

台灣春雨之長期預報

吳明進

台灣大學大氣科學系

(中華民國八十一年四月二十日收稿；中華民國八十一年七月十日定稿)

摘要

爲了建立台灣春雨長期預報的基礎，研究春雨的年際變化。我們分析台灣春雨在時間和空間分佈的特徵，並以台灣地區二、三、四月的多雨年（溼年）和少雨年（乾年）爲準，分析多雨年和少雨年的北半球500毫巴高度場以及全球海面溫度場。

台灣的春雨在空間分佈上較爲均勻，而在不同的月份則相關並不顯著。二月乾年綜觀環流場的特徵爲亞洲高緯度地區爲負距平而中緯度和副熱帶地區爲正距平，溼年則相反。三月乾年綜觀環流場的特徵爲亞洲向東延伸到北美洲高緯度地區爲負距平而中緯度和副熱帶地區爲正距平，溼年則相反。四月乾年之主要特徵爲中亞到阿拉斯加地區高緯度帶爲負距平，而亞洲的副熱帶和熱帶地區爲正距平。多雨年則從中亞北部向東南延伸到東亞地區爲負距平。以傅氏轉換分析高度場在波數域的特徵，結果發現，能分辨台灣春季乾溼年500毫巴環流特徵的主要在中高緯度平均緯流和超長波，特別是波數1、2和3。二月和三月乾年的海面溫度分佈主要的特徵是北半球多爲正距平而南半球多爲負距平，從印度洋往東延伸的負距平區延伸到台灣附近海面。四月的乾年北半球多爲正值區，南半球除 10°S 以北的太平洋外，皆爲負值區。這些現象的出現，都可以回溯好幾個月，且乾溼年大致相反。由此推論，台灣春季降水的年際變化是全球氣候系統變化的一部份。海面溫度由於有相當的延續性，所以可能成爲台灣春雨預報的一領先指標。

關鍵詞：台灣春雨、年際變化、高度距平、波數域、海面溫度。

一、緒言

台灣地區主要的降雨期間是在2~4月的春雨、5~6月的梅雨，以及夏秋的颱風雨。其年際變化十分不穩定，梅雨季和夏季降水的年際變化的特徵，已有許多的研究。春季的乾旱造成都市用水的不便和影響春耕，過度霪雨又造成農作物的損害。由此可知春雨的長期預報，應該也是大氣科學研究重要的課題。春雨的研究國內有王(1986)、梁等(1985)、李與秦(1983)、以及蔡(1986)等，一般皆以中尺度爲重點或以時間序列的月雨量相關爲主。對於年際變化的特徵、大氣環流機制、以及有關物理因素方面

的研究較少。

林與陳(1979)分析1977年台灣春季乾旱發生的原因時，發現乾旱發生前台灣東方之海面溫度(SST)升高，正的SST距平帶北移，致使副熱帶高壓極端發展，使得地面及高空氣壓場呈現正距平，同時大陸高壓源地偏西，路徑偏南，減少降雨機會。劉(1987)以台北、台中、台南、恆春、花蓮等5個測站的降水爲準，分析台灣地區春季多雨年和少雨年500毫巴高度場和SST距平場發現多雨年和少雨年時，東亞500毫巴距平場的梯度較平常年大，多雨年台灣附近海域爲SST正距平，少雨年則負距平。此二文的結論看似相反，春季多雨和少雨確切的特徵

仍有待進一步探討。

台灣位於東亞季風區，冬夏季的季風都相當明顯，冬季和春季盛行東北季風，春季的降雨主要和鋒面及寒潮有關，降雨的特性，自然和夏季以氣團性雷雨和颱風雨不同。降雨的空間和時間分佈的特徵，影響其多雨或少雨的出現機率。所以本文首先討論春季降水在時間及空間分佈上的特徵。

由於帶來春雨的鋒面和寒潮主要源於台灣地區氣流上游地區之擾動，所以必和大尺度大氣環流的變化有關，所以本文以台灣地區春季各月的降水為準，分析北半球500毫巴環流在春季乾濕年的差異。

首先以乾濕年為準製作北半球500毫巴環流高度場及距平之合成圖，分析大尺度綜觀天氣的差異，其次將北半球500毫巴高度場經傅氏轉換，轉換到沿緯度圈的波數域，從另一個角度來探討乾濕年大氣環流之特徵(Saltzman, 1958; Trenberth, 1980; Reiter and Westhoff, 1981; Knox et al, 1988; Shabbar et al, 1990)。

海洋表面為大氣之主要熱源，海洋表面溫度分佈的變化，影響大氣環流的氣候，過去已有很多文獻提及(Bjerknes, 1969; Ratcliffe and Murray, 1970; Namias, 1976)，此點也經氣候數值模式加以證實(Hoskins and Karoly, 1981; Keshavamurty, 1982; Branstator, 1985a, b)。什麼樣的海洋表面溫度分佈會造成台灣地區春季的多雨和少雨，也是本文所要討論的重點。由於海洋表面溫度具有持續性，所以可以用來做為長期預報的一個領先指標。

二、資料和分析方法

本研究使用的資料有：台灣地區各測站1946年~1990年二至四月的降水量。北半球500毫巴1955~1989二至四月，每日， $18^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{N}$ ， $5^{\circ}\times 4^{\circ}$ 經緯網格高度場資料，以及全球1958~1990， $2^{\circ}\times 2^{\circ}$ 網格月平均海面溫度資料。降水依測站位置和氣候特性劃分為北、中、南、東四區。測站的分佈和分區如圖1所示，等值線顯示台灣的地形，北半球500毫巴高度場資料由Dr. E.C. Kung所提供，該資料原為NMC八角網格資料，經內插成 $5^{\circ}\times 4^{\circ}$ 經緯網格點資料，海面溫度資料主要的來源為COADS。

由於造成春雨的擾動，主要來自較高的緯度，

所以年際變化深受中高緯度的長波的影響。春雨的持續性常常很強，即是因為長波穩定的緣故。為探討長波的特性和春雨的關係，沿用Saltzman (1958)的分析法，即將500毫巴各緯度的高度場，作傅氏轉換到沿緯度圈波數域的坐標上。由振幅和相位角的計算可以得知不同波長的擾動，在各別網格點上的分量，由此可以得知不同波長(波數)的擾動在空間和時間上分佈的特性。

三、台灣地區春季的降水

台灣地區春季的降水不同於夏季，較少豪雨發生，有較多的雨日，特別是北部、東北部雨日更長

彭佳嶼

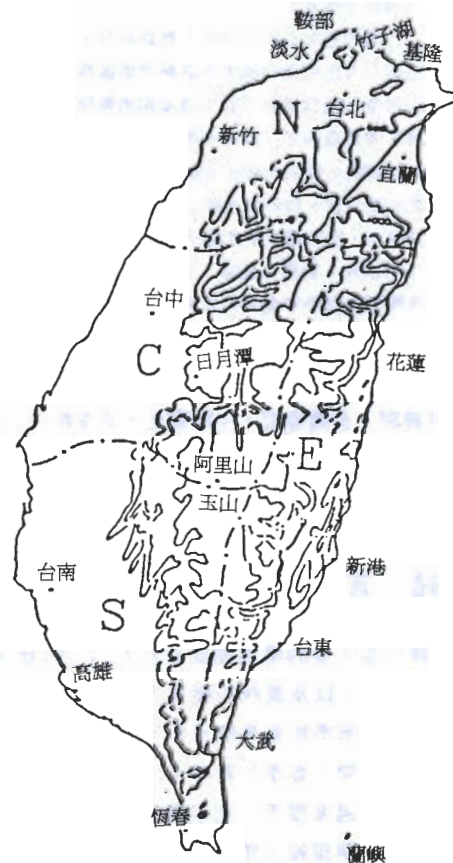


圖1 台灣地區雨量站之分佈圖及分區，圖中N代表北部，C代表中部，S代表南部，E代表東部。

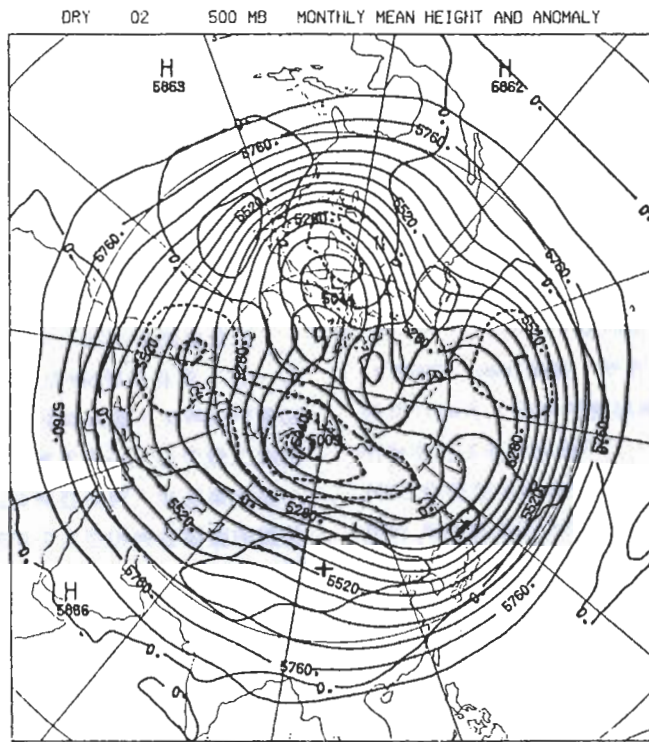
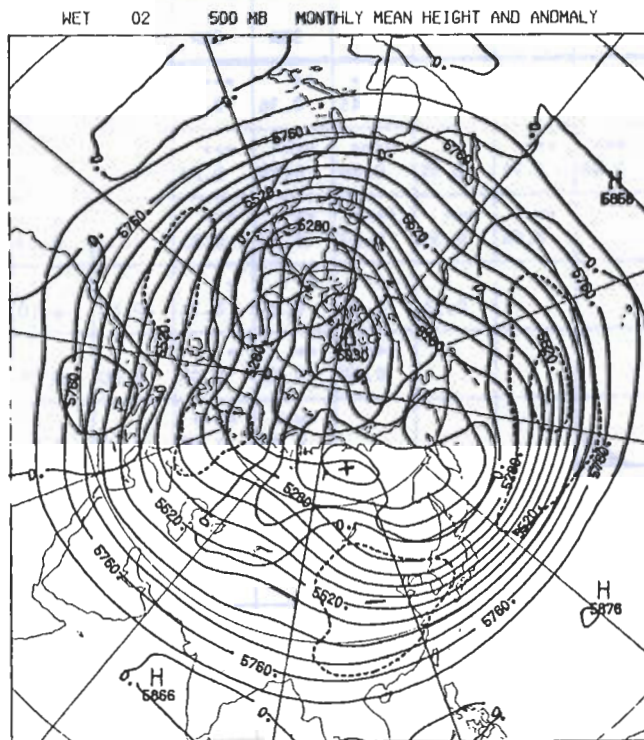


圖2 (a) 台灣西部二月少雨年，北半球500毫巴高度與距平合成圖。



(b) 同圖2(a)，但為二月多雨年。

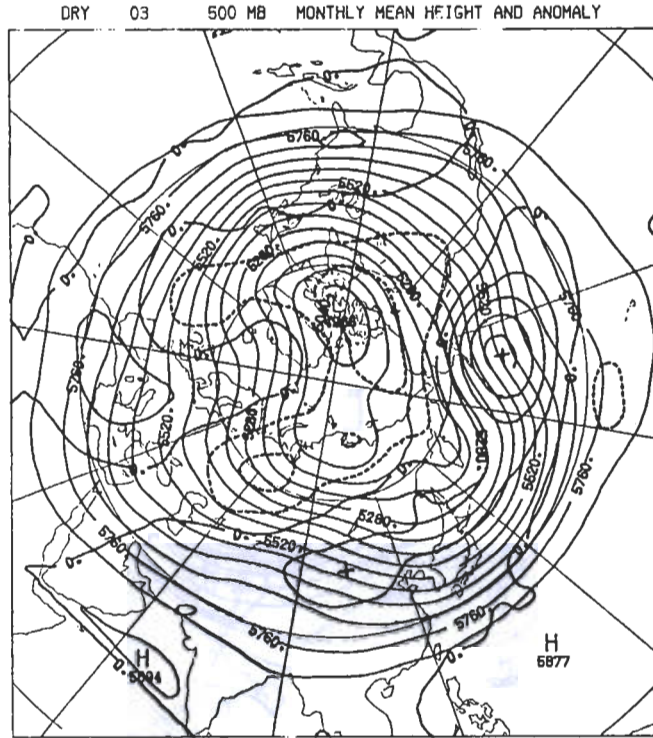
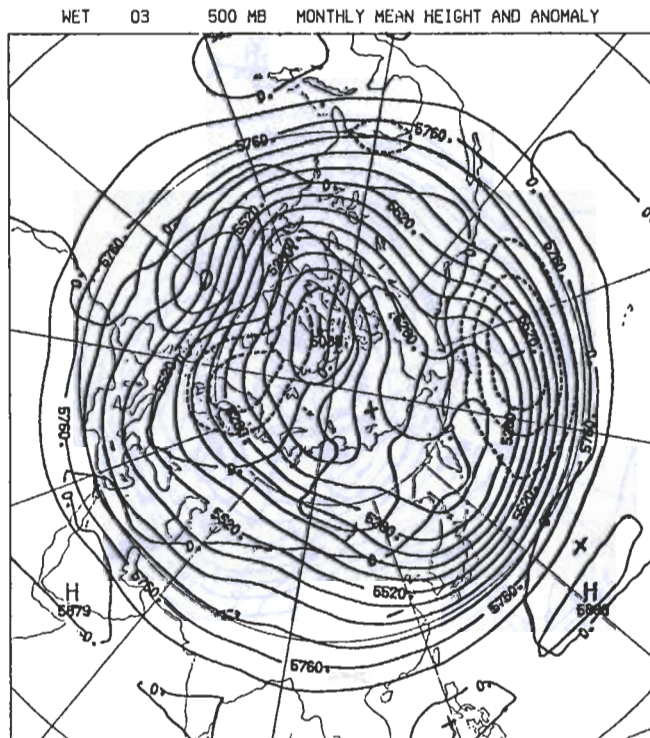


圖3 (a) 同圖2(a), 但為三月少雨年。



(b) 同圖2(b), 但為三月多雨年。

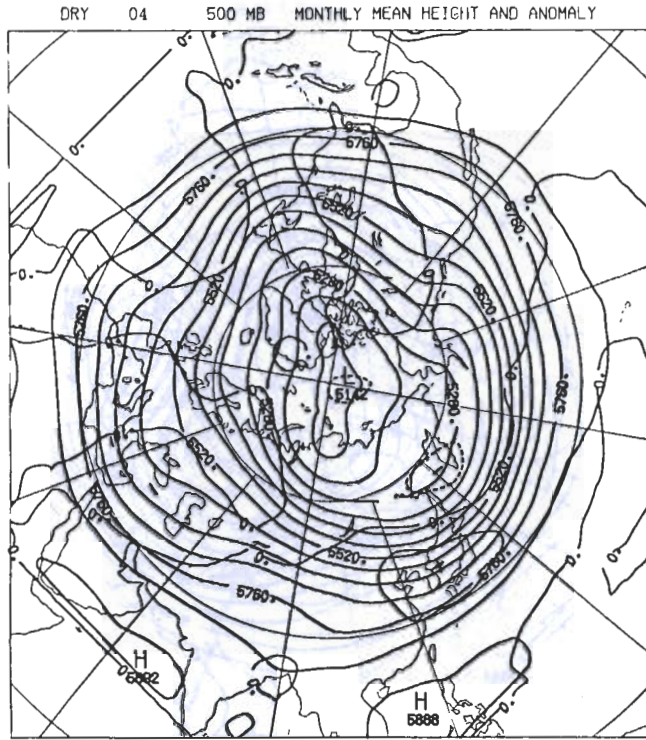
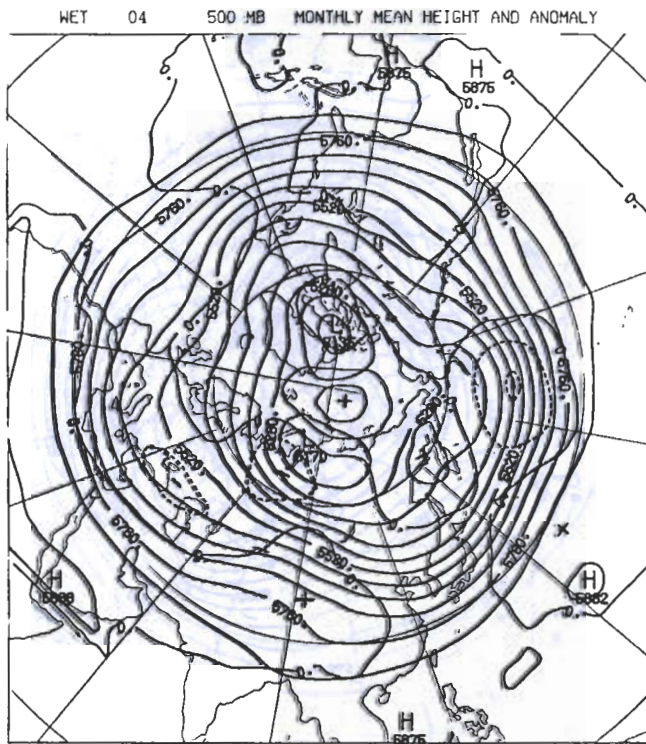


圖4 (a) 同圖2(a), 但為四月少雨年。



(b) 同圖2(b), 但為四月多雨年。

。東亞主槽位置偏東，台灣冬季低層氣流上游的中國大陸東半部處於槽後，不利於旋生和鋒生，所以台灣地區降雨機會減少，圖2b為濕年二月的合成圖，極渦偏向北美洲地區，西伯利亞北部為正平區，從中國大陸中部往東到北美太平洋岸的中緯度和副熱帶地區皆為負距平區，亞洲主槽通過中國大陸東部。中國大陸東部位於槽前，動力上有利於氣旋的發展，因而有利於台灣地區因鋒面通過帶來降水。

圖3a為三月乾年的合成圖，極渦中心仍在北美洲北方，副中心位於西伯利亞北部，亞洲高緯度地區為負距平區，從中國大陸往東到北美洲太平洋岸的中緯度和副熱帶地區皆為正距平區，正距平中心在中太平洋，東亞主槽偏東，同樣類似於乾年二月

的情形，台灣地區降水機會減少。圖3b為三月濕年的合成圖。極渦偏向北美洲北部，另有一次中心在堪察加半島，從中國大陸西部往東到北美太平洋岸的中緯度和副熱帶地區皆為負距平區，負距平的中心為於中太平洋，亞洲主槽通過中國大陸東部，因而和二月的相似，有助於台灣地區鋒面通過帶來降水機會的增加。

圖4a為四月乾年合成圖，極渦成為明顯的兩波型，高緯槽線在北美大陸北方和東經90°北方，台灣以南為高壓區，東亞主槽不明顯，因而整個中國大陸延伸到東太平洋的副熱帶地區和中緯度地區為正距平，不利於氣旋或鋒面的發展，因而台灣降雨的機會減小，可能有乾旱發生。圖4b為四月濕年的合

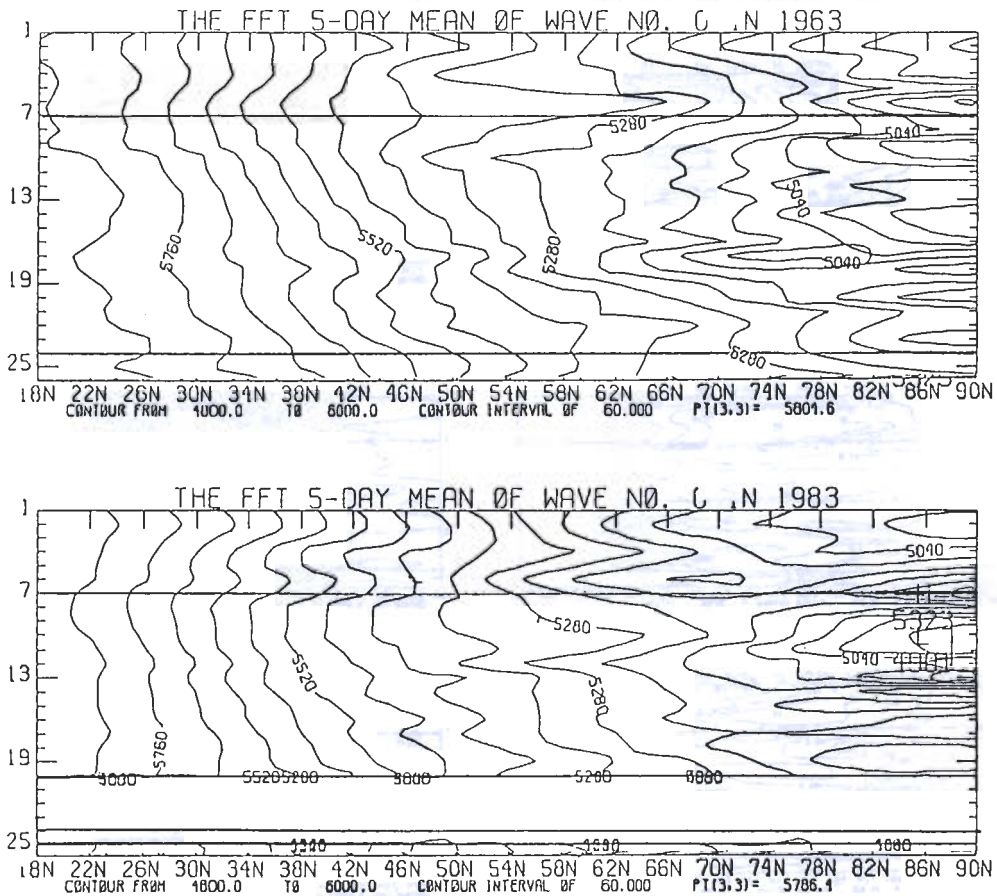


圖5 1~25候北半球500毫巴緯向平均高度之緯度-時間剖面圖。上圖為1963年，下圖為1983年。二條橫線間表示二、三、四月。

成圖，極渦分裂成二個中心：一在北美洲北部，一在中亞北方，亞洲主槽北方在東亞海岸，向西南延伸到中國東南青藏高原地區為一脊線，因而高緯度為堪察加半島為正距平，青藏高原到中國西南為正距平，副熱帶太平洋為正距平，而北太平洋為負距平，中低緯度的東亞海岸位於槽前，有利於地面氣旋或鋒面生成，因而增加台灣地區降雨的機會。

五、乾年與濕年在500毫巴高度場波數域的特徵

將北半球500毫巴高度場沿緯度圈做傅氏轉換，可得不同波數振幅和相位角。分析此振幅和相位角可以了解大氣環流在不同波長的特性。(Saltzman) 通常以波數小於7的波動表示長波和超長波，此和

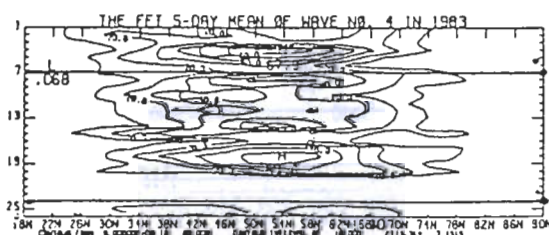
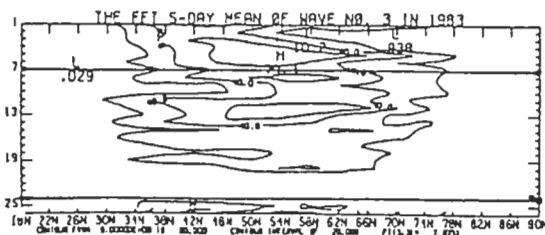
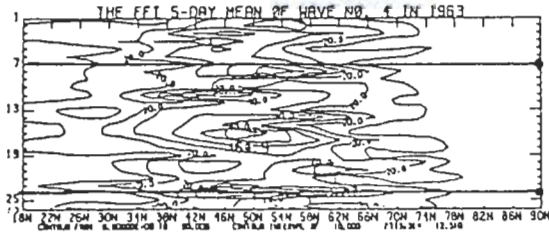
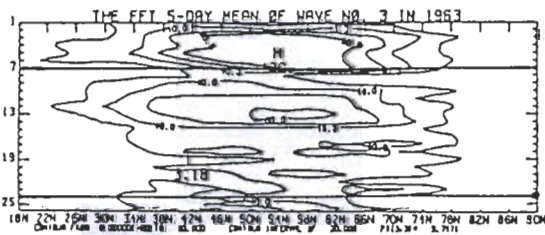
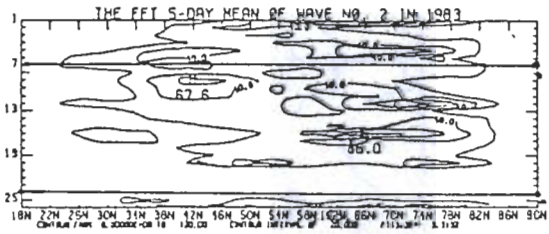
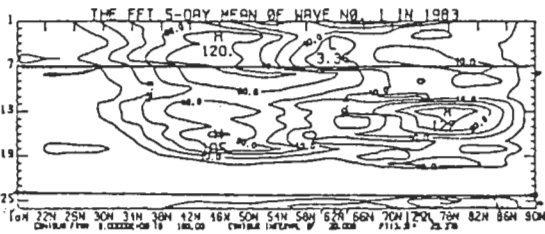
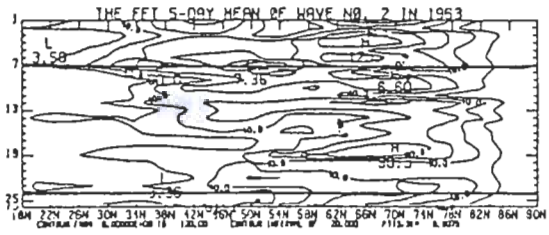
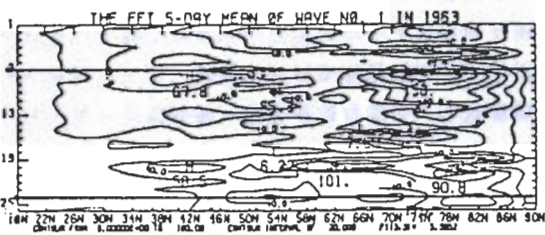


圖6 1963年和1983年1~25候北半球500毫巴高度緯向波數1-4的振幅之緯度-時間剖面圖。
○振幅單位為公尺(m)，二條橫線間表示二、三、四月。

環流的長期變動有關。波數大於7者則為天氣波，和每日的天氣變化關係較為密切。由於每年同日瞬變部份的相位角不同，合成導致失卻統計上的顯著性，又由於三月和四月降雨的相關不顯著，所以我們選擇二、三月降雨最多的1983年和降雨最少的1963年來代表濕年和乾年，分析其在500毫巴高度場波數域的特徵。由於1983年NMC四月資料從缺，所以分析的重點擺在二月和三月。超長波即波數0~4持續的特徵。

1963和1983波數0（即緯向平均）五天平均隨時間的演化如圖5所示。第七和第二十四候兩條橫線間表示二、三、四月乾年(1963)平均緯流主要的特徵為高緯度極渦的強度較為持續，而中緯度則反而氣壓較高，因而平均緯流較強，此則不利於一般中緯度阻塞和氣旋的發展。中緯度和低緯度的情形則相反，平均緯流較弱，系統較為持續。

1963和1983年波數1~4五天平均振幅隨時間的演化如圖6所示，振幅的大小表示相對應波長能量的大小，第七和第二十四候間表示二、三、四月。乾年(1963)波數主要中心在高緯度，雖然強度時間較短，濕年(1983)則中心出現在較低緯度且持續時間長。波數2乾、濕年主要的差別在中緯度乾年振幅較大。波數3乾、濕年之差別為乾年振幅較大且由中緯度向南北擴展。波數4則乾、濕年差別不大。為了解不同緯度的超長波（波數1~4）活動對台灣地區春雨的影響，我們製作了超長波在70°N、50°N和30°N之五月平均相位時間演化圖，分別示於圖7~9。各圖之第七和第二十四候的兩條橫線間，表示二、三、四月各圖之兩條直線表示相當於100°E和120°E之經度，該二經度從綜觀天氣圖看出為影響台灣春季降水之天氣型態最明顯差異之經度。在70°N（圖7）乾年(1963)波數1在100°E和120°E間為持續負值，濕年(1983)則為持續正值，而乾年之負值較大。波數2則乾年或濕年皆為持續負值，但乾年負值較大。波數3則乾、濕年皆為正值，乾年正值較大。波數4則皆為不連續的負值，乾、濕年差別不大。可見在70°N波數2和3互補，而乾、濕年主要之差別在於波數1。

在50°N（圖8）波數1在100°E~120°E間，乾年多為正值，濕年則為持續負值。波數2乾年為負值而濕年為正值，乾年負值較大。波數3乾、濕年皆為正值，乾、濕年差別不大。波數4二月乾、濕年

皆為負值，三月乾年為正值但濕年為三月後期為負值。可見在50°N，波數1和波數2互補，乾、濕年最主要的差別為乾、濕年在波數1和波數2符號相反，但波數1之絕對值較大，而使得100°E~120°E在乾年超長波之和為正值而在濕年為負值。

在30°N（圖9）波數在100°E~120°E間乾濕年皆為負值，而乾年負值較大。波數2乾年常出現正值，而濕年則為負值。波數3乾、濕年皆為正負相間。波數4乾年負、正值相間，而濕年則為持續負值。由此可知，在30°N乾、濕年最大差別在波數2和波數4，但皆未達能明顯分辨的程度。

綜合以上之結果可知，在台灣春季二、三月乾年和濕年，北半球500毫巴環流有明顯差異者有在乾年：(A)波數0，即緯向平均，中高緯度之梯度大。(B)波數1之振幅持續時間較短。(C)波數2和3，振幅較大。(D)在東亞高緯度地區波數1為持續負值，波數2和3互補但振幅較大。(E)在東亞中緯度地區波數1和2互補，但波數1振幅大且為正值。可見能分辨台灣乾、濕年的大氣環流類型之特徵主要在中、高緯度之波數1、2和3。

六、乾年與濕年的海面溫度

以第四章所述之二、三、四月的乾濕年為準，製作同時及領先二個月的全球海面溫度的乾年與濕年合成圖，由於乾年與濕年海面溫度距平特徵相反，故製作了乾年減濕年的海面溫度距平合成圖來突顯乾年的海面溫度距平。二、三、四月之當月及領先二個月的濕年減乾年的海面溫度距平圖如圖10~12所示。二月乾年之前一年十二月的海溫距平特徵為北半球除了副熱帶太平洋和中緯度東太平洋外皆為正距平，而南半球大部份為負距平，南大西洋且達高統計顯著度，二月乾年之一月，大體仍如前一年之十二月，即北半球主要為正距平而南半球為負距平。而從印度洋延伸過來的負距平到達台灣附近海面，二月乾年之二月仍如前二個月，不過比太平洋副熱帶的負距平區擴大，正距平局限於低緯度地區。濕年之海面溫度特徵則相反，即高溫偏在南半球，北半球主要為低溫區。正距平從印度洋逐漸延伸到台灣附近海面，所以乾年減濕年合成圖，加強乾年之特徵（圖10）。

三月乾年之一月，海面溫度之主要特徵仍如二

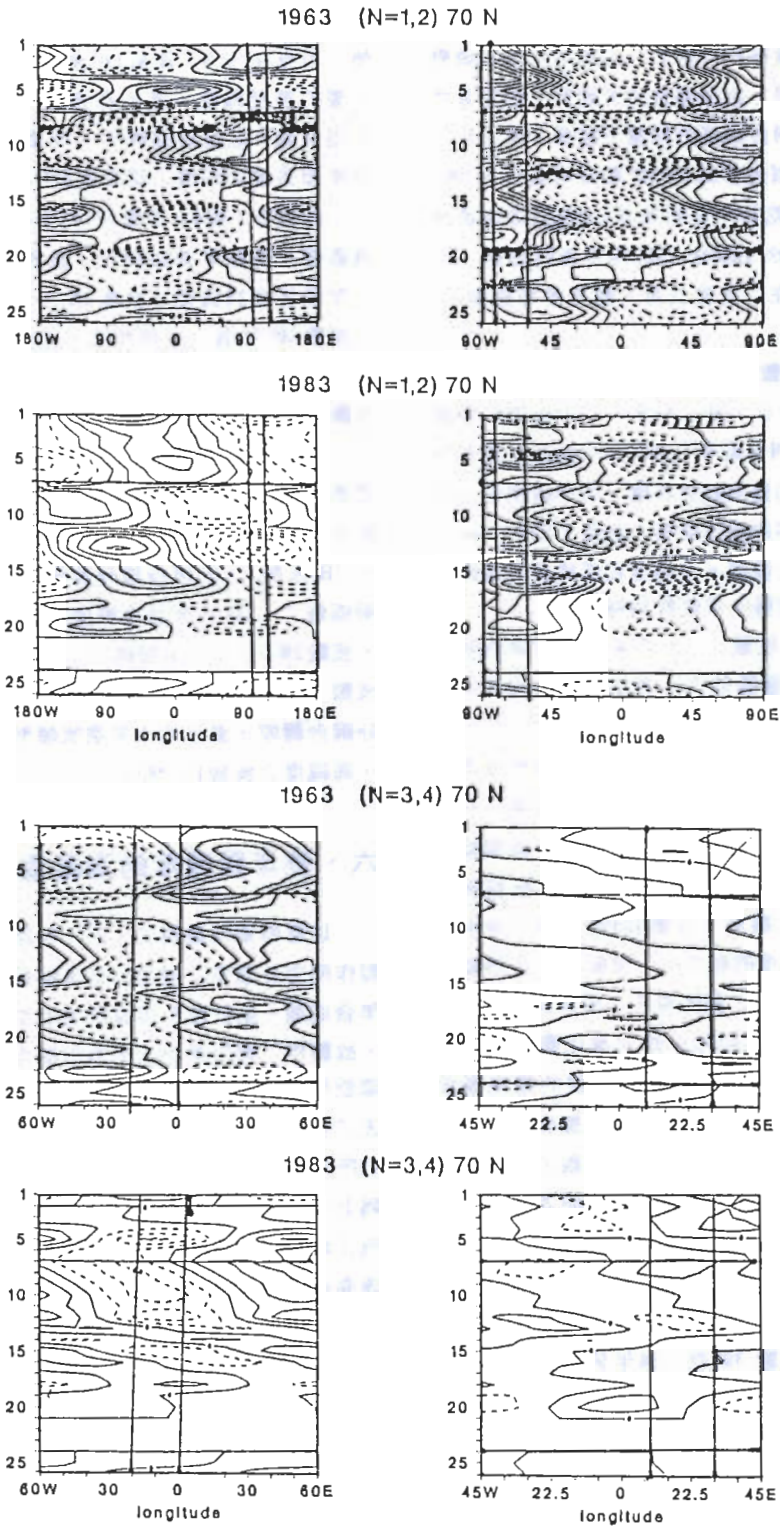


圖7 1963年和1983年1~25候70°N, 500毫巴高度之緯向波數1-4的分量之經度-時間剖面圖。圖由左至右分別代表波數1-4, 各圖中二條橫線間代表二、三、四月, 二條直線代表相當的100°E和120°E。虛線表示正值, 實線為負值。

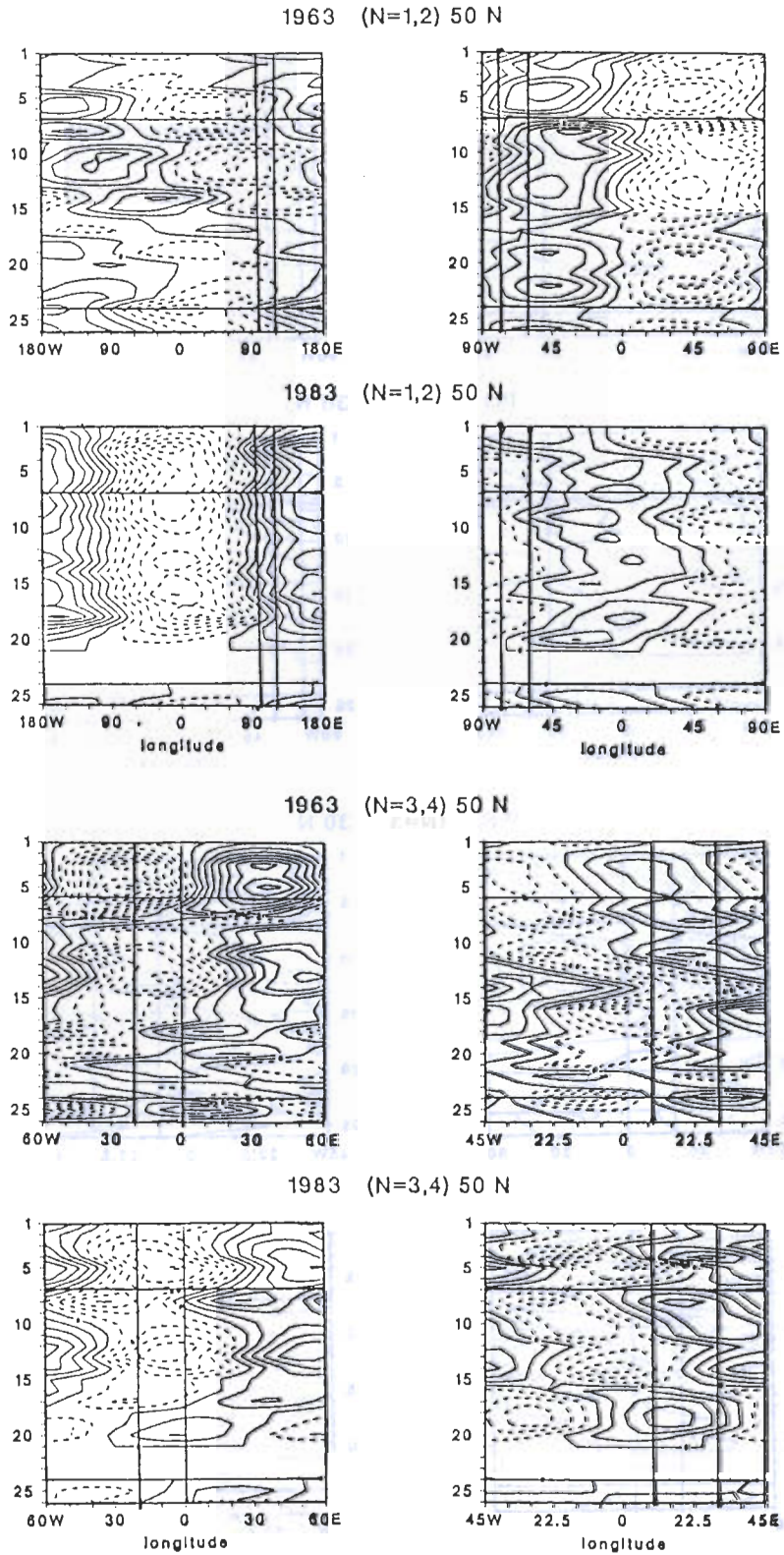
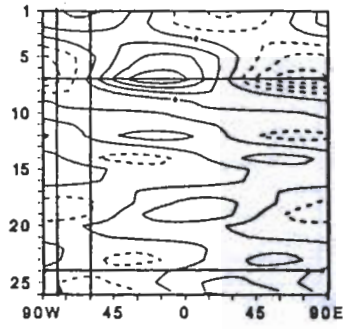
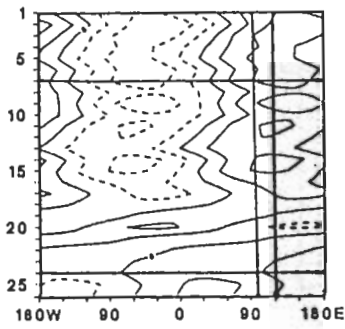
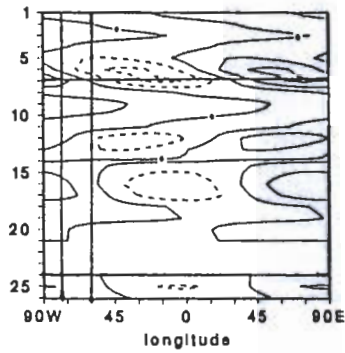
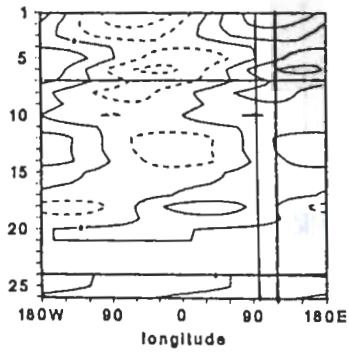


圖 8 同圖 6，但為 50°N。

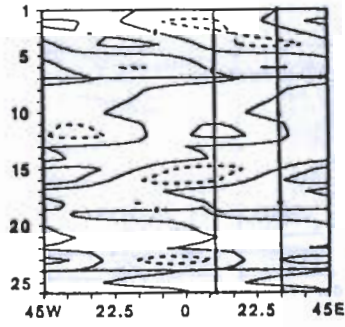
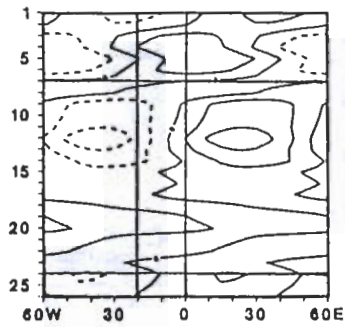
1963 (N=1,2) 30 N



1983 (N=1,2) 30 N



1963 (N=3,4) 30 N



1983 (N=3,4) 30 N

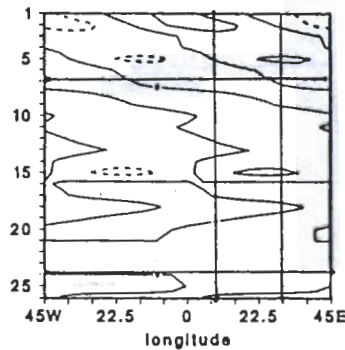
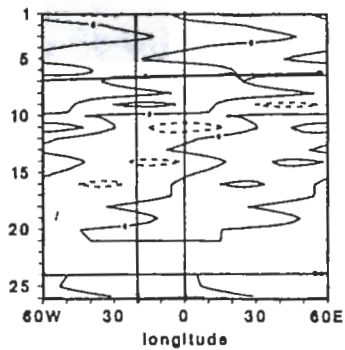


圖9 同圖6，但為30°N。

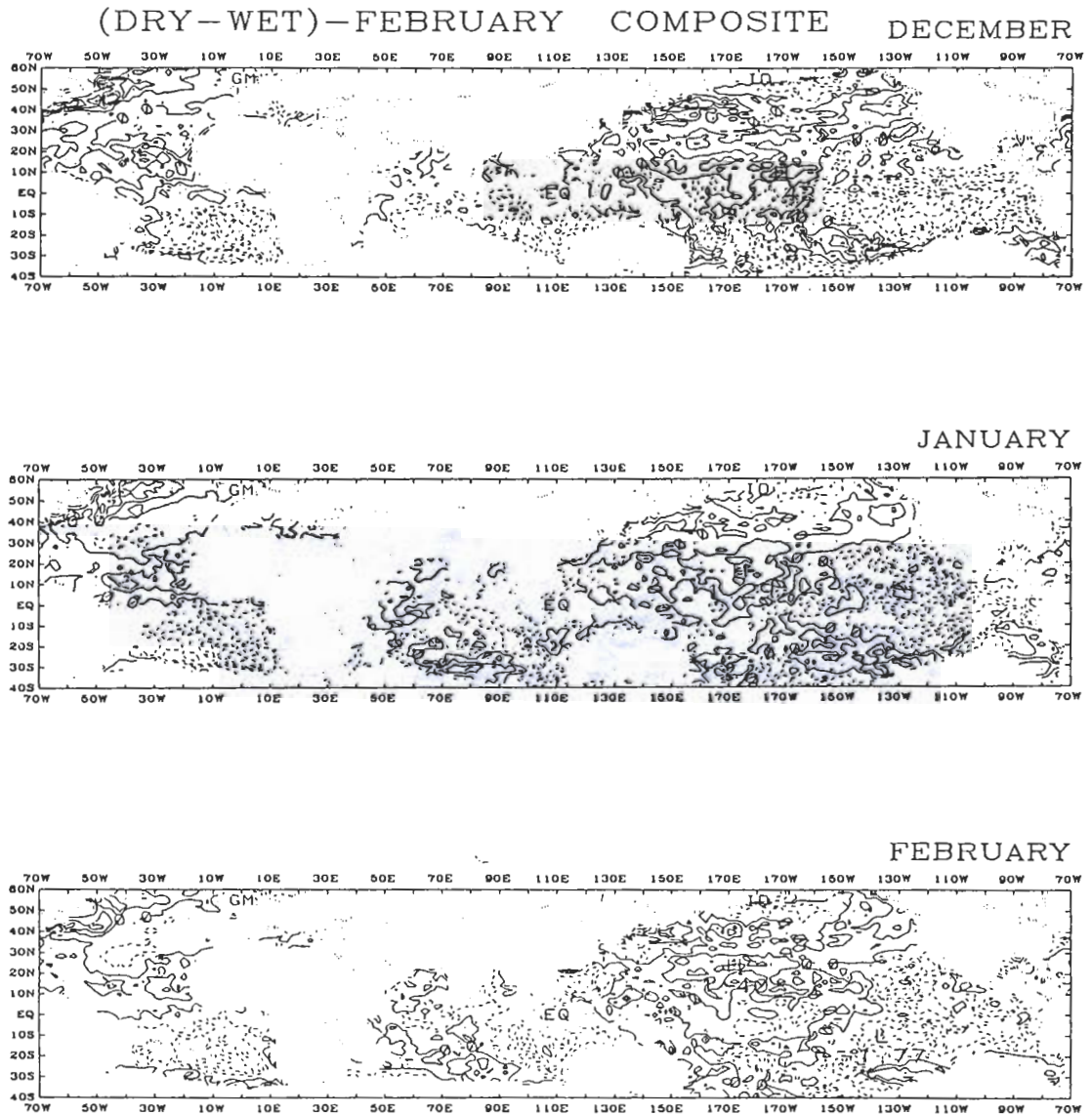


圖 10 二月乾年減濕年之領先及同時之海面溫度差合成圖。虛線表示負距平，實線表示正距平。陰影地區表示95%以上之統計顯著度。

月乾年的情形，即北半球主要為正距平，而印度洋和南太平洋則主要為負距平。不同者為北半球之負距平區更加縮小，而北半球中緯度東太平洋之負距平區消失，南大西洋熱帶轉為正距平。三月乾年之二月特徵仍如一月，由印度洋延伸過來之負距平區到達台灣附近。三月乾年的三月仍然如二月，但是

南、西太平洋的正值區擴大，而北大西洋東部之負值區也擴大，南大西洋則轉變為正距平。由印度洋延伸到台灣附近海面的負距平達統計顯著。三月濕年的情形大致上和乾年相反。所以乾年減濕年合成圖加強乾年之特徵（圖 11）。

四月乾年，二月海面溫度的特徵為太平洋20°S以

北皆為正距平，東印度洋為負距平，西熱帶印度洋主要為正距平，北大西洋除美國海岸地區外為正距平，南大西洋為負距平。三月特徵仍如二月，不過印度洋的負值區擴大，四月乾年之四月和三月情形類似。四月濕年的情形和乾年得大致相反，即北半球以負距平為主而東印度洋則為正距平。因而乾年減濕年合成圖突顯乾年特徵（圖12）。

七、綜合討論

台灣的春季也是重要的降雨期間之一，降雨量的多寡影響到一般的經濟活動。對於水資源的調節規劃，必須依靠準確的長期預報，因而對於春兩年際變化的了解是科學上的問題也具有應用的價值。本文即是從了解春季降水的特徵著手，利用北半球

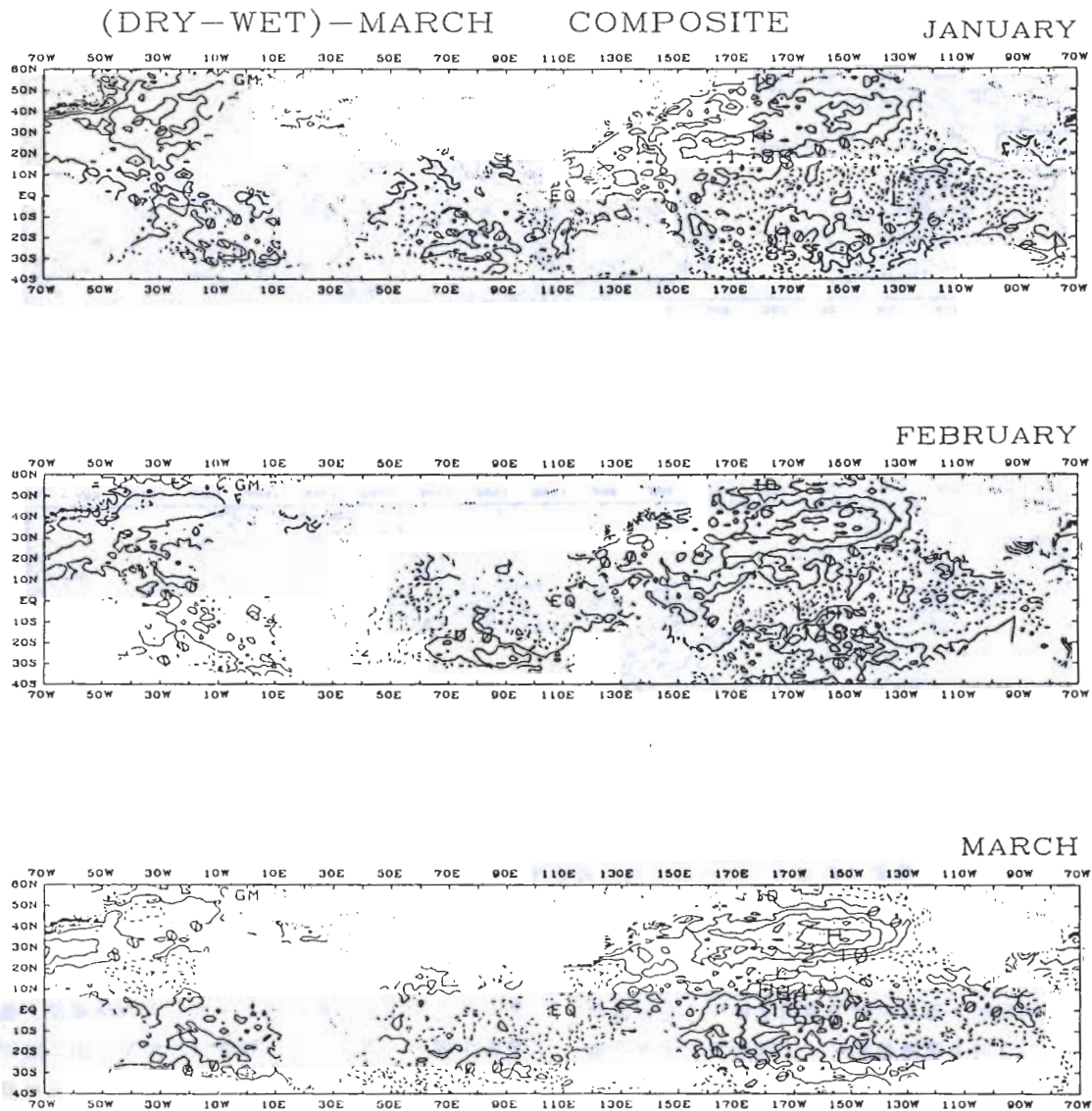


圖11 同圖9，但為三月。

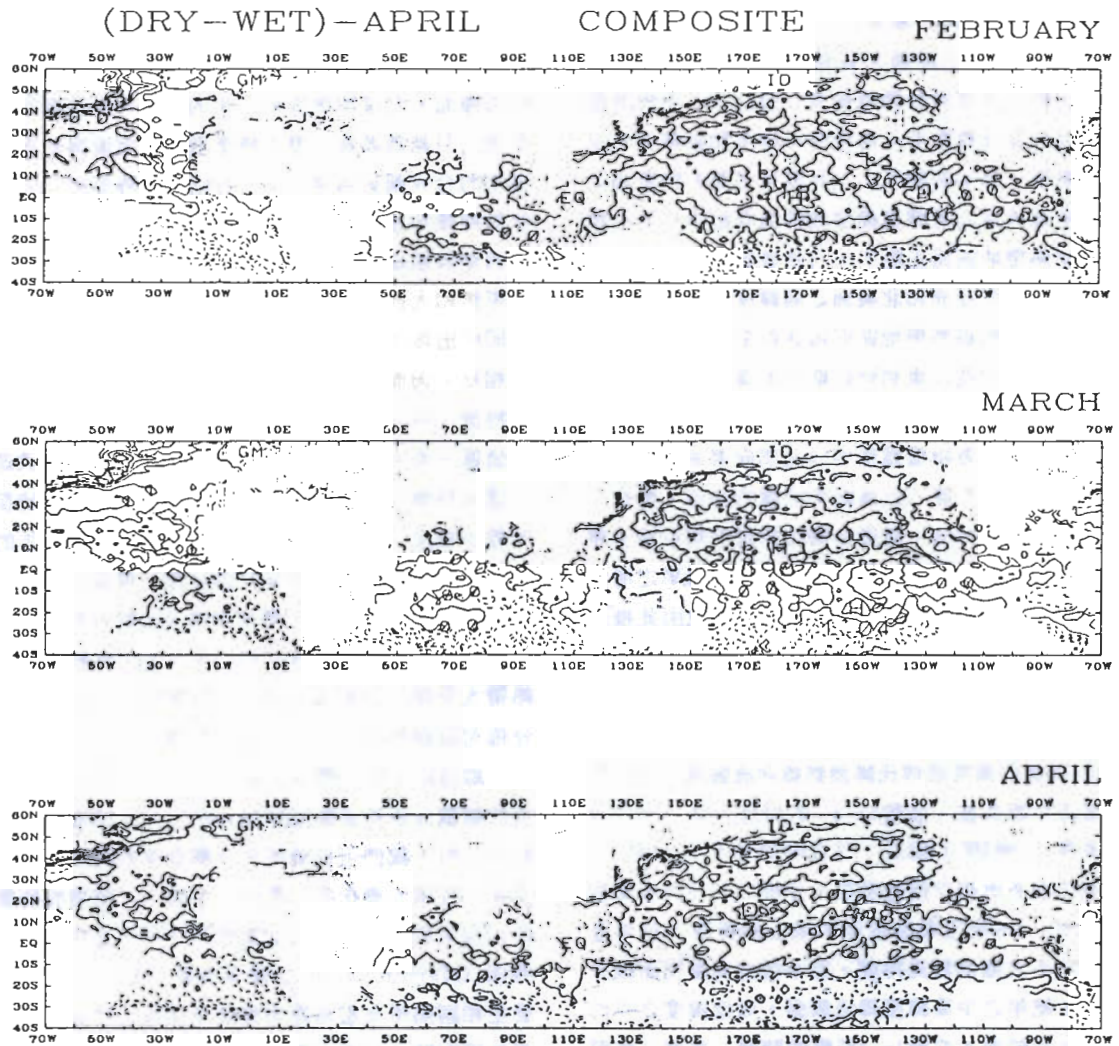


圖12 同圖9，但為四月。

500毫巴高度場和全球海面溫度資料的分析，探討多雨年和少雨年在大气環流特徵上的差異和造成這差異可能的原因，尋找春雨長期預報的領先因子，希望能夠應用到春雨的長期預報。

第二章首先敘述資料的來源和分析方法，由於綜觀天氣圖的分析常常混雜各種不同尺度的擾動，所以本文除了一般的綜觀天氣圖的分析之外，引進波數域的分析方法，從另外一個角度來看大气環流的演變。

第三章分析台灣地區春季降水的特徵。由各分區降水間相關的係數的計算得知：春季的降水的年際變化在空間上有相當的一致性，而在時間上，二月和三月較一致，四月和三月則呈不顯著的負相關。由於降水在空間上一致，所以選取北、中、南、東四區組合而成的全省降水為基準，來代表台灣的多雨年或少雨年。由於四月降水和二、三月不一致，所以必須分開來個別討論。

第四章分析二、三、四月的全省降水和北半球

500毫巴環流場間的關係，分析的方法著重於乾年和濕年在500毫巴綜觀天氣圖的合成分析。結果發現二月乾年主要的特徵為極渦分裂為二，亞洲地區高緯度地區為負距平，而亞洲中緯度和副熱帶地區為正距平，濕年則相反。三月濕年主要的特徵為亞洲向東延伸到北美洲高緯度地區為負距平，而中緯度和副熱帶地區為正距平。三月濕年和三月乾年的情形相反，即亞洲和北美洲之高緯度地區為正距平，但中緯度和副熱帶地區則為負距平。四月乾年主要的特徵為中亞以東到阿拉斯加地區的高緯度帶為負距平，而中緯度延伸到熱帶地區地帶則為正距平，四月濕年主要特徵為從中亞北部向東南延伸到東亞海岸的負距平區。正負距平位置的分佈，配合月平均槽脊線的分佈，使得台灣位於月平均亞洲主槽之前或後造成鋒面或氣旋影響台灣地區頻率之增加或減少，造成降雨機會之增加或減少。也由此推論影響台灣春季降水之500毫巴距平場最重要的即是東亞中高緯度地區。

第五章從另一個角度來探討500毫巴環流的特徵。將500毫巴高度經傅氏轉換到緯向波數域，分析平均緯流和超長波（波數1~4）的特性。以二、三月的多雨（1983年）和二、三月的少雨年（1963年）分別代表多雨和少雨的個案，分析二、三月多雨和少雨年之500毫巴環流在波數域上的特徵。結果發現，乾年之極渦較為持續，而中緯度氣壓反而較高，暗示乾年之中高緯度緯流較強，而低緯度之平均緯流反而較弱。波數1~4振幅的時間-緯度分佈顯示，乾濕年長波擾動的能量主要在波數1~3。濕年波數1大振幅的中心延伸到較低緯度且持續時間長。波數2振幅較小。波數3振幅較小且局限於中緯度。100°E~120°E間不同波數距平分量，在70°N、50°N及30°N之時間上的分佈，顯示在70°N波數2和3互補，而乾濕年之主要差別在波數1為負值。在50°N波數1和波數2互補但波數1的振幅較大，所以成為決定性的關鍵，在乾年多為正值。在30°N乾濕年最大差別在波數2和4，但皆未達顯著的程度。由此推論能分辨台灣春季乾、濕年的500毫巴環流特徵主要在中、高緯度的超長波（波數1、2和3）。

第六章則利用一般的乾、濕年海面溫度的合成圖，探討台灣春季降水和全球海面溫度距平分佈的關係，結果發現二月乾年全球海面溫度主要的特徵是北半球太平洋中緯度地區負距平，大西洋副熱帶

地區負距平，其他地方正距平，而南半球主要為負距平，而從印度洋往東北延伸的負距平，到達台灣附近海面，而這特徵從前一年的十一月即已顯現，而到二月越為顯著。溼年特徵則相反而使得乾年減溼年的合成圖更為突出。三月乾年的特徵和二月乾年的特徵相似，但是北半球太平洋的負值區減小，大西洋負值區擴大，南半球印度洋仍為負值區，但太平洋和大西洋之正值區擴大。同樣這些特徵在一月即已出現而逐漸演化得更加顯著。三月溼年的特徵相反，因而乾年減溼年的合成圖，更加突顯乾年的特徵。四月乾年，北半球除美國東海岸外，都為正值區，南半球除10°S以北的太平洋外皆為負值區。這些特徵也是在兩個月前即已顯現，因溼年特徵和乾年相反，所以乾年減溼年合成圖，突顯乾年的特徵。綜合以上海面溫度特徵分布，得知二月、三月延續的氣候特徵和台灣春季乾旱比較有關的海面溫度分布，可能是比較冷的印度洋和溫度較高的副熱帶太平洋。由於海洋溫度的持續性，海面溫度的分佈可以做為長期預報的領先指標。

綜合以上對台灣春季降水的分析，對500毫巴環流的綜觀分析和波數域特徵分析以及全球海面溫度距平分析，我們可以得知，台灣春季的降水變化是全球尺度環流變化的一部份，而此大尺度環流特徵的出現又和全球尺度海面溫度的分布息息相關。林與陳(1979)分析1977年台灣春季乾旱指出，乾旱的發生和副熱帶高壓極端發展造成從地面到高空正的距平場有關，我們由距平場的合成分析，也得到類似的結論。由波數域的分析(第五章)我們更進一步指出，造成乾旱的環流型態除了副熱帶地區的距平場外，和中高緯度的環流也有關，而真正能夠分辨乾濕年的500毫巴環流特徵主要在中高緯度的超長波。林與陳(1979)指出1977年台灣春季乾旱前，北太平洋SST為正距平，劉(1987)指出台灣春季多雨年台灣附近海域SST為正距平，我們由全球SST分佈的分析發現台灣春季的多雨年主要特徵是從印度洋延伸到台灣附近的SST正距平而北太平洋則為負距平。是否這樣的SST距平分佈會造成東亞副熱帶氣壓場的減弱及提供冷鋒前更多的水汽，以及三大洋的SST變化如何造成北半球中高緯度超長波的變化，我們都無法直接從資料作推論，氣候的數值模式模擬也許可以提供一部份的答案，值得在這方面做更進一步的研究。

八、致 謝

作者感謝中央氣象局曾振發先生、台大林芸芸小姐在研究進行期間提供協助以及三位審稿者提供寶貴的意見，本研究是在氣象局研究計畫CWB 80-01-11 支援下完成。

參考文獻

- 王時鼎，1986：台灣地區春季豪雨定量預報可能性研究，中央氣象局研究報告，138號，1-66。
- 林民生，陳進文，1979：台灣地區梅雨前之乾旱研究，大氣科學，第六期，17-28。
- 李富城，秦弘能，1983：台灣北部春雨之研究，氣象預報與分析，第94期，21-33。
- 梁瑞禎，謝維權，易安成，1985：台灣地區初春雨系統的形成條件及動力發展研究，行政院國科會專題研究報告，第31號。
- 蔡清彥，1986：遙地相關與台灣地區冬春季雨量年際變化，大氣科學，第十五期，21-32。
- 劉復誠，1987：台灣地區春季多雨年，少雨年500毫巴高度及海溫距平差異特徵之初步分析，大氣科學，第十五期，233-246。
- Bjerknes, J., 1969: Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Mon. Wea. Rev.*, 97, 163-172.
- Branstator, G., 1985: Analysis of general circulation model sea- surface temperature anomaly simulations using a linear model, Part I: Forced solutions. *J. Atmos. Sci.*, 42, 2225-2241.
- Branstator, G., 1985: Analysis of general circulation model sea- surface temperature anomaly simulations using a linear model, Part II: Eigenanalysis. *J. Atmos. Sci.*, 42, 2242-2254.
- Hoskins, B. J. and D. J. Karoly, 1981: The Steady Linear Response of a Spherical Atmosphere to thermal and orographic forcing. *J. Atmos. Sci.*, 38, 1179-1196.
- Keshavamurty, R. N., 1982: Response of the Atmosphere to sea surface temperature anomalies over the equatorial Pacific and the teleconnections of the Southern Oscillation. *J. Atmos. Sci.*, 39, 1241-1259.
- Knox, J. L., K. Higuchi, A. Shabbar and N. E. Sargent., 1988: Secular variation of Northern hemisphere 50 kpa geopotential height. *J. Climate*, 1, 500-511.
- Namias, J. 1976: Negative Ocean-Air feed-back systems over the North Pacific in the transition from warm to cold seasons. *Mon. Wea. Rev.* 104, 1107-1121.
- Ratcliffe, R. and R. Murray, 1970: New lag associations between North Atlantic sea temperature and European pressure applied to long-range weather forecasting. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.* 96, 226-246.
- Reiter, E. R. and D. Westhoff., 1981: A planetary-wave climatology. *J. Atmos. Sci.*, 38, 732-750.
- Saltzman, B., 1958: Some hemispheric spectral statistics. *J. Meteor.*, 15, 259-263.
- Shabbar, A., K. Higuchi, and J. L. Knox, 1990: Regional analysis of Northern hemisphere 50 kpa geopotential heights from 1946 to 1985. *J. Climate*, 3, 543-557.
- Trenberth, K. E., 1980: Planetary waves at 500mb in the Southern hemisphere. *Mon. Wea. Rev.*, 108, 1378-1389.

Long-range Forecasting of the Spring in Taiwan Area

Ming-Chin Wu

Department of Atmospheric Sciences
National Taiwan University
Taipei, Taiwan, R.O.C.

(manuscript received 20 April 1992; in final form 10 July 1992)

ABSTRACT

In order to build up the basis of the long-range forecasting of the Spring rainfall in Taiwan area, the interannual variability of the rainfall is studied. The characteristics of the spatial and temporal distribution of the rainfall have been examined. Furthermore, Northern hemispheric 500mb geopotential height and global sea surface temperature have been studied with referring to the abundant and deficit rainfall months of February, March and April in the Western Taiwan.

The monthly rainfall in Taiwan area is much homogeneously distributed over areas. However, the correlations among the rainfall in the individual month is not significant. The general characteristics of the 500mb geopotential height in the Dry February is that negative anomalies appear in the high latitudes in Asia while positive anomalies appear in the mid-latitude and the Tropical area. Those in a dry March are that negative anomalies extend from Asia to North America in the high latitude while positive anomalies appear in the mid-latitudes and the subtropics. The juxtaposition of the positive and negative anomalies is reversed in the wet years. The main feature of dry April is that negative anomalies stride over the high latitudes from Mid-Asia to Alaska while positive anomalies appear in the subtropics and tropics. Those in a wet year are negative anomalies appear in the area extend from northern Mid-Asia southeastward to Eastasia.

The characteristics of the geopotential height in the wave number domain is studied with applying Fourier transformation. It is shown that the features on the 500mb can heroded the dry and wet of the Spring in the Taiwan area are the mean zonal circulation and extra-long waves, especially those of wave number 1, 2, and 3 in the middle and high latitudes.

The main feature of the global SST in the Dry February and March are that anomal in the most of the Northern hemisphere are positive while those of the most of the Southern hemisphere are negative. negative anomalies extended from the Indian Ocean eastward to the vicinity of the Taiwan. In a dry April, positive anomalies appear in the most of the Northern hemisphere while the negative anomalies appear in the most of the Southern hemisphere except those of the area 10S northward in the Pacific Ocean. Those symptom can be traced back some months, and they are opposite in the wet and dry years. It is implied that the interannual variability of the Spring rainfall in the Taiwan area is a component of the variations in the global climate system. Due to its persistency, the SST could be a plausible predictor of the Spring rainfall in the Taiwan area.

Key Words: Spring rainfall in Taiwan area, interannual variability, geopotential height anomalies, wave number domain, sea surface temperature.