

氣象學報

季刊

第二十七卷 第二期

目次

論著

- 臺灣地區空梅之環流特徵..... 陳正改 (1)
廖志翔
- 臺灣不同地區降雨持續性與農業機械設備使用效率之相關研究..... 邱永和 (15)
曾文柄
徐君明
李南文

報告

- 1980年諾瑞斯颶風之分析報告..... 任立渝 (27)
華文達

氣象學報

季刊

第二十七卷 第二期

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
電話：三七一三一八一(十線)
發行人 吳宗堯
社長 吳宗堯
電話：三一一〇八四〇
印刷者 文英印書公司
地址 臺北市三水街七號
電話：三〇六四七二四
三〇六七八二五

◎敬請交換◎

中華民國七十年六月出版

臺灣地區空梅之環流特徵

The Circulation Features for "Dry" Mei-Yu in Taiwan Area

陳 正 改 廖 志 翔
Joe, C. K. Chen Chih-Shiang Liaw

摘 要

本文首先對近四十年 (1941~1980) 來臺灣地區梅雨期之降水特性作詳盡之分析，再選取 1954、1961、1963、1971 及 1980 年之空梅作個案研究。

應用合成圖法進行上述研究與分析，其結果顯示，當臺灣地區空梅年時，北半球之天氣型式及其環流具有下列諸特徵：

- (1) 西太平洋副熱帶高壓脊線比平均位置偏北 10—15 個緯度。
- (2) 亞洲地區之氣壓系統的主軸呈東西向排列，梅雨鋒面系統偏北且不顯著。
- (3) 中緯度地區盛行緯流風環流。
- (4) 西太平洋地區之颱風次數較平均為高。
- (5) 西藏高原上的暖脊東移，切斷梅雨鋒面系統的冷氣來源。

ABSTRACT

In this study, we first analyzed the precipitation characteristics in Mei-Yu Season, during the years from 1941 to 1980, and then selected 5 cases of "Dry" Mei-Yu in 1954、1961、1963、1971 and 1980 respectively for case studies.

By means of composite charts, it shows that the weather patterns and the associated circulation situation in Northern Hemisphere during the "Dry" Mei-Yu years are of the following features:

- (1) The ridge axis of the Subtropical High over the western Pacific displaced well north of its normal position by 10-15 degree of latitudes.
- (2) The axes of pressure systems in Asia presented west-east orientation and the Mei-Yu frontal system lay to the north of its normal position with slight intensity.
- (3) The zonal flow circulation prevailed in the middle latitudes.
- (4) The occurrence of typhoon in the western Pacific became more frequent than normal.
- (5) The warm ridge of Tibetan Plateau moved eastward, cutting off the supply of cold air to the Mei-Yu frontal system.

一、前 言：

在每年春夏之交的五月中至六月中的一個月，臺灣地區經常出現陰沈天氣，並有間歇性或持續性

的降水，此即為臺灣地區之梅雨期；梅雨期雖祇有一個月而已，但各地之降雨量竟占其年雨量的 $\frac{1}{4}$ 左右。在梅雨顯著年時，漫長之雨期對農作物之生長、收割、電力供應、交通運輸、工程建設等之影響

甚大，且梅雨期內之豪雨常導致洪氾；然而在梅雨不顯著年時，即空梅或乾梅，由於雨期短，雨量少，以致於可能造成乾旱而影響灌溉、發電及自來用水等，故梅雨雖為臺灣地區主要的降水來源，但亦為臺灣四大災變天氣之一。

根據綜觀分析臺灣地區梅雨期異常降水（旱澇）時之天氣系統的平均結構和環流特徵，彼此之差異及其與降水之關係。本文係對臺灣地區梅雨期出現空梅（旱）時之環流特徵及相關之問題作初步之分析，至於顯著梅雨（澇）之探討，容後另文提出。

二、資料來源及研究方法：

（一）引用資料：

本文之主要內容為對臺灣地區梅雨期出現空梅時之地面和高空天氣系統的平均結構和環流特徵作綜觀之分析，並探討其與降水之關係，為使分析的結果能具有代表性，以提供預報上之應用，本研究乃選取近四十年（1941~1980）的資料加以分析。所採用的資料計有中央氣象局所保存五、六月每日之地面和高空（包括850、700、500、300及200毫巴）天氣圖，和臺北、新竹、臺南、高雄測站之日雨量紀錄，以及日本氣象廳所出版之「季節預報」上所登載的北半球經緯度網格點上之地面及500毫巴逐年逐月的氣壓值，高度值及距平值資料。

（二）研究方法：

本研究採用之方法

1. 依據陳、蔡（1980）對梅雨之定義⁽⁹⁾，統計、分析近40年影響臺灣地區之梅雨鋒面系統，並確定臺灣地區之梅雨期及梅雨量，而後依據雨量之多寡劃分為極高（MA, much above）、偏高（A, above）、正常（N, normal）、偏低（B, below）、極低（MB, much below）五個等級；由此選取異常降水（MA及MB，即旱澇）之研究個案。本文將着重於極低（MB）的空梅個案之分析。

2. 應用合成法（composite method），求空梅時之異常降水個案之北半球地面和500毫巴的平均合成圖及距平圖，透過個案之平均去掉相異之處，以獲得相同之特徵，然後由綜觀天氣學之觀點，應用地面及500毫巴之合成平均圖分析梅雨期內出現空梅時之天氣系統之平均結構和環流特徵。並對距平圖作進一步之分析，以瞭解空梅時主要系統

之分佈位置及與正常情況之差異，以便對空梅時天氣系統之特性有進一層之了解。

3. 綜觀分析中緯度地區緯流風速（ $\bar{U}$ ）之時間系列的經向變化和西藏高原暖脊之動向，並探討其與臺灣地區出現空梅之因果關係。

三、分析過程：

（一）臺灣之梅雨期：

由於分析之着眼點不同，以致國內專家對臺灣之氣候梅雨期的看法未盡相同，但大致上從五月中旬到六月中旬是氣候上雨量較多的期間，一般定為梅雨期。事實上，由於大氣環流逐年不同以致每年之梅雨期亦有很大的差異⁽¹⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾。為便於分析，我們必須先確定近40年來臺灣地區各年之梅雨期，表一及表二即為近四十年來（1941~1980）臺灣北部及南部地區梅雨期之特性。至於北部地區入梅、出梅日期之訂定標準，本文採用陳、蔡（1980）之定義⁽⁹⁾，而南部地區入、出梅日期之決定，則是以影響北部地區之梅雨鋒面系統南移，造成南部下雨或停止之時間為依據。

由表一知，在近四十年內，北部地區入梅最早的是1980年的4月20日（本年之情形甚為特殊，因自即日起，環流特徵及天氣現象均已滿足入梅之標準，此點將於後詳述），最晚的是1966年的6月2日；出梅最早的是1980年的5月12日，最晚的是1965年的6月30日；絕對梅雨期（入梅到出梅前一天的絕對日期）最長為54天（1964年），最短為7天（1954年），平均每年為34天，即5月16日到6月18日（出梅的前一天），與由氣候觀點所求得的5月18日到6月19日共33天⁽⁵⁾⁽⁶⁾十分接近。在此四十年的梅雨期間，最長的雨日為41天（1970年），最短的為6天（1954年），平均每年有24天的雨日。

由表二知，在近四十年內，臺灣南部地區入梅最早的是1980年的4月21日，最晚的是1962年的6月4日；出梅最早的是1980年的5月10日，最晚的是1965年的6月30日；絕對梅雨期最長為55天（1964年），最短為6天（1971年），平均每年為32天，即5月17日到6月17日，亦即其入梅日期比北部晚一天，而出梅日期則提早一天。在此四十年的梅雨期間，最長的雨日為36天（1947年），最短為6天（1971年），平均每年有20天的雨日。

表一 臺灣北部地區梅雨期之特性 (1941-1980)

Table 1: Characteristics of Mei-Yu Period in the North Taiwan Region (1941~1980)

年 代	入 梅	出 梅	梅 雨 期	雨 日	不 下 雨 數	梅 雨 個 案	雨 量 (mm)	順 位	等 級
1941	5:24	6:20	27	20	7	3	641.7	9	2
42	5:11	6:28	48	28	20	4	559.3	13	2
43	5:28	6:26	29	21	8	3	335.2	27	4
44	4:30	6:20	51	38	13	7	985.4	2	1
45	5:19	6:16	28	19	9	3	386.5	22	3
46	5:13	6:11	29	21	8	4	362.3	24	3
47	5:16	6:26	41	35	6	6	1053.4	1	1
48	5:26	6:25	30	16	14	4	306.2	32	4
49	5:11	6:19	39	21	18	4	537.6	14	2
50	5:17	6:25	39	30	9	5	526.4	15	2
1951	5:14	6:19	36	22	14	4	517.9	16	3
52	5:20	6:27	38	27	11	5	352.3	29	4
53	5:11	6:15	35	28	7	4	565.9	12	2
54	5:30	6:6	7	6	1	1	63.5	39	5
55	5:8	6:15	38	25	13	4	312.5	31	4
56	5:9	6:18	40	23	17	4	337.3	25	3
57	5:12	6:21	40	29	11	6	574.6	11	2
58	5:22	6:26	35	21	14	3	283.0	35	4
59	5:27	6:26	30	19	11	5	392.0	21	3
60	5:15	6:19	35	24	11	4	591.9	10	2
1961	5:29	6:12	14	11	3	1	37.6	40	5
62	5:5	6:19	45	25	20	4	305.6	33	4
63	5:31	6:17	17	10	7	2	202.7	37	5
64	5:4	6:27	54	31	23	7	327.6	28	4
65	5:10	6:30	51	35	16	8	376.1	23	3
66	6:2	6:24	22	18	4	3	706.2	4	1
67	5:21	6:15	25	20	5	4	314.9	30	4
68	5:18	6:28	41	32	9	5	722.5	3	1
69	5:16	6:24	39	28	11	3	458.6	19	3
70	5:7	6:28	52	41	11	7	509.4	18	3
1971	6:1	6:12	11	10	1	1	116.4	38	5
72	5:9	6:19	41	29	12	6	514.7	17	3
73	5:9	6:17	39	30	9	5	428.1	20	3
74	5:24	6:26	33	24	9	4	683.9	5	1
75	5:16	6:20	35	32	3	5	656.3	7	2
76	5:26	6:15	20	16	4	3	334.1	26	4
77	5:15	6:22	38	29	10	6	653.0	8	2
78	5:18	6:11	24	18	6	4	284.2	34	4
79	5:15	6:18	34	24	10	6	669.6	6	2
80	4:20	5:12	22	20	2	4	270.3	36	5
平 均	5:16	6:19	34	24	10	4.5	455.8		

表二 臺灣南部地區梅雨期之特性 (1941~1980)

Table 2: Characteristics of Mei-Yu Period in the South Taiwan Region (1941~1980)

年 代	入 梅	出 梅	梅 雨 期	雨 日	不 下 雨 數	梅 個	雨 案	雨 (mm) 量	順 位	等 級
1941	5:24	6:20	27	20	7	3	618.4	13	2	
42	5:12	6:26	45	21	24	4	327.7	29	4	
43	5:28	6:26	29	19	10	3	709.1	9	2	
44	4:30	6:18	50	30	20	7	735.6	8	2	
45	5:21	6:14	24	16	8	3	360.8	26	4	
46	5:13	6:11	29	20	9	4	332.4	27	4	
47	5:18	6:26	39	36	3	6	903.3	4	1	
48	5:28	6:26	29	19	10	4	267.1	33	4	
49	5:12	6:19	38	25	13	4	672.6	10	2	
50	5:17	6:24	38	28	10	5	478.7	19	3	
1951	5:13	6:19	37	26	11	4	962.0	3	1	
52	5:20	6:27	38	26	12	5	555.3	14	2	
53	5:12	6:15	34	20	14	4	790.7	6	2	
54	5:30	6:6	7	7	0	1	139.8	37	5	
55	5:9	6:18	40	18	22	4	551.7	15	2	
56	5:11	6:16	36	14	22	4	328.5	28	4	
57	5:13	6:20	38	27	11	6	1043.2	2	1	
58	5:23	6:27	35	19	16	3	271.2	31	4	
59	5:27	6:25	29	19	10	4	281.8	30	4	
60	5:19	6:18	30	18	12	4	381.5	25	3	
1961	5:29	6:13	15	9	6	1	79.5	39	5	
62	6:4	6:18	14	13	1	2	235.7	34	4	
63	6:1	6:17	16	6	10	2	157.8	36	5	
64	5:5	6:29	55	27	28	7	390.8	23	3	
65	5:10	6:30	51	22	29	8	481.0	18	3	
66	6:2	6:15	13	12	1	2	472.8	20	3	
67	5:21	6:15	25	17	8	4	744.1	7	2	
68	5:19	6:29	41	33	8	5	621.1	12	2	
69	5:19	6:23	35	28	7	3	551.3	16	3	
70	5:9	6:24	46	18	28	3	383.2	24	3	
1971	6:3	6:9	6	6	0	1	132.0	38	5	
72	5:9	6:19	41	28	13	6	862.8	5	1	
73	5:9	6:17	39	20	19	5	391.9	22	3	
74	5:27	6:25	29	23	6	4	627.6	11	2	
75	5:19	6:21	33	23	10	5	531.5	17	3	
76	5:26	6:14	19	11	8	3	268.8	32	4	
77	5:15	6:22	38	26	12	6	1344.5	1	1	
78	5:18	6:8	21	13	8	4	183.2	35	4	
79	5:15	6:17	33	20	13	5	420.7	21	3	
80	4:21	5:10	20	8	12	4	47.7	40	5	
均	5:17	6:18	32	20	12	4	494.0			

二、臺灣梅雨期之降水特性：

由於臺北與新竹之降水特性相近，且兩地均在臺灣北部地區，相距僅數十公里左右，爲了增加降水資料之個數及分析之代表性，故將臺北和新竹合併代表北部地區，且以臺北、新竹降水量之算術平均作爲北部地區的降雨量；臺南與高雄之情形亦相似，合併代表南部地區⁽¹¹⁾，以便於分析。

根據近 40 年之資料分析，在每年的梅雨期內平均約有 4~5 個梅雨鋒面系統影響臺灣地區，此與陳、蔡 (1980)⁽⁹⁾ 分析 1968~1977 年的鋒面系統所得的數字一致。由於受到梅雨鋒面系統之影響，北部地區於梅雨期內之平均降雨量爲 456 公厘，約占北部地區年總雨量 (1974 公厘) 的 23 % ($\frac{1}{4}$ 弱)，南部地區之平均降雨量 494 公厘，占南部地區年總雨量 (1757 公厘) 的 28 % ($\frac{1}{4}$ 強)。事實上，在梅雨期間，有時會有二個梅雨鋒面系統先

後連續影響臺灣地區，以致使臺灣地區連續陰雨的天數相對增長，北部平均爲 5 天，最長曾達 22 天 (1947 年 5 月 23 日~6 月 13 日)，南部平均亦爲 5 天，最長爲 14 天 (1977 年 5 月 26 日~6 月 8 日)；而連續不下雨的天數，北部平均爲 3 天，最長爲 8 天 (1951 年 5 月 20 日~5 月 27 日)，南部平均爲 4 天，最長爲 13 天 (1970 年 5 月 27 日~6 月 8 日)。至於梅雨期間之日降水強度，北部平均爲 13.4 公厘，最大爲 131.2 公厘 (1974 年 6 月 23 日)，而南部平均爲 15.3 公厘，最大曾達 284.4 公厘 (1977 年 6 月 7 日)。表三即爲臺灣地區梅雨鋒面系統之降水特性。

由上述之分析，可發現臺灣地區每一年梅雨期之降水特性有很大之差異，由此可見「梅雨」在臺灣地區是甚爲不穩定之天氣現象⁽⁸⁾。

表三 臺灣地區梅雨鋒面系統之降水特性一覽表 (1941~1980)

Table 3: The Precipitation Characteristics of Mei-Yu Frontal Systems in Taiwan Area (1941~1980)

地 區	北 區	南 部
入 梅 { 最早	1980 年 4 月 20 日	1980 年 4 月 21 日
出 梅 { 最晚	1986 年 6 月 2 日	1982 年 6 月 4 日
入 梅 { 最早	1980 年 5 月 12 日	1980 年 5 月 10 日
出 梅 { 最晚	1985 年 6 月 30 日	1985 年 6 月 30 日
梅 雨 期 { 最長	54 天 (1964 年)	53 天 (1964 年)
梅 雨 期 { 最短	7 天 (1954 年)	6 天 (1971 年)
梅 雨 期 { 平均	34 天 (5 月 16 日~6 月 18 日)	32 天 (5 月 17 日~6 月 17 日)
連 續 下 雨 日 數 { 最長	23 天 (1947 年 5 月 23 日~6 月 13 日)	14 天 (1977 年 5 月 26 日~6 月 8 日)
連 續 下 雨 日 數 { 平均	5 天	5 天
連 續 不 下 雨 日 數 { 最長	8 天 (1951 年 5 月 20 日~5 月 27 日)	13 天 (1970 年 5 月 27 日~6 月 8 日)
連 續 不 下 雨 日 數 { 平均	3 天	4 天
日 降 水 強 度 { 最大	131.2 公厘 (1974 年 6 月 23 日)	284.4 公厘 (1977 年 6 月 7 日)
日 降 水 強 度 { 平均	13.4 公厘	15.3 公厘

三、臺灣地區之空梅年：

爲了易於分析比較起見，將 40 年來逐年梅雨期之降水量依北部及南部地區分別劃分爲 5 個等級，其標準如表四所示，即極高 (滂) 及極低 (旱) 各占總次 (年) 數的 $\frac{1}{5}$ ，而正常、偏高、偏低各占總次 (年) 數的 $\frac{1}{5}$ ，而 1941~1980 年北部及南部地區逐年梅雨期內降水量之等級如表一及表二所示。仔細分析表一及表二，發現 1954、1961、1963、1971 及 1980 等五年北部及南部地區之降水量同

表四 降水量之劃分標準

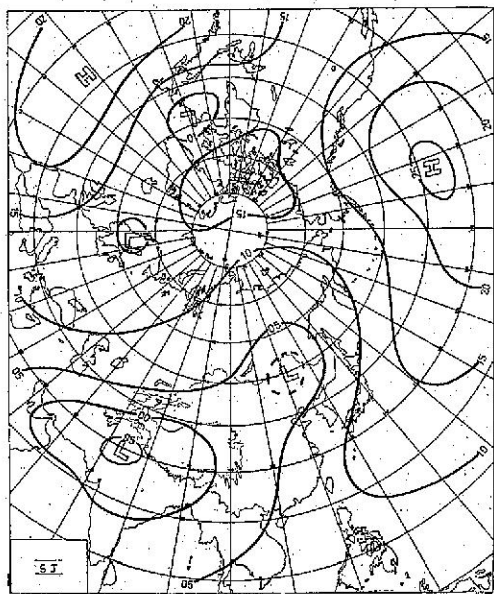
Table 4: Ranking of Precipitation Amounts

等 級	1	2	3	4	5
類 型	極 高	偏 高	正 常	偏 低	極 低
等 分	MA	A	N	B	MB
次 (年) 數	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$
順 位	5	10	10	10	5
順 位	1~5	6~15	16~25	26~35	36~40

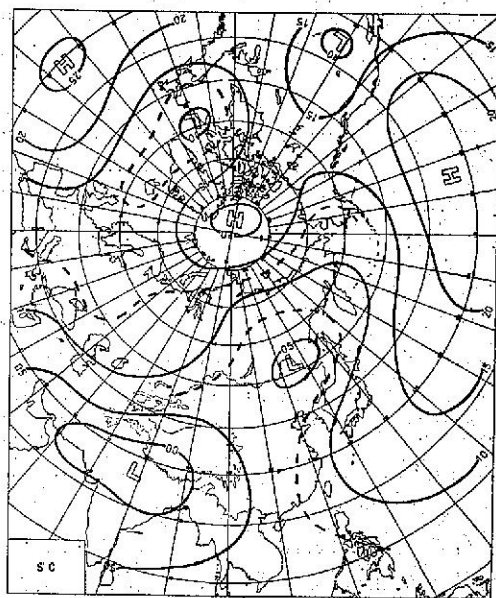
流具有下列特徵：

1. 臺灣地區均為副熱帶高氣壓系統所接盤，但若逐日的仔細分析其天氣圖，則可發現此副熱帶高氣壓系統並非同屬一源地，而是分屬西太平洋副熱帶高壓及來自西藏高原的副熱帶高壓。如 1954 年 5 月，1961 年 5 月，1963 年 6 月和 1980 年 5 月乃

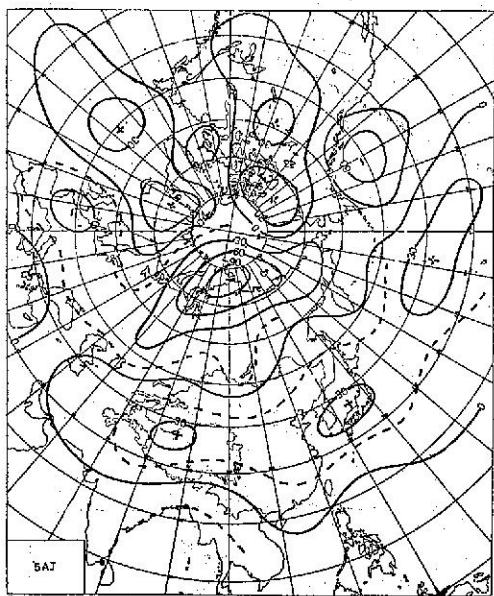
為西太平洋副熱帶高壓向西伸入中國大陸而籠罩臺灣地區，至於 1961 年 6 月、1963 年 5 月、1971 年 6 月和 1980 年 6 月則由西藏高原的副熱帶高壓東移而與西太平洋副熱帶高壓合併，終使臺灣地區完全籠罩在此輻散氣流之下，以致於梅雨鋒面系統無法南下或影響臺灣地區，使臺灣地區大部份均為晴朗



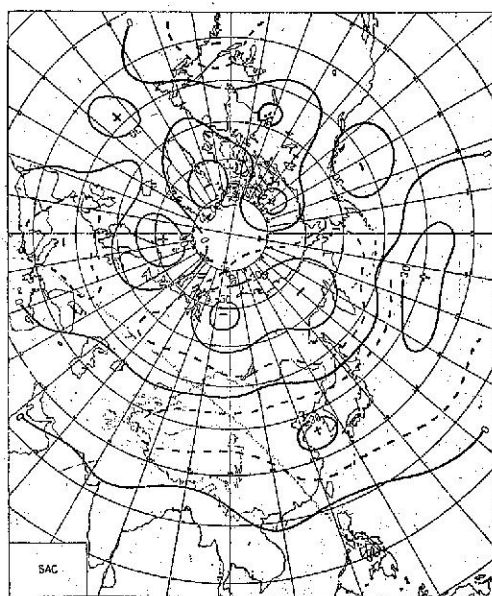
圖二(A)：空梅年六月份地面氣壓合成圖
Fig 2 (A): Surface Composite Chart for June in "Dry" Mei-Yu years



圖三(A)：空梅期間（五一六月）地面氣壓合成圖
Fig 3 (A): Surface composite chart for "Dry" Mei-Yu periods



圖二(B)：空梅年六月份 500 毫巴高度距平合成圖
Fig 2 (B): 500 MB Composite Chart for June in "Dry" Mei-Yu years



圖三(B)：空梅期間（五一六月）500 毫巴高度距平合成圖
Fig 3 (B): 500 MB Composite chart for "Dry" Mei-Yu periods

的好天氣，而呈現空梅的特徵。至於 1954 年 6 月及 1971 年 5 月其 500MB 之環流雖與上述時間之環流特徵有所差異，即太平洋副熱帶高壓之強度減弱並東退，東亞地區為負距平區，但詳細分析其逐日天氣圖，發現此時鋒面帶亦均在長江流域以北之地區，並未南下，此與該月西太平洋地區颱風之頻現有密切之關係，以致臺灣地區於梅雨期內受梅雨鋒面之影響亦甚少，故梅雨之天氣現象不顯著，而呈空梅之特徵。

2. 西太平洋副熱帶高壓之脊線北移到 35°N 附近，並與由西藏高原東移之副熱帶高壓合併，使得東亞之中緯度地區均在正距平區，亦即均受熱帶海洋氣團之控制，此即為 1980 年臺灣、長江流域及日本地區梅雨不顯著的主要原因。

3. 本應為阻塞高壓活動區域的鄂霍次克海及烏拉山附近此時反而為低壓槽所占據（見圖三），另一低壓槽位於格陵蘭附近；此時鄂霍次克海阻塞高壓東偏且北移位於白令海、北極海、及北美的阿拉斯加一帶，而西伯利亞高壓則西偏位於北歐之波羅的海一帶。

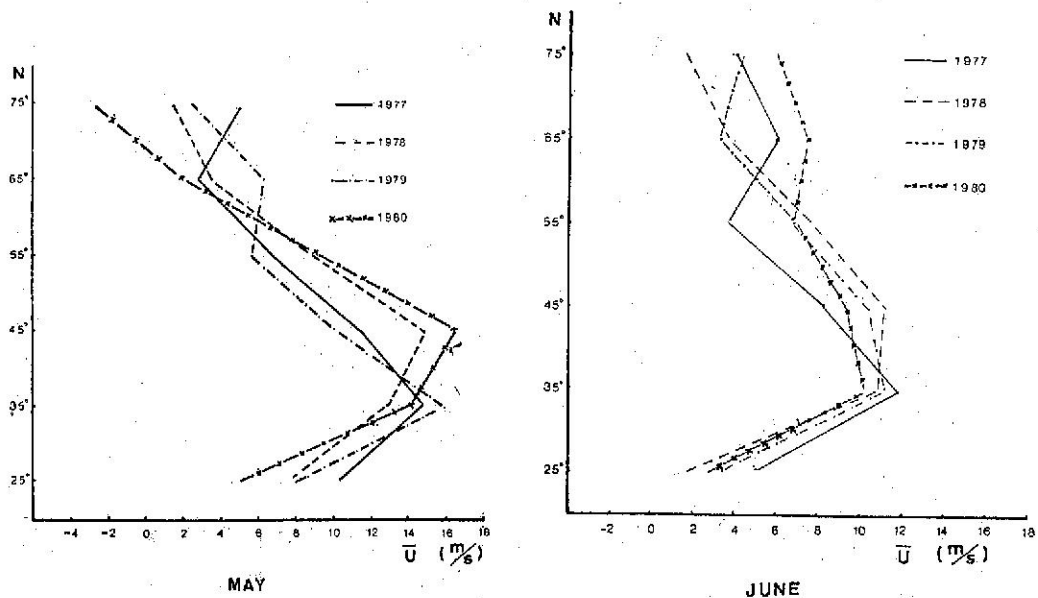
4. 由於受到上述氣壓系統配置之影響，於是極地冷渦（Polar Cold Vortex）分成兩股移行，一股流到西半球的格陵蘭、冰島一帶，另一股則流到東半球的西伯利亞一帶；但此股來自北極的冷空氣由於受到比梅雨季節之正常位置還偏北的副熱帶

高壓之阻擋；於是本應位於琉球海面至臺灣附近的輻合帶反而北偏而出現在長江流域以北的地區，而使此地區造成連續的陰雨天氣；但在 35°N 以南的長江流域、日本及臺灣一帶，由於未有冷空氣之存在而完全受副熱帶高氣壓之影響，於是天氣相當穩定。

由上述之分析，綜觀空梅期間 500 毫巴高度距平成圖（圖三 B），可發現東半球區域，正負距平成東西走向，與梅雨期之標準型態——正負距平成東北到西南走向——有很大差異，但與陳、蔡（1979）⁽⁶⁾ 的少雨型之 B 及 C 類相似，此即表示空梅期間，氣壓系統之主軸呈緯向排列，顯示鋒面系統不太強烈，並受到比正常位置還北偏且強盛之副熱帶高氣壓系統之阻擋，而不易南下影響到 35°N 以南之區域，導致此地區出現空梅之天氣現象。

（三）中緯度（ $40^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ ）盛行緯流風（zonal flow）環流：

中緯度的氣流型，於此五年（1954、1961、1963、1971 及 1980 年）內的梅雨期間甚為類似，尤其在高度距平的等值線分佈上則非常相似（陳、蔡，1981）。假如我們先著眼於東亞及其鄰近的海洋上，則發現此五年梅雨期之 500MB 面上的距平特徵為，在副熱帶（ $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ ）範圍內出現正距平區域，這表示副熱帶高壓的活動比歷年更為活躍



圖四：1977~1980 年五月及六月 500 毫巴東亞地區緯流風速 ($\bar{U}$) 之經向平均圖
Fig 4: Profiles of 500 MB mean zonal wind speed ($\bar{U}$) in the Far East for May and June (1977-1980)

，另在 45°N 以北，則出現東西向的負距平區域，這種正負高度距平區域的分佈，表示在該期間，北緯 $40\sim 50^{\circ}\text{N}$ 範圍內，出現比往年更強烈的西風風速。

關於這點，我們選取最近四年（1977～1980年）的 500mb 東亞地區（ $90\sim 170^{\circ}\text{E}$ ）五、六月各緯度帶之緯流風（ $\bar{U}$ ）的平均圖（圖四）作一比較，（1977 及 1979 年為臺灣地區梅雨之顯著年，而 1978 及 1980 年則為不顯著年）發現：

1. 1977 及 1979 年 5 月之 500mb 最強緯流風是位於 35°N 附近，而其平均風速達 $15\sim 16\text{m/s}$ ，然 1978 及 1980 年 5 月之最強緯流風是位於 45°N 附近，其平均風速亦在 $15\sim 16\text{m/s}$ ，但此兩年（1978 及 1980 年）於斯時臺灣地區之雨量反而不如 1977 及 1979 年，此乃因 1978 及 1980 年五月之最強西風帶比 1977 及 1979 年偏北 10 個緯度〔梅雨期內主要的西風帶之正常位置應在 $30\sim 40^{\circ}\text{N}$ 〕⁽⁸⁾。

2. 至於 6 月份時，1980 年之最強緯流風雖與 1977 及 1979 年一樣，出現在 35°N ，但其平均風速為 11m/s ，比 1977 年小；而 1978 年緯流風之主

軸仍位於 45°N 。

3. 另分析此四年五、六月份緯流風速之經向（隨緯度）變化曲線：發現 1978、1980 年之 45°N 及 35°N 間的緯流風速較為接近，其差距祇有 $1\sim 2\text{m/s}$ 而已，但 1977 及 1979 年於此兩緯度帶之風速差距則相當大，高達 4m/s 。

4. 由上述之分析，得知 1977 及 1979 年梅雨期間，由於 $35\sim 45^{\circ}\text{N}$ 中緯度緯流風速的顯著差距，於是南北能量之交換相當顯著，且此時，緯流風之主軸南移到 35°N 附近，於是西風帶上的氣旋式擾動以及其所伴隨的冷空氣將較易影響到 35°N 以南的副熱帶地區，而使臺灣地區出現較不穩定的陰雨天氣；至於 1978 及 1980 年於亞洲大陸的 $40\sim 50^{\circ}\text{N}$ 上空乃盛行緯流風環流，但經向之環流較弱，與 1977 及 1979 年之環流特徵完全不同。

四 1980 年臺灣地區梅雨期之特徵：

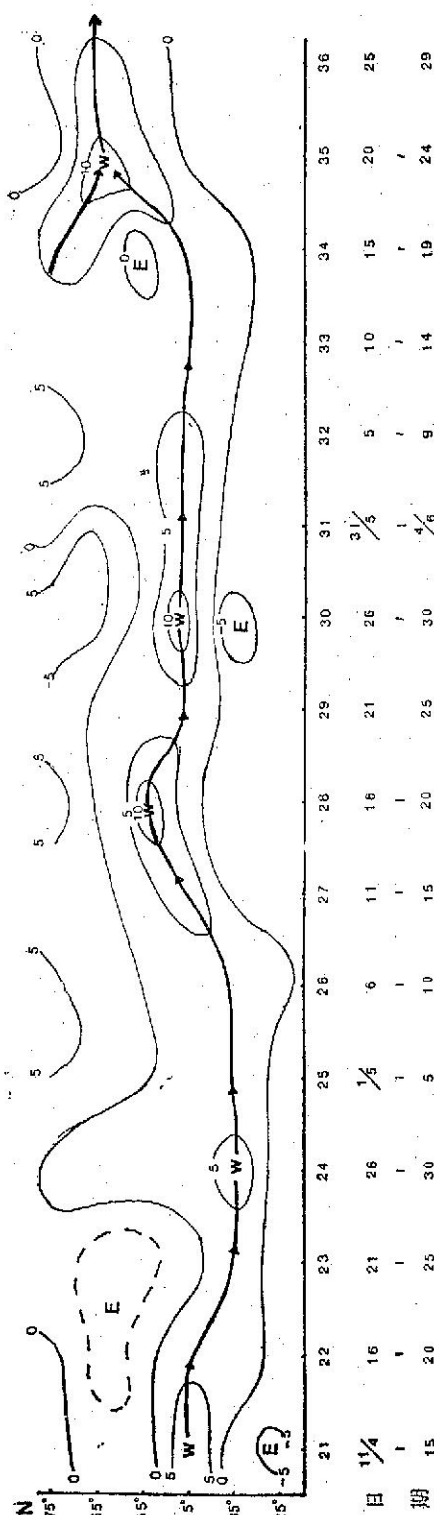
分析臺灣過去 84 年之雨量資料，發現去年（1980）各地之雨量普遍缺少，除臺北及基隆外，其他地區均低於氣候平均值（詳見表五），此乃因造成臺灣地區降水之主要氣象因素⁽⁸⁾一直不顯著——

表五 1980 年臺灣各地之年雨量及其變率

Table 5: Total precipitation amounts and variation rate over Taiwan in 1980

測 站	臺 北	淡 水	鞍 部	竹 子 湖	基 隆	彭 佳 嶼	花 蓮	宜 蘭	東 吉 島	澎 湖	臺 南	高 雄
1980 年 (R)	2161.6	1766.0	3593.1	3906.8	3514.9	1675.5	1723.7	2153.3	432.6	531.5	530.7	572.8
氣候平均 (R)	2093.9	2062.4	4077.9	4570.8	3144.5	1717.0	2063.2	2728.8	911.4	1021.3	1776.2	1719.6
(年 代)	1897 1979	1943 1970	1943 1979	1947 1979	1903 1979	1910 1979	1911 1979	1936 1979	1963 1979	1897 1979	1897 1979	1932 1979
百分比 (R/R)	103.2	85.6	88.1	86.0	111.8	97.6	83.5	79.2	47.5	52.0	30.0	32.9
變 率 (R-R/R)	0.03	-0.14	-0.12	-0.14	0.12	-0.03	-0.17	-0.21	-0.53	-0.48	-0.70	-0.67

測 站	嘉 義	臺 中	阿 里 山	大 武	玉 山	新 竹	恒 春	新 港	蘭 嶼	日 月 潭	臺 東	梧 棲
1980 年 (R)	878.8	1013.8	2239.6	1142.8	1716.4	1280.3	988.7	1278.3	2615.2	1576.3	817.5	663.4
氣候平均 (R)	1860.5	1735.4	4214.8	2571.5	2643.3	1727.5	2198.2	2348.4	2859.3	2318.0	1848.4	1246.2
(年 代)	1969 1979	1897 1979	1934 1979	1940 1979	1944 1979	1938 1979	1897 1979	1940 1979	1942 1979	1942 1979	1901 1979	1977 1979
百分比 (R/R)	47.2	58.2	53.1	44.3	65.0	74.1	45.0	54.4	91.5	68.0	44.2	53.2
變 率 (R-R/R)	-0.53	-0.42	-0.47	-0.56	-0.35	-0.26	-0.55	-0.46	-0.09	-0.32	-0.56	-0.47



圖五：1980年4—6月500毫巴東亞地區逐候緯流風速距平 ($\Delta \bar{U}$) 之經向分佈圖

Fig 5: Time trend of 500 MB zonal wind speed anomaly ($\Delta \bar{U}$) in the Far East from April to June in 1980

(1)於春夏之交的梅雨，因雨期短，雨量又少。(2)西太平洋地區之颱風未能直接影響臺灣。——以致臺灣地區自入春後均未有豐沛的雨量，於是各地水庫之蓄水量逐日下降，此情形於南部地區尤為嚴重⁽¹²⁾（見表五），打破有史以來的最低紀錄，而使農耕灌溉用水、自來飲用水、工業及發電用水均大受影響，所以去年臺灣地區之降雨特性有待進一步之分析，藉此而可瞭解空梅時之一般氣候特徵，至於臺灣去年（1980）乾旱之實際情形，詳見吳、王（1981）⁽⁴⁾之分析。

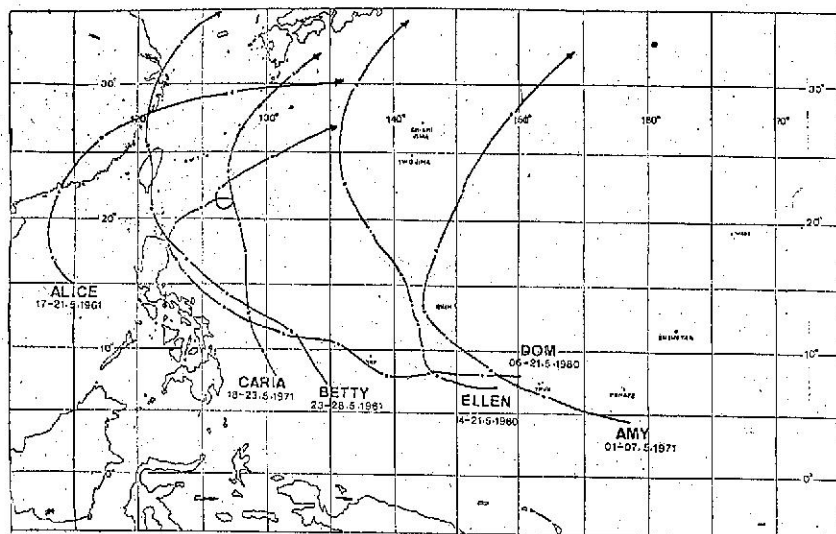
現以 1980 年 4—6 月 500 毫巴東亞地區逐候緯流風速距平 ($\bar{U}$ Anomaly) 的經向分佈圖（圖五），來說明 1980 年臺灣地區梅雨期之時間及空梅之特徵。

由圖五可發現：4 月 20 日以前，最強之緯流風是位於 40~45°N 之間，但 4 月 20 日以後，其強風帶南移至 35~40°N 之間，並一直持續到 5 月 10 日，而在 5 月 11 日之後，其強風帶竟北移到 45°N 附近及以北的地區。當強風帶於 4 月 20 日至 5 月 10 日出現在 35~40°N 之間時，鋒面帶亦徘徊於臺灣地區，並連續出現陰雨天氣；但五月中旬至 6 月下旬這段本屬臺灣的氣候梅雨期，由於西風帶之主軸一直停留在 45~50°N 之間，故鋒面亦一直停留在長江流域，甚至更北之地區，使臺灣地區不再出現梅雨之徵象，而呈現嚴重的乾旱。

由上述之分析得知：春末時，當緯流風之主軸滯留在 35°N 或以南地區，其風速比平均值（12 m/s）大 2~4 m/s 以上時，則梅雨鋒面帶將滯留在強風軸南邊 10 個緯度距離的臺灣及華南地區，而使該地區呈現陰雨天氣；此亦為前面所述，梅雨期之一環流特徵，當強風軸北移，而停留在 35°N 以北的地區時，則梅雨鋒面亦即北移遠離臺灣地區，故梅雨期間，緯流風主軸之位置及其強度變化可作為診斷和預報臺灣地區天氣現象之一種方法。

(五)空梅與颱風之關係：

分析空梅年五~六月之天氣形勢，可發現另一特徵，即於梅雨期內，西太平洋地區出現颱風且接近或侵襲臺灣地區之次數相當多（見圖六），如 1961 年 5 月 17—20 日及 5 月 22—28 日先後有艾麗絲 (ALICE) 及貝蒂 (BETTY) 颱風侵襲臺灣地區，1971 年 4 月 29 日——5 月 8 日及 5 月 18—23 日先後有愛美 (AMY) 及解拉 (CARLA) 颱風經過臺灣附近，1980 年 5 月 15—26 日先後有



圖六

圖六：臺灣空梅期間，西太平洋地區之颱風路徑圖

Fig 6: Typhoon tracks over west Pacific region during "Dry" Mei-Yu periods in Taiwan

五個颱風在臺灣附近通過，尤其唐姆（DOM）及艾倫（ELLEN）颱風由臺灣東方海面北上後，即在日本附近海面減弱成為低壓系統，太平洋副熱帶高壓即西伸進入臺灣及華南一帶，使臺灣地區盛行東南風系⁽⁵⁾。就大氣環流結構而言，此時梅雨鋒面系統已不再適合存在於臺灣地區⁽⁸⁾。

由上述之分析，得知梅雨期內，若於西太平洋地區出現颱風，則颱風將破壞梅雨鋒面系統⁽⁸⁾，甚至終止梅雨，以致使臺灣地區出現空梅之特徵。

（六）西藏高原之暖脊與空梅之關係：

由前述知，空梅時之主要環流特徵為東亞地區均受副熱帶高壓脊所籠罩，亦即其脊線比梅雨期之正常位置偏北約值 10—15 緯度左右，其範圍亦向西伸展到華中一帶。而副熱帶高壓脊線之北進及西伸可能是受西藏高原上之暖脊東移合併的結果，故西藏高原上暖脊是否存在以及其未來之動向對梅雨的顯著性具有相當大之決定性。至於西藏高原之暖脊與西太平洋副熱帶高壓合併而使副熱帶高壓脊線北進及西伸的過程，簡略說明如下：

1. 高原地區的冬季本為一冷源，當進入春末夏初後，由於受到日射，於是逐漸轉變為熱源，周圍的大氣亦逐漸增溫⁽¹⁴⁾，而於西藏高原及其以北之地區建立起一個較為穩定的暖心高壓或高壓脊；印度南部的副熱帶高壓亦隨季節而逐漸北移與西藏高原之暖脊合併。

2. 當來自北極的冷槽侵入西藏高原的西北或北

方時，新疆西部或其北部將有明顯的降溫，因此暖脊的結構受到破壞，其穩定性亦不復存在而開始向東移。

3. 當高原之暖脊東移到長江中下游時，將切斷梅雨鋒面系統的冷氣來源，於是原在華南及臺灣地區的冷槽及風切線消失，暖脊繼續東移併入副熱帶高壓內，終於使太平洋副熱帶高壓脊線北進而西伸，臺灣及華南一帶均在副熱帶高壓之控制，而呈現空梅之天氣。

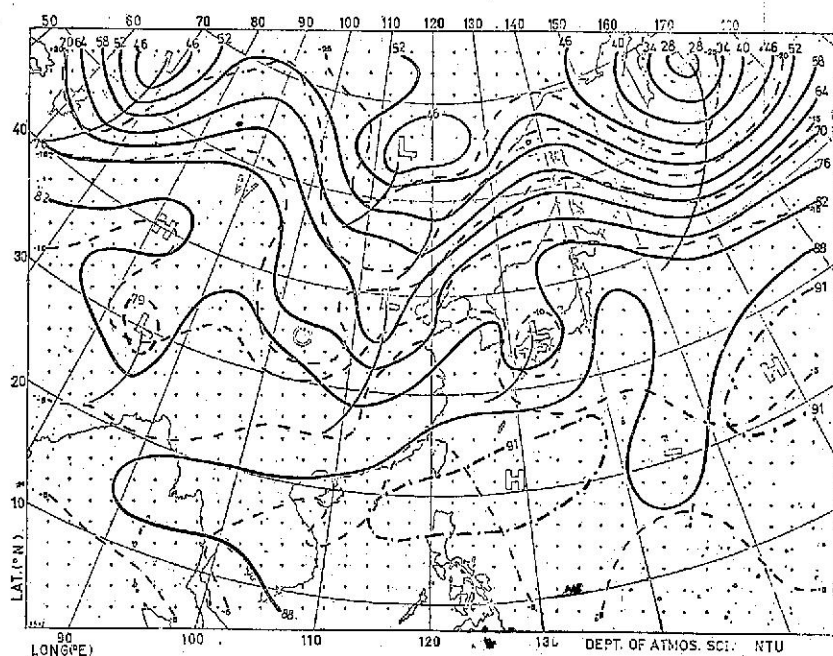
此現象，於 1980 年 6 月最為明顯，亦為空梅時之一環流特徵，在 6 月份曾有 4 個鋒面系統（6 月 1—5 日，6—8 日，9—14 日及 15—22 日）自華北一帶向東南移，（見圖七），但當其移到長江中下游時，此鋒面系統就淡化而不明顯，臺灣地區不再受其影響，此即是暖脊東移併入太平洋副熱帶高壓使其脊線北進西伸，於是臺灣地區竟日受此熱帶海洋氣團籠罩而呈現炎夏之天氣。

圖七即為西藏高原暖脊東移併入副熱帶高壓過程之一系列天氣圖。

五、結 論：

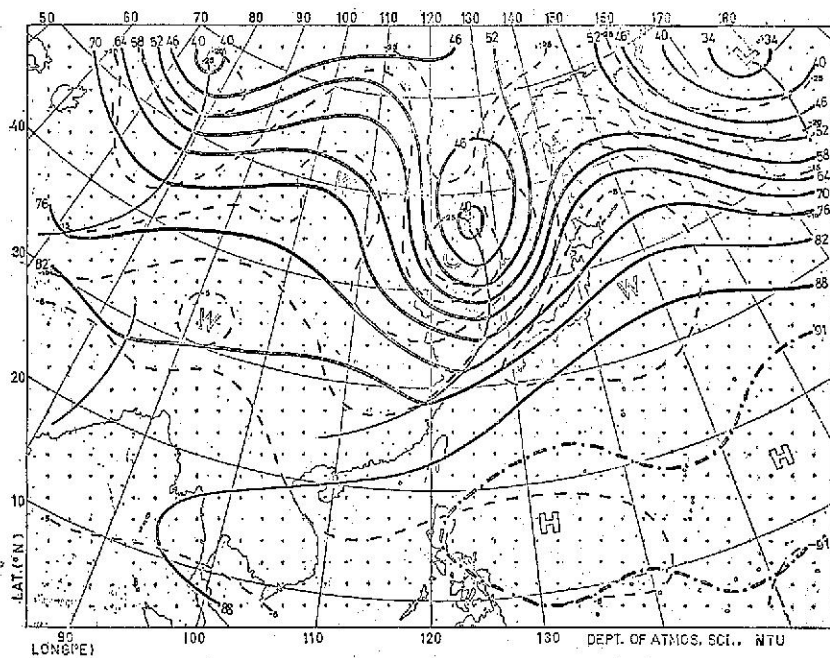
本文由綜觀天氣學之觀點，分析近四十年來臺灣地區梅雨期之降水特性，並應用合成法，探討臺灣地區出現空梅時，北半球天氣系統之平均結構和環流特徵，得到下列結果：

（一）臺灣北部地區之平均梅雨期為 5 月 16 日至



圖七(A): 1980 年 6 月 1 日 0000Z 500 毫巴天氣圖

Fig 7 (A): 500 MB Chart at 0000Z, 1, June, 1980



圖七(B): 1980 年 6 月 3 日 0000Z 500 毫巴天氣圖

Fig 7 (B): 500 MB Chart at 0000Z, 3, June, 1980

屬第5級，即列「極低」(MB)之標準，且其降水量均不足或祇有該地梅雨期平均降水量的一半，另其梅雨期亦甚短，故我們定此五年為臺灣地區之「空梅」年(乾梅或梅雨不顯著年)，本文即選取此五年做為「臺灣地區梅雨期空梅環流特徵」之研究個案。

四、結 果：

(一)臺灣地區梅雨期時，亞洲天氣型式之平均結構及環流特徵：

臺灣梅雨期時控制亞洲天氣型式之主要系統根據陳、蔡(1980)⁽⁹⁾之研究，具有下列特徵：

1. 在高緯度地區(50~70°N)是阻塞高壓之活動區域，有二個穩定的高壓或高壓脊分別位於鄂霍次克海附近及烏拉山(裏海附近)至西伯利亞中部(貝加爾湖附近)之間，各稱為鄂霍次克海阻塞高壓及西伯利亞高壓。

2. 在此兩高壓或高壓脊之間，為一寬廣且近似滯留的低壓槽，位於我國東北、蘇俄的濱海省及日本海附近，俗稱東北低壓。

3. 在江淮平原及華中附近有高壓系統存在，其發展高度僅限於對流層之底部，俗稱華中高壓，其勢力雖然不強，但對梅雨天氣扮演極重要之角色。

4. 700及500毫巴高空圖顯示出，在60~140°E之間的30~40°N是主要的強西風帶。

5. 東亞主槽位於120~125°E之間，即由我國東北向南南西延伸經韓國、東海至華南。

6. 太平洋副熱帶高壓之脊線位於16~18°N之間。

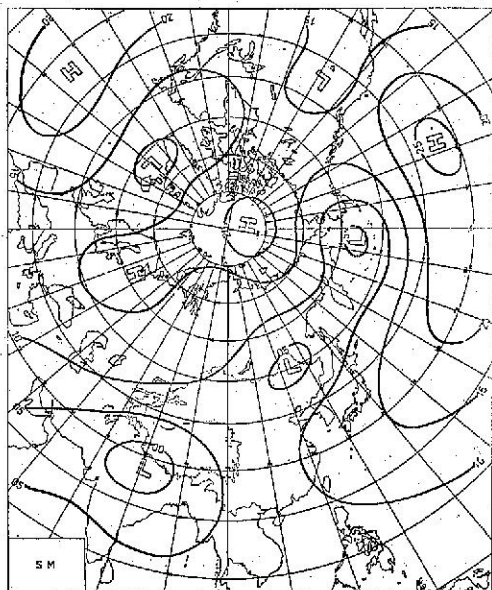
7. 西藏高原南方與印度北部間為一季風低壓(monsoon low)，其形成之時間及向東伸展之程度，對西南季風爆發之時間及是否盛行具有決定性的關係，而西南季風爆發之時間及盛行之程度與遠東地區梅雨期之降水程度則有密不可分之關係⁽¹⁴⁾。

8. 由於太平洋副熱帶高壓和華中高壓為秉性迥異且勢力相當之兩系統，而梅雨鋒面就是在此兩高壓系統之間呈滯留或移動緩慢的系統，正好在臺灣及其附近徘徊，終於造成梅雨期間在臺灣附近的大量降水，大量的水汽主要是透過梅雨鋒面南方的西南氣流所攜帶，而來自孟加拉灣及中國南海一帶⁽¹⁵⁾。

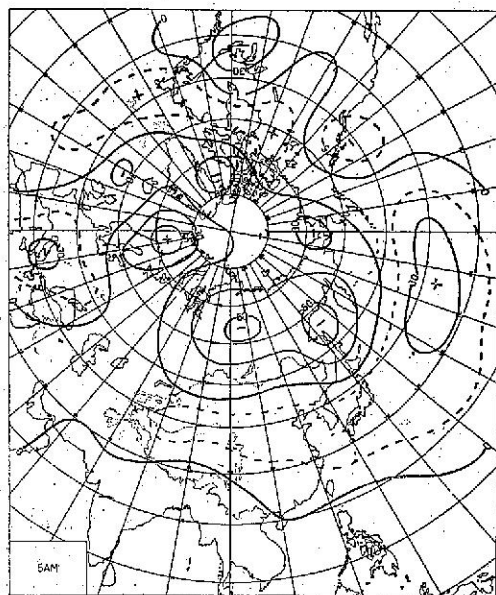
(二)臺灣地區空梅年時，天氣系統之平均結構及環

流特徵：

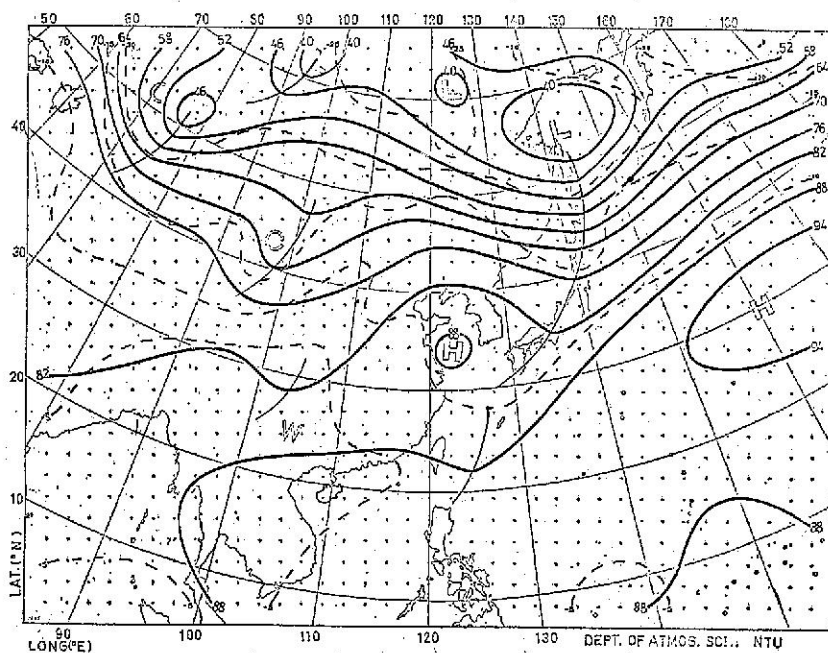
圖一~圖三為空梅年(1954、1961、1963、1971及1980年)五、六月及空梅期間(五一六月)之地面氣壓和500毫巴高度距平合成圖，另分析此五年的天氣圖和距平圖⁽¹⁰⁾，並與梅雨期之平均圖⁽⁹⁾作比較，可發現空梅年時之系統結構及大氣環



圖一(A)：空梅年五月份地面氣壓合成圖
Fig 1 (A): Surface Composite Chart for May in "Dry" Mei-Yu years



圖一(B)：空梅年五月份500毫巴高度距平合成圖
Fig 1 (B): 500 MB Composite Chart for May in "Dry" Mei-Yu years



圖七(C)：1980年6月5日0000Z, 500毫巴天氣圖

Fig 7 (C): 500 MB Chart at 0000Z, 5, June, 1980

(實線表示 500 MB 等高線, 虛線表示 500 MB 等溫線)

Fig 7: A series of 500 MB charts showing that the warm ridge of Tibetan Plateau is moving eastward and merges in the Subtropical High

6月18日, 計34天, 南部為5月17日至6月17日, 計32天; 影響臺灣地區之梅雨鋒面系統平均每年有4—5個; 北部地區之平均降水量為456公厘, 占其年雨量的四分之一弱, 而南部為494公厘, 占其年雨量的四分之一強; 梅雨期間之雨日北部平均有24天, 南部有19天。

(二) 1954、1961、1963、1971及1980年為近四十年來臺灣地區之空梅年, 因其梅雨期短, 且降水量少, 同列「極低」之標準。

(三) 臺灣地區空梅年時, 天氣系統之平均結構及環流特徵如下:

1. 西太平洋副熱帶高壓脊線, 比平均位置(15°N)偏北10—15°, 並與由西藏高壓附近東移之副熱帶高壓合併, 使得東亞之中緯度地區均在正距平區內, 此表示臺灣、長江流域及日本南部地區均受熱帶海洋氣團控制, 以致梅雨鋒面系統未能南下影響臺灣地區。

2. 本應為阻塞高壓活動區域的鄂霍次克海及烏拉山一帶, 此時為低壓槽所佔據, 而鄂霍次克海阻塞高壓反而東偏且北移位於白令海, 西伯利亞高壓則西偏位於北歐一帶。

3. 東半球地區500毫巴高度之正負距平成東西向, 表示此時氣壓系統呈緯向排列, 鋒面系統偏北且不顯著, 於是梅雨鋒面系統不易南下影響到臺灣地區。

4. 中緯度(40~50°N)地區盛行緯流風環流, 而經向環流較弱, 於是西風帶上的氣旋式擾動以及其所伴隨的冷空氣不易影響到30°N以南的副熱帶地區。

四梅雨期間, 若於西太平洋地區出現颱風, 則颱風將破壞梅雨鋒面系統, 甚至終止梅雨, 以致臺灣地區將出現空梅。

(四) 西藏高原上若有暖脊並東移, 將切斷梅雨鋒面系統之冷氣來源, 而使華南及臺灣地區的冷槽及風切線消失。當暖脊東移併入副熱帶高壓內, 將使太平洋副熱帶高壓北進而西伸, 於是臺灣及華南一帶受此高壓之控制而呈現空梅之徵象。

致 謝

本論文之完成, 承蒙中央氣象局預報中心謝信良主任悉心審閱, 王時鼎技正、喬鳳倫技正及鄭俠謀長提供諸多寶貴意見與資料, 蕭長庚科長、李南

文及葉天降先生協助處理資料，楊逢世先生、紀美杏及劉淑珍小姐幫忙製圖、打卡及謄稿，特此致謝。

參 考 文 獻

1. 王時鼎，1970：論臺灣之梅雨，氣象預報與分析，第四十四期，12—20。
2. 曲克恭，1980：臺灣梅雨之可預測度。中國文化大學氣象彙刊第一期，1—19。
3. 吳宗堯、陳正改，1977：臺灣北部地區豪雨特性之分析，氣象預報與分析，第七十七期，69—115。
4. 吳宗堯、王時鼎，1981：民國 69 年臺灣乾旱研討，大氣科學，第八期，95—104。
5. 紀水上，1978：臺灣梅雨期平均環流之初步研究，大氣科學五卷二期，17—32。
6. 徐晉淮，1971：臺北地區豪雨之研究，氣象學報十七卷三期，49—71。
7. 陳正改，1979：梅雨期間低層噴射氣流與臺灣地區豪雨之關係，大氣科學六卷一期，29—37。
8. 陳正改、蔡清彥，1979：臺灣地區梅雨系統之降水特性及天氣型式，臺灣大學大氣科學系，研究報告 Mei-Yu-003, 38pp。
9. 陳正改、蔡清彥，1980：影響臺灣北部地區之梅雨系統，大氣科學第七期，49—58。
10. 陳正改、廖志翔，1981：臺灣地區空梅之大氣環流特徵，中央氣象局「異常氣候研討會」論文彙編，131—153。
11. 陳泰然、紀水上，1978：臺灣梅雨鋒面之中幅度結構，大氣科學五卷一期，35—47。
12. 劉廣英，1980：梅雨季中極端天氣預報之研究，空軍氣象中心研究報告 019 號，30pp。
13. 廖學鎰、徐明同，1978：近年來國外梅雨研究之評介。國科會與中研院「臺灣地區災變天氣研討會」論文彙編，1978 年 5 月 27—28 日，108—149。
14. Chang Jen-Hu, 1972: Atmospheric circulation systems and climates, University of Hawaii, 328pp.
15. Chen, G.T.J. and C.Y. Tsay, 1977: A detailed analysis of a Case of Mei-Yu system in the vicinity of Taiwan, Tech. Rep-No. Mei-Yu-001, Dep. Atmos. Sci., Nat. Taiwan Univ., 249pp.

保 密 防 諜 ·

人 人 有 責 ·

匪 諜 自 首 ·

既 往 不 究 ·

臺灣不同地區降雨持續性與農業機械 設備使用效率之相關研究

An Investigation of the Relationship between Rainfall Persistence and Agricultural Machinery Efficiency in Various Regions of Taiwan

邱 永 和 曾 文 柄
Chiu, Yung-ho Tseng, Wen-ping
徐 君 明 李 南 文
Hsu, Chun-ming Lee, Nan-wen

ABSTRACT

To define the influence of rainfall on machines for rice cultivation (such as power tiller or tractor, rice transplanter, rice combine and rice dryer), inquiry has been made in various regions of Taiwan.

The threshold value of daily rainfall amount which causes unfavorable condition to harvesting operation was defined as 0.1 mm. A day was counted as a rainy-day, if its daily rainfall exceeded the threshold value.

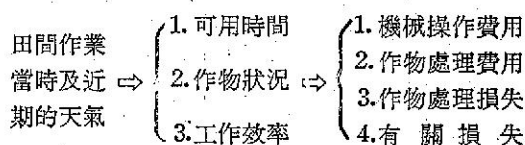
The frequency distribution of rainy-day sequence during 1950-79 of Taipei, Taichung, Tainan and Taitung was fitted by the second-order Markov chain model, respectively. The probability of persistent unfavorable day for harvesting operation was then estimated. These data are vital references for machinery allocation in various regions of Taiwan.

一、前 言

農業具有的特性之一是：整個生產過程當中，實施各種田間作業——耕耘、播種、收穫等——時，都受到天氣影響。如果因不利的氣象因素而未能能在作業適期內完成必需的作業，不僅可能導致減低產量的後果，也會對作物的品質形成不良的影響。

田間作業能否順利地實施，取決於當時的天氣狀況；而其中最具決定性的氣象因素便是當時及近期的降雨。以作業當時的降雨而言，因作業者感覺不舒服，便將停止工作，對於降雨是否造成作物或土壤的不適宜作業等條件，似較不重視。至於作業以前的降雨，因增加了自由水分，常使作物或土壤成為不適於作業的情況。

農業生產如以機械代替勞力時，仍將受到降雨的影響。更因機械作業是資本集約的經營方式，所以降雨與否與投資及收益息息相關。Dalton (1974) 以圖一表示其相關：



圖一 天氣對農機使用的影響

Fig. 1. The effects of weather on the use of agricultural machinery (Dalton, 1974).

以機械操作費用為例，因降雨使得可用的作業時間減少，即減少了可作業面積而使得固定成本（包括折舊、利息等）增加。因此探討影響農機作業的降雨條件以供農業機械投資及調配時參考，有助於合理經營而能獲致經濟效益。

二、降雨對農業機械作業的影響

為瞭解降雨對水稻栽培農機作業的影響，除了要統計不利於農民（機械作業者）戶外作業的降雨條件外，尚須考慮水稻及水田的自由水分增加後，產生的物理性狀變化——如稻株黏滯性增加、土壤

硬度減小等——及其與機械作業能力變化的關係。以耕耘機而言，其牽引能力為土壤含水量、土壤種類等的函數（黃、六十二年）。

一般而言，上述的物理關係資料仍屬不足。為了實用目的，本計畫採用問卷調查方法，歸納農民關於降雨影響農機作業的經驗，以便決定臨界降雨量而能進一步分析其發生機率。

計畫中曾選定臺北、臺中、臺南、臺東等氣象測站附近的鄉鎮中，設有農機中心的鄉鎮農會，委託該中心職員訪問擁有整地、插秧、收穫及乾燥等四種作業機械的農民。實施情形如表一。

表一 農機使用者意見調查實施結果

Table 1. Statistics of user inquiry of agricultural machinery

相關測站	調查農會	問 卷 收 回 份 數				備 註
		耕 耘 機	插 秧 機	聯 合 收 穫 機	乾 燥 機	
臺 北	樹 林 鎮	4	7	4	7	一：未寄回問卷
	新 莊 鎮	—	—	—	—	
臺 中	大 雅 鄉	6	6	6	6	
	大 里 鄉	6	6	6	6	
臺 南	下 營 鄉	6	6	6	6	
	六 甲 鄉	8	8	8	8	
臺 東	關 山 鎮	12	12	12	12	

本計畫全部報告見氣象局研究報告 56 號，限於篇幅，本文僅討論水稻聯合收穫機的例子。

水稻的收穫是最耗費人工的一項作業，每公頃所需總人工恆在十五人以上（賴，五十九年）。如能利用聯合收穫機，可大幅降低人力需求，是今日農村勞力缺乏趨勢下必須採用的方法。

不過截至目前所發展出來的日本型水稻聯合收穫機的作業能力深受降雨的不利影響，效率不佳。聯合收穫機在田間作業時，不僅與一般農機相同，容易因土壤硬度不夠而下陷之外；更因由國外引進的聯合收穫機原先設計是以乾燥稻株為對象，其脫穀機以下置式脫穀為主，係將稻束送進脫穀筒和承網之間，迴轉以脫去稻穀。一旦稻株含有水分（即使只是稻株上含有的少量露水），便易於因承網網眼阻塞而中斷作業（鄔，六十二年）。調查曾經在下雨時使用聯合收穫機作業者的意見顯示，脫穀及

選別裝置阻塞比率在 50 % 以上；而稻穗輸送部份發生阻塞的比率亦在 30 % 以上。由於脫穀時如果阻塞，首須減慢行車速度，使得單位面積機械收割時間比收割乾燥稻株時顯著增加，嚴重者更導致機械故障。調查結果顯示，各地區皆有半數以上的農民表示，導致聯合收穫機未能完全利用的原因是因天氣的不利影響。機械如不能充份利用，將積壓資金，增加農民負擔。

為了消除現有聯合收穫機的缺點，省農試所曾試驗改善脫穀選別部分（六十年），採用上置脫穀方式，加強處理筒作用（六十四年），或採用簡易的濕稻處理裝置（六十六年）。其中以加裝濕稻處理裝置較能克服下雨的不利影響。但因收穫後的稻穀仍需再經選別處理，對於勞力已缺乏的農村，恐不易為農民所接受（六十八年）。最近的發展（六十九年）雖可解決脫穀筒堵塞現象，却仍有選別

系統及篩網阻塞的問題。

透；如無日曬，則須經一天才能乾透（表二）。

稻株被降雨淋濕後如有日曬，須經半天才能乾

表二 稻株淋濕後，如有日曬及無日曬，須經數日後，稻株才能乾透

Table 2. Required drying days after the rice cluster was wetted

地 區	三分之二以上問卷	最 多 數 問 卷		問卷數
	選擇日數	選擇日數	占問卷百分比%	
臺 北	0.5	0.5	100	4
	1	1	100	
臺 中	0.5	0.5	66.7	12
	1	1	83.3	
臺 南	1	0.5	64.3	14
	1	0.5	64.3	
臺 東	0.5	0.5	66.7	12
	1	1	50	

而如果稻株僅是被露水潤濕，雖然露水量每晚尚無超過 0.5 mm 者 (Chang, 1968)，仍有四分之三以上的農民將等待至露水稍乾後，才會開始聯合收穫機的田間作業，等待時間視各地區而異，由半小時以至三小時不等。由於農民極為重視稻株的乾濕狀況，雖然僅有最少量的降雨，亦將減少田間作業的時間，所以定日降雨量 ≥ 0.1 mm 時，為不適宜聯合收穫機作業的降雨條件。

三、應用馬可夫鏈模式分析降雨持續特性

實用上，如需要推測一地的持續雨日機率（雨日的標準可依需要定日雨量大於 0.1 mm 或 5 mm 等為雨日）時，可以應用機率理論處理。例如希望得知雨日持續 n 天的機率時，因為下雨到第 n 天，則第 $n+1$ 天必為乾日，所以持續機率為 $P^{n-1} \cdot Q$ (P : 雨日機率, $Q=1-P$: 乾日機率)。

有關雨（乾）日機率，常見的算法是以資料期間的雨（乾）日日數除以資料期間的總日數。這種無條件或絕對機率的隱涵意義是：雨（乾）日的發生是一種獨立事件。

但是由平常的觀察即可體會到：一旦下雨，很少馬上轉晴。以實際天氣而言，鋒面或颱風過境，總是持續數天；初夏雷雨期開始後，更因具有持續的特性，甚至可準確地預測第二天將下雨的時刻。

這些現象說明雨日一開始，很可能持續數日，亦即降雨與否基本上是一種相依事件：今天有雨而以後 n 天有雨的機率與今天無雨而以後 n 天有雨的機率並不相同，如為獨立事件則無此差異，所以推算雨日持續機率時，應以雨日的條件機率估算才合乎需求。

(一)、雨日序列分佈的數學模式

隨機過程中的馬可夫過程 (Markov process) 所具有的馬可夫性質指：不論有任何的過去事件 ($X_0=i_0, X_1=i_1, \dots, X_{n-1}=i_{n-1}$) 及現在事件 ($X_n=i$)，未來任意事件 ($X_{n+1}=j$) 的條件機率只與現在事件有關而與過去事件無關。以式示之如下：

$$P\{X_{n+1}=j|X_0=i_0, X_1=i_1, \dots, X_{n-1}=i_{n-1}, X_n=i\} = P\{X_{n+1}=j|X_n=i\} \dots\dots\dots (1)$$

若干研究者已根據馬可夫鏈模式求得雨（乾）日序列的理論分佈並與實測分佈相比較，認為該模式可有效地描述雨（乾）日序列的分佈。

Gabriel 和 Neumann (1957) 以 Tel Aviv 的實測雨日及乾日序列分佈與由簡單隨機過程所求得的雨日及乾日序列分佈相比較，得到良好的近似結果。在其分佈中便使用了雨日及乾日的條件機率，其簡單的隨機過程即為馬可夫過程。

Caskey (1963) 利用馬可夫鏈模式計算 Denver 不同期間的降雨機率，發現與實際出現機率相當吻合。Weiss (1964) 認為馬可夫鏈模式可適當地應用於 Montsouris 的雨日序列分佈，San Francisco、Harpenden、Moncton 及 Montreal 的雨日及乾日序列分佈，並可用於 Kansas city 及 Fort Worth 的乾日序列分佈。

上述的研究中，尚有若干區域的雨日及乾日序列分佈與由一階馬可夫鏈(first-order Markov chain) 模式所推導的序列分佈不相符合，所以 Feyerherm 和 Bark (1965) 嘗試利用二階馬可夫鏈(second-order Markov chain) 模式分析雨(乾)日序列。所謂二階模式指未來事件的條件機率與其前兩次的事件有關。以式示之如下：

$$P\{X_{n+1}=j|X_0=i_0, X_1=i_1, \dots, X_{n-1}=i_{n-1}, X_n=i\} = P\{X_{n+1}=j|X_{n-1}=i_{n-1}, X_n=i\} \dots (2)$$

而(1)式即代表一階或稱簡單的馬可夫鏈模式。

Peng (1967) 使用卡方 (χ^2) 測驗法驗證 Weiss (1964) 的結果，指出有些雨日及乾日序列分佈不能用一階馬可夫鏈模式分析並導出高階馬可夫鏈模式的有關公式。Hsu 和 Sakanoue (1975) 利用與 Peng (1967) 相同的方法推算日本福岡的雨日機率及持續特性，指出福岡地區的雨日序列分佈合於三階馬可夫鏈模式。

一般而言，高階馬可夫鏈模式的估算需要較長期的資料，在推算持續時間較長的雨(乾)日序列分佈時較近似於實際分佈。Feyerherm (1967) 分析了 Columbia Mo 一階與二階的模式後，認為一階模式所估計的持續較長的雨日及乾日序列的結果不如二階模式所得的結果。但同時則強調，實用上我們所考慮的持續時間較短，因此在測驗實測分佈與理論分佈之差異時，我們將採用低的顯著水準 (level of significance)，只要較低階模式估計所得的理論分佈與實測分佈相差不超過最小顯著標準時，將採用較低階的模式，以減少冒犯放棄真擬說的危險 (擬說：實測分佈與理論分佈無差異)，並可減少繁複的計算工作。

二、模式有關公式

彭 (Peng 1967a, 1967b, 1968) 曾導出應用馬可夫鏈模式的有關公式。

1. 絕對機率與條件機率

以 $P(W)$ 及 $P(D)$ 表雨日與乾日的絕對

機率。 $P(\frac{W}{W})$ 及 $P(\frac{D}{W})$ 表前一日為雨日時，當日為雨日及乾日的條件機率。 $P(\frac{W}{WD})$ 及 $P(\frac{D}{WD})$ 表前第一日為雨日且前第二日為乾日時，當日為雨日及乾日的條件機率。其它如 $P(\frac{D}{DW})$ ， $P(\frac{W}{DW})$ 等的意義可仿照瞭解。條件機率依下述公式計算

$$P_{na} = \frac{\sum_{k=n+1}^{\infty} (k-n) m_k}{\sum_{k=n}^{\infty} (k-n+1) m_k} \dots (3)$$

$$P_{na} = \frac{P_{(n-1)a} (1-P_{na})}{1-P_{(n-1)a}} \quad n \geq 2 \dots (4)$$

式中：

n ：當日以前的日數

k ：雨(乾)日持續日數

m_k ： k 的頻度

a ：指 n 日當中全為雨日或乾日

b ：指 n 日當中有雨日及乾日出現

因一年之中相同月份的大氣形勢相似，所以計算條件機率常以一個月為統計期間 (威和嚴，六十七年)。不過亦有如 Gabriel 和 Neumann (1957) 係將 12~1 月的期間合併，這是因為 Tel Aviv 當地的降雨在此期間的變異較小。不論如何取用統計期間，因為雨(乾)日序列不會剛好在月初或月末開始或結束，所以統計時係以該序列起始時所屬的月份為準，如進一步假設全年雨(乾)日序列平穩，則可以一年為統計期間計算各條件機率。

2. 理論與實測頻度分佈的統計檢定

雨(乾)日持續 k 日的理論機率依以下公式計算

$$f(k) = (\prod_{n=2}^k P_{nb}) (1-P_{(k+1)b}) \quad k < r \text{ 時} \dots (5)$$

$$f(k) = (\prod_{n=2}^r P_{nb}) (P_{ra})^{k-r} (1-P_{ra})$$

$$k \geq r \text{ 時} \dots (6)$$

式中 r 代表一階或二階模式，如為一階 $r=1$ ，如為二階 $r=2$ 。以各持續日數的機率乘總觀測

次數即得理論頻度，再與各持續日數的實測頻度比較求 χ^2 值，可比較二者分佈的差異是否顯著。

(三)、臺灣不同地區降雨持續特性

根據影響聯合收穫機作業的降雨條件，定日雨量 ≥ 0.1 mm 時為雨日， < 0.1 mm 時為乾日。首先估算臺北、臺中、臺南、臺東等測站全年的雨日條件機率。然後依 (5)、(8) 二式計算各地區雨日序列的理論頻度，再與實測頻度相比較，由卡方 (χ^2) 測驗驗證各地雨日序列分佈是否合乎馬可夫鏈模式。

由表三可知，臺北 (A)、臺中 (B)、臺東 (D) 三地的全年雨日序列分佈都合乎一階馬可夫鏈模式，而臺南 (C) 的全年雨日序列分佈則合乎三階模式。

因高階馬可夫鏈模式估算時須較長資料期間且計算繁雜，另以臺南六月、十月及十一月各月之資料驗證實測與理論頻度分佈是否相符。由表三 E (六月)、F (十月) 及 G (十一月) 可知，雖然臺南的全年雨日序列分佈須以較高階模式描述，但分月的雨日序列分佈仍有符合二階模式者。

表三 雨日序列之實測與理論頻度分佈比較 1950—1979
Table 3. Observed and theoretical frequency distribution of rainy sequences, 1950—1979

A. 臺北全年

序列長	實測頻度	一 階 模 式		二 階 模 式	
		理論頻度	χ^2	理論頻度	χ^2
1	590	542	4.251	590	0.000
2	366	364	0.011	333	2.885
3	212	244	4.197	228	1.122
4	146	163	1.773	156	0.314
5	100	110	0.909	107	0.457
6	72	74	0.054	73	0.013
7	44	49	0.510	50	0.720
8	33	33	0.000	34	0.029
9	25	22	0.409	24	0.041
10	15	15	0.000	16	0.062
11	16	10	3.600	11	2.272
12	13	7	5.143	8	3.125
>13	14	12	0.333	16	0.250
Σ	1646	1645	21.190	1646	11.290
		$< P_{10}^{.01}$	= 23.209	$< P_{11}^{.10}$	= 12.899
		$> P_{10}^{.03}$	= 21.161	$> P_{11}^{.50}$	= 10.341

B. 臺中全年

序列長	實測頻度	一 階 模 式		二 階 模 式	
		理論頻度	χ^2	理論頻度	χ^2
1	466	440	1.536	466	0.000
2	280	271	0.299	251	3.351
3	140	167	4.365	158	2.051
4	96	102	0.353	100	0.160
5	68	63	0.397	63	0.397
6	28	39	3.103	39	3.103
7	19	24	1.042	25	1.440
8	14	15	0.067	16	0.250
9	10	22	5.500	10	0.000
>10	25			16	3.063
Σ	1144	1143	16.662	1144	13.815
		$< P_8^{.02} =$	18.168	$< P_7^{.05} =$	14.067
		$> P_8^{.05} =$	15.507	$> P_7^{.10} =$	12.017

C. 臺南全年

序列長	實測頻度	一 階 模 式		二 階 模 式		三 階 模 式	
		理論頻度	χ^2	理論頻度	χ^2	理論頻度	χ^2
1	543	473	10.359	543	0.000	543	0.000
2	279	283	0.057	229	10.917	279	0.000
3	122	169	13.071	146	3.945	112	0.893
4	79	101	4.792	93	2.108	76	1.066
5	53	60	0.817	59	0.610	52	0.019
6	31	36	0.694	38	1.289	36	0.694
7	15	21	1.714	24	3.375	24	3.375
8	14	13	0.077	15	0.067	17	0.529
9	14	} 20	18.05	10	1.600	11	0.818
>10	25			17	3.765	24	0.042
Σ	1175	1176	49.631	1174	27.676	1174	7.436
						$< P_7^{.30} =$	8.383
		$> P_8^{.01} =$	20.090	$> P_8^{.01} =$	20.090	$> P_7^{.50} =$	6.346

D. 臺東全年

序列長	實測頻度	一 階 模 式		二 階 模 式	
		理論頻度	χ^2	理論頻度	χ^2
1	636	622	0.315	636	0.000
2	366	373	0.131	361	0.069
3	241	223	1.453	219	2.210
4	117	134	2.157	132	1.705
5	70	80	1.250	80	1.250
6	36	48	3.000	48	3.000
7	32	29	0.310	29	0.310
8	16	17	0.059	18	0.222
9	11	10	0.100	11	0.000
>10	26	14	10.286	15	8.067
Σ	1551	1550	19.061	1549	16.833
		$< P_9^{.02} =$	19.679	$< P_7^{.02} =$	18.475
		$> P_9^{.05} =$	16.919	$> P_7^{.01} =$	16.622

E. 臺南六月

序列長	實測頻度	二 階 模 式	
		理論頻度	χ^2
1	40	40	0.000
2	18	21	0.429
3	17	15	0.267
4	14	11	0.818
5	9	8	0.111
6	7	6	0.166
> 7	14	16	0.250
Σ	119	117	2.041
		$< P_5^{.80} =$	2.343
		$> P_5^{.90} =$	1.610

F. 臺南十月

序列長	實測頻度	二 階 模 式	
		理論頻度	χ^2
1	42	44	0.091
2	17	15	0.266
> 3	12	12	0.000
Σ	71	71	0.357
		$< P_1^{.50} =$	0.455
		$> P_1^{.70} =$	0.148

G. 臺南十一月

序列長	實測頻度	二 階 模 式	
		理論頻度	χ^2
1	28	28	0.000
2	23	21	0.190
> 3	4	6	0.667
	55	55	0.857
		$< P_1^{.50} =$	1.074
		$> P_1^{.50} =$	0.455

由以上實測與理論頻度分佈比較可知，如雨日序列分佈合於一階模式者亦可利用二階模式加以描述。又因較高階的模式對於持續較久的雨日序列估算結果較佳，所以計畫中決定以二階馬夫鏈模式估算各地區的雨日持續機率。

四、降雨持續性對聯合收穫機使用效率之影響

為探討各地區水稻收穫時期（表四）中，因降雨使聯合收穫機不適宜作業的機率，首先計算各月分的條件機率，結果見表五。

表四 各地區水稻收穫適期

Table 4. Harvesting period in various regions

地區	期作	收 穫 適 期
臺北	1	7月上旬~ 7月下旬
	2	11月中旬~12月上旬
臺中	1	6月中旬~ 7月上旬
	2	10月中旬~11月下旬
臺南	1	6月上旬~ 6月下旬
	2	10月上旬~11月中旬
臺東	1	6月中旬~ 7月上旬
	2	11月上旬~11月下旬

表五 水稻收穫期間的雨日及乾日條件機率

Table 5. Conditional probability of rainy and dry day during harvesting period

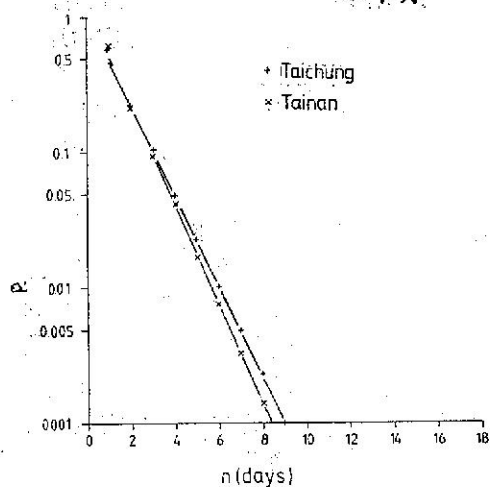
A. 臺 北			
月 份	七 月	十一月	十二月
條件機率			
P (W/W)	.6650	.6989	.6709
P (W/WW)	.6801	.6954	.6704
P (W/DW)	.6350	.7071	.6717
P (D/D)	.7152	.6764	.6968
P (D/DD)	.7198	.6942	.6948
P (D/WD)	.7037	.6391	.7015
B. 臺 中			
月 份	六 月	七 月	十月 十一月
條件機率			
P (W/W)	.6761	.5311	.4384 .4471
P (W/WW)	.6935	.8000	.4688 .3947
P (W/DW)	.6400	.2265	.4146 .4894
P (D/D)	.6952	.6725	.9299 .8985
P (D/DD)	.7176	.6871	.9356 .9053
P (D/WD)	.6439	.6424	.8548 .8382
C. 臺 南			
月 份	六 月	十月	十一月
條件機率			
P (W/W)	.7180	.4035	.3889
P (W/WW)	.7393	.4348	.2286
P (W/DW)	.6638	.3823	.4909
P (D/D)	.7271	.9239	.9214
P (D/DD)	.7319	.9308	.9206
P (D/WD)	.7143	.8400	.9310

D. 臺 東

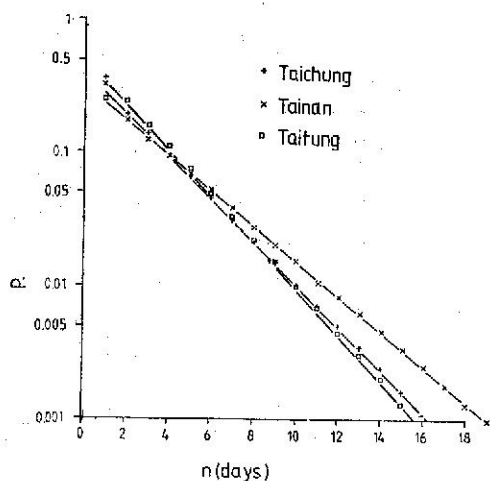
月 份	六 月	七 月	十一 月
條件機率			
P (W/W)	.6943	.6360	.4889
P (W/W.W)	.6708	.6556	.4909
P (W/DW)	.7476	.6019	.4869
P (D/D)	.7431	.7903	.7976
P (D/DD)	.7743	.7959	.7934
P (D/WD)	.6529	.7693	.8154

根據二階馬可夫鏈模式，分別計算各地區不適宜聯合收穫機作業的持續日數機率，結果見圖二。

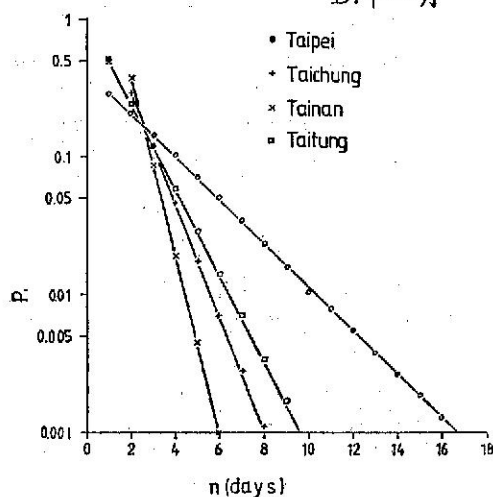
C. 十月



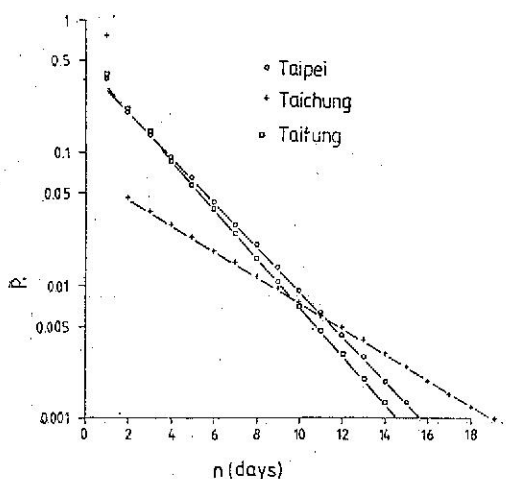
A. 六月



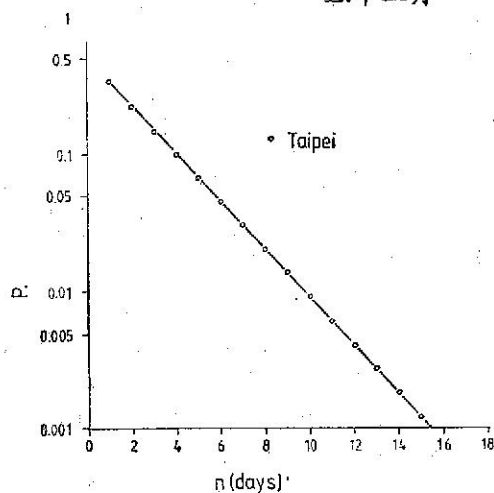
D. 十一月



B. 七月



E. 十二月



圖二 各地區不適宜聯合收穫機作業的持續日數 (n) 機率 (P)
Fig. 2. Probability (P) of persistent unfavorable working days (n) for rice combine in various regions.

圖中所示為各 地區 不適宜 作業 日數「恰好」持續 n 天的機率。例如一期作時，除臺中在七月有較佳作業條件外，「恰好」連續四天不適宜聯合收穫機作業的機率都已接近十分之一。又「至少」持續 n 天的機率因係累加大於 n 天的機率，必定大於「恰好」持續 n 天的機率。

此處討論不適宜聯合收穫機作業的機率，是因為由問卷調查結果已設定了大於 0.1 mm 的日降雨量為不適宜聯合收穫機作業的標準，須要注意的，是此種調查資料常不一致且偏於主觀，較難獲知精確的定量資料。不過本文所討論的聯合收穫機例子，因降雨對其作業能力的影響為持續的（亦即只要有少量自由水份存在作物表面，便不適於作業），因此此種臨界條件的設定較為可信。本計畫所估算的機率，是較長統計期間的結果，屬於氣候資訊 (climatological information)，與綜觀預報資訊 (synoptic forecast information) 在應用上有其區別。前者可用於決定設備投資，而後者則與設備的經常作業費用有關 (Beggren, 1975)。

為討論此氣候資訊的實際應用，茲以農林廳（六十九年）擴大水田經營規模改進耕作制度計畫為例。該計畫以發揮代耕作業的實質利益著眼（鄭，六十九年；王，六十五年）而擬推廣共同經營作業。對於同一灌溉系統的鄰近稻田，以 100-200 公頃視為一大農場經營單位，有一育苗中心，負責供應區內所需秧苗。並以 25 公頃的單位組成共同作業班，分別由擁有耕耘機、插秧機（或播種機）、聯合收穫機及乾燥機的農民分別組成整地、插秧（或播種）、收穫及乾燥等作業組，依序負責各班內的作業。班中整地作業組應配置耕耘機 2-3 臺；插秧作業組應配置動力插秧機 3-4 臺，收穫作業組應配置聯合收穫機 2-3 臺，如有不足須由其它共同作業班或區外調配代耕。

經農業機械基金委員會核准發售的農機各有最低作業能力標準，例如聯合收穫機要求在 7000 kg/ha 以上的高產區每小時作業能量應多於 600 kg（經濟部、六十八年）。據此並參酌廠商規格，訂三行式聯合收穫機的作業能量為 0.15 ha/hr。

購置農業機械設備，須以農場作業面積為依據，其關係可用下式表之（關，六十七年）

$$S_r = \frac{(P-R) \cdot C \cdot T}{m} \dots\dots\dots (7)$$

式中 S_r ：各種作業的可能作業面積 (ha)

P ：作業適期的總日數 (d)

R ：不適於作業日數 (d)

C ：作業機械的作業能量 (ha/hr)

T ：每日實際作業時數 (hr)

m ：作業所需次數，例如犁地需要對全農場實施兩次或更多次才能完成。

以聯合收穫機在共同作業班內的情形而言， S_r 以 25 ha， C 以 0.15 ha/hr， T 以 6 hrs， m 以 1 代入(7)式，則 $P-R=28$ 。

如果每一共同作業班都配置三臺聯合收穫機，則 $P-R=9$ 。意即以現行共同經營計畫，為順利完成機械收穫作業，則在收穫適期中至少須有 9 天以上的完全作業日數。

對於 150 公頃左右的地區而言，作業適期大致不超過二個星期。尤其因農民有集中於適期中間幾天作業的偏好，更使工作日數縮短（賴，五十九年）。

如以十四天為收穫適期，則因降雨使得機械收穫難以完成的情況，是在收穫期中不適宜聯合收穫機作業的日數持續 6 日以上（至少 6 日）的情況。各地區不適宜完成收穫作業的機率見表六。

表六 依共同及委託經營計畫配置農機時，各地區不適於完成收穫作業的機率

Table 6. Probability of delaying harvest of 25 ha. district with 3 rice combines in various regions

地 區	期作	月份	機 率
臺 北	1	7	.1348
	2	11 12	.1643 .1347
臺 中	1	6 7	.1468 .0912
	2	10 11	.0196 .0115
臺 南	1	6	.1971
	2	10 11	.0248 .0012
臺 東	1	6 7	.1504 .1102
	2	11	.0278

表六中最值得注意的是，在 25 公頃面積之中配置三臺聯合收穫機時，在一期作，每箇共同作業班都可能感到機械不足，不能順利完成收割的機會在十分之一到五分之一。最根本的解決方法自然是機械的改良，否則勢必需要再增加各地區的聯合收穫機配置量，以爭取在作業適期中完成作業。不過尚須注意的是，二期作時，除臺北而外，各地區的天氣狀況都很適合聯合收穫機作業，則因肆應一期作不利狀況而增配的農機又將閒置，不能完全利用，所以以現行計畫為準配置固定數量（3 臺）的聯合收穫機於臺中、臺南、臺東等區，另外加強一期作時由他處調來機械似較經濟可行。至於臺北因一、二期作都極不適宜利用聯合收穫機，為順利完成作業，配置多於 3 臺的機械極為必需。

五、結 論

使用聯合收穫機收穫水稻時，因降雨使得稻株濕潤後，極不適於聯合收穫機作業，機械利用效率低降。

應用問卷調查方法，歸納農民關於降雨影響農機作業的經驗，藉以決定當日降雨量大於或等於 0.1 mm 時，為不適宜聯合收穫機作業的條件，稱為雨日。

臺北、臺中、臺南及臺東四地區，以上述標準區分的雨日序列分佈，經證明合於二階馬可夫鏈模式。根據該模式可計算各地區於水稻收穫期間，不適宜使用聯合收穫機的持續雨日機率。

各地區配置農機時，如能參考此類機率，預估該地區可能作業日數，以便決定是否應該增加農機的購置數量，或是設法由別的地區調配農機，則能避免因不利天氣的影響而延誤作業且能獲致經濟效益。

六、誌 謝

本文係國科會補助專題計畫（NSC-69B-0409-24 (02)）的部分報告，承中央氣象局局長宗亮、張副局長領孝、郭組長文鏞及農發會彭技正添松提示改進意見及參考資料，方能完成。作者等謹致最誠摯的謝意。

七、參 考 文 獻

1. 王益滔，1976，臺灣代耕制度之調查研究，臺灣土地金融季刊 13 (2&3)。

2. 戚啓勳、嚴夢輝，1978，氣象統計學，復興書局 359 pp。
3. 彭 立，1968，臺北兩日之機率與持續性，臺大理學院地理學系研究報告第五期：107-114。
4. 黃陽仁，1972，農業機械於水田行走性能之研究(三)，農林學報第三十一輯：91-100。
5. 關昌揚譯，1976，農業機械化技術，徐氏基金會 504 pp。
6. 農林廳，1980，七十年度擴大水田經營規模改進耕作制度計畫。
7. 農試所，1972、1974、1975、1977、1979、1980，水稻聯合收穫機改良試驗，農試所六十、六十二、六十三、六十五、六十七及六十八年年報。
8. 鄭清標，1973，新型農機性能測定試驗，臺灣農業 9 (1):134-141。
9. 賴文輝，1970，機耕水準的配合及其效益的分析，中研院經濟研究所經濟論文專輯：213-232。
10. 鄭義雄，1980，代耕對農業機械化之重要性，臺灣農業 16 (2):19-26。
11. BEGGREN, R., 1975, Economic benefits of climatological services, WMO. Technical Note No. 145.
12. CASKEY, J. S., 1963, A Markov chain model for the probability of precipitation occurrence in intervals of various length, Monthly Weather Review 91 (6):298-301.
13. CHANG, J. H., 1968, Climate and agriculture, Aldine XVI+304 pp.
14. DALTON, G. E., 1974, The effect of weather on the choice and operation of harvesting machinery in the United Kindom, Weather 29 (7):252-60.
15. FEYERHERM, A. M. and BARK, L. D., 1965, Statistical methods for persistent precipitation patterns, J. of Applied Meteorology 4:320-28.
16. FEYERHERM, A. M. and BARK, L. D., 1967, Goodness of fit of a

- Markov chain model for sequences of wet and dry days, *J. of Applied Meteorology* 6:770-73.
17. GABRIEL, K. R. and NEUMANN, J. 1957, On a distribution of weather cycles by length, *Quart. J. R. Met. Soc.* 83:375-80.
 18. HSU, S. H. and SAKANOUÉ, T., 1975, Probability and persistence of rainy days at Fukuoka, *Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ.* 29(4): 163-71 (in Japanese).
 19. PENG, L., 1967a, Wet and dry sequences at Taipei, *Bulletin of Institute of Geophysics* 1:28-35.
 20. PENG, L., 1967b, Second and higher order stationary Markov chain model of daily rainfall occurrence, *Bulletin of Institute of Geophysics* 2:44-55.
 21. WEISS, L. L., 1964, Sequences of wet or dry days described by a Markov chain probability model, *Monthly Weather Review* 22(4): 169-76.

1980 年諾瑞斯颱風之分析報告

A Report on the Typhoon Norris in 1980

任 立 渝 華 文 達

Li-Yu Jen

Wen-Kuei Hwah

ABSTRACT

Norris, the twelfth typhoon in the western North Pacific, was the first one attacked Taiwan in 1980. Under the control of apparent steering flow in upper level its moving direction and speed kept steady, and especially its track coincided with the steering field of 3-level (700, 500, 300mb) mean flow chart.

Norris landed in the vicinity of I-Lan at 1517 Z on August 27. The intensity of Norris decreased from maximum winds 85 kts occurred in the period 0600 Z-1200 Z on the same day to 45 kts (47 % decrease) reported at 0600Z on August 28. To verify the vector and right angle errors for 12, 24, and 48 hours Norris position prediction, some objective typhoon track forecasting methods was applied and discussed respectively.

一、前 言

民國六十九年天氣異常，四月下旬冷鋒頻繁，雨量偏多，到梅雨季時，因太平洋高氣壓位置較氣候值偏北，鋒面帶及降雨區移到長江流域，使今年梅雨不顯。根據研究梅雨的平均時期從 5 月 17 日到 6 月 20 日(陳正改、蔡清彥 1980)，這段時間的平均雨量為：臺北 353 公厘、臺中 497 公厘、臺南 399 公厘、高雄 428 公厘(陳泰然 1977)，今年這四個地方的雨量分別為 250、26、2 及 19 公厘。7 月以後太平洋高氣壓之位置反較氣候值偏南，因此颱風或熱帶性低氣壓較難發展，就是生成颱風，路徑亦偏南經過菲律賓一帶。因此造成臺灣地區的嚴重乾旱，不但農作物損失慘重，甚至影響自來水之供應，臺北市自 7 月 28 日起，實施分區停水，進而隔日供水，可見乾旱程度之嚴重，唯有依靠颱風帶來充沛雨量，才能解決乾旱現象，至此時各界一致盼望着颱風之來臨。

直到 8 月中旬以後，太平洋高氣壓逐漸北移，21 日在關島西北方始有氣旋型環流形成，25 日發展成諾瑞斯颱風，在各界盼望下，以西北的路徑直奔臺灣而來，27 日 23 時 17 分颱風中心登陸宜蘭附近，為民國 69 年第一個侵臺颱風，同時給北部及

中部地區帶來充足雨水，解決了臺灣北部及中部乾旱問題，臺北自來水公司亦於 28 日下午 6 時宣佈全面恢復供水，報紙上也稱為黃金颱風，也許諾瑞斯颱風是有史以來最受歡迎之颱風。

二、形成、發展及移動經過

8 月上旬太平洋高氣壓之脊線通過臺灣上空，使熱帶擾動或低氣壓皆以偏西路徑通過菲律賓，臺灣地區為炎熱少雨的天氣，直到 22 日有一熱帶性低氣壓在呂宋島東方近海向西移動，其後相隔約二千公里處有一氣旋型環流，開始形成，此時 200mb 等壓面圖上在 150°E 附近，有高層槽線(TUTT)向東移動，23 日移至此氣旋環流上空，見圖 1。再從三層平均圖(700 mb、500 mb、300 mb 三層)上可見在環流區及附近地區的平均風速很小，表示垂直風切甚小。這一帶的海水溫度在 29°C 以上。這些皆是造成擾動發展的有利條件，其他之條件如條件不穩定度之強度、中對流層溫度及低對流層渦旋率等，因限於資料缺乏或計算困難，無法得知其實情。24 日 00Z 美軍飛機偵察報告在擾動中心附近風速已達 30KTS，並以 10KTS 速度向西北西移動，當時地面低壓鋒面帶在 35°N 附近，太平洋高氣壓有二中心，主中心在 27°N、

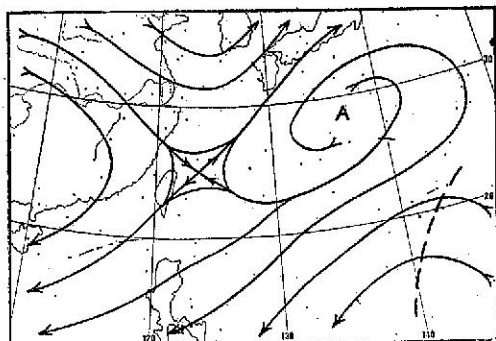


圖 1. 69年8月2300Z 200mb 流線圖
Fig. 1. Stream line of 200mb at 2300Z Aug. 1980.

155°E 附近，另一中心在 23°N、125°E 一帶，範圍強度均較弱，見圖 2。高層形式（參考三層平均圖）亦有二個反氣旋中心，分別在 27°N、125°E 及 28°N、150°E 附近，範圍強度相似，平均氣流偏西，見圖 3，低層氣流以主高壓為主為西北向，如取高、低層平均則為西北西向，此時之熱帶性低氣壓亦以西北西方向進行。

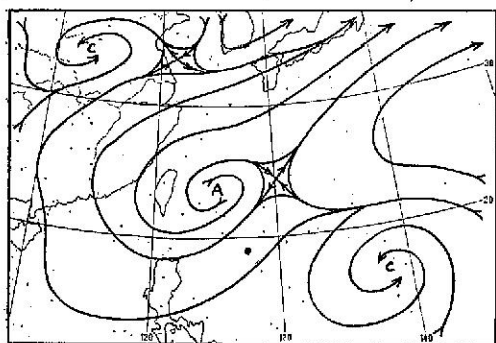


圖 2. 69年8月2400Z 850mb 流線圖
Fig. 2. Stream line of 850mb at 2400Z Aug. 1980.

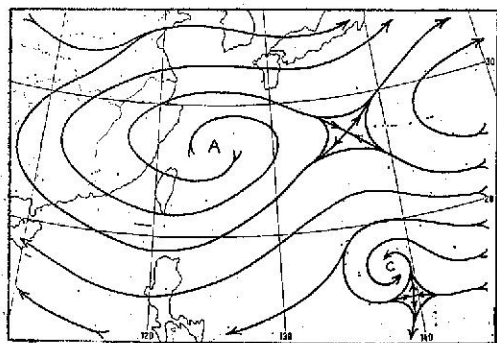


圖 3. 69年8月2400Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均流線圖
Fig. 3 3-level mean flow chart at 2400Z Aug. 1980.

TUTT 以一天 10 個經度之速度向東移，24 日 00Z 已移到 130°E，此熱帶性低氣壓上空為反氣旋區，更有助於發展。到 25 日 00Z 時風速為 35 KTS，達到輕度颱風之強度，為本年第 12 個颱風，命名為諾瑞斯 (NORRIS)。此時於臺灣附近低層之高氣壓強度及範圍均明顯減小，雖然高層之反氣旋並未減弱，但向東移，一日間移動 8 個經度，見圖 4 及圖 5。26 日 00Z 原位在諾瑞斯北方之反氣旋中心已移到東北方，颱風亦由西北西轉為西北方向前進。其強度繼續增強，到 26 日 18Z 達中度颱風，此後之高低層流場均顯示諾瑞斯將以穩定之速度前進，從圖 6 至圖 9 的 26 日 12Z 到 28 日 00Z 連續時間三層平均圖上可見其情形。

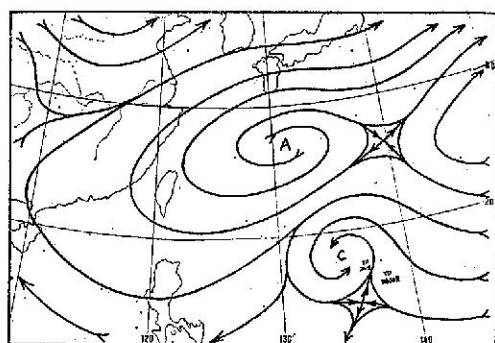


圖 4. 69年8月2500Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均流線圖
Fig. 4 3-level mean flow chart at 2500Z Aug. 1980.

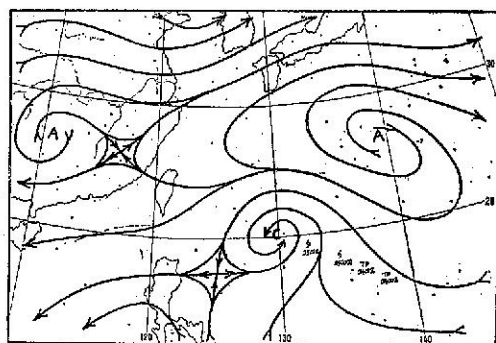


圖 5. 69年8月2600Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均流線圖
Fig. 5 3-level mean flow chart at 2600Z Aug. 1980.

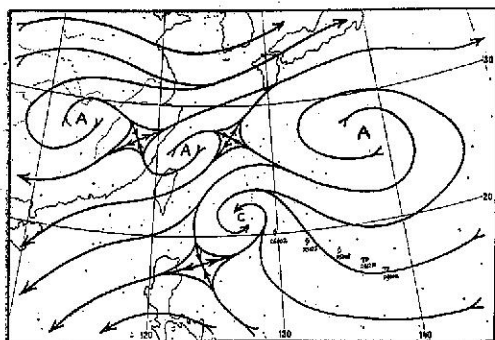


圖 6. 69年 8 月 2612Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均流線圖

Fig. 6. 3-level mean flow chart at 2612Z Aug. 1980.

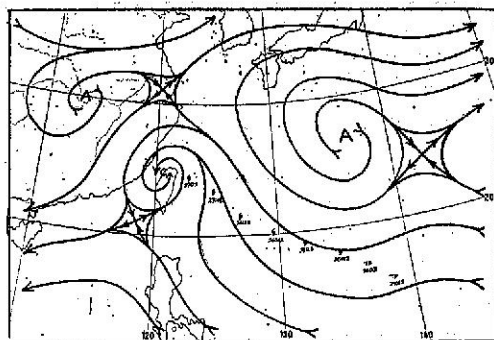


圖 9. 69年 8 月 2800Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均流線圖

Fig. 9. 3-level mean flow chart at 2800Z Aug. 1980.

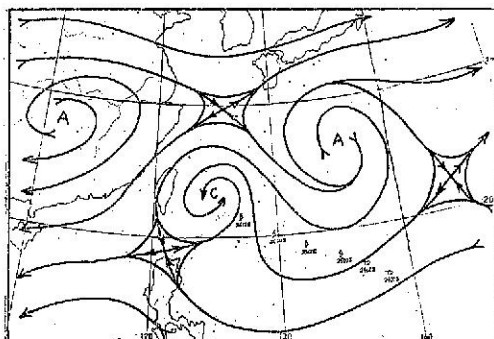


圖 7. 69年 8 月 2700Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均流線圖

Fig. 7. 3-level mean flow chart at 2700Z Aug. 1980.

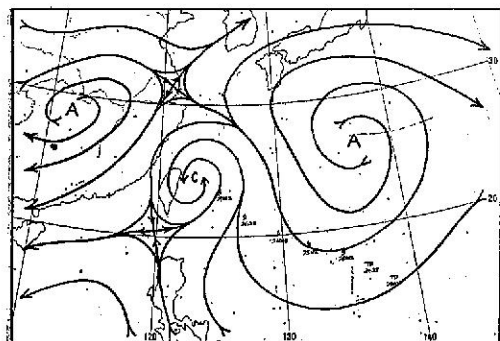


圖 8. 69年 8 月 2712Z 三層 (700, 500, 300mb) 平均流線圖

Fig. 8. 3-level mean flow chart at 2712Z Aug. 1980.

花蓮雷達站於 27 日 02 Z 開始看到颱風中心，至此可有每小時的中心位置、方向、速率等之資料，27 日 00Z 強度增到 75KTS，06Z 及 12Z 更高達 85KTS，為本颱風最強盛時期，圖 10 為花蓮雷達站所攝得 08 Z (地方時 16 點) 最強盛時之回波照片。27 日 15 17 Z (地方時 23 點 17 分) 颱風中心在宜蘭附近登陸，從雷達回波照片上可清楚看到登陸情形，見圖 11。登陸後移速減慢，通過臺灣的時間約 8 小時，28 日 00Z 已到新竹外海，強度亦很快減弱到 55KTS，28 日 06Z 通過馬祖南方海面，強度更降至 40KTS，大約在 07Z 登陸中國大陸，再減弱為熱帶性低氣壓，通過臺灣海峽的時間約 8 小時，比平均值 12.75 小時 (Brand and Brelloch 1974) 快約三分之一。



圖 10. 諾瑞斯颱風強度最強時期的雷達回波照片
Fig. 10. Hualien PPL radar picture at 2706Z Aug. 1980.

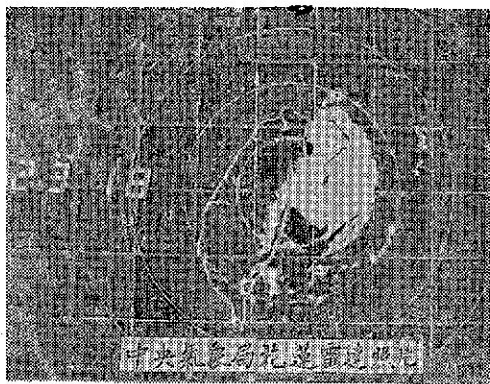


圖 11. 諾瑞斯颱風中心登陸宜蘭時27日23時18分的雷達回波照片

Fig. 11. Hualien PPL radar picture at 271518Z Aug. 1980.

一般而言，颱風行徑主要受駛流場之導引，而大範圍之基本駛流場仍以太平洋高氣壓環流為主，當高、低層氣流形式不一致時，颱風移動以何層為主則不一，所以要用平均駛流場來判斷颱風路徑所得效果較佳。根據曾振發、蔡清彥 1980 年之研究，三層平均圖（700mb、500mb、300mb）之駛流場與各月份的颱風移動方向最為一致。如為西進颱風，控制高氣壓垂直分佈呈規則線性變化，因此三層平均圖與 500mb 圖相似。北進颱風時，高氣壓之垂直變化較不規則，一般高層之駛流較弱，此時三層平均圖之駛流與 700mb 者相接近。如為不規則路徑颱風，發生在駛流場甚為微弱而失去導引效果時。再根據三層空間數值模式實驗的結論（Madala and Piacsek, 1975; Kuo, 1969; Johnen, 1977），颱風進行方向約在質量加權之垂直平均（mass weighted mean）導引氣流偏右 5 度方向。本次颱風路徑與三層平均圖之駛流場相一致（見圖 3 至圖 9）。由此可見，三層平均圖實為預報颱風路徑之最佳參考資料之一，從實際經驗上，每當颱風路徑發生變化時，三層平均圖均能顯示出其可能改變之方向，但問題是在預報時間內，沒有當時之三層平均圖可供參考（每 12 小時才有一張，且較觀測時間落後約 3 小時），影響預報之判斷。

三、最佳路徑及各種颱風路徑預報方法之校驗

圖 12 為諾瑞斯颱風之最佳路徑圖，其中心位

置、移動方向及強度等資料見表 1。

本局目前已採用之颱風路徑客觀預報方法有 HURRAN、P. C.、CLIPER、ARAKAWA、及 CWB—80 等，應用於本次颱風再加上中央氣象局（CWB）及關島美軍（PGTW）的預報位置與最佳路徑中心位置互相比較，以方位誤差（vector error）及正角誤差（right angle error）分別校驗，其結果如表 2 及表 3。由於中央氣象局在颱風侵襲期間（27 日 00Z 以後）只有 12 小時後的預報位置，其他時間（25 日 06Z 到 26 日 18Z）為 24 小時預報，為便於互相比較乃以中央氣象局所發佈預報之次數為準，另加 48 小時的預報製成表 2 及表 3，加以校驗。

表 2 方位誤差校驗結果顯示：(1) 12 小時預報共三次（2700Z、06Z、12Z）的平均誤差值，以 HURRAN 的 52 公里最佳，其次是 CWB 及 P. C 法的 65 公里，繼則依序為 CLIPER 的 75 公里，ARAKAWA 的 83 公里，CWB—80 的 92 公里，最差是 PGTW 的 197 公里。(2) 24 小時預報從 26 日 06Z 到 27 日 12Z 共 6 次的平均誤差值，以 CLIPER 的 94 公里居首，HURRAN 的 99 公里次之，P. C 的 137 公里再次之，再下來是 ARAKAWA 的 144 公里及 CWB—80 的 169 公里，仍以 PGTW 的 301 公里最後。因 CWB 只有三次預報，不加入比較，如從 25 日 06Z 到 26 日 18Z 共 7 次平均，誤差為 105 公里，較 PGTW 的 118 公里為佳。(3) 48 小時預報仍從 26 日 06Z 到 27 日 12Z 共 6 次平均加以比較，仍以 CLIPER 的 173 公里領先，HURRAN 的 234 公里第二，CWB—80 的 272 公里第三，以 PGTW 的 837 公里最差。

從這三種結果比較，均以 PGTW 的誤差最大，主要是 PGTW 的預報一直認為颱風將轉向東北，結果是登陸中國大陸後在 29 日才開始轉向，導致 PGTW 的嚴重錯誤，48 小時的最大誤差曾達 1230 公里，令人難以相信。CWB 的 24 小時預報誤差平均為 105 公里，12 小時預報只有 50 公里，數值都不大，但臺灣全長約四百公里，只要少許誤差，登陸地點大不相同，由此可見颱風路徑預報作業之困難。

表 3 是正角誤差之校驗，正值表示向右偏，負值為向左偏，平均值用絕對值平均，其結果顯示：

(1) CWB 之預報在 27 日 00Z 以前 8 次內，1 次

(26 日 12 日) 沒有偏差外，其他 7 次均向左偏，27 日 06Z 及 12Z 則向右偏，平均誤差值 24 小時預報為 35 公里，12 小時預報為 52 公里。(2) PGTW 的 24 小時預報在 26 日 12Z 以前向左偏平均 54 公里，26 日 18Z 以後向右偏，誤差值愈來愈大。48 小時則幾乎完全右偏，差值驚人。(3)各種客觀預報法大多是向右偏，24 小時預報 ARAKAWA 完全向右偏，平均差值 132 公里，其他 HURRAN、CLIPER、P. C 及 CWB—80 從 26 日 18Z 以後向右偏，以前向左偏，誤差值以 CLIPER 的 58 公里最佳，HURRAN 的 70 公里次之，P. C 的 112 公里再次之。(4) 48 小時預報除 CLIPER 外，其他方法幾乎完全向右偏，誤差值仍以 CLIPER 的 79 公里最好，再次是 HURRAN 的 157 公里，CWB—80 的

193 公里，P. C 的 331 公里最差。

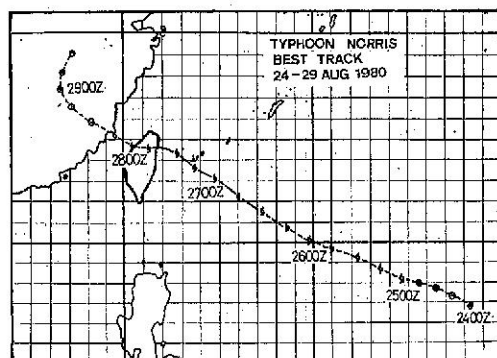


圖 12. 諾瑞斯颱風最佳路徑圖

Fig. 12 Best track of typhoon Norris
(2400Z-2912Z Aug. 1980)

表 1. 諾瑞斯颱風最佳路徑資料表

Table 1. The best track positions of typhoon Norris

時間 日 時	中心位置		中心 氣壓	最大 風速	進行 方向	時 速	時間 日 時	中心位置		中心 氣壓	最大 風速	進行 方向	時 速
	北 緯	東 經						北 緯	東 經				
24 08	16.8	138.3		30	295	10	27 08	23.1	124.8	960	75	295	13
14	17.3	137.4		30	294	10	14	23.6	123.7	955	85	305	12
20	17.7	136.5	1000	30	289	10	20	24.3	122.7	950	85	284	15
25 02	18.0	135.6	1000	30	283	9	23 02	24.6	121.3	970	80	280	8
03	18.2	134.7	998	35	293	14	08	24.7	120.6	980	55	295	13
14	18.7	133.5	998	35	293	14	14	25.2	119.5	990	40	298	15
20	19.2	132.3	995	40	291	14	20	25.9	118.2	995	30	297	13
26 02	19.7	131.0	995	40	290	12	29 02	26.6	117.1				
08	20.1	129.8	990	45	293	16	08	27.4	116.4				
14	20.7	128.6	985	55	302	15	14	28.2	116.6				
20	21.5	127.2	980	60	304	14	20	29.1	117.1				
27 02	22.3	126.0	975	65	304	14							

表 2. 各種客觀風路徑預報法及 CWB, PGTW 預報之方位誤差比較
Table 2. 12, 24, 48 hours forecast vector error summary for Norris typhoon in 1980.

預報 時間 (Z)	預報 誤差 (公里)	CWB		PGTW			HURRAN			CLIPER		P. C.			CWB-80			ARAKAWA	
		12 (小時)	24	12	24	48	12	24	48	24	48	12	24	48	12	24	48	12	24
2506			135		100	205													
2512			140		160	280													
2518			65		65	275													
2600			55		75	240													
2606			105		85	360		70	180	130	205		140	190		50	205		70
2612			150		70	535		20	190	90	210		55	330		85	270		35
2618			85		270	915		150	440	115	260		110	520		115	300		180
平均誤差 (2606-2618)			113		142	605		80	270	112	225		102	347		83	258		95
平均誤差 (2506-2618)			105		118	400													
2700		40		175	480	1230	50	135	190	80	130	50	175	665	75	290	380	50	260
2706		50		140	390	1005	0	45	125	70	80	45	125	410	75	190	135	65	175
2712		105		275	510	970	105	170	280	75	150	100	215	400	125	285	340	135	140
平均誤差 (2700-2712)		65		197	460	1068	52	117	198	75	120	65	172	492	92	255	285	83	192
平均誤差 (2606-2712)					301	887		99	234	94	173		187	420		169	272		144

表 3. 各種客觀颱風路徑預報法及 CWB. PGTW 預報之正角誤差比較

Table 3. 12, 24, 48 hours forecast right angle error summary for Norris typhoon in 1980.

預報時間 (Z)	預報誤差 (公里)	CWB		PGTW			HURRAN			CLIPER		P. C.			CWB-80			ARAKAWA	
		12 (小時)	24	12	24	48	12	24	48	24	48	12	24	48	12	24	48	12	24
2506		- 35		- 45	- 10														
2512		- 40		- 50	+ 25														
2518		- 30		- 30	+ 215														
2600		- 45		- 70	+ 195														
2606		- 80		- 25	+ 300		- 20	+ 105	- 70	- 70		- 100	+ 70		- 60	+ 10		+ 40	
2612		0		- 100	+ 400		- 15	+ 140	- 30	+ 45		- 25	+ 230		- 10	+ 95		+ 30	
2618		- 15		+ 255	+ 690		+ 120	+ 280	+ 30	+ 80		+ 90	+ 410		+ 100	+ 260		+ 180	
平均誤差 (2606-2618)		32		127	463		52	175	43	65		72	237		57	122		83	
平均誤差 (2506-2618)		35		82	262														
2700		- 30		+ 175	+ 460	+ 925	+ 15	+ 100	+ 135	+ 80	+ 35	+ 50	+ 175	+ 560	+ 70	+ 290	+ 360	+ 50	+ 240
2706		+ 25		+ 145	+ 360	+ 800	+ 10	+ 10	- 25	+ 60	- 75	+ 40	+ 120	+ 355	+ 25	+ 190	+ 125	+ 65	+ 170
2712		+ 100		+ 170	+ 395	+ 800	+ 110	+ 155	+ 255	+ 75	- 170	+ 100	+ 160	+ 360	+ 105	+ 265	+ 305	+ 135	+ 130
平均誤差 (2700-2712)		52		163	405	842	45	88	138	72	93	63	152	425	67	248	263	83	180
平均誤差 (2606-2712)				266	653		70	157	58	79		112	331		153	193		132	

註：① +表向右偏，-表向左偏。 ②平均值採絕對值平均。

四、強度、移速之變化及 各地之雨量及風速

諾瑞斯颱風於 25 日 00Z 中心附近最大風速為 35 KTS，其後威力不斷增強，26 日 18Z 增至 65 KTS，成為中度颱風，到 27 日 00Z 及 06Z 更達 85 KTS，為最強盛時期。登陸後強度迅速減弱，通過臺灣時，由 80 KTS 降到 55 KTS，經過臺灣海峽後進入中國大陸，再由 55 KTS 減小到 30 KTS，成為熱帶性低氣壓，其變化情形如圖 13。

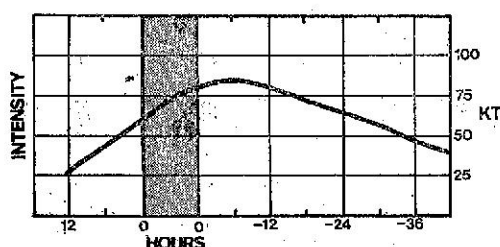


圖 13. 諾瑞斯颱風強度從登陸前 42 小時到離陸 12 小時之變化圖

Fig. 13. Intensity profile of typhoon Norris crossing Taiwan from 42hrs prior to hitting Taiwan to 12hrs after leaving.

從圖中可見本次颱風之強度在登陸約 9 小時以前，威力一直增加，到前 9 至 3 小時達最高峯，登陸後迅速降低，在陸地上時間約有 8 小時，強度減少 25 KTS，離陸後繼續下降。此颱風強度的變化與陳泰然、何怡帆，1980 年的研究結果相似。另外 Brand and Blelloch, 1974 年研究 1960 至 1972 年的侵臺 22 個強度達中度以上颱風的強度變化，其平均情形是：中度颱風（10 個個案）在登陸前 24 到 12 小時之間，威力達最高，而強烈颱風（12 個個案）則在登陸前 30 到 12 小時，威力最強。從登陸前 6 小時到離陸後 6 小時，中度颱風強度從 75 KTS 減小到 45 KTS，減弱 40 %。而強烈颱風從 115 KTS 降到 65 KTS，減率為 45 %。本次颱風在距離陸地前及後 6 小時，強度從 80 KTS 降到 45 KTS，減小 44 %，與前述結果相似。

諾瑞斯颱風移速變化情形，如圖 14。從圖中可見在登陸前 21 小時移速開始稍減弱，到前 9 小時最低，以後加速，登陸後迅速減速，離陸後再加速，整個而言，速率變化不大。一般情形，強烈與

中度颱風在登陸前之速率變化並不一致；強烈颱風在前 48 小時到 24 小時之間移速增加，前 24 小時到 12 小時移速稍減慢，然後再加速到前 3 小時才減速。中度颱風則在登陸前約 30 小時速率突增，到前約 20 小時稍減速直到登陸前 3—6 小時達最低，以後迅速加速通過臺灣（Brand and Blelloch, 1974）。本次颱風速率變化情形與強烈颱風較相近。

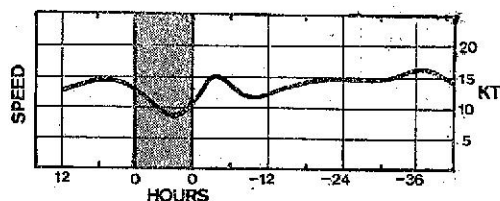


圖 14. 諾瑞斯颱風速率從登陸前 42 小時到離陸 12 小時之變化圖

Fig. 14. Speed profile of typhoon Norris crossing Taiwan from 42hrs prior to hitting Taiwan to 12hrs after leaving.

表 4 為各地區氣象統計表，北部地區從 27 日上午開始降雨，到下午東部及中部亦開始下雨，至傍晚全省各地都普遍降雨。最大降雨量在阿里山附近，約 600 mm 左右。從宜蘭附近山區至中央山脈，雨量在 250 mm 以上到 400 mm，陽明山山區在 150 mm 左右。平地降雨以中部、臺中、南投、嘉義地區最多，大約在 200 到 250 mm，北部地區平均約在 100 mm，東部約 50 到 100 mm，東南部及南部地區在 50 mm 以下，愈往南降雨愈少，蘭嶼雨量記錄為 0。總降雨量情形大致如上所述，但降雨強度時間因地區而有很大不同；北部地區在 27 日的降雨量約佔總雨量的三分之二，也就是降雨主要集中在颱風中心登陸前。中部地區降雨在 28 日約佔三分之二，也就是颱風登陸後開始降大雨，尤其山區更為明顯，如阿里山在登陸前降雨量只有 130 mm，登陸後 28 日的降雨量約有 400 mm，又如日月潭分別為 19 mm 及 225 mm。

各地出現風速情形，平均風速以宜蘭最大有 12 級風，彭佳嶼 10 級，其他地區都在 8 級以下，中南部地區在 4 到 6 級，北部為 6 到 8 級。陣風亦以宜蘭 15 級最強，彭佳嶼 14 級次之，北部約 12 級，中部在 9 到 12 級之間，南部約 7 到 8 級。整個而言，除了宜蘭地區，因颱風中心通過風力較強

表 4. 侵 臺 颱 風 氣 象 統 計 表
Table 4. The extreme Weather elements from C. W. B stations during Norris Passage.

測 站	最低氣壓 (mb)		瞬 間 最 大 風 速 (m/s)						最 大 風 速 (m/s)			強 風 (10 m/s) 以上		最 大 降 水 量 (mm)				降 水 總 量	
	數值	日 時 分	風向	風速	日 時 分	氣壓	氣溫	濕度	風向	風速	日 時 分	日 時 分至日 時 分	一小時內	日 時 分至日 時 分	十分鐘內	日 時 分至日 時 分	數量	日 時 分至日 時 分	
彭佳嶼	991.0	28. 04. 00	ESE	40.0	27. 22. 10	994.9	25.4	94	ESE	27.8	27. 22. 30	27. 05. 00~	14.5	28. 00. 40~28. 01. 40	7.0	28. 01. 00~28. 01. 10	50.6	27. 03. 10~28. 13. 20	
基隆	987.0	28. 05. 00	SE	35.0	28. 08. 07	988.5	28.4	88	NNE	19.2	27. 22. 30	27. 13. 20~28. 10. 40	22.0	28. 00. 00~28. 01. 00	12.0	28. 00. 00~28. 00. 10	114.0	27. 05. 41~28. 14. 42	
鰲 部	894.2	28. 05. 55	N	28.7	27. 21. 58	902.2	21.6	98	S	25.2	28. 06. 20	27. 14. 20~28. 10. 30	24.8	27. 20. 50~27. 21. 50	13.0	27. 21. 00~27. 21. 10	134.8	26. 05. 50~28. 14. 17	
竹子湖	986.6	28. 04. 41							W	13.3	27. 22. 30	27. 20. 00~27. 24. 00	23.8	27. 23. 00~27. 24. 00	14.0	27. 23. 50~27. 24. 00	158.3	27. 06. 15~28. 16. 55	
臺 北	985.7	27. 24. 00	NE	32.3	27. 23. 42	986.0	25.3	95	E	13.2	28. 01. 50	27. 21. 50~28. 02. 10	19.0	27. 23. 00~27. 24. 00	6.5	27. 20. 50~27. 21. 00	108.0	27. 05. 35~28. 16. 50	
新 竹	980.5	28. 04. 00	NNE	22.6	28. 00. 20	986.8	25.1	95	NNE	11.7	28. 01. 00	28. 00. 20~28. 01. 00	24.7	27. 21. 00~27. 22. 00	17.8	27. 21. 50~27. 22. 00	78.0	27. 10. 20~28. 17. 15	
臺 中	984.3	28. 03. 30	NW	20.3	28. 03. 20	984.4	25.8	93	NW	8.2	28. 02. 00	27. 17. 00~28. 13. 00	31.5	28. 03. 10~28. 09. 10	9.5	28. 03. 20~28. 03. 30	253.5	27. 12. 46~28. 17. 30	
梧 棲	982.9	28. 03. 10	NNW	34.9	28. 00. 40	990.3	27.1	92	NNW	25.3	28. 00. 40	27. 11. 18~28. 17. 05	21.0	28. 06. 30~28. 07. 30	7.6	28. 06. 50~28. 07. 00	132.8	27. 11. 04~28. 15. 00	
日月潭	987.7	28. 02. 45	NW	24.0	28. 01. 50	987.7	21	100	NW	15.0	28. 09. 40	28. 01. 00~28. 10. 30	87.5	28. 05. 00~28. 06. 00	22.0	28. 06. 00~28. 06. 10	385.0	27. 14. 05~28. 15. 10	
澎 湖	995.3	28. 05. 00	NNW	19.6	28. 01. 52	996.4	27.6	87	NNW	13.0	28. 01. 55	27. 15. 00~28. 03. 10	9.5	28. 03. 15~28. 04. 15	6.2	28. 03. 40~28. 04. 50	40.5	27. 21. 37~28. 14. 10	
嘉 義	993.1	28. 03. 15	SW	20.0	28. 07. 35	995.8	25.8	95	SW	13.7	28. 07. 30	28. 00. 40~28. 14. 40	30.6	28. 06. 30~28. 07. 30	8.0	28. 06. 55~28. 07. 05	194.0	27. 15. 04~28. 15. 00	
阿里山	2992.8	28. 02. 15	W	20.3	28. 02. 30	2994.2	13.0	100	W	16.7	28. 02. 00	27. 23. 10~28. 05. 00	54.0	28. 04. 00~28. 05. 00	15.0	28. 08. 10~28. 08. 20	594	27. 15. 45~28. 17. 30	
玉 山	2967.6	28. 02. 13							NNW	19.2	28. 00. 10	27. 17. 20~28. 14. 30	36.6	28. 00. 40~28. 01. 40	11.0	28. 00. 40~28. 00. 50	347.9	27. 15. 40~28. 15. 05	
臺 南	996.2	28. 02. 40	N	17.0	27. 15. 19	998.5	32.7	65	N	8.0	27. 15. 22		19.6	28. 22. 30~28. 23. 30	10.0	28. 22. 48~28. 22. 58	40.2	27. 03. 38~28. 13. 09	
高 雄	996.3	28. 03. 00	NW	19.7	28. 03. 07	997.0	27.3	91	WNW	12.8	28. 03. 00	28. 01. 00~28. 03. 50	3.6	28. 01. 30~28. 02. 30	1.0	28. 01. 50~28. 02. 00	14.4	27. 19. 47~28. 10. 05	
東吉島	991.0	28. 04. 30	WNW	21.4	28. 14. 12	999.5	25.5	100	WNW	10.4	28. 10. 40	27. 09. 40~28. 16	33.0	28. 13. 55~28. 14. 55	11.4	28. 14. 33~28. 14. 48	55.0	28. 02. 10~28. 15. 40	
恒 春	996.2	27. 13. 30	WNW	13.7	27. 23. 44	997.9	28.6	88	WNW	9.5	27. 23. 30		1.3	28. 00. 00~28. 01. 00	0.4	27. 20. 04~27. 20. 14	5.3	27. 19. 48~28. 05. 00	
蘭 嶼	992.0	28. 00. 54	WSW	37.2	28. 01. 22	993.1	26.3	95	WSW	34.3	28. 01. 00	27. 12. 30~28. 20. 30	0		0		0		
大 武	989.2	28. 00. 26	S	19.5	28. 01. 10	999.9	25.7	94	S	8.4	28. 01. 21		1.1	28. 03. 06~28. 04. 06	0.5	28. 03. 20~28. 03. 30	3.5	27. 19. 30~28. 13. 44	
臺 東	985.6	28. 01. 40	S	19.7	28. 03. 12	994.3	29.8	72	SSW	10.2	28. 04. 00	28. 03. 40~28. 04. 30	5.8	28. 02. 10~28. 03. 10	2.8	28. 02. 10~28. 02. 20	12.3	27. 20. 10~28. 12. 50	
新 港	982.4	28. 00. 45	S	24.4	28. 10. 15	996.8	28.8	83	S	16.2	28. 10. 30	28. 00. 00~28. 14. 00	2.6	28. 10. 40~28. 11. 40	0.6	28. 11. 00~28. 11. 10	6.6	27. 15. 20~28. 11. 50	
花 蓮	979.1	28. 00. 15	SSW	17.0	27. 23. 40	984.6	24.7	91	SW	7.7	27. 23. 10		11.0	28. 01. 40~28. 02. 40	4.0	27. 17. 30~27. 17. 40	50.0	27. 14. 35~28. 14. 10	
宜 蘭	961.5	27. 23. 28	NE	47.5	27. 23. 30	963.6	26.3	96	ESE	35.0	27. 24. 00	27. 21. 00~28. 06. 00	36.8	28. 00. 00~28. 01. 00	30.0	28. 00. 00~28. 00. 01	122.9	27. 05. 50~28. 15. 35	

外，其他地區風力並不很強，所以受風力之損害輕微，各地出現最大風速情形見表 4。

五、災 情

根據內政部警政署的調查報告，諾瑞斯颱風造成的災害：計有二人死亡，臺北市及南投各一人；新竹及苗栗縣各有一人失蹤；宜蘭縣有六人輕重傷。宜蘭因颱風登陸，首當其衝，房屋全倒有 45 間，半倒 257 間。

交通方面：縱貫線泰安與勝興間，坍方二處。阿里山森林鐵路在獨立山與力坪間嚴重坍方，另有十多處坍。在公路方面：中部橫貫公路梨山到大龜嶺間及東勢至梨山間坍方多處，交通中斷。蘇花公路蘇澳及東澳間多處坍方，交通不通。南部橫貫公路高中至啞口坍方。臺三線頭前厝至南投間淹水，西部幹線在彰化花壇鄉中慶村路面被山洪淹沒，無法通行。另外雲林縣因大雨如注，多處鄉鎮淹水，最深者達 5 公尺。臺中縣的大里溪堤防潰缺一百多公尺。

電力方面：損失以宜蘭、基隆較嚴重，全省配電線路共有七千七百三十四處損壞。其中臺北市區有九百處，郊區有一千三百七十六處受損，大都係因電桿倒塌或招牌吹落，碰觸打斷配電線路所引起。

從災情可以了解北部地區主要受強風的吹毀，而中部地區則為豪雨引起，東北部地區同時受這二者破壞。

六、結 論

諾瑞斯颱風之來襲，解除了數十年來罕見之乾旱現象，由於強度只達中度颱風，除了宜蘭的最大風速出現 12 級風外，其他地區均在 8 級風以下，因而造成之損害並不嚴重，可說是良性颱風，也許是最有價值的颱風。

各種颱風客觀路徑預報法的校驗結果顯示，效果都很好 CWB 12 小時預報方位誤差為 65 公里，24 小時誤差為 105 公里。PGTW 的預報結果最差。

諾瑞斯強度達到輕度颱風時，中心位置已在 18°N 以上，但在 48 小時內，強度仍由 35KTS 增加到 75KTS，發展快速。其行徑方向及速率甚

為穩定，只有極小幅度正弦曲線之擺動，屬於規則颱風，主要高空有明顯導引氣流，移動方向與三層 (700、500 及 300mb) 平均圖的駛流場相一致。目前本局已將三層平均圖納入日常作業圖之一，對颱風路徑預報有甚大之幫助，如能將平均之層次加多，或可對颱風路徑預報提供更有益之參考。但目前所有的只是每天二次定時的平均圖，往往趕不上預報作業時間，而減低其使用價值，所以仍需發展各層之數值預報圖，再得到所需之平均數值預報圖，才能真正有預報之时效。

七、參 考 文 獻

- 陳正改、蔡清彥，1980：影響臺灣北部地區之梅雨系統，大氣科學，第 7 期，49~58。
- 陳泰然，1977：臺灣地區主觀機率天氣預報之氣候參考值分析，臺大大氣科學系研究報告，Prob-Fore-001 號，PP85。
- 陳泰然、使怡帆，1980：夏季侵臺颱風的強度變化研究，科學發展月刊，第 8 卷第 8 期，729—749。
- 曾振發、蔡清彥，1980：北太平洋西部颱風路徑之綜觀天氣研究，臺大大氣科學系研究報告，TYPN-01 號，PP31。
- Brand, S. and J. W. Bleiloch, 1974: Changes in the Characteristics of Typhoons Crossing the Island of Taiwan, *Mon. Wea. Rev.* 102, 708-713
- Gray, W. M. 1979: Hurricanes: their formation, structure and likely role in the tropical circulation, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.* 105, 155-218
- Johnes, R. W. 1977: Vortex Motion in a Tropical Cyclone Model, *J. Atmos. Sci.*, 34, 1518-1527.
- Kuo, H. L. 1969: Motions of Vortices and Circulating Cylinder in Shear Flow with Friction. *J. Atmos. Sci.* 26, 390-398.
- Madala, R. V. and S. A. Piacsak, 1975: Numerical Simulation of Asymmetric Hurricanes on a β -plane with Vertical Shear, *Tellus*, 27, 453-468.

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、稿中引用文獻請註明作者姓名、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、來稿一經刊登、當致薄酬，並贈送本刊及抽印本各若干冊。
- 十一、惠稿文責自負、詳細規定請據本學報補充稿約辦理。
- 十二、惠稿請寄臺北市公園路六十四號中央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25×24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13.5 cm）。
- (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—15 cm，以便縮版。
- (五) 模式圖原圖幅面應在15—20 cm，以便縮版。
- (六) 分佈圖原圖幅面應在30 cm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) 照片紙一律採用黑白片光面紙。

- (二) 照片幅面應在12—15 cm，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) 文字敘述中述及參考文獻時，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、文字敘述中數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）、m²（平方公尺）、m³（立方公尺）、cc（立方公分）、l（立升）、g（公分）、kg（公斤）、mg（公厘）、°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，介題詞、連接詞及不重要字用小寫。圖表之英文標系及各欄英文細目，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 27, Number 2

June 1981

METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)



CONTENTS

Articles

The Circulation Features for "Dry" Mei-Yu in

Taiwan Area..... *Joe. C. K. Chen*
Chih-Shiang Liaw (1)

An Investigation of the Relationship between Rainfall
Persistence and Agricultural Machinery Efficiency

in Various Regions of Taiwan..... *Chiu, Yung-ho* *Tseng, Wen-ping* (15)
Hsu, Chun-ming *Lee, Nan-wen*

Report

A Report on the Typhoon Norris in 1980 *Li-Yu Jen*
Wen-Kuei Hwah (27)

CENTRAL WEATHER BUREAU

64 Park Road, Taipei

Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版台誌字第〇九七六號
中華郵政臺字第一八九三號登記為第一類新聞紙類