

由氣候角度探討2013年12月中旬的大雨事件

李明營

氣象預報中心

中央氣象局

摘 要

2013年12月臺灣各地氣溫偏冷、雨量偏多、日照時間偏少，為濕濕冷冷、太陽公公不賞臉的一個月。其中新竹、蘭嶼兩站的雨量為該站同期的第1名偏多，臺北、梧棲亦達該站12月雨量偏多的第2名。

深入分析發現，12月的雨量主要集中在中旬，造成此一事件的因素來自多個不同時間尺度，是個多重尺度交互作用的實例。其一為北半球中緯度高層大氣波動的能量傳遞，有利在中南半島的槽場建立，位於槽前的臺灣為動力上的不穩定區；其二為位於赤道東印度洋至印尼群島的季內振盪強對流區，亦為南海至東亞沿岸提供暖濕的低層南風；上述兩者受近地表的東北季風舉昇，在東亞沿岸形成大範圍的雨區，造成臺灣的濕冷天氣。另一方面，近年來許多研究發現，在全球暖化的背景下，中緯度的槽脊系統有加強且移速變慢的趨勢，亦可能是另一個造成12月中旬臺灣多雨的遠因。

關鍵字：多重尺度交互作用、季內振盪、大雨、大氣波動

一、 前言

2013年12月中、下旬的臺灣，接連下了好幾天的雨，加上冷冷的溫度，令人好生憂鬱，報章雜誌亦報導那段時間求助精神科的病人較為偏多。每年的12月中旬大約是逐漸開始進入隆冬的時間，這段時間冷冷涼涼的溫度常有所見，但陰雨霏霏、甚至豪大雨的天氣卻不多見。統計2013年12月中央氣象局25個局屬氣象站(表1)，發現12月上旬(1-10日)全臺雨量偏少，到了中旬(11-20日)、下旬(21-31日)幾乎全臺各地的雨量都有偏多情況，尤其是12月中旬，除澎湖、蘇澳、澎湖及東吉島雨量偏多的程度較不明顯外，其他21個氣象站的雨量全都在同期雨量的兩倍以上，恆春站更達到氣候(1981-2010年)平均值的11倍!!，亦是恆春站自1897年設立百多年以來最多雨的一年。若將雨日定義為日累積雨量大於或等於0.5毫米，臺北氣象站在2013年12月12日至29日連續下了18天的雨，不僅是最大連續雨日平均值5天的3.6倍，更是歷史中的新高記錄。由以上分析可知，2013年12月中旬的雨不僅多更是持續。本研究要以氣候的角度，探討造成2013年12月中旬雨量偏多的機制。

二、 使用資料與統計方法

本研究使用 25 個交通部中央氣象局局屬氣象站月平均雨量。環流分析場為 NCEP NCAR Reanalysis I (Kalnay et al., 1996)。

駐波活動通量(wave activity flux, WAF)為計算駐留羅士比波(stationary Rossby wave)能量傳遞方向與速度的一種計算方法。WAF 為一向量，方向代表駐波群速(能量傳遞)方向，向量大小正比於駐波中能量傳遞速度。輻散發生處代表波源，可能由非絕熱熱量或地形等機械力激發出駐波。輻合發生處代表波匯，可能有潛熱釋放或大氣內部的不穩定。WAF 最早是由 Plumb(1985)提出，利用準地轉假設下的位渦方程式經過線性化後所導出，Takaya and Nakamura (1997)改進 WAF 的計算方式，使基本流場假設更貼近實際大氣後，廣受氣象研究使用。本研究亦利用 Lanczos filtering 來探討季內振盪(intra-seasonal oscillation, ISO)的影響，濾波的波段為 25-90 日。

三、 分析結果

2013 年 12 月中旬北半球 500 百帕高度場具有明顯的高低壓距平，其中東亞高緯度有移速慢、持續性長的阻塞高壓，其南方為低壓距平(圖 2)，此環流配置有利北方中層偏強且持續的冷空氣南下。另一方面，中南半島為明顯低壓距平區，為其下游的臺灣帶來暖濕的空氣，與北方南下的冷空氣交匯，

是造成 12 月中旬臺灣濕冷天氣的原因之一。除此之外，不僅東亞區域有明顯的高低壓系統，整個北半球由副熱帶至高緯度均被顯著高低壓距平給占據，說明此段時間大氣有明顯的波動能量傳遞。

大氣駐波能量通量更可能將上述的波動看得一清二楚，2013 年 12 月中旬，大西洋經歐洲、中東、南亞、中南半島至華南有一系列的大氣高層高低壓距平，在此路徑上有強勁的大氣駐波能量通量(圖 3)。另一個明顯的能量傳遞亦可追溯自大西洋，約延 60°N 由大西洋向西至東亞高緯度為一顯著的駐波能量傳遞。上述兩股能量傳遞有利中南半島的低壓與東亞高緯度的阻塞高度的形成與維持，對臺灣 12 月中旬的天氣亦有所貢獻。

另一個可能被忽略的影響來自熱帶，2013 年 12 月在赤道偏南的季內振盪活動不可輕視。12 月上旬在熱帶印度洋的季內對流偏強，相對來說熱帶西太平洋及東亞沿岸降水偏乾，與臺灣上月雨量偏少有一致的相關性。12 月中旬，季內尺度的降水場逐漸移入海洋大陸(印尼群島)，東亞沿岸包括臺灣的雨量轉為偏多，此時季內尺度風場在臺灣附近為南風，提供臺灣有利的降水條件。12 月下旬季內振盪持續東移，臺灣仍處於偏濕的環境中。

由上述分析可知，中南半島的低壓距平與熱帶的季內振盪均為臺灣提供南來的暖濕空氣，而東亞高緯度的阻塞高壓與其南方的低壓則有利持續且偏強的北風，兩股氣流在臺灣附近輻合，造成持

續性的濕冷天氣。由圖 5 更可清楚發現，12 月中旬 925 百帕低層在東亞沿岸為東北風，在其上方 700 百帕為西南風，中層暖濕的南來氣流受低層冷空氣舉昇，形成不穩定的大氣環境，是臺灣持續多雨且偏冷的原因。

四、 結論與討論

2013 年 12 月中旬臺灣為持續濕冷的天氣，分析其成因，發現中層暖濕的南來氣流受低層冷空氣舉昇，在東亞沿岸形成不穩定的大氣環境，是臺灣持續多雨且偏冷的原因。此一事件不僅與天氣尺度的東北季風有關，亦與中高層大氣駐波能量傳遞亦有所貢獻，熱帶的季內振盪亦可提供南來的暖濕空氣，即此一事件為多重天氣尺度交互作用下的極佳例子。因此，當研究人員或預報員在分析或預報天氣時，應多方考慮不同尺度的作用。最後，近年來許多研究發現，在全球暖化的背景下，中緯度的槽脊系統有加強且移速變慢的趨勢，亦可能是另一個造成 12 月中旬臺灣多雨的遠因。

參考文獻

- Duchon, Claude E., 1979: Lanczos Filtering in One and Two Dimensions. *J. Appl. Meteor.*, **18**, 1016–1022.
- Kalnay E. and coauthor, 1996: The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **77**, 437-470.
- Plumb, R. A., 1985: On the Three-Dimensional Propagation of Stationary Waves. *J. Atmos. Sci.*, **42**, 217-229.
- Takaya, K., and H. Nakamura, 1997: A formulation of a wave-activity flux for stationary Rossby waves on a zonally varying basic flow. *Geophys. Res. Lett.*, **24**, 2985-2988.
- Tang Q., X. Zhang, X. Yang and J. A Francis, 2013: Cold winter extremes in northern continents linked to Arctic sea ice loss. *Environ. Res. Lett.* **8**. 014036
doi:10.1088/1748-9326/8/1/014036

測站	2013年12月上旬				2013年12月中旬				2013年12月下旬			
	實際值	距平值	降雨比	排名	實際值	距平值	降雨比	排名	實際值	距平值	降雨比	排名
彭佳嶼	31.7	10.3	148.1		81.6	40.0	196.2	8	46.7	-2.8	94.2	
基隆	21.5	-61.2	26.0		330.1	207.2	268.5	5	273.2	167.0	257.3	9
宜蘭	22.3	-26.5	45.7		240.0	162.0	307.6	4	119.6	69.9	240.5	
蘇澳	128.9	8.5	107.1		284.1	84.6	142.4	10	336.8	223.1	296.2	2
鞍部	11.5	-78.5	12.8	-7	442.0	296.4	303.6	1	233.5	111.5	191.4	
竹子湖	8.1	-65.5	11.0	-7	269.0	146.8	220.0		174.0	80.8	186.7	
淡水	1.0	-17.1	5.5	-10	160.0	120.7	407.2	2	54.0	13.4	133.0	
臺北	1.7	-11.6	12.8		165.5	136.3	567.0	1	62.5	31.7	202.7	
新竹	2.2	-3.5	38.8		133.2	113.5	676.1	1	29.5	7.0	131.1	
臺中	0.4	-2.4	14.4		66.6	56.4	654.2	4	2.4	-10.6	18.5	
梧棲	0.5	-1.9	20.6	10	79.2	68.2	720.7	1	5.2	-6.7	43.7	
日月潭	0.0	-5.7	0.0	-1	64.0	50.2	464.8	5	14.0	-3.0	82.3	
阿里山	0.4	-8.3	4.6		133.8	113.4	655.9	3	10.8	-15.9	40.4	
玉山	0.0	-12.8	0.0	-1	152.0	127.1	611.2	3	0.5	-31.8	1.5	
嘉義	0.0	-4.1	0.0	-1	45.4	38.1	622.8	1	0.8	-9.0	8.1	
臺南	0.0	-5.5	0.0	-1	21.1	16.3	439.6	10	0.0	-4.1	0.0	-1
高雄	0.0	-6.4	0.0	-1	47.5	42.5	942.5	1	0.5	-4.3	10.5	
花蓮	19.5	-6.4	75.3		73.0	54.1	386.9	5	3.0	-21.4	12.3	
成功	11.0	-13.9	44.1		53.9	27.8	206.8		17.0	-8.5	66.7	
臺東	0.1	-15.4	0.6		50.8	38.3	405.8	9	0.1	-12.4	0.8	-10
大武	2.4	-11.5	17.3		48.9	31.7	283.6	6	7.7	-8.5	47.6	
恆春	0.0	-8.1	0.0	-1	117.5	106.9	1104.3	1	2.0	-5.1	28.1	
蘭嶼	115.5	59.5	206.2		504.2	416.8	576.7	1	95.6	26.8	139.0	
澎湖	0.3	-4.4	6.4		13.3	5.4	167.9		0.6	-10.9	5.2	
東吉島	0.0	-8.0	0.0	-1	7.0	3.1	180.9	10	0.0	-5.1	0.0	-1

表 1：2013 年 12 月上、中、下旬臺灣各局屬氣象站雨量統計資料。氣候平均值為 1981-2010 年，降雨比單位為%，為各氣象站實際值與氣候平均值的比值。排名僅列出各氣象站最前與最後十名，最後十名以負值代表。

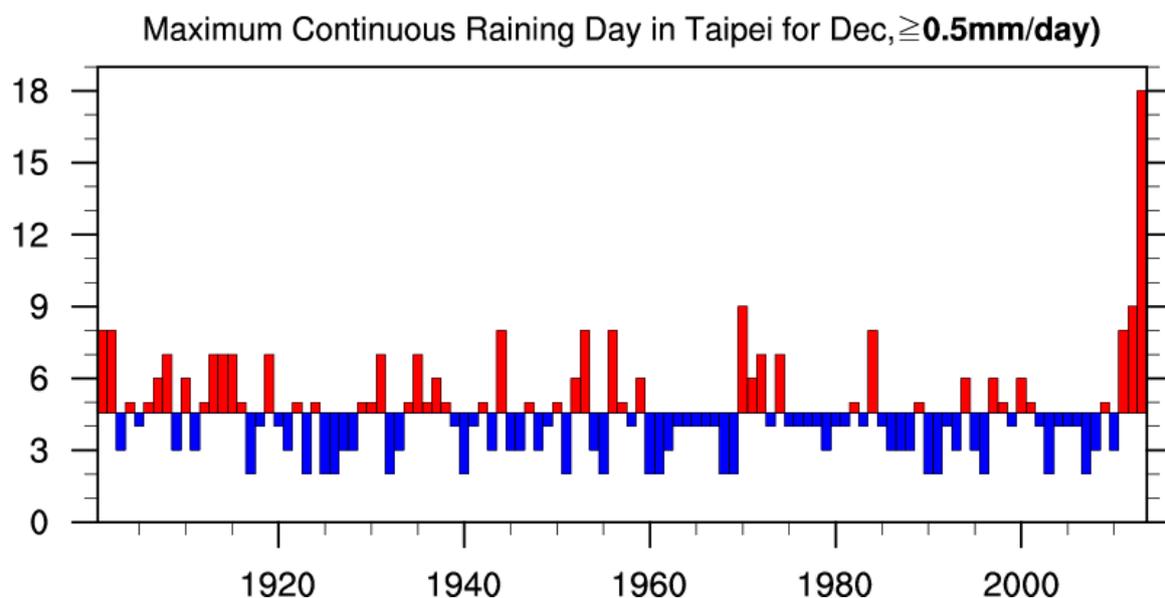


圖 1：1900-2013 年 12 月最大連續雨日的時間序列，雨日定義為日累積雨量大於等於 0.5 毫米。

Percentile of H500 in 11Dec-20Dec,2013 (1949 to 2013)

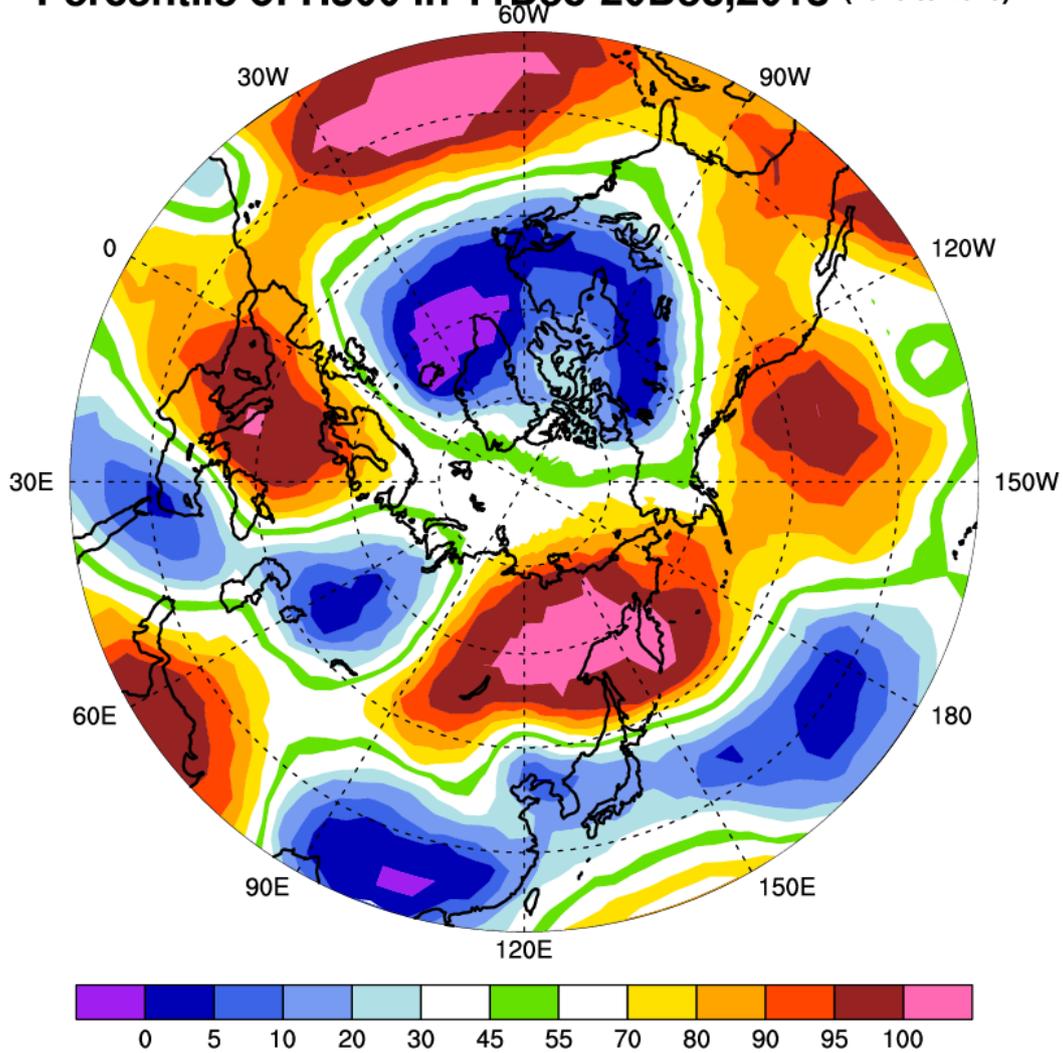


圖 2：2013 年 12 月中旬(11-20 日)500 百帕重力位高度場的百分化，百分化以 1949-2013 年為計算週期，當達 100%(0%)表示該區域的高度場為破記錄的高(低)壓距平。

WAF and PSI anom. at 200hPa, (20131211-20131220)

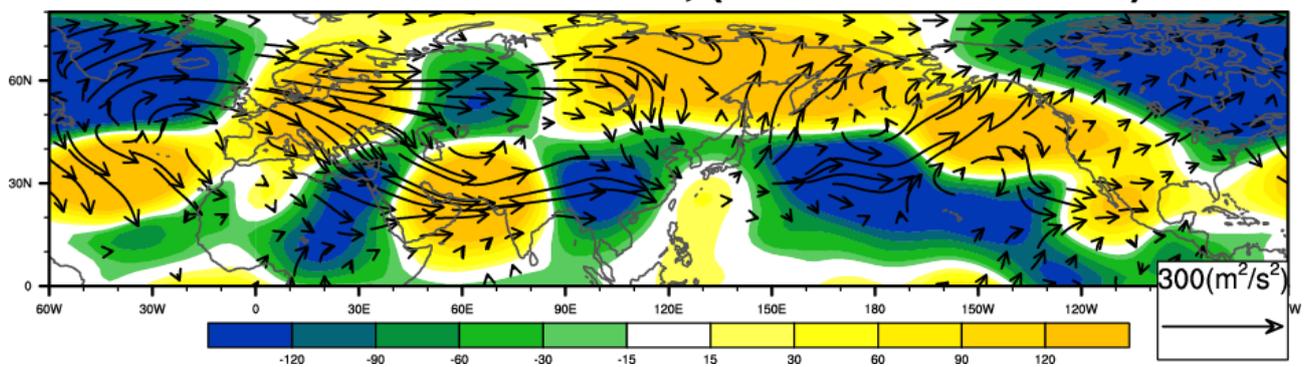


圖 3：2013 年 12 月中旬(11-20 日)的 200 百帕流函數距平(顏色色階)與大氣駐波能量通量(箭頭)。

25-90 days filter Precip. and Wind850

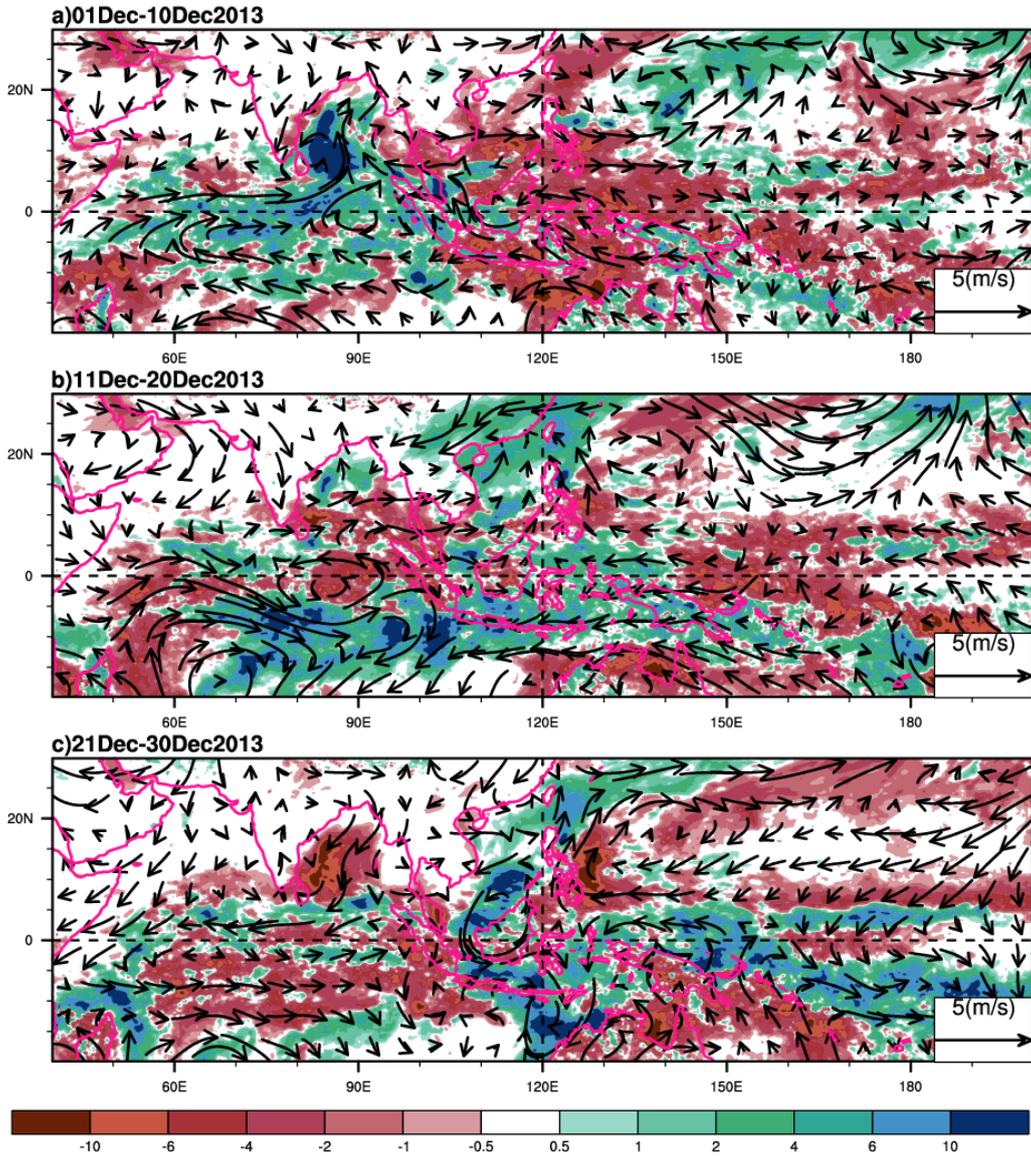


圖 4：25-90 日波段濾波的降水場(顏色色階)與 850 百帕風場在 2013 年 12 月(a)上、(b)中、(c)下旬的平均。

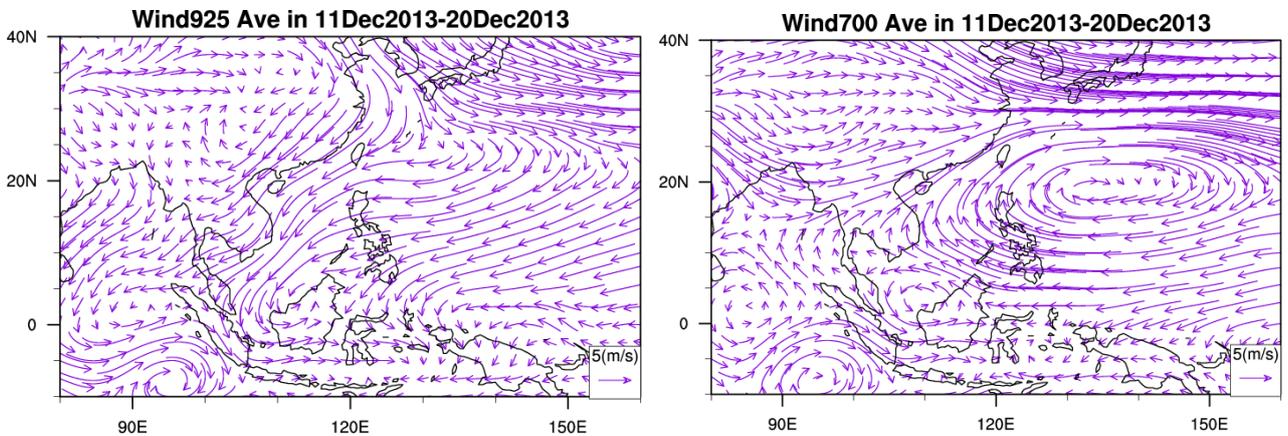


圖 5：2013 年 12 月中旬平均的 925 百帕(左)與 700 百帕(右)風場。