

從大尺度環流推估台灣梅雨季極端降雨頻率之研究(1)：西南氣流指數

卓盈旻 盧孟明
中央氣象局科技中心

摘 要

梅雨季劇烈降雨是臺灣的重要災害性天氣現象。梅雨鋒面及降雨研究多著重於中尺度天氣與動力學方面，關於降雨頻率和尺度的研究並不多見。近年來全球氣候變遷已成為世界共同關心的問題，而目前最好的全球氣候模式仍無法模擬梅雨鋒面，因而有必要設計可用的大尺度環流指數用以連接大尺度環流條件與台灣極端降雨統計特徵。

本文以 1951-2005 年台灣西部 10 個測站的時雨量資料為基礎，用極端值分析法決定極端降雨事件，再依據 NCEP/NCAR 重分析資料分析伴隨極端降雨事件的環流特徵。結果發現暴雨環境場有以下的共同特徵：從華南經東海到日本南方的洋面上有一低壓氣旋帶（正渦度區），而從菲律賓往西北太平洋延伸出一高壓反氣旋帶（負渦度區），台灣附近有明顯的西南強氣流位於正、負渦度距平之間，從南海東北角往菲律賓西北角的巴士海峽延伸。根據此低層緯向風場的空間分布型態，我們設計出一個梅雨季的大尺度環流指數來代表台灣梅雨季暴雨發生的環流指數（Southwest Flow Index, SWFI），並驗證了強 SWFI 出現頻率與極端降雨年發生率有顯著的正相關關係，即當極端 SWFI 年發生日數偏多（少），測站極端降雨的年發生日數亦偏多（少）。目前正在建立暴雨年發生率與西南氣流指標的機率迴歸關係，此結果將用於分析於聯合國政府間氣候變化委員會第四期評估報告的全球氣候模式結果，未來將評估全球暖化對台灣梅雨季的暴雨事件年發生率有何影響。

一、前言

梅雨是台灣地區在春夏季節轉換時最重要的天氣現象，平均而言，每年梅雨季約有 4-5 道鋒面系統出現，梅雨鋒面會伴隨連續性並夾帶豪大雨的降水（陳與紀, 1978; 陳與蔡, 1980）。王等 (1985) 分析 1960-1984 年中央氣象局所屬 24 個測站發現，每年除了颱風造成的劇烈降水以外，豪大雨發生頻率主要出現在 5 月中至 6 月中之梅雨時期。由於梅雨經常在局部地區帶來劇烈的豪大雨，引發暴洪、淹水、山崩、土石流等災害，因此成為台灣重要的災害性天氣現象，尤其近年來，都市快速發展，使得劇烈降水災害有增加的趨勢。

關於梅雨鋒面及降雨研究多著重於中尺度天氣與動力學方面，梅雨季降雨頻率和尺度的相關研究並不多見。陳 (1981) 分析 1950-1980 年台灣梅雨降水的顯著性，發現北部和南部的降水非常顯著，而東部則較不明顯，以中南部地區的降雨最顯著，但年與年之間的差異則相當大，年際變化明顯。

梅雨期的劇烈降雨主要發生在狹長的梅雨鋒面內，由梅雨鋒面的氣候特性，因此難以直接利用模式資料研究梅雨季劇烈降雨變異。為克服這個限制，本研究嘗試設計一個可以代表台灣梅雨季劇烈降雨發生頻率的大尺度環流指數，未來將利用這個指數分析 IPCC 氣候模式模擬結果，以期能對氣候變遷如何影響梅雨季劇烈降雨發生頻率

提出看法。

本文所使用的資料在第二節說明，第三章則分析極端降雨事件的大尺度環流條件，第四節中設計一個適合代表梅雨季暴雨發生的大尺度環流指數，第五節為總結。

二、資料與分析方法

由陳 (1981) 的分析可知梅雨季降水主要集中於台灣西部，因此本文採用台灣西部十個氣象測站（圖 1）的時雨量資料，分析時間為 1951-2005 年的梅雨季期間（5、6 月）。根據陳與盧 (2007) 的極端降雨判定步驟，挑選降雨延時超過 24 小時和重現期距為 2 年以上的極端降雨個案。在大尺度環流分析場部分，則採用 NCEP (National Centers for Environmental Prediction) 重分析 (Kalnay et al., 1996) 經緯網格點為 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 之 1951-2005 年年之日平均水平風場資料。

三、極端降雨事件大尺度環流分析

根據上述極端降雨事件判定方法，從 1951-2005 年可以選取出 30 個極端暴雨事件，日期如表 1 所示。圖 2a 為台灣暴雨事件的 850hPa 風場合成圖，圖中最醒目的環流結構就是從中南半島延伸到琉球群島的西

南氣流，圖 2b 為暴雨事件的 850hPa 風場距平成圖，圖中顯示西南氣流距平中心出現在從南海東北角往菲律賓西北角的巴士海峽。梅雨季西南氣流的發生與位置和太平洋高壓與華南低壓系統密切相關。

圖 3 是台灣暴雨事件的 850hPa 渦度場與距平的合成圖，圖 3a 顯示伴隨西南氣流的低壓氣旋帶(正渦度)出現在從越南經東海到日本大阪南方的洋面上，而高壓反氣旋(負渦度)出現在低壓氣旋的南方，從菲律賓往西北太平洋延伸。圖 3b 顯示低壓環流距平中心出現在華南沿海與台灣海峽和東海的東南角，而高壓反氣旋距平中心出現在菲律賓海北部。

四、西南氣流指數設計

為了確定對台灣暴雨具關鍵性影響的環流特徵位置，選取符合正、負渦度配置條件下，暴雨個案之西南氣流發生一致性達 75% 的格點位置(如圖 4)，並計算該範圍西南氣流關鍵區的距平平均緯向風速(表 1)。

圖 5 為根據 NCEP 重分析資料統計 1951-2005 年西南氣流關鍵區的風速頻率分佈長條圖，顯示其頻率分佈近似 Gamma 機率分佈，最大 40% 的風速閾值出現在 3.84m/s。分析西南氣流關鍵區域距平風速的強度頻率分佈，結果顯示幾乎所有個案中的平均風速都超過最大 40% 的風速閾值，僅有 4 個個案未達這個門檻，顯示當台灣發生極端暴雨事件時的西南氣流平均緯向風速都較強。

進一步分析極端西南氣流風速(最大 40%) 的年發生率與測站極端降雨的年發生率，結果顯示兩者的年發生頻率有高度的相關性，如圖 6。顯示當極端西南氣流風速的年發生日數偏多(少)時，測站極端降雨的年發生日數也呈現偏多(少)趨勢，相關係數達 0.731。根據此種線性關係，我們將極端西南氣流的年發生日數定義為西南氣流指數(Southwest Flow Index, SWFI)，用以代表台灣梅雨季極端降雨的發生指數。

日期	風速	日期	風速
1951-05-15	6.57	1983-05-31	6.71
1951-06-08	5.65	1986-05-14	7.04
1953-06-07	3.53	1986-06-04	5.04
1959-06-06	4.71	1990-06-08	4.48
1965-06-27	6.05	1991-06-21	7.57
1966-06-08	4.52	1993-06-04	4.49
1967-05-22	8.58	1994-05-03	7.37
1968-06-20	5.00	1997-06-04	7.71
1971-06-06	3.98	1997-06-30	3.83
1972-06-11	5.83	1998-06-02	7.54
1973-06-13	5.77	1999-06-18	0.93
1974-06-01	7.83	2001-05-20	5.17
1974-06-19	6.08	2003-06-07	10.07
1975-06-11	3.15	2005-05-11	5.95
1976-05-28	10.55	2005-06-12	10.64

表 1：1951-2005 年 30 個梅雨季極端降雨個案發生日期與西南氣流關鍵區的距平平均緯向風速。

五、結論

根據極端降雨事件判定方法，從 1951-2005 年梅雨季可以選取出 30 個暴雨事件，將個案事件作合成分析後發現，當極端降雨事件發生時，與從中南半島延伸到琉球群島的西南氣流有相當密切的關係。藉此可以定義出暴雨個案之西南氣流發生一致性達 75% 的格點位置，將該範圍西南氣流關鍵區的距平平均緯向風速計算後的分析發現，幾乎所有台灣極端暴雨發生事件時的西南氣流平均緯向風速都偏強。依據此分析結果，進一步分析極端西南氣流風速(最大 40%) 的年發生率與測站極端降雨的年發生率，結果顯示兩者年發生頻率的相關係數高達 0.731，顯示當極端西南氣流風速的年發生日數偏多(少)時，測站極端降雨的年發生日數也呈現偏多(少)趨勢。初步結果顯示，SWFI 可以用以推估台灣梅雨季極端降雨年發生頻率。

六、參考文獻：

- 王時鼎、鄭俠、徐晉淮與邱台光，1985：五、六月間台灣地區暴雨之環境條件。天氣分析與預報研討會論文彙編，中央氣象局，P55-72。
- 陳正改，蔡清彥，1980：影響台灣北部地區之梅雨系統。大氣科學，7，49-58。
- 陳佳正，盧孟明，2007：台灣極端降雨氣候事件判定方法。大氣科學，35，105-118。
- 陳泰然，紀水上，1978：台灣梅雨鋒面之中幅度結構。大氣科學，5，35-47。
- 陳泰然，1981：1975 年與 1977 年顯著梅雨系統之特徵。異常氣候研討會論文彙編，中央氣象局，P111-130。
- Kalnay, E., and Coauthors, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437-471.

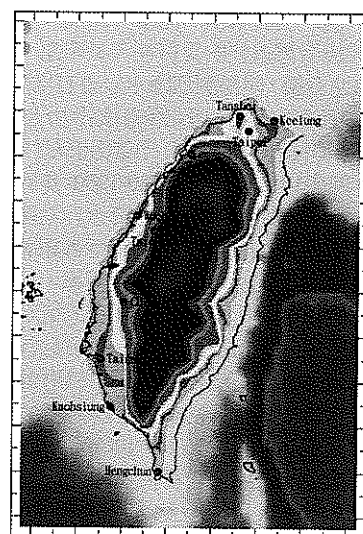


圖 1：研究中所選取之台灣西部十個測站。

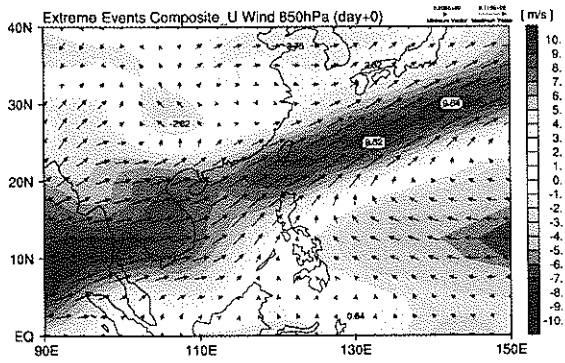


圖 2a：台灣暴雨事件的 850hPa 風場合成圖。

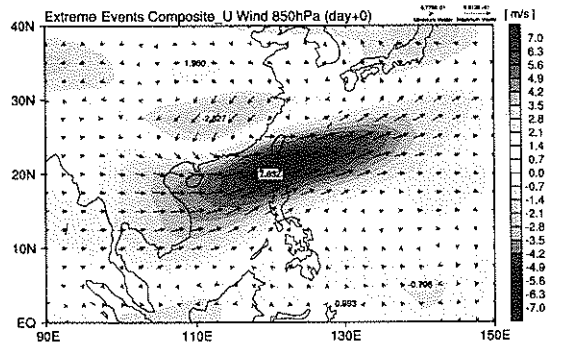


圖 2b：台灣暴雨事件的 850hPa 風場距平合成圖。

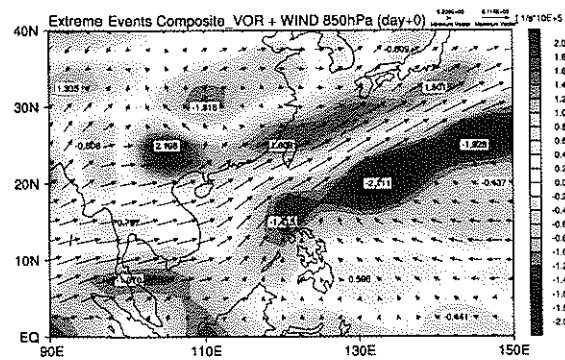


圖 3a：台灣暴雨事件的 850hPa 渦度場合成圖。

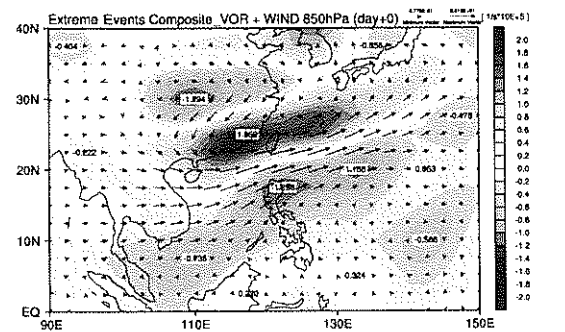


圖 3b：台灣暴雨事件的 850hPa 渦度場距平合成圖。

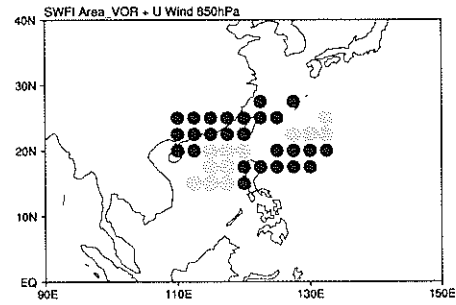


圖 4：台灣暴雨事件發生一致性達 75% 的格點位置，紅點代表正渦度發生區域，藍色為負渦度，黃色代表緯向風場。

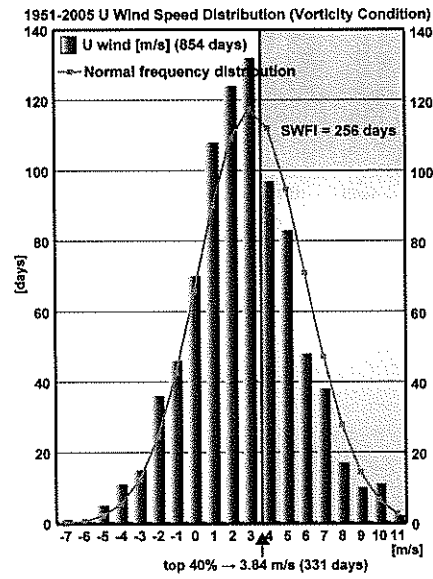


圖 5：NCEP 重分析資料統計 1951-2005 年西南氣流關鍵區的風速頻率分佈長條圖。

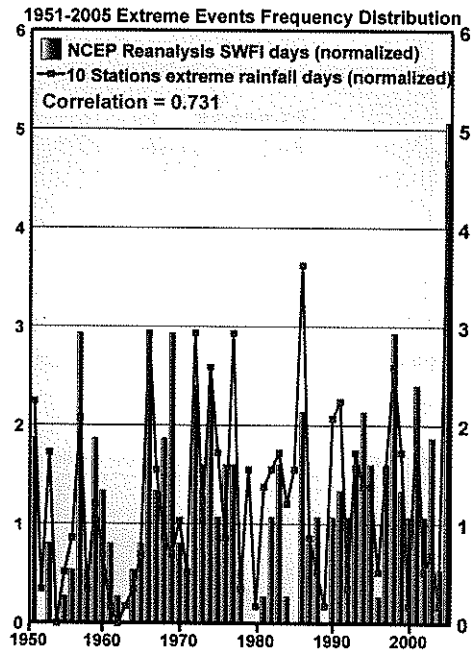


圖 6：極端西南氣流風速（最大 40%）的年發生率與測站極端降雨的年發生率，長條圖為 NCEP 重分析資料，曲線為測站資料。