

台灣梅雨季豪（大）雨之大尺度環流特徵

陳來發 呂國巨

中央氣象局

摘要

本文針對台灣梅雨季，在台灣地區發生豪（大）雨之綜觀天氣系統特性，及其相對於台灣局部地區降雨特性，利用綜觀尺度環境分類及台灣地區降雨特性分類，以合成分析方法，探討影響不同綜觀尺度之環境特性。

統計五、六月間台灣地區在不同綜觀尺度天氣系統（例如鋒面、颱風等）影響下雨量分布之氣候特徵顯示，台灣梅雨季雨量有 59% 雨量來自鋒面影響，颱風影響約 16%。分類 1986-1995 年五、六月逐日（00 及 12UTC）東亞地區地面天氣圖（共 1220 個案）鋒面個案顯示，70 個鋒面個案到達台灣地區，當中有半數個案伴隨台灣地區豪雨或大雨發生（濕鋒面），另外 35 個無伴隨豪（大）雨之鋒面個案（乾鋒面）。

在鋒面特性分類上，以鋒面停留在台灣地區時間區分移動性鋒面及滯留性鋒面，除分析各類型鋒面影響下，台灣地區降雨空間分布外，本文對不同性質鋒面進行合成分析。比較移動性鋒面特性發現，此類南移到達台灣地區前 24 小時，在華南沿海 850 百帕有強風軸出現，濕鋒面有明顯之南來氣流，乾鋒面在台灣附近之強風軸隨鋒面南下而減弱。滯留性鋒面在鋒面到達台灣地區前並無強風軸發生，可是南海之旺盛西南氣流，在鋒面停留台灣地區時迅速增強，此外副高的進退及高層東亞反氣旋特徵亦扮演一定的角色。

一、前言

降雨現象之發生包含大尺度至小尺度等多重尺度交互作用之結果，梅雨季豪（大）雨發生，基本上是中尺度天氣系統主導（陳與紀，1980；陳與俞，1990；陳等 1992）。而導致豪雨發生的中尺度天氣系統，還是需要綜觀尺度天氣系統的環境條件配合（林與蔡，1989；鄧等，1992），本文將利用綜觀尺度天氣系統的特性，分析台灣地區在梅雨季中發生豪（大）雨之綜觀環境特徵。

過去對於台灣梅雨鋒面之研究，已經有相當豐碩的成果（Chen, 1992; Chen 1993），有關梅雨鋒面導致台灣地區發生豪（大）雨之綜觀條件，除鋒面特性外，還包括太平洋高壓及西南氣流（陳，1987），其間之差異對台灣地區降雨有明顯之影響，當影響台灣地區氣流來自孟加拉灣之西南氣流控制時，台灣屬多雨，如受到副高主導或大陸性西北氣流控制時，則當月屬乾月，換言之，南海北上之氣流對於台灣地區之降雨有正面之影響。在地面鋒面特性方面，陳與紀（1977）利用個案分析發現，台灣北部及南部之大雨發生與鋒面相對位置有關，陳與周（1988）利用鋒面的走向與大尺度環流特徵進行診斷分析發現，對流活躍鋒面之條件與西南氣流之來源有關。另外，在低層噴流之相關研究方面，陳與俞（1990）分析 35 個個案顯示，台灣北部地區大雨發生於 700 百帕出現低層噴流後 12 小時；林（1997）分析台灣附近移動性低層噴流經台灣北部期間，有 40% 之個案在台灣北部有豪雨或大雨發生。在高層氣流之綜觀環境方面，蔡等（1991）分析高對流層環境顯示，乾、濕梅年與高層環境差異有關。綜合以上梅雨鋒面綜觀尺度分析結果顯示，台灣地區梅

雨季發生之豪（大）雨之潛勢與供給台灣地區降水之水氣來源氣流條件、大尺度低層強迫之鋒面特性及高層環境等等綜觀環境有明顯關係。

綜合過去對台灣梅雨季綜觀尺度環境之研究結果，應用在實際作業上之豪（大）雨預報方面包括，曲與任（1986）歸類整理梅雨季發生大雨之綜觀預報法；俞（1989）提出台灣地區梅雨期豪（大）雨預報指引；以及目前預報中心在台灣梅雨期間之豪（大）雨檢查表，檢查各類綜觀尺度環境條件作為豪（大）雨預報之參考。大致上，各類指引方法，皆包括地面鋒面位置、低層風切、低層噴流、中尺度系統、溼度分布、溫度平流、台灣附近氣壓變差、高層風場及穩度指數等綜觀要素。謝（1997）針對以上各類環境條件分析結果顯示，在實際作業上，判定不發生豪（大）雨成功的機會約 89%，顯然在定性預報上已經有其應用價值。

然而，並非每一道到達台灣的鋒面，皆會在台灣地區引發豪（大）雨，必須視其環境而定。本文就將針對台灣梅雨季（五、六月）間，到達台灣地區之鋒面特性進行綜觀尺度環境之分析，藉能了解鋒面與台灣地區豪（大）雨現象之關係，期能提供預報作業上之參考。本文共分五章，前二章分別為前言及資料分析，第三章將分析台灣地區梅雨季（五、六月）之氣候降雨特性及空間分布。第四章利用合成分析方法，比較不同性質鋒面綜觀尺度環境條件。第四章為結論。

二、資料與分析方法

本文主要針對台灣豪（大）雨與梅雨鋒面綜觀尺度天氣系統之分析研究，有關豪（大）雨個案由氣象局雨量資料選取，而綜觀尺度環境分析部份，取自歐洲中心模式（ECMWF）之客觀分析

資料，以下說明資料來源及資料分析方法。

地面資料方面，本文收集氣象局各氣象站雨量、風場、溫度等逐時氣象資料，藉以分析台灣各地區之雨量分布。為方便雨量資料分析，參考現行作業豪（大）雨發佈之分區標準，在台灣地區分八區，包括北部、中部、南部、東北部、東部、東南部、中部山區及澎湖離島地區。各雨量分區相對應之氣象站如表一所示。

為分析梅雨季（五、六月）期間台灣地區之降雨特性及綜觀環境天氣系統扮演之角色，本文收集 1986 至 1995 年 ECMWF 水平網格間距 2.5 個緯度之分析場資料，分析綜觀環境場之特性，利用綜觀尺度天氣系統分析之基本場量包括，地面鋒面，850 百帕風場及溫度分布，500 百帕高度場，200 百帕風場等，以考量為預報人員實際作業可以容易直接獲得之分析量為主。

分析 1986-1995 年五、六月 00 及 12UTC 台灣附近地面天氣圖之綜觀尺度天氣系統，總計有 1220 個分析時間個案，分析影響台灣地區主要天氣系統（包括鋒面、颱風等），以及台灣地區降雨之時間及空間分布情形。在地面鋒面分析方面，主要參考地面氣壓場的高低壓中心及等壓線分布，同時亦參考台灣地區地面觀測站之風場特性，決定鋒面到達及經過台灣時間。本文考慮台灣地區相對於鋒面位置，為鋒面抵達台灣之前（且鋒面南下至北緯 30 度以南者），鋒面過境台灣以及鋒面通過台灣之後（且鋒面位於巴士海峽者）等三階段之相關地理位置。鋒面在南下至台灣北部海面時，主要以彭佳嶼及台灣北部氣象站之風向變化為鋒面到達台灣之標準，當鋒面通過台灣之際，主要考量澎湖及東吉島風向之變化，鋒面通過台灣地區後則考量蘭嶼之風向變化。除此之外，本文參考部分中央氣象局及日本氣象廳之地面分析圖資料。

在降雨強度分類方面，為配合未來應用至實際作業之需要，本文主要根據氣象局發佈之豪（大）雨標準定義，豪雨為 24 小時累計雨量大於 130 公釐者，大雨為 24 小時累計雨量大於 50 公釐且小於 130 公釐者。

本文利用合成分析方法，對不同性質鋒面做合成分析，比較分析導致台灣發生豪（大）雨之鋒面系統之綜觀尺度演化特性，鋒面到達台灣地區有引發台灣平地發生豪（大）雨者稱為濕鋒面，否則為乾鋒面，又以鋒面停留在台灣地區之時間長短，分類為移動性鋒面（兩天以內）及滯留性鋒面（兩天以上，含兩天）。

三、台灣梅雨季各地降雨特徵

台灣五、六月梅雨季為台灣地區主要降水期間之一，然而由於受到中央山脈影響，台灣地區由北而南，由東向西，降雨特性差異大，即使在梅雨季節之降雨，仍存在著相當差異。本節將分析氣象局各氣象站之雨量資料，分析不同綜觀天氣系統影響下，各地區之雨量分布情形。

由五、六月間鋒面、颱風及其他類型等不同類型之綜觀尺度環境影響之下，對台灣各地區之雨量分布分析，將有助於了解不同綜觀環境強迫所引發之降雨分布特性。在各綜觀環境類型降雨

當中，以鋒面影響所累計雨量最大（圖一），颱風型僅佔 16%。可見台灣地區在五、六月梅雨期間，主要提供降雨之綜觀天氣系統為鋒面型天氣系統，可是其他類型之雨量佔有 25%，亦值得研究。然而，對鋒面系統而言，並非所有通過台灣地區之鋒面皆可以引發台灣地區發生豪（大）雨，由研究資料發現，在梅雨季當中，每年平均有 7 道鋒面到達台灣地區（表二），其中有半數發生豪（大）雨。此外，就鋒面影響期間各地區之雨量分布發現（圖二），山區雨量較平地高，而就平地而言，西半部地區雨量分布大致均勻，南北差異不大，而東半部地區雨量普遍少於西半部地區，其中又以東部雨量最少。在颱風影響下，雨量分布有東高西低的現象，其中以東部地區所佔之雨量比重最大（約 22%），其主要因素可能與颱風路徑有關。在其他類型之環境下，山區雨量比重遠高於平地，可能與山區午後性對流性降水有關，在平地方面，仍是東高西低的現象，顯示，大尺度環流在扣除颱風及鋒面之情形下，有利於東半部地區降雨發生，以增加累積雨量，換言之，有可能盛行風為東南風，東半部為山脈之迎風面，導致東半部較西半部雨量多。

由以上分析大致可以概略性了解，台灣地區在五、六月間之降雨氣候特性，及綜觀尺度環境扮演之角色，不過梅雨季當中，除了有豐沛雨量之外，降雨時間的集中性，經常導致災害發生，亦值得深入研究。下一章節，將就鋒面的若干特性加以分類，並歸類合成，分析移動性鋒面及滯留性鋒面特徵，以及乾鋒面及濕鋒面之差異。

四、不同降雨類型之鋒面特徵

1986-1995 年五、六月間總計有七十道鋒面到達台灣地區，其中半數鋒面在台灣地區（平地）伴隨有豪雨或大雨發生，有半數鋒面未在台灣地區（平地）引發大雨。本節將以鋒面移動特性及其導致台灣降雨特性，分類比較不同性質鋒面之差異性，探討其導致台灣地區發生豪（大）雨之綜觀環境。

以鋒面停留在台灣地區時間之長短，大致可分為移動性鋒面及滯留性鋒面，本文定義鋒面系統停留在台灣地區 3 個時段數（一個時段數為 12 小時）以內者稱為移動性，停留超過 4 個時段數以上者稱為滯留性鋒面。統計結果顯示，移動性鋒面有 62 個個案，滯留性鋒面有 8 個個案，由雨量分析顯示，滯留性鋒面在影響台灣地區期間，皆有大雨以上之雨量發生，而移動性鋒面，僅有 44% 之鋒面導致台灣地區有豪雨或大雨發生。比較移動性鋒面及滯留性鋒面之統計資料（表二）顯示，移動性乾鋒面鋒面到達台灣地區之合成平均發生時間為五月十七日，較濕鋒面早七天，滯留性鋒面合成平均時間為五月二十九日。至於鋒面停留台灣地區平均時間，亦以移動性乾鋒面最短，約 1.54 個時段數，移動性濕鋒面有 1.84 個時段數，滯留鋒面則平均約停留四天。

本文依鋒面個案特性利用 ECMWF 資料之合成分析，分別取滯留性鋒面影響期間及移動性之乾、濕鋒面到達台灣前 24、12 小時及鋒面到達台灣之時間，個別合成其地面氣壓場、850 百帕風場、

溫度場、500 百帕高度場及 200 百帕風場等資料比較其差異性。

針對台灣地區降雨形態及鋒面通過台灣地區時間長短，分類移動性乾、濕鋒面及滯留性鋒面綜觀環境之合成特性，結果顯示，移動性鋒面在到達台灣之前，在華南沿海附近皆有低層強風軸出現（圖三），且在隨鋒面南移到達台灣地區；滯留性鋒面並無此現象發生（圖四），反而在鋒面滯留台灣地區後，強風軸由南海逐漸北上至台灣南方海面。換言之，移動性鋒面與滯留性鋒面在台灣附近之低層綜觀尺度環境顯然有明顯之差異性。此外，滯留性鋒面合成個案分析顯示，華中沿海地面高壓存在之持續性（圖略），及南海大範圍西南風增強北移，對台灣地區發生豪雨的重要性。

比較移動性乾、濕鋒面之合成綜觀環境，結果顯示，兩者在鋒面北方之地面氣壓場分布並無明顯差異（圖略），850 百帕風場（圖三）、溫度場分布（圖五），亦大致相似，換言之，皆存在有華南強風軸、風切線及由南海延伸至華南內陸之冷舌。乾、濕鋒面綜觀環境上之差異，主要為南海北上之南來氣流及太平洋高壓範圍伸展脊線位置。濕鋒面在鋒面到達台灣前後，在南海地區皆有較大範圍之西南風出現，且強風軸到達台灣地區，並無明顯減弱的現象，乾鋒面南下台灣之前，雖仍伴隨華南沿海之強風軸，惟俟其到達台灣上空，已明顯減弱，且其鋒面南方亦無明顯西南氣流發生。而就地面氣壓場之太平洋高壓脊線西伸位置而言，濕鋒面合成脊線走向較乾鋒面偏南（圖六）。以 500 百帕高度場分析比較顯示，乾、濕鋒面個案皆有槽線通過台灣附近（東經 120 度），惟濕鋒面槽線較深於乾鋒面（圖七）。200 百帕南亞反氣旋中心位置在乾、濕鋒面合成上之差異不大，不過就其反氣旋風場範圍而言（圖八），濕鋒面上空明顯的有較強且較大範圍之反氣旋風場，且位於南海上空濕鋒面個案亦較乾鋒面個案有較強的輻散度，此現象顯示，高空之綜觀環境對台灣地區降雨之鋒面特性亦有一定之關係。

比較 500 百帕太平洋高壓脊線走向顯示，雖然乾鋒面及滯留性鋒面，在鋒面南下期間，太平洋高壓皆有由東向西伸展之現象，滯留性鋒面之伸展方向，較偏向西南西（圖略），而乾鋒面僅直接由西向東伸展，其中顯示，高壓向西伸展有利於高壓西側風速增強，以 850 百帕而言，乾鋒面在台灣附近之西南風增強，僅位於北緯 20 度以北區域，而滯留性鋒面之太平洋高壓環境西伸，增強南海中部之西南風，且大範圍存在於鋒面南側。兩相比較，顯示綜觀尺度之大範圍環境，尤其南海之西南氣流強度及位置，與台灣地區發生豪（大）雨有一定的相關性。

林（1997）分析移動性低層噴流經過台灣北部期間，有 40% 能在配合適當的綜觀環境條件下，伴隨台灣北部地區發生豪雨或大雨事件，本文利用地面鋒面分析移動性鋒面之降雨氣候條件，亦發現 44% 之移動性鋒面伴隨台灣地區發生豪雨或大雨，兩者皆顯示，台灣梅雨季南下之鋒面及其伴隨之強風軸現象，在台灣地區引發豪（大）雨者，必需要其他綜觀環境配合，本文利用乾、濕

鋒面之合成分析結果顯示，乾、濕鋒面的一些環境上之差異，將有助於了解台灣梅雨季豪（大）雨綜觀尺度分析之進一步研究。

五、結論

本文分析 1986-1995 年間五、六月間台灣地區降雨及鋒面特性，結果顯示，台灣地區五、六月間之雨量來自鋒面影響者佔 59%，颱風影響者 16%，其他因素（如午後熱對流、東部異常降水等）25%。以天氣系統分類分析台灣各地區降雨特性發現，西半部雨量近 70% 來自鋒面影響，東部及東南部地區均不及 40%。在鋒面影響下，西半部降雨量約東半部之一倍，且由北到南，西半部分布均勻，東半部則以東部降雨比例最少。

台灣梅雨期間由大陸南下到達台灣地區之鋒面，平均每年七道鋒面，其中半數在台灣地區伴隨有豪雨或大雨發生。以鋒面停留在台灣時間分類之移動性及滯留性鋒面，總數七十道鋒面中，包含 62 道移動性鋒面，8 個滯留性鋒面個案。

合成分析顯示，移動性鋒面在到達台灣 24 小時前華南地區 850 百帕有強風軸出現，滯留性鋒面則不明顯，可是滯留性鋒面南方卻有旺盛西南氣流，隨鋒面滯留時間而增強。移動性鋒面到達台灣地區伴隨有豪（大）雨之機會為 44%。比較移動性乾鋒面及移動性濕鋒面之合成分析顯示，乾鋒面之 850 百帕強風軸伴隨鋒面南下並減弱，濕鋒面則有較大範圍之西南風，且其強風軸並隨鋒面南下而南移至台灣上空。500 百帕合成分析結果顯示，移動性濕鋒面有較深的槽線，移動性乾鋒面南海附近之 5880gpm 範圍較寬廣。滯留性鋒面，隨鋒面南下，太平洋高壓範圍有明顯西伸現象，且其高壓軸線呈東北東至西南西走向，伸向南海中部。此外副高的進退及高層東亞反氣旋特徵亦扮演一定的角色。

致謝

感謝劉復誠先生在研究期間提供許多寶貴意見，陳孟詩小姐在資料收集、整理、分析、圖表繪製及文稿整理等方面之協助，本計畫在國科會專案計畫 NSC87-2621-P-052-007 支援下完成。

參考文獻

- 林松景、蔡欽明，1989：梅雨期中尺度對流系統的動能收支分析。大氣科學，第十七期，第三號，187-209 頁
- 曲克恭、任立渝，1987：梅雨季發生大雨之綜觀預報法。大氣科學，第十四期，17-32 頁。
- 林大偉，1997：梅雨期台灣北部地區降水與低層噴流之分析研究。台灣大學大氣科學研究所碩士論文。
- 俞家忠，1989：台灣地區梅雨期豪（大）雨預報指引。氣象科技研究中心技術報告彙編，第 2-1 卷，1-60 頁
- 陳泰然，1987：台灣乾濕梅雨期間之平均環流特徵。大氣科學，第十五期，第一號，17-30
- 陳與紀，1978：台灣梅雨鋒面之中幅度結構。大

氣科學，第五期，第一號，34-47。

陳泰然、紀水上，1980：台灣梅雨季之中幅度降水與中幅度低壓研究。大氣科學，第七期，38-48 頁

陳泰然、周仲島，1988：不同性質梅雨鋒面系統之大尺度環流特徵。大氣科學，第十六期，第三號，309-322 頁

陳泰然、楊進賢，1988：台灣梅雨季豪雨之時空分布特徵。大氣科學，第十六期，第三號，151-162 頁

陳泰然、俞家忠，1990：鋒面與中尺度低壓在豪雨之角色。大氣科學，第十八期，第二號，129-142 頁

陳泰然、王重傑、紀水上，1992：梅雨季伴隨豪雨之中尺度低壓個案研究。大氣科學，第二十期，第四號，319-339 頁

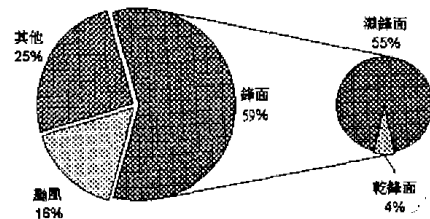
蔡清彥、柯文雄、朱仲謀，1991：高層噴流於台灣地區梅雨期間之變化研究。大氣科學，第十九期，第二號，89-130 頁

鄧財文、陳景森、陳台琦，1992：1990 年 6 月 9 日北部地區豪雨個案的綜觀環境場及降水分析。大氣科學，第二十期，第二號，97-118 頁

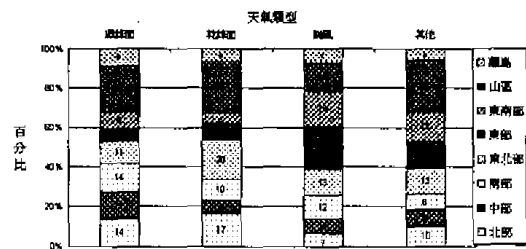
謝信良，1997：嘉南地區定量降水預報整合計畫—總計畫(三)，國科會專題研究計畫成果報告，NSC 86-2621-P-052-005，PP196

Chen G.T.-J., 1992: Mesoscale features observed in the Taiwan Mei-Yu season. J. Meteor. Soc. Japan, 70, 497-516

Chen Y.-L., 1993: Some synoptic-scale of the surface fronts over the southern China during TAMEX. Mon. Wea. Rev., 121, 50-65



圖一、五、六月份台灣地區不同類型天氣系統影響之降雨比例圖



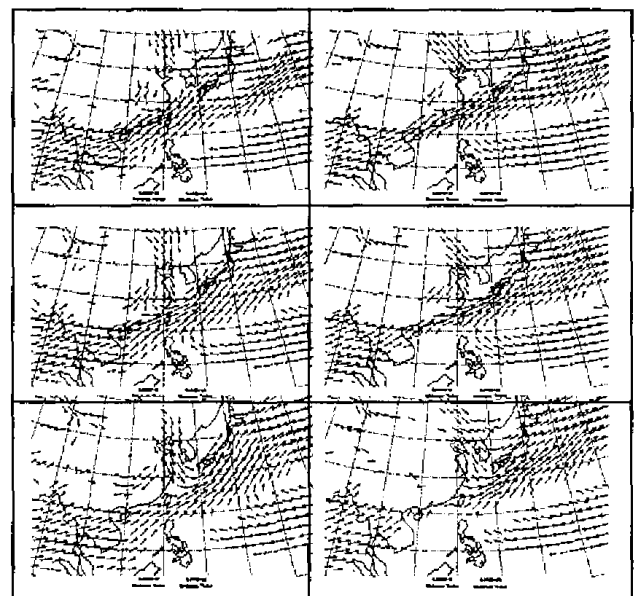
圖二、台灣地區五、六月間不同天氣類型中各分區之降雨比例 (百分比值標示於圖中)

表一、台灣地區雨量統計分區對應之氣象站

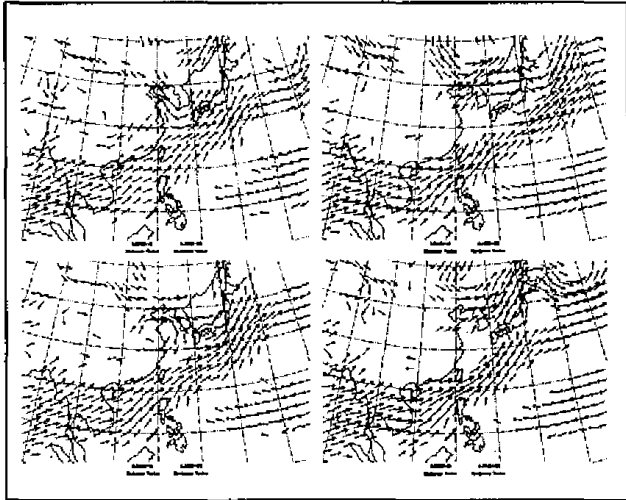
分區	氣象站
北部	淡水、台北、新竹
中部	台中、梧棲、嘉義
南部	台南、高雄、恆春
東北部	基隆、宜蘭、蘇澳
東部	花蓮、成功
東南部	台東、大武
中部山區	日月潭、玉山、阿里山
澎湖離島	澎湖、東吉島

表二、鋒面分類合成統計表

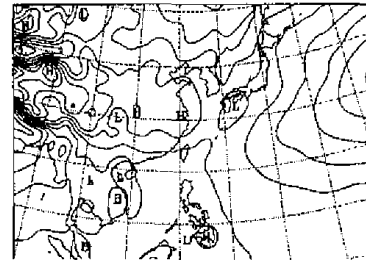
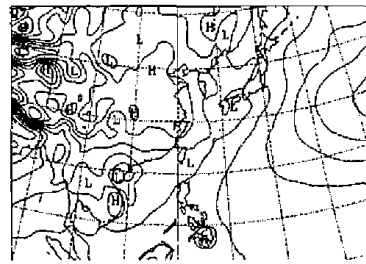
統計值	鋒面性質		滯留性鋒面
	移動性鋒面	乾鋒面	
停留台灣平均時段數	1.54	1.85	8.25
個案數	35	27	8
鋒面到達台灣之合成時間	五月十七日	五月二十四日	五月二十九日



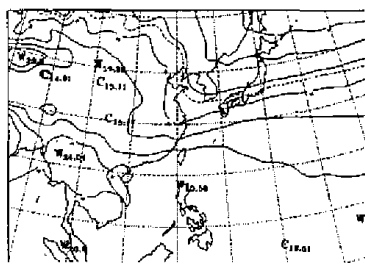
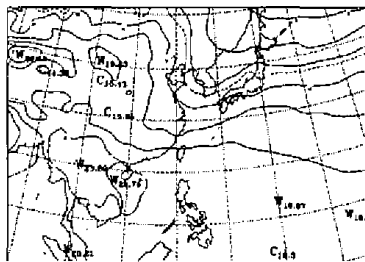
圖三、濕(左)、乾(右)鋒面 850 百帕風向場合成圖(合成風速大於 5KTS 者)，下、中、上圖分別代表鋒面到達台灣、其前 12、24 小時之合成圖



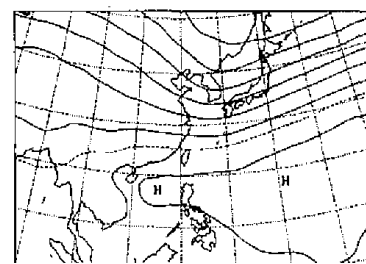
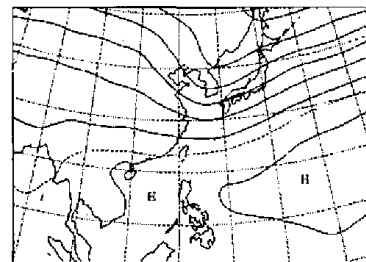
圖四、滯留性鋒面 850 百帕風場合成圖（大於 5KTS 者），各圖分別代表鋒面到達台灣前 24 小時（左上）、鋒面到達台灣時（左下）、到達後 24（右上）及 48 小時（右下）之合成圖



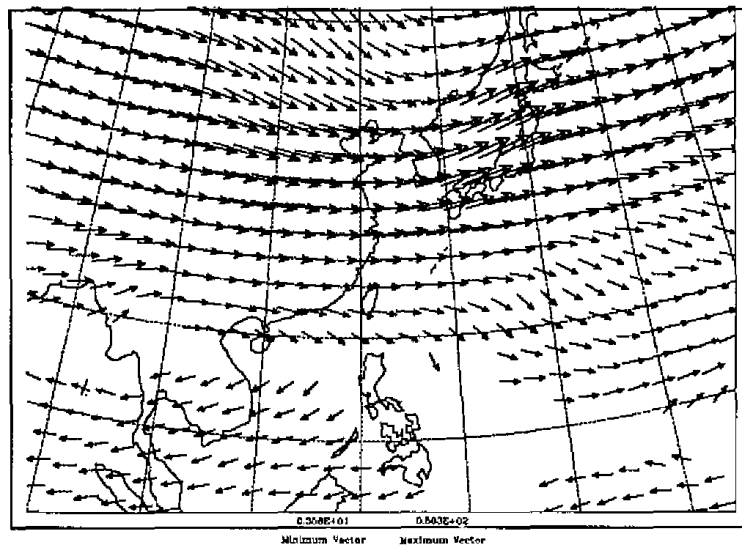
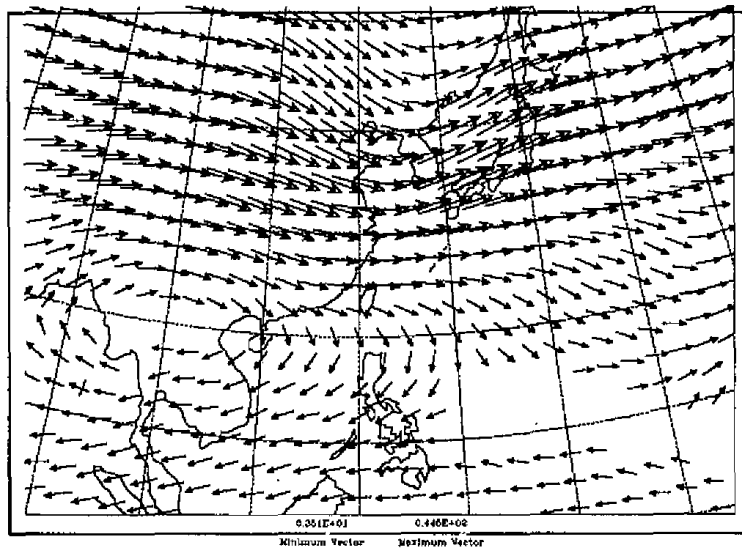
圖六、濕（上）、乾（下）鋒面到達台灣時之地面氣壓合成圖（等壓線間距 2 百帕）



圖五、濕（上）、乾鋒面（下）到達台灣時之 850 百帕溫度合成圖（等溫線間距 3 度）



圖七、濕（上）、乾（下）鋒面鋒面到達台灣時之 500 百帕高度場合成圖（等高線間距 60 gpm，虛線為 5850gpm 參考線）



圖八、200 百帕風場（風速大於 5KTS）合成圖，上、下圖分別代表、濕、乾鋒面到達台灣時之合成個案

Variations of large-scale circulation of Mei-Yu front associated with heavy rainfall on Taiwan

Lai-Fa Chen Kuo-Chen Lu
Central Weather Bureau
Weather Forecast Center

Abstract

A diagnostic study of Mei-Yu frontal system and large-scale circulation during the Taiwan Mei-Yu season was carried out. Synoptic charts and ECMWF grid-point data in May - June 1986-1995 were used to study the synoptic circulation, in which 70 cases with frontal system approached Taiwan were selected. There were 35 frontal systems with heavy rainfall occurring on Taiwan (wet cases) and the others (dry cases) did not. A composite analysis had been made on wet and dry cases to distinguish the large-scale patterns for these two types of frontal systems.

Analyses of the large-scale composite circulation for various types of frontal systems showed that the primary factor for determining the heavy rainfall occurred on Taiwan was the intensity and location of large-scale circulation on South China Sea rather than the forcing from the frontal system. For the cases with heavy rain occurred on Taiwan, the lower troposphere southwesterly flows is stronger than those did not accompany heavy rain on Taiwan.

Key words: Large-scale circulation, Mei-Yu Front, Heavy rainfall.