

臺灣地區梅雨前之乾旱研究*

林民生 陳進文

中央氣象局 預報中心

(中華民國六十七年十月三十日收到)

摘 要

臺灣地區 1977 年 2 月起各地降雨日及降雨量銳減，分析降雨日距平百分率發現 2 月中部地區達 -50% 以上，愈往南部降雨日愈少，至 3 月高雄達 -100% 之極限，4 月中南部地區亦在 -80% 以上。雨量距平百分率 2 月起中部達 -75% 以上，愈往南部降雨愈少，至 3 月高雄達 -100% 之極限。2 月至 4 月中南部地區乾旱嚴重，北部及東部地區則較緩和。

分析乾旱之形成，推論乃由於臺灣東方廣大洋面持續海水增溫與水溫正距平帶北移，造成太平洋副熱帶高壓極端發展與西伸，使臺灣附近地區地面氣壓與高空各層高度普遍均呈正距平，既抑制臺灣低壓之發展，並造成鋒面系統偏北及不明顯化。加以亞洲地區高壓源地偏西，高壓路徑偏南，當其行經乾燥黃土高原，抵達臺灣上空之空氣較為乾燥。高壓帶籠罩下強烈下沉增溫使水汽含量銳減，形成 700 至 500 mb 間穩定空氣層，成雲致雨機會稀少，直至梅雨開始始解消春季之長期乾旱。

一、緒 論

(一) 乾旱之定義與其危害

乾期 (Dry spell) 在美國泛指一、二星期內無可量降水記錄，英國以十五天內，無一日雨量超過一公厘以上者。乾旱 (Drought) 為指較長時間內之雨水不足，其標準各國不一，美國以一個月每日之降水均不足 0.25 吋 (6 公厘左右) 屬之，蘇俄則採十日之降水量不足五公厘者。英國以至少連續二十九日其平均日雨量在 0.25 公厘以下為部份乾期 (Partial dry spell)，若連續十五日其間無一日雨量超過 0.25 公厘則稱為絕對乾期 (Absolute dry spell)，中央氣象局規定凡 20 日以上連續無可量降水記錄者為乾旱。

乾旱屬氣象災害一種，當氣候異常，雨水缺乏情況下，部份作物於生長季節內其生理、生態易受影響而減產歉收。長期乾旱易造成地下水源減少及河川枯竭，水力發電和自來水源因而不足，工業用水亦將短缺，嚴重者影響工業生產之正常推行，同時人民生活帶來諸多不便與困擾。天乾地燥易引起

森林火災，乾早期內水汽蒸發旺盛，池、湖、河內鹽分增加易造成養殖漁類傷亡等各種損害。

(二) 臺灣地區乾旱之特殊環境

臺灣地區全年屬於東北季風及西南季風盛行交替地帶，雨季因地區而異，中部地區每年十至一月，平均月雨量 25 公厘以下，南部地區十至三月，平均月雨量 30 公厘以下，均屬乾季；於此時期內，若入侵臺灣地區天氣系統更形缺乏或微弱時，容易形成乾旱，然先期夏秋季豐沛雨量至少可緩和乾旱危害程度。每年一、二月至梅雨來臨前，造成臺灣地區降雨主要因素據吳宗堯等 (1977 年) 之研究有以下三種：

(1) 東北季風降雨：一至三月臺灣東北部、東部及北部地區因迎風面氣流被抬舉上昇，容易成雲致雨。

(2) 鋒面性降雨：一般中北部地區降雨較多，若鋒面徘徊於巴士海峽時，南部地區則雨量亦形增加。

(3) 低壓性降雨：於臺灣附近地區產生及由南海

* 本文之完成曾獲得國家科學發展委員會之補助

移入之低氣壓或中幅度系統，其環流常給所經之處帶來甚多降水。

若因大氣環流異動，上述梅雨前主要降雨形態微弱或甚至未能發生及抵達臺灣附近地區，則雨量銳減，果若形成乾旱，由於前期屬乾季，其危害程度勢必比秋冬季乾旱為嚴重，值得氣象人員重視。

（三）本文研究之目的

民國 66 年 2 月中旬至 5 月中旬，臺灣普遍地區降雨非常稀少，臺中 2 至 4 月總雨量創下 81 年來最低紀錄，南部地區亦接近記錄。1977 年 1 月以來部份北半球地區氣候相當異常，1 月西班牙東北部及義大利南部豪雨成災，2 月美國與加拿大大雪紛飛嚴寒襲人，芝加哥曾創零下 36 度當地最低溫記錄，3 月初法國南部及西班牙極端高溫，下旬至 4 月却十分寒凍，5 月歐洲西南部再度豪雨成災。1977 年冬春以來氣候異常範圍似乎相當廣泛，推論必與大氣環流改變有連帶關係。本文研究乃為明瞭該年春季氣候異常與形成臺灣乾旱之特殊大氣環流型式，並嘗試分析構成乾旱原因及其主宰因素，希冀透過乾旱個案研究，認識乾旱形成過程，為將來進一步作長期乾旱定性及定量預報開關一條可行研究方向。

Bjerknes (1966) 研究 1957-58 年冬季赤道中太平洋地區海水增溫與大氣環流關係，推論由於低緯度東風減弱造成赤道附近地區湧升流停止，導致赤道附近海水增溫，在此旺盛上升氣流區之北，副熱帶噴射氣流加強，自此噴射氣流向北角動量通量增強增快，以維持中緯度較強西風帶。

Rowntree (1972) 應用 G. F. D. L. 九層原始模式嘗試上述 Bjerknes 理論，發現近赤道太平洋東部高水溫確和阿留申低壓發展有密切相關，與 Bjerknes 所述相吻合。同時 Rowntree 發現阿留申低壓此時東移至 180° 以東，西太平洋地區降雨普遍減少。反之，近赤道地區太平洋中部、東部低水溫，將造成阿留申低壓減弱且西移至 180° 以西，西太平洋地區雨量亦相對增加。

廣大地區海水溫度之大幅度升降，透過海水與空氣間交互作用 (air-sea interaction)，以改變大氣環流觀念已廣被接受，海水增 (減) 溫現象是否對乾旱形成過程扮演重要角色，以及大氣環流因海水溫度改變構成何種反應而導致乾旱，本文亦將

嘗試予以探討。若此，有效掌握持續性海水增 (減) 溫之先兆，將是預測乾旱最有效方法之一。

二、1977 年梅雨前臺灣地區乾旱之確定

分析 1977 年梅雨 (5 月 15 日) 前各地日雨量，2 月中旬起有雨日數 (日雨量超過 0.5 公厘) 非常稀少，南部地區更溯自 1 月初起。由表一可知新竹以南地區降雨日銳減趨勢。

表一 臺灣地區雨日 (日雨量超過 0.5 公厘) 之統計
Table 1. The number of rain day (>0.5 mm/day) calculation over Taiwan area.

測站	項目	起日/月	止日/月	合計日數	有雨日數
淡水		11/2	14/5	93	17
臺北		11/2	14/5	93	13
新竹		11/2	14/5	93	9
臺中		5/2	14/5	99	3
嘉義		2/2	14/5	102	3
臺南		5/1	14/5	120	3
高雄		5/1	14/5	120	2
恆春		11/2	14/5	93	4
澎湖		11/2	14/5	93	4
花蓮		11/2	14/5	93	22
臺東		11/2	14/5	93	18

分析 1977 年各月雨日距平百分率，2 月全省除新港、恆春外皆呈負距平，北部地區在 -30% 左右，愈往西南部負值愈顯著，高雄達 -76%。3 月 (圖 1) 除臺東 +3% 外，大部份地區均在 -50% 以上，臺中 -83%，高雄達 -100% 之無雨日。4 月雨日距平百分率於中南部地區均在 -80% 以上，顯示乾旱持續。5 月自中旬起梅雨期連綿兩日，使中部山區及西南部地區均超過平均雨日。

分析各月降水量距平百分率，2 月除東北部及東南部有正距平，臺北以南全屬負距平，愈往南負值愈大，中部地區 -75%，高雄為 -99%，顯示中南部地區 2 月雨量已相當稀少。

由圖 2 知 3 月降水量距平百分率全省皆為負值區，中部 -90% 以上，高雄達 -100% 極值，東部地區大多在 -50% 以上，3 月之乾旱於中南部地區其嚴重程度可見一斑。4 月份全省仍持續乾旱，東

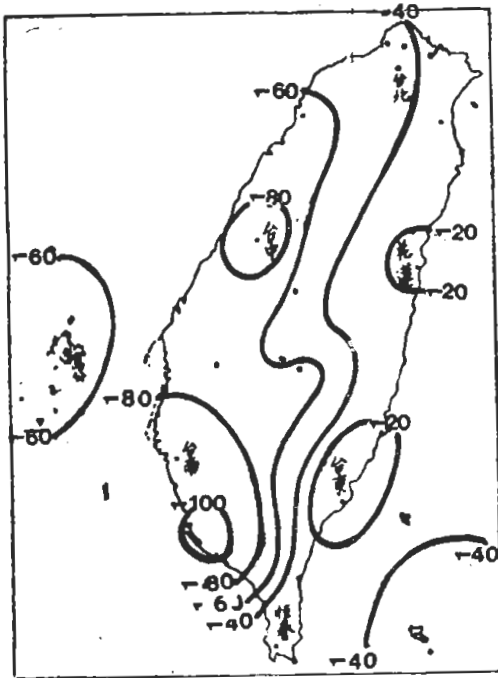


圖 1. 1977 年 3 月降雨日距平百分率，單位%
 Fig. 1. Rain day anomaly percentage in March 1977.

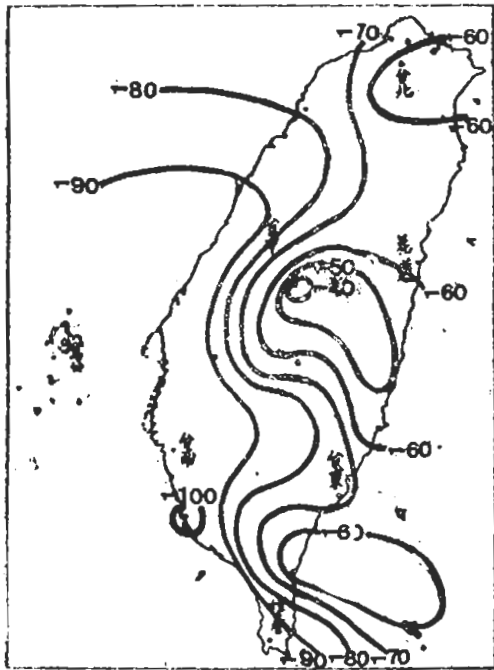


圖 2. 1977 年 3 月降水距平百分率，單位%
 Fig. 2. Precipitation anomaly percentage in March 1977.

北部地區稍緩和，以北、中、南三區為乾旱中心，降水量距平百分率分別為 -84%，-93%及-98%。5月於 15 日前各地降雨雖十分稀少，但梅雨期超量降水使乾旱解消。

臺灣地區自 2 月初至梅雨前，雨量、雨日皆偏少，中部及南部地區已符合美國及本局乾旱標準，部份時間亦屬於英國之絕對乾期；北部及東部地區雖不能完全達各國乾旱極準，但其雨量、雨日偏低仍十分明顯。

三、1977年梅雨前乾旱期之大氣環流特性

分析地面、700 mb.、1000/700 厚度、500 mb、1000/500 厚度、100 mb 月平均及其距平圖，圖3 顯示 2 月亞洲地面大陸高壓中心分裂為二，分別比正常位置西偏至新疆北部及 70°N，125° E 附近。

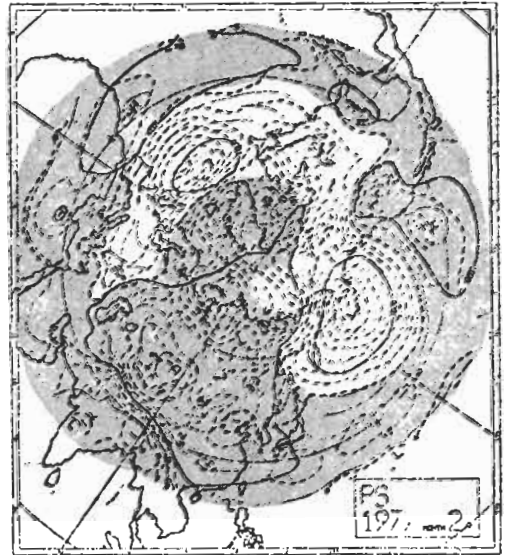


圖 3. 1977 年 2 月地面平均及其距平圖，單位 mb.
 Fig 3. Surface mean chart and anomaly for February 1977. Units: mb.

高壓主要源地西移，使其路徑偏南經由河西走廊一帶乾燥黃土高原，2 月雖有 4 次冷鋒過境，導入寒冷西北流，惟其中 3 次均有分裂高壓自長江口出海，帶來雨量不多，晴冷乾燥為其主要特色。

圖4說明700 mb極地割離高壓減弱，中太平洋冷心低壓據Wagner (1977 a)及Dickson (1977 a)分析已連續第四個月位於180度附近，臺灣東南方副熱帶高壓由於warming支持，勢力增強且脊線西伸，使30°N以南太平洋區全屬正距平，此正距平區向西經亞洲及歐洲南部達大西洋中部。500 mb顯示20—30°N之150°E以東太平洋地區高壓增強。100 mb低壓中心東移至80°N, 90°E，高壓中心繼續偏西維持在海南島附近；據尾崎康一(1972)研究，成層圈高壓中心位於110—120°E與華南及西日本之乾旱形成有良好統計相關。2月臺灣附近由於地面至高層氣壓、高度一致呈正距平，使經由此區之高空槽線平淺化，往常活躍於春季之臺灣低氣壓據王博義(1975)研究，此種類型不適其發展。鋒面及低壓兩種主要成雨系統微弱或缺乏，雨量稀少，勢在難免。

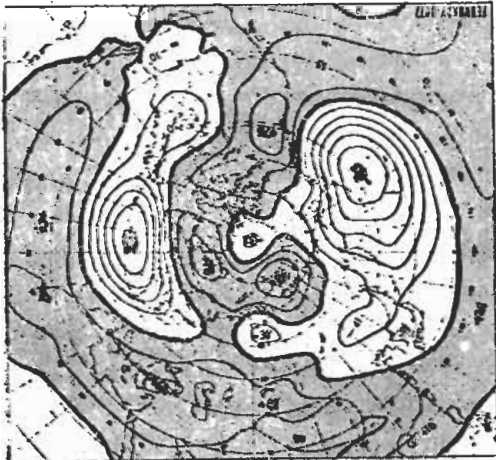


圖4. 1977年2月，700 mb距平圖，單位，G. P. M.
Fig. 4. Departure from normal of mean 700 mb height (m) for February 1977. After M.W. R. 1977

3月份北半球環流形勢，圖5地面平均及距平圖顯示，北太平洋暖性高壓勢力增強北移達鼎盛期，中心位於40°N, 150°W(距平+12mb)，龐大高壓帶自中心向西綿亙經臺灣地區。與位置偏南增強亞洲高壓連貫延伸至大西洋中部，此高壓帶所經地面氣壓幾全屬正距平，阿留申低壓北退減弱。700 mb高度距平圖顯示，強大副熱帶高壓帶持續發展，使20—50°N太平洋區均為正距平區所罩，以小笠原羣島為中心另有一正距平區西伸至

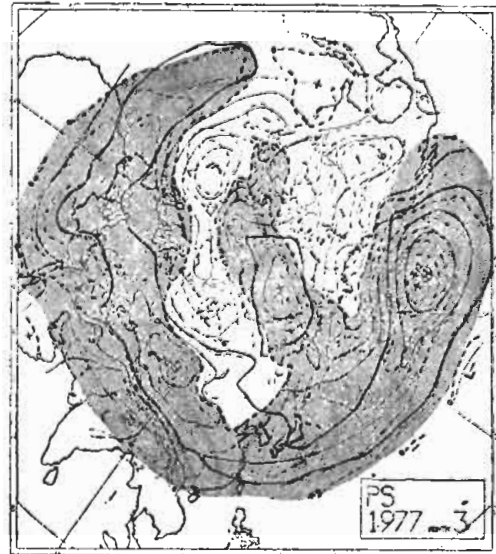


圖5. 1977年3月地面平均及其距平圖，單位 mb
Fig. 5. Surface mean chart and anomaly for March 1977. Units: mb

臺灣，此正距平帶隨高壓帶向西橫越亞歐大陸至大西洋中部。圖6 500 mb高度與距平圖，以30°N, 150°E為中心之太平洋高氣壓勢力雄厚，正距平型式與地面及700 mb類似，40°N以南絕大部份地區為正距平區所控制。100 mb高壓中心繼續

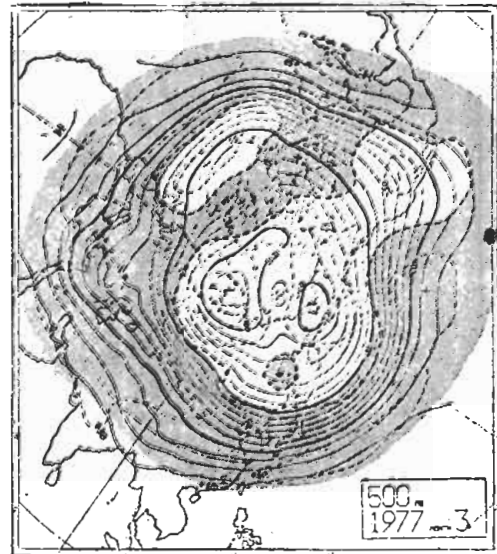


圖6. 1977年3月500 mb平均及其距平圖，單位 G. P. M.
Fig. 6. 500 mb mean chart anomaly for March 1977 Units: G. P. M.

停留於海南島附近，西藏高原區為最大正距平中心。綜合上述，3月份由於東太平洋暖性高氣壓自地面伸展至高層，勢力西伸和西藏高原高壓帶聯結，綿互亞歐洲至大西洋中部，中緯度以南自地面至 100 mb 高度均屬正距平，3月份亞洲低氣壓勢力衰弱北退，雖有鋒面抵達臺灣及其附近地區已成強弩之末，僅給東北部地區帶來少量降水，高壓帶內廣闊地區高層下沉增溫與低層輻散氣流使經由此區高空槽線受制約 (constrain) 而平淺化，僅有月底一次強大寒流帶來稍些雨量。此種垂直發展之暖性高壓帶，缺少高層冷平流與地面輻合氣流，不適於臺灣低壓發展，鋒面及低壓系統未能發揮成雨功能，降雨稀少，乾旱更形嚴重。

4月份環流形勢，地面圖上太平洋副熱帶高壓西南西移，勢力已不如3月強盛(距平+5mb)，印度低壓槽深，亞洲大陸全為負距平區所籠罩。700 mb 中高緯度已轉為明顯4波型，按Wagner (1977 b) 分析，極區低壓發展，高緯度阻塞系統四個月來首次減弱，太平洋區西風帶稍南移且比正常為強。700 mb 及 500 mb 月平均及其距平圖顯示北太平洋高壓西移，已不若3月之發展；100mb 高壓中心繼續維持於海南島附近。綜合上述分析，4月份太平洋高壓帶西移，勢力雖雄厚但已不若3月之極盛，由於極區低壓發展，高緯度阻塞系統減弱，中緯度西風帶南移加強，通過 120°E 之高空槽線較3月明顯化，印度西南季風增強，引入潮濕西南氣流，臺灣附近低氣壓活躍已比3月明顯，當其自華南移入臺灣地區時所伴隨雨區比3月者為廣泛，高壓帶制約作用稍減弱，在6次天氣系統通過時，或多或少為新竹以北地區帶來降水，惟臺灣低氣壓之發展仍受限制，未能帶來適足雨量，乾旱雖持續但比3月緩和。

5月份環流形勢，因15日前為乾旱後期，15日後為顯著活躍的梅雨期，月平均地面圖顯示太平洋高壓中心東退至 145°W 正常位置，日本海附近有高壓正距平區出現，亞洲熱低壓自印度北上引入旺盛的西南氣流；700 mb 平均槽西移至 110—120°E，均為典型之梅雨形態。5月初起，西南季風增強，北部及中部山區午後偶有雷陣雨出現，10日滯留鋒已在北部海面徘徊，太平洋高壓東退，15日終於真正入梅，結束長達三個月持續乾旱。

四、乾旱期間臺灣地區探空曲線之分析

從上節大氣環流分析得知，廣大太平洋地區乾旱期間地面至平流底層溫度與高度皆為正距平，臺灣地區之對應情況，則可從臺北、桃園、東港、馬公月平均探空曲線之垂直結構以予分析。

桃園、東港、馬公之 NORMAL 值為就空軍氣象聯隊 1962—1976 年資料平均所得，臺北則取最近十年平均。圖7為東港 1977 年1月至5月地面至 100 mb 高度與溫度距平剖面圖，高度距平顯示，1月對流底層仍有負距平，此乃較頻繁鋒面與低壓通過臺灣地區所致，對流中層以上則全屬正距平，但2月以後各層均為正距平所控制，至3月

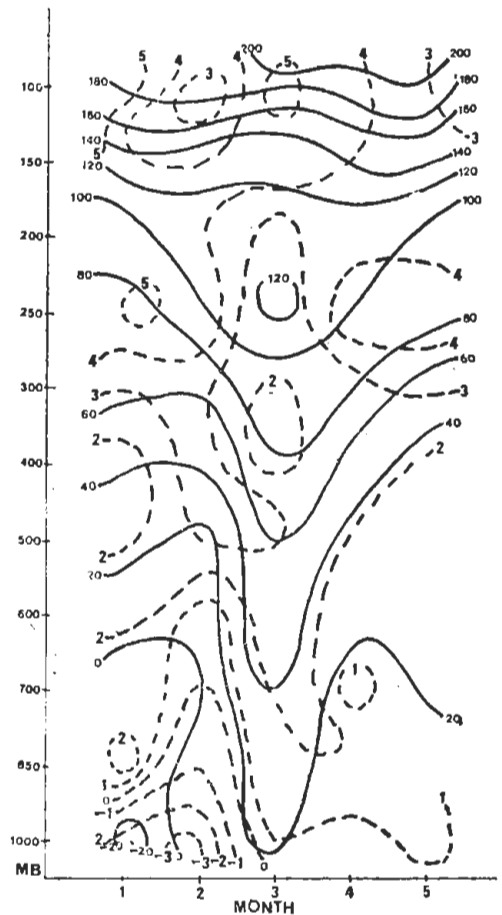


圖 7. 東港 1977 年 1-5 月溫度與高度距平剖面圖。
實線：高度距平(G.P.M)虛線：溫度距平(°C)
Fig. 7. The vertical distribution of height (solid line) and temperature (dot line) anomalies at Tungkang from January to May 1977.

達其最大值，此時正是太平洋高壓發展西伸鼎盛期。溫度距平方面，除1、2月對流底層因幾次較強烈寒流造成負距平外全屬正距平；1-2月最大增溫層出現於250-300 mb，以後最大增溫層逐漸下降，3月達500 mb，此為強盛副熱帶高壓帶下沉增溫之表現，4月以後對流中層以上雖有較強增溫層重新建立，但對流中層以下仍可分辨4月於850 mb，5月於1000 mb其增溫值仍為各月之冠。東港溫度與高度距平相互配合，且接近乾旱最嚴重之西南部地區，其探空曲線代表性更深具其意義。圖8為臺北高度與溫度距平剖面圖，高度距平顯示，3月為正距平之最盛期，推至250 mb左右即達其高峯，正距平值比東港小；此乃mT氣團

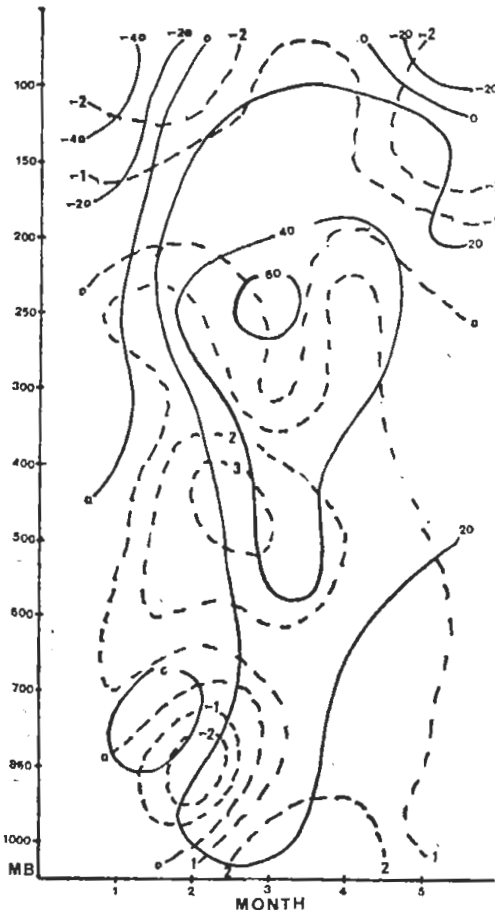


圖 8. 臺北 1977 年 1-5 月溫度與高度距平剖面圖。
實線：高度距平 (G. P. M.)
虛線：溫度距平 ($^{\circ}\text{C}$)。
Fig. 8. Same as fig. 7 for Taipei.

自較低緯度北上，東港首當太平洋高壓帶勢力影響。至於臺北溫度距平，對流底層2月前因受寒流侵襲而呈負距平，正距平至3-4月達其高峯，最大增溫層逐月下降趨勢仍可看出。由於高度和溫度正距平未能深達200 mb以上，北部地區乾旱自然不如西南部地區嚴重。

乾早期間大氣層穩定度情況，可分析位溫 (θ) 及相當位溫 (θ_e) 之垂直分布。

圖9為東港本年及 NORMAL 情況 θ_e 之垂直變化，2月由於 cPk 氣團尚能影響至臺灣南部， θ_e 之最小值出現於接近地面層， θ_e 隨高度上

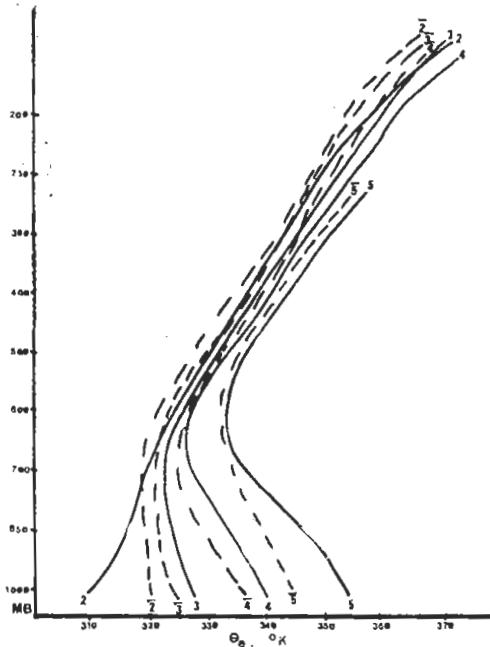


圖 9. 東港1977年2月至5月 θ_e 之垂直分布與平均值之比較。實線：1977年，虛線：平均值。
Fig. 9. The vertical profile of θ_e at Tungkang from February to May 1977 (Solid line) compare to its NORMAL value (dot line)

昇而增加，空氣屬穩定；3月至5月，不論 NORMAL 或本年皆顯示熱帶海洋空氣之秉性，即 θ_e 值自地面隨高度上升而減小，至700至500 mb 層達最小值後再隨高度而增加。惟本年 θ_e 值均比 NORMAL 值為大， θ_e 值在對流底層 slope 較小，但至對流中層以上時 slope 增大，意即在對流中層屬於穩定空氣層，此為受擾動 (disturb) 空氣層釋放其不穩定度 (release instability) 而

趨於穩定之結果。進一步分析東港混合比之月距平，2至4月於700及600 mb之混合比皆減小，隱意為雖低層水汽或比平均值增加，然當空氣上升至700 mb左右穩定層，水汽含量因空氣下沉增溫而迅速蒸發，混合比隨即降低，擾動空氣釋放其不穩定度而趨向穩定，終未能達500 mb以上而達成雲致雨，南部地區之乾旱於焉形成。

圖 10 為臺北本年1月至5月 θ 隨高度之變化圖，雖未有600 mb之資料，仍可確認700—500 mb間各月之 θ 線均十分密集，意即對流中下層為穩定空氣層。進一步分析臺北 θ 線隨高度增加率之距平，亦發現2至4月於700至500 mb均比平均

值增加為大，更可確定700—500 mb穩定空氣層之形成，為北部地區促成少雨因素之一。

圖 11 及 12 分別為東港 NORMAL 及本年1至5月風場垂直分布圖。本年底層東風自1月起首先出現於850 mb，2至3月更深達700 mb，東風層增厚顯示太平洋高壓脊線西伸入侵臺灣地區，且以3月為最顯著；乾旱期內對流中層以上西風減小，顯示高壓脊線伸展至中高層其東風分向量貢獻所致。1月時300 mb以上西風比平均值為強，最大西風層之增強與高度提昇更顯示 Hadley 環流加強。

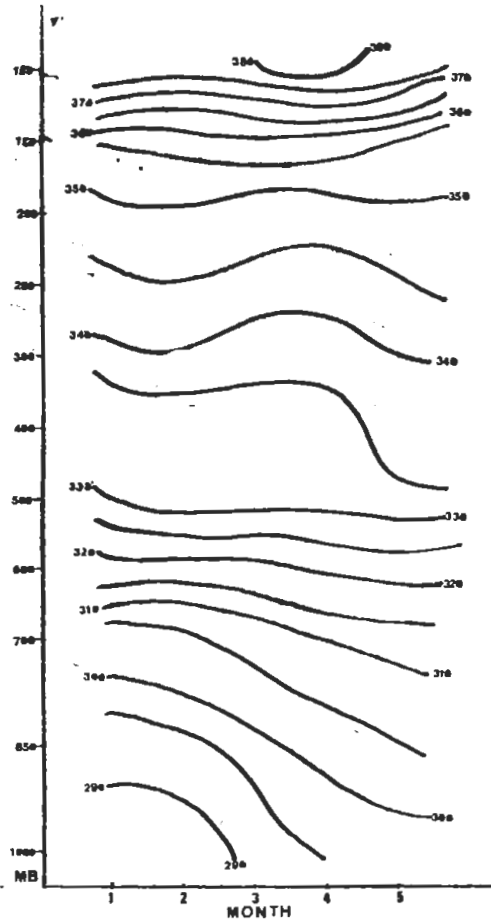


圖 10. 臺北 1977 年1月至5月 θ 線之垂直分布圖
Fig. 10. The vertical distribution of θ at Taipei from Jan. to May 1977.

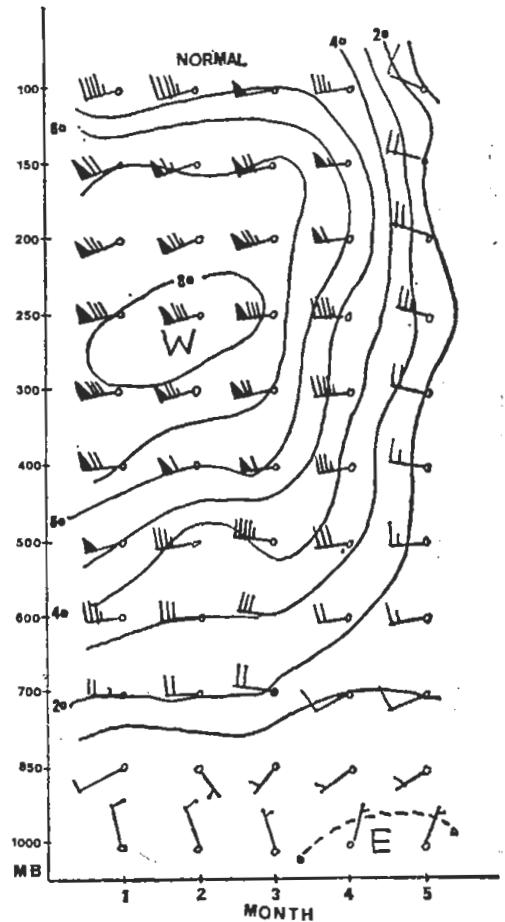


圖 11. 東港 1 月至 5 月之平均風場分布圖。

Fig. 11. The normal wind distribution for Tungkang from Jan. to May.

至於北部地區風場變化，以桃園 3 月為例，列於表二說明。

表二、桃園 NORMAL 與 1977 年 3 月風場之垂直變化，單位 °/kts.

Table 2. The vertical wind profile in March 1977 at Taoyuan and compare with its normal.

時間 \ MB	1000	850	700	600	500	400	300	250	200	150	100
NORMAL 3月	65/7	213/7	257/24	263/34	264/47	261/67	260/93	261/102	256/104	256/95	258/67
1977 年 3 月	58/6	243/5	262/17	267/41	264/42	261/51	262/61	261/64	258/70	255/64	262/52

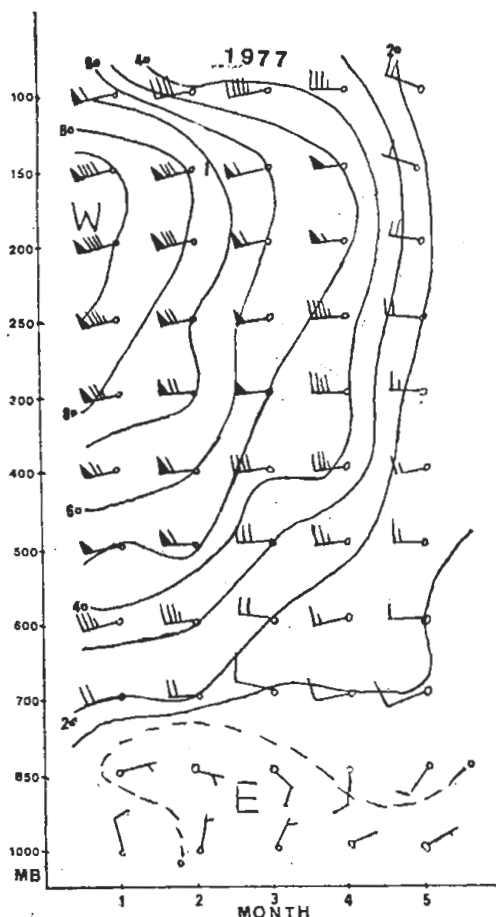


圖 12. 東港 1977 年 1 月至 5 月之風場分布圖

Fig. 12 Same as fig. 11 for 1977 case.

雖然 3 月為太平洋高壓脊線西伸鼎盛期，桃園低層東風增強仍不明顯，500 mb 以上西風減弱則逐漸顯著，最強風速帶約在 200 mb 附近，西風約比平均值減弱 1/3。

太平洋高壓脊線提早發展西伸入侵臺灣地區，於對流中低層形成穩定空氣層並造成水汽含量銳減，實為構成乾旱之主要因素。200 mb 以上西風之增強並伴隨最大風速層之提高，加上高層增溫之出現實為乾旱之先聲，當最大增溫層下降至對流中層則為乾旱鼎盛期，可作爾後長期乾旱判斷之參考。

五、乾早期內西太平洋地區海水溫度特性

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，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 $24 \times 10^{-6} \text{ Wm}^{-2}$ ($\frac{1}{2}$ 長波輻射量) 則將對大氣環流有明顯之轉變。一般以經驗統計方式說明海水溫度與大氣環流變化及對大氣之影響，如 Namias (1976) 統計 26 年資料，發現北太平洋夏季海水溫度與秋季之阿留申氣壓有良好負相關存在。Ratcliffe 等 (1970) 發現 Newfoundland 南方大西洋海溫低降與次月西歐及北歐阻塞環流系統有良好正相關。海溫異常以改變大氣環流定性上已被認定，惟定量探討仍較缺乏，至於海水與空氣間交互作用 (air-sea interaction) 及回饋過程 (feed-back process) 之時間和空間尺度也僅作推測估計，一般而言，廣大海面影響空氣其遲延時間比空氣影響海水為短。

本年乾早期間大氣環流既有明顯改變，吾人推想海水溫度可能扮演重要角色；由於海溫改變較遲緩而有持續性，若能尋出其變動之徵兆，在長期乾旱預報上必有裨益。

根據基隆水產試驗所觀測臺灣附近測站月平均

水溫(民國 56 至 66 年), 依此求得本年乾早期間海水溫度距平, 如表三所示:

1 月及 2 月在臺灣北部和澎湖地區有低水溫出現, 但東部廣大地區水溫已偏高, 迨至 3 月, 全省附近水面均屬暖水域, 尤其東北部及臺灣海峽地區增溫最厲害, 4 月全省維持高水溫期, 5 月因梅雨

影響, 高水溫情況已緩和。由於測站接近陸地, 水溫易受大氣影響, 水溫和氣溫距平類型相似, 加以東部水溫最大正距平遲延至 4 月, 推測此為隣近陸地水面對大氣之反應 (response), 意即 air-sea interaction 之方向為由大氣向海面。

表三 1977 年 1-5 月海水溫度距平, 單位 °C。

Table 3. Sea surface temperature anomaly around Taiwan area through January to May 1977. Units in °C.

測站 距平 月	彭佳嶼	鼻頭角	北方澳	花 蓮	新 港	綠 島	鵝鑾鼻	琉 球	七 美	吉 貝	竹 園	富貴角	基 隆
1	-0.3	-1.2	2.1	0.5	0.4	0.3	0.7	0.7	-1.8	-3.4	-0.4	0.4	0.6
2	0.0	0.4	1.8	0.6	0.3	0.2	0.6	1.1	-1.7	-5.1	-0.8	0.8	0.3
3	1.4	1.9	1.6	0.3	0.5	0.1	1.1	0.4	1.3	4.2	1.6	2.9	1.8
4	0.6	3.1	1.5	0.3	2.4	1.8	2.1	0.7	1.8	1.1	2.5	2.4	1.2
5	0.2	2.1	0.8	-0.9	0.7	0.6	0.7	0.0	0.8	0.8	0.7	2.0	0.7

進一步分析日本氣象廳所發布西太平洋旬海水溫度, 並以 1956 至 70 年月平均值為標準, 繪

製本年 1 至 4 月月平均海水溫度距平圖如圖 13 至 16。



圖 13. 1977 年 1 月西太平洋水溫距平圖, 單位 °C。

圖 14. 1977 年 2 月西太平洋水溫距平圖, 單位 °C。

Fig. 13 The sea surface temperature anomaly (in °C) for January 1977; Fig. 14 same as fig. 13 for Feb.

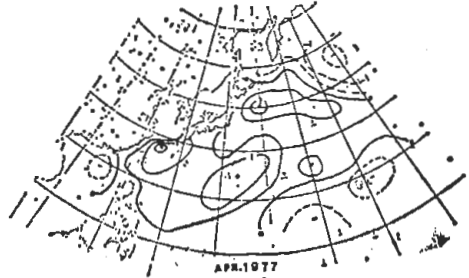
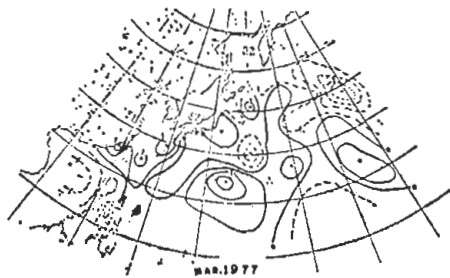


圖 15. 1977 年 3 月西太平洋水溫距平圖, 單位 °C。

圖 16. 1977 年 4 月西太平洋水溫距平圖, 單位 °C。

Fig. 15. Same as fig. 13 for March. Fig. 16. Same as fig. 13 for April.

1月水溫距平分析顯示，於 20 至 25°N，130°E 以東至 180° 廣大水域均為正距平區，尤其接近中太平洋水溫偏高愈明顯，惟臺灣附近及 30°N 以北地區水溫仍偏低。2月水溫距平型式大致與 1月相仿，但 15 至 25°N 之 135 至 150°E 間水溫正距平區擴張且增強。至 3月臺灣地區附近水溫已轉為顯著正距平，25°N，145°E 附近水溫正距平更加顯著，最大水溫正距平區北移，菲律賓東方海面高水溫已比 2月減弱，150°E 以東負距平則明顯化。迨至 4月水溫正距平區向北伸展至 40°N，除 155°E 以東之 20°N 以南和 40°N 以北為負距平區外，廣大西太平洋水域均為正距平所控制。

綜合以上分析，25°N 附近之持續海水增溫及水溫正距平帶北移為本期特色，尤其小笠原羣島附近顯著水溫正距平為本乾旱期最大特徵。高水溫區之北移、增強顯然與太平洋及小笠原副熱帶高壓勢力消長有關聯。

接近中太平洋地區 1月起海水增暖與正距平區逐漸北移，使高水溫之下游地區，因溫度暖平流作用，適宜於高氣壓發展，而且海水增暖亦比高壓發展為早，至 3月太平洋高壓中心西移至 150°W 附近並極度發展，此與 Bjerknes (1969) 及 Rowntree (1972) 所述者相吻合。

再就海水空氣間交互作用分析小笠原羣島附近持續高水溫與大氣環流之關係。由於 20—30°N 西太平洋海溫平均比東太平洋高 5—6°C (Bjerknes, 1969)，當高氣壓自中國大陸移出，歷經水面因拖拉係數 (drag coefficient) 減小，當其抵達此高溫水面時，因高溫海面往大氣之垂直熱量傳送，使得增暖區迅速由低層擴展至高層，高氣壓行經附近水域易獲得增強與擴展，終和東太平洋發展西伸之高壓聯成橫跨太平洋高壓走廊帶延伸至臺灣附近地區。

推論自 1月起西太平洋低緯度持續海水增溫導至太平洋高壓提早且極度增強，勢力逐漸向上伸展造成高空槽線淺化，於此高壓帶籠罩下，空氣下沉增暖，中下對流層之穩定空氣使得水汽含量銳減，並且壓制對流性雨之產生。復加亞洲地區高壓源地西偏，高壓路徑偏南，抵達臺灣上空之氣流常屬乾燥穩定的極地大陸或其變性氣團，成雲致雨機會更

形減少。

乾旱與臺灣東方洋面上海水增溫推測有連帶相關，若能掌握持續高水溫期之出現，對於乾旱長期預測必有幫助。然而主宰大規模水溫變化之成因，至今仍有不同解說，例如 Bjerknes (1966) 認為中及東太平洋赤道東風減弱造成赤道湧升流停止，將可形成赤道洋面之水溫增高。Bjerknes (1969) 推論南半球信風之減弱與此湧升流之減弱有關，即與 Walker's Southern Oscillation 有密切相關。此外如 Lumb (1972)，Bell (1977) 研究太陽黑子數認為可以影響大規模地區海水溫度及雨量之變化，但其物理過程仍不十分清楚。

六、結論與今後研究目標

分析 1977 年春季臺灣地區之乾旱，初步推論乃由於臺灣東方廣大洋面持續海水增溫造成太平洋副熱帶高壓提早發展西伸，使臺灣附近地區氣壓與高度普遍升高，既壓制臺灣低壓發展，並造成鋒面系統北偏及不明顯化。復以亞洲地區高壓源地偏西，高壓路徑偏南，使抵達臺灣上空空氣較乾燥，強烈下沉增溫形成對流中下層穩定空氣，成雲致雨機會稀少，蔚成春季長期乾旱。

由於僅就一年個例分析作推論，今後必須廣尋不同乾旱個例，綜合分析不同乾旱形成過程，及其與大氣環流關係。至於海水溫度研究至少必須擴展至全北太平洋及赤道地區，且將資料延長至乾旱形成前三個月至半年，並尋求海溫顯著變化區，以相關係數圖方式確定主宰臺灣地區乾旱之有意義海溫變化區。進一步從不同乾旱影響因素，如 500mb 太平洋平均槽線位置，平流層高低壓中心等加以定量分析，嘗試將這些因素以復迴歸方程式聯合起來，倘若尋得之因素對乾旱形成有遲延相關存在，則對乾旱長期預報必有學術上之突破。更具經濟上輝煌效果。

七、致謝

本文研究期間承蒙臺大陳泰然博士予以多次悉心指導與鼓勵，並作極有價值討論，謹此致謝，中央氣象局陳清得先生協助計算探空資料，空軍氣象中心應允借用 15 年探空資料一併誌謝。

八、參考文獻

- 王博義 (1975): 冬季臺灣氣旋形成與發展之研究。中國文化學院地學研究所研究報告第二集, 129—171頁。
- 吳宗堯、陳正改 (1977): 臺灣(北部)地區豪雨特性之分析, 臺大水工試驗所「暴雨對環境之影響」研究討論文集, 69—115頁。
- 尾崎康一 (1972): 西日本の干ばつとその予報, 日本氣象廳季節予報指針下卷, 357—375頁。
- 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.
- Bjerknes, J. (1966): A possible response of the atmospheric Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature. *Tellus* XVIII. NO. 4. pp 820-829.
- Bjerknes, J. (1969): Atmospheric teleconnection from the equatorial Pacific. *M. W. R.* Vol 97. No. 2. pp 163-172.
- Dickeon, R. R. (1977 a): Weather. and circulation of February 1977. *M. W. R.* Vol 105. pp 684-689.
- Dickson, R. R. (1977 b): Weather and circulation of May 1977. *M. W. R.* Vol 105 pp 1075-1030.
- Lumb. F. E. (1972): Rainfall at Machakos KENYA 1896-1971 and the solar cycle *Weather* Vol 26. NO. 6 pp 333-335.
- Namias, J. (1976): Negative Ocean-Air Feedback Systems Over the North Pacific in the Transition from Warm to Cold Seasons. *M. W. R.* Vol 104. pp 1107-1121.
- Ratcliffe. R. A. S. and Murray, R. (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.
- 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.
- 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.
- Taubensee, R. E. (1977): Weather and circulation of March 1977. *M. W. R.* Vol 105. pp 793-799.
- Wagner, A. J. (1977 a): Weather and circulation of January 1977. *M. W. R.* Vol 105. pp 553-560.
- Wagner, A. J. (1977 b): Weather and circulation of April 1977. *M. W. R.* Vol 105. pp 933-939.

A Study of Drought over Taiwan Area before Baiu Season

Ming-Sen Lin and Chin-Wen Chen

Central Weather Bureau

Abstract

The severe drought over central and southern Taiwan area from February to April 1977 is identified by deficient in rain days and precipitation. The rain day deficiency reached -50% in Feb. for central Taiwan and increased to -100% in March for southern Taiwan, and the precipitation deficiency ranged from -75% to -100% during this period for most of the central and southern part of Taiwan.

The initiation and maintenance of the drought are due to the persistence of warming sea surface temperature over the western Pacific high pressure region to an extreme development and westward expansion. The positive anomalies of pressure and height in Taiwan area and its vicinity suppress the development of a Taiwan low and also force the frontal system to high pass northward. The origin of the high pressure center moves westward which causes the track of high pressure to pass through the arid area of central China.

The strong subsident warming of the dominant high pressure system during the drought season maintains a stable layer at 700-500 mb which decreases the condensation and rainfall until the onset of Baiu season in mid-May.