

一九六四年荒川氏颱風預測法之再修正

王 崇 岳

A Revision of Arakawa's (1964) Method to Forecast the Movement of Typhoons

By Griffith C. Y. Wang

ABSTRACT

Dr. H. Arakawa's (1964) method to forecast the movement of typhoons is tested and analyzed in details. It has been discovered that the rapid change of speed (acceleration) and recurving of typhoon tracks are inconsistent with the pressure changes at the key points defined in the regression equations.

A revision of the method is suggested herein with a movable key point pressure value in each equation and a method of backward extrapolation for required previous typhoon positions in case of recurving typhoons.

一、前 言

美國氣象學會一九六四年十月份出版之「應用氣象雙月刊中」發表「荒川氏一九六四年修正之颱風運行預測法」，該法是按線性迴歸法選擇對颱風未來動向具有重要影響之若干點，組成兩組預測颱風運行之迴歸方程如下：

$$\text{(甲) } \text{Long}_{+24} = -167.8 + 1.8037 \cdot \text{Long}_0 - 0.8652 \cdot \text{Long}_{-24} + 0.1749 \cdot X_{89}$$

$$\text{(乙) } \text{Lat}_{+24} = -94.3 + 2.3520 \cdot \text{Lat}_0 - 1.3123 \cdot \text{Lat}_{-12} + 0.1767 \cdot X_{91} - 0.0829 \cdot X_{53}$$

按該法，美國關島聯合颱風警報中心曾於一九六二與一九六三年颱風季內作獨立試驗，於一九六二年應用六十次，其平均二十四小時誤差是121哩，於一九六三年計算一四七次，其二十四小時平均誤差是101哩，於一九六五年，戚啓勳氏亦曾應用本法試驗，共計算二十二次，其平均二十四小時誤差是128哩，與關島試驗之結果相似。於試驗後，戚氏對本法作如下結論：「路徑近似向北者，荒川新法算得者大都偏西；路徑向西者，則以偏北較多。颱風轉向時算得之中心位置，誤差顯然較大，雖有上述之缺點，但在現階

段之颱風預報技術中，荒川氏方法確已成為有力依據之一」，為此，荒川氏颱風運行之預測部份，似有再修正之必要，以增加其準確度。

二、迴歸方程中各因子之分析

上節(甲)、(乙)兩迴歸式中之 Long_{+24} 與 Lat_{+24} 各代表二十四小時颱風中心預測位置之經度與緯度。

-167.8 與 -94.3 各代表迴歸方程常數。

Long_0 與 Lat_0 各代表現在颱風中心所在之經度與緯度，其迴歸係數分別為 1.8037 與 2.3520。

Long_{-24} 代表過去二十四小時颱風中心位置所在之經度，其迴歸係數是 0.8652。

Lat_{-12} 代表過去十二小時颱風中心位置所在之緯度，其迴歸係數為 1.3123。

在目前二十四小時颱風路徑預測方法中，據統計，直線外推法（即將過去二十四小時颱風路徑，外延同樣距離，作為未來二十四小時之路徑）仍具有相當大之可靠性，有時可比任何方法為佳。故荒川氏之迴歸方程（甲）有現在與過去二十四小時颱風中心所

在之經度，該兩經度數據之迴歸係數有別，前者是 1.8037，後者是 0.8652。今設(甲)式中之 X_{89} 等于 1004mb，且維持不變，則按該兩係數，如過去二十四小時颱風中心曾前移四經度，因颱風中心所在經度不同而有逐漸減速之趨勢，見表一。當颱風中心在

表一 荒川氏法之經度減速與偏向特性

| 現在颱風中心所在位置之經度 | 140° | 135° | 130° | 125° | 120°E |
|------------------------------------|------|------|------|------|-------|
| 按荒川氏法計算西進颱風速度減速率經度/4 經度/24小時 | ± 0 | -0.1 | -0.3 | -0.6 | -1.0° |
| 按荒川氏法計算北進颱風速度偏差度數/24小時(偏西為負, 偏東為正) | -0.8 | -0.5 | -0.2 | +0.1 | +0.4° |

140°E 附近時，按荒川氏法計算，西進颱風速率不變(設 $X_{89}=1004\text{mb}$)，在 135°E 附近，每 24 小時減 0.1°，130°E 附近每二十四小時減 0.3°，至 120°E 可減速 1°，當颱風中心向北移動時，按荒川氏法計算，於 140°E 有左偏 0.8° 之趨勢(現在颱風中心位置是在 140°E，二十四小時將偏至 139.2°)，但至 120°E 附近時，有右偏 0.4° 之可能，即由現在之 120°E 變為 120.4°E。

又按(乙)式， Lat_0 與 Lat_{-12} 之迴歸係數各為 2.3520 與 1.3123，設颱風周圍氣壓場維持不變， $X_{91}=1004$ ， $X_{89}=1007\text{mb}$ ，則按荒川氏方法計算，其緯度之偏向與減速如表二所示者。當颱風中心沿北

表二 荒川氏法之緯度偏向與減速率特性

| 現在颱風中心所在位置之緯度 | 10°N | 15°N | 20°N | 25°N |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 按荒川氏法計算西進颱風右偏緯度/24小時 | ± 0° | +0.2° | +0.4° | +0.6° |
| 按荒川氏法計算北進颱風速度減速率 緯度/4 緯度/24小時 | -1.3° | -1.1° | -0.9° | -0.7° |

緯 10° 西向移動時，按荒川氏方法計算，如其他條件不變，將繼續向西移動；但若沿 15°N 西向移動時，則於未來 24 小時內，向較高緯度偏 0.2°，餘類推。又當颱風中心以每 24 小時向北位移四度之速度為例，在 10° 附近之颱風將減去 1.3°，15° 附近減去 1.1°，即 24 小時分別僅位移 2.7° 及 2.9° 而非 4°。由此可知，按荒川氏之迴歸方程計算未來 24 小時颱風路徑時，如颱風中心在 10°N 以北，140°E 以西，則計算所得之颱風路徑有偏向高緯度與減速之趨勢，此種趨

勢與西太平洋長時期內諸颱風之合成路徑相符，此點乃為荒川法之唯一優點，而非直線外推法所及。

(甲)式中之 X_{89} 是代表颱風中心正西 35° 經度一點上之海平面氣壓，其值包括仟、佰、十、個位及十分位之毫巴數。(乙)式中之 X_{91} 是 X_{89} 點以南 10° 緯度處之海平面氣壓。 X_{89} 之迴歸係數是 0.1749， X_{91} 迴歸係數是 0.1767，該兩點上之地面氣壓如有 ± 0.6mb 之差別時，即可影響 24 小時颱風中心位置，± 0.1°，即 6 浬；在炎熱夏天之陸地上，地面氣壓之日變化遠大於 0.6mb，或有達此數之三倍者，因地面氣壓之多變，而影響颱風中心位置之預測，且颱風西測約 3,800 公里以外兩點上之氣壓能如此靈敏地影響颱風中心未來 24 小時之行徑，實不敢想像，亦不敢相信，此點乃為荒川氏方法時有巨大誤差原因之一。按筆者觀測，當荒川氏導引迴歸方程時，是以 145°E 以西之颱風中心為準，故 X_{89} 與 X_{91} 兩點位於 110°E 以西之中南半島與我國之華南，該區於夏秋季節內氣壓場平坦，似與西太平洋颱風之運行有較高之相關性。筆者曾試驗將 X_{89} 點之氣壓固定為 1004mb，而 X_{91} 點之氣壓固定為 1008mb，然後將其他各變數代入計算，其結果較以 X_{89} 、 X_{91} 實測海平面氣壓計算者為高。唯直接影響或威脅臺灣本島之颱風常來自非列賓東方海面，此種類型之颱風，常因中國南海熱低壓或另一颱風之存在而影響其行徑；於此種氣壓場之分佈情況下，如按荒川氏之迴歸方程而用 X_{89} 與 X_{91} 兩點所在之緬甸或印度之地面氣壓，以預測非列賓東側之颱風運行，實有「捨本逐末」之感。筆者將於下節中介紹數種颱風型式，作為荒川氏 1964 年新法之再修正。

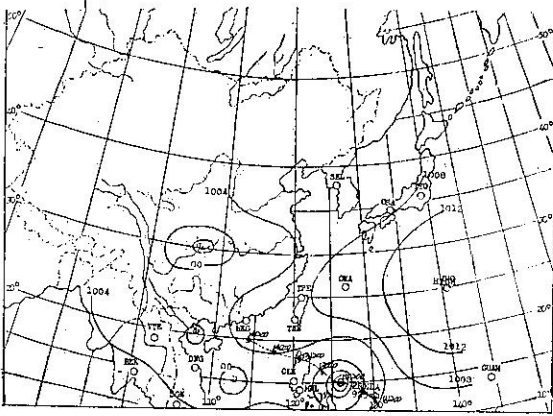
(乙)式中之 X_{89} 是颱風中心向北 5° 緯線與該中心以西 5° 經線相交點上之海平面氣壓，該點之迴歸係數是 0.0829，其重要性僅為 X_{89} 與 X_{91} 之半。颱風中心西北方之 X_{89} 點上，地面氣壓愈高，未來颱風中心位置愈低；反之，則偏高。此種現象與實測者完全符合。

三、荒川氏颱風預測法之再修正

根據上節分析之結果，荒川氏 1964 年颱風預測法應作若干重點修正，希能適應颱風接近臺灣本島時之各種氣壓場，茲按圖分別討論如下：

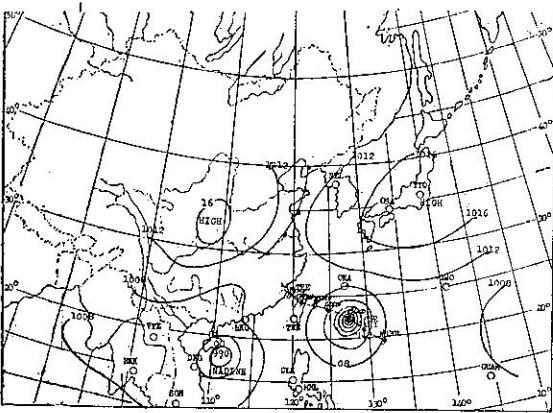
(1) 第一圖，當颱風由東向西接近非列賓呂宋島時，中國南海有熱低壓中心，或該區之地面氣壓較荒川氏法規定之 X_{89} 與 X_{91} 兩點上之氣壓為低時，則

用荒川氏迴歸方程計算時， X_{89} 之氣壓應用熱低壓中心附近約 100 公里半徑之封閉等壓線值，但不能低於 996mb，如有颱風亦僅用 996。如無封閉等壓線，則用颱風中心西側 15° - 25° 經度範圍內之最低氣壓；而 X_{91} 點值則用 X_{89} 點值加 4mb 如第一圖之氣壓場型式， X_{89} 用 1000mb， X_{91} 用 1004mb。



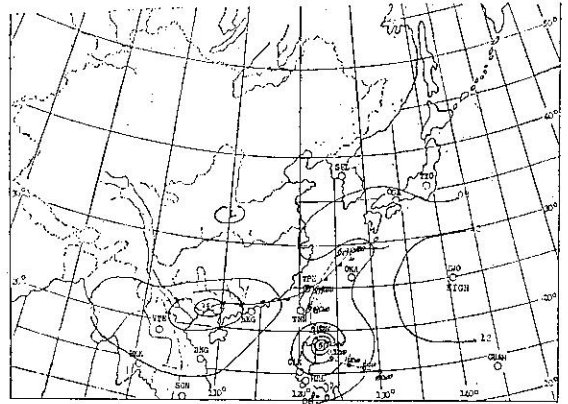
第一圖 民國五十四年七月十二日 1200Z 地面天氣圖

(2) 第二圖，輕度颱風中心氣壓 990mb，位於「瑪莉」颱風之西南西方，100 公里半徑之封閉等壓線約為 1000mb，根據此種氣壓場之分佈， X_{89} 應用 1000mb，而 X_{91} 則用 $1000+4=1004$ mb，如此可反應「藤源效應」。

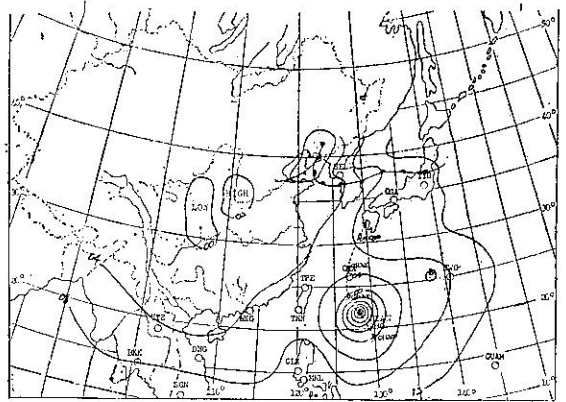


第二圖 民國五十四年八月十七日 1200Z 地面天氣圖

(3) 第三圖，當南海中之低壓中心位置，其緯度較颱風中心之緯度為高時， X_{89} 之氣壓應用颱風中心西側低壓槽內之氣壓，而 X_{91} 則仍照 X_{89} 之讀數加 4。第三圖所示之範例， X_{89} 用 1001mb， X_{91} 用 1005mb。第四圖之範例與第三圖相同。

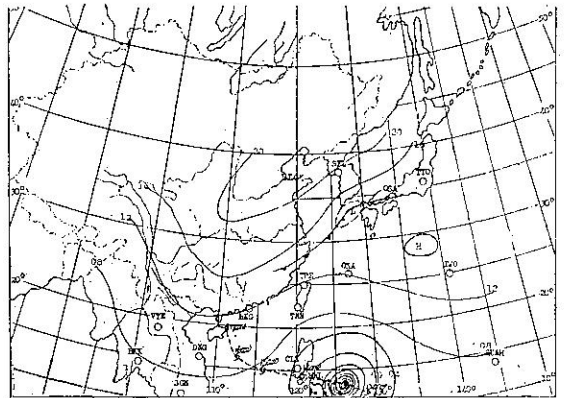


第三圖 民國五十四年六月十七日 1200Z 地面天氣圖



第四圖 民國五十四年八月二日 1200Z 地面天氣圖

(4) 第五圖，南海與中南半島地區盡為高壓脊所佔，此種範例常見於秋冬季節內， X_{89} 應用氣候平均值 1004mb 而 X_{91} 則為 1008mb。



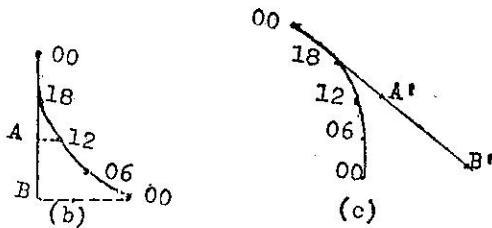
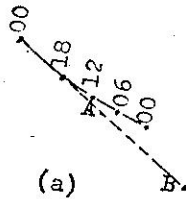
第五圖 民國五十九年十月十三日 0000Z 地面天氣圖

四、加速與轉向（左、右轉相同）颱風

根據荒川氏迴歸方程之分析，可知該法對於加速

與左轉颱風之路徑無法適應，同時對於向高緯度急轉之颱風，如外推法然，亦無法預測。唯若稍加修正，則荒川氏方法仍不失為一可資應用之颱風預測法之一。茲將其修正法分別介紹如下：

(1) 加速颱風 如發現前十二小時颱風預測路徑顯較實測者落後相當距離時，可確定颱風位移在加速中，如第六圖(a)所示者，由 1800 至 0000 時，颱風中心顯已加速，應按 0000 至 1800 之方向及 1800/0000 之速率外推 12 與 24 小時之距離，得 A, B 兩點，以 A 點所在之緯度作為 Lat_{-12} ，B 點所在之經度作為 $Long_{-24}$ 計算之。



第六圖 (a)加速颱風 (b)向右轉向颱風
(c)向左轉向又加速颱風

(2) 轉向颱風 如第六圖(b)與(c)所示之颱風路徑，若按荒川氏之計算法，則以 00-12，與 00-00 直線路徑作為未來颱風路徑預測之根據，此點乃為該法主要誤差發生之原因，為補救該缺點，筆者常以 18-00 時間內颱風路徑作為預報之基準，連接 00-18 兩點之直線，向 00-18 之方向外延，然後由 12 與過去 24 小時之 00 兩颱風中心位置，作 00-18 直線之垂線，得 A, B 兩點，然後以 A 點所在之緯度作為 Lat_{-12} ，B 點所在之經度為 $Long_{-24}$ 按荒川氏法計算之。如於轉向時再加速，則應再按加速修正法處理之，如第六圖(c)，應用 A' 之緯度與 B' 之經度計算之。

五、結 論

按上述修正法，筆者再計算民國六十年五月至九月份各颱風路徑 24 小時預測，其平均誤差可降至 70 哩以內，其最大誤差亦未超過 110 哩，結果實令人滿意。

參 考 文 獻

1. 戚啓勳 荒川氏颱風統計預報新法之試驗，氣象學報 12卷2期。
2. Dr. H. Arakawa (1964) Statistical Method to Forecast the Movement and Central Pressure of Typhoons in Western North Pacific. J. of Applied Meteorology, Oct. 1964.