

# 1989~1996 年侵台颱風伴隨降水特性分析

李清勝  
台大大氣科學系

張奕郎  
師大地球科學研究所

## 摘要

本研究利用中央氣象局所屬自動雨量站與氣象遙測站、台灣省水利局、石門水庫管理局、翡翠水庫管理局及曾文水庫管理局等雨量站之資料，針對 1989~1996 年侵台颱風，分析其伴隨降水分佈特徵及伴隨雨帶之特性。結果顯示，台灣地區於颱風期間之降水分佈，與地形對颱風暖濕氣旋式環流舉升作用之強弱，關係密切。亦即，對颱風降水預報而言，只要颱風行進路徑穩定或預報路徑準確，台灣地區在颱風侵襲期間的降雨分佈型態即可大略知道。颱風伴隨雨帶之分析結果和 Anthes(1982)中所提者略有不同，亦即當雨帶前緣到達測站時，氣壓為相對最低值；測站位於雨帶中時，氣壓達相對最大值，此時也是降雨量較大的時刻，之後氣壓則逐漸遞減。

## 一、前言

颱風是自然界最具破壞力的天氣系統之一，也是台灣最重要的災變天氣；其所夾帶的雨量亦是台灣地區最重要的水資源之一。台灣的颱風災害，大部份乃因其伴隨之豪雨所導致。颱風最明顯的結構特徵為颱風眼、眼牆及螺旋狀雨帶(Spiral rain band)。眼牆和雨帶具有明顯的對流特徵，且伴隨較強的風和雨。然而，由於台灣地形複雜且中央山脈高聳，侵台颱風受地形之影響甚巨。在颱風登陸前，其所伴隨雨帶之結構，可能即已受地形影響而發生變化。李和蔡(1995)詳細分析台灣附近之颱風雨帶，依結構和運動特徵之不同，將雨帶歸納為 6 類，並探討地形對雨帶所可能產生之阻擋現象。

根據陳等(1993)，颱風影響台灣期間，各地降水分佈主要受下列四個因素影響：1. 颱風結構—包括環流大小、眼牆和螺旋狀雲系特徵；2. 颱風移速；3. 環境氣流之特徵以及 4. 台灣地形。由於颱風伴隨之氣旋式環流一般頗為強勁，而地形坡度亦大，因此地形舉升常是造成台灣地區局部豪大雨之主因。此外，背風面產生之副低壓，亦常影響降水之分布。而颱風於登陸期間，常因地形破壞作用，使颱風眼和眼牆變為不明顯(許，1991；汪，1990)，降水之分布亦變得更為複雜。故侵台颱風之降水分佈特徵，值得再予釐清。

為便於分類與研究，首先將中央氣象局對個別颱風，發布陸上警報起至陸上警報解除止之期間，視為颱風侵台時間。而颱風影響台灣之區域，

係以北緯 23.5 度及東經 121.0 度為中心點(即以玉山為中心點)，東、西、南、北各取 3 個經緯度作為研究範圍。將此區域劃分成 4 個象限，並依颱風行經之象限分成 A、B、C、D、E、F、G 及 H 等八種路徑類型(其特徵後述)。依中央氣象局提供之資料，1989-1996 年間共有 27 個侵台颱風，其中由東部海面侵襲台灣之颱風(A、B、C、D、及 E 類)共有 21 個，佔總侵台颱風之 77.7%，由南海北上侵襲台灣之颱風(F、G、及 H 類)共有 6 個，佔 22.3%。

## 二、平均總降雨量分布

為瞭解颱風期間，各地總降水量分佈特徵，計算所有侵台颱風之平均總雨量如圖 1 所示。圖中最大降雨量集中於蘇澳至台東成功一帶，最大值約 800mm，即在花蓮縣立霧溪、美崙溪和花蓮溪上游。此乃因本研究統計之颱風中，由東部海面侵襲台灣之颱風佔 77.7%所致。此降雨特徵與曲等(1983)，蔡和王(1991)之結果相似。中央山脈對大雨區之分布有很大之影響，而西部平均總降雨量之分布；以中央山脈為軸線，向西逐漸遞減，全省平均總降雨量約 125.6mm。

## 三、各類型路徑颱風降水特性

現從各類型颱風路徑之平均總雨量與時雨量之 Histogram 圖，探討不同路徑颱風受地形影響所造成之降水分佈。

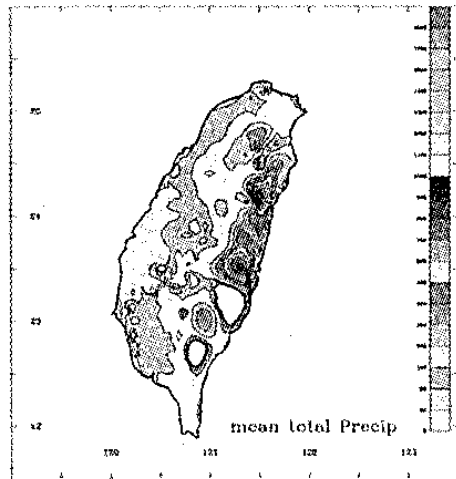


圖 1 平均總雨量分佈圖。

#### (一)A 類路徑颱風 (見圖 2)

此類颱風，係由台灣東北部海面向西北行進，經台灣海峽北部進入大陸浙江省(見圖 2 上圖右下角之平均路徑圖。下同)。其較大降雨中心位於北部山區及花東縱谷一帶，最大值在 500mm 以上。時雨量之 Histrogram 圖(圖 2 之下圖)顯示，1-2mm/hr 佔 55%，2-3mm/hr 佔 15%，3-4mm/hr 佔 10%。綜合而言：1. 主要降水發生在北部及東部山區；2. 降雨區內降雨趨勢較緩和均勻。

#### (二)B 類路徑颱風 (圖 3)

此類颱風係由台灣東部海面侵襲台灣，在台灣東北部登陸後，向西或西北進行，經由馬祖海域進入大陸。結果顯示，平均總雨量在 500mm 以上之降雨區，集中在台東卑南溪及高屏溪上游(亦即在南部橫貫公路一帶山區)，石門水庫山區、蘇澳溪上游、台灣北海岸三芝鄉、石門鄉等地區。時雨量分佈方面顯示 1-2mm/hr 佔 22%，2-3mm/hr 佔 19%，3-4mm/hr 佔 14%而 5mm/hr 以上佔 35%，即雨勢大且分佈廣，降水危害潛勢大。根據陳和謝(1987)之研究；颱風中心通過台灣北部或近海時，台灣北部、中部及南部山區，因受到颱風內氣流輻合和上波流之作用，最易引發豪大雨，甚至時常伴有中小尺度對流系統的暴雨。綜合而言：1. 降水範圍較廣，涵蓋全省各地；2. 雨勢較大。

#### (三)C 類路徑颱風 (圖 4)

此類颱風係由台東東南方海面向西北移動，至蘭嶼外海轉北北西在花蓮附近登陸；或平行中央山脈北上進入東海。平均總雨量分佈圖顯示，500mm 以上之降雨區分佈在宜蘭、蘇澳太平山山區(即南澳溪上游)，中部橫貫公路山區(即大安溪、大甲溪上游山區)，台北盆地亦有 300mm 以上之降雨量。其原因除受山脈迎風面氣流輻合影響之外，根據王(1985)之研究；進入東海之颱風引起台

灣北部豪雨之模式有三型：1. 西北風下之地形雨；2. 北部西南氣流與北方海面之西北氣流交會之「風切線」降雨；3. 西南氣流過山在上游海峽中因動力效應造成之輻合雨。時雨量 0-1mm/hr 佔 40%，1-2mm/hr 佔 20%，2-3mm/hr 佔 14%，3-4mm/hr 佔 10% 及 4-5mm/hr 以上佔 16%。綜合而言：1. 影響陸地時間較長；2. 受地形及輻合影響亦引發豪大雨。

#### (四)D 類路徑颱風 (圖 5)

此類颱風係由台東東南方海面向西北移動，在台東附近登陸，颱風中心進入台灣海峽後，受地形影響轉向北移動，進入大陸。平均總雨量分佈圖顯示，主要降水區(500 mm 以上)，集中在台灣東部花東縱谷一帶及台東大武山區，北部、中部地區降雨較少，皆在 100mm 以下。此類颱風在接近台灣陸地時，常在西部生成副中心，且在迎風面有較大之降雨量。根據蔡和王(1982)，颱風副中心生成與發展處及背風尾流區之雨量偏小。時雨量 0-1mm/hr 佔 32%，1-2mm/hr 佔 27%，2-3mm/hr 佔 10%及 3mm/hr 以上佔 31%。綜合而言：1. 降水集中在東部；2. 台灣西部沿海、平原地區降雨量相對較少。

#### (五)E 類路徑颱風(圖 6)

此類颱風係由台東東南方海面向西移動，經巴士海峽至香港。平均總雨量分布圖顯示，主要降雨區沿著東部海岸成帶狀分布，但平均總雨量在 500mm 以下，雨量由海岸向山區遞減；此種降雨型態有別於前述各種颱風降雨類型。且台灣西部降雨亦成帶狀分佈，雨量在 100 mm 以下。時雨量在 0-1mm/hr 者佔 70%而 1-2mm/hr 者佔 12%，降雨量不大。綜合而言：1. 雨量不多；2. 雨勢不大；3. 雨量分布由東部海岸向山區遞減。

#### (六)F 類路徑颱風 (圖 7)

此類颱風係由南海向北移動，經台灣海峽南部，沿著海峽北上。由於平均路徑偏離較遠，主要降雨區集中在花蓮秀林鄉、台東卑南溪、及大武溪上游山區；但降雨量均在 300mm 以下，在高雄、屏東沿海地區亦有一局部降雨中心，其降雨量亦在 200mm 以下。時雨量在 0-1mm/hr 者佔 70%，1-2mm/hr 者佔 20%，全省普遍降雨量不大。綜合而言：1. 雨量不多、2. 雨勢不大、3. 主要雨量分佈在台灣東部沿海地區及高屏沿海地區。

#### (七)G 類路徑颱風(8)

此類颱風係由南海向北移動，經台灣海峽南部，並在台灣南部登陸，橫越中央山脈後向東北移動至琉球，是所有類型中個案最少者。主要降雨區集中在東部沿海一帶及嘉南平原；東部山區反而較沿海地區少。北部、中部及高屏地區總雨

量均在 100mm 以下。時雨量在 0-1mm/hr 者佔 30%，1-2mm/hr 者佔 50%及 2-3mm/hr 者佔 10%，由於陸上警報總時數只有 24 小時，全省普遍降雨量不大。綜合而言：1. 總降雨量不多、2. 雨勢不大、3. 主要雨量分佈在台灣東部沿海地區及嘉南平原地區。

#### (八)H 類路徑颱風 (圖 9)

此類颱風係由南海海面向北移動，經東沙島轉東北東通過巴士海峽後轉東北至琉球海面。此類颱風之降雨類型與 E 類相似，主要降雨區沿著東部海岸成帶狀分布，雨量由海岸向山區遞減；但 H 類平均總降雨量較 E 平均總降雨量類為少。綜合而言：1. 雨量不多、2. 雨勢不大、3. 雨量分佈由東部海岸向山區遞減。+

### 四、侵台颱風降水與測站高度之關係

由前所述，各類型颱風路徑之降水分佈，均受中央山脈影響。中央山脈走向係自北北東向南南西，中間部份平均寬度約 70 公里，高於 3000 公尺高度之主峰北自大壩尖山 (24.5° N)；南至卑南主山 (23.8° N)，各重要主峰均在其間。根據李和蔡 (1993) 之研究，地形雨帶因地形舉升而生成，雨帶的位置和其走向與颱風沒有一定之關係，但與地形及盛行風關係密切。亦即，地形對降水之影響，直接取決於地形坡向與風向的關係。

本節就統計觀點，分析降水與測站高度之關係圖 (圖 10)。顯示，測站高度在 400-500 公尺有一較大之平均總雨量(約 180mm)；在 2500-3800 公尺另有一較大平均總雨量 (約 150mm)。另外最大總降雨量 (每測站取個別颱風其最大總降雨量值) 與高度亦有類似之關係(圖未示)，測站高度在 400-500 公尺有一較大總雨量 (約 720mm)；在 2500-3800 公尺另有一次較大總雨量 (約 600mm)。

Gray(1978)由實際觀測資料分析颱風之垂直結構，發現颱風之徑向風速由地面隨高度減少至 700mb 高度時接近零，最大值出現在 950mb (約 500 公尺)，且颱風之水平向輻合氣流發生在 700mb 以下之氣層中。這與本研究統計所得之最大降雨集中帶高度相符。然國內相關研究，魏等 (1972) 統計侵台颱風在 850-950 公尺有一雨量最大集中帶。王等 (1983) 之分析則顯示，台灣地區上空 850-700mb(約 1500 公尺-3000 公尺)及 700-550mb (3000 公尺-5000 公尺) 為颱風期間水氣飽和層所在，顯然與本研究略有出入。有關水氣飽和層與雨量最大集中帶高度之關係如何？尚待進一步

之研究。

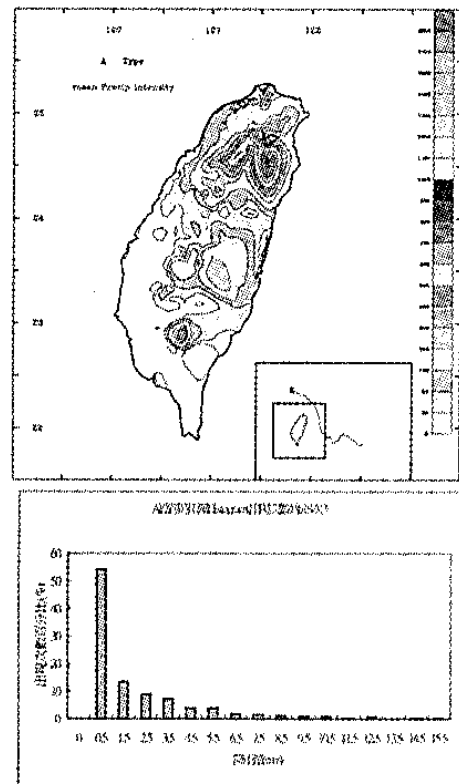


圖 2 A 路徑平均總雨量 (上) 及時雨量分佈 (下)

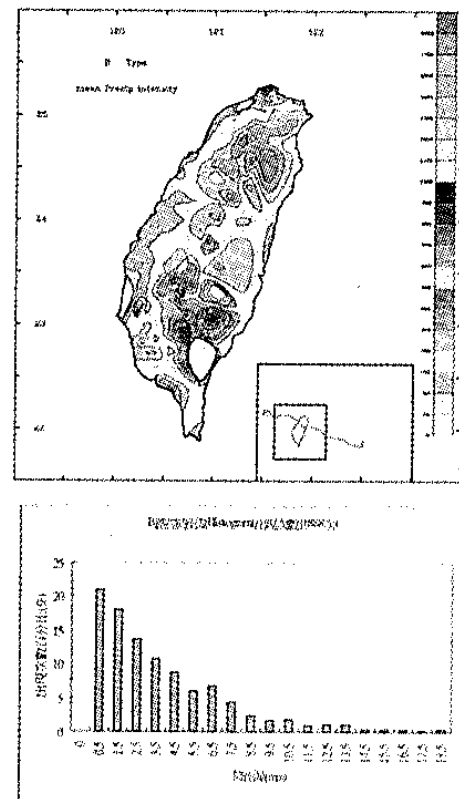


圖 3 B 路徑平均總雨量 (上) 及時雨量分佈 (下)

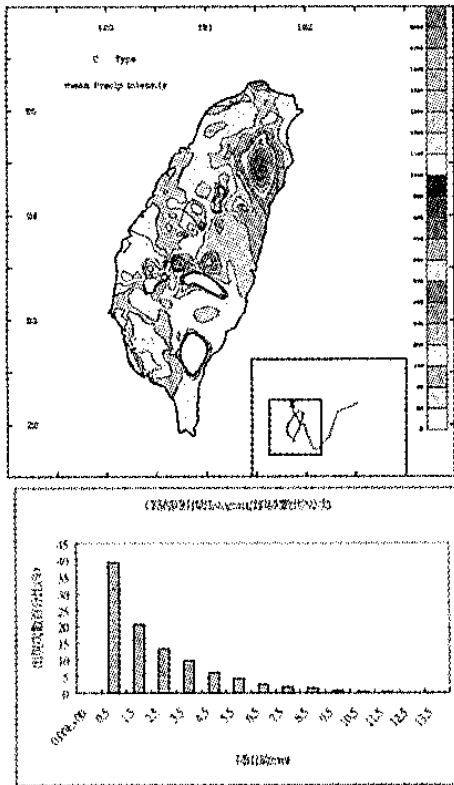


圖 4 C 路徑平均總雨量 (上) 及時雨量分佈 (下)

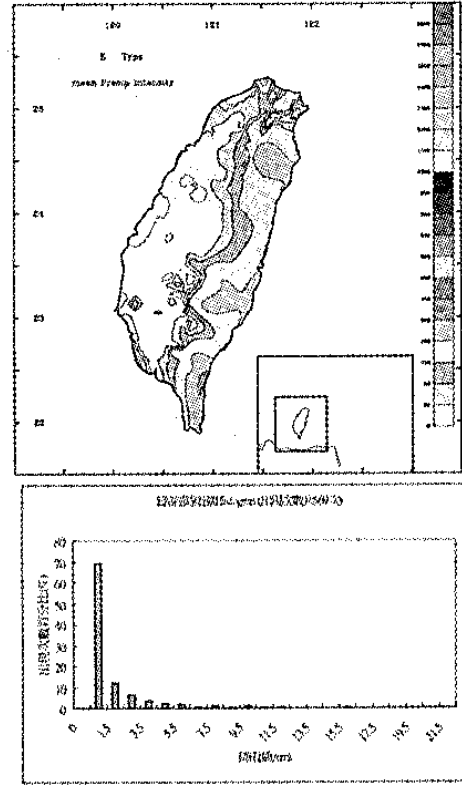


圖 6 E 路徑平均總雨量 (上) 及時雨量分佈 (下)

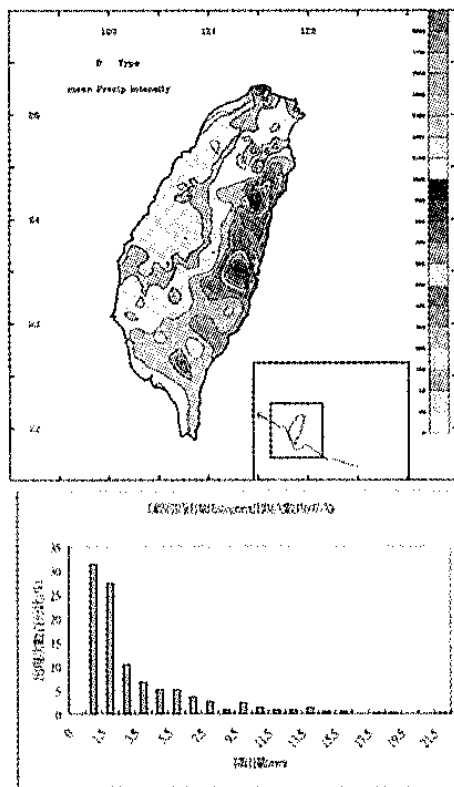


圖 5 D 路徑平均總雨量 (上) 及時雨量分佈 (下)

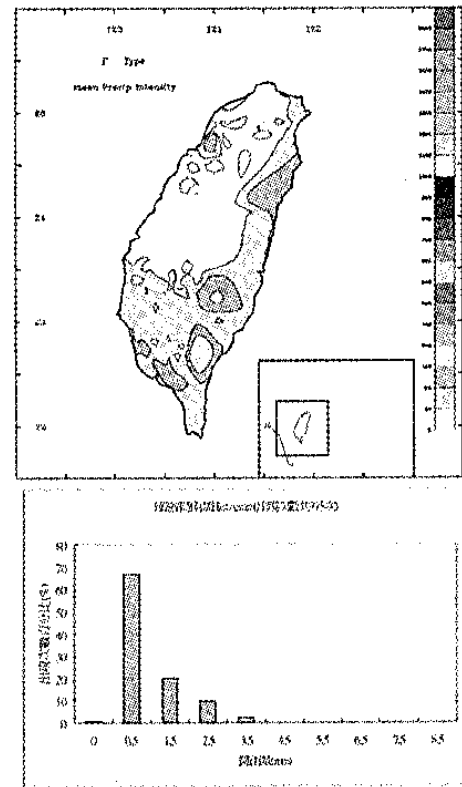


圖 7 F 路徑平均總雨量 (上) 及時雨量分佈 (下)

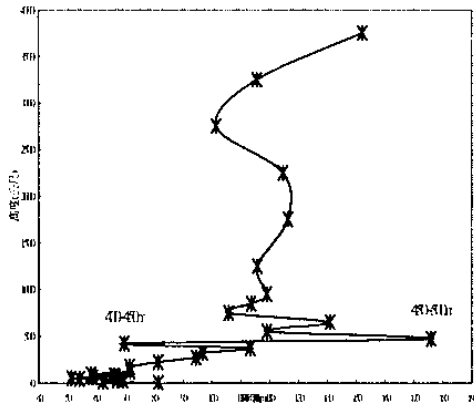


圖 10 1989~1996 年侵台颱風平均總雨量與高度關係圖。

## 五、颱風伴隨之雨帶分析

利用 CAA 雷達回波、基隆及宜蘭的自記紙資料(包括氣壓、溫度與相對濕度)，對亞力士(ALEX, 1987)、楊希(YANCY, 1990)、亞伯(ABE, 1990)、愛麗(ELLIE, 1991)及道格(DOUG, 1994)等五個颱風個案，分析雨帶之特性，獲致結論如下：

(一) 回波值較大的個案(最少要大於 30dBZ 以上)，其氣壓、溫度及相對濕度(RH)的變化量較大，較容易在自記紙上判讀出來。目前最好的個案為亞力士和道格颱風。

(二) 一般而言，在回波帶接近但尚未通過測站前，其氣壓值會下降、溫度上升且 RH 下降。在回波帶前緣到達時，氣壓值開始上升、溫度下降且 RH 上升。當測站位於回波帶中時，氣壓達最大之後開始遞減。Anthes(1982)指出，氣壓槽是位於雨帶的前緣(outer, downwind)，氣壓脊則位於雨帶的後緣(inner, upwind)，與目前結果(出現於道格、亞力士、愛麗)有些不同；在本研究中，氣壓脊是位於回波帶中。

(三) 若回波帶呈現明顯的胞狀結構時，氣壓、溫度及 RH 的變化均很微弱。例如亞力士個案中，在 2045L 回波帶接近台灣時，回波帶呈現明顯的胞狀結構，氣壓、溫度及 RH 的變化均很微弱。當胞狀結構逐漸消失、回波增強時，氣壓、溫度及 RH 的變化也變的較大。相對的，在楊希個案中，於 0130L 回波帶接近台灣時，回波帶呈現明顯的胞狀結構，氣壓、溫度、RH 的變化均很微弱，當胞狀結構逐漸消失、回波變弱時，氣壓的變化不明顯。

(四) Anthes(1982)曾提到，在較大降雨的區域，溫度會有輕微下降；而在目前的個案中，當回波帶到達測站時溫度也是下降，但在道格個案中溫度下降可達 3.6°C (此時回波帶的回波值大於 40dBZ)。整體而言，溫度的變化在 5 個案中，約介於 0.5~3.6°C 之間。

(五) 當氣壓變化量很小甚至不顯著，可利用回

波帶到達時，溫度會開始下降的特徵來定義 band 的位置，因為溫度的變化比較明顯。

(六) 運用雷達回波決定雨帶影響時間，比較雨帶通過前、影響中及通過後 20 分鐘之累積雨量，顯示颱風伴隨之雨帶通過測站時，降雨量顯著增加。

## 六、結語

本研究針對 1989-1996 年之侵台颱風分析各類路徑颱風降水之特性，發現從東部海面進襲台灣之颱風(即 A、B、C、D、E 五類)，在台灣北部山區、宜蘭、花蓮與台東山區及中南部山區造成明顯之降水(即在本省各河川上游山區)，尤其海拔在 400-500 公尺高度之山坡地。這對山坡地之開發、水資源之運用有其重要參考價值。從南海北上侵台之颱風(即 F、G、H 類)在本省東部沿海地區及高屏地區有較大之雨量集中帶。在防災作為上值得注意。此外，本研究中亦顯示，當雨帶前緣到達測站時，氣壓達相對最低值，測站位於雨帶中時，氣壓值達相對最大且降雨量亦有顯著的增加。

## 八、誌謝

本研究承蒙中央氣象局提供資料，王時鼎先生提供意見，本研究乃在中央氣象局支助下完成，謹致謝忱。

## 參考文獻

- 李清勝、蔡德攸，1995：利用 CAA 都卜勒雷達資料分析四個侵台颱風伴隨之雨帶特徵。大氣科學，22，209-235。
- 曲克恭、劉廣英、張儀峰、葉文欽，1983：台灣地區豪雨及暴雨特殊分佈之成因(第三部份：中央山脈對氣流型態與大雨區分布之影響)，氣象預報與分析，97 期，1-15。
- 陳泰然、李清勝、王時鼎、紀水上、周仲島，1993：豪雨預報技術改進之研究-颱風部份研究計畫，中央氣象局委託研究計畫。
- 許信德，1991：歐菲莉(1990)對流特徵演變之研究，台灣大學大氣科學研究所，碩士論文，1-101。
- 汪建良，1990：莎拉颱風(1989)之分析，台灣大學大氣科學研究所，碩士論文，1-97。
- 蔡清彥、王時鼎，1991：台灣地形對颱風運動、結構及強度影響診斷研究-I--侵台重要颱風電腦資料檔建立及分裂過山颱風研究，國科會專題研究報告，1-65 頁。
- 陳正改、謝信良，1987：新店河流域颱風定量降雨預報之研究，國科會研究報告，98 頁。
- 王時鼎、陳泰然、謝信良，1985：台灣颱風降雨

特性及其預報研究(二), 國科會, 防災  
科技報告, 73-47號, 100頁。

魏元恆、謝信良、林民生、蕭長庚, 1972: 台灣  
颱風降雨預報之研究, 氣象學報, 18卷,  
第3期, 1-21 王時鼎、王忠山, 1983: 台  
灣區域有關颱風之中小尺度暴雨之初步研  
究, 大氣科學, 第十期, 99-112。

Gray, W. M., 1978: Recent Advances in tropical  
cyclone research from rawinsonde  
composite analysis. World  
Meteorological Organization, Geneva,  
407pp。

Anthes, R. A., 1982: Tropical Cyclone: Their  
Evolution, Structure, and Effect.  
Meteor. Monoger., 19(41), American  
Meteorological Society, Boston, 208pp.