

統計資料對臺灣地區月雨量預報

應用之初步分析

洪天助 謝維權

USE of Statistical Data for Monthly Rainfall

Forecast in Taiwan Area

Tien-Chu Hung Wei-Chyuan Shieh

Abstract

In order to forecast the monthly rainfall amount more accurately, the 30-year statistical data of monthly rainfall for some important stations in Taiwan and its vicinities were analyzed. The results show that there are several different types of rainfall pattern beyond the seasonal variations and the long period trends. Each of them was also discussed on the base of meteorological point of view.

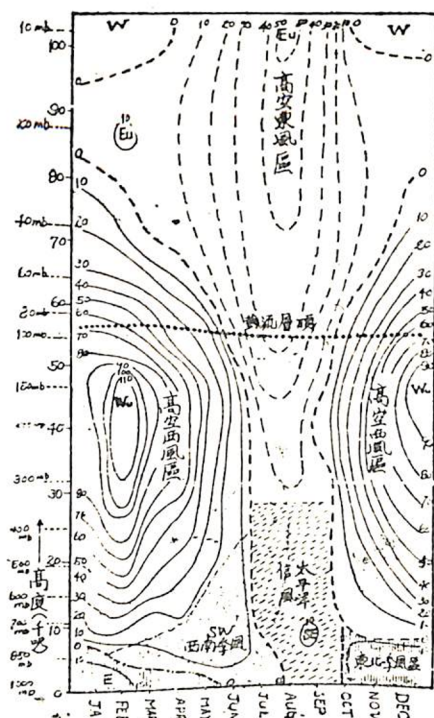
In the second part of this article, three methods for rainfall prediction, i.e. the analogy method, the mean value method, and the ARIMA method, were presented, and the results were given and compared.

一、前言

本文係根據氣象聯隊所印製自民國卅六年迄今共卅年之雨量資料，做初步的統計分析，冀能藉此資料，獲得降雨之若干特性，俾對臺灣地區月雨量預報有所助益。依臺灣地理分佈，茲選取臺北、清泉崗、屏東等三測站代表西部地區，宜蘭、花蓮、臺東等三測站代表東部地區，以馬公、金門、馬祖代表海峽及東南沿海地區，除將各區降雨量特性及各測站之降雨型式予以討論分析外，並討論月雨量預報之方法，以做今後預報參考。

二、控制臺灣雨量的因素

臺灣地區處於歐亞大陸東南緣，受季風影響較為顯著，冬季受極地大陸冷氣團控制，係東北季風期（圖一A，見王時鼎，1968）；冬末春初，東北季風勢力漸弱，始由印度地區移入之西南氣流，經由副熱帶高壓西伸，造成西南季風期，迨至七、八、九月太平洋高壓發展至巔峯，為東南信風期，十月份以後，又漸進入東北季風期。這種季節性之更



圖一A：桃園上空風場時間剖面圖。（0000Z、民45—50年之平均），圖中等風速線間隔為10哩/時，低層風系並以斜線表出。

迭，已有相當之規律存在，這也是造成本省不同類型降雨之主要因素之一。另一重要因素為地形，本省雖為一小島，但綿亙於南北之中央山脈，高度平均在三千公尺以上，大幅度之落差，有利於氣流之抬升而致雨，亦因山脈之走向幾為南北向，使山脈之東部、西部因季風期風向不同而各有豐雨期及少雨期。此外，颱風所挾之暴雨，亦是本省特殊雨量之來源，但僅限於六、七、八、九月份颱風期內。大致說來，臺灣區之雨型，約可分為冬雨、春雨、梅雨及颱風暴雨等類。

三、各地月雨量與平均氣流之關係

西部地區之雨量，集中在5~9月間，而東部地區則集中在8~11月間（參閱圖二），此充分顯示地形之影響，使山脈之東南面各有不同之豐雨期。海峽區之變化較小，雨量亦以5~9月份居多。

冬季本省低層東北季風盛行，但雨只降於迎風面，由圖二可見，唯獨位居本省東北部之宜蘭，其月平均雨量超過100mm。次受季風影響的為臺北及花蓮，臺灣雖為向風面，但季風類多與山脈平行，故雨量少。而臺灣西南部，則受中央山脈之阻，雨量甚微。冬季季風期，本省之雨量由北向南遞減，是為南部之旱季。由此充分指出，地形對雨量之影響甚大。

吾人在圖二中尚可知西部地區之臺北，在六月及九月各有一降雨高峯，六月之高峯為繼春雨後之梅雨，顯見梅雨後期雨量較為豐沛，九月之高峯則為秋雨。清泉崗亦以六月份之梅雨期雨量最豐，八月份有一次高峯後，雨量則急劇下降。屏東之變化幅度更大，但不受梅雨影響，純為受暖濕氣團所制發之氣團性雷陣雨，及西南氣流所引發之地形性雨及颱風雨所影響，從五月份起，雨量激增，六、八月份各有一高峯，九月以後又激降，十一、十二、一、二、三月份為乾季。

東部地區之宜蘭，五月份之梅雨相當顯著，梅雨後，雨量稍減，九月份起又激增，十月份達於巔峯，至十二月份始漸減，此充分顯示，西南氣流旺盛的六、七、八月，因該區處於背風面，雨量反少，與西部（尤以屏東）地區大異其趣，而九月份係受東北季風增強與信風的影響，雨量極為可觀。在花蓮地區，五、六月份亦可顯示出梅雨之存在，九、十月份之高峯，正是東南信風最旺之時，為該區之豐雨期。而臺東地區，在八、九月份受信風及颱風的影響，雨量稍豐外，其餘月份，雨量均不多。

海峽區之馬公，六、七、八月份是量雨高峯，此顯示除西南氣流暖濕氣團帶來稍可觀之雨量外，其餘月份雨量均少。金門五月份起雨量稍增，六月份有一高峯，七月份以後又減少，而馬祖之兩個高峯係來自六月之梅雨期及九月之秋雨期。

四、三區年雨量之比較

以全年雨量而言（參閱圖三），東部地區較多，其中宜蘭每年平均2203mm，花蓮1937mm居次，台東1572mm又次之。西部地區則以屏東最豐，平均年雨量2064mm，台北1813mm，清泉崗1361mm；海峽地區之年雨量較少，馬祖年平均雨量約為1043mm，馬公997mm，金門905mm，三處之平均雨量相差無幾。由此吾人可得兩事實，其一為秋末及冬季之東南信風及東北季風影響宜蘭致雨之雨量，平均要比西南氣流之暖濕氣團影響屏東者為多。其二為金門、馬祖、馬公與本省南北緯度相當，但降雨懸殊，此一事實，即為有地形影響區之雨量，幾為無地形影響區之兩倍以上。

五、雷雨與區域性關係

本省之雷雨多為氣團性及地形抬升造成，鋒面雷雨佔極少數，由圖四可見，西部地區之年雷雨日均超過二十天，屏東則為29.8日，與圖二所示，其雨量集中在5~9月份係受西南季風與地形因素之影響甚為相符，海峽區之年雷雨日均在10日以下。由此圖吾人尚可發現，雷雨有逐年增加趨勢，西部地區自1967年起逐年增加，東部地區亦自1971年起逐年增多，此或與近年來在測報作業上較重視雷雨，是否如此，有待證實。

六、統計資料在月雨量預報之應用

利用統計資料，有三種方法可利用於月雨量之預報，即為類比預報法、平均值預報法、與ARIMA客觀預報法，分述如下：

(一)類比預報法：

茲以台北地區為例，自1946~1975年共30年中，其每年之降雨形式，約可分為：一、單峯型，二、雙峯型，三、平直型，四、其他。（參閱圖五）。

在30年資料中，單峯型佔六年，其中降雨高峯在八月（1960、1972），而此降雨高峯多為颱風所致。雙峯型佔有五年，其降雨高峯在六月與十月者有

三年(1947、1949、1950)，六月與九月者有二年(1948、1966)，此充分顯示出，影響台北降雨高峯之因素，除颱風外，還有六月份梅雨後期之暴雨。平直型佔有十五年，雖亦有颱風侵襲，但未有顯著降雨高峯。其他不易歸類者有四年。以此降雨型，可供吾人在月雨量預報時，作為極佳之參考，即運用「類比法」預報降雨之趨勢。東部地區及海峽區參閱圖六及圖七。

(二) 平均值預報法：

同一月份，大致均受相同平均氣流影響，但每年仍有相當之變化，然除了少數特殊情形，使雨量特多或特少外，每年同一月份之雨量與其多年之平均雨量，基本上相差並不太大，因此，同一月份多年之平均，亦可做為預報之依據。

以上二法，可統稱為氣候法，此法之優點為簡單易求，只要存在記錄過多，略加計算即可求得，但由於出現頻率並不一定，致使類比法常生所比非是之情形，而平均值預報法對於影響預報結果最重要之極端情況，根本無能為力，應用時不可不慎。如台北五月份之月平均雨量為 162.4mm，而 64 年五月之雨量則為 300mm，如用平均法預報，顯然誤差過大。但必須說明者，任何預報方法，包括下

月份	$\sum f_a - R $ N	$\sqrt{\sum f_a - R ^2}$ N	$\sum R - M $ N	$\sqrt{\sum R - M ^2}$ N
1	59.5	76.8	50.7	66.1
2	66.3	85.2	57.9	72.5
3	83.9	102.4	66.4	78.1
4	62.4	80.1	63.4	77.2
5	75.9	101.7	80.3	89.9
6	99.2	124.0	82.8	116.1
7	100.2	123.6	84.5	99.7
8	125.8	154.3	102.7	123.3
9	164.2	218.3	153.4	189.0
10	87.2	126.8	83.1	111.5
11	49.4	59.3	38.6	50.4
12	34.9	41.6	28.8	34.2

f_a ：ARIMA 預報月雨量值 R ：實際月雨量 M ：月雨量平均值 $N=27$

表一：民國 38—64 年以 ARIMA 法及平均法預報各月雨量之平均誤差及估計標準誤

述之 ARIMA 方法，基本上對極端現象之預報能力均差，此次試以月平均值視為該月之雨量預報值，其結果竟較未訂正 A_t 值情形下之 ARIMA 方法為佳(參見下節所述)。表一為藉臺北 30 年之資料，以月平均值視為預報值及 ARIMA 法所得之平均誤差及估計標準誤差做比較，圖八所示為表一之結果。

(三) ARIMA 客觀預報法：

民國 62 年彭立博士曾試以 ARIMA (Autoregressive Integrate Moving Average, (彭立, 1973, 未發表) 客觀預報法，預報臺灣各地月雨量，其基本方程為

$$X_t = \sum_j \phi_j X_{t-j} + A_t$$

其中： X_t 為 t 時間之預報量。

X_{t-j} ：為過去 $t-j$ 時之觀測值。

ϕ_j ：Partial Autoregressive function

A_t ：為 White noise 或 "Shock"

如預報量為降水，則上式可寫為

$$R_t = \sum_j \phi_j R_{t-j} + A_t$$

根據 60 年雨量記錄，彭立博士求得臺北之預報方程為

$$R_t = R_{t-12} - 0.52(R_{t-12} - R_{t-24}) - 0.35(R_{t-24} - R_{t-36}) + A_t$$

此式之關係係根據過去三年某月之雨量，去推測未來該月之雨量。

本文曾就民國 35 年至 64 年 30 年中之台北地區各月雨量，根據上述預測 38 年至 64 年之月雨量，其結果之統計資料如表一、表二及圖八、圖九所示。由表二及圖九之中可見 ARIMA 為一極適合之長期雨量客觀預報方法，但由表一及圖八亦見其各月雨量預報之平均誤差及估計標準誤差均較利用平均法者為高，此顯示預報之誤差相位較大，因而 A_t 即 "Shock" 具有重要之作用，必須以適當之方法預測之，有待進一步研究之必要。

現以九月份台北月雨量為例，取民國 44 年至民國 52 年之實際雨量與 ARIMA 預報雨量所得之誤差做研究(參閱表三)，求 A_t 值。首先試以民國 44 年之 ARIMA 預報值減實際者所得之差做為民國 45 年 ARIMA 預報值之 A_t ，除此類推，則經 A_t 訂正後之 ARIMA 客觀預報值，很接近於實際月雨量值。第二種方法：將民國 44 年至民國 52 年各年之 ARIMA 預報值減實際月雨量值所得之差求其平均誤差做為 ARIMA 預報之 A_t ，但相位差為一年，則經校正後之 ARIMA 預報值與實際雨量之比較，其差甚微。

年	R	f_a	$f_a - R$	$A_t = (f_a - R)_{t-1}$	$(f_a \pm A_t) - R$	$f_a \pm A_t$ 之 A_t 平均誤差	$(f_a \pm A_t) - R$
44	29.9	44.6	14.7		-18.0	$66.7 + 36.1 = 102.8$	3.4
45	99.4	63.7	-32.7	$66.7 + 14.7 = 81.4$	15.6	$64.1 - 36.1 = 28.0$	12.2
46	15.8	64.1	48.3	$64.1 - 32.7 = 31.4$	5.7	$36.6 + 36.1 = 72.7$	-6.5
47	79.2	36.6	-42.6	$36.6 + 48.3 = 84.9$	-29.1	$78.0 - 36.1 = 41.9$	-22.6
48	64.5	78.0	31.5	$78.0 - 42.6 = 35.4$	-2.8	$37.1 + 36.1 = 73.2$	1.8
49	71.4	37.1	-34.3	$37.1 + 31.5 = 68.6$	15.2	$70.8 - 36.1 = 34.7$	13.4
50	21.3	70.8	49.5	$70.8 - 34.3 = 36.5$	13.8	$41.8 + 36.1 = 77.9$	0.4
51	77.5	41.8	-35.7	$41.8 + 49.5 = 91.3$	2.9	$64.4 - 36.1 = 28.8$	2.9
52	26.3	64.9	38.6	$64.9 - 35.7 = 29.2$			
		平均誤差	36.1				

表三：以 $(f_a - R)_{t-1}$ 及其平均誤差做為 A_t 之預報結果。
再以民國 38、39、43、44、45、46、47、63、64、65 諸年之元月份台北地區月雨量之統計資料做研究(參閱表四)，利用 ARIMA 預報之誤差及平均法之誤差做比較，在兩者預報均偏高的情況下，以另一方法求 A_t 之校正值。

(1)、當 ARIMA 預報各年元月份之月雨量值誤差之絕對值時，如民國 43、63 及 64 年，則 A_t 等於其兩者之差值。即
 $A_t = \text{ARIMA 預報之誤差} - \text{平均法之誤差}$
則次年同月雨量預報值 = 當年當月 ARIMA

月份	實際月雨量 之 月平均值	ARIMA 預報 之 月平均值
1	80.1	79.6
2	100.7	103.1
3	111.4	104.3
4	126.0	114.0
5	162.4	152.1
6	244.1	232.9
7	208.8	205.4
8	220.5	226.5
9	272.0	283.0
10	143.7	133.9
11	78.7	80.1
12	64.7	63.8

表二：利用 ARIMA 預報 38—64 年各月雨量之平均值與實際月平均雨量之比較

年	R	f_a	$f_a - R$	$R - M$	A_t	$(f_a - A_t)_{t-1}$	$(f_a - A_t) - R_{(t-1)}$
38	36.5	67.8	+31.3	-43.6	-12.3		
39	92.0	78.3	-13.7			80.1	-11.9
43	51.0	174.0	+123.0	-29.1	152.1		
44	29.9	44.6	+14.7	-50.2	-35.5	=21.9	-8.0
45	99.4	66.7	-32.7			80.1	-19.3
46	15.8	64.1	+48.3	-64.3	-16.0		
47	79.2	36.6	-42.6			80.1	0.9
63	10.5	127.2	+116.7	-69.6	186.3		
64	55.2	97.7	+42.5	-24.9	67.4	59.1	6.1
65	12.1					30.3	18.2

R：各年元月份實際月雨量。 f_a ：ARIMA預報各年元月份之月雨量

M：元月份月雨量平均值 A_t ：訂正值

表四：利用 $(f_a - R)_{t-1}$ 及 $(R - M)_{t-1}$ 之相關性求 A_t 及其預報之結果。

預報值— A_t |

(2)、當 ARIMA 預報誤差之絕對值小於平均法誤差之絕對值時，如民國 38、44、46 年等，則 A_t 等於 ARIMA 預報之誤差加平均法之誤差和之絕對值。

即 $A_t = | \text{ARIMA 預報之誤差} + \text{平均法誤差} |$

則 次年同月雨量預報值 = | 當年當月 ARIMA 預報值 - A_t |

經此法所求得之結果亦甚為理想，由此可見，在 ARIMA 預報法上，如以適當方法求得 A_t 近似值，則 ARIMA 預報結果即極具實用價值。

七、結 論

綜上所述，可得結論如下：

- 本省雨量之多寡，受制於季風之轉移及地形之影響。冬季東北季風盛行，以宜蘭地區雨澤較豐。夏季西南季風旺盛，則以屏東雨量較多。
- 本省受東北季風影響之雨量，比受西南季風影響致雨之雨量為多，此應為前者致雨持續性較大之故。
- 海峽地區因地形因素較少，故雨澤亦少。歷史資料顯示，同一地區受地形影響區之雨量為無地形影響區之兩倍以上。
- 由近年來資料顯示，雷雨日有逐年增加之趨勢。
- 就氣候資料用於臺北月雨量預報之方法言，此處略討論三種，即：
 - 類比法：以過去每年降雨型式，可分為單峯型（颱風雨）、雙峯型（梅雨與初冬雨

）、平直型（各雨季均不顯）及其他四型，故藉最初數月之降雨型式，則可略作未來各月降雨趨勢之估計。

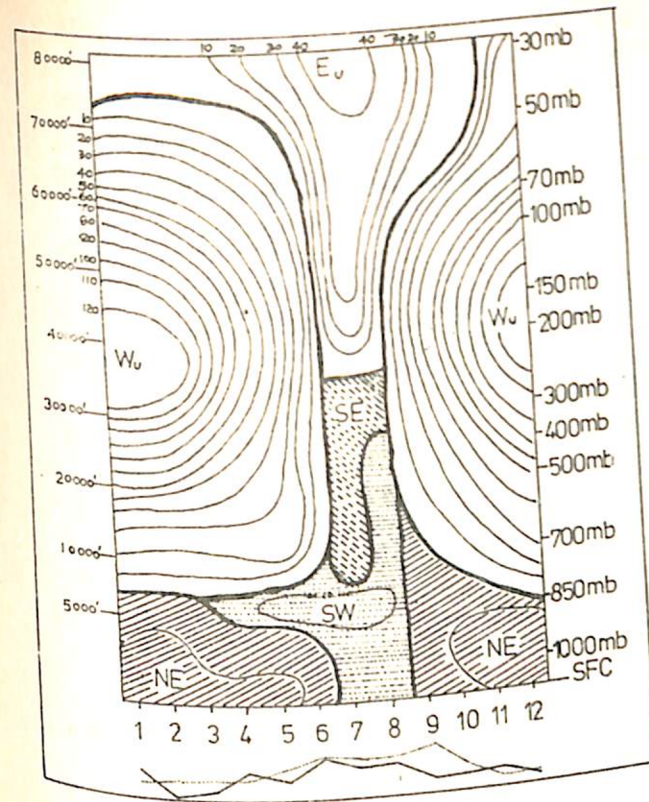
③、平均值預報法：將過去同一月份之雨量統計平均，做為預報準據，再輔以長期趨勢，並以絕對偏差為預報值上下限，對東北季風期間，效果頗佳，但須考慮季風反常與否之預報，且就表二所示，臺北情況較 ARIMA 為佳。

④、ARIMA 客觀預報法：此處藉彭立博士所求得之關係，就實際資料作出核驗，發現就臺北言，如 A_t 處理不當，尚不及以視月平均雨量值作為預報值者為正確。此處經發展數種對 A_t 值之修正法，發現已可使 ARIMA 方法預測臺北月雨量獲極大之改進。

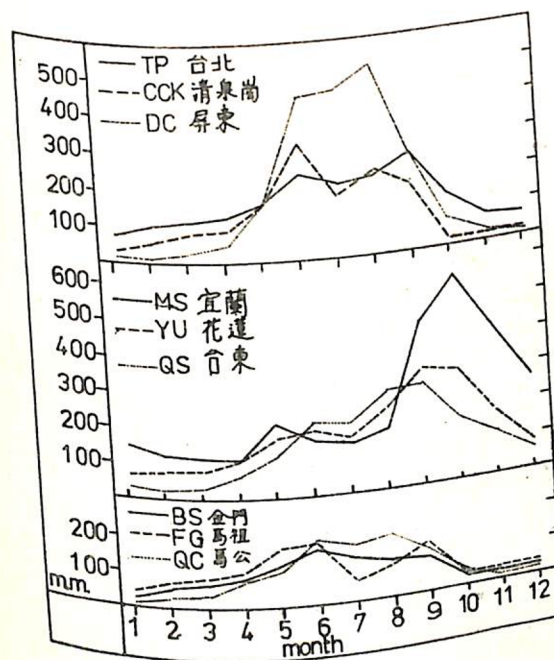
誌謝：本文之完成承蒙空軍氣象中心主任王時鼎上校就研究題目提供卓見並精心指導，預報課課長劉廣英中校之疊賜寶貴意見，及游本麟、左信義兄等之協助整理資料，衷心銘感，於此致以最誠摯之謝意。

參考文獻

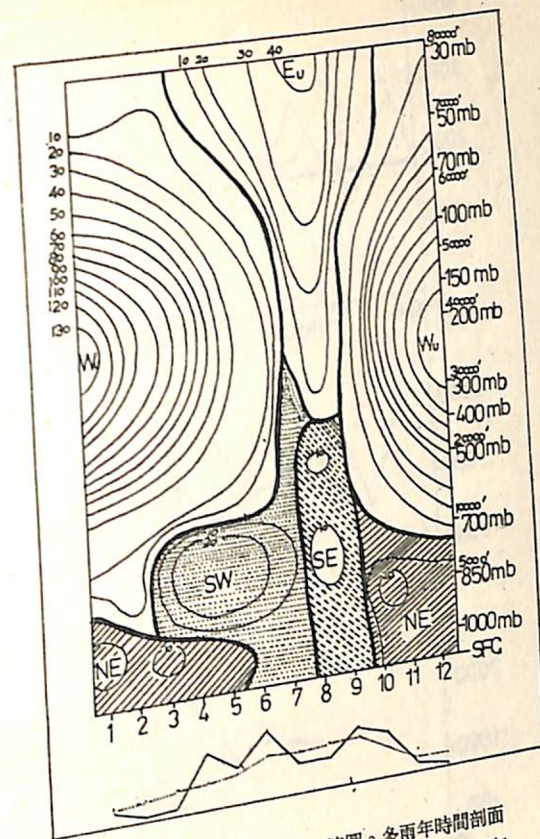
- 王時鼎，1968：臺灣區域環流與長期天氣預報。氣象預報與分析第 34 期。
- 彭 立，1973：自回歸法 (ARIMA) 對臺灣地區月雨量預報之應用。（未發表）
- 氣象聯隊，1977：氣候彙編——降水篇。空軍氣象聯隊。



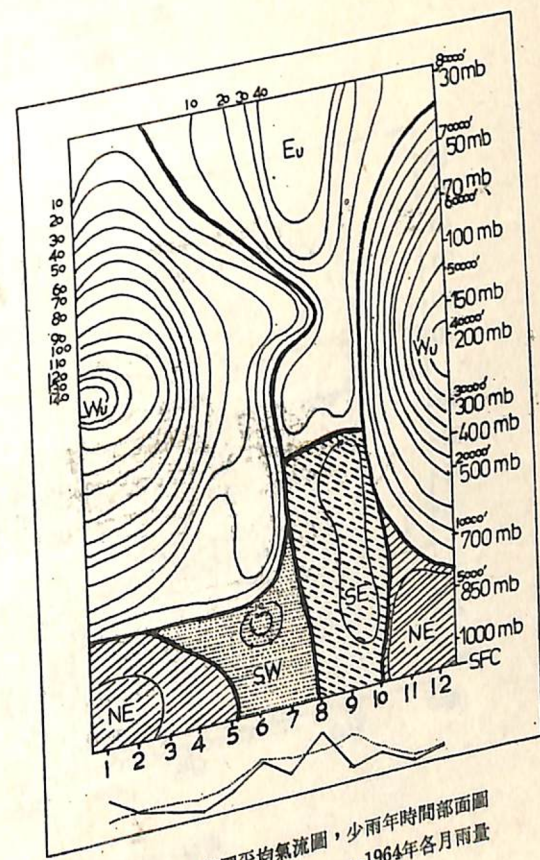
圖—C、1965 桃園平均氣流圖。少雨年時間剖面圖。……臺北月平均雨量，——1965 年各月雨量。



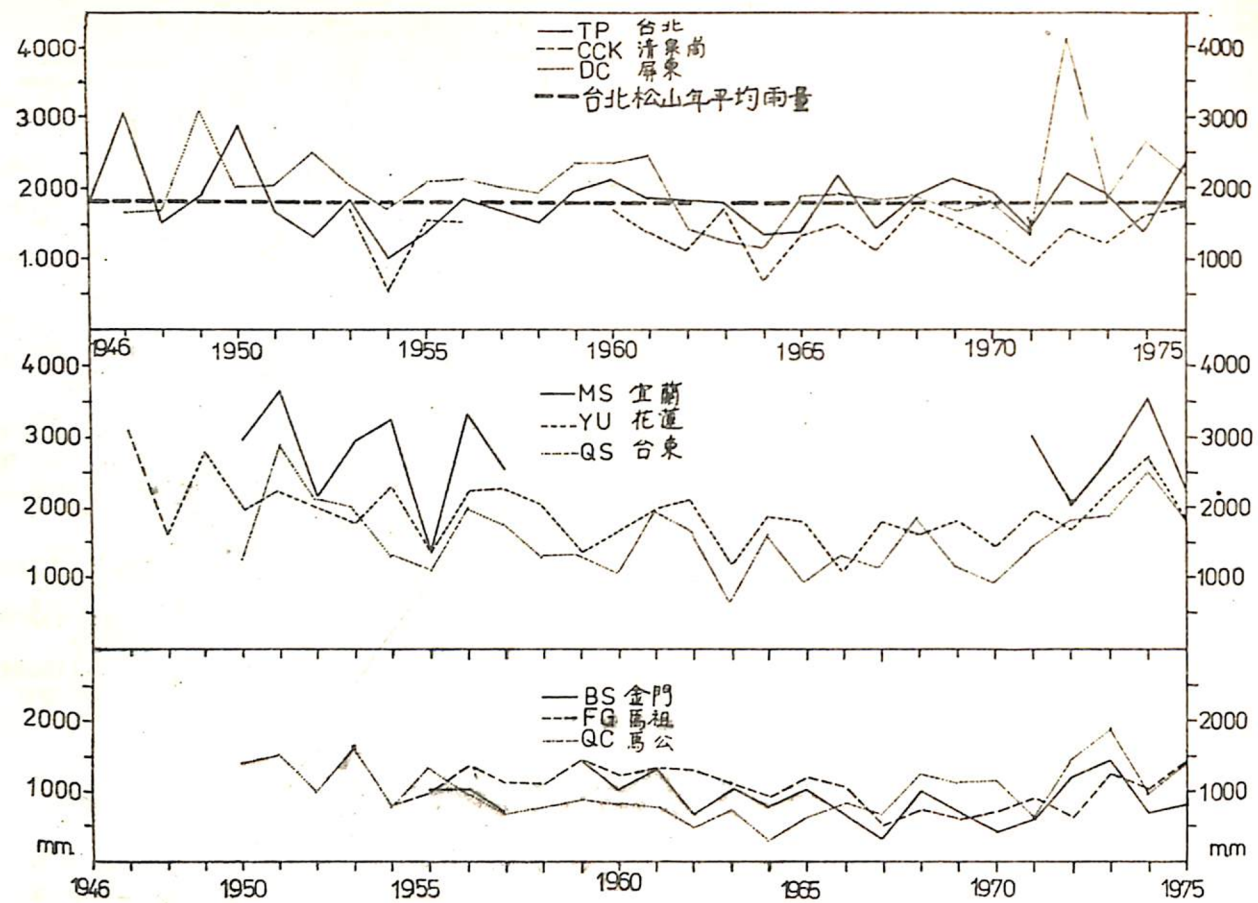
圖二、民國35—64年臺灣西部、東部及海峽區平均月雨量圖。



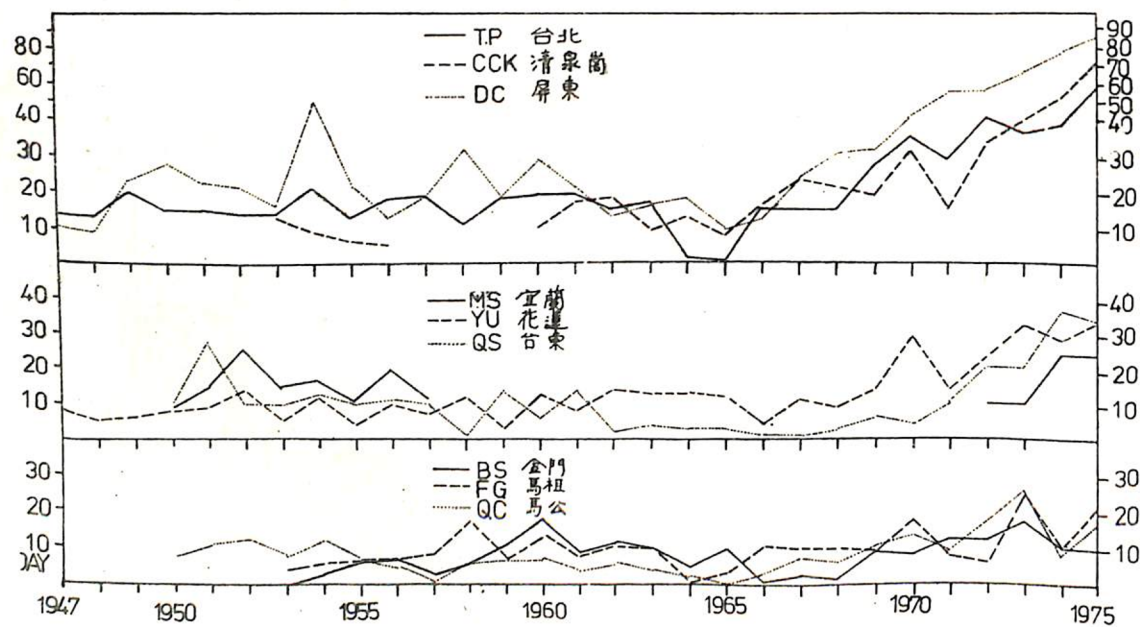
圖—B、1973 年桃園平均氣流圖。多雨年時間剖面圖。……臺北各月平均雨量，——1973 年各月雨量



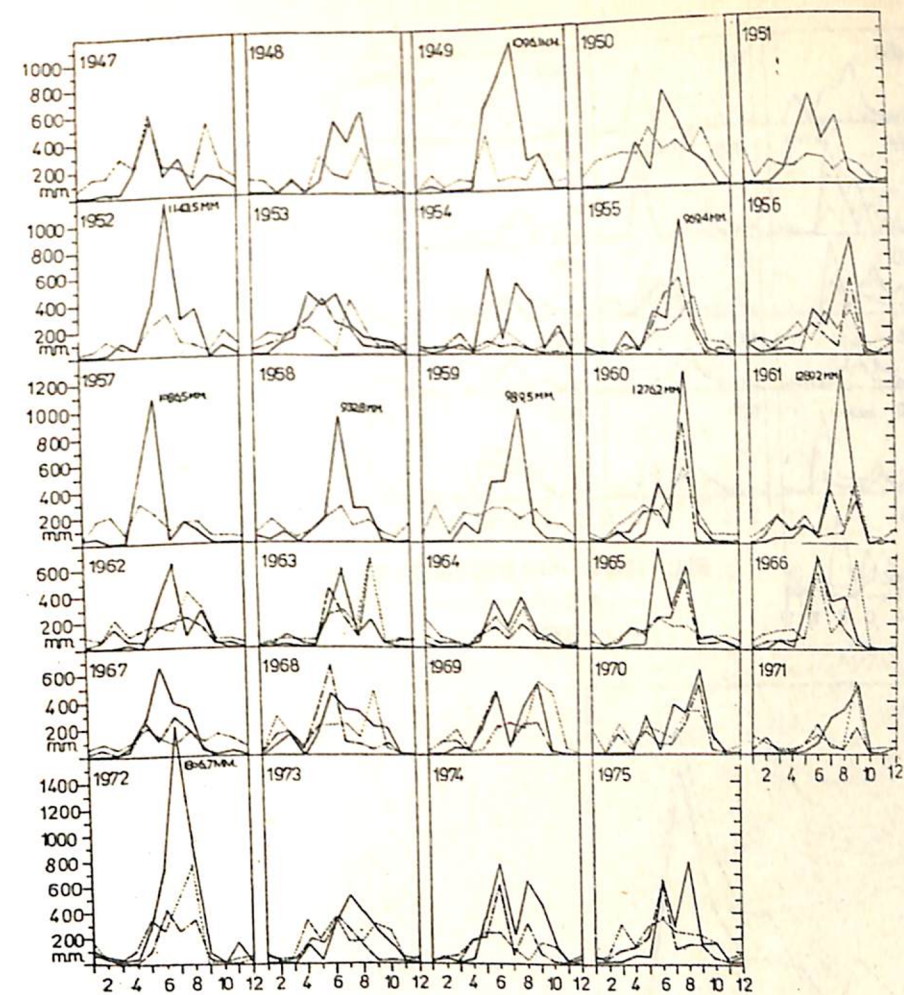
圖—D、1964 桃園平均氣流圖。少雨年時間剖面圖。……臺北月平均雨，——1964 年各月雨量



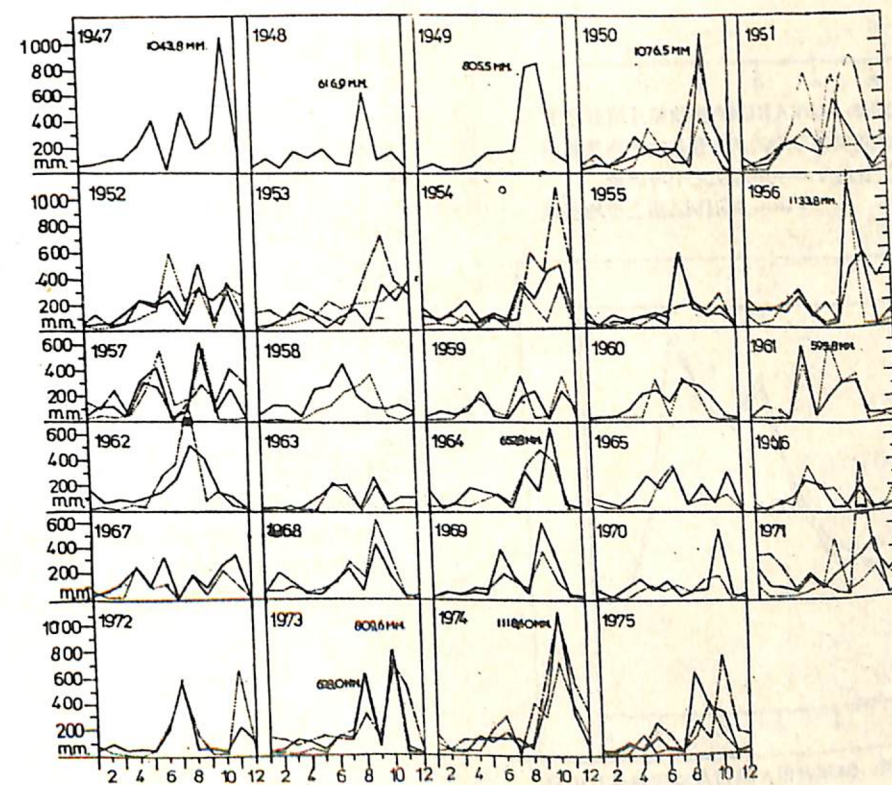
圖三、民國35—64臺灣西部、東部及海峽區年雨量圖。



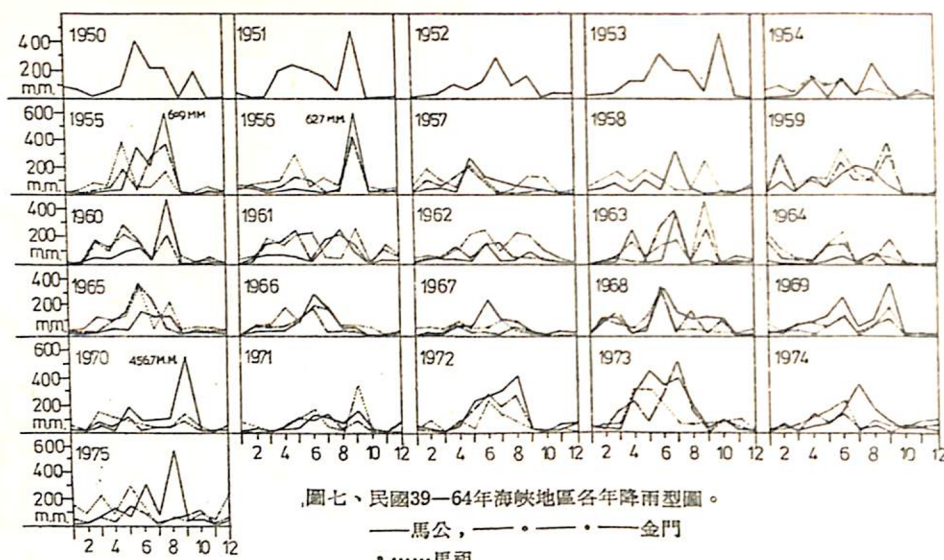
圖四、民國36—64臺灣西部、東部及海峽區年雷雨日圖。



圖五、民國36—64年臺灣西部地區各年降雨型圖。
——屏東，——·——清泉崗，·····臺北。



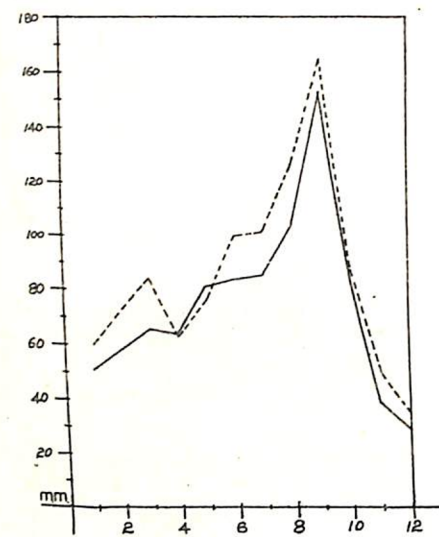
圖六、民國36—64年臺灣東部地區各年降雨型圖。
——蓮花，——·——宜蘭，·····臺東。



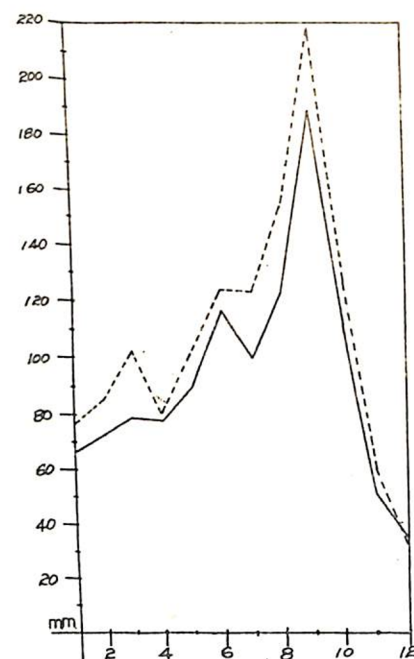
圖七、民國39—64年海峽地區各年降雨型圖。

——馬公，—— · —— 金門

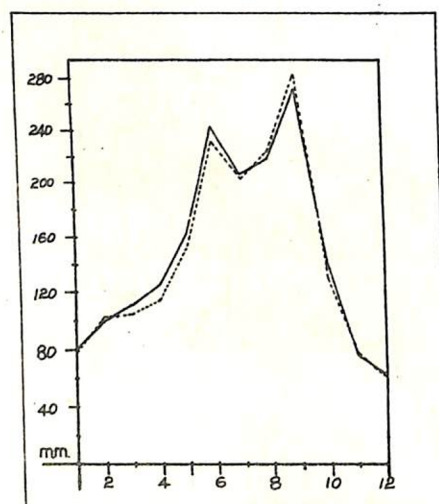
· · · · · 馬祖



圖八A、民國38—64年ARIMA法預報月雨量之平均誤差與藉平均法所作預報之平均誤差兩者之比較。——平均法之平均誤差，·····ARIMA法之平均誤差



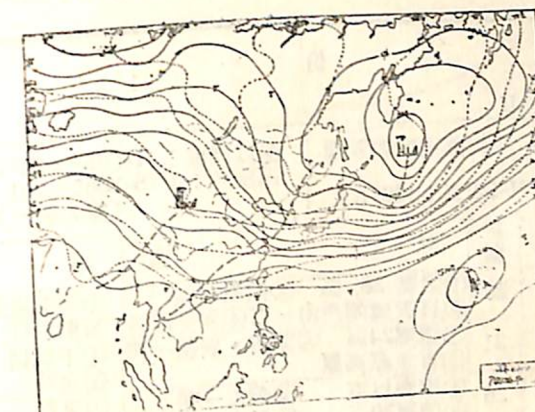
圖八B、民國38—64年ARIMA法預報月雨量之估計標準誤與藉平均法所作預報量之估計標準誤兩者之比較。——平均法之估計標準誤，·····ARIMA法之估計標準誤。



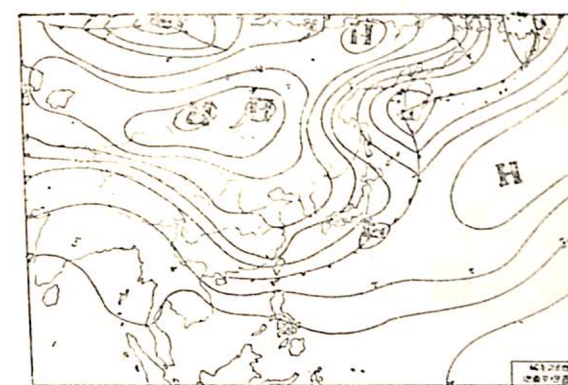
圖九、民國38—64年利用ARIMA法預報各月雨量之月平均值與實際月平均雨量兩者之比較。——實際月雨量平均值，·····ARIMA法預報各月雨之月平均值



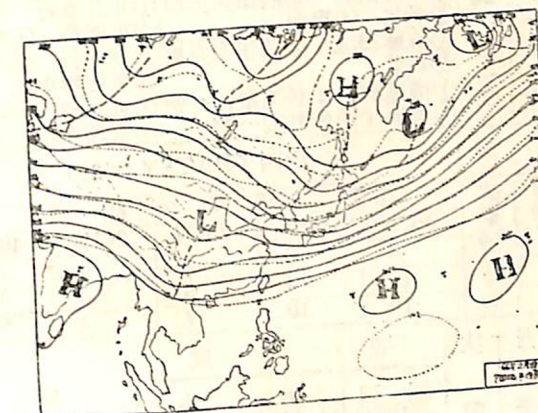
66年1月份地面平均圖



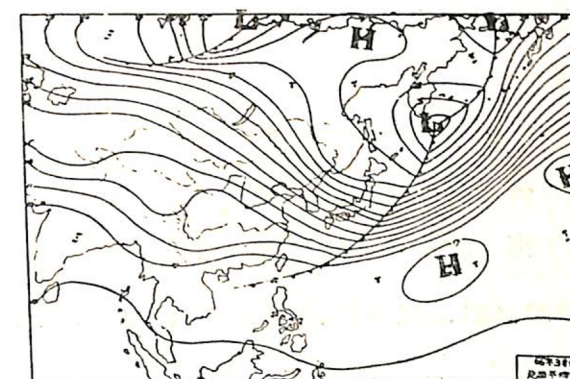
66年1月份700mb平均圖



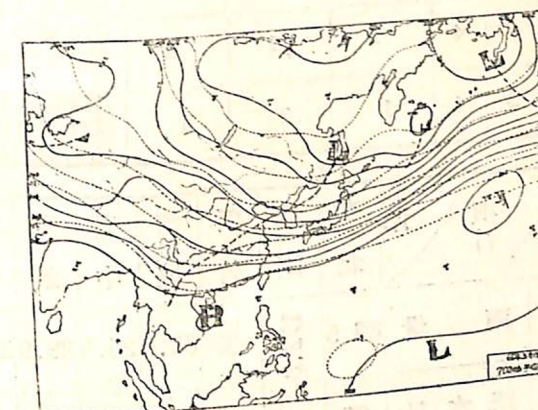
66年2月份地面平均圖



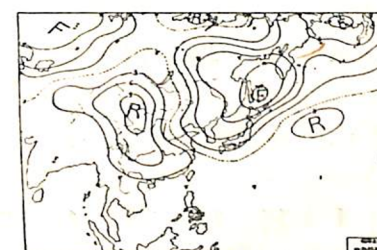
66年2月份700mb平均圖



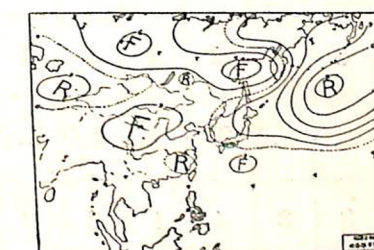
66年3月份地面平均圖



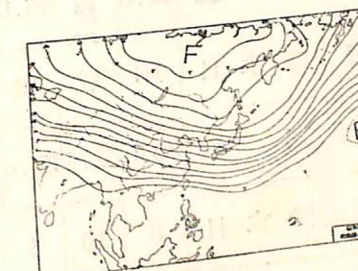
66年3月份700mb平均圖



66年1月地面距平圖



66年2月份地面距平圖



66年3月地面距平圖