

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

## (總計畫及子計畫一) 結合高效能電腦與遙測建置研究型環境監測預報整合系統(1/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC94-2745-M-034-003-URD

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：中國文化大學大氣科學系

計畫主持人：劉廣英

共同主持人：蔡順慈，余嘉裕

計畫參與人員：蔡梨敏、邱國娟、林惠鈴、許惠雯、蕭玲鳳、劉邦華

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 5 月 30 日

## 摘 要

本報告包括提升私立校院研發能量專案下，本中國文化大學整合性計畫「結合高效能電腦與遙測建置研究型環境監測預報整合系統」總計畫與子計畫一兩部分；前者以建置高效能電腦與整合各子計畫相關工作，以及協調校方配合支援等事務為主；後者則以研究冬半年（自秋末到春初）台灣特殊天氣（寒流、山地降雪、連續降水/大雨等）為主。其中

### 一、總計畫：

已由學校撥專款，購置高效能電腦(HPC)；七月底前可測試完畢，正式展開運作。

### 二、子計畫一：

天氣學或綜觀氣象學的內容在大氣科學領域中發展較早亦比較成熟，被認為是數值模式最有能力掌握的部份，這是不爭的事實，因而多年來學術研究著力者不多，然而台灣不但地處歐亞大陸與太平洋之間，且當中緯度天氣系統與季風交綏區，致從冬半年東北季風影響下的異常降水、冬季季風到寒流爆發所伴隨之低溫天氣，以及冬末到開春以後的沙塵暴影響台灣天氣與空氣品質至深，是以亟需做些詳細探討，以建立季節性的區域氣候或氣候學，否則僅引用針對中緯度系統之現有研究成果，顯然有所不足。

本研究之工作重點有五，即

1. 冬季季風、大陸冷高壓南下路徑、冷高壓前沿旋生與鋒生、鋒面垂直結構與上滑或下滑、水氣來源與鋒面來臨時降水多少，以及是否有寒流甚或降雪等現象，進行深入的探討，以建構一份氣候檔；
2. 冬末春初大陸沙塵常隨風而至，雖然濃度不大，但對台灣空氣品質與居民生活影響仍在，亦須進一步研究；
3. 做各類天氣之合成與主成份分析，以建立類型檔；
4. 除診斷分析外，同時進行數值模擬；
5. 逐步建構研究型大氣監測與天氣預報系統，並建立自動化考評機制。

目前已完成寒潮之初步分類與合成分析，與山地降雪之調查統計，以及部分沙塵事件之調查統計。至於數值模擬部分，已完成模式測試；於HPC架設完成後即可啟動預報實驗。

## 壹、總計畫

本計畫整合文化大學現有之大氣科學、環境工程、基礎自然科學和資訊科學專長教授，利用高效能電腦與遙測資料為基礎，進行分工（各子計畫）研究，並以建置研究型『環境監測預報整合系統』為目標，達到提升本校研究能量的目的。第一年計畫執行重點說明如下：

- (1) 高效能電腦已採購完畢，目前正在架設中，七月底前可測試完畢並展開運作。
- (2) 軟體測試方面，目前正由各子計畫依需求測試中。
- (3) 95年5月16日已舉辦第一年計畫執行成果發表會。
- (4) 由各子計畫成果發表會的報告內容與計畫書來對照，可見所有子計畫均按預定進度實施中。
- (5) 各子計畫經費使用狀況均已達80%。
- (6) 各子計畫執行迄今已發表論文24篇(見下表)。

各子計畫發表論文篇數	研討會	期刊
子計畫一：劉廣英	1	0
子計畫二：余嘉裕	3	1
子計畫三：鄒忠毅	0	0
子計畫四：劉清煌	1	1
子計畫五：洪祐明	2	0
子計畫六：溫國忠	9	0
子計畫七：張鴻明	2	0
子計畫八：李惠明	0	4

## 貳、子計畫一

### 一、前言

主宰台灣冬春天氣之主要天氣系統為來自貝加爾湖附近之極地大陸冷高壓與結伴而起的中緯度氣旋，所可能造成之危害天氣，包括東北季風異常降水(陳等，1980)、寒潮(劉，1979)，以及強風與沙塵暴(李，1998；Liu and Shiao, 2004)。

大陸冷氣團影響期間，養殖與花卉蔬果業者均會對低溫關心倍至，而是否會降雪？降在何處？可持續多久？都是社會大眾關注的焦點。研究寒流的主軸包括五方面：

- (1) 反旋生機制與過程：Tan and Carry (1993) 利用完整的動能方程，對北美地區反旋生各階段的重要機制有完整的說明，不但擴充了Petterssen (1967) 的定性內容，亦有量化結果。對西伯利亞冷高壓而言，亦可引用同一方法分析。
- (2) 冷高壓潰流與路徑的診斷。前者與垂直風切(亦即水平溫度梯度)密切相關，可由最大水平溫度梯度與垂直風切，或追蹤西風噴流的南北位移知其端倪，後者則可以位渦守恆追蹤之。
- (3) 冷鋒垂直結構。Liu and Chang (2002) 指出梅雨季中下滑鋒(katafront)會帶來較多的鋒前對流性降水；同樣的現象亦見於冬季多雨的鋒面中(劉等，2004)，此顯示冷鋒前的暖濕西南氣流，對鋒面降水之多少影響很大。
- (4) 冷氣團變性(modification)。
- (5) 反氣旋與前面的中緯度氣旋間的互配(coupling)，均可透過模式客觀診斷之。

至於源自中國西北沙塵暴的沙塵事件，則是冬末到春季天氣上的另一個問題。這也就是說，冬季寒害與春季的沙塵暴對我們的影響也很大。由大陸沙塵暴發生後隨風漂來的大氣懸浮微粒至少有三方面值得重視：(a)因空氣品質降低會使受影響地區達不到環保署訂定之標準，而形成全年績等下降；(b)源地原生菌會被夾帶來台灣，對上呼吸道病患不利(詹等，2002)；(c)沙塵在大氣層中累積後所形成之「黃雲」，影響大氣輻射平衡，使氣溫改變，也就是說沙塵事件對氣候穩定性不利。基於以上三點，加上研究大氣化學的學者們所關心的問題亦很

多，所以對沙塵事件之研究已成全球大氣與環境科學界熱門項目之一，其中公元2001年12月6日起自戈壁並於12月14日橫掃美國自北加州到波士頓地區的一次個案更是大氣科學家眾所周知的大事。根據美國海軍大氣懸浮微粒分析預報系統的資料可知，當時有一層高度在2至7公里之淡棕色浮塵隨著冷鋒沿40°N向東推進，經太平洋上空直抵美國，衛星雲圖上都可以看得見（Golden Gate Weather Service, U.S.A；Liu ,et al,2004）。

基本上，研究沙塵事件大致可分為五個主軸：

- (1) 長程傳輸診斷分析：Chen 與Chen (1987)，余與劉 (1996)，李 (1998)，柳 (2002) 等均指出，台灣的沙塵事件是大陸沙塵暴揚沙的遺緒。劉與蕭 (2004) 以2000、2001與2002年的資料做合成與主成份分析得知大陸主高壓路徑以及東亞主槽位置是決定大陸沙塵暴是否會影響到台灣的兩大因素。Mikami et al., 2002 也經由大尺度的觀測資料分析了沙塵暴事件。
- (2) 大陸沙塵成分與其對台灣的影響：是前述環保署實施之沙塵事件監測計畫重點工作之一（楊,2002；Chien, et al,2004；Chou, et al,2004；Lin, et al ,2004）。
- (3) 沙塵暴數值模擬：Shao et al., 2002；Uno et al., 2001；Wang et al., 2000均以數值模式做沙塵暴事件的模擬與預測。
- (4) 衛星遙測：Hasar et al., 2001；Prospero et al., 2002。
- (5) 對氣候之可能影響：是Kerr (1995) 指出雖然微塵在大氣中的存在期較CO<sub>2</sub>等溫空氣體短，但存在時對大氣確有降溫作用。另外，部份微塵亦有利雲的形成（劉與蕭，1999）。

再者，根據研究顯示（錢，2002；劉與鄭，2002；劉與蕭，2004），沙塵事件包括三個過程，即(1)起沙過程，由地表覆蓋與風速，以及大氣穩度所決定(Wang, et al,2000)；(2)長程傳輸由高空風所決定；(3)沉降過程，包括與降水共伴的濕沉降，以及因重力作用或大氣垂直運動而成的乾沉降。Shao, 2001；Shao et al 2003 也分析了沙粒的大小 (Partical size) 在沙塵暴的起沙、傳輸、沈降的三個過程中的分佈狀況，並且指出其對於局部地區的能見度的影響。蔡等 (2004) 與張與楊 (2004) 以及Liu & Hsiao (2004) 均指出，大陸沙塵暴發生後，沙塵會否影響到台灣，均與大陸冷高壓與冷鋒相關。因此，同時研析大陸冷高壓與常在前方生成之低壓發展，以及它們南下的機制與特徵實屬必要。

在各種天氣系統研究方面，寒流為綜觀尺度系統，是大氣科學中較成熟的一部份，且有較高的可預報度，因而相關研究較少。實際上，對於台灣寒流的研究，自蔡（1980）以後投入者亦不多。但如前述，台灣冬半年天氣研究仍待開發。蔡（1980）的研究自寒流的定義開始，分析很詳實。他認為波與波間的能量轉換為引發寒流的重要機制（Tsay，1978）。劉等（2005）透過分析1989至1999年10個冬季40次寒流，並根據加減一個標準差的雨量作為多雨與少雨的分類依據，所得之結果顯示多雨（含高山降雪）的條件是要南海北部有暖濕空氣或雲系移入；以美國大氣科學研究中心與賓州大學發展之MM5模擬結果與合成分析者相同（劉等，2000）。由此顯示，利用客觀分析與數值模擬做深入探討實屬必要。沙塵研究起步較寒流晚，完成一氣候檔，確定綜觀類型，進而建立沙塵事件氣候學，更為必要。

## 二、研究方法說明

利用等熵軌跡（isentropic trajectory）與等熵動能（isentropic kinetic energy），以及位渦守恆進行冷高壓的追蹤與氣壓系統之發展移動狀況為研究方法，Petterssen（1967）指出極渦是中緯度氣旋的渦度源，因而極渦由極對稱轉變為橢圓形時，長軸伸展之方向會有較強的冷空氣南下。劉（1979）分析1978年12月的一次個案，得到相同的結果，透過完整的高度趨勢方程（Tang and Curry, 1993）探討反旋生的機制與反氣旋消長歷程；利用位渦守恆探討大陸冷高壓路徑與變性。在沙塵暴部份，則以柳，2004所訂定的標準選出個案，同樣利用前述資料庫與觀測紀錄，以相同方法進行客觀診斷分析，以建立台灣沙塵事件的氣候學。並進一步建置一套研究型自動化監測預報系統。而後，以寒流與沙塵事件之氣候為準，進行下述工作：

(1)動力統計（model output statistics，MOS）預報模式，並對MOS輸出結果進行校驗與訂正；(2)分析氣壓系統與鋒面之三維結構，並對反氣旋變性，冷鋒之上滑（ana-）與下滑（kata-）鋒的特徵，做深入探討；(3)分析山區降雪時的綜觀特徵。Keyser（1986）指出鋒面具有較大的水平溫度梯度、靜力穩定度、水平與垂直風切。Moore and Smith（1989）則指出上滑鋒的雲多帶狀，且在鋒後，下滑鋒的雲與降水則多集中在鋒前；透過分析

- (1) 沿鋒面與橫過鋒面之垂直風剖面。
- (2) 等熵 (isentropic) 面上垂直鋒面之風場。
- (3) 垂直風速、降溫率、露點 (或溫度露點差)。

可充分瞭解鋒面特徵,分辨出是上仰或下滑鋒,對鋒面降水診斷與預報助益極大。

### 三、初步研究成果

#### (一) 降雪事件統計：

利用中央氣象局的1961~2005年的地面觀測資料,統計台灣地區降雪的情況,並配合氣象局公布之寒潮日期,做出有降雪的寒潮即為強寒潮的定義。由統計資料顯示,台灣強寒流可分為乾冷型、濕冷型、一般型三類,其中發生降雪之強寒流中屬乾冷、濕冷、一般寒流者分別佔50%、25%、25%;強寒流發生的機率最高的月份是一月其次是二月(見圖1與圖2)。

#### (二) 降雪個案診斷分析：(寒潮個案探討)

##### a. 事件概述：

以 2006/1/22 中央社報導之寒潮爆發後所帶來的降雪所造成的事件為例：

中央社東京二十二日專電 【2006/01/22 中央社】

約兩百名台灣觀光客由於東京的大雪迫使班機無法起飛而被困成田國際機場候機室,他們對日亞航在處理班機停飛的拖延作法大表不滿,強烈指責這家日本航空公司完全未提供台灣乘客應有的服務。

一名蔡姓女性旅客在今天凌晨在電話中接受中央社記者電話訪問時指出,目前被困機場內的台灣旅客有的是原定昨天下午二時就搭機返國,由於東京大雪,日亞航把數班班機乘客併成 EG209 一班,這班飛機原擬昨天晚上六時五十五分起飛。

這名乘客很生氣地指出,日亞航令乘客感到可能隨時可起飛,實則一拖再拖,並於今天凌晨零時半左右才通知飛機無法起飛後發毯子,並遲至深夜才提供水和漢堡,而事實上她國內的家人去日亞航確認時,早在台北時間七時半就知道班機停飛。

這位乘客指出,困在候機室的台灣乘客包括坐在輪椅的高齡者和嬰兒,都未受到照顧,日亞航在深夜才提供飲料和漢堡,並表示機場周圍旅客都已客滿,發毯子給乘客在候機室過夜,並對今天上午的起飛都時刻還未能確定。

這位旅客強調,大雪是天災,乘客們都認了,但是大家最不滿是日亞航未能提早因應,一再拖拖拉拉,為先處理飛往馬尼拉的一班班機而不顧飛台北的這一班機,應變能力太差,造成台灣乘客被迫在機場內夜宿。

駐日代表許世楷在得知台灣乘客被困成田機場的消息後，已指示駐日官員和日亞航聯絡，了解現況並要求提供應有的服務解決問題。

由於低氣壓的通過，日本關東地區二十一日凌晨下起大雪，東京都心到今天傍晚五時為止積雪達九公分，創八年來的大雪紀錄，對日本國內外航線的起降造成相當的影響。

#### b. 綜觀分析

由(圖3) 850hPa高度場可看出高壓中心位置在38°N, 110°E，也就是在華北、華中一帶，與地面主高壓向南延伸之高壓脊一致，主槽自庫頁島東南方低壓中心向西南延伸，經日本、東海至台灣北部。在500hPa面上主脊位置在貝加爾湖附近，槽線自日本海、韓國延伸至華北，地面冷高壓在主高壓脊的下游(圖4)。由850hPa相對濕度場(圖5)可以看到，自中南半島向北延伸至台灣，最北到達日本地區連成一帶狀潮濕區。整體而言這樣的配置與謝(2001)的研究結果濕冷型的寒潮結構類似。

#### (三) 沙塵暴資料初步分析：

沙塵暴發生最主要的兩個條件是：強勁的風力及乾燥的沙塵地表，可以形成大風的原因(1)是冷鋒過境，尤其是在冬季，寒潮爆發時；(2)動量下傳。冬春季，青海上空存在偏西的噴流帶，其動量下傳會造成地面的大風；(3)熱力對流產生的地方性積雨雲大風。此種類大風大部分發生在夏季。

( [http://www.qhmq.gov.cn/qinghai\\_mz/ZLCX/zrzh\\_files/Zrzh\\_0204.htm](http://www.qhmq.gov.cn/qinghai_mz/ZLCX/zrzh_files/Zrzh_0204.htm) )

Shoa et al., 2003研究結果顯示，沙塵暴的沙源(source regions)分別在(1)塔里木盆地邊緣，(2)西準格爾盆地(Zhung'er Basin)，(3)土魯番窪地，(4)Chaidamu Basin，(5)河西走廊，(6)戈壁沙漠中間包括南蒙古與內蒙古，(7)東戈壁沙漠。利用1954~2002年中國740個測站的沙塵暴資料，初步統計近49年的沙塵暴發生次數，結果顯示，只有朱日和站90年代沙塵暴的日數多於50年代，而其他的10個代表站90年代沙塵暴的日數均少於50年代。並且前後的差異相當的明顯，例如北京、呼和浩特、銀川、西寧50年代的沙塵暴日數分別別是90年代的7.25倍、5.7倍、3.6倍、44倍，這個結果與周等在2001年時的研究結果，大致一致，也可以知道中國西北、華北東北和青康藏高原是沙塵暴的主要影響區。

## 四、未來工作

### (一) 診斷分析

寒潮、大風、沙塵暴。究竟是不是每個寒潮所帶來的大風都將引起沙塵暴？什麼樣的寒潮路徑所引發的沙塵暴最容易到達台灣？寒潮的年際變異如何？山區降雪發生之條件，以及春季沙塵暴的動力條件都是接下來的研究重點。我們將以NECP再分析資料與模式診斷結果為依據統計建立台灣寒流(特別是山區降雪)與沙塵事件的天氣類型與氣候學，利用這個結果，以合成EOF/主成分分析，以及位渦守橫等客觀方法，建立天氣類型，診斷氣壓系統路徑與氣團變性。

### (二) 數值模擬

已完成模式測試工作，俟HPC建置完成後，即可展開相關工作。

## 五、結語

本計畫自實施以來，各項工作進度順利且進度超前。尤其是大氣科學三計畫間配合密切，已順利建置「文化大學華林園區綜合性環境監測站」，結合森林、地理系教師實施三維觀測工作。加以校方全額補助購建HPC作業系統，對研究工作助益良多。至於學術研究部分，亦可由精簡報告與論文發表概況，得知目前已有成果呈現。後續仍將全力依計畫書所訂內容推動各項工作。

## 六、參考文獻

李清勝，1998：導致台灣地區懸浮微粒高污染枝氣象分析與預報。行政院環保署研究報告。EPA-87-ELI-03-01。

林能暉、吳承翰、彭啟明，2000：2000年亞洲沙塵暴侵襲台灣。第八屆膠科學技術研討會論文集，355-358，中央大學。

周自江、王錫穩、牛若雲，2001：2001年沙塵暴氣象服務工作討會交流材料，近47年中國沙塵暴和揚沙天氣，

<http://www.duststorm.com.cn/show.asp?ID=591>。

柳中明，2002：影響台灣空氣品質的大陸沙塵暴天氣。台灣沙塵暴學術研討會。臺北市。

張順欽、楊之遠，2002：沙塵暴對台灣空氣品質之影響及測報。沙塵暴學術研討

- 會會議論文集。蒙藏委員會。臺北市。
- 詹長權，2001：中國大陸沙塵暴對台灣居民健康之影響。環保署研究報告，EPA-90-FALL-03-A232。
- 楊之遠，2002：大陸沙塵暴影響台灣地區空氣品質之監測與預報。環保署。
- 蔡清彥，1780：台灣地區冬季季風與寒潮之個案研究。台大大氣科學系研究報告。WMS~01。
- 蔡富容，陳正平，楊之遠，Jun 2002：2002年大陸沙塵暴對台影響之模擬與預報分析，Dust academic conference，Taipei, Taiwan。
- 劉景濤、鄭明清，2002：內蒙古強和特強沙塵暴的氣候學特徵。論文集。
- 劉廣英，1979：台灣地區寒潮之三維個案分析。氣象預報與分析，79，1-10。
- 劉廣英，1980：我國沿海地區冬季旋生及其對台灣北部天氣之影響。科學發展月刊第八卷第二期。行政院國科會。
- Boyle, J. S., and G. T. -J. Chen, 1987: Synoptic aspects of the winter time East Asian monsoon. *Monsoon Meteorology*, chapter 5. Edited by P.C. Chang and T. N. Krishnamurti. Oxford Press, USA.
- Chen, G. T.-J. and Chen, H. J., 1987: Study on large-scale feature of dust storm system in East Asian. *Meteoro. Research*. **10**, 57-79.
- Chen, J. P.; Wang C. Y., Young C. Y., Tsail, I. C., G. C. Wang, W.C. Shieh, H. W., Lin, and C. Y. Huang: Simulation of Asian yellow dust incursion over Taiwan for the Spring of 2002 and 2003. *TAO*, **15**, no. 5.
- Chou, C. C.-K., C.-Y. Lin, S.-C. Hsu, C. S.-C. Lung, T.-K. Chen, S. C. Liu, and C.-Y. Young , 2004: Influence of long-range transported dust particles on local air quality: Case study of the Asian dust episodes in Taipei during the spring of 2002”, *Terrestrial, Atmospheric & Oceanic Sciences*. **15**, No5, 881-899.
- Duce, R.A., C.K. Unni; B. J. Ray, J. M. Prospero, and J. T. Merrill, 1980: Long-range transport of soil dust from Asia to the tropical north Pacific: temporal variability. *Science*, **209**, 1522-1524.
- Husar, R. B.: Asian dust events of April 1998, *J. Geophys. Res.*, **106**, 18,317–18,330, 2001.
- Ian T. Jolliffe, and D. B. Stephenson, 2003: Forecast verification. A practitioner' guide in atmospheric science. John Wiley & Sons. USA.

- Lin, C.Y., S. C Liu, C. C. K. Chen, T. H. Lin, C. T. Lee, C. S. Yuan, C. J. Shiu, and C. Y. Young, 2004: Long-range transport of Asia dust and air pollutants to Taiwan. *TAO*, **15**, no.5.
- Liu, G. R., and T. H. Lin, 2004: Application of geostationary satellite observation for monitoring Asia dust storms. *TAO*, **15**, no.5.
- Liu, K. Y. and L. F. Shiao, 2004: A composite comparison study of dust events in Taipei and Baking. *Ibid.*
- Mikami, M., et al., The impact of aeolian dust on climate: Sino-Japanese cooperative project ADEC, *J. Arid Land Stud.*, **11**, 211 –222, 2002.
- Parrington, J. R., W. H. Zoller; and N. K. Aras, 1983: Asia dust: seasonal transport to Hawaii Islands. *Science*, **220**, 195-197.
- Prospero, J. M., P. Ginoux, O. Torres, S. E. Nicholson, and T. E. Gill, Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product, *Rev. Geophys.*, **40**, 2 –31, 2002.
- Tang, Y. C. and J. A. Curry, 1993: A diagnostic study of the evaluation of an intense North American anticyclone during winter 1989. *MWR*, 121.
- Sokolik, I. N., O. B. Toon, and R. W. Bergstrom, Modeling of radiative characteristics of airborne mineral aerosols at infrared wavelengths, *J. Geophys. Res.*, **103**, 8813-8826, 1998.
- Wang, Z., H. Ueda, and M. Huang, A deflation module for use in modeling long-range transport of yellow sand over east Asia, *J. Geophys. Res.*, **105**, 26, 947-26, 957, 2000.
- Shao, Y., and H. Lu, A simple expression for wind erosion threshold friction velocity, *J. Geophys. Res.*, **105**, 22,437–22,443, 2000.
- Shao, Y., A model for mineral dust emission, *J. Geophys. Res.*, **106**,20,239–20,254, 2001.
- Shao, Y., Y. Yang, J. Wang, Z.Song, L. M. Leslie, C. Dong, Z. Zhang,, Z. Lin, Y. Kanai, S. Yabuki and Y. Chun: Northeast Asian dust storms: Real-time numerical prediction and validation, *J. Geophys. Res.*, **108**, 22, 2003
- Uno, I., H. Amano, S. Emori, K. Kinoshita, I. Matsui, and N. Sugimoto, Trans-Pacific yellow sand transport observed in April 1998: A numerical simulation, *J. Geophys. Res.*, **106**, 18,331–18,344, 2001.

表一、北京等11個代表站不同年代的的沙塵暴發生日數統計表 單位：天

代表站	1954-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2000-2002
北京	29	46	14	7	4	
朱日和	20	80	89	83	74	50
呼和浩特	97	78	48	11	17	8
赤峰	87	54	44	7	8	6
榆林	129	116	136	57	10	7
銀川	65	28	70	67	18	7
西寧	88	66	65	2	2	2
蘭州	60	13	32	6	0	3
民勤	309	305	393	307	123	28
烏魯木齊	27	48	64	19	3	2
吐魯番	66	61	29	44	12	3

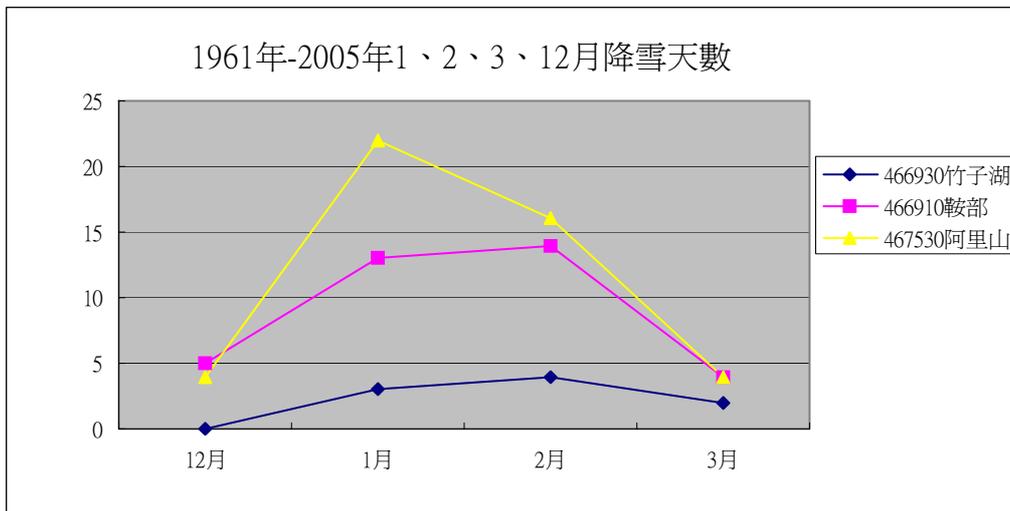


圖 1、1961-2005 年 1、2、3、12 月之降雪天數統計

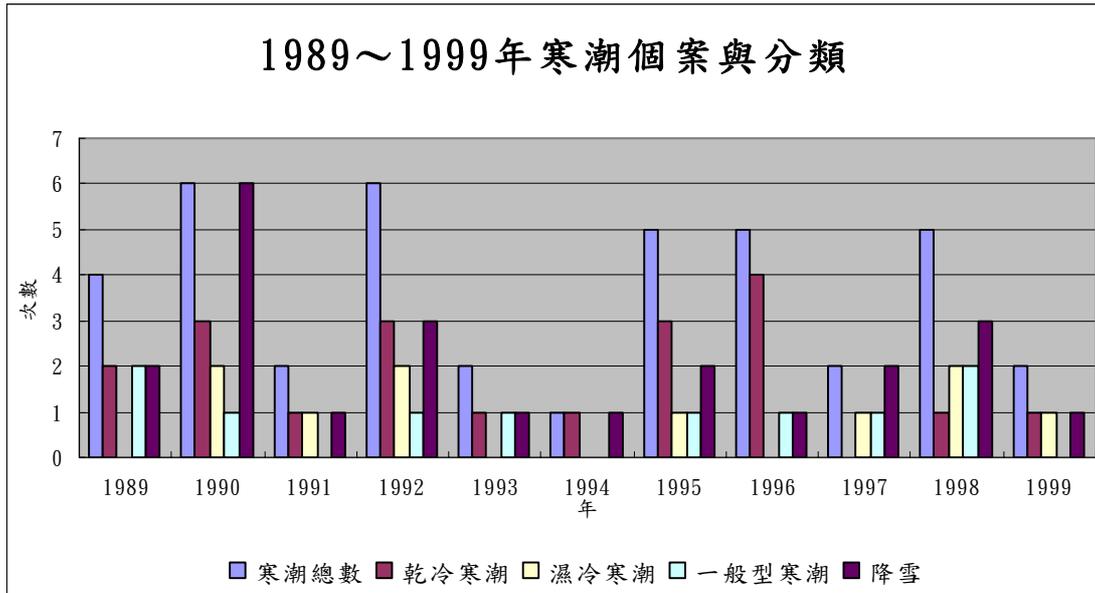


圖 2、1989-1999 年寒潮個案類型統計與分類

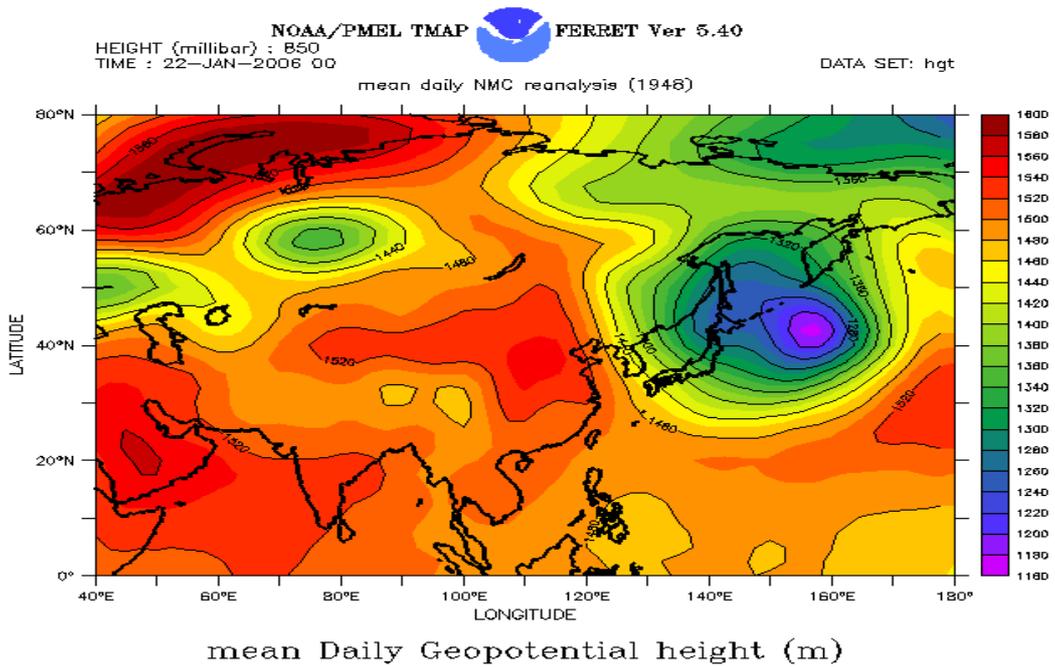


圖 3、2006-1-22 850hPa 重力位高度場分佈

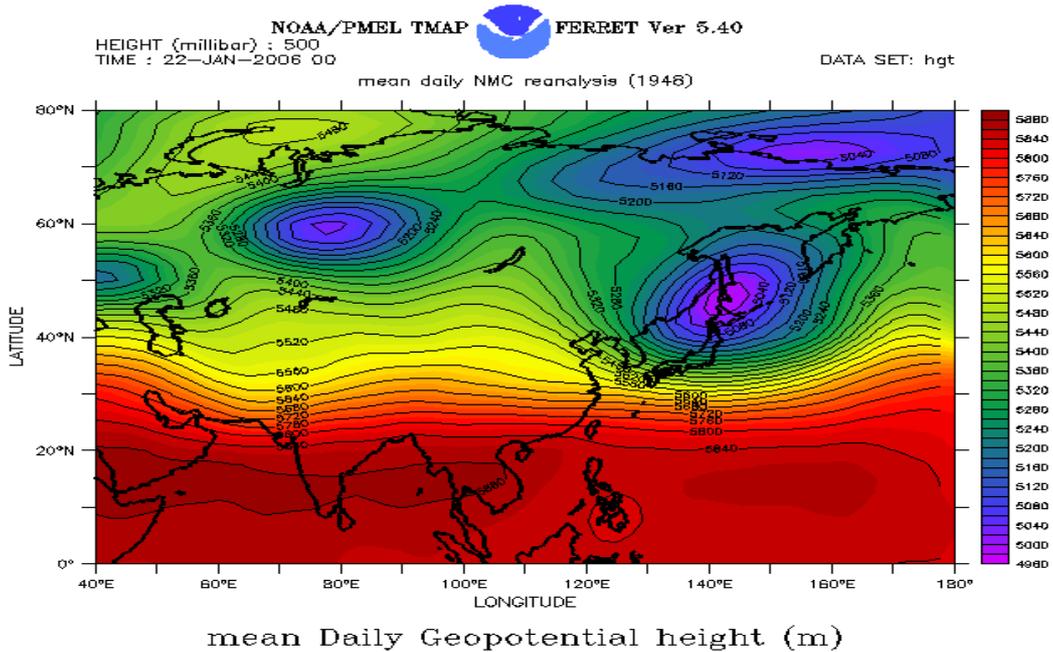


圖 4、2006-1-22 500hPa 重力位高度場分佈

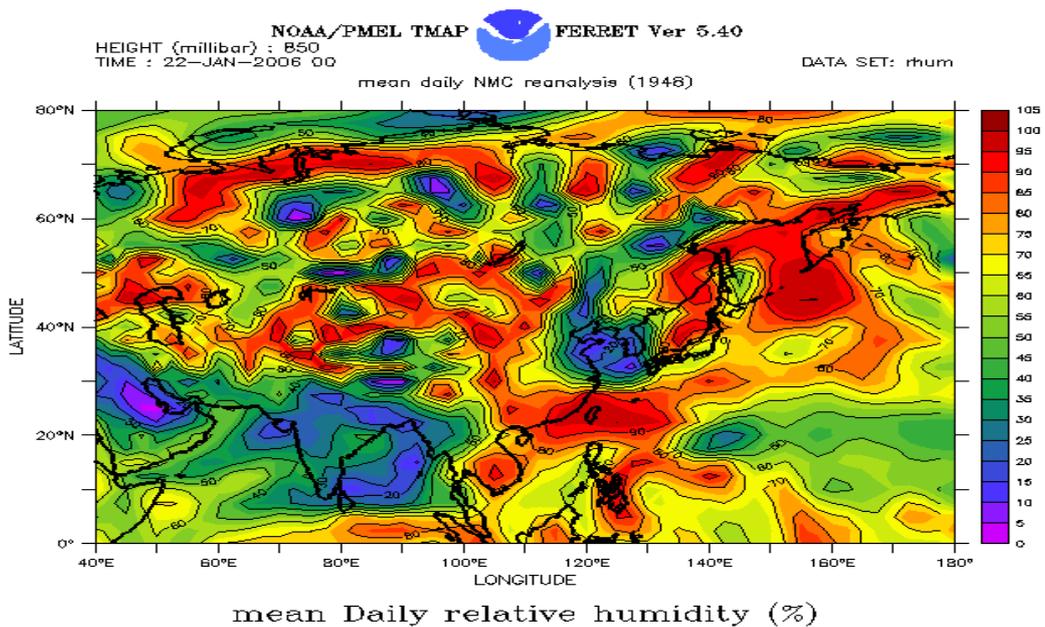


圖 5、2006-1-22 850hPa 相對濕度場分佈