

台灣地區颱風降雨氣候模式改進之研究

黃麗蓉 翁進登 李清勝

國家災害防救科技中心

摘要

本研究利用 Lee *et al.* (2004)之颱風降雨氣候模式，進一步發展 CLIPER 降雨預估方法，並利用資料庫中 1989-2001 年之颱風個案，及 2002 年獨立颱風個案進行 CLIPER 法之校驗評估；結果顯示，利用 CLIPER 法可明顯提升未來 6 小時內降雨預估之準確率。同時，CLIPER 法較氣候模式更能正確掌握 2002 年颱風個案之降雨趨勢，並可修正氣候模式高估 2002 年颱風個案降雨量的現象，且 CLIPER 法對於降雨變化較為穩定的個案掌握能力較佳。

為了進一步探討 CLIPER 法在台灣各地的適用性，本研究亦初步分析持續法在全台各流域的適用性；結果顯示，在不考慮不同颱風路徑之影響下，各流域所有颱風個案平均降雨大致可分為四類，其中以台灣西南部及東南部流域之颱風平均降雨持續性最差；造成此結果的主要原因，仍與台灣地形及颱風路徑影響有關，故未來將進行颱風個案分類，探討 CLIPER 法在不同類型颱風降雨的適用性。

關鍵詞：颱風、颱風降雨、氣候模式、CLIPER 法、持續法

一、前言

颱風伴隨的豪雨是台灣地區最重要的天然災害之一，且其與洪水及土石流災害間的關係亦非常密切，尤其 1999 年 921 地震後，土石流災情更較往年嚴重，故發展更有效的客觀方法

進行颱風降雨預報，是許多學者努力的目標。如葉等(1999, 2000)利用 1961-1996 年共 36 年之降水資料，詳細校驗平均法、持續法、差異持續法與比差法在台灣各地降水預測之情形；其研究結果顯示，平均法對颱風降水之預測有基本的參考價值。

本研究主要利用 Lee *et al.* (2004)之颱風降雨氣候模式，進一步發展 CLIPER 降雨預估方法，以期提升未來 6 小時內降雨預估之準確率。同時利用資料庫中之颱風個案及 2002 年獨立個案進行 CLIPER 法之校驗評估，以期瞭解 CLIPER 法預估降雨之能力；而為了進一步探討 CLIPER 法在台灣各地的適用性，本研究亦初步分析持續法在全台各流域的適用性。

二、颱風降雨 CLIPER 法之發展

Lee *et al.* (2004)採用王等(1983, 1985)之平均法，利用 1989-2001 年中央氣象局颱風路徑資料，以及該期間中央氣象局所屬台灣地區氣象站(118 站)、自動雨量站(222 站)以及台灣水利局第十工程處(8 站)、石門水庫管理局(9 站)、翡翠水庫管理局(6 站)、曾文水庫管理局(8 站)等所屬雨量站，共計 371 個雨量站的逐時雨量資料，發展颱風降雨氣候模式。其利用淡水河及高屏河流域之降雨預估結果，進行氣候模式之校驗評估；結果顯示，氣候模式對颱風期間總累積雨量之預估具相當能力，但對較短時段(如 3 小時累積雨量)則預估能力顯著下降。

由 Lee *et al.* (2004)的分析結果顯示，颱風降雨氣候模式對於颱風期間總累積雨量之預估已具相當能力，同時颱風降雨分佈範圍廣且具持續性，因此本研究將利用 3 小時累積雨量當作持續值，配合颱風降雨氣候模式發展 CLIPER 降雨預估方法，以期提升未來 6 小時內降雨預估之準確率。

利用 CLIPER 法所預估的雨量值由氣候值 (CLImatology) 和持續值 (PERsistence) 組成，為求得氣候值與持續值最佳之權重，本研究設計一實驗，假設由 CLIPER 法所預估之降雨量為 ppn ，則

$$ppn = r \times \text{氣候值} + (1-r) \times \text{持續值}, \quad 0 \leq r \leq 1$$

其中 r 值由 0 開始，每隔 0.1 增加至 1，本研究將利用十一種不同之 CLIPER 法預估未來 0-3、3-6、6-9、9-12、12-15、15-18、18-21、21-24 小時，共計 8 個不同時段的雨量值，並比較預估值與實際觀測之不同時段雨量值，求取所有流域整體平均之各時段、十一種不同 CLIPER 法，預估值與觀測值之相關係數。結果顯示，若完全以氣候法 ($r=1$) 預估未來各時段之降雨量時，則各時段的預估值與觀測值之相關係數皆可達到 0.6，而 CLIPER 法所預估之未來 6 小時內降雨量與觀測值之相關係數，最多可提升至 0.7，但 6-24 小時之 CLIPER 法降雨預估值則與氣候值相差無多，顯示 CLIPER 法可有效提升未來 6 小時以內之降雨預估能力。同時，若完全以持續法 ($r=0$) 來預估未來各時段之降雨量，結果顯示，持續法的預估能力會隨著預報時段增加而快速遞減。因此，本研究發展的 CLIPER 降雨預估法將用來預估未來 0-6 小時之降

雨，6-24 小時之降雨則仍以氣候模式的結果為主；而透過以上的結果，本研究所選定之氣候值與持續值在各預報時段之權重將如表 1 所示。

三、CLIPER 法之校驗評估

為瞭解 CLIPER 法對未來 6 小時內降雨預估之能力，本研究利用 1989-2001 年颱風個案，針對全台所有流域平均之 3 小時及 6 小時累積降雨預估，進行 CLIPER 法之校驗，並將其結果與氣候模式預估結果進行比較。圖 1 為利用 CLIPER 法(a)及氣候模式(b)對 1989-2001 年颱風個案，所有流域平均之 3 小時累積雨量的預測值相對於觀測值之分布。結果顯示，以 CLIPER 法 \ 氣候模式 預估 1989-2001 年颱風個案所有流域平均之 3 小時累積雨量與實際觀測值間的相關係數分別為 0.81\0.63，均方根誤差分別為 8.97mm\11.78mm，而 6 小時累積雨量與實際觀測值間的相關係數分別為 0.85\0.68，均方根誤差分別為 15.20mm\20.72mm(圖未示)；此結果顯示，利用 CLIPER 法可明顯提未來 6 小時內降雨預估之準確率，且可修正利用氣候模式預估雨量時所產生之高估或低估的現象。

進一步利用 CLIPER 法預估 2002 年颱風個案之 3 小時及 6 小時累積雨量，以瞭解 CLIPER 法對獨立颱風個案降雨預估之掌握能力。其中，颱風路徑使用中央氣象局所發布之颱風路徑資料，資料解析度為 3 小時；雨量資料為全台所有自動雨量站及傳統測站時雨量資料，而每一時段之雨量值則為所有有效資料之平均。2002 年共有 3 個颱風影響台灣地區，分別為 7 月 2 日~4 日之雷馬遜(RAMMASUN)

颱風、7月9日~10日之納克莉(NAKRI)颱風及9月4日~8日之辛樂克(SINLAKU)颱風；本研究之校驗時段為上述颱風中心進出模式範圍(東經118-126度、北緯19-27度)之時段，分別計算個別颱風每3小時(圖2)及6小時(圖未示)之全台雨量站平均累積雨量時間序列。

圖2(a)為雷馬遜颱風7月3日11時~4日8時之3小時累積雨量時間序列，由於雷馬遜颱風之平均降雨在校驗時段內穩定增加，因此利用CLIPER法雖然低估其降雨量，但對於降雨趨勢的掌握卻十分正確。其次，納克莉颱風3小時累積雨量時間序列(圖2b)的結果顯示，CLIPER法在9日5時至10日2時，並無法確切掌握其快速改變的降雨趨勢，但自10日2時起，由於颱風降雨呈現穩定增加然後逐漸減少的單峰型態，因此利用CLIPER法所預估之3小時累積降雨趨勢與觀測值一致。最後，透過辛樂克颱風9月5日20時~7日8時之3小時累積雨量時間序列圖(圖2c)可發現，其平均降雨分別在6日11-14時及7日2-5時出現兩個極大值，但CLIPER法只掌握了第一個極大值的出現。

圖3為利用CLIPER法(a)及氣候模式(b)對2002年颱風個案、全台所有測站，3小時累積雨量之預測值相對於觀測值之分布。結果顯示，利用CLIPER法\氣候模式預估2002年颱風個案，所有測站之3小時累積雨量與實際觀測值間的相關係數分別為0.62\0.31，均方根誤差分別為10.96mm\19.04mm，故利用CLIPER法預估之結果較氣候模式有明顯的改

進，同時亦可修正大部分測站，利用氣候模式預估時所產生的高估現象。

四、持續法適用性之探討

利用CLIPER法預估未來6小時內降雨之準確性，有一部份取決於颱風降雨之持續性，因此，持續法的適用與否將影響CLIPER法的預估結果。本研究將利用1989-2001年間颱風個案之平均降雨，初步分析持續法在全台32個流域的適用性。

由於每一個颱風個案的影響時間皆不相同，在此我們將每一個颱風個案的影響時間皆視為一個標準化的時間週期，並計算個別流域所有颱風個案在此標準化時間週期之平均降雨。初步分析各流域所有颱風個案平均降雨之類型，大致可分為四類，各類之降雨型態如圖4所示。其中第一類之降雨型態，分布於台灣東北部及東部流域，其平均颱風降雨具有較佳之持續性；第二類降雨型態，分布於台灣西部地區，颱風之平均降雨型態與第一類相似，但降雨最大值出現的時間較第一類為晚；第三類降雨型態僅分布於台灣西南部沿海的三個流域，此類型之颱風平均降雨開始出現兩個以上的極大值，持續性較第一、二類為差；第四類降雨型態出現在台灣東南部及屏東地區，此類型之颱風平均降雨變化極大，幾乎無持續性可言。

進一步利用氣候模式及持續法預估此四類不同降雨型態流域之3小時累積降雨，並計算每一類型流域之降雨預估值與觀測值之相關係數。結果顯示，利用氣候模式\持續法預估四類流域3小時累積降雨與觀測值之相關係數分別為0.63\0.72、0.63\0.75、0.63\0.54及0.56\0.56，此結果顯示，

應用 CLIPER 法於第一類及第二類流域之降雨預估時，將可提升 3 小時以內之降雨預估準確度，但在第三類及第四類的流域，由於其平均之颱風降雨持續性較差，因此利用 CLIPER 法預估的結果則與氣候模式相差無多。

五、結論

本研究延續 Lee *et al.* (2004) 之結果，以 3 小時累積雨量當作持續值，發展 CLIPER 方法預估颱風降雨；同時，透過 1989-2001 年之颱風個案，進行 CLIPER 法校驗之結果顯示，利用 CLIPER 法可明顯提升未來 6 小時內降雨預估之準確率。進一步利用 CLIPER 法預估 2002 年颱風個案，3 小時及 6 小時累積雨量；結果顯示，CLIPER 法較氣候模式更能正確掌握 2002 年颱風個案之降雨趨勢，並可修正氣候模式對 2002 年颱風個案，大部分測站之降雨量高估的現象。而透過對 2002 年颱風個案的校驗結果亦發現，CLIPER 法對於降雨變化較為穩定的個案掌握能力較佳。

由於利用 CLIPER 法預估降雨之準確性，有一部份取決於颱風降雨之持續性，同時，為進一步探討 CLIPER 法在台灣各地的適用性，本研究利用 1989-2001 年間颱風個案之平均降雨，初步分析持續法在全台 32 個流域的適用性。初步分析結果顯示，在不考慮不同颱風路徑之影響下，各流域所有颱風個案平均降雨大致可分為四類，其中以西南部(第三類)及東南部(第四類)流域之颱風平均降雨持續性最差，此結果主要仍受台灣地形及颱風路徑所影響，故未來將進行颱風個案分類，探討 CLIPER 法在不同類型颱風降雨的適用性。

參考文獻

- 王時鼎、陳泰然、謝信良，1983: 台灣颱風降雨特性及其預報研究(一)。行政院國家科學委員會防災科技研究報告，72-13，54pp。
- 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)。行政院國家科學委員會防災科技研究報告，73-47，100pp。
- 葉天降、吳石吉與謝信良，1999: 簡單統計方法於台灣地區颱風降水預測之研究(一)預測方法與台北颱風降水之預測校驗。大氣科學，27，395-412。
- 葉天降、謝信良與吳石吉，2000: 簡單統計方法於台灣地區颱風降水預測之研究(二)預測結果隨區域之分布。大氣科學，28，263-279。
- Barnes, S. L., 1964: A technique for maximizing details in numerical weather map analysis. *J. Appl. Meteor.*, 3, 396-409.
- Barnes, S. L., 1973: Mesoscale objective map analysis using weighted time series observation. NOAA Tech. Memo. ERL NSSL-62, 60pp.
- Lee, C. S., Huang, L. R., Shen, H. S., and Wang, S. T., 2004: A Climatology Model for Forecasting Typhoon Rainfall in Taiwan. (Submitted to Natural Hazards)

表 1 CLIPER 法之氣候值與持續值在各時段之權重分配。

預報時段	氣候值權重	持續值權重
0-3	0.4	0.6
3-6	0.7	0.3
6-9	1.0	0.0
9-12		
12-15		
15-18		
18-21		
21-24		

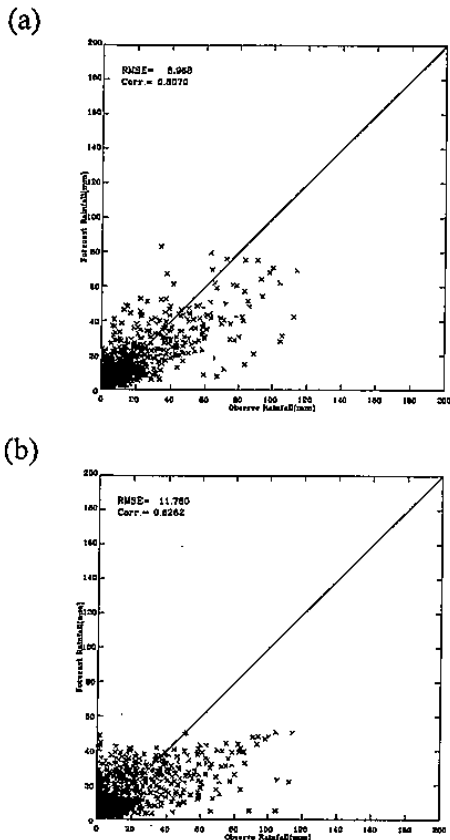


圖 1 利用 CLIPER 法(a)及氣候模式(b)對 1989-2001 年颱風個案,所有流域平均之 3 小時累積雨量的預測值(縱軸)相對於觀測值(橫軸)之分布。

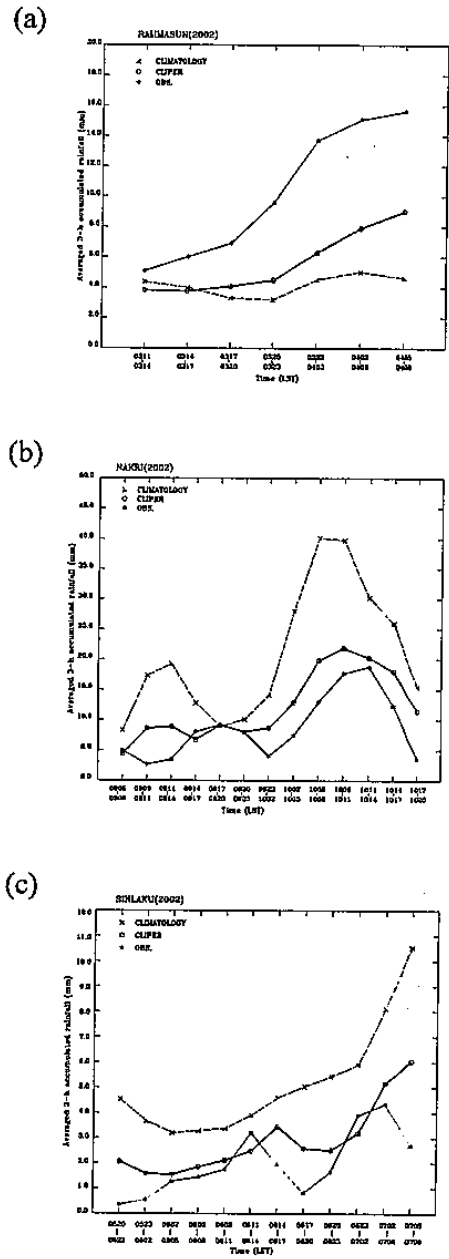


圖 2 2002 年颱風個案(a)雷馬遜(RAMMASUN), (b)納克莉(NAKRI), (c)辛樂克(SINLAKU), 372 個雨量站平均之 3 小時累積雨量時間序列。其中細實線為觀測值, 虛線為氣候模式預估值, 粗實線為 CLIPER 法預估值。

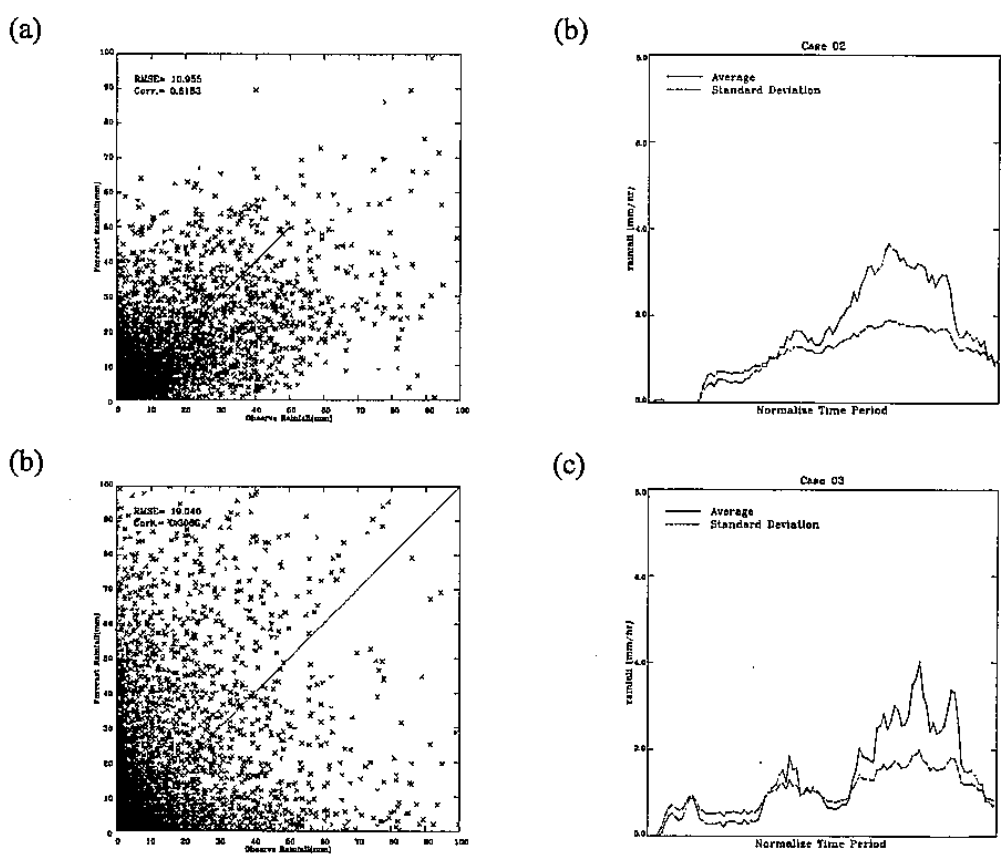


圖 3 利用 CLIPER 法(a)及氣候模式(b)對 2003 年颱風個案、全台所有測站，3 小時累積雨量之預測值(縱軸)相對於觀測值(橫軸)之分布。

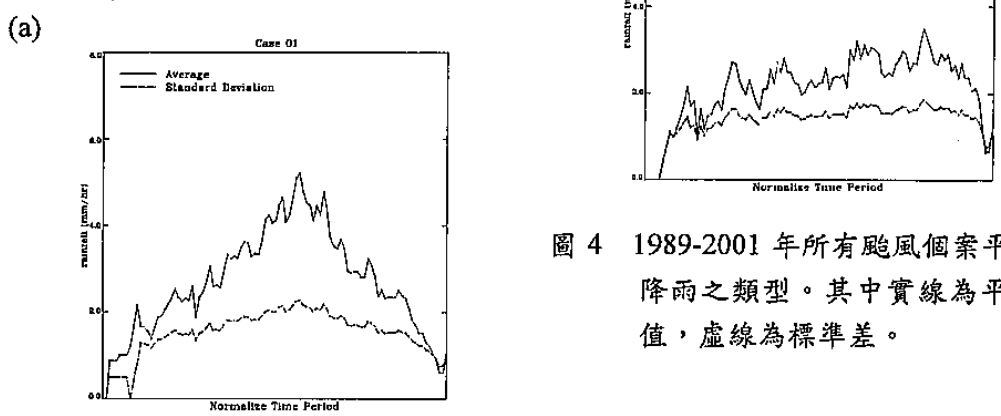


圖 4 1989-2001 年所有颱風個案平均降雨之類型。其中實線為平均值，虛線為標準差。