

危害飛行氣象因素客觀預報之研究^{*}

——續雷雨部份——

林 則 銘

A Study on Practical Objective Forecast Method of Flying Hazardous Weather —Thermal and Terrain Thunderstorm: Part I—

Lin Tse-Ming

Abstract

Thunderstorms and rainshowers occurred due to thermal and terrain effects in the period from June through September, are two of the most dangerous hazards for aircraft flight. Based on the rawinsonde observation data taken from 1971 to 1975 (514 days) at Makung and Tungkong, and the surface observation data taken at the same period and days at Kangshan, Pingtung N.B, Hwalang, Taitung, Makung, Kimman, and Shokong, and the position and orientation of fronts, ITCZ, and tropical storms presented at the same period and days; and by use of the statistical and weather analysis methods, the objective diagrams for forecast of thunderstorms for each of the above mentioned seven surface stations have been obtained. By use of those diagrams, the probabilities of occurrence and nonoccurrence of thunderstorm and rainshower can be predicted more accurately. Thus, the flying safety of both military and civil aircrafts can be also insured.

每年六至九月間因熱力及地形影響而生成之之雷雨及陣雨，為對飛行最有危害之天氣。本研究係根據民國六十年至六十四年六至九月份（共 514日）桃園及東港二處之探空資料，及岡山、屏東（北機場）、花蓮、臺東、馬公、金門及高

^{*}本文之完成曾獲國家科學委員會之補助

雄小港民用機場之地面觀測資料，配合當時天氣圖內鋒面、ITCZ及熱帶氣旋之位置及走向，統計分析作出上述七地面測站之雷雨及陣雨之客觀預報圖表，對雷雨及陣雨發生及不發生之機率，可作較正確及客觀之預報。故本研究之結果對保障軍用及民用飛機之飛行安全極有助益。

一、前言

雷雨為對航空最有危害天氣之一，本省因處於亞熱帶地區，且四面環海，雷雨之發展及變化迅速，常使在空飛機不及採取有效措施而失事。不特影響民用航空之安全，更有損空軍之戰力。故對雷雨及陣雨必需適時予以準確預報，始能加以防範，保障飛行之安全。

本人於民國六十三年之研究中，已完成臺北松山、桃園、新竹、清泉崗、臺中、嘉義及屏東南機場等七地區，每年六至九月份熱力及地形雷雨與陣雨之客觀預報法。本研究為該研究之廣續，根據該研究所得之結果及經驗，除採用與發生雷雨最有關連之探空站之探空資料外，且更進一步試與天氣圖型勢配合，並設法盡量增多資料之日數，使用統計及逐步圖解法，並利用電子計算機之機械檢算法，以尋求對岡山、屏東北機場、花蓮、臺東、馬公、金門及高雄小港民用機場等七地區有效之客觀預報方法，可適時預報以上七地區之雷雨及陣雨發生與不發生之機率。以確保軍用及民用航空器之安全，及維持我空軍及陸軍航空器之戰力。

二、研究過程及方法

(一) 資料整理

根據預報之實際作業需要，本研究係使用前一日 1200Z 之探空及地面天氣圖資料及 2100Z 之地面資料，以預報次日 0000Z 至 2300Z 之雷雨及陣雨。又根據去年研究之結果，已知馬公之探空資料與本省南北各地雷雨之發生最有關連，且理論上應以東沙島之探空資料最佳。故需將民國 60 年至 64 年六至九月份馬公、東沙全部 1200Z 之探空資料，岡山等七地區之全部 2100Z 地面觀測資料，及同期間地面天氣圖上之鋒面、ITCZ、熱帶氣旋資料，予以蒐整、分類，錄入磁帶中始能運用。於蒐整過程中，發覺東沙島僅有民國 62 年及 64 年兩年之 1200Z 資料，為數過少，不能運用。故決定對

南部地區再試用東港之探空資料，與馬公相比較。整理結果共得民國 60 年至 64 年六至九月份完整之資料 514 日，其日期詳見附表 2-1。

(二) 選用因子

根據氣象理論及去年研究結果，本研究試選用下列氣象因素為預報因子：

1. 地面因子：前一日 2100Z 之

風向(度)，風速(哩/時)，溫度(°C)，露點(°C)

2. 高空因子：前一日 1200Z 之

$$K \text{ index} = (T_{850} - T_{500}) + T_{d850} - (T_{700} - T_{d700})$$

$$\text{Total index} = (T_{850} - T_{500}) + (T_{d850} - T_{500})$$

$$\text{Sweat index} = 12D + 20(TT - 49) + 2f8 + f5 + 125(S + 0.2)$$

式中 D=850mb 之露點(°C)，如 D<0 則令 D=0

$$TT = \text{Total totals index}$$

$$= T_{850} - T_{d500} - 2T_{500}$$

如 TT<49，則令 TT-49=0

f8=850mb 之風速(哩/時)

f5=500mb 之風速(哩/時)

S=sin(500mb 風向-850mb 風向)

此項之計算必需合乎下列條件：

(1) 850mb 之風向在 SSW 與 SE 之間；500mb 之風向在 SW 與 NW 之間。

(2) S 必需為正值，即風向必需隨高度順轉。

(3) 850mb 及 500mb 之風速需大於 15kts。

各層風向：含 850mb、700mb、500mb (度)

各層風速：含 850mb、700mb、500mb (哩/時)

L.F.C. 之氣壓高度。

3. 地面天氣圖型勢因子：前一日 1800Z 之鋒面之位置及走向
ITCZ 之位置及走向
熱帶氣旋及颱風之位置
以上共試用 16 因子。

(三) 研究步驟

1. 資料整理及校正

(1) 地面及高空資料：

因抄錄打卡等錯誤，於磁帶中高空及地面資料均有甚多錯誤。故第一步工作先將磁帶中馬公、東港之 1200Z 探空資料及岡山等七地之 2100Z 地面觀測資料，共計 514 日全部印出逐一校對改正。

(2) 地面圖型勢資料：

a. 鋒面

(a) 先將地面天氣圖上 514 日之鋒面位置重新校驗，必要時重新繪定之。

(b) 根據以往預報經驗，將臺灣附近地區鋒面尾部可能到達且影響雷雨之發生者，分為 14 區(見附圖 2-1)。按其尾部位置予以分類。其位置係以三位數字之前二位表示之，如 10.0 及 15.0 皆表示鋒面尾部在第 1 區。三位數字中之末位表示鋒面之走向。00.0, 05.0 及 150.0 則表示於 14 區中皆無鋒面。

(c) 經統計結果，民國 60 年至 64 年六至九月間，臺灣附近鋒面之走向皆為 030° 至 120°，故將鋒面走向分為二類：其一為 030° 至 075°；另一為 076° 至 120°，分別以三位數中末位之 0 及 5 表示之。

(d) 舉例：如 80.0 表示鋒面尾部位於第 8 區，其走向為 030° 至 075°；又如 115.0 表示鋒面尾部位於第 11 區，其走向為 076° 至 120°。

b. ITCZ

(a) ITCZ 之分類法與鋒面相同，僅其區域不同而已，其區域之劃分請參閱附圖 2-2。

(b) 舉例：如 50.0 則表示 ITCZ 之尾部位於第 5 區，其走向為 030° 至 075°；又如 105.0 則表示 ITCZ 之尾部位於第 10 區，其走向為 076° 至 120°。

c. 熱帶氣旋(颱風)

熱帶氣旋因僅有中心位置無走向，故僅

以二位數字表示之。將其中心位置可能影響臺灣雷雨之發生之區分為 29 區(詳見附圖 2-3)。00 表示此區域中無熱帶氣旋，16 則表示熱帶氣旋之中心位於第 16 區。

2. 資料分類及取捨

將民國 60 年至 64 年六至九月間，岡山等七地區 514 日天氣分為四類，計 ① 好天氣，② 雷雨，③ 陣雨，④ 毛雨及連續雨(詳見附表 2-2)。首先將高空、地面及鋒面等 16 因子按此四類天氣分類，統計每類天氣中其出現值之分佈情況，並計算其 Standard deviation 等值。就每一因子之值於各類天氣中分佈情況之異同，判斷其對雷雨及陣雨發生之相關，及是否有價值作散佈圖(Scatter diagram)以為進一步之判斷。經此程序後，選定有價值製作散佈圖之因子如下：

地面因子：

(1) 風向(度)、(2) 露點(°C)

高空因子：

(3) K index (4) Total index

(5) Sweat index (6) 850mb 風向

(7) 700mb 風向

地面天氣圖型勢因子：

(8) 鋒面之位置及走向

(9) ITCZ 之位置及走向

(10) 熱帶氣旋及颱風之位置

共計 10 因子。

於此程序中共同刪除地面風速及溫度、500mb 風向及 850mb、700mb、500mb 風速等六個因子。刪除之原因，主要係因為其值於好天氣、雷雨、陣雨、毛雨等四類天氣內之分佈大致相同，無法區分其差異，故必不能作為良好之預報因子。

3. 散佈圖(Scatter diagram)之製作

使用上述之 10 個因子，製作岡山等七地區四類天氣之散佈圖。其製作方法為將馬公、東港二探空站之高空因子分別與地面因子及地面天氣圖型勢因子相配，並將全部之 10 個因子互配。每二個因子作出各地四類天氣之散佈圖一張，每張含好天氣、雷雨、陣雨、毛雨等天氣四小張，研判其與四類天氣中之分佈情況。如其分佈點於好天氣日及雷雨

日分別落於不同之區域，或大多數雷雨日集中於某一區域，而僅有部份好天氣日集中於該區域時，表示該張散佈圖之因子對雷雨之發生最有關連。由散佈圖中不僅可知何種因子對雷雨之預報最具價值，且因每一地區皆對馬公及東港之高空因子作散佈圖分析，亦可判斷何一探空站之高空因子對該一地區最具代表性。於本研究中使用此方法對岡山等七地區共作散佈圖1820張，經研判各地皆以 K index—Total index、K index—LFC、K index—露點、K index—鋒面、K index—ITCZ、850mb 風向—700mb 風向等數種散佈圖較佳。本研究試用 Miller 氏之 Sweat index 所作之散佈圖，效果不佳，可能係臺灣強烈雷雨甚少之故。對岡山等七地區而言，皆以馬公探空之高空因子最具代表性，尤以馬公探空對各地區所作之 K index—Total index 及 K index—LFC 二種散佈圖最佳，可將90%以上之雷雨日及陣雨日限於一定值之區域內，而可將部份之好天氣日及其他雨日排除於該區域之外。因而可根據此二種散佈圖定出各地可能發生雷雨及陣雨之臨界值，並以機械檢算法將不合於此臨界值之日數予以剔除。凡不合於此臨界值者，可預報將不發生雷雨及陣雨，其成功機率可達90%以上。又於岡山等七地區此二種散佈圖中，皆可發現有一雷雨日及陣雨日最集中之區域，於此區域中，雷雨日及陣雨日與好天氣日及其他雨日相較，所佔百分率極高，且半數以上之雷雨日皆落於此區域中，因而可定出最可能發生雷雨及陣雨之 K index、Total index 及 LFC 之臨界值。上述為本客觀預報法之第一步驟。

本客觀預報法之第二步驟為將合於可能發生雷雨之 K index、Total index 及 LFC 臨界值之四類天氣使用露點、850mb 風向等因子再作散佈圖。用此方法可找出其他因子之臨界值，做第二步之過濾。凡不合於臨界值者亦予剔除，歸於不可能發生雷雨之類中，如此可增加預報不發生雷雨之成功率。其合於臨界值者即預報可能發生雷雨。於此步驟中，發現 850mb 風向—700mb 風向之散佈圖最有代表性，可將絕大多數之雷雨日限於一定之區域內（尤其是風向隨高

度順轉之區域），故採用850mb 及 700mb 風向之臨界值為此步驟判斷之標準。於第一步驟中所得合於最可能發生雷雨之 K index、Total index 及 LFC 臨界值之四類天氣，亦使用上述方法作進一步之研判，以期增加預報最可能發生雷雨之機率。

本客觀預報法之第三步驟，為將第二步驟所得各地之 850mb 風向—700mb 風向散佈圖作進一步之過濾。其方法為：

- (1)將圖中本省受鋒面影響之四類天氣（即鋒面位於附圖2—1中者）留用，不受鋒面影響者除去，再作 850mb 風向—700mb 風向及 850mb 風向—鋒面之散佈圖，如此可明顯看出鋒面位置及走向對雷雨發生之影響，而增加預報可能發生雷雨之機率。
- (2)將圖中本省受 ITCZ 影響之四類天氣（即 ITCZ 位於附圖2—2之區域中者）留用，不受 ITCZ 影響者除去，再作 850mb 風向—700mb 風向及 850mb 風向—ITCZ 之散佈圖，如此可明顯看出 ITCZ 對雷雨發生之影響，而增加預報可能發生雷雨之機率。
- (3)將圖中本省受熱帶氣旋影響之四類天氣（即熱帶氣旋中心位於附圖2—3之區域中者）留用，不受熱帶氣旋影響者除去，再作 850mb 風向—700mb 風向及 850mb 風向—熱帶氣旋之散佈圖，以期看出熱帶氣旋對雷雨發生之影響，而增加預報可能發生雷雨之機率。
- (4)將圖中本省受鋒面、ITCZ 及熱帶氣旋影響之四類天氣除去，不受上述三類氣壓系統影響者留用，再作 850mb—700mb 風向之散佈圖，以期看出僅受熱力及地形影響與雷雨發生之關係，而增加預報可能發生雷雨之機率。

本節所作之散佈圖將刊印於後文五中。

三、臺灣雷雨之發生機制

(一)臺灣各地雷雨逐時頻率分佈及其所顯示臺灣雷雨之性質

於第一年之研究計劃中，以時間倉促，未對空軍各重要測站雷雨之逐時分佈加以調查。而欲對各地雷雨性質有所了解，此項分析研究實所必需。圖 3—1 至 8 為臺北（松山）、新竹、清泉崗、嘉義、臺南、岡山、屏東及馬公等八地五月至九

月雷雨發生頻率之逐時分佈圖。係利用民55—64年共十年資料作成。藉上各圖可得：

- 1.上述八地五月份之雷雨一般而論較六、七、八、九等四月者日際變化(Diurnal variation) 遠不顯着。足證五月份尚無因局部日射地面增溫所造成之熱雷雨。
- 2.就北部臺北與新竹兩地言，於六月間，臺北已有午後熱雷雨之發展，而新竹午後之日射增溫仍不足造成熱雷雨。其餘七、八、九三個月，新竹因非盆地，午後熱雷雨頻率顯然較少，且其熱雷雨發生時間較臺北為遲。
- 3.就中部兩地區而論，嘉義之熱雷雨較清泉崗顯著，且此兩地區之雷雨均以七月份最多。北部地區亦然。惟南部則否，而以八月份有最高之熱雷雨頻率（參見圖 3—5 至 7）。
- 4.就南部三地區而論，岡山於六月份仍未有熱雷雨之發展。屏東有全年最高之熱雷雨頻率（根據民 55—64 年資料）。
- 5.就熱雷雨出現時間言，中南部五地熱雷雨出現均為落後。於下午5—6時有最多之出現頻率。而北部則以下午 3—4 時為最多，深值注意。
- 6.就晨間雷雨言，臺灣北部之臺北與新竹兩地均甚罕見，中部之清泉崗與嘉義亦少，而南部三地則頗顯著。關於其原因，在本研究之第一部份已作討論。
- 7.就夏季後期九月份之雷雨頻率言，除屏東與嘉義兩地仍與八月者相若外，其餘五地均顯然減少，其中又以新竹減少最劇。
- 8.臺灣本島雷雨之性質，可藉比較澎湖馬公雷雨之發生以見其端倪。由馬公資料（圖3—8）可知該島幾無午後雷雨可言，且有午後雷雨最少，而晨間及入晚以後最多之極端相反現象（見馬公八月份者）。

以上為各地五至九月雷雨頻率逐時分佈之討論。於上述各月資料中，就仲夏六、七、八三個月資料綜合製成各地雷雨頻率圖一張（圖3—9），藉以顯示各地雷雨之特性。

另外，此處並於原始統計資料中，就臺北（松山國際機場）、屏東及馬公之民國 64 年五至九月份逐時之雷雨統計，如圖 3—10a 至 c，藉圖可見：

- 1.屏東有最長之熱雷雨持續時數。
- 2.北部（臺北）熱雷雨發生於午後，中南部（屏東）熱雷雨發生於近晚之時，馬公易出現於夜中，並常可持續至數小時之久。
- 3.六、七、八三個月屏東可出現夜間雷雨，臺北則甚少見。
- 4.各地雷雨出現頻率分佈可一目了然，一般言之，臺北與屏東雷雨之分佈略同，馬公之雷雨則迥異。

(二)臺灣雷雨之發生機制

有關雷雨預報一項重要之實際問題，即雖各種預報因子如 Total index、K value、LFC 等均符合臨界值，但仍難期必有雷雨發生。有關此點本研究之第一部份及林永哲（1976）均經指出。蓋本研究所列已經校驗之各客觀預報因子，主要均僅能顯示空氣之潛在不穩定（Potential instability），而如何將之引發造成真正不穩定，則牽涉問題仍多。其中主要問題應為有利於造成大規模或局地垂直運動之天氣圖形式。以下僅就此一方面，作一討論。

1.大規模型式之雷雨：

此處僅擬就本研究之第一年計劃中表 3—2 天氣系統雷雨所列「熱帶低壓」及「高空冷渦」所造成之大規模雷雨作一討論。

(1)熱帶低壓引起者——以南海中熱帶低壓為例。圖 3—11 為民 65 年（1976）8月5日17地方時臺灣區域天氣圖詳圖。圖中由於香港南方海面之熱帶低壓（隨後增強為 Clara 颱風），恰使臺灣區域之大規模氣流係來自南海海面，且具氣旋式曲率。故臺灣中南部及北部，自屏東至桃園，均有大規模之雷雨。本類天氣圖型式雷雨之特徵為：

- (a)有甚久之降雨時間（參見圖中之右側附圖）此為大規模型式雷雨最主要之特徵。
- (b)降水時間不限於午後，但在午後由於地面空氣輻射增溫更易有助於雷雨之發展。
- (c)本次本類雷雨之發生顯係自南而北，故不同於地方性雷雨，而具「平流」性質。
- (d)類此南海低壓引起者，可出現於臺灣海峽之馬公，但甚少出現於臺灣之東部。

(2)由高空冷渦引起者——民 65 年（1976）7

月 31 日高空冷渦過境 (王時鼎 1976) 臺灣中南部及北部桃園均曾有雷雨發生。圖 3-12 為該日 08 地方時桃園探空曲線與早一日 (7 月 30 日) 者之比較, 藉圖可明顯見出冷心低壓造成雷雨之原因——對流層上層冷平流, 而使全層降溫率增大。高空冷心低壓所造成之雷雨, 基本上與熱雷雨無大差異。如無日中增溫引發空氣之對流, 則如圖 3-12 所示之潛在不穩定並不能釋出。另值得注意者, 藉準地轉式理論之 ω 方程可知, 冷平流伴隨有下降運動, 故降雨時間一般均不長。僅限於日中地面增溫最盛之時, 此圖 3-12 右側該日各地雷雨資料可為佐證。本年 (1976) 8 月 7 日冷心低壓過境亦不例外。圖中並附 7 月 31 日 12Z 冷心低壓過境時該日 300mb 高空圖型式。

2. 中小規模運動系統所造成之雷雨:

臺灣雷雨甚多均與中小規模系統有關, 此在本研究之第一年計劃中已曾論及, 此處擬略作舉例討論。

(1) 由盛行風與海風相向所造成之雷雨: 此可藉民 65 年 (1976) 8 月 18 日午後臺灣中南部所發生之雷雨作一說明。圖 3-13 為該日 14 時之天氣詳圖, 係以間隔 1mb 等壓線表出。圖中並附花蓮、金門及東港 08 地方時之高空風, 藉悉盛行風分佈。另並附東港 20 地方時高空風資料, 藉供作對局部環流變化研判參考 (因臺灣觀測祇有 08 及 20 地方時高空風資料)。藉圖可見, 盛行氣流為來自東方, 由於氣流過山, 中央山脈東側有脊線發展, 並可繪出 1012mb 封閉等壓線之高壓中心。另於山脈背風面之西側臺中一帶, 出現有一封閉之中規模低壓 (Meso-Scale low)。並顯見臺灣西側由於海風自臺灣海峽吹入, 氣流普見為來自西方。該日午後自屏東向北迄至清泉崗均有雷雨發生。此項雷雨之引發機制藉上各種資料研判, 顯係為東來盛行風誘生西部之背風中幅度低壓, 並於午後海風發展, 增強低壓區輻合之結果。

(2) 夜間及凌晨雷雨: 與上例之同日 (1976 年 8 月 18 日) 新竹區於晨間 5-6 時曾有雷雨發生。一般 3mb 為間隔之天氣圖不易發現其因素, 此處茲以 1mb 為間隔, 晨間 5 時之詳圖 (見圖 3-14) 加以研判。發現該

處 (新竹) 顯有一位於背風槽內之中規模低壓發展。並由桃園早一日 20 地方時之探空, 於 10000 呎上有一乾層存在 (圖略), 有利上層長波輻射冷卻。由於上層輻射冷卻, 降溫率增大, 兼之低層中規模低壓造成之輻合氣流, 故於是日新竹凌晨有雷雨發生。

以上兩例均為局部環流所造成之雷雨, 且均出現於臺灣西部, 並皆發生於盛行風為東風之時。另外盛行風如來自西南方向, 南部恰屬氣流之迎風面, 故亦易出現雷雨, 以致臺灣西南部有最大之夏季雷雨頻率。

四、電子計算機處理及計算過程

本研究所使用之地面觀測及探空資料, 係取自空軍氣象聯隊歷年「自動資料處理」所整理之磁帶紀錄檔。為配合研究需要, 經選取民國六十至六十四年各年六至九月份之資料。探空資料係採用馬公、東港二測站, 資料內容為每隔 50mb 定壓面之高度值、溫度、相差濕度、風向及風速, 資料時間為每日 1200Z。地面測站計選用岡山、屏東北機場、花蓮、臺東、馬公、金門及高雄小港民用機場等七地區每日 2100Z 之觀測紀錄。茲將資料整理及計算過程分別說明如後:

(一) 資料整理

1. 磁帶資料:

- (1) 分別從探空及地面各年磁帶中, 選取所需資料, 讀入一新磁帶。
- (2) 分別按測站、日期、時間順序, 重行排列, 以便檢查有否缺漏及錯誤。
- (3) 對照地面及探空資料, 將缺漏資料相對剔除, 再按序排列, 以備計算使用。

2. 天氣分類:

- (1) 按上述磁帶資料整理順序排列之日期, 以四類天氣分別標示之: 即「1」代表好天氣日, 「2」代表雷雨日, 「3」代表陣雨日, 「4」代表其他毛雨、小雨等天氣日。
- (2) 天氣分類完成後, 以地面測站為單元, 分別製成卡片, 以與地面及探空資料配合統計之用。

3. 計算 LFC 及鋒面、ITCZ、熱帶氣旋位置:

因磁帶存儲之探空資料為每隔 50mb 選取之定壓面, 無特性層, 故與實際探空曲線

略有出入, 致用電子計算機所計算之 LFC 數值有部份不正確, 故 LFC 係另用人力自實際探空曲線中求出; 至於鋒面、ITCZ 之位置及走向, 熱帶氣旋之位置亦分別用人力從地面天氣圖中求出, 然後製卡讀入磁帶備用。

(二) 統計計算與繪製散佈圖 (Scatter diagram)

附圖 4-1 (流程圖) 中 α 表示接前述完成之磁帶資料。本研究之計算分為二部份: 首先由上述整理之資料中計算特定因子, 分門別類錄入磁帶, 再將每一特定因子資料, 按每一測站之不同天氣分類予以統計列表。EOF 即查證是否每一因子都已計算完畢。當計算完成後, 則到 β 。此時研判所有因子之統計分佈及參數, 判定那些因子較具代表性, 經過初步之過濾, 將較有代表性之因子重作整理, 以備做第二部份工作, 即做散佈圖 (Scatter diagram)。散佈圖係將具有代表性之因子, 分四類天氣, 相互配取, 算出其散佈圖, 再由所有散佈圖中, 選出較好的因子, 做為下一次計算之因子。在第二步散佈圖之計算中, 除了第一次之較佳因子, 再加入其他因子如鋒面、ITCZ 等, 如此反復計算, 直至求出最佳結果為止。圖中 r 即表示第一步計算之判斷, K 即為第 n 次逐步散佈圖之判斷。

五、各地雷雨預報方法及圖表

(一) 概述

根據本文二.(三). 3 (散佈圖之製作) 所得結果, 製作岡山等七地區之雷雨及陣雨客觀預報法, 其程序如下:

- 1. 由馬公探空資料所作之各地 K index—Total index、K index—LFC 散佈圖中, 選定各地可能發生雷雨及最可能發生雷雨之 K index、Total index 及 LFC 之臨界值。凡不合於可能發生雷雨之臨界值者, 即預報不發生雷雨, 並算出其不發生之機率。其合於可能發生雷雨及最可能發生雷雨之臨界值者, 預報可能發生雷雨, 再作下步之校驗。
- 2. 根據本文二.(三). 3 (散佈圖之製作) 之第三步驟所得之各種散佈圖, 作以下之處理:
 - (1) 本省受鋒面影響時 (即附圖 2-1 中有鋒面), 使用受鋒面影響 850mb 風向一鋒面之散佈圖, 定出各種風向及鋒面情況下, 各地可

能發生及最可能發生雷雨及陣雨之機率。

- (2) 本省受 ITCZ 影響時 (即附圖 2-2 中有 ITCZ), 使用受 ITCZ 影響之 850mb 風向一 ITCZ 之散佈圖, 定出於各種風向及 ITCZ 情況下, 各地可能發生及最可能發生雷雨及陣雨之機率。
- (3) 本省受熱帶氣旋影響時 (即附圖 2-3 中有熱帶氣旋), 使用受熱帶氣旋影響之 850mb 風向一熱帶氣旋之散佈圖, 定出各種風向及熱帶氣旋於不同位置情況下, 各地可能發生及最可能發生雷雨及陣雨之機率。
- (4) 於本省不受鋒面、ITCZ、及熱帶氣旋之影響時 (即附圖 2-1, 2-2, 2-3 中無鋒面、ITCZ 及熱帶氣旋), 使用不受此等系統影響之 850mb 風向一 700mb 風向散佈圖, 定出各種風向情況下, 各地可能發生及最可能發生雷雨及陣雨之機率。

(二) 岡山等七地區之雷雨客觀預報圖表

1. 岡山 (745)

(1) 選用預報因子之臨界值

於 K index—Total index 之散佈圖中 (參看附圖 5-2-1-1) 發現總數 149 雷雨日中之 135 日 (90.6%) 及總數 43 陣雨日中之 36 日 (83.7%) 皆落於 $26 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $37.0 \leq \text{Total index} < 52.6$ 範圍之內, 而總數 247 好天氣日中僅有 194 日 (78.5%) 係落於此範圍中。於 K index—LFC 之散佈圖中 (參看附圖 5-2-1-2) 有 132 日雷雨 (83.6%) 及 36 日陣雨 (83.7%) 係落於 $26 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $710 \text{mb} \leq \text{LFC}$ 之範圍內, 而僅有 187 日好天氣 (75.7%) 係落於此範圍中。故採用 $26 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $37.0 \leq \text{Total index} < 52.6$ 、 $710 \text{mb} \leq \text{LFC}$ 為可能發生雷雨之臨界值。

又於 K index—Total index 之散佈圖中 (參看附圖 5-2-1-1) 發現有 86 日雷雨 (57.7%) 及 23 日陣雨 (53.5%) 係集中於 $30 \leq K \text{ index} < 40$ 、 $41.3 \leq \text{Total index} < 46.9$ 之範圍內, 而僅有 99 日好天氣 (40.0%) 係落於此範圍中。可見此範圍內發生雷雨之機率極高, 故採用 $30 \leq K \text{ index} < 40$ 、 $41.3 \leq \text{Total index} < 46.9$ 、 $710 \text{mb} \leq \text{LFC}$ 為最可能發生雷雨之臨界值。

(2) 客觀預報表

- a. 第5-2-1-1表係根據第5-2-1-1及5-2-1-2圖之結果，依本章(-).1之敘述而製成。參閱本表可知於何種情況下將不發生雷雨，其機率為何；於種情況下將可能發生雷雨及最可能發生雷雨，其平均機率為何。但如預報可能及最可能發生雷雨時，其於各類天氣型勢下發生雷雨之機率需參閱以下各表。
- b. 第5-2-1-2及5-2-1-6表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受鋒面影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-1-3及5-2-1-7圖所得結果，依本章(-).2.(1)之敘述而製成。由本表可知於850mb為南風時岡山發生雷雨之機率最大。鋒面在24°N以南時僅850mb吹西南風時始有雷雨。鋒面位於20°N以南時則不可能有雷雨。
- c. 第5-2-1-3及5-2-1-7表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受ITCZ影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-1-4及5-2-1-8圖所得結果，依本章(-).2.(2)之敘述所製成。由本表可知當ITCZ位於20°N-26°N時岡山發生雷雨之次數最多，機率亦大，尤以850mb吹東南至西南風時發生雷雨之機率最大。
- d. 第5-2-1-4及5-2-1-8表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受颱風影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-1-5及5-2-1-9圖所得結果，依本章(-).2.(3)之敘述所製成。由本表可知當颱風中心位於16°N-22°N、115°E-125°E時岡山發生雷雨之次數及機率均最大。
- e. 第5-2-1-5及5-2-1-9表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且不受鋒面、ITCZ及颱風影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-1-6及5-2-1-10圖所得結果，依本章(-).2.(4)之敘述所製成。由本表可知於不受鋒面、ITCZ及颱風影響時，岡山純因熱力及地形影響所生成之雷雨極少(21日)，僅佔雷雨總日數之 $\frac{21}{149}$ (參看附表

5-2-1-5)。

2.花蓮(763)

(1)選用預報因子之臨界值

於K index—Total index之散佈圖中(參看附圖5-2-2-1)發現總數66雷雨日中之61日(90.9%)及總數陣雨日之全部皆落於 $24 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $37.0 \leq \text{Total index} < 51.2$ 範圍之內，而總數264好天氣日中僅有222日(84.0%)係落於此範圍中。於K index—LFC之散佈圖中(參看附圖5-2-2-2)有56日雷雨及7日陣雨係落於 $24 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $740\text{mb} \leq \text{LFC}$ 之範圍中，故採用 $24 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $37.0 \leq \text{Total index} < 51.2$ 、 $740\text{mb} \leq \text{LFC}$ 為可能發生雷雨之臨界值。

又於K index—Total index之散佈圖中(參看附圖5-2-2-1)發現有32日雷雨(48.5%)係落於 $33 \leq K \text{ index} < 40$ 、 $41.3 \leq \text{Total index} < 46.9$ 之範圍內，而僅有78日好天氣(29.6%)係落於此範圍內。故採用 $33 \leq K \text{ index} < 40$ 、 $41.3 \leq \text{Total index} < 46.9$ 、 $740\text{mb} \leq \text{LFC}$ 為最可能發生雷雨之臨界值。

(2)客觀預報表

- a. 第5-2-2-1表係根據第5-2-2-1及5-2-2-2圖之結果，依本章(-).1之敘述而製成。顯示不發生雷雨、可能發生雷雨及最可能發生雷雨之機率。但如預報可能及最可能發生雷雨時，其於各類天氣型勢下發生雷雨之機率參閱以下各表。
- b. 第5-2-2-2及5-2-2-6表係分別顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受鋒面影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-2-3及5-2-2-7圖所得結果，依本章(-).2.(1)之敘述所製成。由本表可知鋒面位於24°N-30°N且850mb吹東南至西南風時發生雷雨之次數最多，機率亦最大。
- c. 第5-2-2-3及5-2-2-7表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受ITCZ影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-2-4及5-2-2-8圖所得結果，依本章(-).2.(2)之敘述而製成。由本表可知當ITCZ位於20°-24°N且

850mb 風向為南至西南風時發生雷雨次數最多，機率亦最大。

- d. 第5-2-2-4及5-2-2-8表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受颱風影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-2-5及5-2-2-9圖所得結果，依本章(-).2.(3)之敘述所製成。由本表可知當颱風位於附圖2-3中之第1.2.5.6.7區時，花蓮因受背風面下沉氣流之影響不可能發生雷雨。當颱風位於16°N-24°N、115°E-125°E時花蓮有向風面之南來氣流，發生雷雨之次數多，機率亦較大。
- e. 第5-2-2-5及5-2-2-9表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，但不受鋒面、ITCZ及颱風影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-2-6及5-2-2-10圖所得結果，依本章(-).2.(4)之敘述而製成。由本表可知純由熱力及地形所生成之雷雨甚少，僅有11次，佔總數之 $\frac{1}{4}$ 。於此11次之中，當850mb風向為180°-210°時即發生雷雨8次，可見花蓮之熱力及地形雷雨與850mb之風向極有關係。

3.臺東(760)

(1)選用預報因子之臨界值

於K index—Total index之散佈圖中(參看附圖5-2-3-1)發現總數67雷雨日中之62日(92.5%)及總數25陣雨日中之20日(80%)落於 $24 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $37.0 \leq \text{Total index} < 49.8$ 範圍之中，而總數261好天氣日中僅有215日(82.3%)係落於此範圍內。於K index—LFC之散佈圖(參看附圖5-2-3-2)有54日雷雨及18日陣雨係落於 $24 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $800\text{mb} \leq \text{LFC}$ 之範圍中。故採用 $24 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $37.0 \leq \text{Total index} < 49.8$ 、 $800\text{mb} \leq \text{LFC}$ 為可能發生雷雨之臨界值。

又於K index—Total index之散佈圖中(參看附圖5-2-3-1)發現有34日雷雨(50.7%)及13日陣雨(52%)係落於 $30 \leq K \text{ index} < 40$ 、 $41.3 \leq \text{Total index} < 46.9$ 之範圍內，而僅有99日好天氣(37.9%)落於此範圍中。故採用 $30 \leq K \text{ index} <$

40 、 $41.3 \leq \text{Total index} < 46.9$ 、 $800\text{mb} \leq \text{LFC}$ 為最可能發生雷雨之臨界值。

(2)客觀預報表

- a. 第5-2-3-1表係根據第5-2-3-1及5-2-3-2圖之結果，依本章(-).1之敘述而製成。顯示不發生雷雨、可能發生雷雨及最可能發生雷雨之機率。但如預報可能及最可能發生雷雨時，其於各類天氣型勢下發生雷雨之機率需參閱以下各表。
- b. 第5-2-3-2及5-2-3-6表係分別顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受鋒面影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-3-3及5-2-3-7圖所得結果，依本章(-).2.(1)之敘述所製成。由本表可知當鋒面位於24°N-26°N、115°E-127°E時臺東發生雷雨之次數最多，機率亦最大，尤以850mb風向為東南至西南風時為最。
- c. 第5-2-3-3及5-2-3-7表係顯示於報製可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受ITCZ影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-3-4及5-2-3-8圖所得結果，依本章(-).2.(2)之敘述所製成。由表可知於16°N-26°N、115°E-127°E有ITCZ時，若850mb之風向為160°-230°發生雷雨之次數最多，機率亦最大。
- d. 第5-2-3-4及5-2-3-8表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受颱風影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-3-5及5-2-3-9圖所得結果，依本章(-).2.(3)之敘述所製成。由本表可知當颱風中心位於16°N-22°N、115°E-117°E時發生雷雨之次數最多，尤以850mb風向為160°-260°時為最。但850mb風向為270°-360°時却無發生雷雨之記錄，此一事實充分顯示地形與850mb風向之重要性。
- e. 第5-2-3-5及5-2-3-9表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，但不受鋒面、ITCZ及颱風影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-3-6及5-2-3-10圖所得結果，依本章(-).2.(4)之敘述而製成。由本表可知僅

850mb 之風向為 140—230° 時始有生成雷雨之可能。

4. 小港 (740)

(1) 選用預報因子之臨界值

於 K index—Total index 之散佈圖中 (參看附圖 5-2-4-1) 發現總數 83 之雷雨日中之 78 日 (94.0%) 及總數 33 陣雨之 30 日 (90.9%) 皆落於 $24 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $35.6 \leq \text{Total index} < 49.8$ 之範圍內，而總數 248 之好天氣日僅有 208 日 (83.8%) 係落於同一區域中。於 K index—LFC 之散佈圖中 (參看附圖 5-2-4-2) 有 74 日雷雨及 30 日陣雨係落於 $24 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $750 \text{mb} \leq \text{LFC}$ 之範圍中。故採用 $24 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $35.6 \leq \text{Total index} < 49.8$ 、 $750 \text{mb} \leq \text{LFC}$ 為可能發生雷雨之臨界值。

又於 K index—Total index 之散佈圖中 (參看附圖 5-2-4-1) 發現有 41 日雷雨 (49.5%) 及 15 日陣雨 (45.5%) 係落於 $30 \leq K \text{ index} < 40$ 、 $41.3 \leq \text{Total index} < 45.5$ 之範圍內，而僅有 75 日好天氣 (30.2%) 係落於此範圍內。故採用 $30 \leq K \text{ index} < 40$ 、 $41.3 \leq \text{Total index} < 45.5$ 、 $750 \text{mb} \leq \text{LFC}$ 為最可能發生雷雨之臨界值。

(2) 客觀預報表

a. 第 5-2-4-1 表係根據 5-2-4-1 及 5-2-4-2 圖之結果，依本章(-).1 之敘述而製成。顯示不發生雷雨、可能發生雷雨及最可能發生雷雨之機率。但如預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨時，其於各類天氣型勢下發生雷雨之機率需參閱以下各表。

b. 第 5-2-4-2 及 5-2-4-6 表係分別顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受鋒面影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第 5-2-4-3 及 5-2-4-7 圖所得結果，依本章(-).2.(1) 之敘述所製成。由本表可知當鋒面位於 $24^\circ \text{N}-28^\circ \text{N}$ 、 $115^\circ \text{E}-127^\circ \text{E}$ 時發生雷雨之次數最多，機率亦最大。但鋒面位於上述位置時，若 850mb 之風向在 $70^\circ-150^\circ$ 發生

雷雨之機率僅為 $\frac{1}{6}$ ，充分顯示出地形之影響。

c. 第 5-2-4-3 及 5-2-4-7 表係顯示於預報發生雷雨及最可能發生雷雨，且受 ITCZ 影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第 5-2-4-4 及 5-2-4-8 圖之結果，依本章(-).2.(2) 之敘述而製成。由本表可知 ITCZ 位於 $20^\circ \text{N}-22^\circ \text{N}$ 、 $115^\circ \text{E}-127^\circ \text{E}$ 時小港發生雷雨之次數最多，機率亦最大，尤以 850mb 風向為 $170^\circ-310^\circ$ 時為最。

d. 第 5-2-4-4 及 5-2-4-8 表係分別顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受颱風影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第 5-2-4-5 及 5-2-4-9 圖所得結果，依本章(-).2.(3) 之敘述所製成。由本表可知當颱風中心位於 $16^\circ \text{N}-22^\circ \text{N}$ 、 $115^\circ \text{E}-125^\circ \text{E}$ 時小港發生雷雨之次數最多，機率亦較大。

e. 第 5-2-4-5 及 5-2-4-9 表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，但不受鋒面、ITCZ 及颱風影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第 5-2-4-6 及 5-2-4-10 圖所得結果，依本章(-).2.(4) 之敘述而製成。由本表可知小港地區純由熱力及地形所生成之雷雨甚少，僅 10 次，佔總數之 $\frac{10}{83}$ ，且多生於 850mb 風向為 $140^\circ-230^\circ$ 之時。當 850mb 之風向為 $60^\circ-130^\circ$ 時無雷雨， $240^\circ-330^\circ$ 時亦然。

5. 屏東北機場 (758)

(1) 選用預報因子之臨界值

於 K index—Total index 之散佈圖中 (參看附圖 5-2-5-1) 發現總數 244 日之雷雨日中之 225 日 (92.2%) 及總數 33 日陣雨中之 30 日 (90.9%) 皆落於 $26 \leq K \text{ index} < 56$ 、 $35.6 \leq \text{Total index} < 65.4$ 之範圍中，而總數 161 日之好天氣中僅有 118 日 (73.3%) 係落於此範圍中。於 K index—LFC 之散佈圖中 (參看附圖 5-2-5-2) 有 213 日之雷雨及 29 日之陣雨係落於 $26 \leq K \text{ index} < 56$ 、 $710 \text{mb} \leq \text{LFC}$ 之範圍中。故採用 $26 \leq K \text{ index} <$

56 、 $35.6 \leq \text{Total index} < 65.4$ 、 $710 \text{mb} \leq \text{LFC}$ 為可能發生雷雨之臨界值。

又於 K index—Total index 之散佈圖中 (參看附圖 5-2-5-1) 發現有 169 日之雷雨 (69.3%) 及 21 日之陣雨 (63.6%) 係落於 $30 \leq K \text{ index} < 56$ 、 $41.3 \leq \text{Total index} < 65.4$ 之範圍內，而僅有 63 日好天氣 (39.1%) 係落於此同一範圍內。故採用 $30 \leq K \text{ index} < 56$ 、 $41.3 \leq \text{Total index} < 65.4$ 、 $710 \text{mb} \leq \text{LFC}$ 為最可能發生雷雨之臨界值。

(2) 客觀預報表

a. 第 5-2-5-1 表係根據 5-2-5-1 及 5-2-5-2 圖之結果，依本章(-).1 之敘述而製成，顯示不發生雷雨、可能發生雷雨及最可能發生雷雨之機率。但如預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨時，其於各類天氣型勢下發生雷雨之機率需參閱以下各表。

b. 第 5-2-5-2 及 5-2-5-6 表係分別顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受鋒面影響時發生雷雨之機率。此二表係根據第 5-2-5-3 及 5-2-5-7 圖所得結果，依本章(-).2.(1) 之敘述所製成。由本表可知當鋒面位於 $24^\circ \text{N}-28^\circ \text{N}$ 、 $115^\circ \text{E}-127^\circ \text{E}$ 時發生雷雨之次數最多，機率亦最大。當鋒面位於 $28^\circ \text{N}-30^\circ \text{N}$ 時發生雷雨之次數及機率亦較大。

c. 第 5-2-5-3 及 5-2-5-7 表係分別顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受 ITCZ 影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第 5-2-5-4 及 5-2-5-8 圖所得結果，依本章(-).2.(2) 之敘述所製成。由本表可知 ITCZ 與屏東發生雷雨之關係極為密切。雷雨多發生於當 ITCZ 位於 $16^\circ \text{N}-24^\circ \text{N}$ 、 $115^\circ \text{E}-127^\circ \text{E}$ 之時。當 ITCZ 位於 $20^\circ \text{N}-22^\circ \text{N}$ 時屏東之雷雨最多。

d. 第 5-2-5-4 及 5-2-5-8 表係分別顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受颱風影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據 5-2-5-5 及 5-2-5-9 圖所得結果。由本表可知當颱風中心位於 $16^\circ \text{N}-22^\circ \text{N}$ 、 $115^\circ \text{E}-121^\circ \text{E}$ 時屏東發

生之雷雨最多。

e. 第 5-2-5-5 及 5-2-5-9 表係分別顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且不受鋒面、ITCZ 及颱風影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第 5-2-5-6 及 5-2-5-10 圖所得結果，依本章(-).2.(4) 之敘述所製成。由本表可知當馬公 850mb 風向為 $140^\circ-280^\circ$ 時發生熱雷雨之次數較多。

6. 金門 (736)

(1) 選用預報因子之臨界值

於 K index—Total index 之散佈圖中 (參看附圖 5-2-5-1) 發現總數 22 日雷雨中之 19 日 (85%) 及總數 7 日陣雨之全部係落於 $26 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $38.4 \leq \text{Total index} < 52.6$ 之範圍內，而總數 359 日好天氣僅有 278 日 (77.4%) 係落於此範圍中。於 K index—LFC 之散佈圖 (參看附圖 5-2-5-2) 有 16 日雷雨及 7 日陣雨之全部係落於 $26 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $750 \text{mb} \leq \text{LFC}$ 之範圍內，而僅有 270 日好天氣 (75.2%) 係落於此範圍中。故採用 $26 \leq K \text{ index} < 42$ 、 $38.4 \leq \text{Total index} < 52.6$ 、 $750 \text{mb} \leq \text{LFC}$ 為可能發生雷雨之臨界值。

(2) 客觀預報表

a. 第 5-2-6-1 表係根據第 5-2-6-1 及 5-2-6-2 圖之結果，依本章(-).1 之敘述所製成。參閱本表可知於何種情況下將不發生雷雨，其機率為何；於何種情況下將可能發生雷雨。但如預報可能發生雷雨時，其於各類天氣型勢下發生雷雨之機率需參閱以下各表。

b. 第 5-2-6-2 表係顯示於預報可能發生雷雨且受鋒面影響時發生雷雨之機率。本表係根據 5-2-6-3 圖所得結果，依本章(-).2.(1) 之敘述而製成。由本表可知鋒面與金門發生雷雨之關係極為密切。在總數 22 日雷雨與鋒面有關係達 12 次之多，尤以鋒面位於 $24^\circ \text{N}-28^\circ \text{N}$ 時發生雷雨之次數最多，有 7 次之紀錄。又由本表可知有 10 次雷雨係生於當馬公 850mb 風向為南風之時，內中 9 次係生於 850mb 風向為西南風之際。由此可見 850mb

之風向與金門發生雷雨之關係亦極為密切。

c. 第5-2-6-3表係顯示於預報可能發生雷雨，且受 ITCZ 影響時發生雷雨之機率。本表係根據第 5-2-6-4 圖所得結果，依本章(-)2.(2)之敘述所製成。由本表可知僅當 ITCZ 位於16°N-24°N、115°E-127°E 且馬公 850mb 風向為 240°-290°時金門始有發生陣雨之可能。

d. 第5-2-6-4表係顯示於預報可能發生雷雨，且受颱風影響時發生雷雨之機率。本表係根據 5-2-6-5 圖所得結果，依本章(-)2.(3)之敘述所製成。由本表可知當金門受颱風影響時雷雨幾乎全部發生於當馬公 850mb 風向為南風至西風之際。

e. 第5-2-6-5表係顯示於預報可能發生雷雨，且不受鋒面、ITCZ及颱風影響時發生雷雨之機率。本表係根據第 5-2-6-6 圖所得結果，依本章(-)2.(4)之敘述所製成。由本表可知金門無純由熱力作用生成之雷雨。

7. 馬公 (734)

(1) 選用預報因子之臨界值

於 K index-Total index 之散佈圖中 (參看附圖 5-2-7-1) 發現總數44雷雨中之日中之41日 (90.9%) 及總數 21 陣雨日中之15日 (71.4%) 皆落於 28 ≤ K index < 42、38.4 ≤ Total index < 52.6 範圍之內，而總數 336 好天氣中僅有 235 日 (69.9%) 係落於此範圍中。於 K index-LFC 之散佈圖中 (參看附圖5-2-7-2) 有39日雷雨 (88.5%) 及13日陣雨 (65.0%) 係落於 28 ≤ K index < 42、800mb ≤ LFC 之範圍內，而僅有 203日好天氣 (60.4%) 係落於此範圍中。故採用 28 ≤ K index < 42、38.4 ≤ Total index < 52.6、800mb ≤ LFC 為可能發生雷雨之臨界值。

又於 K index-Total index 之散佈圖中 (參看附圖5-2-7-1) 發現有24日雷雨 (54.5%) 及9 日陣雨 (40.8%) 係落於 30 ≤ K index < 40、41.3 ≤ Total index < 45.5範圍之內，而僅有109日好天氣 (32.4%) 係落於此範圍中。故採用30 ≤ K index <

40、41.3 ≤ Total index < 45.5、800mb ≤ LFC 為最可能發生雷雨之臨界值。

(2) 客觀預報表

a. 第5-2-7-1 表係根據第5-2-7-1 及 5-2-7-2圖之結果，依本章(-)1.之敘述而製成。參閱本表可知於何種情況下將不發生雷雨，其機率為何；於何種情況下將可能發生雷雨及最可能發生雷雨，其平均機率為何。但如預報可能及最可能發生雷雨時，其於各類天氣型勢下發生雷雨之機率需參閱以下各表。

b. 第5-2-7-2 及 5-2-7-6表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受鋒面影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第 5-2-7-3 及 5-2-7-7 圖所得結果，依本章(-)2.(1)之敘述而製成。由本表可知馬公半數以上之雷雨 (23 次，佔總數之 $\frac{23}{44}$) 係因鋒面之影響

所生成，而以鋒面位於 24°N-28°N、115°E-127°E 時發生之次數較多。尤其顯著者為於此 23 次雷雨之中，有18次係生成於當馬公 850mb 風向為 140°-260° 之際，足證 850mb 之風向與馬公雷雨之關係極為密切。

c. 第 5-2-7-3 及 5-2-7-7 表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受 ITCZ 影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-7-4 及 5-2-7-8圖之結果，依本章(-)2.(2)之敘述所製成。由本表可知當 ITCZ 位於 20°N-22°N、115°E-127°E 時馬公發生雷雨之次數較多，機率亦最大。

d. 第 5-2-7-4 及 5-2-7-8 表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且受颱風影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第5-2-7-5 及 5-2-7-9 圖之結果，依本章 (-)2.(3) 之敘述所製成。由本表可知當颱風中心位於 16°N-22°N、115°E-117°E 時馬公發生雷雨之次數稍多，此為南來溫濕空氣所致。於颱風中心位於此區域，850mb 為 140°-260° 風向時，曾發生雷雨三次即為明證。又當颱風中心位於 18°N-24°N、

121°E-125°E 時馬公發生雷雨之次數亦稍多，係因背風面 Induced low 所影響之故。

e. 第 5-2-7-5 及 5-2-7-10 表係顯示於預報可能發生雷雨及最可能發生雷雨，且不受鋒面、ITCZ 及颱風影響時發生雷雨之機率。此二表係分別根據第 5-2-7-6 及 5-2-7-10 圖所得結果，依本章(-)2.(4)之敘述所製成。由本表可知，馬公純由熱力作用所形成之雷雨極少 (3日)，僅佔雷雨總數之 $\frac{3}{44}$ 。

六、結語

夏季雷雨之發生，涉及因素甚多，預報亦極困難。於去年及本次研究中，雖已盡最大努力蒐集現有之高空資料及試用各種因素，以期求得客觀有效之預報法。然因資料不足 (僅 514日)，故所得結果之代表性尚待考驗。唯一最大之收穫為本研究係開我國雷雨客觀預報之先端，藉以拋磚引玉，以供博學先進做進一步研究之參考。於本研究中，作者自我檢討之得失如下：

(-) 優點及成果

1. 發現於本省探空站之五年資料中，仍以馬公探空對雷雨之預報最有代表性。
2. K index、Total index 及 LFC 等三因素對各地雷雨之發生最有關連。根據此三因素數值之分佈情況，可定出各地可能發生雷雨之臨界值。且可定出一最可能發生雷雨之臨界值，半數以上之雷雨皆發生於此臨界值範圍之內，而可將大部份之非雷陣雨日摒除於此臨界值之外。
3. 於合於上述臨界值之日數中，以馬公850mb及700mb之風向與雷雨之發生極有關連。將此等日數依當時天氣圖型勢 (鋒面、ITCZ及颱風之位置) 分類後，與發生雷雨之關係更為明顯。
4. 各地之地面因子不能將雷雨及非雷雨日作有效之劃分。
5. Miller 氏之 Sweat index 與本省雷雨發生之關係不顯著。
6. 本研究所得之客觀預報法，可配合當時天氣圖型勢預報岡山等七地區不發生雷雨、可能發生雷雨及最可能發生雷雨之機率，為甚有價值之預報參考資料。

(-) 缺點

附註：本文限於篇幅圖表未能一一刊列，詳細圖表請參閱氣象聯隊 65 年度 003 號研究報告

1. 研究資料僅 514日，為數過少，其代表性尚待考驗。
2. 未作 Front-ITCZ 之散佈圖，於北面有 Front、南面有 ITCZ 時之情況尚不了解。

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 1966 : 斜溫圖於天氣分析及預報之應用。空軍總部印發。

林永哲 1976 : 1976年夏季臺灣雷雨討論。臺灣大學大氣科學系天氣預報俱樂部第三次討論會。

王時鼎 1976 : 1976年8月份亞洲副熱帶大氣變化程序討論。台灣大學大氣科學系天氣預報俱樂部第一次討論會。

Gringorten, I. 1955: "Method of objective weather forecasting" Advances in geophysics, Vol. 2 academic press, New York, pp. 57-92.

Sortor, J.D 1958: "A systematic approach to local objective forecast studies" Bull. Amer. Met. Soc. Vol. 39, No. 1 pp. 21-27

Telfer, R.T 1958: "A practical way to make air mass thunderstorm forecasting easier and more reliable". Bull. Amer. Met. Soc. Vol. 39 pp. 1-7.

Wagner, A.J 1957: "Some relationships between air mass stability, large-scale vertical motion and thunderstorm frequency" appendix 2 to synoptic applications of dynamical concepts, final report under contract AF19(604)-1305, Mass. Inst. of. Tech. Cambridge, Mass. pp. 53-71.

Captain Charles S. Cushman 1960: "Catalogue of predictors used in local objective forecast studies". U.S. air weather service Tech. Rep.

Miller, R.G. 1972: "Note on analysis and severe storm forecasting procedures of the air force global weather center" Tech. Rep. 200 (Rev.) pp. 5-2, 5-18 and appendix F.

附表 2-1 雷雨研究基本資料

年	月	日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
60	6		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	7		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	8		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	9		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
61	6		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	7		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	8		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	9		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
62	6		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	7		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	8		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	9		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
63	6		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	7		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	8		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	9		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
64	6		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	7		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	8		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	9		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

附表 2-2 各種天氣出現日數表

日數	測站名稱及編號	岡山 (745)	屏東 (北場) (748)	花蓮 (763)	台東 (760)	馬公 (734)	金門 (736)	小港 (740)
好天氣		247	161	264	261	336	359	248
雷雨		149	244	66	67	44	22	83
陣雨		43	33	11	25	21	7	33
其他天氣(毛雨,小雨等)		75	76	173	161	113	126	150
總日數		514	514	514	514	514	514	514

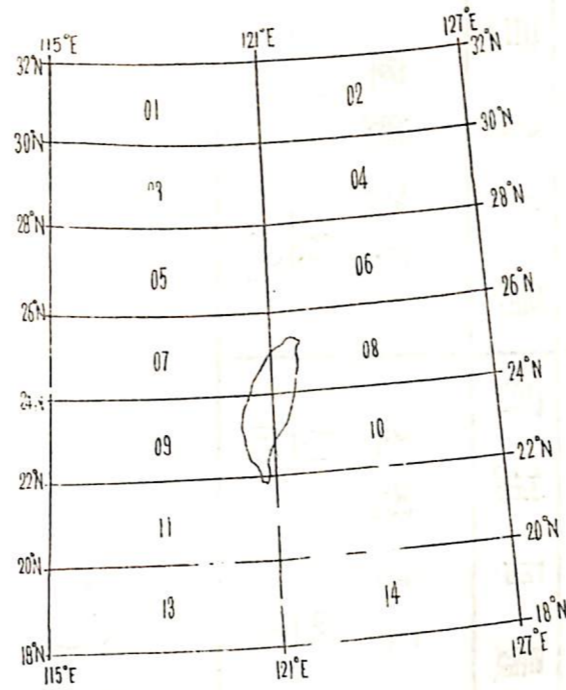
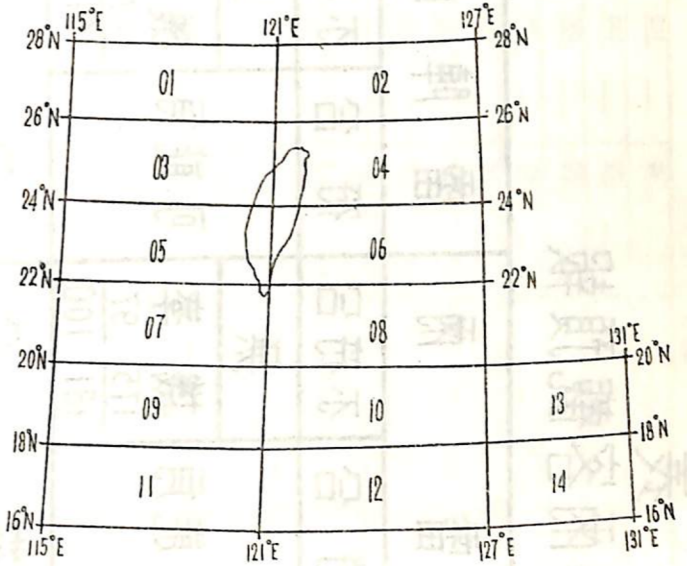


圖 2-1 FRONT



ITCZ 圖 2-2

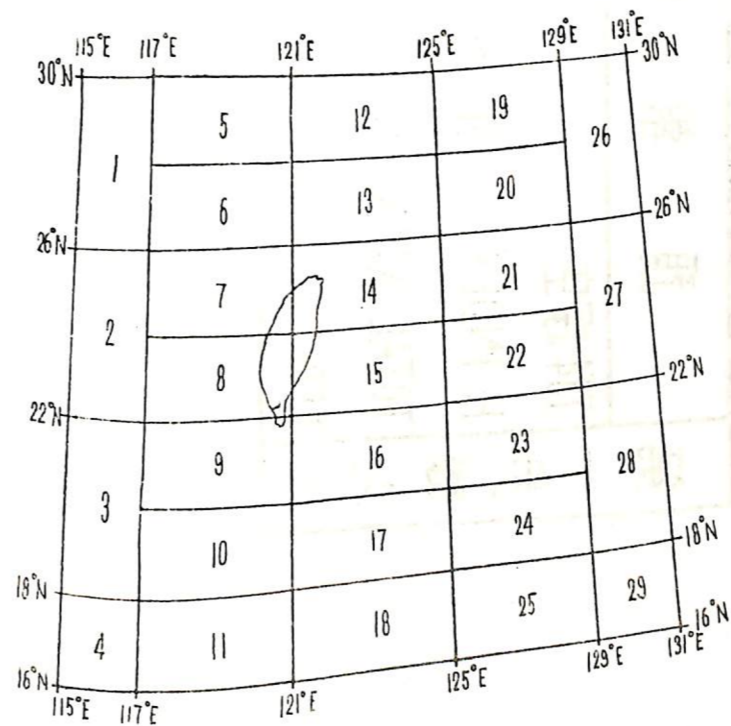


圖 2-3 TYPHOON

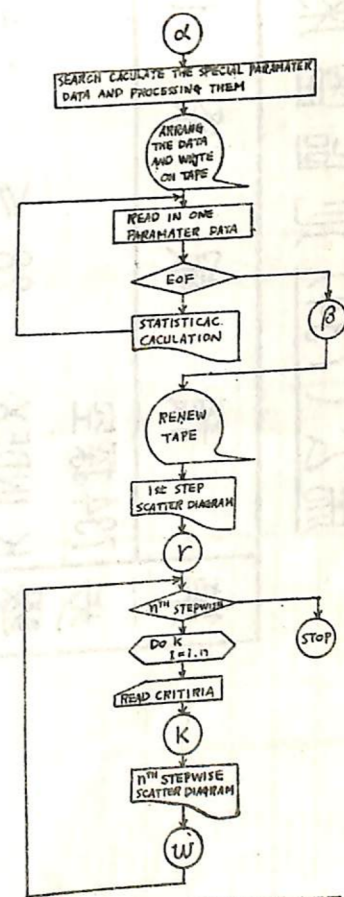


圖 4-1 電子計算機統計計算與製散佈圖之流程圖

第一表 馬公(734)地區雷雨及雷陣雨客觀預報

第一步驟之一	預報條件 734探空 K INDEX $28 \leq <42$ TOTAL INDEX $38.4 \leq <52.6$ LFC $800\text{mb} \leq$	雷		陣	
		符合	不符合	符合	不符合
		可能有	無	可能有	無
		機率 $\frac{175}{181}$	機率 $\frac{97}{100}$	機率 $\frac{167}{181}$	機率 $\frac{92}{100}$
第一步驟之二	預報條件 734探空 K INDEX $30 \leq <40$ TOTAL INDEX $41.3 \leq <45.5$ LFC $800\text{mb} \leq$	雷		陣	
		符合	不符合	符合	不符合
		最可能有	最可能有	最可能有	最可能有
		平均機率 $\frac{24}{191}$	平均機率 $\frac{13}{100}$	平均機率 $\frac{33}{191}$	平均機率 $\frac{17}{100}$

附表 5-2-7-1

預報 850 mb 風向	條件 天氣系統所在位置(度)	發		生		率
		雷	陣	雷	陣	
0	360	1	2	0	0	0
	360	13	14	0	0	100
0	150	11	12	1	3	23
	360	11	12	0	1	100
0	150	9	10	1	4	27
	360	9	10	3	15	100
160	230	7	11	4	21	53
	360	9	10	1	1	100
240	360	9	10	0	0	2
	360	9	10	9	100	5
240	150	4	8	5	25	44
	360	7	8	4	25	100
160	230	7	8	6	38	88
	360	7	8	16	100	16
0	150	5	6	0	0	1
	360	5	6	1	1	100
160	230	5	6	2	25	88
	360	5	6	8	100	9
240	360	5	6	1	11	44
	360	3	4	9	100	9
240	150	3	4	0	0	1
	360	3	4	0	0	100
160	230	3	4	10	10	6
	360	3	4	10	100	10

第二表

符合第一步驟之一之條件於圖中有 ICI (參看附圖 2-2 及 5-2-1-4)

第二表

符合第一步驟之一之條件於圖中有鋒面 (參看附圖 2-1 及 5-2-7-3)

預報 850 mb 風向	條件 天氣系統所在位置(度)	發		生		率
		雷	陣	雷	陣	
0	360	0	0	0	2	33
	360	6	100	6	6	100
0	130	0	0	0	2	40
	360	5	100	5	5	100
140	260	2	22	2	6	67
	360	9	100	9	9	100
0	130	0	0	0	1	25
	360	4	100	4	4	100
140	260	3	23	3	13	69
	360	13	100	13	13	100
0	130	3	21	3	5	36
	360	14	100	14	14	100
140	260	2	8	6	25	54
	360	24	100	24	24	100
270	360	0	0	0	0	0
	360	10	100	10	10	100
0	130	1	14	1	5	71
	360	7	100	7	7	100
140	260	6	29	7	33	62
	360	21	100	21	21	100
270	360	5	100	5	5	100
	360	0	0	0	0	0
0	130	1	14	1	5	71
	360	7	100	7	7	100
140	260	6	29	7	33	62
	360	21	100	21	21	100
270	360	5	100	5	5	100
	360	0	0	0	0	0
0	130	0	0	0	1	17
	360	6	100	6	6	100
140	260	3	13	4	17	33
	360	24	100	24	24	100
270	360	1	25	1	3	75
	360	4	100	4	4	100
0	130	0	0	0	0	0
	360	7	100	7	7	100
140	260	2	13	2	13	25
	360	16	100	16	16	100

附表 5-2-7-2

附表 5-2-7-3

