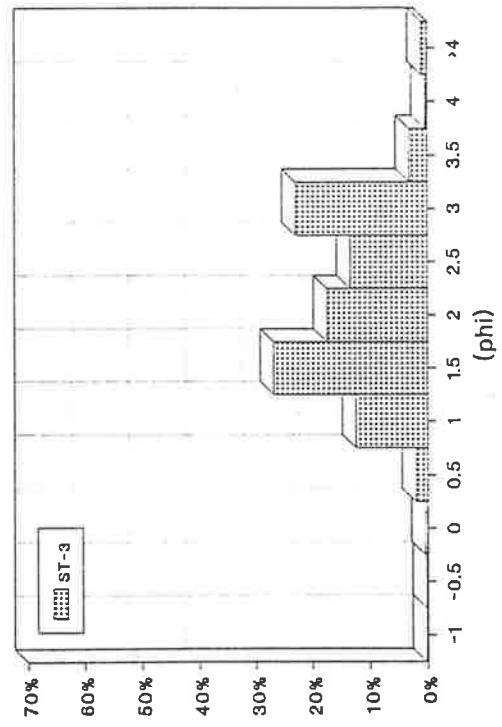
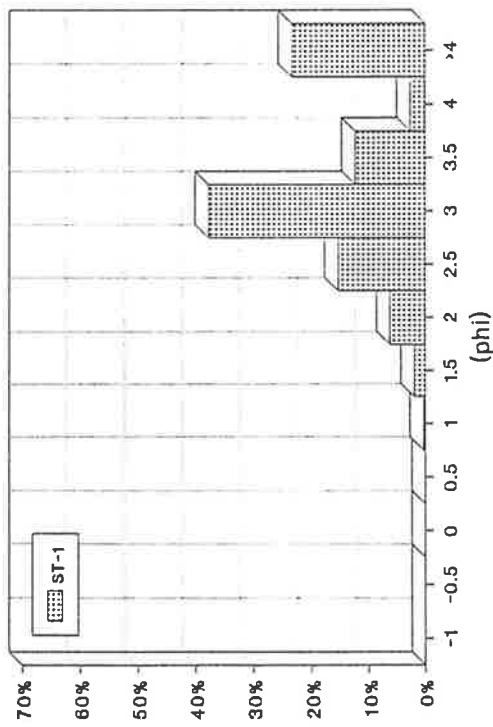
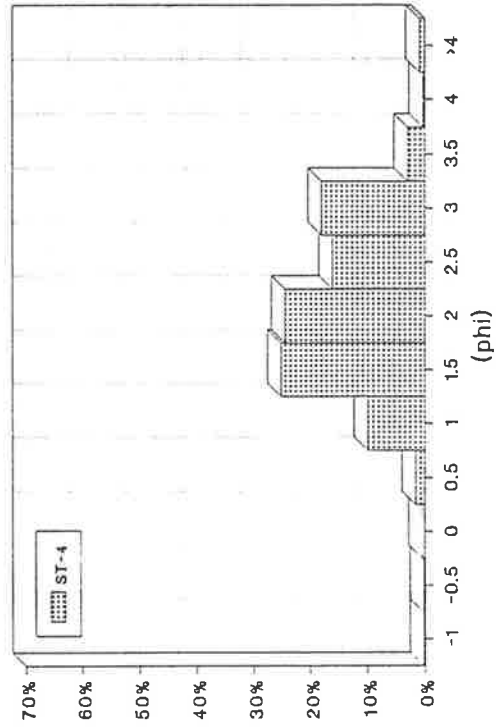
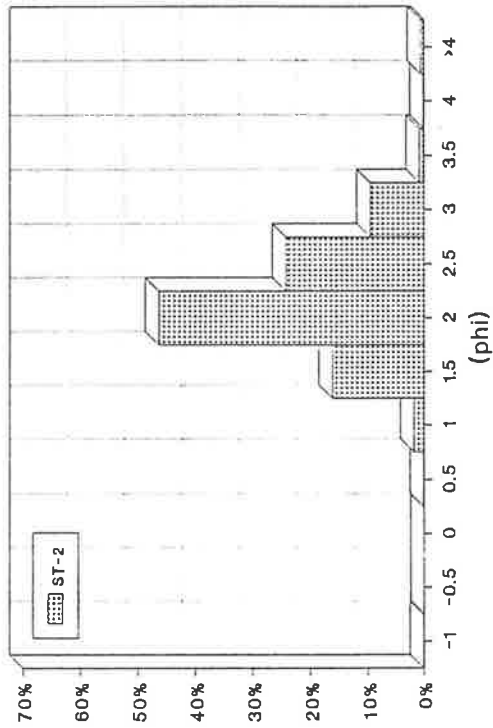
- CORE sample
- \* SURFACE sample

圖三十二 新竹南寮附近海岸沉積物採樣位置圖

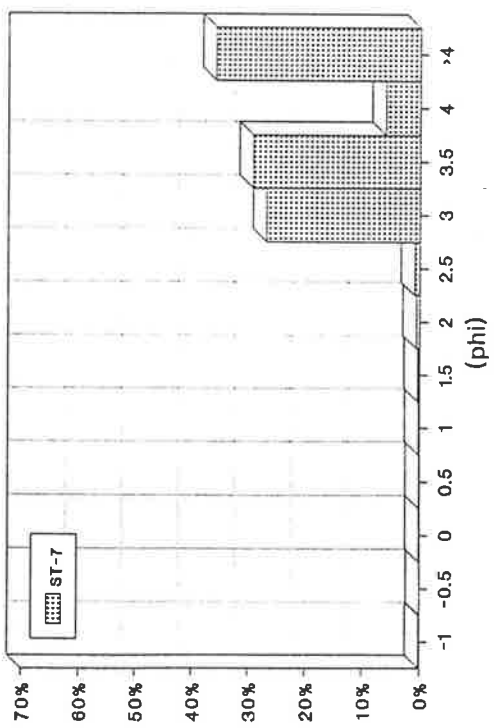
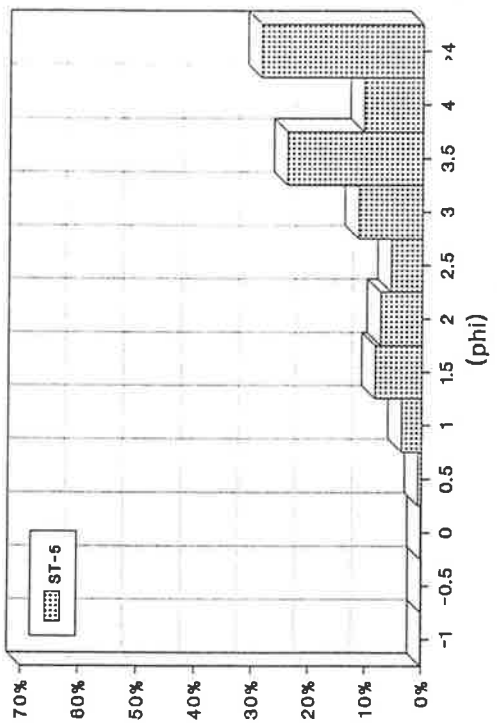
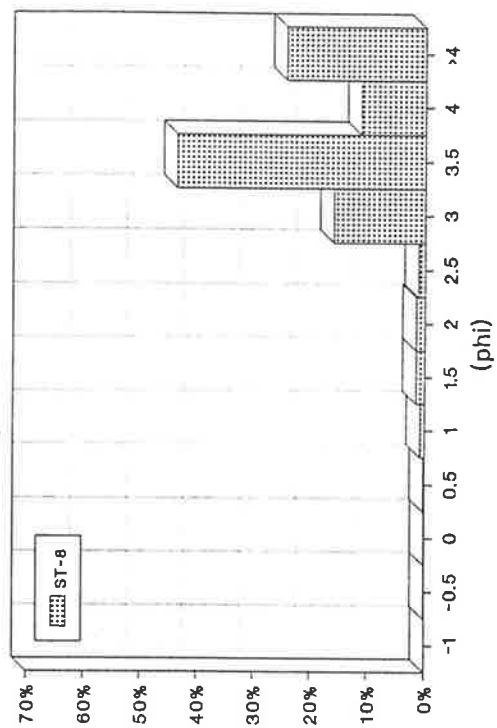
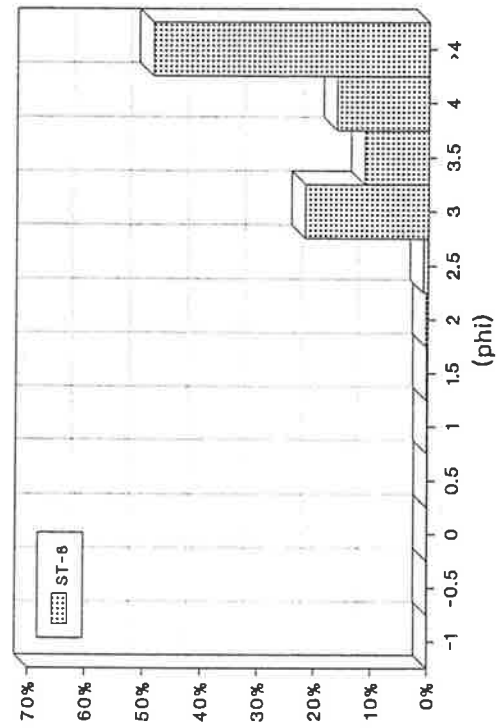


圖三十三 新竹南寮附近海域懸浮物及沉積物採樣位置圖

(其中測站 F1-F12 僅採懸浮物，測站 1-39 則懸浮物及沉積物均採集)

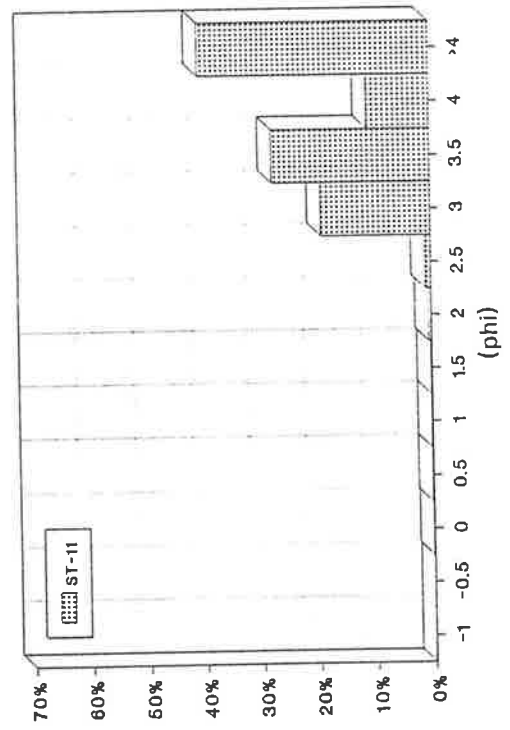
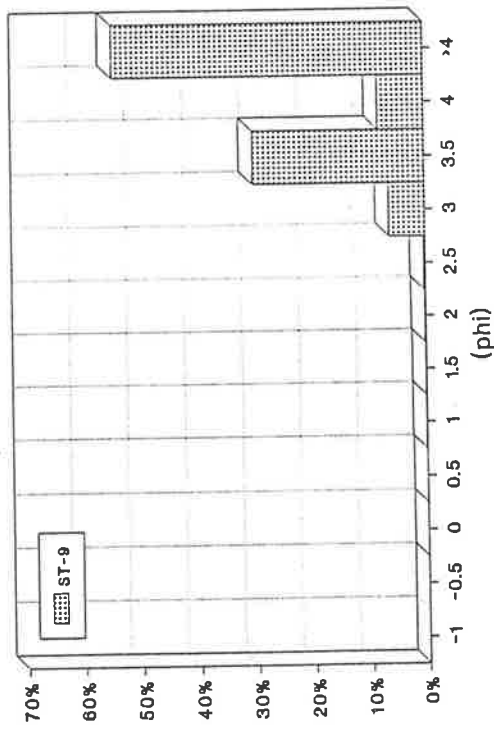
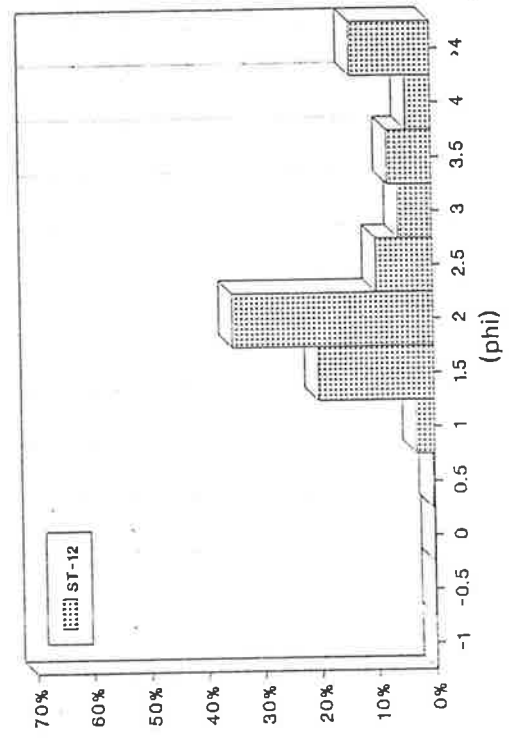
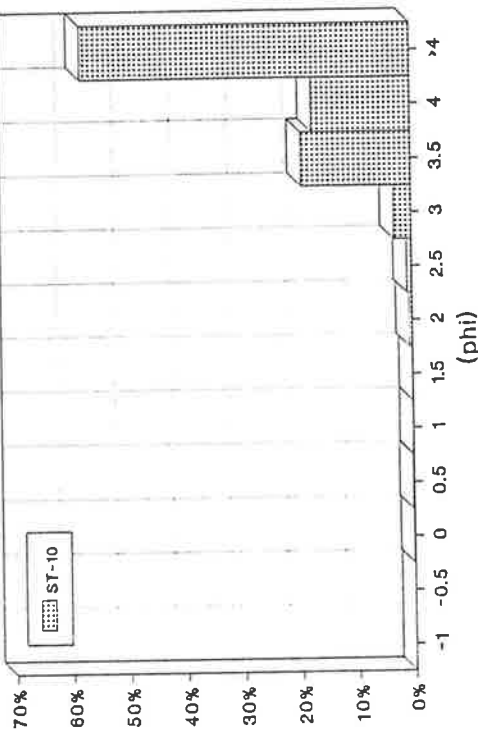


圖三十四 南寮附近海域各沉積物標本粒徑頻度分佈圖

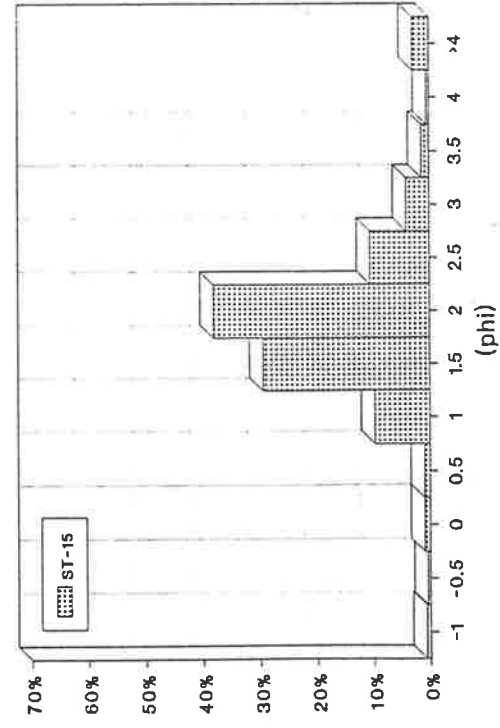
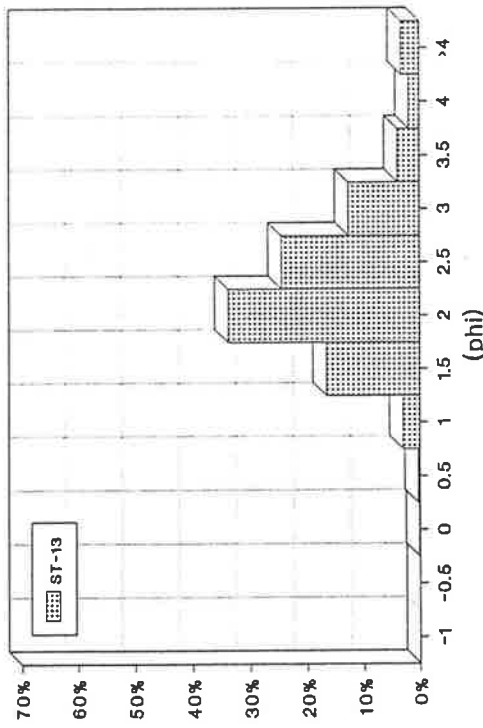
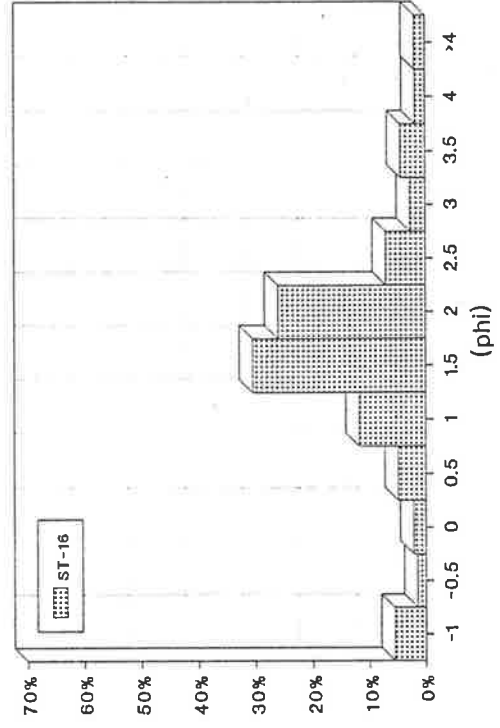
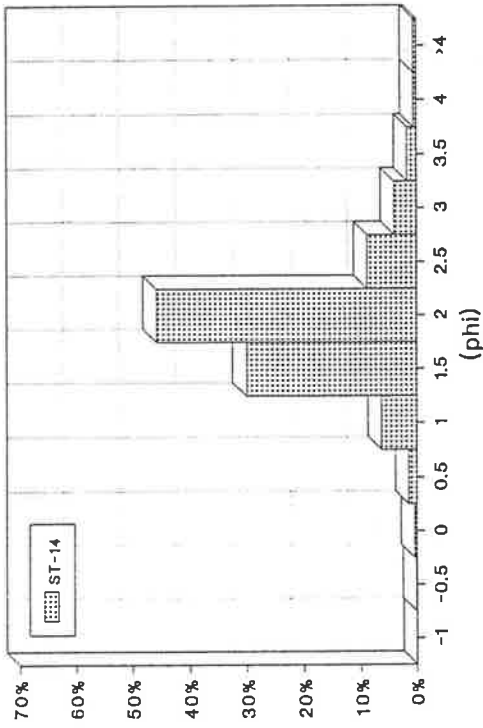


圖三十四 (續) 南寮附近海域各沉積物標本粒徑頻度分佈圖

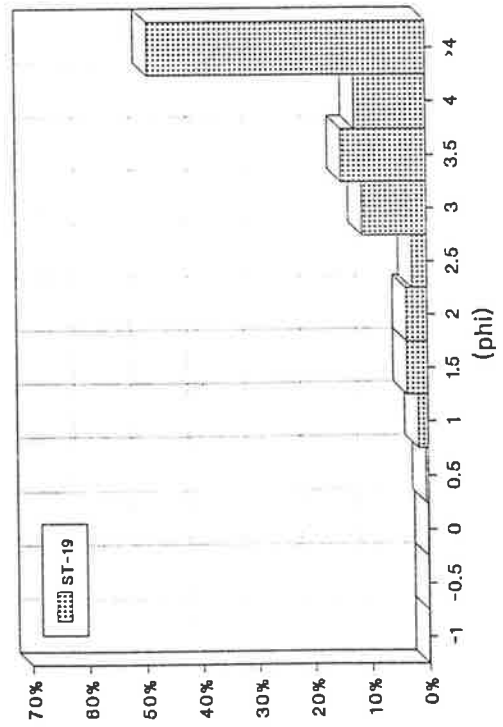
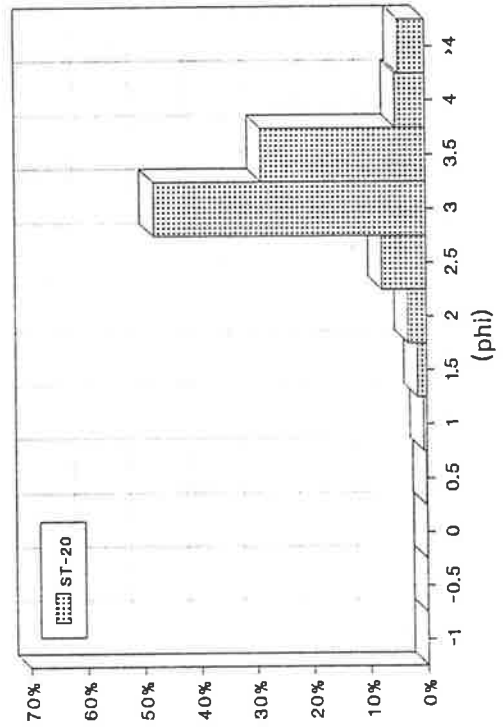
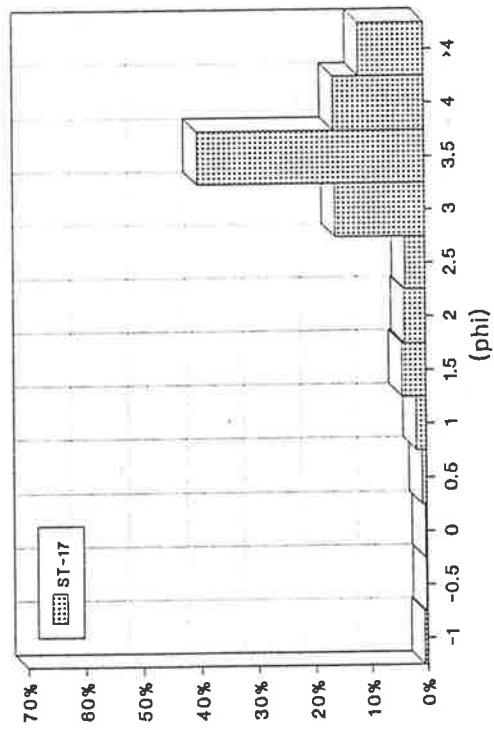
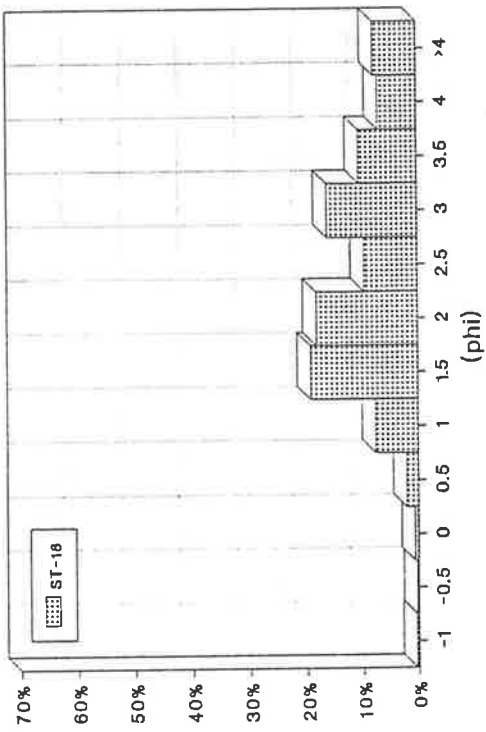




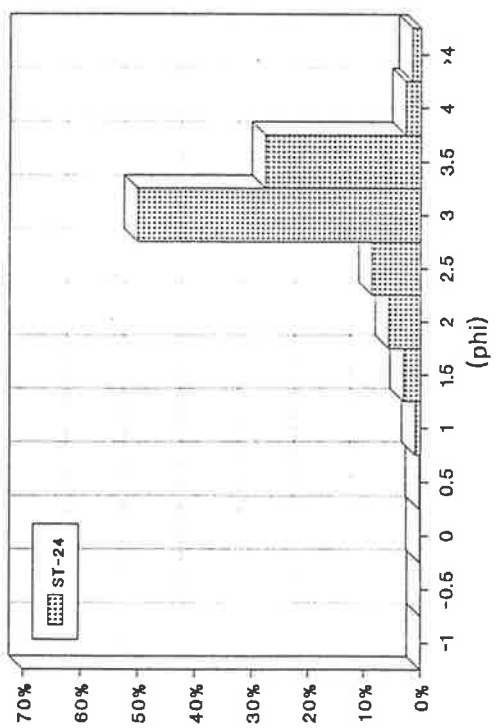
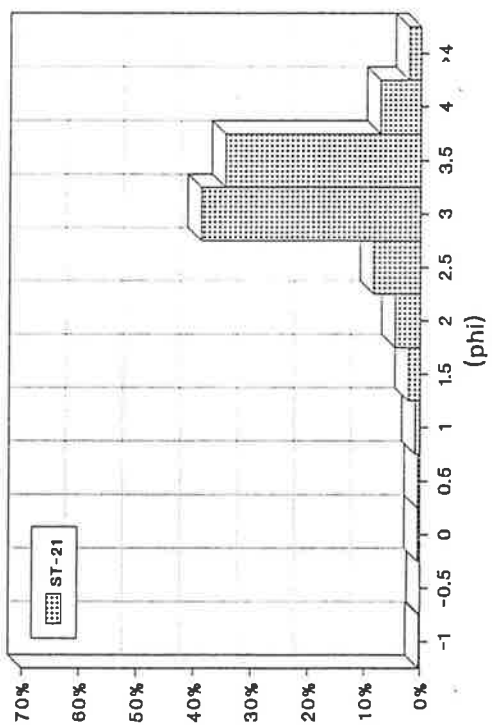
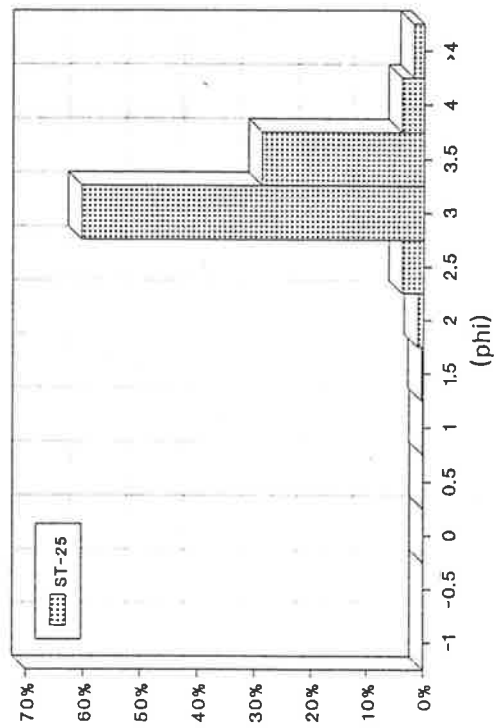
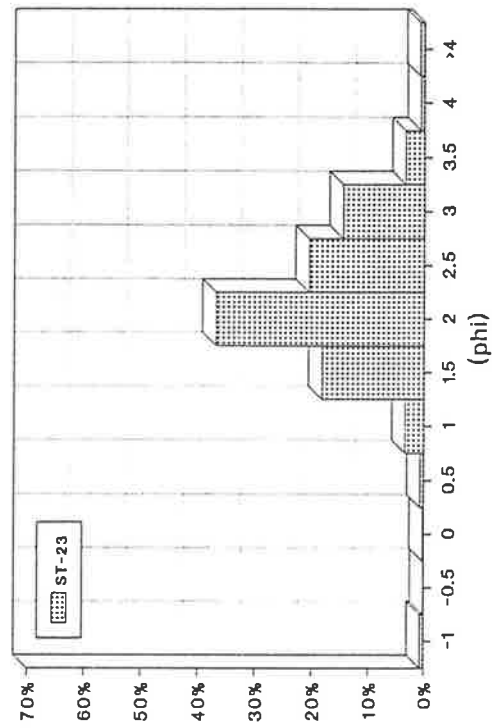
圖三十四 (續) 南寮附近海域各沉積物標本粒徑頻度分佈圖



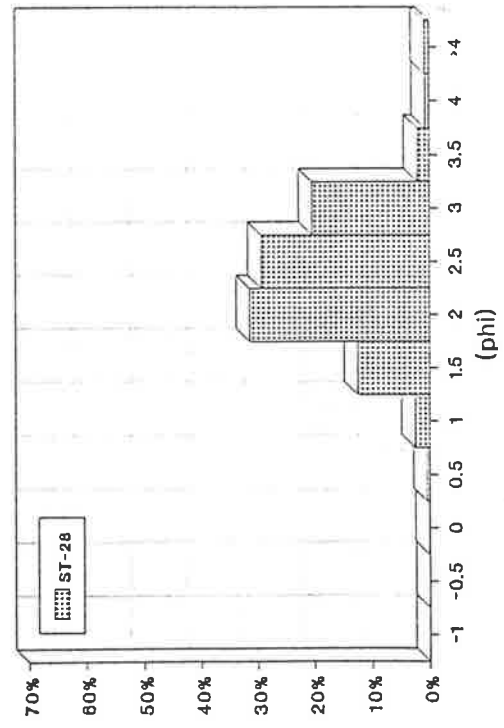
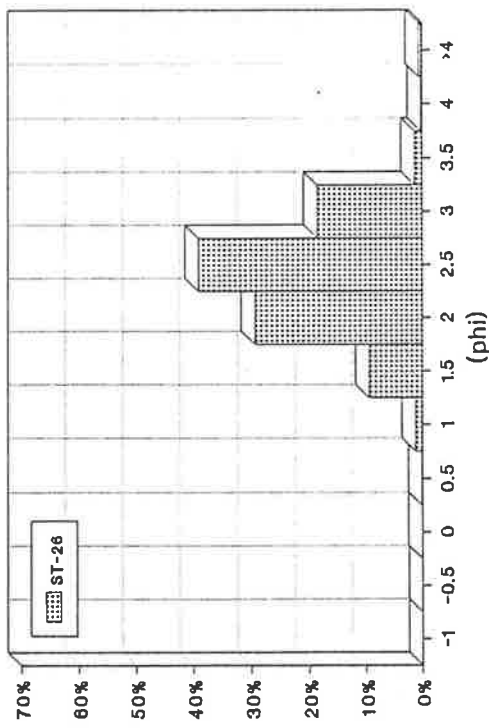
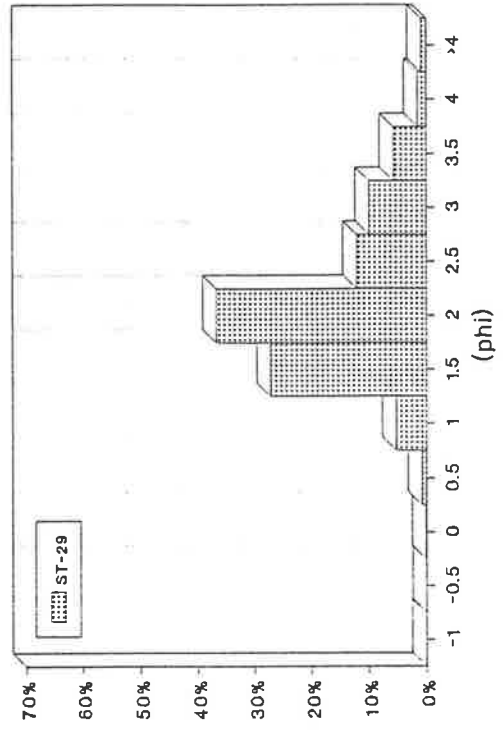
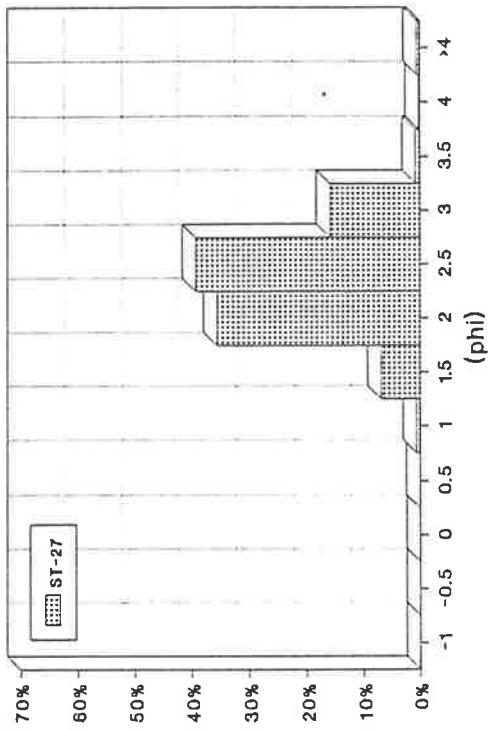
圖三十四 (續) 南寮附近海域各沉積物標本粒徑頻度分佈圖



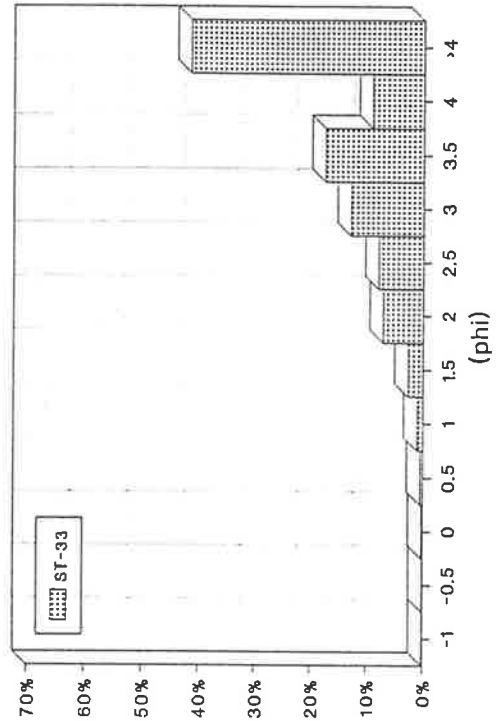
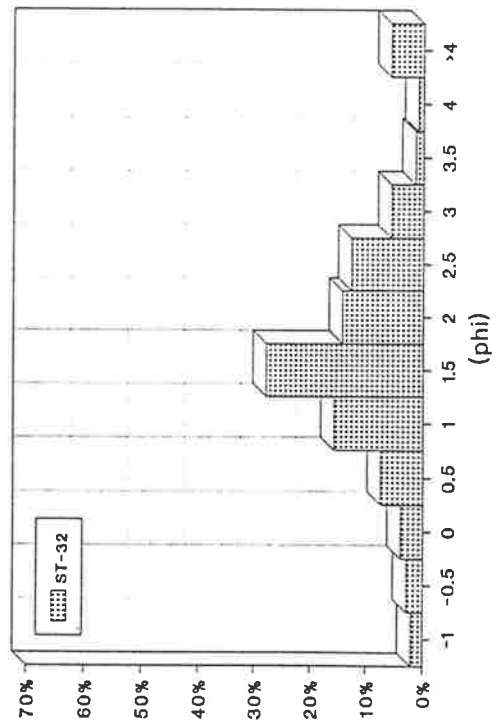
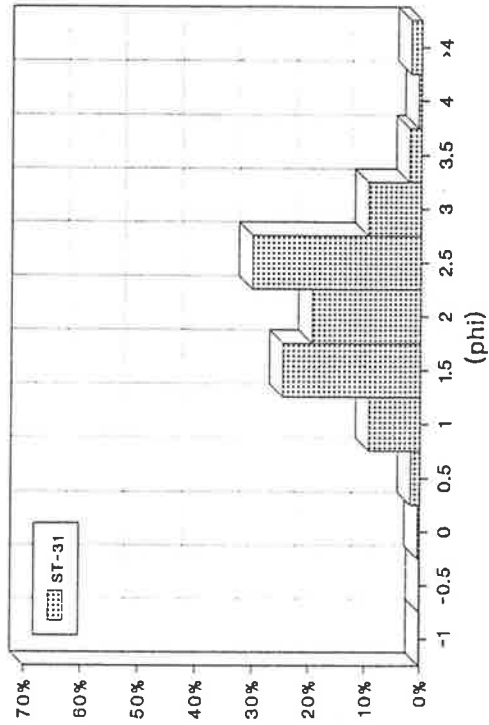
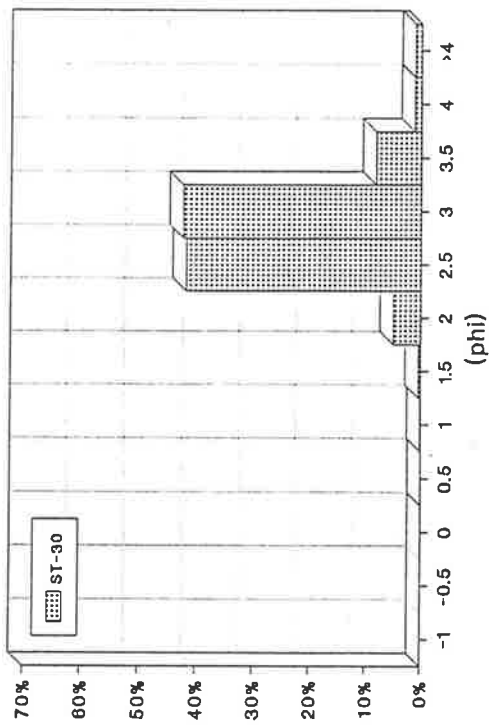
圖三十四 (續) 南寮附近海域各沉積物標本粒徑頻度分佈圖



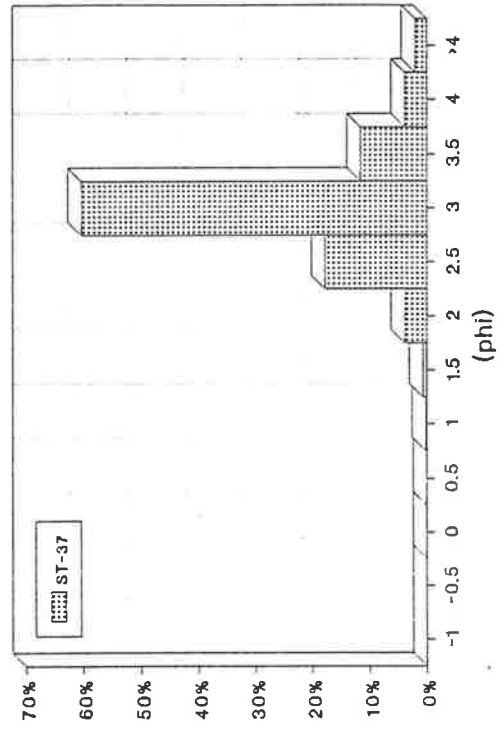
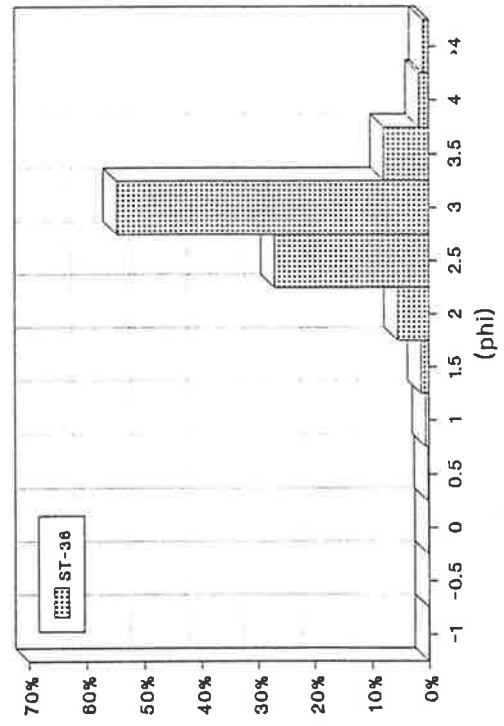
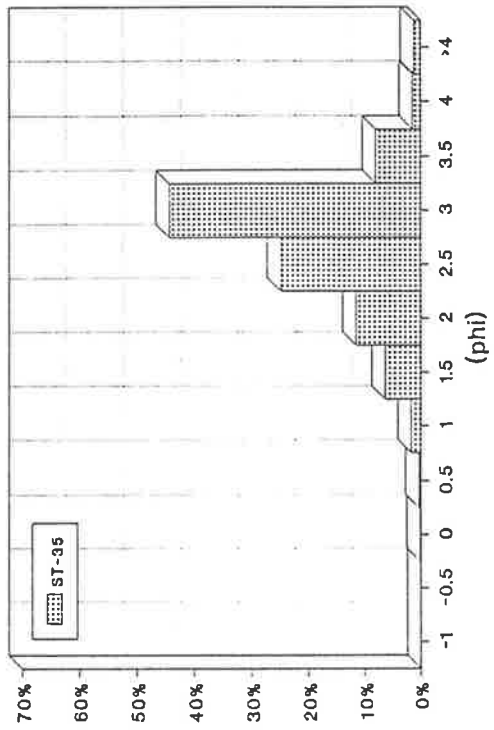
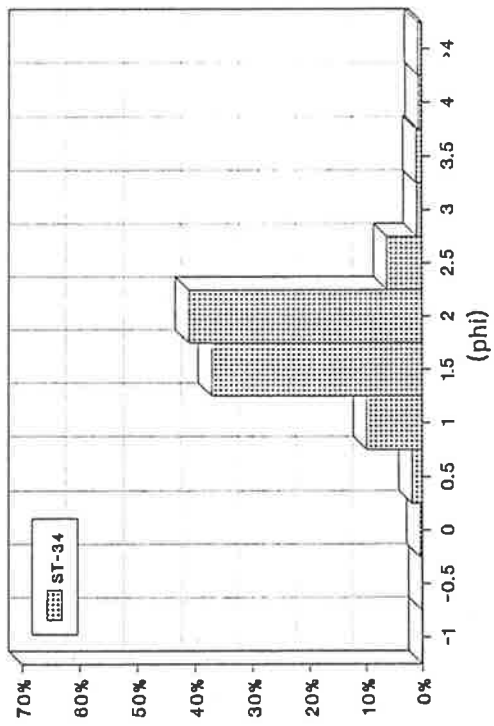
圖三十四 (續) 南寮附近海域各沉積物標本粒徑頻度分佈圖



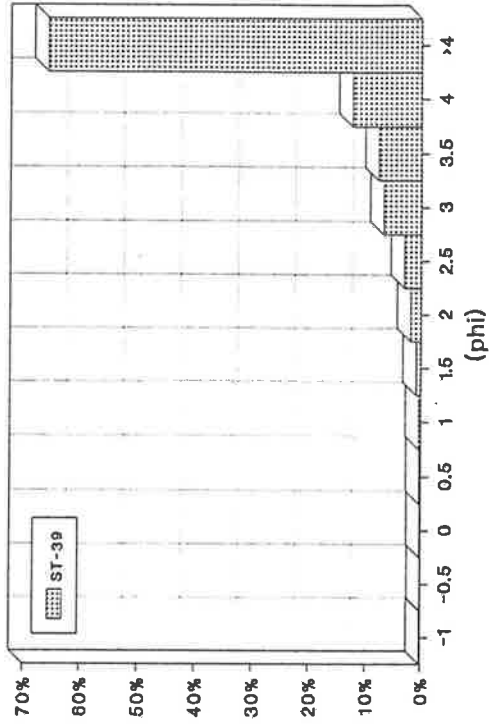
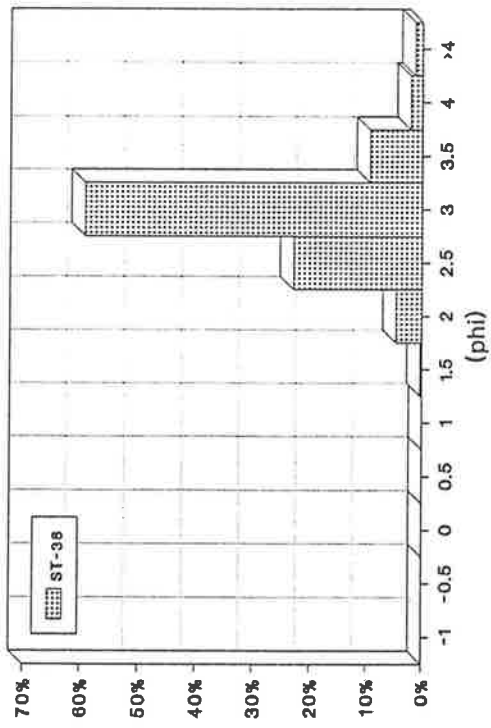
圖二十四 (續) 右家附近海域及沉積物標十號泥底分布圖



圖三十四 (續) 南寮附近海域各沉積物標本粒徑頻度分佈圖



圖三十四 (續) 志家附近源域各沉積物標本粉砂頻率分佈圖



圖三十四 (續) 南寮附近海域各沉積物標本粒徑頻度分佈圖



### 3. 懸浮物之分佈

懸浮物是沉積物的前身，研究懸浮物的分佈可以讓我們瞭解沉積物質的來源以及其在表層海水中移動的情形。在本研究中吾人曾進行三次懸浮物的濃度測定，時間分別是79年11月14日，80年10月4日及11月6日。第一次採樣時由於東北季風強勁，小船無法出海作業，因此以水產試驗所的海富號來執行海上取樣之工作，由於大船吃水較深無法近岸作業，因此該次採樣點的分佈都在離岸較遠處，其水深介於15至65公尺之間，第二次及第三次採樣時是租用漁船作業，採樣時海上風力較弱，海況佳，採樣點的分佈離岸較近，水深介於2-18公尺，在各次採樣時均同時就採樣點的經緯度，深度及流向作測定，三次採樣共計採集了51個懸浮物標本，詳細的採樣位置如圖三十三所示。

水樣取得後帶回實驗室處理，取其中的一升水樣以抽氣過濾的方式讓水樣通過0.45um的濾膜(nuclepore)過濾之，過濾後留在濾紙上的標本經烘乾秤重後求其淨重，然後計算懸浮負載量，懸浮物測定結果連同採樣點位置、深度列於表十一，其濃度分佈則示於圖三十五中。

根據圖三十五大致可以看出懸浮物分佈的幾個變化趨勢：

- (1) 在客雅溪河口外的懸浮物濃度分佈是由近岸向遠岸逐漸遞減，顯示懸浮物的來源主要還是來自臨近的陸地，有可能與此一河流的搬運有關。
- (2) 在新竹漁港南側臨近垃圾場及海水浴場之海域由於沒有河流介入物質的傳播，因此各測站的懸浮量均相當接近，僅有少數測站有局部偏高或偏低的情形出現。在缺乏明顯的近岸來源以及此地的海流又均向北及向西北流，海水中的懸浮物質有可能經長距離的搬運而呈現均勻混合，因此在此區近岸及

遠岸的懸浮濃度差異並不大。

- (3) 在鳳山溪及頭前溪河口外的新竹漁港北側海域，其懸浮物的分佈有自南向北遞減的趨勢，它們分別沿著由測站2、1、13、12、11、10、9、8及測站4、5、6、7所構成的兩條線向北遞減，此種分佈顯示出懸浮物質的源頭是來自頭前溪及鳳山溪，不過由於位在鳳山溪口外的第四站及其鄰近的近岸測站濃度均較遠岸測站來得低因此可以研判出頭前溪所帶來的懸浮量明顯高過於鳳山溪，此一結果與經濟部水資會所作的河川流量統計資料(台灣水文年報1989)相吻合，這些資料顯示頭前溪的年淨流量，輸砂量及歷年平均流量均明顯高於鳳山溪。同時這種懸浮濃度向北遞減的現象也與本研究現場所測得的流況資料相吻合，流向測定資料顯示這區域的海流主要是向北及向西北流。
- (4) 外海深水區的懸浮物分佈比較平均，不過其平均量似乎比某些近岸測站高，此可能與採樣時的海況差異有關，在第一次採樣時由於風浪較大，其擾動作用可能促使某些已沉積的物質再度懸浮，而使懸浮量普遍增高。

根據上述結果雖不能評判出南堤以南地區海岸的侵蝕或堆積，但應無嚴重侵蝕與堆積現象發生。至於北堤海岸可以肯定說其有明顯的堆積現象，因為由頭前溪及鳳山溪帶來的懸浮物質在此區的確很高，雖有海流將之向北帶，但也只能帶走部份較細的顆粒，較粗的物質仍然會沉積於此。石再添教授的研究報告(石，1980)也指出新竹鳳山溪及頭前溪口的潮埔有向外擴張的趨勢，而且潮埔的形成和河川輸砂的沖積有關，這些結果均顯示北堤海岸有明顯堆積的現象出現。

測站編號 Station No.	經 度 Lat. (E)	緯 度 Lon. (N)	深 度 Depth. (m)	懸浮物濃度 Suspension (mg/l)
ST-1	120°55.13'	24°51.37'	6	22.0
ST-2	120°55.33'	24°51.40'	2	28.1
ST-3	120°55.21'	24°51.27'	4	2.3
ST-4	120°55.80'	24°51.52'	3	3.9
ST-5	120°56.14'	24°51.95'	4	2.5
ST-6	120°56.13'	24°52.43'	4	2.4
ST-7	120°55.74'	24°52.85'	10	2.3
ST-8	120°55.37'	24°53.14'	15	2.9
ST-9	120°55.27'	24°52.69'	13.5	5.5
ST-10	120°55.41'	24°52.43'	10	6.7
ST-11	120°55.46'	24°52.22'	7	6.9
ST-12	120°55.51'	24°51.95'	5	14.3
ST-13	120°55.47'	24°51.60'	2	18.2
ST-14	120°55.07'	24°51.47'	2	0.8
ST-15	120°52.02'	24°47.49'	15	0.7
ST-16	120°52.55'	24°47.65'	10	1.9
ST-17	120°52.73'	24°47.85'	8	3.4
ST-18	120°53.04'	24°48.01'	5	10.1
ST-19	120°53.69'	24°48.27'	2	4.1
ST-20	120°54.05'	24°49.83'	2	5.1

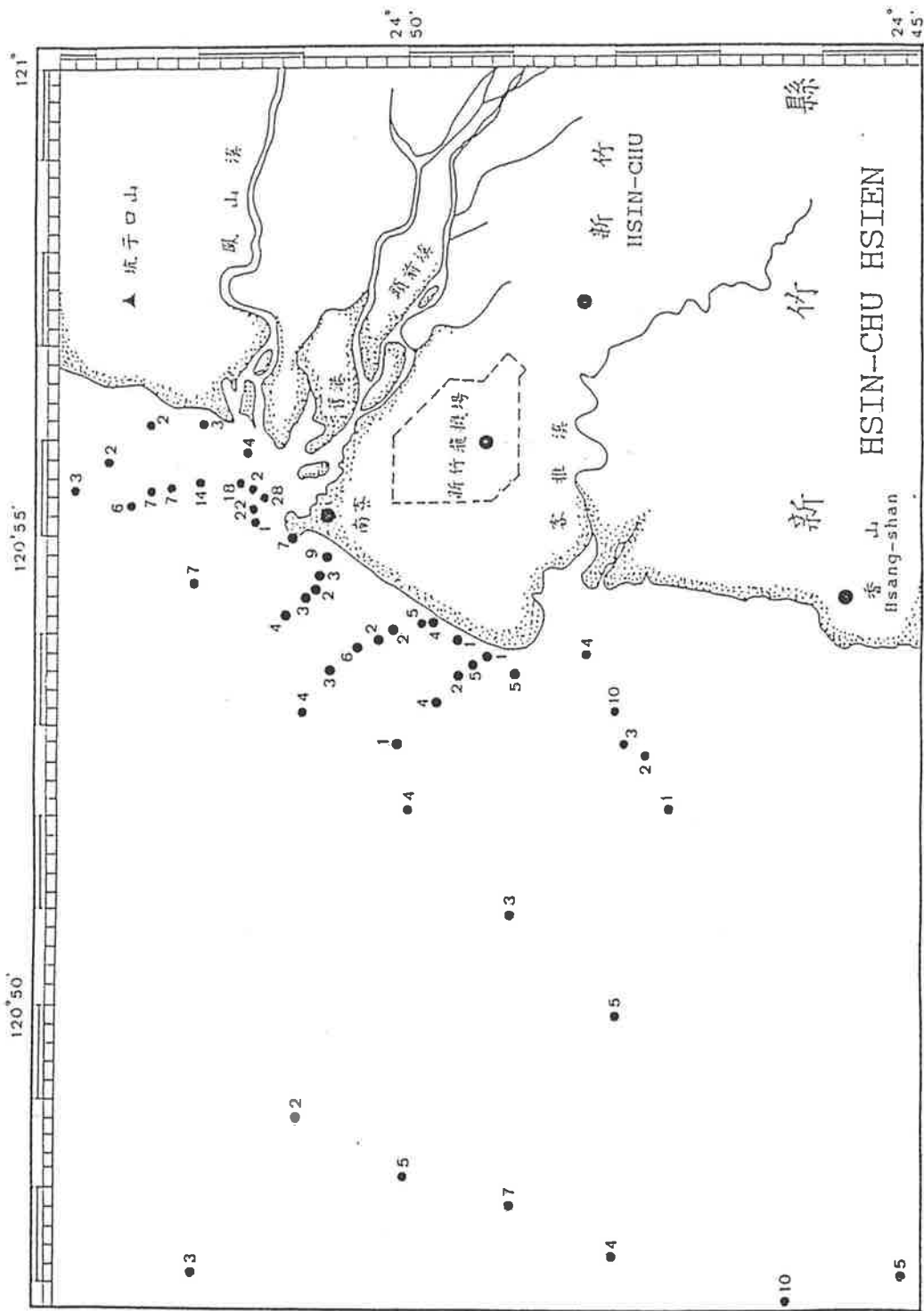
表十一 新竹南寮附近海域懸浮物濃度分析結果

測站編號 Station No.	經 度 Lat. (E)	緯 度 Lon. (N)	深 度 Depth. (m)	懸浮物濃度 Suspension (mg/l)
ST-21	120°52.76'	24°50.12'	18	0.8
ST-22	120°53.20'	24°49.68'	15	4.0
ST-23	120°53.45'	24°49.52'	10	1.6
ST-24	120°53.60'	24°49.37'	5	5.3
ST-25	120°53.68'	24°49.22'	2	0.9
ST-26	120°53.53'	24°48.99'	2	5.4
ST-27	120°53.85'	24°49.52'	2	0.7
ST-28	120°54.08'	24°49.78'	2	3.8
ST-29	120°53.95'	24°50.14'	5	2.3
ST-30	120°53.85'	24°50.25'	10	1.5
ST-31	120°53.79'	24°50.47'	15	5.9
ST-32	120°53.53'	24°50.73'	18	3.2
ST-33	120°54.11'	24°51.18'	15	3.6
ST-34	120°54.29'	24°50.96'	12	2.7
ST-35	120°54.44'	24°50.92'	8	1.7
ST-36	120°54.50'	24°50.85'	5	2.7
ST-37	120°54.74'	24°50.80'	2	8.7
ST-38	120°54.49'	24°50.40'	2	-
ST-39	120°54.85'	24°51.23'	2	6.8

表十一 (續) 新竹南寮附近海域懸浮物濃度分析結果

測站編號 Station No.	經 度 Lat. (E)	緯 度 Lon. (N)	深 度 Depth. (m)	懸浮物濃度 Suspension (mg/l)
F1	120°54.48'	24°52.09'	15	7.5
F2	120°53.21'	24°51.00'	34	4.4
F3	120°52.08'	24°50.00'	44	4.1
F4	120°50.96'	24°49.00'	52	3.2
F5	120°49.83'	24°48.00'	46	4.9
F6	120°46.94'	24°45.17'	49	5.0
F7	120°46.65'	24°46.35'	60	9.7
F8	120°47.32'	24°48.00'	60	4.5
F9	120°47.80'	24°49.00'	62	7.0
F10	120°48.23'	24°50.00'	64	4.6
F11	120°48.71'	24°51.00'	63	2.2
F12	120°47.07'	24°52.00'	64	2.9

表十一 (續) 新竹南寮附近海域懸浮物濃度分析結果



圖三十五 新竹南寮附近海域懸浮物分佈圖 (單位為 mg/l)

#### 4. 沉積物重金屬及有機碳分析

##### (1) 分析方法：

###### (一) 沉積物乾燥：

沉積物取回後，分裝於50cc離心管內，置入冷凍乾燥機內一週，待乾燥後，取出用瑪瑙研砵磨碎後置入PP瓶留待使用。

###### (二) 沉積物重金屬萃取：

烘乾後之沉積物以1N HCl萃取沉積物內所含之活性金屬，經過12小時萃取後，萃取液以離心機分離出，經稀釋後以原子光譜分析儀分析其中所含有之Fe, Mn, Zn, Pb, Cu。

###### (三) 有機碳之萃取：

烘乾磨粹後之沉積物，加酸(1N HCl)去除無機碳，置入烘箱(50°C)八小時烘乾後，以LECO碳分析儀來測定其有機碳含量。

##### (2) 結果：

###### (一) 有機碳含量分析：

有機碳含量列於表十二，有機碳含量以漁港北堤邊之岸砂內為最高，顯示有機碳含量有逐漸向北堤集中之趨勢。

在垂直縱斷向之分佈上之有機碳含量變化，約以漁港堤防附近之有機碳含量為多，而垃圾場附近其有機碳含量雖稍有變化，但不明顯。值得注意的是海水浴場內之有機碳含量有逐漸快速增加之趨勢，但不知此種快速之增加是因海水浴場之開放或是有其它因素帶入有機物沉積於此地。

## (二) 重金屬含量分析：

重金屬分析結果列於表十三，其含量分佈則繪於圖三十六—四十。

### (A) 頭前溪及鳳山溪河口外之海域：

此區域內之重金屬含量分佈與沉積物顆粒大小變化關係極為密切，雖然各種重金屬之含量變化極大，但在此區域呈現兩個高區：一是位於鳳山溪出海口北側靠岸部分，另一是位於新竹港出口處，金屬含量從此二高值區，逐漸向北或離岸方向遞減，高值區域之出現，亦是沉積物內含泥較多之部份（見顆粒頻度分佈圖），且遞減之方向與海流方向雷同，而這種變化極可能是受到沉積物中含泥量多寡所影響。

### (B) 垃圾場及海水浴場鄰近海域：

此地區重金屬之分佈以鄰近垃圾場附近沉積物之高區最為顯著，重金屬含量變化隨著離開垃圾場之方向向外迅速遞減，這種變化趨勢亦與顆粒變化趨勢類似，故而很難斷定此高值區之出現是因為沉積顆粒變化所造成或是因為垃圾場本身所排出之污染物所造成；但是對於同樣位於近岸區之數個採樣站來比較，(25, 26, 27, 28與29站)，這些近岸站卻遠較於垃圾場附近之重金屬含量為低，由此來看，似乎單純以沉



積物顆粒相之改變並無法完全解釋此高值區之出現，而且此地區並沒有河流注入，似乎並沒有其它重金屬之來源與輸入沉積，故垃圾場之存在似乎與鄰近區域沉積物高值之出現有密切關係。

(C) 客雅溪河口外之海域分佈：

此區域重金屬含量分佈趨勢顯示近客雅溪河口處各重金屬含量較高而其含量由此高值區朝外海逐漸減低(錳除外)，這種變化趨勢亦與顆粒變化趨勢類似即愈接近外海，顆粒愈粗。

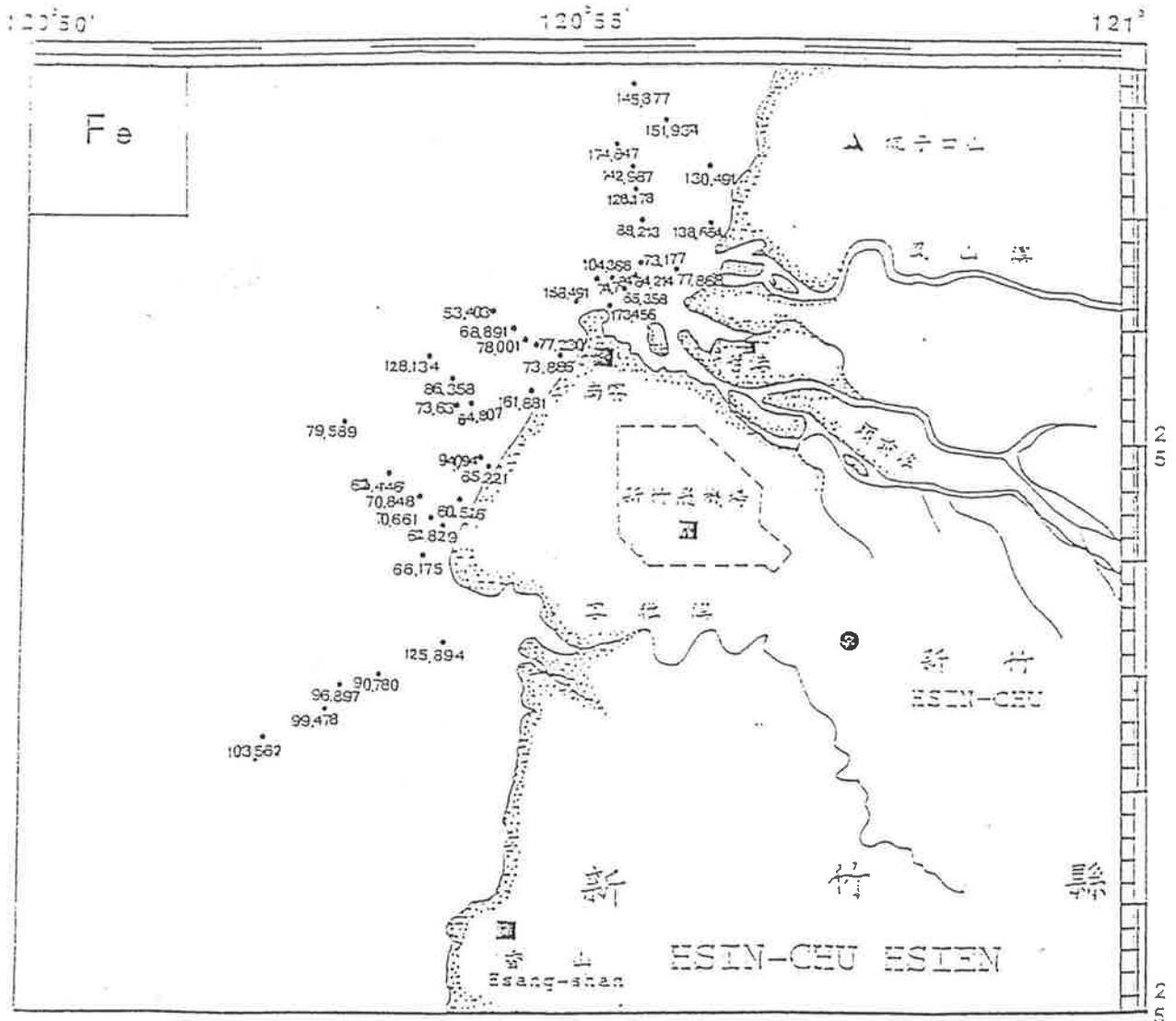
以沉積物中重金屬含量變化來看，此區域共有(1)鳳山溪口(2)新竹港口(3)垃圾場外(4)客雅溪口四個高值區，此種高值區之出現與其所含細粒泥質沉積物多寡有關。而重金屬含量變化趨勢乃是受著沉積物顆粒變化與影響此顆粒變化之海流流向與淘選有關，亦即愈離岸其濃度愈低，雖然垃圾場附近沉積物重金屬有稍微偏高之趨勢，但是整體來看，頭前溪與客雅溪是主要的重金屬輸出之來源，而垃圾場則僅局限於一小範圍而已。

Station	%Org C	%Inorg C
a	-	-
b	-	-
c	0.097	0.067
d	0.192	0.256
e	0.230	1.338
f	0.246	0.047
g	0.299	0.125
A-1	0.106	0.049
A-2	0.121	0.054
A-3	0.144	0.002
A-4	0.142	0.033
A-5	0.110	0.167
A-6	0.130	0.008
A-7	0.081	0.115
A-8	0.111	0.107
A-9	0.115	0.076
B-1	0.066	0.104
B-2	0.060	0.070
B-3	0.105	0.119
B-4	0.082	0.125
B-5	0.084	0.388
B-6	0.072	0.265
B-7	0.054	0.147
B-8	0.082	0.166
B-9	0.074	0.096
C-1	0.072	0.103
C-2	0.086	0.064
C-3	0.075	0.055
C-4	0.040	0.102
C-5	0.015	0.123
C-6	0.026	0.106

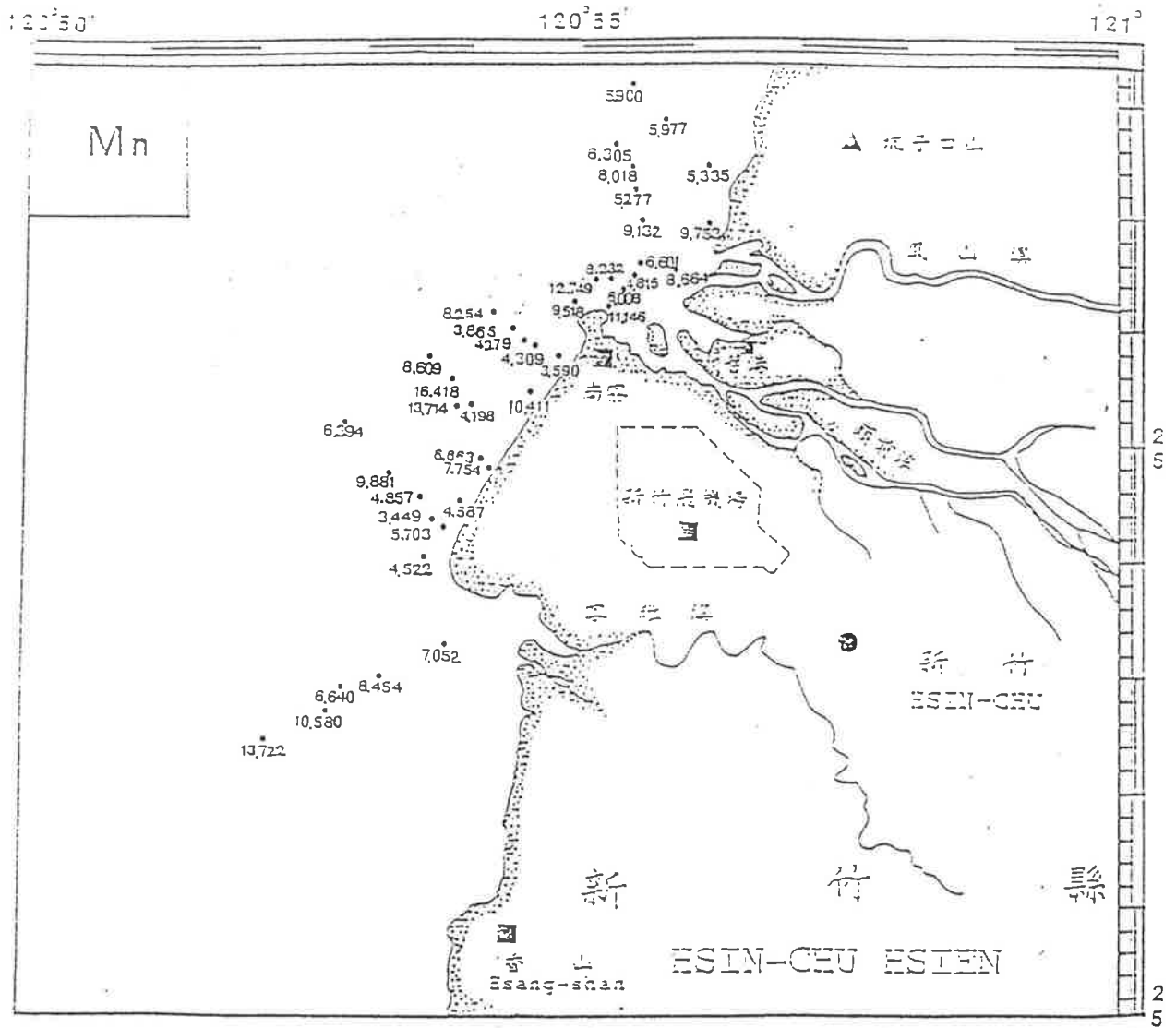
表十二 沿岸地區沉積物中有機碳及無機碳之百分比含量  
( 採樣位置如圖三十二 )，A、B、C長度請參閱3.2，P.44

Station	Fe( $\mu$ mole/g)	Mn( $\mu$ mole/g)	Zn( $\mu$ mole/g)	Cu(n mole/g)	Pb(n mole/g)
1	104.336	8.232	0.535	27.989	26.421
2	65.358	6.008	0.295	19.230	24.034
3	84.214	4.815	0.434	21.001	27.451
4	77.868	8.664	0.364	9.017	18.166
5	138.654	9.753	0.785	79.283	42.244
6	130.491	5.335	0.573	32.754	30.707
7	151.934	5.977	0.629	23.431	30.752
8	145.877	5.900	0.592	28.903	30.722
9	174.847	6.305	0.674	62.763	38.084
10	142.997	8.018	0.773	76.879	39.900
10	128.178	5.277	0.600	81.367	35.205
12	88.213	9.132	0.400	18.597	22.157
13	73.177	6.601	0.358	16.304	22.488
14	74.748	12.749	0.333	13.623	13.724
15	103.562	13.722	0.377	18.293	7.818
16	99.478	10.580	0.414	20.922	8.214
17	96.897	6.640	0.411	11.004	17.710
18	90.780	8.454	0.360	17.140	19.211
19	125.894	7.052	0.617	52.295	28.268
20	94.094	6.663	0.402	22.346	20.944
21	79.589	6.394	0.523	0.333	162.329
22	62.446	9.881	0.209	35.711	27.035
23	70.848	4.857	0.282	0.401	20.786
24	70.661	3.449	0.287	0.937	18.518
25	62.829	5.703	0.240	0.163	21.117
26	66.175	4.522	0.278	1.445	24.469
27	60.526	4.587	0.235	0.000	18.318
28	65.221	7.754	0.253	0.332	11.486
29	64.807	4.198	0.245	0.549	23.050
30	73.630	13.714	0.258	2.260	14.864
31	86.358	16.418	0.359	14.467	7.422
32	128.134	8.609	0.619	3.501	17.983
33	53.403	8.254	0.163	0.417	9.614
34	68.891	3.865	0.283	0.413	16.507
35	78.001	4.279	0.360	1.006	23.756
36	77.230	4.309	0.347	1.506	38.725
37	73.886	3.590	0.348	0.511	25.196
38	161.881	10.411	0.964	8.252	27.748
39-1	158.491	9.518	0.951	43.630	43.432
39-2	173.456	11.146	1.222	65.391	57.327

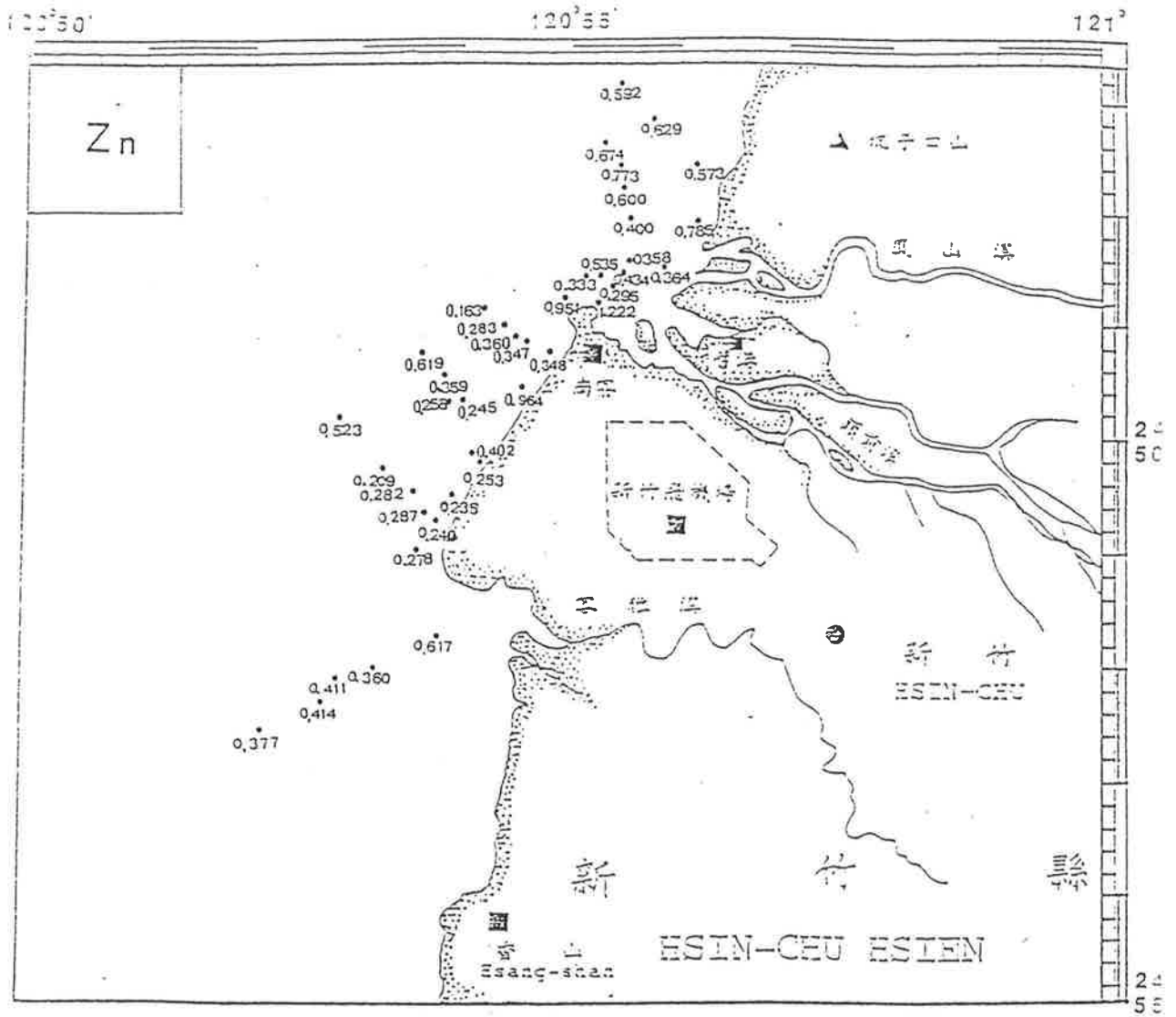
表十三 沉積物中重金屬含量之分析結果



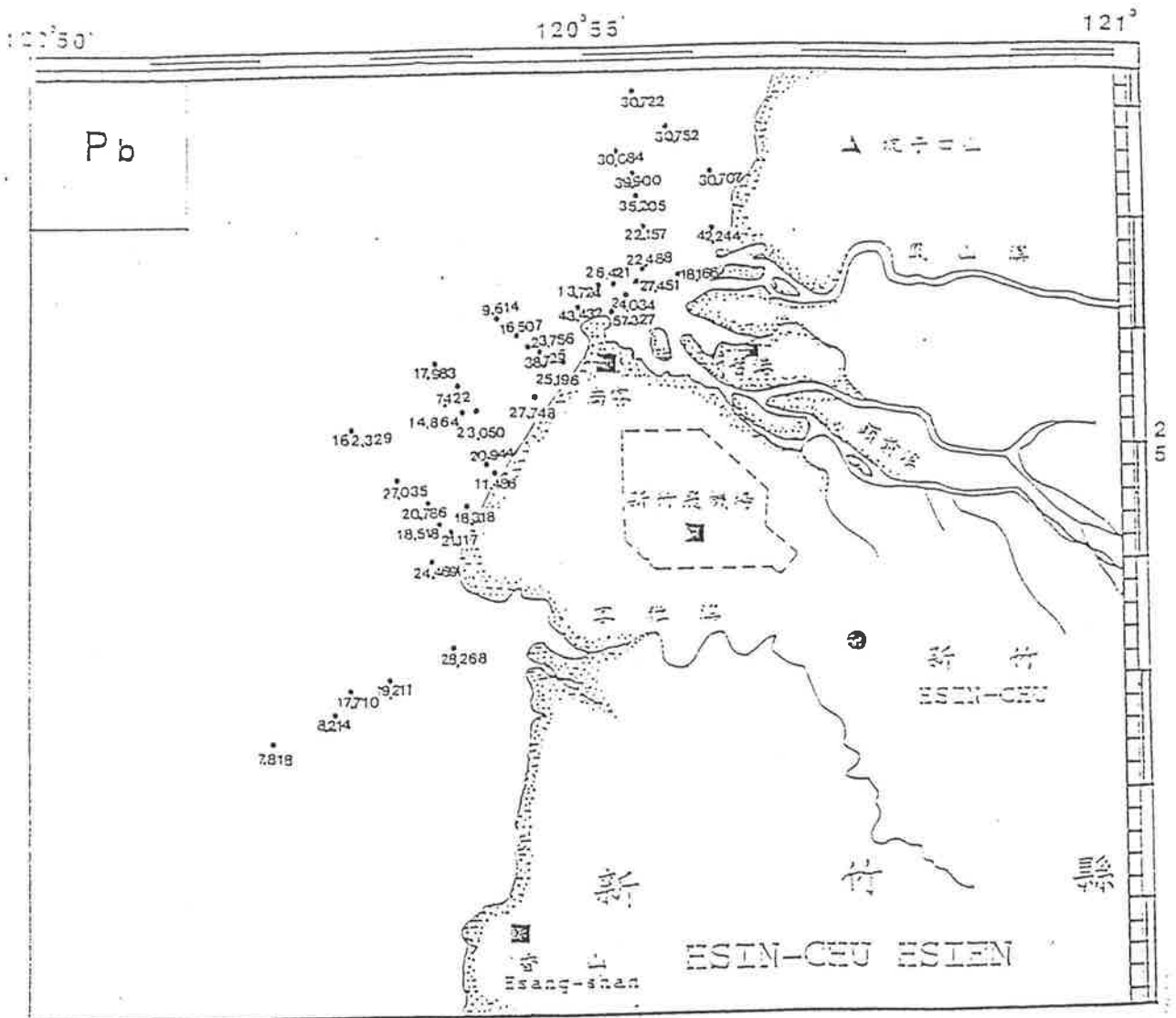
圖三十六 沉積物中Fe含量之分佈情形



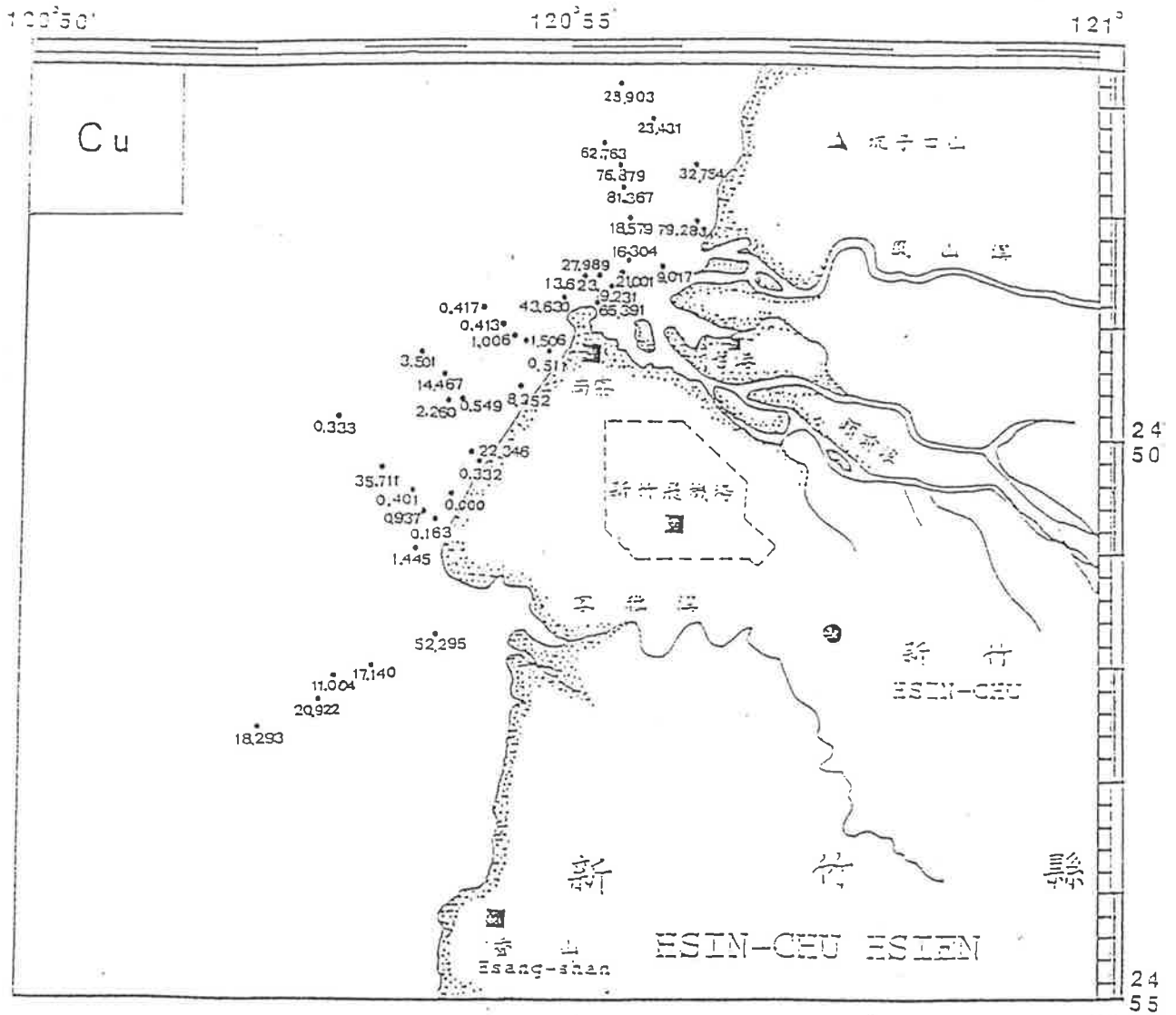
圖三十七 沉積物中Mn含量之分佈情形



圖三十八 沉積物中Zn含量之分佈情形



圖三十九 沉積物中Pb含量之分佈情形



圖四十 沉積物中Cu含量之分佈情形



## 5. 衛星資料研判

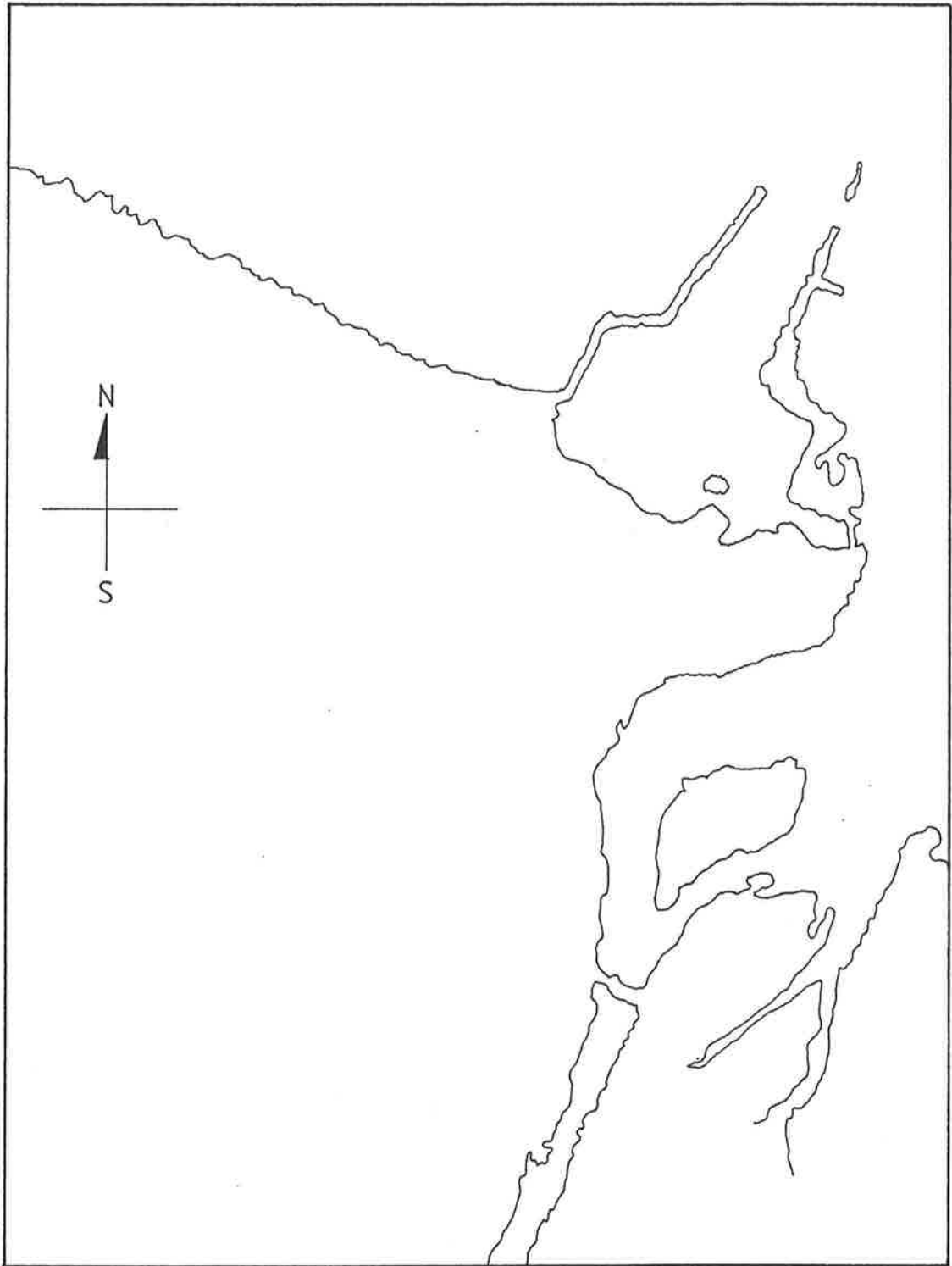
我們以研判 spot 衛星及航照資料，衛星掃描在建港後，而空照圖則在建港前，圖四十一為自 SPOT 衛星資料圖中描繪之海岸線，港口，河流圖形。衛星掃描時間為 1986 年 10 月 4 日上午 10 時 30 分。圖之右上角顯示 1 公里在圖中的長度。全圖解析度為  $250 \times 323$ 。將此圖與海港工程圖相比較，在北防波堤外側及防砂堤內有嚴重的淤沙，而此淤沙亦早為市府人員所注意。圖四十二為航空照片所顯示的海岸圖。此圖攝於 1985 年 1 月 21 日，距圖一有一年八個月之久。圖的比例尺已縮小與前圖相同。將二圖重疊顯示在圖四十三中。其橋樑、海堤位置相吻合。(北防沙堤未顯示於空照圖中，可能是當時防砂堤尚未建築。) 圖四十三顯示海岸線的變遷至為清楚，現從北至南陳述其變遷。

- (A) 頭前溪兩岸無明顯變遷。岸雖略有淤積現象，但如考慮溪水的季節性變化，此淤積現象可能只是高頻率或季節性變化所引起，應不足為慮。
- (B) 沿北海堤，淤積現象亦不明顯。
- (C) 北防波堤淺水區(防沙堤內側)淤積頗嚴重，此早為市府人員觀測得。
- (D) 南防波堤與南突堤間有不明顯淤積。
- (E) 南堤以南沿岸(直至照片底部)，全部二公里長的海岸皆顯示有淤積現象。

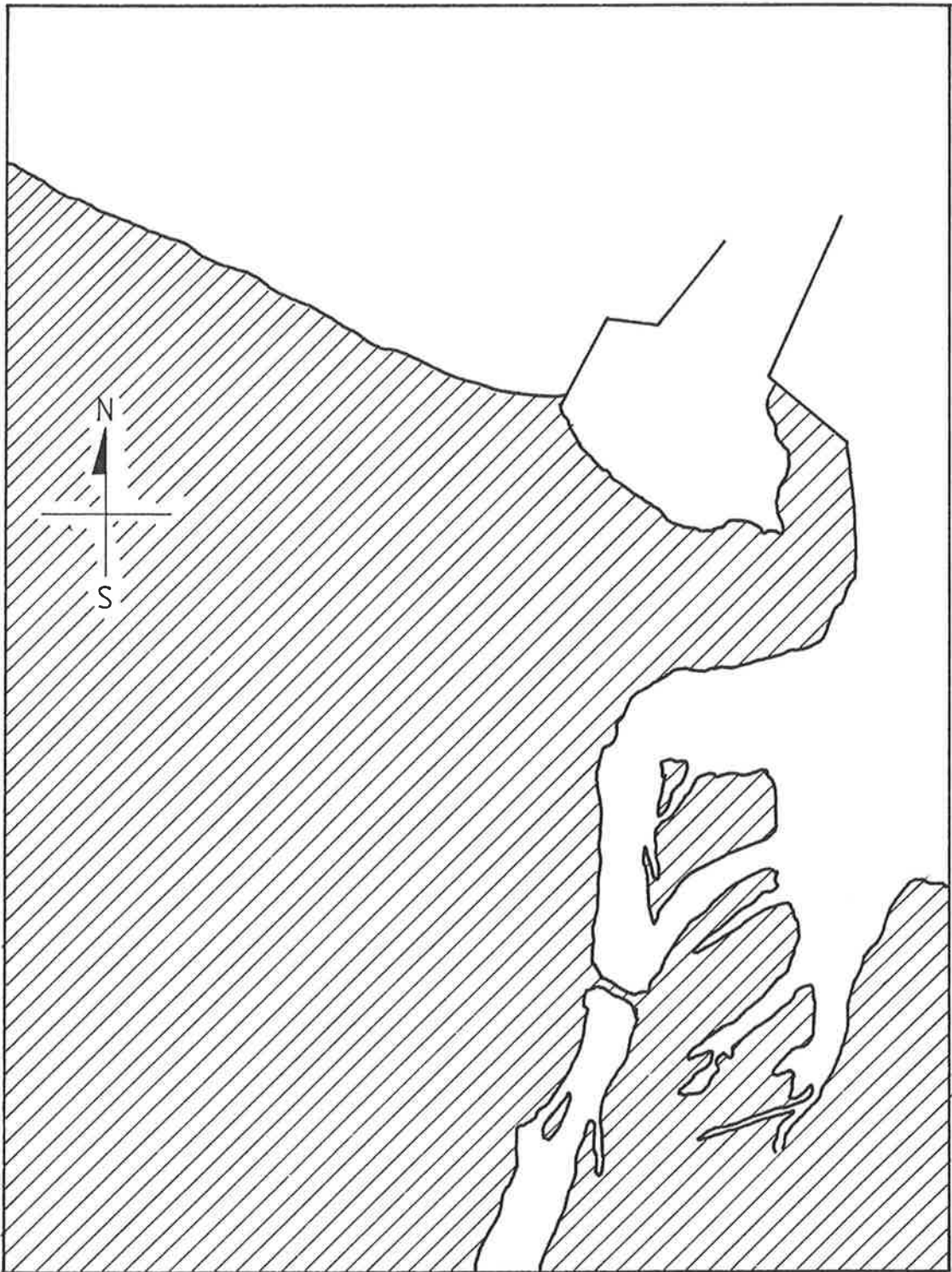
此資料研判，提供我們二項訊息，其為

- (A) 南堤以南 2~3 公里海岸至少沒有先前擔憂的侵蝕現象。圖中所顯示的淤積現象有部份可能因潮汐未加考慮而誤導。但比較全海岸(由北至南)的變化，我們應可宣稱在圖中所顯示的區域內，無明顯侵蝕現象。

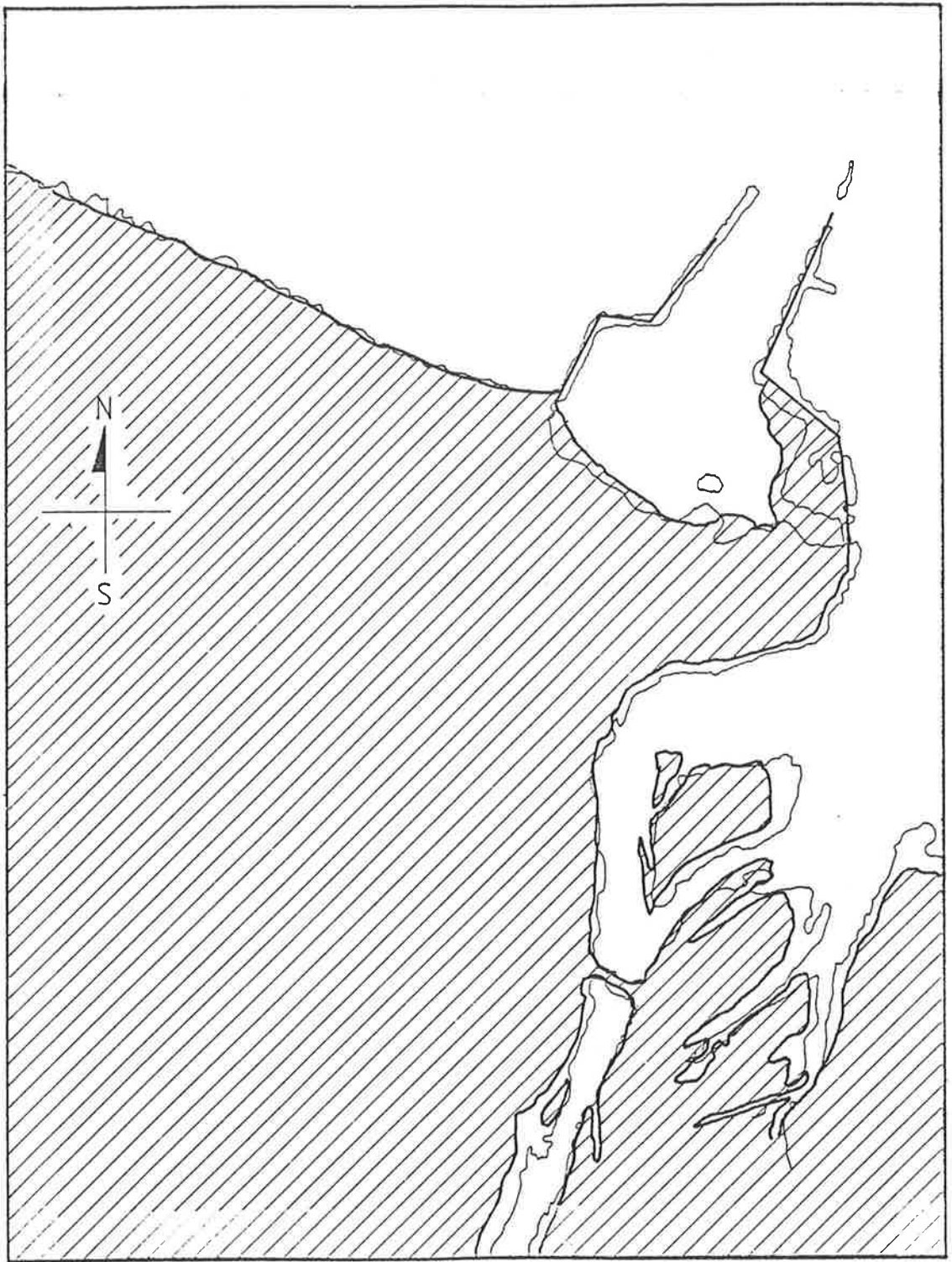
(B) 北堤以北，除北防波堤與北突堤間有較嚴重淤積，其他部份海岸結構頗穩定。



圖四十一 新竹南寮附近海岸衛星圖



圖四十二 新竹南寮附近海岸航照圖



圖四十三 新竹南寮附近海岸衛星、航照比照圖

## 6.人工養灘

雖然沒有明顯證據顯示，南堤南側的新竹海岸有明顯侵蝕現象，但本研究仍收集提供一些人工養灘的方法及背景。

### 海岸保護—人工養灘

海岸由於潮位的增高，波浪的沖擊，漂沙活動以及地盤下陷等造成災害，需針對上述各種原因給予防止，以保護海岸安全。

海岸保護方法計有：

- (一)天然海灘與沙丘之利用
- (二)定沙造灘
- (三)人工養灘
- (四)人工結構物控制海岸、安定海灘

由於興建人工結構物於海岸上，往往破壞海岸自然平衡，反而加速海岸侵蝕，若能遵循自然法則，維持海岸自然平衡，當屬海岸保護最佳策略，上述方法中除第(四)項外均為自然平衡法，其中人工養灘方法，美國近年來成功的例子甚多，歐洲亦採用興建或擴建海灘游泳勝地，今後大有增加之趨勢。在自然條件及經濟雙重考量下，新竹漁港南方侵蝕防護問題，亦當以人工養灘方法解決最為適宜，本研究乃針對此一方法蒐集有關資料予以整理分析，供新竹市政府參考。

### 人工養灘方式、設計標準以及施工

利用港灣疏浚棄土或自借土區挖掘土沙，以船隻、車輛或抽沙設備等人為方法將土沙填補於原來海岸外，使形成寬闊平緩的海灘以防止侵蝕，即為人工養灘。一般新填土沙粒徑應與原始海灘底質粒徑相等或略大，方能有效的維持穩定，否則極易為波浪沖失，必須大量增補，耗費轉鉅。

有關人工養灘之方式，設計標準以及施工等，茲陳述如下：

### (1) 人工養灘方式

人工養灘之方式可大致區分為以下四種：

1. 離岸投置土沙方式：利用開底挖泥船(hopper dredgers)將土沙投置於淺海區，然後藉波力輸送漂沙以達人工養灘目的。
2. 堆積土沙方式：每隔2~3年，將某相當數量之土沙，定點投置在海灘處，當作沿岸漂沙之沙源，藉波浪所產生沿岸流外力以達人工養灘效果。
3. 連續供給方式：此法通常採用迂迴排沙(Sand by passing)，即將補給沙源，連續直接取自其上游之堆積土沙，其型態又分為陸上挖泥、浮式挖泥改陸上機動挖泥等，為實用及經濟計，通常係混合使用。
4. 直接拋置方式：此法與第二種定點堆積土沙方式不同，係在整個海岸地區一次完成養灘。

### (2) 人工養灘設計標準

基本上，最佳之方式即在現場養灘應立即追蹤其變化，並無一定之設計標準可資遵循，下述幾點可供設計參考：

#### 1. 漂沙走向及補給土沙量

了解漂沙走向，可以尋求適當之補給土沙施放場所及時間，在實施上可收事半功倍之效。漂沙走向，可藉既有結構物之觀測或繪製波浪折射圖而判定，詳細方法參閱前面各章。

補給土沙量通常依侵蝕地區土沙流失量估計。長期之測量，比較為最好之方法，但因受各種因素之限制，實施不易而導致甚大之誤差，故常需輔以空中照像以比較及估算。通常，在一完全暴露性海岸中，一平方呎之表土變動，約等於一立方碼之海灘底質變動；在非完全暴露性海岸中，其值略小。

## 2. 補給土沙之性質

當土沙沉積於海灘時，波浪便開始進行篩分作用，此種作用使得細小顆粒之表層被揚起並移向外海，粗粒徑之底質則向海岸移動。此種篩分作用將持續至海灘表面層之底質顆粒在正波浪條件下足以抵擋波力而不再移動，形成一保護層時為止；但遇上颱風時期，異常之潮浪狀況將使表面層失卻保護功能，海灘底質乃再度進行新的篩分作用，使之達到新的平衡狀態。若補給土沙之粒徑較海灘原有土沙粒徑為細，則形成之海灘比降將較原有海灘比降平緩，反之則較陡峭。

平衡海灘在粒徑分佈上所顯示的意義，乃各種粒質之底質，在補給及流失率上能達到動力平衡。通常，粒徑較粗之土沙補給其流失率較低，細粒徑之土沙則較高。若補給土沙之粒徑分佈與原海灘相同或原海灘略粗，皆易達成平衡，此種土沙亦適於作為補給土沙；反之，若補給土沙較原有底質為細，則補給土沙將有部分流失。

## 3. 平台高度

海灘平台係由於海灘底質受波力作用堆積形成，其高度常由海水週期性變化（即潮汐漲落）、正常之前灘



及內灘比降與波浪條件等因素決定之，可由其逆升情形求得。高度較低，平常波浪能到達者稱為平常（自然）平台（Normal or Natural berm）；高度較高，暴風平台（Stormberm），對於後灘具有防禦、保護之功用。若填補之土沙高度較自然平台為低，較大之潮浪常會漫頂，使後灘受損，故填補高度應以暴風平台為目標，至少得低於自然平台之高度。

#### 4. 平台寬度

平台寬度決定於養灘目的，若為防止暴風浪侵蝕，其填補寬度應為暴風時可能流失之寬度加以安定所需最小寬度。

#### 5. 養灘堆積土沙長度

堆積長度變化很大，通常決定於當地情況，從100m~2000m，通常並無一定之設計準則。

#### 6. 養灘坡度

依養灘土沙粒徑及入射波特性和決定，可按下述公式概略計算， $H_0'/L_0 \sqrt{gH_b} \cdot d^{-1} \cdot \tan\alpha = 64$ ， $\tan\alpha$ 為養灘坡度。

#### 7. 土沙補給場所

土沙補給場所之地點及規模選擇，通常以經濟性為主要考慮因素。

若沖蝕地區為一連續性且不受遮蔽之海岸，補給場所應恰位於該沖蝕區之上游；若考慮減少填補所需時間，則補給場所可略向下游移動，使位於沖蝕區間，惟需注意此種佈置將導致補給場所上游側部分地區繼續受沖蝕。

若補給場所設於河口或進水口下游側，必須注意使波浪折射或進水口附近海岸之土沙流失減至最低，必須時得配合實堤等設施輔助之。

### (3) 施工

本研究僅就較常用之迂迴供沙法( 沙土側渡法，Sand by passing ) 予以說明，即在預定填補土沙區之上游側設置補給場所，並在該處補給土沙，利用沿岸流造成漂沙以養護下游灘地，其型態又分以下數種，且為求經濟、實用計，常予混合使用。

#### 1. 陸上挖泥( Land-based dredging plants )

本法之操作為在漂沙區內選一固定地點設置挖泥站，用以攔截抽取流經該站之漂沙。目前所使用者，多為抽水機型式，基本上使用吸管式挖泥機操作。設計及決定放置位置及抽水機能量，應詳細研究漂沙帶之海岸變化情形，尤應注意其年平均聚集灘沙率，通常其數量應等於供給下游灘地達到穩定之最小量。

設站位置應妥為決定，如距海過近，則在一短時期內漂沙帶之漂沙率超過該站之抽沙容量時，可能發生被沙封閉現象。若距海過遠，則操作將遭失敗，須俟足夠之沙量集後，始可藉抽沙機抽取。

固定站至下游灘地間輸送管線之最佳佈置，應視現場狀況控制之。在需要維持船隻出入交通之通道，輸送管線須使用水底管線，不可使用浮動管線。使用沉潛式管線時，須配合以特製之沖洗( flushing )系統，以防止淤塞現象發生。由於漂沙反向移動時，出口處之沙將

倒流至漂沙帶，故下游面排出口之位置並不重要；但如欲令移之沙量減至最少，須詳加研求漂沙帶下游一帶沿岸流力之分佈情形。通常最佳位置為靠近下游導流堤之灘岸，因該處在沿岸流分力向下游方向帶動漂沙時，所受漂沙帶之影響較小。該地點之決定，須利用波浪統計資料、波浪折射、繞射圖及鄰近地區潮流資料等，加以研判選定。

## 2. 浮動式挖泥 ( Floating dredges )

本法之操作可分為水力操作及機械操作兩大類。水力挖泥機包括吸管抽沙機，並配置平頭吸筒或滾刀 ( cutter ) 以掘取硬質土，另外一種為自航或泥艙挖泥機，機械式者包括鏟式 ( dipper ) 及聯計式 ( bucket ) 挖泥船。

## 3. 陸上機動挖泥 ( mobile land-based vehicles )

對於採用此種方式以實施迂迴供沙而言，尚有許多現地情況有待評估，代表性因素如下：

- (a) 既有或可資利用之道路橋梁。
- (b) 漂沙積集區之可取得之陸上機具種類與數量。
- (c) 需迂迴供應之土沙量。
- (d) 輸沙需要之時間。

## (4) 結語

挖泥對環境多少有一定程度影響，由於其能改變廣泛地區物理及社會經濟情形。惟開挖未經污染之土沙所造成的負面衝突較限於水質濁度方面，對遊憩觀光言或有所影響，一般人工養灘工程即為如此。有關人工養灘應注意事項概述如下：

- (一) 人工養灘基本上要有充沛之沙源，吾人需要注意儘可能防止開挖區施工前後造成地形之變化；為確保養灘區之穩定，養灘用之土沙其 $D_{50}$ 應略大於原有海灘土沙 $D_{50}$ ，且成份分佈亦應接近原有海灘土沙成份分佈，同時有機物含量要低。
- (二) 選擇借土區址時，宜考慮大面積低波能淺水開挖，避免採取點狀深挖，其理由為淺水開挖在初期雖承受較大之生物損害，但其恢復率極快，避免深挖借土而選擇生物活動不敏感之借土區當能減少負面的環境影響至最低程度。
- (三) 養灘及開挖最初時期除應考慮遊憩觀光因素外，更應考慮到實際海上施工可行性；填土料應儘可能接近海岸位置，以保證對較穩定但生存力不強之生物群之傷害達到最小。
- (四) 養灘施工前後對生物及物理各項有關因素應多作監測，以便有效評估工程是否成功以及生物群體是否恢復。此外，當然還需要更多更深入之研究以瞭解因養灘產生之濁度以及粉土擴散對生態造成之影響。

## 四、結論

綜合所有觀測分析的結果，北堤有明顯的淤積，但南堤南側卻不若一般海港，有明顯的侵蝕情況。新竹市政府應不必太過憂慮海岸侵蝕問題，至於港南海水浴場的樹木有死亡現象，主持人及共同主持人皆曾至浴場當場勘測，我們並無法肯定宣稱絕對沒有侵蝕現象，但樹木的死亡，很可能是一次大暴潮所形成。共同主持人歐陽博士曾在台中港工作多年，對台中港淤砂問題瞭解得非常清楚，他懷疑新建的新竹漁港對南堤南面的海岸有遮蔽效應，海岸受此遮蔽效應保護，而無明顯侵蝕現象發生，但離此遮蔽效應區，則有可能發生侵蝕，其已遠在此調查計畫研究區外。重金屬，有機碳等分析顯示垃圾場並非一嚴重的污染源，報章雜誌報導，垃圾場垃圾漂流至海水浴場，可能是非常短暫的突發事件，不論流場測量，沉積物分析皆無法支持此論點。

大自然的變化，當然無法以一次小小的調查分析來預測它。我們在測量分析時最缺乏的即是歷史資料及整合的資料。例如：新竹港無波浪資料、無潮汐資料、無風速資料、無較良好的水底地形資料.....等，缺乏整合的資料，常使研究者有以偏概全之嫌。所以建議市政府能有較長期的觀測計畫，台大海研所地處台北，離新竹較遠。工研院、交通大學等機構可能是市政府未來較佳做長期觀測作業的伙伴。

## 六、參考文獻

- 1.童勝男(1990) "新竹漁港新建工程簡報"。
- 2.台灣漁業技術顧問社(1981) "新竹縣南寮新建漁港漂砂水工模型試驗報告"。
- 3.台灣漁業技術顧問社(1981) "南寮新建漁港漂砂水工模型試及定案規劃報告"。
- 4.Miche, M. (1944) "Mouvements ondulatoires de la mer le Profondeur constante on cle creissante (I-IV)", Annales des Ponts et chausseese 121, PP.25-78,131-164, 270-292, 369-406.
- 5.Hanada, T. (1915), "Breakers and beach erosion",日本港灣技術研究所研究報告第一卷。
- 6.王胃(1986) "CBK 區海域海象綜合分析"，台大海洋研究所專刊第49號，32頁。
- 7.王胃、陳慶生、陳俊賢及黃耀瑩(1987) "長康海域海象觀測及預報系統之研究"，台大海洋研究所專刊第53號，191 頁。
- 8.王胃(1990) "海域鑽井地區氣象海象暨生物附著與腐蝕作用觀測報告(一)氣象與海象部份"，台大海洋研究所專刊第61號，312 頁。
- 9.湯麟武等(1971) "海岸工程規劃設計"，農復會特刊新二號，475 頁。
- 10.台灣水文年報(1989)經濟部水資源統一規畫委員會出版，375 頁。
- 11.石再添(1980) "台灣西部海岸線的演變及海埔地的開發"，

。

12. Flok, R. L. (1974) "Petrology of sedimentary rocks."  
Univ. of Texas, Hemphill Pub. Co., Austin, 1829.
13. Chen. M. P. (1981) "Geotechnical properties of  
sediments off the coast of Hsinchu - northwest  
Taiwan related to sedimentary environment." Acta.  
Oceanographica Taiwanica 12:28-53.

附錄 1-1 參考文獻一之表 4.2. A站實測 H<sub>1,0</sub>(公尺)出現百分率逐月分佈

年 月	1984												1895										
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						
井 號	CBK 11	CBK 11	CBK 11	CBK 12	CBK 12	CBK 12	CBK 12/13	CBK 13	CBK 13	CBK 13	CBK 13	CBK 16	CBK 15/16	CBK 15	CBK 2	CBK 17	CBK 17						
波高(米)	67	67	67	67	67	67	67/60	60	60	60	60	60	60/62	62	65	65/64	64						
0.0	6.4	2.9	0.0	0.0	3.1	1.8	2.6	8.5	0.0	3.4	34.0	8.0	18.9	3.3	0.0	10.4	3.2						
0.5	42.2	89.7	25.0	6.5	10.0	4.8	8.0	13.2	13.6	27.6	32.0	52.2	66.7	77.1	25.7	24.1	19.3						
1.0	38.2	7.0	47.9	19.4	9.6	13.9	20.2	19.3	14.7	24.1	24.0	25.2	14.4	14.4	2.7	9.4	16.1						
1.5	12.4	0.4	12.5	20.7	10.4	17.0	17.3	14.9	6.2	31.0	9.0	25.8	3.3	3.3	6.2	11.4	18.7						
2.0	0.5		8.3	22.6	25.8	22.7	21.0	13.6	13.6	13.8	1.0	9.7	2.0	18.6	13.7	23.3							
2.5			4.2	12.0	24.2	23.9	12.8	12.9	20.9		3.0	3.0	15.0	15.0	13.4	10.3							
3.0			2.1	15.7	11.5	10.6	13.1	12.9	19.2		0.3	0.3	15.9	15.9	12.4	5.5							
3.5				2.8	3.5	3.3	4.3	4.4	10.7		1.0	1.0	10.6	10.6	2.6	3.2							
4.0				0.0	1.9	1.8	0.6	0.3	0.6				5.3	5.3	1.6	0.6							
4.5				0.5			0.3	0.6	0.6						0.7								
5.0															0.3								
資料總數(2小時一組)				217	260	330	352	295	177	29	300	299	90	153	113	307	348						



附錄1-2 參考文獻一之表4.3. A站實測T<sub>100</sub>(秒)出現百分率逐月分佈

年	1984												1985											
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11							
井 號	CBK 11	CBK 11	CBK 11	CBK 12	CBK 12	CBK 12	CBK 12/13	CBK 13	CBK 13	CBK 13	CBK 16	CBK 16	CBK 15/16	CBK 15	CBK 2	CBK 2	CBK 17							
水深(米)	67	67	67	67	67	67	67/60	60	60	60	60	60	60/62	62	65	65/64	64							
週期(秒)																								
2											0.33			2.61										
3											0.33			19.61	6.19	2.61	2.30							
4	46.08	16.12									13.33	2.68	4.44	30.72	6.19	13.36	14.94							
5	29.13	20.25	4.17	7.38	1.92	2.12	0.85	10.85	2.82	3.05	24.33	13.04	32.22	24.84	14.16	32.57	46.65							
6	6.24	17.36	68.75	49.77	19.23	21.82	29.29	31.53	17.51	20.69	32.33	41.81	28.89	9.80	52.21	32.25	29.02							
7	7.47	23.97	2.50	32.26	40.38	52.12	44.32	37.63	49.32	51.72	17.00	33.44	16.67	5.88	18.58	16.29	7.18							
8	4.59	12.40	8.33	8.29	27.69	17.88	19.60	15.25	26.55	20.69	6.67	7.02	10.00	4.58	2.65	1.95								
9	2.45	4.55	2.08	0.46	5.77	3.03	2.56	3.05	3.39	3.45	2.00	1.34	7.78	1.31		0.65								
10	1.41	1.24		0.92	1.92	0.30	0.85	0.68			2.00	0.33		0.65										
11	0.43	1.65		0.46	0.77	0.91	0.85				0.33	0.33												
12	0.43	0.83			1.54	0.00	0.00																	
13	0.37	1.24			0.77	0.91	0.28																	
14	0.31				0.90	0.90	1.42																	
資料總數 (2小時一 組)				217	260	330	352	295	177	29	300	299	90	153	113	307	348							

附錄1-3 參考文獻二之表6.1  
 JOINT DISTRIBUTION OF H1/3 AND T1/3 CBK AREA 1986/2  
 WAVE HEIGHTS - WAVE PERIODS

TZ(S)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	>9.0(M)	ALL H
0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
4	.0	.6	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.22
5	.0	.9	6.7	5.8	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	14.29
6	.6	1.5	3.6	7.9	9.7	3.6	1.2	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	28.57
7	.6	.6	1.8	.9	6.4	14.3	7.0	3.6	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	36.47
8	.3	.3	.0	.3	.6	.6	3.3	5.5	4.6	1.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	16.72
9	.9	.0	.0	.0	.0	.3	.3	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.43
10	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.30
11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
T>15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
ALL PER.	2.7	4.0	12.8	14.9	17.6	18.8	11.9	10.3	5.5	1.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0

長康海域H1/3波高與T1/3週期之聯合機率分佈 (1) 75年2月

附錄1-4 參考文獻二之表6.1  
 JOINT DISTRIBUTION OF H1/3 AND T1/3 CBK AREA 1986/3  
 WAVE HEIGHTS - WAVE PERIODS

TZ(S)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	>9.0(M)	ALL H
0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
4	.0	2.9	2.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.57
5	.0	11.4	13.8	4.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	29.91
6	.0	5.6	8.5	10.9	7.9	2.9	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	36.36
7	.0	.9	.9	5.9	8.8	5.3	2.1	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	24.05
8	.0	.0	.3	.3	.3	.3	.0	.6	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.05
9	.0	.0	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.29
10	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.29
11	.0	.0	.3	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.59
12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.29
14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
T>15	.0	.0	.0	.0	.3	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.59
ALL PER.	.0	20.8	26.4	22.0	17.6	8.8	2.6	1.5	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0

(2) 75年 3月

附錄1-5 參考文獻二之表6.1  
 JOINT DISTRIBUTION OF H1/3 AND T1/3 CBK AREA 1986/4

WAVE HEIGHTS - WAVE PERIODS																			ALL H			
Tz(S)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	>9.0(M)		
0	.0	1.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.59
1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
3	.0	7.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.94
4	.0	23.8	1.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	25.40
5	.0	6.3	11.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	17.46
6	1.6	3.2	6.3	17.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	28.57
7	.0	.0	3.2	12.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	15.87
8	1.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.59
9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
10	.0	1.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.59
11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
T>15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
ALL PER.	3.2	44.4	22.2	30.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0

(3) 75年 4月

附錄1-6 參考文獻三之表3.1A  
 JOINT DISTRIBUTION OF H1/3 AND T1/3, CBK AREA 1988/7, WAVE-RIDER  
 WAVE HEIGHTS - WAVE PERIODS

TZ(S)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	>9.0(M)	ALL H	
0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
2	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.19
3	.0	4.0	3.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.53
4	.0	11.9	25.8	2.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	40.49
5	.0	7.9	8.3	6.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	22.98
6	.0	4.1	3.2	2.3	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.73
7	.0	2.1	5.3	1.1	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	9.04
8	.0	1.3	4.1	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	6.59
9	.0	.2	1.7	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.26
10	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.19
11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
T>15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
ALL PER.	.0	31.5	52.4	14.5	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.00

表3.1A長康海域H1/3波高與T1/3週期之聯合機率分佈 (1) 77年 7月

JOINT DISTRIBUTION OF H1/3 AND T1/3, CBK AREA 1988/8, WAVE-RIDER  
 WAVE HEIGHTS - WAVE PERIODS

Tz(S)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	>9.0(M)	ALL H	
0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
2	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.34
3	.7	2.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.56
4	1.2	7.3	18.8	3.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	31.02
5	.3	11.4	14.1	10.5	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	36.61
6	.0	5.9	6.6	2.7	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	15.59
7	.0	6.3	3.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.17
8	.0	2.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.37
9	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.17
10	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
12	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.17
13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
T>15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
ALL PER.	2.2	36.3	43.9	16.9	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.00

表 3.1A (2)77年 8月

JOINT DISTRIBUTION OF H1/3 AND T1/3, CBK AREA 1988/ 9, WAVE-RIDER  
 WAVE HEIGHTS - WAVE PERIODS

Tz(S)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	>9.0(M)	ALL H		
0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00	
1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.20
4	.0	2.4	17.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	20.20
5	.0	9.9	6.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	16.57
6	.0	6.3	4.4	.6	1.6	.6	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	13.74
7	.0	.4	3.8	3.4	.2	13.5	9.1	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	31.52
8	.0	.0	1.0	.6	1.0	2.8	5.5	3.6	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	14.75
9	.0	.0	.0	.0	.0	.6	2.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.03
10	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
T>15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
ALL PER.	.0	19.0	33.9	4.6	2.8	17.6	16.8	5.1	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.00

表3.1A (3)77年 9月

JOINT DISTRIBUTION OF H1/3 AND T1/3, CBK AREA 1988/10, WAVE-RIDER  
 WAVE HEIGHTS - WAVE PERIODS

TZ(S)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	>9.0(M)	ALL H	
0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
5	.0	.0	1.1	3.9	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	6.29
6	.0	.0	.3	3.6	10.9	5.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	20.03
7	.0	.0	.3	.7	5.6	18.0	20.3	5.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	50.21
8	.0	.0	.0	.0	.1	.7	3.7	8.9	6.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	19.74
9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0	1.7	.9	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.72
10	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
T>15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
ALL PER.	.0	.0	1.7	8.2	17.9	23.7	24.3	14.9	8.2	1.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.00

表3.1A (4)77年10月



JOINT DISTRIBUTION OF H1/3 AND T1/3, CBK AREA 1988/11, WAVE-RIDER  
 WAVE HEIGHTS - WAVE PERIODS

TZ(S)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	>9.0(M)	ALL H	
0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
6	.0	.0	.0	.0	12.9	9.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	22.58
7	.0	.0	.0	1.6	22.6	17.7	21.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	62.90
8	.0	.0	.0	.0	.0	1.6	4.8	6.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	12.90
9	.0	.0	.0	.0	1.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.61
10	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
11	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
12	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
13	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
14	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
T>15	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.00
ALL PER.	.0	.0	.0	1.6	37.1	29.0	25.8	6.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.00

表 3.1A (5) 77年 11月

附錄1-7 參考文獻三之表2.2 長康海域自動氣象站分月風速風向聯合機率分佈(續)

1989年 1月

SPEED	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.2	.3	.1	.1	.1	.1	.3	1.4
2.5	1.0	1.0	.5	.1	.2	.1	.1	.2	.1	.2	.4	.0	.0	.2	2.2	4.3	10.6
5.0	2.4	1.1	.0	.0	.1	.1	.1	.1	.1	.0	.1	.0	.0	.1	1.1	2.8	8.2
7.5	4.3	.5	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.7	4.3	10.0
10.0	6.1	1.7	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4	2.0	10.3
12.5	6.4	3.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.1	11.2
15.0	10.2	7.9	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.2	19.8
17.5	10.0	8.8	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	20.3
20.0	1.7	3.8	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.9
22.5	.0	2.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.4
25.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
27.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
TOTAL	42.1	30.6	2.7	.2	.3	.2	.3	.3	.3	.5	.9	.1	.1	.4	4.5	16.5	

1989年 2月

SPEED	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
.0	3	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.2	.1	.7
2.5	4.1	1.1	.9	.3	.1	.2	.3	.1	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.5	1.7	9.3
5.0	3.9	.9	.2	.1	.3	.0	.0	.0	.0	.1	.3	.2	.0	.0	.5	1.3	7.8
7.5	4.6	2.3	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	1.7	1.1	.0	.0	.1	.7	11.9
10.0	3.8	4.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	2.2	.1	.0	.0	.0	.2	11.1
12.5	4.3	13.6	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.6	.2	.0	.0	.0	.0	.0	19.3
15.0	3.8	19.9	.5	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	24.2
17.5	.2	10.1	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.5
20.0	.0	5.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.2
22.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
25.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
TOTAL	24.9	57.4	4.0	.4	.4	.2	.3	.1	.1	1.1	4.4	1.6	.0	.0	1.2	4.0	

1989年 4月

SPEED	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
.0	.3	.4	.2	.1	.2	.1	.1	.1	.1	.1	29.2	1.0	.5	.2	.3	.2	32.9
2.5	1.0	1.1	1.2	.7	1.0	.5	.3	.5	.4	.6	.6	1.8	.1	.2	1.3	1.2	12.7
5.0	1.1	3.5	1.6	.2	.1	.2	.0	.1	.3	.4	1.5	1.9	.2	.0	.5	.7	12.2
7.5	1.0	4.5	5.3	.9	.0	.0	.0	.2	.3	.5	1.0	2.0	.1	.0	.1	.5	16.3
10.0	1.2	8.5	3.6	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.8	1.3	.0	.0	.0	.0	15.9
12.5	.1	2.2	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.5	.1	.0	.0	.0	.0	4.1
15.0	.0	2.7	1.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.5
17.5	.0	.6	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.3
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
22.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
TOTAL	4.7	23.4	14.9	2.3	1.2	.8	.4	1.0	1.2	2.1	33.7	8.0	.9	.4	2.3	2.7	

1989年 5月

SPEED	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
.0	.8	.8	1.4	.3	.3	.5	.5	.1	.4	.6	.3	.6	.2	.2	.6	.6	8.2
2.5	2.5	3.1	2.3	1.5	1.0	.3	.2	.4	.8	1.7	3.8	5.2	1.2	.2	1.5	1.7	27.3
5.0	1.9	7.8	3.7	1.4	.1	.2	.0	.3	.2	1.4	3.0	3.4	.4	.0	1.6	.5	25.7
7.5	1.1	9.5	10.2	1.7	.0	.2	.0	.0	.0	1.2	.7	.8	.0	.2	.7	.5	26.6
10.0	.3	8.6	1.4	.4	.0	.0	.2	.0	.0	.1	.2	.3	.0	.0	.0	.0	11.4
12.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.7
15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
17.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
TOTAL	6.6	29.8	19.0	5.3	1.4	1.1	.8	1.0	1.8	5.1	8.0	10.3	1.8	.5	4.4	3.2	

1989年 6月

SPEED	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
.0	1.1	.3	.1	.0	.2	.0	.5	.1	.0	.1	.2	.1	.2	.0	.3	.6	3.7
2.5	5.5	.9	.0	.0	.1	.2	.2	.2	.0	.1	.2	1.5	1.5	.1	1.9	1.5	13.9
5.0	9.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	1.4	3.0	.8	.2	.3	.2	15.5
7.5	16.7	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.2	6.2	10.3	1.4	.1	.1	.0	35.1
10.0	8.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.3	5.3	.9	.4	.0	.0	.0	16.7
12.5	13.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.5	.0	.0	.0	.0	.0	14.9
15.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2
17.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
TOTAL	55.2	1.3	.2	.1	.3	.2	.6	.3	.0	1.7	14.7	15.8	4.3	.3	2.6	2.4	

1989年 7月

SPEED	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
.0	3.0	1.1	.7	.6	.4	.3	.5	.5	.6	.5	1.4	2.5	.5	.2	.6	1.1	14.6
2.5	.2	.9	1.1	.9	.7	.3	.5	.6	1.0	3.8	5.7	7.9	2.0	.2	1.0	.8	27.6
5.0	.6	1.6	.5	.7	.2	.3	.1	.1	.2	1.9	8.4	7.8	1.7	.1	.1	.1	24.3
7.5	1.0	1.5	.5	.4	.0	.0	.0	.0	.2	1.1	5.9	4.8	3.5	.0	.0	.0	29.0
10.0	.2	2.8	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.7	.4	.2	.0	.0	.0	4.6
12.5	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
17.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
TOTAL	5.0	8.0	2.8	2.6	1.4	.9	1.1	1.1	2.1	7.4	32.2	23.4	7.9	.5	1.7	1.9	

1988年 8月

SPEED	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
.0	.2	.3	.1	.2	.0	.1	.2	.1	.3	.9	1.5	.3	.2	.2	.2	1.8	6.9
2.5	1.0	.3	.4	.2	.1	.1	.4	1.1	1.7	3.2	5.8	.3	.0	.8	1.6	4.2	21.3
5.0	1.1	.3	.1	.1	.3	.3	.2	.7	2.5	5.0	5.4	.5	.0	.1	.1	.2	16.9
7.5	.2	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.4	2.6	8.8	7.3	.3	.0	.0	.0	.0	19.8
10.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	3.6	9.7	7.4	.1	.0	.0	.0	.0	20.9
12.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.3	7.6	2.4	.1	.0	.0	.0	.0	12.3
15.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	1.2	.3	.1	.0	.0	.0	.0	1.9
17.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
20.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
TOTAL	2.5	.8	.5	.6	.4	.6	.7	2.4	13.3	36.4	30.1	1.6	.3	1.1	2.5	6.2	

1988年 9月

SPEED	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
.0	.2	.3	.4	.4	.3	.3	.1	.1	.3	.4	.5	.2	.1	.0	.1	.8	4.6
2.5	1.5	1.5	1.6	1.2	.7	.7	.7	.3	.3	.9	4.0	.4	.0	.1	.4	2.1	16.3
5.0	1.0	1.2	.4	.4	.1	.0	.2	.5	.5	.5	2.9	.1	.0	.2	.2	.2	8.4
7.5	4.2	1.1	.2	.0	.0	.0	.0	.2	.5	3.2	3.7	.1	.0	.0	.0	.3	13.6
10.0	1.7	4.6	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.9	4.8	1.0	.0	.0	.0	.0	.6	14.0
12.5	3.8	4.8	.4	.0	.0	.0	.0	.0	1.5	2.6	.1	.0	.0	.0	.0	.3	13.6
15.0	7.3	7.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.8	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.1	16.0
17.5	5.4	4.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.0
20.0	1.4	2.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.6
22.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
25.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
27.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
TOTAL	26.5	27.6	3.2	2.0	1.1	1.0	1.0	1.1	4.8	13.0	12.2	.7	.1	.3	.7	4.5	

1988年10月

SPEED	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2
2.5	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.2	.1	.0	.0	.0	.1	.1	.9
5.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.2	.3	1.0
7.5	.8	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	1.5
10.0	5.0	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.1	9.9
12.5	8.6	5.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0	14.7
15.0	12.7	4.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	17.3
17.5	20.0	6.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	26.1
20.0	16.5	3.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	19.7
22.5	3.2	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.4
25.0	2.7	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.8
27.5	.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.7
30.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
32.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
TOTAL	70.1	22.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.4	.4	.1	.0	.0	.0	.3	3.2	

1988年11月

SPEED	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
.0	.2	.1	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.1	.3	.0	.0	.1	.0	.4	1.5
2.5	.7	.8	.3	.1	.1	.3	.3	.2	.1	.2	.3	.0	.0	.6	.7	1.7	6.3
5.0	2.3	1.8	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.1	.4	2.7	8.4
7.5	2.4	2.9	.6	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	1.2	7.2
10.0	4.8	3.0	.3	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.4	9.6
12.5	12.7	7.5	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4	21.5
15.0	6.3	6.9	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	13.6
17.5	10.2	10.7	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	21.1
20.0	4.5	3.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	8.0
22.5	1.1	1.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.3
25.0	.1	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
27.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
30.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
32.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
35.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
TOTAL	45.3	38.6	3.6	.4	.2	.3	.3	.3	.2	.4	.6	.0	.1	.7	1.3	7.7	

1988年12月

SPEED	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
.0	.3	.0	.0	.1	.0	.1	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.0	.1	.6	.8	2.5
2.5	1.2	.7	.5	.7	.4	.3	.2	.6	.2	.4	.0	.0	.0	.1	.6	3.0	8.9
5.0	1.7	.9	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.3	2.4	5.7
7.5	3.7	.9	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.5	3.1	8.5
10.0	4.8	2.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	3.0	10.6
12.5	8.9	6.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.3	16.9
15.0	12.4	7.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	20.0
17.5	12.8	4.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	17.6
20.0	6.3	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.2
22.5	1.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.6
25.0	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
27.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
30.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
32.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
35.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
TOTAL	54.1	24.4	.9	.9	.4	.4	.2	.7	.2	.5	.1	.1	.0	.5	2.4	14.2	

附錄1-8 參考文獻一之表3.2 CBK區風向分佈逐月統計(欄內數值為各月份不同風之出現百分比)

風向 月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	資料總數 (小時)
1984/12	1.6	5.6	35.9	31.9	24.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	251
1985/ 1	7.3	24.1	38.6	12.5	8.9	1.1	0.4	1.5	0.3	0.8	0.9	0.4	0.1	0.3	1.2	1.5	738
2	10.2	27.2	35.2	5.7	1.4	1.6	1.1	2.7	3.5	3.3	0.6	0.0	0.5	1.1	1.4	4.7	637
3	11.8	47.6	26.4	2.8	1.6	0.1	0.8	0.3	1.1	1.4	0.7	0.1	0.3	0.3	1.4	3.4	738
4	10.6	13.6	35.5	16.6	2.5	1.5	0.4	1.0	1.5	3.7	3.8	0.1	0.4	1.3	2.5	4.6	715
5	10.4	11.8	24.9	13.8	2.0	1.8	0.7	1.1	1.1	11.7	10.0	0.3	0.7	2.4	3.0	5.3	738
6	10.6	13.8	26.3	21.1	3.0	1.9	1.4	1.1	1.1	5.7	4.9	0.3	0.5	0.8	3.3	4.3	369