

阻塞高壓結構與能量之分析

辛江霖

蔡清彥

中央氣象局預報中心 國立台灣大學大氣科學系

摘 要

本文收集北半球 500 mb 1967 年至 1976 年十年冬季 (12 月, 1 月, 2 月) 的資料, 對發生於歐亞大陸之阻塞高壓及太平洋之阻塞高壓加以統計分析, 利用重力位高度及溫度剖面圖, 瞭解阻塞高壓的結構, 並以動量通量及平均氣流動能與擾動動能之轉換情形來討論阻塞高壓的成長與維持。本文最後討論阻塞高壓與持續寒潮之關係。

1 前 言

天氣的變化與人類的的生活息息相關, 異常氣候的發生不僅危害到個人生命, 財產的安全, 且會造成國家經濟的擾動, 因此近年來異常氣候之研究, 日益受重視。

異常氣候的發生主要是大規模大氣環流發生變異所致。一般中緯度之中高對流層為波狀環流。當此正常大氣環流形態在大範圍地區發生變化, 經向氣流 (Meridional Flow) 大幅度增強時, 即會形成封閉割離高壓的環流形態, 此種不正常的環流形態一般近似滯留或緩慢移動, 持續的時間可達一星期以上。當中高對流層有此割離高壓形成時, 不僅阻擋綜觀尺度系統的正常東進, 亦阻擋低層伴隨之高低壓系統的移動。地面低壓及鋒面系統常被駛引改道繞其南北而行。此種現象謂之阻塞現象, 而此存在於中高對流層之割離高壓稱之阻塞高壓 (圖 1 及圖 2 分別為阻塞前、後之天氣圖形式)。

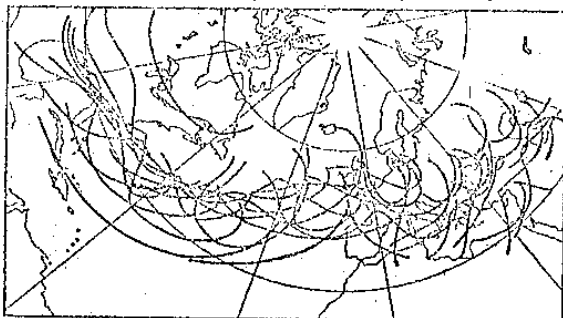


圖 1：阻塞前綜觀尺度系統移動圖。

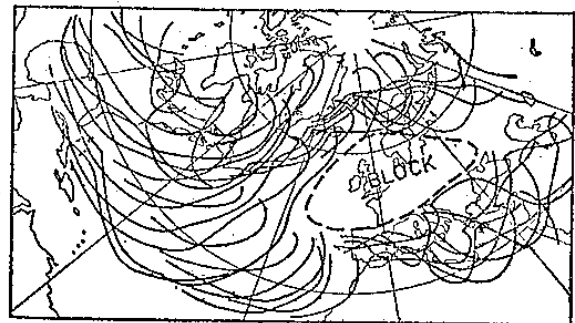


圖 2：阻塞後綜觀尺度系統移動圖。

中高緯度地區阻塞高壓的建立, 對於區域性天氣變化扮有很重要的角色, 由於阻塞高壓對於綜觀系統的移動具有長時期的影響, 所以此種高壓會造成溫度與降水的顯著變異, 對於有關地區的天氣影響甚鉅。

目前已有許多阻塞高壓結構及其對天氣影響的研究 (如 Namias, 1947, 1964; Berggren et al., 1949; REX, 1950a, 1951b)。而且也有很多維持阻塞高壓存在的機制被提出。最近幾年來所提出關於維持阻塞高壓的一些機制理論大致可分為兩類 (1) 為藉各尺度波動間的正壓交互作用以增強或維持阻塞高壓系統, (2) 為藉熱力作用以增強或維持阻

塞高壓。儘管到目前為止已有很多關於阻塞高壓的理論被提出，但仍沒有一個完整普遍的理論能用來解釋及預報阻塞高壓的現象。

台灣地區冬季東北季風盛行，受西伯利亞極地冷氣團控制，造成氣溫的劇降，所以寒害為台灣地區冬季之主要天氣災害。在此季節裏，一旦有阻塞高壓的存在，由於其具有穩定及相當持久的特性，往往使得嚴寒天氣持久，造成農漁牧業的嚴重損失。因此從事冬季中長期預報者對於阻塞高壓的形成與發展，需有透徹的了解。對阻塞高壓的結構與能量分析是了解阻塞高壓形成與發展的重要工作。

2 阻塞高壓的定義

氣象學家對阻塞高壓的較一致看法是阻塞高壓為一滯留性高壓，具有暖對流層及冷平流層結構，在西風帶內至少持續六天以上。

有關阻塞高壓的定義，國外各專家的看法是大同小異，茲分別陳述如下：

(1) Elliot and Smith(1949)：以在北緯 55 度至 60 度之間地面高氣壓的變差值有大於 20 毫巴，而其所佔的範圍超過 15 個經度，持續時間在 3 天以上者，即視為阻塞高壓。

(2) REX(1951)：滿足下列四個條件者定義為阻塞高壓(A)風場從東西向明顯的轉變為南北向。(B)基本西風氣流必須分裂成兩支，每支輸送著相當大的質量。(C)分裂兩支之雙噴射氣流必須向外延伸至 45 個經度以上。(D)持續時間在 10 天以上。由於 REX 所提出阻塞高壓定義相當完整且與天氣圖上的觀測現象一致，所以阻塞高壓之研究均以 REX 的定義作基礎而稍加修正而已。

(3) White and Clark(1975) 以北半球月平均圖研究北太平洋阻塞高壓活動情形指出(A)阻塞高壓存在於中緯度西風帶(B)氣流由東西方向明顯地轉換成南北方向(C)振幅必須超過 5 個緯度，等為阻塞高壓必備條件。

(4) Austin(1980)分析 1968 年 1 月太平洋阻塞個案時，定義阻塞高壓為(A)滯留暖高壓中心在 50°N — 70°N 持續 6 天以上(B)滯留暖脊若伸至 60°N 亦視阻塞。

(5) Hartmann and Ghan(1980) 定義阻塞高壓為在一個固定區域中高重力位高度長時間的連續發生，其持續時間以等於或大於 6 天者為準，而且在

500 毫巴太平洋地區 (150°E — 110°W) 其最大振幅達 370—500m，而在大西洋區 (65°W — 25°E) 其最大高度應大於 375m。他們同時以 500 毫巴的重力位高度值超過區域平均值達一定的數值(太平洋區為 250m，大西洋區為 220m)至少一天以上即為阻塞之開始。

至於國內方面，徐晉淮(1969)及俞家忠(1975)各有不同的阻塞高壓定義：

(1)徐晉淮(1969)應用 500 mb 距平圖定義太平洋阻塞高壓性質為 500 mb 距平增加區域開始西進，高度繼續增加且在高緯度 (60°N) 發現偏東風時為高壓之最盛期，當高度開始減少且停止西進而恢復東進時為高壓消失期，此高壓持續時間達 10 天以上者稱為阻塞高壓。

(2)俞家忠(1975)研究冬季阻塞高壓時以下列條件為必備的條件(A)在西風帶內之中高緯度地區，基本緯流受阻而分裂成兩支(B)被分裂之兩支氣流均必須輸送相當質量之空氣(C)在受阻分裂處由緯流轉變為經流之右方具有相當範圍之封閉高壓環流(D)上述現象必須連續存達 6 天(含)以上。

由上述氣象專家對阻塞高壓所下的定義得知，定義阻塞高壓的先決條件為(A)出現於西風帶(B)基本西風氣流明顯地分裂成兩支。至於對其持續時間而言，則沒有一致的看法。

本文分析 1967 年到 1976 年十年間冬季(12 月、1 月、2 月)阻塞高壓時以下列條件選取之。

(A)建立於西風帶內之中高緯度地區。

(B)基本西風氣流受阻分裂為兩支，緯向環流變成顯著之經向環流。

(C)經向環流東方具有相當範圍之反氣旋環流，其東西最大範圍大於 50 個經度。

(D)此反氣旋中心在 45°N — 70°N 之間。

(E)持續時間達 7 天(含)以上。

3 1967 年～1976 年冬季阻塞高壓之統計

根據 REX 研究結果顯示在北半球有二個地區最容易發生阻塞高壓，一為大西洋地區，一為太平洋地區。圖 3 為各經度上所發生頻率，由此圖得知 120°W — 180°W 及 50°W — 20°E 兩區域均為阻塞高壓容易發生的地區。

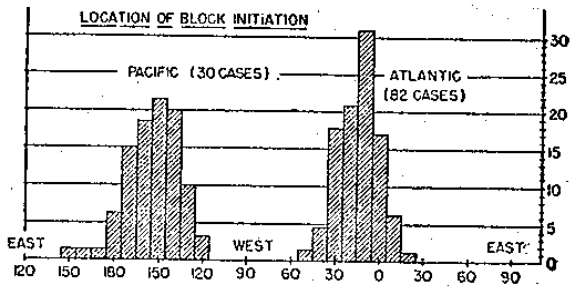


圖 3：各經度上阻塞高壓發生頻率圖

對於阻塞高壓易於在海洋上發展的理由，至今仍未十分瞭解，Namias (1950) 指出當冷空氣在極地區域之建立與阻塞高壓出現的時間相符，阻塞高壓的形成可將這些冷空氣移至副熱帶區域以平衡赤道加熱與極區冷卻。Namias 於 1959 年從另外一個觀點討論，他認為存在於海洋中部的阻塞高壓也許是由大氣—海洋交互作用所造成，它的能量來自高溫海面。Mintz(1968) 及 Rowntree(1972) 以數值模擬研究發展於海洋之阻塞高壓，並指出若海洋為一熱源提供熱能給大氣則阻塞高壓之發展會加倍進行。Kikuchi 也分別在 1969 年及 1971 年對阻塞發生的原因作數值模擬。由他的數值模擬中發現，海陸溫度對比效應與地形的影響為阻塞高壓生成的兩個重要因素。他並發現地形效應在決定一個發展成熟的阻塞高壓所處之經度位置是很重要的。

由實際資料得知，北半球易於發生阻塞高壓地區除了上述大西洋與太平洋兩區外，在歐亞大陸（特別是烏拉山一帶）也常發現有阻塞高壓的生成（俞家忠 1975）。它對台灣地區天氣的影響更是重要。

本文將研究與台灣中長期天氣變化有重要關係的太平洋區（120°E ~ 120°W）與歐亞大陸區（0°E ~ 120°E）之阻塞高壓。茲將各區域阻塞高壓的統計結果分別敘述如下：

A、太平洋地區阻塞高壓建立後，即逐漸向北偏西進行。例 1968 年 1 月 26 日在 48°N, 158°W 建立後即向西北移動，到 31 日已移到阿拉斯加半島西方海面（63°N, 170°W）到 2 月 5 日更西進到西伯利亞東部（60°N, 135°E）表 1 列出 1967 年至 1976 年太平洋地區冬季各月發生之阻塞高壓的統計情形，由此表得知，太平洋區在這十年內共有十三次阻塞高壓發生，而有阻塞高壓存在的總共天數為一二九天，平均每個冬季有十三天在太平洋有阻塞高壓存在，每次阻塞高壓所持續的日數平均為十天，最長的持續日數可達十六天。

圖 4a 為 1967 年至 1976 年冬季，每個月發生次數的百分率，由圖中顯示冬季在太平洋區每個月發生阻塞高壓的百分率相近，但以十二月份發生的次數較大，約佔卅八%。

表二列出本區阻塞高壓的中心強度與範圍。由此表得知，太平洋區阻塞高壓在 500 m b 上中心強度平均為 5490 重力位公尺，而 3 個月中以 2 月份的阻塞高壓平均中心強度為最強達 5520 重力位公尺，總共十三次中以 1972 年 12 月 1 日發生之阻塞高壓為最強。其平均中心強度達 5720 重力公尺。至於本區阻塞高壓所佔的範圍，幾乎每次不同，平均東西範圍約佔 65 個經度。在 13 次阻塞高壓中所出現之最大東西範圍為 100 個經度，至於本區阻塞高壓之南北範圍平均為 23 個緯度，最大南北範圍可達 30 個緯度。

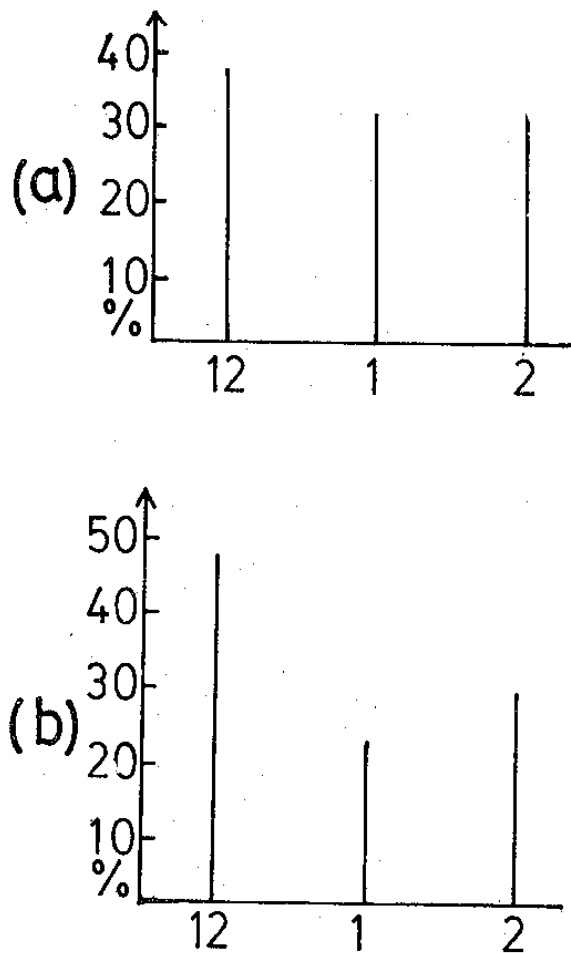


圖 4：阻塞高壓各月份發生次數百分率圖。

a 太平洋區 b 歐亞大陸區

表一 太平洋 1967 年至 1976 年冬季阻塞高壓統計表

年份	月份								
	12		1		2		合計		
	次 數	維日 持數	次 數	維日 持數	次 數	維日 持數	總 次 數	總 日 數	平 日 均 數
1976			1	13	1	9	2	22	11
1968									
1969									
1970	1	14					1	14	14
1971			1	7	2	19	3	26	8.7
1972	2	18					2	18	9
1973			1	11			1	11	11
1974	1	8	1	7	1	16	3	31	10.3
1975	1	7					1	7	7
1976									
合 計	5	47	4	38	4	44	13	129	9.9
平 均	9.4		9.5		11		9.9		

表二 太平洋阻塞高壓強度範圍統計表

年份	月份											
	12			1			2			總 平 均		
	平 均 中 心 高 度 值	最 大 東 西 範 圍	平 均 東 西 範 圍	平 均 中 心 高 度 值	最 大 東 西 範 圍	平 均 東 西 範 圍	平 均 中 心 高 度 值	最 大 東 西 範 圍	平 均 東 西 範 圍	平 均 中 心 高 度 值	最 大 東 西 範 圍	平 均 東 西 範 圍
1967				5530	75	54	5580	70	57	5555	72	55
1968												
1969												
1970	5420	95	76							5420	95	76
1971				5420	95	74	5430 5650	75 85	63 68	5500	85	68
1972	5720 5410	100 80	70 70							5565	90	70
1973				5430	85	75				5430	85	75
1974	5400	85	73	5440	70	54	5460	70	61	5433	75	63
1975	5480	50	46							5480	50	46
1976												
平 均	5480	82	67	5470	81	64	5520	75	62	5490	80	65

表三 歐亞大陸 1967 年至 1976 年冬季阻塞高壓統計表

年份	12		1		2		合 計		
	次 數	維日	次 數	維日	次 數	維日	總 次 數	總 日 數	平日 均數
		持數		持數		持數			
1967	2	16	1	13	1	9	4	38	9.5
1968			1	7	1	18	2	25	12.5
1969	1	14			1	9	2	23	11.5
1970									
1971	1	7	1	11			2	18	9
1972									
1973					1	8	1	8	8
1974	1	16					1	16	16
1975	1	8	1	7	1	9	3	24	8
1976	2	15					2	15	7.5
合 計	8	76	4	38	5	53	17	167	
平 均	9.5		9.5		10.6		9.8		

表四 歐亞大陸阻塞高壓強度範圍統計表

年 份	12				1			2				總 平 均			
	平 高	最西	平西		平 高	最西	平西	平 高	最西	平西	平 高	最西	平西		
	均 度	大 範	均 範	中 心 值	均 度	大 範	均 範	均 中 心 值	大 範	均 範	均 中 心 值	大 範	均 範	東 圍	
1967	5540 5580	50 50	43 30	5470	75	50	5560	50	44	5537	56	42			
1968				5570	80	56	5580	65	52	5575	72	54			
1969	5680	60	46				5620	65	47	5650	62	46			
1970															
1971	5468	85	51	5590	60	46				5529	72	48			
1972															
1973							5640	80	56	5640	80	56			
1974	5620	50	39							5620	50	39			
1975	5620	50	44	5520	65	51	5540	60	51	5560	58	53			
1976	5670 5590	55 80	46 58							5630	67	52			
平 均	5596	60	45	5537	70	51	5588	64	50	5580	63	48			

B、歐亞大陸地區阻塞高壓建立後，即隨時間往東往北移動，例如 1975 年 12 月 6 日生成於烏拉山一帶（ 50°N ， 61°E ）之阻塞高壓，4 日後其位置在北緯 57 度東經 84 度，正好處在其生成位置的東北方位上。表 3 列出 1967 年至 1976 年歐亞大陸地區冬季各月發生之阻塞高壓情形。從此表得知，歐亞大陸區在此十年總共有 17 次阻塞高壓發生，而有阻塞高壓存在的總共天數為 167 天，平均每個冬季有 17 天在歐亞大陸區有阻塞高壓存在，平均每次阻塞高壓所持續的時間日數亦約有 10 天，最長的日數可持續達 18 天之久。圖 4b 為 1967 年至 1976 年冬季每個月發生的次數百分率，由圖中得知在冬季三箇月中歐亞大陸區阻塞高壓以十二月份發生的次數最多佔 47%。

表 4 列出本區阻塞高壓的中心強度與範圍。由此表得知歐亞大陸阻塞高壓在 500 mb 上之中心強度平均為 5580 重力位公尺，而 3 箇月中以 12 月份的阻塞高壓其平均中心強度最強達 5596 重力位公尺。在 17 次阻塞高壓中以 1969 年 12 月 1 日發生的阻塞高壓之平均中心強度最強達 5680 重力位公尺。至於本區阻塞高壓所佔的範圍，亦幾乎每次不同，其平均東西範圍約佔 48 個經度。在 17 次中所出現之最大東西範圍為 85 個經度。至於本區阻塞高壓的南北範圍平均的 20 個緯度，最大南北範圍可達 30 個緯度。

C、兩區併存之雙阻塞高壓，由觀測資料顯示太平洋區阻塞高壓與歐亞大陸區阻塞高壓是可以併存的。經統計 1967 年至 1976 年十個冬季中有 3 次在歐亞大陸區與太平洋區同時有阻塞高壓存在，出現的時間分別為 1968 年 12 月 23 日，1971 年 1 月 25 日及 1974 年 1 月 3 日。一般太平洋區阻塞高壓較歐亞大陸阻塞高壓弱。

綜上所述，兩個地區所發生之阻塞高壓以在歐亞大陸區發生者為最多，在平均強度上也以在歐亞大陸區發生者較強，但在東西範圍上則以太平洋區的阻塞高壓較大。至於冬季各月發生的百分率，兩區都以十二月份較高。尤其是在歐亞大陸地區，其十二月份發生的次數幾乎佔該區冬季總次數的一半。

4 阻塞高壓的結構

阻塞高壓不僅在水平上所佔的範圍甚廣，在垂直方面亦可發展到相當的高度。結構及垂直發展的

情形可由垂直剖面圖中之溫度及高度分佈情形獲得瞭解。

A、圖 5 到圖 7 為 1975 年 12 月 5 日至 15 日發生於歐亞大陸之阻塞高壓，其溫度及高度分別在緯度 43 度，55 度，及 65 度帶上之垂直剖面圖，由圖中得知：

(1) 阻塞高壓的位置隨高度增加而向西傾斜，其振幅在 200mb 為最大。

(2) 暖區出現在阻塞高壓西邊。

(3) 歐亞大陸阻塞高壓隨緯度增加而向東發展，其軸綫的走向為東北—西南。

(4) 阻塞高壓隨時間往東往北移動。

上述(1)(2)兩點為中緯度大尺度系統之典型結構。這種結構在暖區吹南風，在冷區吹北風致使暖區更暖，冷區更冷，增加與阻塞高壓有關之擾動可用位能。同時在暖區為上升運動，在冷區為下降運動，造成可用位能轉變為阻塞高壓之動能。至於上述第(3)點則造成動量之往北輸送，此物理過程則與正壓動能轉換息息相關。我們將在第 5 節中詳細討論之。

B、圖 8 至 10 為 1972 年 2 月 23 日到 29 日發生於太平洋區之阻塞高壓其溫度和高度在緯度 45 度，55 度及 65 度上之垂直剖面圖。由圖得知其垂直結構與歐亞大陸阻塞高壓之垂直結構有幾個重要的不同。其間最顯著的差別在於太平洋區阻塞高壓是隨緯度增加而向西發展，其軸綫為西北—東南走向。因此所伴隨的動量輸送是往南的。另外暖區出現的位置不在阻塞高壓的西邊而在高壓中心附近。因此太平洋區之阻塞高壓均為一暖心高壓，其軸綫隨高度之傾斜不明顯，振幅則隨高度而增加。阻塞高壓強弱的時間變化與暖區溫度變化呈同相位狀態，溫度增高強度增大，溫度減低強度變小。

這種結構所伴隨之平均可用位能與擾動可用位能之轉換量少。暖心的形成不是阻塞高壓本身的動力過程所造成，可能是暖洋面對大氣加熱所形成的

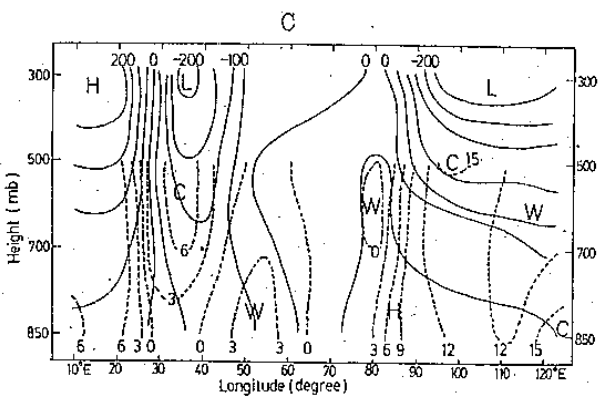
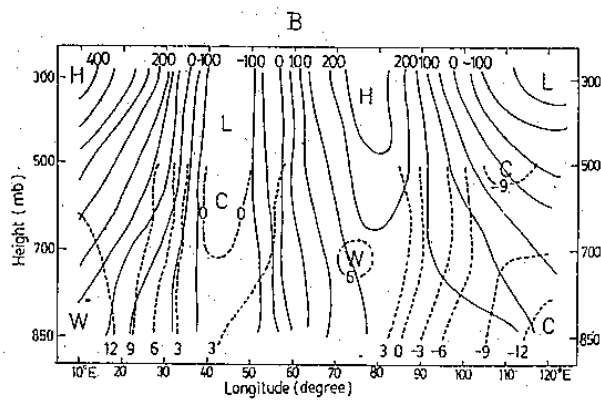
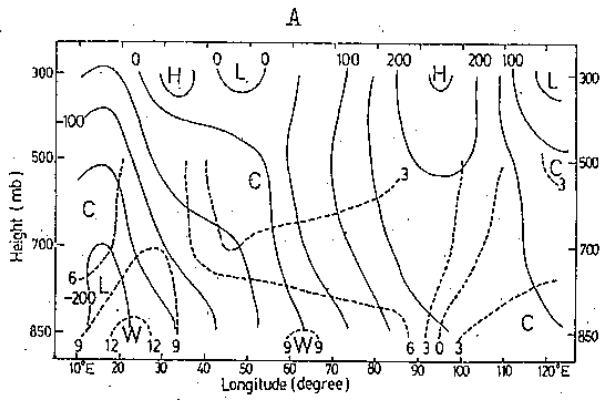


圖 5 : 1975 年 12 月 7 日歐亞大陸阻塞高壓重力位
高度及溫度之剖面圖。實線為高度 (m)
虛線為溫度 (°C)。
A 65°N B 55°N C 45°N

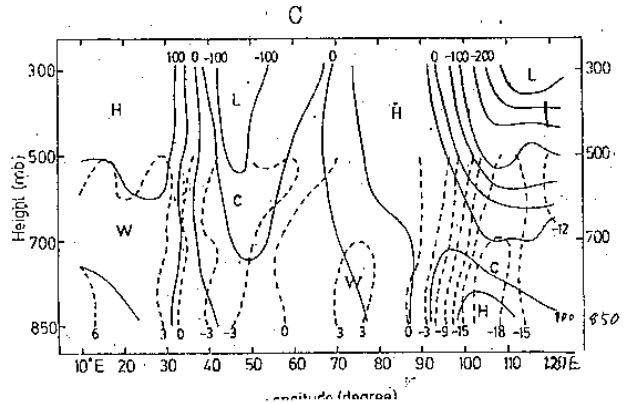
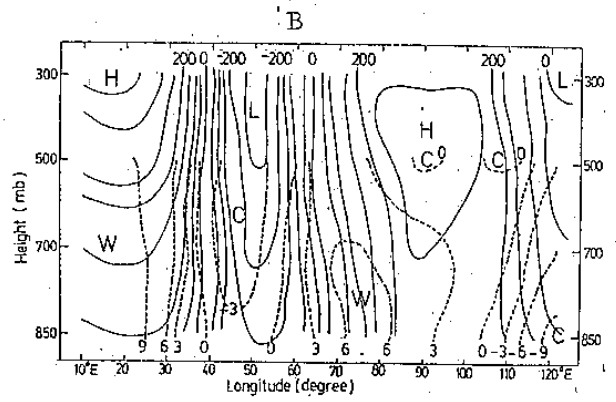
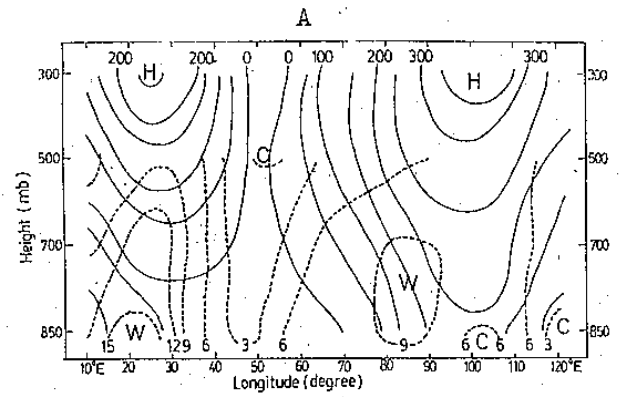


圖 6 : 1975 年 12 月 11 日歐亞大陸阻塞高壓重力位
高度及溫度之剖面圖。實線為高度 (m)
虛線為溫度 (°C)。
A : 65°N B : 55°N C : 45°N

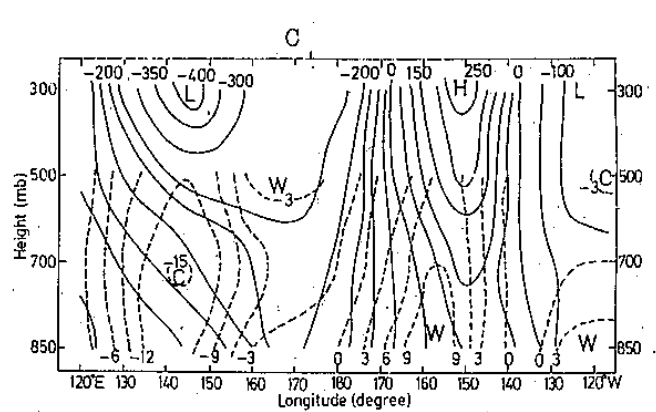
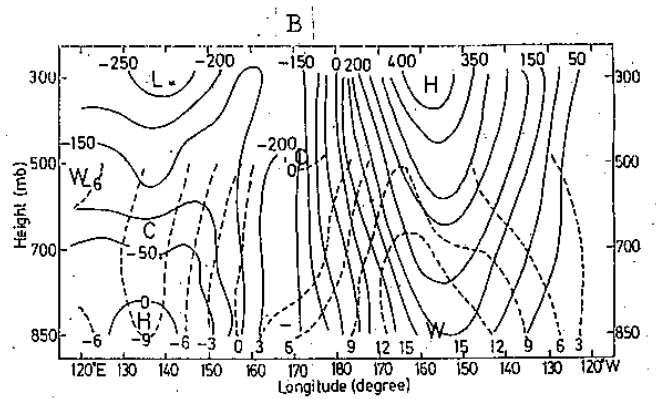
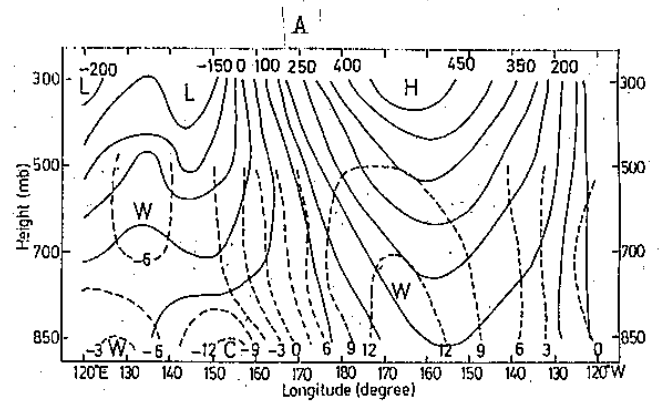
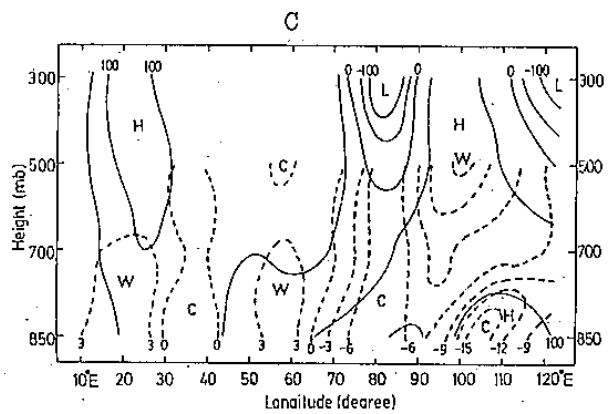
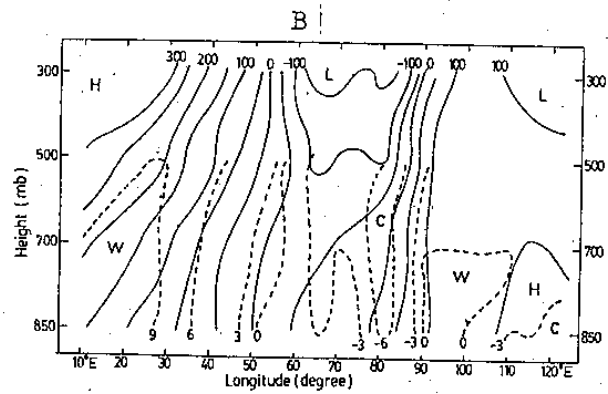
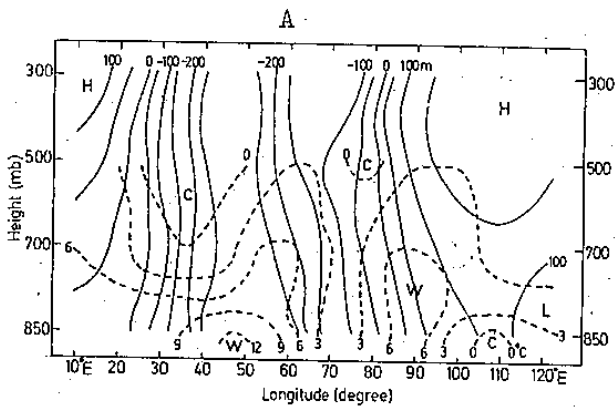


圖 7 : 1975 年 12 月 15 日 歐亞大陸阻塞高壓重力位
高度及溫度剖面圖。實綫為高度 (m) ,
虛綫為溫度 (°C) .

A : 65°N B : 55°N C : 45°N

圖 8 : 1972 年 2 月 23 日 太平洋阻塞高壓重力位
高度及溫度剖面圖。實綫為高度 (m) ,
虛綫為溫度 (°C) .

A : 65°N B : 55°N C : 45°N

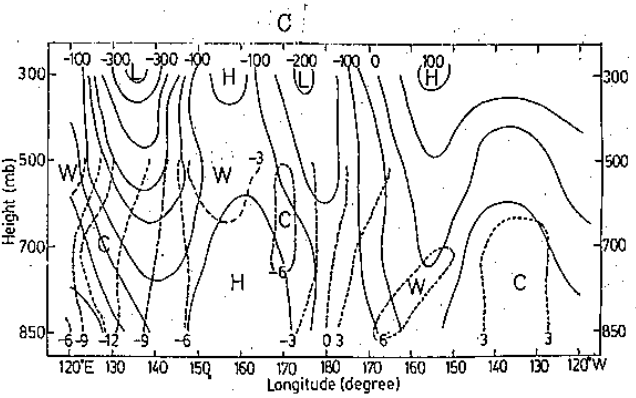
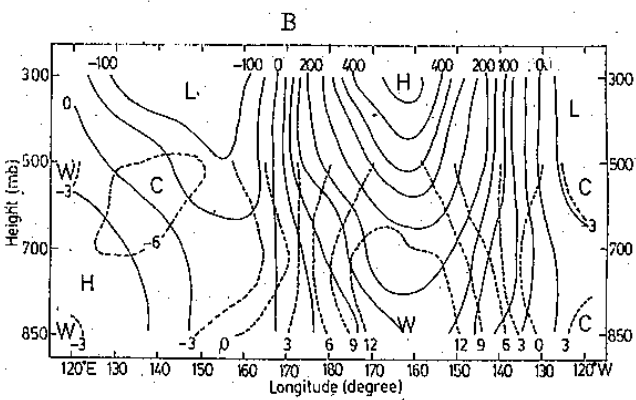
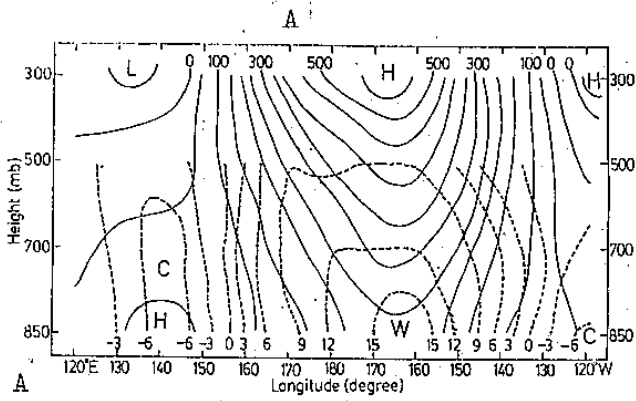


圖 9 : 1972 年 2 月 26 日太平洋阻塞高壓重力位
高度及溫度剖面圖。實綫為高度 (m) ,
虛綫為溫度 (°C) 。
A : 65°N B : 55°N C : 45°N

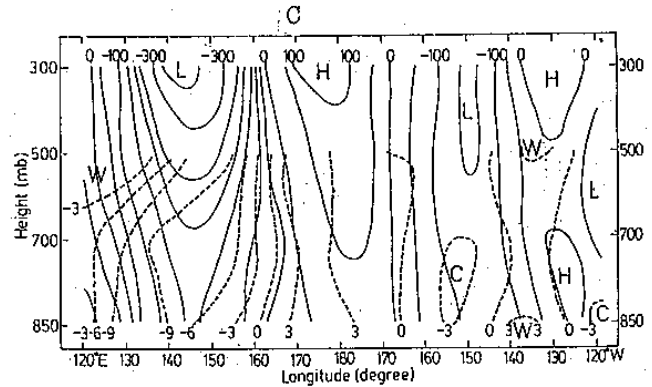
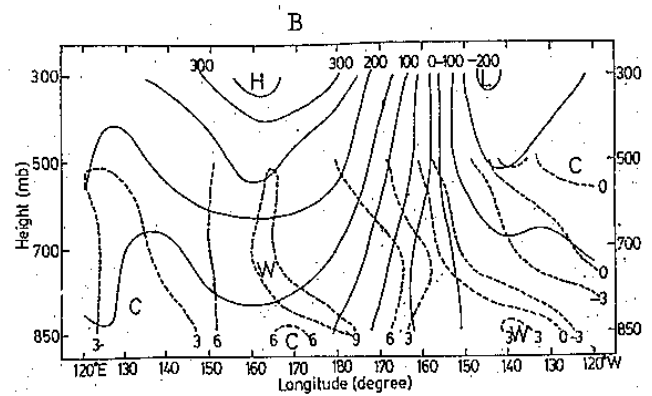
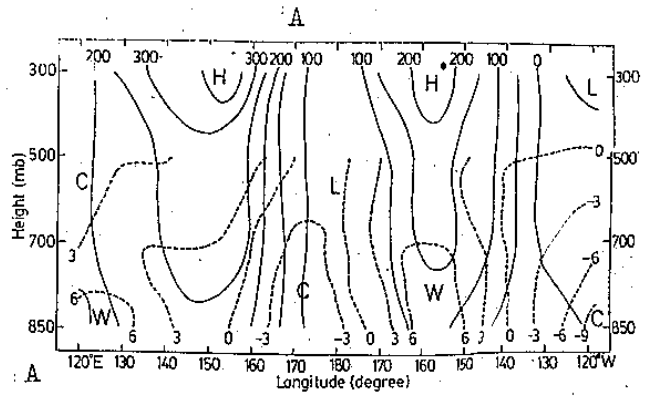


圖 10 : 1972 年 2 月 29 日太平洋阻塞高壓重力位
高度及溫度剖面圖。實綫為高度 (m) ,
虛綫為溫度 (°C) 。
A : 65°N B : 55°N C : 45°N

5 阻塞高壓能量消長之分析

本節將從定性與定量兩方面來討論阻塞高壓發展時其動能與該區域沿緯向平均氣流動能之變化情形。

a. 定性而言，如果高壓脊成東北西南走向時，如圖 11 所示者，因為脊綫西邊西風較大且吹南風 ($u' > 0, v' > 0$)，而脊綫東邊西風較小且吹北風 ($u' < 0, v' < 0$) 故全區的動量通量為正 ($\overline{u'v'} > 0$)，即表示西風動量往北輸送，反之脊綫呈西北—東南走向時，動量通量為負，西風動量往南輸送。

由實際資料分析得知，歐亞大陸區之阻塞高壓其脊綫均呈東北—西南走向，故動量往北輸送 ($\overline{u'v'} > 0$)。若沿緯向平均氣流的南北分佈是西風往北遞減 ($\frac{\partial u}{\partial y} < 0$) 時，則阻塞高壓從平均氣流獲得動能。如果此能量變化是正確的話，只要脊綫形式保持上述之東北—西南走向形，阻塞高壓即可獲得發展而加強，當上述脊綫的形式破壞，則阻塞高壓不再加強且將減弱。

以上所述乃是由動量的通量理論來討論阻塞高壓的消長，也就是由正壓能量的轉換來解釋之。但由前節歐亞大陸阻塞高壓之結構知，此阻塞系統亦伴隨位能到動能的轉換。

至於太平洋區之阻塞高壓，其軸綫之走向為西北—東南向，故動量往南輸送 ($\overline{u'v'} < 0$)。若沿緯向平均氣流是西風往北遞增 ($\frac{\partial u}{\partial y} > 0$)，則阻

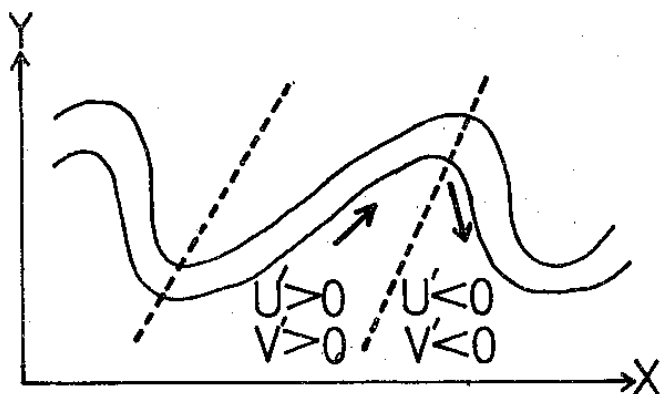


圖 11：動量往北輸送之槽脊綫分佈圖。

塞高壓亦可從平均氣流獲得動能。而由前節之結構討論知，太平洋阻塞高壓為暖心結構，沒有位能與動能之轉換。

b. 定量計算：我們先以 500 mb 重力位高度，利用地轉關係計算地轉風。然後計算正壓能量之轉換項 ($M = \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} u'v'$)，平均氣流之動能時間變化率

及擾動的動能時間變化率。此處平均氣流是指阻塞高壓區域內之東西向平均風場。而擾動的風場即為觀測風場減去平均氣流。

本節定義之正壓能量轉換項 (M) 為負時，表示擾動將從平均氣流獲得動能。所以平均氣流動能減小而擾動動能增加。

圖 12 及圖 13 分別為歐亞大陸阻塞高壓與太平洋阻塞高壓個案平均氣流動能時間變化率，擾動動能時間變化率及正壓動能轉換量之逐日變化情形。

由圖 12 顯示歐亞大陸阻塞高壓剛發生時，平均氣流動能之時間變化率與擾動動能者為反相位。而正壓動能轉換量亦與平均氣流動能之時間變化率同相位，負號代表平均動能轉換為擾動動能。三者之分佈情形與前節定性討論者甚一致。平均西風是往北遞減的。

太平洋阻塞高壓動能變化情形亦與歐亞大陸阻塞高壓者相同(圖 13)。在阻塞高壓發生時必須有正壓動能的轉換造成平均氣流動能的大幅度減小與擾動動能的大幅度上升。此亦與前節定性討論者一致。平均西風是往北遞增的。

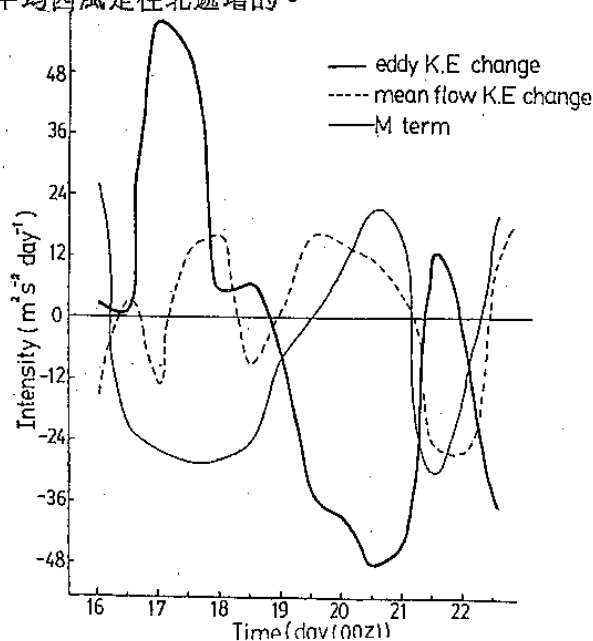


圖 12：歐亞大陸阻塞高壓個案逐日能量變化圖
粗實綫為擾動動能，細實綫為正壓動能轉換量，
虛綫為平均氣流動能 (1976年1月)。

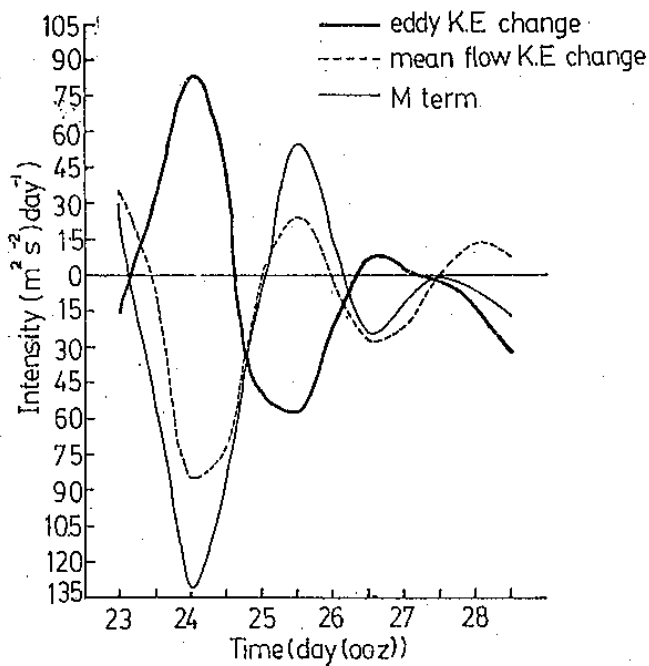


圖 13：太平洋阻塞高壓個案逐日能量變化圖
粗實綫為擾動動能，細實綫為正壓動能轉換量，
虛綫為平均氣流動能（1972年2月）。

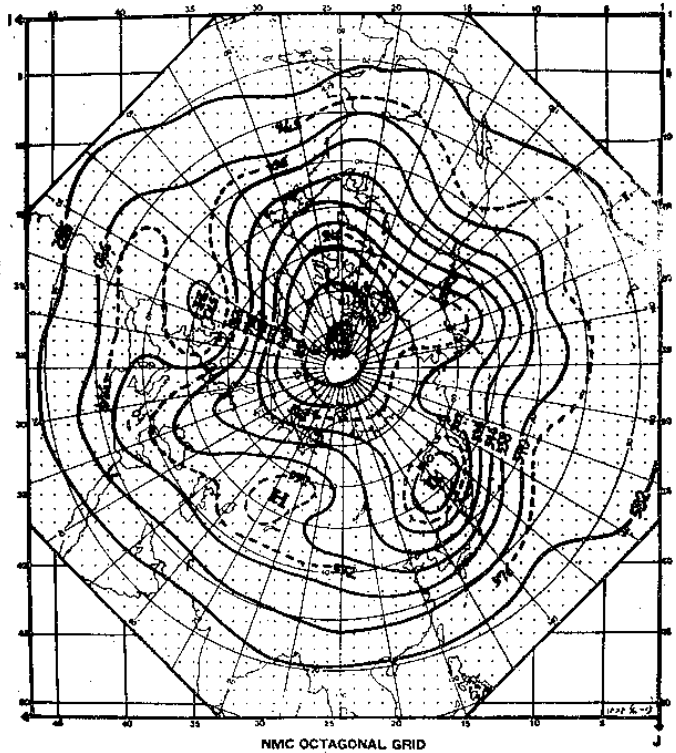


圖 14：歐亞大陸阻塞高壓期間個案 500mb 合成圖。

6 阻塞高壓的天氣圖形態

一般冬季 500mb 北半球的平均天氣圖中有兩道深槽分別位於美洲東岸（約 $80^{\circ} W$ ）及亞洲東岸（約 $140^{\circ} E$ 其波數約為 3。它們的形成是因為冬季海洋溫度較高，大陸溫度較低的力管效應加上地形之山後槽所造成。而有阻塞高壓發生時，北半球天氣圖形式，則有改變。

a 圖 14 及圖 15 分別為歐亞大陸阻塞高壓及太平洋阻塞高壓個案期間之合成平均天氣圖。在這些合成圖中亞洲東岸及美洲東岸之深槽仍存在，而在歐亞大陸阻塞高壓圖中，在東經 30° 度附近亦有顯著的深槽，阻塞高壓乃介於此深槽與亞洲大陸東岸槽線之間。而在太平洋區阻塞高壓天氣圖中，阻塞高壓乃介於亞洲東岸槽與美洲東岸槽之間，而歐亞大陸之環流亦與一般環流甚不相同，包括位於亞洲東岸之槽線成為西北—東南走向， $60^{\circ} E$ 附近有一槽線，及歐洲西岸有一脊線等。

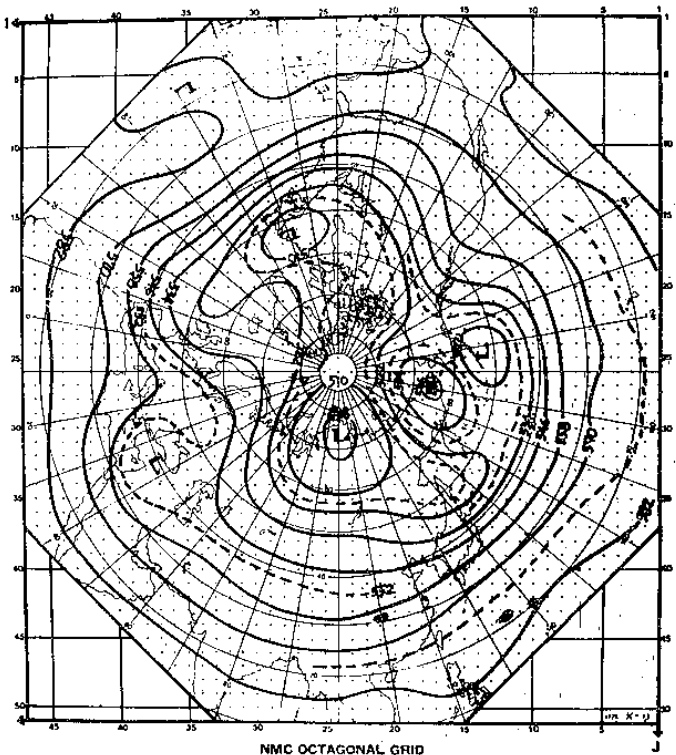


圖 15：太平洋阻塞高壓期間個案 500mb 合成圖。

b 阻塞高壓與寒潮爆發之關係，效從任立渝，蔡清彥（1980）之寒潮研究報告中選取溫度下降五天達 8°C 以上之寒潮爆發個案共七個。全部個案均有阻塞高壓存在。以蔡清彥，王時鼎（1981）的分析方法，將每個個案鋒面通過台灣北部之天氣圖時為 0 時，計算前三天至後三天（每 12 小時）之合成平均圖，如圖 16 到圖 22。由圖中可知槽脊綫及低壓中心的狀況與寒潮爆發之關係如下：

(i) 亞洲大陸西藏高原北方之橫槽在鋒面過台灣北部前 48 小時南移至 40°N ，至前 36 小時，橫槽已成東北東—西南西走向，亞洲大陸開始有 NW 氣流。

(ii) 庫頁島一帶之低壓在鋒面通過台灣北部前 12 小時，移到最南位置約為北緯 47 度，（在前 72 小時時，此低壓位北緯 60 度）。其經度則由前 72 小時到後 48 小時均無變動。

(iii) 在寒潮前 72 小時至後 12 小時在東經 30 度，東經 135 度及西經 75 度三個位置均為一低壓槽，而在東經 60 度到東經 80 度一帶及經度 180 度一帶則分別為脊綫所存在。此即歐亞及太平洋阻塞高壓。北半球天氣圖為明顯的波數 3 超長波形，系統移動緩慢，造成阻塞。總之阻塞期間注意天氣圖上亞洲西藏高原北方之橫槽變動情形及庫頁島一帶低壓的所在位置即可預測將有無鋒面要通過台灣北部，而過後則注意在東經 60 度到 80 度一帶或經度 180 度一帶是否仍為阻塞脊綫場，若是則寒潮將持續。

7 結 論

本文首先討論阻塞高壓之定義，統計歐亞大陸及太平洋阻塞高壓之一般情形。然後分析各緯度圈之垂直剖面圖，以瞭解阻塞高壓的結構。我們並討論阻塞高壓的能量變化情形，以及阻塞高壓與持續寒潮之關係。

我們得到下列幾點結論：

- a 阻塞高壓發生於西風帶之中高緯度上，且基本西風氣流分裂為兩支。
- b 阻塞高壓不僅發生於太平洋及大西洋之洋面上在

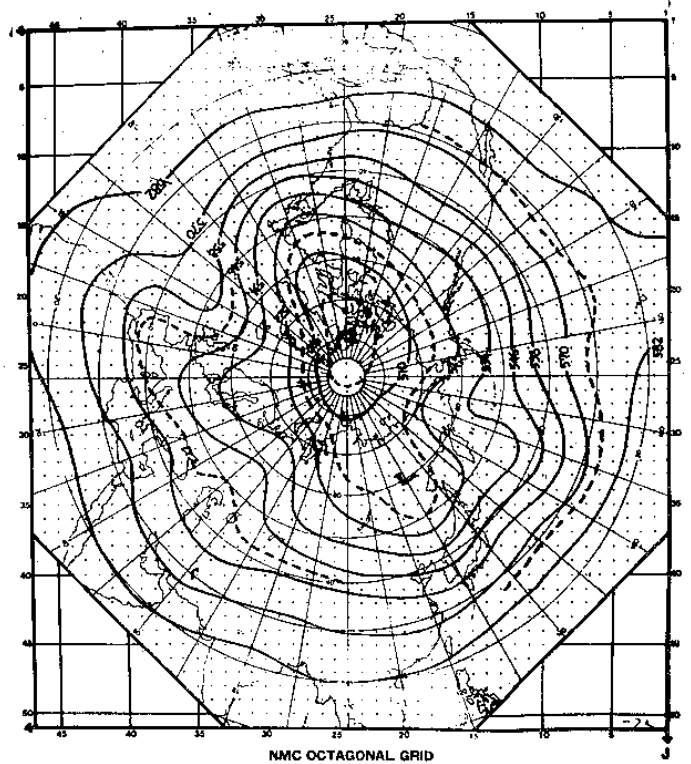


圖 16：持續性寒潮鋒面過台灣北部前 72 小時 500 mb 合成圖。

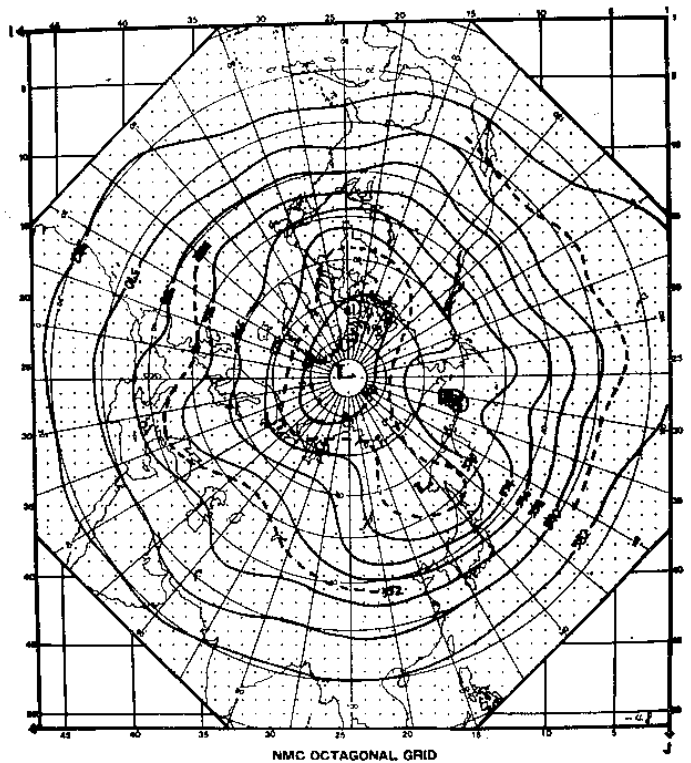


圖 17：持續性寒潮鋒面過台灣北部前 48 小時 500 mb 合成圖。

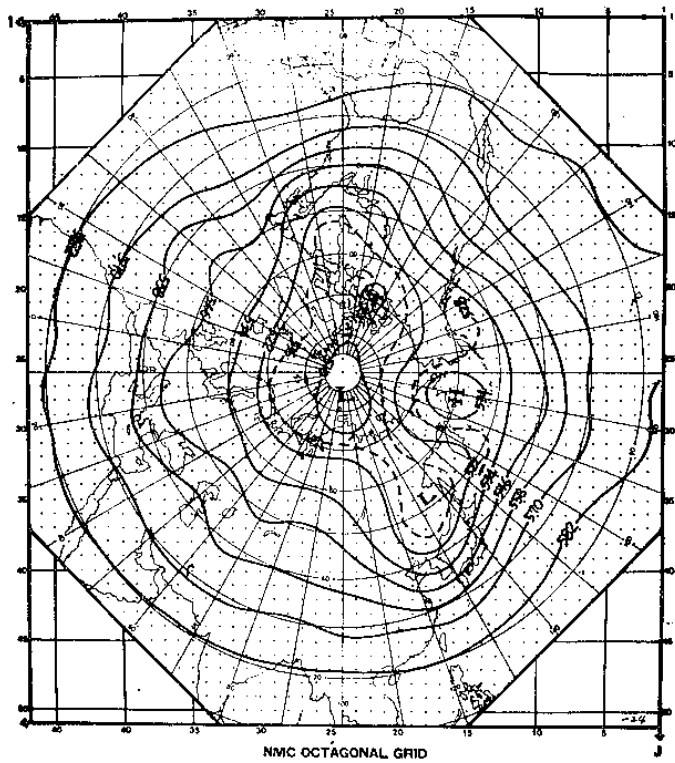


圖 18：持續性寒潮鋒面過台灣北部前 24 小時 500 mb 合成圖

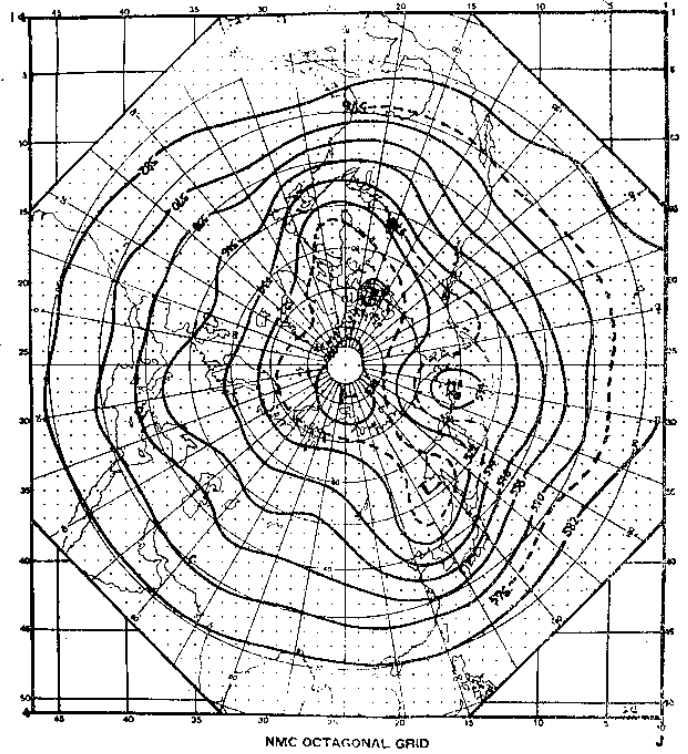


圖 20：持續性寒潮鋒面過台灣北部後 24 小時 500 mb 合成圖

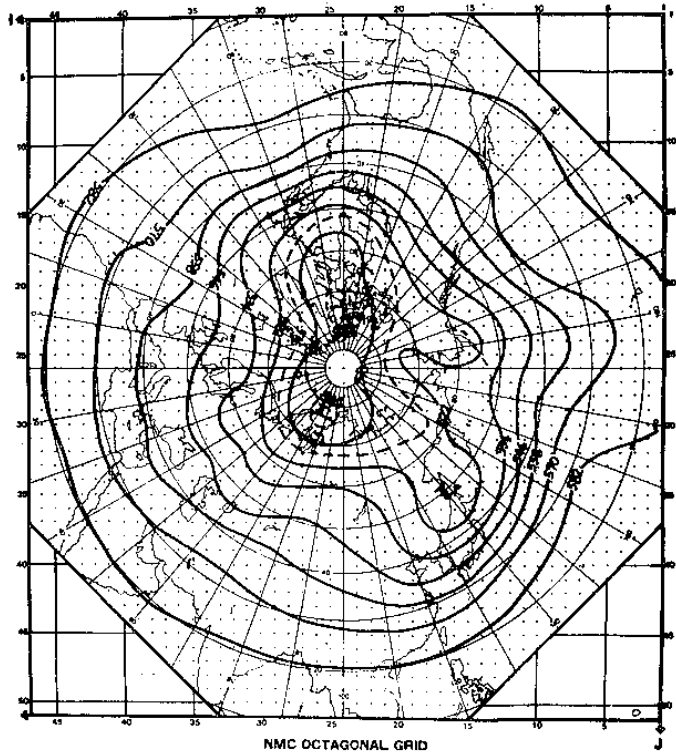


圖 19：持續性寒潮鋒面過台灣北部時之 500 mb 合成圖

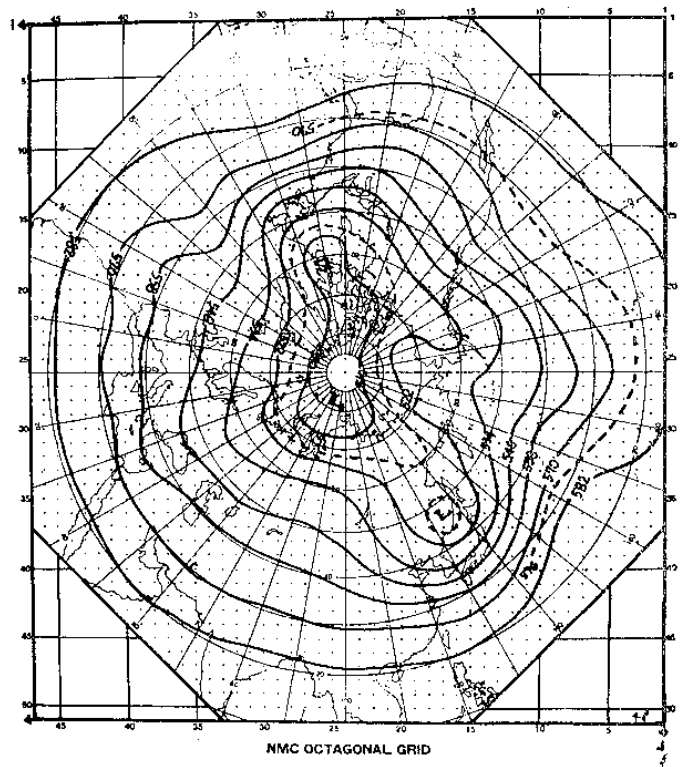


圖 21：持續性寒潮鋒面過台灣北部後 48 小時 500 mb 合成圖

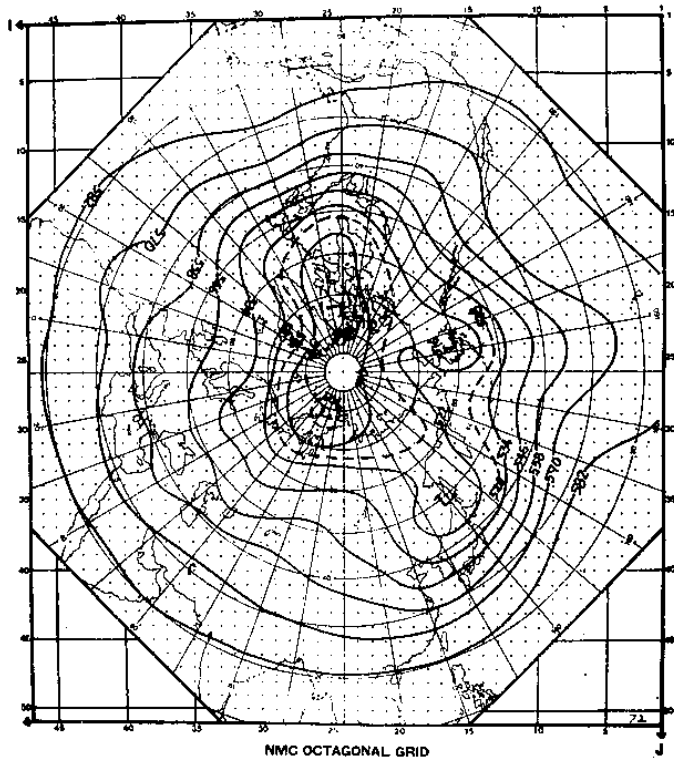


圖 22：持續性寒潮鋒面過台灣北部後 72 小時 500 mb 合成圖。

8 致 謝

本研究在國科會第十八屆國內進修研究經費補助下方克完成。計算機程式由秦弘能、吳婉淑及陳建民負責成功。圖表之繪製則由任立渝、謝維權、陳進文、葉文欽、林湘君、吳婉淑、徐曾洋、陳慧貞等協助完成。在計畫進行中，台大大氣科學系動力實驗室研究助理們均曾參加討論，使計畫能順利完成在此致最真誠之謝意。

歐亞大陸亦有高頻率的阻塞高壓發生，可見阻塞高壓不僅與海陸分布有關，亦與大氣本身之動力過程有關。

- c 歐亞阻塞高壓暖區在高壓西邊，是典型中緯度大尺度系統之結構，伴隨有位動能轉換。而太平洋阻塞高壓是暖心結構，斜壓能量轉換效應小。
- d 歐亞大陸阻塞高壓軸呈東北—西南走向，而太平洋區之阻塞高壓軸呈西北—東南走向。
- e 歐亞大陸之阻塞高壓與太平洋區之阻塞高壓均具有相同之正壓效應，造成擾動從平均氣流吸獲取動能。由前項得知，歐亞阻塞高壓附近西風隨緯度遞減，而太平洋阻塞高壓附近西風隨緯度遞增。
- f 阻塞期間注意庫頁島一帶低壓位置，當此低壓南移到 $47^{\circ}N$ $135^{\circ}E$ 處及西藏高原北方橫槽東移時將有鋒面通過台灣北部。鋒面過後，若在 $80^{\circ}E$ 或 180 度帶仍為阻塞高壓脊綫則寒潮持續。

9 參考資料

- 王時鼎，1974：亞洲極地高壓生成發展與台灣地區寒潮中期預報，空軍氣象中心研究報告 007 號。
- 王時鼎，1976：亞洲地形性擾動之性質及其與台灣地區冷季中期預報之關係，空軍氣象中心研究報告 011 號。
- 任立渝及蔡清彥，1980：台灣地區寒潮之合成天氣型式，國立台灣大學大氣科學系研究報告 WMS-02 號，42 PP。
- 俞家忠，1975：阻塞高壓及其對台灣天氣之研究，氣象預報與分析 62 期。
- 俞家忠，1975：冷季氣壓系統及台灣天氣客觀預報之研究—高壓部份，空軍氣象中心研究報告 008 號。
- 徐晉淮，1969：阻塞高壓對台灣天氣影響之研究，氣象學報 15 卷 4 期。
- 陳泰然，1980：中緯度綜觀幅度天氣系統講義，第 9 章。
- 蔡清彥，1980：台灣地區冬季季風及寒潮個案研究，國立台灣大學大氣科學系研究報告 WMS-01 號，40 PP。
- 蔡清彥及王時鼎，1981：波動間非線性能量交換與寒潮爆發，國立台灣大學大氣科學系研究報告 WMS-03 號，28 PP。
- 鄭邦傑，1971：台灣冬季持續性惡劣天候之研究，氣象學報 17 卷 4 期。
- Austin, J. F., 1980: The blocking of middle latitude Westerly Winds by planetary Waves QJRMS., 106, 327-350.
- Dennis L. Hartmann, and Steven J. GHAN 1980: A Statistical Study of the Dynamics of Blocking Mon. Wea. Rev., 108, 1144-1159.
- Egger, J., 1978: Dynamics of blocking highs, J. Atmos. Sci., 35, 1788-1801.
- holton, J. R.,: An Introduction to Dynamic Meteorology, Chapter 6, 10.
- Kikuchi, Y., 1969: Numerical simulation of the blocking process. J. Meteor. Soc. Japan, 47, 29-54.
- Namias, J., 1947: Characteristics of the general circulation over the Northern Hemisphere during the abnormal Winter of 1946-1947, Mon. Wea. Rev., 75, 145-153.
- Pettersen, S.,: Weather analysis and forecasting, Chapter 12. 13.
- REX, D. F., 1950b: Blocking action in the middle troposphere, and its effect upon regional climate. II. The climatology of blocking action, Tellus, 2, 275-301.
- Rowntree, p.R., 1972: The influence of tropical east pacific Ocean temperatures on the atmosphere. Bhart, J. Roy. Meteor. Soc., 98, 290-321.
- White, W. B., and N. E. Clark, 1975: On the development of blocking ridge activity over the Central North Pacific, J. Atmos. Sci., 32, 489-502.

The Structure and Energetics of Blocking Highs

Chang-Lin Hsin
Forecasting Center
Central Weather Bureau

Ching-Yen Tsay
Department of Atmospheric Sciences
National Taiwan University

ABSTRACT

We first analyze the statistics of blocking highs in the Pacific and Eurasia in winter seasons of 1967 to 1976. Cross sections along 45 N, 55 N AND 65 N latitude circles of both Pacific and Eurasia blocking highs are then analyzed. It is found that the Eurasia blocking high has the baroclinic structure, while the Pacific blocking high has the equivalent barotropic structure. We also compute the rates of kinetic energy changes of mean flow (regional mean) and eddy motion (blocking high) as well as the barotropic energy conversion between them.

The changes of kinetic energy of mean and eddy motion are out of phase and are contributed by the barotropic energy conversion term. We finally discuss the relationship between the blocking high and the persistent cold-surge in Taiwan.