

近年來國內颱風研究之評介

吳宗堯

中央氣象局

一、前言

台灣地區災變天氣中，以颱風之影響最為嚴重，以全年而言，平均每年約有 3.5 次颱風會侵襲台灣，歷年來台灣遭受颱風災害而損失之生命財產，誠屬不可勝計。諸如民國四十一年十一月貝絲颱風對台灣南部造成重大損失；民國四十八年八月七日台灣海峽南部“針狀”颱風給台灣中部地來空前水災，民國五十二年九月葛樂禮颱風與民國五十八年艾爾西颱風芙蓉西颱風均曾對台灣北部造成重大災害；民國六十六年七月賽洛瑪颱風與薇拉颱風亦分別對高屏地區與台灣北部造成嚴重災害，由此可見颱風對台灣危害之烈。欲減少颱風侵襲之損害，必須有賴準確之颱風動向預測以及適當之防範措施。自氣象之觀點而論，對颱風之瞭解及研究，實為當今氣象重要問題之一。

近年來國內對颱風之生成、結構、特性、能量及運動之研究不遺能力，在國科會規劃與協調下，結合國內專家學者以及機關學校，從事一系列有系統之研究，有關颱風研究方面之論著計達百餘篇，可謂收穫豐碩。茲將其內容作簡要之介紹。

二、颱風觀測資料

民國卅六年後，國內對颱風資料之收集及紀載始見充實，氣象局與空軍氣象中心逐年均編印“颱風調查報告”，空軍方面且對近十多年來之颱風保存有極完整之資料，對颱風研究工作極有價值。此外，近年來對颱風資料之整理分析較有系統者則推民國六十一年中央研究院物理研究所大氣物理組編印之“1884 年至 1970 年侵台颱風路經統計”以及中央氣象局徐晉維先生整理之 1892 年至 1971 年西

太平洋地區颱風路徑圖共 582 張。

此外，中央氣象局所屬高雄花蓮氣象雷達站貯有近七年來颱風侵台期間全套侵台颱風照片，同時中央氣象局并向美國 NESS 購存 1969 至 1977 年 ESSA 與 NOAA 氣象衛星遠東地區之全套氣象衛星圖，以供國內研究颱風之用。

三、颱風長期趨勢

根據魏元恒氏（1970）分析長期颱風資料，颱風發生次數呈有週期性變化，且與太陽黑子週期變化呈負相關，太陽黑子最多年為少颱風年，太陽黑子最少年為多颱風年，此種長期趨勢與 Walker 研究結果符合。

四、颱風特性及結構

颱風接近台灣時，其水平及垂直環流受中央山脈阻擋而發生變化，同時使颱風路徑亦發生曲折現象。對於此方面之研究，早期有徐應環、王峙鼎等諸氏（1960）之論著，近年曲克恭氏（1976 至 1977）再利用廿年侵台颱風資料進行中央山脈對颱風地面流場，垂直風場，濕度場之研究，發現不同路徑及強度之颱風在台灣地區會造成不同之水平與垂直風場與不同之濕度場，且隨時間而變化。此外，魏元恒（1971）曲克恭（1976）諸氏在垂直風場中有一重要發現，即“颱風噴射氣流”，低層與中層均有強風帶存在。

五、颱風路徑預報

颱風之災害有三：(1)暴風，(2)豪雨，(3)浪潮；此三者與颱風之路徑均具有密切關係，尤以台灣地形特殊，有高達三千公尺以上之高山聳峙，形成天

然屏障，地形效應極為顯著，因此，正確之風雨預報，有賴於正確之颱風路徑預報。

近十年來，國內颱風路徑研究方面雖有不少人努力，并引進許多美日等國家新技術，同時均能用之於實際作業，發揮研究之成果。颱風客觀預報方法大致可分為三類：(1)氣候學預報法，(2)統計預報法，(3)綜觀氣象學法。茲就國內研究方面就三類所引進之技術加以簡介。

(一)氣候學預報法 本類中包括HURAN與CLIPER兩種方法，均屬美國颱風實驗室所發展。1971年首先由中研院物理所將HURAN法引介國內，當時僅考慮颱風中心距離、速率、方向、日序等參數，經對台灣附近颱風路徑加以試驗，計算結果廿四小時平均誤差為82哩，效果相當令人滿意。其後胡仲英氏(1976)加以改進，加入加速度參數後，誤差有顯著降低，廿四小時預測位置向量誤差可減少達26.7%，準確性大為提高，對颱風預報作業幫助甚大。運用此法最重要者乃是基本資料之建立，歷史颱風路徑愈多，其準確性愈高。

CLIPER法考慮颱風之氣候學性質及持續性，其效果之優良與否，端視氣候資料之多寡而定，資料愈多，準確性愈高。

(二)統計預報法 陳毓雷氏(1969)首先將NHC 67介紹給國內氣象界，命名為NSC 72，此法考慮導流、旋率、厚度平流等因素，陳氏初選因子得169個，以545次個案資料分別就24、36、48小時後之南北向、東西向位移及中心最低氣壓作為預報目標，得九個預報方程。其後陳氏(1974)又增加新資料及新預報因子，並將速度細分成慢速、正常、快速三套預報方程，用60次獨立資料核驗結果，較原NSC 72有改進，若再以地區、季節、距平、風暴強度等項細分，其效果可能更會令人滿意。由於預報因子較多，讀取資料費時，是為本法唯一之缺點。

(三)綜觀氣象學法 本類中包含有緯流指數法、距平法、平均駛流法、穩定指數法及500毫巴五日平均法等數種。徐晉淮氏等在國科會支持下曾對上述各種方法作過一連串之研究；在緯流指數法中，徐氏(1974)選擇北緯35度及55度兩個緯度圈，各以東經110度及60度經度子午線分別代表涵蓋經度100度至120度與經度50度至70度之範圍之緯

流指數，並且利用經度60度之指數推求經度110度之指數週期循環，作為颱風轉向與否之展期趨勢預報，分析1959至1971年之轉向與西進颱風，獲的一個明顯的結論：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，其成功率約為86%。本法對輕度颱風或發展高度不高之颱風，效果不太顯著。

距平法乃是利用颱風路徑與距平間之相關，經研究發現颱風大致順500毫巴高空圖上正距平外緣進行，太平洋上正距平東西軸線與南北向軸線之伸展與退縮，對颱風之西進或轉向具有密切關係，本法在定性預報上不失為一良好之指標。

平均駛流法是利用700毫巴與850毫巴兩層平均形勢(稱為H圖)對颱風之導流，亦即低層平均流場對颱風之導引，徐氏(1972)調查分析34個侵台颱風，歸納H圖形勢與颱風行徑之關係計有四種基本圖式：(A)西進型，(B)轉向型，(C)鞍部型，(D)複型。H圖對於西進颱風路徑預報之效果極佳，三天平均偏差為 $\pm 15^\circ$ ，相當穩定，惟對轉向颱風需預作未來形勢之預估，始可獲得良好效果。本法唯一缺點乃是定性預報而非定量預報，且對颱風移速無法估計。

穩定指數(K值)法係利用George氏所提示之雷雨預報方法試用於颱風路徑預報，徐晉淮氏(1972)經分析研究指出颱風有向最大K值區域進行及順W軸進行之特性，如颱風前方K值大於40，颱風有發展趨勢，若K值小於20，則颱風有減弱趨勢。

500毫巴五日平均法，鄭邦傑氏(1972)雖利用王崇岳氏預測颱風路徑法之技術運用於500毫巴五日平均圖，對颱風未來五天路徑預報獲的相當成功，平均偏差為1.6度，惟此法對南海颱風效果不佳。

厚度場駛流法，劉廣英氏(1975)指出颱風中心氣壓在930毫巴或以下時，其行動除受300毫巴氣流影響外，還需配合700及500毫巴層氣流；颱風中心氣壓在930毫巴以上時，完全受700或500毫巴氣流之導流，此法亦屬定性預報。

六、颱風路徑數值模擬

近年來國內對於颱風路徑數值模擬方面之研究

工作，最初較偏重於數值模擬，近二年來則較注重於數值預報模式之建立與改進，目前相當正壓模式已正式納入天氣預報作業，現已更進到斜壓模式作業化之研究。

王崇岳氏(1970)、胡仲英氏(1975)曾嘗試利用正壓大氣數值模式探討颱風之運動，均獲得相當滿意結果。蔡清彥氏(1976)更試以相當正壓模式預報颱風運動，蔡氏認為低緯度中地轉理論不適用，所以在其模式中加入風場資料，求出流線函數作為輸入始值，結果亦令人滿意。

中研院物理研究所汪群從、蕭錫璋等諸氏自1971年起對大氣及颱風運動模型展開一系列有計畫的探討，在地轉風假設下，利用四層斜壓模式進行探討。其研究成果計有：(1)邊界條件—發現在有限計算範圍時自由滑動邊界條件似乎能有限度的考慮邊界的變化。(2)運算範圍—邊界上大氣變化對短時間颱風運動影響不大，當計算範圍有 6500×4500 公里大時，24小時內侵台颱風運動不受有限邊界之影響。(3)網格大小—利用粗細網格配合結果之顯示，對於颱風等較小尺度的天氣現象而言，粗細網格之配合使用，可較單獨使用粗網格計算提供更清楚之運動變化現象；同時，粗細網格交界處的計算結果非常穩定，等值線很平滑。(4)熱及摩擦—考慮海面與大氣交界處感覺熱之傳遞和水汽凝聚時潛熱之釋放以及由渦旋黏滯引起之側面混合所造成的阻力，發現在大氣及颱風運動變化時，潛熱及感覺熱之影響最為重要。(5)不等間距斜壓模式—計算結果不等間距與等間距斜壓模式大致相同，顯示不等間距之斜壓大氣模式可直接利用天氣圖資料進行天氣預測工作。

七、台灣颱風風力

颱風侵襲時，一地出現之暴風，除颱風本身之強度外，地形與高度以及颱風路徑亦為重要之因素。台灣地區因有中央山脈縱貫全省，每當颱風侵襲時，其低層風場結構受山脈之阻擋破壞，在不同颱風路徑下，使各地風力分布與颱風原始風場迥然不同。曲克恭氏(1975, 1976)王時鼎氏(1975)均曾對侵台颱風之風場進行理論上之分析與研究，發現颱風與台灣相對位置可以改變氣流之進入角，因此，亦影響“洗流”區之位置與強弱之變化；

並且根據實際各類路徑颱風之洗流或弱風區分析，製成颱風自東南向移近台灣，分北、中、南三類路徑之模式圖，提供實務上之參用。

空軍氣象中心(1972, 1973, 1974)曾以客觀方法，對台灣各地破壞性風力完成一套完整的颱風風力客觀預測圖，為研究成果最佳之範例。

八、台灣颱風雨

一地颱風雨量之多寡，不外取決於：(1)颱風本身水汽含量，(2)颱風強度及半徑，(3)颱風進行方向與速度，(4)氣壓梯度，(5)西南氣流強弱，(6)東北季風強弱，(7)高空風，(8)地形等因素(俞家忠1970, 曲克恭1971, 魏元恒1971, 吳宗堯1973)。多數學者均認為台灣颱風雨受風速與氣壓梯度之影響最大。台灣各地颱風雨量之分布，經魏元恒氏(1972)、徐晉淮氏(1972)、俞家忠氏(1970)等分析一致認為與侵台颱風路徑具有極密切之關係，在一定路徑下，台灣各地颱風雨之分布具有一定之型式，魏元恒氏(1972)曾以100個測站紀錄調製台灣地區各類路徑平均日雨量；徐晉淮氏(1972)利用600個測站紀錄調製台灣地區各類路徑颱風總雨量圖；俞家忠氏(1970)利用平地測站資料分析各類路徑颱風總雨量、日雨量與雨量機率。

吳宗堯氏等(1974)利用比擬法發展一套颱風侵台期內每六小時之降水量客觀預報法，由手選邊洞卡技術發展為機選技術。

九、模型實驗

鮑威平氏等(1976)黃榮鑑氏等(1977)曾利用水工模型進行颱風遇山脈地形的實驗研究，試驗結果顯示，模擬之路徑與實際侵台颱風路徑極為吻合，同時背山所引發之副低壓中心亦能合理地再實驗室加以模擬。

十、結語

近年來國內颱風之研究，多偏重於颱風路徑及其相關之風雨及數值預報方面，並已有顯著成就，且其研究成果已見用於實作，誠一可喜現象。惟颱風方面有待解決之問題尚多，諸如主宰颱風行徑之副熱帶高壓之消長，有關颱風結構及能量之輸送，中央山脈地形對颱風渦流影響之進一步了解等等，均有待繼續努力。此外，雷達回波與颱風降水量之關係，氣象衛星雲圖之研析等之研究，亦有待發展。