

# ENSO 循環內東亞寒潮強度及空間特性 之年際變化探討

王作臺 賴智賢

國立中央大學 大氣物理研究所

## 摘要

本研究使用1981/82~1983/84、1985/86~1987/88等六年間，兩個80年代主要ENSO事件發生的前後年冬季三個月(12月、1月、2月)ECMWF分析場資料，探討在ENSO事件造成大尺度環流變異的情況下，東亞寒潮系統年際變化的特性。

研究結果顯示，ENSO年冬季相對於其前一年、後一年而言東海、南海等地區寒潮爆發的頻率值偏低，北風強度也較弱，與西伯利亞高壓強度變化等現象有明顯的相關。另外由南海附近地區EOF分析的結果，吾人發現高度場EOF2代表了東亞移行的反氣旋/氣旋雙組合系統，於ENSO年冬季其東亞沿岸梯度較小，似乎提供了寒潮爆發頻率、強度偏低的环境；經向風EOF2於ENSO後一年的空間分布則代表了較強的中緯度與熱帶間的交互作用，而200 hPa經向風場EOF2的分布則顯現了東、西兩種系統的交替影響，且亦反映了高層南風在ENSO年明顯減弱的事實。

此研究的結果對於ENSO年冬季寒潮強度較弱提供了一些初步的證據，若同時能針對各不同年的寒潮個案作合成分析，對其不同變數場於該年冬季之特性會有更進一步的了解。

## 一、前言

寒潮是冬季東亞季風區重要的天氣現象之一，一波波寒潮的南下，每次約持續2~5天或更長，其影響範圍從次網格尺度至行星尺度皆有。寒潮所帶來的系統，會對地區性的天氣變化造成很大的影響，因此對寒潮相關的研究與探討是相當重要的。

過去對於寒潮的研究，大多著重於寒潮發展及南侵的現象，或是探討寒潮時期中緯度與熱帶之間的交互作用。多數學者大都利用局部地區基本場的變化，或是以能量觀點、濾波技巧來分析寒潮的結構，不過對於探討在不同大尺度的環流條件下，寒潮活動會受到如何的影響，這方面的研究相對的就少了許多，Ding and Krishnamurti (1987)指出寒潮爆發的特性，和西伯利亞高壓的形成、加強、南侵、變性、消

散有緊密的相關。Ding (1990)分析ECMWF (the European Centre for Medium-range Weather Forecasts) 1979~1984五年冬季的資料，發現寒潮發生的頻率和西伯利亞高壓的強度有明顯的相關。Boyle (1986)比較1974年及1978年12月東亞地區的寒潮，認為寒潮爆發造成副熱帶(香港附近地區)降溫的程度，主要取決於中緯度大尺度環流的型態；他的研究結果顯示在1974年12月平均環流呈現低指數(low index)的型態，當月寒潮降溫程度較大，而1978年則為高指數(high index)的型態，當月寒潮降溫程度較弱，且生命期短。

而近一、二十年來，為眾多學者所注意的短期氣候變異現象，便是所謂的ENSO (El Nino/Southern Oscillation)事件。ENSO事件的影響並不僅侷限於熱帶地區，亦可造成中高緯度大尺度環流的變異，並

伴隨著全球性的天氣異常 ( Ropelewski and Halpert, 1987; Ropelewski, 1992 )。既然在 ENSO 年不管熱帶、溫帶，大尺度環流都有相當大的變異，那麼其對於局部地區的渦流活動 ( eddy activity ) 與天氣擾動會有何影響，是吾人所感興趣的。以往 ENSO 相關的研究，除了討論其對太平洋盆地、歐美地區氣候冷暖、乾溼情況的影響之外，而對於季風的影響，如日本、印度等季風區也有不少學者探討 ( Bhalme et al., 1990 )。但對於東亞季風區，尤其是冬季的寒潮現象，則相當少學者分析其間的作用。Kurihara and Kawahara ( 1986 ) 的研究指出在 1982/83 本世紀最大的 ENSO 年後，即 1983/84 年冬季東亞異常寒冷，緊接著的 1984 年夏季乾且熱，這和 1982/83 的暖冬 ( mild winter, Zhang and Wang, 1985 ) 與 1983 年涼夏 ( cool early summer ) 呈現強烈的對比。Yasunari ( 1987 ) 針對 1964 ~ 79 年各個 ENSO 週期 ( cycle ) 作合成分析，其結果顯示 ENSO 前一年冬天歐亞大陸積雪範圍會較大，造成中亞、南亞溫度負距平增加，呈現冷冬的狀態，而 ENSO 年夏季季風較弱。江與張 ( 1992 ) 計算 1970/71 ~ 85/86 十五年間東亞地區冬季五個月 950 hPa 平均氣溫距平，亦選定 1983/84、1985/86 年冬季為冷冬，而此兩年分別為 80 年代主要發生之 ENSO 事件的後一年與前一年。Lau et al. ( 1983 ) 研究 1978/79 年 Winter-MONEX 期間中緯度與熱帶的交互作用，則推論熱帶太平洋地區的對流分布，會對東亞寒潮的強度產生影響。這些學者認為 1975/76 ENSO 年後，赤道中太平洋的對流仍較旺盛，並未回到西太平洋海洋性陸地 ( Maritime Continent ) 的原有位置。寒潮爆發時期中國北方加強的下降氣流，部份會流至赤道中太平洋對流區上升，另一部份氣流仍噴流至南海對流區上升；如此相對於一般寒潮時期的環流情形 ( 即 Chang and Lau ( 1980; 1982 ) 所提出的觀念模式 )，此時副熱帶寒潮爆發的強度便較弱。ENSO 事件對於東亞季風或寒潮的影響，尚無一致的定論，且這些結果是否可視為一般化的結論，則值得進一步深入探索。

因此綜上所述，本研究的主要目的便是想探討在 ENSO 事件造成不同大尺度環流條件的情況下，寒潮環流結構的特性是否有相應的變化。尤其過去在寒潮的相關研究中，多是以綜觀天氣學的角度去剖析一波波寒潮爆發前後期間，其環流及能量之特性，

已獲致相當的結果，本研究則著重以氣候動力的觀點，分析比較不同年之間寒潮系統的變異。研究中將選取最近 80 年代兩個 ENSO 事件之前後年分析場資料，利用 EOF 分析等方法，探討在此年際間不同環流條件下，寒潮系統結構的空間特性是否有所變化，並期望由此一系統性的探討中，能對不同大尺度條件下寒潮系統的特性有更深入的了解，同時將與其他學者的相關研究結果做一番比較、驗證，並提出一些可能的推論。

## 二、資料與分析方法

本研究所使用之環流、等壓面高度場資料乃使用 ECMWF 1981/82 ~ 83/84、85/86 ~ 87/88 等年冬季三個月 ( 12 月、1 月、2 月 ) 每日 00Z、12Z 的 200、1000 hPa 各等壓面分析場資料，資料網格解析度為  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ ，其中 1982/83 及 1986/87 年為 ENSO 年。作資料分析時，皆取其日平均 ( daily mean )，以 00Z、12Z 的算術平均值作為代表，以濾去資料的短週期變化。此處所使用的經驗正交函數，是參考 Kutzbach ( 1967 ) 及 Barnett ( 1977 ) 的作法，在此並不贅述。本研究中 EOF 所分析的資料組，是使用各個氣象變數的距平作為分析的對象。

## 三、寒潮爆發之頻率分析

本研究主要是探討不同大尺度環流條件下，東亞冬季冷空氣活動的程度，因此在此章中，將分析各年北風的頻率，來判別冬季寒潮爆發的頻率是否受到不同大尺度環流條件之影響。

寒潮不僅東亞季風區可見，在北美、中歐等地區亦有，為北半球冬季之顯著的天氣現象。寒潮爆發在全球各地所造成的影響不盡相同，因此對其定義仍眾說紛紜，國際間尚無一致的看法。各地氣象中心及學者們對寒潮的定義雖有不同，但大抵皆以當地溫度驟降、氣壓梯度突增，及北風分量增強為指標，並非無理可循。以 Lau and Lau ( 1984 ) 對寒潮的定義為例，在 24 至 48 小時內需有下列一種或兩種以上的現象組合出現：

- 1) 香港地面溫度下降至少  $5^{\circ}C$  以上。
- 2) 華中與東亞海岸間的氣壓差值至少大於 5 hPa

以上。

3) 盛行風的北風分量須超過5 m/s。

因此爲了考慮一致性，且使本研究之結果與其他研究結果相互比較，吾人亦定義在1000 hPa等壓面上日平均北風分量大小超過5 m/s，且此現象持續兩天以上者，謂之寒潮；將寒潮持續的天數，除以三個月的總日數，可得到寒潮發生頻率的百分比，如圖1所示，其中標示數值的單位爲百分比(%)。估算此寒潮頻率的範圍，則爲100°E~130°E、10°S~30°N。從圖中可知，無論是哪一年冬季，寒潮爆發頻率的極大值皆位於東亞沿岸，以及南海區域，而且就大部份年份來看，南海區域的頻率值還比東海等地區大；此意味著冬季東亞沿岸盛行北風，寒潮的影響可達赤道地區，且以南海地區的北風影響最大。以極值的大小及分布的區域來看，在1981/82~1983/84年冬季，1982/83冬季寒潮於南海地區爆發的頻率，相對於1981/82、1983/84年冬季要少許多。1981/82年南海地區寒潮爆發頻率極大值約78%左右，但1982/83年降至59%，1983/84年則又高達89%。尤其1982/83年冬季寒潮爆發頻率極大值低於1983/84年冬季30%左右，換算成寒潮影響日數，相當於1982/83年冬季將近有一個月南海地區不受寒潮北風所影響，在其間頻率值的年際差異相當明顯。在1985/86~1987/88三年冬季中，1986/87年相對於1987/88年南海地區寒潮爆發的頻率亦小些，但其極大值似有凌駕1985/86年的情形。不過以頻率值60%的等值線分布來看，1986/87的分布區域比1985/86年小許多。吾人亦將寒潮爆發標準提高至日平均北風分量大小超過6 m/s作敏感度測試(圖未列出)，1982/83及1986/87年冬季南海地區寒潮爆發的頻率就明顯地比其前一年、後一年來得低。不過1985/86~1987/88年之間頻率差值的大小，並不如1981/82~1983/84冬季的情形來得明顯。

Lau et al. (1983)爲選取更强的寒潮個案，曾用下列的條件定義寒潮：

- 1) 以南海北部(15°N~20°N, 110°E~115°E)之區域平均船舶報告爲準，其地面北風分量超過8 m/s以上。
- 2) 在1)的現象出現之前24小時內，香港與華中(30°N, 115°E)之間的地面氣壓差達8 hPa以上。

因此吾人亦以北風分量超過8 m/s以上，且此現象持續2天以上來定義強寒潮，並以類似前述的方法來計算強寒潮發生的頻率，由此條件所得之頻率值分布如圖2所示。1982/83及1986/87年冬季強寒潮發生頻率仍較其前一年、後一年爲低，1982/83年南海地區強寒潮發生頻率僅30%，較一般寒潮標準( $v < -5$  m/s)的發生頻率值(圖1b)低了一半左右。1986/87年強寒潮發生頻率則在50%左右，而1985/86~1987/88三年冬季強寒潮發生頻率皆比1981/82~1983/84冬季的情形來得高。由此處結果可得知，ENSO年冬季寒潮爆發所伴隨的北風強度較弱。以往的研究，多是以區域性的溫度月距平或季距平來定義ENSO年前後是否爲冷、暖冬等等，而對於ENSO年前後冬季寒潮的強弱並未多作說明。此處的結果，或可說明了ENSO年冬季相對於ENSO前一年、後一年而言，寒潮爆發的頻率、強度皆偏低。不過由於本研究中僅以北風增強的程度來定義寒潮，所使用之標準可能較爲簡略了些。以1983/84年冬季爲例(如圖1c)，南海地區1000 hPa等壓面上的寒潮爆發頻率極大值高達89%，相當於在冬季中每10天僅1天不受寒潮之影響，此與吾人對寒潮的一般印象相去甚遠。以本研究所使用的標準計算而得之寒潮頻率值，事實上是反映了與寒潮有關之冬季季風強度的變化，若佐以其他的標準(如局地降溫程度、氣壓梯度加大等等)來更嚴謹地定義寒潮，如此計算而得的頻率分布才能更精確地得知寒潮於各年冬季之發生特性。

Ding (1990)曾分析ECMWF 1979~1984五年冬季的資料，發現寒潮發生的頻率和西伯利亞高壓的強度有明顯的相關：1983/84年冬季西伯利亞高壓強度較強，使得華南及南海地區地面氣壓梯度加大，寒潮活動較爲活躍；而1978/79年冬季，西伯利亞高壓強度較1983/84年冬季弱很多，故當年寒潮活動較不活躍。吾人亦計算此六年冬季1000 hPa等壓面上西伯利亞高壓的強度(圖未列出)，可發現ENSO年冬季西伯利亞高壓強度較ENSO前一年、後一年都來得弱些；另外ENSO年冬季相對於ENSO前一年、後一年而言，寒潮爆發的頻率及強度也不大。尤其西伯利亞高壓是冬季東亞大陸冷氣團的源地，和寒潮的活動應有密切的關係；此處的結果，亦發現寒潮發生的頻率和西伯利亞高壓的強度有明顯的相關。由此可見，對於西伯利亞高壓的建立與南侵現象等

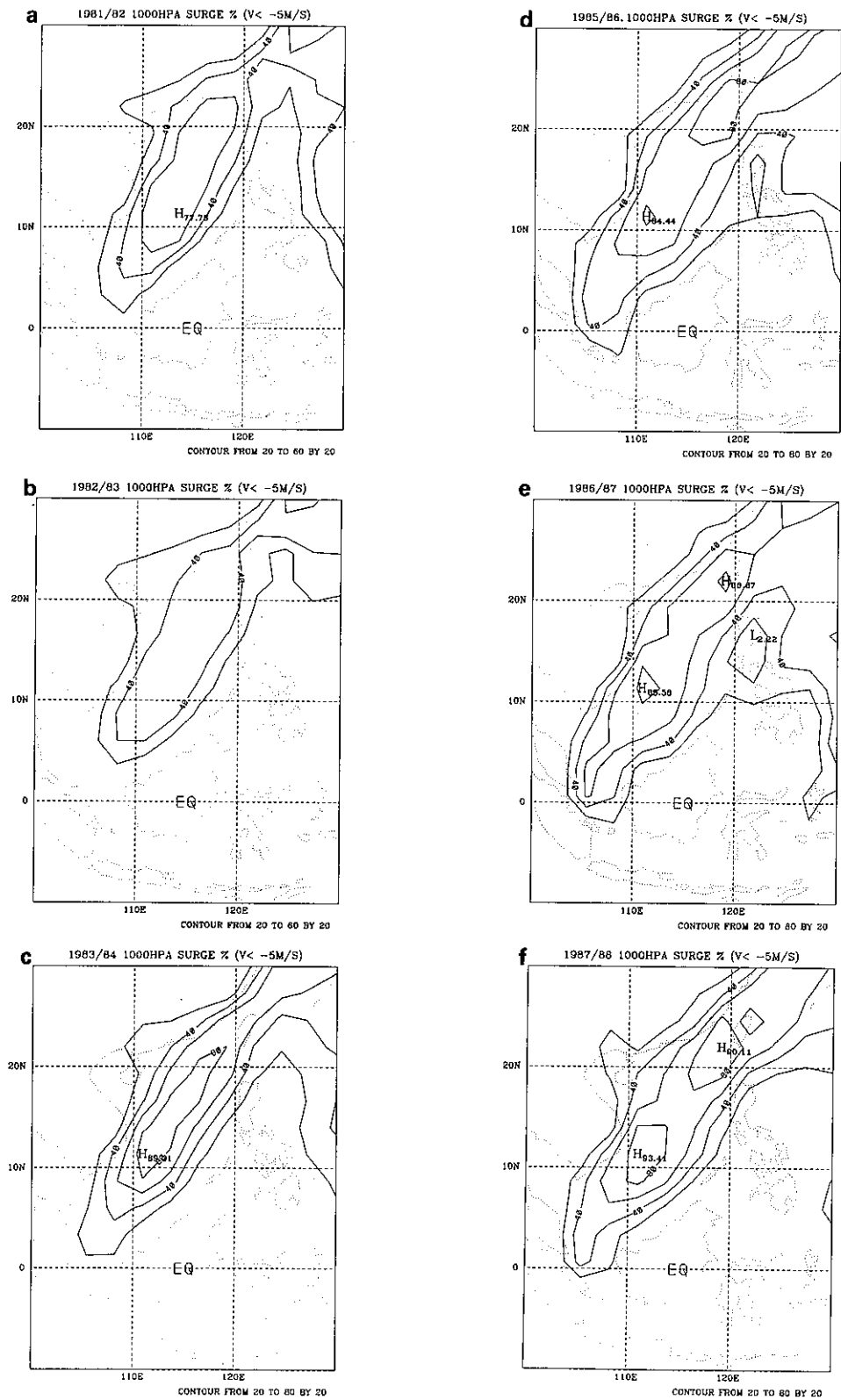


圖 1、1000 hPa 冬季北風發生之頻率分布圖，標準為  $v < -5\text{m/s}$ ，單位為百分比 (%)，分析區域為  $10^{\circ}\text{S} \sim 30^{\circ}\text{N}$ 、 $100^{\circ}\text{E} \sim 130^{\circ}\text{E}$ 。(a) 為 1981/82 年，(b) 為 1982/83 年，(c) 為 1983/84 年，(d) 為 1985/86 年，(e) 為 1986/87 年，(f) 為 1987/88 年。

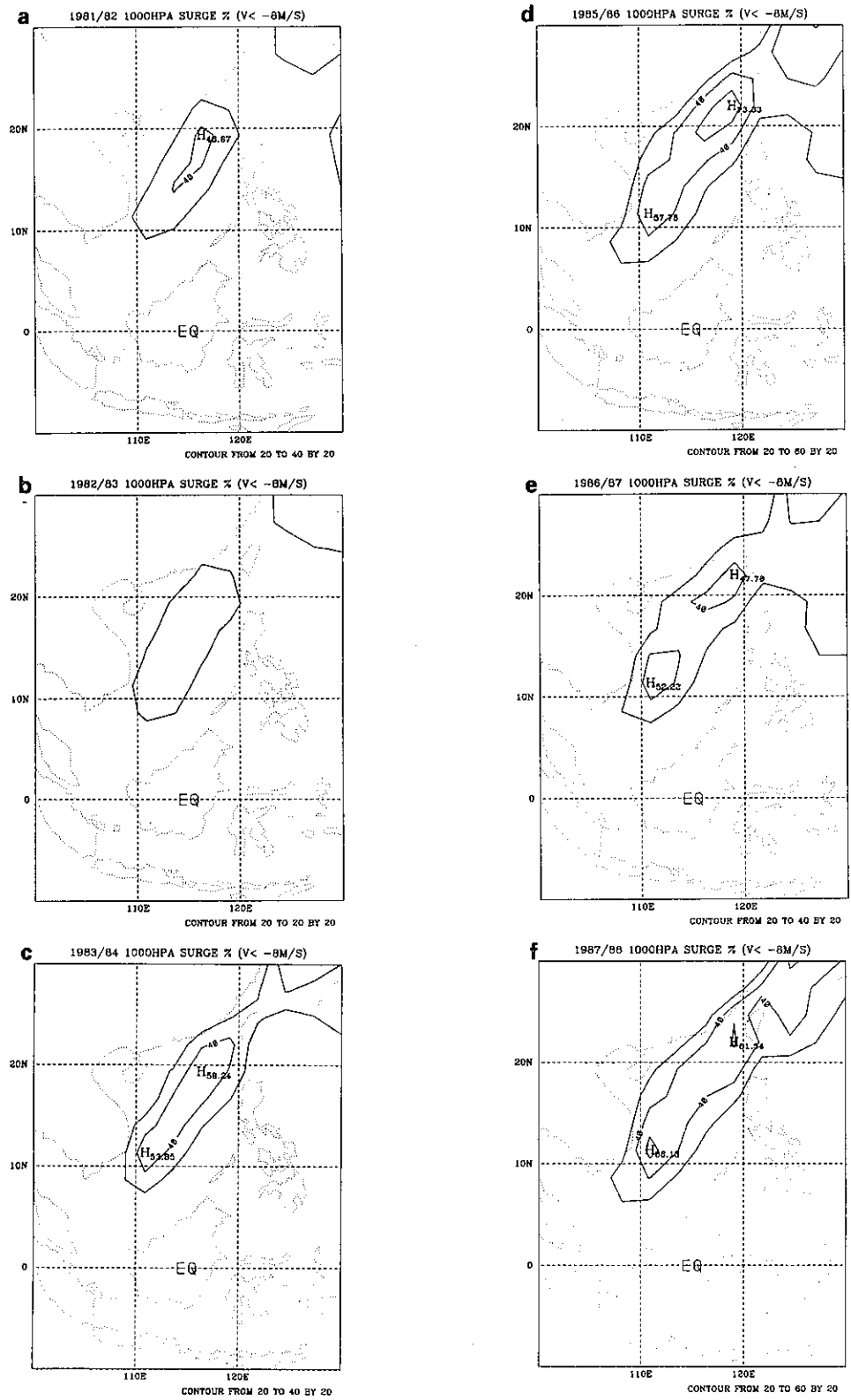


圖2、同圖1，但標準為  $v < -8m/s$ 。

等方面的研究，將有助於了解其對於東亞寒潮活動的影響，另外如ENSO事件與西伯利亞高壓發展之間關聯性等等之探討，或可更深入剖析ENSO事件影響寒潮活動的機制。

## 四、經驗正交函數(EOF)分析

從前面的研究結果可得知，冬季東亞大陸冷氣團的源地雖然在中高緯度，但寒潮爆發時，冷空氣順著移動性冷高壓的前緣環流，沿著東亞、東南亞海岸向南潰流，其影響不僅可達副熱帶的台灣、香港，更可深入熱帶南海地區；且就地面北風的變化而言，寒潮的影響在熱帶似乎比中緯度更為明顯。許多學者針對寒潮爆發期間南海地區的環流結構，提出幾個明顯的特徵：如南海近赤道區域在氣溫下降前，東北季風會顯著的加強，且此低層的東北氣流，亦會加強南海原有的積雲對流活動(Chang et al., 1979)。以寒潮入侵副熱帶，甚至赤道、南半球的影響程度，或可作為寒潮爆發強度大小的參考指標。

過去曾有學者應用較客觀的統計分析，研究寒潮爆發期間東亞環流的特性，如Murakami(1979)應用EOF分析1970/71年冬季四個月(11月16日至3月15日)華東、東海、日本南部、南海、熱帶西太平洋等五個地區，經4~6天濾波後的風場資料，其前兩個特徵向量顯示異常的低層北風傾向於中國大陸、東海、日本等區域向東傳遞。Chang and Chen(1992)使用1974/75至1987/88 14年冬季5個月的熱帶資料，以CCA(canonical correlation analysis)方法分析南海地面經向風場來定義寒潮模，並以其分別與高低層速度位場作延遲相關分析，結果顯示與寒潮有關的200 hPa熱帶輻散場有兩個變異中心：主要的中心在馬來半島、蘇門答臘與婆羅洲之間的赤道南海地區，另一次要的變異中心則是位於孟加拉灣，在寒潮爆發後此兩變異中心附近的輻散量都有明顯的增加。Chu and Sikdar(1983)針對1978年12月南海區域地面氣壓及氣溫作了初步的單點延遲相關及EOF等分析，在此吾人亦將應用EOF方法著重分析南海附近地區基本變數場的變異分布，以了解寒潮爆發期間此區域之環流特性及年際變化；分析區域則比照Chu and Sikdar(1983)所選擇的範圍，即 $10^{\circ}S \sim 30^{\circ}N$ 、 $100^{\circ}E \sim 130^{\circ}E$ 。

### 4.1 1000 hPa 高度場分析

圖3為1981/82~1983/84，及1985/86~1987/88年冬季1000 hPa高度場EOF2的分布圖，圖右上方所標示的數字為EOF2可解釋總變異數的百分比率。綜合六年來看，EOF2可解釋的變異程度約在11%~20%左右，其於中緯度陸地及海洋上各有一相互異號的極值分布，且東亞沿岸的等值線約與海岸平行，EOF2於此處有著較大的梯度。在寒潮爆發時期，東亞地區常伴隨著有強烈的旋生現象，此時地面環流最明顯的特徵，便是東亞大陸上有分裂性冷高壓盤踞，而海岸外則有強烈的溫帶氣旋與之對峙。1000 hPa高度場EOF2的空間分布便類似上述的環流型態，中緯度海洋、陸地間的高度場變異有著負相關的關係。Chu and Sikdar(1983)的研究也指出EOF2此模(mode)應與東亞地區的寒潮爆發有著密切的關係，可視為一種激發寒潮機制的代表，與東亞反氣旋/氣旋的雙組合移行系統有關；此外EOF2等值線於東亞沿岸呈東北、西南走向，並配合地轉風的觀念，此模與地面東北季風的增強與減弱應有相當的關聯。Ding and Meng(1992)研究1981年1月21~28日的寒潮個案，亦發現南海附近地區( $100^{\circ}E \sim 140^{\circ}E$ 、 $0^{\circ} \sim 30^{\circ}N$ )的緯向氣壓梯度( $\frac{\partial p}{\partial x}$ )時序變化與經向風時序變化相當類似。尤其在此模的年際變化上，可看到1982/83年冬季EOF2於東亞沿岸的梯度相較於1981/82、1983/84年而言，大小明顯的偏弱，而1983/84年東亞沿岸的梯度甚至比其前兩年都來得強；至於1986/87年相較於其前一年、後一年而言，在台灣附近地區EOF2的梯度值仍較小，不過其他區域梯度大小的差異不是很明顯。

由前述結果可得知，ENSO年1000 hPa高度場EOF2於東亞沿岸的梯度大小相對於其前一年、後一年而言，有減弱的趨勢。而前一章寒潮爆發之頻率分析結果中，可知ENSO年冬季相對於ENSO前一年、後一年而言，寒潮爆發的頻率及強度皆不高。於此1000 hPa高度場EOF2的分析，說明了上述東北季風減弱、寒潮爆發頻率較低的發展環境。

### 4.2 1000 hPa 經向風(v)分析

由於低層北風的增強是寒潮爆發期間重要的現象之一，因此其EOF之結構也值得吾人探討。圖4

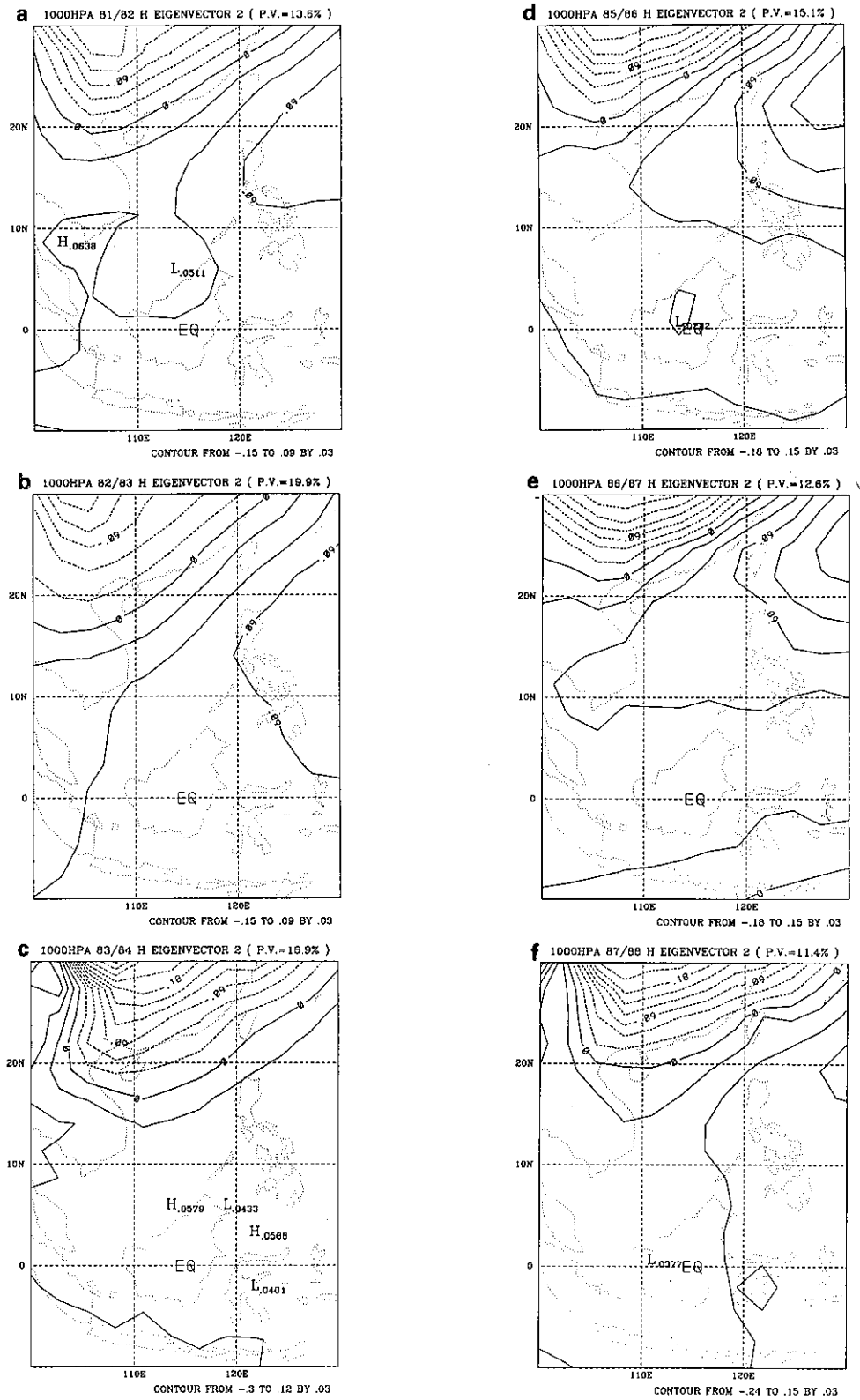


圖3、冬季1000 hPa高度場EOF2的空間分布，分析區域為 $10^{\circ}S \sim 30^{\circ}N$ 、 $100^{\circ}E \sim 130^{\circ}E$ 。(a)為1981/82年，(b)為1982/83年，(c)為1983/84年，(d)為1985/86年，(e)為1986/87年，(f)為1987/88年。

為1981/82~1983/84, 及1985/86~1987/88年冬季1000 hPa經向風EOF2的空間分布, 可解釋的變異程度約在12%~18%左右, 其分量正負區約以20°N為界, 但ENSO年、ENSO後一年在赤道、南半球會出現與20°N以北地區為正相關的區域(1986/87年冬季赤道地區與20°N以北區域的正相關較弱)。另外在ENSO前一年, 沿120°E子午線方向20°N以北的正值區域有南伸的現象, 且其作用機制似來自西北方。ENSO年冬季便無此現象, 東部負值區域加大, 並與西部負值區相連。在ENSO後一年, ENSO前一年的南伸現象卻可沿120°E子午線穿透至赤道, 使得南北正相關區域得以連成一氣。若正值區代表的是一種北風的變異, 那麼中緯度的北風在ENSO後一年便可沿著120°E子午線方向向南侵襲, 影響可達赤道地區, 因此其代表著中緯度與熱帶地區間的交互作用增強, 而在ENSO年冬季此區EOF2為負值, 則說明了在該年北風減弱的情況。

#### 4.3 200 hPa經向風(v)分析

由於高層200 hPa之經向風也被認為是一種可代表寒潮活動的指標, 所以吾人亦對高層大氣經向風變異作了EOF分析, 結果如圖5所示, 為1981/82~1983/84, 及1985/86~1987/88年冬季200 hPa經向風EOF2空間分布圖, 其解釋變異程度的比例於各小圖右上角處標示, 此六年EOF2解釋比例約在16%~26%之間。就其空間分布而言, ENSO前一年與後一年冬季西方負值區域較大, 而ENSO年則是東方正值區域較大, 涵蓋了大部分南海海域。ENSO前後年西方負值區域的擴大, 說明了南風系統的增加, 且和其西邊的系統相結合, 而ENSO年東方正值區域的加大, 則說明了是南風系統的減弱, 同時其受東邊系統影響較大的狀況。另外此處高層大氣東、西兩種系統交替影響的現象, 同時和1000 hPa經向風EOF2亦有著同相位的變化。

由1000 hPa及200 hPa經向風EOF2之分析, 也清楚的說明了ENSO前一年、後一年冬季中, 下層北風增強, 高層南風同時較大的狀況, 和一般所知的寒潮現象是相符合的, 但在ENSO年, 則是觀察到南海地區北風的減弱, 上層相對應的局地哈得里環流之北向氣流也同時減弱, 且明顯的受到東邊系統之

影響。

## 五、結論

對於東亞寒潮爆發的現象, 一般皆從綜觀天氣學的觀點來研究, 過去已有許多學者就一波波寒潮南下的前後期間, 探討其相關的環流及能量特性, 並獲致相當的結果。本研究中則著重以氣候動力學的角度, 使用1981/82~1983/84、1985/86~1987/88等六年間, 兩個80年代主要ENSO事件發生的前後年冬季三個月(12月、1月、2月)ECMWF分析場資料, 探討在ENSO事件造成大尺度環流變異的情況下, 東亞寒潮系統年際變化的特性, 並期望了解是否ENSO年冬季傾向於弱寒潮的情況。就寒潮爆發的頻率分析而言, 在ENSO年冬季1000hPa於東海、南海等地區其值偏低, 北風強度也較弱, 與西伯利亞高壓強度變化等現象有明顯的相關。而由南海附近地區基本變數場EOF分析的結果, 吾人發現高度場EOF2代表了東亞移行的反氣旋/氣旋雙組合系統, 在ENSO年冬季其於東亞沿岸梯度較小, 似乎提供了寒潮爆發頻率、強度偏低的环境; 經向風EOF2於各年不同的結構, 也支持了在ENSO年冬季下層北風較弱的事實, 其於ENSO後一年的空間分布同時代表了較強的中緯度與熱帶間的交互作用。另外200 hPa經向風場EOF2的分布則顯現了東、西兩種系統於南海附近地區的交替影響, 在ENSO年冬季亦顯示上層南風較弱的現象。

上述的歸納中, 說明了本研究的結果對於ENSO年冬季寒潮強度較弱提供了一些證據。在北風頻率、EOF結構分析等方面, 都有一致性的結果支持ENSO年冬季具有較弱寒潮的特性。但是仍有其他一些問題值得吾人繼續深入思考及探討研究的, 例如在寒潮爆發的頻率分析中, 本研究已針對各年冬季寒潮之影響日數有了清楚的說明, 但未對各年冬季寒潮生命期的長短作進一步探討。在ENSO事件造成大尺度環流變異的情況下, 是否對寒潮生命期長短也造成相當程度的影響, 而長生命期、短生命期寒潮的發生頻率變化如何, 需再作統計歸納。另外研究結果中亦發現寒潮爆發頻率與地面環流形勢、西伯利亞高壓強度等的變化有明顯的相關, 尤其西伯利亞



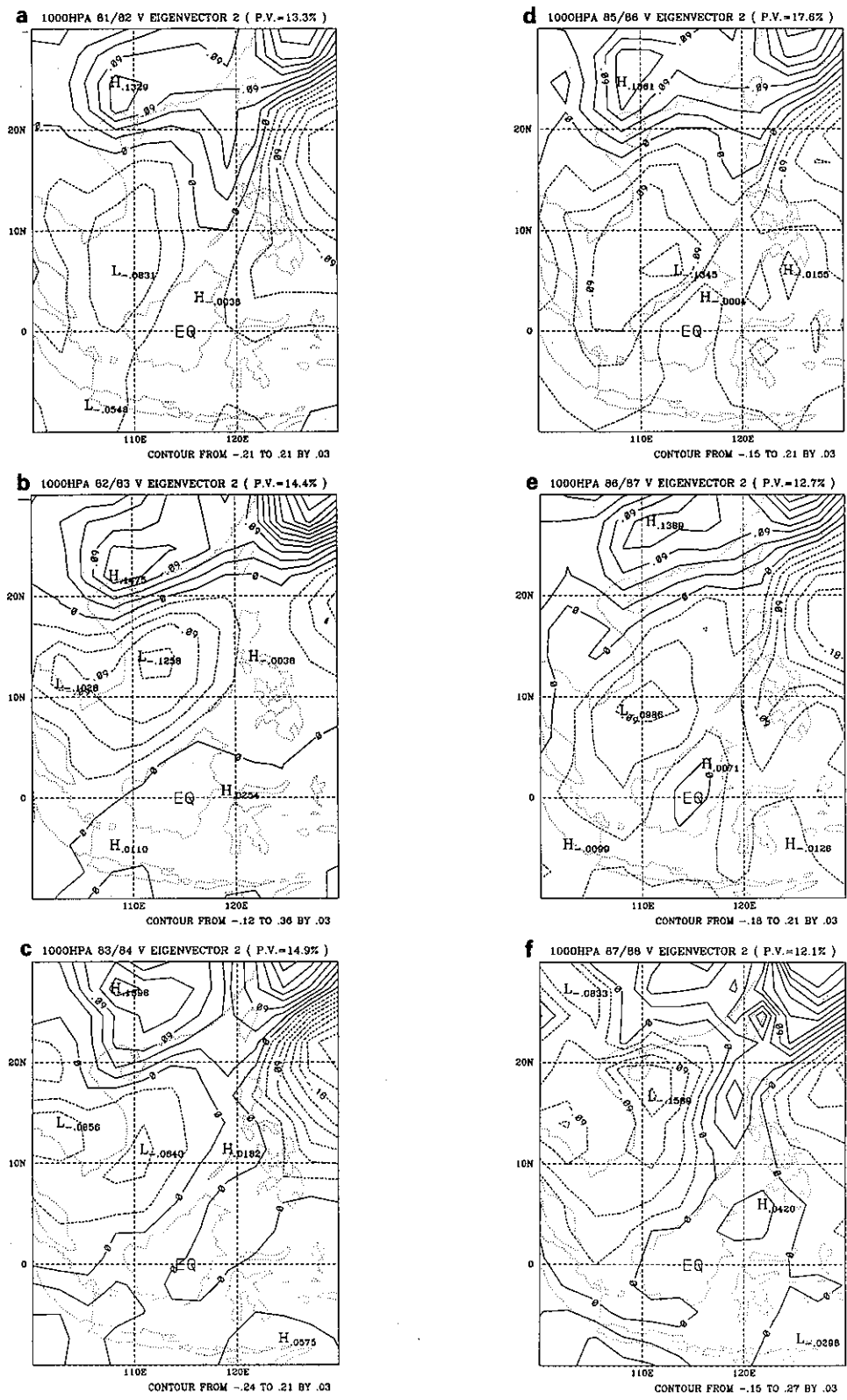


圖4、同圖3，但為1000 hPa經向風場EOF2的空間分布。

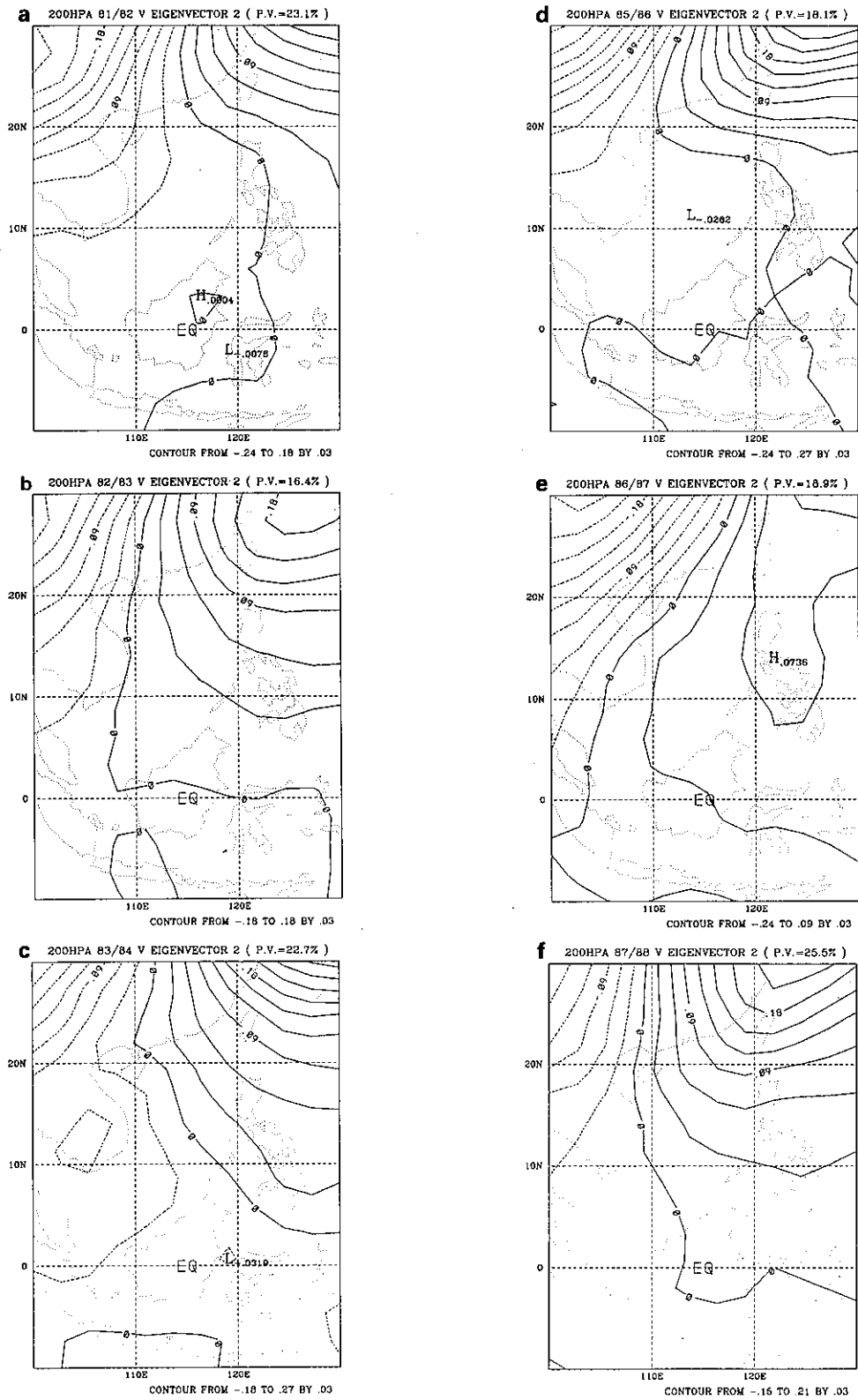


圖5、同圖3，但為200 hPa經向風場EOF2的空間分布。

高壓是東亞冬季冷氣團的源地，和寒潮活動應有密切的關係。ENSO事件的發生是否對此冷源產生調節的作用，而間接影響到寒潮的爆發強度，抑或是有其他作用機制存在，仍需要較多的探討。

在正交經驗函數的分析中，吾人可獲知冬季南海附近地區的基本變數場存在著特殊的變異結構，並在ENSO年前後有著明顯的年際變化，而研究中亦對其代表機制作了部分推論。這些變異結構在分析中可解釋相當多比例的變異程度，具有統計上的意義，但其真正代表之物理作用機制為何，仍須進一步的剖析，並配合較詳細密集的觀測資料以具體說明推論。

另外從其他學者的研究，也可發現冬季東亞地區存在有所謂的低頻振盪。Lau and Lau (1984) 合成 Winter-MONEX 期間 11 個寒潮個案，認為在寒潮爆發時期，有高頻(週期 < 5 天)及低頻兩種不同型式的擾動特別活躍，且低頻擾動傾向於朝副熱帶太平洋傳遞。Pan and Zhou (1985) 研究 1978/79 年冬季的 ECMWF 分析場資料，發現冬季東亞低對流層的南北溫度梯度、西伯利亞高壓系統，以及副熱帶噴流系統存在有 10~20 天週期的振盪。Ding (1990) 研究 1981 年 1 月 16 日至 2 月 15 日期間寒潮爆發路徑上  $Q_1$  (apparent heat source) 的演化過程，發現  $Q_1$  以 10~20 天的週期向低緯度傳遞，且與東亞的寒潮爆發有著緊密的相關。由於本研究所使用的資料未做濾波處理，對於寒潮爆發時期高頻與低頻的擾動特性並無進一步之討論，但部分學者亦指出在 ENSO 年低頻振盪有增強之傾向，其與寒潮有關之 2~5 天週期的高頻振盪之間作用如何，是否有增強或減弱寒潮爆發強度的效果，值得再深入研究。

目前對於 ENSO 事件與冬季季風系統之間的交互影響與作用機制，仍有許多待釐清的地方，且學者們的相關研究亦少，此方面的研究尚有相當大的發展空間。

## 六、致謝

感謝國科會支持的副熱帶資料庫(設於台大)提供之資料。本研究在國科會計劃 NSC83-0202-M008-008 及 NSC84-0202-M008-009 之資助下完成。

## 七、參考文獻：

- 江火明與張祐程, 1992: 東亞地區冷暖冬極地氣團與大氣環流的等熵分析. *大氣科學*, **20**, 19-34.
- Barnett, T. P., 1977: The principal time and space scales of the Pacific trade wind fields. *J. Atmos. Sci.*, **34**, 221-236.
- Bhalme, H. N., A. B. Sikder, and S. K. Jadhav, 1990: Coupling between the El-Nino and planetary-scale waves and their linkage with the Indian monsoon rainfall. *Meteorol. Atmos. Phys.*, **44**, 293-305.
- Boyle, J. S., 1986: Comparison of the synoptic conditions in midlatitudes accompanying cold surges over eastern Asia for the months of December 1974 and 1978. Part I: Monthly mean fields and individual events. *Mon. Wea. Rev.*, **114**, 903-918.
- Chang, C.-P., and J.-M. Chen, 1992: A statistical study of winter monsoon cold surges over the South China Sea and the large-scale equatorial divergence. *J. Met. Soc. Japan*, **70**, 287-302.
- , and K.-M. Lau, 1980: Northeasterly cold surges and near-equatorial disturbances over the Winter MONEX area during December 1974. Part II: Planetary-scale aspects. *Mon. Wea. Rev.*, **108**, 298-312.
- , and K. M. Lau, 1982: Short-term planetary-scale interactions over the tropics and midlatitudes during northern winter. Part I: Contrasts between active and inactive periods. *Mon. Wea. Rev.*, **110**, 933-946.
- , J. E. Erickson, and K. M. Lau, 1979: North-easterly cold surges and near-equatorial disturbances over the Winter MONEX area during December 1974. Part I: Synoptic aspects. *Mon. Wea. Rev.*, **107**, 812-829.
- Chu, P.-S., and D. N. Sikdar, 1983: Characteristics of sea-level pressure and surface temperature variations during Winter MONEX - December 1978. *J. Met. Soc. Japan*, **61**, 717-726.
- Ding, Y., 1990: Build-up, air mass transformation and propagation of Siberian high and its relations to cold surge in East Asia. *Meteorol. Atmos. Phys.*,

- , and T. N. Krishnamurti, 1987 : Heat budget of the Siberian high and the winter monsoon. *Mon. Wea. Rev.*, **115**, 2428-2449.
- , and X. Meng, 1992 : A case study of development and structure of a cold surge in East Asia. *Proceedings of the 2nd international conference on East Asia and Western Pacific meteorology and climate*, 311-328.
- Kurihara, K., and M. Kawahara, 1986 : Extremes of East Asian weather during the post-ENSO years of 1983/84 — Severe cold winter and hot dry summer. *J. Met. Soc. Japan*, **64**, 493-503.
- Kutzbach, J. E., 1967 : Empirical eigenvectors of sea-level pressure, surface temperature and precipitation complexes over North America. *J. Appl. Meteor.*, **6**, 791-802.
- Lau, K.-M., C.-P. Chang, and P. H. Chan, 1983 : Short-term planetary-scale interactions over the tropics and midlatitudes. Part II : Winter-MONEX period. *Mon. Wea. Rev.*, **111**, 1372-1388.
- Lau, N.-C., and K.-M. Lau, 1984 : The structure and energetics of midlatitude disturbances accompanying cold-air outbreaks over East Asia. *Mon. Wea. Rev.*, **112**, 1309-1327.
- Murakami, T., 1979 : Structures of winter monsoon surges over the Far East obtained from empirical orthogonal function analysis. *J. Met. Soc. Japan*, **57**, 386-398.
- Pan, H.-L., and F.-X. Zhou, 1985 : The 10 — 20 day tropical-midlatitude interactions during the winter monsoon season. *J. Met. Soc. Japan*, **63**, 829-843.
- Ropelewski, C. F., 1992 : Predicting El Nino events. *Nature*, **356**, 476-477.
- , and M. Halpert, 1987 : Global and regional scale patterns associated with the El Nino/Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, **115**, 1606-1626.
- Yasunari, T., 1987 : Global structure of the El Nino/Southern Oscillation. Part II. Time evolution. *J. Met. Soc. Japan*, **65**, 81-102.
- Zhang, J., and L. Wang, 1985 : The climate of East Asia in the winter 1982 — 1983. *Proceedings of first WMO workshop on the diagnosis and prediction of monthly and seasonal atmospheric variations over the globe, Long-range Forecasting Research Report Series ( WMO/CAS ) No. 6*, 173-181.