

監測冬季台灣鋒面氣候—2004 年 12 月至 2005 年 3 月之鋒面

盧孟明 羅英祥

中央氣象局氣象科技研究中心

摘要

根據 Chen et al. (2002)提出的方法，本文介紹台灣鋒面氣候監測系統的開發構想與初步結果。以 2004 年 12 月至 2005 年 3 月期間資料測試初步結果顯示，此監測系統除了可統計鋒面通過台灣的次數與影響程度之外，還可顯示冷氣團強度與環流配置，以及與影響台灣天氣的區域性特徵。此監測系統的作業化不但可充實冬季天氣概述內容，亦可增加氣候監測的深度及提供更多客觀數據作為進一步氣候分析和研究工作的參考。

關鍵詞：氣候監測、冷鋒、寒潮

一、前言

氣象局自 2004 年 12 月起發佈月《氣候監測報告》，其中月氣候分析包括了「天氣概述」和「氣溫與雨量」兩部份。冬季月份(十二月至三月)的「天氣概述」以記錄鋒面與冷氣團活動和台灣的溫度及雨量變化為主，並描述了寒流、大陸冷氣團對台灣的影響。為充實冬季天氣概述的內容，我們認為可根據 Chen et al. (2002)分析的方法，監測鋒面及其對台灣氣候影響，並依此建立台灣鋒面氣候監測系統雛形。此監測系統除了具備統計鋒面通過台灣的次數與影響程度的功能之外，還可顯示冷氣團強度與環流配置，以及影響台灣天氣的區域性特徵。

Chen et al. (2002) 仔細分析了 1996 年 1 月上旬的寒潮 (cold surge) 個案，發現東北亞高層大氣的波列結構有助於東亞冷鋒的南下，導致台灣氣溫驟降，分析氣象局的地面與高山測站資料有助於了解這種高低層綜觀系統的當共同作用，以及如何進而影響台灣的天氣變化。

由於他們提出的監測方法清晰可行，值得納入氣象局的氣候監測預報作業輔助系統長期觀察。

本文使用的資料以及如何判定鋒面影響台灣的時間在第 2 章介紹，第 3 章討論利用台灣鋒面氣候監測雛形系統監測 2004 年 12 月至 2005 年 3 月台灣天氣受鋒面系統影響的結果，第 4 章為結論與作業系統的設計。

二、資料與方法

(一) 資料

本監測系統需要的基本資料為測站的逐時觀測資料與多層全球分析場逐日格點資料。本文使用了 2004 年 12 月 1 日至 2005 年 3 月 31 日的 25 個中央氣象局局屬測站逐時資料，以及同期間的逐日 National Centers for Environmental Prediction-National Center for Atmospheric Research (NCEP-NCAR) reanalysis (Kalnay et al. 1996)資料。

Chen et al. (2002) 利用中央氣象局 25 個測站地理位置的特性，提出可以從北到南將基隆

(站碼：694)、淡水(690)、新竹(757)、梧棲(777)、嘉義(748)、台南(741)、高雄(744)和恆春(759)連成一線代表台灣西部，將基隆(694)、宜蘭(708)、蘇澳(706)、花蓮(699)、成功(761)、台東(766)、大武(754)和恆春(759)連成一線代表台灣東部，再把不同高度的測站：淡水(接近海平面)、台中(高度約100m)、日月潭(高度約1000m)、阿里山(高度約2500m)和玉山(高度約4000m)連接起來代表台灣上空大氣的中低對流層垂直分布。本文提出的監測系統即按照這樣的測站排列來設計，監測的結果在第3章中討論。

(二) 分析方法

1. 鋒面個案判定

Chen et al. (2002) 根據鋒面南下接近台灣時的地面氣壓劇烈上升，溫度急遽下降，以及北風分量加強等基本特徵來辨識鋒面通過台灣的時間。定義出的四個條件是：(1).地面氣壓的遽升(升幅 ≥ 5 mb/day)，(2).地面溫度的遽降(降幅 $\geq 4^{\circ}\text{C/day}$)，(3).北風分量的增強(增幅 $\geq 3\text{ms}^{-1}/\text{day}$)，(4).在24小時內的氣壓和溫度的變化幅度大於其日循環(diurnal cycle)和半日循環(semidiurnal cycle)。判斷各條件符合狀況的詳細過程在下段中說明。寒潮對台灣天氣影響的特徵可用不同的符號表示：○為滿足條件(1,2,3,4)的情況；□為滿足條件(1,2,3)的情況；△為滿足條件(2,3,4)的條件；*為滿足條件(2,3)的情況；◇為滿足條件(2)的條件；▲則為無特徵出現。因此，本監測系統可以根據氣壓、溫度和風場的變化來判定鋒面通過台灣的時間和主要的影響特徵，地面溫度遽降是判定鋒面的基本條件。若連續12小時之內的觀測資料至少有2個測站滿足條件(2)，即判定為有鋒面影響台灣天氣。

本文使用從25個測站的逐時資料轉換而得的每6小時平均資料進行分析。在上述的前三個判斷條件中，皆是根據一天的變化幅度而定，以某日6時的變化幅度為例，此變化值是

指當天6時與前一天6時的資料相減所得的變化幅度。而在上述條件(4)中所提到的日循環和半日循環，本文的做法是選用25個測站最近五年(2000-2004年)每6小時平均資料去計算其氣候平均值，日循環為24小時內的變化幅度，而半日循環則為12小時內的變化幅度。

根據這4種條件來監測鋒面除了可以客觀清楚地顯示氣壓、溫度、風速的變化，還可顯示中央山脈東西兩側以及台灣的平地與高山受到冬季鋒面影響程度的基本差異。

2. 大尺度環流對應關係

在大尺度環流對應關係上，我們參考Chen et al. (2002)的做法監測由速度位(χ)和輻散風場($\vec{V}_D$)代表的輻散環流，與用流線場(ψ)和旋轉風($\vec{V}_R$)代表的旋轉環流，以及由質量通量函數(ψ_M)顯示的區域環流的垂直剖面。

在速度位(χ)和輻散風($\vec{V}_D$)的計算，由解Poisson 方程可以求得 χ ：

$$\nabla^2 \chi = -\text{Div} \quad (1)$$

上式中的 Div 為散度，而輻散風($\vec{V}_D$)可以經由下式求得：

$$\vec{V}_D = -\nabla \chi \quad (2)$$

在流線場(ψ)和旋轉風($\vec{V}_R$)的計算，由解Poisson 方程可以求得 ψ ：

$$\nabla^2 \psi = \text{Vor} \quad (3)$$

上式中的 Vor 為旋度，而旋轉風($\vec{V}_R$)可以經由下式求得：

$$\vec{V}_R = \nabla \psi \quad (4)$$

這些導出量的計算本文皆是利用 NCL (NCAR Command Language)執行。質量通量函數(ψ_M)的計算是參考Buja (1994)製作的CCM Processor User's Guide，原始的F90程式是從Dave Stepaniak (Climate Analysis Section, NCAR)的網站(<http://dss.ucar.edu/staff/davestep>)下載，其計算式如下：

$$\psi_M(\text{lev}, \text{lat}) = \text{Ratio} \times \frac{2\pi a \cos(\text{lat})}{g} \int_P^{P_s} V(\text{lev}, \text{lat}) dp \quad (5)$$

表一 鋒面對台灣天氣影響記錄，以 2004 年 12 月 28 日 12 時 (LST) 至 2005 年 1 月 1 日 12 時為例。

NAME	STID	2004														2005		
		122812	122818	122900	122906	122912	122918	123000	123006	123012	123018	123100	123106	123112	123118	010100	010106	010112
淡水	690	▲	▲	▲	□	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	○	□		▲	▲
鞍部	691	▲	▲	△	△	*	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	△	△	*	△	▲
台北	692	▲	△	△	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	○	◇	□	▲	▲
竹子湖	693	▲	▲	△	△	◇	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	◇	◇	◇	▲	▲
基隆	694	▲	▲	△	*	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	○	□	□	▲	▲
彭佳嶼	695	▲	▲	△	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	○	□	□	▲	▲
花蓮	699	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	○	◇	◇	▲
蘇澳	706	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	○	◇	◇	▲
宜蘭	708	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	○	□	○	▲
東吉島	730	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	△	*	▲	▲
澎湖	735	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	○	*	▲	▲
台南	741	▲	▲	▲	▲	*	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	△	△	△	▲
高雄	744	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	*	△	△	*
嘉義	748	▲	▲	▲	△	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	○	*	△	▲
台中	749	▲	▲	▲	△	*	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	○	*	△	▲
阿里山	753	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	◇	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
大武	754	▲	▲	▲	▲	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	*	△	△
玉山	755	*	*	*	*	▲	▲	▲	▲	▲	△	△	▲	▲	▲	▲	▲	▲
新竹	757	▲	▲	▲	◇	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	◇	◇	◇	▲
恆春	759	▲	▲	▲	△	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	*	△	△	▲
成功	761	▲	▲	▲	▲	○	□	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	△	○	○	▲
蘭嶼	762	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	△	△	*
日月潭	765	▲	◇	▲	◇	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	◇	◇	◇	◇	▲
台東	766	▲	▲	▲	▲	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	○	◇	◇
梧棲	777	▲	▲	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	△	○	*	△	▲

○ Ps jump / Ts drop / Vs increase / no Ts diurnal cycle (1,2,3,4)

□ Ps jump / Ts drop / Vs increase / suppressed Ts diurnal cycle (1,2,3)

△ no Ps jump / Ts drop / Vs increase / no Ts diurnal cycle (2,3,4)

*

◇ no Ps jump / Ts drop / no Vs increase (2)

▲ no obvious impact

$$\text{Ratio} = \frac{\text{elon} - \text{wlon}}{360^\circ} \quad (6)$$

由於 NCEP-NCAR reanalysis 資料的解析度為 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ ，在計算 ψ_M 時是根據台灣的經度(120°E 附近)選擇以 117.5° - 122.5° E 為範圍，即式(6)中的 $\text{elon}=122.5^\circ$ E， $\text{wlon}=117.5^\circ$ E。在式(5)中， V 為南北向的風場在經度 117.5° - 122.5° E 的平均， P_s 為地面氣壓， a 為地

球半徑， g 為重力加速度。

三、結果

(一) 鋒面監測

從 2004 年 12 月 1 日到 2005 年 3 月 31 日共監測到 16 次鋒面通過，亦即連續三個時間的觀測(每個時間相差 6 小時)，25 個測站觀測資料當中至少有 2 個測站每日同一個時間的溫度在 24 小時內下降了 4°C 。我們以 2004 年 12 月

28 日 12 時(地方時, 或 LST)至 2005 年 1 月 1 日 12 時(LST)為例(表一)來說明監測的內容。表一顯示這段期間台灣天氣發生了兩波變化, 第一波在 12 月 28 日 12 時至 29 日 18 時, 有 17 個站出現鋒面影響訊號, 第一個訊號出現在玉山站。12 月 29 日 24 時至 30 日 12 時為短暫空檔, 溫度沒有明顯的下降變化, 然而在 30 日 12 時阿里山監測到溫度驟降, 30 日 18 時玉山站監測到溫度驟降與風速加強, 接著在 31 日 06 時北部的 6 個站都監測到溫度驟降, 31

日 18 時除了阿里山和玉山兩個高山測站, 全省都出現了鋒面影響的訊號。阿里山站的訊號最弱, 日月潭站只監測到溫度的變化, 風速變化不明顯。從十二月到三月的 16 次鋒面影響(表略)阿里山和日月潭的訊號都相對偏弱。日月潭在十二月和三月的溫度變化要比一、二月明顯, 但是玉山並沒有類似阿里山和日月潭一、二月溫度降幅較小的現象。這些高山站的溫度變化特徵值得繼續觀察。

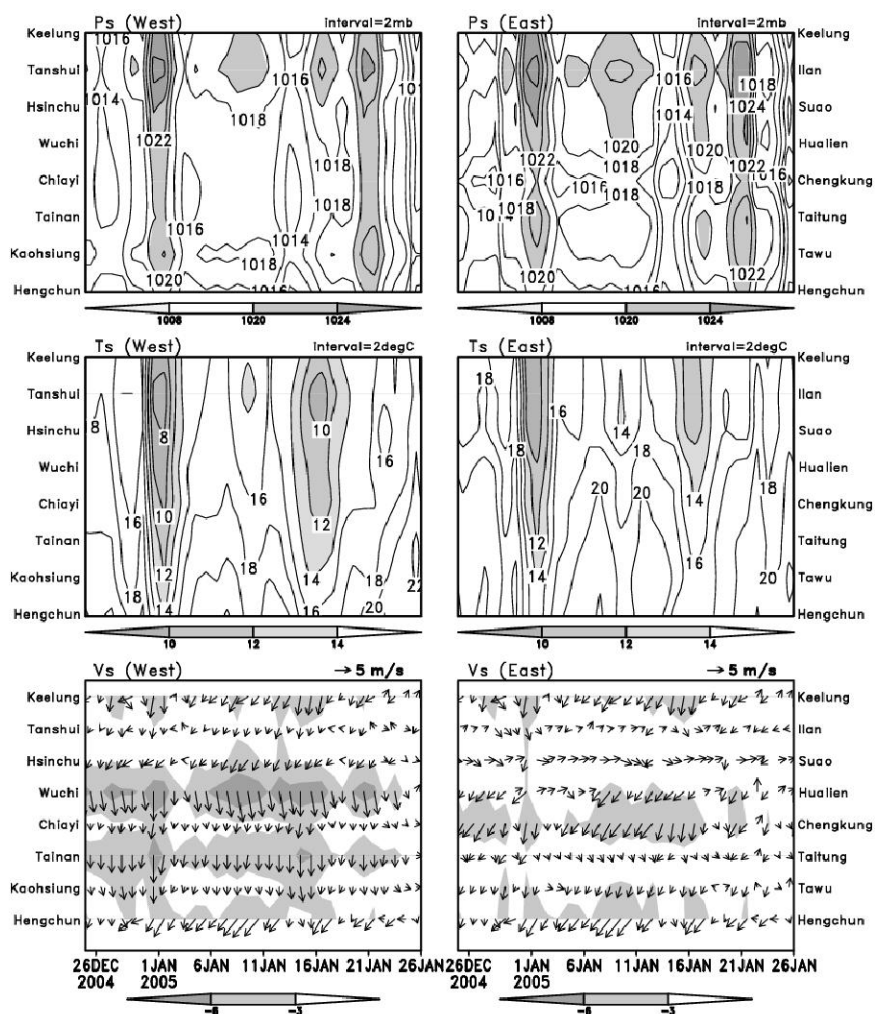


圖 1 台灣東部(右圖)和西部(左圖)於氣壓(Ps)、溫度(Ts)和風場(Vs)隨時間變化的剖面圖, 橫軸時間從 2004 年 12 月 25 日到 2005 年 1 月 26 日。在地面風(Vs)中, 陰影區表示北風分量大於 $3ms^{-1}$, 間隔為 $3ms^{-1}$ 。

16 次鋒面過境的個案中，第一時間最常出現的訊號是「◇」和「△」，即氣溫驟降同時北風增強，並且溫度下降和氣壓上升的幅度大於日循環與半日循環幅度。為顯示鋒面對西部和東部影響的差異，我們依照 Chen et al.(2002) 的做法將測站從北往南排列監測氣壓、溫度、風向和風速隨時間的逐日變化。以 2004 年 12 月 25 日至 2005 年 1 月 26 日為例，圖 1 顯示氣溫有 4 個明顯的低溫極值，如淡水測站在 2004 年 12 月 29 日和 2005 年 1 月 1、9、16 日都出現了低溫。低溫出現時在西半部伴有比較明顯的北風增強而在東半部伴有比較明顯的氣壓升高。這種東西半部差異的特徵在二、三月仍然存在，但是東半部低溫與北風增強的關係在三月比較明顯。

鋒面過境對台灣天氣的影響隨著高度而不

同，把不同高度的測站稍事排列畫出的垂直剖面圖(Chen et al. 2002)就可以呈現這種差異。以 12 月 31 日和 1 月 16 日為例，圖 2 可以顯示造成這兩次低溫的天氣系統特性不同。因為雖然這兩次從平地到高山都出現了降溫，但是前者從淡水(高度：19m)到日月潭(高度：1014.8m)都出現氣壓升高的現象，顯示冷空氣的厚度約有一千餘公尺；而後者在出現低溫的同時僅有淡水和台中出現了微弱的氣壓升高現象，顯示冷空氣非常淺薄。另外，氣溫在 1 月 14 日開始降低，同時從淡水到玉山(高度：3850.1m)都出現氣壓降低的現象，並且降幅隨高度增加，顯示有深槽伴隨鋒面通過。所以，根據這些監測結果可以推論 12 月 31 日的低溫是由強烈大陸冷氣團南移造成，1 月 16 日的低溫是由短波槽通過造成的。

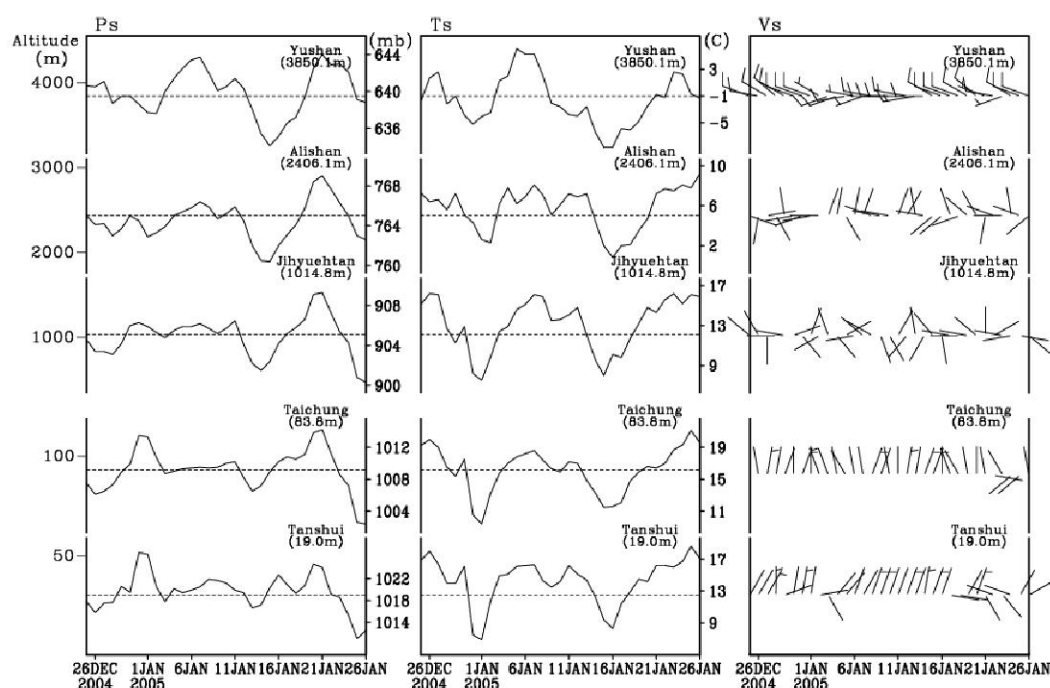


圖 2 台灣不同高度的測站於氣壓(Ps)、溫度(Ts)和風場(Vs)隨時間變化的剖面圖，橫軸時間從 2004 年 12 月 25 日到 2005 年 1 月 26 日。

(二) 環流監測

1. 輻散風場

圖 3 為 2004 年 12 月 28 日的輻散風場和速度位。高層(200 hPa)輻散風場顯示在青藏高原東南角的印緬山區有一個明顯的輻合中心(30°N, 100°E)，流入此中心的氣流除了來自大陸西北區域、蒙古、阿拉伯海以外，最主要的是源自南半球的跨印度洋輻散氣流。圖 3b 顯示與前述高層輻合中心相對應在低層(925 hPa)的輻散風場則顯示有明顯從北半球 30°N 附近往南半球輻散的氣流。另外，圖 3a 的中高緯度西北太平洋上的高層輻散風場顯示從白令海(50°N, 170°E)往夏威夷群島附近(25°N, 160°W)有一西北東南走向的輻散帶，而在低層也有輻合帶與之相對應。與前述輻散帶相關聯的在高層有日本東南(35°N, 140°E)和馬歇爾群島(25°N, 160°E)上方的輻合氣流中心，在低層則有相當靠近台灣與菲律賓海上的輻合氣流。這個低層輻合氣流中心可能是受到伴隨日本東南高層輻合的下沉氣流和伴隨大陸冷高壓南移而從亞洲大陸流出的輻散氣流匯集形成的。

2005 年 1 月 1 日的輻散風場和速度位(圖 4)顯示 12 月 28 日的印緬山輻合中心已往東移至華中(30°N, 110°E)，阿拉伯海上的輻散中心也往東移至印度上空(22°N, 80°E)，印度洋上的低層輻散風場並沒有太大的變化。太平洋上的高層與低層輻散風場在三天之內卻有顯著的變化。圖 4a 顯示 1 月 1 日在太平洋上有兩個明顯的高層輻散中心，分別是西北太平洋上自庫頁島南方(40°N, 155°E)至菲律賓海東北方(25°N, 140°E)的自東北往西南走向的輻散帶和夏威夷群島附近(25°N, 160°W)的輻散中心。兩個輻散中心之間在換日線附近約 30°N 則有一個輻合中心。兩個輻散和一個輻合中心在低層(圖 4b)都可以看到相對應的輻合與輻散中心。

2. 旋轉風場

為了解輻散風場和環流系統的關係，需要

檢視與輻散風場配合的流函數和旋轉風場。

2004 年 12 月 28 日的流函數和旋轉風場顯示在圖 5，對照圖 3 的輻散風場來看可以發現高層的印緬輻合中心位於印度高壓脊的東側，而中高緯度西北太平洋上的高層輻散中心位於從庫頁島往夏威夷群島橫跨太平洋呈西北東南走向的海上深槽的東側。另外，圖 3a 日本東南(35°N, 140°E)和馬歇爾群島(25°N, 160°E)上方的高層輻合中心則位於東亞主槽和菲律賓海反氣旋之間的西風噴流主軸位置。圖 3b 台灣附近菲律賓海上的低層輻合氣流中心所對應的旋轉流場(圖 5b)是菲律賓海反氣旋和大陸反氣旋之間從菲律賓向日本延伸的倒槽。菲律賓海反氣旋(28°N, 130°E)有明顯的正壓結構，大陸反氣旋(35°N, 105°E)則有明顯的斜壓結構，即在低層(圖 5b)是反氣旋而高層(圖 5a)是一個深槽。

2005 年 1 月 1 日的旋轉風場和流線場顯示在圖 6。比較圖 5 與圖 6，發現換日線以西的流場形式除了明顯往東移動的特徵之外基本上變化不大，但是太平洋上的流場形式則有明顯的改變。東太平洋阻塞高壓在 1 月 1 日已具規模，阻塞高壓的西側有深槽從阿留申群島往赤道中太平洋延伸，低層也可見相同的深槽，對照圖 4 可發現此深槽伴有明顯的低層輻合與高層輻散氣流。另外，在日本東方西北太平洋上的槽線前緣也伴隨有明顯的低層輻合與高層輻散氣流。隨著東太平洋阻塞高壓的建立，東亞主槽的低壓範圍隨之增大，低層的東亞大陸反氣旋和太平洋高壓的尺度也明顯增加。圖 3 至圖 6 顯示從 2004 年 12 月 28 日到 2005 年 1 月 1 日期間，發生在台灣的两波寒潮(表一)是大尺度環流顯著變化的區域現象。

3. 緯向平均南北垂直環流

120°E 附近的平均南北垂直環流可由質量

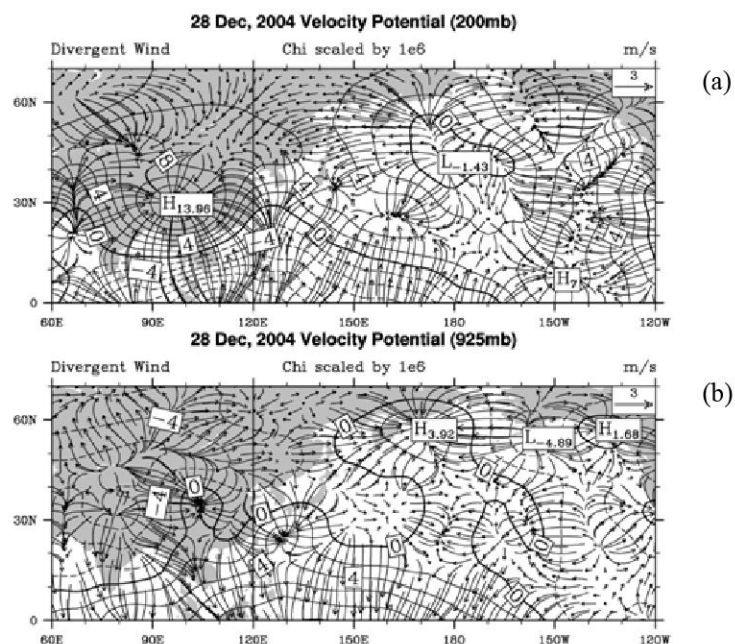


圖 3 2004 年 12 月 28 日的輻散風場和速度位，(a) 200mb，(b) 925mb，其中速度位(χ)的單位為 $10^6 m^2 s^{-1}$ 。

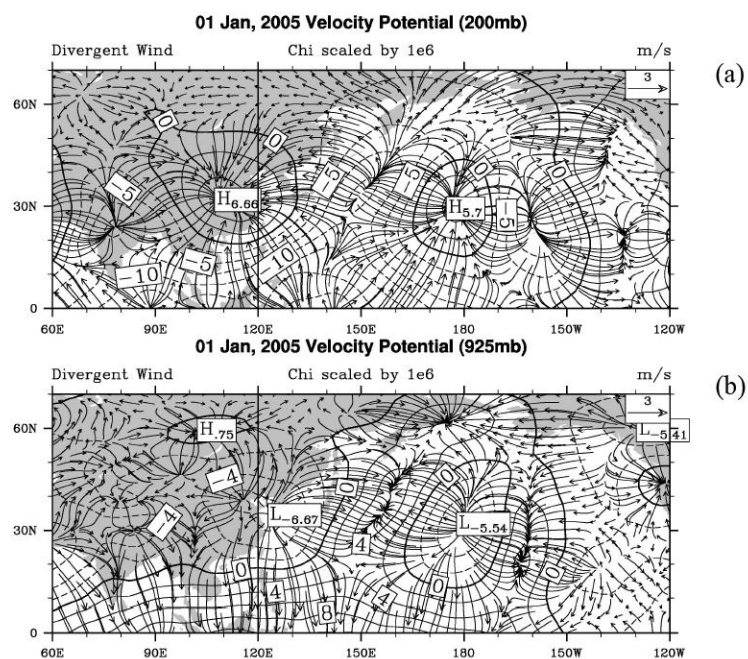


圖 4 同圖 3，但為 2005 年 1 月 1 日。

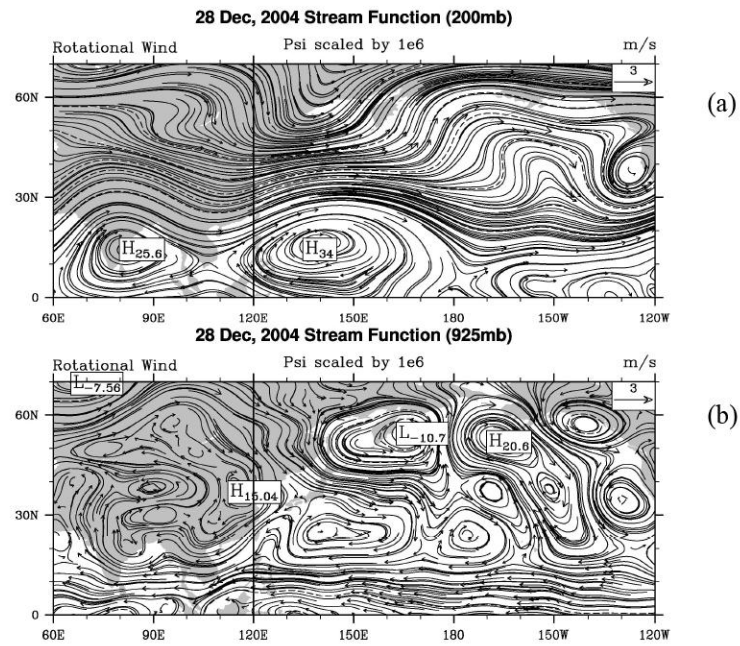


圖 5 2004 年 12 月 28 日的旋轉風場和流線場，(a) 200mb，(b) 925mb，其中流線場(ψ)的單位為 $10^6 m^2 s^{-1}$ 。

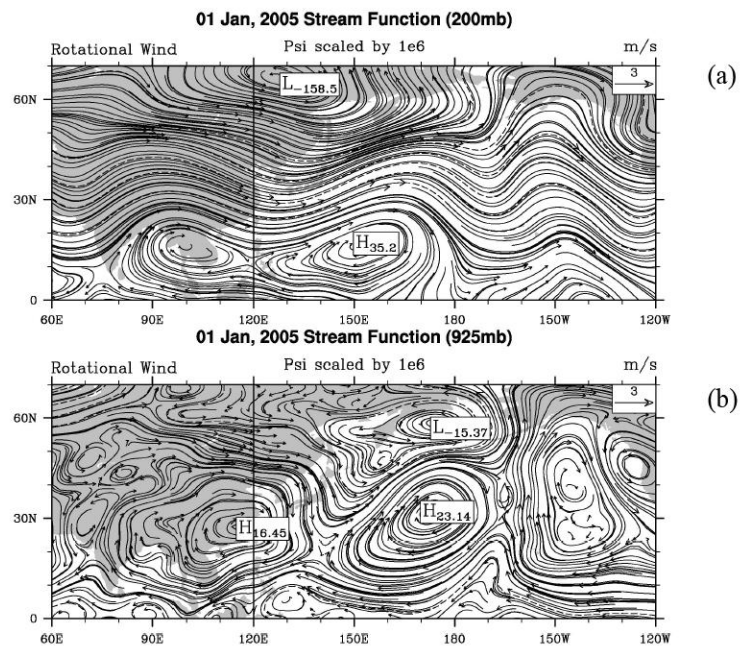


圖 6 同圖 5，但為 2005 年 1 月 1 日。

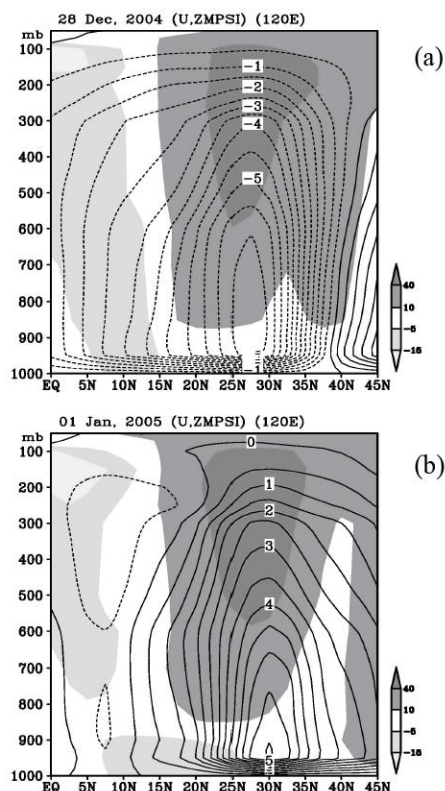


圖 7 在 120°E 的南北向垂直環流場 ψ_M ，單位為 kg/s ，(a) 2004 年 12 月 28 日，(b) 2005 年 1 月 1 日。陰影表示緯向風分量，深色表示西風，淺色表示東風，單位為 ms^{-1} 。

通量函數(ψ_M)顯示的區域環流垂直剖面表示，藉此能幫助了解寒潮和局地哈德雷環流(local Hadley circulation)的關係。2004 年 12 月 28 日與 2005 年 1 月 1 日的質量通量函數分別顯示在圖 7a 與 7b， ψ_M 的負值區表示順時針環流，亦即在北半球由較高緯度的下沉氣流和較低緯度的上升氣流組成的直接環流(direct circulation)，正值區表示逆時針環流亦即間接環流(indirect circulation)。比較圖 7a 與 b 發現，10°-35°N 的緯度範圍的南北環流在 2004 年 12 月 28 日屬於南方上升北方下沉的直接環流，而

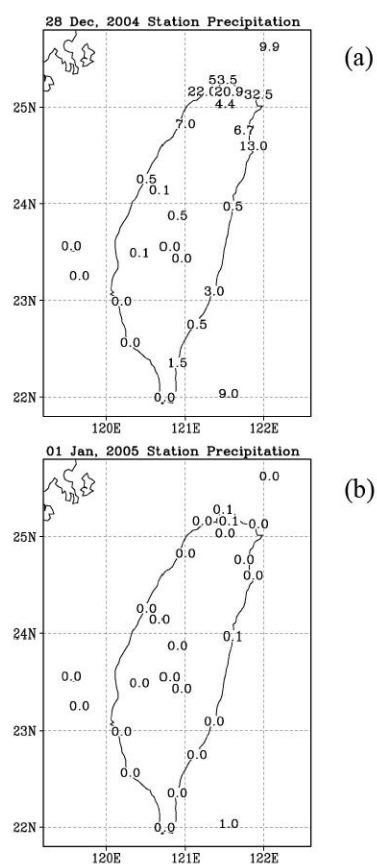


圖 8 台灣 25 個測站的日雨量（單位：毫米），(a) 2004 年 12 月 28 日，(b) 2005 年 1 月 1 日。

在 2005 年 1 月 1 日則屬於北方上升南方下沉的間接環流，台灣(25°N)附近的垂直方向環流在 2004 年 12 月 28 日為上升運動而 2005 年 1 月 1 日為下沉運動。這種關係雖然在圖 3 至圖 6 的大尺度環流場並不明顯，但可以從臺灣測站的雨量資料得到證實。圖 8a 顯示臺灣東北角測站在 2004 年 12 月 28 日有明顯的降雨，鞍部的日雨量達 53.5 毫米，基隆日雨量有 32.5 毫米，東部測站也普遍有雨。圖 8b 顯示 2005 年 1 月 1 日台灣地區幾乎無雨。2004 年 12 月 28 日台灣位於高層南支槽的槽前(圖 5a)，低層大陸冷高

壓中心位置仍在 30°N 以北並且在菲律賓往日本有倒槽從熱帶伸入副熱帶(圖 5b)，這些環流配置與圖 7a 顯示的 10°-35°N 直接環流特徵一致。而 2005 年 1 月 1 日台灣位於東亞高層南支槽的槽後(圖 6a)，低層大陸冷高壓中心位置不但已達 30°N 以南，並且反氣旋環流範圍往東明顯的擴增至 130°E 以東，這些環流配置與圖 7b 顯示的 10°-35°N 間接環流特徵也是一致的。

4. 外逸長波輻射 (OLR)

監測 OLR 可以協助了解熱帶對流系統與環流配置的關係，在緯度較低的區域或洋面上負距平顯示有較強的對流運動，正距平則表示對流發展不活躍。2004 年 12 月 28 日與 2005 年 1 月 1 日的 OLR 分別顯示在圖 9a 與 9b。圖 9a 中 12 月 28 日鋒面伴隨的對流(OLR)對照圖 3 的輻散風場來看，對應到青藏高原東南角的印緬山區輻合中心(30°N, 100°E)的 OLR 為正距

平，與下沉氣流特徵一致。OLR 在換日線附近 25°-60°N 有一長條狀的負距平，可以對應到圖 3a 中高緯度西北太平洋上高層呈西北東南走向的輻散帶。OLR 在蒙古(35°N, 105°E)和日本附近(35°N, 130°E)所也有明顯的負距平，與圖 3a 高層輻散風場也有很好的對應。另外，圖 3b 菲律賓海上的低層輻合氣流中心，OLR 則呈現負距平，一直到赤道附近，都有對流在此區域發展。

2005 年 1 月 1 日鋒面伴隨的對流(圖 9b)中顯示，經過三天的變化，原本在大陸蒙古和日本附近的對流減弱，赤道附近的對流並沒有太大的變化，太平洋上的變化卻是非常顯著。中太平洋換日線附近的 OLR 距平微弱或為正值，但是對應到圖 4a 西北太平洋上自庫頁島南方(40°N, 155°E)至菲律賓海東北方(25°N, 140°E)的自東北往西南走向的輻散帶和夏威夷群島附近(25°N, 140°W)的輻散中心都有

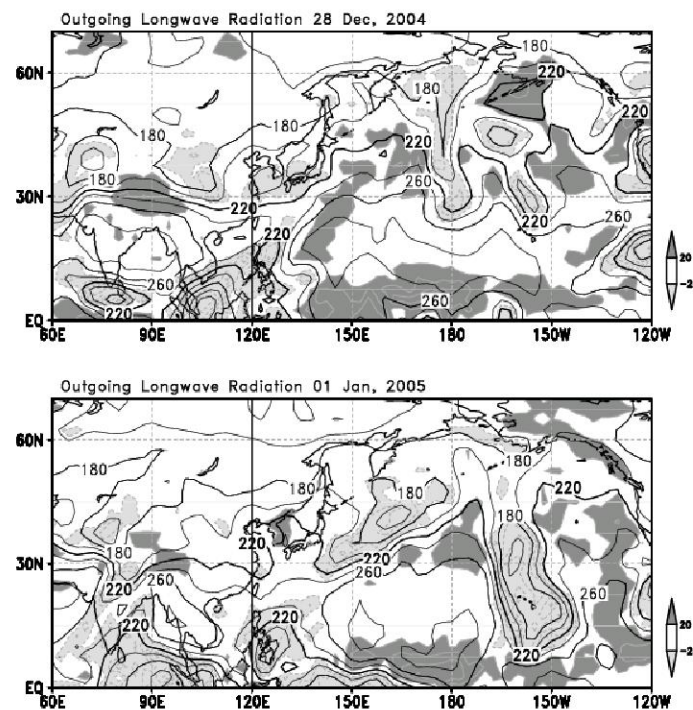


圖 9 OLR 分布圖，(a) 2004 年 12 月 28 日，(b) 2005 年 1 月 1 日。等值線為 OLR 的分布，間隔為 $40 W/m^2$ ，陰影區則為 OLR 的距平，深色為正值區，淺色為負值區。

大範圍的 OLR 負距平與之對應。另外，在 80° - 90° E 附近從赤道至印度北方有大範圍 OLR 負距平，這和在圖 4a 赤道印度洋和印度半島上出現的輻散中心是一致的。

四、結論

本文介紹了根據 Chen et al. (2002) 提出的方法發展台灣鋒面氣候監測系統的構想與初步結果。以 2004 年 12 月至 2005 年 3 月為目標所建立的系統雛形顯示，此監測系統除了可統計鋒面通過台灣的次數與影響程度之外，還可顯示冷氣團強度與環流配置，以及與對台灣天氣影響的區域性特徵。作業性的監測結果可充實冬季天氣概述內容，增加氣候監測的深度並提供更多客觀數據作為進一步氣候分析研究工作的參考。

比較本研究定義的影響台灣天氣鋒面次數和氣象局《氣候監測報告》的記錄 (<http://www.cwb.gov.tw/V4/index.htm>)，發現滿

足前者定義的鋒面次數少於後者。《氣候監測報告》所記錄影響台灣冬季的天氣系統除了『鋒面』之外尚有『颱風』、『東北季風』、『大陸冷氣團』、『寒流』等名詞；本報告並沒有細分這些系統的差異，僅依據地面溫度驟降(降幅 $>4^{\circ}\text{C}/\text{day}$)把符合此特徵的事件籠統地歸因於受到『鋒面』影響。依照 2004 年 12 月至 2005 年 3 月的鋒面統計結果，本監測系統監測到的影響台灣天氣鋒面次數與《氣候監測報告》記錄相比在 12 月多了 2 次，1 月少 1 次，2 月少 2 次，3 月相同。12 月多出的 2 次分別是《氣候監測報告》記錄的颱風 (12 月 3-4 日) 和大陸冷氣團 (12 月 28-30 日) 的影響，1 月少的 1 次是《氣候監測報告》的 1 月 4 日鋒面，2 月少的 2 次是《氣候監測報告》的 2 月 4 日和 28 日兩次鋒面。本監測系統在 12 月多的 2 次鋒面是因為《氣候監測報告》沒有把那兩次的天氣變化歸為鋒面影響而是以別的天氣系統(颱風、大陸冷氣團)記錄，在 1、2 月少的幾次是因為天氣變

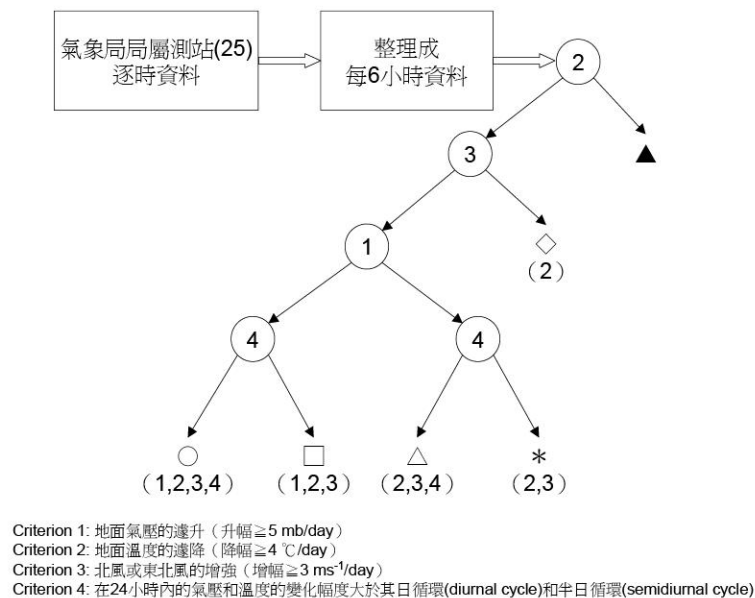


圖 10 鋒面個案判定流程示意圖。

化主要表現在是降雨，氣溫變化不明顯。這些監測記錄的差異顯示未來有必要更明確的定義影響台灣天氣的綜觀系統，以利資訊的準確記錄與傳遞。本文提出的監測方法完全客觀，並可呈現天氣變化的南北差異以及在平地與高山的差別，同時顯示伴隨的大尺度環流特徵。這些特點或有助於未來氣象局長期預報課改進《氣候監測報告》時參考。

台灣鋒面氣候監測系統雛形作業流程分為鋒面個案判定與監測兩大部份。圖 10 是鋒面個案判定流程示意圖（說明如本文 2.2.1），圖 11 則是台灣氣候與環流監測流程示意圖（說明如本文 2.2.2）。本監測系統將在 95 年度藉氣象局「氣候變異與劇烈天氣監測預報系統發展計畫」建置完成，並配合製作監測結果分析報告。

五、致謝

謝謝審查者的指正與建議。本研究是在氣象局「氣候變異與劇烈天氣監測預報系統發展計畫」資助下完成。

六、參考文獻

- Buja, L. E. 1994: CCM Processor User's Guide (Unicos Version). NCAR Technical Note NCAR/TN-384+IA, pages B-17 to B-18.
- Chen, T.-C., M.-C. Yen, W.-R. Huang, and W. A. Gallus Jr., 2002: An East Asian cold surge: Case study. *Mon. Wea. Rev.*, 130, 2271-2290.
- Kalnay, E. M., and the coauthors, 1996: The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 3, 437-471.

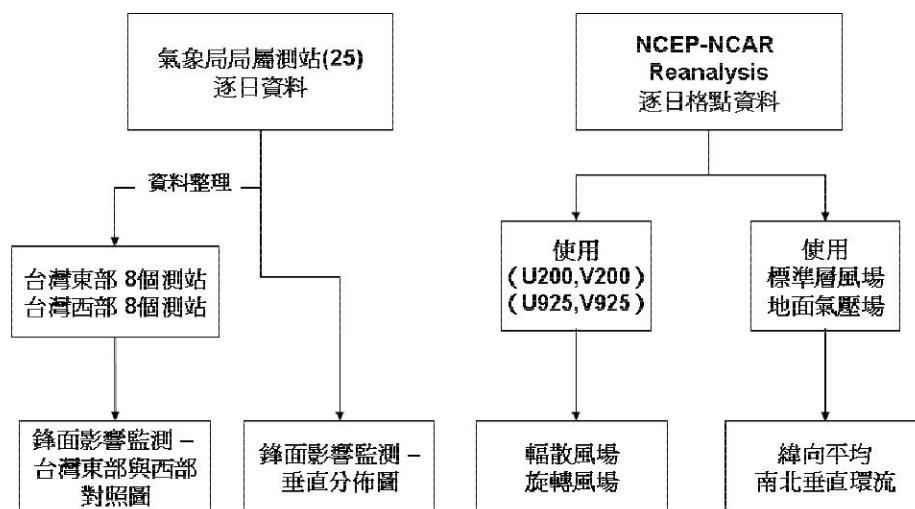


圖 11 台灣氣候與環流監測流程示意圖。

Monitoring the Winter Frontal Impacts on Taiwan Climate: December 2004 to March 2005

Mong-Ming Lu Ying-Hsiang Lo

Research and Development Center, Central Weather Bureau

ABSTRACT

An operational Taiwan winter climate monitoring system is proposed based on the methodology presented by Chen et al. (2002). Using the period from December 1, 2004 to March 31, 2005 as the target, we established a prototype system and demonstrated that the system can detect the frequency of winter front passage and their impacts on the local weather. The strength of the cold air mass measured by its influence and the associated large-scale circulation patterns can also be monitored. The proposed system can be a useful tool for the Central Weather Bureau to produce comprehensive climate analysis reports.

Key words: climate monitoring, winter fronts, cold surges