

氣象衛星專用軟體系統應用於颱風分析之探討

劉廣英

潘大綱

空軍氣象聯隊

空軍氣象中心

摘 要

空軍自換裝高解度衛星接收系統後，應用氣象衛星專用軟體 (METPAK) 於颱風分析上，顯著地改善了作業上的一些步驟；透過影像處理技術、颱風結構的瞭解、電算機快速運算之能力，針對颱風定位、強度分析、路徑預報等均可以及時地加以分析處理，對於要求時效性的颱風作業而言，提供了一項極為有利的工具。

針對個案分析顯示，目前針對颱風中心定位而言，高解度氣象衛星資料加上作業人員之仔細處理分析，已得到了相當程度的可靠性，路徑預報亦可利用同一軟體中之 HPAC 及 CLIPPER 功能找出未來 72 小時之預報，唯強度及降雨之估量由於難以正確評估或台灣地型之特殊，亟待將現已存在之方法加以修飾或改善，方可應用於實際作業之中。

一、前 言

本省每年於春末後即愈來愈受到南來之天氣系統所影響，而颱風往往又是其中系統最大、生命期最長、影響範圍最廣，造成生命財產傷害最大的，因此颱風強度、路徑及其影響程度之預警，無論在士農工商各行各業均受到很嚴重之關切，是固正確地颱風預報是減輕損失、保障生命財產的最佳法門。

颱風預報中最關鍵的一項工作即是颱風中心定位，由於海洋地區資料不足，因此當颱風於海洋區無傳統觀測可得之時，應用氣象衛星資料來完成此一工作往往可謂是最佳也是目前唯一的一種方法，過去美軍尚有飛機觀測，但是由於經費與預算限制，目前已取銷該項任務，因此，若是仔細分析氣象衛星資料以判定颱風中心位置，往往可以得到滿意的成果。McBride et al. (1987) 曾調查分析全球 16 個發布熱帶氣旋警報的作業單位，針對這 16 個作業單位而言，在定位或強度分析上都綜合 3 個衛星觀測資料於其中，除了 3 個單位沒有衛星接收

裝備之外，各單位在作業過程中均仰賴了衛星所提供的及時又密集的觀測資料。

空軍自換裝 GSC (General Science Corporation) 的高解度衛星接收系統後，利用所接收之同步衛星 (GMS-04) 及軌道衛星 (TIROS-N) 所傳送之資料，透過影像處理及 METPAK 軟體之應用，在分析定位颱風中心及作業步驟上已明顯地增進了警報發布之速度及準確性。本文則分別就 METPAK 軟體中颱風分析的部分，如何應用於作業上加以討論，並將分別舉例說明其於作業上所提供之功能及成果。

二、METPAK 作業應用之探討

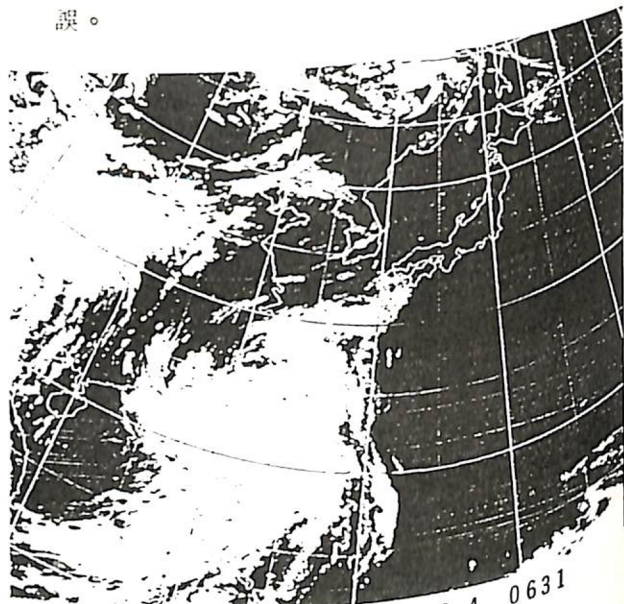
(一) 中心定位

颱風中心之定位，通常是指氣壓中心，雲系中或風場中心，當颱風中心出現眼牆 (Wall Cloud) 時，三中心位置大致一致，但是當眼不明顯時，則須謹慎處理運用各種方法以判定其中心位置，並應用螺旋雲帶特徵及

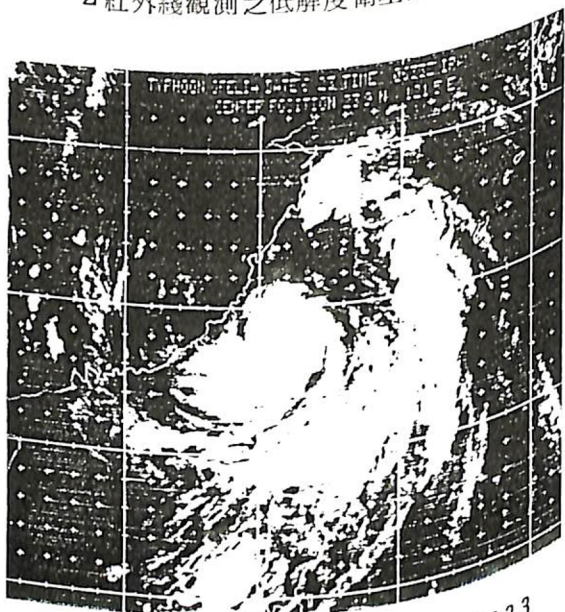
溫度場分析來確定中心定位之可靠性，另外作業人員亦須針對地型誤差加以修正，同時亦應考量網格誤差、斜視誤差及解析度誤差等 (Dvorak, 1984)。

本軍應用影像處理 GMS 之 S.VISSR 及 TIROS-N 的 AVHRR 衛星資料，不僅可以改善過去 GMS 低解度雲圖不易判定颱風中心之缺憾，更可及時地定位並提供作業及早採取防範風雨之措施。圖一即為 GMS 低解度衛星雲圖於 1990 年 6 月 23 日 0631 Z 紅外線觀測，本省主要雲系為歐菲莉 (OFELIA) 颱風的雲系，由於灰度層 (Gray level) 及解析度之限制使得在主要對流旺盛或卷雲區不易分別出來，然比較圖二之同時之高解度紅外線衛星雲圖，我們明顯地可以判讀出較為清楚的特徵，圖三則同圖二僅差別在圖三為可見光雲圖，配合圖三旺盛對流及卷雲區大致均可分辨，然而無論圖一至圖三，我們均無法清楚地判定颱風中心的位置，然而若是利用加強色調處理之後，颱風中心位置則可一目瞭然了 (圖四)，然而此時作業上仍需將逐時之高解度雲圖予以動畫 (Animation) 處理，從持續性來判斷此一中心定位之可靠及正確性。圖五使用類似圖四之處理方法針對楊希颱風之中心予以定位之結果，事實上有些情形下颱風出現眼的時候仍然十分難以正確定位，吳 (1991) 曾指出當眼大且不規則時，在作業定位上亦可造成極大的誤差，圖六為 1990 年 8 月 29 日 2033 紅外線觀測之亞伯颱風，圖中可見眼區範圍十分寬廣，若是在 NOAA-10 之 AVHRR 衛星雲圖上來看此一颱風時，圖七則顯示出其眼區不但大且不易判定中心位置，此時應用雲頂溫度分析之結果，配合颱風垂直結構特徵之瞭解則比較容易掌握住正確的中心位置，圖八即為 1990 年 9 月 5 日 2133 紅外線觀測下對颱風黛特 (DOT) 所做的雲頂溫度分析，在橫軸 6 至 8 間突顯出暖心之特性，此亦為颱風中心位置之所在，雖然軌道衛星可以提供較高於同步衛星之資料解析度，然而由於其軌道與

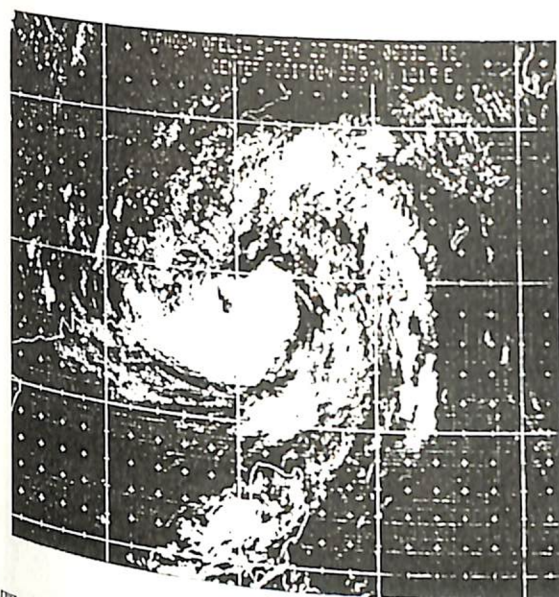
所興趣之颱風之位置有時會有相當大的斜角誤差，圖九是波西颱風於 1990 年 7 月 28 日 0526 Z NOAA-11 的 AVHRR 可見光雲圖，眼的位置十分清楚，配合圖八的分析方法對同時的紅外線雲圖眼區加以處理，則十分清楚地可以掌握住眼 (中心) 的位置，圖十則同是波西颱風之雲圖情況，然而明顯地斜視誤差已存於其間，若是僅使用此圖定位必然會有極大的失誤。



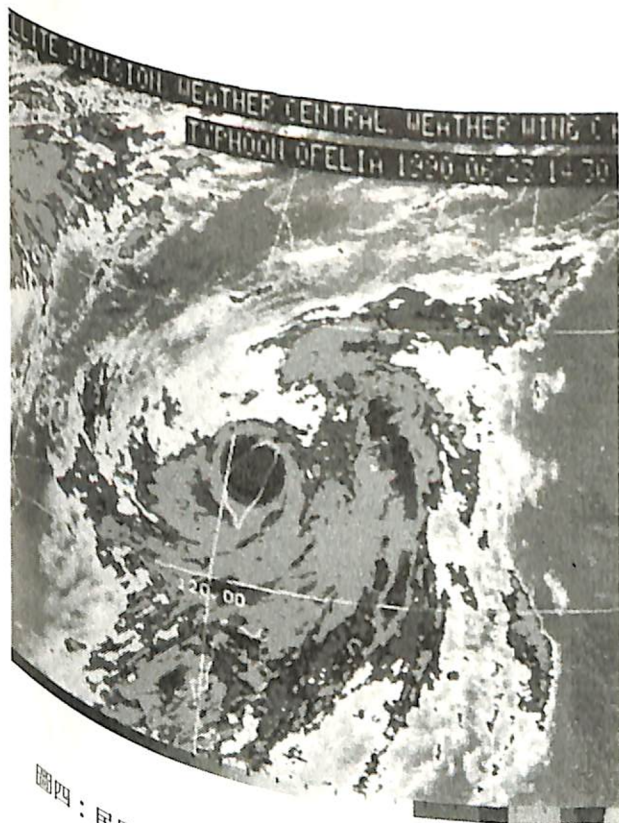
圖一：民國 79 年 6 月 23 日 GMS-04 0631 Z 紅外線觀測之低解度衛星雲圖



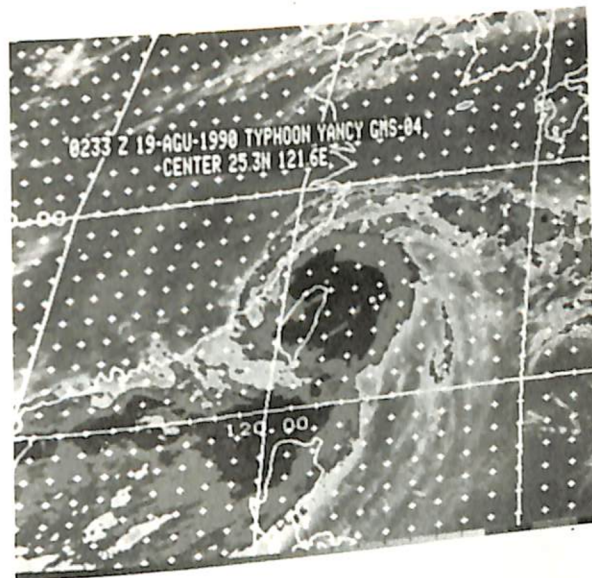
圖二：民國 79 年 6 月 23 日 GMS-04 0633 Z 紅外線觀測之高解度衛星雲圖



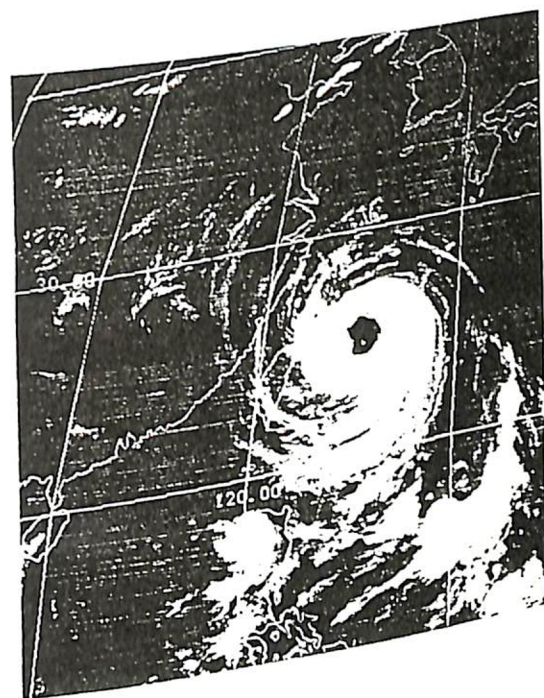
圖三：民國 79 年 6 月 23 日 GMS-04 0633 Z 可見光高解度衛星雲圖



圖四：民國 79 年 6 月 23 日 GMS-04 0633 Z 紅外線加強雲圖，颱風歐菲莉中心清晰可見



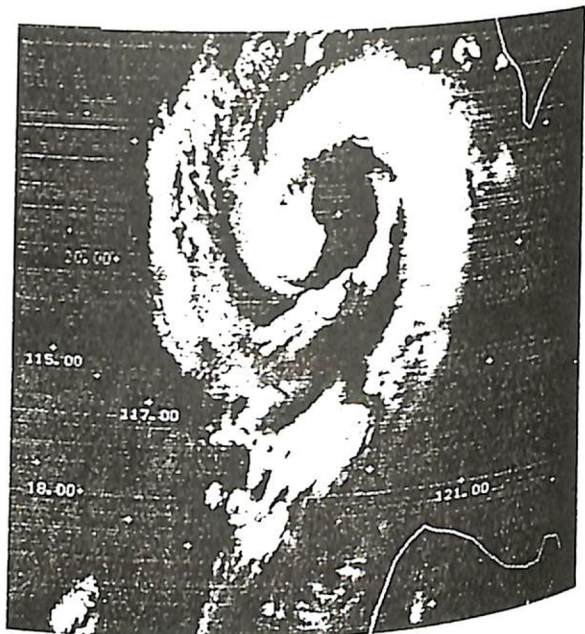
圖五：民國 79 年 8 月 19 日 GMS-04 0233 Z 紅外線加強雲圖，颱風楊希中心清晰可見



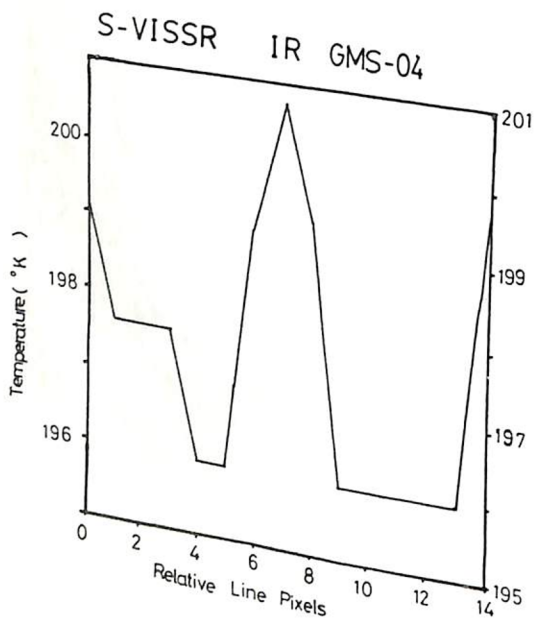
圖六：民國 79 年 8 月 29 日 GMS-04 2033 Z 紅外線加強雲圖，主要雲系為亞伯 (ABE) 颱風之雲系



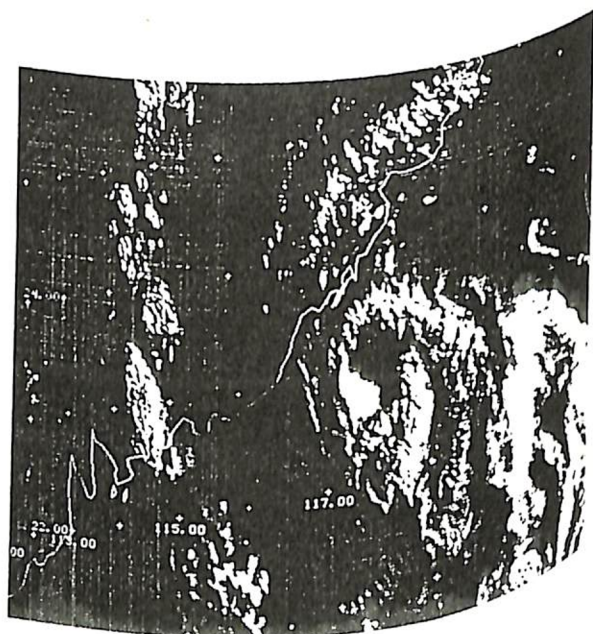
圖七：民國79年8月29日 NOAA-10 1033 Z 紅外線 AVHRR 雲圖，主要雲系為亞伯 (A B E) 颱風雲系，颱風眼清晰可見



圖九：民國79年7月28日 0526 Z NOAA-11 AVHRR 可見光雲圖，主要雲系為波西颱風之雲系



圖八：應用 GMS-04 S-VISSR IR 數據分析雲頂溫度的示意圖，雲圖時間為民國79年9月5日 2133 Z



圖十：民國79年7月28日 2317 Z NOAA-10 AVHRR 可見光雲圖，主要雲系為波西颱風之雲系，此圖斜視誤差明顯。

強度分析與降水估擬

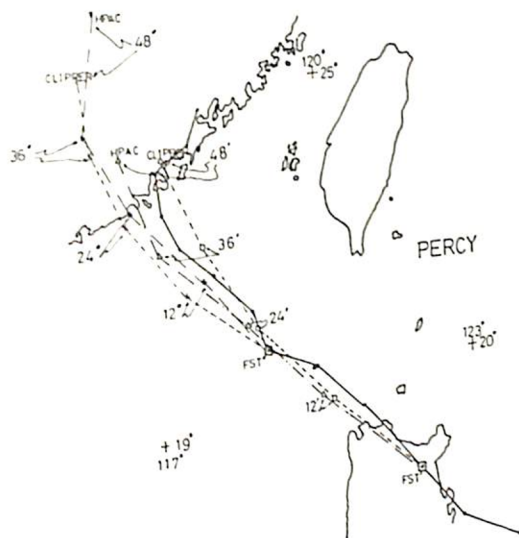
McBride et al. (1987) 及 Elsberry et al. (1987) 同時指出在許多作業機關泰半均使用了 Dvorak (1975, 1977, 1984) 的方法，洪雪 (1982) 亦說明如何應用此一技術對於強度加以估擬，Dvorak 將颱風強度以指數方式來表示 (T number)，透過 T 值之確定，則可轉換最低海平面氣壓或最大恒常風之風速。然而 Zehr (1989) 提出了改進 Dvorak (1984) 的方法，使得 Dvorak 方法在短時間內之強度變化可以比較正確地予以掌握，事實上，本軍應用此法來與美軍 JTWC 所發布之 T 值比較，雖然偶有誤差，然亦誤差極小，筆者相信這多半是由於在雲區型態辨別上方法在於判圖者為主觀的認定所造成的誤差，至於降雨的估擬，雖然國外許多研究指向此一方向，然而在特殊地型及位置之本省，降雨的估擬勢必較為困難且複雜，這也是值得我們努力的方向之一 (吳, 1991)。

路徑預報方法及類型

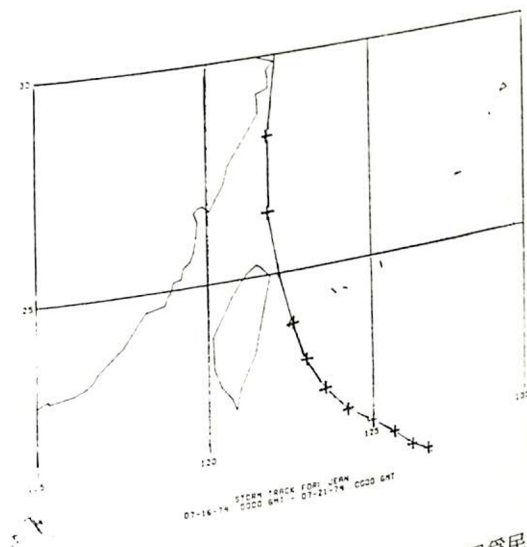
METPAK 提供了 CLIPPER 及 HPAC 兩種路徑預報方法，圖三即為此二種方法在波西颱風時的表現，由於其輸入資料簡單易得，因此可以迅速提供作業單位參考，至於類型的選取則仍需人為的選擇，凡在 1945 年之後與所興趣之颱風目則路徑相似者均可立即繪出以供參考 (如圖三)。

準確性

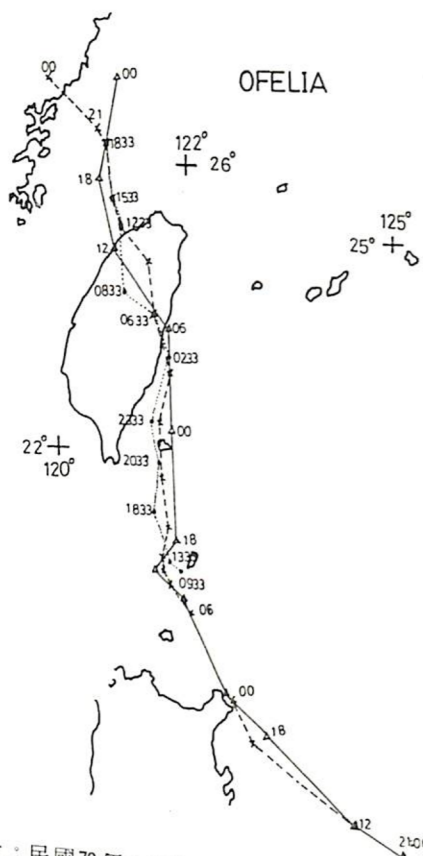
圖三及四為比較空軍氣象中心，JTWC 及本軍衛星接收系統之衛星定位的示意圖，由圖所示雖有不同但誤差極小。若是以極座標中心為本軍衛星接收系統所定之中心位置，比較其與美軍利用衛星定位或 JTWC 的位置來看，則如圖五中顯示各誤差在 30km 之內的佔全部資料的 84%，從資料群性分布來看，似乎我們在調整斜視誤差及網格誤差時仍需加以仔細分析及審視的。



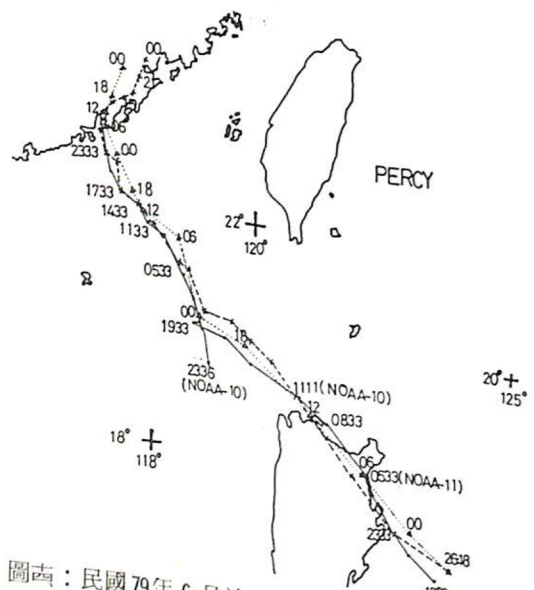
圖三：波西颱風路徑及在 FST' 與 FST'' 兩點時之 HPAC 與 CLIPPER 的路徑預報圖



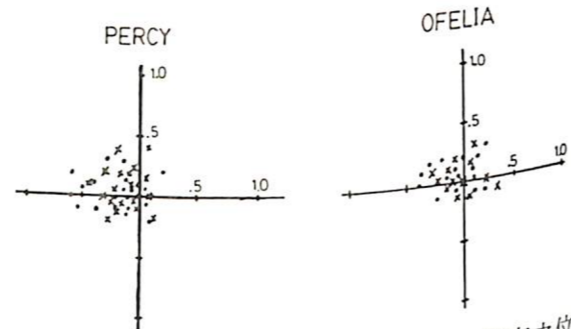
圖四：METPAK 中颱風路徑類型之製作，圖為民國63年7月16日至7月21日颱風珍恩 (JEAN) 的路徑示意圖。



圖三：民國79年6月21日起歐菲莉颱風在JTWC、空軍氣象中心及衛星定位下的路徑示意圖。實綫為JTWC位置，虛綫為空軍氣象中心之位置，點綫為衛星定位之位置。



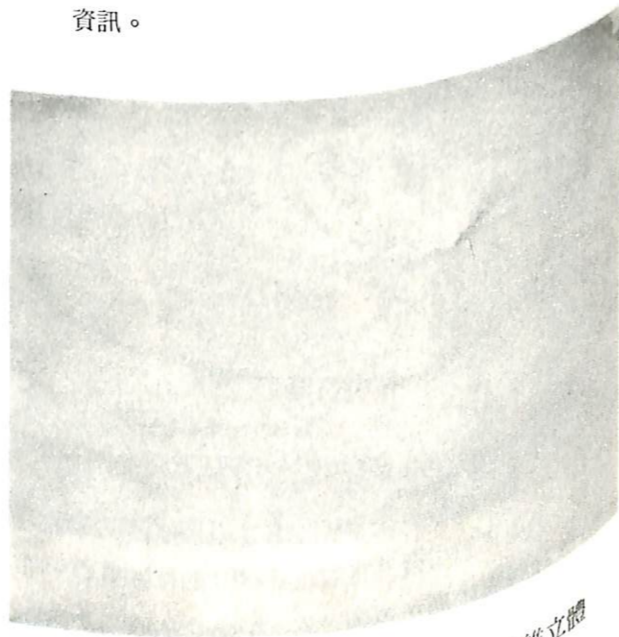
圖四：民國79年6月波西颱風在JTWC、空軍氣象中心衛星定位下的路徑示意圖，點綫為JTWC之位置，虛綫為氣象中心發布之位置，實綫為衛星定位之位置。



圖五：校驗波西與歐菲莉颱風位置與美軍發布之位置及美軍利用衛星定位之位置比較，0.5代表0.5緯度，圖中×代表美軍發布相對於本軍衛星定位之相關位置，●代表美軍衛星定位相對於本軍衛星定位之相關位置

五、其它

應用METPAK 其它功能不僅可以將動畫處理逐時衛星觀測達48小時，此外亦可將三維立體影像技術應用於動畫之中，如此不僅對特殊區域的雲系結構變化可以做連續的監視，更可穿越中心以做觀測(fly-viewing)(如圖六)。未來GMS-05將提供波長6.7 μm的水汽，波頻將對分析上提供更大幫助的資訊。



圖六：為強調颱風羅絲中心情況所製作之三維立體圖，透過動畫製作連續之此一圖，可以產生穿越飛行觀測(fly-viewing)的效果

三、結論

McBride et al.(1987)曾指出這多作業機構對於颱風作業上均欠缺了校驗成果的步驟，對於過去的飛機觀測所提供之最佳校驗參考值如今已由於飛機觀測任務之停止而不復可得，然而適切的應用METPAK 軟體，仍然可以提高作業人員在決策制定時之信心並及時供預報人員參用。自然，本文並非否定它種觀測之重要性，相反地，Elsberry(1987)強調混合使用各種所得之觀測以分析研判颱風之中心位置，強度、降雨等是十分重要的，本文將過去一年中幾個實際作業的颱風個案加以討論，結果顯示中心定位的問題已有大幅的改進與突破，對於簡單的CLIPPER及HPAC方法或類型路徑參考亦可立即提供使用，對於講求時效的颱風作業而言是大有助益的。

四、致謝

本文之完成尤賴黃銘生先生、楊忠譯先生在資料整理上提供許多協助，於此謹致筆者之感謝。

參考文獻

1. 吳宗堯，1991：颱風作業問題之探討講義，中央氣象局，p11。
2. 洪理強、丘台光、李培君，1982：運用衛星影像色調強化技術估計颱風中心位置及強度，中範圍天氣系統研討會論文彙編，交通部中央氣象局，143~161。

3. Dvorak V.F. 1984:Tropical Cyclone Intensity Analysis Using Satellite Data NOAA Technical Report NESDIS-11 47pp.
4. Dvorak, V.F. and S. Wright, 1977: Tropical Cyclone intensity analysis Using enhanced infrared satellite data. Proc. of the 11th Technical Conf. on Hurricanes and Tropical Meteorology Miami, FL. A.M.S. 268-273.
5. Dvorak V.F. 1975: Tropical Cyclone intensity analysis and forecasting from satellite imagery. Mon. Wea. Rev., 103 420-430.
6. Elsberry R.L.; W.M. Frank; G.J. Holland; J.D. Jarrell and R.L. Southern 1987: A Global View of Tropical Cyclone pp. 185.
7. McBride J.L. and G.J. Holland; 1987: Tropical-Cyclone Forecasting: A Worldwide Summary of Techniques and Verification Statistics B.A.M.S. Vol 68 No.10, 1230-1237.
8. Zehr R.M. 1989: Improving Objective Satellite Estimates of Tropical Cyclone Intensity 18th Conf. on Hurricanes and Tropical Meteorology AMS J25-J28.

The Application of METPAK on Typhoon Analysis

Koung Ying Liu

Peter DaGang Pan

Weather Wing, C.A.F.

Weather Central, Weather Wing

Abstract

A newly installed High-Resolution Satellite Receiving System and accompanied METPAK software greatly improved the routine typhoon operations. We presented several cases to illustrate how METPAK performed and concluded the following :

1. Animated satellite picture sequences are excellent tools for tropical cyclone analysis.
2. Typhoon center can be identified easier using the methods provided by METPAK and better results has been verified through several typhoon cases during 1990.
3. By watching the 6 to 12 hours past motion of the storm center on the video screen, forecasters ,under proper situation, can extrapolate its motion into the future.
4. More valuable information can be used to improve the accuracy of typhoon analysis if GMS-05 6.7 um water vapor channel be available.