

臺灣地區春季乾旱之分析

林民生 吳德榮 華文達

中央氣象局預報中心

摘 要

分析 2 至 4 月累積雨量及雨日比值，挑選最近 21 年中之 1962、63、64、65、70、71、72、76、77 及 80 年為乾旱個例年。發現乾旱個例年前之 11、12 月，在烏拉山區或中太平洋海域常有阻塞高壓存在，使新疆至華南一帶形成一移動性高壓走廊帶，造成主槽偏東方之乾旱前好天型。1 月份中緯度中亞至中太平洋區為地面氣壓之正距平帶，明顯負距平區則位於琉球至印度一帶，鋒面及活躍南支槽使台灣各地多雨略顯。中緯度或輕微乾旱年之 2 月常屬連續性高壓出海好天型，但嚴重乾旱者多為 150°E 以東主槽之乾寒潮型居多。3 月雖或有移動性高壓系統延續，但主宰乾旱者為副熱帶高壓提早發展與西伸，其常持續至 4 月甚或 5 月中旬。5 月若梅雨不顯及入梅遲均有利於乾旱之持續。

乾旱個例年前之 12 月低緯度太平洋區全為正距平水溫帶所籠罩，嚴重乾旱者東太平洋 10°N 以南於 10、11 月即出現正水溫距平區，似為位居其北之副熱帶高壓提早發展及西伸提供適足熱源。1 月起此正水溫距平帶逐漸北移，乾旱程度與範圍和此正距平勢力及其北移快慢有密切相關，俟至 3—4 月正水溫距平帶抵達 $20—40^{\circ}\text{N}$ 之中及東太平洋高壓上游區，維持太平洋高壓之持續發展。4 月小笠原群島附近另一明顯正水溫距平區維持小笠原高壓，可能直接造成台灣地區強盛東南信風，迫使鋒面帶偏北及不明顯化。孟加拉灣區 4 月若為明顯水溫負距平區則易伴隨不顯之梅雨，均有利於乾旱持續。

一、緒 論

(一) 乾旱之定義與其危害

乾旱 (Drought) 一詞泛指一段較長時間內之雨水不足，其標準各國並不一致；美國以一個月每日降水均不足 0.25 吋屬之，蘇俄則採 10 日內總降水量不足 5 公厘者，中央氣象局規定凡 20 日以上連續無可量降水記錄為乾旱。另有所謂乾期 (Dry spell)，在美國泛指一、二星期內無可量降水者，英國以 15 天內無一日雨量超過 1 公厘以上屬之。

乾旱屬氣象災害一種，部份農林作物受影響而減產歉收，嚴重乾旱將導致糧食減收甚或使經濟發生擾動。乾旱會造成地下水源減少及河川枯水，水力發電、灌溉用水、自來水源因而不足，工業用水亦行短缺，其嚴重者勢必影響工業生產之正常推行，及帶給人民生活諸多不便與困擾。乾旱時節天乾地燥，易引起森林火災和發生病蟲災害。乾旱期內水汽蒸發旺盛，池、湖、河內鹽分增高，易造成養殖漁類之傷害減產，同時也易促成濱海旱拓田受海水滲透而生鹽水災害。

(二) 臺灣地區乾旱之客觀條件

臺灣地區中央山脈南北縱貫，其北北東至南南西走向與盛行東北或西南季風斜交，係冬季東北季風氣流受中央山脈阻擋，當氣流翻山後水汽含量減少，加以沈降增溫作用，空氣穩定度增加，使西南部地區冬季成雨影區而少雨。中部地區每年10月至1月平均月雨量 25 公厘以下，南部地區每年 10 月至 3 月平均月雨量 30 公厘以下均屬乾季。據林民生等 (1981) 研究，認為台灣低壓、滯留鋒，鋒面及輻線型降雨為主要構成台灣地區 2 至 4 月之成雨系統。

若因大氣環流變動，前述梅雨前主要成雨形態不顯甚或未能產生和抵達臺灣附近地區，各地雨量勢必銳減，尤以西南部地區影響更鉅，果因而形成乾旱於春季，由於秋冬季以來常屬乾季短水，其危害勢比發生在秋冬季之乾旱為嚴重，更值得氣象人員重視。

(三) 乾旱問題之探討與本文研究目的

1977 年 2 月中旬至 5 月中旬，臺灣中南部地區發生嚴重乾旱 (林民生等, 1979)，乾旱問題遂引起國內氣象人員廣泛注目與研究興趣，並於 1978 年 5 月由國科會主辦之台灣地區災變天氣研討會中有評介論文發表 (王博義 1978, 亢玉瑾等 1978)。1980 年中南部地區年雨量僅及氣候值 30—40%，嚴重影響 1981 年一期稻作之灌溉，乾旱問題研究更具迫切性。

乾旱既導源於長時間內大氣環流之異常，統計相關法常被引用，Namias (1972) 分析巴西東北部乾旱，發現當地雨量和 700 mb Newfoundland 高度有很好負相關；Bell (1977) 研究 1 月 Irkutsk 至東京氣壓差和香港雨量有達 -0.82 之良好相關。個案分析大氣環流變動常可明瞭乾旱之結構，如 Berry (1976) 推論 1975 年 6 月西、中大西洋水溫負距平和沿歐洲水溫正距平，加強西大西洋冷槽和東大西洋暖脊，於英國發生阻塞作用，駛引低壓遠離英國而造成乾旱。Namias (1966) 發現美國東北部 1962-65 乾旱為大西洋區之中對流層深槽所造成。Namias (1974) 則發現大西洋高壓脊反而促成非洲薩依之乾旱。

乾旱研究從實例獲得外，近年來數值氣候模式，更是相輔相成。Rowntree (1972) 應用 G.F. D.L. 九層原始模式，發現近赤道太平洋東部高水溫和阿留申低壓之發展及東移有密切相關，同時顯示西太平洋地區降雨普遍減少。North (1975) 解析熱傳送氣候模式，推測若太陽常數減少 1.3%，可造成冰河期氣候，且知曉地球上反照率、冰線、覆雪區、雲遮量及地表面溫度之重新分布皆可影響大氣環流模式以至於地球上之氣候。

主宰臺灣冬春季氣系統最重要控制因素為亞洲大陸高壓及太平洋副熱帶高壓之消長，促使此能量來源區發生異動之因素，可能即為上述 North (1975) 提出之太陽常數、地表面反照率或冰線。Bell (1977) 之太陽黑子活動、洋流改變或大規模人為的熱量和水汽釋放。這些因素綜合表現即為海水溫度，因此研究海水溫度之異常與大氣環流變動之關連有其物理意義存在。

Ratcliffe (1970), Namias (1976) 分別證明大西洋和太平洋中緯度之海水溫度變動與其下游之高、低壓系統有很好相關。Egger (1977) 用線性理論研究大氣對海水溫度距平之反應，發現正水溫距平下游適宜地面低壓之發展。又 Bjerknes (1966, 1969) 推論由於低緯度東風減弱，造成赤道附近湧升流停止，導致海水增溫，進而影響大氣環流。Chang et al (1977, 1979)，及 Krueger et al (1974, 1975) 闡明中、東太平洋低緯度區海水增溫時，Walker's 環流減弱，信風也減弱，熱帶高空槽線不發達，而西太平洋地區副熱帶激流減弱，間接影響其降雨。

臺灣地區歷年來的乾旱形成，是否可由大氣環流及海水溫度之變動探視其端倪，發生乾旱前之大氣環流及海水溫度有無明顯之徵兆可尋，為本文研究目的所在，至於乾旱期間之大氣特徵，亦在討論之例。

二、臺灣地區春季乾旱個例之挑選

(一) 臺灣地區春季雨量之分析

收集臺北、臺中、臺南、高雄、恆春、臺東、

花蓮、宜蘭、澎湖九個中央氣象局測站之月雨量資料，該等資料最早始自 1897 年；將各月實際雨量值除以各該月氣候平均雨量值求得雨量比值。2 月至梅雨前這段時期雨量變率較大，發生乾旱之可能性增加，本文因而特別著重於 2 至 4 月降雨分析。

就 2、3、4 月各月雨量比值相加求得各地 2 至 4 月累積雨量比值，其值若在 3 上下代表春季雨量接近氣候值，此值愈小表示春季雨水不足愈明顯。經用調和分析法解析各地累積雨量比值，顯示雨量變率以高雄為最大，依次恒春、臺南、澎湖、臺中，隱意着這些地區較容易發生乾旱。

分析累積雨量比值之週期分布，各地均以 2—3 年及 3—4 年之週期所出現頻率為最高，倘若合併計算 2—4 年之週期，除臺北及花蓮外，各測站皆在 45 % 以上；平均約每 2 至 4 年可能有一次春季降雨低潮，可能具有發生乾旱之潛在性。

本研究將累積雨量比值在 1.50 至 2.25 (即 2 至 4 月合計雨量約佔氣候值 50 %—75 %) 定為

輕微乾旱，其值在 0.75 至 1.50 (25 %—50 %) 為中度乾旱，而值在 0.75 以下 (25 % 以下) 視為嚴重乾旱。經此定後之累積雨量比值統計結果如表一所示百分率可提高至 23 % 至 49 %，意即每每 2—4 年可能發生一次輕微以上乾旱，和上述週期分析結果應為一致。

挑選乾旱個例除考慮累積雨量比值外，尚須兼顧雨日是否偏低達一定標準以下。由於乾旱程度各地差異甚大，本文着重於中、南部地區主要取捨憑依，根據累積雨量比值選定 1960 年後之嚴重乾旱為 1964，1977 年，中度乾旱為 1962，1963，1965，1970，1971 及 1976 年，其中 1971 年亦可定為嚴重乾旱。將 1960 年以後所發生輕微以上乾旱之累積雨量比值列於表二，以供對照參考。

(二) 臺灣地區春季雨日之分析

根據累積雨量比值選用之乾旱個例，尚須經雨日分析之驗證。應用上節計算累積雨量比值法，計算各地累積雨日比值，如表三所示：

表一 各測站乾旱程度之統計

Table 1 Some statistics of drought distribution in Taiwan area.

測站 年數及百分率 項目	台北	台中	台南	高雄	恒春	台東	花蓮	宜蘭	澎湖
統計年數	84	84	84	49	84	80	70	45	84
輕度乾旱	15	11	18	9	19	11	11	9	16
中度乾旱	7	12	10	7	17	8	7	4	11
嚴重乾旱	1	3	10	8	6	1	0	0	6
中度、嚴重乾旱百分率	9.5 %	17.9 %	23.8 %	30.6 %	27.4 %	11.3 %	10.0 %	8.9 %	20.2 %

凡降雨量在 1 公厘 (含四捨五入) 以上者記錄上均屬雨日，乾旱期間雨量已呈顯著減少，參閱表三雨日之偏低趨勢雖仍可見，但部份乾旱年份並非完全一致的偏低。推論其原因，可能是乾旱期之成雨系統較不活躍，縱使有時帶來降水 (此處指雨日)，但所帶來的量雨則較少 (此處指雨量)，雨量之減少常比雨日來得明顯，累積雨日比值和累積雨量比值不能完全吻合仍屬合理。Namias (1967) 研究紐約之乾旱，計算 P/N 值 (雨量/雨日)，

發現在乾旱時此比值確實偏小，和上述推理可相互印證。

經再詳查臺南及高雄每一乾旱年次中均有連續超過 20 日以上不雨的記錄，符合中央氣象局之乾旱規定，絕大部份乾旱年次亦與美國乾旱標準相符。綜合以上分析，我們可確認選取 1962，1963，1964，1965，1970，1971，1972，1976，1977 及 1980 共十年次為乾旱年份以作討論。

表二 1960—1980 乾旱年份之累積雨量比值

Table 2 The accumulated rainfall ratio of selected drought year during 1960-1980

年份 \ 測站	臺北	臺中	臺南	高雄	恒春	臺東	花蓮	宜蘭	澎湖
1962	3.14	2.97	2.39	0.50	0.74	2.33	2.70	2.71	3.76
1963	1.12	0.93	0.82	0.81	0.86	1.12	1.12	1.11	1.47
1964	1.13	0.56	0.20	0.57	0.84	2.35	3.45	2.66	0.54
1965	1.71	1.50	0.25	0.47	1.95	1.25	2.83	2.87	1.21
1970	2.45	1.82	0.31	0.20	1.32	2.47	3.54	3.28	1.26
1971	1.59	0.76	0.42	0.27	4.38	4.89	3.75	4.69	1.33
1972	1.59	1.45	1.48	1.92	2.29	2.35	2.38	1.40	1.69
1976	1.96	1.52	0.40	2.05	0.81	1.97	1.33	1.80	1.01
1977	1.32	0.41	2.24	0.03	0.20	1.14	1.30	2.18	0.51
1980	3.82	2.61	2.02	2.20	1.92	1.51	1.72	3.17	2.32

表三 1960—1980 乾旱年份之累積雨日比值

Table 3 The accumulated rain-day ratio of selected drought year during 1960-1980

年份 \ 測站	臺北	臺中	臺南	高雄	恒春	臺東	花蓮	宜蘭	澎湖
1962	2.16	2.78	2.20	2.05	1.88	2.98	2.43	2.47	2.54
1963	1.77	1.66	1.12	0.57	0.56	2.62	2.21	2.02	1.14
1964	1.90	1.42	0.63	0.88	2.97	3.54	3.09	2.97	1.92
1965	3.02	2.16	1.56	0.74	1.61	2.05	2.98	3.08	2.55
1970	3.17	2.51	2.17	1.20	2.58	3.10	2.95	3.22	2.24
1971	2.70	2.08	1.92	1.28	3.66	3.59	3.04	3.07	1.87
1972	2.06	2.10	2.26	2.94	3.13	3.88	2.55	2.42	1.82
1976	2.52	2.11	1.01	1.48	2.14	2.43	2.09	2.61	1.84
1977	1.84	0.87	0.88	0.42	1.64	2.19	1.97	2.10	1.15
1980	2.36	2.31	1.13	1.69	1.63	1.21	2.05	2.97	1.91

三、乾旱之形成與天氣環流

(一) 大氣環流之資料之收集

乾旱現象之形成與持續，必須是長時間天氣的累積效應產生，月平均圖所表現的特性更足以顯示當月內是否有較高頻次之類似天氣型式重視，而且月平均及其距平圖之製作和保存有其歷史淵源；本

文乃採用月平均圖方式，並製作其距平圖，輔佐以每日天氣圖，以從事乾旱剖析。

本研究採用之月平均及距平圖計有地面 700 和 500 mb 圖，其中地面和 500 mb 圖之資料取自日本氣象廳，為每隔 10 度經緯度之網格式資料值，目前中央氣象局保有 1960 年以後迄今之完整資料；而 700 mb 平均及其距平圖，資料始自 1948 年以

後。每日天氣圖參照日本氣象廳發行之迷你天氣圖 (Miniature Weather Maps) 及印刷天氣圖。

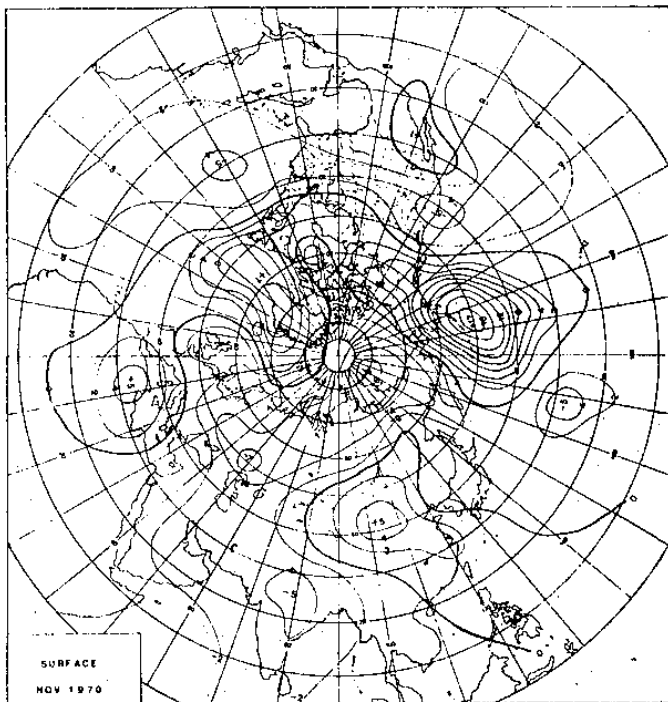
本文著重春季乾旱分析，為資料之完整配合運用，本研究採取 1960 年後所發生乾旱者，在所選用之 10 個乾旱個例有一明顯特性，即乾旱屬連續出現數年後中斷，即 62—65 年，70—72 年及 76—77 年。從氣候之長期趨勢言，最近 20 年臺灣地區春季乾旱之頻次有偏高趨向 (林民生等，1981)。自表二可看出前三期之期初乾旱均始自南部或東部，意即 62，70 及 76 年乾旱較不嚴重，至期中 (63，64，71 及 77 年次) 乾旱擴展至全省達鼎盛期，期末 (65，72 年次) 乾旱僅在南部或北部，乾旱有由東部或南部往北移之趨勢，至於 1980 個個例，尚未完全應證。

(二) 乾旱形成前大氣環流之特徵

檢視乾旱前 3 個月之大氣環流，即乾旱年前 11、12 月和乾旱當年 1 月之月距平圖型式。11 月份地面距平圖有一共同特徵，即自新疆附近至華南臺灣一帶為一狹長正區，如圖一所示 1970 年 11 月 (即 1971 年乾旱個例之前身)，中東至烏拉山

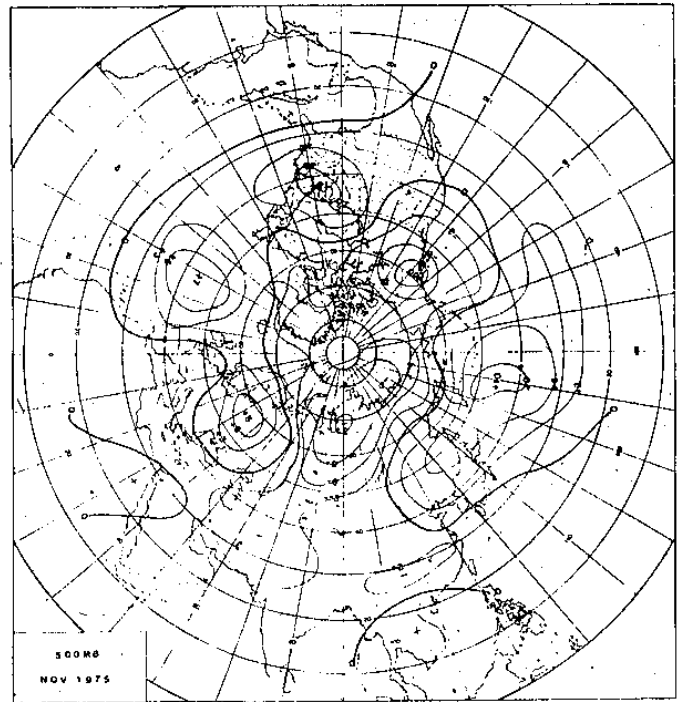
($20^{\circ}\text{E} - 70^{\circ}\text{E}$) 為負距平區，此種氣壓場形態為分裂移動性高壓頻仍，基本上每易造成 11 月中南部的更少雨。倘若此類正距平區更向西北延伸至歐洲而成一高壓走廊帶如 1962，1975 及 1976 年之 11 月，則中南部當月雨量更少，春旱前期之缺水，將加重春季乾旱之嚴重性。此種狹長正距平帶之形成似乎是乾旱前期之充分條件，是否為必要條件，正以合成法研究中。至於對應 500mb 高空距平圖，於 11 月即有顯著正距平於亞太地區，其值若在 +90 G.P.M. 以上可視為阻塞系統與之配合，此種顯著正距平有兩處，一在烏拉山區至中亞細亞一帶，如 62，69，71，75，76 年 11 月，另一在堪察加半島至中太平洋者如 63，64，70，75，76 年 11 月，其中 75 年 (如圖二) 及 76 年為雙邊阻塞型，此種阻塞系統之存在據王時鼎 (1976) 研究，有利於東亞大氣環流之持續性。

12 月份地面圖之特性大致上和 11 月秉性略同，新疆至臺灣附近之狹長正距平帶更為明顯。阻塞系統更加明顯及發生作用，西歐至烏拉山之阻塞有 63，64，69 及 76 年，堪察加半島至中太平洋



圖一 1970 年 11 月地面距平圖。

Fig. 1 Surface anomaly chart for Nov 1970

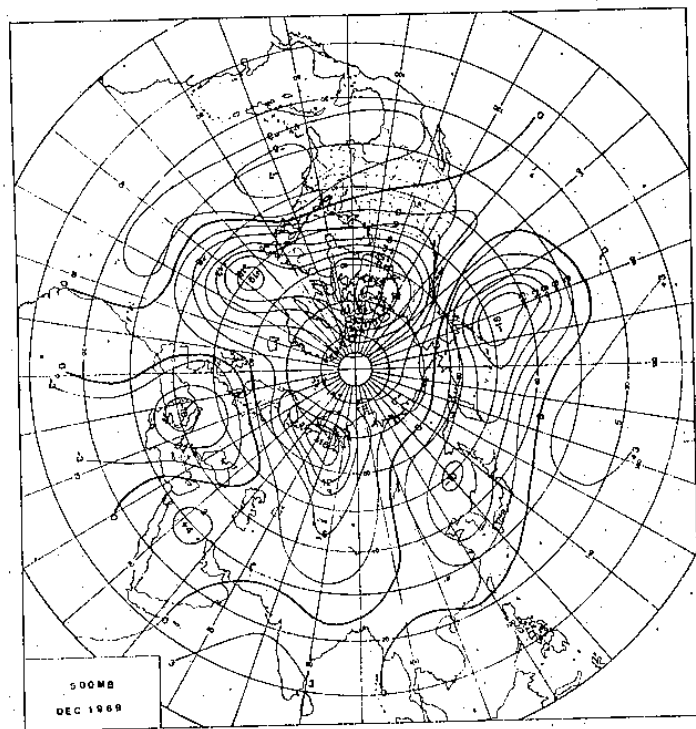
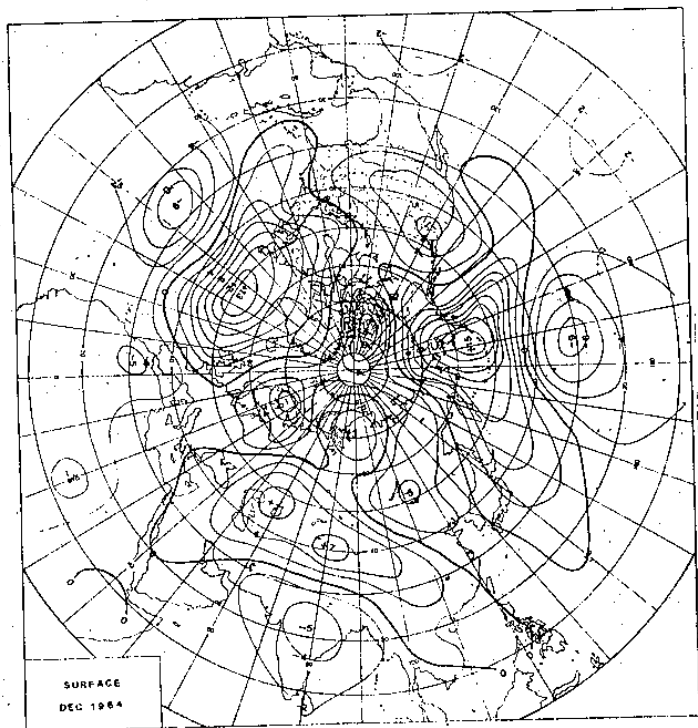


圖二 1975 年 11 月 500mb 距平圖。

Fig 2 500mb anomaly chart for Nov. 1975

者為 61, 62, 64, 70, 71 年；前者之正距平帶由阻塞中心向東延伸至華北（1976 年），後者亦可能西伸至日本一帶（1964 年），甚或雙邊阻塞於華北、韓國一帶幾乎聯接（1964，如圖三）。此種橫互的正距平帶，常為發展高壓之走廊帶，當此距平帶南移接近臺灣時則移動性高壓系統盛行。

12 月 500mb 距平特色，除如同地面圖正距平帶自西歐、烏拉山區附近東伸，或由堪察加半島至中太平洋向西伸至華北和日韓一帶，使得通通正距平區之槽線受制約而減弱，負距平區常在臺灣東方遠海，而成為臺灣東方主槽形態之好天型居多（1963 年，如圖四）。



圖三 1964 年 12 月地面距平圖。

Fig. 3 Surface anomaly chart for Dec. 1964

圖四 1969 年 12 月 500mb 距平圖。

Fig. 4 500mb anomaly chart for Dec. 1969

乾旱年之 1 月天氣，除 1963 年是冬季乾旱之延續，其餘各年次中，北部及東部地區 1 月雨量比值大都在 1.5 以上，中南部雨量比值也超過平均值。分析其原因，發現這些年份皆有正距平帶沿着 40°N , 60°E 至 160°E ，而明顯的負距平帶則自印度北方東伸至琉球附近，使得頻仍的鋒面帶活躍於臺灣附近或滯留於巴士海峽。1 月份 500mb 圖，如同地面而成北高南低型式，南支槽活躍於華中、華南一帶，與地面鋒面配合，成雨系統明顯，除 1963 年，於北部地區乾旱年 1 月為多雨，南部地區亦略顯多雨。

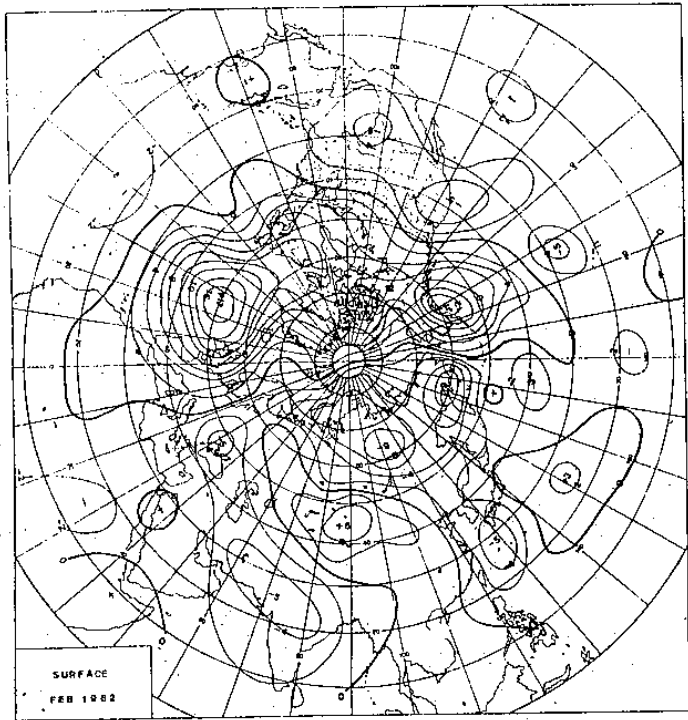
(三) 乾旱期大氣環流之特徵

每年 2 月至 4 月之連續性好天型天氣，據鄭邦傑（1971），王時鼎（1976），林民生（1979）研

究，綜合得以下結論：

- (1) 臺灣東方 $130-140^{\circ}\text{E}$ 有深槽，亞太地區為阻塞高壓下之乾寒潮型。
- (2) 500mb 巨槽在 120°E 以東，造成乾寒潮型。
- (3) 脊線或槽後之連續性高氣壓出海型。
- (4) 日本南方海面之太平洋高壓發展西伸，中高緯度波動僅達華南以北，使臺灣地區屬於東南信風帶之炎熱好天型

中度乾旱年，2 月亞洲大陸高壓常較正常為弱，易有分裂性高壓自 30°N 附近東移出海，華中、華南一帶雖有微弱鋒面，但皆迅速東移，鋒面帶也因缺乏強大冷高壓支持大都未能南下侵襲本省，如 1962 年（圖五）及 65 年。此時 500mb 常有正區與地面圖配合，偶有稍強東北季風，然其槽後或脊

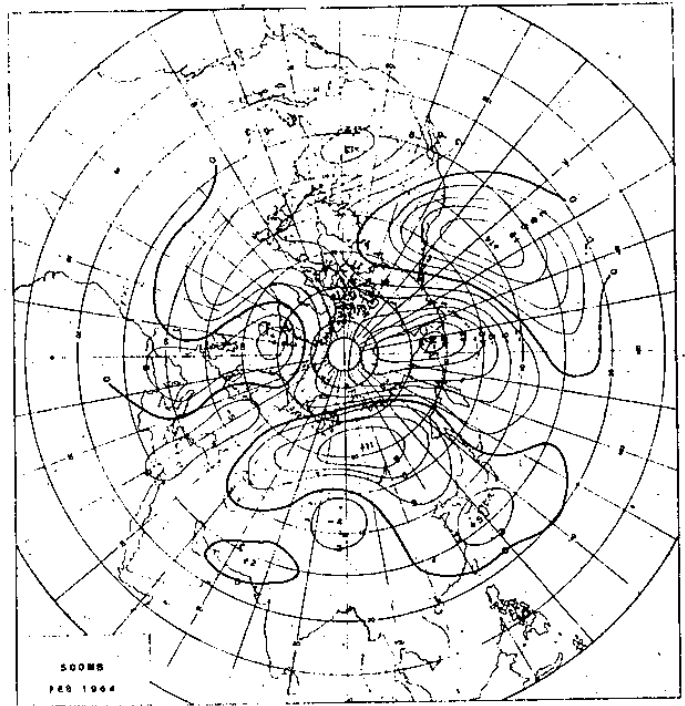


圖五 1962年2月地面平圖。

Fig. 5 Surface anomaly chart for Feb. 1962

線配合下之高壓出海，本省常為連續性高壓出海好天型。倘若臺灣地區地面氣壓偏高，縱偶有鋒面掠過亦北偏或微弱，滯留機會偏低，如1970年個例，仍屬偏乾型天氣居多。假如此種正距平帶南緣高居 35°N 以北，本省則易為負距平區所影響，復以印度北部之顯著負距平，每有華南鋒面帶來雨區通過本省，即若乾旱亦屬輕微，如1972年。嚴重乾旱年之2月，亞洲大陸皆有強大高壓帶籠罩，正距平區自極區或高緯度延伸至華南及臺灣一帶，500 mb亦有正距平區相配合（圖六）而成為 150°E 以東之主槽型，據林民生等（1979）研究，此種臺灣附近地面氣壓和高空高度正距平，似抑制臺灣低壓發展，並造成鋒面系統北偏及不明顯化，高壓帶籠罩下之強烈下沉增溫使水汽含量銳減，形成700至500 mb穩定空氣層，成雲致雨機會稀少，加上高壓中心南偏，當高壓行經乾燥之黃土高原抵達臺灣上空時時氣更形乾燥，成雨機會更低降。

據鄭邦傑（1971）研究，3月份大陸高壓籠罩型天氣銳減，移動性高氣壓型天氣雖佔23%，但鋒面過境及滯留鋒型天氣高達40%。形成臺灣地



圖六 1964年2月500mb

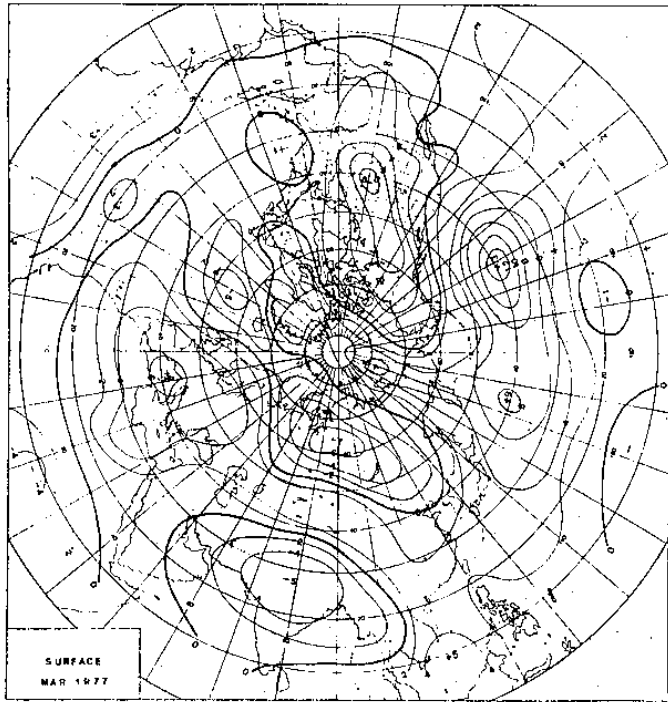
Fig. 6 500mb anomaly chart for Feb. 1964

區之3月份乾旱之有利環流形態有二，其一為2月份新疆至臺灣高壓走廊帶下移動性高壓系統延續，但很難持續至3月下旬；另一最有利形勢為太平洋副熱帶高壓提早發展西伸，使臺灣地區位於東南信風帶，鋒面帶北偏，炎熱少雨。前者如1965年，乾旱一般也不嚴重；後者如1963, 64, 76年，乾旱之嚴重與否端賴太平洋高壓發展之強弱與西伸之早晚及抵達位置而定。假使3月初受移動性高氣壓所控制，接著副熱帶高壓迅速發展影響者，乾旱必屬嚴重（1977年，圖七）。

形成4月份乾旱唯一主宰因素即是副熱帶高壓之消長，當此太平洋高壓不夠強盛，或控制時間不長時，如1962, 65, 72, 76年，低壓和鋒面性降雨或氣團雷雨偶可發生，乾旱不致太嚴重。若副熱帶高壓異常發展，地面和高空氣壓配置吻合，如1963年（圖八）及1964年，1970, 1971, 1977年春末均如夏型乾熱天氣，乾旱必趨嚴重。

四 乾旱末期與乾旱解消之大氣環流

根據徐明同等（1974）研究臺灣地區平均入梅在5月15日左右，而在入梅前偶有鋒面性雨及西



圖七 1977年3月地面距平圖。

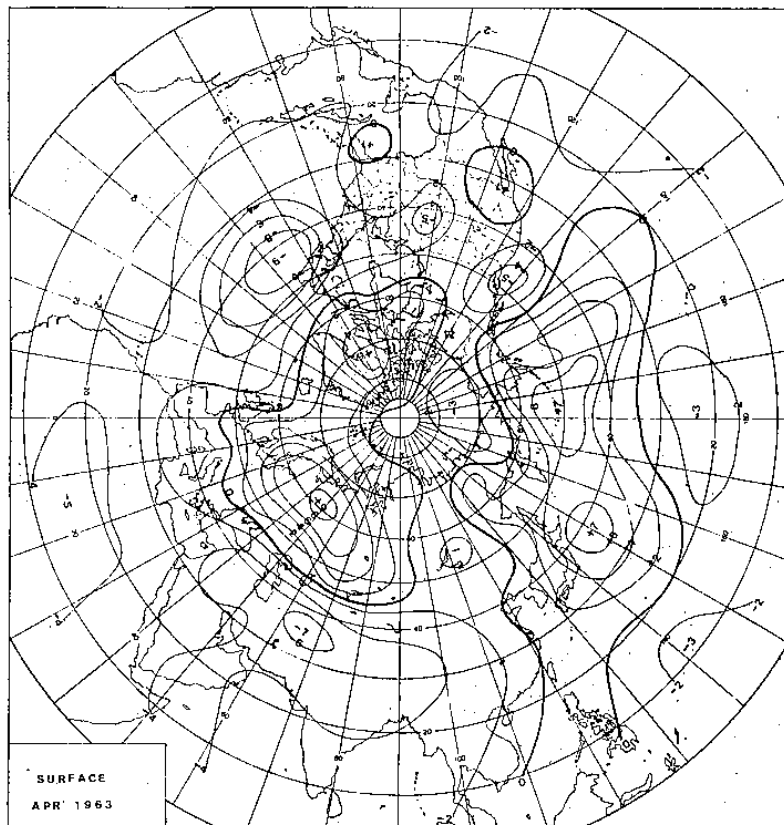
Fig. 7 Surface anomaly chart for Mar. 1977

南氣流導致之雷陣雨。梅雨之顯隱與入梅之早晚，直接影響當年乾旱之持續性，與乾旱解消發生聯帶關係。當梅雨明顯（入梅一般較早）時，乾旱提早結束，其不明顯者（入梅也較遲），乾旱將延續。

就所選用乾旱年份中，以1963年梅雨最不明顯，遲至6月1日才入梅；而以1977年梅雨最為明顯，5月各地雨量達230公厘以上。經查1963年5月500mb距平型式（見圖九），於鄂克次海附近為負距平區，正距平則自中太平洋西伸至臺灣地區，印度附近負距平不顯，同時地面圖鄂克次克海區未有正距平出現，這些徵兆與紀水上（1978）研究結論相同，均不適於梅雨發展。再查1977年5月500mb距平鄂克次克海區確為正距平之阻塞高壓所籠罩，臺灣附近亦為負距平，此皆與紀氏之結論一致屬多梅雨年個例。

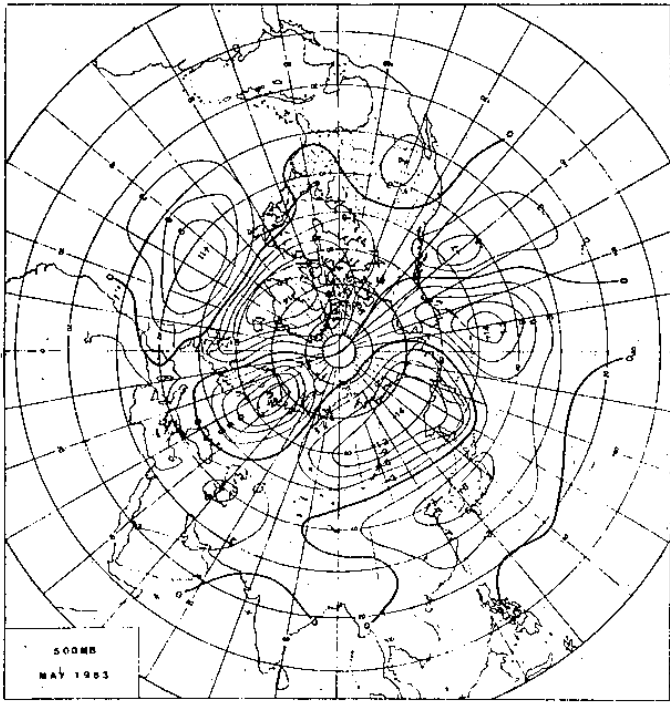
(五) 1980年台灣地區乾旱特例之分析

從表二及表三可知台灣地區1980年春季應歸類於本文之輕微乾旱，但自表四所列各地之年雨



圖八 1963年4月地面距平圖。

Fig. 8 Surface anomaly chart for Apr. 1963



圖九 1963年5月500mb距平圖。

Fig. 9 500mb anomaly chart for May 1963

量而言，却屬全年性普遍缺雨現象。譬如台中年雨量佔氣候值 58.3%，台東 44.8%，高雄 32.9%，台南 30.0%，尤其台南為自 1897 年設站歷年中之年雨量最少年。分析各月之雨量分配，發現 5 至 9 月之雨量負距平最明顯，亦即梅雨、颱風雨及熱雷雨之不顯；但由於此五個月之氣候雨量於中南部地區約佔各地年雨量之 78—89% 不等，隱意為春末及夏季降水扮演極重要角色。

一般梅雨期間滯留鋒徘徊於台灣一帶，此時地面高壓脊線平均在北緯 15 度附近，但 1980 年 5、6 月大氣環流形態使得太平洋高壓脊線北偏至台灣南部一帶，5 月份並伴隨有 4 次颱風穿過菲律賓或巴士海峽南部，沈降加熱氣流更造或穩定而乾燥的大氣，造成梅雨不顯或稱空梅。

7、8 月太平洋高壓脊線繼續籠罩台灣一帶，使得西進的艾達、喬伊、開梅颱風如同 5 月份者未能帶來降雨，加以穩定大氣下，氣團雷雨亦相對偏少。直至 8 月底的中度颱風諾瑞斯 (Norris) 及 9

表四 1980 年台灣地區各月雨量佔氣候值之百分率 (%)

Table 4 The percentage of 1980's rainfall compare to the climatological mean value.

測站 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
台北	160.6	175.7	66.4	140.7	127.0	51.0	54.2	77.9	113.1	74.4	388.0	55.8	103.3
台中	241.9	126.5	29.8	105.3	20.7	13.1	7.7	156.7	12.2	27.5	250.3	8.0	58.3
台南	48.0	64.4	0.6	137.1	13.4	13.2	17.4	44.7	9.8	52.5	266.7	0.0	30.0
高雄	157.4	96.3	3.5	119.8	7.5	10.3	29.0	38.9	64.4	35.5	132.7	9.2	32.9
恆春	309.1	79.1	56.8	56.1	34.3	7.1	46.0	15.1	68.8	89.1	230.6	30.9	44.1
台東	59.7	32.7	54.1	64.1	38.1	7.6	46.0	51.4	65.3	24.4	91.2	1.6	44.8
花蓮	66.8	83.7	25.9	62.8	65.5	54.8	29.7	78.5	155.8	14.5	287.3	36.2	83.5
宜蘭	31.6	157.2	59.7	100.3	87.1	25.3	21.0	105.0	71.9	32.8	167.7	77.7	78.9
澎湖	118.0	122.1	17.6	92.0	59.4	7.9	38.8	92.8	14.6	7.5	257.3	1.9	52.2

月中旬的珀西颱風 (Percy) 才略為舒解北部的乾旱，但對南部地區補益不多。

緣於 1980 年特例之啓示，針對乾旱之研究除將重點放於春季外，將來亦應兼顧全年性雨量之時間和地區分配，並對梅雨、颱風之穩定性作探討。至於全年性累積乾旱效應及上一年乾旱後遺症累

積影響均值得研究的新課題。

四、乾旱之形成，持續與海水溫度研究

海水溫度大幅度升降造成大氣環流改變之觀念由來已久，Sawyer (1965) 認為當海水溫度變異，其時間持續一個月以上，範圍達 1,000 公里，且

其變量至少足夠供應大氣 $24 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}$ 則將對大氣環流有較顯明改變。

(一) 海水溫度資料之收集

利用向 NCAR 所購取 1962 年 3 月至 1977 年 1 月北半球水域之逐月海水溫度，此項海水溫度存放於磁帶中，係以 NMC 八角形儲存方式發展成 63×63 網格系統；另外又購得北半球逐月平均氣候溫度，係採取 2.5×5.0 經緯度系統者。緣於兩者網格系統之差異，遂將前者水溫資料經轉變成為 2.5×5.0 經緯度方式以利電腦輸出。

就所選取乾旱年次前一年 10 月至乾旱當年 5 月逐月計算網格點上海水溫度距平值，並複製水溫距平圖以供討論。由於推測太平洋區屬於太平洋副熱帶高壓源地，本文因而較偏重於廣大太平洋水溫之解析。

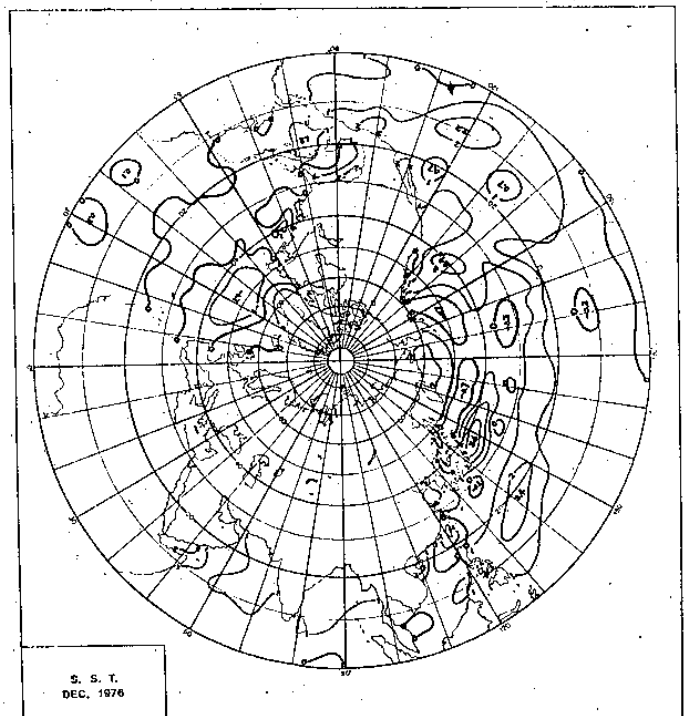
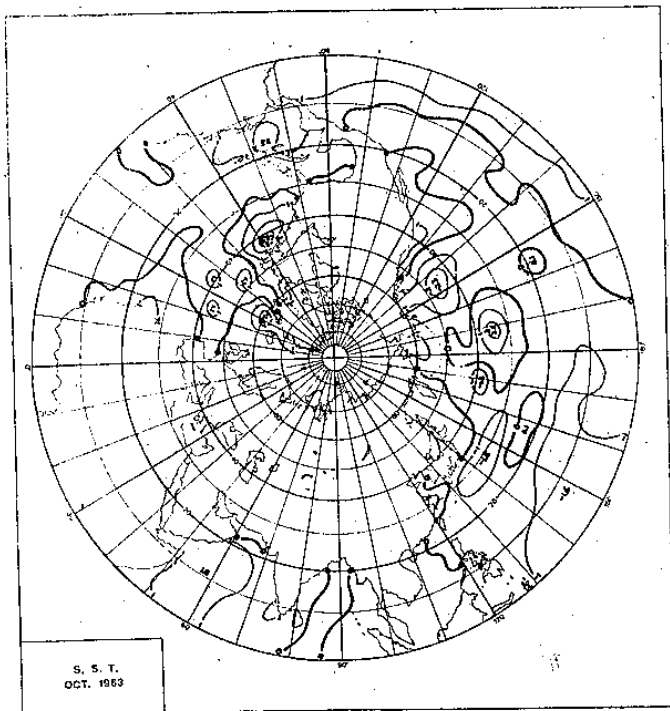
(二) 乾旱前海水溫度距平之特徵

分析乾旱年次前 10 月份海溫距平，於 25°N 以南廣大水域均屬負距平區， 25°N 以北也僅有零散微小正區，如 1975 年 10 月即為典型例子。然東太平洋 10°N 以南海域，於大乾旱年次 (64 及 77

年) 前則可出現正水溫區，如圖十所示；Bjerknes (1966) 推測係由於南太平洋低緯度區東風減弱，造成湧升海流減少或停止，導致海水增暖北移所致。並經 Rowntree (1972) 證實與阿留伸低壓之發展且東移至 180° 以東有密切相關。經查 1963 及 1976 年 10 至 12 月環流分布，阿留伸低壓確比正常發展且東移，和上述 Bjerknes, Rowntree 之推論互相吻合。

11 月份海溫距平型式大致和 10 月份頗為類似， 25°N 以南大都是負值區，負值範圍比 10 月份更廣，但在嚴重乾旱年次前之 11 月份，低緯度之正值區仍是顯著的，且比 10 月西伸且向北擴張，1963 年 11 月，低緯度正值中心為 2.0°C ，西伸達 170°W ，北達 7.5°N 。此種低緯度正值區之持續擴展增強，可能就是乾旱年春天副熱帶太平洋高壓之提早發展西伸提供適足熱源。

12 月份之海溫距平和 10、11 月比較，有非常明顯的改變，即除低緯度或有狹小地帶仍屬負區外，廣大太平洋幾乎全為正溫區所籠罩。圖十一顯示 1976 年 12 月之增溫情況，我們發現在低緯度



圖十 1963 年 10 月海水溫度距平圖。

Fig. 10 S.S.T. anomaly chart for Oct. 1963

圖十一 1976 年 12 月海水溫度距平圖。

Fig. 11 S.S.T. anomaly chart for Dec. 1976

西大平洋最大正溫帶已迅速北移至 17.5°N 區左右，東太平洋則全為正區所控制，大西洋亦有類似增溫情形，惟規模及程度則遜於太平洋者。中、東太平洋開始強烈 warming，似支持副熱帶高壓提早發展西伸，warming 愈明顯（63及76年），來春乾旱也愈嚴重。

1月份海溫距平型式特色為低緯度區之正距平帶再北移，而由負距平帶取代之，且正距平數值不若12月之明顯。可能由於1月正值隆冬季節，且嚴重乾旱年時常有強烈大陸冷氣頻仍南下衝抵較低緯度，寒冷氣流抵銷部份12月份普遍增暖所遺留下之正距平；換句話說，海水空氣間交互作用之方向為自空氣影響海水為主要。

(三) 乾旱持續與海水溫度距平之特徵

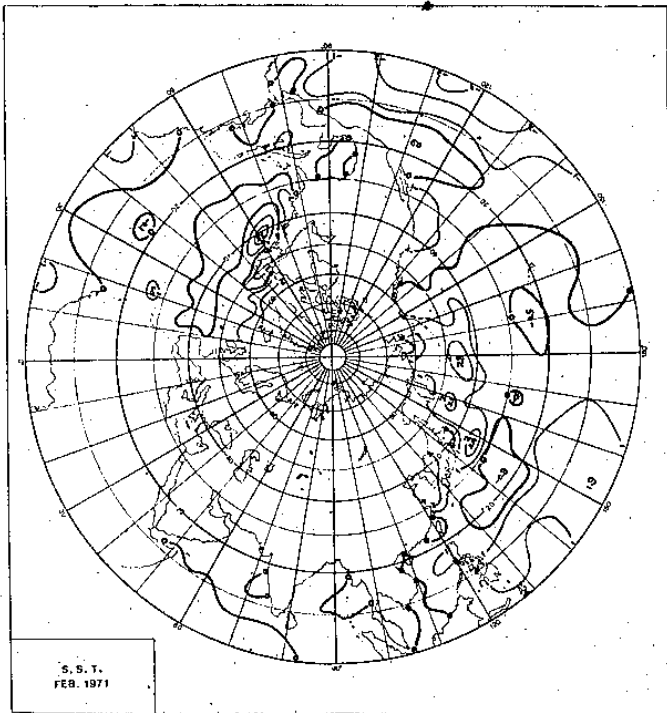
就乾旱年2月而言，嚴重乾旱年如1964及77年，於 25 至 35°N 屬於移動性高壓走廊帶，自大陸移出之高壓雖變性增暖，但仍比附近水域為冷，使得此一緯度帶水溫常為負距平區（林民生等，1979年）或正值在 0.5°C 以下者。圖十二所示1971年得悉東太平洋低緯度有強盛負海溫距平

出現，此與強盛的 Walker's 環流有直接對應；另據 Krueger 等（1974）闡明1971年2月太平洋信風增強，熱帶高層槽線發展，間熱帶之輻合區微弱不顯皆與此負距平海溫對應。

中度乾旱年份2月大陸高壓常比正常為弱，太平洋正距平水溫帶常仍維持於較低緯度，未若嚴重乾旱年迅速北移，如圖十三所示1970年2月例，正水溫區在菲律賓東方至中太平洋區，由於增暖不強及正水溫帶北移慢，對於3至4月副熱帶高壓增強所提供之熱源不若嚴重乾旱年。

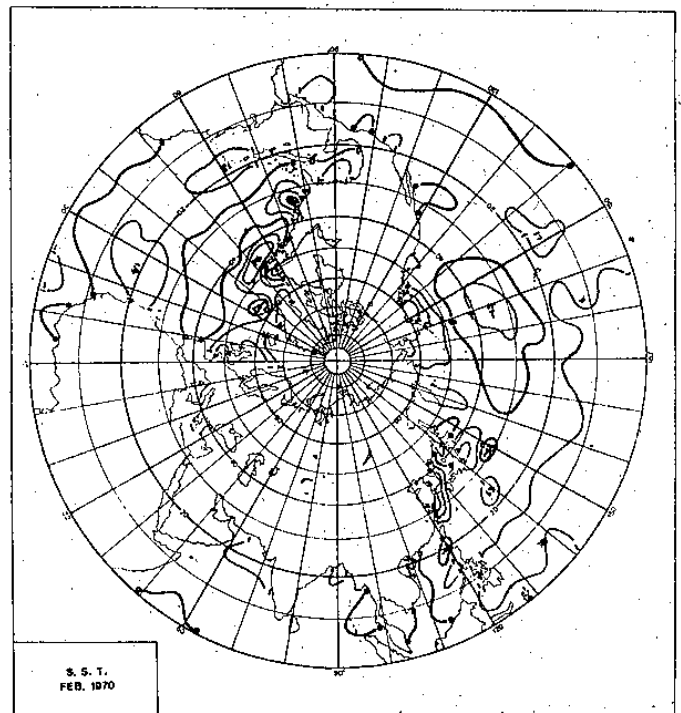
3月為春季乾旱之鼎盛期，綜觀水溫距平圖， 20°N 以南各年次僅有稀疏之正水溫區域或 -1.0°C 左右之負水域，對應於副熱帶高壓帶常為正水溫區所籠罩。如圖十四，1964年3月於 20° 至 40°N 中及東太平洋為主要正距平區（中心 $+1.7^{\circ}\text{C}$ ），對於太平洋高壓之發展正處於高壓上游源地。其他各年次水溫距平型式亦頗為類似，除1977年外，其正負距平數值稍小，因而乾旱較不嚴重。

4月乾旱主宰因素比3月更取決於太平洋高壓之發展及西伸，4月水溫距平型式和3月比較，一



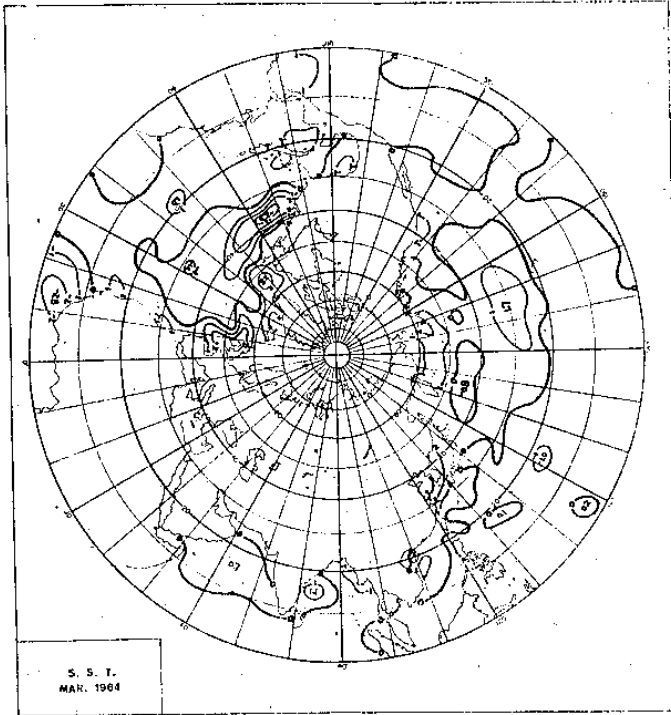
圖十二 1971年2月海水溫度距平圖。

Fig. 12 S.S.T. anomaly chart for Feb. 1971



圖十三 1970年2月海水溫度距平圖。

Fig. 13 S.S.T. anomaly chart for Feb. 1970



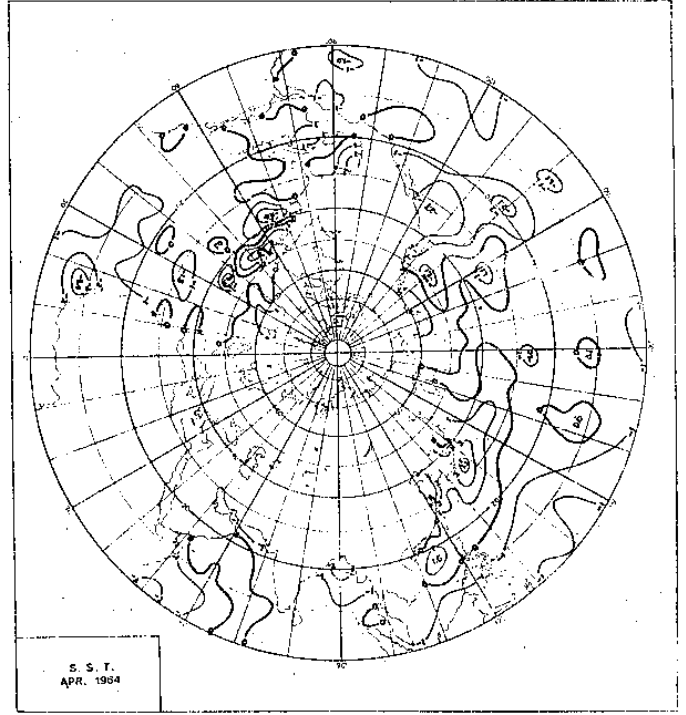
圖十四 1964年3月海水溫度距平圖。

Fig. 14 S.S.T. anomaly chart for Mar. 1964

般而言十分相像，唯其正負水溫絕對值增大。另外值得一提的是，在小笠原群島附近（ 30°N ， $140-150^{\circ}\text{E}$ ）之正水溫區相當明顯，1964年4月水溫距平圖（圖十五）顯示正值中心高達 $+3.3^{\circ}\text{C}$ ，使得小笠原高壓極度發展，造成當月臺灣地區強盛東南信風，迫使鋒面帶偏北而持續乾旱。另外1971年4月於中，西太平洋正負水溫距平不若1964年者明顯，前述小笠原群島之海水溫度正距平僅 $+2.4^{\circ}\text{C}$ ，其高壓之發展自然不如1964年，乾旱程度及範圍因而遜色些。從圖十五我們也發現，孟加拉灣區4月仍為明顯負水溫距平區，由於西南氣流上游源區未能提供充足暖溼氣流，對於梅雨不明顯及入梅較遲有連帶關係，反而將助長乾旱之持續。

（四）乾旱解消與海水溫度距平之特徵

就氣候平均論之，5月中旬為臺灣地區入梅時期，亦為春季乾旱解消期，入梅遲早和乾旱持續有密切相關。5月若梅雨明顯時，在鄂克次克海有阻塞高壓配合，且孟加拉灣一帶低壓發展。1963年5月為梅雨最不明顯個例，如圖十六所示，鄂克次克海區出現負水溫距平區，抑制阻塞高壓之產生，



圖十五 1964年4月海水溫度距平圖。

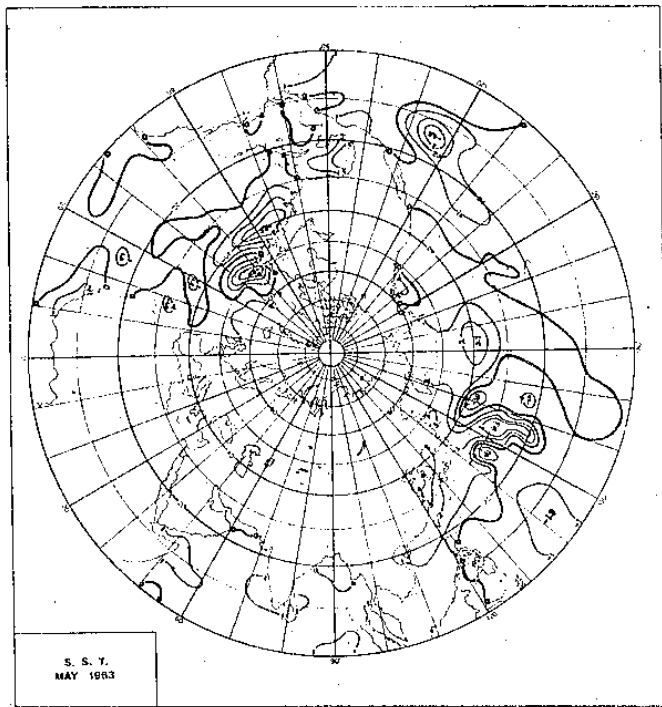
Fig. 15 S.S.T. anomaly chart for Apr. 1964

且孟加拉灣區正水溫距平很小，未能充份供應暖溼氣流，而且臺灣附近水域正水溫距平明顯，意味著副熱帶高壓仍控制著臺灣天氣，使梅雨不顯造成乾旱之持續，這些現象在4月水溫圖已有跡象可尋。

五、結論與分後研究目標

分析1960年至1980年2至4月累積雨量比值，其值在0.75以下視為嚴重乾旱計有1964及77兩年，其值在0.75—1.50為中度乾旱計有1962, 63, 65, 70, 71及76共六年次，而值在1.50—2.25者為輕微乾旱計有1972及80年，共選用十個乾旱年。

乾旱年前之11及12月地面距平圖有一共同特徵，即自新疆附近至華南一帶常為移動性高壓走廊帶造成狹長正區，烏拉山區至中亞細亞或堪察加半島至中太平洋常有阻塞高壓造成正距平，成為臺灣東方主槽型好天居多。乾旱年1月地面沿 40°N ， 60°E 至 160°E 為正距平帶，明顯負距平自印度東伸至琉球一帶，地面鋒面及高空南支槽活躍使臺灣各地略顯多雨。



圖十六 1963年5月海水溫度距平圖。

Fig. 16 S.S.T. anomaly chart for May 1963

輕微或中度乾旱之2月大陸高壓較正常為弱，常有分裂性高壓自 30°N 附近出海，造成連續性高壓出海好天型。嚴重乾旱年亞洲大陸常有強大高壓籠罩，正距平自極區或高緯度南伸至華南及臺灣一帶，成為 150°E 以東主槽之乾寒潮型。3月份之乾旱部份為移動性高壓系統之延續，但難持續到下旬；另一主要因素為太平洋副熱帶高壓提早發展西伸，使臺灣地區處於東南信風帶，炎熱少雨。4月份乾旱持續唯一主宰因素為副熱帶高壓之消長與強弱所決定。5月份梅雨之顯隱與入梅早晚直接影響當年乾旱之持續性，當鄂克次克海區為負距平，正距平自中太平洋西伸至臺灣附近，印度附近負距平不顯則梅雨不活躍乾旱亦持續。

乾旱年次前之12月，低緯度區全為正距平水溫區所籠罩，嚴重乾旱者溯自10、11月於東太平洋 10°N 以南已出現此種正水溫距平區，為來春副熱帶高壓提早發展西伸提供適足熱源。自1月起此正水溫距平帶北移，至2月達 $15-20^{\circ}\text{N}$ ，乾旱之程度與範圍與此距平帶勢力及北移速度有密切相關。3、4月份正距平水溫區北移至 $20-40^{\circ}\text{N}$ 中及東太平洋正處副熱帶高壓上游源地。4月於小笠原群島附近正水溫距平相當明顯，造成臺灣地區強盛東南信風，迫使鋒面帶偏北而成乾旱。另外孟加拉灣區4月若仍為明顯負水溫距平易造成5月臺灣梅

雨不顯或入梅較遲，助長乾旱持續，而5月於孟加拉灣區及鄂克次克海區之負水溫距平均不利於梅雨之活躍，反而有助於乾旱延續。

本文就乾旱與大氣環流及海水溫度作探討，所獲結論較偏重於定性方面，今後除再廣尋乾旱個例，延續資料時間上著手，以合成法歸納乾旱之各種特性，並擬以相關係數圖方法定量確定主宰臺灣各地春季降雨之有意義地面、高空、海溫距平區。進一步再將影響乾旱因素如500mb東亞槽線位置、強度，平流層高低壓中心及強度加以定量分析，嘗試聯合這些控制乾旱因素以復迴歸方程式處理之，倘若尋得對乾旱形成、持續、解消有遲延高相關存在，必對長期預報有重大裨益。

六、致 謝

本文大部份結果取材自行政院國科會專案計畫 NSC-68M-0202-08(02) 支助下完成之「台灣地區春季乾旱與大氣環流及海水溫度之研究」，特別感謝助理研究員任立渝、及曾振發在計畫中所完成資料分析、整理及繪圖工作。

參考文獻

1. 亢玉瑾、紀俊男(1978)：近年來國外乾旱研究之評介。臺灣地區災變天氣研討會論文彙編 8-15頁。
2. 王博義(1976)：臺灣地區乾旱長期預報之研究。科學發展月刊第四卷第五期。40-75頁。
3. 王博義(1978)：近年來國內乾旱研究之評介。臺灣地區災變天氣研討會論文彙編。1-7頁。
4. 王時鼎(1975)：臺灣冷季長期天氣預報法——高空環流與鋒面系統部份。空軍氣象聯隊氣象中心研究報告 009號。1-94頁。
5. 王時鼎(1976)：亞洲地形性擾動之性質及其與臺灣地區冷季中期預報之關係——西藏高原部份。空軍氣象聯隊氣象中心研究報告 011號。1-56頁。
6. 吳宗堯、陳正改(1979)：臺灣(北部)地區豪雨特性之分析：臺大水工試驗所「暴雨對環流之影響」研究討論文彙。69-115頁。

7. 林民生、陳進文(1979)：臺灣地區梅雨前之乾旱研究。大氣科學第六卷第一期。17-28頁。
8. 林民生、趙世騰(1981)：台灣地區春季乾旱之綜觀氣候分析。科學發展月刊，第九卷第三期，215-231頁。
9. 紀水上(1978)：臺灣梅雨期平均環流之初步研究。大氣科學第5卷第2期。17-32頁。
10. 徐明同、紀水上(1974)：臺灣梅雨期之分析。氣象學報，第20卷第4期，25-44頁。
11. 鄭邦傑(1971)：臺灣冬季持續性惡劣天候之研究。氣象學報，第17卷第4期，18-54頁。
12. Bell, G. J. (1977)：Change in sign of the relationship between sunspots and pressure rainfall and the monsoon. *Weather* Vol 30 No. 1 pp 26-32
13. Berry (1976)：Royal Meteo. Soc. Meeting report The Drought of 1975-76 *Weather*.
14. Bjerknes, J. (1966)：A possible response of the atmospheric Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature. *Tellus* XV111 No. 4 pp 820-829
15. Bjerknes, J. (1969)：Atmospheric teleconnection from the equatorial Pacific. *M. W. R.* Vol 97. No. 2 pp 163-172
16. Chang, C. P. and C. R. Miller (1977)：Comparison of easterly waves in the tropical Pacific during two periods of contrasting sea-surface temperature anomalies *J. A. S.* 34 pp 615-628
17. Chang C. P., D. M. Delaney and E. Maas, Jr. (1979)：Possible influences of sea surface temperature on the easterly waves over the equatorial Pacific. *Papers in Meteorological Research*. Vol 2 No. 1 pp 1-13
18. Krueger, A. F. and J. S. Winston (1974)：A comparison of the flow over the tropics during two contrasting circulation regimes *J. A. S.* March pp 358-370.
19. Krueger A. F. and J. A. Winston (1975)：Large-scale circulation anomalies over the tropics during 1971-72. *M. W. R.* June pp 465-473
20. Namias, J. (1966)：Nature and possible cause of the northeastern United States drought during 1962-65 *M. W. R.* Vol 94 No. 9 pp 543-554
21. Namias, J. (1972)：Influence of north hemisphere general circulation and drought in northeast Brazil *Tellus* XXIV 4 pp 336-342
22. Namias J. (1974)：Preprint Volume (Part 1) International Tropical Meteo. Meeting 141-144.
23. Namias, J. (1976) Negative Ocean-Air Feedback Systems over the North Pacific in the Transition from Warm to Cold season *M. W. R.* Vol 104 pp 1107-1121
24. North G. R. (1975)：Theory of Energy-Balance climate models *J. A. S.* Vol 32 No. 11 pp 2033-2043
25. Ratcliffe R. A. S. and R. Murray (1970)：New lag associations between North Atlantic sea temperature and European pressure applied to long-range weather forecasting *Q. J. R. M. S.* Vol 96 pp 226-246
26. Rowntree P. R. (1972)：The influence of tropical east Pacific ocean temperature on the atmosphere *Q. J. R. M. S.* Vol 98 pp 290-321
27. Sawyer, J. S. (1965)：Notes on the possible physical causes of long term weather anomalies *W. M. O. Technical Note* 66 Geneva pp 227-248

A Study of Spring Drought in Taiwan Area

Ming-Sen Lin, Der-Yuan Wu, Wen-Kuei Hwah

ABSTRACT

By calculating the accumulated rainfall and rain-day ratio from February to April, we select 1962, 63, 64, 65, 70, 71, 72, 76, 77 and 80 as drought cases in Taiwan area. Generally, the migrating high pressure zone extended from Northwest China to Southeast China associated with two blocking high systems located in mid-Asia and mid-Pacific during November and December will result a pre-drought fine weather. There exhibits a negative pressure anomaly from Ryukyu to India which excites the front and upper trough to enhance a relative rainy weather in January. For most part of the moderate drought years there exist the migrating high systems but for the severe drought cases a dry outbreak exhibits in February. The utmost development and westward expansion of the Pacific high pressure serve as sufficient and most necessary condition for forming a drought and will provide a persisting dry weather through mid-March to April even up to the onset of a Baiu season in mid-May.

Concerning the spatial and temporal variations of the sea surface temperature, we find that a pronounced positive anomaly S.S.T. dominates the tropical Pacific region in pre-drought December. For severe drought cases, this positive anomaly pattern could be found near eastern Pacific tropics prior to October and November. The continued northward moving of this positive anomaly S.S.T. Zone supports a better heat source to develop the subtropical high pressure which relates to the initiation and maintenance of the drought phenomenon. Especially, the extremely positive anomaly S.S.T. around Ogasahara Island accompanied with Ogasahara high in April will cause a prevailing SE trade wind which will force the moving of the frontal systems to higher latitude. Whenever there exists a pronounced negative S.S.T. anomaly in Bay of Bengal in April will lead an inactive Baiu season which will result a persistence of drought phenomenon in Taiwan area.