

# 氣象學報

季刊

第二十卷 第三期

## 目次

### 論著

- 臺灣雨量極端變化之分析及預測……………魏元恒、蕭長庚、鄭春台 (1)
- 平均環流模式與臺灣地區冬季展期預報之研究…徐晉淮、鄭邦傑、楊逢世 (19)
- 颱風過境宜蘭降水量之調查分析……………蔣志才 (37)
- 水田之熱平衡及其應用之研究……………顏俊士 (46)
- 我國東南沿海地區冷鋒移動速度之研究……………陳正改 (53)

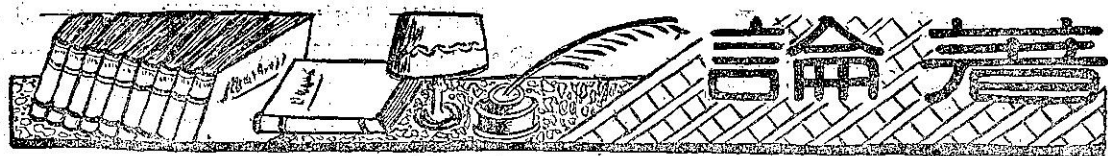
# 氣象學報

季刊

第二十卷 第三期

|     |                              |
|-----|------------------------------|
| 主編者 | 中央氣象局氣象學報社                   |
| 地址  | 臺北市公園路六十四號<br>電話：三七三一—八一(十線) |
| 發行人 | 劉大年                          |
| 社長  | 劉大年<br>電話：三一—〇八四〇            |
| 印刷者 | 文英印書公司                       |
| 地址  | 臺北市三水街七號<br>電話：三三一四七二四       |

中華民國六十三年九月出版



# 臺灣雨量極端變化之分析及預測\*

魏元恒 蕭長庚 鄭春臺

## *An Analysis and Prediction of Extreme Changes of Precipitation in Taiwan*

*Yuan-heng Wei, Chang-keng Hsiao, Chun-tai Cheng*

### ABSTRACT

1. From long yearly rainfall records we have found three peaks of rainfall in the annual variation of precipitation at Taipei. They are fore-plum rain, plum rain and summer rain, appearing in March, June, and August respectively. Their initial and ending dates can be defined according to pentad (5 day) rainfalls. This type of 3 peak rainfall predominates from the northern coast to Taichung. The rainfall has double peaks at Tainan, and only one at Hengchun. As for East Taiwan, there is a single peak appearing in September at Hualien, but two appearing in July and September at Taitung.

2. With spectrum analysis and the equations of autocorrelation, we computed out five significant waves in the annual variation of pentad rainfall in Taiwan. Those periods are 12 months, 6 months, 52 days, 25 days and 15 days.

3. The coefficients of correlation between winter and summer rainfalls and between spring and autumn rainfalls are negative significantly. We will have much rainfall in summer (autumn) if we had little in winter (spring).

4. The frequency distribution of extreme daily rainfall at Taipei is close to mesokurtic, its coefficient of skewness is 1.04, but its coefficient of kurtosis is more than 3. At Taichung, the coefficient of skewness is almost 2, a great positive skew, and its coefficient of kurtosis is 8.86, much higher than that of Taipei, a big leptokurtic.

5. The extreme rainfall at Taipei varies logarithmically, that conforms to Gumbel's equation. The forecast of extreme daily rainfalls in Taiwan and their frequencies are Computed by Gumbel's equation. The possible frequency of extreme daily rainfall of more than 350.0mm at Taipei is 1%. Most extreme daily rainfalls come between 80mm and 200mm and their possible frequency is 81.5%.

6. The maximum annual rainfalls in Taiwan are caused mainly by Typhoons, a few of them by stationary fronts. The absence of Typhoons and fronts brings here drought, the minimum annual rainfalls.

\* 本研究之完成，曾得國家科學委員會之補助。

## 一、前言

降水量之長期預測，對國家經濟建設，深具重要性。而雨量之極端變化，可導致澇旱，關係國計民生更巨。臺灣雨量異常變化，係由於各種降水系統之特殊變化所致。降水可由一個氣象因素或多個因素重疊而形成豪雨及長時間之持續。降水系統之異常，亦可導致相反之效果，而造成旱災。

本文首先說明臺灣雨量之特性，如雨量之時間分配，頻率分配，及雨時分析。再進一步，分析其持續性及週期。次就臺灣雨量之極端值，尋求其形成及變化原因。此項分析分兩方面，一為大氣環流與極端雨量，二為臺灣極端雨量之個別研究。

## 二、研究方法

### (一)使用資料：

本文使用之資料主要包括有臺北、臺中、臺南、恒春、臺東及花蓮六個測站，其種類有五種分述於下。其一為選用十年(1961-1970)逐日雨量按全年73候畫分，統計得出候雨量，分析其雨量年變化。其二為選用1897-1970年間之月雨量，算出各測站四季之雨量，12、1及2月為冬季，3、4及5月為春季，6、7及8月為夏季，9、10及11月為秋季。利用此季雨量做雨量週期分析，並利用1927-1970，44年之月雨量作偏態及峯度分析。其三為選用臺北、臺中1897-1973年之逐年最大雨量分析極端雨量值。其四為臺北1954-1973年之雨時，分析臺北之每一雨日之雨時數。其五為選用1897-1970年間之各測站年雨量，作週期分析。

### (二)使用公式

本文中使用的公式大體上可分為三類，其一為頻率分配公式，其二為週期分析公式，其三為極端值分析公式，茲分別敘述於左。

$$C_i = \sqrt{\left\{ \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n \left[ x_t \sin \left( \frac{360^\circ}{p} i t \right) \right] \right\}^2 + \left\{ \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n \left[ x_t \cos \left( \frac{360^\circ}{p} i t \right) \right] \right\}^2} \dots\dots\dots (4)$$

式中  $t$  表時間序數， $p$  為基本週期，其他符號同公式(2)，(3)。

調和分析之變異數 (Variance) 公式表示如下

$$V_i = C_i^2 / 2\sigma^2 \dots\dots\dots (5)$$

3. 極端值分析公式，欲估計極端雨之頻率，可使用 Gumbel 之分配<sup>(1)</sup>經驗公式列如下。

$$y = 1.283(x - \bar{x}) / \sigma + 0.577 \dots\dots\dots (6)$$

式中  $\bar{x}$  為雨量平均值， $\sigma$  為標準偏差

1. 頻率分配公式，茲採用動差 (Moments) 公式，動差係用於分析  $N$  次觀測值  $x_1, x_2, x_3 \dots\dots x_n$  之頻率分配，各觀測值對一假設值  $x_0$  之差距如以  $x_1', x_2', x_3' \dots\dots x_n'$  表示，則其對  $x_0$  頻率分配之  $j$  級動差可寫為

$$m_j' = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i')^j$$

在本文中令假設值  $x_0 =$  平均值  $\bar{x}$  則有利於計算雨量之偏態係數及峯度係數，故第  $j$  級動差公式可寫如下 (前者為未分組資料，後者為分組資料， $f_i$  為頻率)

$$m_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i (x_i - \bar{x})^j \dots\dots (1)$$

2. 週期分析公式，採用自相關係數，波譜及調和分析公式，茲列於下。

根據 Brook<sup>(1)</sup> 自相關係數公式表示如下

$$R_\eta = \frac{\sum_{i=1}^{n-\eta} (x_i - \bar{x})(x_{i+\eta} - \bar{x})}{\sigma_x^2(n-\eta)} \dots\dots\dots (2)$$

式中  $x$  為變數，即觀測值， $\bar{x}$  為平均值， $\sigma_x$  為  $x$  之標準偏差， $\eta$  為遲滯量， $n$  為資料個數。

根據 Panofsky<sup>(2)</sup> 自相關係數波譜公式表示如下

$$B'_i = \frac{r_0}{m} + \frac{2}{m} \sum_{\eta=1}^{m-i} \left[ r_\eta \cos \left( \frac{360^\circ}{2m} i \eta \right) \right] + \frac{r_m}{m} (-1)^i \dots\dots\dots (3)$$

式中  $i$  為波數， $2m$  為基本週期，其他符號同上式(2)。

調和分析之振幅公式根據 Panofsky<sup>(2)</sup> 表示如下

$$A = n[\exp(-e^{-y})] \dots\dots\dots (7)$$

$A$  為面積， $n$  為頻率年數 (總年數)

$$\text{頻率} = A_n - A_{n-1} \dots\dots\dots (8)$$

上式之頻率為降水量在  $y_n - y_{n-1}$  間時出現之次數，此處之  $n$  係指前項與後項，並非指年數。

## 三、臺灣雨量之特性

### (一)台灣各地雨量之時間分配

我國位於季風區，一年內之雨量變化，大多為多乾而夏濕。臺灣位於我國東南部，屬於副熱帶氣候區，由於地形之特殊，南部與北部雨量之季節分配大異。

茲就臺北一地，七十五年(1897-1970)來，雨量之時間分配，所顯示季節性之變化，予以分析，作為標準模式，然後用以與臺灣其他各地作比較，以顯示其他變化。

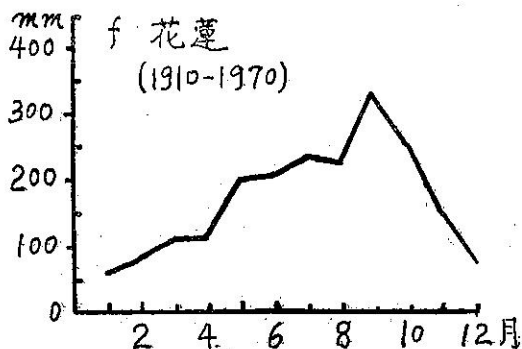
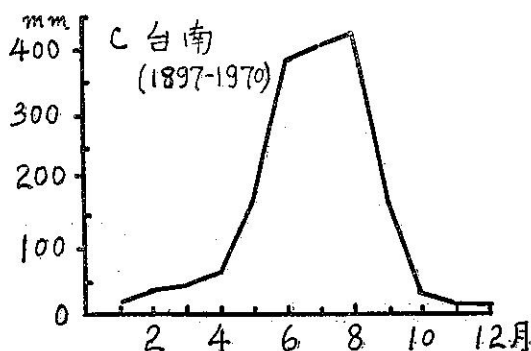
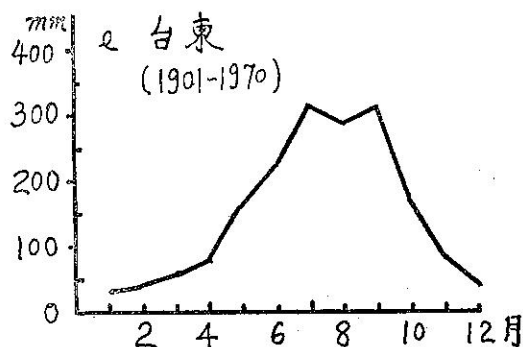
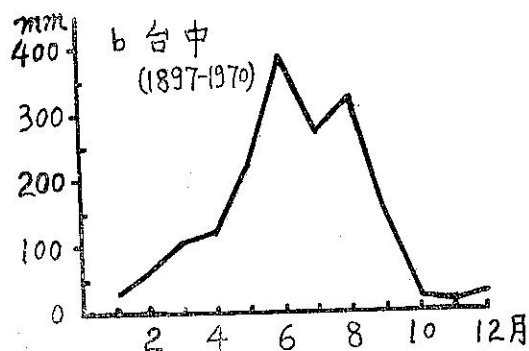
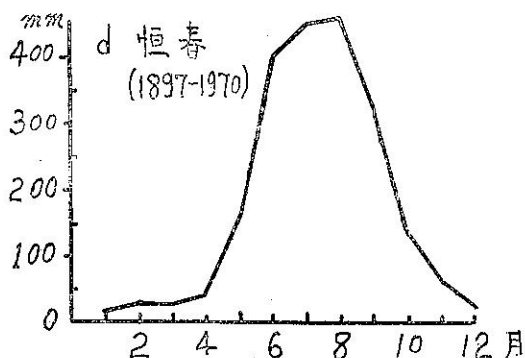
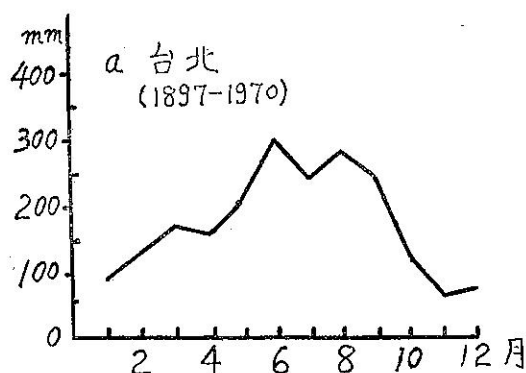
1. 臺北之雨量高峯：臺北一年內各月雨量之變化，由圖一a所示多年來統計之結果，顯示每年有三個雨量高峯：第一高峯出現在三月份；第二高峯在六月份；第三高峯出現在八月份(高峯次序，係依出現先

後月份排列，並無雨量多寡含義)；茲分述於下。

(1)三月份第一雨量高峯雨量為169mm，可稱為「前梅雨」期，因其出現在梅雨前二至三個月，連綿陰雨之情形，與梅雨季相似。此三月份雨量高峯，又多少與出現於安南之交趾細雨(Crachin)相似，且其出現之季節亦相近。

臺北三月份雨量高峯，就候雨量(五日雨量)年變化分析之(參看圖二)，約始自三月中，終於四月初，持續約20日，實為春初之雨期(Rain spell)。惟堪注意者，在大氣環流異常時，使此一雨期加強或延長，即足以產生多雨之害。

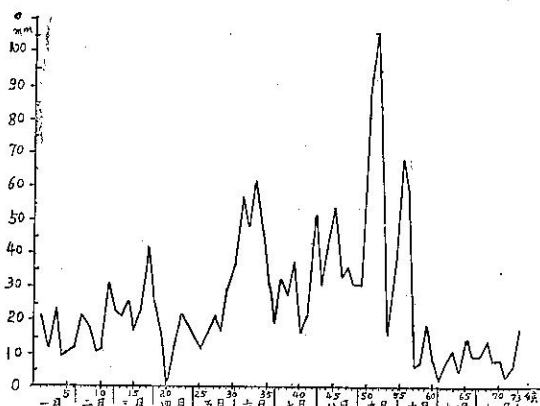
(2)六月份第二雨量高峯雨量為300mm，即為「



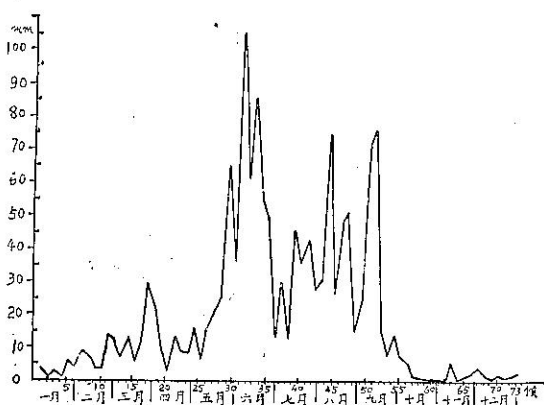
圖一 臺灣各地平均月雨量圖



梅雨季」，在全年各月雨量變化中，臺北六月份雨量為最多（圖一 a）。就候雨量全年之變化分析之（圖二），顯然可見，此梅雨季始自五月下旬，終於六月下旬（以雨量高峯前後最低點起算），持續約 40 日，故稱之為梅雨季。按所謂「雨季」(Rain season)，係指雨量特多在一個月以上者；而「雨期」(Rain spell)，係指有連續性降雨在 15 日以上者。臺灣梅雨之形成，主要由於鋒面停留或徘徊於此一地區，若有颱風侵襲，甚易造成豪雨為災。



圖二 臺北平均候雨量 (1961-1970)

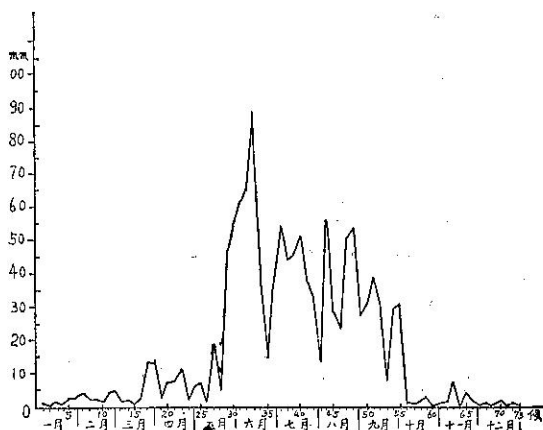


圖三 臺中平均候雨量 (1961-1970)

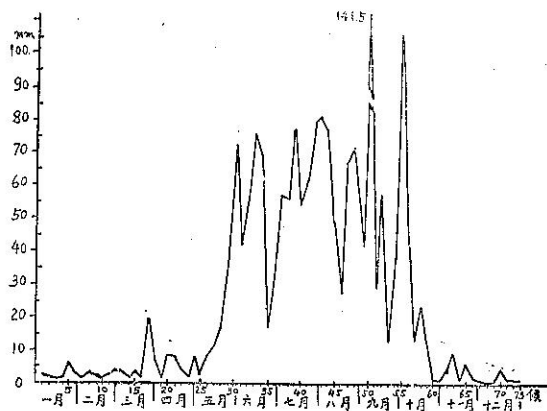
(3)八月份第三雨量高峯雨量為 280mm，可稱為「颱風雨季」，由於八月份為颱風出現最多月份，同時雷雨發生次數亦最多，亦即八月份雨量高峯，係由颱風及雷雨所致；因均係對流性降雨，雨勢極強，集於一短時間，故在高峯附近，常能出現更高峯之雨量，此可在候雨量之年變化中看出（參看圖二）。

2. 臺灣各地之雨量高峯：臺北一地，全年內有三個雨量高峯，可稱為「三峯式」雨型已如上節所述。今再就所選其他五測站，與臺北作一比較如下。

月雨量之年變化臺北每年有三個雨量高峯詳如上述；今再就臺中月雨量變化視之（圖一 b），顯見僅有第二及第三兩個峯，出現月份與臺北相同，惟三月份第一高峯之前梅雨不甚顯著，但在候雨量變化中（圖三）仍可看出，雨量則較少。臺南月雨量變化，僅現八月份第三峯，顯示為單峯式分配；但在候雨量變化中，三峯式仍存在。恒春（圖一 d）與臺南相似，為單峯式，但候雨量分配之情形，較臺南為複雜。



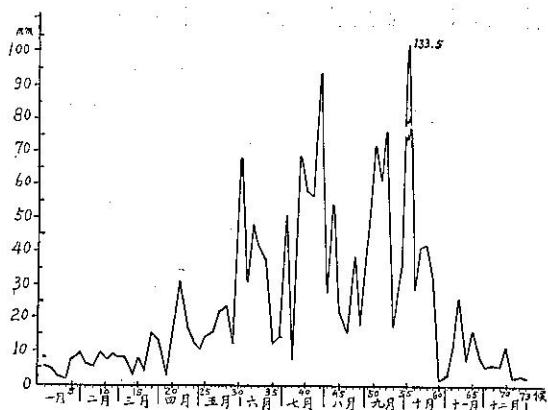
圖四 臺南平均候雨量 (1961-1970)



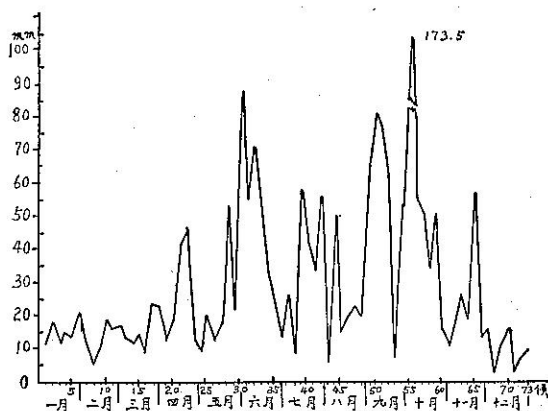
圖五 恒春平均候雨量 (1961-1970)

臺灣東部之花蓮與臺東，月雨量高峯前者為近似單峯式，後者為雙峯式，但出現之月份與臺北大異。花蓮單峯出現在七月與九月，顯示臺灣東部雨量，受颱風之影響為主，就候雨量分配之情形視之（圖六、七），雨量高峯，臺灣東部兩測站，仍有與臺北三峯式相配合者，惟其雨量不多而已。

由以上臺灣各地雨量之季節性分佈可知，臺灣西部受鋒面降雨之影響較大，臺灣東部受颱風降雨之影響較著。



圖六 臺東平均候雨量 (1961-1970)



圖七 花蓮平均候雨量 (1961-1970)

3. 臺灣各地峯雨量促成之因素：造成臺灣大量降雨之天氣系統，主要為颱風，其次為鋒面及雷雨；茲將此三因素，對臺灣雨量之作用分述如下。

(1) 臺灣之颱風：侵襲臺灣之颱風，主要在七月、八月、九月等三個月，通稱颱風季，其中以八月份為最多，約佔全年侵臺總數百分之三十一（31%）。颱風侵臺之時間，若以旬計（10日為一句）細分之，則可發現一年內有四個最高點。颱風季內有三個最高點為，七月下旬，八月下旬，九月中旬；另一最高點則在五月下旬，其詳如表一。

颱風侵臺所致之雨量，因地而異，根據1957-1969年之統計，臺北一年內由颱風所致雨量為381mm，臺中為391mm；花蓮為675mm；恒春為591mm。以上各地之颱風雨量，分配於七月份者約佔25%，八月份者約佔23%，九月份者34%；可見颱風雨量，主要集聚於九月份。

表一 侵台颱風 (1897-1970) 各月及旬之頻率(次數)

| 旬  | 4   | 5   | 6   | 7    | 8    | 9    | 10  | 11  | 合計  |
|----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|
| 上  | 0   | 0   | 6   | 12   | 23   | 21   | 14  | 2   |     |
| 中  | 0   | 1   | 3   | 22   | 26   | 23   | 2   | 2   |     |
| 下  | 2   | 10  | 8   | 27   | 31   | 16   | 5   | 1   |     |
| 月計 | 2   | 11  | 17  | 61   | 80   | 60   | 21  | 5   | 257 |
| %  | 0.8 | 4.3 | 6.6 | 23.7 | 31.2 | 23.3 | 8.2 | 1.9 | 100 |

(2) 臺灣之雷雨：就臺灣各測站（約30個）七十餘年（1889-1960）來雷雨紀錄之統計，臺灣每年雷雨次數最多之地為臺中，年雷雨44次；次多為臺南42次。雷雨最少之地，為臺灣北部之鞍部，年雷雨21次；次少為臺灣東南部之大武，年雷雨亦為21次。每次雷雨之雨量，以5-10mm計，則年雷雨日數為20日者，年雷雨量約為100mm至200mm；年雷雨40日者，年雷雨量約為200mm至400mm。臺灣各地年總雨量約2000mm至3000mm左近；則雷雨約佔總雨量1/10至3/10左近。

臺灣雷雨生成之原因，與各種天氣系統之關係，可分為：鋒面雷雨，熱雷雨，颱風雷雨三種。夏初六月份，以鋒面雷雨為主，約佔各種雷雨90%。盛夏七月及八月以熱雷雨為主，約佔各種雷雨55%。秋初九月份則以颱風雷雨為主，約佔各種雷雨45%。

(3) 臺灣之鋒面及低氣壓：鋒面與其發展成之低氣壓，為臺灣多半年雨量，主要之來源。當鋒面在臺灣附近停留或徘徊，即形成臺灣之梅雨。鋒面加強產生波動，形成低氣壓，使臺灣一帶天氣惡劣及大量降雨。就最近十年，產生於華南（27°N以南）及臺灣一帶之低氣壓（包括新生者）次數，列如表二。

表二 華南（27°N以南）及臺灣低氣壓頻率(1955-1967)

| 類別 | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8 | 9 | 10  | 11  | 12  | 年    |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|-----|-----|-----|------|
| 次數 | 0.1 | 0.2 | 1.2 | 2.2 | 3.1 | 3.2 | 0.2 | — | — | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 10.2 |
| %  | 1   | 2   | 12  | 22  | 30  | 31  | 2   |   |   | 2   | 1   | 1   | 100  |

就上表可知，低氣壓出現於梅雨季，五及六兩個月，佔全年60%以上，亦顯示梅雨季時，停留於臺灣一帶之鋒面，活動甚強，雨量豐沛。仲夏七、八、九三個月，鋒面出現甚少，低氣壓之發生幾近於無。

(二) 臺灣雨量之頻率分配

為瞭解臺灣雨量之特性，茲就臺灣各地，雨量頻

率分配狀況加以分析。各地雨量頻率分配，是否屬常態分配 (Normal Distribution)，須尋求雨量頻率之偏態 (Skewness) 及峯度 (Kurtosis)。

雨量偏態分配，「平均」大於「衆數」(Mode) 爲正偏斜；若「平均」小於「衆數」爲負偏斜。由於較大雨量頻率之影響，平均雨量，常大於其最多頻率之雨量。日雨量變化常屬極大偏斜，而年雨量變化，在多雨氣候區，常近於對稱。

雨量峯度，可分析各地雨量次數集中之情形，當兩地雨量有相同之平均及偏斜時，由於其次數集中的情形不一，其峯度亦不同，均由峯度係數中顯出其差異。

爲尋求臺灣各地雨量之頻率分配，先須知其動差。動差之種類有二種，一爲以任意點爲中心之動差，一爲以算術平均 (Mean) 爲中心之動差。在次數分配中表示資料各種基本性狀有平均數，離差 (Deviation)，偏態係數及峯度係數。其中二，三及四項均可由以算術平均爲中心之動差求出，在討論臺灣雨量之次數分配前，先將使用公式列於下。

算術平均爲中心之動差公式

$$m_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i (x_i - \bar{x}) = 0 \dots \dots \dots \text{一級動差}$$

$$m_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i (x_i - \bar{x})^2 = \sigma^2 \dots \dots \dots \text{二級動差 (標準差平方)}$$

$$m_3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i (x_i - \bar{x})^3 \dots \dots \dots \text{三級動差}$$

$$m_4 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i (x_i - \bar{x})^4 \dots \dots \dots \text{四級動差}$$

式中 n 爲資料總數，f 爲次數，i 爲序數，x 爲

資料值， $\bar{x}$  爲 x 之平均值， $\sigma$  爲標準差。

$$\text{偏態係數 } S_k = \frac{m_3}{\sqrt{m_2^3}} = \frac{\frac{1}{N} \sum (x - \bar{x})^3}{\sigma^3} \dots \dots \dots (9)$$

$$\text{峯度係數 } K = \frac{m_4}{m_2^2} = \frac{\frac{1}{N} \sum (x - \bar{x})^4}{\sigma^4} \dots \dots \dots (10)$$

今用以上公式將臺北、臺中、臺南、恒春、臺東及花蓮六測站之年雨量，月雨量及臺北、臺中極端日雨量之資料予以代入，求出之結果列如表三。

自表三中可以看出，臺北年雨量歷年來 (75 年) 之變動最爲穩定，其標準差在六測站中最小，雨量分配爲偏斜之狀態，其正偏斜之情形大於臺中，恒春及花蓮，但小於臺南及臺東。根據 Croxton 及 Cowden 兩人之意見，認爲  $S_k$  絕對值大於 2 時，頻率分配之偏態即相當顯着。在峯度方面，常態峯 (Mesokurtic) 其係數等於 3 (即常態分配)，係數大於 3 者爲高狹峯 (Leptokurtic)，係數小於 3 者爲低濶峯 (Platykurtic)。由此看來臺北年雨量之峯度屬於低濶峯，在偏態方面以恒春年雨量偏度最小，而峯度則以花蓮之年雨量最近於常態峯。至於月雨量方面，臺北之偏態係數最小，峯度係數亦最小，係屬低濶峯。可見臺北雨量極端變化不大，雨量平穩，其他各地雨量變化則比臺北大甚多，其峯度係數均大於 3 甚多。臺北極端日雨量頻率之分配係近於常態分配，其偏態係數僅 10.4，而峯度係數則大於 3，屬於高狹峯，臺中之極端日雨量平均值及標準差均大於臺北，偏態係數趨近於 2，可見有甚大之正偏斜情況存在，峯度係數達 8.86，亦爲高狹峯，其高狹之程度大於臺北甚多。

表三 臺灣各地雨量之平均，標準差，偏態係數及峯度係數

| 種類          | 地點<br>名稱 | 臺 北       | 臺 中       | 臺 南       | 恒 春       | 臺 東       | 花 蓮       |
|-------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 年<br>雨<br>量 | 資 料 年 代  | 1897-1971 | 1897-1971 | 1897-1971 | 1897-1971 | 1901-1971 | 1910-1971 |
|             | 平 均 值 mm | 2084.1    | 1730.9    | 1761.3    | 2229.6    | 1828.9    | 2069.8    |
|             | 標 準 差 mm | 368.1     | 470.5     | 510.4     | 532.7     | 454.2     | 439.5     |
|             | 偏 態 係 數  | 0.33      | 0.27      | 0.56      | 0.12      | 0.52      | 0.32      |
|             | 峯 度 係 數  | 2.56      | 2.05      | 3.73      | 3.25      | 3.24      | 3.04      |
| 月<br>雨<br>量 | 資 料 年 代  | 1927-1970 | 1927-1970 | 1927-1970 | 1927-1970 | 1927-1970 | 1927-1970 |
|             | 平 均 值 mm | 173.4     | 146.1     | 154.4     | 192.8     | 150.9     | 175.5     |
|             | 標 準 差 mm | 134.6     | 185.3     | 231.3     | 271.6     | 176.3     | 172.8     |
|             | 偏 態 係 數  | 1.41      | 2.07      | 2.53      | 2.43      | 2.30      | 2.81      |
|             | 峯 度 係 數  | 2.53      | 8.06      | 12.18     | 11.23     | 9.97      | 13.04     |

| 極<br>端<br>日<br>雨<br>量 | 資 料 年 代  | 1897-1973 | 1897-1973 |  |  |  |  |
|-----------------------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|
|                       | 平 均 值 mm | 158.7     | 195.0     |  |  |  |  |
|                       | 標 準 差 mm | 63.1      | 95.6      |  |  |  |  |
|                       | 偏 態 係 數  | 1.04      | 1.87      |  |  |  |  |
|                       | 峯 度 係 數  | 3.85      | 8.86      |  |  |  |  |

#### 四、臺灣雨量之週期及持續性

##### (一)雨量之週期性

就表四臺灣各地，依四季雨量及年雨量，所作之波譜分析 (Spectrum analysis)，選 2 年及 11 年兩個週期，就各測站出現之波幅 (Ci) 變化作比較。波幅係以實際雨量 mm 為單位，使其便於與標準差 ( $\sigma$ ) 做比較，用以顯示各週期作用之大小。例如臺北春季雨量之 2 年週期，其波幅 (Ci) 為 90mm，標準差為 196mm，顯示臺北春季兩年週期之幅度，約相當於標準差之半數，其餘可類推。惟可注意者，臺北年雨量 2 年週期之波幅僅 21mm，較其他季節波幅均嫌小。此因臺北 2 年週期變化，不若 3 年週期顯著之故。

年雨量 2 年週期之波幅，臺北 21mm 為最小，

花蓮波幅 206mm 為最大；顯示花蓮 2 年週期顯著，約相當於年標準差 439mm 之半數。

年雨量 11 年週期，波幅一般多較 2 年週期小。臺灣各地 11 年週期之波幅較大者，為花蓮及臺東，最小者為臺北；亦即前者 11 年週期顯著，後者不顯著。

各季雨量，2 年及 11 年週期變化，均以夏季波幅最大，就地區言，以花蓮夏季波幅 174mm 為最大。

氣象因素之兩年週期 (Biennial cycle) 變化，初發現於平流層；近年氣象學者<sup>(3)</sup>，發現地面氣溫，雨量亦均有此一週期。筆者<sup>(4)</sup>曾就臺灣 2 年雨量週期為文分析；本文更進一步就此一週期及 11 年週期，將其波幅作比較，以瞭解其作用，使能有效應用長期預測。

##### (二)雨量之持續性

表四 臺灣各地季及年雨量波譜分析 (Ci=波幅  
 $\sigma$ =偏差)

| 地<br>名          | 季<br>年<br>波<br>幅<br>週<br>期<br>(年) | 春     |             | 夏     |             | 秋     |             | 冬     |             | 年     |             |
|-----------------|-----------------------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|
|                 |                                   | Ci mm | $\sigma$ mm | Ci mm | $\sigma$ mm | Ci mm | $\sigma$ mm | Ci mm | $\sigma$ mm | Ci mm | $\sigma$ mm |
|                 |                                   |       |             |       |             |       |             |       |             |       |             |
| 臺北<br>1897-1971 | 2                                 | 90    |             | 93    |             | 20    |             | 31    |             | 21    |             |
|                 | 11                                | 51    | 196         | 57    | 250         | 56    | 209         | 37    | 109         | 11    | 368         |
| 臺中<br>1897-1971 | 2                                 | 66    |             | 23    |             | 23    |             | 40    |             | 106   |             |
|                 | 11                                | 30    | 203         | 51    | 409         | 38    | 179         | 22    | 74          | 66    | 471         |
| 花蓮<br>1910-1971 | 2                                 | 74    |             | 174   |             | 89    |             | 30    |             | 206   |             |
|                 | 11                                | 45    | 192         | 93    | 278         | 85    | 361         | 11    | 86          | 190   | 439         |
| 臺南<br>1897-1971 | 2                                 | 80    |             | 95    |             | 38    |             | 4     |             |       |             |
|                 | 11                                | 10    | 179         | 102   | 415         | 12    | 185         | 18    | 52          |       | 508         |
| 臺東<br>1910-1971 | 2                                 | 30    |             | 58    |             | 64    |             | 14    |             | 69    |             |
|                 | 11                                | 12    | 137         | 53    | 324         | 30    | 327         | 16    | 69          | 116   | 454         |
| 恆春<br>1897-1972 | 2                                 | 87    |             |       |             | 76    |             | 6     |             | 62    |             |
|                 | 11                                | 53    | 153         | 110   | 459         | 43    | 267         | 15    | 43          | 60    | 529         |

臺灣各地雨量之持續性，應用「自相關係數」統計之結果如表五。

年雨量之持續，就臺北一地言，第一年與第二年之自相關係數 ( $R_n$ ) 為  $-0.15$ ，與第三年之自相關係數為  $-0.08$  均無持續性。再就表五所列臺中、花蓮、臺東三地，第一年與第二年之雨量，均為負自相關，顯然均無持續性。亦即臺灣北部及東部，年雨量無持續性。臺南及恆春，第一年與第二年之雨量，均呈正相關，其自相關係數為  $+0.16$  及  $+0.05$ ，顯示略具持續性，亦即臺灣西南部本年雨量多，次年仍有雨量多之可能。

500mb 高度距平之持續性據 Takahashi<sup>(5)</sup> 之研究，東亞一帶在中緯度隨時間減少，但在低緯度如  $30^\circ\text{N}$  及  $20^\circ\text{N}$ ，5-40 日其相關係數均在 0.40 附近，Sawyer<sup>(6)</sup> 亦認為氣象要素之距平可持續數週或數月。

月雨量自相關係數：例如臺北一月份雨量與二月份雨量，其自相關係數為 0.26 ( $R_n = 0.26$ ) 顯示具有持續性，且頗高，可類推其他相隣各月間之持續性，相關性亦均相同，亦即臺北一年內各月間均具持續性，本月份雨量多次月份雨量亦多。

又如臺北一月與三月份雨量，自相關係數為  $+0.12$ ，亦即臺北某月份雨量與其以下（或以上）第二個月仍具持續性，但相關程度降低。至其第三個自相關係數 ( $R_n = 0.01$ ) 雖仍為正值，其程度甚微，近於無持續性。至第四個自相關係數 ( $R_n = -0.16$ ) 其值轉為負，顯示週期性變化之開始。

季雨量之持續性：就臺北季雨量之自相關係數（表五）顯示，一年四季內，相鄰之兩季，如春與夏之自相關（即  $\text{lag} = 1$ ），夏與秋之相關係數均甚微，亦即相鄰兩季雨量多寡，相關不顯著。但相隔一季之相關係數 ( $\text{lag} = 2$ )，其值頗大，臺北冬季與夏季之自相關係數  $R_n = 0.6$ ，相關程度頗高，即顯示冬季雨量多，則夏季雨量少；春季與秋季雨量，亦同此關係，春雨多則秋雨少。

再就臺北四季雨量，用單相關公式，求得各季間之相關係數為：春季雨量與秋季雨量之相關係數  $r = -0.035$ ；冬季與夏季雨量之相關係數  $r = -0.190$ 。可知均屬負相關，但冬夏兩季之負相關，較春秋兩季為高。

臺灣各地，雨量持續性之比較：就臺北、臺中、臺南、恆春、臺東及花蓮等六個測站，分別依月雨量，季雨量及年雨量，算出其自相關係數（表五），用

以顯示各地不同之持續性。

就月雨量言，臺北有三個月之持續，其自相關係數均為正值，但相關程度逐月減少。其他各地均為二個月之持續程度，除臺東、花蓮兩站外，其相關程度，均較臺北為大，亦即顯示臺灣南部，相鄰月份之雨量相關，較北部及東部為大。

三個月以上雨量之持續性，各地均屬負相關係數，顯示雨量之持續性已結束，而出現週期性之變化。由自相關係數，臺北  $R(\eta) = -0.258$  為最大值，顯示年週期變化，其他各地，亦均係相同現象。

就季雨量之持續性而言，除花蓮外，其他各地均為負相關，亦即相鄰之季節，如春與夏，或秋與冬之間，持續性全無；因其負相關係數均甚微，相反關係亦不著。例如季雨量自相關係數  $R(1)$ ，臺北為  $-0.0023$ ；臺中為  $-0.0904$  等，均甚小，其他各站亦相同，惟臺南  $R(1) = -0.1289$ ，其負值較大。

季雨量自相關係數，最堪注意者，為遲滯量為 2 時 ( $\text{Lag} = 2$ )，臺灣各地均屬負相關，其值均甚高，此顯示冬季與夏季雨量為相反變化，冬季雨多，則夏季雨少，春季雨多，則秋季雨量少，且其自相關係數均高。例如臺北季雨量自相關係數  $R(2)$  為  $-0.5972$ ，臺中為  $-0.5063$ ；臺南為  $-0.4823$ ；恆春為  $-0.5942$ ；臺東為  $-0.5351$ ；但花蓮為  $-0.1714$  其值較小。

自相關係數，在遲滯量第二季以上者，各地均呈週期性之變化，可與調和分析作比照。

3. 年雨量自相關係數，本年與次年 ( $\text{Lag} = 1$ )，除臺南為  $+0.1691$  稍具持續性外，其他各地均屬負值。此顯示具有兩年週期性變化。由遲滯量  $\text{Lag} > 2$  以上，各地之自相關係數，均係正負值互見，顯示各種週期性變化，可與本文波譜分析，相互印證。

#### （三）候雨量波譜分析

氣象因素之時間序數，在「日」與「月」之間，再採用「候」(Pentad) 以 5 日為單位，用於研究分析，甚多裨益。我國古代在農業氣候方面，除定 5 日為一候外，並將一年分為 24 個節氣，以上半月為節，下半月為氣。這樣一年分為 12 個月，24 個節氣，73 個候，365 日等五個時間階層。在應用方面，則有諸多便利，近數年來，世界氣象組織正式規定，在氣象統計方面，須將五日為單位之候，列入正式統計中。

臺灣有關候雨量，用於分析雨量年變化，過去尚不多見。本文就臺灣各地最近十年 (1961-1970) 分候

表五 臺灣各測站自相關係數  $[R(\tau)]$ 

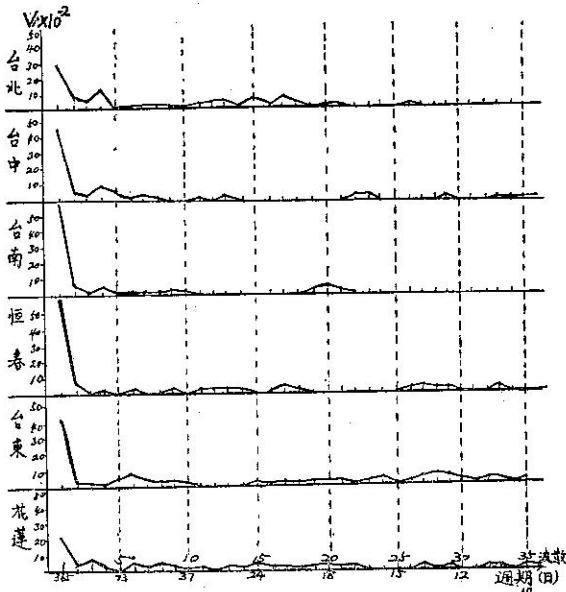
| 測站<br>時間<br>* Lag<br>No. $\tau$ | 臺北 (1897-1970) |        |        | 臺中     |        |        | 臺南     |        |        | 恆春     |         |        | 臺東     |        |        | 花蓮     |        |        |
|---------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                 | 月              | 季      | 年      | 月      | 季      | 年      | 月      | 季      | 年      | 月      | 季       | 年      | 月      | 季      | 年      | 月      | 季      | 年      |
| 1                               | 0.260          | -0.023 | -0.167 | 0.369  | -0.090 | -0.078 | 0.395  | -0.128 | 0.169  | 0.440  | -0.095  | -0.038 | 0.222  | -0.021 | -0.012 | 0.147  | 0.010  | -0.086 |
| 2                               | 0.120          | -0.597 | -0.071 | 0.148  | -0.506 | 0.101  | 0.156  | -0.482 | 0.238  | 0.174  | -0.594  | -0.153 | 0.119  | -0.535 | 0.062  | 0.016  | -0.171 | 0.099  |
| 3                               | 0.013          | -0.032 | 0.146  | -0.086 | -0.079 | -0.098 | -0.102 | -0.139 | -0.055 | -0.090 | -0.063  | -0.068 | -0.039 | -0.018 | -0.101 | 0.005  | -0.019 | -0.078 |
| 4                               | -0.163         | 0.629  | -0.099 | -0.242 | 0.665  | -0.116 | -0.242 | 0.804  | 0.070  | -0.272 | 0.758   | 0.204  | -0.166 | 0.519  | -0.098 | -0.110 | 0.160  | 0.134  |
| 5                               | -0.224         | 0.026  | -0.260 | -0.318 | -0.115 | -0.216 | -0.305 | -0.148 | -0.078 | -0.341 | -0.0554 | -0.010 | -0.233 | -0.018 | -0.018 | -0.175 | 0.034  | -0.146 |
| 6                               | -0.257         | -0.538 | 0.256  | 0.337  | -0.481 | 0.074  | -0.336 | -0.477 | 0.168  | -0.380 | -0.586  | -0.017 | -0.286 | -0.532 | -0.021 | -0.191 | -0.128 | 0.004  |
| 7                               | -0.258         | -0.044 | -0.114 | -0.315 | -0.082 | 0.038  | -0.303 | -0.111 | 0.144  | -0.349 | -0.075  | 0.024  | -0.246 | 0.008  | -0.085 | -0.168 | -0.051 | 0.052  |
| 8                               | -0.166         | 0.642  | -0.207 | -0.238 | 0.669  | 0.210  | -0.218 | 0.806  | 0.203  | -0.289 | 0.767   | 0.260  | -0.138 | 0.542  | 0.105  | -0.117 | 0.166  | 0.122  |
| 9                               | -0.020         | -0.052 | 0.152  | -0.022 | -0.077 | 0.214  | -0.680 | -0.138 | 0.089  | -0.069 | -0.083  | 0.017  | 0.007  | 0.069  | 0.213  | -0.008 | 0.069  | -0.067 |
| 10                              | 0.138          | -0.578 | 0.066  | 0.153  | -0.491 | 0.050  | 0.113  | -0.494 | 0.187  | 0.181  | -0.576  | 0.094  | 0.100  | -0.513 | 0.001  | 0.094  | -0.154 | -0.017 |
| 11                              | 0.250          | -0.014 | -0.234 | 0.353  | -0.104 | -0.113 | 0.443  | -0.148 | 0.084  | 0.467  | -0.068  | -0.019 | 0.192  | 0.013  | 0.139  | 0.169  | -0.045 | 0.025  |
| 12                              | 0.323          | 0.618  | 0.199  | 0.478  | 0.667  | -0.106 | 0.577  | 0.768  | -0.159 | 0.547  | 0.752   | -0.015 | 0.340  | 0.486  | -0.045 | 0.273  | 0.179  | -0.039 |

\* Lag No. 遲滯量

Lag No. = 0 時  $R(\tau) = R(0) = 1$



雨量平均之結果，其變化情形，已詳如上節及各圖中（圖八）。今再以波譜分析，尋求臺灣各地雨量週期及波幅，俾可用於較短時期，雨量之預測。



圖八 臺灣各地候雨量調和分析波譜圖

1. 臺北雨量（候）波譜分析：應用本文第二節方法中公式，……將五日雨量代入。茲先將臺北一地，雨量波譜分析之結果列如表六。波數分析由1~36個波，週期由365日至10日。

就表六內，臺北平均候雨量之年變化，由波譜分析所得之結果，分析如下：

(1) 第一個波，為年週期12個月（73候），其雨量波幅為15.1mm（候雨量），相當候雨量年平均值（26.7mm）百分之五十六（56%）。再就其與標準差20.0mm相比，則達76%，可見雨量年週期變化，其主要第一波，甚具重要性。

(2) 第二個波，為「半年週期波」，即週期為6個月，36.5個候。波幅為8.5mm，尚不及主波幅之半。第三個波，波幅為7.1mm，為四個月週期波，尚較半年週期波稍弱。

(3) 第四個波，週期為3個月，波幅為10.0mm相當平均候雨量33%強，為標準差之半數。可見一年中雨量四季變化之波動，相當顯著，特名之為「季節波」。

(4) 第五個波，週期2.4個月，波幅甚小僅2.2mm，為長時間週期中，最微弱之波。

(5) 第七個波，週期52日，波幅4.6mm，為

其前後兩個波中（第5、6波及第8、9波）最為顯著者。此52日週期波動，可能為大氣外流指標，在阻塞階之週期，見之於臺灣者，暫稱之為「阻塞週期」。

(6) 第十三、第十五、十七個波，分別為28、24、22日等週期之波，其波幅均在6.2mm附近為出現於臺北雨量週期中，最為顯著而值得重視之波動；極接近於熱帶環流指標25日之週期。此28、24、22日週期之波，可稱為「熱帶週期」。

(7) 第二十及二十六波，即18日及14日週期之波動，其波幅均為3.6mm。此兩個波動，甚與大氣環流指標15日週期相近，可稱為「指標週期」。

(8) 第二十八及三十六波，為13日及10日週期之波動，其波幅分別為2.6mm及2.0mm，可能由於熱帶五日週期波動之重疊。

表六 臺北候雨量週年變化之液譜分析（1961-1970）

平均值 = 26.7mm  $\sigma = 20.0\text{mm}$  = 標準差

| 波數 | 週 期 |     | 波幅<br>mm | 波數 | 週 期 |     | 波幅<br>mm |
|----|-----|-----|----------|----|-----|-----|----------|
|    | 日   | 月   |          |    | 日   | 月   |          |
| 1  | 365 | 12  | 15.1     | 19 | 19  | 0.6 | 1.5      |
| 2  | 183 | 6   | 8.5      | 20 | 18  | 0.6 | 3.6      |
| 3  | 122 | 4   | 7.1      | 21 | 17  | 0.6 | 3.5      |
| 4  | 91  | 3   | 10.0     | 22 | 16  | 0.6 | 1.5      |
| 5  | 73  | 2.4 | 2.2      | 23 | 16  | 0.5 | 1.7      |
| 6  | 61  | 2   | 3.7      | 24 | 15  | 0.5 | 1.1      |
| 7  | 52  | 1.7 | 4.6      | 25 | 15  | 0.5 | 1.6      |
| 8  | 46  | 1.5 | 3.1      | 26 | 14  | 0.5 | 3.6      |
| 9  | 41  | 1.3 | 3.1      | 27 | 14  | 0.4 | 1.0      |
| 10 | 37  | 1.2 | 1.9      | 28 | 13  | 0.4 | 2.6      |
| 11 | 33  | 1.1 | 4.5      | 29 | 13  | 0.4 | 1.1      |
| 12 | 30  | 1.0 | 4.9      | 30 | 12  | 0.4 | 0.3      |
| 13 | 28  | 0.9 | 6.2      | 31 | 12  | 0.4 | 0.8      |
| 14 | 26  | 0.9 | 2.8      | 32 | 11  | 0.4 | 1.4      |
| 15 | 24  | 0.8 | 6.0      | 33 | 11  | 0.4 | 0.2      |
| 16 | 23  | 0.8 | 4.6      | 34 | 11  | 0.3 | 1.7      |
| 17 | 22  | 0.7 | 6.1      | 35 | 10  | 0.3 | 1.2      |
| 18 | 20  | 0.7 | 4.9      | 36 | 10  | 0.3 | 2.0      |

2. 臺灣各地雨量（候）週期與波幅比較：選取上述臺北幾個重要週期變化為準，與其他五個測站作比較，用以證實各週期存在之真實性。就表七及圖八所示，可知：

(1) 年週期（365日）及三個月週期（91日），臺北及其餘各地均顯著；波幅以臺中及恆春為最大，

亦即臺灣南部雨量之年變化之季變化均較大。

(2) 阻塞週期 (52日週期)，臺北、臺中、臺南、均顯示此週期之存在，波幅以臺中 5.6mm 為較大。最大波幅，出現在花蓮為 9.5mm，其週期亦較長為 61 日。

表七 臺灣各地雨量週期與波幅 (候雨量) mm.

| 地點<br>週期(日) | 臺北   | 臺中   | 臺南   | 恆春   | 臺東   | 花蓮   |
|-------------|------|------|------|------|------|------|
| 365         | 15.1 | 23.3 | 23.2 | 34.0 | 21.9 | 18.1 |
| 183         | 8.5  | 6.9  | 8.1  | 11.4 | 5.4  | 8.5  |
| 122         | 7.1  | 4.4  | 3.6  | 3.5  | 5.0  | 11.4 |
| 91          | 10.0 | 10.6 | 6.8  | 5.5  | 4.4  | 6.0  |
| 73          | 2.2  | 7.7  | 4.7  | 1.4  | 5.6  | 1.5  |
| 61          | 3.7  | 4.5  | 3.3  | 5.8  | 8.1  | 9.5  |
| 52          | 4.6  | 5.6  | 4.2  | 4.0  | 6.5  | 6.7  |
| 46          | 3.1  | 4.7  | 3.4  | 3.9  | 4.5  | 7.9  |
| 41          | 3.1  | 2.9  | 4.7  | 5.3  | 6.7  | 6.7  |
| 37          | 1.9  | 1.4  | 4.1  | 3.6  | 3.7  | 4.0  |
| 33          | 4.5  | 4.0  | 2.2  | 4.8  | 2.8  | 4.2  |
| 30          | 4.9  | 3.0  | 1.4  | 5.7  | 2.4  | 3.1  |
| 28          | 6.2  | 5.4  | 1.7  | 6.1  | 2.0  | 6.6  |
| 26          | 2.8  | 2.9  | 2.2  | 5.2  | 0.6  | 5.3  |
| 24          | 6.0  | 3.0  | 0.8  | 1.8  | 4.0  | 9.2  |
| 23          | 4.6  | 1.9  | 0.8  | 2.6  | 2.7  | 5.6  |
| 22          | 6.1  | 2.3  | 1.6  | 6.6  | 4.5  | 4.2  |
| 20          | 4.9  | 2.7  | 0.8  | 4.9  | 4.7  | 5.2  |
| 19          | 1.5  | 3.3  | 4.2  | 2.8  | 4.1  | 4.8  |
| 18          | 3.6  | 3.9  | 5.9  | 4.1  | 4.8  | 5.6  |
| 17          | 3.5  | 1.9  | 4.2  | 3.8  | 4.7  | 4.9  |
| 16          | 1.5  | 4.7  | 2.1  | 2.0  | 1.6  | 4.8  |
| 16          | 1.7  | 3.4  | 1.0  | 3.3  | 4.8  | 3.6  |
| 15          | 1.1  | 2.8  | 2.7  | 0.4  | 5.1  | 4.7  |
| 15          | 1.6  | 1.0  | 1.7  | 3.2  | 0.7  | 0.5  |
| 14          | 3.6  | 1.0  | 1.2  | 5.2  | 3.6  | 3.3  |
| 14          | 1.0  | 1.8  | 1.7  | 6.3  | 6.1  | 5.8  |
| 13          | 2.6  | 2.8  | 1.2  | 5.9  | 7.2  | 5.0  |
| 13          | 1.1  | 3.8  | 1.8  | 5.9  | 7.2  | 6.6  |
| 12          | 0.3  | 3.3  | 1.1  | 3.3  | 4.8  | 3.8  |
| 12          | 0.8  | 0.3  | 0.1  | 3.9  | 3.2  | 3.3  |
| 11          | 1.4  | 3.1  | 1.2  | 4.1  | 4.2  | 4.5  |
| 11          | 0.2  | 3.6  | 1.7  | 5.2  | 4.5  | 5.2  |
| 11          | 1.7  | 4.5  | 3.1  | 3.5  | 1.5  | 1.9  |
| 10          | 1.2  | 3.7  | 2.1  | 2.3  | 3.6  | 5.5  |
| 10          | 2.0  | 4.2  | 0.7  | 3.2  | 1.5  | 4.1  |

(3) 熱帶週期 (25日週期)，出現於臺北者，約有 22 日，24 日及 28 日三個週期。臺中、恆春為 28 日週期；花蓮為 24 日及 28 日兩個週期，以 24 日週期之波幅為最大。可能此一熱帶週期，出現於臺灣者，主要係 28 日之週期。

(4) 環流指標週期 (15日週期)。出現於臺北者，有 13 日及 14 日兩個週期，主要為後者。臺中為 16

日，臺南、臺東、花蓮為 18 日。可見此指標週期，主要為 18 日週期。就表七所示，臺北 14 日週期，其波幅為 3.6mm；臺中 16 日週期，波幅為 4.7 mm；臺南 18 日週期，波幅為 5.9mm，顯示此一週期，臺灣南部較北部略長。恆春、臺東、花蓮亦均為 14 日週期出現。再就圖八所示，臺灣各地候雨量波動之變量 (Variance)，亦顯示此一週期，在臺灣各地變化，約為 14 日至 18 日之間。

25 日週期及 15 日週期，在天氣預測上，頗具重要價值，茲再進一步，予以說明如下：

(1) Murray<sup>(7)</sup> 研究英國氣溫，每月分為五部分 (Quintile)，第一部分 Quintile 最冷 (即月初)，第五部 Quintile 最暖，同時氣壓距平之變化，亦與此冷暖變化相配合。最冷時，英國之北方及西方氣壓為正距平，東與南為負距平。英國 Quintile 氣壓距平之分佈則恰相反。此一變化 25 日週期相近。

(2) 15 日週期變化，Finger<sup>(8)</sup> 在 1966 年發現存在於平流層之內，近年學者由於平流層變化導源於對流層之原理；推論對流層內亦應有此一週期變化。Miller (1973)<sup>(9)\*\*</sup> 最近對此一週期有更進一步之研究。關於此一週期另外之解釋，由於 15 日週期，為太陽、地球、月亮 (太陰) 三者成一直線之週期 (half-synodic lunar cycle) 相合，係由於大氣潮所致，亦即相當於我國所謂之節氣。

由臺北十年來候雨量平均，求得各候間之自相關係數如下表：

| Lag | 自相關係數 ( $R_L$ ) |
|-----|-----------------|
| 0   | 1.000           |
| 1   | 0.665           |
| 2   | 0.320           |
| 3   | 0.308           |
| 4   | 0.416           |
| 5   | 0.380           |
| 6   | 0.198           |
| 7   | 0.040           |
| 8   | 0.055           |
| 9   | 0.002           |
| 10  | -0.005          |
| 11  | -0.055          |
| 12  | -0.057          |

由上表可知，臺北候雨量之持續性，本候雨量與第一候自相關為 0.665，顯示其持續性甚強，亦即此五日降雨量，與次五日雨量，所具連續性甚高。此降



雨若由於鋒面，亦可間接顯示鋒面之持續性或停留。

根據 Gamls<sup>(10)\*</sup> (1970) 最近之研究，對流層下部之東風波，4至5日週期最為顯著，據最近在太平洋上研究之結果，此4-5日週期，其波長為3-4000 km。又赤道平流層東西向之風，有15日週期，最近發現在低對流層內，亦有此15日週期，並且在熱帶對流層內，尚有25日週期之波動。

就 Panofsky<sup>(11)\*\*</sup> 對大氣長波之分析，在緯度40°N及60°N，緯環流指標變化週期為25日，在25°N其週期較長。就上述臺北雨量週期分析顯

示，除25日週期顯著外，15日週期，亦同樣顯著，可為證明。又大氣長波波數，為2個及4個波時，其週期為10-13日；長波數6及8個波時，其週期為5日。此係就地面現象，尋求與大氣長波之關係，因高空大氣長波，導引地面天氣之變化。

(四)臺北雨時數之分析：就臺北最近20年(民國43年至62年)各月雨時與雨日之比值，得出每一雨日有若干雨時，稱為雨時/日，亦即每一雨天之降雨時數。雨時/日數值之大小，可顯示每一雨日降雨連綿之時間；對雨量時間性之分配，更具意義。

表八 臺北每雨日之雨時數

| 年 \ 月 | 1    | 2    | 3    | 4    | 5   | 6    | 7   | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
|-------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|
| 43    | 8.3  | 6.8  | 10.5 | 6.6  | 2.5 | 4.4  | 3.9 | 3.2  | 4.7  | 6.9  | 7.8  | 11.1 |
| 44    | 7.9  | 7.5  | 4.2  | 7.4  | 6.3 | 6.3  | 3.8 | 6.2  | 7.5  | 7.0  | 12.4 | 6.4  |
| 45    | 11.3 | 8.9  | 8.1  | 7.0  | 6.9 | 4.2  | 3.9 | 5.5  | 9.8  | 5.9  | 10.1 | 15.8 |
| 46    | 5.1  | 11.4 | 9.9  | 5.3  | 8.2 | 6.2  | 2.6 | 3.4  | 9.4  | 6.7  | 11.1 | 6.1  |
| 47    | 11.3 | 13.1 | 5.7  | 6.1  | 4.8 | 6.5  | 5.7 | 2.8  | 4.2  | 7.1  | 7.5  | 8.1  |
| 48    | 6.0  | 7.6  | 10.8 | 5.8  | 7.3 | 7.3  | 5.6 | 3.3  | 4.7  | 5.6  | 9.7  | 3.2  |
| 49    | 10.4 | 7.3  | 4.9  | 11.2 | 6.8 | 6.5  | 3.8 | 9.5  | 7.2  | 4.3  | 6.6  | 5.7  |
| 50    | 7.9  | 11.0 | 11.2 | 6.2  | 6.0 | 2.6  | 2.2 | 3.3  | 4.8  | 6.2  | 5.2  | 7.5  |
| 51    | 11.1 | 10.7 | 8.5  | 7.2  | 4.2 | 5.2  | 5.5 | 5.2  | 6.6  | 4.0  | 8.8  | 5.7  |
| 52    | 6.6  | 8.0  | 9.7  | 2.9  | 2.1 | 5.8  | 6.4 | 1.8  | 8.6  | 3.4  | 6.8  | 9.9  |
| 53    | 13.3 | 8.5  | 5.6  | 3.3  | 6.8 | 5.9  | 1.5 | 4.4  | 5.1  | 8.3  | 1.1  | 8.9  |
| 54    | 12.0 | 6.5  | 7.8  | 7.5  | 6.2 | 5.9  | 3.7 | 8.1  | 6.4  | 8.1  | 11.6 | 7.9  |
| 55    | 7.0  | 9.7  | 6.0  | 7.8  | 4.2 | 11.8 | 3.6 | 5.6  | 11.9 | 6.6  | 4.3  | 7.5  |
| 56    | 12.6 | 11.7 | 6.9  | 8.7  | 5.9 | 6.5  | 3.4 | 3.5  | 8.5  | 12.4 | 8.2  | 8.4  |
| 57    | 7.2  | 15.0 | 14.1 | 8.1  | 7.6 | 9.1  | 8.5 | 3.7  | 9.8  | 4.3  | 2.5  | 5.8  |
| 58    | 10.9 | 9.7  | 8.4  | 4.6  | 5.4 | 8.5  | 3.2 | 4.7  | 10.2 | 16.0 | 7.5  | 4.3  |
| 59    | 10.9 | 7.3  | 10.8 | 6.5  | 5.9 | 4.6  | 2.7 | 4.6  | 7.5  | 9.1  | 7.4  | 11.0 |
| 60    | 12.7 | 11.0 | 9.4  | 4.3  | 6.5 | 4.9  | 5.5 | 2.7  | 8.8  | 9.4  | 11.8 | 9.8  |
| 61    | 15.3 | 9.0  | 6.5  | 4.7  | 7.2 | 6.9  | 6.2 | 10.2 | 2.5  | 4.9  | 9.0  | 10.2 |
| 62    | 8.1  | 7.2  | 5.0  | 4.9  | 7.0 | 9.1  | 5.4 | 5.6  | 4.4  | 10.7 | 8.9  | 8.1  |

表八臺北雨時/日之數字，有一明顯的趨勢，即高數字集中在10月至翌年3月(冬半年)，低數字集中在7,8兩月(夏季)。亦即冬季每一雨日，其降雨時數多，而夏季則甚少。

表九 臺北各月份雨日之雨時數變化

| 月 份 | 最 小 | 最 大  | 變 差  | 平 均 |
|-----|-----|------|------|-----|
| 1   | 5.1 | 15.3 | 10.2 | 9.8 |
| 2   | 6.5 | 15.0 | 8.5  | 9.4 |
| 3   | 4.2 | 14.1 | 9.9  | 8.2 |

|    |     |      |      |     |
|----|-----|------|------|-----|
| 4  | 2.9 | 11.2 | 8.3  | 6.3 |
| 5  | 2.1 | 8.2  | 6.1  | 5.9 |
| 6  | 2.6 | 11.8 | 9.2  | 6.4 |
| 7  | 1.5 | 8.5  | 7.0  | 4.4 |
| 8  | 1.8 | 10.2 | 8.4  | 4.9 |
| 9  | 2.5 | 11.9 | 9.4  | 7.1 |
| 10 | 3.4 | 16.0 | 12.6 | 7.3 |
| 11 | 1.1 | 12.4 | 11.3 | 7.9 |
| 12 | 3.2 | 11.1 | 7.9  | 8.1 |

由表九最大與最小之較差，可知各月雨時／日變化之範圍。其中以 10 月份變化最大，為 12.6；11 月次之，為 11.3。臺北 10 月秋高氣爽，天氣晴朗，雨水稀少。此種天氣，有年可延長至 11 月；有年冬季早臨，冷雨天氣在 10 月初開始。所以，10 月 11 月臺北雨時／日變化最大，此由於多秋交換季節之故。第三個最大變差為 1 月。1 月份公認為冬季之主月，雨時／日變化似不應如此之大。因為臺灣位於亞熱帶，雖在嚴冬，熱帶氣團仍有駐留之可能。民國 46 年 1 月，為最好之例證。該月臺北下雨 13 日，雨時 66 時，但雨量只有 29.3 公厘。

表九之功用，在於由平均值獲得臺北各月雨時／日之概況，再由極端值決定其變化之範圍。

第十 臺北雨時／日極端值之頻率

| 數 值    | 月 份   | 9  | 10 | 11 | 12 | 1  | 2  | 3  |    |    |
|--------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| > 15.0 | 次 數   | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  |    |    |
|        | 頻 率 % | 0  | 5  | 0  | 5  | 5  | 5  | 0  |    |    |
| > 10.0 | 次 數   | 2  | 3  | 5  | 3  | 11 | 7  | 5  |    |    |
|        | 頻 率 % | 10 | 15 | 25 | 15 | 55 | 35 | 25 |    |    |
|        |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| < 3.0  | 月 份   | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
|        | 次 數   | 1  | 2  | 1  | 4  | 3  | 1  | 0  | 2  | 0  |
|        | 頻 率 % | 5  | 10 | 5  | 20 | 15 | 5  | 0  | 10 | 0  |
| < 4.0  | 次 數   | 2  | 2  | 1  | 11 | 9  | 1  | 1  | 2  | 1  |
|        | 頻 率 % | 10 | 10 | 5  | 55 | 45 | 5  | 5  | 10 | 5  |
| < 5.0  | 次 數   | 6  | 5  | 5  | 11 | 12 | 6  | 5  | 3  | 2  |
|        | 頻 率 % | 30 | 25 | 25 | 55 | 60 | 30 | 25 | 15 | 10 |

附註：3 月份 < 5.0 者，2 次。

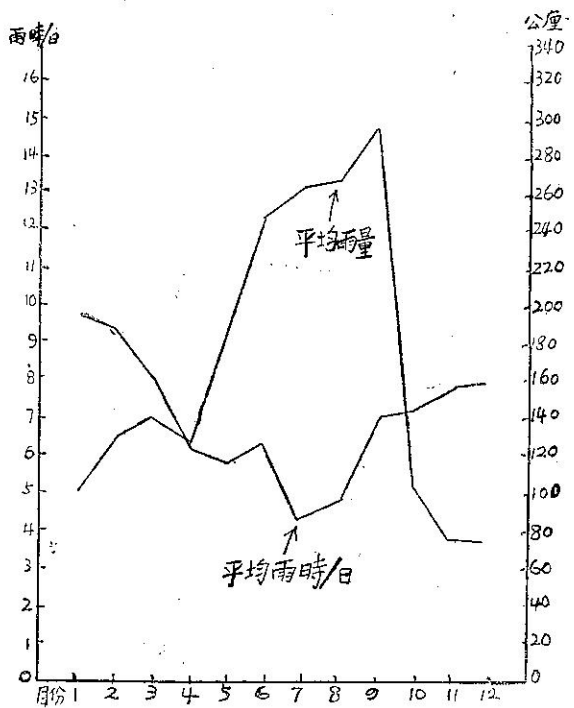
根據表九上之資料，可以由平均值獲知各月臺北雨時／日之概略情況，及由極端值瞭解其變化之範圍。如果欲知極端值出現之或然率及除極端值外而接近平均值者之或然率，則非表九所能為力，必須借用上列表十中之資料。

雨時／日之數值，分為接近最大值者，接近最小值者，及介乎二者之間者（即接近平均者）三類。表十中資料，只列舉前二者，後一項從缺。例如 10 月份，表十上所列，雨時／日大於 10.0 者為 15%，小於 5.0 者為 25%。則在 5 至 10 間之數值，其出現頻率等於  $100 - 15 - 25 = 60\%$ 。表十之作用，在獲得各月份各類雨時／日數字可能出現之頻率分配。我

們可以由表九所知之概略情況，進一步由表十得知較為精確之估計雨時／日。

雨時／日之接近最大值者，如表十上所列，多集中在以 1 月為中心之冬季。如大於 10.0 者，1 月份在 20 年中有 11 次，出現機率為 55%。即 1 月份約有 16 日，其雨時／日在 10.0 以上。此項數字對雨時／日之估計，很有實用上之價值。

雨時／日之接近最小值者；與接近最大值者恰巧相反，多集中在 7, 8 兩月。如雨時／日小於 3.0 者，7 月份 20 年中有 4 次，出現機率為 20%，8 月份有 3 次，機率 15%。而小於 4.0 者，7 月有 11 次，機率 55%；8 月 9 次，機率 45%。其他各月份，其雨時／日雖也有接近最小值者，但就出現次數及頻率而論，與 7, 8 月相較，相差甚遠，幾不可同日而語。



圖九 臺北平均雨量及雨時／日數之週年之變化

為便於明瞭雨時／日之各月變化情況，及其與平均雨量之相互關係，茲將臺北各月之平均雨時／日及平均雨量，繪入上圖。因為平均值最富代表性。臺北雨時／日一年中之變化，為較低值出現在夏季，較高值出現在冬季。雨量變化恰與之相反，較低值出現在冬季，而較高值則在夏秋出現。平均雨時／日線與平均雨量線兩交點之間，代表夏半年變化之情形；兩交點之外，顯示冬半年之變化情形。

## 五、臺灣雨量極端值之變化

雨量極端值之分析計有兩種，一為依據雨量標準值及標準差，分析雨量距平，大於或小於標準差者，定為雨量極端值；另一為直接由紀錄中，選出不同時間單位之雨量極端值，如年，月等雨量極端值。前者可利用週期予以分析，後者則利用標準差及頻率之分配予以分析，茲分述於後。

### (一)週期分析法：

利用自相關波譜分析之結果，選出重要之波數，並利用調和分析求出各波之波幅，位相角，代入下式中，以做預測，估計雨量之週期變動值。

$$y = \sum C_i \cos \left( \frac{2\pi}{p} it - \rho_i \right) \dots\dots\dots (11)$$

式中  $i$  為選出之波數（即對應於所選週期之波的序數）， $C_i$  為該波之波幅（如前節所述）， $t$  為欲求算之時間序數〔即起始年份為 1，第 2 年為 2，第 3 年為 3，依順類推，例如臺北起始資料年份為 1897 則 1898 為 2，1970 為 74，1979 為 82 …… 若以算式表示：〔（時間序數）=（所欲求之年份）-（起始年份）+ 1〕， $p$  為基本週期， $\rho_i$  為位相角。本文上述第四節已算出各參數值，依上式即可求出雨量之週期變動值，進而估計雨量極端值。

### (二)頻率分析法：

利用統計上之分配公式以估計極端雨量值，公式列如第二節使用之公式之第(6)(7)及(8)。

欲估計百年或數百年內極大降水量方法有二，其一是利用公式(6)(7)(8)即

$$y = 1.283(x - \bar{x})/\sigma - 0.577$$

$$A = N[\exp(-e^{-y})]$$

$$\text{頻率} = A_n - A_{n-1}$$

定出  $N$  值（即極大之年限）不斷加大  $x$  值，直求到  $A_n - A_{n-1}$  趨近於 0.5 附近（視需要而定）計算較為複雜。另一簡單估計法，是利用標準差之特性（常態分配下  $2.6\sigma\bar{x}$  以上之出現或然率趨近於 1%），用以估計百年內之極大雨量，由於雨量分配成一對數形式，並非常態分配，故使用標準差法時，需加以調整，根據經驗宜利用極端雨量中位值（最大與最小值之平均）予以調整，故此估計受雨量極端值之影響甚大，茲列式如下：

$$\text{Max}_{100} = 2.6\sigma + \bar{x} + |\bar{x} - M| \dots\dots\dots (12)$$

式中  $\bar{x}$  為平均數， $M$  為中位值， $\sigma$  為標準差。

### (三)極端雨量之分析

今選用臺北 1897-1973 年共 77 年之日極端雨量，予以分組，根據分組公式（ $5 \log N = \text{組數}$ ， $N$  為資料個數），將資料分為 11 組，資料列如表十一，再利用此 11 組之下限值代入公式(6)(7)及(8)中，予以計算結果與實際頻率分佈作一比較如表十一。平均值 = 158.72mm，標準差 = 63.05mm。

由表十一中可以看出臺北年極端日雨量實際頻率分配情形與理論求出之結果甚相符合，實際資料中雨量在 110.0-139.9mm 間頻率最高，77 年年中共有 18 次，而計算結果亦以 110.0-139.9mm 間之頻率最高，其次是 140.0-169.9mm 及 170.0-199.9mm，計算結果各為 15.4 次及 11.2 次，實際結果則為 13 次，因此可將  $N$  值代以 100，而求出 100 年中，

表十一 臺北 1897-1973 年極端日雨量頻率分配計算值與實際值之比較

| 分組之下限值 | y 值     | 77[exp(-e <sup>-y</sup> )] | 分組          | 頻 率  |     |            |
|--------|---------|----------------------------|-------------|------|-----|------------|
|        |         |                            |             | 計算值  | 實際值 | 100 年內可能次數 |
| 50.0   | -1.6353 | 0.4550                     | 50.0-79.9   | 4.3  | 4   | 5.6        |
| 80.0   | -1.0249 | 4.7449                     | 80.0-109.9  | 12.2 | 14  | 15.9       |
| 110.0  | -0.4144 | 16.9512                    | 110.0-139.9 | 16.9 | 18  | 21.9       |
| 140.0  | 0.1961  | 33.8469                    | 140.0-169.9 | 15.4 | 13  | 20.0       |
| 170.0  | 0.8065  | 49.2743                    | 170.0-199.9 | 11.2 | 13  | 14.5       |
| 200.0  | 1.4170  | 60.4227                    | 200.0-229.9 | 7.1  | 5   | 9.2        |
| 230.0  | 2.0275  | 67.5006                    | 230.0-259.9 | 4.1  | 4   | 5.4        |
| 260.0  | 2.6379  | 71.6861                    | 260.0-289.9 | 2.4  | 3   | 3.1        |
| 290.0  | 3.2484  | 74.0669                    | 290.0-319.9 | 1.3  | 0   | 1.8        |
| 320.0  | 3.8589  | 75.3929                    | 320.0-349.9 | 0.8  | 2   | 1.0        |
| 350.0  | 4.4693  | 76.1230                    | 350.0 以上    | 0.8  | 1   | 1.0        |
| 合 計    |         |                            |             | 76.5 | 77  | 99.40      |

表十一之一 臺北 1897-1973 年極端日雨量值

單位：mm

| 年 份  | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1890 |       |       |       |       |       |       |       | 169.8 | 197.6 | 209.0 |
| 1900 | 177.4 | 281.3 | 232.4 | 199.2 | 82.6  | 94.5  | 72.6  | 152.9 | 79.8  | 113.9 |
| 1910 | 147.2 | 287.3 | 194.0 | 156.4 | 189.9 | 144.1 | 112.5 | 163.1 | 165.2 | 185.2 |
| 1920 | 221.1 | 101.2 | 155.8 | 123.7 | 132.0 | 172.9 | 198.7 | 138.8 | 112.6 | 129.1 |
| 1930 | 358.9 | 175.8 | 325.8 | 109.0 | 75.2  | 122.2 | 97.9  | 102.7 | 81.3  | 184.8 |
| 1940 | 259.6 | 170.0 | 95.4  | 173.4 | 123.8 | 85.6  | 136.6 | 162.8 | 119.2 | 124.9 |
| 1950 | 84.5  | 79.4  | 121.5 | 263.4 | 95.8  | 136.9 | 165.9 | 118.8 | 137.0 | 244.0 |
| 1960 | 120.9 | 145.9 | 158.6 | 332.1 | 115.4 | 94.0  | 230.3 | 100.6 | 214.2 | 227.3 |
| 1970 | 228.7 | 153.4 | 175.0 | 99.4  |       |       |       |       |       |       |

表十二 百年內極端雨量估計表

| 地 點<br>要 素                    | 臺 北            |                  |                  | 臺 中    |
|-------------------------------|----------------|------------------|------------------|--------|
|                               | 年 極 端<br>日 雨 量 | 一 月 極 端<br>日 雨 量 | 七 月 極 端<br>日 雨 量 |        |
| 平 均 值 mm                      | 158.72         | 23.62            | 80.79            | 194.97 |
| 標 準 差 mm                      | 63.05          | 16.92            | 54.86            | 95.56  |
| 計 算 結 果 mm                    | 379.65         | 134.5            | 330.68           | 614.05 |
| 1897-1973<br>已 出 現 之<br>極 端 值 | 358.9          | 81.7             | 358.9            | 660.2  |

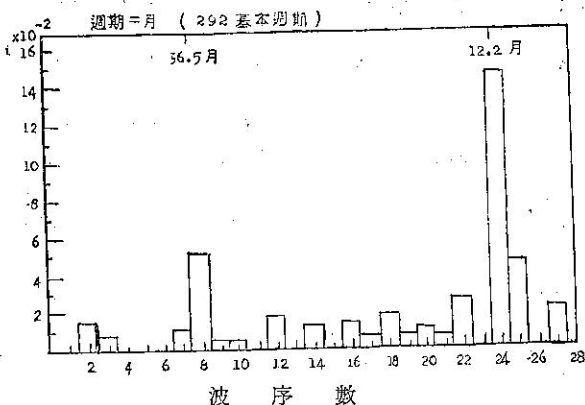
表十三 臺北 1941-1970 >10.0mm 之各月降雨日數表

| 年 月  | 一  | 二  | 三  | 四  | 五  | 六  | 七  | 八  | 九 | 十 | 十一 | 十二 |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|
| 1941 | 6  | 7  | 10 | 8  | 2  | 12 | 6  | 5  | 6 | 2 | 4  | 4  |
| 1942 | 1  | 2  | 2  | 5  | 7  | 7  | 4  | 3  | 4 | 2 | 0  | 0  |
| 1943 | 2  | 6  | 4  | 2  | 3  | 9  | 6  | 8  | 3 | 1 | 1  | 1  |
| 1944 | 0  | 5  | 9  | 9  | 17 | 13 | 3  | 7  | 1 | 1 | 2  | 5  |
| 1945 | 3  | 12 | 1  | 3  | 9  | 6  | 1  | 3  | 7 | 3 | 0  | 2  |
| 1946 | 0  | 1  | 3  | 1  | 5  | 9  | 7  | 2  | 1 | 6 | 1  | 2  |
| 1947 | 4  | 6  | 6  | 8  | 6  | 13 | 6  | 5  | 3 | 8 | 6  | 2  |
| 1948 | 5  | 4  | 0  | 7  | 1  | 7  | 5  | 5  | 9 | 3 | 1  | 1  |
| 1949 | 1  | 3  | 4  | 6  | 2  | 9  | 5  | 8  | 4 | 4 | 0  | 2  |
| 1950 | 4  | 4  | 0  | 4  | 9  | 13 | 6  | 9  | 6 | 8 | 4  | 2  |
| 1951 | 11 | 3  | 8  | 4  | 5  | 5  | 5  | 3  | 5 | 5 | 2  | 1  |
| 1952 | 1  | 3  | 6  | 5  | 2  | 8  | 8  | 4  | 5 | 1 | 1  | 4  |
| 1953 | 3  | 4  | 8  | 12 | 7  | 5  | 5  | 5  | 9 | 3 | 3  | 8  |
| 1954 | 4  | 4  | 6  | 4  | 1  | 4  | 8  | 4  | 2 | 6 | 3  | 2  |
| 1955 | 1  | 1  | 0  | 3  | 3  | 5  | 10 | 8  | 6 | 2 | 5  | 0  |
| 1956 | 7  | 6  | 5  | 5  | 4  | 5  | 10 | 3  | 6 | 3 | 3  | 5  |
| 1957 | 1  | 11 | 10 | 3  | 9  | 8  | 6  | 4  | 5 | 4 | 3  | 2  |
| 1958 | 6  | 7  | 4  | 2  | 2  | 5  | 10 | 3  | 4 | 2 | 0  | 5  |
| 1959 | 4  | 12 | 3  | 5  | 5  | 8  | 7  | 6  | 7 | 5 | 3  | 7  |
| 1960 | 6  | 1  | 5  | 9  | 6  | 7  | 7  | 17 | 5 | 1 | 2  | 2  |
| 1961 | 1  | 4  | 8  | 5  | 7  | 2  | 7  | 4  | 7 | 3 | 2  | 3  |
| 1962 | 4  | 4  | 9  | 5  | 3  | 5  | 5  | 9  | 7 | 4 | 3  | 1  |
| 1963 | 0  | 1  | 4  | 2  | 1  | 4  | 6  | 5  | 9 | 1 | 4  | 2  |
| 1964 | 9  | 4  | 1  | 0  | 3  | 6  | 5  | 4  | 2 | 5 | 0  | 1  |
| 1965 | 5  | 0  | 3  | 3  | 5  | 8  | 5  | 3  | 2 | 3 | 5  | 4  |
| 1966 | 1  | 3  | 4  | 6  | 3  | 12 | 5  | 7  | 6 | 0 | 0  | 1  |
| 1967 | 2  | 2  | 2  | 4  | 7  | 6  | 3  | 11 | 3 | 5 | 3  | 4  |
| 1968 | 0  | 14 | 8  | 3  | 5  | 9  | 5  | 5  | 5 | 0 | 0  | 0  |
| 1969 | 3  | 6  | 10 | 1  | 2  | 9  | 6  | 6  | 8 | 8 | 2  | 0  |
| 1970 | 5  | 1  | 10 | 2  | 8  | 6  | 4  | 6  | 7 | 5 | 1  | 4  |

臺北各極端雨量之頻率，如表十一中之最後一列所示。再根據公式(2)，估計臺北百年內可能最大雨量是 376.5mm， $(Max_{100}=2.6\sigma+\bar{x}+|\bar{x}-M| \dots\dots(12))$  同理利用以上方式可估計出全省各主要測站百年內之可能極端最大雨量，以供一般參考及使用，茲將臺北年極端雨量，一月極端雨量，七月極端雨量及臺中年極端雨量之估計結果摘要列表如表十二。

四 降雨日數及分季雨量之週期變動分析。

首先將降雨日數分為兩類，一為大於 0.1mm 之降雨日數，一為大於 10.0mm 之降雨日數，使用臺北 30 年 (1941-1970) 資料，利用自相關波譜分析其週期性，其中 0.1mm 以上之降雨日數變化頗不規律，其間之週期性不顯，實際上因為 0.1mm 之降雨與 10.0mm 之降雨相差甚大，利用頻率分析週期必須加以分組，而且春季之降雨之比較弱，而夏季之降雨多比較強，故本計畫擬進一步利用降雨強度加以分類再予以分析，茲分析 10.0mm 以上之降雨日數週期，列如表十三，分析結果如圖十。



圖十 臺北1941-1970降雨10.0mm以上日數之波譜圖

由臺北 0.1mm 以上之降雨日數之分析中知其無年變化存在(圖略)。也就是說臺北一月 0.1 mm 以上之雨日數與臺北七月或其他月份乃至其他各年之一月份 0.1mm 以上雨日數均無相關存在,故其對雨量之代表性甚弱,不足以顯示各種降雨系統之變化。然由圖十中可以看出臺北 10.0mm 以上降雨日數之週期有兩個,一個是 12 個月之年變化,另一個是 37 個月的週期變化,此結果頗符合於臺灣雨量長期預測之研究 [4] 所得之結果——臺北年雨量有 3 年之週期變化。

### 大氣環流與極端雨量

氣候變化與極端變化之原因,已經甚多科學家予以研究及注意,多數均認為與太陽活動之變化有關聯。一地長期氣候因素,直接與太陽活動指標相關;而大氣環流過程,與此種相關,係屬於連串性,對氣候變化之研究,首應就氣候因素,尋求其正常變化,再求其不正常 (Anomaly) 變化。亦即先求其「常」再求其「變」,然後分析其來源,決定大氣環流對此之作用。

#### (一)極環流週期 (Polar cycle or polar Sequence)

繞地極西風環流,由高指標變為低指標,再回復至高指標,所需之時間約為 25 日至 40 日,其平均為 35 日,此稱為「極環流週期」,當距平 (月距平) 大時,此週期持續時間較長。

依據 Panofsky<sup>(11)</sup> 之研究,就北半球 500mb 高空圖,作波譜分析 (Spectrum analysis) 得知各緯度,其緯流指標之週期變化,在 40°N 及 60°N 緯流指標週期,多為 25 日;在 25°N 其週期較長,但 5 日週期亦甚顯著。又 60°N 與 40°N 之緯流指標為負相關;25°N 與 40°N 之指標亦屬負相關。

此種緯流指標週期,可與本文上述雨量週期作比照。

東亞大氣環流之季節變化,與西風帶噴射氣流之進退,有密切關係。噴射氣流平均位置及強度,可為東亞季節變化之指標。據 Namias 之研究 (1950),北半球環流指標,二月份為最低,由於阻塞作用出現次數多,在阻塞過程終止時,環流指標升高,東亞高空西風向北退,在我國西藏高原以南之噴射氣流,強度突然減弱,其北支則加強,達五月底或六月初,南支噴射氣流,即不見於西藏以南 (即喜馬拉雅山以南),為東亞進入夏季環流型之特徵。由秋入冬最顯著之變化,為高空噴射氣流,在西藏以南建立,以及亞洲東岸,東亞主槽之加深。

#### (二)阻塞環流

在 500mb 高空圖,繞地極之西風帶,為主要現象,西風帶之寬度及強度,有逐日,逐年之顯著變化。大氣環流之異常,起於西風帶上游為高指標環流,其下游為低指標,因而環流發生崩潰,成為胞形運動 (Cellular motion),此時正常東進運動即停止。此種由緯流運動,變為南北向之經流,係突然發生者。一般情形為下游崩潰處,出現暖脊或反氣旋 (或稱暖高壓);此反氣旋可向東移或緩慢後退 (向西移),更或與地面高氣壓相聯而趨於停留。顯著停留之反氣旋及地面高壓,今日均指為「阻塞高壓」。

天氣及氣候之異常,多由於大氣環流發生阻塞所致。北半球阻塞之出現,有兩主要地區:一在大西洋東部 (10°W)。另一在太平洋東部 (150°);兩者所在之緯度均在 50°N 附近,夏季偏東,冬季偏西。據 Rex<sup>(21)</sup> 之研究,大西洋之阻塞,平均約每兩個月出現一次;太平洋之阻塞,約每四個月出現一次,整個北半球,出現之阻塞環流 (根據 1932-1950 年之統計),約有 2/3 出現大西洋,其餘 1/3 出現在太平洋。每年夏秋之間,阻塞環流出現最少,而最多則在春末。阻塞持續之時間,大西洋為 10-41 日,平均為 14 日;太平洋平均為 12 日。

發生環流阻塞地區,最顯著現象為呈環流細胞 (Cellular),及甚大之「距平」,使正常地面氣溫及雨量之分布,發生特殊而顯著之變化;並且逐年阻塞出現之變化,與地面氣溫及雨量之變化相關聯。

臺灣冬季多雨,東亞主槽之位置,多較正常偏西;少雨時則偏東。此主槽偏西,導致臺灣多雨,係由於東亞地區,高空出現阻塞高氣壓所致。例如本年 (1974) 2 月份,阻塞氣壓出現於亞洲中部,裡海以北;3 月份阻塞高氣壓出現於西伯利亞東部,均導致臺

灣多雨，前者則較後者，所致天氣更為嚴重。

### (三) 臺灣雨量極端變化之實例

就臺北七十五年來，雨量極端最多年 (1947)，

雨量達 3172mm，超出標準值達 52 %；極端最少年 (1971)，年雨量僅 1463mm，低於標準值達 30 %。今就此兩極端年雨量之變化，分析如表十四。

表十四 臺 北 極 端 雨 量 與 距 平

| 極端最少年<br>1971     | 類 別       | 1   | 2   | 3   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12  | 年      |
|-------------------|-----------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|--------|
|                   | 雨 量<br>mm | 181 | 106 | 97  | 40   | 102  | 148  | 126  | 38   | 397  | 59   | 77   | 92  | 1463mm |
| 極端最多年<br>1947     | 距 平<br>mm | +90 | -31 | -72 | -120 | -109 | -152 | -115 | -252 | +154 | -61  | +9   | +18 | -630   |
|                   | 雨 量<br>mm | 110 | 133 | 164 | 312  | 268  | 712  | 353  | 180  | 202  | 421  | 188  | 128 | 3172mm |
| 標準雨量<br>1897-1970 | 距 平<br>mm | +19 | -4  | -5  | +152 | +57  | +412 | +112 | +97  | +41  | +301 | +120 | -54 | +1079  |
|                   | 雨 量<br>mm | 91  | 137 | 169 | 160  | 211  | 300  | 241  | 280  | 243  | 120  | 68   | 74  | 2093mm |

#### 1. 雨量極端最少年 (1971)

由表內可知臺北在 1971 年，雨量極端最少年，各月雨量之變化，顯示一年內三個雨量高峯，出現之月份有重大變化。例如三月份第一雨量最高峯不見，而一月份出現高峯，約二倍於標準雨量。六月份第二雨量高峯雖出現，但雨量較標準值少甚多，僅達其半數，顯示梅雨季微弱幾不見。八月份第三雨量高峯不見，並為全年各月雨量最少之月份，而九月份出現雨量高峯，超出標準值達 63 %，為高峯移至九月份之徵。再就各月雨量距平之變化觀之，在此極端最少年時，雨量全年各月，除冬季月份外，幾均為負距平，亦顯示在少雨年，其持續性頗強；並且由冬季一月距平為正 (+90mm)，夏季七月為負 (-115)，其相對值甚大，乃顯示冬季與夏季雨量呈相反變化，在年雨量最小時，其特性更為顯著。

#### 2. 雨量極端最多年 (1947)

就表內可知在 1947 年為臺北雨量極端最多年，各月雨量之變化，顯示臺北正常一年內三個雨量高峯，均向後延一個月至兩個月。例如三月份第一雨量高峯，延至四月份，該月雨量正距平甚大 (+152mm)；六月份第二高峯，雖月份未變動，但雨量正距平特別大 (412mm)，超出標準值達一倍有餘 (+137%)；八月份第三雨量高峯，延後兩個月，至十月份出現，雨量正距平亦甚大 (+301mm)，超出標準值達兩倍半有餘 (+258%)。在此極端雨量最多年 (1947)，全年各月之雨量距平，除冬季月份多為負距平外，其他各季節之月距平，均為正其數值均甚大，且連續

數月，顯示其持續性甚強。同時冬季雨量少，則夏季雨量多之關係，極為顯著，此可印證臺北季雨量之自相關係數，而參用於長期雨量預測之中。

以上兩極端年雨量之分析，僅係就臺北一地之實例而言。至於臺灣其他各地，在此兩實例中，其雨量多寡之變化，蓋屬相似，可以臺北代表之，惟出現高峯雨量之月份，各有不同，本文暫不加論述。

#### 3. 極端雨量形成之原因

形成臺灣各地極端雨量 (最大雨量)，主要由於颱風之侵襲，其由於鋒面停留，連續累積所致之極端雨量，實居少數。就上述兩實例中，在雨量最少年 (1971)，此西太平洋，發生颱風 35 個，為近二十五年來，颱風出現最多者。侵襲臺灣者，共計有 4 個，在七月份 2 個，九月份 2 個。颱風侵襲月份之遲早，同時影響臺灣雨量高峯出現之時期；所以在少雨年，臺北九月份雨量特多，較正常高峯雨期，延後一個月。

在雨量最多年 (1947)，北西太平洋出現颱風 22 個，為近數十年來，最少颱風年之一。颱風直接侵襲臺灣者，共計亦為四個，侵襲之月份為五月、六月、八月、十月各一次。在此一多雨年，颱風侵襲在五月及六月梅雨季時，使鋒面與颱風雨重疊，因而導致多量降雨，另外此年之颱風出現次數雖少，但甚多個颱風，雖未直接侵襲臺灣，由於其路徑特殊，係經由臺灣近海一帶通過者，因而間接影響臺灣雨量之增多。例如除上述侵襲臺灣之四個颱風外，七月份有颱風自臺灣東方海上通過；九月份有颱風在巴士海峽通過，



以及十月、十一月、十二月亦均有颱風經過巴士海峽。總之此一年之颱風，多源於近海一帶，因而導致臺灣雨量，極端增多。

## 七、結 論

1. 臺灣雨量極端變化之分析，係以臺北一地為準，而與其他測站作比較，所得結果為：

臺北月雨量一年內有三個雨量高峯，出現於每年三月、六月、及八月份；分別稱之為，前梅雨，梅雨及夏季雨等三個雨季。由候（5日）雨量，可確定三個雨季之開始及終止日期。

臺北之三個雨峯，至臺中為止；臺南有兩個，恆春僅有一個；臺灣東部雨峯，花蓮為單峯出現在九月份，臺東為雙峯出現在七月及九月份。

2. 臺灣雨量之波譜分析，顯示有世界性週期者，除年週期及季週期外，52日、25日、15日週期，在臺灣各測站之雨量變化中，均頗顯著。

3. 臺灣各地雨量頻率分配，由偏態及峯度係數顯示，臺北年雨量，歷年變動最為穩定，而雨量分配為正偏斜，峯度為低濶峯。其他各站亦為正偏斜，恆春最小（0.12），臺南最大（0.56）；峯度除花蓮近於常態峯，臺中為低濶峯外，餘均為高狹峯。

4. 臺灣各地冬季與夏季雨量，或春季與秋季雨量，其相關係數為負（負相關），且負值均甚大。亦即冬季雨量多，則夏季雨量少；春季雨多，則秋季雨少。

5. 極端日雨量頻率之分配，臺北近於常態，其偏態係數僅1.04，峯度係數大於3；臺中偏態係數近於2，有甚大之正偏斜；峯度係數達8.86，其高狹程度，大於臺北甚多。

6. 臺北雨量極端值之變化為一對數函數變化，甚符合 Gumbel 之分配公式。故可使用其經驗公式估計極端雨量值，及各級雨量之出現可能頻率。經求出臺北之極端日雨量在 350.0mm 以上者，其可能出現率為1%。極端日雨量出現最多者，在 80mm~200mm 間，其可能出現率為 81.5%。另使用標準差 2.60 之特性，估計各地百年內之可能最大降水量。求出臺北百年內之極端日降水量為 379.65mm，一月份之極端日降水量為 134.5mm，七月份之極端日降水量為 330.68mm。臺中之極端日降水量為 614.05mm。

7. 臺灣年雨量之極端最多及極端最少之出現年份，主要由於颱風侵襲及其路徑接近臺灣之影響所致。由於鋒面持續及停留而促成者，則為次要原因。

## 引 用 文 獻

1. C. E. P. Brooks and N. Carruthers (1953): Handbook of statistical methods in Meteorology.
2. Hans A. Panofsky and Glenn W. Brier (1965): Some Applications of Statistics to Meteorology pp. 126-147.
3. Landsberg & Mitchell (1963): Surface signs of the Biennial Atmospheric Pulse. Mon. Wea. Rev. Vol. 91.
4. 魏元恆、謝信良、蕭長熒 (1973): 臺灣雨量長期預測之研究。
5. Takahashi: A review of the method of long-range weather forecasting, especial used in Japan.
6. Sawyer: Vote on the possible physical causes of long-term weather Anomalies, WMO 162-79 p227.
7. Murray & Lankester (1974): Central England temperature quintiles and associated pressure anomalies on a monthly time-scale. Met. Mag. 103.
8. Finger (1966): Synoptic analysis of 5-, 2- and 0.4<sup>mb</sup> surfaces for the IGSY period. Mon. Wea. Rev. 94.
9. Miller (1970): periodic variation of atmospheric circulation at 14-16 days, J. Atmos. Sci 31.
10. Gambo (1970): The characteristic feature of medium-scale disturbance in atmosphere, June, 1970, J. M. S. J.
11. Panofsky: Spectrum and cross spectrum analysis of Hemispheric Westerly Index.
12. Rex (1950): Blocking action in the middle troposphere and its effect upon regional climate, Tellus, 2-3, Aug. 1950.



# 平均環流模式與臺灣地區冬季展期預報之研究\*

徐 晉 淮      鄭 邦 傑      楊 逢 世

## *A Study on the Extended Forecasting in Winter over Taiwan Area Used by the Models of the Mean Atmospheric Circulation*

*Chin-huai Hsu      Pang-chie Cheng      Feng-shin Yang*

### ABSTRACT

This paper is one part of a study of long range weather forecasting in Taiwan area. The purpose of this research is to seek some predictors for one week weather forecasting in winter. Used by the models of the mean atomosphic circulation, we found that the strength of severe northeastly monsoon can be shown by the 500 mbs five-day mean contour chart. The cold air will take place in Taiwan area when the high pressure ridge occurs in the region near 90°E. The bad weather over Taiwan area will be persisting longer than one week or even one month when the 500 mbs flow patterns show a distrubution of the positive anomaly (above 50°N) in the north and the negative anomaly (below 40°N) in the south in mainland Asia.

### 一、前 言

近年我國經濟突飛猛進，國人科學水準普遍提高，對於天氣預報之需求日殷，以目前之短期預報及三天展期預報已未能滿足一般需求，為發揮氣象預報之運用及其經濟價值，應發展較長期限之預報以應時代潮流。

本研究為現時中央氣象局進行之科技發展計畫「臺灣地區長期預報之研究」專題計畫之第二部份，以臺灣地區冬半年天氣變化之展期預報技術之發展為主，除將已往本區氣象資料重新按照長期預報所需方式予以有系統之整理統計，供預報作業參考外，應用諾邁斯所創平均環流法，分析大氣平均環流形態與臺灣冬期一週天氣演變之關係，建立可行之北半球環流模式及亞洲寒潮暴發時高空環流模式，供長期預報作業之參考，以期增進預報技術之發展，藉以延長預報有效期限，提高氣象服務效率，促進國家經濟繁榮。

### 二、長期預報作業應用之統計資料

一週為期之長期預報係估計未來一段期間之平均環流形勢藉以研判其基本天氣大勢，進而推估其逐日天氣，氣溫及雨量等要素，至於為期一個月或一個月以上之季節預報則以預測預報期間內之天氣趨勢以及溫度、雨量與標準值之偏倚程度為主，其預報技術與短期預報有所不同，除考慮物理的因素外尚須顧及氣候學的因素，作業方式亦以平均環流法與週期分析法為主，因此長期預報作業上應須預先準備各種統計資料，包括氣候圖、月平均圖、分候平均圖（5日平均圖），氣溫、雨量等月平均資料及分候平均資料等，現時中央氣象局雖有豐富之歷年觀測資料，但尚未有針對預報用途而加以整理之統計資料，茲為配合長期預報作業之目的，擇臺北、花蓮及臺南三地各以代表臺灣北部、東部、南部等地區予以從新統計應預報作業之需。統計年數為 1941 年至 1970 年之最近一氣

\* 本文承國科會補助，得以完成。

候年。

### (一) 天氣一覽表

爲期究明過去每日天氣之分佈情形，將已往30年間每日天氣，分別以如下所示符號填寫逐日天氣一覽表，供實際作業之參考。

- 晴天，日平均雲量少於 25。
- ①——多雲，日平均雲量爲 25 至 7.5。
- ◎——陰天，日平均雲量達 75 以上。
- ⊙——小雨，日降水量 1 公厘至 10 公厘以下。
- 雨，日降水量超過 10 公厘以上。
- R——雷雨，包括雷雨、雷聲、閃電等。

表 2-1 示臺北十月份之歷年逐日天氣一覽表，如表所示天氣情況隨年份而有顯著之變化，如 1943, 1944, 1954 年之十月份天氣極良好，各該年份之下雨天僅有 4 至 5 天，而 1945, 1959, 1970 年則下雨天多達 17 天，呈惡劣天氣月，又考察卅年間同一天之天氣分佈則十月上旬及下旬初惡劣天氣之出現頻率較大，而中旬前半及下旬末良好天氣之出現頻率較大。查閱國慶日已往卅年間之天氣分佈則雨天有 7 次，陰天 7 次，其餘 16 次爲晴天，由此資料可知國慶日之下雨機率爲 23%，進一步與歷時天氣圖對照可獲知 7 次雨天中有 4 次起因於冷鋒過境，3 次起因於鄰近海面

颱風影響所致。

預報人員利用一覽表可隨時了解：

1. 各月之逐日天氣分佈及其年變化情形。
2. 晴天與雨天之持續性。
3. 預報對象期間內已往逐日天氣出現率。
4. 配合歷時天氣圖以了解惡劣天氣出現時之天氣形勢。

### (二) 分候資料

分候資料爲一週預報必備之參考資料，500mb 及地面之分候平均圖（5 日平均圖）爲一週預報之基本工具，其用途乃以最近一次分候平均圖與標準分候圖相比較求其偏倚情況，以研判該期間天氣狀態與標準天候之差異供逐日預報之依據，因此須預先準備可供比較之標準分候資料以利預報作業，此處擇臺北、花蓮、臺南三地之最近一氣候年資料分別計算氣溫及雨量之月平均及分候平均資料如表 2-2, 2-3 所示。以此標準值與各該當分候之氣溫或雨量值相比較可獲得 5 日平均氣溫距平值及 5 日平均降水比率。查閱此二種資料即可獲得某一分候或某一月之天候較標準狀態爲暖（冷）或雨量偏多（偏少）。配合 5 日平均圖形勢可求得平均環流形勢與氣溫，雨量之關係。

表 2-2 氣溫與雨量之月平均值 (1941-1970)

Table 2-2 Normal Value of Monthly Mean Temperature and Precipitation (1941-1970)

| 要素                   | 地 名 | 1    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12   |
|----------------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 月 氣<br>平 溫<br>均 (°C) | 臺 北 | 15.1 | 15.5  | 17.8  | 21.2  | 24.8  | 26.7  | 28.5  | 28.5  | 27.1  | 23.4  | 20.6  | 17.2 |
|                      | 花 蓮 | 17.3 | 17.9  | 19.7  | 22.1  | 24.7  | 26.3  | 27.8  | 27.6  | 26.5  | 23.9  | 21.7  | 19.0 |
|                      | 臺 南 | 17.1 | 17.9  | 20.8  | 24.1  | 27.2  | 27.9  | 28.5  | 28.3  | 27.8  | 25.4  | 22.3  | 18.8 |
| 月 量<br>降 水 (mm)      | 臺 北 | 94.0 | 141.6 | 141.7 | 148.4 | 194.9 | 309.3 | 259.9 | 233.3 | 256.4 | 121.6 | 76.8  | 75.8 |
|                      | 花 蓮 | 70.5 | 89.4  | 94.5  | 120.3 | 184.7 | 247.5 | 187.4 | 231.1 | 400.9 | 266.0 | 186.4 | 86.0 |
|                      | 臺 南 | 13.9 | 23.9  | 36.1  | 65.5  | 181.1 | 397.7 | 360.7 | 370.4 | 190.3 | 32.7  | 187.7 | 16.6 |

表 2-3 氣溫與雨量之分候平均標準值

Table 2-3 Normal Value of 5-day Mean Temperature and Precipitation

臺北五日平均氣溫 (1941-1970)

|                            |   |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|---|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
|                            |   |      |      |      |      |      |      | 七 月   | 28.4 | 28.6 | 28.5 | 28.6 | 28.6 | 28.1 |
| 一<br>二<br>三<br>四<br>五<br>六 | 月 | 15.4 | 14.2 | 15.0 | 14.4 | 16.1 | 15.4 | 八 月   | 28.6 | 28.6 | 28.6 | 28.5 | 28.4 | 28.3 |
|                            | 月 | 15.1 | 15.2 | 15.3 | 15.2 | 15.4 | 16.6 | 九 月   | 28.3 | 28.3 | 27.7 | 27.1 | 26.8 | 26.2 |
|                            | 月 | 17.1 | 17.0 | 17.7 | 18.9 | 18.1 | 18.6 | 十 月   | 25.2 | 24.6 | 24.0 | 24.1 | 23.2 | 22.9 |
|                            | 月 | 19.9 | 20.2 | 20.6 | 22.9 | 22.6 | 22.7 | 十 一 月 | 21.6 | 22.0 | 21.9 | 21.1 | 19.8 | 19.7 |
|                            | 月 | 24.1 | 24.8 | 24.4 | 24.7 | 25.0 | 25.0 | 十 二 月 | 18.9 | 17.3 | 17.6 | 17.4 | 17.2 | 17.4 |
|                            | 月 | 25.5 | 26.0 | 25.7 | 26.7 | 27.3 | 28.2 |       | 16.2 |      |      |      |      |      |

表 2-1 臺北 10 月份天氣一覽表  
Table 2-1 Daily Weather Sequence of Taipei (Oct.)

| 日<br>年 | 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 | 晴天<br>日數 | 陰天<br>日數 | 雨天<br>日數 |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|----------|----------|
| 1941   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 12       | 14       | 5        |
| 1942   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 8        | 12       | 11       |
| 1943   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 17       | 10       | 4        |
| 1944   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 17       | 10       | 4        |
| 1945   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 9        | 6        | 16       |
| 1946   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 11       | 10       | 10       |
| 1947   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 12       | 7        | 12       |
| 1948   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 17       | 3        | 11       |
| 1949   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 6        | 12       | 13       |
| 1950   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 15       | 4        | 12       |
| 1951   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 13       | 5        | 13       |
| 1952   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 16       | 10       | 5        |
| 1953   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 13       | 11       | 7        |
| 1954   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 9        | 10       | 12       |
| 1955   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 9        | 10       | 12       |
| 1956   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 16       | 7        | 8        |
| 1957   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 14       | 6        | 11       |
| 1958   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 12       | 7        | 12       |
| 1959   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 10       | 5        | 16       |
| 1960   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 13       | 9        | 9        |
| 1961   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 14       | 5        | 12       |
| 1962   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 14       | 11       | 6        |
| 1963   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 18       | 7        | 6        |
| 1964   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 8        | 10       | 13       |
| 1965   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 15       | 13       | 3        |
| 1966   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 24       | 2        | 5        |
| 1967   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 16       | 3        | 12       |
| 1968   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 15       | 10       | 6        |
| 1969   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 20       | 2        | 9        |
| 1970   | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | ☉  | 6        | 8        | 17       |
| 晴天日數   | 9  | 8  | 10 | 11 | 7  | 12 | 16 | 13 | 16 | 16 | 20 | 16 | 15 | 13 | 15 | 12 | 13 | 11 | 13 | 16 | 9  | 13 | 17 | 19 | 13 | 8  | 13 | 13 | 11 | 13 | 13 |          |          |          |
| 陰天日數   | 7  | 10 | 2  | 5  | 7  | 5  | 6  | 6  | 7  | 7  | 4  | 8  | 8  | 10 | 9  | 11 | 9  | 9  | 9  | 5  | 7  | 5  | 7  | 5  | 7  | 9  | 9  | 10 | 12 | 13 | 11 |          |          |          |
| 雨天日數   | 14 | 12 | 18 | 14 | 16 | 13 | 8  | 11 | 7  | 7  | 6  | 6  | 7  | 7  | 6  | 7  | 8  | 10 | 8  | 9  | 14 | 12 | 6  | 11 | 10 | 13 | 8  | 7  | 7  | 4  | 6  |          |          |          |

臺北五日平均雨量 (1941-1970)

|    |   |      |      |      |      |      |      |
|----|---|------|------|------|------|------|------|
| 一  | 月 | 14.2 | 7.4  | 17.2 | 14.4 | 16.9 | 20.6 |
| 二  | 月 | 24.0 | 24.1 | 20.9 | 26.5 | 40.2 | 15.5 |
| 三  | 月 | 31.2 | 27.9 | 23.5 | 30.5 | 29.3 | 23.4 |
| 四  | 月 | 32.5 | 35.1 | 24.3 | 29.3 | 27.3 | 34.7 |
| 五  | 月 | 24.7 | 16.4 | 27.6 | 38.3 | 34.9 | 45.9 |
| 六  | 月 | 57.6 | 60.2 | 68.9 | 58.5 | 41.1 | 24.6 |
| 七  | 月 | 38.9 | 41.7 | 36.3 | 55.1 | 29.8 | 45.7 |
| 八  | 月 | 39.4 | 31.0 | 42.1 | 44.0 | 33.8 | 32.2 |
| 九  | 月 | 34.0 | 51.0 | 56.0 | 60.0 | 21.9 | 31.3 |
| 十  | 月 | 42.3 | 44.4 | 10.3 | 11.7 | 20.0 | 13.5 |
| 十一 | 月 | 5.9  | 8.4  | 17.7 | 11.0 | 24.3 | 9.0  |
| 十二 | 月 | 9.1  | 11.6 | 8.7  | 16.5 | 9.7  | 9.9  |
|    |   | 15.6 |      |      |      |      |      |

花蓮五日平均氣溫 (1941-1970)

|    |   |      |      |      |      |      |      |
|----|---|------|------|------|------|------|------|
| 一  | 月 | 17.5 | 17.1 | 17.3 | 16.6 | 17.5 | 17.8 |
| 二  | 月 | 17.4 | 17.1 | 17.8 | 17.7 | 17.9 | 18.7 |
| 三  | 月 | 19.1 | 19.2 | 19.6 | 20.4 | 19.9 | 20.2 |
| 四  | 月 | 20.7 | 21.3 | 21.5 | 22.4 | 22.7 | 23.3 |
| 五  | 月 | 24.2 | 24.7 | 24.4 | 24.6 | 24.8 | 25.3 |
| 六  | 月 | 25.4 | 25.5 | 25.8 | 26.6 | 26.8 | 27.4 |
| 七  | 月 | 27.5 | 27.8 | 27.8 | 27.8 | 27.7 | 27.6 |
| 八  | 月 | 27.8 | 27.7 | 27.7 | 27.6 | 27.6 | 27.7 |
| 九  | 月 | 27.3 | 27.2 | 27.0 | 26.6 | 26.1 | 25.8 |
| 十  | 月 | 25.2 | 25.0 | 24.3 | 24.2 | 23.7 | 23.1 |
| 十一 | 月 | 22.4 | 22.6 | 22.4 | 22.1 | 21.0 | 20.9 |
| 十二 | 月 | 20.5 | 19.1 | 19.2 | 19.1 | 18.8 | 19.2 |
|    |   | 18.2 |      |      |      |      |      |

臺南五日平均氣溫 (1941-1970)

|    |   |      |      |      |      |      |      |
|----|---|------|------|------|------|------|------|
| 一  | 月 | 17.5 | 16.8 | 16.9 | 16.2 | 17.3 | 17.7 |
| 二  | 月 | 17.3 | 17.4 | 17.9 | 17.7 | 17.5 | 19.1 |
| 三  | 月 | 19.9 | 19.9 | 20.6 | 21.8 | 21.4 | 21.5 |
| 四  | 月 | 22.6 | 23.1 | 23.5 | 24.7 | 25.2 | 25.7 |
| 五  | 月 | 26.6 | 27.3 | 28.0 | 27.4 | 27.4 | 27.7 |
| 六  | 月 | 27.6 | 27.4 | 27.2 | 27.9 | 28.4 | 28.7 |
| 七  | 月 | 28.8 | 28.6 | 28.7 | 28.4 | 28.4 | 28.3 |
| 八  | 月 | 28.4 | 28.3 | 28.5 | 28.4 | 28.4 | 28.2 |
| 九  | 月 | 28.3 | 28.3 | 28.0 | 27.8 | 27.8 | 27.3 |
| 十  | 月 | 26.9 | 26.4 | 26.0 | 25.8 | 25.1 | 24.4 |
| 十一 | 月 | 23.6 | 23.8 | 23.5 | 22.9 | 21.6 | 21.2 |
| 十二 | 月 | 20.5 | 19.2 | 19.0 | 19.1 | 18.5 | 18.9 |
|    |   | 18.0 |      |      |      |      |      |

花蓮五日平均雨量 (1941-1970)

|    |   |       |      |      |      |      |      |
|----|---|-------|------|------|------|------|------|
| 一  | 月 | 10.9  | 9.8  | 9.5  | 10.6 | 12.8 | 14.8 |
| 二  | 月 | 13.3  | 14.3 | 19.5 | 14.8 | 18.7 | 12.7 |
| 三  | 月 | 15.1  | 15.6 | 11.8 | 10.3 | 17.8 | 22.1 |
| 四  | 月 | 14.4  | 18.3 | 20.7 | 28.9 | 18.3 | 19.0 |
| 五  | 月 | 20.4  | 23.3 | 23.3 | 39.7 | 23.3 | 46.8 |
| 六  | 月 | 46.8  | 62.5 | 57.1 | 35.8 | 42.8 | 17.7 |
| 七  | 月 | 20.8  | 17.7 | 29.1 | 45.6 | 29.1 | 39.3 |
| 八  | 月 | 34.0  | 24.8 | 38.3 | 30.6 | 28.5 | 30.3 |
| 九  | 月 | 80.2  | 65.4 | 58.1 | 72.3 | 47.8 | 64.3 |
| 十  | 月 | 114.3 | 74.3 | 46.8 | 28.1 | 30.6 | 30.2 |
| 十一 | 月 | 21.5  | 21.9 | 47.7 | 39.0 | 42.4 | 15.7 |
| 十二 | 月 | 24.9  | 15.9 | 10.3 | 15.9 | 11.2 | 11.2 |
|    |   | 15.7  |      |      |      |      |      |

臺南五日平均雨量 (1941-1970)

|    |   |      |      |       |      |      |      |
|----|---|------|------|-------|------|------|------|
| 一  | 月 | 2.0  | 1.4  | 1.7   | 2.6  | 3.3  | 2.2  |
| 二  | 月 | 3.4  | 5.1  | 4.0   | 3.3  | 5.4  | 3.5  |
| 三  | 月 | 3.9  | 5.5  | 2.6   | 2.6  | 11.2 | 11.7 |
| 四  | 月 | 6.0  | 14.1 | 5.1   | 11.7 | 17.9 | 9.9  |
| 五  | 月 | 15.6 | 6.3  | 28.1  | 35.7 | 38.4 | 52.5 |
| 六  | 月 | 85.2 | 84.6 | 107.6 | 59.3 | 56.6 | 26.9 |
| 七  | 月 | 34.0 | 54.0 | 53.9  | 59.8 | 58.9 | 70.8 |
| 八  | 月 | 71.3 | 49.8 | 44.2  | 60.7 | 43.8 | 66.0 |
| 九  | 月 | 56.8 | 34.6 | 41.5  | 45.0 | 14.5 | 33.1 |
| 十  | 月 | 23.1 | 8.8  | 3.0   | 2.0  | 1.2  | 0.4  |
| 十一 | 月 | 0.7  | 2.7  | 4.1   | 5.0  | 4.9  | 1.5  |
| 十二 | 月 | 1.8  | 0.5  | 1.8   | 3.1  | 5.3  | 1.9  |
|    |   | 4.0  |      |       |      |      |      |

半旬序日標準表

|    |   |       |      |       |       |       |       |
|----|---|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 一  | 月 | 1-5   | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 21-25 | 26-30 |
| 二  | 月 | 31-4  | 5-9  | 10-14 | 15-19 | 20-24 | 25-1  |
| 三  | 月 | 2-6   | 7-11 | 12-16 | 17-21 | 22-26 | 27-31 |
| 四  | 月 | 1-5   | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 21-25 | 26-30 |
| 五  | 月 | 1-5   | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 21-25 | 26-30 |
| 六  | 月 | 31-4  | 5-9  | 10-14 | 15-19 | 20-24 | 25-25 |
| 七  | 月 | 30-4  | 5-9  | 10-14 | 15-19 | 20-24 | 25-29 |
| 八  | 月 | 30-3  | 4-8  | 9-13  | 14-18 | 19-23 | 24-28 |
| 九  | 月 | 29-2  | 3-7  | 8-12  | 13-17 | 18-22 | 23-27 |
| 十  | 月 | 28-2  | 3-7  | 8-12  | 13-17 | 18-22 | 23-27 |
| 十一 | 月 | 28-1  | 2-6  | 7-11  | 12-16 | 17-21 | 22-26 |
| 十二 | 月 | 27-1  | 2-6  | 7-11  | 12-16 | 17-21 | 22-26 |
|    |   | 27-31 |      |       |       |       |       |

### (三) 氣溫與雨量分級標準之設定

通常長期預報之發佈係以預報期間內氣溫與雨量之情形與標準狀態之偏倚程度使用氣溫偏高，或雨量偏多等術語公佈之。因此對於偏倚程度應設定標準供預報發佈之依據，此種標準乃視預報對象地區之地理分佈而異，茲依照下述方法設定臺北、花蓮、臺南三地有關氣溫與雨量偏倚之分級標準以利預報作業。

使用 1941 年至 1970 年月平均資料及分候資料，計算各月平均氣溫距平值，月降水比率，分候平均氣溫距平值，分候降水比率，將計算所得各種距平值及

降水比率按月份以其大小順序予以排列，如是各月份之月資料各得 30 個資料，分候資料可得 180 個資料（1 2 月份 210 個資料），由大至小依次各取出現頻率之 10%，20%，40%，20%，10%，可得 5 組分級標準界值表 2-4 所示。分級標準有關氣溫部份因冬季與夏季氣溫分佈情況有顯著差異，故將其分為冬半年（11 月至 4 月）及夏半年（5 月至 10 月）分別設定其分級標準。又臺南之降水情況夏季與冬季殊異，亦以夏半年、冬半年分別設定標準。

表 2-4 氣溫與雨量之分級標準  
Table 2-4 Criteria for Quantity of Temperature and Precipitation

| 要 素                   | 地 名   | 期<br>間     | 分 級   | + 2     | + 1      | ○         | - 1     | - 2     |
|-----------------------|-------|------------|-------|---------|----------|-----------|---------|---------|
|                       |       |            | 級 語   | 極 高 (多) | 稍 高 (多)  | 正 常       | 稍 低 (少) | 極 低 (少) |
| 氣 溫<br>距<br>平<br>(°C) | 臺 北   | 月 候<br>冬 夏 | ≥ 1.3 | 1.2~0.6 | 0.5~-0.5 | -0.6~-1.2 | -1.3 ≥  |         |
|                       |       |            | ≥ 3.1 | 3.0~1.6 | 1.5~-1.5 | -1.6~-3.0 | -3.1 ≥  |         |
|                       |       |            | ≥ 2.1 | 2.0~1.1 | 1.0~-1.0 | -1.1~-2.0 | -2.1 ≥  |         |
|                       | 花 蓮   | 月 候<br>冬 夏 | ≥ 1.0 | 0.9~0.5 | 0.4~-0.4 | -0.5~-0.9 | -1.0 ≥  |         |
|                       |       |            | ≥ 2.6 | 2.5~1.1 | 1.0~-1.0 | -1.1~-2.5 | -2.6 ≥  |         |
|                       |       |            | ≥ 1.6 | 1.5~0.6 | 0.5~-0.5 | -0.6~-1.5 | -1.6 ≥  |         |
|                       | 臺 南   | 月 候<br>冬 夏 | ≥     | 1.1~0.6 | 0.5~-0.5 | -0.6~-1.1 | -1.2 ≥  |         |
|                       |       |            | ≥ 3.1 | 3.0~1.6 | 1.5~-1.5 | -1.6~-3.0 | -3.1 ≥  |         |
|                       |       |            | ≥ 1.6 | 1.5~0.6 | 0.5~-0.5 | -0.6~-1.5 | -1.6 ≥  |         |
| 陣 水<br>比<br>率<br>(%)  | 臺 北   | 月 候        | ≥ 170 | 169~120 | 119~ 70  | 69~ 40    | 39~ 0   |         |
|                       |       |            | ≥ 270 | 269~120 | 119~ 10  | 9~ 2      | 1~ 0    |         |
|                       | 花 蓮   | 月 候        | ≥ 190 | 189~120 | 119~ 60  | 59 ~ 30   | 29~ 0   |         |
|                       |       |            | ≥ 290 | 289~110 | 109~ 20  | 19 ~ 3    | 2~ 0    |         |
|                       | 臺 南   | 月 候<br>冬 夏 | ≥ 210 | 209~120 | 119~ 60  | 59~ 30    | 29~ 0   |         |
|                       |       |            | ≥ 300 | 299~ 40 | 39~ 0    | ~         | ~       |         |
|                       |       |            | ≥ 300 | 299~120 | 119~ 10  | 9~ 1      | 0       |         |
|                       | 出 現 率 |            |       | 10 %    | 20 %     | 40 %      | 20 %    | 10 %    |

### 三、緯流指數與半球環流之關係

對流圈內之主環流與天氣形勢具有密切之關聯，目前長期預報之技術乃以平均環流法為主，半球環流之基本模式可粗分為高指數型環流與低指數型環流二大類如圖 2-1 所示，此種高、低指數環流型之形成乃由於平衡地球上地理的分佈所造成溫度差所導致，一般而言高指數環流期則角運動量輸送向北之成份增大，為極地區冷氣之積蓄期，反之低指數環流期為冷氣

之消費過程期，高指數期積蓄於高緯度之冷氣沿長波槽西側呈二至三股向低緯度地方溢出導致寒潮暴發。如圖 2-1 所示低指數環流型之等高線呈南北彎曲，槽脊分明，槽西側（脊東側）之冷氣顯著南下，天氣良好，氣溫較低，反之槽之東側（脊面側）為暖氣所罩。呈陰曇或陰雨天氣，氣溫較高，長期預報乃藉此種大規模環流形態之演變過程，估計未來大氣環流形勢，進而預測其天候狀態。

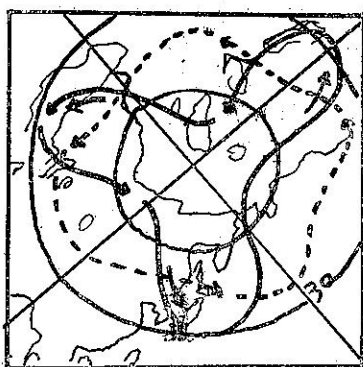


圖 2-1 高指數環流與低指數環流模式  
Fig 2-1 Models of Circulation Pattern for High Index and Low Index Situation.

代表大氣環流型之緯流指數 (Z, I) 通常以 500mb 面  $40^{\circ}\text{N}$  至  $60^{\circ}\text{N}$  間或  $30^{\circ}\text{N}$  至  $50^{\circ}\text{N}$  間之緯度平均高度差所表示 (或將此高度差換算為西風風速值表示)，緯流指數與西風帶之東西成份呈正比，因此高指數時緯流成份極為顯著，低指數時西風成份顯著減少，而南北成份有增大之特性。緯流指數之高低對於高空形勢，地面氣壓系、天候、氣溫、雨量之關係如表 2-5 所示。

表 2-5 環流形勢與高低指數之關係  
Table 2-5 Features of Circulation Pattern Related with High and Low Index situation

| 緯流指數<br>要素 | 高指數     | 低指數             |
|------------|---------|-----------------|
| 等高線        | 大致呈東西向  | 南北彎曲顯著          |
| 盛行西風       | 在中緯度勁強  | 微弱              |
| 中緯度高氣壓     | 伸展於東西向  | 伸展於南北向          |
| 極低氣壓       | 偏位於半球一側 | 分裂為二            |
| 溫度場        | 南北梯度大   | 南北梯度和緩，有時高緯度呈高溫 |
| 氣壓系        | 快速東移    | 低氣壓發展呈北移趨勢      |
| 天氣變化       | 周期變化    | 變化少，屢伴異常天候      |
| 氣溫         | 高溫      | 低溫              |
| 降水         | 少雨      | 多雨              |

茲為期明瞭中緯度西風帶呈高指數或低指數時之 500mb 環流形勢計，自過去 20 年間摘出 12 月至 2 月各月份出現緯流指數最高時及最低時之 500 mb 高空圖各 4 例，即高、低指數時期之高空圖各 12 例

求其正距平之出現頻率分佈如圖 2-2 及 2-3 所示。高指數時 500mb 高度距平之分佈特性為：

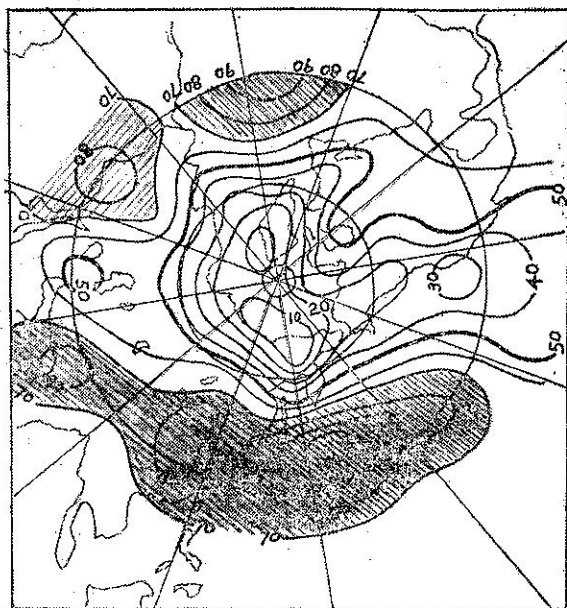


圖 2-2 高指數環流之 500mb 高度正距平頻率分佈圖  
Fig 2-2 Percentages with Plus Sign of 500 mb Height Anomalies in a High Index Circulation.

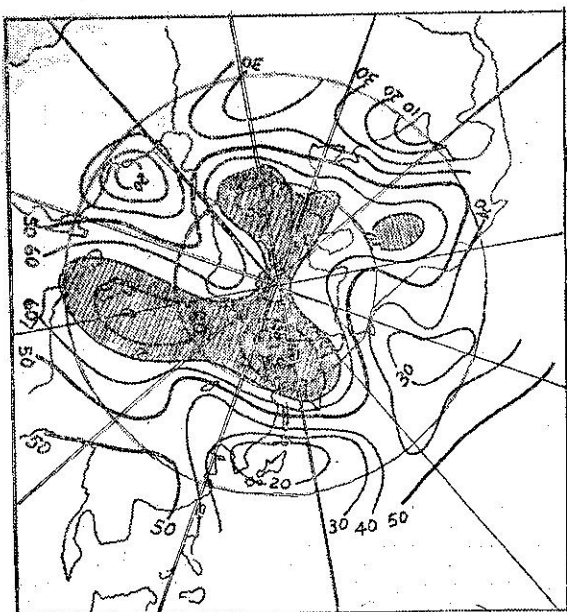


圖 2-3 低指數環流時之 500mb 高度正距平頻率分佈圖  
Fig 2-3 Percentages with Minus Sign of 500 mb Height Anomalies in a Low Index Circulation.



- (1) 正距平自大陸伸至日本東方及太平洋。
- (2) 大西洋中部有正距平向東北東伸至歐洲。
- (3) 負距平區（正距平出現頻率分佈較少區域）以極圈為中心，伸向美國西部及裏海附近。低指數時 500mb 高度距平之分佈特性為：

(1) 以日本為中心之負距平區，擴展至太平洋中部。

(2) 正距平中心位於裏海附近，堪察卡半島北方及格陵蘭西北方，三者相連於極圈呈三波槽型環流。

比較圖 2-2 及圖 2-3 可知其距平分佈特性大致呈逆位相，其較顯特性為高指數時極渦位於北極圈，中緯度呈高壓帶，而低指數型則極低壓分裂南下，中緯度地區呈低壓帶。

表 2-6 為帶指數與 500mb 高度帶狀平均值之相關係數，如表所示冬季之緯流指數與緯度 60 度帶狀平均高度之相關為最大，60 度以北高緯度地區高度與緯流指數呈負相關，而緯流指數與緯度 40 度帶狀平均高度則呈正相關，於 2 月份呈 0.96 之高相關。

表 2-6 冬半年月平均緯流指數與 500mb 月平均帶狀高度之相關係數

Table 2-6 Correlation coefficients between monthly zonal index and monthly mean zonal 500mb height during winter half year

| 月<br>緯<br>度 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 |
|-------------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|
| 80°N        | -38 | -19  | -33  | -47  | -33 | -58 | -54 |
| 70          | -75 | -49  | -76  | -80  | -57 | -84 | -82 |
| 60          | -94 | -89  | -91  | -93  | -94 | -98 | -93 |
| 50          | 10  | 5    | -34  | -2   | -5  | 34  | 40  |
| 40          | 73  | 69   | 65   | 74   | 69  | 96  | 87  |
| 30          | 27  | 25   | 49   | 55   | 77  | 81  | 71  |

由表 2-6 之相關分佈情形可知緯流指數與高度之相關特性，即緯流指數增大時高緯度地區 500mb 高度將降低，而中緯度地區 500mb 高度將上升。緯流指數降低時高緯度地區 500mb 高度上升，而中緯度地區之 500mb 高度將降低。

表 2-7 500mb 環流型與各象限緯流距平符號之關係

Table 2-7 Symbols of classification for 500mb patterns and signs of the zonal index anomalies for each quadrant

| 環流<br>象限 | M | M <sub>123</sub> | M <sub>124</sub> | M <sub>134</sub> | M <sub>234</sub> | S <sub>34</sub> | S <sub>24</sub> | S <sub>23</sub> | S <sub>14</sub> | S <sub>13</sub> | S <sub>12</sub> | Z <sub>234</sub> | Z <sub>134</sub> | Z <sub>124</sub> | Z <sub>123</sub> | Z |
|----------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|
| I        | + | -                | -                | -                | +                | -               | -               | -               | +               | +               | +               | -                | +                | +                | +                | + |
| II       | + | -                | -                | +                | -                | -               | +               | +               | -               | -               | +               | +                | -                | +                | +                | + |
| III      | + | -                | +                | -                | -                | +               | -               | +               | -               | +               | -               | +                | +                | -                | +                | + |
| IV       | + | +                | -                | -                | -                | +               | +               | -               | +               | -               | -               | +                | +                | +                | -                | + |

#### 四、大氣環流模式之分類

大氣環流型之研究以 Wangengeim 與 Girs 之分類法為眾所熟知，Wangengeim 等於 1960 年提示將環流型分為 W、E 及 C 型三大類，即 W 型為氣流彎曲之幅度微少者，E 型及 C 型為氣流彎曲較大而其振盪位相不同者，並將其各細分為三小類共得 9 類環流模式，繼之 Baur 於 1963 年將 500mb 高空圖分類為東西循環型與南北循環型，並且考慮噴射氣流之位置而提示 8 類環流模式，試圖解釋環流型與天候之關係，1970 年日本氣象廳長期預報管理官室利用 50°N 緯流指數距平之半球分佈分類 500mb 5 日平均圖獲得 16 種代表性環流型，茲沿用其分類模式，分析 1961 年至 1970 年冬季環流型與臺灣地區氣溫變化之關係供預報之參考。

分類方法如圖 2-4 所示將半球劃分為 4 象限，分別計算各象限之 50°N 緯流指數（指數以高度差表示），再求其各象限緯流指數距平，將各象限所示距平正負符合予以組合得如表 2-7 所示 16 類形勢。4 象限中緯流指數距平為正符號之象限佔了象限以上者歸類為緯流型（Z），緯流指數距平為負符號之象限佔了 3 象限以上者為經流型（M），而以緯流指數距平正負符號各佔 2 象限者為中間型（S），並以註腳號碼表示各象限距平之正負。Z 型與 S 型之註腳號碼代表緯流指數距平呈負符號之象限，而 M 型之註腳號碼則代表緯流指數距平呈負符號之象限，如 S<sub>12</sub> 示第 1 象限與第 2 象限指數距平符號為正之中間型環流。

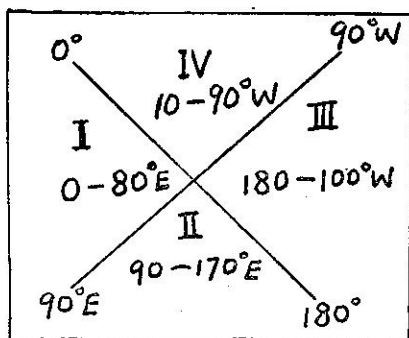


圖 9-4 半球象限之劃分

Fig 2-4 Quadrants for the Northern Hemisphere

將歷年 500mb 5 日平均圖依照指數距平符號組合予以歸類，分別繪製各類合成圖可得 16 類環流模式，如圖 2-5 所示。各環流模式均具有其固有特徵，茲分述如下：

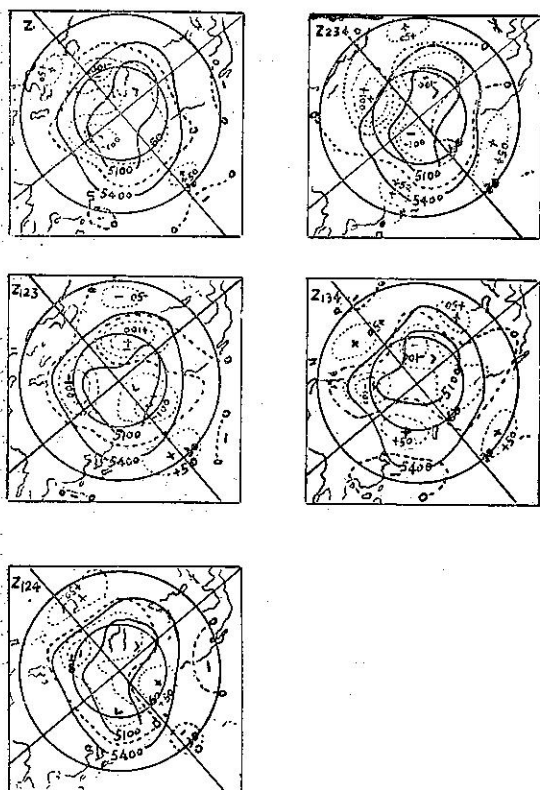


圖 2-5 16 類 500mb 5 日平均環流模式

Fig 2-5 16 Types of 500mb 5-day Mean Patterns.

### (一) Z 型

半球合象限均呈高指數時之環流型， $60^{\circ}\text{N}$  至  $70^{\circ}\text{N}$  一帶為負距平（高度距平）所罩，負距平中心分踞於冰島及嘎啦海附近，極渦大約位於極圈地區，但嘎啦海之負距平顯著則極渦中心屢位於嘎啦海附近。中緯度大致呈正距平區，正距平中心位於地中海及太平洋中部，日本南方海面有弱負距平區出現。半球形勢呈弱二波槽型環流。

### (二) M 型

諾伏實利亞附近雖呈弱負距平區，但其他高緯度地區則均為正距平所罩，烏拉山區、格陵蘭及阿拉斯加附近呈正距平中心，極渦分裂大多位於諾伏實利亞北方，巴芬島及鄂霍次克海附近。負距平中心位於日本附近，歐洲中部及美國東岸，呈三波槽型環流。

### (三) $Z_{123}$ 型

格陵蘭附近有顯著正距平區，嘎啦海與白冷海北部呈負距平中心，極渦位於極圈或偏在東半球。

### (四) $M_{123}$ 型

堪察卡至阿拉斯加附近與歐洲高緯度處有正距平中心。極渦位於格陵蘭附近，日本海南部及歐洲南部呈負距平中心。三波槽環流型但美國東部槽不顯著。

### (五) $Z_{124}$ 型

阿拉斯加與歐洲南部有正距平中心，極渦分裂為二，分踞巴芬島及鄂霍次克、阿拉斯加附近呈高壓脊。

### (六) $M_{124}$ 型

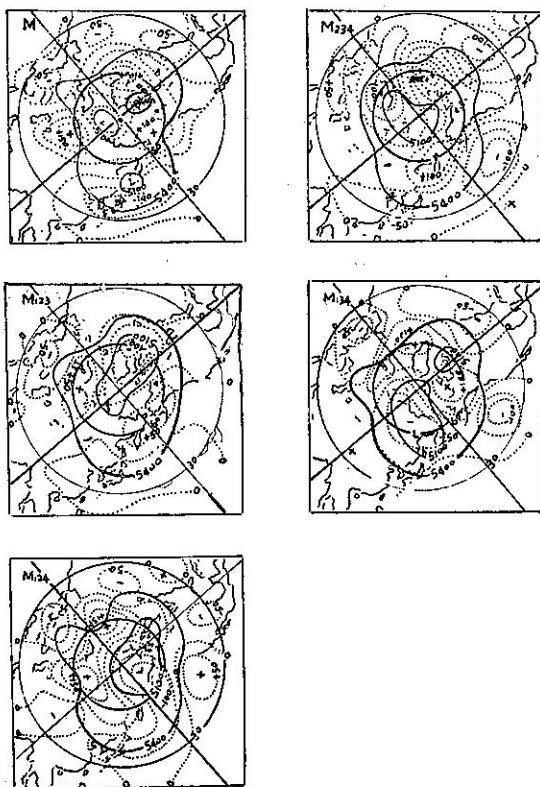
冰島與烏拉山脈附近之高壓脊顯著發展，格陵蘭經北歐至西伯利亞中部呈廣泛正距平區，極渦在阿拉斯加北方，負距平區由此中心向西南伸至日本。

### (七) $Z_{123}$ 極

渦位於巴芬島附近，由格陵蘭經極圈至西伯利亞北部之高緯度地區為負距平所罩，中緯度則正距平中心在大西洋至歐洲一帶，日本附近及太平洋東部，以歐洲之正距平最為顯著。

### (八) $M_{284}$ 型

格陵蘭南部與堪察卡附近有顯著正距平區，極渦



位於嘎拉海附近。歐洲、美國東岸及北太平洋之負距平顯著，又日本西部至琉球一帶亦屢呈負距平。

#### (A) $Z_{134}$ 型

烏拉山區、格陵蘭、阿拉斯加附近呈負距平中心，極渦位於巴芬島附近，又日本西部至琉球一帶呈弱負距平區，正距平中心各位於歐洲南部、美國東部及西伯利亞東部。

#### (H) $M_{134}$ 型

西半球之高緯度地區均為顯著正距平區所罩，格陵蘭南部及加拿大西北部有正距平中心存在，因此極渦偏倚位於亞東地區之鄂霍次克海附近。負距平中心分位於歐洲南部，西伯利亞大陸，北太平洋東部及美國東岸。

#### (U) $S_{12}$ 型

西半球之高緯度地區為正距平所罩，哈德遜灣與阿拉斯加附近有正距平中心，極渦偏在亞洲區，東半球之高緯度地區均呈負距平。華南一帶有弱負渦平區。

#### (U) $S_{34}$ 型

東半球高緯度呈正距平區，距平中心位於西伯利亞東部，西半球高緯度地區為負距平所罩，負距平中

心位於格陵蘭及阿拉斯加附近。極渦在巴芬島附近。

#### (U) $S_{23}$ 型

格陵蘭至歐洲為正距平所罩與白冷海至西伯利亞西部之負距平區呈顯著對比，日本至夏威夷之太平洋區為正距平所罩。

#### (U) $S_{14}$ 型

白冷海出現顯著阻塞高氣壓，正距平區由此西伸至西伯利亞大陸。負距平區自歐洲北部經大西洋、加拿大、太平洋、日本而伸至華中。極渦大部位於哈德遜灣。

#### (U) $S_{24}$ 型

歐洲與阿拉斯加呈高壓脊，為顯著正距平所罩，日本與大西洋中部亦呈正距平區。極渦分裂位於加拿大及亞東方面，以加拿大之極渦為主中心。

#### (U) $S_{18}$ 型

格陵蘭附近與貝加爾北方正距平顯著，極渦位於歐洲方面，鄂霍次克海有副極渦中心。歐洲北部與阿拉斯加附近呈現負距平中心，後者之負距平區西伸至日本附近。

以上為 16 類 500mb 環流模式，如其模式所示視各象限緯流指數距平符號正負分佈，其高度距平形勢有顯著之差異，其一般特性如下所示。

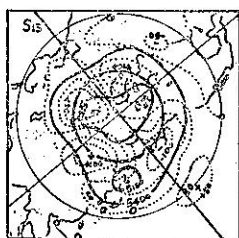
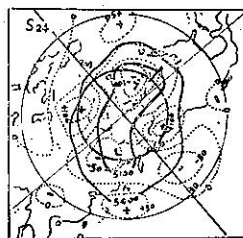
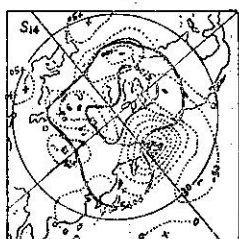
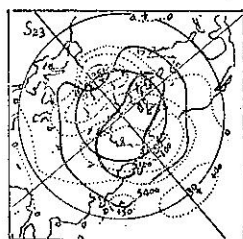
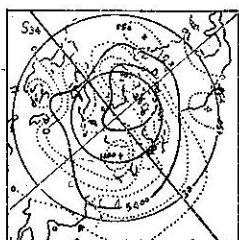
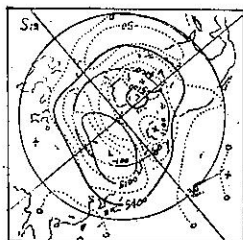
(一) 冬季極渦之位置較偏南位於加拿大北部而鄂霍次克海有一副中心存在，但其位置乃隨各象限緯流指數之高低而產生偏倚，極渦大部位於指數距平正符號象限之高緯度處，如有二象限呈高指數則極渦屢分裂為二中心，分別位於高指數象限之高緯度處。

(二) 指數分佈為 Z 型時 500mb 形勢屢呈二波槽型環流，指數分佈為 M 型則三波數型環流卓越。

(三) 高度距平分佈之特性為正符號（高指數）象限之高緯度地區大都呈負距平區，而中緯度為正距平所罩。負符號（低指數）象限之高緯度處為顯著距平區所罩，而中緯度則呈負距平區，兩者呈相反之距平分佈。

### 五、500mb 平均圖模式與氣溫之關係

高空環流形勢可主宰地面氣壓系之演變與天候，其對於地面氣溫之一般關係為高指數環流對應於高溫，低指數環流屢呈低溫，此種關係於盛行西風卓越之中緯度地區較為明顯，惟實際上高空形勢極為複雜，日常分析所得高空圖出現典型高指數或低指數形勢之機率較微，大部為由高指數轉移低指數或由低指數轉移高指數之過度期形勢，因此高空形勢與地上氣溫之對應性亦較為複雜。



茲使用 1961 年至 1970 年冬季 500mb 5 日平均圖及 5 日平均氣溫資料論述兩者之關係供參考。

茲將 1961 年至 1970 年冬季 500mb 5 日平均圖；依照前節所示模式予以分類得如表 2-8 所示。此處所指冬季為前一年 11 月至當年 3 月，因此表 2-8

所示 1961 年第 62 至 73 半旬為 1960 年 11 月及 12 月份各旬之平均環流模式。計算臺北 5 日平均氣溫距平值，分別統計各環流模式所呈氣溫分佈得如表 2-9 所示。表 2-9 所示氣溫之分級使用 2-4 表所示之劃分標準。

表 2-8 北半球 500mb 5 日平均圖之分類 (1961-1970)  
Table 2-8 Classification of the N,H 500mb 5-day Mean Chart (1961-1970)

| 半<br>旬      | 年  | 1961               | 1962               | 1963               | 1964               | 1965               | 1966               | 1967               | 1968               | 1969               | 1970               |
|-------------|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 十<br>一<br>月 | 62 | M <sub>234</sub>   | S <sub>24</sub> *  | S <sub>24</sub>    | Z <sub>123</sub>   | Z <sub>123</sub>   | Z <sub>124</sub> * | Z <sub>123</sub>   | M <sub>134</sub> * | M <sub>134</sub>   | Z <sub>123</sub>   |
|             | 63 | S <sub>24</sub> *  | S <sub>24</sub>    | M <sub>134</sub>   | Z <sub>123</sub>   | Z *                | Z <sub>124</sub>   | Z <sub>234</sub>   | Z <sub>234</sub>   | M <sub>234</sub> * | Z <sub>123</sub>   |
|             | 64 | Z                  | S <sub>23</sub>    | M <sub>134</sub>   | M <sub>234</sub>   | Z *                | S <sub>12</sub>    | S <sub>24</sub>    | Z <sub>124</sub>   | M *                | M                  |
|             | 65 | Z <sub>234</sub> * | M <sub>124</sub>   | S <sub>24</sub> *  | Z                  | Z <sub>124</sub>   | Z <sub>123</sub>   | S <sub>24</sub>    | M                  | M <sub>134</sub>   | S <sub>12</sub>    |
|             | 66 | Z <sub>234</sub>   | M <sub>234</sub>   | S <sub>24</sub>    | Z <sub>134</sub>   | S <sub>14</sub>    | Z <sub>124</sub>   | Z <sub>234</sub>   | M <sub>124</sub>   | Z <sub>234</sub> * | S <sub>13</sub>    |
| 十<br>二<br>月 | 67 | Z <sub>124</sub>   | Z <sub>123</sub>   | Z <sub>123</sub>   | S <sub>24</sub>    | S <sub>14</sub>    | Z                  | M *                | S <sub>24</sub>    | Z                  | M                  |
|             | 68 | Z <sub>124</sub>   | Z <sub>123</sub>   | Z <sub>123</sub>   | S <sub>23</sub>    | M <sub>123</sub>   | Z                  | M <sub>123</sub>   | M <sub>124</sub>   | Z                  | M                  |
|             | 69 | S <sub>24</sub> *  | S <sub>12</sub>    | S <sub>12</sub>    | S <sub>12</sub>    | S <sub>24</sub>    | Z                  | M <sub>123</sub>   | S <sub>13</sub>    | S <sub>23</sub>    | M <sub>134</sub>   |
|             | 70 | M <sub>134</sub> * | M <sub>123</sub>   | Z <sub>124</sub>   | S <sub>12</sub>    | Z <sub>234</sub>   | M <sub>123</sub>   | S <sub>24</sub> *  | S <sub>12</sub>    | S <sub>24</sub> *  | M                  |
|             | 71 | M <sub>234</sub>   | M <sub>124</sub> * | Z <sub>124</sub>   | S <sub>12</sub> *  | S <sub>12</sub>    | Z <sub>123</sub>   | S <sub>23</sub>    | M <sub>234</sub>   | S <sub>12</sub>    | M <sub>134</sub>   |
| 一<br>月      | 72 | M <sub>123</sub>   | S <sub>13</sub> *  | M <sub>134</sub>   | Z <sub>134</sub>   | S <sub>12</sub>    | M <sub>134</sub>   | M                  | S <sub>14</sub>    | M <sub>134</sub>   | M <sub>134</sub>   |
|             | 73 | M <sub>123</sub>   | M <sub>234</sub>   | M <sub>234</sub>   | Z *                | S <sub>12</sub>    | S <sub>14</sub>    | M <sub>124</sub>   | S <sub>14</sub>    | M                  | M <sub>234</sub>   |
|             | 1  | S <sub>23</sub> *  | Z *                | S <sub>13</sub> *  | Z <sub>234</sub>   | S <sub>12</sub>    | Z <sub>124</sub> * | M <sub>124</sub>   | Z                  | M <sub>124</sub>   | M <sub>234</sub>   |
|             | 2  | M <sub>134</sub> * | Z <sub>124</sub> * | M <sub>234</sub> * | Z *                | Z <sub>134</sub> * | S <sub>23</sub>    | S <sub>23</sub> *  | S <sub>12</sub> *  | S <sub>23</sub> *  | M <sub>234</sub> * |
|             | 3  | S <sub>24</sub>    | Z <sub>124</sub>   | M <sub>234</sub>   | Z <sub>123</sub>   | S <sub>24</sub>    | S <sub>23</sub>    | Z <sub>123</sub>   | M <sub>234</sub>   | S <sub>12</sub>    | M <sub>124</sub> * |
| 二<br>月      | 4  | M <sub>134</sub>   | S <sub>14</sub>    | M                  | S <sub>23</sub>    | S <sub>24</sub>    | M                  | Z <sub>234</sub>   | M <sub>124</sub>   | M <sub>123</sub>   | M                  |
|             | 5  | M <sub>134</sub>   | Z <sub>134</sub>   | M                  | Z <sub>123</sub>   | Z <sub>234</sub>   | M *                | Z <sub>124</sub>   | M <sub>124</sub>   | M <sub>134</sub>   | M <sub>134</sub>   |
|             | 6  | S <sub>14</sub>    | S <sub>24</sub>    | M                  | S <sub>13</sub>    | S <sub>23</sub>    | S <sub>12</sub>    | S <sub>12</sub> *  | M <sub>123</sub>   | S <sub>23</sub>    | Z <sub>123</sub>   |
|             | 7  | M <sub>234</sub>   | Z <sub>234</sub>   | M                  | S <sub>24</sub> *  | S <sub>13</sub> *  | S <sub>12</sub>    | Z                  | S <sub>24</sub>    | Z <sub>123</sub>   | Z <sub>134</sub>   |
|             | 8  | S <sub>24</sub> *  | S <sub>24</sub> *  | M <sub>124</sub> * | M <sub>124</sub>   | S <sub>23</sub>    | Z <sub>123</sub>   | Z <sub>123</sub> * | M                  | Z <sub>123</sub> * | Z <sub>124</sub>   |
| 三<br>月      | 9  | Z <sub>123</sub>   |                    | M *                | S <sub>24</sub> *  | M <sub>123</sub>   | Z                  | S <sub>24</sub>    | M <sub>234</sub>   | M <sub>134</sub>   | Z <sub>124</sub> * |
|             | 10 | S <sub>24</sub>    | Z <sub>124</sub> * | S <sub>14</sub> *  | M <sub>124</sub>   | S <sub>23</sub> *  | Z <sub>123</sub>   | Z <sub>234</sub>   | M <sub>234</sub>   | M <sub>134</sub>   |                    |
|             | 11 | Z <sub>134</sub>   | M *                | S <sub>14</sub>    | M <sub>234</sub> * | M <sub>124</sub> * | S <sub>12</sub>    | Z                  | M <sub>234</sub>   | M                  | S <sub>24</sub> *  |
|             | 12 | Z                  | M *                | M <sub>123</sub>   | Z                  | S <sub>13</sub>    | Z                  | Z                  | S <sub>14</sub> *  | M <sub>134</sub> * | M                  |
|             | 13 | Z <sub>234</sub>   | S <sub>12</sub>    | S <sub>14</sub> *  | Z                  | M <sub>234</sub>   | Z <sub>124</sub>   | Z <sub>124</sub>   | M <sub>124</sub>   | M <sub>134</sub>   | M                  |
| 月           | 14 | S <sub>14</sub>    | S <sub>12</sub>    | Z <sub>134</sub>   | Z                  | S <sub>13</sub> *  | Z                  | Z <sub>234</sub>   | S <sub>14</sub> *  |                    | M                  |
|             | 15 | Z <sub>134</sub> * | M <sub>234</sub>   | Z <sub>134</sub>   | Z <sub>234</sub> * | S <sub>14</sub> *  | Z *                | S <sub>24</sub>    | Z <sub>124</sub>   |                    | M                  |
|             | 16 | M <sub>234</sub> * |                    | Z <sub>123</sub> * | M <sub>124</sub>   | M <sub>123</sub> * | M <sub>123</sub>   | M <sub>123</sub>   | Z <sub>124</sub> * |                    | M <sub>123</sub>   |
|             | 17 | S <sub>14</sub> *  | M <sub>124</sub> * | Z <sub>124</sub>   | M <sub>123</sub> * | M <sub>123</sub>   | S <sub>14</sub> *  | Z                  | Z <sub>234</sub>   | S <sub>23</sub>    | M <sub>234</sub> * |
|             | 18 | S <sub>12</sub>    | Z <sub>124</sub>   | Z <sub>124</sub>   | M <sub>234</sub>   | S <sub>24</sub>    | M <sub>124</sub> * | Z <sub>234</sub>   | Z                  | Z *                | M <sub>234</sub> * |

表 2-9 環流型與氣溫之關係

Table 2-9 The Relation between Mean Circulation Types with Temperature

| 氣溫分佈 | 環流型 | 低指數環流系 |                  |                  |                  |                  | 中間環流系           |                 |                 |                 |                 |                 | 高指數環流系           |                  |                  |                  |     |   |
|------|-----|--------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----|---|
|      |     | M      | M <sub>123</sub> | M <sub>124</sub> | M <sub>134</sub> | M <sub>234</sub> | S <sub>34</sub> | S <sub>24</sub> | S <sub>23</sub> | S <sub>14</sub> | S <sub>13</sub> | S <sub>12</sub> | Z <sub>234</sub> | Z <sub>134</sub> | Z <sub>124</sub> | Z <sub>123</sub> | Z   | 計 |
| 異常高溫 | 2次  | 0      | 3                | 3                | 0                | 0                | 1               | 7               | 0               | 0               | 1               | 2               | 0                | 2                | 2                | 4                | 27  |   |
|      | 8%  | 0      | 18               | 12               | 0                | 0                | 8               | 47              | 0               | 0               | 4               | 12              | 0                | 8                | 9                | 15               | 9   |   |
| 高 溫  | 2   | 2      | 1                | 5                | 3                | 2                | 4               | 2               | 2               | 0               | 2               | 7               | 1                | 4                | 3                | 5                | 45  |   |
|      | 8   | 13     | 6                | 20               | 12               | 12               | 33              | 13              | 13              | 0               | 8               | 41              | 10               | 15               | 14               | 19               | 15  |   |
| 平 常  | 8   | 9      | 8                | 11               | 6                | 9                | 5               | 5               | 8               | 3               | 18              | 6               | 5                | 16               | 10               | 12               | 139 |   |
|      | 32  | 56     | 46               | 44               | 24               | 56               | 42              | 33              | 50              | 42              | 75              | 35              | 50               | 62               | 45               | 44               | 46  |   |
| 低 溫  | 9   | 2      | 3                | 5                | 9                | 4                | 2               | 1               | 4               | 2               | 2               | 2               | 2                | 3                | 4                | 4                | 58  |   |
|      | 36  | 13     | 18               | 20               | 36               | 26               | 17              | 7               | 24              | 29              | 8               | 12              | 20               | 12               | 18               | 15               | 18  |   |
| 異常低溫 | 4   | 3      | 2                | 1                | 7                | 1                | 0               | 0               | 2               | 2               | 1               | 0               | 2                | 1                | 3                | 2                | 31  |   |
|      | 16  | 18     | 12               | 4                | 28               | 6                | 0               | 0               | 13              | 29              | 4               | 0               | 20               | 4                | 14               | 7                | 11  |   |
| 計    | 25  | 16     | 17               | 25               | 25               | 16               | 12              | 15              | 16              | 7               | 24              | 17              | 10               | 26               | 22               | 27               | 300 |   |
|      | 100 | 100    | 100              | 100              | 100              | 100              | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100             | 100              | 100              | 100              | 100              | 100 |   |
| 判    | L   | NL     | H,L              | H                | L                | NL               | H               | H               | NL              | L               | N               | H               | NL               | NH               | H,L              | H                |     |   |

另在 2-9 表下方以符號表示經綜合判斷所得各類模式之氣溫情況，其符號之定義如下：

H——高溫，個類模式下所呈五日平均氣溫例中，平常氣溫例佔 50 % 以下而其餘例中以高溫例（包括異常高溫）之出現頻率大於低溫例（包括異常低溫）。

L——低溫，個類模式下所呈五日平均氣溫統計例中平常氣溫例佔 50 % 以下而其餘例中以低溫例之出現頻率大於高溫。

N——平常氣溫，個類模式下所呈 5 日平均氣溫統計例中平常氣溫例數超過 50 % 以上。

NH——氣溫偏高，個類模式下所呈 5 日平均氣溫統計例中，平常氣溫例佔 50 % 以上，而其餘例中以高溫例佔大多數者。

NL——氣溫偏低，與上項定義相反。

H,L——高溫、低溫並現，個類模式下之 5 日平均氣溫統計例中平常氣溫例佔 50 % 以下，而其餘例中高溫例與低溫例之出現頻率相接近者。

1961 年至 1970 年冬季共有 300 個 5 日平均資料，其中高溫例出現 72 次，佔總數之 24 %，低溫例出現 89 次佔總數之 30 %，餘 139 次佔總數之 46 % 為平常氣溫例，以氣候學的見地而言，調查期間之冬天經過乃屬於氣溫偏低時期。

高空模式與氣溫之關係以高指數環流系之 Z<sub>234</sub> 型，Z 型，中間環流系之 S<sub>24</sub> 型，S<sub>23</sub> 型及低指數環流系之 M<sub>134</sub> 型對應高溫，低指數環流系之 M 型，M<sub>234</sub> 型及中間環流系之 S<sub>13</sub> 型對應低溫。氣溫呈偏高之模式有 M<sub>134</sub> 型，氣溫偏低之模式有 M<sub>123</sub> 型，S<sub>14</sub> 型及 Z<sub>134</sub> 型。高低溫並現模式有 M<sub>123</sub> 型及 Z<sub>123</sub> 型，平常氣溫之模式有 S<sub>12</sub> 型。以環流系而言，低指數環系 5 類模式中除 M<sub>134</sub> 型為高溫外，其餘 4 類均為低溫，高指數環流系 5 類中除 Z<sub>134</sub> 型偏向低溫外，其餘 4 類均對應高溫，兩環流系所示氣溫分佈情況呈相反之現象。中間型環流系中有 2 類呈高溫，3 類呈低溫，另一類 S<sub>12</sub> 型則，為 16 模式中呈平常氣溫之唯一模式，（表 2-10）

考察表 2-10 可得頗具有興趣之事實，即同是第二象限（亞洲區）呈低指數環流之模式（M 型，M<sub>234</sub> 型，S<sub>13</sub> 型，Z<sub>134</sub> 型，M<sub>123</sub> 型，S<sub>34</sub> 型，S<sub>14</sub> 型）各類所相對應之氣溫分佈均呈低溫狀態，反之第二象限呈高指數環流之模式（M<sub>134</sub> 型，S<sub>24</sub> 型，S<sub>23</sub> 型，Z<sub>234</sub> 型，Z 型，Z<sub>124</sub> 型）則其相對應之氣溫分佈均呈高溫狀態，可知亞洲區之指數狀態對於臺灣區之氣溫分佈具有主宰性影響力。

環流模式與異常高溫，異常低溫之出現分佈之關係以 S<sub>23</sub> 型之特性最為顯著，15 例中異常高溫佔 7



表 2-10 大氣環流系與氣溫分佈之關係  
Table 2-10 The Relation between  
Mean Circulation System with  
Temperature

| 氣溫分佈    | 環流系              | 低指數環流系           | 中間環流系           | 高指數環流系           |
|---------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| 高 溫     | M <sub>184</sub> |                  | S <sub>24</sub> | Z <sub>234</sub> |
| 低 溫     | M                | M <sub>124</sub> | S <sub>28</sub> | Z                |
| 平常 → 偏高 |                  |                  |                 | Z <sub>124</sub> |
| 常常 → 偏低 | M <sub>234</sub> |                  | S <sub>18</sub> | Z <sub>184</sub> |
| 高低並現    | M <sub>128</sub> |                  |                 | Z <sub>128</sub> |
| 平 常     |                  |                  | S <sub>34</sub> |                  |

例 (47%) 且無一次異常低溫例出現，其次特性較顯著者為 M<sub>234</sub> 型，26 例中異常低溫出現 7 例 (28%) 無一次異常高溫例出現。高指數環流系與低指數環流系所屬之模式則於同一模式中屢有出現異常高溫與異常低溫，其對應特性對比不顯其銳，高指數環流系中異常高溫出現 10 次，異常低溫出現 8 次，而低指數環流系則出現異常高溫 8 次，異常低溫 17 次，以後者之對應特性較優。中間環流系對於異常高 (低) 溫出現分佈之對應性較佳，6 類模式中除 S<sub>18</sub> 型兩者均出現 1 次外，其餘 5 類模式中有二類 (S<sub>24</sub> 型，S<sub>28</sub> 型) 僅出現異常高溫，其餘三類 (S<sub>34</sub> 型，S<sub>14</sub> 型，S<sub>13</sub> 型) 則僅出現異常低溫。

茲為期了解同一模式中出現高溫或低溫起見，自高指數環流系與低指數環流系各擇出一種模式分別討論其呈異常高溫，或異常低溫時高空形勢之差異供參考。

低指數環流系選擇 M 型研討之。M 型之模式為全球各象限普遍呈低指數，等高線顯著彎曲，南北交流極為旺盛之形勢，其模式特徵為極渦分裂為三中心，各位於巴芬島，鄂霍次克海及卡拉海東部。距平形勢除卡拉海有弱負距平區外其他高緯度處均呈正距平區，日本附近，歐洲中部，美國東岸有負距平區，呈三波槽型之冬季標準形勢，其中以亞洲之主槽最為深潛，高空脊分位於槽間之太平洋西部，大西洋及中東附近，臺灣位於亞洲主槽之西側，北來氣流顯著呈隆冬天候。

圖 2-6-a 為 M 型異常低溫出現時之北半球 500mb 5 日平均圖形勢，阿拉斯加及中東之高空脊顯著發展向北伸展，連接於高緯度，極渦分裂南移，位於日本北部，沿 130°E 之日本西部呈亞洲區之主槽

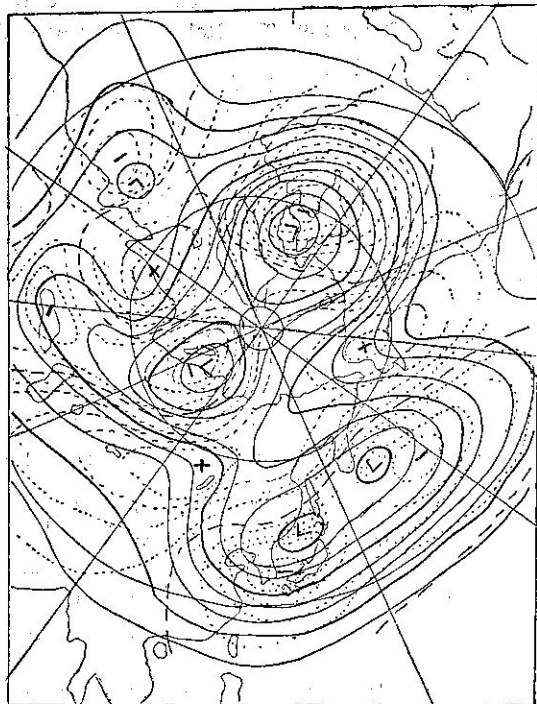


圖 2-6 a. M 型異常低溫時之 500mb 5 日平均圖形勢

Fig 2-6 a. 500mb 5day Mean Pattern of Type M in a Case of very Low Temperature.

場，距平分佈呈顯著之北高南低形式，負距平中心位於日本海南部，將此形勢與標準模式相比較得知異常低溫出現時之高空圖形勢有如下特徵：

1. 太平洋西部之高空槽顯著發展北伸於東部西伯利亞高緯度處，與此相對應之中東高空槽亦發展向北伸展，兩者相連於北緯 60 度附近。
2. 亞洲區之極渦分裂中心位於日本海南部，與模式之標準位置相比較約南偏 10 度緯度，此極渦之偏倚可將冷氣大量輸送至低緯度處。
3. 亞洲區主槽所在位置較模式所示位置偏西 10 度經度，位於 130°E 附近，槽後之臺灣為顯著西北流所罩。
4. 距平分佈如同模式所示呈北高南低形勢，惟其正負距平梯度較為強烈，兩者呈顯著對照。

圖 2-6 b 為 M 型異常高溫時之北半球 500mb 5 日平均圖，其形勢之特徵為：

1. 北太平洋之高空脊雖發展但未伸達西伯利亞東部。
2. 亞洲區之極渦分裂中心位於模式標準位置之鄂霍次克海，呈東西向之偏平形狀。
3. 亞洲區之主槽消失不見，其標準所在地區之日



本附近呈緯流狀態，沿  $90^{\circ}\text{E}$  之低緯度處有顯著槽場出現。

4. 距平分佈乃呈北高南低型，但其距平梯度和緩，且  $35^{\circ}\text{N}$  以南呈弱距平區。

高指數環流系選擇  $Z_{123}$  型予以研討之。

$Z_{123}$  型之標準模式為第 4 象限之大西洋，美國西部呈低指數環流型，極渦偏位於高指數側之東半球，亞洲區之距平形勢呈北低南高，卡拉海與白冷海北部有負距平中心，中緯度南部為正距平所罩。

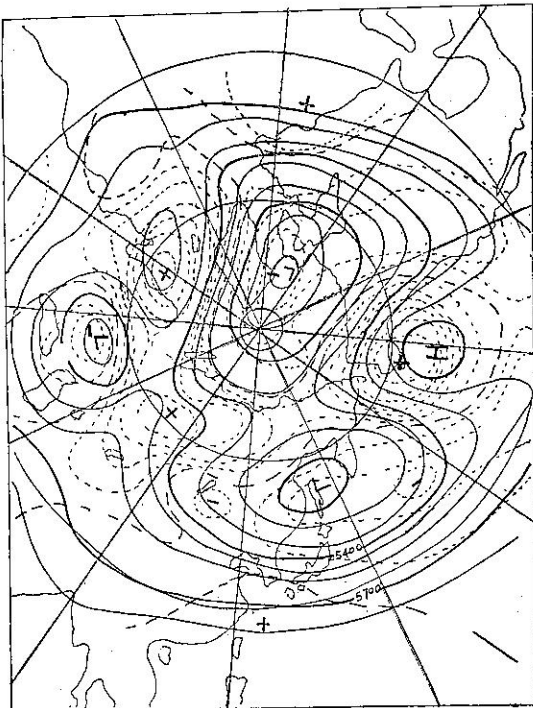


圖 2-6 b. M型異常高溫時之 500mb 5日平均圖形勢  
Fig 2-6 b. 500mb 5day Mean Pattern Type M in a Case of very High Temperature.

圖 2-7 a 為  $Z_{123}$  型異常低溫時之 500mb 5日平均圖形勢，其特徵為：

1.  $Z_{123}$  型模式為日本，臺灣一帶呈弱正距平區，異常低溫出現時則如 2-7 a 圖所示此區反為負距平區所罩，東海至臺灣呈低緯度槽場。

2. 高緯度之距平分佈大致與模式相同呈負距平區，惟北緯  $45^{\circ}$  度至  $50^{\circ}$  度一帶出現正距平區，沿海州有一正距平中心存在。

3. 西伯利亞之貝加爾湖附近呈逆位相型之高空脊場，向南輸送冷氣。

4. 亞洲區之距平分佈由北至南呈低—高一低之三段型形勢。

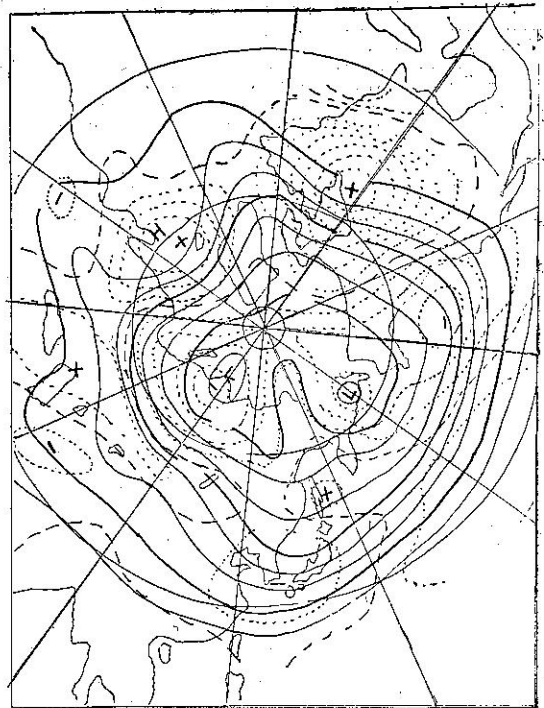


圖 2-7 a  $Z_{123}$  型異常高溫時之 500mb 5日平均圖形勢  
Fig 2-7 a. 500mb 5-day Mean Pattern of Type  $Z_{123}$  in a Case of Very Low Temperature

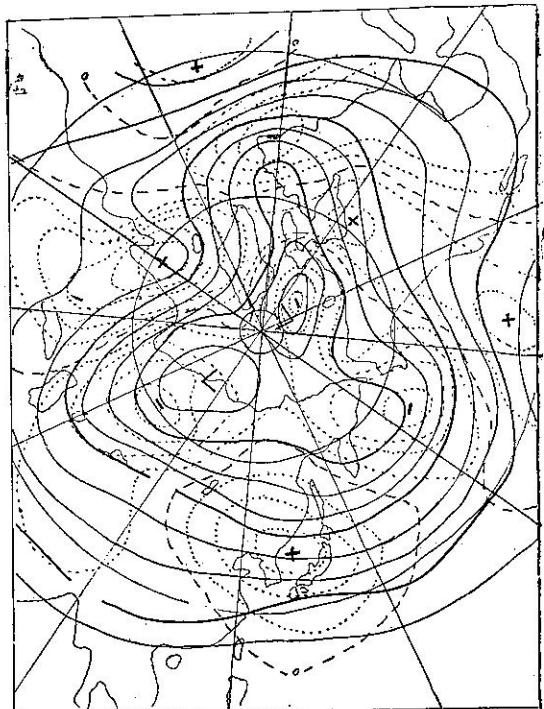


圖 2-7 b  $Z_{123}$  型異常高溫時之 500mb 5日平均圖形勢  
Fig 2-7 b. 500mb 5-day Mean Pattern of Type  $Z_{123}$  in a Case of Very High Temperature

圖 2-7 b 爲  $Z_{123}$  型異常高溫時之 500mb 5 日平均圖形勢，其特徵如下：

1. 卡拉海與白冷海北部之負距平中心位置與模式相同，惟其負距平區向南伸入於中緯度南部，形成顯著槽場。

2. 冬季經常徘徊於  $140^{\circ}\text{E}$  附近之主槽大幅向西移向大陸，而冬季經常為高空脊之北太平洋中部，及中東附近之高空脊場均反呈顯著槽場，日本東海一帶呈弱高空槽場，緯流卓越， $90^{\circ}\text{E}$  低緯度處出現低壓槽，臺灣區為西南氣流所罩。

3. 平均模式上北太平洋中部呈正距平中心，日本，大陸為弱正距平區所罩，異常高溫時則正距平中心偏西，移至日本海顯著加強，罩及華東華北一帶。

4. 亞洲區之距平分佈為  $60^{\circ}\text{E}$  以北高緯度區域為負距平所罩，呈北低南高距平形勢。

## 六、500mb 5 日平均圖與一週天氣大勢之關係

500mb 5 日平均圖形勢與該期間內之天氣演變狀態具有密切之關聯，預報人員可預先究其相互關係，經由連續數張之 500mb 5 日平均圖，利用外延法，趨勢法製作未來一週之基本天氣大勢。使用 500mb 5 日平均圖為一週預報之主要依據乃基於經由時間平均可將西風帶內之小擾動消除，平均圖上僅呈現大規模環流形勢，其所示波槽為移動遲緩，波長達 4,000 公里以上之長波槽，平均圖上所呈長波槽脊之分佈對於直接可影響及每日天氣變化之短波槽脊之消長具有主宰性影響力即

1. 短波槽向長波槽所在之經度接近時，短波槽將加深。

2. 短波槽向長波脊所在之經度接近時，短波槽將減弱。

3. 短波脊向長波槽所在之經度接近時，短波脊將減弱。

4. 短波脊向長波脊折所在之經度接近時，短波脊將加強。

長波槽脊與短波槽脊同樣各伴隨有特定天候，即槽之東側（脊之西側）易發生低氣壓，溫暖而天氣較劣，反之槽之西側（脊之東側）易發生高氣壓，寒冷而天氣良好。

因此一週預報上如能十分把握長波槽脊之動態預佔未來天氣圖形勢，再配合短波槽脊之移動當可獲得未來 5 至 7 天之逐日預報。

長波槽乃由於極圈地區與赤道間之溫度差以及地球之自轉所產生，因此隨地理分佈與季節之變遷，長波槽之所在位置，波長及波幅有所不同，一般而言，極圈與赤道間南北溫度差較大之冬季盛行西風較為勁強，為平衡南北溫度差西風增強至某一限度則開始呈彎曲流現象，而助長氣流之南北交換，緩和由於南北氣溫差所導致盛行西風之無限度增強，此種南北流交換現象將西風勁強高指數期內蓄存於極地區之寒冷空氣輸送於低緯度地區導致寒潮暴發，此即為長波槽顯著發展之低指數期。

冬季由於氣溫之南北梯度大，西風較強，因此西風槽之波長較長，波幅亦較大，尤以波數一至三之波長達 10,000 公里以上之超長波為甚，此種超長波發展所建立之高空形勢持續性極大，恆達 10 至 20 天之久，因此對於冬季天氣形勢之預測所具價值至鉅。

冬季之標準高空形勢，高緯度地區以波數二最為顯著，其所形成之高空槽位於  $80^{\circ}\text{E}$  及  $130^{\circ}$  至  $140^{\circ}\text{E}$  之間，然中緯度則波數三較為顯著，除上述二高空槽外於歐洲形成另一高空槽，此等三高空槽中以亞東之高空槽最為深濬，歐洲與美洲東部之高空槽則兩者之強度略同，由於亞東之高空槽深濬，因此北方之冷氣較其他地區大幅南下至低緯度處。

追蹤冬季 500mb 月平均圖上經常通過  $40^{\circ}\text{N}$  以北地區之 5400 重力公尺等高線之變化則雖然有強弱之差別，當可發現亞東（ $140^{\circ}\text{E}$ ）與北美東岸（ $80^{\circ}\text{W}$ ）呈經常性之高空槽場，但易呈高脊之場所則隨年而不同，時反為高空槽所佔據，年變化較大。此等地區為  $80^{\circ}\text{E}$ ， $140^{\circ}\text{W}$  及  $10^{\circ}\text{W}$  附近，因此高空脊之形成場所對於臺灣冬季天候有重要之關係。

茲注重超長波槽脊之位相，分析 1964 年至 1970 年冬季 500mb 5 日平均圖與天氣之關係供參考。

經分析獲得具有代表性之 8 類模式如下所求第一類——阿拉斯加與北大西洋之高空脊發展向北伸展，兩者於極圈附近相連，極渦分裂為二，亞洲之極渦呈細長形，自歐洲北部向東，經泰米爾半島折向東南伸至鄂霍次克海，亞洲區呈緯流環流。距平分佈為負距平籠罩歐洲，西伯利亞，日本一帶，正距平籠罩中國大陸。地面形勢為貝加爾湖附近之高氣壓呈移動性，向東南移至華中沿  $30^{\circ}\text{N}$  緯度圈出海，隨後華中低氣壓發生東移，導致另一輕微寒潮暴發，呈周期性變化。臺灣北部地區除鋒面過境時有小雨外天氣尚佳，東部陰雨，西南部晴曇。氣溫偏高，少雨，天氣變化 5 天周期。

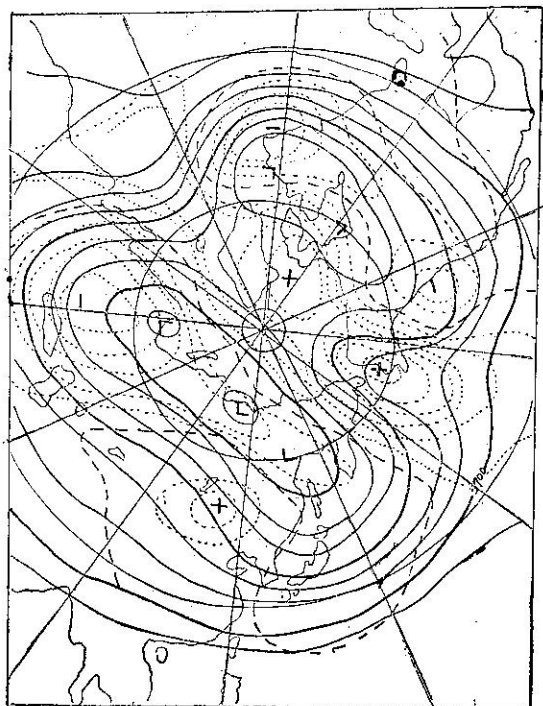


圖 2-8 第一類 500mb 5 日平均圖形勢

Fig 2-8 500mb 5-day Mean Pattern of Type I

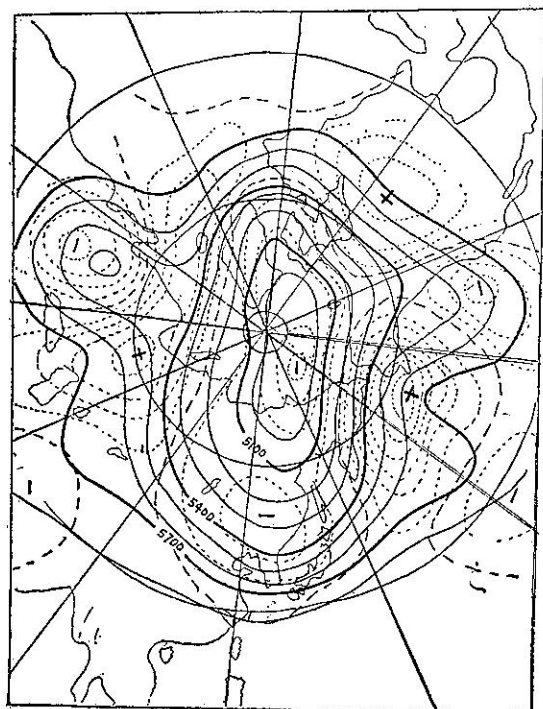


圖 2-9 第二類 500mb 5 日平均圖形勢

Fig 2-8 500mb 5-day Mean Pattern of Type II

第二類——極渦位於極圈附近，附留申及北歐呈高空脊場，美國西岸及亞洲東岸呈開潤槽場，半球形勢為一波數型，但遇有脊線發展北伸則極渦分裂於東西兩半球，轉為二波槽型。

距平分佈為大陸，日本為負距平所罩，北歐及阿留申呈現正距平中心。地面形勢為蒙古高氣壓呈移動性，經華北，華東出海。臺灣北部，東部以陰曇天氣為主，西南部晴天。

第三類——阿留申有高空脊發展向北伸至北極海，裏海附近亦有顯著高空脊存在，極渦分裂為二，亞東側之極渦中心位於西伯利亞東部，亞洲中緯度緯流卓越。距平分佈為西伯利亞至大陸西南部呈負距平區，太平洋北部有顯著正距平中心，由此正距平區向西南延伸罩及日本，華南一帶。地面形勢為移動性高氣壓沿 35°N 出海東移。臺灣地區呈短暫季風型天氣，北部及東部陰曇小雨，南部好天，初冬之候南海有颱風徘徊則東部，南部天氣較劣。少雨。

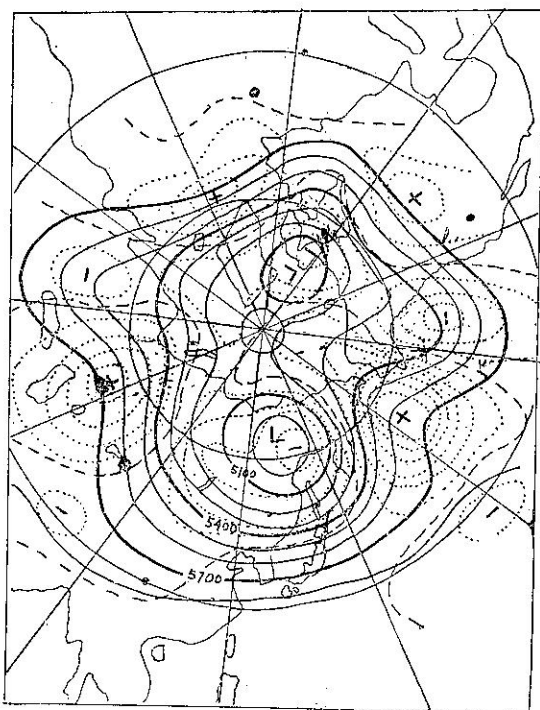


圖 2-10 第三類 500mb 5 日平均圖形勢

Fig 2-8 500mb 5-day Mean Pattern of Type III

第四類——北半球呈三波數型循環，阿拉斯加出現阻塞高氣壓，相對應之西伯利亞脊發展向北伸展，副極渦中心偏南位於鄂霍次克海，沿海州一帶，滿州至韓國，臺灣呈主槽場。距平分佈為強烈負距平中心

位於韓國，黃海一帶，西部西伯利亞及太平洋北部為顯著正距平所罩。地面形勢為滯留性高氣壓盤據於西伯利亞，蒙古一帶，向東南伸展籠罩臺灣呈持續性強烈東北季風型惡劣天候，除南部為陰曇外各地均呈陰雨天氣。全省異常低溫。北部及東部多雨。

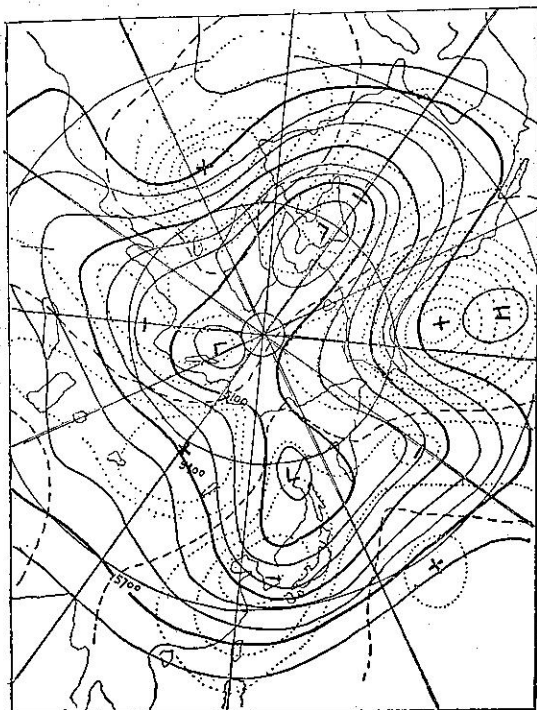


圖 2-11 第四類 500mb 5 日平均圖形勢

Fig 2-8 500mb 5-day Mean Pattern of Type IV

第五類——槽顯著阻塞型， $60^{\circ}\text{N}$  附近高緯度處為暖性高壓脊所罩，東半球之極渦大幅偏南位於北緯  $45^{\circ}\text{N}$  以南，呈帶狀延伸於東西向，高緯度出現偏東風帶，中緯度緯流勁強，高空噴流通過北緯  $30^{\circ}$  附近。距平分佈呈顯著北高南低型， $50^{\circ}\text{N}$  以北為顯著正距平區所罩， $50^{\circ}\text{N}$  以南呈廣大負距平區，臺灣附近大都處於負距平邊緣，此形勢經建立則持續性極大。地面形勢為大陸高氣壓盤據於西伯利亞高緯度處向南伸展，時而分裂於華中成一高氣壓中心，但未呈移動性，不久由北方高氣壓所併合，臺灣附近長期處於高氣壓邊緣，臺灣低氣壓簇生，呈持續性東北季風惡劣天候。全省異常低溫。多雨。

本類形勢如呈偏北  $10^{\circ}$  度緯度則臺灣地區季風呈和緩狀態，僅東北部呈陰天細雨，南部晴朗。

第六類——三波數型，日本東方槽，極渦分裂為三中心，高空主槽各位於亞洲大陸東岸，美國西岸，

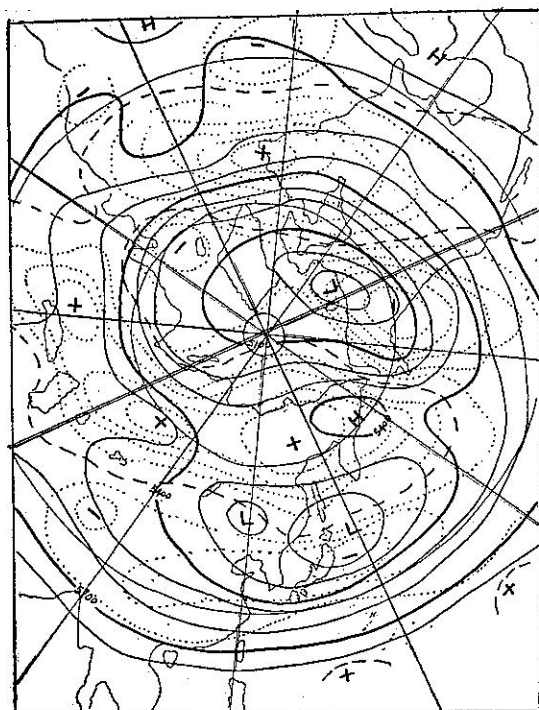


圖 2-12 第五類 500mb 5 日平均圖形勢

Fig 2-8 500mb 5-day Mean Pattern of Type V

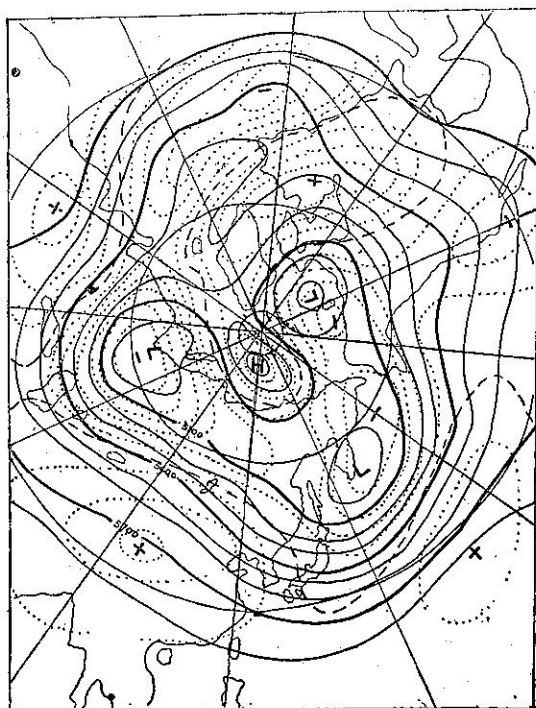


圖 2-13 第六類 500mb 5 日平均圖形勢

Fig 2-8 500mb 5-day Mean Pattern of Type VI



歐洲等地，大西洋高空脊發展向北伸至極圈，太平洋中部及西伯利亞高空脊不顯著。距平分佈呈南高北低型，中國大陸為正距平所罩， $50^{\circ}\text{N}$  以北高緯度處呈負距平區。

地面形勢為大陸高氣壓不顯著，分散呈移動性高氣壓，沿低緯度處出海東移，臺灣地區呈短暫季風型天氣，鋒面過境時，東北部天氣稍劣，隨高氣壓之南移，天氣急速好轉。

第七類——半球呈緯流環流，極渦中心偏位於西半球，部份伸至東半球之東部西伯利亞，沿海州，形成高緯度槽西伯利亞西部與太平洋中部呈弱高空槽，華南呈弱低緯度槽與高緯度西伯利亞脊相對形成逆位相分佈。距平形勢，中緯度呈正距平，中緯度南部及大陸西南地區為負距平所罩，華南有弱距平中心存在。

臺灣一帶偏南氣流卓越。

地面形勢為大陸高氣壓沿較高緯度東移，臺灣附近有滯留鋒徘徊，沿鋒低氣壓簇生急速東移，臺灣地區呈弱季風型惡劣天候，全省陰雨天氣。

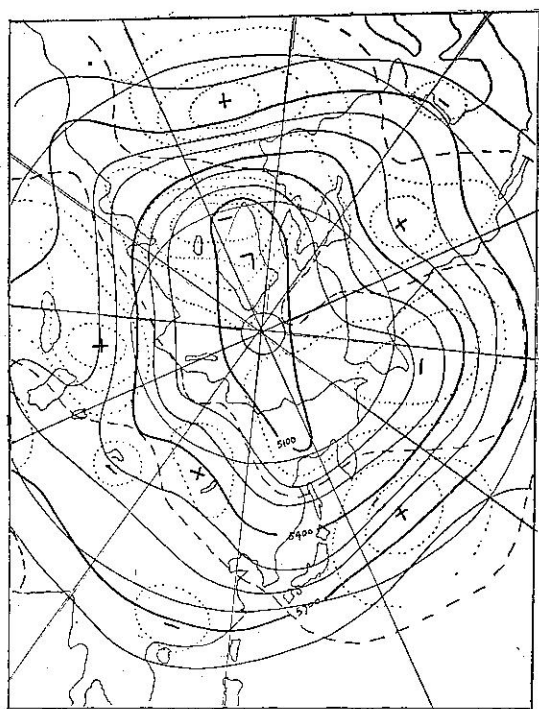


圖 2-14 第七類 500mb 5 日平均圖形勢

Fig 2-14 500mb 5-day Mean Pattern of Type VII

第八類——阿留申與歐洲呈高空脊場，主極渦偏位於東半球之西部西伯利亞，冬季經常呈高空場之中

東地區反為高空槽之佔據，東半球緯流卓越。距平分佈呈東高西低，中緯度之北太平洋，日本，大陸為顯著帶狀正距平所罩，西部西伯利亞，中東附近呈顯著負距平區。

地面形勢為大陸高氣壓微弱，分裂東移，華中低氣壓屢生，但大都以穩定波東移，未影響及臺灣。臺灣地區季風不顯，全省天氣良好，呈異常高溫。

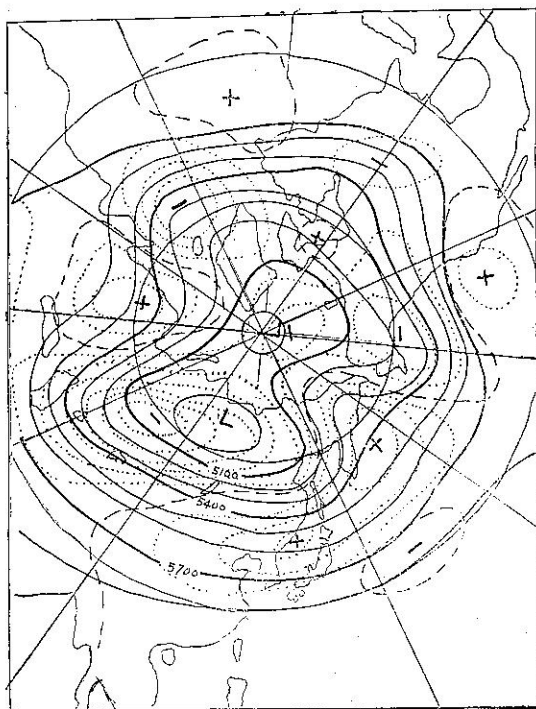


圖 2-15 第八類 500mb 5 日平均圖形勢

Fig 2-15 500mb 5-day Mean Pattern of Type VIII

如上所述臺灣冬季之天候與高空脊槽之所在位置具有密切關係，一般而言冬季地面天氣圖形勢為西伯利亞大陸為龐大高氣壓所盤踞，而阿留申方區則有一大低氣壓存在，兩者呈亞洲區之活動中心，亞洲區天氣推移端賴此兩者之消長而定，然而此地面主要系統之消長却受制於高空形勢，茲綜合上述將臺灣冬季季風盛行時之 500mb 高空形勢予以模式化供參考。

1. 強烈東北季風好天型，如圖 2-16, A 所示， $90^{\circ}\text{E}$  附近有顯著高空槽，日本附近呈深槽場，大陸西北流卓越將冷氣大舉輸送於低緯度，地面大陸高氣壓於貝加爾湖附近發展急速向東南伸展，呈強烈寒潮，地面鋒面系統被推至太平洋中部，由於冷氣大舉南下，高氣壓未久即減弱南移呈移動性高氣壓。臺灣區之天氣演變為強烈東北季風型天氣轉移為移動性

高氣壓之良好天氣，惟氣溫回升緩慢，屢出現異常低溫。北部、東部呈季風地形性降雨，陰天小雨，一二天即好轉。

2. 強烈東北季風惡天型，如圖 2-16, B 所示，沿  $50^{\circ}\text{N}$  之西伯利亞一帶呈高空脊場，其南面之日本海，韓國，華南呈高空槽場，為北高南低之環流形勢，此形勢下地面高氣壓蟠踞於西伯利亞高緯度處，滯留性顯著，向南伸展罩及臺灣，華南一帶，臺灣處於大陸高壓邊緣，呈持續性強烈東北季風型惡劣天氣，低溫多雨。

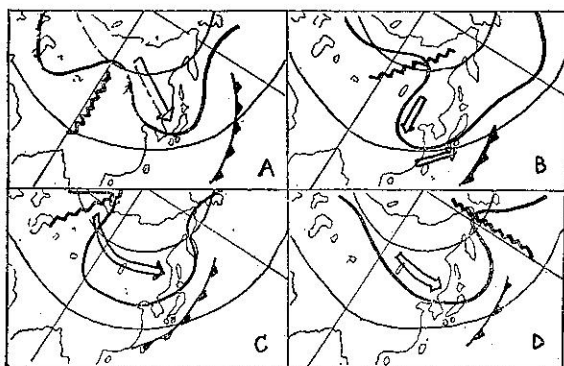


圖 2-16 臺灣冬季東北季風盛行時之 500mb 模式

Fig 2-16 The 500mb Model of NEly Monsoon Over Taiwan in Winter.

3. 弱東北季風惡天氣，如圖 2-16, C 所示，高空脊在中東附近而西伯利亞，華北則呈一閉閘槽場，冷氣在  $90^{\circ}\text{E}$  以西南下後在沿高緯度折向東方溢出，於此形勢下，地面高壓位置大都偏北，向南伸展趨勢和緩，地面鋒面徘徊於日本南海面，琉球、臺灣、導致臺灣區呈持續性弱季風型惡劣天氣。高氣壓呈移動性時因其路徑較為偏北，天氣仍未見恢復，陰雨、氣溫平常。

4. 弱東北季風型，如圖 2-16, D 所示，白冷海呈顯著高空脊場，日本為閉閘槽場，大陸一帶雖無顯著脊場，但等高線呈西北至東南走向，地面大陸高氣壓威力不顯，蟠踞於蒙古，緩慢向東南移動。臺灣區呈弱季風型天氣東北部呈陰天小雨，氣溫稍低。

## 七、結 論

綜合上述，大氣環流與臺灣多期天氣具有密切之關係，根據半球各象限帶指數距平分佈情形組合所得 16 類環流模式與臺灣氣溫變化之對應性極佳，高指數環流系模式大都對應高溫趨勢，低指數環流系模式則對應低溫趨勢，且發現凡是第二象限，即亞洲區呈高指數狀態之模式下之臺灣地區氣溫均呈高溫趨勢，反之第二象限呈低指數狀態則臺灣地區低溫趨勢較為顯著，各模式上所示形勢特徵為：

1. 極渦偏位於高指數象限高緯度處，如有二個象限呈高指數則極渦分裂為二中心，分別位於高指數象限高緯度處。

2. 半球高指數狀態卓越則高空形勢屬呈二波槽環流，半球低指數狀態卓越則高空形勢屬呈三波槽環流。

3. 距平分佈為高指數象限之高緯度處呈負距平，中緯度為正距平所罩，低指數象限則其距平形勢呈相反之分佈。

500mb 5 日平均形勢與臺灣天氣之關係經分析所得結果如下：

1. 當沿  $90^{\circ}\text{E}$  高緯度處有顯著高空脊出現時，將有強烈寒潮爆發，臺灣地區呈強烈東北季風型天氣，氣溫激降，呈隆冬天候。

2. 當  $50^{\circ}\text{N}$  以北之西伯利亞一帶呈東西向之顯著高空脊，而中緯度有高空槽存在時，臺灣地區將呈持續性強烈東北季風惡劣天候。

3. 亞洲區之距平形勢呈北高南低分佈則臺灣地區持續性惡劣天氣屬持續達一週以上，甚至長達一月之久。

4. 距平形勢呈南高北低分佈則臺灣大都處於移動性高氣壓籠罩下，天氣良好，季風消失，臺灣反由偏南流所罩，屬呈異常高溫。

5. 負距平中心出現於東海或日本南方，則臺灣受強烈寒潮侵襲，屬出現異常低溫。

6. 正距平中心移至日本九州以東則華中屬發生低氣壓，導致二次寒潮爆發。

7. 強烈寒潮爆發時，大氣環流形勢大都呈三波槽循環，此時亞洲區主槽位於  $130^{\circ}\text{E}$  以東則天氣恢復較速，如主槽位於  $130^{\circ}\text{E}$  以西或大陸沿岸則臺灣區天氣較劣，並呈持續性。

## 參 考 文 獻

1. 和田英夫：(1971) 長期預報の技術、長期預報新講 p. 107-p.12
2. 氣象學ハンドブック 編集委員會 (1959)；東西示數 (Zonal index)，氣象學ハンドブック p.576-p.577
3. 徐晉淮、王博義 (1974)；北太平洋西部轉向颱風之分析研究，緯流指標與颱風轉向之關係，氣象學報 20 卷 1 期，p.35-p.39
4. 預報部 (1971)：季節預報指針，日本氣象廳
5. 村上喜多雄、渡邊正雄 (1965)；阻塞現象之研究，グロスベクター 4 卷 2 號
6. 預報部 (1966)：週間預報指針，日本氣象廳
7. R. Muzzay (1972)：On predicting seasonal weather for England and Wales from anomalous atmospheric circulation over the Northern Hemisphere Weather. Oct. 1972, p. 396-p.402



# 颱風過境宜蘭降水量之調查分析

蔣 志 才

## *An Investigation and Analysis of the Precipitation Amount of Ilan during the Typhoon Passage*

*Chih T. Chiang*

### ABSTRACT

Because of the special topography in Lan-Yang District of Taiwan Province there often occur heavy rainfall and a great amount of precipitation during the typhoon season. The primary purpose of the study is to investigate and analyze the amount of precipitation of Ilan Weather Station in relation to the typhoon track across/by this area.

1. The track of typhoon class IV has the most possibility among 70 typhoons (18) the next is class III (14), the third class I (12) and class VII VIII are far less (3 in all)
2. The most possible wind direction with maximum speed at Ilan Weather Station during the typhoon passage are:  
NW for the track of class I  
NNE for the track of class II  
ESE for the track of class III-VIII except class VII
3. The mean maximum wind speed at that station for the typhoon of track class II was the strongest (23.73 m/s). The extreme wind speed was up to 50.7 m/s with ENE direction on that time. Class III was far less (8.5 m/s only).
4. The mean maximum amount of precipitation is related to the maximum wind speed.
5. The mean maximum amount of precipitation:  
The typhoon of track class I had the heaviest rainfall of an hour & 12 hours  
The typhoon of class II had the heaviest rainfall of 24 hours & total amount.  
The typhoon of class IV was far less
6. The mean velocity of typhoon movement:  
The class IV is the fastest (21.6 km/hr)  
The class VII is the slowest (14.0 km/hr)

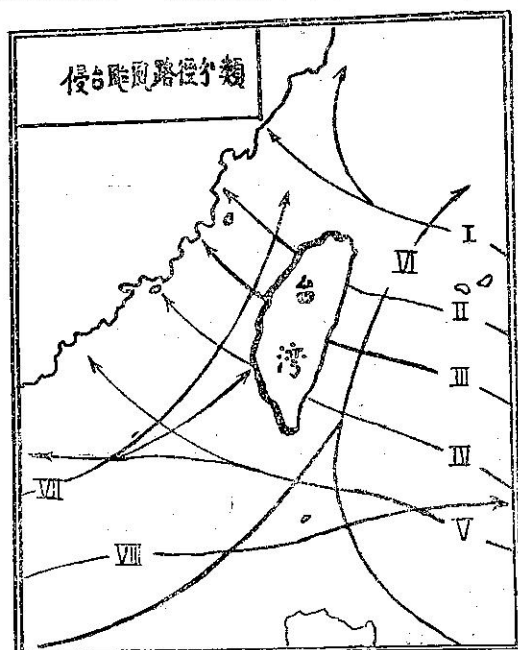
## 前 言

本省蘭陽地區地形特殊，三面環山，東面臨海，形成三角形平原，其間有蘭陽溪貫穿入海，為本省三大產米區之一，但每次颱風過境，因地形影響雨量特多，蘭陽溪水位高漲，洪流造成水患，農作物受損，政府不但減免其稅收，更有救災之負擔，最近政府決策興建北迴鐵路與蘇澳港，從事開發蘭陽地區，筆者以宜蘭一地地面氣象資料與各類路徑颱風作初步之統計分析，期使該項初步分析能促使各先進之指正，而深入研究，對颱風進襲蘭陽地區降水量預報有所裨益，進而獲得預測該地區降水量之方法，而有利於開發工作，樂利國濟民生。

本文所蒐集颱風資料係 1951 至 1971 年，計廿年內侵襲本省或經過本省附近發出警報之颱風計 70 個，其降水資料因蘭陽區僅有宜蘭一地設有測候所，故也僅以該一地資料作為調查分析比較之依據，最近本局已在山區牛關與古魯設置自動雨量站，又雙蓮埤一地亦已着手進行設置，將後該項資料有助於進一步統計分析。

## 說 明

本文七十個颱風之路徑分類，為避免各自分類引起閱者思想紊亂起見，故引用魏元恒先生之侵臺颱風路徑分類法<sup>(1)</sup>，計分類路徑，如圖一：



圖一 侵臺颱風路徑分類

Fig. 1 A Classification of Typhoon Tracks

- 第 I 類颱風計 12 次 中心在本省北海面經過
- 第 II 類颱風計 6 次 中心在本省北部登陸（蘇澳以北）
- 第 III 類颱風計 14 次 中心在本省中部登陸（蘇澳新港間）
- 第 IV 類颱風計 9 次 中心在本省南部登陸（新港以南）
- 第 V 類颱風計 18 次 中心經巴士海峽向西或西北進行
- 第 VI 類颱風計 8 次 中心在本省東方海面北進
- 第 VII 類颱風計 2 次 中心由南海向本省進襲
- 第 VIII 類颱風計 1 次 中心經巴士海峽向東進行

以上七十次颱風侵襲與宜蘭觀測資料綜合列如表一：（附表）

該表一列有七十個颱風侵襲本省或附近經過之資料，其中宜蘭地面氣象資料係根據該地測候所歷年紀錄所查列，各颱風路徑因原始路徑圖表年久均已無存，係根據本局所出刊之「八十年颱風路徑圖」<sup>(4)</sup>與歷年「颱風調查報告」兩者所查列<sup>(5)</sup>，然兩者所列颱風次數稍有出入，至於表中颱風半徑與最大風速兩欄，係調查報告中颱風發展最盛時期之數值；侵臺速率欄係指颱風侵襲本省前 24 小時至中心到達本省（或中心最接近本省處）之速率，但係根據事後出刊圖表所計量，而非原始路徑詳圖資料，故數值實為概數，又颱風中心在宜蘭之方向與距離欄所列數值亦然，原擬計算颱風進襲時，其中心與宜蘭間之氣壓梯度，以供計量比較，但也因乏該準確資料，無從着手而作罷。

關於宜蘭最低氣壓與宜蘭最大風速兩欄數值，係根據歷年地面氣象紀錄查列，因颱風進行路徑不同，其受地形影響程度也異，故其數值無規律可循，實非查列數值不確。

宜蘭雨量欄分：

- 1 小時雨量——颱風期間 1 小時最大雨量（公厘）數及其時日。
- 12 小時雨量——颱風期間 12 小時之最大雨量（至記載時日為止）。
- 24 小時雨量——颱風期間 24 小時之最大雨量（至記載時日為止）。
- 總雨量——颱風期間，宜蘭自開始降雨至停止（中間可能有間斷）之合計總雨量。

至於表一最後宜蘭開始降水欄，其中包括中心氣壓 mb，氣溫 °C，相對濕度 %，與絕對濕度 gr/m<sup>3</sup>，此係指颱風進襲或附近經過時，不論降水多寡其開始降水時之上項地面氣象因素。

# 調查分析

## 1. 風向風速調查：

當颱風經過本省或附近通過，宜蘭所出現最大之風向與風速，列表二如下。

(1) 第 I 類路徑颱風計 12 次，其中心經過北方海面時，宜蘭所出現之最大風向與風速，以風向 NW 有三次為最多，該風向之平均最大風速為 15.1 m/sec，風速極值為 22.0 m/sec。

(2) 第 II 類路徑颱風計 6 次，其中心經過本省北部，宜蘭所出現之最大風向，以 NNE 佔兩次為較多，其他各次最大風向均不相同。換言之，凡第 II 類路徑颱風，宜蘭出現最大風向以中心位置在其南或北而定，如在其南方經過最大風速曾達 50.7 m/sec (亦為極端風速)，其時風向為 ENE；如在其北方經過，最大風速僅為 9.2 m/sec，風向為 WSW，此係地形影響，因宜蘭測站位在蘭陽平原東北方，凡 ENE，E

或 SE 風少地形障礙，而其他風向氣流均受山脈影響而減速之故。

(3) 第 III 類路徑颱風計 14 次，其中心穿過本省中部，宜蘭出現之最大風向與風速，以風向 ESE 佔四次為最多，該風向平均最大風速 15.1 m/sec，風速極端值 34.8 m/sec，次多風向為 ENE，平均最大風速為 22.2 m/sec，風速極端值為 28.5 m/sec。

(4) 第 IV 類路徑颱風計 9 次，其中心經過本省南部，宜蘭所出現之最大風向，以 ESE 佔五次為最多，該風向之平均最大風速為 13.3 m/sec，風速極端值 27.0 m/sec。

(5) 第 V 類路徑颱風計 18 次，其中心經過巴士海峽西進，宜蘭所出現之最大風，風向仍以 ESE 佔七次為最多，該風向之平均最大風速為 9.2 m/sec，風速極端值 17.5 m/sec，次多風向為 ENE 計出現五次，平均最大風速 8.5 m/sec。

表二 颱風期間宜蘭最大風之風向與風速  
Table 2. The maximum wind direction and speed of Ilan Weather Station during the period of typhoon passage.

| I 類  |           | II 類 |           | III 類 |           | IV 類 |           | V 類 |           | VI 類   |           | VII 類 |           | VIII 類 |           |
|------|-----------|------|-----------|-------|-----------|------|-----------|-----|-----------|--------|-----------|-------|-----------|--------|-----------|
| 風向   | 風速<br>m/s | 風向   | 風速<br>m/s | 風向    | 風速<br>m/s | 風向   | 風速<br>m/s | 風向  | 風速<br>m/s | 風向     | 風速<br>m/s | 風向    | 風速<br>m/s | 風向     | 風速<br>m/s |
| N    | 7.0       | NNE  | 20.0      | ESE   | 7.5       | ESE  | 10.0      | ENE | 9.3       | W      | 8.0       | E     | 6.2       | ESE    | 9.0       |
| SSW  | 3.3       |      | 8.5       |       | 26.0      |      | 27.0      |     | 11.0      | ESE    | 4.0       | NE    | 10.8      |        |           |
| S    | 3.2       | WSW  | 5.2       |       | 12.0      |      | 10.7      |     | 6.0       |        | 10.3      |       |           |        |           |
| NW   | 15.7      | NNW  | 31.7      |       | 15.0      |      | 12.0      |     | 10.7      |        | 6.0       |       |           |        |           |
|      | 22.0      | ENE  | 50.7      | SE    | 18.2      |      | 7.0       |     | 5.3       | NNE    | 15.0      |       |           |        |           |
|      | 7.5       | NW   | 22.3      | E     | 11.7      | E    | 13.3      | NE  | 8.5       |        | 17.3      |       |           |        |           |
| WNW  | 16.7      |      |           |       | 19.0      |      | 11.7      |     | 7.5       | NE     | 18.3      |       |           |        |           |
|      | 12.5      |      |           | NE    | 34.8      | ENE  | 7.0       |     | 9.0       | 缺風報告一次 |           |       |           |        |           |
| SW   | 10.9      |      |           |       | 18.7      | SE   | 19.0      | SE  | 12.0      |        |           |       |           |        |           |
|      | 9.0       |      |           | ENE   | 28.5      |      |           |     | 9.7       |        |           |       |           |        |           |
| NE   | 17.3      |      |           |       | 19.8      |      |           | ESE | 8.7       |        |           |       |           |        |           |
| ESE  | 8.3       |      |           |       | 18.3      |      |           |     | 9.0       |        |           |       |           |        |           |
|      |           |      |           | NNE   | 30.0      |      |           |     | 8.3       |        |           |       |           |        |           |
|      |           |      |           | N     | 14.5      |      |           |     | 10.3      |        |           |       |           |        |           |
|      |           |      |           |       |           |      |           |     | 8.3       |        |           |       |           |        |           |
|      |           |      |           |       |           |      |           |     | 8.8       |        |           |       |           |        |           |
|      |           |      |           |       |           |      |           |     | 11.3      |        |           |       |           |        |           |
|      |           |      |           |       |           |      |           | NNE | 17.5      |        |           |       |           |        |           |
| 次數   | 12        |      | 6         |       | 14        |      | 9         |     | 18        |        | 8         |       | 2         |        | 1         |
| 最多均速 | NW        | NNE  |           | ESE   |           | ESE  |           | ESE |           | ESE    |           | E/NE  |           | ESE    |           |
| 風速   | 11.12     |      | 23.73     |       | 19.57     |      | 13.08     |     | 9.51      |        | 11.27     |       | 8.5       |        | 9.0       |

(6) 第Ⅵ類路徑颱風計 8 次，其中心沿本省東部海面北上，宜蘭所出現之最大風風向，以 ESE 三次佔多數，該風向平均最大風速 6.8 m/sec，風速極端值 18.3 m/sec，次多風向為 NNE 僅出現兩次。

(7) 第Ⅶ類路徑颱風計兩次，其中心由南海進襲本省，宜蘭所出現最大風風向 E 與 NE 各一次，風速分別為 6.2 與 10.8 m/sec。

(8) 第Ⅷ類路徑颱風計 1 次，其中心由南海經巴士海峽向東進行，宜蘭出現之最大風風向為 ESE，風速 9.0 m/sec。

## 2. 宜蘭雨量調查 (單位公厘)：

宜蘭雨量在颱風期間分為 1、12、24 小時與總雨量四項作分別統計，一小時雨量為颱風侵襲時之急雨量，12 與 24 小時者為颱風期間在這幾小時內之最多累積雨量，至於總雨量為自下雨開始至雨停為止之累積量，此期間可能下雨有中斷，然計算時仍累積至颱風遠離最後一次下雨為止，該四項雨量以曲線圖比較說明之，請參閱圖二。

圖二縱座標為雨量數值 m, m, 橫座標為各種路徑颱風之類別 (I—Ⅷ)，其中曲線有兩種實線，下面之實線為 1 小時雨量線，上面實線為總雨量線，點線為 12 小時雨量線，虛線為 24 小時雨量線，可發覺各類颱風之四項曲線，除少數例外而大多數之位相相符，1 小時曲線低，則其他各線也降低；昇高則其他也上升，所不同者其升降幅度大小有異而已，但其趨勢大致相符。

關於降水時間與各類颱風之平均降水量，統計列后：

| 颱風路徑類別 | 時間平均 (小時) | 侵臺平均速率 km/hr | 1小時平均急雨量 m.m. | 12小時平均雨量 m.m. | 24小時平均雨量 m.m. | 平均總雨量 m.m. |
|--------|-----------|--------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| I      | 41        | 18.5         | 22.52         | 95.56         | 123.07        | 145.53     |
| II     | 47        | 19.0         | 22.02         | 86.65         | 138.30        | 194.20     |
| III    | 43        | 20.3         | 19.66         | 80.22         | 99.28         | 125.82     |
| IV     | 41        | 18.1         | 12.18         | 36.23         | 51.11         | 80.64      |
| V      | 54        | 19.9         | 18.72         | 67.53         | 90.96         | 128.92     |
| VI     | 66        | 21.6         | 14.18         | 60.76         | 79.74         | 120.60     |
| Ⅶ僅兩次   | 74        | 14           | 17.35         | 47.45         | 67.95         | 239.55     |
| Ⅷ僅一次   |           |              |               |               |               |            |

由以上統計得知，ⅦⅧ兩類路徑颱風僅有三次，其平均值實乏參考價值，姑且不論述外，其他 I 至 VI 類路徑颱風宜蘭降雨時間久暫而言，以第 V VI 兩類者

時間較久，I 與 IV 兩類者時間較短，均為 41 小時；平均侵臺速率言，也以 I 與 IV 類者較慢，均為每小時 18 公里多。但以雨量言則有別矣。

第 I 類路徑颱風 1 小時急雨平均量 22.52，12 小時者 95.56 均為最多，相反的第 IV 類之 1 小時雨量平均 12.18，12 小時者 36.23，24 小時者 51.11，總量 80.64 均為最少，可見颱風在新港以南登陸穿越中央山脈者，在未過山脈前宜蘭係 E 或 ESE 風，尚有較豐雨量，然颱風中心過山脈後該地風向急轉為 S 或 SSW，宜蘭成為山後下坡風而雨止，故其雨量與雨時平均較其他各類颱風者為少，至於第 I 類颱風情況則有別，颱風向西進行其中心較近宜蘭，在其未通過彭佳嶼之前，宜蘭風向多 NE，氣流登陸上坡作用，故降水時間雖短而雨量較多。

又第 I 與 II 類颱風比較之：第 I 類颱風進襲時間短，1 小時與 12 小時雨量平均屬最多，第 II 類颱風因中心更接近宜蘭，經過颱風雲帶圈之截面距離較長，換言之，被侵襲時間也較久，雖 1 小時與 12 小時雨量平均雖較 I 類者少，然仍較其他類者為多列入次位，但 24 小時平均雨量與總雨量平均為最多列為首列。

至於第 III 類颱風其中心穿越中央山脈，當其中心過山後，宜蘭風向即轉偏南，風力也減弱，不利予降水，故各項雨量平均值均較 I II 類者為少，第 IV 類颱風路徑更偏南，各項雨量平均也是最少。

第 VI 類颱風沿本島東方海面北上，宜蘭風向 E 或 NE 時間較久，各項雨量平均值與侵襲時間長短均見增加，第 V 類颱風也有類似情況。

## 結 語

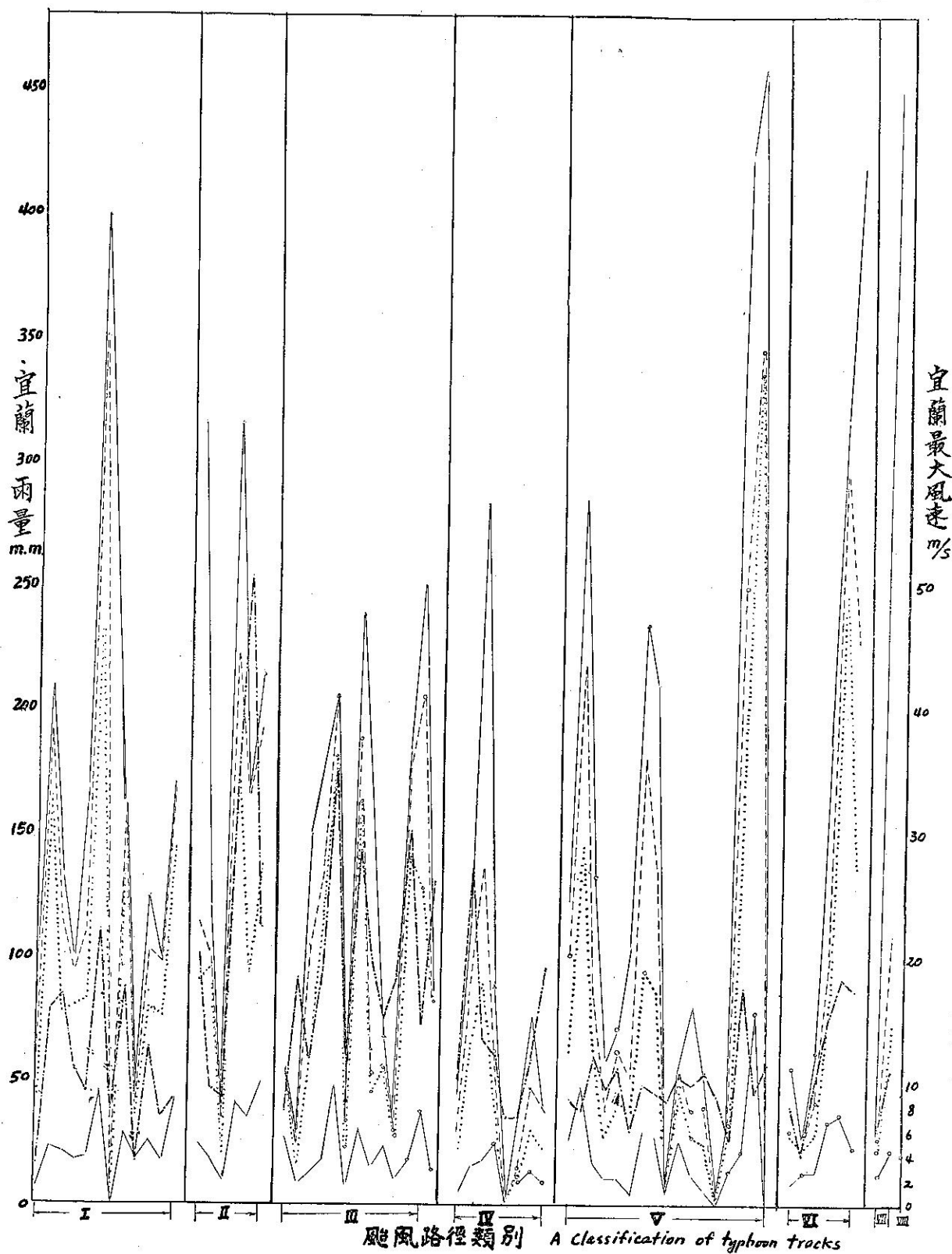
茲將以上七十個颱風調查統計結果情況，簡略提供預報參考：

1. 本文七十個颱風資料以第 IV 類路徑 (在新港以南穿越本島者) 有 18 次為最多，第 III 類者 14 次居次，第 I 類者 12 次第三，第 VII 兩類由南海進襲本省為最少共計三次。

2. 各類路徑颱風期間宜蘭最大風之風向：第 I 類颱風以 NW 為最多次數，第 II 類為 NNE，第 III IV V VI 與 VII 類均以 ESE 為最多次數，僅 VII 類者例外。

3. 平均最大風速而言：以第 II 類颱風為最大，平均 23.73 m/s。其極端風速達 50.7 m/s，是時風向為 ENE，其颱風中心係在宜蘭南方附近登陸，最大風速平均最小為 8.5 m/s 係第 III 類者。

4. 颱風進襲期間宜蘭一地之總雨量與一小時急雨



圖二 各類路徑颱風按侵襲臺灣日期順序表  
Fig. 2. Vertical Order Section of the Classification of Invading Typhoon Tracks



表一 颱風侵襲期間宜蘭地面氣象資料  
Table 1 The Surface data of I-Lan during the period of invading typhoon 1951-1971

| 次<br>序 | 颱風<br>名稱        | 時 期<br>月日-月日        | 路<br>徑<br>類<br>別 | 半<br>徑<br>30kts | 最大<br>風速<br>中心<br>m/s | 侵襲<br>速率<br>km/hr | 宜蘭最低氣壓   |                | 中心在宜蘭之 |              |                | 宜 蘭 最 大 風 時 |               |                |              |                  |                                  | 宜 蘭 雨 量 m. m. |              |              |                      | 宜 蘭 開 始 降 水    |              |                  |                    |
|--------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------------|-------------------|----------|----------------|--------|--------------|----------------|-------------|---------------|----------------|--------------|------------------|----------------------------------|---------------|--------------|--------------|----------------------|----------------|--------------|------------------|--------------------|
|        |                 |                     |                  |                 |                       |                   | 數值<br>mb | 日期<br>時<br>Lst | 方<br>向 | 距<br>離<br>km | 日期<br>時<br>Lst | 風<br>向      | 風<br>速<br>m/s | 日期<br>時<br>Lst | 溫<br>度<br>°C | 相<br>濕<br>度<br>% | 絕<br>濕<br>度<br>gr/m <sup>3</sup> | 1 小時<br>日 時   | 12 小時<br>日 時 | 24 小時<br>日 時 | 總量<br>日 時            | 中氣<br>心壓<br>mb | 溫<br>度<br>°C | 相<br>濕<br>度<br>% | 絕<br>濕<br>度<br>日 時 |
| 1      | 貝 絲<br>Bess     | 1951<br>11.08-11.14 | V                | 350             | 65                    | 20                | 1004.7   | 14/13          | NW     | 160          | 14/16          | NE          | 8.5           | 13/15          | 24.0         | 96               | 21.49                            | 25.6/13.23    | 61.8/13.24   | 100.2/14.05  | 123.0/12.18<br>14.19 | 960            | 24.6         | 95               | 22.06/12.18        |
| 2      | 黛 拉<br>Della    | 11.21-11.27         | V                | 250             | 48                    | 15                | 1003.3   | 27/13          | SW     | 270          | 27/13          | NE          | 7.5           | 25/04          | 19.6         | 96               | 16.50                            | 47.3/26.02    | 144.1/25.12  | 213.4/26.12  | 28.59/23.18<br>27.23 | 980            | 20.0         | 90               | 15.80/23.18        |
| 3      | 黛 納<br>Dinah    | 1952<br>6.19- 6.23  | VI               | 300             | 35                    | 22                | 997.5    | 22/17          | ESE    | 370          | 22/08          |             |               |                |              |                  |                                  |               |              |              | 20.0/21.09<br>23.06  | 980            |              |                  |                    |
| 4      | 吉 爾<br>Gilde    | 7.15- 7.19          | I                | 400             | 30                    | 15                | 995.0    | 18/05          | NE     | 220          | 18/10          | S           | 3.2           | 18/05          | 24.3         | 96               | 21.88                            | 6.8/18.05     | 41.5/18.13   | 58.0/18.21   | 86.3/17.07<br>19.08  | 980            | 26.5         | 91               | 23.65/17.07        |
| 5      | 瑪 麗<br>Mary     | 9.08- 9.12          | III              | 250             | 30                    | 22                | 1003.8   | 11/16          | S      | 180          | 11/22          | ESE         | 7.5           | 11/18          | 28.6         | 93               | 27.44                            | 26.8/11.21    | 53.6/12.07   | 54.1/12.19   | 54.1/11.18<br>12.19  | 987            | 28.5         | 87               | 25.42/11.10        |
| 6      | 裘 迪<br>Judy     | 1953<br>5.30- 6.07  | VI               | 250             | 45                    | 20                | 999.5    | 06/12          | ESE    | 180          | 06/04          | W           | 8.0           | 06/10          | 28.2         | 80               | 22.92                            | 8.2/07.09     | 27.8/09.11   | 29.9/07.12   | 55.9/03.09<br>07.12  | 980            | 27.4         | 88               | 24.11/03.09        |
| 7      | 克 蒂<br>Kit      | 6.28- 7.04          | III              | 400             | 65                    | 29                | 980.2    | 04/03          | S      | 100          | 04/02          | ESE         | 26.0          | 04/05          | 25.3         | 99               | 24.02                            | 13.1/04.01    | 81.4/04.06   | 85.3/04.07   | 85.5/03.06<br>04.15  | 910            | 26.1         | 92               | 23.36/03.06        |
| 8      | 妮 娜<br>Nina     | 8.08- 8.17          | I                | 300             | 70                    | 22                | 980.0    | 16/15          | NE     | 220          | 16/18          | NW          | 15.7          | 16/12          | 24.8         | 98               | 23.13                            | 22.2/16.14    | 163.7/16.20  | 191.1/17.02  | 209.4/15.10<br>17.13 | 940            | 30.0         | 69               | 21.98/15.18        |
| 9      | 費 絲<br>Phyllis  | 8.17- 8.21          | III              | 350             | 45                    | 20                | 997.0    | 21/02          | S      | 140          | 21/02          | SE          | 18.2          | 21/04          | 27.1         | 85               | 22.90                            | 8.3/21.02     | 15.7/21.04   | 23.7/21.04   | 27.7/19.18<br>21.05  | 980            | 28.4         | 88               | 25.56/19.18        |
| 10     | 麗 泰<br>Rita     | 8.24- 9.02          | V                | 350             | 65                    | 20                | 998.1    | 01/04          | S      | 410          | 01/08          | SE          | 12.0          | 01/10          | 25.0         | 98               | 23.22                            | 17.1/30.24    | 61.9/01.10   | 84.5/01.21   | 132.1/29.21<br>02.14 | 940            | 28.7         | 82               | 24.24/29.16        |
| 11     | 艾 達<br>Ida      | 1954<br>8.23- 8.29  | V                | 450             | 75                    | 25                | 1004.8   | 28/15          | S      | 480          | 28/12          | ENE         | 9.3           | 28/13          | 29.7         | 86               | 26.86                            | 10.3/28.22    | 27.7/28.23   | 37.5/28.23   | 57.8/27.02<br>29.13  | 940            | 25.7         | 94               | 23.30/27.02        |
| 12     | 波 密<br>Pamela   | 10.31-11.06         | V                | 450             | 65                    | 30                | 1009.5   | 05/15          | S      | 520          | 05/02          | ENE         | 11.0          | 05/06          | 24.0         | 95               | 21.12                            | 10.6/04.20    | 40.5/05.04   | 61.7/05.14   | 70.7/04.14<br>06.12  | 950            | 22.8         | 79               | 15.83/04.14        |
| 13     | 羅 碧<br>Ruby     | 11.04-11.12         | V                | 400             | 55                    | 18                | 950.0    | 09/22          | SW     | 570          | 11/03          | ENE         | 6.0           | 05/12          | 26.0         | 82               | 20.70                            | 4.7/08.21     | 38.0/09.06   | 50.9/09.06   | 104.2/00.08<br>11.09 | 990            | 20.6         | 88               | 16.03/06.08        |
| 14     | 艾 絲<br>Iris     | 1955<br>8.20- 8.24  | VI               | 200             | 55                    | 10                | 998.9    | 24/13          | S      | 100          | 23/18          | ESE         | 10.0          | 24/00          | 24.9         | 88               | 20.43                            | 4.7/23.14     | 20.1/23.24   | 23.2/24.12   | 43.6/22.16<br>25.05  | 960            | 29.2         | 81               | 24.66/22.16        |
| 15     | 賽 馬<br>Thelma   | 1956<br>4.17- 4.24  | VI               | 350             | 55                    | 25                | 1001.8   | 23/15          | SE     | 120          | 23/18          | ESE         | 4.0           | 23/15          | 27.6         | 70               | 19.64                            | 13.0/20.05    | 22.7/20.10   | 23.4/20.24   | 25.7/20.01<br>23.24  | 990            | 24.0         | 93               | 20.83/20.01        |
| 16     | 萬 達<br>Wanda    | 7.27- 8.02          | I                | 550             | 75                    | 18                | 977.4    | 01/14          | NE     | 350          | 01/12          | WNW         | 16.7          | 01/08          | 25.7         | 90               | 22.28                            | 20.8/31.14    | 76.5/31.24   | 115.0/01.12  | 131.9/31.16<br>02.05 | 950            | 30.9         | 70               | 23.48/30.16        |
| 17     | 黛 納<br>Dinah    | 8.29- 9.04          | II               | 400             | 55                    | 20                | 978.1    | 08/13          | SW     | 160          | 03/12          | NNE         | 20.0          | 03/06          | 24.7         | 99               | 23.18                            | 24.2/03.06    | 90.5/03.12   | 114.3/03.17  | 315.6/02.19<br>04.07 | 970            | 25.7         | 91               | 22.56/02.06        |
| 18     | 吉 達<br>Gilda    | 9.18- 9.24          | V                | 350             | 65                    | 20                | 1001.7   | 23/03          | SW     | 210          | 22/18          | ESE         | 8.7           | 23/06          | 23.2         | 98               | 20.99                            | 29.9/22.06    | 93.9/23.12   | 180.8/23.08  | 234.1/22.00<br>24.00 | 950            | 24.9         | 94               | 22.22/22.00        |
| 19     | 佛 尼<br>Virginia | 1957<br>6.19- 6.26  | VI               | 250             | 60                    | 25                | 993.1    | 26/01          | E      | 20           | 26/00          | ESE         | 10.3          | 25/08          | 24.5         | 96               | 22.14                            | 12.3/24.12    | 28.8/25.10   | 41.3/25.11   | 61.2/24.12<br>25.22  | 960            | 24.8         | 98               | 23.03/24.12        |
| 20     | 卡 門<br>Carmen   | 9.08- 9.15          | V                | 350             | 60                    | 20                | 1001.5   | 14/04          | SW     | 340          | 14/10          | ESE         | 9.0           | 14/09          | 27.7         | 92               | 25.79                            | 27.8/13.13    | 76.1/13.21   | 136.0/14.09  | 199.8/10.22<br>15.02 | 980            | 23.4         | 80               | 17.28/10.22        |
| 21     | 克 蒂<br>Kit      | 11.09-11.17         | VI               | 250             | 45                    | 20                | 1008.9   | 16/14          | SE     | 300          | 15/18          | NNE         | 15.0          | 16/13          | 24.9         | 72               | 17.16                            | 33.8/15.15    | 83.5/15.22   | 99.7/15.22   | 185.9/11.18<br>15.24 |                | 20.4         | 92               | 16.55/11.18        |
| 22     | 溫 妮<br>Winnie   | 1958<br>7.11- 7.17  | III              | 300             | 65                    | 16                | 994.6    | 15/17          | S      | 120          | 15/18          | E           | 11.7          | 15/21          | 24.9         | 98               | 23.08                            | 12.7/21.00    | 60.6/15.24   | 104.4/16.13  | 149.9/14.09<br>17.07 | 925            | 28.2         | 85               | 24.40/14.09        |
| 23     | 葛 絲<br>Grace    | 8.30- 9.05          | I                | 350             | 75                    | 25                | 982.0    | 03/20          | NE     | 120          | 03/22          | SW          | 10.9          | 03/20          | 26.7         | 81               | 21.20                            | 17.0/03.13    | 79.4/03.24   | 93.4/03.24   | 98.7/02.19<br>04.11  | 910            | 27.8         | 94               | 26.37/02.19        |
| 24     | 畢 莉<br>Billie   | 1959<br>7.09- 7.16  | II               | 350             | 51                    | 22                | 979.9    | 15/18          | NE     | 40           | 15/20          | WSW         | 9.2           | 15/17          | 26.9         | 81               | 21.66                            | 18.0/15.19    | 94.9/16.03   | 100.5/16.03  | 120.1/14.20<br>16.21 | 960            | 26.9         | 87               | 23.15/14.20        |
| 25     | 艾 環<br>Iris     | 8.17- 8.23          | V                | 250             | 51                    | 20                | 1003.7   | 22/18          | SW     | 320          | 22/20          | ESE         | 8.3           | 22/13          | 30.9         | 71               | 23.73                            | 4.7/22.16     | 4.8/22.17    | 4.8/22.17    | 4.8/22.15<br>22.17   | 960            | 26.6         | 92               | 24.06/22.15        |
| 26     | 瓊 恩<br>Joan     | 8.24- 8.31          | IV               | 640             | 80                    | 27                | 980.4    | 30/05          | S      | 140          | 30/02          | ESE         | 27.0          | 30/05          | 24.5         | 98               | 22.71                            | 15.5/29.23    | 64.2/30.09   | 80.1/30.12   | 114.6/28.18<br>31.02 | 890            | 28.5         | 83               | 24.25/28.18        |
| 27     | 魯 依<br>Louise   | 9.01- 0.05          | III              | 300             | 50                    | 30                | 997.0    | 04/07          | S      | 120          | 04/00          | E           | 19.0          | 03/22          | 24.6         | 98               | 22.85                            | 18.1/04.06    | 115.0/04.07  | 134.7/04.07  | 138.2/03.05<br>04.13 | 965            | 25.7         | 97               | 24.05/03.04        |
| 28     | 芙 達<br>Freda    | 11.13-11.20         | VI               | 250             | 45                    | 28                | 1000.2   | 18/23          | SE     | 120          | 19/00          | NE          | 18.3          | 18/19          | 22.5         | 100              | 20.46                            | 36.9/18.17    | 247.5/19.23  | 296.1/18.24  | 316.4/17.18<br>19.11 | 945            | 21.7         | 90               | 17.53/17.17        |
| 29     | 艾 琳<br>Elaine   | 1960<br>8.19- 8.25  | VII              | 200             | 40                    | 12                | 995.3    | 24/14          | S      | 140          | 23/13          | ESE         | 9.0           | 22/13          | 32.2         | 67               | 24.08                            | 20.7/19.21    | 缺            | 缺            | 119.8/19.18<br>24.18 | 975            | 26.9         | 95               | 25.38/22.24        |
| 30     | 雪 莉<br>Shirley  | 7.28- 8.02          | II               | 300             | 65                    | 10                | 980.4    | 31/15          | S      | 60           | 01/02          | NNW         | 31.7          | 31/16          | 24.8         | 100              | 23.50                            | 40.8/31.16    | 178.4/01.01  | 222.9/01.09  | 315.0/30.08<br>02.06 | 910            | 25.8         | 94               | 23.44/31.07        |
| 31     | 星 絲<br>Trix     | 8.03- 8.09          | I                | 300             | 70                    | 25                | 980.3    | 03/08          | N      | 60           | 08/10          | SW          | 9.0           | 08/08          | 26.0         | 91               | 22.88                            | 18.2/08.11    | 82.4/08.12   | 110.1/08.18  | 167.7/07.15<br>08.22 | 930            | 28.9         | 82               | 24.52/07.15        |
| 32     | 貝 蒂<br>Betty    | 1961<br>5.22- 5.28  | IV               | 250             | 75                    | 23                | 998.7    | 27/06          | W      | 90           | 27/06          | E           | 13.3          | 27/00          | 23.4         | 100              | 21.61                            | 17.5/26.24    | 88.5/27.06   | 136.4/27.08  | 284.1/25.15<br>27.08 | 940            | 25.7         | 93               | 23.06/25.15        |
| 33     | 裘 恩<br>June     | 8.03- 8.09          | IV               | 200             | 70                    | 15                | 1004.8   | 06/16          | S      | 140          | 07/14          | ESE         | 10.7          | 06/11          | 30.7         | 73               | 24.04                            |               |              |              |                      | 950            | 未降水          |                  |                    |



|    |             |                    |     |     |    |    |        |       |      |     |       |     |      |       |      |     |       |            |             |             |                      |     |      |    |             |
|----|-------------|--------------------|-----|-----|----|----|--------|-------|------|-----|-------|-----|------|-------|------|-----|-------|------------|-------------|-------------|----------------------|-----|------|----|-------------|
| 32 | 貝 Betty 蒂恩  | 1961<br>5.22- 5.28 | IV  | 250 | 75 | 23 | 998.7  | 27/06 | W    | 90  | 27/06 | E   | 13.3 | 27/00 | 23.4 | 100 | 21.61 | 17.5/26.24 | 88.5/27.06  | 136.4/27.08 | 284.1/25.15<br>27.08 | 940 | 25.7 | 93 | 23.06/25.15 |
| 33 | 裘 June 娜    | 8.03- 8.09         | IV  | 200 | 70 | 15 | 1004.8 | 06/16 | S    | 140 | 07/14 | ESE | 10.7 | 06/11 | 30.7 | 73  | 24.04 |            |             |             |                      | 950 | 未降水  |    |             |
| 34 | 勞 Lora 密拉   | 8.19- 8.26         | IV  | 350 | 65 | 20 | 993.6  | 25/16 | S    | 90  | 25/00 | ESE | 12.0 | 25/13 | 29.0 | 81  | 24.20 | 24.7/24.10 | 42.2/24.21  | 61.8/25.05  | 67.5/24.06<br>25.18  | 947 | 26.1 | 94 | 23.81/24.06 |
| 35 | 波 Pamela 莉  | 9.06- 9.13         | III | 250 | 75 | 40 | 971.3  | 12/03 | S    | 100 | 12/03 | NE  | 34.8 | 12/03 | 24.6 | 100 | 23.23 | 50.0/12.04 | 181.8/12.10 | 203.3/12.13 | 208.3/11.14<br>12.14 | 950 | 30.6 | 67 | 22.09/11.14 |
| 36 | 沙 Sally 蒂   | 9.28- 9.30         | V   | 300 | 50 | 23 | 985.5  | 28/14 | S    | 230 | 28/18 | ESE | 10.3 | 28/04 | 25.2 | 93  | 22.39 | 26.2/28.03 | 48.3/28.14  | 47.3/28.14  | 54.8/28.02<br>29.07  | 975 | 24.4 | 89 | 20.42/28.02 |
| 37 | 凱 Kate 珀    | 1962<br>7.18- 7.25 | III | 220 | 35 | 15 | 985.5  | 23/04 | W    | 50  | 23/06 | ESE | 12.0 | 23/01 | 23.3 | 91  | 19.54 | 7.5/23.053 | 22.0/23.06  | 33.2/23.14  | 51.2/22.08<br>24.03  | 940 | 26.2 | 89 | 22.73/22.08 |
| 38 | 歐 Opu 達     | 8.02- 8.09         | II  | 370 | 75 | 20 | 942.1  | 05/22 | S    | 100 | 05/23 | ESE | 50.7 | 05/22 | 25.0 | 99  | 23.45 | 5.0/05.23  | 93.0/05.23  | 165.1/06.10 | 167.1/04.20<br>06.15 | 935 | 27.1 | 92 | 24.78/04.20 |
| 39 | 萬 Wanda 美   | 8.26- 9.02         | V   | 320 | 48 | 20 | 1003.8 | 31/03 | S    | 440 | 30/16 | SE  | 9.7  | 31/20 | 27.6 | 92  | 25.64 | 12.1/31.17 | 28.5/31.22  | 38.2/31.24  | 80.0/29.21<br>31.24  | 970 | 26.1 | 87 | 22.09/29.21 |
| 40 | 愛 Amy 納     | 8.30- 9.07         | III | 450 | 70 | 20 | 974.4  | 05/09 | S    | 95  | 05/11 | ENE | 28.5 | 05/09 | 24.6 | 100 | 23.09 | 30.2/05.10 | 162.5/05.13 | 187.9/05.16 | 237.7/02.23<br>06.11 | 950 | 26.2 | 97 | 24.77/02.24 |
| 41 | 黛 Dinah 迪   | 9.29-10.04         | V   | 320 | 55 | 25 | 1000.1 | 03/02 | S    | 320 | 03/00 | ENE | 10.7 | 02/19 | 25.9 | 94  | 23.92 | 5.8/02.20  | 24.7/02.21  | 39.7/03.10  | 52.0/01.18<br>03.18  | 945 | 26.5 | 86 | 22.35/01.18 |
| 42 | 范 Wendy 禮   | 1963<br>7.10- 7.19 | III | 320 | 68 | 25 | 981.7  | 06/17 | S    | 80  | 16/16 | ENF | 19.8 | 15/11 | 26.5 | 89  | 22.86 | 15.0/16.12 | 45.4/16.16  | 52.7/17.03  | 62.2/15.18<br>17.09  | 935 | 25.2 | 86 | 20.70/15.18 |
| 43 | 葛 Gloria 蒂  | 8.06- 8.14         | I   | 450 | 68 | 20 | 962.1  | 11/10 | NE   | 80  | 11/10 | NW  | 22.0 | 11/02 | 26.8 | 81  | 21.34 | 45.0/11.05 | 233.4/11.14 | 350.7/11.18 | 398.3/09.44<br>12.09 | 925 | 30.4 | 72 | 23.47/09.14 |
| 44 | 貝 Betty 絲   | 1964<br>7.02- 7.06 | I   | 220 | 50 | 20 | 1006.2 | 04/16 | NE   | 320 | 04/14 | NW  | 7.5  | 04/13 | 34.0 | 48  | 19.18 | 1.0/03.15  | 1.0/03.15   |             | 1.0/03.15            | 960 | 30.6 | 75 | 24.73/03.14 |
| 45 | 都 Doris 碧   | 7.11- 7.16         | VI  | 270 | 43 | 28 | 1004.8 | 15/19 | E    | 280 | 15/16 | ESE | 6.0  | 15/13 | 33.1 | 66  | 25.07 | 00/        |             |             | 00/                  | 990 | 未降水  |    |             |
| 46 | 魯 Ruby 莉    | 8.30- 9.05         | V   | 200 | 45 | 20 | 1004.3 | 03/15 | S    | 600 | 03/20 | ESE | 8.3  | 04/14 | 30.0 | 75  | 24.25 | 00/        |             |             | 00/                  | 970 | 未降水  |    |             |
| 47 | 沙 Sally 達   | 9.04- 9.11         | V   | 320 | 90 | 23 | 1007.0 | 09/15 | S    | 620 | 09/09 | ESE | 8.8  | 09/14 | 30.6 | 76  | 24.91 | 0.4/09.16  | 0.8/09.24   |             | 0.8/09.16<br>09.24   | 900 | 28.0 | 79 | 21.57/09.16 |
| 48 | 蒂 Tilda 納   | 9.12- 9.23         | V   | 300 | 75 | 22 | 1009.7 | 15/15 | S    | 480 | 14/00 | ENE | 5.3  | 15/13 | 28.4 | 88  | 25.63 | 13.5/14.22 | 30.0/15.09  | 32.2/15.20  | 32.2/14.20<br>15.20  | 970 | 27.0 | 92 | 24.63/14.20 |
| 49 | 黛 Dinah 莉   | 1965<br>6.13- 6.20 | IV  | 350 | 65 | 20 | 1001.2 | 19/06 | 越山不顯 |     |       | ESE | 7.0  | 18/23 | 26.0 | 89  | 22.10 | 1.0/19.03  | 1.5/19.05   |             | 1.5/19.02<br>19.05   | 935 | 24.8 | 91 | 21.39/19.02 |
| 50 | 哈 Harriet 麗 | 7.19- 7.28         | III | 350 | 55 | 20 | 994.1  | 26/08 | S    | 240 | 26/09 | ESE | 15.0 | 26/11 | 23.5 | 98  | 21.51 | 24.8/26.11 | 55.6/26.16  | 56.3/26.24  | 67.6/25.15<br>27.10  | 970 | 29.8 | 73 | 23.00/25.15 |
| 51 | 瑪 Mar y 迪   | 8.15- 8.20         | I   | 330 | 75 | 12 | 985.0  | 18/23 | S    | 120 | 19/02 | NE  | 17.3 | 18/21 | 25.1 | 98  | 23.54 | 28.0/18.24 | 136.0/19.04 | 15.62/19.06 | 16.16/17.20<br>19.17 | 950 | 27.6 | 88 | 24.40/17.20 |
| 52 | 裘 Judy 絲    | 1966<br>5.22- 6.01 | VII | 160 | 43 | 20 | 1000.3 | 31/04 | S    | 180 | 31/21 | E   | 6.2  | 30/14 | 26.2 | 91  | 23.24 | 12.2/29.20 | 22.5/29.24  | 27.2/30.20  | 27.5/29.14<br>30.20  | 970 | 24.3 | 95 | 21.67/29.14 |
| 53 | 蒂 Tess 拉    | 8.08- 8.18         | I   | 220 | 50 | 10 | 994.3  | 16/15 | N    | 175 | 16/02 | SSW | 3.3  | 15/14 | 25.9 | 91  | 22.83 | 18.0/15.08 | 35.8/15.14  | 37.9/16.03  | 46.7/15.05<br>17.09  | 965 | 27.9 | 82 | 23.14/15.00 |
| 54 | 寇 Cora 拉    | 8.29- 9.08         | I   | 300 | 65 | 10 | 989.9  | 06/15 | NE   | 120 | 06/14 | WNW | 12.5 | 06/08 | 24.8 | 96  | 22.56 | 25.0/06.08 | 78.7/06.12  | 102.1/06.24 | 123.5/04.19<br>06.23 | 945 | 27.4 | 80 | 21.92/04.19 |
| 55 | 葛 Clara 拉   | 1967<br>7.05- 7.12 | II  | 250 | 35 | 11 | 995.9  | 11/17 | S    | 85  | 10/18 | NNE | 8.5  | 11/11 | 27.3 | 91  | 24.79 | 9.2/11.16  | 20.3/11.14  | 34.0/11.24  | 34.9/10.12<br>11.24  | 960 | 29.4 | 80 | 24.62/10.12 |
| 56 | 娜 Nora 拉    | 8.27- 8.31         | III | 200 | 33 | 13 | 995.8  | 29/24 | S    | 65  | 29/22 | ENE | 18.3 | 29/24 | 26.8 | 93  | 24.61 | 9.9/29.23  | 27.6/29.24  | 29.6/29.24  | 31.9/28.22<br>30.02  | 985 | 28.2 | 85 | 24.40/27.21 |
| 57 | 解 Carla 達   | 10.12-10.20        | V   | 350 | 80 | 12 | 1009.0 | 18/04 | S    | 580 | 17/18 | NNE | 17.5 | 18/09 | 21.8 | 94  | 18.42 | 21.7/17.21 | 198.2/17.24 | 249.1/18.12 | 423.1/16.17<br>19.07 | 900 | 19.2 | 98 | 16.37/16.17 |
| 58 | 吉 Gilda 定   | 11.09-11.19        | III | 350 | 65 | 11 | 1008.5 | 18/14 | S    | 160 | 18/10 | NE  | 18.7 | 18/09 | 21.5 | 缺   |       |            |             |             | 200.3/16.16<br>18.22 | 910 |      |    |             |
| 59 | 娜 Nadine 琳  | 1968<br>7.20- 7.28 | VII | 250 | 35 | 08 | 996.8  | 26/03 | S    | 240 | 25/19 | NE  | 10.8 | 28/21 | 24.8 | 99  | 23.27 | 22.5/24.12 | 72.4/25.00  | 108.7/25.12 | 451.5/22.20<br>27.17 | 960 | 25.7 | 99 | 24.58/22.20 |
| 60 | 范 Wendy 西   | 8.27- 9.10         | IV  | 250 | 65 | 11 | 1001.9 | 05/04 | S    | 300 | 06/00 | ENE | 7.0  | 05/13 | 29.6 | 84  | 26.16 | 9.0/05.14  | 11.4/06.00  | 14.2/06.13  | 35.9/03.19<br>06.11  | 915 | 24.9 | 93 | 21.99/05.76 |
| 61 | 艾 Elaine 拉  | 9.23-10.11         | V   | 300 | 73 | 20 | 1007.1 | 30/15 | SW   | 320 | 03/08 | NE  | 9.0  | 29/14 | 26.0 | 93  | 23.47 | 77.8/30.21 | 335.2/30.21 | 354.9/30.21 | 460.7/27.15<br>10.01 | 910 | 26.0 | 90 | 22.72/27.15 |
| 62 | 衛歐 Viola 蒂  | 1969<br>7.20- 7.29 | IV  | 350 | 65 | 22 | 995.8  | 27/16 | S    | 420 | 27/15 |     | 11.7 | 27/11 | 27.1 | 94  | 25.31 | 13.2/27.09 | 29.9/27.12  | 46.9/27.24  | 76.3/26.10<br>27.24  | 895 | 29.3 | 82 | 25.09/26.10 |
| 63 | 貝 Betty 西   | 8.04- 8.09         | I   | 250 | 35 | 30 | 991.5  | 08/10 | N    | 20  | 08/10 | N   | 7.0  | 07/20 | 26.8 | 95  | 25.14 | 17.2/08.06 | 75.3/08.13  | 92.3/08.14  | 92.3/07.18<br>08.14  | 973 | 27.2 | 92 | 24.91/87.18 |
| 64 | 艾爾 Elsie 西  | 9.16- 9.28         | III | 300 | 70 | 22 | 973.0  | 26/23 | S    | 120 | 27/02 | NNE | 30.0 | 26/23 | 25.0 | 99  | 22.31 | 17.6/26.22 | 139.5/26.24 | 173.1/27.12 | 183.2/26.03<br>27.20 | 895 | 26.7 | 74 | 19.46/26.03 |
| 65 | 芙 Flossie 安 | 9.27-10.05         | VI  | 250 | 28 | 15 | 1002.4 | 03/13 | E    | 80  | 03/16 | NNE | 17.3 | 02/18 | 21.8 | 98  | 19.21 | 23.4/03.23 | 135.5/63.24 | 227.3/03.24 | 420.3/01.07<br>03.24 | 946 | 24.1 | 94 | 21.18/01.07 |
| 66 | 芙 Fran 定    | 1970<br>9.04- 9.09 | I   | 200 | 25 | 15 | 993.9  | 07/09 | N    | 25  | 07/04 | ESE | 8.3  | 07/09 | 24.8 | 98  | 23.03 | 42.0/07.03 | 143.0/07.06 | 169.0/07.14 | 169.0/06.15<br>07.14 | 975 | 27.7 | 86 | 23.99/06.14 |
| 67 | 娜 Nadine 西  | 1971<br>7.18- 7.27 | IV  | 400 | 75 | 15 | 985.6  | 26/07 | S    | 200 | 25/22 | SE  | 19.0 | 26/07 | 25.0 | 94  | 22.35 | 9.0/25.13  | 22.9/26.12  | 38.2/26.12  | 40.1/25.04<br>26.12  | 900 | 27.6 | 90 | 24.96/25.04 |
| 68 | 露 Lucy 絲    | 7.14- 7.22         | V   | 300 | 65 | 11 | 996.2  | 21/14 | S    | 440 | 20/21 | ESE | 11.3 | 21/15 | 31.6 | 64  | 22.34 | 1.4/20.09  | 4.1/20.20   | 5.3/20.20   | 5.3/20.07<br>20.21   | 615 | 27.8 | 86 | 24.12/20.08 |
| 69 | 艾妮 Agnes 絲  | 9.14- 9.19         | III | 250 | 40 | 30 | 989.9  | 18/17 | S    | 90  | 18/22 | N   | 14.5 | 18/17 | 24.4 | 100 | 22.94 | 37.6/18.18 | 127.3/18.24 | 205.0/18.24 | 250.1/17.11<br>19.11 | 975 | 25.4 | 97 | 23.62/17.11 |
| 70 | 貝 Bess 絲    | 9.16- 9.24         | II  | 300 | 65 | 30 | 955.5  | 22/22 | S    | 40  | 23/02 | NW  | 22.3 | 22/21 | 24.2 | 92  | 20.86 | 49.0/22.23 | 137.6/22.40 | 193.0/22.24 | 212.5/21.07<br>23.10 | 905 | 25.6 | 92 | 22.67/21.07 |

量及出現之最大風速均成正比，風速大則雨量也大，反之則小，尤其第 I 至 IV 類路徑穿越本島之颱風，此種關係甚為明顯。

5. 颱風期間之最大雨量平均值：一小時者 22.52 m.m.，十二小時者 95.56 m.m.，均以第 I 類路徑颱風者為最大，至於廿四小時者 138.30 m.m. 與總雨量 194.20 m.m.，而以第 II 類颱風者為最大，第 IV 類颱風各項平均降水量均為最小，（一小時者 12.18 m.m.，十二小時者 36.23 m.m.，廿四小時者 51.11 m.m.，總雨量為 80.64 m.m.），關於其極端雨量均係 1967 年艾琳颱風（屬第 V 類）為最大，一小時者達 77.8 m.m.，十二小時者 335.2 m.m.，廿四小時者 354.9 m.m.，總雨量 460.7 m.m.。

6. 颱風侵襲時率以第 VI 類路徑者較快，平均 21.6 km/hr，第 VII 類者最慢平均 14 km/hr，侵襲本省影響宜蘭時間久暫而言，以第 I 與 IV 類颱風較短，平均各 41 小時，第 VI 類颱風影響時間較長，平均較第 I 與 IV 類者增長 24 小時以上。

以上是宜蘭地面觀測資料作統計，可是宜蘭不能代表整個蘭陽地區，尤其山區降雨量將會大量超過

宜蘭觀測值，因此，蘭陽山區降水量尤為重要，本局已在蘭陽山區架設自動雨量站完成後，屆時當應用該項自動雨量站資料，作進一步統計分析，期能求得較精確而又簡便方法計算颱風進襲時，蘭陽地區應有之降水量，供水利單位預告河川水位之依據，並祈各位先進不吝賜教將後研究方針，如有所成，則為該地區人民之福也。

### 參考文獻與資料

1. 魏元恆等 「臺灣颱風降雨預報之研究」 氣象學報 18 卷 3 期
2. 曲克恭 「臺北盆地颱風降水」 氣象學報 17 卷 3 期
3. 本局 「宜蘭測候所 1951-1971 年地面氣象觀測資料」
4. 本局編印 「八十年颱風路徑圖」
5. 本局編印 「颱風調查報告」
6. Herbert Riehl "Tropical Meteorology"
7. 戚啓勳 「臺灣雨量分佈」 氣象學報 15 卷 3 期
8. 鄭邦傑 「民國 55 年 9 月宜蘭豪雨調查」 氣象學報 13 卷 1 期
9. 徐寶箴 「颱風經過臺灣北方海面與臺北及附近地區之降水」 氣象學報 14 卷 4 期

保 密 防 諜 · 人 人 有 責

匪 諜 自 首 · 既 往 不 究

# 水田之熱平衡及其應用之研究\*

顏 俊 士

## *A Study of the Heat Balance on the Paddy Field and its Application*

by C. S. Yen

### ABSTRACT

The difference between the evapotranspiration on paddy field which estimated by heat balance method and observed evapotranspiration by gradient method is only 3 %. The equation of heat balance method is  $LE_p = S_p / (1 + L_p / LE_p)$ , and the equation of gradient method is  $E_t = \rho k^2 (u_2 - u_1) (q_1 - q_2) / (\ln z_2 / z_1)^2$ .

The correlation coefficient between  $LE_p/1$  and  $E_t$  are 0.61, and between  $LE_p/1$  and the evaporation of 20 cm pan is 0.87. The result of  $\Sigma S_p / \Sigma Q_p$  is practically the same as Chang's obtained. As results, the heat balance method is found to be applicable for estimation for radiation energy on paddy field in Taiwan. Though the radiation energy in the first rice paddy field is larger than the second rice paddy field, but the radiation energy per unit period is larger in the second paddy field. The correlation coefficient between  $S_p$  and the dry matter yield  $Y_d$  is about -0.5 and in the growing stage of the second crop is obtained high negative value of -0.7. The efficiency of utilization of photosynthetic effective radiation are 0.69% in the first crop and 0.5% in the second crop respectively. The efficiency of energy conversion in the second crop also lower than the first crop. This explained the quantity of incoming radiation energy does not play a dominant role in determining of final yields and a part of energy is waste on the respiration. Therefore, the selection of species for high efficiency of energy conversion and decrease the respiration rate in whole stage are important methods for increasing rice yield.

The estimated distribution of radiation energy of the first and second rice paddy field are presented in Fig. 2 to Fig. 5. The estimated efficiency of energy conversion is also presented in Table 6 and Table 7.

\* 本研究之完成係得行政院國家科學委員會之補助。

## 1. 緒 論

農作物在水分、養分供給下，接受來自太陽之輻射，進行其發芽、生長、成熟、等生命循環過程，其保存於植物體內之能量由人類利用者為糧食。現在人類在一年內所消費糧食之能量，約達  $3,264 \times 10^{12}$  Kcal 之巨，但尚有了 3 成到 5 成之人類處於營養不足，另 3 成甚且仍度著慢性饑餓之生活。為了供給全人類充分的糧食，應付逐年增加之人口，農業增產成了當前之重要問題。惟以往發展農業均側重於灌溉，肥料，防除病蟲害或育種方面之研究。至近十幾年來，各種測器漸趨於精密，輻射測儀之開發亦頗有進展。因此太陽輻射在農業方面之研究已獲得顯著之績效。據 Budagovsky<sup>\*1</sup>(1964) 比較檢討輻射收支法 (Radiation budget method,) 梯度法 (Gradient method) 及複合法 (Combination method)，三種蒸發散測定法均得誤差 5-10% 程度精確之蒸發散量。惟在我國，由於缺乏輻射資料，尚鮮研究，農田之蒸發，蒸發散之研究以水分收支法發表研究者有張啓濱<sup>\*2</sup>(1959)，駱安華<sup>\*3</sup>(1962)，及張建勛<sup>\*4,5</sup>(1965) 等諸氏。僅筆者<sup>\*6</sup>(1973) 應用輻射平衡法試行估計臺灣各地之輻射平衡各項分佈及水地溫而得良好之結果。茲擬再應用於估計水田內之蒸發散量，並和傾度法觀測結果相較，檢討其可行性，再估計各地稻作期間之輻射平衡各項之分佈，進而試算各地光合作用有效輻射，在產量上之利用效率，以供今後糧食增產之重要依據。

## 2. 水田內輻射平衡式

耕地之輻射平衡之一般近似式為

$$S_0 + LE_0 + B_0 = 0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中之  $S_0$ ：純輻射量， $LE_0$ ：潛熱量， $L_0$ ：顯熱量， $B_0$ ：貯熱量。

但水田有若干深度之水層介於地面和大氣間之故，稍複雜些，即

$$S_p + LE_p + L_p + CP \int_0^H \frac{2\theta w}{2t} dz + B_0 = 0 \quad \dots\dots(2)$$

(2)式中之  $CP \int_0^H \frac{2\theta w}{2t} dz$  為水深  $H$  之水層熱量變化。為簡化假定無移流水分並時間單位採用日平均以上長時間時，(2)式之  $CO \int_0^H \frac{2\theta w}{2t} dz = 0$ ，

$B_0 = 0$ ，故(2)式成為

$$\Sigma S_p = \Sigma LE_p + \Sigma L_p \quad \dots\dots\dots(3)$$

(3)式中之各項計算，應用筆者<sup>\*6</sup>(1973) 曾得良好可行性之下式

$$S_p = Q_0 [1 - (1-k)n] (1-a) - SZK^4 \\ (0.39 - 0.058 \sqrt{e}) (1 - cn^2) \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$LE_p = -S_p / (1 + \frac{L_p}{LE_p}) \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$L_p = -S_p / (1 + 2 \frac{\Delta e}{\Delta \theta}) \quad \dots\dots\dots(6)$$

(4)式之  $Q_0$ ：晴天時之可能到達輻射量 (直達和散播)。自 Budyko 氏之緯度，月別表<sup>\*7</sup> 可查出。

$k$ ：依緯度而異之平均太陽高度，雲量有關之係數。 $25^\circ N = 0.32$ ， $20^\circ N = 0.33$

$n$ ：雲量。全天有雲時為 1.0。

$S$ ：物體射出率。

$\delta$ ：Stefan-Boltzman Constant

$K$ ：氣溫 (絕對溫度)。

$e$ ：水汽張力。

$c$ ：考慮各緯度之平均雲量係數。

$$20^\circ N = 0.59, \quad 25^\circ N = 0.61$$

(6)式中之  $\Delta e$ ：接近地層 (或水層) 和大氣間之水汽量差數。

$\Delta \theta$ ：地面 (或水面) 和大氣間之溫度差數。

因地溫或水溫資料難得， $\Delta \theta$  應用內島大沼氏<sup>\*8</sup> (1959) 等之共同研究得

$$\Delta \theta = \frac{a \frac{S}{e} - 2D}{1 + 2\Delta} \quad \dots\dots\dots(7)$$

(7)式中之  $a$ ：ly/min 和 Kly/month 之換算率

$Q$ ：蒸發氣化熱。

$D$ ：飽和水汽張力差數。

$\Delta$ ：飽和水汽張力梯度。

(4)式中之  $a$ ：反照率。水田之反照率因隨水稻之生育，次第莖繁茂而反照率隨之變動。

在臺灣未曾觀測過水稻反照率，應用井上氏等 (1967)<sup>\*9</sup> 之全生育期間之反照率變化動態，即自秧苗期 0.08，插秧直後 0.10 逐漸增加至 0.22 後，再減低為 0.18 等資料。

## 3. 輻射平衡估計法和梯度法觀測結果之比較

筆者曾於 1969 年在臺北郊外，安坑以 Thornthwaite Holzman 之梯度法觀測第一期作水稻全生育期間之蒸發散量 (未發表)，其結果與上列熱平衡估計結果相比較，檢討如下：

所使用之梯度法公式爲

$$E_t = \frac{\rho k^2 (u_2 - u_1) (q_1 - q_2)}{\ln \left( \frac{z_2}{z_1} \right)^2} \dots\dots\dots (8)$$

式中之  $z_2$ : 300cm 高度

$z_1$ : 20-100cm 高度, 隨水稻繁茂層之增

高, 調整。

$u_2, u_1$ :  $z_2, z_1$  高度之風速。

$q_2, q_1$ :  $z_2, z_1$  高度之比濕。

$E_t$ : 蒸發散量。

Table 1. Comparison of evapotranspiration estimated by gradient method with heat balance method.

較:

| 項           | 月<br>旬 | 4 月  |      |      | 5 月  |      |      | 6 月  |      |      | 7 月  | 總 計<br>mm. |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
|             |        | 上    | 中    | 下    | 上    | 中    | 下    | 上    | 中    | 下    | 上    |            |
| 梯 度 法 $E_t$ |        | 36.4 | 26.3 | 29.7 | 45.7 | 46.4 | 63.2 | 36.0 | 37.4 | 27.9 | 38.8 | 387.8      |
| 輻 射 平 衡 法   |        | 36.8 | 31.2 | 36.7 | 41.6 | 40.4 | 43.2 | 28.9 | 34.0 | 35.7 | 46.5 | 375.0      |

二方法所得結果如表 1, 其總蒸發量之差數, 僅 12.8mm 以 1:0.97 之比, 輻射平衡法所得蒸發散量較小些, 但甚接近, 兩法間之相關係數亦呈 0.61, 經  $t$  值試驗結果,  $t=2.15$  在 10% 危險率內之較高相關。輻射平衡法所得蒸發散量與  $LE_p/l$  每 20cm 口徑蒸發量  $E_{20}$  相較, 其變動傾向如 Fig. 1 相似, 唯

(1960) 及岩切 (1960) 所得之 20cm 蒸發皿蒸發量較大於輻射平衡法所估計者等結論呈相似傾向。再求輻射平衡法所得蒸發散量與純輻射量間之關係爲

$$LE_p/l = 0.83 - \frac{S_p}{l}$$

與升上氏等<sup>\*11</sup> 所得自純輻射量估計蒸發散量式

$$E_t = 0.82 \frac{S_p}{l}$$

數值甚接近。再以  $\Sigma S_p / \Sigma (1-\alpha) Q = 0.6703$  論之, 雖較之 Stanhill<sup>\*12</sup> (1966) 之灌溉過之玉米田 0.62 爲大, 但與 Chang<sup>\*13</sup> (1961) 在夏威夷甘蔗田所得 0.67 相同。

如上述輻射平衡法所估計水田蒸發散量不僅與梯度法所得數值有高度之相關, 更與 20cm 口徑蒸發計蒸發量之變化有緊密的關聯看之, 輻射平衡法之估計水田內能量分佈之可行性甚高, 因此再推進估計本省各地栽培期間之輻射量各項分佈狀況。

#### 4. 臺灣各地之水稻期間之輻射能量分佈

(1) 栽培期間之決定。

水稻栽培及生育之進展, 由年年受各種環境因子之影響, 有若干之變動。但自歷年所得之觀察結果, 略有一定之週期, 故本篇所應用本省農業試驗場及各地改良場發表之豐歉試驗報告<sup>\*14</sup>, 其歷年平均栽培及生育期日如表 2 以較有歷史且尚在栽培之品種, 即臺中 65 號 (臺中以北及高雄區), 及嘉南 8 號 (臺南及東部) 爲對象品種。

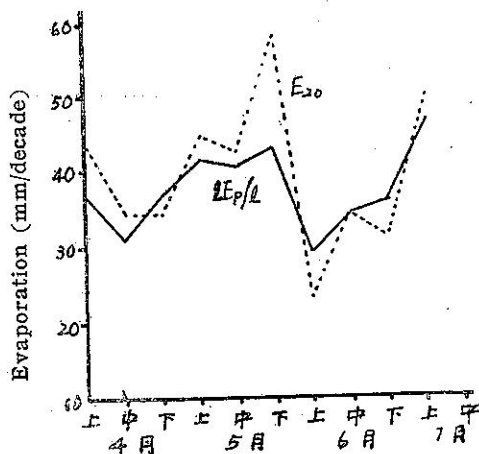


Fig. 1. Evapotranspiration estimated by heat balance method and evaporation measured by 20cm. pan.

$LE_p/l$  較小些, 兩者間之相關係數爲 0.87, 相關頗高,  $t$  值亦達 5.0, 誤差之發生危險率僅 1% 以下。可說相關甚緊密。

上述比較, 與佐藤<sup>\*10</sup> (1960), 羽生, 小野氏

Table 2: The normal date of rice cultivation and growing stage in Taiwan.

| 地 區 | 期<br>時 期 | 第 一 期 |      |      |      | 第 二 期 |      |       |       |
|-----|----------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
|     |          | 播 種   | 插 秧  | 抽 穗  | 收 穫  | 播 種   | 插 秧  | 抽 穗   | 收 穫   |
| 臺 北 |          | 1/19  | 3/10 | 6/17 | 7/21 | 7/19  | 8/1  | 10/18 | 11/27 |
| 宜 蘭 |          | 1/28  | 2/27 | 5/25 | 6/29 | 7/23  | 7/31 | 10/5  | 11/10 |
| 新 竹 |          | 2/1   | 3/21 | 6/9  | 7/10 | 7/8   | 7/23 | 9/30  | 11/5  |
| 臺 中 |          | 1/25  | 2/25 | 5/24 | 7/1  | 7/8   | 7/26 | 9/28  | 11/7  |
| 臺 南 |          | 1/12  | 2/23 | 5/23 | 6/25 | 6/15  | 7/14 | 9/24  | 10/26 |
| 高 雄 |          | 12/10 | 1/10 | 4/11 | 5/11 | 6/15  | 7/5  | 9/13  | 10/14 |
| 臺 東 |          | 1/21  | 2/20 | 5/15 | 6/15 | 7/18  | 8/2  | 10/5  | 11/11 |
| 花 蓮 |          | 2/4   | 3/5  | 6/4  | 7/7  | 7/14  | 7/23 | 9/30  | 11/8  |

(2) 稻作期間之輻射能量分佈。

以上述熱平衡法，應用各地測候所氣象資料\*15，估計本省主要稻作地區（分為8地區）之第一期，第二期作別輻射平衡各項之分佈，請參照 Fig. 2, 3, 4 及 5。Fig. 2 為水田吸收之短波長輻射  $Q_p$  值 [ $Q_p = (1-a)Q$ ] 之分佈圖。即第一期，第二期作均以嘉南之水田吸收輻射量為最多。最少者為第一期作臺東

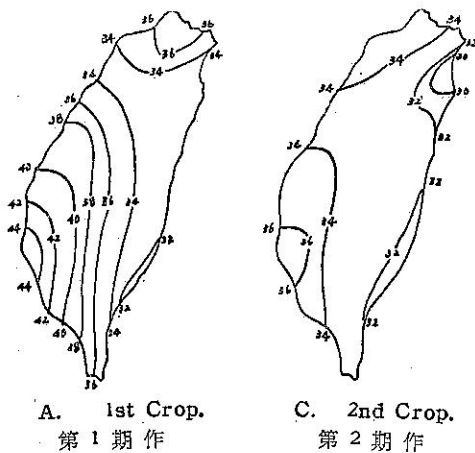


Fig. 2. Distribution of absorbed radiation  $Q_p$  (kly/period)

地區，但第二期作為宜蘭地區。Fig. 3為純輻射量  $S_p$  之分佈圖，兩期作仍以嘉南地區為最多。臺北地區之第一期作次之，最少者為與  $Q_p$  分佈相同之宜蘭及臺東二地區。Fig. 4 為蒸發潛熱  $LE_p$  之分佈，雖二期作均以嘉南地為最多，以及宜蘭地區為最小，但臺北地區第一期作間 28.0kly 次於嘉南地區。Fig. 5 為顯熱量  $L_p$  之分佈，就是大氣和水田間進行長波輻射交換所消費之能量，其分佈與前述  $Q_p$ ,  $S_p$  及  $LE_p$  分佈稍異。第一期作以嘉南，高屏地區及宜蘭地區所

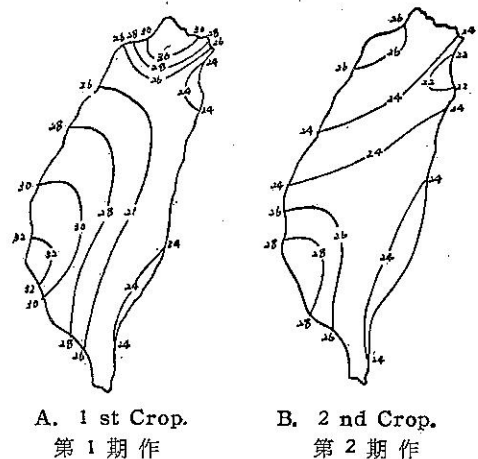


Fig. 3. Distribution of net radiation  $S_p$  (kly/period)

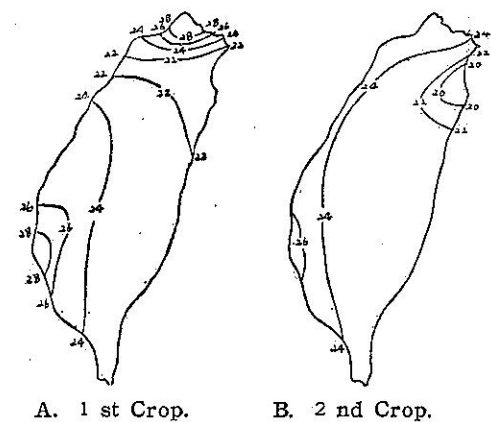


Fig. 4. Distribution of latent heat  $LE_p$  (kly/period)

消費交換之能量為大，第二期作即以高屏地區為最大，嘉南及宜蘭地區次之，最少消費能量均是臺東地區。



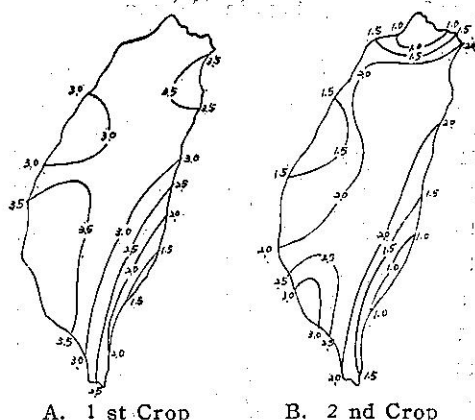


Fig. 5. Distribution of Sensible Heat  $L_p$  (kly/period)

兩期作間之比較，其8地區平均之輻射平衡各項如表3。

Table 3. Comparison of heat balance item within 1st and 2nd rice crop. (kly/period)

| 期別     | 日數    | $Q_p$   | $S_p$   | $LE_p$  | $L_p$  |
|--------|-------|---------|---------|---------|--------|
| 第1期作   | 121   | 36,6915 | 27,3885 | 24,6503 | 3,1078 |
| 第2期作   | 106   | 33,4821 | 25,0630 | 23,2521 | 1,8190 |
| 2期/1期比 | 0.876 | 0.913   | 0.915   | 0.943   | 0.585  |

自總栽培期間觀之，水田吸收短波輻射，純輻射量，蒸發潛熱及顯熱量第一期作均較第二期作為多。純輻射  $S_p$  和吸收輻射  $Q_p$  之比，第一期 0.747，第二期 0.49，相差甚微，且與井上氏等<sup>9</sup> 之實測比值 0.751 相接近。自各項數值觀之，均以第一期稻作間之能量為多，但自其栽培期間之長短，第一期作 121 天，第二期 106 作天之比率換算結果，呈相反現象。以第二期作之平均所得能量較多（除顯熱量仍以第一期作為大）。其栽培期間調整為相同時，各項輻射量如表 4。

Table 4. The heat balance item within equal period of 1st and 2nd rice crop. kly/period

| 期別   | $Q_p$   | $S_p$   | $LE_p$  | $L_p$  |
|------|---------|---------|---------|--------|
| 第1期作 | 32,1418 | 23,9923 | 21,2448 | 2,7224 |
| 第2期作 | 33,4821 | 25,0630 | 23,2521 | 1,8190 |

就其平均乾物生產量（參照表 5），觀之，

Table 5. Average dry matter yield of rice (ton/ha)

| 期作   | 乾物<br>稻碎米等 | 稻米<br>谷比等 | 總乾物重   | 稻谷/<br>總乾物 |
|------|------------|-----------|--------|------------|
| 第1期作 | 5,094      | 5,094     | 10,188 | 50%        |
| 第2期作 | 3,362      | 3,824     | 7,186  | 47         |

以第一期作之乾物生產量為多。

水田吸收輻射內，其 67% 為純輻射而純輻射之 82% 亦消耗於蒸發散作用，故求各地乾物生產量和純輻射量之關聯結果如下：

$$\text{第1期作 } r_1 = -0.5126 \quad t_1 = 1.46$$

$$\text{第2期作 } r_2 = -0.4914 \quad t_2 = 1.39$$

即總生育期間之純輻射和乾物生產量間有微弱之負相關且不太顯著。輻射影響在栽培期間各生育階段中，生長階段遠較成照階段為甚。如以插秧至抽穗之間為生長期，其乾物產量和純輻射間之相關程度為：

$$\text{第1期作 } r_1' = -0.5268 \quad t_1' = 1.51$$

$$\text{第2期作 } r_2' = -0.7063 \quad t_2' = 2.44$$

兩期作之生長期間之總純輻射量和乾物產量仍有負相關存在，但第 2 期作之生長期之總純輻射量和乾物產量間有 5% 顯著誤差之負相關。本省各地所接受之輻射量均超過飽和以上，且可能因輻射量過多造成日夜間溫度過高，旺盛蒸散呼吸作用消耗已形成之光合物質為其因。關於輻射強度對於光合作用有飽和點之存在，先進學者已自各種農作物研究中獲得證明，從事水稻方面研究者有松島，山口及岡部諸氏(1955) 結果輻射飽和點為 3800 t.c (約 0.51-0.57 ly/min)。本省第 1 期和第 2 期作之產量，如表 5，以第 2 期作為少，約為第 1 期作產量之 70%，而換算同一期間之輻射如表 4，均以第 2 期作為多，亦可明白顯示因輻射量之過多而減產。成熟期之純輻射量和乾物產量間之相關係數，第 1 期作仍示負相關，在 0.4 以下，但第 2 期作即呈微小 0.07 之正相關，兩期作之相關均不明顯。

## 5. 光合輻射效率

太陽輻射能量內，經植物吸收進行光合作用者，僅限於  $0.38\mu$  至  $0.72\mu$  波長之輻射。稱為光合有效輻射 (Effective photosynthesis of radiation) 據 Moldan et al (1963)，光合有效輻射為

$$(1-a)(Q+q)\text{eff}=(1-a)(Q+q) \left[ \frac{0.43}{(Q+q)} + \frac{0.57}{(Q+q)} \right] \dots\dots\dots(9)$$

式中之  $Q/Q+q$ : 直達輻射和到達輻射之比,

$q/Q+q$ : 散播輻射和到達輻射之比,

直達輻射, 散播輻射和到達輻射之比率, 據 Berliand 氏 (1960) 整理 IGY 之輻射觀測資料, 得其緯度別比率, 該資料內以緯度 20 至 30 度為直達短波輻射所佔比率約 70% 為最高, 散播輻射比為 30%, 應用其比率及到達吸收輻射  $(1-a)(Q+q)$  等於本篇之  $Q_p$ , 故(9)式可簡化為

$$Q_{eff}=0.472 Q_p \dots\dots\dots(10)$$

(10)式中之係數 0.472 和 Yocum et al (1964)\*<sup>16</sup> 以 Specter 觀測所得 47% 頗接近。

假設稻田之土壤養分, 水分不缺乏且大氣中之  $CO_2$  含量亦充分時, 乾物產量和光合有效輻射  $Q_{eff}$  間成立下列關係式

$$\frac{Y_D}{(1-r)} H_c = K Q_{eff} E_f \dots\dots\dots(11)$$

式中之  $r$ : 呼吸消耗率, Respiration rate

$H_c$ : 化合熱, Heat of combination

$K$ : 光合有效係數 Photosynthetically effecton coefficient

$E_f$ : Efficiency of energy conversion

(11)式中導進(10)式關係, 變形後可得

$$E_f = Y_D H_c / (1-r) 0.472 K Q_p \dots\dots\dots(12)$$

$$\text{或 } Y_D = (1-r) 0.472 K Q_p / H_c \times E_f \dots\dots\dots(13)$$

(12)式自乾物生產量其到達吸收輻射量可估計能量利用效率而自(13)式可估計乾物產量。

以(12)式估計能量利用效率時, 呼吸消耗率 (大部分作物在 20-30 % 間) 假定為  $r=20\%$ , 光合有效係數  $K=0.5$ , 碳水化合物之化合熱  $H_c=3.73 \times 10^6$  kcal/ton 時, 臺灣之各地水稻產量之光合有效輻射效率如下表 6。

Table 6. Efficiency of photosynthesical radiation on rice culture period in Taiwan.

| 期別     | 項別 | 光合有效輻射 $\times 10^8$ kcal/ha | 產量 ton/ha |       | 利用效率 $E_f$ |       |
|--------|----|------------------------------|-----------|-------|------------|-------|
|        |    |                              | 總乾物       | 稻 谷   | 總乾物        | 稻 谷   |
| 第 1 期作 |    | 17.3184                      | 10.188    | 5.094 | 1.37%      | 0.67% |
| 第 2 期作 |    | 15.8036                      | 7.186     | 3.362 | 1.06%      | 0.50% |

臺灣之稻作產量, 如上表所示, 第 2 期作之光合

有效輻射利用效率低於第 1 期作。各地之利用效率均普遍呈相同現象。各地之光合有效輻射效率如表 7。各地之輻射利用效率, 第 1 期以臺東區 0.87% 為最高, 宜蘭區 0.77 次之, 第 2 期作以臺中區 0.7 % 為最高, 臺東區次之。最低利用輻射效率為臺北區, 兩期作均最低為 0.56 及 0.34% 兩期作間之利用效率差異以臺中區為最小, 僅 0.02 % 據 Nichipovovich\*<sup>17</sup> 之研究, 理論上, 光合有效輻射之利用效率可提高至 5-6 %, 但現階段之利用效率, 大部分作物之平均值為 0.5~1.0% 因此尚有研究改良之必要。

Table 7. The effective photosynthesis of radiation and efficiency of energy conversion on rice yield in main area of Taiwan.

| 地 區 | 期作 | 第 1 期 作                              |            |      | 第 2 期 作                              |            |      |
|-----|----|--------------------------------------|------------|------|--------------------------------------|------------|------|
|     |    | 光合有效<br>射 10 <sup>8</sup><br>kcal/ha | 利用效率 $E_f$ | 總乾物  | 光合有效<br>射 10 <sup>8</sup><br>kcal/ha | 利用效率 $E_f$ | 總乾物  |
|     |    |                                      | %          | 稻穀   |                                      | %          | 稻穀   |
| 臺 北 |    | 17.6291                              | 1.21       | 0.56 | 16.9677                              | 0.76       | 0.34 |
| 新 竹 |    | 15.5680                              | 1.53       | 0.67 | 16.4892                              | 0.92       | 0.41 |
| 臺 中 |    | 18.0178                              | 1.40       | 0.72 | 15.2247                              | 1.32       | 0.70 |
| 臺 南 |    | 20.8518                              | 1.05       | 0.64 | 17.3195                              | 0.85       | 0.47 |
| 高 雄 |    | 19.9649                              | 1.27       | 0.66 | 16.7401                              | 1.02       | 0.46 |
| 臺 東 |    | 15.0880                              | 1.78       | 0.87 | 14.6224                              | 1.50       | 0.67 |
| 花 蓮 |    | 15.8645                              | 1.33       | 0.69 | 15.4684                              | 1.05       | 0.52 |
| 宜 蘭 |    | 15.1903                              | 1.64       | 0.77 | 13.5961                              | 1.21       | 0.54 |

## 6. 結 論

以輻射平衡法估計水稻田內蒸發散量  $LE_p/q$  和梯度法實測所得  $E_f$  間之相差僅 3 %, 在全生育期間之旬別變動相關為  $r=0.61$  尤其和 20cm 蒸發量間之相關為  $r=0.87$  等而論, 輻射平衡法之估計, 在臺灣之可行性頗高。在估計各地稻作期間之水田內吸收輻射  $Q_p$ , 純輻射  $S_p$  及蒸發潛熱間  $LE_p$ , 第 2 期稻作田均少於第 1 期作, 但換算同一期間長短時反以第 2 期作為多。但乾物產量, 稻穀產量仍以第 2 期為少, 純輻射  $S_p$  和產量間有微弱相關關係 (總生育期間為負 0.5 左右) 生長期間第 2 期作為負 (0.7), 光合有效輻射利用率亦以第 2 期為低等諸現象估計, 足證光合作用係受飽和輻射之限制, 以及高溫所造成之呼吸旺盛消耗能量之影響。因此在水稻增產上, 選擇輻射利用效率較高之品種, 減低呼吸消耗率等栽培法, 仍為稻作增產改進之重要方向。

## 7. 摘 要

首先以輻射能量平衡法之估計式所得  $LE_p/l$  和以傾度法實測所得  $E_t$  相比較結果，其相差僅 3%。  
 $LE_p$  估計式爲  $LE_p = S_p / (1 + \frac{L_p}{LE_p})$ ， $E_t$  爲  

$$E_t = \frac{PK^2(u_2 - u_1)(q_1 - q_2)}{(\ln \frac{z_2}{z_1})^2}$$
 旬別變動間之相關  $r = 0.61$ ，和 20cm 蒸發量間之相關亦達  $r = 0.87$ ，且  $\Sigma S_p / \Sigma Q_p = 0.67$  與 Chang 氏所得結果相同，因此以輻射能量平衡法估計水稻田內之輻射能量之可行性頗高。以此類推，估計各地之稻作生育期間之輻射量，得知第 2 期作間之輻射能量雖少於第 1 期作，但單位期間之輻射能量反而多。 $S_p$  和乾物產量間，兩期作均有  $r = -0.5$  左右之相關，尤其第 2 期作之生長期間之相關達  $-0.7$ 。以  $E_r = Y_b H_c / (1-r) K Q_{eff}$  式計算光合有效輻射能量之利用效率，仍以第 2 期作爲低。綜合以上所述，可推測爲光合作用上有飽和輻射強度之限制及呼吸率之大小亦影響產量。因此求取稻作之增產，選擇利用效率高之品種，減低栽培期間之呼吸率仍不失爲一可行途徑。估計所得輻射能量各項（稻作期間），之分佈見 Fig. 2, 3, 4 及 5。估計光合有效輻射之利用率請參考 Table 6 和 7。

## 參 考 文 獻

1. 內島日譯 Budagovsky (1964); 耕地之蒸發散。畑地農業研究會。p126-153.
2. 張啓濱 (1959); 利用氣象資料決定作物需水量之方法。臺灣水利 Vol 7. No. 3. (氣象與水文專輯 p298-309)
3. 駱安華 (1962); 水稻灌溉水量之研究。臺灣水利 Vol 10. No. 3. (灌溉專輯 p178-190)
4. 張建勛 (1965); 作物需水量與蒸散量關係之研究。

農工學報 Vol 11. No. 3.

5. 建勛 (1968); 作物需水量與蒸散量相關之研究。國科會年報 (56-57年度)。p39.
6. 顏俊士 (1973); 臺灣各地農業氣象環境條件之研究。氣象學報 Vol 19. No. 1. p34-41.
7. 內島日譯 Budyko M.I. (1959); 地表面熱收支。河川水溫調查會。p24-25.
8. 三原、內島、中村、大沼 (1959); 溫水池の熱收支及水溫上昇研究。農技研報告 A7. p1-44.
9. 蒸發散研究 Group (1967); 水田の放射状態について。農業氣象 Vol 22. No. 3. p97-102.
10. 佐藤正一 (1960); 本邦暖地の稻作氣候と水田微氣候並に微氣候調節に關する研究。九州農試彙報 Vol 6. No. 4. p259-354.
11. 蒸發散研究 Group (1967); 水田の蒸發散。農業氣象 Vol 22. No. 4. p149-154.
12. Stanhill G, Hostede G.J. & Kalma J. D. (1966); Radiation balance of natural and agricultural Vegetation. Q. J. R. M. S. 92. p128-140.
13. Chang J.H. (1961); Microclimate of Sugar Cane Hawaiian Planters' Record 56. p195-223.
14. 農試所各區農改場 (1972); 61年度水稻豐歉因素測定試驗報告。
15. 中央氣象局 (1974); 氣象報告彙編 (第3篇)。
16. Yocum, C. S. et al (1964); Solar radiation balance and photosynthetic efficiency, Agronomy Journal 56. p249-253.
17. Nichiporovich A. A. (1967) (日譯); 生産因子としての植物の光合成活動の研究に關する問題。農業技術會議調查資料49 (海外篇)。p9-48.
18. Chang J. H. (1968); Climate and Agriculture. p57-69.

# 我國東南沿海地區冷鋒移動速度之研究

## *A Study of the Movement of Cold Fronts along the Coast of Southeast China*

陳 正 改

Cheng-kai Chen

### ABSTRACT

In this study, General J. J. George's method is adapted for forecasting the movement of cold fronts along the coast of southeast China.

As for the movement of cold fronts parameters of prediction are based upon the current 850 mb charts according to the following criterion:

(1) The height difference between the reference point on the front and the points 600 miles east and west of the front at 850 mb chart are measured and a correction is given according to latitude.

(2) The temperature gradient at 850 mb is measured from the reference point on the front to the point 600 miles northward.

### 一、前 言

我國東南沿海地區經常有溫帶氣旋發生，其出現之頻率，以春季為最高 [1] [2]；當它由沿海地區東移，而其後方之冷鋒過境時，時或雷電交作，風雨俱來，時或輕風掠過，僅浮雲片片。冷鋒附近天氣，既呈如此天壤之別，故對於冷鋒移行之速度及冷鋒過境時之速度，實有詳細討論研究之必要。

本文研究之主題，即在介紹如何有系統地運用 850 毫巴資料來估計我國東南沿海地區冷鋒的移動速度，以供從事天氣預報人員之參考，從而提高天氣預報的準確率，俾有益於社會大眾。

### 二、研究方法及採用資料

我國東南沿海地區於多半年所發生的降水現象，其因素雖多，但主要是受冷鋒過境所引起；而在夏半年，則甚少受到冷鋒之影響。根據上述事實，故本研究採用之資料取自 1967 年至 1973 年，每年十月至翌年五月於  $110^{\circ}\sim 125^{\circ}\text{E}$ ， $30^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$  範圍內所出現之冷鋒，加以分析討論。至於冷鋒移動速度之預測，主要乃應用 1967 年 10 月至 1972 年 5 月共五年於上述地區所出現的冷鋒作為基本資料，以鋒面兩邊 850mb 上氣流之強弱（即梯度風強度之差）及其溫度梯度作為預報參數 [3]，而製作適合於預報我國東南沿海地區冷

鋒移速之客觀預測圖；並以 1972 年 10 月至 1973 年 5 月的實際資料加以驗證，而求其準確率、平均誤差及最大誤差，以供實際預報時之修正。上述方法，並於 1973 年 10 月至 1974 年 5 月在中央氣象局預報組實際使用，所得效果，甚為良好。

### 三、冷鋒移動速度之客觀預報

當極地高壓由高緯度向低緯度地區伸展時，我國東南沿海地區時有溫帶氣旋發生，而其所伴隨之冷鋒後方的氣流常具有北分風 [1]。由於冷鋒後等壓線之位向常呈東北——西南向，而鋒面之位向為東北東——西南西，或為東——西向，此種鋒面移行之速度與大氣局部環流具有密切之關係 [4]，但僅據此項經驗法則，我們祇能對冷鋒的移行作定性預報，並不能作定量預報。根據喬治 (J. J. George) [3] 之研究，我們可利用鋒面兩邊 850 mb 面上氣流之強弱及鋒面北方 850mb 面上之溫度梯度，作為定量預報冷鋒移動速度的參數；現將此二參數的基本原理說明下：

A. 850 mb 面上鋒面兩邊氣流之強弱（即梯度風強度之差）：

如鋒面北邊之氣流由北向南，則此氣流有促使地面鋒面迅速南移之趨勢；反之，如鋒面南邊之氣流為由南向北，則此北向氣流可阻止鋒面之南移，而使此

鋒面呈滯留或祇向南稍作位移。如南邊之氣流遠較北邊為強，則可使滯留鋒轉為暖鋒而北移。故凡迅速南移之鋒面，其北邊必為強盛之北風，而其南邊之風力每甚微弱。

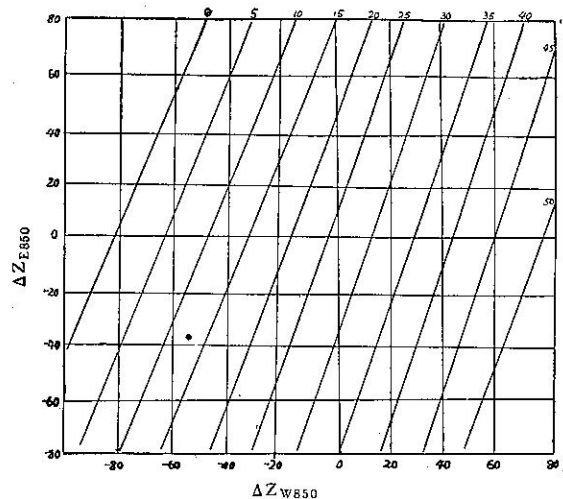
#### B. 鋒面北邊 850 mb 面上之溫度梯度：

如鋒面北邊的溫度梯度陡峻，則極地氣團必強盛，於是常促使鋒面迅速南移；反之，如鋒面北邊的溫度梯度和緩，則極地氣團之勢力必較微弱，於是鋒面南移之速度亦較遲緩。

根據喬治進一步之研究 [3]：鋒面兩邊 850 毫巴面上氣流之強弱，對鋒面移行之影響程度，亦受緯度所左右，故鋒面兩邊溫度風強度之差必須先加以緯度訂正（見表二），然後利用圖一求其訂正值；此訂正值和溫度差即為定量預報冷鋒移動速度的預報參數。

至於採用 850 毫巴面上的資料來預測鋒面移行之速度，乃因 850 毫巴面之高度約為 1500 公尺，此高度已遠離地面摩擦層（通常為 500 公尺），為自由大氣

層中最接近地面的標準氣流層，且依據 850 毫巴圖可正確的定出鋒面之位置，如此將有助於我們的預報。



圖一 緯度訂正值之確定

Fig. 1. Schematic diagram of latitude correction (取自 J. J. George)

表一：預測冷鋒移動速度之作業表

Table 1: A working sheet for cold fronts movement prediction

| 年 月 第 |         |    |    | 號 類 |            |    |    |    |      |       |       |       |              |              |       |       |       |                  |                         |                       |      |      |  | 備 註 |  |  |
|-------|---------|----|----|-----|------------|----|----|----|------|-------|-------|-------|--------------|--------------|-------|-------|-------|------------------|-------------------------|-----------------------|------|------|--|-----|--|--|
| 日     | 地 面 冷 鋒 |    |    |     | 850 mb 槽 線 |    |    |    | 訂 正  | $H_W$ | $H_E$ | $H_C$ | $\Delta Z_W$ | $\Delta Z_E$ | 訂 正 值 | $T_C$ | $T_U$ | $\Delta T_{850}$ | 預測<br>移速<br>(mi/<br>hr) | 預 測    實 際<br>通 過 時 日 |      |      |  |     |  |  |
|       | Z       | °N | °E | °N  | °E         | °N | °E | 係數 | 25°N |       |       |       |              |              |       |       |       |                  |                         | 23°N                  | 25°N | 23°N |  |     |  |  |
|       |         |    |    |     |            |    |    |    |      |       |       |       |              |              |       |       |       |                  |                         |                       |      |      |  |     |  |  |
|       |         |    |    |     |            |    |    |    |      |       |       |       |              |              |       |       |       |                  |                         |                       |      |      |  |     |  |  |
|       |         |    |    |     |            |    |    |    |      |       |       |       |              |              |       |       |       |                  |                         |                       |      |      |  |     |  |  |
|       |         |    |    |     |            |    |    |    |      |       |       |       |              |              |       |       |       |                  |                         |                       |      |      |  |     |  |  |
|       |         |    |    |     |            |    |    |    |      |       |       |       |              |              |       |       |       |                  |                         |                       |      |      |  |     |  |  |

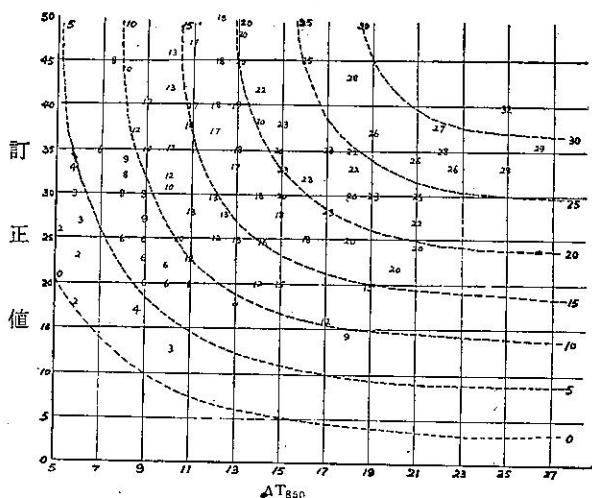
表二：定壓面高度之緯度訂正係數表

Table 2: Coefficients for latitude correction.

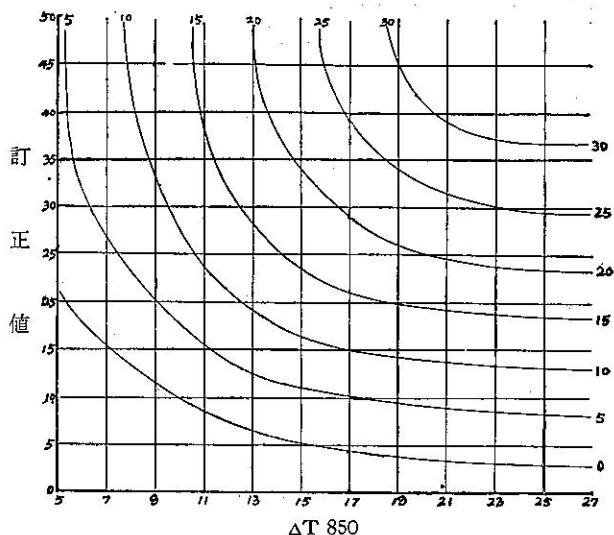
| 緯 度 | 訂 正 係 數 | 緯 度 | 訂 正 係 數 |
|-----|---------|-----|---------|
| 50  | 0.55    | 41  | 0.66    |
| 49  | 0.56    | 40  | 0.67    |
| 48  | 0.57    | 39  | 0.68    |
| 47  | 0.58    | 38  | 0.70    |
| 46  | 0.60    | 37  | 0.71    |
| 45  | 0.61    | 36  | 0.73    |
| 44  | 0.62    | 35  | 0.74    |
| 43  | 0.63    | 34  | 0.76    |
| 42  | 0.65    | 33  | 0.78    |

|    |      |    |      |
|----|------|----|------|
| 32 | 0.80 | 26 | 0.96 |
| 31 | 0.82 | 25 | 1.00 |
| 30 | 0.85 | 24 | 1.04 |
| 29 | 0.87 | 23 | 1.09 |
| 28 | 0.90 | 22 | 1.14 |
| 27 | 0.93 | 21 | 1.19 |

筆者利用 1967 年十月至 1972 年五月，計五年共 146 次於華南地區出現的冷鋒，按表一列所項目逐次記載其資料，以此作基礎求得冷鋒移行的預報參數〔即緯度訂正值和溫度差〕及 24 小時內冷鋒的平均實際時速，由此繪成五年來冷鋒在我國東南沿海地區向南移動的平均時速之分佈圖（如圖二），進而求得冷鋒南移速度之客觀預測圖（見圖三）。



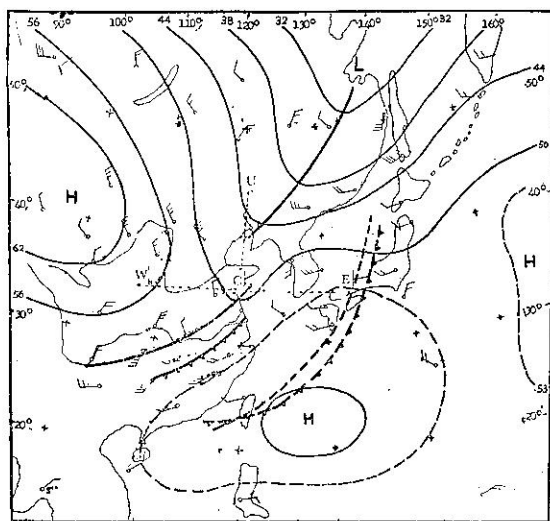
圖二 冷鋒於我國東南沿海地區向南移動平均時速分佈圖  
Fig. 2. The movement of cold fronts along the coast of southeast China



圖三 冷鋒於我國東南沿海地區南移時速之客觀預測圖  
Fig. 3. The objective forecasting chart of cold fronts along the coast of southeast China

至於客觀預測圖之應用步驟為：

1. 先在和地面鋒相配合之 850mb 面槽線上取一點 C，作為計算冷鋒運行速度之基準點（參看圖四）。



圖四 六十一年十二月十一日 0000 Z 850 mb 圖  
(冷鋒斷線為十二日 0000 Z 地面冷鋒之實際位置，斷線為十二日 0000 Z 850 mb 之槽線)  
Fig. 4. 850 mb chart (0000Z 11 December 1972)

2. 再於 C 點東西兩側沿緯度線各取一點 E 與 W，使 EC 與 WC 之距離各為 600 哩（約為 9 緯度；此乃因冷鋒的移動速度平均每 24 小時約為 600 哩）。

3. 計算 E 與 C，及 W 與 C 間 850 mb 面之高度差。W、C 兩點之高度差乃以 W 點 850mb 面

上之高度減 C 點 850mb 面之高度，並乘以 C 點所在緯度訂正係數（如表二），使此高度差與地轉風速相符合，以  $\Delta Z_{W850}$  代表。而 C、E 之高度差乃以 E 點 850 mb 面上之高度減 C 點 850 mb 面之高度，並乘以 C 點所在緯度訂正係數，以  $\Delta E_{E850}$  代表。但當 W 及 E 點之位置超過 850mb 面封閉高壓中心時，則 W 及 E 點之高度應以封閉高壓中心的強度表示。

4. 求  $\Delta Z_{W850}$  與  $\Delta Z_{E850}$  之關係及對冷鋒移行速度之綜合影響。 $\Delta Z_{W850}$  值如為正，則表示鋒面後方有向南之地轉風；反之，則有向北之地轉風； $\Delta Z_{E850}$  值如為正，則表示鋒面前有向北之地轉風；反之，則為向南。設  $\Delta Z_{E850}$  為不變，則當  $\Delta Z_{W850}$  愈大時，冷鋒向南移行之速率愈大；若  $\Delta Z_{W850}$  值為不變，而  $\Delta Z_{E850}$  值愈大，冷鋒移行之速率愈小。其間之關係實為一直線，故  $\Delta Z_{W850}$  與  $\Delta Z_{E850}$  對於冷鋒移行速度之綜合影響可以圖一計算之。圖中之實斜線稱為訂正線，其值由 0 至 50，數值愈大，冷鋒移行愈速。此值將與冷鋒北邊 850mb 面上溫度梯度值合併，以計算冷鋒移行之速度。

5. 由基準點 C 向北量 600 哩之距離，得 U 點，求 850 mb 面上 CU 兩點之溫度差，此可表示冷氣團之強度，以  $\Delta T_{850}$  表之。

6. 以  $\Delta T_{850}$  為橫坐標，由圖一所得之訂正值為縱坐標，代入圖三中，可求得冷鋒向南移動之時速。圖中之斜曲線表示基準點 C 於未來 24 小時內，南移



之平均時速。由此平均時速線之形式觀之，可知當訂正值大於30時，鋒面之移動速度與 850 mb 面之溫度梯度值的關係較為密切，而當  $\Delta T_{850}$  值大於 20 時，則鋒面之移動速度與訂正線之關係較為密切。

冷鋒上其他各點移行之速度可以同法計算之，而封閉等高線區之冷鋒速度之計算，應按氣旋移行之方向與速率原理和步驟計算之 [5]。

然在實際預報時，爲了爭取時效，可利用表一所列之各項資料，自 850 mb 圖中求得而逐項填入，並與圖一和圖三合併應用，如此即可求得冷鋒之預測時速，進而可預估冷鋒影響甚至通過某一地區或某一地點的時間。

#### 四、客觀預測圖之實例應用

現以實際的天氣圖作爲實例，以印證此方法之可行性：

例(一)，圖四爲六十一年十二月十一日 0000Z 850 mb 圖，山東半島附近東北/西南向之實線爲槽線，地面冷鋒位於槽前，如圖中所示之冷鋒位置。

1) 今以槽線與  $120^{\circ}\text{E}$  經度線之交點爲基準點 C，其 850mb 上之高度約爲 1500 gpm。

2) C 點左側 600 哩之點爲 W，其高度爲 1600 gpm。

3) C、W 兩點之高度差爲  $(1600-1500)\text{gpm}=100\text{gpm}$ ，而 C 位於  $34^{\circ}\text{N}$ ，由表二知其緯度訂正係數爲 0.76

$$\therefore \Delta Z_{W850}=100 \times 0.76=76\text{gpm}$$

4) C 點右側 600 哩之點爲 E，其 850mb 之高度爲 1534 gpm

5) C、E 兩點之高度差爲

$$(1534-1500)\text{gpm}=34\text{gpm}$$

$$\text{而 } \Delta Z_{E850}=34 \times 0.76=26\text{gpm}$$

6) 因  $\Delta Z_{W850}=76$ ， $\Delta Z_{E850}=26$

由圖一得訂正值爲 47。

7) C 點北邊 600 哩之 U 點，其溫度約爲  $-15^{\circ}\text{C}$ ，而 C 點之溫度爲  $3^{\circ}\text{C}$ ，則 C、U 兩點之溫度差爲：

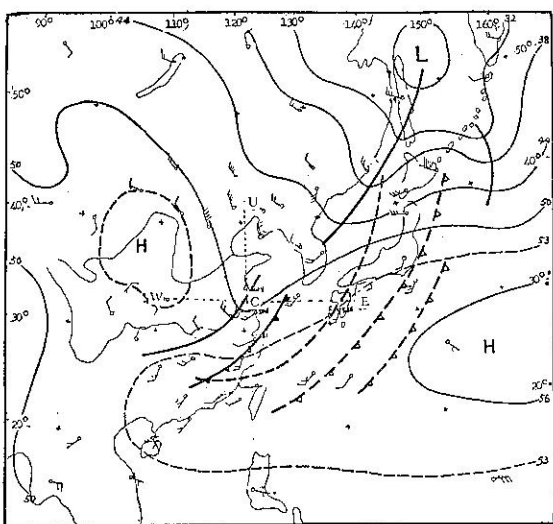
$$\Delta T_{850}=3-(-15)=18^{\circ}\text{C}$$

8) 因訂正值爲 47 及溫度差爲  $\Delta T_{850}=18$

由圖三得 C 點於未來 24 小時內平均南移時速（沿  $120^{\circ}\text{E}$  經度）爲 28 哩，則 C 點於 24 小時南移之距離爲 672 哩，即約 10 個緯度。依此速度，可預測此鋒面於 12 日清晨將會接近臺灣北部地區，實際上與所預測

者相符，此即爲一急行冷鋒之例。圖四中之冷鋒斷線爲 12 日 0000 Z 地面冷鋒之實際位置，斷線即爲 12 日 0000Z 850mb 面上之槽線位置，其與預測之位置甚爲接近。

例(二)，圖五爲十二月十七日 0000Z 850mb 圖，槽線位於長江口附近，地面鋒位於槽前。



圖五 六十一年十二月十七日 0000 Z 850 mb 圖

(冷鋒斷線爲十八日 0000 Z 地面冷鋒之實際位置，斷線爲十八日 0000 Z 850 mb 之槽線)

Fig. 5. 850 mb Chart (0000 Z 17 December 1972)

1) 槽線與  $120^{\circ}\text{E}$  之交點爲基準點 C，其高度爲 1500 gpm。

2) C 點左側 600 哩之 W 點，其高度爲 1530 gpm。

3) C 位於  $32^{\circ}\text{N}$ ，由表二知其緯度訂正係數爲 0.80

$$\therefore \Delta Z_{W850}=(1530-1500)\text{gpm} \times 0.80 \\ =24\text{gpm}$$

4) C 點右側 600 哩之 E 點，其高度爲 1540 gpm

$$\therefore \Delta Z_{E850}=(1540-1500)\text{gpm} \times 0.80 \\ =32\text{gpm}$$

5) 因  $\Delta Z_{W850}=24$ ， $\Delta Z_{E850}=32$

由圖一得訂正值爲 31

6) C 點北邊 600 哩之 U 點，其溫度爲  $-20^{\circ}\text{C}$ ，而 C 點之溫度爲  $0^{\circ}\text{C}$ ，則 C、U 兩點之溫度差：

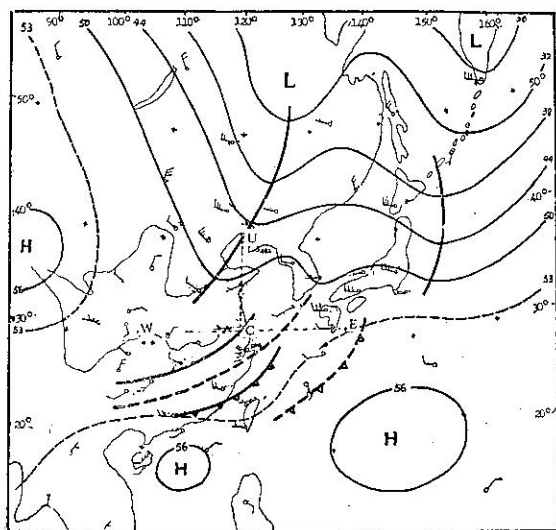
$$\Delta T_{850}=0-(-20^{\circ}\text{C})=20^{\circ}\text{C}$$

7) 因訂正值爲 31， $\Delta T_{850}=20$

由圖三得 C 點於未來 24 小時內平均南移時速爲

22哩，則C點於24小時南移之距離為576哩，即約8個緯度。依此速度，可預測此850mb之槽線，於18日上午將會接近臺灣，實際上亦如此，並且於18日下午通過臺灣北部；又臺北於0840Z時有雷雨，此為鋒面雷雨之實例。

例(三)，圖六為十二月二十七日0000Z 850mb圖，槽線位於長江口附近，地面鋒面位於槽前。

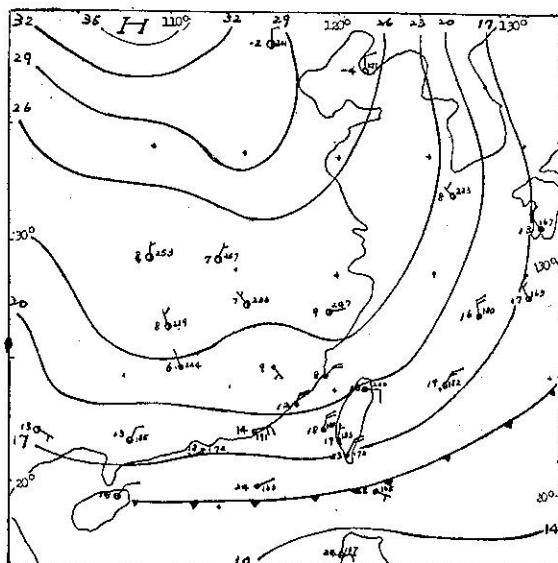


圖六 六十一年十二月二十七日 0000 Z 850 mb 圖  
(冷鋒斷線為二十八日地面冷鋒之實際位置，斷線為二十八日 0000 Z 850 mb 之槽線)

Fig. 6. 850mb chart (0000 Z 27 December 1972)

比較甚為接近，此即為緩慢冷鋒之例。

例(四)，本(六十三)年三月九日晚有一冷鋒通過臺灣地區；自十日起，全省均為陰雨濛濛的天氣，尤其北部及東北部地區，陰雨的天氣竟持續了五天之久(十日至十四日)，給人之感覺，猶如已進入梅雨季節。若對地面天氣圖加以分析，發現地面高壓已自蒙古向東南伸展〔見圖七(A)，六十三年三月十日0000



圖七(A) 六十三年三月十日 0000 Z 地面天氣形勢圖

Fig. 7 (A) Surface synoptic chart (0000 Z 10 March 1974)

- 1) 基準點 C 之高度為 1510 gpm
- 2) C 點左側600哩之W點，其高度為 1518gpm
- 3) C 位於 31°N，由表二知其緯度訂正係數為 0.82

$$\therefore \Delta Z_{W850} = (1518 - 1510) \text{gpm} \times 0.82 \div 7 \text{gpm}$$

- 4) A 點右側600哩之E點，其高度為 1523gpm

$$\therefore \Delta Z_{E850} = (1523 - 1510) \text{gpm} \times 0.82 = 11 \text{gpm}$$

- 5) 因  $\Delta Z_{W850} = 7$ ， $\Delta Z_{E850} = 11$

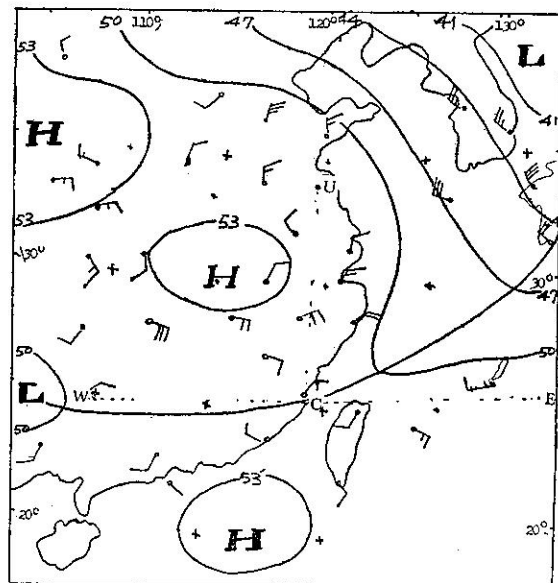
由圖一得訂正值為 27

- 6) C 點北邊 600 哩之 U 點，其溫度為  $-6^{\circ}\text{C}$ ，而 C 點之溫度為  $4^{\circ}\text{C}$ ，則 C、U 兩點之溫度差為：

$$\Delta T_{850} = 4 - (-6) = 10^{\circ}\text{C}$$

- 7) 因訂正值為 27， $\Delta T_{850} = 10$

由圖三得 C 點未來24小時內平均南移時速為7哩，而24小時之南移距離為  $7 \times 24 = 168$  哩，即約2.5個緯度。其速率相當緩慢，與28日0000Z之位置相



圖七(B) 六十三年三月十日 0000Z 850 mb 圖

Fig. 7 (B) 850mb chart (0000Z 10 March 1974)

Z]，理論上，臺灣未來應是受移動性高壓影響之天氣型，天氣應好轉才對；然若應用「冷鋒移動速度的客觀預測圖」（圖三），依據上述的方法，對 850mb 圖〔圖七(B)，六十三年三月十日 0000Z〕加以分析，可得如表三所列之結果，由此可發現位於東南沿海地

區的槽線，於未來24小時的平均南移時速，祇有2哩而已，即此槽線近似呈滯留狀，故可大膽的預測，臺灣的天氣於短期間內，將不會有好轉的機會。

由此實例，可知：冷鋒移動速度的客觀預測圖，亦可適用於滯留鋒，以預測其有無南移之可能。

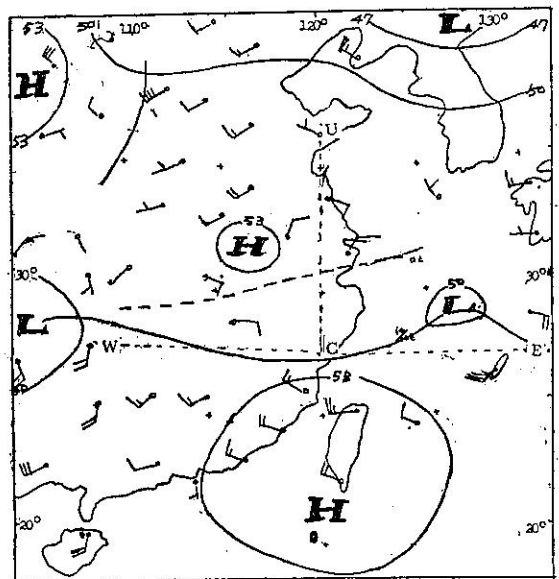
表三 六十三年三月十日 0000 Z 預測冷鋒的移動速度表

Table 3: The forecasted speed of the cold front at 0000Z 10 March 1974.

| 850 mb 槽線 |     |    |     | 訂正係數 | H <sub>W</sub> | H <sub>E</sub> | H <sub>O</sub> | $\Delta Z_W$ | $\Delta Z_E$ | 訂正值 | T <sub>O</sub> | T <sub>U</sub> | $\Delta T_{850}$ | 預 測 速 (mi/hr) | 備 註 |
|-----------|-----|----|-----|------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|-----|----------------|----------------|------------------|---------------|-----|
| °N        | °E  | °N | °E  |      |                |                |                |              |              |     |                |                |                  |               |     |
| 26        | 120 | 25 | 116 | 0.96 | 508            | 510            | 514            | -6           | -4           | 25  | 3              | -2             | 5                | 2             | 滯 留 |

例(四)，於三月至五月，當冷鋒接近臺灣地區，若來自太平洋的海洋氣團與來自大陸的極地氣團之勢力相當時，則冷鋒將在東南沿海或臺灣附近滯留，以致臺灣地區成為持續性的陰雨天氣。但當海洋氣團的勢力超過極地氣團時，則冷鋒將向北移，此亦可由 850 mb 圖得證；因此時 850 mb 槽線南側之北向氣流均比北側之南向氣流強盛，根據「冷鋒移動速度」之原理，則冷鋒勢必北移而變成暖鋒，臺灣地區的陰雨天氣將可暫時停止，而出現短暫的好天氣。

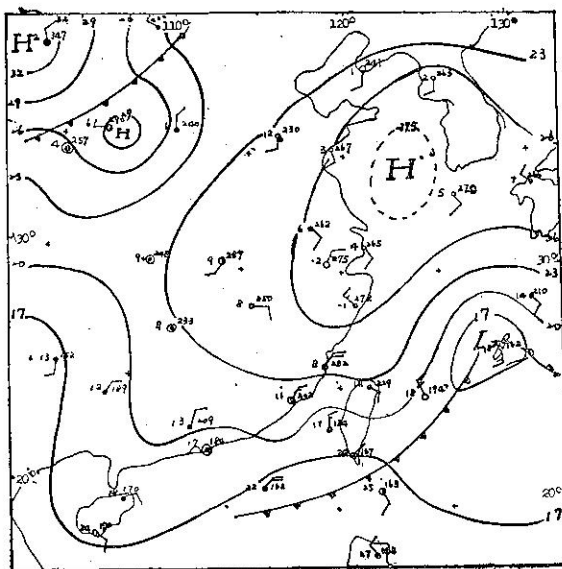
本（六十三）年三月十五日即為冷鋒北移變成暖鋒，而使臺灣出現短暫好天氣的實例。根據三月十四日 1200 Z 之地面圖〔圖八(A)〕分析，地面高壓已移



圖八 (B) 六十三年三月十四日 1200 Z 850 mb 圖  
Fig. 8 (B) 850 mb chart (1200 Z 14 March 1974)

到黃海，鋒面位於臺灣東方海面至巴士海峽一帶；然 850 mb 圖顯示臺灣地區為高壓所籠罩〔圖八(B)〕，而於東海有一東西向的橫槽，應用「冷鋒移動速度的客觀預測圖」對冷鋒之移動作一預測（如表四所示），發現冷鋒於未來24小時之移速為負值，此表示地面冷鋒必定轉弱，有變成暖鋒之可能，以致持續五天之久的陰雨將可暫停；實際的天氣亦如所預測。但十五日晚起由於極地氣團的勢力再度增強，而超過海洋氣團，所以冷鋒於十六日凌晨又南下，使臺灣再出現陰雨的天氣。

由此實例，可知：冷鋒移動速度的客觀預測圖，亦可用來預測冷鋒是否會北移，進而預報臺灣的天氣是否會有由壞轉好的機會。



圖八 (A) 六十三年三月十四日 1200 Z 地面天氣形勢圖  
Fig. 8 (A) Surface synoptic chart (1200Z 14 March, 1974)

表四：六十三年三月十四日 1200 Z 預測冷鋒的移動速度表  
Table 4: The forecasted speed of the cold front at 1200 Z 14 March 1974.

| 850 mb 槽線 |     |    |     | 訂正係數 | H <sub>w</sub> | H <sub>E</sub> | H <sub>C</sub> | ΔZ <sub>w</sub> | ΔZ <sub>E</sub> | 訂正值 | T <sub>C</sub> | T <sub>U</sub> | ΔT <sub>850</sub> | 預移測速<br>(mi/hr) | 備註    |
|-----------|-----|----|-----|------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----|----------------|----------------|-------------------|-----------------|-------|
| °N        | °E  | °N | °E  |      |                |                |                |                 |                 |     |                |                |                   |                 |       |
| 27        | 120 | 25 | 110 | 0.93 | 506            | 523            | 526            | -19             | -3              | 20  | 6              | 3              | 3                 | -2              | 北轉為暖鋒 |

### 五、客觀預測圖之評估

客觀預報法完成後，應藉校驗以判斷此項研究結果之成效，此即所謂評估；此評估工作，在整個研究過程中非常重要。

現以1972年10月至1973年5月，共計37次的冷鋒資料，逐次的加以驗證，而得到下列四點結果：

(1)由圖三求得冷鋒的預測移動速度與實際移動速度的誤差為實際移動速度的20%，此表示使用圖三求得冷鋒的預測速度之準確率為80%。而誤差絕對值的計算公式為：

$$\frac{\Sigma |\text{預測移動速度} - \text{實際移動速度}|}{\Sigma (\text{實際移動速度})}$$

(2)使用圖三求得冷鋒的預測速度之平均誤差為每小時2.4哩，而最大誤差為每小時10哩。

(3)將37次冷鋒的預測移動速度與實際移動速度逐

次的相互比較，而可求得預測速度之誤差次數（於24小時中，每小時平均速度的差距為±3哩），如表五所示。由此可知，預測速度之誤差平均以每小時0~2哩（即每天約1個緯度左右）所出現的次數為最高。

(4)表六為使用圖三求得37次冷鋒的預測移動速度和實際移動速度之次數的比較，根據此表，我們將很容易求得預報得失的頻率分配。由表六所示，預測冷鋒的移動速度為每小時0~5哩，而實際為0~5哩者有四次；預測移動速度為每小時6~10哩，實際為6~10哩者有九次；預測移速為11~15哩，實際為11~15哩者有七次；預測移速為16~20哩，實際為16~20哩者有五次；預測為21~25哩及26~30哩，實際為21~25哩和26~30哩者各有一次。合計預報正確者共有27次，而總次數為37次。故使用圖三求得冷鋒移速的預測次數之準確率為73%。

表五：37次冷鋒的預測速度於24小時內之誤差分配表（1972年10月至1973年5月）  
Table 5: Frequency distribution of average errors of 24-hour forecasts (December 1972~May 1973)

| 次數<br>誤差<br>mph | 預測速度<br>mph | 0~5 | 6~10 | 11~15 | 16~20 | 21~25 | 26~30 | 合計<br>(次) |
|-----------------|-------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 0~2             |             | 5   | 8    | 6     | 5     | 0     | 1     | 25        |
| 3~5             |             | 0   | 2    | 4     | 1     | 2     | 0     | 9         |
| 6~8             |             | 0   | 0    | 0     | 2     | 0     | 0     | 2         |
| 9~10            |             | 0   | 0    | 1     | 0     | 0     | 0     | 1         |

表六：使用客觀預測圖求得37次冷鋒的預測速度和實際速度之次數比較（1972年10月至1973年5月）  
Table 6: A comparison of actual and forecasted speeds (December 1972~May 1973)

| 次數<br>實際速度 | 預測速度<br>mph | 0~5 | 6~10 | 11~15 | 16~20 | 21~25 | 26~30 | 合計<br>(次) |
|------------|-------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 0~5        |             | 4   | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 4         |
| 6~10       |             | 1   | 9    | 2     | 0     | 0     | 0     | 12        |
| 11~15      |             | 0   | 1    | 7     | 2     | 0     | 0     | 10        |
| 16~20      |             | 0   | 0    | 1     | 5     | 0     | 0     | 6         |
| 21~25      |             | 0   | 0    | 1     | 1     | 1     | 0     | 3         |
| 26~30      |             | 0   | 0    | 0     | 0     | 1     | 1     | 2         |
| 合計<br>(次)  |             | 5   | 10   | 11    | 8     | 2     | 1     | 37        |

## 六、結 論

臺灣於多半年期間，通常每隔三天到五天，有時七天，總有一冷鋒過境，而每當冷鋒過境時，均會替臺灣地區帶來天氣變化。爲了使預報人員能對冷鋒過境之時間作一完全客觀、簡便且又準確的預報，俾提供有關單位及各界人士參考，進而有助於國家的農經建設，故筆者對「冷鋒移動速度定量預報」的可能性作了深入之研究，得到下列二點結論：

1. 冷鋒移動速度可用鋒面兩邊 850 毫巴面上氣流之強弱（即梯度風強度之差）及鋒面北方 850 毫巴面上之溫度梯度作爲預報參數，而求得「冷鋒移動速度的客觀預測圖」決定之。

2. 以 1972 年 10 月至 1973 年 5 月共計 37 次的冷鋒資料，利用「冷鋒移動速度的客觀預測圖」，逐次的加以驗證，所得效果甚爲良好，且其使用步驟及方法相當簡便，任何預報人員無需預報工作經驗均能自行使

用，故其可作爲多半年定量預報我國東南沿海地區冷鋒移動速度之方法。

## 參 考 文 獻

1. 王崇岳 客觀預報法之實例——中國沿海地區冷鋒移速之預測。  
中國文化學院地學系天氣學講義
2. 正中書局編輯委員會 中國氣候概論 p. 70~77 及 p. 85~88, 正中書局印行。
3. Joseph J. George (1960)  
Displacement of Surface Cold Fronts  
Weather Forecasting for Aeronautics  
p. 195~215.
4. 俞宗忠 (1973) 臺灣冷季鋒面及其相伴天氣預報之研究  
中國文化學院氣象系刊 p. 10~17.
5. 王崇岳 客觀預報法之實例——中國沿海地區溫帶氣旋之發展及其運行之預測法。中國文化學院地學系天氣學講義。

## 氣象學報徵稿簡則

- 一、本刊以促進氣象學術之研究爲目的，凡有關氣象理論之分析，應用問題之探討，不論創作或譯述均所歡迎。
- 二、本刊文字務求簡明，文體以白話或淺近文言爲主體，每篇以五千字爲佳，如長篇巨著內容特佳者亦所歡迎。
- 三、稿件請註明作者真實姓名、住址及服務機關，但發表時得用筆名。
- 四、譯稿請附原文，如確有困難亦請註明作者姓名暨原文出版年月及地點。
- 五、稿中引用之獻請註明作者姓名、書名、頁數及出版年月。
- 六、惠稿請用稿紙繕寫清楚，並加標點。如屬創作論著稿，請附撰英文或法、德、西文摘要。
- 七、本刊對來稿有刪改權，如作者不願刪改時請聲明。
- 八、惠稿如有附圖務請用墨筆描繪，以便製版。
- 九、來稿無論刊登與否概不退還，如須退還者請預先聲明，並附足額退稿郵資。
- 十、惠稿文責自負、詳細規定請據本學報補充稿約辦理。
- 十一、惠稿請寄臺北市公園路六十四號臺灣省氣象局氣象學報社收。

(請參閱補充稿約)

## 氣象學報補充稿約

一、來稿須用稿紙（以 $25 \times 24$ 之稿紙為原則）。

二、來稿字數以不超過15,000字，即連同圖、表，英文摘要以不超過10印刷頁為原則。

三、圖及表之分量以不超過全文之 $1/3$ 為原則。

四、英文摘要之字數以不超過1,000字為原則。

五、關於表格之注意點：

(一) 表格須另用白紙繕製。

(二) 表格上方須有標題，並加表1表2等冠號。

(三) 表格中之項目，內容應儘量簡化。表中不重要之項目或可用文字說明者應儘量避免列入表中。

(四) 能以文字說明之小表，請採用文字說明。

(五) 原始記錄應加分析簡化後始可列入表中。

(六) 統計分析表中顯著處，以\*號（顯著）及\*\*號（極顯著）表之。

(七) 表幅應考慮適合本刊版幅為準。（寬度勿超過13.5cm）。

(八) 表之標題應能表示內容。

六、關於插圖之規定：

(一) 插圖應另貼於大張白紙上，註明作者及文題。

(二) 插圖下方須有標題，並加圖1圖2等冠號。

(三) 統計圖、模式圖及分佈圖一律採用120—150磅道林紙，以黑墨水繪製清楚。

(四) 統計圖原圖幅面應在12—15cm，以便縮版。

(五) 模式圖原圖幅面應在15—20cm，以便縮版。

(六) 分佈圖原圖幅面應在30cm左右，以便縮版。

(七) 繪製線條粗細應能供縮小至 $1/8$ 之程度，但不能超過縮小 $1/2$ 之程度。

(八) 數字應正寫清楚，字之大小粗細應一律，至少能供縮至 $1/8$ 之程度。

(九) 已列表中之內容，勿再重複以插圖表示。

(十) 圖之標題應能表示內容。

七、關於照片之規定：

(一) 照片用紙一律採用黑白光面紙。

(二) 照片幅面應在12—15cm，以便縮版。

(三) 照片應充分沖洗清楚，須考慮縮小至 $1/2$ 時尚能清楚之程度。

(四) 照片如有特別指明點應加圈或箭頭表明。

八、文稿過長，或圖表過多過大時，投稿人得自行負擔印刷費。

九、關於參考文獻之規定：

(一) 參考文獻以經本人確曾查閱者為限，如係來自轉載之其他書刊時，須加註明。

(二) 作者姓名以後為發行年份，加以括號，然後為雜誌或書名、卷期數及頁數。（頁數必須註明）。

(三) 文字敘述中提及參考文獻時，根據文獻之號數，用斜體阿剌伯字，加以括號，如(1)(2)(3)等插入文句中。

十、文字敘述之號次以下列為序。

中文用：一、(一) 1. (1) i. (i)

英文用：I. 1. A. a.

十一、每頁下端之腳註以小號1, 2, 3, 等阿拉伯字表之，註明於該段文字之右上角。

十二、文字敘述中之數字除十以下之數字，儘量用阿拉伯字表之。

十三、單位須用公制。單位記號例如以m(公尺)、cm(公分)、mm(公厘)、 $m^2$ (平方公尺)、 $m^3$ (立方公尺)、cc(立方公分)、l(立升)、g(公分)、kg(公斤)、mg(公厘)、 $^{\circ}C$ (攝氏度)、% (百分之一)、ppm(百萬分之一份)等表之，可不必另用中文。

十四、英文題目中重要之字第一字母大寫，介系詞、連接詞及不重要字用小寫。圖表之英文標題及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，其餘第一字母均小寫。參考文獻中作者姓名每字全部字母均大寫，論文名第一字第一字母大寫，其餘均小寫，雜誌名或書名每字第一字母均大寫。

十五、作者英文名以用全名為原則，名在前，姓在後。

十六、其他未盡善事項得隨時修正之。



Volume 20, Number 3

September 1974

# METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)



## CONTENTS

### Articles

- An Analysis and prediction of Extreme changes  
of precipitation in Taiwan.....  
..... *Yuan-heng Wei Chang-keng HsiaoChun-tai Cheng* (1)
- A Study on the Extended forecasting in winter Over Taiwan Area  
used by the models of the mean Atmospheric Circulation  
.....*Chin-huai Hsu Pang-chie Cheng Feng-shin Yang* (19)
- An Investigation and Analysis of the precipitation amount of  
Hainan during the Typhoon passage ..... *Chih T. Chiang* (37)
- A Study of the Heat Balance on the  
paddy Field and its Application... ..... *C. S. Yen* (46)
- A Study of the movement of cold fronts Along the Coast  
of Southeast China..... *Cheng-kai Chen* (53)

CENTRAL WEATHER BUREAU

64 Park Road, Taipei

Taiwan, Republic of China

內政部雜誌登記內版臺誌字第〇五五一號  
中華郵政臺字第一八九三號登記為第一類新聞紙類