

環島航運港址海、氣象資料蒐集分析



交通部運輸研究所

中華民國八十四年三月

交通部運輸研究所出版品摘要表

出版品名稱 中文：環島航運港址海、氣象資料蒐集分析 外文：Collection and analyses of Oceanographic & Meteorological Data for Coastal Shipping Harbor Sites			
國際標準書號(或叢刊號)	政府出版品統一編號 009104840100	運輸研究所出版品編號 84-10-235	
本所主辦單位：運輸工程組 主管：侯 和 雄 計畫主持人：侯 和 雄 研究人員：歐陽餘慶、翁國和、林美霞、陳錦芳			研究期間： 自83年07月 至84年02月
關鍵詞：海象、氣象、海流、潮汐、波浪、風、霧、降雨、溫度、濕度			
摘要：本研究係就環島航運可能港址，即基隆、淡水、台中、布袋、安平、高雄、台東、花蓮及蘇澳港等海、氣象資料進行蒐集，並加以整理分析。海象資料包括海流、潮汐及波浪等；氣象資料包括風、霧、降雨、溫度及濕度等。各港址海、氣象調查單位甚多，且施測時間及歷時至為紊亂不一，為免資料太過龐雜，本研究儘可能選取施測時間較為最近及涵蓋較長期間調查結果，俾供環島航運港口規劃設計參考。			
出版日期	頁 數	工 本 費	本 出 版 品 取 得 方 式
84年 3 月	316	280	凡屬機密或限閱性出版品均不對外公開。一般性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按工本費價購。
管制等級： <input type="checkbox"/> 機密 (<input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 主辦單位視情況辦理解密 <input type="checkbox"/> 限閱 <input type="checkbox"/> 解限日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 主辦單位視情況辦理解限 <input checked="" type="checkbox"/> 一般			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

目 錄

第一章 基隆港址海、氣象分析	
1.1 氣象資料.....	1-1
1.1.1 季風.....	1-1
1.1.2 颱風.....	1-8
1.1.3 氣溫.....	1-13
1.1.4 氣壓.....	1-13
1.1.5 相對濕度.....	1-13
1.1.6 能見度.....	1-17
1.1.7 降雨量.....	1-17
1.1.8 霧日.....	1-17
1.2 海象資料.....	1-22
1.2.1 潮位.....	1-22
1.2.2 波浪.....	1-24
1.2.3 海流.....	1-26
1.3 地形資料.....	1-26
1.3.1 地形.....	1-26
1.3.2 山丘.....	1-30
1.3.3 海岸和港灣.....	1-30
1.4 地震.....	1-31
第二章 淡水港址海、氣象分析.....	2-1
2.1 自然環境資料整理分析.....	2-1
2.2 氣象資料.....	2-3
2.2.1 風.....	2-3

2.2.2	氣壓.....	2-10
2.2.3	降雨.....	2-10
2.2.4	氣溫.....	2-13
2.2.5	相對濕度.....	2-13
2.2.6	霧日.....	2-13
2.3	海象資料.....	2-18
2.3.1	潮汐.....	2-18
2.3.2	波浪.....	2-18
2.3.3	海流潮流.....	2-20
2.4	地形資料.....	2-26

第三章 台中港址海、氣象資料分析

3.1	氣象.....	3-1
3.1.1	風力.....	3-1
3.1.2	颱風.....	3-1
3.1.3	霧日.....	3-1
3.1.4	降雨日.....	3-7
3.1.5	溫度.....	3-7
3.1.6	濕度.....	3-7
3.2	海象.....	3-7
3.2.1	海流.....	3-7
3.2.2	潮位.....	3-10
3.2.3	波浪.....	3-10

第四章 布袋港址海、氣象資料分析

4.1	氣象.....	4-1
4.1.1	雨量.....	4-1

4.1.2	氣溫.....	4-1
4.1.3	濕度.....	4-1
4.2	海象.....	4-5
4.2.1	潮汐.....	4-5
4.2.2	暴潮.....	4-16
4.2.3	季風波浪.....	4-20
4.2.4	海流.....	4-22

第五章 安平港址海、氣象資料分析

5.1	氣象.....	5-1
5.1.1	風.....	5-1
5.1.2	颱風.....	5-1
5.1.3	氣溫.....	5-2
5.1.4	氣壓.....	5-2
5.1.5	雨量.....	5-2
5.1.6	霧日.....	5-2
5.1.7	濕度.....	5-2
5.2	海象.....	5-16
5.2.1	沿岸流及海潮流.....	5-16
5.2.2	潮汐.....	5-18
5.2.3	波浪.....	5-28

第六章 高雄港址海、氣象資料分析

6.1	氣象.....	6-1
6.1.1	風向與風速.....	6-1
6.1.2	氣溫與氣壓.....	6-1

6.1.3	降雨	6-13
6.1.4	霧日與濕度	6-17
6.2	海象	6-19
6.2.1	流況	6-19
6.2.2	潮汐	6-19
6.2.3	波浪	6-22
6.3	本所委辦調查	6-28
6.3.1	海潮流	6-28
6.3.2	潮汐	6-38
6.3.3	風速、風向	6-43
6.3.4	波浪	6-45

第七章	台東港址海、氣象分析	7-1
7.1	氣象	7-1
7.1.1	風	7-1
7.1.2	降雨	7-1
7.1.3	氣壓	7-1
7.1.4	氣溫	7-8
7.1.5	霧	7-8
7.1.6	颱風	7-8
7.2	海象	7-8
7.2.1	潮位	7-8
7.2.2	波浪	7-9
7-2-3	海流	7-9
7.2.4	颱風波浪	7-9

第八章	花蓮港址海氣象分析	8-1
-----	-----------	-----

8.1	氣象	8-1
8.1.1	風	8-1
8.1.2	降雨	8-4
8.1.3	溫度	8-4
8.1.4	氣壓	8-15
8.1.5	霧日	8-15
8.1.6	颱風	8-15
8.2	海象	8-21
8.2.1	潮汐	8-21
8.2.2	海流	8-23
8.2.3	波浪	8-30

第九章 蘇澳港址海、氣象分析 9-1

9.1	氣象	9-1
9.1.1	風力	9-1
9.1.2	颱風	9-11
9.1.3	降雨	9-15
9.1.4	溫、濕度	9-15
9.1.5	氣壓、霧日	9-15
9.2	海象	9-20
9.2.1	潮汐	9-20
9.2.2	波浪	9-20
9.2.3	海流	9-26
9.2.4	漂沙	9-28

目 錄

圖1-1	基隆地區風速、風向玫瑰圖(全年)	
	1984 - 1990.....	1-2
圖1-2	野柳測站全年風玫瑰圖	
	(72年12月15日-73年12月13日).....	1-7
圖1-3	過去九十七年來每年侵台颱風次數之演變.....	1-8
圖1-4	侵台颱風路徑分類統計(1897-1993年).....	1-12
圖1-5	颱風登陸地點之分段統計(1897-1993年).....	1-14
圖1-6	基隆地區氣壓逐月統計圖(1984-1990年).....	1-15
圖1-7	基隆地區相對濕度逐月統計圖(1984-1990年).....	1-16
圖1-8	基隆地區能見度逐月統計圖(1984-1990年).....	1-18
圖1-9	日降雨量大於0.1mm及1.mm之月平均降雨日數分佈圖..	1-19
圖1-10	基隆氣象測站降雨強度頻率分析曲線	
	(LOG-PERSON TYPE III頻率分析法).....	1-20
圖1-11	基隆各種水位月變化圖.....	1-23
圖1-12	基隆港全年示性波高週期分佈及波高超值曲線圖.....	1-25
圖1-13	基隆港外海潮速流向分佈圖.....	1-29
圖1-14	基隆港外海海域水深概要圖.....	1-32
圖1-15	台灣地100年內可能來襲地震之最大加速度預期分佈	
	(單:g) 資料來源：地震工程—徐明同.....	1-33
圖1-16	台灣地震觀測站和地震帶.....	1-34
圖1-17	台灣地區地震分區圖.....	1-36
圖2-1	氣象局淡水測站全年風玫瑰圖.....	2-4
圖2-2	氣象局淡水測站全年風向風速超值曲線圖.....	2-5
圖2-3	八里區全年玫瑰圖(1991年6月-1992年5月).....	2-6

圖2-4	八里區全年風向風速超值曲線圖.....	2-8
圖2-5	淡水區各月強風日數比較圖.....	2-9
圖2-6	淡水區各月最大風速比較圖.....	2-9
圖2-7	淡水區各月平均大氣壓力比較圖.....	2-11
圖2-8	淡水區各月平均降雨量比較圖.....	2-11
圖2-9	淡水區各月平均降雨日數比較圖.....	2-12
圖2-10	淡水區一小時及一日最大降雨量.....	2-12
圖2-11	淡水地區1時延時降雨頻率曲線.....	2-14
圖2-12	淡水地區1日延時降雨頻率曲線.....	2-14
圖2-13	淡水地區各迴歸期機率降雨強度延時曲線.....	2-16
圖2-14	淡水區各月平均氣溫比較圖.....	2-16
圖2-15	淡水區各月相對濕度比較圖.....	2-15
圖2-16	淡水區月平均霧日比較圖.....	2-17
圖2-17	淡水地區夏季示性波高週期分佈及波高超值曲線圖...	2-19
圖2-18	淡水地區冬季示性波高週期分佈及波高超值曲線圖...	2-21
圖2-19	台灣附近海流圖 夏季(五月至九月).....	2-23
圖2-20	台灣附近海流圖 季節風季(十一月至三月).....	2-24
圖2-21	淡水外海海流儀施放位置圖.....	2-25
圖2-22	B~E點之退潮潮流流向圖.....	2-27
圖2-23	B~E點之漲潮潮流流向圖.....	2-28
圖3-1	台中港北堤24m測站全年風玫瑰圖 (統計年限:民國61年~70年).....	3-2
圖3-2	台中港北堤24m測站各月風玫瑰圖 (統計年限:民國61年~70年).....	3-3
圖3-2	台中港北堤24m測站各月風玫瑰圖(續) (統計年限:民國61年~70年).....	3-4
圖3-3	侵台颱風路徑分類統計圖(1897~1990).....	3-5

圖3-4	台中港各不同範圍颱風通過次數及發生機率圖.....	3-6
圖3-5	台中港地區每月霧日變化曲線圖.....	3-8
圖3-6	台中港地區降雨日數之月變化曲線圖.....	3-8
圖3-7	台中港地區氣溫變化圖.....	3-9
圖3-8	台中港地區濕度變化圖.....	3-9
圖3-9	台中港冬、夏季主要實測流沉分佈圖.....	3-11
圖3-10	台中港全年波浪波高、週期分佈圖.....	3-14
圖4-1	布袋港地理位置圖.....	4-2
圖4-2	月平均降雨日數($\geq 10\text{mm}/\text{日}$ ，1976~1985年).....	4-4
圖4-3	月平均氣溫變化圖(1971~1985年).....	4-4
圖4-4	月平均氣壓變化圖(1971~1985年).....	4-4
圖4-5a	外傘頂站歷年十月至三月風向風速玫瑰圖 (1963~1974 冬季).....	4-6
圖4-5b	外傘頂站歷年十月至三月風向風速玫瑰圖 (1963~1974 冬季).....	4-7
圖4-5c	外傘頂站歷年四月至九月風向風速玫瑰圖 (1963~1972 夏季).....	4-8
圖4-5d	外傘頂站歷年四月至九月風向風速玫瑰圖 (1963~1974 夏季).....	4-9
圖4-6	塭港站75年風向風速玫瑰圖.....	4-10
圖4-7	本省海岸潮位變化比較圖.....	4-11
圖4-8	本省海岸潮位變化比較圖(續圖4-7).....	4-11
圖4-9	布袋港水準零點相關圖.....	4-12
圖4-10	暴潮圖.....	4-16
圖4-11	颱風資料選取範圍圖.....	4-17
圖4-12	影響布袋港模型颱風路徑圖.....	4-18
圖4-13	模型颱風(I)推算暴潮統計圖.....	4-21

圖4-14	模型颱風(II)推算暴潮統計圖.....	4-21
圖4-15	模型颱風(III)推算暴潮統計圖.....	4-21
圖4-16	模型颱風(IV)推算暴潮統計圖.....	4-21
圖4-17	布袋港址流況分析圖(每二十分鐘之記錄).....	4-24
圖4-18	布袋港址流況分析圖(每二十分鐘之記錄).....	4-25
圖5-1	台南地區各月風玫瑰圖(1981~1990).....	5-3
圖5-2	永安液氣廠實測全年風玫瑰圖(80.1~81.11).....	5-4
圖5-3	永安液氣廠實測夏、冬季風玫瑰圖 (80.1~81.11).....	5-5
圖5-3	永安液氣廠實測夏、冬季風玫瑰圖 (80.1~81.11)(續).....	5-6
圖5-4	永安液氣廠實測各月風玫瑰圖(80.1~81.11).....	5-7
圖5-4	永安液氣廠實測各月風玫瑰圖(80.1~81.11)(續)....	5-8
圖5-5	永安液氣廠實測風速超值累積曲線圖(80.1~81.11)..	5-9
圖5-6	侵台颱風路徑分類圖(1897~1990).....	5-10
圖5-7	台南地區各月份氣溫統計圖.....	5-13
圖5-8	台南地區各月份氣壓統計圖.....	5-13
圖5-9	台南地區各月份降水量統計圖.....	5-14
圖5-10	台南地區各月份降雨日數統計圖.....	5-14
圖5-11	台南地區各月份霧日統計圖.....	5-15
圖5-12	台南地區各月份相對濕度統計圖.....	5-16
圖5-13	繫留浮標測點位置.....	5-17
圖5-14	海流儀試測位置.....	5-19
圖5-15	自記式海流儀之組合.....	5-19
圖5-16	No.165海流儀流速、流向分佈圖.....	5-20
圖5-17	No.166海流儀流速、流向分佈圖.....	5-20
圖5-18	永安附近海象觀測站位置圖.....	5-21

圖5-19	安平港歷年潮位分析圖.....	5-23
圖6-1	高雄地區全年風玫瑰圖.....	6-2
圖6-2	高雄地區各月風玫瑰圖.....	6-3
圖6-2	高雄地區各月風玫瑰圖(續).....	6-4
圖6-3	高雄地區全年風速超值累積分佈圖.....	6-5
圖6-4	高雄地區各月風速超值累積分佈圖.....	6-6
圖6-4	高雄地區各月風速超值累積分佈圖(續).....	6-7
圖6-5	侵台颱風路徑分類圖(1897~1990).....	6-8
圖6-6	高雄地區各月平均氣壓分佈圖(民國38年~70年).....	6-11
圖6-7	高雄台南地區降雨強度延時頻率曲線圖.....	6-15
圖6-8	觀測站之詳確關係位置.....	6-19
圖6-9	海流儀設置之方式示意.....	6-30
圖6-10	潮汐、風向、風速及海流逐時變化圖.....	6-31
圖6-11	每次海流流速與流向統計直方圖.....	6-32
圖6-12	海流累進向量圖(PVD圖).....	6-33
圖6-13	海流玫瑰圖.....	6-35
圖6-14	流速流向極值圖.....	6-37
圖6-15	潮位站設置地點(其中T1至T3為潮位站).....	6-38
圖6-16	高雄海域波浪觀測點位.....	6-46
圖6-17	波浪潮汐記錄儀器架設圖.....	6-47
圖6-18	風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年3月施測).....	6-54
圖6-19	風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年4月施測).....	6-55
圖6-20	風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年5月施測).....	6-56
圖6-21	風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年6月施測).....	6-57
圖6-22	風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年7月施測, 深海測點).....	6-58
圖6-23	風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年7月施測, 淺海測點).....	6-59
圖6-24	風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年8月施測).....	6-60

圖6-25	風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年9月施測).....	6-61
圖6-26	風玫瑰圖與漆浪玫瑰圖(81年10月施測).....	6-62
圖6-27	風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年11月施測，深海測點)...	6-63
圖6-28	風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年11月施測，淺海測點)...	6-64
圖6-29	風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年12月施測).....	6-65
圖6-30	風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(82年1月施測).....	6-66
圖6-31	風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年2月施測).....	6-67
圖7-1	台東成功廠址位置圖.....	7-2
圖7-2	新港測站風玫瑰圖.....	7-3
圖7-3	新港測站各月平均風速及最大風速.....	7-5
圖7-4	新港測站各月強風日數.....	7-5
圖7-5	新港測站各月降雨量.....	7-6
圖7-6	新港測站各月降雨日數.....	7-6
圖7-7	新港測站各月氣壓變化圖.....	7-7
圖7-8	新港測站各月氣溫變化圖.....	7-7
圖7-9	成功海域示性波高及週期分佈圖.....	7-11
圖7-10	台東海域海流流速流速記錄.....	7-12
圖7-11	成功海域深海設計波高機率分析圖.....	7-13
圖8-1	花蓮地區全年風玫瑰圖.....	8-1
圖8-2	花蓮地區各月份風玫瑰圖.....	8-2
圖8-2	花蓮地區各月份風玫瑰圖(續).....	8-3
圖8-3	海氣象測站位置示意圖.....	8-5
圖8-4	花蓮地區全年風玫瑰圖.....	8-6
圖8-5	花蓮地區各月風玫瑰圖.....	8-7
圖8-5	花蓮地區各月風玫瑰圖(續).....	8-8
圖8-6	花蓮地區降雨量統量(1951-1986).....	8-9

圖8-7	花蓮地區降雨時數統量(1977-1986).....	8-10
圖8-8	花蓮地區延時1小時之降雨頻率曲線.....	8-12
圖8-9	花蓮地區延時1小時之降雨頻率曲線.....	8-12
圖8-10	花蓮地區不同迴歸期降雨強度延時曲線.....	8-13
圖8-11	花蓮地區氣溫變化(1911-1981).....	8-14
圖8-12	花蓮地區氣壓變化(1911-1981).....	8-16
圖8-13	侵台颱風路徑分類統計(1897-1985).....	8-18
圖8-14	侵台颱風各月出現次數統計(1897-1985).....	8-19
圖8-15	花蓮暴潮偏差發生機率統計.....	8-22
圖8-16	不同水深海流流速流向分佈.....	8-24
圖8-16	不同水深海流流速流向分佈(續).....	8-25
圖8-17	花蓮地區海流流速分佈圖.....	8-26
圖8-18	花蓮地區海流流向分佈圖.....	8-27
圖8-19	花蓮地區海流玫瑰圖.....	8-28
圖8-20	花蓮地區海流向量行徑圖.....	8-29
圖8-21	花蓮地區海流能譜圖.....	8-31
圖8-21	花蓮地區海流能譜圖(續).....	8-32
圖8-22	花蓮地區全年示性波高統計表 (1983年3月 - 1984年7月).....	8-33
圖8-23	花蓮地區全年示性波高統計表 (1984年11月 - 1985年8月).....	8-34
圖8-24	台灣鄰近海域各季波浪狀況.....	8-36
圖8-25	花蓮地區全年示性波高及週期分佈 (1988年12月 - 1989年9月).....	8-37
圖8-26	花蓮地區各月示性波高及週期分佈.....	8-38
圖8-26	花蓮地區各月示性波高及週期分佈(續).....	8-39
圖8-26	花蓮地區各月示性波高及週期分佈(續).....	8-40
圖8-26	花蓮地區各月示性波高及週期分佈(續).....	8-41

圖8-26	花蓮地區各月示性波高及週期分佈(續).....	8-42
圖8-27	井島武士博士颱風波浪追蹤法計算流程.....	8-47
圖8-28	颱風路徑.....	8-46
圖8-29	和平地區颱風深海波浪推算結果.....	8-48
圖8-30	和平地區深海示性波高(H1/3)機率分析.....	8-49
圖9-1	宜蘭測站全年風玫瑰圖(1971-1980年).....	9-2
圖9-2	宜蘭測站各月風玫瑰圖(1月-6月).....	9-3
圖9-2	(續)宜蘭測站全年風玫瑰圖(7月-12月).....	9-4
圖9-3	蘇澳測站全年風玫瑰圖.....	9-5
圖9-4	蘇澳測站各月風玫瑰圖(1月-6月).....	9-6
圖9-4	(續)蘇澳測站各月風玫瑰圖(7月-12月).....	9-7
圖9-5	三仙台測站全年風玫瑰圖.....	9-8
圖9-6	三仙台測站各月風玫瑰圖(1月-6月).....	9-9
圖9-6	(續)三仙台測站各月風玫瑰圖(7月-12月).....	9-10
圖9-7	侵台颱風路徑分類統計(1987-1981年).....	9-12
圖9-8	侵台颱風各月出現次數統計.....	9-13
圖9-9	第1,2,3,4,6 五種路徑颱風每年出現機率.....	9-14
圖9-10	第1,2,4 三種路徑颱風每年出現機率.....	9-14
圖9-11	宜蘭測站暴雨強度歷時曲線.....	9-16
圖9-12	宜蘭測站各月氣溫變化(1936 - 1980).....	9-17
圖9-13	宜蘭測站各月氣壓變化(1936 - 1980).....	9-18
圖9-14	北方澳各月霧日統計.....	9-19
圖9-15	蘇澳港全年波高，週期分佈.....	9-21
圖9-16	蘇澳港冬、夏季波高，週期分佈.....	9-22
圖9-17	蘇澳港各月波高，週期分佈(1月-4月).....	9-23
圖9-17	(續)蘇澳港各月波高，週期分佈(5月-8月).....	9-24
圖9-17	(續)蘇澳港各月波高，週期分佈(9月-12月).....	9-25

圖9-18	蘇澳外海海流測站位置.....	9-27
圖9-19	蘇澳 E、F 測站流速，流向分佈.....	9-28

目 錄

表1.1	澎佳嶼全年風頻率統計表.....	1-4
表1.2	澎佳嶼與基隆測候站風力觀測記錄結果比較.....	1-6
表1.3	過去九十七年(1897-1993)各月及全年 侵台颱風之次數分析(一).....	1-9
續表1.3	過去九十七年(1897-1993)各月及全年 侵台颱風之次數分析(二).....	1-10
表1.4	基隆地區各種延時雨量強度頻率分析結果 (1952年-1980年共29年資料).....	1-21
表1.5	基隆港全年波向、波高統計表 (民國73年11月-74年10月).....	1-27
表1.6	海流流向流速綜合整理比較表.....	1-28
表1.7	台灣區地域別震度表.....	1-35
表1.8	震度設計使用之地盤分類係類.....	1-37
表1.9	地盤分類表.....	1-37
表1.10	重要性係數值.....	1-38
表2.1	淡水地區機率降雨強度值.....	2-15
表2.2	淡水、八里外海各方向各迴歸期波高推算表.....	2-22
表3.1	台中港各迴歸期冬、夏季最大示性波高.....	3-13
表3.2	台中港各月波向統計.....	3-15
表4.1	布袋港站潮汐統計分析表.....	4-13
表4.2	布袋港前25分潮之調和常數表.....	4-15
表4.3	颱風進行方向.....	4-18

表4.4	季節風浪之波高及週期分佈機率推算結果.....	4-20
表5.1	影響安平地區之颱風統計表.....	5-11
表5.1	影響安平地區之颱風統計表(續).....	5-12
表5.2	安平港歷年最高實測潮位.....	5-24
表5.3	最高潮位統計分析表(採Log-Pearson III法).....	5-24
表5.4	安平港潮位調和分析結果(68.3~82.6).....	5-26
表5.4	安平港潮位調和分析結果(68.3~82.6)(續).....	5-27
表5.5	東吉島測站夏季波高頻率分佈表.....	5-29
表5.6	東吉島測站冬季波高頻率分佈表.....	5-30
表5.7	安平港外海各方向迴歸期設計波浪分析表.....	5-32
表6.1	高雄地區氣溫統計表.....	6-9
表6.2	高雄地區氣壓統計表.....	6-12
表6.3	高雄地區月平均降雨量統計表.....	6-14
表6.4	高雄地區降雨日數統計表.....	6-16
表6.5	高雄地區有霧日數統計表.....	6-17
表6.6	高雄地區平均乳對濕度統計表.....	6-18
表6.7	第二港口測站各種潮汐統計表.....	6-20
表6.8	高雄港域外海各迴歸期設計潮位分析表.....	6-21
表6.9	高雄地區冬季發生最大波高及其週期之百分率.....	6-23
表6.10	高雄地區夏季發生最大波高及其週期之百分率.....	6-25
表6.11	高雄港歷年實測最大有義波高.....	6-26
表6.12	高雄地區各年波高極端值及其排序.....	6-26
表6.13	極端值分布計算各重現期之波高.....	6-27
表6.14	潮位儀觀測起迄時間.....	6-39
表6.15	高雄海域各站潮汐之各種參考基準面水位高程.....	6-41
表6.16	波浪調查現場作業狀況表.....	6-48

表6.17	有義波高、週期與波向之發生機率統計表.....	6-68
表6.18	有義波高、週期與波向之發生機率統計表.....	6-69
表7.1	成功海域各迴歸期深海設計波高.....	7-10
表8-1	花蓮地區機率降雨強度計算表.....	8-11
表8-2	花蓮地區機率降雨強度值.....	8-11
表8-3	花蓮地區霧日數.....	8-17
表8-4	颱風強度標準表.....	8-17
表8-5	中央氣象區發佈颱風警報概況統計表.....	8-20
表8-6	影響和平地區五個颱風之特性.....	8-43
表8-7	和平深海設計波計算值.....	8-49

第一章 基隆港址海、氣象分析

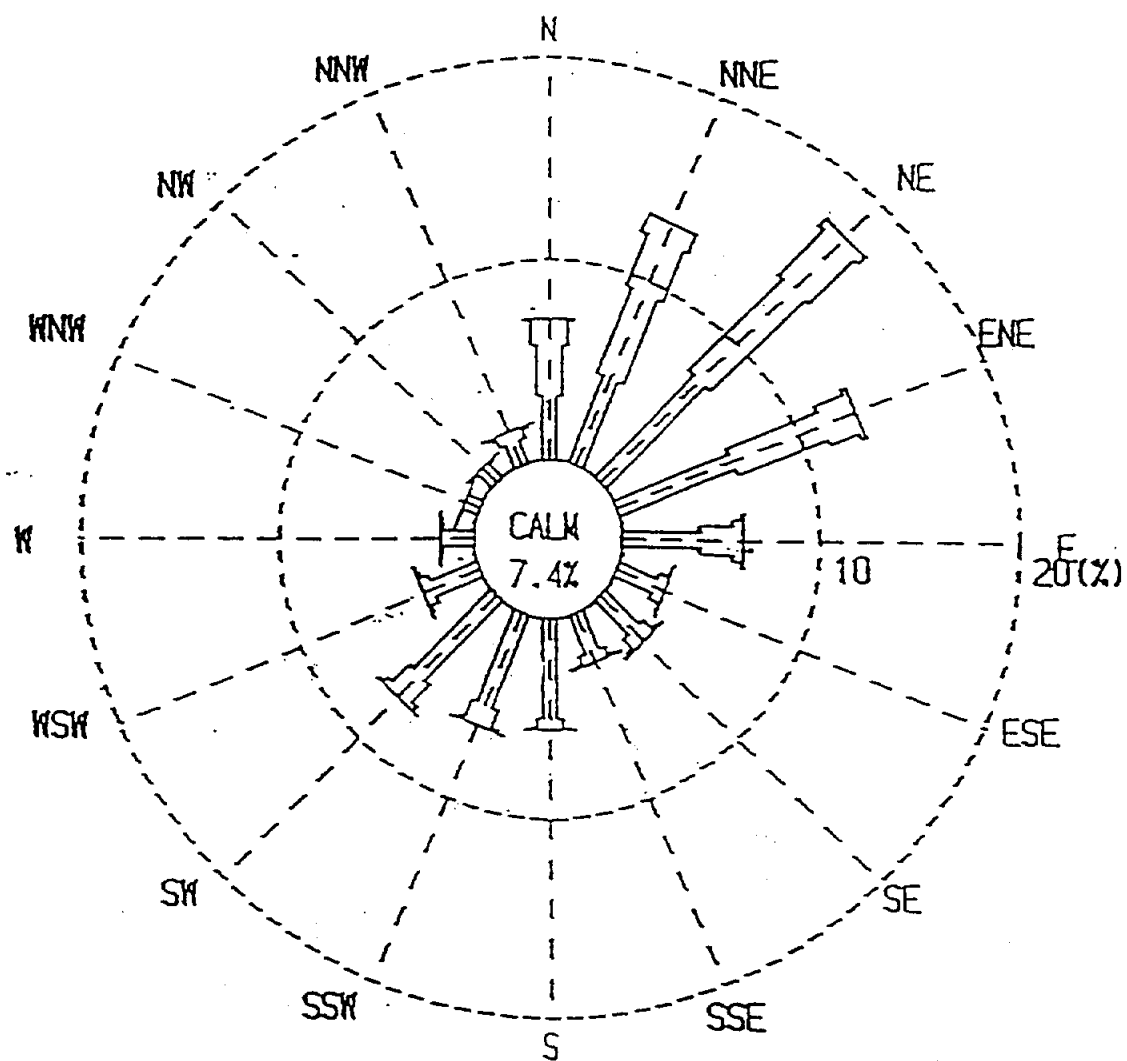
1.1 氣象資料

1.1.1 季風

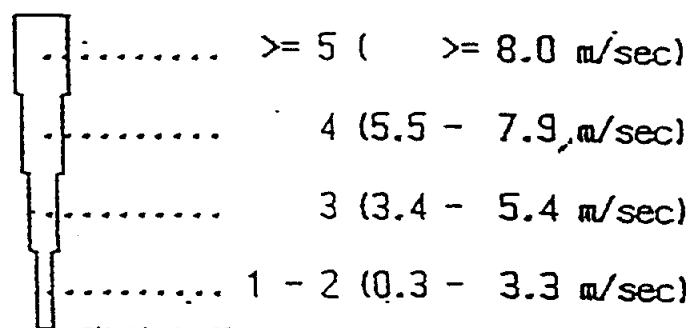
依據中央氣象台基隆測候站所觀測之歷年資料加以整理分析，以作為本設計風力強度之依據。為了解基隆地區風速、風向變化情形，本研究將1984至1990七年基隆測候站觀測紀錄，綜合統計分析詳如圖1-1之風速、風向玫瑰圖，基隆地區出現最頻繁的風向為NE向，次為NNE向及ENE向，其出現頻率分別為17.618%、13.176%、13.090%，風力五級（平均風速28.0M/SEC）以上的出現比例2.459%，主要出現在NNE向，全年百分之八十以上之風力在三級（平均風速介於3.4~5.4M/SEC）以下，由歷年資料分析可得下列六點結論：

- (1)每年之六月為東北風轉西南風之交換期，每年八月為西南風轉東北風之交換期。
- (2)每年九月至次年五月長達九個月之時間，經常風向均為NE向。
- (3)七年來風力介於一~三級（ $\leq 5.4\text{m/sec}$ ）者，佔79.765%。
- (4)經常風向與最大風速之風向大致相同。
- (5)風速以十一月較大，其風速大於8M/SEC之比例，佔該月之6%左右。
- (6)綜而言之，基隆地區最頻繁風向為NE向，風速多為一~四級，風力五級以上則以NNE向出現頻率最高。

上述中央氣象局基隆觀測站係位於基隆港務局西岸海港



風 速



資料來源：中央氣象局。

圖 1-1 基隆地區風速、風向玫瑰圖(全年) 1984 - 1990

大樓頂樓，由於該測站位置已於基隆港內港之內端，受港區地形地物之影響，其所觀測之資料並不能完全反映港口附近之風向、風速狀況，且本計畫未來港區將設置於現有協和火力發電廠外側海域，為能較真實反映港口附近之氣象條件以供本計畫參考之依據，本研究乃再蒐集澎佳嶼1951年至1980年共計30年之氣象資料中有關風速、風向之資料整理分析，將其平均風速按下列方式統計即：

- (1)風力0級：靜風，平均風速小於0.3M/SEC。
- (2)風力1~3級：平均風速介於0.3~5.4M/SEC。
- (3)風力4~6級：平均風速介於5.5~13.8M/SEC。
- (4)風力7級以上：平均風速大於13.9M/SEC。

然後依照十六個風向，將上述(1)~(4)類風速在各個風向所佔之百分比，資料綜合統計列如表1.1。由上述三十年綜合統計資料可知1951年元月至1980年十二月澎佳嶼出現最頻繁的風向為NE向，次為NEN向及NNE向，其出現頻率分別為20.95%、11.71%及10.97%，三方向出現之頻率共計42.95%，為吹風之優勢方向。而風力七級以上之年平均出現比率為7%，而其中仍以NE向為主要出現方向；此外，全年百分之六十四以上之風力在四級至六級之間，依上述結果分析可得下列結論：

- (1)每年六月為東北季風轉西南風之交換期，每年九月為西南風轉東北風之交換期。
- (2)每年九月至次年五月長達九個月之時間，其吹風方向以NNE、NE及ENE為主要吹風方向，但仍以NE向為優勢方向。
- (3)三十年來風力介於一至三級（ $\leq 5.4\text{M/SEC}$ ）者，佔26.48%

表 1-1 澎佳嶼全年風頻率統計表

靜風比例：0.50 統計年數：1951～1980				
\ 風速 風向 \	0.3 ~5.4 m/sec	5.5~13.8m/sec	> 13.9 m/sec	SUM
N	0.90	2.03	0.37	3.30
NNE	1.30	8.50	1.17	10.97
NE	2.47	16.03	1.77	20.27
ENE	1.77	9.27	0.67	11.71
E	2.27	5.67	0.23	8.17
ESE	1.73	4.43	0.43	6.59
SE	2.80	4.40	0.37	7.57
SSE	2.40	5.57	0.60	8.57
S	2.27	3.27	0.13	5.67
SSW	1.07	0.67	0.00	1.74
SW	1.67	0.57	0.00	2.24
WSW	0.93	0.77	0.17	1.87
W	1.77	0.23	0.73	2.73
WNW	0.87	0.77	0.13	1.77
NW	1.53	1.00	0.10	2.63
NNW	0.73	0.87	0.13	1.73
SUM	26.48	64.05	7.00	97.53

，介於四至六級者（5.5~13.8M/SEC）佔64.05%。

(4)經常風向與最大風速之風向大致相同。

(5)風速以十一月較大，其中風速大於13.9M/SEC之比例佔該月之10.87%。

(6)澎佳嶼地區最頻繁之風向為NE向，風速多介於5.5M/SEC~13.8M/SEC間，而風力大於七級以上者仍以NE向出現之頻率為最高。

將基隆測候站與澎佳嶼測候站之近年觀測記錄，相互比較如下表1.2所示，港口附近之風力可能介於兩地測候站觀測值之間。根據基隆新港氣象海象調查及資料整理，在計畫港區附近之野柳地區進行一年之風向觀測，可知野柳地區全年之風向以NNE、NE、NEN為主，不但出現率最高，且風速較大。與上述兩測站資料大致相似，其全年風玫瑰圖如圖1-2所示，由全年風速超值累積曲線，可知風速大致小於15M/SEC者佔95%。季風期風速大於10M/SEC，且吹風延時大於8小時之發生率多大於40%，若風速大於15M/SEC，則發生機率，皆小於12.9%。

將基隆、野柳及澎佳嶼之風力資料相互比較，可知野柳地區風速介於澎佳嶼與基隆測站之間，大致上風向以NNE、NE、ENE 為主，惟野柳地區由於較接近計畫區故其較 基隆站更能代表新港計畫區風力特性。綜合而言，計畫港區之風速以10~15M/SEC較多，延時較長，20M/SEC以上風速除颱風外，極少發生。

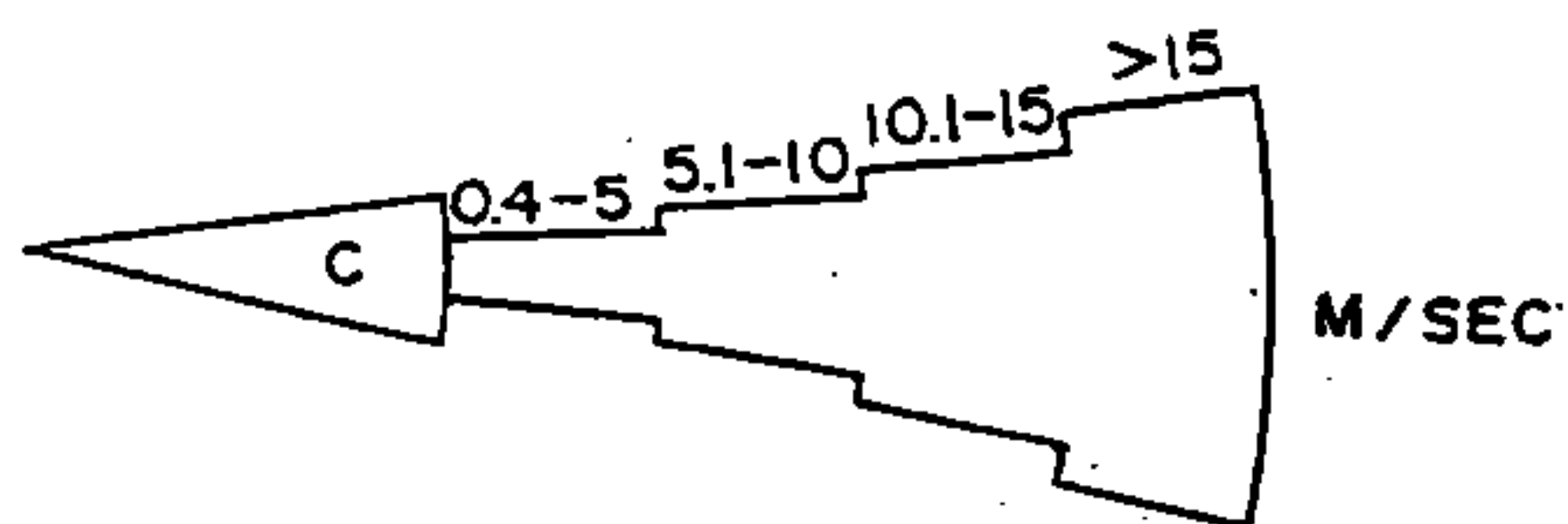
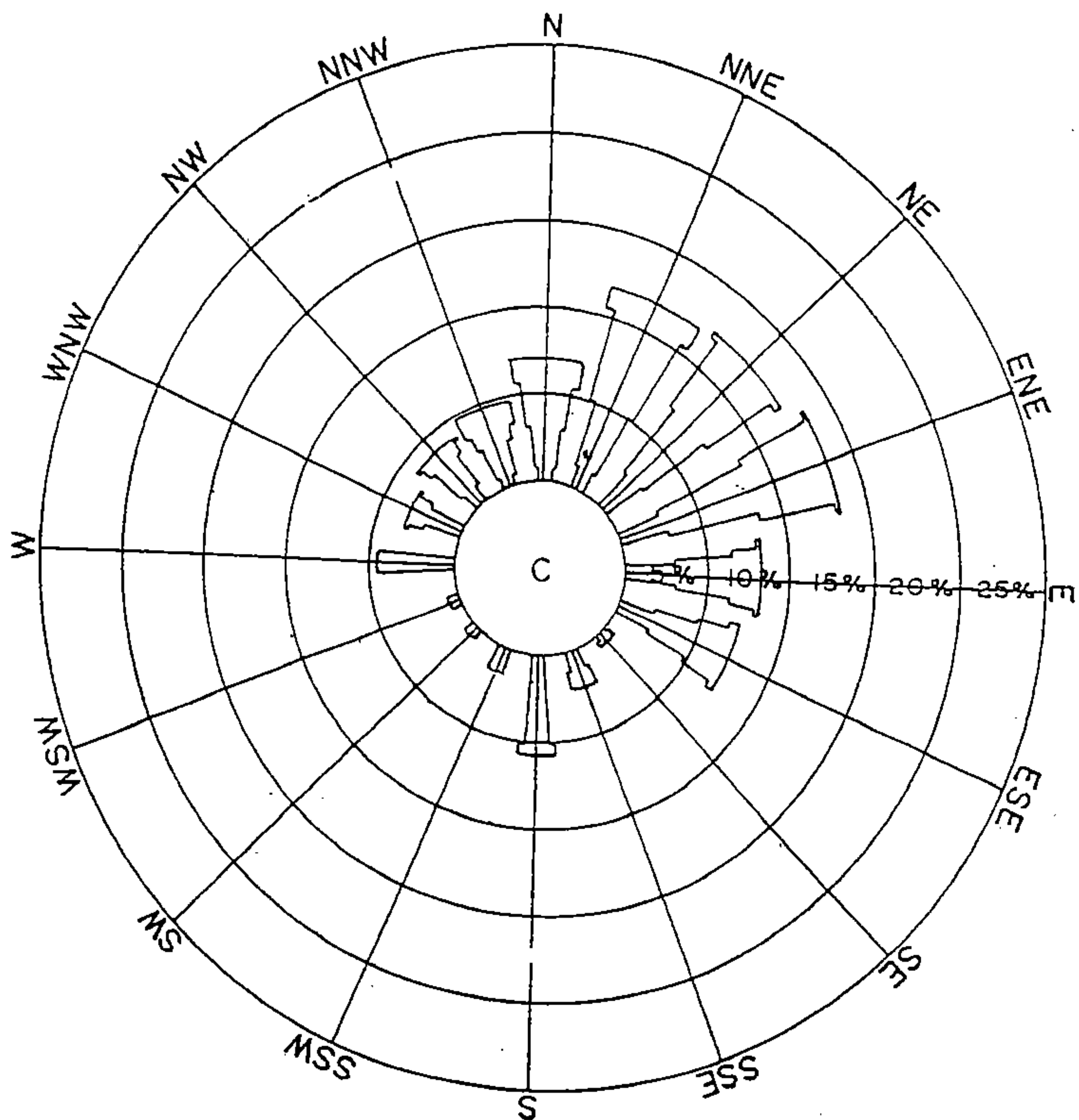
由於風力之作用，對於未來港區船舶之進出安全、裝卸機具之操作等，將有顯著之影響，故有必要對於計畫區內之

表 1-2 澎佳嶼與基隆測候站風力觀測記錄結果比較

單 位：M/CM

		68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
	澎佳嶼	平均 值	8.0NE	7.9NE	7.7NE	7.4NE	7.9ENE	7.9NNE	7.5NNE	6.8NNE	7.4NNE	7.6NNE	7.9ENE
	基隆港測候站	最大 值	29.7WSW	33.3ESE	32.3ESE	23.8NW	21.6WNW	62.7ESE	31.3SSE	31.2SSE	23.6WNW	33.4WNW	42.6W
		平均 值	3.4NNE	3.4NNE	3.3NE	3.4NE	3.4NE	3.2NE	3.3ENE	2.9NE	2.9NE	2.9NE	2.9NE
		最大 值	13.8 N	18.5NE	25.0SE	15.8SSW	16.7NE	27.1SW	20.3NE	23.3SSE	16.0NNE	21.3N	31.0N

資料來源：中央氣象局氣象年報。



資料來源：基隆新港調查報告(75.5)

圖 1-2 野柳測站全年風玫瑰圖 (72年12月15日 - 73年12月13日)

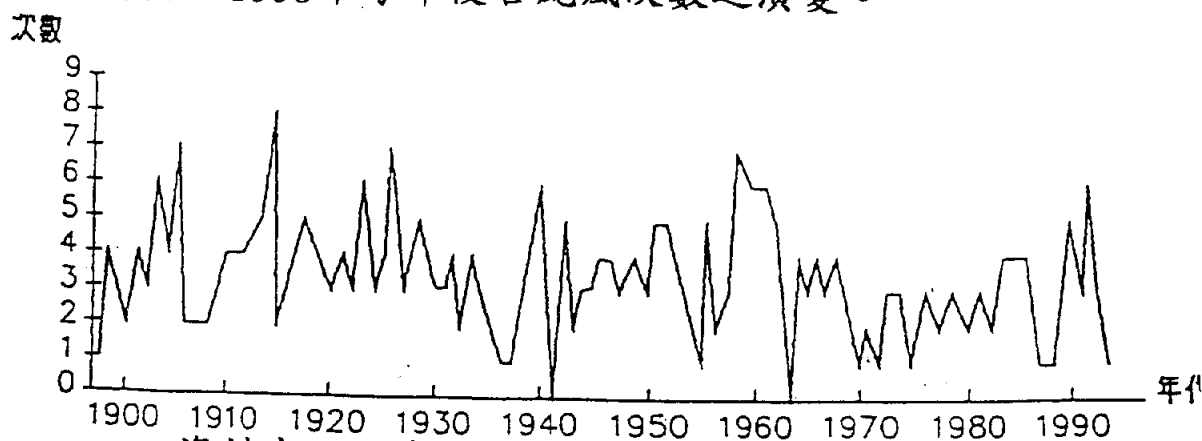
風場進行分析，以確實了解計畫區內風力之作用模式。

1.1.2 颱風

(1) 颱風侵台之頻

在西太平洋上發生之颱風，未必侵襲台灣。對陸地上之損害而言，我們最爲關切者爲侵台颱風之頻率。侵台颱風係指颱風中心在台灣登陸，或雖未登陸，僅在台灣近海經過，但陸上有災情發生者，茲將九近九十七年來各月侵台颱風之次數整理如表1.3所示。資料顯示颱風侵台最早在四下旬，最晚在十一月下旬。過去九十七年（1987～1993）來，侵襲台灣之颱風總共計338次，其中以八月份最多，佔104次，相當於總數之30.8%，七、九月份次之，分別爲80次、79次各占總數之23.7%及23.4%，其餘各月被侵襲之機會較少。

過去九十七年來，台灣每年平均受颱風侵襲約3.5次，僅1994及1964兩年無颱風侵台，1910年則多達8次，圖1-3爲1897～1993年每年侵台颱風次數之演變。



資料來源：中央氣象局颱風年報，本研究整理。

圖1-3 過去九十七年來每年侵台颱風次數之演變

表 1-3 過去九十七年(1897-1993)各月及全年侵台颱風之次數分析(一)

民國	西元	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計
-15	1897	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
-14	1898	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	4
-13	1899	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3
-12	1900	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
-11	1901	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	4
-10	1902	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
-9	1903	0	0	0	0	0	0	1	4	0	1	0	0	6
-8	1904	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	5
-7	1905	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	4
-6	1906	0	0	0	0	2	0	1	1	1	2	0	0	7
-5	1907	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
-4	1908	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
-3	1909	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
-2	1910	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
-1	1911	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	5
1	1912	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	4
2	1913	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	5
3	1914	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	8
4	1915	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
5	1916	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3
6	1917	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	4
7	1918	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	5
8	1919	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	4
9	1920	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3
10	1921	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	4
11	1922	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	4
12	1923	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1	0	0	6
13	1924	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
14	1925	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	4
15	1926	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	0	0	7
16	1927	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	6
17	1928	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
18	1929	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	5
19	1930	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	3
20	1931	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3
21	1932	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	4
22	1933	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
23	1934	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
24	1935	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	4
25	1936	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3
26	1937	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
27	1938	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
28	1939	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	3
29	1940	0	0	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	6
30	1941	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	1942	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	5
32	1943	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
33	1944	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
34	1945	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
35	1946	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	4

續表 1-3 過去九十七年(1897 -1993)各月及全年侵台颱風之次數分析(二)

民國	西元	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計
36	1947	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	4
37	1948	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
38	1949	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	4
39	1950	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	3
40	1951	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3
41	1952	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	0	5
42	1953	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	5
43	1954	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	4
44	1955	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
45	1956	0	0	0	1	0	0	0	1	3	0	0	0	5
46	1957	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
47	1958	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
48	1959	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1	1	0	7
49	1960	0	0	0	1	0	1	1	3	0	0	0	0	6
50	1961	0	0	0	0	1	0	1	2	2	0	0	0	6
51	1962	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	5
52	1963	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
53	1964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	1965	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	4
55	1966	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
56	1967	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	4
57	1968	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
58	1969	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	4
59	1970	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
60	1971	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
61	1972	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
62	1973	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
63	1974	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	3
64	1975	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3
65	1976	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
66	1977	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3
67	1978	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	3
68	1979	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
69	1980	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
70	1981	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	5
71	1982	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3
72	1983	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
73	1984	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	5
74	1985	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	5
75	1986	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	5
76	1987	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	4
77	1988	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
78	1989	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
79	1990	0	0	0	0	1	1	0	2	1	0	0	0	5
80	1991	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	4
81	1992	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
82	1993	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
合 計		0	0	0	2	12	25	80	104	79	29	7	0	338
佔總數之百分比		0.0	0.0	0.0	0.6	3.6	7.4	23.7	30.8	23.4	8.6	2.1	0.0	100.0
近 97 年之平均		0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.8	1.1	0.8	0.3	0.1	0.0	3.5
近 30 年之合計		0	0	0	0	2	9	18	25	22	10	1	0	87
近 30 年之平均		0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.6	0.8	0.7	0.3	0.0	0.0	2.9

資料來源：中央氣象局颱風年報，本研究整理。

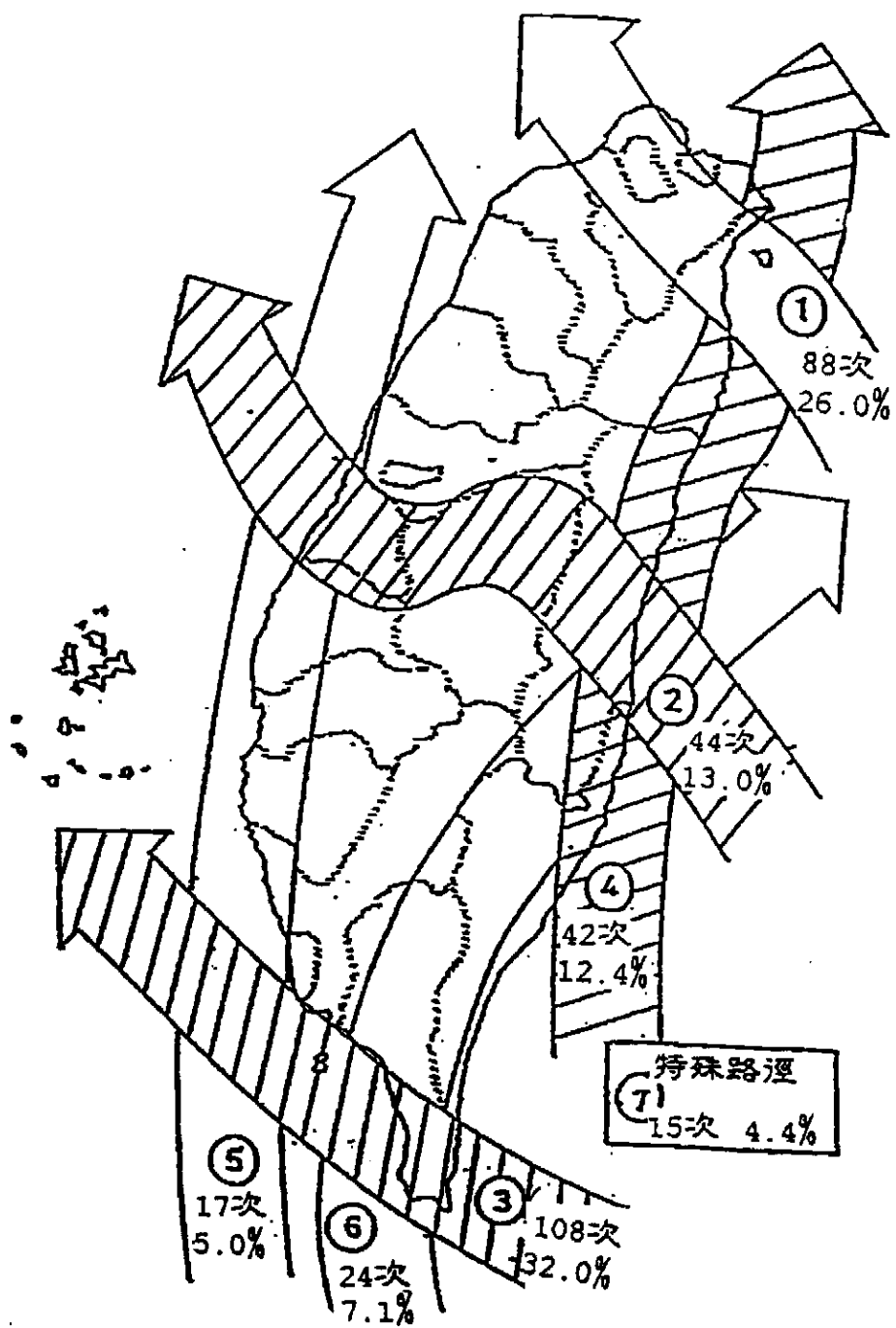
(2)侵台颱風路徑

侵台颱風之路徑雖無兩條完全相同者，但大致可劃分為七類。據此統計過去九十七年來之侵台颱風，如圖1-4。

茲分別敘述如下：

- 第一類：通過台灣北部台北海上，向西或西北進行，計有88次，佔侵台颱風總數之26%，其頻率僅次於第三類。
- 第二類：穿過本省中部，向西或西北進行，計有44次，佔總數之13.0%。
- 第三類：通過南部及南方近海，向西或西北進行，計有108次，佔總數之32%，此類路徑頻率最高。
- 第四類：沿東岸或東部海面北上，計有42次，佔總數之12.4%。
- 第五類：沿西岸或台灣海峽北上，共17次，佔總數之5.0%。
- 第六類：通過中南部，再向東北出海者，計有24次，佔總數之7.1%。
- 第七類：不屬於以上六類之特殊路徑，曾出現15次，佔總數之4.4%。

其中直接侵襲或間接影響基隆地區之颱風路徑為第一類、第二類、第四類及第五類，過去九十七年來總計發生191次之多，佔直接侵台颱風次數之56.5%，每年平均發生



資料來源：中央氣象局颱風年報，本研究整理。

圖 1-4 侵台颱風路徑分類統計(1897 -1993年)

1.96次，其造成災害之主要原因為豪雨、暴雨及浪潮作用。颱風登陸地點之分段統計如圖1-5，對本區有直接影響者為登陸於澎佳嶼、宜蘭、花蓮之間的颱風，共計62次，佔登陸次數之36.7%。

1.1.3 氣溫

將過去1984～1990年的氣溫資料，逐月統計其最高、最低、平均氣溫，由統計結果可知，每年七、八兩月其平均氣溫最高（約為 29°C ），每年一、二月平均氣溫最低（約為 16°C ），七年紀錄中八月之氣溫最高（ 36.5°C ），三月之氣溫最低（ 4.0°C ）。

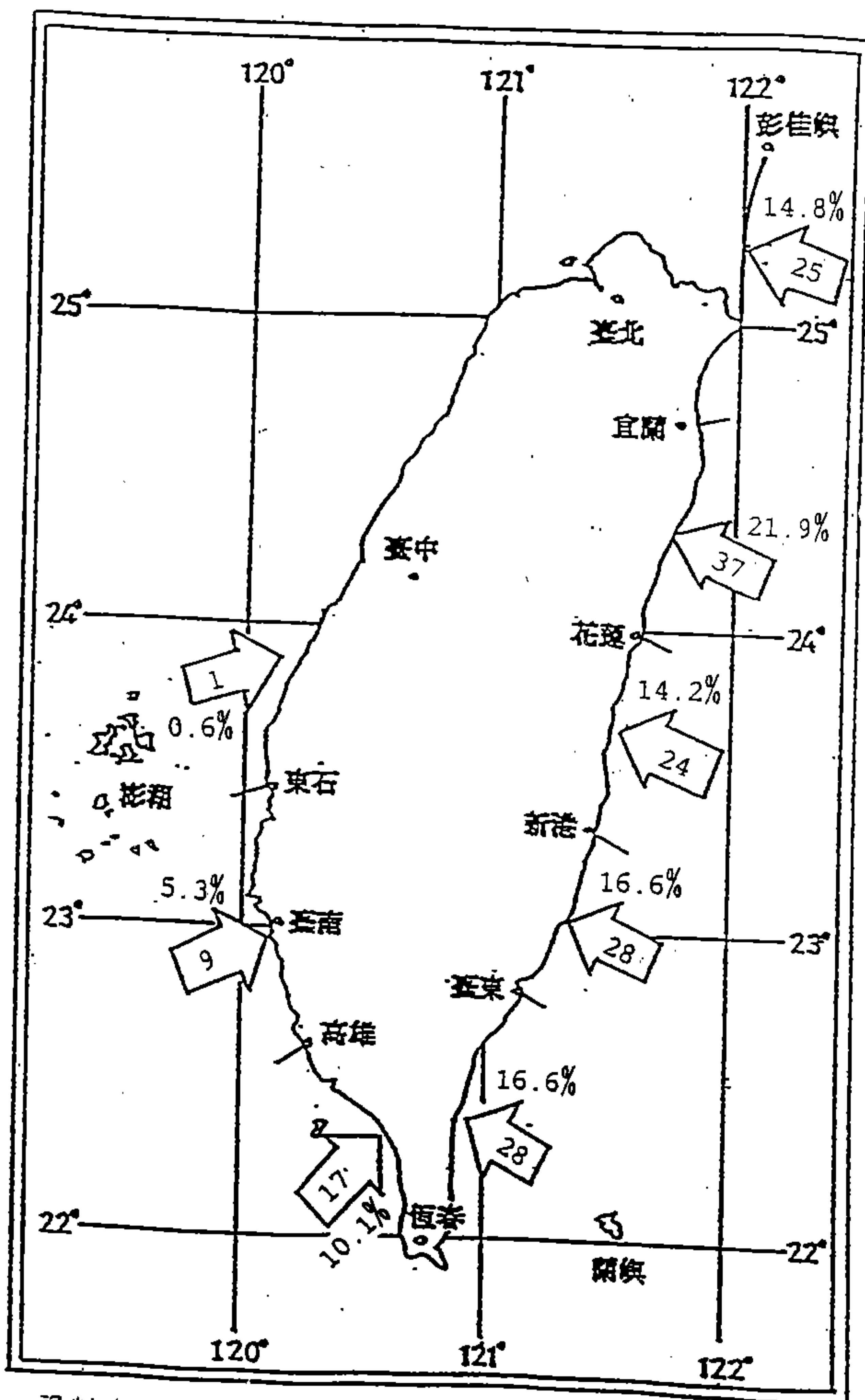
1.1.4 氣壓

氣壓與風、雨的形成有密切之關係，將氣壓資料逐月統計，結果如圖1-6所示，最高氣壓為1,030.4mb，出現在二月，最低為953.8mb，出現在八月，每年六、七、八月平均氣壓最高約為1,018mb。

氣壓之變化，常引起海域水面升降。因此，分析其可能引起海面水位差之季節與氣壓，以作為設計之參考。

1.1.5 相對濕度

相對濕度之逐月統計結果如圖1-7，由統計結果可知各月份最大之相對濕度均為100%，最小相對濕度為25%，發生在七月，另由平均相對濕度曲線可知每年六、七、八月為濕度較低之月份，每年一至三月為濕度較高之月份。



資料來源：中央氣象局颱風年報，本研究整理。

圖 1-5 颱風登陸地點之分段統計(1897 -1993年)

基隆地區大氣壓力逐月分佈

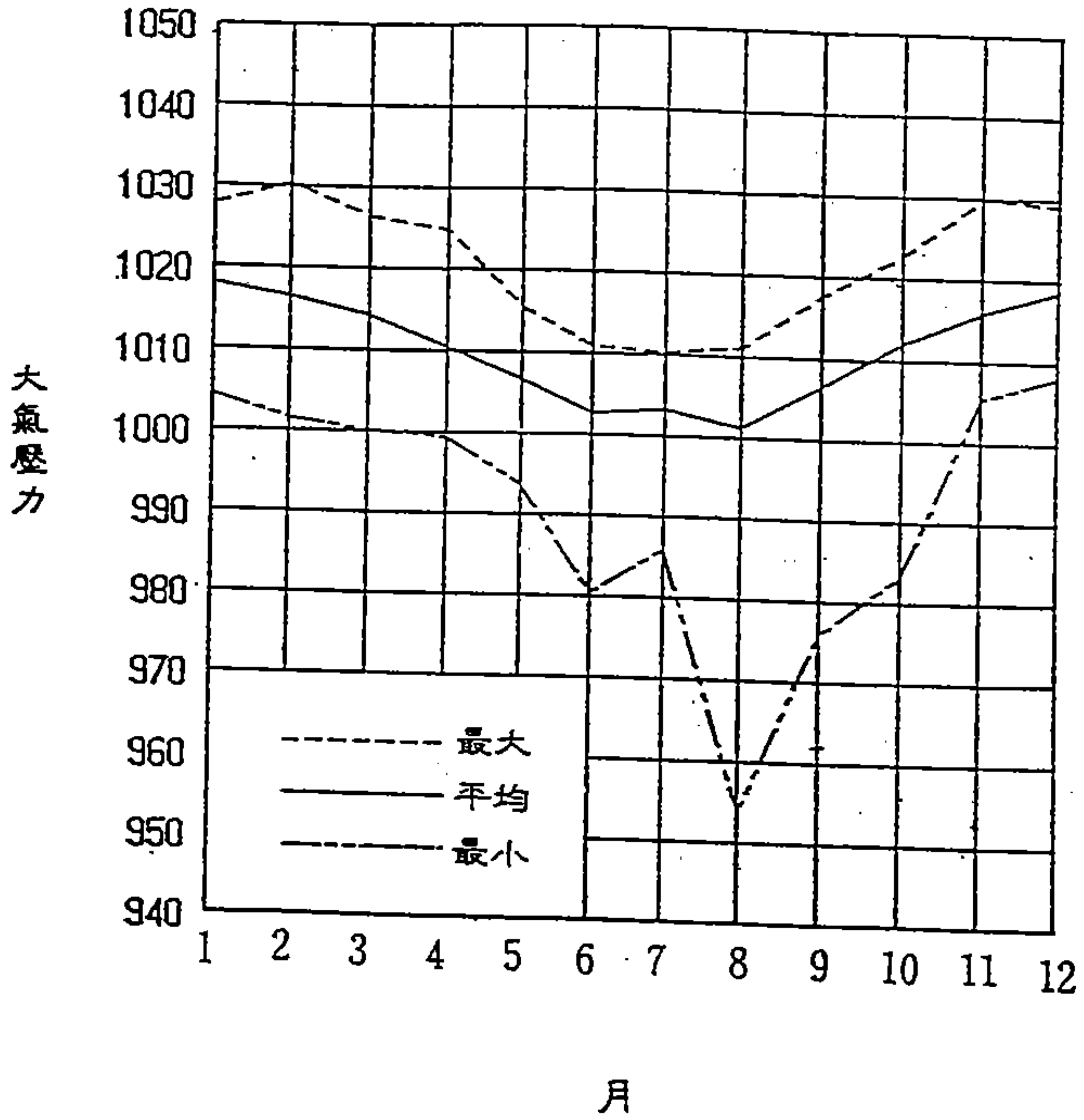


圖 1-6 基隆地區氣壓逐月統計圖(1984 -1990年)

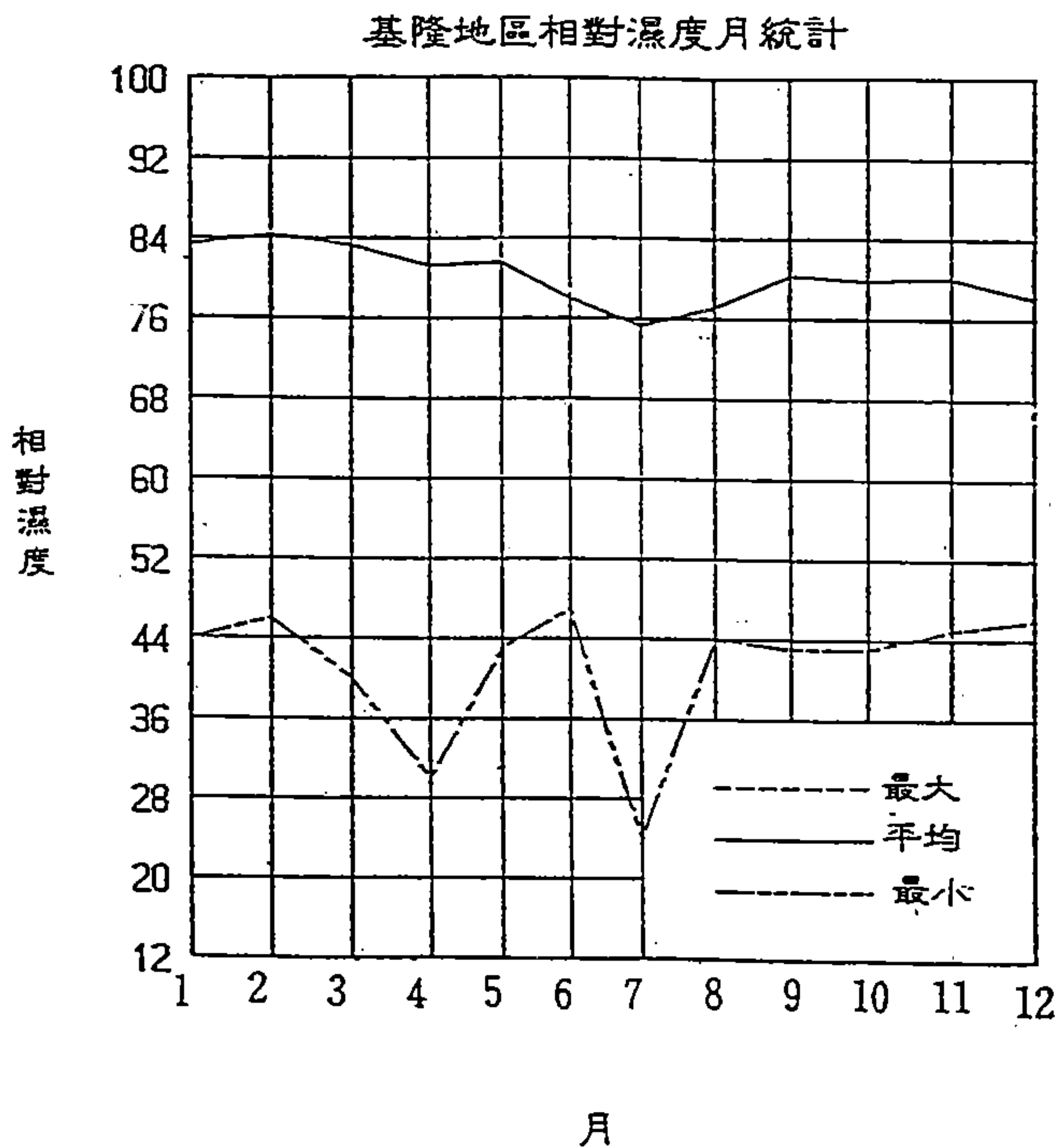


圖 1-7 基隆地區相對濕度逐月統計圖(1984 -1990年)

1.1.6 能見度

能見度之逐月統計結果如圖1-8所示，最大能見度為50km，每年五月至十月均有此記錄，最小能見度為200m，出現在十二月至次年四月，平均能見度以七、八、九、十月較佳約14km，二、三、四月較差約9km左右。

1.1.7 降雨量

本研究整理中央氣象局民國五十四年至七十五年氣象年報，統計分析結果得知，年平均降雨量約為3,683.4公厘，以二月份最高達405.7公厘，九月份最少，僅及138.8公厘；年平均降雨日數達208.1日，以三月份之21.0日為最多，一月份及十一月份居次，分別達20.6日及20.5日，而以七月份最少，僅為9.1日。另由民國三十八年至七十五年降雨日數資料，得知降雨量大於0.1mm及1.0mm以上之全年降雨平均降雨日數分佈見圖1-9。基隆地區各迴歸週期之延時降雨強度，如圖1-10所示，其分析結果如表1.4所示。

1.1.8 霧日

根據基隆測站往年統計資料可知，霧日以一月至六月居多，七、八、九三個月最少。近年來因環境及氣候變化頗大，霧日有增多現象，平均每年霧日約36.9天，約佔全年日數的10.1%，對於港灣工程施工影響不大，對航行船隻亦不致造成嚴重之阻礙。

基隆地區能見度月統計

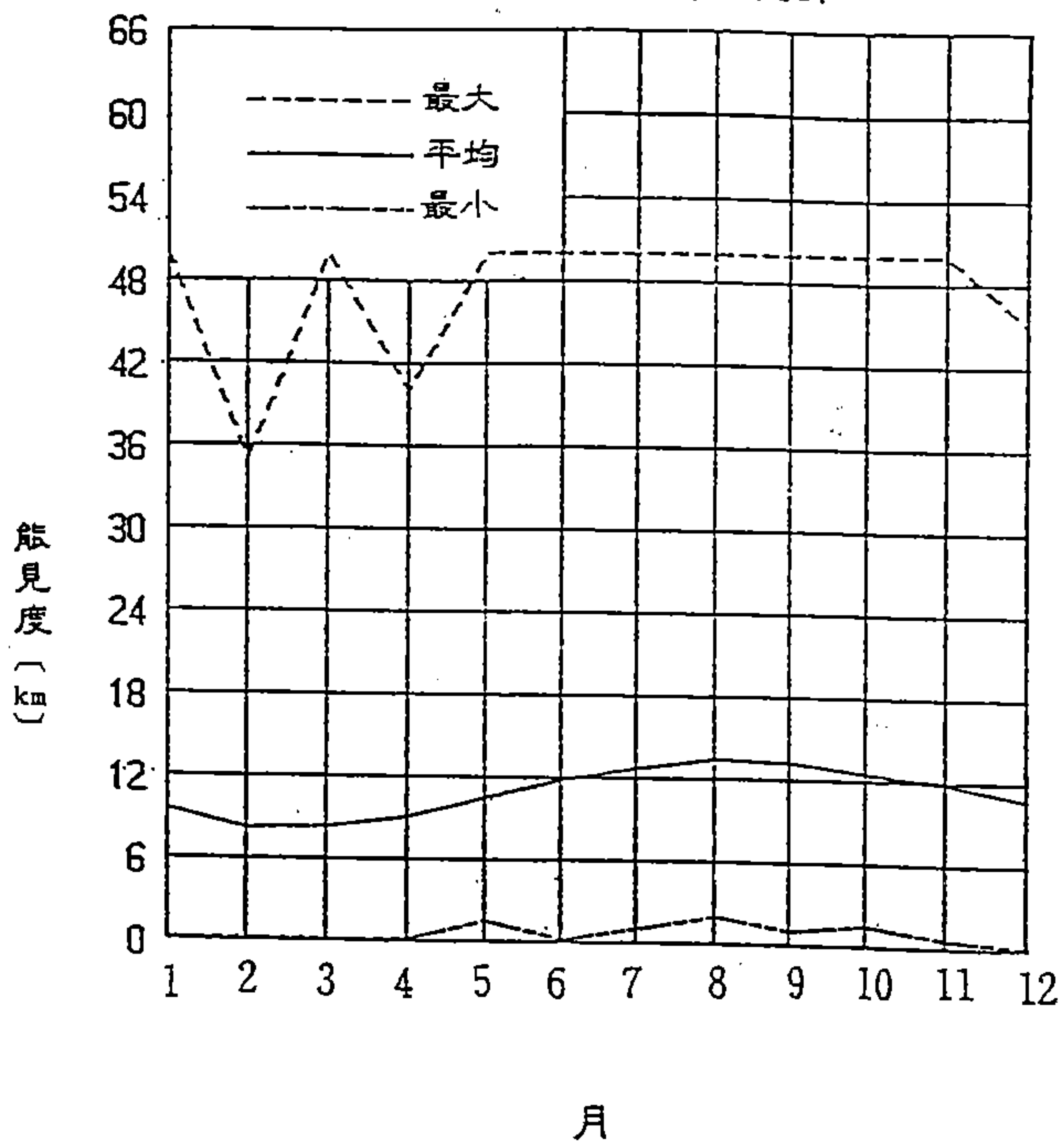


圖 1-8 基隆地區能見度逐月統計圖(1984 -1990年)

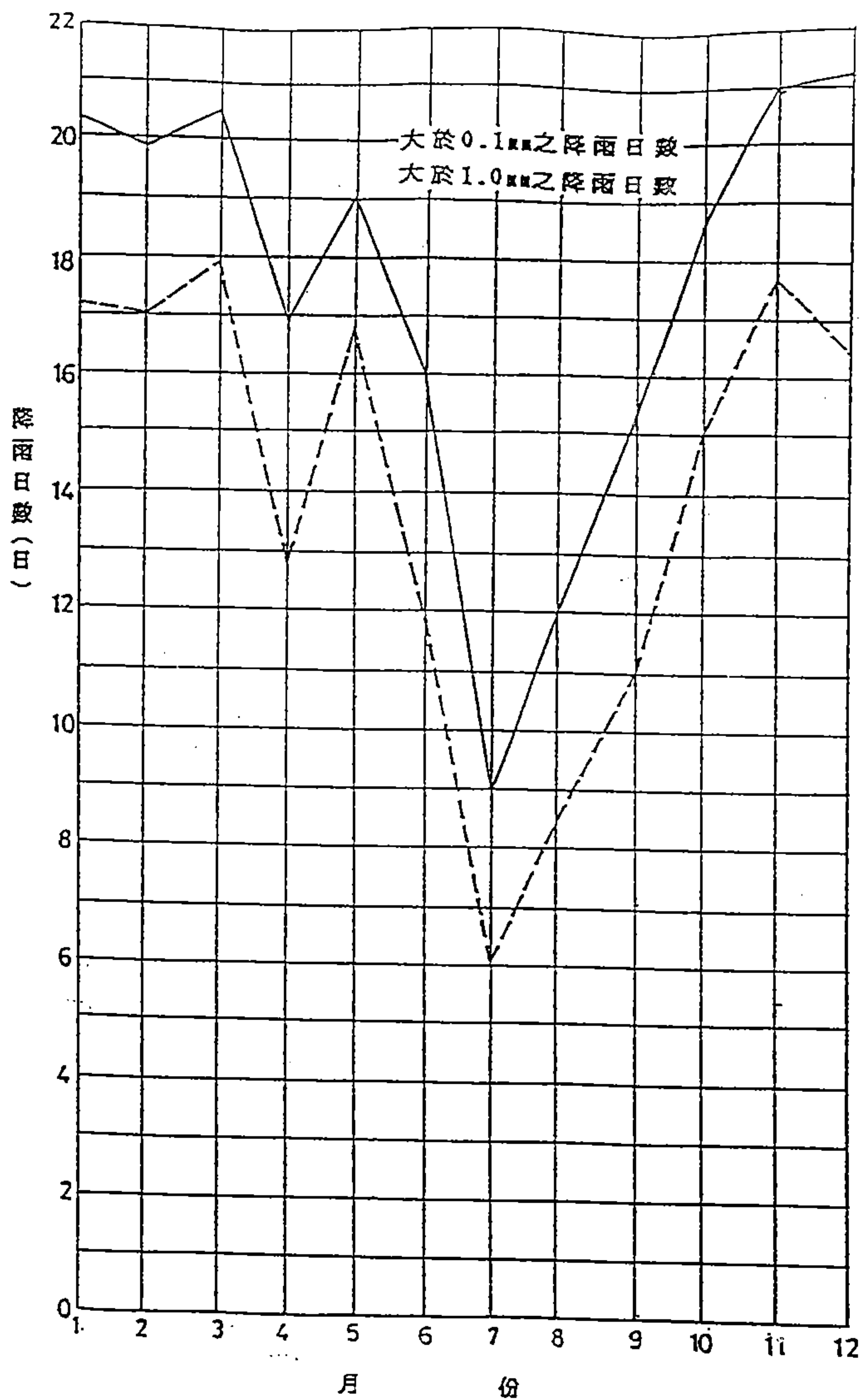


圖 1-9 日降雨量大於0.1mm及1.0mm之月平均降雨日數分佈圖

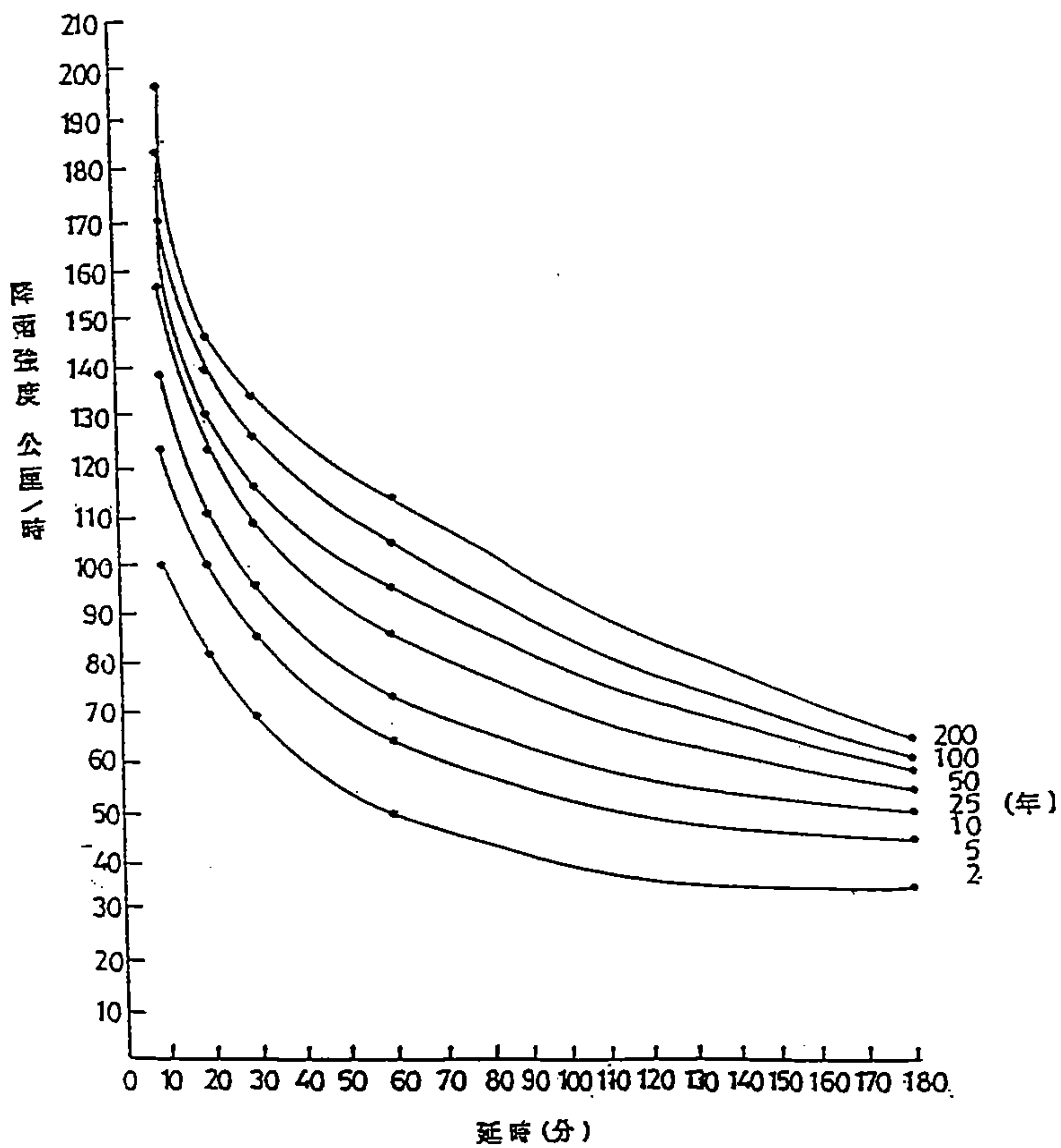


圖 1-10 基隆氣象測站降雨強度頻率分析曲線
(LOG-PERSON TYPE III 頻率分析法)

表 1-4 基隆地區各種延時雨量強度頻率分析結果(1952年-1980年共29年資料),

再現期 年	LOG-PEARSON TYPE III					用 文 通					GUMBEL (極大值)				
	降雨延時 (分)					降雨延時 (分)					降雨延時 (分)				
	10分	20分	30分	60分	180分	10分	20分	30分	60分	180分	10分	20分	30分	60分	180分
200 年	197.4	147.2	134.2	114.5	64.9	201.0	157.2	140.7	112.6	71.9	217.1	169.3	152.2	122.5	78.5
100 年	184.0	139.4	126.0	105.0	61.8	186.7	146.5	130.5	103.9	66.6	200.7	156.9	140.4	112.4	72.2
50 年	170.6	131.4	117.6	95.7	58.4	172.4	135.8	120.2	95.1	61.2	184.1	144.5	128.6	102.2	65.0
25 年	157.1	123.0	108.9	86.5	54.8	153.3	121.5	106.6	83.4	54.1	162.0	128.0	112.8	88.7	57.6
10 年	138.7	110.8	96.6	74.3	49.4	138.6	110.4	96.0	74.3	48.5	145.0	115.2	100.6	78.2	51.1
5 年	123.8	100.4	86.2	64.8	44.1	123.2	98.9	85.0	64.9	42.8	127.2	101.8	87.8	67.2	44.4
2 年	100.5	82.8	69.3	50.5	35.1	108.6	88.0	74.6	55.9	37.3	100.3	81.7	68.6	50.7	34.2

註：本表中降雨時 180 分所求值為 1952 年~1977 年資料。

1.2 海象資料

1.2.1 潮位

(1)基隆港實測潮位統計分析

根據中央氣象局編印之潮汐觀測年報，統計近三年（78、79、80）之基隆驗潮站潮汐資料，整理分析結果如下：

H.H.W.L. : +1.48M

（最高高潮位）

M.H.W.L. : +1.21M

（平均高潮位）

M.W.L. : +0.93M

（平均水位）

M.L.W.L. : +0.64M

（平均低潮位）

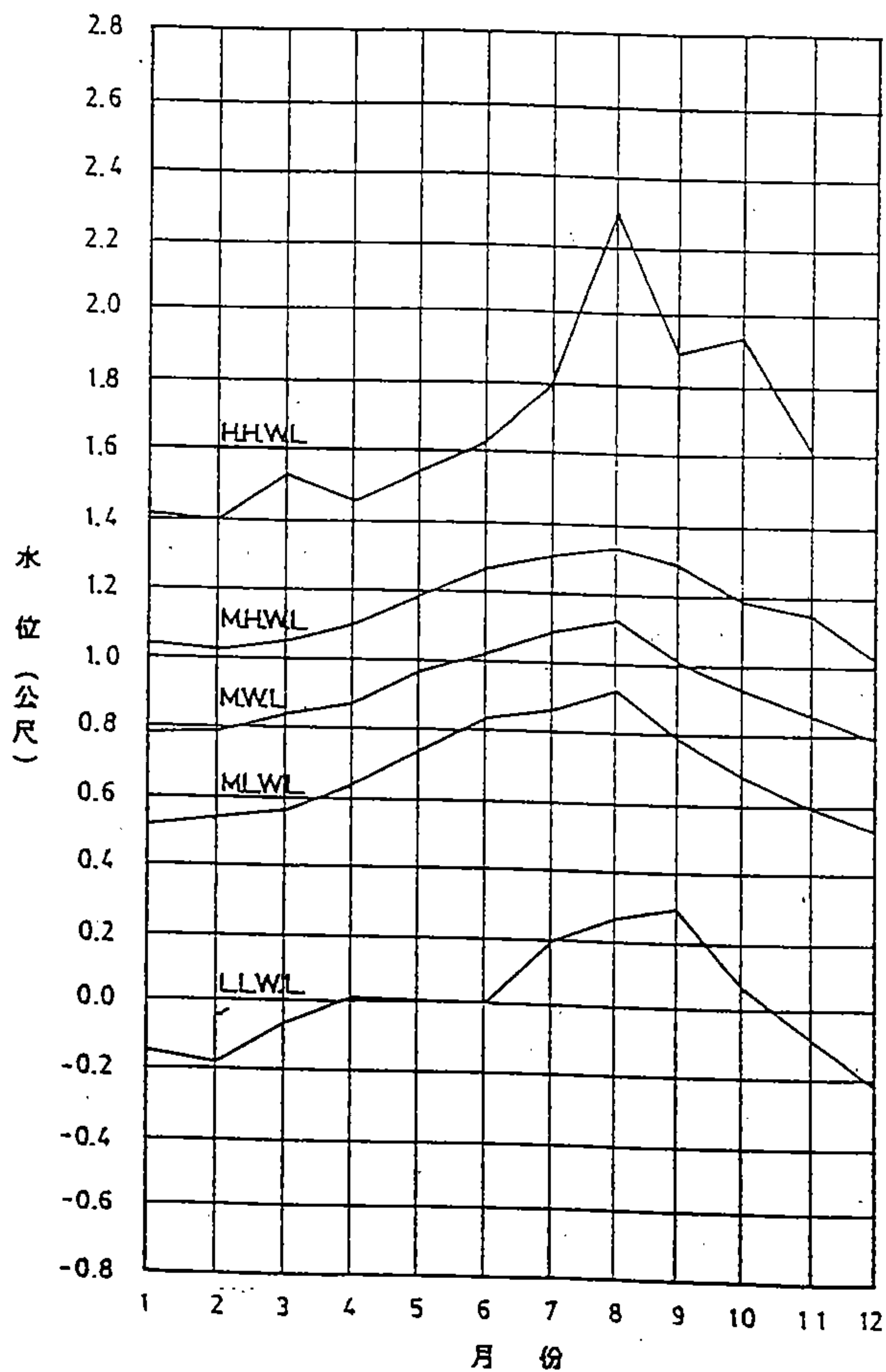
L.L.W.L. : +0.18M

（最低低潮位）

M.T.R. : +1.30M

（最大潮差）

基隆最高高潮位為+2.31M，發生於民國六十五年八月，最低低潮位為-0.23M，發生於民國五十八年十二月，基隆港各種水位全年各月呈不規則變化，夏秋較高，春冬較低，圖1-11為各種潮位月變化圖。採用年數超值系列(Annual exceedance Series)樣本選擇法與Log Pearson TYPE III 法分析最高水位發生機率。由此計算結果可知六十五年八月發生之H.H.W.L.=+2.31M，相當於迴歸期150年所發



資料來源：基隆新港氣海象調查報告。

圖 1-11 基隆各種水位月變化圖

生之暴潮位。

(2) 天文潮位分析

依基隆港潮位連續記錄，選擇37個對基隆地區影響較大之分潮進行調和分析，得各天文潮位為：

H.H.W.L. : +1.52M

M.H.W.L. : +1.17M

M.W.L. : +0.93M

M.L.W.L. : +0.75M

L.L.W.L. : -0.01M

由上述說明可知，基隆港平均水位為+0.93M，平均高潮位+1.20M，平均低潮位+0.64M，平均潮位之差異在0.23~0.25M左右，表示基隆港附近水域水位變動並不明顯。通常在設計海岸或港口有關構造物時，均以最高潮位或最常出現之潮位來考量。

1.2.2 波浪

(1) 波高與週期

依基隆新港海象調查報告中七十二年至七十四年(缺72年8、10、11月)之波浪實測記錄資料整理得全年及每月示性波高與週基對應圖，如圖1-12所示，可知全年95%以上示性波高均低於4.9公尺，其中以0.5~1.0公尺者出現率最高達20.88%，週期以6~8秒出現率最高，95%之週期皆小於11秒。

(2) 波高與波向

波向觀測站位於基隆港務局野柳信號台，自七十三年

十月起至七十四年十二月以Rcal-Decea雷達系統進行波向觀測。其全年示性波高與波向之關係如表1.5所示。此記錄配合同時測得之波高進行統計分析，得知每年十月至翌年三月受東北季風影響，波向以ENE居次，偶有NNE及E向波浪。

(3)波浪特性研判

基隆水域每年十月至翌年三月受強烈東北季風吹襲，海面波浪較大，其餘時間海面尚稱平穩。季風波高多在4公尺以上，波向以NE為主，ENE次之。

1.2.3 海流

綜合基隆新港海域之各種海流現場實測報告得知，九～十一月，漲潮流向主要為西北西向，退潮流向為東南東向，一～四月，漲潮流向主要為西北向，退潮流向為東南向。一般而言，流向約與海岸線平行，平均流速為0.2～1.2節，表層、中層流速相差不大，流向約呈一致，但以中層流速稍大，最大流速一航皆大於1.5節，記錄最高流速達2.23節，綜合整理如表1.6所示。

另外海軍海洋測量局之海圖標示，可知附近海域漲、退潮之流速及流向則如圖1-13所示。

1.3 地形資料

1.3.1 地形

基隆市面積90%以上為山地，平地僅分佈於港口周緣及狹長之主要河谷地帶。

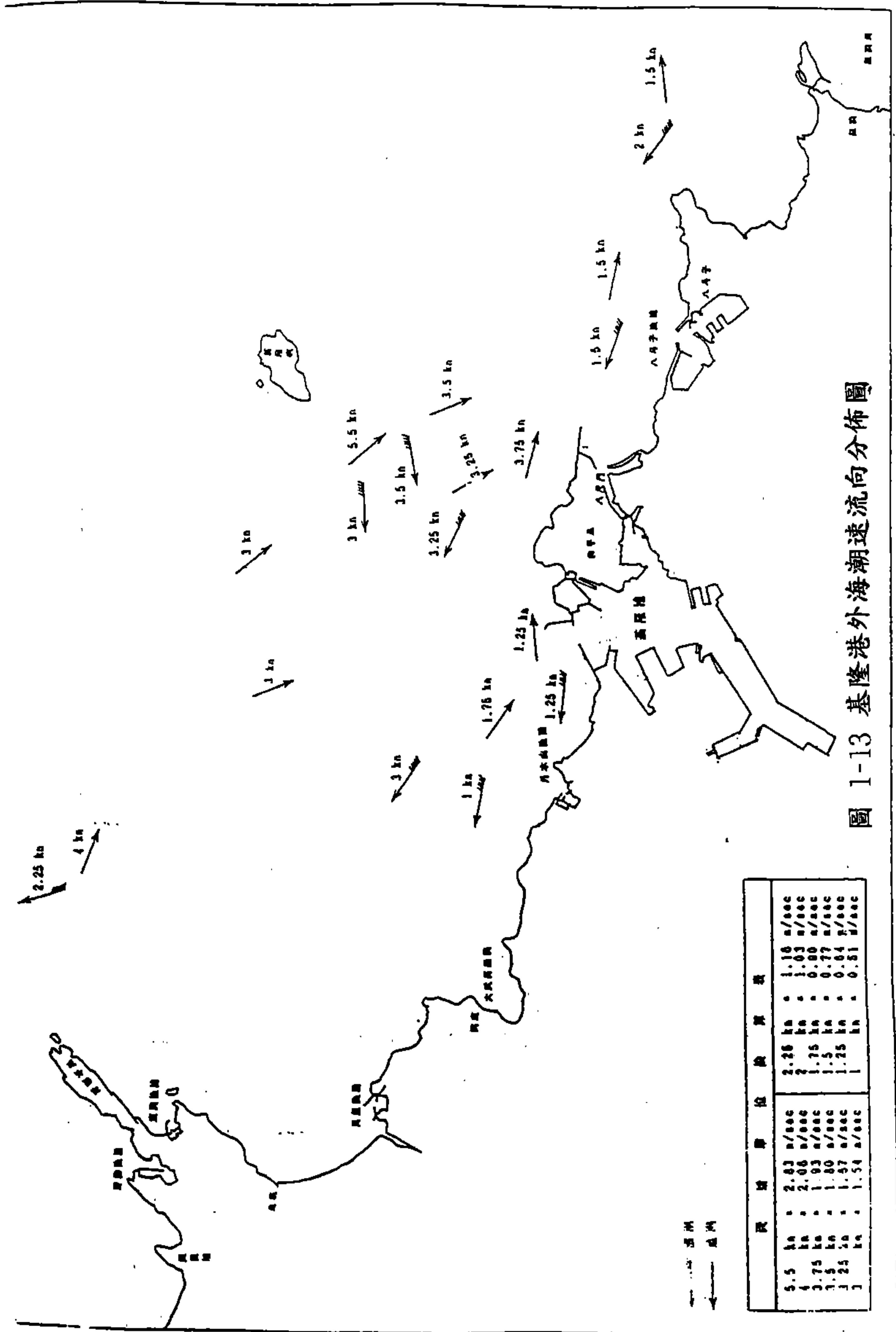
表 1-5 基隆港全年波向、波高統計表
(民國73年11月 - 74年10月)

		15	331	203	3	552
			1			1
5		2	1			3
			3			3
4			5			5
		1	15	1		17
3		1	34	4		39
		2	59	10		71
2		1	56	16		73
		6	63	41	1	111
1		1	60	66	1	128
		1	29	58	1	89
0			5	7		12
	N	NNE	NE	ENE	E	

資料來源：基隆新港氣海象調查報告。

表 1-6 海流流向流速綜合整理比較表

	直 接 觀 測		浮 標 追 踪		定 點 觀 測	
	夏	冬	夏	冬	夏	冬
表 層	270° - 330° (漲潮) 90° - 150° (退潮)	330° - 360° (漲潮) 120° - 150° (退潮)	270° - 360° (1M) (漲潮) 90° - 180° (1M) (退潮) 270° - 330° (4M) (漲潮) 120° - 180° (4M) (退潮)	300° - 360° (1M) (漲潮) 90° - 210° (1M) (退潮) 270° - 360° (4M) (漲潮) 90° - 210° (4M) (退潮)	-	-
中 層	270° - 330° (漲潮) 120° - 180° (退潮) 0.2 - 1.4	300° - 360° (漲潮) 90° - 180° (退潮) 0.2 - 0.8	-	-	-	-
底 層	270° - 330° (漲潮) 120° - 180° (退潮) 0 - 0.8	300° - 360° (漲潮) 90° - 180° (退潮) 0 - 0.8	-	-	270° - 330° (漲潮) 120° - 180° (退潮) 0.4 - 1.2	270° - 360° (漲潮) 90° - 180° (退潮)



基隆市之地勢並不高，超過500公尺以上者，僅佔總面積2.1%，最高者達700公尺，大部份均在100公尺以上(約佔全市面積50%強)，其中50公尺以下面積3,381.65公頃，50公尺～100公尺部份面積3,172.75公頃。全境土地坡度在30%以上者分佈於全市各區中，約佔總面積之半，除非大規模有計畫之全盤整地外，不適於都市開發；坡度在5%～30%間者分佈很廣，但很少集中，大都與30%以上坡地相混，主要有大武崙，內外木山、深澳坑、瑪陵坑一帶，可適於山坡地之開發；坡度在5%以下者，集中在基隆港口平原及河谷地區沿岸，面積極為有限，為全市人口聚居與產業活動的主要分佈地區。

1.3.2 山丘

基隆市全境山岳起伏，西北部山岳屬大屯山支系，東南部山岳屬雪山山脈。其東為深澳山、月眉山、滴水山、五分山，南為姜子寮山，西為五指山、大武崙山，北為內木山、外木山，西北為獅頭湖山，中為獅球嶺、紅淡山、新山。

基隆市區大部份均在基隆丘陵上，平地少見，除港口附近外，其餘均為丘陵綿延之地區，且部份山嶺直逼港口及海岸造成陡直之懸崖。

1.3.3 海岸和港灣

基隆市北部為鋸齒狀曲折之海岸線，不包含各島嶼其海岸長度，全長約30餘公里，由於多數直逼海岸，海岸平原面積甚小。

圖1-14為基隆外海海域水深概要圖，圖中標示水深-10米、-30米及-50米之等深線，由圖中可知基隆港港口東北側，海底地形急劇下降而為深陷之海溝，港口東側之海岸水深地形也是陡降的深陷地形。惟港口西側外木山漁港至野柳半島間之海域水深則稍見平緩，為研議中之基隆新港之港址。

1.4 地震

本畫地區位於西部地震帶之東北端，依港灣構造物設計標準與現行建築技術規則中爰台灣地區地震分區，本區屬中震區。

台灣地區每年產生有感地震約250次，震央距離、強度、規模、出現數隨地區有極大之不同。依據蔡同明先生研究，台灣地區100年可能來襲之最大加速度預期值分佈如圖1-15。

(1)台灣位居環太平洋地震帶，本島地震帶約可分成：

- ①西部地震帶—在西海岸，自新竹經台中、嘉義至台南。
- ②琉球地震帶—由嘉義經花蓮，而與琉球群島相接。
- ③東部地震帶—靠近東海岸，自宜蘭、花蓮而至台東。

本港區雖不在地震區內，但距三個地震區都不遠，如圖1-16所示。

(2)設計震度分析

設計港灣耐震構造物時，地震力視為靜力及載重與設計震度之乘積，且由於垂直震度對結構物安全之影響因結構物之種類與構造而異，且計算上頗為複雜，故一般均考量地震力主要作用於水平方向。設計震度因地區、地層及

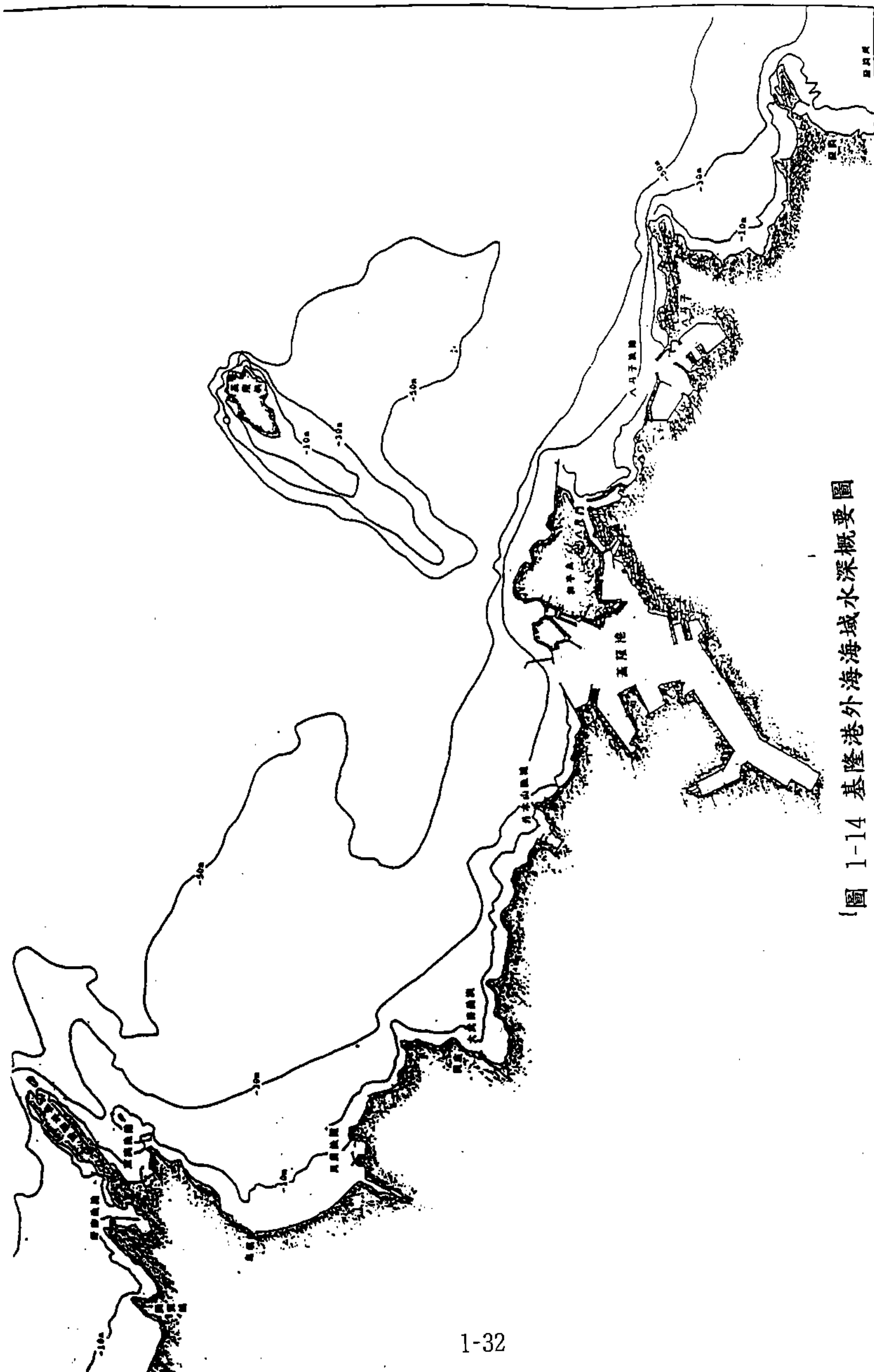


圖 1-14 基隆港外海海域水深概要圖

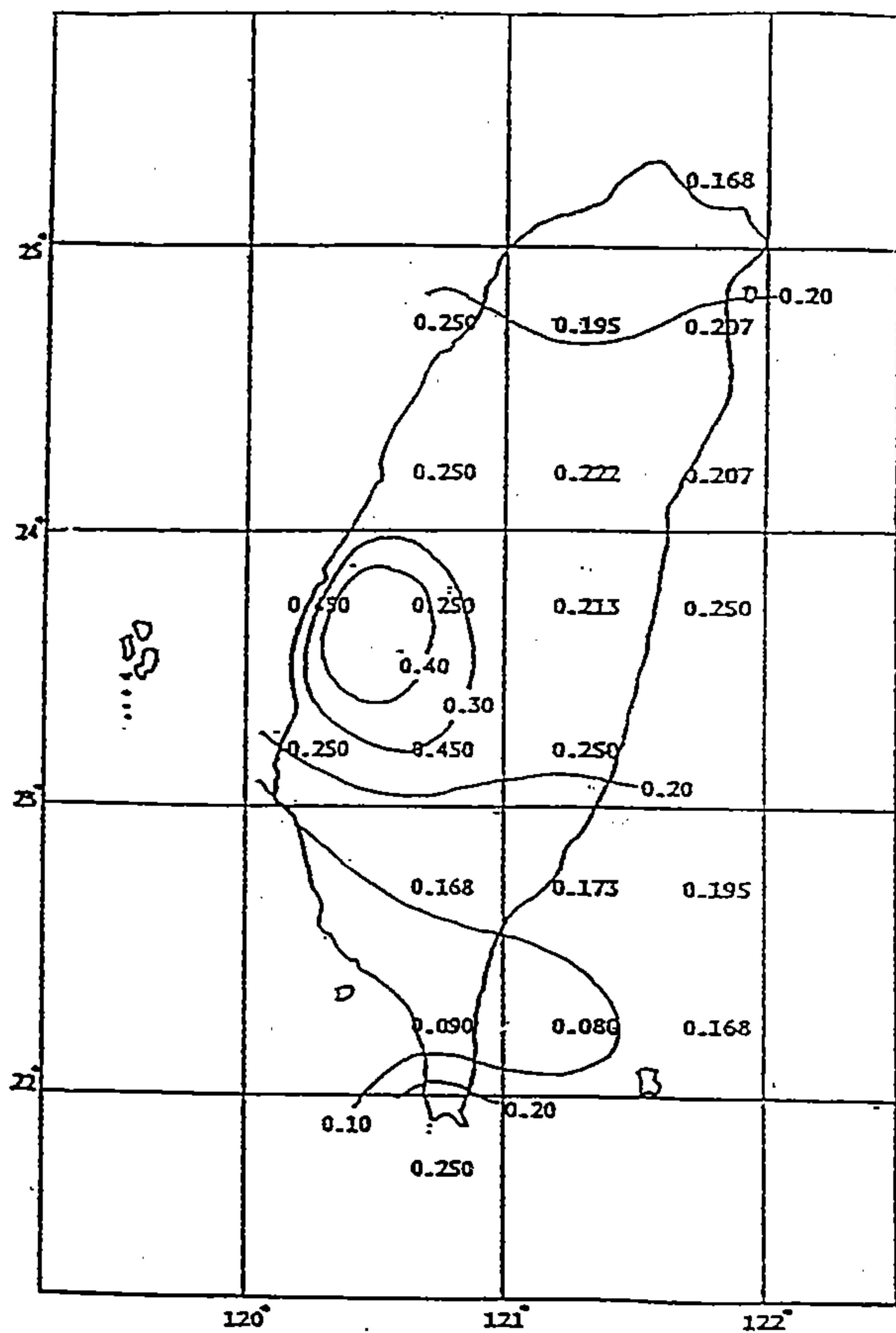


圖 1-15 台灣地100年內可能來襲地震之最大加速度預期分佈(單:g)
資料來源：地震工程—徐明同

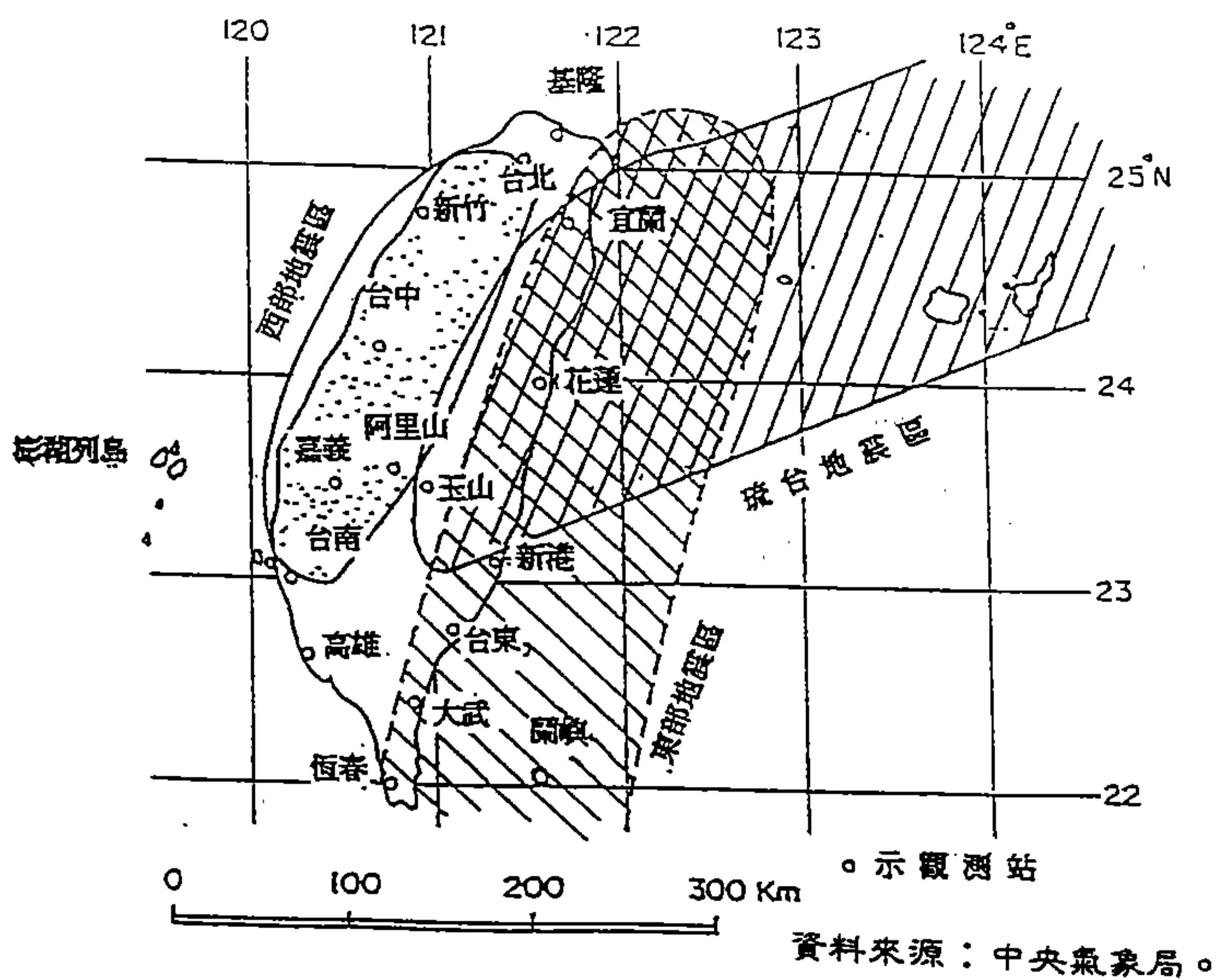


圖 1-16 台灣地震觀測站和地震帶

結構物之重要性，可依下列公式計算：

$$\text{設計水平震度係數}(K_h) = Z * S * I$$

式中，

K_h ：設計水平震度係數，應不小於0.10。

Z ：地區震度係數

S ：地盤分類係數

I ：重要性係數

①地區震度係數(Z)

台灣地區劃分為強震地區（甲、乙）、中震地區及弱震地區，如圖1-17所示，各地區之地區震度係數 Z 值應依照表1.7之規定。本區係屬中震地區，故地區震度係數取0.1。

表1.7 台灣區地域別震度表

類 別		地區震度係數
強度地震地區	①新城、花蓮、壽豐、瑞穗之間地區。 ②鵝鑾鼻、恆春之間地區。 ③苗栗、銅鑼、三義、豐原之間地區。 ④斗六、虎尾、斗南、大林、民雄、嘉義、後壁、新營、白河、關子嶺、吳鳳、梅山之間地區。	0.15
強度地震地區	①沿蘇澳、南方澳、天祥、玉里、新港、台東之間地區。 ②大武、楓港、枋寮之間地區。 ③環繞信義、集集、名間、溪洲、北港、朴子、學甲、台南、新化、玉井、瑪雅之間地區。 ④環繞新竹、竹南、後龍、苑裡、大甲、清水、台中、東勢、卓蘭、大湖、獅潭、竹東地區。 ⑤基隆、台北、板橋、桃園、中壢地區。 ⑥蘭嶼。	0.10
強度地震地區	強烈地震及中度地震以外地區	0.05

資料來源：港灣構造物設計標準(P241～P242)

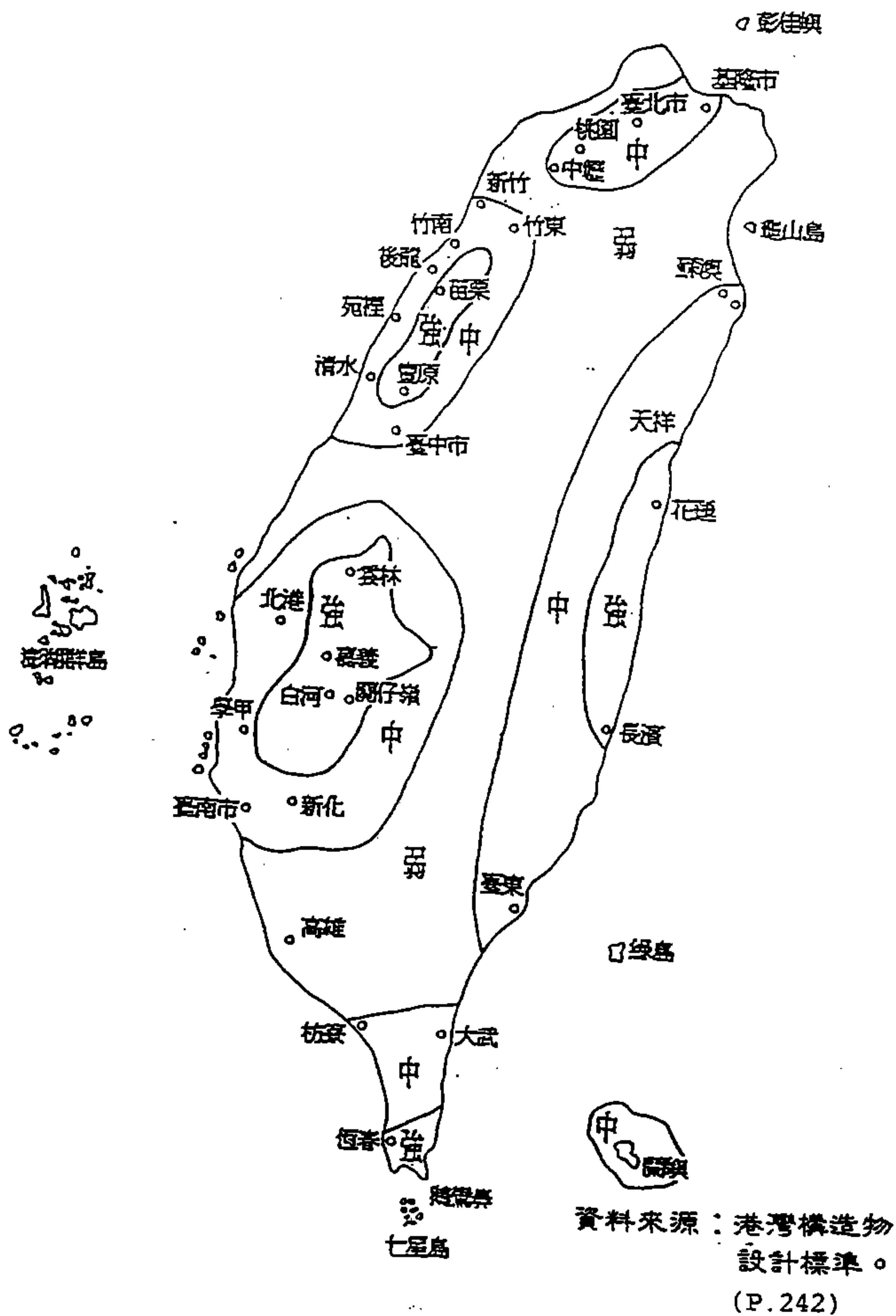


圖 1-17 台灣地區地震分區圖

②地盤分類係數(S)

震度設計使用之地盤分類係數，原則上係依據地盤種類特性而分，如表1.8所示。

表1.8 震度設計使用之地盤分類係類

地 盤 分 類	地 盤 分 類 係 數 T(S)
第 一 種	0.8
第 二 種	1.0
第 三 種	1.2

資料來源：港灣構造物設計標準(P243)。

上述地盤分類係依據甲積層、洪積層之厚度與其他因素等共同決定，其地盤分類如表1.9所示。

表 1.9 地盤分類表

第四紀層厚度	砂礫層	一般之砂、黏土地盤	軟弱地盤
5公尺以上	第一種	第一種	第二種
5~25公尺	第一種	第二種	第三種
25公尺以上	第二種	第三種	第三種

資料來源：港灣構造物設計標準(P243)

依相關之地質及土壤分析資料得知，本計畫屬第三紀中新世地層為砂石與頁岩之交互地層，其一般地層堅硬，應較表5.1.10之地盤分類第一種為佳，故其他盤分類係數可採用0.8為震度設計參考值。

③重要性係數(I)

重要性係數乃依構造物之重要程度而定，其值約在

0.5~1.5之間，而構造物之重要程度分類一般可以參照表1.10之規定，故本計畫之重要性係數，採用其平均值1.25為震度設計參考值。

表1.10 重要性係數值

重要性係數 (I)	結 構 物 別
1.0 1.5	防波堤、海堤、碼頭及其他需特別考慮之結構物。
0.5 0.8	上列以外之結構

④依上述條件，本計畫區之設計水平震度係數

$$\begin{aligned}
 K_h &= Z * S * I \\
 &= 0.1 * 0.8 * 1.25 \\
 &= 0.10
 \end{aligned}$$

第二章 淡水港址海、氣象分析

2.1 自然環境資料整理分析

基本資料包括淡水、八里地區附近氣象、海象、地形、地況、地質、水文、實測或觀測資料之整理分析。

自然環境條件不僅關係未來施工進度與安全，亦為工程規劃、設計必要之參考，因此，這方面資料之蒐集統計相當重要。本項工作蒐集資料來源如下：

* 氣象資料：

由中央氣象局發佈之淡水氣象資料及基隆港務局辦理之八里地區實測資料。項目包括風、能見度、海平面氣壓、大氣溫度、相關濕度、降雨量等資料。

* 颱風資料：

中央氣象局出版之颱風年報。

* 波浪、潮汐、海流及地質資料：

淡水港附近海域之海象資料蒐集，主要根據基隆港務局於八里港附近實測與規劃、設計時所作之分析結果，再輔以其他單位在淡水港附近之工作報告，相信可提供相當完整的規劃資訊。

本節各項基本資料之蒐集、整理及分析要項與可利用主題如下所示：

1. 氣象資料：

(1)風—風向、風速、延時分佈

—航道方向、防波堤及碼頭法線方向、機具作業條件、
施工條件等

(2)颱風—侵台次數、路徑、破壞情形

—防波堤及碼頭設計條件、機具安全措施、施工條件
等

(3)氣溫、氣壓、相對濕度—最高、最低、平均值

—一般氣象資料分析，降雨機率

(4)降雨量—最高、最低、平均值

—施工天數、作業天數、地面排水

(5)能見度、霧日—能見度、有霧天數

—船隻航行條件、施工天數

2. 海象資料

(1)潮位—水位、流向、流速

—防波堤及碼頭之設計水位條件、施工條件等

(2)波浪—波向、波高、週期

—航艙方向、防波堤及碼頭之設計波浪條件、施工條
件等

(3)海流—流向、流速

—防波堤方向、船隻航行條件、施工條件等

3. 地形資料

(1)地形—地理位置地形、水域深度分佈

—防波堤及碼頭之設計水深條件、土地使用

(2)地震—地震帶、震度分析、地震力係數

—防波堤及碼頭之結構設計條件

4.地質資料—地層組成、地質結構

—防波堤及碼頭之結構設計條件

5.河川水文—河川水系、地上水

—港區排水

2.2 氣象資料

由於八里地區無長期觀測資料，故參考相同水文區之淡水測站並蒐集相關研究報告後整理分析，藉以說明本計畫區之氣象資料。

2.2.1 風

(1)季風

1.風向

由氣象局淡水河口測得之風向資料如圖2-1，淡水測站全年風玫瑰圖與圖2-2淡水測站全年風向風速超值曲線圖所示。其中可知淡水區冬季風向約31.8%為東北風(NE)，其餘三季則以東南(SE)至南(S)為主要風向。

另分析民國80.5~81.5之風力觀測資料，整理繪得八里地區全風玫瑰圖2-3，由圖中可知八里地區海岸全年風向約76%為SSE~E~N向，而以NE向最多，約15.86%，其餘為NNE向10.32%，而NNW、SWW及SW則為3%以下。東北季風期間（10月~3月）則主要風向為NE向，其次為E與NNE向。

綜合上述資料可知，本計畫區受東北季風影響較大，約佔全年50%強，其餘風向之發生機率則相對較低。

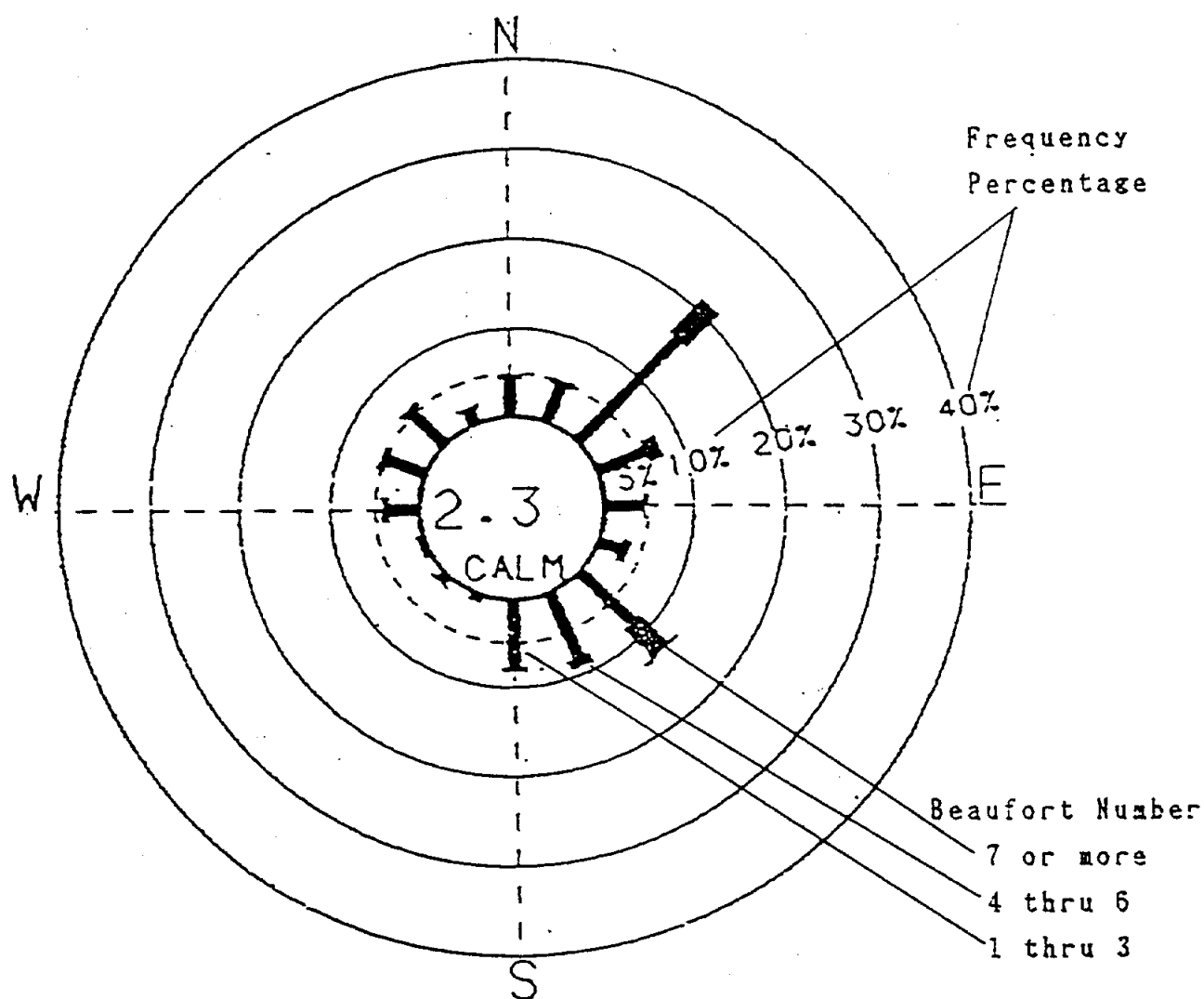


圖 2-1 氣象局淡水測站全年風玫瑰圖

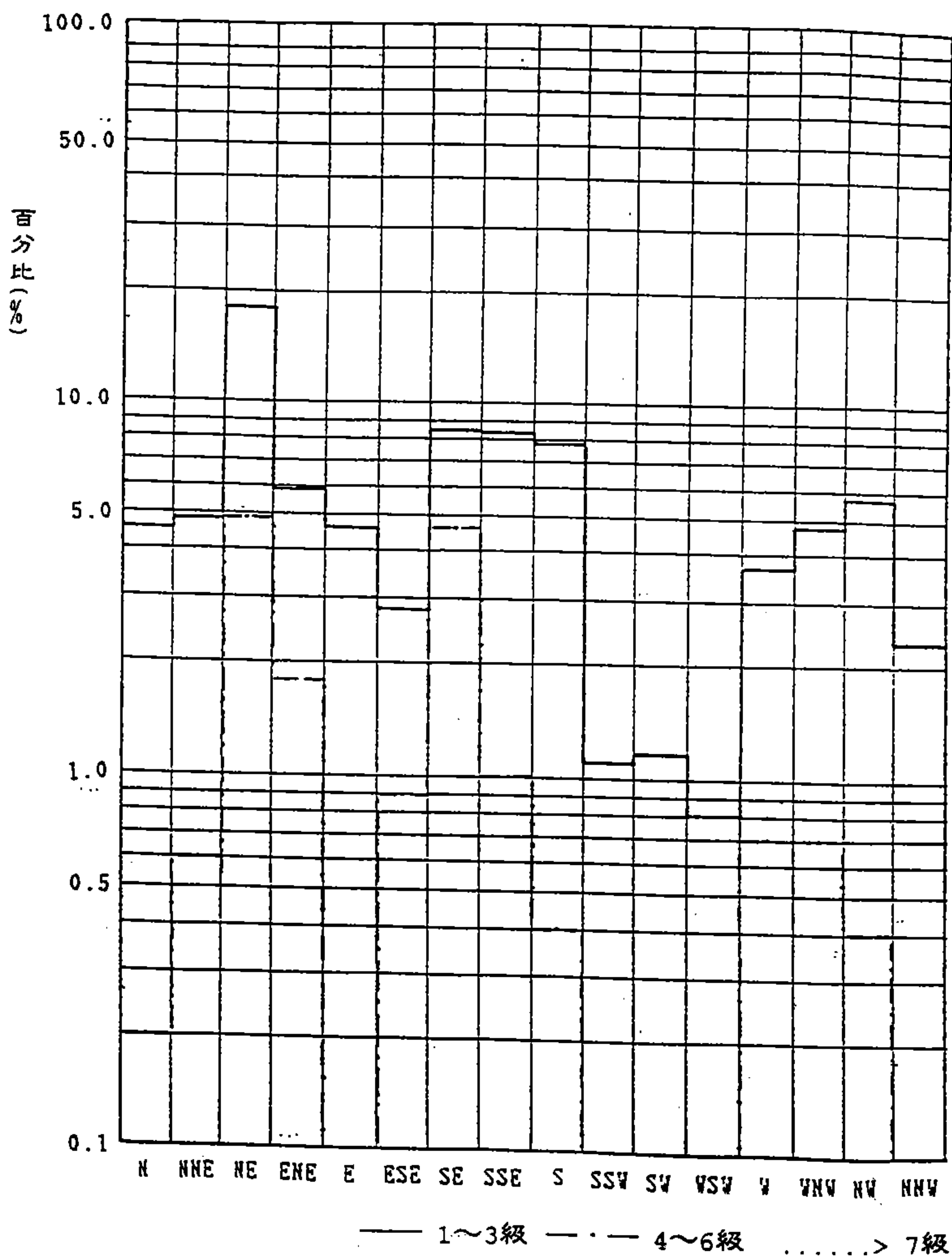


圖 2-2 氣象局淡水測站全年風向風速超值曲線圖

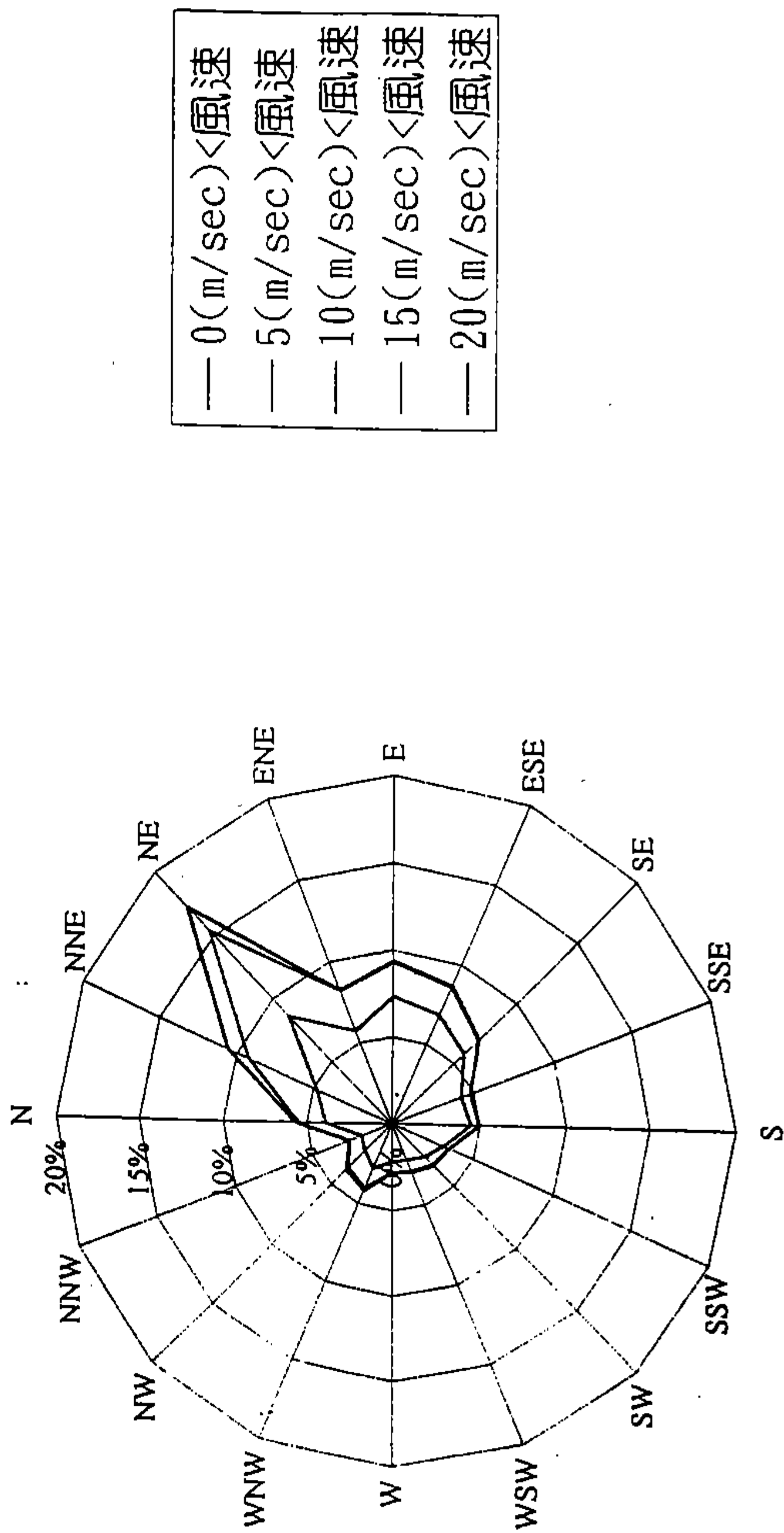


圖 2-3 八里區全年玫瑰圖 (1991年6月 - 1992年5月)

2. 風速

由圖2-2中可知淡水區風速小於5M/SEC約70%以上，最大平均風速約3.5M/SEC，各月份風速大於四級風（5.5M/SEC）以11月之18.3%為最大，其次9月之15.2%及6月之4.9%，而風速大於七級風（13.9M/SEC）之比率則以9月份最高，另由八里區全年風速風向超值曲線圖2-4可知風速小10M/SEC約佔95.52%，風速超過20M/SEC則有0.01%，東北季風期風速超過5M/SEC約佔40%，各月平均風速以11月之5.37M/SEC為最大，其次10月之5.28M/SEC，3月最小為3.14M/SEC，其次8月之3.21M/SEC。

綜合以上資料可知，計畫區一般風速小於5M/SEC約佔50%~70%左右，秋冬之際平均風速較強，而冬季至夏季之平均風速則呈漸減之趨勢。

3. 強風

淡水全年強風日數約59日，較台北地區多，圖2-5為淡水區風速大於6級以上之各月強風日數比較圖，惟東北季風期風力超過七級（13.9M/SEC）以上之機率甚微。圖2-6為淡水各月最大之十分鐘平均風速比較，本區曾發生最大風速為41.7M/SEC，風向為WNW向，另八里區強風風速大於10M/SEC發生在東北季風期間，約佔全年90%左右。所測得資料中以風向NE風速21.67M/SEC為最大，其次20M/SEC，另于SW向亦曾測得19.72M/SEC之強風。

綜合上述資料，本計畫區強風大部份發生於東北季風期，其發生頻率則受季節變化影響而有顯著差異。

4. 吹風延時

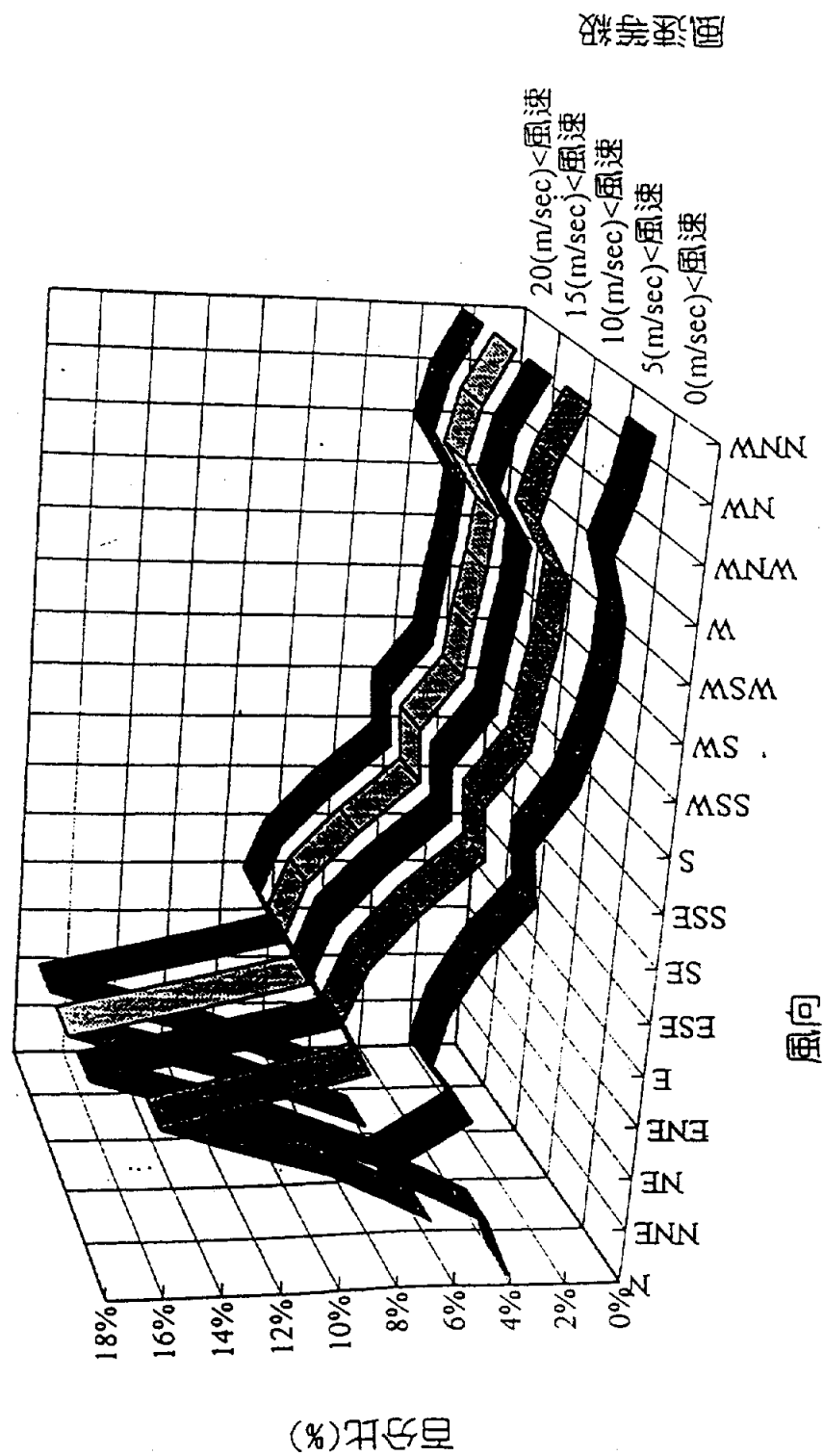


圖 2-4 八里區全年風向風速超值曲線圖

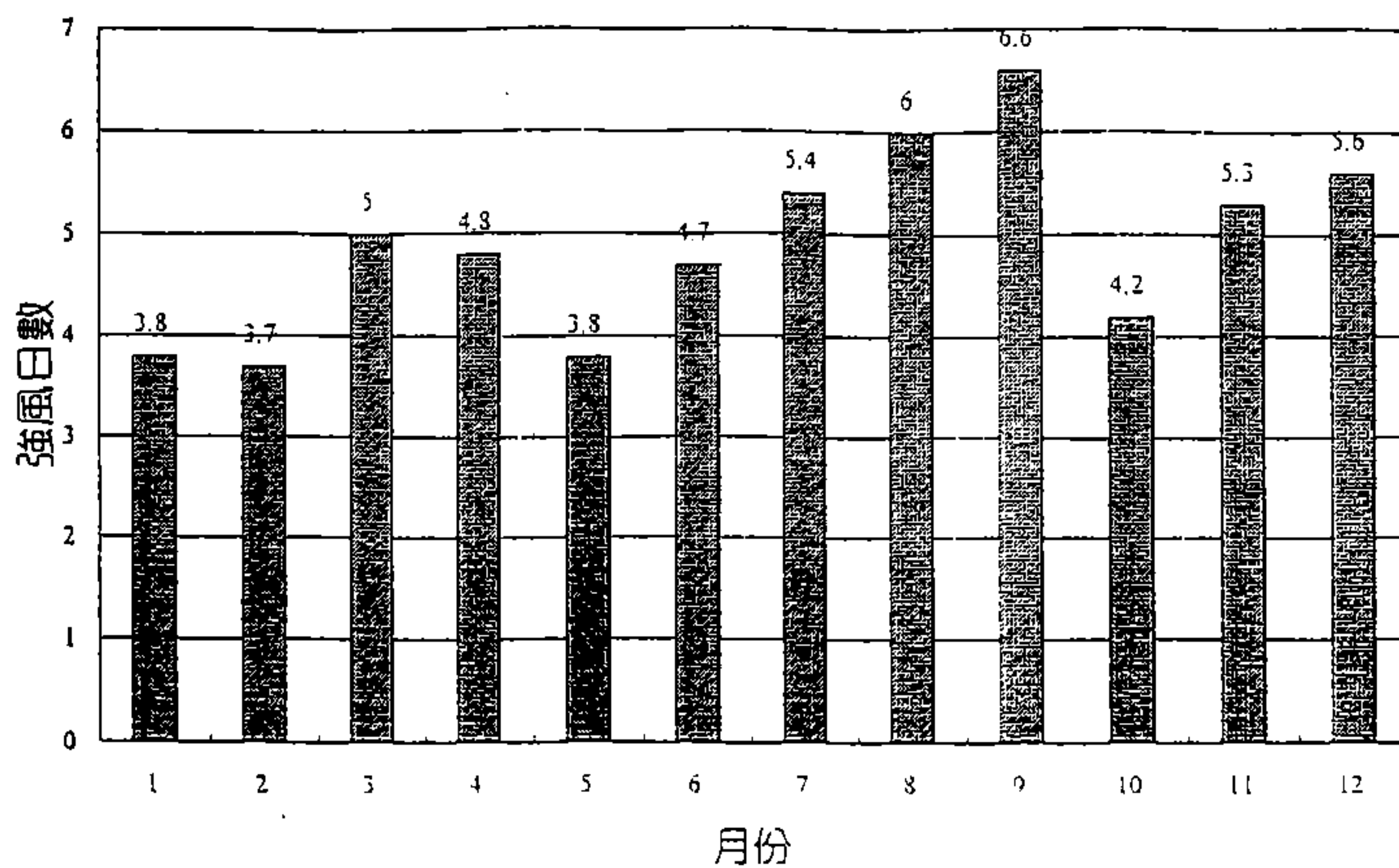


圖 2-5 淡水區各月強風日數比較圖

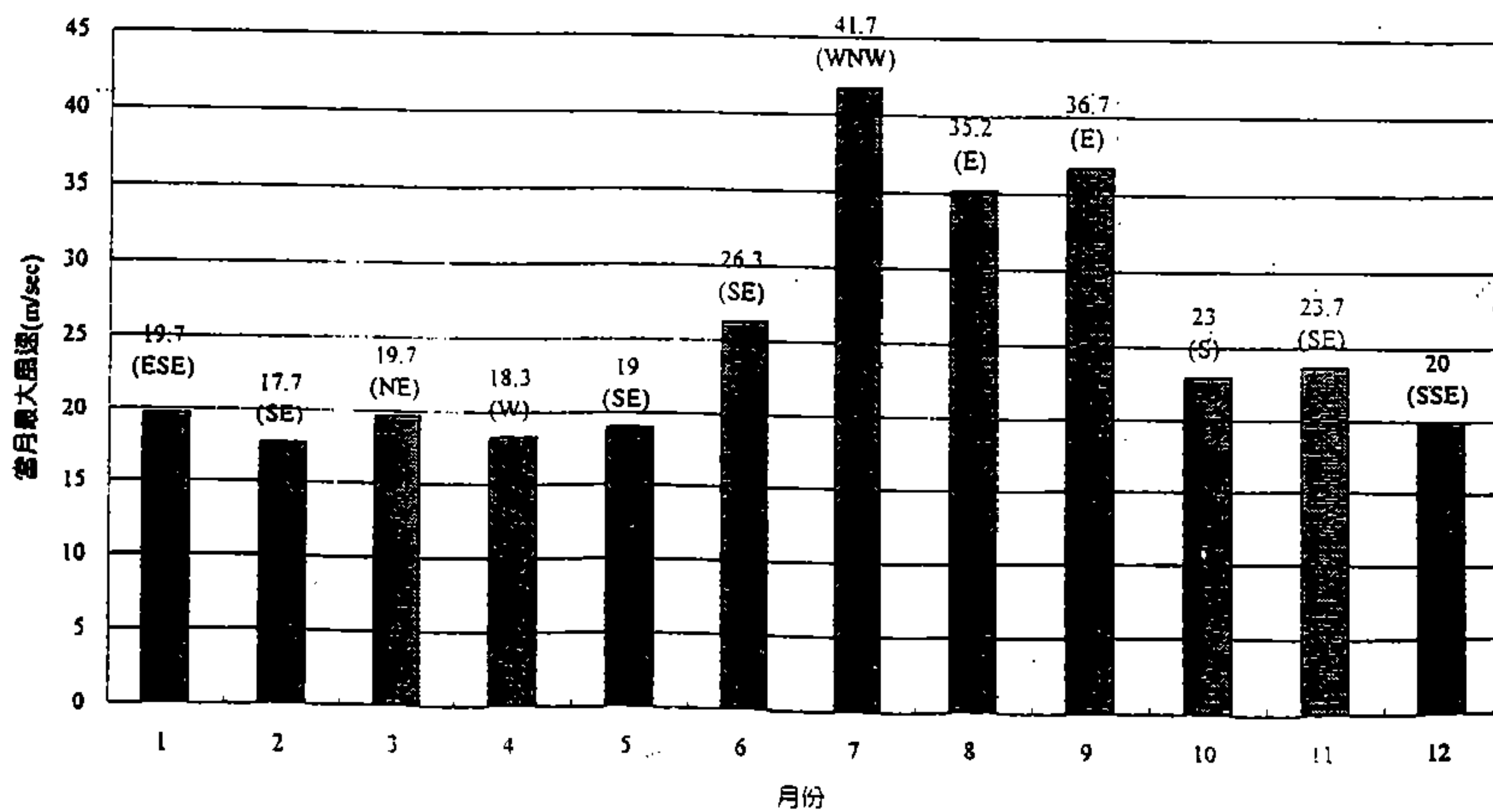


圖 2-6 淡水區各月最大風速比較圖

以八里區之各月吹風延時資料分析其各月分佈比率，可知風速大於4M/SEC，吹風延時超過4小時以11月份內所佔之比率最高約32.1%，其次1月份30%，而延時超過10小時者，仍以11月之21.2%最高，其次則為2月之16.7%。

(2) 颱風

根據歷年颱風資料，計畫區直接或間接受影響之颱風約149次，佔總數的43.8%，其侵襲路徑大致為第一、四、五類。由於颱風之暴風半徑均在百公里以上，且其周圍環流所引起的異常海象變化現象相當劇烈，故須多加注意，依統計數字所顯示平均每年七～九月之來襲颱風約一次左右，颱風作用時之最大風速為42公尺/秒。

2.2.2 氣壓

區域內年平均大氣壓力為1010.0～1011.9毫巴，月平均值則在1002.3～1018.8毫巴之間，其中以12月份最高，8月份最低，整體而言，夏季期間之大氣壓力最低，冬季期間則較高，且隨著季節變化其趨勢有明顯變化，如圖2-7所示。

2.2.3 降雨

統計民國40～81年淡水區年平均降雨量為177.3MM，月平均值則在112.7～275.9MM之間，月平均降雨量以9月較多，12月較少，如圖2-8所示，顯示淡水區夏季秋雨季雨量較多，約佔年總降雨量之57%，降雨日數則以民國60～81年間作統計分析，如圖2-9所示，其中3月最多，平均約16.5日；7月最少約為7.8日，初冬至初夏間降雨日數超過13～14日以上，而年平

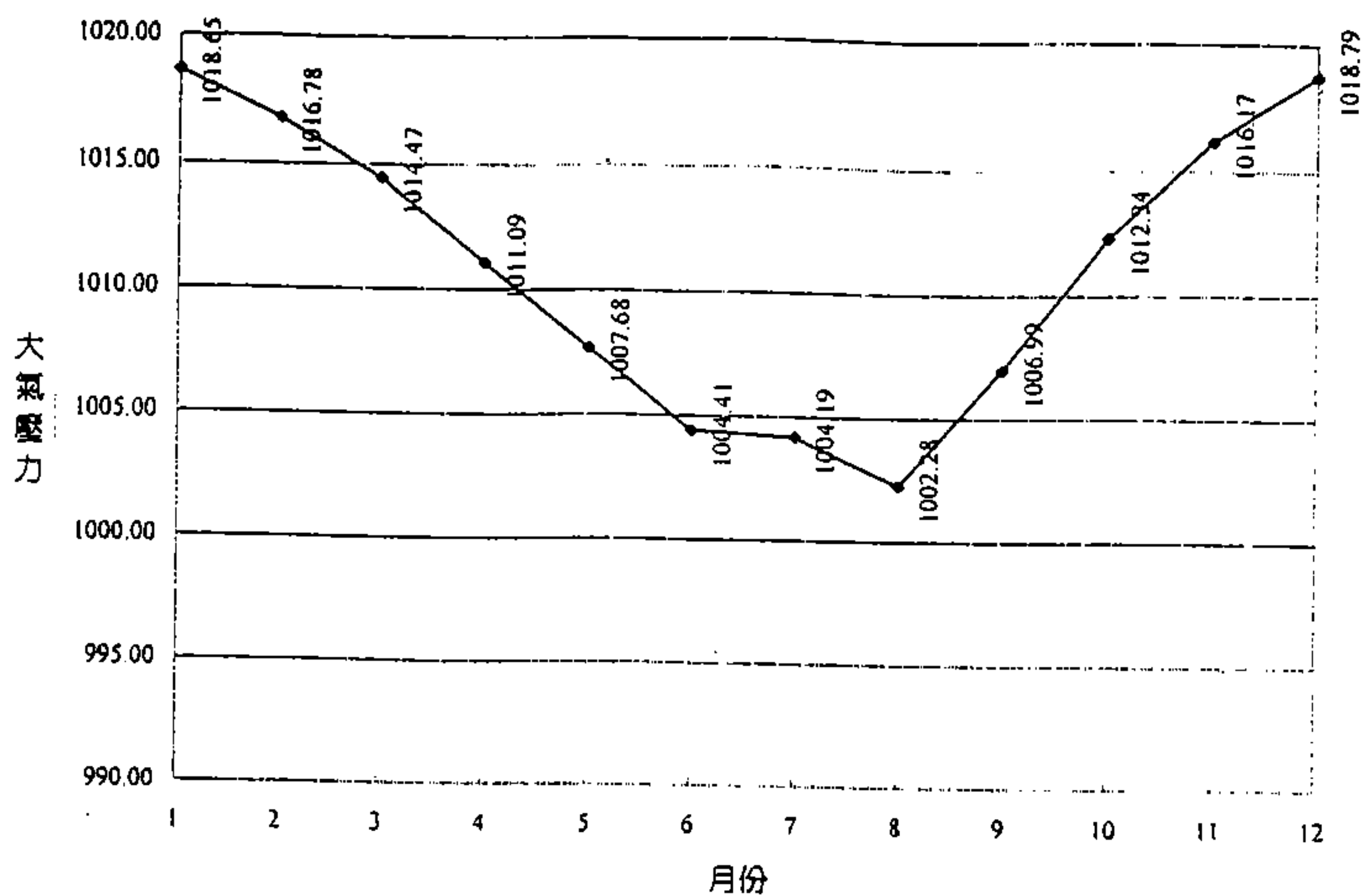


圖 2-7 淡水區各月平均大氣壓力比較圖

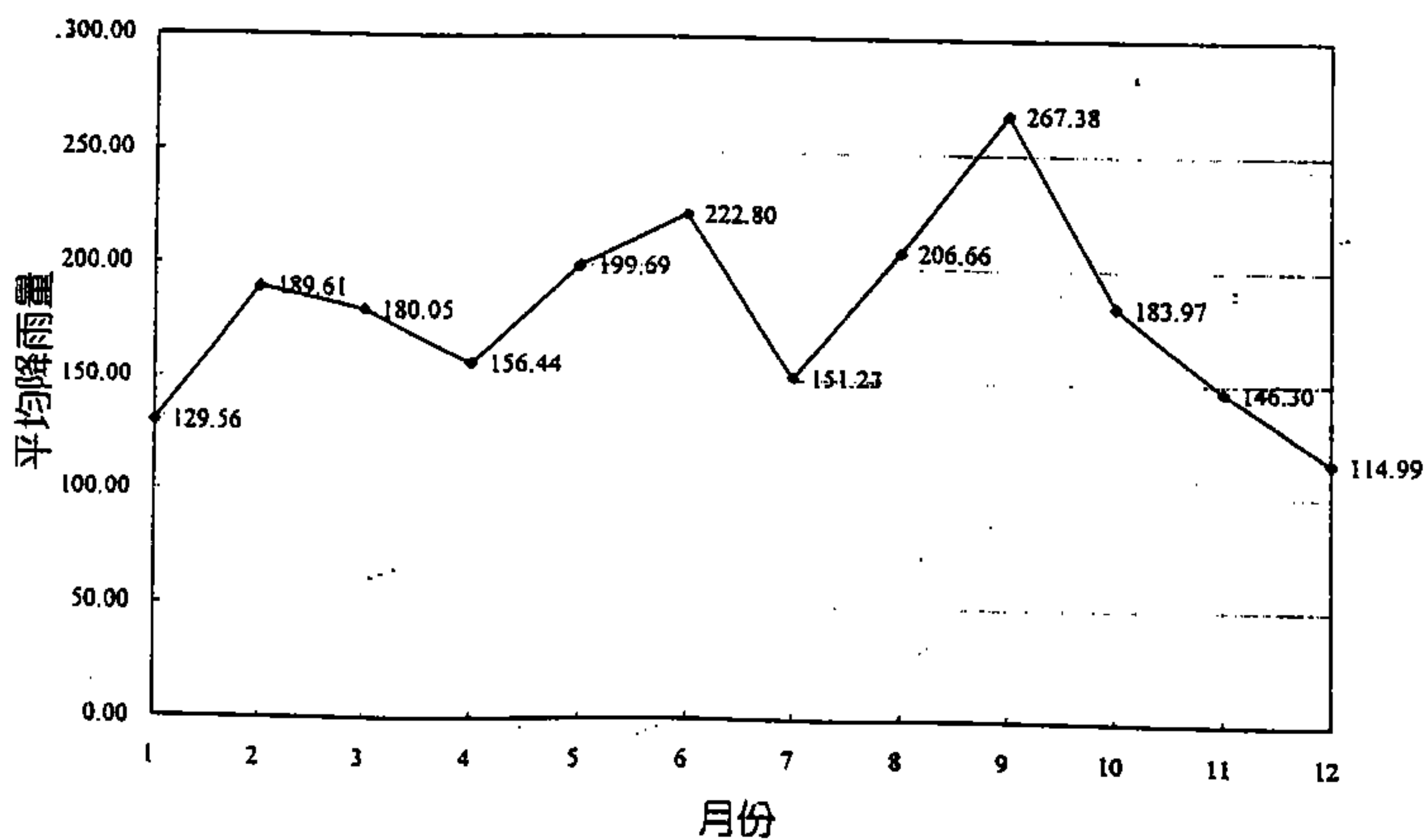


圖 2-8 淡水區各月平均降雨量比較圖

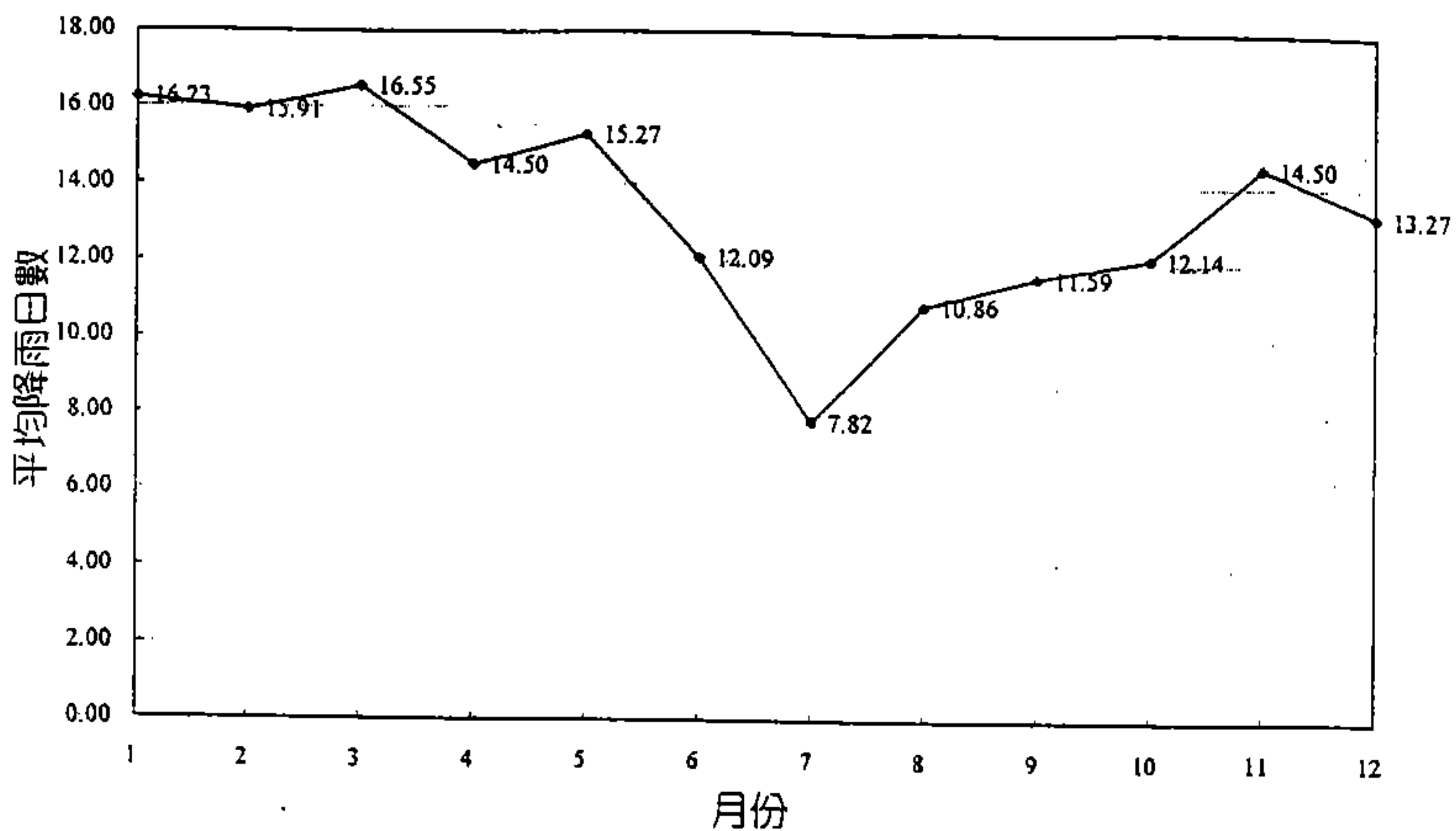


圖 2-9 淡水區各月平均降雨日數比較圖

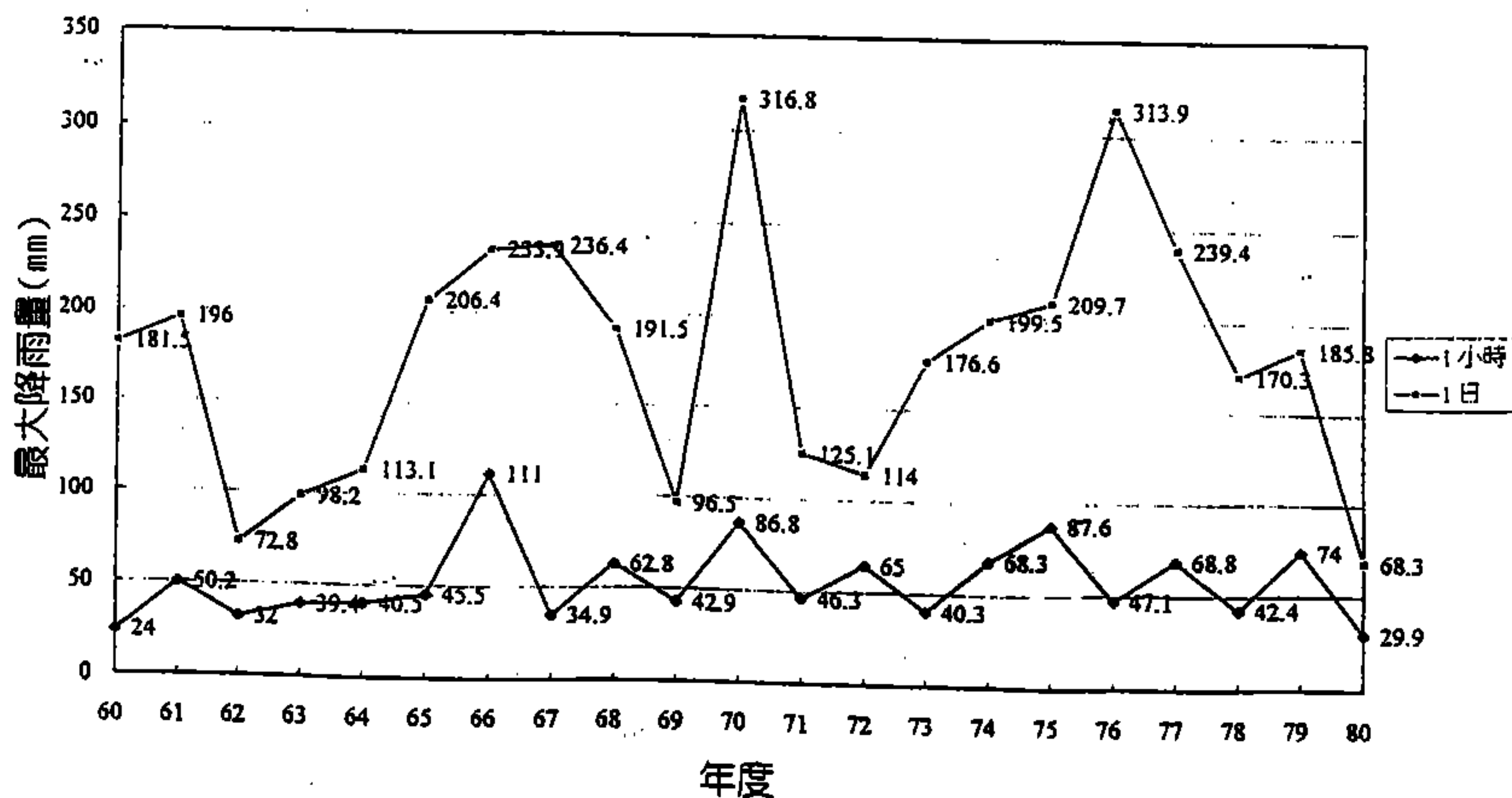


圖 2-10 淡水區一小時及一日最大降雨量

均降雨日數則約為13.4日。

另外淡水區1小時及1日最大降雨量如圖2-10所示，其降雨頻率曲線則如圖2-11、2-12，不同迴歸期之推降雨強度與延時間係則如表2.1及圖2-13。

2.2.4 氣溫

區域內年平均溫約在 21.5°C ~ 22.6°C 之間，各年變化情形不大；月平均溫度為 15.1°C ~ 29.0°C ，其中七月份最高，1月份最低，各月平均溫度比較如圖2-14所示。春季溫度平均值約為 17.8°C ，夏季 26.7°C ，策季 26.3°C ，冬季則為 17.4°C 。整體而言，各季溫度之變化趨勢以春夏兩季溫度漸增，秋秋冬則溫度遞減。

2.2.5 相對濕度

區域內年平均相關濕度在81.4%左右，各年變化情形不超過3個百分點，月平均值在78.4%~85.2%左右，其中3月份最高，7月最低，如圖2-15所示，顯示冬末至夏盛期間平均相對溫度較高，均超過82%以上。

2.2.6 霧日

淡水區民國60年~80年間能見度小於1公里之月平均霧日數比較如圖2-16所示，其中以3月份每年平均發生2.1個霧日數為最高，而春季期間發生霧日的情形最多，6月至11月則最小，平均霧日均低於0.2日。

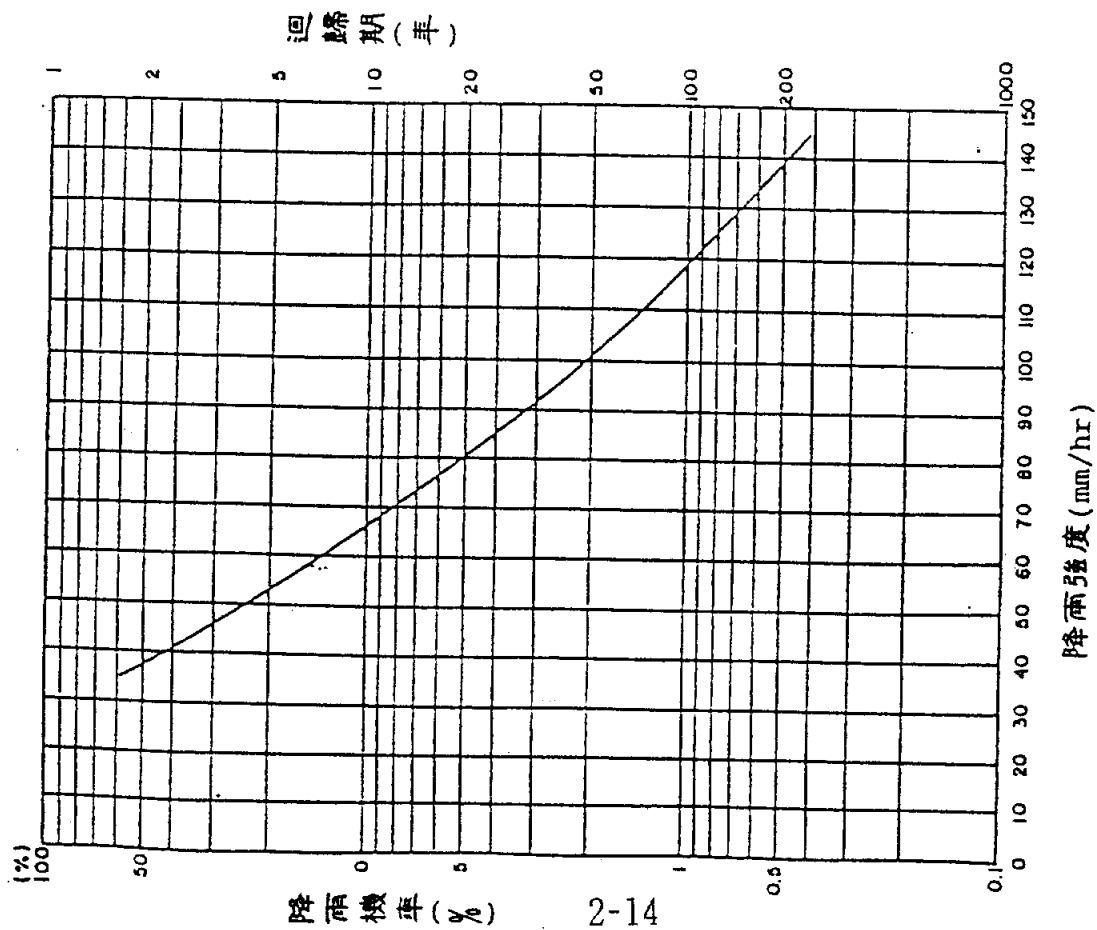


圖 2-11 淡水地區 1 時延時降雨頻率曲線

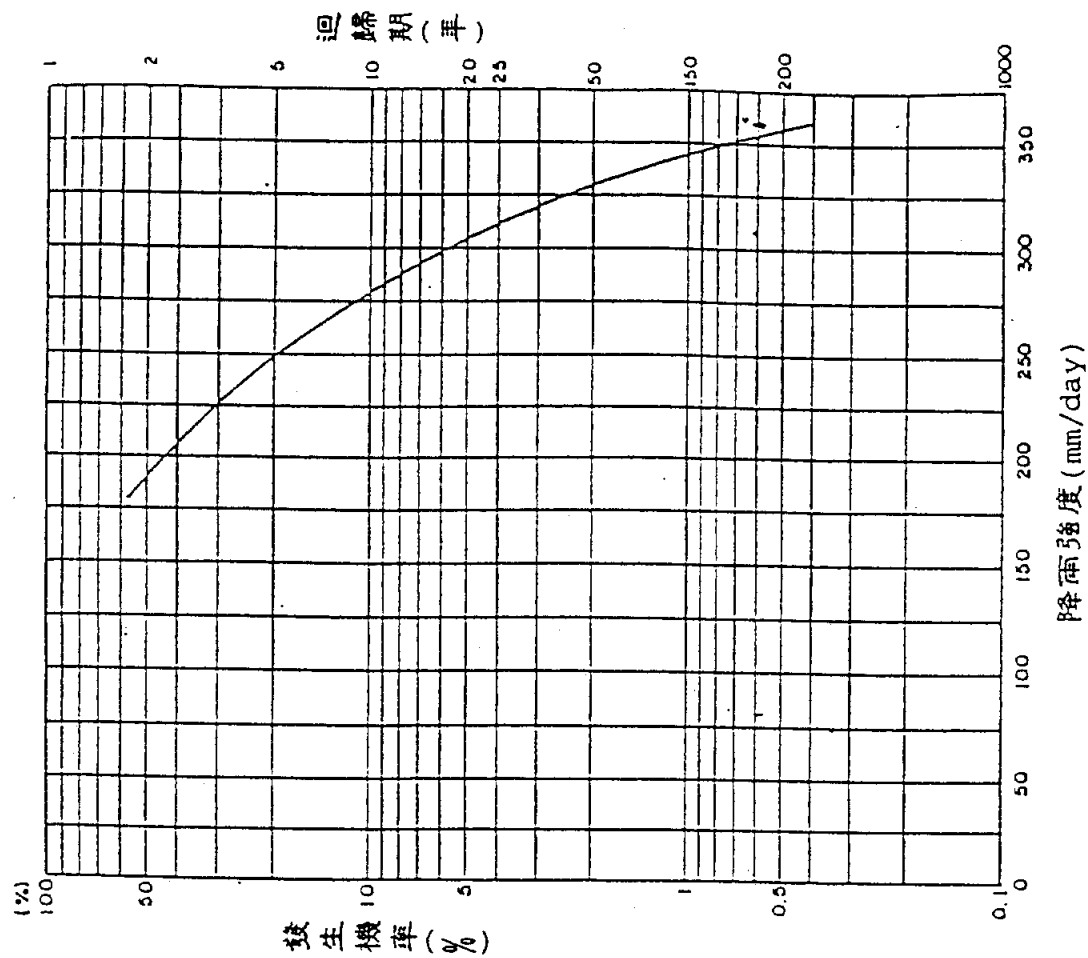


圖 2-12 淡水地區 1 日延時降雨頻率曲線

表 2-1 淡水地區機率降雨強度值

機率年	降雨強度公式	降雨強度 (mm / hr)													
		1 hr	2 hr	4 hr	6 hr	8 hr	10 hr	12 hr	14 hr	16 hr	18 hr	20 hr	22 hr	24 hr	
Tp	$I \frac{24}{N}$	139.6	102.4	66.8	49.5	39.4	32.7	27.9	24.4	21.6	19.4	17.7	16.2	14.9	
200	9214.6/(t+1.75)	119.0	90.4	61.0	46.1	37.0	30.9	26.6	23.3	20.7	18.6	17.0	15.6	14.4	
100	9023.6/(t+2.16)	101.1	79.0	55.0	42.2	34.2	28.8	24.8	21.8	19.5	17.6	16.0	14.7	13.6	
50	8683.7/(t+2.58)	83.8	67.7	48.9	38.3	31.5	26.7	23.2	20.5	18.4	16.6	15.2	14.0	13.0	
25	8464.2/(t+3.21)	66.1	55.0	41.1	32.8	27.3	23.4	20.5	18.2	16.4	14.9	13.6	12.6	11.7	
10	7821.5/(t+3.93)	53.4	45.3	34.7	28.1	23.6	20.4	17.9	16.0	14.4	13.1	12.1	11.2	10.4	
5	7105.6/(t+4.54)	37.2	32.0	25.0	20.5	17.4	15.1	13.3	11.9	10.8	9.9	9.1	8.4	7.8	
2	5475.6/(t+5.13)														

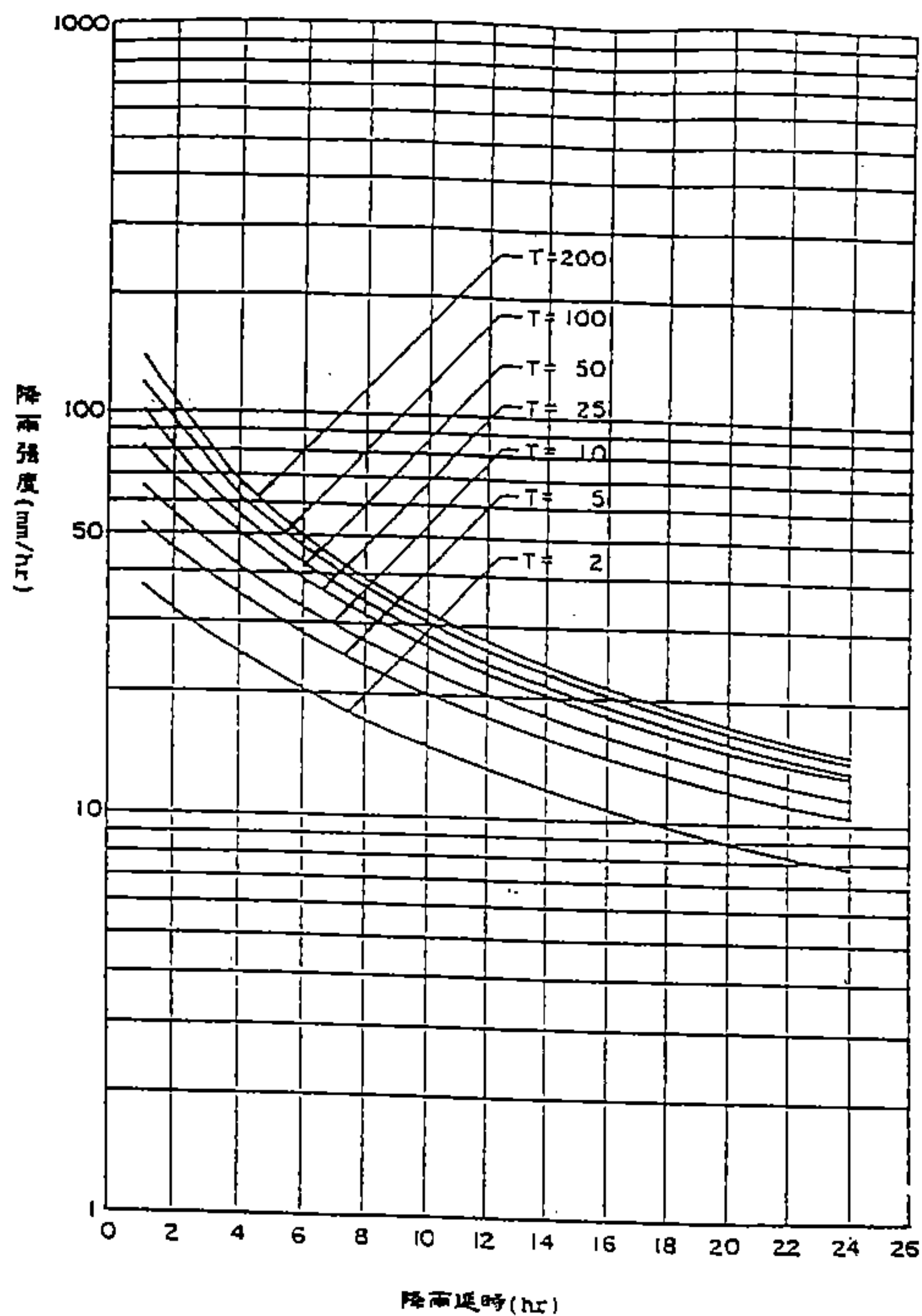


圖 2-13 淡水地區各迴歸期機率降雨強度延時曲線

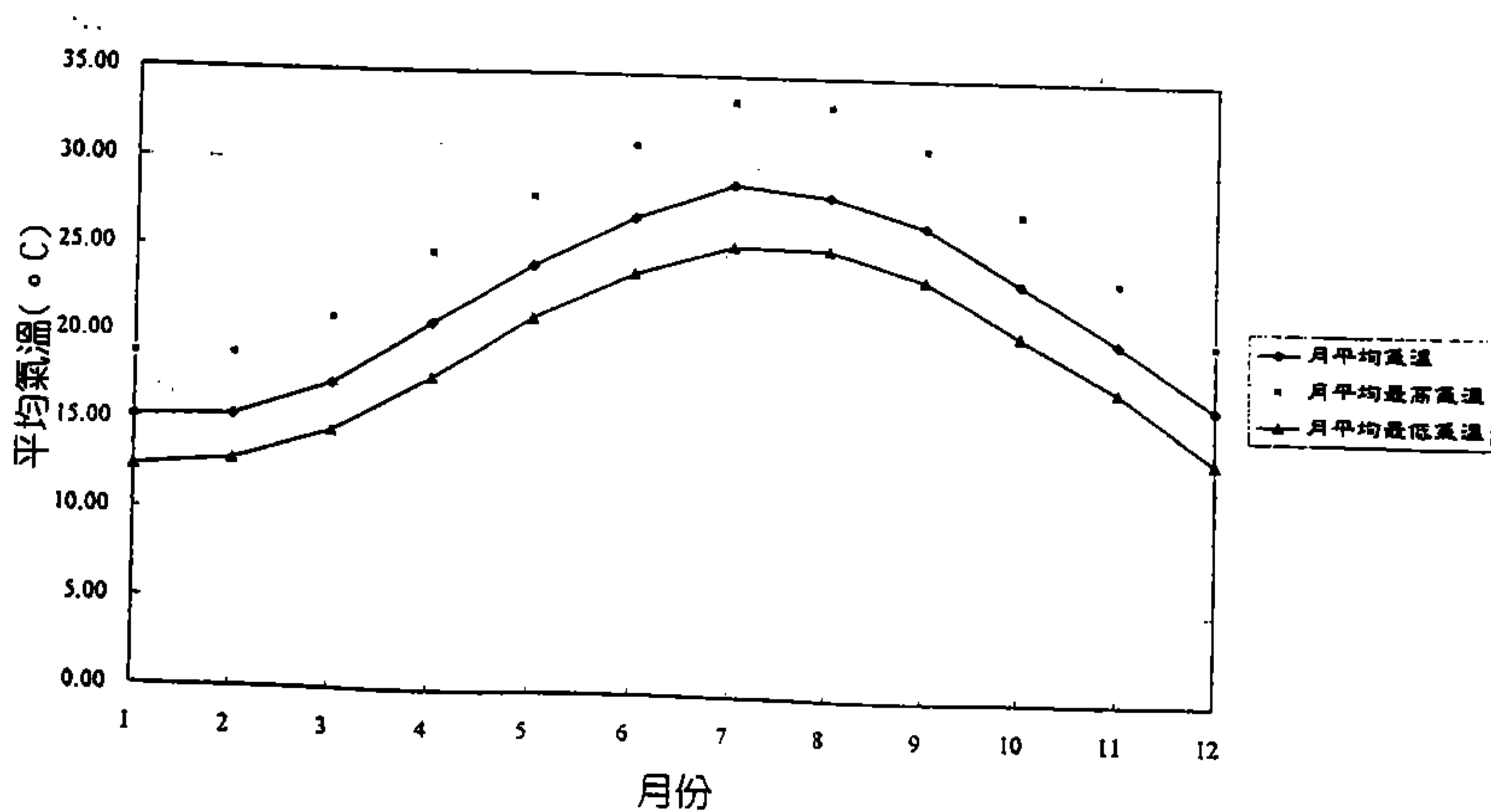


圖 2-14 淡水區各月平均氣溫比較圖

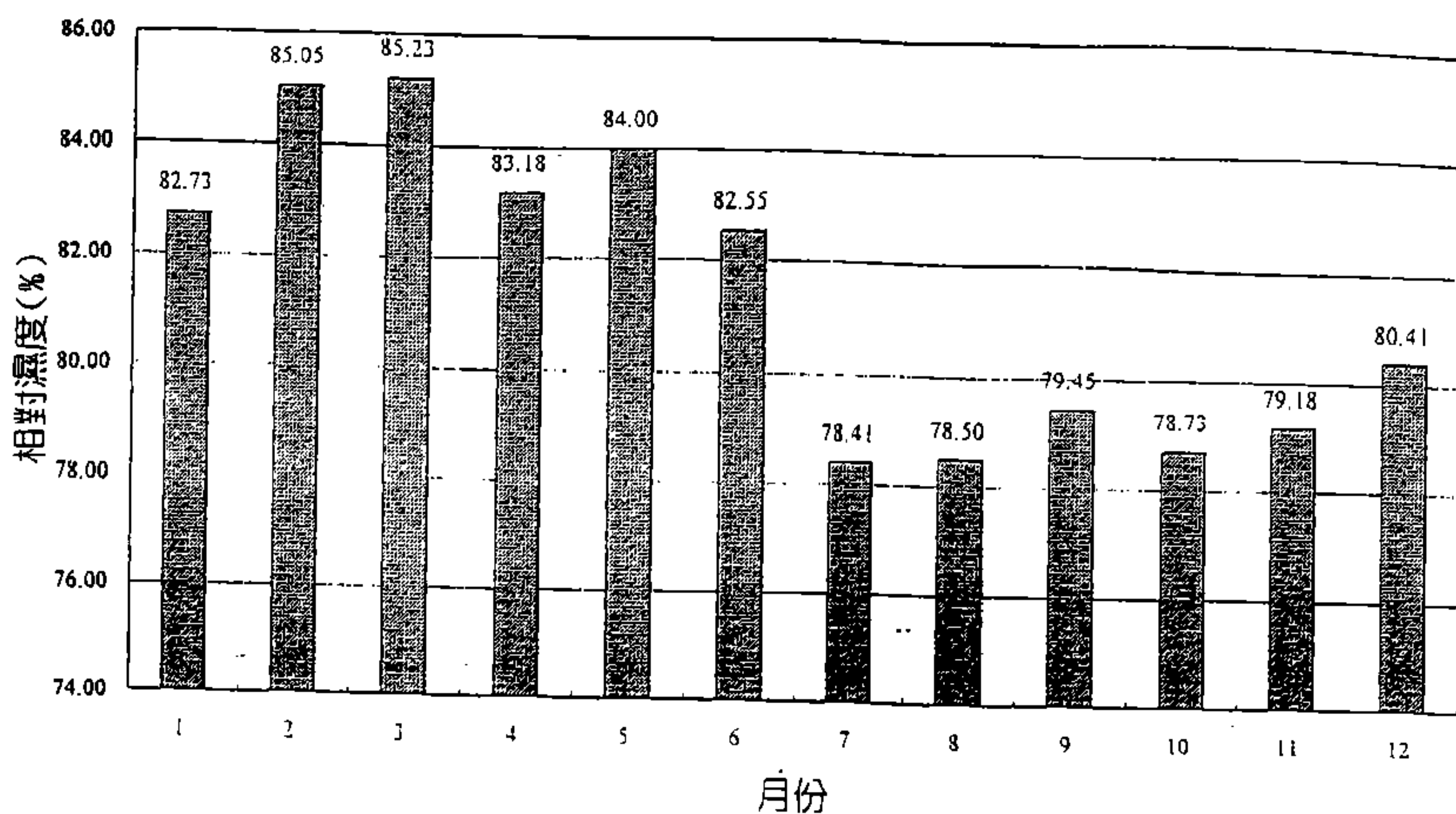


圖 2-15 淡水區各月相對濕度比較圖

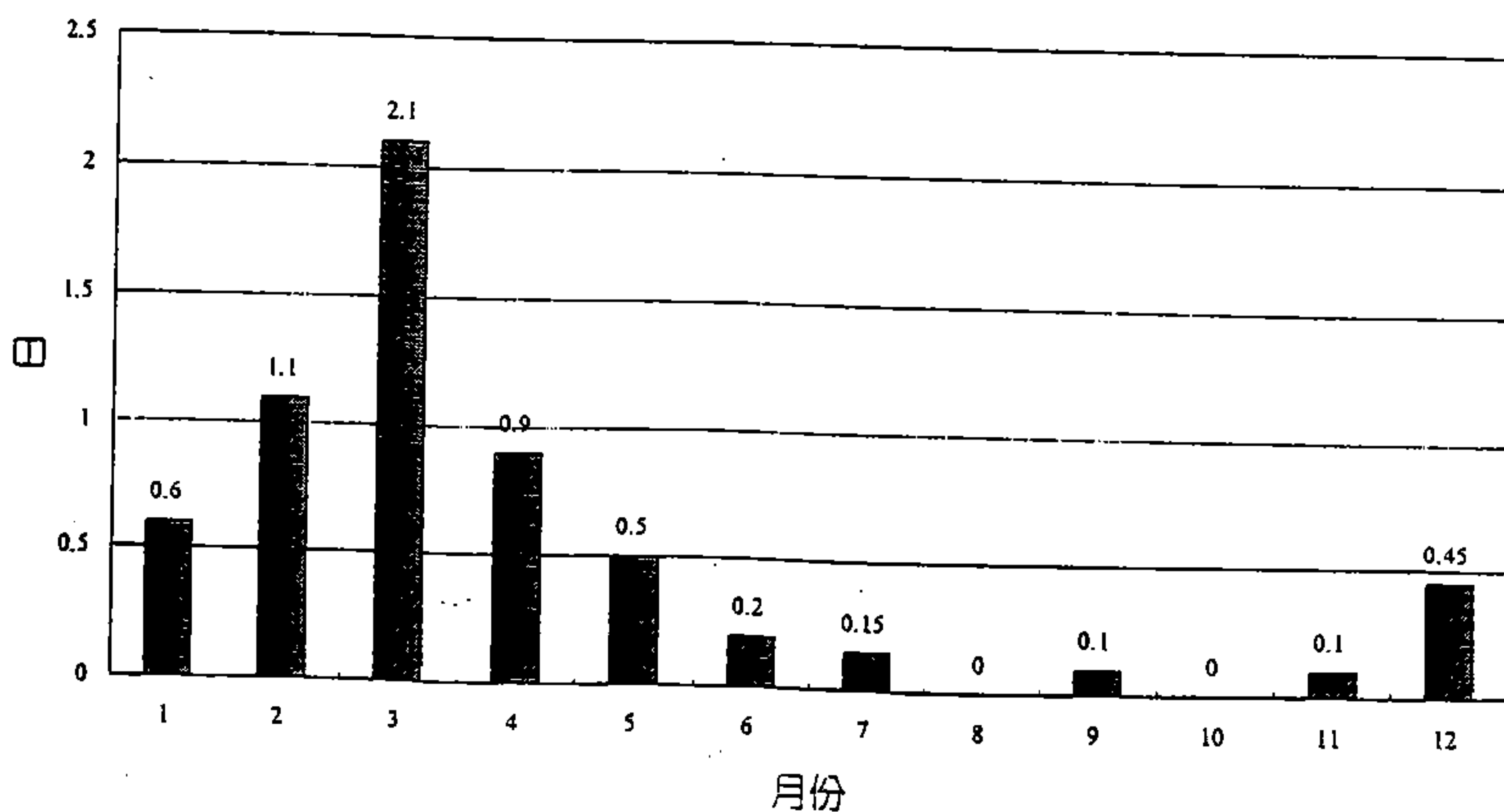


圖 2-16 淡水區月平均霧日比較圖

2.3 海象資料

茲蒐集附近海域所觀測得之海象條件資料，藉以說明本海域狀況，其中包括潮位、波浪以海潮流等。

2.3.1 潮汐

依淡水國內商港的碼頭規劃報告中，淡水之設計水位如下，可作為海岸防治之結構高程設計依據。

H.H.W.L. : +3.82M(暴潮水位。迴歸期為50年)

M.H.W.L. : +2.48M

M.W.L. : +1.46M

M.L.W.L. : +0.55M

L.L.W.L. : -0.46M

2.3.2 波浪

(1) 季風波浪

依淡水、八里地形變遷防治研究報告((82.11)中之波浪資料所述，(80.5~80.9淡水砂石碼頭附近海域所測得)夏季時80%以上波浪之波高小於1.5m，週期則有75%以上集中於3.5sec~5.5sec之間。圖2-17為淡水區夏季有義波高、周期分佈及波高超值曲線圖。

另依港灣技術研究所民國71年1月至9月，72年5月至73年1月間於觀音附近海域所實測之資料，經成大No 75-6研究試驗報告分析後，其結果略述如下：

有義波高 $H_{1/3}$ 出現頻率，夏季以0.5m以下最多，各季則在0.5~1.5m佔大部份，週期則集中於6~9sec之間，成

大曾於民國61年1~3月於淡水外海測得冬季季風波浪，其中50%以上波高小於1.5m，週期在7sec~10sec間，其波高週期分佈及波高超值曲線圖2-18所示。

(2) 颱風波浪

依淡水、八里海岸地形變遷海象調查研究波浪觀測調查分析報告(81.9)中所述之颱風波浪，係採用井島武士及湯麟武博士之理論推算颱風時期之波高及週期，再以Gumbel極端值分佈法推算各復現期之波高，其結果如表2.2所示。由表中得知侵襲本區域之颱風波浪以NE向之波高及週期為最高，其餘則隨逆時鐘方向共有7種方向影響本區與風向趨勢，若以80年週歸期而言，NE向之波高為9.7公尺，週期為11.4秒。NNE向之波高為8.7公尺，週期10.8秒，N向波高則為8.3公尺，週期10.5秒。另報告中亦曾說明在最大潮位及平均潮位下，以N向波浪折射後海岸附近之波高較大，碎波線距岸線附近大約600及800公尺，一般最大潮位下其折射後之岸邊波高平均潮位時高。

2.3.3 海流潮流

海流潮流之測定調查，首在了解港址附近區域之海水流況(包括流速之大小及方向變化)，並以之為海岸變遷及漂沙狀況的指標。圖2-19、圖2-20為台灣附近海流圖。

台南水工試驗所於民國75年間在淡水河出口處選定5個位置點如圖2-21，係利用DNC-2B及NBA DNC-2M兩種自記式海流儀施測海流。其記錄經分析後A點最大流速104.9cm/sec，B點最流速119.1cm/sec，C點最大流速126.1cm/sec，C點底層最

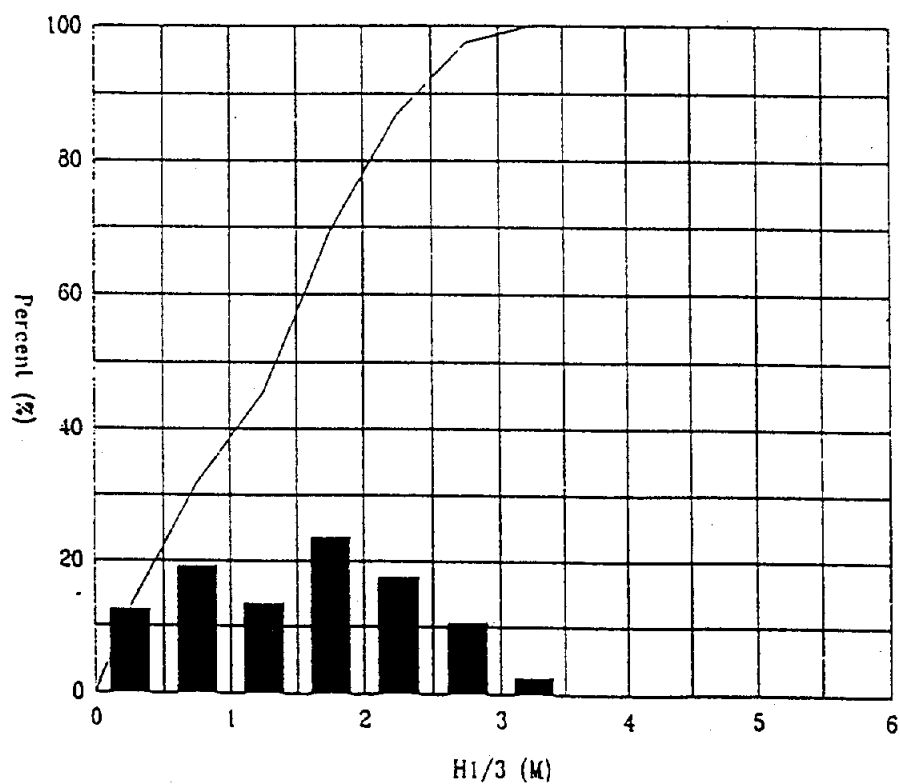
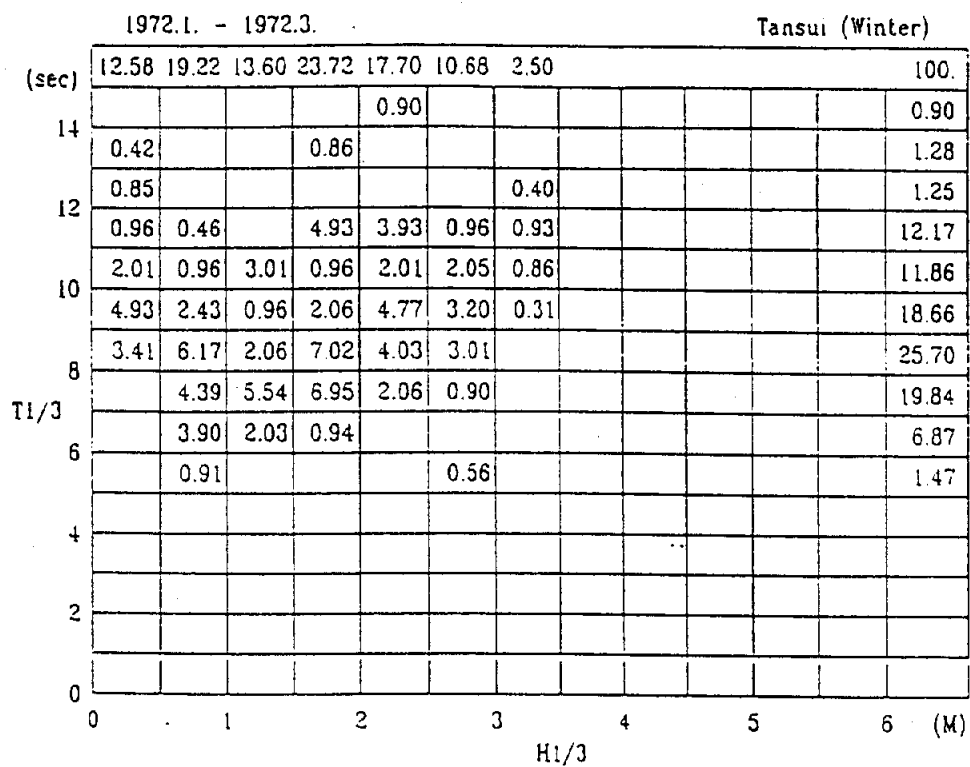


圖 2-18 淡水地區冬季示性波高週期分佈及波高超值曲線圖

表 2-2 淡水、八里外海各方向各迴歸期波高推算表

	迴 期 期													
	200		100		50		25		20		10		5	
	Hs	Ts	Hs	Ts	Hs	Ts	Hs	Ts	Hs	Ts	Hs	Ts	Hs	Ts
NE	12.3	12.4	11.0	11.9	9.7	11.4	8.3	10.8	7.9	10.6	6.5	10.0	5.1	9.2
NNE	11.4	11.8	10.1	11.3	8.7	10.8	7.4	10.2	6.9	10.0	5.5	9.2	3.9	8.3
N	11.0	11.6	9.6	11.1	8.3	10.5	6.9	9.9	6.5	9.7	5.0	8.9	3.4	7.8
NNW	8.5	11.5	7.6	11.1	6.6	10.6	5.6	10.1	5.3	9.9	4.3	9.2	3.0	8.1
NW	8.6	10.3	7.5	9.8	6.4	9.3	5.3	8.7	4.9	8.5	3.7	7.7	2.1	6.4
WNW	8.0	11.3	7.1	10.9	6.1	10.4	5.2	9.8	4.9	9.6	3.8	8.8	2.6	7.8
W	8.0	11.5	7.2	11.1	6.3	10.7	5.5	10.2	5.2	10.0	4.3	9.4	3.2	8.6

NE Ts = $5.35 \pm Hs^{1/3}$, sd= 1.701 cf = .949

NNE Ts = $5.23 \pm Hs^{1/3}$, sd= 1.262 cf = .980

N Ts = $5.20 \pm Hs^{1/3}$, sd= 1.505 cf = .942

NNW Ts = $5.65 \pm Hs^{1/3}$, sd= .937 cf = .940

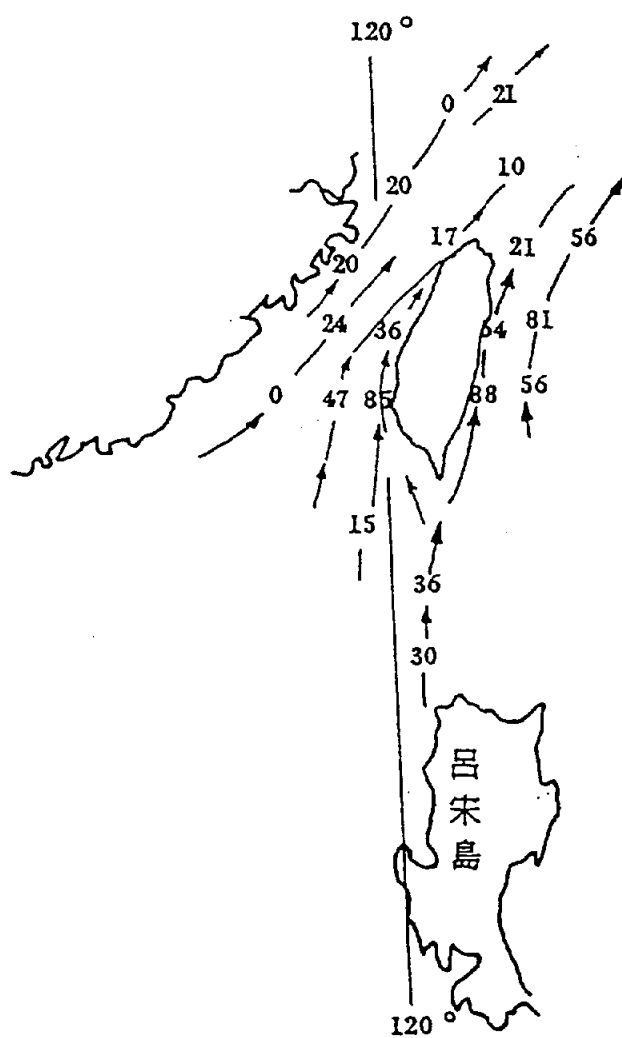
NW Ts = $5.01 \pm Hs^{1/3}$, sd= 1.353 cf = .964

WNW Ts = $5.65 \pm Hs^{1/3}$, sd= .844 cf = .918

W Ts = $5.78 \pm Hs^{1/3}$, sd= .778 cf = .837

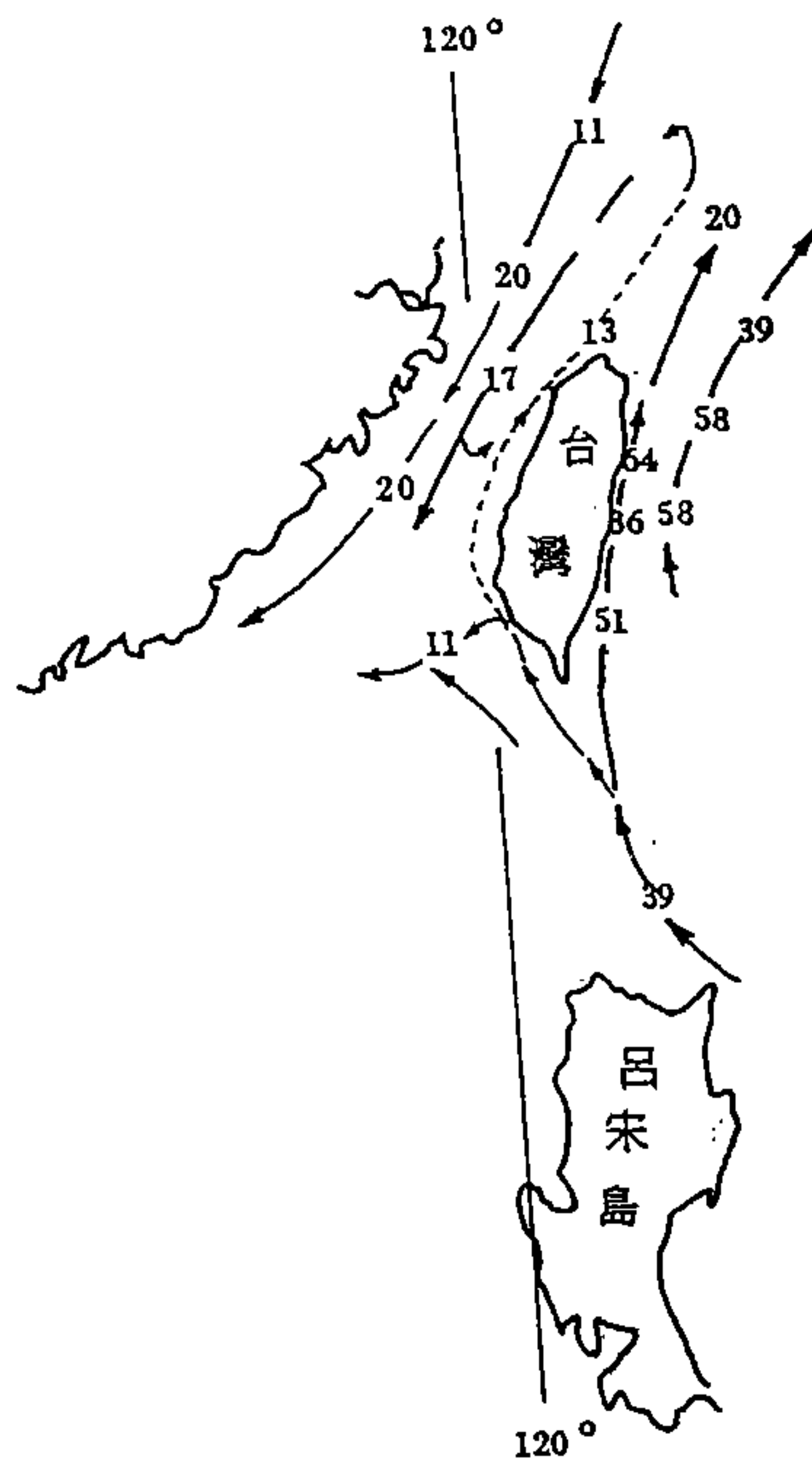
sd: 標準偏差

cf: 相關係數



- 全期間內75至100% 之流向
 - - - - - 全期間內50至 75% 之流向
 全期間內25至 50% 之流向
 — — — 流 速 (cm/sec)

圖 2-19 台灣附近海流圖
 夏季(五月至九月)



- 全期間內75至100% 之流向
- 全期間內50至 75% 之流向
- 全期間內25至 50% 之流向
- → 流 速 (cm/sec)

圖 2-20 台灣附近海流圖
季節風季(十一月至三月)

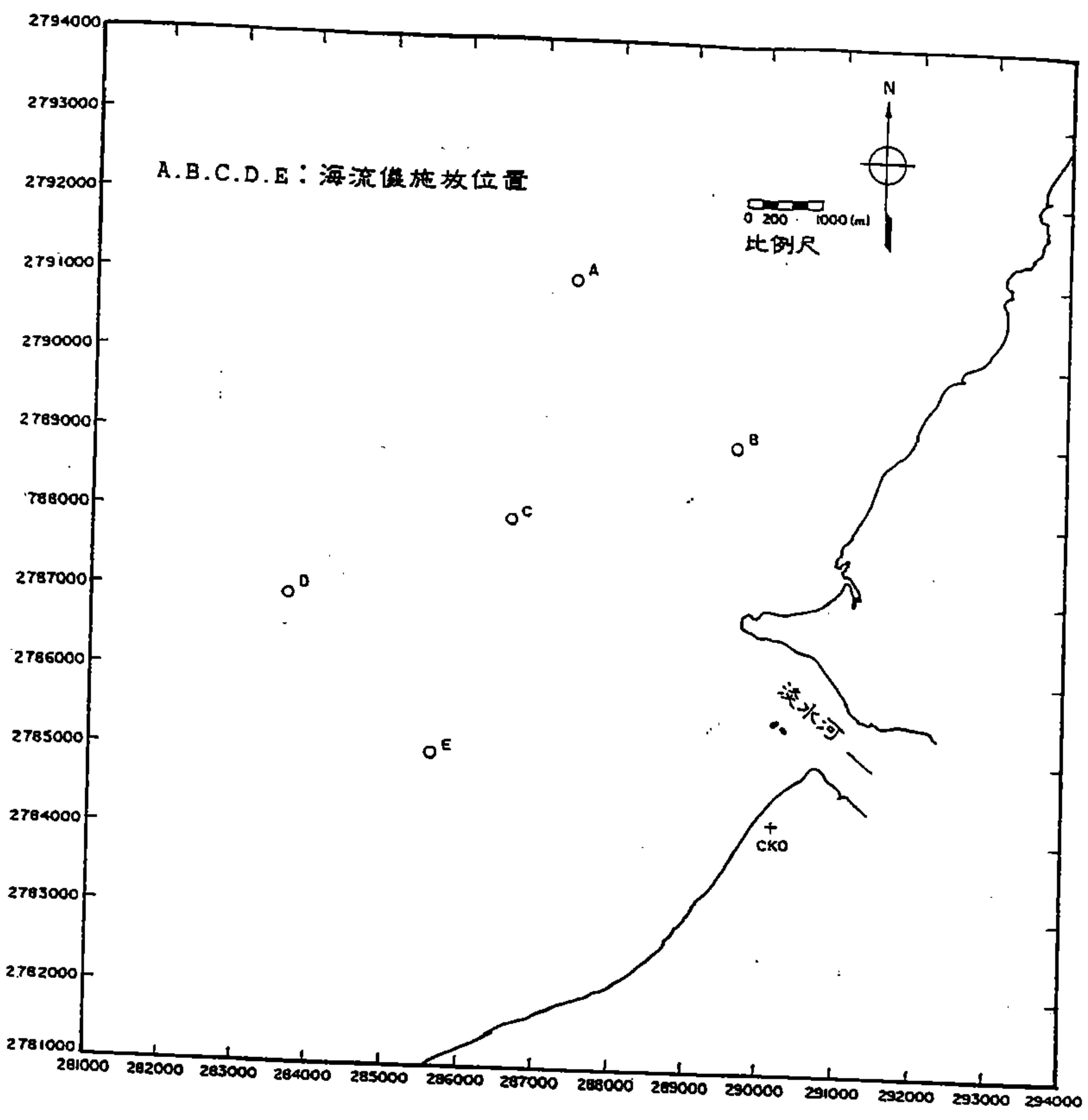


圖 2-21 淡水外海海流儀施放位置圖

大流速81.8cm/sec，D點最大流速101.5cm/sec，E點最大流速97.6cm/sec。

由海流儀之實測資料及潮汐記錄分析後，研判當漲潮時段潮流約略朝SW方向，而退潮時段則逐漸轉向NE，各點平均流速則在30cm/sec～60cm/sec之間，各點流向分佈大致在NE、ENE、SW及SSW方向上，漲退潮流流向如圖2-22及圖2-23所示。

2.4 地形資料

淡水國內商港位於台北縣八里鄉海岸，淡水河入海口南岸。東北隔淡水河與淡水漁港對峙，西北臨台灣海峽。

港區工程正積極進行中，陸側為淡水河及紅水仙溪沖積而成之八里濱海平原。地勢南高北低，八里鄉市區中心較為平坦，漸次向西北及東北傾斜止於海岸。地盤高程介於20～0公尺之間，市區中心高程則介於8～4公尺，平均坡度為3.4%。

海岸原係一平緩沙灘，近年因淡水河道超量挖沙及上游陸續完成水壩河堰設施，河川輸沙能量銳減。海岸沙粒受波浪推移侵蝕嚴重，港址南側已呈礫石狀海灘。

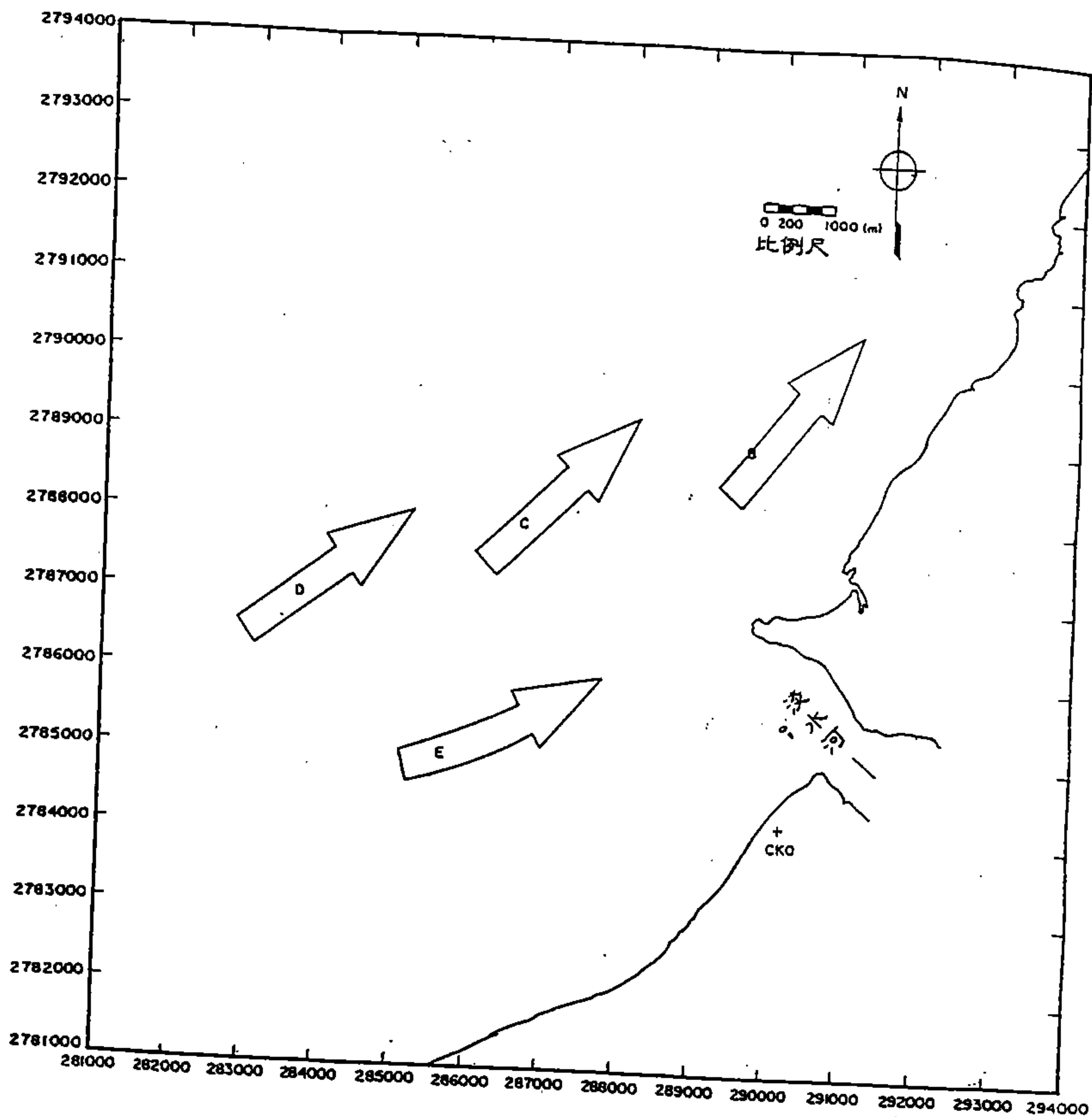


圖 2-22 B~E點之退潮潮流流向圖

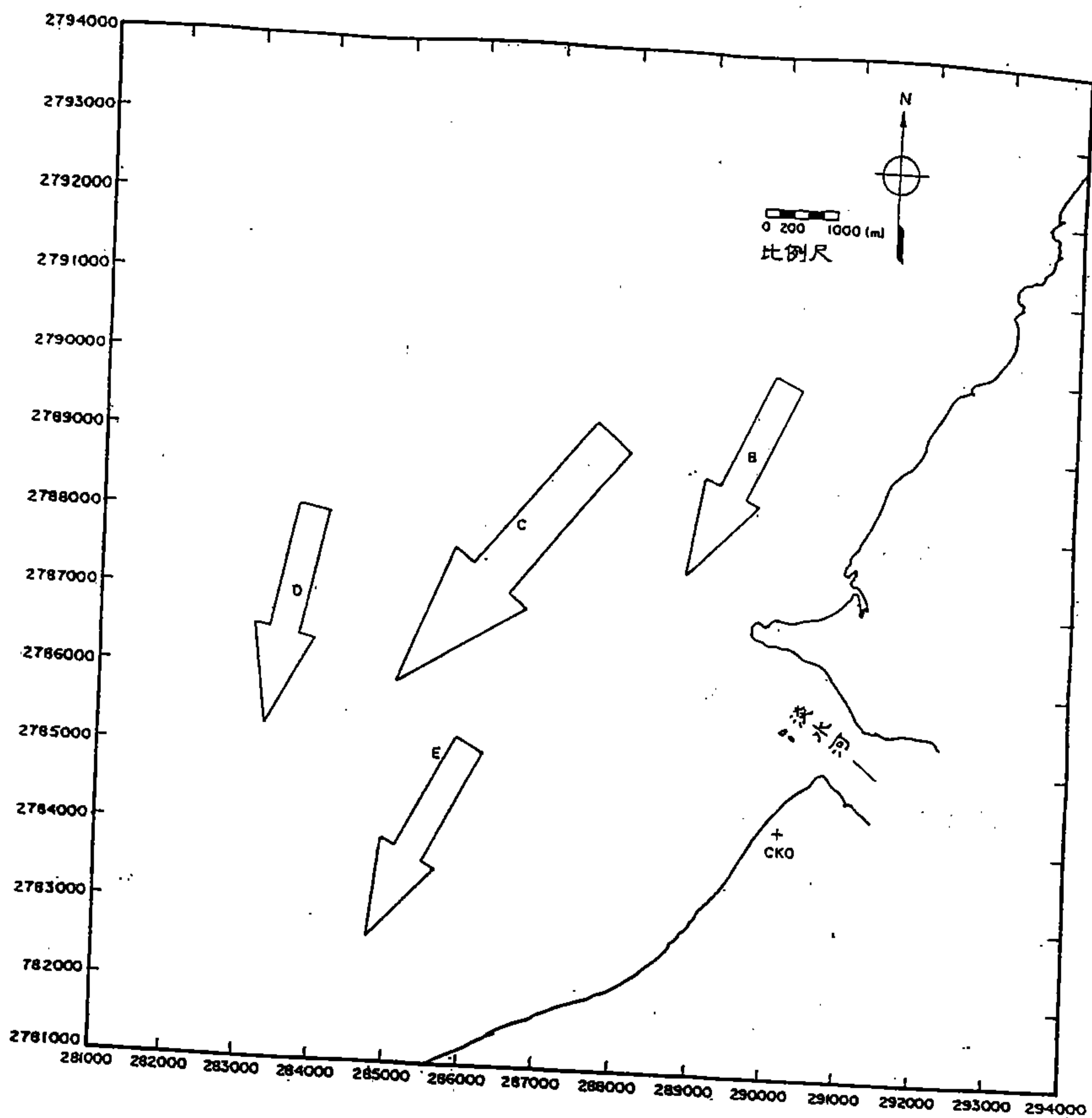


圖 2-23 B~E點之漲潮潮流流向圖

第三章 台中港址海、氣象資料分析

3.1 氣象

3.1.1 風力

圖3-1及圖3-2示台中港北堤24m測站(A站)全年及各月風玫瑰圖。由圖可知東北季風期(10月~3月)台中港風向以NNE向為主，NE向次之，二者幾佔冬季75%以上，再其次為N向，約佔8%左右。

3.1.2 颱風

颱風為威脅台灣最嚴重之自然災害，多見於夏、秋兩季，冬、春較少，經統計1947年以來颱風資料，平均每年約有3.2個颱風侵襲本省，其中以8、9月發生次數最多。

侵台颱風路徑大致可劃分為7類，各路徑分類統計如圖3-3所示。其中以第2、5路徑颱風中心可能通過台中港附近。

為調查颱風侵襲台中港之頻率，中華顧問工程司經統計1947~1990近40年來，以台中港為中心，三種不同距離範圍內颱風通過次數及發生機率，詳如圖3-4所示。其中通過東經119.51~121.51度，北緯23.25~25.25度之颱風共計65次，以第2路徑發生機率最多。

3.1.3 霧日

根據中央氣象局之氣候資料年報，統計台中港區梧棲氣象觀測站自民國66~78年13年間水平能見度小於1公里之月平均及月最多霧日數之變化曲線如圖3-5所示。由圖中可顯示各月中以3月份出現霧日最多，平均約2.15日，3月份曾發生最多之霧日有8日。就統計年間而言，平均每年發生之霧

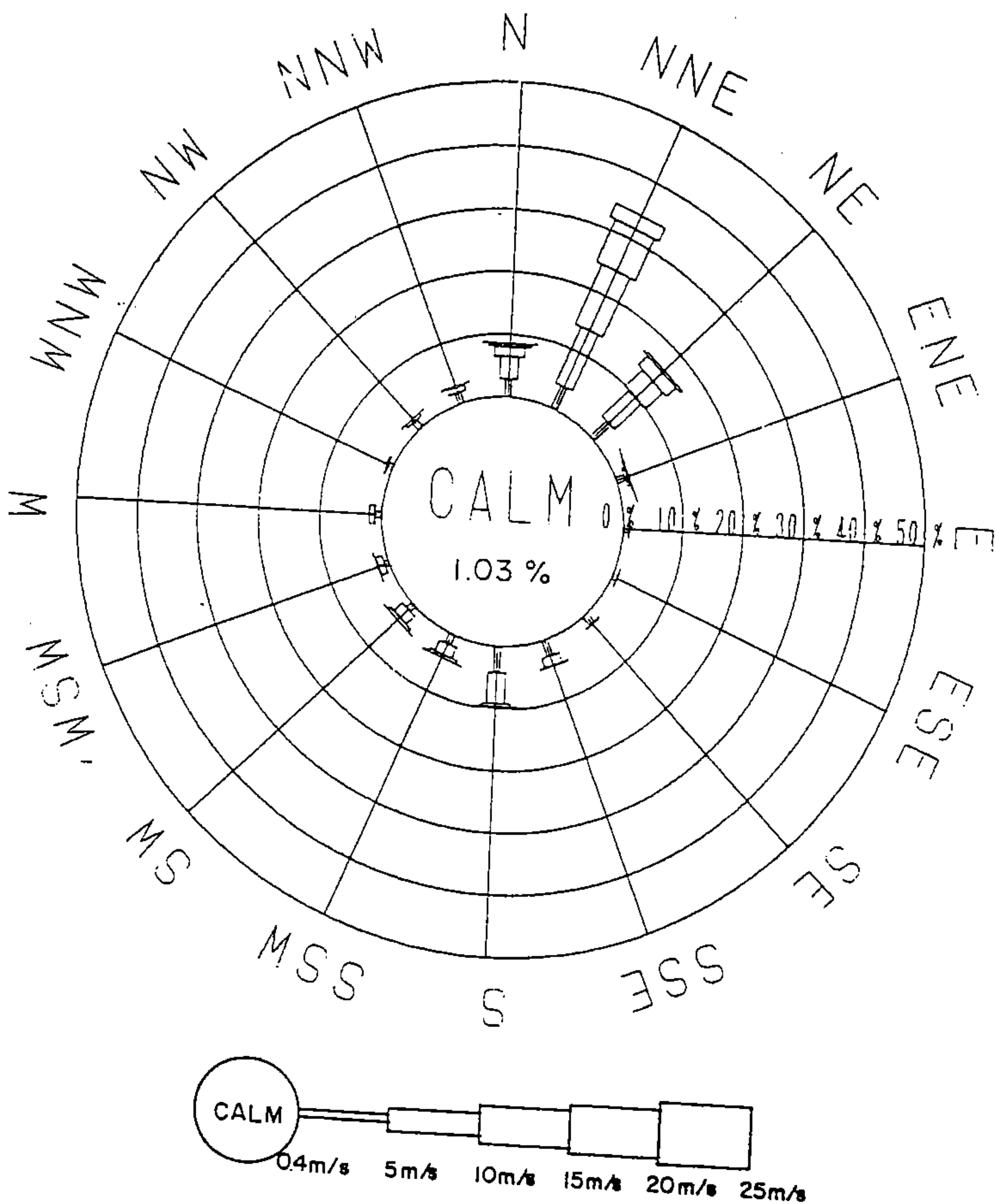


圖 3-1 台中港北堤24m測站全年風玫瑰圖
(統計年限:民國61年~70年)

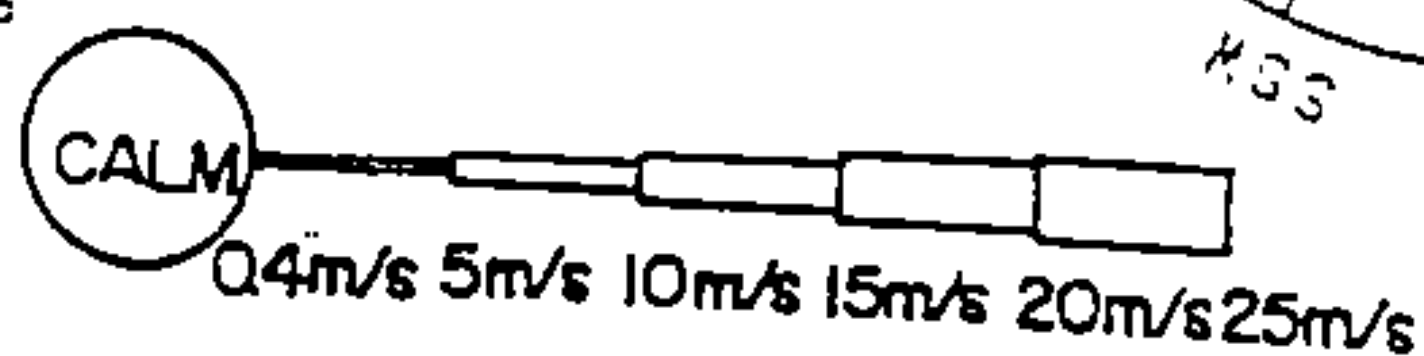
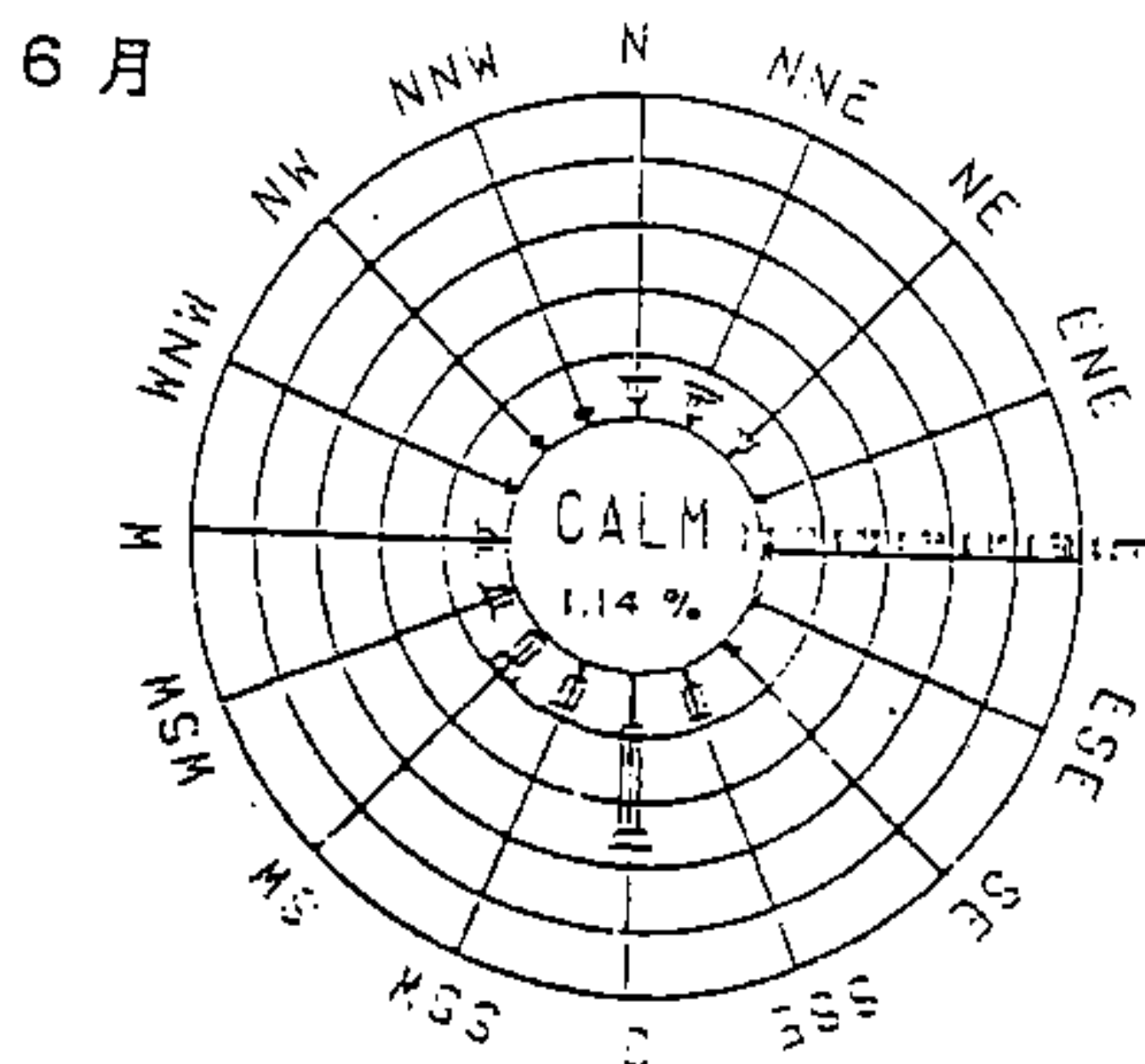
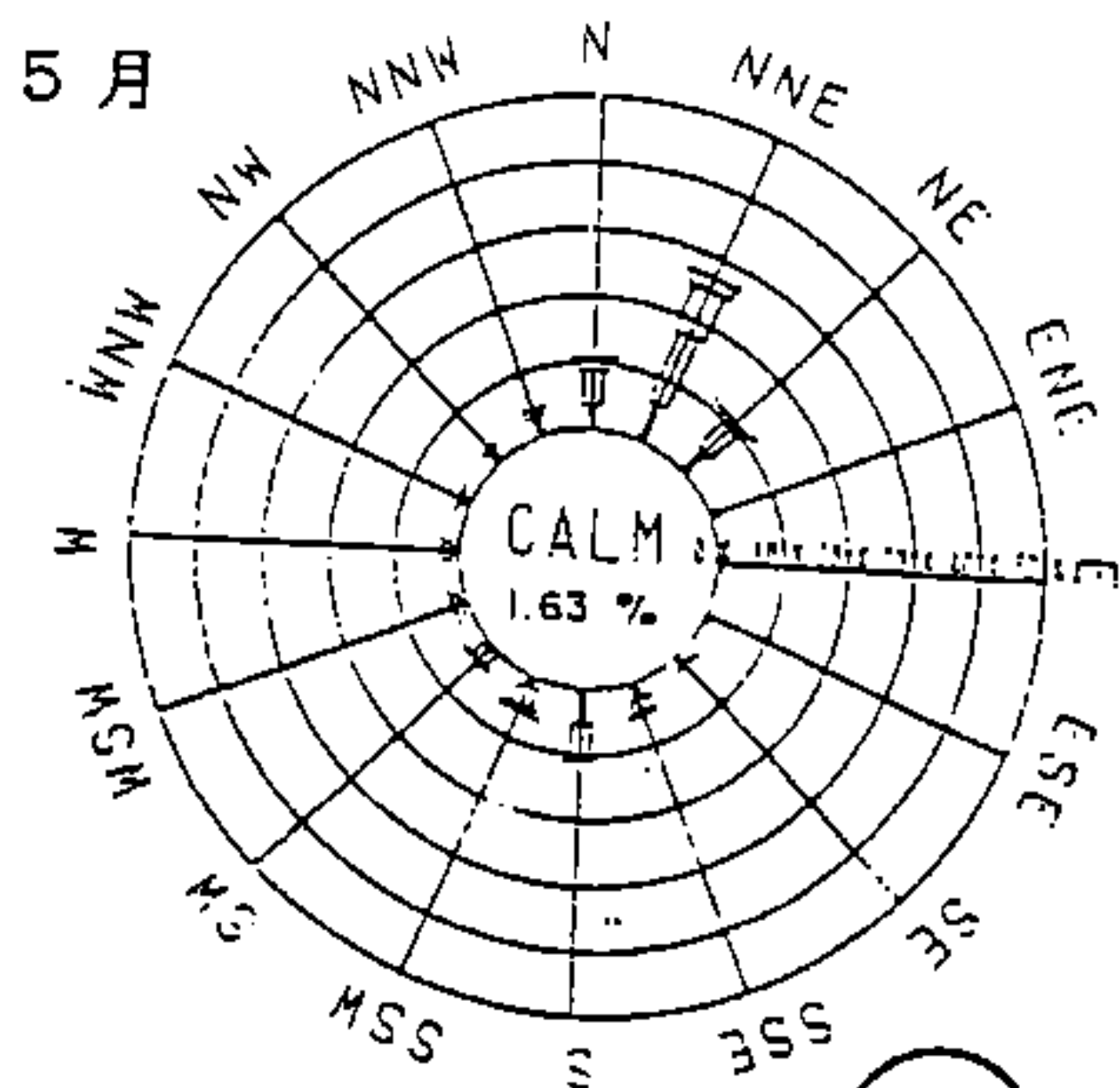
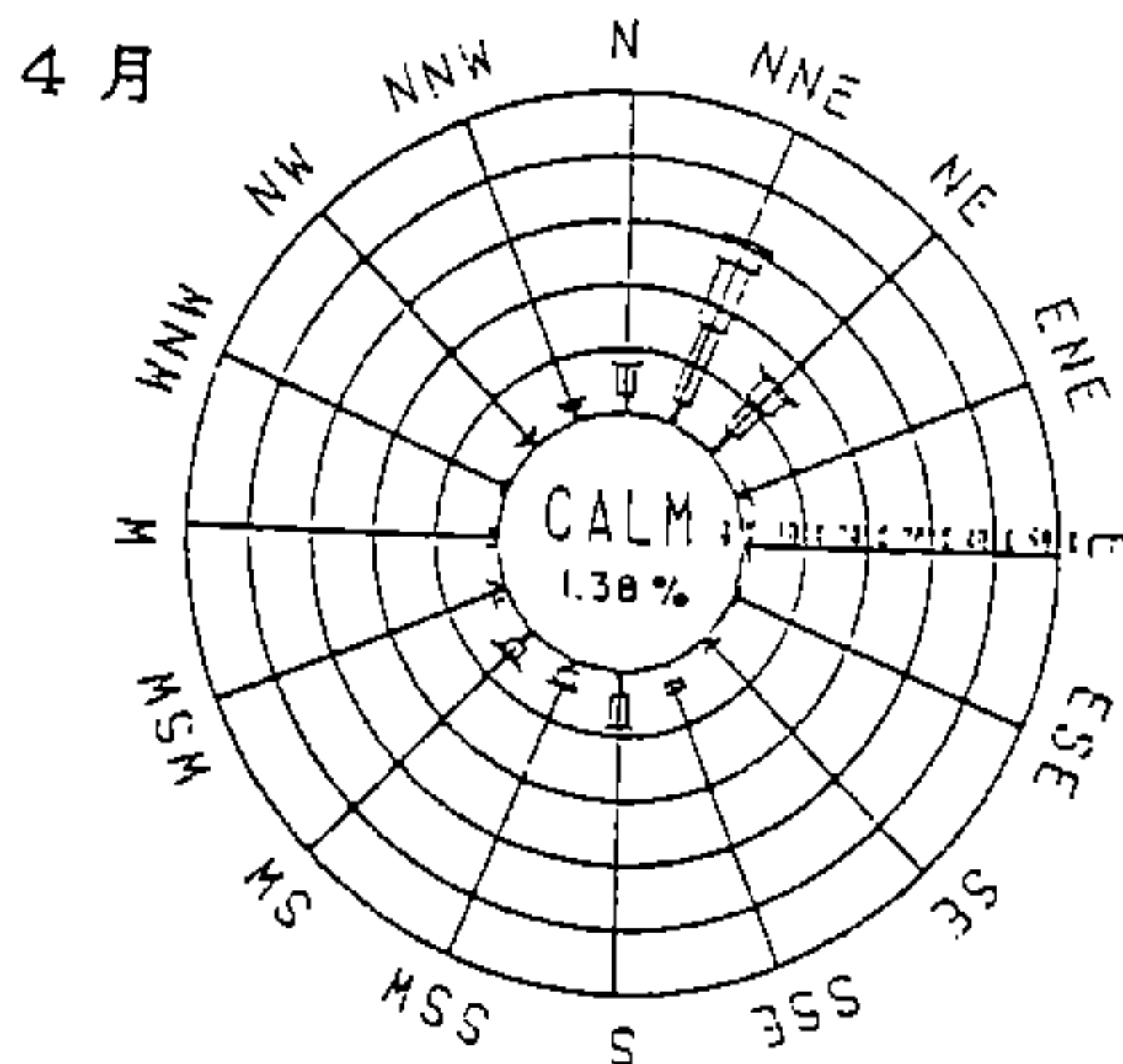
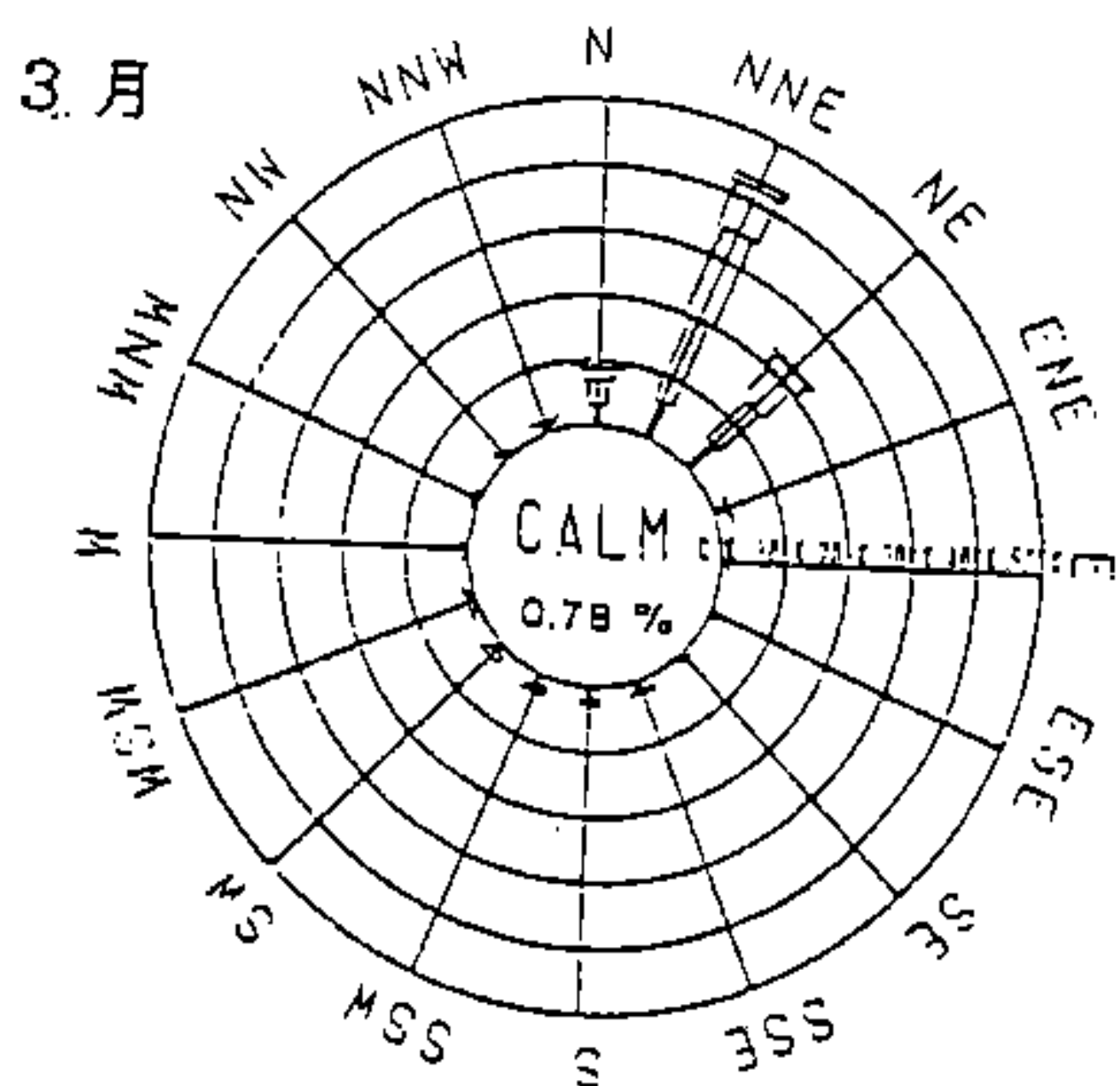
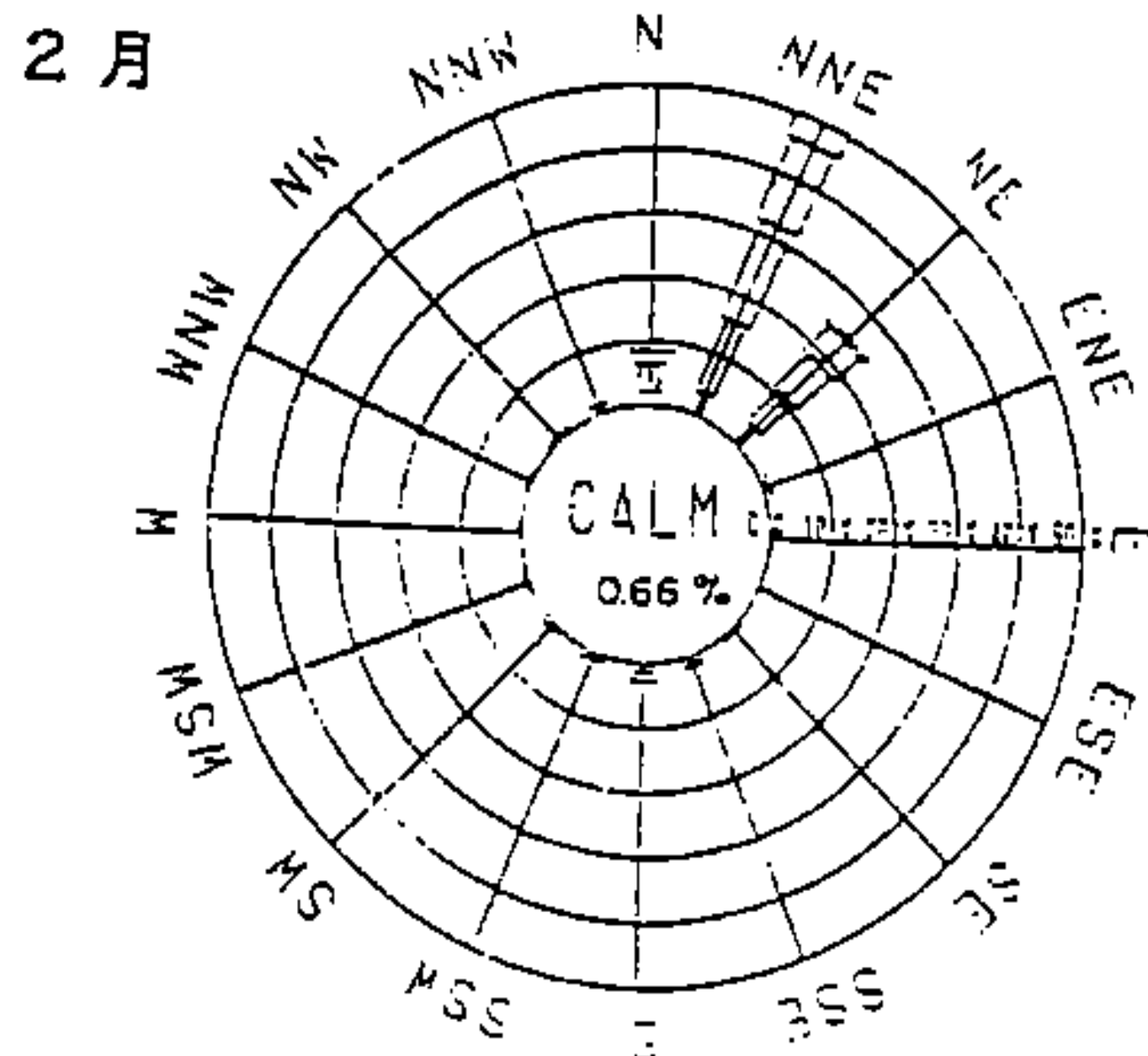
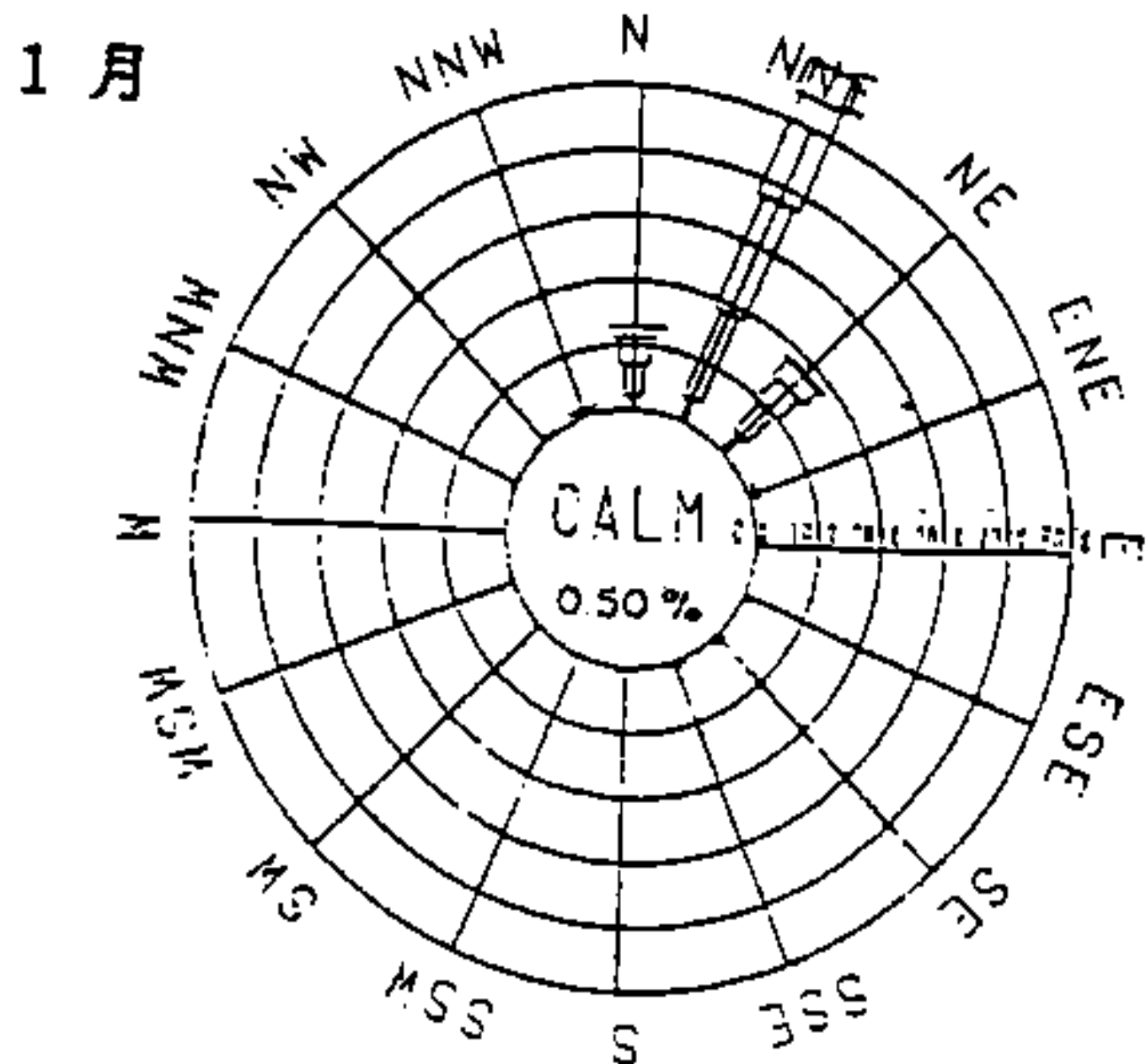
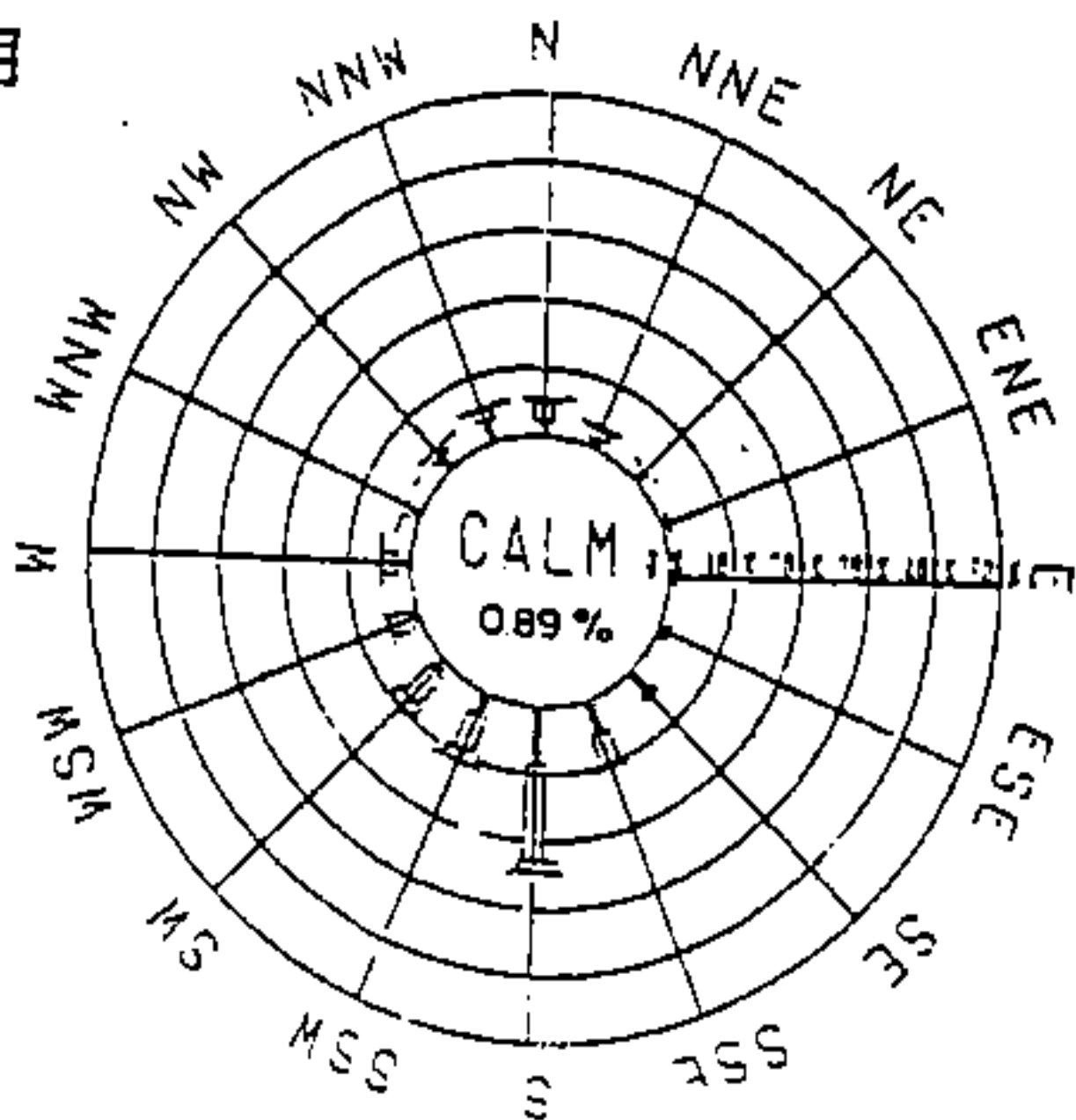
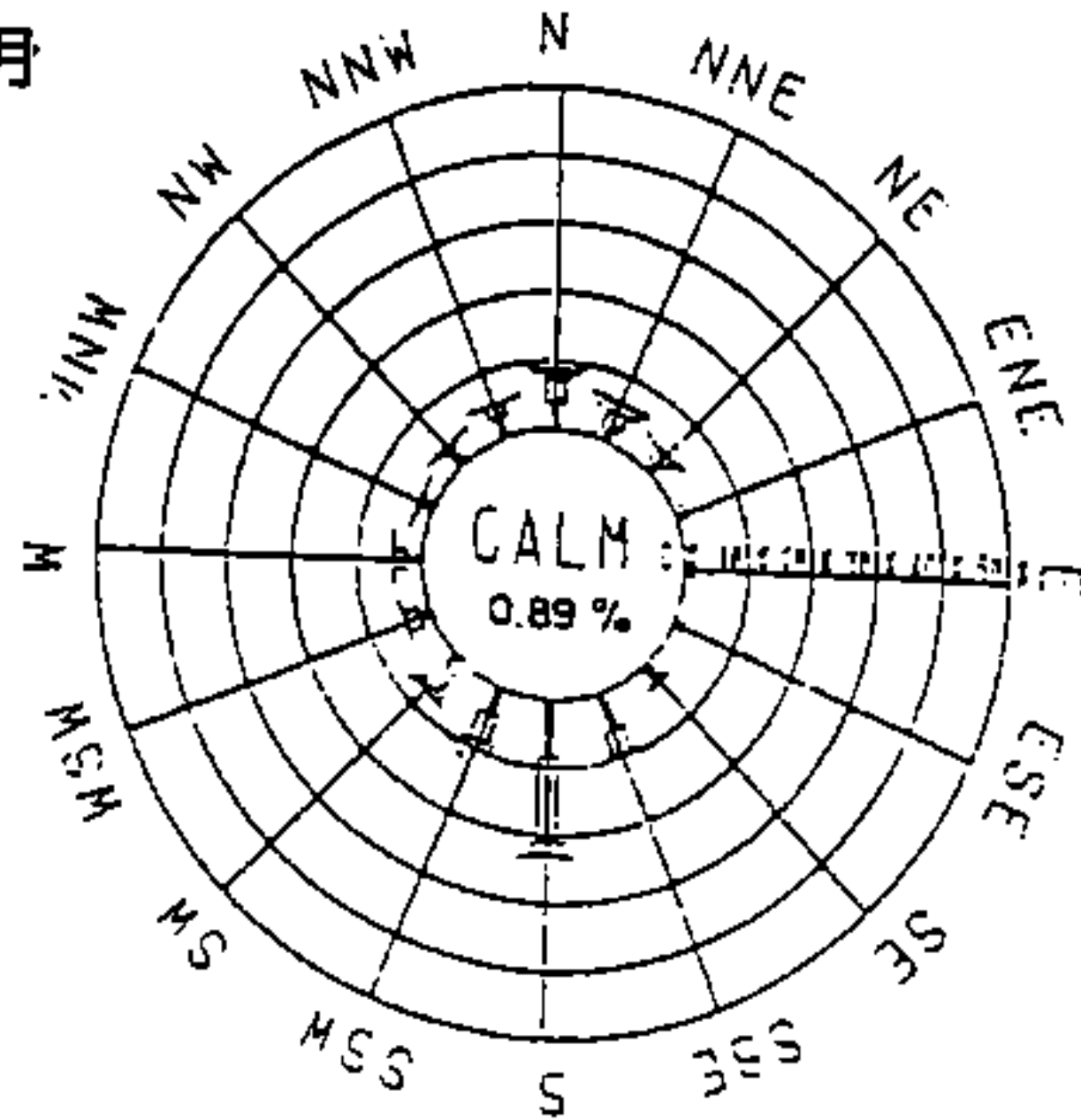


圖 3-2 台中港北堤24m測站各月風玫瑰圖
(統計年限:民國61年~70年)

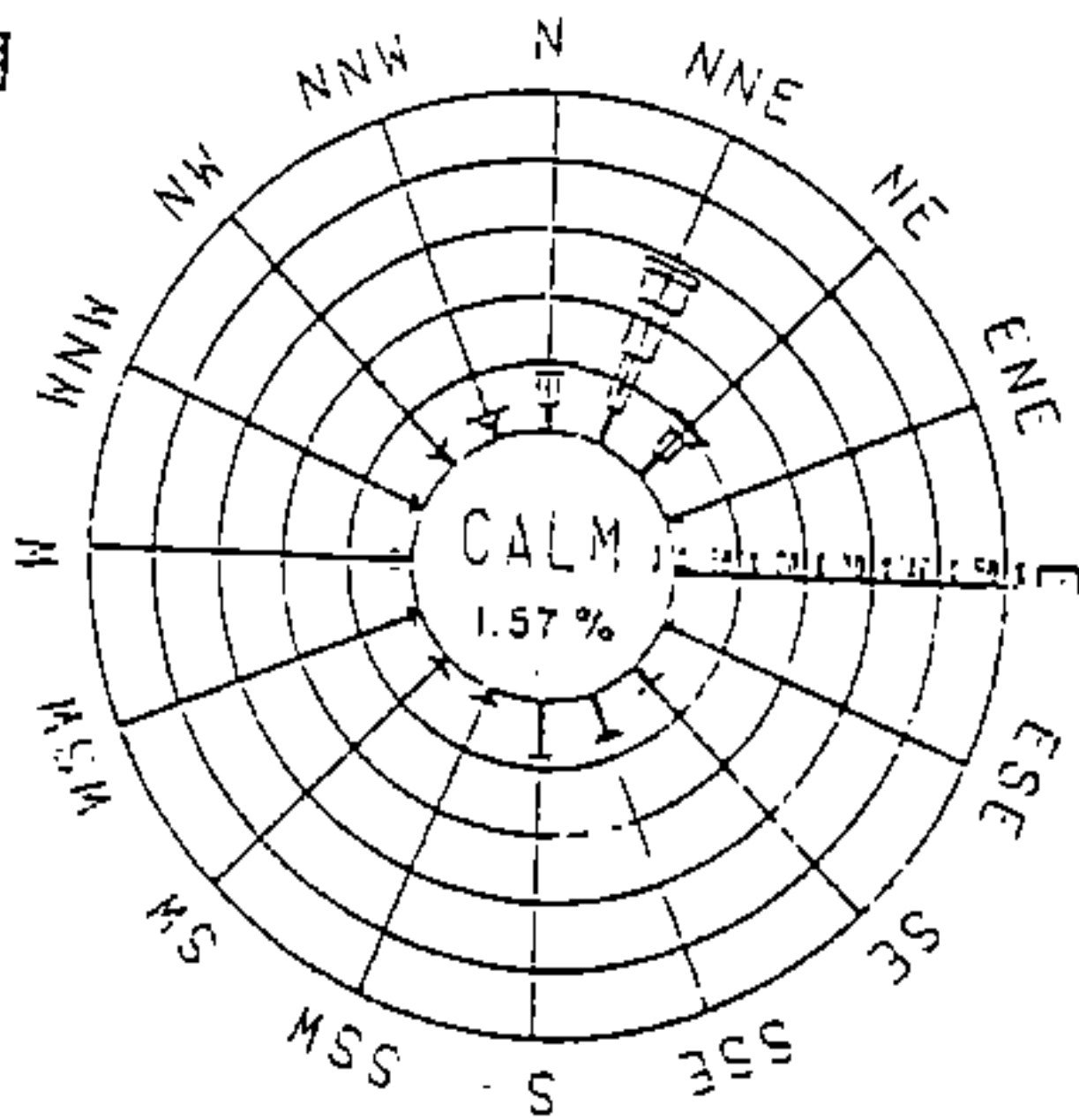
7 月



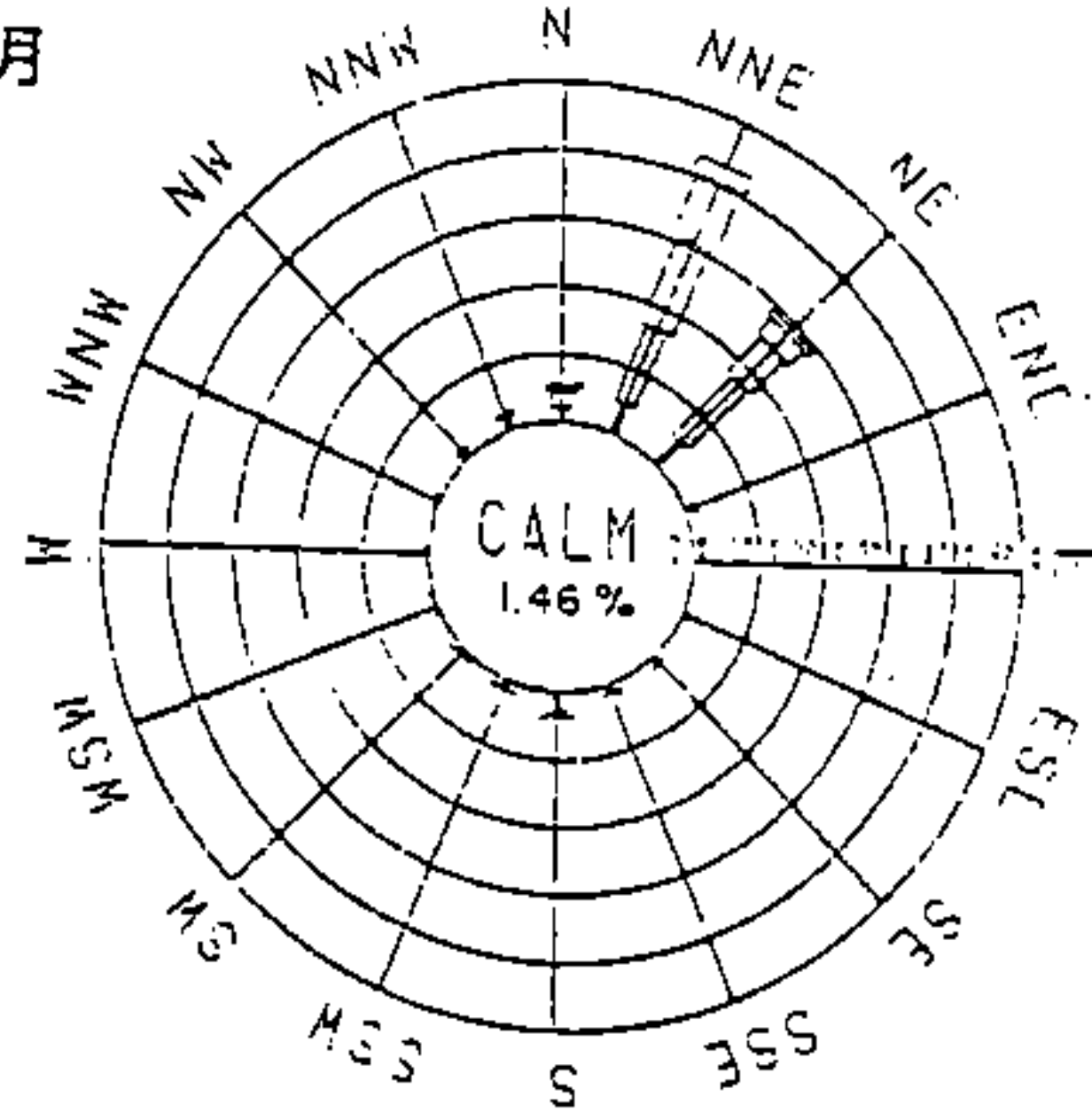
8 月



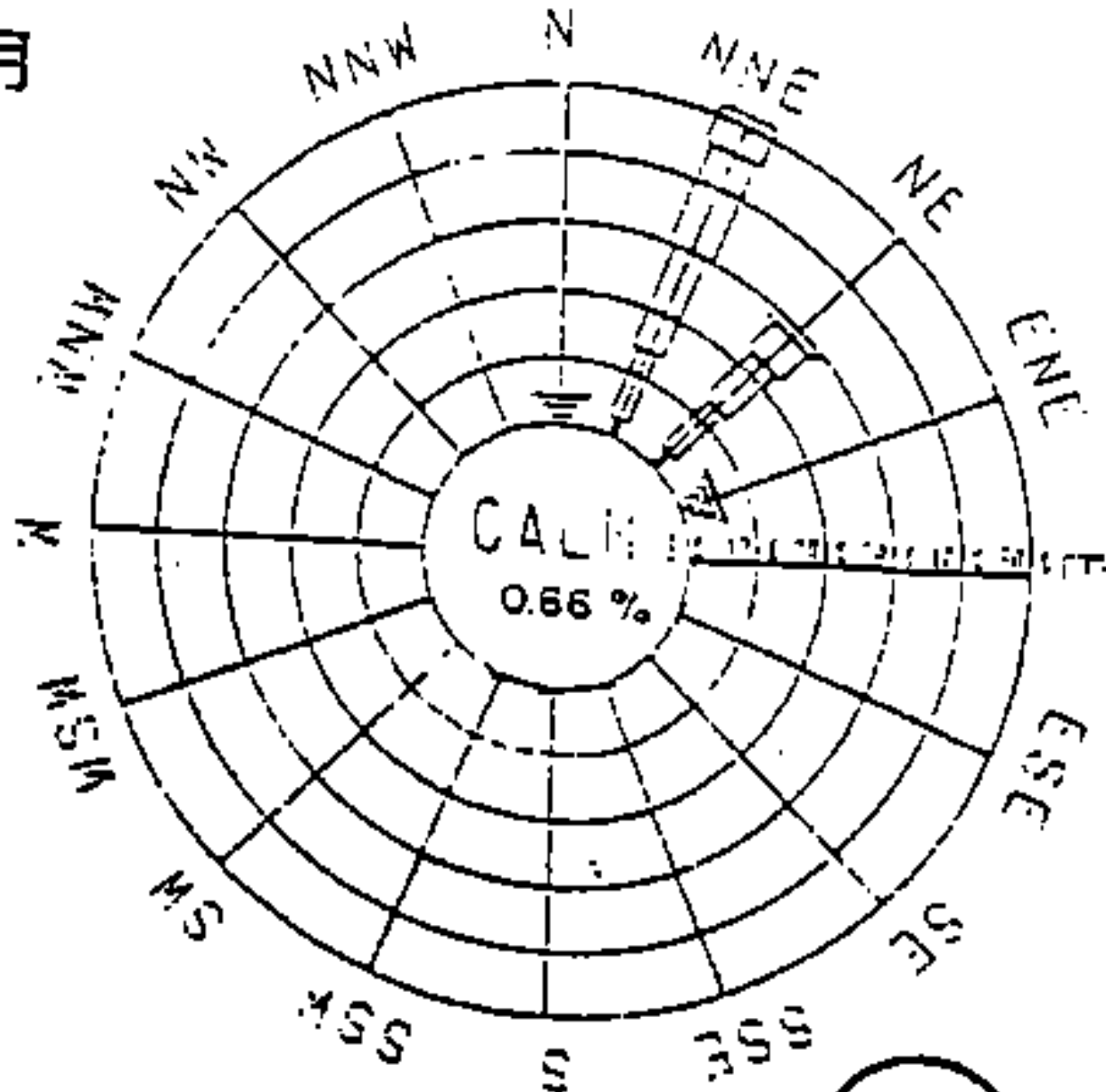
9 月



10 月



11 月



12 月

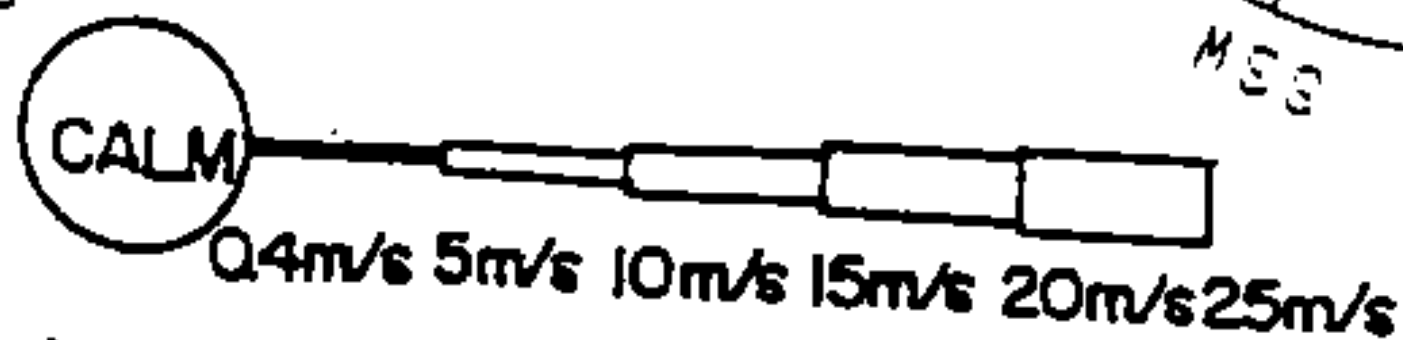
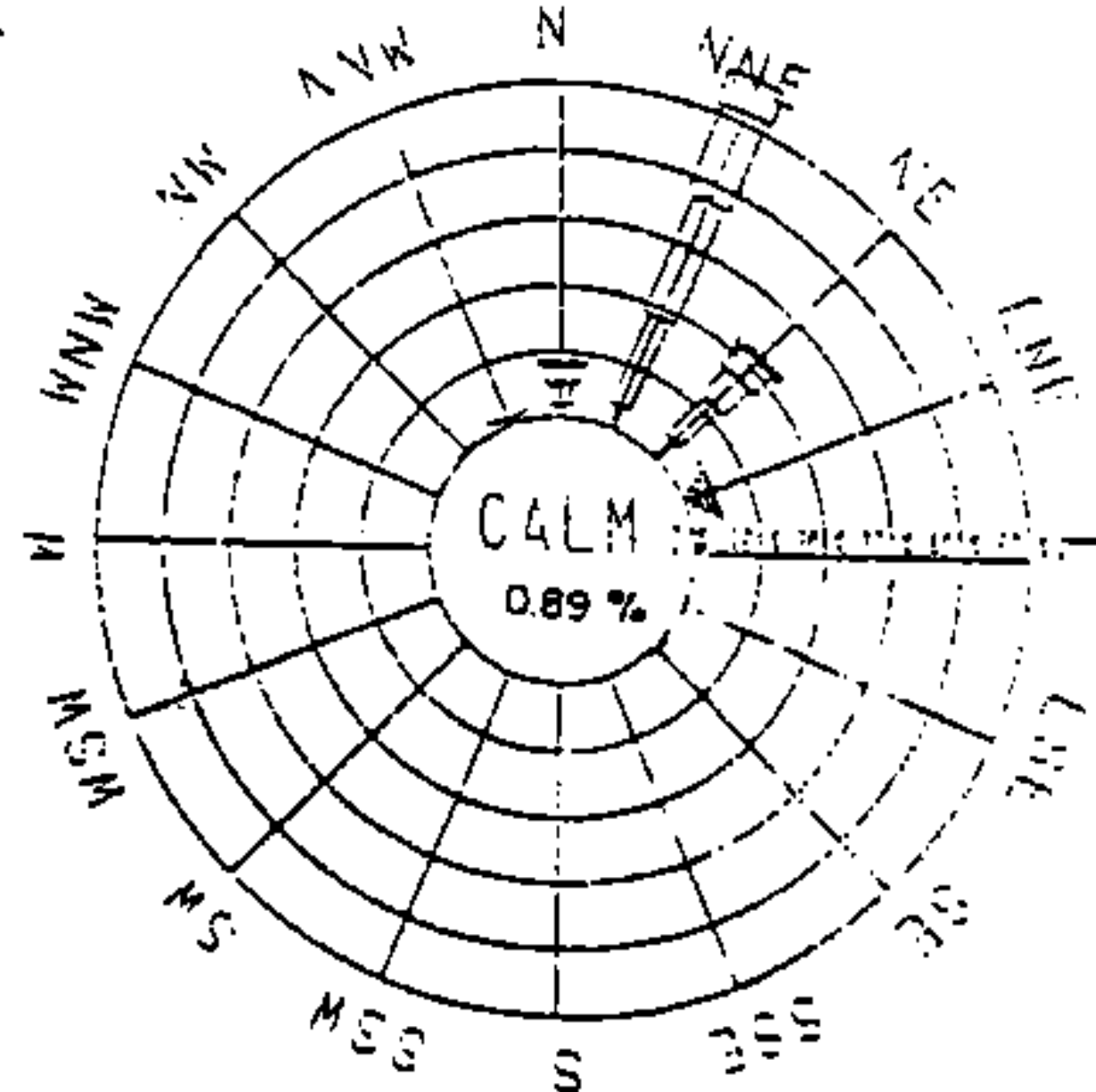


圖 3-2 台中港北堤24m測站各月風玫瑰圖(續)
(統計年限:民國61年~70年)

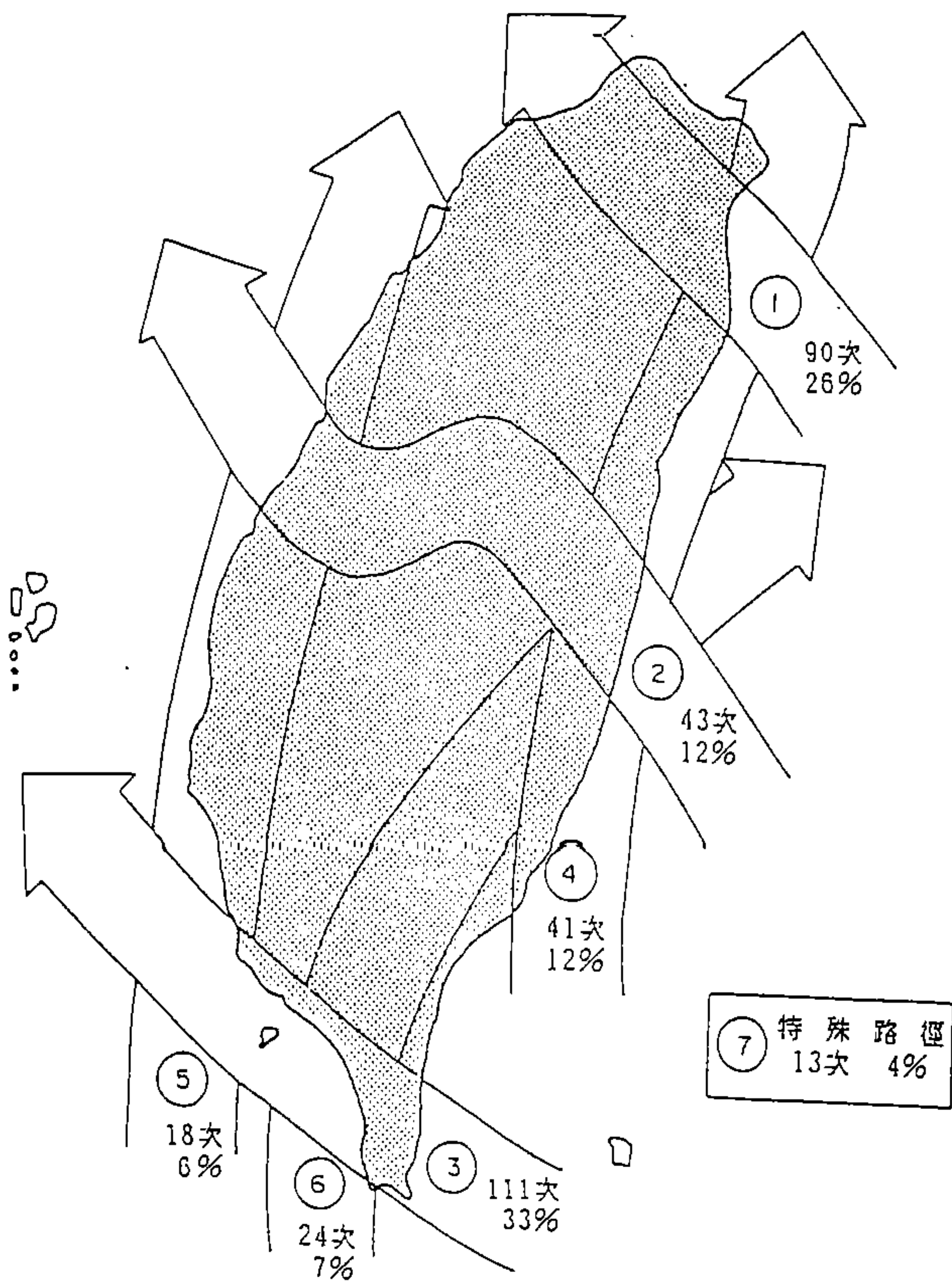


圖 3-3 侵台颱風路徑分類統計圖(1897~1990)

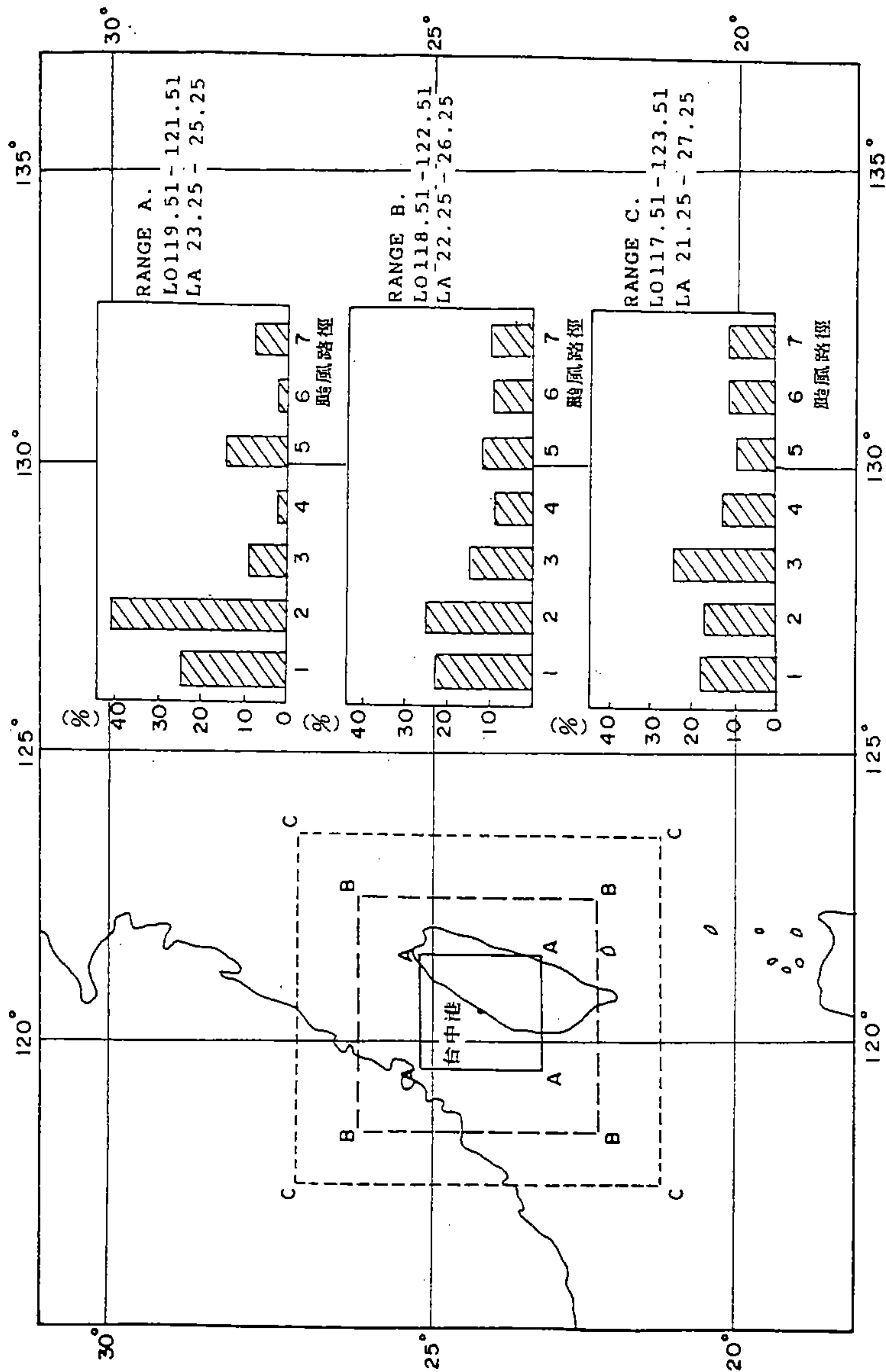


圖 3-4 台中港各不同範圍颱風通過次數及發生機率圖

日數爲6.7天，年發生最多霧日數爲13天，最少者僅有1天。

3.1.4 降雨日

根據中央氣象局梧棲觀測站自民國66~78年13年之觀測資料，統計分析台中港區降雨日數大於 0.1mm之月變化曲線，如圖 3-6所示。其中以3、5月份月平均降雨日數最多，平均在12.23日，而10月份月平均降雨日數最少，平均爲 2.23日。民國66~78年間降雨日數最多爲 115日，最少爲76日，年平均降雨日數爲97.7日。

3.1.5 溫度

由民國66~78年13年間溫度之統計分析知其月變化曲線，詳圖3-6所示，圖中顯示以7月份之氣溫最高，其月平均溫度爲28.9°C，而月平均最高溫度爲32.3°C，月平均最低溫度爲12.7°C發生於 1月。統計年間之最高氣溫爲36.4°C，於77年7月19日發生，而絕對最低氣溫則發生於67年1月22日，當時溫度爲2.4°C。

3.1.6 濕度

由台中港地區相對濕度之統計分析，得其月變化曲線如圖 3-8(統計年間爲民國66~78年)，圖中顯示月平均濕度爲78.5%，月最高濕度爲 87%，而月最低濕度爲59%，則發生於11月。

3.2 海象

3.2.1 海流

1. 冬季流況特性

本地區冬季海域流場主要受風驅流主導，外海最大流

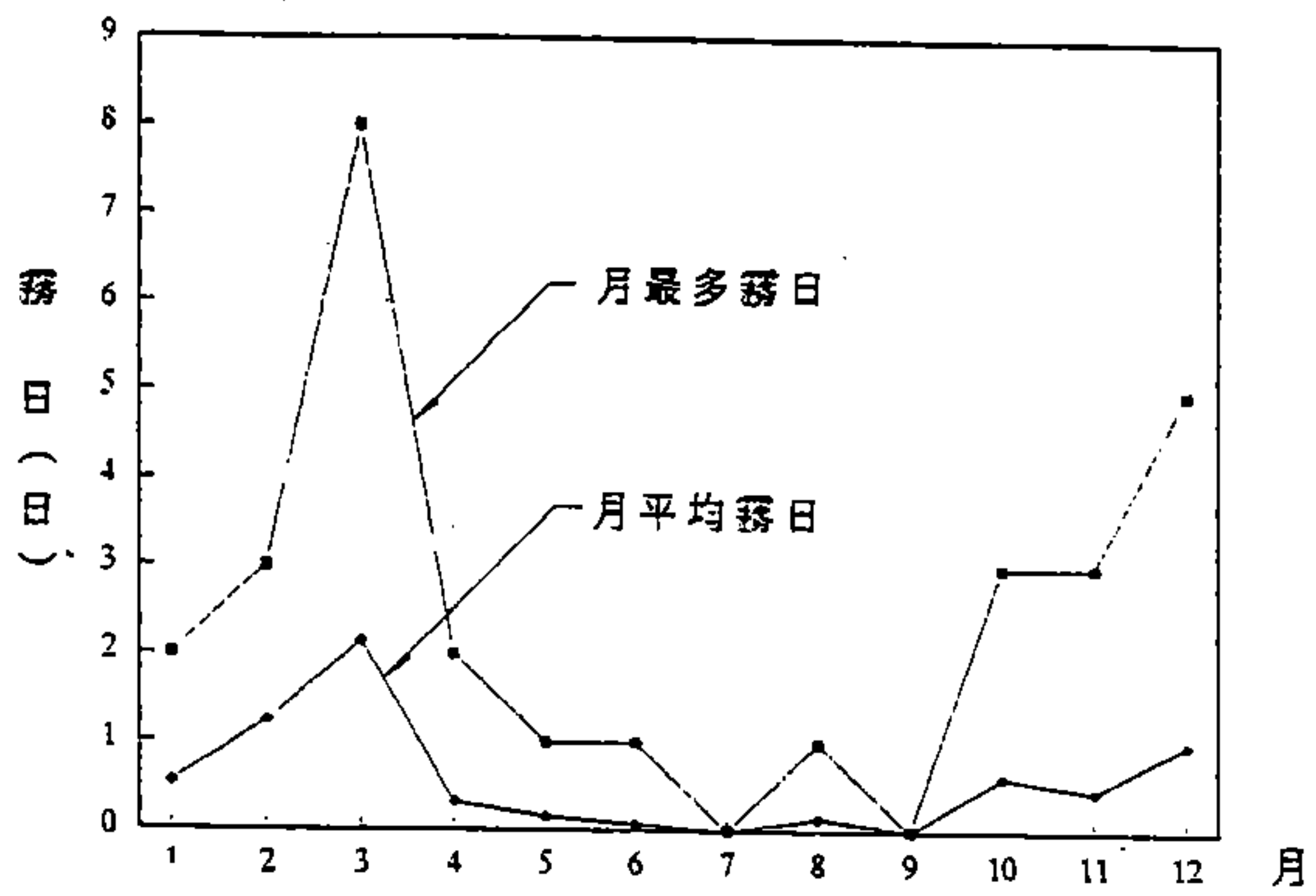


圖 3-5 台中港地區每月霧日變化曲線圖

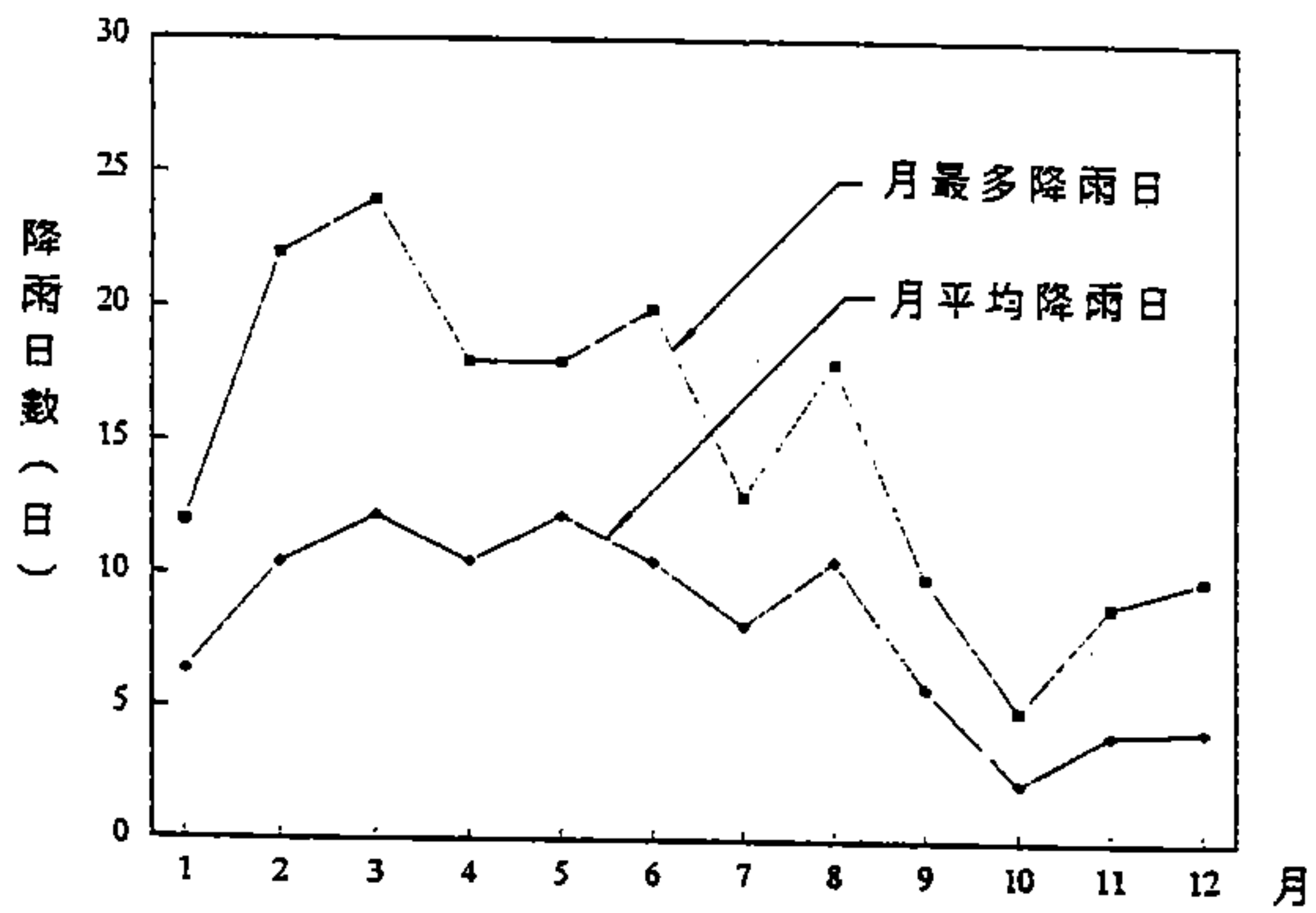


圖 3-6 台中港地區降雨日數之月變化曲線圖

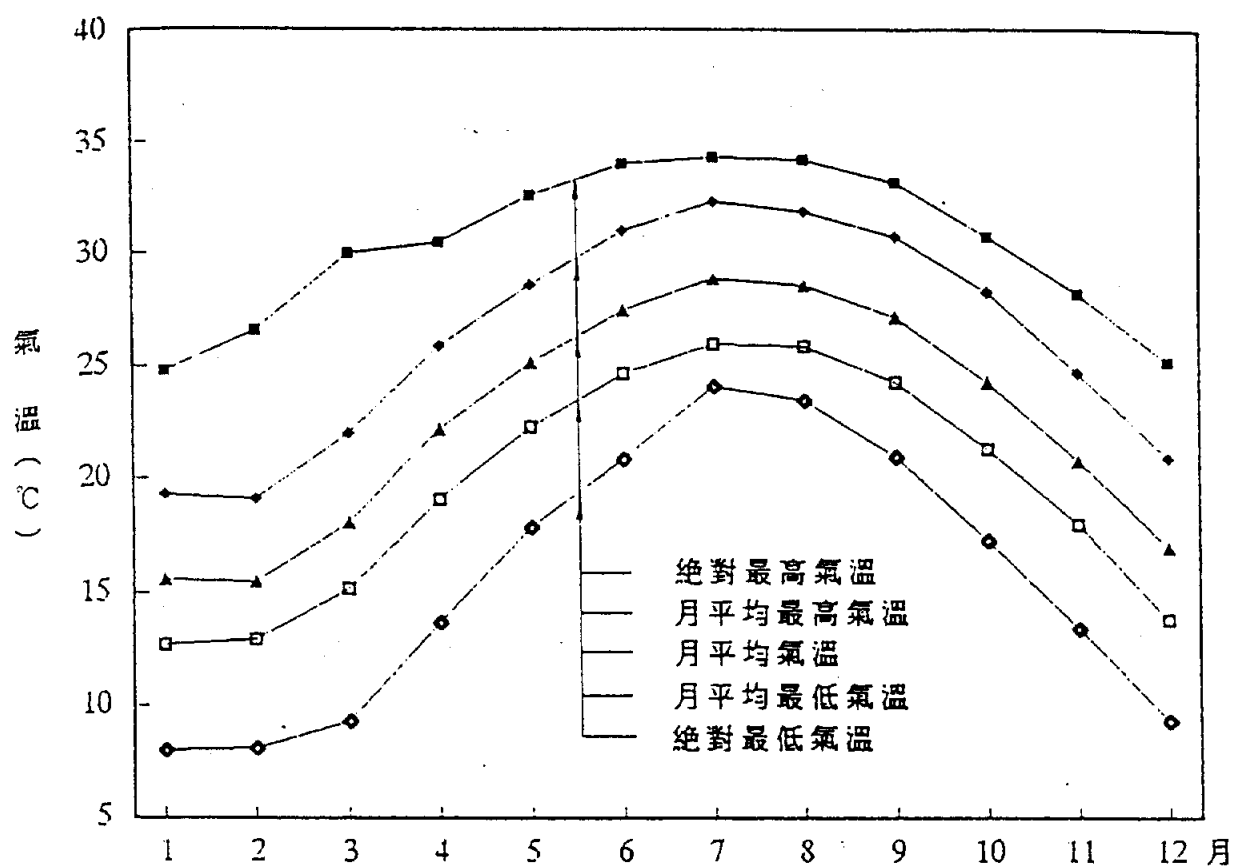


圖 3-7 台中港地區氣溫變化圖

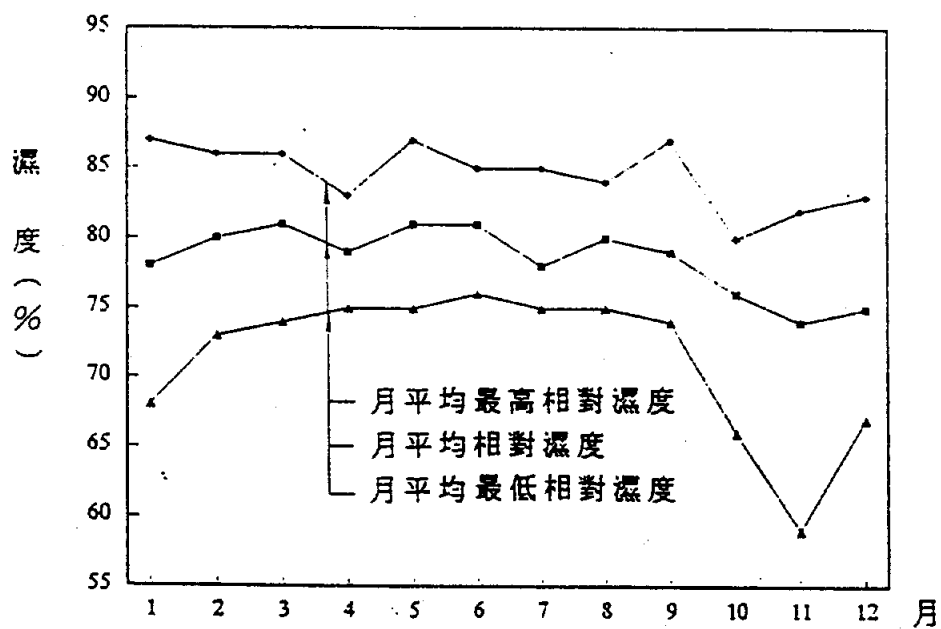


圖 3-8 台中港地區濕度變化圖

速約2~3節。而港口附近因流場束縮及受沿岸流之作用，流速最大可達4~5節，流向幾與航道垂直，對船隻進港影響極大。而冬季港口強勁橫流發生之時間與風力及潮汐關係極大，強流多發生於低潮前後2~3小時。

2. 夏季流況特性

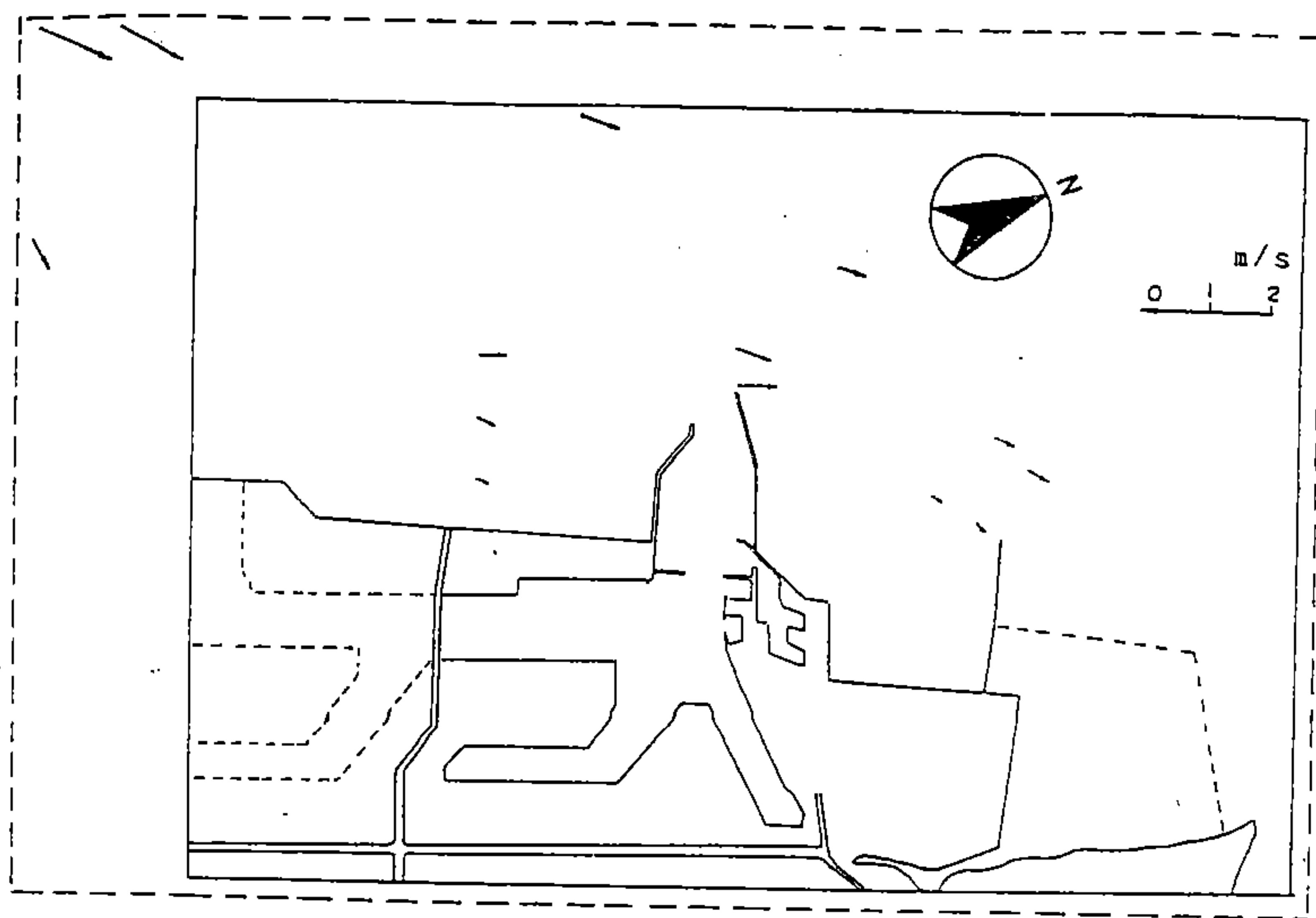
本海域夏季風力微弱，流況主要由恆流(黑潮)及潮流所控制。流向大部份時刻向N或NNE。每天最大流速均介於40~60cm/sec之間，在高潮位時流速最小，最低潮位開始漲潮1~2小時間流速最大。其冬、夏二季之流況特性詳圖3-9。

3.2.2 潮位

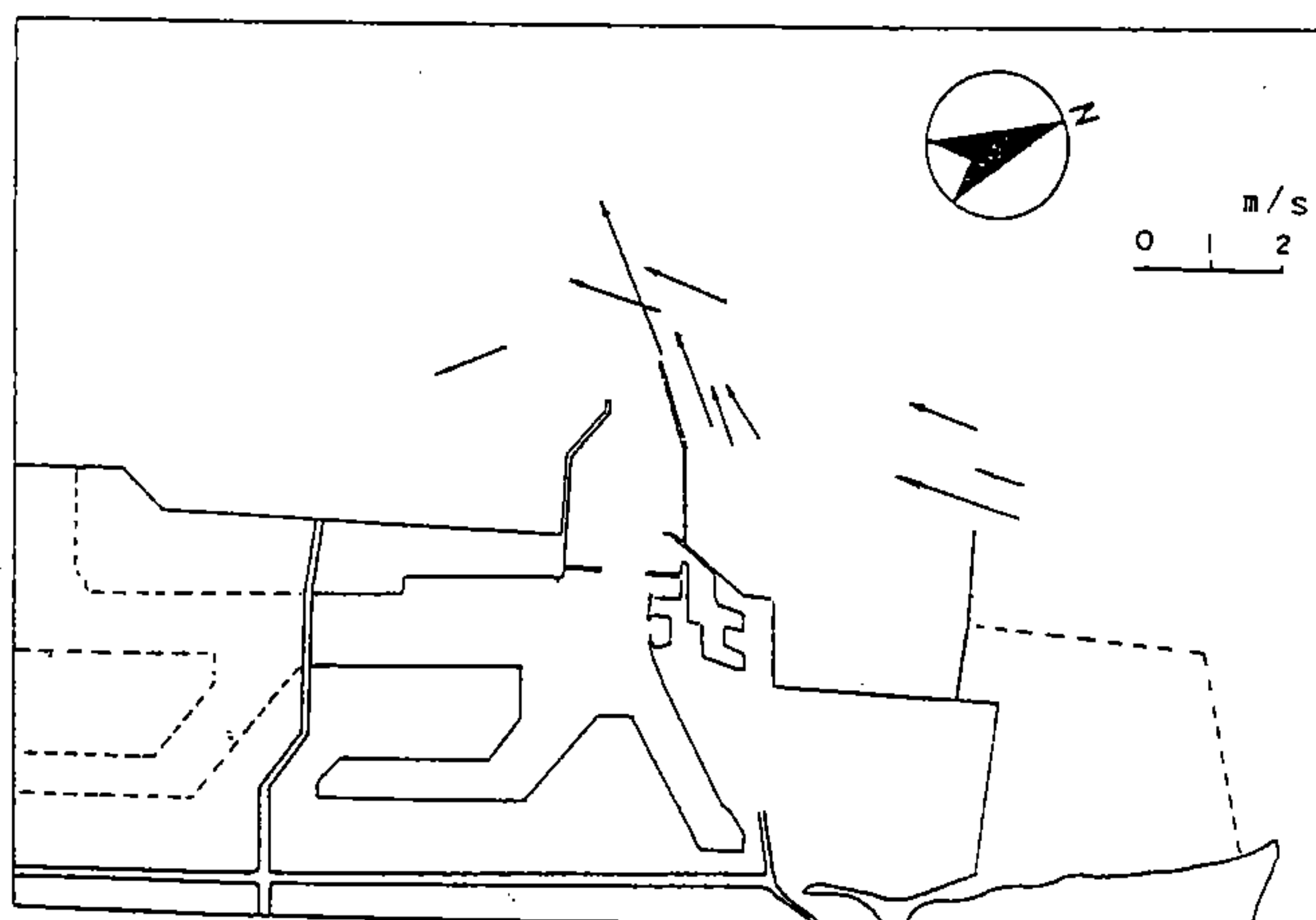
台中港自民國60年初工程局成立後，即安裝自動檢潮儀進行潮位觀測。其間於民國65~68年曾因儀器故障中斷4年。民國72年11月起驗潮工作轉交港灣技術研究所辦理迄今。目前台中港各工程所使用之潮位基準多係民國60年3月~65年2月所測得之統計資料，各種設計基準如下：

最高高潮位	H.H.W.L.	=	5.86m(60.9.23)
平均高潮位	M.H.W.L.	=	4.58m
平均潮位	M.W.L.	=	2.72m
平均低潮位	M.L.W.L.	=	0.88m
最低低潮位	L.L.W.L.	=	-0.26m(60.12.3)
平均潮差	AVE.RANGE	=	3.70m

統計民國60年至78年所測得之資料，發現各年平均潮位、平均高潮位及平均低潮位均有近10公分之差距。其中最低



(a) 夏季流況



(b) 冬季流況

圖 3-9 台中港冬、夏季主要實測流況分佈圖

低潮位之差距更大，離目前所採行之台中港最低低潮位為-0.26m(60.12.3測得)，但根據歷年資料顯示，自民國69年起所測得之最低低潮位顯著比-0.26m更低，76年 1月更測得有-0.55m之最低值記錄。基此，中華顧問工程司復引用港研所民國76年 7月至78年12月之實測資料加以分析，各項潮位基準統計分析結果如下：

最高高潮位	H.H.W.L.	=	5.86m(60.9.23)
平均高潮位	M.H.W.L.	=	4.42m
平均潮位	M.W.L.	=	2.65m
平均低潮位	M.L.W.L.	=	0.88m
最低低潮位	L.L.W.L.	=	-0.55m(76.1.2)
平均潮差	AVE.RANGE	=	3.54m

3.2.3 波浪

台中港波浪觀測起於民國60年 7月，採用超陰波波高計，儀器置於北堤外海低潮位下19公尺處，以電纜連接至北堤控制室內。每隔兩小時記錄20分鐘資料。本項觀測作業一直持續至民國68年 9月因連接岸上電纜斷裂而停止觀測。其間共斷續測得約1萬9千餘次之波浪記錄。

1. 波高、週期分佈

統計歷年示性波高及週期分別繪製全年示性波高與週期分佈圖(Scatter Diagram)，如圖 3-10。由統計結果可知全年小於1.0公尺示性波高出現機率最高約佔51.6%，94%以上示性波高均低於2.5公尺。週期約82%集中於4~7秒間。

2. 示性波高長期及極端值統計

茲將台中港歷年測得之冬、夏波浪資料，分別依上述方法，點繪於 Weibull 機率分佈紙上，並可求得下列二示性波高分佈之關係式如下：

$$P(H_s) = 1 - \left[\exp - \left(\frac{H_s}{1.49} \right) \right]^{1.98} \quad \text{--- 冬季示性波高分佈}$$

$$P(H_s) = 1 - \left[\exp - \left(\frac{H_s}{0.45} \right) \right]^{0.07} \quad \text{--- 夏季示性波高分佈}$$

台中港冬、夏季示性波高分佈關係圖求得後，可求得各迴歸年之示性波高值如表3.1所示。

表 3.1 台中港各迴歸期冬、夏季最大示性波高

迴歸期(年)	5	10	20	25	50	100
冬季波高(m)	4.67	4.85	5.02	5.09	5.24	5.40
夏季波高(m)	5.84	6.34	6.85	7.02	7.53	8.05

註：本表係以北堤外海-20m水深測得之波浪記錄推估。

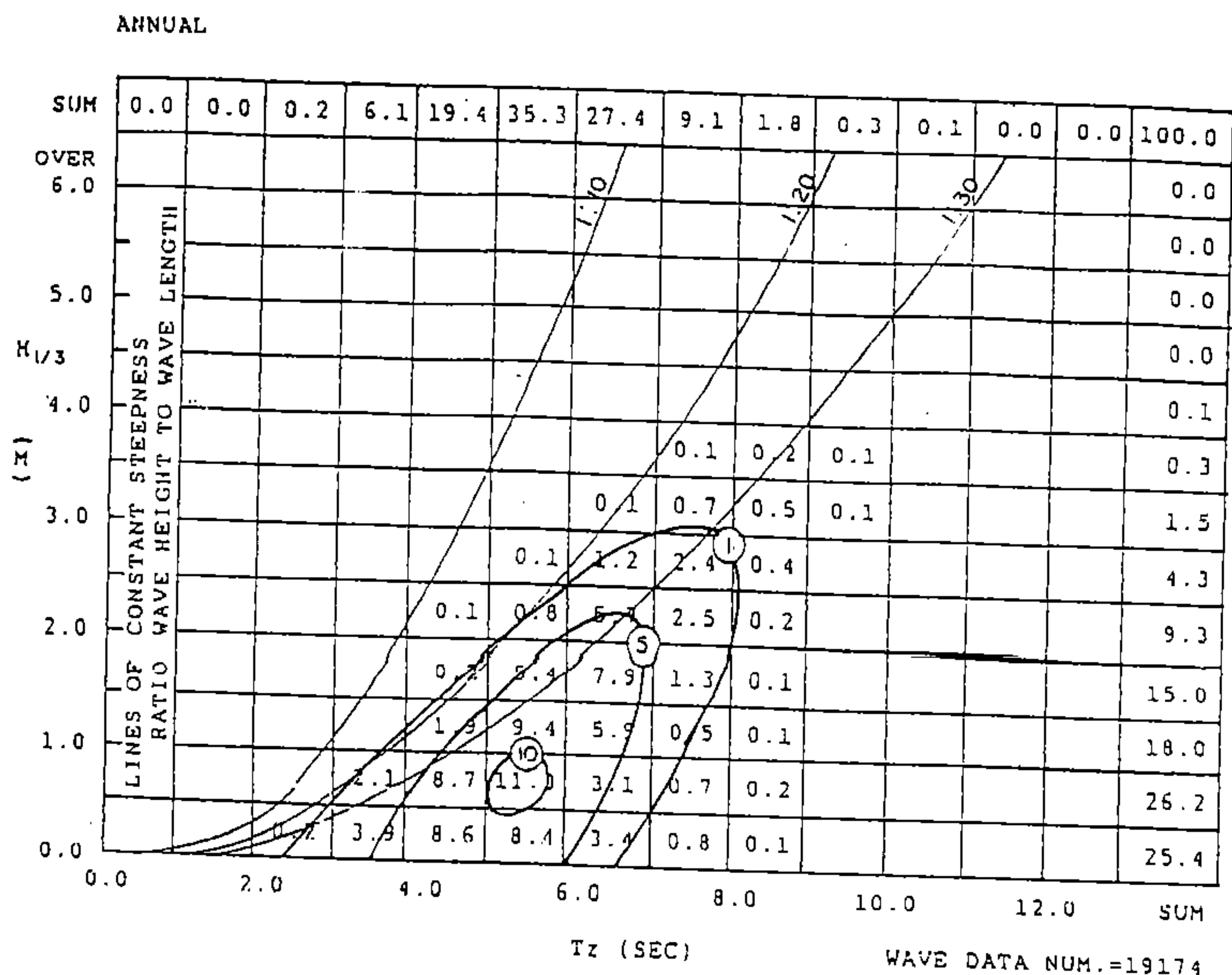


圖 3-10 台中港全年波浪波高、週期分佈圖

3. H1/3 與 H1/10, Hmax之關係

港灣工程習慣上常以示性波高 H1/3(連續記錄之波高由大而小排列，前面1/3較大波高之平均值)，以代表海上波浪特性。

但考慮領港出海登輪時，對海上波浪起伏之感受，茲將現有之波浪記錄分析示性波高H1/3與Hmax之關係如下：

$$H1/10 = -0.02 + 1.28 * H1/3$$

$$H_{max} = -0.06 + 1.65 * H1/3$$

上二式迴歸係數 R 均達0.99以上，變異性不大。

4. 波向

採用中華顧問工程司自民國75年1月17日至同年6月11日及台電公司於民國75年11月11日~12月12日，以雷達及螢幕自動照像系統進行之波向調查所測得之 537次記錄，統計分析得每月波向如表 3.2所示。東北季風期間，於港口外海20餘公尺深水域之波向大多介於 $355^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 之間。三月以後為季風轉換期，外海波向隨著風向變化而有極大改變，惟因風力減弱，波浪變小，波浪於雷達呈點狀影像，波向判讀較困難，但約略可研判約15%波向來自北向，20%~30%波向為南至西南向。

表 3.2 台中港各月波向統計

	335	340	345	350	355	0	5	10	15	From South	Calm	Total
JAN. NO. %			1 1.7	4 6.8	10 16.9	7 11.9	23 38.9	4 6.8			10 17.0	59 100
Feb. NO. %				7 7.0	21 21.0	34 34.0	24 24.0	5 5.0	1 1.0		7 7.0	99 100
Mar. NO. %		2 1.8	2 1.8	7 6.3	10 9.0	19 17.1	12 10.8	7 6.3	1 0.9	11 10.0	40 36.0	111 100
Apr. NO. %		1 0.8	3 2.5	5 4.1	9 7.4	8 6.5	15 12.3	9 7.4	1 0.8	21 17.2	50 41.0	122 100
May. NO. %		2 1.8	1 0.8	4 3.4	7 5.9	9 7.5	19 16.0	5 4.2	1 1.0	36 30.2	35 29.4	119 100
Jun. NO. %				1 3.7	2 7.4	2 7.4	1 3.7	3 11.1		7 25.9	11 40.8	27 100
Nov. NO. %	2 1.4	2 1.4	4 2.8	8 5.5	32 22.2	66 45.8	21 14.6	1 0.7		2 1.4	6 4.2	144 100
Dec. NO. %				1 0.8	9 7.6	49 41.2	32 26.9	6 5.0			22 18.5	119 100
Sub. NO. Total %	2 0.3	7 0.9	11 1.4	37 4.6	100 12.5	194 24.3	147 18.4	40 5.0	4 0.5	77 9.6	181 22.5	800 100

第四章 布袋港址海、氣象資料分析

布袋港預定港址位於本省西南部嘉義縣境內，布袋鎮以西濱海地區，即北緯 $23^{\circ} 22'$ ，東經 $120^{\circ} 07'$ 處，面臨台灣海峽，北及西北側海域有統仙洲、箔子寮汕及外傘頂洲所構成之長沙洲，形成天然屏障。其地理位置示如圖4-1。

4.1 氣象

一地區之天氣是由多種氣象要素組合而成，此要素包括：氣溫、濕度、日照、霧量、雨量、蒸發量、氣壓及風等。

4.1.1 雨量

本地區降雨量較小，據鰲鼓氣象站觀測，年降雨量平均 1,224mm(最大年份 2,152mm、最小年份 462mm)，僅佔台灣地區平均年雨量 50% 左右。年平均降雨日數 83 天，雨旱分明，即 5 月至 9 月為雨期，降雨量為 1,042mm，佔全年雨量之 85%(圖 4-2)，10 月至翌年 4 月為旱期，時有兩個月不下雨情形發生，而以八月份降雨量 426.7mm 及降雨日 9 天為最。

4.1.2 氣溫

根據東石鄉塭港村設置塭港氣象站顯示，年平均氣溫為 23.0°C ，七月平均氣溫 28.9°C ，一月平均氣溫 15.7°C ，夏天最高氣溫 34.5°C ，冬天最低氣溫 6.0°C (圖 4-3)。

4.1.3 濕度

據塭港氣象站從前觀測之資料，全年濕度仍有夏高冬低之現象，但年間變化甚小，絕對濕度最大 25.3mm 在六月，最小 11.1mm 在一月，相對濕度最大在六月為 87%，最小在 11 月為 82%。

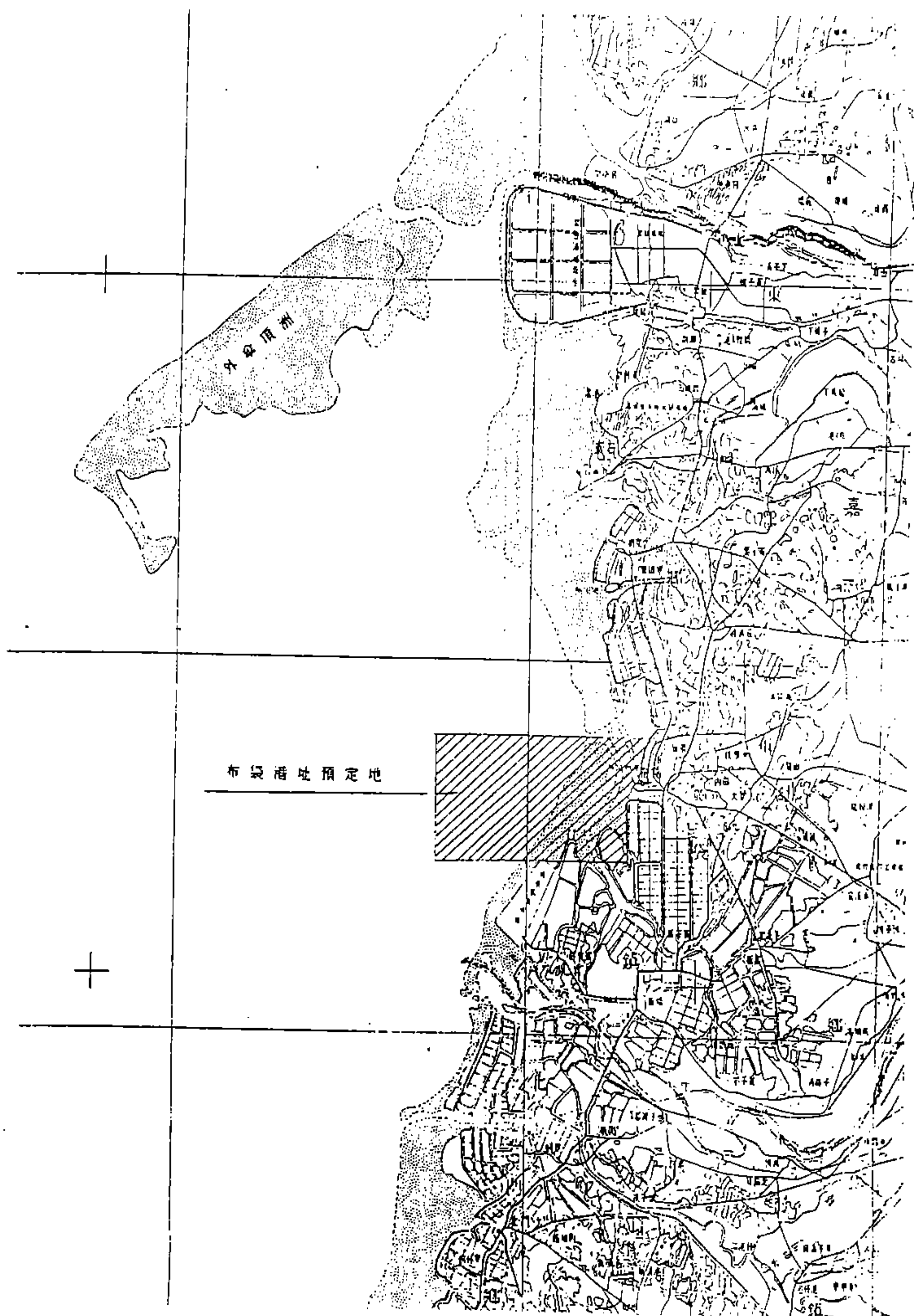


圖 4-1 布袋港地理位置圖

4.1.4 蒸發量

塭港站年平均蒸發量1,826mm(200mm蒸發皿觀測值)，一月113mm最低，七月為192.8mm最高，日最大蒸發量11.6mm。

4.1.5 日照

年平均日照時間2,386小時，日照率54%，年中間分佈日照以七月最長共252小時，二月最短為149小時。

4.1.6 氣壓

年平均氣壓為759mm，一月平均氣壓763mm，七月平均氣壓754mm。低氣壓發生於颱風過境中，其中最低值為1971年7月26日娜定颱風過境時其中最低氣壓值為723.5mm(圖4-4)。

4.1.7 季節風

布袋港除了70年12月至71年5月外並無實測記錄，但鄰近海岸外傘頂洲氣象站則自民國52年至63年有實測風速資料，故有關布袋港風速，可採外傘頂氣象站之風速紀錄為主，塭港主線站資料供參考。

根據長年風速、風向觀測記錄統計分析，該區冬季季節風自每年九月下旬至翌年三月，風向以NNE，NE，ENE居多，如圖4-5a，4-5b所示，瞬間最高風速達28m/sec，風速小於5m/sec佔29.6%，大於12.5m/sec者11.5%，以延續時間而言，5-10m/sec最長為31hr，10-15m/sec者經常在1-15hr之間。五級(8m/sec以上)之強風佔其總強風之99.6%。夏季季風以NNE或SSW向為主，如圖4-5c，4-5d，其風速在5-10m/sec佔半數，吹風歷時多達20hr，一般則僅約1-3hr，五級之強風佔總強風之22.7%。另塭港所測資料如圖4-6供比較。

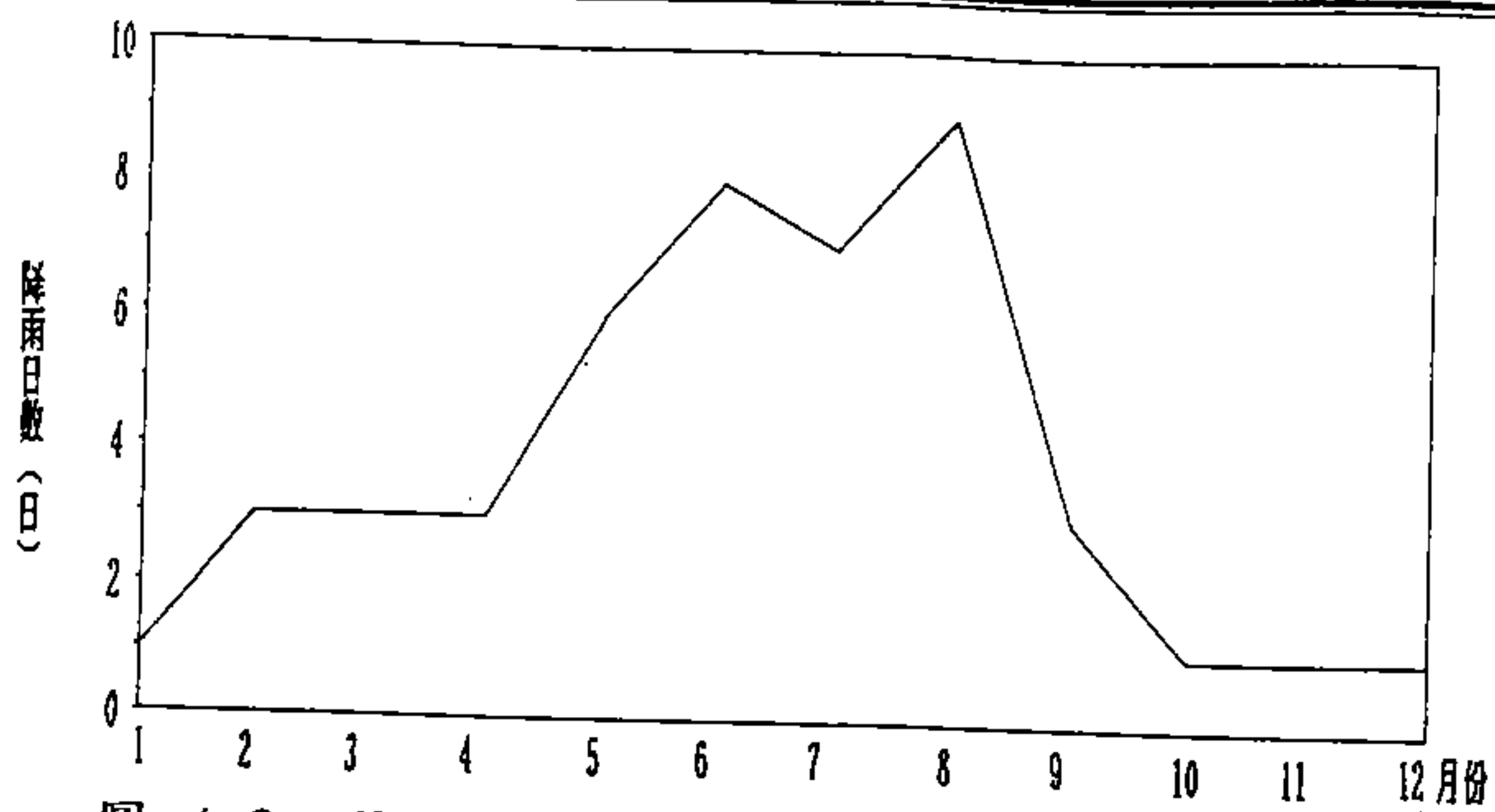


圖 4-2 月平均降雨日數($\geq 10\text{mm}/\text{日}$ ，1976~1985年)

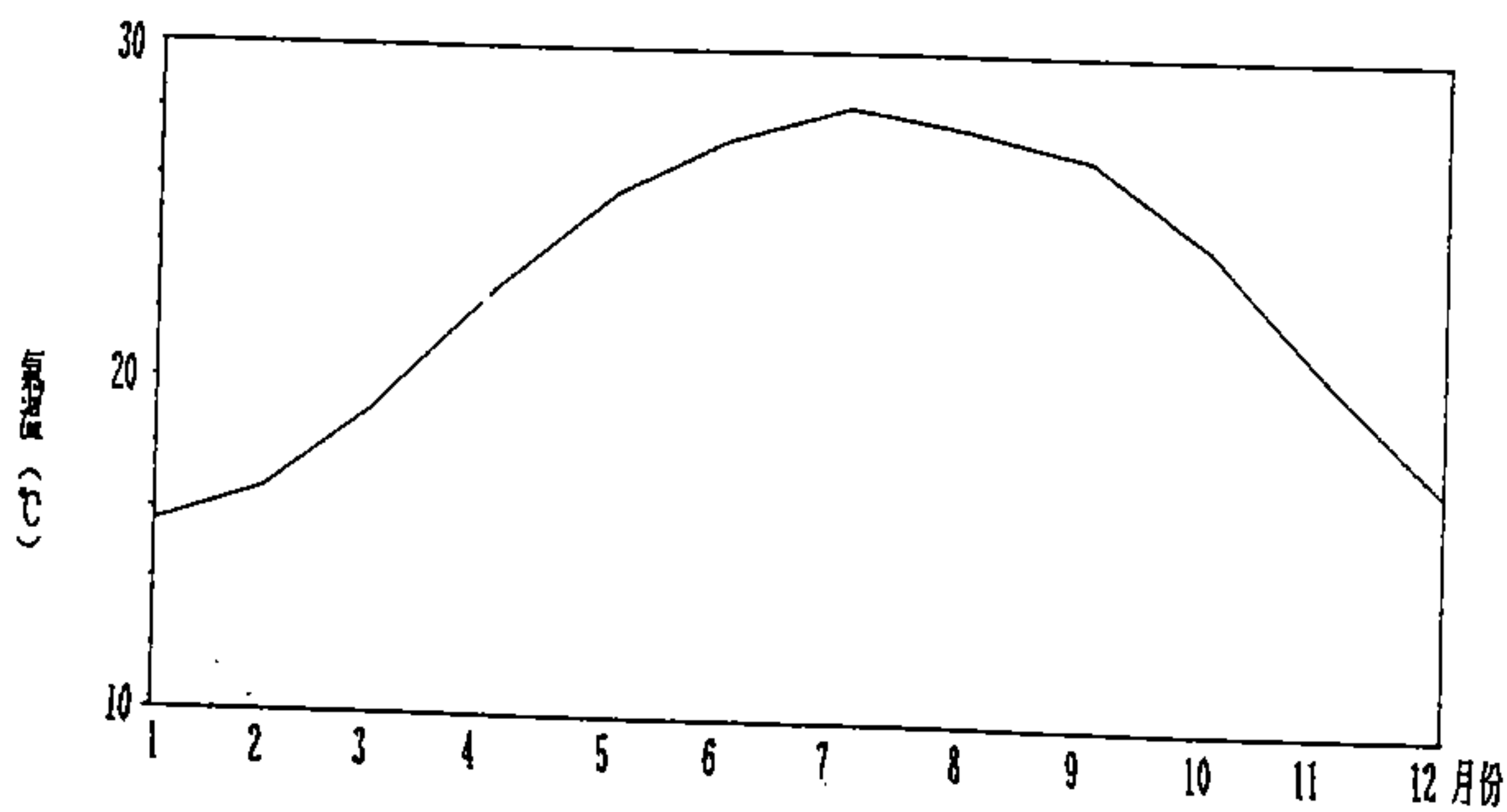


圖 4-3 月平均氣溫變化圖(1971~1985年)

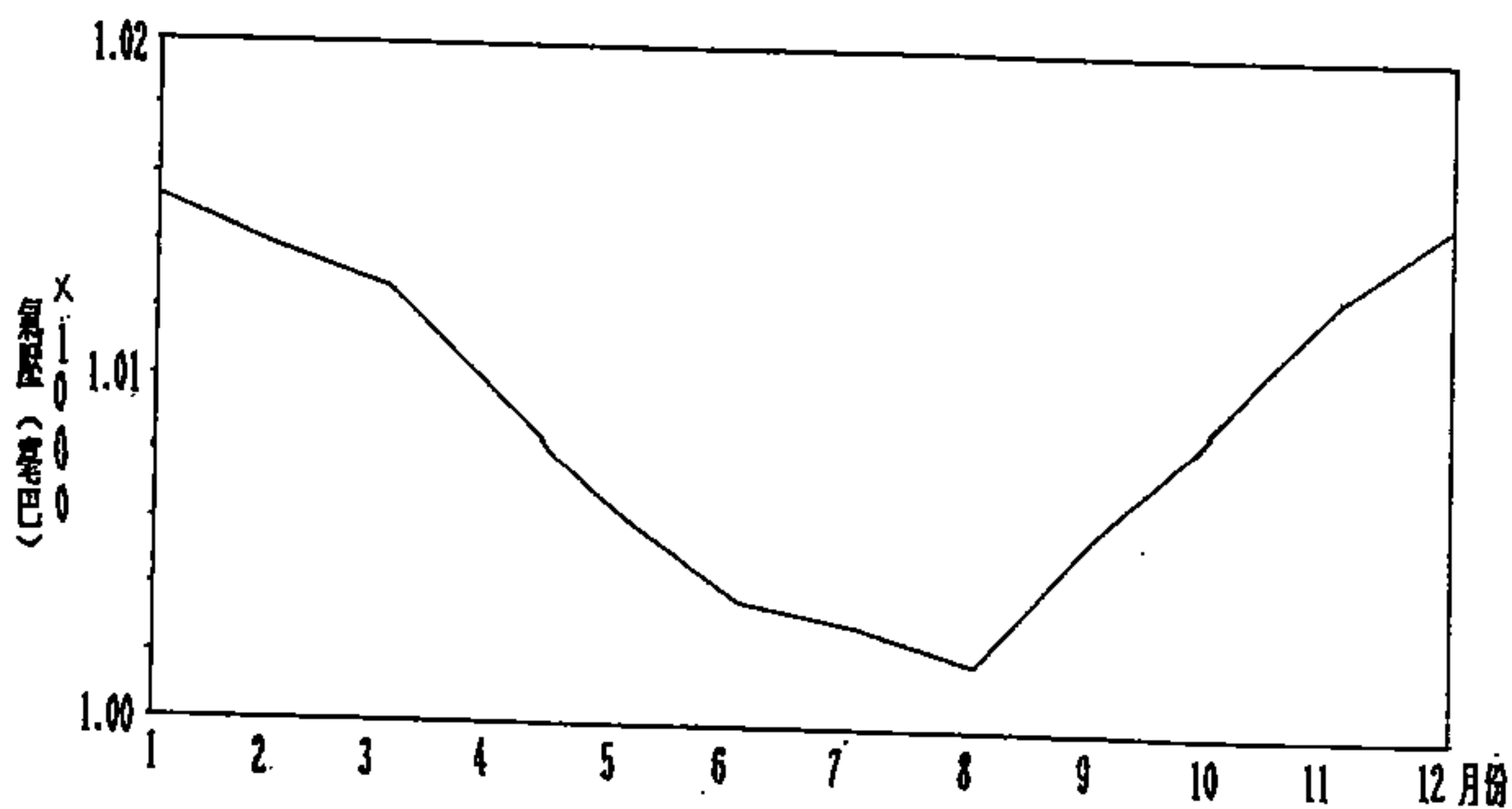


圖 4-4 月平均氣壓變化圖(1971~1985年)



4.2 海象

4.2.1 潮汐

台灣海峽漲潮時，潮水分別由南北兩端流入狹窄之海峽水域，於西海岸中部一帶相遇湧高，退潮時則以相反之方向，自海峽兩端向外流出。根據水利局民國62年之『台灣省海堤整建計畫書』，將台灣海峽具代表性之潮位觀測站之調查統計結果繪製成潮位及潮差變化趨勢如圖4-7及4-8，由圖知台灣西海岸中部通宵一帶潮位最高，潮差最大，愈往南北兩端潮位及潮差愈小。布袋地區之潮汐參考布袋漁港實測紀錄統計分析如表 4.1，顯示最高潮位發生於春分朔望日，潮位為 -1.136公尺，平均潮位約0.292公尺，最大潮差2.29公尺，經整理後各種設計潮位如下：

最高高潮位	H.H.W.L.	=	1.784m
大潮高潮位	H.W.O.S.T.	=	1.061m
平均高潮位	M.H.W.L.	=	0.983m
平均潮位	M.W.L.	=	0.292m
平均低潮位	M.L.W.L.	=	-0.332m
大潮低潮位	L.W.O.S.T.	=	-0.530m
最低低潮位	L.L.W.L.	=	-1.136m

以上所示為中潮系統與低潮系統比較如圖 4-9，上述設計潮位均經調和分析，其前25分潮之調和常數如表4.2。

圖 例  風向  風速
 最大風速 26.7M/S
 最多風向 SW
 觀測次數 8.668次
 發生日期 62年7月3日

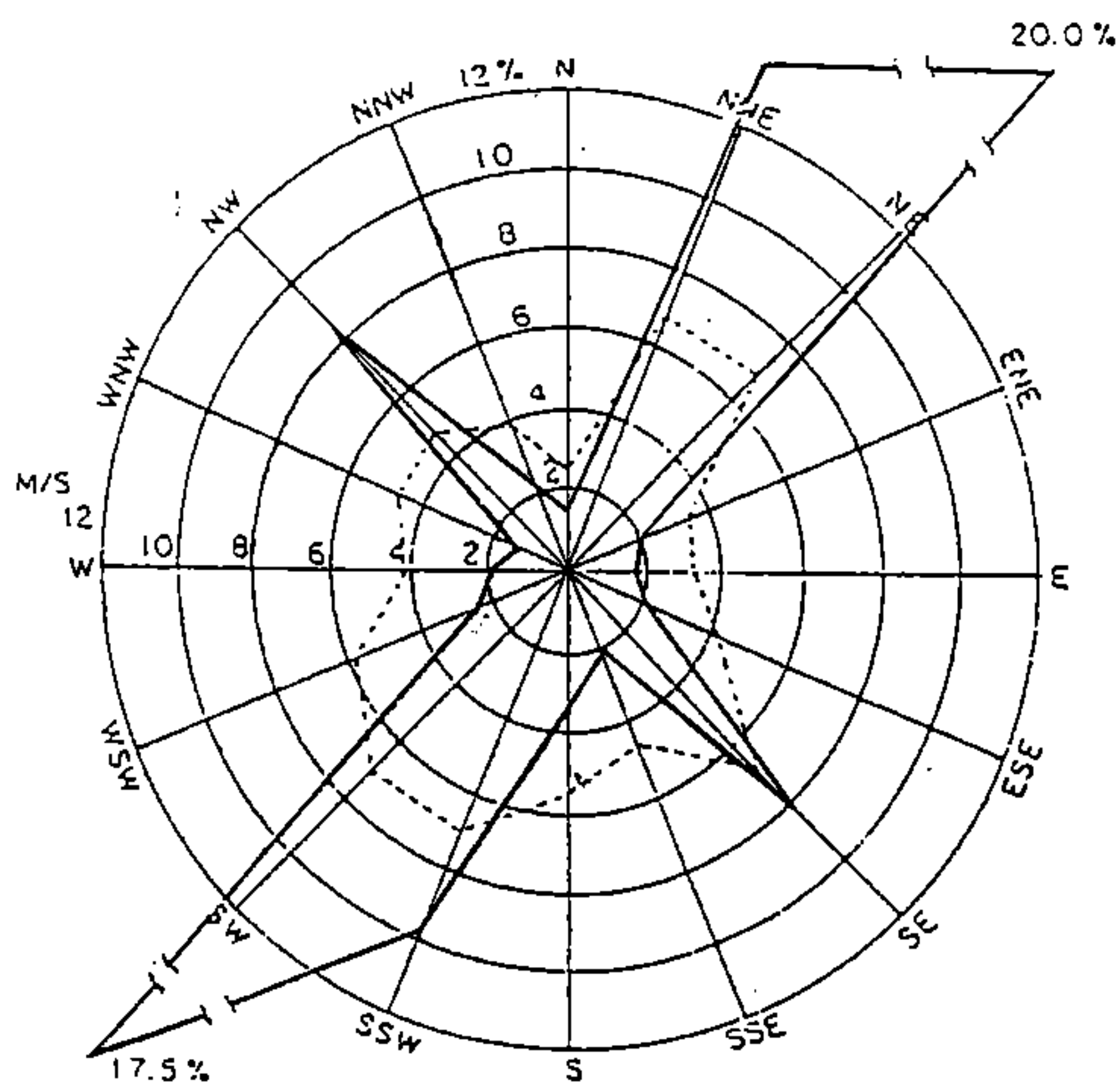




圖 4-5a 外傘頂站歷年十月至三月風向風速玫瑰圖(1963~1974 冬季)

圖 例  風向  風速
 最大風速 29.2M/S
 最多風向 NNE
 觀測次數 8.535次
 發生日期 63年10月11日

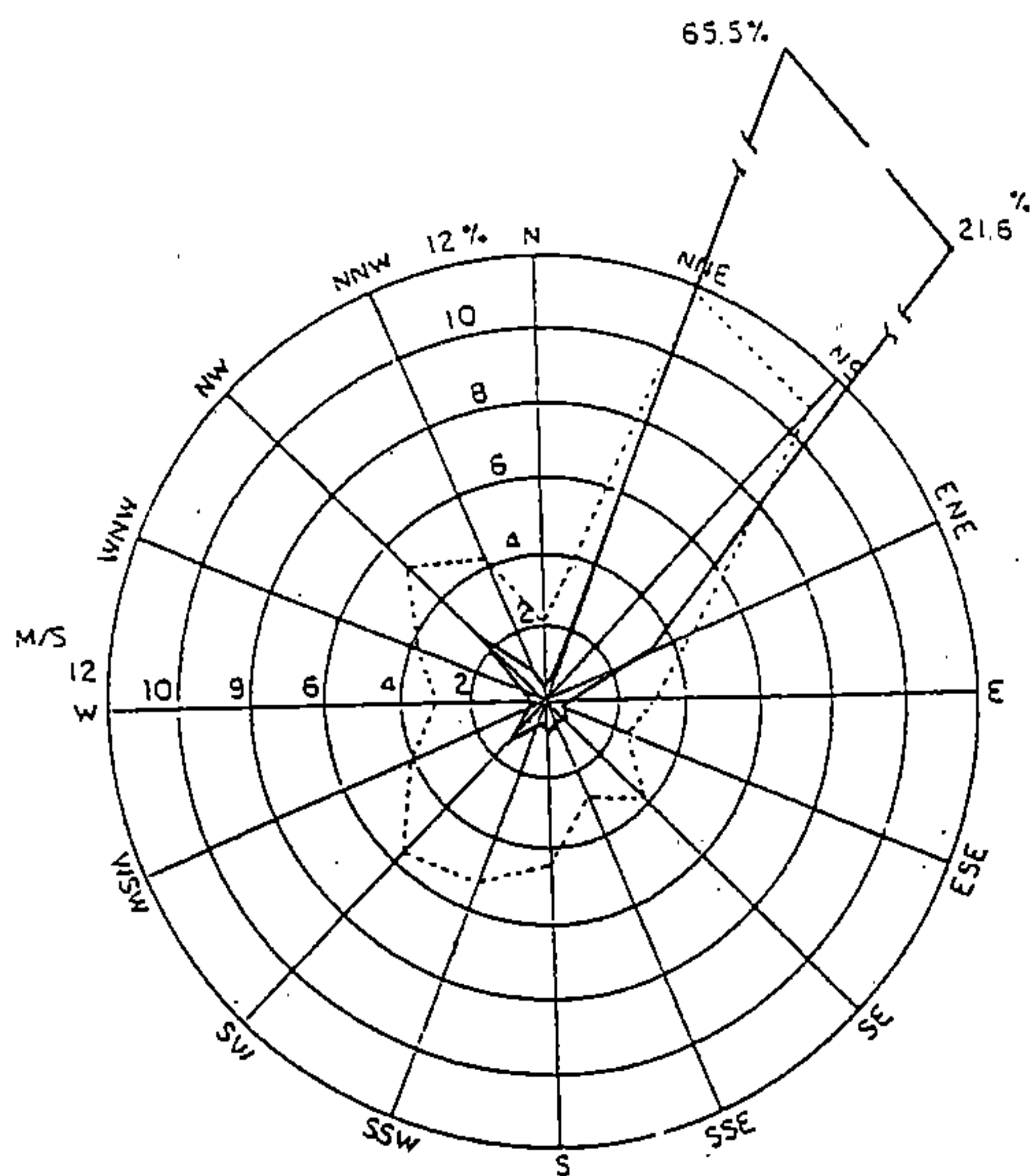


圖 4-5b 外傘頂站歷年十月至三月風向風速玫瑰圖(1963~1974 冬季)

圖 例 風向 風速
 最大風速 SW 360
 最多風向 NNE
 觀測次數 43,320次
 發生日期 52年7月16日

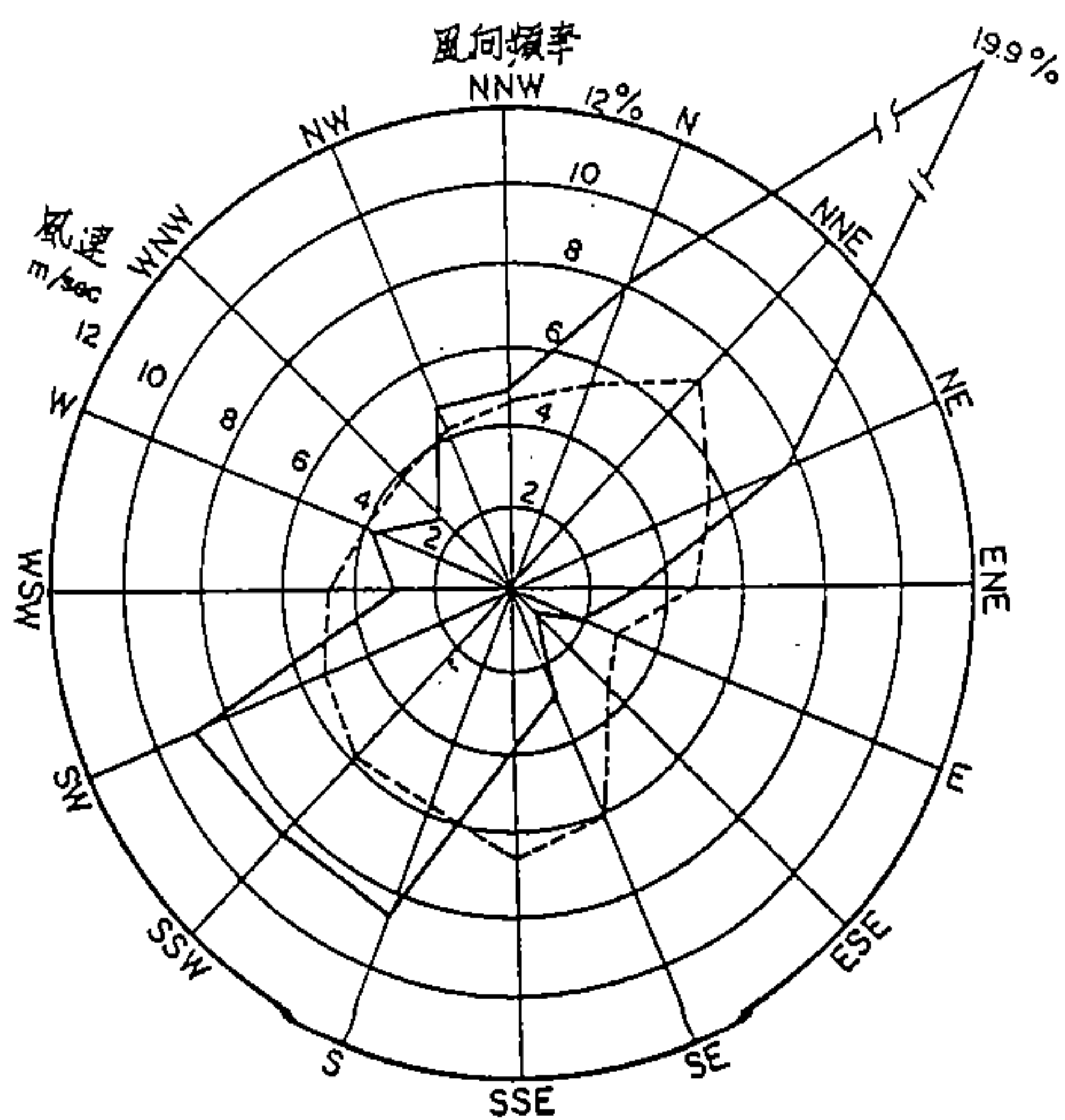


圖 4-5c 外傘頂站歷年四月至九月風向風速玫瑰圖(1963~1972 夏季)

圖 例 風向 風速
 最大風速 NNE 400
 最多風向 NNE
 觀測次數 41,211次
 發生日期 56年10月17日

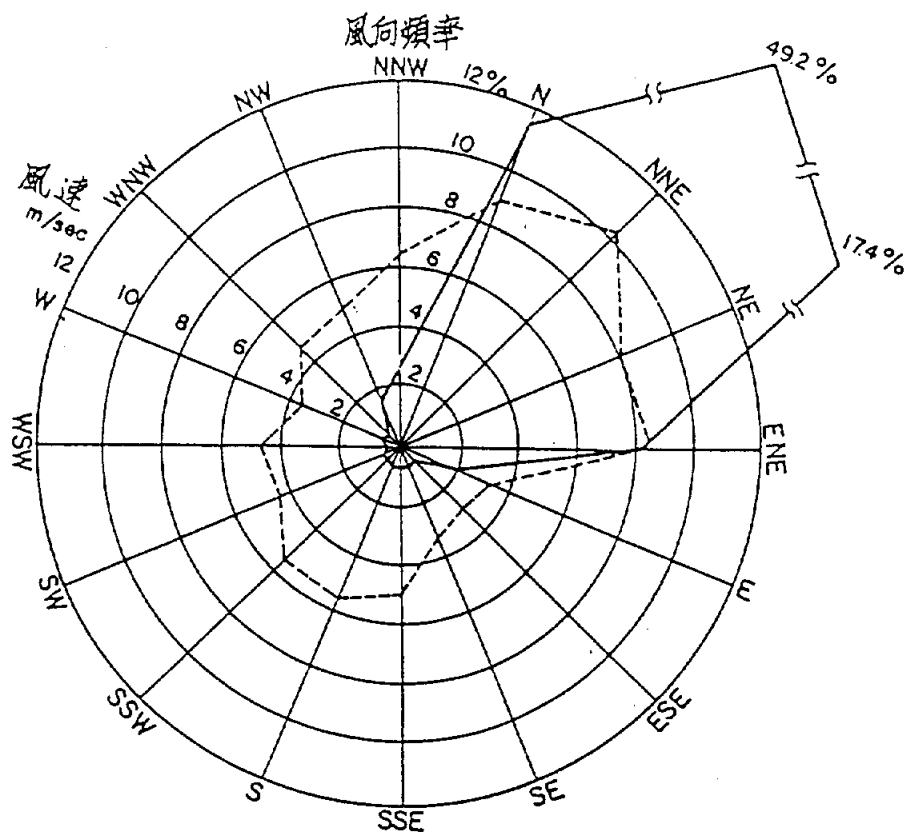


圖 4-5d 外傘頂站歷年四月至九月風向風速玫瑰圖(1963~1974 夏季)

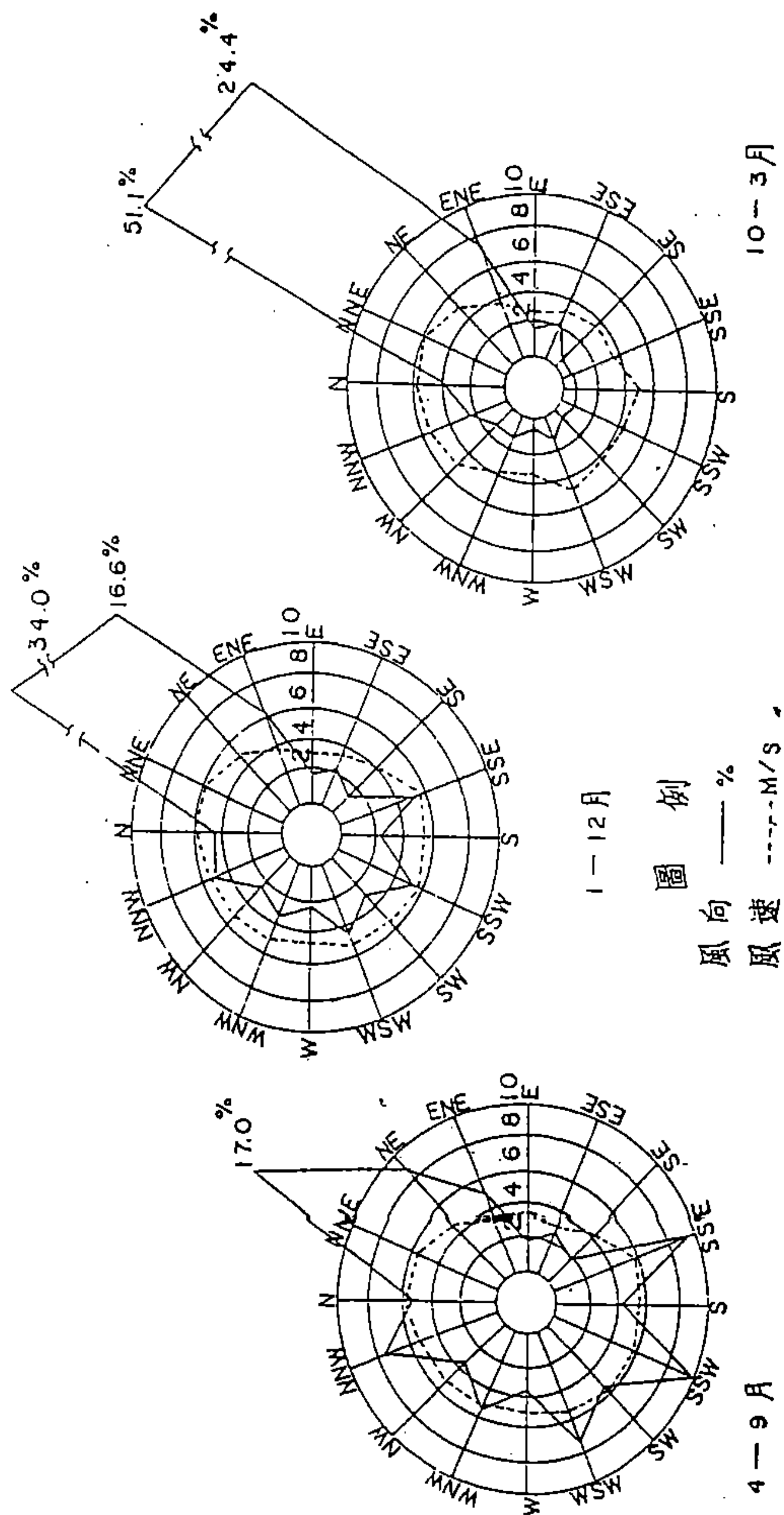


圖 4-6 塭港站75年風向風速玫瑰圖

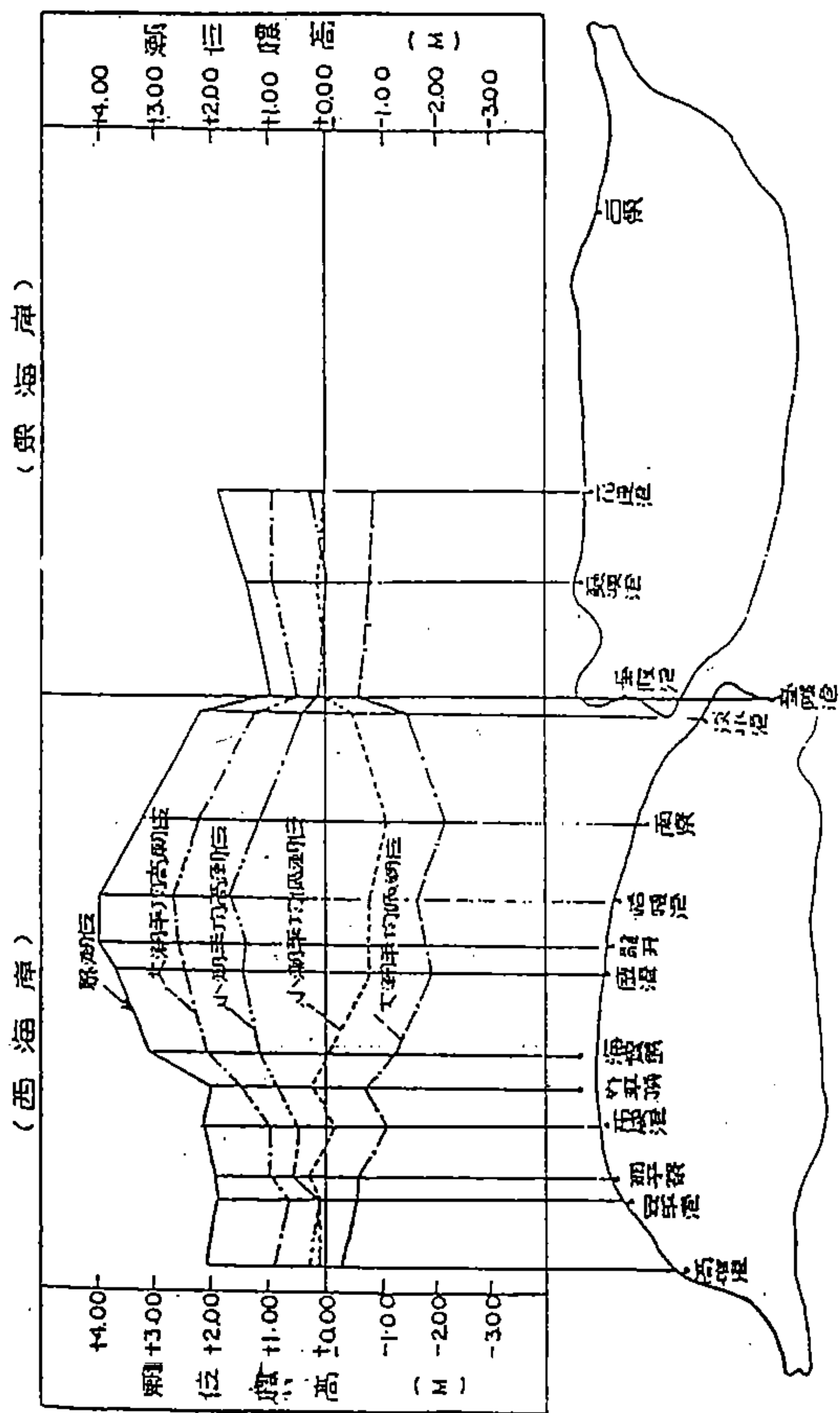


圖 4-7 本省海岸潮位變化比較圖

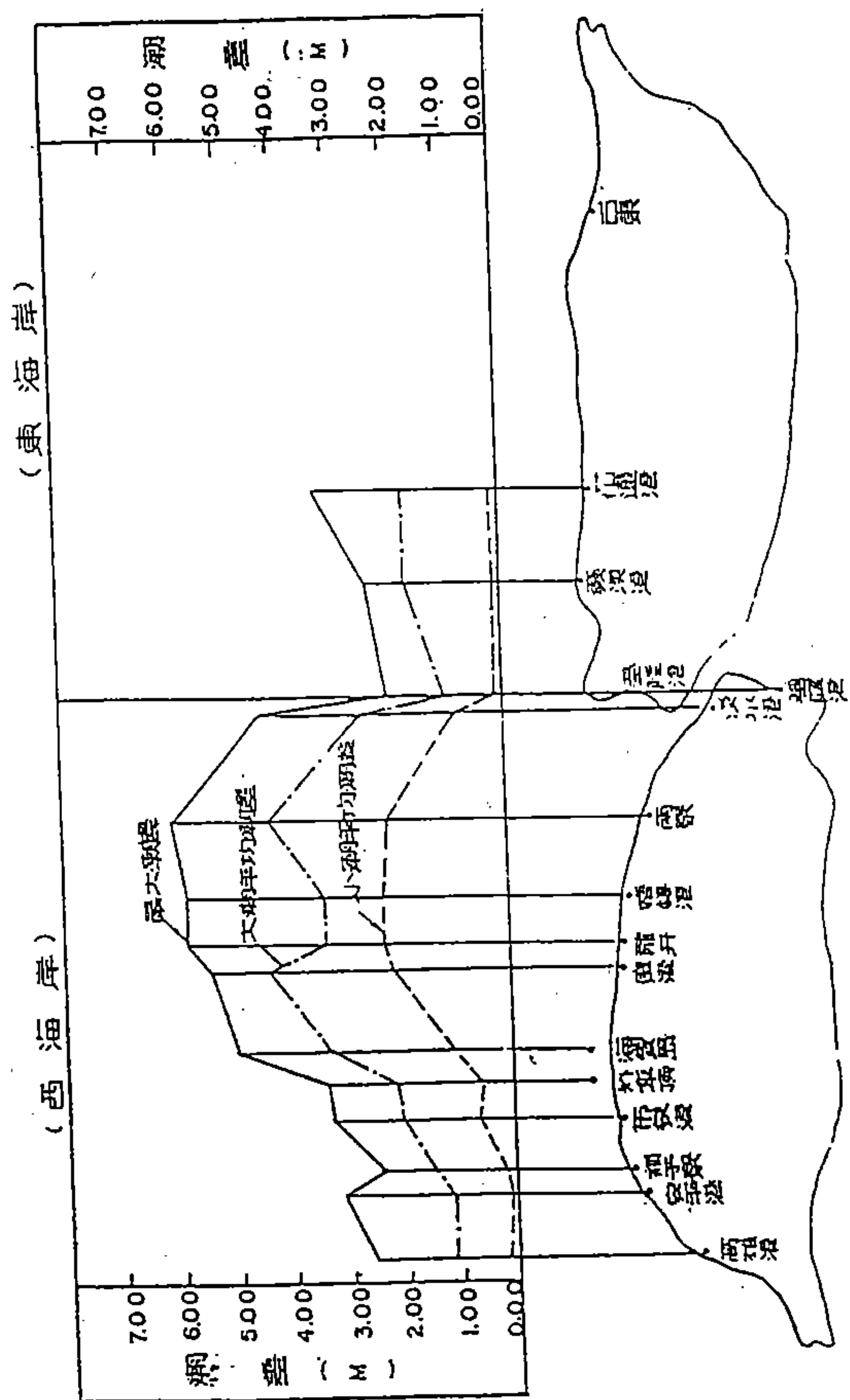


圖 4-8 本省海岸潮位變化比較圖(續圖4-7)

表 4.1 布袋港站潮汐統計分析表

潮 位 月 別	平 均 高潮位 MHML	平 均 低潮位 MLWL	平 均 潮 位 MWT	大 潮 高潮位 HWOST	大 潮 低潮位 LWOST	小 潮 高潮位 HWONT	小 潮 低潮位 LWONT	最 高 潮 位 HHWL	暴潮位 ST	最 低 潮 位 LLWL	潮 差	
											最大MAX	平均MEAN
一 月	1.166	-0.093	0.499	1.307	-0.366	0.896	-0.059	1.754		-0.606	2.020	1.300
二 月	1.132	-0.117	0.449	1.157	-0.864	0.732	-0.048	1.634		-0.656	2.280	1.292
三 月	0.871	-0.502	0.122	1.031	-0.541	0.522	-0.114	1.784		-1.076	2.290	1.363
四 月	0.946	-0.425	0.245	1.211	-0.871	0.742	-0.139	1.274		-0.966	2.080	1.372
五 月	0.798	-0.487	0.146	0.792	-0.746	1.064	-0.044	1.494		-1.136	2.140	1.272
六 月	0.848	-0.496	0.163	1.162	-0.209	0.941	-0.061	1.544		-1.136	2.220	1.344
七 月	1.108	-0.203	0.453	1.239	-0.273	0.871	-0.012	1.544		-0.846	2.010	1.310
八 月	1.160	-0.132	0.502	0.951	-0.661	0.602	-0.124	1.534		-0.956	2.190	1.290
九 月	0.881	-0.491	0.156	1.077	-0.553	0.587	-0.388	1.344		-0.786	2.080	1.374
十 月	0.880	-0.453	0.147	1.167	-0.426	0.976	-0.052	1.324		-0.566	1.750	1.336
十一月	0.805	-0.501	0.106	1.192	-0.433	1.121	-0.147	1.324		-0.566	1.780	1.298
十二月	1.202	-0.085	0.517	1.444	-0.193	1.072	-0.056	1.634		-0.386	1.750	1.304
全 年	0.983	-0.332	0.292	1.061	-0.530	0.844	-0.051	1.784		-1.136	2.290	1.321

中潮系統
(台灣省一等水準系統)

低潮位系統
(以 L.L.W.L 為零點)

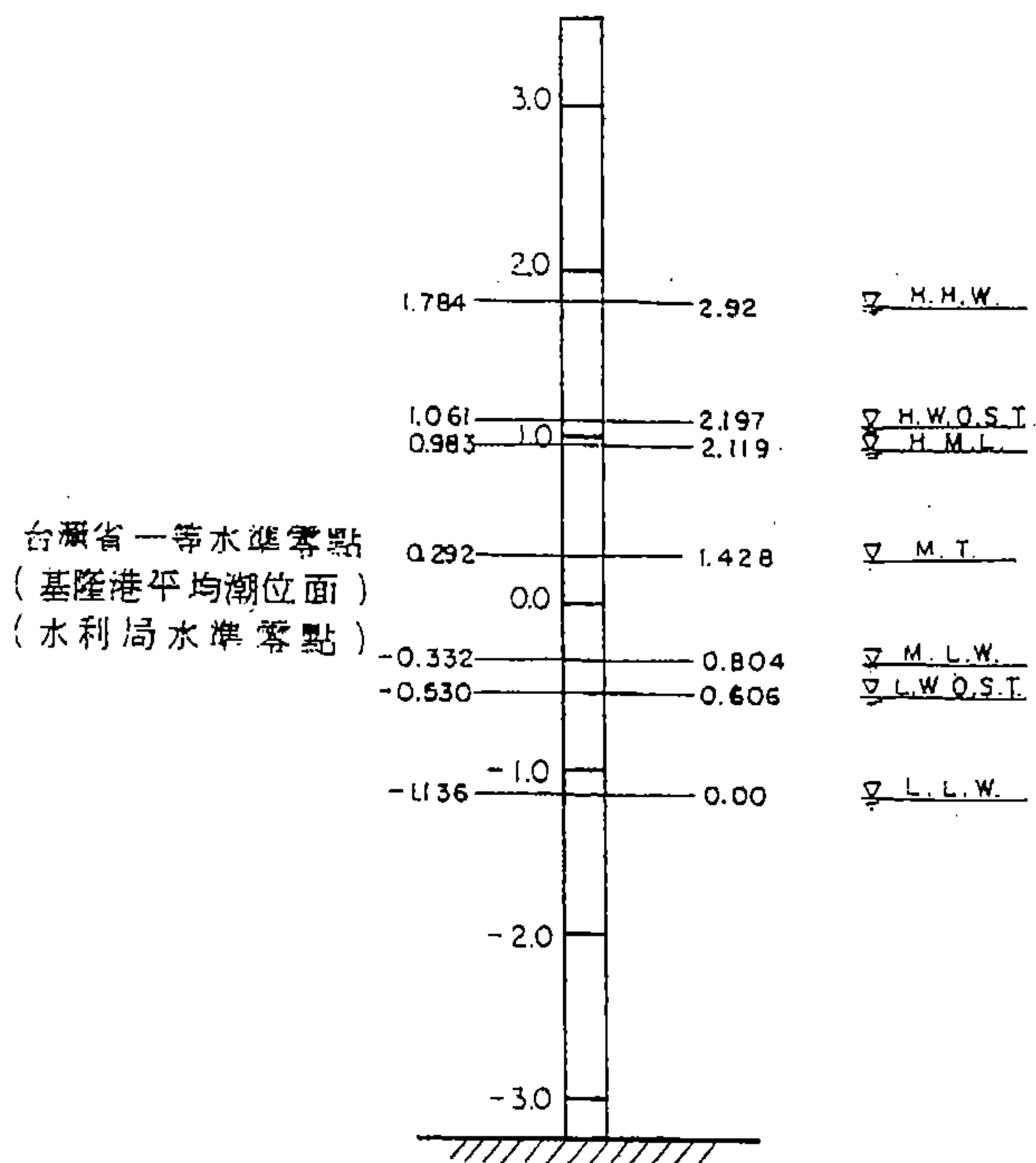


圖 4-9 布袋港水準零點相關圖

表 4.2 布袋港前25分潮之調和常數表

布 袋 港 地 區			
N0	分潮名稱	振幅(m)	相角(°)
1	Saa	19.6803	282.7016
2	Mm	2.2338	136.5454
3	O1	3.0712	133.0257
4	Q1	3.7382	117.2782
5	O1	6.8183	315.3569
6	M1	3.1066	29.1342
7	X1	4.1565	222.4444
8	π 1	5.4140	91.8242
9	P1	6.5792	303.0132
10	S1	6.5371	10.7768
11	K1	10.6730	205.6493
12	ϕ 1	5.4959	179.1998
13	MNS2	2.9871	349.0217
14	2N2	6.1622	317.8666
15	μ 2	7.2932	20.5247
16	N2	21.4922	117.4568
17	ν 2	5.5145	50.0116
18	OP2	13.2348	48.4420
19	M2	10.9925	311.8070
20	MKS2	9.3220	201.1022
21	L2	4.3808	314.3249
22	T2	2.7980	146.9320
23	S2	2.3769	9.2917
24	K2	2.3707	3.2412
25	2SM2	2.2482	264.8557

4.2.2 暴潮

1. 暴潮屬氣象潮的一種，係由氣壓與風力變化所引起的效應，當颱風過境時，氣壓低風力大，促使水位升高之現象是謂"暴潮"，如圖4-10，在台灣的暴潮都是由颱風所造成的，故一般於海岸或港灣工程規劃設計時將其與天文潮位同時考慮。

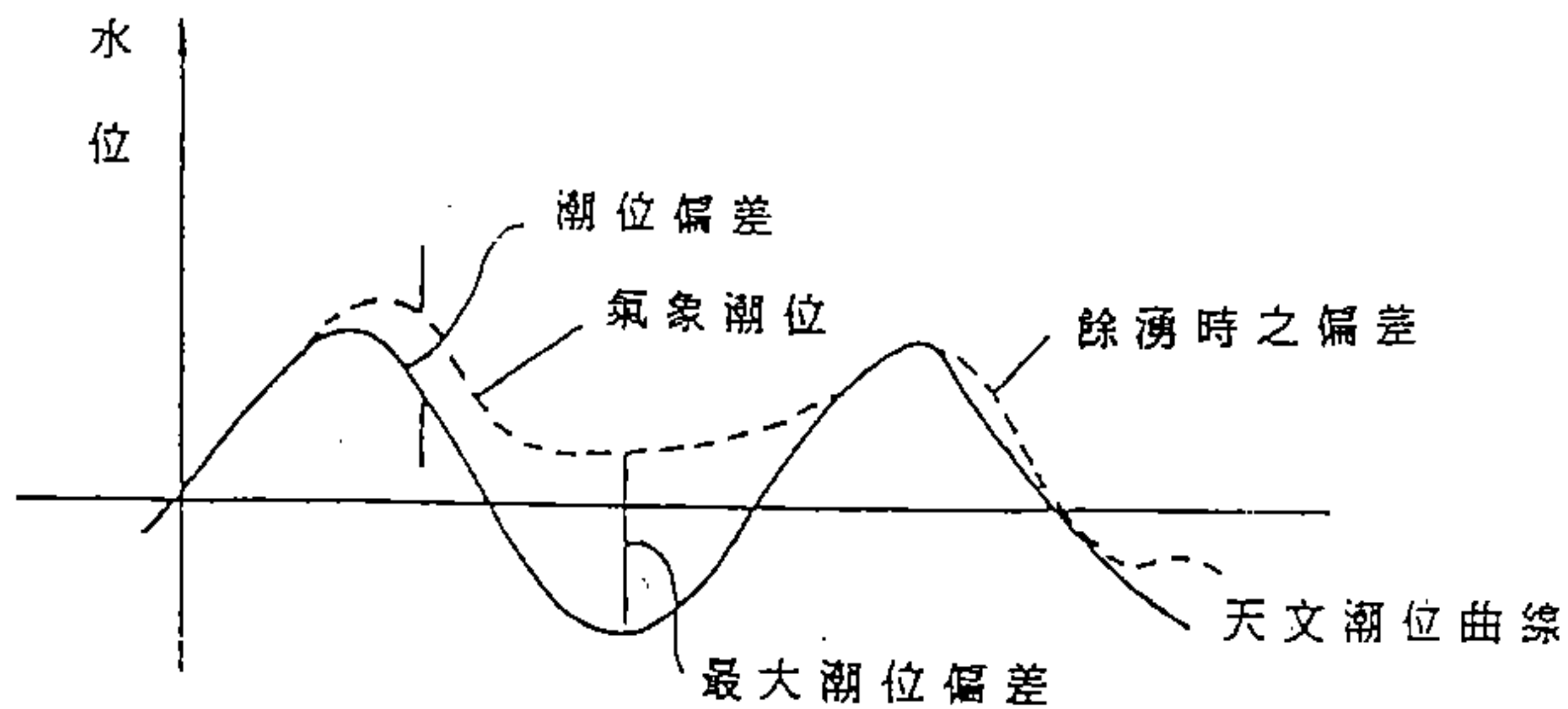


圖 4-10 暴潮圖

暴潮之大小，其主要影響因素有三：

- 氣壓：氣壓差越大，所產生的潮位偏差(Tidal Deviation)也越大，颱風中心右邊約二十公里至一百公里為風速最大的地方，故此處之潮差也越大。
- 風速：風速越大，風吹面造成的湧升(Set Up)也越大，颱風中心右邊約二十公里至一百公里為風速最大的地方，故此處之潮差也越大。
- 地形：若地形成漏斗形，海水湧升集中一處所造成暴潮有時為前二者所造成的十幾倍。其他因素為颱風進行速度及風向；若颱風進行速度快則風速大，但是海

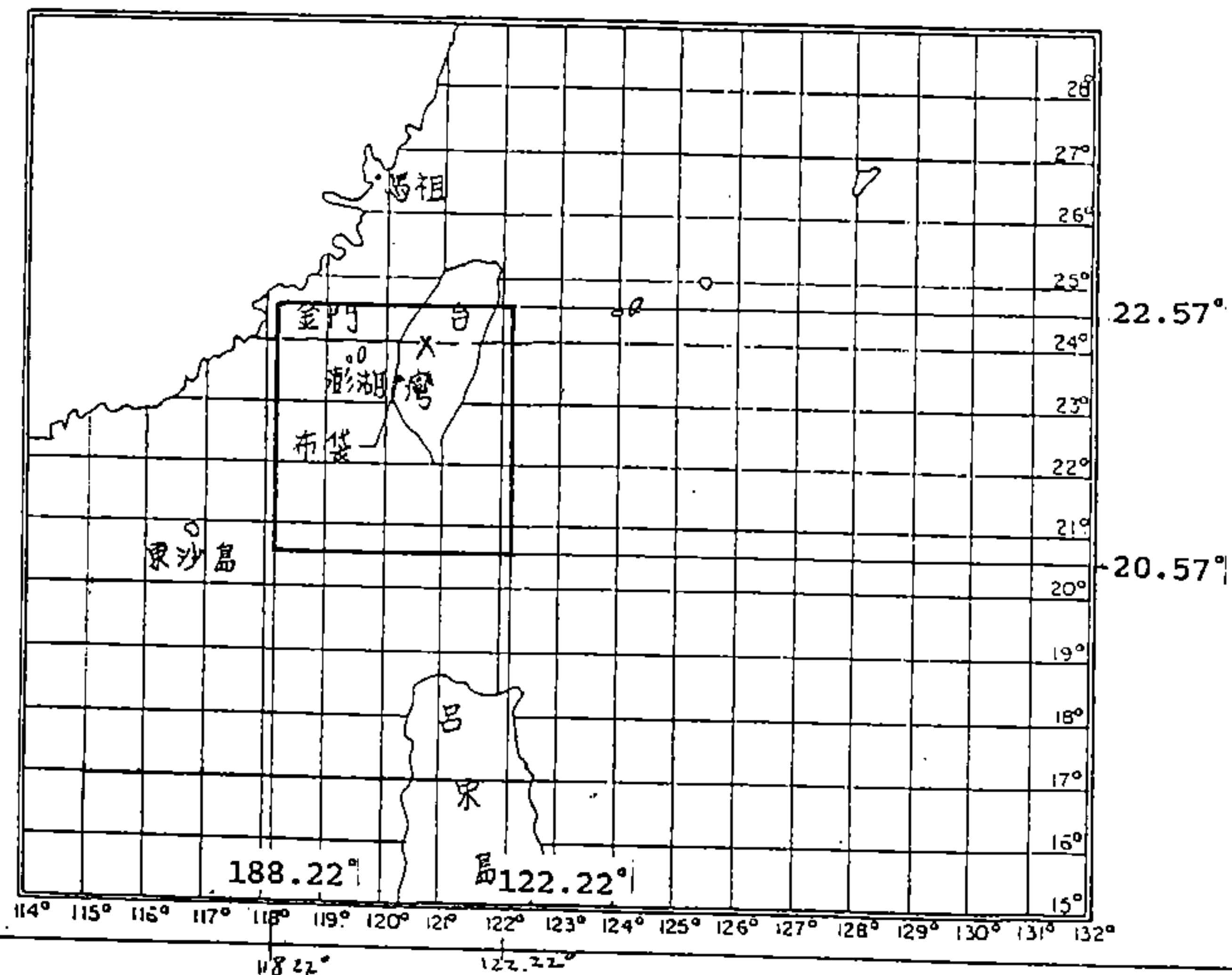


圖 4-11 颱風資料選取範圍圖

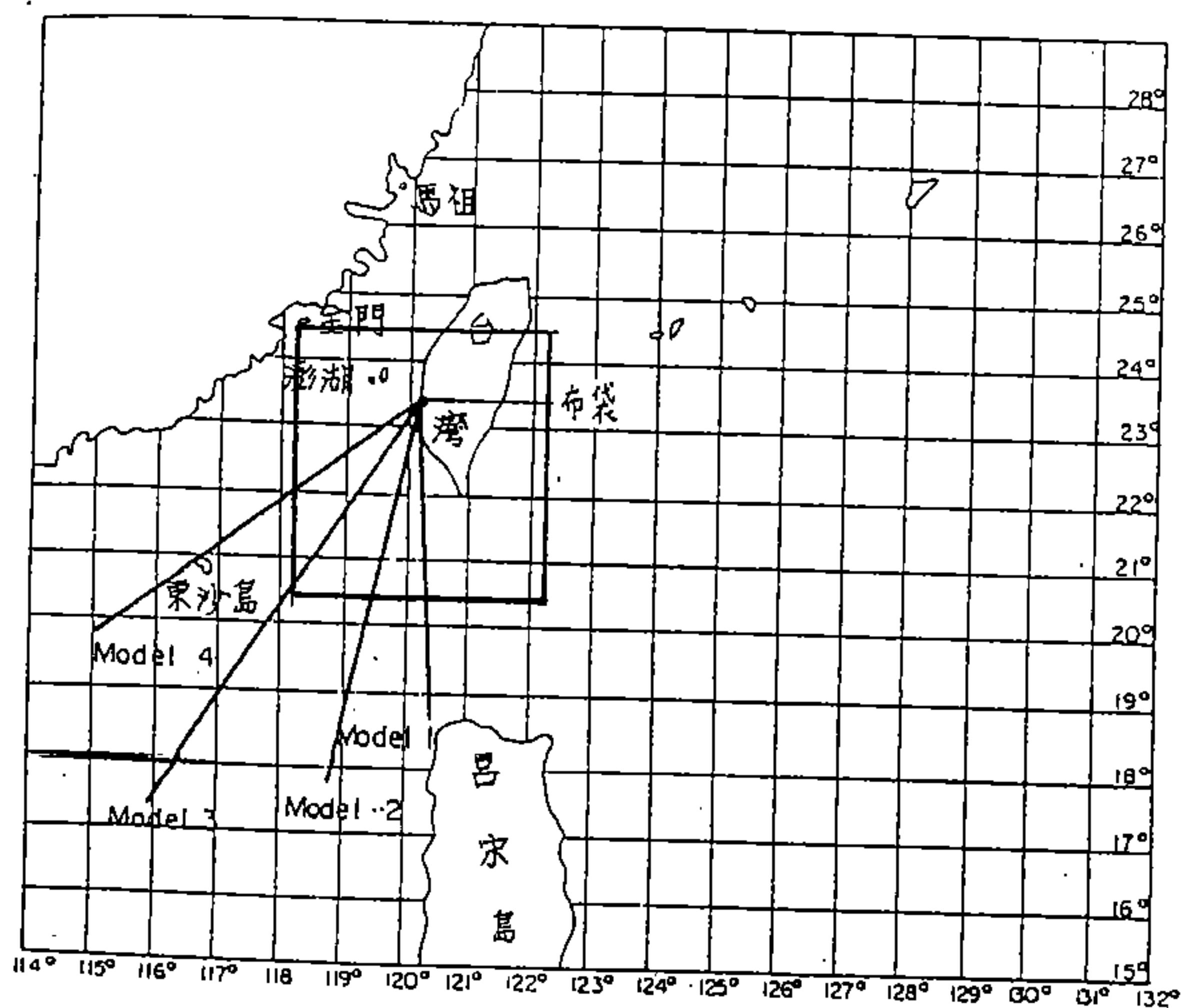


圖 4-12 影響布袋港模型颱風路徑圖

水推湧的時間較短。至於風向，直向海岸則湧升大。

2. 颱風之選定：

本計畫區位如圖4-11，以通過北緯 $20.57^{\circ} \sim 22.57^{\circ}$ ，東經 $118.22^{\circ} \sim 122.22^{\circ}$ 之颱風為準，其進行方向選定四型，如表4.3。

表 4.3 颱風進行方向

模 型 颱 風	進 行 方 向
Model 1	N 5° W
Model 2	N 13° E
Model 3	N 35° E
Model 4	N 55° E

3. 颱風參數之決定：

依歷年來通過台灣附近海域之颱風紀錄資料，應用統計迴歸方法求取各再現期之中心氣壓差 ΔP_c ，再依工程重要性選取所需復現期之中心氣壓差及最大風速半徑，據此推算各種不同路徑通過之颱風波浪。以下就颱風中心氣壓差 ΔP_c ，颱風移動速度 V_t 及最大風速半徑 R_0 之決定分別敘述如下：

(1) 颱風中心氣壓差 ΔP_c

依據歷年來通過台灣附近海域之颱風紀錄資料，應用 SMEMAX METHOD 計方法，求取復現期50年之中心氣壓差 ΔP_c 為84.45mb。

(2) 颱風移動速度 V_t

由中央氣象局紀錄分析統計歷年來通過台灣附近範圍內之颱風移動速度最大者為 40km/hr，最小者為4km/hr，一般發生頻率最多為18~20km/hr，平均為20km/hr。

(3) 最大風速半徑 R_o

依氣壓方程式

$$P = P_c + a \exp(-R_o/r)$$

式中：

P_c : 中心氣壓

R_o : 最大風速半徑

P : 距中心 r 處之氣壓

a : 氣壓常數

r : 發生 P 氣壓時該點與颱風中心之距離

由颱風暴風圈內氣壓值以最小二乘法求最大風速半徑為27km。若依Graham及Nunn之經驗公式

$$R_o = \{28.52 \tanh[0.0873(\phi - 28)] + 12.22 \exp[(P_c - 1013.2)/33.86] + 0.2V_t * 1.852 + 37.22\} / 1.852$$

式中：

ϕ : 緯度

V_t : 颱風移動速度

(4) 推算結果

以50年復現期之颱風中心氣壓差 $\Delta P_c=84.45\text{mb}$ 、移動速度20km/hr至30km/hr及移動路徑如圖4-12，其結果

如圖 4-13至圖 4-16，由圖知最大暴潮位發生於路徑4(Model 4)，其暴潮偏差95.24cm，如以本港歷年 3~4月天文潮最高潮位平均值約 +1.784m加上此一潮偏差，因颱風所造成暴潮位約為+2.74m，又因地球大氣臭氧層變化，形成地表溫室效應以及沿海地區超抽地下水造成無法挽回之地層下陷，本港50年之設計暴潮位定為+3.30m。

4.2.3 季風波浪

季風波浪方向在台灣海峽中，冬季一般以ENE~NNE方向為主，本地區因受外傘頂洲之遮蔽作用，冬季季節風浪很小，夏季季風時，波浪為風浪或由遠處來之湧浪，波高亦不大，另國立成功大學水研所曾利用東吉島之風速、風向實測記錄推算嘉南沿海之季節風浪發生機率如表4.4。

表 4.4 季節風浪之波高及週期分佈機率推算結果

波高 H (公尺) 1/3	分佈機率 %	週 期 T (秒)	分佈機率 %
1~2	15.2	3~5	12.8
2~3	10.6	5~7	12.9
3~4	8.0	7~9	13.1
4~5	4.4	9~11	8.3
5 以上	3.0	11以上	1.3

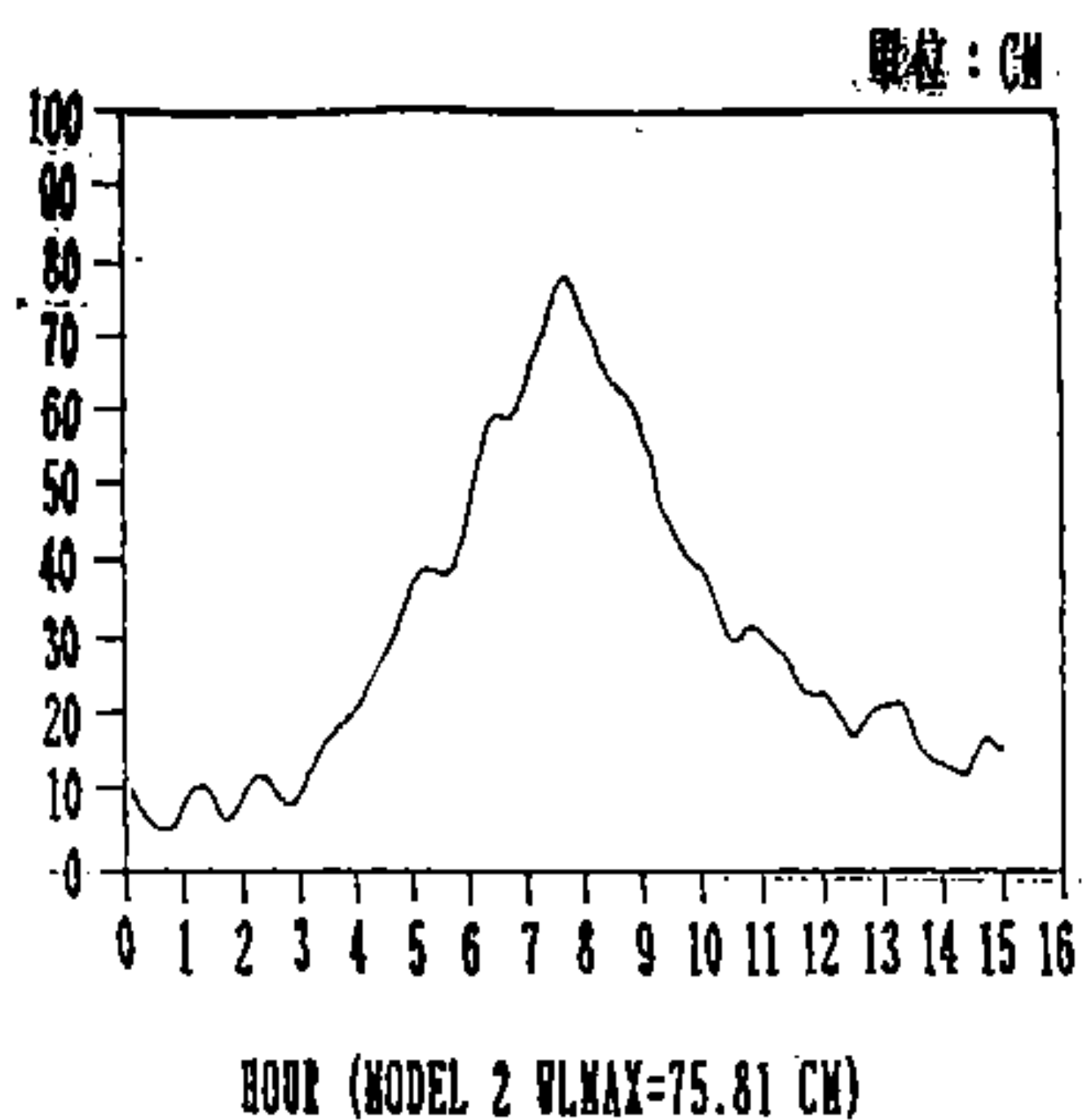
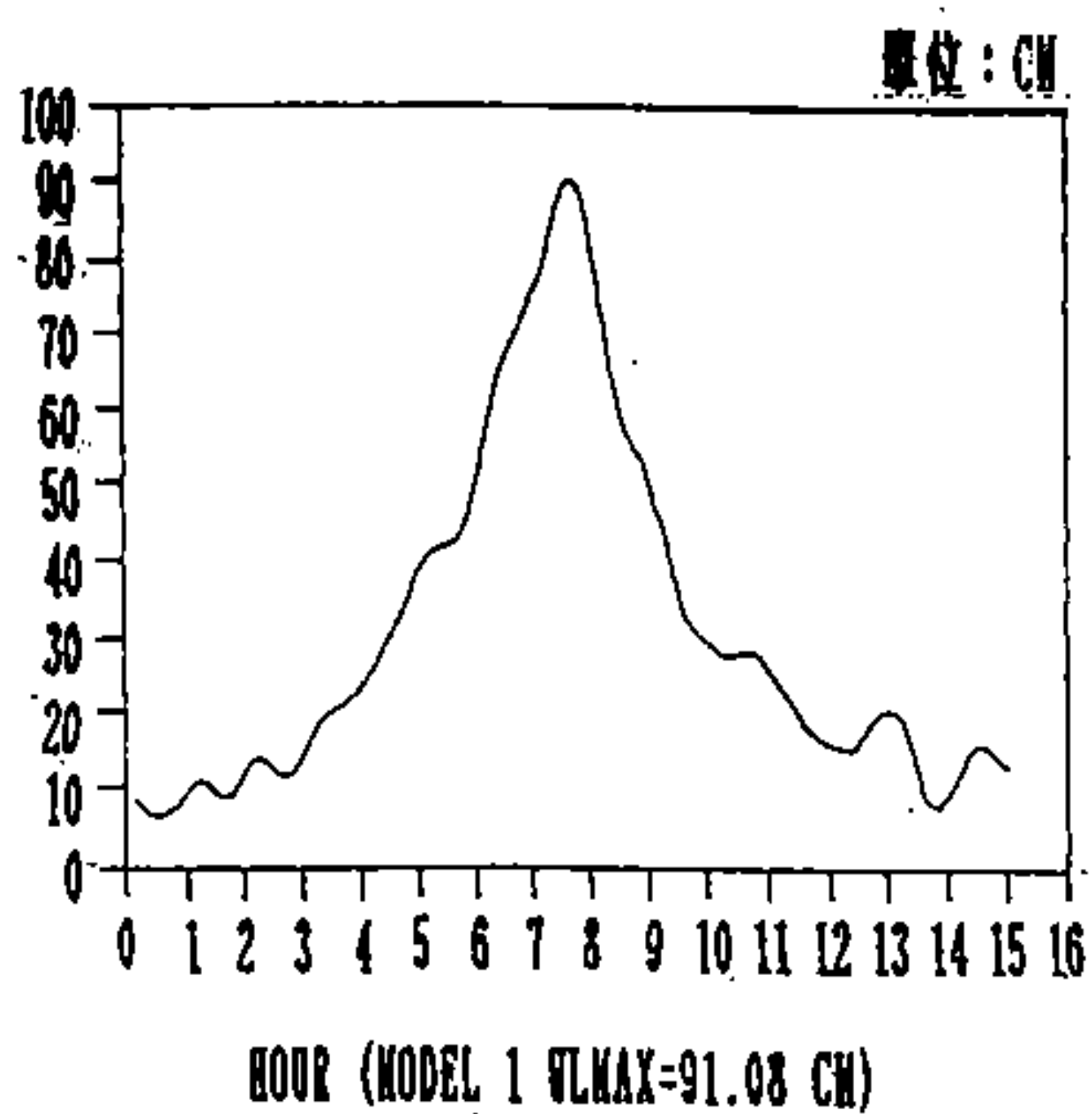


圖 4-13 模型颱風(I)推算暴潮統計圖 圖 4-14 模型颱風(II)推算暴潮統計圖

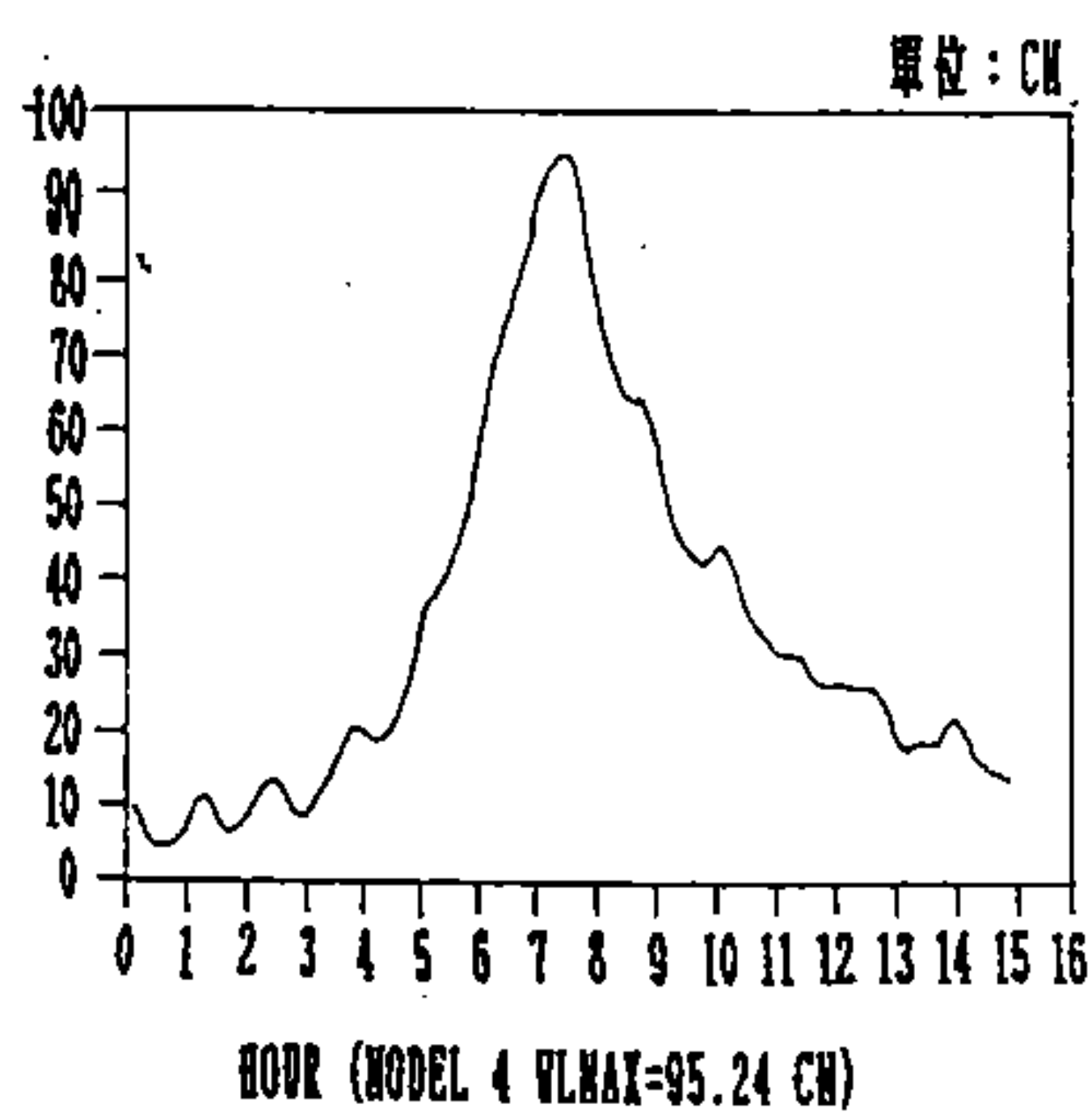
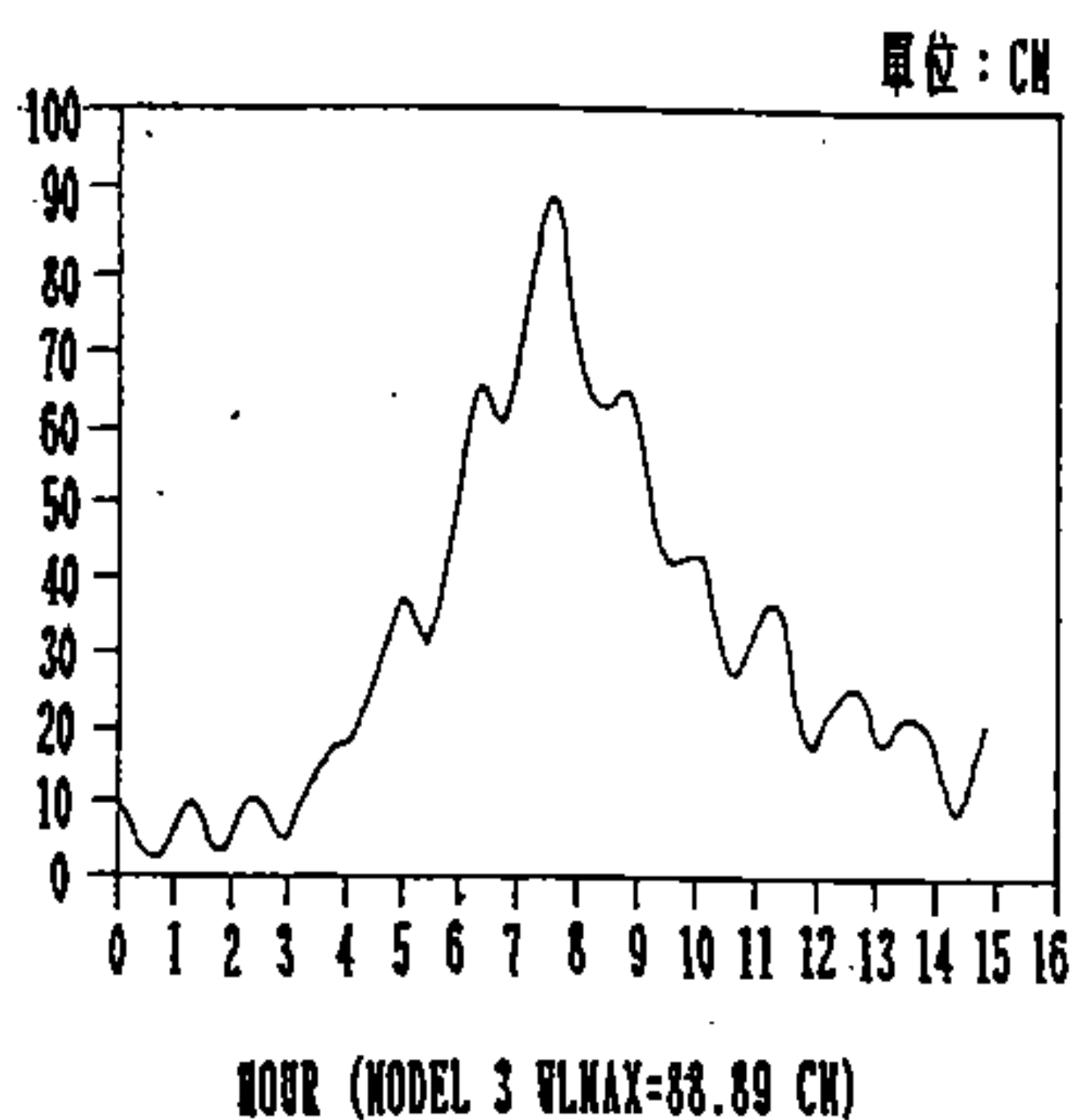


圖 4-15 模型颱風(III)推算暴潮統計圖 圖 4-16 模型颱風(IV)推算暴潮統計圖

港灣研究所為觀測外傘頂海岸變化，於79年10月開始在雲林、嘉義離岸 8 公里，水深約13公尺處設立波浪觀測站記錄外海波浪。冬季及夏季波高與週期聯合概率分佈。冬季時波高集中分佈於0.5公尺至1.5公尺間約佔 74.6%，週期集中分佈於4秒至7秒間佔 88.5%。實測波浪二月份最大之H1/3波高為3.55公尺，T1/3週期為9.24秒，三月份最大之H1/3波高為3.81公尺，T1/3週期為 7.99秒，夏季波高偏小，0.5公尺以下佔70.2%。1公尺以下佔概率高達 94.7%，週期則分散於3秒至7秒間佔 76.5%。由觀測資料建立風速與波浪相關特性，雲嘉外海示性波高H1/3(m)與風速 V(m/s)之相關係數達 0.801，迴歸關係為：

$$H1/3 = 0.12 + 0.124V + 0.001V^2$$

季風波浪是由風所造成，風速的大小、風的方向、吹風的延時及吹風區域的形狀大小，決定了波浪的大小週期及方向，此外，在近岸水淺處，波浪也受到海底地形的影響。

4.2.4 海流

海洋中海水之流動主要係受潮流、海流及區域性流影響；其中潮流主要係受月球及太陽之吸引力而產生，其大小與當地地理位置、海水深度及海底地形有關，在大海中其流速並不大，而在近岸時，則會因共振、湧出湧入峽口或溪口而使其流速變大，成為影響近海海水流動之主要因素；至於海流之發生，有因大氣環流或季風長期吹送海面而帶動之海水流動，一般有其地域性且流向較為穩定。關於區域性流則是受波浪碎波與地形之影響所產生之海流，一般可分為平行及垂直岸線兩種，其流向係受波浪作用方向而隨時改變。其中區域性流直接影響到漂砂狀況，現僅就潮流、海流二流況分

述於後：

1. 潮流

布袋港址附近潮流缺乏長期觀測資料，僅能以1982年12月23日至24日於布袋港燈塔以南外海4~5公里處水深為低潮位-8m，儀器水深2~2.5m所作記錄每20分鐘之平均流在0.15~0.30 m/sec，而潮流流向大抵為沿岸之東北~西南方向，其流向與漲退潮之潮位無明顯關係，不過一般而言，其流向與潮位升降約有1~2小時之相位延遲，但趨勢不十分明顯。依據實測圖4-17加以分析繪製潮流構圖如圖4-20，其流向十分集中，漲潮時NE~NNE向及退潮SW~SSW向之二個狹小夾角內，亦即東北~西南方向之沿岸地形方向，究其原因係為外傘頂洲與海岸形成大砂嘴有關，其主要流向以向南潮流較向北潮流為優勢。

2. 海流

影響本區之主要海流有黑潮支流、中國沿岸流及南海季風流等，其受季節性之影響很大，茲分述如下：

(1) 黑潮系統

黑潮主要係自菲律賓沿台灣東海岸北上，其支流經巴士海峽入中國南海，作反時鐘向之環境，一部份則沿台灣之西海岸向北流出台灣海峽，至中國東海與黑潮主流會合流向日本。惟此支流受季節風影響甚大，冬季為東北季風所阻，大部份流入中國南海，此時台灣海峽則盛行由北往南之中國沿岸流；至於夏季則黑潮支流受西南季風之推送，大部份流入台灣海峽。

(2) 中國沿岸流

發源於中國北部沿海，沿海岸南下，此流在冬季受東北季風之推送，勢力增強，沿中國海岸南下，經台灣

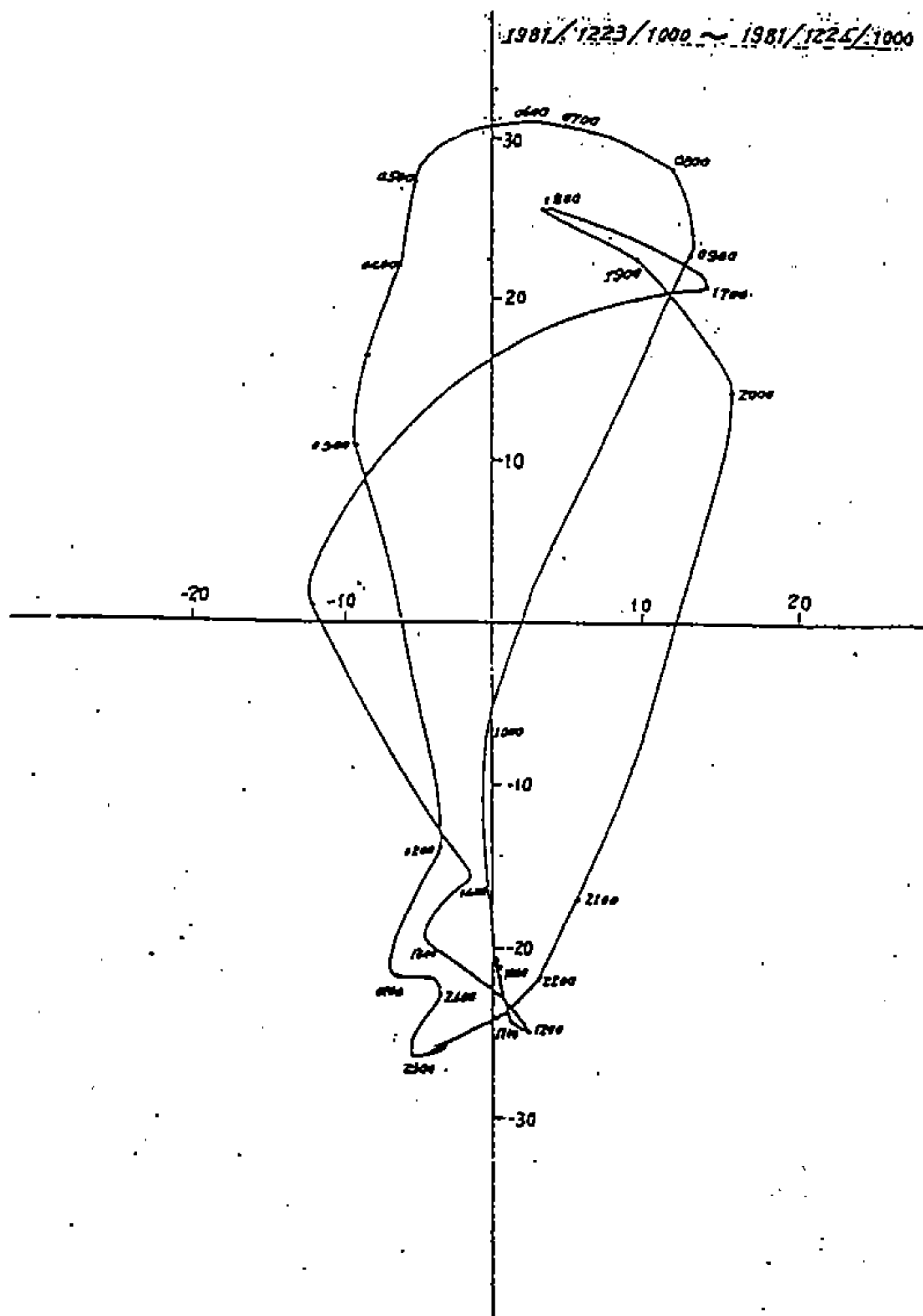


圖 4-18 布袋港址流況分析圖(每二十分鐘之記錄)

海峽入中國南海；夏季則受西南季風之阻礙，影響約至長江口。

(3) 南海季風流

冬季在南海有黑潮支流及中國沿岸流流入，作反時鐘向之環流，夏季則西南季風盛行，流向轉變，以東北方向為主，進入台灣海峽。

位於本省西部沿海之布袋沿海，因黑潮、沿岸、季風三種海流季節交替之結果，流向與流速均發生變化。流向與季風符合，1～4月流向西南，1、2月之流速為0.5～1.0節，3、4月為0.3～0.5節；5、6月流向轉東北，流速為0.5～1.7節；在7、8月間流速1.0～2.0節，9月當季風開使影響海流時，流向轉為北，10月之海流與9月相同，11月與12月因冬季季風更為盛行，海流全部改向西南，自11月至翌年2月，當冬季在此區域盛行時，此種海流形式繼續存在。

台灣海峽及其附近每年各月之海流略圖詳列於圖4-21，由圖可見其季節變化情形。

第五章 安平港址海、氣象資料分析

5.1 氣象

安平港址附近之氣象資料主要來自中央氣象局台南測候站，該站成立於1897年，為台灣五大歷史悠久測站之一，所登錄資料極為齊全，足可供本計畫參考使用。本研究將更新資料至1991年，以為分析之依據。

另中油公司於永安液化天然氣接收站亦設有專用觀測站，因距安平港址僅15公里，且測站瀕臨海濱，其中所測之風資料較能實際反應海岸地區之風力特性，其分析結果頗值參考，特此一併列入。

5.1.1 風

1. 全年平均風速為2.9m/sec。
2. 最大風速為38.2m/sec，風向為SSE，發生於民國10年 8月 27日。
3. 台南地區各月份風玫瑰圖詳圖5-1所示。
4. 永安地區全年夏、冬季及各月份風玫瑰圖詳圖5-2、圖5-3及圖5-4所示。
5. 永安地區全年風速超值累積曲線圖詳圖5-5所示。

5.1.2 颱風

1. 影響本地區之颱風路徑為第3及第5路徑，總計發生 129次，佔37.9%，詳圖5-6所示。
2. 篩選過去51年(1940~1990)間對安平地區影響較大之代表性颱風86個(詳表5.1)，以為颱風波浪推算之依據。

5.1.3 氣溫

1. 全年平均氣溫: 23.5°C 。
2. 絕對最高氣溫為 37.8°C ，發生於民國31年6月1日，絕對最低氣溫為 2.4°C ，發生於民國7年2月19日。
3. 各月氣溫統計圖詳圖5-7所示。

5.1.4 氣壓

1. 全年平均氣壓: 1010.6毫巴(mb)。
2. 測站最高氣壓為 1029.9毫巴，發生於民國6年1月10日，測站最低氣壓為 961.1毫巴，發生於民國48年8月29日。
3. 各月氣壓統計圖詳圖5-8所示。

5.1.5 雨量

1. 全年平均總降水量: 1747.2mm。
2. 全年平均總降水量日數: 104.7日。
3. 一小時最大降水量為 163.3mm，發生於民國36年7月29日。
4. 全年平均各月降水量及降水日數詳圖5-9及圖5-10所示。

5.1.6 霧日

1. 全年平均總霧日數為 15.5日。
2. 全年各月平均霧日數詳圖5-11所示。

5.1.7 濕度

1. 全年平均相對濕度: 80.4%。
2. 最小相對濕度為 18%，發生於民國52年2月27日。
3. 各月平均相對濕度詳圖5-12所示。

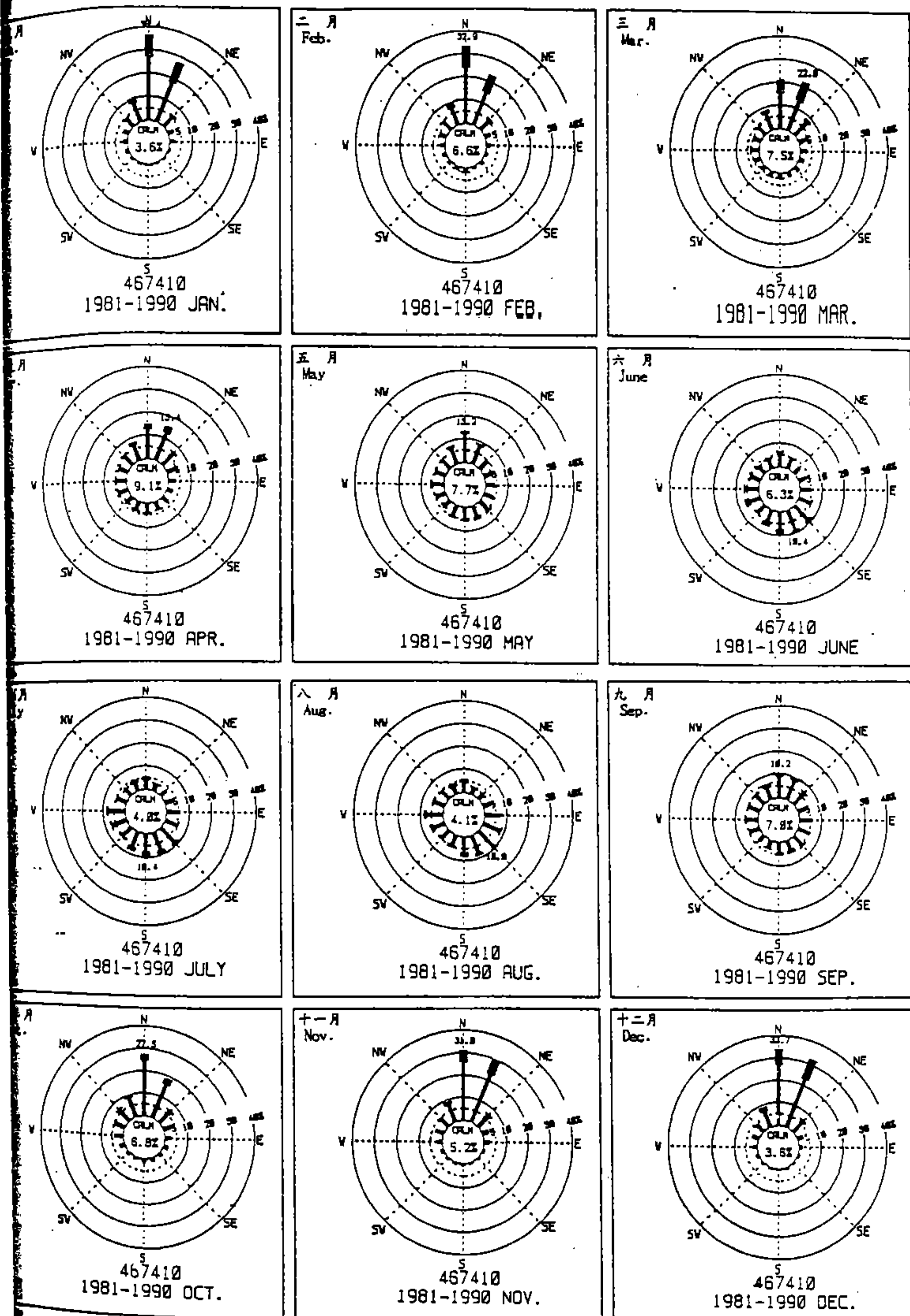
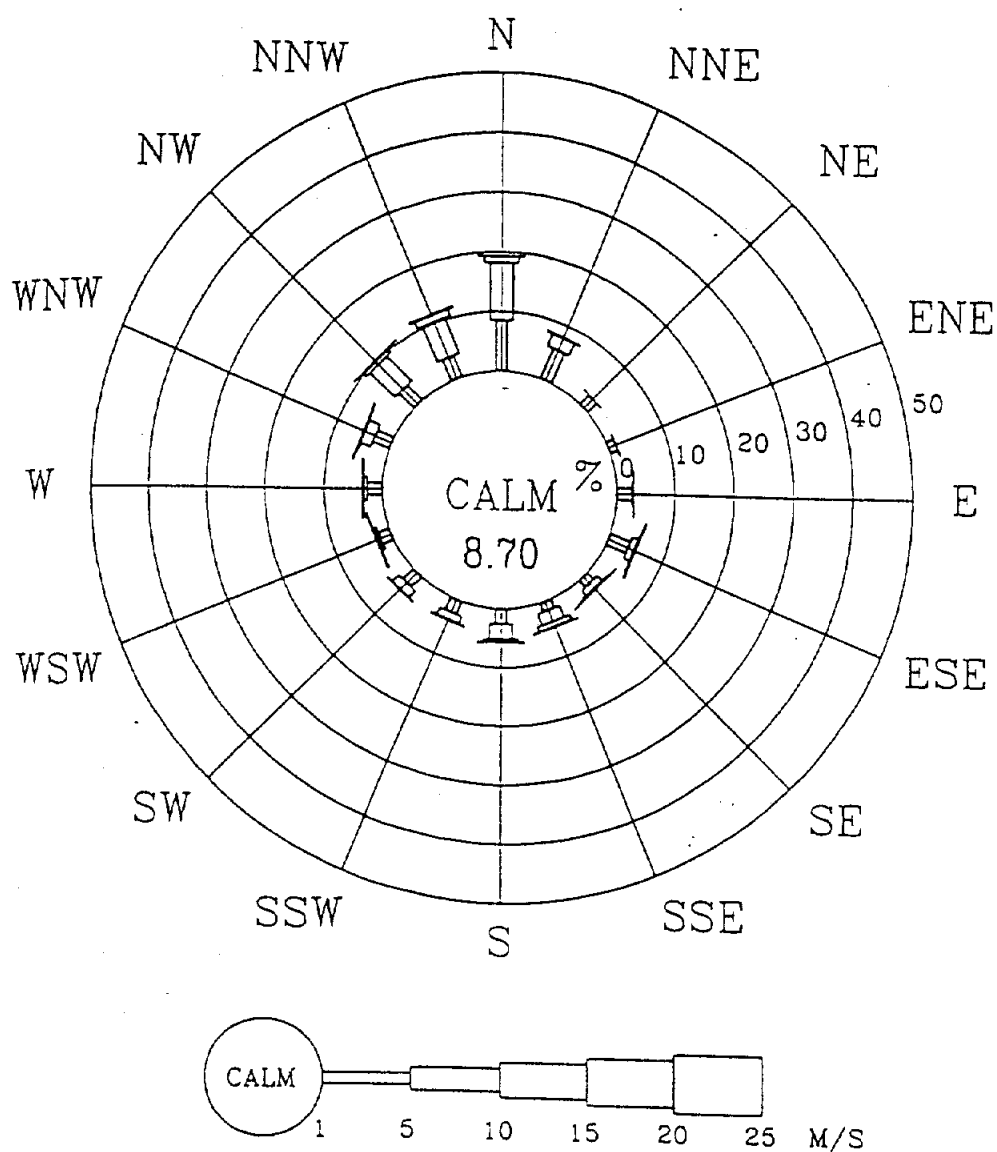
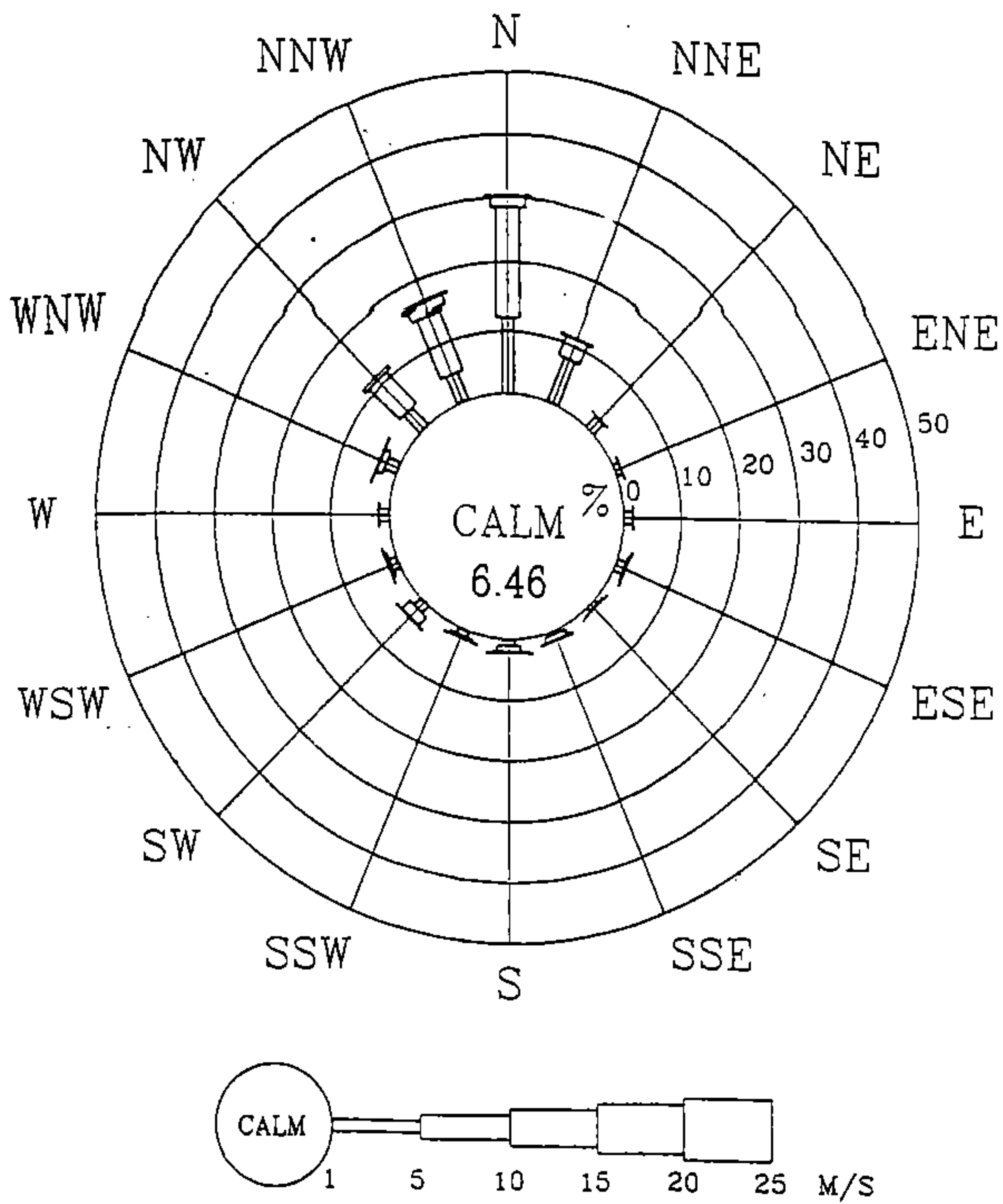


圖 5-1 台南地區各月風玫瑰圖(1981~1990)



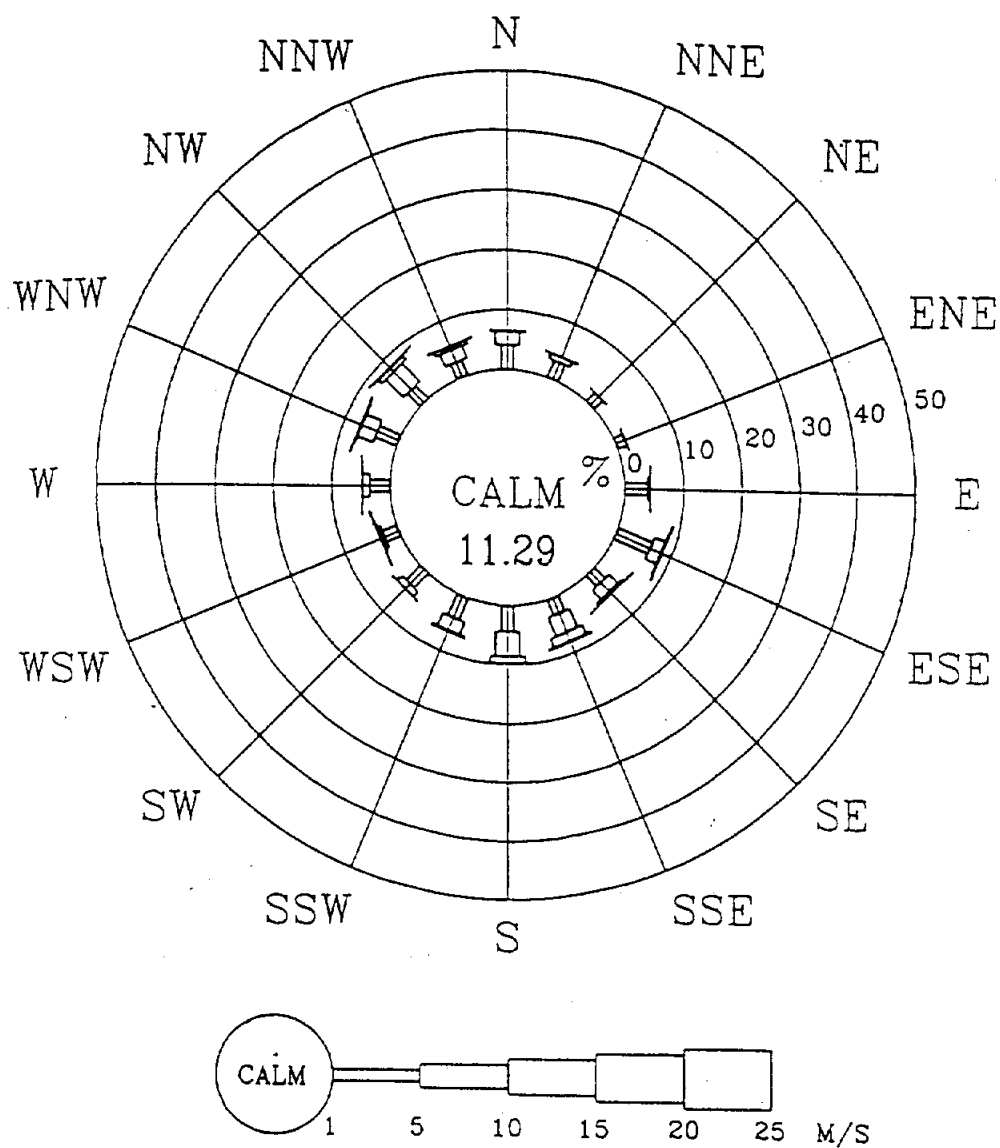
永安全年風玫瑰圖

圖 5-2 永安液氣廠實測全年風玫瑰圖(80.1~81.11)



永安冬季風玫瑰圖

圖 5-3 永安液氣廠實測夏、冬季風玫瑰圖(80.1~81.11)



永安夏季風玫瑰圖

圖 5-3 永安液氣廠實測夏、冬季風玫瑰圖(80.1~81.11) (續)

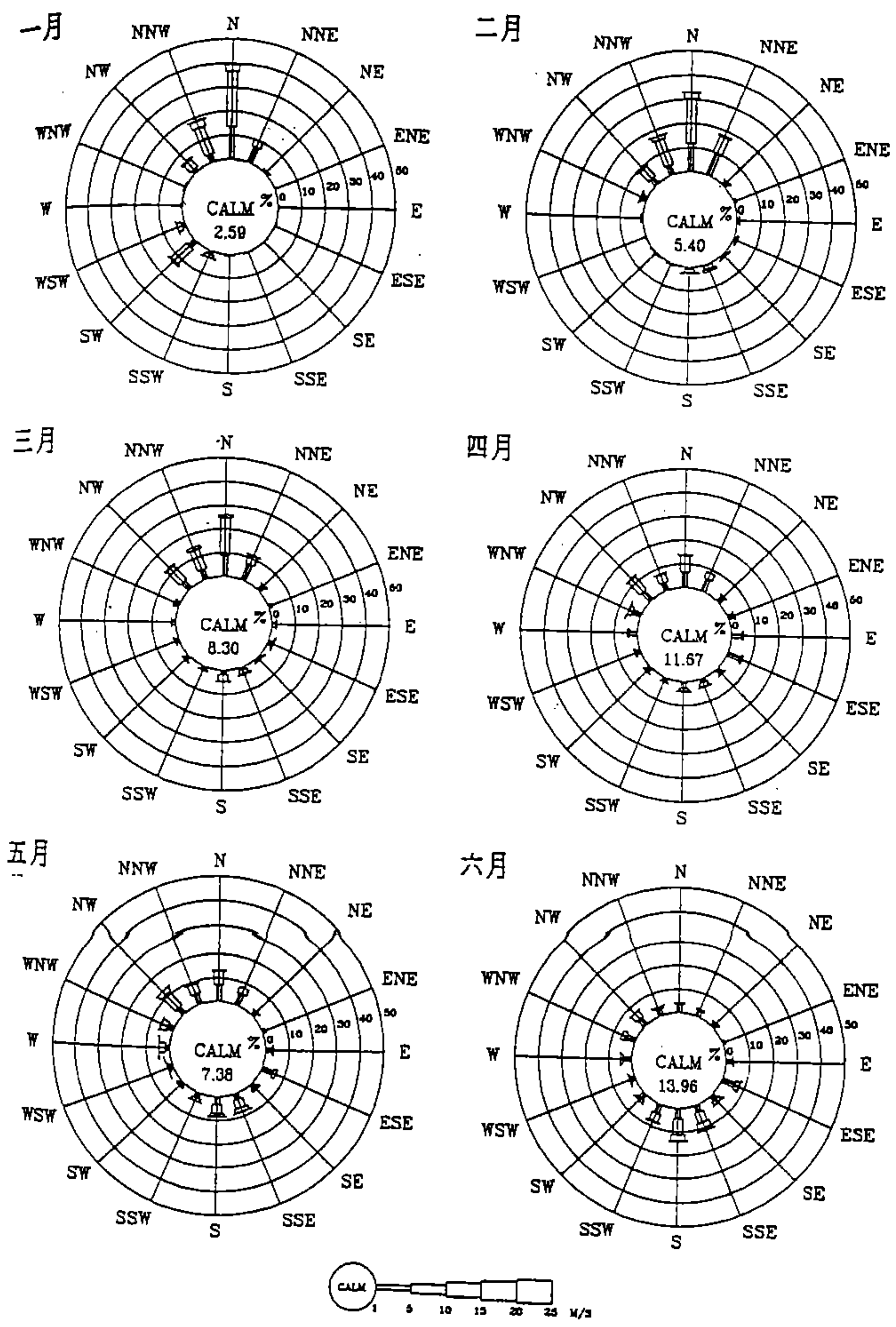


圖 5-4 永安液氣廠實測各月風玫瑰圖(80.1~81.11)

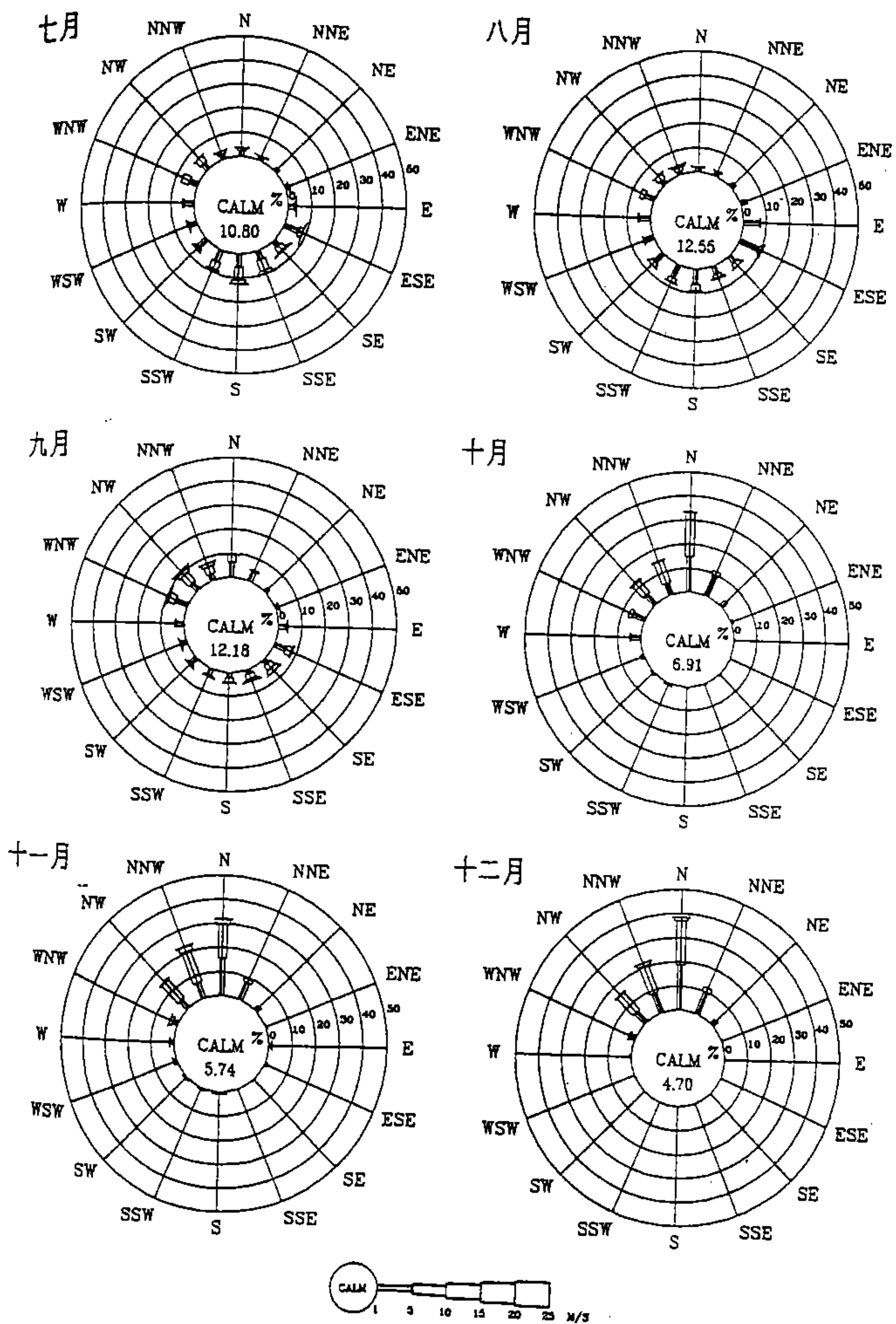


圖 5-4 永安液氣廠實測各月風玫瑰圖(80.1~81.11) (續)

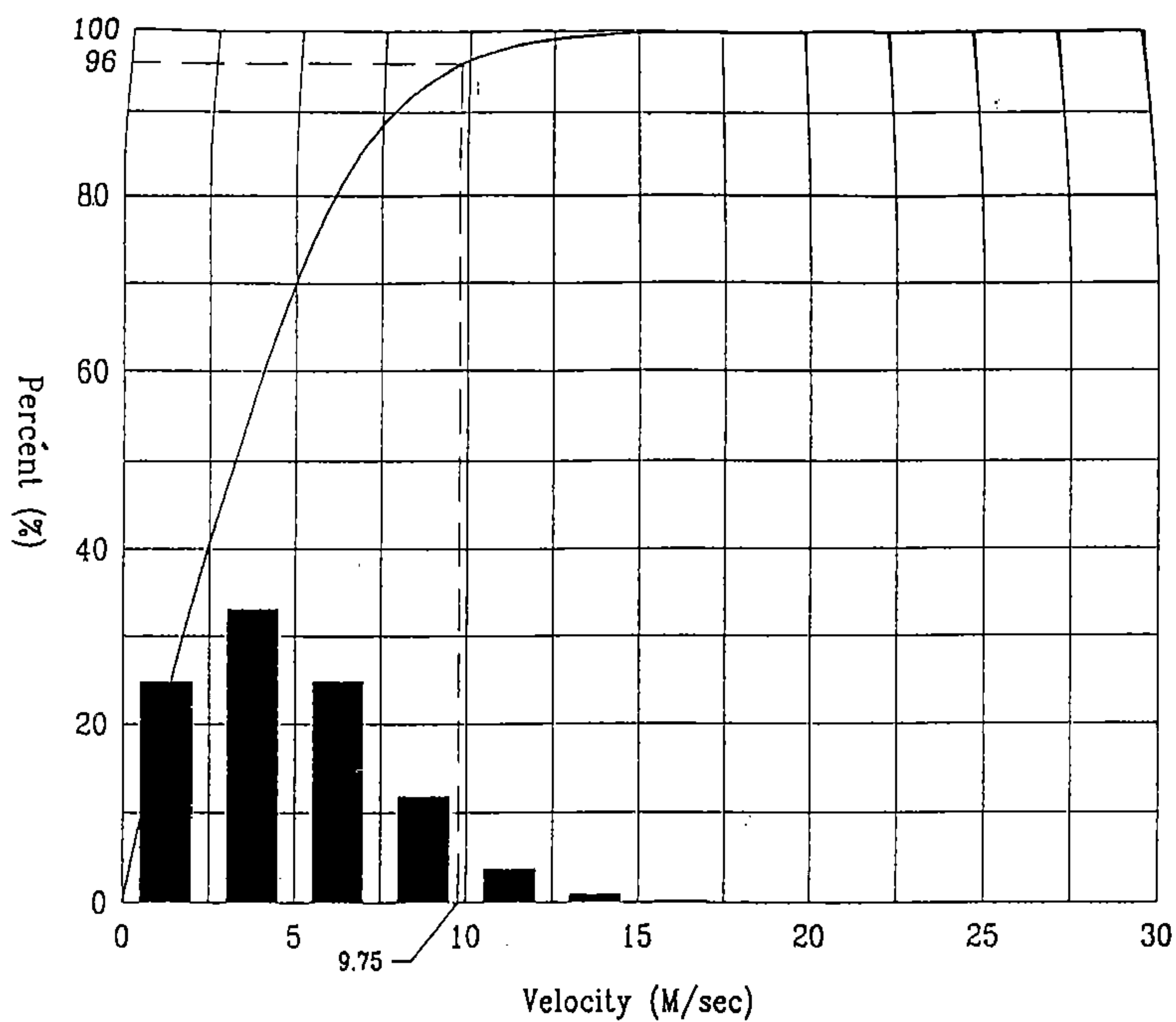


圖 5-5 永安液氣廠實測風速超值累積曲線圖(80.1~81.11)

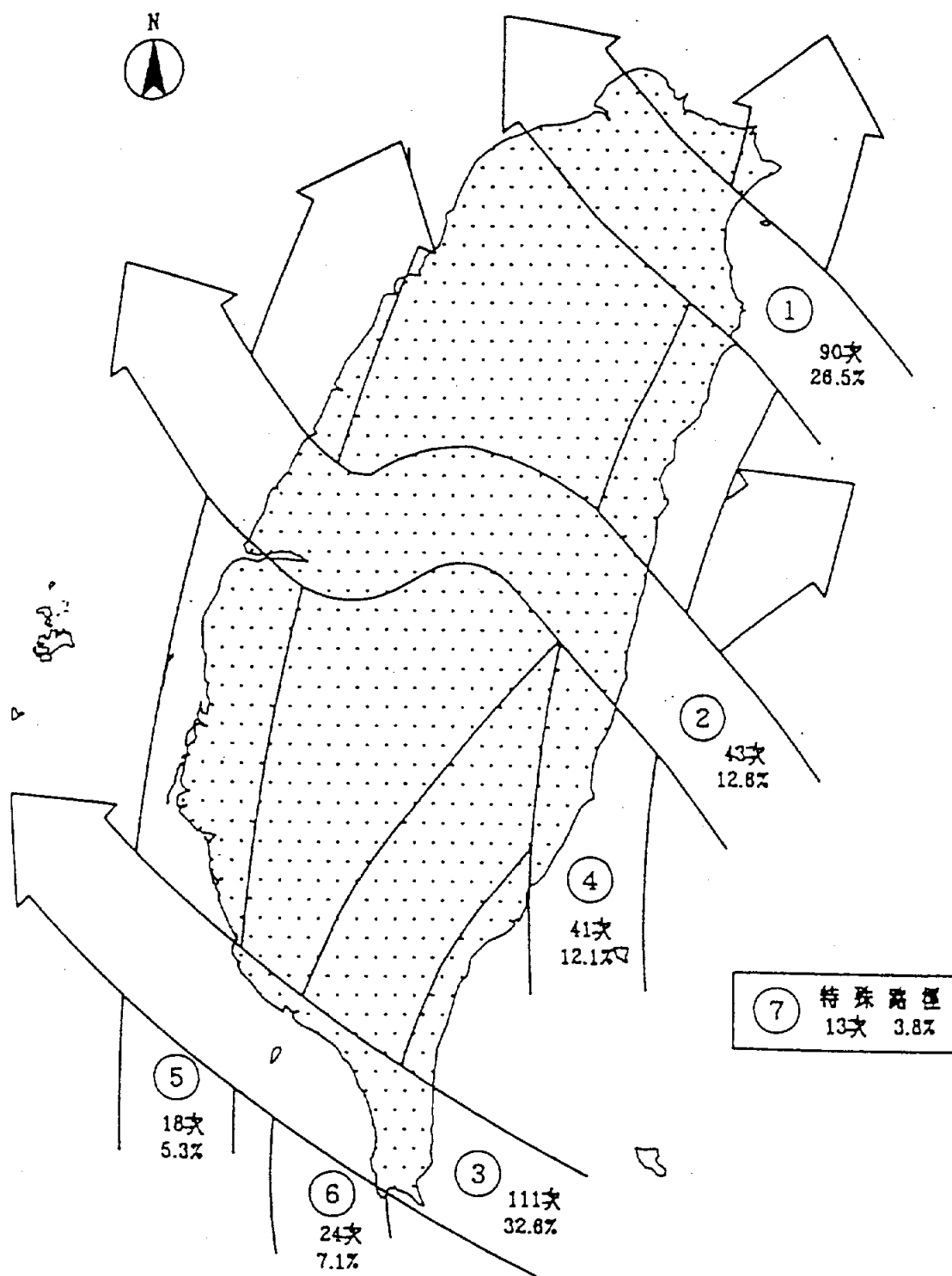


圖 5-6 侵台颱風路徑分類圖(1897~1990)

表 5.1 影響安平地區之颱風統計表

編號	颱風		颱風起迄時間		路徑	最中心氣壓 (mbs)
	編號	名稱	開始	結束		
1	4023		08/25/40	09/03/40	2	947.
2	4036		09/24/40	10/02/40	3	953.
3	4309		07/02/43	07/12/43	2	960.
4	4311		07/13/43	07/20/43	1	945.
5	4413		08/10/44	08/18/44	2	960.
6	4515		09/05/45	09/14/45	3	970.
7	4518		09/26/45	10/03/45	5	970.
8	4607		07/13/46	07/19/46	3	960.
9	4619		09/21/46	09/29/46	2	960.
10	4708	INEZ	08/25/47	08/31/47	3	970.
11	4722		12/23/47	12/28/47	6	970.
12	4822	JACKIE	09/08/48	09/21/48	1	960.
13	4924	CAMILLA	12/10/49	12/14/49	6	970.
14	5104	IRIS	05/02/51	05/10/51	4	910.
15	5221	BESS	11/10/52	11/15/52	5	915.
16	5302	JUDY	05/31/53	06/07/53	6	945.
17	5304	KIT	06/29/53	07/08/53	2	910.
18	5310	RITA	08/28/53	09/02/53	3	940.
19	5316	VIOLA	10/01/53	10/06/53	7	967.
20	5320	CORA	11/13/53	11/20/53	6	960.
21	5519	IRIS	08/19/55	08/26/55	2	965.
22	5603	THELMA	04/17/56	04/25/56	6	940.
23	5611	DINAH	08/30/56	09/05/56	1	970.
24	5614	GILDA	09/18/56	09/23/56	3	945.
25	5705	VIRGINIA	06/02/57	06/26/57	4	910.
26	5711	CARMEN	09/06/57	09/16/57	3	960.
27	5810	WINNIE	07/11/58	07/18/58	2	925.
28	5909	JOAN	08/26/59	09/02/59	2	885.
29	5911	LOUISE	08/30/59	09/07/59	2	965.
30	5921	FREDA	11/14/59	11/20/59	4	945.
31	6008	SHIRLEY	07/27/60	08/06/60	1	910.
32	6009	TRIX	08/02/60	08/11/60	1	930.
33	6104	BETTY	05/21/61	05/28/61	6	947.
34	6116	LORNA	08/19/61	08/28/61	3	960.
35	6120	PAMELA	09/07/61	09/13/61	2	930.
36	6206	KATE	07/18/62	07/25/62	5	970.
37	6210	OPAL	08/01/62	08/08/62	1	910.
38	6217	AMY	08/31/62	09/07/62	1	940.
39	6221	DINAH	09/26/62	10/05/62	3	955.
40	6307	WENDY	07/12/63	07/20/63	1	930.
41	6419	TILDA	09/12/64	09/21/64	3	965.
42	6509	DINAH	06/13/65	06/20/65	6	935.
43	6518	MARY	08/14/65	08/23/65	1	950.

表 5.1 影響安平地區之颱風統計表(續)

編號	颱風		颱風起迄時間		路徑	最中心氣壓 (mbs)
	編號	名稱	開始	結束		
44	6621	ELSIE	09/09/66	09/19/66	6	945.
45	6704	VIOLET	04/03/67	04/12/67	6	932.
46	6708	CLARA	07/07/67	07/12/67	2	960.
47	6737	GILDA	11/14/67	11/19/67	2	910.
48	6805	NADINE	07/20/68	07/28/68	3	970.
49	6812	WENDY	09/01/68	09/08/68	3	935.
50	6817	ELAINE	09/24/68	10/03/68	3	915.
51	6905	VIOLA	07/23/69	07/29/69	3	900.
52	6911	ELSIE	09/23/69	10/01/69	2	895.
53	6912	FLOSSIE	09/27/69	10/09/69	4	960.
54	7118	NADINE	07/21/71	07/26/71	3	900.
55	7127	BESS	09/17/71	09/23/71	1	905.
56	7315	NORA	10/07/73	10/10/73	5	920.
57	7503	NINA	08/01/75	08/04/75	2	900.
58	7512	BETTY	09/17/75	09/24/75	3	950.
59	7515	ELSIE	10/10/75	10/14/75	3	900.
60	7607	RUBY	06/23/76	07/04/76	7	935.
61	7704	THELMA	07/21/77	07/26/77	5	950.
62	7705	VERA	07/28/77	08/02/77	1	930.
63	7802	OLIVE	04/19/78	04/27/78	7	955.
64	7817	IRMA	09/10/78	09/16/78	4	970.
65	7907	GORDON	07/26/79	07/30/79	3	970.
66	7908	HOPE	07/28/79	08/02/79	3	895.
67	8012	NORRIS	08/24/80	08/29/80	1	950.
68	8021	BETTY	10/31/80	11/07/80	4	926.
69	8104	IKE	06/09/81	06/14/81	7	965.
70	8105	JUNE	06/17/81	06/22/81	1	963.
71	8125	IRMA	11/21/81	11/26/81	4	905.
72	8210	ANDY	07/22/82	07/30/82	4	915.
73	8304	WAYNE	07/20/83	07/25/83	4	920.
74	8504	HAL	06/20/85	06/25/85	4	961.
75	8605	NANCY	06/22/86	06/25/86	4	960.
76	8612	WAYNE	08/18/86	09/05/86	4	955.
77	8613	ABBY	09/17/86	09/20/86	4	915.
78	8708	ALEX	07/24/79	07/28/79	4	970.
79	8714	GERALD	09/06/87	09/10/87	3	965.
80	8720	LYNN	10/16/87	10/27/87	3	910.
81	8802	SUSAN	05/30/88	06/03/88	6	965.
82	8919	SARAH	09/06/89	09/13/89	4	952.
83	9003	MARIAN	05/15/90	05/19/90	6	965.
84	9017	DOT	09/04/90	09/09/90	2	960.
85	9005	OFELIA	06/18/90	06/25/90	2	970.
86	9012	YANCY	08/14/90	08/20/90	1	960.

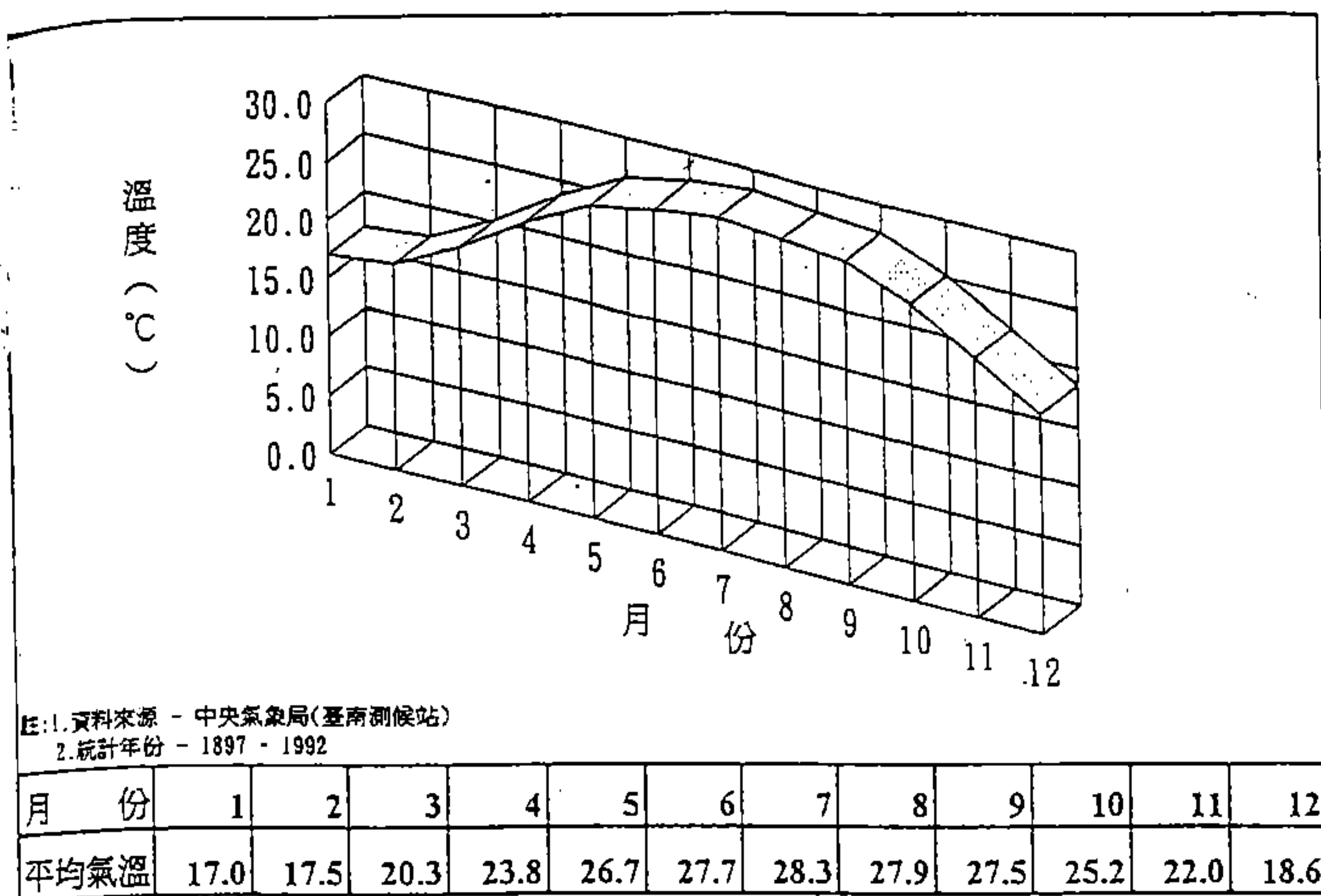


圖 5-7 台南地區各月份氣溫統計圖

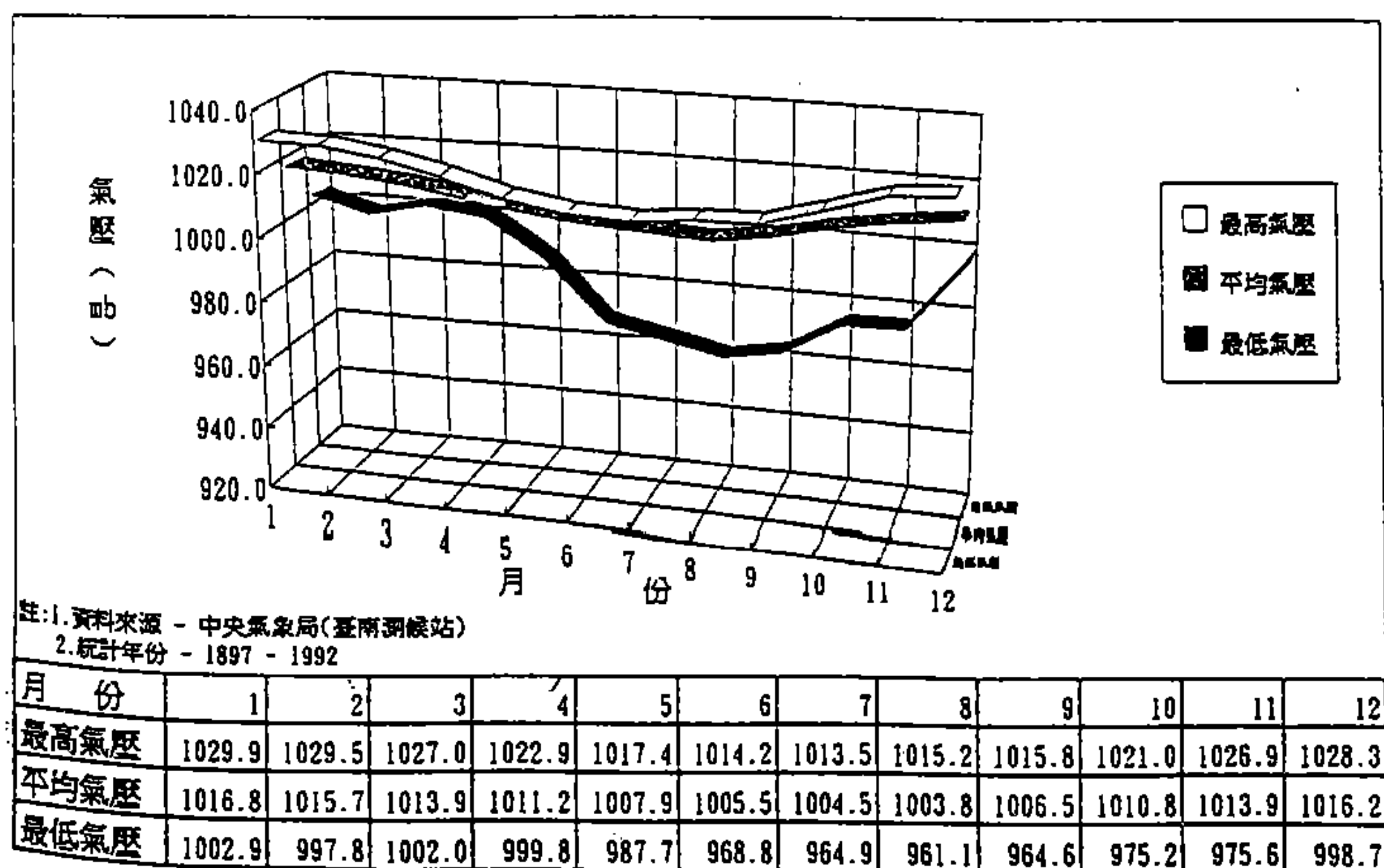


圖 5-8 台南地區各月份氣壓統計圖

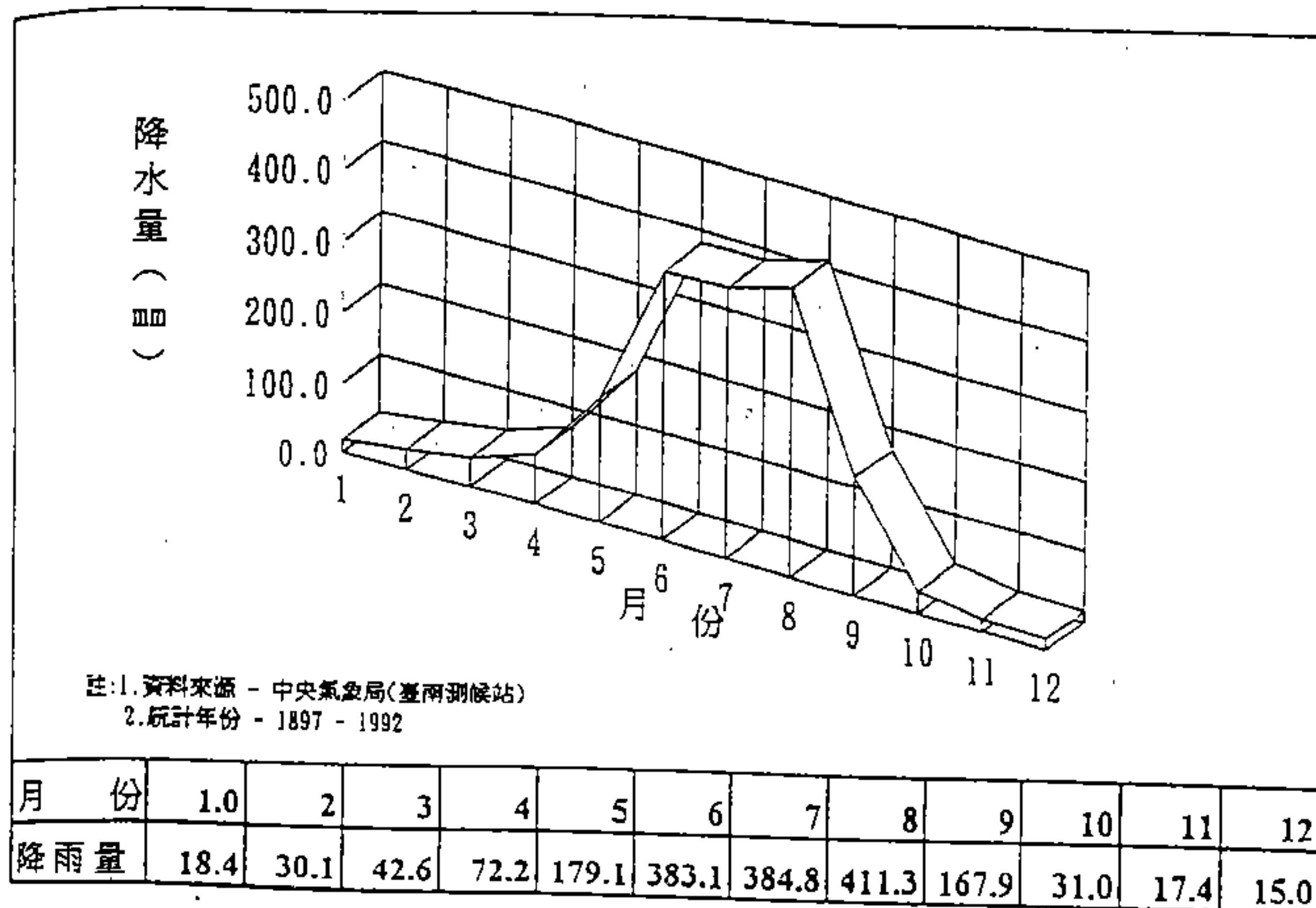


圖 5-9 台南地區各月份降水量統計圖

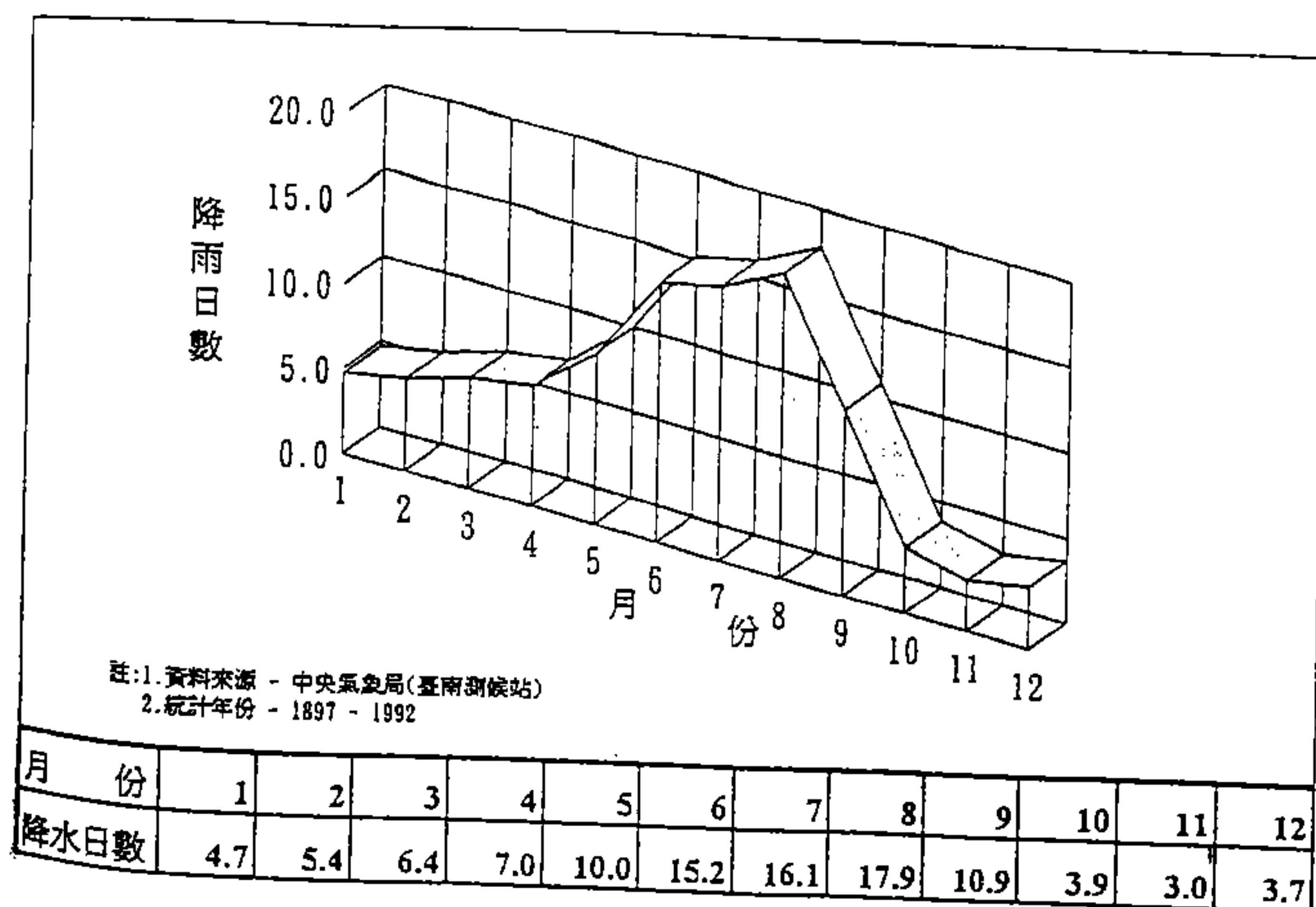


圖 5-10 台南地區各月份降雨日數統計圖

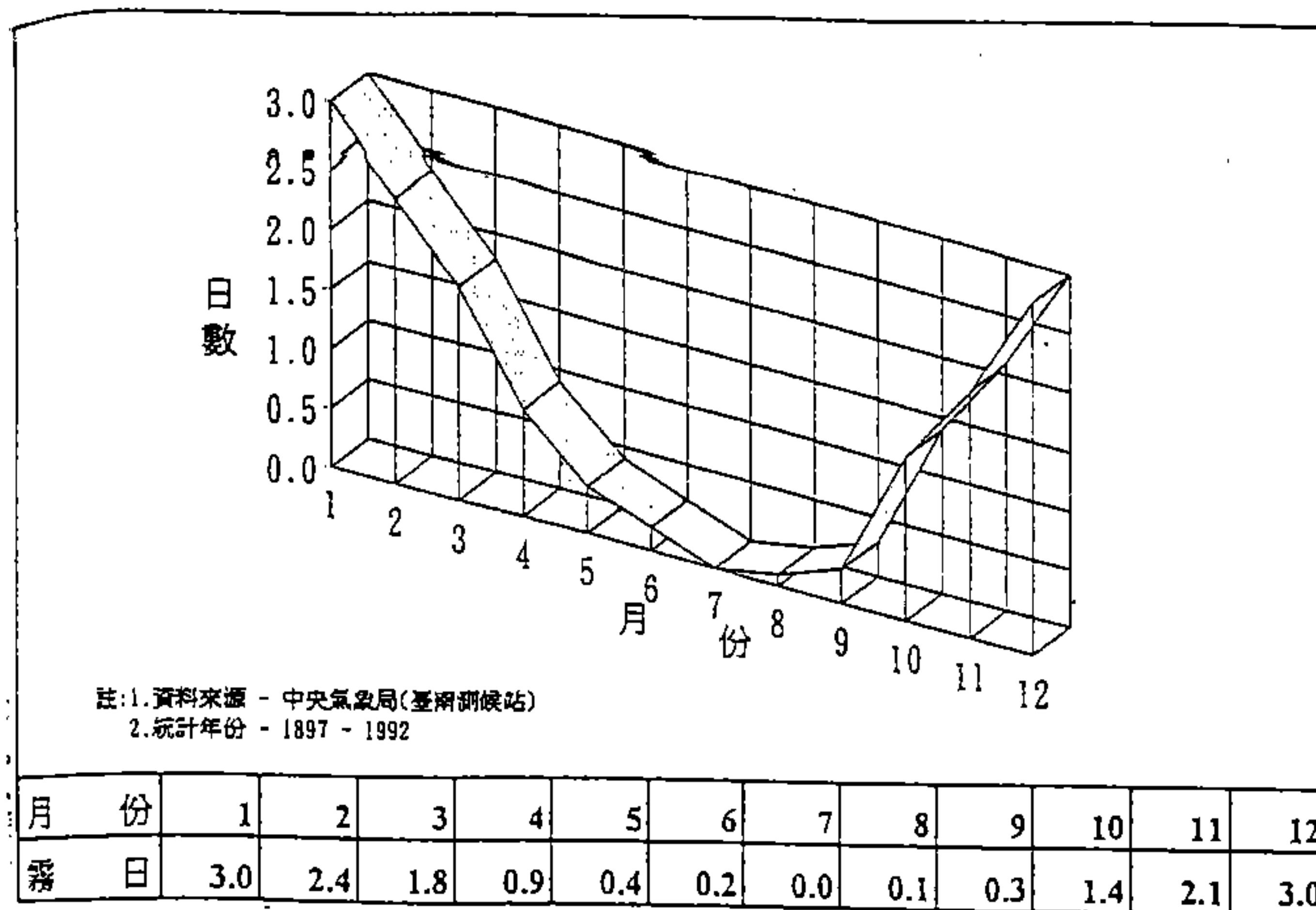


圖 5-11 台南地區各月份霧日統計圖

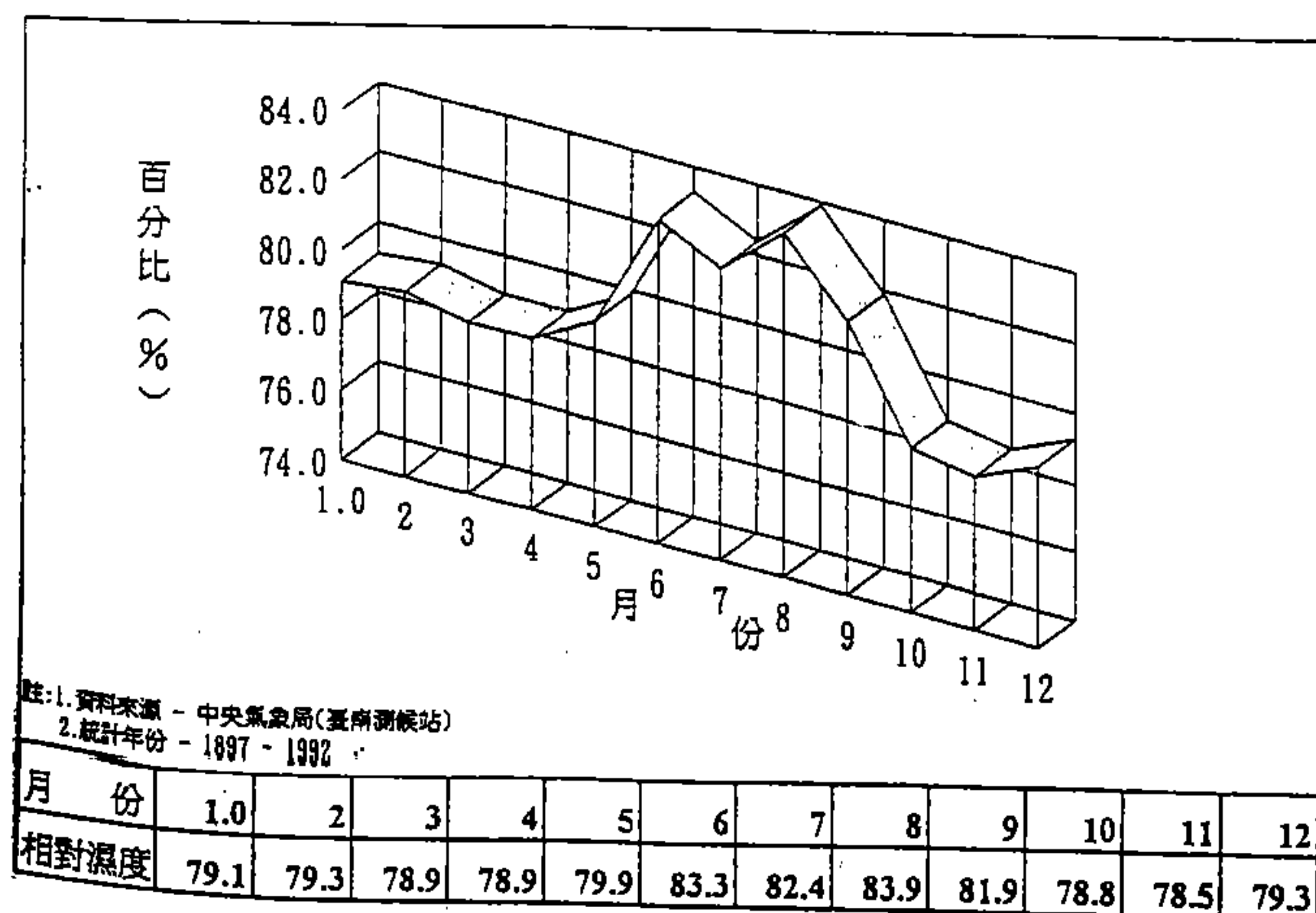


圖 5-12 台南地區各月份相對濕度統計圖

5.2 海象

5.2.1 沿岸流及海潮流

1. 安平地區實測資料分析

(1) 自由浮標追蹤

自由浮標製作水下0.3m(F1)、水下3m(F2)、水下5m(F3)三種類型，將其攜至舊漁港航道前測線附近施放而由竹筏伴隨飄流，岸上則利用電子及直讀式經緯儀作前方交會定位。由實測結果知安平地區海域在漲潮時段浮標係朝"西北"，即往鹽水溪方向飄流，而在退潮時段則又轉朝安平新港之"東南"方向移動，而平均流速則約為0.2m/sec。

(2) 繫流浮標追蹤

為分析近岸附近之沿岸流流況，利用繫流浮標來作流況觀測，因自由浮標在近岸無法作常期之觀測，其一一經施放，可能立即為波浪或沿岸流驅使上岸。

(3) 自計式海流儀施測

定點長期之流況觀測可藉自記式海流儀為之，利用兩套DNC-2M型自記式海流儀安置於165點(水深8m)及166點(水深12m)處(如圖 5-14)，海流儀距海水面約1m，利用鋼索、U 型環、旋轉環、繩索、浮球、旗標及大小混凝土塊組合而成(圖5-15)。海流儀回收後，分析其流速流向分佈如圖5-16及5-17所示。

由上述分析資料可知：水深8m處流速多介於 0.05m/sec～ 0.20m/sec間，最大流速為0.35m/sec，平均流速約0.17m/sec，流速並不高，而瞬時流向多處於110°～190°及288°～36°間；至於水深12m附近之流速則亦多介於0.05m/sec～0.25m/sec間，最大流速 0.45m/sec，

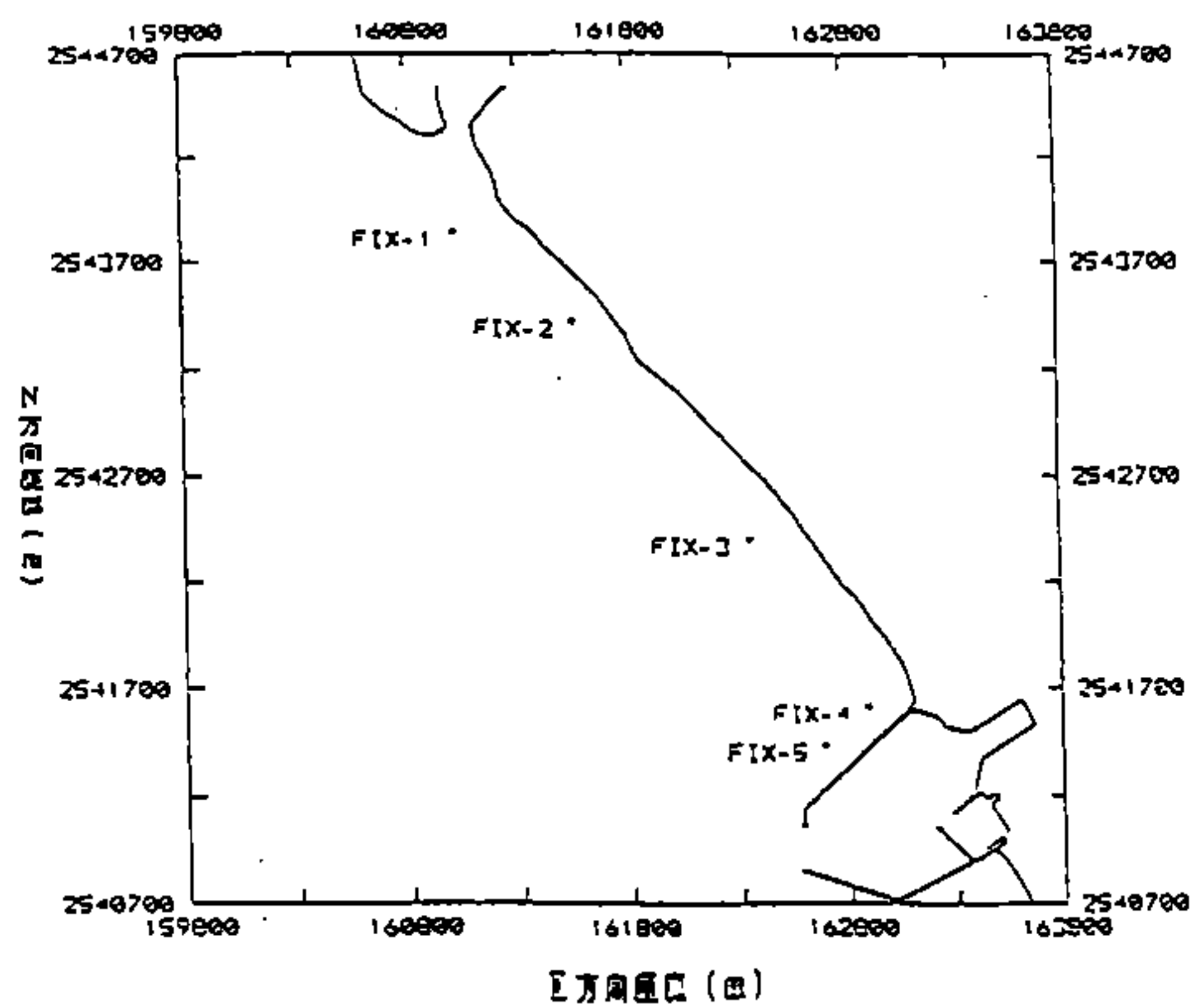


圖 5-13 繫留浮標測點位置

平均流速約 0.23m/sec ，流向則多發生於 $110^\circ \sim 150^\circ$ 及 $320^\circ \sim 12^\circ$ 間。主要流向兩處皆為"東南" "西北"方向，與浮標追蹤之結論相符。

2. 永安地區實測資料分析

台大海研所曾於1979.1~1980.8 及1981.1~1981.11於圖5-18所示兩個測站拋放海流儀進行海流觀測，各測站安裝深度為：

測站1:水深21m，儀器放於水面下約17m處，另一海流儀放於水面下約7m處，但僅安放一星期。

測站2:水深7m，儀器放於水面下2~4m處。

依實測資料分析，本地區洋流主要為黑潮；潮流部份主要受半日潮影響，漲潮時由東南向西北流，退潮時流向恰相反約平行海岸線，在觀測期間得之最大流速，測站 1 為 $110.7\text{cm/sec}(351.2^\circ)$ ，測站2則為 $65.2\text{cm/sec}(28.3^\circ)$ 。

另依港研所1984年 6月至1985年11月於計畫區所測得之流速資料知，本計畫區海流主要受潮流影響，其月平均流速為 $11.81 \sim 31.43\text{cm/sec}$ (平均值為 20cm/sec)，月最小流速為 $0.07 \sim 3.60\text{cm/sec}$ (平均值約 0.72cm/sec)，月最大流速為 $37.52 \sim 71.96\text{cm/sec}$ (平均值約 60cm/sec)，流向以沿岸方向為主，向岸與離岸平均流速均極小，漲潮時流向為NNW，退潮時流向為SSE，退潮時流速遠較漲潮時為大。

5.2.2 潮汐

高港局於安平港南護岸設有潮位站一處，自民國68年起至今均有連續之記錄資料，根據民國68年3月2日 0時至82年6月19日22時之潮位逐時連續記錄資料，除利用Log-Pearson

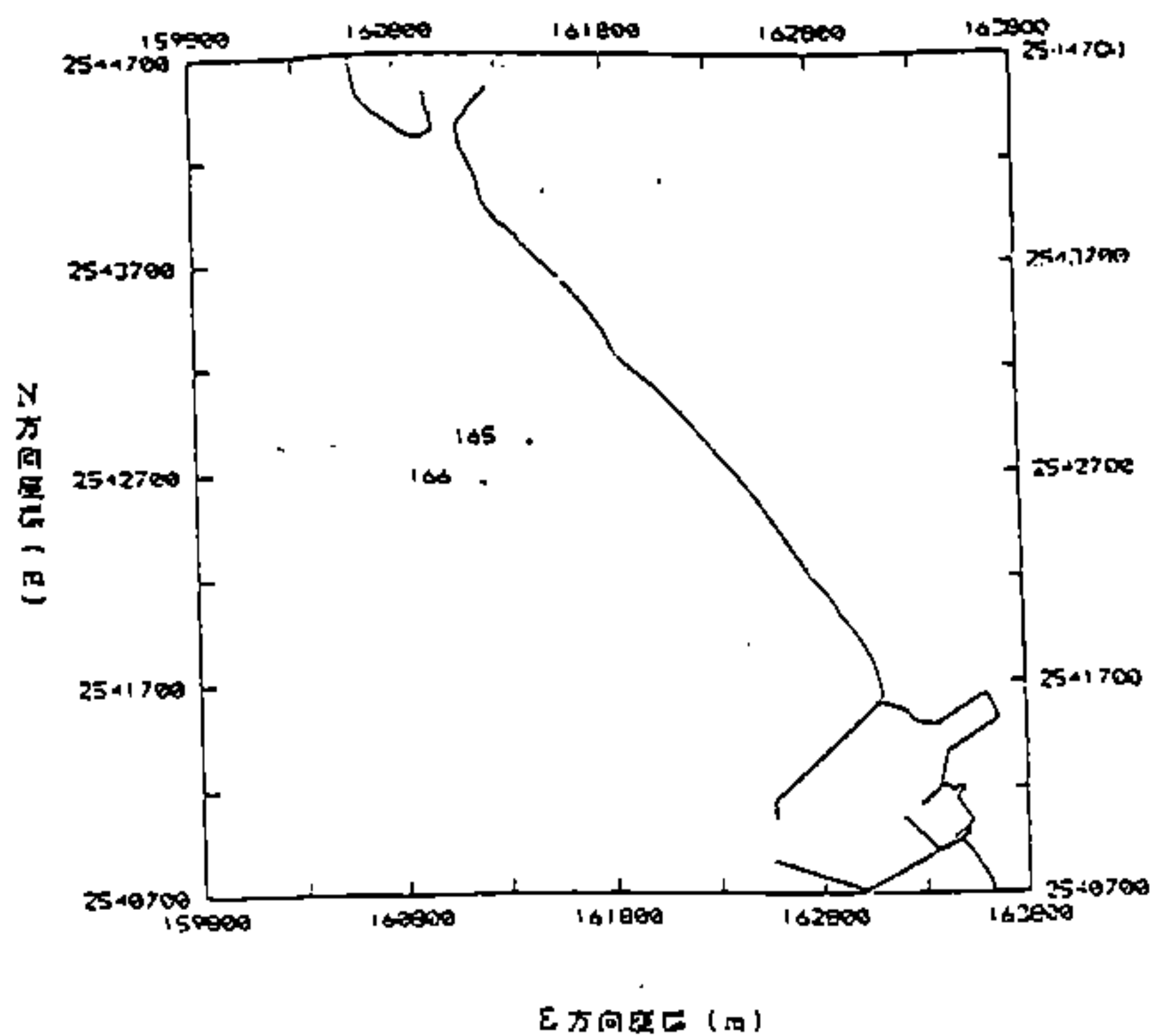
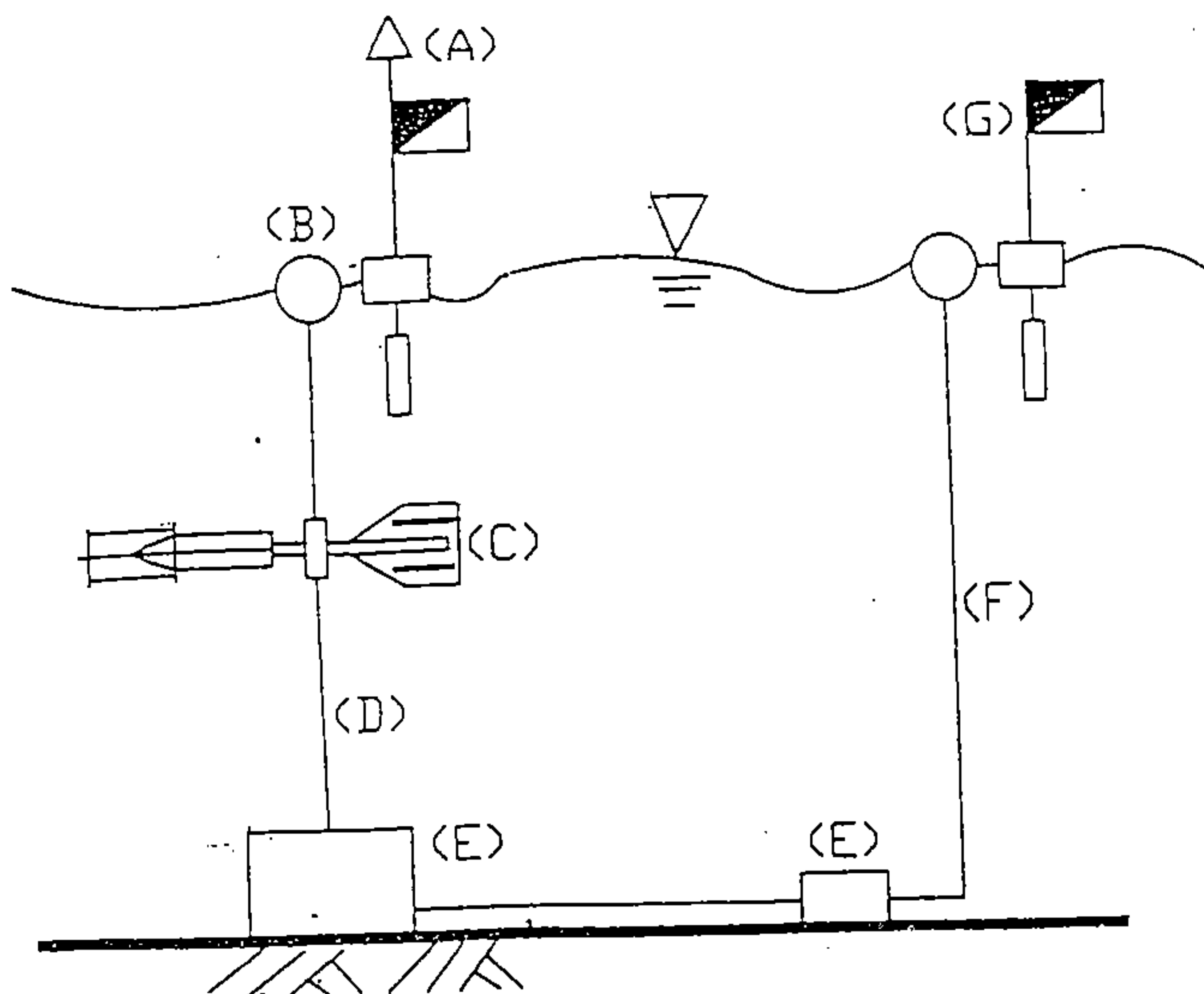


圖 5-14 海流儀試測位置



自記式海流儀之組合

(A)燈標 (D)浮球 (C)海流儀 (D)鋼索
(E)錨定混凝土塊 (F)繩索 (G)訊標

圖 5-15 自記式海流儀之組合

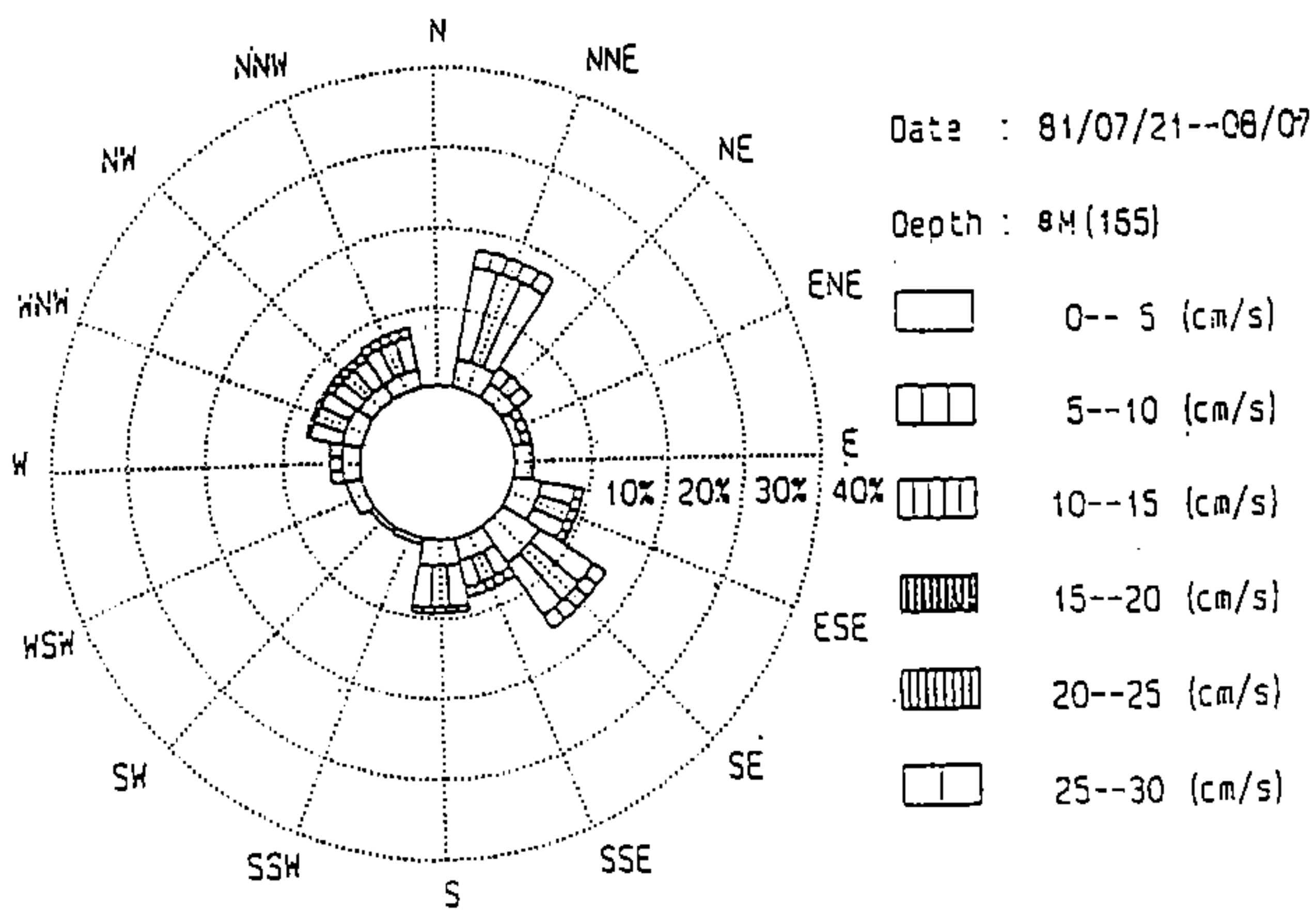


圖 5-16 No.165海流儀流速、流向分佈圖

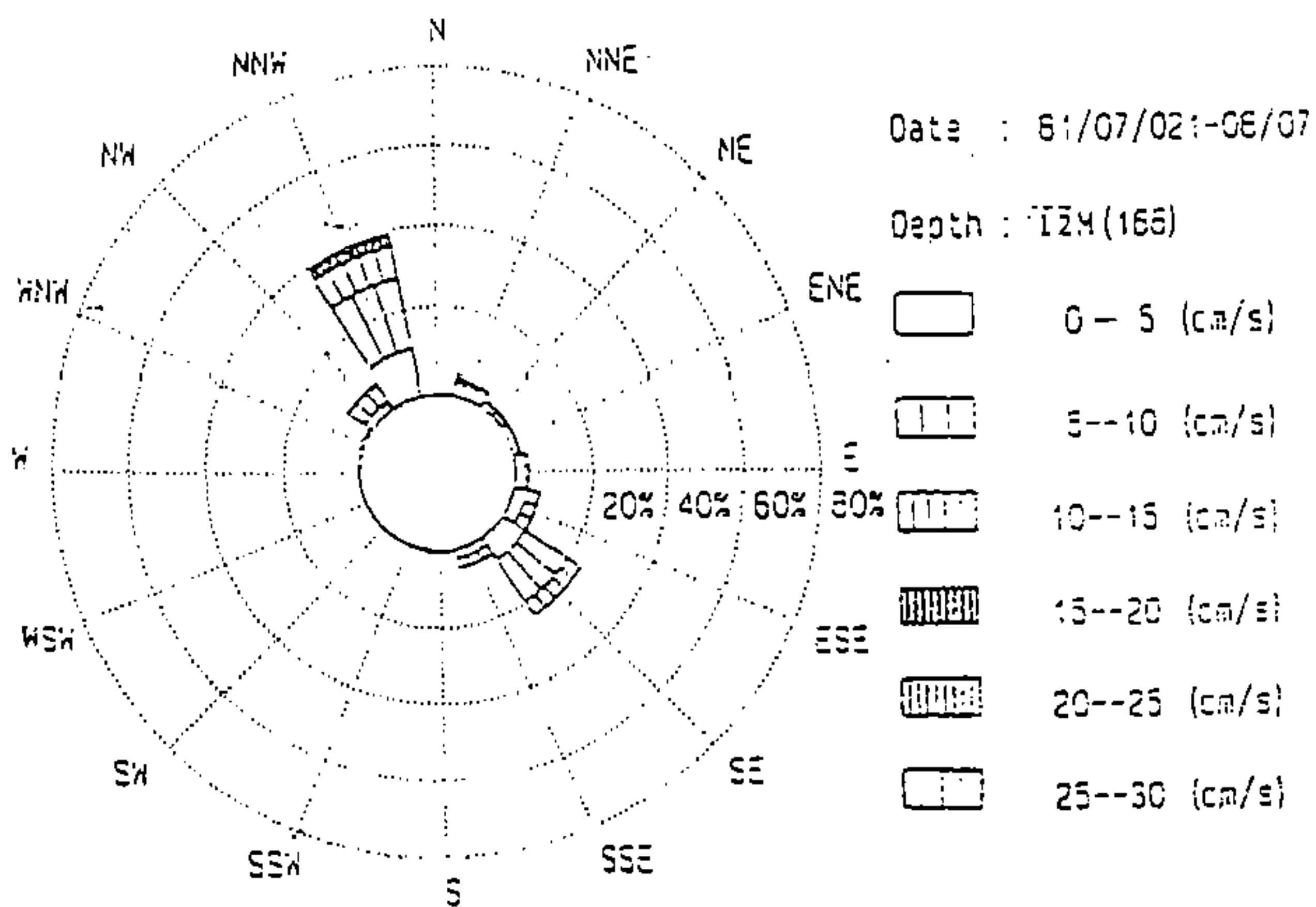


圖 5-17 No.166海流儀流速、流向分佈圖

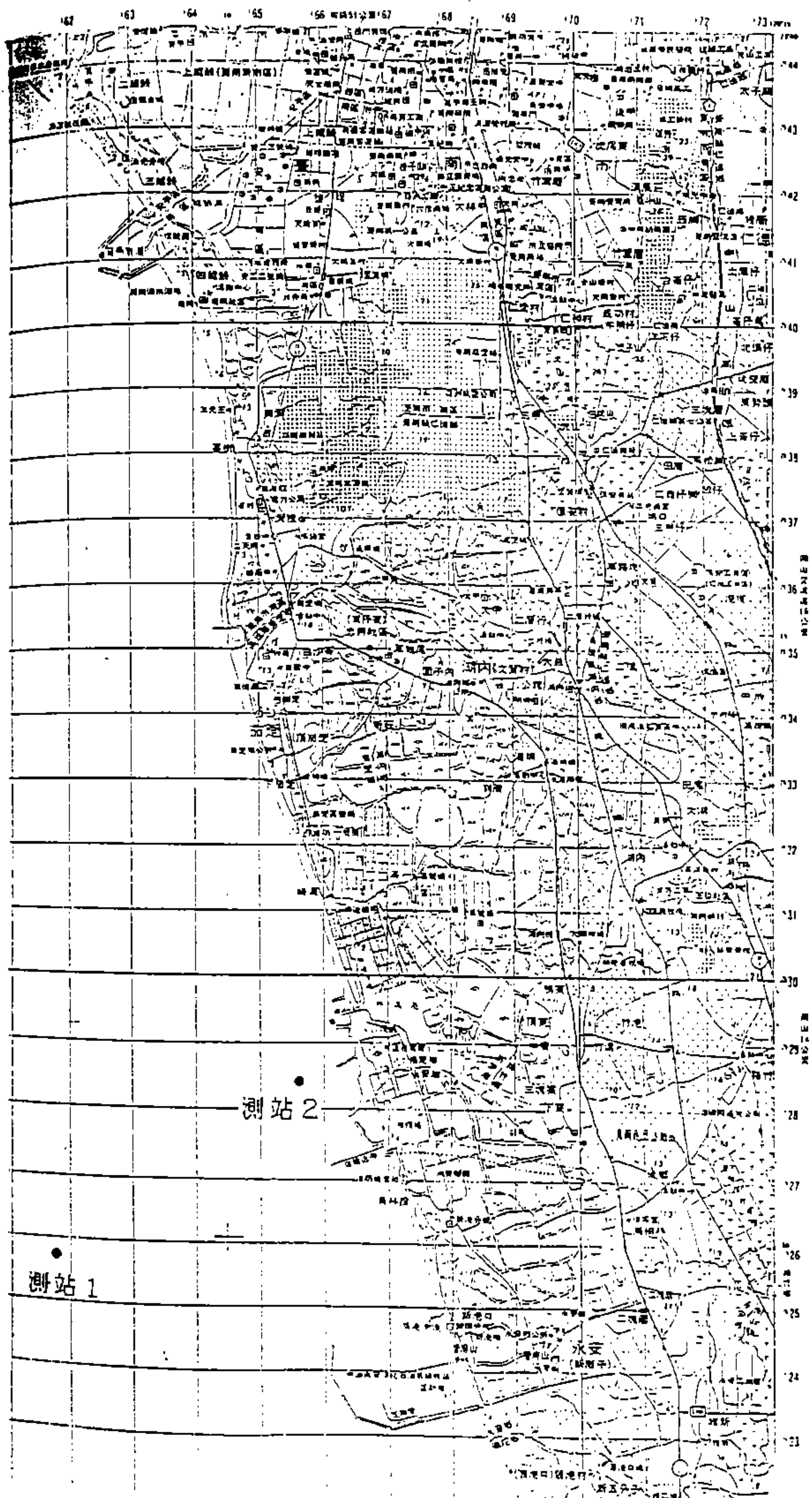


圖 5-18 永安附近海象觀測站位置圖

III分析法就最高潮位進行極端值迴歸分析外，並利用中華顧問工程司自行發展之數學模式進行調和分析，以求取其調和常數。茲將結果說明如後。

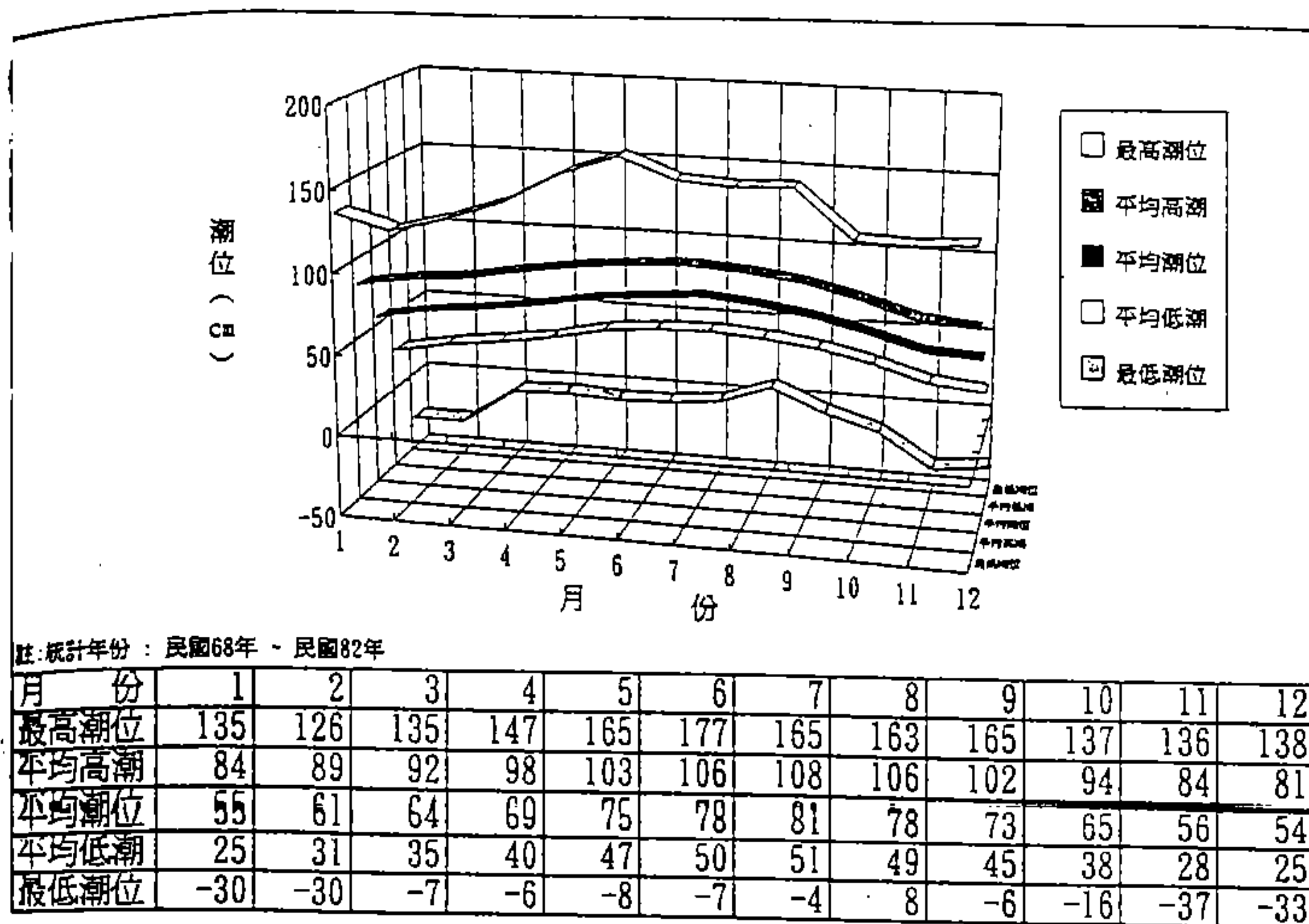
1. 實際潮位資料統計分析

統計民國68年～82年實測潮位計錄，進行各設計潮位之統計分析，得如圖5-19所示。根據此表可知其實測潮位記錄為：

最高高潮位	H.H.W.L.	=	1.77m
平均高潮位	M.H.W.L.	=	0.96m
平均潮位	M.W.L.	=	0.67m
平均低潮位	M.L.W.L.	=	0.39m
最低低潮位	L.L.W.L.	=	-0.37m

2. 最高潮位統計分析

安平港歷年實測最高及最低潮位如表 5.2所示，利用 Log-Pearson III方法進行極端值統計分析，得不同迴歸期時之最高潮位如表 5.3所示，根據此分析可知，民國79年8月19日7時所測 1.77m之最高潮位相當於迴歸期50年才發生一次之潮位。



- 註：1. 記錄時間：民國68年3月2日～82年6月19日
 2. 所使用月份係陰曆
 3. 安平港潮標水準系統零點相當於水利局系統之
 -0.4724M

圖 5-19 安平港歷年潮位分析圖

表 5.2 安平港歷年最高實測潮位

年	最高潮位	最低潮位
68	1.39	-0.33
69	1.51	-0.18
70	1.40	-0.22
71	1.50	-0.24
72	1.49	-0.17
73	1.54	-0.37
74	1.65	-0.28
75	1.55	-0.33
76	1.65	-0.30
77	1.53	-0.23
78	1.52	-0.19
79	1.77	-0.22
80	1.65	-0.13
81	1.63	-0.14
82	1.35	-0.01

表 5.3 最高潮位統計分析表(採Log-Pearson III法)

迴歸期(年)	2	5	10	25	50	100	200
最高潮位(m)	1.54	1.64	1.69	1.54	1.78	1.82	1.90

3. 安平港潮位調和分析

天文潮最高高潮位為各種分潮振幅之和在平均海水面上之高度，因日月運行之相關位置，每18.6年重現一次，大致在春秋分附近發生，故為預測天文潮位，本研究採用現有潮汐實測資料以調和分析之結果為基準，預測19年(68.3~87.3)之潮位資料，經統計分析得安平港之天文潮位如下：

最高高潮位	H.H.W.L.	=	1.471m
平均高潮位	M.H.W.L.	=	0.960m
平均潮位	M.W.L.	=	0.693m
平均低潮位	M.L.W.L.	=	0.425m
最低低潮位	L.L.W.L.	=	-0.189m
平均潮差		=	0.535m
最大潮差		=	1.427m

為了解各分潮振幅與相位角，特將68年3月至82年6月間之觀測數據進行調和分析，結果如表5.4所示。

表 5.4 安平港潮位調和分析結果(68.3~82.6)

分潮名稱	振幅(Hi) (m)	相位角(Gi) (°)
M2	0.243292	230.464863
K1	0.175144	250.987465
O1	0.143828	321.286861
SA	0.129397	138.145078
P1	0.059283	107.304037
S2	0.059404	300.724536
N2	0.053183	205.729901
SSA	0.033256	356.935005
Q1	0.029243	298.599367
NJU2	0.013619	218.085287
K2	0.013332	192.339762
MM	0.011408	234.276360
MJU2	0.011162	80.088422
2N2	0.008599	181.323056
L2	0.008404	332.614500
M4	0.007926	234.243949
J1	0.007799	176.850169
MSF	0.007746	358.320519
RH01	0.006308	290.752395
MS4	0.005523	338.576156
SIGMA1	0.004998	282.382303
MF	0.004630	122.120671
T2	0.004249	275.699653
LUMDA2	0.004106	310.269770
S1	0.004101	210.389646
PI1	0.003972	308.324113
R2	0.003731	121.142081
M3	0.003725	6.545578
2Q1	0.003655	50.848063
OP2	0.002975	45.135437
MNS2	0.002722	351.260773
MSN2	0.002746	265.653620
MN4	0.002744	223.856420
PSI1	0.002690	330.134862
M6	0.002423	278.717215

由分析結果顯示M2、K1、O1、SA、P1、S2為前 6個主要分潮，M2、K1、O1、S2為主要分潮稍有差異，此乃受地形影響之結果。

5.2.3 波浪

1. 季節波浪

本研究區夏季間西南風盛行，且風速較大，故該期間波浪較大，冬季期間則盛吹東北風，但因受陸地遮蔽影響，海面波浪較小。另本研究區並無實測資料可供分析，茲參考永安地區及東吉島實測資料作為本研究區之參考，茲分別說明如下。

(1) 永安液氣廠實測資料分析

根據永安廠於80年 1月至81年11月在防波堤外之實測波浪分析結果知自 6月至10月份則包含於西南季風期及颱風期，由統計圖知，雖有65%以上之波高在1公尺以下，但亦常出現2公尺以上之波高，資料中曾測得5公尺以上之波高，週期多分佈於4~8秒，亦曾達到13秒以上。

(2) 東吉島實測資料分析

由成功大學及海洋工程學系研究報告第73-5號 "台灣沿海波浪分析與預測方法之研究(一)：鼻頭角、小琉球、東吉島、新港波浪記錄之統計特性分析"(郭金棟教授等著，民國73年1月)中，選則氣象局在東吉島測站之實測波浪資料加以分析，該項資料自民國70年7月3日至民國71年9月30日共449天。取三月後半月至十月前半月為夏季波浪，而取其十月後半月至次年三月前半月為冬

表 5.4 安平港潮位調和分析結果(68.3~82.6)(續)

分潮名稱	振幅(Hi) (m)	相位角(Gi) (°)
X1	0.002370	263.115724
2SM2	0.002210	342.142069
MKS2	0.002078	7.250621
001	0.002020	1.984611
TH1A1	0.001791	8.169531
2MS6	0.001749	348.524528
MP1	0.001594	117.674032
MK4	0.001586	222.555258
FA11	0.001266	344.662319
OQ2	0.001254	49.246433
KJ2	0.001251	287.002105
2MN6	0.001028	209.690587
M1	0.000992	264.199772
SN4	0.000746	324.092954
S4	0.000702	86.352262
2SM6	0.000647	11.564875
MSN6	0.000636	351.295285
S01	0.000635	225.982917
M03	0.000566	240.940198
SK4	0.000530	301.291646
S03	0.000500	348.246691
MK3	0.000499	141.335041
SK3	0.000411	297.818074
MSK6	0.000288	260.428105
2MK6	0.000119	236.074731

註:1.MEAN SEA LEVEL 0.653108m。

2.ASTRONOMICAL CONSTANT AT TIME 1984/2/18/11。

季波浪，各如表5.5及表5.6所示。經計算得到夏季平均波高為0.95m，冬季平均波高為1.87m。復由其波高、週期聯合機率分佈情況觀之，則夏、冬兩季風浪均以 6.5 秒為發生較頻繁之週期。

表 5.5 東吉島測站夏季波高頻率分佈表

波高H1/3(m)	分佈機率%	波高H1/3(m)	分佈機率%
0.00~0.25	4.0%	2.00~2.25	2.7%
0.25~0.50	26.0%	2.25~2.50	2.0%
0.50~0.75	20.5%	2.50~2.75	1.2%
0.75~1.00	16.3%	2.75~3.00	1.0%
1.00~1.25	10.2%	3.00~3.25	0.9%
1.25~1.50	7.1%	3.25~3.50	0.5%
1.50~1.75	3.8%	3.50~3.75	0.5%
1.75~2.00	2.8%	3.75~4.00	0.5%

表 5.6 東吉島測站冬季波高頻率分佈表

波高H1/3(m)	分佈機率%	波高H1/3(m)	分佈機率%
0.00~0.25	0.0%	2.50~2.75	5.6%
0.25~0.50	5.0%	2.75~3.00	5.5%
0.50~0.75	9.7%	3.00~3.25	2.9%
0.75~1.00	12.2%	3.25~3.50	3.4%
1.00~1.25	10.1%	3.50~3.75	2.8%
1.25~1.50	8.1%	3.75~4.00	2.5%
1.50~1.75	6.3%	4.00~4.25	2.6%
1.75~2.00	6.4%	4.25~4.50	1.0%
2.00~2.25	7.3%	4.50~4.75	0.2%
2.25~2.50	8.0%	4.75~5.00	0.4%

波浪入射方向，夏季以(SW)為主；而冬季時，雖然臺灣海峽主要吹NNE~ NE方向之風，其深海風浪亦與此同方向，但南部海岸因受台灣本島陸地遮蔽，僅有方向擴散到西北方向之成份傳播至本地海岸，又再次受折射影響，故冬季波浪方向在海岸附近水深-10m處成西北西(WNW)方向入射。

2. 颱風波浪推算

安平港位於本省西南岸，平均每年約有 2.6個颱風侵襲安平附近海域，故安平港附近港工結構物之設計皆須以颱風波浪為基準。因此颱風資料之完整蒐集及颱風波浪之準確推算，將直接影響海上工程之安全及結構物之安定，不可不慎！中華顧問工程司特依井島武士及湯麟武博士之理論發展出TYPH電腦程式，用以模擬推算颱風波浪。茲將前節選定之86個(1940~1987)對本區影響較大之颱風進行颱風波浪推算，並依大小順序列表，再以Gumbel極端值分佈法推算各復現期之波高，如表5.7所示。由表5.7可知，侵襲本區之颱風波浪以SSE向波浪最大，而後呈扇形向NNW至SSE等9個方向，以港工結構物設計之50年迴歸期而言，SSE方向之颱風波浪高達7.0公尺，SSW方向5.9公尺，W方向為5.0公尺。

表 5.7中之設計波浪，係以颱風模式推算得目標區水深約40公尺處之波高；基於波浪折射計算上之需要，考慮波浪受底床之淺化效應，故將50年迴歸期設計波高分別反算為等效深海波高，計算結果如下：

波向	波高	週期
NNW	4.00	9.2
NW	3.62	9.7
WNW	3.92	8.3
W	5.19	8.6
WSW	5.14	8.2
SW	5.66	9.9
SSW	6.44	11.7
S	7.51	11.2

表 5.7 安平港外海各方向迴歸期設計波浪分析表

方向 波高週期			N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE
迴	二〇〇	Hs	5.3	4.7	4.4	4.6	6.2	6.2	6.6	7.4	8.9	9.5
		Ts	12.8	10.2	11.3	8.7	9.0	8.4	10.7	12.6	11.6	13.5
	一〇〇	Hs	4.7	4.3	3.9	4.2	5.6	5.6	5.9	6.7	7.9	8.3
		Ts	12.1	9.7	10.5	8.5	8.8	8.3	10.3	12.1	11.4	13.0
	五〇	Hs	4.1	3.8	3.4	3.8	5.0	5.0	5.3	5.9	6.9	7.0
		Ts	11.3	9.2	9.7	8.3	8.6	8.2	9.9	11.7	11.2	12.4
	二五	Hs	3.5	3.3	2.9	3.4	4.4	4.3	4.6	5.2	5.8	5.7
		Ts	10.4	8.6	8.8	8.1	8.3	8.1	9.5	11.1	11.0	11.7
	二〇	Hs	3.3	3.1	2.7	3.2	4.2	4.1	4.4	5.0	5.5	5.3
		Ts	10.1	8.5	8.5	8.0	8.3	8.0	9.4	10.9	10.9	11.4
期	一〇	Hs	2.7	2.6	2.2	2.8	3.5	3.5	3.7	4.2	4.4	4.0
		Ts	9.1	7.8	7.5	7.8	8.0	7.9	8.8	10.3	10.5	10.5
	五	Hs	2.0	2.1	1.6	2.4	2.9	2.8	2.9	3.4	3.1	2.4
		Ts	7.8	6.9	6.2	7.5	7.6	7.7	8.2	9.6	10.0	9.2

註:1.82年4月最新推算資料(加水深條件)。

2. N $T_s = 5.64 \cdot H_s^{.490}$, $SD = 2.172$, $CF = .684$

NNW $T_s = 4.95 \cdot H_s^{.466}$, $SD = 1.295$, $CF = .743$

NW $T_s = 4.60 \cdot H_s^{.609}$, $SD = 1.143$, $CF = .849$

WNW $T_s = 6.19 \cdot H_s^{.222}$, $SD = 1.179$, $CF = .495$

W $T_s = 6.03 \cdot H_s^{.220}$, $SD = 0.996$, $CF = .578$

WSW $T_s = 6.94 \cdot H_s^{.102}$, $SD = 1.386$, $CF = .271$

SW $T_s = 5.84 \cdot H_s^{.321}$, $SD = 1.710$, $CF = .586$

SSW $T_s = 6.24 \cdot H_s^{.351}$, $SD = 1.679$, $CF = .653$

S $T_s = 8.52 \cdot H_s^{.143}$, $SD = 1.795$, $CF = .476$

SSE $T_s = 7.13 \cdot H_s^{.283}$, $SD = 2.387$, $CF = .566$

第六章 高雄港址海、氣象資料分析

6.1 氣象

6.1.1 風向與風速

統計中央氣象局高雄測候站民國72年至民國80年之觀測記錄，經分析得高雄地區之全年及每月風玫瑰圖如圖 6-1及圖 6-2所示。由圖可知本區冬季季風期約由每年10月至翌年4月，風向以NNE~WNW間為主；而5月及6月為轉型期，WNW向及SSE向所佔比重相當，7~9月則為夏季季風期，風向以WNW、ENE、S、SSE居多。全年而言，風向以WNW出現頻率最高，N向次之；風速大都介於0.1~5.0m/sec之間，超過15.0m/sec者極少。

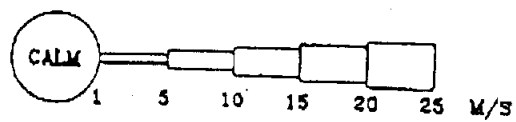
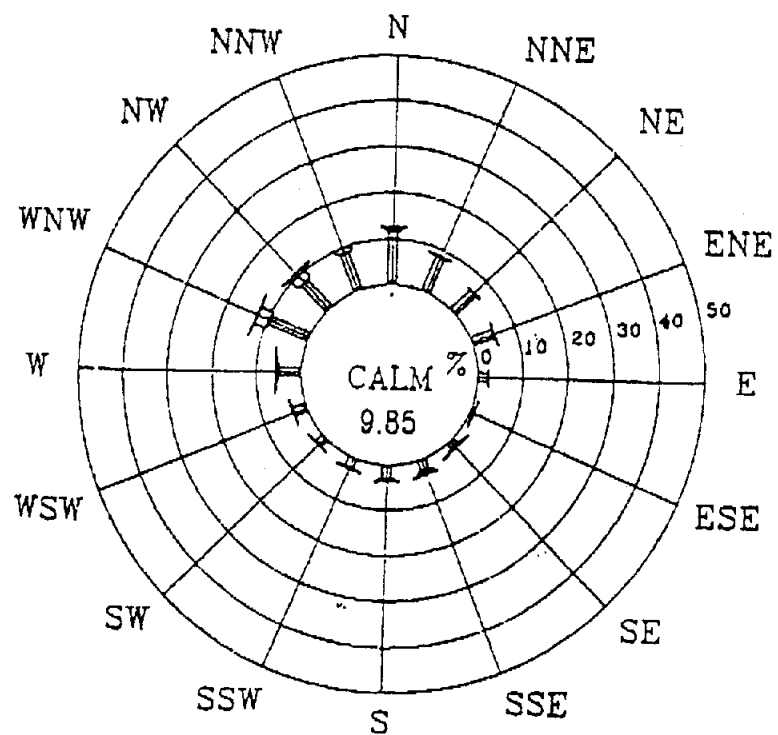
另統計高雄測風資料，得全年及各月份之風速超值累積分佈如圖6-3及圖6-4所示。由圖亦可看出上述之風向、風速分佈情形。

通過台灣附近海域之颱風按其進行路徑可分為七類，如圖6-5，對高雄港海域影響較大者為第三類、第五類及第六類，過去九十三年來總計發生153次之多，年平均發生1.65次。民國66年7月對高雄地區造成嚴重災害之賽洛瑪(Thelma)颱風即屬路徑五之颱風，該颱風在高雄地區造成之平均最大風速為29.0m/sec，瞬時最大風速為53.0m/sec。

6.1.2 氣溫與氣壓

1. 氣溫

統計中央氣象局高雄測候站民國21年至民國78年（即1932~1989）間各月份之氣溫資料，得如表 6.1所示之結果，由表知高雄地區之年平均氣溫約為24°C，高溫皆發生於每年6~8月間，而低溫則發生於每年12月至翌年2月間



1983.01 - 1991.04

圖6-1 高雄地區全年風玫瑰圖

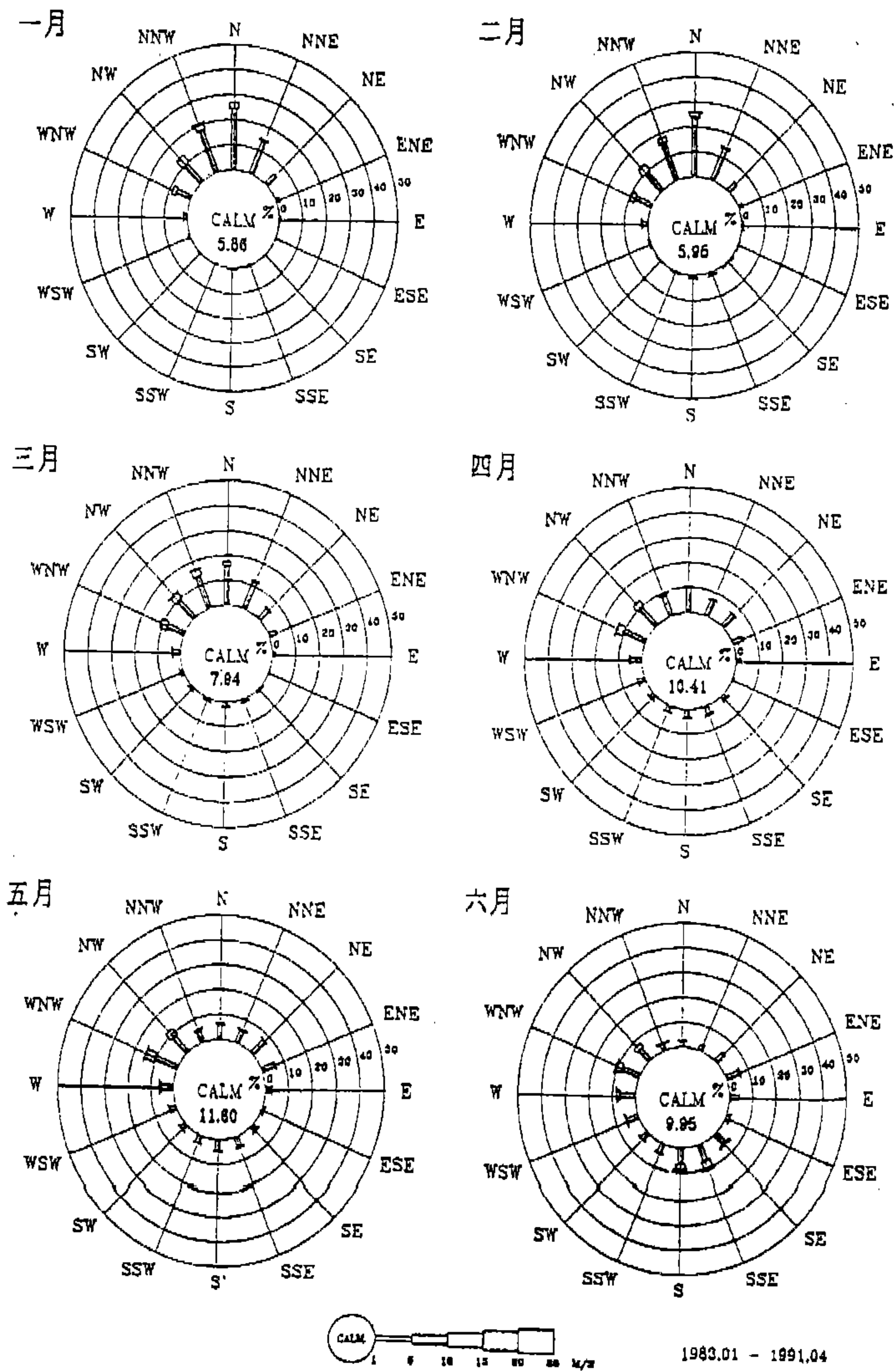


圖6-2 高雄地區各月風玫瑰圖

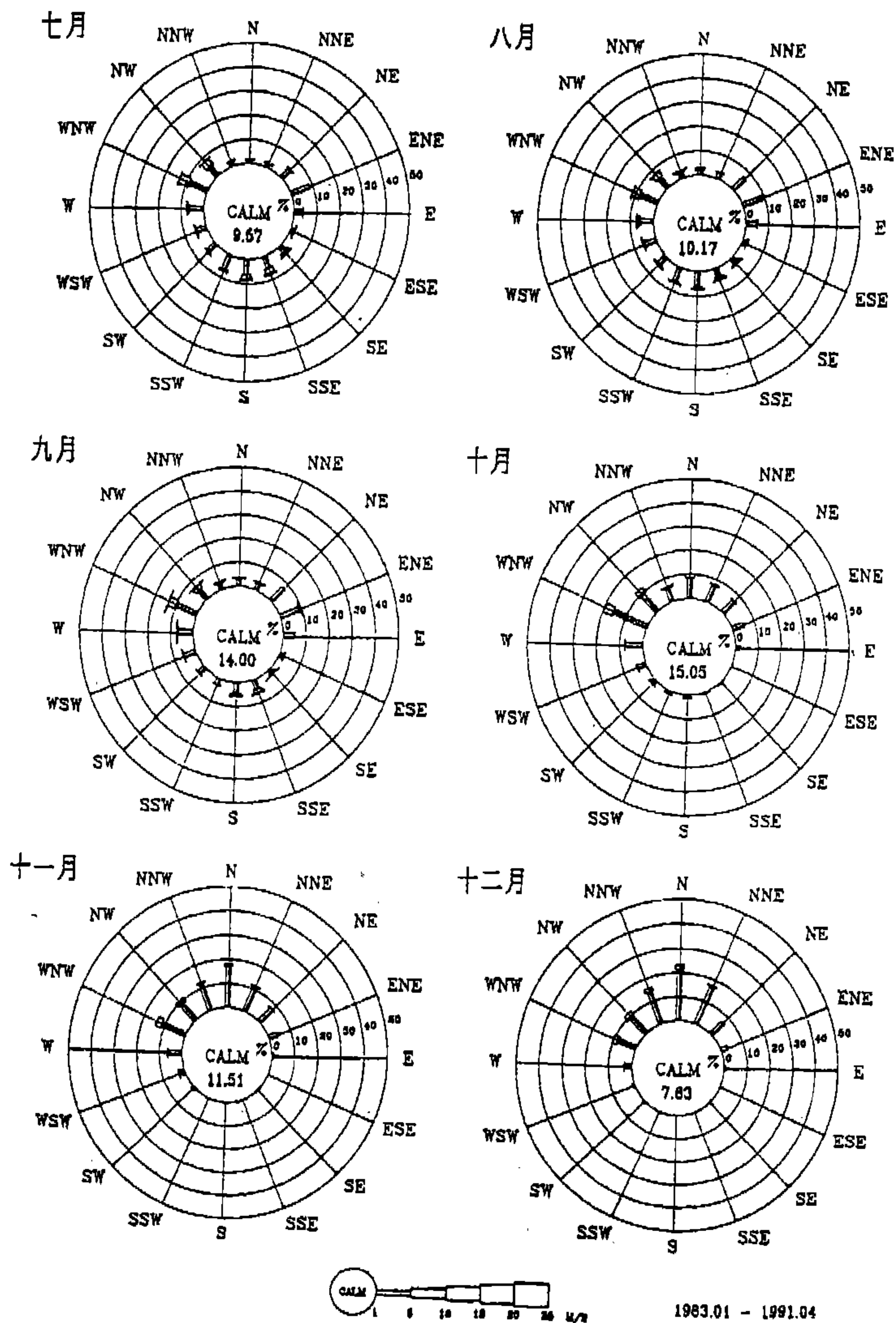


圖6-2 高雄地區各月風玫瑰圖(續)

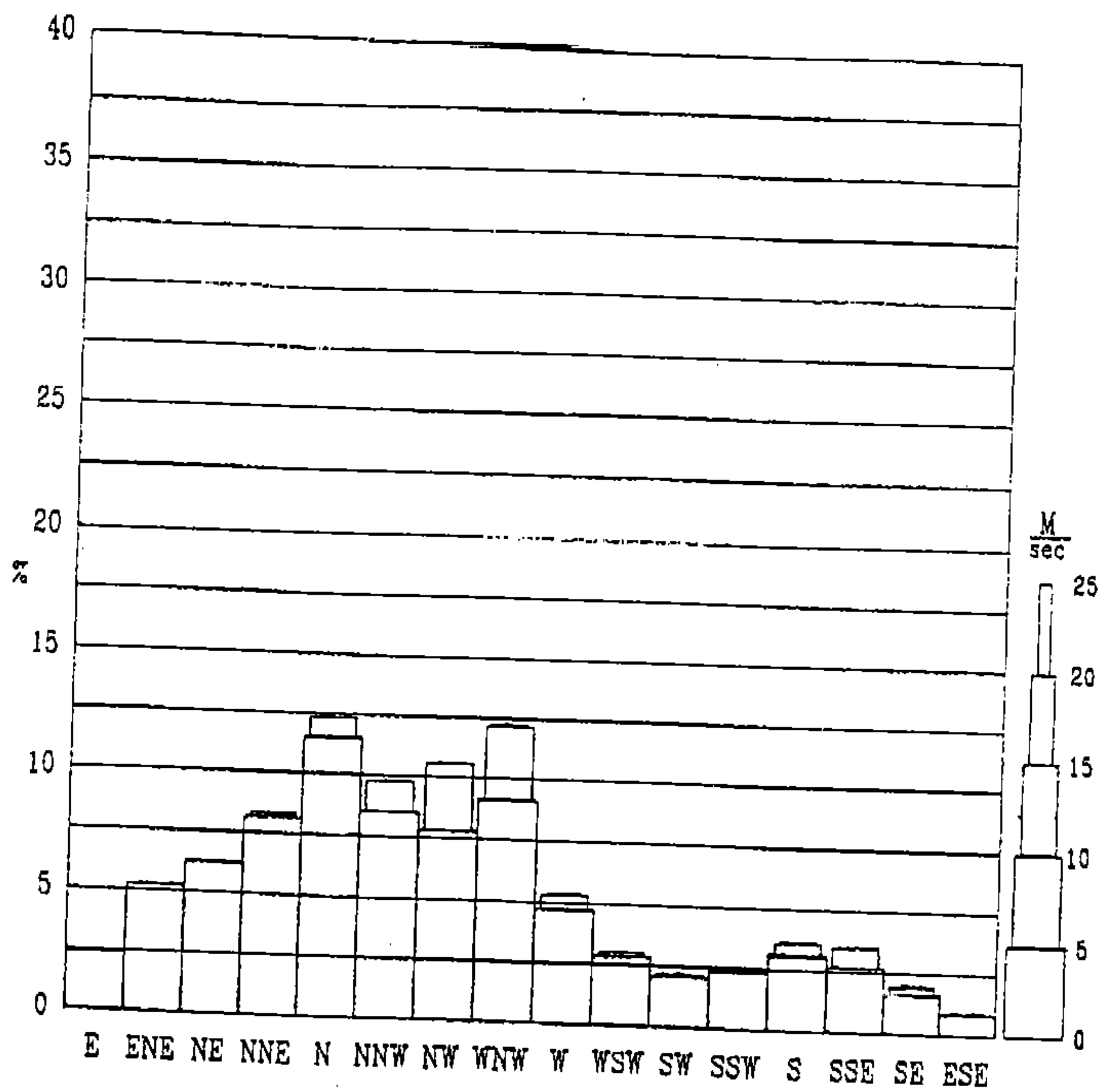
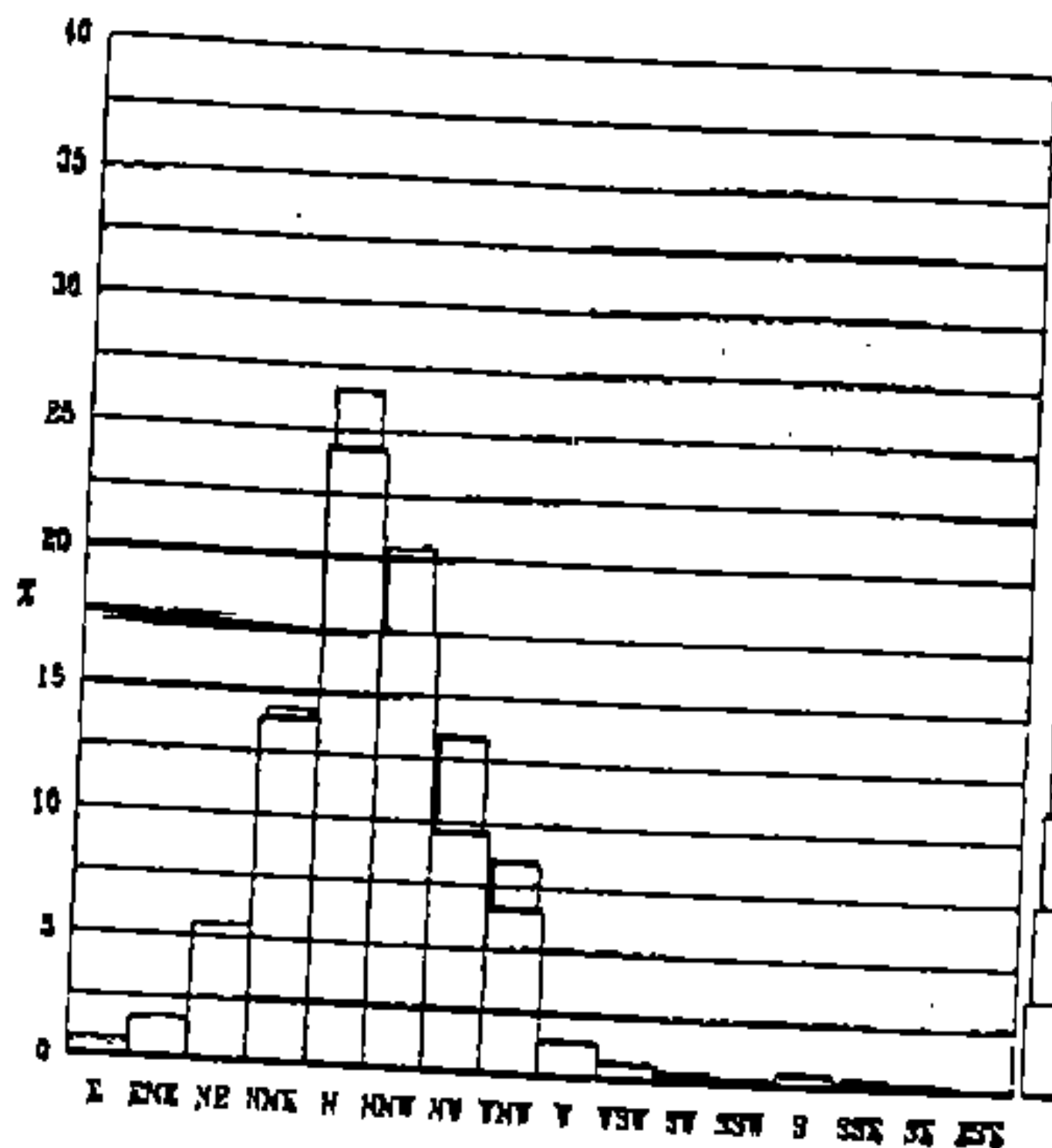
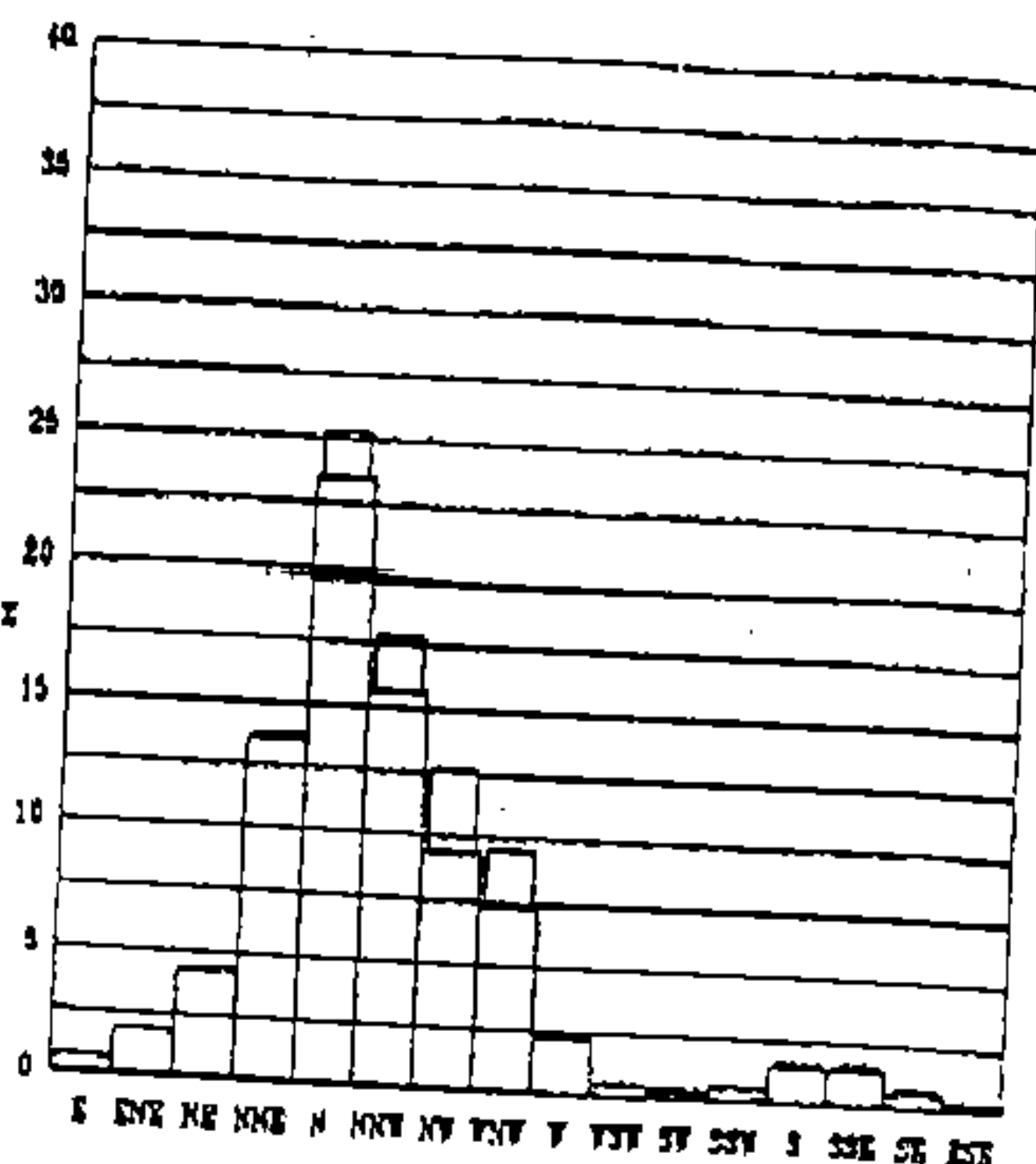


圖6-3 高雄地區全年風速超值累積分佈圖

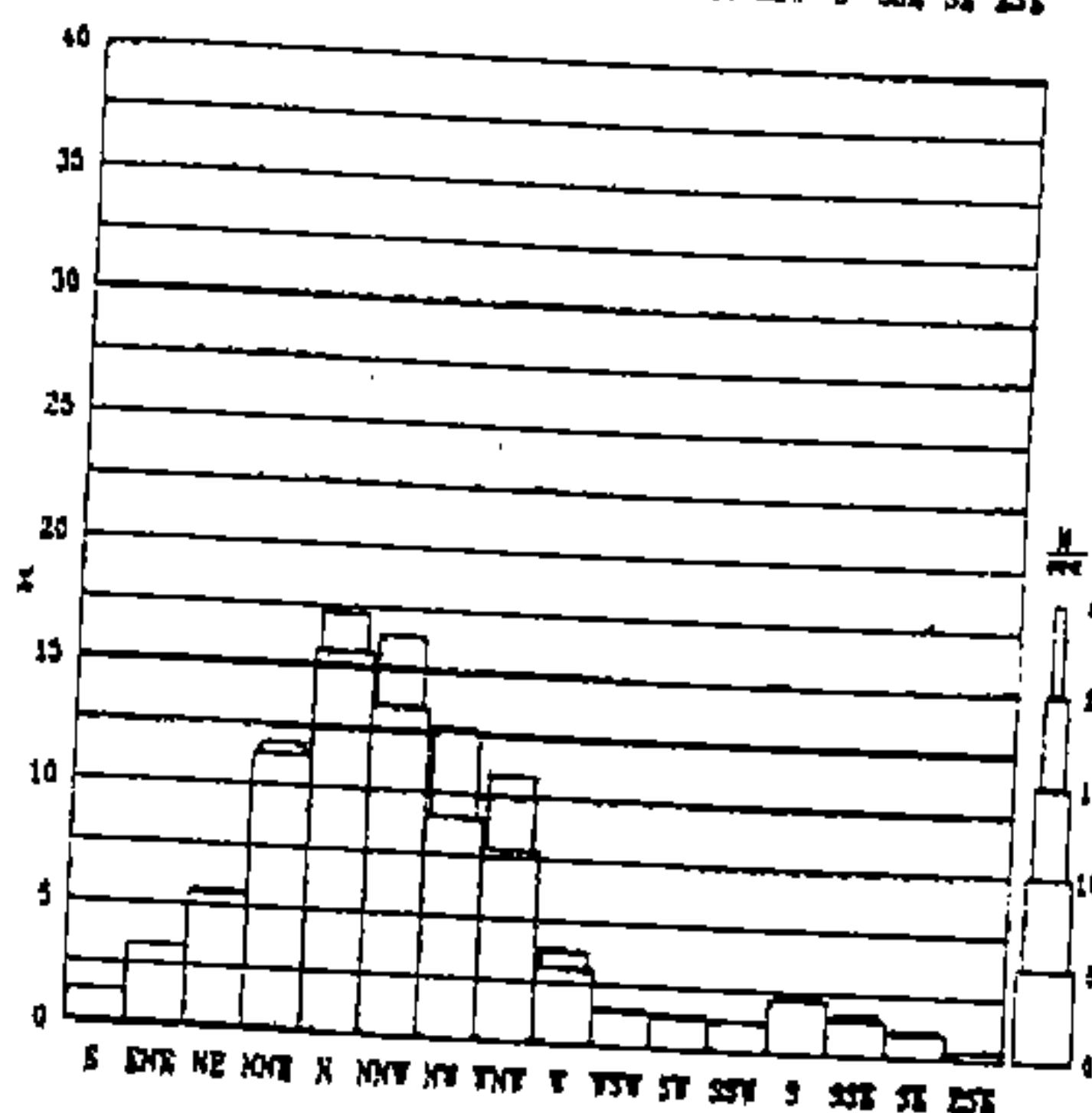
一月



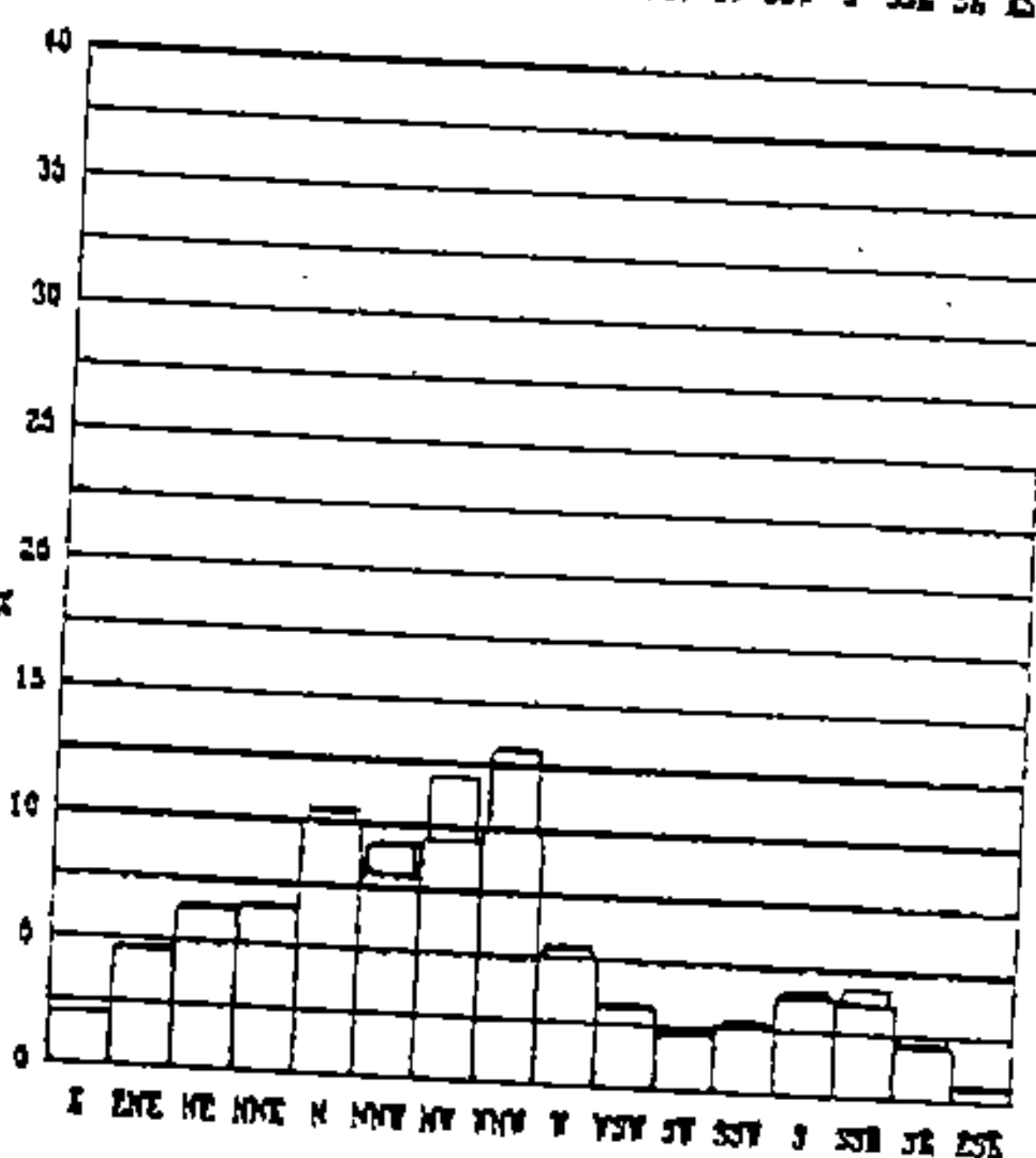
二月



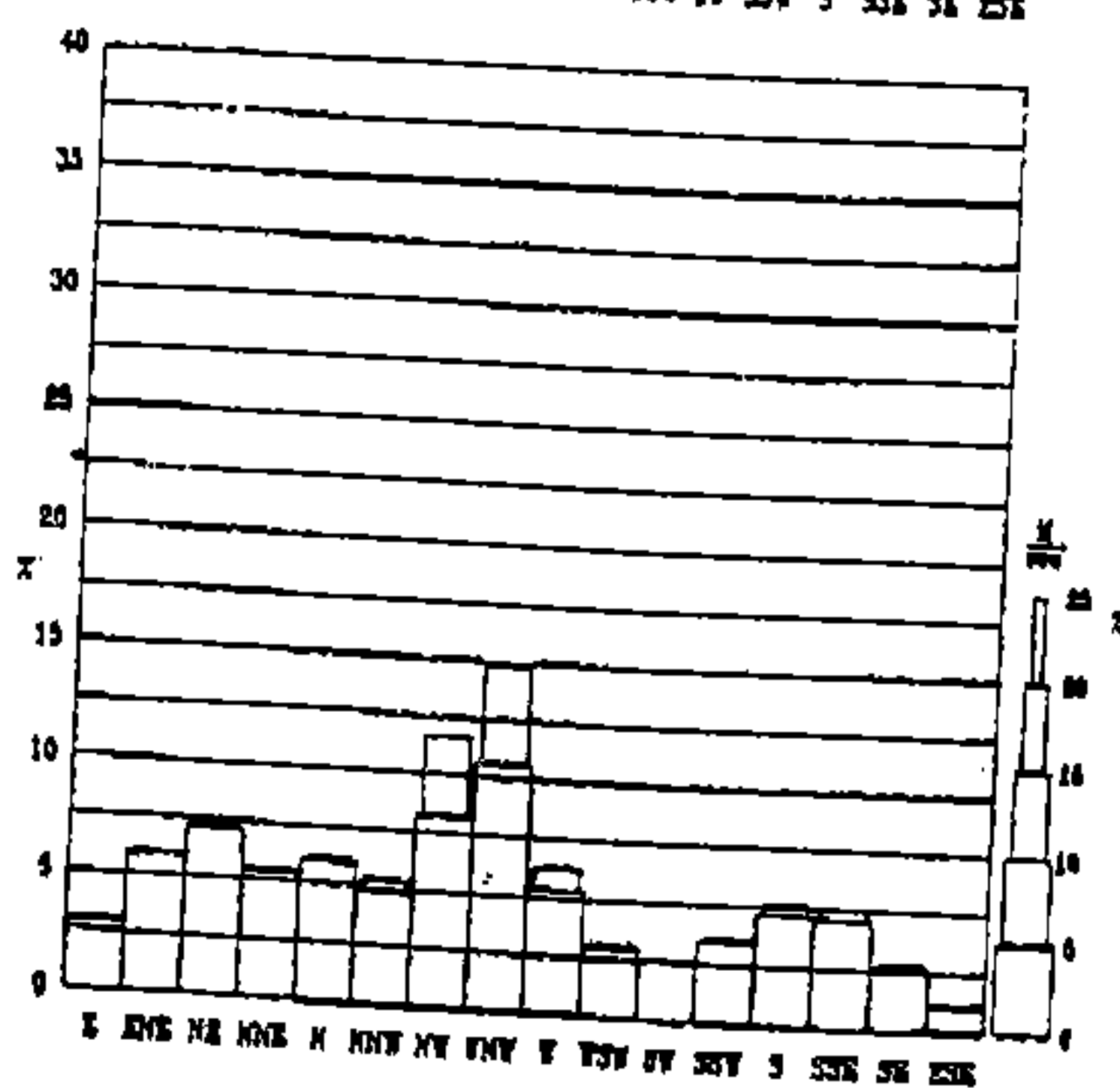
三月



四月



五月



六月

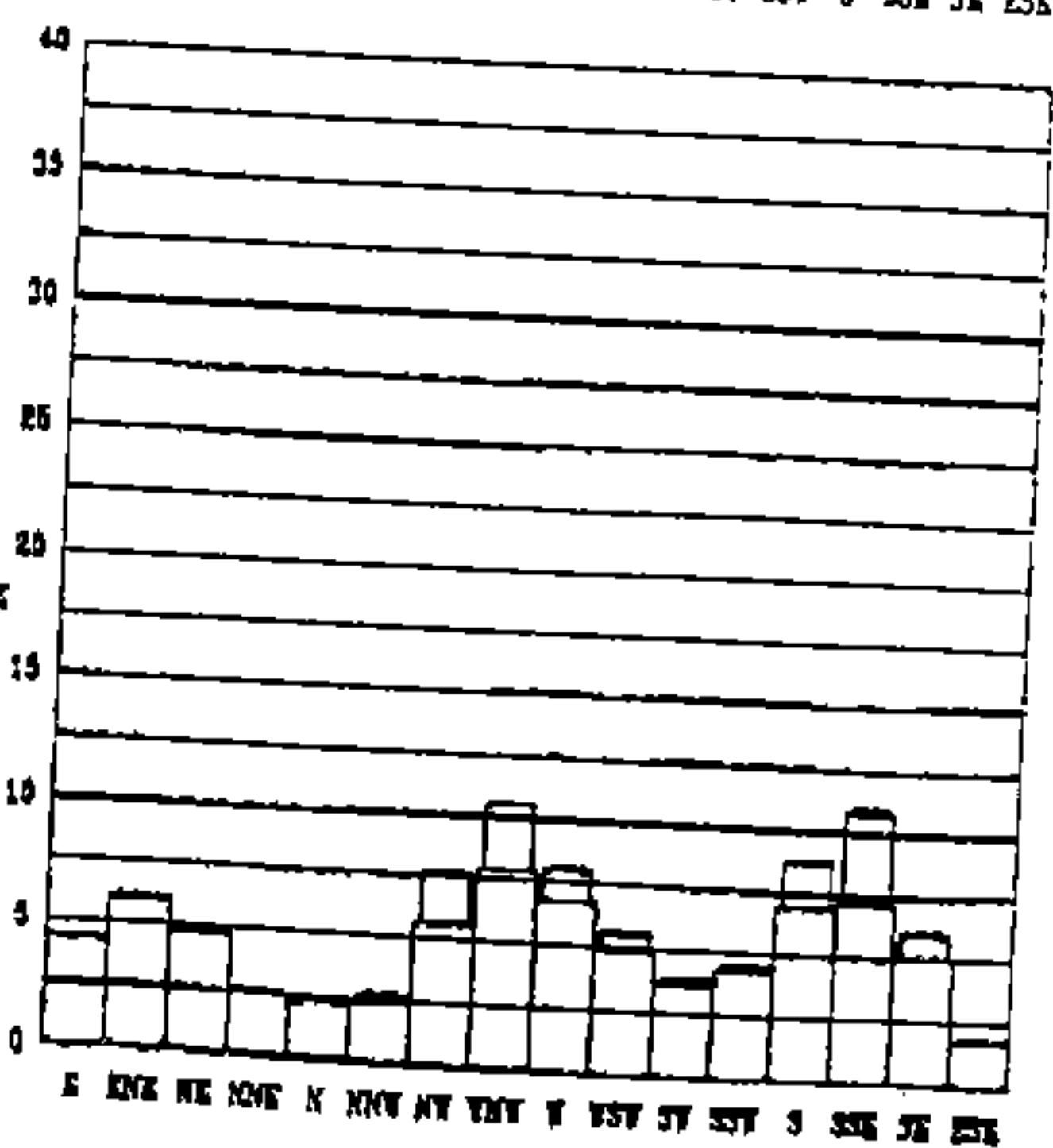
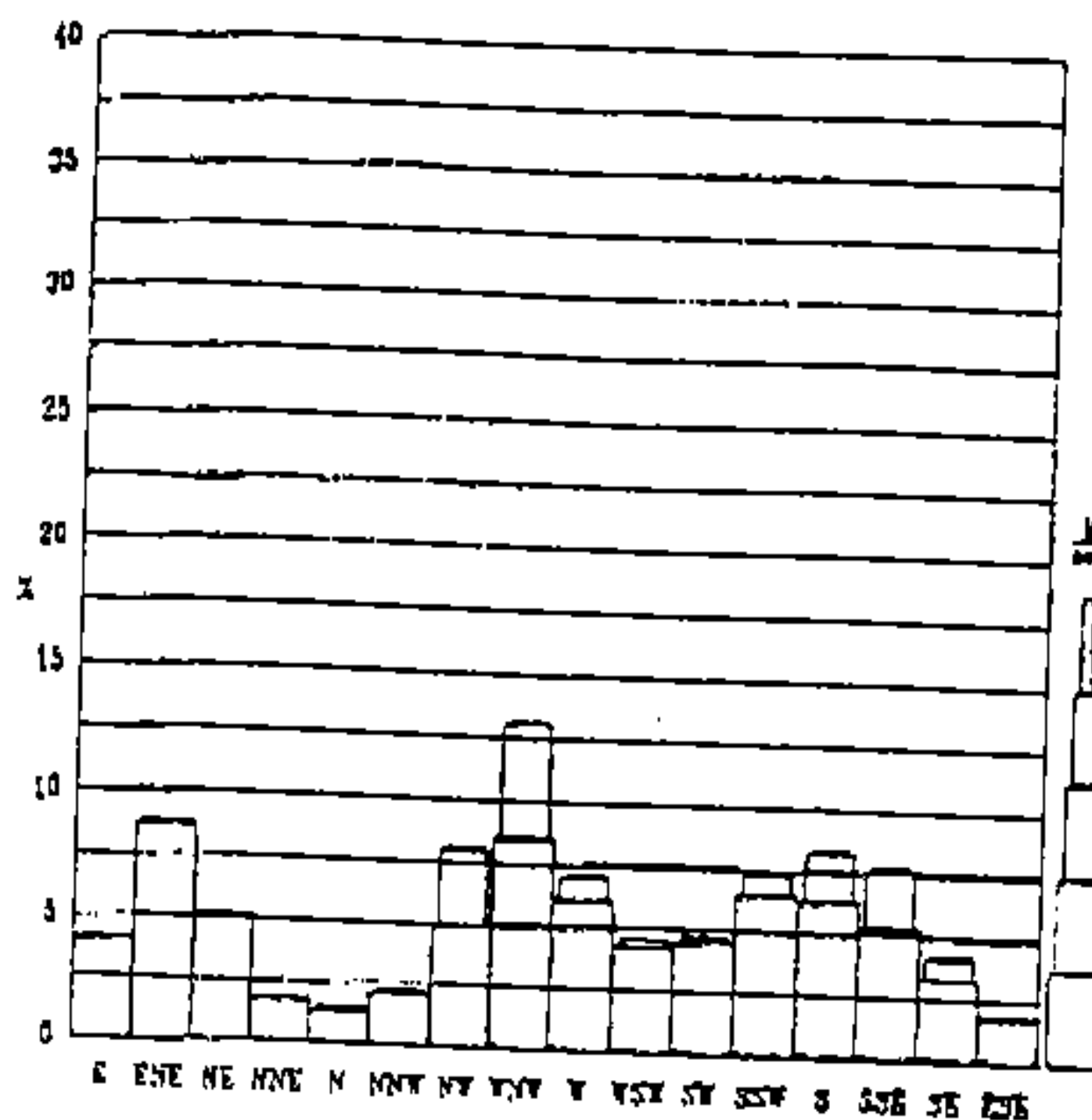
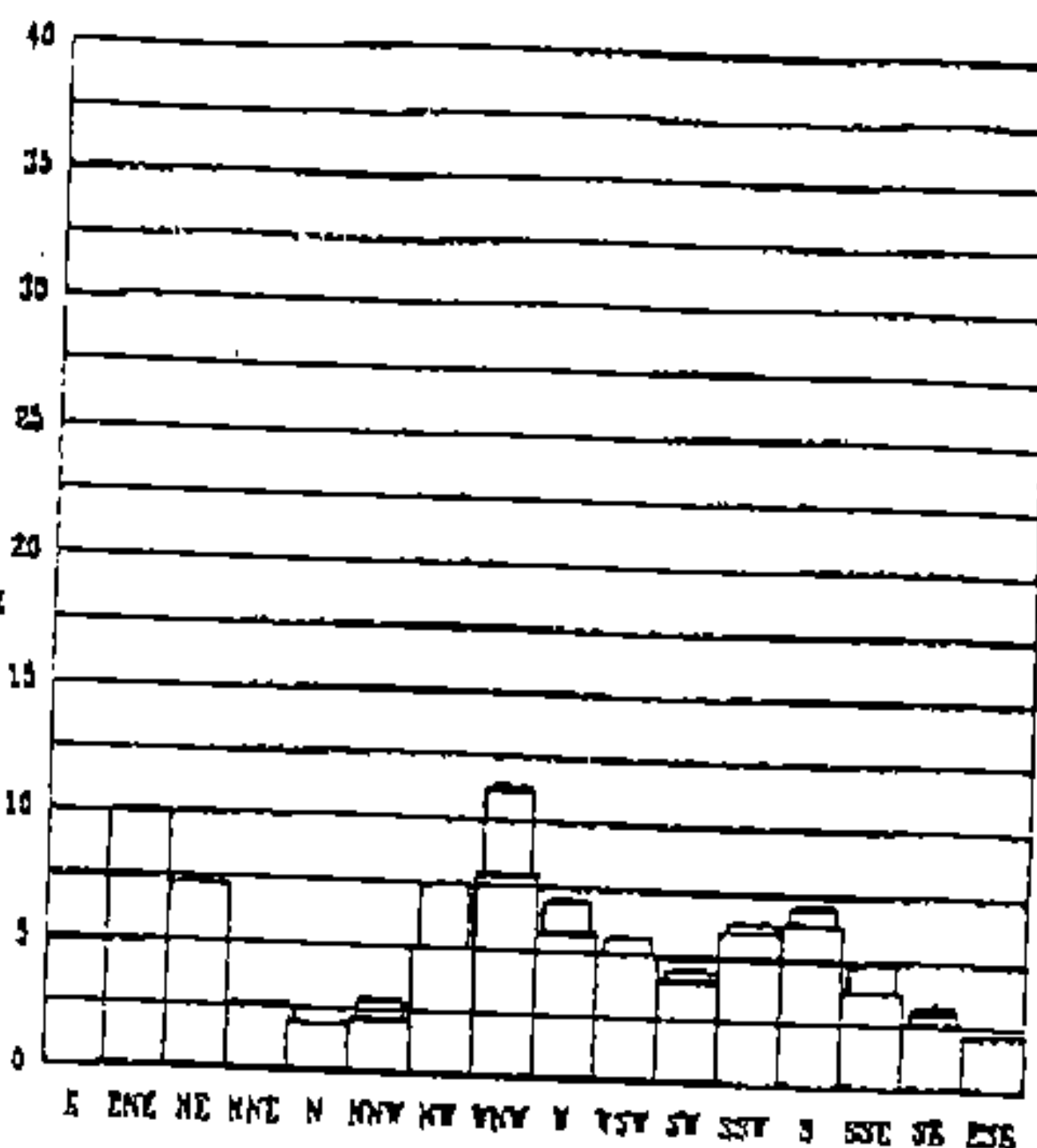


圖6-4 高雄地區各月風速超值累積分佈圖

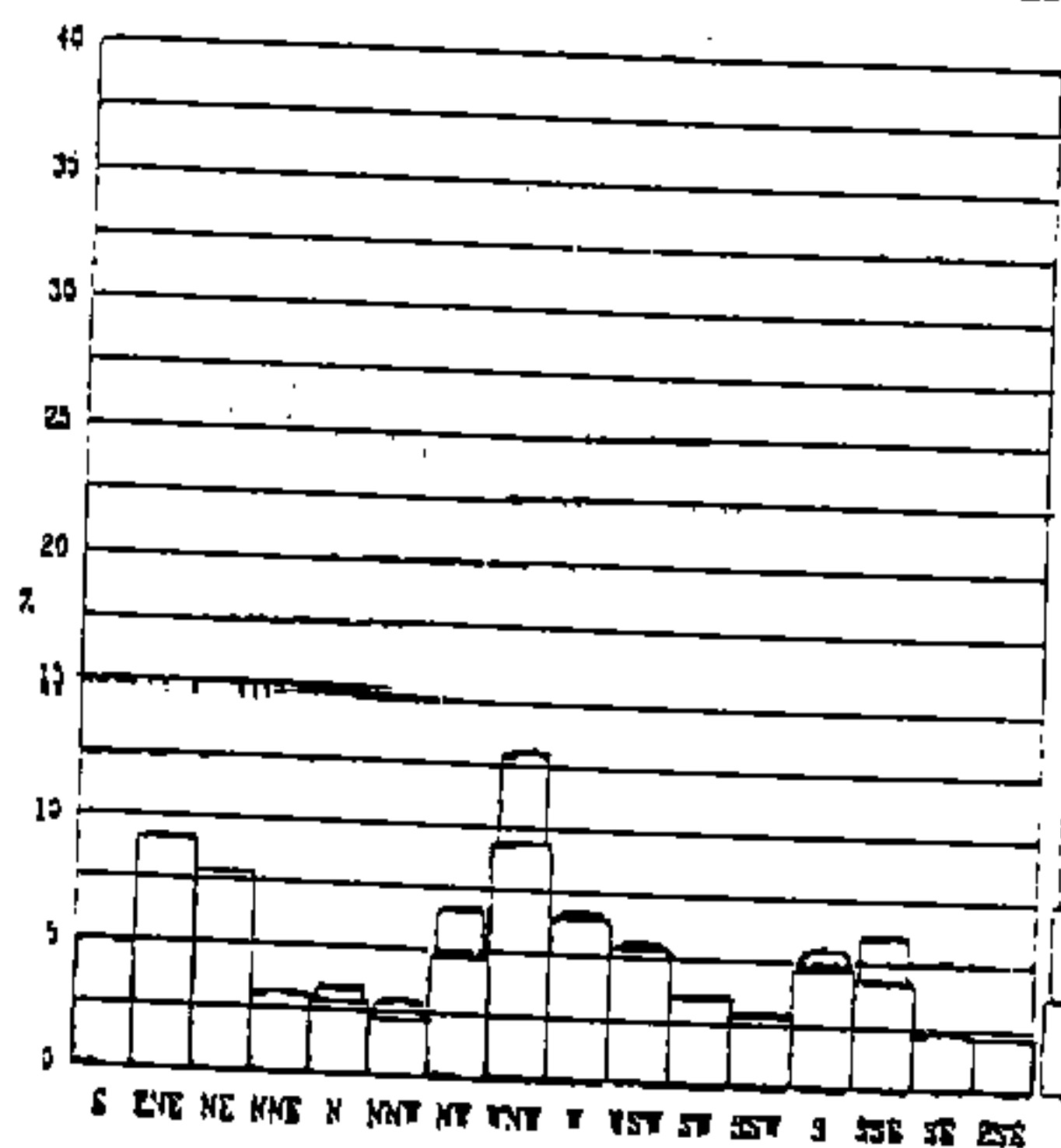
七月



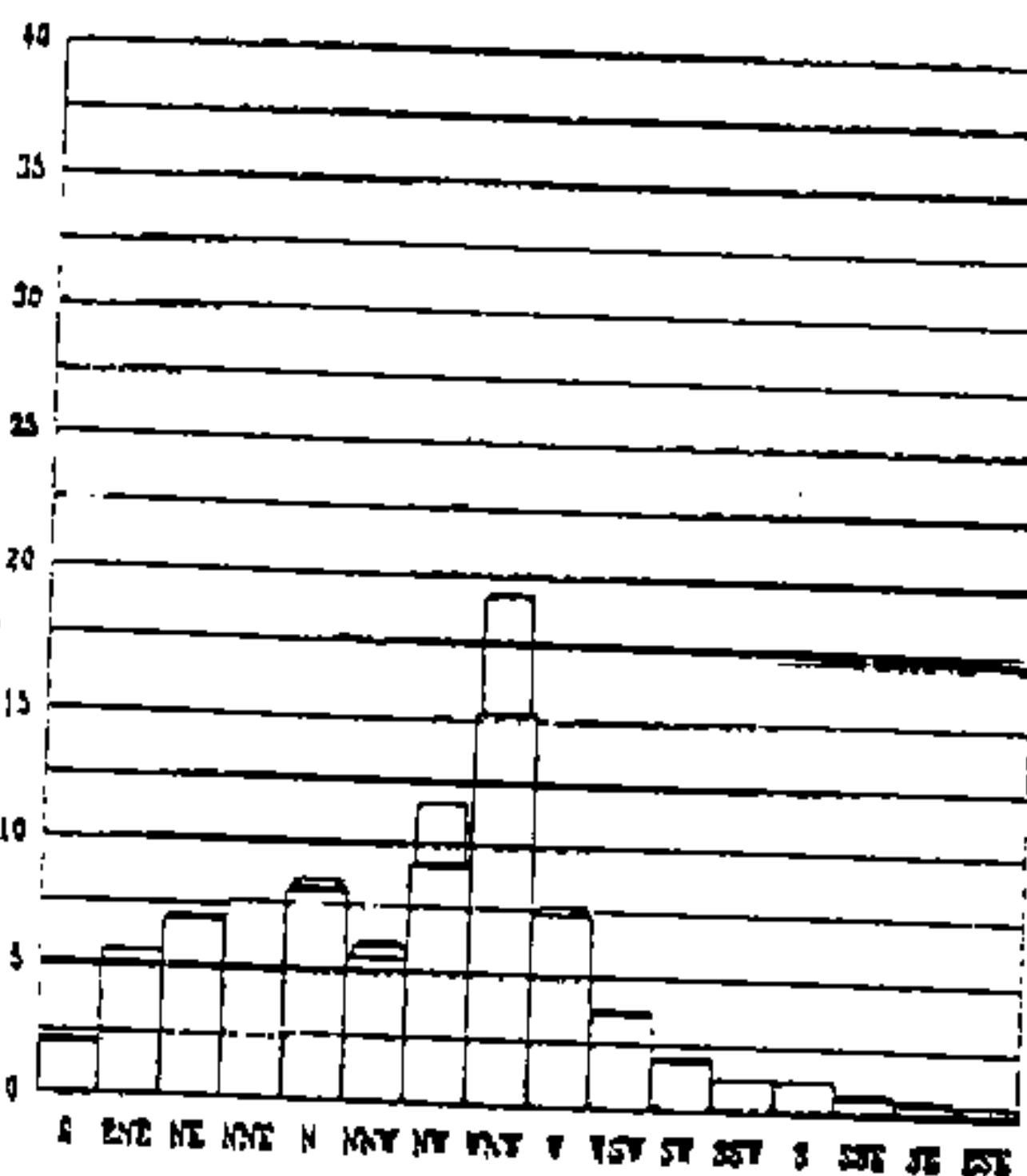
八月



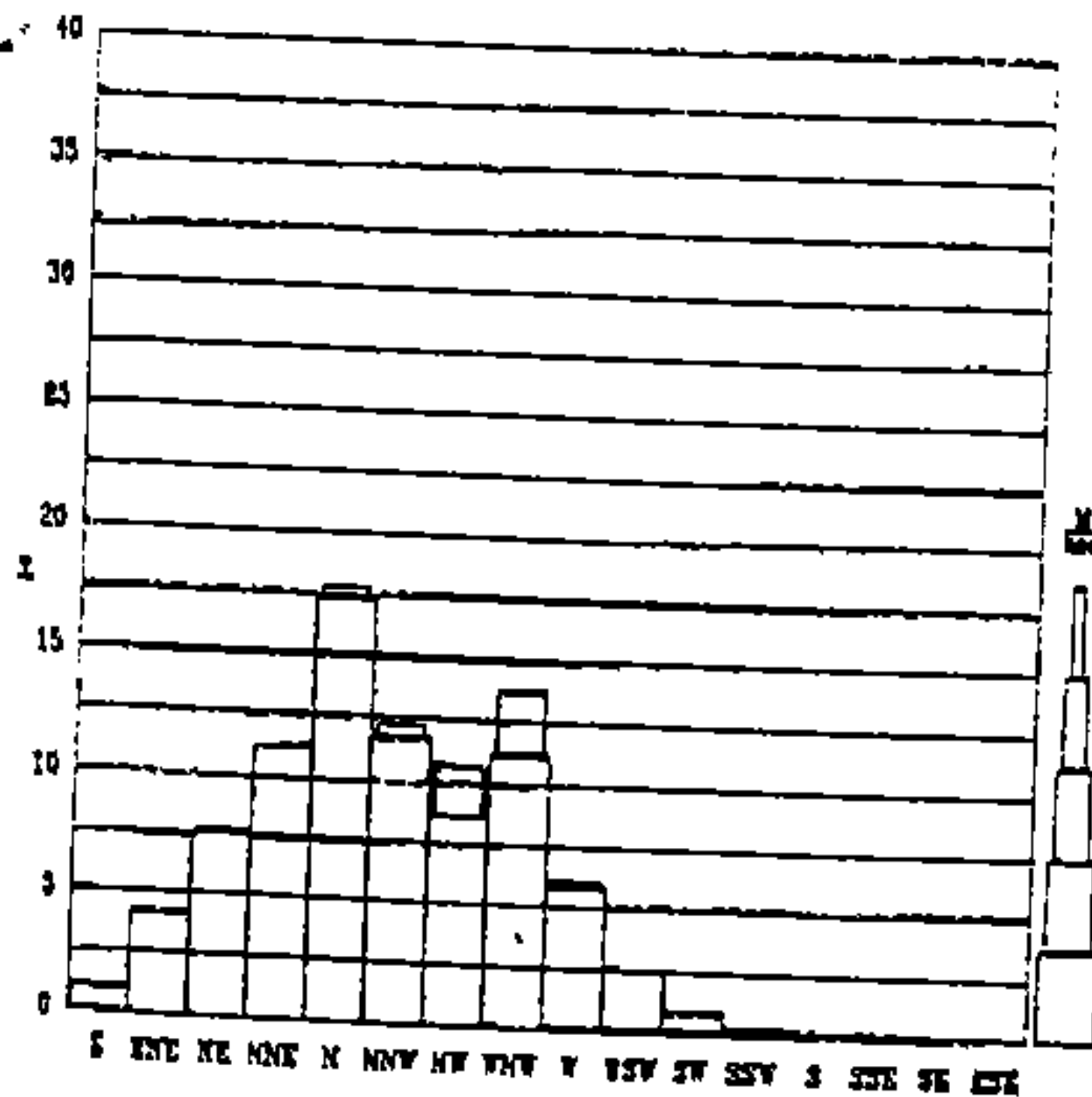
九月



十月



十一月



十二月

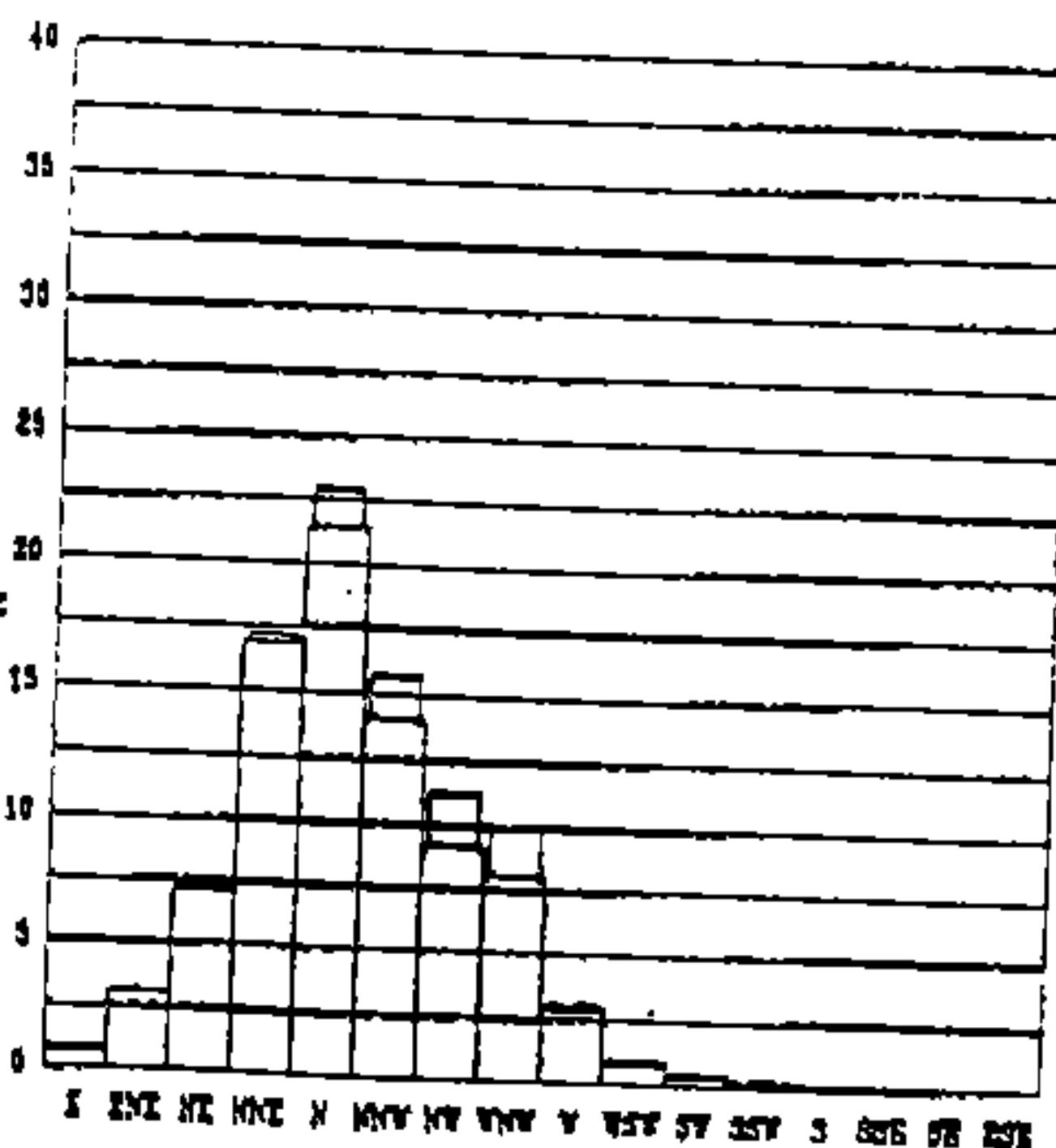


圖6-4 高雄地區各月風速超值累積分佈圖(續)

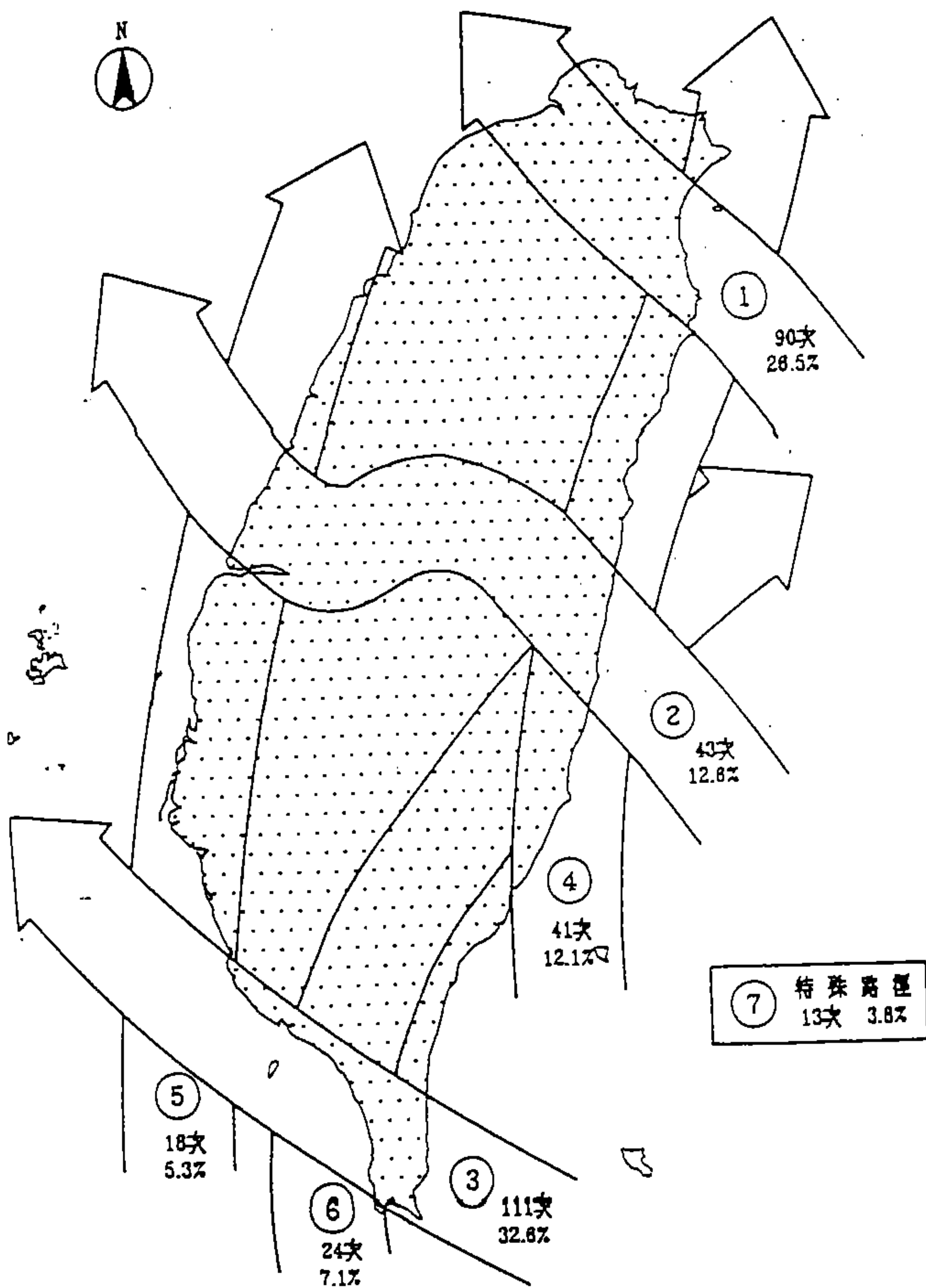


圖6-5 侵台颱風路徑分類圖(1897~1990)

表6.1 高雄地區氣溫統計表

單位：℃

項次 月次	絕對最高	平均最高	平均氣溫	平均最低	絕對最低
1	31.6	24.4	18.5	13.7	5.7
2	32.5	26.1	19.3	14.4	6.6
3	33.2	28.8	21.7	16.2	6.8
4	35.4	30.5	24.7	20.5	10.3
5	36.4	31.2	27.2	23.6	17.3
6	37.2	31.7	28.0	25.1	19.0
7	37.1	34.0	28.3	25.4	20.0
8	35.8	32.6	28.0	25.1	20.7
9	36.6	32.2	27.7	24.7	19.5
10	34.8	31.0	26.0	22.6	14.7
11	33.0	28.0	23.2	18.9	10.2
12	31.0	24.4	20.0	15.3	4.4
平 均	37.2*	29.58	24.38	20.46	4.4**

註：1. 資料來源：中央氣象局

2. 統計範圍：民國21年～民國78年

3. * 表示絕對最高氣溫，**表示絕對最低氣溫

，其他重要氣溫指標如下：

- (1)全年平均氣溫為 24.38°C 。
- (2)絕對最高氣溫為 37.20°C （發生於69年 6月22日）
- (3)絕對最低氣溫為 4.40°C （發生於62年12月25日）

2. 氣壓

統計高雄測候站民國66年至民國79年各月之氣壓記錄，得如表 6.2所示之結果，由表可知高雄地區之平均氣壓為 1011.9mb 。另摘錄初期工程規劃報告中民國38年～70年之氣壓分佈如圖 6-6所示，由圖知高雄地區每年最低氣壓皆發生於 6月至10月間，亦即發生於颱風季節。其他各重要氣壓指標如下：

- (1)全年平均氣壓為 1011.9mb
- (2)絕對最高氣壓為 1041mb （發生於59年12月）
- (3)絕對最低氣壓為 962mb （發生於60年7月26日娜定颱風來襲時）

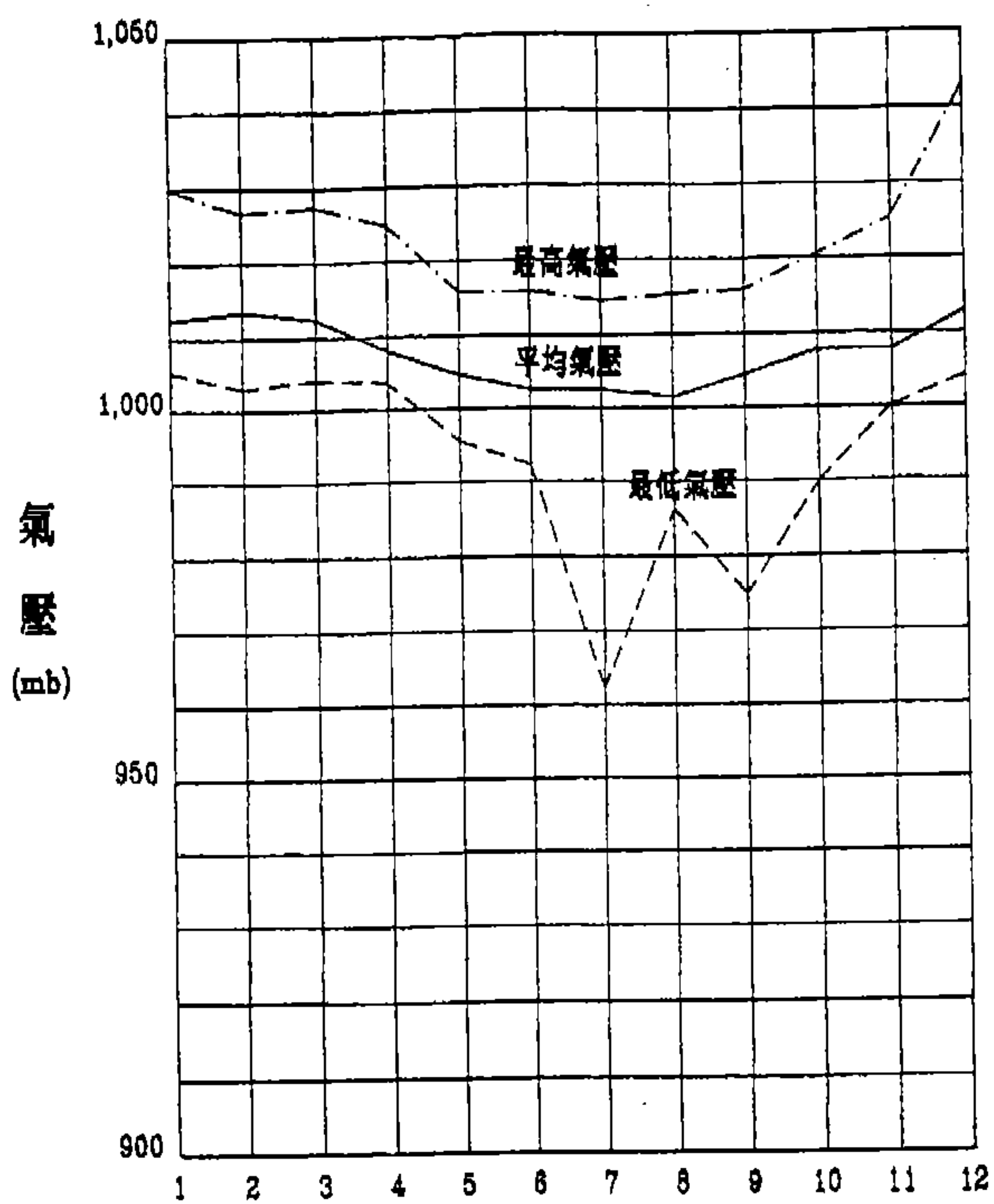


圖6-6 高雄地區各月平均氣壓分佈圖(民國38年~70年)

表6.2 高雄地區氣壓統計表

單位：mb

項次 月次	平均最高
1	1018.0
2	1016.9
3	1015.0
4	1012.2
5	1009.1
6	1006.4
7	1006.5
8	1004.8
9	1008.3
10	1012.4
11	1015.4
12	1018.2
平 均	1011.9

註：1. 資料來源：中央氣象局

2. 統計範圍：民國66年～民國79年

6.1.3 降雨

1. 降雨量

高雄地區全年降雨量約1700公厘，其中約 90%集中於每年5月至9月，主要係受颱風雨、熱雷雨及地形雨影響；而冬季因東北季風盛行，吹至台灣南部水汽多已散失，降雨量不及全年之10%。高雄地區月平均降雨量統計如表6.3。

2. 高雄地區機率降雨強度公式

機率降雨公式歐美已發表多種求法，惟必須有多種不同降雨延時之連續降雨記錄，作機率計算後再應用最小二乘法求得，以作為排水設備規劃設計之參考。

張啓濱先生就高雄及台南地區之降雨資料加予分析，得降雨強度延時曲線如圖 6-7所示，可供作規劃時之參考。

3. 降雨日數

統計高雄地區全年每月之降雨日數(日降雨量大於0.1mm者) 如表 6-4所示，由表顯示一年中以6~8月下雨機會最高，而全年約92天降雨量大於 0.1mm。

表6.3 高雄地區月平均降雨量統計表

單位：mm

月 份	降雨量	百分比
1	14.81	0.86
2	18.79	1.09
3	44.15	2.56
4	66.55	3.86
5	217.32	12.60
6	376.00	21.80
7	319.10	18.50
8	415.49	24.09
9	205.15	11.89
10	20.36	1.18
11	19.73	1.14
12	7.47	0.43
全 年	1724.94	100.00

註：1. 資料來源：中央氣象局

2. 統計範圍：民國66年～民國79年

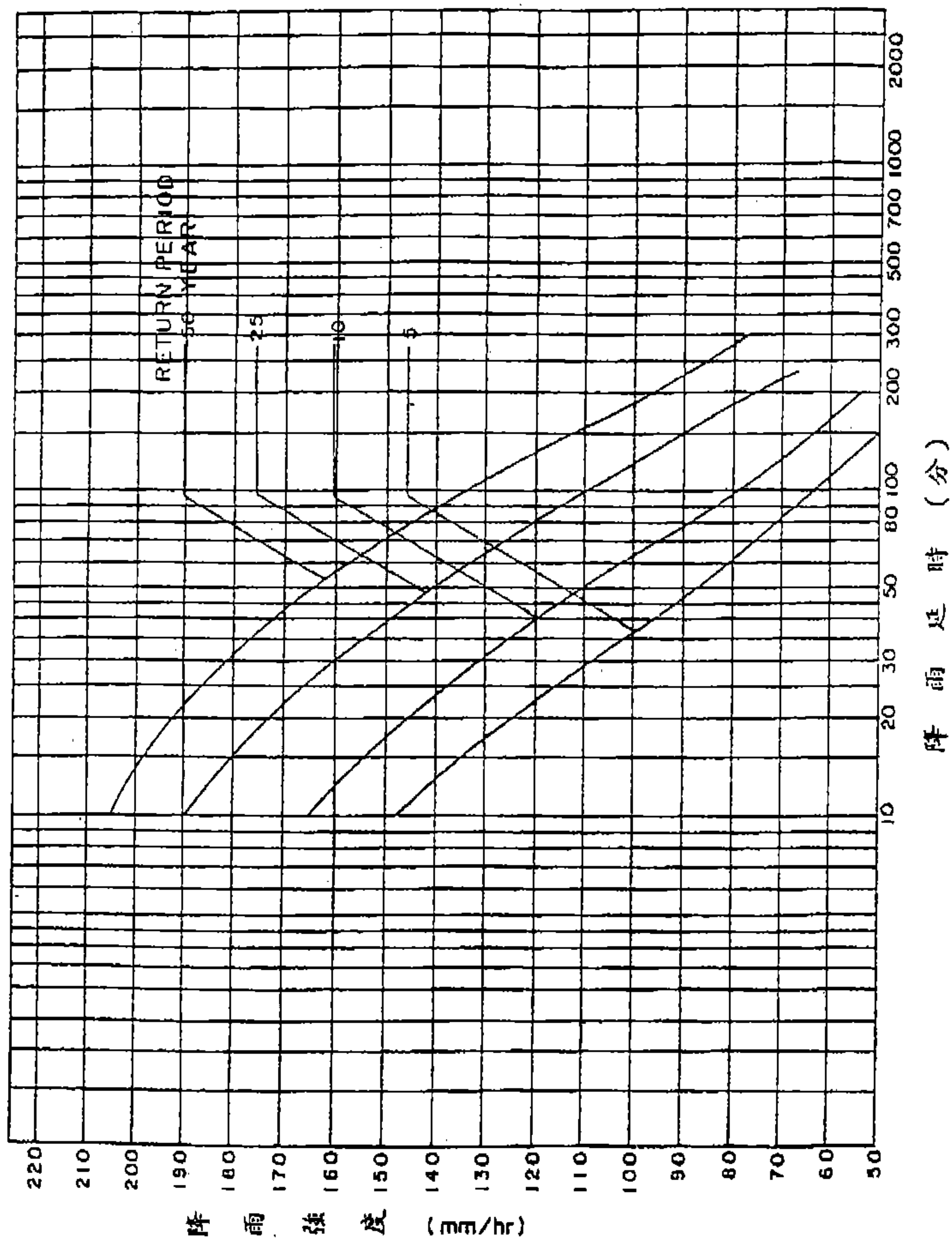


圖6-7 高雄台南地區降雨強度延時頻率曲線圖

表6.4 高雄地區降雨日數統計表

單位：mm

月 份	降雨日數	百 分 比
1	3.64	3.97
2	4.07	4.43
3	5.14	5.60
4	5.86	6.38
5	10.07	10.97
6	13.79	15.02
7	12.86	14.01
8	17.43	18.99
9	10.86	11.83
10	2.50	2.72
11	3.57	3.89
12	2.00	2.18
全 年	91.79	100.00

註：1. 資料來源：中央氣象局

2. 統計範圍：民國66年～民國79年

3. 降雨日數係指日降雨量 ≥ 0.11 mm者

另依中央氣象局民國66年～民國79之氣候年報及前期
規劃報告統計得重要降雨指標如下：

- (1)最大小時降雨量為126.4mm
- (2)最大日降雨量為621.5mm（發生於51年 7月23日）
- (3)最大年降雨量為2793.9mm（發生於民國66年）
- (4)年平均降雨量為1724.94mm（民國66年～民國79）
- (5)年平均降雨量日數為92日（民國66年～民國79）

6.1.4 霧日與濕度

1. 霧日

統計中央氣象局高雄測候站民國66年至民國79年間全年各月之有霧日數如表 6.5所示，由表知高雄地區全年之霧日約10天，且大部份發生於每年之10月至翌年之 4月，約佔全年有霧日數之95.79%。

表6.5 高雄地區有霧日數統計表

項次 月次	平 均 有霧日數	百分比	月最多 有霧日數
1	2.43	23.80	7
2	1.71	16.75	5
3	1.86	18.22	12
4	1.07	10.48	7
5	0.36	3.52	4
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0.07	0.69	1
10	0.36	3.52	3
11	0.64	6.27	7
12	1.71	16.75	9
全 年	10.21	100.00	

註：1. 資料來源：中央氣象局

2. 統計範圍：民國66年～民國79年

2. 溼度

分析中央氣象局高雄測候站民國66年至民國79年間每月平均相對溼度資料，得如表 6.6之結果。由表可知高雄地區每月之平均相對濕度介於73%~82%間，且各月相差不大，年平均相對濕度約為77%。全年濕度分佈與降雨量之分佈類似，屬雙高峰分配型態，春夏季之相對濕度較高，秋冬兩季則較低。

表6.6 高雄地區平均相對濕度統計表
單位：%

月 份	相對濕度
1	75
2	75
3	75
4	76
5	78
6	81
7	79
8	82
9	81
10	77
11	75
12	73
平 均	77

註：1. 資料來源：中央氣象局

2. 統計範圍：民國66年~民國79年

6.2 海象

6.2.1 流況

根據高雄市政府委託高雄海專於旗津外海所作之近岸流況調查知，本區之海流流向大抵皆為沿岸之西北—東南方向，其流向與漲退潮之潮位無明顯關係，不過一般而言其流向與潮位昇降約為1~2小時之相位延遲，但其趨勢亦不十分明顯。此外不管短期或長期之實測海流資料皆顯示，其流向十分集中於NW-NNE及ESE-S 之二個狹小夾角內，亦即西北—東南方向之沿岸方向。其流速分佈大抵皆小於50cm/sec，所占比率約達90% 以上，其中尤以 0至25cm/sec所占比率最多達70% 以上，最大實測流速受大潮差及颱風影響可達117.66cm/sec，平均流速約在15.08~22.07cm/sec之間，其主要流向以西南較向北為優勢。

6.2.2 潮汐

潮汐為天體萬有引力作用於海面，使海面水位隨之發生變化之現象。本區之天文潮汐現象大致每日有高低潮兩次，高潮間隙為11小時25分。

大林埔附近海域之潮汐可參考高雄港務局裝設於旗后外海及二港口內港之驗潮站紀錄，驗潮站民國55年至70年之實測紀錄統計分析如表6.7 所示。由潮位紀錄統計分析顯示，最高潮位發生於夏季朔望日左右，潮位為2.6 公尺，最低潮位大都發生在冬季朔望日，水位幾近於零，平均潮位約在0.7 公尺左右。經整理分析後得本區各種設計潮位如下：

H.H.W.L.	+2.60 M
H.W.O.S.T.	+1.22 M
M.H.W.L.	+1.13 M
M.W.L.	+0.75 M
M.L.W.L.	+0.44 M
L.W.O.S.T.	+0.39 M
L.L.W.L.	-0.03 M
*水準零點高程	-0.47 M

表6.7 第二港口測站各種潮汐統計表

潮位 年代	最高 潮位	最低 潮位	平 均 高潮位	平 均 低潮位	平均 潮位	朔望日 平 均 高潮位	朔望日 平 均 低潮位	上下弦 平 均 高潮位	上下弦 平 均 低潮位	大潮 位	小 潮 差	平均 潮差	備 註
55	1.60	0.02	1.09	0.37	0.69	1.20	0.32	0.94	0.42	0.89	0.54	0.72	閏3月
56	1.55	0.04	1.14	0.42	0.74	1.25	0.40	0.99	0.44	0.85	0.55	0.71	
57	1.75	0.03	1.10	0.39	0.71	1.19	0.32	0.99	0.44	0.88	0.55	0.70	
58	2.60	0.02	1.11	0.41	0.71	1.21	0.35	0.88	0.44	0.86	0.55	0.70	閏5月
60	1.60	0.05	1.11	0.41	0.73	1.20	0.36	1.02	0.47	0.84	0.55	0.70	
61	1.63	0.16	1.12	0.42	0.75	1.22	0.38	1.02	0.48	0.84	0.54	0.70	
62	1.62	0.10	1.13	0.42	0.74	1.22	0.37	1.04	0.48	0.85	0.56	0.71	閏4月
63	1.60	0.15	1.14	0.44	0.76	1.21	0.39	1.05	0.49	0.32	0.55	0.70	
64	1.51	0.10	1.15	0.46	0.77	1.24	0.41	1.05	0.51	0.81	0.52	0.69	
65	1.56	0.13	1.14	0.49	0.78	1.24	0.47	1.03	0.54	0.79	0.51	0.67	閏6月
66	1.56	0.02	1.16	0.53	0.78	1.25	0.49	1.00	0.56	0.78	0.46	0.63	
67	1.56	0.12	1.14	0.47	0.78	1.20	0.42	1.07	0.52	0.79	0.52	0.67	
68	1.50	0.00	1.11	0.46	0.78	1.20	0.42	1.04	0.52	0.78	0.52	0.64	
69	1.60	0.12	1.12	0.45	0.78	1.20	0.36	1.06	0.50	0.76	0.50	0.67	
70	1.55	0.03	1.12	0.50	0.77	1.29	0.30	1.01	0.41	0.79	0.51	0.62	
極值	2.60	0.03	1.16	0.47	0.69	1.29	0.32	1.07	0.42	0.89	0.46	0.63	
平均	1.65	0.07	1.13	0.44	0.78	1.22	0.39	1.02	0.49	0.82	0.53	0.69	

另依高雄旗后山外海檢潮站民國40年至70年間之潮位記錄及二港口之潮位記錄，分別以Gumbel極端值分佈計算不同迴歸期之潮位，如表6.8 所示，以作為設計時之參考依據。由表知五十年迴歸期之潮位於二港口為+2.60m，於旗津外海則為+2.30m。

表6.8 高雄港域外海各迴歸期設計潮位分析表

測站 迴歸期(年)	第二港口 (M)	旗津外海 (M)
2	1.60	1.50
5	1.90	1.80
10	2.10	1.90
15	2.20	2.00
20	2.30	2.10
25	2.40	2.10
50	2.60	2.30
100	2.80	2.40
200	3.00	2.60

6.2.3 波浪

在高雄附近海域曾進行的波浪觀測記錄主要有兩個，其一為高雄港務局於民國54年 8月起，於距第二港口南堤 2.5公里，水深-12m處，裝設水壓式波高計，波浪觀測記錄至民國71年止；第二個是民國79年高雄港務局與港灣技術研究所合作，於屏東縣東港鎮南平里西方約 1.6公里，水深-16m處架設超音波式波高計，民國80年 1月起開始正式啓用，稱為高雄港大鵬灣觀測站。

高雄港務局之波浪資料分析，分別考慮季節風波浪及颱風波浪，而季節風波浪又分為冬季季風波浪及夏季季風波浪，整理如下說明。

1. 冬季季風波浪

台灣海峽在冬季盛行北北東(NNE) 季風，在高雄地區附近之海岸風速，因地形因素，風向由北北東(NNE) 轉北(N) 風或北北東(NNE) 風及北北西(NNW) 風，風速亦減低，因而冬季季風造成本區波浪，主要由台灣海峽出口處分散而來，最大波高大部份在1.0m以下。波浪週期一般在8.0 秒以下居多，冬季季風波浪之統計結果如表6.9 所示。

2. 夏季季風波浪

夏季季風在高雄地區以西南(SW)風為主，風向較不穩定，風速較冬季季風弱，然而，本省地處太平洋西岸熱帶地區，夏、秋季常有颱風來襲或行經附近海域而引起較大之波浪。在颱風未到達之前，本區海域所發生的波浪，以來自菲律賓海域、南海或西太平洋風場中傳播而來的湧浪為主，且颱風來襲時及颱風經過後，所引進的西南氣流會造成風浪，故夏季季風波浪之波高比冬季季風波稍高，波

表6.9 高雄地區冬季發生最大波高及其週期之百分率

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

(資料來源：高雄市紅毛港遷村計劃水工模型試驗研究報告)

浪波高小於1.5m者佔90.4% ，波浪週期在 9秒以下者佔89.2% ，夏季季風波浪之統計結果如表6.10所示。由魏等(1988)指出本海域夏季盛行季風波向以西南(SW)為主。

3. 颱風波浪

中央氣象局將侵襲台灣之颱風運動路徑分爲 7種（其中特殊路徑歸類爲一種），於西元1897～1990年間，每一路徑的發生次數百分比如圖6-5 所示。此 7種路徑中，對高雄地區較具威脅者爲：

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

高雄港務局觀測記錄中之歷年實測最大波浪皆由颱風所造成，其中發生有義波高大於5m的記錄（71年後無實測資料），如表6-11所示。

4. 颱風波浪有義波高極端值推算

爲決定不同重現期之颱風波浪，可利用極端值頻率分析法或數值推算。極端值頻率分析法係將歷年實測資料，取每年最大有義波，再利用極端分布函數分析之，一般分析極端值所用之極端分布函數有甘貝氏第一型(Gumbel distribution Type I)及Log分布函數(log-normal distribution)。

表6.12爲高雄地區各年之波高極端值統計表。由Gumbel及Log 極端頻率分布所得高雄地區各重現期之波高，如表6.13所示。

表6.10 高雄地區夏季發生最大波高及其週期之百分率

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

(資料來源：高雄市紅毛港遷村計劃水工模型試驗研究報告)

表6.11 高雄港歷年實測最大有義波高

日 期	颱風名稱	有義波高 (m)	週 期 (sec)	波 向
55.05	裘迪	5.24	9.8	SW
57.09	艾琳	5.52	13.0	SW
62.07	魏達	5.28	11.5	SW
62.10	娜拉	6.29	10.6	SW
64.09	貝蒂	6.40	9.5	WSW
64.10	艾爾西	5.10	9.0	SW
70.06	艾克	5.37	10.0	SW

(資料來源：高雄市紅毛港遷村計劃水工模型試驗研究報告)

表6.12 高雄地區各年波高極端值及其排序

年 份 (民國)	最大有義 波高(m)	週期 (秒)	波高 排序 X	非超越 機率%	X^2
54	2.83	6.7	6.40	94.7	40.96
55	5.24	9.8	6.29	89.5	39.56
56	2.32	10.2	5.52	84.2	30.47
57	5.52	13.3	5.37	78.9	28.84
58	3.70	12.5	5.24	73.7	27.46
59	2.54	8.8	4.94	68.4	24.40
60	3.85	10.6	4.24	63.2	17.98
61	2.96	10.5	4.10	57.9	16.81
62	6.29	10.6	4.01	52.6	16.08
63	4.01	9.5	3.85	47.4	14.82
64	6.40	9.5	3.70	42.1	13.69
65	3.10	8.4	4.46	46.8	11.97
66	4.10	10.0	3.10	31.6	9.61
67	1.90	9.0	2.96	26.3	8.76
68*	4.94	6.2	2.83	21.1	8.01
69*	3.46	11.0	2.54	15.8	6.45
70*	5.37	10.0	2.32	10.5	5.38
71*	4.24	9.3	1.90	5.3	3.61
合計			72.77		324.86
平均			4.04		18.05

(註：*為大鵬灣實測記錄)

表6.13 極端值分布計算各重現期之波高

重現期 (年)	甘貝氏 I 型分佈	Log分布
50	8.28m	7.36m
20	7.11m	6.54m
10	6.21m	5.87m
5	5.27m	5.13m

6.3 本所委辦調查

本所於民國81年委託成大、台大及省港研所辦理，高雄海域海氣象調查研究經提出研究報告（含附錄），茲摘錄如下：

6.3.1 海潮流

海潮流調查設置二個流速觀測站，位置如圖 6-8，水深分別為 20m及 10m，水深 20m測站位置為($22^{\circ} 30' 41.8''N$ ， $120^{\circ} 17' 50.0''E$)，水深 10Mm測站位置為($22^{\circ} 31' 30.4''N$ ， $120^{\circ} 18' 54.6''E$)。每一測站在上層與底層各安裝流速儀一台，佈置如圖 6-9，水深 20m測站，上層流速儀位於水面下約3m~4m，底層流速儀則在水面下約15m~16m；水深 10m測站，上層流速儀位於水面下約1.5m~2.5m，底層流速儀則在水面下約8m~9m。自民國81年 1月17日起至民國82年 1月 5日止共完成十九次流速儀收放工作。

圖6-10為一組海潮流調查結果，及對應之海氣象資料整理得之潮汐、風速、風向及海潮流逐時變化圖，各次調查分析結果列於該報告附錄 3 之圖 3-1至圖3-13。由高雄二港口附近海域兩觀測站各上、下二層之流速流向逐時記錄，顯示觀測站之海潮流流向有週期性往復運動，海潮流運動方向主要集中在沿海岸平行方向。

圖6-11為一組海潮流調查分析之海潮流流速與流向統計直方圖，各次調查分析結果列於該報告附錄 4 之圖 4-1至圖4-80。由結果顯示流向分布呈雙峰特性，海潮流主要成份為潮流，隨潮流漲落改變流向，主軸為WNW與ESE。

圖6-12為此兩觀測站之海潮流累進向量圖，各次調查結果列如該報告附錄5 之圖 5-1至圖5-80。由圖可略知其在 2、3、4、9 月份向北流向較佔優勢；6、8、10、11、12月份

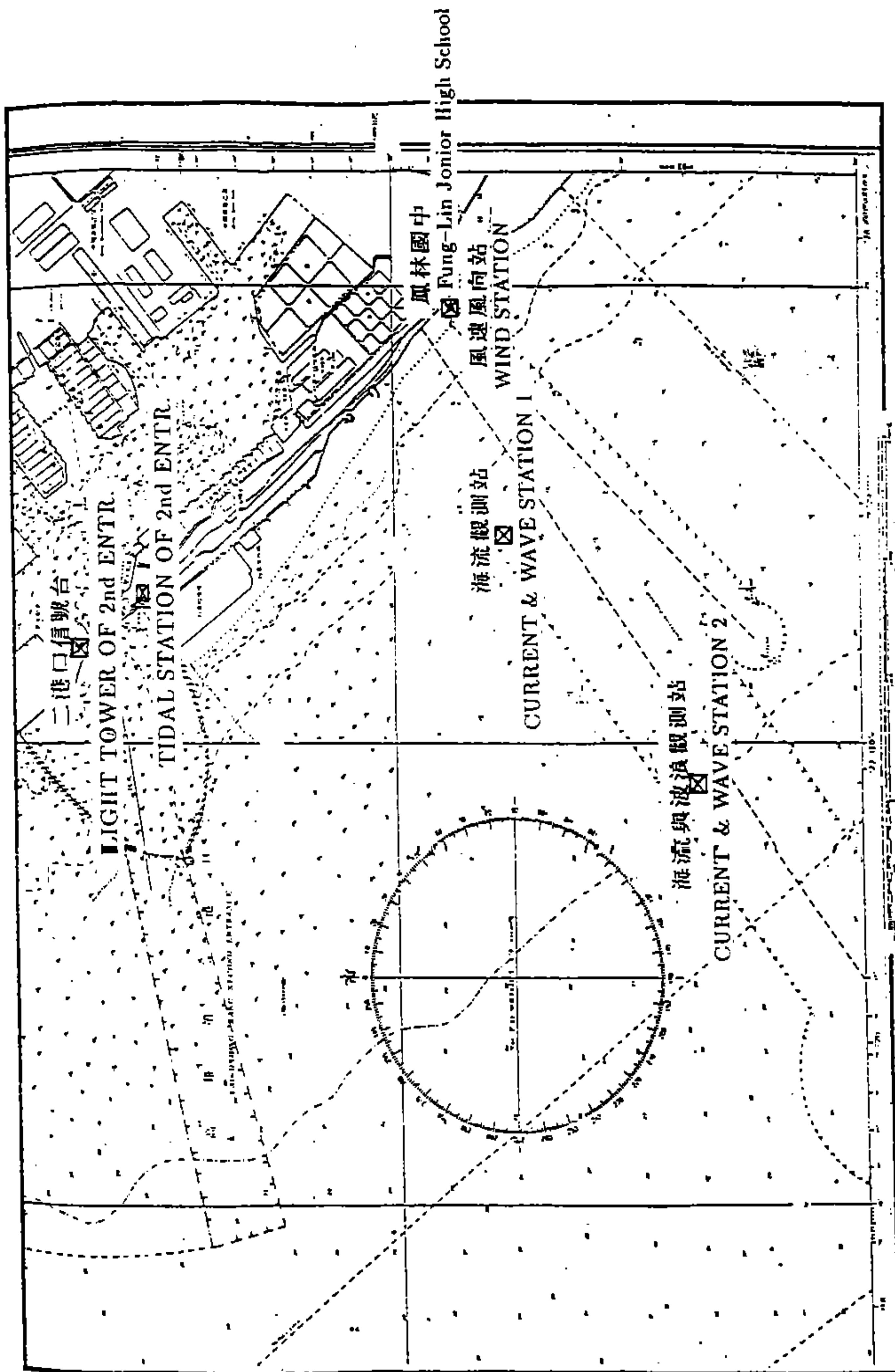


圖6-8 觀測站之詳確關係位置

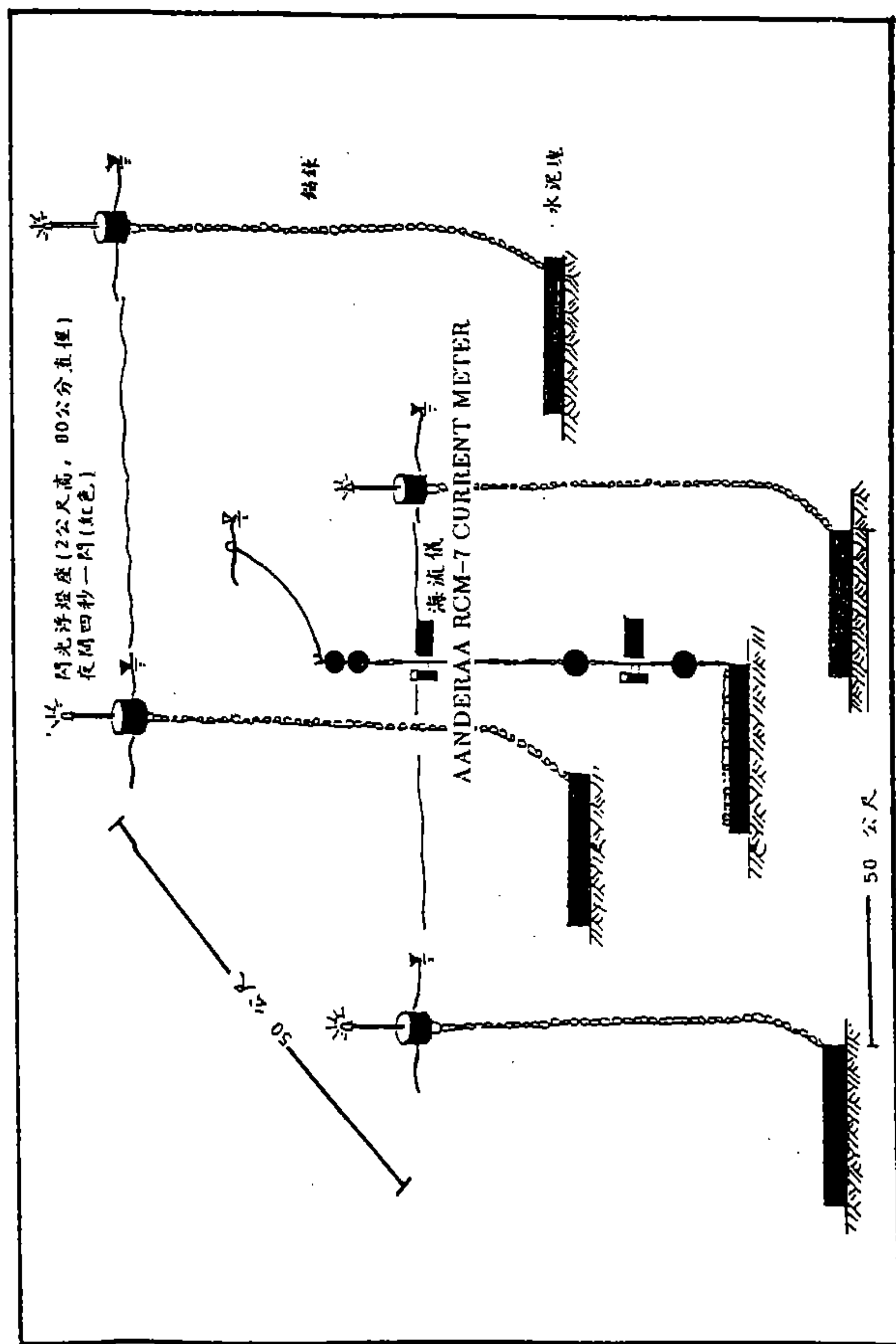


圖6-9 海流儀設置之方式示意

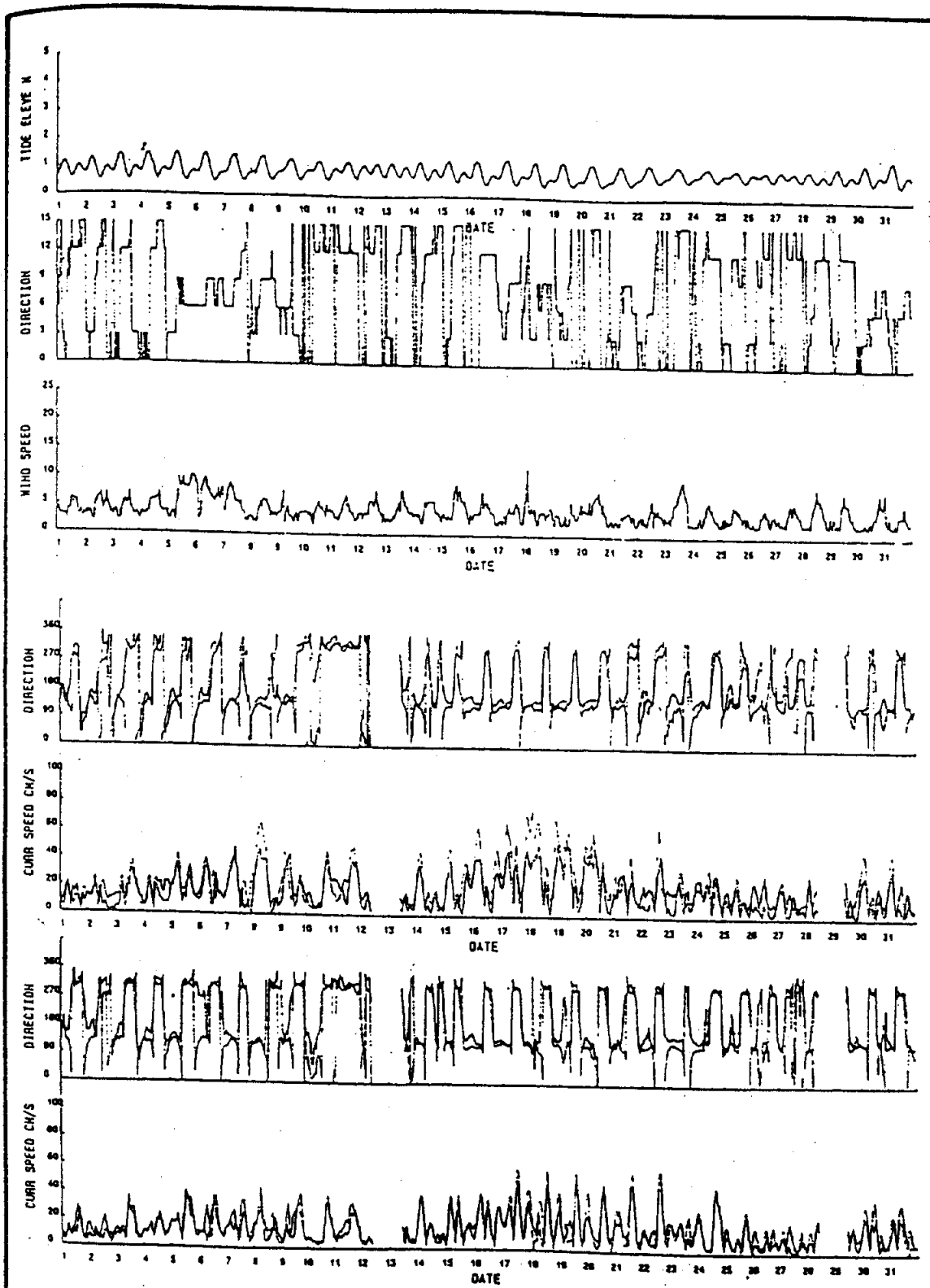


圖6-10 潮汐、風向、風速及海流逐時變化圖

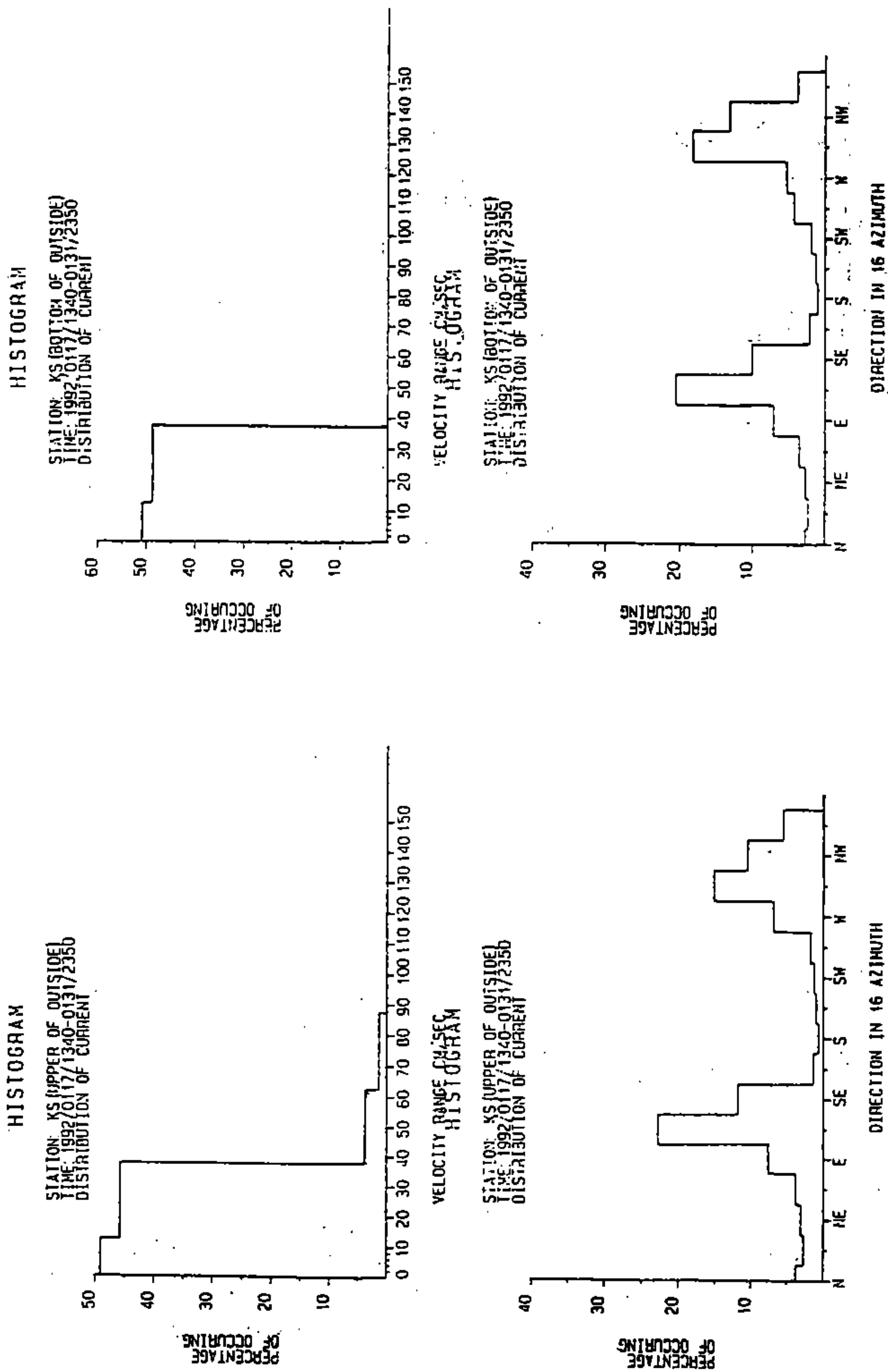


圖6-11 每次海流流速與流向統計直方圖

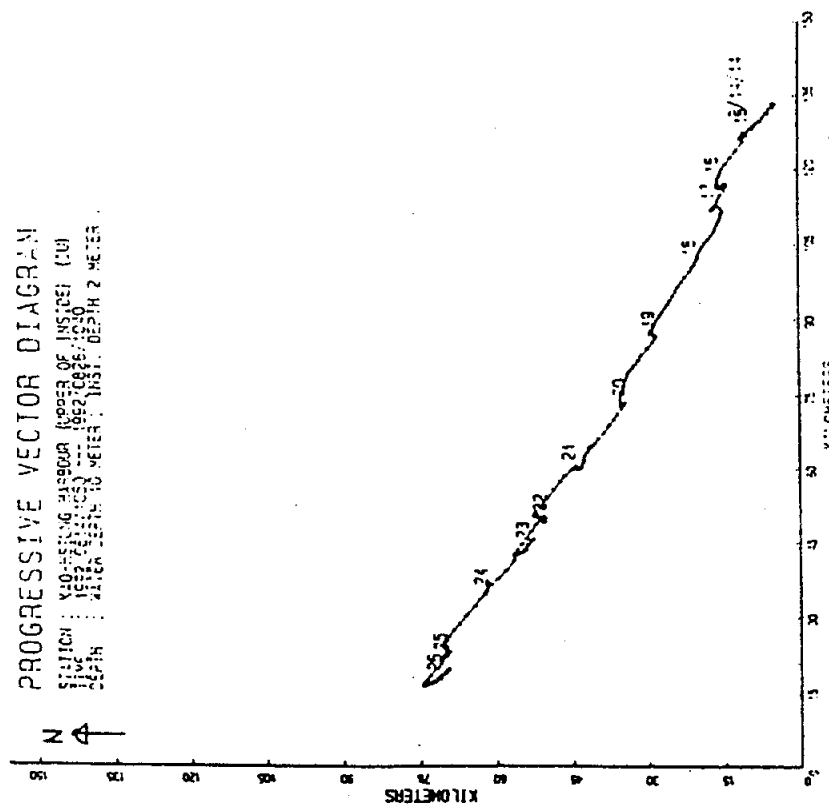
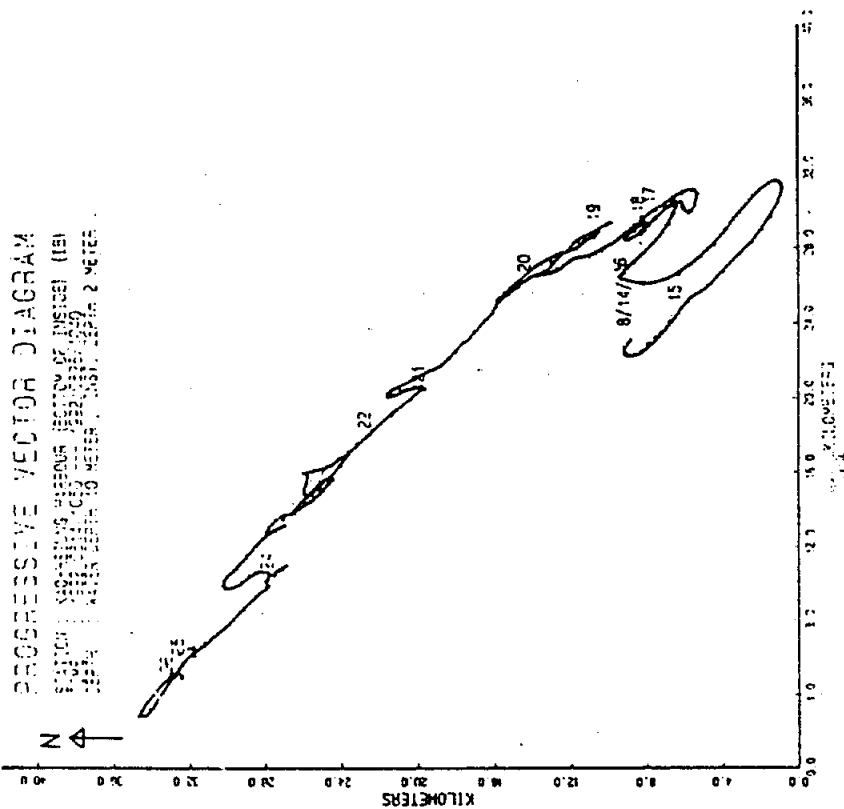


圖6-12 海流累進向量圖(PVD圖)

海潮流向南所佔比例較大。以上結果可知本區海域之海潮流以沿岸平行，即西北西 (WNW)—東南東 (ESE) 方向為主，其海潮流流向與漲退潮無明顯的關係。

圖6-13為10m及20m站上、下層各季的海潮流玫瑰圖，全部調查記錄之海潮流玫瑰圖列於該報告附錄 9之圖 9-1至圖 9-20。

由分析結果發現：冬季流向主要分布部在西北西及東南東二個方向，且這二個方向上所佔比例也很接近。由海岸地形圖對照可發現這二個方向皆與海岸線大致平行。可見本區冬季海潮流是沿岸往復運動的。在 10m測站流向集中在這二個方向的程度較 20m測站為大，上層流速有較下層為大的趨勢。另外冬季流速超過一節(約50cm/sec)者所佔比例很小，絕大部分是小於 0.5節。另外值得注意的是在 20m遠岸測站的上層海潮流玫瑰圖，該報告如附錄 9 之圖 9-9中顯示有明顯的北北東方向的海潮成份，此表示可能存在著北北東向的近似恆流。

由該報告附錄 9之圖9-13至圖9-16中發現夏季海潮流的流速流向特性與冬季的結果非常類似，而且同樣在遠岸站的上層海潮流玫瑰圖如該報告附錄 9之圖9-15，也有北北東向的海流成分存在。

夏、秋季交接季的海潮流玫瑰圖如該報告附錄 9之圖 9-5至圖 9-8所示，流向主要還是集中分布於西北西及東南東二個方向，但在 20m測站東南東向的流所佔的比例較西北西為大，同樣在 20m測站的上層海潮流玫瑰圖中也有北北東向的海流成份存在。春、夏交接季的海潮流玫瑰圖如該報告附錄 9之圖 9-1至圖 9-4所示，其流向主要仍是集中分布於西北西及東南東。值得注意的是 20m測站的上、下層在北北東方向的海潮流成份所佔的比例較其它季別更大。

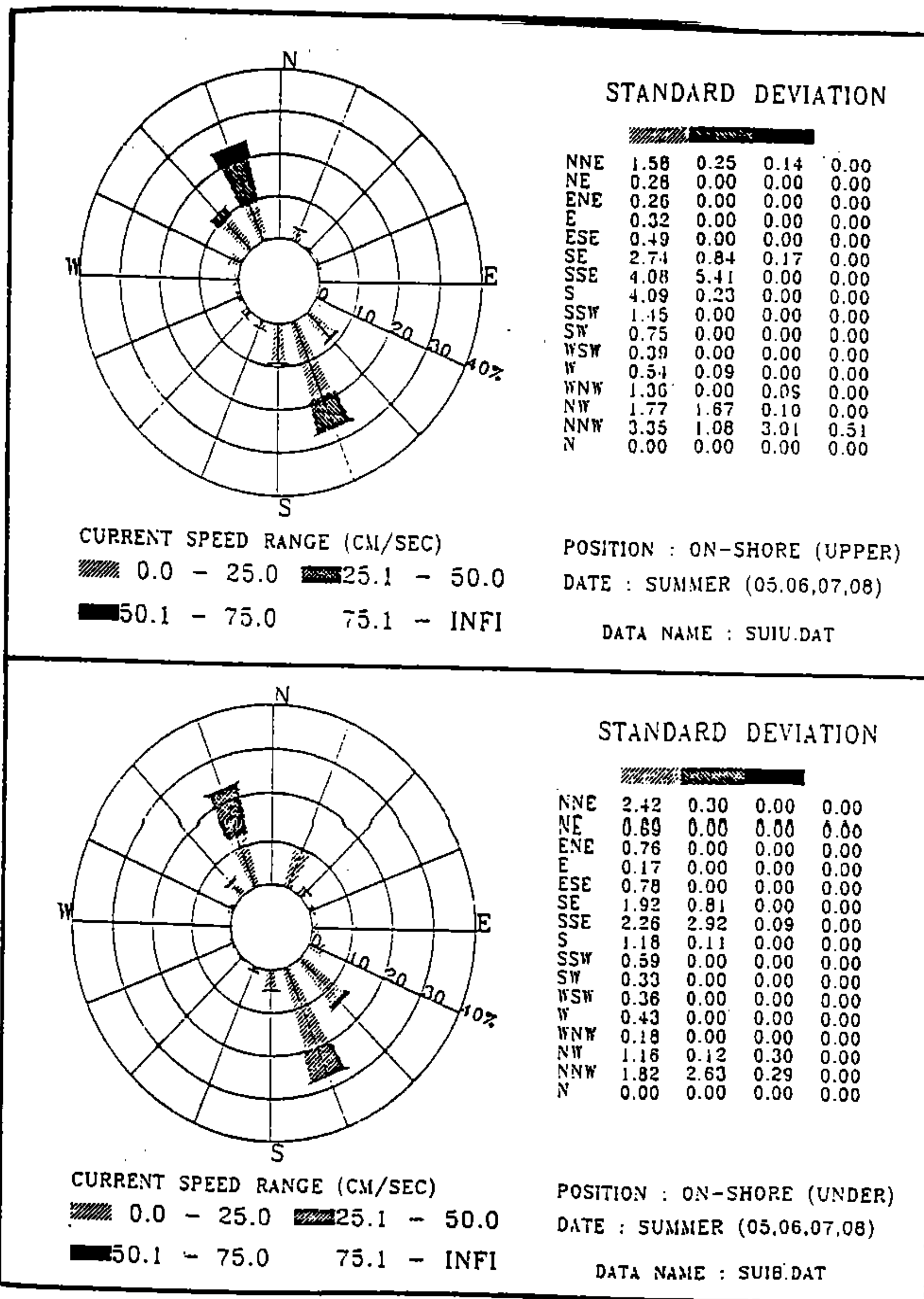


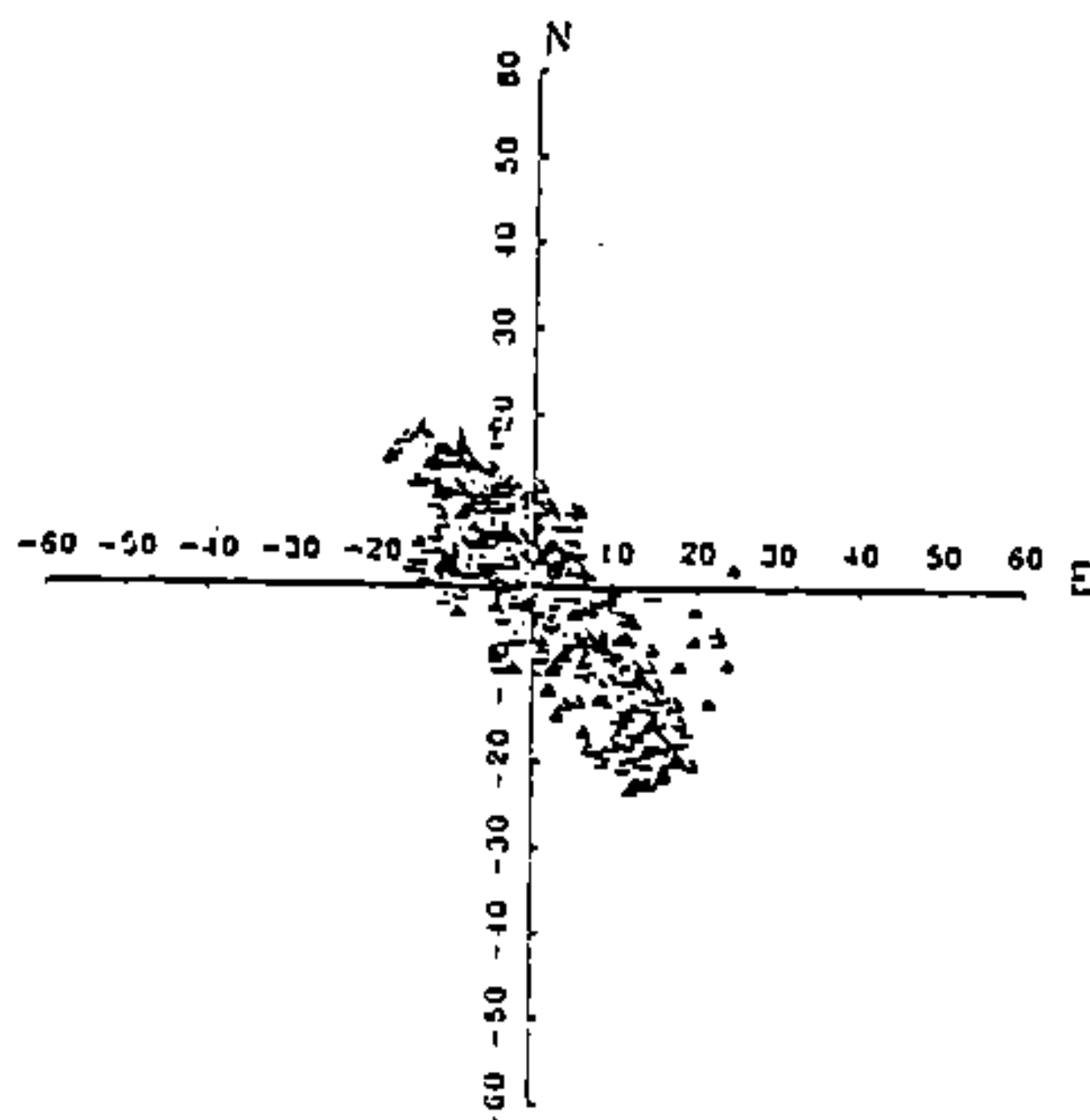
圖6-13 海流玫瑰圖

若以全年的海潮流玫瑰圖如該報告附錄 9之圖9-17至圖9-20相互比較，可發現流向主要集中分布於西北西及東南東兩個方向，這與海岸線是大致平行的。10m測站流向集中於這兩個方向上的程度較20m測站為大，上層流速有較下層流速為大的趨勢，流速過1節所佔的比例很小。另外在北北東向的海潮流成分所佔比例以20m測站的上層最大，下層次之，10m測站下層再次之，而其上層最小。

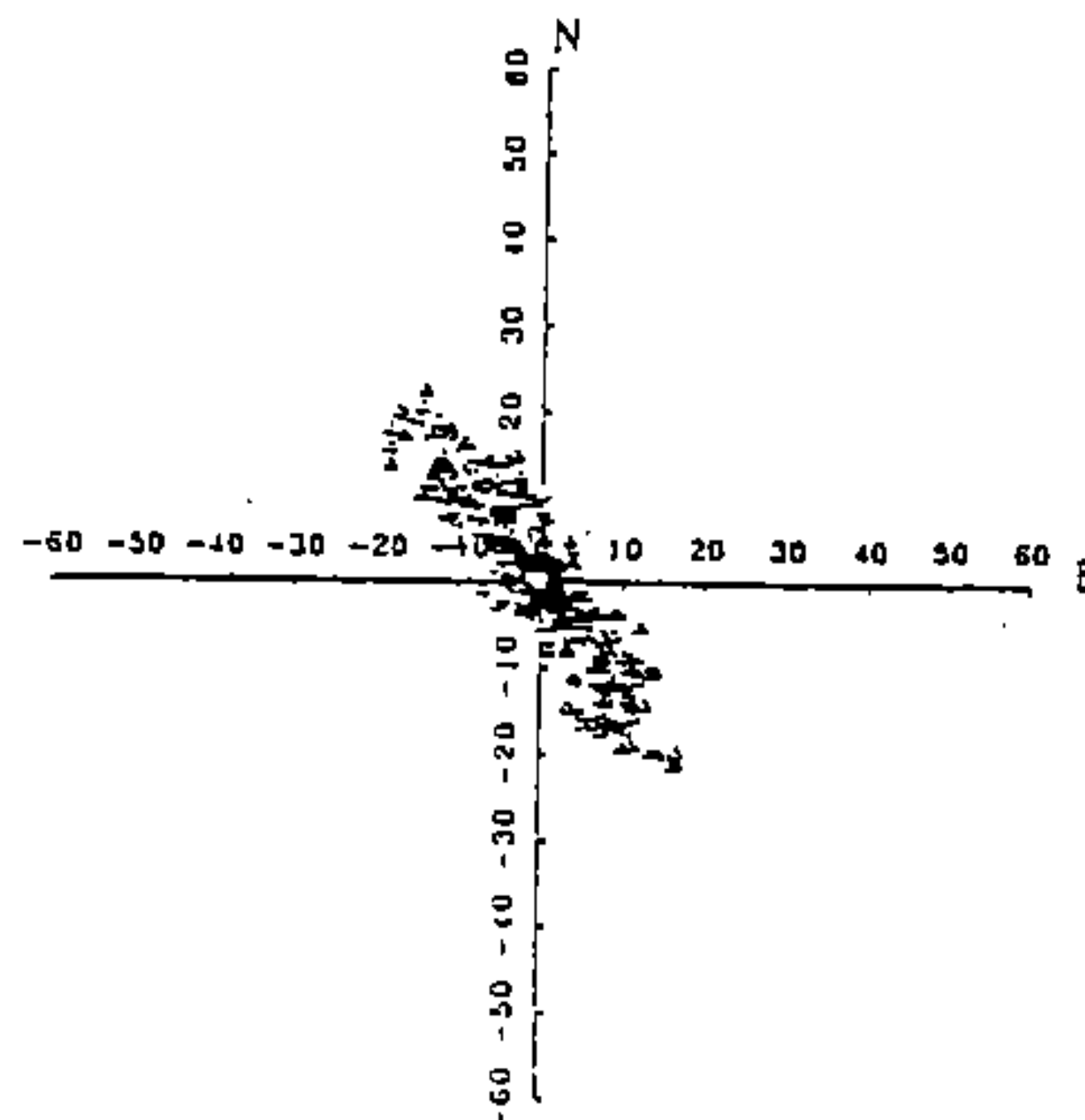
圖6-14為尖峰流速、流向分布圖例。10m測站下層流速、流向尖峰值圖該報告附錄10之圖10-1至圖10-12，圖中顯示：資料點大部份落在西北及東南向的狹長帶狀區域內，此與海潮流玫瑰圖的結果一致。10m測站上層流速、流向尖峰值圖列如該報告附錄10之圖10-13至圖10-24，也是大部份落在西北、東南向的更狹長帶狀內，也就是流速有較下層為大的趨勢。20m測站下層流速、流向尖峰值圖列如該報告附錄10之圖10-25至圖10-36，資料點仍然落在西北及東南的狹長帶狀內，但形狀上同樣較10m測站上層者為稍寬些，此表示20m測站流向集中在西北及東南方向上的程度較10m測站差，這與海潮流玫瑰圖所得結果一致。

在高雄港二港口南防波堤與北防波堤附近，每天取一點分別放置浮標一個(擋流板在水面下二公尺)，各追蹤七小時左右，本項工作於(1)民國81年6月18、19兩日，(2)民國81年12月1、2日，共作二次，浮標追蹤調查成果列於該報告附錄11之附表11.1至附表11.4及附錄11之圖11-1至圖11-8所示，浮標運動原則上漲潮向東南，落潮向西北，但小潮時落潮仍向東南流，因此向南流的機會較大。浮標的速度在5~30cm/sec 之間。

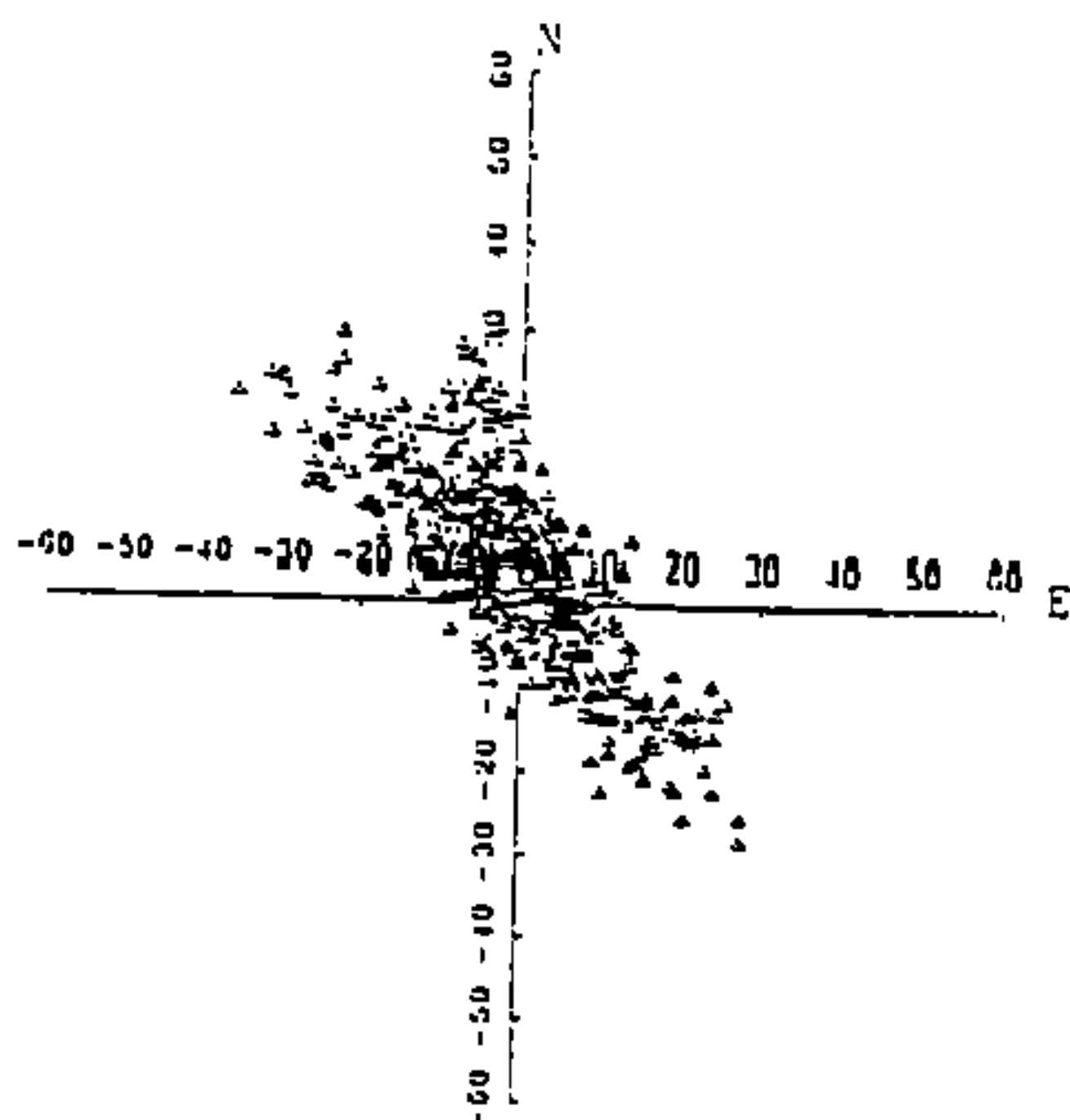
POSITION : OFF-SHORE (UNDER)
 DATE : 1992/01/01 - 1992/01/31
 UNIT : CM/SEC
 (DATA NAME : KS92010B.1HM)



POSITION : OFF-SHORE (UNDER)
 DATE : 1992/02/01 - 1992/02/29
 UNIT : CM/SEC
 (DATA NAME : KS92020B.1HM)



POSITION : OFF-SHORE (UNDER)
 DATE : 1992/03/01 - 1992/03/31
 UNIT : CM/SEC
 (DATA NAME : KS92030B.1HM)



POSITION : OFF-SHORE (UNDER)
 DATE : 1992/04/01 - 1992/04/30
 UNIT : CM/SEC
 (DATA NAME : KS92040B.1HM)

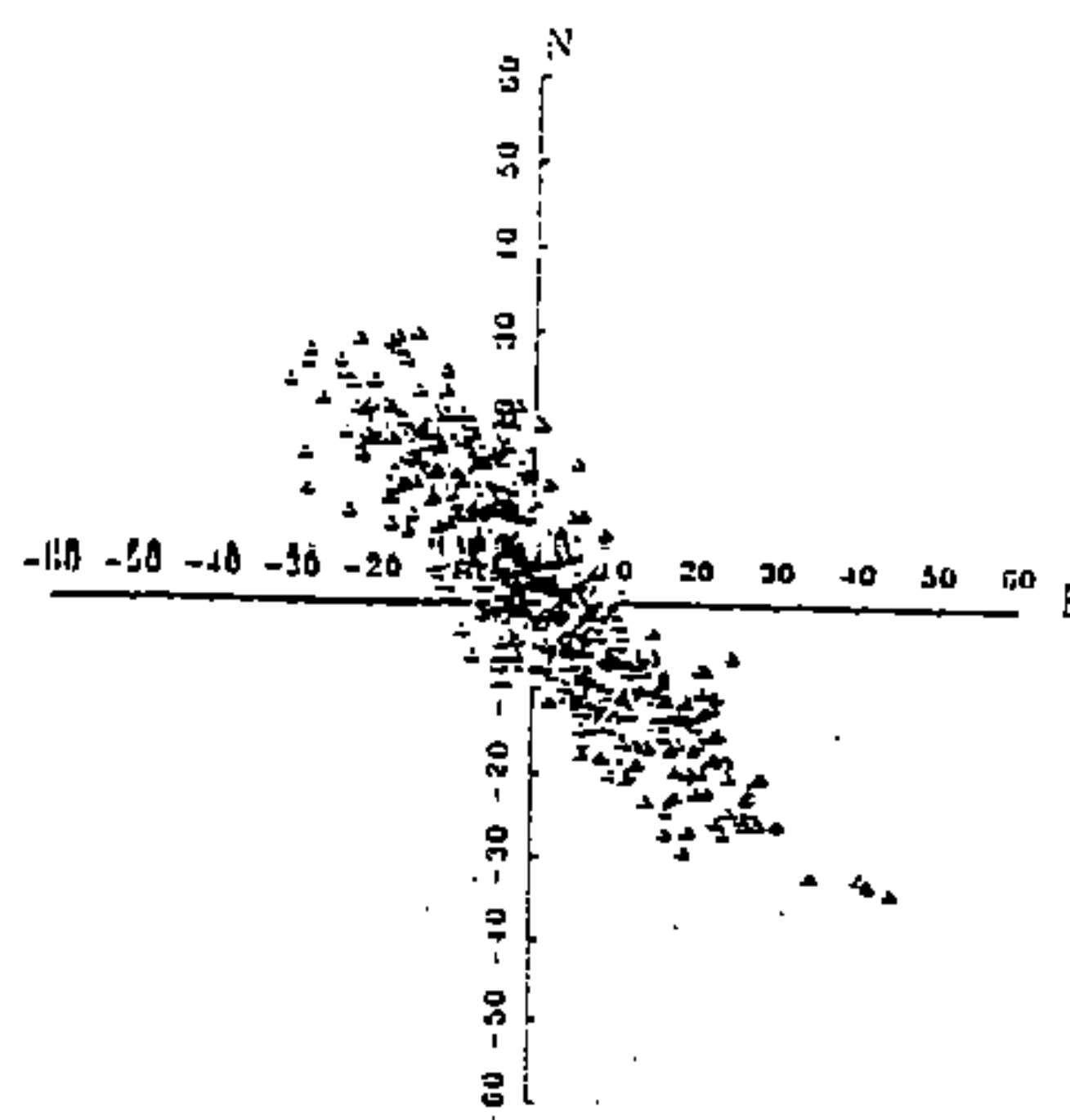


圖6-14 流速流向極值圖

6.3.2 潮汐

潮汐調查設置三個觀測站，分別是小琉球、高雄二港口及東港，設置地點如表6-15，資料起迄時間如表6.14。

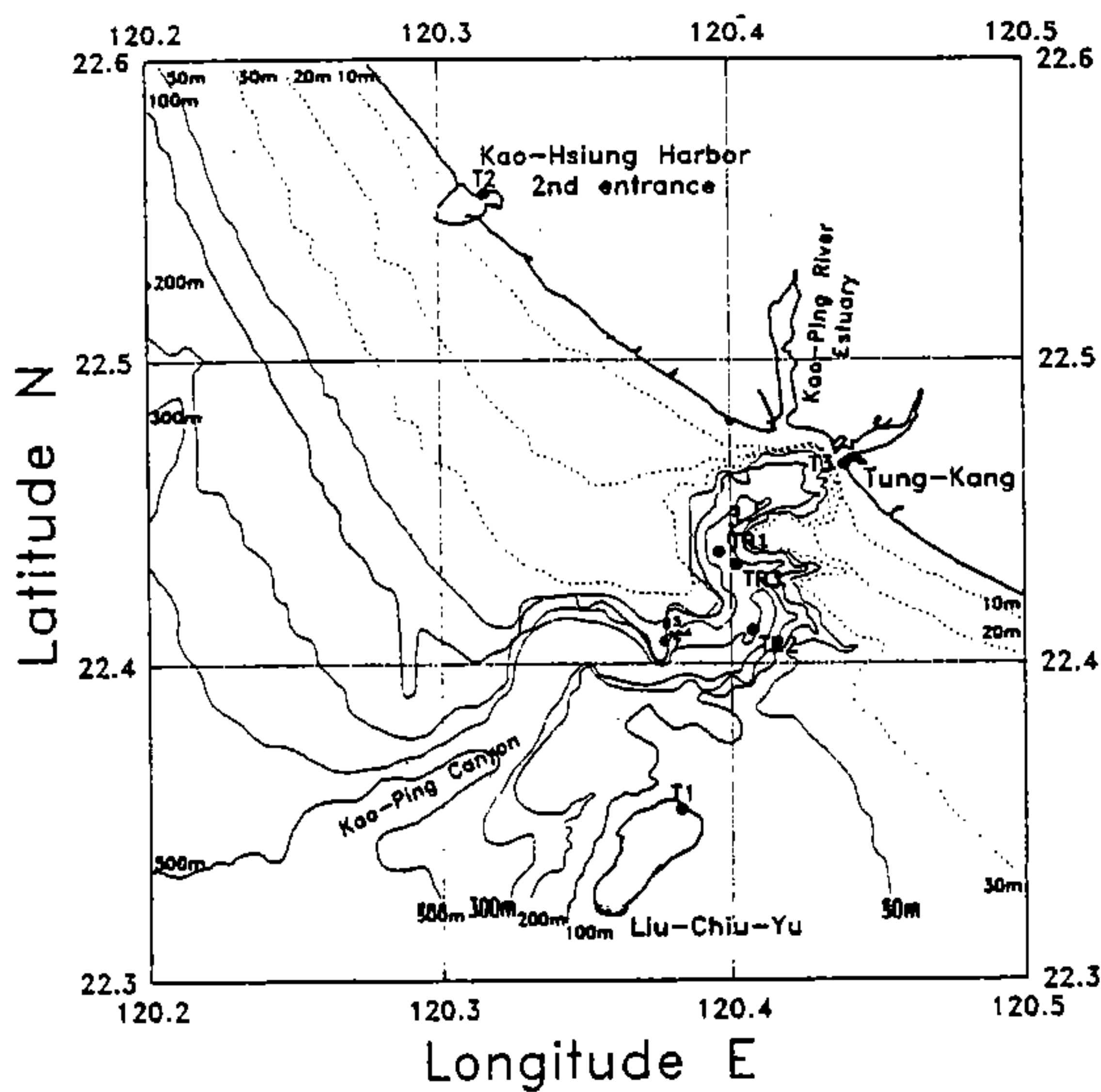


圖6-15 潮位站設置地點(其中T1至T3為潮位站)

表6.14 潮位儀觀測起迄時間

小琉球站

位置：22° 21.20'N, 120° 22.97'E

序號	資料編號	起 迄 時 間	說 明
1	T205S11	80/12/28 - 81/02/15	潮位儀故障，資料不可用。
2	W1369S2	81/02/15 - 81/04/01	
3	W1369S3	81/04/01 - 81/05/12	
4	W1369S4	81/05/12 - 81/07/08	
5	W1369S5	81/07/08 - 81/08/26	
6	W1369S6	81/08/26 - 81/10/04	
7	W1369S7	81/10/04 - 81/11/15	
8	W1369S8	81/11/15 - 81/12/27	
9	W1369S9	81/12/27 - 82/02/11	

高雄二港口站

位置：22° 33.32'N, 120° 18.98'E

序號	資料編號	起 迄 時 間	說 明
1	W1310S6	81/01/17 - 81/02/14	
2	W1310S7	81/02/14 - 81/04/01	
3	T205S12	81/04/01 - 81/05/12	
4	W1341S1	81/05/12 - 81/07/08	
5	W1341S2	81/07/08 - 81/08/25	
6	W1341S3	81/08/25 - 81/10/03	
7	W1341S4	81/10/03 - 81/11/14	DSU 故障，無記錄。
8	W1341S5	81/11/14 - 81/12/26	
9	W1341S6	81/12/26 - 82/02/09	

東港站

位置：22° 27.91'N, 120° 26.31'E

序號	資料編號	起迄時間	說明
1	W1369S1	81/01/17 - 81/02/14	
2	W873S1	81/02/14 - 81/04/02	81年3月4日起記錄不可用。
3	W1310S8	81/04/02 - 81/05/11	
4	W1310S9	81/05/11 - 81/07/08	
5	W1310S10	81/07/08 - 81/08/26	
6	W1310S11	81/08/26 - 81/10/04	
7	W1310S12	81/10/04 - 81/11/14	
8	W1310S13	81/11/14 - 81/12/26	
9	W1310S14	81/12/26 - 81/02/10	

潮汐觀測是將自記式水位計分別安裝小琉球漁港、高雄二港口信號台附近以及東港安檢所旁等處。各站潮汐資料經調和分析計求算後，求得高雄海或各種不同潮汐基準面水位數值（相對於日平均海平面）如表6.15。

表6.15 高雄海域各站潮汐之各種參考基準面水位高程
(相對於日平均海平面，單位均為公尺)

潮 汐 參 考 基 準 面	站 名	小琉球	高雄二港口	東 港
	HHHW	0.775	0.726	0.770
	LLLW	-0.585	-0.557	-0.553
	HHHW10	0.680	0.634	0.669
	LLLW10	-0.501	-0.488	-0.502
	LHHW10	0.213	0.195	0.212
	HLLW10	-0.186	-0.184	-0.192
	MHHW	0.441	0.408	0.441
	MLLW	-0.348	-0.333	-0.354

對海洋工程應用而言，或許潮汐之各種參考基準面的水位高程才是設計時最要重視的參考數據；有鑑於此，一些主要的潮汐高程均列舉於表6.15中。該表內，HHHW為各站全期觀測資料中之最大的高高潮潮位，LLLW則為最低的低低潮潮位；HHHW10將全期觀測資料中所有高高潮數值按大小排列後，取前面最大的 10%個高高潮的平均數值，即相當於大潮前後共 1.5天內之平均高高潮潮位（假定半月不等之週期近似

爲15天，如取 10%則爲 1.5天），至於LLLW10則爲由類似法則求出的前 10%個低低潮平均潮位，亦相當於大潮前後共 1.5 天內之平均低低潮潮位，二者之差即相當爲平均之大潮潮差；同理，LHHW10以及HLLW10則分別爲按大小排列後，取較小的 10%個高高潮以及低低潮其數值的平均，亦分別相當於小潮前後共 1.5天內之平均高高潮以及低低潮潮位，二者之差即相當於平均之小潮潮差；此外，表中之MHHW以及MLLW則分別爲觀測期間所有高高潮以及低低潮潮位的平均，二者之差則爲平均潮差。由此算出觀測期間之最大潮差分別爲小琉球1.36公尺，高雄二港口1.28公尺以及東港1.32公尺；平均潮差則爲小琉球0.79公尺，高雄二港口0.74公尺以及東港0.79公尺。

6.3.3 風速、風向

風速、風向觀測使用高雄港務局號誌課提供高雄港二港口信號台之風速風向測站之資料，其以原始紙帶記錄方式，集取後由人工方式讀取資料，再鍵入個人電腦中建檔，高雄港二港口信號站測風站位置為（ $22^{\circ} 33' 20'' \text{N}$, $120^{\circ} 18' 26'' \text{E}$ ）。

高雄縣林邊之風速、風向觀測站是高雄港務局於民國79年11月安裝日本海上電機株式會社之超音波音式風速儀，由港灣技術研究所以自動傳輸與接收擷取系統，透過電信網路，經由數據機進行長時間之資料收集，林邊測風站位置為（ $22^{\circ} 26' 12'' \text{N}$, $120^{\circ} 28' 07'' \text{E}$ ）。

高雄港二港口風速、風向測站（站名：ENTRANCE 2）及林邊風速、風向測站（站名：LIN-PIEN）的每月風玫瑰圖分別如該報告附錄12之圖12-1至圖12-12及圖12-13至圖12-24。上述二測站間風速及風向的相關函數如附錄18之圖18-1至圖18-11。

由高雄二港口測站各月的風玫瑰圖（該報告附錄12）比較可知，在1月、2月、11月及12月期間，風向主要集中在北北東方向，其他方向則明顯小很多，呈現典型的冬季東北季風型態。3月及4月雖然主要風向仍為北北東，但風速較冬季期間小，是屬於春季季風型態。5月及6月為春夏交換期間，天氣型態較不穩定，因此風向分布範圍較廣，且此期間有明顯的西北向強風出現。7月及8月期間風向則集中分布於南南東至西南方之間，是屬於夏季的西南季風型態，不過風向在東方向雖然風速不大，但也佔有明顯的比例，此是否與海陸風有關則有待進一步探討。9月為春秋交接期間，風向分布範圍較廣，同樣也有明顯的西北方向的強風出現。10月主要

風向又轉北北東方向，但風速較冬季（1、2、11、12月）為小，是屬於秋季季風型態。

比較林邊的各月風玫瑰圖（該報告附錄12），發現各月份的風向分布與二港口的風向特性非常類似，但風速則較二港口稍小。本站在7月、8月期間風向的東方向所佔比例不大，此與二港口的結果不同，不過在春夏交接期間（5月、6月）或夏秋交接期間（9月）仍有明顯的西北風出現。

由高雄二港口及林邊二測站風速風向的相關函數圖（該報告附錄18）檢視，發現在1月及4月二測站間的風速及風向的相關函數值皆很低，顯示在這二個月份二測站間風資料的相關性不高。然而在6月及7月則發現風速間的相關函數在延時為零時左右有最大值，且達 0.7 以上，顯示二測站的風速間有高相關性的同步正變。至於風向間也有相同情形，只是最大相關函數值較小，僅達 0.4 左右。在 8 月份期間，則風速間或風向間的相關函數值皆較6月或7月的結果為小。根據以上分析發現二測站的風資料的相關性，隨月份的不同而有所差異，其原因需分析其他月份的風資料及繼續長期的觀測、蒐集此二測站的風資料加以進一步分析才能明瞭。

6.3.4 波浪

由於高雄港附近海域船舶往來頻繁，波浪觀測必需考慮儀器設置的便利性與安全性，避免與水面航行船舶發生干擾，因此爲了能同時獲得波浪統計特性以及波向分布，並考慮儀器架設、維修便利性等因素，本項調查採用於單一定點上，同時施測波壓及水粒子運動速度之p-u-v 方式進行調查；使用調查儀器爲美國Pacer Systems, Inc.出品之 10635/DWG 型波浪潮位記錄儀(model 10635/DWG directional wave, current and tide gauge)，於高雄港第二港口南側外海約 4 公里，水深-20m處進行波浪觀測調查，並於夏、冬兩季於水深-10m處，同時作短期施測淺海波浪資料作爲比較。

波浪觀測點位置如圖6-16所示，深海、淺海測點分別編號爲KSC1及KSC2，儀器架設組合方式如圖6-17所示，以鋁合金製之三腳支撐儀器，使之垂直固定，配合錨定設備及標示浮筒等錨定於底床，此三腳架及標定設備可長期施放於測點，每次作業施放僅作潮波儀之放置與回收；各次調查日程如表6.16所示，各月份各組記錄波高一週期統計值範圍爲：

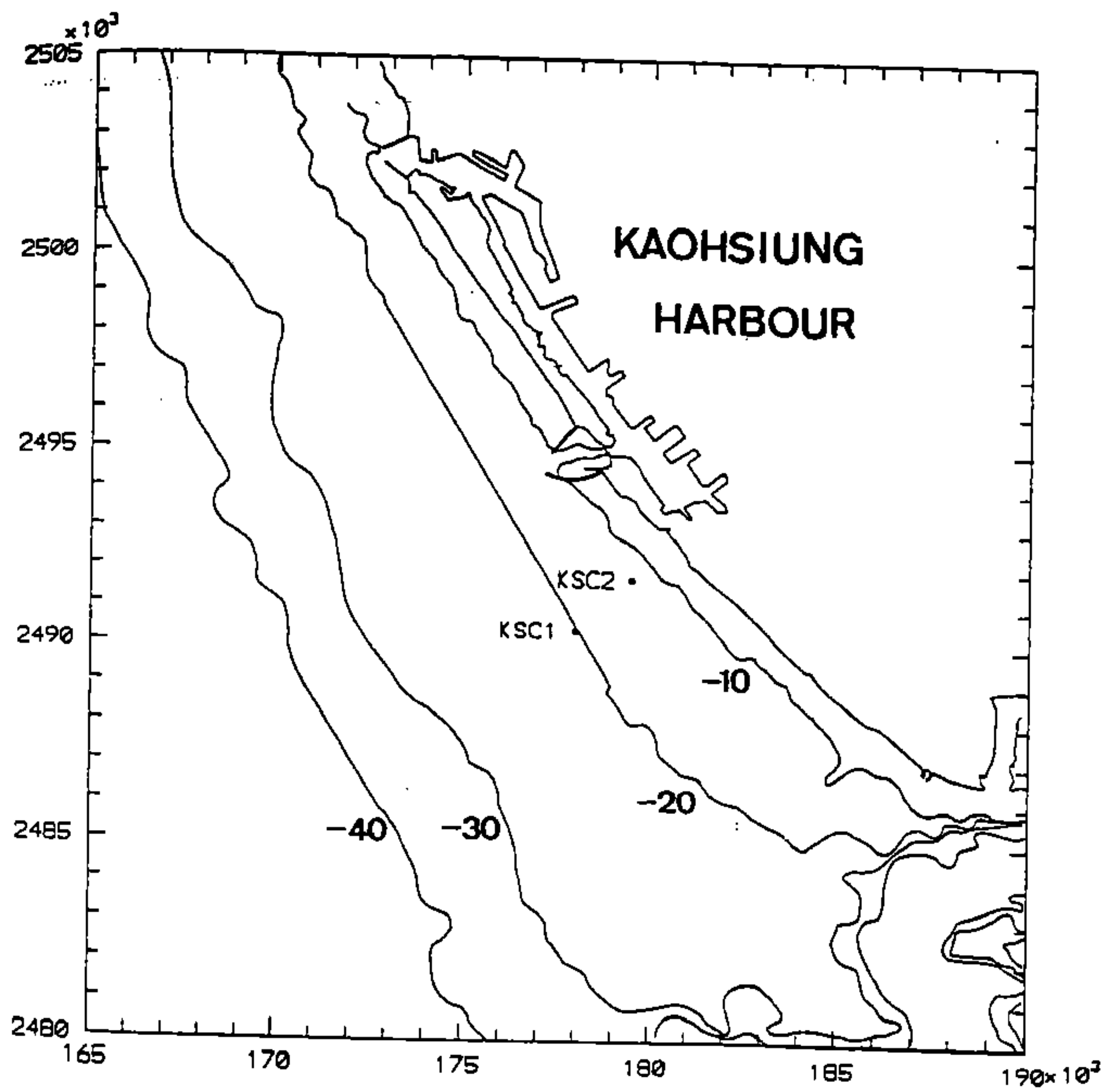


圖6-16 高雄海域波浪觀測點位

儀器位置約在中油20M 大浮桶正北600M 處

儀器施放設置圖

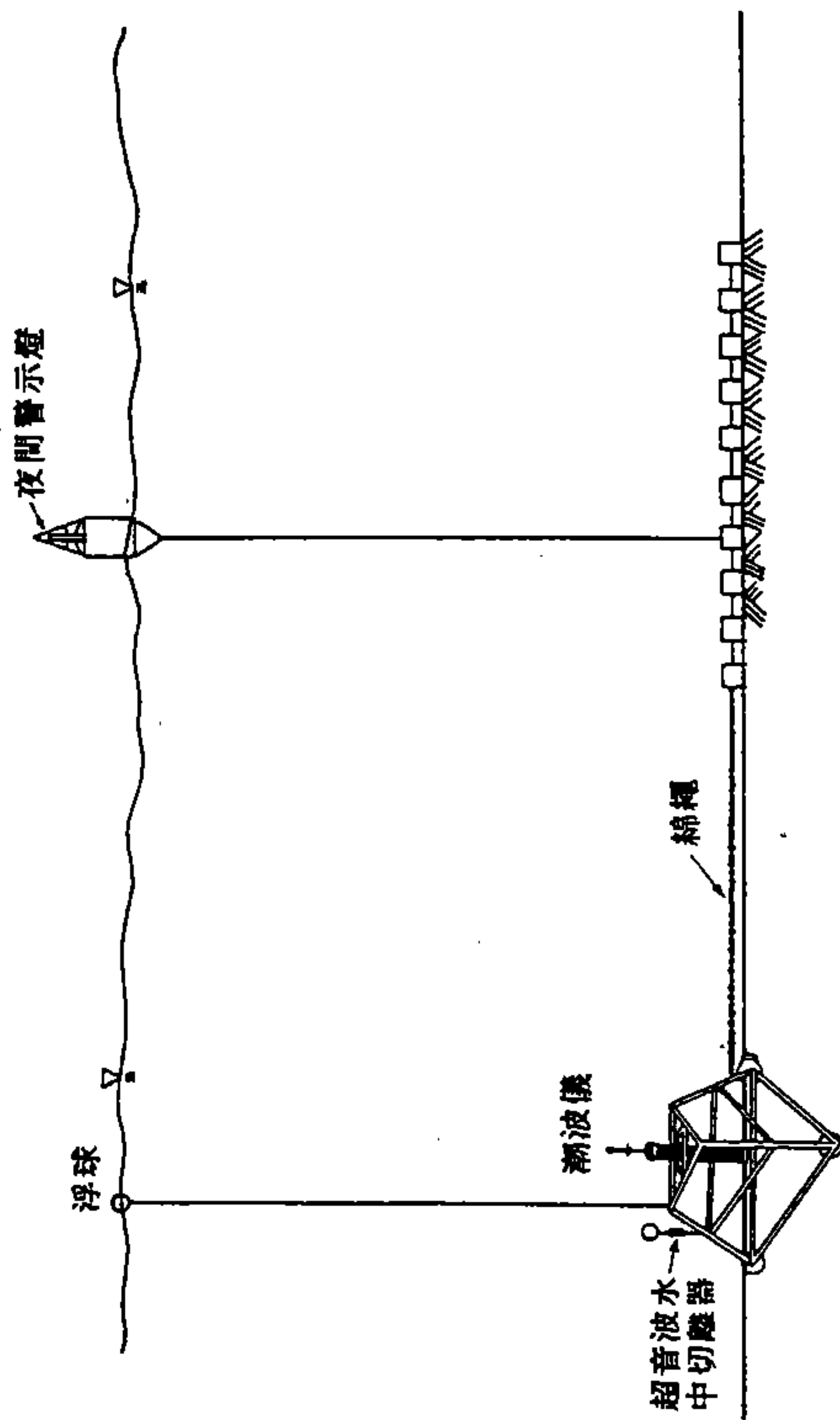


圖6-17 波浪潮汐記錄儀器架設圖

表6.16 波浪調查現場作業狀況表

測次	測點	座 標	觀 測 日 期	備 註
1	KSC1	(177957, 2490300)	81.01.09-81.01.23	原始資料遺失
2	KSC1	(177957, 2490300)	81.02.22-81.03.07	
3	KSC1	(177957, 2490300)	81.03.16-81.03.30	
4	KSC1	(178016, 2490362)	81.04.07-81.04.21	
5	KSC1	(178016, 2490362)	81.05.07-81.05.21	
6	KSC1	(178016, 2490362)	81.06.08-81.06.22	
7	KSC1	(177973, 2490386)	81.07.11-81.07.26	
8	KSC2	(179479, 2491716)	81.07.11-81.07.19	淺海夏季施測
9	KSC1	(177973, 2490386)	81.08.04-81.08.23	
10	KSC1	(177973, 2490386)	81.09.10-81.09.24	
11	KSC1	(177973, 2490386)	81.10.15-81.10.30	
12	KSC1	(177973, 2490386)	81.10.30-81.11.17	
13	KSC2	(179479, 2491716)	81.11.08-81.11.15	淺海冬季施測 ←儀器故障
14	KSC1	(177973, 2490386)	81.11.17-81.12.10	
15	KSC1	(177973, 2490386)	81.12.11-81.12.21	
16	KSC1	(177973, 2490386)	81.12.23-82.01.02	
17	KSC1	(177973, 2490386)	82.01.03-82.01.16	
18	KSC1	(177973, 2490386)	82.01.17-82.02.01	
19	KSC1	(177973, 2490386)	82.02.02-82.02.16	

1.81年 3月調查期間共測得 164組記錄，共有 21006個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

81年3月	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.22~0.80	6.6~11.7	SW ~ WNW
1/10最大波範圍	0.17~0.71	7.7~10.4	
1/3 最大波範圍	0.12~0.54	7.6~10.2	
平均波範圍	0.08~0.34	7.1~ 9.7	
最大最高波高(H _{max})	0.80	7.9	
最大有義波(H _{1/3})	0.54	8.3	
發生最頻繁波浪	<0.5	8.0~10.0	

2.81年 4月調查期間共測得 170組記錄，共有 21633個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

81年4月	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.11~0.56	6.1~13.1	SSE~SSW及WNW
1/10最大波範圍	0.10~0.49	7.2~18.9	
1/3 最大波範圍	0.07~0.38	7.0~13.2	
平均波範圍	0.05~0.24	6.8~11.2	
最大最高波高(H _{max})	0.56	8.1	
最大有義波(H _{1/3})	0.38	8.4	
發生最頻繁波浪	<0.25	8.0~10.0	

3.81年 5月調查期間共測得 170組記錄，共有 22448個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

81年5月	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.09~0.92	5.6~13.2	W ~NW
1/10最大波範圍	0.09~0.74	6.9~11.2	
1/3 最大波範圍	0.07~0.56	6.6~10.4	
平均波範圍	0.04~0.37	6.5~ 9.9	
最大最高波高(H _{max})	0.92	7.5	
最大有義波(H _{1/3})	0.56	7.6	
發生最頻繁波浪	<0.25	6.0~10.0	

4.81年 6月調查期間共測得 170組記錄，共有 26551個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

81年6月	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.07~0.63	5.5~13.2	SSW ~ WSW
1/10最大波範圍	0.06~0.53	6.6~11.0	
1/3 最大波範圍	0.05~0.39	6.6~ 9.7	
平均波範圍	0.03~0.24	6.3~ 9.1	
最大最高波高(H _{max})	0.63	7.9	
最大有義波(H _{1/3})	0.39	8.2	
發生最頻繁波浪	<0.25	6.0~ 8.0	

5.81年 7月調查期間共測得 180組記錄，共有 22009個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

81年7月	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.16~3.95	6.2~18.6	SSW ~ WSW
1/10最大波範圍	0.14~3.44	6.8~15.4	
1/3 最大波範圍	0.11~2.72	6.6~14.0	
平均波範圍	0.07~1.88	6.2~12.4	
最大最高波高(H _{max})	3.95	11.2	
最大有義波(H _{1/3})	2.72	11.4	
發生最頻繁波浪	<1.5	6.0~10.0	

6.81年 8月調查期間共測得 229組記錄，共有 27271個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

81年8月	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.10~3.33	6.3~16.8	W ~ WNW
1/10最大波範圍	0.08~2.82	7.4~18.2	
1/3 最大波範圍	0.06~2.14	7.1~16.6	
平均波範圍	0.04~1.38	6.9~15.4	
最大最高波高(H _{max})	3.33	9.2	
最大有義波(H _{1/3})	2.14	9.3	
發生最頻繁波浪	<1.0	8.0~10.0	

7.81年 9月調查期間共測得 170組記錄，共有 20003個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

81年9月	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.16~2.92	7.0~16.0	SE~SSE及W-WNW
1/10最大波範圍	0.16~2.12	7.7~16.7	
1/3 最大波範圍	0.13~1.69	7.4~15.9	
平均波範圍	0.08~1.09	7.1~13.0	
最大最高波高(H _{max})	2.92	8.0	
最大有義波(H _{1/3})	1.69	7.9	
發生最頻繁波浪	<0.5	8.0~10.0	

8.81年10月調查期間共測得 196組記錄，共有 22122個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

81年9月	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.33~1.23	7.3~13.0	SSE ~ SW
1/10最大波範圍	0.28~1.06	8.6~12.2	
1/3 最大波範圍	0.22~0.79	8.3~11.3	
平均波範圍	0.15~0.50	7.7~10.7	
最大最高波高(H _{max})	1.23	10.9	
最大有義波(H _{1/3})	0.79	10.8	
發生最頻繁波浪	0.25~0.75	8.0~12.0	

9.81年11月調查期間共測得 199組記錄，共有 22362個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

81年9月	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.24~1.01	6.9~18.4	SE~S及WSW~WNW
1/10最大波範圍	0.22~0.95	8.2~20.2	
1/3 最大波範圍	0.17~0.69	8.1~18.2	
平均波範圍	0.11~0.44	7.5~15.9	
最大最高波高(H _{max})	1.01	17.0	
最大有義波(H _{1/3})	0.69	18.2	
發生最頻繁波浪	0.25~0.50	8.0~10.0	

10.81年12月調查期間共測得 224組記錄，共有 26815個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

81年9月	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.24~1.63	6.4~11.4	WSW~NW
1/10最大波範圍	0.21~1.47	7.4~11.1	
1/3 最大波範圍	0.16~1.09	7.2~10.5	
平均波範圍	0.11~0.68	6.9~10.1	
最大最高波高(H_{max})	1.63	8.7	
最大有義波($H_{1/3}$)	1.09	9.4	
發生最頻繁波浪	0.25~0.75	8.0~10.0	

11.82年 1月調查期間共測得 350組記錄，共有 42892個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

81年9月	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.17~1.15	6.3~12.6	SSE~WSW
1/10最大波範圍	0.14~0.87	7.3~12.4	
1/3 最大波範圍	0.11~0.69	7.3~10.7	
平均波範圍	0.07~0.44	6.8~10.0	
最大最高波高(H_{max})	1.15	8.5	
最大有義波($H_{1/3}$)	0.69	8.6	
發生最頻繁波浪	0.25~0.50	8.0~10.0	

12.82年 2月調查期間共測得 176組記錄，共有 21541個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

82年2月	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.19~1.24	6.6~ 9.6	WSW~W
1/10最大波範圍	0.18~1.09	8.0~10.4	
1/3 最大波範圍	0.14~0.80	7.7~10.0	
平均波範圍	0.09~0.54	7.4~ 9.3	
最大最高波高(H_{max})	1.24	8.7	
最大有義波($H_{1/3}$)	0.80	9.1	
發生最頻繁波浪	0.25~0.50	8.0~10.0	

13.81年 7月調查期間共測得95組記錄，共有 12719個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

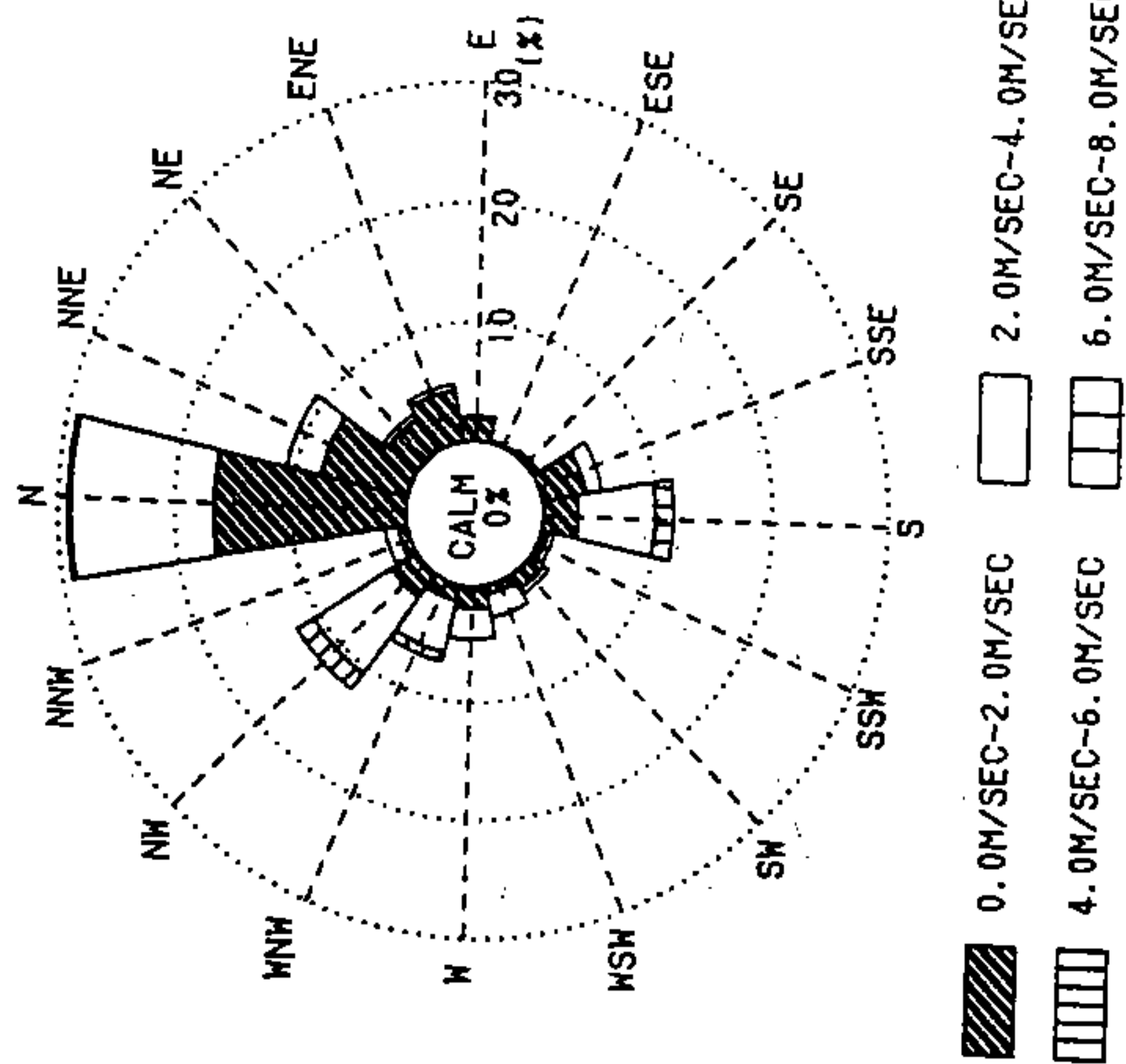
81年7月淺海	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.24~3.00	4.9~17.8	SSW~WSW
1/10最大波範圍	0.21~2.68	6.0~14.3	
1/3 最大波範圍	0.16~1.94	5.9~13.4	
平均波範圍	0.11~1.30	5.6~11.2	
最大最高波高(H_{max})	3.00	9.8	
最大有義波($H_{1/3}$)	1.94	10.3	
發生最頻繁波浪	0.25~0.50	6.0~10.0	

14.82年11月調查期間共測得84組記錄，共有 10722個波，各組記錄波高、週期統計值範圍為：

81年9月	波高(m)	週期(秒)	波 向
最高波範圍	0.40~1.22	5.5~12.5	SSW~W
1/10最大波範圍	0.36~0.85	6.8~ 9.7	
1/3 最大波範圍	0.20~0.68	6.7~10.2	
平均波範圍	0.19~0.47	6.9~ 9.5	
最大最高波高(H_{max})	1.22	5.9	
最大有義波($H_{1/3}$)	0.68	7.0	
發生最頻繁波浪	0.25~0.75	6.0~10.0	

為觀測各月份的波浪玫瑰圖與風玫瑰圖，由於波浪乃是在外海受風場吹風形成，或因遠方有湧浪傳播到達，其波向受海岸地形影響而淺化折射，表6.17及表6.18分別為於KSC1及KSC2兩側點全部紀錄與發生機率統計表。

WIND ROSE
POSITION:KSC1
DATE:03/16/15:00-03/30/05:00 1992



WAVE ROSE
POSITION:KSC1
DATE:03/16/15:00-03/30/05:00 1992

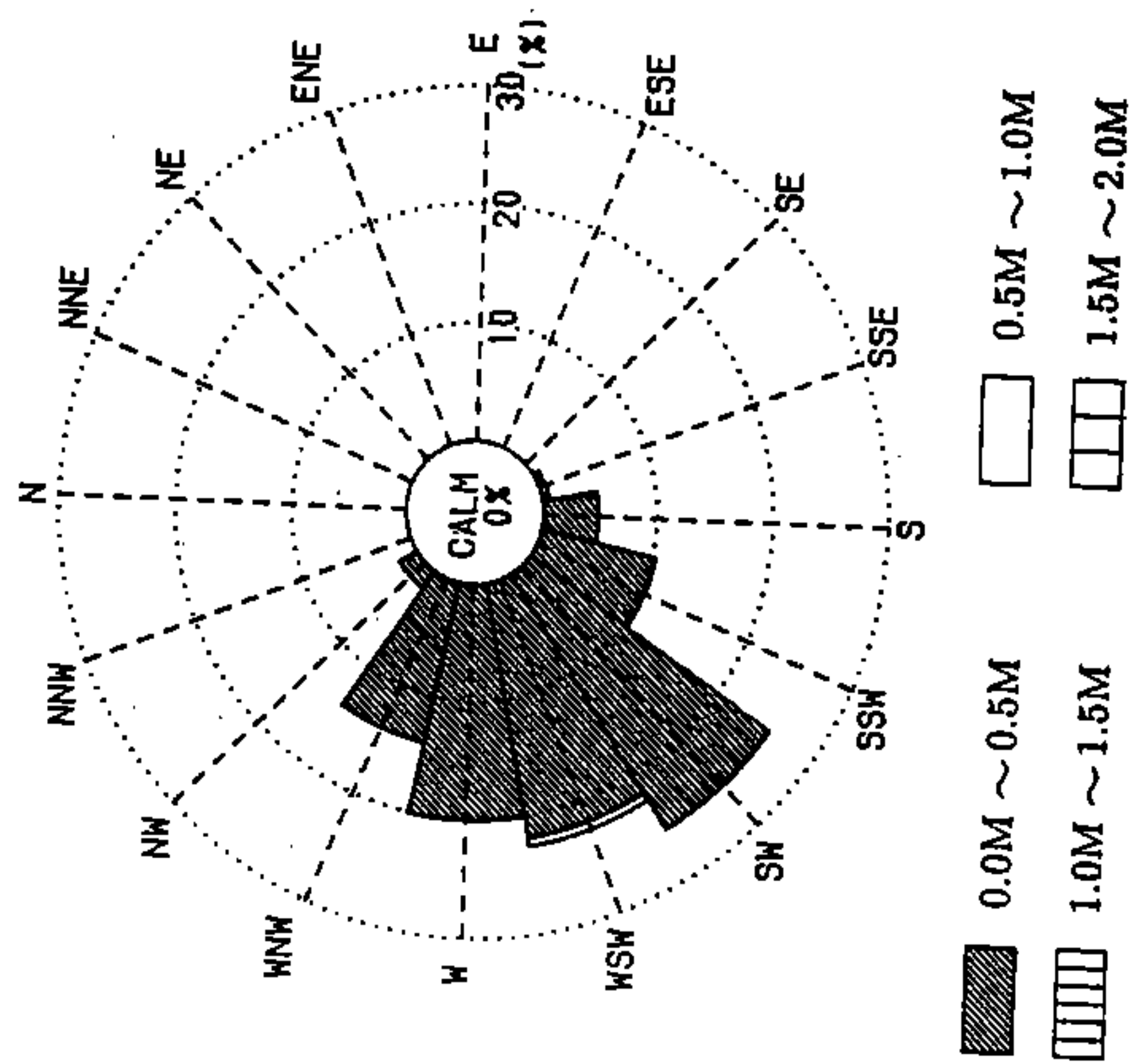
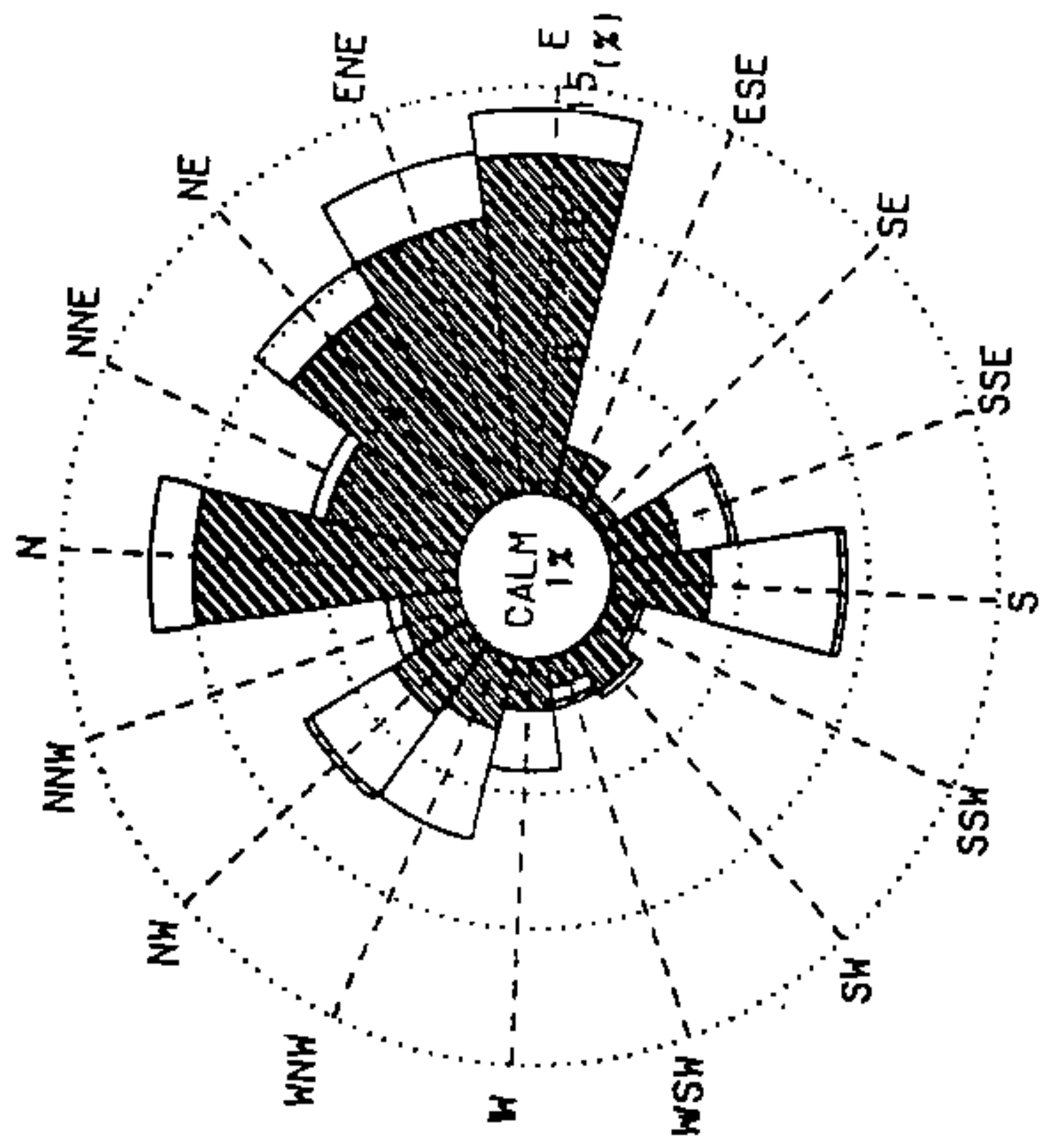


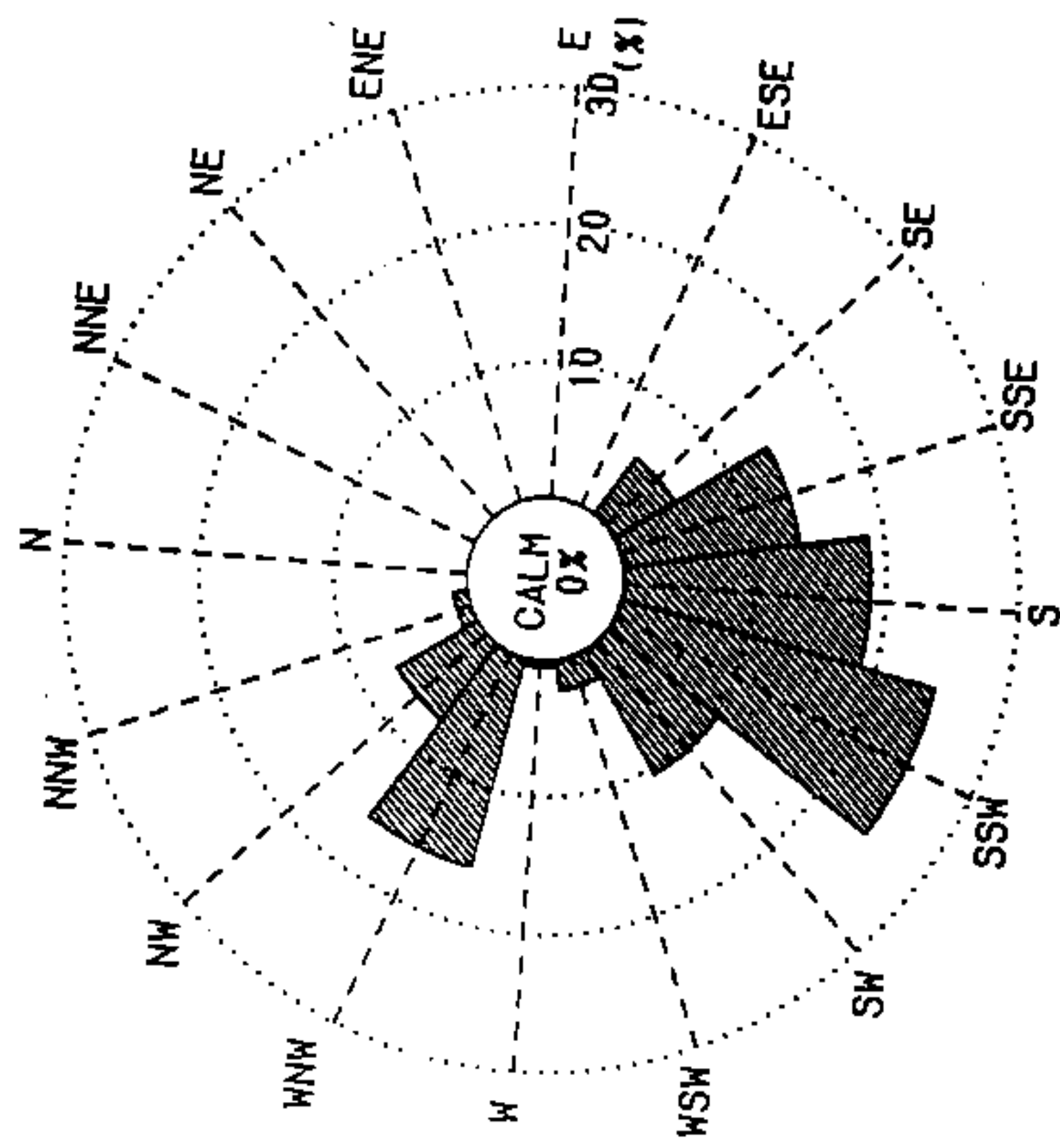
圖6-18 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年3月施測)

WIND ROSE
POSITION:KSC1
DATE:04/07/15:00-04/21/17:00 1992



0.0M/SEC~2.0M/SEC
2.0M/SEC~4.0M/SEC
4.0M/SEC~6.0M/SEC
6.0M/SEC~8.0M/SEC

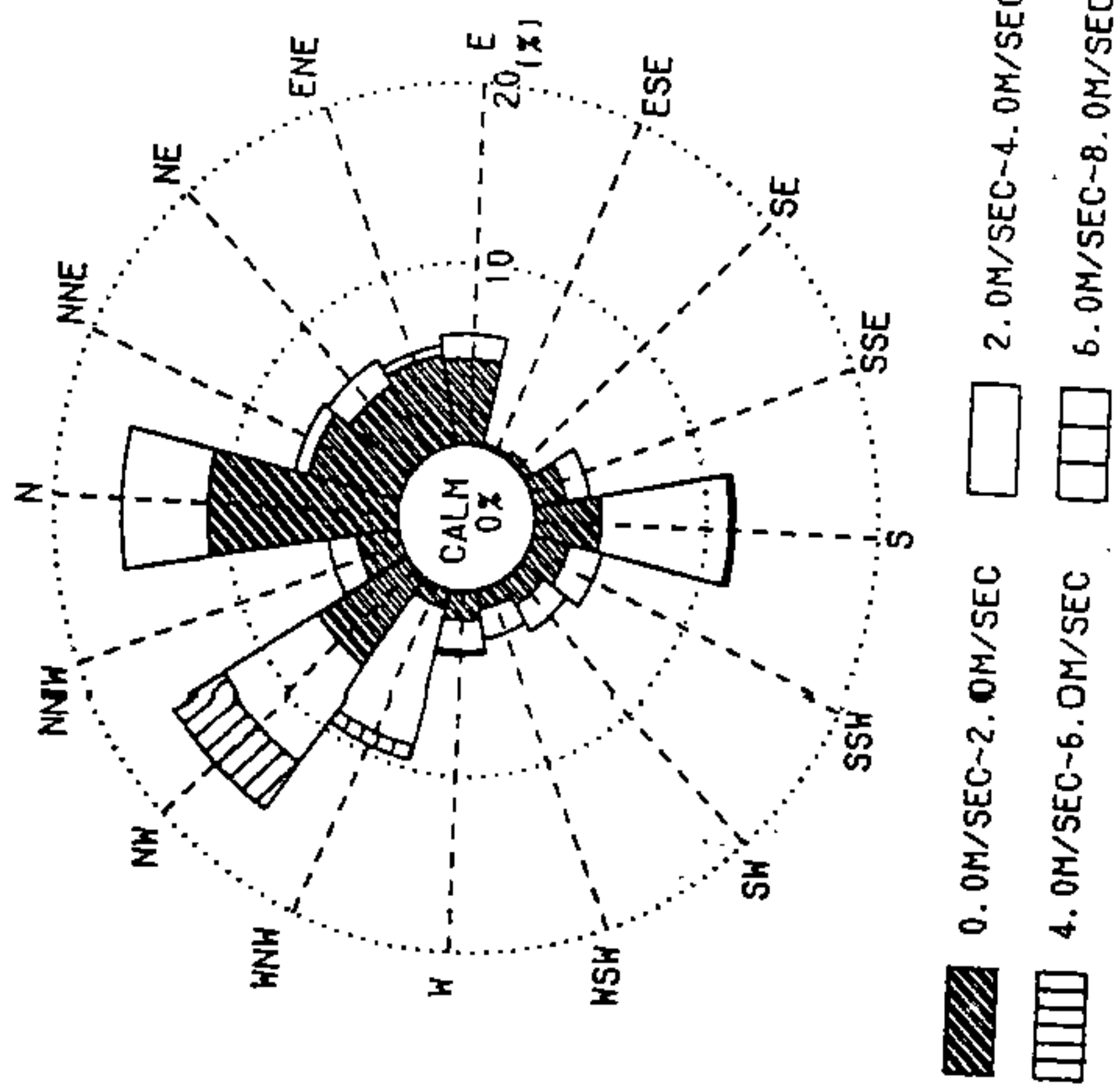
WAVE ROSE
POSITION:KSC1
DATE:04/07/15:00-04/21/17:00 1992



0.0M~0.5M
0.5M~1.0M
1.0M~1.5M
1.5M~2.0M

圖6-19 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年4月施測)

WIND ROSE
POSITION: KSC1
DATE: 05/07/15:00-05/21/17:00 1992



WAVE ROSE
POSITION: KSC1
DATE: 05/07/15:00-05/21/17:00 1992

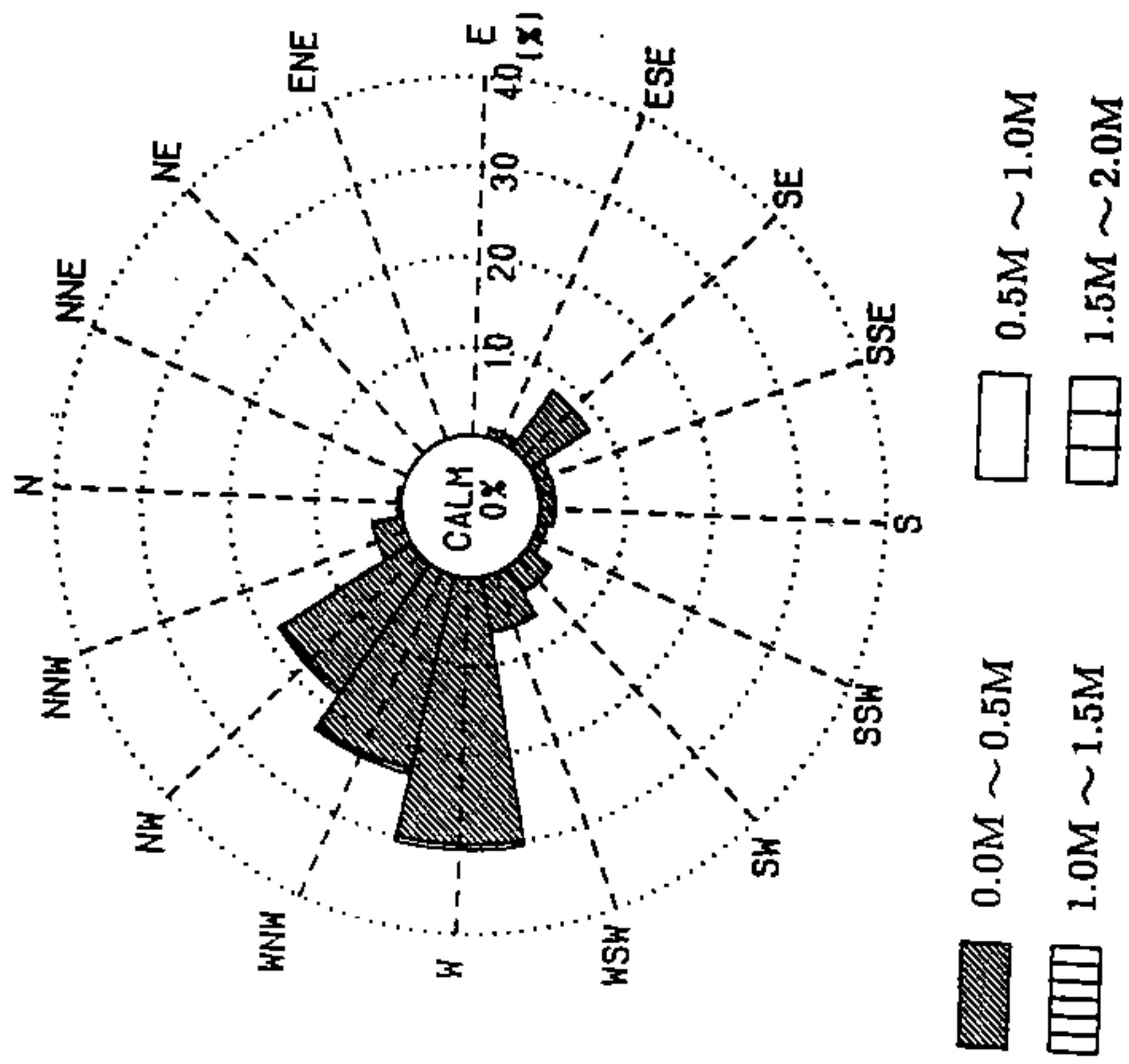
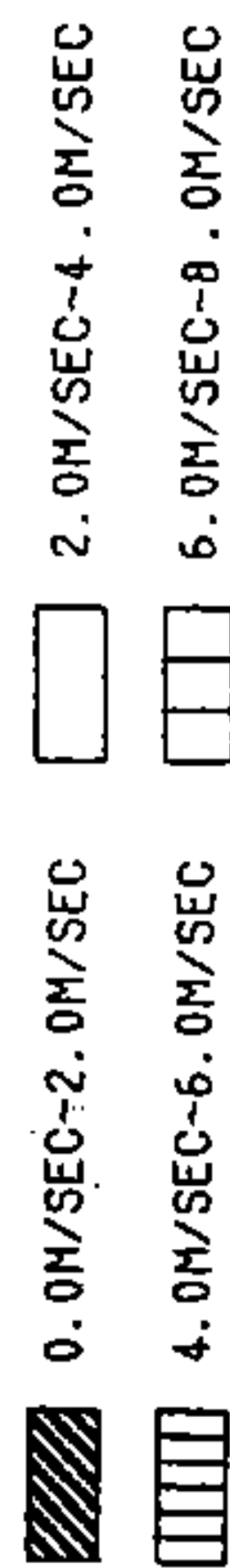
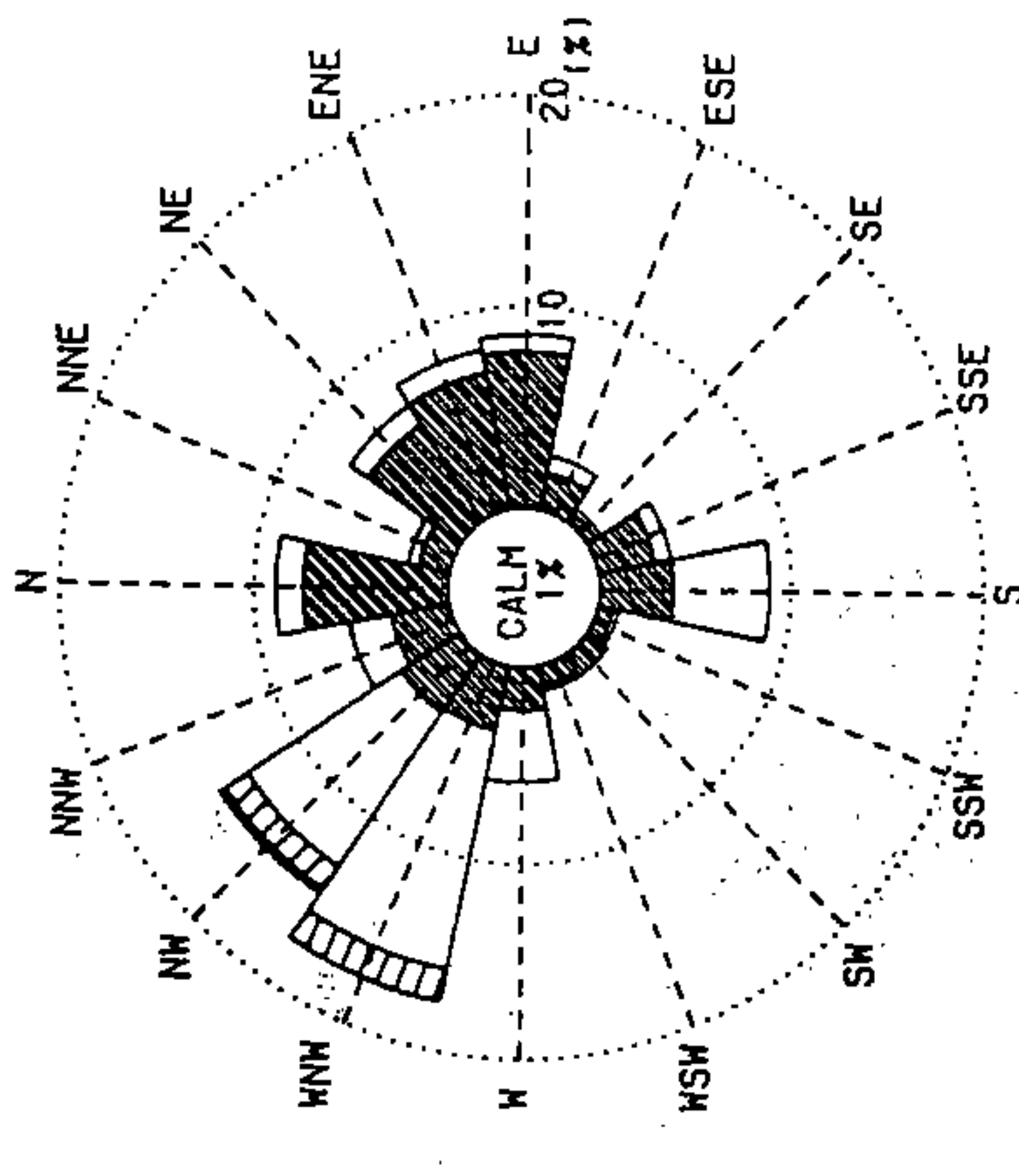


圖6-20 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年5月施測)

WIND ROSE
POSITION: KSC1
DATE: 06/08/17:00-06/22/19:00 1992



WAVE ROSE
POSITION: KSC1
DATE: 06/08/17:00-06/22/19:00 1992

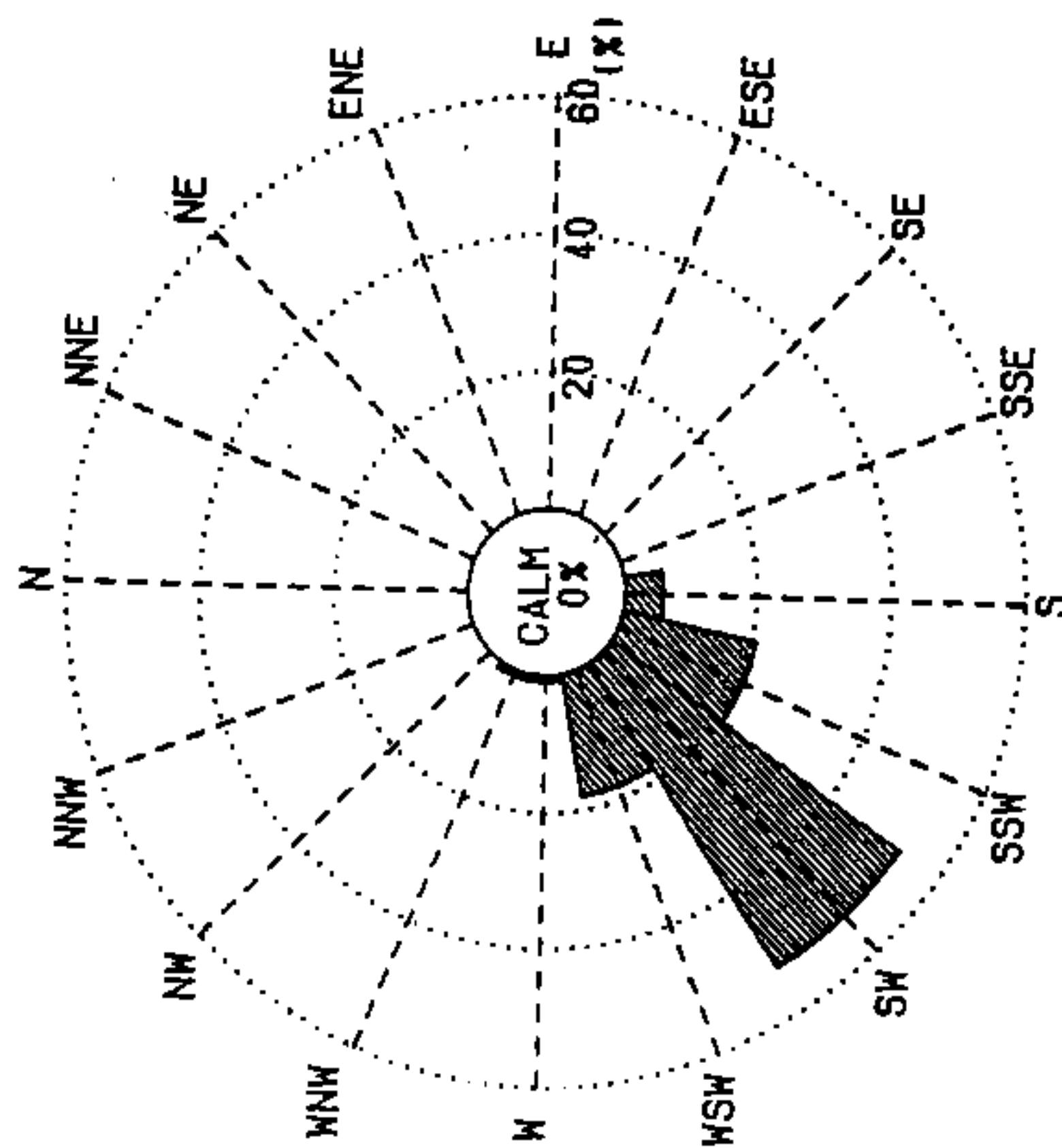
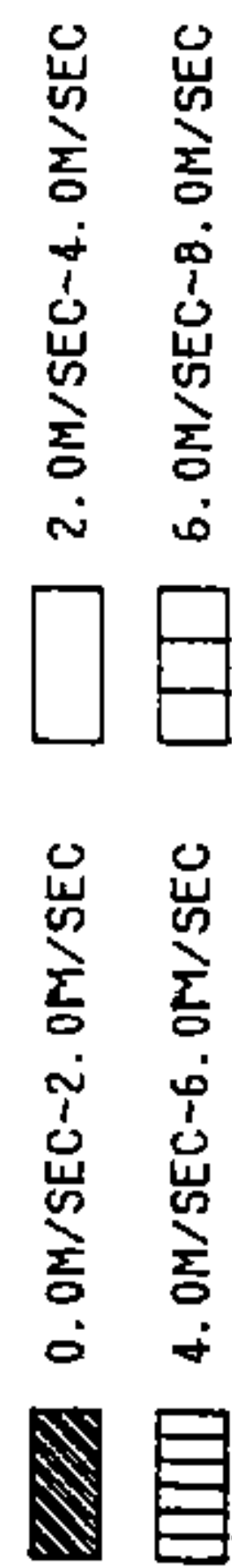
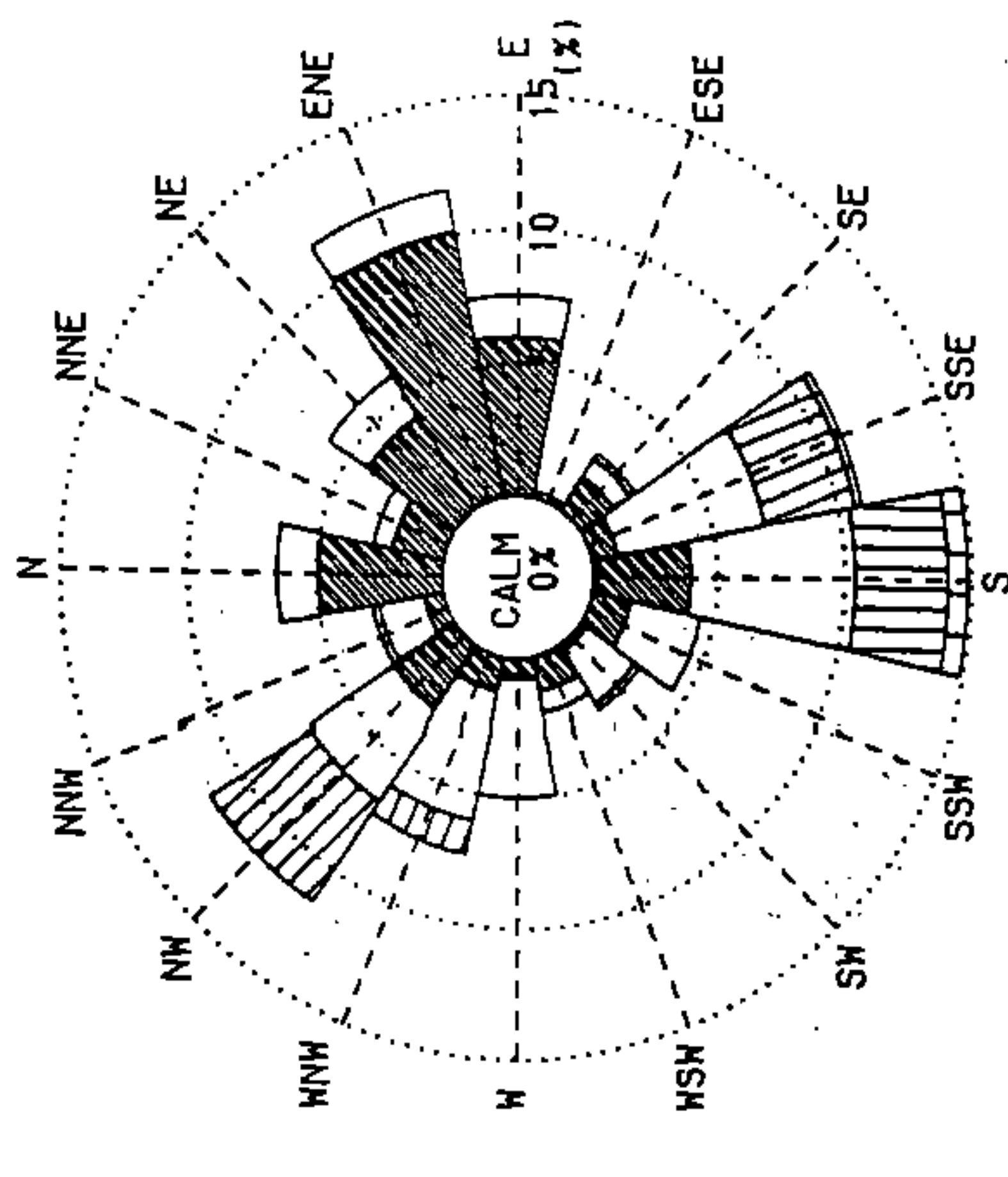


圖6-21 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年6月施測)

WIND ROSE
 POSITION:KSC1
 DATE:07/11/15:00-07/26/13:00 1992



WAVE ROSE
 POSITION:KSC1
 DATE:07/11/15:00-07/26/13:00 1992

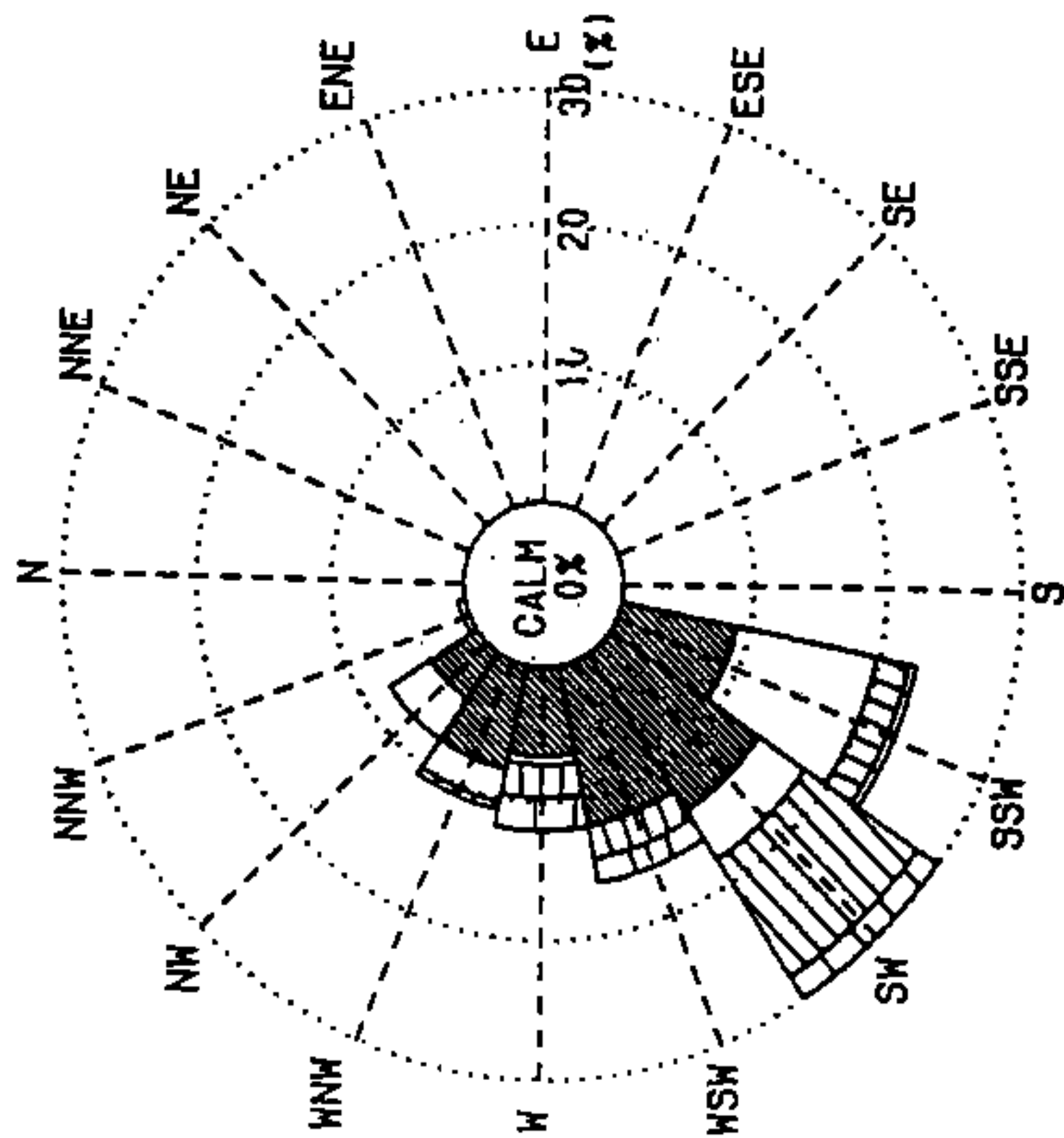
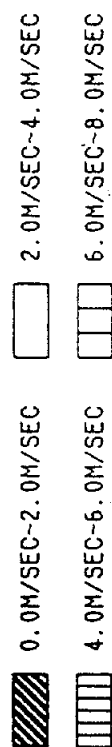
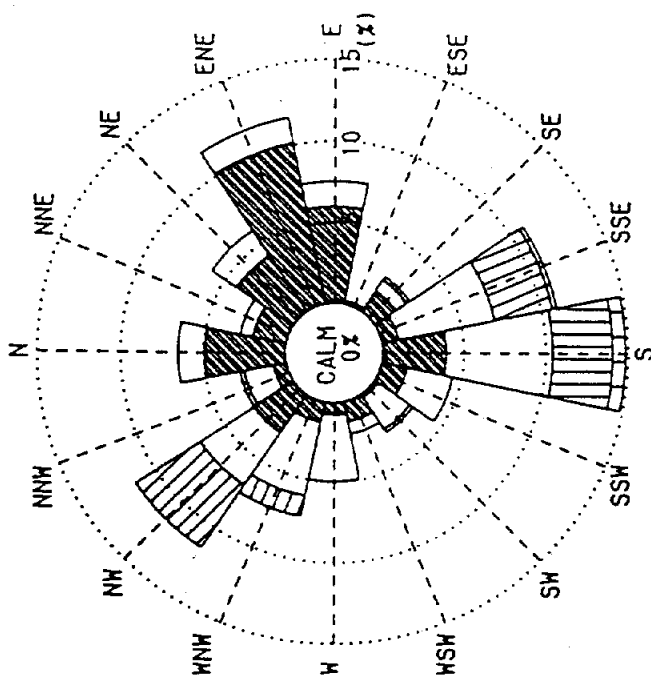


圖6-22 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年7月施測，深海測點)

WIND ROSE
POSITION:KSC2
DATE:07/11/17:00-07/19/13:00 1992



WAVE ROSE
POSITION:KSC2
DATE:07/11/17:00-07/19/13:00 1992

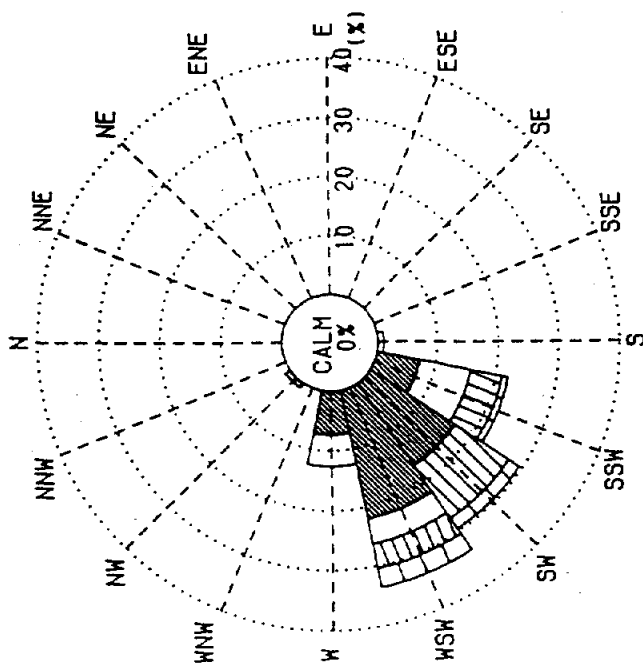
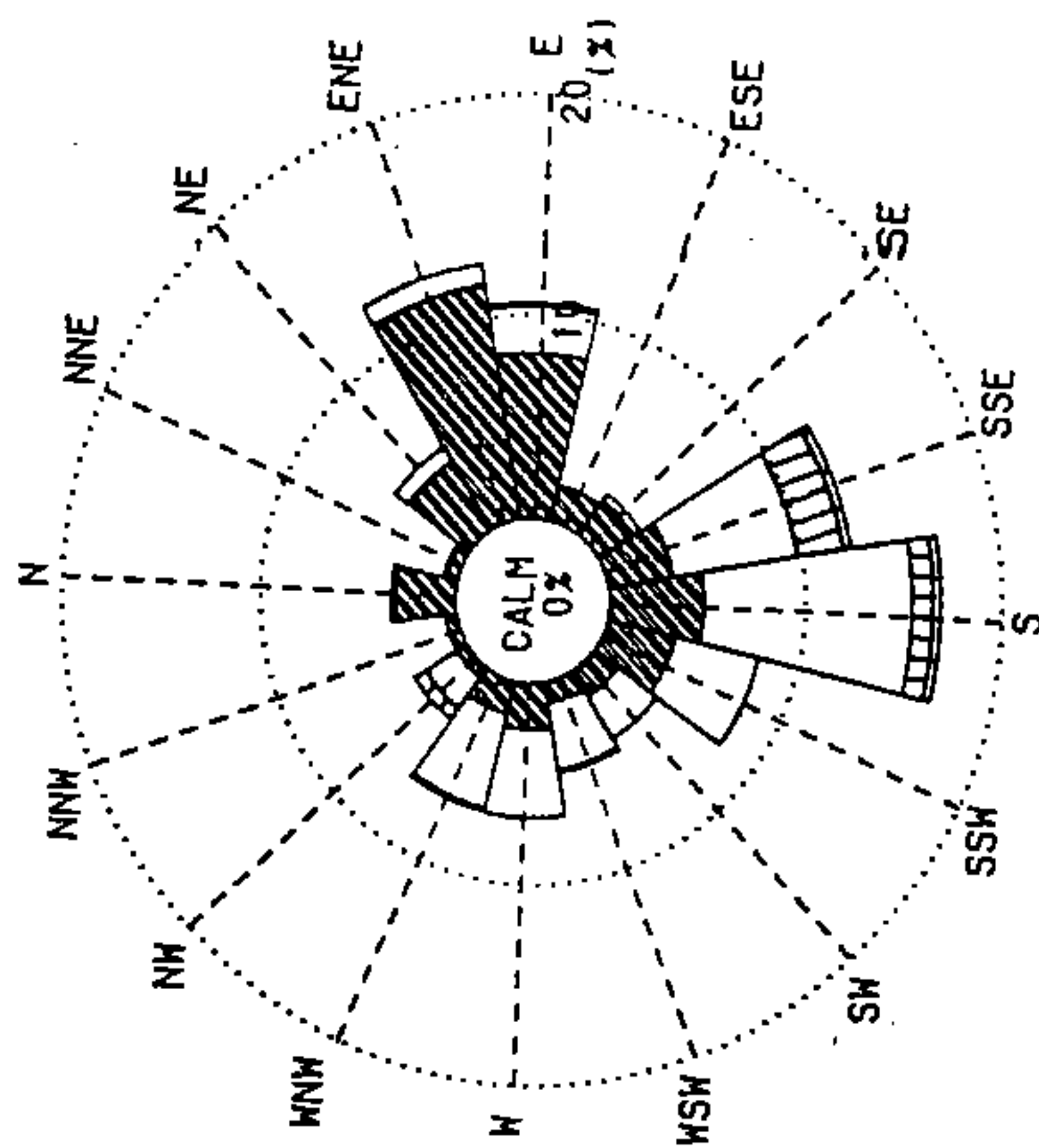


圖6-23 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年7月施測，淺海測點)

WIND ROSE
POSITION: KSC1
DATE: 08/04/13:00-08/23/13:00 1992



WAVE ROSE
POSITION: KSC1
DATE: 08/04/13:00-08/23/13:00 1992

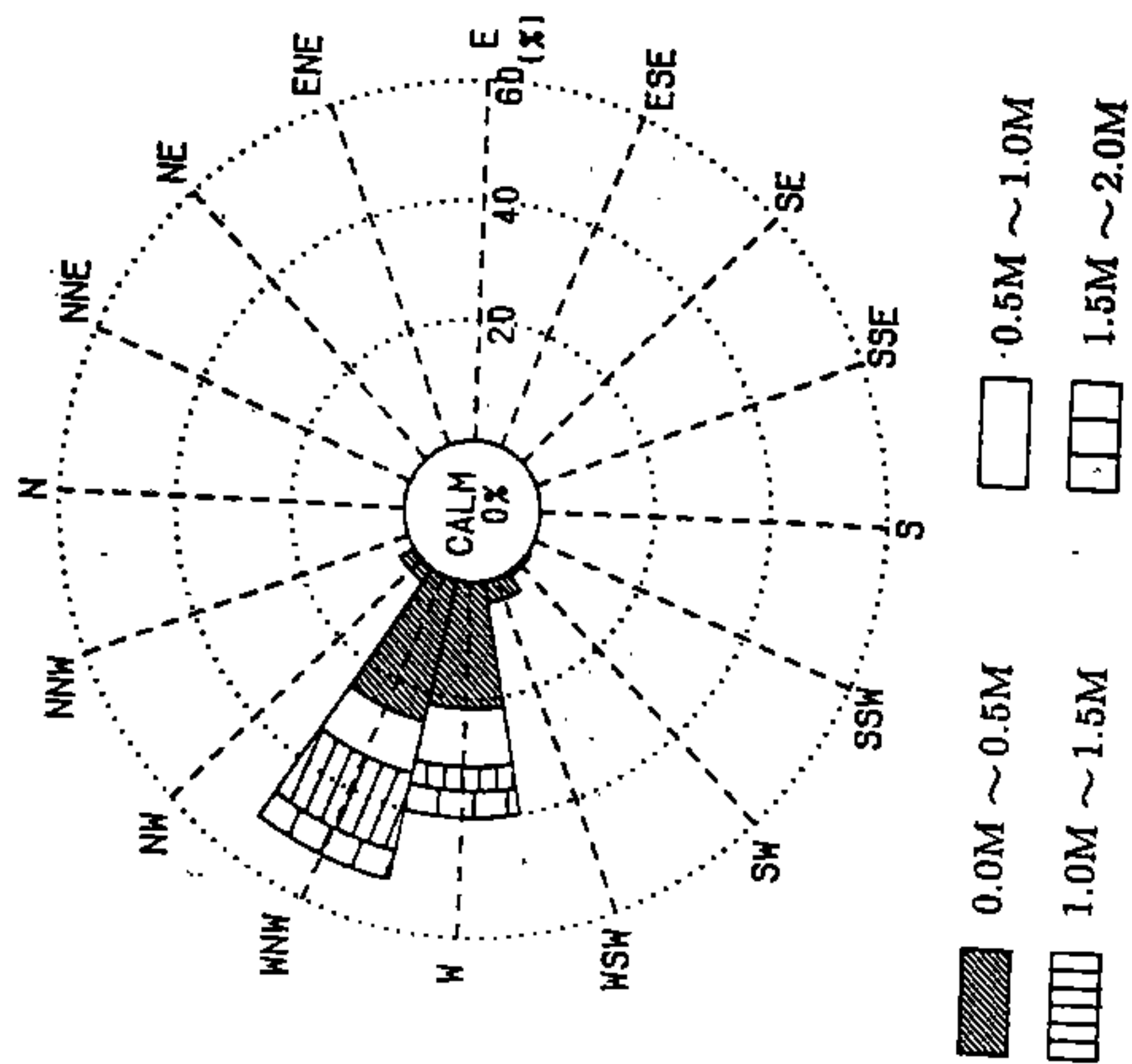
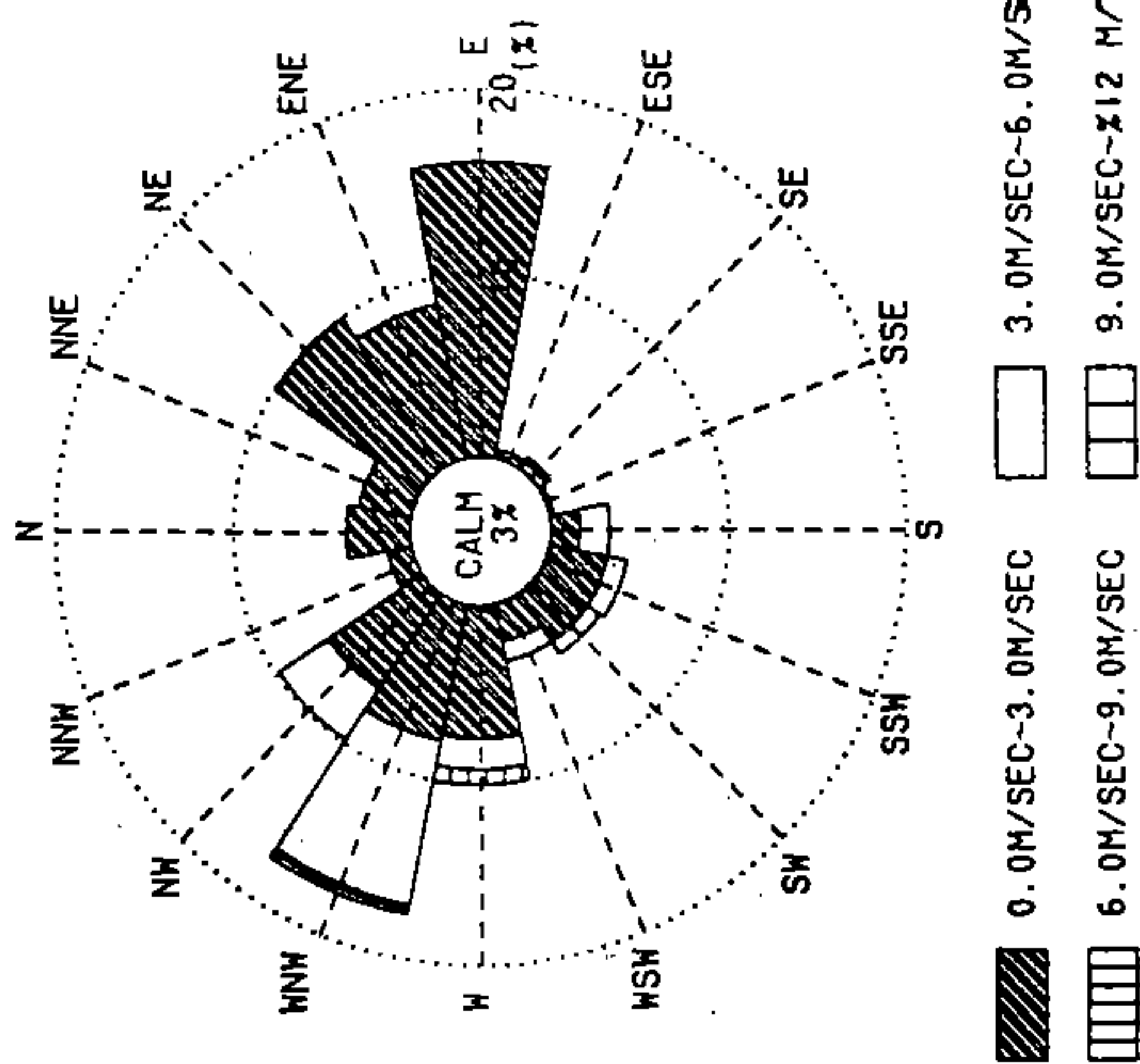


圖6-24 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年8月施測)

WIND ROSE
 POSITION: KSC1
 DATE: 09/10/17:00-09/24/19:00 1992



WAVE ROSE
 POSITION: KSC1
 DATE: 09/10/17:00-09/24/19:00 1992

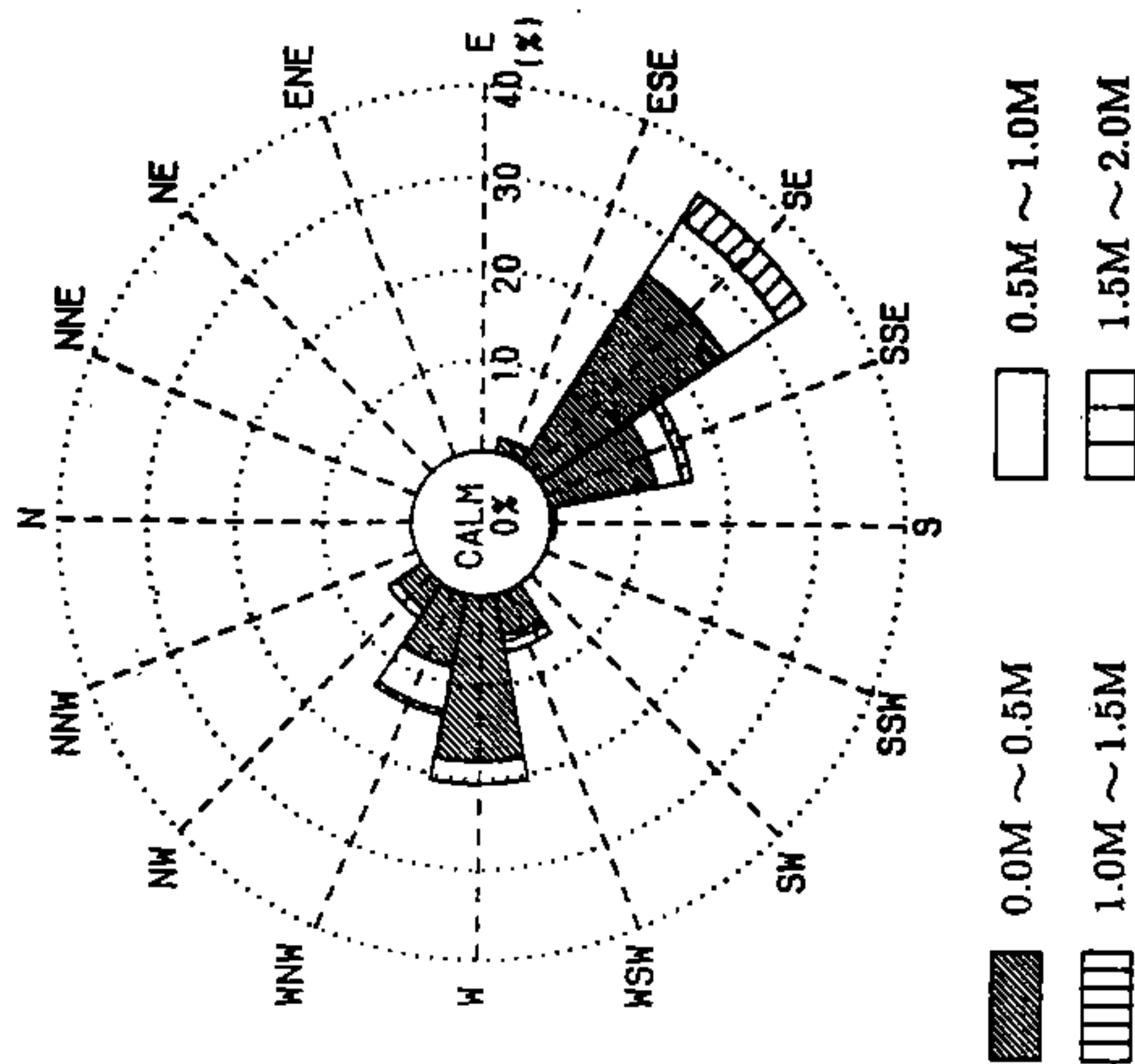
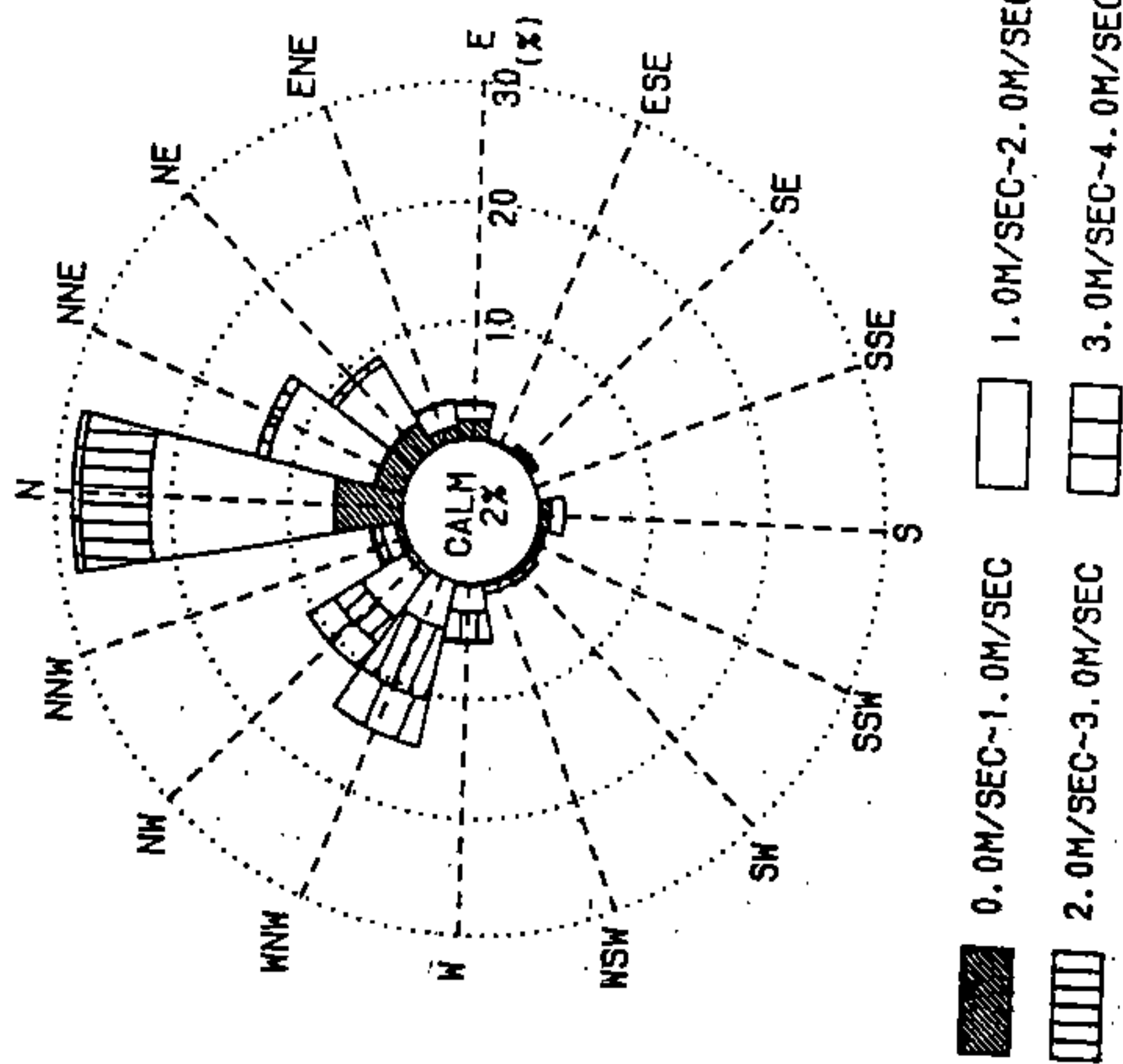


圖6-25 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年9月施測)

WIND ROSE
 POSITION: KSC1
 DATE: 10/15/17:00-10/31/23:00 1992



WAVE ROSE
 POSITION: KSC1
 DATE: 10/15/17:00-10/31/23:00 1992

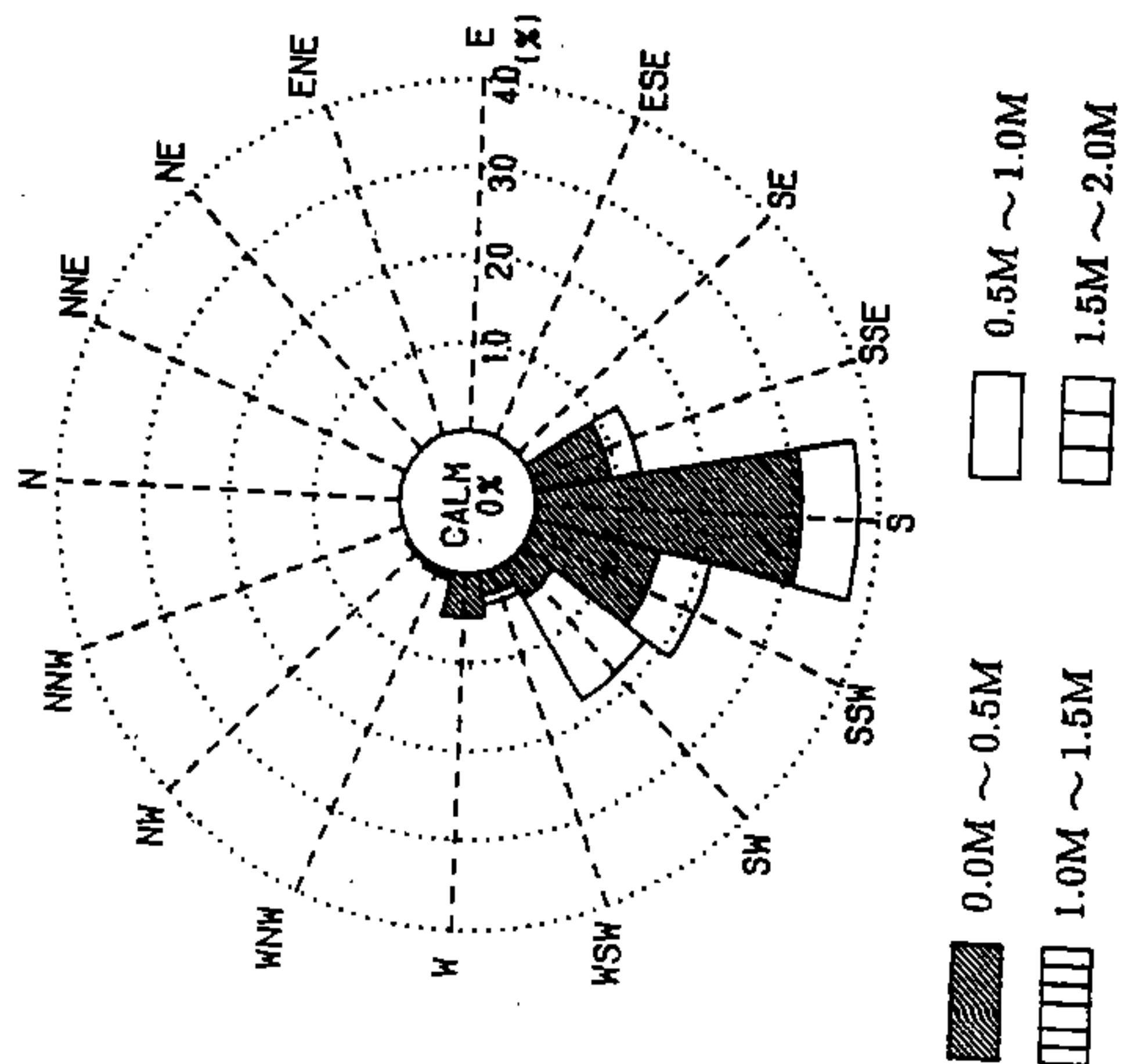
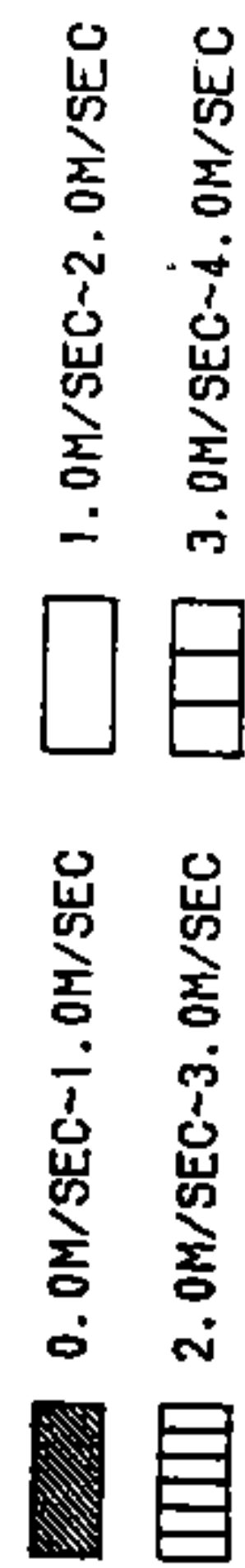
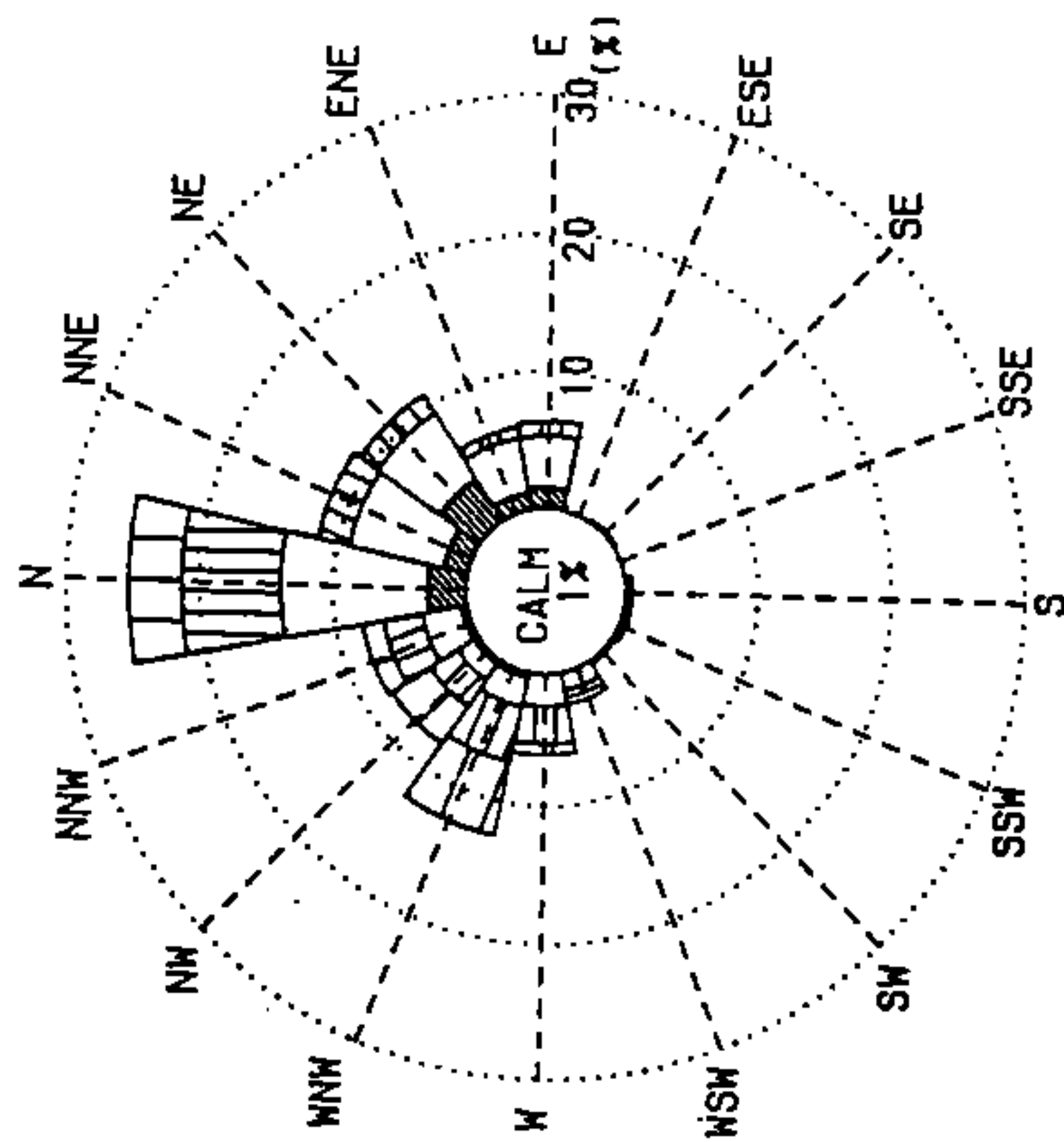


圖6-26 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年10月施測)

WIND ROSE
POSITION: KSC1
DATE: 11/01/01:00-11/17/13:00 1992



WAVE ROSE
POSITION: KSC1
DATE: 11/01/01:00-11/17/13:00 1992

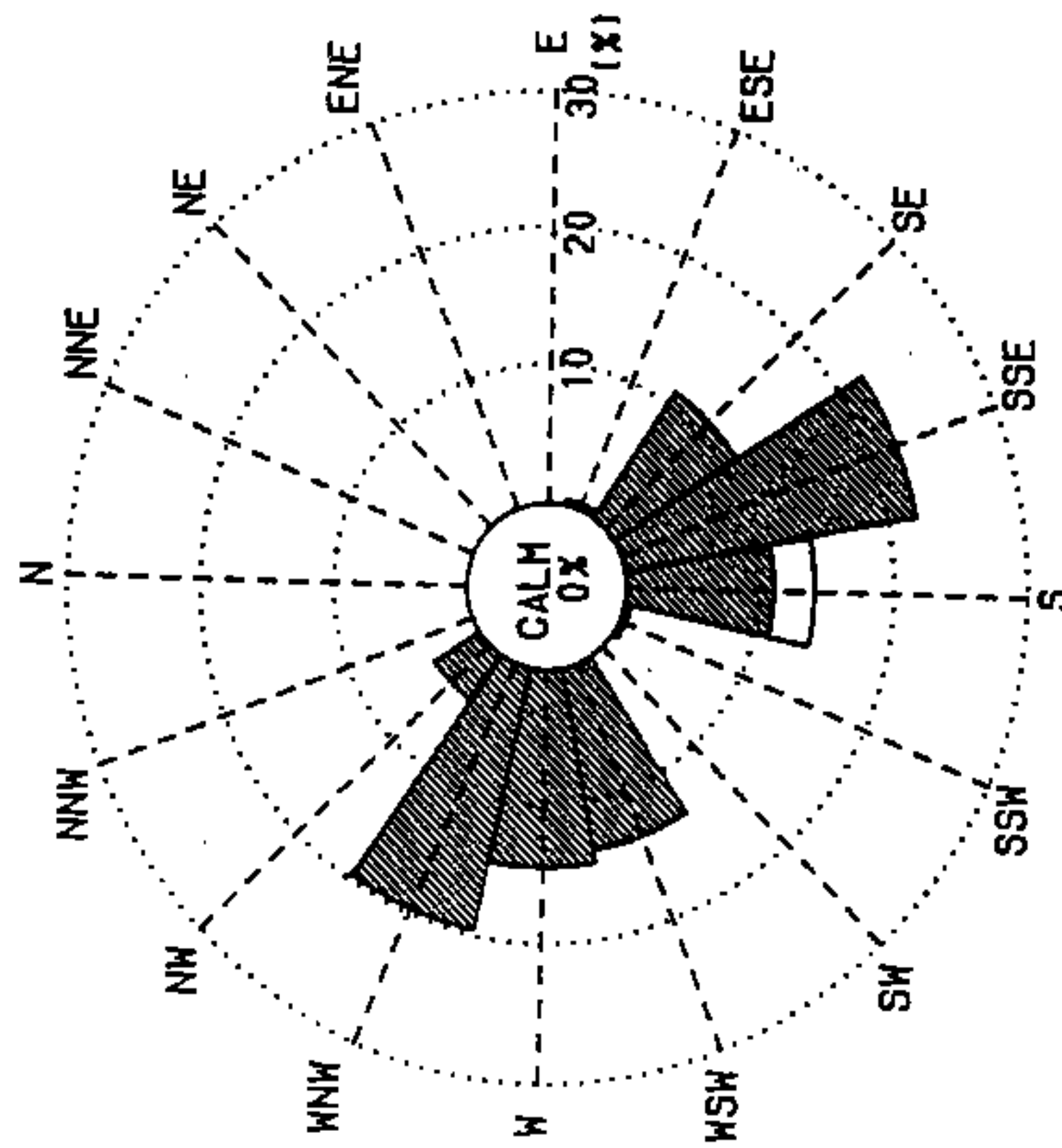
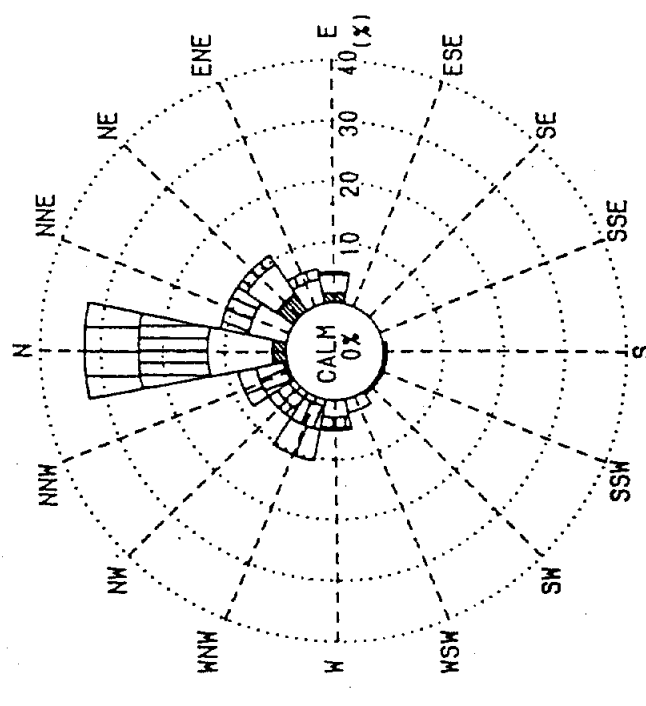


圖6-27 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年11月施測，深海測點)

WIND ROSE
POSITION: KSC2
DATE: 11/08/15:00-11/16/13:00 1992



WAVE ROSE
POSITION: KSC2
DATE: 11/08/15:00-11/14/13:00 1992

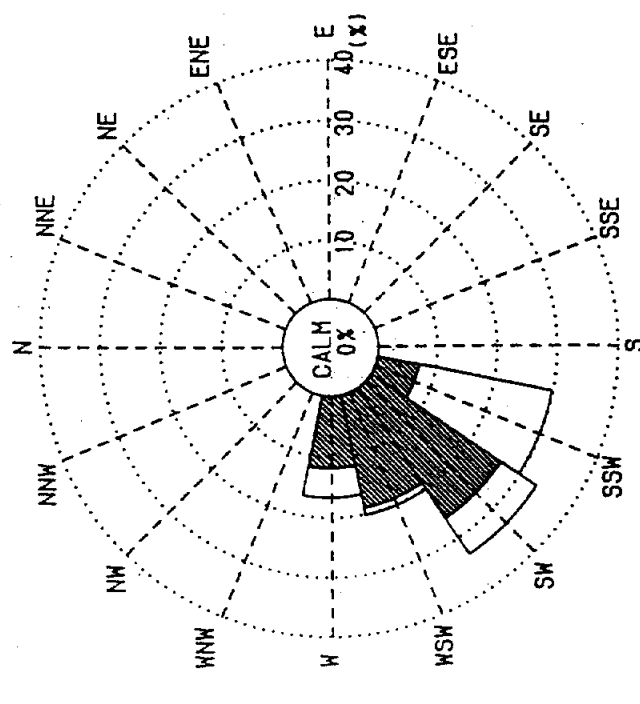
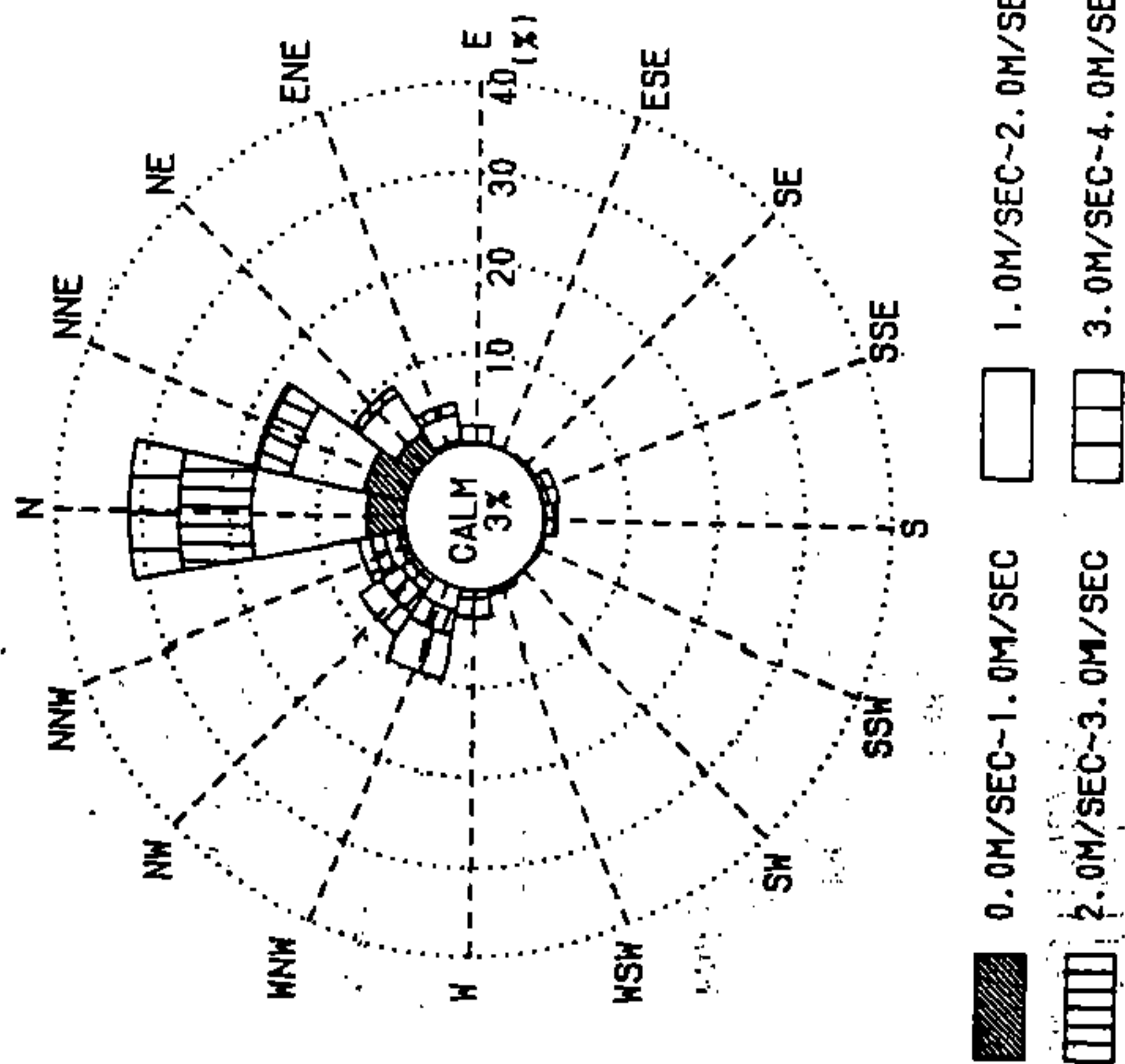


圖6-28 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年11月施測，淺海測點)

WIND ROSE
 POSITION: KSC1
 DATE: 12/11/11:00-12/31/23:00 1992



WAVE ROSE
 POSITION: KSC1
 DATE: 12/11/11:00-12/31/23:00 1992

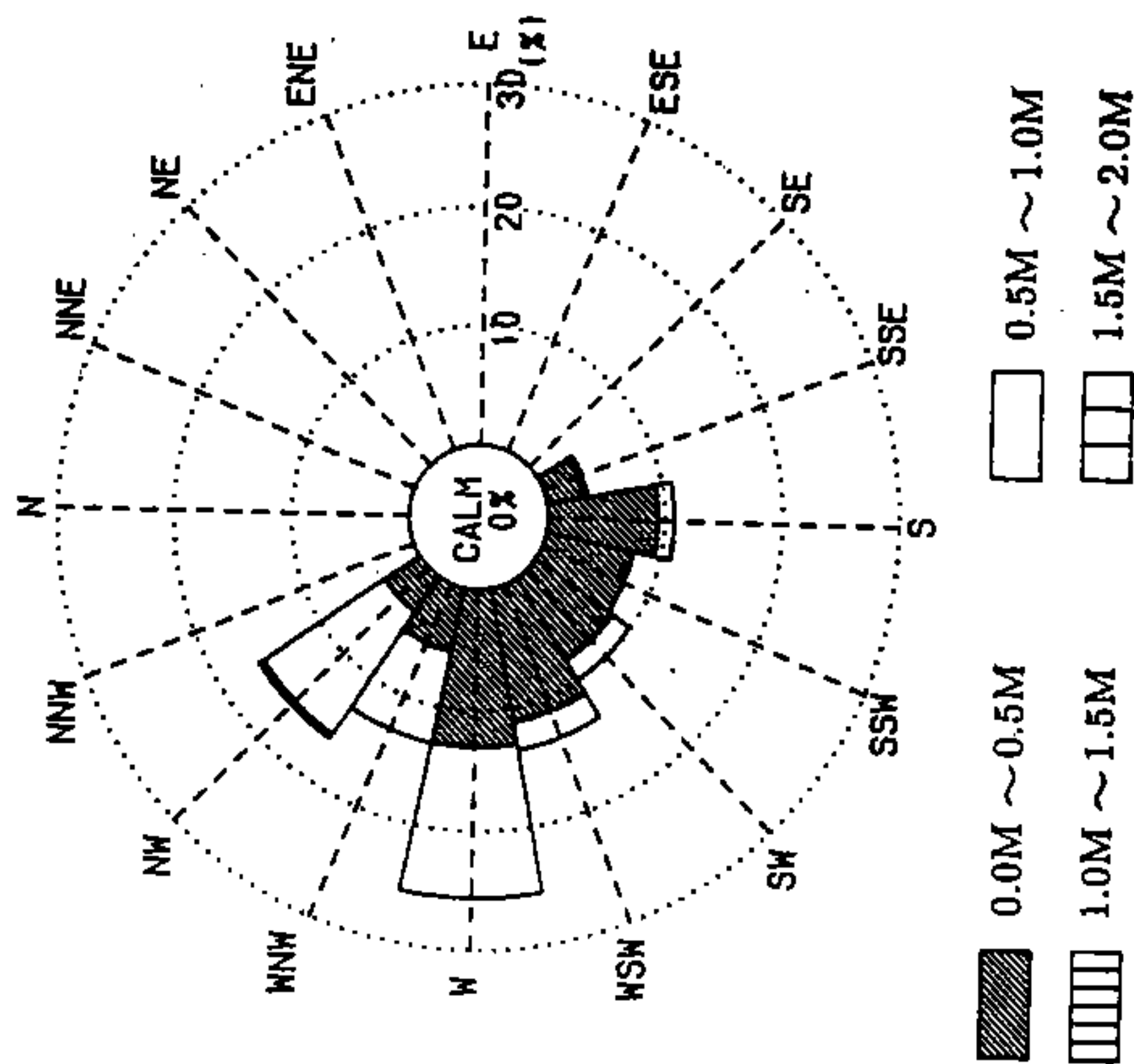
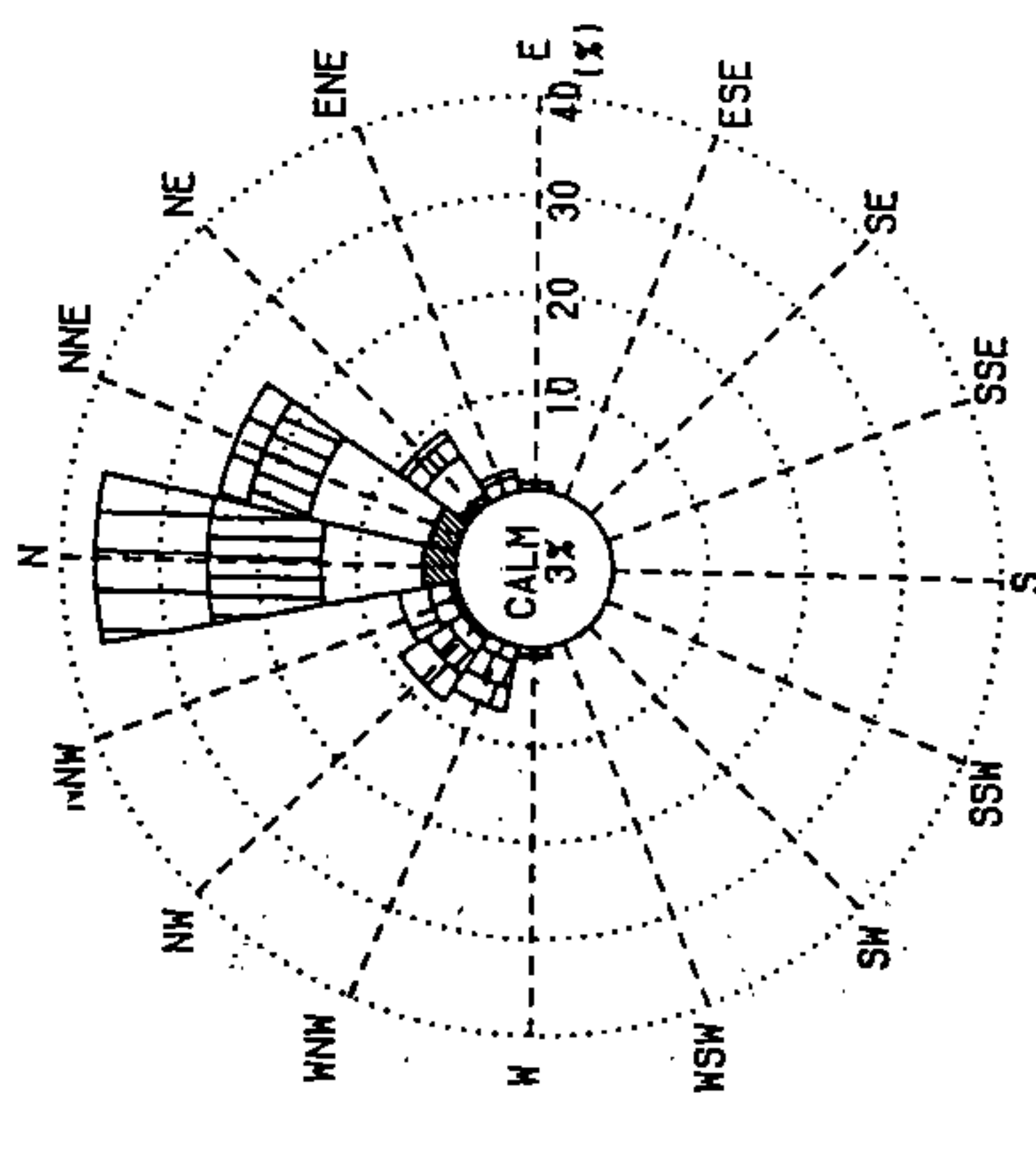


圖6-29 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年12月施測)

WIND ROSE
 POSITION: KSC1
 DATE: 01/01/01:00-01/31/23:00 1993



WAVE ROSE
 POSITION: KSC1
 DATE: 01/01/01:00-01/31/23:00 1993

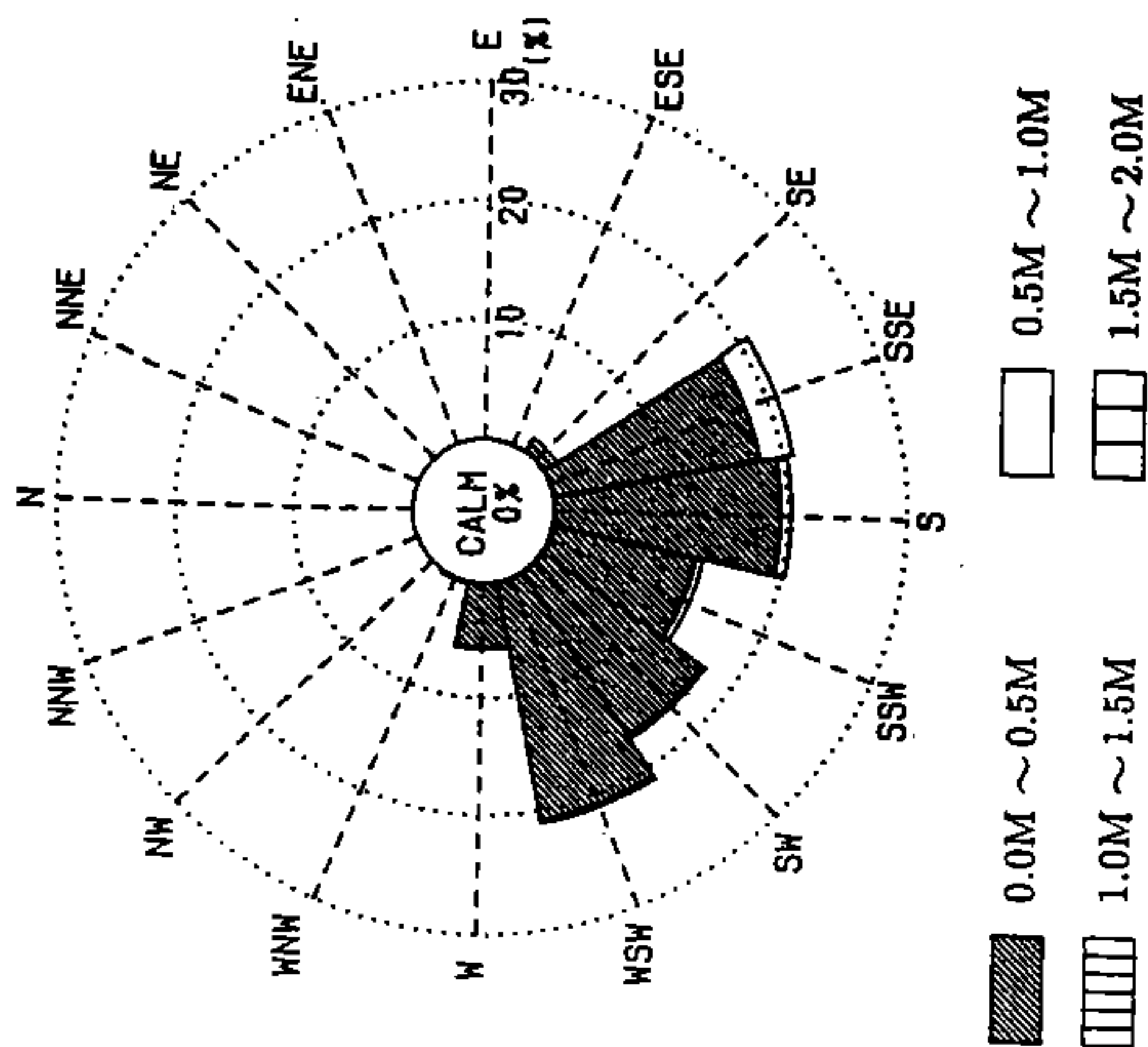
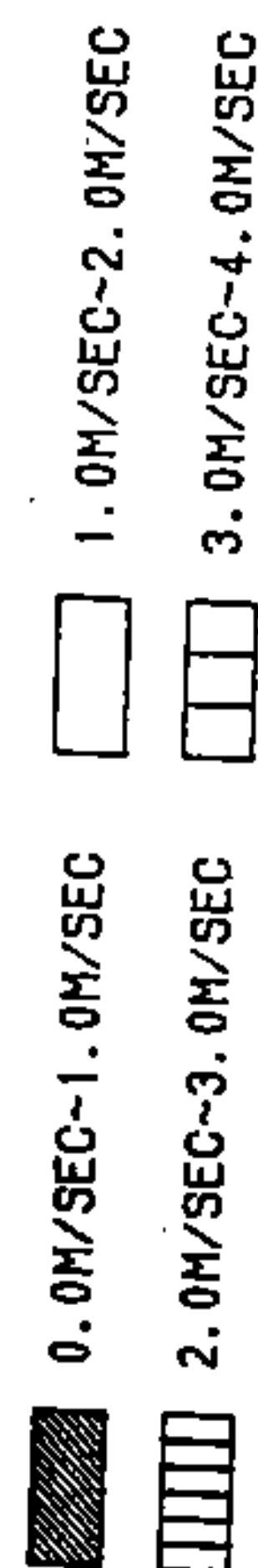
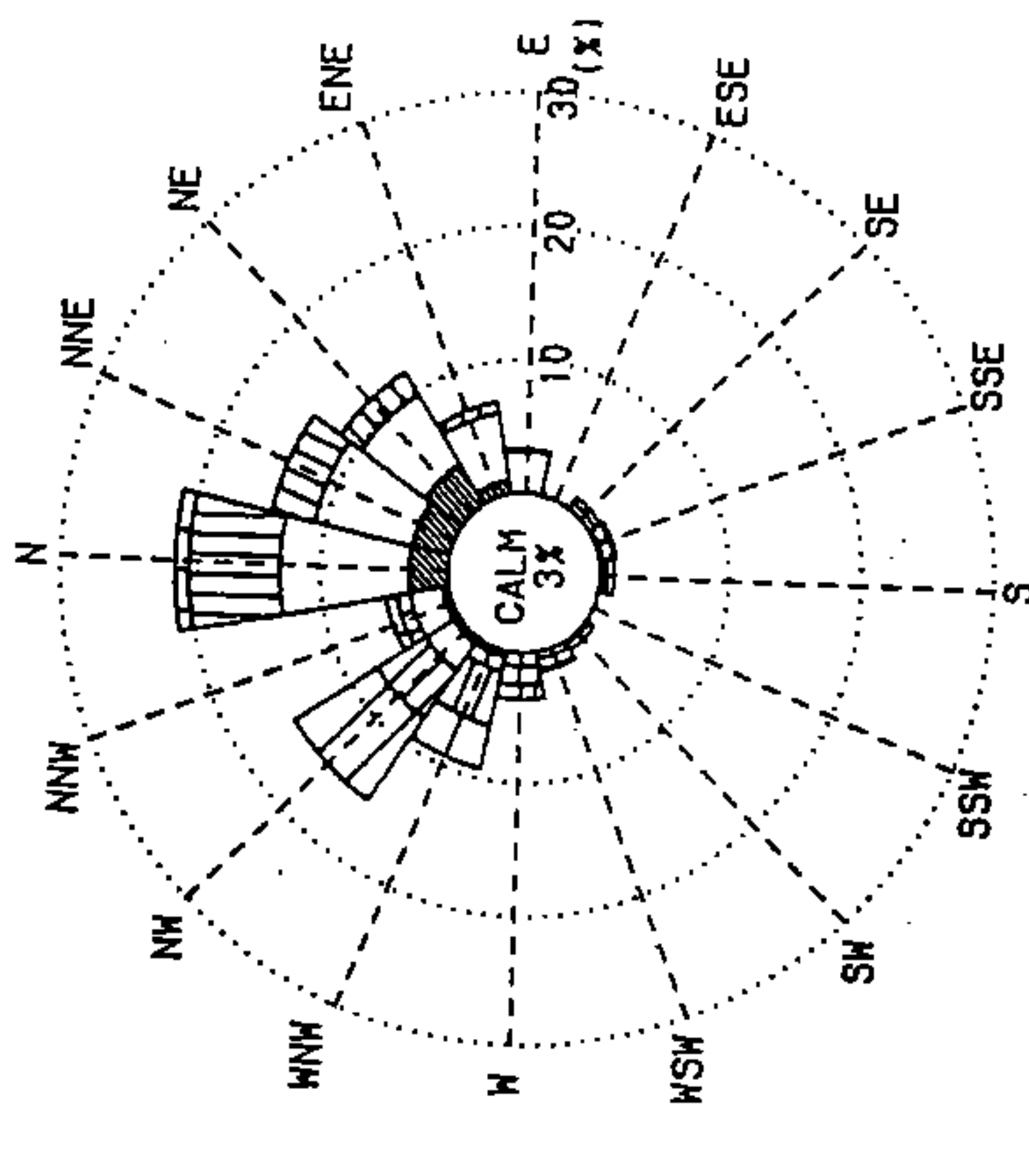


圖6-30 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(82年1月施測)

WIND ROSE
POSITION:KSC1
DATE:02/01/01:00-02/16/13:00 1993



WAVE ROSE
POSITION:KSC1
DATE:02/01/01:00-02/16/13:00 1993

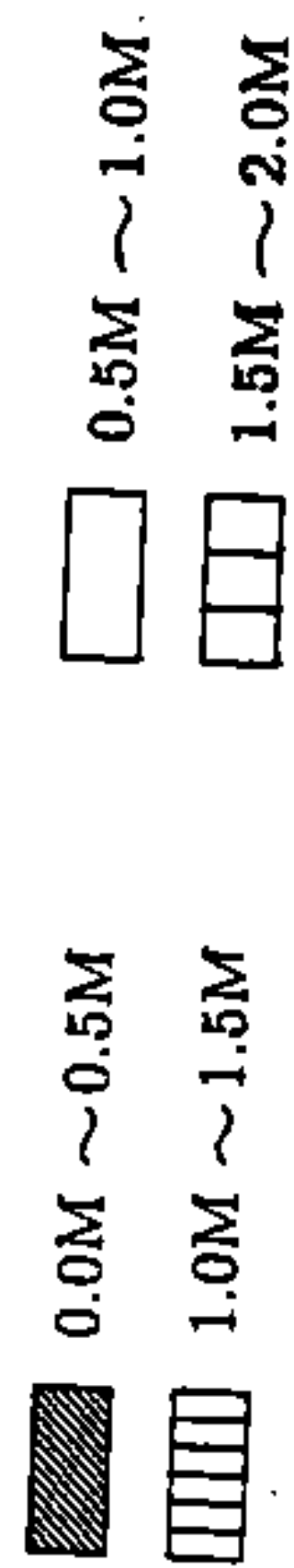
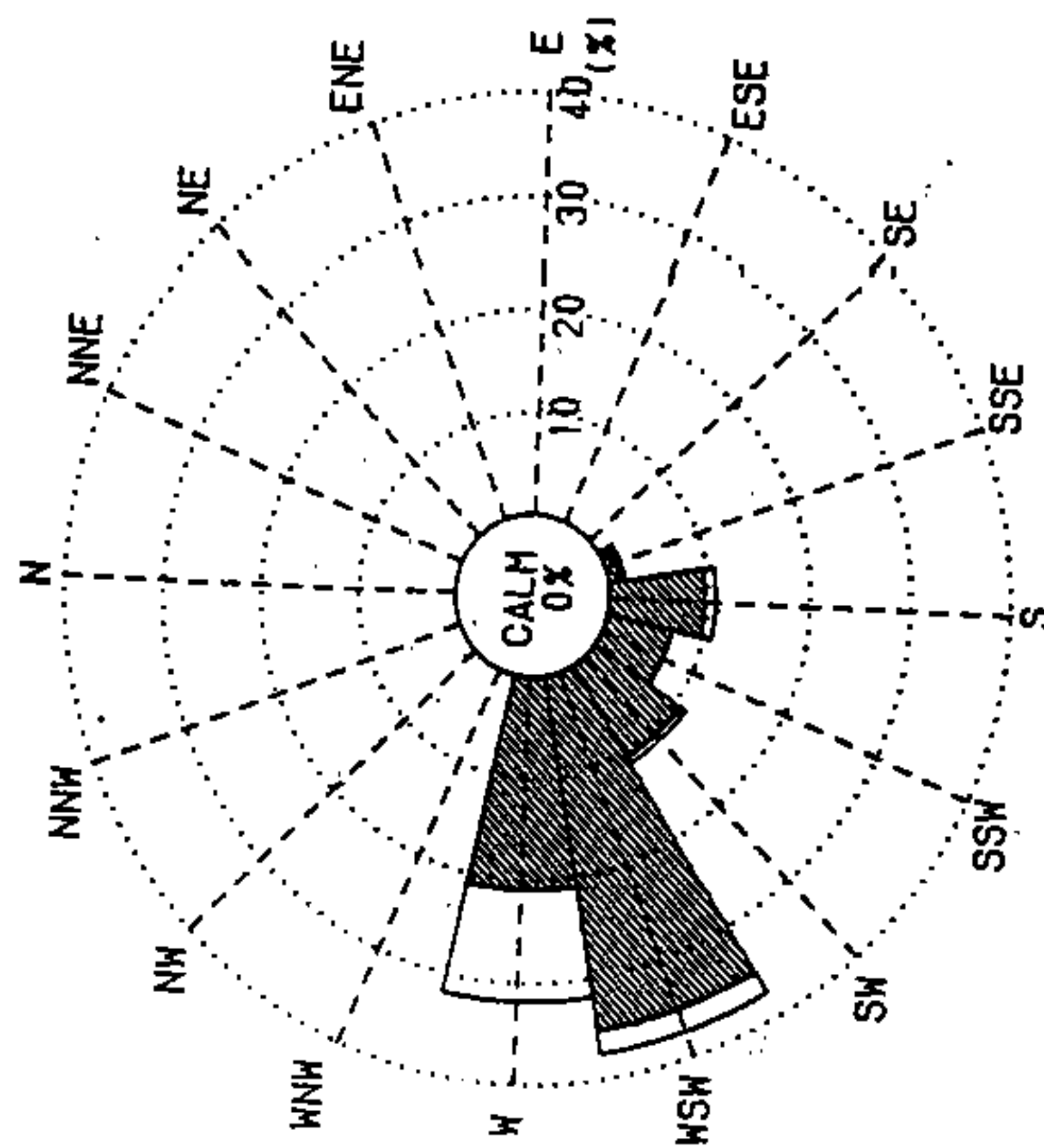


圖6-31 風玫瑰圖與波浪玫瑰圖(81年2月施測)

表6.17 有義波高、週期與波向之發生機率統計表

KSC1 全部施測記錄										
波高 ($H_{\frac{1}{3}}$)										Total Record : 2396
unit:(m)										
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	Total
週 期 (秒)	0-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6-8	363	20	0	2	0	0	0	0	385
	8-10	1318	205	70	28	4	1	0	0	1626
	10-12	218	79	10	4	10	2	0	0	323
	12 以上	55	7	0	0	0	0	0	0	62
	Total	1954	311	80	34	14	3	0	0	2396

KSC1 全部施測記錄										
波高 ($H_{\frac{1}{3}}$)										Total Record : 2396
unit:(m)										
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	Total
波 向	N	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	NNE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ESE	6	0	0	0	0	0	0	0	6
	SE	88	7	7	0	0	0	0	0	102
	SSE	175	31	0	0	0	0	0	0	206
	S	245	24	0	0	0	0	0	0	269
	SSW	218	32	2	0	0	0	0	0	252
	SW	278	41	17	2	0	0	0	0	338
	WSW	304	12	5	7	6	3	0	0	337
	W	311	74	14	14	5	0	0	0	418
	WNW	227	53	34	11	3	0	0	0	328
	NW	93	35	1	0	0	0	0	0	129
	NNW	8	2	0	0	0	0	0	0	10
	Total	1954	311	80	34	14	3	0	0	2396

表6.18 有義波高、週期與波向之發生機率統計表

KSC2 全部施測記錄										Total Record : 178
波高 ($H_{\frac{1}{3}}$)										unit:(m)
0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 Total										
週 期 (秒)	0-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4-6	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	6-8	53	19	0	0	0	0	0	0	72
	8-10	47	27	18	4	0	0	0	0	96
	10-12	3	0	1	3	0	0	0	0	7
	12 以上	1	1	0	0	0	0	0	0	2
	Total	105	47	19	7	0	0	0	0	178

第七章 台東港址海、氣象分析

成功廠址佔於台東縣成功鎮忠孝里小港（成功澳）北側，南距台東市52公里，距成功鎮中心 7公里，距三仙台特定風景區 4公里，北鄰石雨傘遊憩據點，廠址佔置如圖 7-1所示。

7.1 氣象

距計畫最近之氣象測站為中央氣象局新港測站，該測站資料予以彙整分析如下：

7.1.1 風

新港測站各月份及全年風玫瑰圖，如圖 7-2所示。各月平均風速及最大風速如圖 7-3所示，各月平均風速變化不大，約介於3~6m/sec，最大風速38.0m/sec，發生於九月，主為颱風所形成。圖 7-4示各月份風速大於10m/sec之強風日數。

7.1.2 降雨

本區平均月降雨量變化情形如圖 7-5所示，平均年降雨量約在2250公厘所左右，最大月平均降雨量達 375.0公厘，發生於六月。圖 7-6示各月份降雨日數，全年降雨日數達 183 天。

7.1.3 氣壓

本區平均氣壓、最高氣壓、最低氣壓月變化情形如圖 7-7所示，其中最高月平均氣壓為1014.9mb，發生於十二月，最高氣壓為1028.4mb，發生於二月。最低月平均氣壓為1001.2mb，發生於七月，最低氣壓為 962.2mb，發生於七月。

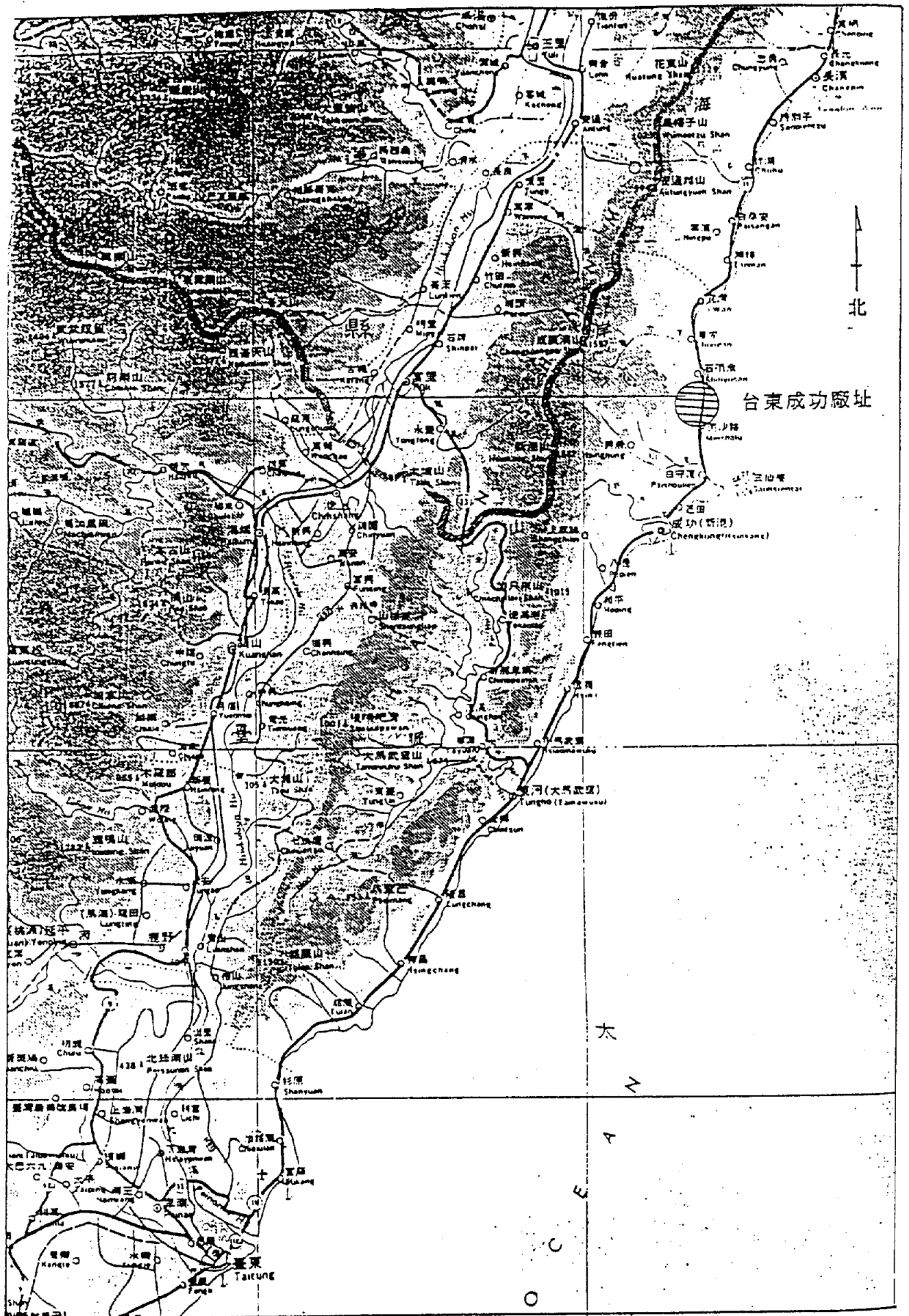


圖7-1 台東成功廠址位置圖

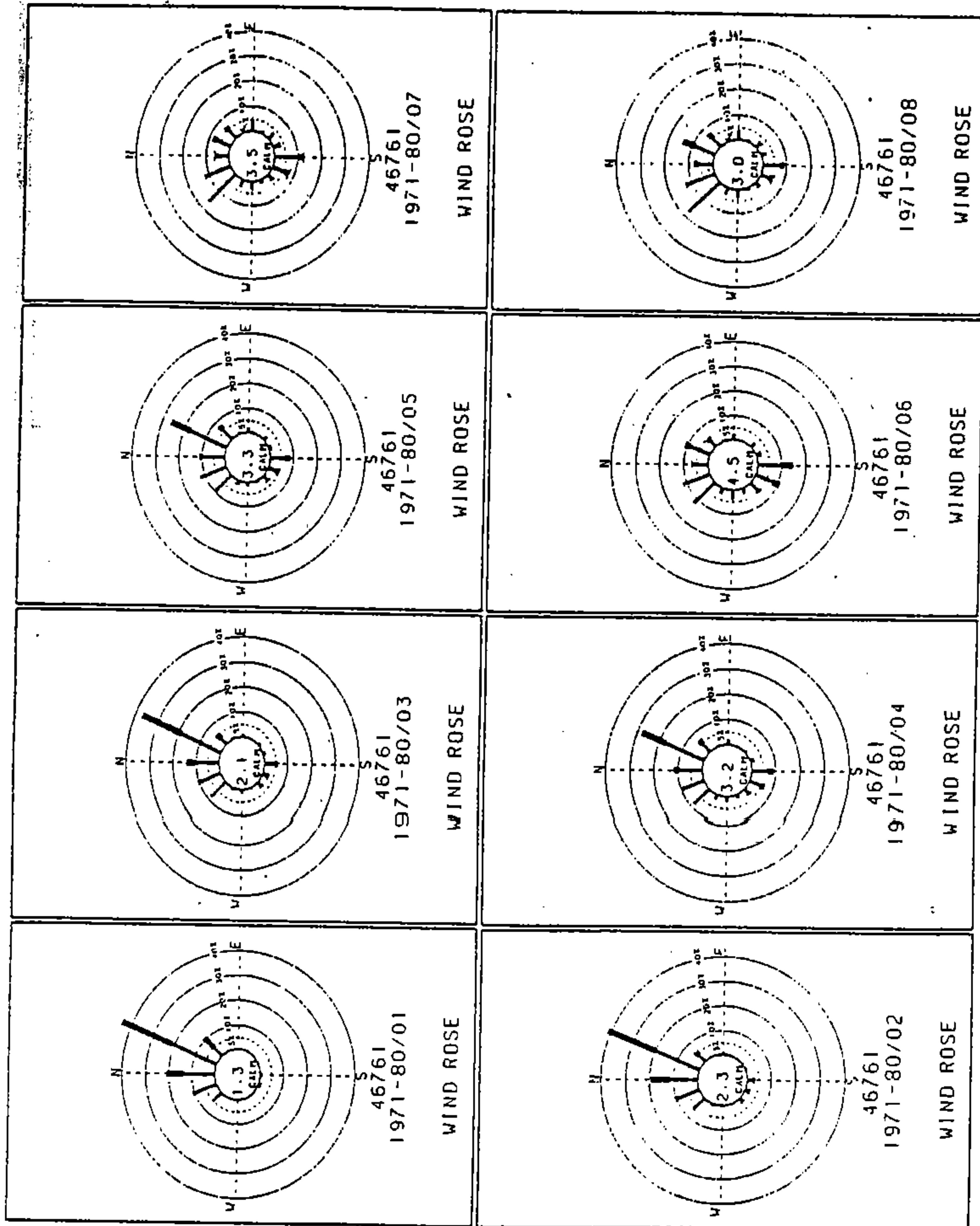
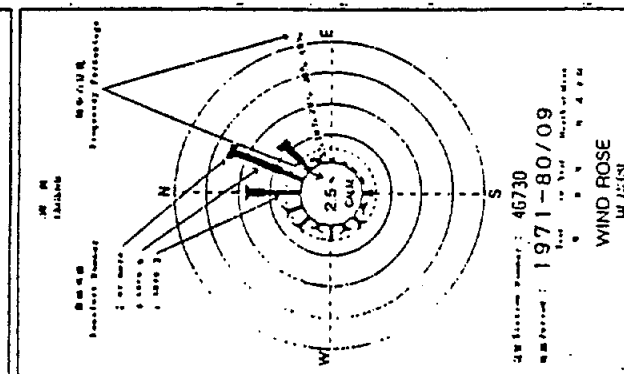
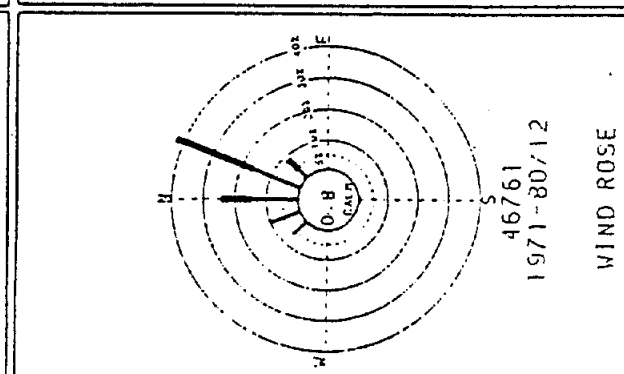
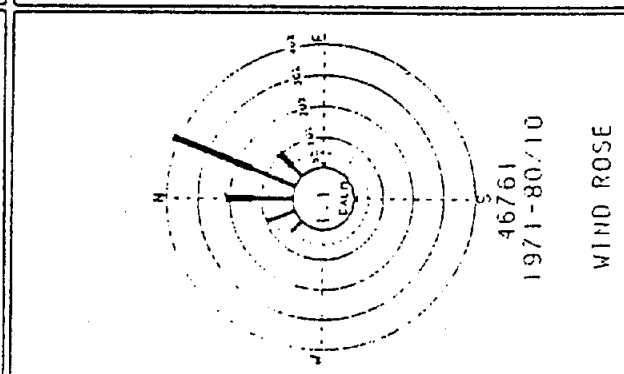
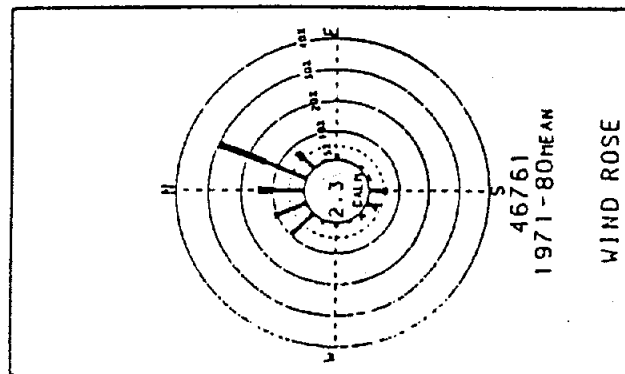
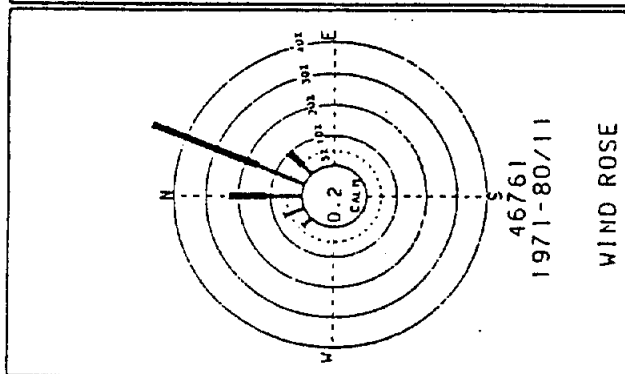
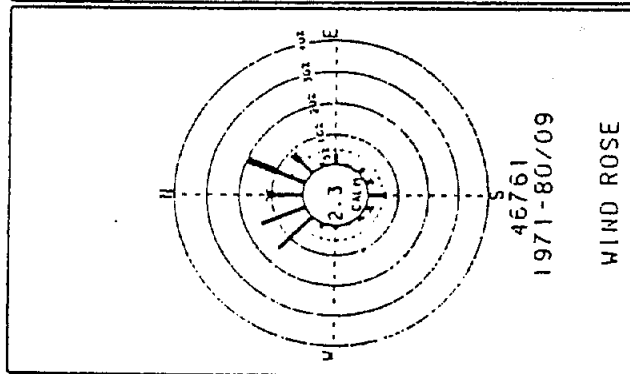


圖7-2 新港測站風玫瑰圖



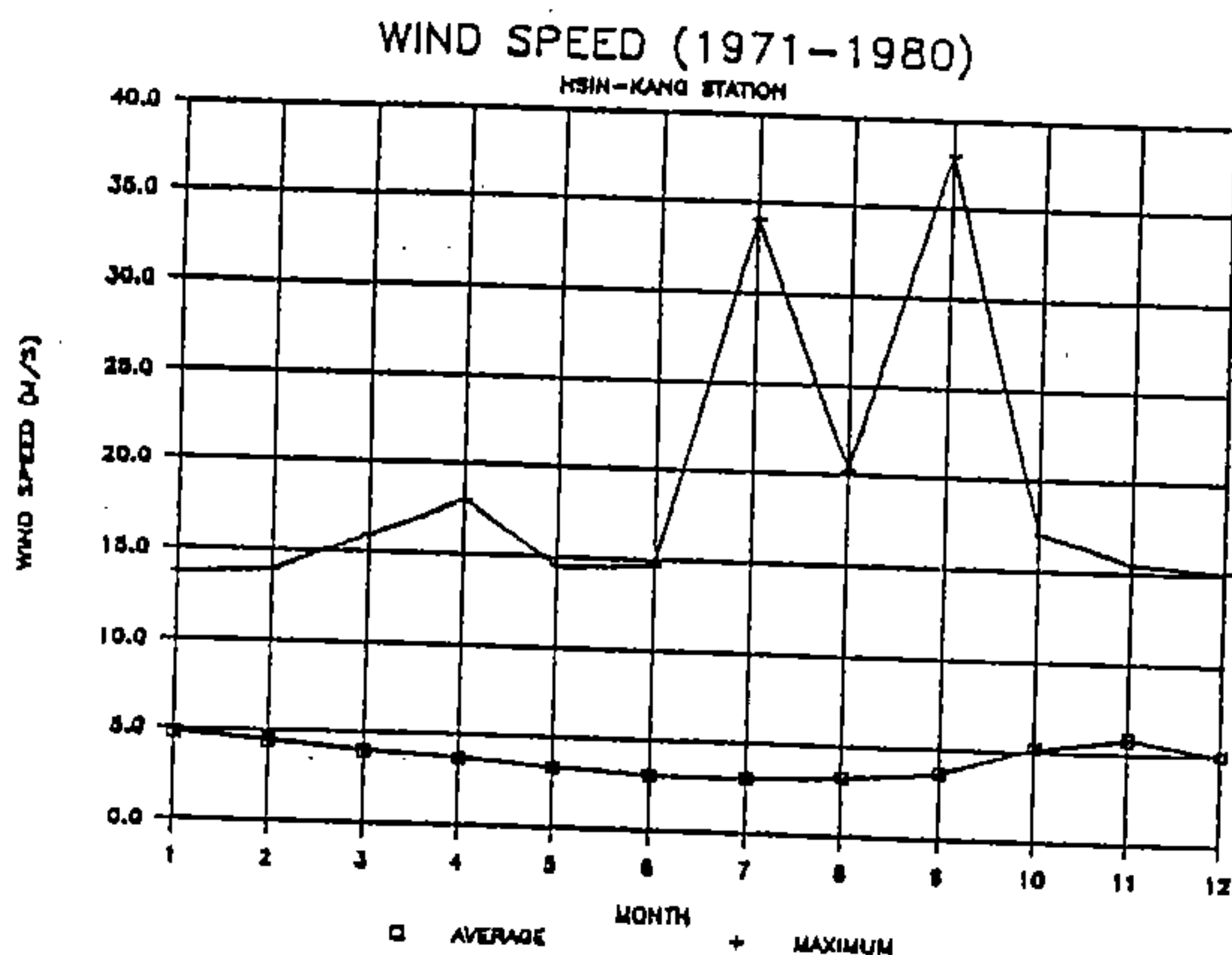


圖7-3 新港測站各月平均風速及最大風速

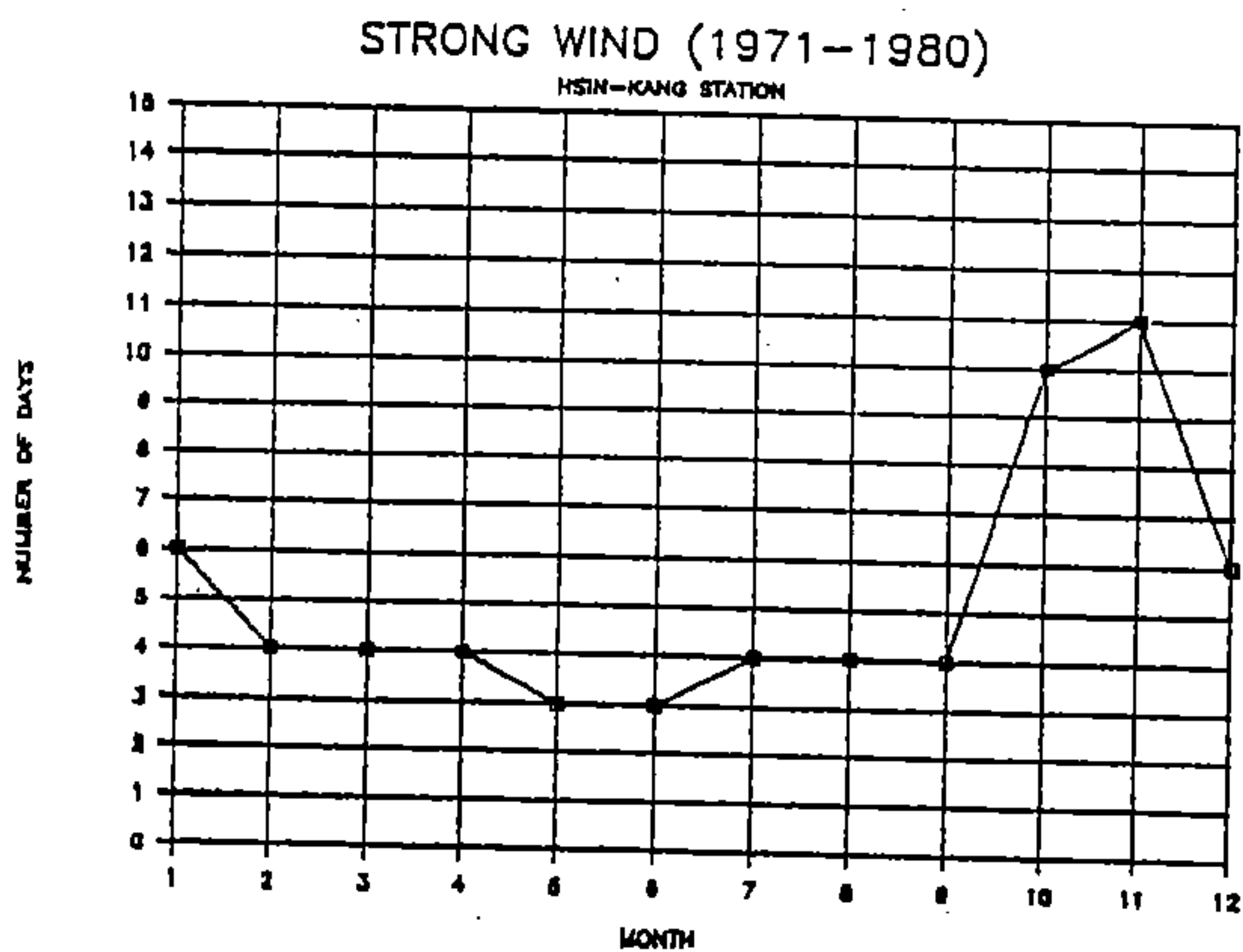


圖7-4 新港測站各月強風日數

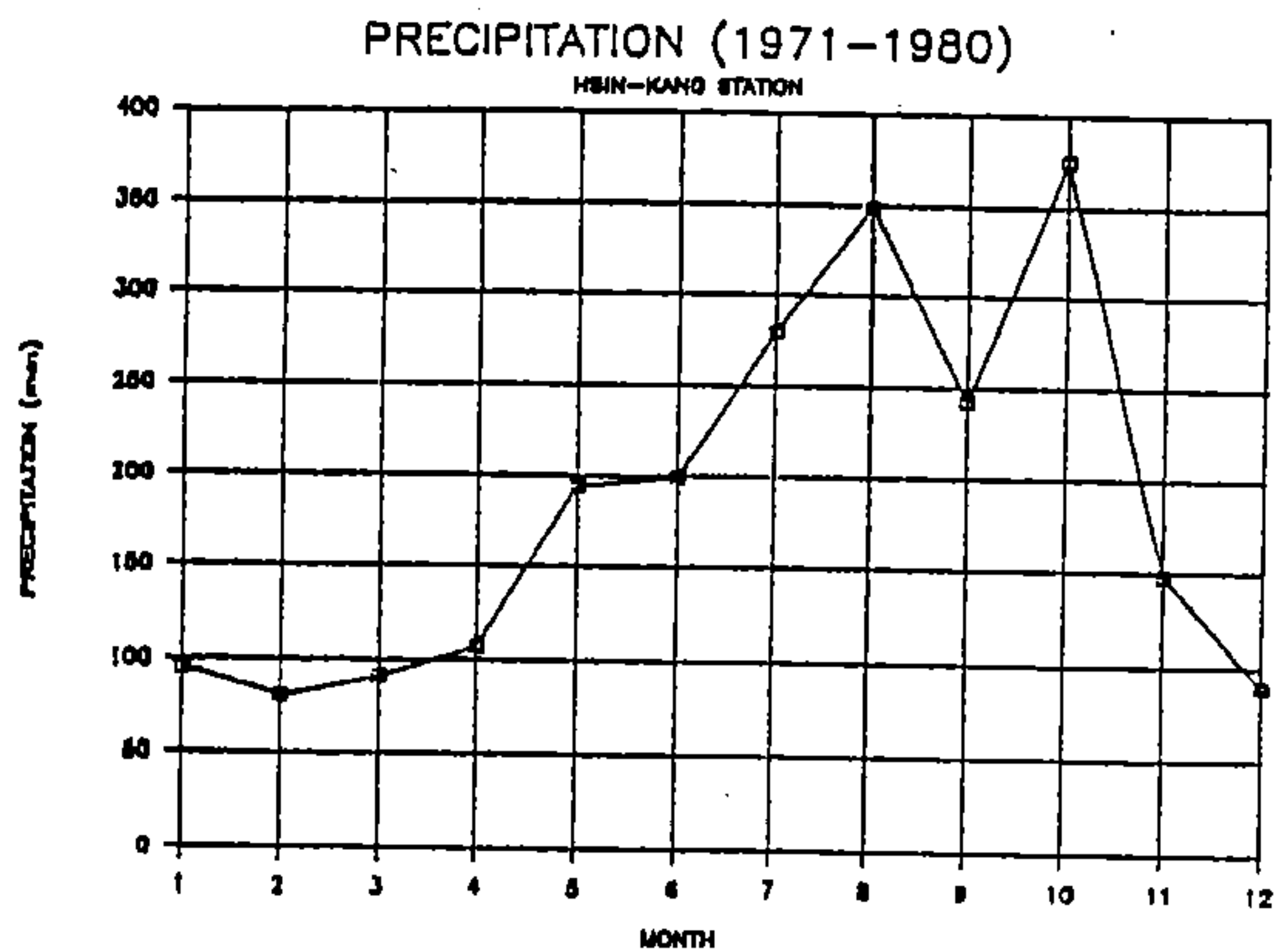


圖7-5 新港測站各月降雨量

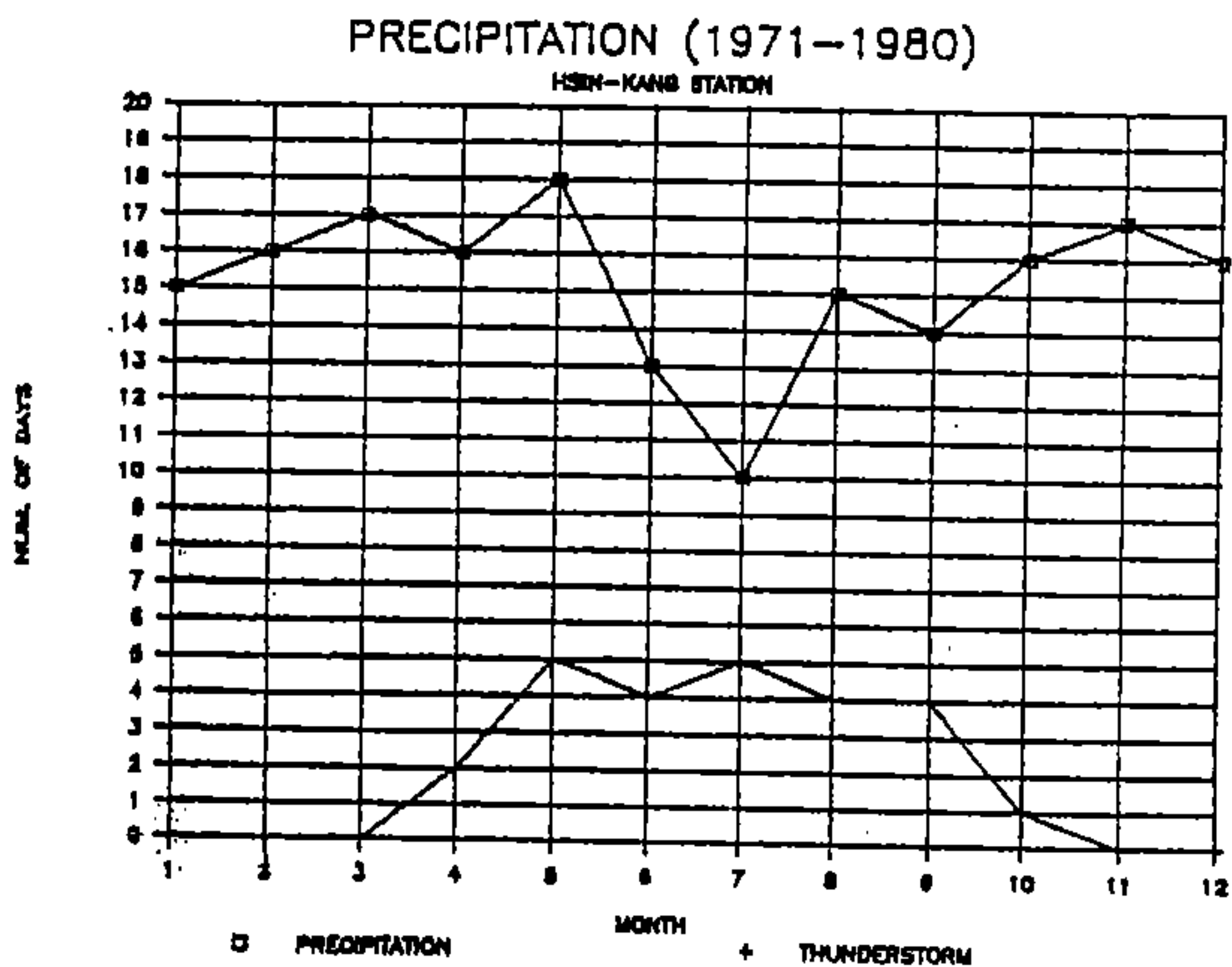


圖7-6 新港測站各月降雨日數

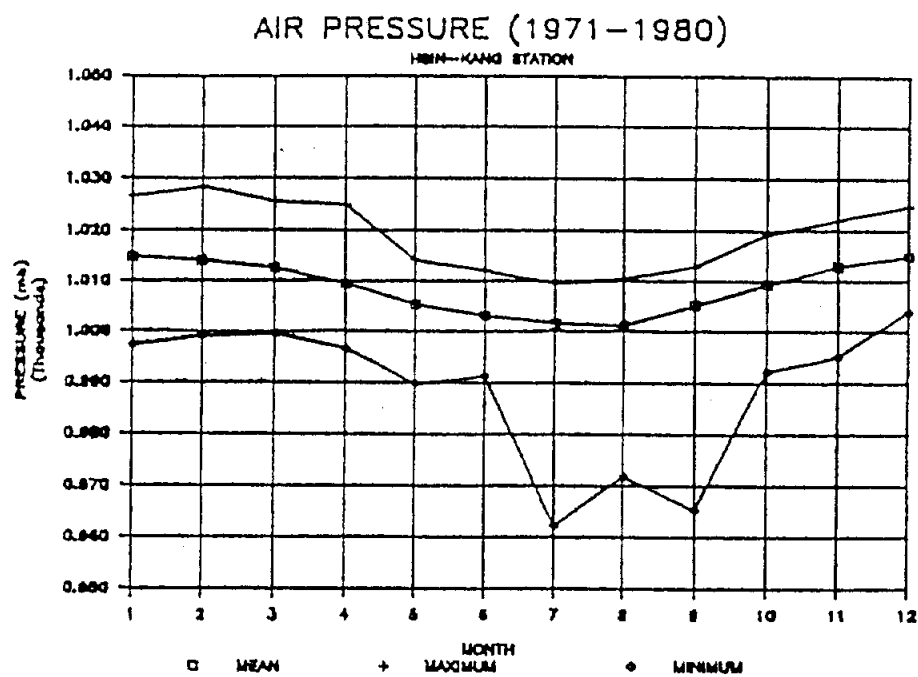


圖7-7 新港測站各月氣壓變化圖

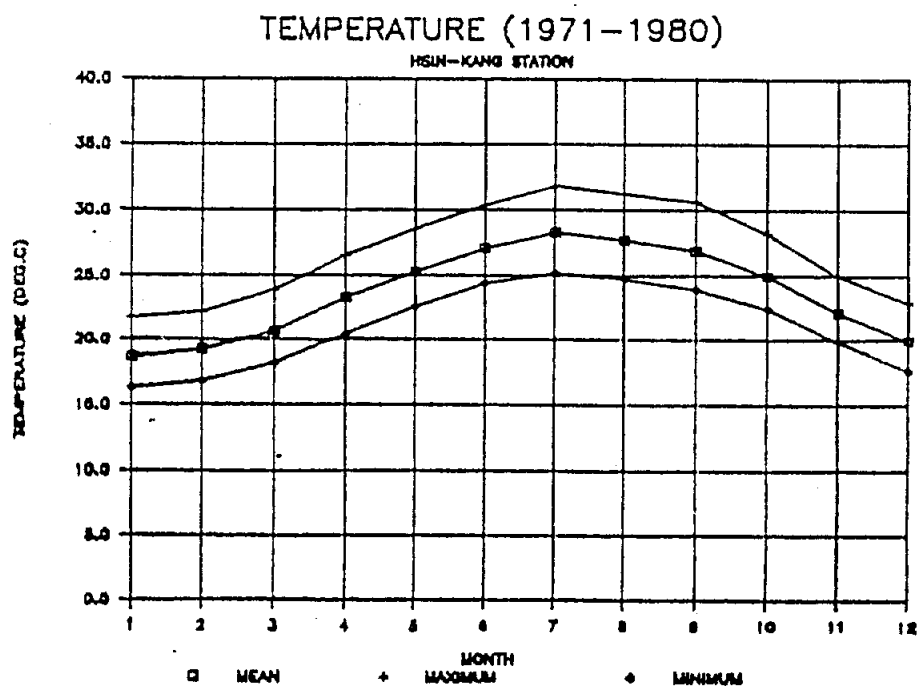


圖7-8 新港測站各月氣溫變化圖

7.1.4 氣溫

本區平均氣溫、平均最高氣溫、平均最低氣溫月變化情形如圖 7-8所示，其中最高月平均氣溫為 28.3°C ，發生於七月，平均最高氣溫為 31.8°C ，發生於七月。最低月平均氣溫為 18.6°C ，發生於一月，平均最低氣溫為 16.3°C ，發生於一月。

7.1.5 霧

依觀測結果，本區尚無霧日記錄，亦即全年霧日數為 0 天。

7.1.6 颱風

台灣地區每年平均受颱風侵襲之次數約有 3.5次，各月份侵台颱風次數統計及颱風路徑分類請詳第二章第貳節“自然環境”。對於本區較具威脅之颱風路徑為第二類～第四類及第六類，過去九十年總計發生 205次之多，年平均發生2.28次。

7.2 海象

7.2.1 潮位

海水面起伏主要受潮汐週期性變化、氣壓高低、暴風及海岸地形效應等多重因素所影響。各海水面基準面，必須藉長期潮位觀測記錄統計分析後訂定之，以作為海上結構物高程擬定之依據。

本計畫區鄰近新港漁港，其水位基準如下：

H.H.T.	+1.20 M
H.W.O.S.T.	+0.73 M
M.T.	+0.21 M
L.W.O.S.T.	-0.45 M
L.L.T.	-0.93 M

7.2.2 波浪

中央氣象局於新港東南方外海設有波浪測站，民國69年6月至71年8月實測波高分佈如圖7-9所示，由上述統計圖知，本海域於冬季東北季風期波高介於0.75~2.0m出現率最高，週期出現最多之頻率約介於7秒至9秒。夏季西南季風期波高介於0.25~1.5m之出現率最高，週期出現最多之頻率則約介於6秒至9秒。

7.2.3 海流

台電公銅曾在民國73年於樟原外海水深200m處，進行乙次海流25小時觀測，觀測結果如圖7-10所示，其流速約介於15~60cm/sec，漲潮時潮水由南向北流，退潮時則北向南流，流向近乎平行海岸。

7.2.4 颱風波浪

本海域颱風波浪採用日本井島武士博士波浪追蹤法理論，以電腦數值模式來推算。經由Gumbel極端值分佈，進行統計分析颱風波浪推算結果詳如圖7-11所示，並據此研定各迴歸期深海設計波高如表7.1所示。

表7.1 成功海域各迴歸期深海設計波高

迴歸期	設計波高(M)
5	10.1
10	11.5
15	12.4
25	13.4
50	14.8
100	16.1

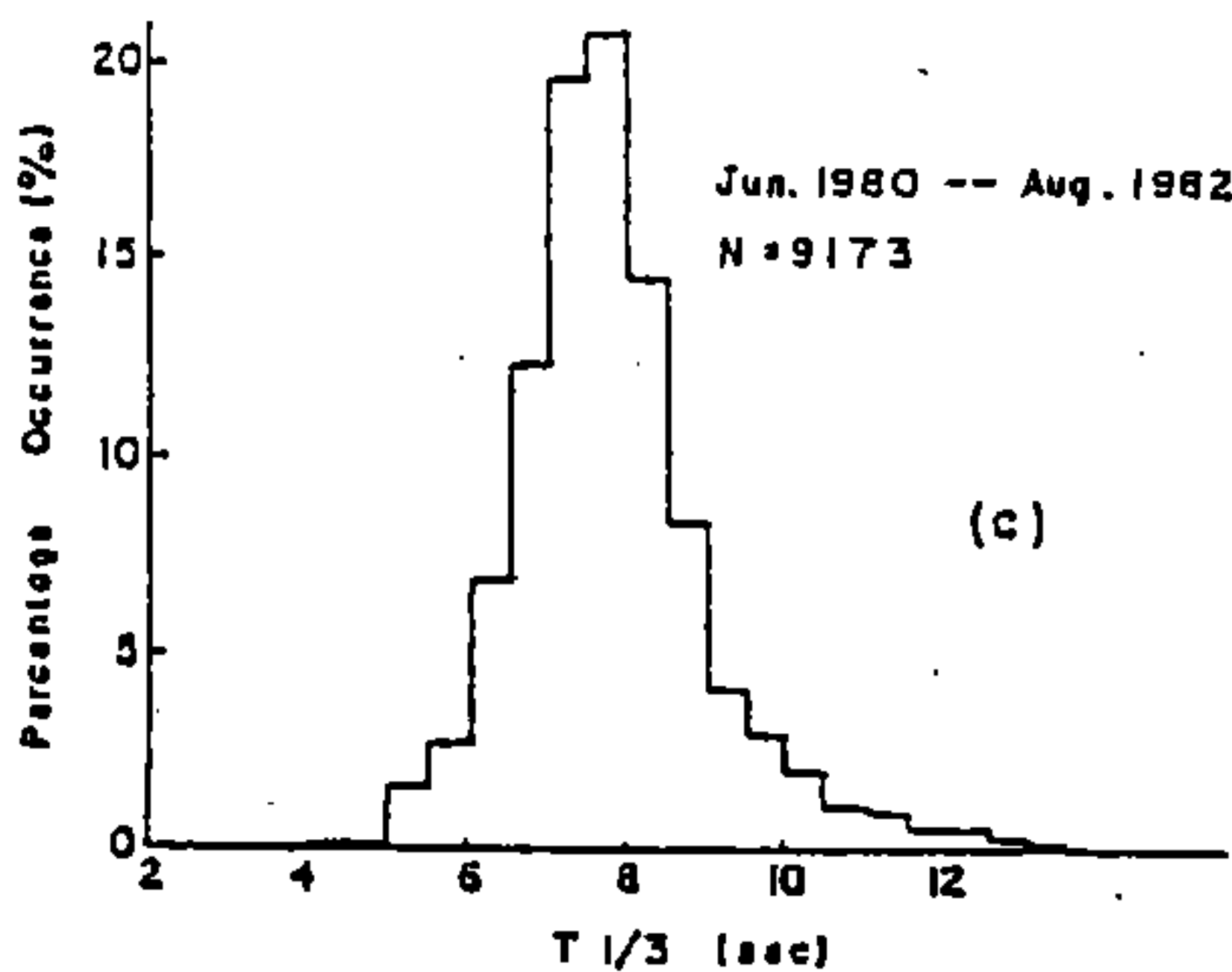
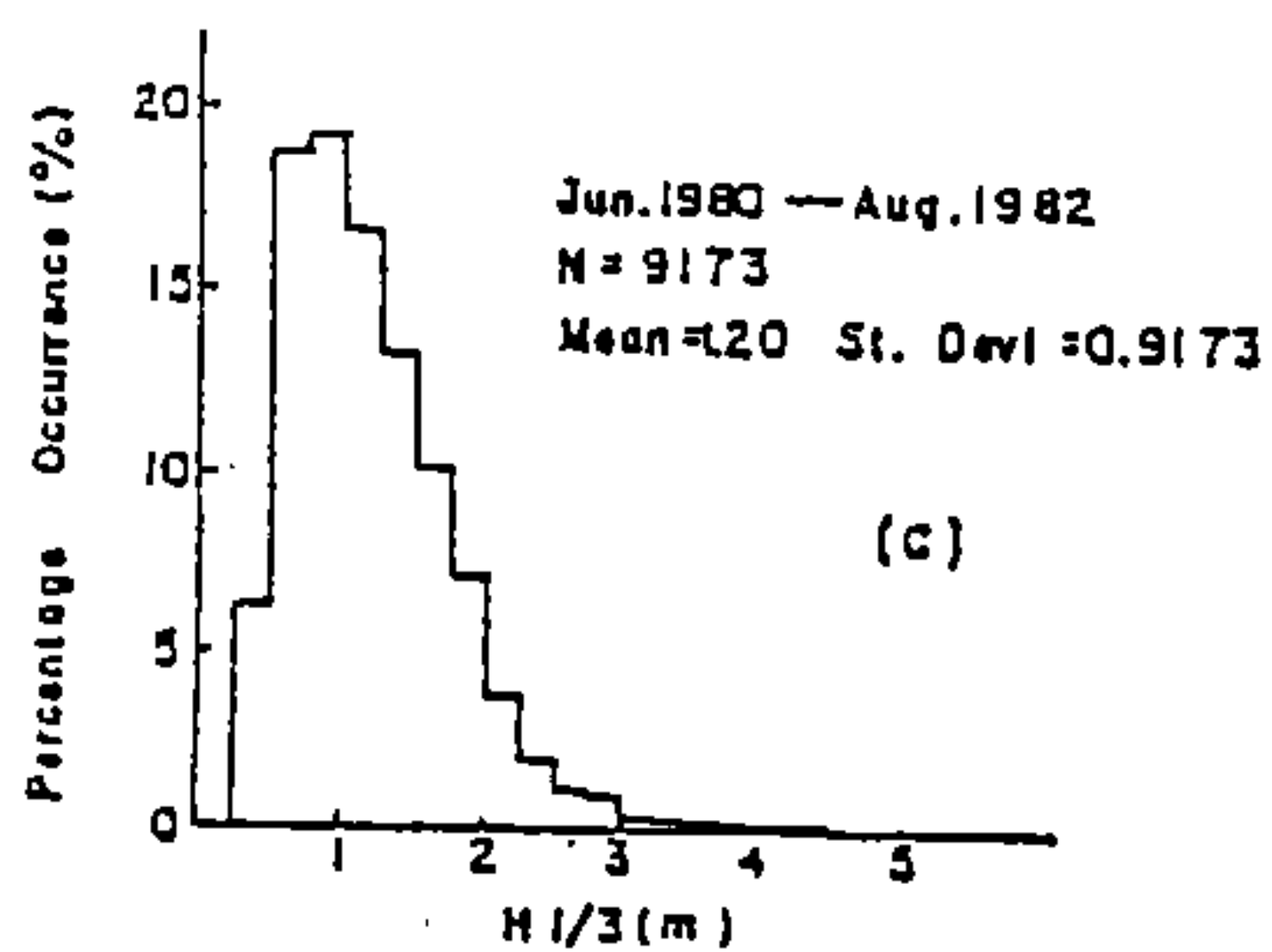
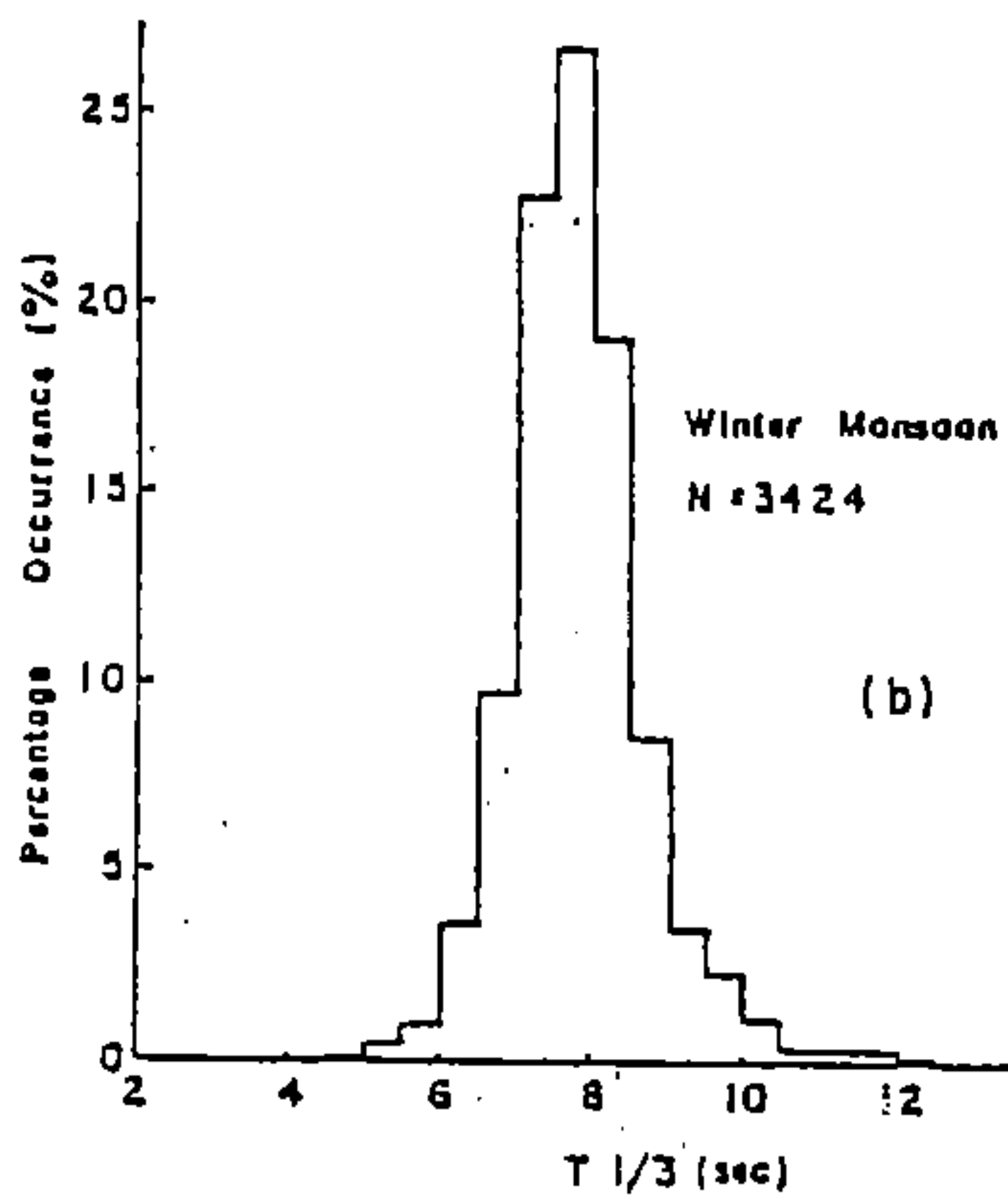
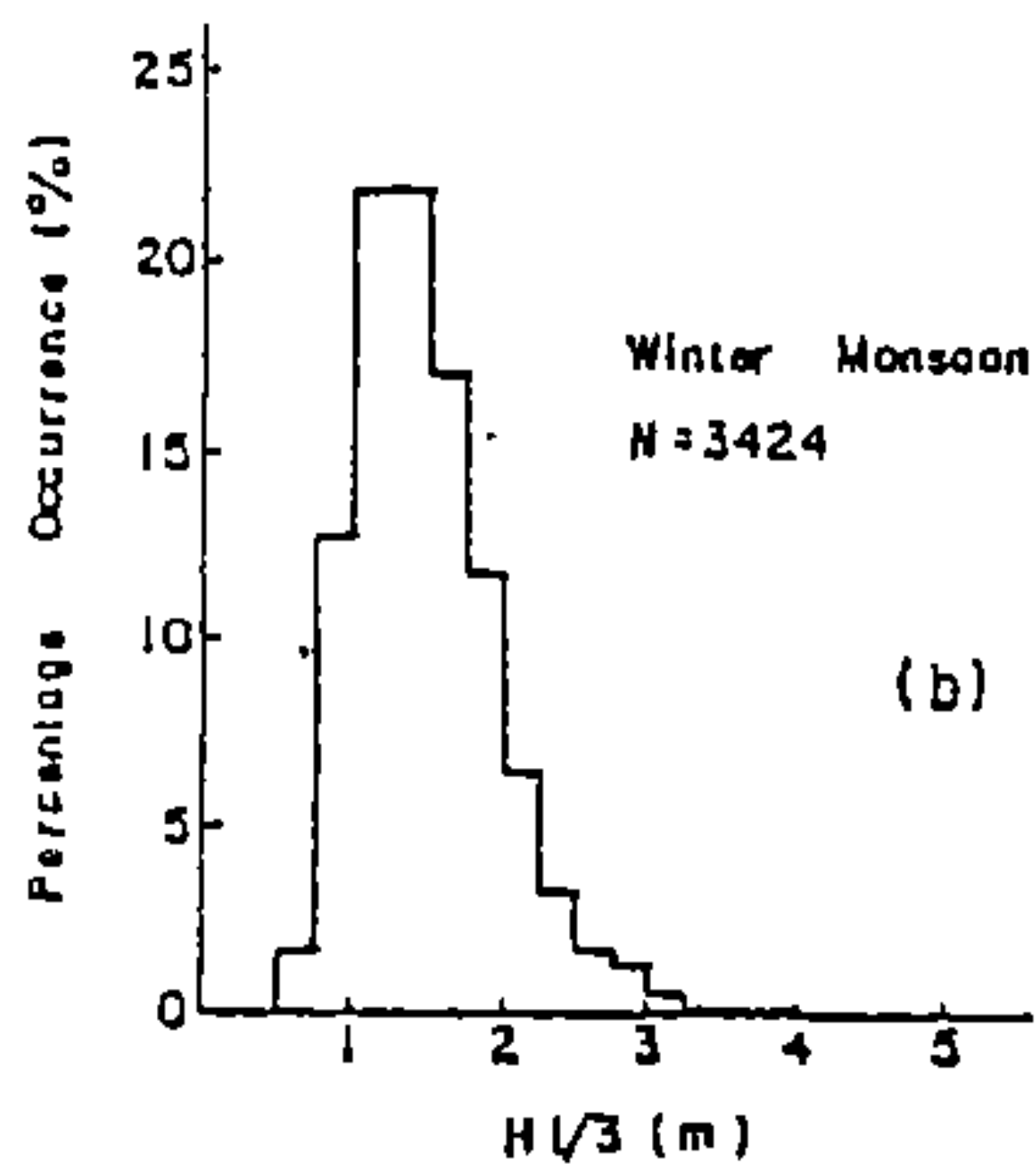
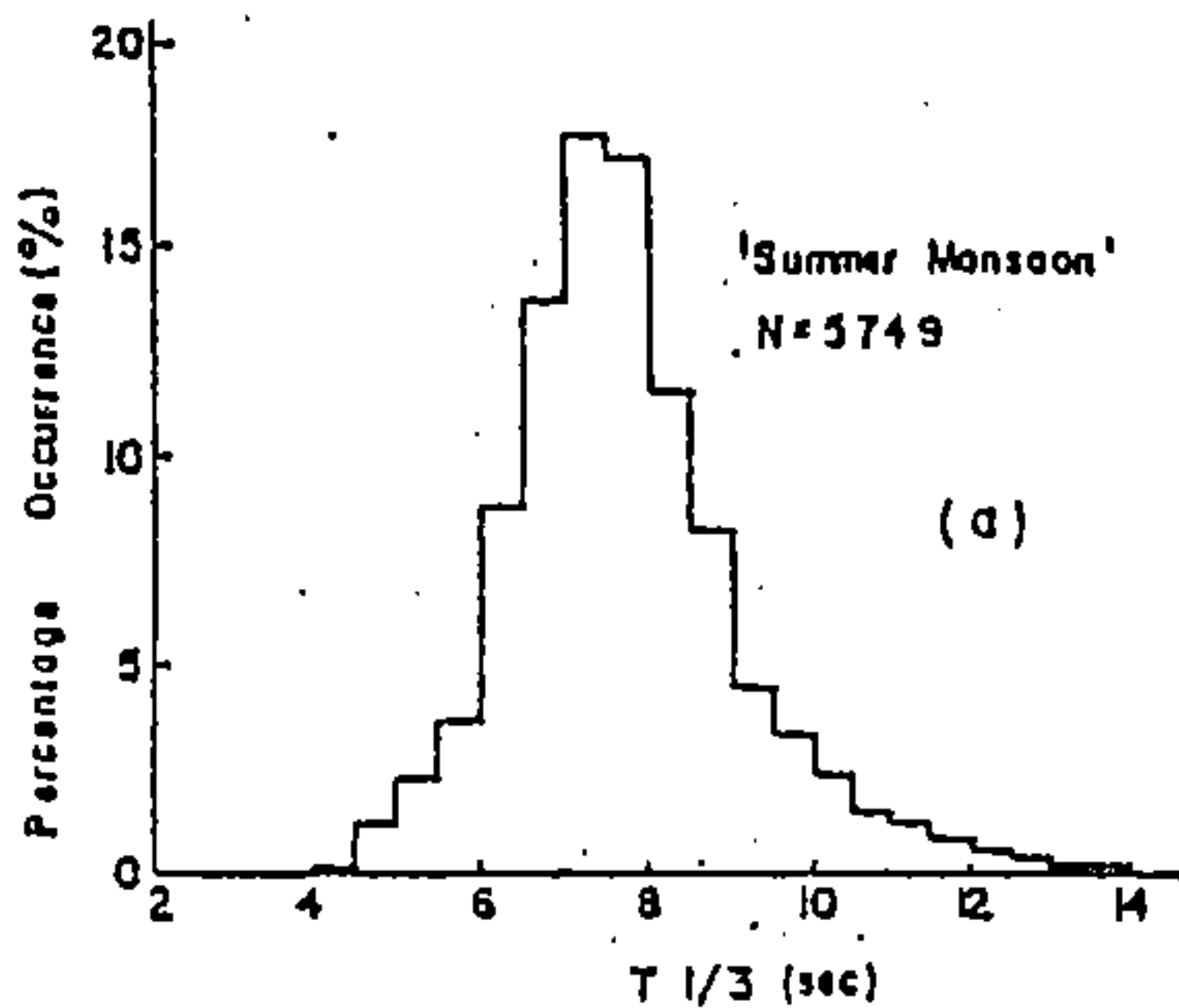
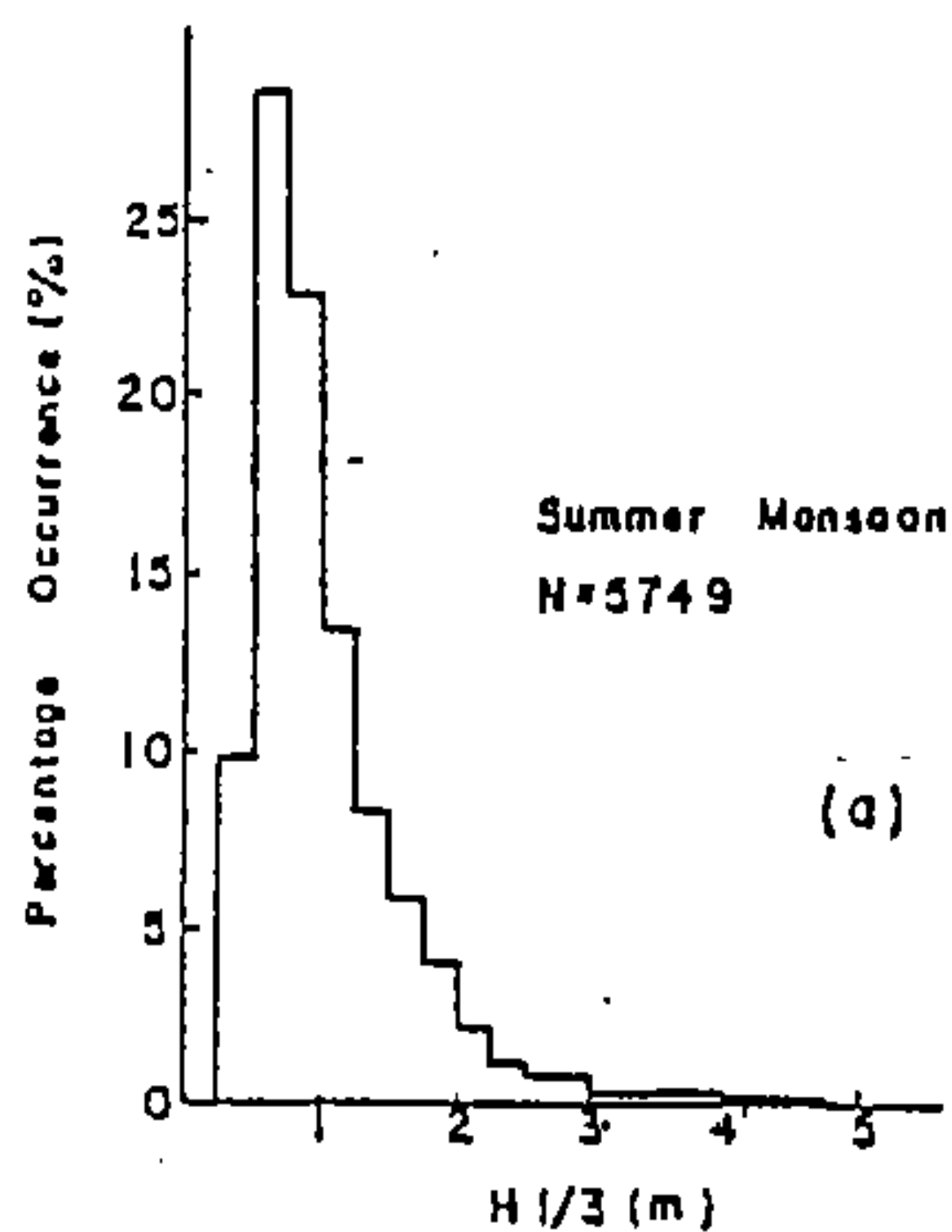


圖7-9 成功海域示性波高及週期分佈圖

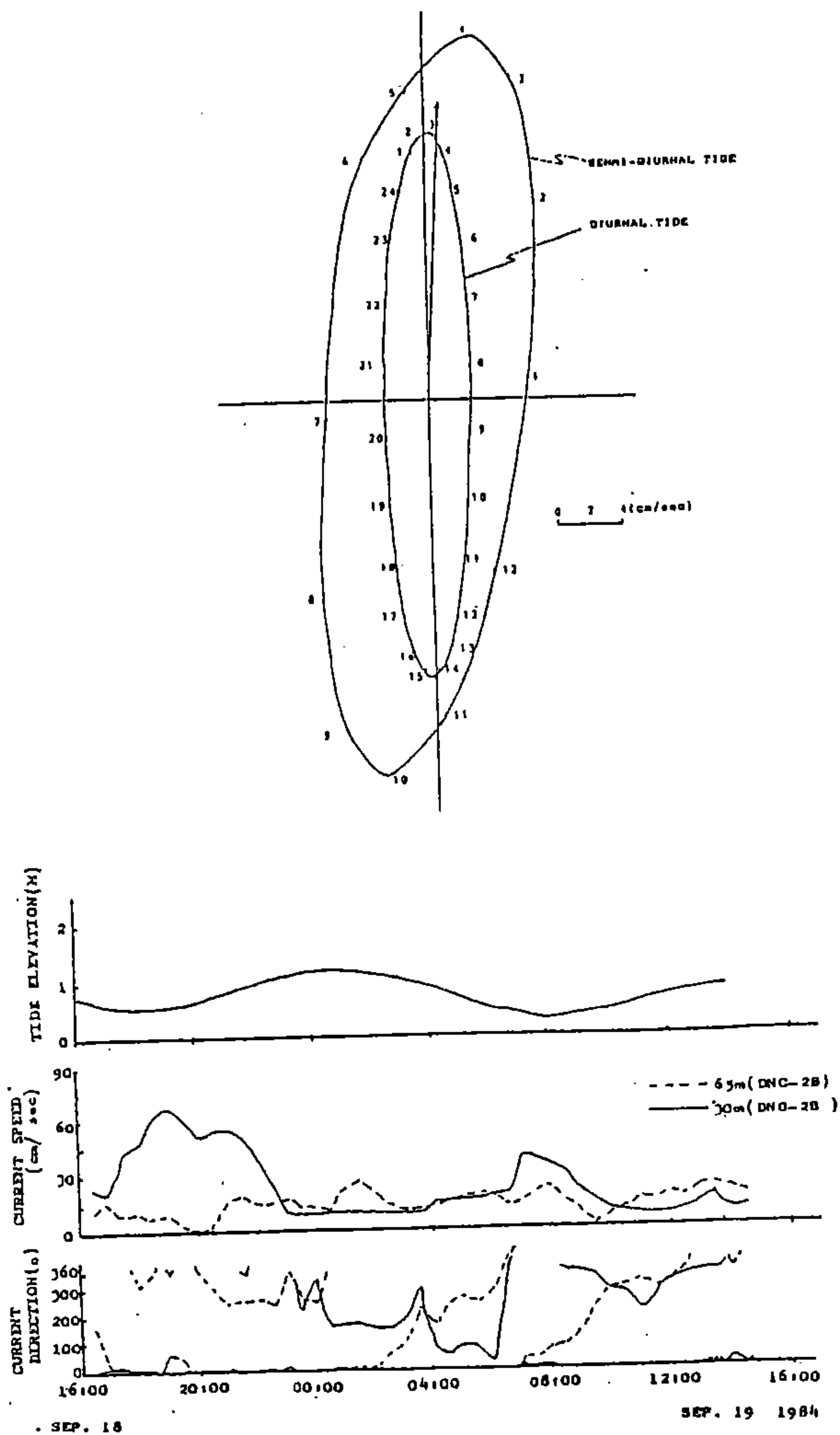


圖7-10 台東海域海流流速流速記錄

ENCOUNTER PROBABILITY (%)
 BASED ON LIFE TIME = 25 YEAR

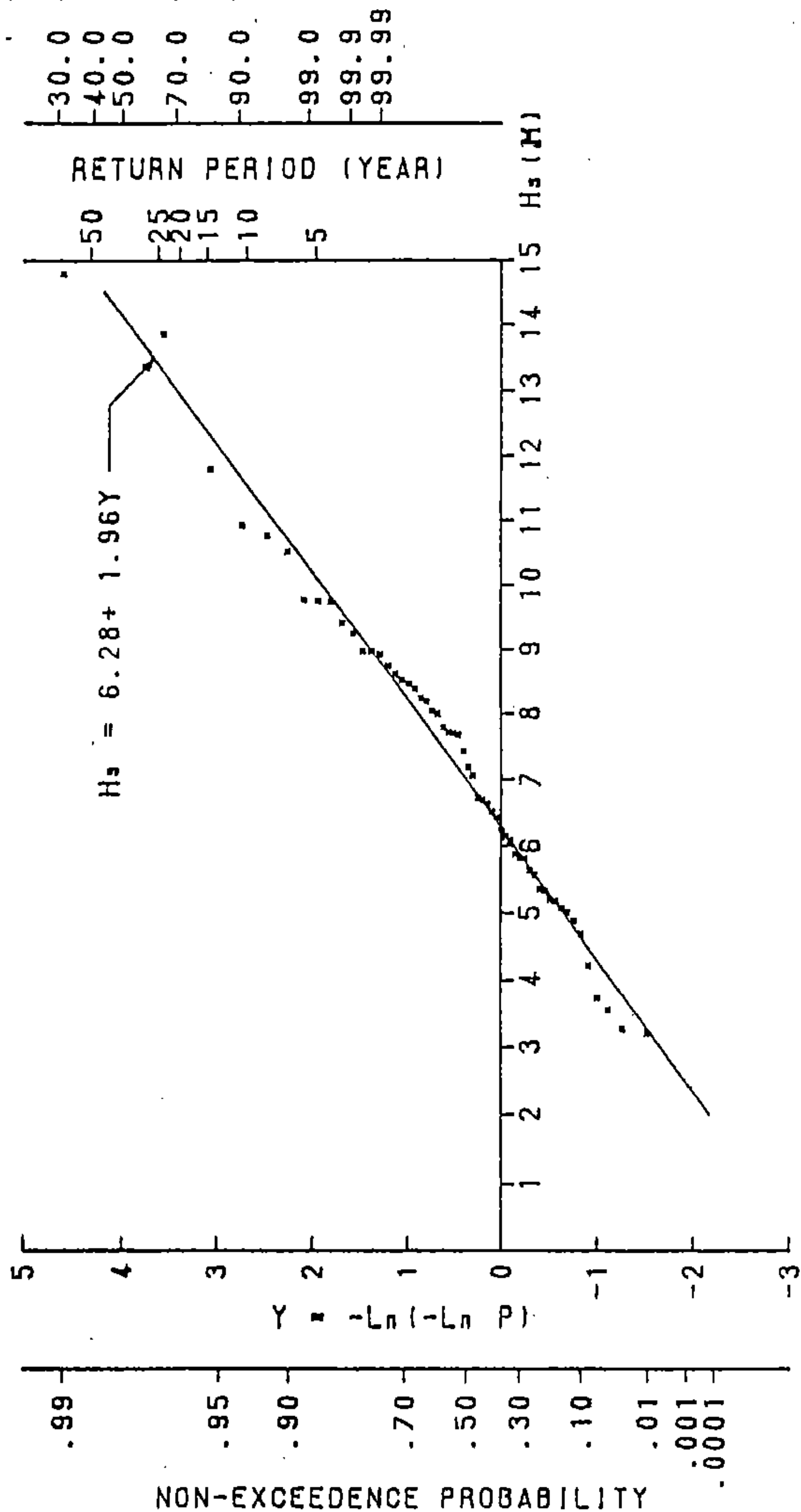


圖7-11 成功海域深海設計波高機率分析圖

第八章 花蓮港址海氣象分析

8.1 氣象

8.1.1 風

圖8-1為花蓮地區全年風玫瑰圖，可知主風向為NNE、NE、WSW及SW向。其中風速多為蒲福風級1-3級(0.3-5.4m/sec)；風向NNE之風速為蒲福風4-6級(5.5-13.8m/sec)佔全年之39%及4%。圖8-2為花蓮地區各月風玫瑰圖，由圖可知，WSW及WS向之風，其發生率幾乎全年無變化，約佔10%~20%之間，且其風速皆小於5.4m/sec，每年十月至翌年三月為東北季風期，4-6級之風皆為NE及NNE向，其中又以NE向佔多數，因此本區之風向以NE為主。NNE及NE向之風自6月漸轉至SE及SSE向至9月又漸復至NNE及NE向。

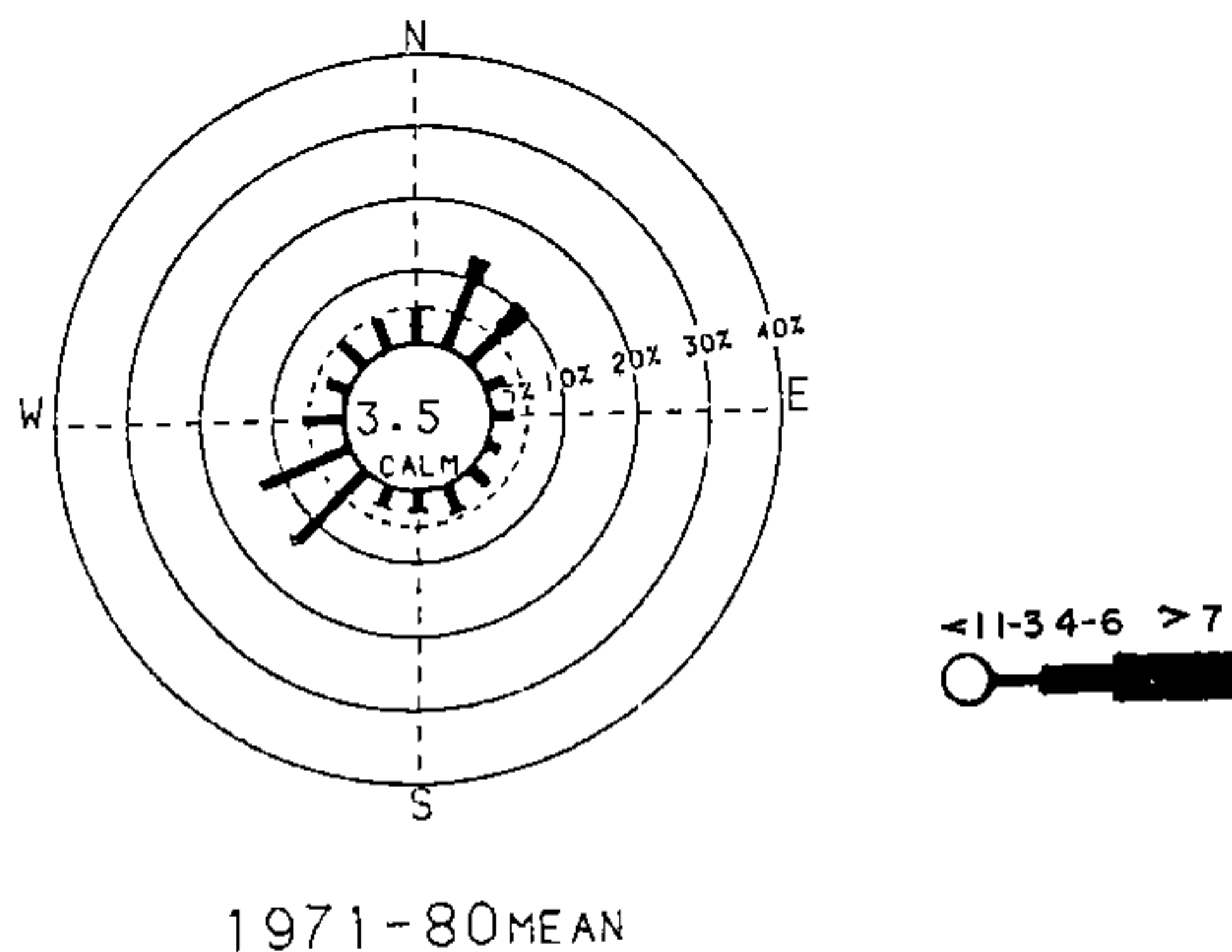
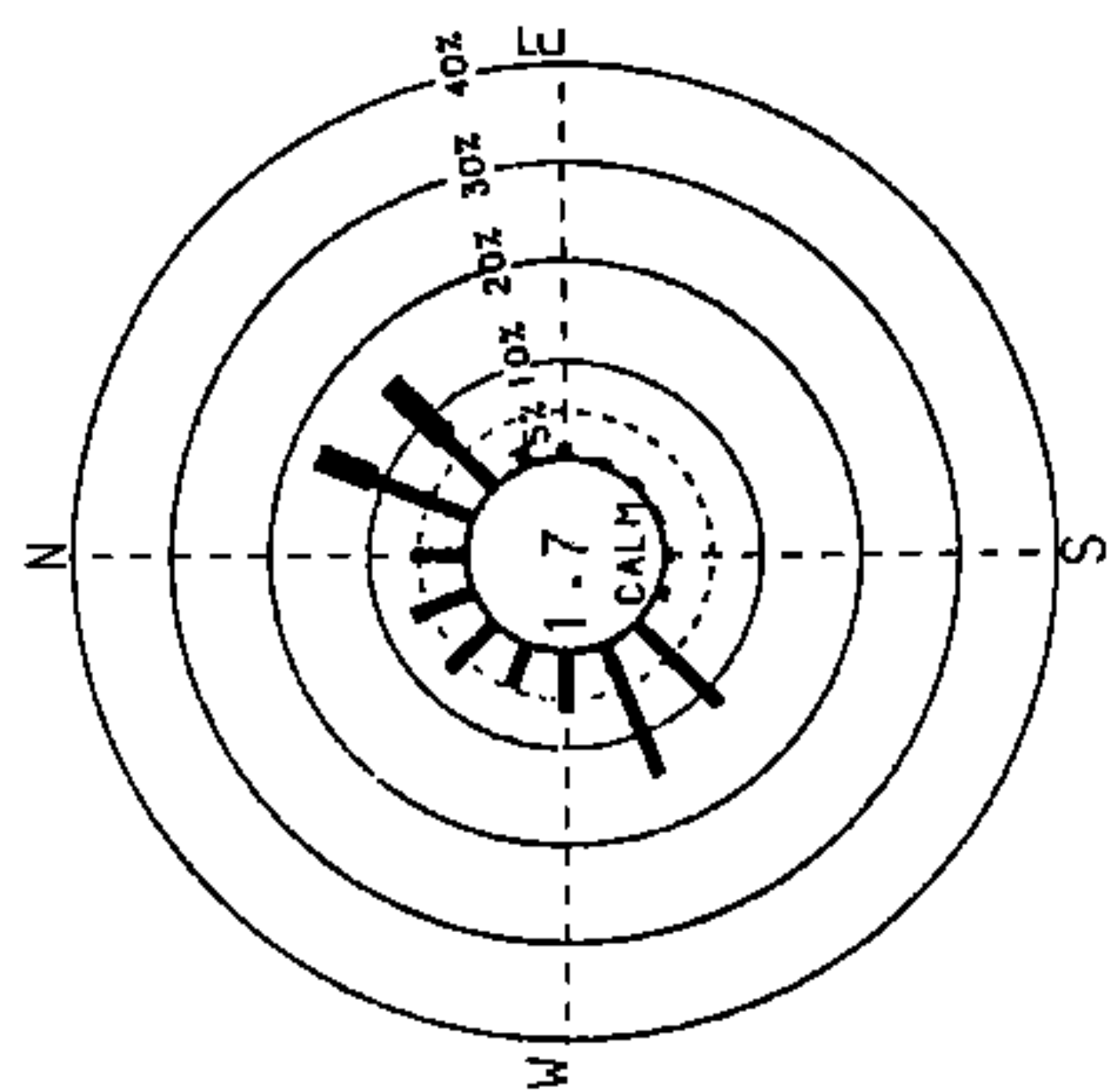
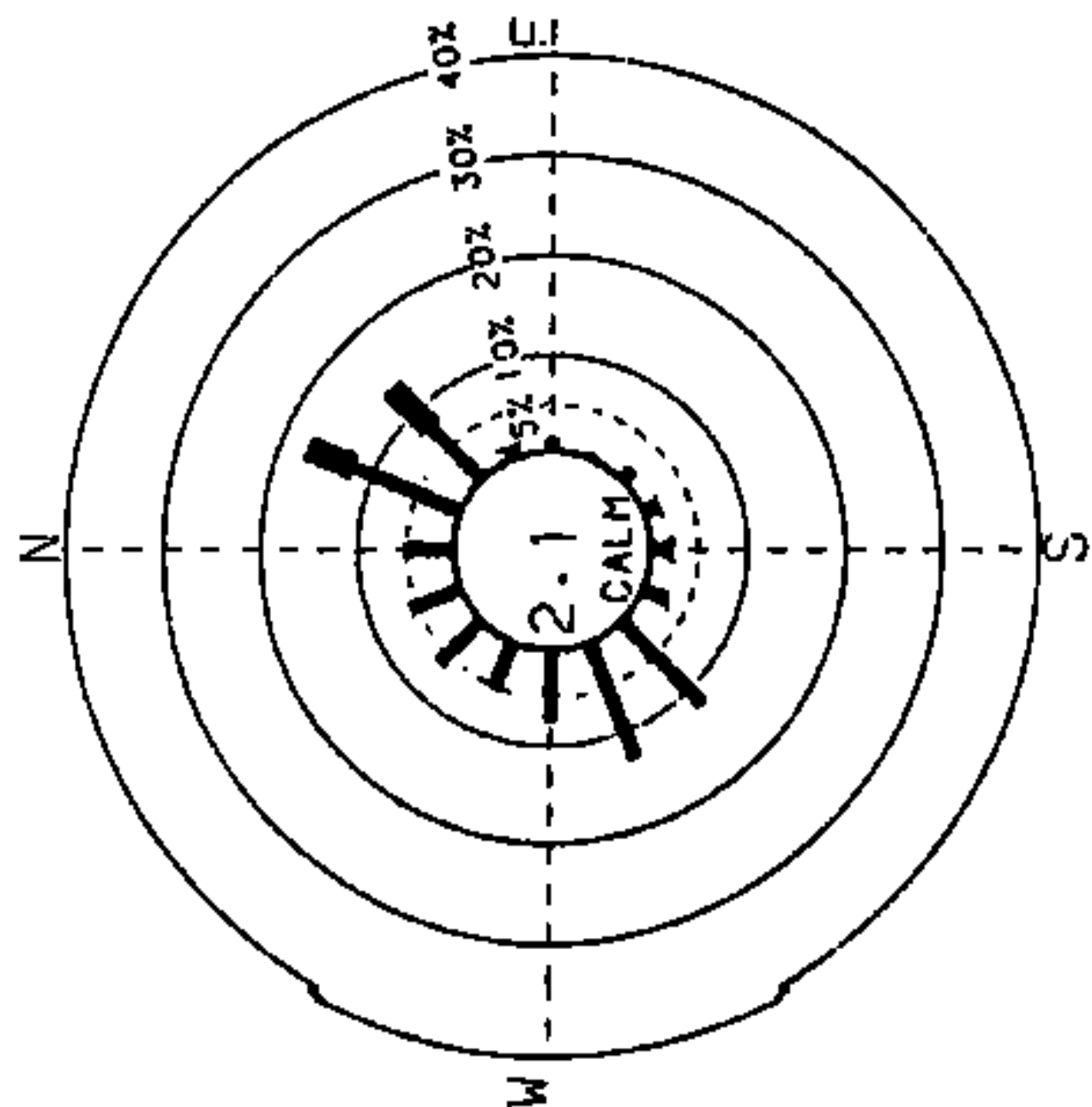


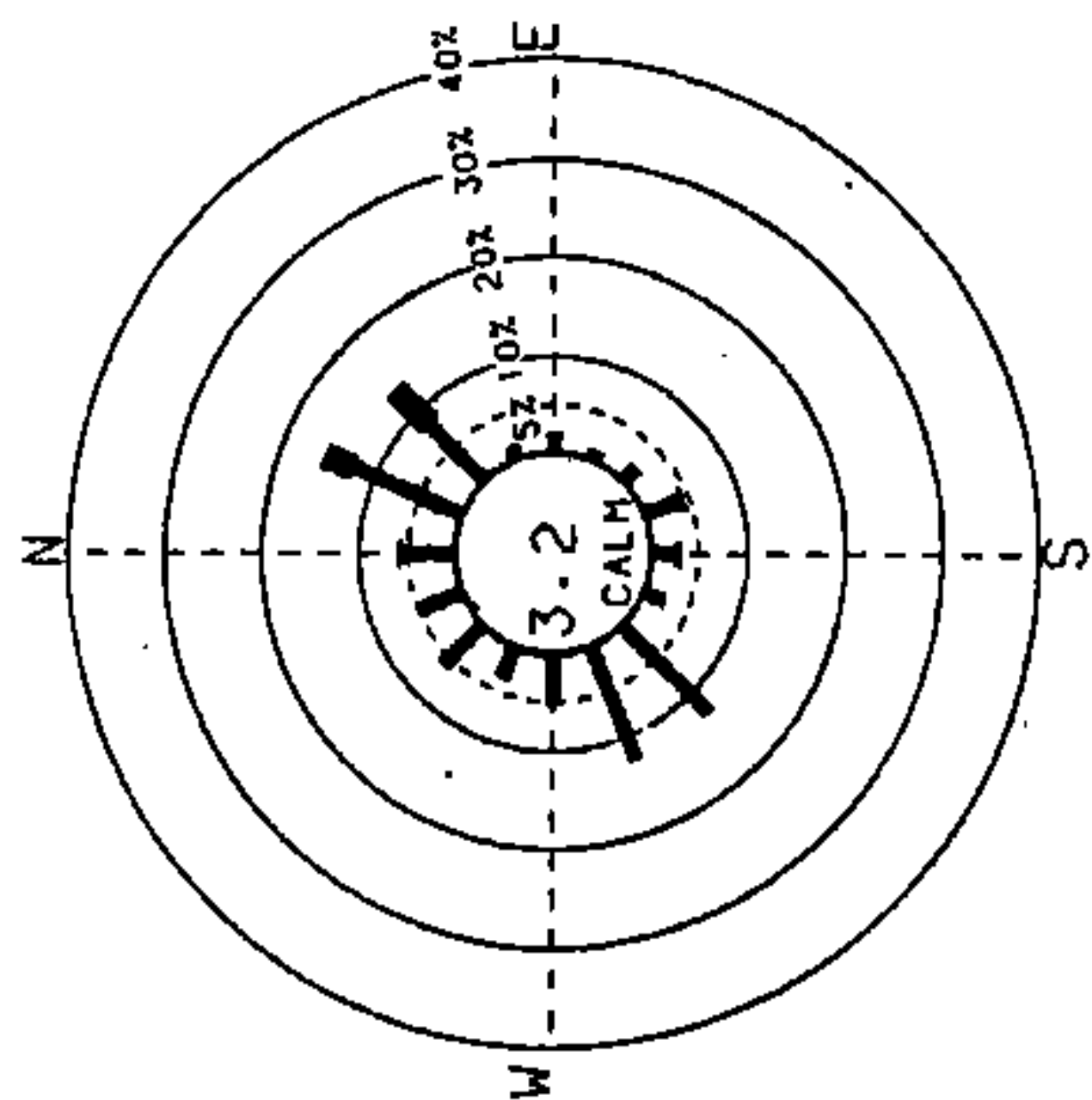
圖 8-1 花蓮地區全年風玫瑰圖



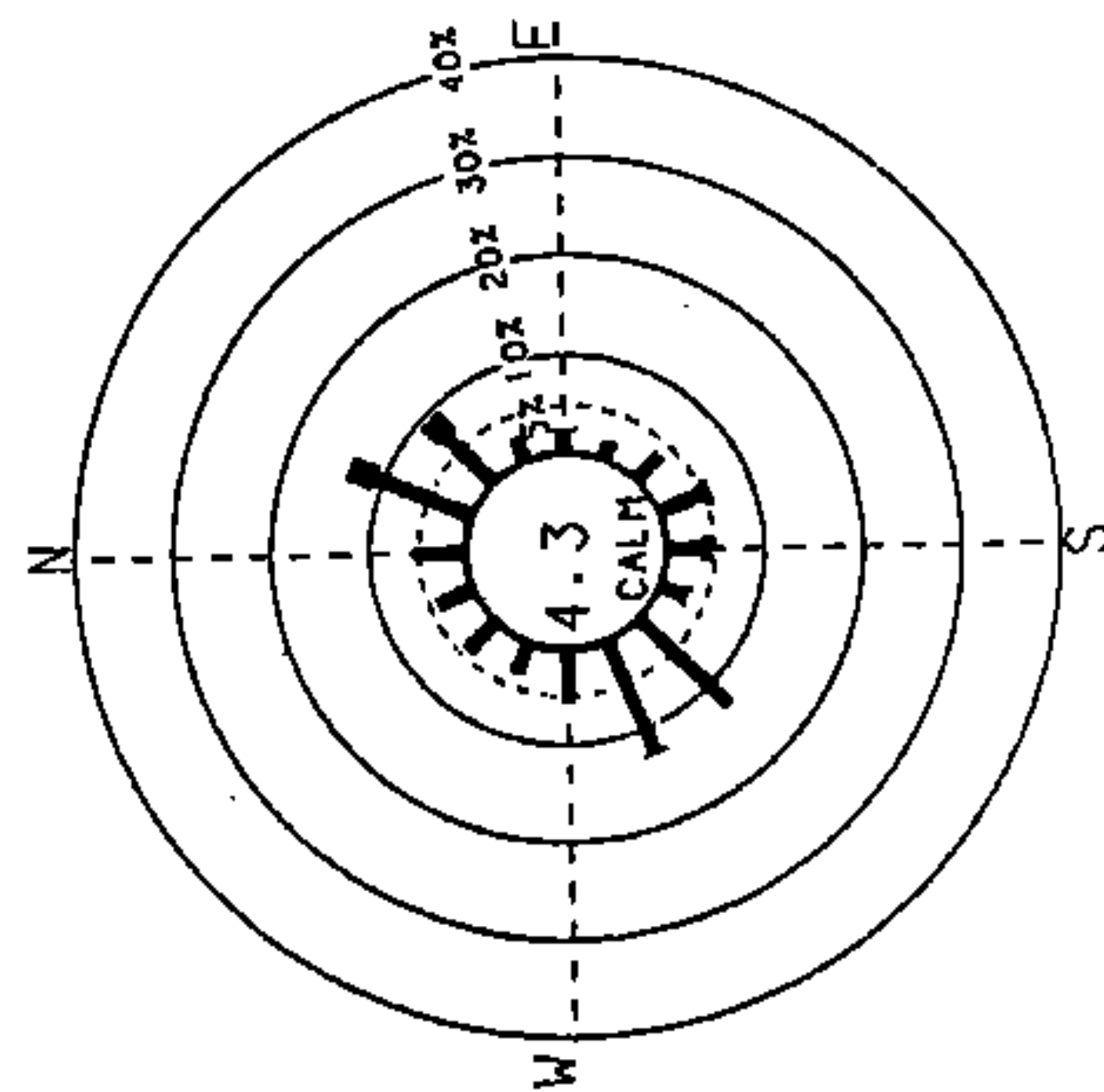
1971-80/01



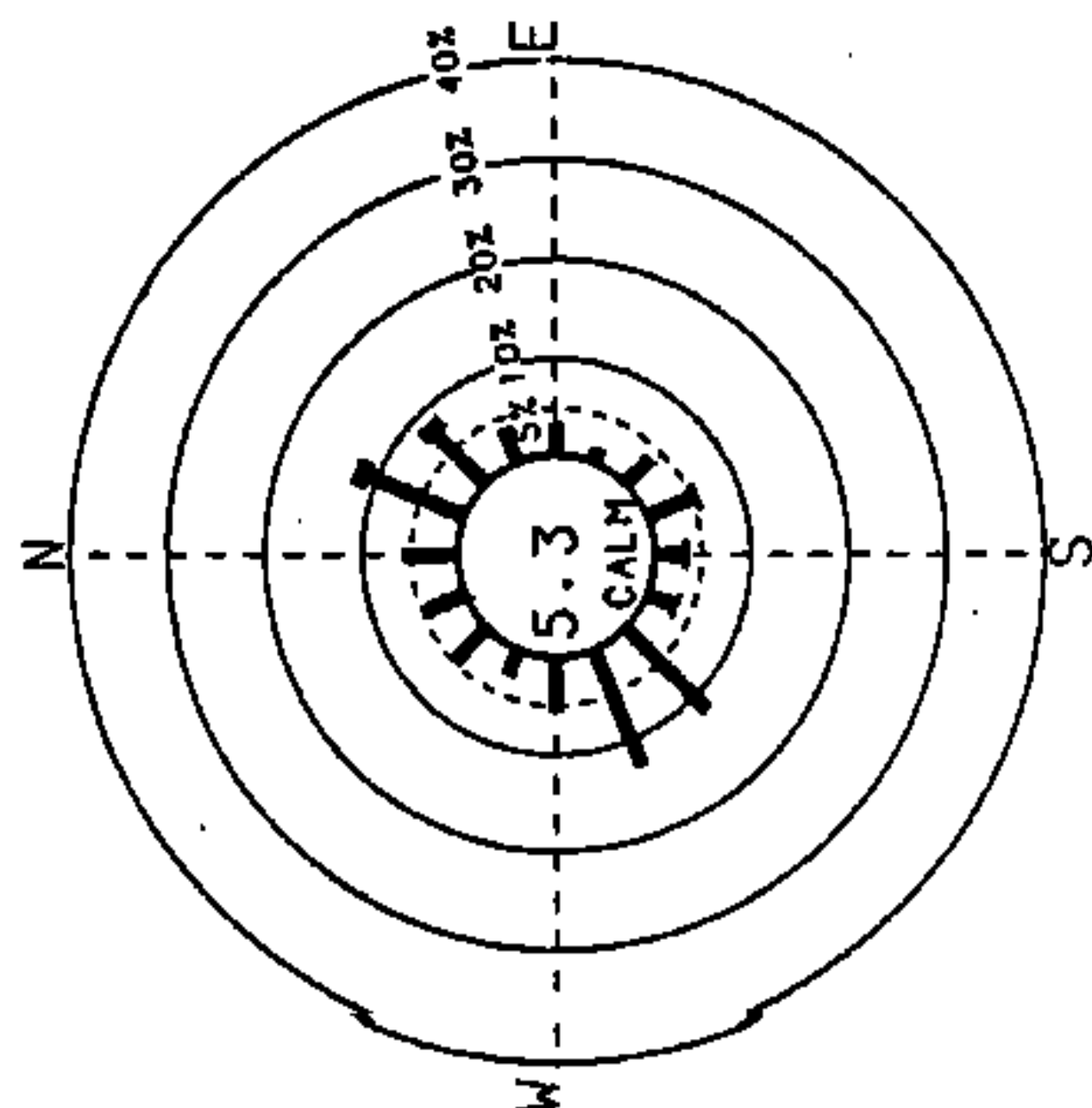
1971-80/02



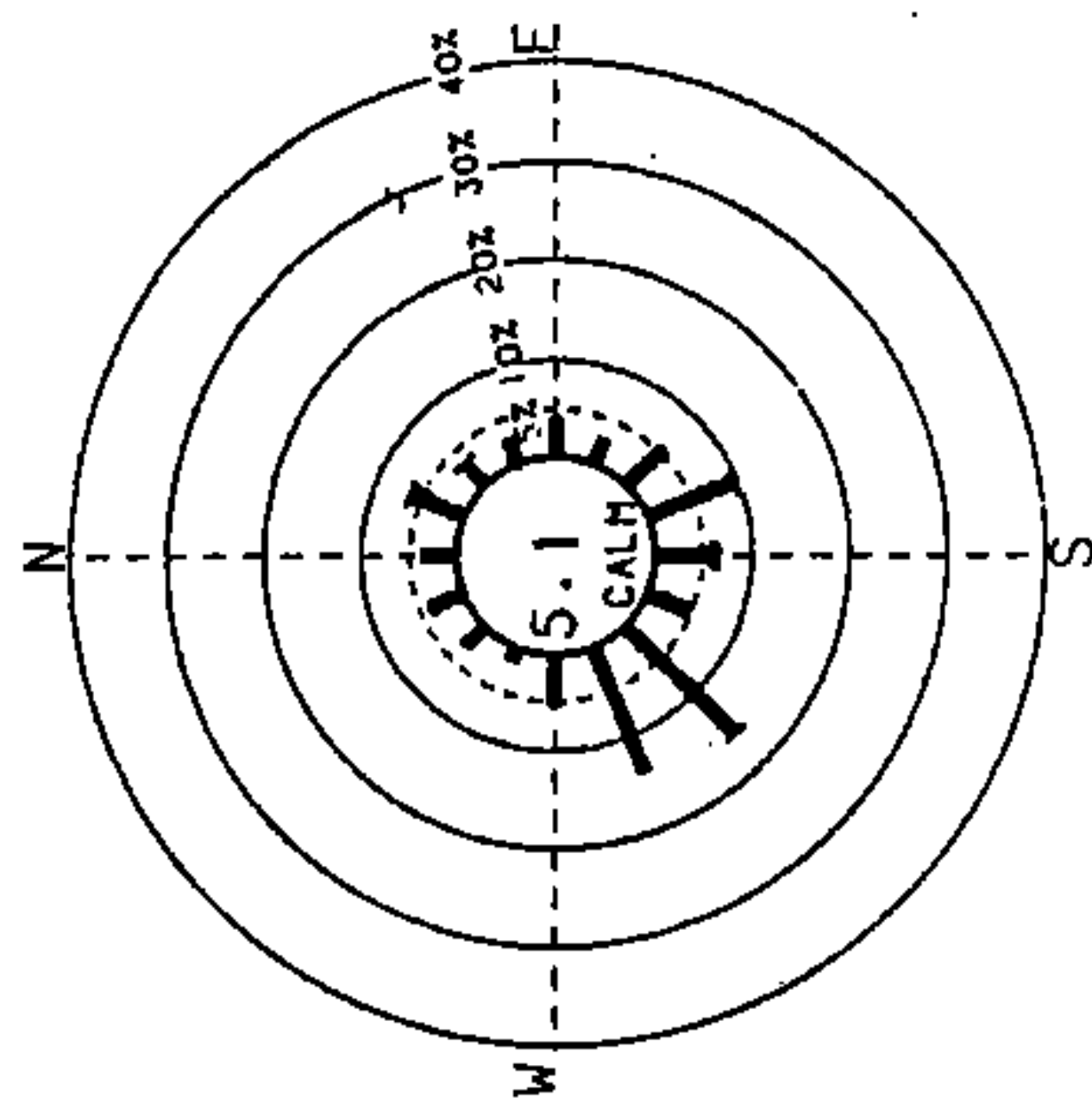
1971-80/03



1971-80/04

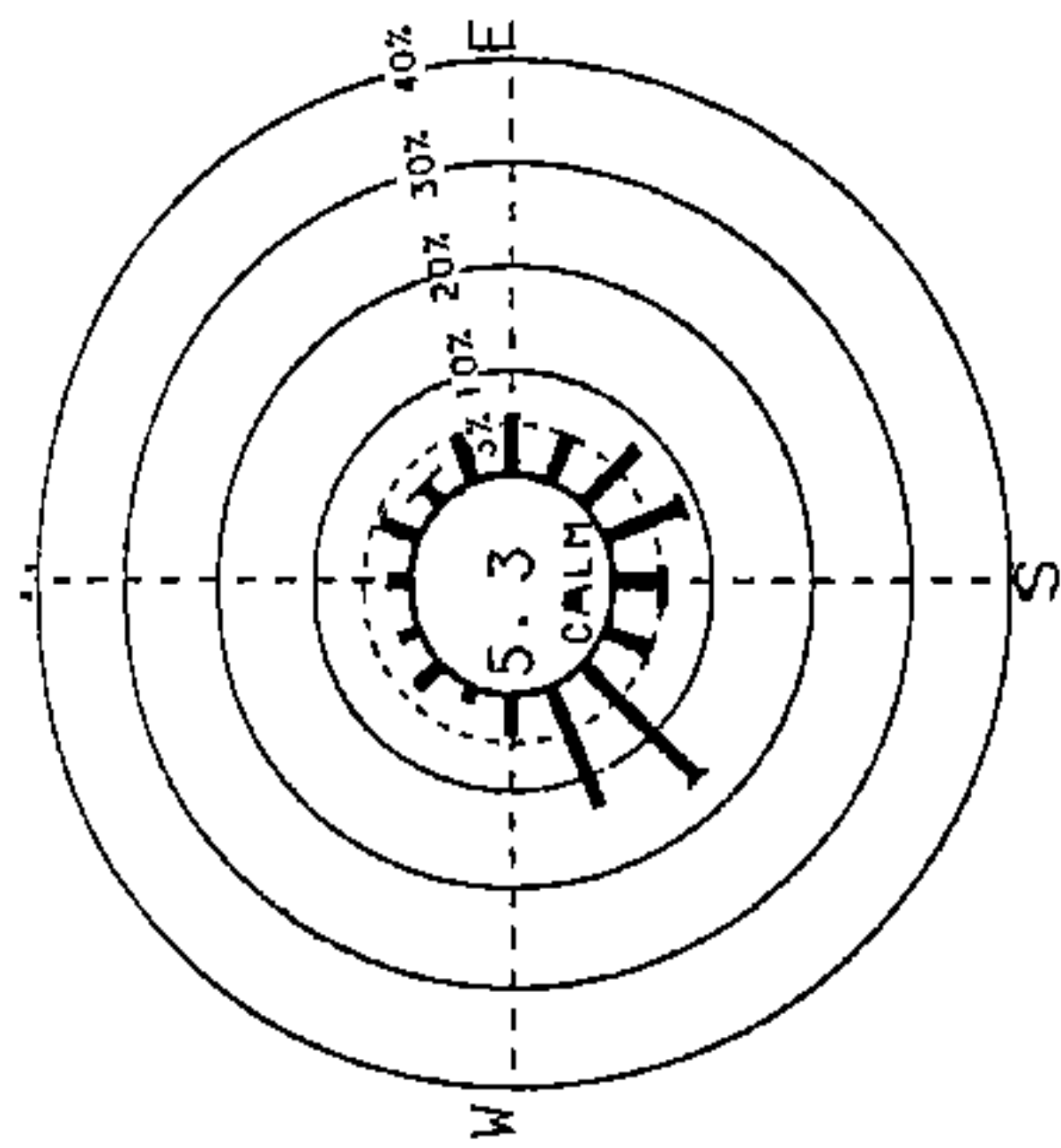


1971-80/05

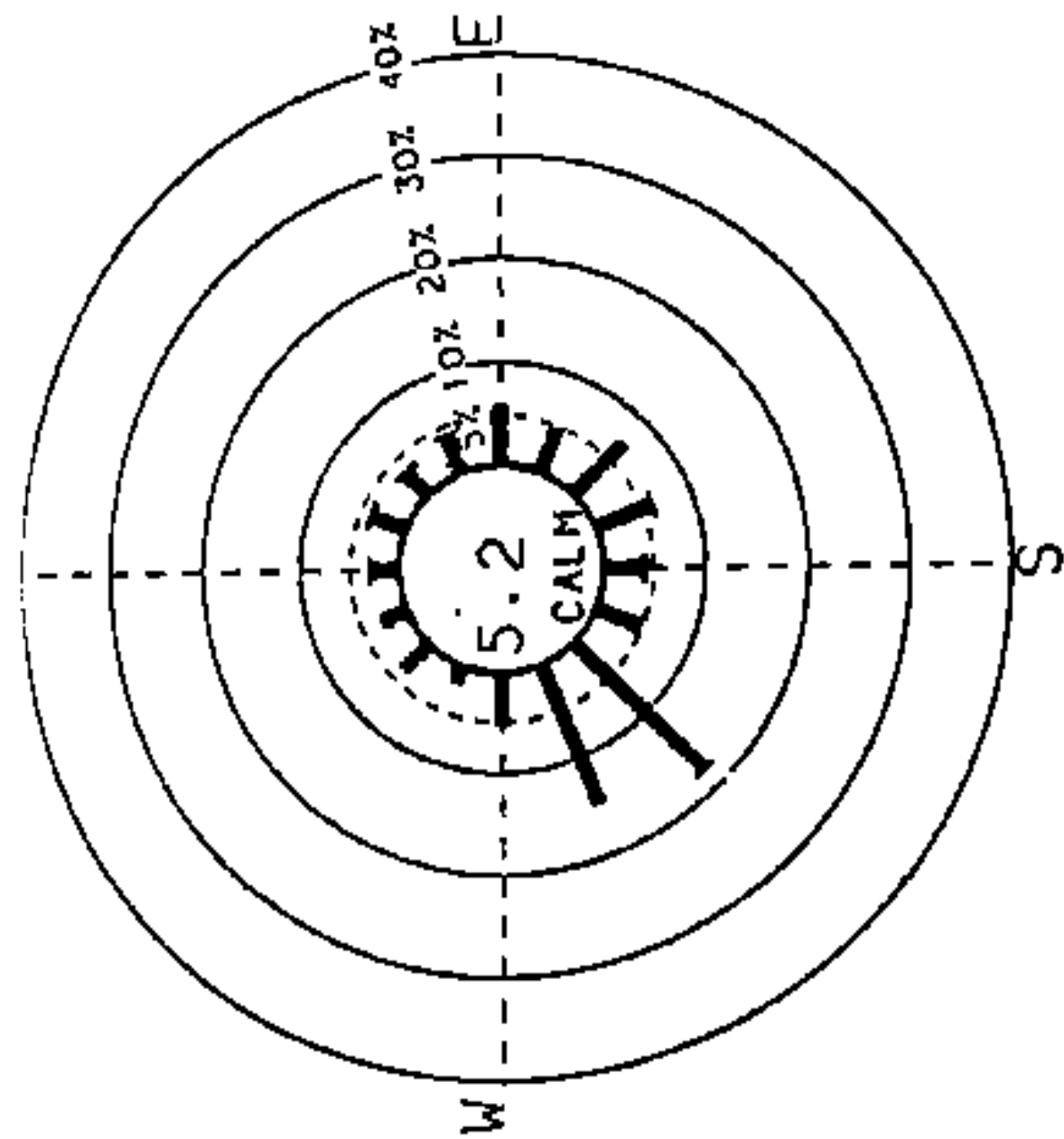


1971-80/06

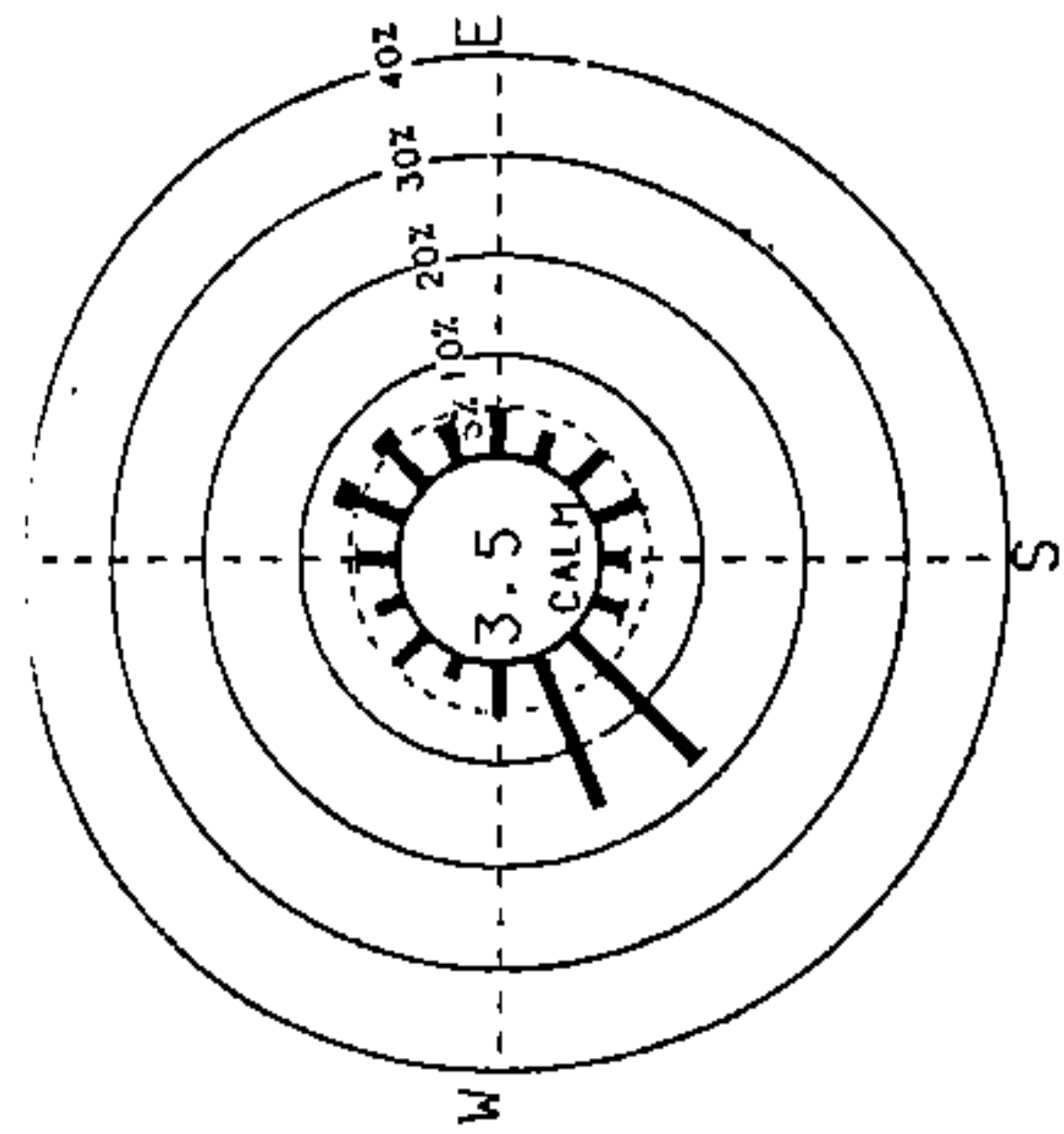
圖 8-2 花蓮地區各月份風玫瑰圖



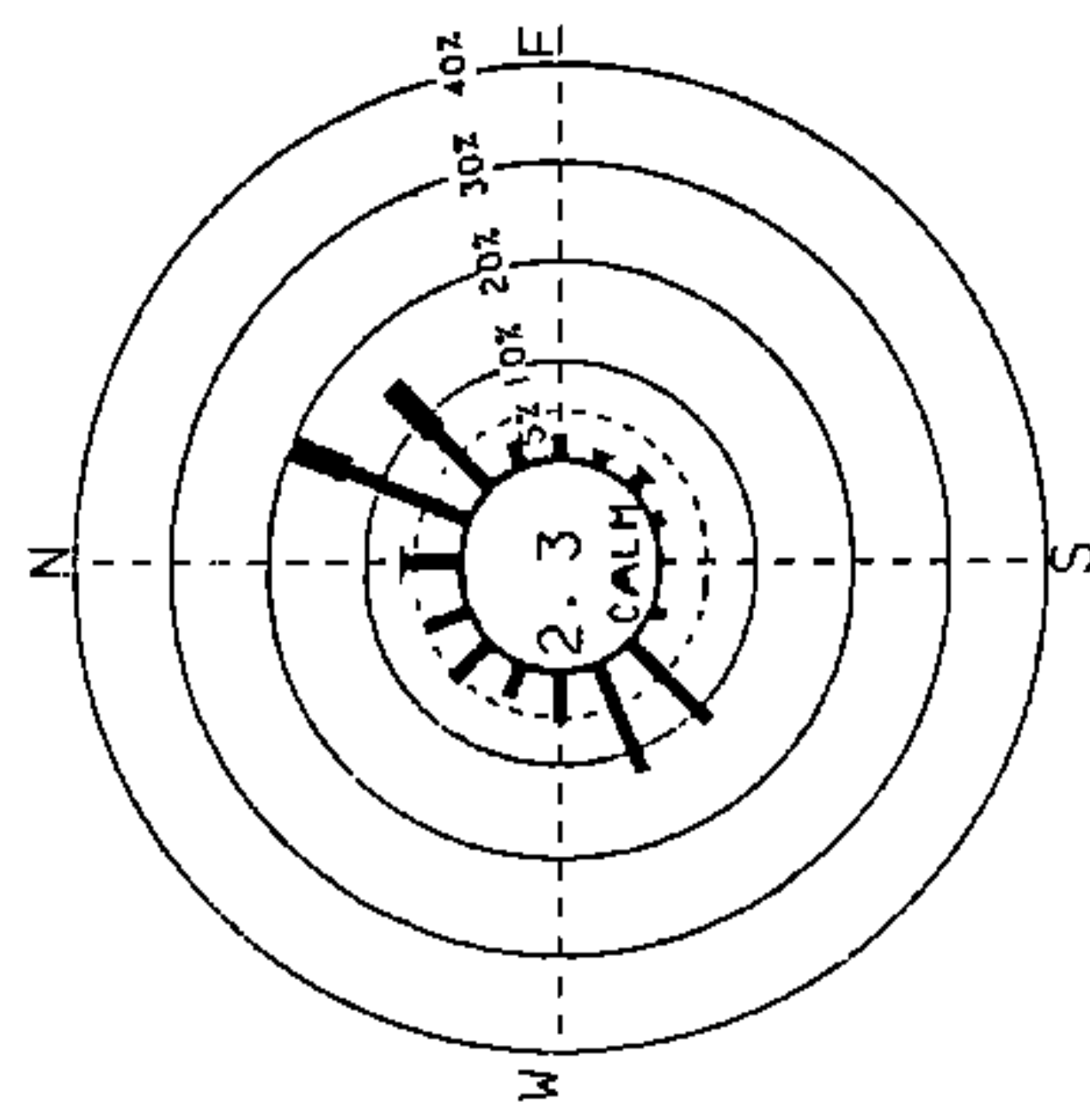
1971-80/07



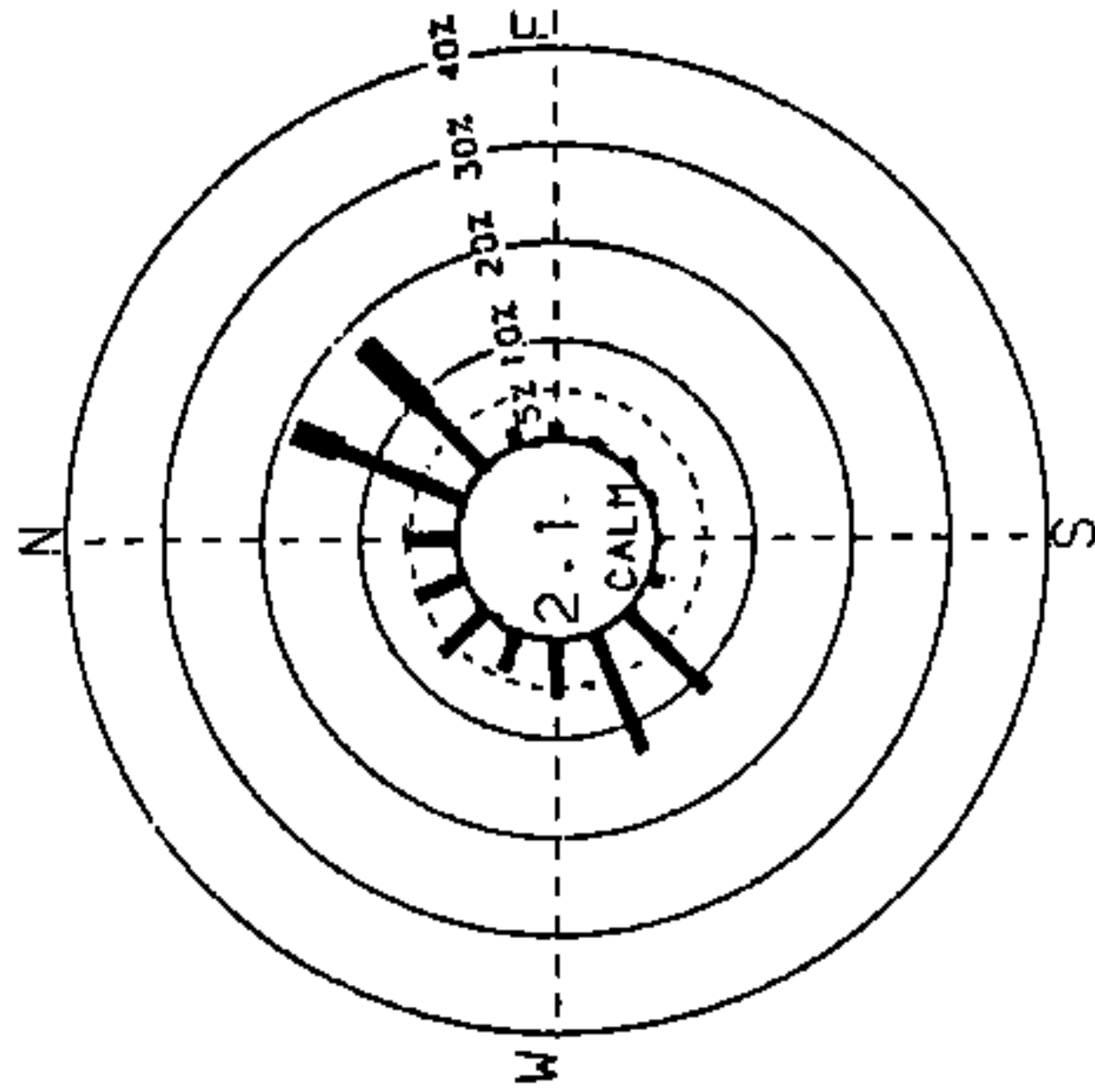
1971-80/08



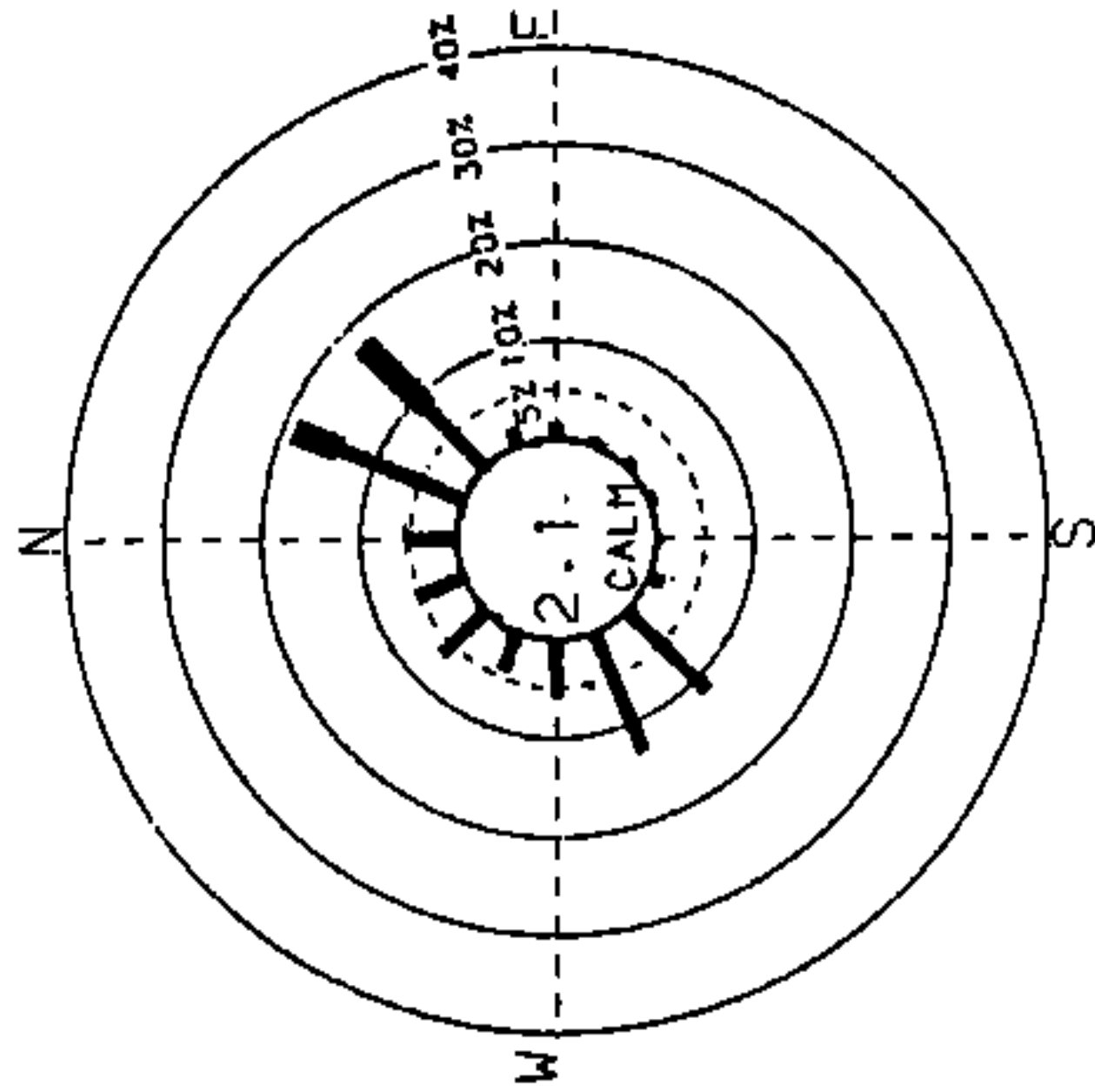
1971-80/09



1971-80/10



1971-80/11



1971-80/12

圖 8-2 花蓮地區各月份風玫瑰圖(續)

另爲了解本地區之風力特性，於民國77年11月3 日設立一測風站進行爲期一年之風力觀測，測風站位置詳圖 8-3所示。圖8-4～圖8-5示和平地區全年及各月之風玫瑰圖；由圖可知，本地區全年之風力以NW爲主，佔37.4%，NNE發生之機率次之，佔 15.4%。與花蓮測站觀測所得結果進行比較，可得本地區之風力因受地形之影響，東北向或西南向之風，受地形遮蔽產生迴風，因此全年各月以NW向發生之比例最高。

8.1.2 降雨

圖8-6 爲花蓮地區降雨量統計，可知全年平均降雨量爲2,108.5 mm，其中以9月及8月降雨量最高，此乃受颱風及梅雨之影響。圖8-7爲降雨時數之統計，全年平均爲986小時，其中以2月的140小時爲最高。爲分析本區不同迴歸期之暴雨強度延時曲線，供作港埠排水設計之參考，特蒐集民國40年～75年間降雨延時爲1小時及1日之最大降雨量，並以Log - Person TYPE III 統計法，求得此二種降雨延時在不同迴歸期可能發生之最大降雨量，繪成曲線，如圖8-8及8-9。再利用石黑政儀教授之應用特性係數法推求花蓮地區不同迴歸期之降雨強度延時公式，如表 8-1～表 8-2爲不同迴歸期降雨強度值，繪成圖8-10。

8.1.3 溫度

圖8-11爲花蓮地區氣溫月變化，其中最高月平均氣溫爲27.6°C發生於7月；最高月平均最高氣溫爲31.7°C見于8月；最低月平均最低氣溫爲14.4°C發生於1月。

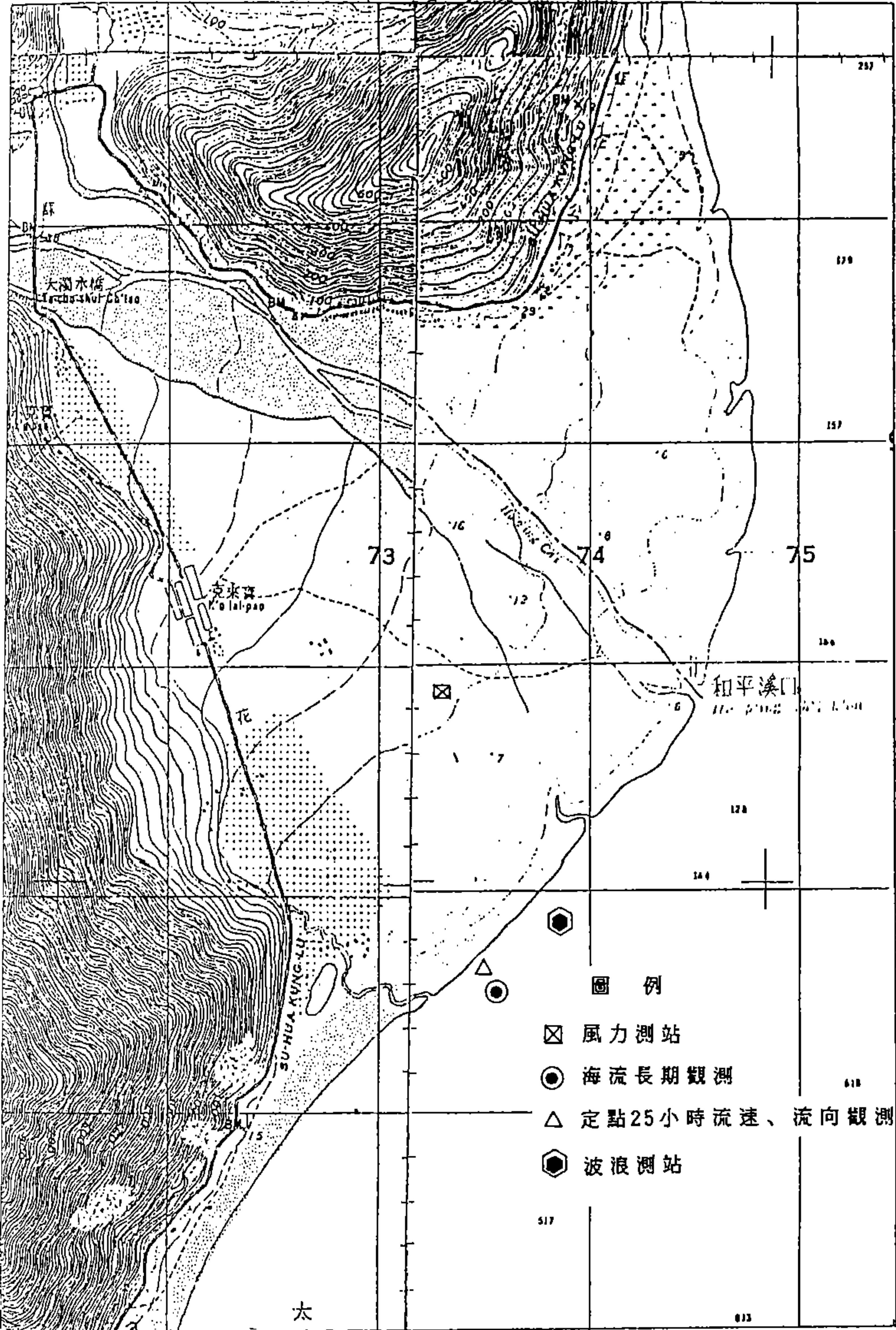
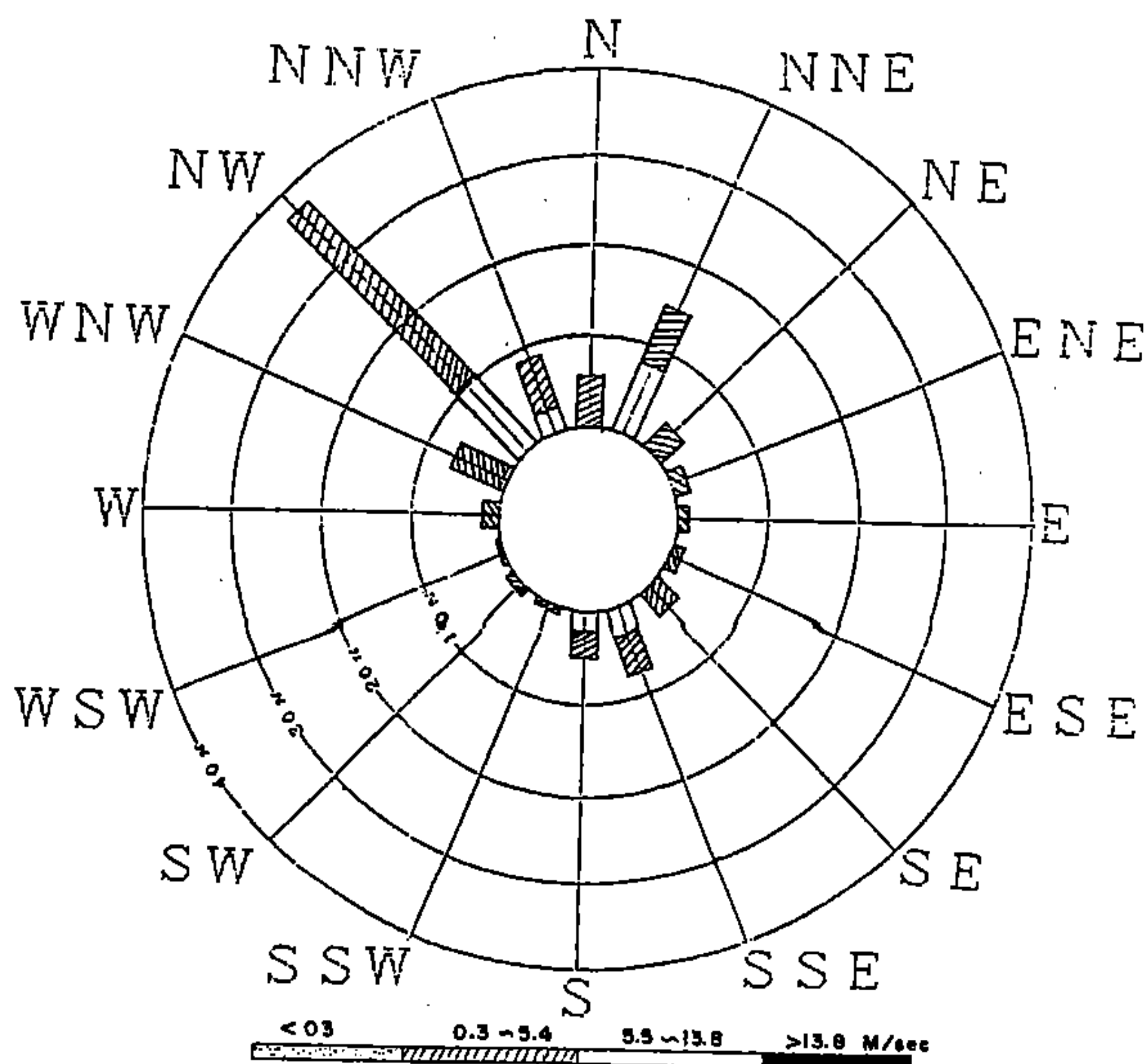


圖 8-3 海氣象測站位置示意圖

SPEED (m/sec)	5.6	15.4	3.7	1.6	1.4	1.1	3.2	7.1	4.1	0.7	0.8	0.6	1.9	6.4	37.4	9.0	100
>13.8																	
5.5~13.8	0.4	7.7	0.5					2.4	1.1					0.3	10.1	2.6	25.1
0.3~5.4	4.9	7.6	3.1	1.6	1.3	1.1	3.1	4.6	2.9	0.7	0.8	0.5	1.7	6.1	27.2	6.3	73.5
<0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	1.8
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
	DIRECT																



(1988年11月~1989年10月)

圖 8-4 花蓮地區全年風玫瑰圖

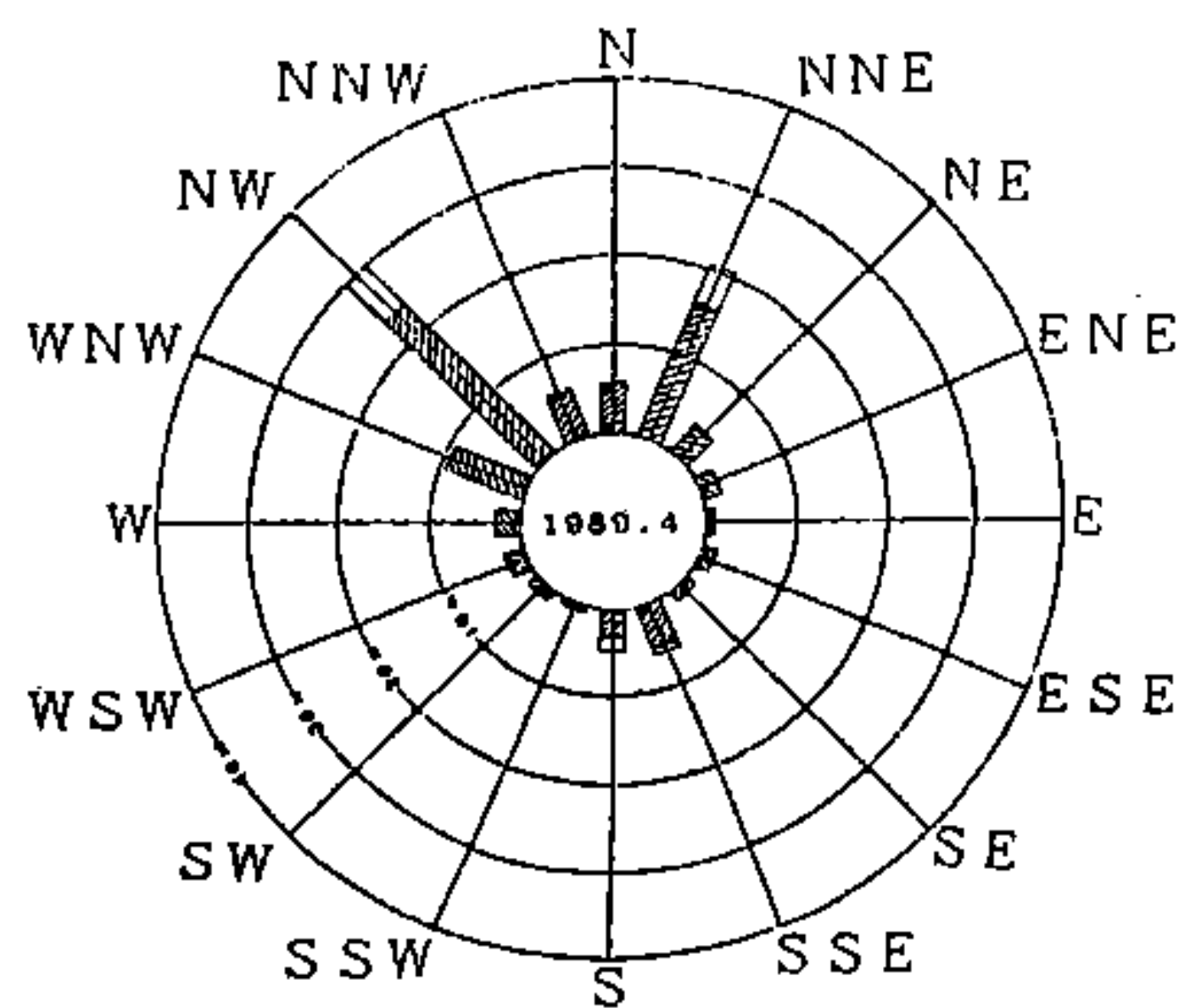
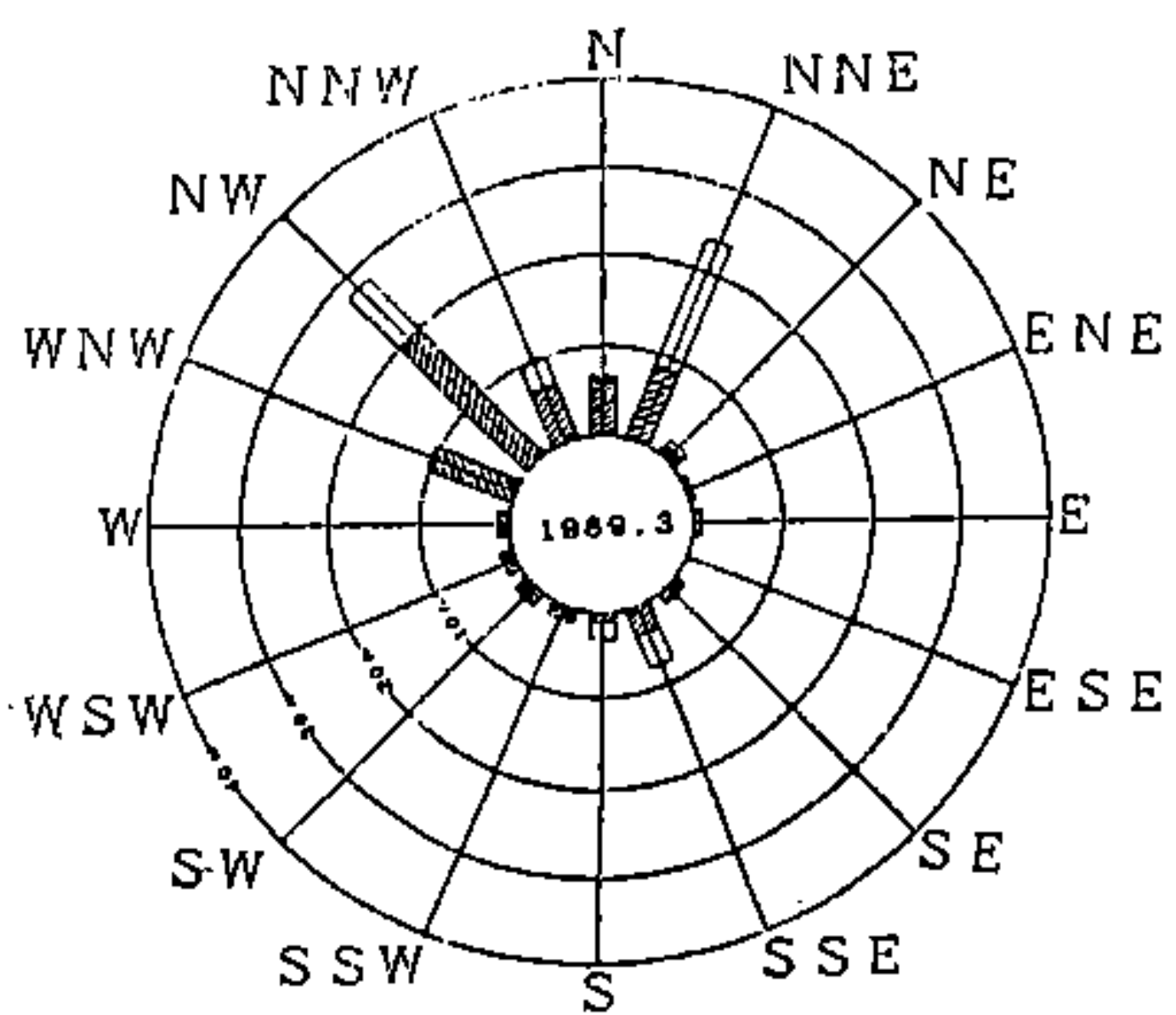
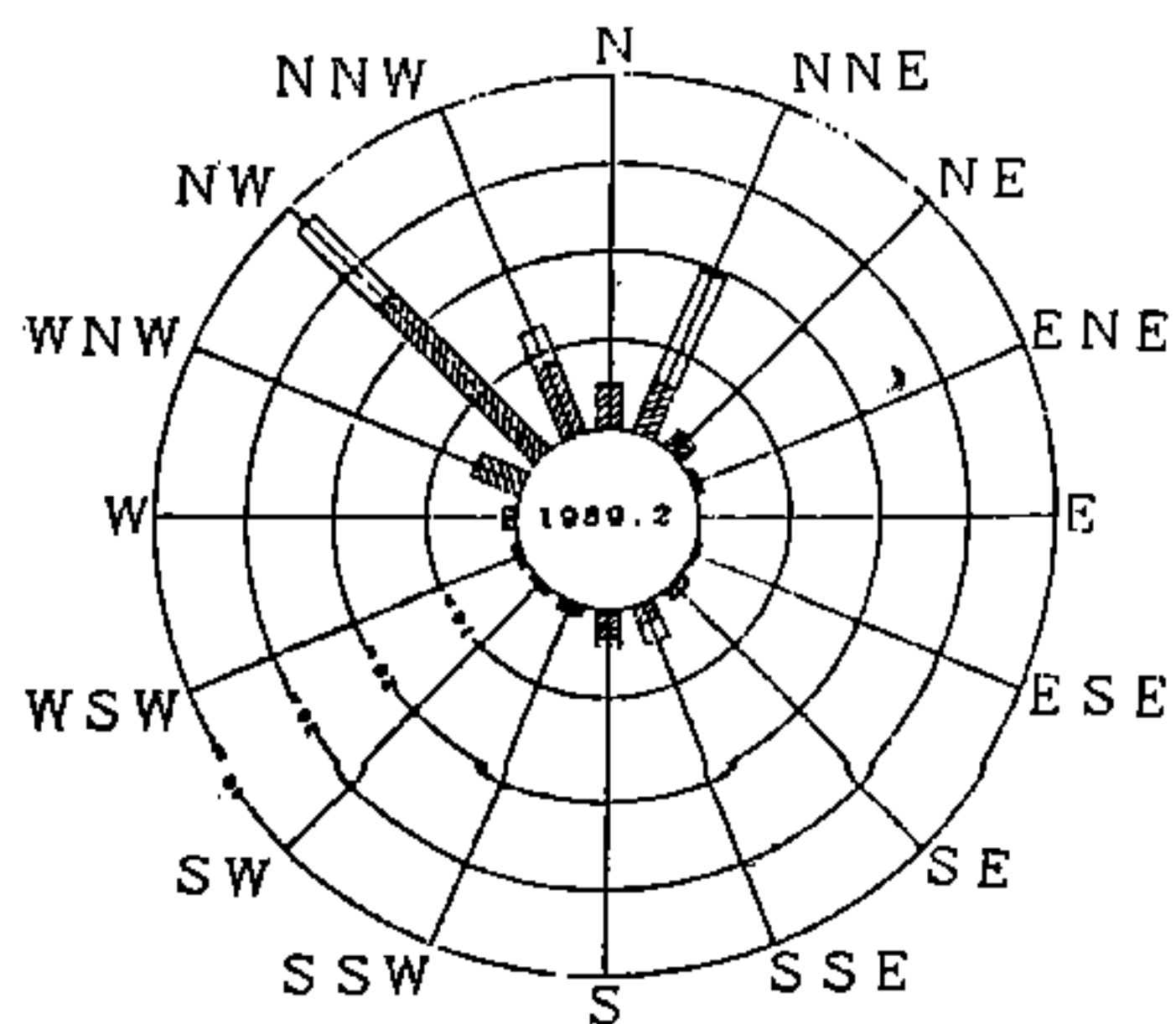
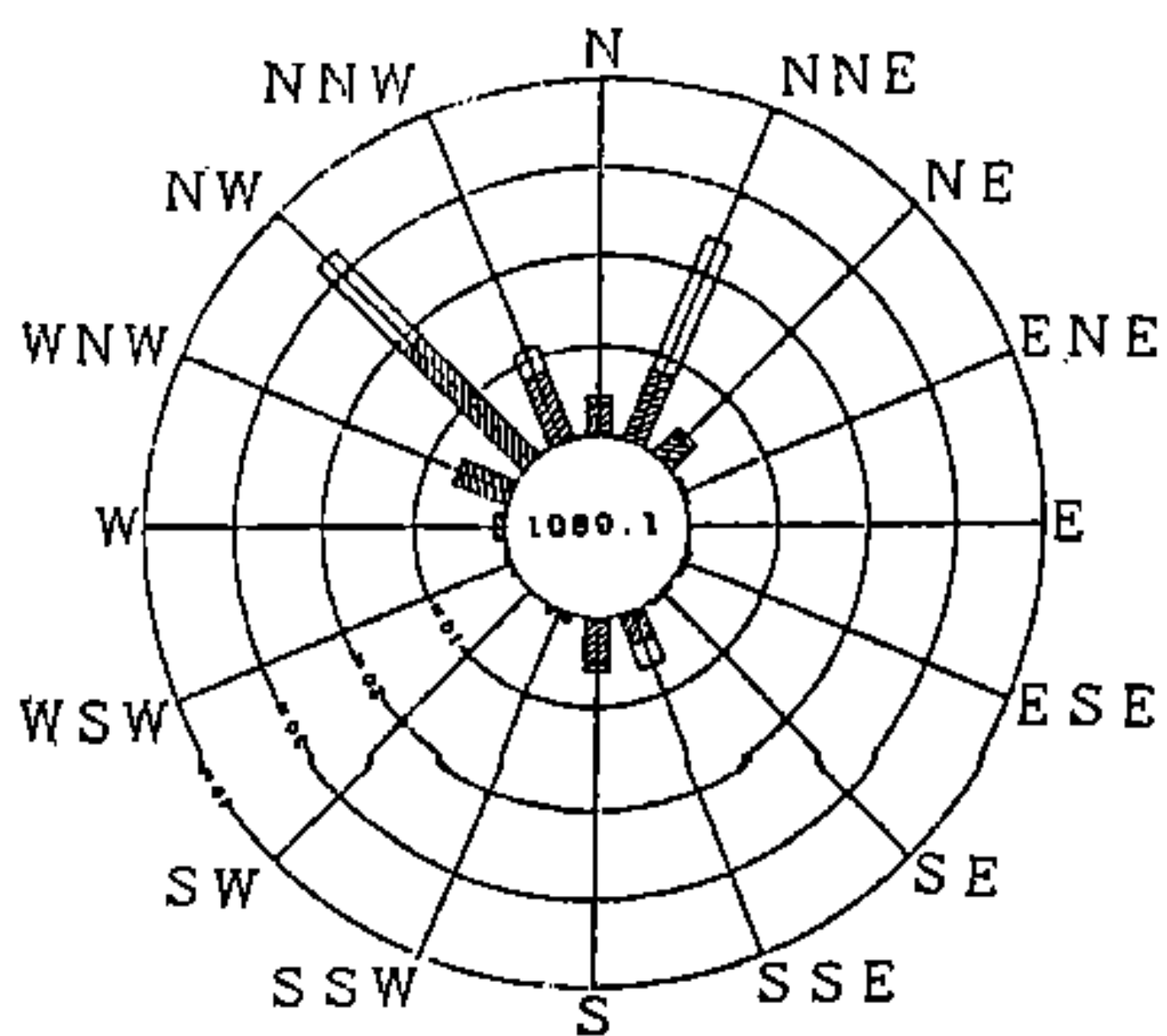
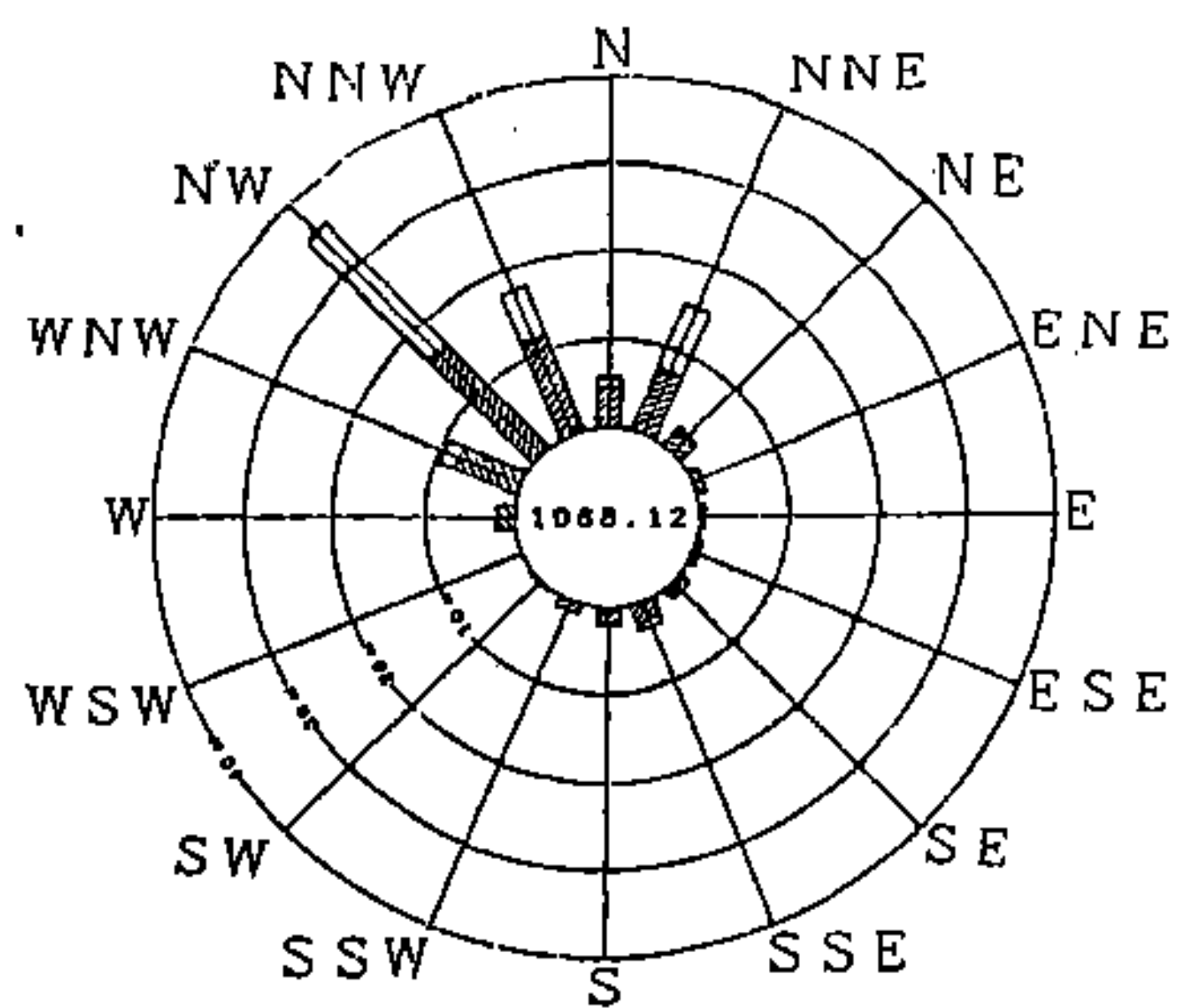
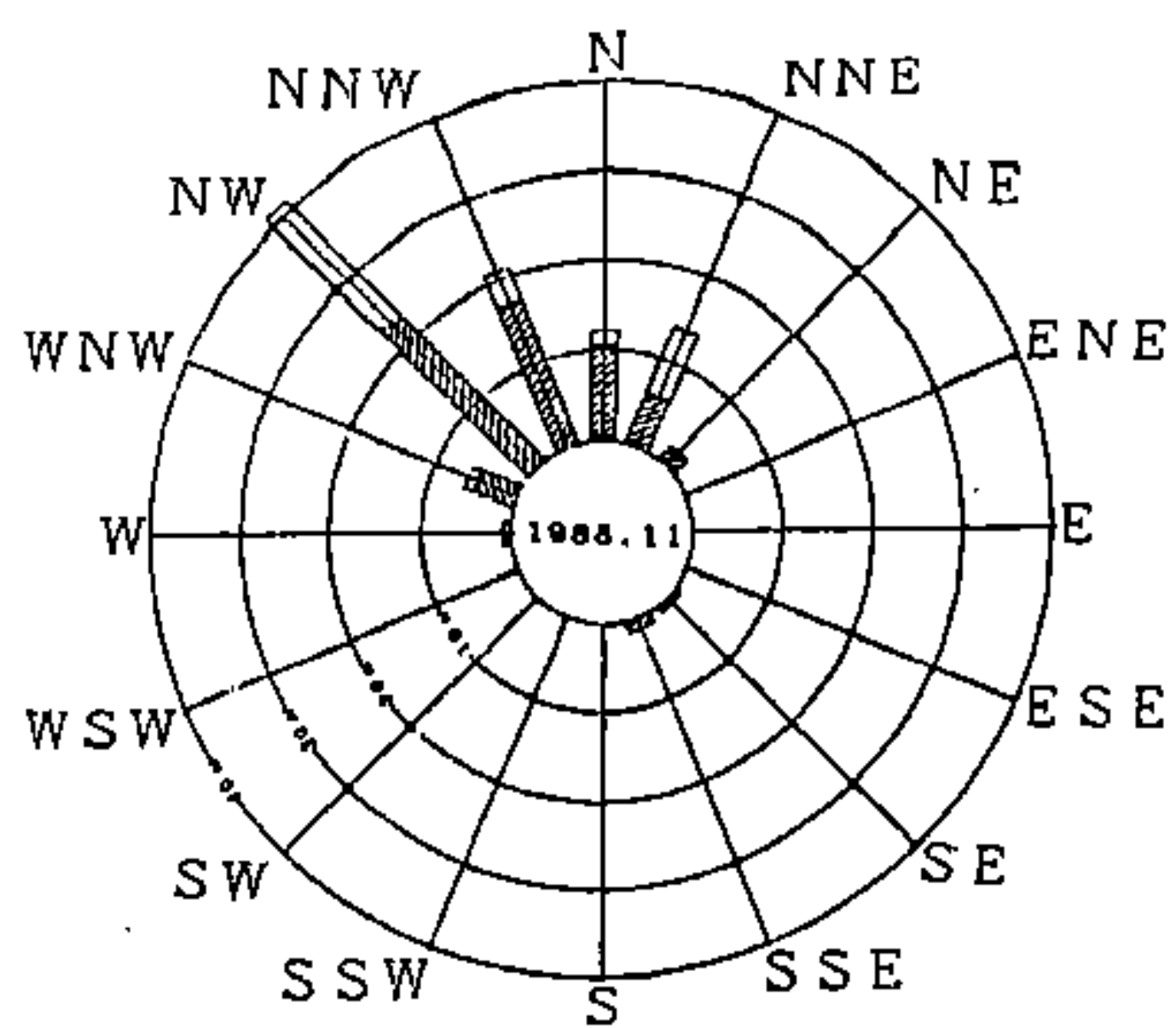


圖 8-5 花蓮地區各月風玫瑰圖

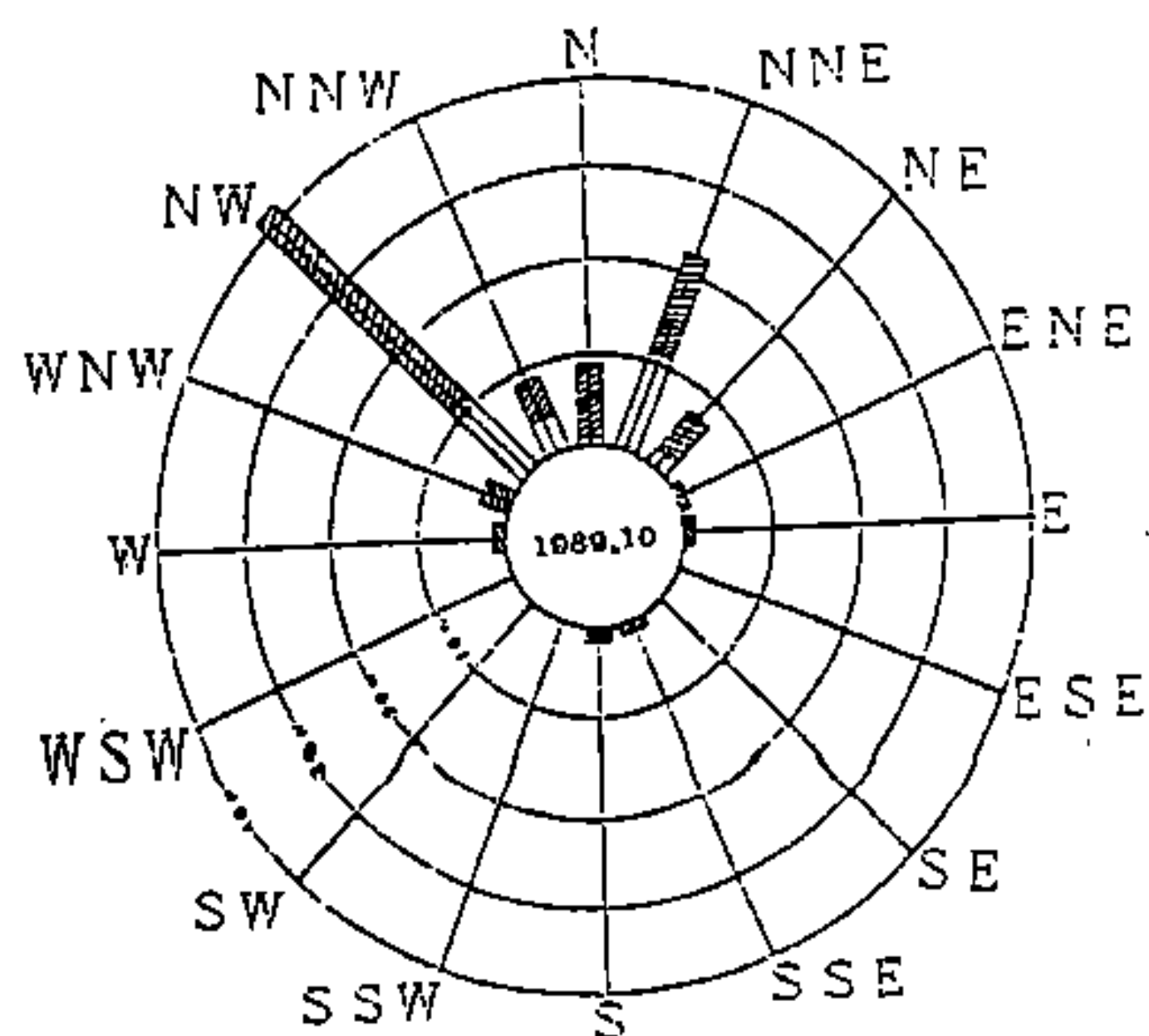
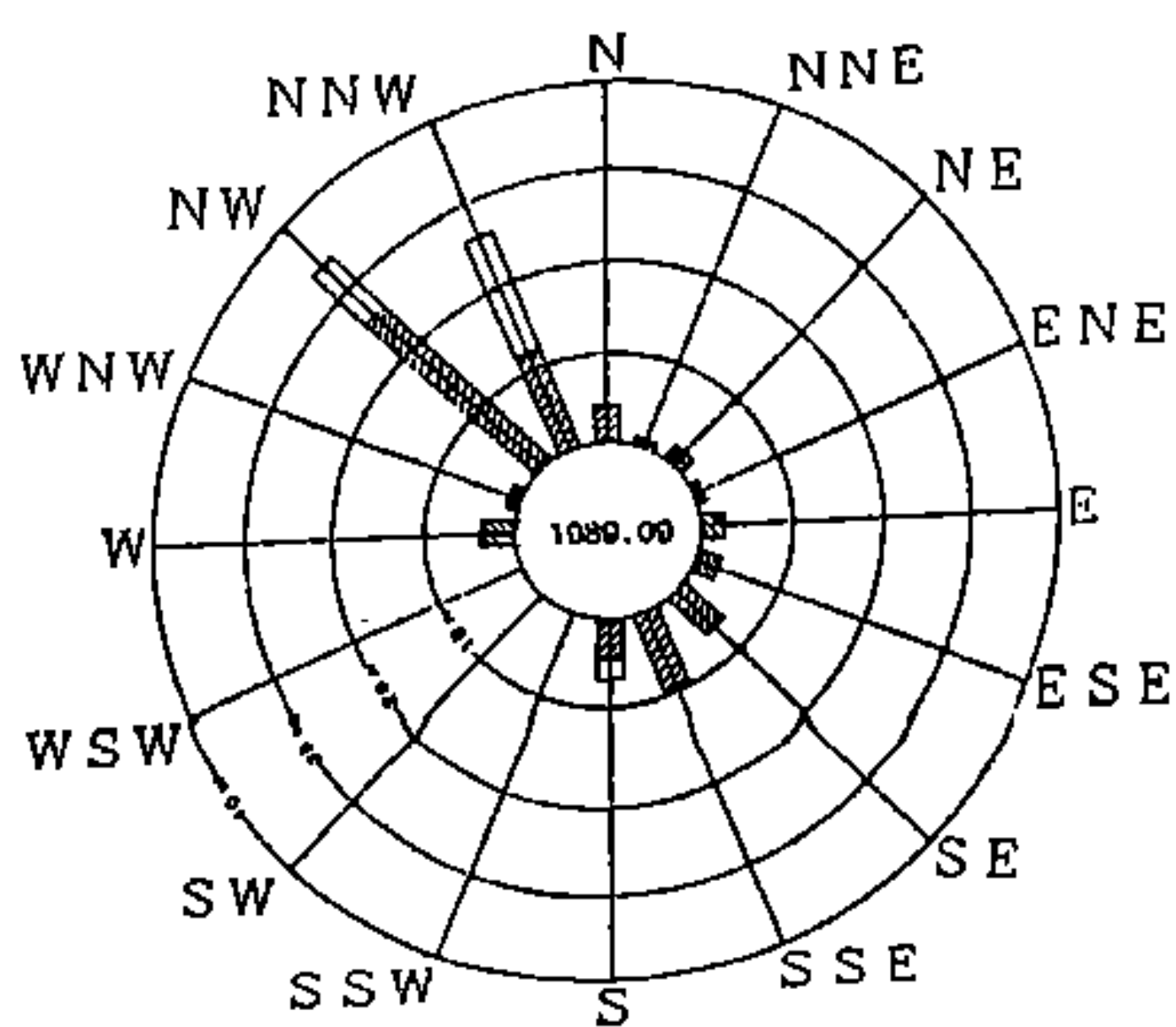
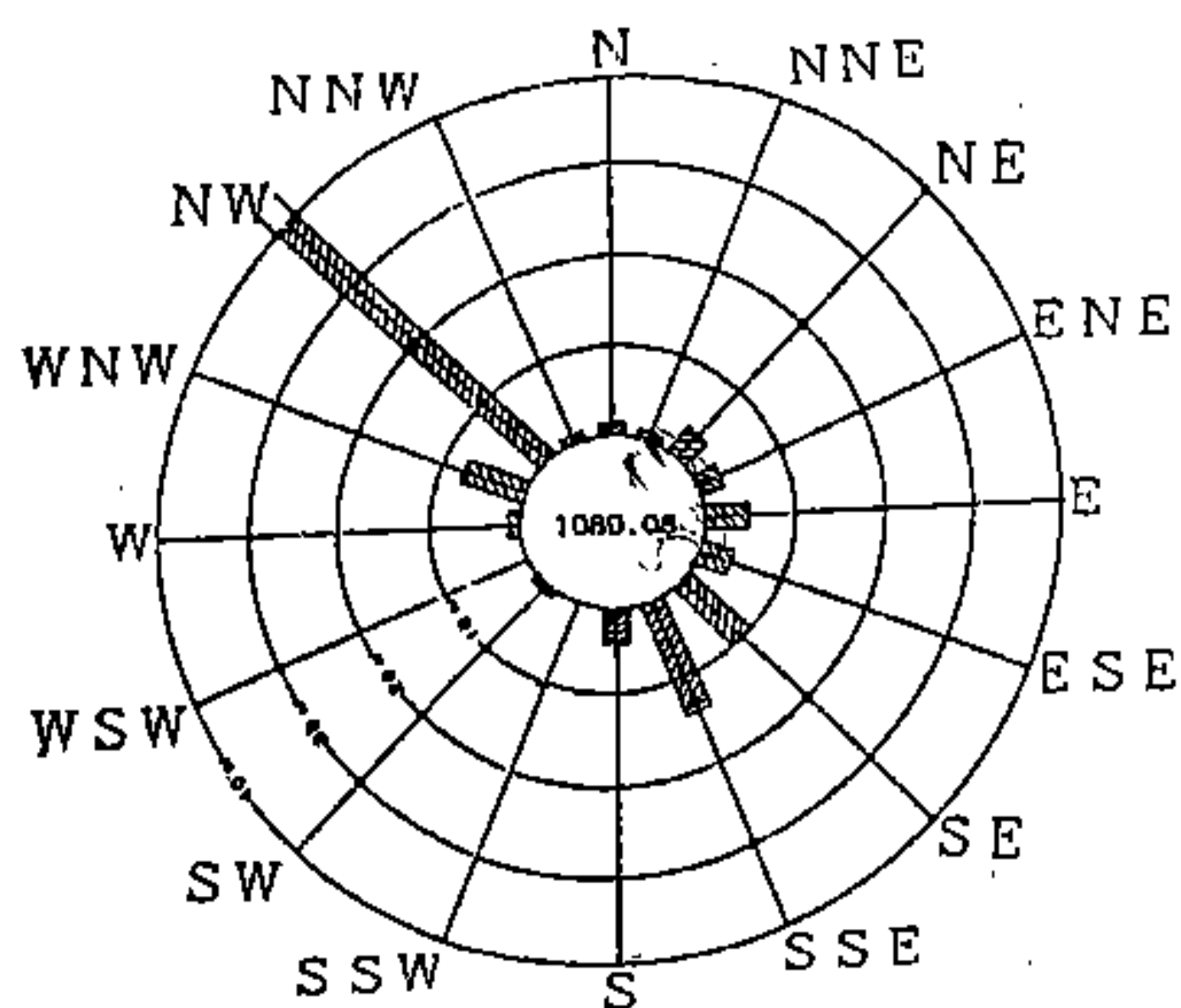
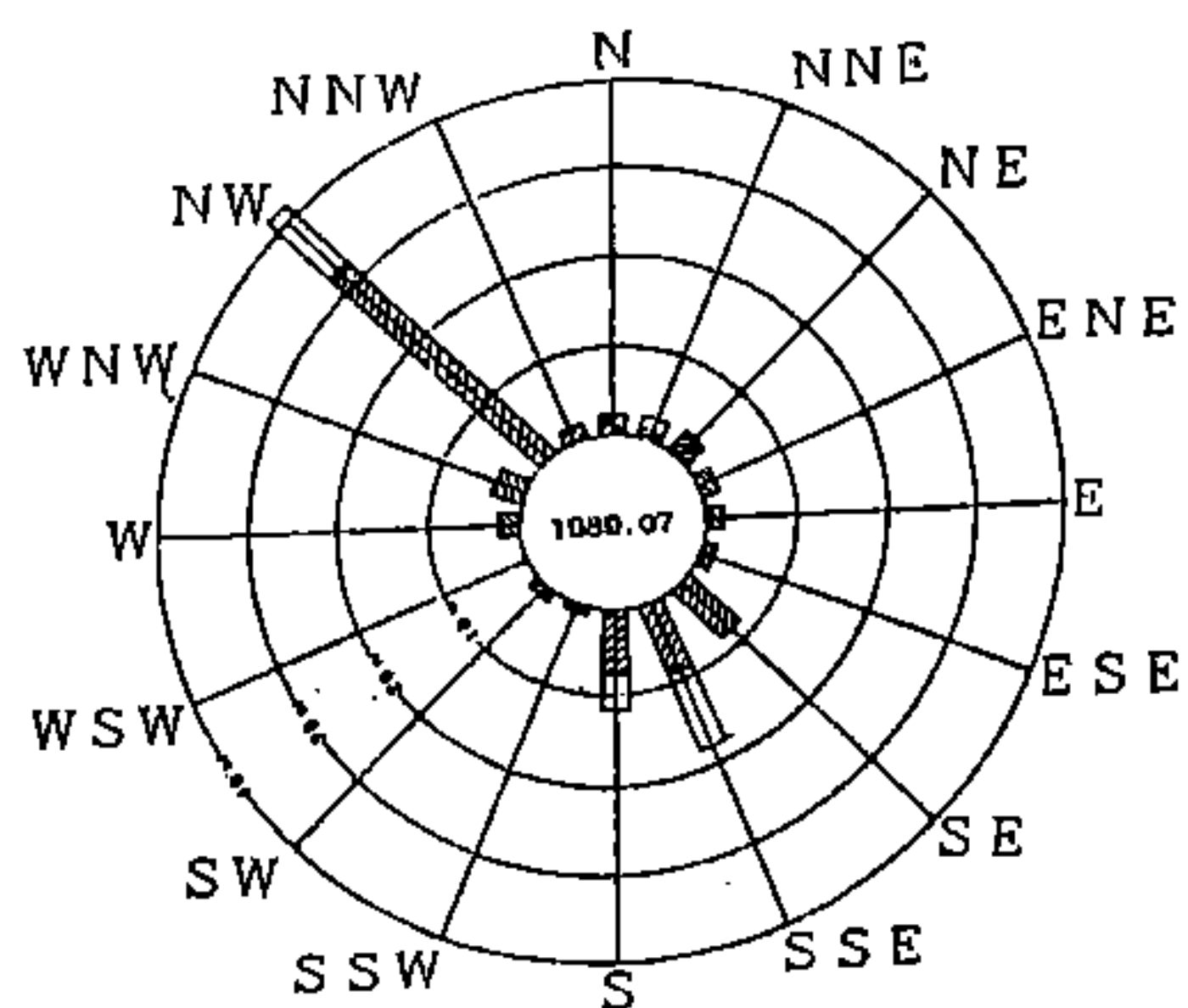
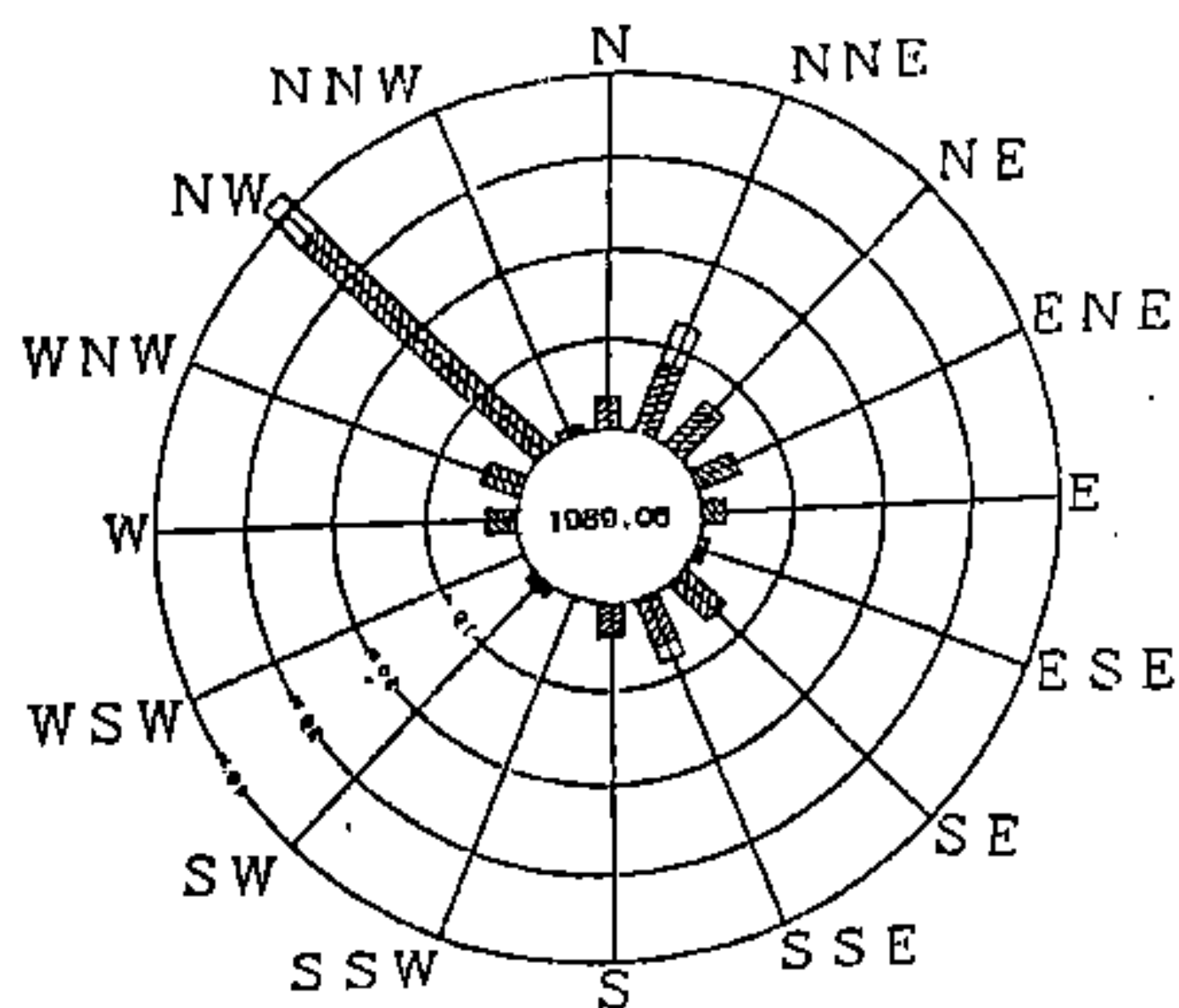
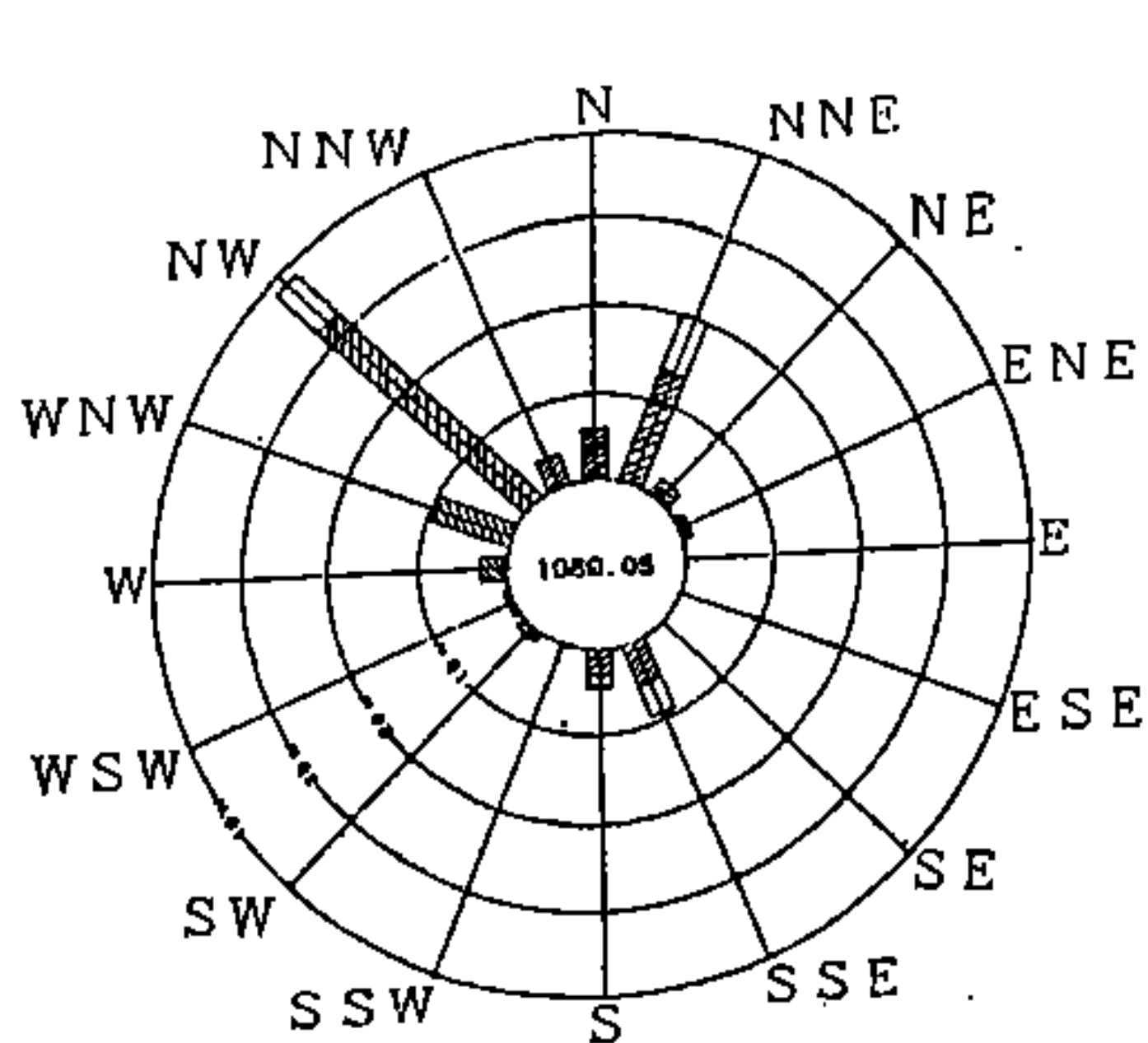


圖 8-5 花蓮地區各月風玫瑰圖(續)

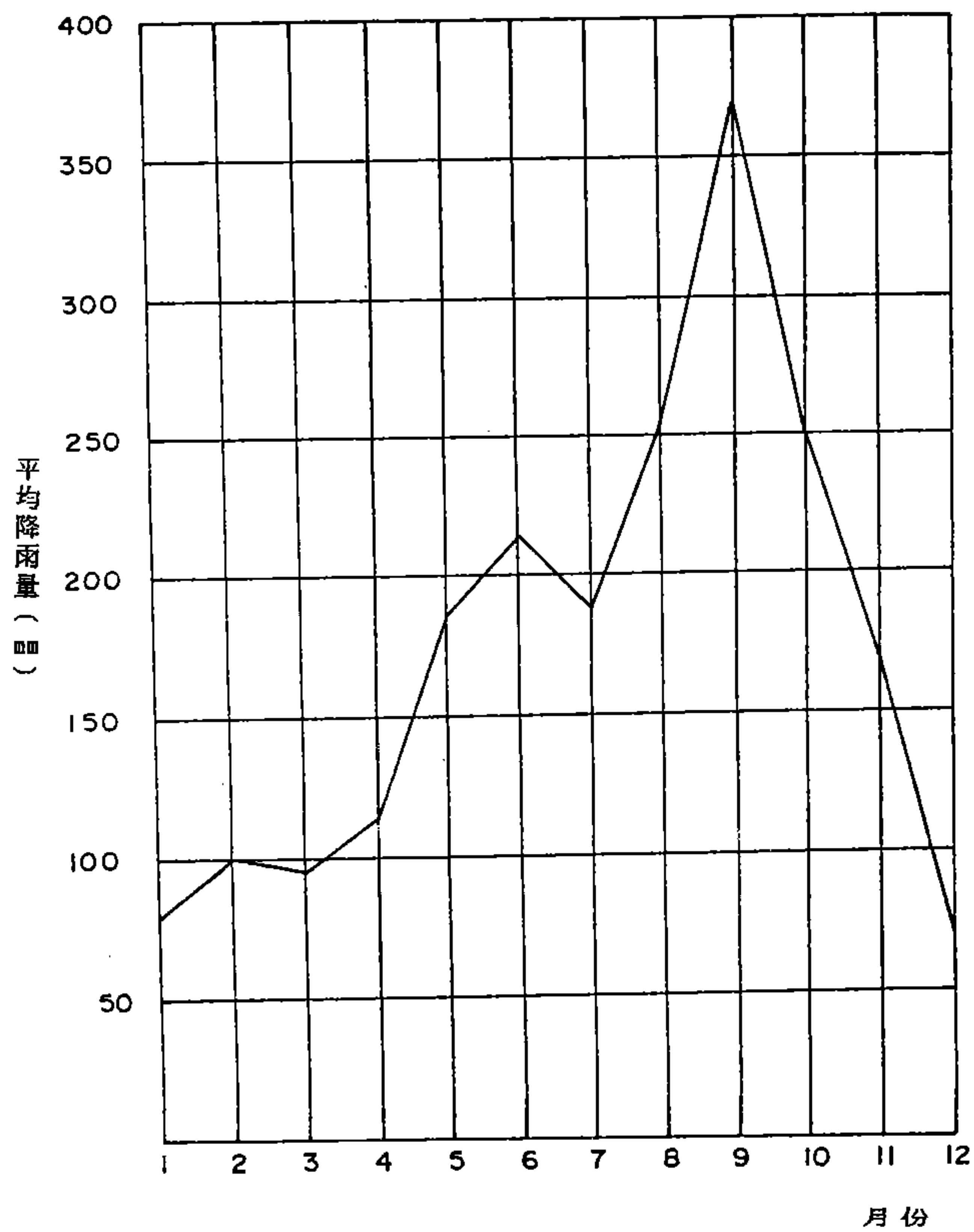


圖 8-6 花蓮地區降雨量統量 (1951-1986)

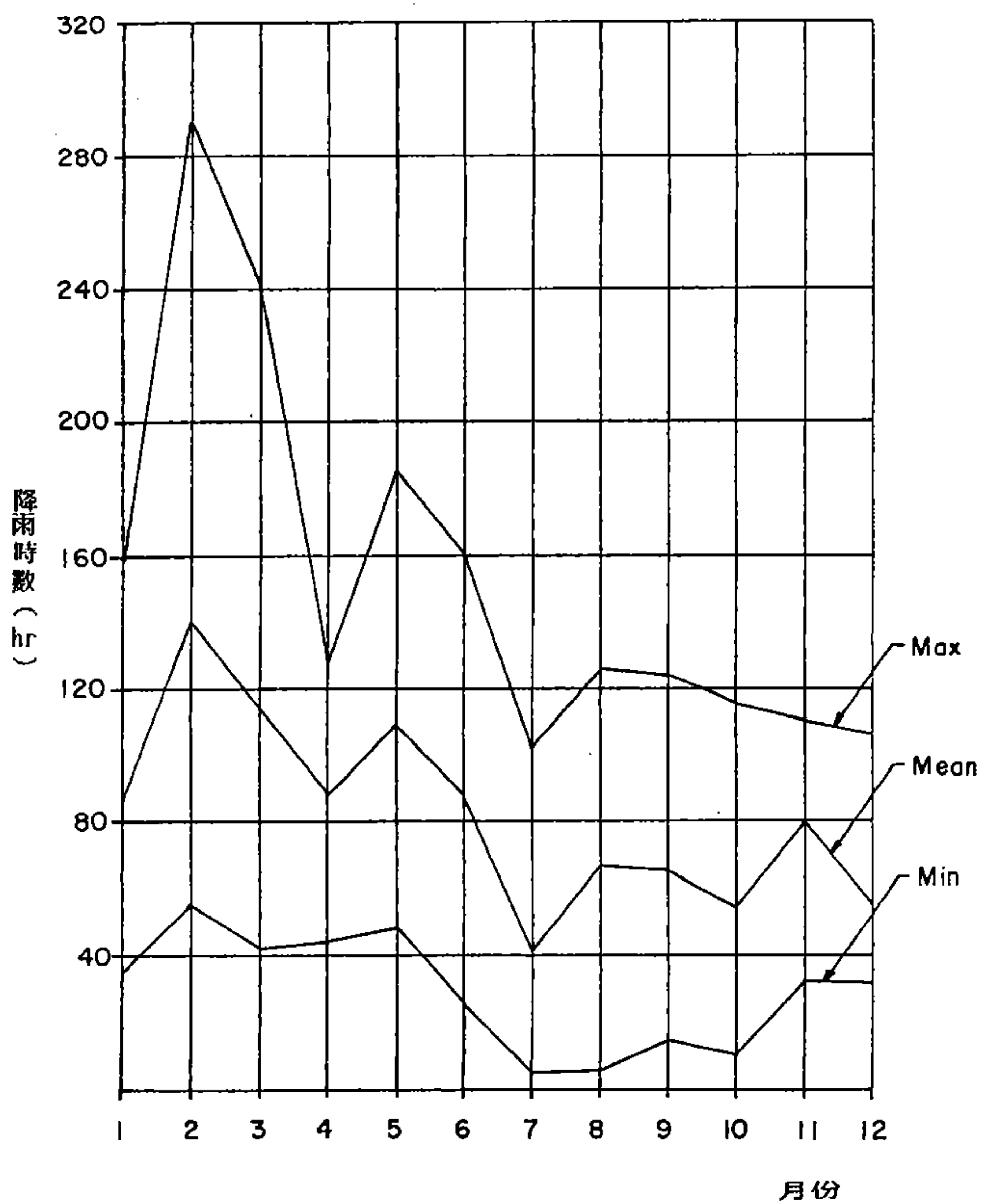


圖 8-7 花蓮地區降雨時數統量 (1977-1986)

表 8-1 花蓮地區機率降雨強度計算表

機率年	1小時 雨量	日雨量強 度(折算)	日雨量	特性係數	特性係數常數a,b之值				特性係數	降雨強度公式 I
N	R_N^1 (mm)	$I_N^1 = R_N^1 \times 24$	$R_N^{24} = I_N^{24}$	$\beta_N^1 = \frac{I_N^1}{I_N^{24}}$	$24 - \beta_N^1 \times 1$	$\beta_N^1 - 1$	$b = \frac{24 - \beta_N^1}{\beta_N^1 - 1}$	$a = b \times 24$	$\beta_N = \frac{a}{(t+b)}$	$I_N^t = R_N^{24} \times \beta_N$
200	138.41	3321.84	439.94	7.55	16.45	6.55	2.51	26.51	$\frac{26.51}{(t+2.51)}$	$\frac{11662.8}{(t+2.51)}$
100	124.19	2980.58	414.78	7.19	16.81	6.19	2.72	26.72	$\frac{26.72}{(t+2.72)}$	$\frac{11082.9}{(t+2.72)}$
50	110.75	2658.00	388.01	6.85	17.15	5.85	2.93	26.93	$\frac{26.93}{(t+2.93)}$	$\frac{10449.1}{(t+2.93)}$
25	97.99	2351.78	358.65	6.58	17.44	5.58	3.14	27.14	$\frac{27.14}{(t+3.14)}$	$\frac{9733.8}{(t+3.14)}$
10	81.89	1965.38	315.81	6.22	17.78	5.22	3.41	27.41	$\frac{27.41}{(t+3.41)}$	$\frac{8656.4}{(t+3.41)}$
5	69.95	1678.80	277.84	6.04	17.96	5.04	3.56	27.56	$\frac{27.56}{(t+3.56)}$	$\frac{7657.3}{(t+3.56)}$
2	53.24	1277.76	212.45	6.01	17.99	5.01	3.59	27.59	$\frac{27.59}{(t+3.59)}$	$\frac{5861.5}{(t+3.59)}$

表 8-2 花蓮地區機率降雨強度值

機 率 年	降 雨 強 度 公 式	各 延 時 降 雨 強 度 (mm/hr)															
N	I	0.5	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	22
200	$\frac{11662.8}{(t+2.51)}$	161.4	138.4	107.2	88.2	74.6	64.7	57.1	46.2	38.8	33.5	29.4	26.3	23.7	21.6	19.8	18.3
100	$\frac{11082.9}{(t+2.75)}$	143.3	124.1	97.8	80.7	68.6	59.8	53.0	43.1	36.3	31.4	27.6	24.7	22.2	20.3	18.7	17.3
50	$\frac{10449.1}{(t+2.93)}$	126.9	110.8	88.3	73.4	62.8	54.9	48.8	39.8	33.7	29.2	25.7	23.0	20.8	19.0	17.5	16.2
25	$\frac{9733.8}{(t+3.41)}$	111.4	98.0	78.9	66.1	56.8	49.8	44.4	36.4	30.9	26.8	23.7	21.2	19.2	17.5	16.1	14.9
10	$\frac{8656.4}{(t+3.41)}$	92.2	81.8	66.7	56.3	48.7	42.9	38.3	31.6	26.9	23.4	20.7	18.6	16.8	15.4	14.2	13.2
5	$\frac{7657.3}{(t+3.56)}$	78.6	70.0	57.4	48.6	42.2	37.3	33.4	27.6	23.5	20.5	18.2	16.3	14.8	13.5	12.5	11.6
2	$\frac{5861.5}{(t+3.59)}$	59.7	53.2	43.7	37.1	32.2	28.4	25.2	21.1	18.0	15.7	13.9	12.5	11.3	10.4	9.5	8.9

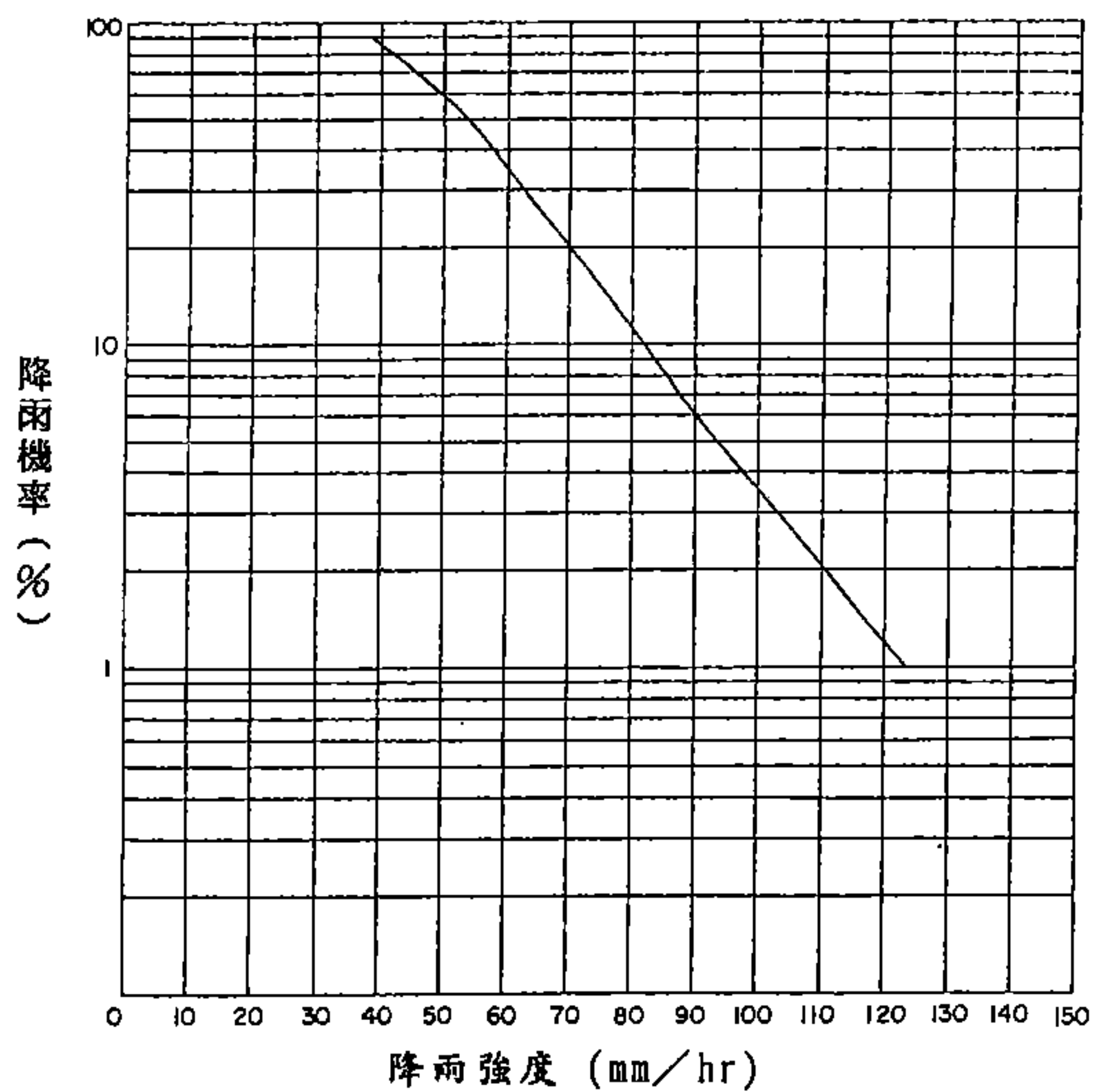


圖 8-8 花蓮地區延時 1 小時之降雨頻率曲線

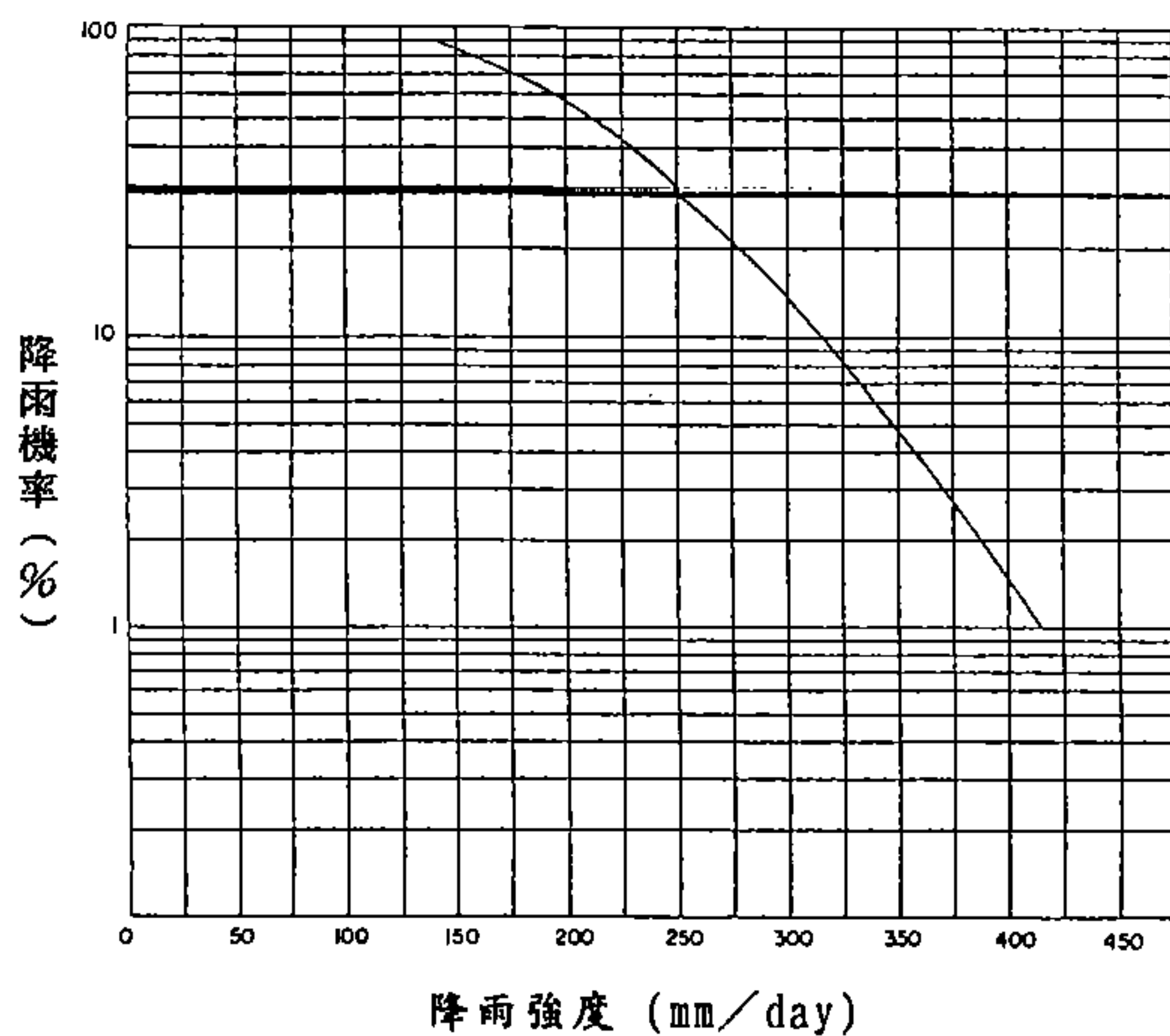


圖 8-9 花蓮地區延時 1 日之降雨頻率曲線

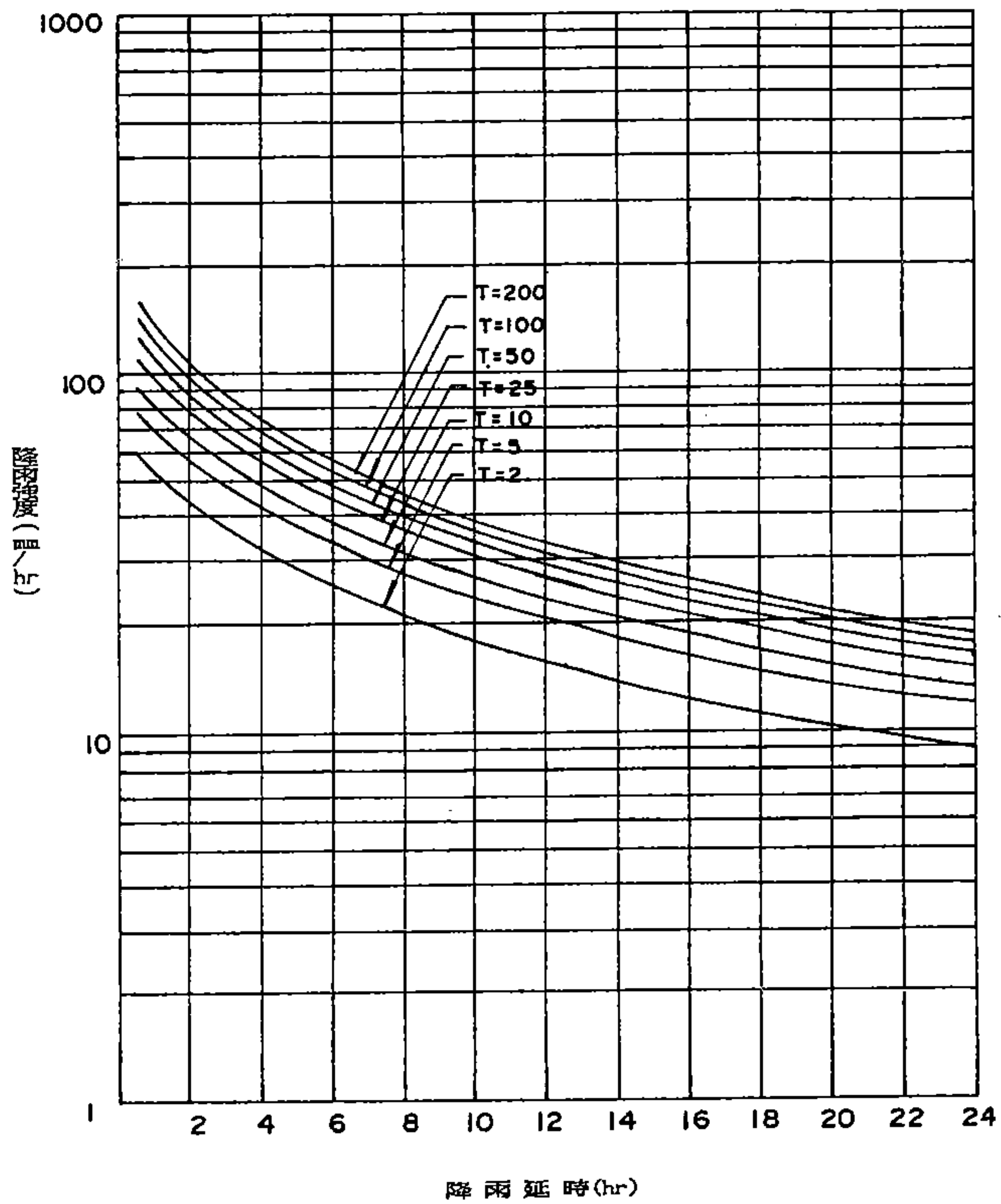


圖 8-10 花蓮地區不同迴歸期降雨強度延時曲線

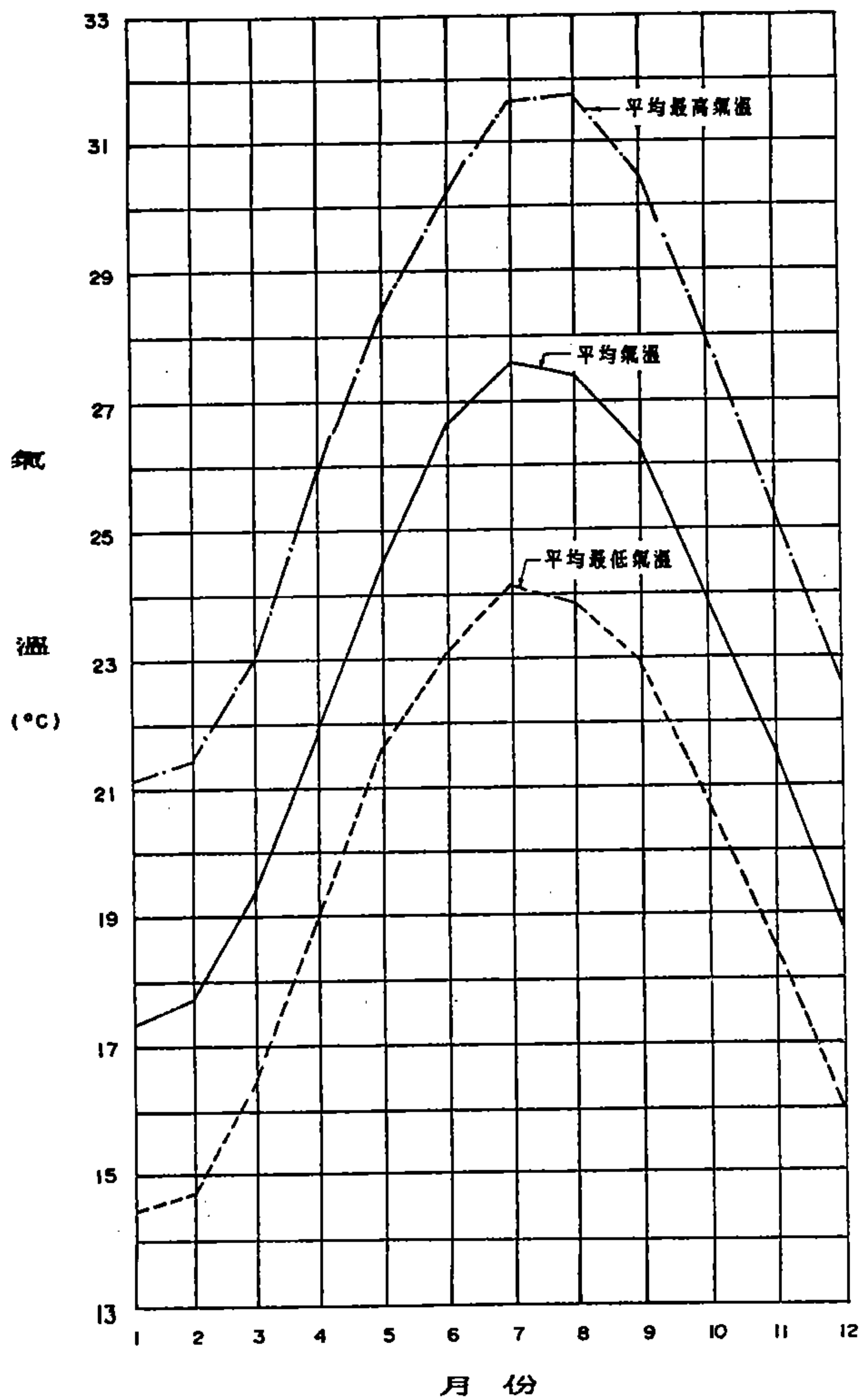


圖 8-11 花蓮地區氣溫變化 (1911-1981)

8.1.4 氣壓

圖8-12為花蓮地區每月平均氣壓分佈圖；一般而言月平均氣壓以1月1,021mb為最高，8月1,006.5mb為最低。

8.1.5 霧日

表8-3為花蓮霧日數統計，平均每年約0.42天，以二月份發生率最高。

8.1.6 颱風

颱風為北太平洋西部及南太平洋大部地區所出現之「熱帶氣旋」對台灣有影響的颱風則大都來自北太平洋西部，發生地點以加羅林群島、馬利安納群島和帛琉群島附近一帶最多。颱風的強度是以近中心附近平均最大風速為準，劃分為四級，如表 8-4。預測24小時內，颱風將侵襲本省近海（距離本省海岸100公里為準）時，即發佈海上颱風警報；預測18小時內，颱風將侵襲本省陸上時，即發佈陸上海上颱風警報。

中央氣象局將侵襲台灣的颱風分為七個路徑，統計民國前15年至民國74年間所發生之颱風記錄，如圖8-13其中以第三種路徑發生頻率最高。對和平地區較有影響的颱風路徑為1、2、3、4、6。侵台颱風最早出現於4月，最晚為11月，統計對本區較有影響之颱風月份分佈如圖8-14。其中以8月發生次數最多。部份颱風雖未直接侵襲台灣，但其由近海通過時，均足以影響海上作業船隻，統計近15年來中央氣象局發佈颱風警報概況，詳如表8-5，可知實際上平均每年有6.3個颱風影響台灣海域，而其強度以中度及強烈居多。

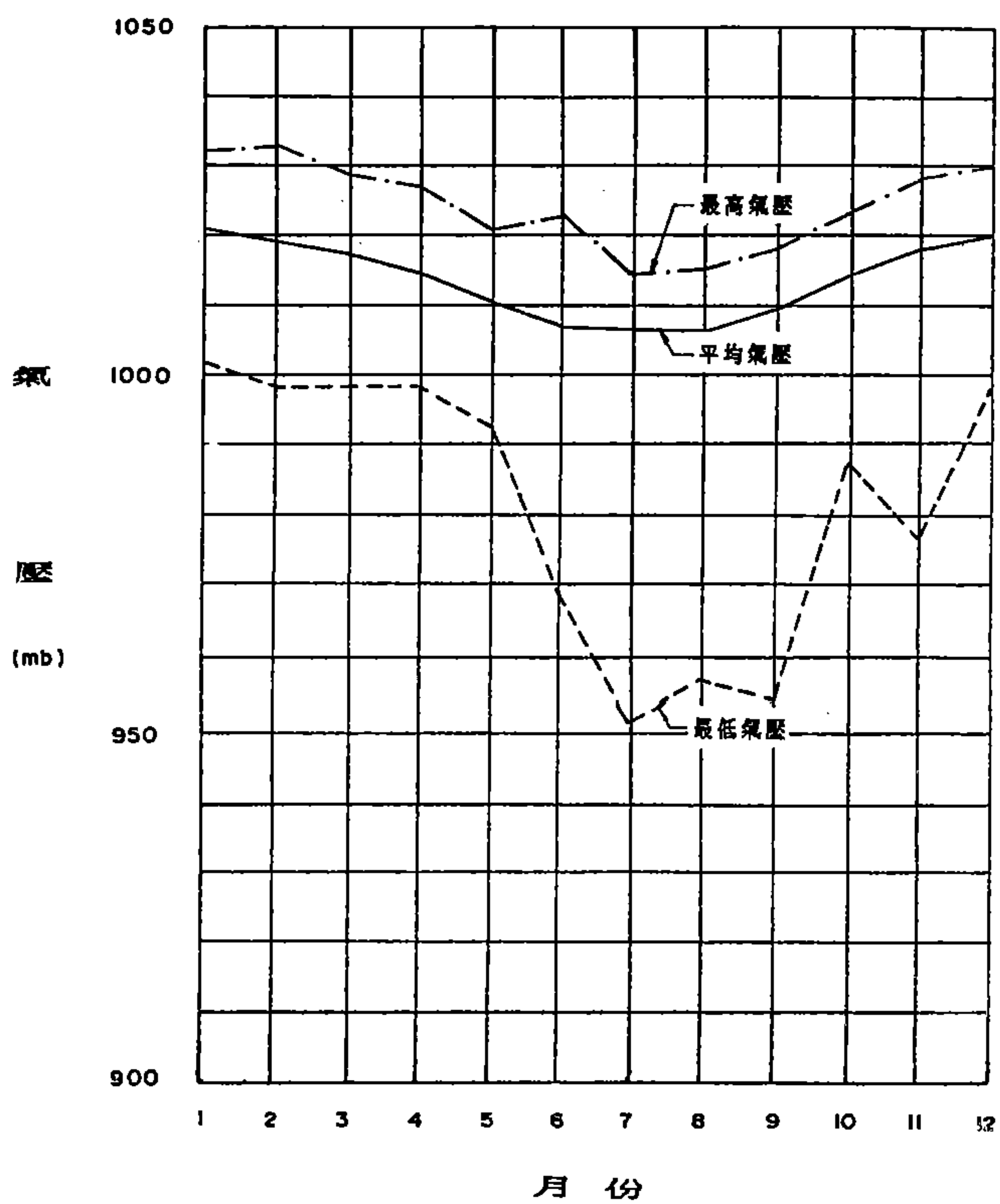


圖 8-12 花蓮地區氣壓變化 (1911-1981)

表 8-3 花蓮地區霧日數

月份 年份	一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月	十 二 月	合 計
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
61	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
62	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2
63	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	2
66	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
平 均	—	0.10	—	0.06	0.06	—	—	0.12	—	—	—	—	0.42

表 8-4 颱風強度標準表

颱風強度	近中心最大風速		相當風級
	每秒公尺	每時哩	
輕度颱風	17.20—32.60	34—63	8—11
中度颱風	32.70—50.90	64—99	12—15
強度颱風	51.00—66.90	100—129	16—17
超級強烈 颱風	67.00以上	130以上	17以上

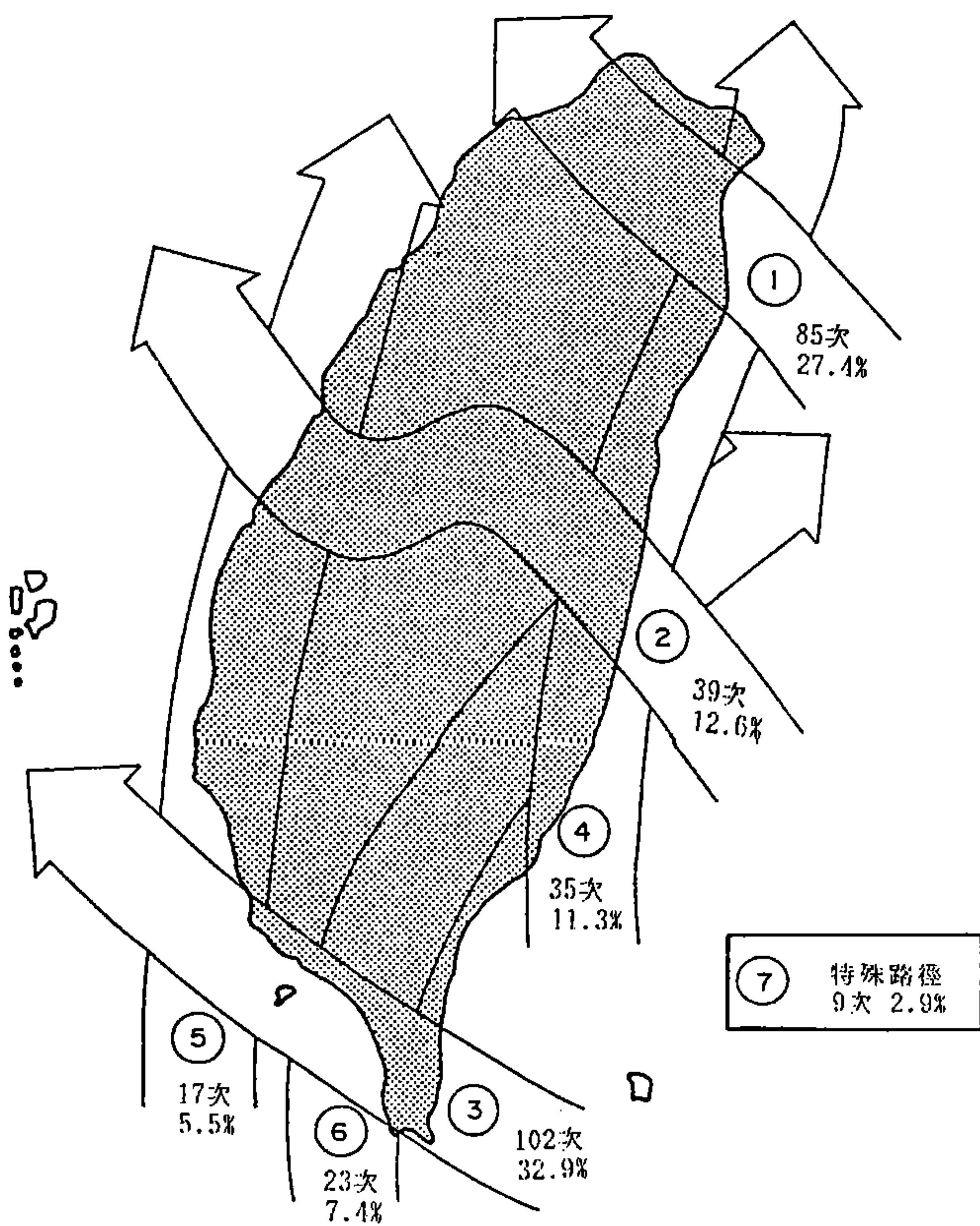


圖 8-13 侵台颱風路徑分類統計 (1897-1985)

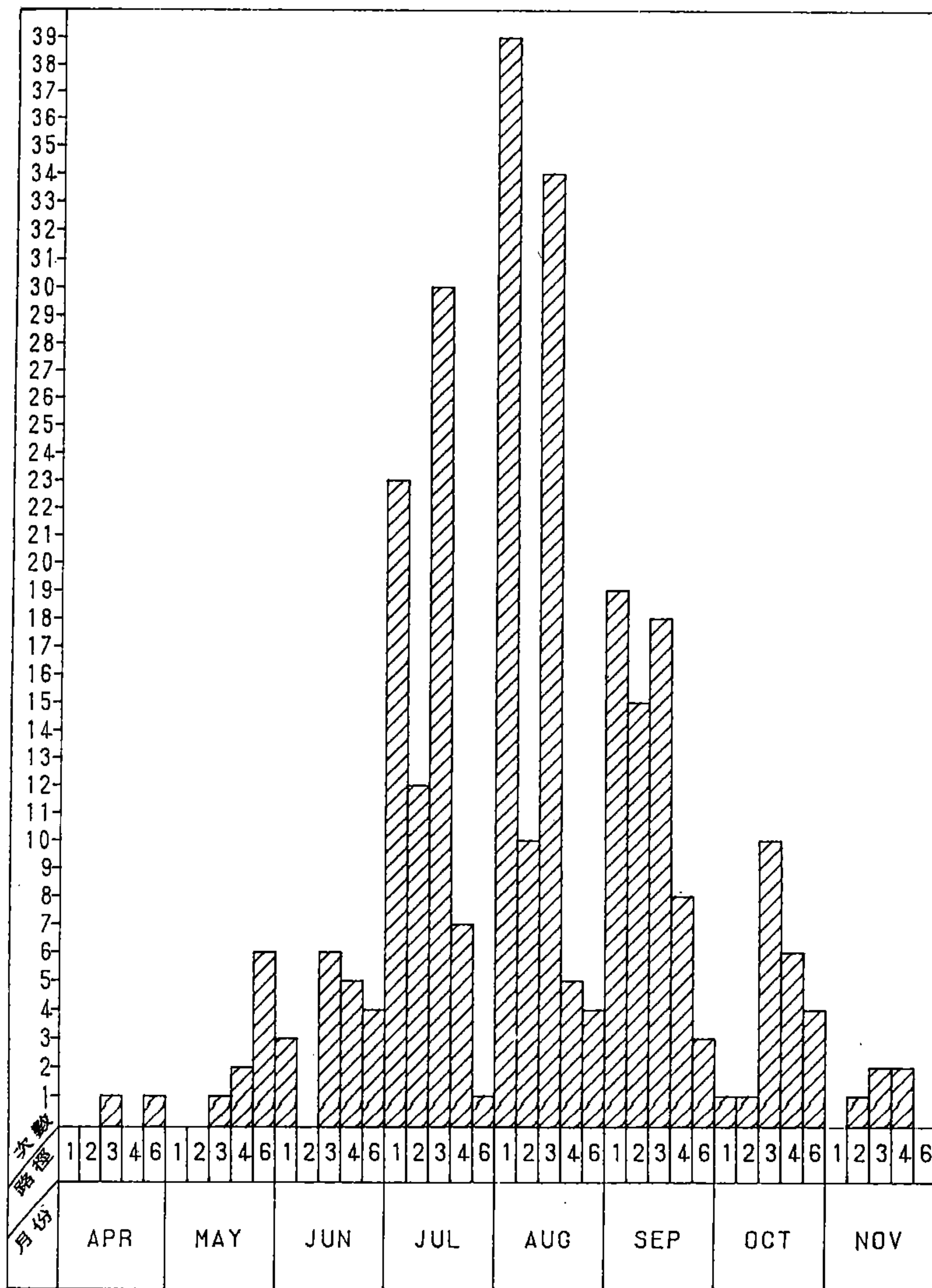


圖 8-14 侵台颱風各月出現次數統計 (1897-1985)

表 8-5 中央氣象局發佈颱風警報概況統計表

類別 年度	輕 度	中 度	強 烈	海 上	海、上 陸、上	侵 台	合 計
60	1	1	3	1	4	4	5
61	1	2	1	1	3	1	4
62	3	0	3	3	3	2	6
63	4	2	2	4	4	3	8
64	1	2	2	1	4	3	5
65	1	2	4	5	2	1	7
66	3	3	2	2	6	3	8
67	2	4	0	1	5	3	6
68	1	2	4	2	5	2	7
69	4	1	2	2	5	2	7
70	3	3	1	1	6	6	7
71	1	2	4	3	4	3	7
72	0	0	4	2	2	2	4
73	4	2	1	1	6	3	7
74	1	6	0	2	5	5	7
總 計	30 31.6%	32 33.7%	33 34.7%	31 32.6%	64 67.4%	43	95
平均	2.0	2.1	2.2	2.0	4.3	2.9	6.3

8.2 海象

8.2.1 潮汐

潮汐是海水長周期之起伏變化，其主要由太陽、月球與地球相對運動之吸引力與離心力平衡所引起之作用力，台灣地區一天內通常發生兩次起伏。

台灣東海岸之潮位記錄以花蓮港和蘇澳港較齊全。經將兩地之天文潮經調和分析結果尚甚接近，且遭遇颱風之機會亦頗類似，和平位於花蓮及蘇澳之間，因無潮位記錄，故暫以花蓮港和蘇澳港記錄供參考。

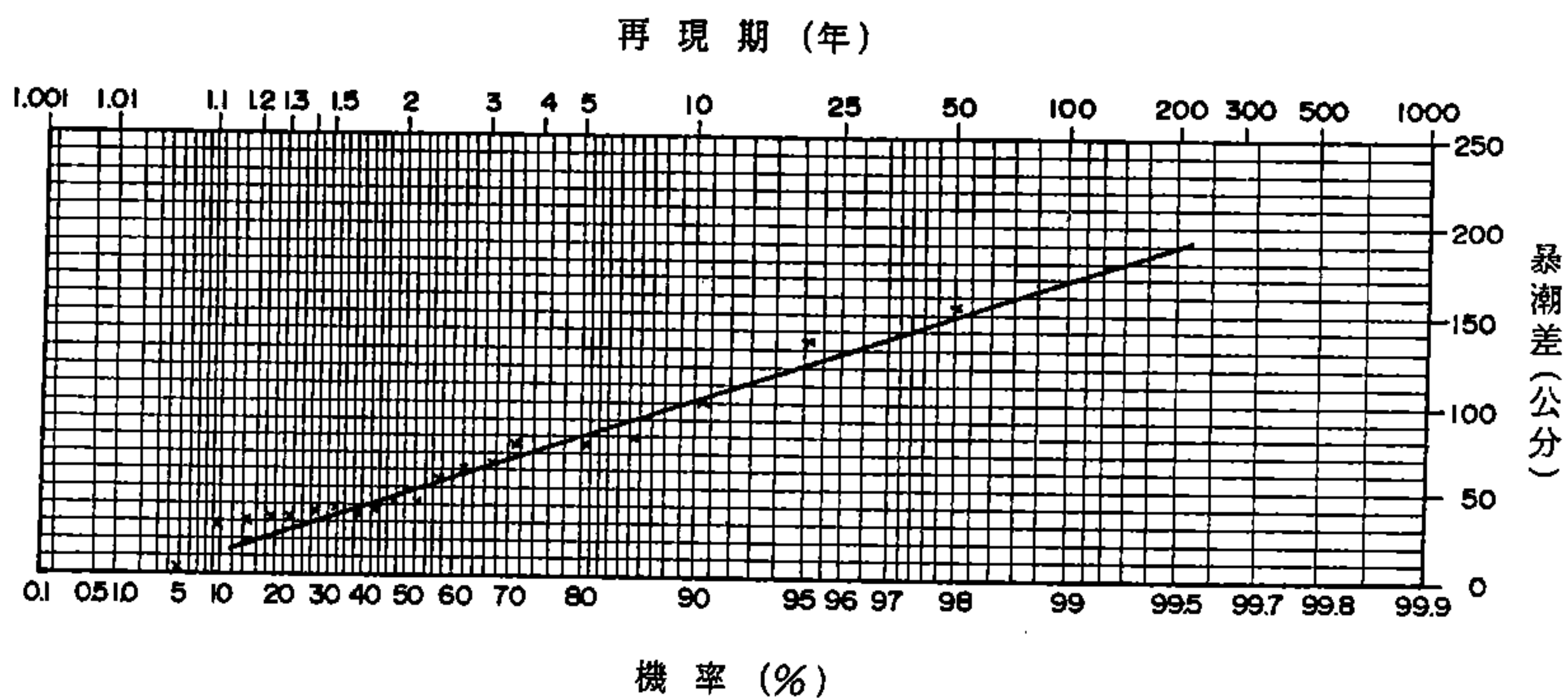
花蓮港檢潮記錄經統計分析得如下之結果：

最高潮位	(HHWL)= +2.55m
平均高潮位	(MHWL)= +1.31
平均潮位	(MWL)= +0.83
平均低潮位	(MLWL)= +0.34
最均潮位	(LLWL)= -0.78

蘇澳港檢潮記錄經統計分析得如下之結果：

最高潮位	(HHWL)= +2.25m
平均高潮位	(MHWL)= +1.33
平均潮位	(MWL)= +0.87
平均低潮位	(MLWL)= +0.41
最均潮位	(LLWL)= -0.20

蘇澳港之潮汐觀測記錄雖曾測得數個暴潮記錄，但尚不足以作機率分析之用，因此選用花蓮港暴潮差進行機率分析，如圖8-15所示，得再現期50年暴潮差為150 公分，100年為170公分。



再 現 年	機 率 (%)	暴 潮 偏 差 (cm)
2	50.0	45
5	80.0	80
10	90.0	100
25	96.0	130
50	98.0	150
100	99.0	170
200	99.5	190

圖 8-15 花蓮暴潮偏差發生機率統計

8.2.2 海流

1. 海流調查分析

海流調查時間是選在冬夏兩季大潮期間，在水深20米處進行25小時定點觀測及在水深40米處進行二個月之長期觀測。海流觀測站位置如圖8-3 所示。第一次之調查工作自77年8月12日至77年10月11日，由觀測所得之資料經分析後，因海流儀受海藻纏繞儀器葉片，僅取得一個月之資料；第二次調查工作自78年1月8日至78年3月8日，共取得二個月之完整資料。

2. 定點不同水深之海流觀測分析

77年8月12-13及78年1月9-10日所做之25小時定點觀測中，在同一時刻不同水深之海流流速流向分佈如圖8-16所示。由圖可知，在同一測點其流速表層較大，底層受到海底摩擦效應而略小，其流向由第一次之調查結果顯示，流向完全一致，而第二次之調查，可能因地形變化急劇，致使海流無法直接到達15M 處之流速儀，致其海流之流向部份成相反之流向。

3. 定點底層海流觀測

將兩次觀測所得之資料，其流速流向發生之百分率繪如圖8-17及圖8-18所示，其海流玫瑰圖如圖8-19所示。由上圖可知，最常發生之流速大都小於 0.25m/sec，而其流向主要為東北向，次為西南向，在東北向53%流速低於 20cm/sec，42%流速在20-40m/sec之間，5%在40-60cm/sec之間；其他方向最大流速不超過40cm/sec，且絕大多數小於20cm/sec。

圖8-20示海流向量行經圖(Progressive Vector Diagram)，本區域之海流除少數幾天外，每日皆向東北方向行

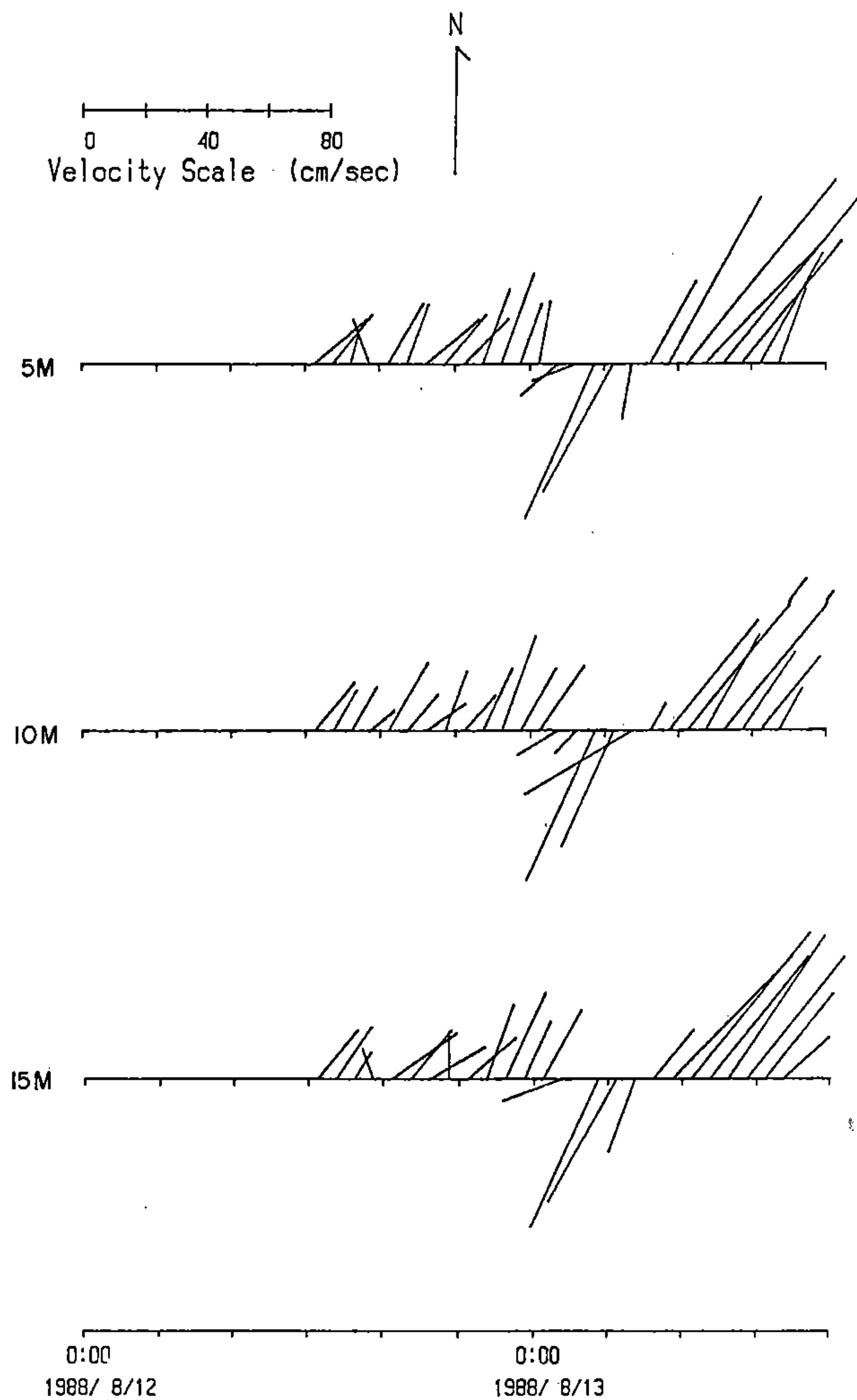


圖 8-16 不同水深海流流速流向分佈

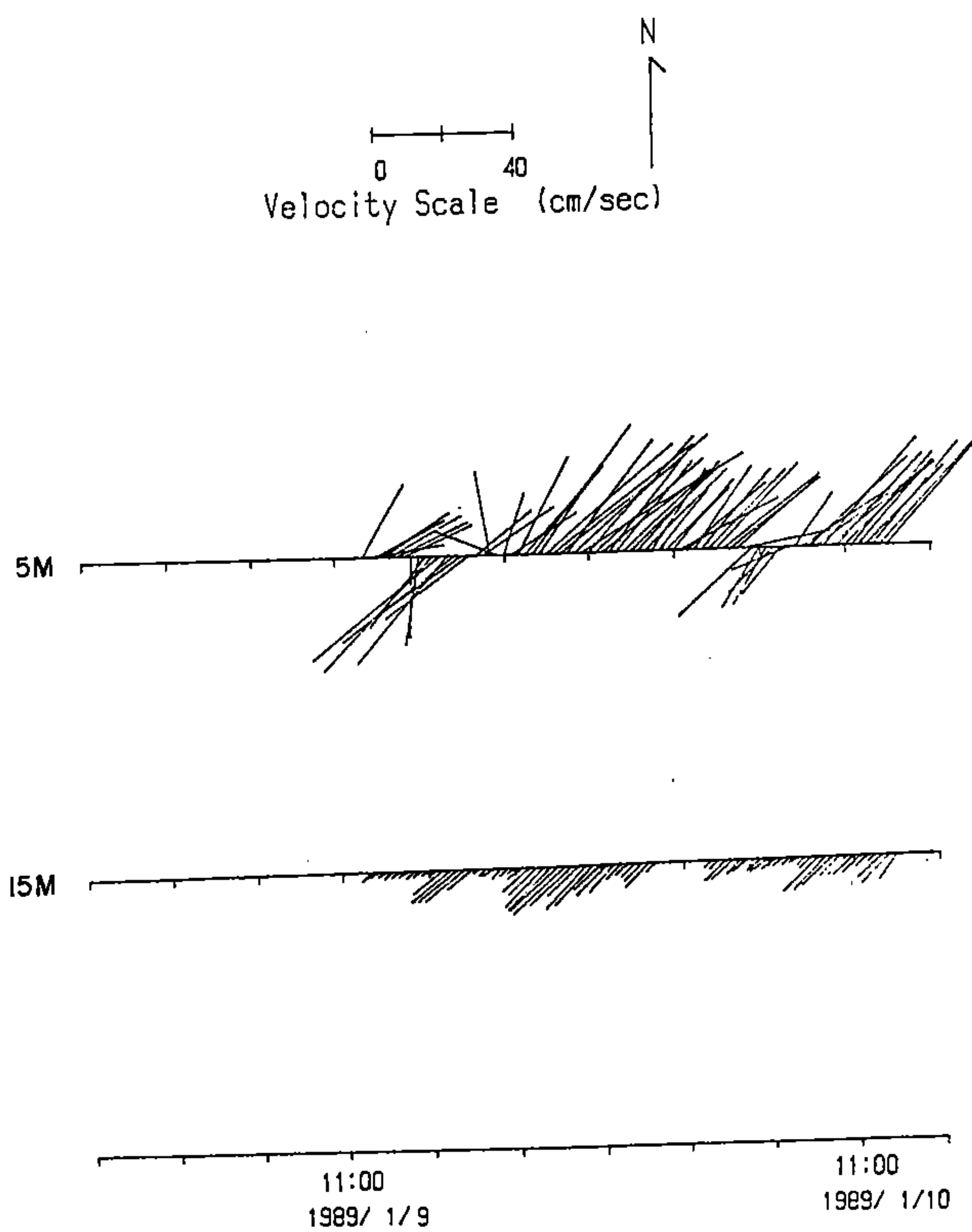


圖 8-16 不同水深海流流速流向分佈 (續)

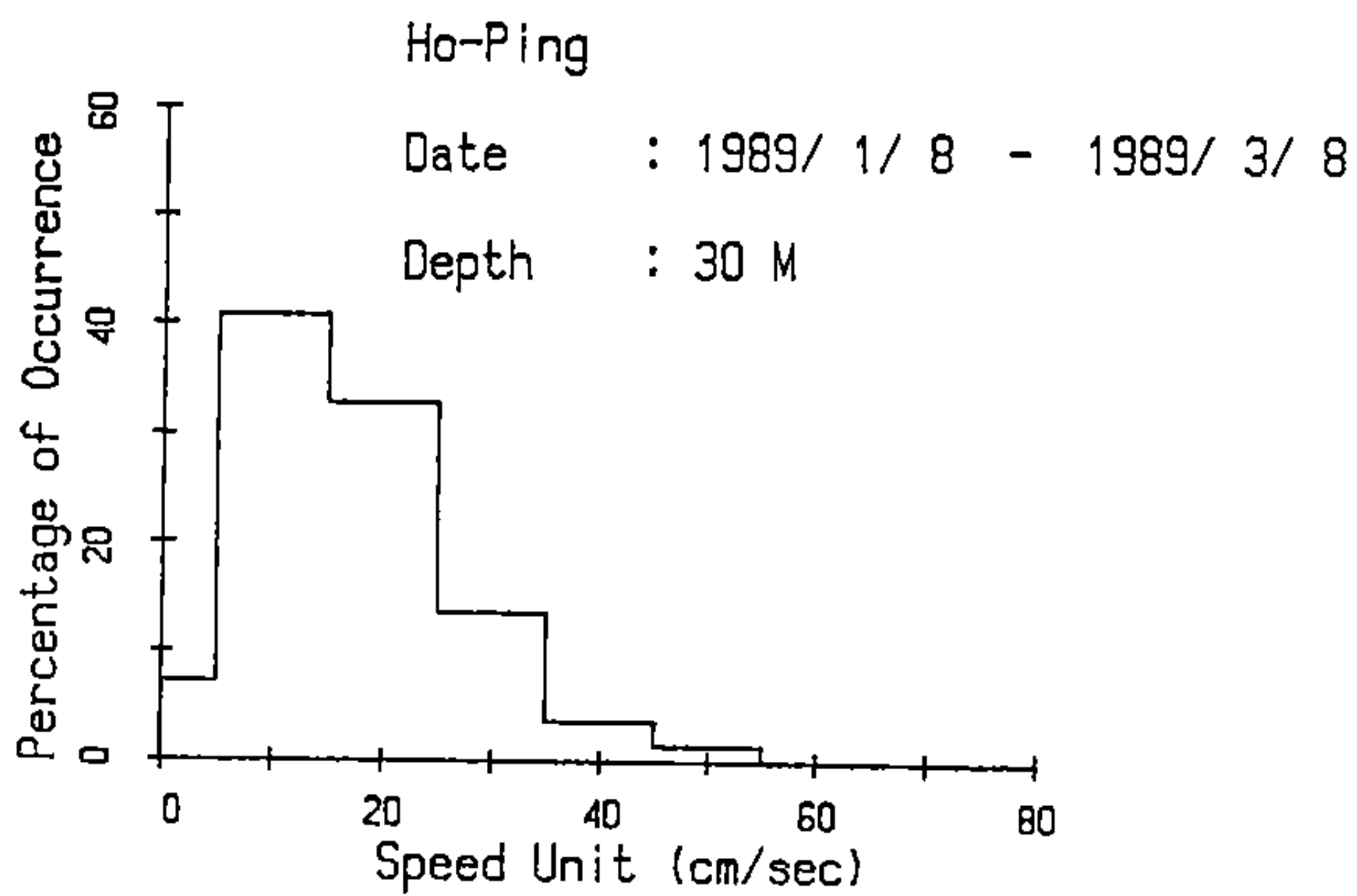
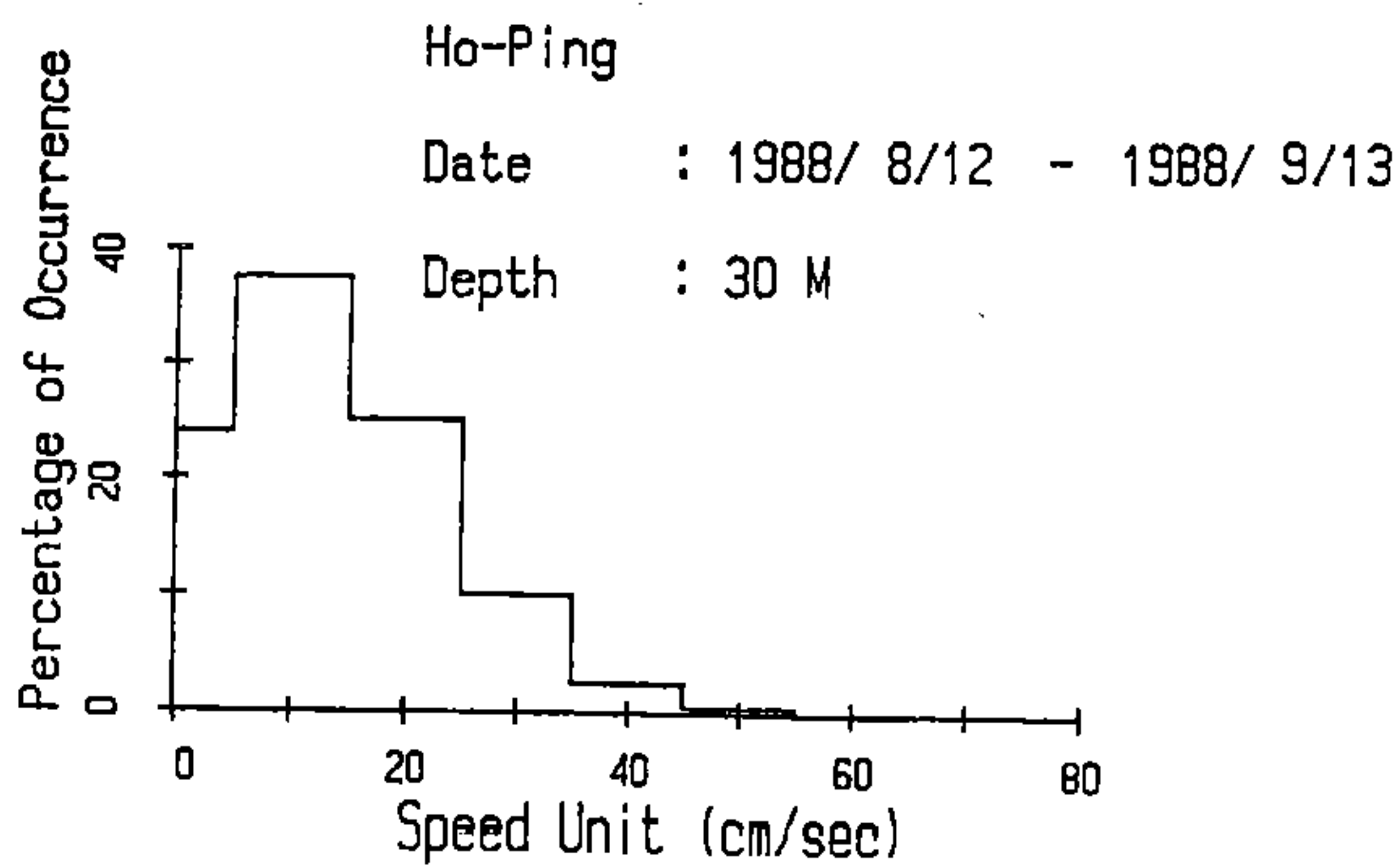
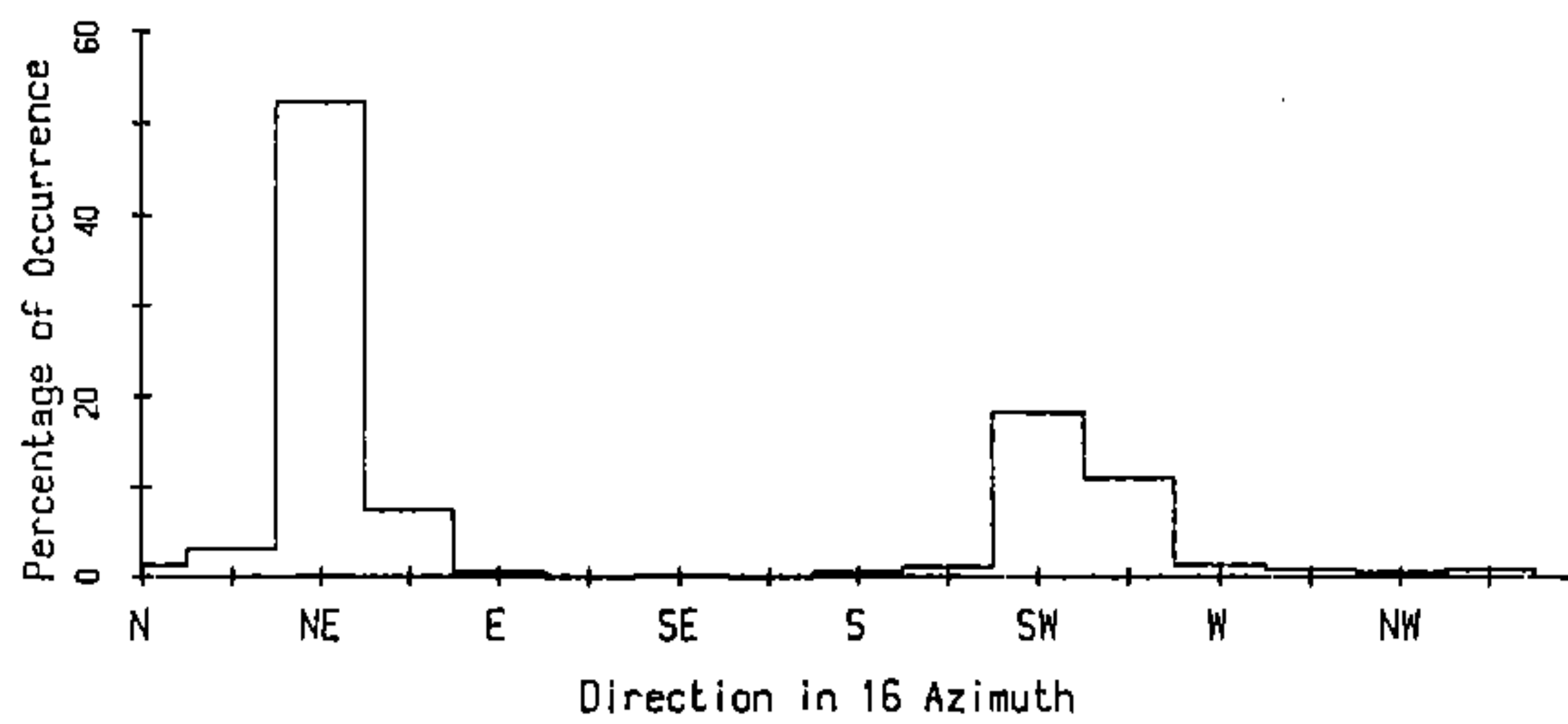


圖 8-17 花蓮地區海流流速分佈圖

Ho-Ping

Date : 1988/ 8/12 - 1988/ 9/13

Depth : 30 M



Ho-Ping

Date : 1989/ 1/ 8 - 1989/ 3/ 8

Depth : 30 M

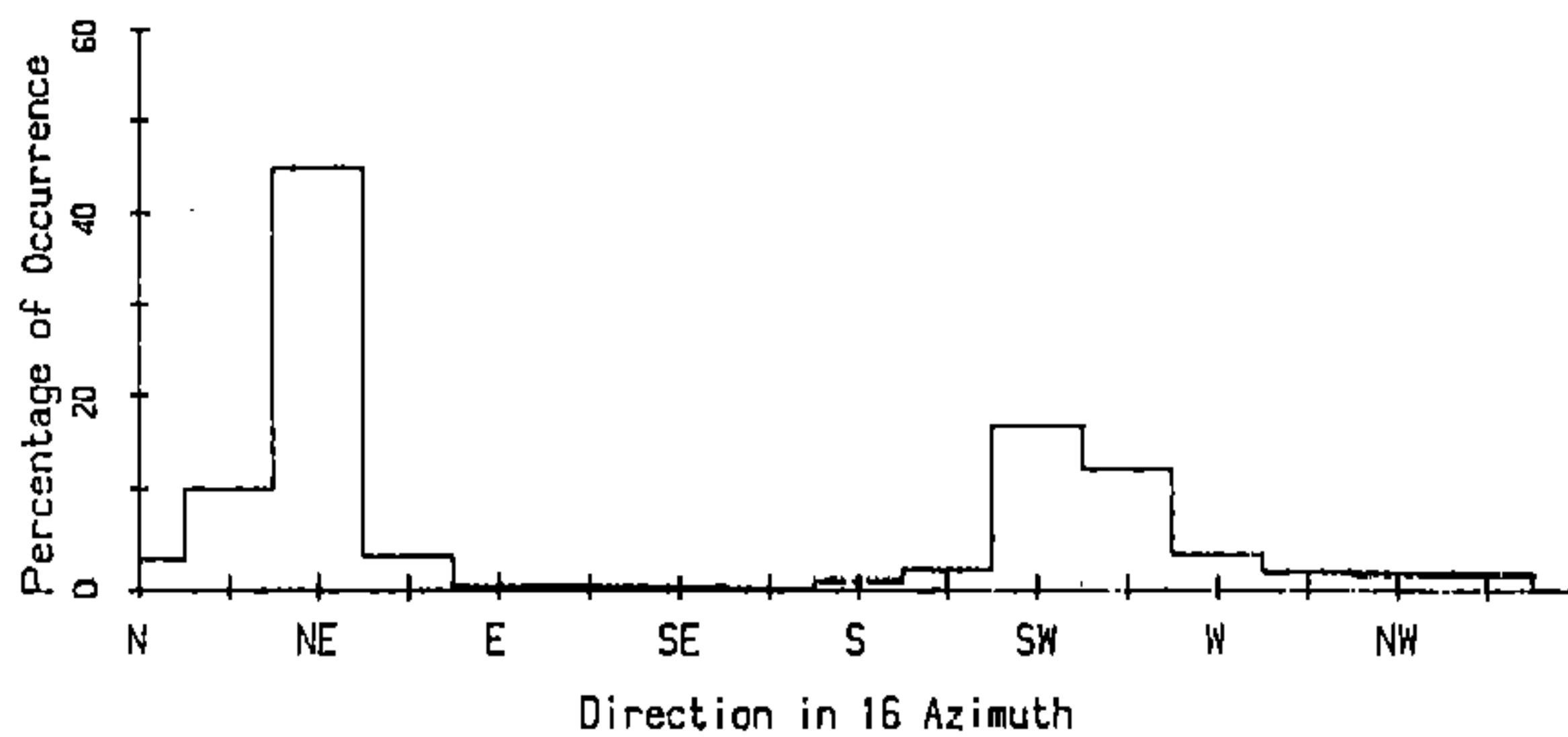
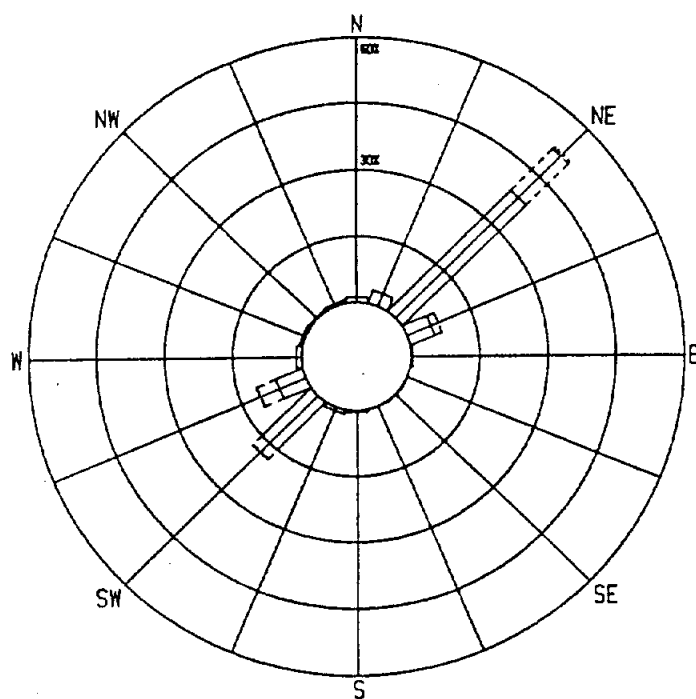
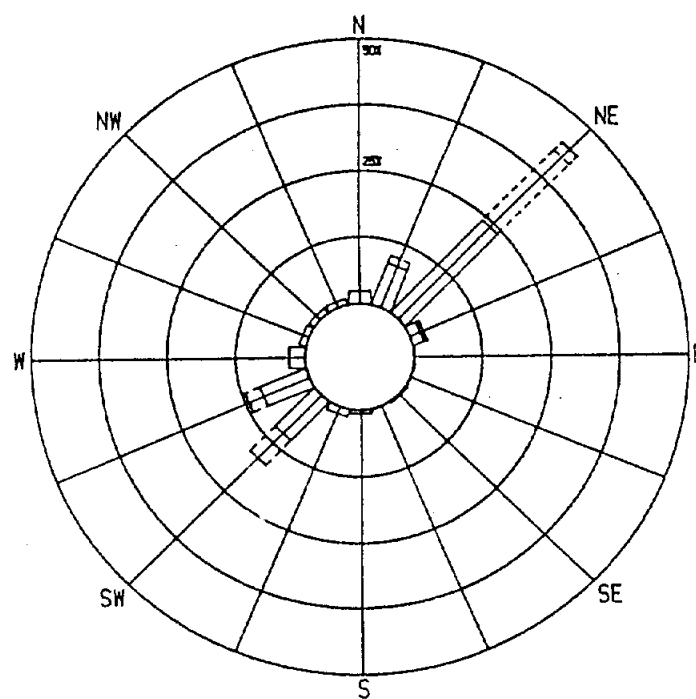


圖 8-18 花蓮地區海流流向分佈圖



1988/8/12 — 1988/9/13



1989/1/8 — 1989/3/8

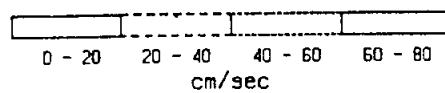


圖 8-19 花蓮地區海流玫瑰圖

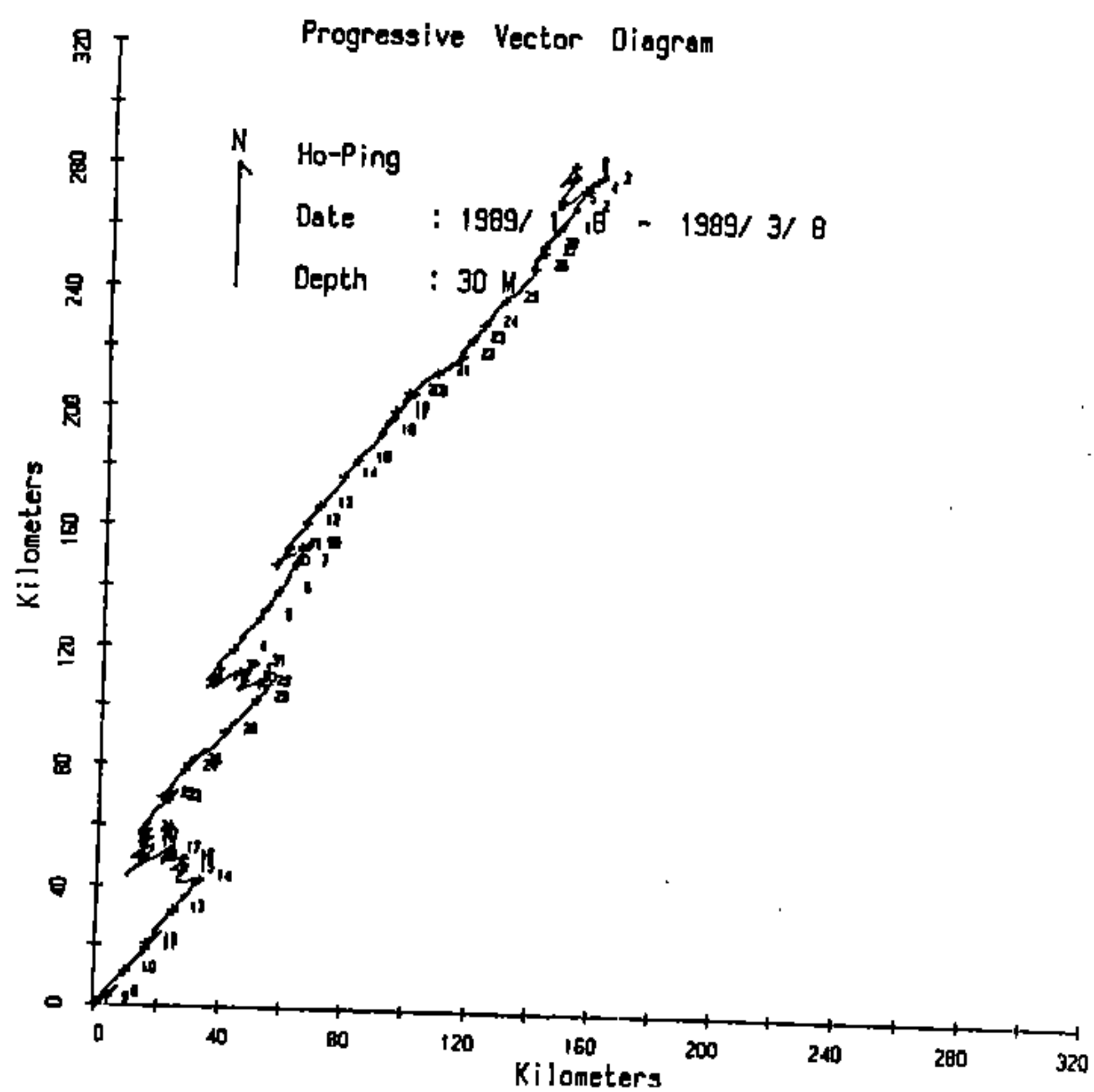
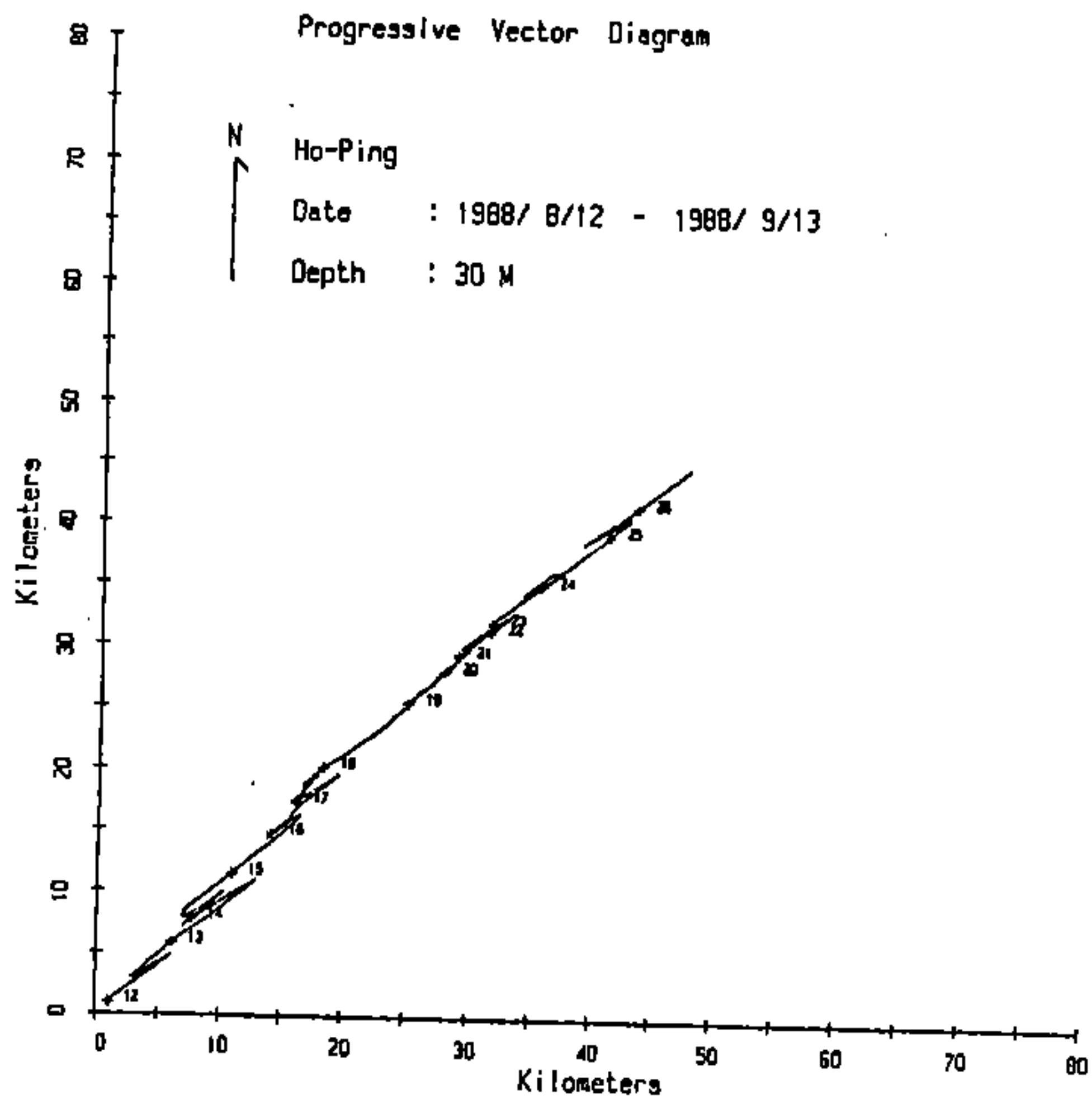


圖 8-20 花蓮地區海流向量行徑圖

進，夏季每天行進約5公里，冬季每天行進約10公里。圖8-21示海流能譜圖，由圖可知，本區域之離岸流動能約為沿岸流動能之百分之一，因此離岸流可忽略不予討論。沿岸流主要為半日潮流(約2CPD Cycle Perday)，全日潮流(約1CPD)，平均流及微弱的紊流。

4. 港址海域流況評估

整理海流現場實測結果，得本海域之海流可概分為；①平均流，②潮流③季節變化及④紊流及渦流等四部份，分別討論如下：

- ①平均流：本區域之平均流相當弱，以觀測期間78.1.8-78.3.8所得之資料，在30m處之平均流約為6cm/sec。
- ②潮流：在冬夏兩季，在大潮時測得之最大潮流發生在77.8.12水深20m處，水下5m之流速為75cm/sec，當日超過一節流速之時間為5小時。
- ③季節變化：由此項之調查顯示，季節變化不明顯。
- ④紊流及渦流：在本次觀測之時間內並無發現強烈之紊流或渦流現象。

8.2.3 波浪

1. 以往實測波浪記錄之整理

台灣電力公司於民國72年 8月委託文化大學在和平溪南岸外海水深20m 處放置一NBA DNW-5 壓力感受式波浪潮位儀做波浪觀測，第一次觀測時間自72年8月至73年9月，第二次觀測時間自73年11月至74年8 月。圖8-22及圖8-23為兩次觀測之波高及週期分佈圖。

綜上可知，預定設置專用港港址地區之波浪狀況，示性波高 95%以上皆小於2m，週期多集中於8-11秒，一般而言，

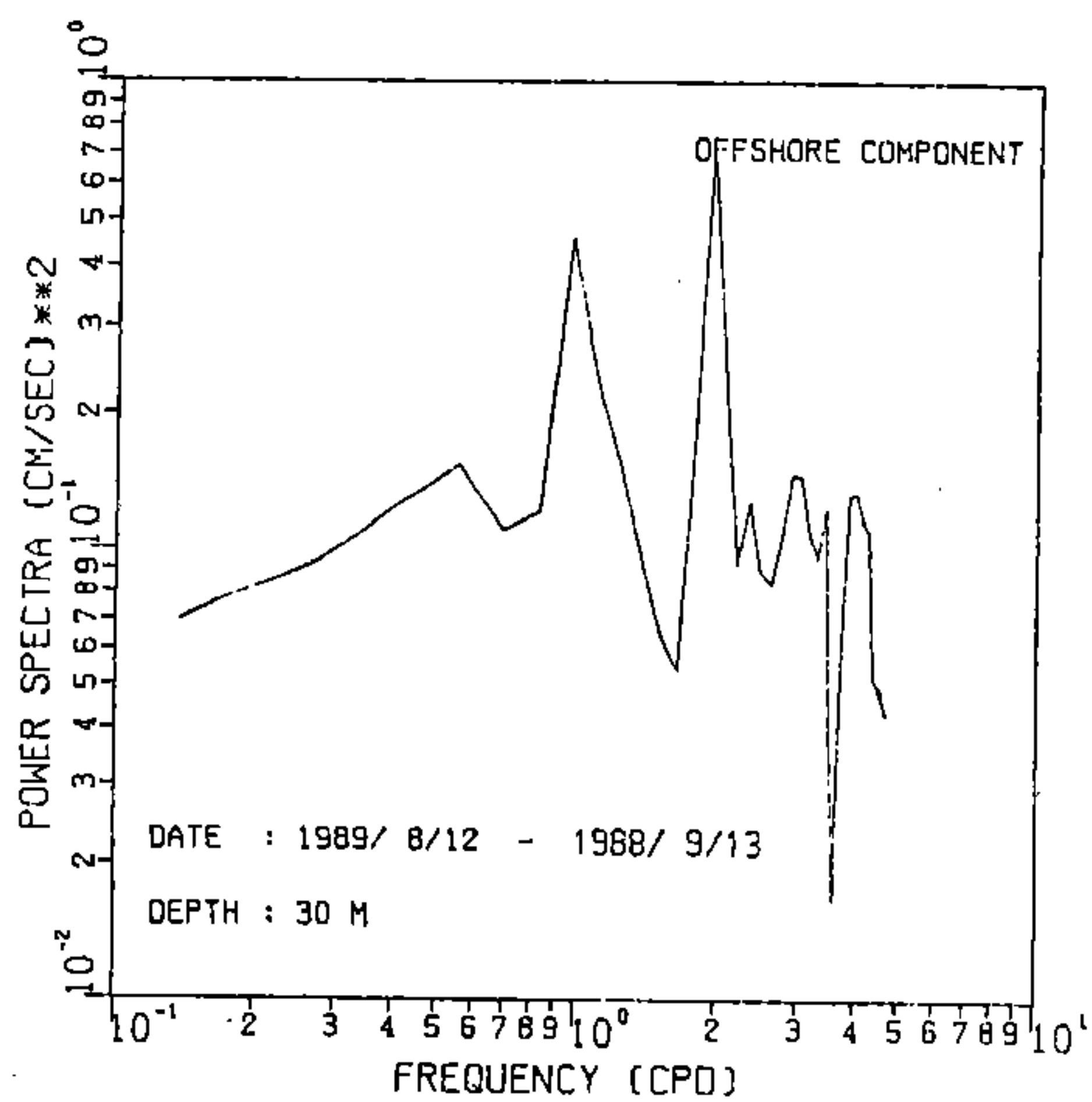
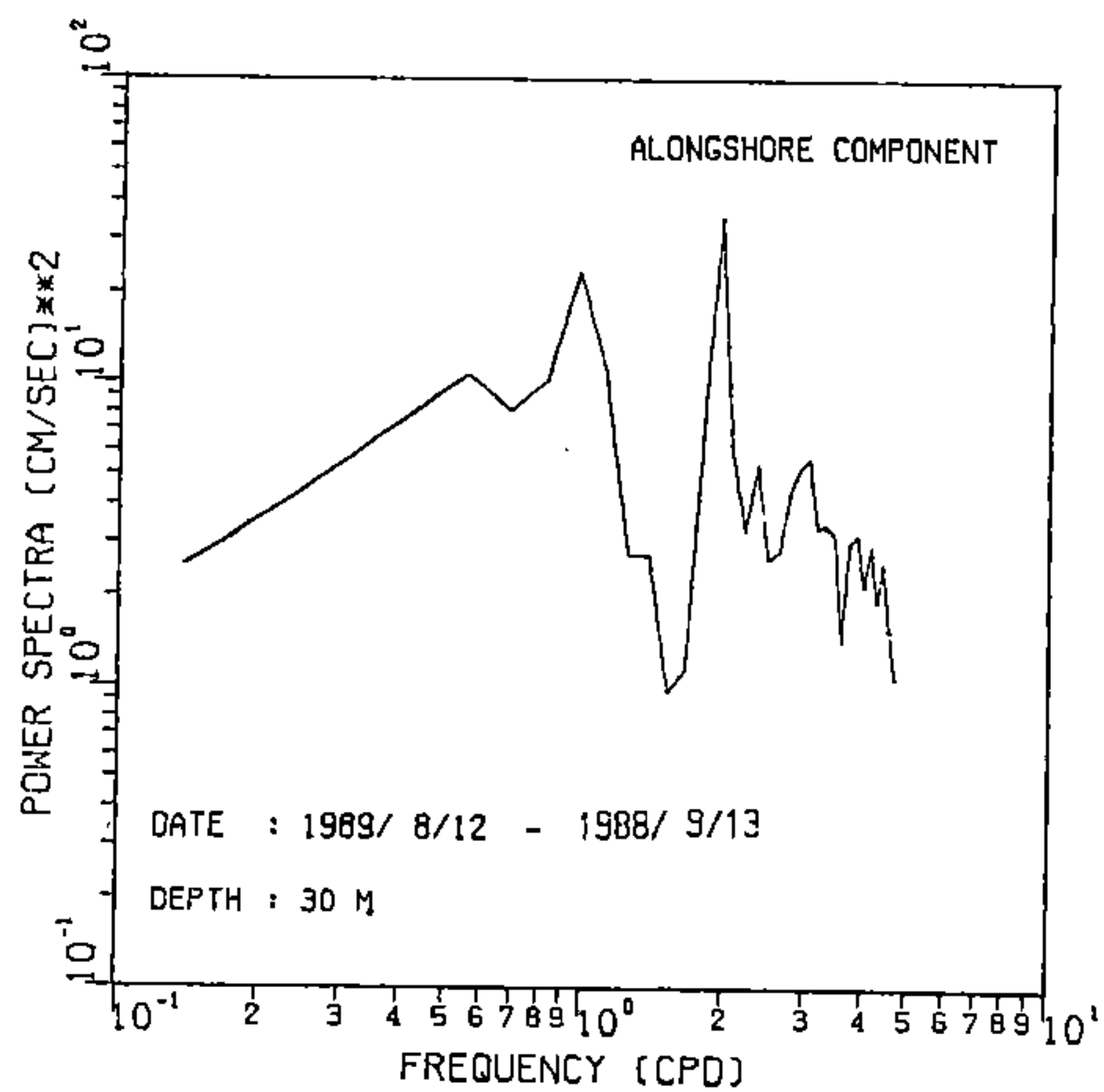


圖 8-21 花蓮地區海流能譜圖

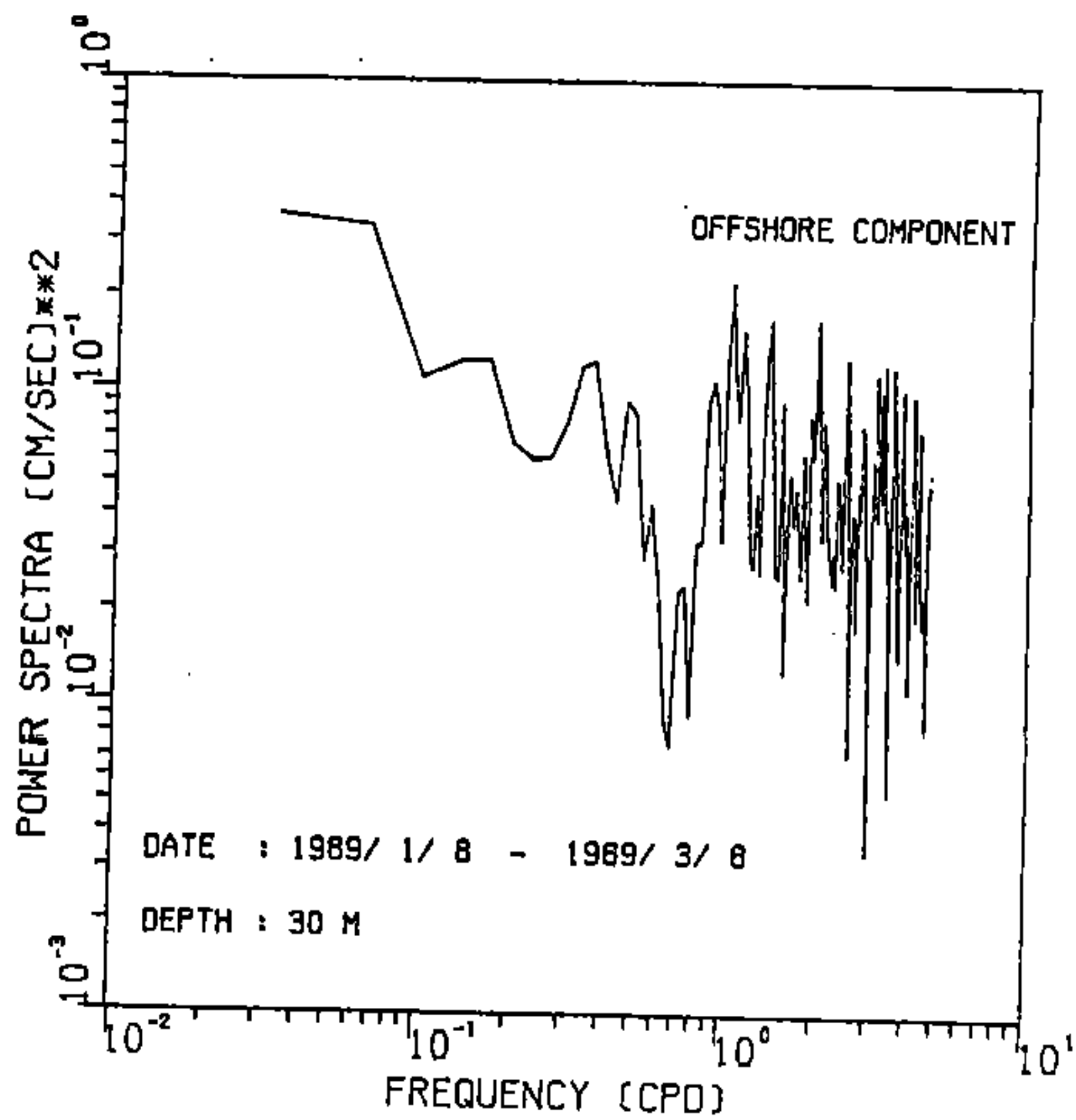
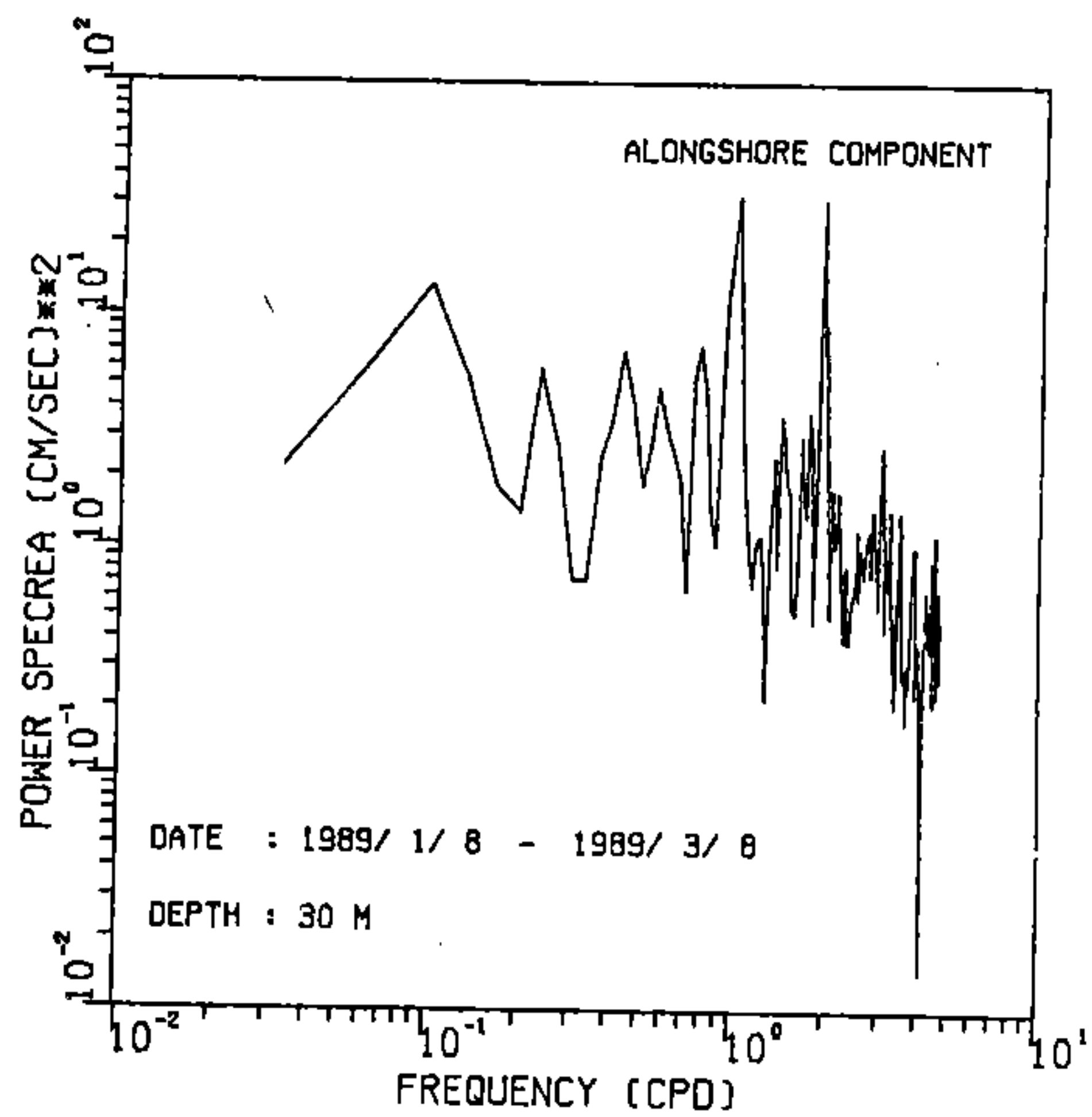


圖 8-21 花蓮地區海流能譜圖 (續)

$\tau/3$ $H/3\text{cm}$	5.1 6.0	6.1 7.0	7.1 8.0	8.1 9.0	9.1 10.0	10.1 11.0	11.1 12.0	12.1 13.0	13.1 14.0	14.1 15.0	15.1 16.0	TOTAL
0.0-20.0			0.4	2.2	8.2	8.1	3.7	1.2	0.2	0.1		24.1
20.1-40.0			1.7	11.9	13.4	6.9	1.8	0.3	0.2			36.2
40.1-60.0			0.7	7.8	7.6	1.9	0.6	0.3	0.2	0.2		19.3
60.1-80.0				2.2	3.7	1.8	0.4	0.2	0.2	0.1		8.6
80.1-100.0				0.6	1.3	1.2	0.2	0.2	0.2	0.1		3.6
100.1-120.0					1.0	1.3	0.5	0.2	0.1			3.1
120.1-140.0					0.4	0.7	0.3	0.3				1.7
140.1-160.0					0.2	0.7	0.2	0.1	0.1	0.1		1.4
160.1-180.0						0.4	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	1.0
180.1-200.0						0.2			0.1	0.1		0.4
200.1-220.0						0.1			0.1	0.1	0.1	0.4
220.1-240.0												
240.0-260.0									0.1	0.1		0.2
260.1-280.0												
TOTAL			2.8	24.7	35.8	23.3	7.8	3.0	1.5	0.9	0.2	100.0

圖 8-22 花蓮地區全年示性波高統計表
(1983.3~1984.7)

Sum		4.3	26.9	37.3	19.6	7.8	2.1	1.2	0.5	0.2	0.1			100.0
Over														
6.0														
								0.1						0.1
5.0								0.1						0.1
4.0							0.1	0.1						0.2
$H\frac{1}{3}$ (m)						0.1	0.1	0.1						0.3
3.0			0.1	0.1	0.2	0.2	0.1		0.1					0.8
			0.4	0.7	0.8	0.5	0.1	0.1						2.6
2.0		0.4	2.1	5.7	2.9	0.8	0.4	0.1						12.4
		1.3	7.8	10.4	4.5	1.3	0.2	0.1						25.6
1.0		2.1	14.0	15.2	6.1	2.3	0.3	0.1		0.1				40.2
		0.5	2.5	5.2	5.1	2.6	0.8	0.4	0.4	0.1	0.1			17.7
0.0														
	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	Sum						

$T\frac{1}{3}$ (Sec)

圖 8-23 花蓮地區全年示性波高統計表
(1984.11~1985.8)

11月至翌年2月由於受東北季風之影響，波高較大。上述波浪觀測期，雖曾測得數個颱風浪，但因觀測記錄為2小時連續記錄5分鐘，且NBA壓力式潮波儀易受水深因素之影響，故上述資料僅可供初步之參考。圖8-24為台灣鄰近海域全年各季波浪狀況，夏季主要受西南季風之影響；台灣東部海域之主要波向為南向及西南向，其中南向波浪約有18%之高值大於1.5米；冬季主要受東北季風影響，東部海域之主要波向為東北向及北向，其中東北向波浪約有24%之波高值大於1.5米。

2. 現況波浪調查

本次波浪調查係委託文化大學辦理於民國77年11月16日利用Wave rider浮球式波高計進行為期一年之觀測。資料記錄型式為每2小時記錄20分鐘，測波浮球安放於和平溪口南岸，水深約40米處，詳細位置如圖8-3所示。岸上之無線電接收站與記錄器置於台泥公司和平石礦場辦公室內。

現場之調查工作自民國77年11月16日起觀測至民國78年9月12日，因受78年9月12日侵台颱風莎拉(SARAH)侵襲之影響，致錨定浮球之橡皮(Rubber Cone)斷裂，測波浮球流失，總計獲得十個月之完整資料。

由現場調查之結果顯示，在觀測期間測得之最大波高為9月11日莎拉颱風過境時所測得，其最大波高達10.87m，週期為10.5sec，而其示性波高最大為6.55m，對應之週期為11.8 sec，圖8-25及圖8-26示花蓮地區全年及各月之示性波高與週期之分佈圖，由上圖可知，本海域全年之示性波高多小於2米，週期則多集中於5至8秒；冬季之示性波高多集中於0.5-2m之間，週期則多集中於6至8秒，夏季除颱風期外，示性波高大部份小於1.5米，週期多集中於5-7米。

3. 颱風波浪推算

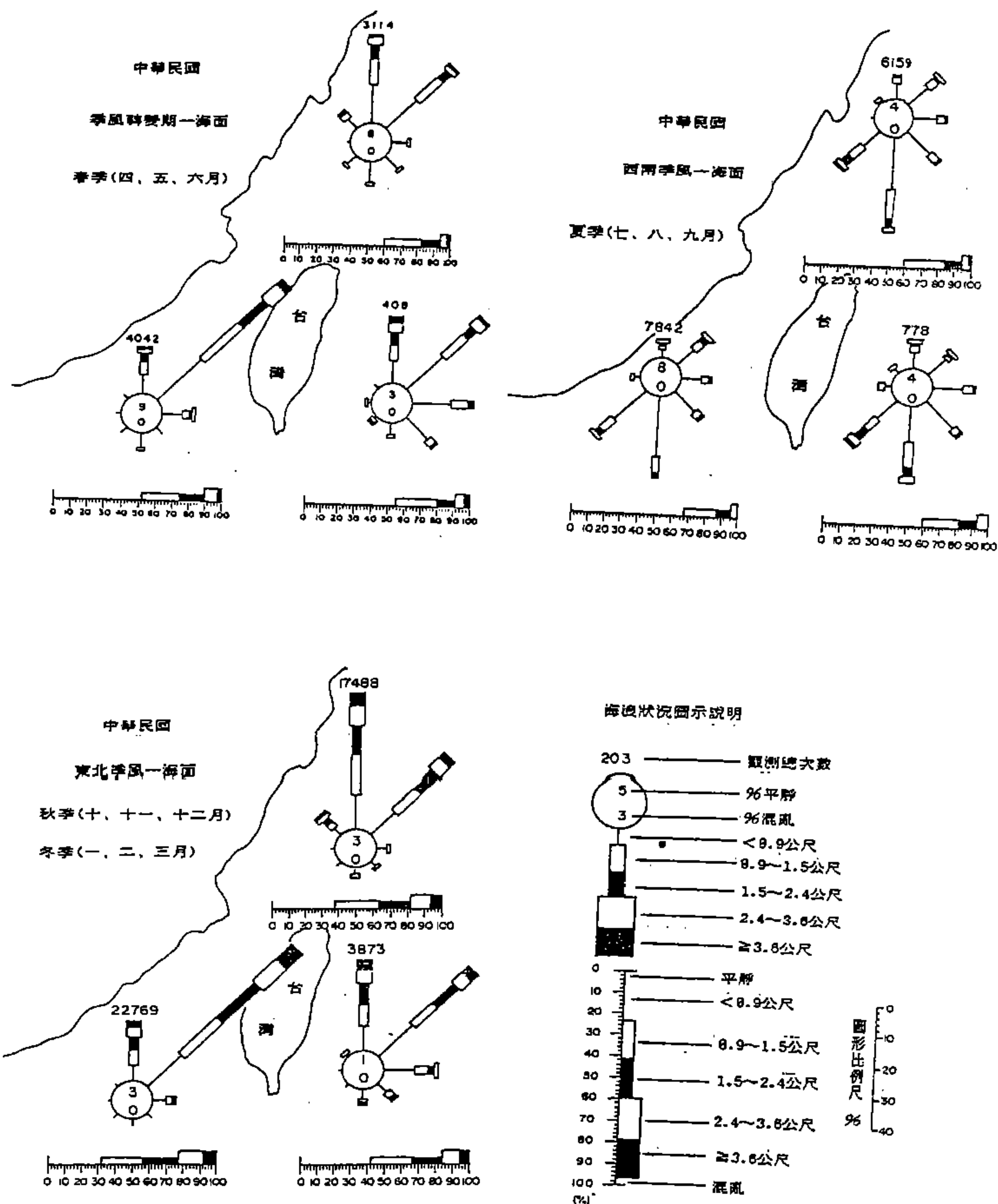


圖 8-24 台灣鄰近海域各季波浪狀況

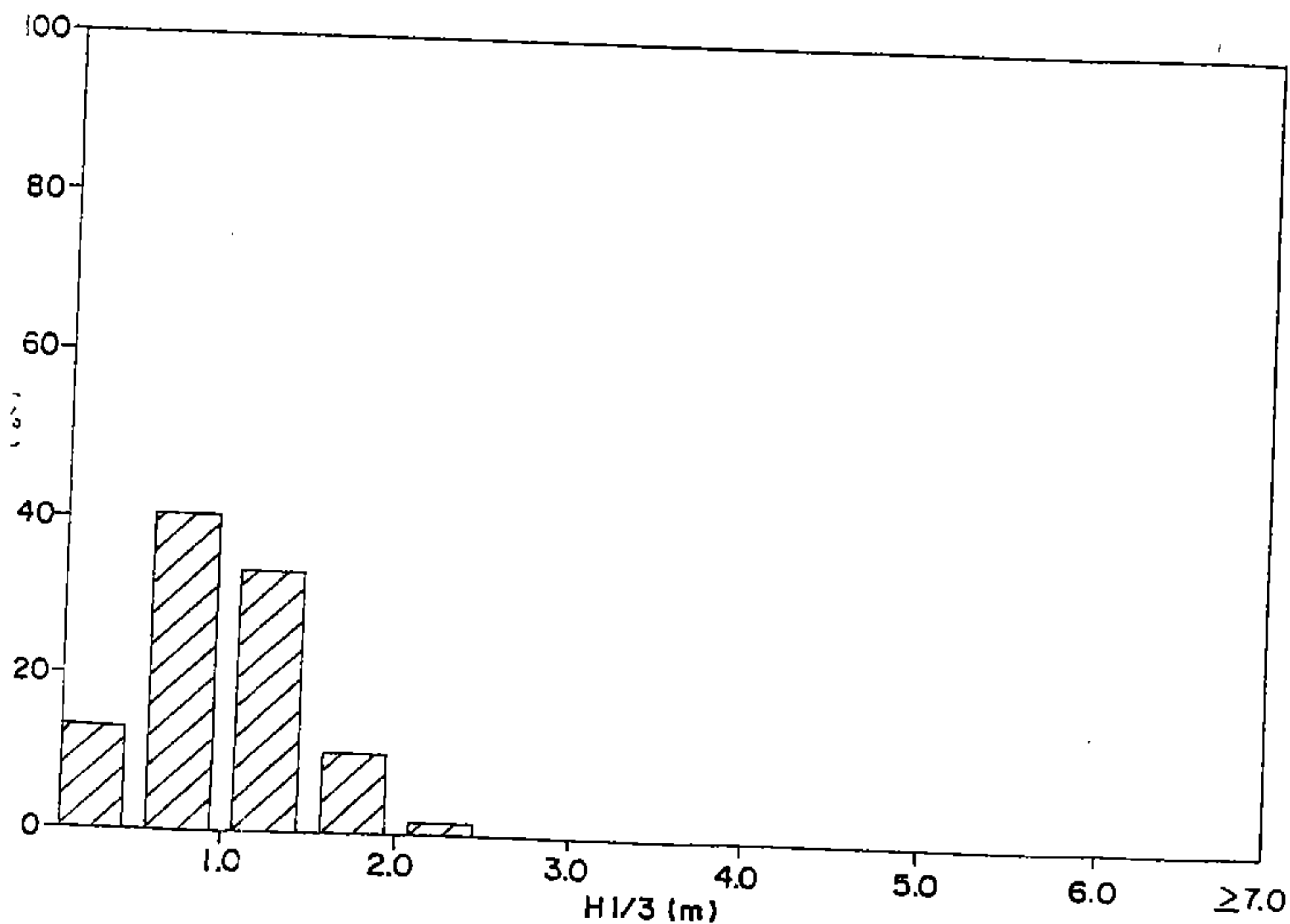
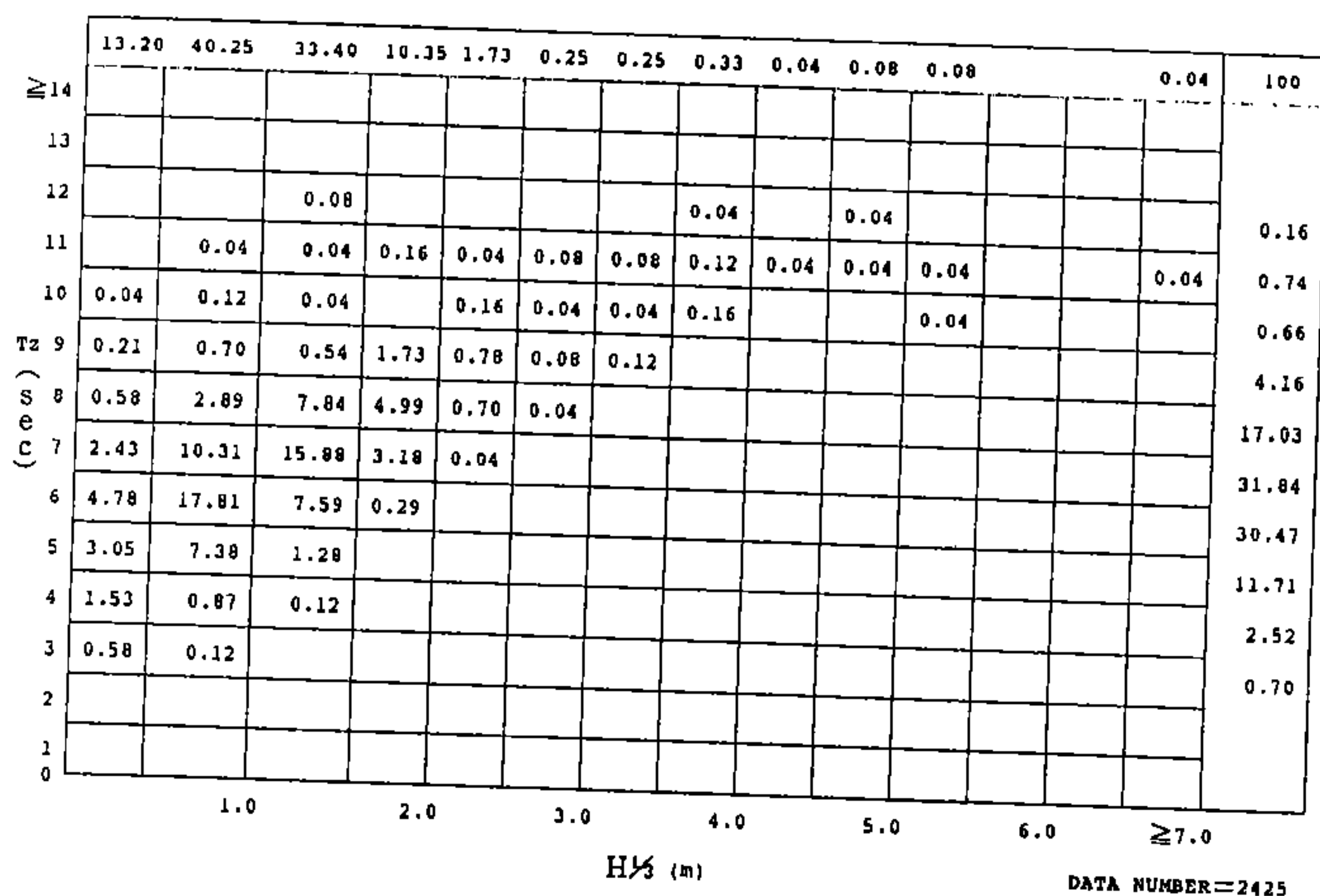


圖 8-25 花蓮地區全年示性波高及週期分佈
(1988年12月~1989年9月)

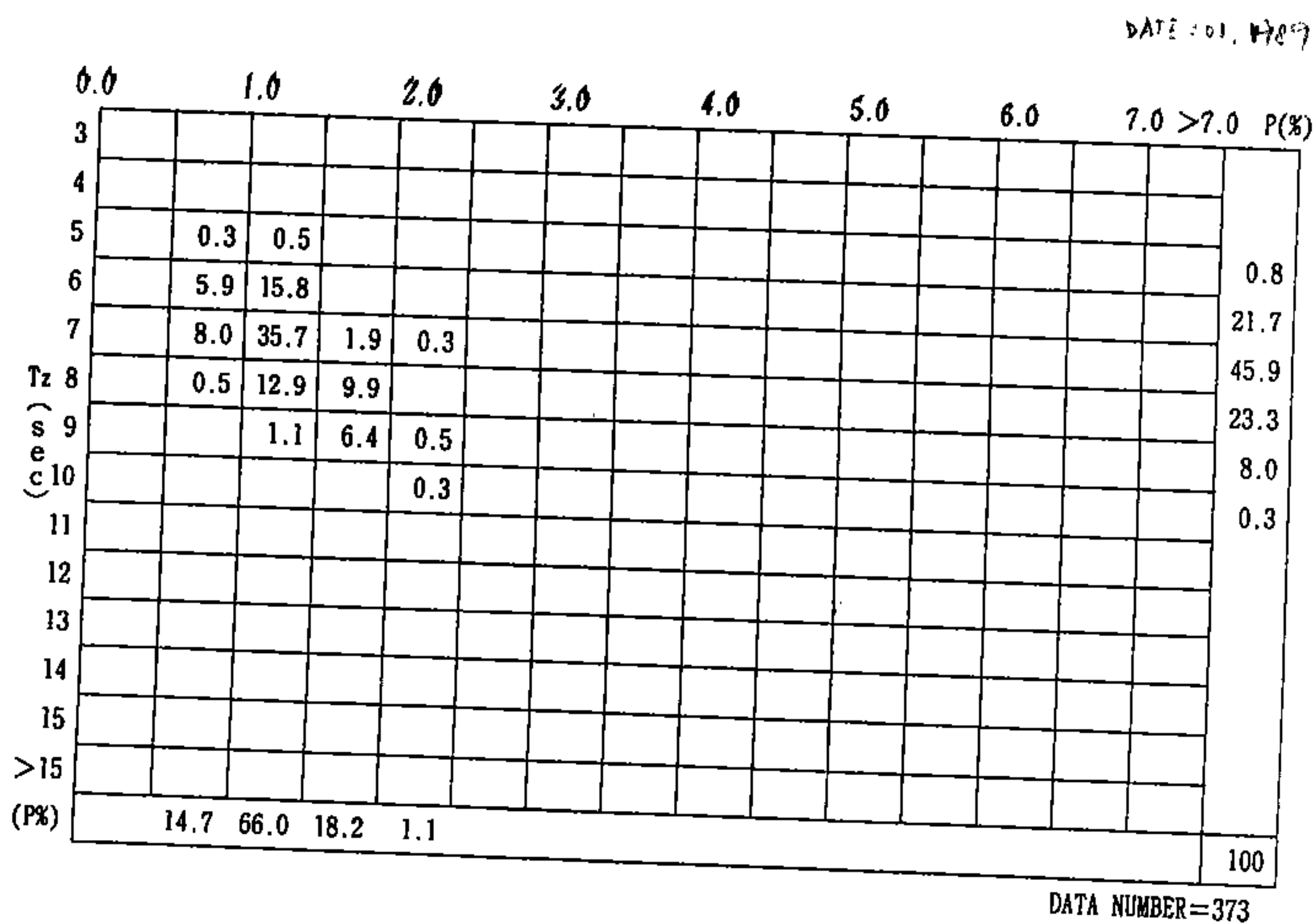
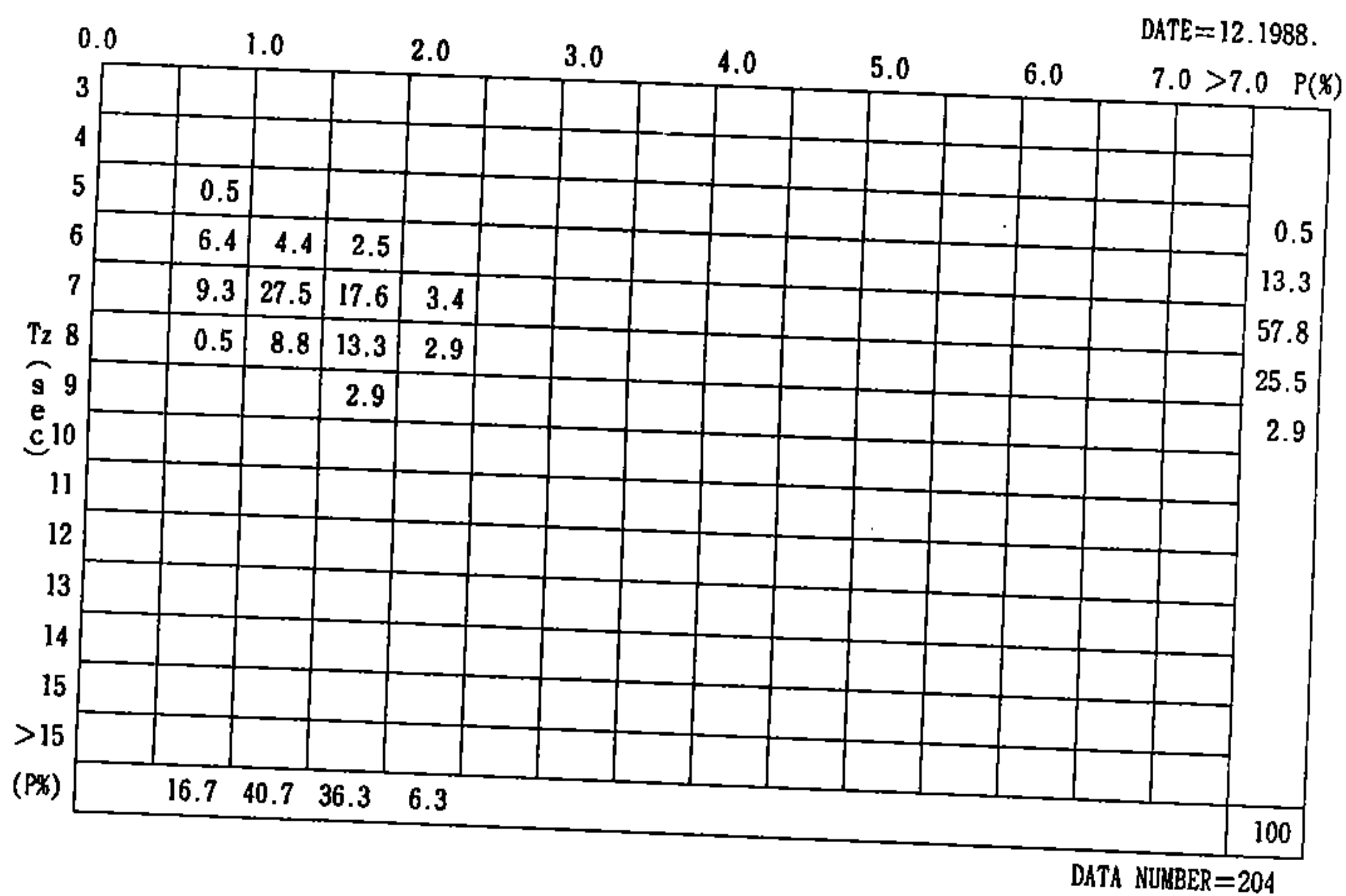


圖 8-26 花蓮地區各月示性波高及週期分佈

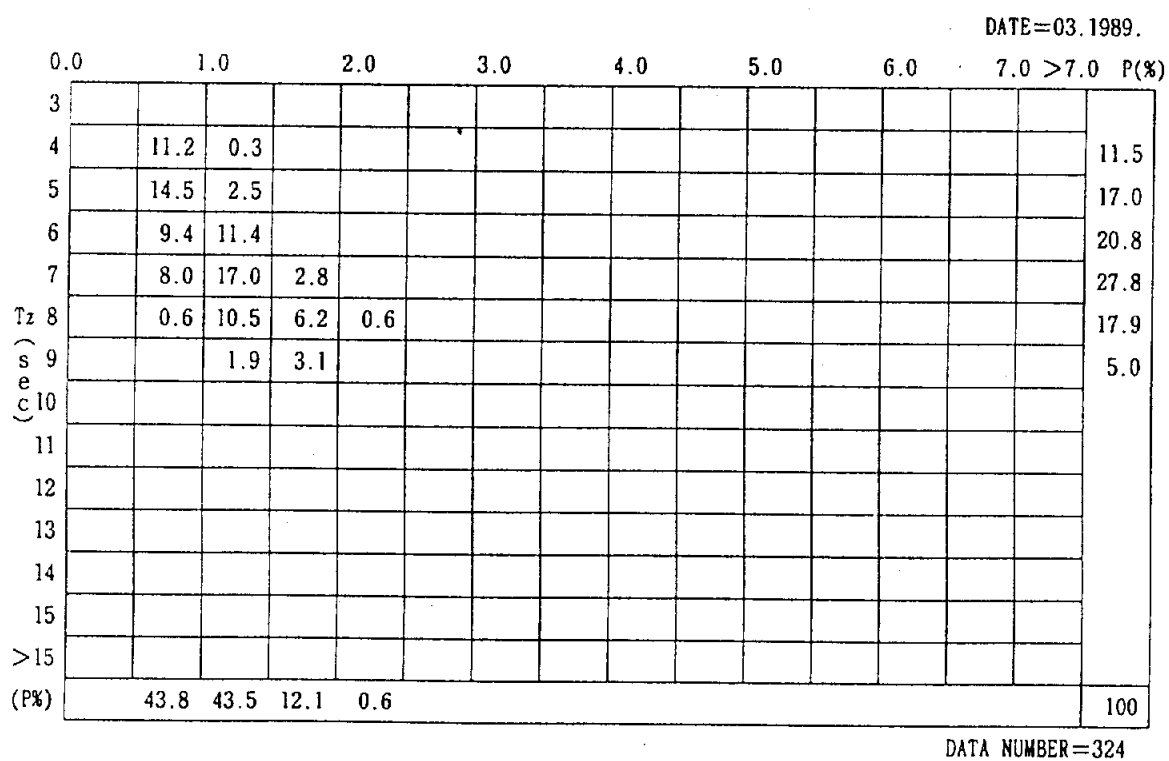
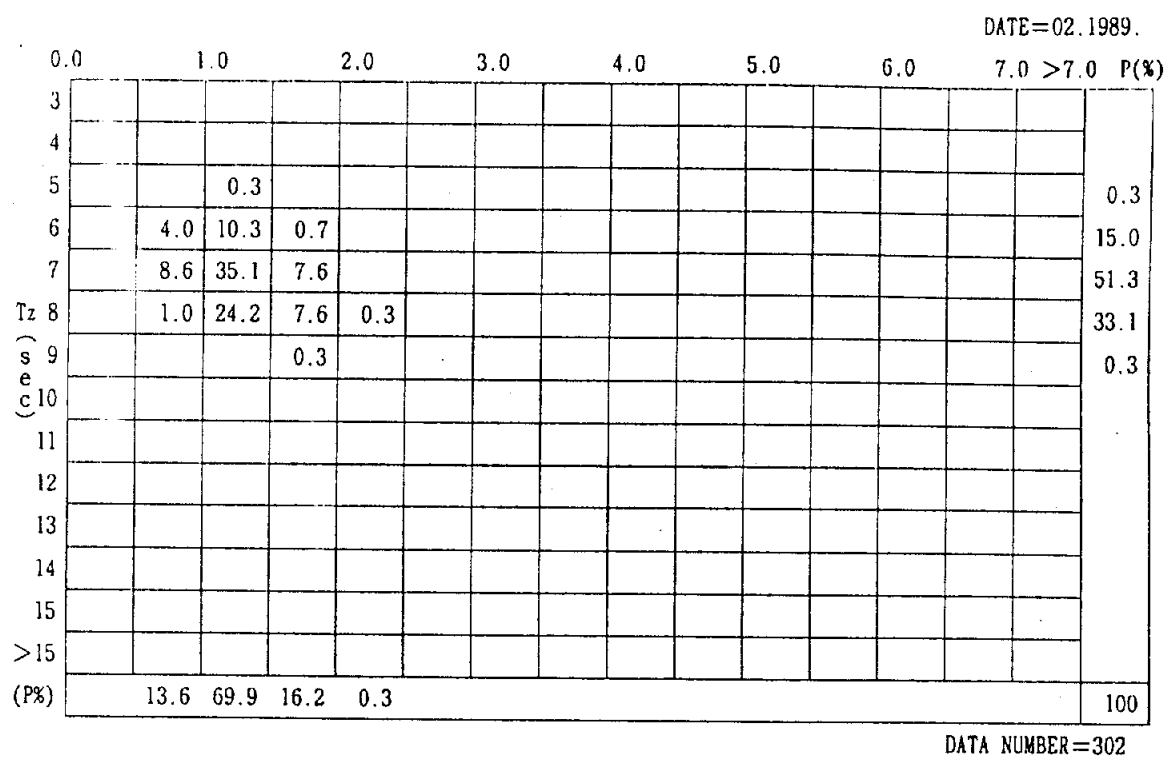


圖 8-26 花蓮地區各月示性波高及週期分佈 (續)

DATE=04.1989.

	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	>7.0	P(%)
3	1.4									1.4
4	1.1	0.4								1.5
5	2.2	13.4	1.8							17.4
6	1.8	50.7	8.7							61.2
7	0.7	10.5	2.9							14.1
Tz 8		0.4								0.4
(s 9	0.7	1.1	1.1							2.9
c) 10		0.7	0.4							1.1
11										
12										
13										
14										
15										
>15										
(P%)	8.0	76.4	15.6							100

DATA NUMBER=276

DATE=05.1989.

	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	>7.0	P(%)
3	2.0									2.0
4	3.1	1.0								4.1
5	10.2	9.2								19.4
6	21.4	32.7								54.1
7	9.2	4.1								13.3
Tz 8	4.1	1.0								5.1
(s 9		1.0								1.0
c) 10	1.0									1.0
11										
12										
13										
14										
15										
>15										
(P%)	51.0	49.0								100

DATA NUMBER=98

圖 8-26 花蓮地區各月示性波高及週期分佈 (續)

DATE=06.1989.

	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	>7.0	P(%)
Tz 3										
4	1.2	3.3	0.4							4.9
5	6.6	14.9	2.1							23.6
6	11.6	17.4	5.0							34.0
7	9.9	10.7	4.5	0.4						25.5
8	2.5	4.5	2.9	1.7						11.6
9		0.4								0.4
10										
11										
12										
13										
14										
15										
>15										
(P%)	31.8	51.2	14.9	2.1						100

DATA NUMBER=242

DATE=07.1989.

	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	>7.0	P(%)	
3	0.9	0.5								1.4	
4	9.3	1.9								11.2	
5	8.8	4.6	1.4							14.8	
6	7.4	14.8	4.2							26.4	
7	4.7	12.0	6.0	0.5						23.2	
Tz 8		1.9	2.3	2.8	0.5					7.5	
(s 9		0.5		0.5	1.9	0.5	0.5			3.9	
c 10				0.9		0.5	0.7			2.1	
11		0.5	0.5	1.9	0.5	0.9	0.9	1.4	0.5	7.6	
12			0.9					0.5	0.5	1.9	
13											
14											
15											
>15											
(P%)	31.2	36.7	15.3	5.6	3.7	1.4	1.9	2.8	0.9	0.5	100

DATA NUMBER=215

圖 8-26 花蓮地區各月示性波高及週期分佈 (續)

DATE=08.1989.

	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	>7.0	P(%)
3	2.2	0.7								2.9
4	2.2	0.7								2.9
5	4.0	11.4	1.8							17.2
6	8.1	19.0	0.4							27.5
7	3.3	20.9	0.7							24.9
Tz 8	1.5	16.8	0.7							19.0
(s 9	1.1	4.0								5.1
e 10		0.4								0.4
c 11										
12										
13										
14										
15										
>15										
(P%)	22.3	74.0	3.7							100

DATA NUMBER=273

DATE=09.1989.

	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	>7.0	P(%)
3										
4	1.7	1.7								3.4
5	10.2	5.9	1.7							17.8
6	20.3	20.3	1.7							42.3
7	4.2	5.9	0.8							11.0
Tz 8			1.7	3.4	5.1	0.8				11.0
(s 9					5.9	0.8	1.7			8.4
e 10					0.8	0.8		1.7		4.2
c 11									0.8	1.7
12										
13										
14										
15										
>15										
(P%)	36.4	33.9	5.9	3.4	11.9	2.5	1.7	1.7	0.8	100

DATA NUMBER=118

圖 8-26 花蓮地區各月示性波高及週期分佈 (續)

颱風波浪推算採用井島武士博士追蹤法，以推算本海域之颱風波浪，其流程如圖8-27。

由歷年侵台颱風中選取對和平地區有較大影響之颱風，用以推算和平地區颱風波浪。經選定為克蒂 (KIT, 1053)、瓊安 (JOHN, 1959)、吉達 (GILDA, 1967)、貝絲 (BESS, 1971) 與妮娜 (NINA, 1975) 等五個颱風，其路徑如圖8-28，特性如表8-6。

經推算結果後詳見圖8-29，取每個颱風之最大示性波高值，以GUMBLE極端值分佈法求得和平外海各不同迴歸期之示性波高值如圖8-29，其波向可視為 ESE，即圖8-29中波高包絡線之最高點波向。其他各波向之波高可由圖8-29中各波向波高與ESE向波高之比值求得。表8-7為不同迴歸期各向示性波高。

表 8-6 影響和平地區五個颱風之特性

(1) 吉達颱風

56年11月

位 置		中 心 氣 壓 (mb)	最大風速半徑 (km)
東 經	北 緯		
127.5	19.0	935	56
126.4	19.5	940	50
125.6	20.1	940	50
124.7	20.7	940	50
124.1	21.1	940	50
123.6	21.6	955	50
123.1	22.1	960	50
122.8	22.5	960	50
122.0	23.5	980	50
120.8	24.8	980	50

(2) 妮娜颱風

64年 8 月

位 置		中 心 氣 壓 (mb)	最大風速半徑 (km)
東 經	北 緯		
128.5	22.0	955	33
126.6	22.6	920	23
125.2	23.1	900	18
123.5	23.2	900	20
122.6	23.7	920	27
120.8	24.2	970	39
119.8	24.6	975	55

(3) 克蒂颱風

42年 6 月

位 置		中 心 氣 壓 (mb)	最大風速半徑 (km)
東 經	北 緯		
125.6	19.9	910	50
124.7	20.5	910	50
123.8	21.4	910	50
122.9	22.4	920	40
122.2	23.3	930	40
121.5	24.0	945	40
120.6	24.6	950	40
119.8	25.4	960	40

(4) 瓊安颱風

48年 6 月

位 置		中 心 氣 壓 (mb)	最大風速半徑 (km)
東 經	北 緯		
129.1	19.6	917	40
127.9	20.6	912	40
126.7	20.6	905	40
124.2	21.7	896	40
123.4	21.9	890	35
122.0	23.0	896	35
110.4	23.4	900	40
119.7	25.0	920	40
118.5	24.1	960	30

(5) 貝絲颱風

60年 9 月

位 置		中 心 氣 壓 (mb)	最大風速半徑 (km)
東 經	北 緯		
128.6	22.1	917	45
127.5	22.4	924	50
126.5	22.7	932	60
125.4	23.1	939	80
124.2	23.6	941	70
122.8	24.2	942	60
121.7	24.5	954	60
120.5	25.0	974	65
119.4	26.0	984	70
118.5	27.1	994	80

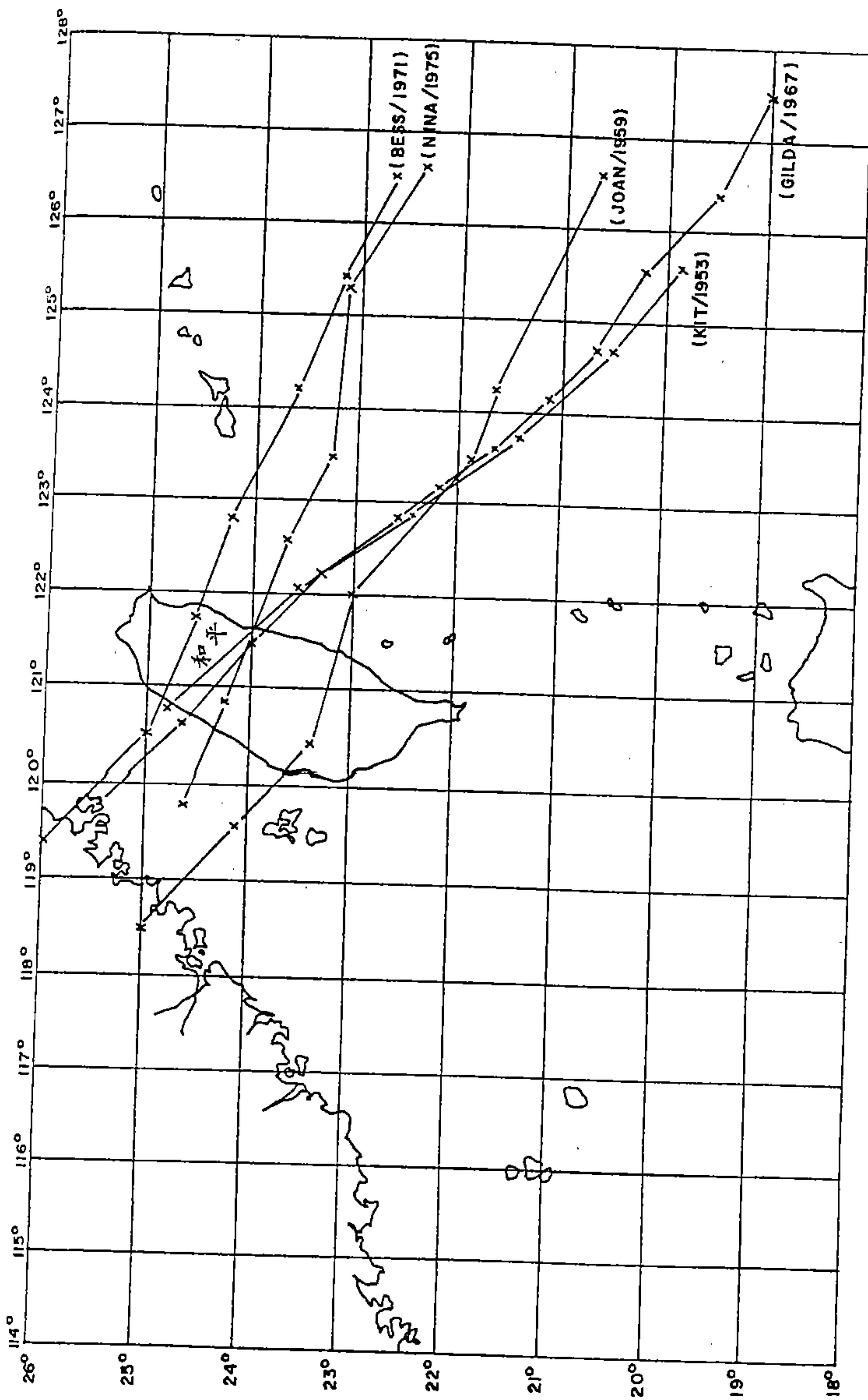


圖 8-28 颱風路徑

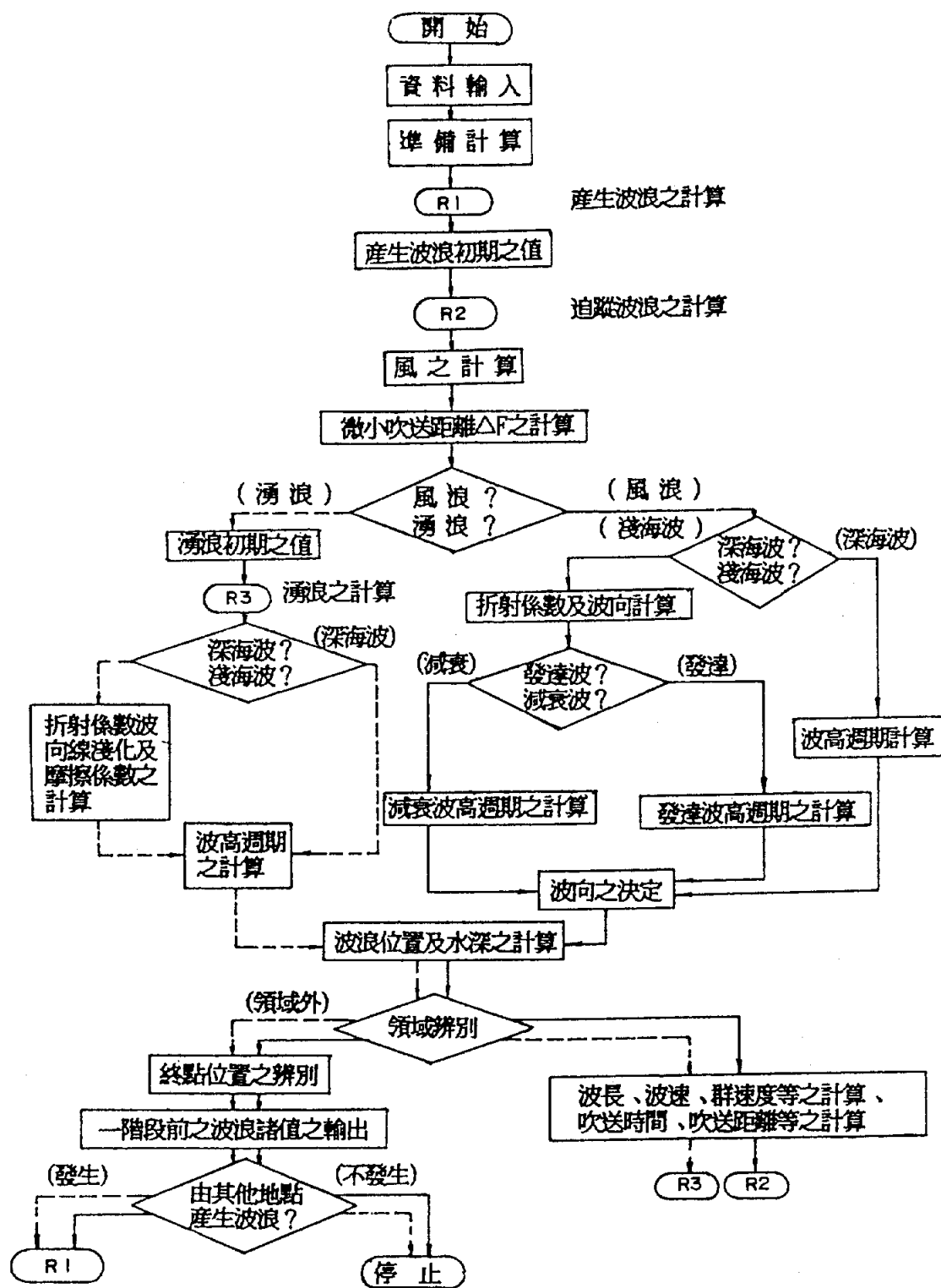


圖 8-27 井島武士博士颱風波浪追蹤法計算流程

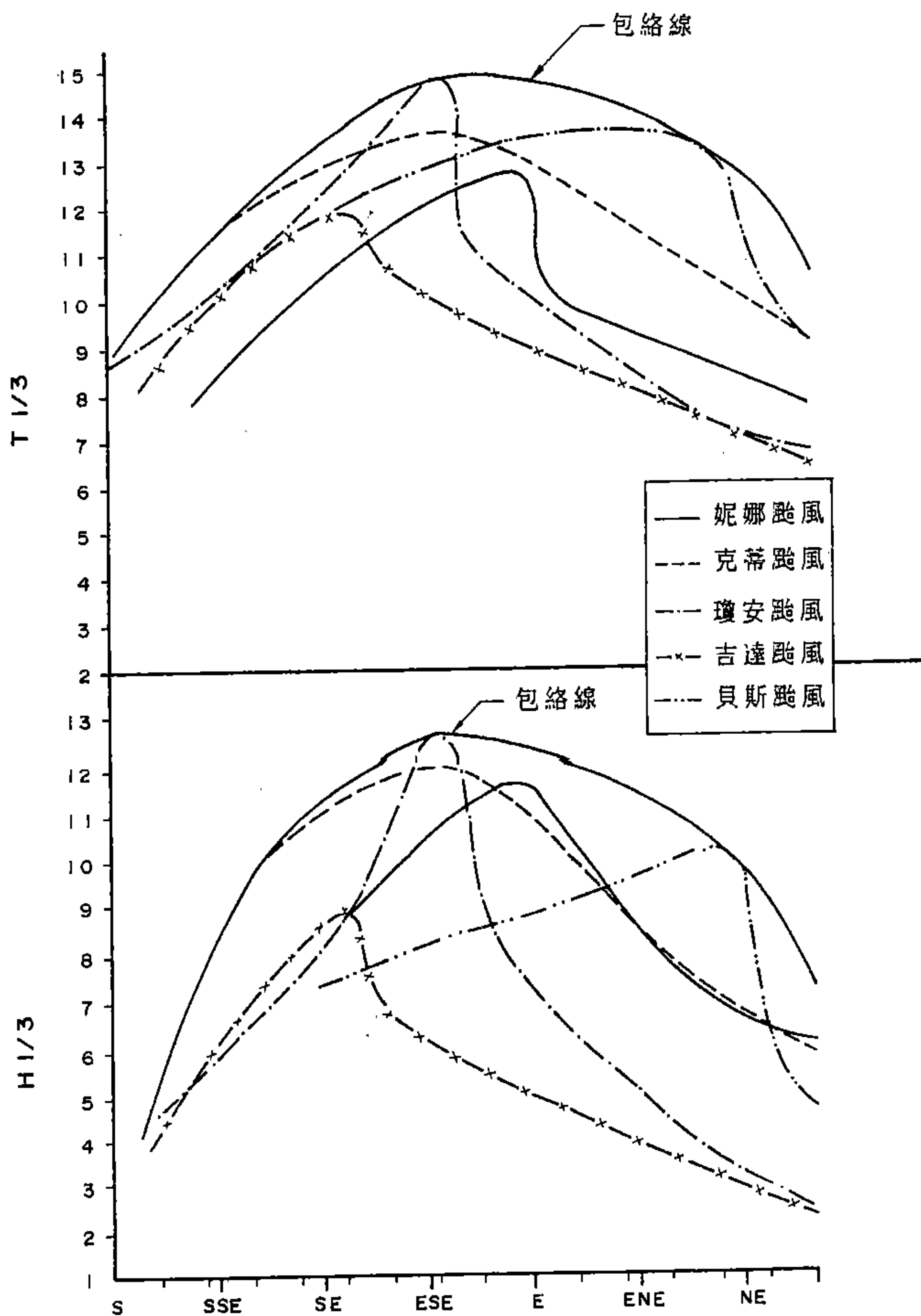


圖 8-29 和平地區颱風深海波浪推算結果

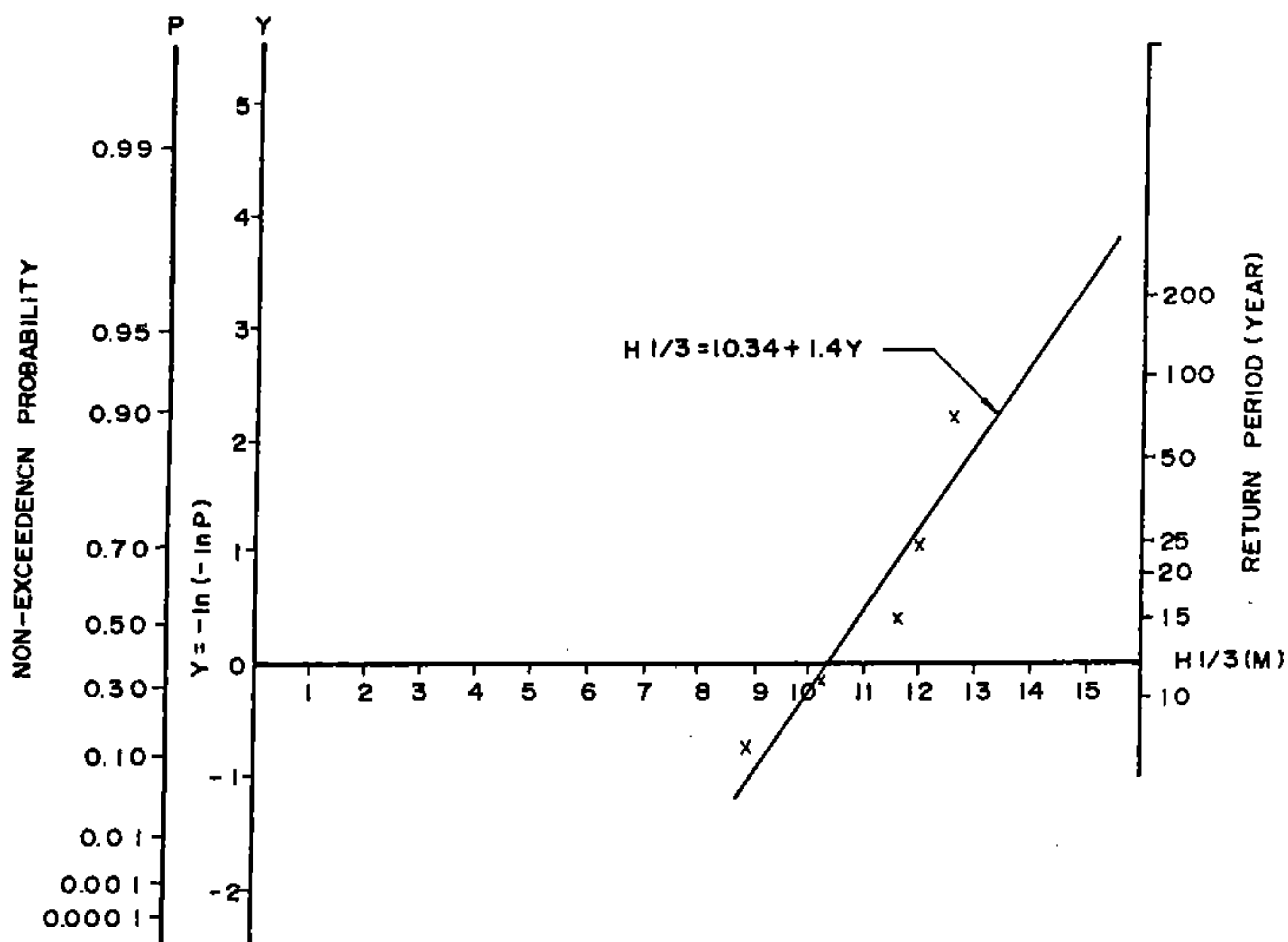


圖 8-30 和平地區深海示性波高 ($H_{1/3}$) 機率分析

表 8-7 和平深海設計波計算值

再現期 (年)	10		15		20		25		50		100	
波浪 波向	$H_{1/3}$ (m)	$T_{1/3}$ (sec)	$H_{1/3}$ (m)	$T_{1/3}$ (sec)	$H_{1/3}$ (m)	$T_{1/3}$ (sec)	$H_{1/3}$ (m)	$T_{1/3}$ (sec)	$H_{1/3}$ (m)	$T_{1/3}$ (sec)	$H_{1/3}$ (m)	$T_{1/3}$ (sec)
SSE	6.8	10.7	7.4	11.1	7.8	11.5	8.1	11.7	8.8	12.2	9.5	12.6
SE	8.9	12.2	9.8	12.8	10.2	13.1	10.6	13.3	11.6	14.0	12.5	14.5
ESE	9.9	12.9	10.9	13.5	11.4	13.8	11.8	14.1	12.9	14.7	13.9	15.3
E	9.6	12.7	10.6	13.3	11.0	13.6	11.4	13.8	12.5	14.5	13.5	15.1
ENE	8.9	12.2	9.8	12.8	10.2	13.1	10.6	13.3	11.6	14.0	12.5	14.5
NE	7.6	11.3	8.4	11.9	8.8	12.2	9.1	12.4	9.9	12.9	10.7	13.4

第九章 蘇澳港址海氣象分析

9.1 氣象

目前台灣東北部地區較完整之氣象資料為中央氣象局宜蘭及蘇澳測候所所觀測。另台電勘測隊亦於民國七十年起於澳仔角及蘇澳港區設站進行氣、海象調查。茲將各測候站氣象資料整理分析如下：

9.1.1 風力

氣象局宜蘭測站全年及各月風玫瑰圖如圖9-1及圖9-2，宜蘭地區每年十月至翌年三月東北季風期風向以東北、西、西南西及西南向為主，佔全時間之40%左右，風速大部份均小於3級風。但風向可能受鄰近地物影響，與東北季風有明顯之不同。夏季平日風力均小，主要風向不明顯。惟颱風來襲時因無任何屏障，風力極大，曾測得最大平均風速為50.7m/sec。

蘇澳測站全年及各月風玫瑰圖如圖9-3及圖9-4，該地區冬季盛行西北風佔全時間38%左右；西北西及西風次之。風速大於10m/s以上僅佔極小部份。夏季盛行東南風，南南風次之。

台電勘測隊於蘇澳外海三仙台觀測之全年及各月風玫瑰圖如圖9-5及圖9-6，該測站冬季盛行西北西風，佔25%左右。夏季主要風向為南向，南南東次之。

比較上述測站風力資料，三仙台測站與蘇澳測站之風力特性較為接近，蘇澳測站可能位於北方澳岬角頂端，受局部地形效應之影響，冬季風向較三仙台略為偏北，夏季則偏東向。而宜蘭測站冬季吹西南風，而夏季反而吹東至東北風。因此風向受地形影響可能有相當大差異，但風速之分佈應大致相似。

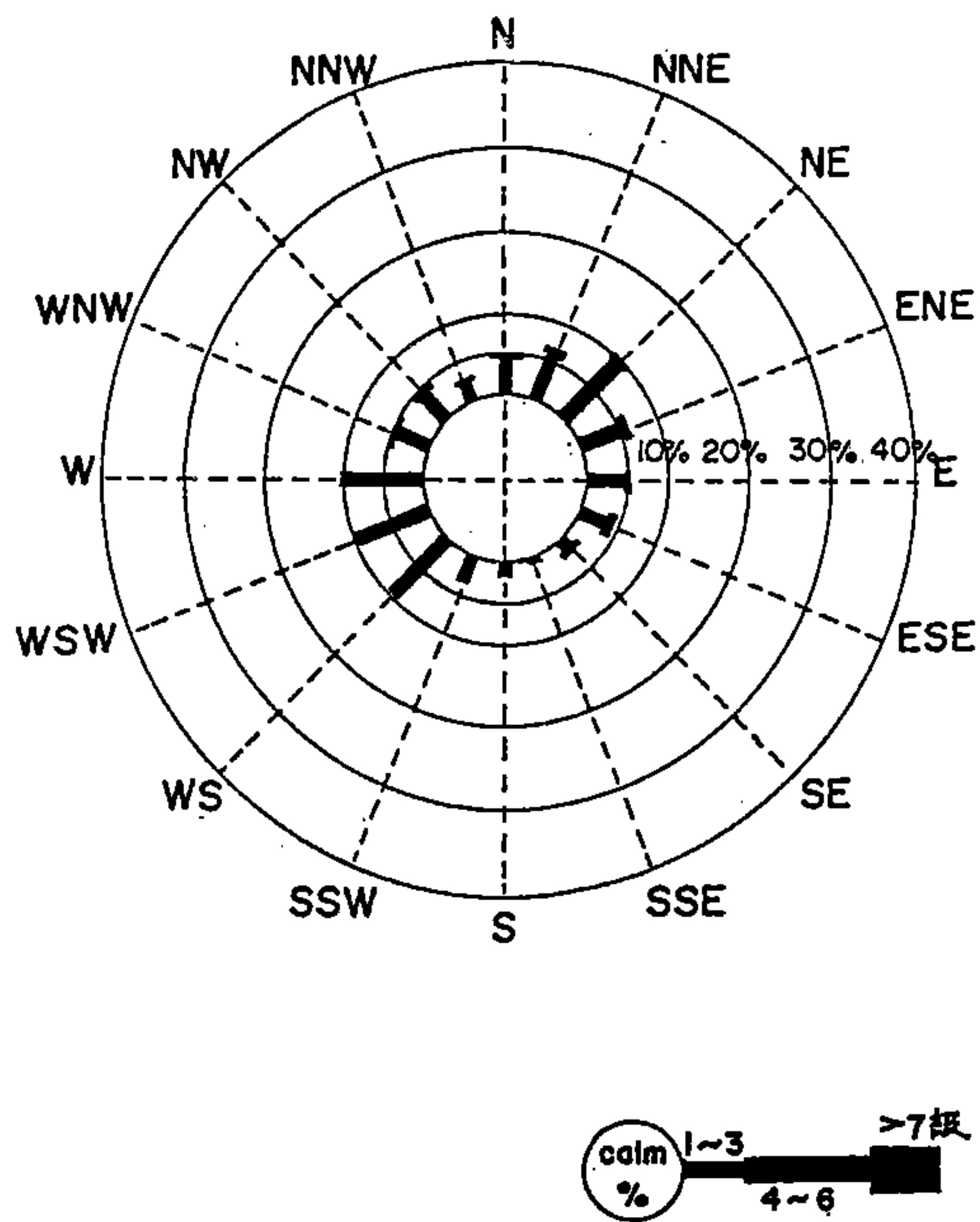
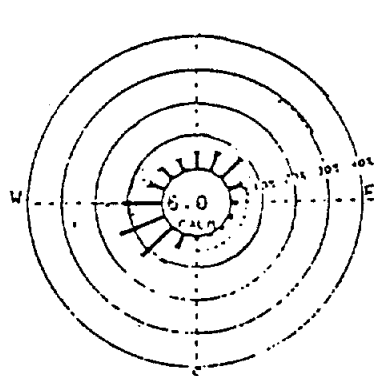
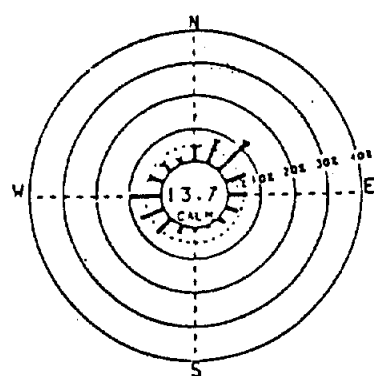


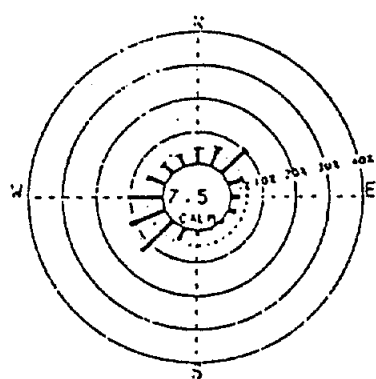
圖 9-1 宜蘭測站全年風玫瑰圖 (1971-1980年)



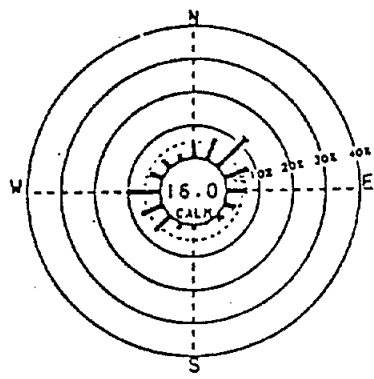
1971-80/01



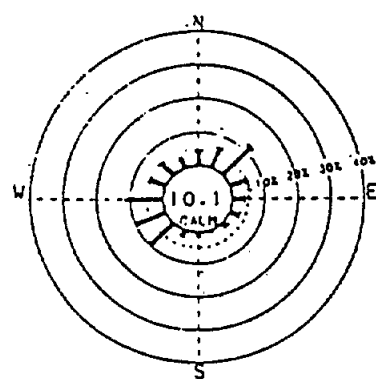
1971-80/04



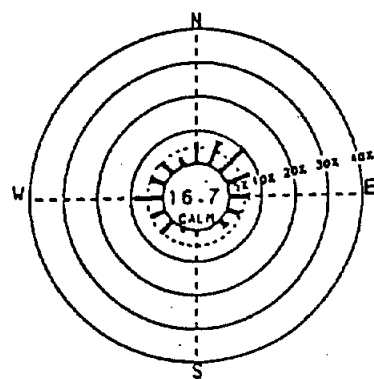
1971-80/02



1971-80/05

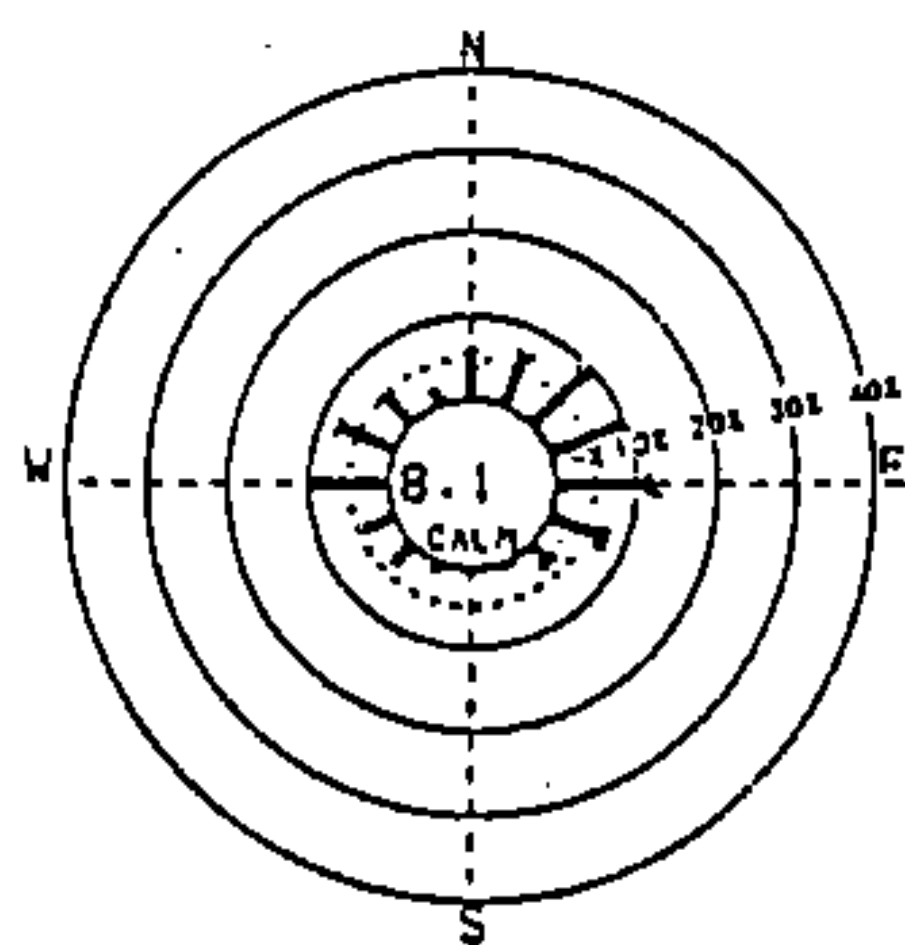


1971-80/03

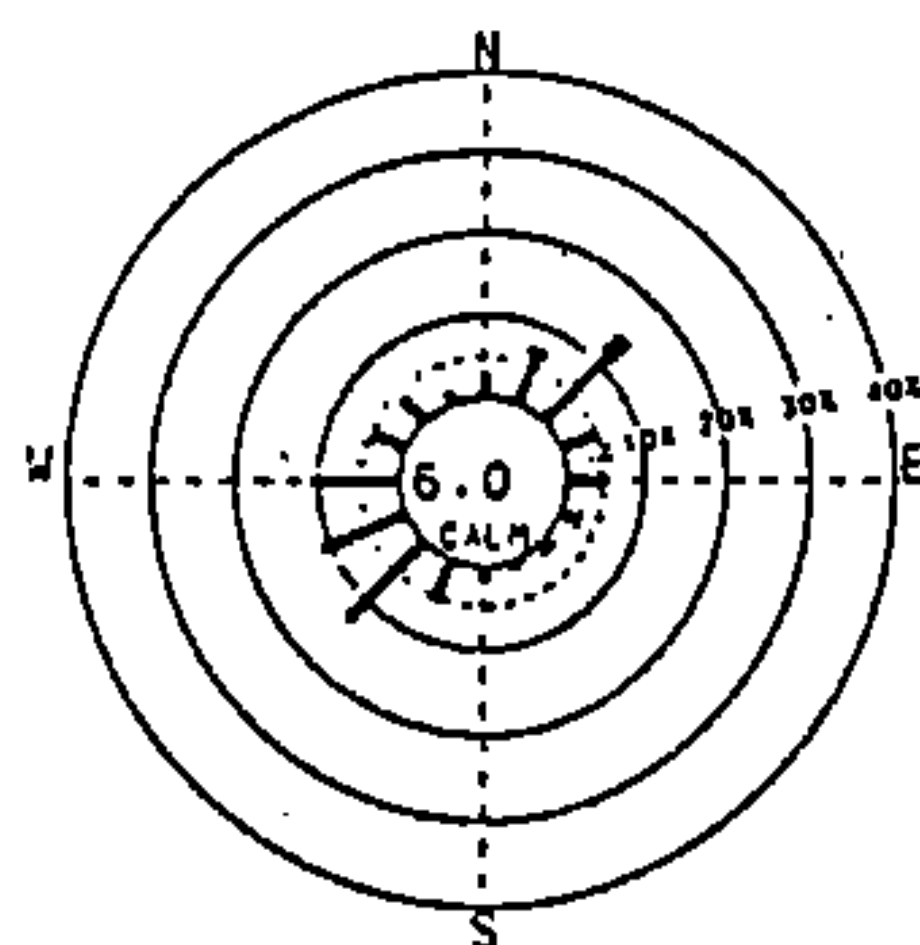


1971-80/06

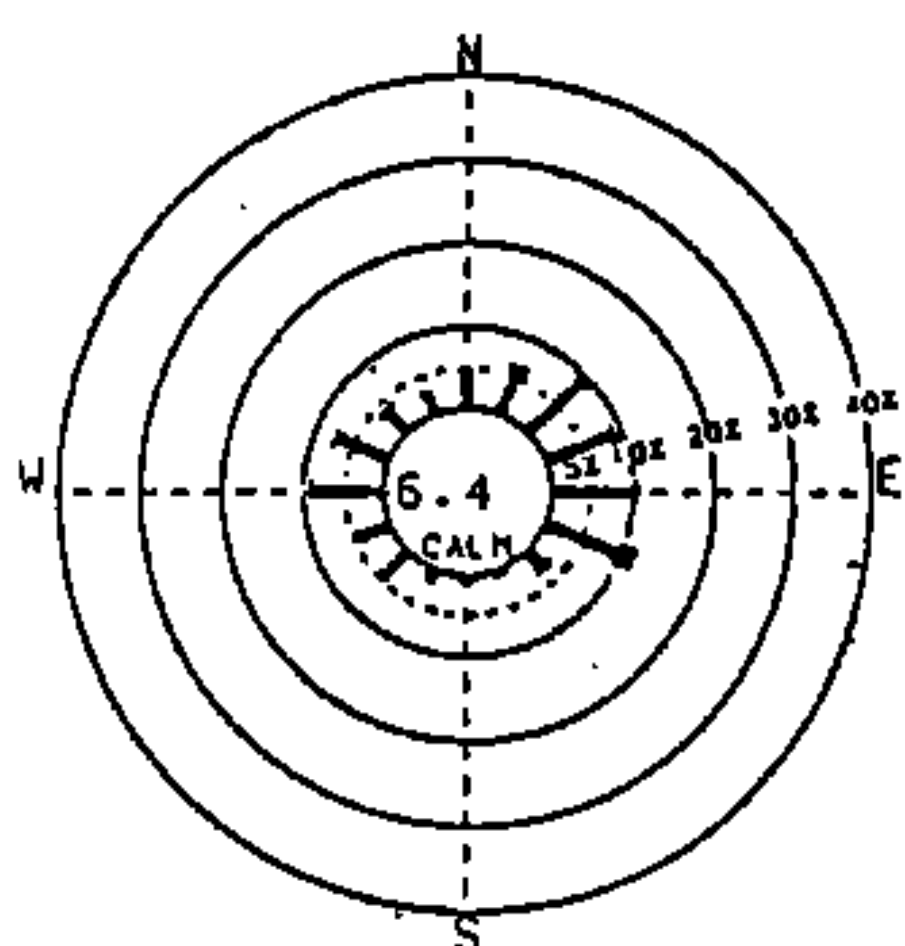
圖 9-2 宜蘭測站各月風玫瑰圖 (1月 - 6月)



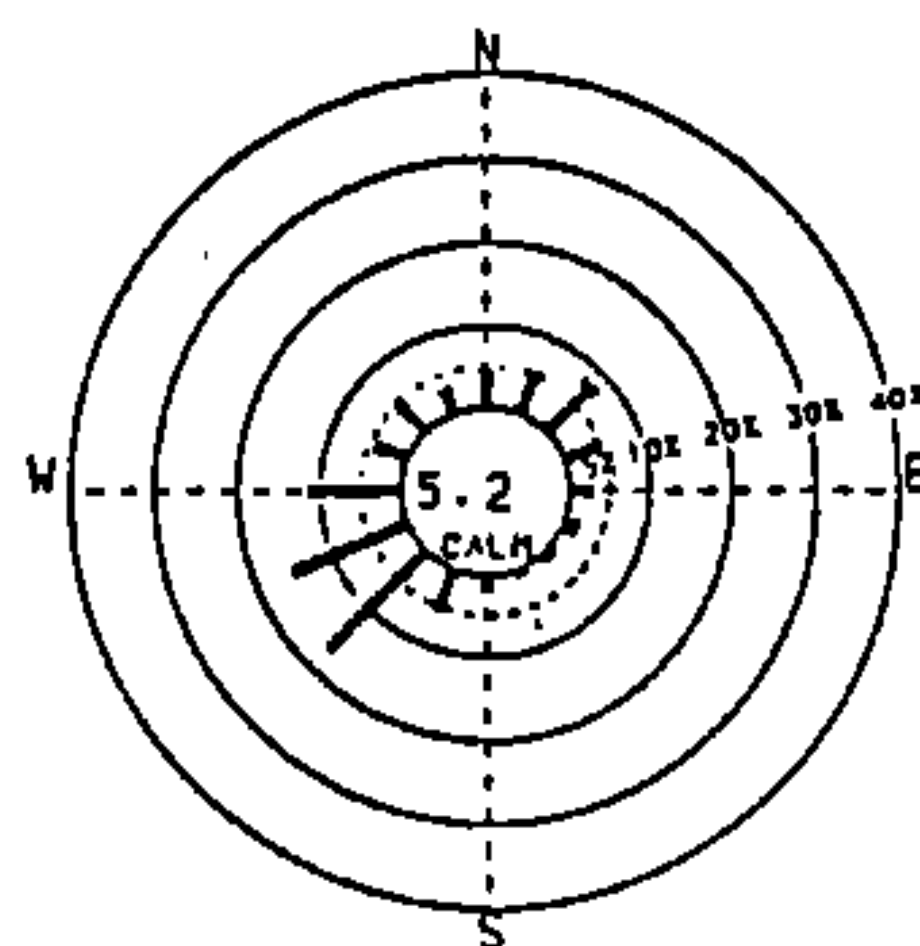
1971-80/07



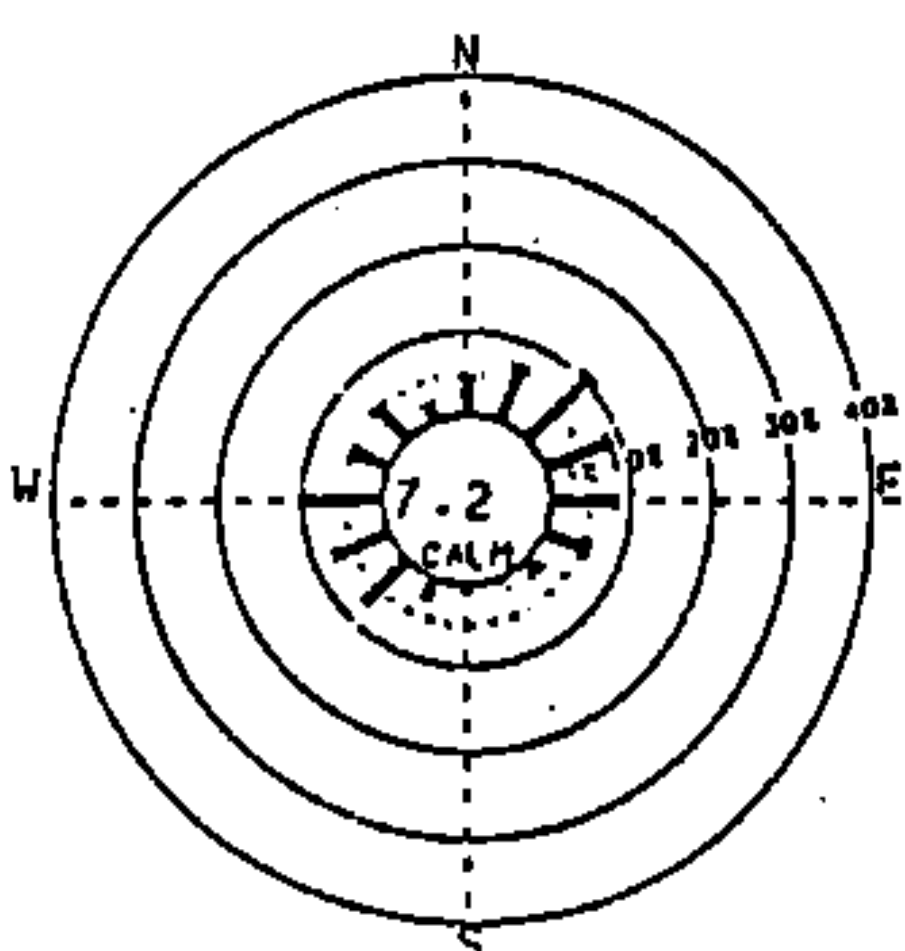
1971-80/10



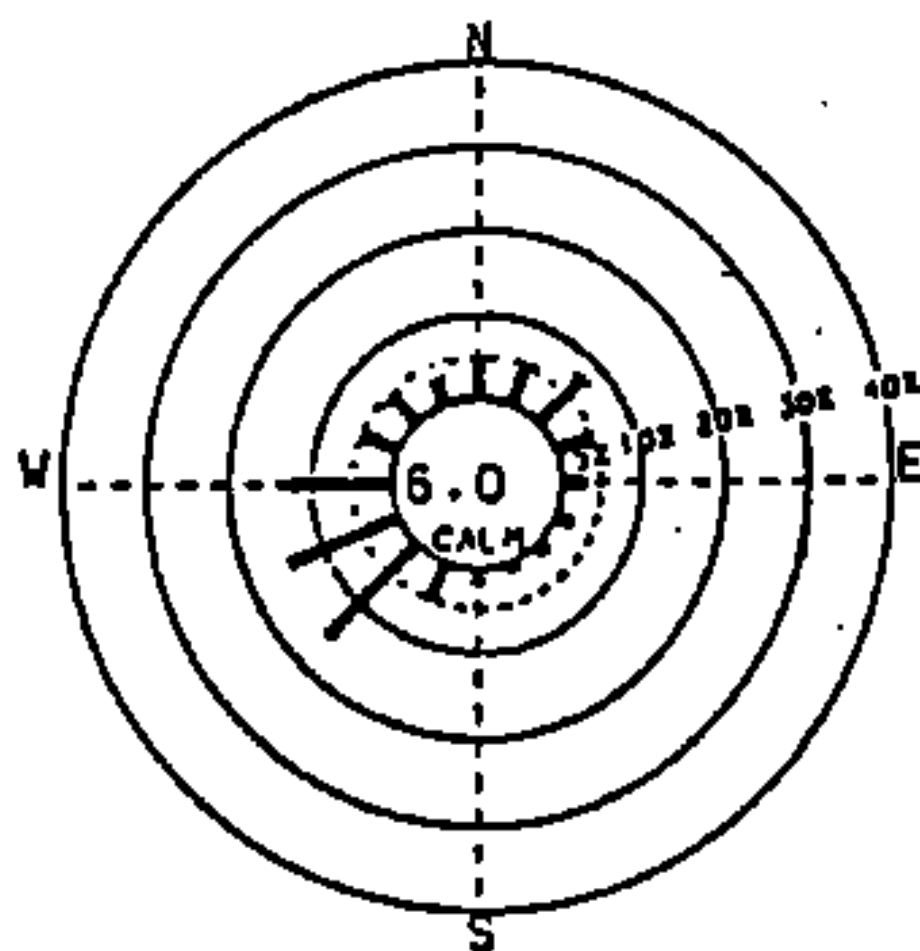
1971-80/08



1971-80/11



1971-80/09



1971-80/12

圖 9-2 (續) 宜蘭測站全年風玫瑰圖 (7 月 - 12 月)

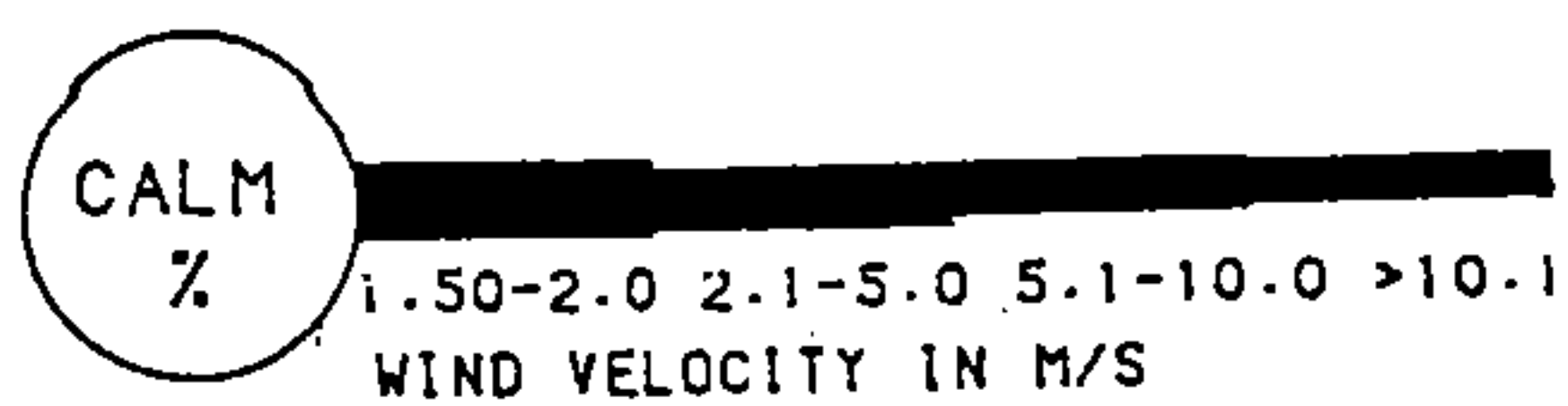
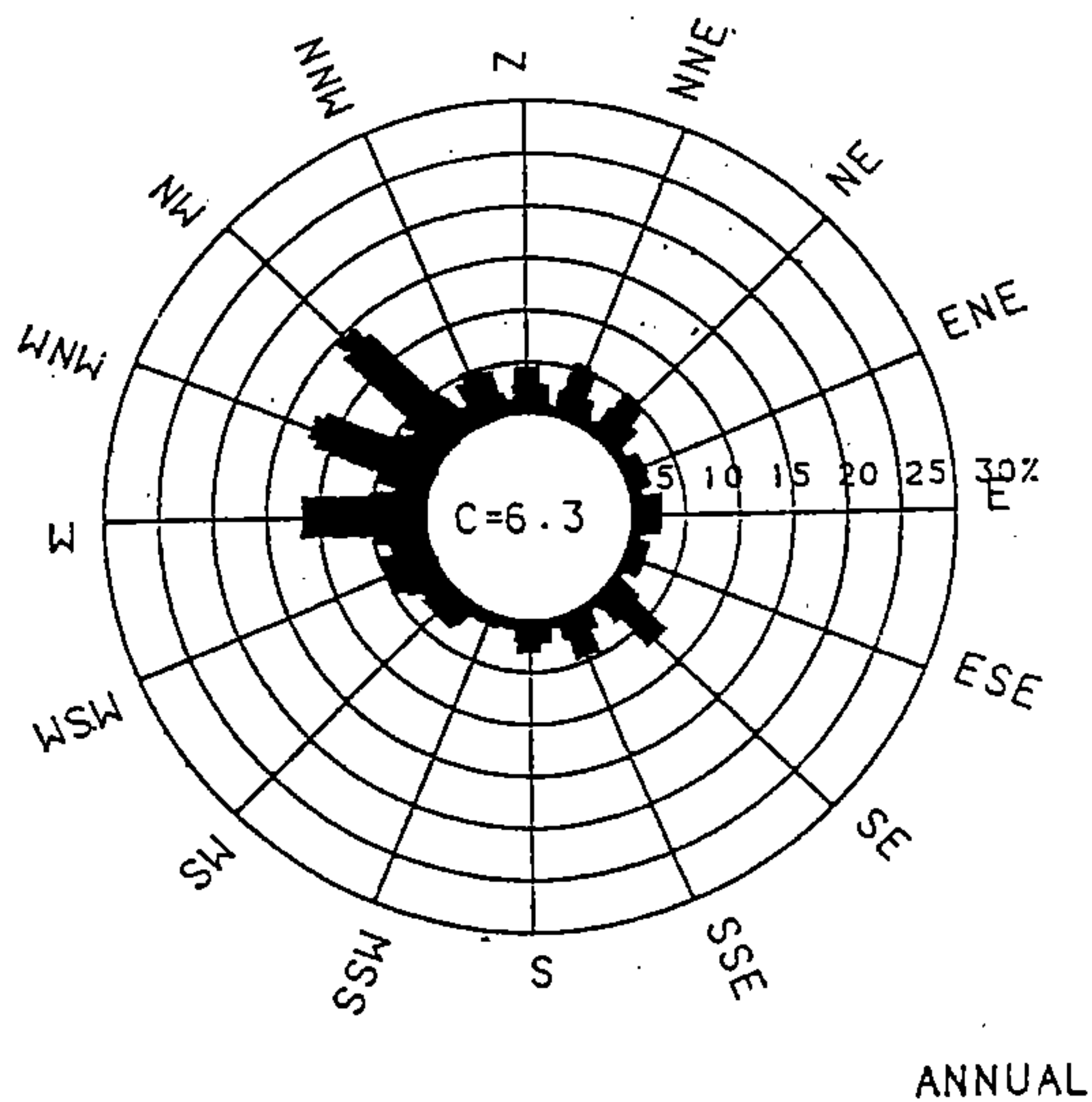
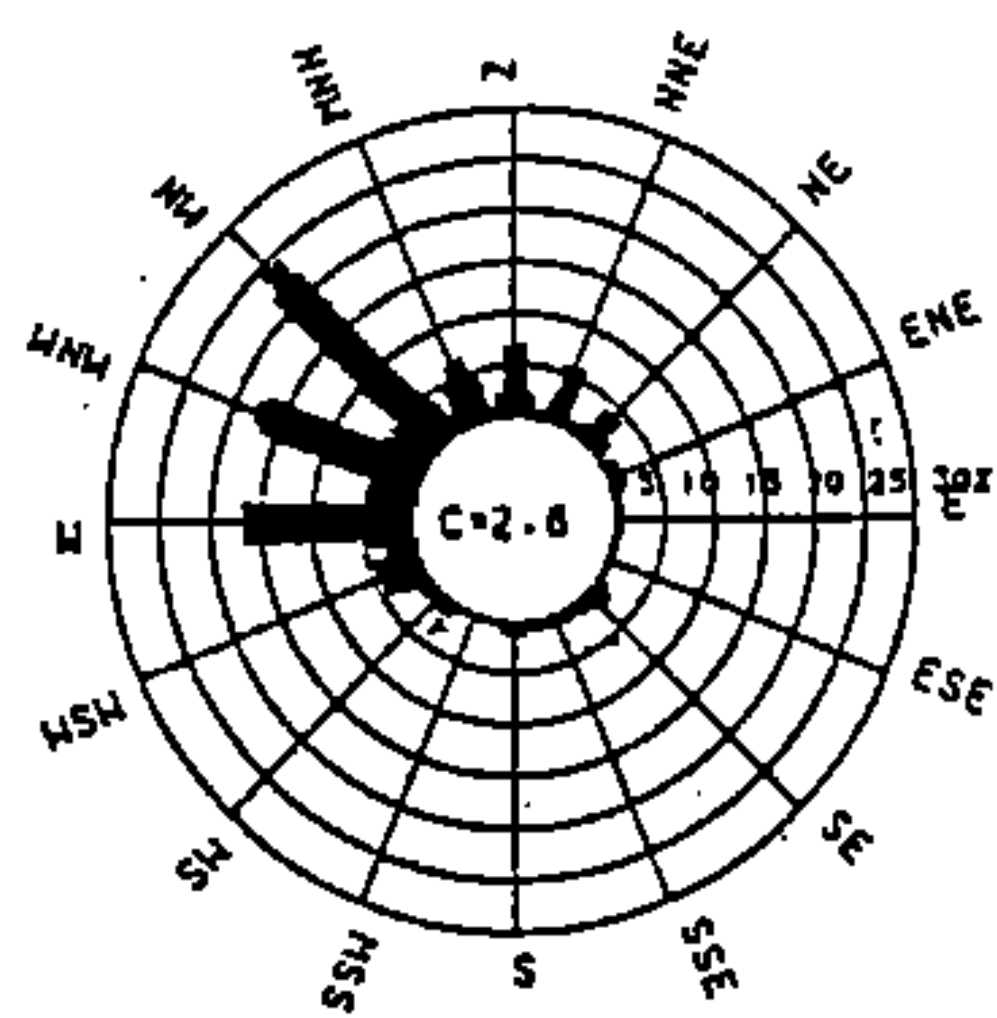
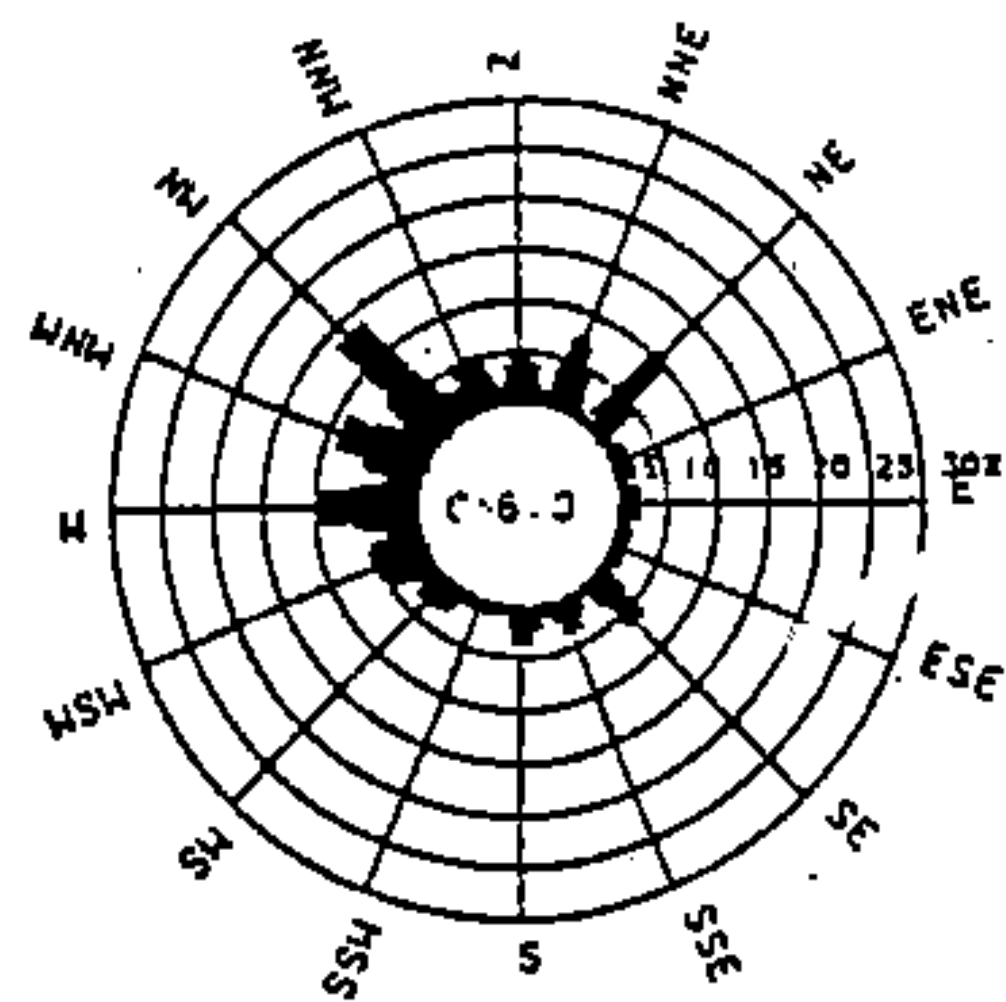


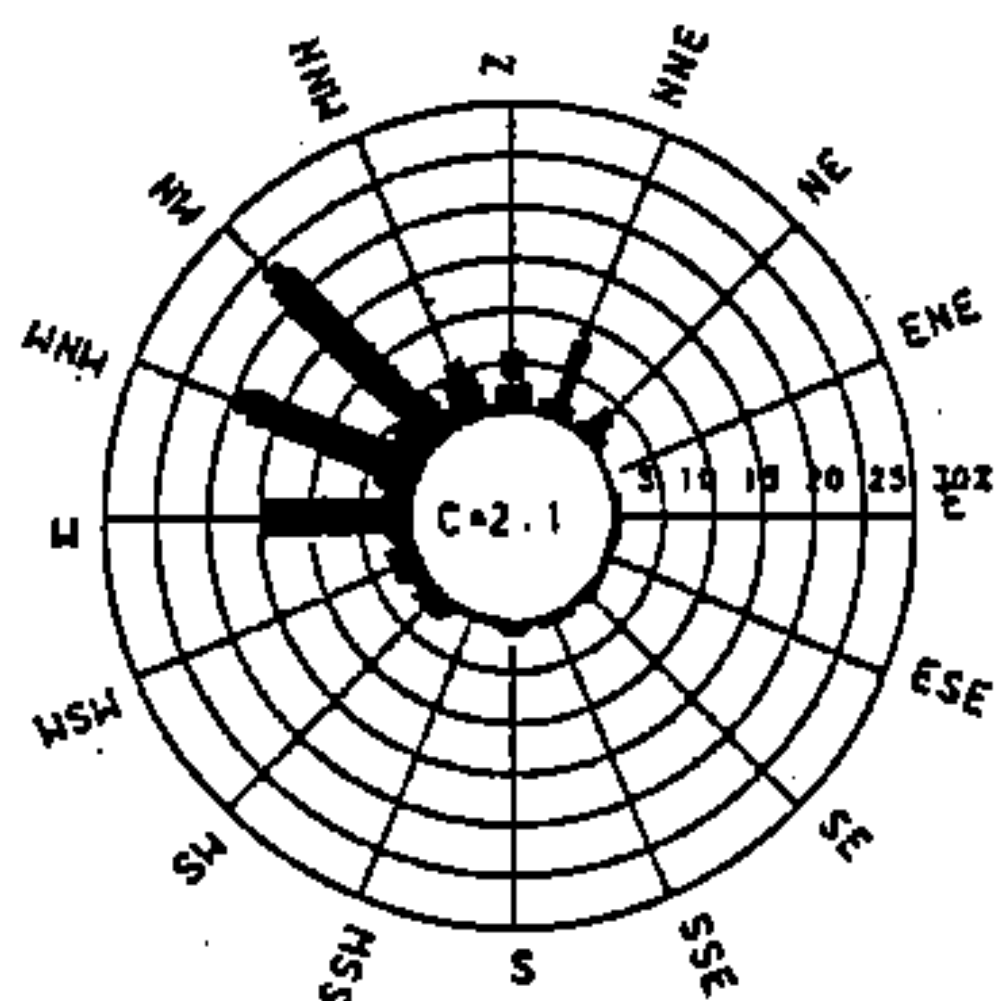
圖 9-3 蘇澳測站全年風玫瑰圖
(資料來源：台電電源勘測隊)



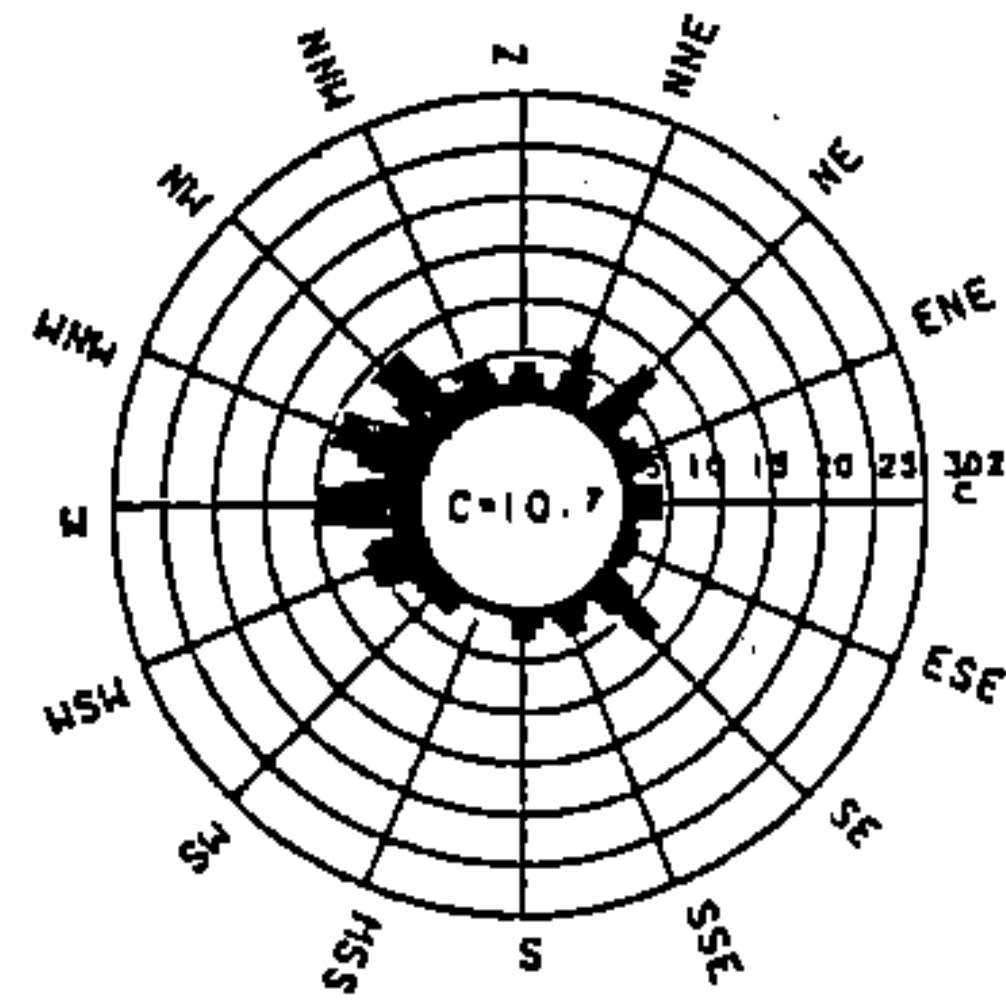
JANUARY



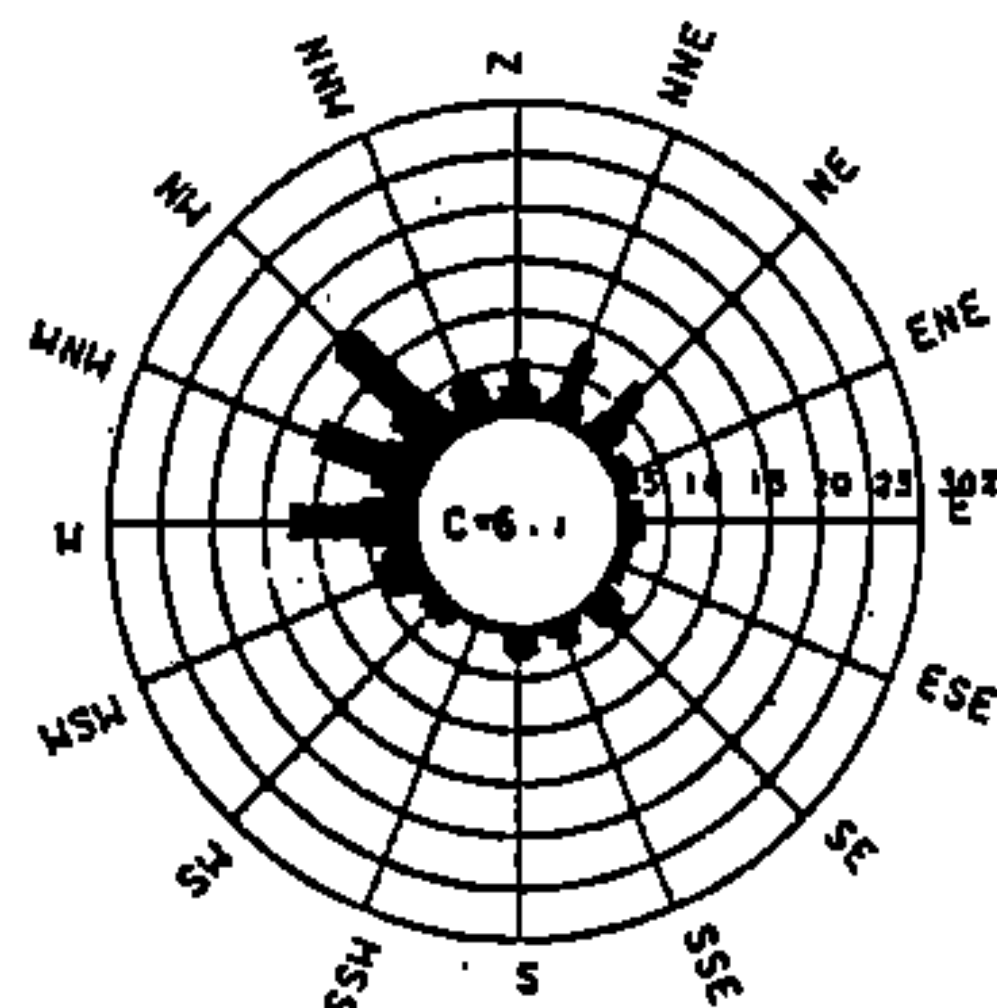
APRIL



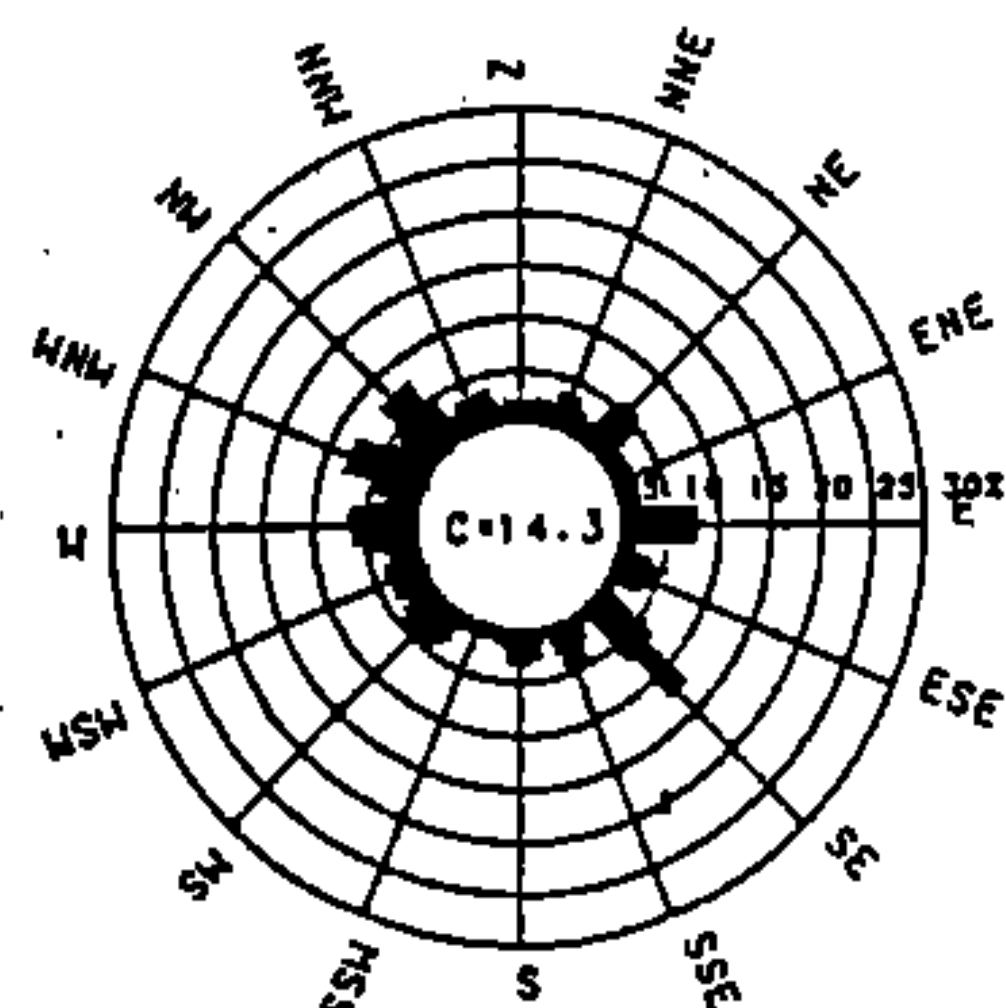
FEBRUARY



MAY



MARCH



JUNE



圖 9-4 蘇澳測站各月風玫瑰圖 (1月 - 6月)

(資料來源：台電電源勘測隊)

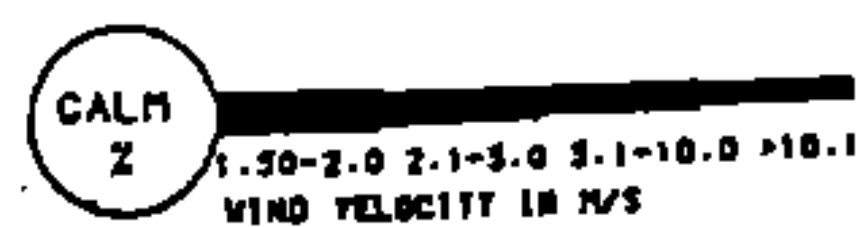
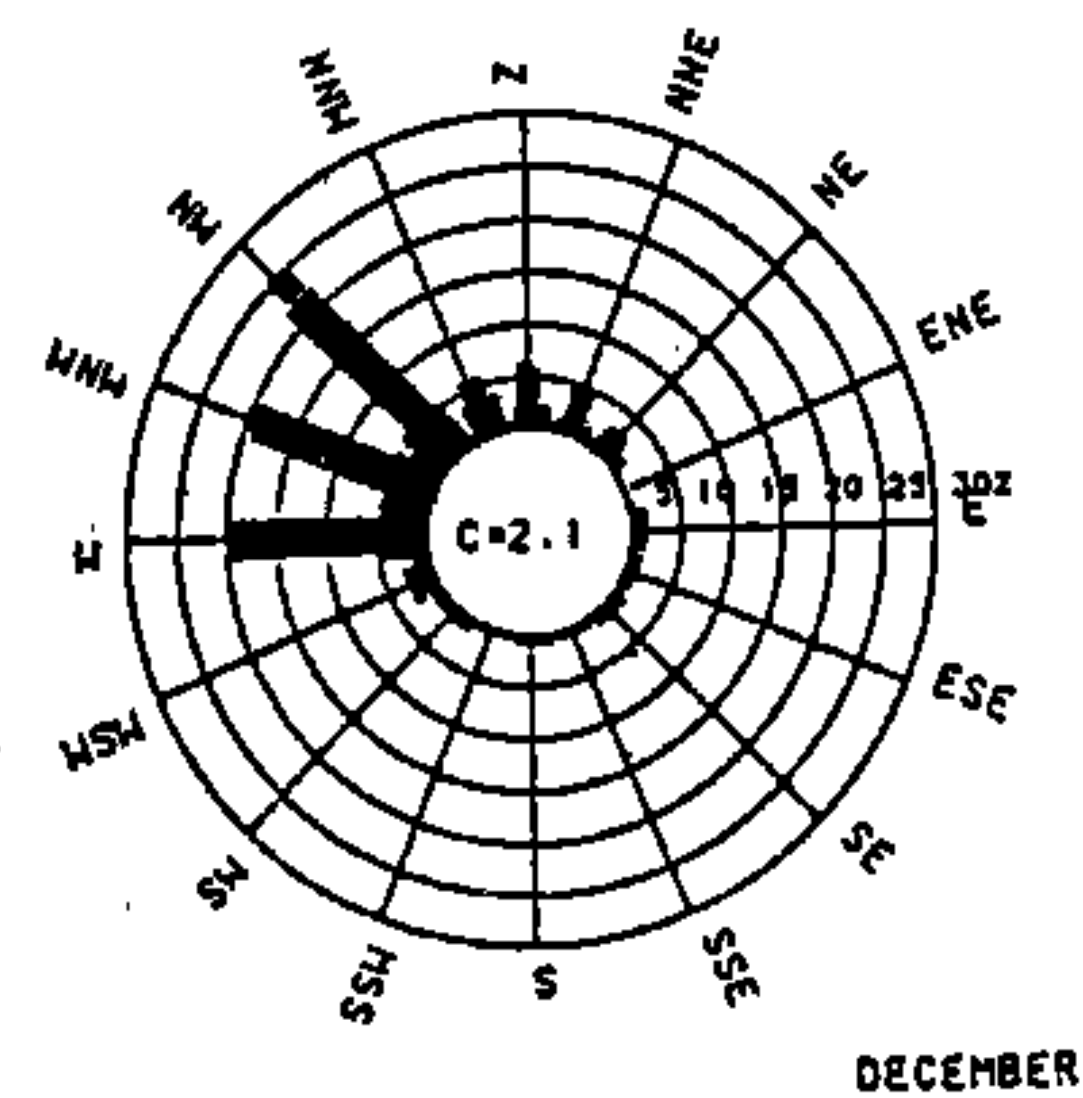
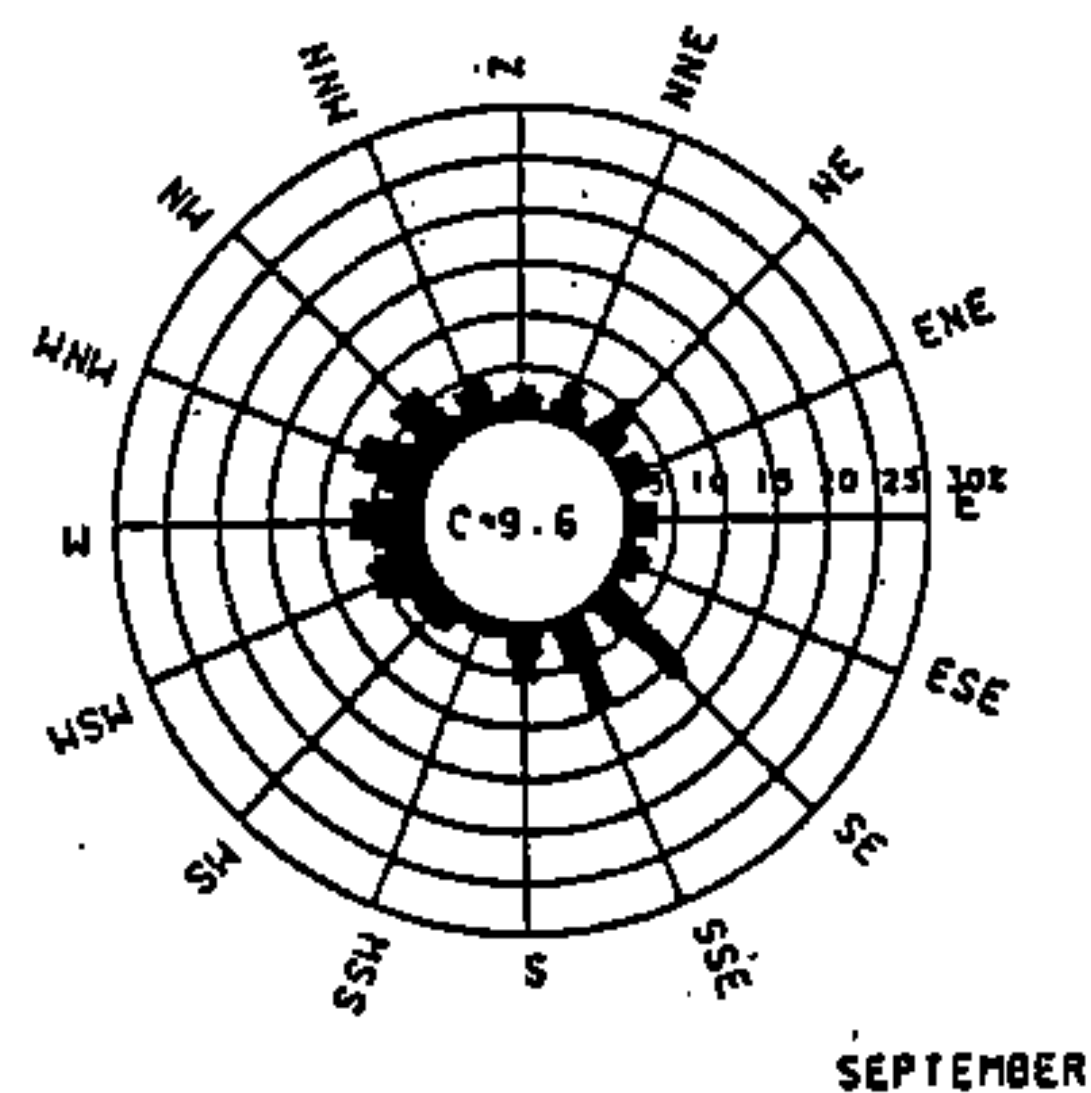
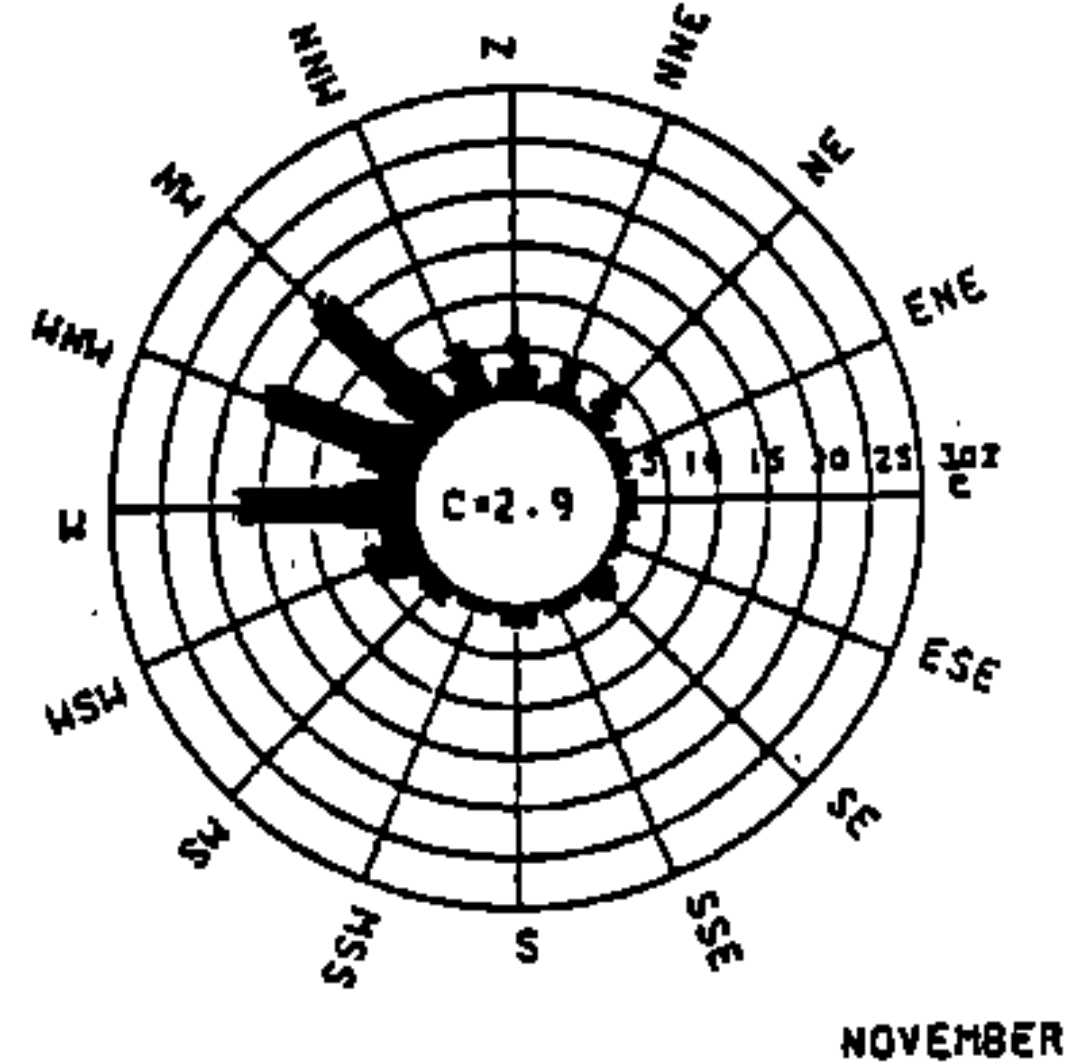
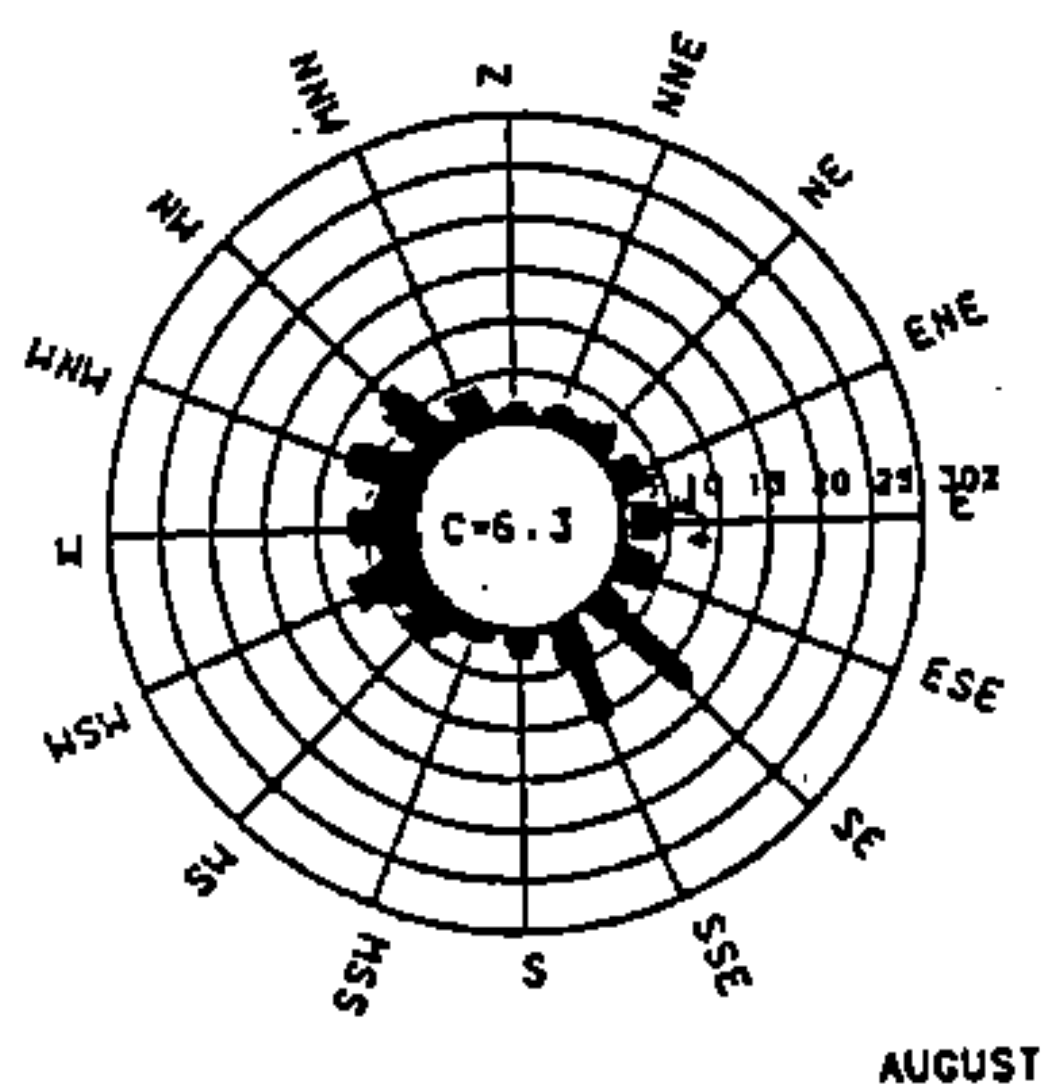
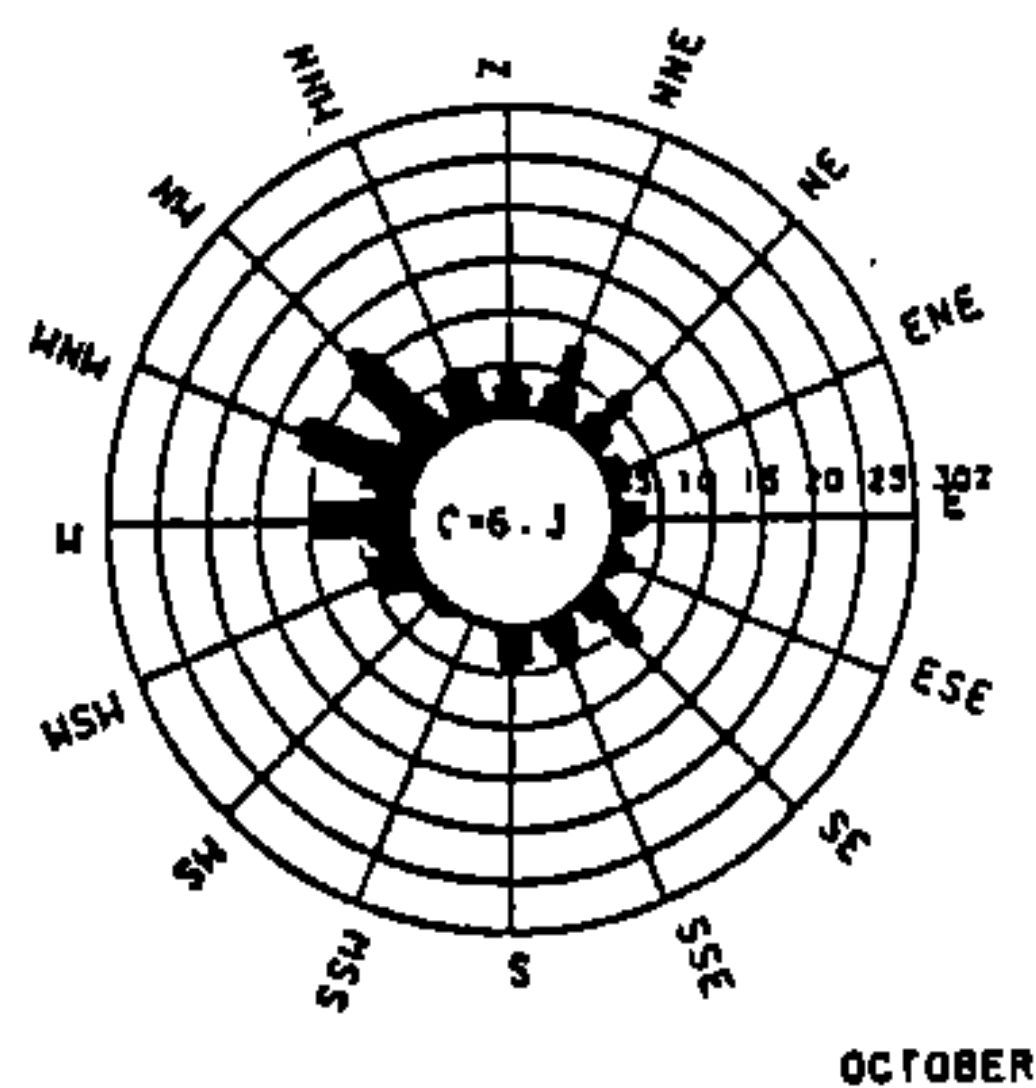
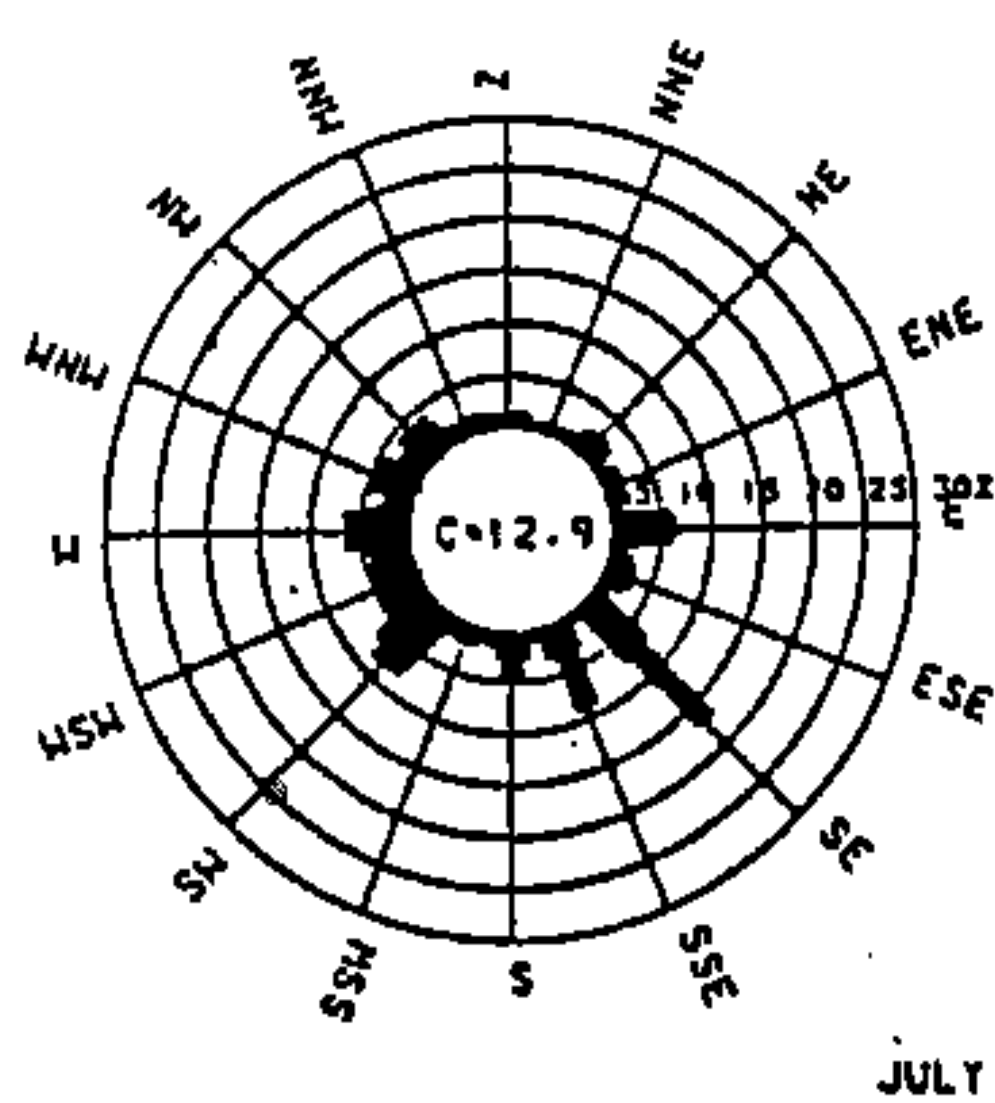


圖 9-4 (續) 蘇澳測站各月風玫瑰圖 (7月 - 12月)
(資料來源：台電電源勘測隊)

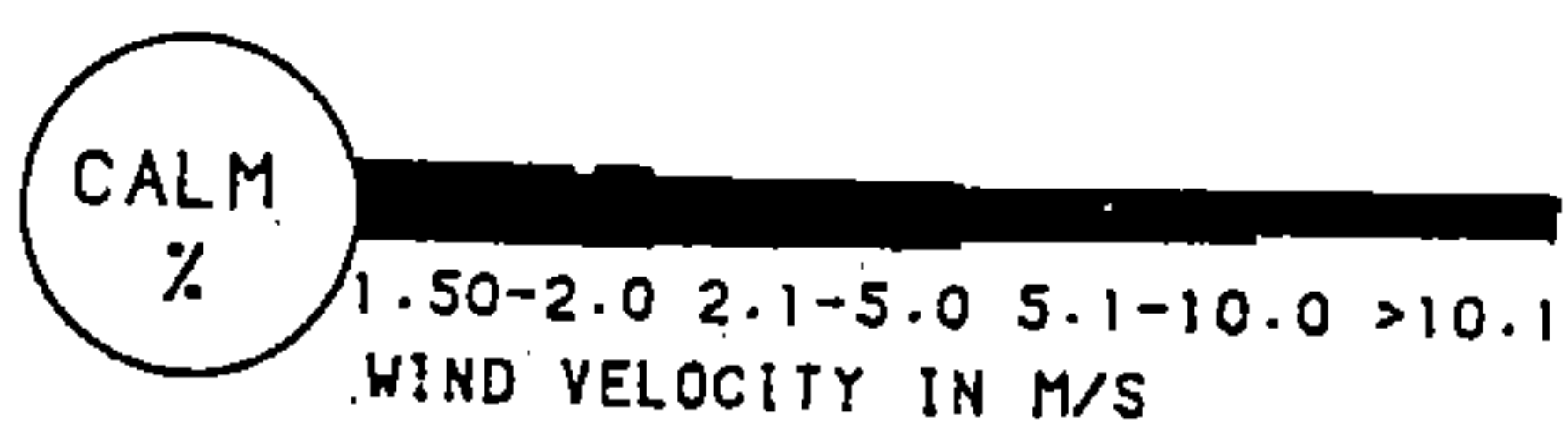
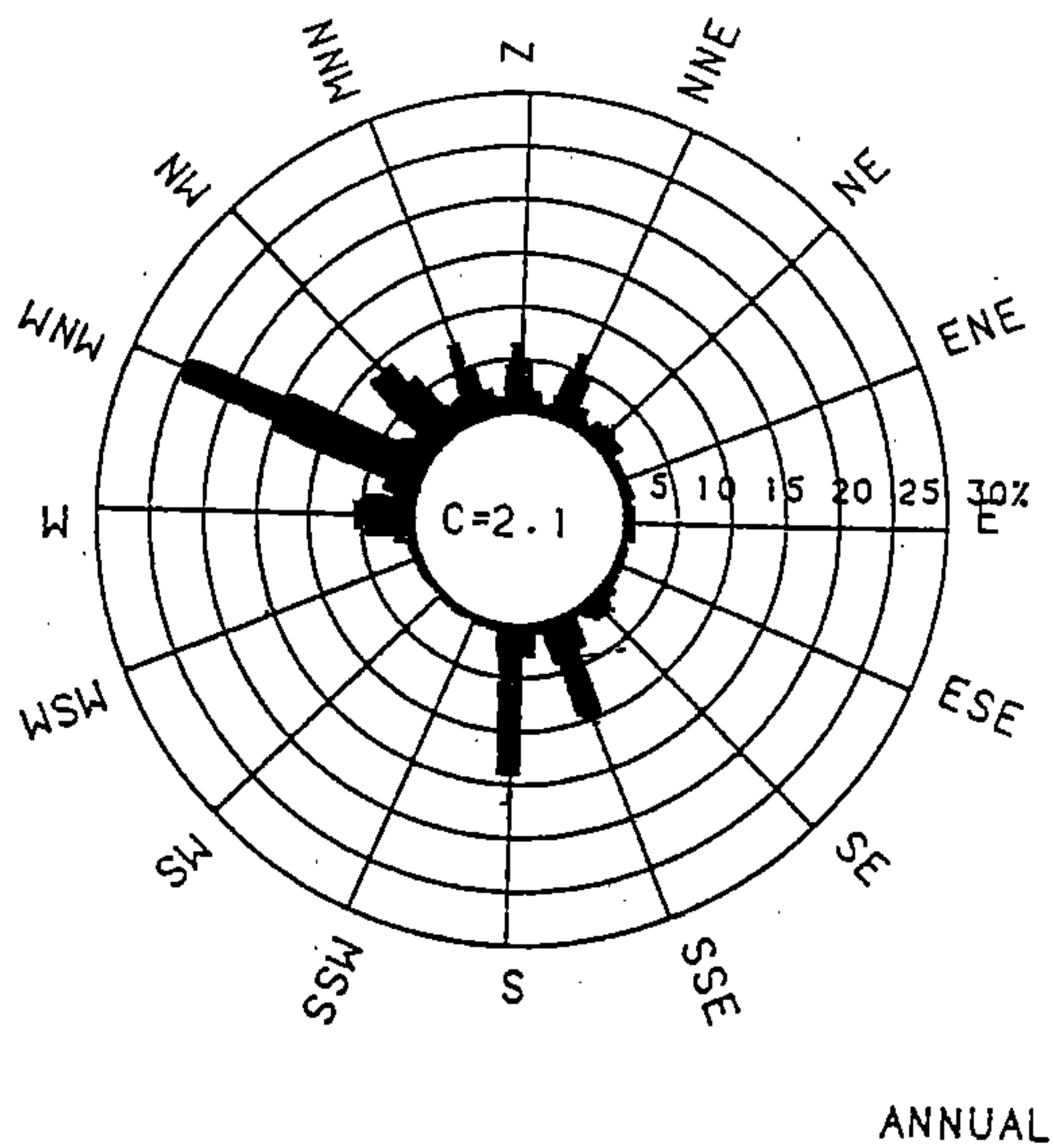
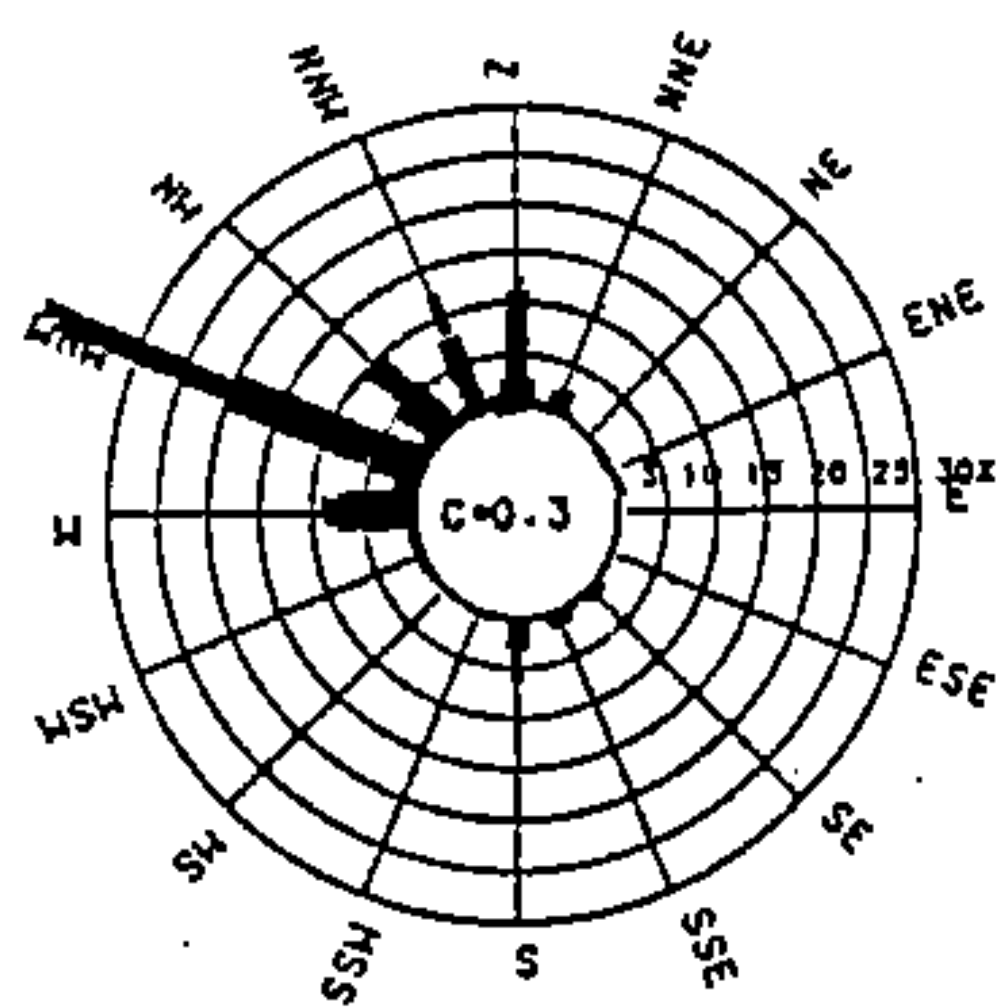
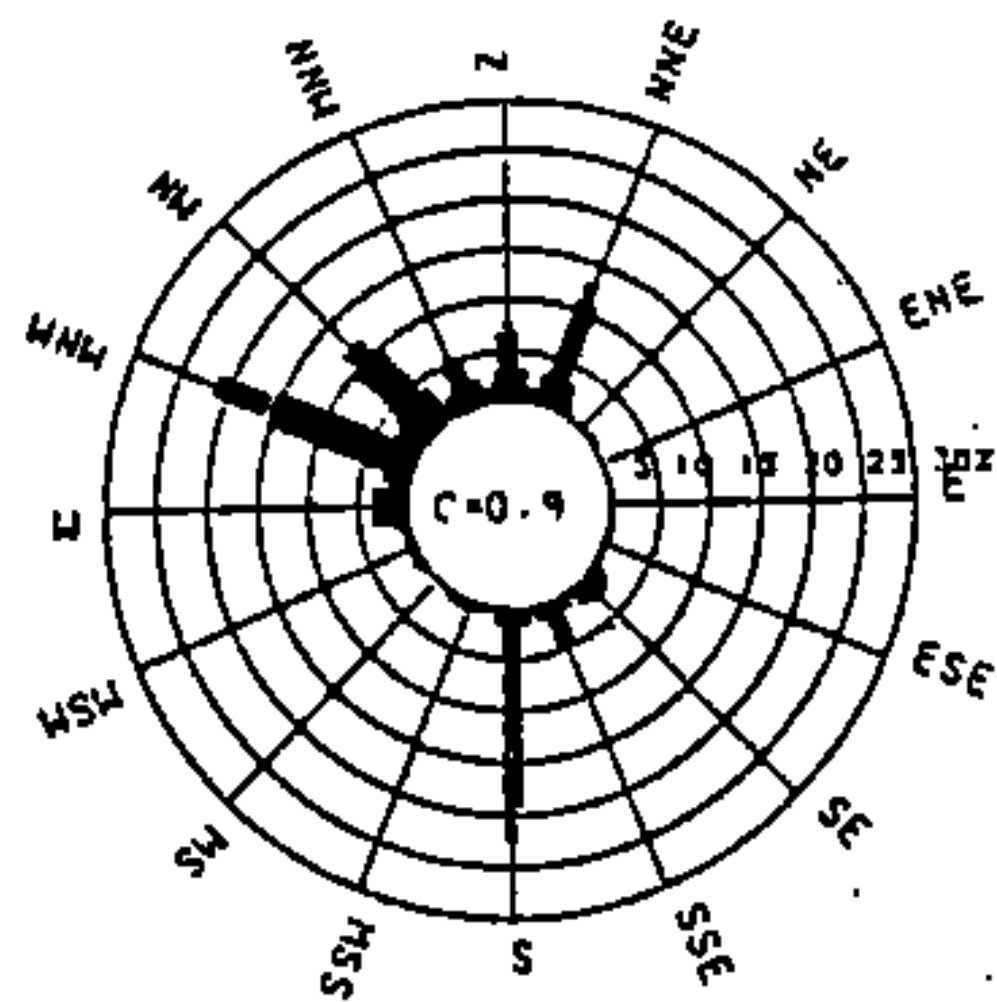


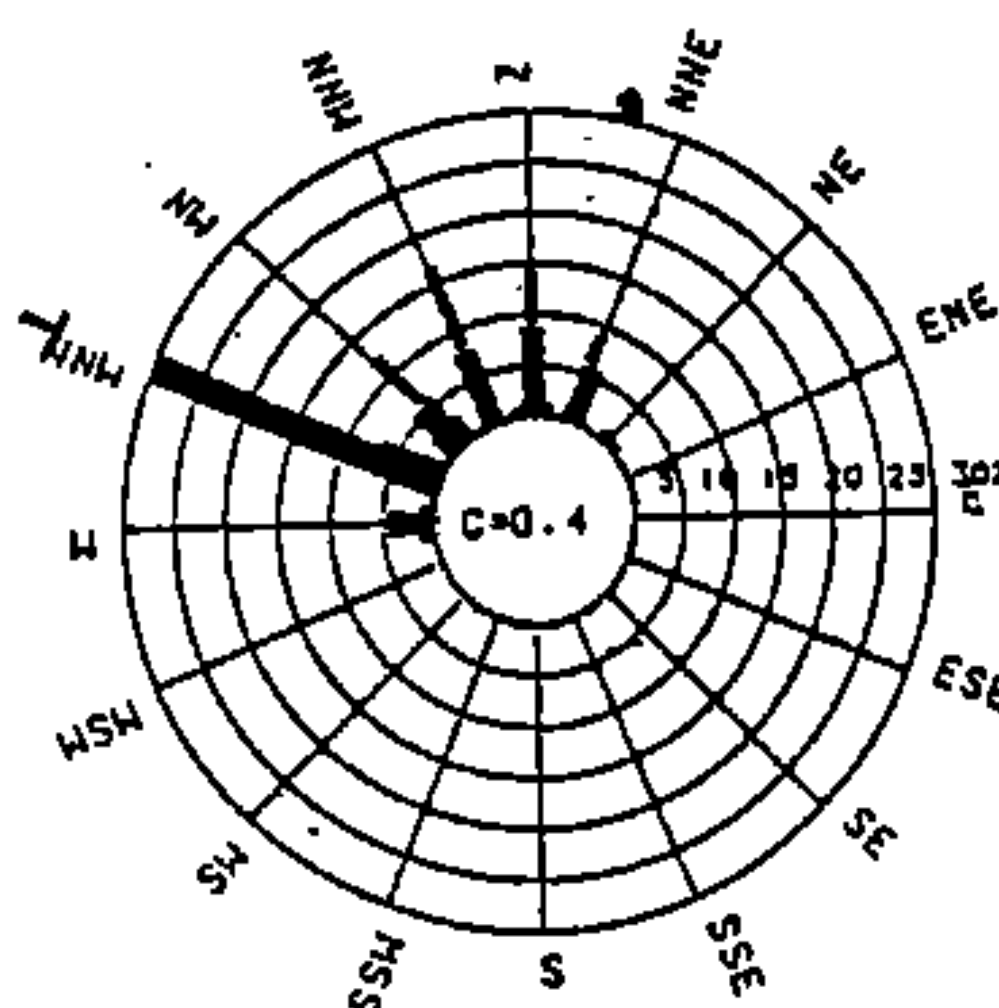
圖 9-5 三仙台測站全年風玫瑰圖
(資料來源：台電電源勘測隊)



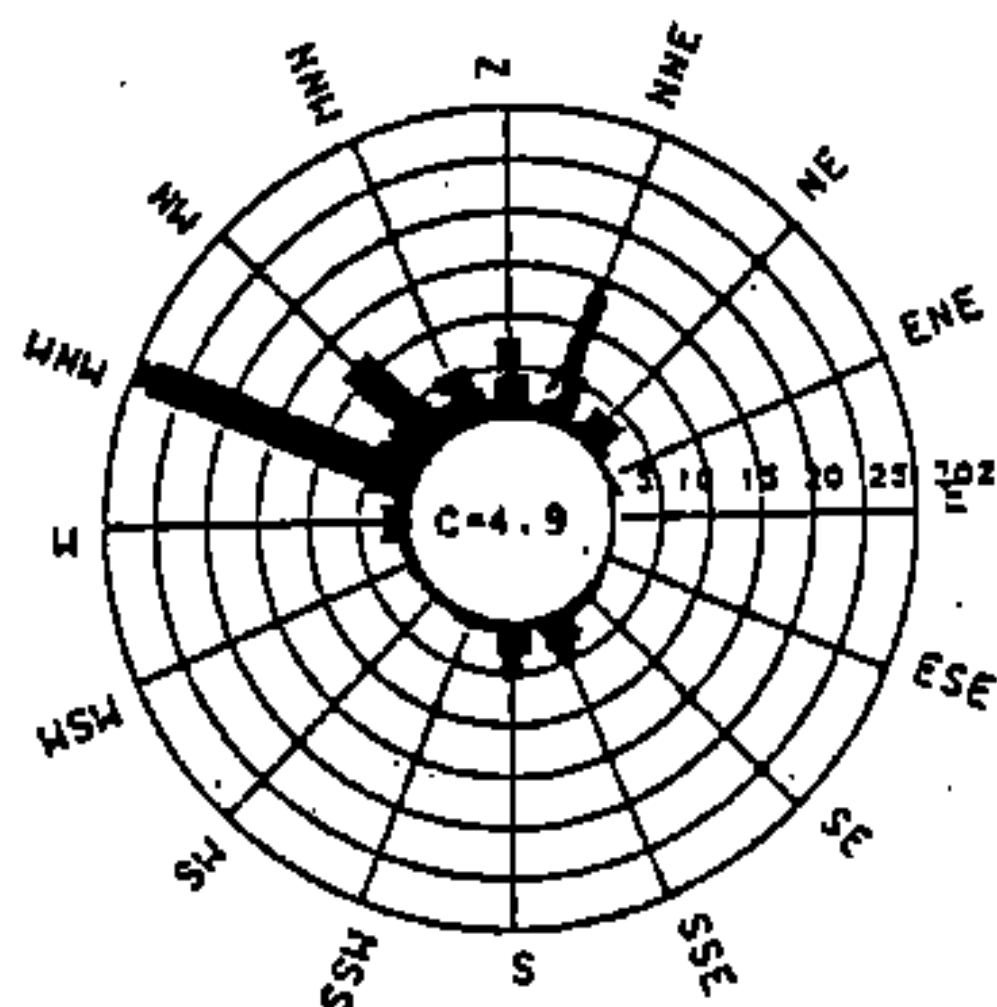
JANUARY



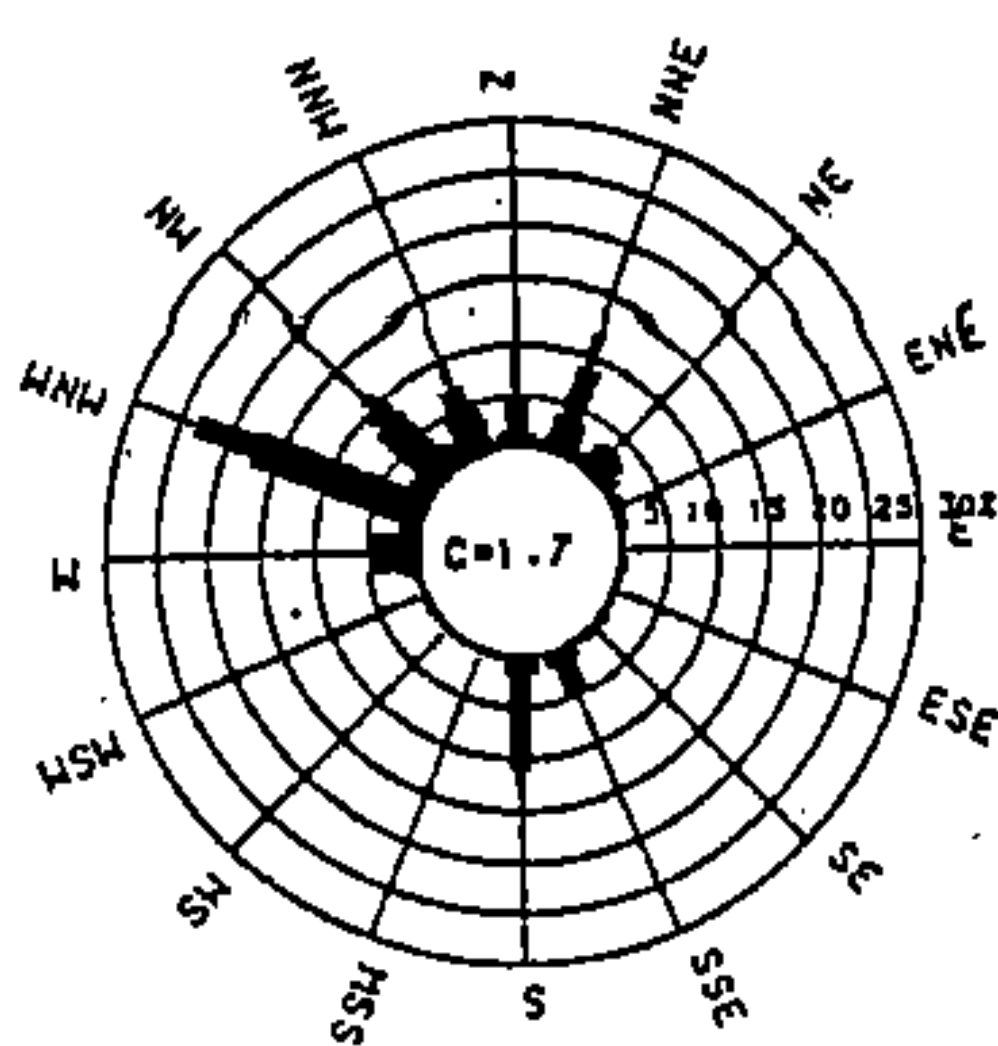
APRIL



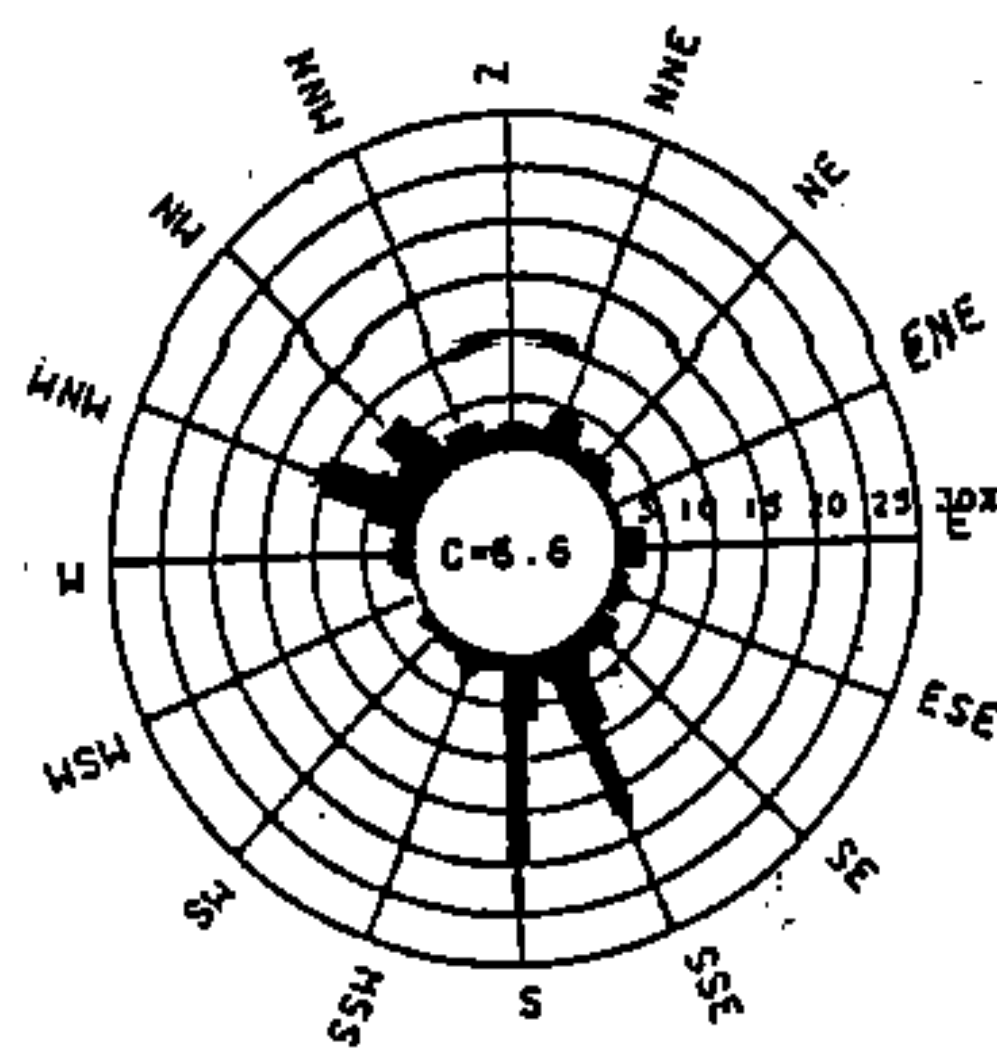
FEBRUARY



MAY



MARCH



JUNE



圖 9-6 三仙台測站各月風玫瑰圖 (1月 - 6月)

(資料來源：台電電源勘測隊)

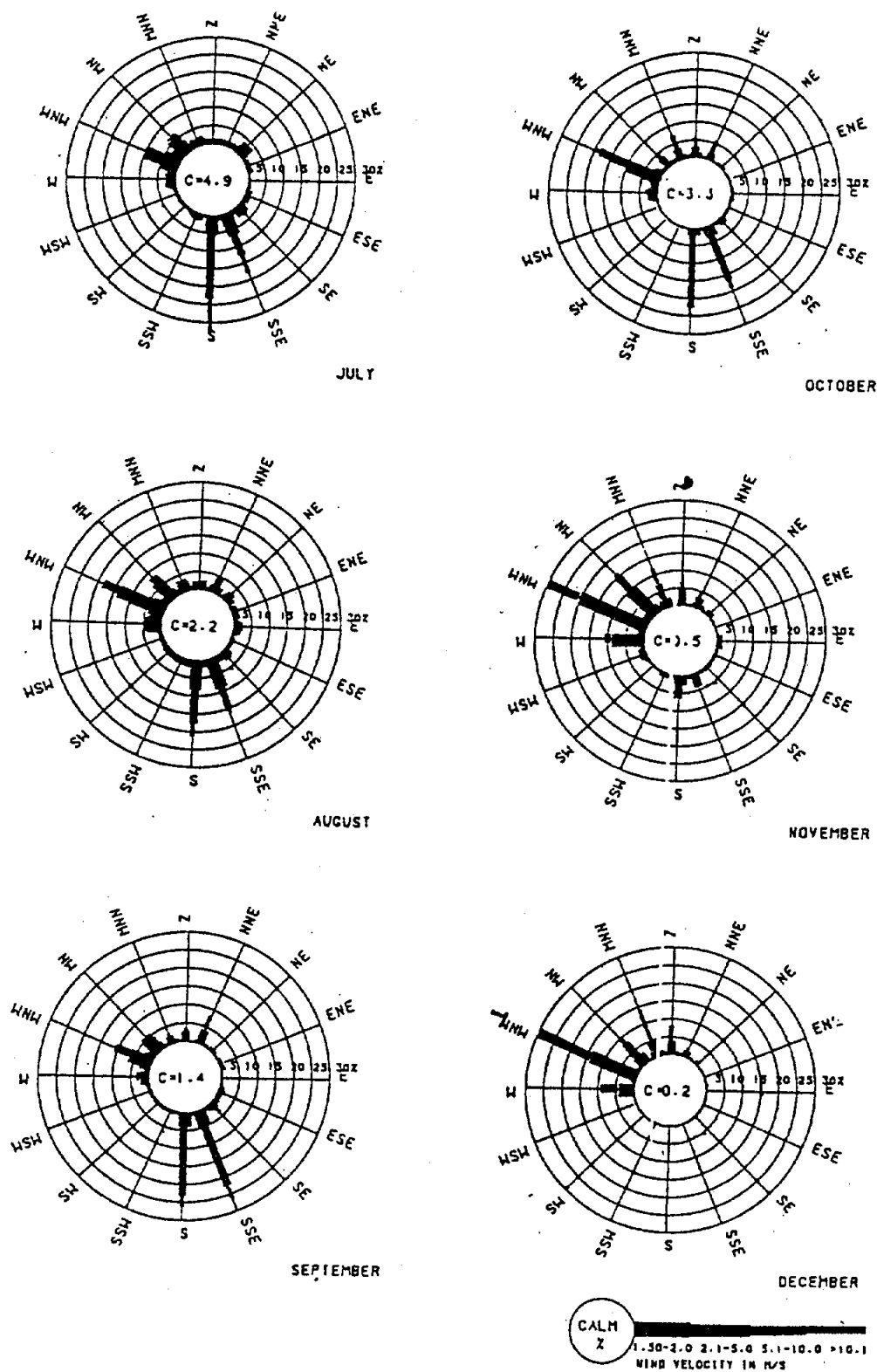


圖 9-6 (續) 三仙台測站各月風玫瑰圖 (7月 - 12月)
(資料來源：台電電源勘測隊)

9.1.2 颱風

中央氣象局將侵台之颱風路徑分爲七類，如圖 9-7。對蘇澳港有影響者爲第 1、第 2、第 3、第 4 及第 6 等五種。第 1、第 2 及第 4 三種颱風之破壞力最大，但第 3、第 6 二種颱風所誘發之湧浪對蘇澳港內水面靜穩之影響亦不容忽視。

經統計民國前15年至民國70年共84年間之颱風記錄，第1、2、3、4、6五種路徑共發生268次，平均年3.19次；而對電廠設備最有影響之第1、2、4三種路徑共發生152次，平均年1.81次。以第3路徑所發生頻率最多，達32%；其他各路徑所佔比例詳見圖9-7。

經統計各月出現颱風之分佈如圖9-8，可見8月出現次數最多，6、7、9月次之。每年之出現機率呈Poisson分佈，分佈函數如下：

$$P = \frac{\lambda^N N! e^{-\lambda}}{N!}$$

式中 λ 爲實測平均每年發生次數

N 爲可能每年發生次數

e 爲自然對數值=2.71828

考慮所有五種路徑時， $\lambda = 3.19$ ；若僅考慮三種時則 $\lambda = 1.81$ 。兩者之每年發生機率如圖9-9及圖9-10。由圖9-9可知對蘇澳港有影響之颱風每年發生零次者，其機率爲4.15%；每年2、3或4次者，均在20%左右；而每年發生5次者，仍有13%。

如考慮對電廠及供煤系統安全有影響之颱風則可參閱圖9-10。每年發生零次者提高至12%，每年1、2次者約爲30%，而年4次者則降至6%。

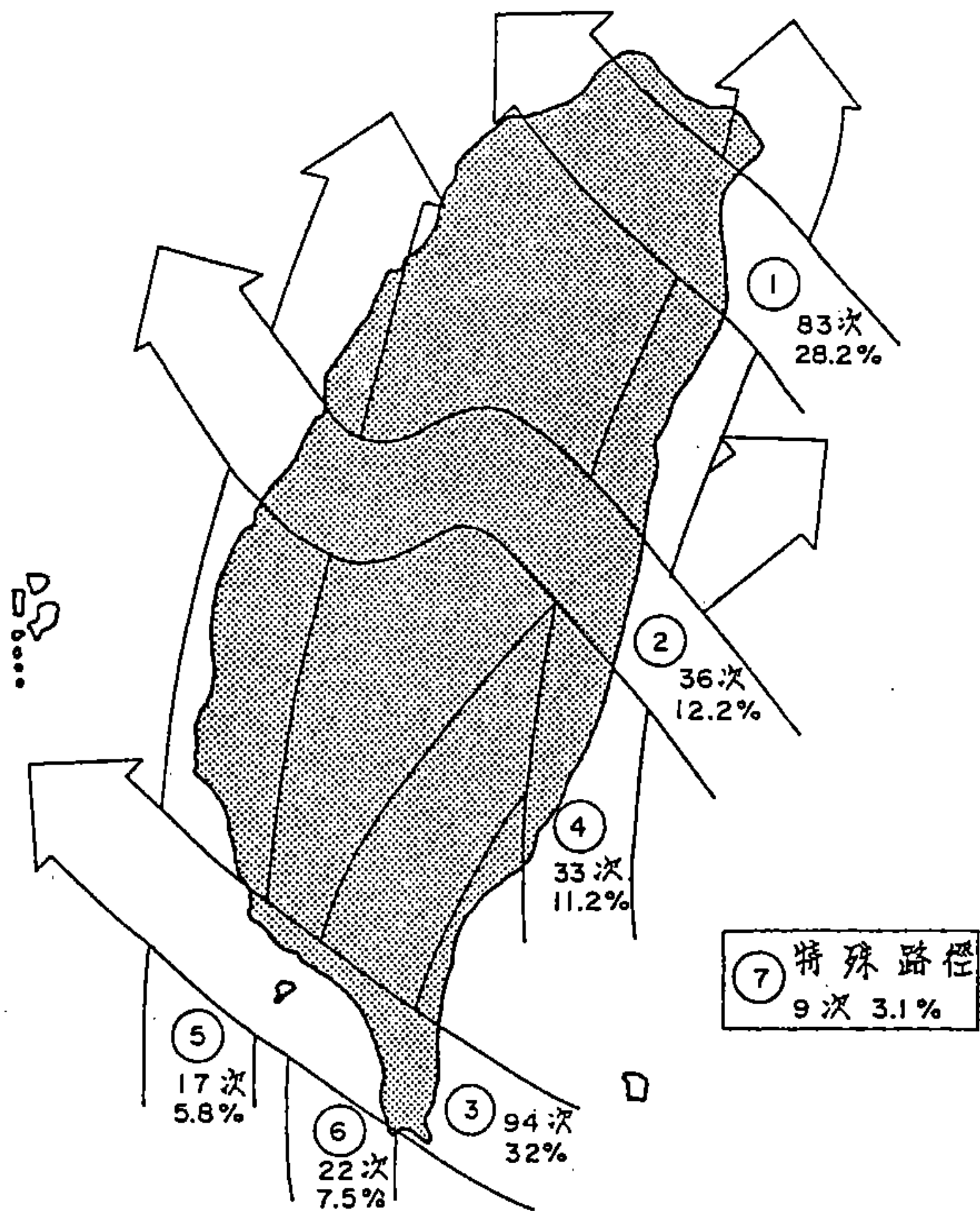


圖 9-7 侵台颱風路徑分類統計 (1987 - 1981年)

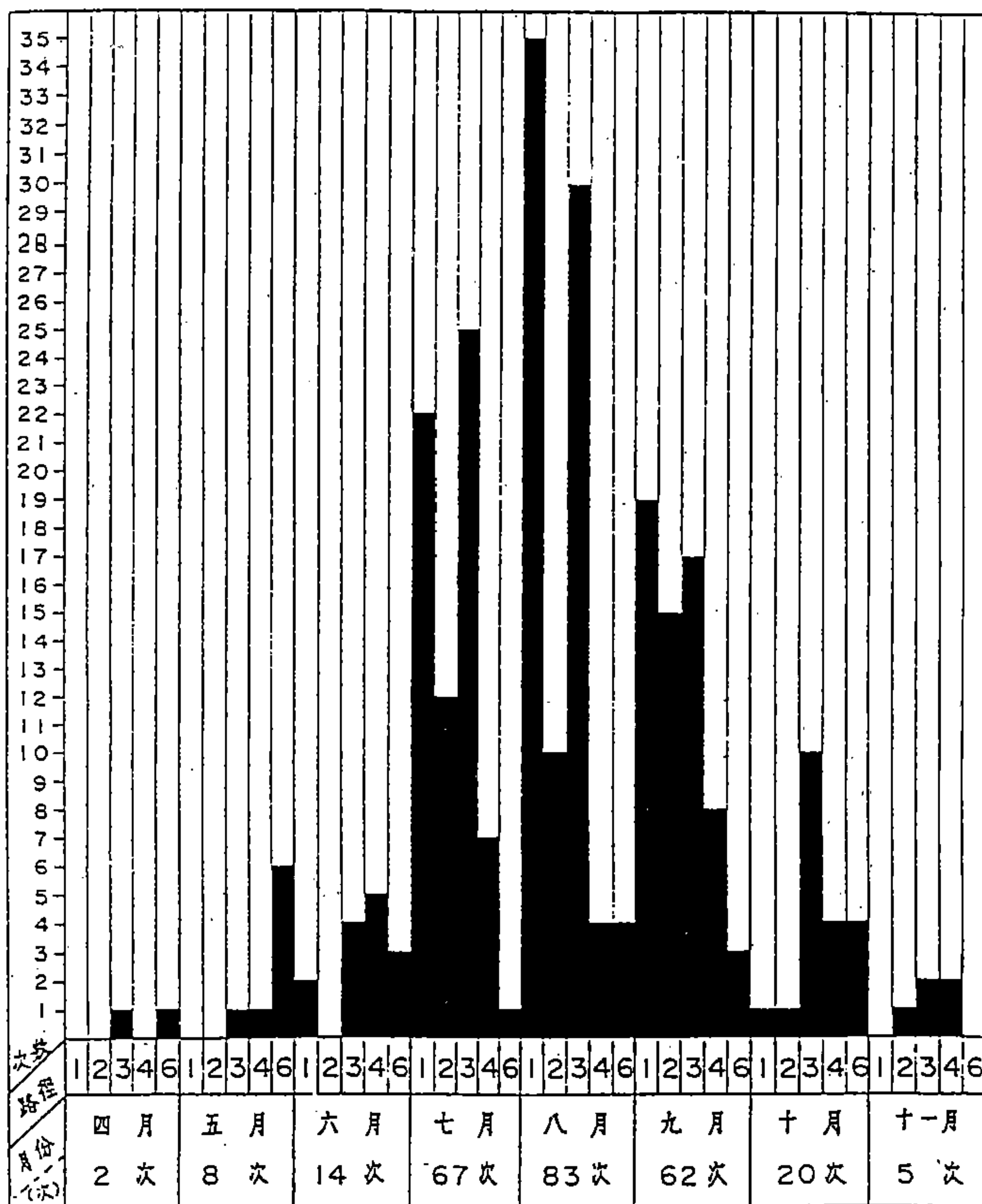


圖 9-8 侵台颱風各月出現次數統計

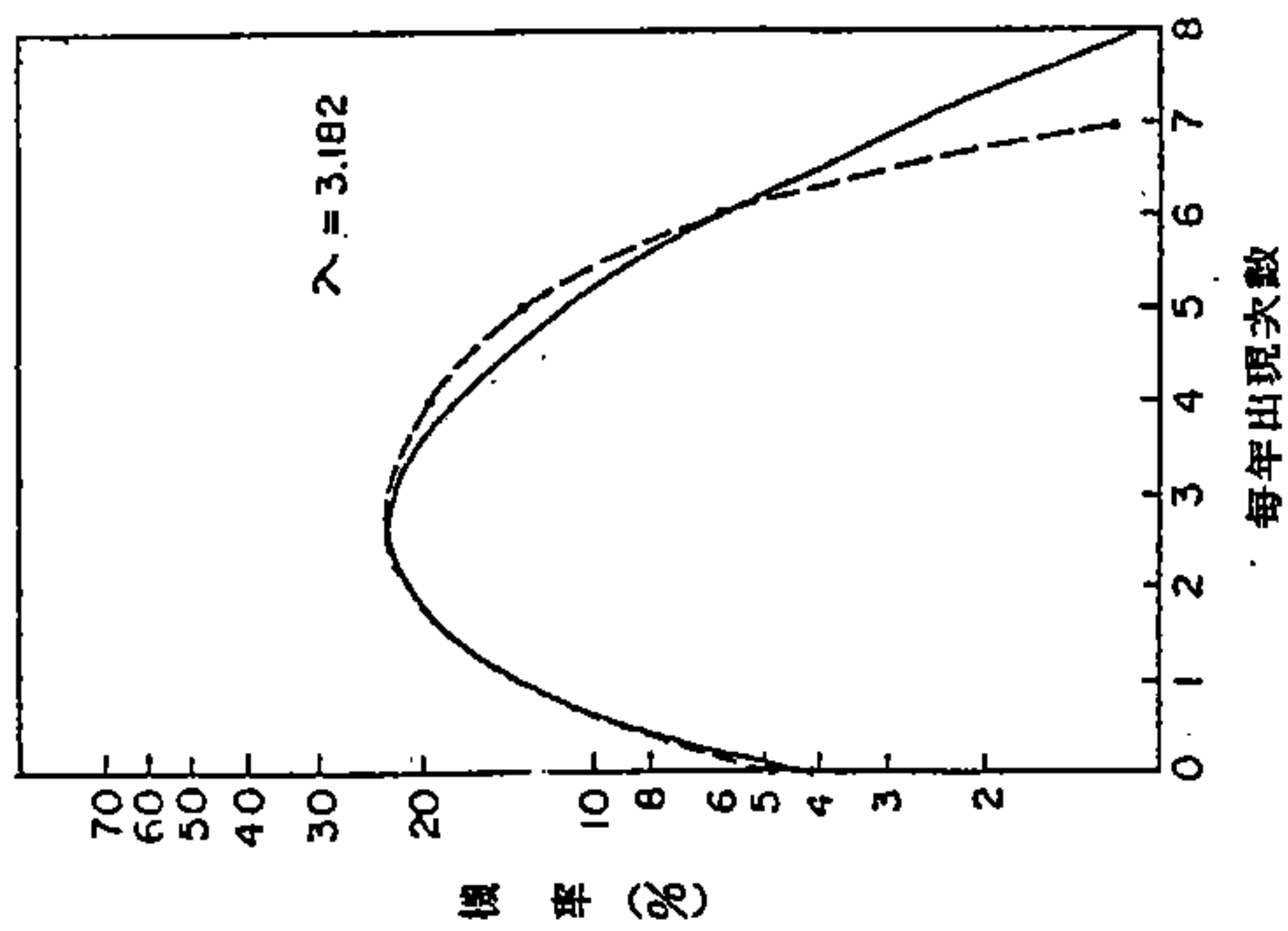


圖 9-9 第1,2,3,4,6 五種路徑颱風

每年出現機率

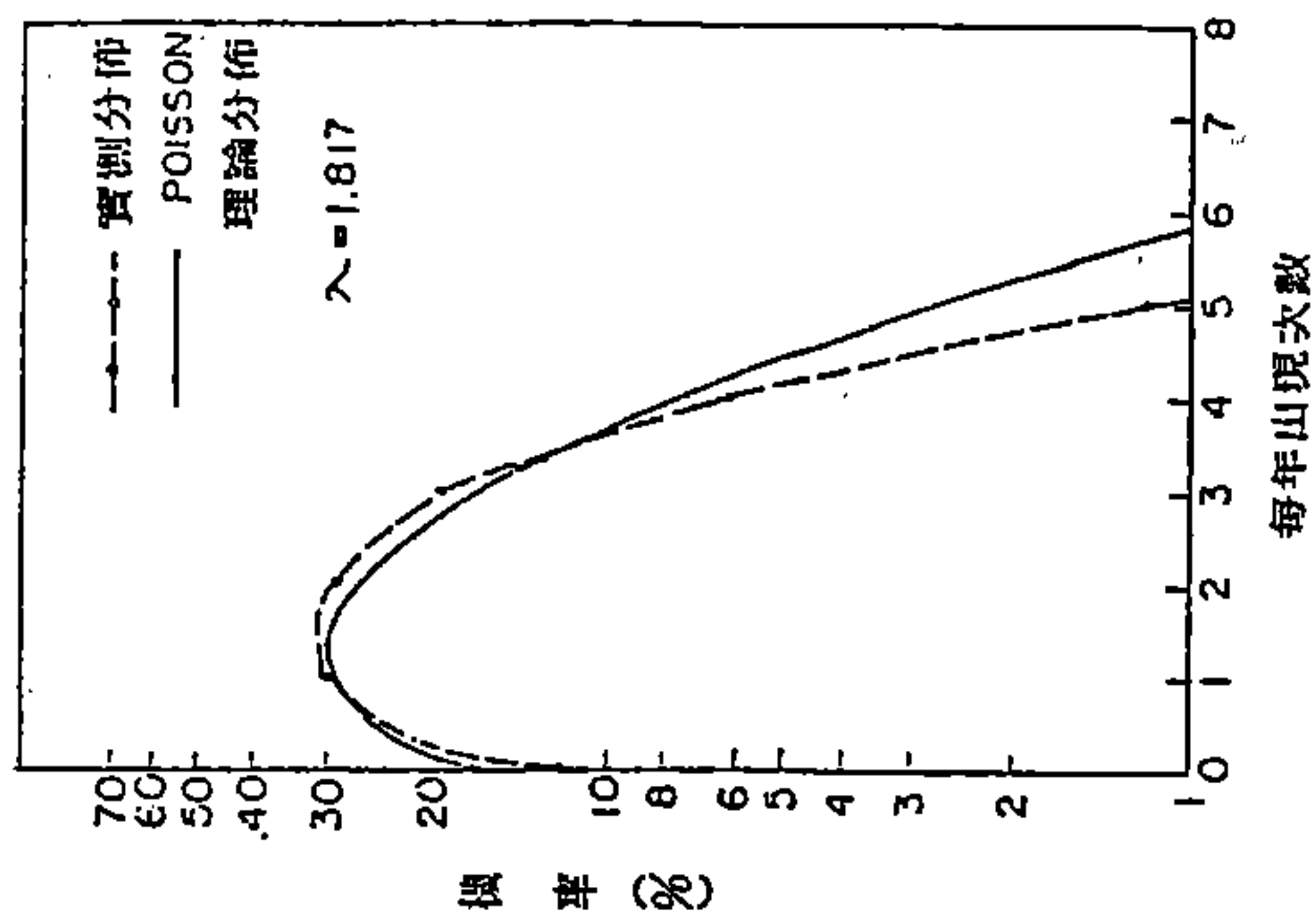


圖 9-10 第1,2,4 三種路徑颱風

每年出現機率

9.1.3 降雨

蘇澳地區受季風影響，雨量充沛，年平均降雨量達2,725mm，曾測得日最大降雨量為460.5mm。年降雨日數超過220日。雨量集中在九至十二月間，九月份平均高達424.2mm。宜蘭測站暴雨強度歷時曲線如圖9-11。

9.1.4 溫、濕度

蘇澳地區之氣候溫和，宜蘭測站1936年～1980年各月之氣溫變化如圖9-12，年平均氣溫約為22°C，年平均月最低為13.4°C，最高為30.1°C。全年四月至十一月各月平均溫度在20°C以上，十二月至三月較涼。

蘇澳地區因經年多雨，常年濕潤，濕度統計平均相對濕度約為85%，以五月份88%為最高。

9.1.5 氣壓、霧日

統計宜蘭測站氣壓記錄如圖 9-13，海平面平均氣壓為1,014 mb，大致每年6月～9月間氣壓為最低，11月至次年3 月氣壓最高，以12月份為最高。

北方澳霧日統計如圖9-14，平均全年霧日有31日，以10、11、1月發生日數最多，平均每月約發生2日。

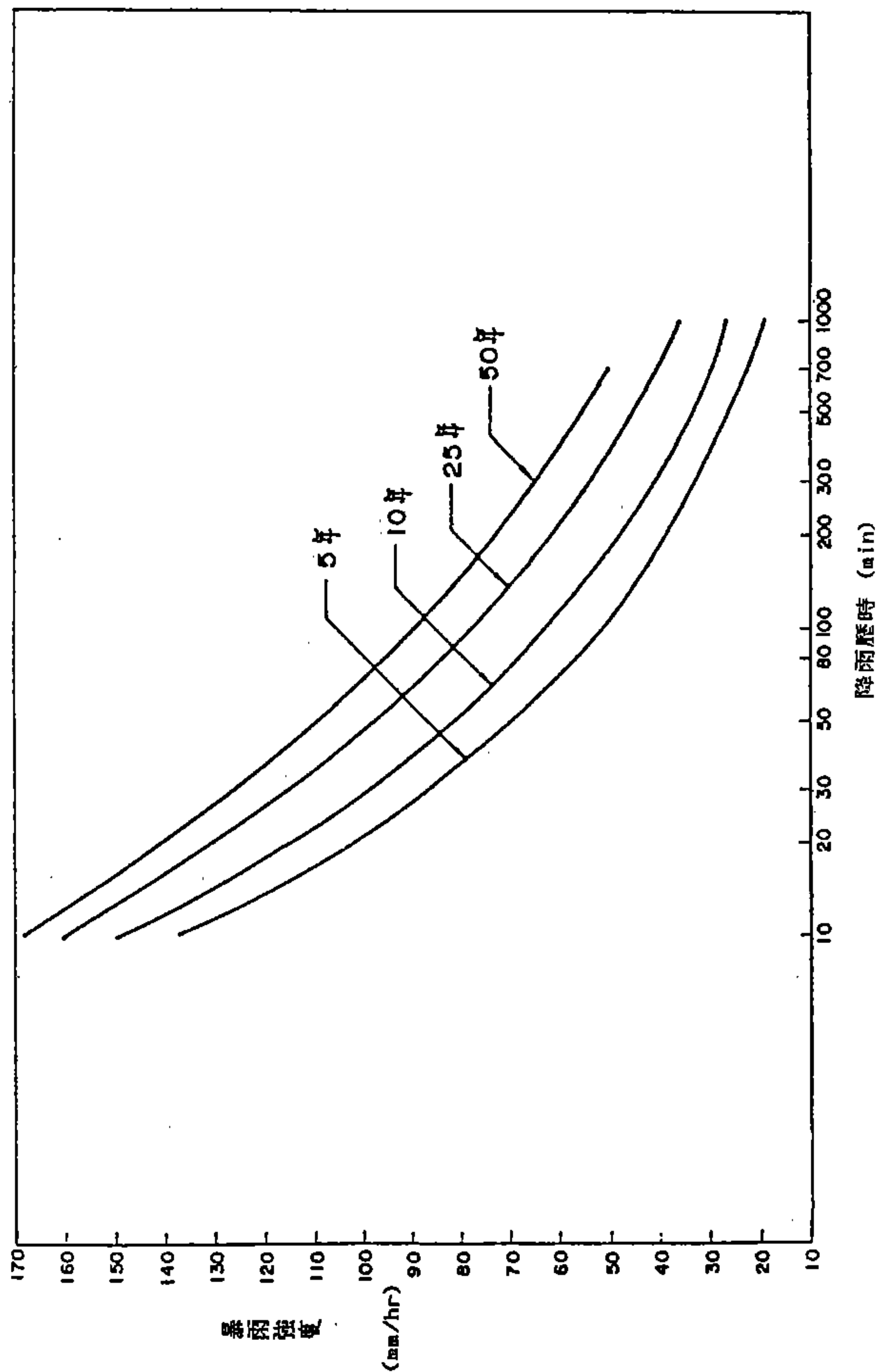


圖 9-11 宜蘭測站暴雨強度歷時曲線

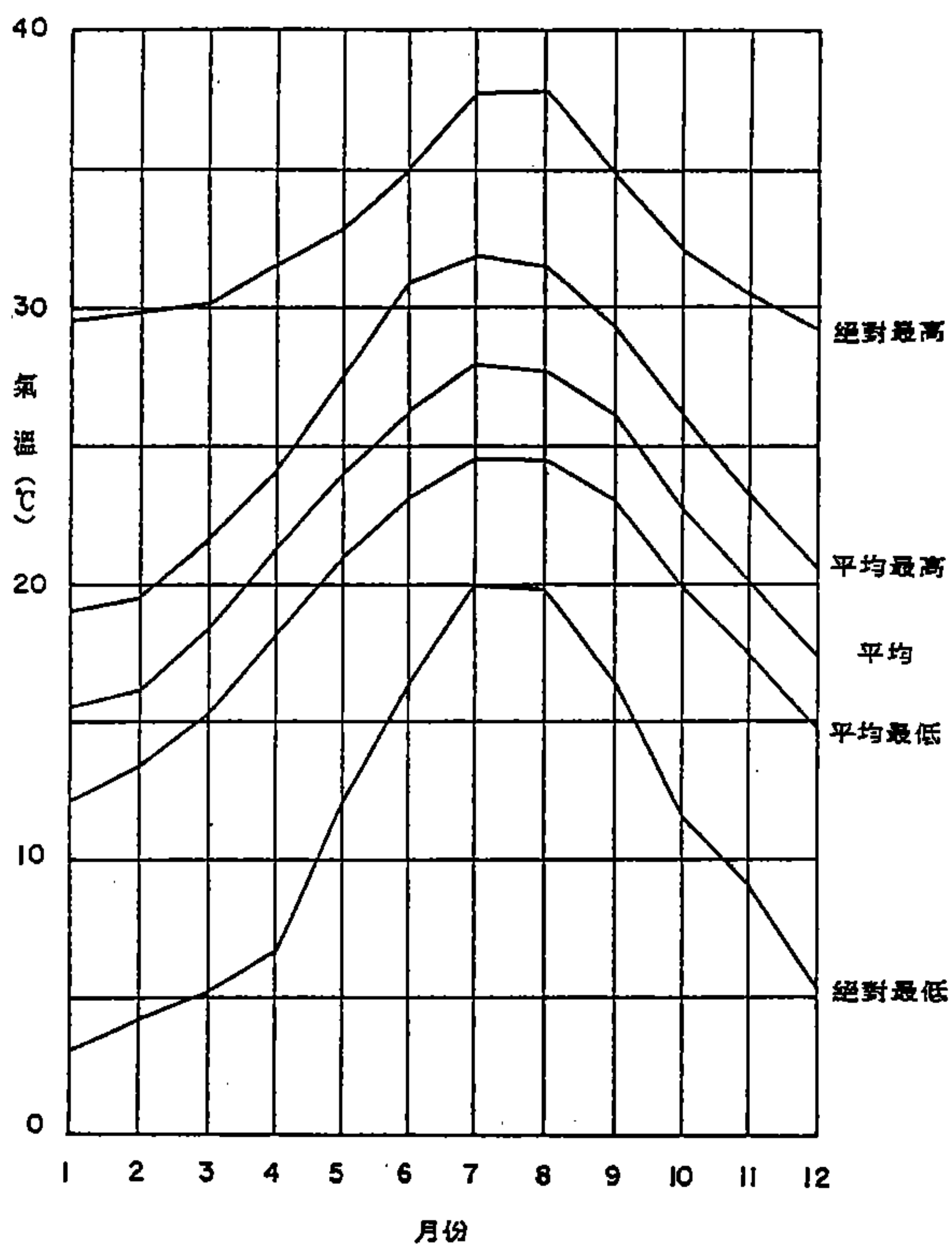


圖 9-12 宜蘭測站各月氣溫變化 (1936 - 1980)

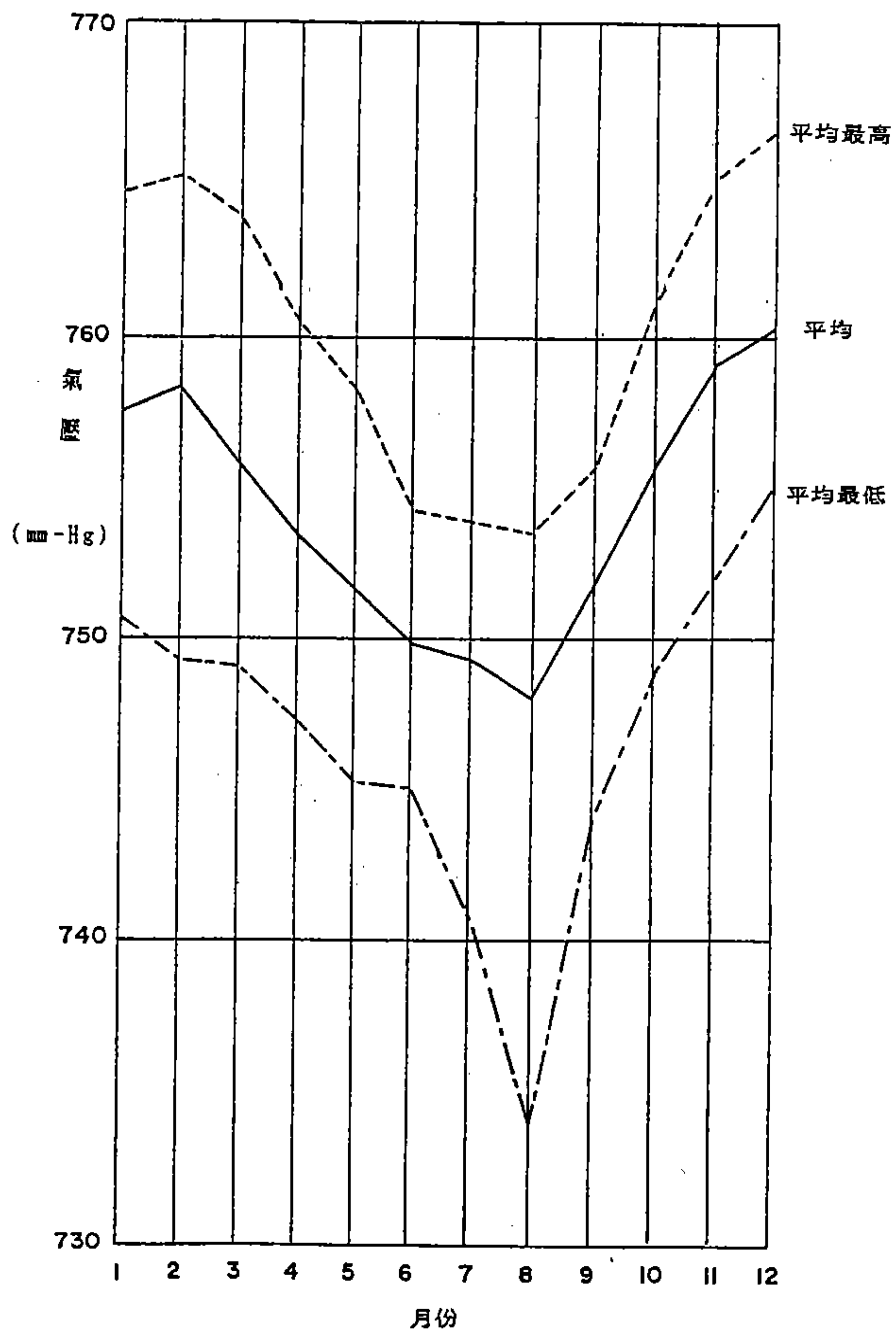


圖 9-13 宜蘭測站各月氣壓變化 (1936 - 1980)

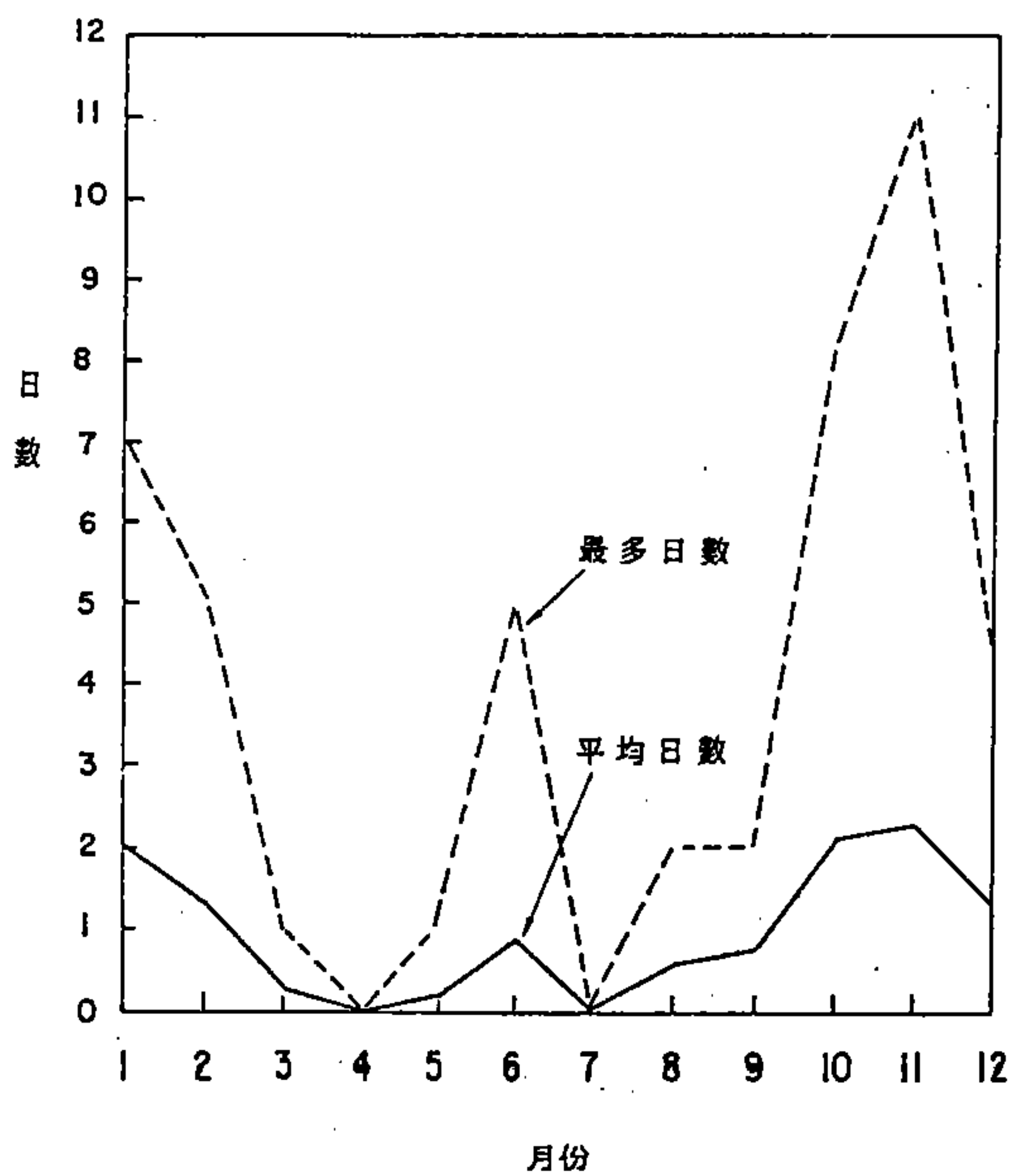


圖 9-14 北方澳各月霧日統計

9.2 海象

9.2.1 潮汐

基隆港務局於民國57年2月至58年3月間於蘇澳灣內設有驗潮站，蘇澳港工程處復於民國63年起在南方澳12號碼頭附近，設站進行潮位觀測。台電勘測隊亦於民國76年2月至76年4月於蘇澳港測得三個月潮位記錄。茲將潮位記錄統計分析如下：

最高水位 (H.H.W.L.)	+2.25M
大潮高潮位 (H.W.O.S.T.)	+1.50M
平均高潮位 (M.H.W.L.)	+1.33M
平均潮位 (M.W.L.)	+0.87M
平均低潮位 (M.L.W.L.)	+0.41M
大潮低潮位 (L.W.O.S.T.)	+0.07M
最低潮位 (L.L.W.L.)	-0.20M

9.2.2 波浪

蘇澳港工程處民國64年4月至69年2月在三仙台共陸續測得約19個月之資料，而後台電勘測隊於73年7月至75年5月在蘇澳港及澳仔角外海設立6個測站，進行波浪觀測，其中僅三仙台外海之測點資料較為完整，且不受海底地形之影響，較可代表鄰近海域之波浪特性，觀測期間共測得約100天資料，茲將二單位歷年測得之波浪資料進行整理分析如下：

蘇澳外海全年、冬、夏季及各月份之波浪、週期分份圖 (Scatter Diagram) 如圖9-15～圖9-17，資料係以每天零時整之波浪記錄進行統計。冬季波浪示性波高主要介於1.0m～2.0m，週

WHOLE YEAR																T ₂ (SEC)				WAVE DATA NUM.= 631			
SUM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	7.73	19.56	36.01	21.80	9.88	2.62	1.42	0.93	100.0								
OVER															0.00								
6.0															0.00								
															0.00								
5.0															0.00								
										0.13					0.13								
H ₀₂										0.13					0.13								
4.0											0.09				0.09								
								0.13		0.40	0.60	0.46	0.33		1.92								
\bar{M}								0.13	0.18	1.27	0.09	0.24	0.17	0.29	2.37								
3.0									0.57	1.77	2.92	2.37	0.56	0.12	8.31								
								0.13	2.78	7.16	4.42	2.67	0.48		17.89								
2.0								2.83	8.08	13.99	7.70	1.42	0.09	0.40	34.51								
						0.14	2.85	6.17	9.48	2.60	1.21	0.41	0.41		23.27								
1.0							1.92	1.70	3.43	2.23	1.43	0.38	0.26	0.12	11.47								
0.0																							
	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	SUM															

圖 9-15 蘇澳港全年波高，週期分佈

APRIL-SEPTEMBER

SUM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	8.91	20.70	37.79	19.57	8.12	1.92	1.67	1.10	100.0
OVER														0.00
6.0														0.00
														0.00
5.0														0.00
														0.00
H _{1/2}														0.00
														0.00
4.0														0.00
														0.00
									0.27					0.27
3.0									0.55				0.33	1.21
							0.55	1.37	1.70	1.00	0.33		0.25	5.20
2.0							1.71	4.87	0.92	0.53				8.03
						3.78	5.09	9.80	7.21	1.31			0.27	27.46
1.0					0.27	4.32	9.95	14.89	4.46	2.42	0.83	0.83		37.97
					0.81	3.40	6.86	4.46	2.86	.76	0.51	0.25		19.91
0.0														
	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	SUM						
	T _z (SEC)								WAVE DATA NUM. = 320					

(a) 夏季波浪

OCTOBER-MARCH

SUM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.53	18.38	34.20	24.02	11.62	3.35	1.16	0.79	100.0
OVER														0.00
6.0														0.00
														0.00
5.0														0.00
H/3									0.25					0.25
									0.25					0.25
4.0														0.25
										0.18				0.18
3.0							0.25		0.53	1.20	0.92	0.67		3.57
							0.25	0.35	1.98	0.18	0.49		0.25	3.50
2.0							0.59	2.17	4.14	3.74	0.79			11.43
						0.25	3.84	9.44	7.92	4.80	0.97	0.49		27.71
1.0						1.87	11.07	18.18	8.20	1.52	0.18		0.54	41.56
						1.38	2.38	4.06	0.75					8.57
0.0						3.03								3.03
	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	SUM						
	T _r (SEC)								WAVE DATA NUM. = 311					

(b) 冬季波浪

圖 9-16 蘇澳港冬、夏季波高，週期分佈

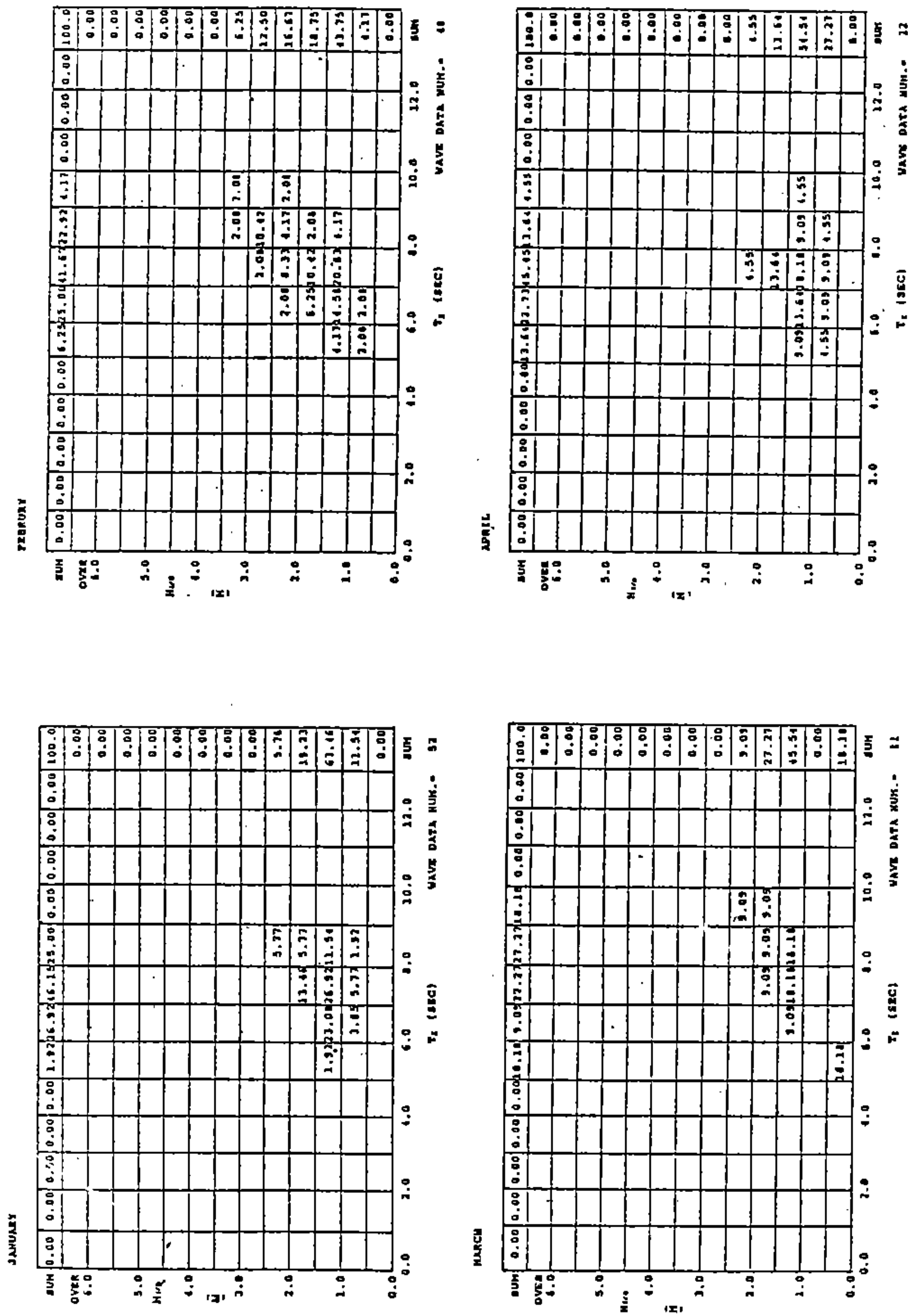


圖 9-17 蘇澳港各月波高，週期分佈 (1 月 - 4 月)

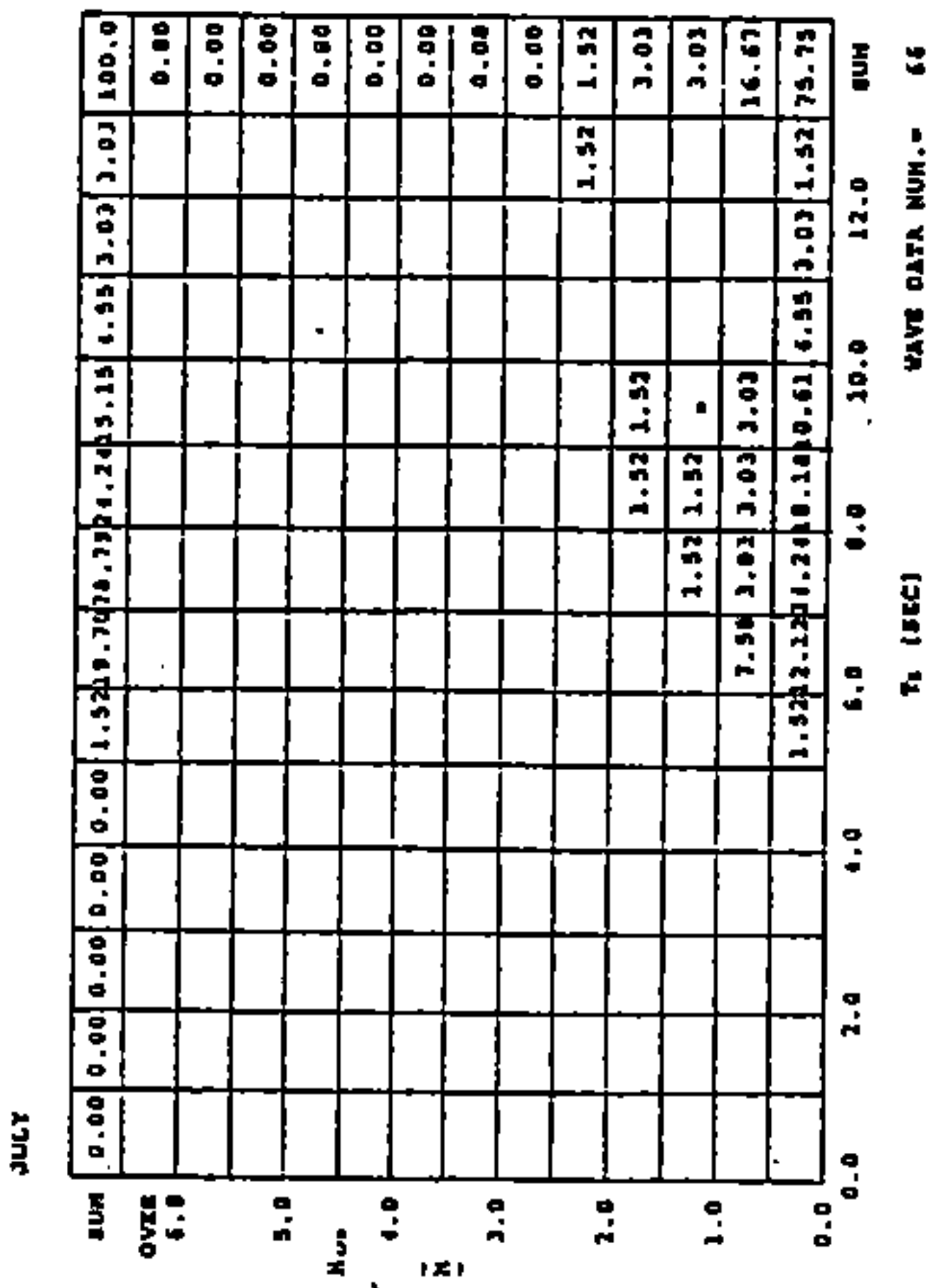
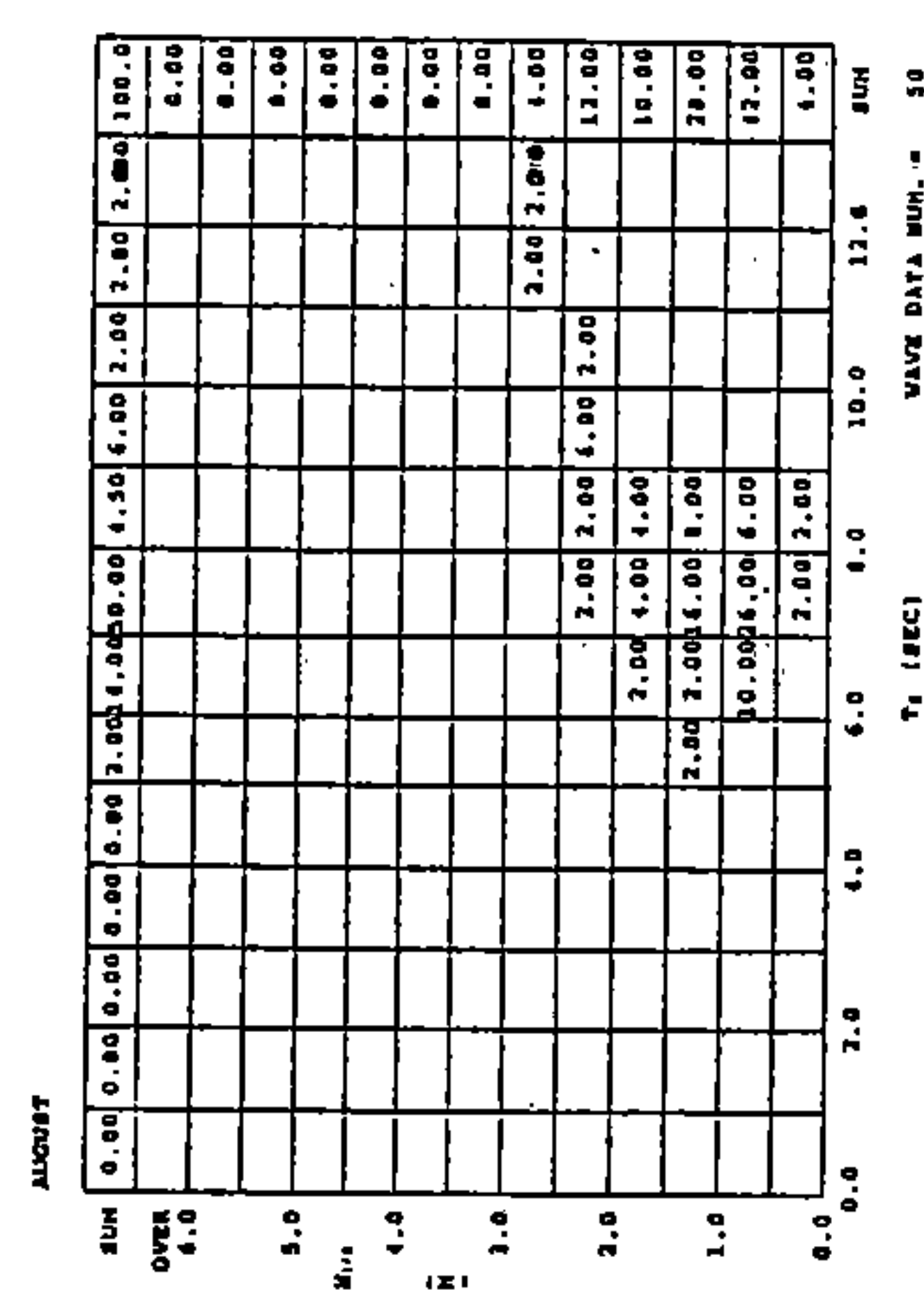
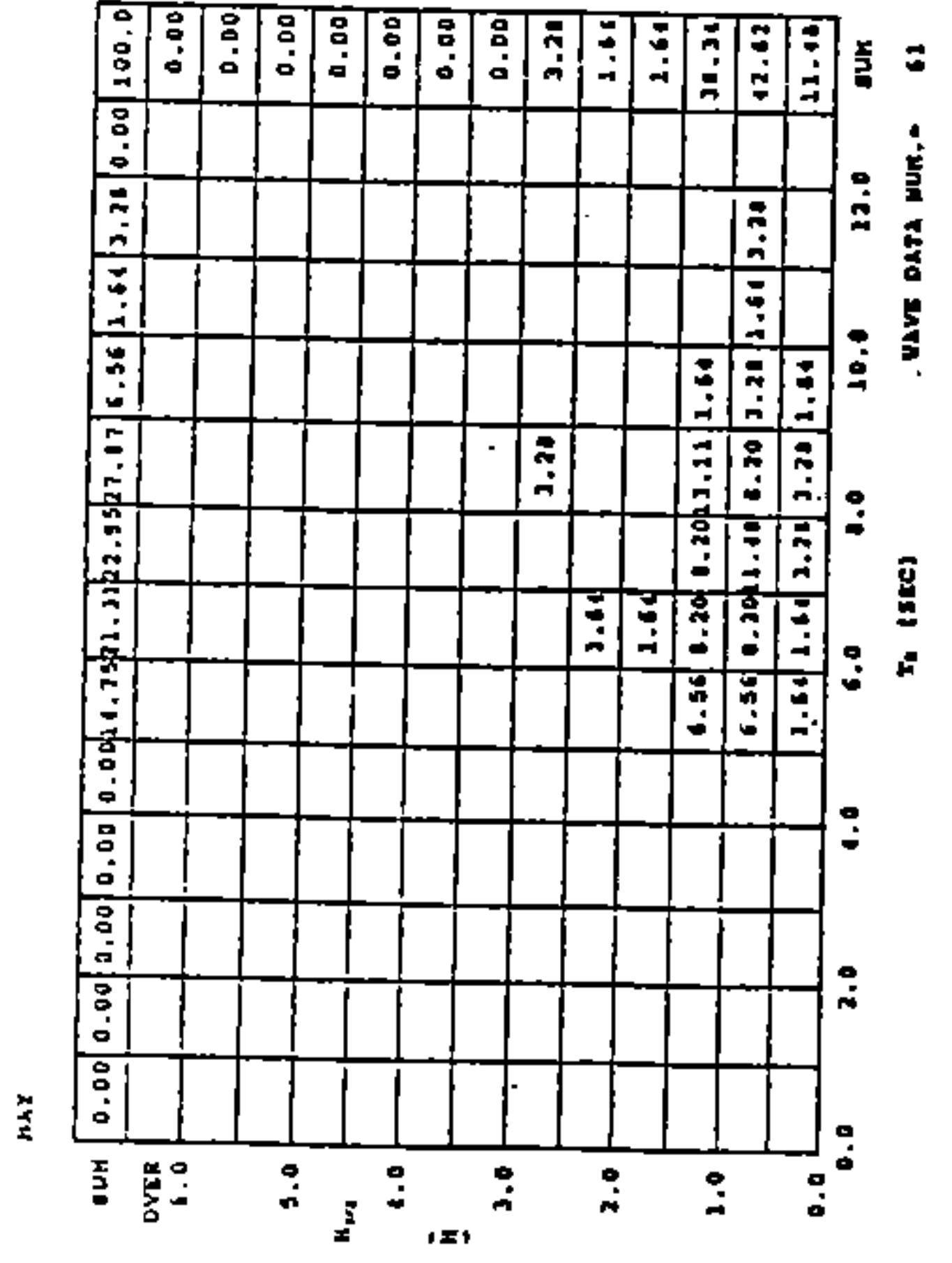
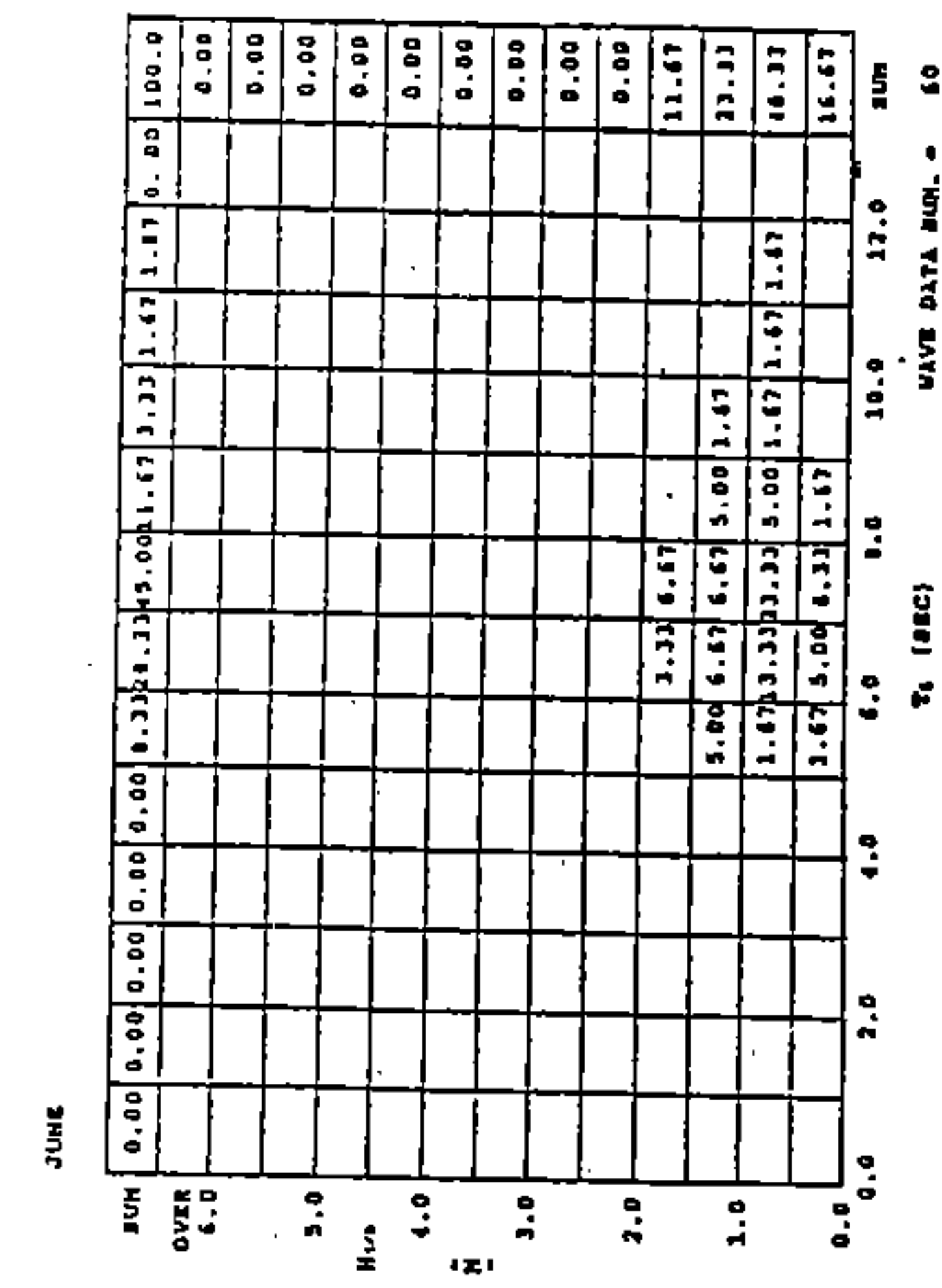


圖 9-17 ((續) 蘇澳港各月波高，週期分佈 (5 月 - 8 月))

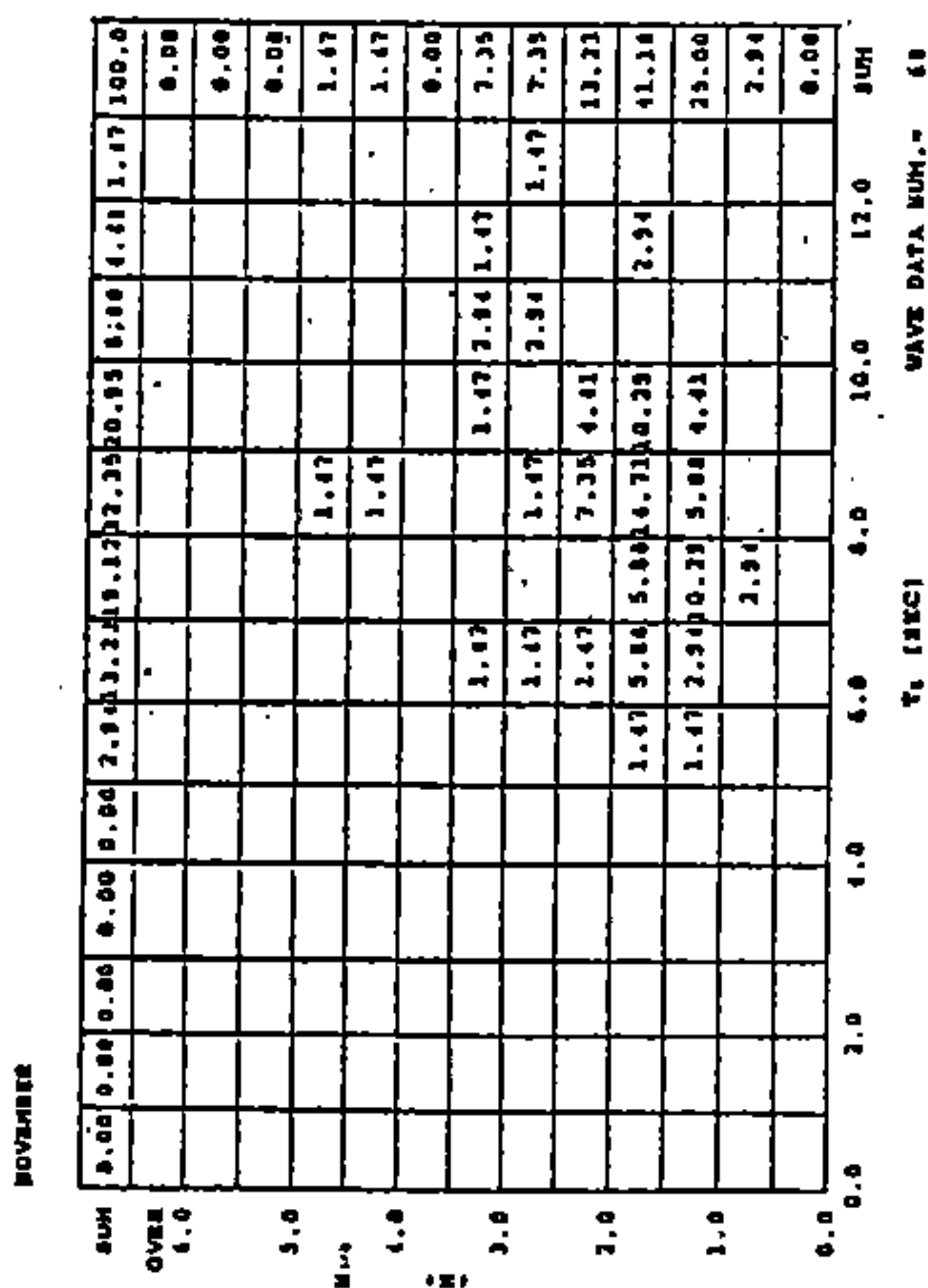
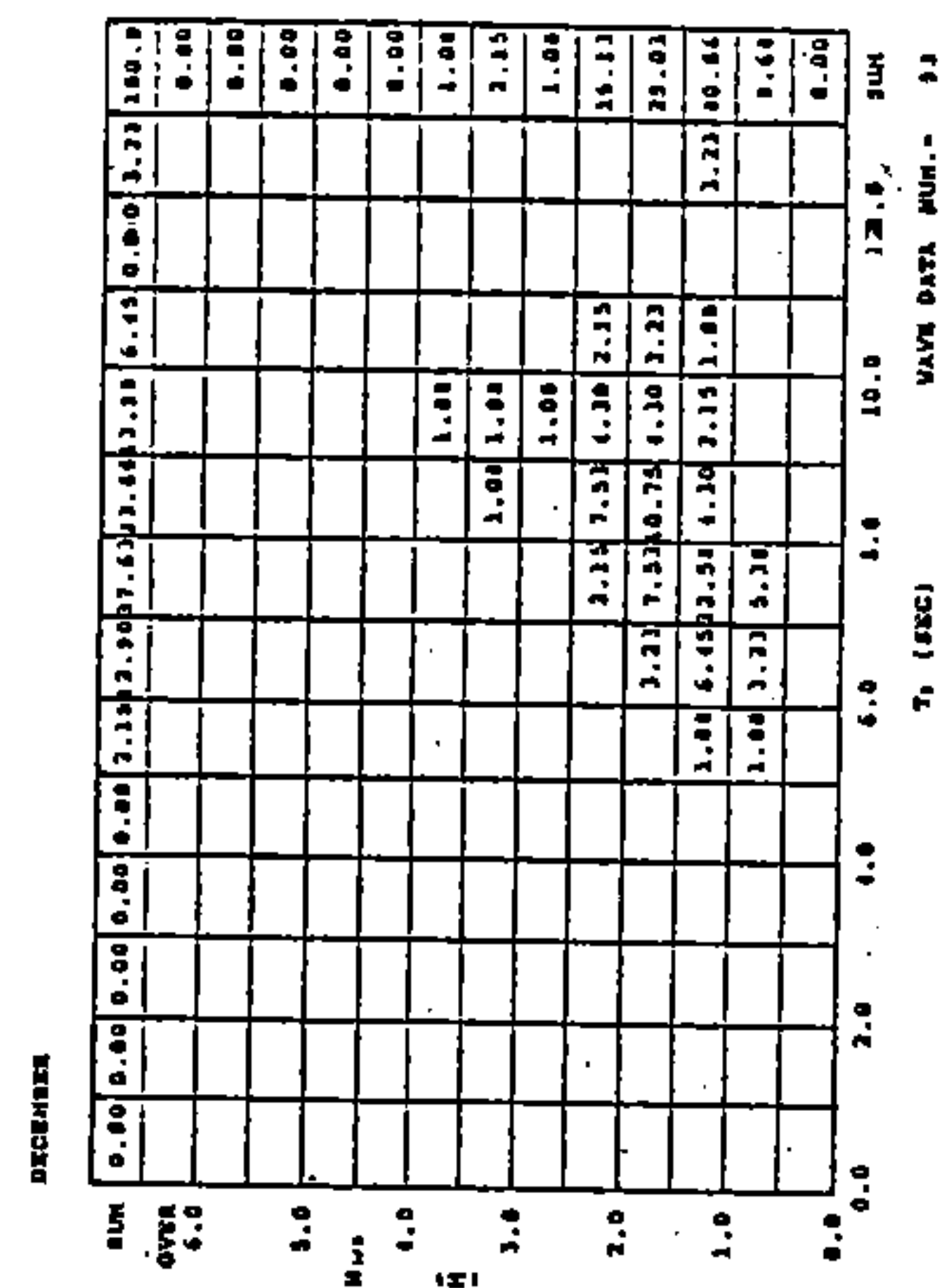
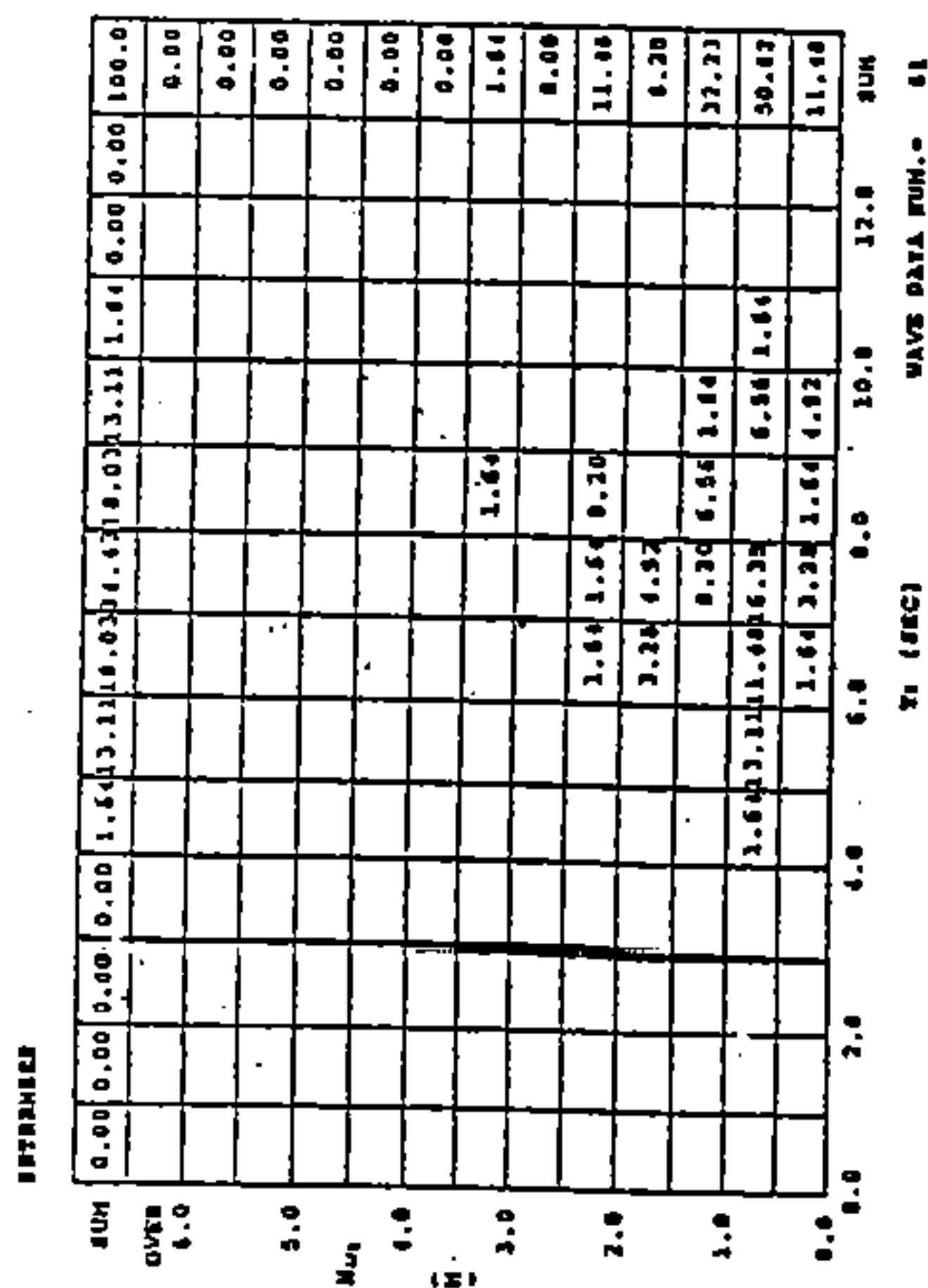
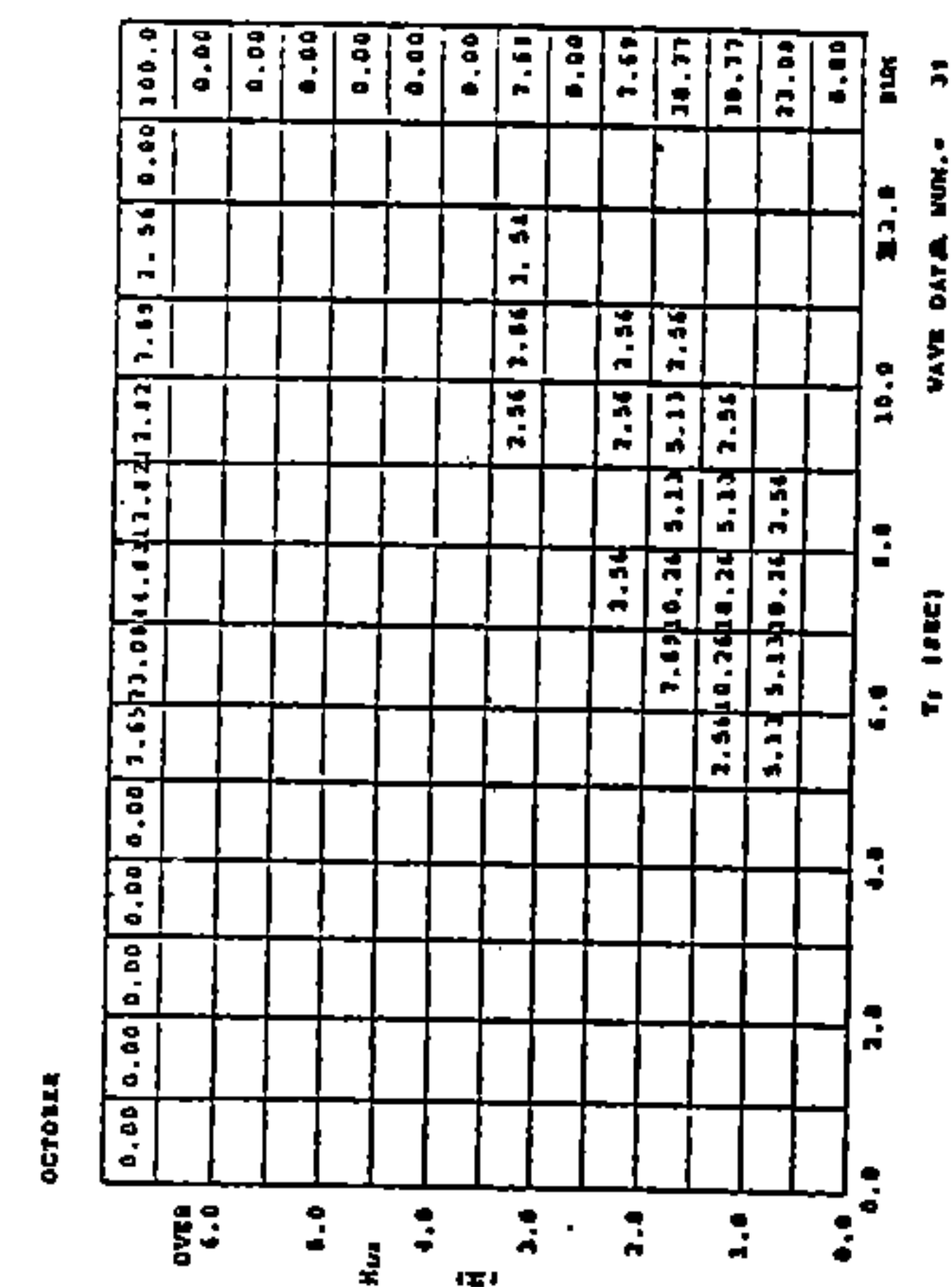


圖 9-17 ((續) 蘇澳港各月波高，週期分佈 (9 月 - 12 月))

期集中於6-9 sec間。主要波向爲N向至SE向，散亂度較大。台電觀測期間曾測得最大東北季風示性波高爲3.7m，週期9.2sec間。波向約爲NE，當時南堤風速約爲12.0m/sec，風向爲NNW。

夏季平日波高多集中於1M以下，週期5sec~8sec。波向大部份爲 SSE，但受颱風湧浪之影響極爲頻繁。台電觀測期間曾測得74年10月Brendy颱風來襲時之波浪狀況。當時測得最大示性波浪爲10.8m，週期14.8sec，波向約爲NE向。

9.2.3 海流

蘇澳沿海目前較完整之海流資料爲民國74年台電勘測隊於蘇澳港及澳仔角外海所測得，其測點如圖9-18所示。

E、F兩點流速流向分佈圖 (Scatter Diagram) 如圖9-19，可知本海域主要流向爲SE向 (135°) 及NW向 (315°)，流向沿著海岸反覆週期變動。於10M 水深處 (E、F測站) SE向最大流速約50-60cm/sec。NW向最大流速約爲20-30cm/sec。此現象可能是黑潮於蘇澳港前緣轉向東流動，上述測點適位於黑潮北緣，致全年平均流向均朝SE流動之趨勢。

F、B點海旋轉能譜圖 (Rotary Spectra) 如圖9-20，本海域海主成份爲半日潮，其強度約30~40cm/sec。恆流之成份較小。

各測點每月平均流速流向如表 9-1，各測點每月最大流速流向如表9-2。澳仔角沿海冬季平均流速約5cm/sec，至夏季時平均流速增至10cm/sec，流向均爲SE。每月最大流速約50-60 cm/sec。

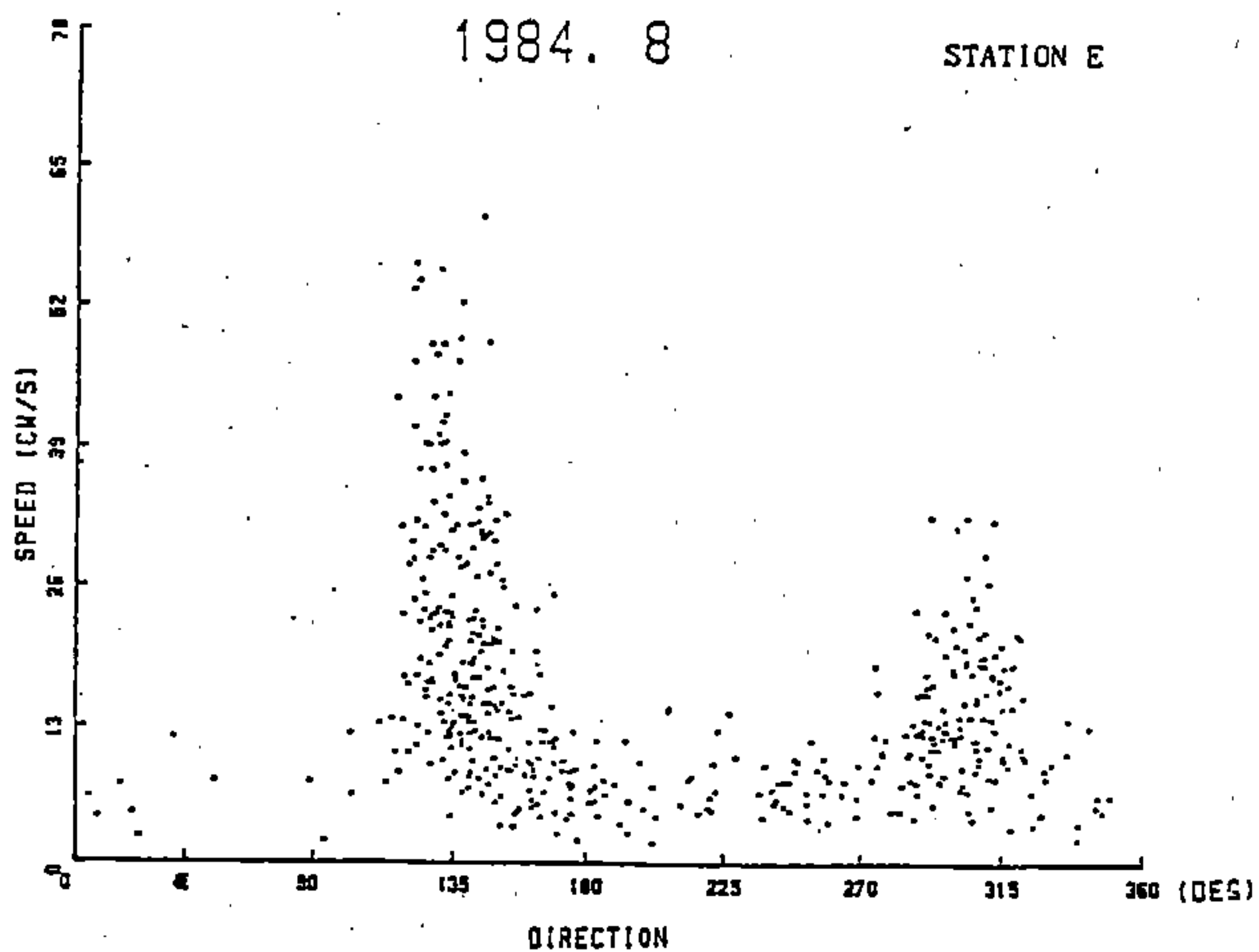
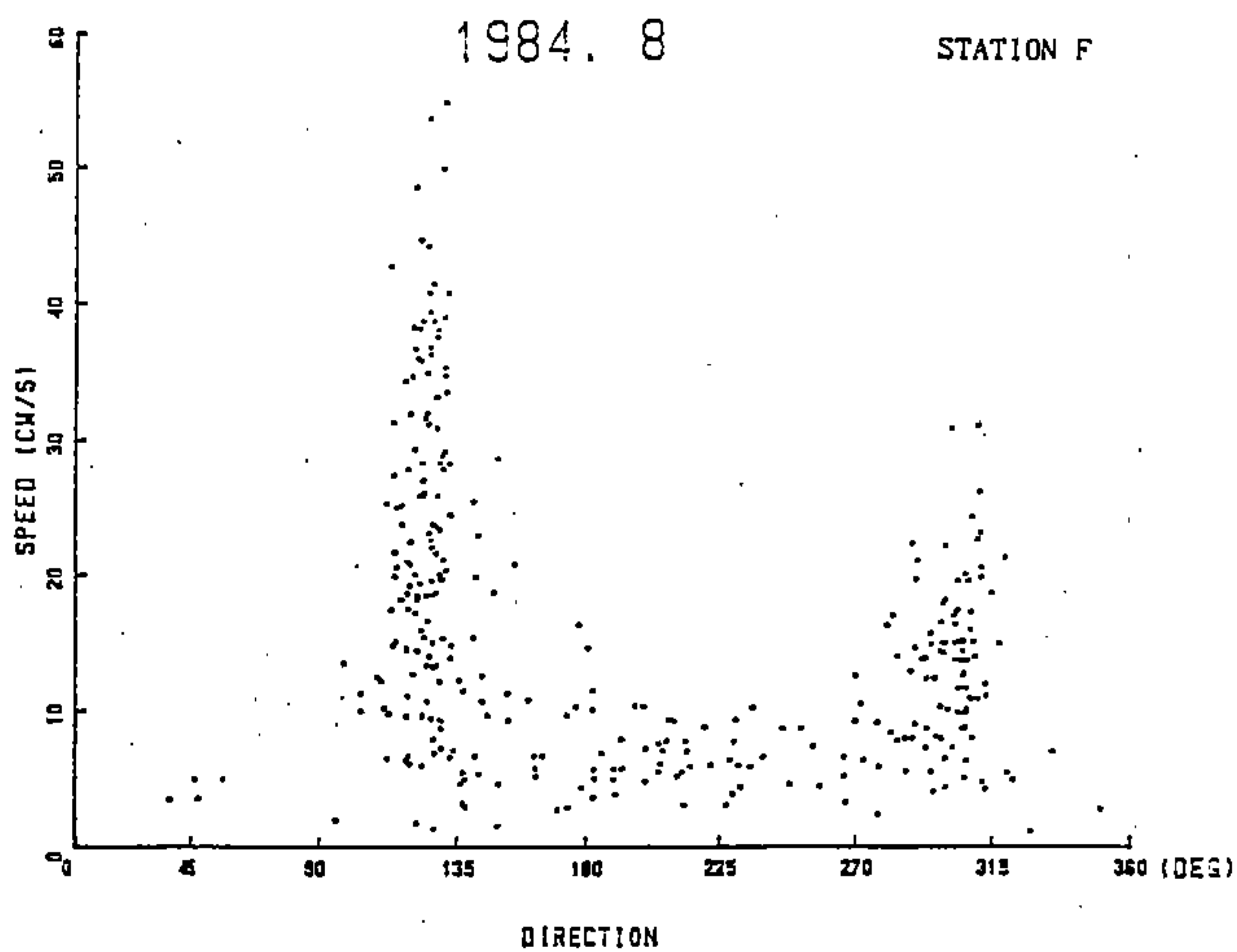


圖 9-18 蘇澳外海海流測站位置

F點冬、夏二季P、V、D圖如圖9-21，測得最大流速為104cm/sec，其平均流速約27cm/sec。

9.2.4 漂沙

澳仔角廠址沿岸為沙岸，沙源主要來自蘭陽溪及新城溪，根據水資會「台灣各河川輸沙量初步估算」推估蘭陽溪年總輸沙量約793.5萬公噸，而新城溪之年總輸沙量僅約40.3萬公噸。

廠址面臨太平洋，沿岸漂沙活動受波浪作用，優勢方向由北向南，波浪所挾帶之沙量，經由東北季風浪之推送而往南帶，又有北方澳之山岬阻擋，因此大部分淤積於南方澳北側沿岸。此外，廠址沿岸海底坡降約1/80，粒徑小之砂粒大部份藉由海流漂至深海，因此海岸僅緩慢向外淤積。

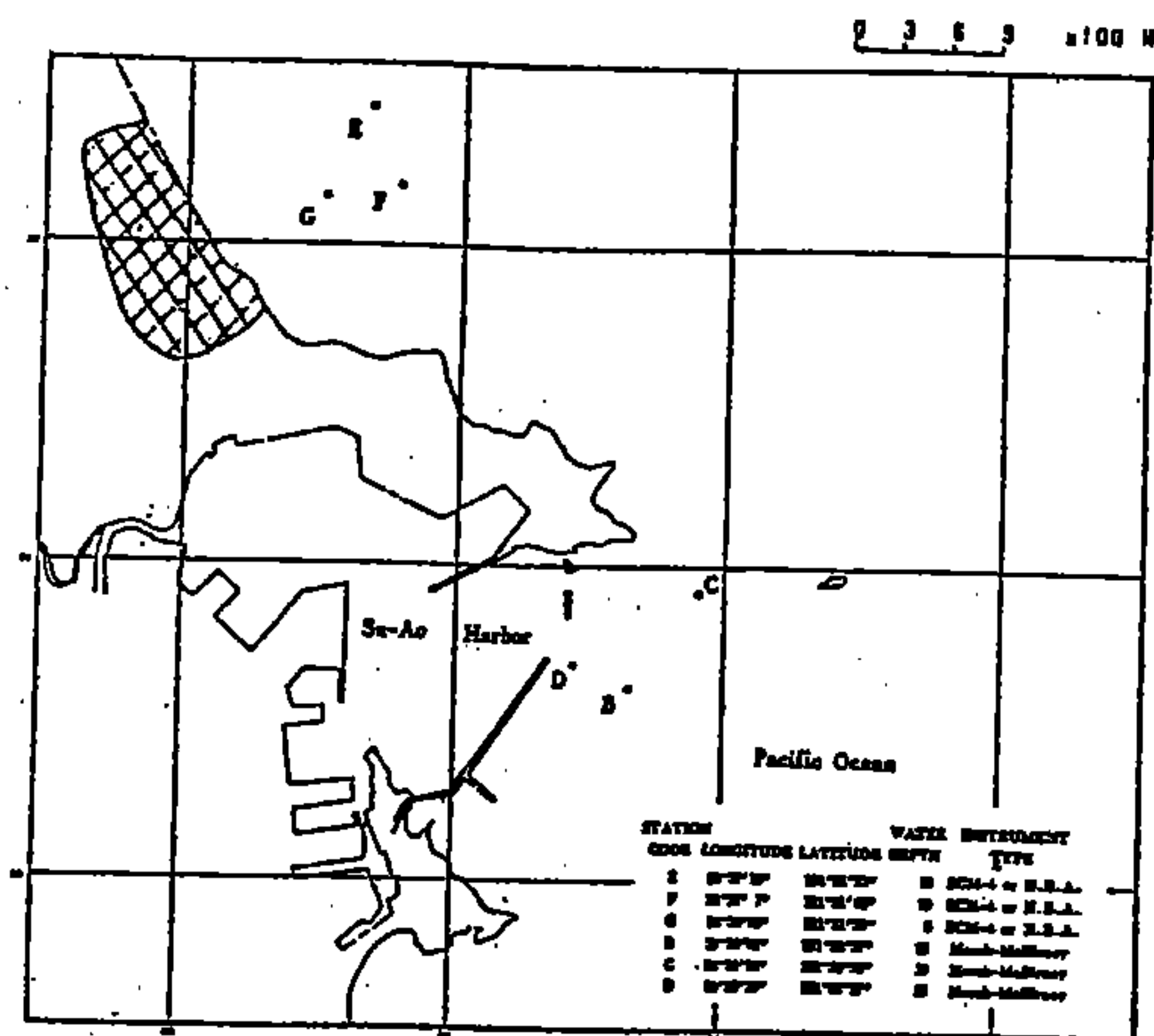


圖 9-19 蘇澳 E、F 測站流速，流向分佈