

# 近年來國內乾旱研究之評介

王 博 義

中 央 氣 象 局

## 一、前 言

自從一九七二年開始，全球很多地區遭到惡劣氣候災害。那一年雨量的稀少，使蘇俄小麥嚴重歉收，不能不向美國購買大量大麥；非洲撒哈拉地區也發生嚴重乾旱；印度及亞洲大陸大部份地區，也未出現雨季。在一九七六年十二月，澳洲南部、英國、西歐、美國的南部科達州、北科達州以及加州海岸及印度南端有持續性的乾旱，熱浪襲擊上述各地的農業區，造成很大損失。同年像巴基斯坦的東北部、墨西哥和菲律賓等地不僅雨勢洶湧，還發生洪水為患之災。全球氣候有逐漸轉變中之趨勢。

台灣地區去年（一九七七）三月裡特別乾旱，今年三月份雨水則顯著增加，類似如此異常性的氣象，容易帶來自然災害。當季節與季節，年與年氣候的顯著性變化，對於糧食的產量及其供應將有重大影響，促使經濟發生擾動，故近年來氣象災害之研究，在應用科學範圍內引起被重視。

乾旱在農業、經濟、水文之定義下，因用途不同而異。所謂氣象乾旱（Meteorological Drought）是氣象災害（Meteorological Disasters）的一種，源自氣候異常，雨水失調之大氣自然現象。有關乾旱的研究，可促進如何利用氣象資料之計畫土地利用及在農業上的經營，而實施氣候水利之管理灌溉方法，或工業用水之經理，以求水資源控制之需要。本文介紹近年來國內學者關於乾旱研究之綜合說明。

就台灣地區之氣候而論，以竹南、嘉南及恆春等西南部沿海平原，均存有全區性缺水乾旱期之可能，則以嘉南水利會不能及時供水，雖農民有空地而無地下水源設備者，無法適時下種；雖有曾文水庫貯水，但不能滿足農民需水要求。配合目前政府從事專業區的開發，則以未雨綢繆之計，仍有必要研究氣象災害的乾旱問題。

## 二、乾旱之定義

(一)根據 J. W. Smith：“Agriculture Meteorology”中解釋：在某一時期，因雨水之不足，而使作物不能生長與成熟，由於缺乏水分和土壤乾燥而發生之災害者，為乾旱（Drought）。但乾旱乃視一年中發生之季節不同，對某些作物，均有其不同之影響。又乾旱中如溫度、風力和日照蒸發量等氣象因子，對土壤之溫度，與不同作物之生長，均有密切關係（劉，1963）。

在美國，認為一個月中，凡任何廿四小時內之降水量，均未超過 0.25 英吋者稱為乾旱。在蘇俄，訂在十日之中，其總降水量未超過 5 公厘（即 0.2 英吋）者，即為乾旱。

台灣省氣象所訂為凡二十日以上連續無可量之降水紀錄者，為之乾旱。

(二)英國「不列顛雨量」（British Rainfall）一書，自一八八七年即已介紹乾期、部份乾期及絕對乾期定義的解釋：乾期（Dry Spell）須至少連續五日沒有下雨；部份乾期（Patial Dry Spell）須至少連續二十九日而其平均雨量在 0.25 公厘以下；絕對乾期（Absolute Dry Spell）須連續十五日其間無一日之雨量超過 0.25 公厘者。

(三)按照 Rolph E. Huschke：“Glossary of Meteorology”中的解釋：乾旱（Drought）一詞，是指一段相當長久之不正常乾燥天氣時期，其缺水足使受影響區內產生嚴重之水量不平衡者（即農作物受災害，給水短缺者）。

乾旱與乾期不同。乾期乃泛指一小段不正常的乾燥天氣期間，用於乾旱區域狹小，且較不甚嚴重之情況下。在美國，乾期僅用於一、二星期內，無可量之降水紀錄；在英國，則解釋為十五天之內無一日之雨量超過 0.04 英吋（即 1 公厘）以上者。

## 三、台灣地區之乾旱

台灣乾旱之地域分佈極為顯著，僅限於苗栗縣以

南，迄於枋山附近之台灣西部平原及山地之一部份（廖，1960）。廖氏（1960）稱清水以南至枋山間之沿海平原一帶，平均每二年發生一次50日無雨之乾旱。而其東方丘陵地帶，則平均每約五年發生一次。更至東方之較高山地則無乾旱現象。以台南、高雄、屏東三縣有100日以上之大乾旱發生次數較多；而嘉義、南投、台中各縣次之。除上述以外地區較少如此大乾旱現象。大乾旱年變化趨勢大略為每二至三年發生一次。

一九四五年以前乾旱最長者為旗山之194日，係發生於一九一九年十月十四日至一九二〇年四月二十五日之間。其間僅有微雨2公厘，而於台南之自一九四五年十月四日至一九四五年五月十二日之間乾旱達192日為其次，其間雨量僅10.8公厘（廖，1960）。台南自一九六二年九月二十二日開始乾旱，至一九六五年五月二十五日，乾旱期日數246日，其中八天降過微雨，雨量18公厘（鄭，1963）。

鄭氏（1960）觀察台灣中南部地區乾旱期發生之次數以冬季多於夏季，以一般而言南部多於中部。認為在夏季台灣中南部發生絕對乾期時則將招致乾旱災害，反之夏季發生絕對濕期時則易招致水災。即凡氣候變率愈大的地區氣象災害更易於發生。

廖氏（1960）指出如果水稻受旱災，不僅減少產量，有時米粒可變為茶黃色。旱災之發生與地勢有密切之關係，通常丘陵地帶較容易受旱災，而低濕地帶乾旱時反而可增加產量。又旱災之損失程度與土壤亦有相關，乾旱特別顯著時，黏質土壤之田地比砂質土壤之田地損失反而增大。又使用有機質肥料之田地，其土壤有保水力，故旱災較小。台灣最易受旱災之田地是無灌溉水源之「看天田」。海埔新生地或較高山地旱拓田地，若缺乏土壤水分常引起海水滲透而發生之鹽水災害。乾旱時期湖泊或池塘之枯水對於養殖業之損失亦相當大，有時因水中鹽分增加以致淡水魚或貝類產量減少。

近年來台灣之水利灌溉措施逐漸加強，設備逐漸充實。故對於旱災之預防最重要是灌溉系統之完善。同時對於乾旱時常發生之病蟲災害，取適當有效之防範，即可以減輕其災害。

#### 四、乾旱期之特性

乾旱發生的嚴重性，則視乾期之長短與乾旱地區範圍大小而定。王氏（1976）選擇乾旱期（Drought Period）：以平均候雨不足10公厘者，為早期開始；平均候雨超出10公厘時為早期終止。絕對乾旱期（Absolute Drought Period）是劃定乾旱期近似無降水連續日數達三十日或以上者。用來分析乾旱形成及其強度上之比較。若乾旱期延續達三十日以上時之絕對乾旱期，即可稱為劇烈乾旱現象。

台灣地區之中央山脈，南北縱貫，其走向與盛行東北或西南季風斜交，形成了西南部與東北角氣候的季節懸殊。台灣山地雨量多於平地，東岸多於西岸。設以每候（五日）平均雨量劃分之乾旱期及絕對乾旱期，全年四季中台灣各地均有可能發生乾旱期，平均每年西南部將有一至二次較長（ $\geq 30$ 日）之連續乾旱現象，尤以西南部（台中及台南為例）沿海平原有絕對乾旱期（ $\geq 60$ 日）之出現，台南每年平均有一次機會，多數在冬半年內發生，以九月中旬開始，至翌年三月底或長至五月底止。當秋末冬初沒有侵襲颱風發生時，乾旱開始；當翌年「台灣梅雨」發生時，乾旱停止。夏半年之乾旱連續時間較短（ $\leq 30$ 日），主要因為陣雨（雷陣雨）或颱風帶來及時雨，解除絕對乾旱期之出現（王，1976）。

根據近年來國內乾旱文獻報告，關於台灣乾旱之研究，大致分成四類：(一)乾旱分析（廖，1960；鄭，1960；劉，1968；魏1968；王，1976）；(二)乾旱形成和預報（魏1968；王，1976）；(三)乾旱的機率分配及迴歸週期（廖，1960；王，1973）；(四)乾旱防範措施（廖，1960）。

台灣地區因地形因素，冬季西南部地區，來自北方的東北季風氣流受中央山脈阻擋，位於背風面，空氣中水汽已於迎風面降水而劇減，且因氣流過山後有沉降作用，穩定度增加，致西南部地區冬季少雨；夏季由於受中緯度地帶反氣旋異常發展時，高壓楔端向北籠罩至華中地域，東南風甚強沿伸至中國東南沿海，降雨帶移至黃河，同時高空盛行西風帶在北緯35度度以北，使北緯25度台灣附近上空盤踞有較強高氣壓圈核心之下沉作用，氣溫高且乾燥少雨。

其次，當「台灣梅雨」不顯著或不發生時，即容

易有乾旱現象。若夏季中沒有侵襲到台灣的颱風，也均有利於台灣局部地區乾旱之發生。

台灣地區最乾旱部份是在西海岸，年雨量只有 100 至 150 公厘。乃是因地形上位於雨影地帶，東北季風或西南季風時，降水區無法抵達造成經常性少量雨量。

綜合形成台灣地區乾旱之氣象因素有下列五個（魏，1968；王，1976；林，1978）。

(一) 秋末冬初沒有「台灣秋颶，或颶風在東經 126 度以東轉向北進，台灣地區呈自北向南之氣流輻散區域。

(二) 地面大陸高氣壓系統向南入侵南海，台灣上空西北氣流旺盛，呈「台灣東方主槽」且滯留時。

(三) 太平洋反氣旋異常發展，滯留在黃河流域徘徊，高壓脊線平均位在北緯 28 度以北，主軸為東西方橫向。

(四) 連續大陸移動性高氣壓位於較低緯度 ( $\leq 32^\circ N$ ) 之中國東海區，主軸為南北方縱向。

(五) 西藏高原冬春季高壓之異常發展，東伸或太平洋高壓之提早發展西伸所致。

## 五、乾旱期之預報

乾旱期在長期預報上困難預測，目前在統計方法上，可以得到某乾旱期的估計時間長度。若利用天氣圖分析乾旱之特性，再以掌握其形成原因的氣象物理基礎，並藉助於預報機率指出乾旱持續性在相同或較高較低的水平 (Level) 機率，尚可作為乾旱預測之根據，緩和乾旱的措施就能發揮作用。因此關於天氣圖上相關域之(一)長波主槽之分佈；(二)台灣梅雨之起止；(三)颶風之轉向；(四)北半球大氣活動中心及其大氣環流之變動等，均有助於乾旱形成的認識和瞭解（王，1976）。

目前偏重研究對於大氣活動中心及其環流之變動，已討論到乾旱期台灣附近地區各層次高度均有顯著正距平，且海水溫度亦有顯著增溫，並認為乾旱之發生與太陽黑子有密切相關（林，1978），絕大多數發生於太陽黑子最少年或次一年，並顯示有 10 至 11 年及 17 年之兩種週期。

魏氏（1968）提到在太陽寧靜年，台灣冬季異常少雨。冬季東亞高空主槽平均位於東經  $120^\circ$  度至  $130^\circ$  度間，若此東亞被槽較正常位置東移 10 - 20 個經度，此時孟加拉波槽極衰弱，雖有寒潮爆發其路徑偏向中國大陸西部，台灣冬季雨量仍稀少。若是孟加拉波槽甚發達，中國東南沿海低氣壓出現次數增多，台灣冬季雨量超過正常甚多。

## 六、乾旱和雨季之比較

乾旱與乾季又不同，乾季 (Dry Season) 乃在某種氣候中，該區域每年要重複發生一個月或幾個月份之雨量較少期間。若某種氣候型在一地區之每年同一時期出現最多降水之期達一月或數月者，稱之雨季 (Wet Season)。

乾季常限用於同年溫度較高之地區，該地區之雨量季節變化，為氣候之主要特性者。在熱帶中，乾季普通在北半球之冬季發生。在副熱帶地區，乾季可能發生於夏季 (地中海季候) 或冬季 (季風氣候)。

在正常雨季不足時方能造成氣象災害之乾旱期。

通常三月是台灣氣候交換期，三月份多雨或少雨，直接影響農業經營方面之灌溉問題，農作物收穫量之預估，水庫儲水配合水力發電之需求等。若是三月份雨量之異常變動，可能有助於台灣地區季長期預報之研究，或年氣候分配上梅雨期、颶風期、寒潮及乾旱期的排列和組合。

根據台灣地區一九七七年三月少雨及一九七八年三月多雨之異常氣候變異，調查三月份天氣圖之異同點，比較雨季和乾季之形成，探討台灣地區乾旱或澇濕之特性，幫助解決天災之防範。

比較三月份地面天氣圖少雨模式如圖一；多雨模式如圖二，圖一是一九七七年三月二十四日 00 Z 地面天氣圖，亞洲地區長波主槽位於西伯利亞東部，延伸經日本北海道、琉球南方海面至巴士海峽，低壓中心氣壓值  $\leq 990$  毫巴，大陸高壓中心 1040 毫巴，位居我國華西，高壓脊自西向東伸展至中國東海，台灣地區呈弱東北季風型天氣。圖二是一九七八年三月十二日 00 Z 地面天氣圖，低壓中心氣壓值  $\leq 990$  毫巴，位於日本北海道、經日本南方海面、琉球南方海面至巴士海峽，大陸高壓中心 1941 毫巴位於貝加爾湖之東方，台灣地區呈較強度東北季風型天氣。

比較圖一和圖二異同有三點：一、低壓活動中心一九七七年偏西伸入我國東北北部，相對地高空長波主槽平均位置接近台灣地區上空，台灣地區高層盛行西北向氣流，有下沉作用，冷而乾燥；二、一九七七年高壓中心偏低，隨高層西風帶容易形成移動性高壓，台灣地區上空水汽量仍少；三、圖一香港氣壓值大於那霸，圖二香港氣壓值小於那霸。前者表示台灣週圍氣流場西北風分量盛行，乾燥氣流；後者表示東南風分量盛行，潮濕氣流。

配合圖三一九七八年三月十八日 12 Z 500 毫巴高空天氣圖，遠東地區長波主槽遠離日本本土，台灣地區偏西風盛行，呈東西向緯流高指數型，但風速場最大風速帶（ $\geq 50$  每時理）：北支自黃土高原向長江口速度輻合，氣流秉性乾冷；南支自廣西省向華南沿海擴張亦呈速度輻合，氣流秉性暖濕。南北兩支強風帶在長江口以南匯流，反應在地面天氣圖上因短時間或局部地區差異增溫現象，造成台臺附近波動頻現，雨量亦豐沛，形成今年三月多雨之異常氣象。

研究大氣環流的變化及其與氣候振動的關係，可以作為長期預報的背景，有助於揭示大氣環流及氣候形成的因子。大氣環流的調查工作大致分三類：一、討論較長時期平均氣壓場的變化，以幾十年的平均氣壓差來分析大氣環流的變化，並且經常與同時間內的平均溫度和降水變化聯合起來，來瞭解氣候振動的現象。二、以不同地區氣壓系統的強度和頻率為研究對象。比較相鄰地帶的情況，可以發現氣壓系統路徑的變化，經過一定的組合，亦可歸納成一定環流指示值，用以表示大氣環流的狀態。三、以大氣環流型研究着手討論環流型及其轉換規律的季節性變化（王，1978）。

根據上述原則，由大範圍尺度觀察一九七八年三月份北半球 500 毫巴高度平均天氣圖（圖四），北半球大氣活動中心呈三波型，東經 80 度之巴爾喀什湖南方有低壓，西風槽伸入印度北部，槽前西南氣流引進孟加拉灣之暖濕氣流經西藏高原南端、沿華南沿海地區廣闊雨帶，此時長波主槽位於日本東方海面，部份冷空氣隨大低壓外圍環流之短波，源源不斷地補充至長江口一帶，促使三月份來華南雨區連綿不斷的存在。

雨季和乾季在大氣環流變動中，以 500 毫巴高度距平圖亦有明顯差別。乾季時亞洲區呈北低南高（圖五）；雨季時呈北高南低（圖六）。乾季時大陸高壓中心不僅偏西而且容易形成連續不斷的移動性高壓，雨季時低氣壓帶徘徊於台灣附近，新生氣旋波群沿華南沿海區一波再一波地，在鋒面上形成波動，當台灣附近配合旺盛上升氣流或西風槽前正渦旋平流時，產生明顯鋒面上之「台灣低壓」，伴有雷雨時，雨勢更加強大。

以上雨季和乾季的比較性，有待進一步調查過去累年同月之季節特性，以覓求更實際相關性和客觀的分析。

## 七、結 論

乾旱和大氣環流必有相關關係。台灣地區的乾旱在大氣環流角度看來有四個大因子：一、阿留申低壓的主波槽季節性平均位置；二、極地高壓的強度和路徑；三、西藏高原的地形作用對於氣團變性的影響；四、副熱帶高壓的強度和變動期。

綜合國內乾旱的研究目前仍屬於主觀性去瞭解和認識其成因或特性，若配合大氣環流活動中心相關點或相關域之討論，以及由波動理論作統計分析，可促使有效定量的乾旱分析和預報及其防範。

## 參考文獻

- 廖學鎰，1960：台灣之氣象災害。氣象學報，第六卷第二期，1—29
- 鄭子政，1960：台灣氣候概述。氣象學報，第六卷第三期，1—10
- 劉卓峯，1963：台灣的乾旱。氣象學報，第九卷第三、四期，8—15
- 魏元恒，1963：台灣冬季雨量與極地寒流爆發關係之研究。氣象學報，第十四卷第四期，1—19
- 盧 堅，1963：台灣之乾旱。台銀季刊，第十四卷第四期，56—84
- 劉鴻喜，1965：台灣氣象災害之分析及其對農業之影響。台銀季刊，第十六卷第二期，188—217