

1987-2006 年台北與花蓮上空對流層頂之氣候分析

蕭長庚

中央氣象局氣象科技研究中心

摘 要

由於近年來全球氣候均有暖化的現象發生，因此希望知道這種現象在台灣上空之對流層頂是否也有所表現，故而利用近二十年來台北(板橋)與花蓮之探空資料，選擇對流層頂及 850 hPa (百帕)與 1000hPa 的氣象觀測資料作年與季的統計分析。首先從地面觀測資料瞭解台北近十年之氣溫較前十年升高了約 0.4°C，花蓮升高了 0.2°C。再由探空資料中，選擇 1000 hPa 處看，則分別升高了約 0.2°C 及 0.1°C，洽為地面之一半，到 850 百帕處則均升高不到 0.1°C，再向上升到對流層頂，發現其溫度不升反降了約 0.4°C。對流層頂高度在 00Z 時間台北升高了約 200m 花蓮升高了 100m，12Z 時間分別升高了約 150m 與 30m。

關鍵字：對流層頂，高層氣候

前 言

台灣高空探測，最早開始於花蓮之測風汽球觀測，紀錄見自 1931 年之花蓮測風汽球觀測表(喬，1985) [台北始自 1939 年]，當時使用 22.5g 重之紅色氣球，填充氫氣，昇騰力為 180g，上升速度為每分鐘 100m，觀測及計算之內容包括施放時之地面溫度、雲量雲型、能見度及汽球升起後各時間方位角、高度角、水平距離、風向、風速等。之後有無線電探空觀測，紀錄見自 1940 年之台北高層氣象原簿，內容包括氣壓、氣溫、溼度、水汽張力、混合比、1000mb(現稱 hPa)位溫及相當位溫等資料，至 1955 年起開始出版高空觀測報告，迄今已有 50 餘年。花蓮之無線電探空觀測紀錄，始自於 1987 年 8 月，雖然使用之探空儀與台北使用者少數不盡相同，在定量比較上可能會有所差異(林等，2006)，但都是符合國際標準之儀器，在大量樣本資料比較下，仍具極大的應用價值。茲根據氣象局出版之高空觀測報告(中，1955-2005)，摘錄出台北、花蓮氣象站歷年探空使用之設備概況，列表如表一，以供未來使用資料作細部比對之參考。

資料處理

本次分析係使用中央氣象局 1987-2006 年之每天兩次高空觀測數位資料，檢選出 1000 hPa、850 hPa 及對流層頂之觀測要素，分別就國際標準時間 00Z 及 12Z 整理成月統計值，作為分析使用之基本資料。在選取對流層頂之過程中，是以特性層高度在 14,000 至 20,000m 間，上下層溫度首次出現有 0.3°C 以上之逆轉時，

取其下層為對流層頂。如此共計選用了台北(板橋)1987-2006 年間 14,575 次的探空及花蓮 1987 年 8 月起至 2006 年間 13,877 次的探空(其中缺 1998 年 10 月)。

三、資料分析

對流層在赤道處為 18 公里，兩極處不過 7-8 公里(戚，1966)，其間之溫度以每公里減 6.5°C 之直減率向上遞減，因此赤道處對流層頂溫度可達 -85°C，而兩極處卻長不超過 -60°C，台灣位於副熱帶地區，台灣對流層頂之氣壓在 90-108 百帕(hPa)間，高度約 16200-17200m，溫度在攝氏零下 72-79 度，若以 1987-2006 年統計結果看，台北對流層頂之氣壓為 100.8hPa，花蓮為 100.2hPa，平均高度分別為 16598m 及 16628m，溫度是 -77.4°C 及 -78.3°C，露點是 -84.0°C 及 -87.1°C，風速是 20m/sec，17.5 m/sec，相對溼度是 35% 及 27% (花蓮 1987-1992 年間露點及相對溼度資料不完全)。詳細各季統計結果請參見表二。

若從台灣歷年氣溫時間序列看，自 1985 年後有顯著之升高現象(蕭，2005)，今將台北與花蓮近十年(1997-2006)與前十年(1987-1996)之測站氣壓與氣溫值列如表三，其中測站氣壓變化較不一致，氣溫方面台北上升 0.4°C，花蓮上升 0.2°C。同時將對流層頂之資料亦按 1987-1996，1997-2006 分成兩段，分季統計，並以近十年值減前十年值列表如表四，可以清楚看到近十年之對流層頂氣壓普遍降低，台北平均約降 3hPa，其中以春、冬季降 4-5hPa 為最大，花蓮則較小，以春季降 1.8hPa 為最大(00Z 與 12Z 之平均)，秋、冬季僅 0.6hPa。對流層頂高度變化亦以春季增量為最大，冬季次之。對流層頂溫度除夏、秋季外餘皆略降。從十年各要素變動之標準差看，近十年較前十年，多數有變大的現象，而且較低層大於較高層。其中 1000hPa 及 850hPa 層之氣象要素統計值可參見表五。

三、結論

1. 全球暖化的現象以台北及花蓮為例，近十年之地面氣溫分別升高了 0.4°C 及 0.2°C，使得對流層增厚，氣壓降低，出現對流層頂溫度降低約 0.3°C，高度升高了 200m 及 100m 之現象。對流層頂高度在台北春季升高最多達 300m，溫度降低 0.5°C，其次是冬季約 250m，溫度降 0.9°C，夏秋季升高不多約在 130-50m 間。。
2. 台北上空之對流層頂每年 10 月至次年 5 月間以西風為最多，冬季風速較大，台北約為 31m/s，花蓮約為 26m/s，年平均風速分別為 20m/s 及 17m/s，6 至 9 月以東北東風為較多，夏季與秋季風速較弱約為 13m/s。
3. 比較 00Z 與 12Z 時間之觀測差異，對流層頂氣壓、高度在花蓮之差異不大，台北對流層頂高度約有 50m，溫度有 0.5-0.6°C，相對溼度有 1-5% 之差。
4. 850hPa 及 1000hPa 定壓面層之高度近十年均較前十年降低約 3-8m。
5. 對流層頂近十年與前十年之氣壓與高度變化以春季 00Z 為最大，溫度與露點則以 12Z 為最大。

誌謝

感謝中央氣象局資料處理科張秀卿及馮欽賜科長，協助蒐尋資料，謹此致謝。

參考書目

- 戚啓勳，1966. 普通氣象學，中正書局，P16-19
 中央氣象局，1955-2005. 氣候資料年報—高空資料，中央氣象局，P.1-200
 喬鳳倫、蕭長庚、陳正改、彭正平，1985. 台灣地區氣象資料目錄之編纂，中央氣象局，P.26-128
 蕭長庚，2005. 台灣地區 1897 至 2004 年氣候變化選擇測站之概述與自相關分析，九十四年天氣分析與預報研討會論文彙編，P.433-434
 林博雄、徐仲毅、林大偉、林得恩、辛昌棋，2006. 臺灣地區無線電探空剖面交叉比較，九十五年天氣分析與預報研討會論文彙編，P.1-9-10

表一 台北與花蓮氣象站使用無線電探空設備之異動概況表

異動時間	台北 (1972 年 3 月遷至板橋)		花蓮	
	25°02'N, 121°31'E, 9.3gpm (25°00'N, 121°26'E, 11gpm)		23°58' N, 121°36' E, 18.9gpm	
	系統	探空儀	系統	探空儀
1955	X	日製 CMO S50-L	X	X
1974	芬蘭 VIASALA	RS II 56 T 及 RS II 76 T	X	X
1983 年 9 月	日本明星 D55B	RS II 56 T	X	X
1984 年 7 月	美 Weathertronics 8065	RS II 80MB	X	X
1987 年 8 月	-	-	日本明星 MOR-22	RS II 80MB/RS II 85MB
1988	-	-	-	RS II 80MB
1998	-	-	美 Weathertronics 8065	RS II 80MB
2005	日本明星 RD-65A3	RS II 80MB	芬蘭 Vaisala RT20A	RS 80-67
2006	-	-	-	-

註：X 表示無； - 表示同上； 另：台南永康站(23°02'N, 120°14'E, 10gpm) 1998 年 6-12 月使用日本明星(Meisei) RD-80H 型系統，與日製 RS II-80MB 探空儀。

表二 1987-2006 年台北與花蓮上空對流層頂氣象觀測要素之平均值

項目	台北(板橋)對流層頂 1987-2006 平均值						花蓮對流層頂 1987-2006 平均值					
	氣壓 (hPa)	高度 (m)	氣溫 (°C)	露點 (°C)	風速 (m/s)	相對溼 度(%)	氣壓 (hPa)	高度 (m)	氣溫 (°C)	露點 (°C)	風速 (m/s)	相對溼 度(%)
00Z 年	101.1	16578.4	-77.1	-83.4	20.2	37.4	100.2	16626.6	-78.0	-86.8	17.7	28.1
00Z 春季	98.4	16710.8	-76.6	-82.8	21.8	39.4	98.1	16740.2	-77.6	-86.4	18.9	29.1
00Z 夏季	102.5	16589.2	-76.6	-82.4	13.7	39.7	102.9	16549.8	-77.2	-84.9	13.9	30.7
00Z 秋季	101.6	16560.3	-77.8	-84.4	13.9	34.3	99.8	16654.3	-78.9	-87.2	11.9	28.2
00Z 冬季	101.8	16453.2	-77.2	-84.0	31.7	36.0	100.4	16557.3	-78.2	-87.5	26.7	26.8
12Z 年	100.5	16617.3	-77.7	-84.7	19.5	33.1	100.2	16629.6	-78.5	-87.3	17.3	26.4
12Z 春季	98.0	16751.0	-77.2	-84.2	20.8	34.3	98.1	16747.0	-78.0	-86.8	18.2	27.1
12Z 夏季	102.7	16590.6	-77.2	-84.3	12.9	33.5	102.9	16538.5	-78.0	-85.9	13.4	29.2
12Z 秋季	100.7	16611.6	-78.5	-85.4	13.6	31.8	99.4	16675.7	-79.4	-87.9	11.7	25.9
12Z 冬季	100.7	16515.9	-77.8	-85.1	30.7	32.7	100.4	16553.7	-78.6	-87.9	26.4	25.1

表三 台北與花蓮氣象站地面測站氣壓、氣溫近十年與前十年平均之比較

項目 年期	台北		花蓮	
	氣壓(hPa)	氣溫(°C)	氣壓(hPa)	氣溫(°C)
1987-1996	1012.6	22.9	1011.8	23.4
1997-2006	1012.7	23.3	1011.3	23.6
較差	+0.1	+0.4	-0.5	+0.2

表四 對流層頂近十年(1997-2006)與前十年(1987-1996)氣象要素平均值之比較表

項目 時 年季	台北(板橋)對流層頂十年平均之差值						花蓮對流層頂十年平均之差值					
	氣壓 (hPa)	高度 (m)	氣溫 (°C)	露點 (°C)	風速 (m/s)	相對溼 度(%)	氣壓 (hPa)	高度 (m)	氣溫 (°C)	露點 (°C)	風速 (m/s)	相對溼 度(%)
00Z 年	-3.4	208.9	-0.4	0.2	-0.5	-0.9	-1.4	94.2	-0.4	-2.2	-0.8	-5.2
00Z 春季	-4.9	303.5	-0.5	0.8	-1.9	-0.5	-2.8	182.1	-0.3	-1.4	-2.0	-3.9
00Z 夏季	-2.2	131.1	-0.1	0.5	-0.3	1.1	0.0	13.8	0.1	-1.3	-0.6	-4.3
00Z 秋季	-2.1	129.0	0.1	0.6	1.7	0.0	-1.3	72.6	-0.1	-1.7	1.4	-5.2
00Z 冬季	-4.5	272.2	-1.1	-1.0	-0.9	-4.4	-1.0	81.6	-0.6	-2.0	-0.5	-3.2
12Z 年	-2.6	157.3	-0.2	0.0	-0.1	-0.6	-0.3	28.8	-0.1	-1.3	-0.3	-3.5
12Z 春季	-5.1	299.7	-0.5	0.2	-1.6	-0.5	-0.8	75.1	0.1	-0.9	-0.6	-2.4
12Z 夏季	-1.0	62.0	0.0	0.7	-0.3	1.1	-0.2	21.4	0.1	-0.1	-0.2	-1.2
12Z 秋季	-0.8	51.8	0.2	0.5	1.7	1.2	-0.1	5.8	0.1	-0.8	1.3	-3.4
12Z 冬季	-3.4	215.6	-0.7	-1.4	-0.1	-4.1	0.2	5.2	-0.4	-1.8	0.0	-3.8

表五 850hPa 及 1000hPa 標準層 1997-2006 與 1987-1996 之十年差異與全期季平均

項 目 時 / 期季	台北(板橋)十年平均值之差與季平均值						花蓮十年平均值之差與各季平均值					
	氣壓 (hPa)	高度 (m)	氣溫 (°C)	露點 (°C)	風速 (m/s)	相對溼 度(%)	氣壓 (hPa)	高度 (m)	氣溫 (°C)	露點 (°C)	風速 (m/s)	相對溼 度(%)
00Z 十年差	850	-6.0	0.1	-0.1	0.0	-0.5	850	-4.1	0.0	0.4	-0.2	2.1
00Z 春季		1508.0	13.7	10.6	7.4	83.1		1513.4	13.7	10.7	4.0	84.0
00Z 夏季		1481.1	19.3	15.2	7.0	78.7		1484.7	19.3	14.3	4.1	74.4
00Z 秋季		1526.8	14.5	11.1	7.7	82.1		1526.5	14.7	11.5	3.8	82.2
00Z 冬季		1538.4	8.0	5.1	6.7	84.3		1542.5	8.8	6.5	3.5	86.6
12Z 十年差		-8.3	0.0	0.3	0.1	1.4		-4.0	-0.1	0.8	-0.2	3.6
12Z 春季		1506.1	14.6	10.4	7.3	79.4		1509.1	14.0	11.4	3.4	86.4
12Z 夏季		1480.5	20.1	15.3	6.9	76.3		1482.3	19.3	14.5	3.7	76.3
12Z 秋季		1524.1	15.2	10.9	7.9	78.5		1525.8	14.9	12.2	3.9	85.1
12Z 冬季		1537.0	8.6	4.8	6.7	80.7		1541.1	9.1	7.5	3.3	89.9
00Z 十年差	1000	-7.5	0.3	0.0	-0.4	-1.5	1000	-3.1	0.1	0.2	-0.2	0.5
00Z 春季		122.4	19.1	16.7	3.6	86.5		122.5	20.8	17.1	3.2	79.9
00Z 夏季		63.2	26.2	23.1	1.5	83.3		66.9	26.1	21.9	2.4	78.2
00Z 秋季		128.8	22.0	18.7	4.8	82.4		128.5	22.6	18.2	3.2	77.0
00Z 冬季		175.7	14.7	11.9	5.5	84.3		175.3	17.0	12.5	4.0	75.4
12Z 十年差		-7.5	0.1	-0.2	-0.5	-1.5		-2.6	0.1	0.3	-0.1	0.8
12Z 春季		114.6	21.0	17.2	4.3	79.7		116.2	22.0	18.2	3.4	79.4
12Z 夏季		55.9	28.2	23.6	2.6	76.9		63.2	27.4	23.5	2.7	80.0
12Z 秋季		125.1	23.3	18.9	5.7	77.2		125.8	23.8	19.0	4.0	75.1
12Z 冬季		175.3	15.7	12.1	6.4	79.9		171.5	18.1	13.4	4.7	74.6