

# 1958-2008 北台灣冬季持續性低溫事件診斷分析

許偉如 洪志誠

台北市立教育大學自然科學系

## 摘要

本研究利用中央氣象局測站與 NCEP/NCAR 觀測資料，統計台北測站 1958-2008 年冬季（11-3 月）持續性低溫事件，並分析其大氣環流、熱帶海溫與熱帶對流的特徵。

初步研究發現：低溫事件之發生皆集中在 1980 年以前（占總事件的 73%），近 20 年發生的件數明顯減少（27%），似乎與近年來全球溫度趨於暖化有關。低溫事件發生的持續天數自 19780 年之後有銳減趨勢，但低溫事件的強度大致維持不變。低溫事件大都發生在 12、1 月份（頻率約為 33%、36%），11、3 月份較少（頻率各約為 7%）。

研究發現，持續性低溫事件發生期間，西伯利亞高壓皆明顯增強，500hPa 高度場呈多胞（三胞以上）環流結構，雖然不同個案之波列結構略有差異，但貝加爾湖皆出現高度正距平，東亞主槽則為高度負距平，有利於深槽脊系統的發展，及加強低層北風以及冷平流；在熱帶海溫方面，除了 1958 年、1976 年、1988 年、1993 年以外，持續性低溫事件發生期間，Niño3.4 皆為負值，且極端長天期低溫事件皆伴隨反聖嬰；除了熱帶東太平洋海溫，東亞鄰近海溫以及熱帶季內振盪與北台灣低溫事件也有關聯。

關鍵字: 持續性低溫事件、Niño3.4、反聖嬰、季內振盪

## 一、前言

台灣位處於亞洲大陸東南方，冬季的天氣型態主要受到極地大陸冷氣團影響。每年的 11 月至次年的 3 月間，大陸冷氣團南下，所導致的寒潮現象，主要天氣特徵為：氣壓明顯上升、地面氣壓驟降、近地面北風分量加強（王，1978；Boyle and Chen 1987）。此種台灣地區冬季的災害性天氣，經常造成農業作物、養殖漁業嚴重損失，並對於居民日常生活有顯著的影響。

過去有許多冬季季風的研究，例如任與蔡（1981）發現冷冬時亞洲東岸可見明顯槽線，500hPa 高度場三胞環流結構振幅增大，而暖冬型大致相反。吳等（1989）研究中高緯度的 500hPa 高度距平，發現在貝加爾湖一帶為正距平，在日本上空為負距平的波狀結構，正好可以加強貝加爾湖的脊與東亞主槽。

除了中高緯度的擾動，熱帶地區的海溫或熱源與東亞冬季季風的環流變異亦有關（Horel and Wallace, 1981）。在海溫的影響當中，又以 ENSO（El Nio/Southern Oscillation）最為明顯 Wang et al.（2000）研究發現，反聖嬰成熟期冬天，西北太平洋地區的氣旋則可以加強東亞冬季季風；Zhang et al.（1997）的研究顯示東亞寒潮件數的年際變化與 ENSO 為顯著負相關，吳（2008）研究亦指出台灣寒潮發生頻率與聖嬰為負相關，但相關性並不顯著，該文提到此差異主要

是寒潮的定義不同所造成。

除了海面溫度，熱帶地區的對流活動也與東亞地面溫度亦有關。在熱帶對流活動中，又以週期約 30-60 天的往東移行的對流活動 MJO (Madden-Julian Oscillation) 與東亞冬季地面溫度與寒潮的關係最為明顯。Jeong 等（2005）指出當 MJO 東移至蘇門達臘群島（Phase 3）時，東亞地區的地面溫度顯著降低，寒潮發生機率也較高，李和盧（2007）研究台灣低溫象也得到類似的結果；此外，MJO 若停滯在 Phase 3，其伴隨的熱源，透過哈德里環流加強華南地區低層北風，有利於冷空氣南移，造成東南亞地區持續低溫現象（Hong and Li, 2009）。

從文獻討論發現，對冬季季風的研究，多半是短天期（3-5 天）寒潮或以季節為單位的冷暖冬研究，週期介於兩者的研究較少，然而，這類研究很可能低估季內（小於 90 天）震盪的影響。例如在 2007/2008 冬季平均溫度為 16.6 度（如圖 1），溫度略高於氣候平均值（16.4 度），並非冷冬個案，但對於東亞、台灣、澎湖一帶，2 月份的平均溫度卻是近 50 年來最低，此低溫事件並造成嚴重的農漁業損失。前面討論也發現，MJO 與東亞地面溫度的關係密切，但因為 MJO 乾、濕相位的作用相反，若以季節為單位，MJO 的影響很可能因相互抵消而不明顯。綜合以上，本文將針對持續低溫事件，即生命週期大於 5 天小於 90

天的低溫事件，從長期觀測資料探討其統計特性，並分析其與中高緯度大尺度環流、MJO 與 ENSO 的關係。本研究的主要目的為：

- (一) 探討北台灣持續低溫事件統計特徵
- (二) 分析北台灣持續低溫事件大尺度環流特徵

## 二、資料來源與研究方法

本研究使用取中央氣象局台北測站 1958 至 2008 年冬季（11 月至 3 月）每日地面均溫的資料進行回歸分析統計相關圖與統計合成。

大氣環流資料取自 NCEP/NCAR (Kalnay et al. 1996)，時間長度為 1957/9-2008/2。資料包括：海平面氣壓、標準層的高度場以及風場。

本研究定義冬季為每年的 11 月至次年的 2 月 (NDJFM)，另外為求資料處理的完整性，2 月 29 日亦列入資料分析。

### (一) 持續性低溫事件的定義

本研究參考 Dole (1983) 選取標準差作為標準值，超過特定天數則定義為低溫事件之方式，在此取三種持續性低溫事件之定義：定義一為台北測站每日平均均溫低於氣候值 1 個標準差，且連續達 7 天以上；定義二為低於氣候值 0.75 個標準差，且連續達 10 天以上；定義三為低於氣候值 0.5 個標準差，且連續達 14 天以上之個案，作為定義持續性低溫事件之指標（如表 1）。

### (二) 聖嬰現象指數

Niño3.4 index 是海平面溫度距平，海溫區域 5S~5N，170W~120W。資料取自下列網站：  
<http://www.eldersweather.com.au/climimage.js>

### (三) 熱帶季內震盪指數

熱帶季內震盪 (MJO) 資料取自下列網站：  
<http://www.bom.gov.au/bmrc/clfor/cfstaff/matw/maproom/RMM/index.htm>

## 三、低溫事件統計結果

表 2 是三種不同定義所得到的統計結果。從表 2 我們得知，定義一之低溫事件共有 18 次，累計天數為 176 天；定義二之低溫事件共有 11 次，累計天數為 129 天；定義三之低溫事件共有 8 次，累計天數為 144 天。當所設定的低溫事件天數越長時，所發生的低溫事件次數越少，顯示低溫事件發生的次數受設定的定義天數控制較明顯。

如果按發生月份統計，由表 3 可知，除了定義一的發生頻率高峰發生在 12 月份（佔 34%），定義二、三的低溫事件最高頻率皆發生在 1 月份（分別為 37%、50%），整體低溫事件發生在 1 月份最高（平均 36.3%），11、3 月份較少（頻率分別為 6.7%），與吳，2008 台灣

寒潮發生次數之月份統計結果相同。

如果我們用十年變化做單位，低溫事件的統計結果如表 4 所示：低溫事件之發生皆明顯集中在 1980 年以前（定義二佔 91%），1980 年以後發生的件數明顯減少，似乎與 1980 年後，全球溫度快速增加有關。低溫事件發生的持續天數及件數自 1980 年以來有銳減的趨勢，但發生的強度變化不大。至於定義三則因所發生之低溫事件較少（8 次）分配較平均，趨勢變化較不明顯。

## 四、低溫事件的大尺度環流診斷分析

以下我們針對定義三最強低溫事件的標準（氣候值 0.5 個標準差，且連續達 14 天以上）之個案，作為定義持續性低溫事件之指標，分述於後：

### (一) 中高緯度環流特徵

由圖 2 得知，在海平面氣壓方面，低溫事件發生時，西伯利亞高壓都有明顯增強的趨勢，其中以 1962、1963、1986 年最為顯著；除 1967 及 1993 年，鄂霍次克海上空亦有增強之阿留申低壓。至於西伯利亞高壓、阿留申低壓的強度與低溫事件強度關係有待後續進一步討論。

由圖 3 得知，在 500hPa 高度場方面，低溫事件發生時，自大西洋、經歐洲、亞洲、日本上空出現波列結構（1962、1971 年較不明顯），且型態略有差異，在貝加爾湖呈現顯著之正距平、日本上空呈現顯著之負距平，有助於西伯利亞高壓的增強，東亞槽結構發展及北風分量加強。

### (二) 海表面溫度：

除了中、高緯度的擾動，熱帶地區的海溫或熱源與東亞冬季季風環流的變異亦有關。由圖 4 得知，在海平面溫度距平方面，東太平洋海溫的分佈略有所差別，例如 1983、1986 訊號集中在赤道地區，南、北緯海溫較暖。其餘極端長天期寒潮皆伴隨強反聖嬰訊號，尤以 1971、1973 最為顯著，顯示東亞持續低溫事件發生時，東太平洋海溫偏低，從表 2 亦可見 Niño3.4 多為負值。在台灣地區臨近海溫方面，除 1993 年外，低溫事件發生時，台灣地區臨近海溫距平偏低，顯示臺灣地區的低溫事件與 Niño3.4 及附近鄰近海溫都有不錯的相關。

前面提到 1993 年台灣地區臨近海溫距平值偏暖，東太平洋海溫亦偏高，不似其他低溫事件發生時海溫偏低情形。由圖 5 得知，在熱帶對流活動方面，（由澳洲氣象廳網站在 1977 年以後才有熱帶對流活動相關資料，故本文先針對 1977 年以後 1983、1986、1993 三個低溫事件個案做討論。）1993 年東亞地區發生低溫事件時，熱帶地區可見熱對流活動自西印度洋暖水區向東移行至蘇門達臘附近，此結果表示 MJO 活動也是影響台灣低溫事件的重要因子之一，特別是非反聖嬰年，

更突顯其重要性。

## 五、結論與未來工作

本研究的主要結果如下：

(一) 統計發現，按三種低溫事件統計1958到2008年共50年分別有18次、11次、8次，平均天數為10天、13天、18天，低溫下降強度 $\Delta T$ 為5度左右。當所設定的天數越長時，所發生的低溫事件越少，顯示低溫事件發生次數受天控制較明顯。低溫事件大都發生在12、1月份，11、3月份較少。

(二) 低溫事件之發生皆集中在1980年以前，近20年發生的件數明顯減少，似乎與近年來全球溫度趨於暖化有關。雖然次數減少，但低溫事件的強度並無明顯的改變。

(三) 低溫事件發生期間，西伯利亞高壓皆明顯增強，500hPa 高度場可見貝加爾湖皆出現高度正距平，東亞主槽則為高度負距平，兩者都有加深槽脊系統的作用，可加強低層北風以及冷平流。

(四) 台灣地區冬季發生低溫事件時，Niño3.4 多為負值；除了熱帶東太平洋海溫，東亞鄰近海溫以及熱帶季內振盪與北台灣低溫事件也有關聯。

以上只是初步結果，仍有許多待答問題，例如：西伯利亞高壓與阿留申低壓的強度是否與低溫事件強度成正比？500hPa波列的來源為何？此外，台灣臨近海溫與持續性低溫事件的關係？MJO與低溫事件的關係本文只探討1977年以後的個案，1976以前的結論是否一致？都是需要進一步的分析。

## 六、參考文獻

- 王崇岳，1978：台灣寒潮分析與預報，氣象學報，第二十四卷，第二期，1-18。
- 任立渝與蔡清彥，1981：台灣地區冬季異常之長期預報。大氣科學，8，219-227。
- 吳珍瑩與洪志誠，2008：台灣寒潮長期統計分析。天氣分析與預報研討會。
- 吳清吉，李汴軍，陳圭宏，李玉偵，1989：冷暖冬500毫巴環流場之初步分析。氣象報告彙編，1989，65-71。
- 李思瑩與盧孟明，2008：MJO與台灣北部冬季溫度變異的關係。氣象學報，47，45-62
- 洪志誠與賈新興：2004/05 冬季寒潮之探討：阻塞高壓的影響。大氣科學，35，151-166。
- 俞家忠，1978：近年來國內寒潮研究之評介，大氣科學，5，54-56。

許晃雄與陳圭宏，1990：台北各季月平均氣溫與海面溫度的統計關係。大氣科學，23，641-651。

Boyle, J. S. and T. J. Chen, 1987: Synoptic aspects of the winter time East Asian monsoon. Monsoon Meteorology, C. P. Chang and T. N. Krishnamuti, eds., Oxford University Press. 125-160.

Chang, C.-P., P. A. Harr, and H.-J. Chen. 2005: Synoptic disturbances over the equatorial south china sea and western maritime continent during boreal winter. *Mon. Wea. Rev.*, **133**, 489-503.

Dole, R. M., and N. D. Gordon. 1983: Persistent Anomalies of the extratropical Northern Hemisphere wintertime circulation: Geographical distribution and regional persistence characteristics. *Mon. Wea. Rev.*, **111**, 1567-1586.

Gong, D.Y., and C. H. Ho, 2004: Intra-seasonal variability of wintertime temperature over East Asia. *Int. J. Climatol.* **24**: 131-144.

Harnack, P.R., 1982: Objective winter temperature forecasts: an update and extension to the western United States. *Mon. Wea. Rev.*, **110**, 287-295.

Hong, C.-C., and T. Li, 2009: The extreme cold anomaly over Southeast Asia in february 2008: roles of ISO and ENSO. *J. Climate*, **22**, 3786-3801.

Hong, C.-C., H.-H. Hsu, and H.-H. Chia, 2007: A Study of East Asian Cold surges during the 2004/05 Winter: Impact of East Asian Jet Stream and Subtropical Upper-level Rossby Wave Trains. Submitted to TAO.

Horel, J. D., and J. M. Wallace, 1981: Planetary-scale atmospheric phenomena associated with the Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 813-829.

Jeong, J.-H., and Chang-Hoi Ho, 2005: Influence of the Madden-Julian Oscillation on wintertime surface air temperature and cold surges in east Asia. *Journal of Geophysical Research*, **110**, D1104.

Suda, K., 1957: A large-scale upper level cyclone over Eastern Siberia and its effect on the Far East weather. *Geophys. Mag.*, **28**, 9-20.

Wang, B., R. Wu, and X. Fu, 2000: Pacific-East Asian teleconnection: How does ENSO affect East Asian climate? *J. Climate*, **13**, 1517-1536.

七、附表圖

表1 三種持續性低溫事件的定義

	定義一	定義二	定義三
低於氣候值標準差 ( $\sigma$ )	1.0	0.75	0.5
持續天數 (天)	7	10	14

表2 三種持續性低溫事件定義 (表1) (1958-2008)低溫事件統計表

定義一：1.0 $\sigma$ ·7天				定義二：0.75 $\sigma$ ·10天				定義三：0.5 $\sigma$ ·14天			
低溫事件日期	天	$\Delta T$	Niño3.4	低溫事件日期	天	$\Delta T$	Niño3.4	低溫事件日期	天	$\Delta T$	Niño3.4
580208-0214	7	6.2	1.45								
620118-0131	14	5.3	-0.34	620118-0131	14	5.3	-0.34	620118-0201	15	5.0	-0.34
621127-1206	10	4.1	-0.54	621127-1206	10	4.1	-0.54				
630106-0118	13	6.5	-0.57	630105-0118, 630121-0201	14, 12	5.8, 4.2	-0.57 -0.48	630105-0201	28	4.8	-0.53
671207-1218	12	4.9	-0.54	671207-1221	15	4.5	-0.55	671207-1221	15	4.5	-0.55
680214-0226	13	5.2	-0.70	680214-0226	13	5.2	-0.70				
710103-0110	8	5.3	-1.48								
710125-0208	15	4.8	-1.34	710121-0208	19	3.4	-1.34	710121-0210	21	4.3	-1.33
720226-0306	10	6.3	-0.21	720226-0306	10	6.3	-0.21				
				731222-0104	14	4.8	-2.09	731222-0104	14	4.8	-2.09
740310-0319	10	5.5	-1.25	740310-0319	10	5.1	-1.25				
751210-1217	8	5.8	-1.95								
761120-1128	9	4.4	0.86								
831223-0101	10	5.2	-1.11	831223-0101	10	5.2	-1.11	831223-0109	18	4.4	-1.02
841223-1230	8	5.5	-1.80					860218-0304	15	4.3	-0.82
880303-0309	7	4.8	0.29								
991218-1225	8	5.6	-1.76					930115-0201	18	3.6	0.08
051212-1218	7	4.0	-0.76								
080209-0215	7	5.3	-2.12								
總計：18	176	94.7	-11.32	總計：41	131	53.9	-9.18	總計：8	144	35.7	-6.6
平均：0.36	9.8	5.3	-0.87	平均：0.22	12	4.9	-0.83	平均：0.16	18	4.5	-0.83

表3 不同低溫事件發生月份機率統計表 (%)

	11月	12月	1月	2月	3月
定義一	11	34	22	22	11
定義二	9	27	37	18	9
定義三	0	37.5	50	12.5	0
平均	6.7	32.8	36.3	17.5	6.7

表4 以十年為單位台北冬季平均低溫事件統計表

年份	定義一 (1.0 $\sigma$ 7天)			定義二 (0.75 $\sigma$ 10天)			定義三 (0.5 $\sigma$ 14天)		
	次數	平均天數	平均 $\Delta T$	次數	平均天數	平均 $\Delta T$	次數	平均天數	平均 $\Delta T$
1960-70	5	12.4	5.2	6	13	4.9	3	19.3	4.8
1970-80	6	10	5.4	4	13.2	4.9	2	17.5	4.6
1980-90	3	8.3	5.2	1	10	5.2	2	16.5	4.4
1990-00	1	8	5.6	0	0	0	1	18	3.6
2000-08	2	7	4.7	0	0	0	0	0	0

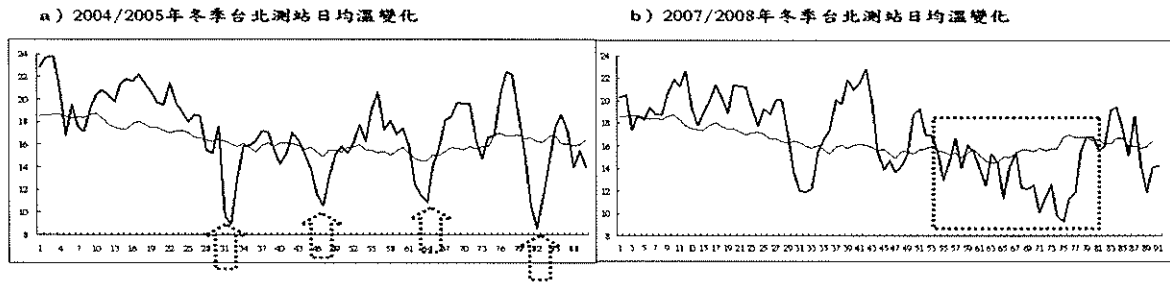


圖 1 短天期與長天期寒潮個案比較

a) 為 2004/2005 年冬季台北測站日均溫 (粗實線)，細實線為氣候值。虛線箭頭所指為 4 波短天期寒潮。  
 b) 為 2007/2008 年冬季台北測站日均溫 (粗實線)，細實線為氣候值。虛線方框所指為長天期寒潮個案。

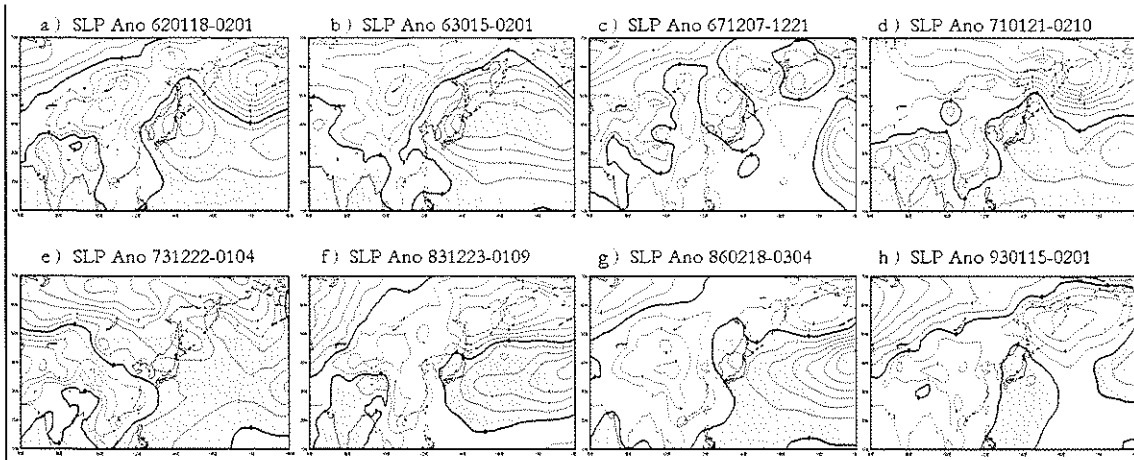


圖 2 a-h 分別為由定義三所找出低溫事件持續期間海平面氣壓距平圖。氣壓距平等值間距為 3mb，陰影區表氣壓負距平。

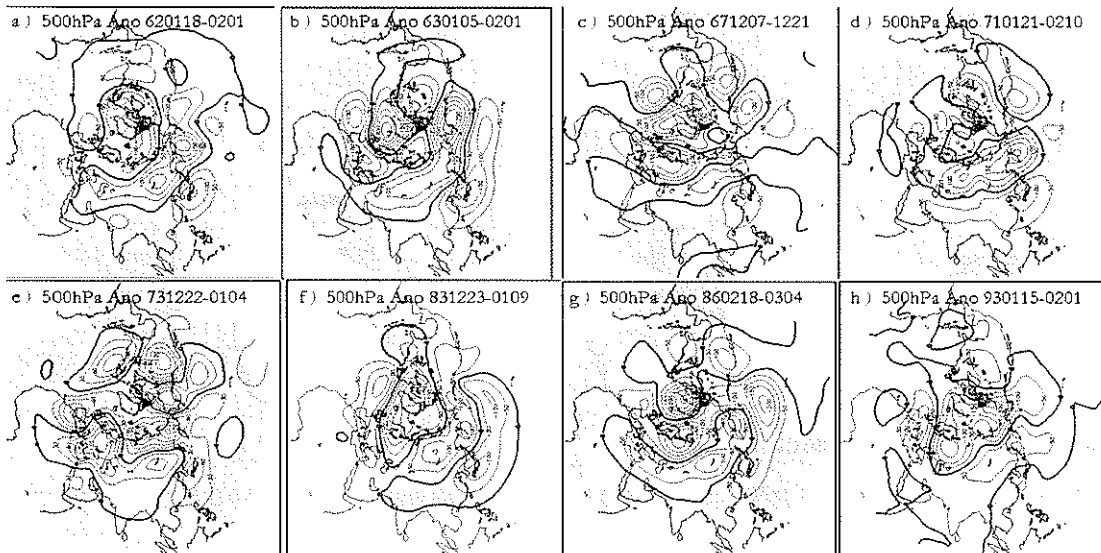


圖 3 同圖 2，但為 500hPa 高度場距平圖。氣壓距平等值間距為 50mb，陰影區表氣壓負距平。

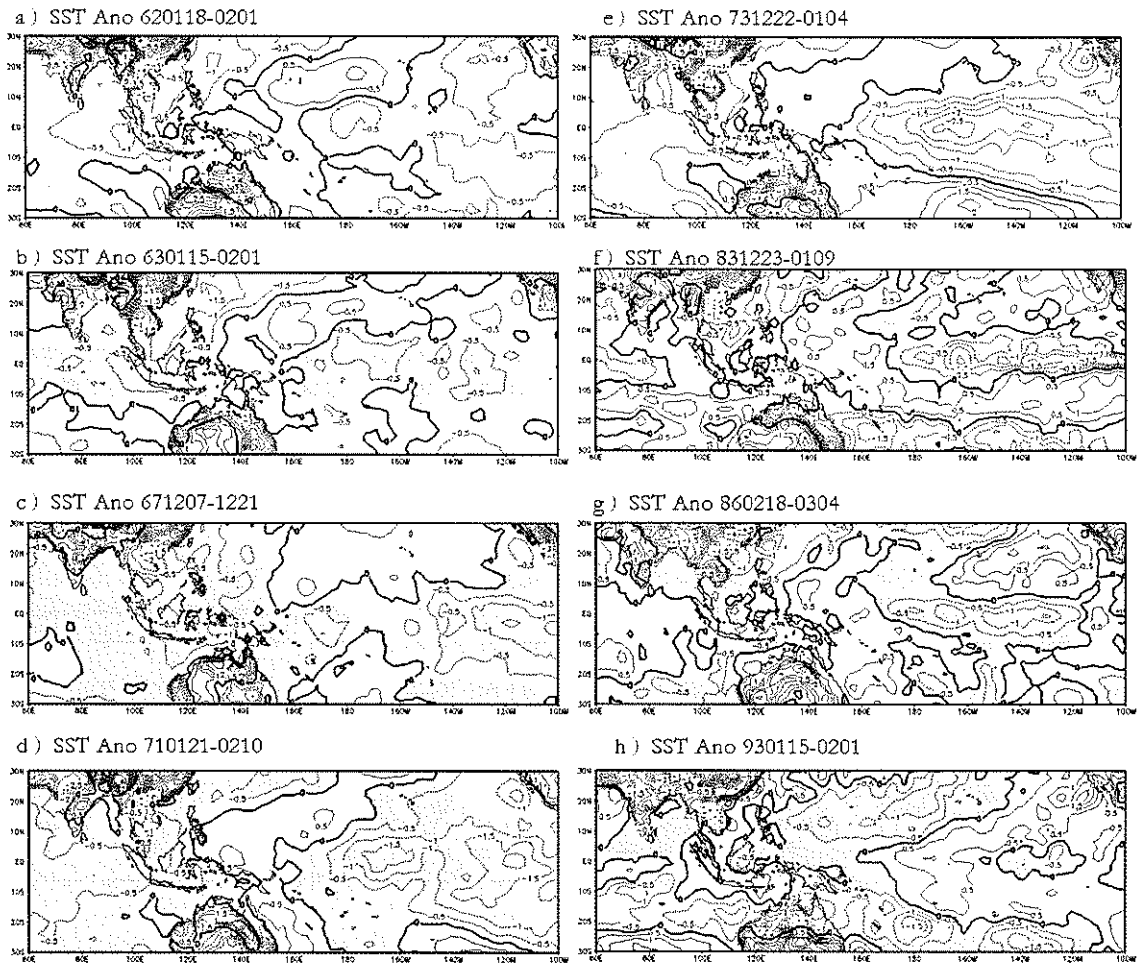


圖 4：同上，但為海平面溫度距平圖。溫度距平等值間距為 0.5°C，陰影區表溫度負距平。

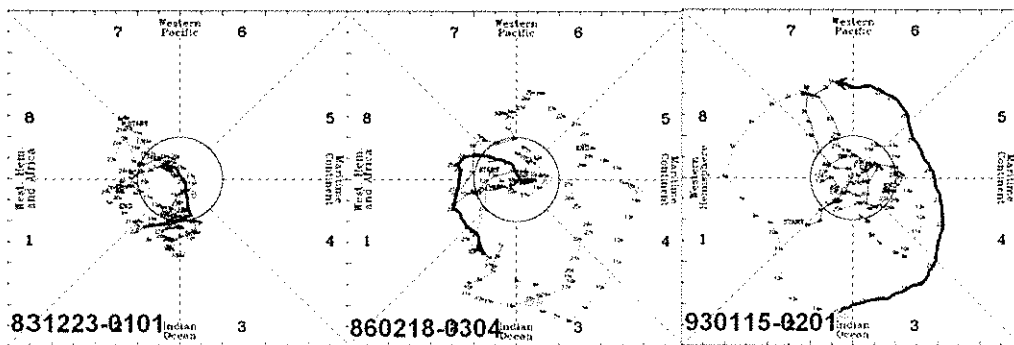


圖 5：同上，但為 1983、1986、1993 熱帶對流活動 MJO 移行圖，粗實線表低溫事件發生時 MJO 之移動路徑。