

颱風預報問題之研究

殷來朝

一、緒言

近年來各國氣象學者，對於熱帶風暴（颱風）的研究，不遺餘力，關於颱風路徑的預報方法，也層出不窮，但他們有一個共同的趨向，那就是從地面天氣圖的研判，轉移到高空資料的尋求，不但高空各層氣流的動向與颱風之生成及運動，有密切的關係，甚至太陽黑子的多寡（影響高空臭氧層的溫度乃至地面氣壓系的分佈），與颱風之生成與移動，也具有直接的或間接的關係。

由於海洋上廣大區域內高空探測資料的稀少，同時到了颱風發生時期，其鄰近的遼闊地區以內，天氣都轉劣，除非用飛機偵察，不容易獲得有用的高空資料，所以這種預報工作，到目前還不能不說是一種艱難的問題。

茲謹就作者經驗認為可以應用的預報原則，節述於下，尚希讀者予以指正。

二、熱帶與副熱帶區內高空氣流控制颱風動向的原則

當熱帶與副熱帶地區上空溫度發生顯著的南北差異時，較高緯度的西風帶，就在那個地點伸入熱帶或副熱帶區內，高空的西風層底高度也顯著的降低，副熱帶高壓的中心軸線是隨高度由北向南傾斜的，在這時候由北向南伸入熱帶內的極面低壓槽是被高空的西風推駛向東移動的。但是一到了熱帶區內南北溫度梯度減弱或消除之後，便又建立了很深的東風帶，將低壓槽（即所謂東風波）一個個的推向西行。這時候副熱帶的高壓軸心趨向垂直，或向北移動。

據 Dunn 氏的研究結果，說颱風在某一層氣流內被裹脅前進的時候，本身常向較高氣壓的方向偏出二十至三十度，事實上這說法在低緯度時是相當對的，但一到了高緯度，牠們的移動方向，反較極面低壓為順從高空氣流，因為熱帶海洋上生成的低氣壓，其強度是不隨高度而增加到對流層上部的，至少其四周的氣流也是如是。至於在較高緯度的極面低壓的強度與範圍，則是隨高度向上有明顯發展的，有些地面低壓在二十四小時以前就在高空發現了。據過去高空風觀測紀錄，多數颱風上空從一萬到二萬呎的氣流都是逐漸減弱的。所以牠本身的環流不足以影響高空氣流形成，這與高緯度的極面低壓恰恰相反，那極面低壓在短時後能影響其原始所在的氣流使改變方向，並部份的決定其鄰近的高低氣壓場強度與型式，牠們本身完成了駛向的原動力。

因此我們可以知道熱帶低壓（颱風）與極面低壓在發展上主要不同之點，是在於熱帶低壓的四周上空氣流強度，在中上層對流層內比較減弱，即在成熟颱風的階段亦復如是。至於較高緯度的極面低壓，則因為其上空有較大的溫度梯度之存在，所以其環流較近地面層為強。一個熱帶低壓或颱風一進入較高緯度之後（ 30° — 50° ），即進入了高空溫度梯度激增的區域，其上部氣流即獲增強，漸變成極面低壓之性質，影響該緯度的上空氣流型式亦復如極面低壓系，在進行緩慢時尤為顯著。

在某種特殊情況之下，南北方向的溫度梯度伸入熱帶區域，甚至在夏季亦可發生這種現象，那時候的颱風可能在緯度三十度或二十五度就開始變為副熱帶低壓，南北向溫度梯度與極面西風帶所伸展到的緯度，平均位置也隨季節而有變動，在颱風季節初期與後期，其轉向點都較中期為低。

三、高空導引氣流的選定

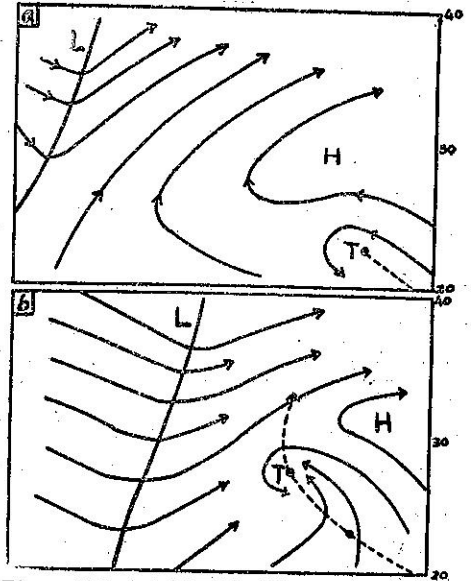
我們必須注意，在決定颱風的導引氣流時，必不能使用已經受到颱風環流影響的高空報告，在颱風初期發展中，可應用對流層的中下層氣流，即是八千呎至一萬呎的高空風報告，作為行駛颱風的氣流，但在颱風已發展成熟之後，就應使用一萬四千呎的高空氣流圖，較為合適可靠。當時的季節和颱風所在的緯度，也須加以考慮，颱風到了緯度三十五度的時候，就不會和一萬四千呎的高空風向符合，此說在卷雲方向與一萬四千呎的風向相差很大時，尤為顯著，在颱風季節的初期和末期，須考慮在緯度二十至二十五度處的對流層已有相當的高，故所用作導引氣流的高度，須隨對流層的厚度予以適當的調整。

四、颱風路徑的分類

在高空的導引氣流如果是屬寬闊而無垂直的風變（風切）時，預報起來比較容易，但一遇有極面槽伸入熱帶

時，西風層底就降低高度，那時的颱風是否會轉向的問題就發生了。據過去紀錄，只有少數的颱風是轉入牠們在第一次所遇到的極面低壓槽內去的，有多次的事實都起了路徑改向的問題。下面且列舉幾點颱風移動方向與高空的主要關係。

①颱風路徑轉向北或東北者 此類路徑包括所有由東向西而轉向北或東北的颱風，這類颱風，在轉向之前，洋面上會有一個極面低壓槽在颱風北面通過，有些低壓槽是當颱風在發生期間，自其東北面移去，還有一種是在南中國海生成的颱風，一直就向東或東北移動的，也包括在這一類。這類颱風的轉向與否，完全是根據極面西風帶的行跡而決定的，對於風暴本身的原始動力則無甚關係。原來位於一個由東向西移進的颱風北面的高壓脊線，在轉向之前，必然要被消滅，或被推移到颱風轉向點以南的緯度去，這種情況是因為有一活動性的極面槽在西方伸入低緯度，而且造成了熱帶或副熱帶區內強烈的南北溫度梯度，在颱風所在的緯度上，極面西風層底也降低到擾引氣流高度以下，而且是位於颱風中心之西。(見圖一)最重要的是在極面槽的後方要有一帶很寬廣深厚的西風。常常是在過去第一極面槽之後方不遠，又隨着來一個新槽，在颱風的西方五百哩至七百哩處，如有高空西風帶出現，颱風即開始有反應，當極面槽東移時，颱風便由向西而轉向北。

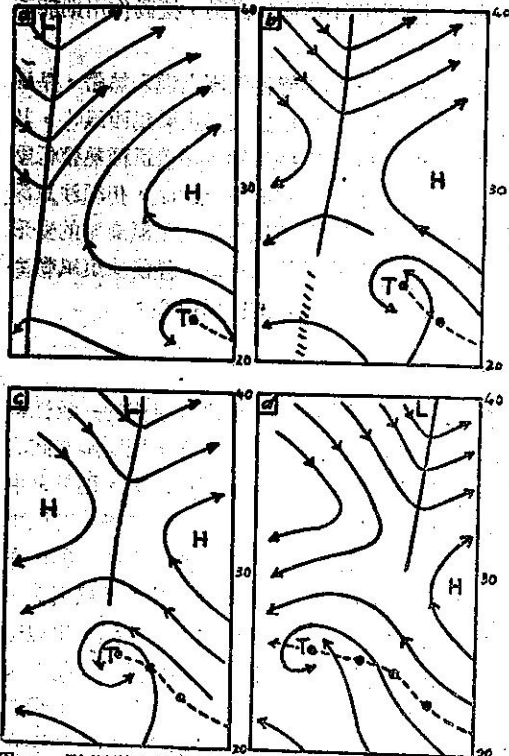


圖一、當北方有極面低壓槽移近時，颱風向北轉進，矢線表示在 8,000 呎與 14,000 呎間之氣流線。

其次的問題，便是颱風以後的動向是向北還是轉向東北，這時候一部份是與副熱帶的天氣形勢有關，一部份是與副熱帶高氣壓西端的阻擋影響有關，假如副熱帶高氣壓的中心軸線是隨高度向赤道傾斜，則颱風必將趨向於極面槽及低壓中心而轉向東北。但如高壓軸心傾度接近垂直，(此可從風向無垂直的變化及無西風層底而推知)則其西方的低槽將趨停留，颱風中心將繼續向北移。

②颱風路徑繼續向西或西北者 這類颱風在中期颱風季節相當的多，因為在颱風的北部經常是保持着厚層的東風帶，以致不能轉向。有些颱風是因為當時的極面槽根本不能伸入颱風所在的低緯度，所以沒有機會轉向。有些只是稍稍和極面槽的最南端相接觸，但因此槽線之最南端勢力已甚薄弱，只能在槽線東部經過時，略為引起暫時的氣旋型氣流，使颱風路徑顯向北移，但決不會使颱風真的向北或北東北轉向，因為牠的北方和西方的高空都仍然是偏東風之故。最困難而且是常常發生的事情，是當颱風遇到了強度的極面低壓槽而且有西風層伸入熱帶區內，如前節所述者一樣，但在前節所述的颱風路徑中，其西風層底不特降低而且保留在副熱帶或一部熱帶之內，而這一類颱風的路徑中，其北方槽線後方的西風層很快就消失了，繼着又建立起深厚的東風層來，這就是兩類路徑所以不同之點。

東風層的重建，是因為在槽線的後方跟着或新發生一個熱性高壓所致，其程序如圖二所示，在槽線南部的南北向溫度梯度(這是維持高空西風所必需的條件)很快就消失了，於是高空中東風便又接替了西風，有時在極面槽由西方移向一個阻擋去路的西太平洋高壓時，高空西風也會減弱，於是



圖二、颱風路徑經過極面低壓槽南端，但因北方東風層的重建，而不能向北轉進的四個程序。

空中東風便又接替了西風，有時在極面槽由西方移向一個阻擋去路的西太平洋高壓時，高空西風也會減弱，於是

槽線的南段便被阻止而很快的和牠的北段失去連續，因北部的槽線已無阻擋的向東移去了，這被阻止的部份槽線或被消滅或隨東風而轉向西退。在這種時候，颱風雖然接近極面槽的南端，起初由於西風層的降低，而減低速度，開始向北轉向，但在二十四小時之後，東風勢力重建，牠仍將繼續向西或西北進行，所有颱風在轉向的時候，移行速率勢必減低，這是說明牠正在位於熱帶東風與極面西風相交接的一狹帶輕風區域內所致，當颱風中心接近東風與西風之間的槽線時，高空的導引氣流作用便喪失了，如颱風中心遠在槽線以南，則必無減速現象發生。

③不規則的颱風路徑 在颱風季節的初期和末期，偶有這類不規則的颱風路徑發生，其路徑的前段與後段，大多是和普通一般，不過在中間轉向階段，略顯複雜，先向北或西北轉向之後又忽轉向偏西；這些路徑可說是由前述兩類路徑的複合路徑，在起初的時候，颱風中心以西的高空西風層底降低而且繼續維持不變，因此颱風中心轉向北，但當牠到達較高緯度之前，其北方新生一個動力的高壓，或竟超越牠的北方而向東移，於是颱風中心便顯減速而又轉向西北，此後如再遇一新的極面槽伸入，則又將轉向北或東北。在九十月之間，颱風中心進入極面槽的南面，其高空氣流所波及的範圍相當大，有時高緯度的低壓槽很迅速的越過颱風中心的北方，於是颱風的移動便受槽線後方高空風的導引作用，這時如遇槽線後方有強烈的北風，或北東北風，則颱風中心便會轉向南或西南移，如遇槽線後方有強烈的西北風，則颱風中心竟可以向東南移行一段距離，有時甚至其路徑之軌跡可自繞一圈，然後再進入第二次移近的極面槽內。我們根據過去五十年的颱風路徑圖來看，這類不規則的颱風路徑發現次數確實不少，僅次於前述第一類而已。總之，颱風所在緯度的高空八千呎至一萬四千呎的氣流，成為颱風路徑的導引氣流乃是鐵的事實。

五、關於熱帶低壓（或颱風）發生的幾點解釋

根據美國熱帶氣象研究所研究的結果，對於颱風發生的解釋大致如下：

①在熱帶地區的對流作用和沉降作用，完全是由天氣狀況而決定，對流作用不能產生擾動，擾動作用則能產生對流，不過對流作用對於繼續支持擾動作用的發展與持久，可能有若干影響。

②在雨季中氣團特性的不同，不足重視亦不能認為是熱帶氣旋產生的原因，極地變性氣團之進入熱帶，是與熱帶氣旋的發展相反對的，因為極地變性氣團在低緯度時，往往在高空是西風，在低層為東風上層為西風時，其風變必阻礙渦旋氣流之增強，熱帶低壓在生成後略向東北移，不加深即趨消滅，但有些時候，接着這種熱帶低壓發生之後，在其上方甚或較高之緯度又有東風層很快的加深，於是此低壓中心復向西移而繼續加深，但須注意深厚的東風層，本身並不能加強熱帶低壓，必須要在高緯度有極面槽經過，以使廣闊的東風氣流起了氣旋型的變形，同時，在極面槽之高空不會帶入強勁的西風層侵入低緯度才行，有時這種高緯度的槽線經過，僅能使東風帶產生東風波，如條件適合使東風波之氣旋型環流加強，成為合圍之圓形低氣壓，便產生新的颱風中心。

六、結 論

①颱風所移行地區的高空氣流型式的趨勢，將決定颱風中心的未來路徑。②颱風移動與高空氣流的一致性較之副熱帶低壓尤為接近。③如在颱風所在緯度的西方高空中西風層底部大為降低而且停留在低處，則颱風必向北轉向。但如在一個過去極面槽的後部產生一個高壓或由西向東移進一個高壓，而使低緯度的西風消失，則颱風中心，勢必繼續西移。④有一種例外的現象偶然可以發生，就是在颱風的東面有一極面槽大為加深的時候，颱風東方洋面上又有低壓發生，則在高空將發生強度西北風以導引颱風中心，使出現向東南移行之不正常現象。⑤如在一個狹而深的極面槽的後方，產生一個動力高壓，其平面軸向為自北東北至南西南，其脊線勢力伸入颱風所在緯度以南，則其上空構成東北氣流，使颱風中心向西南移，等到第二次極面槽進入時再行轉入。⑥自颱風發生以至消滅，其中間可能受到幾次極面槽和脊的影響，只有少數是依照一般教科書上標準的拋物線路徑前進的。⑦颱風路徑常是複合性的，因為高空氣流型式常有改變，預報員應當常加注意與判斷其路徑是否改變。⑧熱帶風暴的發展不適宜於極面西風層底是低的地區。新生熱帶低壓中心的北方，須有深厚的東風層，而極地低壓槽之出現須遠在其中心的北方，這樣才最適宜於加深與發展。