

氣象局全球颱風路徑數值預報系統

滕春慈 劉其聖 馮欽賜

中央氣象局 海軍研究院 中央氣象局

摘要

氣象局於 1998 年 7 月，已開始全球數值預報系統，水平解析度 T120 之平行測試。這個水平解析度相當於 100 公里左右的網格距，雖然不能俱備颱風強度變化的預報能力，但是已經可以解析颱風與大尺度環流之間的交互作用，進而預報颱風未來路徑方向。由於颱風所在位置嚴重的缺乏觀測資料，全球預報系統，以氣象局預報中心所定之颱風中心強度與位置，設定“虛擬觀測”(BOGUS)，藉著這些人為給定資料將颱風初始渦旋植入全球數值預報系統中。由 1998 年夏季，OTTO 颱風的個案研究顯示，這種方法的確可以在全球預報模式中，颱風的觀測位置上植入一個明顯的渦旋。這個初始渦旋的強度與位置，不會被初始化的過程改變太大，且隨著預報可以明顯的追蹤渦旋的移行，這些初步的研究顯示，T120 解析度之全球預報模式與 BOGUS 資料的使用，可以俱備颱風路徑預報的能力。

一、前言

當全球模式的解析度接近 100 公里時，雖然對颱風強度的變化還不能掌握，但是可以維持颱風的渦旋與解析颱風與大尺度環流間交互作用。為了延長颱風預報時效，改善側邊界影響大尺度環流的問題，全球數值預報系統也開始提供颱風路徑預報，為預報參考資訊之一(Goess and Jefferies, 1993; Hemming and Radford, 1998; Lord, 1991)。由於颱風所在位置，觀測資料的嚴重缺乏，使得颱風環流有下列的問題：(1)由於颱風所在位置，並沒有觀測資料，使得分析後的颱風位置並不在觀測位置。(2)初始颱風的強度太弱，隨著預報很快的減弱。為了能提供颱風路徑的預報，颱風初始環流的強度與位置，必需和觀測相似。本文即是介紹目前氣象局全球數值預報模式(Liou etc., 1997)，初始颱風渦旋植入的程序。它包括了：(1)由預報中心所定之颱風最大風速，設定一個強度相當的 RANKING VORTEX，為颱風的對稱環流。(2)由颱風目前位置與過去位置，設定颱風之不對稱環流。(3)在颱風觀測位置上，由(1)、(2)之資料產生 13 點 BOGUS 資料，利用這些資料，透過最佳客觀分析過程(OI 滕和劉，1992; Barker, 1992)將颱風植入全球預報模式

為了製造 BOGUS 資料，需要預報中心所提供之颱風資料線性表中的最大風速，30 與 50 海里之暴風半徑、颱風目前位置，颱風過去 12 小時位置。由下列方式計算出相對於颱風中心各點的切線速度，這個風速相當於颱風的對稱環流。

$$V = V_m \left(\frac{r}{r_m} \right) \quad r < r_m$$

$$V = V_m \left(\frac{r}{r_m} \right)^{-a} \quad r > r_m$$

由最大風速、30 海里、50 海里暴風半徑可以計算 r_m 與 a (Guard, 1992)。以這個對稱環流，在颱風中心四週製造 13 個颱風觀測資料(圖 1)。風的強度在 1000 百帕最強，隨著高度逐漸減少，在第七層(300 百帕)以上就不再存在颱風渦旋。這 13 點的觀測資料，除了颱風的對稱環流外，還要加上模式預報的大尺度環境風場。這個環境風場，是取模式預報風速做波數小於 20 的平滑處理，再調整其大小使大尺度的平均風速和颱風過去 12 小時的行進方向一致。這個製造 bogus 資料的方法，並不限於一個颱風。當同時存在數個颱風時，每一颱風均可分別設定 bogus 資料，當颱風環流互相影響時，環流較弱的颱風，減少 bogus 點數，使 bogus 的資料不會彼此重複。

最下三層(1000 百帕、925 百帕、850 百帕)高度 bogus 資料的設定是由風場滿足梯度風平衡，計算而來。

二、颱風 BOGUS 方法

三、結果

1998年8月2日12Z至4日12Z, OTTO 颱風在菲律賓東北方海面形成(圖2), 形成後, 即維持西北方向行進, 由台灣台東附近登陸後, 繼續西北方向在大陸登陸後, 強度減弱為一低壓槽線系統。

1998年8月4日00Z, 這個時間OTTO 颱風位於台灣南方外海上, 由全球颱風路徑預報系統, 850百帕的風場分析(圖3), 可以明顯的看到台灣本島被一個氣旋式環流籠罩, 在其東南方海域上存在有最大風速區。和沒有BOGUS資料的分析場比較(圖4), 可以明顯的看到, 存在BOGUS資料, 在颱風流中心及其附近, 可以產生一個明顯的渦旋環流(沒有BOGUS資料的分析場反氣旋式環流較強)。不對稱環流主要是由於大尺度風場造成。24、48及72小時850百帕風場預報(圖3), 可以看到颱風環流移至台灣海峽, 爾後再移至長江流域, 然後環流減弱不易辨識。和颱風實際路徑比較(圖2), 發現全球颱風路徑預報和本局目前颱風路徑預報模式類似, 較實際偏向西方。

由海平面氣壓場的分析與預報也可以看到(圖5), 首先台灣南方有一個封閉低壓, 隨著預報低壓移向台灣北部沿海, 到了48小時後, 再移往長江口, 形成一個低壓槽。由氣壓的分析場和預報中心發佈的颱風資料對照, 分析場的強度顯然過弱。由於高度的分佈是由風場計算而來, 如何將海平面氣壓的資訊也放入BOGUS資料, 以期初始的高度場和觀測也儘可能接近, 會是CMB未來颱風BOGUS資料工作的重點之一。

颱風BOGUS環流, 經過初始場的修正量(圖6), 並不大。最明顯修正的區域是在台灣東南方海面上大風速區, 可以看到初始化過程將這個區域的風速減弱, 且存在一個反時鐘渦旋, 颱風氣旋式渦旋的環流強度也被減弱, 這和這個個案高度場分析較弱的關係, 必需要更進一步研究後, 才能有深入的瞭解。

四、討論

由於氣象局全球颱風路徑預報系統, 尚在實驗階段, 並無颱風自動定位的過程。有關本研究所認定的位置, 完全是主觀的判定, 不是十分客觀, 再加上OTTO 颱風的環流較弱, 生命期不長, 並不是非常具有代表的颱風個案。可是由結果, 也可以看到幾個重要的結論:(1)透過BOGUS資料的方式, 的確可以有效的將颱風環流植入模式的分析場, 透過客觀分析, 使BOGUS資料和模式背景資料完全融合, 初始化並不會將觀測資料作太大幅度的修改。(2)T120全球預報模式, 可以維持颱風的環流, 颱風

強度不會快速減弱。

雖然這個OTTO 颱風, 全球颱風路徑預報的路徑稍為偏北, 但是和本局颱風路徑預報系統的結果相類似, 這似乎是強調, 氣象局初始大尺度環流場, 在颱風路徑預報的重要性。同時也顯示全球颱風路徑預報似乎俱有延長颱風路徑預報時效的可能性, 這對防災與減災系統是非常有利的訊息。不過有關全球颱風路徑預報實際的預報能力, 仍待有較多個案的統計後, 才能真正瞭解。除此之外, 全球颱風路徑預報植入過程還需要加強下列的研究:(1)颱風環流場附近的高度場強度的加強, 如何透過資料同化的方式, 計算和實際觀測較接近的高度值, 使初始化後颱風的強度和觀測更為接近。(2)颱風中心海平面觀測氣壓值和風場的配合, 共同調整風場, 利用更多的颱風觀測資訊。(3)BOGUS資料和衛星資料的配合, 植入更適當的颱風環流。期望更多樣化的實驗, 找到使預報時效長, 路徑更好的植入颱風環流的方式, 以延長颱風路徑預報的時效。

五、參考資料

- 滕春慈、劉其聖, 1992; 中央氣象局最佳客觀分析法的發展現況。天氣分析與預報研討會論文集編, 1992, 台北, 17-22。
- Barker, E.H., 1992; design of the navy's multivariate optimum interpolation analysis system. *Wea. and For.*, 7, 220-231.
- Gard, C., L. Carr, F. Wells, R. Jeffries, N. Gural, and D. Edson, 1992: Joint typhoon warning center and the challenges of multibasin tropical cyclone forecasting. *Wea. Forecasting*, 7, 328-352.
- Goerss J. S. and R. A. Jeffries, 1994: Assimilation of Synthetic tropical cyclone observations into the Navy operational global atmospheric prediction system. *Wea. Forecasting*, 9, 557-575.
- Heming J. T. and A. M. Radford, 1998: The performance of the United Kingdom Meteorological office global model in predicting the tracks of Atlantic tropical cyclones in 1995. *Mon. Wea. Rev.*, 126, 1323-1331.
- Liou C. S., J. H. Chen, C. T. Terng, F. J. Wang, C. T. Fong, T. E. Rosmond, H. C. Kuo, C. H. Shiao and M. D. Cheng, 1997: The second generation global forecast system at the Central Weather Bureau in Taiwan. *Wea. Forecasting.*, 12, 653-663.

Lord, S. J., 1991: A bogusing system for vortex circulations in the National Meteorological Center global forecast model. Preprints, 19th Conf. On Hurricanes and Tropical Meteorology. San Antonio, Tx, Amer. Meteor. Soc., 328-330.

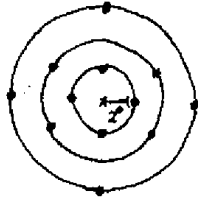


圖 1. 颱風 bogus 資料水平分佈

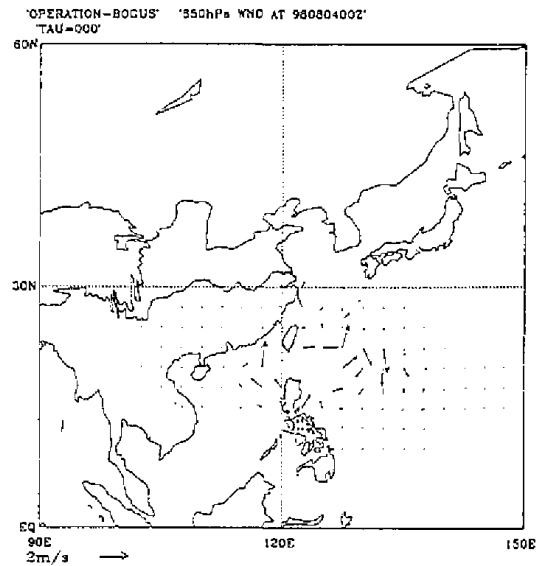


圖 4. 1998 年 8 月 4 日 00Z, 作業系統 850 百帕風場分析和全球颱風路徑預報系統之差異(作業系統-BOGUS 系統)

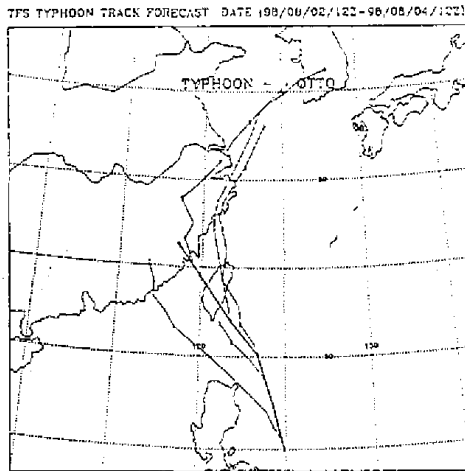


圖 2. OTTO 颱風路徑圖
(Aug. 2.12, 1998-Aug. 4.12, 1998)

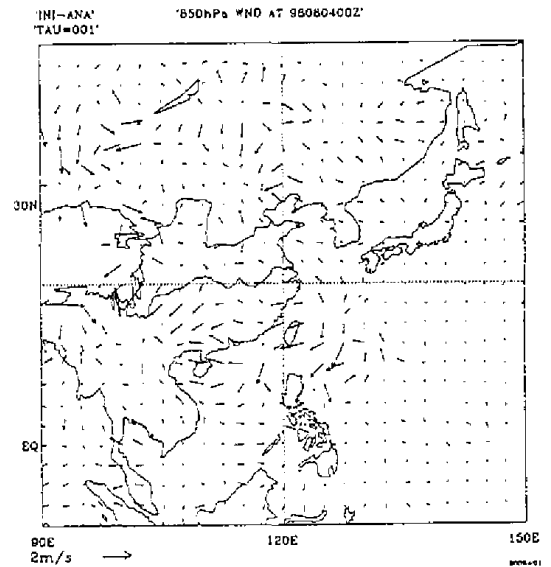


圖 6. 850 百帕風場, 初始化修正量
(初始場-分析場)

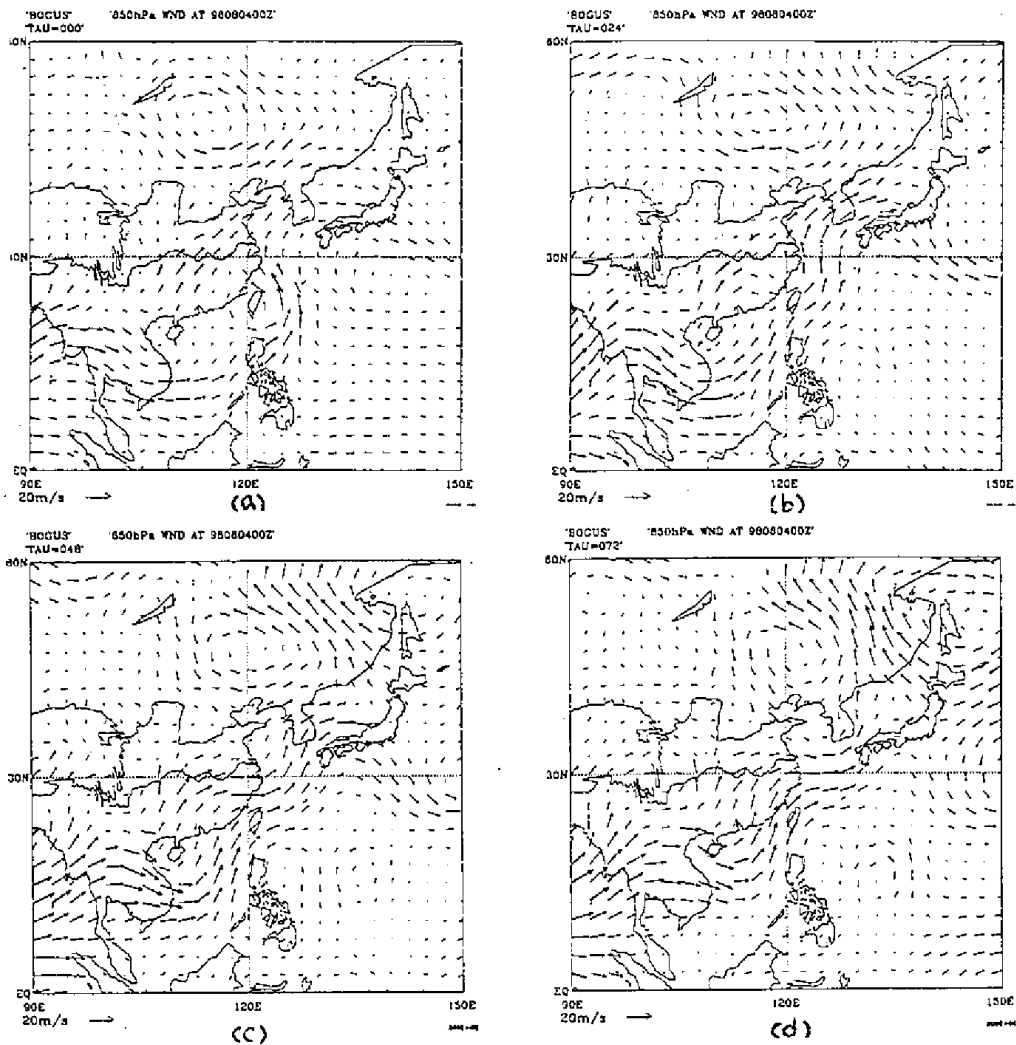


圖 3.1998 年 8 月 4 日 00Z，全球颱風路徑預報系統 850 百帕風場分佈

- (a)分析
- (b)24 小時預報
- (c)48 小時預報
- (d)72 小時預報

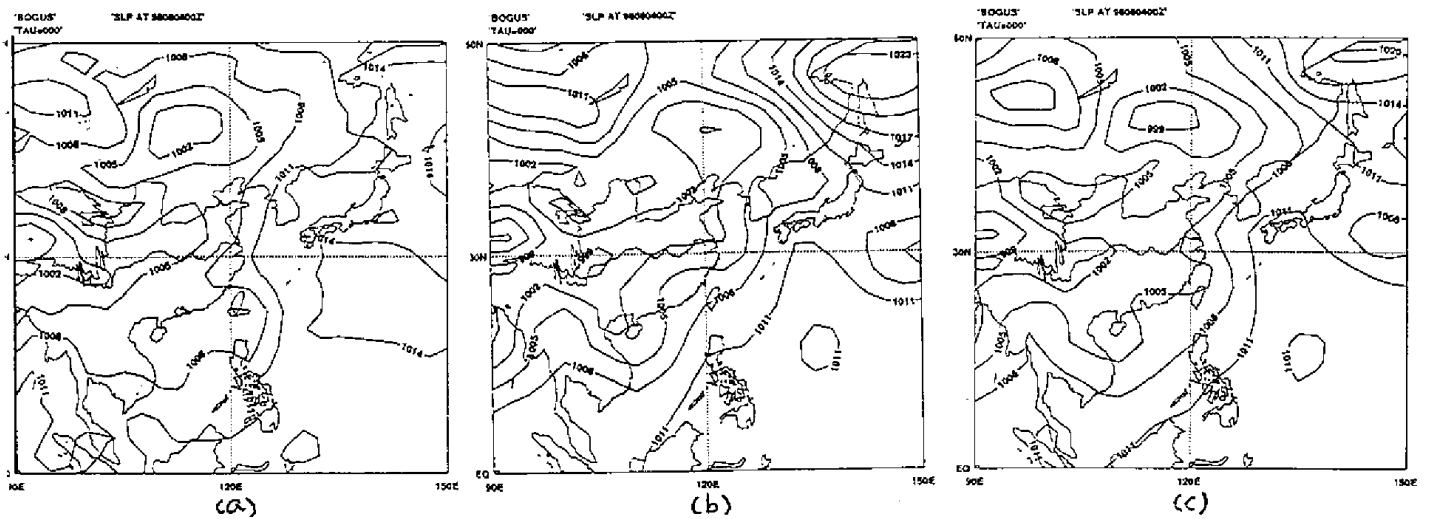


圖 5. 圖 3.1998 年 8 月 4 日 00Z，全球颱風路徑預報系統海平面氣壓場

- (a)分析
- (b)24 小時預報
- (c)48 小時預報

**GLOBAL TYPHOON TRACK FORECAST SYSTEM
AT CENTRAL WEATHER BUREAU**

Chuen-Teyr Terng	Chi-Sann Liou	Chi-Tzu Feng
CWB	NRL	CWB

In 1998, the Global Forecast System(GFS) at CWB increase the resolution from T79 to T120. This resolution is suitable for typhoon track forecast already, and will extend the typhoon track forecast from current 72h forecast from Typhoon Track Forecast System at CWB to 120h from GFS. CWB initialize tropical cyclones in its GFS by use of "bogus" data. This involves bogus wind data at the lower 7 levels wind and lower three levels height. An asymmetry to the wind flow is achieved by imposing a steering flow (Past 6-h movement vector). The symmetry part of the wind flow is achieved by imposing a ranking vortex which velocity is decreased with height. The geopotential height is satisfied the wind balanced with the bogus wind field With the simulated result shows that either analysis or initialized filed the typhoon vortex is clearly be seen. The results of three days forecast is compatible with the Typhoon Track Forecast System at CWB. Most important potential for GFS typhoon track forecast is the ability of 5 days forecast.