

臺灣近海海象氣候之初步統計

陳進益 徐月娟

中央氣象局海象測報中心

中央氣象局海象資料庫中蒐集、儲存及處理台灣海域潮位觀測站、資料浮標站、波浪站、海氣象觀測樁以及海岸氣象站的海氣象資料，是國內擁有潮位、波浪、海面或海岸氣象資料最完整的單位。最早期的為始於 1946 年基隆潮位資料，彌足珍貴。有些歷史海象觀測站目前已經停測。近 15 年來所蒐集的海象資料則主體來自長期設置、持續定時觀測、並接近即時傳輸的海象觀測站。除為了海象監測及預報使用目的外，這些長期持續累增的資料，經過詳細的品管檢核，可提供作為臺灣近海海象氣候統計的基礎。本文就海水位、波浪、海水表面溫度、海面或海岸風、氣壓、氣溫等提出極值、平均值、季節變化及長期變化趨勢等初步的統計成果。

一、前言

中央氣象局建置有海象資料庫，有系統的進行海象資料之儲存分析，期能對社會大眾提供便捷的海象資料服務(徐月娟等 2000)。海象資料是海洋科學研究及海洋工程規劃與設計的基礎，與國民生活環境及國家整體發展也息息相關。本文著重在針對台灣地區海象資料的特性作相關的統計分析，以增進資料應用範圍。

海象資料庫所蒐錄之資料，其來源除包括海象測報中心於民國82年成立後所建立的各種海象觀測站外，尚陸續蒐錄了包括內政部、經濟部水利署、交通部各港務局、觀光局、海軍測量局、和平工業港、麥寮工業港、台灣電力公司、各大學研究單位所設置之測站資料。海象資料庫中最早的歷史海象資料，在潮位方面，為始於1946年之基隆潮位資料，海浪資料始於1977年，海溫及海面風、氣溫、氣壓資料則是最近6年開始觀測。在1980年代尚未電腦化前之資料，是由人工將原有手抄報表輸入建檔。截至目前為止，海象資料庫共儲存了58個潮位站、12個資料浮標站、5個波浪站、4個海氣象觀測樁、數十個海岸氣象站資料，以及透過國際氣象組織即時取得的每日船舶報告資料與浮標觀測資料。

二、潮位資料統計

中央氣象局海象資料庫有系統的進行海象資料之整理分析，在潮位資料部分會定時自動的計算所有測站的每月平均潮位、平均高潮位、平均低潮位、大潮平均高潮位、大潮平均低潮位、最高高潮位及發生時間、最低低潮位及發生時間、平均潮差、大潮平均潮差、最大潮差等統計值。中央氣象局大潮平均高潮位與大潮平均低潮位的定義為農曆 29 日至 4 日，以及農曆 14 日至 19 日

逐日高高潮與低低潮之平均潮位。各潮位站的潮位統計值年報表，包含在每年定期出版的潮汐觀測資料年報中，提供各界使用，各站逐月潮位統計圖並公佈於氣象局網站(如圖 1)。

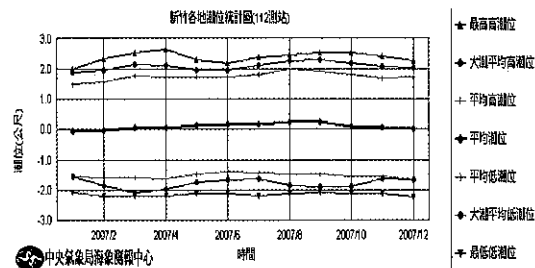


圖 1 氣象局網站之逐月潮位統計圖。

長時期潮位資料之統計分析能提供海岸工程、測量工程等諸多方面的應用。我們利用台灣地區所有測站一年的潮位資料計算各地的天文潮差分布圖(如圖2)，大部分地點的來源資料均是選取目前尚在觀測的潮位站2007年整年觀測資料，其餘2007年已停測之測站則選用該站有較完整一整年之時段，其中彭佳嶼與台北港則因僅設站半年，僅能選用2008年上半年資料。圖2上、下、左圖分別為台灣東岸(從基隆至恆春後壁湖)、台灣西岸(同前為基隆至後壁湖)、台灣海峽外島(彭佳嶼以及從東引至金門)之潮差分布，橫坐標大略代表測站間地理位置或距離，各分圖縱座標均使用相同尺度。圖中的年最高高潮位是當年的氣象暴潮位，柱狀為當年的最大潮差，氣象暴潮統計下節將詳細討論。

圖2中藍色大潮平均高潮位、大潮平均低潮位間之距離即為大潮平均潮差，平均高潮位、平均低潮位間之距離即為平均潮差。從圖中可看出台灣東海岸潮差變化不大，大潮平均潮差小於2公尺，台灣東北角和西南海岸潮差較小，大潮平均

潮差約1公尺，台灣本島最小的潮差在東北部的鼻頭角。台灣西海岸潮差由南北兩端向中部漸增，台灣本島沿岸最大的潮差則是在台中港，大潮平均潮差約4.5公尺，係由於台灣西海岸線的長度配合外海的平均水深，造成半日潮在台灣海峽產生共振的結果。

台灣海峽西側外島之東引、馬祖與金門潮差均較台灣本島所有地方為大，其中以馬祖地區大潮平均潮差約5.5公尺為最大。台灣海峽潮波是由北向南傳遞的凱文波(Kevan Wave)，海峽西岸比海峽東岸潮差為大之現象即符合在北半球凱文波行進方向右側較左側波高大之理論。至於台灣東北方外海之彭佳嶼潮位站以目前僅有之半年資料則顯示，其潮差約與台灣本島最小潮差之鼻頭角測站相當，鼻頭角測站潮差小，甚至較外海島嶼為小的現象值得進一步探討。

在圖2中，淡水的潮差是依據淡水油車口測站的資料所統計，該處位於淡水河內距河口約3公里，另淡水河口測站是位於河口北方，台北港測站則位於河口南方，淡水河內平均潮差較河口海岸為小。至於淡水油車口測站大潮平均低潮位遠小於大潮平均高潮位(約為0.88倍)，則應為觀測現場低潮位測量誤差所造成。

在台灣海岸潮汐滿潮時間相位分析方面，圖3為台灣半日潮地點滿潮時間圖，因為台灣東北海

岸與西南海岸混合潮現象較明顯，潮時與月球中天時刻關係較低，故圖3僅選錄了東西岸9處滿潮時間較規律之地點分析，依據2005年8月至2007年7月實測資料經調和分析，再依農曆日期分別將滿潮時間平均所得，滿潮時間均換算為一天兩次之12小時制。圖中月球中天時間向後與各地滿潮之時間差距即為各地的月潮間隙(Tidal interval)或滿潮間隙；所標示圓圈面積大小則代表每日潮差大小。由圖3可看出台灣東岸面臨太平洋，潮波最先抵達，故滿潮時間較早，台東較花蓮早約幾分鐘不等。其餘地區滿潮時間落後依序為臺南、馬祖、淡水、台中、澎湖與最晚的金門。詳細分析台灣本島各地月潮間隙，台灣東岸從蘇澳至蘭嶼太平洋潮波約略同時抵達，滿潮間隙為5至7小時。然後分別繞過台灣東北角海岸及西南部海岸依序延後，最後到達西岸。基隆的滿潮間隙為7至12小時，高雄為7至11小時，台南為8至12小時，台灣東北角及西南部這些海岸的潮型為全日潮較明顯的混和潮，滿潮間隙差距可能大至4小時以上，故不顯示於圖3。至於台灣海峽北部包括西岸馬祖，東岸從淡水至嘉義東石，台南將軍一帶，以及澎湖等地，約略同時滿潮，滿潮間隙為10至12小時之間；最晚則出現在金門，滿潮間隙為11至13小時之間。

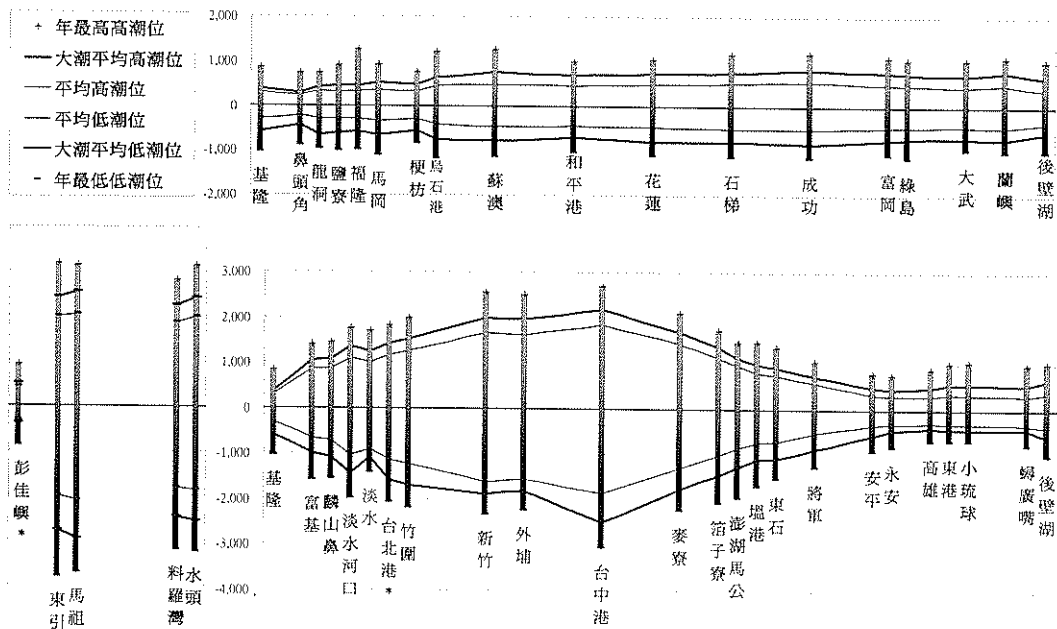


圖2 台灣東岸(上圖)、西岸(下圖)與海峽西岸(左圖)各地之一年潮差分布圖，縱座標單位為毫米。

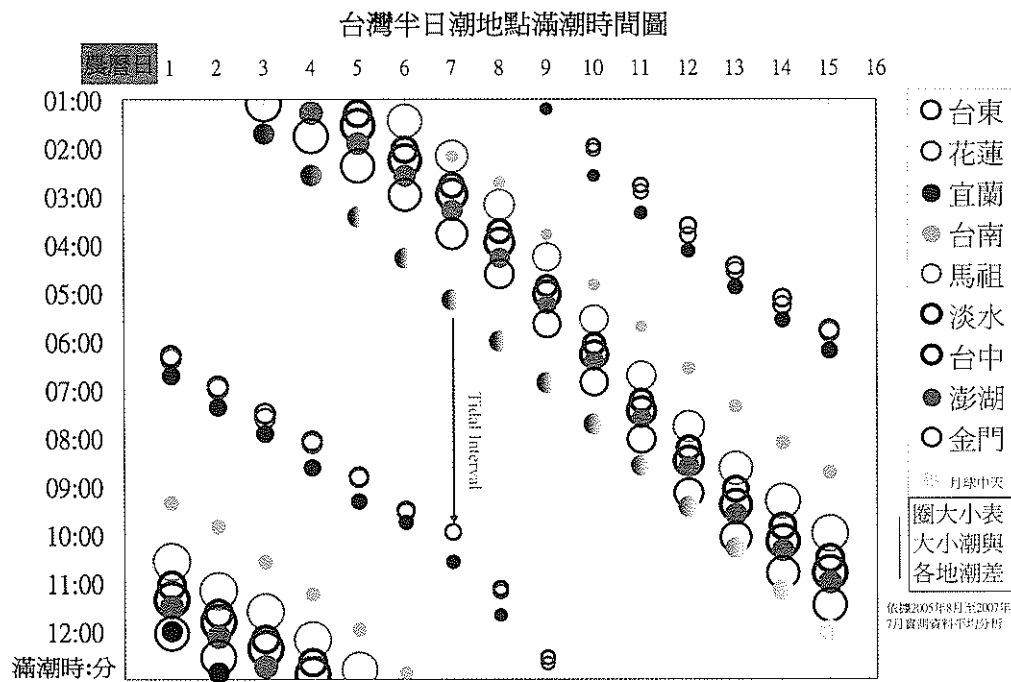


圖3 台灣半日潮地點滿潮時間圖，與月球中天時間（黃色，陰暗程度代表朔至望）的差距為月潮間隙，縱座標時間為12小時制，一天兩次滿潮，農曆日期16日至30日滿潮時間可分別參照1日至15日。

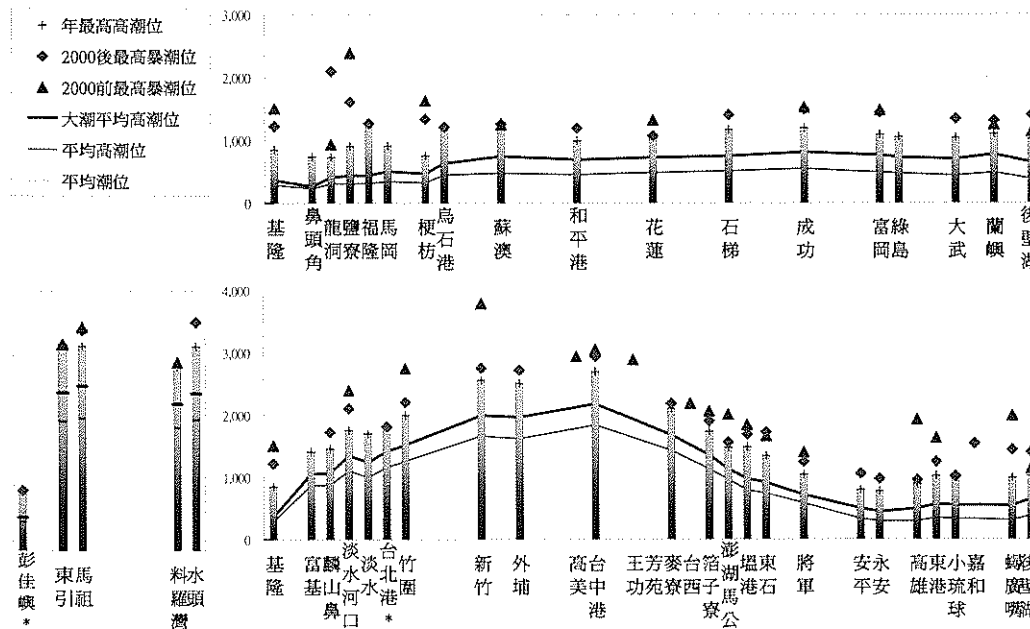


圖4 2000年之前與之後台灣東岸(上圖)、西岸(下圖)與海峽西岸(左圖)各地之最高暴潮位分布圖，縱座標單位為毫米。

表 1 台灣海岸最高暴潮位紀錄表

測站地點	最高暴潮		颱風	HHWL 最高暴 潮位	與大 潮比	備註
	年	月日時 分				
台中港	2006	7140124	碧利斯 BILIS	2829	1.27	
外埔	2006	7140106		2715	1.35	
箔子寮	2006	7131224		1903	1.37	
麥寮	2006	7131200		2182	1.33	次高
將軍	2006	7131148		1122	1.52	次高
高雄	2006	7130836		863	1.69	
小琉球	2006	7130854		1012	1.74	
蘇澳	2006	7130712		1257	1.66	
富岡	2006	7130706		1440	1.85	
大武	2006	7130712		1337	1.77	
基隆	2005	8312312	2092	5		
基隆	2005	8312242	泰利 TALIM	1028	2.56	次高
東石	2005	9010836	1723	1.87		
塭港	2005	9010906	1686	1.72	次高	
鹽寮	2005	7180450	海棠 HAITANG	1060	2.38	次高
石梯	2005	7180336	1402	1.89	2002	
東石	2004	7022354	敏督利 MINDULLE	1673	1.82	次高
安平	2004	7020700		1053	2.14	
永安	2004	7020624		971	2.08	
東港	2004	7030742		1120	2.26	
嘉和	2004	7020736		1538		
後壁湖	2003	9012336	杜鵑 DUJUAN	1399	2.12	
成功	2003	9012212		1488	1.83	次高
花蓮	2003	9012100		1065	1.47	
鹽寮	2002	9060550	辛樂克 SINLAKU	1610	3.6	次高
東港	2001	6230830	奇比 CHEBI	1245	2.22	
崎頂嘴	2001	6230736		1434	2.5	
蘭嶼	2001	6230706		1303	1.62	
蘇澳	1997	8190554	溫妮 WINNIE	1243	1.74	
台中港	1997	8181036		3051	1.36	
王功	1997	8181000		2372	1.36	次高
淡水河口	1997	8181000		2394	1.74	
梗枋	1997	8180600		1631	2.63	
新竹	1997	8172242		3788	1.84	
台中港	1996	8021320		2773	1.28	次高
成功	1996	8010636		1519	1.91	
塭港	1996	8010000	1840	1.87		
竹圍	1996	7312342	賀伯 HERB	2745	1.72	
基隆	1996	7312136		1507	4.02	
鹽寮	1996	7312120		2388	5.63	
梗枋	1996	7312042		1125	2.14	
王功	1996	7311106		2888	1.55	
將軍	1990	8191000	楊希 YANCY	1398	2.03	
高美	1980	8280100	諾瑞斯 NORRIS	-	-	1982 停測
台西	1980	8280000		2186	1.52	1982 停測

三、氣象暴潮統計

海岸工程設計與防災尚需考慮氣象因素引起異

常暴潮位的發生機率，台灣地區暴潮主要由於颱風引起，在外洋不受地形影響下颱風中心的低氣壓每降低1百帕，海水位約上升1釐米。

為分析台灣地區長期氣象暴潮的變化，本文將中央氣象局海象資料庫中所有潮位站資料分開做2000年之前與之後之歷年最高高潮位統計，並繪製台灣東岸、西岸與海峽西岸各地之最高暴潮位分布如圖4。其中粗藍線與細藍線同樣使用前節之一年分析資料來表示天文潮相關之大潮平均高潮位和平均高潮位。

實測的水位資料在處理上會有較大的誤差造成，例如當地層下陷或潮位站維修時造成的資料水準面偏移問題，這些誤差均有可能遠大於我們想計算之暴潮高度。為此，本文在做歷年最高暴潮位分析時，是使用扣除當月平均潮位之月最高高潮位來進行統計，目前中央氣象局持續進行之歷史潮位資料基準面修訂計畫，將可使未來獲得更精確之暴潮分析。

從圖4中可看出除了2005年的泰利颱風對龍洞與東石侵襲造成當地歷史最大暴潮高度外，台灣大部分地區2000年之後暴潮位均比2000年之前為小，截至2007年底止之本世紀台灣颱風暴潮並未見有加劇之現象。

表1依時間順序列出台灣地區所有潮位站發生最大暴潮水位的詳細時間與相關之颱風、最高暴潮水位高度、以及最高暴潮水位與大潮水位高度比值。表中台灣東北角各測站由於潮差原本就較小，最高暴潮水位與大潮水位比值曾高達4或5倍以上，分別發生於1997年的賀伯颱風與2005年的泰利颱風期間，在這種狀況下均造成當地海岸的巨大災害。

四、海水位變化粗估

為研究氣候變遷與海平面上升問題，中央氣象局海象測報中心從2004年起陸續將設置之潮位站參考基準予以嚴格管理，逐步改善了過去為人詬病之參考基準未固定，潮位資料無法應用於長期海面研究或海岸下沉研究之缺失。新建的潮位站均以基隆中潮位亦即台灣參考水準點為基準。

經過近幾年資料累積，可初步對海平面變化做分析，使用經嚴謹品管之月平均潮位做線性迴歸分析可估計各測站地點之海平面年變化。圖5為台灣東北海岸近五年海平面變化圖，其中較長時段之北海岸麟山鼻與東北角龍洞海平面趨勢線均為逐年上升。圖6為台灣西南海岸近5年月平均海平面變化圖，其中較長時段之嘉義東石與台南將軍海平面趨勢線亦為逐年上升。圖7為台灣東部海岸近4年海平面變化圖，其中蘇澳與花蓮海平面趨勢線逐年上升，台東成功港則為下降。表2為使用線性趨勢線之9個測站海平面升降一覽表，其中使用近2年資料的宜蘭烏石港及近3年資料的新竹，則有海平面下降之趨勢。

表2 近5年內平均海平面升降估計表

潮位站地點	使用資料年數	毫米/每年
新竹	3	-25.73
嘉義東石	5	17.85
台南將軍	5	11.79
屏東東港	4	26.46
北海岸麟山鼻	5	23.51
東北角龍洞	5	15.00
宜蘭烏石港	2	-8.98
蘇澳	3	15.59
花蓮	3	14.49
台東成功港	3	-12.19

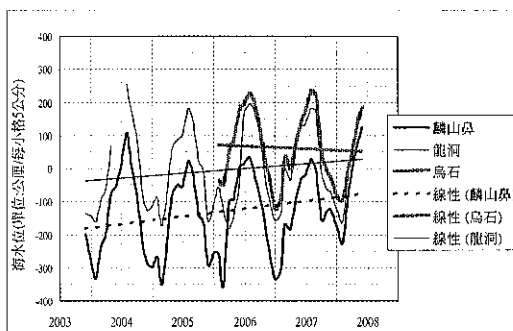


圖5 台灣東北海岸近5年平均海平面變化圖

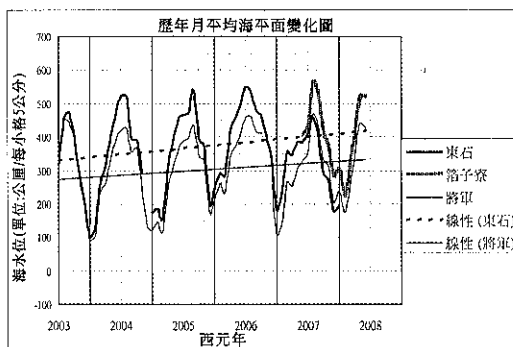


圖6 台灣西南海岸近5年平均海平面變化圖

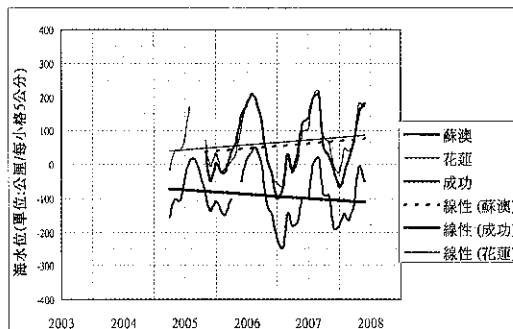


圖7 台灣東部海岸近4年平均海平面變化圖

海平面升降為一非常複雜之問題，除了真正海水面變化之原因外，尚需考慮沿岸陸地是否有地層

下陷或地殼變動現象。近年來中央氣象局與內政部合作，每年對潮位站基準點高程予以重新測量，如此取得各潮位站高程變動量，予以扣除平均潮位年變化，再配合嚴格管理的參考基準即可獲得準確的海水面變化數值。表2為最近5年9個地點的海平面升降估計表，其中台灣西南海岸海平面均為上升值，也許是當地地層下陷之綜合影響。本次統計年數太短，尚不足以代表台灣海水位長期變化量，假以時日未來逐年累積的資料，將可逐步釐清台灣真正海平面變化數據。

表3 台灣近海實測最大浪高(至2008年8月)

地點	最大示性波高	發生日期	颱風名稱
新竹海山港西方近海	8.9 m	2007/10/6	柯羅莎
金門南方近海	6.3 m	2006/5/18	珍珠
澎湖烏嶼北方近海	5.5 m	2007/11/27	米塔
七股頂頭額汕西方近海	9.5 m	2008/8/22	如麗
大鵬灣西南方近海	6.4 m	2005/7/18	海棠
小琉球南方近海	7.4 m	2008/8/22	如麗
龍洞遊艇港北方近海	8.2 m	2004/10/25	納坦
龜山島西方近海	23.7 m	2007/10/6	柯羅莎
蘇澳港北方近海	12.5 m	2005/8/31	泰利
花蓮北方近海	11.9 m	1997/8/29	安珀
成功三仙台北方近海	13.5 m	2005/9/1	泰利
鵝鑾鼻南方近海	11.5 m	2003/9/2	杜鵑

五 浪高統計

由於資料浮標站都是在近十年來陸續建置，表3為截至2008年8月台灣近海各測站實測最大浪高。其中2007年柯羅莎颱風期間在龜山島所測得示性波高為23.7米，最大波高為32.3米巨浪，已打破了現有實測極大浪高世界紀錄(P.C. Liu et al., 2008)。

海象資料庫逐月浪高統計表除包含平均示性波高、平均週期、最多波向(八方位)、最大示性波高及其週期、波向與發生時間、最大日平均示性波高及其發生日期，還統計了當月示性波高小於0.6米(代表小波)以及大於0.6米、1.5米、2.5米以上之發生機率(分別代表小浪、中浪、大浪)。依此將歷年示性波高分布機率分月計算平均值，乘以大小月每月日數(2月用28天)，即可換算為每月歷年小波、小浪、中浪與大浪月平均天數，圖6即為統計結果，以大小浪(浪級)每月分布日數來代表各測站地點附近之海浪季節性變化。例如，在東北海域龍洞近海12月約有5天的機率會遇到大浪，卻幾乎不到1天的小波機會，而在6、7、8月則有超過15天

以上的機率會遇到小浪以下的好天氣。另外比較澎湖北方與新竹近海兩個測站，兩地雖同處中央氣象局漁業預報之台灣海峽北部區域，卻有完全不同的

每日浪級分布狀況。台灣西南及南部海岸大浪則出現在夏秋西南氣流旺盛的時候。

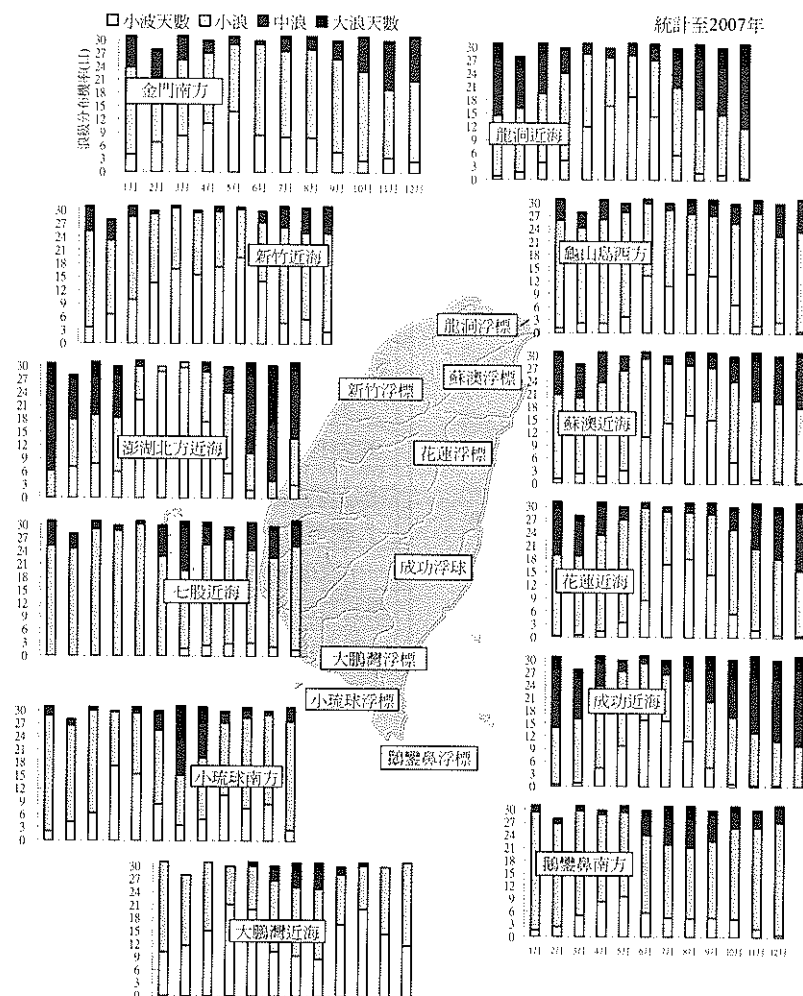


圖6 台灣四周海域浪級季節分布圖

六、結論與建議

中央氣象局海象資料庫長期持續累增的資料，經過詳細的品質檢核，可提供為臺灣近海海象氣候統計的基礎，本文展示初步獲得的統計成果。

台灣各地潮差分布狀況大致符合台灣海峽潮波傳遞理論，台灣海峽西側之潮差較東側為大，其中以馬祖地區最大，其次為金門地區。台灣西岸潮差以台中港最大。而長期平均潮位、潮時統計所建立簡單易懂的台灣半日潮地點滿潮時間圖，可提供一般民眾簡易的潮汐預報應用資訊。

台灣地區每年颱風盛行路徑及強度不同，2000年之前與之後歷年最高高潮位統計並未發現近年有加劇的現象。最大波浪觀測值都與近十年伴隨之強烈颱風有關，其中 2007 年柯羅莎颱風期間在龜

山島所測得最大波高為 32.3 米巨浪，已打破了現有實測極大浪高世界紀錄。

本文首次使用中央氣象局嚴格管理參考基準的潮位站資料，由於可用資料年數太短，統計結果尚不足以代表台灣海水位長期變化量，假以時日逐年累積，將可獲得台灣的海平面變化數據。

參考文獻

- P.C. Liu, H.S. Chen, D.-J. Doong, C.C. Kao, and Y.-J. G. Hsu, 2008: Monstrous ocean waves during typhoon Krosa. *Annales Geophysicae*, 26, 1327-1329.
- 徐月娟、陳進益、蔡恆雄和李汴軍, 2000.7: 中央氣象局海象資料庫系統現況。天氣分析與預報研討會論文彙編—海洋(89), 中華民國 89 年 7 月 10-12 日, 臺北, pp 343-348。