

台灣海峽北部與鄰近地區春夏中尺度 對流系統之氣候特徵

陳泰然¹
周鴻祺² 林宗嵩³ 楊進賢⁴

¹台灣大學大氣科學研究所

²民航局中正氣象台

³文化大學大氣科學系

⁴民航局氣象中心

(中華民國八十五年七月十八日收稿；中華民國八十五年九月十日定稿)

摘 要

本文利用民航局中正機場雷達回波資料，分析1988-1993年2-7月台灣海峽北部及鄰近地區中尺度對流系統之氣候特徵。除分析個案特徵外，亦分析所有線狀對流系統及不同走向系統在不同生命階段之空間分佈。此外，探討中尺度對流系統發生頻率之年際變化、季節分佈及日夜變化，並依線狀對流形成型態、層狀降水區型態及綜觀型態，進行不同類別之分析與頻率分佈，最後分析線狀對流生命期。

結果顯示，各年與各月出現之非線狀對流系統均較線狀者為多。不論線狀或非線狀對流系統之回波開始出現時間或形成期出現時間，均無明顯日夜變化。但線狀與非線狀系統發生頻率均有顯著季節變化，並以5月最多；平均移速亦有顯著季節變化，以4月最快，且後者較前者為快。線狀對流主要發生在海峽北部及台灣西北部沿海一帶，於台灣西北部沿海進入成熟期，並於北部地區與東北部沿海消散。線狀對流形成型態以後造型最多，破線型次之，前造型與破面型最少。鋒面雲帶之線狀對流，以發生於地面鋒後者最多，發生於鋒上與鋒前者相近。線狀對流主軸與鋒面走向，以平行者最多，交角在 20° - 60° 者次之，垂直者最少。

此外發現，線狀對流平均生命期為7.6小時，於5-6月梅雨季較長，3-4月較短。不同形成型態系統之生命期，以破面型10小時最長，破線型7.3小時最短。形成期至成熟期與成熟期至消散期之平均時間相近，各為2.1小時。形成期至消散期之平均時間為4.2小時，以破面型6.1小時最長，後造型與前造型之4.1小時最短。

關鍵詞：線狀對流、年際變化、季節變化、形成形態、生命期

一、前言

台灣梅雨季之豪(大)雨,主要係由鋒面雲帶內之中尺度對流系統而來,陳(1988; 1994)與Chen(1992)曾對其環境條件與可能激發機制之近年來研究做了回顧、討論及展望。1987年5-6月TAMEX(Taiwan Area Mesoscale Experiment;台灣地區中尺度實驗)實地作業之實施,使P-3飛機與地面都卜勒雷達觀測資料,被國內外專家學者廣泛的應用於個案中尺度對流系統之結構與動力研究(例如:周等 1990;周與游 1991;周與鄧 1993;楊等 1995; Jorgensen and LeMone 1989; Jorgensen et al. 1991; Lin et al. 1989; Lin et al. 1990; 1992; 1993; 1996; Pasken and Lin 1996; Wang 1989; Wang et al. 1990), Chen and Chou (1993)亦對TAMEX期間飈線之一般特徵與環境條件做了探討。這些研究使我們對於發生在梅雨季之中尺度對流系統之結構、演變及有利環境條件增加很多了解。然而,目前我們對於春夏季影響台灣地區之中尺度對流系統之氣候特徵,包括:發生頻率之時空分佈、季節與日夜變化、形成與組織型態、生命期長短、及梅雨鋒面之相關等,尙缺乏有系統的分析與認識。

爲探討台灣海峽北部與鄰近地區春夏線狀對流(line convection)之氣候特徵,利用民航局中正機場都卜勒雷達於1988-1993年2-7月所觀測之雷達回波資料,以非都卜勒狀態觀測之最大強度回波圖(觀測半徑240公里)選取中尺度對流系統,並去除未具或已具組織性之午後熱雷雨與颱風及其外圍雲雨帶個案。陸上午後熱雷雨回波與非熱雷雨形式回波,通常可由其發生時間、地點、移行及生命期獲得區別。其中因1988年2月9日至5月6日雷達資料傳輸發生問題,故本研究並未包括該年2月1日至5月6日資料。首先由回波資料辨認中尺度對流系統,再將其區分爲線狀與非線狀系統,其定義將分別於下一章說明。本文除分析線狀與非線狀對流之年際、季節及日夜頻率(即出現次數)分佈外,並探討不同類別線狀對流之空間分佈、年際與季節頻率分佈以及生命期。

二、資料與分析

中正機場雷達回波等值層相對應之回波值爲 level 1: ≤ 20 dBz, level 2: 21-25 dBz, level 3: 26-30 dBz, level 4: 31-35 dBz, level 5: 36-40 dBz, level 6: 41-50 dBz, level 7: 51-60 dBz。中尺度對流系統之降水回波,一般由對流區和層狀區所組成。本文採用 Houze et al. (1990)之定義,即對流區爲水平尺度20-25公里且回波極值在10公里水平距離內至少具有2個等值層,等值層形狀之變化空間尺度 ≤ 10 公里且時間尺度 ≤ 1 小時,也就是回波中心型態具有迅速不規則變動之特徵。此外,依 Churchill and Houze (1984)之經驗,回波值 ≥ 40 dBz(即 \geq level 6)者亦視爲對流區。層狀區則爲水平尺度超過40公里之任

何非對流性降水回波區，其特徵為強度具水平均勻性，降水結構較不強烈(< 40 dBz)且變動緩慢，不包括微弱之孤立陣雨回波與消散之層狀回波碎片。本文中尺度對流系統之定義標準，為降水回波值 ≥ 20 dBz之顯著回波區之(a)水平尺度 ≥ 150 公里且(b)持續時間 ≥ 3 小時。此種中尺度對流系統，若對流區呈現長寬比至少為3:1之線狀型態，且持續時間 ≥ 3 小時，則定義為線狀對流，否則為非線狀對流。美國聯邦作業單位由雷達回波辨認線狀系統(line)之標準為，只要有關或相似之回波存有長寬比超過5:1之形態，且至少有50公里長但小於50公里寬，持續達15分鐘以上者(U. S. Depts. of Commerce and Defense 1980)。本文為區分線狀與非線狀中尺度對流系統，而非僅在辨認線狀系統，因而採取前述與美國線狀系統不同而以對流區長寬比與其持續時間長短為基礎之定義，使所得結果更為合理。中尺度對流系統之生命期，則包含系統出現回波開始至回波消失為止的時段。若系統在觀測區外形成移入或未消散時就已移出，則生命期以加2小時處理。對於線狀對流生命期而言，若對流區已形成線狀結構且長度 ≥ 150 公里，則定義為其形成期(formation stage)，對流區已達最大強度且呈現恆定狀態則為成熟期(mature stage)，對流區出現線狀結構之最後時間則為消散期(decaying stage)。依此定義之線狀對流生命期，顯較由形成期至消散期之時間為長。

依 Bluestein and Jain(1985)之回波形成型態分類標準，將線狀對流區分為 broken line, back building, forward building, broken areal, embedded areal 五種。Broken line(破線型)線狀對流之形成，開始時為許多孤立對流胞呈線狀排列且各胞幾同時出現，隨後各胞發展擴大且舊胞之間有新胞形成，終至演變成密實線狀對流。圖1為一典型鋒前破線型線狀對流之形成期，系統於台灣海峽北部幾呈南北走向。Back building(後造型)線狀對

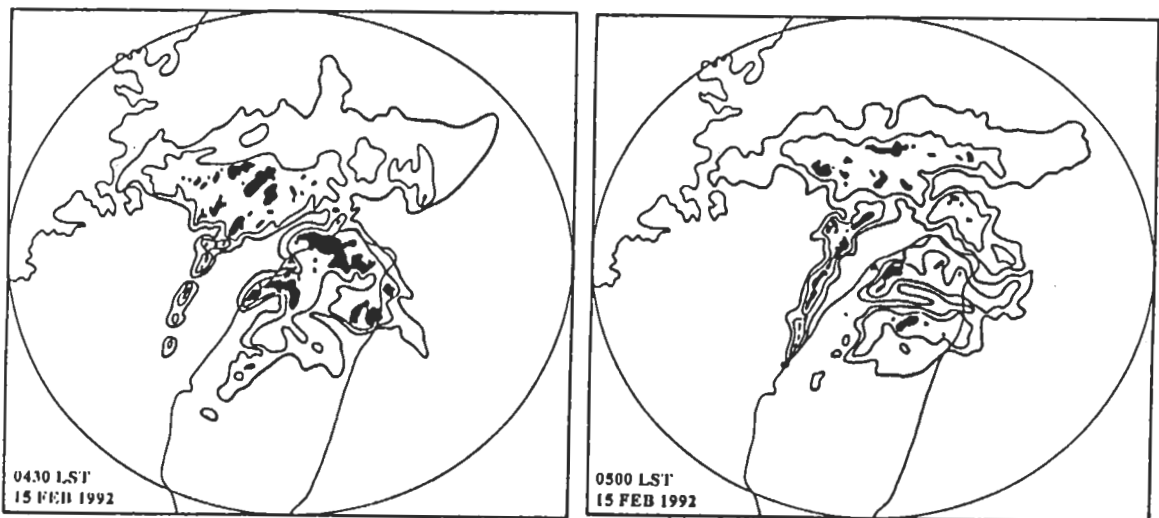


圖1 1992年2月15日(a) 0430 LST與(b) 0500 LST雷達回波圖。回波等值線最外圍為20dBz，由外向內依次為30、40、50與60dBz。黑色區域外圍為40-50dBz內圍為 ≥ 60 dBz。黑色區內之空白區為50-60dBz。此為鋒前破線型(broken line)線狀對流形成期之典型個案，鋒面仍在觀測區外。

流之形成，為在對流胞移動方向之上游有週期性之新胞形成，隨後新胞範圍擴大移向舊胞並與之結合而成。圖2為一典型鋒前後造型線狀對流之形成期，系統於海峽中部亦呈南北走向。Forward building(前造型)線狀對流之新胞形成位置與後造型者相反，位於下游，形成過程則同。圖3為一典型鋒前前造型線狀對流之形成期，系統於海峽北部幾呈東西走向。Broken areal(破面型)線狀對流，是由一區域內無組織的中度與強烈對流胞發展而成的密實線狀對

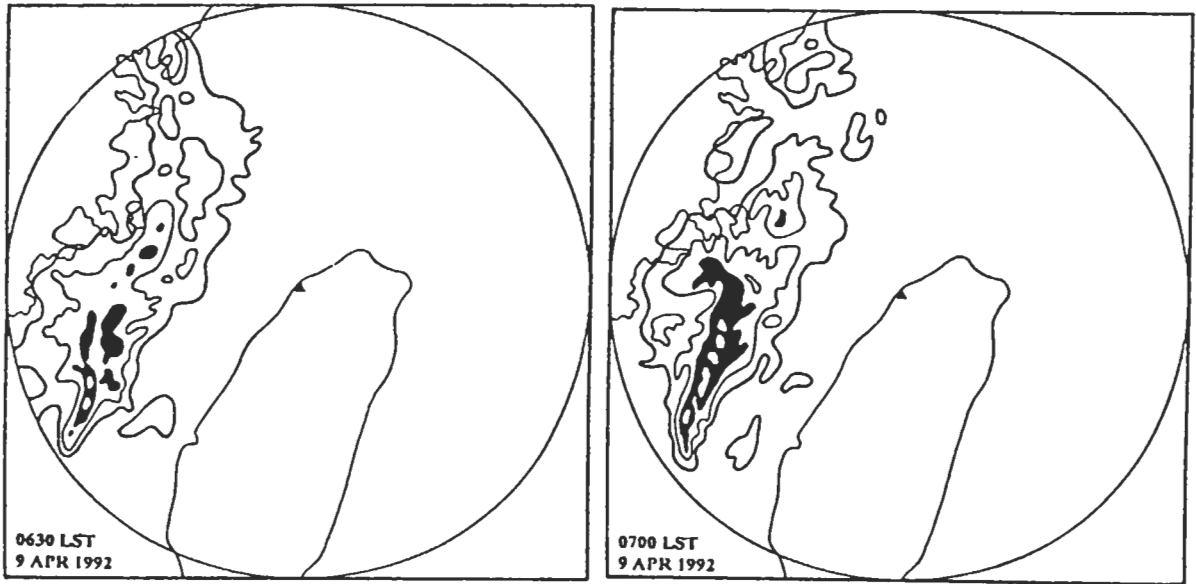


圖2 1992年4月9日(a)0630 LST與(b)0700 LST雷達回波圖。此為鋒前(鋒面仍在華南)後造型(back building)線狀對流形成期之典型個案，餘同圖1。

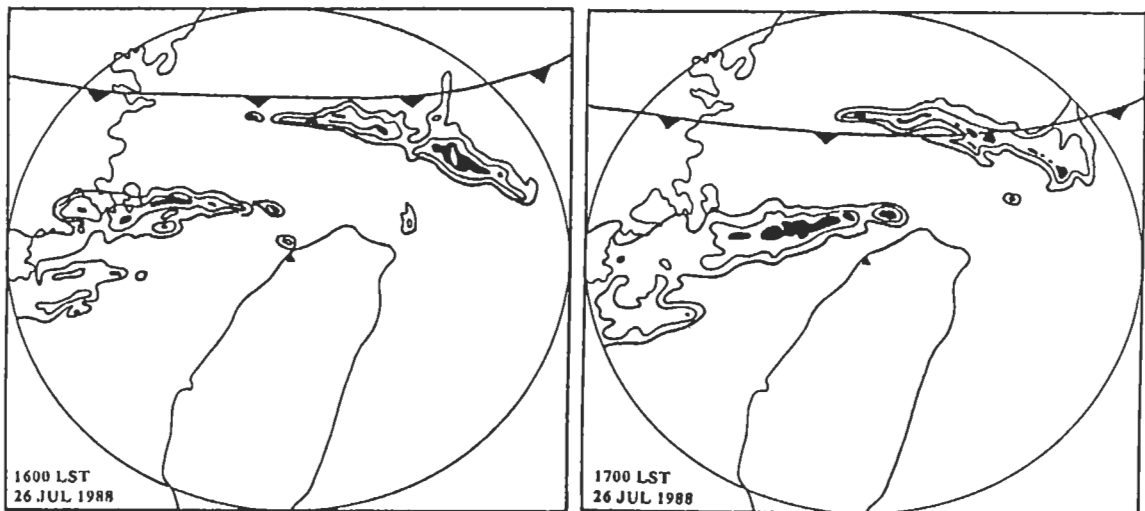


圖3 1988年7月26日(a) 1600 LST與(b) 1700 LST雷達回波圖。此為鋒前前造型(forward building)線狀對流形成期之典型個案，餘同圖1。

流系統。圖4為一典型鋒後破面型線狀對流之形成期與成熟期，系統在台灣海峽北部海面幾呈東北—西南走向。Embedded areal(嵌面型)線狀對流，則指於大範圍較弱層狀降水區內發展出之線狀對流系統。圖5為一典型鋒後嵌面型線狀對流之形成期與成熟期，系統於海峽北部/西北部沿海幾呈東北—西南走向。

1988-1993年2-7月(1988年2-4月缺)中正機場都卜勒雷達非都卜勒狀態觀測半徑(240公里)內之中尺度對流系統，總計471個，其中非線狀對流323個，線狀對流148個。如圖1所示240公里半徑之非都卜勒狀態觀測範圍，已涵蓋海峽中北部與福建沿海。每個個案之層狀降水特徵、次回波區之有無、對流線走向、20 dBz回波範圍最大長度、最大回波強度、系統移速、 > 40 dBz與20 dBz回波面積比、生命期以及板橋探空站相對於系統之位置等基本資料均經分析(陳與林1995)，這些基本分析資料可供今後研究中尺度對流系統氣候性質與選取個

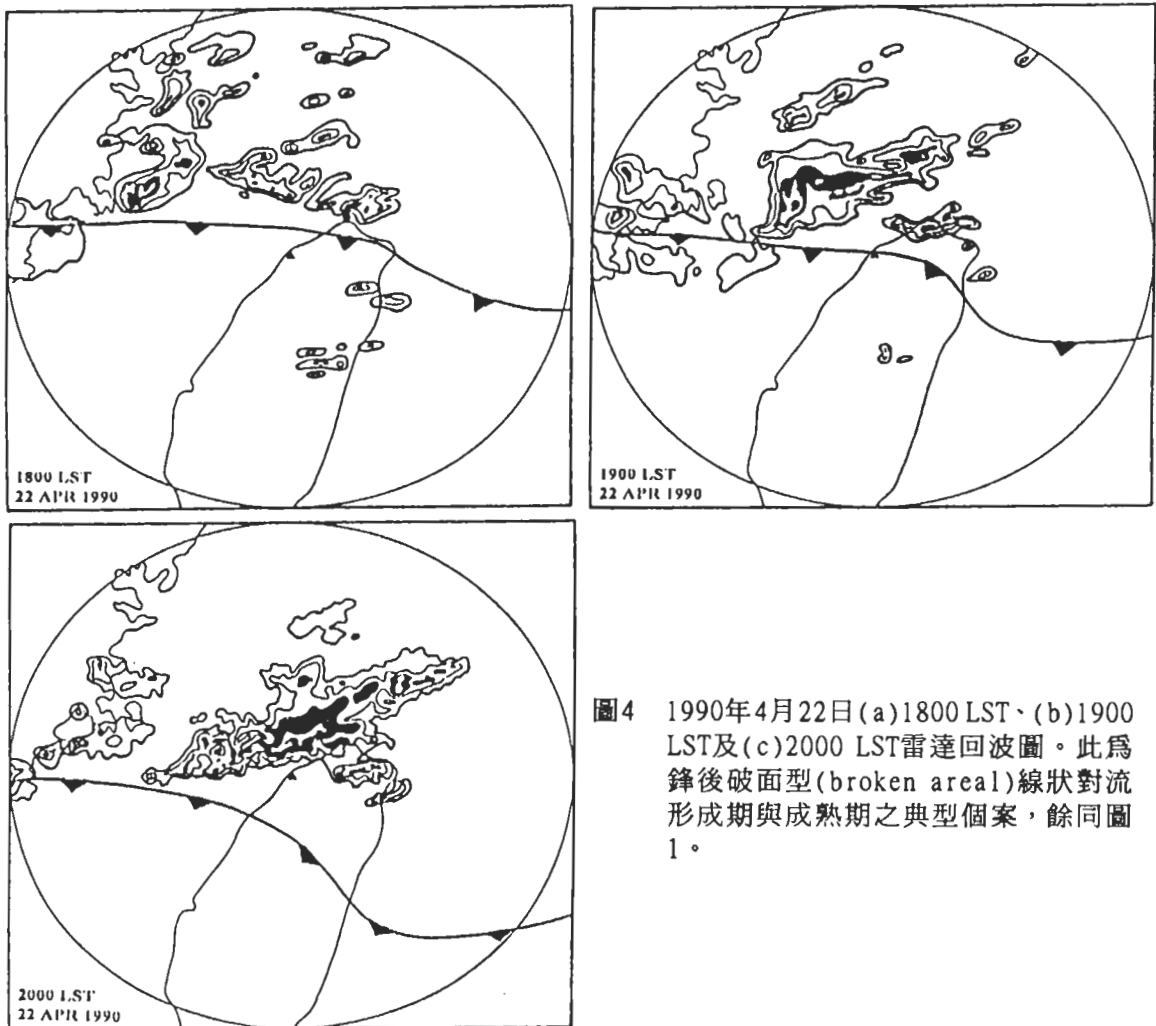


圖4 1990年4月22日(a)1800 LST、(b)1900 LST及(c)2000 LST雷達回波圖。此為鋒後破面型(broken areal)線狀對流形成期與成熟期之典型個案，餘同圖1。

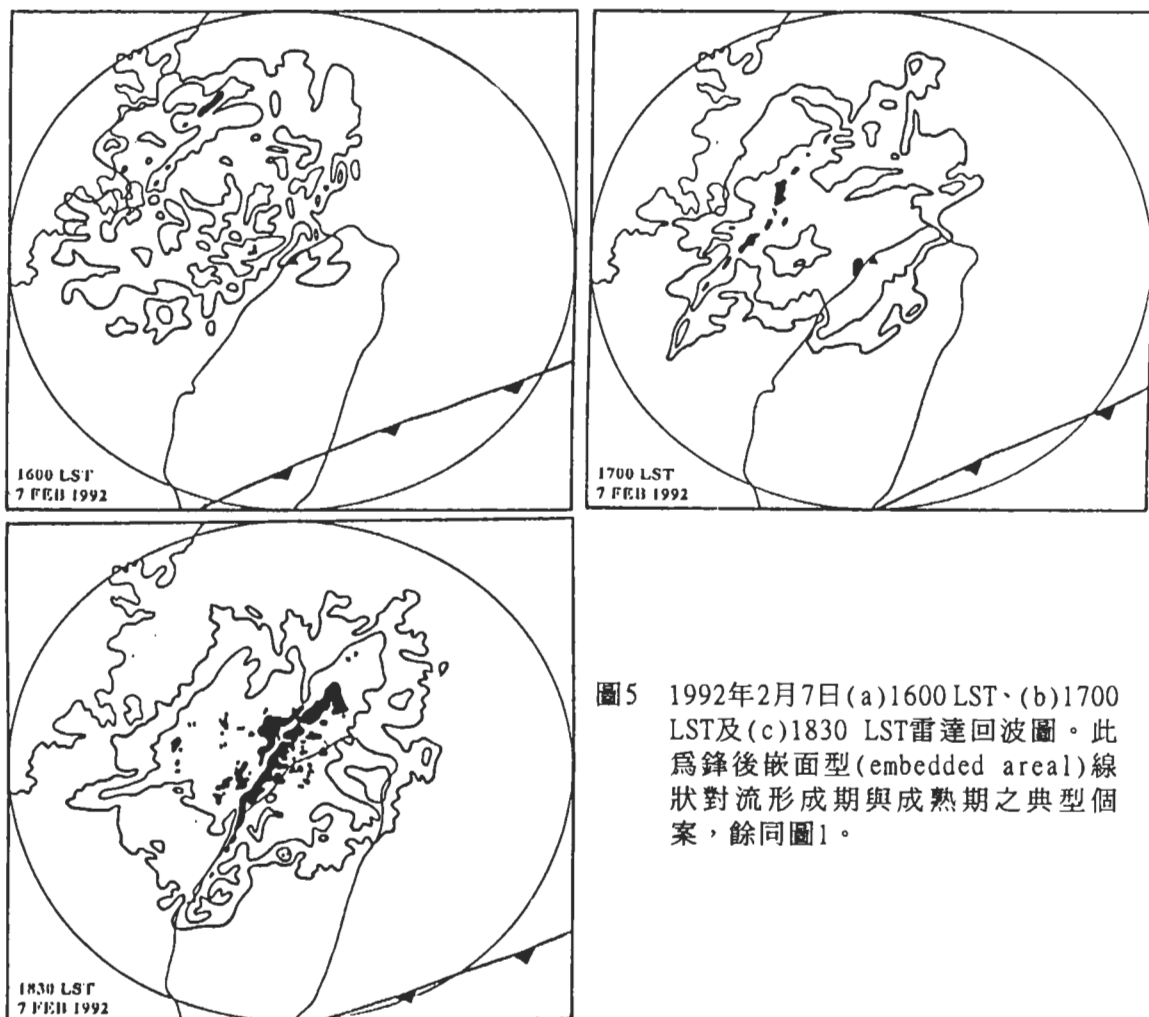


圖5 1992年2月7日(a)1600 LST、(b)1700 LST及(c)1830 LST雷達回波圖。此為鋒後嵌面型(embedded areal)線狀對流形成期與成熟期之典型個案，餘同圖1。

案進行診斷分析之參考。其中系統移速，非線狀對流以 ≥ 20 dBz 之顯著回波區幾何中心之位移決定，線狀對流則以垂直於對流主軸方向之位移決定。

三、結 果

(一) 個案特徵

分析系統開始出現回波之時間，不論線狀或非線狀對流，均無明顯的日夜變化，且頻率亦無顯著高低峰存在，夜間(2100 LST-0800 LST)與白天(0900-2000 LST)出現頻率約各占

50%。此與新竹地區夜間豪雨頻率偏高之特徵大異其趣(陳 1985)，顯示新竹地區局部環流在導致豪(大)雨之重要性，亦即若夜間有陸風(或山風)發展，則離岸風與梅雨季盛行西南氣流之向岸風將可產生局部輻合作用，此可為激發或增強劇烈中尺度對流系統機制而導致豪雨。各月非線狀對流平均移速，由2月 13.0 ms^{-1} 增加為3月 13.6 ms^{-1} ，4月達最大值為 14.3 ms^{-1} ，5月減小為 12.2 ms^{-1} ，6月再減小為 10.4 ms^{-1} ，7月最小為 7.9 ms^{-1} 。線狀對流平均移速，除7月外，其他各月均較非線狀對流者為慢，由2月 11.0 ms^{-1} 增加為3月 12.4 ms^{-1} ，4月亦達最大值為 12.9 ms^{-1} ，5月減小為 9.4 ms^{-1} ，6月最小為 5.9 ms^{-1} ，7月為 8.3 ms^{-1} 。不同型態線狀對流之平均移速，以後造型最快為 11.4 ms^{-1} ，破面型最慢為 6.9 ms^{-1} ，前造型、嵌面型及破線型分別為 10 ms^{-1} 、 9.7 ms^{-1} 及 8.8 ms^{-1} 。

(二) 空間分佈

圖6為1988-93年2-7月台灣北部及近海地區所有線狀對流個案不同生命階段之空間分佈。顯然，線狀系統主要發生於台灣海峽北部與台灣西北部沿海一帶，有2個最大頻率主軸皆呈東北-西南走向。兩個最大頻率主軸向東南移動，於成熟期合而為一，位於台灣西北部沿海，隨後向東南移入台灣北部地區與東北部沿海而進入消散期。不同生命階段皆為東北-西南走向之最大主軸與其隨時間向東南移動之分佈，實乃線狀對流大部份為東北-西南走向且向東南移動之反映。有關海峽北部線狀對流有利形成區、台灣西北部沿海有利成熟區及東北部沿海有利消散區之區域與局部環境條件之了解，將有助對於線狀對流演變之了解與對其預報之改進，這些問題均有賴海上密集觀測資料之分析研究與數值模擬探討。

不同主軸走向線狀對流在各生命階段頻率分佈，如圖7所示。顯然，各不同走向系統之最大頻率主軸走向，皆反映個案之走向性質。南北走向線狀對流主要在台灣海峽中北部形成，而東北-西南與東西走向線狀對流則主要在台灣西北部外海形成。南北走向系統向東移動，主軸於成熟期移至中部與西北部沿海，於北部地區與北部沿海消散。東北-西南與東西走向者頻率分佈相似，最大主軸於成熟期出現在台灣北部與西北部外海，主要於台灣北部與東北部外海消散。台灣北部沿海為各類不同主軸走向線狀對流系統消散區，該區在梅雨季低對流層盛行西南氣流之陸地/地形下風區，線狀對流之消散過程與機制值得進一步探討。

(三) 年際變化與季節分佈

線狀與非線狀對流發生頻率之年際變化與季節分佈，如表一與表二所示。1988-1993年期間不論線狀或非線狀對流之發生頻率均有顯著年際變化，各年前者均較後者為少，前者最多發生在1993年為33個，最少在1988年為16個(可能因該年缺2-4月故較少)，1991年亦僅22個，與最多年份相差超過50%；後者最多為1989年69個，最少為1988年24個，1991年44個，與最多年份相差亦超過50%。季節頻率分佈顯示，有明顯季節變化，線狀對流由2月15個增加為3月25個，4月再增加為33個，5月最多為34個，6月減少為32個，7月最少為9個。非線狀對流由2月21個增加為3月43個，4月與5月達最多，均為93個，6月減少為61個，7月最少為12

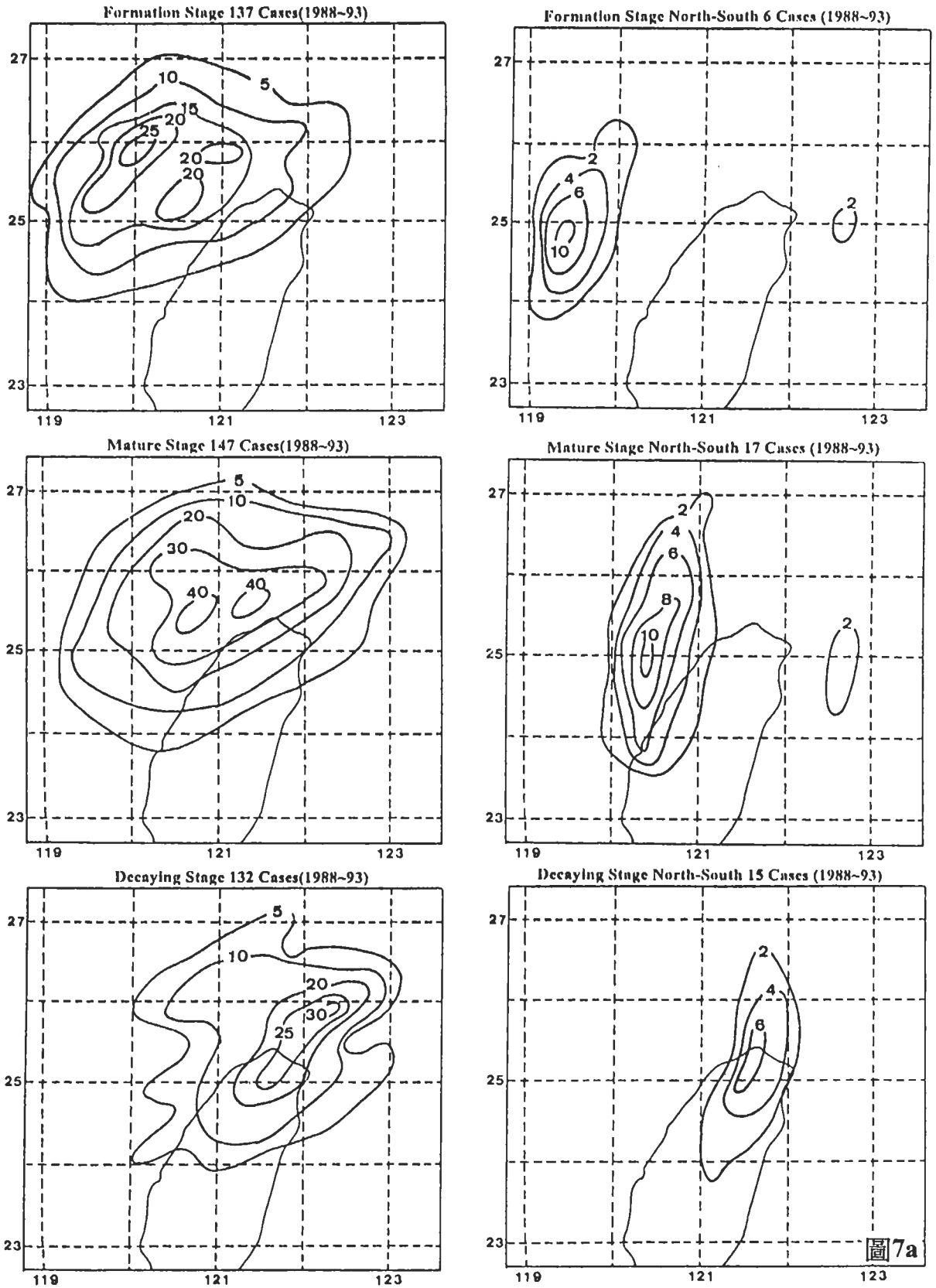


圖6 1988-93年2-7月北部及鄰近地區線狀對流各生命階段之頻率分佈。

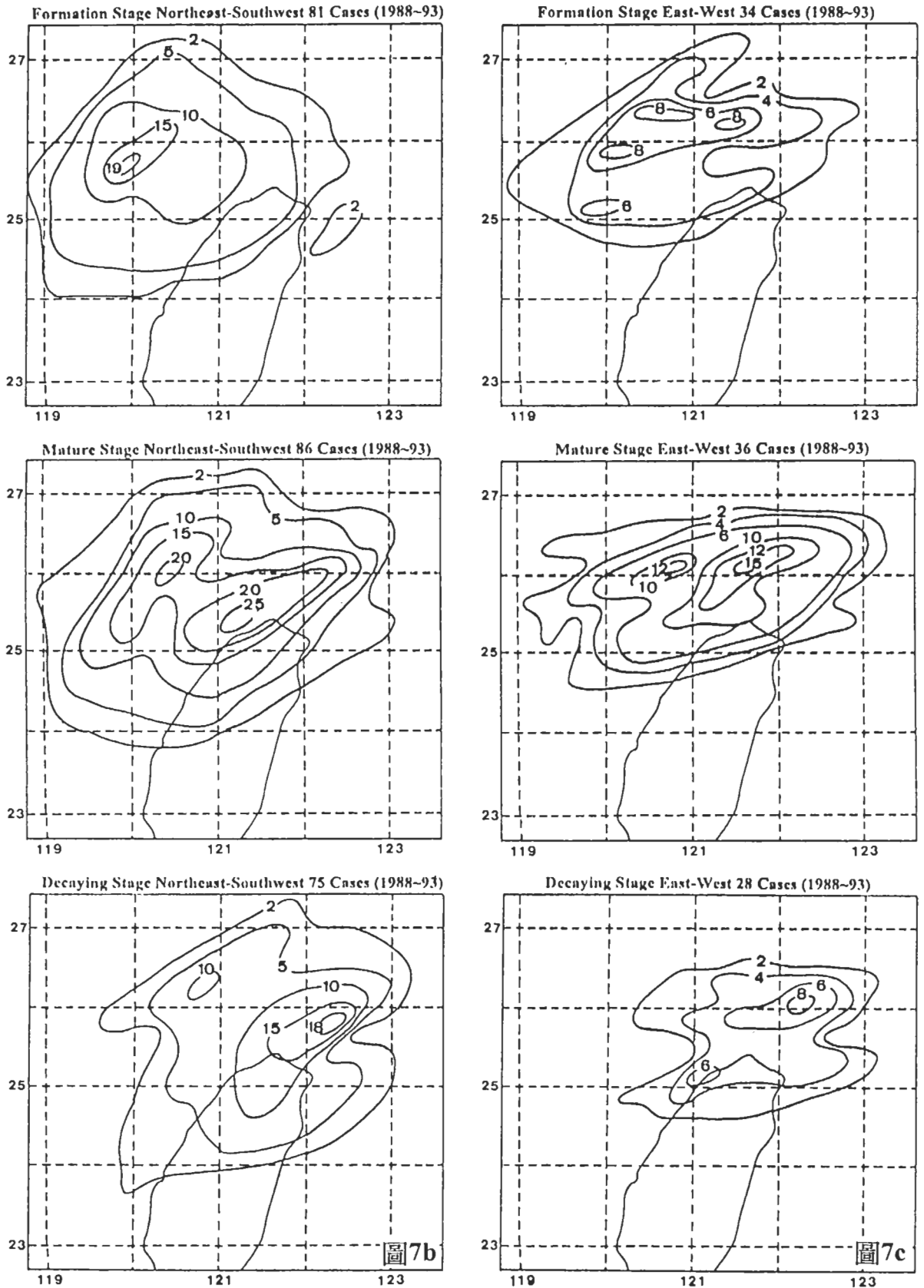


圖7 1988-93年2-7月(a)南北、(b)東北-西南及(c)東西走向線狀對流各生命階段之頻率分佈。

表一 1988-1993年2-7月(1988年2-4月缺)線狀與非線狀中尺度對流系統發生頻率之逐年分佈。

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	總計
線狀	16	24	23	22	30	33	148
非線狀	24	69	68	44	52	66	323
共計	40	93	91	66	82	99	471

表二 1988-1993年2-7月(1988年2-4月缺)線狀(L)與非線狀(NL)中尺度對流系統發生頻率之各月分佈。

	2 月			3 月			4 月			5 月			6 月			7 月		
	L	NL	小計	L	NL	小計	L	NL	小計	L	NL	小計	L	NL	小計	L	NL	小計
1988										7	12	19	6	10	16	3	2	5
1989	2	5	7	3	10	13	7	19	26	9	24	33	3	8	11	0	3	3
1990	6	5	11	0	7	7	11	37	48	2	11	13	4	7	11	0	1	1
1991	1	4	5	10	6	16	5	10	16	0	6	6	6	16	22	0	1	1
1992	2	4	6	10	8	18	4	12	16	6	16	22	3	7	10	5	5	10
1993	4	3	7	2	12	14	6	15	20	10	24	34	10	13	23	1	0	1
共計	15	21	36	25	43	68	33	93	126	34	93	127	32	61	94	9	12	21

個。顯然，不論線狀或非線狀對流，均在5月梅雨季出現最高頻率。

(四) 日夜變化

各年與各月中尺度對流系統形成期出現頻率之日夜分佈(表未示)顯示，不論線狀與非線狀對流，均無顯著日夜差異，夜間(2100 LST-0800 LST)與白天(0900-2000 LST)出現頻率均約各占50%，與前述開始出現回波之時間頻率分佈相似。但線狀對流形成期出現時間之頻率似有清晨(0300-0500 LST)最大值，非線狀對流似有深夜(0000-0200 LST)與午後(1600 LST)最大值傾向。

(五) 線狀對流形成型態

不同形成型態線狀對流發生頻率之年際變化與季節分佈，如表三與表四所示，其中其他類即為無法歸類之線狀對流，顯示各型發生頻率均有顯著年際變化。各型頻率以後造型最多為49個(33%)，其次為破線型46個(31%)，前造型與破面型最少僅6-7個(4%)。此與 Oklahoma 區域發生者有些不同，該區以破線型與後造型最多，埃面型最少(Bluestein and Jain

表三 1988-1993年2-7月(1988年2-4月缺)各種線狀對流形成型態之逐年頻率分佈。

形成型態	1988	1989	1990	1991	1992	1993	總計
破線型	9	5	5	7	11	9	46
後造型	3	2	10	8	9	17	49
前造型	2	2	0	0	3	2	6
破面型	0	1	2	3	1	0	7
嵌面型	1	4	4	2	3	3	17
其他	1	10	2	2	6	2	23
小計	16	24	23	22	30	33	148

表四 1988-1993年2-7月(1988年2-4月缺)各種線狀對流形成型態之各月頻率分佈。

形成型態	2月	3月	4月	5月	6月	7月	總計
破線型	5	5	7	8	16	5	46
後造型	4	8	11	14	10	2	49
前造型	0	0	2	1	2	1	6
破面型	0	2	3	1	1	0	7
嵌面型	4	5	3	5	0	0	17
其他	2	5	7	5	3	1	23
小計	15	25	33	34	32	9	148

1985)。綜觀環境條件、緯度、海陸及地形等，在不同地區線狀對流之形成型態差異所扮演的角色，有待進一步的探討。各類型態頻率亦有顯著季節變化，破線型與後造型主要發生在4-6月，約佔70%，嵌面型則未發生於6-7月。

(六) 線狀對流層狀降水區型態

線狀對流系統所伴隨不同型態層狀降水區如圖8所示，其發生頻率之年際變化與季節分佈，如表五與表六所示。無層狀降水區者約占36%，有層狀降水區者以出現在後側者(後側型)最多，約占30%，其次為出現在對流主軸方向者(主軸型)約占23%，最少為出現在對流前後兩側者(兩側型)約占11%。無層狀降水區之線狀對流出現頻率，似無明顯年際變化，有層狀降水區之各型線狀對流，則年際變化顯著。季節分佈顯示，無層狀降水區者最多出現在6月，後側型與主軸型最多在5月，兩側型最多在3-4月。

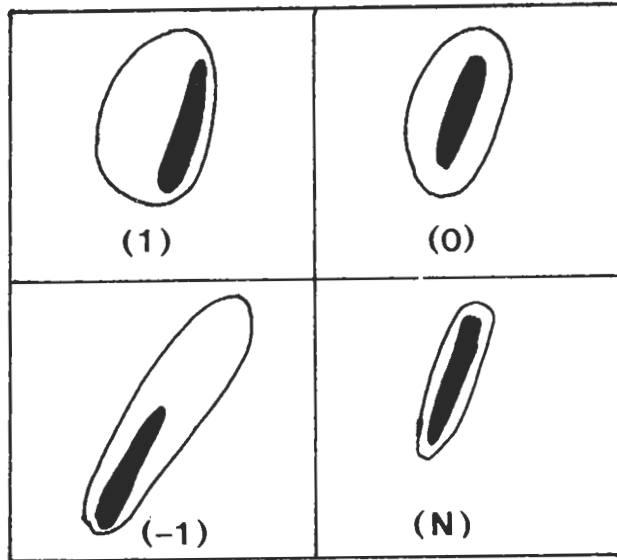


圖8 線狀對流不同層狀降水區形態，1為層狀降水區在線狀對流後側（即後側型），0為在前後兩側（即兩側型），-1為在對流主軸方向（即主軸型），N為無層狀降水區。

表五 1988-1993年2-7月(1988年2-4月缺)線狀對流不同層狀降水區型態之逐年頻率分佈。型態1為層狀降水區在線狀對流後側(後側型)，0為在前後兩側(兩側型)，-1為在對流主軸方向(主軸型)，N為無層狀降水區。

型態	1988	1989	1990	1991	1992	1993	共計
1	3	10	3	5	12	11	44
0	0	3	2	2	6	4	17
-1	4	4	8	5	3	10	34
N	9	7	10	10	9	8	53
小計	16	24	23	22	30	33	148

表六 1988-1993年2-7月(1988年2-4月缺)線狀對流不同層狀降水區型態之逐月頻率分佈。餘同表五。

型 態	2月	3月	4月	5月	6月	7月	共計
1	4	8	9	11	7	5	44
0	4	5	5	1	2	0	17
-1	2	3	8	10	8	3	34
N	5	9	11	12	15	1	53
小 計	15	25	33	34	32	9	148

(七) 線狀對流之綜觀分類

表七為伴隨不同綜觀型態之線狀對流頻率分佈，其中伴隨鋒面者最多，約占75%，其次為伴隨東北季風者為14%，伴隨高壓迴流者9%，伴隨西南季風者僅2%。伴隨鋒面者，線狀對流發生於鋒後者最多約占36%，發生於鋒面上與鋒前者相近，各約占32%。線狀對流主軸與鋒面之交角，以兩者平行者最多，約占56%，相交角度在20-60°間者次之，約占35%，垂直者最少僅占9%。

表七 1988-1993年2-7月(1988年2-4月缺)線狀對流不同綜觀型態之頻率分佈。形成期(對流區已成線狀結構且長度 ≥ 150 公里)發生於離地面鋒面300公里範圍內者，再區分為鋒面上(距鋒面50公里內)、鋒面前與鋒面後。對流主軸與鋒面交角 $\leq 20^\circ$ 視為平行， $\geq 60^\circ$ 視為垂直，之間者視為相交。

綜觀型態	鋒面前	鋒面上	鋒面後	共計	高壓迴流	東北季風	西南季風
平行	13	21	26	60			
相交	16	11	11	38			
垂直	5	3	2	10			
小計	34	35	39	108	13	20	3

(八) 線狀對流生命期

不同生命期長短之線狀對流出現頻率與平均生命期之年際變化與季節分佈，如表八與表九所示。平均生命期年際變化不大，約在7.3-7.8小時之間，平均為7.6小時；季節變化稍大，5-6月梅雨季最長，約為8.3-8.6小時，3-4月最短，約為6.6小時。各年各月均以生命期5-10小時者出現頻率最高，統計約占65%，多於15小時者最少僅占1%。表十為各不同形成型態線狀對流生命期長短之頻率分佈與平均生命期。生命期以破面型最長，為10小時，破線型最短，為7.3小時，各型均以5-10小時出現頻率最高。

表十一與表十二分別為各月與各不同形成型態線狀對流，形成期至成熟期經歷之時間與成熟期至消散期之時間。平均而言，兩段時間相近，約各為2.1小時。形成期至成熟期以2月與7月最長，為2.5小時，3月最短為1.6小時；成熟期至消散期以6月最長，為2.5小時，4月最短為1.7小時。形成期至消散期平均約為4.2小時，以6月最長，為4.8小時，3-4月最短，為3.5小時。不同形成型態線狀對流，形成期至成熟期以破面型最長，為3.2小時，前造型最短，為1.7小時；成熟期至消散期亦以破面型最長，為2.9小時，破線型最短，為2小時。形成期至消散期平均為4.2小時，以破面型最長，為6.1小時，後造型與前造型最短，約為4.1小時。

表八 1988-1993年2-7月(1988年2-4月缺)線狀對流不同生命期(系統出現回波開始至回波消失爲止;LT)之逐年頻率分佈。線狀對流在觀測區外形成移入或未消散時已移出者,生命期加2小時歸類,因此類個案比例不高,平均時未予考慮。

	LT≤5小時	5<LT≤10小時	10<LT≤15小時	LT>15小時	平均(小時)
1988	1	13	2	0	7.34
1989	0	18	4	0	7.81
1990	7	9	4	1	7.61
1991	6	12	4	0	7.64
1992	4	21	3	1	7.53
1993	7	20	6	0	7.38
小計	25	93	23	2	7.55

表九 1988-1993年2-7月(1988年2-4月缺)線狀對流不同生命期之逐月頻率分佈。餘同表八。

	LT≤5小時	5<LT≤10小時	10<LT≤15小時	LT>15小時	平均(小時)
2月	3	10	2	0	7.67
3月	6	17	1	0	6.56
4月	12	14	2	1	6.56
5月	0	26	8	0	8.27
6月	3	19	9	1	8.59
7月	1	7	1	0	7.33
小計	25	93	23	2	7.55

表十 1988-1993年2-7月(1988年2-4月缺)不同形成型態線狀對流之不同生命期(LT)頻率分佈,餘同表八。

形成型態	LT≤5小時	5<LT<10小時	10<LT<15小時	LT≥15小時	平均(小時)
破線型	12	28	5	1	7.27
後造型	9	32	6	1	7.44
前造型	0	5	1	0	8.17
破面型	1	3	3	0	10.07
嵌面型	2	9	5	0	8.50
小計	24	77	20	2	7.55

表十一 1988-1993年2-7月(1988年2-4月缺)各月線狀對流形成期至成熟期之時間(F/M)與成熟期至消散期之時間(M/D)。對流區已成線狀結構且長度 ≥ 150 公里定為形成期，對流最強且呈近似恆定狀態定為成熟期，對流區出現線狀結構之最後時刻定為消散期。括號內為個案數，部份個案無F/M或M/D觀測。

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	平均
F/M	2.5	1.6	1.83	2.36	2.33	2.50	2.13
小時	(13)	(22)	(31)	(33)	(29)	(9)	(137)
M/D	1.85	1.93	1.72	2.22	2.50	1.93	2.07
小時	(13)	(22)	(30)	(30)	(29)	(7)	(131)

表十二 1988-1993年2-7月(1988年2-4月缺)不同形成型態線狀對流形成期至成熟期之時間(F/M)與成熟期至消散期之時間(M/D)，餘同表十一。

形成型態	破線型	後造型	前造型	破面型	嵌面型	平均
F/M	2.18	2.02	1.70	3.17	2.13	2.14
小時	(46)	(46)	(5)	(6)	(15)	(118)
M/D	1.97	2.05	2.38	2.90	2.07	2.07
小時	(41)	(43)	(4)	(5)	(11)	(104)

四、總 結

本文主要目的，在於利用民航局中正機場都卜勒雷達回波，分析1988-1993年2-7月台灣北部與鄰近海域中尺度對流系統之氣候特徵，結果可歸納為以下數點：

1. 台灣北部與近海地區之線狀對流，平均而言，主要發生在台灣海峽北部與台灣西北部沿海一帶，於台灣西北部沿海進入成熟期，並於北部地區與東北部沿海進入消散期。不同走向之線狀對流，幾皆於移入西北部沿海或外海時達到成熟階段，並於北部地區或東北部外海消散。線狀對流發生頻率，於2-4月間隨季節增多，於5-6月達最多，7月銳減。
2. 不論線狀或非線狀對流系統，開始出現回波之時間與形成期之時間，均無明顯的日夜變化，且頻率日夜分佈並無顯著高低峰存在。
3. 線狀對流與非線狀對流系統平均移速，有顯著季節變化，均以4月最快，且後者較前者為快。發生頻率亦有顯著季節變化，均以5月最多，且後者較前者為多。

4. 線狀對流形成型態，以後造型最多，破線型次之，前造型與破面型最少。有層狀降水區之線狀對流，則以後側型最多，主軸型次之，兩側型最少。各型移速以後造型最快，隨後依次為前造型、嵌面型及破線型，破面型最慢。
5. 鋒面雲帶之線狀對流，發生於地面鋒後者最多，發生於鋒上與鋒前者相近。線狀對流主軸與鋒面交角，以平行者最多，交角在 20° - 60° 者次之，垂直者最少。
6. 線狀對流平均生命期為7.6小時，於5-6月梅雨季較長，於3-4月較短。不同形成型態之生命期，以破面型最長(10小時)，破線型最短(7.3小時)。形成期至成熟期與成熟期至消散期之平均時間相近，各約2.1小時。形成期至消散期平均為4.2小時，以破面型最長(6.1小時)，後造型與前造型最短(4.1小時)。

致 謝

本文完成非常感謝莫冬立先生、吳連育先生、徐孟秋小姐及王子軒先生，在資料收集、處理、分析、電腦繪圖以及完稿等各階段的幫忙與協助。本研究在國科會專案計畫 NSC85-2111-M-002-011-AP6支援下完成。

參考文獻

- 周仲島、洪景山及鄧秀明，1990：梅雨鋒面對流雨帶雙都卜勒雷達分析。**大氣科學**，**18**，239-264。
- 周仲島與游政谷，1991：TAMEX期間海上中尺度對流系統之飛機雷達觀測個案研究。**大氣科學**，**19**，149-176。
- 周仲島與鄧秀明，1993：TAMEX期間CAA都卜勒雷達資料的特性與檢訂。**大氣科學**，**21**，125-135
- 陳泰然，1985：「劇烈區域性豪雨觀測與分析實驗計畫」之可行性研究。國科會防災科技研究報告73-42號，32頁。
- 陳泰然，1988：台灣梅雨研究的回顧。**科學發展月刊**，**16**，239-266。
- 陳泰然，1994：台灣梅雨季之豪雨研究。**大氣科學**，**22**，455-477。
- 陳泰然與林宗嵩，1995：梅雨季天氣系統之中尺度氣候研究(一)。台大大氣科學研究所研究報告 NTUATM-1995-001，124頁。
- 楊淑蓉、陳台琦及林沛練，1995：長生命期鋒面雨帶之研究(一)：軌跡分析與熱動力結構。**大氣科學**，**23**，407-447。

- Bluestein, H. B., and M. H. Jain, 1985: Formation of mesoscale lines of precipitation: Severe squall lines in Oklahoma during the spring. *J. Atmos. Sci.*, 42, 1711-1732.
- Chen, G. T. J., 1992: Mesoscale features observed in the Taiwan Mei-Yu season. *J. Meteor. Soc. Japan*, 70, 497-516.
- Chen, G. T. J., and H. C. Chou, 1993: General characteristics of squall lines observed in TAMEX. *Mon. Wea. Rev.*, 121, 726-733.
- Churchill, D. D., and R. A. Houze, Jr., 1984: Development and structure of winter monsoon cloud clusters on 10 December 1978. *J. Atmos. Sci.*, 41, 933-960.
- Houze, R. A. Jr., B. F. Smull, and P. Dodge, 1990: Mesoscale organization of springtime rainstorms in Oklahoma. *Mon. Wea. Rev.*, 118, 613-654.
- Jorgensen, D. P., and M. A. LeMone, 1989: Vertical velocity characteristics of oceanic convection. *J. Atmos. Sci.*, 46, 621-640.
- Jorgensen, D. P., and M. A. LeMone, and B. J. D. Jou, 1991: Precipitation and kinematic structure of an oceanic mesoscale convective system. Part I: Convective line structure. *Mon. Wea. Rev.*, 119, 2608-2637.
- Lin, P. L., T. C. C. Wang, and C. C. Yeh, 1989: Doppler observational study of a long-lived rainband in TAMEX IOP-13. *Papers Meteor. Res.*, 12, 91-119.
- Lin, Y. J., T. C. C. Wang, R. W. Pasken, H. Shen, and Z. S. Deng, 1990: Characteristics of a subtropical squall line determined from TAMEX dual-Doppler data. Part II: Dynamic and thermodynamic structures and momentum budgets. *J. Atmos. Sci.*, 47, 2382-2399.
- Lin, Y. J., R. W. Pasken, and H. W. Chang, 1992: The structure of a subtropical prefrontal convective rainband. Part I: Mesoscale kinematic structure determined from dual-Doppler measurements. *Mon. Wea. Rev.* 120, 1816-1836.
- Lin, Y. J., H. W. Chang, and R. W. Pasken, 1993: The structure of a subtropical prefrontal convective rainband. Part II: Dynamic and thermodynamic structures and momentum budgets. *Mon. Wea. Rev.*, 121, 1671-1687.
- Lin, Y. J., R. W. Pasken, J. G. Zilka, and M. R. Martino, 1996: Further studies of a prefrontal convective rainband during TAMEX IOP13. Part I: Reflectivity history and cell evolution. *TAO*, 7, 61-82.
- Pasken, R. W., and Y. J. Lin, 1996: Further studies of a prefrontal convective rainband during TAMEX IOP13. Part II: Kinematic structure and history. *TAO*, 7, 209-224.
- U. S. Depts. of Commerce and Defense, 1980: Weather radar observations Part A. Federal Meteorological Handbook, No. 7, 5-1—5-2. [Available from National Center for Environmental Prediction, Suitland, MD]
- Wang, T. C. C., 1989: The formation of new convection at the intersection of two line echo systems during TAMEX IOP #2. *Papers Meteor. Res.*, 12, 75-90.
- Wang, T. C. C., Y. J. Lin, R. W. Pasken, and H. Shen, 1990: Characteristics of a subtropical squall line determined from TAMEX dual Doppler data. Part I: Kinematic structure. *J. Atmos. Sci.*, 47, 2357-2381.

Climatological Characteristics of the Mesoscale Convective Systems over the Northern Taiwan Strait and the Adjacent Areas in Spring and Summer

**George T. J. Chen¹
H. C. Chou² T. S. Lin³ J. S. Yang⁴**

¹Department of Atmospheric Sciences, National Taiwan University

²CKS Airport Weather Station, CAA

³Department of Atmospheric Sciences, Chinese Cultural University

⁴Meteorological Center, CAA

ABSTRACT

The main purpose of this paper is to investigate the climatological characteristics of mesoscale convective systems (MCSs) over the northern Taiwan Strait and the adjacent areas in February-July 1988-1993 using the radar reflectivity data as observed by CKS Airport Doppler radar. In addition to the general features of each individual cases, analyses were carried out to reveal the spatial distribution of various types of line convection at different life stages. Frequency distribution was analyzed to reveal the interannual, seasonal, and diurnal variations. The general characteristics are presented for various types of line convection, including different types of formation, stratiform region, and synoptic conditions. The life span of various types were also analyzed.

Results showed that the line convection type occurred less frequently than the non-line convection type in each month and each year analyzed. No diurnal variations existed in the temporal frequency distribution of the time of the first echo appearance and the formation stage for both types. However, there was a clear seasonal change in frequency with a maximum occurring in May. A clear seasonal change in the mean propagation speed also existed with a maximum occurring in April. In general, non-line convection moved faster than line convection. Line convection mainly formed over the northern Taiwan Strait and coastal area of northwestern Taiwan, reached mature stage over northwestern coastal area, and dissipated over northern Taiwan and northeastern coastal area. Frequency distribution for the different formation types

of line convection showed a maximum for backward building type, followed by broken line type, and a minimum for forward building and broken areal types. The line convection associated with the frontal cloud band occurred most frequently to the north of surface front and followed by that occurred along and ahead of front. Line convection occurred most frequently with an axis parallel to the front, followed by that oriented with an angle of 20° - 60° to the front, and then with an axis perpendicular to the front.

Results also showed that the mean life span of line convection was 7.6 h with a longer duration in the Mei-Yu season of May-June and a shorter duration in March-April. Broken areal type had a longest duration of 10 h and broken line type had a shortest duration of 7.3 h. The mean duration of 2.1 h from formation stage to mature stage was about equal to that from mature stage to dissipation stage. The mean duration from formation stage to dissipation stage was a maximum for broken areal type (6.1 h) and a minimum for both backward building and forward building types (4.1 h).

Key words: line convection, interannual variation, seasonal variation, formation pattern, life period.