

臺灣地區颱風暴潮特性之初步研究

徐月娟 曾淑芬 陳進益 蔡恆雄
中央氣象局海象測報中心

摘 要

臺灣地區每年平均受 3 至 4 個颱風侵襲，伴隨颱風而來的低壓、強風、豪雨和巨浪，往往在海岸地區引起異常水位的堆升，進而造成海岸結構物的破壞，以及人民生命、財產的損失。欲防範因颱風引起暴潮的侵害，需分析和了解不同路徑、大小和強度的颱風在臺灣各處海岸可能造成的異常水位上升現象。

當颱風直接侵襲海岸時，往往破壞當地的潮位觀測設備，以致歷史暴潮資料相當缺乏。中央氣象局海象測報中心自民國 82 年 7 月成立以來，致力於潮位站的設立、更新和維護，海水位資料的收集、整理和檢定，並建置於海象資料庫中。本文即使用民國 83 年至 86 年臺灣海岸各潮位站的海水位觀測資料，包括中央氣象局負責的 13 個潮位站，以及來自水利局、港研所和其他研究單位的觀測資料。這些資料經檢定後，以調和分析法計算各分潮的振幅和遲角，再用來推算在颱風期間的天文潮位，然後計算其與實際觀測水位的差值，即得到暴潮偏差估計值。

颱風暴潮偏差受颱風大小、強度、路徑和移動速度，以及當地地形、水深和天文潮位而異。本文將最近 4 年中央氣象局曾發佈警報的颱風，依據颱風生成地點和路徑分類，探討各類型颱風在臺灣海岸引起海水位升高的現象和特性，分析造成暴潮偏差的原因，研究其與颱風特性的相關性。研究結果可作為颱風暴潮預報作業的參考，以及提供暴潮數值模擬結果驗證之用。

一、前言

臺灣地區每年平均受 3 至 4 個颱風侵襲，伴隨颱風而來的低壓、強風、豪雨和巨浪，往往在海岸地區引起異常水位的堆升，進而造成海岸結構物的破壞，以及人民生命、財產的損失。欲防範因颱風引起暴潮的侵害，需分析和了解不同路徑、大小和強度的颱風在臺灣各處海岸可能造成的異常水位上升現象。

當颱風過境時，由於颱風中心氣壓降低造成海水水位上升，以及颱風中心附近的強風吹襲造成迎風面海水的堆積，經常使海岸地區的水位全面昇高。當近岸水位被抬高後，水深增加使大浪得以侵入近岸區發生碎波，在碎波帶內的水位往往急遽湧升。本文收集民國 83 年至 86 年颱風期間全省各地潮位站資料，依颱風生成地點和路徑，來分類探討因颱風引起的異常水位。這異常水位是因颱風低氣壓、強風、巨浪聯合效應所造成的，其暴潮偏差因颱風大小、強度、路徑和移動速度，以及當地地形、水深和天文潮位而異。研究結果可作為颱風暴潮預報作業的參考，以及提供暴潮數值模擬結果驗證之用(徐和曾,1997)。

本文第一節為前言。第二節將介紹潮位資料蒐集情形和分析方法。第三節將颱風暴潮依颱風生成地點和路徑分類描述。第四節則是結論和建議。

二、資料收集與分析

當颱風直接侵襲海岸時，往往破壞當地的潮位觀測設備，以致歷史暴潮資料相當缺乏。中央氣象局海象測報中心自民國 82 年 7 月成立以來，致力於潮位站的設立、更新和維護，海水位資料的收集、整理和檢定，並建置於海象資料庫中。目前海象資料庫架構已初具規模，採用 Oracle 關連式資料庫軟體，訂定海象資料儲存欄位，並與台南水工所合作開發資料庫應用軟體。我們優先將本中心成立以來，即民國 83 年至 86 年臺灣海岸各潮位站的海水位觀測資料，包括中央氣象局負責的 13 個潮位站，以及來自水利局、港研所和其他研究單位的觀測資料，納入資料庫中。又發展潮位資料品管程式，提升資料品質。藉助於海象資料庫的初步成果，本研究得以適時順利進行。

潮位站因設在大洋或海域內不易，臺灣的潮位站大多設於商港或漁港內，受到港埠結構物影響和港池水深的限制，所觀測到的暴潮經常較岸區振幅大，潮時後延，與港外自然海岸所發生的暴潮會有所差別。然而數值模式的暴潮推算格點位於港外。目前使用潮位觀測資料在驗證模式時，暴潮推算值需乘上一個事先估計的淺水化係數。此外，本省各潮位站大都缺乏海水位量測基準面的定期檢驗，故各站的水位紀錄只能代表當地的相對水位差值，而不能做臺灣全省的絕對水位比較。

為分析因颱風引起的暴潮水位，本文依據 83 年至 85 年經過初步檢定的水位紀錄，以調和分析方法計算各分潮的振幅和遲角，再用來推算在颱風期間的天文潮位，然後與當時的水位紀錄相減，而得到估算的暴潮偏差，並根據此偏差值討論暴潮的特性及成因。圖 2.1 為薩恩侵臺期間的颱風暴潮偏差歷線圖。在臺灣東岸從北到南我們選取基隆、鹽寮、蘇澳和成功 4 站；在臺灣西岸我們選取淡水和新竹 2 站。圖中的實線代表當時的觀測水位紀錄，虛線代表天文潮預測水位，點斷線則代表估算的暴潮偏差。

三、颱風暴潮個案描述

中央氣象局在民國 83 年至 86 年一共發布了 23 個颱風警報，茲選擇其中對臺灣沿海地區海水位變化影響較大的 16 個颱風，依其生成地點及路徑，來分類探討颱風引起的暴潮水位。颱風路徑圖見圖 3.1；颱風暴潮分類表見表 3.1。其中颱風名稱後面括弧中的數字是颱風編號。

(一) 颱風生成於西北太平洋

此類颱風在西北太平洋海面生成後，均以西北、偏北或偏西方向前進。

1. 颱風未登陸臺灣

(1) 颱風經過東北部近海—溫妮[9714]、弗雷特[9415]、珍妮絲[9508]、道格[9413]、席斯[9427]

強烈颱風溫妮、弗雷特和輕度颱風珍妮絲經過台灣東北部和北部近海後登陸大陸。溫妮在進入台灣東北部近海之前的路徑較偏北，故成功的暴潮偏差不大；弗雷特則先經過台灣東部近海，故成功的海水位連續數日顯著抬升。當颱風經過台灣東北部近海時，基隆、鹽寮、淡水河口和新竹均出現明顯的暴潮偏差，基隆和鹽寮的最大暴潮偏差發生時間稍前於淡水河口和新竹。在台灣北部近海時，溫妮的行進方向為西北西；弗雷特則為西北。溫妮的強度雖稍弱，但所引起的暴潮偏差較弗雷特為大。珍妮絲因是輕度颱風，並沒有造成明顯的暴潮偏差。

強烈颱風道格和席斯在呂宋島東方海面形成後朝西北西方向行進，至台灣東部近海時路徑稍偏北。稍後道格緩慢通過彭佳嶼與宜蘭間海面，向北朝大陸長江口撲去；席斯則通過彭佳嶼北部海面，朝北北東方向遠離本省。當颱風中心抵達北緯 20 度以北，成功的海水位便開始上升，直至過了台灣東北角水位才開始下降。道格和席斯對台灣東部海岸的基隆、鹽寮、梗枋和蘇澳都引起明顯的水位上升。稍後在淡水河口、竹圍和新竹也測得暴潮。在民國 83 年 8 月 8 日 2 時道格極接近台灣東北角，並在附近停留 4 小時，鹽寮曾測得 1.25 公尺以上的暴潮偏差，對龍洞遊艇港造成很大的損壞。席斯的七級風暴風半徑為 350 公里較道格的 300 公里大，且經過台灣東部和東北部近海的時間較長，故引起

的暴潮偏差延時較長。席斯帶來北部的豪雨，淡水河口在民國 83 年 10 月 10 日 6 時測得 0.98 公尺的暴潮偏差。

(2) 颱風經過東部近海—薩恩[9623]

中度颱風薩恩在呂宋島東方海面形成後，先以西北方向前進，至台灣東部外海時路徑偏北，後轉向北北東方向前進，抵北緯 27.4 度後再轉向東行。經過台灣東部近海時，颱風中心氣壓維持在 955 百帕左右，近中心最大風速為 43m/s。薩恩侵台期間正值天文大潮。薩恩北上的路徑大致維持在東經 126 度以東，雖與台灣東岸保持一段距離，但在蘇澳和成功的海水位仍有明顯的抬升(圖 2.1)。基隆、鹽寮和淡水河口的暴潮偏差自 9 月 28 日凌晨起一路上揚，於 9 月 30 日達到最大值。值得注意的是，中央氣象局對此颱風僅於 9 月 27 日 14 時 55 分起發布了 30 小時的海上颱風警報；並於 9 月 28 日 20 時 25 分解除警報。但事實上此時基隆和鹽寮的暴潮偏差正繼續上升。在海洋大學海埔新生地校區附近，波浪幾乎於堤前碎波，巨大的衝擊力造成海洋大學臨海校區轉角處的海堤崩塌。

(3) 颱風向西通過巴士海峽—肯特[9509]、莎莉[9618]

中度颱風肯特和莎莉在呂宋島東方海面形成後，以西北西方向前進通過巴士海峽。肯特向西北越過北緯 20 度時，成功的水位只有短暫上升現象，是因颱風中心很快就通過了台灣南端。當台灣位於肯特行進方向的第四象限時，由於盛行西南氣流，高雄和澎湖的海水位隨即向上抬升，但為時不長，是因肯特不久便在汕頭和香港之間登陸，強度迅速減弱。莎莉在北緯 20 度以南通過巴士海峽，由於路徑偏南對陸地造成的災害較小。但莎莉的中心氣壓較肯特為低，七級風暴風半徑較大，且強度保持不變，其在高雄和東石海岸引起的暴潮偏差不可忽視，且延時較長。

2. 颱風登陸臺灣

(1) 颱風通過北部陸地—賀伯[9608]、葛拉絲[9416]

強烈颱風賀伯和中度颱風葛拉絲通過台灣北部陸地，屬侵台颱風第一類型路徑。

賀伯接近台灣東北部陸地時，颱風中心氣壓維持在 930 百帕左右，近中心最大風速為 53m/s，七級風暴風半徑高達 350 公里，十級風暴風半徑也有 150 公里，伴隨 16 級以上的陣風。賀伯於 85 年 7 月 31 日 20 時 44 分，颱風中心在基隆與蘇澳間登陸，隨後通過台灣北部地區。由於颱風環流結構受到北部地形的阻擋和破壞，其強度即明顯且持續的衰減。於 8 月 1 日 2 時變成中度颱風，此時中心氣壓為 960 百帕，近中心最大風速為 45m/s，七級風暴風半徑縮小成 300 公里。在 1 日 4 時颱風中心由新竹附近出海，進入台灣海峽北部。隨著颱風繼續的朝西北西方向移動，其強度也逐漸遞減。稍後於 1

日 11 時由福建平潭附近登陸大陸。賀伯颱風環流雲系之範圍相當寬廣，中心通過北部陸地的時間長達 8 小時以上，帶來的雨量更是驚人，在阿里山 7 月 31 日的雨量高達 1094.5 公厘，創下台灣有氣象觀測資料以來的單日降雨量最高紀錄。台灣全島受賀伯颱風侵襲，又適逢農曆 6 月 16 日至 17 日天文大潮，颱風、大潮、豪雨交加，造成全省嚴重災情。

賀伯引起最大暴潮偏差是發生在鹽寮的 188 公分，其次是蘇澳的 99 公分和基隆的 85 公分，均發生於 7 月 31 日 21 時，與颱風中心登陸時間相近。這三站也都位於登陸地點附近。成功自 7 月 30 日凌晨起颱風中心抵達北緯 20 度以北，海水位便有抬升情形出現，最大暴潮偏差為 71 公分，發生於 7 月 31 日 17 至 18 時，較上述三站為早，可能與脫離颱風暴風圈的長週期湧浪提早到達臺灣東部沿海產生碎波有關。較大的暴潮偏差持續至 8 月 1 日 2 時颱風減弱以後才逐漸減小。淡水最大暴潮偏差為 95 公分，竹圍為 90 公分，均稍後出現於 7 月 31 日 22 時。新竹最大暴潮偏差為 73 公分，延後至 8 月 1 日 1 時發生。暴潮偏差維持至颱風中心出海後不久。基隆、淡水、竹圍和新竹在 8 月 2 日均存在另一相對的水位高值時段，可能與集水區排水有關。澎湖較大暴潮偏差發生在 7 月 31 日 22 時和 8 月 1 日 10 時，分別為 78 和 72 公分。東石因地形的關係積水宣洩不易，暴潮偏差持續一段時間。賀伯曾引起中、南部沿海地區海水倒灌，可從高雄持續數日的正暴潮偏差看出。

葛拉絲形成後大致以偏西方向前進，到達臺灣東部海岸時，颱風中心氣壓維持在 970 百帕左右，近中心最大風速為 35m/s。民國 83 年 9 月 1 日 11 時左右葛拉絲在蘇澳附近登陸，強度減弱，稍後於 1 日 14 時左右在新竹附近出海。最大暴潮偏差在臺灣東岸的蘇澳及其以北的基隆、鹽寮和梗枋，都出現於中心登陸時間附近；在成功出現時間稍早；在新竹則稍後出現於颱風中心出海時。由於葛拉絲強度較弱，故所引起的暴潮偏差較賀伯為小。出海後葛拉絲強度又減弱，故在臺灣西岸並未造成顯著的水位變化。

(2) 颱風通過中部陸地—提姆 [9405]、安珀 [9717]、凱特琳 [9412]

強烈颱風提姆、安珀和輕度颱風凱特琳通過台灣中部陸地，從台中附近出海，屬侵台颱風第二類路徑。

民國 83 年 7 月 10 日 20 時提姆於花蓮秀姑巒溪口登陸，向西北越過中央山脈後，於 11 日凌晨在台中附近出海，繼續向西北進行撲向大陸，對台灣東部和北部造成災害。提姆是屬於颱風中心分裂過山的個案。從 7 月 10 日清晨起，在彰化和雲林附近逐漸有一個副低壓形成。在 7 月 10 日 8 時，台南和高雄沿海地區也有一個副低壓形成。隨著提姆颱風中心向台灣東海岸漸漸逼近；西岸的副低壓也逐漸加深。當提姆在花蓮秀姑巒溪口登陸時，中心低壓為 950 百帕；台灣西岸的副低壓則加深至 974 百帕。

接著 2 小時中，西岸的副低壓中心就逐漸取代了原來的颱風中心，中心低壓約為 970 百帕。提姆在台灣東岸登陸前，中心低壓很深，中心附近的氣壓梯度很大，最大陣風曾高達 53m/s，七級風暴風半徑達 250 公里。但在西岸出海後的颱風結構則迥然不同，中心低壓減弱很多，且氣壓梯度分佈均勻，風速也減弱很多。

提姆侵臺時正值天文大潮期間，成功於 7 月 10 日有顯著的暴潮，最高水位發生於 21 時，為當日天文潮第二次滿潮的時候，也是颱風中心在東岸登陸的時候，海水位約增加 77 公分。蘇澳位於颱風登陸地點以北，受很強的向岸風吹襲，最高水位發生於 10 日 22 時，海水位約增加 62 公分。颱風過後成功和蘇澳海水位稍有降低的情形。梗枋和鹽寮也有類似的暴潮偏差趨勢，因距離颱風中心漸遠，暴潮偏差漸減。高雄因副低壓的生成，9 日起海水位便開始上升，颱風進入台灣海峽後，又繼續向受西南氣流的影響，正暴潮偏差持續至 7 月 12 日。

安珀和凱特琳的路徑與提姆類似，但移動速度緩慢，暴潮偏差持續時間較長。基隆和鹽寮在颱風登陸前有持續的正暴潮，在颱風登陸後海水位也稍有降低的情形與提姆類似。淡水河口在颱風出海前，可能因離岸風的影響，有持續的負暴潮。台灣西南沿海因低氣壓及西南風的吹襲，有持續的上升水位。安珀進入台灣海峽後，在東經 120 度先轉向北，再轉向西北西進入大陸。凱特琳因強度較弱，暴潮偏差值較小。

(3) 颱風通過南部陸地—葛樂禮 [9607]

中度颱風葛樂禮從台灣南端登陸，通過南部陸地後從西岸出海，屬侵台颱風第三類路徑。

葛樂禮在呂宋島東方海面形成後即向西北方向前進，於民國 85 年 7 月 26 日 16 時左右登陸恆春半島，中心氣壓維持在 965 百帕左右，近中心最大風速為 35m/s。繼續以西北方向前進，經高雄、臺南、臺中市後，在 26 日 20 時由濁水溪口出海，強度減弱，此時中心氣壓為 985 百帕左右，近中心最大風速為 25m/s。繼續以西北方向朝大陸前進。受颱風環流及西南氣流雙重影響，花蓮、台東、屏東地區豪雨持續數日。成功在颱風中心登陸前一直測得明顯的暴潮偏差；蘇澳也有類似的趨勢。高雄受低氣壓和向岸強風雙重影響，海水位明顯抬升。颱風中心登陸後強度減弱，在箔子寮、澎湖和東石，最大暴潮偏差均出現在 7 月 26 日 19 時左右，與中心低壓出現的時間一致。

(二) 颱風生成於南海

此類型颱風在南海生成後，均以東北方向或偏北方向前進。

1. 颱風未登陸台灣

(1) 颱風向東通過巴士海峽—賴恩 [9515]、凱姆 [9603]

中度颱風賴恩和輕度颱風凱姆在南海形成後，

即向東北方向前進，通過巴士海峽。賴恩通過恆春南方海面後，繼續以東北方向朝日本前進。

這種路徑的颱風，在台灣西岸引起的暴潮偏差普遍不大。颱風中心通過巴士海峽時，因海平面氣壓下降，東石的水位有抬升現象。因颱風路徑為自西向東北前進，高雄受離岸風吹襲，出現負暴潮現象。成功則有水位抬升情形。

四、結論和建議

颱風暴潮偏差受颱風大小、強度、路徑和移動速度，以及當地地形、水深和天文潮位而異，與颱風的倒氣壓計效應，向岸或離岸強風吹襲的風揚作用，以及颱風波浪和湧浪在岸區碎波的波揚作用有密切關係。在颱風中心附近，氣壓梯度越大所引起的暴潮越高；颱風域的風速越大所引起暴潮也越高。颱風移動速度越緩慢或颱風域愈大，則所引起的暴潮越持久。在臺灣東岸水較深，氣壓場對水位影響很大；在臺灣西岸水較淺，風場對淺水區水位的影響不可忽略。

颱風在西北太平洋生成後，均以西北方向前進。如通過台灣中部以北的陸地，颱風結構會受到台灣地形的破壞，往往在台灣西南部地區產生副低壓，造成西南部沿海水位上升。當颱風進入台灣海峽以後，又引進西南氣流。在低氣壓和向岸強風雙重影響下，常引起中、南部低窪地區海水倒灌。

當颱風形成後，從低緯度向中、高緯度前進。當抵達北緯 20 度以北，成功的海水位便開始有抬升情形出現。因成功外海水較深，此處暴潮偏差發生的時間較早，可能與脫離颱風暴風圈的長週期湧浪提早到達台灣東岸產生碎波有關。

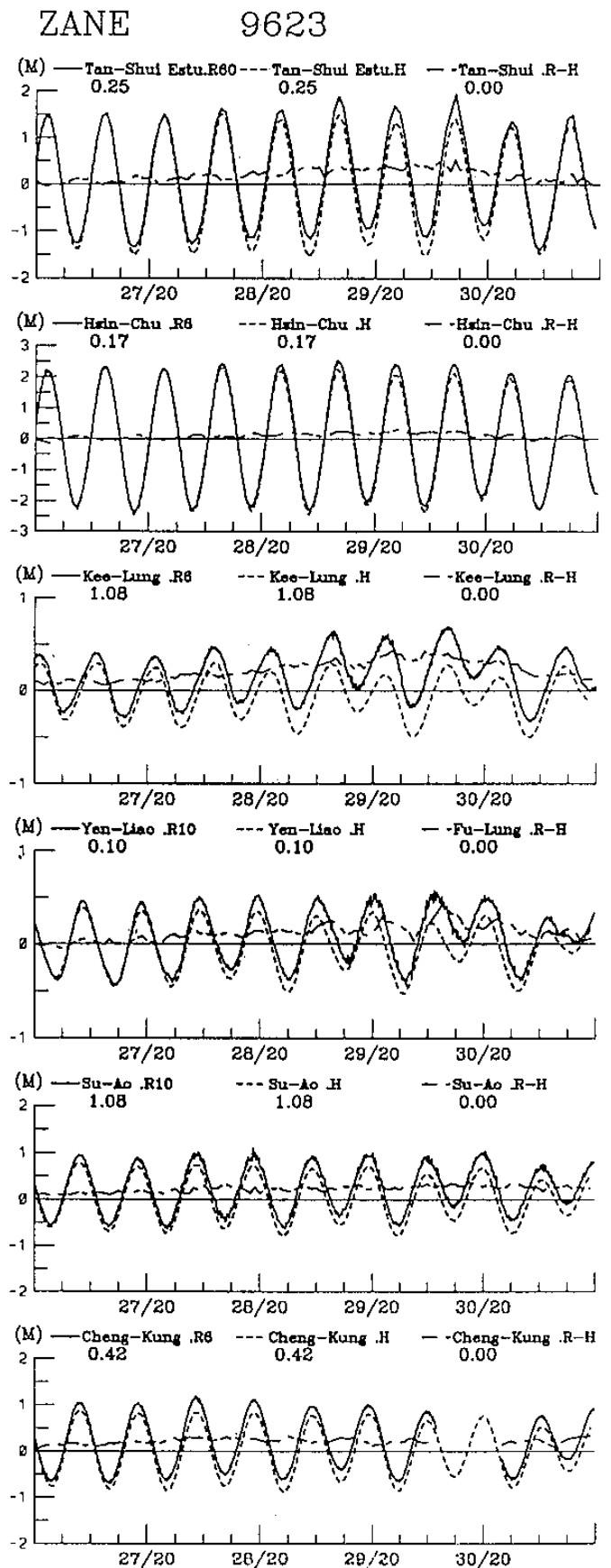
颱風在南海生成後，如以東北方向前進，自西向東通過巴士海峽，這種路徑的颱風，在台灣西岸引起的暴潮偏差普遍不大。但在暴風圈影響範圍內可能造成陸地災害。

台灣地區天文潮差很大，颱風暴潮引起災害的程度與當時之天文潮高有關。颱風侵襲時，如適逢當地之天文大潮，則強風、大潮、豪雨交加，將造成嚴重災情。

中央氣象局以往發布的颱風警報，均以陸地災害為警戒目標，而忽略了海岸災害的預警。以往對侵台颱風路徑之分類，也以陸地災害為主，並不一定適用於海岸災害。但從臺灣外海經過的颱風，雖未登陸，其在本省東北部、東部和西南部海岸引起的暴潮偏差卻不容忽視，應加強颱風暴潮預報技術的改進，提高對海岸防災的重視。

六、參考文獻

- 1.徐月娟和曾淑芬，1997.03:賀伯颱風暴潮推算之初步研究。天氣分析與預報研討會論文集編(86)，中華民國86年3月3-5日，臺北。
- 2.Jelesnianski, C. P., J. Chen and W. A. Shaffer, 1992: SLOTH: Sea, lake, and overland surges from hurricanes, NOAA Technical report NWS 48.

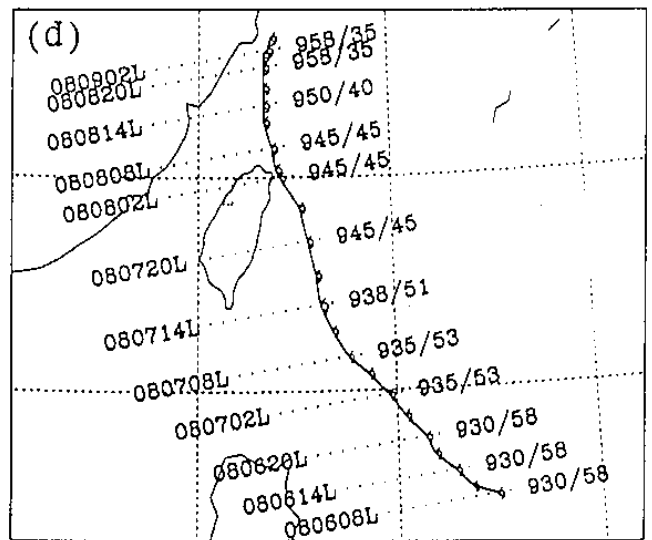
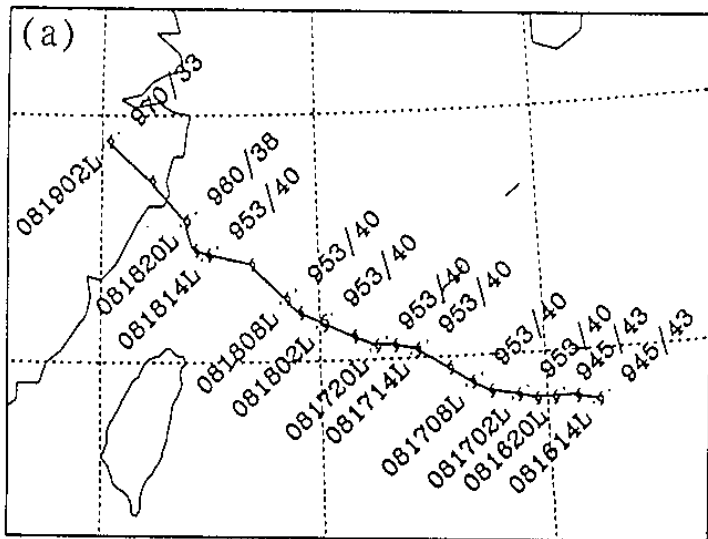


(1996 09-10)

圖 2-1 薩恩颱風暴潮偏差歷線圖

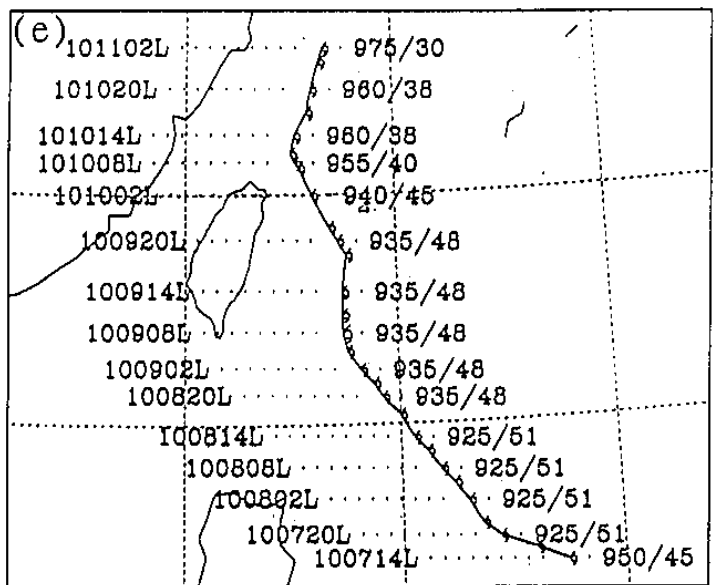
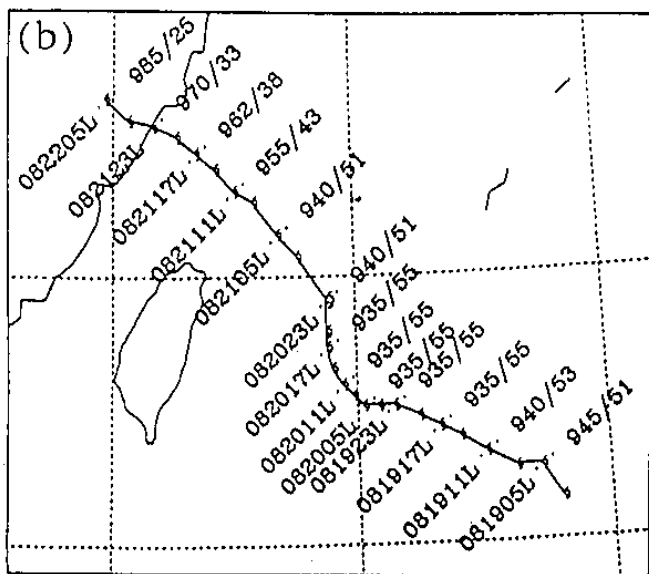
WINNIE 9714

DOUG 9413



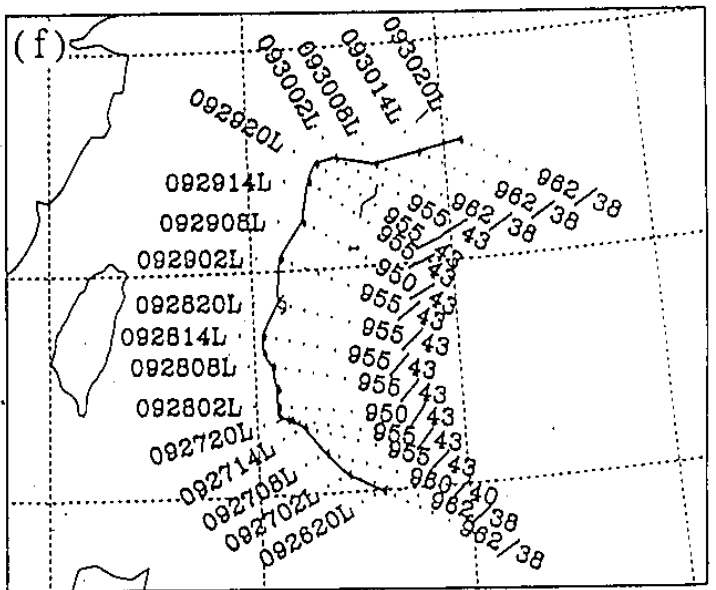
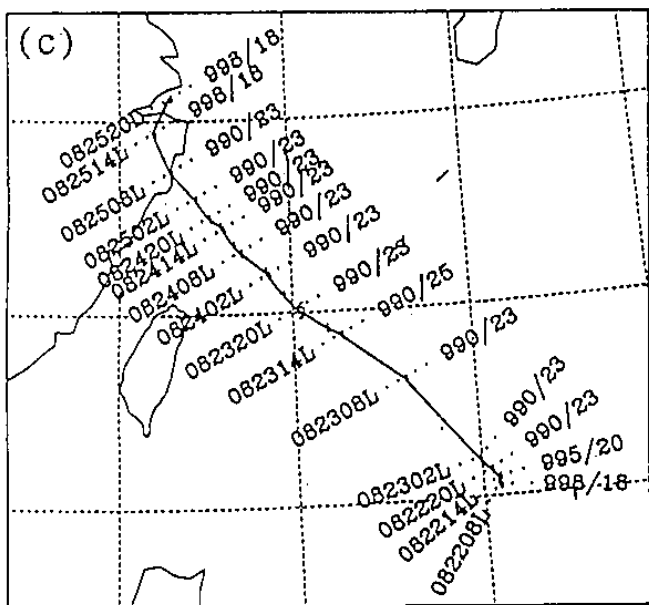
FRED 9415

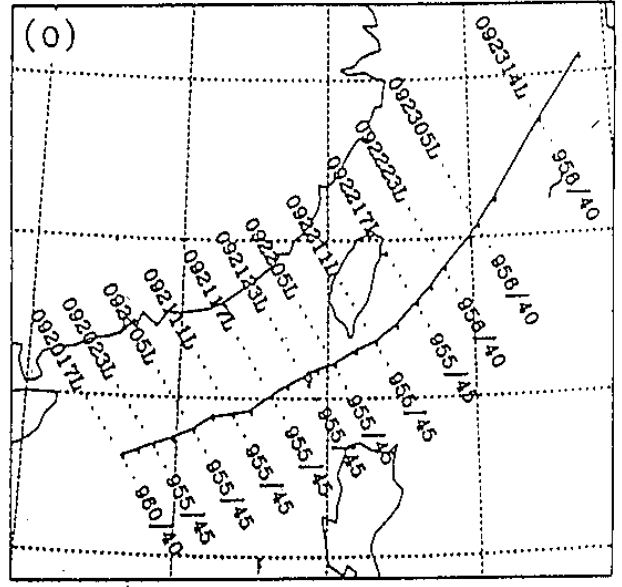
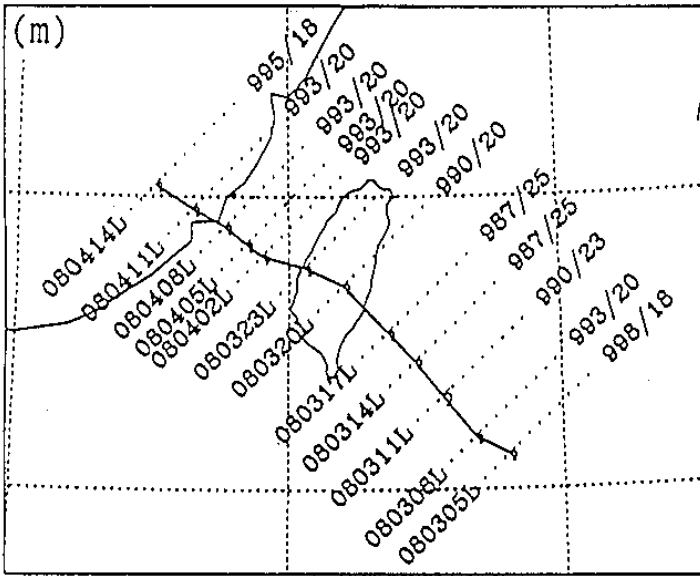
SETH 9427



JANIS 9508

ZANE 9623





GLORIA 9607

CAM 9603

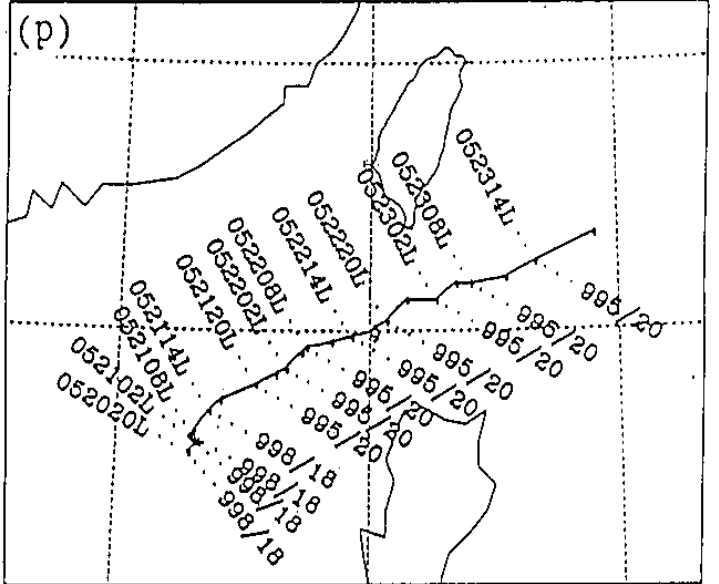
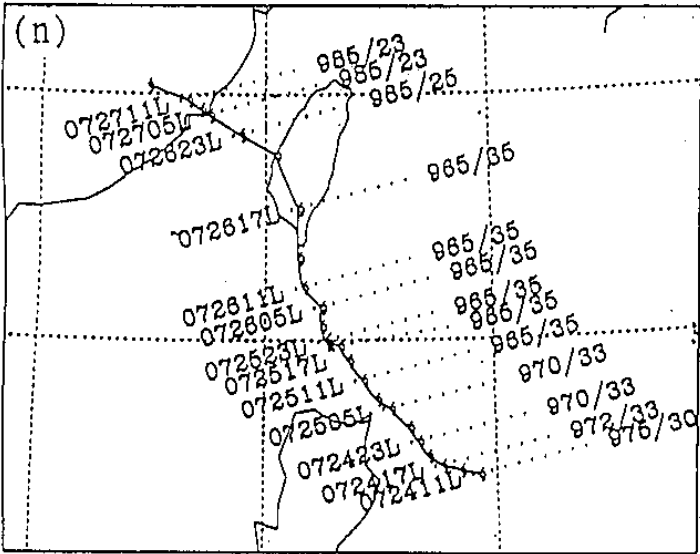


圖 3.1 颱風路徑圖

生成地點	是否登陸	颱風路徑	颱風名稱及編號
西北太平洋	未登陸	經東北部近海	溫妮[9714]、弗雷特[9415]、珍妮絲[9508]、道格[9413]、席斯[9427]
		經東部近海	薩恩[9623]
		西過巴士海峽	肯特[9509]、莎莉[9618]
	登陸臺灣	經北部陸地	賀伯[9408]、葛拉絲[9416]
		經中部陸地	提姆[9405]、安珀[9717]、凱特琳[9412]
		經南部陸地	葛樂禮[9607]
南海	未登陸	東過巴士海峽	賴恩[9515]、凱姆[9603]

表 3.1 颱風暴潮分類表