

暴潮偏差客觀分析之初步結果

李汴軍¹ 張國棟² 黃瓊珠³ 董東璟⁴ 何崇華⁵ 陳惠玲⁶

華梵大學環境與防災設計學系副教授¹

國立高雄海洋技術學院海洋環境工程系副教授²

國立成功大學近海水文中心研究助理³

國立成功大學近海水文中心助理研究員⁴

國立高雄海洋技術學院海洋環境工程系研究助理⁵

經濟部水利署水文技術組⁶

摘要

颱風暴潮是造成台灣海岸災害的主要因素之一，本文分析台灣近十年來侵台颱風之環島實測水位資料，利用調和分析計算暴潮偏差，計算颱風期間最大暴潮偏差與月平均潮差的比值來做為暴潮特性的指標，以瞭解環島暴潮偏差特性。為了能簡便的推估可能的暴潮偏差，本文利用風雨災害客觀分析方法統計颱風期間沿岸暴潮偏差值，分析統計颱風來襲時各地的暴潮量值比率，此結果日後可做為簡易快速的暴潮估測方式。

Preliminary Study on the Objective Analysis of Taiwan Storm Surge Data

Abstract

The typhoon surge is one of the reasons to induce coastal hazards in Taiwan. In this paper, historical tide data are analyzed to obtain the storm surge data by harmonic analysis. The ratio of maximum surge value to monthly mean tide value is used as the index of storm surge statistical characteristic. In order to forecast storm surge, the objective analysis method is used to calculate the surge probability at arbitrary locations. This result can be used to forecast the storm surge level easily in the future.

一、前言

台灣位於西北太平洋地區，每年平均受 3 至 4 個颱風侵襲。颱風侵襲帶來的大量風雨常造成海水倒灌、海堤破壞等事件，使得沿岸低窪地區居民的生命財產受到威脅。由於颱風中心的低氣壓產生吮吸作用，造成颱風中心的水位上升，加上颱風所挾帶之強勁風力，以及波浪產生之溯升現象，常使海岸地區的水位升高，導致低窪地區發生重大災害。這種因為異常氣象條件造成的海面上升現象，即稱為「暴潮」。當暴潮再遇到

河川下瀉的洪水，會產生頂托作用，更加抬高水位，加重河口沿岸地區的災情。近年來如何減少海岸地區災害發生與降低災害損失，已成為政府積極重視之工作重點。

當中央氣象局發佈海上颱風警報時，隨著颱風漸漸逼近台灣，為能有效地快速預測台灣沿海地區由於颱風所引起的暴潮偏差，以達到海岸防災之目的，本文收集近 10 年 54 個侵台的颱風資料及台灣環島實測水位資料，將台灣沿海地區分成若干區域，並對上述資料進行資料品管工作，

再利用風雨災害客觀分析預報方法所得之結果預報颱風侵台期間沿岸暴潮偏差值，作為發佈海岸災害通報系統與防救災措施研擬的判斷依據。

二、潮位資料來源與品管

為能統計分析台灣沿岸地區之暴潮特性，本文蒐集近十年(54 個)侵台颱風之相關資料與環島實測水位資料。實測水位資料的蒐集自民國 81 年至 90 年，包含了中央氣象局、港務單位、經濟部水利署以及其他研究機構的測站潮位資料。由於各單位潮位站使用之儀器形式、記錄頻率與資料格式各有不同，加以許多測站的資料短於 5 年，觀測期間常有不連續的情況發生，因此需將各測站自 81 年至 90 年的逐時潮位紀錄進行資料品管，其目的用以了解各測站之潮位資料品質狀況並確保潮位資料的正確性。

(一)潮位資料品管處理原理

潮位觀測是使用儀器量測當地水位隨時間的變動紀錄，由於儀器在操作過程有可能因外力(如人為破壞、自然界的天候或地震等變動現象)，或內部儀器因素(記錄不正常或作業中斷)，造成潮位資料有不合理的情況發生，此時在應用潮位資料之前，必須進行資料品管處理，以確保潮位資料數值的正確性。潮位資料品管依下列幾項原則進行：

1. 合理性:依據觀測儀器規格所設定之範圍及物理現象限制作為合理性判定標準。
2. 連續性:潮汐現象是水位的週期性變化，水位的變化屬逐漸變動，若潮位資料隨時間上的改變量超過一限度即視為可疑資料。品管的方式為先將資料經平滑處理後，以原始潮位資料減去平滑後潮位資料，得一代表潮位資料變動的時序序列，並統計其標準偏差，如潮位資料在某一時刻的變動數值超過 3 倍標準偏差，即判定為不連續數據。

3. 過高或過低:部分測站因受限於儀器放置地點環境，無法測得最低潮位或最高潮位，因此品管依據各測站最低或最高數值範圍，訂定過高或過低門檻，當數值超出範圍，即判定為過高或過低數值。

(二)潮位資料品管處理程序

潮位資料品管處理的程序，首先將空白資料加上標籤，依據合理性、連續性、過高及過低標準，進行程式自動品管及人工品管程序，接著再進行資料補遺，最後將經品管處理的資料建檔，處理流程如圖 1。

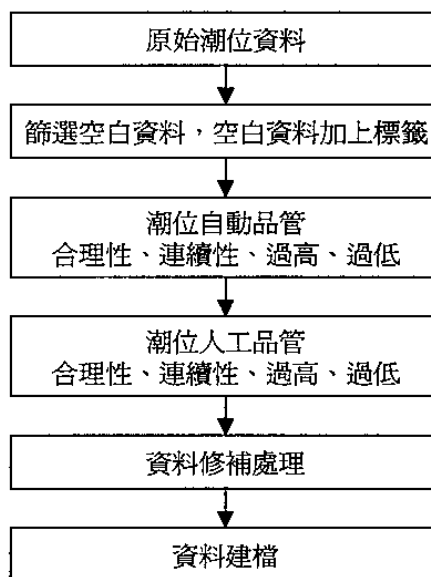


圖 1 潮位資料品管處理流程

當資料長度過短或資料連續性不佳，顯示該測站的儀器設置和保養維護較不理想，本文以觀測成功率代表觀測資料的連續性，依據當年度實際觀測成功水位資料筆數與當年度應觀測水位資料筆數之比值來計算觀測成功率。

將收集到的潮位資料經由上述品管流程，依據品管結果，分別選取淡水、東石、埤廣嘴及成功 4 個潮位站，作為暴潮偏差分析的依據。此四個測站的相關資料與地理位置如表 1 及圖 2 所示。

三、颱風暴潮分析

表 1 潮位資料來源及其資料品質管結果

潮位站	所屬單位機關	觀測年數	觀測成功率 (年平均)
淡水	經濟部水利署	5	78.1
東石	中央氣象局	9	83.0
蟬廣嘴	經濟部水利署	8	92.5
成功	中央氣象局	9	81.8

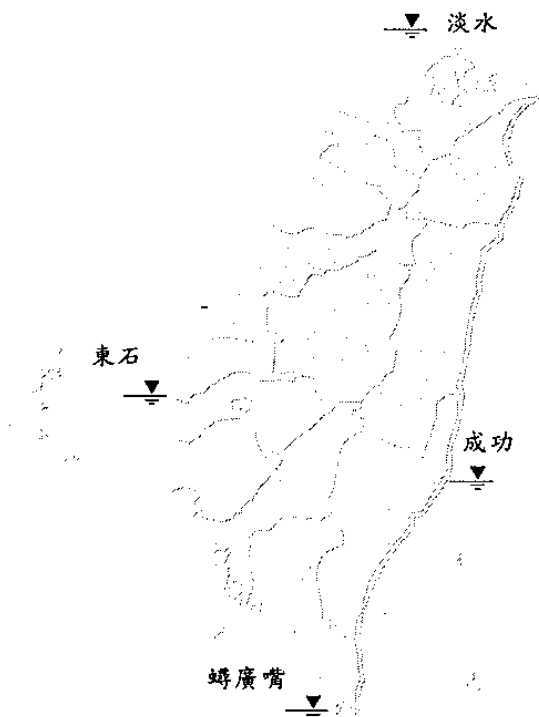


圖 2 本文使用之潮位站位置圖

(一) 颱風暴潮的成因

海平面受氣象因素所引起的水位變化，稱為氣象潮，若適逢天文大潮時段，便容易造成海岸地區重大淹水災害。將暴潮期間記錄的水位值減去潮汐預報水位所得的差值，稱為暴潮偏差。颱風侵襲期間，因氣壓下降及風力影響會造成水位變化，隨著颱風中心逐漸接近，即會造成水位波動稱為前驅湧(forerunner)；颱風中心通過時，因中心氣壓較低造成水位上升、強風吹送海水向岸以及波浪碎波後產生波揚作用均會導致海岸地區水位堆昇，此三種因素於颱風期間所造成的水位上升，稱為最大潮位偏差(maximum tidal deflection)(又稱為暴潮偏差)，在局部地區，受地形輻合作用，也會使水位堆高；颱風通過後，水位恢復正常，部分時間可能會降至天文潮以下，經一段時間後，又漲至天文潮以上，颱風通過後的波動，稱為餘湧(resurgence)。

(二) 環島暴潮統計特性

颱風暴潮偏差在台灣各地所造成災害之大小與當地依據天文潮水位設計之海岸保護設施的標準有關。本文利用颱風期間之最大暴潮偏差與月平均潮差的比值 S 來探討暴潮特性，比值愈大表示測站受颱風影響量測之水位高出天文潮滿潮位的情況愈嚴重。民國 81 年至 90 年颱風侵襲所引起之最大暴潮偏差與月平均潮差的比值 S 列於表 2。

綜整表 2 可知，當最大暴潮偏差值變大時，其 S 值亦有增大的趨勢。2001 年中度尤特颱風侵台期間，蟬廣嘴測站之 S 值 1.41 為最大；次大值發生在民國 84 年肯特颱風侵台期間，高雄測站的 S 值為 0.99。

表2 影響台灣地區颱風所造成之最大暴潮偏差與平均潮差統計

年度	颱風名稱	東石			高雄			鵝鑾嘴			淡水		
		最大暴潮偏差 (cm)	平均潮差 (cm)	S 值	最大暴潮偏差 (cm)	平均潮差 (cm)	S 值	最大暴潮偏差 (cm)	平均潮差 (cm)	S 值	最大暴潮偏差 (cm)	平均潮差 (cm)	S 值
81	馬克(MARK) 08/16-08/19				11.5	50.3	0.22						
82	塔莎(TASHA) 08/17-08/18	19.6	144.0	0.13	24.0	34.3	0.69	15.0	60.0	0.25			
82	亞伯(ABE) 09/10-09/12	21.4	146.2	0.14	25.6	34.0	0.75						
84	荻安娜(DEANNA) 06/04-06/08				10.6	47.8	0.22	8.7	60.8	0.14			
84	蓋瑞(GARY) 07/31-07/31				16.9	48.7	0.34						
84	肯特(KENT) 08/27-08/31				41.5	41.6	0.99	52.8	60.9	0.86			
84	賴恩(RYAN) 09/20-09/23				14.5	47.4	0.30						
85	凱姆(CAM) 05/20-05/23	16.1	145.1	0.11	14.3	40.3	0.35						
85	賀伯(HERB) 07/29-08/01										86.3	219.9	0.39
85	葛樂禮(GLORIA) 07/24-07/27	44.3	151.5	0.29									
85	莎莉(SALLY) 09/07-09/08	18.2	147.3	0.12	18.6	48.3	0.38	14.3	57.5	0.24			
85	薩恩(ZANE) 09/27-09/28										37.9	225.8	0.16
86	卡絲(CASS) 08/29-08/30	35.6	150.6	0.23				22.0	55.2	0.39			
86	艾文(IVAN) 10/19-10/21	10.9	145.0	0.08	8.4	41.6	0.20	11.8	54.6	0.22			
87	妮寇兒(NICHOLE) 07/6-07/13	13.5	138.1	0.09	20.8	39.8	0.52	9.1	52.6	0.17			
87	芭比絲(BABS) 10/22-10/30	46.8	145.8	0.32	16.2	44.0	0.36	25.0	54.0	0.46			
88	瑪姬(MAGGIE) 06/04-06/06	47.0	142.6	0.32	25.7	50.5	0.50	37.9	68.9	0.55			
88	山姆(SAM) 08/19-08/21	26.9	147.4	0.18	14.1	46.3	0.30	31.0	63.3	0.48			
88	丹恩(DAN) 10/04-10/09	60.1	156.6	0.38	23.9	50.7	0.47	22.7	59.4	0.38			
89	象神(XANGSANE) 10/30-11/01	28.3	151.9	0.18									
89	貝碧佳(BEBINCA) 11/06-11/07	16.0	124.1	0.12									
90	西馬隆(CIMARON) 05/11-05/13				16.9	51.8	0.32	14.2	62.0	0.23			
90	奇比(CHEBI) 06/22-06/24				38.5	49.2	0.78	46.2	53.0	0.87			
90	尤特(UTOR) 07/03-07/05				39.2	50.4	0.77	66.4	47.0	1.41			
90	玉兔(YUTU) 07/23-07/24				17.1	50.4	0.33	15.5	47.0	0.33			
90	利奇馬(LEKIMA) 09/23-09/28				20.7	48.6	0.42	22.4	53.0	0.42			
91	納克莉(NAKRI) 07/09-07/10							26.9	49.0	0.55			

四、暴潮偏差客觀分析

本文蒐集近十年(54 個)侵台颱風期間的環島實測水位資料，利用風雨災害客觀分析預報方法針對颱風暴潮偏差進行分析工作，其所得的結果可作為未來颱風侵台期間，預報各地最大暴潮偏差之參考依據，以提早做好防範措施，降低災情。所謂風雨災害客觀分析預報，乃王(1977)於國科會計數(台灣颱風風力特性及其預報研究)中用於預報颱風風速的方法，其基本概念為當不同的颱風位於同一位置時，台灣各地的風速與當時颱風中心風速具有一定的比例關係，本文採用為暴潮偏差預報方法。

(一)客觀分析預報流程

風雨災害客觀分析預報法乃是統計大量的歷史颱風暴潮資料，歸納出當颱風在不同位置時台灣各地的暴潮特性。其後藉由颱風路徑與颱風中心暴潮偏差的預測來預報台灣各地的暴潮偏差。資料收集方面本文採用 1992 年至 2001 年共 54 個颱風期間的暴潮資料來進行統計分析。

首先，將所有颱風的中心位置、台灣各地的暴潮偏差(本文採用淡水、東石、鵝鑾嘴以及成功四個潮位站)以及颱風中心所引起的暴潮偏差整理成表，以颱風中心所引起的暴潮偏差作為分母，台灣各地的暴潮偏差當成分子，兩者相除取其百分比，得到暴潮偏差百分比。再將暴潮偏差百分比填於颱風所在的區域上，並統計各颱風區域的暴潮偏差百分比筆數以及平均暴潮偏差百分比，繪製成圖(如圖 3~圖 6)。

在颱風位置的分區上，本文將台灣附近海域以 0.5 緯度為間格分成 400 個區域，如圖 7 所示。分區域的目的在於易於判斷颱風所在位置。

(二)颱風暴潮客觀分析應用

平均暴潮偏差百分比圖(如圖 3~圖 6)，於應用時須知道颱風之預報路徑以及颱風中心暴潮偏差，然後將網格上的百分比值乘以該颱風中心暴潮

偏差，即可預報台灣各地的逐時平均暴潮偏差。本文以玉兔颱風期間淡水潮位站的暴潮偏差為例說明，玉兔颱風在 7 月 23 號 20 時中心位置位於東經 118.33 度北緯 20.6 度，颱風中心氣壓 990hPa，中心暴潮偏差為 21.5 公分。根據圖 5 分區此時颱風位於 103 區，平均暴潮偏差百分比為 -13%，將中心暴潮偏差與平均暴潮偏差百分比相乘，即可求得預測的淡水潮位站的暴潮偏差為 -2.8 公分。

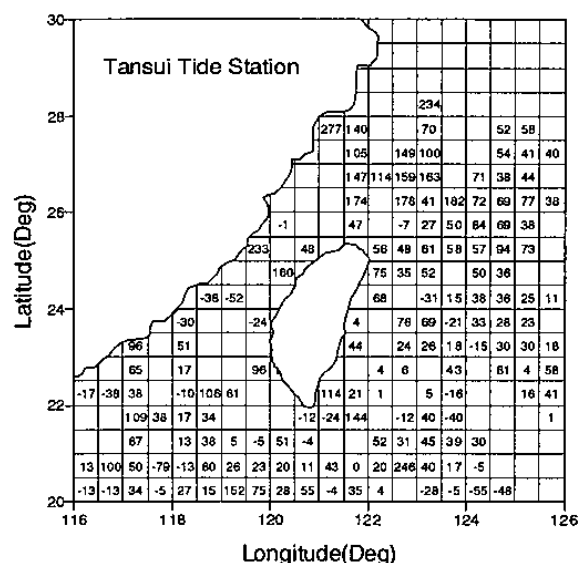


圖3 淡水潮位站平均暴潮偏差百分比

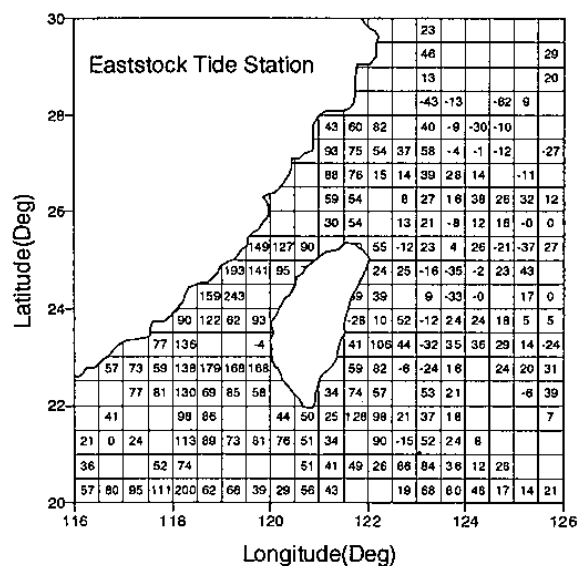


圖4 東石潮位站平均暴潮偏差百分比

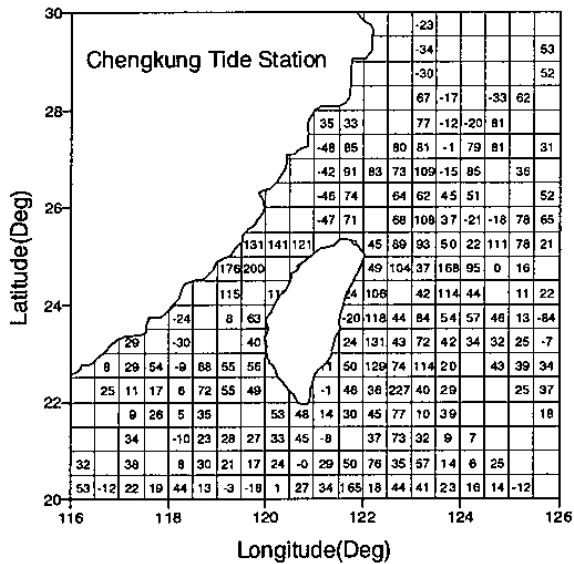


圖5 成功潮位站平均暴潮偏差百分比

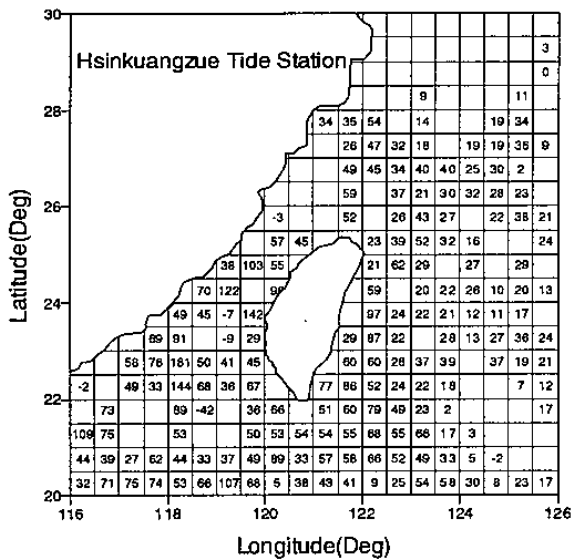


圖6 蟬廣嘴潮位站平均暴潮偏差百分比

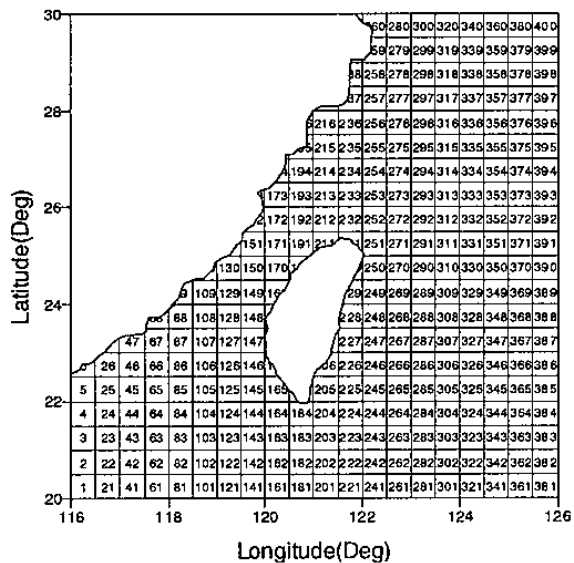


圖7 台灣附近海域分區

五、初步成果與結論

本文已完成分析台灣沿海地區的颱風暴潮資料，獲得以下初步成果，說明如下：

1. 當 S 比值愈大時，表示該測站暴潮水位受颱風影響之程度愈大，如民國 85 年賀伯颱風期間，基隆測站 S 值為 1.42，最大偏差高過平均潮差甚多，此量在當時造成嚴重的海水倒灌，至於該比值在何臨界值以上時會造成災害，須待更多資料驗證。
2. 由平均暴潮偏差百分比圖看來，淡水潮位站最大的平均暴潮偏差百分比主要集中在東經 121 度~124 度，北緯 26 度~28 度之間。東石潮位站最大的平均暴潮偏差百分比主要集中在東經 118 度~120.5 度，北緯 21 度~25.5 度間。蟬廣嘴潮位站與成功潮位站最大的平均暴潮偏差百分比發生在台灣西部台灣海峽內。

由分析結果發現，在台灣西部沿海地區，新竹、台中有較大的暴潮偏差百分比的現象發生。

運用客觀分析預報法除了能預報台灣各地的暴潮偏差外，亦能規劃出各地暴潮偏差的危險海域，其後若有颱風將行經危險海域將可預先預防颱風引起的暴潮偏差，以減少暴潮所造成的損失。

建議

本文收集的潮位資料中，以北台灣地區的資料最為缺乏，因此在此區可供預報的點位較少，建議可在颱風季節於測站較少的地區設置短期的潮位站，以增加該地區可供預報的點位，待逐年逐步建置相關分析結果，歸納出全島颱風暴潮特性。

致謝

本文為經濟部水利署委辦計畫「台灣沿海潮位站分類評估與海岸災害決策系統建立」部分研究成果，特此致謝。

參考文獻

1. 王時鼎(1977)，“侵台颱風風場特性及各地陣風預報研究”，國科會。
2. 劉文俊(1999)，台灣的潮汐。
3. 郭一羽等(2001)，海岸工程學。
4. 郭金棟(1988)，“海岸工程”，中國土木水利工程學會。
5. 台灣沿海潮位站網分類評估與海岸災害決策系統建立(1/4)期末報告，經濟部水利署(2002)。