

冬季台灣地區雷雨的氣候分析與研究

謝維權

游志强

摘要

雷雨為危害飛行安全之天氣現象之一，久為預報人員所重視。本文使用民國45年至71年共26個多月（11·12·1·2）包括台灣及外島地區的雷雨做一氣候調查與分析，並對五個測站以上同時段發生雷雨之廣泛性雷雨做合成分析，以探討其綜觀幅度系統之特徵。

一、前言

根據統計台灣地區之雷雨大部分發生在五月至九月間，冬季發生機會較少，故較不為人注意，在實際預報作業中，十一月至二月間台灣地區之天氣主要受極地大陸高壓及鋒面系統影響，天氣現象以大風，降水，低雲幕，濃霧，積冰影響飛安較頻，雷雨機會少，不引人注意，而一旦發生，則易疏於防犯，故冬季雷雨仍有必要研究。過去研究雷雨之文獻甚多，均極有價值，從統計分析到預報研究校驗均有，其中以各種穩定指數預報氣團雷雨者最多，鋒面雷雨部分研究者較少，較有系統者為林則銘將軍於民國66年至68年做過一系列鋒面雷雨之客觀預報研究，使用月份為每年之四月至六月，但不包括十一月至二月間之鋒面雷雨。雷雨為大氣中局部範圍之強烈對流天氣現象，其水平尺度約較綜觀系統之環流尺度小一至兩個數量級，這種生命期甚短之中小尺度系統應無法在綜觀尺度之天氣圖中得到滿意的分析結果，但是在日常預報作業中是使用綜觀尺度之天氣圖做預報，況且這些小尺度系統是在有利的大尺度綜觀系統之環境下活動與發展，同時小尺度系統之發展亦能對大尺度環流產生反饋作用，因為強烈的對流活動已將能量、質量與動量作大幅度的垂直輸送，因此，吾人欲進一步了解中小尺度的大氣擾動現象，亦應對適合它們生成與發展的大尺度環流場有所認識，在預報小尺度之雷雨尚未發展出有效方法之前，歸納整理出有利的綜觀天氣型態，在現階段實際預報作業上仍有其實用價值。

二、使用資料時間與研究內容

本文利用空軍氣象中心保存之地面天氣一覽圖及各層天氣圖，自民國45年至71年共26個冬季（11·12·1·2月），將各測站包括金門、馬祖與馬公之逐時觀測資料及特別天氣報告，統計分析下列項目：

- (一)、雷雨之地理分布：主要在找出各測站的雷雨發生頻率與冬季雷雨的涵蓋面。
- (二)、雷雨之時間分布：調查各單站的月分布及發生雷雨的日變化，並與夏季雷雨的時間分布做一比較，及分析各測站雷雨的持續性與降水量、降水強度。
- (三)、雷雨之範圍及移動分析：藉此工作瞭解冬季雷雨之涵蓋區域大小及移動情形，同時選出大範圍雷雨之日期做個案分析或合成分析。
- (四)、雷雨前後之降雨型態：藉此瞭解雷雨在冬季降水過程中扮演之角色。
- (五)、綜觀分析：逐例查閱雷雨時之綜觀天氣型態，目的在探討雷雨時之主要天氣系統，及認識鋒面系統在冬季雷雨中擔任之角色。
- (六)、合成分析：將大範圍雷雨前有高空圖之天氣圖，自地面至700 mb及探空資料做合成分析，藉此瞭解雷雨前之天氣型及探空分析之特徵，及嘗試找出大範圍雷雨前之綜觀天氣徵兆，以供預報參考。

三、統計分析

(一)、冬季雷雨的地理分布

冬季各月中，經統計顯示元月份雷雨的時數最少，二月份最多，桃園與新竹均超過20小時（表一），發生雷雨之地區分布各月不同，十一月份南部較多，向北遞減，十二月份馬公及北部顯著增加，一月份南部減少，馬公及東部全無雷雨發生，最多在中部及北部，二月份各地區均急劇增加，北部及金門、馬祖尤為顯著，唯中部反見減少（圖1）。

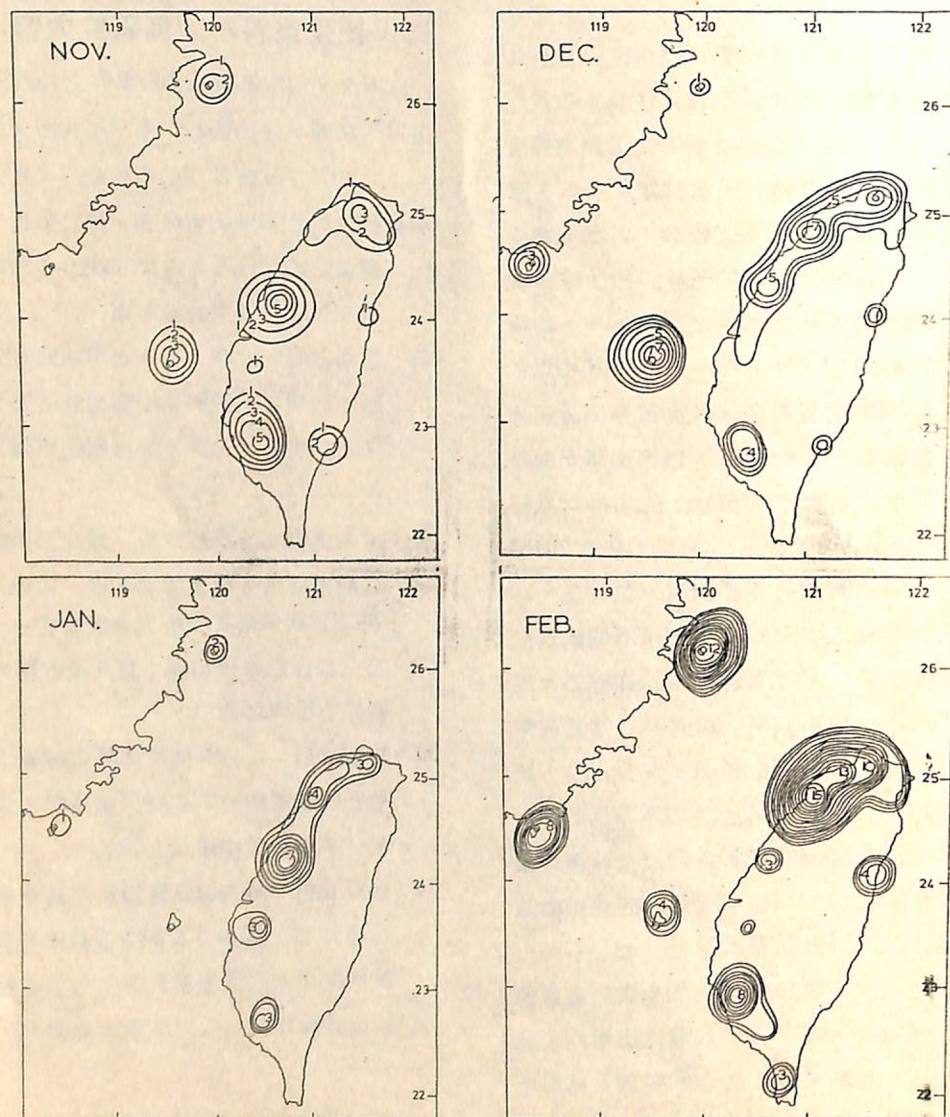


圖1 民國45年至71年冬月（11.12.1.2）發生雷雨之地理分布。圖中數字為雷雨日數。

(二)、冬季雷雨的時間分布

發生在冬季的雷雨，由圖2可見並不規則，十一月份發生雷雨較多的中南部，時間約在凌晨至清晨。十二月份幾乎一天中任何時間均有可能，唯仍稍集中於中午及入夜後。元月份北部以凌晨稍多，南部則在清晨，二月份主要發生在北部，亦是在晚上居多，圖2-5為11月至2月之合成，顯示出只有上午發生機會最少，與夏季之氣團雷雨有十分顯著不同，如圖2-6，虛線為夏季（6~8月）發生雷雨之時間分布，尖峰在午後2-4時，而冬季之雷雨分布較平均，尖峰則在清晨5-6時之間。

表一 民國45年至71年冬月（11.12.1.2）台灣地區各測站發生雷雨之日數與時數統計表

月 份 項 目	11		12		1		2	
測站	日數	時數	日數	時數	日數	時數	日數	時數
馬祖	2	2	1	2	2	2	11	14
北竿							3	3
金門			3	4	1	2	8	13
馬公	3	4	7	8			4	5
淡水							1	2
松山	1	3	6	9	3	3	10	18
桃園	1	3	5	10	3	7	13	21
中正	1	2	1	3	1	1	3	3
龍潭	1	4	2	3			7	19
新竹	1	1	7	19	4	7	15	23
台中	4	5	3	7	7	7	3	3
清泉崗	3	5	5	10	3	4	3	8
虎尾					1	1	3	3
嘉義	1	1	2	2	3	3	2	2
水溪					1	3		
台南	4	7			1	3	5	6
新社					2	2		
岡山	4	7	3	5			8	9
高雄	1	1					1	1
佳冬	1	3					2	3
屏東	4	4	4	7	3	7	3	5
屏東	5	5	3	4	2	4	2	4
恆春							3	3
宜蘭	2	2	2	2			4	4
花蓮	1	1	2	2			4	5
台東	2	3	2	2			2	3

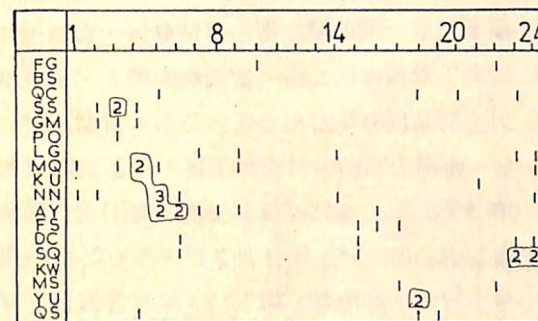


圖2-1 NOV (1956-1982)

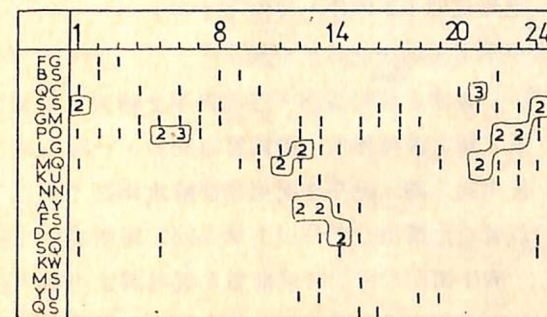


圖2-2 DEC (1956-1982)

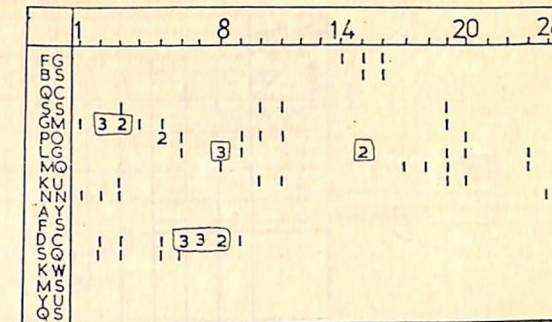


圖2-3 JAN (1956-1982)

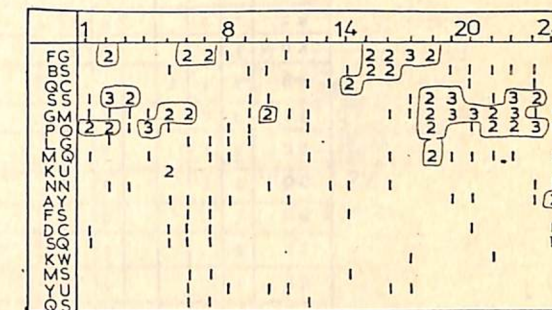


圖2-4 FEB (1956-1982)

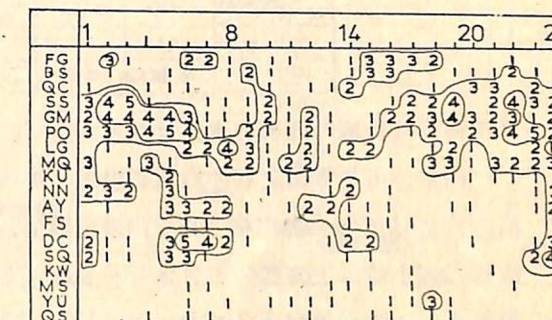


圖2-5 11-2 (1956-1982)

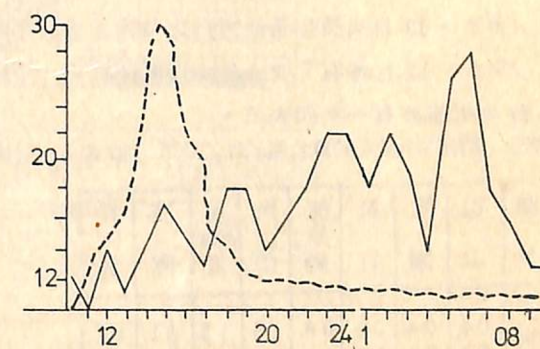


圖2-6 NOV-FEB (1956-1982)

圖2 民國45年至71年冬月（11.12.1.2）發生雷雨之時間分布。

表二 雷雨時間持續時數統計表

地區	月份	11	12	1	2	備註
FG	2	1	1	2	8	> 3hr (64.24)
BS		2	1	1	6	> 2hr (48.214)
QC	4	6	1		4	
SS	2	3	3	3	9	> 2hr (63.221)
GM		1	1	2	1	> 3hr (48.24) : > 3hr (61.1218) > 4hr (58.224) : > 2hr (67.116) > 2hr (68.223) : > 2hr (70.112) > 3hr (69.129) : > 2hr (70.1229)
PO	1	6	2	2	1	> 2hr (61.125) : > 3hr (70.1228) > 2hr (69.223) : > 3hr (70.1229)
LG	2	2	1	1	7	> 4hr (70.1229)
MQ	2	6	1	1	2	> 3hr (70.1229)
KU	1	1	1		4	
NN	2	1	1		1	> 3hr (60.120) > 2hr (67.1112)
AY	3	2	2	1	1	> 2hr (61.1221)
DC	2	1	2	1	1	> 2hr (60.120) : > 2hr (61.1221) > 3hr (61.126)
SQ	3	1	1	2	1	> 2hr (61.120)
MS	2		2		3	
YU	2		2		3	
QS	1	1	2		1	
總計	30	10	2	0	37	

項目	<1hr	>1hr	>2hr	>3hr	>4hr
次數	164	64	13	9	2
百分比	65%	25%	5%	4%	1%

(二)、冬季雷雨的持續時間與降水量及降水強度

由表二可見雷雨之發生均甚為短暫，在一小時以內者佔65%，在二個小時以內者則達90%，持續二個小時以上者僅佔十分之一。冬季之降水量均甚小，時雨量均在2 m.m/hr 以下，而雷雨時降水強度通常較大，經分析均在5~10 m.m/hr 間，甚或超過10 m.m/hr 或15 m.m/hr，以13次發生廣泛雷雨之時雨量達10 m.m/hr 以上者有7次，其中以北部較多，中南部及東部亦有一次如表三。

表三 雷雨時雨量達10公厘/時之時間(地方時)統計表

測站	松山	桃園	新竹	清泉崗	岡山	屏東	花蓮	宜蘭
大雨時間	04 03 19	04 08	06 13 23	08	15	15	11	14
次數	3	2	3	1	1	1	1	1

四、冬季雷雨之範圍與移動狀況

冬季發生之雷雨大部份分為局部性，由表四顯示僅單一測站發生雷雨者佔47%，有兩個測站同時下雷雨者佔22%，雷雨範圍較大，有五個或以上測站同時下雷雨者僅佔13%，日期如表五所示。雷雨之移動由於資料不足，不易追蹤其確切情形，但在圖3略可窺其梗概，有(1)從北部移向南部者，如1981年11月2日。亦有(2)北中南部幾乎同時下雷雨者，如1972年12月21日。有(3)從南部移動至北部者，如1959年1月26日和(4)毫無規則下下停停，停停下下者。

(五)、冬季雷雨前後之降水型態

夏季之氣團雷雨，通常為早上晴天，午後多雲，隨之濃雲密布，繼則雷電交加，一兩小時以後雨過天晴。但冬季雷雨前後降水則甚不規則，以廣泛之雷雨(五個以上測站同時雷雨者)來說，有(1)雷雨前數小時或前數日就有降水現象，在發生雷雨之後仍有降雨，如1972年12月18日，

表四 同時發生雷雨站數統計表

發生雷雨站數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總計
雷雨次數	47	22	7	11	5	3	1	3	0	0	0	1	100次
百分比	47%	22%	7%	11%	5%	3%	1%	3%	0%	0%	0%	1%	100%

表五 民國45年至71年五個測站以上同時雷雨之日期一覽表

日期	雷雨地區	天氣型	雷雨前天氣	備註
• 1981. 11. 2.	西部	鋒前	偶雨	
1980. 11. 27.	南部	鋒前	無雨	
• 1981. 12. 28.	中北部	華南波、台灣波	偶雨	
1972. 12. 18.	北部一全省	華南波、台灣波	偶雨	
1969. 2. 23.	中北部	台灣波	前二天即下雨	
1980. 2. 23.	中北部及KH	華南波、台灣波	半天雨	
1980. 2. 26.	北部一東南	華南波、台灣波	無雨	
1959. 1. 26.	西部	鋒前	無雨	
1959. 1. 29.	北部	鋒後	無雨	
1958. 2. 5.	中北部	兩鋒面間	前二天即下雨	
1959. 2. 3.	北部	鋒前鋒後	無雨	
1959. 2. 13.	北部 QC	鋒前鋒後	無雨	
1959. 2. 17.	北部	鋒後	一天雨	

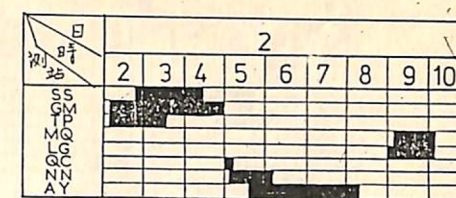


圖3-1 1981.11.

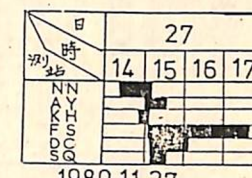


圖3-2 1980.11.27.

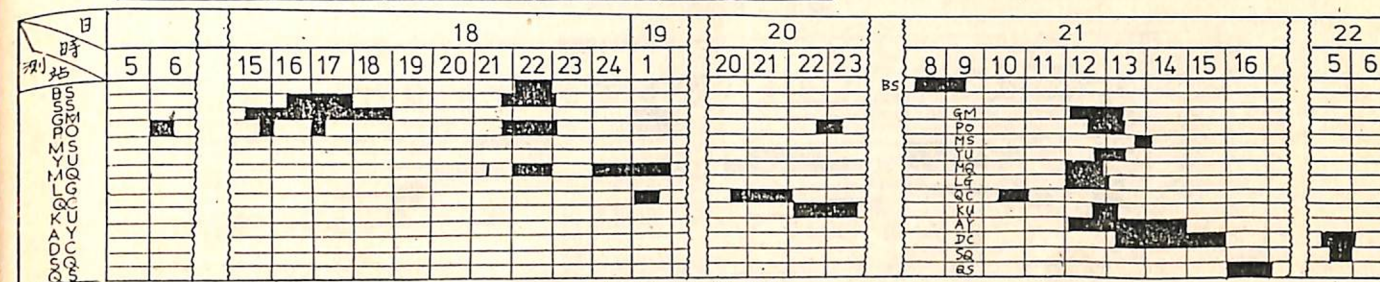


圖3-3 1972.12.18-22

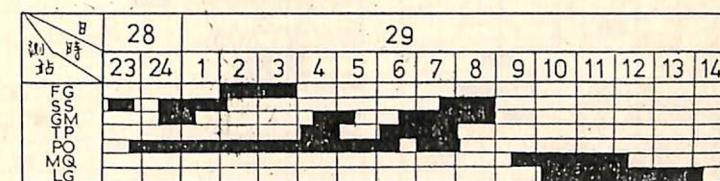


圖3-4 1981.12.

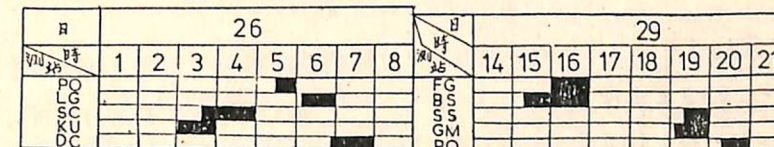


圖3-5 1959.1.

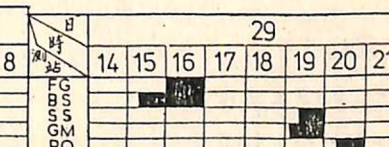


圖3-6 1959.1.

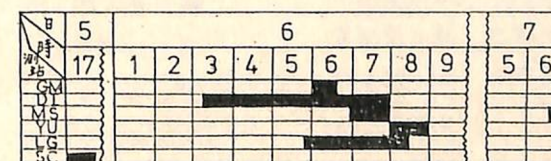
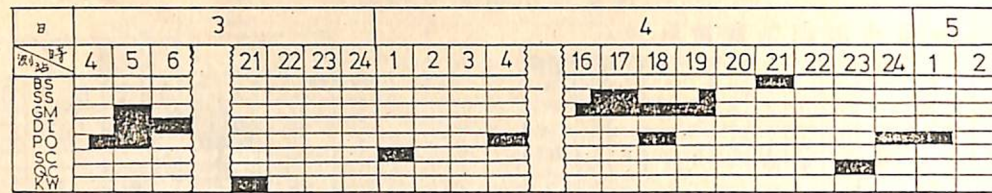
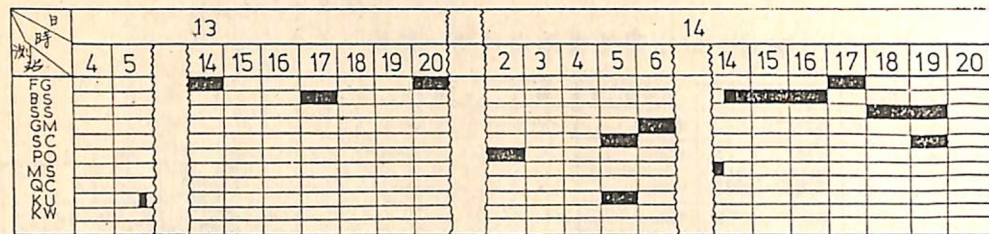


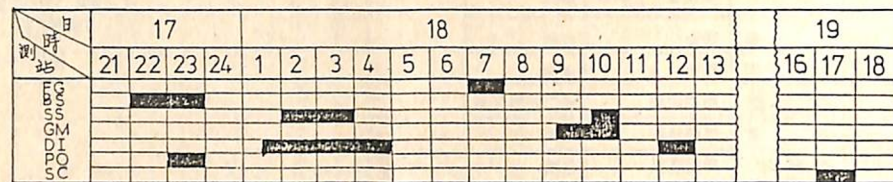
圖3-7 1958.2.



1959.2.



1959.2.



1959.2.
圖 3-8

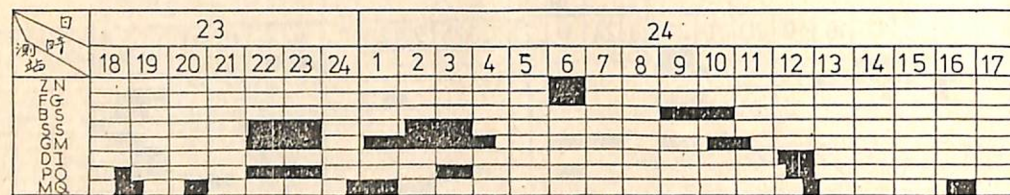


圖 3-9 1969.2.

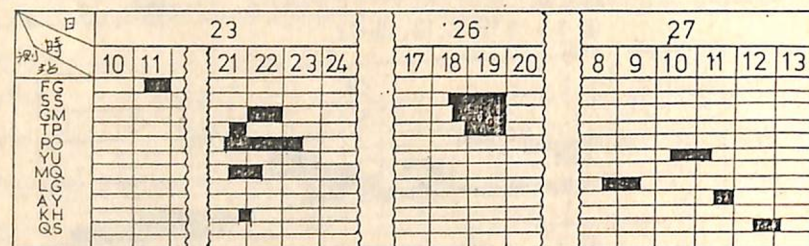


圖 3-10 1980.2.23-27

圖 3 民國45年至71年冬月(11.12.1.2)廣泛性雷雨發生時間及地區一覽圖。

1981年12月28日, 1959年2月5~7日, 1969年2月23日~24日及1980年2月23日等, 這種雷雨多半發生在有台灣波或兩道距離較近之鋒面型態下。(2)雷雨前毫無降水, 降水係隨在雷雨之後發生, 這種雷雨來得突然, 如1981年11月2日, 1959年2月3日及1980年2月26日等, 多半是鋒面前之雷雨或颱風, 雷雨後鋒面過境, 降水亦隨之而至。(3)雷雨前後均無降水,

如1959年1月26日及29日, 1980年11月27日, 1959年2月上旬至中旬。(4)雷雨後連續陰雨數日者, 如1980年11月19日北部, 1981年11月2日中北部, 1981年12月29日中北部, 這種雷雨多半發生在中部以北之鋒面雷雨。零星單一測站發生之雷雨, 幾毫無規則可循, 且雷雨時間又短, 欲加描述均有困難, 要預報其發生及終止就更加困難了。

部分雷雨是大陸東南沿海或華南移來, 這種情形在預報上似乎較讓人有警覺性, 但亦有華南雷雨, 台灣區未必有雷雨, 若在天氣圖上華南有雷雨區, 亦預報台灣區有雷雨則應視系統而定, 但冬季之雷雨大部分是台灣區有雷雨而華南僅有兩區或甚至無雨者。

四、綜觀分析

經查閱歷次冬季雷雨之天氣圖, 顯示冬季發生雷雨時, 台灣地區附近絕大部份有鋒面系統存在, 鋒面位置有的在台灣北部, 有的在南部, 甚至在巴士海峽, 亦有的在台灣北部海面, 更遠的在華南。僅有極少數發生雷雨時台灣地區附近沒有鋒面系統者, 如1969年11月14日新竹與清泉崗清晨雷雨, 1977年12月28日馬公、清泉崗、台中與花蓮等地入夜後發生雷雨及1979年1月28日嘉義及水溪上午雷雨等。而這些雷雨發生時間既短, 範圍又小, 甚難在綜觀天氣圖上予以分析出結果。而絕大部份有鋒面系統者, 亦顯示下雷雨之地區與移動十分不規則, 如圖3所示, 有僅下數分鐘或數十分鐘者, 有相隔數小時再度雷雨者, 甚至有連續數天斷斷續續發生雷雨者, 如1972年12月18日至22日前後五天之雷雨, 亦有一個月內上中下旬斷續有雷雨者如1959年2月3日至19日, 在顯示冬季雷雨之不規則與複雜, 而下雷雨時台灣地區有鋒面系統存在, 亦未必顯示雷雨與鋒面有關, 如鋒面已推至巴士海峽, 而台灣北部發生雷雨, 顯然雷雨之發生另有其他因素影響, 諸如低層激流、高層冷平流、高層輻散等等配合正渦度平流之移入及有利觸發機制而造成。

五、合成分析

利用單一雷雨個案之分析, 固然能深入瞭解該個案之細節, 但總是個案, 不易代表所有雷雨的型態, 將所有的雷雨天氣型態做合成, 在時間及人力上亦不許可, 亦不經濟, 因此, 本文選取五個測站以上同時下雷雨(表五)時前一次有高空觀測之天氣圖做合成分析如圖4所示, 希望藉合成圖來瞭解冬季雷雨時之綜觀天氣型態, 經分析顯示地面在琉球至台灣地區為一顯著的低壓帶, 但相對應之850 mb却没有鋒面,

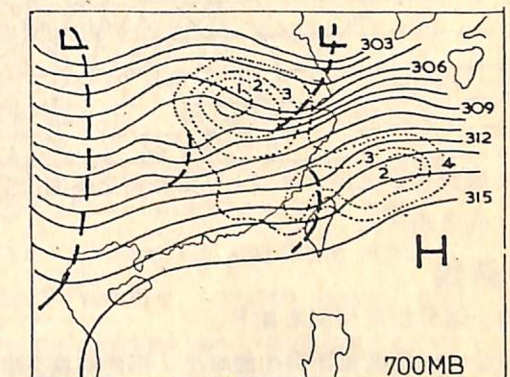
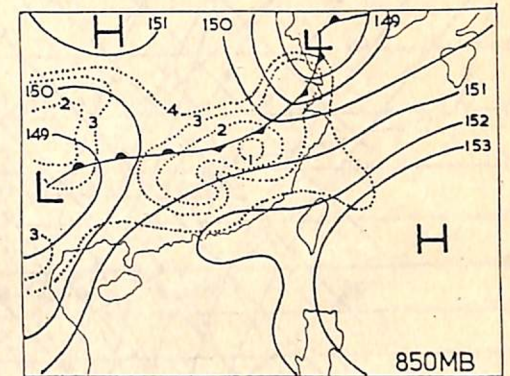
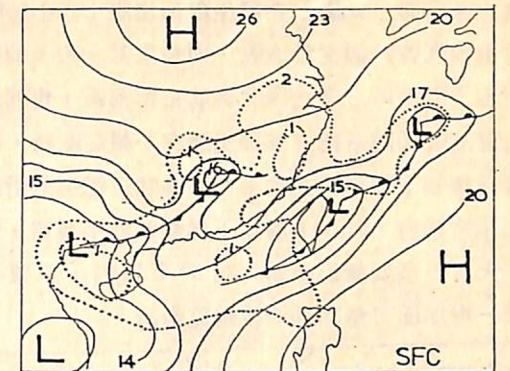


圖 4 廣泛性(五測站及以上)雷雨前之天氣圖合成分析圖。虛線為溫度露點差值($^{\circ}\text{C}$)。而是在長江流域, 地面之另一低壓帶在華南, 此意味冬季雷雨在地面天氣圖型式上, 台灣地區附近有低壓系統是至為明顯的, 不管是鋒面在華南, 還是在巴士海峽, 或是有台灣波醞釀之情況下, 以及台灣波與華南波同時存在之型態下易發生雷雨。由此圖亦可看出台灣波之生成前期, 僅在地面圖可見其環流, 850 mb以上就甚難見其踪跡。圖上虛線所示者為溫度露點差值, 地面圖部份可見溫度露點差值在 2°C 以內之區域相當廣, 幾乎涵蓋了華南及南海一帶, 850 mb在 3°C 以內者則在華南一帶, 700 mb在東海南部至

台灣北部海面，此顯示在發生雷雨之前十二小時內，下雷雨地區並非濕度最大區，而是在其上游，個案分析顯示下雷雨時之最大濕度區就在雷雨區，也就是說最大濕度區係隨系統之移動至潛在不穩定區時，在有利觸發機制下即可引起雷雨。同時間之探空分析如圖5顯示雷雨前700 mb層以下為條件性不穩定，濕度雖不大，但溫度露點差亦均在 3°C 以內，只要不穩定度稍一增加即可飽和而產生垂直對流。

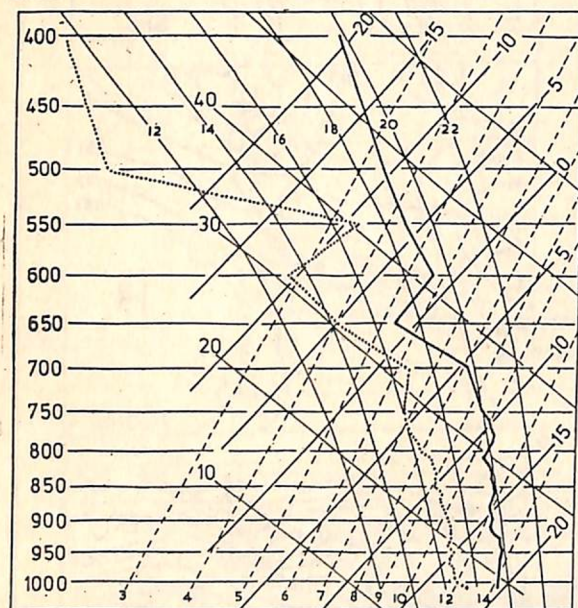


圖5. 廣泛性(五測站及以上)雷雨前之桃園探空合成分析。

六、結論

由上述分析可得結果如下：

- (一)、冬季台灣地區雷雨發生機率小，平均約為全年的3%，其中以元月份為最少，二月份較多，以地區言，北部之發生機率最大，中部次之，其次為兩山至屏東地區，以測站言，發生日數及時數最多者為新竹與桃園，次為松山。
- (二)、冬季雷雨發生時間與夏季雷雨截然不同，幾乎一天中之任何時間均有可能發生，但仍可見清晨5~6時為尖峰。
- (三)、冬季下雷雨時間均甚短暫，除廣泛雷雨之外，下雷雨時間在一小時以內者佔65%，二小時以內者佔90%。
- (四)、部分冬季雷雨仍有較大的降水量，時雨量可達10 mm~20 mm。

- (五)、冬季雷雨有47%為單一測站雷雨，兩測站同時雷雨者有22%，五個測站同時發生之廣泛性雷雨佔13%。
 - (六)、雷雨中心之移動，資料不足，不易確切分析，但以區域性雷雨時間分佈可知，從北向南移，從南向北移或全省幾乎同時雷雨者均有，須視系統移動方向而定。
 - (七)、以綜觀天氣圖及廣泛雷雨個案之合成分析顯示，冬季發生雷雨時，雖不完全由鋒面引起，但絕大部分雷雨時，在台灣區附近有低壓或鋒面系統。若無上述系統存在，而有明顯之高層輻散、高層冷平流、低層激流與較暖濕之空氣配合正渦度平流之移入與對流不穩定現象，亦可能發生雷雨。
 - (八)、因颱風或鋒前不穩定引起之雷雨，多半雷雨前無降水現象，由台灣波醞釀期引起之雷雨，則在有降水現象後數小時發生雷雨。
 - (九)、冬季發生廣泛之雷雨，在綜觀尺度之天氣圖中尚可獲得部分徵兆，提供預警，但局部短暫之單一測站雷雨，則僅能靠嚴密之雷達監視與地面守視及迅速正確之通信系統方足以維護飛安。
- 本文因限於時間之匆促及作者等理論與實際工作經驗有限，疏漏謬誤恐難免，尚祈先進指正。

致謝

本文承蒙主任劉廣英上校之指導斧正與督促方得完成，謹致最大謝忱。另外整理資料期間蒙俞課長的精神支援，鍾開章、王傳成兩位同志協助抄錄部份資料，在此一併表示謝意。

參考文獻

- 林則銘，1975：危害飛行氣象因素客觀預報之研究——雷雨部份——空軍氣象聯隊研究報告001號。
- 林則銘，1977，1979：危害飛行氣象因素客觀預報之研究——鋒面雷雨——空軍氣象聯隊研究報告005號007號。
- 俞家忠，1972：台北地區雷雨之研究。氣象預報與分析第50期。

- 王吉森，1972：台灣地區雷雨發生頻率之研究。氣象學報第十八卷第二期。
- 黃光表，1956：台灣之雷雨。氣象學報第二卷第三期。
- 鄭邦傑，1971：台灣地區雷雨預報之研究。氣象學報第十七卷第一期。
- 林鞠情，1972：由特例看高層輻散對雷雨的觸發作用。氣象學報第十八卷第二期。

- 林鞠情，1976：高層冷平流與雷雨。氣象預報與分析第67期。
- 林沛練，徐天佑，蔣佑良，1982：冬季雷暴的個案分析。中範圍天氣系統研討會論文彙編。P. 305—315。
- 徐天佑，謝維權，賀克強，1982：中尺度大氣擾動系統之個案分析。中範圍天氣系統研討會論文彙編。P. 415—421。

A Climatological Investigation of Winter Time Thunderstorms over Taiwan Area

Wei-Chyuan Shieh

Jyh-Chiang Your

Abstract

Thunderstorm is one of the most severe local weather phenomena in many places which include Taiwan during the summer time. Therefore, many helpful investigations have been made worldwide. But, on the Contrary, due to the scarcity of thunderstorm cases in Taiwan the studies of the winter time thunderstorm are very few. In order to bridge this gap all the observed surface data in the considered region in the months November to February, during the period 1956 through 1982, are collected and analyzed based on the occurrence of thunderstorms in one or more stations. Furthermore, cases with 5 or more stations had thunderstorms in the same time are analyzed and studied in a composite form. Results show that the averaged occurrence of winter time thunderstorm is about 3%. Most of the cases are related to frontal systems. The low level warm advection and upper level divergence cooperated with a PVA some where in the middle are also very important factors for the considered phenomena.