

季風合流區颱風生成之背景風場分析

陳秋菊 蘇世穎 游廷碩 謝建輝 郭鴻基

台灣大學大氣科學研究所

一、中文摘要

本研究以 1948 - 2000 年 NCEP 資料，分析颱風生成區域內，在熱帶低壓形成前背景的環境場特性。

經由合成分析與經驗正交函數分析，我們得到以下的特徵：(1) 我們分析 1948~2000 的熱帶低壓個案，僅以生成的位置篩選，剔除在南海以及偏高緯度形成的熱帶低壓，與 Briegel and Frank(1997)對 1988~1989 主觀挑選出屬於在季風槽內形成的旋生個案，結果相當的吻合。這顯示季風槽合流區的環流型態，對於西北太平洋地區的熱帶氣旋旋生而言，有相當重要的影響。(2) 影響西北太平洋地區熱帶低壓生成的大尺度環流型態，基本上有季風槽、高壓脊所形成的合流區，以及季風槽內的西風氣流與先前存在的渦旋。(3) 熱帶氣旋旋生的過程，基本上是在季風槽在西—高壓脊在北的環流配置下，槽脊之間合流區產生氣旋式的風場；此渦旋逐漸和季風槽環流脫離，季風槽西退，而產生獨立的氣旋。(4) 熱帶低壓生成時的環流型態差異，主要反映在季風槽的強弱與季風槽內西風的強弱兩個向度上。

關鍵詞：颱風生成，季風合流區

Abstract

In this research, we analyzed the 850

hPa height and wind fields over Western north Pacific during 1948-2000, and tried to find some significant features of the tropical cyclogenesis.

We chose all tropical cyclones recorded in JTWC's annual report, except those formed north than 25°N and in South China Sea. The results of composite and EOF analysis agreed with Briegel and Frank (1997), who subjectively chose tropical cyclongenesis cases in the confluent zone during 1988 ~ 1989. The large-scale circulation features are: a confluent zone between monsoon trough and subtropical high ridge, low-level westerly surges, and preexisting tropical cyclones. The formation of tropical cyclones may start in a confluent zone with the monsoon trough at the west and subtropical ridge north. The confluent zone provided background to form a vortex, and while the monsoon trough moved westward, the vortex split from it. Then the vortex became a new cyclone. Through EOF analysis, we also found the circulation pattern where the cyclongenesis embedded in varied primarily in the strength of monsoon trough and the westerly in the trough.

Keywords: tropical cyclonogenesis,
confluent zone

二、前言

在觀測上，西北太平洋的颱風生成位置，有相當高的比例集中在赤道西風帶與東風信風合流區的季風槽內。Ritchie(1995)分析 1990 至 1992 年的所有熱帶氣旋生成個案，其中有超過 75% 是發生在季風槽的環流中。Gray(1968)和 Ramage(1974)的分析證實，季風槽區的高相對渦度與低垂直風切，為熱帶氣旋的生成提供了有利的環境條件，我們發表於 *JAS* 的文章(Kuo et al., 2001)，則由動力的觀點對此現象形成之機制提出新的理論及了解，即可能透過合流類型非線性波動累積和能量頻散之尺度收斂概念解釋其可能的動力過程。

Briegel 和 Frank (1997)對 1988 和 1989 年於季風槽內生成的熱帶氣旋旋生個案進行風場的分析，希望找出四種環流特徵的影響：高層槽線、低層風速增強、先前存在的氣旋以及由外傳入的東風波擾動。分析的結果發現，44% 的旋生個案經歷了低層的西風增強，而且 34% 與先前存在的渦旋有關；然而 41 個個案中僅有一個明顯的受到東風波影響，相較於 Landsea(1993)對大西洋個案的分析結果(57% 以上)明顯的偏低。由於該研究所分析的個案侷限於 1988、1989 兩年，且經過作者主觀的篩選，我們希望透過更大範圍的資料分析，驗證熱帶氣旋旋生過程的大尺度環流特徵。

前一階段的研究中，我們以 1948 - 2000 年 NCEP 850 hPa 的風場資料，分析颱風生成區域內，在熱帶低壓形成前背景

的東西風風場特性，將之分成西風、合流與東風三類型，結果如表 1。從符合三種診斷的個案數量來看，發生「東風」的個案數雖然較多，但若考慮此區域的背景風場，則仍然可以看出颱風仍傾向在合流區中生成。

本研究繼續利用此長達 53 年的資料庫，進一步分析熱帶氣旋生成環境的環流型態，期能找出颱風生成前到生成時的風場變化特徵，以作為探討颱風生成及路徑展期預報之基礎。

本研究採用 NCEP 850 hPa 日平均全球風場資料，解析度為 2.5x2.5 度，分析的時間為 1948~2000 年每年的 7~10 月。我們依據 Briegel 和 Frank (1997)的方法，將熱帶氣旋的生成定義為「發展成足以自我增強的渦旋」，操作上則採用 JTWC 發佈之熱帶氣旋最佳路徑資料中第一筆數據（也就是發布為熱帶擾動的時間）作為旋生的位置。由於本研究欲分析於西北太平洋合流區中生成之熱帶氣旋，因此只考慮中心位置介於東經 120~180 度，北緯 5~15 度的熱帶氣旋旋生個案，共計 460 個。

在找尋環流特徵的方法上，我們分別採用合成分析以及經驗證交函數(EOF)分析。進行合成分析時，我們仿照 Briegel 和 Frank (1997)的方法，選取熱帶氣旋旋生所在位置東西南北各 3000 公里的 850 hPa 風場；進行經驗證交函數分析時，為了掌握更大尺度的環流型態，則以旋生所在位置東西各 6000 公里，南北各 3000 公里為分析的範圍。

此外，為期能了解熱帶氣旋旋生前的風場逐日變化情形，我們也對合成風場相較於基準風場的變異進行分析。在基準風場的選取上，我們採用 Briegel 和 Frank

(1997)的方法，以旋生時間前 120 小時的風場為基準場。我們以旋生中心東西南北各 1000 公里為範圍，計算逐日的風場變異量，發現在 120 小時之前此區域的變異是相當微弱的，因此以此時間作為基準風場，可以反映出此區域有影響的大尺度環流變化。

三、結果討論

3.1 合成分析

我們從 1948~2000 年所有 JTWC 所發布的熱帶低壓中，選出生成於 7~10 月，且位置在東經 120~180 度、北緯 5~15 度範圍內的個案 (共 460 個)，將其中心向東西南北各取 30 度(約 3000 公里)的範圍進行風場的合成。圖 1 為熱帶低壓形成前 5 天(120 小時)至當天，逐日的 850 hPa 風場與重力位高度合成圖。由圖中可以發現，個案即使沒有經過事先的主觀篩選，也可以看出季風槽之西風隨時間增強的情形。由時間序列的變化上可以看出，在季風槽西風與副熱帶高壓東風交會之輻合區，在熱帶低壓生成前 3 天(48 小時，圖(c))開始產生一明顯的氣旋式環流(低壓)，且在此環流逐漸增強(重力位高度減低)的同時，季風槽會逐漸向西退。這樣的現象，在以每日與前一日風場相減所得出的日變化量圖(圖 3)中亦可清楚的發現。

在風場合成圖中可以看到，熱帶低壓生成前 120 小時~72 小時之間風場的變異並不顯著，這與 Briegel and Frank(1997)所得到的結論相符。因此我們同樣採用熱帶低壓生成前 120 小時之風場作為基準場，分析 850hpa 風場及重力位高度場的變異

量在旋生前 3 天內的變化(圖 2)。由分析的結果我們可以看出，在熱帶低壓生成前，氣旋的西北西方存在著一個較弱的渦旋，且當中心的熱帶氣旋環流逐漸增強時，此先前存在的渦旋會逐漸向西遠離。

綜合上述的分析可以得知，熱帶低壓生成前的大尺度環流狀態，基本上是季風槽在西一高壓脊在北的配置，槽脊之間合流區逐漸產生氣旋式的風場，和季風槽環流脫離，季風槽西退，而產生獨立的氣旋。圖 3.3 為熱帶低壓生成前 3 天，每日與前一日風場相減所得出的日變化量圖。圖中可以明顯看出氣旋式風場原來產生在中心的東南東方，逐漸相西北西移動，且隨著氣旋風場的增強，向西北移動的速度也越快。

3.2 經驗證交函數分析

為了進一步了解熱帶低壓生成前大尺度環流的變異特徵，我們將所選取之 460 個颱風個案進行 EOF 分析，分析時採用熱帶低壓形成當日，距離其中心東西各 60 度(6000 公里)，南北各 30 度(3000 公里)範圍的東西風場。若以原始風場資料分析，第一模所代表的即代表颱風生成時之平均東西風場狀態，可解釋 53.48% 的變異度。可看出在颱風的西方有明顯的季風槽西風，東北方則是太平洋副高的東風，這與之前整合分析的結果相符。(未附圖)

將扣除所有個案平均風場後的風場距平場進行 EOF 分析，可以發現第一模與第二模較為明顯(圖 4)，分別可以解釋 12.64% 和 10.21% 的變異。第一模的東西風場分布，呈現出由中心向左延伸的氣旋式風切，與季風槽的位置吻合，表示季風槽的強弱在各個熱帶氣旋生成時有顯著的變異。第二模則是延伸整個分析範圍的西風

帶，表示雖然在平均場上呈現季風槽的西風，但是西風的強弱本身也存在著相當的變異度。

四、結論

經由以上的分析結果，我們得到下面初步的觀察特徵：

- (1) 我們分析 1948~2000 的熱帶低壓個案，僅以生成的位置篩選，剔除在南海以及偏高緯度形成的熱帶低壓，與 Briegel and Frank(1997)對 1988~1989 主觀挑選出屬於在季風槽內形成的旋生個案，結果相當的吻合。這顯示季風槽合流區的環流型態，對於西北太平洋地區的熱帶氣旋旋生而言，有相當重要的影響。
- (2) 影響西北太平洋地區熱帶低壓生成的大尺度環流型態，基本上有季風槽、高壓脊所形成的合流區，以及季風槽內的西風氣流與先前存在的渦旋。
- (3) 熱帶氣旋旋生的過程，基本上是在季風槽在西—高壓脊在北的環流配置下，槽脊之間合流區產生氣旋式的風場；此渦旋逐漸和季風槽環流脫離，季風槽西退，而產生獨立的氣旋。
- (4) 熱帶低壓生成時的環流型態差異，主要反映在季風槽的強弱與季風槽內西風的強弱兩個向度上。

由目前分析出的資料中，可以歸納出影響熱帶低壓生成的主要環流特徵，以及該特徵主要變異的向度；但是如何診斷該特徵的強度，以及該特徵的強弱變化如何影響旋生過程，仍是未來的一項挑戰。未來我們希望能以這些環流型態的特徵定義

出診斷的指標，以進一步瞭解大尺度系統時空配置與熱帶擾動生成與路徑之關係。

五、參考資料

- Gray, W. M., 1968: Global view of the origin of tropical disturbances and storms. *Mon. Wea. Rev.*, 96, 669-700.
- Ramage, C. S., 1974: Monsoonal influences on the annual variation of tropical cyclone development over the Indian and Pacific Oceans. *Mon. Wea. Rev.*, 102, 745-753.
- Landsea, C. W., 1993: A climatology of intense (or major) Atlantic hurricanes. *Mon. Wea. Rev.*, 121, 1703-1713.
- Ritchie, E. A., 1995: Mesoscale aspects of tropical cyclone formation. Ph.D. dissertation, Monash University, 167 pp. [Available from Monash University, Wellington Rd., Clayton, Victoria 3168, Australia.]
- Briegel, L. M., and W. M. Frank, 1997: Large-scale influences on tropical cyclogenesis in the Western North Pacific. *Mon. Wea. Rev.*, 125, 1397-1413.
- Kuo, H.-C., J.-H. Chen, R.T. Williams, and C.-P. Chang, 2001: Rossby Waves in Zonally Opposing Mean Flow: Behavior in Northwest Pacific Summer Monsoon. *J.A.S.*, 58, 1035-1050.

表 1. 颱風生成個案與背景場之「西風」—「合流」—「東風」診斷結果。分析的資料範圍為 1948-2000 年 7~10 月，經度 100~180°E，緯度 5~15°N。颱風生成中心定位使用 JTWC 發佈之熱帶氣旋最佳路徑資料中第一筆數據，共計 494 個個案；背景場則分析資料範圍內所有的點。風場診斷之定義為：中心位置南北各 500 公里 850 hPa u 的平均，再選取颱風中心經度東西各 500 公里內（共 5 個網格），5 個網格全為正則定義颱風生成於西風類型，全為負為東風類型，至於有正有負的情形則定義為合流類型。颱風生成的風場診斷結果，雖然「東風」多於「西風」再多於「合流」，但扣除背景場（熱帶地區的盛行東風）之診斷結果之後，仍然可以發現颱風傾向於在合流區生成。

	西風	合流	東風	總個案數
颱風生成	28.34%	27.73%	43.93%	494
背景場	33.14%	17.61%	49.25%	1075635
颱風生成—背景場	-4.80%	10.13%	-5.33%	

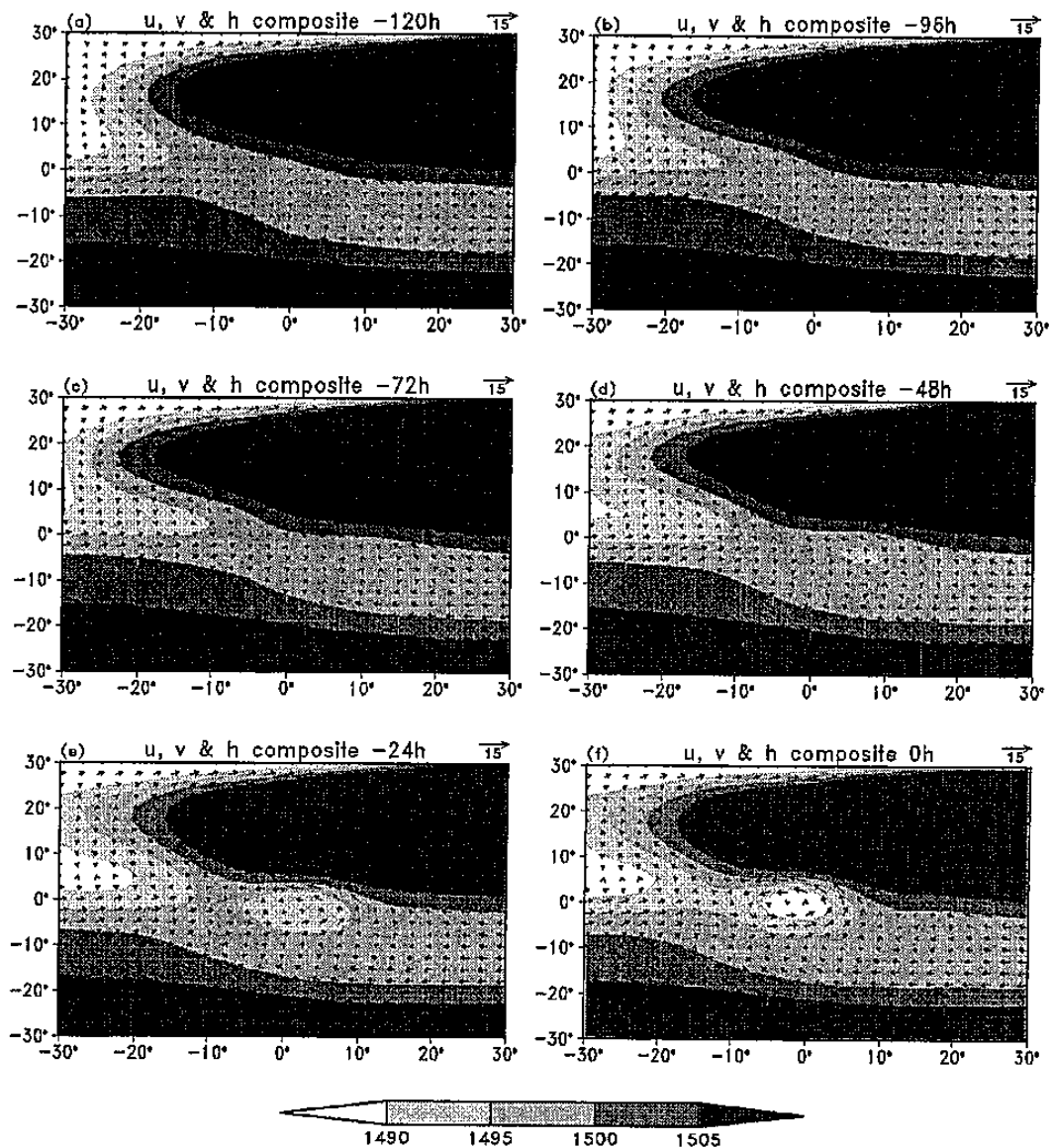


圖 1. 以颱風中心為中心之 850hpa 風場及重力位高度場整合圖。箭頭的方向及長度代表風場的方向與強度，單位為每秒公尺；陰影區表示重力位高度場，單位為 gpm，顏色越深表示重力位高度越高。(a) 為颱風生成前 120 小時，(b) 為颱風生成前 96 小時，(c) 為颱風生成前 72 小時，(d) 為颱風生成前 48 小時，(e) 為颱風生成前 24 小時，(f) 為颱風生成當天。

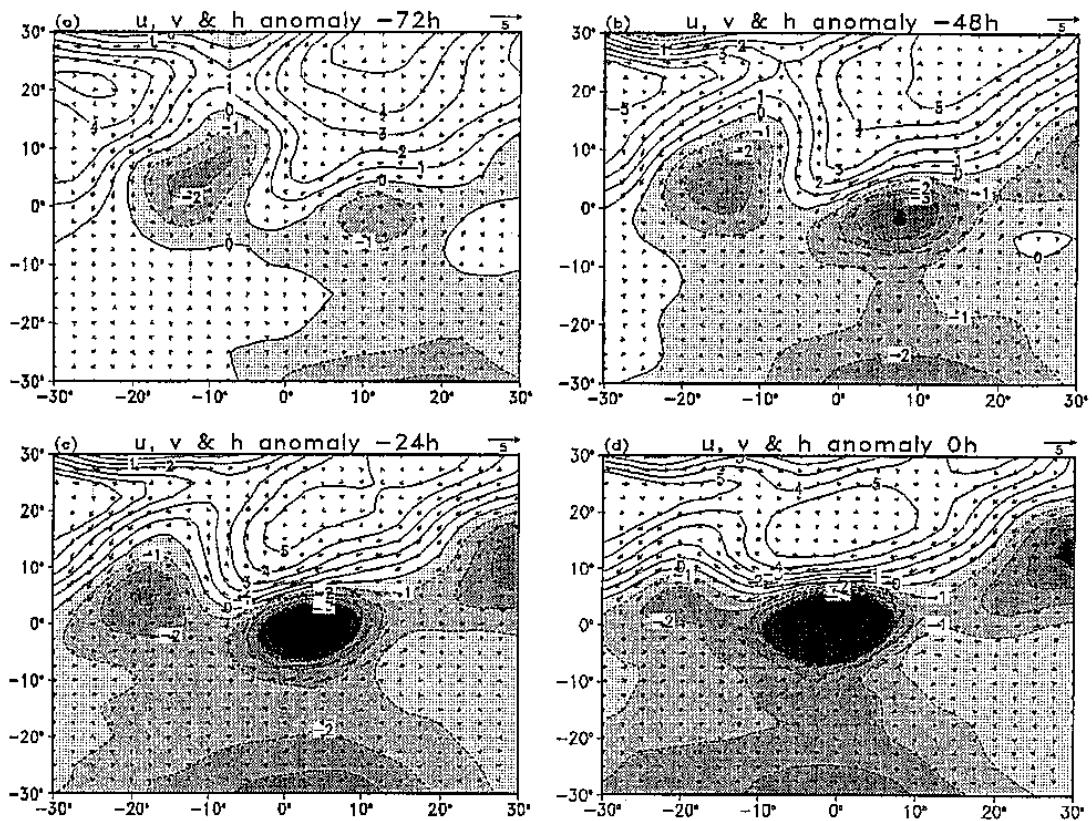


圖 2. 以颱風中心為中心之 850hpa 風場及重力位高度場之變異量整合圖，以颱風生成前 120 小時之風場作為平均場。箭頭的方向及長度代表風場之變異量的方向與強度，單位為每秒公尺；等值線為重力位高度場之變異量，單位為 gpm；陰影區表示重力位高度場之變異量為負數亦即表示低壓的增強，顏色越深表示其變化量越大。(a) 為颱風生成前 72 小時，(b) 為颱風生成前 48 小時，(c) 為颱風生成前 24 小時，(d) 為颱風生成當天。

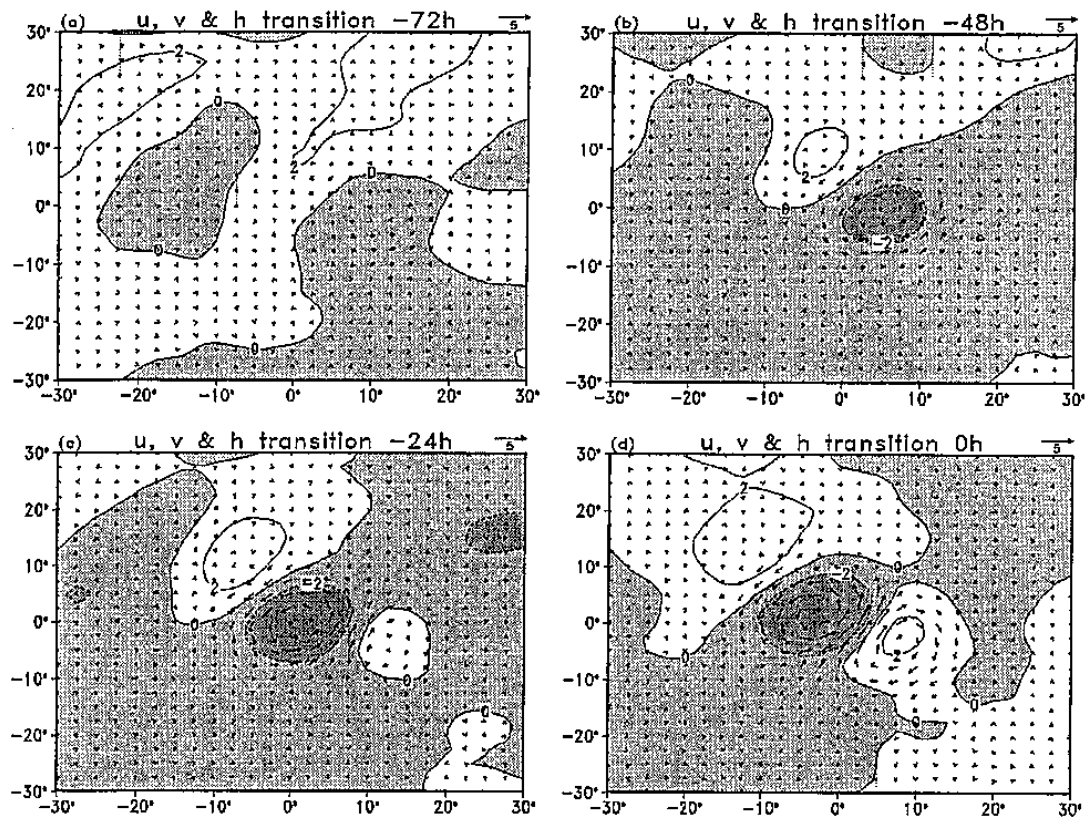


圖 3. 以颱風中心為中心之 850hpa 風場及重力位高度場之日變化量整合圖。箭頭的方向及長度代表風場之日變化量的方向與強度，單位為每秒公尺；等值線為重力位高度場之變化量，單位為 gpm；陰影區表示重力位高度場之變異量為負數亦即表示低壓的增強，顏色越深表示其變化量越大。(a) 為颱風生成前 96 小時至 72 小時之日變化量，(b) 為颱風生成前 72 小時至 48 小時之日變化量，(c) 為颱風生成前 48 小時至 24 小時之日變化量，(d) 為颱風生成前 24 小時至當天之日變化量。

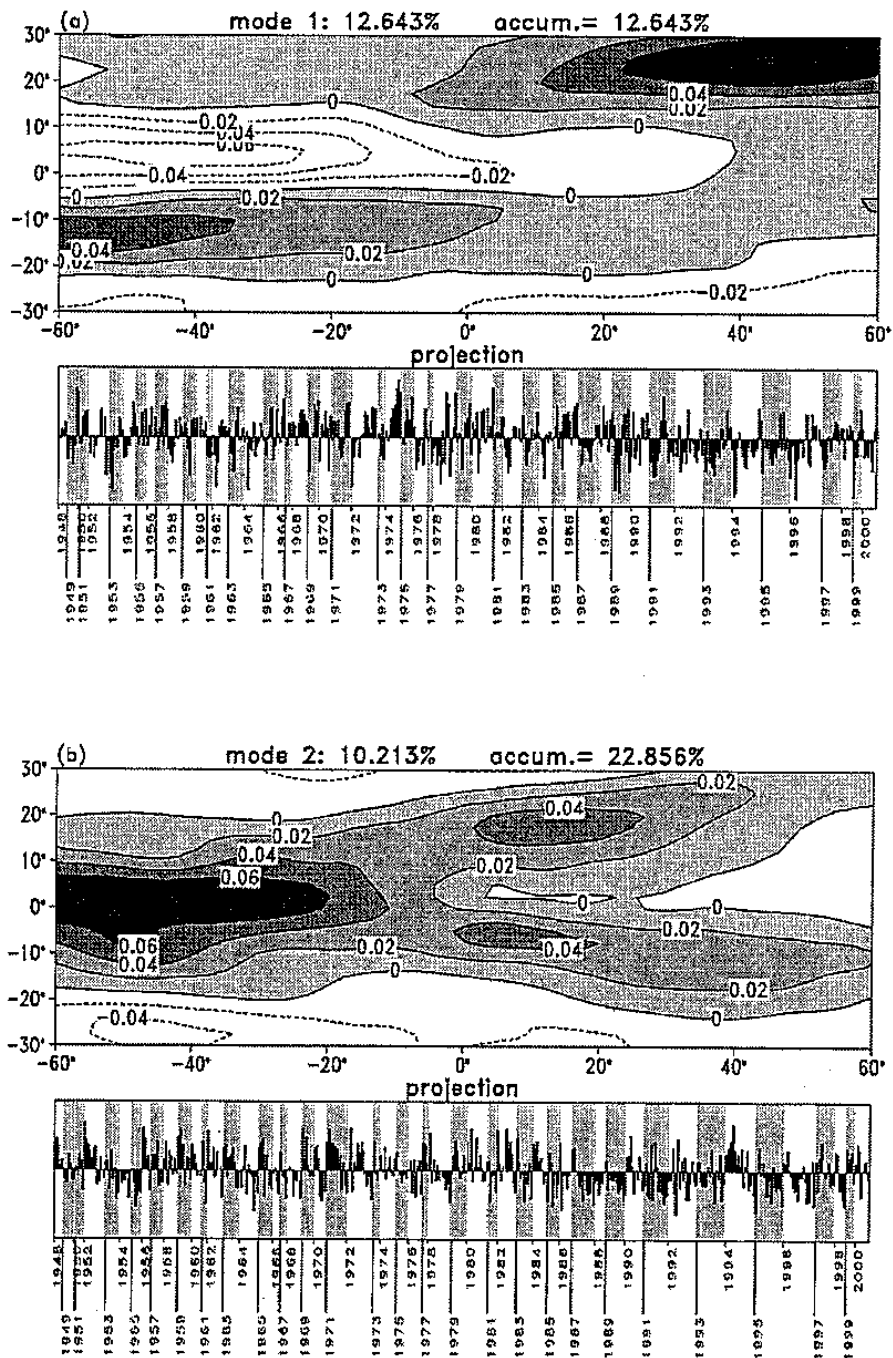


圖 4. 以颱風中心為中心之 850hpa 風場 EOF 分析。圖的上方表示該經過 EOF 分析該模的風場分布情形，陰影區為正值表示西風風場，等值線為負值表示東風；下方為該模相對於時間序列上每個颱風個案之投影量。(a) EOF 分析第一模，(b) EOF 分析第二模。