

高層冷平流與雷雨

林 鞠 情

—61年12月臺灣區四天雷雨研究之續貂—

A Case Study on the Relation between Thunderstorm and High Level Cold Advection over Taiwan in December 1972

Chu-Ching Lin

Abstract

Thunderstorm occurred on rare occasions over Taiwan in December. According to 71 years' record (1889-1960), annual average of 18 stations is 557.3 days and only 0.8 day in December. But there were almost 4 days for some stations and 1-2 days for the others in December 1972.

In this paper the author tries to explain such unusual phenomenon. After careful study, some conclusions are obtained:

- 1) In this case, high level cold advection plays an importance role;
- 2) High level cold advection associated with cold front could generate thunderstorm even in winter.

一

鄭邦傑⁽¹⁾根據臺灣區十八個測站，71年(1889—1960)之紀錄，得出該十八個測站雷雨之年平均日數為557.3日；其中以12月為最少，僅得0.8日；7月為最多，達127.5日。

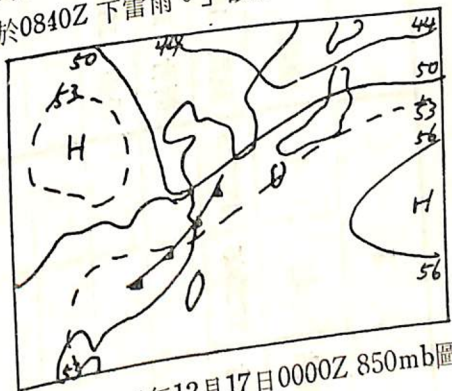
俞家忠⁽²⁾根據臺北國際機場15年(1956—1970)資料之統計，臺北地區於此15年中並無12月發生雷雨之紀錄。

故臺灣區之雷雨，發生於12月者，實極為罕見。

但於61年12月18—21日之四天內，臺灣區不分東西南北，幾均有雷雨之發生。其甚者，且有四天之雷雨日。此一較為特殊之天氣現象，就筆者所知，至少已有陳正改⁽³⁾，謝維權⁽⁴⁾加以討論；並一致指為冷鋒雨雷。但冷鋒是否為充要條件？容有商榷之餘地。爰不辭淺陋，草此短文，以就正於方家；倘不以摸象之見相譏，筆者幸甚。

二

據陳正改之研究，表一中「II」之雷雨，乃因「東南沿海地區有強盛暖氣流存在，且於180000Z時，東南沿海地區之露點均在10°C左右，而有平均移速達每小時22哩冷鋒之過境，乃沛然而雨，甚至發生雷雨，如圖一。事實上，當此冷鋒於18日通過臺灣北部時，新竹曾於0735Z，桃園於0745Z，臺北於0840Z下雷雨。」故陳正改以之為鋒面雷



圖一：61年12月17日0000Z 850mb圖（採自陳文）

I		II		III		IV		V		VI	
測站	起	測站	起	測站	起	測站	起	測站	起	測站	起
新竹	172305	桃園	180725	清泉崗	181326	馬公	201235	金門	210015	屏東(北)	212115
	172335	新竹	180745	新竹	181345	嘉義	201410	馬公	210225	屏東(南)	212125
		松山	180831	金門	181405	新竹	201447	清泉崗	210440		
				松山	181429	臺中	201500	臺中	210405		
				臺中	181600			岡山	210410		
				馬公	181711			高雄	210432		
								新竹	210440		
								嘉義	210440		
								花蓮	210445		
								臺南	210520		
								屏東(北)	210520		
								屏東(南)	210520		
								宜蘭	210545		
								臺東	210805		
									210135		212205
									210310		212210
									210450		
									210510		
									210525		
									210512		
									210535		
									210523		
									210535		
									210630		
									210720		
									210720		
									210700		
									210910		

表一：按雷雨出現時間 GMT，將四天之雷雨區分為六個段落。
(資料來源：空軍氣象中心)

表二：臺北國際機場 12 月 17-18 日地面氣象報告摘要

時間	風向	風速	能見度	天氣	雲			溫度	露點	海平面 氣壓
					雲	雲	雲			
17 0800Z	330	4	10		1 Cu 3000	6 Sc 4500	6 Ac 7000	22	16	1018
0900Z	110	6	8	HZ	2 Sc 3000	6 Sc 4500	6 Ac 7000	21	16	1019
1000Z	100	6	4.5	HZ	2 Sc 3000	7 Sc 4500		21	16	1019
1100Z	110	4	4.5	HZ	2 Sc 3000	7 Sc 4500		20	16	1019
1200Z	CALM		4.8	RA	2 Fs 1200	6 Fs 2200	8 Sc 4000	20	18	1021
1300Z	100	2	6	HZ	2 Fs 1200	8 Sc 5000		19	17	1021
1400Z	100	2	6	HZ	2 Sc 2500	7 Sc 5000		19	17	1021
1500Z	100	6	6	HZ	3 Fs 2500	8 Sc 5000		19	16	1021
1600Z	100	8	7	HZ	3 Fs 2000	8 Sc 5000				
1640Z	080	12	6	RA	2 Fs 800	6 Fs 2000	8 Sc 4000	19	16	1021
1700Z	070	10	6	RA	2 Fs 800	6 Fs 2000	8 Sc 4000	18	16	1021
1800Z	070	10	6	RA	2 Fs 800	6 Fs 2000	8 Sc 4500	17	14	1022
2100Z	070	14	6	RA	2 Fs 800	6 Fs 2200	8 Ns 4500	18	14	1023
18 0000Z	080	17	4.5	DZ	2 Fs 600	5 Fs 1600	8 Sc 4500	18	14	1024
0300Z	110	16	9	HZ	5 Fs 2000	8 As 6000		18	14	1021
0600Z	100	10	8	HZ	2 Fs 800	6 Fs 2000	8 Sc 4000	18	15	1020
0700Z	120	12	4.8	DZ	2 Fs 800	6 Fs 1500	8 Sc 3500	17	15	1019
0800Z	090	10	4.8	DZ	2 Fs 800	6 Fs 1500	8 Sc 3500	17	15	1019
0808Z	120	10	2.4	RA	6 Fs 800	8 Ns 3000		17	16	1021
0825Z	100	10	4.8	RA	5 Fs 800	8 Ns 4000				
0831Z	090	7	8	TS	2 Fs 800	5 CB 1500	8 CB 3000	17	15	1022
0900Z	120	6	4.8	TS	2 Fs 800	6 Fs 1800	8 Ns 3000	17	16	1022
0925Z	120	8	4.8	RA	2 Fs 800	6 Fs 1800	8 Ns 4000	17	16	1022
1000Z	120	8	4.8	RA	2 Fs 800	6 Fs 1800	8 Ns 4000	17	16	1022
1100Z	110	8	6	RA	1 Fs 800	5 CB 1500	8 Ns 4000	17	16	1022
1200Z	110	12	7	RA	2 Fs 1000	6 Fs 1800	7 Sc 5000	16	15	1022
1300Z	110	9	6	RA	3 Fs 1000	6 Fs 1800	8 Sc 4500	17	15	1023
1400Z	100	10	6	RA	2 Fs 1000	6 Fs 1600	8 Sc 4500	17	15	1022
1429Z	100	9	6	TS	3 Fs 1000	6 Fc 1600	8 Ns 4000	17	15	1022
1500Z	100	9	6	TS	2 Fs 1000	6 Fc 1800	8 Ns 4000	17	15	1023
1600Z	090	7	7	RA	2 Fs 800	6 Fs 1800	8 Ns 4000	17	15	1023

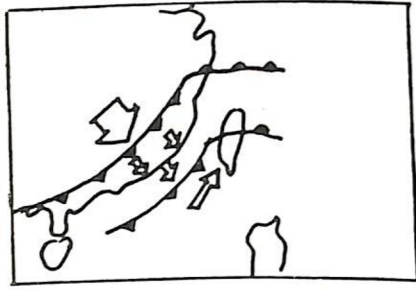
雨之實例。陳文所舉時間與表一者略有出入，蓋陳文諒係取自各地中央氣象局所屬測候所之紀錄。

按：表一「II」雷雨發生前 7 小時 50 分鐘，新竹已有雷雨發生，如表一「I」。

據謝維權之研究，「12 月 20 日（即表一「IV」）由於東沙島附近海面生成低壓波，且華南有冷鋒進逼，高空亦有明顯風切現象，則全省均致雷雨。」如圖二。

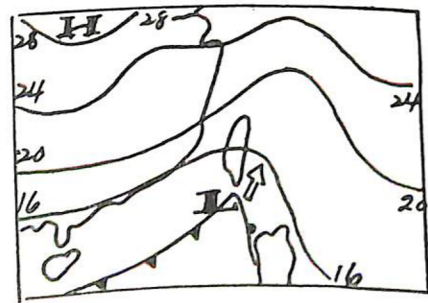
按：表一「IV」之雷雨與其前之「III」相距 41 小時 35 分鐘，與其後之「V」相距亦達 7 小時 15 分鐘，故「IV」應視為與「III」及「V」隔離之獨立天氣現象，且僅見於馬公、嘉義、新竹、臺中等四地。

21 日之雷雨，表一「V」，由西向東之位移顯著，發生之區域及持續之時間均遠超過表一「I—IV」。

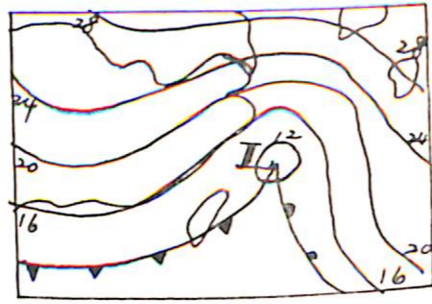


圖二：61年12月20日地面鋒面及氣流走向（採自謝文，仲冬雷雨天氣型）

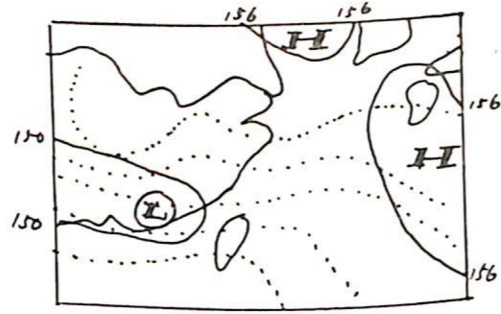
據謝維權之研究，利於此種全省普致雷雨之天氣圖形勢為：東沙島附近之溫帶氣旋於 210000Z 可繪出一南海波，低壓中心在巴士海峽（如圖三），220000Z 移至東海，冷鋒切過南部，「屏東受鋒面之抬升作用影響」（如圖四）發生雷雨。而 211200Z 之 850mb 等壓面圖（如圖五）為一低壓舌自華南伸出，臺灣處於輻合不穩定帶，故全省均發生雷雨。



圖三：61年12月21日 0000Z 地面圖（採自謝文）



圖四：61年12月22日 0000Z 地面圖（採自謝文）

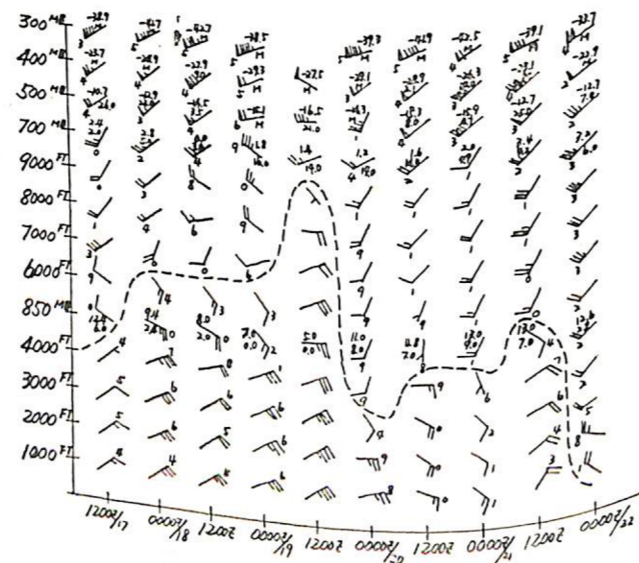


圖五：61年12月21日 1200Z 850mb 圖，點線為地面圖之等壓線。（採自謝文）

三

詳查表二，臺北國際機場 12 月 17—18 日地面氣象報告摘要，知冷鋒入侵臺北國際機場之時間為 171640Z 與表一「I」，即新竹之雷雨發生時間，相距約 6 小時 25 分鐘，而與表一「II」之臺北雷雨發生時間相去幾達 16 小時。亦即地面冷鋒入侵臺北遠在雷雨發生之前。

如圖六所示，桃園低層之東北風於 171200Z 至 180000Z 之間，有顯著之增強與加厚（見東北風之



圖六：桃園 300mb 及以下之時間——高度剖面圖

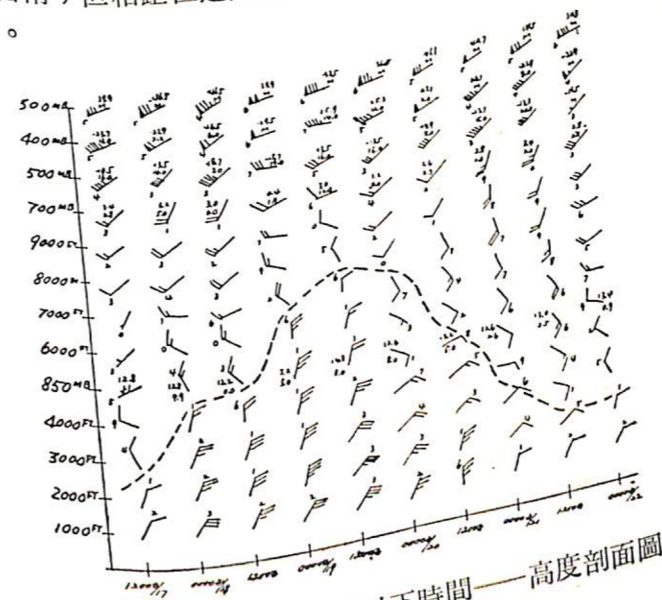
上限變化——圖中之段線）。故可據而判斷：冷鋒在 171200Z 之後，180000Z 之前通過臺灣北部，此與地面報告所顯示者相吻合。

謝維權認為：「本省於仲冬期間，悉受大陸性高壓控制，氣團性之熱雷雨或強西南氣流所造成之雷雨均不易發生。」若有雷雨，「可謂全係寒潮前緣之冷鋒鋒面雷雨或冷鋒前雷雨（應線）。」

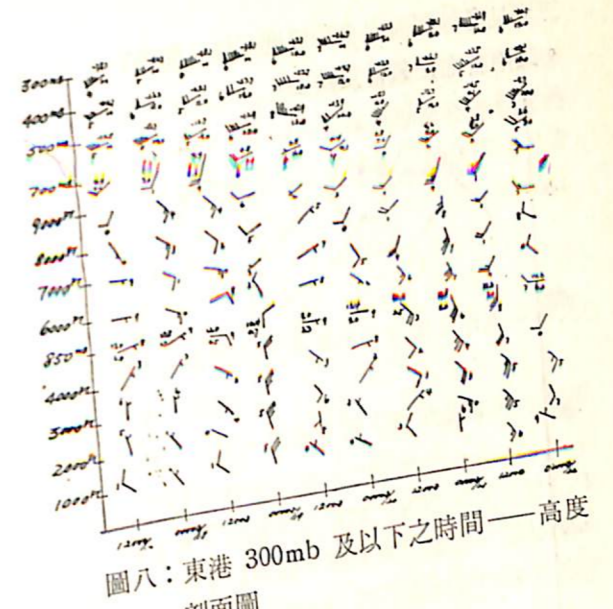
易言之，不論冷鋒之鋒面雷雨或鋒前雷雨，冷鋒之機械性觸發作用必居於重要地位。即受移動疾速冷鋒之撞擊，或冷氣團迅速增厚所引起之抬舉作用。

是則表一「I—II」之雷雨，依謝維權之定義應屬於冷鋒之鋒面雷雨或冷鋒之鋒前雷雨。陳正改亦認定「II」為冷鋒雷雨。果如是，為何與臺北冷鋒過境時間相距如是之久？時間間隔久，當為說明其為受冷鋒之機械性觸發作用所引起者。

冷鋒通過新竹之時間與臺北相較，孰先孰後，應視天氣圖之型式及冷鋒之性質如何而定。若為移動疾速之冷鋒或冷平流強烈之冷鋒，其通過新竹之時間，且常在臺北之先。姑不論此次冷鋒性質如何，通過之次序如何，或縱在臺北之後通過，或即在 172205Z 前後通過新竹而發生雷雨，但為何新竹發生之同時（172205Z）桃園並無雷雨發生？按冷鋒雷雨必兼有鋒前之不穩定或條件性不穩定之暖濕空氣，新竹、桃園兩機場間並無足以妨礙冷鋒移行之高聳地形，或阻隔暖濕空氣流動之高聳地形存在，此為難於指受者。並且鋒面雷雨在雷達上所顯示之回波為連續之線狀，迥異於熱雷雨之孤立狀。所以 172205Z 新竹之雷雨雖時間上或可解釋為冷鋒雷雨；但相距甚近之桃園並未發生，未免令人疑。



圖七：馬公 300mb 及以下時間——高度剖面圖



圖八：東港 300mb 及以下之時間——高度剖面圖

如圖七、圖八，馬公、東港兩地之低層風向在 191200Z 後，東北季風減弱，5000—9000 英尺之風向由北轉為南；顯示有一低壓系統接近，但未必有波動發生。既為廣泛之南來風，且東港尤為顯著；何以雷雨僅見於馬公、嘉義、新竹、臺中（如表一「IV」），而未及於嘉義以南？

謝維權認為係東沙島附近有波動發生，果如是，則嘉義以南應更接近位於東沙島波動之氣旋式環流。

又在 191200Z 後之數日，馬公或桃園、東港之低層東北季風力均未見增強，所以謝維權認為冷鋒進逼之說值得推敲。此冷鋒若向南移，則必使臺灣低層之東北季風增強，若未增強，雖有冷鋒亦必甚弱。

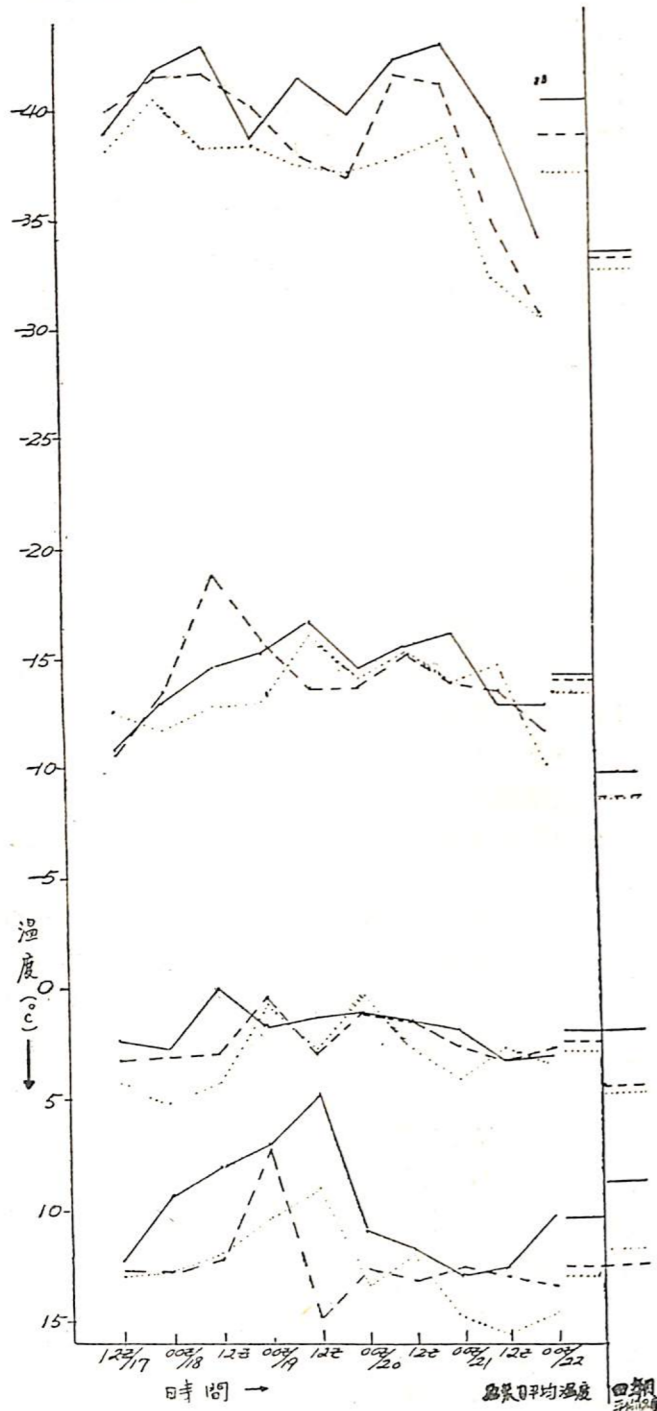
表一「V」之雷雨於晨八時（地方時）初見於金門，然後向東位移，伸展至臺灣東部，且向南北擴張。此與地面及 850mb 等壓面上有氣旋式環流有關似屬可信，但此是否即為其必要條件？

至於 212115Z 屏東之雷雨（表一「VI」），係因「冷鋒切過南部」難於置信。因圖八中，東港 211200Z 至 220000Z 之低層風向，仍以南來風為主，並無冷鋒過境之徵兆。

四

圖九為 171200Z 至 220000Z，桃園、馬公、東港三測站 850、700、500 及 300mb 等壓面之溫度變化曲線。同圖中，右邊豎線外側之水平短劃為 59—62 年之四年中 12 月份，三測站各等壓面之平均溫度（以下簡稱四年平均）；內側之水平短劃為 61 年 12 月 171200Z 至 220000Z 五天之

三測站各等壓面之平均溫度(以下簡稱五天平均)。
此兩者之差數稱為較差。

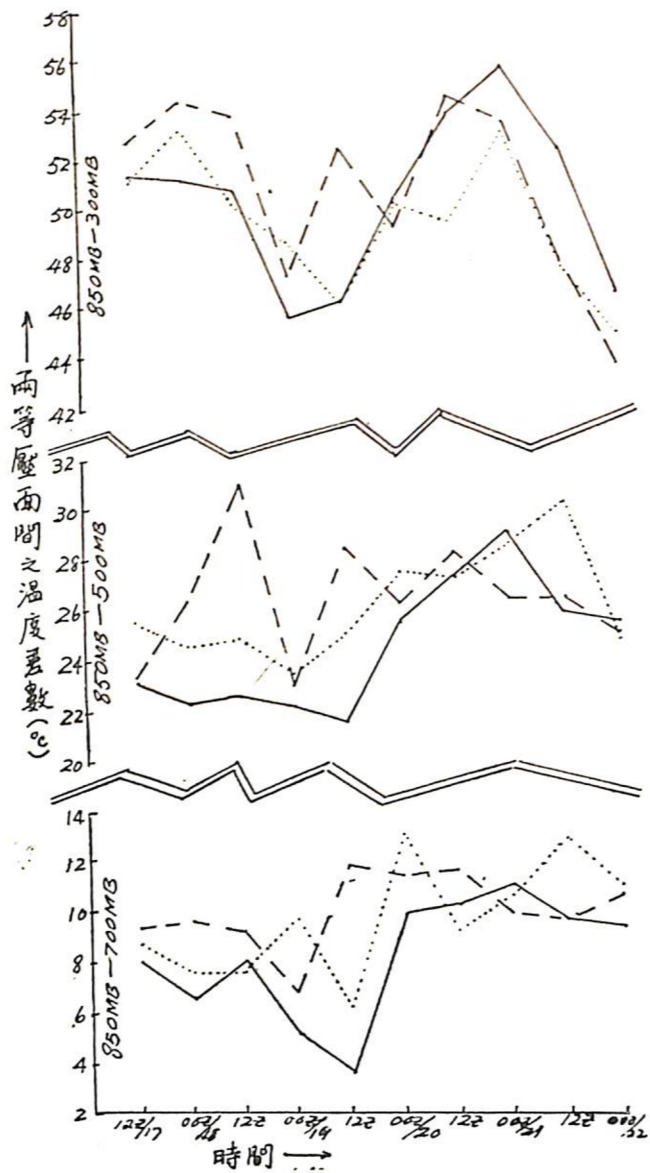


圖九：桃園(實線)馬公(斷線)東港(點線)三測站 850、700、500 及 300mb 等壓面之溫度變化曲線及溫度較差。

由圖九易知：850mb 等壓面上，五天平均與四年平均之較差為正數，即五天之平均溫度較高於四年之平均。700mb 漸轉為負數；500mb 及 300mb 其較差之絕對值增至 5—7°C，意即高度愈高其溫度較差愈大。或在 500mb 及 300mb 等壓面上，

五天平均溫度遠較四年平均之溫度為低。另一共同趨勢為：其平均溫度以測站所在之緯度較北者較低。

易言之，就五天之平均言，因上下層冷暖之較差互異，使穩定度大減，亦即氣層愈不穩定。



圖十：桃園(實線)馬公(斷線)東港(點線)三測站 850-700mb、850-500mb、850-300mb 之溫度差數變化曲線

圖十為利用三測站 850mb 等壓面之溫度，與各該測站 700、500、300mb 等壓面同時之溫度求取差數，繪製而成。若因冷暖平流之下降上升運動引起之溫度變化可以忽略，則圖十之溫度曲線顯與各該相當空氣柱之穩定度有直線之關係。

181200Z，馬公 850—500mb 之溫度差數有一高峯突起，850—300mb 亦有一極大之差數，故該

日馬公(圖七)6000英尺及以下雖為象徵輻散之西北或北風，仍有雷雨。參照表一「III」。

190000Z 馬公北風增強，南抵東港，顯示低層為冷平流之駛至，故雷雨消失。參看圖十，於 190000Z 有一顯著之溫度槽。

191200Z，馬公之溫度曲線顯示另一高峯，但若就圖九 850mb 之溫度曲線詳加比較，馬公溫度之突升顯與桃園、東港兩地之下降趨勢相違，故筆者對此一紀錄之真實持懷疑態度。

200000Z，東港 850—700mb 之溫度差數有一高峯出現，850—500mb 及 850—300mb 雖亦有一較高，但上層終乏充分之冷平流相配合，參看圖九。

210000Z，除馬公因圖九之 850mb 溫度略見下降，使圖十之溫度差數曲線稍呈向下外，其餘為一致之急升，因圖九之 300mb 有強烈之冷平流入侵。使全省皆有雷雨，參照表一「V」。其後，溫度差數迅減。

如圖九，東港 210000Z 後，500mb 及 300mb 之溫度上升甚急，但 850mb 及 700mb 仍保持高溫；致圖十中，211200Z 之東港 850—700mb 及 850—500mb 之溫度差數仍呈增加，尤以 850—500mb 之差數達於最大，但其後亦立呈急劇之下降。且 211200Z 東港低層之南風甚強，此南風適使屏東位於向風面。有此兩種原因，致屏東雖無鋒面系統，亦於隆冬季節有短暫之雷雨。參看表一「VI」。

又如圖九，300mb 等壓面之五天溫度變化曲線或五天平均較四年平均低過甚多；故高層冷平流之入侵為極易覺察者。此冷平流與副熱帶噴射氣流有較南之位移有關，但因牽涉過廣，越出本文討論之範圍，從略。

再則，馬公之 500mb 及 300mb 之溫度變化曲線之變幅(圖九)均較其他兩地為大。此可為解

釋四天中，中部雷雨較多之一助。

本文無意將地面氣壓系統在此四天雷雨中所擔任之角色一筆勾消，不過希望在地面氣壓系統之外，發現一些與其有關之因子，作為邇後預報之參考。

五

1. 此四天雷雨之主要原因，應為高層冷平流之存在並較正常為強。
2. 冷鋒之蒞臨，兼以上層冷平流之加強，雖在冬季，臺灣區仍有發生雷雨之機會。
3. 高層冷平流誘致之氣柱穩定度低減，雖在冬季其重要性仍不容忽視。穩定度之鑑別，則以 850—500mb 及 850—300mb 之溫度較差曲線最易觀察。

(註)按 GMT 劃分為 17—21 五天，按地方標準時劃分，則為 18—21 四天。

參考文獻

- [1] 鄭邦傑：臺灣地區雷雨預報之研究。氣象學報 17 卷 1 期。1971.3
 - [2] 俞家忠：臺北地區雷雨之研究。氣象預報與分析 50 期。1972.2
 - [3] 陳正改：我國沿海地區冷鋒之移動速度及其降水預報之研究。大氣科學第 2 期。1975.5
 - [4] 謝維權：臺灣中南部仲冬期間降雨天氣型之研究。氣象預報與分析 62 期。1965.2
 - [5] 劉衍淮：臺灣高空大氣性質變化之研究。氣象預報與分析 40 期。1969.8
 - [6] 劉衍淮：臺灣自由大氣之研究。氣象學報 13 卷 4 期。1967.12
- (作者：林鞠情，臺北市嘉興街 322 巷 6 號)