

台灣南部地區乾旱之特性分析

陳昭銘 施景峰

中央氣象局 科技中心

摘要

本文以台灣南部乾旱為研究對象，分析 1950-2002 年間南部乾旱之變化特性。分析結果顯示，南部乾旱可分為二種主要類型：全年乾旱型與暖季乾旱型，前者於春雨季（2-4 月）、梅雨季（5-6 月）、颱風季（7-9 月）降雨均明顯減少，後者則於梅雨季與颱風季降雨明顯減少，影響降雨減少的主要機制為環流距平導引風向偏移，而使季節性降雨機制減弱，季節性降雨於是明顯減少。另一方面，垂直運動與大尺度水氣變化則與台灣降雨變化無清楚對應關係。在颱風季，影響降雨減少的主要原因仍是季節性降雨機制，而非颱風。

關鍵詞：乾旱，全年乾旱型，暖季乾旱型

一、前言

台灣自 2001 年 9 月納莉颱風帶來破紀錄暴雨之後，氣候狀態直轉而下，自 2001 年冬起橫跨 2002-2003 年，進入連續的乾旱時期，不論是在春雨季（2-4 月）、梅雨季（5-6 月）、颱風季（7-9 月），季節性降雨均明顯減少，幸賴雷馬遜、娜克莉颱風於 2002 年 7 月帶來及時雨，方使乾涸見底的水庫又重燃生機。而 2003 年九月杜鵑颱風亦重演及時雨的角色將不斷下降的水位起死回生，幫台灣撐過這苦旱的二年。

由上述回顧可知，持續性的季節性降雨不足，應是影響台灣地區乾旱的主因，而可遇不可求的颱風雨，雖可有效解決乾旱，但卻是不穩定的機制。於歷經這兩年的乾旱時期，我們著實應好好回顧與探討台灣地區乾旱的氣候變化特性，及其相關大尺度環境場特色，藉以瞭解造成台灣地區乾

旱的背景為何，如此方能於未來乾旱的相關預報作業方面有所進步，以達未雨綢繆之效果。本文以台灣南部（台南、高雄）之乾旱現象為研究對象，探討 1950~2002 年間南部乾旱案例，分析造成春雨季、梅雨季、颱風季降雨明顯減少的變化特性，並分析大尺度背景場中導致此乾旱的主要因素。

二、台灣南部降雨變化

圖一所示為高雄、台南二站年累積雨量平均值於 1950~2002 年之距平時間序列，其長期氣候平均值為 1676mm，標準差為 471mm，降雨量較長期平均值減少超過一標準差的年份計有 11 年，如表一所例，各主要雨季雨量減少之幅度亦陳列於表一。本文以各主要雨季雨量減少超過 100mm 為標準，將表一中 11 年分為 3 個類別。第一類別為全年乾旱型，即春雨季、梅雨季、颱風季之降雨均減少超過

100mm，如 1963、1964、1971、2002 等 4 年；第二類別為暖季乾旱型，即梅雨季、颱風季之降雨均減少超過 100mm，如 1962、1978、1980、1995、1996 等 5 年；第三類別為颱風季乾旱型，颱風季降雨明顯減少，計有 1965、1993 等 2 年。秋冬季（10~1 月）非南部主要雨季，降雨減少幅度均不大，故不列入分析考慮之中。有鑑於長期持續性乾旱對社會經濟之衝擊程度較為顯著，故本文將針對全年乾旱型與暖季乾旱型進行分析，探討何以南部乾旱狀態會在上述年份中持續如此一段時間。

本文採用合成分析法，依春雨季、梅雨季、颱風季等三季，計算全年乾旱型 4 年、暖季乾旱型 5 年之台灣地區降雨距平之合成平均，結果顯示如圖二。在全年乾旱型方面，春雨季南部雨量減少量較北部為少，因主要降雨機制為伴隨東北風與中緯度南下鋒面，若此降雨機制不明顯，則北部降雨減少量便比南部為高。梅雨季降雨機制為大致涵蓋全島範圍的梅雨鋒面，故南部與北部之降雨減少量大致相當。在颱風季，西南季風為主要季節性降雨機制，而颱風所帶來的雨則常為全島範圍，故影響南部與北部降雨主要變化的機制仍屬西南氣流，因此，若西南氣流帶來的雨水減少，則南部之減少量便較北部為大。在暖季乾旱年方面，春雨季降雨變化量不明顯，而在梅雨季與颱風季，則是南部減少量較北部為大，相當程度反應西南氣流的改變似為此類型南部乾旱的重要因素之一。

三、大尺度環流場

全年乾旱型與暖季乾旱型之大尺

度環境場變化，是否具有明顯的差異，為一值得討論的議題，本節將以合成分析法，探討大氣環流，垂直運動，水氣傳送等環境場變化特性，依全年乾旱型與暖季乾旱型分別討論，再比較二者的異同，期以歸納出不同乾旱類型之成因。

a. 全年乾旱型

合成分析顯示，全年乾旱型之台灣地區水氣變化（以可降水量代表）於春雨季、梅雨季、颱風季均呈現負距平，而區域哈得里環流（120°E）亦在台灣地區呈現連續三季的下沉運動，在水氣不足的環境，外加下沉運動抑制降雨機制，季節性降雨量於是趨向減少。

導致水氣不足與下沉運動的大尺度環境變化方面，SST 距平場於熱帶西太平洋-南海一帶呈現負距平，印度洋區則為正距平，搭配此 SST 變化，850mb 速度位距平場於東太平洋區為輻散區，且朝向熱帶中太平洋區輻合，此輻合中心亦導引熱帶西太平洋-南海地區呈現輻散變化，台灣地區位於南海輻散距平區內，而導引水氣由此往外輻散而使可降水量降低，也導引上層氣流往下聚集，生成下沉運動。

搭配南海區之輻散距平區，850mb 流函數場於台灣西北部形成反氣旋距平，台灣東南部形成氣旋距平，此氣旋-反氣旋距平組合，於春雨季將東北風導引到台灣東部，而非中央山脈西側之西部地區，於是西部地區之降雨明顯減少，但東部地區降雨則無明顯減少（見圖二）。於梅雨季，橫跨台灣西北部的反氣旋距平，不利梅雨鋒面往台灣地區滯留，再則導引東風距平經過台灣，減弱西南氣流之強度，故

西南氣流與梅雨鋒面等季節性降雨機制雙雙減低，於是西部地區之降雨明顯減少。在颱風季，反氣旋距平籠罩在台灣上空，搭配東南方與西北方之氣旋距平，導引南海北上的西南氣流偏移進入中國大陸東岸，而非台灣地區，於是讓西南氣流迎風面的台灣南部地區降雨明顯減少。

b. 暖季乾旱型

與全年乾旱型明顯有所不同，暖季乾旱型台灣地區變化於春雨季、梅雨季、颱風季為趨近於零或正距平變化，而哈得里環流距平在此三季亦無明顯的垂直運動變化，顯現垂直運動或水氣變化應與台灣地區暖季乾旱年的主要成因無關。

在大尺度環流場變化方面，SST 距平於熱帶地區除了東太平洋具有微弱的負距平，在南海鄰近地區亦有微弱負距平，其餘熱帶太平洋區與印度洋區則為正距平，但強度均不強，與全年乾旱型之 SST 距平相比，亦較為微弱。在 SST 距平無明顯東西對比情況之下，850mb 速度位距平於梅雨季、颱風季大致於 140°E 以東呈現輻散距平，距平中心大致於 $180^{\circ}\sim 140^{\circ}\text{W}$ 之間， 140°E 以西則為輻合距平，距平中心大致位於 $60^{\circ}\text{E}\sim 110^{\circ}\text{E}$ 之間，在此熱帶熱源變化之下，850mb 流函數距平以 140°E 為中心，呈現微弱的羅士培波變化結構， $140^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}\text{E}$ 間為反氣旋距平， $140^{\circ}\text{E}\sim 80^{\circ}\text{E}$ 間為氣旋距平，而在北半球，副熱帶與中緯度地區之環流距平則與熱帶地區呈現相反相位，台灣於梅雨季籠罩在反氣旋距平之下，且位於距平中心東側，此反氣旋距平導引東風距平經由台灣，一來減弱西南氣流強度，二來降低梅雨鋒面滯留

台灣之機會，而使降雨減少。在颱風季，台灣亦籠罩在反氣旋距平之下，但位於距平中心西側，此反氣旋距平導引東南風距平吹向台灣東部，再轉向西經由台灣南部，將南海北上的西南氣流導向中國大陸南岸，如此，西南氣流所帶來的水氣便減少傳遞到台灣地區之量，而使降雨減少。從圖二中亦可看出，於暖季乾旱型之合成平均圖中，台灣南部降雨之減少量明顯大於北部與東部，亦即反應西南氣流所帶來的雨水明顯減少，換言之，氣流的減弱或轉向應是台灣地區暖季乾旱年的主要成因。

四、颱風雨變化

於前一節大尺度環流場討論中，我們僅就可能影響季節性降雨機制的因素進行分析，但在颱風季，颱風所帶來的降雨也是影響全年降雨變化的重要因素，因此宜對颱風變化特性作進一步的探討。本文依據陳與汪

(2000) 對颱風雨與季節性降雨之分類，凡是 JTWC 最佳路徑 (best track) 資料顯示，颱風行經台灣鄰近 2.5° 空間範圍之內 (即 $117.5^{\circ}\text{E}\sim 124.5^{\circ}$ ， $19.5^{\circ}\text{N}\sim 27.5^{\circ}\text{N}$)，即定義為侵台颱風，此期間之降雨即定義為颱風雨。陳與范 (2003) 考量颱風過後，常會引發西南氣流帶入豐沛降雨，此雨量之生成亦因颱風而起，故將颱風離開 2.5° 範圍之後三天，亦包含在颱風影響時期之內，期間降雨亦屬颱風雨。

依照上述定義，本文將颱風季之降雨分類為颱風雨與季節性降雨，台南、高雄二站之平均降雨變化於全年乾旱型颱風季為 -58mm 颱風雨，-250mm 季節性降雨，而暖季乾旱型颱風季降雨變化為 -77mm 颱風雨與 -243mm 的季

節性降雨。上述結果清楚顯示，季節性降雨的減少為導致台灣南部於颱風季乾旱的主要因素，此分析結果與春雨季，梅雨季之分析結果相歸納，可總結季節性降雨機制變化為台灣南部乾旱的主要決定因素。

五、總結

本文探討台灣南部乾旱現象之變化特性與主要成因，以台南、高雄二站降雨為分析對象，討論 1950~2002 年間南部乾旱案例之相關特性。分析結果顯示，南部乾旱大致可分為兩種類型：全年乾旱型與暖季乾旱型，前者於春雨季（2-4 月）、梅雨季（5-6 月）、颱風季（7 月）降雨均明顯減少，後者僅於梅雨季、颱風季降雨明顯減少。

合成分析結果顯示，全年乾旱年台灣地區於不同主要降雨季節均籠罩在下沈運動與負水氣距平，而海溫距平導引 850mb 環流場變化，於春雨季將東北季風導偏向台灣東部，而非西部。梅雨季則於台灣西北側生成反氣旋距平，一來降低梅雨鋒面滯留台灣之機會，二來其東風距平將南海之西南氣流導偏朝向中國大陸南岸，颱風季時西南氣流亦受到台灣上空反氣旋距平之阻擋而偏向中國大陸東岸。在此環流風場偏轉情況之下，台灣地區季節性降雨機制減弱，搭配水氣減少，下沈運動之存在，於是使全年偏乾現象發生。

於暖季乾旱型年份中，台灣地區無明顯水氣與垂直運動變化，唯一促使降雨機制減弱者為環流距平導引西南氣流偏西，梅雨季和颱風季均於台灣地區生成東風距平，導引南海西南氣流偏轉朝向中南半島或中國大陸南岸，降低進入台灣之機會，而使季節性降雨減少。

本文亦分析颱風對颱風季降雨變化之影響，分析結果顯示，不論是全年乾旱型或暖季乾旱型，颱風季降雨減少主要成因為季節性降雨減少，而非颱風雨減少。

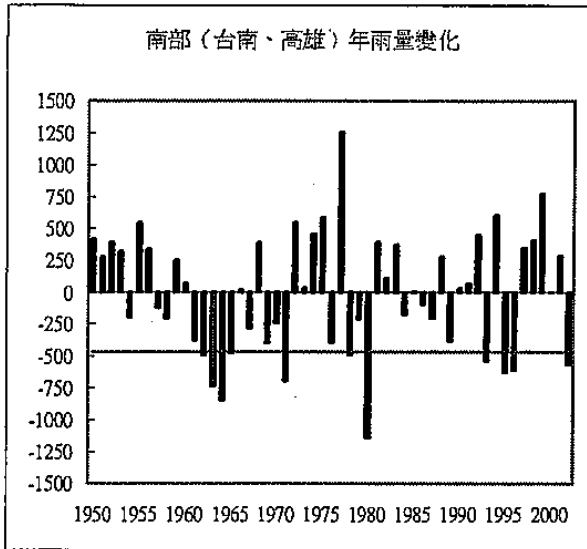
綜合上述分析，我們可推論造成台灣南部地區乾旱的主要成因為季節性降雨機制的減弱，而此機制之變化主要受到環流與風場距平變化之影響，水氣分佈與垂直運動變化則非決定性因素，即使在颱風季，季節性降雨機制變化亦是主導的主要因素，颱風並非是決定性因素。

參考文獻：

- 陳昭銘、汪鳳如，2000：台灣地區降雨之長期變化特性-秋雨之準二十年振盪。大氣科學，28，343-361。
- 陳昭銘、范惠菱，2003：南海夏季降雨年際變化與侵台颱風之關係。大氣科學，31，221-238。

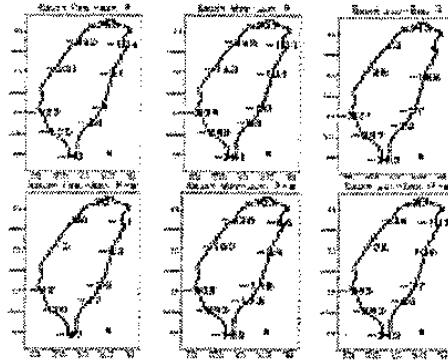
表一：台灣南部乾旱年各主要降雨季節之雨量變化情形(單位：mm)

乾年	年雨量	2-4月 春雨季	5-6月 梅雨季	7-9月 颱風季	12-1月 秋冬季
1963		100			-38
1964		122			-55
1971		118			43
2002		126			-3
1962	-492	-59			-56
1978	-489	77			2
1980	-1136	-36			-19
1995	-625	-68			-64
1996	-606	-8			14
1965	-376		-66	-330	34
1993	-388	10	50	-565	-28



圖一：台灣南部（台南、高雄）平均年累積雨量於 1950-2002 年距平變化時間序列。(單位：mm)

全年乾旱型



暖季乾旱型

圖二：台灣南部乾旱二主要類型於春雨季、梅雨季、颱風季之雨量變化合成分析圖。(單位：mm)