

南瑪都颱風造成花蓮地區豪大雨之分析探討

徐天佑(1) 翁進登(2) 曾鴻陽(1) 劉廣英(1)

(1)文化大學 (2)國家災害防救科技中心

摘要

2004 年之南瑪都颱風是歷年來 12 月份第一個颱風眼登陸台灣地區的颱風，其行徑、強弱變化及降雨分布均甚為特殊：1、其行徑在進入南海前受太平高壓之導引移動較穩定，在通過菲島後進入南海速度一度減緩，當通過台灣地區時進入西風帶，受強烈西風之導引，移動又加速。2、其強弱變化在未抵達台灣地區時為中度颱風，接近台灣地區時環流受破壞變為輕度颱風，且於通過台灣地區時颱風受大陸冷高壓乾冷氣流之入侵，颱風環流迅速減弱，並由熱帶氣旋轉變為不同性質的溫帶氣旋。3、其降雨變化在颱風靠近台灣地區時；颱風環流系統、大陸冷高壓系統與太平高壓系統在台灣東部地區交互作用，因而造成東部地區大雨不斷，並在花蓮地區形成一強降雨中心，累積雨量超過 1000mm，反而在颱風眼登陸地點枋寮及其附近地區，因颱風強度快速減弱降雨量並不如東部強烈，在颱風離開台灣地區後台灣各地雨勢迅速減緩，降雨很快停止，本研究透過衛星觀測、雷達觀測及天氣分析，探討南瑪督颱風在台灣及花蓮地區產生大雨的原因。

一、前言

台灣地區 7、8、9 月為颱風季，10、11 月颱風侵襲台灣的機率明顯較 7、8、9 月為少，2004 年南瑪都颱風為有紀錄以來，12 月份第一個颱風眼登陸台灣地區的颱風，其登陸地點在枋寮地區，出海地點在太麻里，但降雨最大區域卻在花蓮地區的布洛灣，累積雨量超過 1000mm，反而在登陸地點及颱風中心經過處降雨量不及花蓮地區降雨量。此次花蓮地區之強烈降水主要原因受不統天氣系統交互作用，再由於地形效應增強局部區域之對流天氣系統發展，其中影響之天氣系統包括：(1)颱風環流系統，(2)大陸之冷高壓系統，(3)太平高壓系統，三種不同天氣系統在台灣東部產生供伴效應，使得太魯閣峽谷盆地降雨更為加強，本研究配合雷達與衛星資料，並透過天氣現象分析，探討花蓮地區產生大雨的原因。

台灣地區位於大陸東南沿海，恰於海陸交界處，因此不同季節會受不同天氣系統影響，如夏季受熱帶海洋天氣系統影響，冬季受大陸天氣系統影響，不同天氣系統所產生的天氣現象自然有所不同。更由於台灣地形特殊；中央山脈貫穿台灣南北，使得天氣系統的演變時而受到影響，也因如此經常造成台灣地區之局部天氣變化差異性甚大。

12 月份台灣地區通常受大陸冷高壓之影響較大，但在大陸冷高壓尚未到達時，此時太平洋高壓勢

力雖不如夏季強盛，但仍可伸展至台灣地區。2004 年 12 月 3 日至 4 日台灣地區先後受到颱風、太平高壓以及颱風三種天氣系統入侵，造成台灣地區冬季全省降雨的少有現象，花蓮地區雖非颱風中心通過處，卻是本次颱風期間降雨最大區域，俞等(1982)、張等(1982)等之研究也發現台灣地區在不同時節受多種天氣影響，同樣造成台灣地區產生大雨的天氣現象。本研究較為特殊之現象是 12 月 4 日颱風在台灣南部登陸，但 12 月 3 日卻在花蓮地區降下 900 多 mm 雨量，本文利用雷達、衛星資料及天氣現象分析找出 3 日在花蓮地區降大雨的原因，研究發現大陸冷高壓前緣與太平高壓交互作用，再加上颱風外圍環流提供充分水氣，為導致花蓮地區產生超大豪雨的主要原因。

二、南瑪都颱風路徑變化

南瑪都颱風於 2004 年 11 月 29 日在離菲島較遠之南南東方海面形成，生成後受太平高壓導引，行進方向相當穩定，移動路徑沿著太平洋高壓邊緣向北北西方移動，12 月 1 日到達菲律賓東南方海面，並於 12 月 2 日穿過菲島後進入南海，轉而向北移動，至 12 月 3 日因太平洋高壓勢力減弱向東退，導致南瑪都颱風沿太平洋高壓西南邊緣轉向北北東移動，速度因而減緩，在通過巴士海峽後，於 12 月 4 日 7 時 40 分在屏東枋寮登陸，登陸後移動速度加快，9 時 30 分在台東太麻里出海，此時因颱風受到北方大陸冷高壓入侵

之影響，出海後颱風強度迅速減弱，並繼續向北北東移動，此後颱風路徑因受高空西風帶氣流之導引，移動速度加快，在強度減弱變為普通之溫帶氣旋後，與槽線尾端合併成為同一個系統。

由於三種不同天氣系統同時在台灣地區交互作用，東部地區首當其衝大雨不斷，花蓮太魯閣峽谷盆地更因局部地形效應，使得太魯閣峽谷降雨更為加強，在花蓮地區形成一強降雨中心，導致花蓮靠山區部份形成土石流現象，反而在颱風眼登陸地點枋寮及其附近地區，因颱風強度快速減弱，風雨並不如東部強烈，當颱風離開台灣地區後台灣各地雨勢迅速減緩，降雨很快停止。

三、南瑪都颱風雨量分布變化

南瑪都颱風對臺灣地區的降雨分布與降雨量大小較一般颱風為怪異，通常在颱風登陸地點及其附近降雨非常大，但南瑪都颱風最大降量不在登陸地點枋寮卻在花蓮地區。降雨分布主要在東部地區，而颱風中心經過處由枋寮至太麻里一帶降雨量大小卻不如花蓮地區的降雨量大小。

(1)各地降雨變化

12月2日颱風在非島地區，離台灣地區仍有一段距離，台灣地區幾乎無降水現象，僅北部及東北地區受微弱東北季風影響，局部地區產生下雨，南部及東南部受颱風外圍雲系影響，降雨紀錄為T。東部地區南瑪都颱風主要降雨量最大時間在12月3日颱風眼登陸之前一天，主要地在東部之太魯閣盆地，至12月4日颱風眼登陸前後時間各地區降雨量卻未見增強。南部地區降雨現象與東部地區相同，3日颱風眼未登陸前降雨量較大，4日颱風眼登陸後降雨量反而逐漸減小。北部地區降雨量3日較小，4日降雨則相對增加，與上述兩地區東部及南部地區降雨變化正好相反。台灣中部降雨分布與北部相同，3日雨量較小4日雨量較大，而4日00Z颱風登陸後，在大陸冷高壓後緣之高空槽線通過台灣時降雨立即減小。

(2)南瑪都督颱風大雨分布情形

南瑪都督颱風最大降雨區域在花蓮秀林鄉的布洛灣及天祥一帶，布羅洛灣在颱風期間12月3日及4日累積雨量達1091mm，天祥3日及4日累積雨量達900mm，其中降雨量超過500mm的測站幾乎都在花蓮地區，而以秀林鄉布洛灣一帶為最大的降雨中心所在地。

瑪都颱風路進由台灣南部枋寮登陸後向東移動在台東太麻里出海，根據統計由台灣南部登陸向東行之颱風，降雨最大處應在颱風中心通過及其附近處，但南瑪都颱風中心未經過花蓮地區，因此花蓮地區尤其花蓮大雨中心所在地布洛灣及天祥一帶，其強降雨原因除颱風環流外另有他種原因，其局部地區之地理特性和局部天氣系統發展有密切的關聯，為本文研究之重點。

南瑪都颱風降雨最強的布洛灣及天祥均在橫貫公路通過路段，其沿路附近的洛韶降雨量為519mm，而慈恩的降雨量為412mm，正好在立霧溪經過的太魯閣峽谷地區，在立霧溪出口處之新成降雨量較小為352.5mm。由上述大雨中心降雨量顯示在布洛灣及天祥雨量非常大，降雨量向兩旁迅速減小。值得注意的是在立霧溪南方的花蓮市區測站，因位於較為平坦之地區，與處於山區的布洛灣及天祥一帶兩者地形完全不同，導致花蓮累積降雨在3日及4日僅有293mm，較布洛灣、天祥之雨量小甚多。布洛灣附近的地形與最大降雨中心分布相一致，顯示大雨中心正好太魯閣峽谷之山澗處，12月3日至4日台灣各地日累積雨量顯示強降雨中心非常局部，而太魯閣峽谷為甚為明顯最強之降雨中心。

(3)各地降雨變化

南瑪都颱風侵襲台灣地區時，大陸冷高壓也同時向台灣地區移進，因此不同的天氣系統在台灣地區產生交互作用，形成共伴效應，再由於局部地區地形現象，因而造成南瑪都颱風侵襲台灣地區時各地降雨降分布出現明顯不均的現象。台灣東部地區降雨變化在颱風來臨前較大，颱風通過台灣地區時減小，12月3日颱風眼未登陸前主要由於受台灣東北季風與颱風環流雙重影響雨勢較大，4日颱風眼登陸後強度迅速減弱，降雨強度亦同時減弱。台灣南部地區距離颱風較近，但3日颱風逐漸接近南部地區時降雨逐漸增強，至4日僅颱風中心登陸前後一兩小時雨勢較強，主要因颱風眼登陸前環流已逐漸遭受破壞，強度迅速減弱，雨勢快速減緩，降雨很快停止。台灣北部因距離颱風較遠，因此3日颱風眼登陸前降雨量較小，4日受大陸冷高壓東移並向台灣地區接近，再加上颱風逐漸向台灣南部地區移近，並且在台灣南部登陸，以上兩天氣系統在台灣北部形成供伴環流效應，因而造成北部地區4日降雨量反而較3日為大。台灣中部地區降雨量3日較小、4日較大，主要由於颱風在3日

逐漸接近台灣，使得颱風外圍雲雨系統向中部地區移動，因而開始下雨，4日颱風眼登陸台灣南部地區，颱風主要雲雨系統向中部地區擴散，使得中部地區雨量自然增多，但因颱風受大陸乾冷空氣之破壞強度減弱，因此降雨量並不大，當颱風快速離開台灣地區後降雨很快停止。

四、衛星雲圖與雷達回波探討

衛星與雷達對颱風系統的追蹤為深有利的工具，在海上較遠地區用衛星追蹤颱風動向，當颱風移至台灣近海，雷達則為一有利觀測工具，本文分別從衛星與雷達觀測探討南瑪都颱風在台灣地區降水之分布情況。

(1) 衛星觀測雲系探討

南瑪都颱風12月4日由台灣南部登陸，但在12月2日颱風外圍雲係已經逐漸接近台灣地區，從衛星雲圖可以得到證實，此時由衛星雲圖顯示整個颱風雲系範圍非常廣泛，而當颱風由巴士海峽移向台灣南部地區時，颱風之最外圍雲系也同時移入台灣南部地區，因此類雲系為颱風外圍高層之捲雲，因此並未造成台灣地區普遍降水，12月2日台灣各地雨量除蘭嶼為8mm，其餘各地雨量小於5mm，或無降水，而雨量為T之地區包括高雄、屏東及恆春等地區。爾後颱風雲系隨著颱風移動方向往東北東移動，台灣地區在3日各地雨量明顯增加，12月3日14時衛星雲圖顯示颱風外圍大範圍雲系籠罩台灣地區，此時段颱風眼在台灣南南西方海面，而花蓮地區雨量是一高峰時段。由12月3日19時之衛星雲圖顯示，此時花蓮地區雲量較稀薄，相對花蓮地區降雨較小。3日23時颱風逐漸接近，由於另一波雲系接近，花蓮地區又產生一大降水時段。至4日7時40分颱風登陸屏東枋寮，但颱風所經過地區產生的降雨並不大，由雲圖顯示此時颱風雲系之結構已不結實，因而導致颱風所經過處各地降雨量並不大。但花蓮地區在4日9時至11時有一波較小的降水高峰，由4日11時衛星雲圖顯示11時花蓮地區因一波較強雲系移入，導致花蓮地區產生較強的降水，此一較降水係隨颱風後緣之較強對流雲系移入影響所致，因而證實衛星雲系資料係一有利的監測工具。

(2) 雷達回波探討

雷達回波之觀測受限於偵測回波距離之影響，因此僅當颱風接近台灣地區時始能觀測到，12月3日當

颱風靠近台灣時，所觀測到得颱風雷達回波已甚為明顯，由3日00Z雷達回波顯示，颱風外圍較強的回波在花蓮沿海及恆春半島沿海，花蓮地區的回波隨時間逐漸增強，導致花蓮地區大雨與不斷，3日14時回波明顯增強，此時花蓮地區的時降雨量為最大時刻。恆春半島及高屏一帶回波進入陸地後迅速消弱，以至於台灣南部地區各地雨量並不大，至3日14時南瑪都颱風外圍有一波條狀較強對流雲系在颱風移動之前緣，並朝向台灣西南部快速移動，3日22時移至恆春、高雄、大武地區，恆春地區雨量由21時15.5mm增至22時之26mm，高雄地區雨量由21時17.5mm增至22時之42mm，3日21時移至大武地區時，使得大武地區連續兩小時降下較大雨量，大武地區雨量由20時8.4mm，增至21時23.1mm及22時之41.2mm，3日23時條狀回波移至台南地區，台南地區雨量由22時6.5mm增至23時之15mm，爾後此一條狀回波繼續向東北方向伸展，在3日24時移由台南伸展至花蓮地區，花蓮地區雨量由23時1.5mm增至24時之43.5mm，因而導致花蓮地區原本已減緩之雨勢，又開始有增強趨勢，俟此一條狀回波遠離花蓮地區後，花蓮地區雨勢始逐漸減小，爾後在颱風移出台灣地區進入太平洋時，颱風後緣在花蓮及其沿海地區出現彎勾帶狀雲系，此彎勾帶狀回波使得花蓮地區在4日10時及11時又產生兩小時連續較大降雨。

五、天氣系統交互作用

南瑪都颱風於12月4日颱風眼登陸侵襲台灣南部地區，為冬季12月份颱風中心惟一登陸台灣地區的颱風，此時因台灣地區受各種不同天氣系統入侵之影響，其降雨型態、分布與夏季颱風降雨型態、分布自然有所不同。

南瑪都颱風強降雨區非颱風登陸地點，也非颱風中心登陸前後時間，其主要原因係不同天氣系統在台灣地區交互作用所致，而花蓮地區更因局部地形效使得降雨更為加強，有關研究包括：葉(1977)探討熱帶氣旋與極地高壓交互作用所產生的供伴效應對台灣天氣的影響。張等(1995)發現宜蘭地區發生豪雨的天氣現象，東北氣流和東南氣流在宜蘭地區交會為重要因素。李等(2004)利用模擬方式，探討颱風與東北季風交互作用在台灣北部產生大雨的物理機制。呂等(2004)探討寒潮爆發前緣其冷空氣在台灣地區南下的研究，研究發現寒潮台灣東西兩邊冷空氣移行特性不

同，東側北風發展較高，冷空氣較厚。南瑪都颱風在花蓮地區產生之強降水與以上之研究有類似之處，從天氣系統分析探討可以更進一步了解。南瑪都颱風強降雨區主要在東部地區，當其行徑往台灣地區接近時，颱風的逆時鐘環流首先遭遇台灣東部地區，因此東部地區降雨時間較早也較長，台灣北部及東北地區再因東北季風，使得降雨型態更為複雜。影響此次台灣降水之天氣系統包括：(1)颱風環流系統，(2)大陸之冷高壓系統，(3)太平洋高壓系統。三種不同天氣系統先後到達台灣地區，並在台灣東西部產生交互作用；更由於台灣地形分布複雜，因而造成局部地區降雨量差異性甚大，因此藉由探空分析、天氣系統分析並針對台灣地形變化，作進一步探討，以找出影響此次台灣地區降水的時空變化。

(一)台灣各地探空分析

探空分析可以了解各地垂直大氣變化，所利用的探空測站包括：屏東、花蓮及板橋三個測站，針對各地風場、溫度、露點曲線進行分析，藉以了解台灣地區東西部與南北部天氣系統的相關變化及天氣系統的交互作用。

1、探空風場分析

(1)屏東探空分析

屏東探空測站位於台灣南部，大陸冷高壓南侵到達屏東地區時，除特別強的冷高壓其勢力將減弱。12月3日大陸冷高壓勢力並不強，當此一波高壓向南移動時其前緣冷空氣非常淺薄，3日00Z屏東探空顯示在最底層之風向幾乎為北風，其餘各層風向至300mb均為颱風外圍流偏東向之風，3日12Z探空顯示底層之北北西風高度增高至900mb，4日00Z底層北風增至850mb，至4日12Z底層北風保持850mb高度，由以上資料顯示，大陸冷高壓南侵之前緣，其所產生之北風在3日00Z已抵達台灣南部地區，且厚度非常淺薄。3日12Z大陸高壓持續南下北風層厚度增至900mb，顯示台灣南部冷空氣厚度增高至900mb，900mb至500mb風場幾乎為南南東風，此係颱風外圍環流之風場，至4日00Z因颱風已在枋寮登陸，而大陸冷高壓仍繼續南侵，北風厚度增至850mb，爾後因颱風往北北東移動，且此時大陸冷高壓勢力不強在逐漸減弱中，至4日12Z底層北風厚度維持在850mb高度，顯示低層冷空氣厚度未明顯繼續增加，證實台灣南部先後受颱風及大陸高壓之入侵並產生交互作用，且影響全省造成台灣全省普遍性降水。

(2)板橋探空分析

板橋地區位於台灣北部，通常大陸冷高壓較先入侵北部度，然後再往南至中部及南部地區，但此次大陸冷高壓勢力不強，再加上南瑪都颱風外圍環流較廣，且南瑪都颱風較大陸高壓先影響台灣北部地區，因此板橋探空12月3日00Z最底層為東風，風向隨高度順轉，由南南東風向上至500mb轉為南風，在往上由南南西風逐漸轉為西南風，風向隨高度順轉，顯示有暖平流進入台北地區，代表太平洋高壓之邊緣仍在台灣地區附近，與大陸冷高壓在相互抗衡中，後太平洋高壓減弱並逐漸往東退，導致南瑪都颱風沿太平洋高壓邊緣經台灣南部向東北移動。3日12Z板橋風場變化不大，4日00Z板橋探空風場明顯改變，底層700mb以下轉為偏北風向，顯示大陸冷高壓邊緣之底層部分，已向東擴展至台北盆地，4日06Z在700mb以下仍然為北北西風，再高層轉為西風帶氣流，顯示台北地區在3日底層受颱風外圍氣流影響吹偏東向風，4日底層受大陸冷高壓移入影響吹偏北向風。

(3)花蓮探空分析

花蓮地區在中央山脈以東，因此大陸冷高壓影響東部地區較慢，3日00Z探空顯示最底層為西南風，往上順轉為西北風及北風，因此在接近地面之大氣層，仍受太平洋暖平流之控置，但900mb至600mb高度風場變為偏東向之風場，此乃受颱風外圍環流之影響，600mb高度風場轉為東南風，往上再變為南風，至200mb以上變為南南西風。由底層至150mb高度之風場均成順轉趨勢，顯示花蓮地區不論底層太平洋高壓系統，中層颱風環流或高層之風場為順轉變換，顯示3日00Z東部地區由底層至高層皆受暖平流影響。3日12Z花蓮之探空風場，最底層變為東南風，此乃受颱風外圍環流之影響，隨高度由東南風逐漸轉為南南東風後，至500mb再轉為南風，由底層至500mb高度風場隨高度均成順轉趨勢，顯示3日12Z花蓮地區雖受颱風外圍影響，但由南往北之暖平流仍然盛行，暖溼空氣在台灣東部不斷由南往北輸送，由3日07Z以後花蓮地面氣溫隨時間增加之趨勢，可證實有暖平流移入。至4日00Z因大陸高壓向東擴展至花蓮地區，且厚度非常淺薄，因此花蓮地區4日00Z風場資料僅在地面為北北西風，其餘各層風場受高層槽線移入台灣地區之影響，且花蓮地區正好位於槽前，致使離開地面往高層之風場變為偏西及西南風。4日12Z高空槽系統之北端已經通過台灣地區，進入日本南方，槽線

南端與變為普通低壓的颱風結合成為一個系統，尾端仍留在台灣地區，導致 850mb 高度以上變為西風帶風場，850mb 高度以下風場仍然為南風及西南風。

2、探空溫度與露點曲線分析

台灣地區因中央山脈之阻隔，東西部因受不同天氣系統影響，天氣現象會有所不同，由溫度與露點探空曲線之分析，可以了解當地天氣系統及氣團變化的特性。

(1)屏東探空分析

屏東地區溫度與露點探空曲線，顯示 3 日 00Z 在大氣底層 900mb 以下，因大陸冷高壓由大氣底層入侵，冷空氣下沉相對溼度隨高度減少，溫度與露點線隨高度分離，900mb 高度以上受颱風外圍環流之影響，且因處中央山脈以西之地區，因此空氣溼度在到達中央山脈以上之高度有增加之趨勢。3 日 12Z 颱風逐漸接近台灣地區各層相對溼度均增加，4 日 00Z 前一小時左右颱風在屏東枋寮登陸，各層相對溼度明顯增加，至 4 日 12Z 颱風遠離台灣，底層相對溼度仍維持相當大，800mb 高度以上相對溼度隨高度迅速減小，由 4 日之連續水氣雲圖變化顯示高空乾空氣在颱風遠離台灣後，乾冷空氣由大陸地區逐漸入侵台灣地區，此乃大陸冷高壓後之中緯度高層槽線快速移入台灣，4 日 12Z 槽後乾空氣使得高層相對溼度減小。

(2)花蓮探空分析

花蓮地區因在中央山脈以東，颱風外圍環流不受山脈阻擋之影響，颱風外圍環流水氣易直接侵襲花蓮地區，3 日 00Z 之溫度與露點探空曲線相當接近，相對溼度甚高，另底層之逆溫層更利強烈對流系統之發展，3 日 12Z 及 4 日 00Z 之溫度與露點探空曲線亦相類似，4 日 12Z 在 850mb 高度以上相對溼度因受中高層槽後乾冷空氣之移入，探空曲線與屏東地區有類同處，相對溼度隨高度迅速減小。

六、結論

南瑪都颱風侵襲台灣地區造成全省降水，但主要強降水地區不在颱風登陸地區，卻在花蓮地區，由以上探討發現影響此次降水的天氣系統包括：(1)颱風環流系統，(2)大陸之冷高壓系統，(3)太平洋高壓系統，三種不同天氣系統同時在台灣東部地區交互作用，增強局部地區的對流發展。從台灣北方海面彭佳嶼的風向變化，菲律賓西北方海面巴誕島的風向變化，可以追蹤氣團的行徑，12 月 3 日當颱風環流接近台灣地區

時，彭佳嶼和巴誕島的風向均為偏東之風向，至 4 日 5 時颱風由巴士海峽接近台灣西南部，巴誕島風向轉為南南西風，而此時大陸冷高壓勢力抵達彭佳嶼海面，彭佳嶼風向轉為北北西風，花蓮地區 7 時也轉為西北西風，顯示不同氣團由南北分別在台灣東部靠近，而從 925mb 台灣地區之風場分布，更顯示台灣東西兩地區僅在大氣底層受不同氣團影響，因而產生交互作用。

再由於太魯閣峽谷之開口處向東，當颱風環流之東風氣流進入太魯閣峽谷時，有利水氣在峽谷盆地內發展，從花蓮測站之風向變化與雨量對照，顯示當花蓮測站之風向吹東風時，水氣不斷往峽谷內輸送，花蓮及太魯閣峽谷盆地降雨量相對增高，當花蓮測站吹西風時，水氣不斷往峽谷外輸出，太魯閣峽谷降雨量相對減少，而花蓮地區底層東風也導致降雨靠近山區，此均顯示地形與降雨之相關。

參考文獻

- 呂芳川，廖繼昌，江火明，莊漢明，2004：台灣附近寒潮前緣冷空氣移行之個案研究，第八屆全國大氣科學學術研討會，31-36。
- 俞川心，徐天佑，呂國財，1982：春末夏初台灣特殊天氣之個案探討，第三屆全國大氣科學學術研討會，279-288。
- 李清勝，羅英哲，2004：颱風與東北季風交互作用產生豪雨之分析與模擬，第八屆全國大氣科學學術研討會，151-156。
- 張泉湧，吳國傑，梁丕賢，1982：三種氣團同時在台灣及鄰近地區匯合之個案分析，第三屆全國大氣科學學術研討會，368-376。
- 張耀升、陳台琦、陳景森，1995：宜蘭地區連續降水初步探討，氣象預報與分析，第 144 期，11-20。
- 葉文欽，1977，熱帶氣旋與極地高壓共伴環流對台灣天氣之影響，氣象預報與分析，第 70 期，30-38。