

北上行經台灣海峽及登陸大陸東南地區颱風 之合成診斷研究

林文瑞¹ 劉廣英²
空軍氣象中心¹ 中國文化大學²

摘要

颱風是臺灣夏、秋兩季重要的降水量來源，也是造成臺灣嚴重自然災害的主因之一。台灣位於颱風轉向的關鍵區內，颱風到達台灣附近海域時，判斷颱風是否會登陸台灣變成重要的問題。林(1999)曾對西行至 121° E 以東轉向北行的颱風做用分析研究，其研究指出颱風仍沿著太平洋副熱帶高壓外緣轉向，本文主要針對西行至 121° E 以西轉北行經台灣海峽及登陸大陸東南沿海地區的颱風進行分析，以期能歸納出影響此類颱風轉向的因素，增進對其路徑的預報能力。本文將選取的個案分為颱風中心通過 21° N 時位於 115° E 以東的為第一類，位於 115° E 以西的為第二類，使各類本身的颱風路徑較為相似，在合成平均駛流場時較能保留每個颱風的共有特性。第一類颱風轉向北行時，西風槽的位置比第二類颱風西風槽處於較高的緯度，且西風槽也較平淺了許多。第二類颱風在 24° N 時已經受到西風帶的影響，路徑朝向東北移動，而第一類颱風則是受到副高西側環流的導引北行。另西風槽的位置也是導引第二類颱風自廣東登陸而自馬祖附近出海的主因。

一、前言

預報颱風路徑最直接的方法就是找出駛流的所在。駛流乃是指大氣基本流場(如太平洋副熱帶高壓、西風帶)對相關系統之平流作用。一般而言，駛流層的高度隨著被導引系統的發展厚度增大而增高。颱風的垂直結構可從地面發展到對流層頂，是一個深厚的中尺度對流系統，因而要主導其移動，也必要有均勻且深厚的駛流場(王等，1998)。西太平洋中，太平洋副熱帶高壓(本文此後簡稱副高)是最主要的氣壓系統，颱風通常順著該高壓的外圍環流移動。但太平洋副熱帶高壓中心不易掌握，其脊線向西伸展之變動性更大，因而影響預報之準確度。至於西藏高壓，因係由熱力作用引起，其特徵是低層並不明顯，愈到高層高壓環流愈明顯，垂直結構可

用一倒圓錐體表示(圖 1.1)，所以颱風不單獨受高層西藏高壓的氣流所導引(李和潘，1986)。但哪一層才是最佳的駛流層？此一問題已被討論甚久，說法也不一對於西太平洋颱風的研究，曾和蔡(1980)認為 $700\text{hPa}+500\text{hPa}+300\text{hPa}$ 之合成駛流層有不錯的預報效果，李等(1982)認為颱風移動方向主要受 $850\sim 500\text{hPa}$ 氣流之導引，潘和楊(1983)則認為最佳駛流層並非固定於某一層，而需視颱風的垂直發展強度來決定。因而本文將對流層分為上層($300\sim 200\text{hPa}$)、中層(500hPa)、下層($850\sim 700\text{hPa}$)等三層來分析，比較何者為較佳的駛流層，並期望能找出控制颱風路徑的關鍵，增加颱風的路徑預報能力。

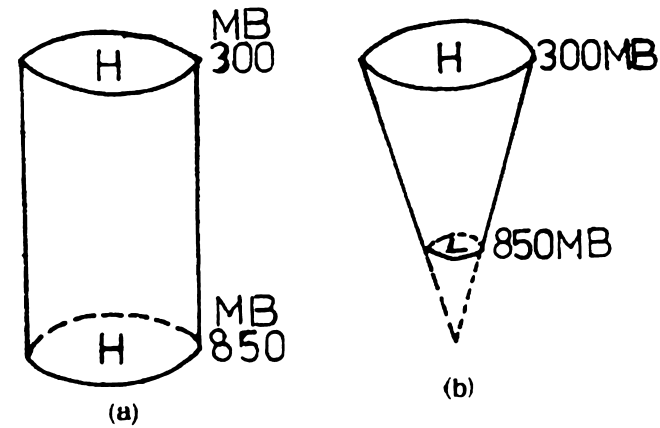


圖 1.1 (a) 太平洋副熱帶高壓垂直結構示意
(b) 西藏高壓垂直結構示意圖

林(1999)曾對西行至 121° E 以東轉向北行的颱風做過分析研究，其分析後發現颱風乃隨著副高駛流而行進；850 hPa 至 300 hPa 平均圖對駛流較單層 (500 hPa) 為佳；下對流層 (850 hPa 至 700 hPa) 合成與上對流層 (300 hPa 至 200 hPa) 合成可分別凸顯副高與西藏高壓及其影響範圍。由於後者下對流層為熱低壓，而颱風是隨副高駛流移動，除非上下對流層適當配合，颱風不會受西藏高壓導引；對經由臺灣東西海面北上之颱風而言，長江口地區上下對流層高壓脊是否重疊為影響颱風移動的重要參考條件。當颱風由該高壓西側北上時，如只看上對流層高度場，易有颱風穿高壓而行的假象。本文欲探討西行颱風移向 121° E 以西於巴士海峽或南海轉向北行的原因，是否仍主要受到副高系統影響，以及在 121° E 以西轉向的颱風受到西藏高壓的駛流是否較 121° E 以東轉向的颱風受到的駛流大。

二、資料來源與研究方法

本文使用大氣研究資料庫中，1959 年到 1999 年的 NCEP/NCAR 再分析資料，網格大小為 2.5° × 2.5°，每日有四筆網格資料 (0000UTC、0600UTC、1200UTC、1800UTC)，

皆為高空資料，共有十七層。颱風路徑使用美國關島聯合颱風警報中心(JTWC)發佈的每六小時之最佳颱風路徑，資料中包含颱風中心的經緯度位置及中心最大風速。

在歷年的颱風路徑中，西行颱風移至 121° E 以西於巴士海峽或南海轉向北行，登陸大陸東南地區或行經臺灣海峽的颱風並不多，但在預報上有極大的挑戰。本文個案選取條件為路徑在 121° E 以西通過 21° N 時北行的颱風為準，由美國關島聯合颱風警報中心 1959 年至 1999 年發佈的颱風路徑資料中選取了七個颱風(表一)進行合成分析。分析範圍東起 165° E 西至 75° E，南從赤道北至 50° N。

表一 1959 年~1999 年選取個案之颱風名稱、起迄時間及 JTWC 編號

颱風名稱	起迄時間	JTWC 編號
娜拉(NORA)	1959/09/05~09/12	1759
瑪莉(MARY)	1960/06/03~06/11	0360
杜特(DOT)	1973/07/13~07/21	0573
魯絲(RUTH)	1977/06/14~06/17	0377
愛美(AMY)	1977/08/20~08/23	0977
波西(PERCY)	1990/06/20~07/01	0790
丹恩(DAN)	1999/10/02~10/11	2099

林(1999)選取之個案包括中央氣象局彙整之侵台颱風分類第六大類中經過臺灣東海岸以東，南北走向，至少發佈過海上警報所有之颱風(圖 2.1 和圖 2.2)。本文中，則選取經過臺灣西方，亦即由南海經臺灣海峽北上之颱風為分析標的，分析中又將路徑 115° E 東西兩方之颱風分為兩類，即颱風中心通過 21° N 時位於 115° E 以東的為第一類(圖 2.3)，位於 115° E 以西的為第二類(圖 2.4)，依上述界定，共

選取第一類颱風四個個案，第二類颱風三個個案，並分別製做(1)下對流層：850hPa 和 700hPa 的平均重力位高度場，以及(2)上對流層：300hPa 和 200hPa 的平均重力位高度場。對 500hPa 重力位高度場則做單獨的分析，以了解對颱風移動與轉向何者為較佳的駛流層。以 115° E 做為分類界線，使各類本身的颱風路徑較為相似，在合成平均時較能保留每個颱風的共有特性並濾除差異性。再者，由圖 2.3 與圖 2.4 可看出颱風行至 24° N 時，路徑常有轉向的情形發生，因此當颱風行經當地時，將分析 21° N 和 24° N 基本流場的分佈情形，比較基本流場在颱風轉向與不轉向之間的差異點。

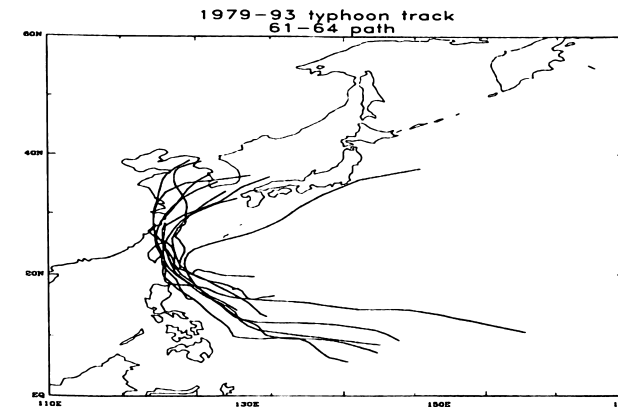


圖 2.1：1979 至 1993 年，61 到 64 小類颱風路徑，使用關島颱風警報中心的最佳化路徑。

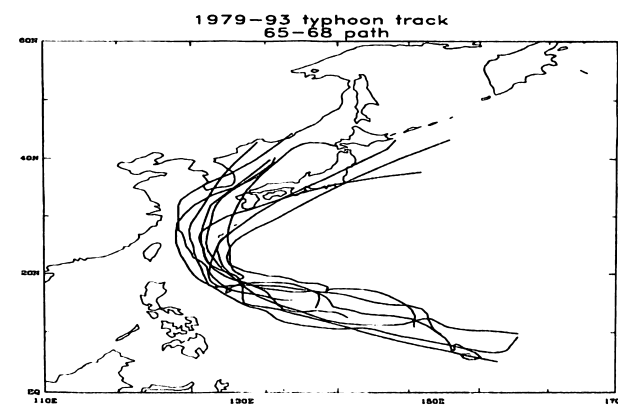


圖 2.2：1979 至 1993 年，65 到 68 小類颱風路徑，使用關島颱風警報中心的最佳化路徑。

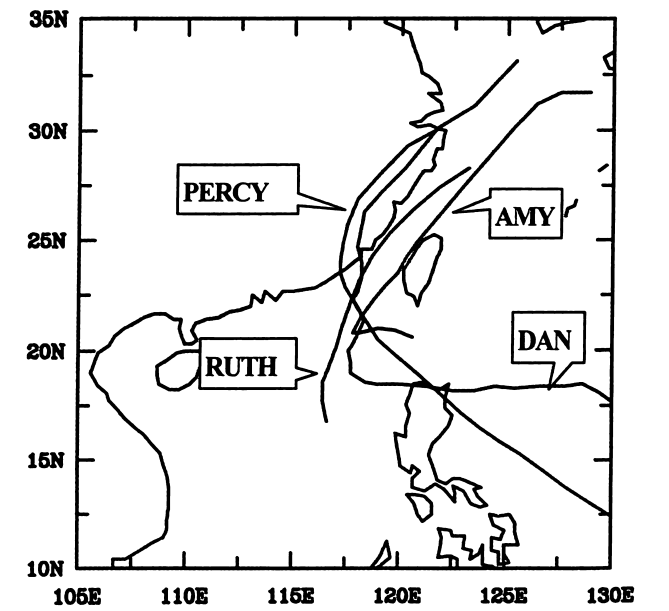


圖 2.3 1959 年~1999 年選取中心通過 21° N 時位於 115° E 以東之第一類颱風個案

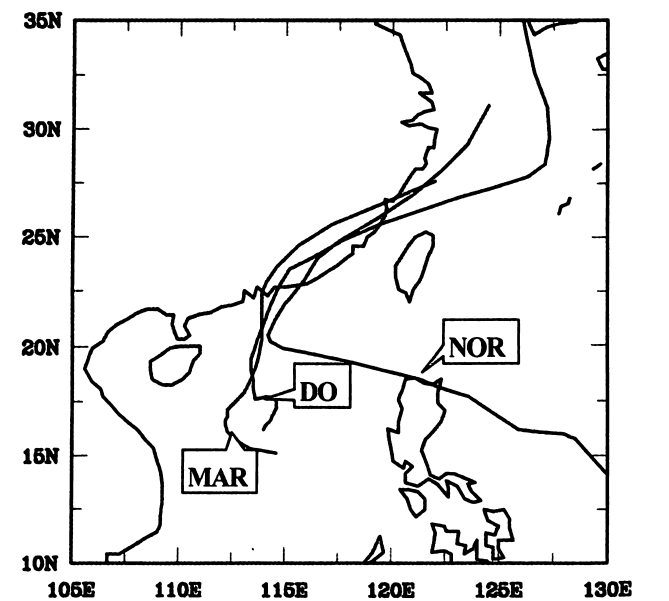


圖 2.4 1959 年~1999 年選取中心通過 21° N 時位於 115° E 以西之第二類颱風個案

三、分類合成分析：

將颱風如上節所述分成兩類，在每類的颱風位於 21° N、24° N 和 27.5° N 時，分別做一個總合成。由 21° N 的合成圖分析颱風北上時基本流場的特徵。由 24° N 的合成圖分析颱風為何持續北上或轉向東北移動。颱風行至 27.5° N 時，路徑皆已朝東北移動，由 27.5° N 合成圖比較與 21° N 和 24° N 合成圖的基本流場有何差別。合成的目的是為了經由合成平均後，過濾掉個案之間的差異性，保留下每個颱風共有的基本特性，如此，一方面可掌握在上述關鍵位置時環境場的共同特徵，另一方面亦可用以分析各類颱風轉向時的差異性，亦即經臺灣西方，由 115° E 以東與以西路徑北上兩類颱風之基本流場的分佈有何異同。而後再與林(1999)研究結論比較颱風移動及轉向時，基本流場有何異同。

1、特徵分析

(一)第一類(颱風過 21° N 於 115° E 以東轉北)之個案總合成分析

850~700hPa 平均高度場合成分析：

圖 3.1.1、圖 3.1.2 和圖 3.1.3 分別為颱風位於 21° N、24° N 和 27.5° N 時的 850~700hPa 平均高度場合成圖。當颱風到達 21° N 時(圖 3.1.1)，颱風位於副高西側，受到副高環流的導引，颱風朝向北行。颱風北行至 24° N 時(圖 3.1.2)，副高脊有稍微西伸的傾向，颱風仍位於副高脊的西側。當颱風移至 27.5° N 時，可由圖 3.1.3 中明顯看出副高脊已東退，颱風位於副高的西北緣，受到副高東退的影響，颱風的路徑有偏東的傾向。

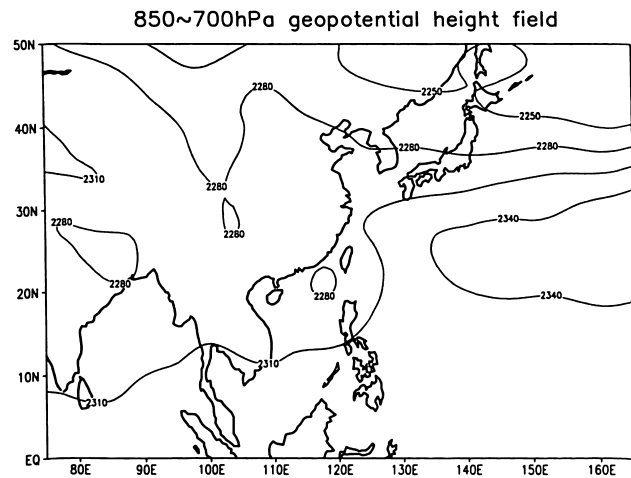


圖 3.1.1 第一類颱風過 21° N 之 850~700hPa 平均合成高度場

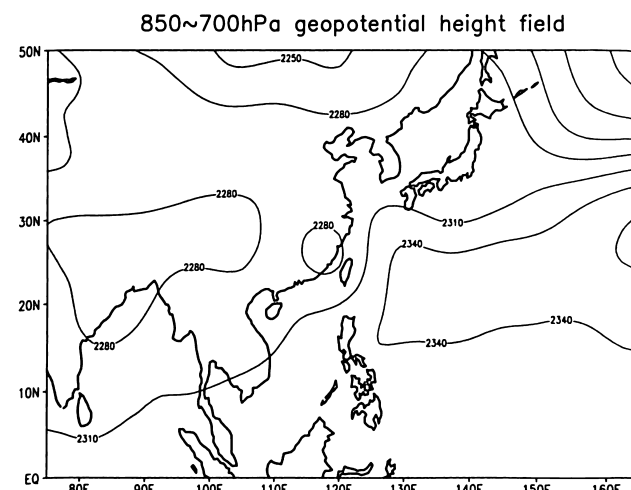


圖 3.1.2 第一類颱風過 24° N 之 850~700hPa 平均合成高度場

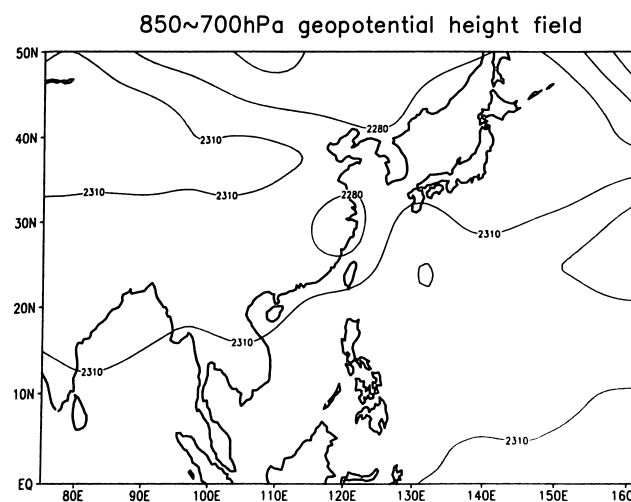


圖 3.1.3 第一類颱風過 27.5° N 之 850~700hPa 平均合成高度場

500hPa 高度場合成分析：

圖 3.1.4、圖 3.1.5 和圖 3.1.6 分別為颱風位於 21° N、24° N 和 27.5° N 時的 500hPa 高度場合成圖。在圖 3.1.4 與圖 3.1.5 中，颱風皆位於副高脊西側，圖 3.1.5 中的副高脊有明顯西伸的情形，且颱風較接近淺西風槽的右下方，但西風槽過於平淺，對颱風影響不大，颱風主要受副高導引北行。颱風到達 27.5° N 時(圖 3.1.6)，副高減弱東退，颱風位於副高西北方，且西風槽南下，颱風進入西風槽右下方的正渦度平流區，所以颱風走向將同時受到副高與西風槽的影響而朝向東北移動。

300~200hPa 平均高度場合成分析：

圖 3.1.7、圖 3.1.8 和圖 3.1.9 分別為颱風位於 21° N、24° N 和 27.5° N 時的 300~200hPa 平均高度場合成圖。三張合成圖中得知太平洋上的副高有增強再減弱的情形，而在西藏高原上的西藏高壓則有持續增強的趨勢，其脊線不斷東伸，以致於環流跨越了臺灣上空，與副高環流結合在一起，但由於西藏高壓下層為熱低壓，即其上、下對流層的流場並不一致，颱風不會進入其範圍，因此颱風係由其東方順著中、下對流層的副高外圍環流移動，在高對流層看似有颱風穿越高壓的情形。由於中緯度西風帶過於平直，無明顯的深槽導引颱風北上。

綜上所述，對在臺灣海峽南部，21° N、115° E 以東轉向北上颱風而言，下對流層、500hPa 以及上對流層之流場，均有颱風將轉向北上後偏東北而去的指示，但(1)下對流層(圖 3.1.1)難以確定颱風不會侵襲臺灣，(2)500hPa 則有較佳的指示，(3)上對流層須將副高與西藏高壓區分後方能獲得正確指引。使用時必須注意及之。

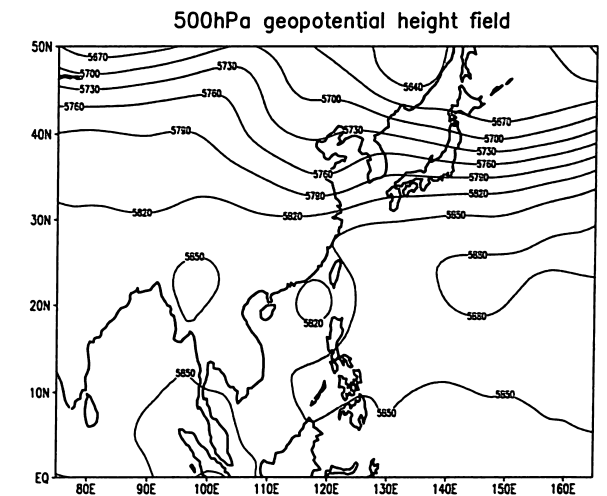


圖 3.1.4 第一類颱風過 21° N 之 500hPa 合成高度場

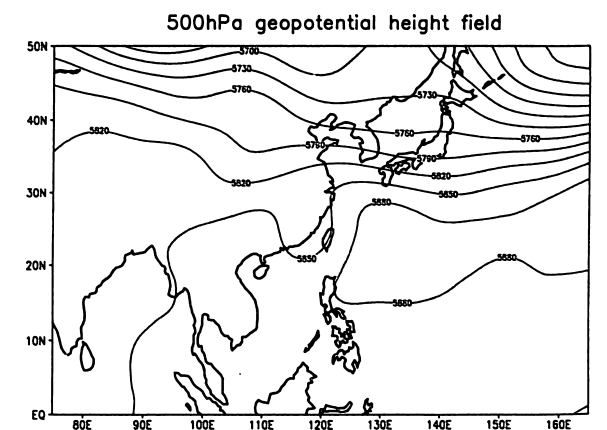


圖 3.1.5 第一類颱風過 24° N 之 500hPa 合成高度場

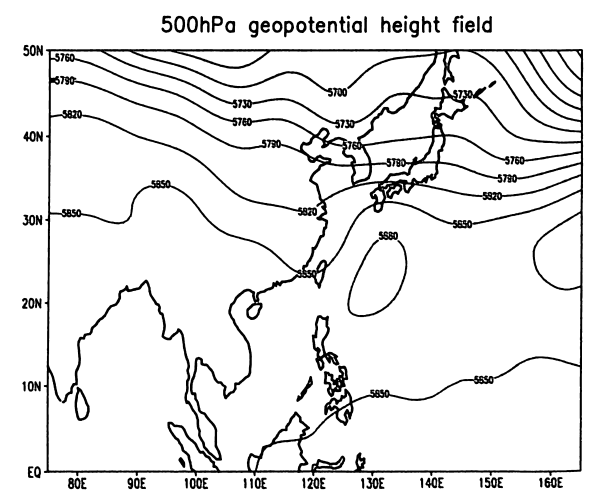


圖 3.1.6 第一類颱風過 27.5° N 之 500hPa 合成高度場

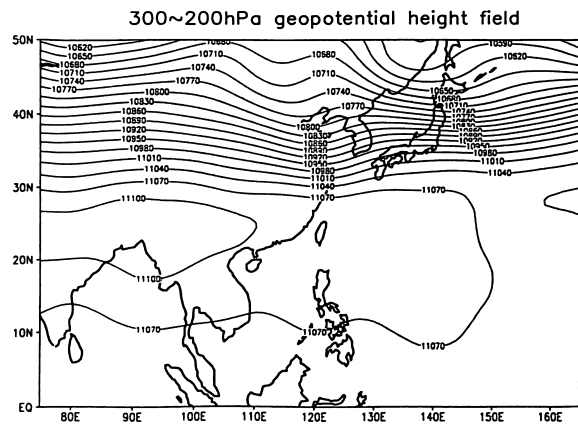


圖 3.1.7 第一類颱風過 21° N 之 300~200hPa 平均合成高度場

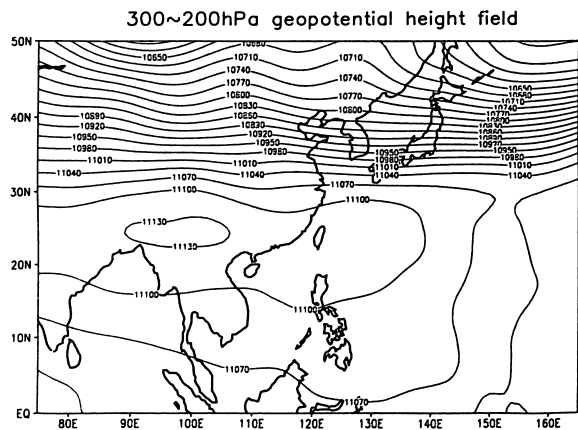


圖 3.1.8 第一類颱風過 24° N 之 300~200hPa 平均合成高度場

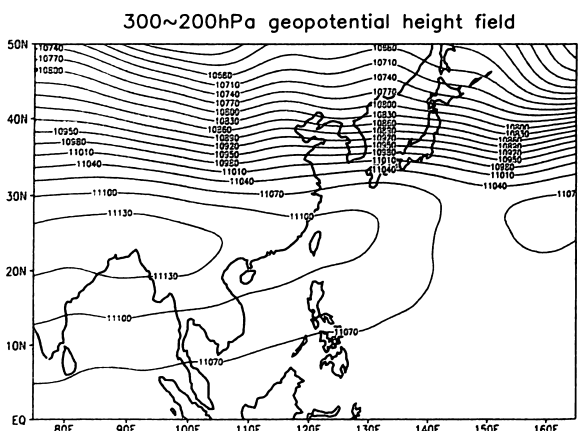


圖 3.1.9 第一類颱風過 27.5° N 之 300~200hPa 平均合成高度場

(二) 第二類(此類颱風經臺灣西方海上北上,但轉向點位於 115° E 以西)之個案總合成分析

850~700hPa 平均高度場合成分析:

圖 3.2.1、圖 3.2.2 和圖 3.2.3 分別為颱風位於 21° N、24° N 和 27.5° N 時的 850~700hPa 平均高度場合成圖。當颱風行至 21° N 時(圖 3.2.1),副高脊線自日本南方洋面向西北西伸展至長江下游西岸,臺灣在其西南方。另在颱風南側具西南氣流的特徵,而西北面則有西風槽移入,颱風具轉向北之條件,其後(圖 3.2.2 及 3.2.3)副高逐漸減弱,中緯度低壓槽向西南加深,以致當颱風北至 24° N 的位置時(圖 3.2.2),正位在正渦度平流區的下方。之後颱風移至 27.5° N(圖 3.2.3),副高持續東移,副高脊也繼續北抬,加上低壓槽的導引,因而颱風朝向東北移動。

500hPa 高度場合成分析:

圖 3.2.4、圖 3.2.5 和圖 3.2.6 分別為颱風位於 21° N、24° N 和 27.5° N 時的 500hPa 高度場合成圖。颱風位於 21° N 時(圖 3.2.4),與副高環流仍有一段距離,由圖 3.2.4 並無法判定颱風將隨著副高脊北抬而移動,或是向東北移動。在颱風往高緯度移動的期間,西風槽勢力不斷南伸,當颱風到達 24° N 時(圖 3.2.5),副高脊線南落,且西風槽已南伸至華南一帶,颱風進入了槽前正渦度平流區,此時副高勢力東退減弱,颱風路徑由西風帶導引向東北移動。之後(圖 3.2.6),西風槽繼續南下至華南沿海,颱風更深入槽前氣流之中,增加向東移動的分量,而副高仍是東退。

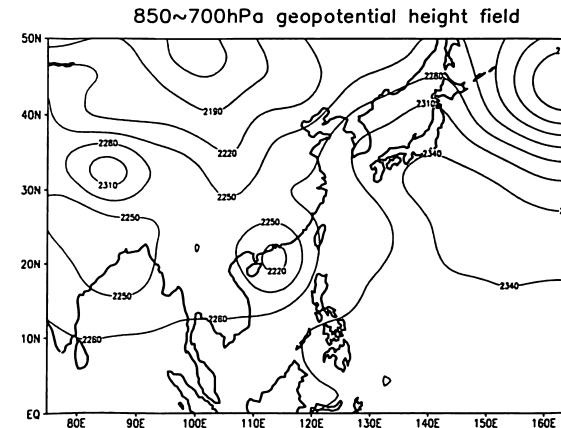


圖 3.2.1 第二類颱風過 21° N 之 850~700hPa 平均合成高度場

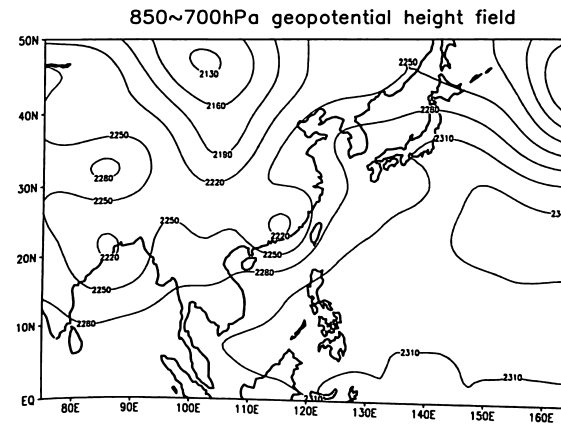


圖 3.2.2 第二類颱風過 24° N 之 850~700hPa 平均合成高度場

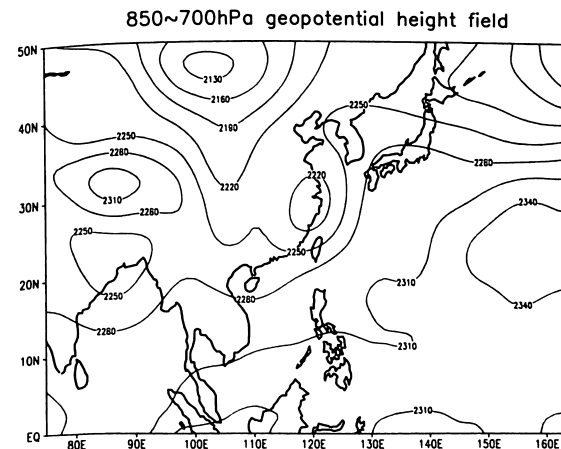


圖 3.2.3 第二類颱風過 27.5° N 之 850~700hPa 平均合成高度場

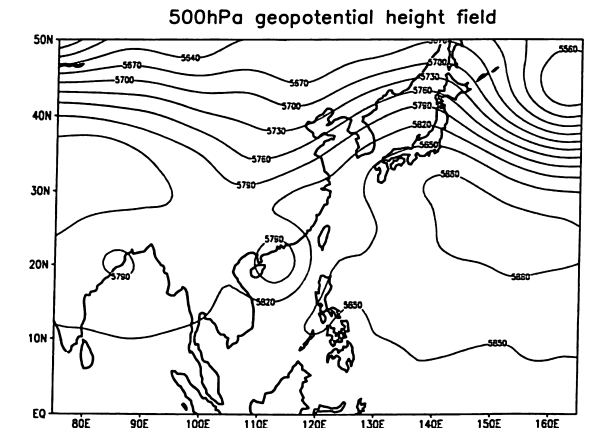


圖 3.2.4 第二類颱風過 21° N 之 500hPa 合成高度場

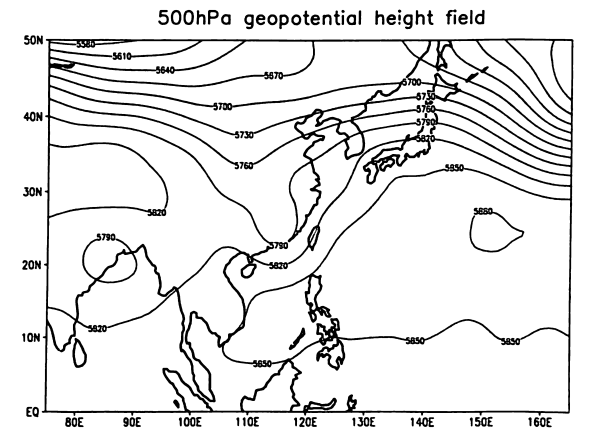


圖 3.2.5 第二類颱風過 24° N 之 500hPa 合成高度場

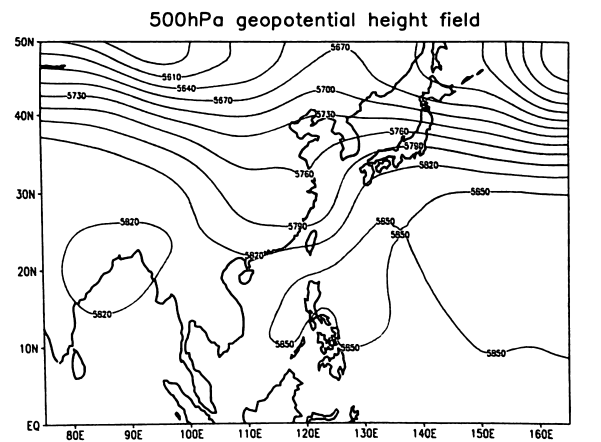


圖 3.2.6 第二類颱風過 27.5° N 之 500hPa 合成高度場

300~200hPa 平均高度場合成分析：

圖 3.2.7、圖 3.2.8 和圖 3.2.9 分別為颱風位於 21° N、24° N 和 27.5° N 時的 300~200hPa 平均高度場合成圖。颱風到達 21° N 時，由圖 3.2.7 得知颱風東方有一高壓環流，因颱風無法穿越此高壓環流而過，對照上、中、下對流層的高度場後方可得知颱風勢必北行。當颱風北行至 24° N 時（圖 3.2.8），西風槽已南伸至華南沿海一帶，颱風進入了槽前氣流，由西風槽導引朝向東北移動。之後颱風移入較平直的西風帶中（圖 3.2.9），因此颱風向東移動的分量又增加許多。

綜上所述，對在 115° E 以西才轉向北上颱風而言，副高脊一支向西北伸至長江下游，一支南落至颱風東南，以及西風槽由西北移入，為主要之綜觀特徵。

2、兩類差異

將圖 3.1 與 3.2 中相同之合成圖對照，可獲得在 21° N、由 115° E 東西兩側轉向北兩類颱風環境場之差異，結果整理如下：(1) 中、下對流層副高脊在 115° E 以西轉向個案中較以東轉向者偏西；(2) 副高脊在 115° E 以西轉向個案中分為南北兩支，北支西伸至東海與長江口，南支則向西至臺灣東方，其中南支在颱風轉向時會南落，亦即脊線西部向南移並呈現由颱風南方通過之現象；(3) 對 115° E 以東轉向個案而言，西風槽的作用較 115° E 以西轉向者為小。

3、文獻比較

本章分析的結果經於林(1999)得知的結論相互比較後，發覺對於駛流場的分析有許多相似之處：(1) 颱風移動在進入高緯即西風帶以前均由太平洋高壓以及颱風中心與其相對位置而定，亦即颱風乃隨著副高而行

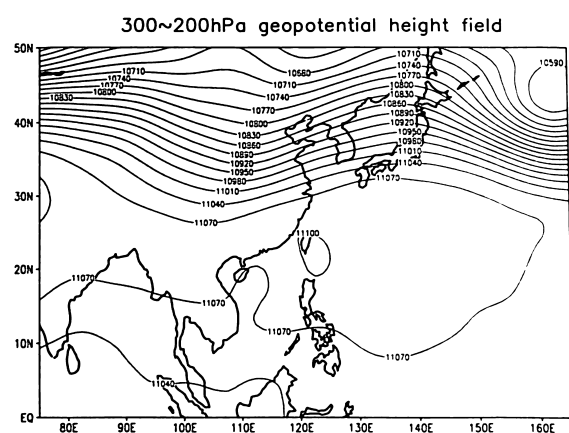


圖 3.2.7 第二類颱風過 21° N 之 300~200hPa 平均合成高度場

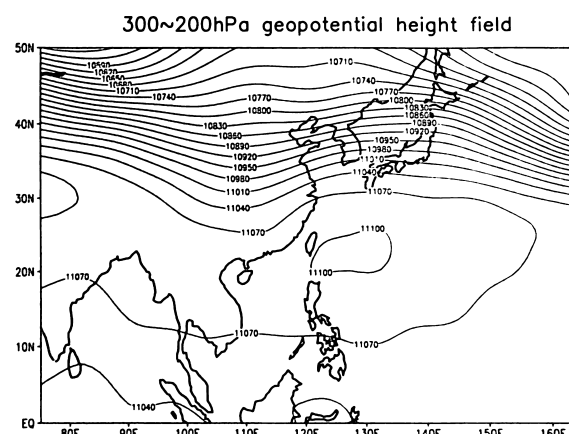


圖 3.2.8 第二類颱風過 24° N 之 300~200hPa 平均合成高度場

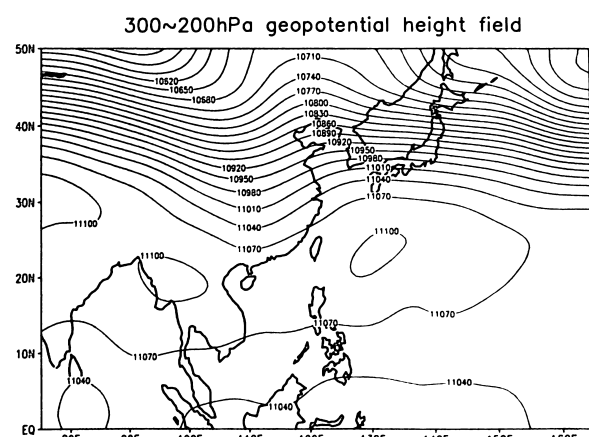


圖 3.2.9 第二類颱風過 27.5° N 之 300~200hPa 平均合成高度場

進；(2) 垂直發展深厚的副高為導引颱風移動最主要的系統。當颱風由該高壓西側北上時，如只看上對流層高度圖，常因西藏高壓脊東伸與副高相結合，而有颱風穿越高壓的假象。

另外林指出 121° E 以東的西行颱風在轉向北移時，副高會有東退的跡象，颱風從副高的西南隅繞過北移。本文分析在 121° E 以西轉向北行的颱風後發現此路徑颱風在轉北移動時，並非一定發生副高東退的現象，但颱風在由北行轉向東北移動時，則必有副高東退的現象，同時颱風將移至副高的西北方。

四、總結與討論

本文將選取的個案分為颱風中心通過 21° N 時位於 115° E 以東的為第一類，位於 115° E 以西的為第二類。由圖 3.1.4 和圖 3.2.4 比較後可知，第一類颱風轉向北行時，西風槽的位置比第二類颱風西風槽處於較高的緯度，且西風槽也較平淺了許多。由圖 3.1.5 和圖 3.2.5 比較後可知，第二類颱風在 24° N 時已經受到西風帶的影響，路徑朝向東北移動，而第一類颱風則是受到副高西側環流的導引北行。另西風槽的位置也是導引第二類颱風自廣東登陸而自馬祖附近出海的主因。

第二類颱風的低對流層合成圖（圖 3.1.1）可發現副高西側環流有向內凹陷的情形，但颱風並未朝向內凹處行進，而是隨著副高脊而移動，此因素從上對流層合成圖（圖 3.1.7）即可得知，因為上對流層副高西側仍是平直的環流，颱風無法穿越副高環流而過，因此颱風並不向東北移動，而是隨副高脊北上。

由以上分析可知導引颱風移動因素因颱風所在位置而不同：當颱風在較低緯度時，主要受到副高的導引；當其中心移至第一個分析點（21° N， 115° E 以東或以西）時，颱風是否北上，除副高脊伸展狀況外，尚需

考慮是否有西藏高壓與西風槽的導引作用。此時將上下對流層分別合成，再配以 500hPa 單層高度場，可獲得比較好的結果。另有兩點值得注意，即 (1) 分析於 115° E 兩側轉向北行的颱風後發現此路徑颱風在轉北移動時，並非一定發生副高東退的現象，但颱風在由北行轉向東北移動時，則必有副高東退的現象，同時颱風將移至副高的西北方。(2) 若僅看上對流層的基本流場，常見到西藏高壓脊東伸與副高環流相連結，而颱風有穿高壓而過的假象。實際上，由熱力因素形成的西藏高壓僅在上對流層較明顯，若中、下對流層無疊合一致的流場之情形下，不足以導引颱風的走向。

總之駛流是決定颱風動態最重要的條件，而將上、下對流層分別合成所獲得之流場形勢，配以 500hPa 高度場，即可得到較預報效果。

參考文獻

- 王斌、Russell L. Elsberry、王玉清及吳立廣，1998：熱帶氣旋運動的動力學研究進展。大氣科學，22，535-543。
- 李富城、馬汝安、張世潛，1982：颱風主要駛流層之選定與分析。氣象預報與分析，93，1-10。
- 李雲龍、潘大綱，1986：由控制高壓、流場及厚度導流場分析探討民國七十四年李尹颱風之移動。氣象預報與分析，107，51-64。
- 林郁偉，1999：台灣東方近海北上颱風之合成分析與研究，中國文化大學碩士論文，19-20。
- 俞川心，1977：上對流層運動場與颱風生成發展關係之合成個案探討。氣象預報與分析，75，17-21。
- 陳泰然，1989：天氣學原理，第一版，第四章第二節，經聯出版事業公司，台北市

忠孝東路四段 555 號，63。
陳泰然、紀水上、李清勝、王時鼎、周仲島，
1991：豪雨預報技術改進之研究颱風部
份研究計劃，1-1、2-2~2-5。
曾振發、蔡清彥，1980：北太平洋西部颱風
路徑之綜觀天氣研究。第二屆全國大氣
科學研討會論文彙編。

劉廣英，1974：颱風畢莉、杜特、及艾倫路
徑分析及其相關性之探討。氣象預報與
分析，59，25-28。

Chen, L. , and Y. Ding, 1979 : An
Introduction to the Western Pacific
Typhoons. Science Publishing
House , Beijing , 491 。

The Composite Analysis of Typhoon tend to near Northward to through Taiwan Strait and land southeast China

Lin Wen Jni, Koung-Ying Liu

Abstract

Lin(1999) postulated the importance of SH through composite analysis on westward moving typhoons which tend to near northward to the western extend around 121° E. In this study, we composite analysis those typhoons which tend to near northward to the western exceed around 121° E. In this study, the cases are divided into two groups according to longitude where typhoon centers pass 21° N. The upper level trough of the first group locates in higher latitude than the second, and it is also shallower. At 24° N, typhoons of the second group are affected by west-wind belt and move north-east ward while those of the first group are steered by the western circulation of SH and move north-ward. The location of the upper level trough also steer typhoons of the second group to land Canton and take the sea from Mazu.