

不同性質梅雨鋒面系統之 大尺度環流特徵

陳泰然 周仲島

國立台灣大學大氣科學研究所

(中華民國七十七年八月十五日收稿；八月三十一日定稿)

摘 要

本文針對東亞梅雨之鋒面系統與大尺度環流進行觀測資料之診斷分析研究，利用 1981 ~ 1984 年 5 ~ 6 月綜觀天氣圖、衛星雲圖與 NCAR 網格點資料，以分析梅雨鋒面之大尺度環流結構與不同性質梅雨鋒面系統間之大尺度環流差異。

結果發現，決定個別鋒面系統位置偏北或偏南之因子為環流強度與位置而非季節，偏南與偏北鋒面分別由中緯與低緯環流主宰。對流活躍之條件為低對流層源自孟加拉灣之較強西南氣流，較不活躍者則伴隨太平洋高壓環流之東南或西南氣流。此外發現鋒面低壓穩定者中緯均有阻塞，不穩定者則大部分無阻塞；鋒面東西走向者亦均有阻塞且太平洋高壓與季風低壓均較強，東北—西南走向者則無此特徵。

關鍵詞：梅雨鋒面，西南氣流，阻塞。

一、前言

國內有關梅雨之研究，已對綜觀尺度系統及梅雨槽（梅雨鋒）之綜觀（天氣）與動力結構增加許多了解，亦對梅雨期中尺度系統導致豪雨之重要性增加很多認識（陳，1986）。對梅雨期中尺度現象重要性之認識，透過 1987 年 5 - 6 月 TAMEX 實驗計畫密集觀測之後續研究（蔡等，1988），將可對中尺度對流系統有較確切的描述，並可對其形成之中尺度激發機制及其發展之環境條件有進一步的了解。另一方面，台灣梅雨期及其雨量，存在有非常顯著的年際變化（例如：Chiang, 1987；吳

與傅，1987；陳，1987），故了解梅雨期之行星尺度環流特徵及梅雨鋒面消長與行星尺度環流之相關，為了解梅雨期降水多寡及年際變化之重要課題。

近年來，伴隨這種年際變化之環流特徵分析，漸漸受到國內氣象研究同仁們的重視。紀（1978）分析台灣北部與南部多梅雨年與少梅雨年 5 月與 6 月之 500 mb 高度之合成平均及距平特徵，陳與廖（1981）求取台灣南北區地均屬乾梅之地面氣壓及 500 mb 高度 5 月與 6 月之合成平均及距平分佈，劉（1987）則分析顯梅年、空梅年與正常年之 5 月、6 月及 5 - 6 月之 500 mb 高度合成平均

與距平特徵。這些分析皆注重在月合成平均環流分佈，以顯現各年之顯著共同特徵。此外，馬(1987)及吳(1987)則利用經驗正交函數來分析乾濕年5月與6月之高層環流特徵。

陳(1981 a, b)曾利用八個梅雨鋒面系統個案分析台灣地區梅雨季前後半期各四個梅雨系統之合成特徵。結果發現，梅雨季後半期(6月1~15日)青藏高原低壓較前半期(5月15~31日)增強，但梅雨槽後之移動性高壓減弱，鋒面及槽線北退。後半期對流旺盛，Cb量增加，台灣地區降水量亦顯著增加。陳(1981 c)分析1950~1981年台灣梅雨期(5月19日~6月19日)之顯著性，選擇1977年梅雨顯著年與1980年空梅年，比較5月與6月地面及500 mb之差異，發現當5月及6月之太平洋高壓較正常值微弱，梅雨槽在台灣及鄰近，台灣地區地面盛行西南風時，梅雨顯著。當太平洋高壓反常發展，高壓脊通過台灣或鄰近海面，青藏高原低壓偏南，梅雨槽消失，台灣地面盛行東南風時，則梅雨缺乏。

陳(1987)利用台灣地區降水量取乾濕梅月，並利用NCAR網格資料，以分析5~6月平均環流之特徵及乾濕梅月之環流條件。結果顯示5月與6月雨量多寡(乾濕梅月)之決定因素，為低對流層氣流之源地及強度。當源自孟加拉灣且較強之西南氣流控制時，該月多雨屬濕梅月；當源自西太平洋高壓脊環流之東南、南或西南氣流或東亞主槽後之大陸性西北氣流控制時，該月少雨屬乾梅月。Chen and Jou(1986)與Chen et al.(1987)以1975~1984年台灣梅雨季(5月15日~6月15日)台灣地區降水量，定義梅雨活躍年、不活躍年及雨量準正常年。分別以天氣圖及NCAR網格點資料，分析各年梅雨季鋒面活動頻率及東亞地區之環流特徵，發現梅雨活躍年/多雨年與不活躍年/少雨年之主要大尺度環流特徵差異，為中緯度阻塞之有無及西太平洋高壓之強弱/位置。活躍年有鄂霍次克海/東西伯利亞阻塞，西太平洋高壓較弱或偏南，台灣及鄰近地區低層源自孟加拉灣之西南風較強。不活躍年無中緯度阻塞，西太平洋高

壓較強並西伸至華南一帶，台灣及鄰近地區低層為太平洋高壓環流之西南風或南/東南風。

陳(1988)利用NOAA4及NOAA5夜間紅外線雲圖，分析1975年及1977年台灣梅雨顯著年 $40^{\circ}\sim 180^{\circ}\text{E}$ ， $40^{\circ}\text{S}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 區域內之雲量及Cb量分佈，以便由雲系之分佈及變化特徵來了解行星尺度環流系統與梅雨鋒面系統之關連。結果發現，梅雨鋒面系統生成與印度洋西南季風及太平洋東北信風(或ITCZ)增強有密切關連，而梅雨鋒面系統生命各階段似與梅雨雲帶外之對流系統無甚關連。華南梅雨槽(西段)強度各階段雲量分佈顯示，在初生期時太平洋高壓脊、ITCZ與西南季風強度均達最強，顯示該區梅雨槽生成與行星尺度環流增強關係密切。但梅雨雲帶內各階段對流與雲帶外對流無甚關連。東海梅雨槽(中段)初生期亦似華南梅雨槽，與行星尺度環流(太平洋高壓脊、ITCZ、西南季風)增強有關，但梅雨雲帶內各階段之對流與雲帶外之對流無甚關連。日本地區梅雨槽(東段)之生成與增強均與太平洋高壓脊增強有關，似與西南季風強度無涉。此外，並發現華南南區及東區梅雨鋒面雲帶之成長，與太平洋高壓脊及西南季風增強關係密切。

上述研究結果，使我們對於台灣梅雨期雨量多寡與大尺度平均環流間之關係增加許多認識，但目前我們對梅雨期大尺度環流之結構特徵及其年際變化之了解仍然相當有限。此外，因梅雨期降水性質與梅雨鋒面之密切關連，故了解不同性質梅雨鋒面系統之大尺度環流特徵，實為東亞梅雨研究之重要課題。本文主要目的即在針對伴隨不同對流強度的梅雨鋒面系統，進行大尺度環流的結構分析。此外，不同緯度、不同走向與不同擾動強度鋒面系統之大尺度環流差異，亦經探討。

二、資料與分析過程

本研究主要目的為探討不同對流活躍程度梅雨鋒面系統所伴隨之大尺度環流特徵，因此先再分析(reanalyze)850mb天氣圖，以選取1981~

1984 年 5 ~ 6 月符合下列條件的鋒面系統：

寬 5° 緯度之範圍內。

1 在 125°E 以西鋒面幾近滯留，使各時間之位置相近，即在 125°E 以西之鋒面位置有 ≥ 90% 部分在

2 鋒面生命史超過 3 天，即 ≥ 6 個綜觀時間（每 12 小時）。

表一 1981 ~ 1984 年 5 ~ 6 月影響華南及台灣地區梅雨鋒面系統，在 125°E 以西位置相近幾近滯留之 25 個系統的時間、合成平均之綜觀時間個數、平均走向、平均位置、鋒面擾動特徵及對流強度。

(I) 偏北代表鋒面平均位置在 30°N 以北，偏南代表鋒面平均位置在 22°N 以南，平均代表在 30°N 以南 22°N 以北之平均位置。

(II) 伴隨梅雨鋒面系統低壓擾動振幅超過 5° 緯度者為不穩定，振幅小者為穩定，否則為無擾動。

(III) 對流強度指數 $N_i = (X_i - \bar{X}) / SD$ ，其中 X_i 為個案（時間）平均 C_b 量 \bar{X} 為所有個案 C_b 量之平均值（= 14.57）， SD 為所有個案 C_b 量之標準差（= 9.1）， C_b 量以每 1° x 1° 經緯度為單位。

年	編號	起始時刻			終止時刻			平均走向	綜觀時間 個數	平均位置 (I)	鋒面 擾動(II)	對流 強度(III) 指數 N_i
		月	日	UTC	月	日	UTC					
1981	1	5	18	1200	5	21	1200	ENE	7	平均	穩定	-1.49
	2	5	20	1200	5	24	1200	NE	9	偏南	穩定	-0.44
	3	5	25	1200	5	28	1200	NE	7	平均	不穩定	0.33
	4	5	29	1200	6	2	1200	ENE	9	平均	穩定	0.61
1982	5	5	13	1200	5	16	0000	NE	6	平均	穩定	-1.18
	6	5	25	0000	6	1	1200	ENE	16	偏北	穩定	3.51
	7	6	3	0000	6	5	1200	E-W	6	偏南	穩定	-0.33
	8	6	6	0000	6	11	0000	E-W	11	平均	不穩定	0.02
	9	6	11	1200	6	14	0000	NE	6	平均	不穩定	0.46
	10	6	15	0000	6	21	1200	E-W	14	平均	穩定	1.52
	11	6	25	0000	6	28	0000	NE	7	偏南	無	-0.16
1983	12	5	12	0000	5	14	1200	NE	6	平均	不穩定	0.87
	13	5	20	1200	5	25	1200	ENE	11	平均	穩定	0.78
	14	6	4	0000	6	7	1200	ENE	8	偏南	穩定	0.48
	15	6	11	1200	6	14	0000	NE	6	偏北	不穩定	-0.89
	16	6	14	1200	6	20	1200	ENE	13	平均	穩定	0.44
	17	6	21	0000	6	25	1200	E-W	10	偏北	無	-0.66
	18	6	26	0000	6	30	0000	E-W	9	偏北	穩定	-0.49
	1984	19	5	14	0000	5	18	1200	E-W	10	平均	穩定
20		5	21	1200	5	25	0000	NE	8	偏南	穩定	-0.55
21		5	26	0000	5	29	0000	NE	7	平均	穩定	-0.36
22		5	30	1200	6	4	1200	NE	11	平均	穩定	-0.16
23		6	7	0000	6	10	1200	NE	8	平均	不穩定	-1.05
24		6	12	0000	6	14	1200	E-W	6	偏北	穩定	-0.45
25		6	15	0000	6	18	0000	NE	7	平均	不穩定	-0.40

3. 鋒面系統有 $\geq 90\%$ 時間，其東西向長度超過 2500 公里。

在此期間，總共有 25 個鋒面系統滿足上述條件，這 25 個鋒面系統的綜觀時間、位置、走向與鋒面擾動性質，如表一所示。然後依各鋒面系統發生期間由 GMS 每 3 小時紅外線衛星雲圖資料，主觀讀取發生於華南及西太平洋 $20\sim 30^{\circ}\text{N}$ ， $100\sim 130^{\circ}\text{E}$ 範圍內之深對流 (Cb) 量，並將各鋒面系統雲帶內深對流活躍程度分析，結果以對流強度指數示於表一。基本上，以衛星圖片判斷對流雲，需同時使用紅外線與可見光頻道較為可靠。但因梅雨鋒面雲帶之對流系統通常較具組織性，故以紅外線雲圖即可主觀求取對流活動區域，此在本文目的在於區分對流活躍程度之需求情況下，應可滿足。由表一顯見，在 1981 至 1984 年間鋒面系統平均走向幾近東西向者有 7 個，東北—西南向者最多為 12 個，東北東—

西南西者有 6 個。平均位置大部份位於華南 (15 個)，偏北位於長江流域者 ($\geq 30^{\circ}\text{N}$) 有 5 個，偏南位於南海北部者 ($< 22^{\circ}\text{N}$) 亦有 5 個；有鋒面擾者 23 個，其中大部份 (16 個) 屬穩定型沒有發展，僅 7 個屬不穩定型有較大發展，另有 2 個鋒面無擾動。對流強度指數顯示對流活躍程度，第 6 個案 $N_i = 3.51$ 最大，其次為第 10 個案 1.52；第 1 個案最小為 -1.49，其次為第 5 個案 -1.18 及第 23 個案 -1.05。

本文所用 NCAR 網格點資料與 Chen and Jou (1986) 者相同，在此不再贅述。首先分析 1981~1984 年 5~6 月各等壓面之平均高度 (Z)、溫度 (T)、氣流函數 (ψ) 與速度位 (χ)，再分析表一所示各鋒面系統之合成 Z、T、 ψ 與 χ ，並求得其與 5~6 月平均值間之距平值分佈。資料分析的範圍為 $17.5^{\circ}\text{N}\sim 70^{\circ}\text{N}$ ， $20^{\circ}\text{E}\sim$

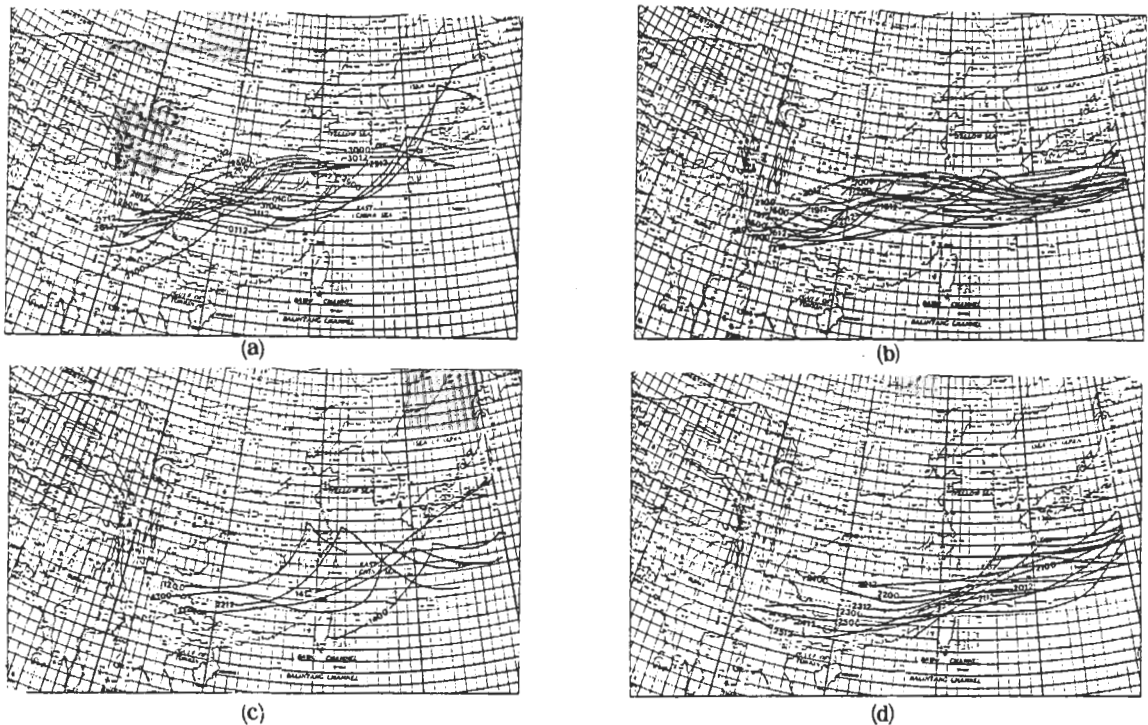


圖 1 對流活躍梅雨鋒面系統 850 mb 鋒面位置。(a)個案 6，(b)個案 10，(c)個案 12，及 (d)個案 13。

180°E。

三、結果與討論

(一) 鋒面系統特徵

表一中 25 個鋒面系統若依鋒面帶上對流活動旺盛程度來區分，有四個個案鋒面系統（# 6，# 10，# 12，# 13）伴隨之對流較為活躍（ $N_i > 0.75$ ），另有四個個案（# 1，# 5，# 15，# 23）較不活躍（ $N_i < 0.75$ ）。活躍的四個個案（見圖 1a ~ 1d）鋒面走向，僅一個為東北—西南走向（# 12），另有一個為東西走向（# 10），其餘二個皆為東北東—西南西走向；而不活躍的四個個案（見圖 2a ~ 2d）則有三個屬東北—西南走向（# 5，# 15，# 23），僅一個為東北東—西南西走向。此表示對流活躍之鋒面系統有較多屬於偏東西走向者

，而不活躍鋒面則多屬東北—西南走向。鋒上擾動之穩定與否，與對流旺盛程度關係並不顯著。不穩定擾動可發生在對流活躍（# 12）或不活躍（# 23，# 15）之鋒面，穩定擾動也是同樣的情形。對流活躍程度與鋒面位置亦無明顯相關。偏北的鋒面系統可為活躍（# 6）或不活躍（# 15）鋒面。偏南之鋒面對活躍程度，因本文對流僅分析發生於 20°N 以北者，故無法完整討論。

另一方面，表一的結果顯示一很有趣的現象，即鋒面對流活躍程度與鋒面幾近滯留之延時有明顯正相關。對流活躍個案 # 6（ $N_i = 3.51$ ）的延時為 8 天，個案 # 10（ $N_i = 1.52$ ）為 7 天，個案 # 12（ $N_i = 0.87$ ）為 3 天，個案 # 13（ $N_i = 0.78$ ）為 5.5 天；不活躍個案 # 1（ $N_i = -1.49$ ）為 3.5 天，個案 # 5（ $N_i = -1.18$ ）為 3 天，個案 # 23（ $N_i = -1.05$ ）為 4 天，個案 # 15（ $N_i =$

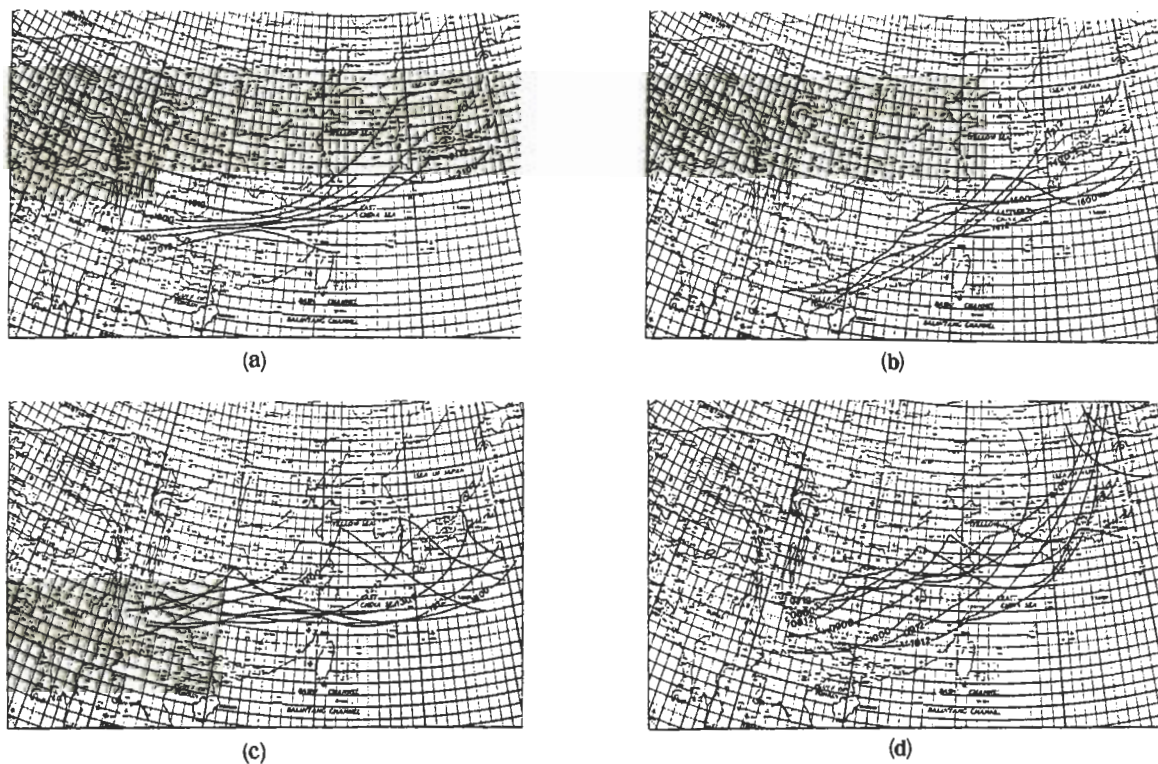


圖 2 對流不活躍兩鋒面系統 850 mb 鋒面位置。(a)個案 1，(b)個案 5，(c)個案 15 及 (d)個案 23。

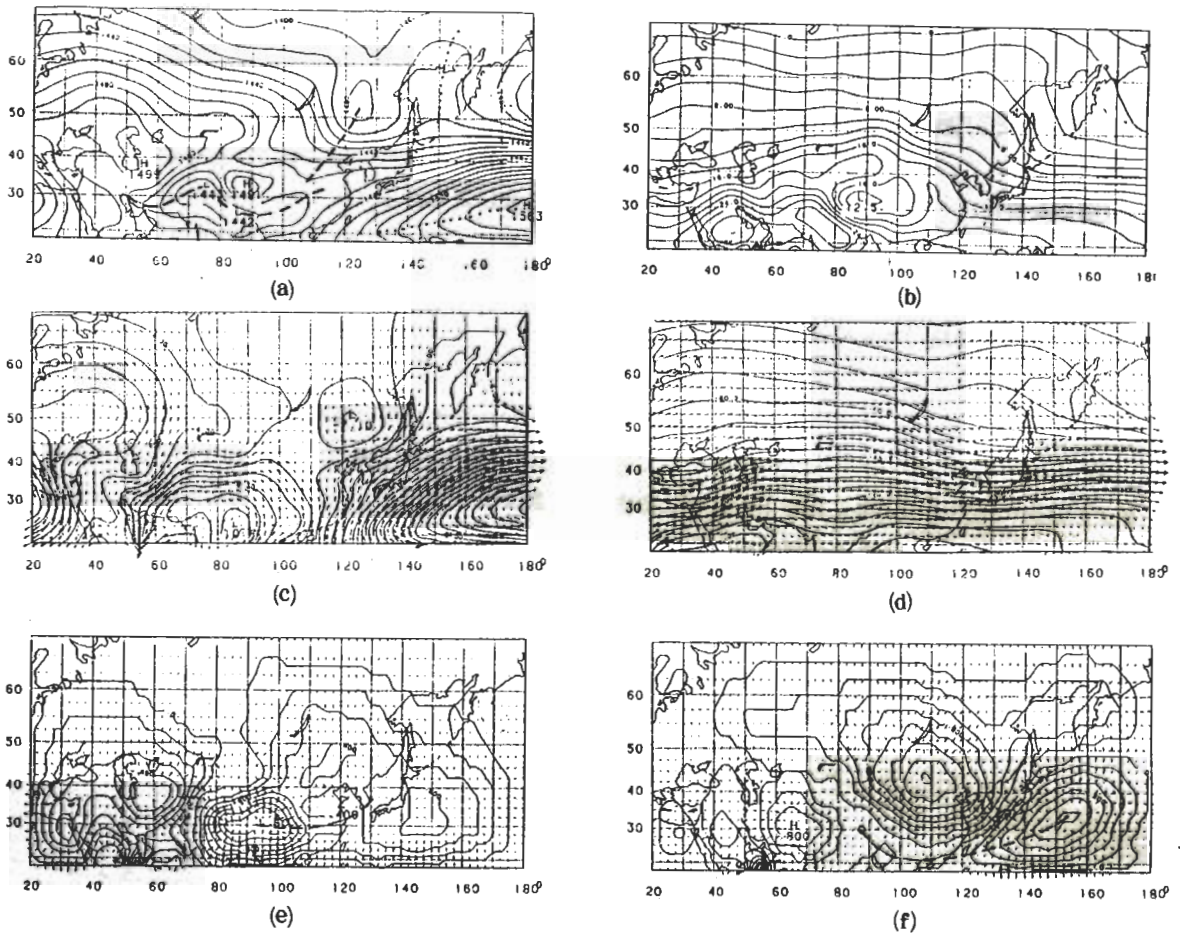


圖3 1981~1984年5~6月(a) 850 mb (10gpm) 平均高度場，槽、脊線分別以虛、點線表示；(b) 850 mb (2°C) 平均溫度場；(c) 850 mb ($1.0 \times 10^6 \text{m}^2 \text{s}^{-1}$) 平均氣流函數；(d) 300 mb ($5.0 \times 10^6 \text{m}^2 \text{s}^{-1}$) 平均氣流函數；(e) 850 mb ($0.2 \times 10^6 \text{m}^2 \text{s}^{-1}$) 平均速度位；(f) 300 mb ($0.2 \times 10^6 \text{m}^2 \text{s}^{-1}$) 平均速度位。

-0.89) 為3天，即對流活躍之鋒面滯留延時大多數較長，不活躍者則較短。在仔細分析所有25個鋒面個案後，我們發現鋒面系統的延時若能維持10個綜觀天氣圖的時間(即5天)以上的，沒有一個個案鋒面伴隨之對流活動是屬於特別不活躍的。此點似乎意味，在大尺度環流配置得當以使梅雨鋒面系統維持較長生命期之情況下，則伴隨鋒面雲帶之對流將較活躍。因所選鋒面個案在 125°E 以西幾近滯留，故鋒面移速與對流活動之相關，無法由此資料

求得。

(二) 平均環流

為比較不同對流強度鋒面系統之大尺度環流差異，故先討論1981-1984年5-6月東亞地區高低對流層平均環流特徵。圖3a與圖3b分別表示1981-1984年5-6月850 mb平均高度與溫度場。顯示東亞及西太平洋地區之主要氣壓系統與台灣梅雨期10年(1975-1984年)平均者相似(Chen et al., 1987)，唯位置與強度有些差異。東亞

主槽在 850 mb 由我國東北向西南伸展至華北，向上向東傾斜至 500 mb。700 mb 以上各層氣壓系統平坦微弱（圖未示），反應溫度槽局限在 700 mb 以下之溫度結構（見圖 3 b）。季風低壓暖心結構之溫度場分佈特徵，使孟加拉灣與北印度之南北向季風槽在中高對流層仍然明顯，而此季風槽以東在中對流層以上已顯現高壓脊，顯然季風環流高層完整之高壓系統出現在 300 mb 以上。850 mb 季風槽由印度東北低壓中心向東北伸至華中， 100° E 以東部份即為平均梅雨槽所在位置。副熱帶太平洋高壓脊在低對流層幾無垂直傾斜，由中心西伸至約 130° E，台灣地區低對流層平均似非此環流系統之西南風主宰。850 mb 之鄂霍次海阻塞脊成南北走向，而 700 mb 以上各層阻塞呈東北—西南走向，向西北偏移至西伯利亞東部，此與該區 500 mb 以下各層東北—西南走向溫度脊一致。

圖 3 c 及 3 d 所示 850 mb 及 300 mb 氣流函數及旋轉風分量分佈，顯見 850 mb 台灣地區平均氣流為南南西風，向上順轉由 700 mb 的西南風，500 mb 的西南西風，至 300 mb 的西風，此與溫度場結構一致。在中高對流層東亞主槽以東，中低緯度氣流於東亞合流之分布十分明顯，平均噴流條則出現在合流之下風處，此亦與該區出現南北溫度梯度最大值一致（圖未示）。由 850 mb 及 300 mb 速度位與輻散分量風場（圖 3 e 及 3 f），顯見 850 mb 合流軸由對馬流峽向西南伸展經東海至長江口，向西幾沿 30° N 至季風低壓。300 mb 分流軸位於 850 mb 合流軸南側，由日本東南方之西太平洋向西南伸展經東海至長江口，向西幾沿 30° N 至季風低壓。300 mb 分流軸位於 850 mb 合流軸南側，由日本東南方之西太平洋向西南伸展經台灣南端與華南沿海至印度東北之低層季風低壓區。

ㄅ) 不同性質鋒面之環流

為了解大尺度環流在決定鋒面位置，走向與鋒面上擾動可能扮演的角色，故分析不同性質鋒面之

環流，以比較其相似與相異特徵（圖未示）。結果發現，穩定類與不穩定類低壓擾動之鋒面系統，其斜壓度並無明顯差異，其伴隨之大尺度環流系統，包括太平洋高壓、季風低壓、東亞主槽等之強度與位置亦無明顯不同，唯一差異為所有穩定類個案均有中緯度阻塞現象，而不穩定類之 4 個個案僅有 1 個具有阻塞。這種明顯差異我們尚未有合理解釋，頗值進一步探討。分析比較東西走向與東北—西南走向各 7 個鋒面系統個案之大尺度環流特徵發現，此兩類之東亞主槽並無明顯差異，但中緯度阻塞現象則有不同。東西走向者均有阻塞，但東北—西南走向者有 3 個個案無阻塞現象。低緯度環流亦有明顯差別，東西走向鋒面系統均伴隨較強之太平洋高壓及較強之季風低壓，但東北—西南走向者此兩環流系統較強或較弱均有。

5 個偏北與 5 個偏南鋒面系統之環流特徵分析，發現有顯著之差異。偏北與偏南系統均可發生在 5 月或 6 月，例如 4 個偏北個案及 3 個偏南個案發生在 6 月份，其餘發生在 5 月份。此顯示雖梅雨鋒面平均分佈隨季節北移（陳與周，1987），但決定鋒面系統偏北或偏南之主要因子乃在環流系統之強度及其位置。偏南梅雨鋒面系統之先決條件為低緯地區高壓較弱低壓較強，即西太平洋高壓較弱東退或脊線偏南而季風低壓較強且槽線東伸偏南，但迫使系統偏南之因子則為較冷較深之東亞主槽及槽後西北氣流之下低對流層較強之高壓環流。因此，鋒面亦多呈東北—西南走向。偏北梅雨鋒面系統之先決條件則為中緯地區環流系統較弱，即東亞主槽不顯或偏東而鋒北高壓環流較弱或不顯，但迫使系統偏北之因子則為較強之太平洋高壓與伴隨之偏北脊線西伸導致鋒南之華南及東海地區較強西南氣流。此外，除個案 # 15 阻塞發生於高緯之外，所有偏北與偏南個案均有中緯度阻塞現象，偏南個案阻塞位置因個案而異，但偏北個案則阻塞均發生在貝加爾湖或其西北。

ㄆ) 不同對流強度鋒面之環流

1 對流活躍

為方便描述起見，將前述對流分析區域（ 20° ~

30°N, 100° ~ 130°E) 稱為A區, 討論將以 850 mb 高度距平與溫度距平、850 mb 旋轉風分量與流線函數及 300 mb 輻散風分量與速度位為主。圖 4 a 及圖 4 b 為個案 6 之 850 mb 高度與溫度距平分佈圖。由圖 4 a 可知此個案之西太平洋高壓較強脊線偏北, 此為鋒面系統平均位置偏北的主要原因。季風低壓較強且往東北偏移至青藏高原東側及新疆東南, 季風槽或梅雨槽由青藏高原東側向東北伸展至江蘇。東亞主槽偏西北, 南段較弱北段較強。

中緯度阻塞發生於貝加爾湖區, 脊線呈西北-東南走向於貝加爾湖(低層)及西側(中高層)。850 mb 梅雨槽北屬季風低壓環流之東南氣流, 槽南有東高西低之高度距平伴隨較強西南風, 槽區幾無斜壓度, 正渦度區亦不顯著(圖未示)。圖 4 c 顯示長江流域低對流層為西南氣流, 向上順轉為高對流層之西風。850 mb 合流軸與平均位置相近幾沿長江流域呈東西走向(圖未示), 300 mb 分流軸較平均偏南(圖 4 d)。

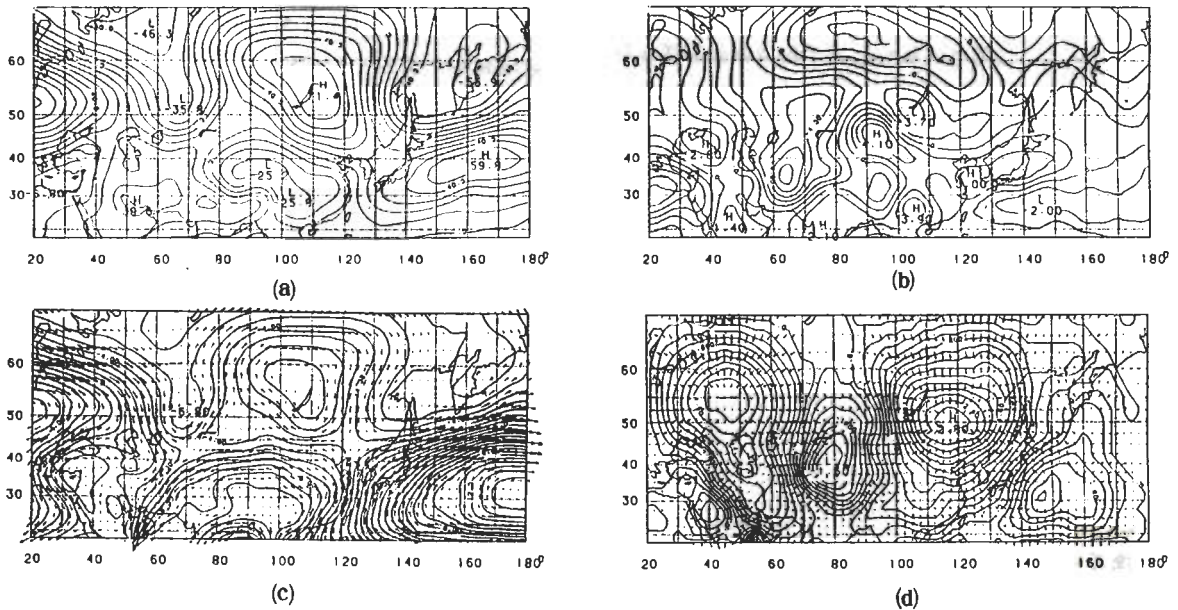


圖 4 個案 6 (a) 850 mb 高度距平 (10 gpm), (b) 850 mb 溫度距平 (1°C), (c) 850 mb 平均氣流函數 ($1 \times 10^6 \text{m}^2 \text{s}^{-1}$), 及 (d) 300 mb 速度位 ($0.2 \times 10^6 \text{m}^2 \text{s}^{-1}$)。

個案 10 (圖未示) 之太平洋高壓較強, 脊線西伸經巴士海峽至東南沿海, 季風低壓較強。低對流層華南及台灣鄰近地區(即 A 區) 西北低東南高之高度距平伴隨較強之西南風, 此較強西南氣流顯屬源自孟加拉灣。鋒面平均位置有明顯斜壓度及最大正渦度。高層東亞主槽偏東, 中緯度阻塞發生於巴爾卡什湖西北。A 區 850 mb 為較強西南氣流, 向上順轉為 300 mb 之西風。850 mb 合流軸幾呈東

西走向, 300 mb 分流軸位置在 A 區較平均偏南, 向北輻散風分量較強。個案 13 (圖未示) 之太平洋高壓亦較強, 脊線西伸至台灣東北部海面, 季風低壓較強且在雲南出現甚強低壓, A 區西低東高之高度距平伴隨較強低對流層西南氣流, 此較強西南氣流亦顯係源自孟加拉灣。鋒面區亦為顯著斜壓區及正渦度最大區。東亞主槽較強偏東, 中緯度阻塞發生在西伯利亞東部。A 區鋒南低對流層之西南風較

強，向上順轉為 300 mb 之西風或西北風。

個案 12 與上述三個個案環流之差異較大 (圖 5)，圖 5 a, b 顯示太平洋高壓較弱偏向西北，脊線向西南伸約 140°E，印北季風低壓較弱，另一甚強低壓位於青藏高原東側，A 區北低南高之高度距平伴隨低對流層較強西南風，此較強西南氣流顯係源自孟加拉灣。鋒面區有顯著斜壓度，並為最大正渦度區。東亞主槽偏東，中緯度無阻塞。圖 5 c 顯示 A 區低對流層西南風較強，850 mb 合流軸幾與梅雨

鋒一致 (圖未示)，300 mb 合流軸在其南側經 A 區 (圖 5 d)，此顯示本圖個案對流活動之高層外流層應在更高之高對流層 (例如 200 mb 或以上)，而非在 300 mb。

由上述四個個案之大尺度環流分析顯示，對流活躍之鋒面系統伴隨華南低對流層負高度距平，對流區西低東高或北低南高之高度距平伴隨較強之西南氣流，此西南氣流非屬太平洋高壓環流者，顯係源自孟加拉灣。

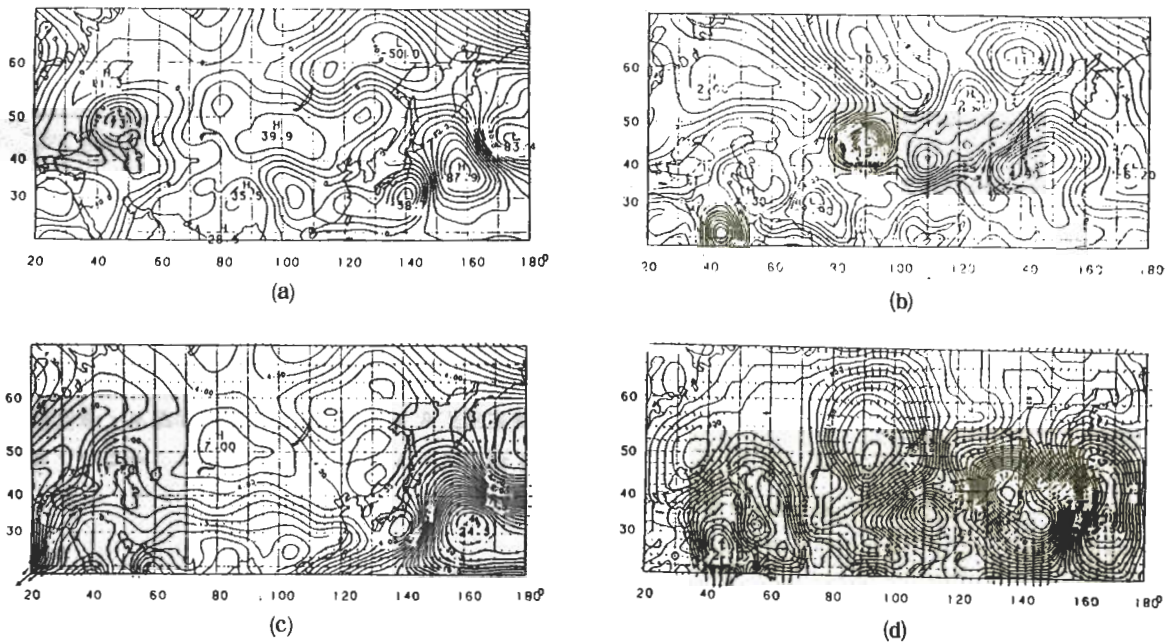


圖 5 同圖 4，但為個案 12。

2 對流不活躍

圖 6 a 及圖 6 b 為個案 5 之 850 mb 高度距平與溫度距平分佈。顯見太平洋高壓較平均為強且偏西，脊線西伸至台灣，季風低壓較弱，唯青康藏高原南側出現深低壓，華南 850 mb 高度為正距平，A 區西高東低高度距平伴隨 850 mb 之地轉東南氣流。東亞主槽偏東，高層成西北-東南走向，中緯度阻塞發生於巴爾克什湖區。鋒面區有顯著斜壓，並具微弱正渦度。圖 6 c 顯示 A 區 850 mb 為太平洋

高壓環流之東南氣流主宰，向上順轉為 300 mb 之西風。300 mb 分流軸伴隨較弱輻散南北風分量 (圖 6. d)。

個案 1 與上述個案 5 之環流形式較為相近 (圖未示)，太平洋高壓稍強，脊線西伸至台灣東部海面，季風低壓較弱，850 mb 華南為高度正距平區，A 區北高南低之高度距平伴隨 850 mb 之地轉東南氣流。低對流層東亞主槽偏東，高對流層呈橫槽形式，中緯度阻塞位於貝加爾湖區。鋒面區有顯著

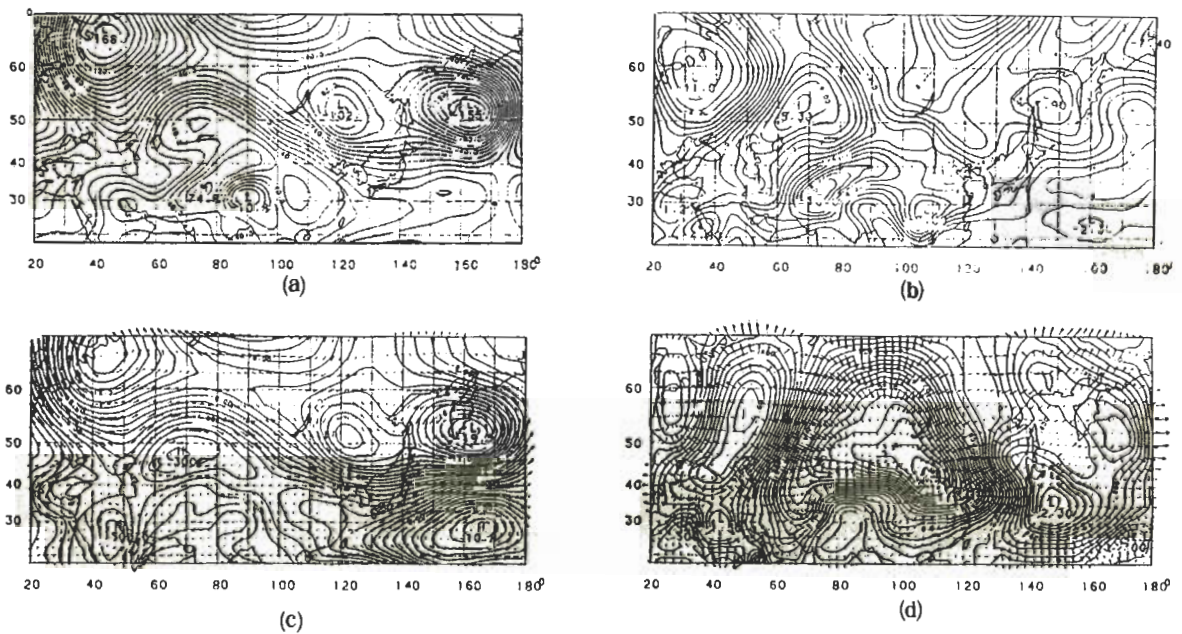


圖 6 同圖 4，但為個案 5。

斜壓度，但正渦度不顯。A 區 850 mb 為太平洋高壓環流之偏南風，向上順轉為 300 mb 之西風。

850 mb 合流軸在鋒面南側，300 mb 分流軸約與 850 mb 合流軸相近，均經 A 區南部。

圖 7 a 及 7 b 為個案 15 之 850 mb 高度距平與溫度距平分析，顯見，西太平洋高壓較強且西伸經巴士海峽至華南沿海，台灣東方海面出現分裂高壓，向上向西方之暖空氣傾斜至 300 mb 之華南沿海。季風低壓較弱，季風槽向東北伸展為梅雨鋒之位置約與平均相近。東亞主槽不顯，中緯度亦無阻塞。鋒北西高東低之高度距平伴隨之較強北風與鋒南北高南低之高度距平伴隨之較強西南風，維持偏北之鋒面斜壓區於 30°N 附近。正渦度最大值約與鋒面區一致，最大值在江蘇沿海（圖未示）。圖 7 c 顯示 A 區由低對流層太平洋高壓環流之西南風，向上順轉為高對流層之西風，圖 7 d 顯示 300 mb 之分流軸大部份與平均位置相近。

個案 23（圖未示）之大尺度環流形勢為，太平洋高壓較強且偏向西北，脊線向西南伸經台灣至華南沿海，季風低壓較強，華南 850 mb 高度為正距

平，A 區北高南低之高度距平伴隨較強之地轉偏東風分量。東亞主槽偏東，高層並呈西北東南走向，中緯度無阻塞高壓。鋒面區具顯著斜壓度，並為微弱正渦度區。A 區 850 mb 為太平洋高壓環流之東南風主宰，向上順轉為 300 mb 之西風或西北風。850 mb 合流軸在鋒面南側，300 mb 分流軸與 850 mb 合流軸相近，均經 A 區內部。

由上述四個個案之大尺度環流分析顯示，對流不活躍之鋒面系統伴隨華南正高度距平，對流區西高東低或北高南低之高度距平分佈恰與活躍鋒面者相反，對流區內為太平洋高壓環流之東南或西南風主宰。

3 對流活動幾近平均

個案 8（圖未示）之太平洋高壓較強，脊線西南伸至巴士海峽，季風低壓較強，850 mb 華南為高度正距平區，台灣及鄰近為負距平區，A 區西高東低之高度距平伴隨偏北之地轉風分量。東亞主槽低層偏東，高層呈東北-西南走向，中緯度阻塞發生於貝加爾湖區。鋒面區具顯著斜壓度，並伴隨微弱正渦度。850 mb A 區屬太平洋高壓環流之西南

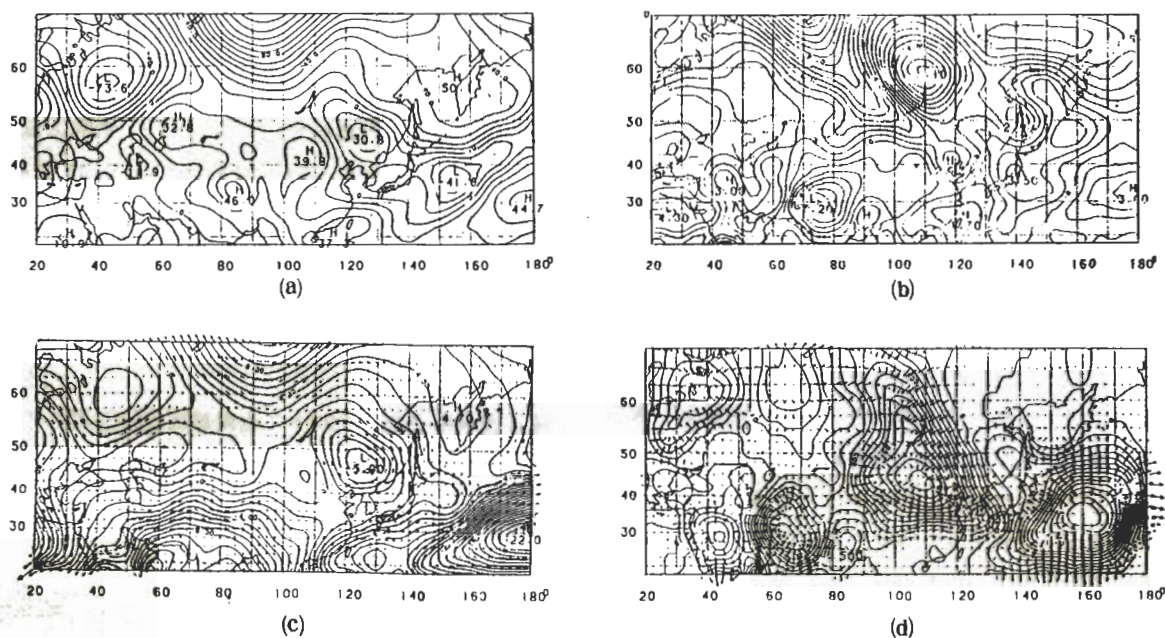


圖7 同圖4，但為個案15。

風主宰，向上順轉為300 mb之西風。A區內850 mb合流軸位於北側，300 mb分流軸則位於南側。個案11(圖未示)之太平洋高壓較弱且東退，季風低壓較強且季風槽偏南，東亞主槽較冷較深且偏東，850 mb低壓中心位於日本東方海面，向上向西北冷空氣方向傾斜，至300 mb已位於日本海。中緯度阻塞位於西伯利亞東部，脊線呈西北-東南走向。鋒面北側高壓環流顯著且向上伸至700 mb，唯中心位於黃海，台灣及鄰近地區之低對流層屬此高壓南側之偏東氣流範圍內， 130°E 以西之鋒面斜壓區較強且偏南。最大正渦度區約沿平均鋒面分佈，而稍偏東南。台灣及鄰近地區500 mb以下為偏東風，300 mb轉為西北風。850 mb分流軸約與平均鋒面平行且位於鋒北，西伸經台灣北部，300 mb合流軸約與其平行而稍偏南。

比較上述四個活躍個案、四個不同活躍個案及兩個幾近平均之個案，顯然東亞主槽之強弱與位置、中緯度阻塞之有無、太平洋高壓之強弱與季風低壓之強弱等個別條件與對流活躍與否似無直接關連，而這些大尺度環流適當配置下之低對流層氣流性

質，才是主宰梅雨鋒面系統對流強度的直接因子。

四、總結與建議

本文利用綜觀天氣圖、衛星雲圖及NCAR網格點資料，研究梅雨季東亞大尺度環流之鋒面系統間變化，選取1981-1984年5-6月18個幾近滯留之鋒面系統個案，研究不同性質鋒面系統間大尺度環流之特徵，結果可摘要如下：

- 1 不同緯度鋒面之大尺度環流特徵顯示，決定個別鋒面偏北或偏南之主要因子為環流系統之強度與位置而非季節。偏南之主要因子為較深冷之東亞主槽及槽後低層較強高壓環流，偏北之主要因子則為較強太平洋高壓伴隨偏北脊線下較強之西南氣流。
- 2 不同對流強度鋒面之大尺度環流特徵顯示，對流活躍鋒面系統之共同特徵為對流區低對流層負高度距平及由源自孟加拉灣之較強西南氣流；不活躍鋒面系統之對流區則為正高度距平伴隨太平洋高壓環流之東南或西南氣流。

3. 不同鋒面擾動強度之大尺度環流特徵顯示，穩定與不穩定擾動之差別不在鋒面斜壓度之差異，而在於中緯度阻塞。穩定類均有阻塞，而不穩定類大多無阻塞。
4. 不同走向鋒面系統之大尺度環流特徵顯示，東西走向鋒面伴隨之共同中、低緯度環流為均有中緯度阻塞且低緯有較強太平洋高壓及較強季風低壓，東北西南走向者則無此共同特徵。

由本研究結果顯示，梅雨鋒面系統間之變化，低緯度環流顯然扮演主宰角色，其中西南氣流之強弱與源地更為決定梅雨／對流顯著性之重要因子。因此，利用熱帶地區（南北半球）風場資料研究西南氣流不同時間尺度及空間尺度之演變，在了解梅雨之系統間變化方面顯得特別重要。而 300 mb 副熱帶對流區及太平洋區之速度位顯示，今後研究以應選擇更高之對流層（200 mb）以了解高層對流區之外流與中緯度環流之交互作用及對流區之外流與太平洋高壓強度之關連。此外，不同性質鋒面系統間大尺度環流之顯著差異，包括穩定擾動類中緯度均有阻塞而不穩定類大部分無阻塞，東西走向與東北－西南走向鋒面之對流較不活躍而東北東－西南西走向者則較活躍，東西走向者均有中緯阻塞而東北－西南走向者則約有一半無阻塞，偏南鋒面中緯阻塞位置空間變化大而偏北者阻塞皆在貝加爾湖區附近，這些鋒面與環流之關連我們尚無合理解釋，頗值得進一步探討。

誌謝

我們感謝李瑞麟先生在大尺度環流資料處理、分析與電算機程式設計、繪圖等方面工作所做的努力，宋宗信先生在鋒面分析與其有關資料之處理，紀水上博士在衛星雲圖對流之分析及黎定華小姐與鄧秀明先生之對流資料整理，並感謝中央氣象局預報中心與衛星站在資料上協助以及審查者之建議與意見。本研究在國科會專案計畫 NSC 77-0202-M002-14 與 NSC 78-0202-M002-11 支援下完成。

參考文獻

- 吳明進，1987：台灣梅雨之年際變化(-)。台大大氣所研究報告 NTUATM-1987-03，41 頁。
- 吳明進與傅達麟，1987：台灣梅雨季降水之年際變化。大氣科學，15，1，31~42。
- 紀水上，1978：台灣梅雨期平均環流之初步研究。大氣科學，5，2，17~32。
- 陳正改與廖志翔，1981：台灣地區空梅之環流特徵。氣象學報，27，2，1~14。
- 陳泰然，1981a：台灣鄰近梅雨系統之合成結構之研究。台大大氣科學系研究報告 Mei-Yu-004，106 頁。
- 陳泰然，1981b：影響台灣地區八個梅雨系統平均結構之初步分析。大氣科學，8，43~52。
- 陳泰然，1981c：1975 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，111~130。
- 陳泰然，1986：「台灣地區中尺度實驗」(TAMEX)之實驗設計。防災科技研究報告 75-01 號，93 頁。
- 陳泰然，1987：台灣乾溼梅雨期之平均環流特徵。大氣科學，15，1，17~30。
- 陳泰然，1988：台灣梅雨顯著年大範圍之衛星雲量之演變。大氣科學，16，59-74。
- 陳泰然與周仲島，1987：梅雨季東亞大尺度環流之年際變化與系統間變化。台大大氣所研究報告，NTUATM-1987-06，171 頁。
- 蔡清彥洪秀雄與陳泰然，1988：TAMEX 後續研究之規畫。國科會研究報告，NSC 77-0202-M002-11，39 頁。
- 劉復誠：1987：台灣地區顯、空梅年之大氣環流特徵及長期預報研究。中央氣象局研究報告

第 192 號，54 頁。

Chen, G.T.J., and B.J.D. Jou, 1986: Interannual variations of large-scale circulations over East Asia during the Taiwan Mei-Yu season. Dept. Atmos. Sci., Natl. Taiwan Univ., Sci. Rep. NTUATM-1986-05, 213pp.

Chen, G.T.J., B.J.D. Jou, and R.-L. Lee, 1987: Long-term means of frontal activities and large-scale circulation over East Asia during Taiwan's Mei-Yu season. *Proc. Natl. Sci. Council.*, 11, 6, 443-456.

Chiang, S.H., 1987: Climatic fluctuations of Taiwan's Mei-Yu (Plum-Rain). *J. Eng. Environ.*, 8, 55-68.

VARIATIONS OF LARGE-SCALE CIRCULATIONS ASSOCIATED WITH MEI-YU
FRONTS OF DIFFERENT TYPES

George Tai-Jen Chen *Ben Jong-Dao Jou*

Department of Atmospheric Sciences
National Taiwan University

(manuscript received August 15, 1988; in final form August 31, 1988)

ABSTRACT

A diagnostic study of Mei-Yu frontal systems and large-scale circulations during the East Asia Mei-Yu season was carried out. Synoptic charts, GMS IR pictures and NCAR grid-point data in May–June 1981–1984 were used to study the similarities and the differences of large-scale circulations for various types of frontal systems.

Results showed that the primary factor for determining the more northern or more southern position of an individual frontal system was the intensity and location of large-scale circulations rather than the season. The more northern location and the more southern location of a frontal system was primarily controlled by the low-latitude and mid-latitude circulations, respectively. It was found that the low-tropospheric air responsible for more the actively convective cases was the stronger southwesterlies originated from the Bay of Bengal. For the inactive convection case, the low-troposphere was dominated by the southeasterlies or southwesterlies of the subtropical Pacific high. The mid-latitude circulations were quite different for the frontal systems with stable and unstable frontal waves. Blocking was observed for all the stable cases, while no blocking was observed for most of the unstable cases. Existence of a blocking and a stronger Pacific high and a stronger monsoon low were observed for all the E–W oriented frontal systems. This was not observed for the NE–SW oriented ones.

Key words: Mei-Yu front, southwesterly flow, blocking.