

# 西北太平洋中高壓脊線與西進颱風之實例分析

蔣 志 才

## *A Practice Analysis of the West-Moving Typhoon and the Ridge Line in the Region of the Northwestern Pacific.*

*Chih T. Chiang*

### *Abstract*

When a tropical cyclone occurs over the ocean in the warmer season, it is hardly known whether the cyclone is going to intensify or to hit some particular places. Some tropical cyclones develop into typhoons, of which a few reach land where one could cause a great disaster. So the meteorologist must pay more attention to the movement of typhoons. Many techniques of objective forecasting of typhoon motion have been developed during the past thirty years, such as regression equations by H. Arakawa and by Griffith wang for forecasting the movement of a typhoon in the Northwestern Pacific area; methods by Riehl-Haggard and Miller-Moore by use of the 500mb and 700mb level charts, to forecast the movement of hurricane in the Atlantic area. All of them were using the surface pressure or the contour height to compute X and Y components of the horizontal pressure gradient at several grid points, but they have not used the location of the subtropical ridge as a forecasting tool at all.

In the region of the Northwestern Pacific, those tropical storms which developed under the ridge line at the southern tip of the Pacific high and moved westward increased in intensity to the mature stage. The direction of the typhoon's motion along its whole track is nearly parallel to the line of  $R_t$  points (Fig 3-5). The velocity of the typhoon movement was similar to the velocity of point  $R_t$  of the subtropical ridge line also.

According to the ideas above, the history of typhoon movement by use of the subtropical ridge's position at the 700mb level is suggested as follows:

1. From the 700mb contour chart locate the subtropical ridge line for each map-time and copy down all the lines on a map, and copy down the typhoon track also on the same map.
2. Label the T points and  $R_t$  points by number sequentially as in Fig. 3-5
3. By use of a protractor measure the orientation of the ridge line of point  $R_t$ , and of the typhoon's direction of motion during past 12 and 24 hours.

#### 4. Measure $V$ and $V'$ in degrees of longitude.

It appears that the whole picture easy to find out the relationship between the track of typhoon and the line of point R. This analysis just describe my own ideas and can not be a method to predict the movement of typhoon. So an effort should be made to continue study.

### 一、引言

颱風危害沿海居民生命財產至鉅，對空中及海上航行更有莫大之影響，故人類有氣象知識以來，對颱風發生很大興趣，而從事研究。近三十年來各國氣象學家與從業人員，相繼發表其研究心得者不乏其人，更有些專家研究各種預測之方法，用為颱風預報之驗證，諸如：Malone 氏以 91 網格點之海面氣壓分佈，預測颱風之位移；日本荒川氏以同樣原理利用 700 mb 資料與地面資料兩種計算方法，預測颱風之位移，其格點之劃分與 Malone 氏相同，其計算方法也與美國邁阿美颱風中心所用之統計法相似；又有 B. I. Miller 與 B. L. Moore 兩氏利用 700mb 資料，以較少網格點（最多用 24 格，最少用 20 格）計算颱風四周之南北與東西方向之分力；Riehl, Haggard 與 Sanbon 三氏相繼又以 500mb 資料 20 格點（少至 14 點）計算颱風四周之分力差，預測颱風之位移；我國王崇岳先生也曾以 700mb 資料在颱風中心之正北與正右方  $10^\circ$  兩點位置之高度計算其位移，引起國際間之注意，總之各種客觀預測颱風之方法，與日俱增，不勝枚舉，但其準確性如何？此與使用人及適應地域有別，然其共同之點，均為利用地面，700 或 500mb 資料為依據，再或採其間兩者同時並用者。

舉凡在西北太平洋颱風發生後向西進行接近本省者，多數發展到達成熟階段，迄觸及島嶼或登陸後方告減弱，變為低壓而消失，其侵襲地區狂風暴雨，頗具破壞力，此為沿海居民所憂慮者，也為我氣象從業人員所關注，然颱風在東經  $140^\circ$  以東洋面時，常為發育時期，強度不大，距離也遠，同時洋面上少有測站提供資料，故我國從業者少有研究興趣，然颱風進入東經  $140^\circ$  以西後，從業者則開始密切注意，全力以赴，從事該項預防颱風工作，呼籲社會各界防範，其中更有很多對近海颱風具有工作經驗或研究心得者，至於如何利用 700mb 等壓面在颱風北方之脊線位置與颱風之運動，則尚乏人研究，筆者在重複並分頭進行之原則下，從事初步分析工作。

本篇分析僅用 700mb 等壓面資料與三個颱風途

徑為實例，因太平洋西進颱風在進襲本省以前，多數已發展至成熟階段，環流呈圓形而強度甚強，其力管中心在 700mb 等壓面接近無輻散 (Non-divergence) 高度，當可代表颱風之正確位置與四周壓力之分佈，同時 700mb 層報告資料較 500mb 層為多，各種客觀預測颱風方法也以用 700mb 者較多，故本篇採用 700mb 等壓面資料原因在此，至于採用資料範圍，東自東經  $145^\circ$ ，西至我國大陸沿海，北自北緯  $40^\circ$ ，南至北緯  $15^\circ$ ，以本局收得之 700mb 層既有資料為依據，當然颱風南方若有足夠資料，與颱風北方資料對照分析，並利用地面資料或其他各等壓面層，同時分析颱風四周壓力之分佈全貌，其所得結果當然更為精細準確，可是限于資料來源與能力，先假設高壓脊線強度保持不變之情況下，暫作以下之分析，尙盼各先進多予指正，並示正確之研究方針。

本篇所用颱風路徑資料，係 60 年 7 月娜定與露西兩颱風，及 61 年 8 月貝蒂颱風。分析工作分兩部份進行：第一部份以貝蒂颱風生命史討論之；第二部份則以 700mb 高度差及颱風運動與其脊線位移分析之。

### 二、貝蒂颱風生命史

早在 8 月 11 日以前北太平洋中即有熱帶低壓存在，位置在緯度  $16^\circ N$ ，經度  $143^\circ E$  附近，該低壓至 12 日形成為輕度颱風貝蒂 (Betty)，在生成期間因在廣闊之洋面上，附近無探空報告，人造衛星照片也不够清晰難以辨別，僅賴美軍飛機偵察報告，無從分析檢討，故本篇敘述其生命史，係自 8 月 12 日 12Z 至 17 日 12Z 時止，此期間共繪製 700mb 圖 11 次，亦即颱風已向西進入經度  $140^\circ E$  線開始，至登陸閩浙地區後變弱為低壓止。

為便予檢討起見，該 11 次 700mb 等壓面圖上之颱風中心位置與脊線位置，均以數目字標示代表其先後次序：

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| (1) 8 月 12 日 12Z | (2) 8 月 13 日 00Z |
| (3) 8 月 13 日 12Z | (4) 8 月 14 日 00Z |
| (5) 8 月 14 日 12Z | (6) 8 月 15 日 00Z |
| (7) 8 月 15 日 12Z | (8) 8 月 16 日 00Z |

(9) 8月16日12Z (10) 8月17日00Z  
(11) 8月17日12Z

貝帶颱風整個路徑如圖1，其圖上之等高線與槽脊線之標示，係8月14日12Z之資料，此圖亦為是時

之700mb等壓面圖，因不能將11張圖全部登載，僅選此圖以作代表。該圖有圓點之處，即為採用之基本資料測站，颱風將登陸時起方始增添利用內陸之資料，該颱風之路徑與生命史過程，可分四個階段討論：

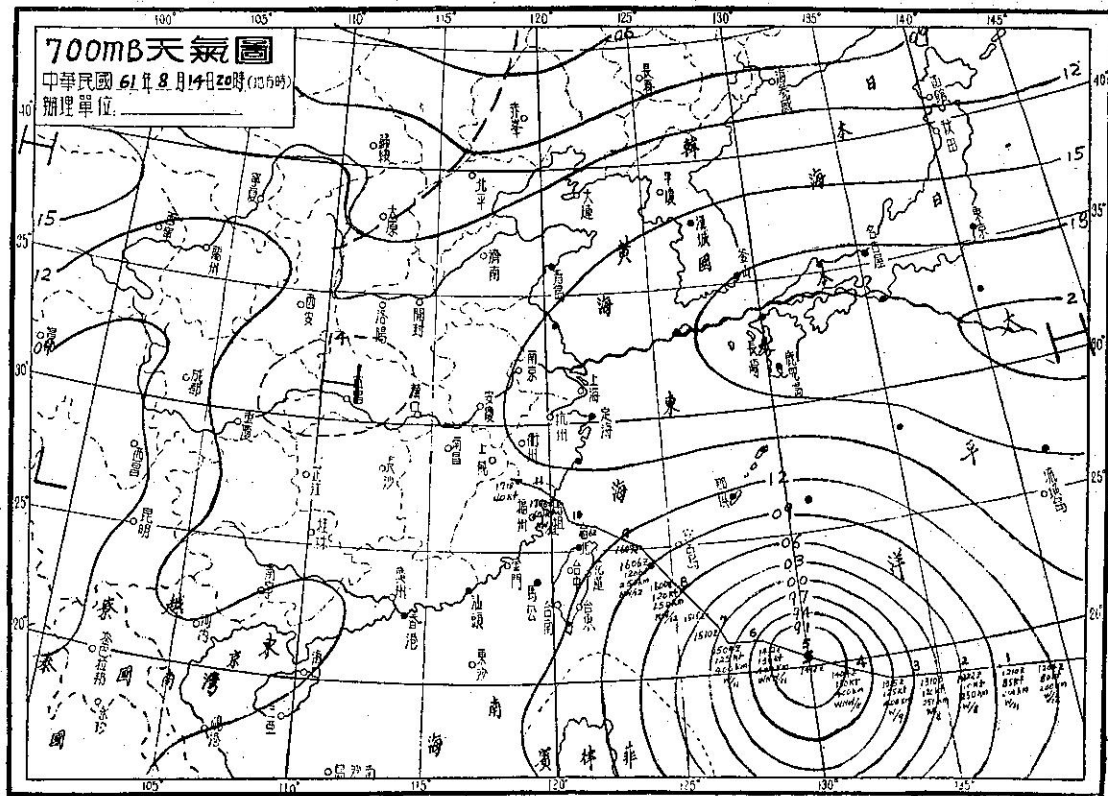


圖 1. 700mb 等壓面與颱風路徑圖

Fig. 1. The track of typhoon Betty at 700mb level

第一階段 自8月11日15Z起至13日15Z止，兩天颱風仍在繼續發展，最大風速自70哩/時增至125哩/時，30哩之暴風半徑也自200公里增至400公里，進行方向平均282°而少曲折，位移速率為每小時8-9哩，進行緩慢，可見此期間颱風仍在繼續發展，此由人造衛星圖片得知環流範圍尚小，仍在發展期間。

第二階段 自8月13日15Z起至15日04Z，颱風增強達成熟階段，迄14日22Z最大風速達130哩/時，暴風半徑達400公里，13日15Z開始進行方向略偏北，以平均300°方向位移，進行速率平均8.5哩/時，可是在最後6小時(14/22Z-15/04Z)，颱風突然傾西位移，速率增快至11哩/時，此為值得檢討之處。

第三階段 自15日04Z至16日09Z，此

期間颱風漸接近本省，其強度略有衰退，最大風速為120哩/時，比第二階段減弱10哩，暴風半徑為250公里，減小150公里，進行方向310°幾成直線位移，進行速率由9哩/時增至13哩/時，此期間陸上雷達報告完整，也為侵襲石垣島時期。

第四階段 自16日09Z至17日03Z，接近陸地繼續減弱，最大風速降至65哩/時，暴風半徑減至200公里，進行方向一如以往侵襲本省東北海面之颱風，因地形影響比原先路徑略為偏西位移，方位平均305°，移動速率由12哩/時轉慢為10哩/時，隨後則登陸閩浙沿海地區，逐漸消失成為低壓，由人造衛星圖得知，颱風在登陸前，雲區擴大，而成為長圓形。

### 三、高度變差與脊線之相關

颶風之行跡在 700mb 圖高度變差有明顯之象徵，但因西北太平洋中資料太少，實難求得計算方程式作為計算其移動與發展程度，茲將颶風進行間與 700mb 高度變差，就現有資料作以下之圖表分析，附圖 2 為西北太平洋東經 145° 以西，沿海各探空測站 700mb 之 12 小時 ( $\Delta Z_{12}$ ) 與 24 小時 ( $\Delta Z_{24}$ ) 高度變差之最高最低值位置，其位置決定係根據有報告之測站位置作基準，其大洋面上無報告區域，僅能依其趨勢外推決定，時間自 8 月 12 日 12Z 至 8 月 17 日 12Z 止，此期間計 11 次報告，其 11 次報告時

間颶風中心位置，如圖上實線路徑上之數字，括弧內之阿拉伯數字代表 24 小時高度變差最低值之位置，羅馬字為 12 小時高度變差最低值之位置；大寫英文字母代表  $\Delta Z_{24}$  高度變差最高值之位置，小寫英文字母代表  $\Delta Z_{12}$  高度變差最高值之位置，其最高最低數值如左側附表所示，各  $\Delta Z_{24}$  位置間以虛線連接，單虛線表示此期間強度減弱，雙虛線表示增強，為避免視覺混淆不清， $\Delta Z_{12}$  各點間未加連線，圖示各最高最低位置間之距離，顯示不均稱，此係測站間隔距離不均勻而測站稀少之故。

| $\Delta Z_{12}$ |           |          |               |               | $\Delta Z_{24}$ |           |          |               |               |
|-----------------|-----------|----------|---------------|---------------|-----------------|-----------|----------|---------------|---------------|
| 最值<br>高位置       | 最值<br>低位置 | 日期<br>時間 | 最負<br>低值<br>m | 最正<br>高值<br>m | 最值<br>高位置       | 最值<br>低位置 | 日期<br>時間 | 最負<br>低值<br>m | 最正<br>高值<br>m |
| a               | (I)       | 12/12Z   | -21           | 32            | A               | (1)       | 12/12Z   | -15           | 51            |
| b               | (II)      | 13/00    | -24           | 35            | B               | (2)       | 13/00    | -04           | 60            |
| c               | (III)     | 13/12    | -20           | 27            | C               | (3)       | 13/12    | -31           | 62            |
| d               | (IV)      | 14/00    | -16           | 20            | D               | (4)       | 14/00    | -26           | 32            |
| e               | (V)       | 14/12    | -30           | 03            | E               | (5)       | 14/12    | -42           | 15            |
| f               | (VI)      | 15/00    | -36           | 08            | F               | (6)       | 15/00    | -68           | 04            |
| g               | (VII)     | 15/12    | -67           | 11            | G               | (7)       | 15/12    | -103          | 11            |
| h               | (VIII)    | 16/00    | -186          | 17            | H               | (8)       | 16/00    | -253          | 07            |
| i               | (IX)      | 16/12    | -49           | 24            | I               | (9)       | 16/12    | -152          | 18            |
| j               | (X)       | 17/00    | -69           | 36            | J               | (10)      | 17/00    | -118          | 27            |
| k               | (XI)      | 17/12    | -39           | 27            | K               | (11)      | 17/12    | -66           | 65            |

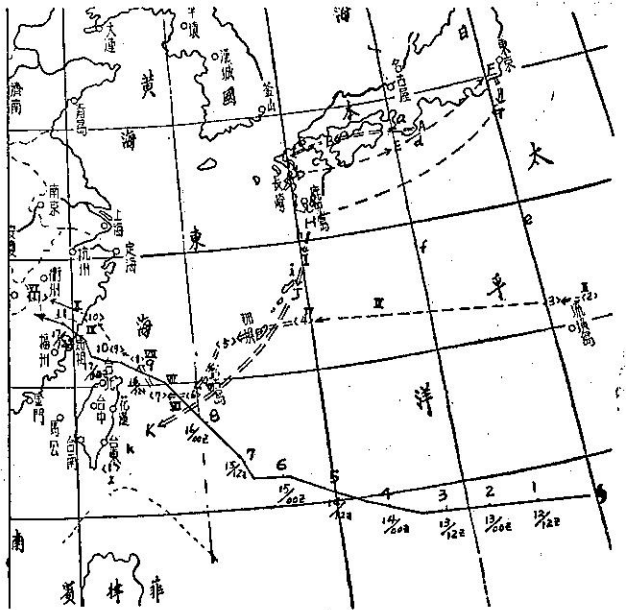


圖 2. 貝蒂颶風路徑與 700mb 最大高度變差位置圖(8 月 12-17 日)  
Fig. 2. The track of typhoon Betty and the location of maximum height change at 700mb level, 12-17 Aug. 1972

由圖 2 可見 700mb 以上 12 小時及 24 小時最低負值位置與颶風中心位移方向有密切關係。 $\Delta Z_{24}$  與  $\Delta Z_{12}$  除第 1 點至第 5 點因海面資料缺乏，最低負值位置有疑外，自第六點起颶風位移似有向負值最低值進行之趨勢，此颶風在第 6-7 點間曾一度西進， $\Delta Z_{24}$  負值也向西進行，至於  $\Delta Z_{12}$  則轉向西北位移， $\Delta Z_{12}$  似較  $\Delta Z_{24}$  為敏感。由此可見最低負值之進行方向，似可作近海颶風進襲之指標，尤其是颶風在

登陸前，可用為預測登陸地點之參考，若鄰近測站  $\Delta Z_{24}$  與  $\Delta Z_{12}$  均為負值而難以決定時，似可將  $\Delta Z_{24}$  分開為前 ( $\Delta Z_{12}'$ ) 與後 ( $\Delta Z_{12}$ ) 兩 12 小時比較之，例如此颶風中心在第 6 點位置時，依原先 13/15Z-14/22Z 颶風路徑外推有更向北轉彎趨向，但依 14/22Z-15/00Z 最近兩小時路徑而言也可能直向西侵襲本省南部，在此難以捉摸之時，建議作以下計算用比值比較之：

|    |                       |                       |                                      |   |
|----|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------|---|
| 那霸 | $\Delta Z_{24} = -46$ | $\Delta Z_{12} = -20$ | $\Delta Z_{12}' = -46 - (-20) = -26$ | $\frac{\Delta Z_{12}}{\Delta Z_{12}'} = \frac{-20}{-26} = 0.77$ |
| 石垣 | $\Delta Z_{24} = -66$ | $\Delta Z_{12} = -36$ | $\Delta Z_{12}' = -66 - (-36) = -30$ | $\frac{\Delta Z_{12}}{\Delta Z_{12}'} = \frac{-36}{-30} = 1.20$ |
| 東港 | $\Delta Z_{24} = -68$ | $\Delta Z_{12} = -34$ | $\Delta Z_{12}' = -68 - (-34) = -34$ | $\frac{\Delta Z_{12}}{\Delta Z_{12}'} = \frac{-34}{-34} = 1.00$ |

因爲以上三地均有被侵襲可能，(南方因缺乏資料姑且不提)，故以該三地資料  $\Delta Z_{24}$  與  $\Delta Z_{12}$  求  $\Delta Z_{12}/\Delta Z_{12}$  之比值，此值亦爲前後 12 小時之高度變差比值，其比值大小也表示最近 12 小時該颱風環流向該地接近多少程度，計算結果以石垣島 1.20 最大，東港 1.00 次之，那霸 0.77 最小，此颱風理應向石垣島方向進行。筆者，曾對正值之計算費時甚久，期能求出，其正值與颱風位移之關係，然因海面測站資料稀少，且位置分佈不均勻，致徒勞無功，可是聯想到高度變差正值之處，在 700mb 脊線附近，其脊線之增強或減弱，也是變差正值之增大或減少，思考及此乃製作颱風路徑與 700mb 脊線位置圖，如圖 3, 4, 5。

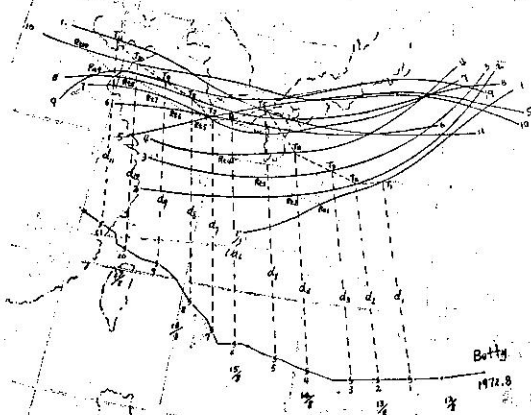


圖 3. 倍帶颱風路徑與 700mb 脊線位置圖  
Fig. 3. The track of typhoon Betty and the location of ridge line at 700mb level.

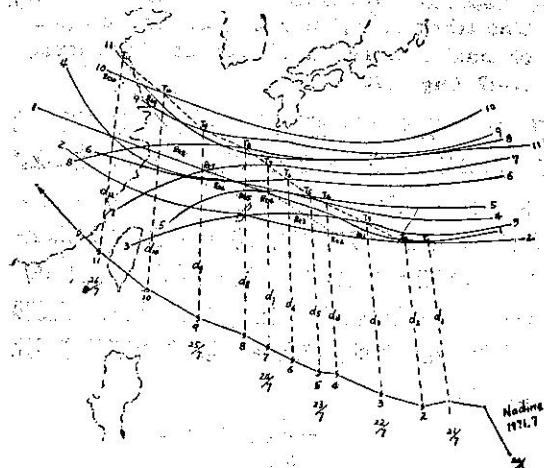


圖 4. 娜定颱風路徑與 700mb 脊線位置圖  
Fig. 4. The track of typhoon Nadine and the location of ridge line at 700mb level.

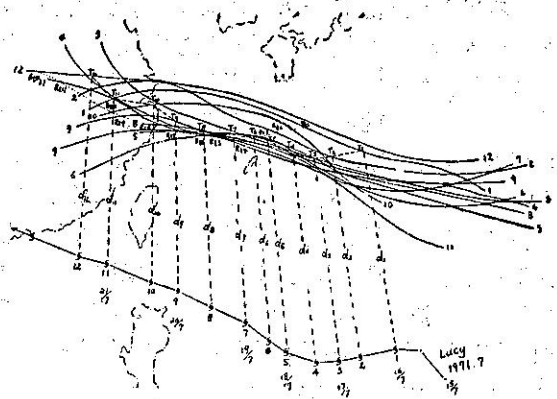


圖 5. 露西颱風路徑與 700mb 脊線位置圖  
Fig. 5. The track of typhoon Lucy and the location of ridge line at 700mb level.

圖 3-5 係 61 年 8 月貝蒂及 60 年 7 月娜定與露西三個颱風期間 700mb 脊線位置與實際颱風路徑，圖中各項標示解釋如下：

T 點 爲每點颱風中心位置向北沿經線達當時脊線之交點，各點間以虛線連接表示其位移。

R 點 每一 T 點向左(颱風進行方向)至  $4^\circ$  經度距離相交在該脊線之點(亦即以 T 點爲中心，以該緯度之  $4^\circ$  經度距離爲半徑，在該脊線相交之點，各點間以點線相連接，前後次序以數目字順序排列註於其後。爲何取經度  $4^\circ$  距離爲 R，乙節，筆者曾試用  $3^\circ, 4^\circ, 5^\circ$  三種半徑距離，發覺  $3^\circ$  者南北變幅較大， $5^\circ$  者變幅又較小，而  $4^\circ$  者與颱風路徑趨向較接近，同時強烈颱風半徑多在  $4^\circ$  距離左右。

d 值 係颱風中心沿經線向北至 T 點之距離，其單位以多少緯度計算。

V 值 係颱風進行之速率，以 12 小時或 24 小時之位移爲時距(即前一點中心位置至第二點中心位置，其間距離在該緯度上合多少度經度計算， $V_{12}$  爲 12 小時速率； $V_{24}$  爲 24 小時速率。

V' 值 係脊線之速率，計算方法與 V 相同。

Q 爲颱風進行方向，以  $360^\circ$  方位計值。

$Q_R$  爲 R 點之進行方位，也以  $360^\circ$  計值。

由上圖可看出如高壓脊線不變，則颱風中心路徑幾乎與 R 之連線相平行，其角度之相關係數經計算得大至 0.86，至于颱風速率與脊線速率之相關係數也有 0.78 之多，可見颱風在西北太平洋向西進行，其路徑與其北方之脊線位置有密切之關係，當脊線北移則颱風向北偏位；脊線南移，則颱風也降低角度移動

，其速率也與脊線速率似成正比，但其間因果關係尚有待進一步之研究。

此種現象在理論方面也稱合理，颱風進行方向既然與脊線位置南北位相關，大型颱風幅合氣流半徑約為經度  $4^\circ$  乃在脊線上 T 點左側  $4^\circ$  處之  $R_t$  點，也是颱風進行方向外圍之導流點，倘保持不變則此點位置之高低也象徵着颱風進行方向之高低，由圖 3-5 所示各颱風實際路徑與  $R_t$  點之連線比較，也接近平行， $R_t$  點北移，颱風則北偏，反之颱風則南偏，其趨勢互相吻合。其兩者進行方位之對比如附表所列：

颱風進行方向與 700mb 脊線  $R_t$  點線之方位表

The direction of typhoon movement and the orientation of  $R_t$  points of the ridge line at 700 mb level.

| 點序    | 露西颱風     |          | 娜定颱風     |          | 貝蒂颱風     |          | 附註  |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|
|       | $Q_{12}$ | $Q_{Rt}$ | $Q_{12}$ | $Q_{Rt}$ | $Q_{12}$ | $Q_{Rt}$ |   |
| 1-2   | 268°     | 268°     | 266°     | 269°     | 275°     | 296°     | 1. 露西颱風 $Q_{12}$ 與 $Q_{Rt}$ 之平均差值 $Q_{12}$ 較大 $3.5^\circ$ |
| 2-3   | 266°     | 263°     | 291°     | 303°     | 278°     | 305°     |   |
| 3-4   | 275°     | 275°     | 298°     | 305°     | 283°     | 302°     |   |
| 4-5   | 295°     | 285°     | 278°     | 265°     | 291°     | 325°     |   |
| 5-6   | 310°     | 285°     | 295°     | 295°     | 290°     | 290°     |   |
| 6-7   | 306°     | 285°     | 298°     | 302°     | 302°     | 303°     | 2. 娜定颱風者 $Q_{Rt}$ 比 $Q_{12}$ 較大 $2.4^\circ$               |
| 7-8   | 298°     | 284°     | 300°     | 320°     | 318°     | 300°     |   |
| 8-9   | 297°     | 291°     | 290°     | 315°     | 316°     | 290°     | 3. 貝蒂颱風者 $Q_{Rt}$ 比 $Q_{12}$ 較大 $6.6^\circ$               |
| 6-10  | 291°     | 291°     | 298°     | 305°     | 292°     | 302°     |   |
| 10-11 | 291°     | 298°     | 304°     |          | 312°     | 320°     |   |
| 11-12 | 283°     | 290°     | 306°     |          |          |          |   |
| 12-13 | 289°     |          |          |          |          |          |   |

由表列數字而言；三個颱風之 12 小時實際路徑方向 ( $Q_{12}$ ) 與其脊線  $R_t$  點進行方位 ( $Q_{Rt}$ ) 比較，雖不完全相同，可是相差不遠，露西颱風之平均差值  $Q_{12}$  比  $Q_{Rt}$  僅大  $3.5^\circ$ ；娜定颱風之  $Q_{12}$  與  $Q_{Rt}$  平均相差， $Q_{Rt}$  比  $Q_{12}$  大  $2.4^\circ$ ，換言之  $R_t$  點進行方向與颱風實際路徑近乎同方向；至于貝蒂颱風，其  $Q_{12}$  與  $Q_{Rt}$  之平均相差值， $Q_{Rt}$  比  $Q_{12}$  大  $6.6^\circ$ ，比前兩颱風差值為大，究其原因，由圖 3 可發覺貝蒂颱風期，脊線之南北方位移動幅度較大，自  $R_{t1}$  至  $R_{t11}$  南北位移幅度達十個緯度之多，此期間更有南北倒置之情事發生，脊線位置容易發生誤差，而露西颱風自  $R_{t1}$  至  $R_{t12}$  點期間，脊線位移幅度南北僅有四個緯度，故差值也較小，目前姑且不推究其兩者之差誤情事，然以各該颱風  $R_t$  點線與颱風進行之路

徑而言，南北移位似相配合， $R_t$  點線北偏則颱風也隨之北偏， $R_t$  點線偏西則颱風也隨之偏西。但究竟颱風影響高壓脊線，抑或高壓脊線影響颱風動向，尚待進一步之研究。 $R_t$  點線間距離在視覺上，比颱風路徑稍短，此由于  $R_t$  點線所在位置在颱風中心北方約有十個緯度距離，該處每個經度間隔已縮小之故，好在本篇所言距離，均以經緯度度數為單位，而不是以同長度距離比較。

#### 四、結 論

以上所述，僅將筆者分析淺薄之見，作敘述性之報導提供參考，本篇雖僅採用 700mb 等壓面資料與三個西進颱風為實例，然每次報告在分析範圍內之個別資料，均曾多次計算，但因測站稀少與能力限制，不能獲得對預測颱風方面有所貢獻之見地，尚待繼續努力，並盼各位先進不吝賜教研究方針，啟發激勵繼續從事該項研究工作，期能有所成，而有利予我國防颱風作業。

本篇在計算分析期間，蒙 Edward M. Brooks 博士指導與蕭長庚，劉復誠，朱曙光三位先生協助計算，特此表銘謝之忱。

#### 引用文獻

1. National Hurricane Research Project, U. S. A.  
Report No. 32 An Interim Hurricane Storm Surge Forecasting Guide  
Report No. 43 Prediction of Typhoon Center in the Far East by Statistical Methods.  
Report No. 44 Marked Changes in the Characteristics of the Eye of Intense Typhoons Between the Deepening and Filling Stages.  
Report No. 61 Studies on Statistical Prediction of Typhoon.
2. Herbert Riehl: Tropical Meteorology.
3. 王崇岳 預報颱風運行之回歸方程式 氣象預報與分析第二期
4. 廖學鑑 西進颱風之客觀預報法 氣象學報第 9 卷第 2 期
5. 戚啓勳、關壯濤 颱風的理論和預報
6. 陳毓雷 颱風移動路徑之探討。
7. 吳宗堯 馬龍氏颱風客觀預報法及校驗
8. 徐應環 王時鼎 臺灣近海颱風預報問題
9. 蔣志才 颱風移動短時預報討論 氣象預報與分析第 18、19 兩期