

# 東亞地區冷暖冬極地氣團與 大氣環流的等熵分析

江火明 張祐程

國立中央大學大氣物理研究所

(中華民國八十年十一月二十日收稿；中華民國八十一年一月二十七日定稿)

## 摘 要

本研究利用 950 百帕面東亞地區溫度距平值的大小，選取 1971、1977、1984、1986 年為冷冬年，1973、1979、1980 年為暖冬年。分別由冷冬年與暖冬年的等熵面合成圖的分析，來探討東亞冬季大尺度環流型態與氣溫變化的關係。

結果顯示，從逐月等熵位渦分析，可清楚地瞭解極地冷氣團於冬季發展、南移、增強，最後向北消退的環流特性。冷冬年在我國東北地區有一較強的等熵位渦極值中心存在，顯示較冷的冷氣團在此處有氣旋式渦旋運動，造成高位渦西側強烈的冷空氣南侵；而暖冬年高位渦區偏北，且強度較小，冷氣沒有大量南下。

對應於歐洲槽的高位渦區冷冬年於  $30^{\circ}\text{E} \sim 45^{\circ}\text{E}$  間加強，而暖冬年在  $50^{\circ}\text{E} \sim 70^{\circ}\text{E}$  間發展，使得貝加爾湖上空的高位渦區於冷冬年呈西北—東南走向，形成具強烈冷平流的斜壓區，由  $60^{\circ}\text{N}$  以北的高空冷心向南衝到東亞地區，造成大陸東南地區的氣溫偏低；而暖冬年高位渦區則呈東西走向，環流形勢較接近正壓，空氣由高空冷心南側向東南流至大陸東南，氣溫平流較弱。

關鍵詞：冷氣團、等熵面、位渦、冷冬、暖冬

## 一、前 言

台灣位處於亞洲大陸東南，冬季的天氣型態主要是受到極地大陸冷氣團的控制。每年的 11 月至次年 3 月間，大陸冷氣團源源南下，使台灣由炎熱的天氣轉變成較寒冷的季節。唯此氣團之強弱發展及南下移動路徑的變化隨各年而不同，相對地亦強烈影響到本地冬季氣溫的變化。無論氣溫是偏暖或偏冷，此一異常的冬季氣溫對於能源供需、農漁生長繁殖、工商業投資及人們的日常生活都有很大的影響。因此，有關冷冬與暖冬的研究漸次受到國內外

氣象界的重視。

Van Loon and Williams (1976) 開始有系統性地嘗試找尋地區性地面溫度和環流型態的關係。Namias (1980) 針對 1978 至 1979 年全美近 20 年來最寒冷的冬季做研究，指出 1978 年夏季於阿拉斯加灣至阿留申群島中部，先出現異常海面冷海溫，導致秋季該區之高壓脊發展，造成北美冬季西部有強脊阻塞，而東部高空槽發展，此為北美冷冬的主要特徵。Chen and Shukla (1981) 以模式實驗證實：當海面溫度異常時，可以造成超長波的駐留，滿足 Tung and Lindzen (1979a, b) 提出的共振條件，從而發生阻塞高壓的現

象。此外，Harnack (1982)以統計模式分15區預報美國的冬季平均氣溫，結果顯示：以海面溫度當預報因子的結果最好。Kung and Sharif (1982)以及Kung and Tanaka (1985)亦使用高層環流及海面溫度作預報因子，利用複迴歸方式計算，用來做溫度及降水的長期預報。

在國內方面，徐等(1974)探討以平均環流型態來做展期的天氣預報。任和蔡(1984)利用500百帕距平與合成圖，對台灣地區冬季異常氣溫做分析，他們指出，高層環流型態波數為3的振幅大小與冬季氣溫的偏冷偏暖有密切關係。劉(1989)以1951~1988年台灣7個測站的溫度資料，選出較具代表性的冷暖冬，分析此期間東亞500百帕面的高度場及高度距平場。結果發現冷冬的距平場於東亞呈南低北高，和暖冬呈南高北低的情形恰相反。吳等(1990)分析東亞500百帕冷暖冬的環流時指出，冷冬於中亞有一強脊存在發展，西風噴流位置較暖冬偏南，且亞洲東岸槽亦較為深，而在高度距平場分析方面也同樣發現冷暖冬於東亞有相位相反的現象。

對於氣團的分析，如能找到一組具有保守性的物理性質表面，則可對分析有所幫助。但嚴格的保守性表面並不存在，目前所知較富保守性的表面有位溫、相當位溫及濕位溫，後兩者分析面雖較前者為佳，但因其表面之摺曲及變形甚多，無法作簡單的分析。因此，一般分析上常採用等熵面分析。

Shaw (1933)首先開始利用等熵面之等高線場來探討大氣的環流，Rossby (1940)更提出等熵面上位渦(Potential Vorticity)守恆的理論。此後，等熵面位渦(Isentropic Potential Vorticity, 簡稱IPV)逐漸受到學界的重視，有關等熵位渦分析大尺度天氣系統的方法，Bleck (1973, 1974, 1984)曾有詳盡的探討研究，Uccellini (1976)嘗試以等熵面位渦分析來預報雷雨風暴低壓系統，而Petersen and Uccellini (1979)更以IPV成功地描繪斜壓結構，Namias(1980)詳細的介紹利用IPV來偵測追蹤氣塊軌跡的方法。

Hoskins et al (1985)詳盡介紹以IPV來解釋各種天氣系統，進一步推導出等熵面位渦的逆推原理(Invertibility Principle)，而Crum and Stevens (1988)探討阻塞高壓的等熵位渦分析，結果發現此種方法很容易突顯阻塞高壓的位置，且對其滯留情形與垂直結構有較好的解析。

討論冷暖冬的大尺度環流型態，須掌握到一較

大區域受冷氣團影響的時機。故本文將在第二節中選取大範圍東亞地區的平均溫度距平，做為判斷冷暖冬的標準，以避免因單點溫度距平造成小區域局部偏冷或偏暖所帶來的困擾。在第三節中討論東亞地區冷暖冬年之大氣環流特性。基本上，在冬季極地冷氣團是一低溫且穩定的大氣，其位渦相當大，且在絕熱及無摩擦情況下，位渦具有保守的特性，故仍不失是一個很好的診斷因子。又由於等熵面傾斜的特性，在等熵面密集的地方更為契合冷氣團的表面，故本文第四節將經由等熵面位渦的分析，盼能對此氣團的內部至外部有較深的認識，以比較東亞地區冷暖冬年等熵面位渦分布的差異。第五節將討論冷暖冬年等熵面流場的特性。最後在第六節做總結。

## 二、冷暖冬個案的選取

本文使用NMC 1970~1986年北半球47×51八角網格點之100、150、200、250、300、400、500、700、850、1000百帕面高度場月平均資料，經由三次方疊接內插法(Cubic Splines Interpolation)，將高度場資料內差求出每隔50百帕面上之高度場，經由靜力平衡條件(Hydrostatic Balance Condition)，計算各等熵面上之溫度場，來分析討論冷暖冬年北半球大氣環流結構的特色。

關於冷冬暖冬個案的選取方式，美國國家氣象中心(NMC)在做月氣溫預報時，將氣溫按過去出現月均溫高低年份之30%、40%、30%三部份劃分成暖冬、常冬及冷冬。國內學者則多使用單站地面觀測之長期月平均氣溫 $\bar{T}$ 做標準，落在 $\bar{T} + \epsilon$ 範圍內的各月均溫為正常月，而大於或小於此值的月份則為暖月或冷月。其中 $\epsilon$ 之決定仍是取決於使冷月與正常月份成一常態分配的狀態(任與蔡，1984)。近年來更把統計學上的標準差(Standard Deviation, S)引入計算 $\epsilon$ ，即令 $\epsilon = n \cdot S$ ，再依據想選取的比率而調整n值(吳等，1990)。

本文分析採用東亞地區(如圖1所示)之冬季平均氣溫距平做為標準，我們已計算了距平的標準偏差，當正距平值大於1.2倍的標準偏差者稱為暖冬；當負距平值大於1.2倍的標準偏差者稱為冷冬。計算結果如表1所示，由表中各年的冬季平均氣溫距平與其標準偏差值可以看出，1970~1971、1976~

表一 東亞地區冬季五個月月平均氣溫偏離十五年月均溫逐年變化以及選定之暖冬與冷冬年。  
。(單位：°C)

年度	11月	12月	01月	02月	03月	冬季平均	備註
C 70 - 71	-0.4	-1.5	-1.2	-1.2	-2.3	-1.30	冷冬
71 - 72	0.3	-0.4	0.9	-1.7	0.0	-0.40	
W 72 - 73	0.2	1.4	2.0	2.5	0.7	1.97	暖冬
73 - 74	-0.2	-1.3	1.3	-0.4	0.2	-0.13	
74 - 75	0.2	-1.5	0.8	0.0	0.7	-0.23	
75 - 76	1.0	-1.0	0.3	2.0	-0.6	-0.17	
C 76 - 77	-2.1	0.2	-3.6	-2.2	0.8	-1.87	冷冬
77 - 78	0.0	1.4	-0.2	-1.7	-0.5	-0.17	
W 78 - 79	1.4	1.2	1.8	2.5	1.5	1.84	暖冬
W 79 - 80	0.3	2.9	0.9	0.0	0.5	1.27	暖冬
80 - 81	2.5	-0.4	-0.2	1.4	1.6	0.27	
81 - 82	-1.8	0.8	0.9	1.2	1.8	0.97	
82 - 83	1.8	0.7	1.4	-0.5	0.6	0.54	
C 83 - 84	0.2	-1.0	-1.3	-1.7	-1.3	-1.34	冷冬
84 - 85	1.1	-0.9	-1.5	1.2	0.1	-0.40	
C 85 - 86	0.1	-1.7	-0.9	-1.0	0.6	-1.20	冷冬
標準差 S	1.20	1.34	1.48	1.58	1.10	1.12	

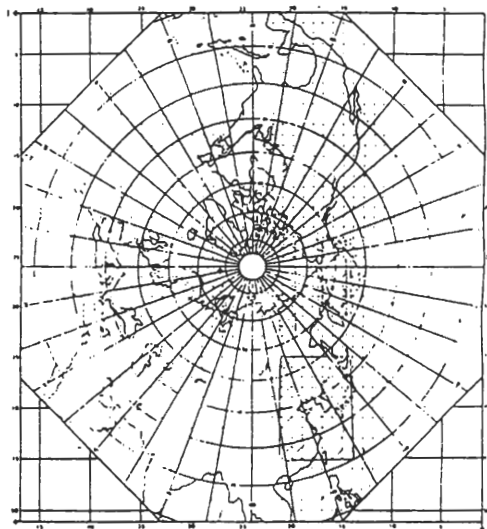


圖1 北半球八角網格點及選定之東亞地區。

1977、1983~1984、1985~1986年冬季（簡稱為71、77、84、86年冬季）為冷冬；而1972~1973、1978~1979、1979~1980年冬季（簡稱為73、79、80年冬季）為暖冬。其中有1976年12月及1980年2月的距平值較小，但該年冬季三個月（12、1、2月）的平均來看，仍合乎我們的選取標準的，換言之，1976年底雖然不是很冷，但1977年初卻比氣候值冷很多，故列為冷冬；1979年底的東亞氣溫比氣候值高很多，故列為暖冬。

參考劉(1989)及吳等(1989)選取台灣地區冷暖冬個案，其中73、79年一樣列入強暖冬，而84、86年則相對同列入強冷冬。其他所選取的冷暖冬個案雖不相同，但仍屬同一類級。

### 三、冷暖冬的大氣環流特性

為瞭解冷暖冬年的大氣環流特性，我們首先

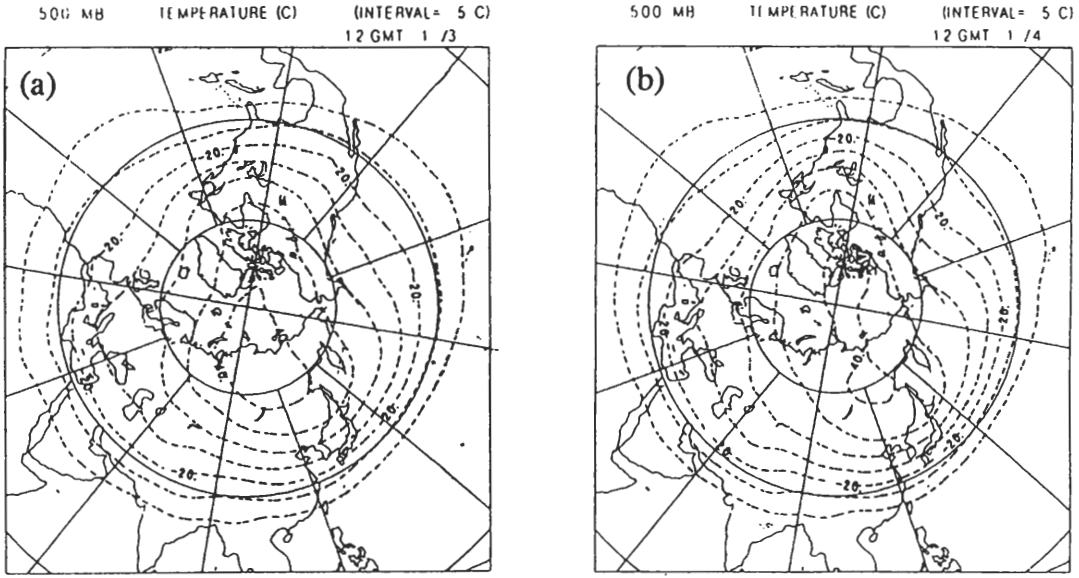


圖2 500百帕面一月份平均氣溫之合成圖。(a)暖冬年，(b)冷冬年。

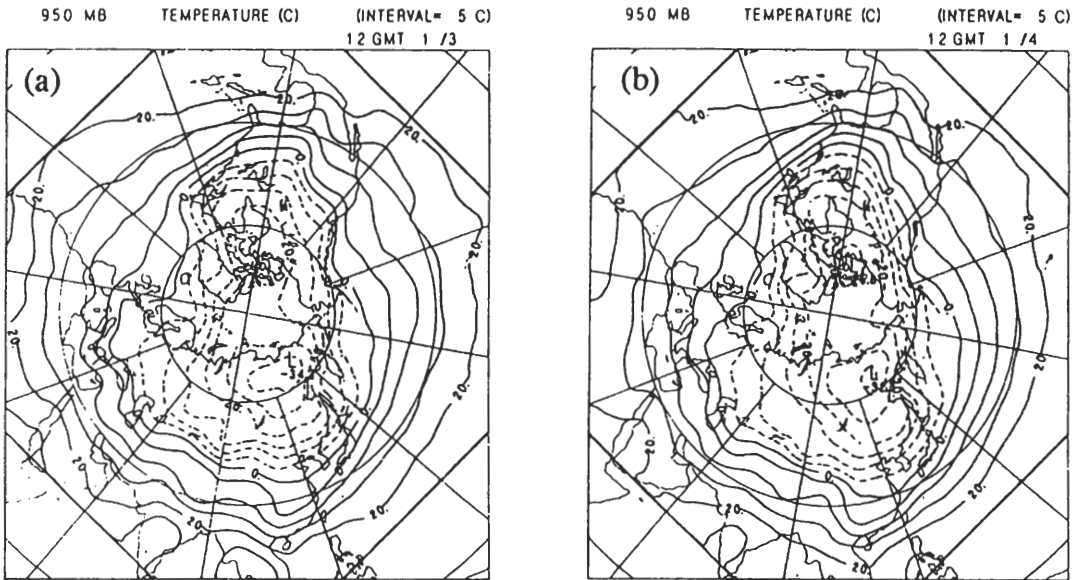


圖3 950百帕面一月份平均氣溫之合成圖。(a)暖冬年，(b)冷冬年。

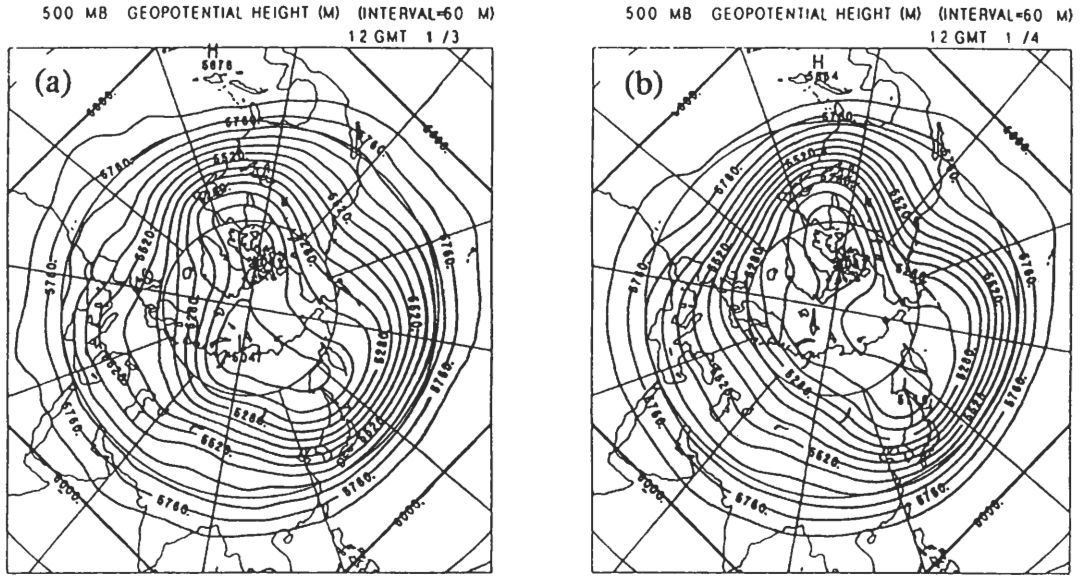


圖4 500百帕面一月份高度場合成圖。(a)暖冬年，(b)冷冬年。

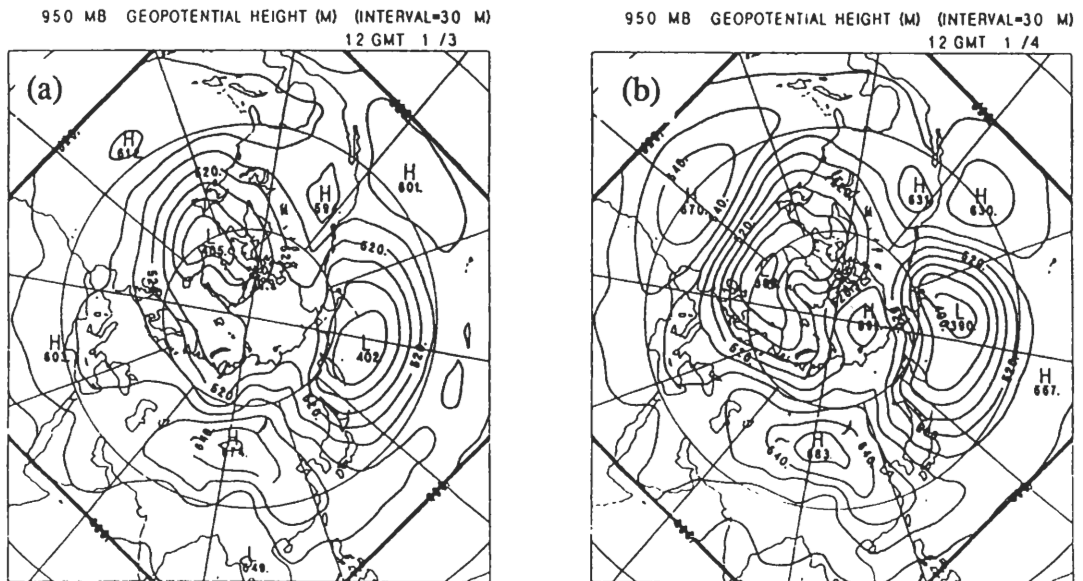


圖5 950百帕面一月份高度場合成圖。(a)暖冬年，(b)冷冬年。

分析冷氣團的分布情形，圖2a,b分別為暖冬年(73、79、80年)以及冷冬年(71、77、84、86年)中對流層(500百帕面)一月份平均氣溫之合成圖。圖3a,b則為低對流層(950百帕面)之氣溫合成圖。

冷冬年冷氣團在中對流層之溫度場，在高緯度地區呈橢圓形，冷槽在亞洲東岸及北美東岸較明顯；而暖冬年則於60°E又有一明顯冷槽存在，大致成三波形。東亞低層平均溫度場之0°C線於暖冬年通過江蘇北部(大約35°N)，冷冬年則南移到長江口左右(大約30°N)。

圖4a,b分別為暖冬年以及冷冬年一月份的500百帕面上之高度合成圖；圖5a,b則為950百帕面的高度合成圖。由圖可發現冷冬與暖冬之高空環流型態均呈3波形勢，兩者的差異在於歐洲槽的位置，暖冬年之歐洲槽位於90°E附近，使得貝加爾湖上空之等高線呈東西走向；冷冬年歐洲槽則位在60°E左右，貝加爾湖上空之等高線則偏西北—東南走向。在低對流層，冷冬年西伯利亞高壓明顯較暖冬年為強，阿留申低壓亦發展得較強。其中值得一提的是：於冷冬年在極地地區有一明顯高壓存在，而正常年與暖冬年則無此現象發生。

#### 四、等熵面位渦分析

在任何季節中等熵面均由低緯度之近地面處向上傾斜至高緯度最寒冷區域之對流極限附近(Saucier, 1955)。若視等熵面為氣團的表面，則冷氣團在高緯度為深厚的氣塊；在低緯度地區冷氣團較為淺薄。在穩定的情況下，等熵面朝冷空氣方向向上傾斜。在等熵面上高度較低的地區，即氣壓值較大處，則氣溫較高，反之，在高度較高處，則氣溫較低。

由於本文探討大尺度月平均的環流型態，故以地轉風場( $u_g, v_g$ )替代大氣的風場( $u, v$ )。定義等熵面之流函數  $M$  (Montgomery Stream Function)為：

$$M = C_p T + gZ \quad (4-1)$$

式中 $C_p$ 為定壓比熱， $T$ 為氣溫， $g$ 為重力加速度， $Z$ 為等熵面之高度，若 $f$ 為柯氏參數，則等熵面上地轉風的東西與南北分量，可由下式表之：

$$u_g = -\frac{1}{f} \frac{\partial}{\partial y} M \quad (4-2)$$

$$v_g = \frac{1}{f} \frac{\partial}{\partial x} M \quad (4-3)$$

等熵地轉位渦 (Isentropic Potential Vorticity, 簡稱IPV) 可寫成：

$$IPV = -g \left( \frac{\partial v_g}{\partial x} - \frac{\partial u_g}{\partial y} + f \right) / \frac{\partial p}{\partial \theta} \quad (4-4)$$

其中 $p$ 為等熵面之氣壓，換言之，等熵位渦即為絕對渦度和靜力穩定度的乘積。在絕熱與不考慮摩擦效應的狀態下，位渦具有保守的特性。一般對等熵位渦的單位常定義  $1 PV \text{ unit} = Ps = 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{K}$  故本文均以 $Ps$ 為位渦單位。

一般而言，冬季地表的西伯利亞高壓是一冷性的淺高壓。因接近極地冷源，故在其上空是渦度為正的低壓槽區域。當更靠近高空冷源中心時，其絕對渦度和靜力穩定度均明顯增大，故於高空冷心附近位渦達到極大值。

等熵面是相當陡峭的表面，300°K等熵面在低緯度(20°N ~ 30°N)位於低對流層，在中緯度(30°N ~ 45°N)位於中高對流層，在高緯度(45°N以北)位於平流層(Hoskins, et al, 1985)，所以從這表面可以比較清楚瞭解冷氣團的動態。分析300°K等熵面的高度場，發現於中高緯度上對流層有一高度場南北梯度極大區，此一區域可視為冷氣團表面急速傾斜下滑的地方。當進一步分析等熵面位渦時，發現等熵面上這個緯度恰是高位渦區的邊緣，此區亦是中高緯度垂直運動較明顯的區域(Hoskins et al, 1985)。

圖6a, b, c, d分別為11月至2月的300°K等熵面上15年(1971~1985)月平均位渦分佈圖，其中之寬黑線帶所包圍的區域為高位渦(HPV)涵蓋的範圍。於11月時，東亞地區300°K的高位渦區局限於55°N至60°N間，最大位渦中心值達2.62 Ps。12月時，有2個中心存在，副中心位在西伯利亞東部(70°N, 140°E)，高位渦區向南伸至45°N左右，在高緯度對應歐洲槽位置的45°E附近，是另一高位渦區。至1月時，高位渦區副中心更向南移，且歐洲槽之高位渦也加強並東移至60°E附近。2月時，高位渦區達於最南，強度也最強，中心值達3.01 Ps，歐洲槽之高位渦區再東移至70°E。3月後，高位渦區明顯北退，逐漸轉為初春的形勢。

##### (A) 暖冬年位渦環流分析

圖7a, b, c, d分別為暖冬年11月至2月的300°K等熵面上月平均位渦分佈圖。11月時，東亞地區300°K等

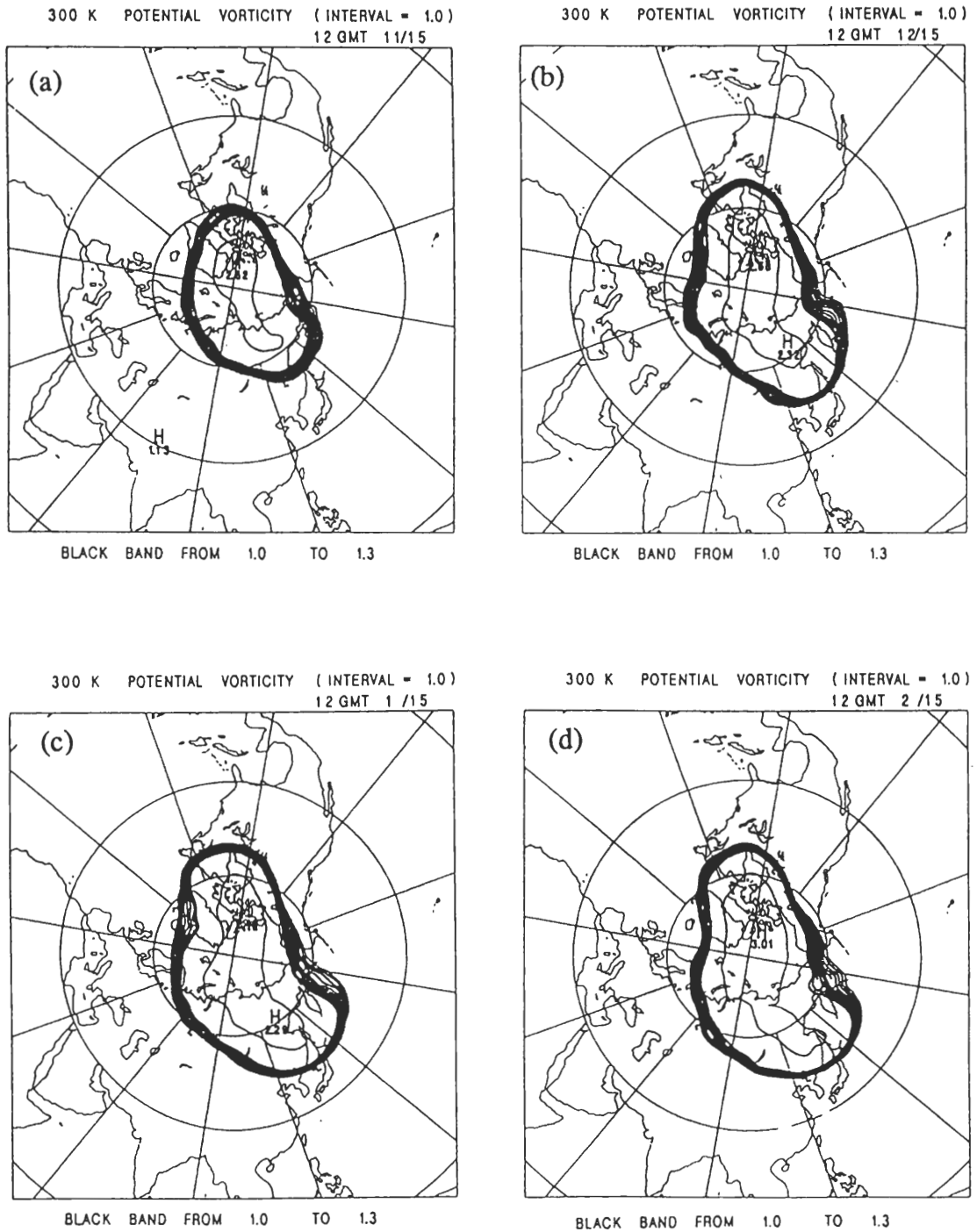


圖6 15年平均300°K等熵面位渦分佈圖，圖中之寬黑線帶為位渦值在1.0~1.3 Ps之區間。(a) 11月，(b) 12月，(c) 1月，(d) 2月。

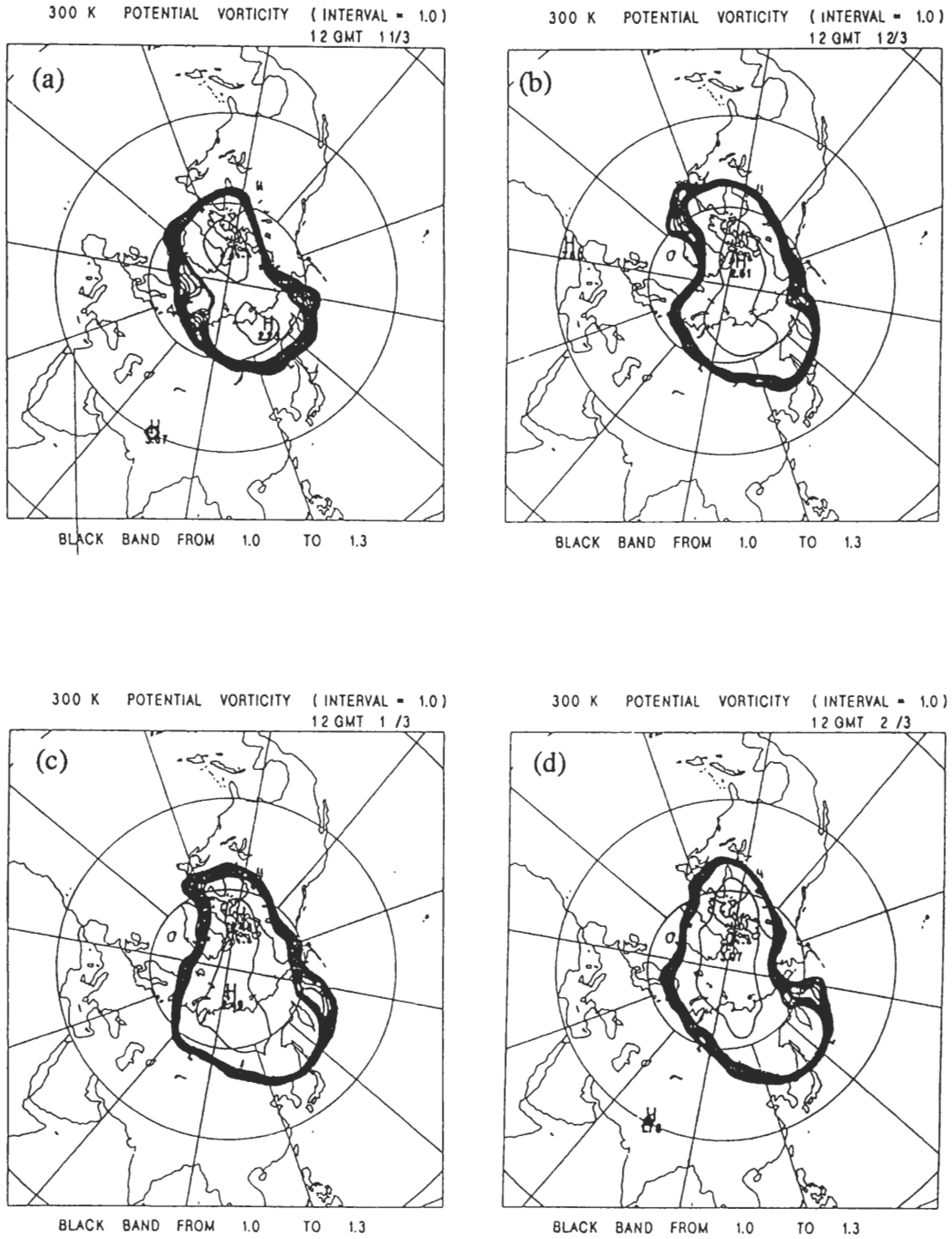


圖7 暖冬年300°K等熵面位渦分佈圖，圖中之寬黑線帶為位渦值在1.0~1.3 Ps之區間。(a) 11月，(b) 12月，(c) 1月，(d) 2月。



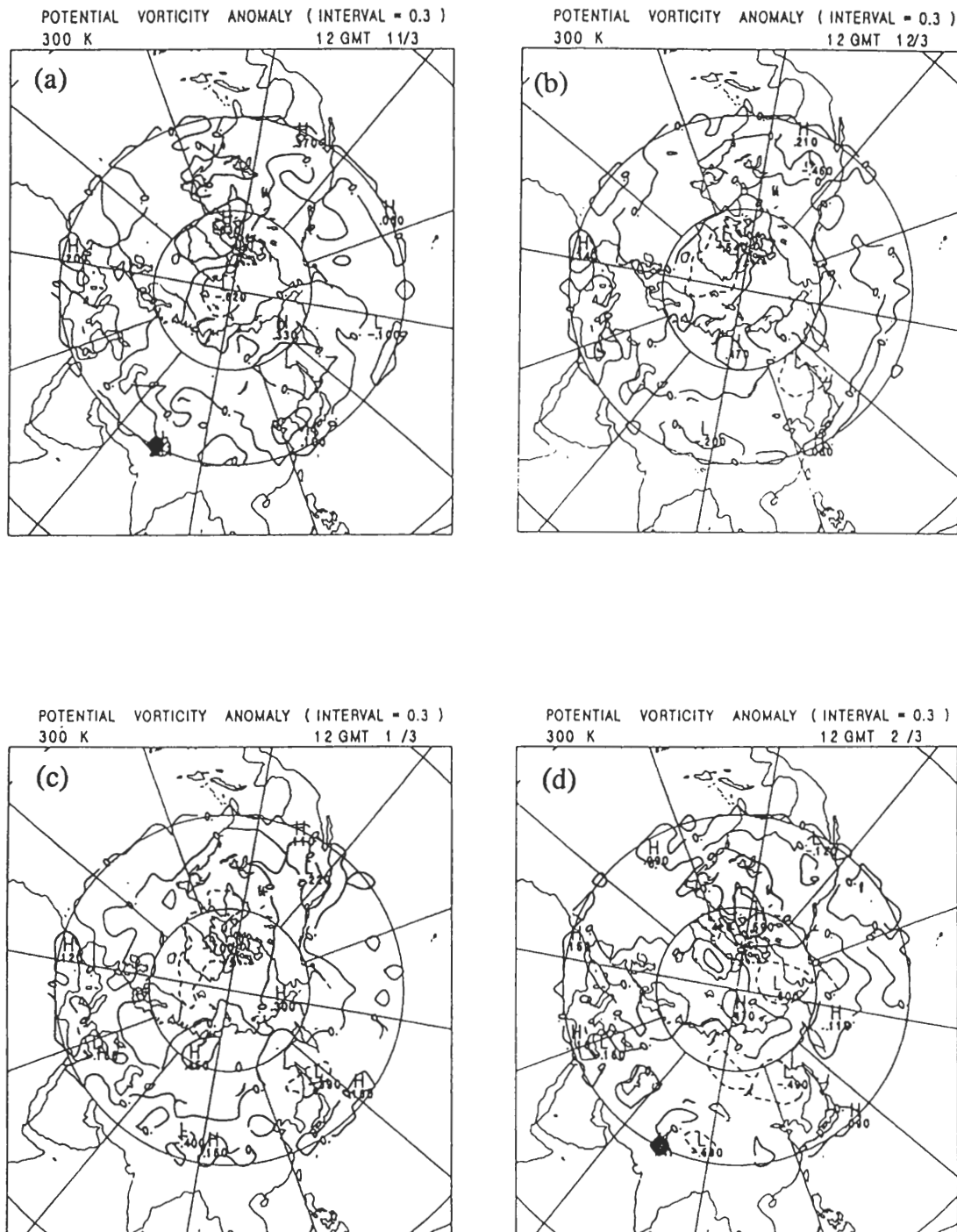


圖8 暖冬年300°K等熵面位渦距平分佈圖，等值線間距為0.3Ps。 (a) 11月，(b) 12月，(c) 1月，(d) 2月。

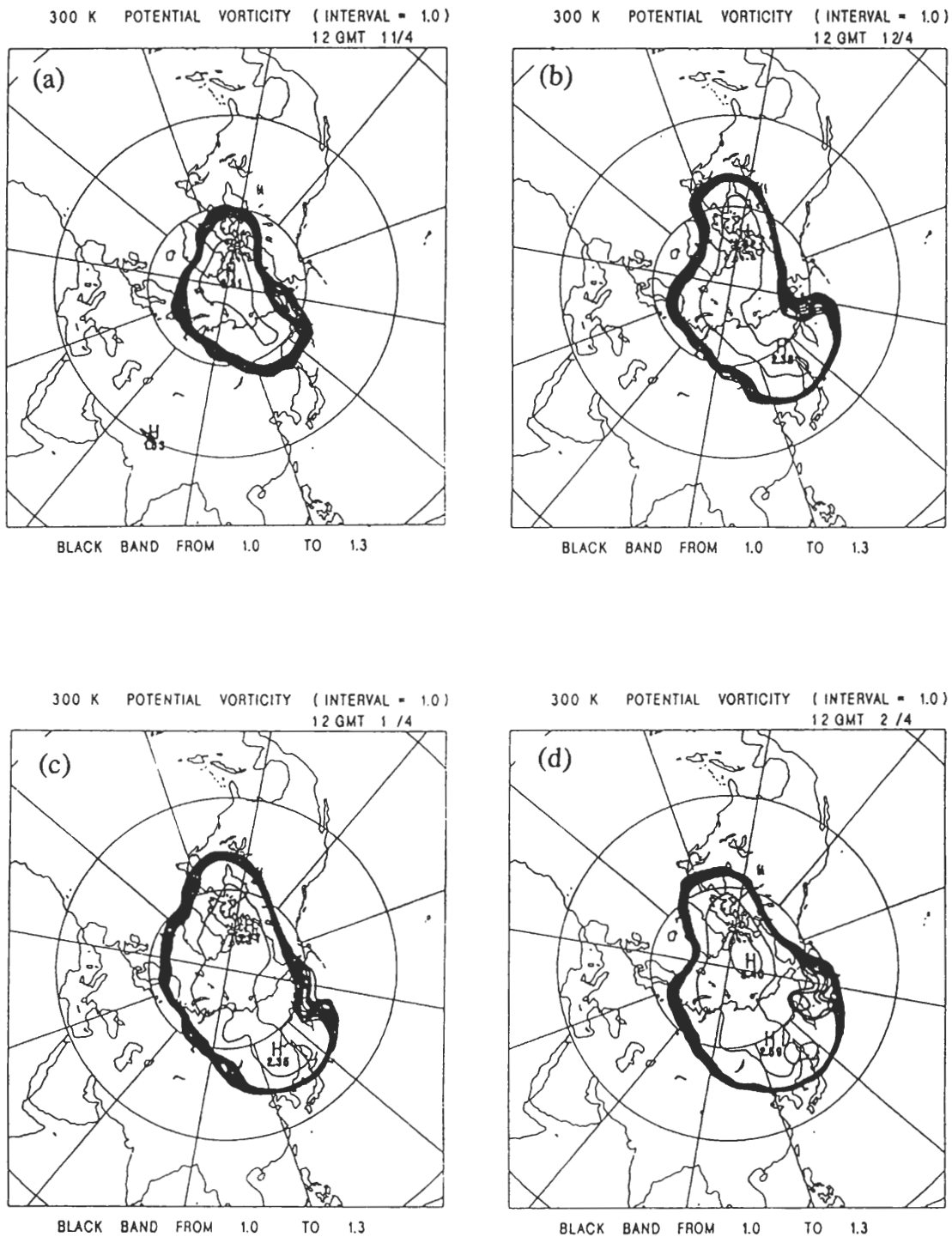


圖9 冷冬年300°K等熵面位渦分佈圖，圖中之寬黑線帶為位渦值在1.0~1.3 Ps之區間。(a) 11月，(b) 12月，(c) 1月，(d) 2月。

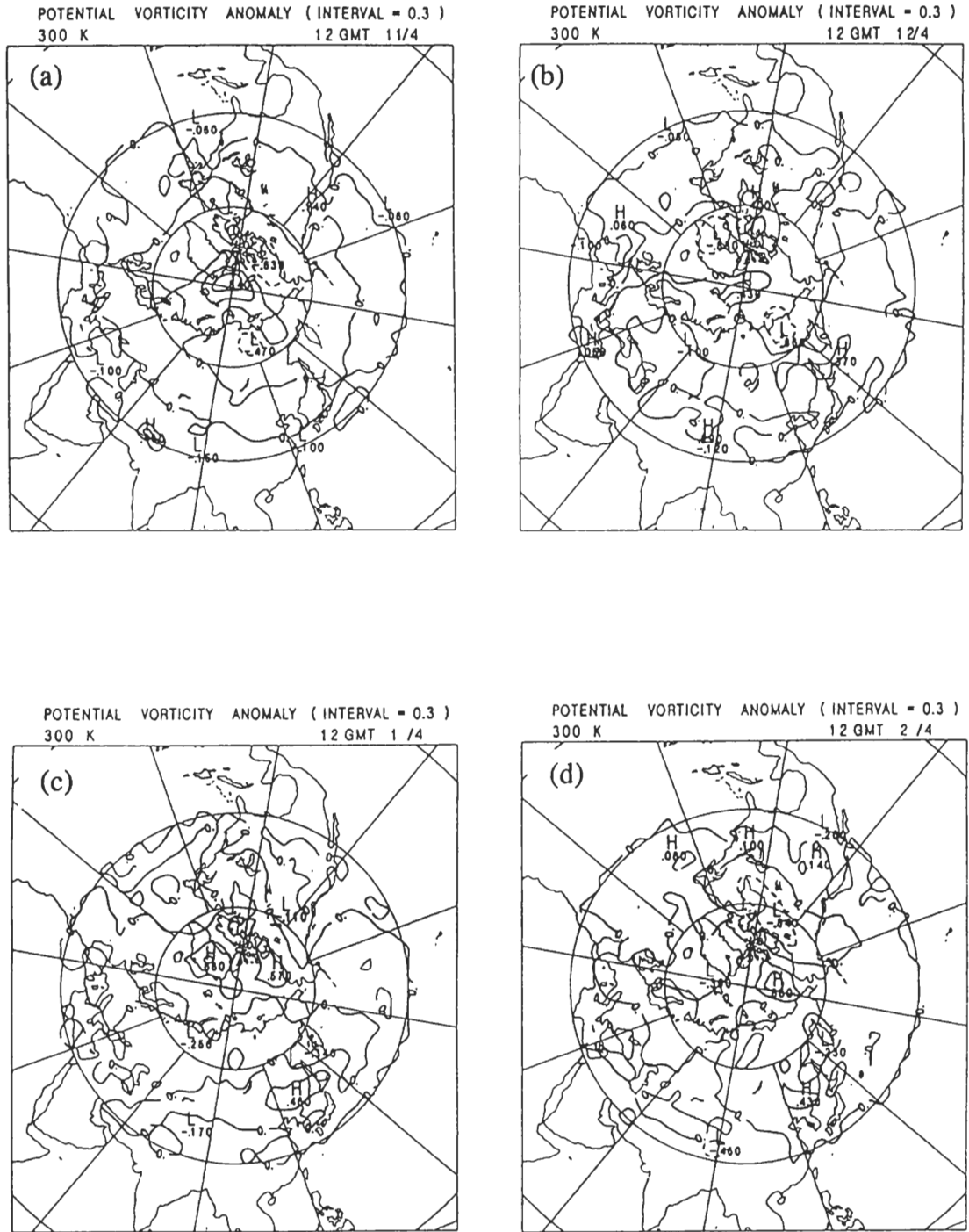


圖10 冷冬年300°K等熵面位渦距平分佈圖，等值線間距為0.3 Ps。 (a) 11月，(b) 12月，(c) 1月，(d) 2月。

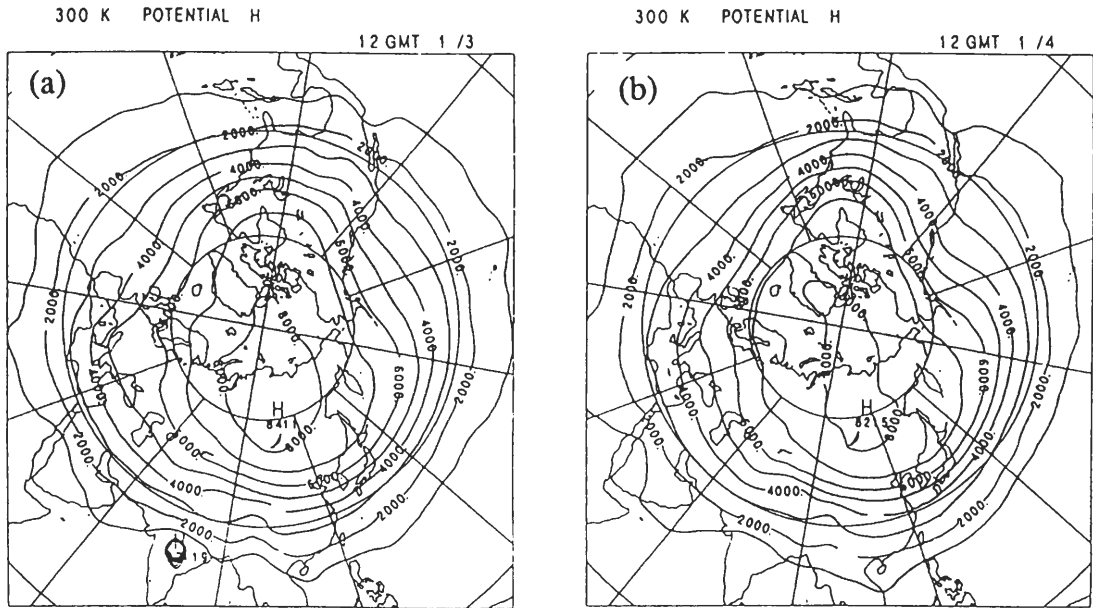


圖 11 一月份 300°K 等熵面高度場分佈圖，等值線間距為 1000m。(a) 暖冬年，(b) 冷冬年。

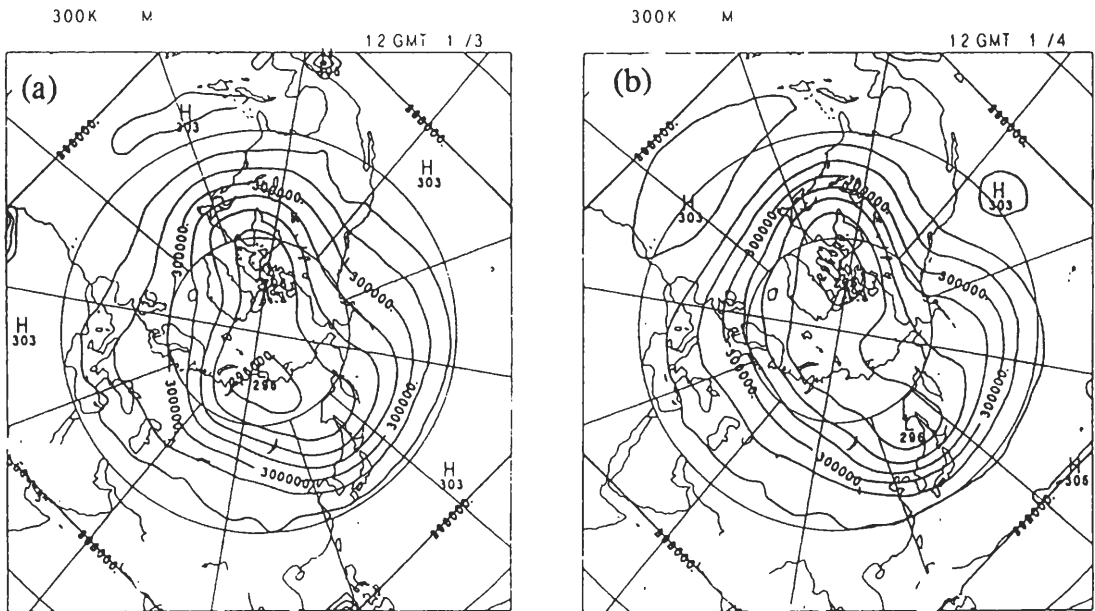


圖 12 一月份 300°K 等熵面流函數場分佈圖，等值線間距為 1000  $m^2 sec^2$ 。(a) 暖冬年，(b) 冷冬年。

熵面之高位渦區位處 $60^{\circ}\text{N}$ 極區附近，有2個位渦最大值中心，主中心之中心值小於常冬年11月的位渦中心值，僅為2.23 Ps。12月時，主中心退至極區附近，西伯利亞東部無明顯位渦極大值區域發現，高位渦區南伸至 $45^{\circ}\text{N}$ 左右，在對應於歐洲槽的高緯度 $50^{\circ}\text{E}$ 附近之高位渦漸形成。至1月，高位渦區再南移，兩高位渦中心均位在 $70^{\circ}\text{N}$ 極區內，歐洲槽之高位渦加強且東移至 $65^{\circ}\text{E}$ 附近，使貝加爾湖上空之位渦型態成東西走向。2月時，高位渦區近似滯留，東半球極區高位渦中心北移併入西半球中心，中心值達3.07 Ps，歐洲槽之高位渦消滅。

圖8a, b, c, d分別為暖冬年11月至2月的 $300^{\circ}\text{K}$ 等熵面上月平均位渦距平分佈圖，正距平的增強，表示穩定的冷氣團在此地區的正過度運動比起正常年要顯得強；負距平的存在，表示暖舌的侵入以及反氣旋的發展。由分析結果發現，在11月時，極地中心附近為負距平區，其中心值達-0.62 Ps，明顯低於平均狀況，這表示極地冷氣團比正常年微弱許多，而以貝加爾湖為中心的西伯利亞上空並沒有明顯的距平出現，換言之，從11月的等熵面上看來，在西伯利亞地區與十五年的平均相近，並未顯現暖冬的特異性質。而12月時，西伯利亞東部有一大範圍的負距平區，這表示冷氣團比正常年微弱，且高空的氣旋式運動亦比氣候值小很多。而在 $(60^{\circ}\text{N}, 90^{\circ}\text{E})$ 近有一正距平區，這處正是歐洲槽的位置，顯示歐洲槽在暖冬年較為加強。1月時，西伯利亞東部負距平值更為增強，其中心值達-0.39Ps， $(60^{\circ}\text{N}, 65^{\circ}\text{E})$ 的正距平中心值達到0.45 Ps，顯示暖冬年的西伯利亞冷氣團不強，而歐洲槽較強的特色。2月時，西伯利亞東部負距平再繼續加強，中心值達-0.49 Ps，而西側的正距平區消失，表示歐洲槽接近正常年的平均，逐漸進入初春的形態。

#### (B) 冷冬年位渦環流分析

圖9a, b, c, d分別為冷冬年11月至2月的 $300^{\circ}\text{K}$ 等熵面上月平均位渦分佈圖。冷冬年11月時， $300^{\circ}\text{K}$ 等熵面上高位渦區已有三波的型態，歐洲槽於11月即已向南發展，對於往後中亞高緯度脊乃至於亞洲東岸槽之發展，極可能扮演著重要的角色，當歐洲槽向南發展時，將促使中亞高緯度地區有強暖平流，加強此區高空脊之發展，而此一高空脊向北發展亦將造成高空脊東邊之東亞中高緯度為強冷平流區，進而加強亞洲東岸槽之發展，即所謂的上游效應（

Upstream Effect）。高位渦中心值達到3.31 Ps，明顯地遠大於正常年及暖冬年11月份高位渦中心值。至12月份，高位渦中心分裂為兩個極值中心，副中心位在西伯利亞東部，位置已達 $60^{\circ}\text{N}$ 以南，位渦值略大於正常年，達2.38 Ps。對應歐洲槽的高位渦加強，使貝加爾湖上空之位渦型態呈西北—東南走向。至1月時，高位渦區域則南移到 $42^{\circ}\text{N}$ 附近，貝加爾湖上空之位渦仍是呈西北—東南走向。2月時，位渦副中心稍北移，但強度增強至2.59 Ps，主中心則增強至3.40 Ps，遠大於暖冬與常冬的2月份位渦值。及至3月時，副中心逐漸消失，位渦系統明顯地北移。

圖10a, b, c, d分別為冷冬年11月至2月的 $300^{\circ}\text{K}$ 等熵面上月平均位渦距平分佈圖。11月時，極地中心附近為正距平區，其中心值為0.84 Ps，而貝加爾湖以北的西伯利亞上空有明顯的負距平，顯示強的冷氣團局限在極區範圍，未向西伯利亞擴展。12月時，在西伯利亞東部有一狹長的正距平區， $(60^{\circ}\text{N}, 60^{\circ}\text{E})$ 附近為負距平區域，恰好與暖冬年相反。至1月，西伯利亞東部狹長的正距平區域向南移動且加強，中心位置在我國東北，其值達0.46 Ps；在 $(65^{\circ}\text{N}, 60^{\circ}\text{E})$ 的負距平中心值達-0.25 Ps，顯示冷氣團向南擴展，且在我國東北之高空有一強烈的氣旋中心，而負距平的發展，表示西伯利亞西部有暖脊的加強，促使冷空氣的向南推進。2月時，西伯利亞東部正距平區再繼續南移，造成大陸東南的氣溫比平常年低， $60^{\circ}\text{E}$ 附近的負距平區中心消失，顯示暖脊不再異常發展，逐漸進入冬末春初的形勢。

## 五、等熵面流場分析

在第四節曾經提到，等熵面有向高空冷心傾斜的特性。因此，等熵面高度場之極大區即為高空冷心所在的位置，圖11a, b分別為暖冬與冷冬年一月份 $300^{\circ}\text{K}$ 等熵面上的高度場。比較兩圖的結果，發現在貝加爾湖的北方上空均存在一高空冷心，暖冬年1月的冷心位於 $(65^{\circ}\text{N}, 110^{\circ}\text{E})$ ；冷冬年同期的冷心位於 $(65^{\circ}\text{N}, 120^{\circ}\text{E})$ ，即冷冬年冷心有偏東的傾向。

圖12a, b分別為暖冬與冷冬年一月份 $300^{\circ}\text{K}$ 等熵面上的流函數場(Montgomery Stream Function)，由此兩圖可看出，暖冬年之流函數場在貝加爾湖上空

呈東西走向；冷冬年則呈西北—東南走向。流函數南北梯度最大區即中高緯度噴流的位置，一般說來， $M = 300000 (m^2 sec^2)$ 附近南北梯度最大，暖冬年此線通過韓國及日本北部；而冷冬年則為通過韓日的中部，此和吳等(1990)提出於冷冬年高層噴流有偏南的情形相同。如將等熵面流函數場、高度場對照比較，可發現冷冬年兩場的交角較暖冬年為大，且在貝加爾湖上空的強下降區，恰可將高空冷心之空氣向低緯度的下層輸送；而暖冬年冷空氣並非由高空冷心向低緯度地區輸送，而是在高空冷心南側的空氣向東南平流。冷冬年高空冷源位置有落後高空流線槽而成斜壓性的環流型態，暖冬年則明顯呈現正壓性的型態。

綜合說來，冷冬年的高空冷心較暖冬年偏東，且強冷平流把冷空氣向低緯度的下層大量輸送；暖冬年的氣旋中心較偏西北，且與高空冷心的位置非常接近，造成流函數場與高度場的交角很小，致使高空冷空氣不易南侵。

## 六、結 論

由等熵面的分析，比較東亞地區冷冬年與暖冬年冷氣團以及大氣環流的特性，可得到以下的結果：

1. 從逐月等熵位渦分析，可清楚地瞭解極地冷氣團於冬季發展、南移、增強，最後向北消退的環流特性。
2. 冷冬年等熵位渦之極值遠大於平均年及暖冬年同期之極值，且冷冬年之 $300^\circ K$ 高位渦區具有三波的型態，歐洲槽明顯地發展，而暖冬年則不明顯。
3. 冷冬年在我國東北地區有一較強的等熵位渦極值中心存在，顯示較冷的冷氣團在此處有氣旋式渦旋運動，造成高位渦西側強烈的冷空氣南侵；而暖冬年高位渦區偏北，且強度較小，冷氣沒有大量南下。
4. 對應於歐洲槽的高位渦區，冷冬年於 $30^\circ E \sim 45^\circ E$ 間加強，而暖冬年在 $50^\circ E \sim 70^\circ E$ 間發展，使得貝加爾湖上空的高位渦區於冷冬年呈西北—東南走向，形成較強的斜壓區，造成強烈的

冷平流；而暖冬年則呈東西走向，環流形勢較接近正壓，氣溫平流較弱。

5. 由等熵面流函數的梯度分析發現，冷冬年高層西風噴流有明顯的偏南趨勢。
6. 冷冬年西伯利亞東部之冷氣團，由 $60^\circ N$ 以北的高空冷心向南衝到東亞地區，造成大陸東南地區的氣溫偏低；而暖冬年西伯利亞東部之空氣，由高空冷心南側向東南流至大陸東南，因此氣溫要比正常年高些。

## 誌 謝

本文在國科會專題研究計劃NSC80-0202-M008-15的經費支持下，得以順利完成，謹在此致謝。作者更要感謝王作臺教授與徐月娟博士提供寶貴的意見。

## 參考文獻

- 任立渝，蔡清彥，1984：臺灣冬季溫度異常之長期預報，異常氣候研討會，論文彙編，219-227。
- 吳清吉，李汴軍，陳圭宏，李玉偵，1990：冷暖冬500毫巴環流之初步分析，中央氣象局科技中心技術報告彙編4-1，65-72。
- 徐晉淮，鄭邦傑，楊逢世，1974：平均環流模式與臺灣地區冬季展期預報之研究，氣象學報，20(3)，19-36。
- 劉復誠，1989：臺灣地區冷冬暖冬之大氣環流特徵及具可預測度研究(I)，國科會研究計劃報告，30pp。
- Bleck, R., 1973: Numerical forecasting experiment based on the conservation of potential vorticity on isentropic surfaces. *J. Appl. Meteor.*, 12, 737-752.
- Bleck, R., 1974: Short range prediction in isentropic coordinates with filtered and unfiltered numerical models. *Mon. Wea. Rev.*, 102, 814-829.
- Bleck, R. and C. Mattocks, 1984: A preliminary analysis of the role of potential vorticity in Alpine lee

- cyclogenesis. *Beur. Phys. Atmos.*, 57, 357-368.
- Chen, T. C. and J. Shukla, 1981: Spectral energetics of ultralong waves and blocking ridges generated in the GLAS atmospheric model the SST anomaly in the north Pacific ocean. *Final Report to NASA Grant*, No. NSG-5339, 35pp.
- Crum, F. X., and D. E. Stevens, 1988: A case of atmospheric blocking using isentropic analysis. *Mon. Wea. Rev.*, 116, 223-241.
- Harnack, P. R., 1982: Objective winter temperature forecasts: an update and extension to the western United States. *Mon. Wea. Rev.*, 110, 287-295.
- Hoskins, B. J., M. E. McIntyre and A. W. Robertson, 1985: On the use and significance of isentropic potential vorticity maps. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 111, 877-946.
- Kung, E. C., and H. Tanaka, 1985: Long-range forecasting of temperature and precipitation with upper air parameters and sea surface temperature in a multiple regression approach. *J. Meteor. Soc. Japan*, 63, 619-631.
- Kung, E. C., and T.A. Sharif, 1982: Long-range forecasting of the Indian summer monsoon onset and rainfall with upper air parameters and sea surface temperature. *J. Meteor. Soc. Japan*, 60, 672-681.
- Namias, J., 1980: Causes of some extreme northern hemisphere climatic anomalies from summer 1978 through the subsequent winter. *Mon. Wea. Rev.*, 108, 1333-1346.
- Petersen, R. A., and L. Uccellini, 1979: The computation of isentropic atmospheric trajectories using a "discrete model" formulation. *Mon. Wea. Rev.*, 107, 566-574.
- Rossby, C. G., 1937: Aerological evidence of large-scale mixing in the atmosphere. *Transactions, Amer. Geophys. Union, 18th Annual Meeting*, 8-8.
- Saucier, W. J., 1955: *Principles of Meteorological Analysis*. Chapter 8. Univ. of Chicago Press, Chicago, Illinois. 438pp.
- Shaw, Sir N., 1933: *Manual of Meteorology. Vol. 3. The Physical Processes of Weather*. Cambridge University Press., 256-266.
- Tung, K. K., and R. S. Lindzen, 1979a: A theory of stationary long waves. Part I: a simple theory of blocking. *Mon. Wea. Rev.*, 107, 714-734.
- Tung, K. K., and R. S. Lindzen, 1979b: A theory of stationary long waves. Part II: resonant Rossby waves in the presence of realistic vertical shears. *Mon. Wea. Rev.*, 107, 735-750.
- Uccellini, L., 1976: Operational diagnostic applications of isentropic analysis. *Natl. Wea. Dig.*, 1, 4-12.
- van Loon, H. V. and J. Williams, 1976: The connection between trends of mean temperature and circulation at the surface: Part I. winter. *Mon. Wea. Rev.*, 104, 365-380.

Isentropic Analysis of the Polar Air Mass and the General Circulation  
in the Cold and Warm Winters in Eastern Asia

Huo-Ming Jiang and Yow-Cherng Chang

Institute of Atmospheric Physics  
National Central University

(manuscript received 20 November 1991; in final form 27 January 1992)

ABSTRACT

The eastern Asia area mean temperature data from 1970-1986 were used to calculate the temperature frequency distribution in winter. The warm or cold winter was defined by the standard deviation of the temperature anomaly. We found that 1971, 1977, 1984 and 1986 were cold winter years; while 1973, 1979 and 1980 were warm winter years.

The potential vorticity at isentropic surface was examined to discuss the difference between the cold winter and warm winter in this paper. The high potential vorticity (HPV) center were located at the northeast area of China in cold winter. It means that the more serious air mass with cyclonic motion would lend the cold air outflow to the south of the continent. But, the weak HPV was located in Siberia in the warm winter.

Another significant character is the location of the west HPV which is correspond to the European though. In the cold winter, it was located between  $30^{\circ}\text{E} \sim 45^{\circ}\text{E}$  and the HPV near Baikal Lake was oriented as NW-SE. The strong cold advection were happened in the baroclinic domain. But the HPV area was oriented as W-E in warm winter. The flow was along the southern part of the cold air mass toward southeast and the temperature advection was not too strong in these years.

Key Words: Cold Air Mass, Isentropic Surface, Potential Vorticity, Cold Winter, Warm Winter.