

北太平洋西部轉向颱風之分析研究*

徐 晉 淮 王 博 義

A Study on Typhoon Recurvature in Northwest Pacific Area

Chin-huai Hsu, Bor-yih Wang

ABSTRACT

The relationship between typhoon recurvature and zonal index of mid-latitude along 110°E meridian has been investigated as follows:

1. The possibility of typhoon recurvature increases with decreasing zonal index along 110°E.
2. The zonal index along 110°E is determined from zonal index along 60°E. The time lag is about seven days from 60°E to 110°E.
3. 24-hour predicted position of westerly troughs can revise the daily zonal index along 110°E extrapolated from 60°E.
4. Twelve-year combination chart can be used as an aid of zonal index analysis.

The results of this study indicate that the zonal index along 110° E is likely to be a tool to forecasting the typhoon recurvature.

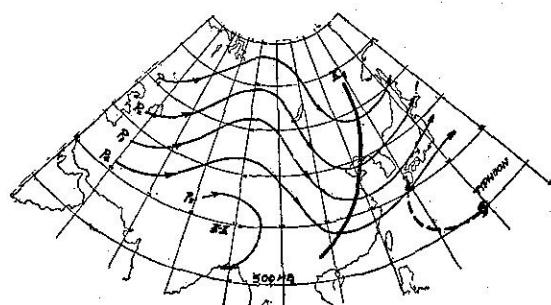
一、前 言

臺灣位於亞熱帶地區，每年受颱風侵襲，常引起嚴重災害，生命及財產之損失甚鉅，足以影響經濟建設之發展。目前一般人對於颱風警報準確性與適時性之要求愈來愈高，並且還需要發佈暴風、豪雨和浪潮之預報，以防止造成洪水氾濫。在發佈颱風帶來災害等預報之前，除了我們必須對於颱風路徑、風雨、浪潮及洪水等關係有所認識之外，最重要的是準確的颱風路徑預報，也可以說，如果沒有正確的颱風路徑預報，即無法做到適時的災害防範。目前廿四小時颱風短期預報程序，對於提前發佈警報及防害工作準備立場上，發佈時間仍嫌太倉促。為了瞭解熱帶性風暴一旦形成颱風後，是否會侵襲臺灣地區的可能性，必須認識颱風本身是否有轉向趨勢抑或繼續向西進行，因為發源於北太平洋西部之颱風，成為轉向颱風時，一般講，都不會對臺灣地區有影響，因此颱風路徑的預報問題，必須包括轉向颱風之研究。本篇即是研究颱風轉向之簡便實用預報方法，以供實際發佈颱風警報作業之應用。

按北太平洋西部地區熱帶性風暴的形成，往往

* 本研究之完成，曾獲國家科學委員會之輔助。

在 500 毫巴高空分析圖上，東經 180 度附近有一條深瀕的西風長波主槽，東經 140 度附近則有明顯的脊線，即風暴形成在副熱帶高壓脊南方之東風波帶中，當風暴逐漸發展成為颱風，自東向西緩慢運行，此時若東經 80 度北緯 50 度附近有強勁高壓脊出現，而在東經 110 度附近則有較深之西風槽（500 毫巴定壓面圖上），則沿副熱帶高壓南緣之西進颱風，便具有偏向右方再往北之趨勢，方向逐漸轉變，構成轉向颱風（如圖一）。



圖一 轉向颱風範式圖

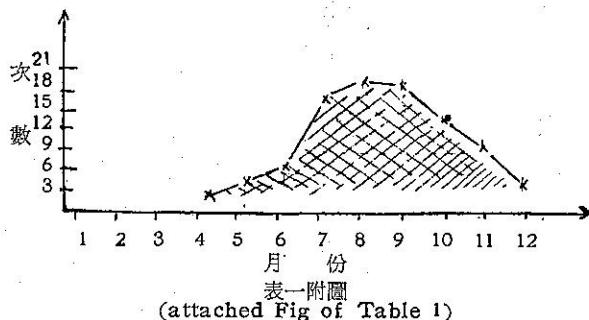
Fig 1. a typical example of typhoon.
With a recurving track

通常颱風形成後，颱風中心之不規則運行，深受其周圍氣壓系統所控制，況且其周圍大規模氣壓系統，因範圍較廣，演變程序較規律而速率變化亦緩和，故確定颱風周圍系統未來之演變也較方便。一般所知道的，副熱帶高壓與西風槽是影響颱風路徑變化的主要因子。副熱帶高壓強度的增強與減弱可以控制颱風的西進與轉向，同樣地，西風槽的加深與減弱也可以促使颱風的轉向與西進，副熱帶高壓與西風槽兩者間的變化息息相關，互為因果。討論西風槽的強度，可以 500 毫巴高空圖東經 110 度附近之緯流指數變化作為代表，蓋以此項緯流指數可代表西風強度控制對於侵臺與否之颱風轉向趨勢。

表一 北太平洋西部各月發生颱風之次數及百分率 (1887~1972年)

Table 1: The monthly Frequency of typhoon in Northwest Pacific from 1887 to 1972.

月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	合計
發生總次數	25	11	15	43	78	110	314	358	344	262	175	82	1817
百分率 (%)	1.4	0.6	0.8	2.4	4.3	6.1	17.3	19.7	18.9	14.4	9.5	4.5	100.0



(attached Fig of Table 1)

若將北太平洋西部所發生之颱風路徑歸納為兩大類別：一為自發源地西進轉北北西向，一般在東經 120 度到 135 度附近呈拋物線狀轉向，影響範圍包括琉球，日本或韓國等地；二為自源地逕向西或西北西前進，呈直線型西進，影響範圍包括臺灣地區、菲律賓、中國東南沿海及南海。然後根據 7、8、9 三個月內 500 毫巴定壓面上高度值，計算東西向緯流指數升降情形，對於颱風西進或颱風轉向與緯流指數升降之關係，說明如下：

推算中緯度西風強度之大小，以選擇北緯 35 度及 55 度兩個緯度圈，各以東徑 110 度及 60 度經度子午線，分別代表涵蓋經度 100 度至 120 度；50 度至 70 度之範圍，計算成緯流指數表示之。東經 60 度緯流指數是東經 110 度上游指數升降之預兆，即利用東

二、方法與資料

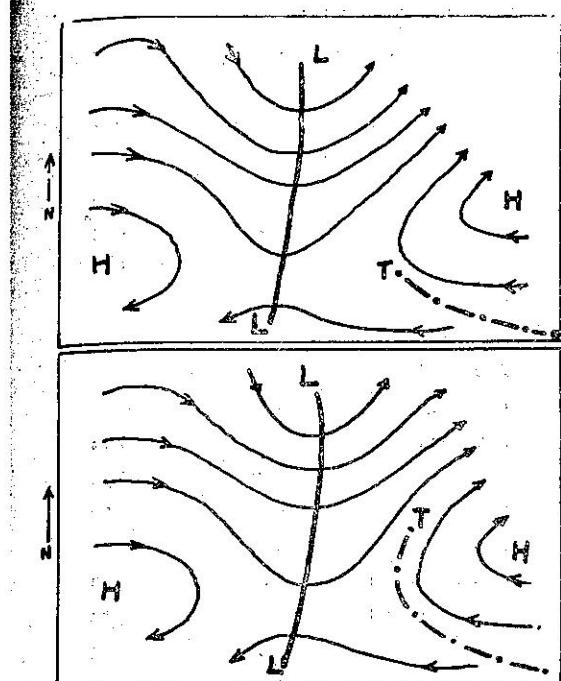
根據民國前十五年至民國六十一年之颱風資料統計⁽⁸⁾，北太平洋西部逐月發生颱風之次數與百分率中，（如表一及附圖），颱風以 7、8、9 三個月出現佔最多，共計佔每年總數之百分之五十五點九。同時，颱風侵襲臺灣地區者，也是主要分佈在 7、8、9 三個月份，七十六年間 7 月份有 66 次，8 月份有 86 次，9 月份有 65 次；7、8、9 三個月裡共計佔百分之七十九點二。故選擇 7、8、9 三個月為轉向颱風問題之研究範圍。

經 60 度之指數推求東經 110 度之指數週期循環，然後作颱風轉向與否之展期趨勢預報。

300 毫巴和 500 毫巴高空氣流經常用來駛引中度或強度颱風；若輕度颱風或熱帶性低壓，則利用 700/850 毫巴間高度變量作駛引，本研究並不單獨應用 700/850 毫巴間平均高度場考慮颱風運行之駛流原理。以免當颱風強度甚強時，使用 700/850 毫巴駛引法顯示其偏低之缺點。採用上述 700/850 毫巴間高度變量法或穩定指數值⁽⁷⁾，加上緯流指數對颱風轉向的關係，可望獲得較良好之颱風路徑展期趨勢預報，有利於預估颱風降水量和妥善天然災害之防範措施。

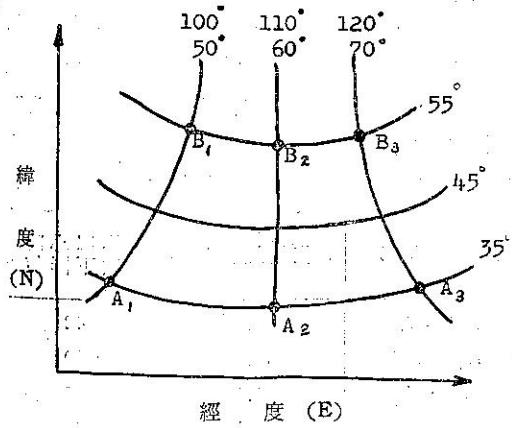
三、緯流指數之計算

緯流指數是表示西風強度的簡單方式。氣象學家李爾氏⁽¹⁾曾經討論到西風槽對於颱風運行的影響，認為長波槽東移，造成中緯度西風帶上及振幅的增加，促使低緯度的風暴轉向（如圖二）；相反地，當短波槽勢力微弱被高壓脊取代時，則低緯度風暴仍然向西進行，提示到西風強度的增減與颱風轉向具有關係。故而中緯度平均西風強度雖然在颱風季節裡顯得微弱，不如冬半年強烈變化之明顯，但實際上許多颱風轉向在 500 毫巴面上仍然可以看出受西風槽之影響，況且西風強度是整個北半球天氣大勢之系統配置及移行之重要控制因素。



圖二 西風槽與颱風轉向之關係示意圖（採自李爾氏）
Fig. 2. The relationship between the westerlies and typhoon recurring (After Riehl)

緯流指數是指中緯度西風強度之量度。通常以緯度 35 度與 55 度間之水平向氣壓差或其相當之地轉風表示之。按分析完畢之 500 毫巴圖上取經緯度諸交點之高度值代入下列式中加以計算（參考圖三）：



圖三 計算緯流指數網格點位置

Fig. 3. The grid point for calculating the zonal index.

$$\frac{(A_1 - B_1) + (A_2 - B_2) + (A_3 - B_3) + \dots + (A_n - B_n)}{N}$$

$$\times K = \bar{U}_{60(110)}$$

$\bar{U}_{60(110)}$ = 東經 60 或 110 度附近之緯流指數 (m/s)

K = 高度換算成西風風速常數值

(本研究係採用 0.04)⁽⁴⁾

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n \}$ = 表示 500 毫巴面上計算參考
 $B, B_1, B_2, \dots, B_n \}$ = 點之高度值 (g.p.m)

例如圖三簡圖之各 B 交點在 500 毫巴圖上已知高度值分別為 $B_1 = 5690, B_2 = 5740, B_3 = 5700$ (g.p.m)；各 A 點高度值分別為 $A_1 = 5910, A_2 = 552920, A_3 = 5840$ (g.p.m)，經過代入上式得到 \bar{U} 為 +3.6 m/s。所得正數表示西風，負數表示東風，正數愈大西風愈強，正數愈小西風愈弱，由此差數計算而得之西風強度值即稱為緯流指數。

根據上述過程，計算有關 1959 到 1971 年之轉向與西進颱風時，配合東經 110 度附近上之緯流指數，得到一個明顯的結論是：500 毫巴面高度場上緯流指數隨時間變化愈小，颱風轉向可能性愈大；緯流指數隨時間變化愈大，颱風轉向可能性愈小，即北太平洋西部颱風之轉向均出現於 500 毫巴高空圖上東經 110 度附近緯流指數趨向於降低之情況下。

分析表二 25 個轉向颱風，平均 24 小時指數下降值：最大 4.73m/s，最小 0.42m/s，平均為 1.63m/s；表三內 10 個西進颱風，平均 24 小時指數上升值：最大 3.70m/s，最小 0.20m/s，平均為 1.51m/s，總計 35 個颱風 24 小時指數升降範圍平均在 1.59m/s 左右。表示上述的定性關係，僅可以提供預報颱風轉向的趨勢而已，至於影響颱風轉向的定量程度，需要加進更多其他預報因子的補充分析。

四、緯流指數與颱風轉向之關係

颱風路徑之轉向點，一般而論，夏季之緯度偏高；而春秋季則較低，統計 1959 年至 1970 年侵臺颱風之結果亦顯示：5 月份至 11 月份路徑明顯由北、西北、西北西及西等方向，順着季節性發生緯度偏差之變化⁽⁷⁾。又如以 1962 年到 1966 年之歷次颱風轉向緯度值⁽⁵⁾（如表四），可詳見轉向緯度之高低，各年均有偏差，最高可達北緯 35 度，最低僅 14 度。說明單純資料統計上，分析颱風轉向點之季節性緯度南北變化，無法配合應用於轉向颱風之趨勢預報。

實例如 1967 年 7 月 1~7 日畢莉颱風，路徑由西北西轉西北，再由西北轉北至北北東進行，是一個典型轉向颱風（如圖四）。當時東經 110 度附近之緯流指數經計算得由正 7.8m/s 降至正 4.4m/s（如表五），颱風進行方向由 270 度轉向至 360 度，二者間關係很明顯。

表二 轉向颱風與東經 110° E緯流指數之關係Table 2: The correlation of recurvature typhoons to the zonal index along 110° E.

日期			颱 風 名 稱	指數變化情形	指數下降值	平均 24 小時 指數下降值
年	月	日				
1959	4	17-19	蒂達 (Tilda)	35.6→23.9	-11.7	3.90
1959	8	1-5	艾倫 (Ellea)	8.9→1.0	-7.9	1.58
1959	9	12-15	莎拉 (Sarah)	17.4→13.1	-4.3	1.08
1959	10	5-7	寶佩 (Babe)	17.2→15.1	-2.1	0.70
1959	10	9-13	夏絲蒂 (Charlotte)	28.1→25.0	-3.1	0.62
1960	6	2-5	娜定 (Nadine)	25.9→22.1	-3.8	0.95
1962	8	2-6	歐珀 (Opal)	11.0→8.5	-2.5	0.50
1962	9	2-6	愛美 (Amy)	11.9→2.1	-9.8	1.98
1963	10	6-9	克蒂 (Kit)	33.1→22.3	-10.8	2.70
1964	9	20-23	魏達 (Wilda)	21.2→15.1	-6.1	1.52
1964	7	24-26	哈莉 (Harred)	12.2→10.4	-1.8	0.60
1964	9	6-8	雪莉 (Shirley)	20.9→15.1	-5.8	1.93
1964	9	10-14	崔絲 (Trix)	14.6→11.9	-2.7	0.54
1964	9	20-23	范迪 (Wendy)	20.3→10.4	-9.9	2.48
1966	4	8-12	海斯特 (Hester)	40.1→38.0	-2.1	0.42
1966	5	12-18	伊瑪 (Irma)	24.1→11.9	-12.2	1.75
1967	7	1-6	畢莉 (Billie)	18.9→12.6	-6.3	1.05
1967	10	22-26	黛納 (Dinah)	49.8→30.9	-18.9	3.98
1967	11	15-18	吉達 (Glida)	49.8→30.9	-18.9	4.73
1967	11	19-21	哈莉 (Harriet)	36.9→31.8	-4.9	1.63
1968	9	19-22	黛拉 (Della)	33.3→28.8	-4.5	1.13
1968	10	16-20	葛樂禮 (Gloria)	32.1→19.5	-12.6	2.52
1969	8	16-20	寇拉 (Cora)	16.2→14.1	-2.1	0.42
1970	6	30-3	歐加 (Olga)	17.4→13.8	-3.6	0.90
1971	11	10-13	伊瑪 (Irma)	36.7→21.2	-5.5	1.40

表三 西進颱風與緯流指數之關係

Table 3: The correlation of the westward typhoon to the zonal index.

日期			颱 風 名 稱	指數變化情形	指數上昇值	平均 24 小時 指數下降值
年	月	日				
1960	8	30-3	葛樂禮 (Gloria)	15.4→17.5	2.1	0.42
1962	9	30-3	黛納 (Dinah)	19.1→31.1	12.0	3.00
1964	9	1-4	魯碧 (Ruby)	14.9→16.7	1.8	0.45
1964	9	4-10	沙莉 (Sally)	18.0→21.2	3.2	0.46
1965	9	1-4	羅絲 (Rose)	15.3→25.7	10.4	2.60
1966	12	27-30	波密拉 (Pamela)	39.4→43.4	4.0	1.00
1968	8	10-15	玻莉 (Polly)	8.4→9.6	1.2	0.20
1968	9	25-30	艾琳 (Elaine)	15.6→22.2	6.6	1.10
1970	9	9-13	喬琪亞 (Georgia)	12.6→23.4	10.8	2.16
1970	10	5-9	芙安 (Fran)	6.7→25.2	18.5	3.70

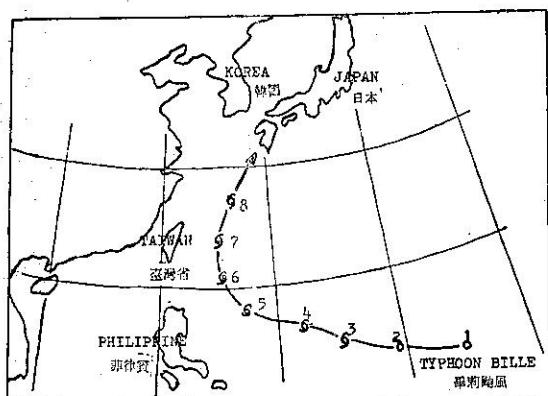
表四 1962-1966 年內歷次轉向颱風之轉向緯度統計
Table 4: The recurring latitude statistics of Recurvature typhoons from 1962 to 1966.

緯度 次數 日期	10°	15°	20°	25°	30°	最高 緯度	最低 緯度
	15°	20°	25°	30°	35°		
1962	0	3	2	1	6	35	16
1963	0	3	3	5	0	29	17
1964	0	1	0	4	0	30	17
1965	1	2	7	2	2	35	14
1966	1	5	2	2	0	30	15

表五 1967年7月畢莉颱風與緯流指數關係

Table 5: The correlation of the BILLIE typhoon moving angle to the zonal index over 500 mb

日 期	緯 流 指 數	進 行 方 向
1	+7.8	270
2	+7.5	280
3	+7.3	290
4	+6.4	300
5	+5.7	320
6	+5.0	340
7	+4.4(m/s)	360(度)



圖四 1967年7月1日至7日畢莉颱風路徑圖

Fig 4: The typical recurvature typhoon BILLIE during July 1~7, 1967.

然後依照計算緯流指數與實際颱風路徑之運行方向互相比較：計得到表六（表六-1至表六-4）為1959年到1971年中各7、8、9三個月份裡有關颱風路徑與東經110度附近緯流指數變化之關係。表中的符

表六-1 颱風路徑與東經110度附近緯流指數之關係

Table 6: The relationships of the typhoon track to the zonal index along 110°E.

日 期	颱 風 名 稱	路 徑	指 數 化	備 考
年	月			
1959	7 Billie	轉 向	下降	○
1959	8 Ellen	"	"	○
1959	8 Georiga	"	"	○
1959	8 Iris	"	"	○
1959	8 Joan	"	"	○
1959	9 Louise	"	"	○
1959	9 Sarah	"	"	○
1959	9 Vera	"	"	○
1960	7 Polly	"	"	○
1960	7 Shirley	西 北	上昇	○
1960	8 Trix	西	"	△
1960	8 Virginia	轉 向	下降	○
1960	8 Wendy	"	"	○
1960	8 Agnes	"	"	○
1960	8 Della	西 北	上昇	△
1960	9 Gloria	西	"	△
1960	9 Hester	轉 向	下降	○
1960	9 Judy	"	"	○
1961	7 Flsie	西北西	上昇	△
1961	7 Flossie	"	"	△
1961	7 Grace	轉 向	下降	○
1961	8 June	"	"	○
1961	8 Kathy	西 北	上昇	△
1961	8 Lorna	西北西	"	△
1961	9 Marie	轉 向	下降	○
1961	9 Pamela	西北西	上昇	△
1961	9 Nanoy	轉 向	下降	○
1961	9 Ruly	西	上昇	△

表六-2

日 期	颱 風 名 稱	路 徑	指 數 化	備 考
年	月			
1961	9 Saly	西	上昇	△
1962	7 Joan	轉 向	下降	○
1962	7 Kate	"	"	○
1962	7 Louise	"	上昇	⊗
1962	7 Nara	"	下降	○
1962	8 Opal	"	"	○
1962	8 Patsy	西	上昇	△

1962	8	Sharah	轉 向	"	⊗
1962	8	Thelma	"	下降	○
1962	9	Babs	西	"	⊗
1962	9	Chariet	"	上昇	△
1962	9	Dainah	"	下降	⊗
1963	7	Viginia	轉 向	"	○
1963	7	Wendy	"	"	○
1963	8	Bess	"	"	○
1963	8	Carnon	西	上昇	△
1963	9	Fay	"	"	△
1963	9	Gloria	"	"	△
1963	9	Hester	轉 向	下降	○
1964	7	Cora	西北西	"	⊗
1964	7	Elsie	"	上昇	△
1964	7	Flossie	轉 向	下降	○
1964	7	Helen	"	"	○
1964	8	Jda	西北西	上昇	△
1964	8	Jone	"	"	△
1964	8	Katty	轉 向	下降	○
1964	9	Ruby	西	上昇	△
1964	9	Sally	"	"	△

1966	9	Cora	西北西	上昇	△
1966	9	Rita	轉 向	下降	○
1966	9	Doris	"	"	○
1966	9	Flossie	"	"	○
1966	9	Elsie	"	"	○
1966	9	Helen	"	"	○
1966	9	Ida	"	"	○

表六-4

日 期	颱 風 名 稱	路 徑	指 變 數 化	備 考
年	月			
1967	7	Billie	轉 向	下降
1967	7	Dot	"	下降
1967	8	Ellen	"	上昇
1967	8	Georgia	"	上昇
1967	8	Louse	"	下降
1967	8	Marge	西	上昇
1967	8	Nora	"	"
1967	9	Patsy	"	"
1967	9	Ruth	轉 向	下降
1967	9	Sarah	"	"
1968	7	Nadine	"	"
1968	7	Mary	"	"
1968	8	Rose	西 向	⊗
1968	8	Polly	轉 西 向	上昇
1968	8	Shirly	西 向	△
1968	8	Trix	轉 向	下降
1968	9	Wendy	西 向	上昇
1968	9	Della	轉 向	下降
1968	9	Elaine	"	"
1969	7	Visla	西北西	上昇
1969	8	Besty	西北 北	下降
1969	9	Cora	轉 北 向	"
1970	7	Ruby	西 北 向	上昇
1970	8	Wilda	轉 北 向	下降
1970	8	Anita	北 北 西	上昇
1970	8	Billie	轉 向	下降
1970	9	Fran	北 北 西	上昇
1970	9	Georgia	轉 向	下降

表六-3

日 期	颱 風 名 稱	路 徑	指 變 數 化	備 考
年	月			
1964	9	Tilda	西	上昇
1964	9	Wilda	轉 向	下降
1965	7	Freda	西北西	上昇
1965	7	Gilda	"	△
1965	7	Harriet	"	△
1965	7	Joan	轉 向	下降
1965	8	Rose	西北西	"
1965	8	Lusy	轉 向	"
1965	8	Mary	"	○
1965	9	Shirie	"	○
1965	9	Trix	"	○
1965	9	Wendy	"	○
1966	7	Lola	西北	上昇
1966	7	Mamie	西北西	"
1966	7	Tess	轉 向	⊗
1966	7	Nina	"	○
1966	7	Ora	"	○
1966	7	Susan	"	⊗
1966	8	Viola	"	下降
1966	8	Winnee	"	○
1966	8	Betty	"	○

號「⊗」表示進行方向與指數變化無關；符號「○」表示颱風轉向隨指數逐漸下降；符號「△」表示颱風西進時指數繼續上升，颱風西進方向，多數為向西、西北西、西北等。

綜合表六分析結果，緯流指數（東經 110 度附近）

與颱風路徑之關係，可以獲得下列幾個要點：

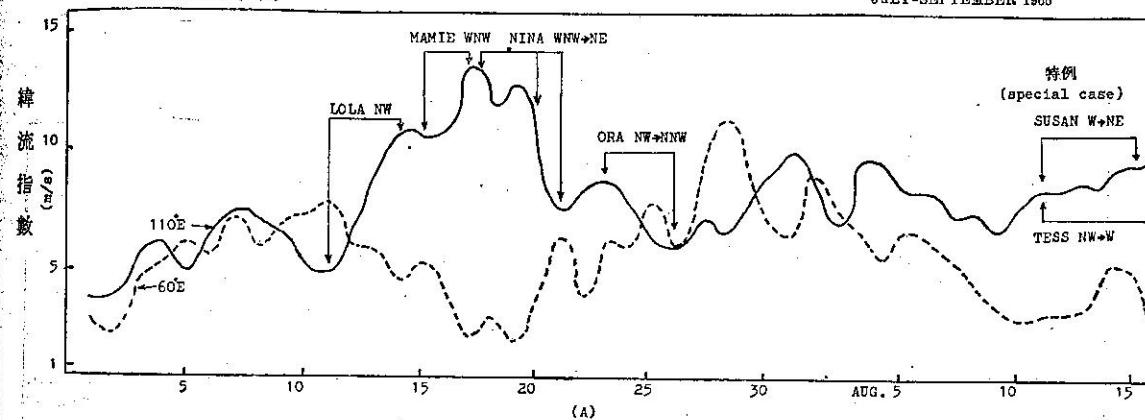
1. 因緯流指數下降促使颱風轉向者計 63 次，維持颱風西進者 6 次（如表七）。結果因指數下降而轉向颱風之機率為百分之九十一。
2. 因緯流指數上升促使颱風繼續西進者共計 34 次，造成颱風轉向者 9 次（如表七）。結果因指數上升而颱風仍然西進者機率佔百分之七十九。
3. 隨緯流指數（東經 110 度附近）下降而颱風轉向或上升而颱風西進，成功次數 97 次，失敗次數 15 次，估計其成功機率為 86.6%。

表七 不同緯流指數 (110°E) 變化組與颱風路徑關係次數表

Table 7: The remark symbols to the changes of zonal index along 110°E

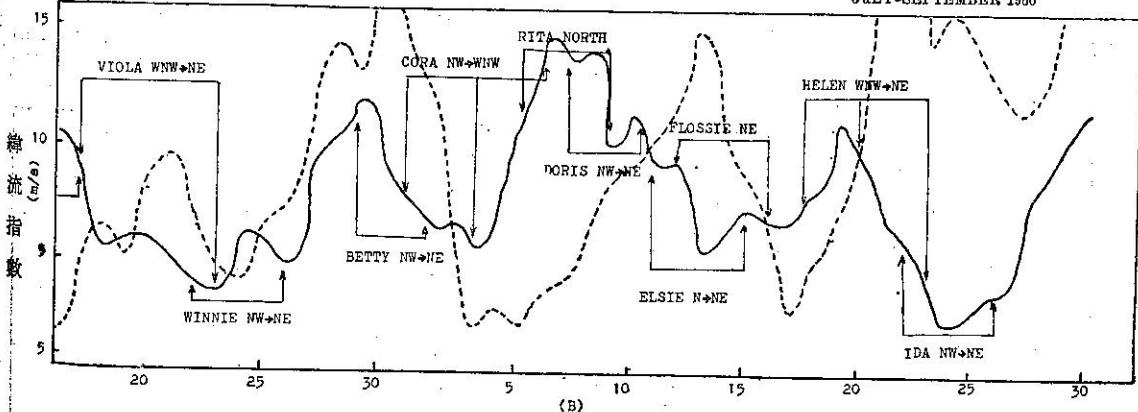
符 號	○	△	\otimes 指 數 上 升	\otimes 指 數 下 降	合 計
次 數	63	34	9	6	112

ZONAL INDEX(m/s)



ZONAL INDEX (m/s)

JULY-SEPTEMBER 1966



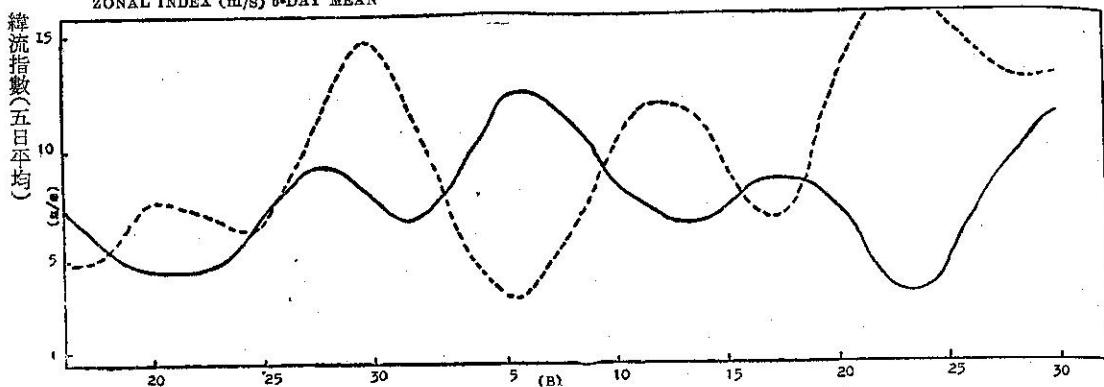
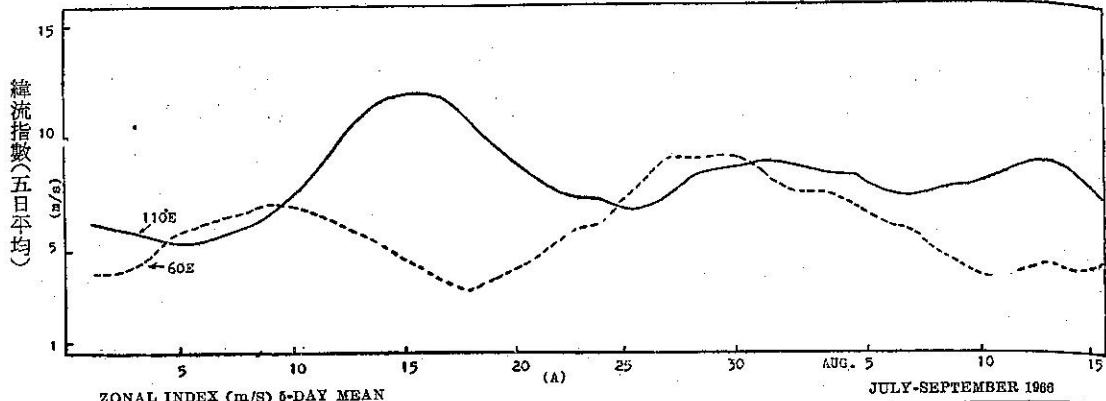
(1966年7-9月)

Fig 5: The Chart with time periods of the zonal index during July-September, 1966.

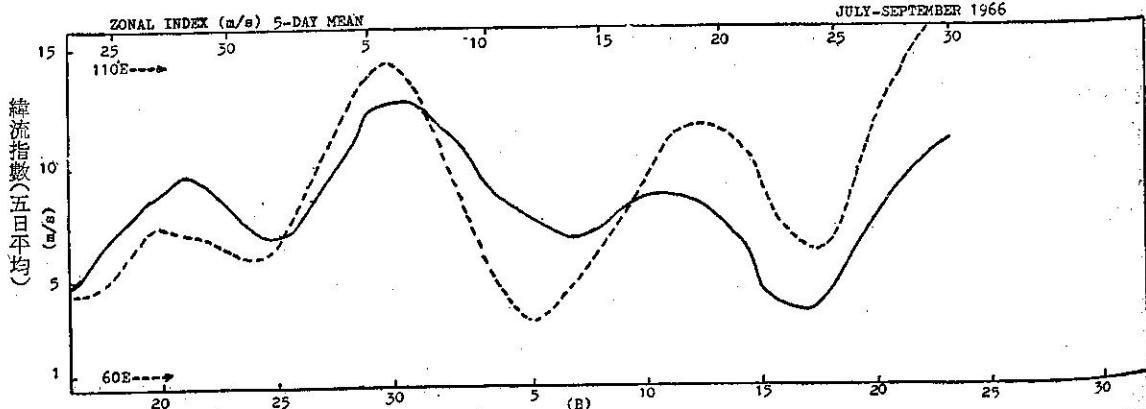
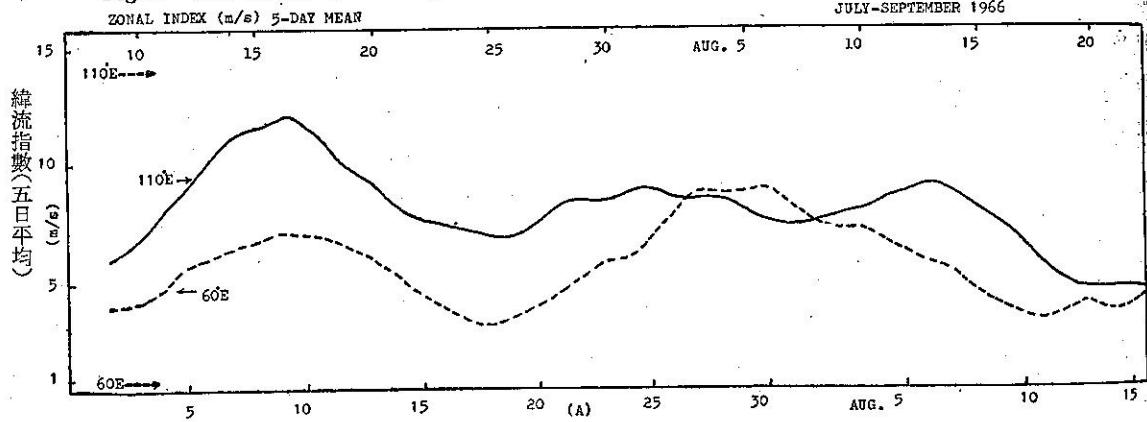
與上述結論第三項相反者，多數發生於南海颱風或兩個颱風並行而有藤原效應的時候，因此該項結論不適用於南海颱風及具有藤原效應之颱風。

五、轉向颱風之預報技術

1966 年 7、8、9 三個月緯流指數變化曲線如圖五，縱座標示緯流指數值，橫座標示時間序列，實線示東經 110 度附近之指數變化，虛線示東經 60 度附近之指數變化，各個颱風均註明在曲線兩旁邊，圖中原始曲線變化起伏較不規則，不容易作比較，藉用重疊前後兩日重複作五日平均，完成圖六之五日平均緯流指數曲線圖，襯出波峯與波谷顯著之位相，然後將東經 110 度之曲線向右移位，使波峯與波谷儘量與東經 60 度之曲線位相重疊（如圖七），第一次重疊日期在 7 月 9 日附近，接着亦有重疊現象之重複出現者，比較東經 110 度與 60 度西曲線波幅變化時間落後約在 7 天左右，表示東經 60 度附近之指數升降，可以預估 7 天以後，東經 110 度附近將會出現有同樣指



圖六 1966年7-9月五日平均緯流指數變化曲線圖 (1966年7-9月)
Fig 6: The Chart with 5-day mean of the zonal index during July-September, 1966.



圖七 沿東經 60 度及 110 度之 1966 年 7-9 月五日平均緯流指數變化曲線比較圖 (1966年7-9月)
Fig 7: The Correlation Chart with 5-day mean of the zonal index along 60°E and 110°E during July-September, 1966.

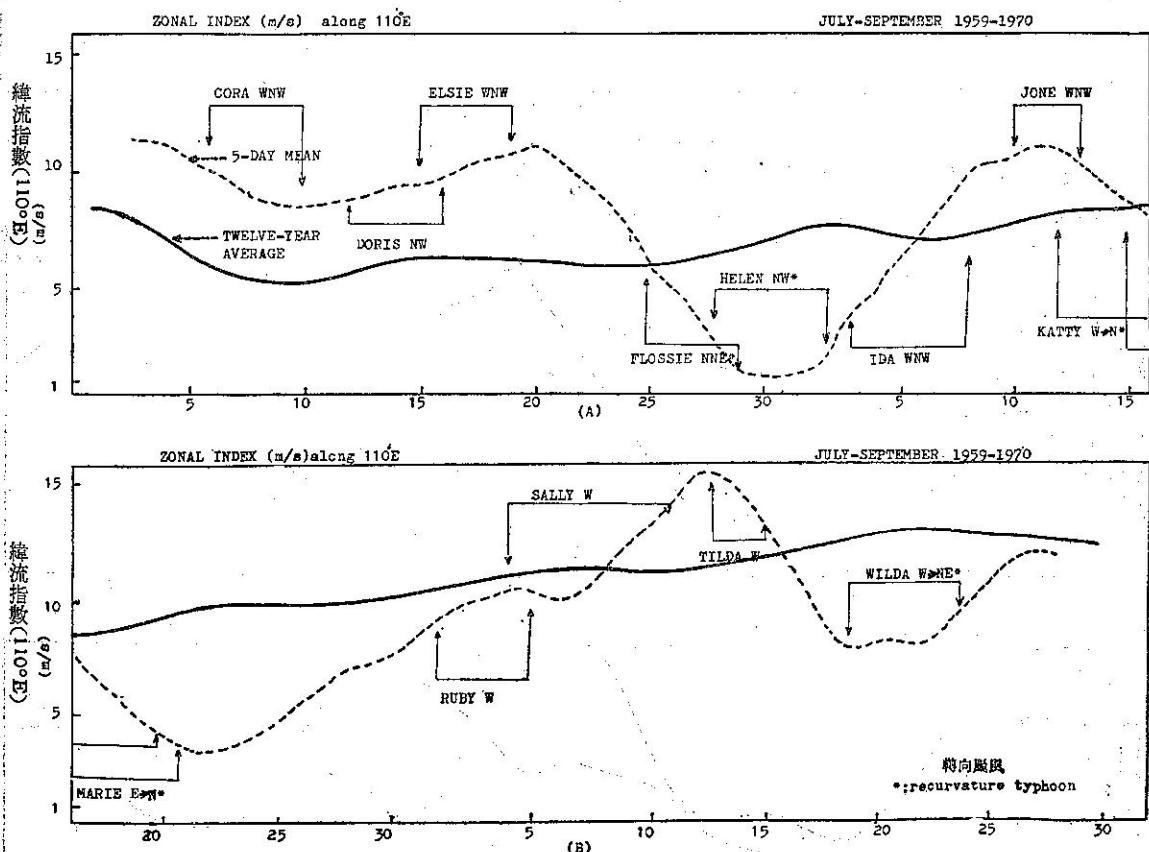
數升降之結果。今後對於北太平洋西部颱風未來路徑之展期趨勢預報，可以參照上述方式，外延東經 60 度之指數情況，來預估東經 110 度附近指數的升降，用作研判夏季裡颱風是否有轉向可能。

其次是利用合成圖方法⁽³⁾，先將歷年 7、8、9 三個月裡之東經 110 度附近緯流指數變化曲線，圖加法製作成十二年（1959~1970 年）東經 110 度附近緯流指數變化曲線合成圖（如圖八中實線所示），再與實際每年之東經 110 度附近指數變化曲線作距平比較分析（參考圖八-1，圖八-2），分析其距平結果，然後先預報東經 110 度之指數下降或上升之趨勢，而後配合外延東經 60 度之指數變化，綜合預報颱風轉向之可能與否？

圖八為合成圖，其中實線所示為合成指數曲線，虛線表示 1964 年東經 110 度附近之五日平均指數曲線，二曲線相比較結果：出現正距平時，如 7 月 2 日

至 24 日，8 月 6 日至 15 日，9 月 8 日至 15 日等，當時颱風有 CORA（西北西向），DORIS（西北向），ELSIE（西北西向），JONE（西北西向），SALLY（西向），ILDA（西向），均呈偏西向進行。出現負距平時，如 7 月 25 日至 8 月 6 日，8 月 15 日至 9 月 8 日，9 月 16 日至 29 日等，當時颱風有 FLOSSIE，HELEN，KATTY，MARIE，WILDA 等，均為轉向颱風。至於 IDA（西北西向），RUBY（西向），是出現負距平時但指數在上升狀態。說明轉向颱風均出現於五日平均指數在指數合成圖內有趨向於負距平的時候。此種負距平結果亦可應用於預報颱風轉向方式之一。亦即強調東經 110 度附近緯流指數下降時颱風趨於轉向；指數上升時颱風趨於向西進行。

使用上述外延法或距平法分析颱風轉向時，經常發生有指數突變現象之缺點，可能影響預報效果。再根據圖一轉向颱風範式，將影響颱風運行之西風槽移

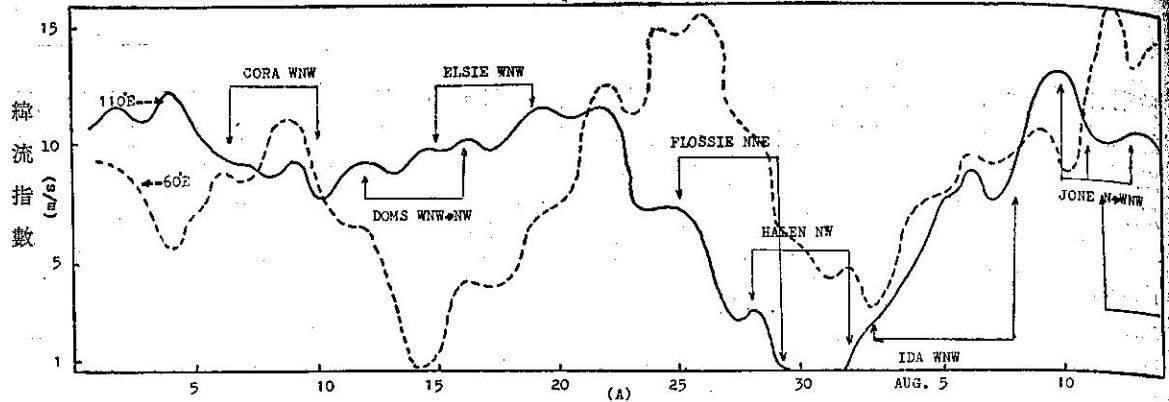


圖八 沿東經 110 度附近十二年（1959~1970）7~9 月之緯流指數平均合成圖（1959~1970 年 7~9 月）
Fig 8: The twelve-year average Combination Chart with time periods of the zonal index during July-September, 1959-1970, along 110°E.

Remark: Solid line: The twelve-year average combination curve.

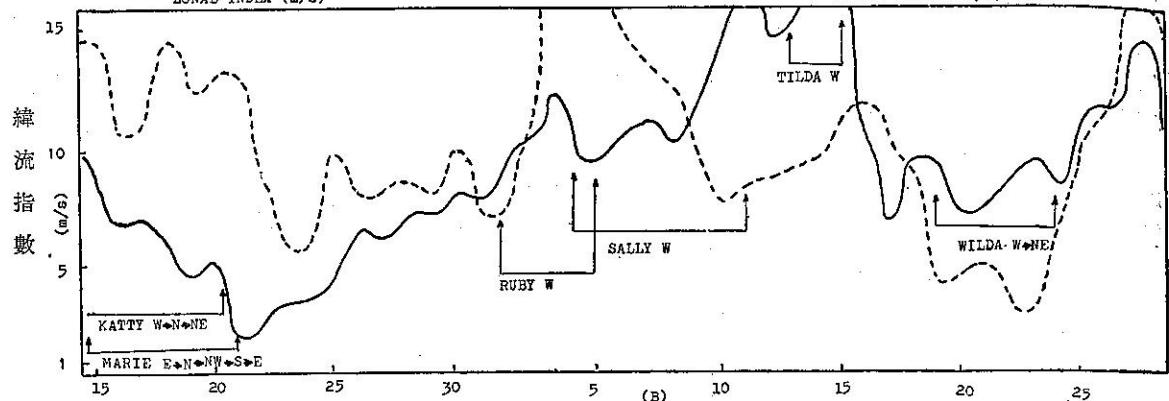
ZONAL INDEX (m/s)

JULY-SEPTEMBER 1964



ZONAL INDEX (m/s)

JULY-SEPTEMBER 1964



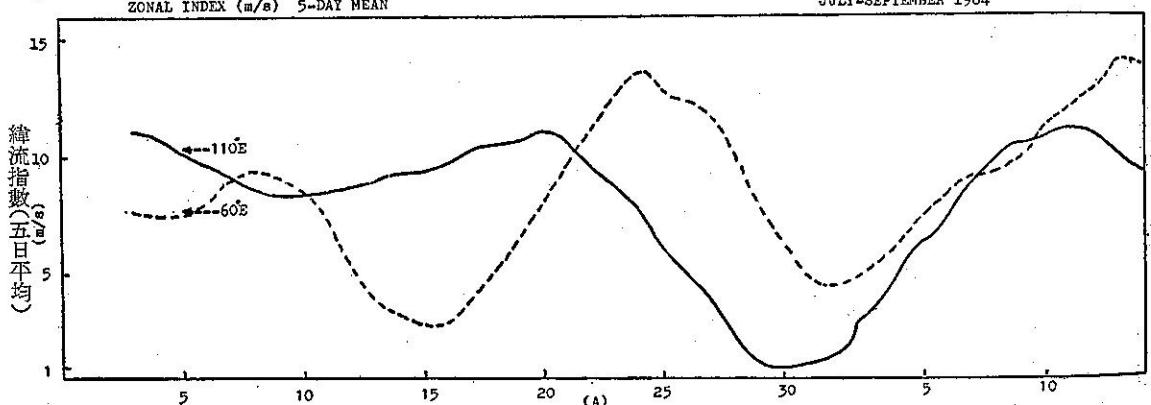
圖八-1 1964年7-9月緯流指數變化曲線圖

(1964年7-9月)

Fig 8-1: The Chart with time periods of the zonal index during July-September, 1964.

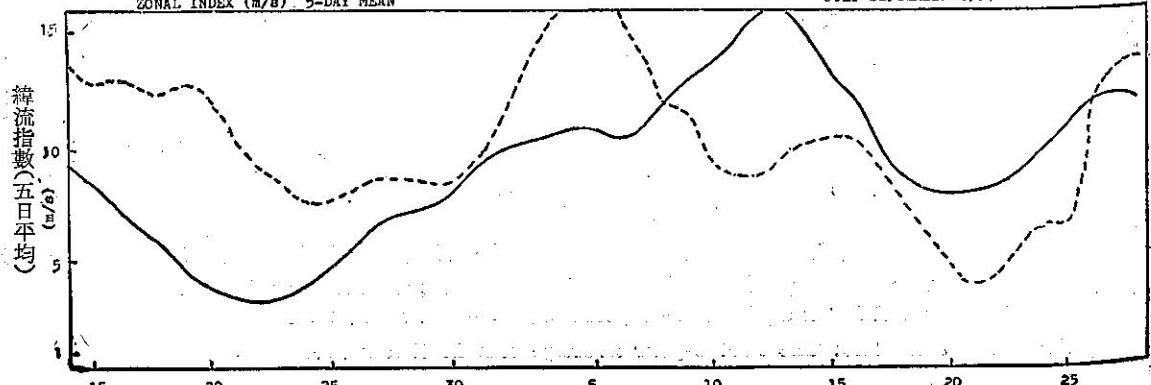
ZONAL INDEX (m/s) 5-DAY MEAN

JULY-SEPTEMBER 1964



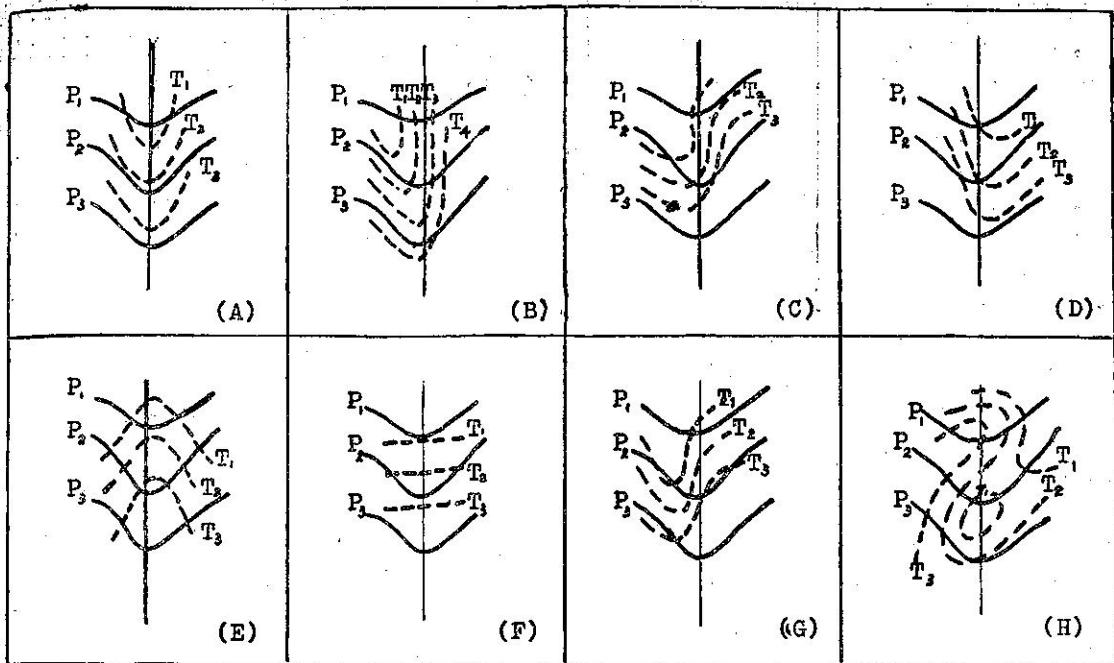
ZONAL INDEX (m/s) 5-DAY MEAN

JULY-SEPTEMBER 1964



圖八-2 沿東經 63 度及 110 度之 1964 年 7-9 月五日平均緯流變化曲線比較圖

Fig 8-2: The correlation Chart with 5-day mean of the zonal index along 60°E and 110°E during July-September, 1964.



圖九 等壓面上溫度場之結構對於西風槽移行之實例模式⁽⁶⁾ (實線為等高線；虛線為溫度場)

註：A. B. C. D. 為槽線西退，E. F. G. 為槽線東移，H. 為槽線滯留

Fig 9: The models on the estimate of movement of the westerly trough
(solid lines: Isobar, dash lines: Isotherms)

Remarks: A. B. C. D.: The westward troughs.

E. F. G.: The eastward troughs; H: The stationary troughs.

行與發展加以補充說明，下述兩個原則有利於實際觀察 500 毫巴西風槽強度之發展特性：⁽⁹⁾

1. 如槽線後方有顯著冷平流，則槽將加強。若槽後有顯著溫度槽，則槽加強更為明顯，移動變緩慢。

2. 如槽線後方有顯著暖平流，則槽將減弱。若槽後有暖舌北伸，則槽減弱更快，而且迅速向東移動。

有關槽線的移速可參考下列方程式⁽²⁾：

$$C = \left(1 - \frac{L_x^2}{L_s^2}\right) U_{\phi M} - 0.0055 L_x^2 \cos \phi_M$$

ϕ_M : 位置緯度

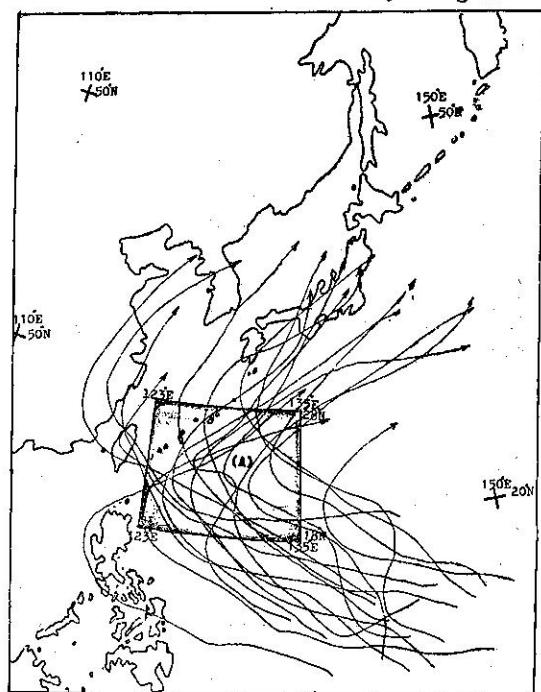
$U_{\phi M}$: 該緯度的平均風速 (緯度 / 24 小時)

L_x : 波長 (緯度)

L_s : 波寬 (緯度)

因此，只要在 500 毫巴定壓面上定出 ϕ_M 、 L_x 、 L_s 與 $U_{\phi M}$ 值，即求得西風槽 24 小時的移動距離。加上圖九中各圖表示熱力因子對於西風槽移行之影響，預估西風槽的東移或西退，逐日校驗東經 110 度附近緯流指數每 24 小時內反應出西風槽上之連續變化情形，修正轉向颱風的趨勢預報效果。

圖十係根據本項研究資料中之轉向颱風路徑合成



圖十 轉向颱風之預報區域

Fig 10: A forecasting region for the typhoon recurring.

圖⁽¹⁰⁾，劃定 A 區為今後使用上述預報方法時之預報區域，即 A 區包括自東經 123 度至 135 度，北緯自 18 度至 28 度之間，稱之為轉向颱風之預報區域。

六、結論

關於颱風轉向問題與東經 110 度附近緯流指數之關係，研究結果歸納有下列幾項要點：

1. 沿東經 110 度附近緯流指數愈低，颱風轉向可能性愈大；緯流指數愈高，颱風轉向可能性愈小。即北太平洋西部颱風之轉向均出現於 500 毫巴定壓圖上，當東經 110 度附近緯流指數降低之情況下（平均 24 小時變化在 1m/s 以上）。

2. 上游東經 60 度之緯流指數升降可以預估下游東經 110 度緯流指數之升降，兩者之間有七天時間落後之現象。

3. 沿東經 110 度附近之十二年（1959-1970）7、8、9 三個月平均緯流指數時間變化曲線合成圖，用作比較每年 7、8、9 三個月逐日緯流指數曲線之距平分析。

4. 對於上述第三項十二年平均曲線合成圖之正距平趨勢出現時，颱風大致呈向西進行；出現負距平趨勢時，颱風容易轉向。

5. 預測 24 小時 500 毫巴西風槽的發展與移行變化，用作修正逐日東經 110 度附近之緯流指數升降情形。

～（上接 32 頁）～

7. 林紹豪：彭佳嶼澎湖蘭嶼季風特性之研究 華中地理學系研究報告第四期 五十六年六月
8. 萬寶康：亞洲南部與西太平洋之冬夏季風及其交替，氣象學報十七卷四期 六十年十二月
9. 萬寶康：亞洲南部與西太平洋之夏季季風及其天氣特徵，氣象學報十九卷一期 六十二年三月
10. 空軍氣象中心：中國天氣類型研究（低壓部份），研究報告第 001 號 五十七年七月
11. 魏元恆、謝信良、林民生、蕭長庚：臺灣颱風降雨預報之研究 氣象學報十八卷三期 六十一年九月
12. Koeppen, Clarence E. and George C. de Long : Weather and Climate McGraw-Hill, 1958
13. 陳正祥：雨港基隆之雨 氣象學報四卷三期 四十七年九月
14. 王時鼎：臺灣冬季風天氣及其預報 氣象學報一卷一期 四十四年三月
15. 張月娥：臺北市氣候 氣象學報七卷三期 五十年九月
16. 鄭子政：臺北盆地之氣候 氣象學報十四卷三期 五十七年九月

6. 有關緯流指數變化外延法或合成圖距平法，應用於預測颱風轉向時之預報區域僅限於圖十中之 A 區範圍。

七、誌謝

本文承姚慶鈞、楊逢世、辛江霖、徐辛欽諸位先生協助資料整理，並蒙戚啓勳技正提供若干修正意見，特此一併致謝。

參考文獻

1. 1954 Riehl, H., Tropical Meteorology P.350-358
2. 1965 Hwang, S., S., On the Estimate of Movement and Development of the troughs and ridges in the Westerlies. (acta meteorologica sinica)
3. 1958 技報堂 氣象ハンドブック P.576-579
4. 1969 和田英夫 長期予報新講
5. 1967 氣象局 臺灣七十年來之颱風
6. 1969 戚啓勳 驗證哈定檢查表預測轉向颱風之力（國科會年刊第三號）
7. 1972 徐晉淮、羅字振、王博義 侵襲臺灣颱風之分析研究（氣象學報十八卷四期）
8. 1973 蒲金標 近七十年來侵襲臺灣颱風之分析研究（中國文化學院地學研究所）
9. 1970 曲克恭等 天氣預報與分析（空軍氣象中心）
10. 1973 徐晉淮等 八十年來颱風路徑圖（中央氣象局）
11. 1971 王博義冬季臺灣附近新生氣旋波之研究
17. 唐奇祥：新竹氣候之研究 氣象學報十二卷四期至十三卷一、二、三期 五十五年十二月至五十六年三、九月
18. 張月娥：臺中市氣候 氣象學報十五卷二期 五十八年六月
19. 張月娥：大屯山區氣候 氣象學報九卷一期 五十二年三月
20. 崔尚斌：大屯山區氣候之研究 氣象學報十一卷三期 五十四年九月
21. 亢玉瑾：陽明山區氣候之分析研究 華中地理學系研究報告第四期 五十六年六年
22. 戚啓勳：臺灣之雨量分佈 氣象學報十五卷三期 五十八年九月
23. 臺灣省氣象局：臺灣累年氣象報告續編 四十年至四十九年
24. 臺灣省氣象局：臺灣省氣象局年報 五十五年至五十九年
25. 林紹豪：臺北平均天氣，華中地理學系研究報告第二期，五十三年十一月
26. 亢玉瑾：臺灣上空氣流之初步研究，華中地理學系研究報告第三期，五十四年十一月