

玉山與大屯山鞍部降雪事件對比分析

蔡梨敏¹ 劉廣英²

¹ 中國文化大學地學所

² 中國文化大學理學院

摘要

水氣的供應是主宰各類降水的主要原因之一。來自南中國海，夾帶豐沛水氣的西南氣流，對於臺灣而言無論是南部或北部，冬天或者夏天，只要是綜觀環流條件配合得宜，就會帶來可觀的降水甚至降雪。

本文針對臺灣冬半年，根據對玉山與大屯山鞍部兩個測站，調查統計1979至2008年三十個冬季（前一年11月至次年4月）的降雪事件，得知臺灣高山年降雪日數有明顯之下降趨勢，且高山有逐漸乾化的現象。在鞍部方面，由於位於較低的山區，雖然降雪事件較少，調查顯示其降雪的次數亦下降，但降水卻有增加。在以上統計基礎上，本文進一步比較兩地降雪之綜觀差異。結果顯示，寒流時玉山是否降雪？玉山降雪時，鞍部是否降雪？除溫度條件外，無論合成或個案均顯示，單獨玉山降雪，與玉山以及東北部同時降雪時，冷鋒位置、水氣源與水氣通量均為關鍵因素，且均有所不同。

以上結果說明大氣環流的些微移動，就會引起區域天氣與天氣要素的時空移動，顯示大氣環流也是傳遞氣候訊息的重要媒介，由綜觀環流的變化進而造成臺灣降雪趨勢的改變可知，氣候變遷確實已經影響了臺灣冬季的降雪。

關鍵字：降雪、玉山、大屯山鞍部、降雪比較分析

一、前言

極地冷氣團南移，所經地區不但造成當地溫度急速下降，亦帶來大霧陰雨等明顯的天氣變化。中緯度還會伴隨霜害、降雪甚至是暴風雪的災難天氣(Tang et al. 1993)。根據中國大陸民政部統計，2008年的一月中旬至二月底，長江流域即飽受西伯利亞冷氣團一波接一波南下的襲擊，釀造出百年來最嚴重

雪災，因災造成之直接經濟損失高達537.9億元人民幣。由此可見，中緯度冬季風暴不可輕忽。

臺灣，就地理位置言，正跨在北回歸線上，就平地而言，屬『亞熱帶海洋性季風氣候』；但受中央山脈之賜，在垂直方面，則春、夏、秋、冬四季變化明顯。依地區分，除北部與東部冬半年（十一月至次年四月），受到東北季風影響外，五、六月的西南季風，

與夏半年的颱風，均為臺灣重要的降水來源。由於地當冬季極地大陸冷氣團由源地爆發到出海必經之地，致部分平地測站冬季仍有攝氏零下之低溫發生，如臺北市1963年元月廿八日的就曾創下攝氏零下1.7°C之極端最低溫。更由於地形陡峭，致冷氣團南下時，高山地區氣溫經常下降至冰點以下，其中玉山、阿里山、合歡山、太平山、大屯山的鞍部、陽明山的竹仔湖等地，均曾發生降雪事件。在降雪的事件中，值得注意的是年降雪日數有下降趨勢(劉, 2009)。蔡與劉(2009)針對玉山與鞍部降雪做進一步分析後，對此一趨勢提出了說明，那就是由於綜觀條件的些微變化，導致風與濕度場異常，使得上述降雪熱點合於降雪條件的日子正在下降。

為驗證上述解釋的正確程度，本文將上述降雪地分為兩組，其一中部的高山是玉山，二是北部海拔較低的大屯山鞍部，再以對比分析方式探討綜觀條件之影響是否顯著。所得答案告訴我們，除溫度外綜觀條件是降雪分布的重要指標。

二、資料與資料分析

文中降雪記錄包括氣象站觀測資料與非正式報導兩種。前者僅有玉山，鞍部二處，是本文統計之依據。後者則以當地政府單位駐地發現且見諸媒體者為準，但不列入統計，僅供參考之用。本研究使用NCEP/NCAR網格解析度為 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 之再分析資料(Reanalysis II)製作各種綜觀圖表，以及線

性趨勢分析。統計時間為1979年至2008年的30個冬季(11月至次年四月)。觀測資料分析項目包括年降雪日數與線性趨勢，最高最低氣溫及較差，以及最高最低氣溫及較差與降雪日數之相關。文中共製成(1)冬季、(2)玉山降雪時、(3)鞍部與玉山降雪時等三種平均圖，而後取兩種距平圖即(2)與(1)及(3)與(1)的差值圖。

三、臺灣降雪事件統計與氣候場分析

(一) 玉山站與鞍部站降雪統計分析

劉(2009)統計臺灣地區1979年至2008年，鞍部氣象站及玉山氣象站的每年11-12月至次年1-4月共三十個冬季的降雪日數，其中鞍部測站發生過25個降雪日，平均每年不足一日；玉山站則有740天，平均每年約有25天降過雪(圖1.)，略低於戚與陳(1995)統計1961-1990年的28天，下降率為10.7%。

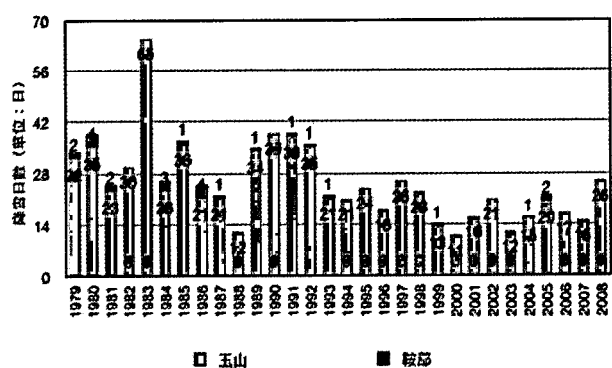


圖1 1979-2008年玉山與鞍部冬季日降雪日數。(依劉與蔡, 2009, 原圖修改而成)

線性回歸分析(Frich et al, 2002)結果顯示，降雪的日數隨著時間有明顯的下降趨勢，至

1993 年冬季起玉山降雪日數即已下滑至平均日數以下，直到最近（2008-2009）這個冬季才有反轉趨勢。此結果與中國寒流次數與霜凍日數減少（丁，2009），以及臺灣溫度上升（Shiu et.al, 2009）一致，應是受全球暖化現象所影響。

統計玉山站與鞍部站三十個冬季年的最高溫度與最低溫度。玉山站的30個冬半年之平均最高溫度為6°C；最低溫度為負2.1°C，鞍部的平均最高溫為16°C，而平均最低溫度為10.4°C。圖2及圖3分別為玉山站與鞍部站的年平均最高溫度與最低溫度時間序列圖，

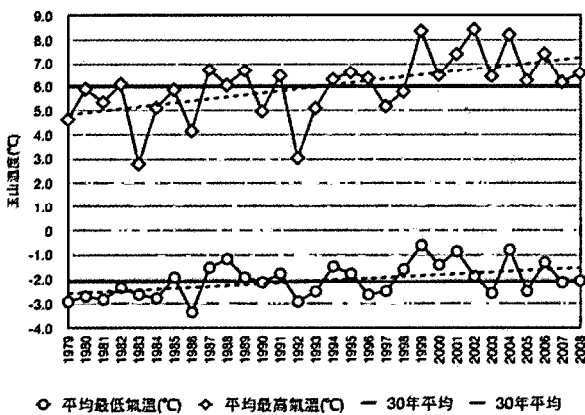


圖 2 1979-2008 年玉山站平均最高溫與最低溫時間序列，其中實線為平均線，虛線為線性趨勢線。

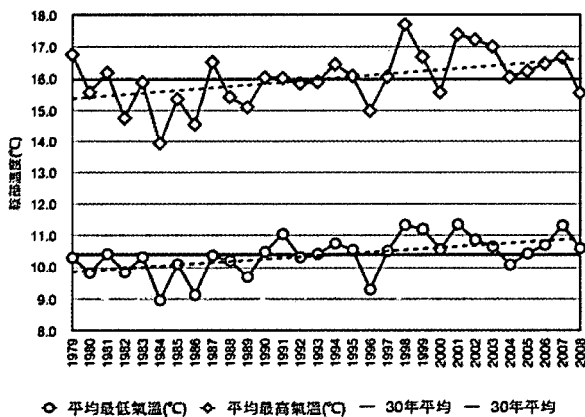


圖 3 同圖 2，但為鞍部站。

由圖中可知：

- (1) 玉山與鞍部兩站的最高溫與最低溫均明顯上升，其中玉山站的最高溫上升幅度較大。
- (2) 玉山站自 1994 年起，除 1997 及 1998 年外，年平均最高溫均在 30 年平均最高溫度之上；鞍部站則在 1990-1994 年平均最高溫與 30 年平均最高溫接近，1994 年後，除 1995、2000、2008 年外，其餘各年也位於平均之上。

單由溫度因素，其實就可以看出，降雪減少的原因。

降雪除了需要夠低的溫度之外，足夠的水氣量是另一個必需的條件。統計分析玉山與鞍部氣象站長期觀測的相對濕度資料，玉山站30個冬半年的平均相對濕度為71.6%，30年平均最小相對濕度為15.2%；鞍部站30年的平均相對濕度為91.5%，30年平均最小相對濕度為47%，若單純的由相對濕度值來判斷，鞍部地區的空气濕度相對於玉山來說是潮濕的。圖4與圖5分別為1979-2008冬季年的平均相對濕度與最低相對濕度的時間序列圖，由圖中可見：

- (1) 玉山站三十年間，冬季最低相對濕度與平均相對濕度有逐年下降的趨勢；鞍部站的最低相對濕度則是有明顯的上升趨勢，但是平均相對濕度的變化則不大。
- (2) 鞍部 1996 最低相對濕度快速的上升，維持了三年至 1999 年又快速的下降，2004 年起則又開始回升。平均相對濕度與最低

相對濕度的差值較為接近，顯示這個階段的大氣比較潮濕。

(3) 玉山站 1994 年平均相對濕度與最低相對濕度大部份都低於 30 年冬季平均值。近兩年 (2007, 2008) 相對濕度的差值再度減少，顯示大氣的潮濕度增加，此與蔡與劉 (2009) 所得，同期降雪日數回升的結果一致。

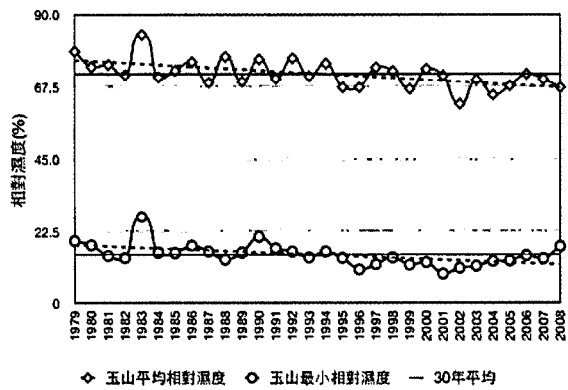


圖 4 1979-2008 年玉山站平均相對濕度與最低相對濕度時間列，其中實線為平均線，虛線為線性趨勢線。

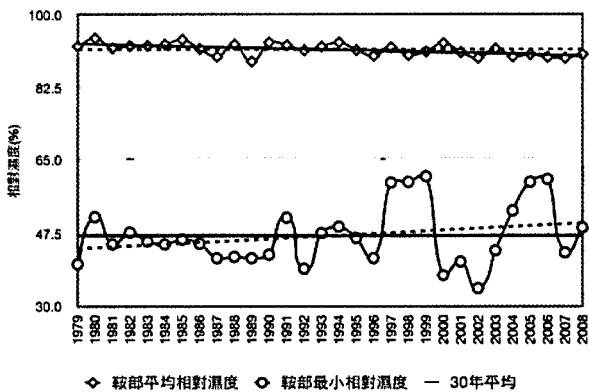


圖 5 同圖 4。但為鞍部站。

總結在統計期間內，玉山的最低相對濕度逐年遞減，若將平均相對濕度與最低相對濕度相減則知，其差值逐年增大，這樣結果

顯示玉山有逐年乾化現象，此可加強說明劉與蔡(2009)對玉山降雪逐年減少的原因，除了平均溫度逐年升高外，高山的大氣潮濕度遞減或乾化，也是使得降雪日減少的關鍵。

隨著溫度的增高，降雪次數減少，但大氣的潮濕若維持，則這些水氣有無轉化成降水？統計玉山與鞍部的月平均降水量及月平均降水日數，如圖6。結果顯示，玉山的降水量與降水日數均有明顯的降低，而鞍部則是降水日數降低，但是月平均降水量則無明顯變化，此顯示北部山區小雨次數減少，與 Shiu(2009)調查統計結果一致。

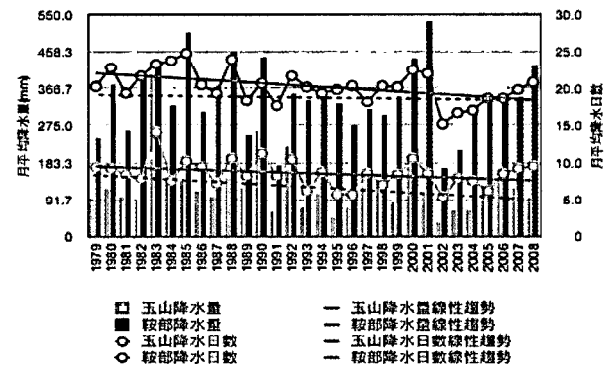


圖 6 同圖 4。但為月平均降水量與月平均降水日數。

(二) 氣候場分析 (冬半年平均高度場與相對濕度場)

降雪與其他天氣現象變化相同，都以受大氣運動主導為主。而表現於天氣圖上之海平面氣壓 (或定壓面高度)、溫度、風，以及濕度，正是決定天氣變化的重要因子。由可瞭解兩種降雪時的綜觀特徵(也就是環流差異)，以及綜觀特徵與降雪間，與降雪事

件減少間的關係。臺灣冬半年以受北方大陸冷高壓影響為主，但與其他季節一樣西南氣流是臺灣水氣來源主要的提供者。為取得比較降雪日數與大氣條件之依據，特製作一組三十個冬季平均圖。由圖可見，近地層

(1000hpa，圖7)大陸高壓中心位於貝加爾湖西南部，熱力向東南伸展至東海，臺灣至華南海風向為東北風；臺灣周圍至約30° N以南之華南沿海一帶，相對濕度均在85%以上。在下對流層(700hpa，圖8)大陸東南沿海到臺灣風向已轉成強西南西風，顯示南北溫差大，致西風分量增強。在此圖中除主槽由日本西伸至長江口外，另華南有短槽；兩者之配合為冬季冷鋒提供有利發展條件。

500hpa與上對流層(300hpa)東亞主槽在日本西方至華東，西風帶南移，最大強風軸(稱西風噴流)在臺灣以北(圖略)。

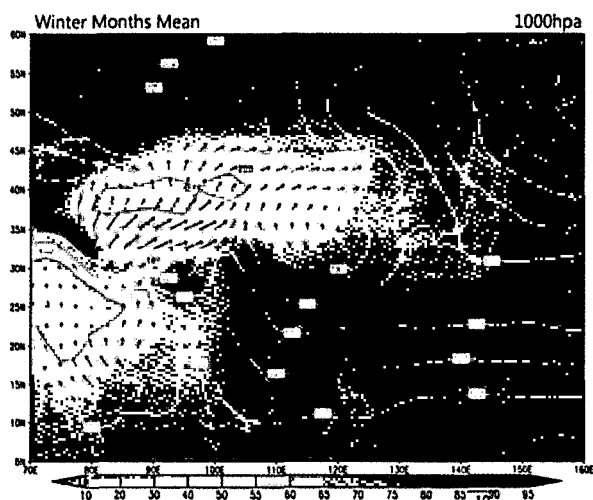


圖7 1979-2008年冬半年1000hpa氣候平均圖。色階變化表示相對濕度RH，實線代表高度場，向量代表風場。

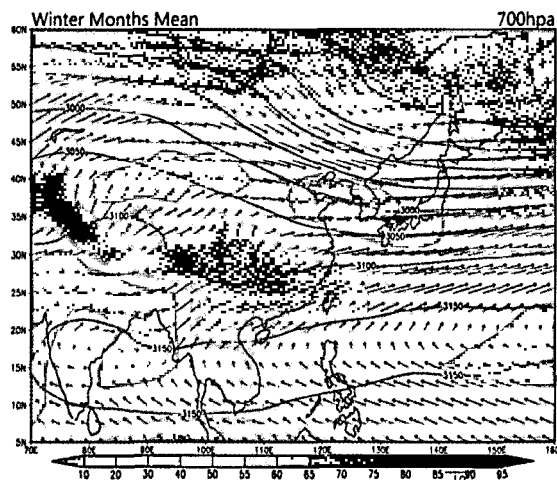


圖8 同圖7，但為700hpa

四、玉山站與鞍部站降雪日氣象場分析比對

圖9至圖18分別為玉山站及鞍部站降雪日的平均減去冬半年氣候平均的各層距平圖。代表玉山站及鞍部站發生降雪事件時的氣象場與彼此的差異。由而可見兩者之綜觀條件有明顯差異，其中與大陸高壓配合之乾區位置，以及鋒面位置與下對流層濕氣源與通量是關鍵因素。

就玉山降雪而言，主要的濕空氣源為南海北部，近似梅雨季降水型態(Liu & Chang, 2002)。鞍部降雪時其水氣源則以東北部近海為主。整理比較玉山站降雪及鞍部站降雪時，大氣各層的特徵，如下表1

表 1 玉山站與鞍部站發生降雪時各層大氣特徵比較表

比較項目	玉山	鞍部
1000hpa 高度	長江中下游有封閉型正距平	封閉型正距平範圍較小
1000hpa 渦度與鋒面	正風切渦度與風速輻合在巴士海峽南部（代表鋒面約在當地）	臺灣附近無正風切渦度；風速輻合在菲律賓北部
1000hpa 乾區	在長江中下游	較乾且擴大到華南沿海
1000hpa 濕區	最大正區在臺灣	最大正區在巴士海峽
850mb 相對濕度距平	正距平由日本經巴士海峽至南海	正距平由日本至臺灣。
850mb 乾區	與 1000hpa 同	1000hpa 同
850mb 鋒面	東亞主槽主導角色微弱，華南地區有短槽，臺灣位於鋒區	東亞主槽主導亞洲地區天氣，臺灣位於鋒後
850mb 風場距平	北風分量距平止於臺灣；正風切區在巴士海峽。	東北風分正到達南海，正渦度風切 15°N 附近。
700mb 槽線	槽線較淺，由日本到臺灣附近	槽線較深，由日本到臺灣附近
700mb 相對濕度距平	由臺灣至南海上空有較大的正距平	由日本至南海皆為正距平但東北方正距平較強
700hpa 高度與槽線	負中心在對馬海峽，槽經臺灣	負中心東偏至日本海，槽經臺灣
500mb 槽線	由韓國到上海附近。由槽線隨高度向上游傾斜，可知降雪時斜壓度大	槽線較深，由韓國到華南附近
300mb 風速距平軸	風速距平值較小，主要中心位於南中國海。	風速距平值較大，主要中心由日本蜿蜒至華南、華中附近

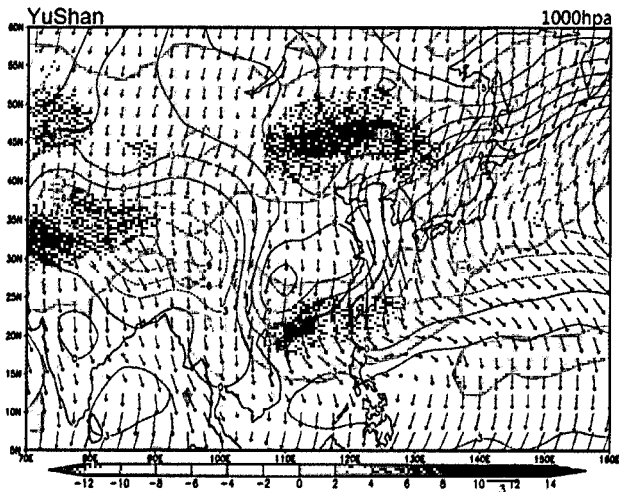


圖 9 1979-2008 年玉山站降雪日 1000hpa 氣象距平圖。色階變化表示相對濕度 RH 距平，實（虛）線代表高度場正（負）距平，向量代表風場距平。

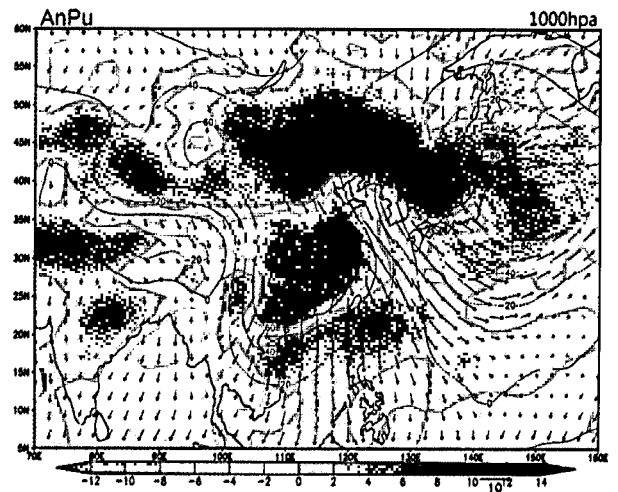


圖 10 同圖 9 但為鞍部降雪日。

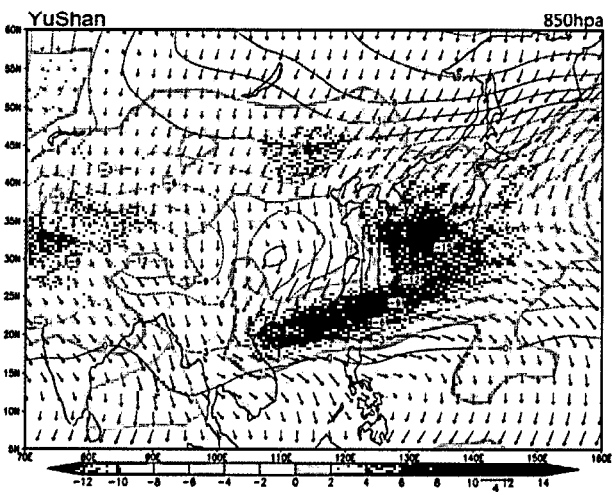


圖 11 1979-2008 年玉山站降雪日 850hpa 氣象距平圖。色階變化表示相對濕度 RH 距平，實（虛）線代表高度場正（負）距平，向量代表風場距平。

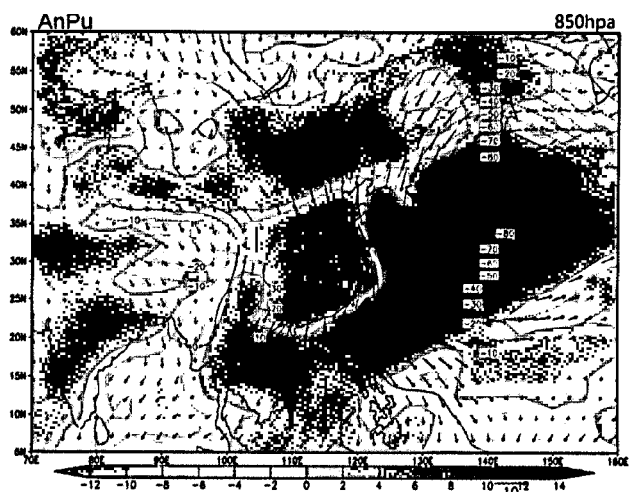


圖 12 同圖 11 但為鞍部降雪日。

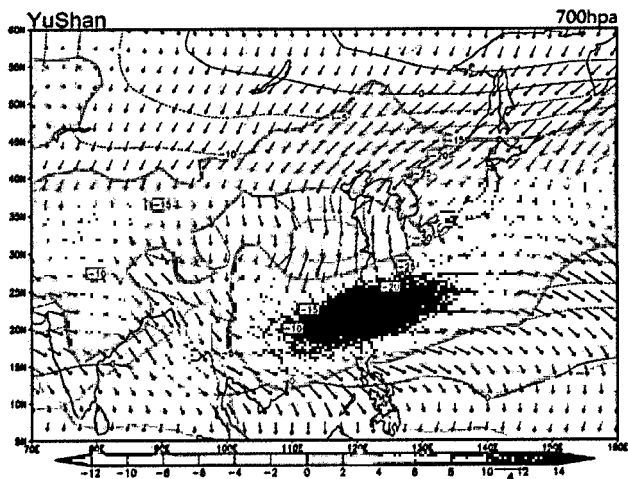


圖 13 979-2008 年玉山站降雪日 700hpa 氣象距平圖。色階變化表示相對濕度 RH 距平，實（虛）線代表高度場正（負）距平，向量代表風場距平。

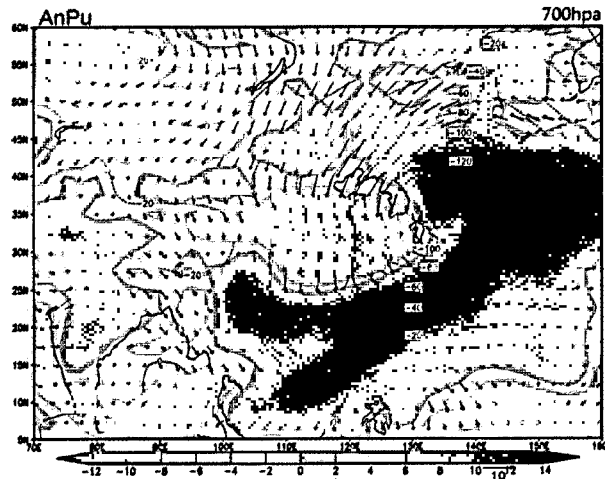


圖 14 同圖 13 但為鞍部降雪日。

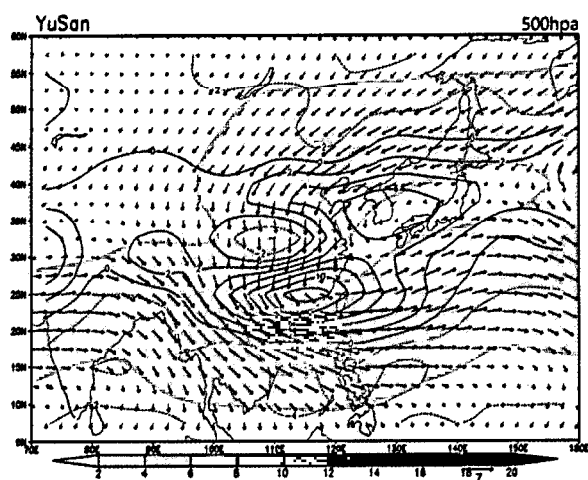


圖 15 1979-2008 年玉山站降雪日 500hpa 距平圖。色階變化表示風速場距平，實（虛）線代表溫度場正（負）距平，向量代表風場距平。

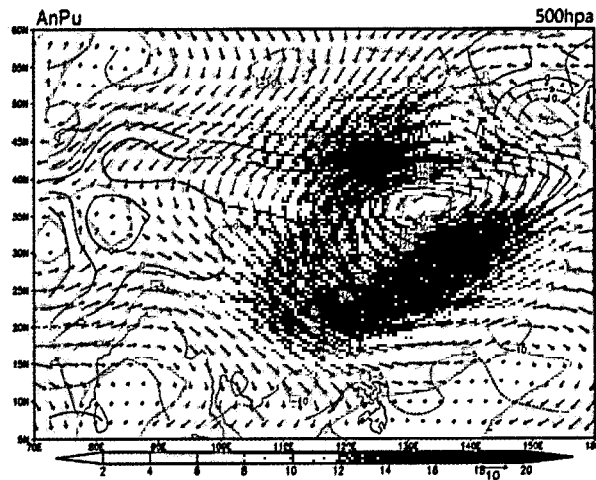


圖 16 同圖 15 但為鞍部降雪日。

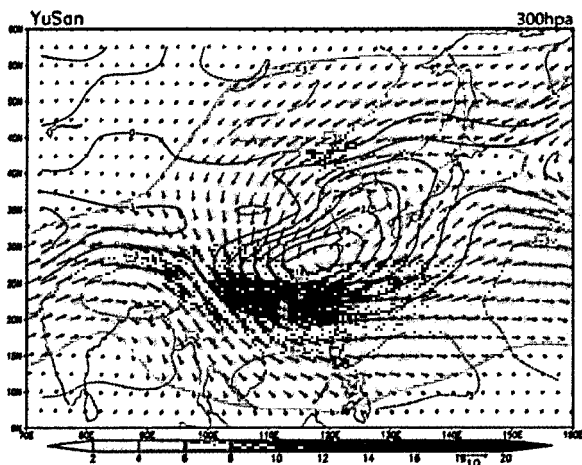


圖 17 1979-2008 年玉山站降雪日 300hpa 距平圖。色階變化表示風速場距平，實（虛）線代表渦度場正（負）距平，向量代表風場距平。

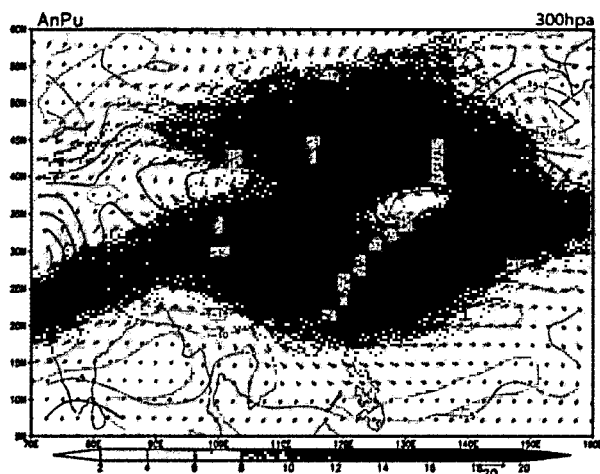


圖 18 同圖 17 但為鞍部降雪日。

五、結論

統計分析玉山與鞍部的溫度、相對濕度值、降水，發現兩站的最高溫與最低溫均明顯的上升，而相對濕度與降水方面，則為鞍部的降雪減少，但是該區的大氣濕度依然濕潤，降雪與降水日數雖然減少了，但月平均降水量則無明顯減少，顯示降雪日數減少是溫度的升高之結果，若進一步分析，可看出日降水量有明顯增大，也就是說鞍部下毛雨的機會減少了，相對較大的雨則增多，雨勢變大。至於玉山，無論是相對濕度、降水、降水日數、降雪次數都減少了，顯示當地有趨於乾化的現象，這或許代表中層大氣的水氣正在減少。這也就是說，全球暖化對臺灣的確有影響；玉山降雪日減少主要由於乾化，亦即西南氣流與水氣輸送不足所致；鞍部則因溫度上升，達於零 $^{\circ}\text{C}$ 日數減少所引

起。也就是說由於全球氣溫不斷升高，迫使大氣環流有些微的移動或改變，讓原本應來到玉山的水氣逐年減少，致降雪的發生愈來愈少。

由比較玉山及鞍部降雪日的合成綜觀天氣圖可見，西南氣流整年都影響著臺灣，但因綜觀形勢的關係，為臺灣的北部及中南部帶來的天氣現象則有所差別。鞍部測站發生降雪事件時，是位於鋒後，來自海上的東北季風，是當地的水氣源。而玉山降雪事件發生時，則是位於鋒前，來自南海的西南氣流是當地的水氣源。

以上結果說明大氣環流的些微變化，就會引起區域性天氣與天氣要素時空移動，此顯示大氣環流也是傳遞氣候訊息的重要媒介。

經由綜觀環流的變化，進而造成臺灣，氣候變遷確實已經影響了臺灣冬季的降雪與水氣分佈，值得重視。

致謝

本文承蒙兩次研討會主辦單位審閱，本刊編委檢查並訂正，在此一併致謝。

2009: Diurnally asymmetric trends of temperature, humidity and precipitation in Taiwan, *Journal of Climate*, 2009 early online release, posted June 2009.

Tan Y.-C., Judith A. Curry, 1993: A Diagnostic Study Evolution of an Intense North American Anticyclone during Winter 1989, *Monthly Weather Review*, 121, 961-975.

參考文獻

丁一匯，2009：中國氣候變化—科學、影響、適應及對策研究。中國環境科學出版社。北京市。

戚啟勳、陳孟青，1995：臺灣之氣候，交通部中央氣象局。

劉廣英、謝博任、蕭玲鳳，2005：臺灣寒流天氣之合成分析。華岡理科學報。臺北市。

劉廣英，2009：氣候變遷對臺灣高山降雪之影響，兩岸青年大氣科學研討會，中國銀川市；中國現代化學術研討會，中國內蒙古。

蔡梨敏，2009：玉山與鞍部降雪事件對比分析，兩岸青年大氣科學研討會，中國銀川市。

Frich, P., L. V. Alexander, P. Della-Marta, B. Gleason, M. Haylock, A. M. Klein, T. Peterson, 2002: Observed coherent changes in climate extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research*, German. Inter-Research 2002.

Hess, S.L., 1954: An Introduction to theoretical meteorology, Academic Press, USA.

Shiu, Chein-Jung, Shaw C. Liu, Jen-Ping Chen,

A comparative study of the snowfall events between Yushan and AnPu in Taiwan

Li-Min Tsai¹ Koung-Ying Liu²

¹ Graduate Institute of Earth Science, Chinese Culture University

² College of Science, Chinese Culture University

Abstract

Moisture supply is one of the major components of precipitation. In Taiwan, south west flow, with its high water content from South China Sea, contributes a lot for cases of flash flood in the one hand. On the other hand, the abnormal heavy precipitation in the north part of Taiwan, occurs in the cold half year, is due to the conflict between north east wind and the pre-trough south west wind from the southeastern part of China and northern part of South China. All these winds are controlled by the synoptic situation. This work is to accomplish a purpose that even for snow event in Taiwan wind system is also a leading factor. In doing this we chose Yushan and AnPu as our bases to be analyze and do our comparison. Yushan, located in central part of the Central Mountain Range (CMR, here after) of Taiwan. It has the highest weather station in East Asia and, therefore, is the most famous snow spot of Taiwan. AnPu, a station in the Young Ming Shan National Park just on the northeast part of Taipei, is another hot point. They have different height and, more importantly, their prevailing wind fields are in different. In order to show that the synoptic condition is the key factor which controls the snowfall in Taiwan, and find out what differences for the two stations snowing simultaneously or alone, a comparative study is carry out in this work. We found that the synoptic situation, including the location of the continental high, the surface to low tropospheric wind and vertical wind shear, as well as the moisture advection, is quite different for the two snowfall patterns. That is to say any shift in the atmospheric circulation can lead to changes in regional weather and/climate. So to understand the characteristics of the overall circulation, regardless for weather or climatic analysis and diagnostics, are very important.

There are two parts in this paper. First, a climatic analysis is conducted. In which monthly mean snow days, and three sets of composite charts, one for the period we considered (gives out the mean situation), and one for each station, are conducted. Then, in the second part, anomalies from the mean and differences between the two are conducted and analyzed. It is very clear that it is the synoptic condition which controls the snowfall events.

Key Words: snowfall, Yushan, Anpu, comparative study of snow event