

中國科學院地球物理研究所專刊

乙 種 第 1 號

颶 風 研 究

顧 震 潮
高 由 禧 著

中國科學院地球物理研究所編輯

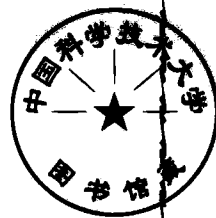
中 國 科 學 院 出 版

中國科學院地球物理研究所專刊

乙 種 第 1 號

颶 風 研 究

顧 震 潮 著
高 由 禧



中國科學院地球物理研究所編輯

中 國 科 學 院 出 版

1953年10月

中國科學院地球物理研究所專刊

乙種第1號

颱風研究

編著者	顧震潮 高由禧
編輯者	中國科學院地球物理研究所
出版者	中國科學院
印刷者	北京新華印刷廠
發行者	中國科學院編譯局出版組

書號: 53057(密)02
(京)0001—1,000
字數: 89,000

1953年10月初版
定價: 25,500元



本刊內容提要

本文首先指出由於西太平洋夏季流型和颱風本身大小強度等條件的不同，颱風路徑與颶風路徑有顯著不同，這在颱風路徑的形狀上也有着反映，很多颱風路徑並不是正常的拋物線路徑，而是方頭形的路徑，它具有兩個轉向點。

其次，利用天氣學方法，先把颱風路徑分為不轉向和轉向以及第一次轉向和第二次轉向等不同類型。同類型的颱風路徑，一般都有相近似的天氣型，因此利用天氣型來預報颱風的路徑不失為可行方法之一。

第三，東亞自然天氣區上西風環流的強弱對颱風的移動有密切關係，一般而論，要是颱風的過程也正是西風環流從強變弱的過程，絕大多數颱風要轉向；反之，如西風環流是自弱變強的過程，大多數颱風是不會轉向的；如果西風環流在颱風過程中有幾次強弱互變過程，颱風的路徑就很不規則。

第四，太平洋高壓的形狀、位置及其長軸指向一般地可作為東亞自然天氣區上西風環流強弱的指示；而太平洋高壓的形狀、位置等在颱風過程中的變化，基本上可以從鄂霍次克海和白令海上高壓系統的出現和低壓系統的加深來預告的，換句話說，鄂、白海上氣壓系統的變換加深，不但可作為西風環流改變的指示，而且可作為颱風轉向與否的指標。

最後指出在 90°E 至 160°E 間 500 毫巴高空形勢，要是在颱風過程中兩槽一脊型在維持着或在發展形成中，颱風基本上是不會轉向的；反之，要是在颱風過程中高空形勢為穩定的兩脊一槽型或兩脊一槽在發展形成中，颱風基本上要轉向的。

目 錄

西太平洋颱風路徑預報的基本看法	顧震潮 (1—19)
一、引 言	(1)
二、西太平洋颱風的一些基本特點	(3)
三、預報西太平洋颱風路徑的着眼點	(13)
四、結 論	(17)
從天氣型預告颱風路徑	高由禧 (20—82)
一、前 言	(21)
二、方 法	(23)
三、颱風天氣型	(25)
四、西風環流變化與颱風移動	(43)
五、登陸颱風天氣型演變過程	(45)
六、轉向颱風天氣型演變過程	(51)
七、結 論	(78)

西太平洋颱風路徑預報的基本看法*

顧 震 潮

目 錄

- 一、引 言
- 二、西太平洋颱風的一些基本特性
- 三、預報西太平洋颱風路徑的着眼點
- 四、結 論

提 要

由於西太平洋夏季流型和颱風本身大小強度等條件的不同，颱風路徑與颱風路徑常有顯著不同。這在颱風路徑的形狀上也有着反映。很多颱風路徑並不是正常的拋物線路徑而是方頭形的路徑，牠具有兩個轉向點。

連系形勢演變來預報這操縱氣流的未來情況是重要的。在這裏，白令海的低槽是一個良好的指標。

一、引 言

解放以來由於人民需要，各種部門對於天氣預報的要求飛速地、不斷地提高着。對於影響人民的生命財產十分嚴重的颱風預報當然要求更要高些，在過去憑了各種外推法（包括 24 小時負變壓中心先導法）和一些平均情況或者教科書上的一些一般知識就可以作出一般所要求的預報。然而在現在這樣做就完全不能合乎要求了。不但是因為在短期預報中颱風位置移動和強度變化的預報準確率必需大大提高才能滿足要求，並且爲了更早期、更有效地、更有充分準備的預報颱風，面對着我們還提出了颱風中期預報的問題。而這些問題就再也不是各種外推法或是平均情況所能解決的了。

在這意義上我們應該承認，近幾年來，我們對於東亞颱風預報的研究是不够趕上需要的。的確，不能說我們對東亞颱風沒有進行過什麼研究，因為在這方面不但有人做了些工作，並且還有很出色的^[1,2,3,5]。然而絕大部分工作都是研究颱風的統計性質的，極少從天氣學方面來直接研究颱風預報的。而統計方面的研究大致只能給予我們一些一般性的知識，要運用到個別的、具體的颱風路徑及強度

* 中國科學院地球物理研究所論著第 243 號

的預報上來是比較困難的。所以就對預報的幫助來說仍然是不夠的。

然而從天氣學的方法來研究颱風預報的問題到現在為止，有些什麼成績呢？無可諱言，由於熱帶太平洋區域觀測紀錄的稀少，在這方面的成就是不大的。很大一部分的知識是由西印度羣島附近的颶風類推而得的。就是在那邊，紀錄也仍然很不夠的。對熱帶氣旋性質就也沒有系統的知識，就也沒有理論的闡明，因此熱帶氣旋的預報就必然帶有下列缺點：

1. 對熱帶氣旋發展缺乏了解以致還不能夠從熱帶區域空氣運動的動力學，特別是沒有從熱帶中的空氣溫壓（甚至濕度）場的構造來預報熱帶氣旋。並且由於紀錄稀少，即使有了這些了解也不完全能夠憑此預報熱帶氣旋。

2. 對熱帶氣旋構造缺乏了解，以致不能由颱風內部構造以及內部構造和外界運動場的相互作用來預報熱帶氣旋。而對於颱風來說，還有另一個缺點，即是：

3. 對颱風的了解還沒有很好的和大範圍大氣環流連繫起來，可以說或多或少還停留在 Deppermam 與 Gherzi 的階段裏。像前面所指出，這方面即使有一些了解也是從美洲西印度羣島附近的颶風類推出來的。也就是說，還沒有注意到颱風與颶風間各種條件的差異性，很好的注意到颱風各種條件的特殊性。

關於第一個缺點是一個根本的缺點。在颱風的問題上，至今還沒有像平流動力的分析對中、高緯度天氣系統* 那樣合用的理論。這種理論特別對颱風的短期預報一定會起很重要的作用，但這也是目前所難於解決的問題。

關於第二個缺點，近年來已有人開始加以注意**。但是就連這一些初步結果恐怕也還並沒有加以適當的估價和使用，更不必說，這方面需要進一步的發展了。

至於第三個缺點，至少在實際工作中恐怕是最應該注意的問題。因為，人人知道，錯誤的應用別處的經驗和規律甚至比沒有經驗、沒有規律更壞。而事實上西太平洋颱風與西印度颶風，不論它們自身或者它們的外在條件都是有着顯著不同的。

在本文裏，作者試圖指出西太平洋颱風所具有的特殊條件，以及這些條件如何互相結合而影響西太平洋颱風的移動。作者在此並不打算給予一系列的預報方法，這已另有同志在做^[4]。這裏想說明的只是對西太平洋颱風路徑預報的一些基本看法。

* 由於地轉平衡的不易存在，平流動力分析至少不能原樣搬到熱帶區域中應用。

** B. C. Moore 的研究（美國氣象學會會刊，第 27 卷，1945 年）還有很大問題，因此不能認為有用。此外我們在颱風附近也收不到它所需要的足夠的風向風速報告。

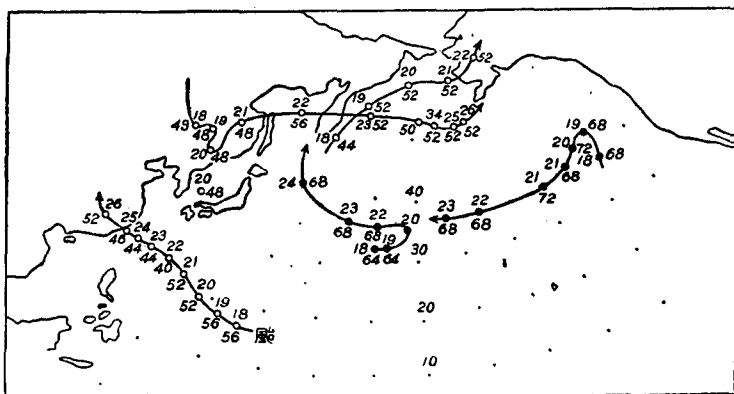
二、西太平洋颱風的一些基本特性

在討論西太平洋颱風的預報之前，我們先看一下關於西太平洋颱風的一些主要事實。

根據神戶海洋氣象台 1926 年至 1937 年的北太平洋天氣圖和北半球歷史天氣圖（用的是 1926—1937 年和 1946 年 6—9 月，1949 年 6—9 月，一共 14 年的歷史天氣圖資料*），我們看到西太平洋颱風的行動有下列幾點事實值得提出來的。

首先，西印度羣島颶風的由向西轉為向北或向東北，往往是在大陸北邊溫帶西風槽由西向東移近颶風或者是在颶風向西北或向北移近準靜止槽的時候。也就是西風槽在颶風前方（即颱風位置以西的經度上）移近加深的時候。相反的，西太平洋颱風轉向，大多數是在低槽由西向東走到堪察加以東白令海上發展加深的時候，也就是在地面上看來地面低壓由千島羣島或西伯利亞東行到白令海迅速發展加深的時候。這就是說：颱風的轉向主要並不是發生在颱風前方與低槽更為接近的時候**（見附表 2b 及 3a），而是在低槽移到颱風後方（即颱風位置以東的經度）並且加深之後。這一點是很特別的。具體的例子如圖 1 及圖 2。圖 1 表示颶

圖 1. 副熱帶高壓扁長颱風不轉向的例子(1932 年 8 月 18—26 日)



a. 複合圖。空的圓圈代表低壓位置，黑色圓點代表高壓位置（03Z）。上註數字為日期及最後一根等壓線的數值（以毫米計，省去百位數）。注意日本海上雖有深的低壓（中心氣壓低於 1000 毫巴），颱風仍不轉向。

* 解放後 1950 年及 1951 年颱風都很少。1952 年颱風較多，另予總結。至於用神戶的北太平洋天氣圖主要因為這些圖已照像縮印成卡片，使用方便。

** 事實上在東亞颱風活動區域的前方西風槽移近也是很少加深的。大家注意到 1952 年中就有許多例子。

風前方接近西風槽時並不轉向；圖 2 表明低槽在颱風後方發展加深，颱風就會轉向。

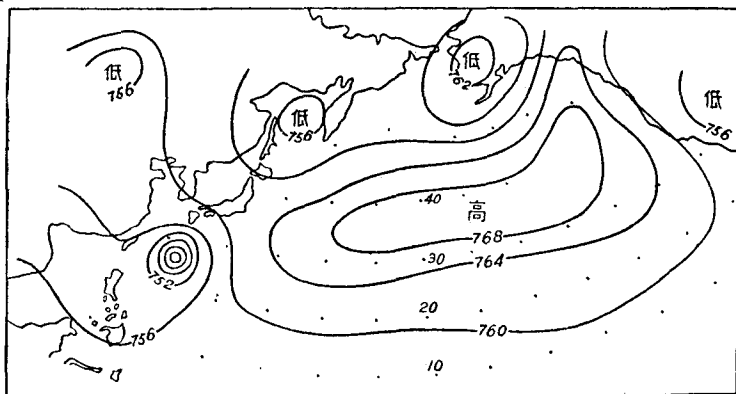
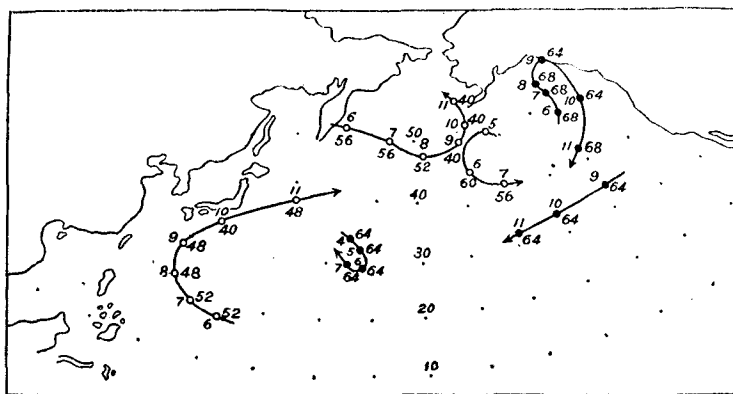


圖 1. b. (03Z) 依北太平洋天氣圖

圖 2. 白令海低槽加深西太平洋氣流微弱時颱風轉向的例子
(1929 年 9 月 6—11 日)



a. 複合圖 (符號同圖 1a)。注意阿留申低壓很強大表示白令海上低槽很深。

其次，所謂“操縱氣流”對西太平洋颱風轉向的影響不是很清楚的，有時候看高空圖幾乎沒有什麼“操縱氣流”可言，然而颱風就在這時候一直向北移去。相反的，對西印度羣島四周的颶風，很久以來人們就認為操縱氣流是很有作用的^[11]，在操縱氣流微弱時颶風就會停滯不動^[12]。自從有了高空紀錄以來，轉向仍被認為是操縱氣流的作用，甚至更被強調了些，但是對西太平洋的颱風來說，這是不夠的。圖 3 裏的颱風移動路徑便是一個很好的例子。在這裏操縱氣流很弱，然而颱風轉向北去了。

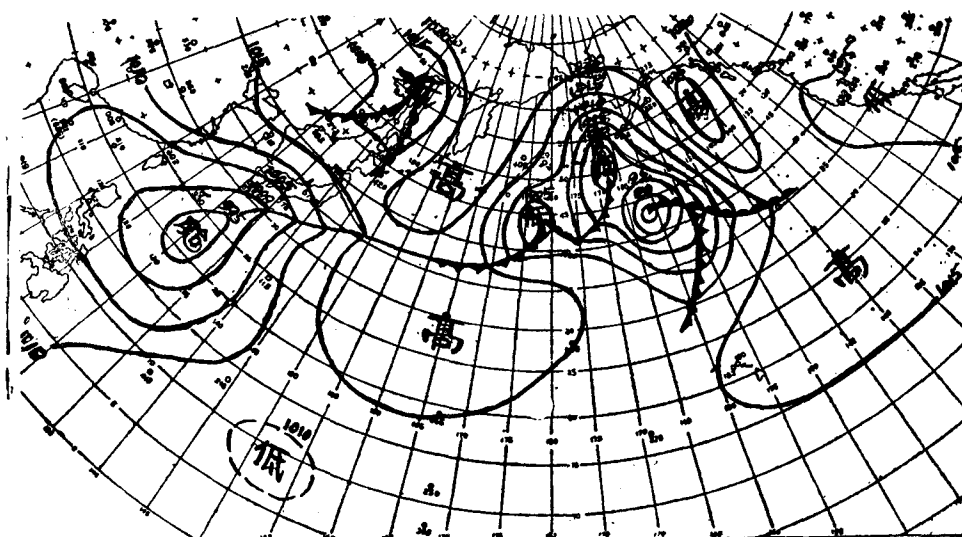
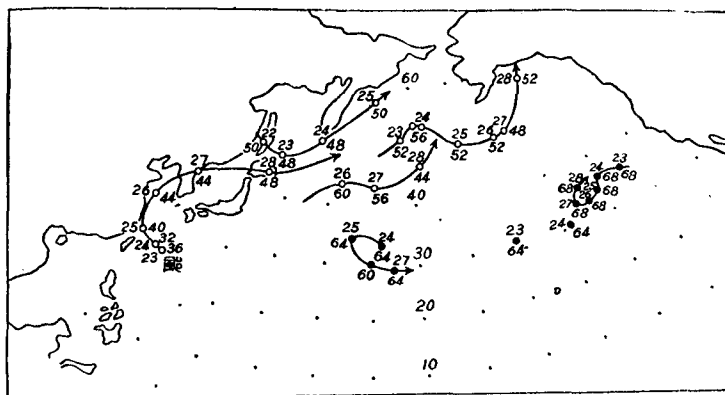


圖 2. b. 9 月 8 日的形勢。(13Z), 依北半球歷史天氣圖, 氣壓以毫巴計。注意颱風西邊的高壓已減得非常之弱。

圖 3. 西太平洋氣流散亂時颱風轉向的例子 (1931 年 8 月 23—28 日)



a. 複合圖 (符號同圖 1a)

另外在轉向點的分佈上, 颱風和颶風也是不一樣的。颱風的轉向點是在夏季裏 (6、7、8 月) 一般都在北緯 30° 以北, 秋季裏 (例如 10 月) 轉向的緯度比較低, 但也在北緯 26° 左右^[16]。然而, 西太平洋颱風轉向 (包括向北) 的緯度却比颶風的低了不少, 在夏季裏颱風一般在北緯 $21-26^\circ$ 附近轉向, 與同時間颶風轉向的位置差 7° 。到 10 月裏在北緯 $20-22^\circ$ 就可以轉向^[1], 也比同期颱風轉向的位置差 5° 。

不但如此, 就是颱風的路徑形狀也和颶風常有不同。颱風的路徑雖然很多都

麼轉向就有了兩個步驟，先是轉而向北，再轉向東北。爲方便起見，我們可以說，颱風常會有兩個轉向點：由東向西（或西北）轉而向北的地方可以稱做下轉向點；而由南向北轉而向東北（或向東）可以稱做上轉向點。這些轉向點都是颱風生命史裏的重要分界。對大陸來說，下轉向點或許更重要一點。下轉向點的準確預報，對決定颱風是否襲擊大陸很有關係。因此，我們所說的轉向是包括下轉向點在內的。

從以上這些事實看來，西太平洋颱風的移動情況和颶風很有差異的，我們可以肯定決定颱風路徑的因子和決定颶風路徑的因子可能很有不同的。

不同在那裏呢？

首先，**颱風和颶風的大小是不同的**。大家知道颱風和颶風雖然都很強烈但颶風是比較小的，而颱風却大得多。就颱風及颶風中低空的風分析來說，它們可以看做 Rankine 漩渦。在內核， $v/r = \text{常數}$ ，在外部 $vr = \text{常數}$ ，這漩渦中的最大風速半徑等級在颶風中只有 10 千米，而在颱風中可達 100 千米以上。這也可以從它們對天氣影響的範圍上看出來，人們很難想像加勒比安海上的颶風會影響到佛羅里達半島以北，而華東却可受 800 到 1000 千米以外的颱風環流的影響^[6]，我國東海上的颱風並可以影響到北京、西安、成都的天氣^[13]。從颱風與颶風這種大小上的不同，我們不難了解，對於颱風的移動來說，操縱氣流的影響是要小一些的。因爲在熱帶太平洋中氣流本來很弱，颱風既然比較大而深厚，那末事實上它就不會像浸在水流中隨處漂浮的東西那樣容易受四周氣流的影響。另一方面，正因爲颱風比較大，所以雖然外界的影響比較小，但颱風內部構造所起的作用，即是內

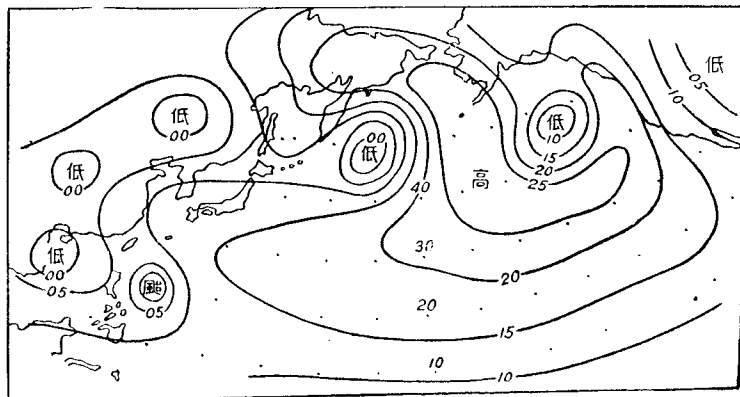


圖 4. b. 7 月 20 日的形勢

(03Z) 依北太平洋天氣圖，氣壓以毫巴計。注意阿留申有高壓，四周形成阻塞形勢。堪察加東側有低壓大而且深。

部力的作用却比颶風大得多，就以所指出的內部力而論，由於這內部力是和本身的直徑成正比的，颱風既然幾乎比颶風大上好幾倍，颱風的內部力就比颶風的影響大多了。因此就大小而論，颱風的移動固然仍有外界氣流的影響，但內部力的作用是一個必須考慮的主要因素之一。

根據一些簡易的計算，我們可以得到這種內部力所產生的移動加速度，是和 ωR^2 即 VR 成正比的（ ω 是風暴轉動角速， R 是半徑， V 是線性速率）。在移過一定距離後，移動速度與 $\sqrt{RV}$ 成正比。因此，風暴本身的大小很關重要。對颱風來說如取 $R=200$ 千米、 $V=25$ 米/秒、移動速度 = 5 米/秒，對颶風來說取 $R=10$ 千米、 $V=40$ 米/秒、移動速度就只有 1 米/秒了。

就操縱氣流來說，在北緯 $20-30^\circ$ 的範圍內，西太平洋氣流却反比西印度羣島附近的來得弱。在西風風速上來說這尤其明顯（見後）。結果，一般而論在颱風方面內部力所造成的移動速度就比操縱氣流的來得大，而在颶風方面操縱氣流的

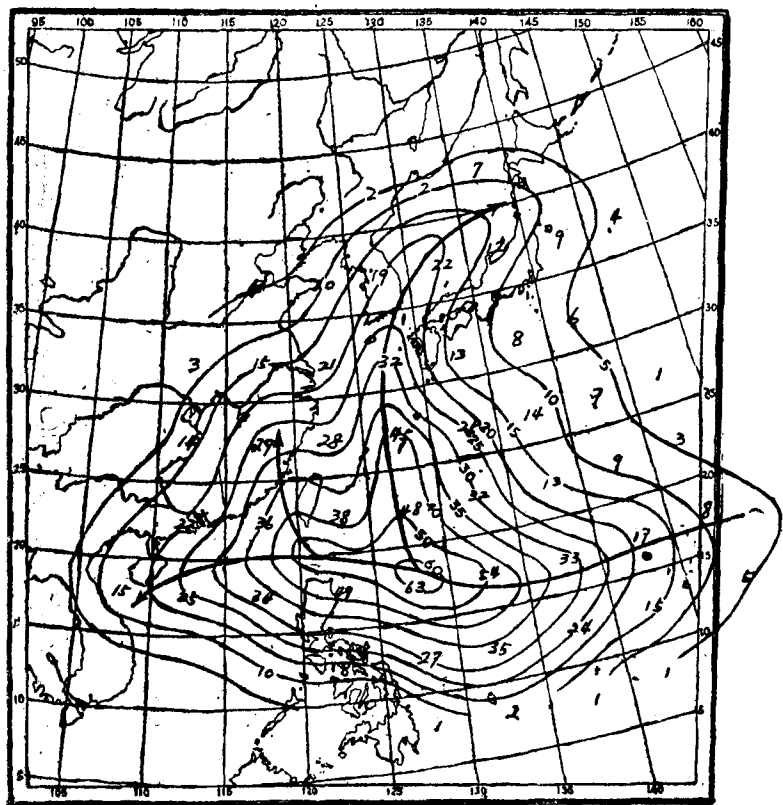


圖 5. 7 月份颱風平均路徑圖（採自高由禧^[1]）
注意中間一條平均路徑是方頭的。

速度要比內部力所造成的移動速度大得多。

這樣看來，在外界氣流比較弱的時候，颱風的轉向（包括向北）一般反比較容易。相反的，對於颶風來說，却由比較強的南來氣流或西南氣流使它轉向，這是十分不同的。

由這一點出發，我們不難理解為什麼在“操縱氣流”很不顯明的情形下，颱風就要往北移動（圖3）。

其次，我們必須注意的是東亞的夏季流型，我們以前曾指出，**夏季的東亞環流是很特殊的^[8]，和北美的環流更是非常不同。**首先在北美只有一個低槽（西風槽），這低槽是沿着大陸東部的海岸線的（圖8），相反的在東亞則有三個低槽，其中兩個是西風槽，一個在堪察加以東這是最強的平均低槽，也可以說是主槽，其次是沿東經 90° 的低槽，這是北半球夏季兩個小槽之一。除了西風槽之外，東亞還有一個東西間的熱帶槽，即由印度伸向菲律賓的低槽。由此可見，**颱風的轉向區域，恰在西風平均大槽的前方，而颱風轉向的地方在主要低槽——白令海低槽的後方或者可以說在兩個西風平均槽之間，即在西風脊的經度上。**可見颱風轉向與西風槽的直接關係不大。若是說影響的話，不如說受西藏高壓與太平洋高壓間的東海低槽的影響*。

在北美，颱風轉向區上空的東西向的風比較強，而在東亞就比較弱。例如：在北美東岸外面北緯 $20-30^\circ$ 之間，平均氣流由4米/秒的東風轉成5米/秒的西風，差數比沿東經 130° 的大一倍以上。這也可以說明，為什麼颱風的轉向比颱風來得急，而形成拋物線形的路徑。這還是在夏季即6、7、8三個月的情形（6、7、8三個月平均形勢中相差很小）。而印度羣島颱風大部分還在秋季的9、10月裏。在那季節中西風槽在北美伸得更南，西風也更強些，操縱氣流的影響就更顯著。從颱風轉向的百分比上也可以看出這一點。根據歷年颱風路徑^[16]和北太平洋天氣圖上的颱風路徑我們可以知道西太平洋上的颱風轉向的不像西印度颶風那麼多。從1926到1937年的12個颱風季中（7月到9月）颱風總數之中只有54%是轉向的，即只有一半左右的颱風是轉向的。而在同一些年份的12個颶風季（8月到10月）中颶風總數之中有70%是轉向的，即有三分之二以上都是轉向的**。但是假如我

* 東海低槽是副熱帶的槽，它在溫度場上反應很明顯。

** 由此可以瞭解為什麼菲律賓美軍電台及關島美國電台等老是報不準颱風的轉向。這些美國預報員在他們本國報颶風時就不會掌握好轉向規律，常常一個颶風報轉向兩次而颶風仍不轉向，而太平洋上颱風轉向比颶風更少，轉向規律和颶風不一樣，他們自然就更報不對了。

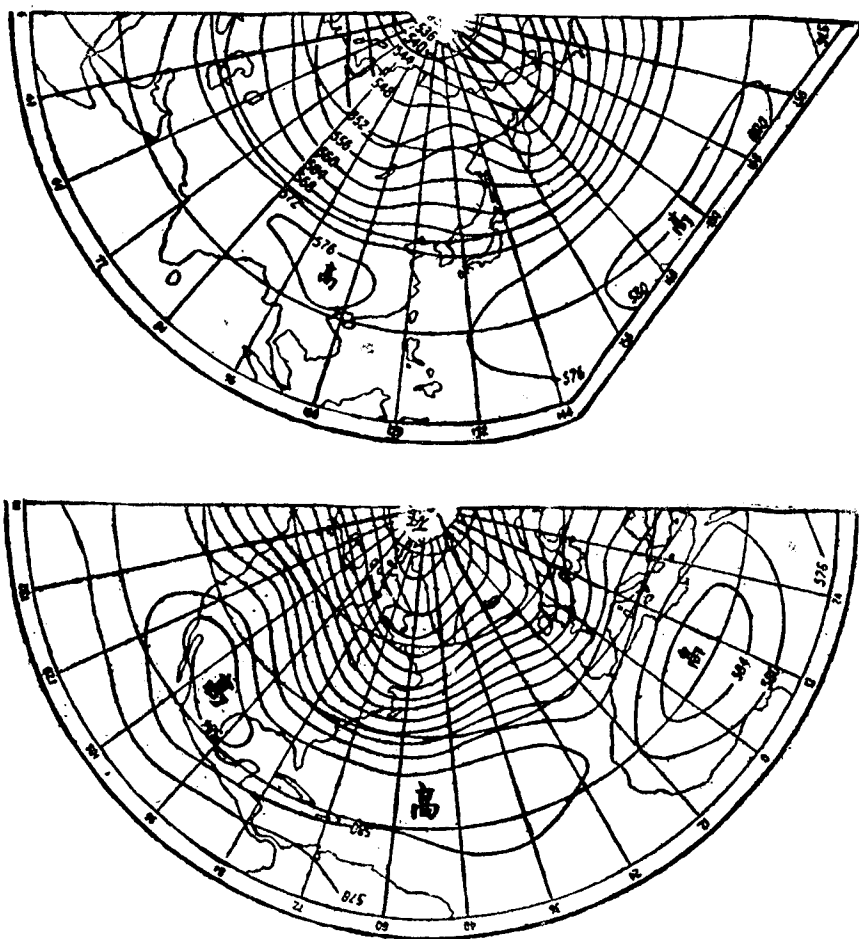


圖 6. 北半球 7 月 500 毫巴 平均高度圖 (採自 Погорсян[10])

a. 東半球 b. 西半球

注意北美大槽比東亞堪察加外的大槽還強得多。

們不取颶風季 (8 月到 10 月), 而取 7 月至 9 月的颶風來統計, 那末就只有 59% 的颶風是轉向的。

由此可見這些基本形勢對颶風或颱風移動是有很大影響的, 因此, 高由禧同志^[4]指出 9 月份颱風預報的方法和 7、8 兩月份有所不同, 是非常有意義的。的確在平均環流上看來, 東亞 9 月份的平均環流已和我們前面所指出的夏季環流很有不同的 (沿中國海岸低槽已加深而堪察加外的低槽反而減弱到不及前者強了)*。

* 當然, 在個別年份或個別時期裏, 9 月份環流形勢接近 7、8 月份的平均形勢, 或者 7、8 月份的環流形勢接近 9 月份的平均環流, 仍是完全可能的。

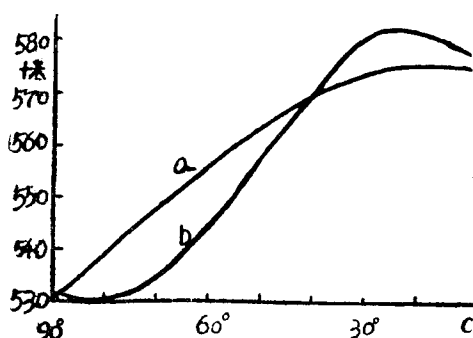


圖 7. 500 毫巴 7 月平均高度的緯度分佈
a. 沿東經 130° b. 沿西經 70°.

東亞與北美夏季環流的不同，也可以說明颶風與颱風轉向點緯度高低的差別。在北美，颶風轉向主要是由高空氣流來決定的，而由圖 6a 和圖 6b 可見在北美副熱帶高壓脊（北緯 25°）就比東亞的高 5、6 個緯度。所以轉向點比較高（北緯 30° 以上）。而在東亞，轉向由颱風本身的發展來決定，它在低緯度地方轉動加強以後，就可以轉向，何況副熱帶高壓脊緯度也比較低。當然，由於那邊高空氣流比較弱，後者還只是次要的原因。

這裏，附帶的也就解釋了颱風常有的方頭路徑。根據前面的看法，我們可以瞭解方頭路徑中的上轉向點是受了高空氣流影響而形成的。由於颱風到達比較高的緯度以後，高空西風比較強，颱風就會向東的成分突然加強。圖 8 表明西經 70° 附近地方由北緯 20° 到北緯 30°，其西風平均風速由——4 米/秒（東風）急增為 5 米/秒，因此它就要轉向。相反的沿東經 130° 它只由——1 米/秒增加為 2 米/秒，由於氣流這樣微弱，變化這樣微小，颱風路徑在低緯度上的下轉向點和下轉向點以上路徑的向北部分（方頭部分）要由前面所說的渦旋內部力來解釋。雖然，也應該指出，有些方頭路徑還可由形勢的特殊變化形成的（如 1932 年 7 月 29 日至 8 月 8 日的颱風），但却是個別的。東風帶與西風帶間風力微弱的地帶過寬，則是形成方頭路徑的外在原因。而到 9 月份颱風、受槽前偏南風操縱，一直向北的路徑也是一般的。

最後，讓我們來想一想為什麼西風帶中有低壓移過堪察加，在白令海及其附近加深時颱風就會轉向呢？誰都知道在夏天裏，北太平洋高壓是影

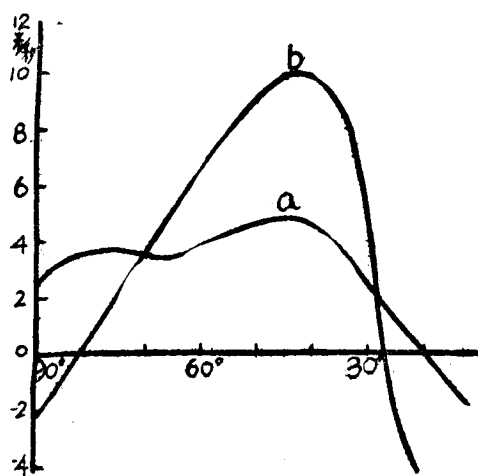


圖 8. 500 毫巴 7 月平均地轉西風速的緯度分佈

a. 沿東經 130° b. 沿西經 70°

響東亞環流形勢的一個重要系統。但是，北太平洋高壓中心離我們東亞還很遠，不論從地面圖或高空圖上，都可以看到北太平洋高壓中心到菲律賓東邊的距離，比北大西洋高壓中心到西印度羣島的距離大了一倍。而且北太平洋副熱帶高壓中心與颱風活動地區之間還隔了一個平均大槽——沿堪察加東岸的平均大槽。因此，在北大西洋信風是比較強的，並且很少被低槽隔斷，相反的，在西太平洋上，雖然太平洋高壓脊一般也能伸到這個區域裏來，但是，由於堪察加東岸常常會有低槽移去加深發展，這時北太平洋高壓脊就減弱而向東縮了。這樣，馬紹爾羣島以西的信風系統就減弱了，高空氣流更散亂了；雖有小的系統但不能形成操縱氣

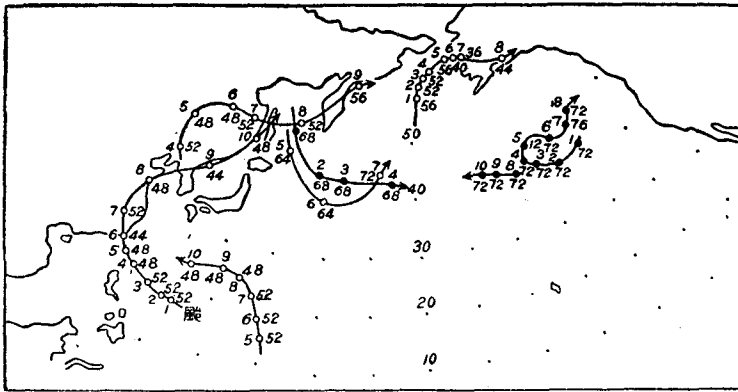


圖 9. a. (符號同圖 1a)

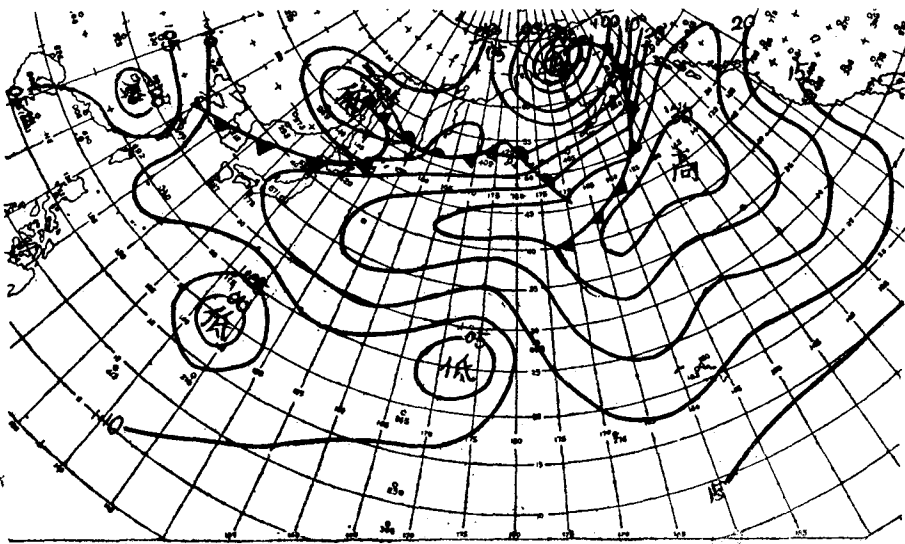


圖 9. b. (說明同圖 2b)