

基隆八斗子地區颱風暴潮特性研究

尹可健¹ 陳筱華¹ 柯允沛²

工業技術研究院能源與資源研究所研究員¹ 副研究員²

摘要

基隆地區位於台灣東北海岸地帶，處於東北部颱風路徑附近，因該海域地形屬於大陸礁棚邊緣地帶，附近海域的流場和波場性質與其他海域十分迥異，故在颱風期間的暴潮特性也有其特異之處。為了瞭解颱風暴潮對該地區之影響，工研院能資所在國立海洋科技博物館籌建規劃小組的委託下，對基隆地區的颱風特性與暴潮高度進行相關之研究。應用中央氣象局之歷年颱風資料，先將資料分為登陸型、出海型與沿岸型等三類颱風，然後針對各類颱風中的參數以統計方法作分析，分析參數包括登陸點(或出海點、或沿岸近陸點)、中心壓、方向角、瞬間最大風速、最大風速半徑、行進速度等。依據分析之結果，得出各參數間之相依性，並照著歷年通過基隆附近之颱風資料，組合出代表性颱風之參數，用以模擬暴潮水位。應用美國 FEMA 暴潮模式中之淹水模式及迴歸模式，求出八斗子附近之五十年及一百年發生頻率之淹水深度。在研究過程中，工研院能資所於八斗子漁港設立一潮位站，以供模擬驗證之用，於執行計畫期間，測得溫妮颱風之暴潮資料，並於現場找尋出陸地上實際淹水之資料，皆被應用於模式之驗證。

一、前言

基隆地區位於台灣東北海岸附近，歷年颱風通過本地區或附近區域的機率相當大，依據中央氣象局歷年之颱風路徑資料顯示，歷年侵台之颱風中，約有 38% 的颱風是從宜蘭及基隆附近通過(李，1993)。而本地區之陸域屬於多山之地形，平原之比例甚小，零散分布於河谷及海岸上，若海域水面暴漲時，則沿岸之低地有被淹沒之危險。而台灣東北部海域正屬於大陸礁棚邊緣地帶，海底地形以大陸棚之邊緣分界，東側之水深甚大，西側之水深則淺，其間水深之變化量甚遽，不似台灣西岸海域地形變化之緩和，對於海域流場及波場之影響頗

大，故在颱風期間，暴潮性質也有其特異之處。當颱風由東岸侵襲之時，颱風暴潮所導致之水位上升，使得大量之海水由外海往近岸海域湧入，由於本地區海域地形變化陡峭，容易產生集中效應，而造成另一階段之水位抬升，對於岸邊之低地有極大之威脅。八斗子地區之東側沿海低地於近年間，數度於颱風期間遭到水患，與颱風及地形皆有著很大的關聯性。

為了瞭解颱風暴潮對該地區之影響，工研院能資所在國立海洋科技博物館籌建規劃小組的委託下，對基隆地區的颱風特性與暴潮高度進行相關之研究。由歷年颱風之資料開始著手，以分析歷年來對基隆有影響之颱風特性，然後選擇模型颱風，再輸入電腦數值模式

中以模擬暴潮水位，並求出各迴歸週期之水位高度。在以下各節中，將逐一敘述研究之步驟與結果。

二、颱風資料分類

由於暴潮之形成與颱風有極為密切之關係，故必須對於本區域颱風之特性先有所了解，本研究之颱風資料之主要來源為中央氣象局，包括 1892 年至 1996 年間之颱風，共計有 526 筆侵襲台灣地區之颱風記錄。其中因為颱風觀測技術之關係，在 1945 年以前之資料頗為殘缺，而自 1945 年以後之記錄較為完整，故本研究擷取 1945 年至 1996 年間之資料，經過篩選後，52 年間共有 291 筆侵襲台灣陸地與離岸 280 公里範圍海域之颱風資料。在分析之步驟中，首先依照颱風之路徑，將颱風分成登陸型、出海型與沿岸型等三種。登陸型颱風是指暴風中心由外海通過海岸線而移進陸地之颱風，出海型則相反，其暴風中心由陸地移出至外海，沿岸型颱風是指暴風中心通過離岸 280 公里範圍內之海域，但並未登陸者。經分類後，在 1945 年至 1996 年間，侵襲全台灣之登陸型颱風計 88 次，出海型颱風計 87 次，沿岸型颱風則有 116 次。登陸型颱風較出海型多出一，主要是因為 1951 年 PAT 颱風於登陸後即減弱為熱帶性低氣壓，故不計為出海型颱風。在 1945 年至 1996 年之颱風中，對於基隆地區有影響之颱風計有 167 個，登陸型計 69 個、出海型 61 個、沿岸型 37 個。對於基隆地區有影響之颱風的選擇，以歷年來在基隆附近登陸、出海或通過之颱風為主，但其範圍以向東取典型颱風的最大風速半徑之三倍距離，向西以最大風速半徑之兩倍距離，故向西向取至離基隆約 160 公里之苗栗海

岸，東向則取至離基隆約 240 公里之花東海岸，以通過此段海岸或附近海域範圍內之颱風為考慮的對象。

三、颱風資料統計

在將颱風分類後，即針對各類颱風的參數加以統計分析，分析參數包括颱風路徑之登陸點、出海點、或沿岸近陸點、中心壓(P_c)、方向角(θ)、瞬間最大風速(V_{max})、最大風速半徑(R)、行進速度(V_t)等。在統計分析時，以全島之颱風為對象，但在分析之後，特別針對基隆而抽取出地區性之資料，以供作代表性參數選擇之參考。在分析之過程中，應用統計之電腦軟體，對各參數作同質性與相依性之分析。

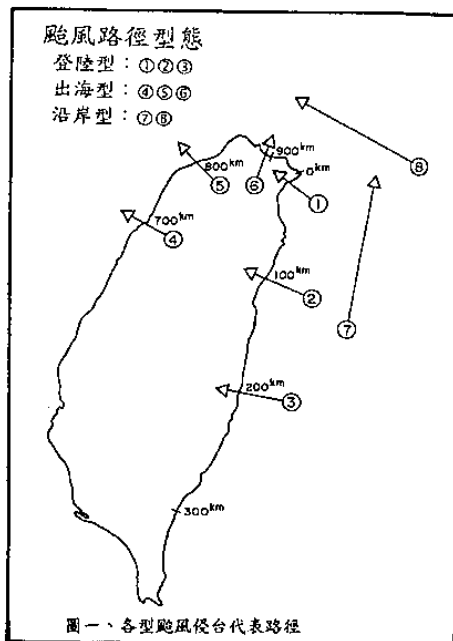
同質性分析主要是在分析各颱風參數間之雷同性，若俱有相似性質，則可將不同颱風依照某一參數而合併代表之，依據聚類分析法(Cluster Analysis)及曼惠特尼測試法(Mann-Whitney U-Test)之分析結果，發現台灣東西兩岸之颱風具有不同的特性。依照登陸點(或出海點、或沿岸近陸點)、中心壓、方向角、瞬間最大風速、最大風速半徑、行進速度等六個參數之類聚分析，東西兩岸之登陸型與出海型颱風被明確的區分為兩個聚落群，但沿岸型颱風則無此現象，故在往後模型颱風之參數選擇時，東西兩岸之沿岸型颱風皆須同時納入考慮，對於登陸型與出海型颱風則分兩岸特性分別加以考慮。對於沿岸型颱風則不需分東西岸考慮。

對於不同參數間之相依性，則以 Spearman 及 Chi-Square 兩種測試法來決定各參數間的相依性，由測試結果顯示，歷年颱風

之中心壓、瞬間最大風速、最大風速半徑等三項參數間有著極密切的相依性，經了解後，此乃導因於歷年颱風資料皆應用公式去推算此三種參數間之關係，故在分析過程中，只要應用一種參數，即可代表其他之兩者。因此，在模型颱風之選擇中，只應用了登陸點(或出海點、或沿岸近陸點)、方向角、中心壓與行進速度等四個參數。

四、模型颱風之組合

依照前述統計之結果，應用登陸點(或出



海點、或沿岸近陸點)、方向角、中心壓與行進速度等四個參數，對歷年來基隆地區之颱風資料作累進分布機率之分析，由各參數之發生頻率高低，找出各參數之代表值，然後組合出代表性颱風之參數，用以模擬暴潮水位。在各參數中，路徑的選擇為其中之重要因素，由歷年來路徑之統計，對基隆地區有影響之颱風路徑計有三個登陸點、三個出海點、二種沿岸颱風路徑，如圖一所示。其餘之重要參數值皆由

歷年颱風之統計累進分布曲線決定之，登陸型、出海型及沿岸型颱風之參數代表值分列如下：

(1) 登陸型參數：

中心壓：896mb, 919mb, 934mb, 958mb, 981mb

方向角：230°, 302°, 349° (由正北方順時針轉)

行進速度：12.5km/hr, 22km/hr, 30.1 km/hr

(2) 出海型參數：

中心壓：935mb, 949mb, 955mb, 975mb, 995mb

方向角：52°, 274° (由正北方順時針轉)

行進速度：10km/hr, 18.3km/hr, 29km/hr

(3) 沿岸型參數：

中心壓：892mb, 920mb, 942mb, 962mb, 986mb

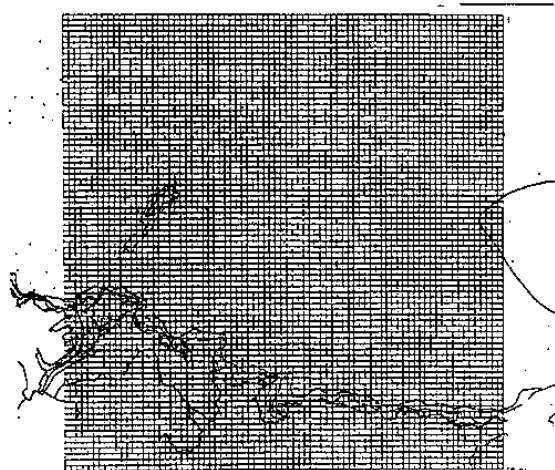
方向角：32°, 292° (由正北方順時針)

行進速度：9.8km/hr, 21km/hr, 32km/hr

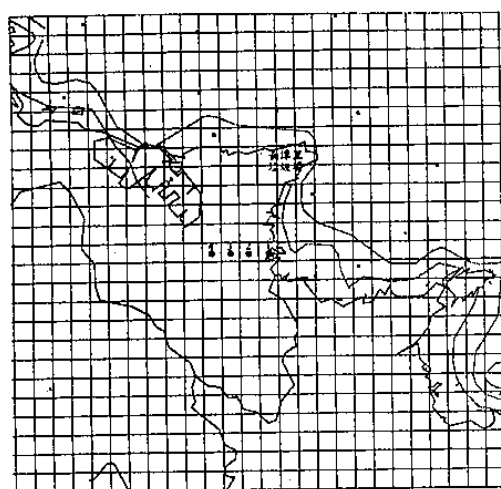
經組合上列之各項參數值後，產生了135個登陸型颱風、90個出海型颱風、以及60個沿岸型颱風，共計285個模型颱風，將分別輸入暴潮模式中，以求出研究區域各迴歸之暴潮水位高度。

五、暴潮水位之模擬

應用美國FEMA暴潮模式中之淹水模式及迴歸模式(FEMA, 1988)，將先前所組合出之模型颱風輸入，以求出研究區域之五十年及一百年發生頻率之淹水深度。所應用之計算網格如圖二所示，採用200公尺 x 200公尺解析度之矩形網格，水深資料來自於內政部81年板



圖二、暴潮模式之細網格及地形



圖三、暴潮模式迴歸水位輸出點位圖

之台灣地區五萬分之一地形圖，陸上地形資料則來自於農林航測所於 84 年出版之五千分之一台灣地區相片基本圖，皆應用地理資訊系統處理，其他相關之係數與模式之輸入值不在此詳述，有興趣之讀者可參閱本研究工作之期末報告書(陳等，1997)。模擬之水位輸出以八斗子地區為主，其代表點位如圖三中之點 1，點 2，點 3，點 4 等四個點所示，在此四個點中，點 1 靠近八斗子之望海巷一帶，地勢最低，高程為 0.7 公尺，點 4 靠八斗子漁港東南側，地勢最高，高程為 5.58 公尺，點 2 之高程為 2.07 公尺，點 3 之高程為 1.62 公尺，略較點 2 為低，各點位之迴歸頻率暴潮淹水高度如下列三表所示，分別代表登陸型、出海型與沿岸型等三種颱風之迴歸淹水深度，其結果皆包含天文

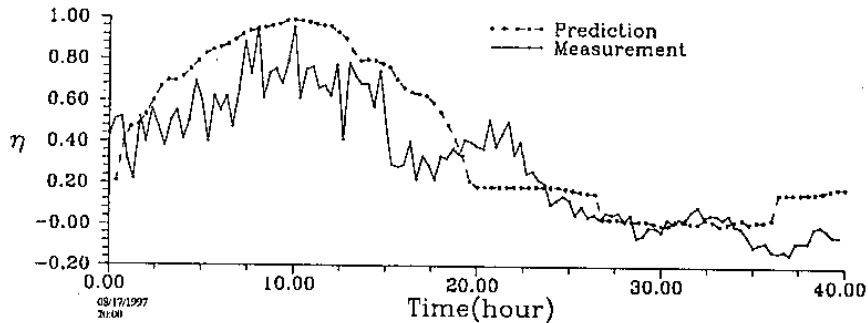
潮水位發生機率之影響，而淹水深度係由各點位之地表面起算。八斗子地區之淹水，一方面是因暴潮造成，另一方面也是由於峽谷地形之影響，1 至 4 點區域之南北雙向皆為山丘，東面開口處朝向太平洋，故容易遭到暴潮湧上陸地而形成災害。在模式中，將此二因素皆考慮在內。依照賀伯颱風之淹水記錄，1 點附近之民房曾淹沒達一層樓之深度，與登陸型颱風之百年迴歸淹水深度相去不遠，故認為此發生頻率水深屬於合理範圍。

登陸型颱風迴歸頻率淹水深度(m)			
點位	10 年	50 年	100 年
1	3.85	4.18	4.50
2	0.66	0.94	1.12
3	1.66	1.84	1.89
4	0.12	0.21	0.22

沿岸型颱風迴歸頻率淹水深度(m)			
點位	10 年	50 年	100 年
1	3.79	3.88	3.90
2	0.83	0.96	0.98
3	1.38	1.44	1.47
4	0.16	0.22	0.23

出海型颱風迴歸頻率淹水深度(m)			
點位	10 年	50 年	100 年
1	0.14	0.38	0.51
2	0.14	0.38	0.51
3	0.14	0.38	0.51
4	0.12	0.21	0.22

在研究過程中，工研院能資所於八斗子漁港內設立一潮位站，自八十六年三月下旬起量測，至八十六年十一月底結束，所得之水位



圖四、溫妮颱風暴潮水位變化之實測與預測值比較圖

資料以供模擬驗證之應用為主，於執行計畫期間，曾測得溫妮颱風之暴潮資料，並於現場找尋出陸地上實際淹水之資料，以與模式預測之水位高度作比較，如圖四所示者，為溫妮颱風暴潮水位之比較驗證，圖中縱軸為暴潮水位高度，單位為公尺，橫軸方向為時間，模式之預測值與實測值相差約在 20 公分之範圍，且暴潮之發生時間與水位增減之趨勢皆甚為符合。

六、結論

本研究工作之主要目標為探討基隆八斗子地區受颱風暴潮之影響程度，該區域雖無地層下陷問題或主要河川經過，但因陸域與海域地形之關係，颱風暴潮對該地區沿海之威脅極大。經統計歷年颱風資料與暴潮水位迴歸頻率之分析結果，得出沿岸低地之所可能遭受之淹水深度如前頁表中所示，對於東側靠太平洋岸之範圍，各型颱風之威脅程度以登陸型之威脅最

大，沿岸型次之。對於西側靠八斗子漁港附近之範圍，則以沿岸型颱風之影響較大，登陸型次之。出海型之颱風對於整個地區之威脅較小，主要是因為該型颱風為登陸遭破壞後之颱風，威力通常遠較登陸前為弱。

本研究工作延續了雲嘉地區之颱風暴潮研究，在未來之工作中，將對其他區域作類似之分析工作，以逐漸擴展至全台灣之各海岸地區。而另一方面，也希望能有更精確的淹水觀測資料，以供驗證之應用，期能更提升研究成果之可信度。

謝誌

本研究工作蒙中央氣象局海氣象中心李汴軍博士協助甚多，又蒙海洋科技博物館籌建規劃小組之鼎力支持，在此一並致謝。

參考資料

1. 李汴軍 (1993), “侵台颱風路徑與頻率特性概述”, 颱風暴潮模擬技術講習會論文集, 工研院能資所, 八十二年五月。
2. 陳筱華、尹可健、柯允沛、顏君揚、張恆文、顏志偉 (1997) “國立海洋科技博物館基地颱風暴潮淹水預測與相關環境圖件製作”。教育部國立海洋科技博物館籌建規劃小組委託計畫期末報告書, 資料編號 06-3-87-W003。
3. FEMA (1988). “Coastal flooding hurricane storm surge model” Vol. I & II, Federal Insurance Administration, Office of Risk Assessment, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA.