

應用衛星資料估計颱風強度之客觀模式

吳 鳳 娥

中央氣象局氣象衛星中心

摘 要

本文的目的在利用日本地球同步氣象衛星(GMS)，每3小時的紅外線灰度值數據資料，發展客觀方法以估計颱風之強度。在發展估計颱風強度之客觀方法時，採用逐步複迴歸分析，而得到三個模式。模式I不採用任何過去強度資料，其複相關係數很低，模式II、III分別採用過去6小時和12小時之強度資料，結果頗理想；而且模式II和III對過去6或12小時颱風強度值之誤差並不敏感，因此實際作業時有相當高的參考價值。因原始資料的限制，模式對強烈颱風之估計強度誤差較大。

在利用逐步複迴歸分析，發展客觀分析模式時，除了過去強度外，另外選出了三個重要的因子，分別為颱風中心位置的經度和緯度，以及0—0.5度內雲頂溫度小於 -75°C 強對流面積之百分比，此結果顯示颱風中心附近強盛對流作用在颱風強度變化中之重要性。

關鍵詞：颱風、衛星資料、颱風強度

一、前 言

颱風經常造成台灣地區嚴重災害，提升對颱風的預測能力，警告民衆防患於未然，實為當務之急。氣象衛星能連續的對廣大地區作觀測，較之一般地面測站觀測、雷達觀測更能掌握颱風之動向，也更經濟實惠。再加上從1987年9月後，關島美軍颱風飛機偵察終止觀測，更提高了衛星觀測颱風的重要性。

最近幾年，有多數學者嘗試利用衛星觀測資料，發展客觀方法來決定颱風之特性（Zehr, 1989；Shoemaker, 1989；Holliday and Waters, 1989；李和吳, 1988）。而在實際作業應用上，目前大都採用Dvorak(1975)之分

類分析模式或Dvorak(1984)之數據資料分析方法；在Zehr(1989)之研究中則亦嘗試改進Dvorak(1984)之方法。此外，由於同步衛星觀測資料的時間連續性，有多位學者亦利用衛星資料所提供的訊息，研究颱風之生成、強度變化或者結構特徵改變的過程（Rodgers and Stout, 1989；Steranka et al., 1986；Zehr, 1987；1988）；例如，Steranka et al. (1986)研究平均雲頂溫度和熱帶氣旋強度變化，其統計資料顯示熱帶氣旋中心之強烈對流和24~48小時後的中心最大風速有強統計相關。Zehr(1988)則發現熱帶積雲簇發展成熱帶風暴前12~36小時深對流常達最強後再減弱。

本文的目的乃針對西北太平洋地區，鄰近

台灣地區附近之颱風，利用衛星紅外線數據資料，分析颱風中對流強度分佈和颱風強度變化的關係，同時探討颱風強度變化之物理過程。並發展客觀的分析模式，作為預測颱風未來強度的量化之客觀參考依據。

李和吳(1988)研究中，分析結果顯示了主觀判斷是一個嚴重的問題。本文中發展的客觀分析模式，是採用衛星定位中心。本文共處理了1985到1987年之792張颱風之衛星影像，其中1985和1986年之593張颱風之衛星影像，用以發展客觀的分析模式，1987年之199張颱風之衛星影像，用在客觀分析模式的校驗。

本文第二節敘述資料蒐集及處理過程。第三節則分析雲頂相當黑體溫度的拉卜拉氏分佈($\nabla^2 T$)。分析其特徵是否能更客觀的決定颱風中心位置。第四節敘述發展客觀分析模式之過程和結果，包括所採用的方法及樣本大小、自變數多寡，以及多重相關係數等。第五節則利用獨立資料，分析校驗所得之三種客觀分析模式的結果；這也是本文的重心所在。最後為結論。

二、資料蒐集和處理方法

本文共處理了1985到1987年，26個颱風之792張颱風影像資料，(表一為詳細資料時間)資料處理方法，其步驟首先為將類比資料轉換為影像，接下來挑選參考點，以決定每個點(pixel)的經緯度，GMS紅外線高解像資料之解析度在衛星直下點(0°,140°E)為五公里，由於本文所採用之資料大部分在北緯15度到30度，東經120度到135度範圍內，平均解析度約為6公里且變化不大。第二步須去掉影像中日本所加的經緯線和海岸線，(加上海岸及經緯線會改變該處的灰度值，所以須去掉)，再轉換為雲頂灰度值，即雲頂相當黑體溫度；Zehr(1987)指出由影像灰度值(Gray scale)轉換為亮度溫度，誤差不大，約為0.5~2.0°C，不至影響本文的結果。

關於颱風強度或中心最大風速，則採用關島美軍聯合颱風警報中心(JTWC)之最佳路徑資料。此外，並且抄錄中央氣象局氣象衛星中

心，聯合Dvorak模式及主觀外延判斷所決定之颱風強度以供參考。

至於颱風之中心位置的決定，為考慮實際應用，採用利用衛星資料所決定的中心位置。當颱風眼或環流中心不明顯時，定位上頗困難，此時則以強對流雲團中心為中心。

另外，為了分析雲頂相當黑體溫度的拉卜拉氏分佈情形，將1985、1986年593張衛星紅外線數據資料，以衛星定位之颱風中心為中心，計算並製作拉卜拉氏分佈圖。在計算每點之拉卜拉氏值時，採用差分公式，而網格間距為5個點距。

三、雲頂溫度的拉卜拉氏分佈

由於日本GMS衛星自1988年3月開始直接播放高解析數據資料，對於應用客觀分析模式，採用紅外線雲頂相當黑體溫度資料時，將更便捷。但是衛星定位的颱風中心位置也扮演很重要的角色，所以我們亦嘗試將所有資料都處理成雲頂溫度的拉卜拉氏(Laplacian)分佈($\nabla^2 T$)，期望能分析雲頂相當黑體溫度之拉卜拉氏的分佈情形，和颱風中心位置的關係。由於颱風中心(眼)一般為無雲區，雲頂相當溫度最高，為雲頂溫度值之局部最大值，故其拉卜拉氏值當為局部之最小值，然而因本計算採用衛星觀測灰度值代替T，而灰度值和雲頂溫度呈線性反比，故 $\nabla^2 T$ 值於中心呈最大值。當颱風眼明顯時不管是利用T或 $\nabla^2 T$ 皆能很容易決定颱風中心，但當眼不明顯時，則很難下定論。(由於處理 $\nabla^2 T$ 分佈的資料量相當大，所以只有分析十五個較多資料的颱風個案。)

在計算 $\nabla^2 T$ 時，我們採用差分方式，即(i, j)點之拉卜拉氏值為

$$\nabla^2 T(i, j) = \frac{T(i+1, j) + T(i-1, j) + T(i, j+1) + T(i, j-1) - 4T(i, j)}{(\Delta x)^2}$$

其中 Δx 為網格點間距，在此直接以資料點數來表示距離。在計算時發現若 Δx 取一個網格點(pixel)則結果太過凌亂，若取太大則恐會遺落資訊，因此在經過一些嘗試之後，我們認為點間距以採用5點最為理想，因此以下之

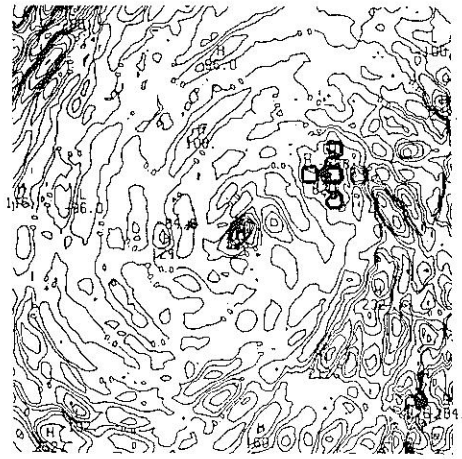
計算結果，乃採用 5 個點距（約 30~35 公里），而 T 則以灰度值表示。

在所分析的十五個颱風中有三個颱風，DOT 颱風 (1985)、NELSON 颱風 (1985) 及 VERA 颱風 (1986)，約有將近百分之八十的資料時間都顯示，衛星定位中心在 $\nabla^2 T$ 最大值中心（圖中以 H 表示）的西北方，但距離遠近則不同。至於其餘 ELLEN (1986) 等十二個颱風，此種配置的相關性沒有這樣高的比率，有些個案其衛星定位中心則沒有在 $\nabla^2 T$ 最大值中心的西北方。

雖然 DOT 等三個颱風之衛星定位中心和 $\nabla^2 T$ 最大值中心具有相對位置的相關性頗高，但是和雲頂溫度（灰度值）的分佈比較起來卻較複雜，因為 $\nabla^2 T$ 為二次微分項，其值對 T 之分佈變化較敏感，故其分佈情形隨時間變化的連續性不及雲頂溫度的分佈。例如挑選兩個螺旋狀雲帶 (spiral band) 較明顯，組織結構較好的颱風個案 ELLEN (1986) 及 ABBY (1986) 颱風為例，比較其 $\nabla^2 T$ 分佈及雲頂溫度分佈。圖一、二分別為 ELLEN (1986) 颱風於 1412Z、1512Z 的 $\nabla^2 T$ 及雲頂溫度分佈圖，以衛星定位中心 (+) 為中心，取 101×101 pixels 的網格點，a 圖為 $\nabla^2 T$ 分佈，b 圖為雲頂溫度分佈。圖中並註明出最佳路徑中心位置（圖中以 * 號表示）。由圖中比較，可明顯看出，雲頂溫度分佈圖（b 圖）的螺旋狀雲帶組織結構很清晰，衛星定位中心和螺旋狀雲帶中心都很接近。而 $\nabla^2 T$ 分佈圖（a 圖），反而顯得較複雜（造成 $\nabla^2 T$ 分佈圖較複雜的另一個原因為其等值線較多，或等值線間距相對較小），然而 $\nabla^2 T$ 分佈圖中較能凸顯中心所在之高值區。

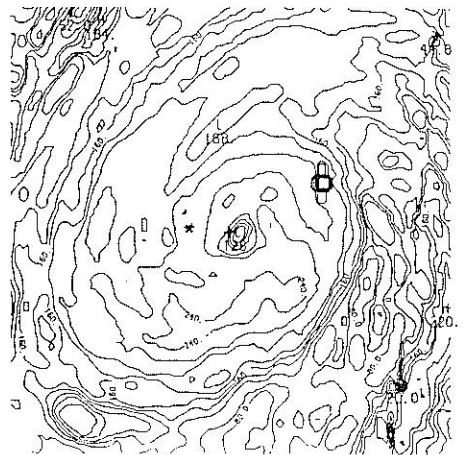
圖三和四為 ABBY (1986) 颱風 1712Z、1800Z 的 $\nabla^2 T$ 及雲頂溫度分佈圖。同樣的，雲頂溫度的分佈（b 圖）都具有明顯的颱風中心組織結構，對決定颱風中心位置很有幫助，而 $\nabla^2 T$ 分佈圖（a 圖）也是較複雜，圖四中的 a 圖，在螺旋雲帶中心附近有 $\nabla^2 T$ 最大值，也有相對最小值（圖中以 L 表示）。

除了颱風中心組織結構較明顯的個案外，



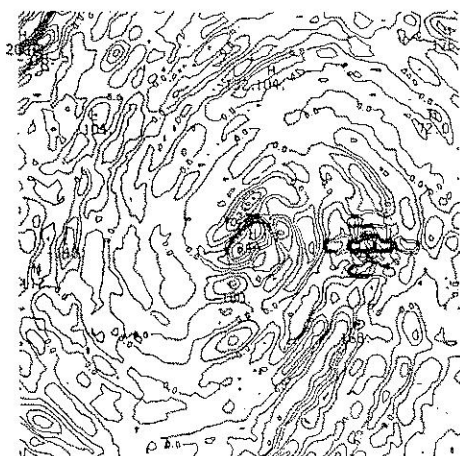
圖一(a)：ELLEN 颱風 (1986) $\nabla^2 T$ 分佈圖 (1412Z)；圖中 "*" 為最佳路徑中心位置。

Fig.1(a): $\nabla^2 T$ (1412Z) of typhoon ELLEN (1986); "*" is the center of best track.



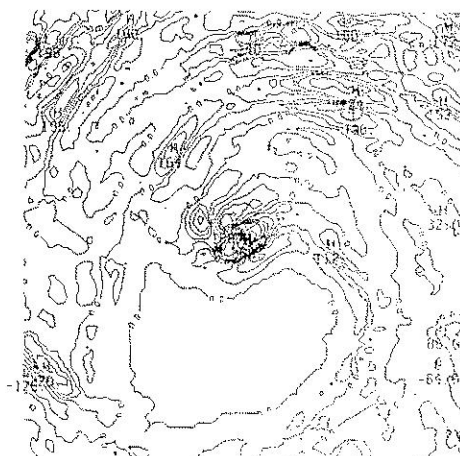
圖一(b)：ELLEN 颱風 (1986) 雲頂溫度分佈圖 (1412Z)；圖中 "*" 為最佳路徑中心位置。

Fig.1(b): Temperature (gray scale) of cloud top (1412Z) of typhoon ELLEN (1986); "+" is the center of satellite data.



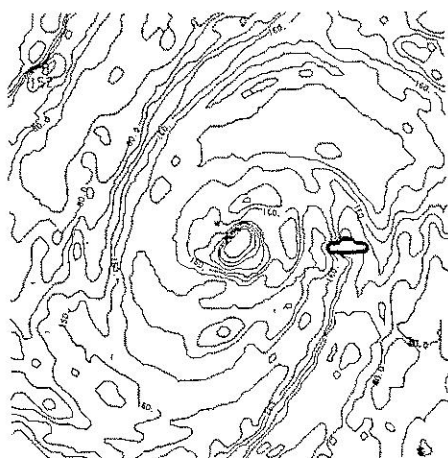
圖二(a)：ELLEN颱風(1986) $\nabla^2 T$ 分佈圖(1512Z)
；圖中"*"為最佳路徑中心位置。

Fig.2(a)： $\nabla^2 T$ (1512Z) of typhoon ELLEN (1986)；"*" is the center of best track.



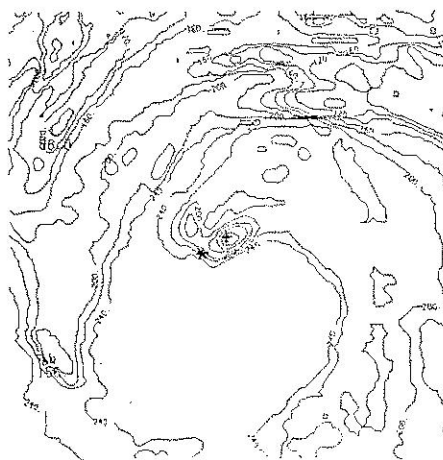
圖三(a)：ABBY颱風(1986) $\nabla^2 T$ 分佈圖(1712Z)
；圖中"*"為最佳路徑中心位置。

Fig.3(a)： $\nabla^2 T$ (1712Z) of typhoon ABBY (1986)；"*" is the center of best track.



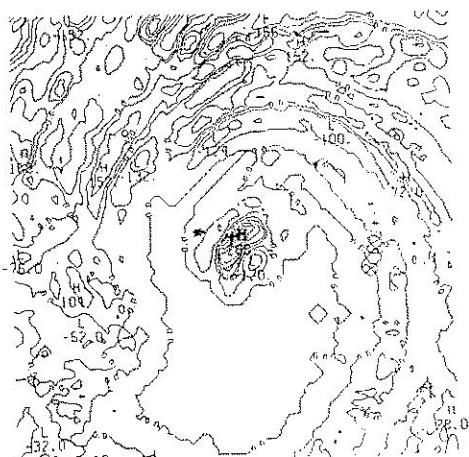
圖二(b)：ELLEN颱風(1986)雲頂溫度分佈圖
(1512Z)；圖中"*"為最佳路徑中心位置。

Fig.2(b)：Temperature (gray scale) of cloud top (1512Z) of typhoon ELLEN (1986)；"+" is the center of satellite data.



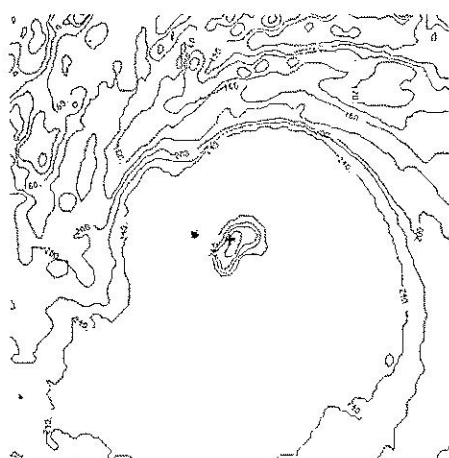
圖三(b)：ABBY颱風(1986)雲頂溫度分佈圖
(1712Z)；圖中"*"為最佳路徑中心位置。

Fig.3(b)：Temperature (gray scale) of cloud top (1712Z) of typhoon ABBY (1986)；"+" is the center of satellite data.



圖四(a)：ABBY 颱風(1986) $\nabla^2 T$ 分佈圖(1800Z)；圖中 "*" 為最佳路徑中心位置。

Fig.4(a): $\nabla^2 T$ (1800Z) of typhoon ABBY (1986); "*" is the center of best track.



圖四(b)：ABBY 颱風 (1986) 雲頂溫度分佈圖 (1800Z)；圖中 "*" 為最佳路徑中心位置。

Fig.4(b): Temperature (gray scale) of cloud top (1800Z) of typhoon ABBY (1986); "+" is the center of satellite data.

其餘颱風的 $\nabla^2 T$ 分佈情形頗為複雜，依目前之分析顯示很難直接利用 $\nabla^2 T$ 之分佈決定颱風中心的位置；而雲頂溫度分佈，因其應用時間較長，作業者經驗較多。因此可透過對外圍雲系之分析進一步判斷中心之所在。

綜合以上分析結果，雲頂溫度的拉卜拉氏分佈在目前尚不及雲頂溫度的分佈更具有決定颱風中心位置之參考價值。然而未來若能更進一步分析，對其型態瞭解更多，則其可應用性將更高，若能綜合 T 和 $\nabla^2 T$ 之分佈得到較客觀之颱風中心位置之決定方法，在作業上之助益將很大。而且自1988年3月開始，日本GMS衛星直接廣播高解析數據資料，應用雲頂溫度（或其拉卜拉氏值）分佈來決定颱風中心位置，可以相當迅速的取得資料，所以今後決定颱風中心位置，除了外延法外，更可參酌雲頂溫度值以及其拉卜拉氏值的分佈情形，以提高定位的客觀性。吳(1988)之研究結果顯示，根據不同分析員所作主觀定位，再應用Dvorak方法估計颱風強度，當環流不明顯時，二者所估強度可相差到15kts，所以提高定位的客觀性也是當務之急。

四、發展客觀分析模式

李和吳(1988)；吳(1988)；李和吳(1989)之研究結果顯示，颱風中心最大風速，亦即颱風強度，和雲頂溫度的確存在某些相關，雖然不是單純的簡單線性關係，但是相信颱風強度和雲頂溫度分佈、徑向溫度梯度、強對流面積、中心位置及過去強度等因素具有複雜的關係；而相關係數的大小，依颱風不同有很大的變化。因此欲利用雲頂相當黑體溫度決定颱風強度，必須採用多重迴歸式，所以本文之研究，花了相當多的時間來發展多重迴歸模式，主要是應用階段性(STEPWISE)迴歸方法（此法將所有自變數作各種組合，最後選出一組最好的迴歸方程，完全沒有主觀因素）。

由於飛機觀測資料的限制，目前可用的資料只有1985，1986和1987上半年共計26個颱風個案和792張衛星影像資料，而為了考慮需利

用獨立資料校驗所發展之模式，因此我們利用1985和1986年的資料（593張影像）來發展複迴歸模式，而利用1987年之資料（199個）來校驗結果。

在發展數個多重迴歸模式中，挑選了三組模式做校驗，第I組模式不採用過去強度為自變數（共採用64個自變數），而第II和第III組模式分別採用了過去6小時和12小時之強度為自變數（各採用65個自變數），由於模式II、III有過去強度做自變數，所以具有較高的多重相關係數。而模式I因沒有過去強度做自變數，多重相關係數較低，但是此乃考慮實際應用的重要，在開始使用多重迴歸模式的初始資料並沒有過去強度資料，所以仍保留這組模式做校驗。

以下就分別介紹這三組多重迴歸模式：

模式I之樣本大小為591組，放入64個自變數。這些自變數的符號和其代表的意義分述如下：

- X1：0~0.5度環狀區域內的平均灰度值。
- X2：0~0.5度內，雲頂溫度小於等於-55°C的面積百分比。
- X3：0~0.5度內，雲頂溫度小於等於-65°C的面積百分比。
- X4：0~0.5度內，雲頂溫度小於等於-75°C的面積百分比。
- X5：0.5~1.0度內的平均灰度值。
- X6：0.5~1.0度內，雲頂溫度小於等於-55°C的面積百分比。
- X7：0.5~1.0度內，雲頂溫度小於等於-65°C的面積百分比。
- X8：0.5~1.0度內，雲頂溫度小於等於-75°C的面積百分比。
- X9：1.0~1.5度內的平均灰度值。
- X10：1.0~1.5度內，雲頂溫度小於等於-55°C的面積百分比。
- X11：1.0~1.5度內，雲頂溫度小於等於-65°C的面積百分比。
- X12：1.0~1.5度內，雲頂溫度小於等於-75°C的面積百分比。
- X13：1.5~2.0度內的平均灰度值。
- X14：1.5~2.0度內，雲頂溫度小於等於-55°C的面積百分比。
- X15：1.5~2.0度內，雲頂溫度小於等於-65°C的面積百分比。
- X16：1.5~2.0度內，雲頂溫度小於等於-75°C的面積百分比。
- X17：0~1.0度內的平均灰度值。
- X18：0~1.0度內，雲頂溫度小於等於-55°C的面積百分比。
- X19：0~1.0度內，雲頂溫度小於等於-65°C的面積百分比。
- X20：0~1.0度內，雲頂溫度小於等於-75°C的面積百分比。
- X21：1.0~2.0度內的平均灰度值。
- X22：1.0~2.0度內，雲頂溫度小於等於-55°C的面積百分比。
- X23：1.0~2.0度內，雲頂溫度小於等於-65°C的面積百分比。
- X24：1.0~2.0度內，雲頂溫度小於等於-75°C的面積百分比。
- X25：0.5~1.5度內的平均灰度值。
- X26：0.5~1.5度內，雲頂溫度小於等於-55°C的面積百分比。
- X27：0.5~1.5度內，雲頂溫度小於等於-65°C的面積百分比。
- X28：0.5~1.5度內，雲頂溫度小於等於-75°C的面積百分比。
- X29：0~1.5度內的平均灰度值。
- X30：0~1.5度內，雲頂溫度小於等於-55°C的面積百分比。
- X31：0~1.5度內，雲頂溫度小於等於-65°C的面積百分比。
- X32：0~1.5度內，雲頂溫度小於等於-75°C的面積百分比。
- X33：0.5~2.0度內的平均灰度值。
- X34：0.5~2.0度內，雲頂溫度小於等於-55°C的面積百分比。
- X35：0.5~2.0度內，雲頂溫度小於等於-65°C的面積百分比。

X36：0.5~2.0度內，雲頂溫度小於等於-75°C的面積百分比。

X37：0~2.0度內的平均灰度值。

X38：0~2.0度內，雲頂溫度小於等於-55°C的面積百分比。

X39：0~2.0度內，雲頂溫度小於等於-65°C的面積百分比。

X40：0~2.0度內，雲頂溫度小於等於-75°C的面積百分比。

X41：0.5~3.5度內的平均灰度值。

X42：0.5~3.5度內，雲頂溫度小於等於-55°C的面積百分比。

X43：0.5~3.5度內，雲頂溫度小於等於-65°C的面積百分比。

X44：0.5~3.5度內，雲頂溫度小於等於-75°C的面積百分比。

X45：0~3.0度內的平均灰度值。

X46：0~3.0度內，雲頂溫度小於等於-55°C的面積百分比。

X47：0~3.0度內，雲頂溫度小於等於-65°C的面積百分比。

X48：0~3.0度內，雲頂溫度小於等於-75°C的面積百分比。

X49：(0~1.0)-(1.0~2.0)度內的平均灰度值梯度。

X50：(0~1.0)-(1.0~2.0)， $T \leq -55^{\circ}\text{C}$ 之面積百分比梯度。

X51：(0~1.0)-(1.0~2.0)， $T \leq -65^{\circ}\text{C}$ 之面積百分比梯度。

X52：(0~1.0)-(1.0~2.0)， $T \leq -75^{\circ}\text{C}$ 之面積百分比梯度。

X53：(0.5~1.5)-(1.5~2.5)的平均灰度值梯度。

X54：(0.5~1.5)-(1.5~2.5)， $T \leq -55^{\circ}\text{C}$ 之面積百分比梯度。

X55：(0.5~1.5)-(1.5~2.5)， $T \leq -65^{\circ}\text{C}$ 之面積百分比梯度。

X56：(0.5~1.5)-(1.5~2.5)， $T \leq -75^{\circ}\text{C}$ 之面積百分比梯度。

X57：(0.5~1.5)-(2.0~3.0)度內的平均灰度值

梯度。

X58：(0.5~1.5)-(2.0~3.0)， $T \leq -55^{\circ}\text{C}$ 之面積百分比梯度。

X59：(0.5~1.5)-(2.0~3.0)， $T \leq -65^{\circ}\text{C}$ 之面積百分比梯度。

X60：(0.5~1.5)-(2.0~3.0)， $T \leq -75^{\circ}\text{C}$ 之面積百分比梯度。

X61：日序（代表颱風發生季節）

X62：時間（日變化情形）

X63：緯度

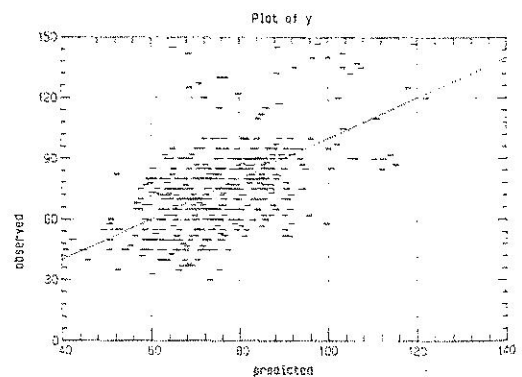
X64：經度

求得的多重迴歸方程為（V為颱風中心最大風速，單位為Kts）：

$$V = -18.34X4 + 115.46X12 + 46.00X15 - 179.79X24 + 3.81X41 \\ - 3.67X45 + 31.52X51 + 0.59X63 + 0.66X64 - 53.96$$

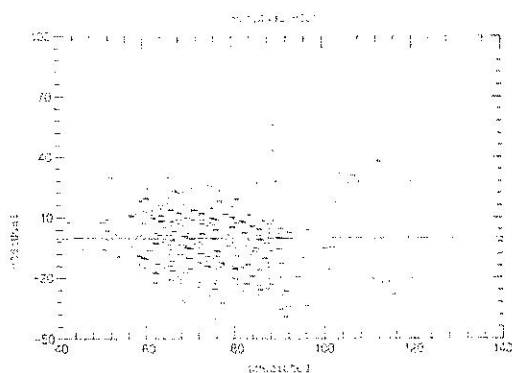
此迴歸模式的多重相關係數 R^2 值為0.35，其觀測值和模式估計值之散佈圖如圖五所示。估計的標準差為18.33，而圖六則顯示誤差之分佈情形。

模式II除了考慮模式I之64個自變數外，加入過去6小時強度為第65個自變數（X65），因考慮過去6小時強度，因此樣本大小減為535組。各變數代表的意義同模式I，X65則為過去



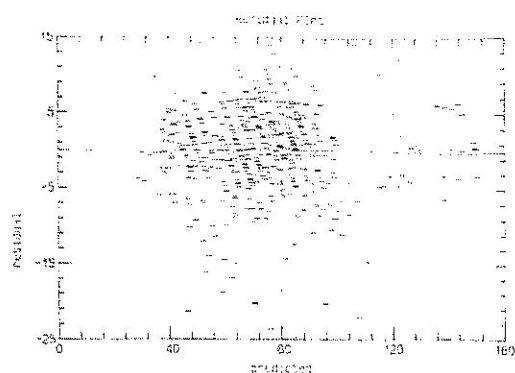
圖五：利用多重迴歸模式I所估計之颱風強度（橫軸）和實際觀測之颱風強度（縱軸）之散佈圖（單位KTS）。

Fig.5: Typhoon intensity of multiple regression model (i) with intensity of observation.



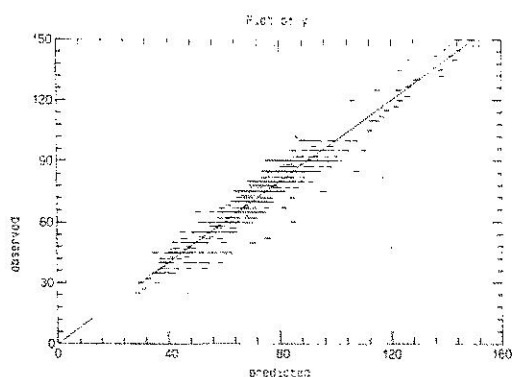
圖六：利用多重迴歸模式 I 所預測之颱風強度（橫軸）之誤差（縱軸）散佈圖（單位 KTS）。

Fig.6: The residual of typhoon intensity of multiple regression model (i)



圖八：利用多重迴歸模式 II 所估計之颱風強度（橫軸）之誤差（縱軸）散佈圖（單位 KTS）。

Fig.8: The residual of typhoon intensity of multiple regression model (ii)



圖七：利用多重迴歸模式 II 所估計之颱風強度（橫軸）和實際觀測之颱風強度（縱軸）之散佈圖（單位 KTS）。

Fig.7: Typhoon intensity of multiple regression model (ii) with intensity of observation.

6 小時的強度。求得多重迴歸方程為：

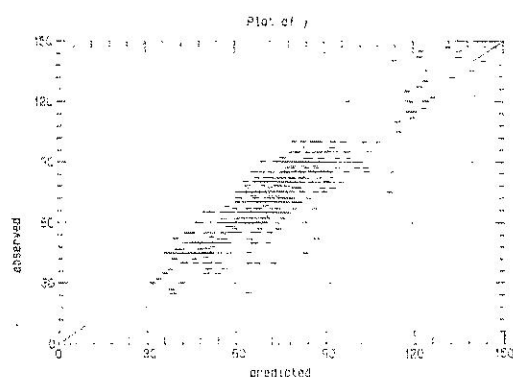
$$Y = -7.88X_4 - 7.25X_{10} + 7.17X_{20} + 15.1X_{34} - 0.22X_{63} + 0.24X_{65} - 23.42$$

此迴歸模式的多重相關係數為 0.93，此模式所估計之颱風強度值和觀測值之散佈圖如圖七所示。估計的標準差為 5.68，其估計誤差值分佈圖為圖八。

模式 III 因考慮了過去 12 小時強度，因此樣本大小減為 492 組。模式發展時共放入 65 個自變數，各變數代表的意義同模式 II，X 65 是過去 12 小時的強度。求得的多重迴歸方程為：

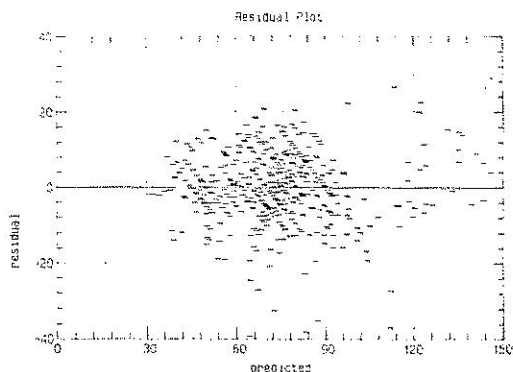
$$Y = -13.78X_4 + 12.75X_{20} + 16.37X_{34} - 0.29X_{63} + 0.44X_{64} + 0.79X_{65} - 42.57$$

此迴歸模式的多重相關係數為 0.82，此模



圖九：利用多重迴歸模式 III 所估計之颱風強度（橫軸）和實際觀測之颱風強度（縱軸）之散佈圖（單位 KTS）。

Fig.9: Typhoon intensity of multiple regression model (iii) with intensity of observation.



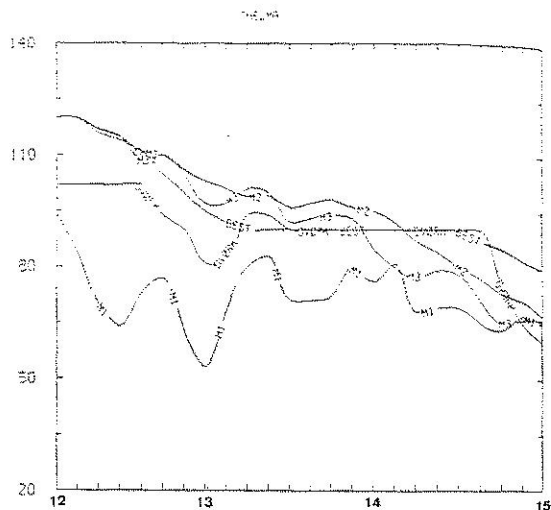
圖十：利用多重迴歸模式III所預測之颱風強度（橫軸）之誤差（縱軸）散佈圖（單位KTS）。

Fig.10: The residual of typhoon intensity of multiple regression model (iii)

式所估計之颱風強度值和觀測值之散佈圖如圖九所示。估計的標準差為9.36，其估計誤差值分佈圖為圖十。

由以上三個模式可以看出，過去強度對颱風強度具有很大的影響力，而過去六小時的強度又比過去十二小時的強度影響更大。同時也發現颱風所在位置的緯度和經度也是決定颱風強度相當重要的因子。當自變數未考慮過去強度時（模式I），所選取的因子較多，共9個，而且包含了幾個不同區域雲頂溫度小於 -75°C 或 -65°C 之面積百分比，或平均灰度值，以及徑向梯度(X51)。當考慮過去強度時，所選取之因子減少，而且模式II和模式III皆選取X20和X34等兩個在模式I中未出現之因子，其中X20和X34分別為 $0-1.0$ 度內，強對流層頂溫度小於等於 -75°C 面積之百分比和 $0.5-2.0^{\circ}$ 內雲頂溫度低於 -55°C 強對流面積之百分比。模式I和II（或III）共同選取之因子除了經度和緯度外，只有X4一個因子，X4為 $0\sim 0.5$ 度內，雲頂溫度小於 -75°C 強對流面積之百分比，此結果顯示了，中心附近強對流在颱風增強過程中所扮演的角色。

五、客觀分析模式的校驗結果



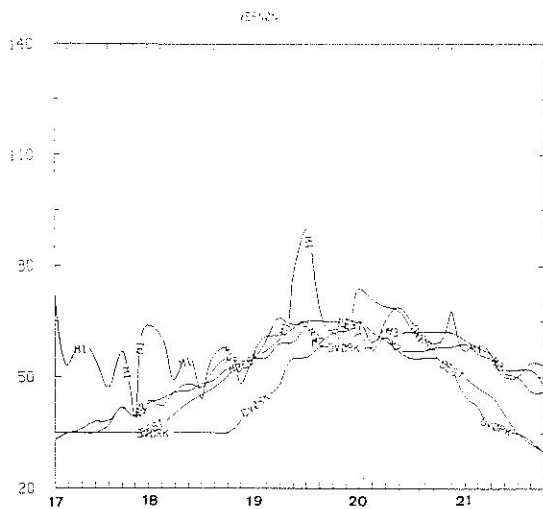
圖十一：THELMA颱風(1987)分別以最佳路徑(BEST)、中央氣象局衛星中心(DVORAK)以及三組模式(M1, M2, M3)所估計之颱風強度變化，其中模式II、III之過去6或12小時強度均以最佳路徑強度值代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度（單位為KTS）。

Fig.11: The intensity of typhoon THELMA (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB.(M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III).

第四節根據1985年和1986兩年，共593組颱風的紅外線數據資料，發展了三個客觀分析模式。本節則將以1987年5個颱風，共199組紅外線數據資料，來校驗這三個客觀分析模式。

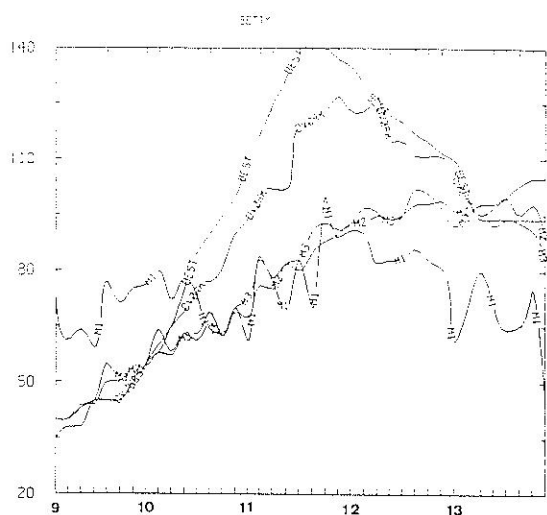
模式I的多重相關係數只有0.35，但仍校驗此模式，因為只有此模式不須參考過去強度資料。而模式II及模式III分別須有過去六小時及過去十二小時的強度。校驗時，首先將這些過去強度值採用最佳路徑資料之颱風強度，以下討論校驗結果。

圖十一為1987年THELMA颱風之最佳路徑（圖中以BEST表示）強度變化，及中央氣



圖十二：VERNON 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.12: The intensity of typhoon VERNON (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB.(M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III).



圖十三：BETTY 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

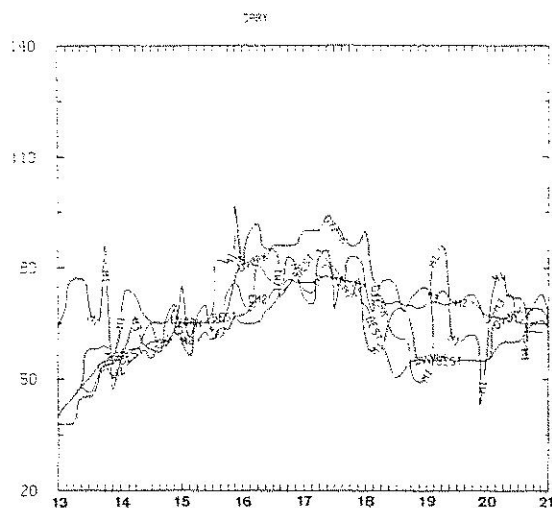
Fig.13: The intensity of typhoon BETTY (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB.(M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III).

象局氣象衛星中心所估計颱風強度，中央氣象局衛星中心所決定之颱風強度大致上採用 DVORAK 方法和外延法，加上主觀判斷修正而得 (圖中以 DVORAK 表示)。另外 M1、M2 及 M3 分別代表三種模式所估計之颱風強度。圖十二為 1987 年 VERNON 颱風之校驗結果；圖十三、十四及十五分別為 1987 年 BETTY、CARY 及 DINAH 颱風之校驗結果。

由五個颱風的校驗結果，可明顯看出模式 I 由於沒有參考過去強度資料，所以估計強度結果和最佳路徑資料偏差最大，而且本身是一組變化很大，相當不平滑的曲線。而模式 II 及

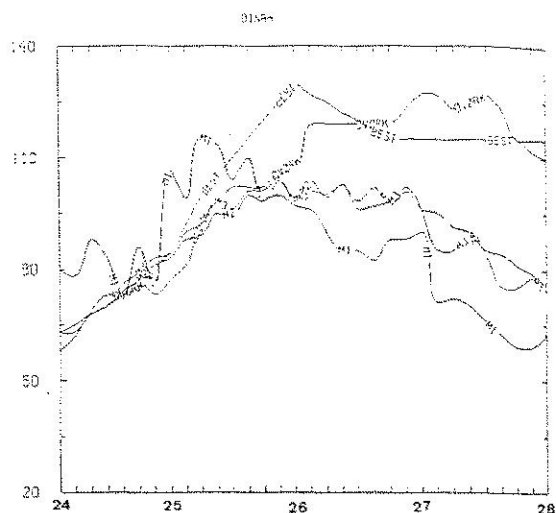
模式 III 所估計結果很相近，其中以模式 II 所估計強度較接近最佳路徑強度，且強度隨時間變化曲線也較模式 III 來得平滑。這結果是因為模式 II 採用了較接近的過去強度 (即六小時前的強度)。模式 II 所估計強度，在圖十一、十二及十四中顯示和最佳路徑強度較接近，而圖十三及十五中則偏差相當大，由颱風的強度來分析，充分顯示模式 II 無法估計強烈颱風的強度。推測原因，可能是發展模式時所採用的樣本中，強烈颱風的資料偏少所致 (見李和吳，1988)。

圖十六、十七、十八、十九及二十分別為



圖十四：CARY 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.14: The intensity of typhoon CARY (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III).



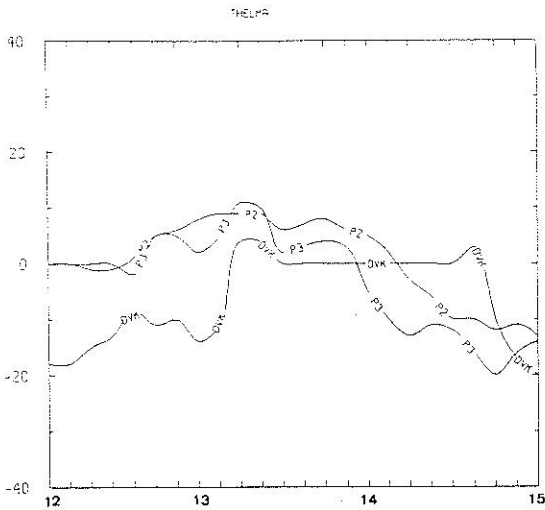
圖十五：DINAH 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.15: The intensity of typhoon DINAH (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III).

五個颱風 (THELMA、VERNON、BETTY、CARY 及 DINAH) 利用模式 II (P2)、模式 III (P3) 所估計強度和最佳路徑強度的偏差圖，並且也包含氣象衛星中心根據 DVORAK 方法所估計之強度偏差 (DVK)。圖中顯示模式 II 所估計之強度偏差值比模式 III 小。當利用模式 II 估計時，THELMA (圖16) 及 VERNON (圖17) 兩個颱風之偏差值幾乎都在 10Kts 以內。而 CARY 颱風 (圖19) 除了在強度迅速減弱階段 (17日 06 Z 到 20日 00Z) 之偏差大到 20Kts 外，其餘時間的偏差值也都在 10Kts 以內。以上三個颱風，利用模式 II 所估計之結果都不比 DVORAK 模式差。而圖18和圖20中之兩個颱

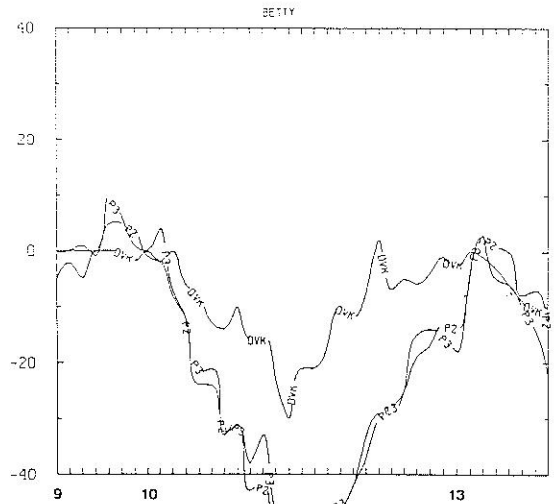
風利用模式 II 和 III 所估計的颱風強度值和最佳路徑之強度值相差較大，尤其是當颱風強度達強烈颱風時，偏差大到超過 40Kts。以上兩颱風，DVORAK 模式稍優於客觀分析模式，但是在強烈颱風階段，DVORAK 模式其偏差也達到 20~30Kts。

由於應用模式 II、III 時須採用過去強度資料，但是過去強度資料在颱風發生之初並沒有，所以須參酌較主觀的 DVORAK 模式，(最佳路徑資料是事後才有的綜合資料)。為了瞭解此種初值 (過去 6 或 12 小時之強度) 的誤差對模式 II、III 之影響，以下就以和最佳路徑強度相差 +10Kts、+5Kts、-5Kts 及 -10Kts 的



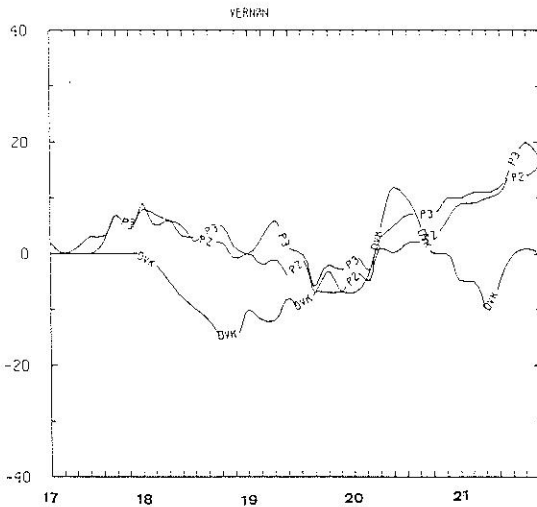
圖十六：THELMA颱風(1987)利用模式(P2) 模式III (P3) 所估計之強度和最佳路徑強度的偏差圖，圖中並包含氣象衛星中心根據 DVORAK 方法所估計之強度偏差 (DVK)。

Fig.16: The intensity error of (p2),(p3): REGRESSION MODEL (II), (III) (DVK): MSC of CWB with BEST TRACK of typhoon THELMA (1987).



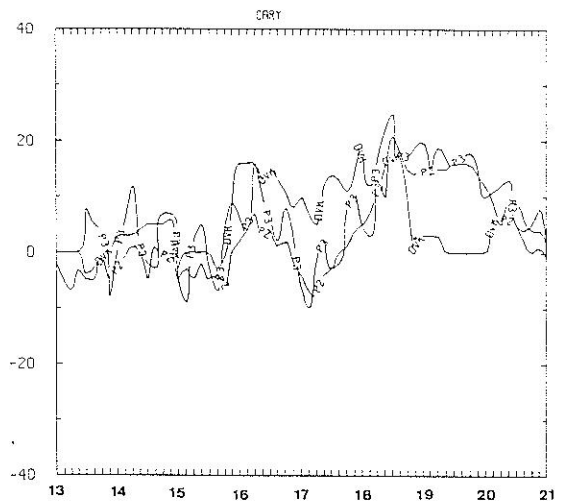
圖十八：BETTY 颱風(1987)利用模式II (P2) 模式III (P3) 所估計之強度和最佳路徑強度的偏差圖，圖中並包含氣象衛星中心根據 DVORAK 方法所估計之強度偏差 (DVK)。

Fig.18: The intensity error of (p2),(p3): REGRESSION MODEL (II), (III) (DVK): MSC of CWB with BEST TRACK of typhoon BETTY (1987).



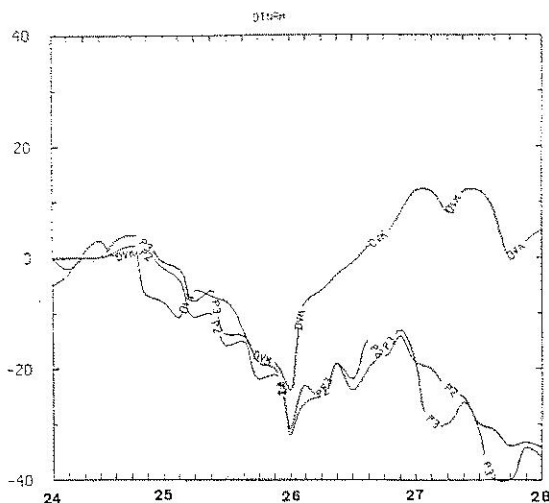
圖十七：VERNON颱風(1987)利用模式(P2) 模式III (P3) 所估計之強度和最佳路徑強度的偏差圖，圖中並包含氣象衛星中心根據 DVORAK 方法所估計之強度偏差 (DVK)。

Fig.17: The intensity error of (p2),(p3): REGRESSION MODEL (II), (III) (DVK): MSC of CWB with BEST TRACK of typhoon VERNON (1987).



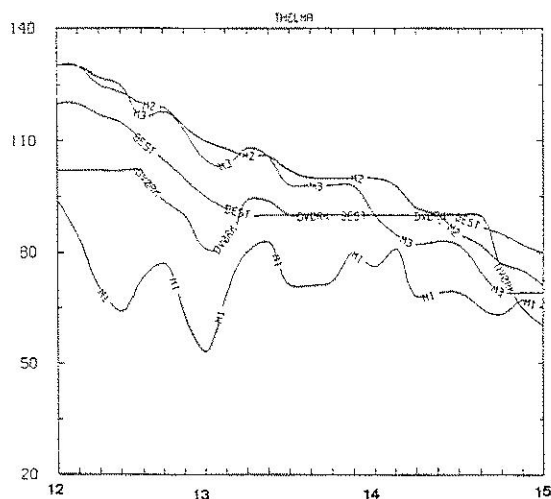
圖十九：CARY 颱風(1987)利用模式II (P2) 模式III (P3) 所估計之強度和最佳路徑強度的偏差圖，圖中並包含氣象衛星中心根據 DVORAK 方法所估計之強度偏差 (DVK)。

Fig.19: The intensity error of (p2),(p3): REGRESSION MODEL (II), (III) (DVK): MSC of CWB with BEST TRACK of typhoon CARY (1987).



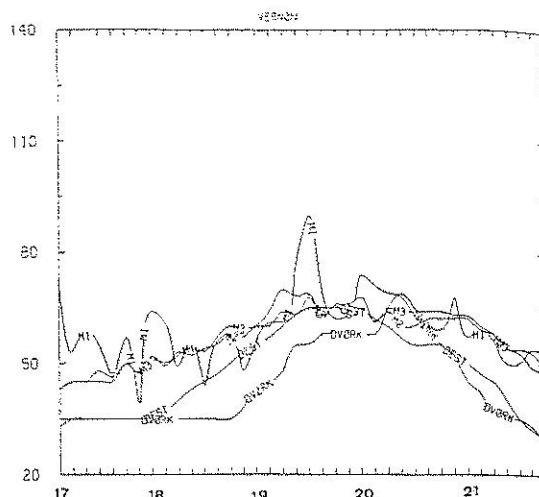
圖二十：DINAH 颱風(1987)利用模式II (P2) 模式III (P3) 所估計之強度和最佳路徑強度的偏差圖，圖中並包含氣象衛星中心根據 DVORAK 方法所估計之強度偏差 (DVK)。

Fig.20: The intensity error of (p2),(p3): REGRESSION MODEL (II), (III) (DVK): MSC of CWB with BEST TRACK of typhoon DINAH (1987).



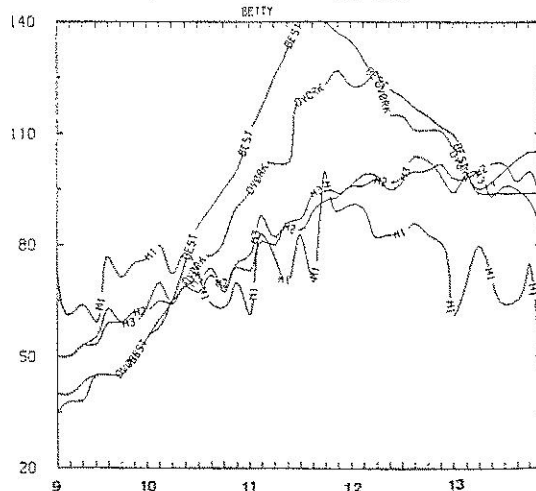
圖二十一：THELMA 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 + 10KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 K T S)。

Fig.21: The intensity of typhoon THELMA (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST+10kts) as initial data.



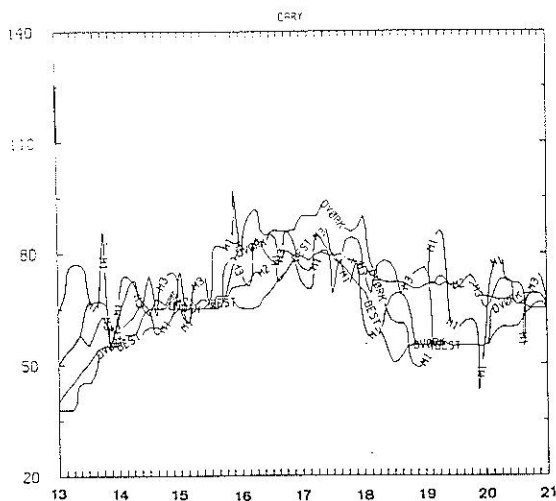
圖二十二：VERNON 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 + 10KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 K T S)。

Fig.22: The intensity of typhoon VERNON (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST+10kts) as initial data.



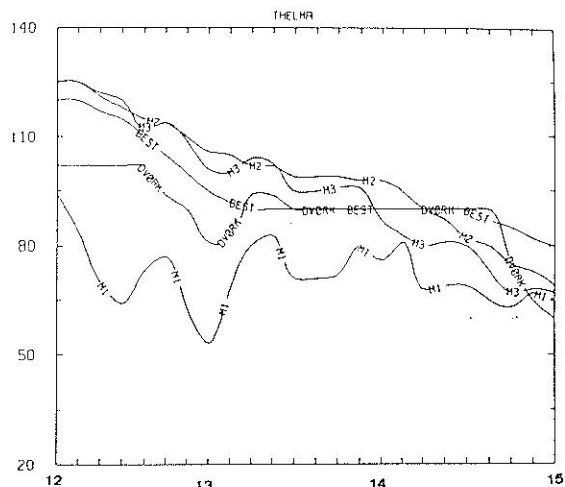
圖二十三：BETTY 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 + 10KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 K T S)。

Fig.23: The intensity of typhoon BETTY (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST+10kts) as initial data.



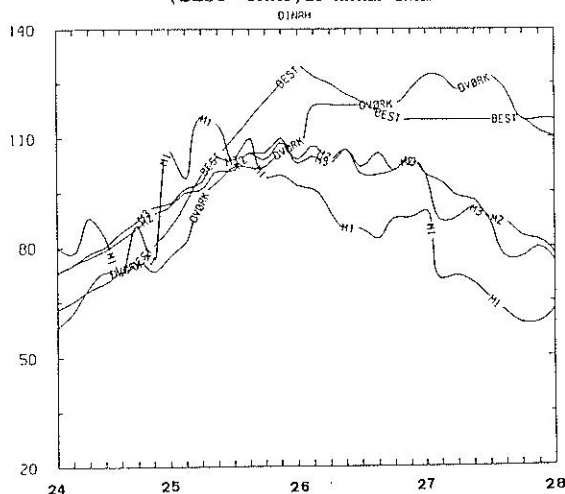
圖二十四：CARY 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 + 10KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.24: The intensity of typhoon CARY (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST+10kts) as initial data.



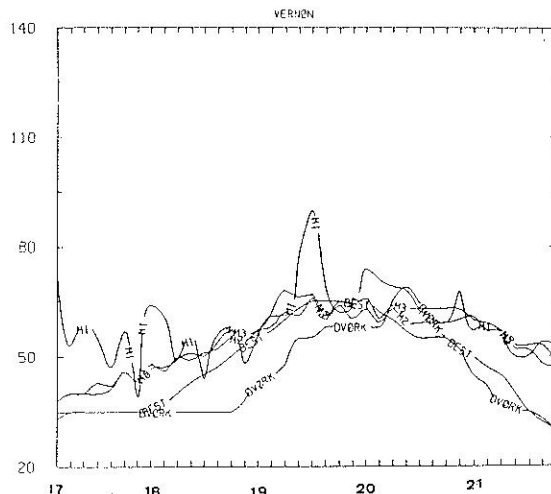
圖二十六：THELMA 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 + 5 KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.26: The intensity of typhoon THELMA (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST+5 kts) as initial data.



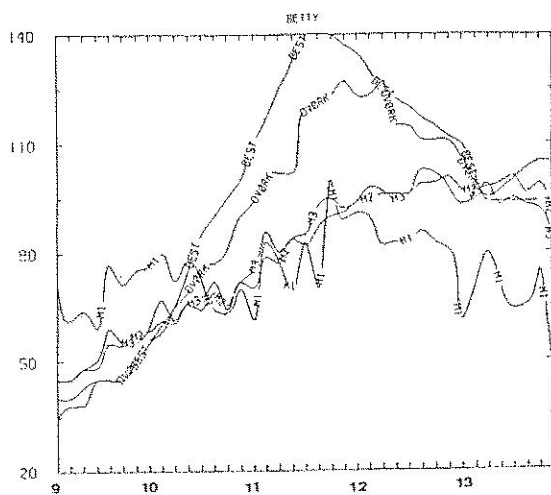
圖二十五：DINAH 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 + 10KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.25: The intensity of typhoon DINAH (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST+10kts) as initial data.



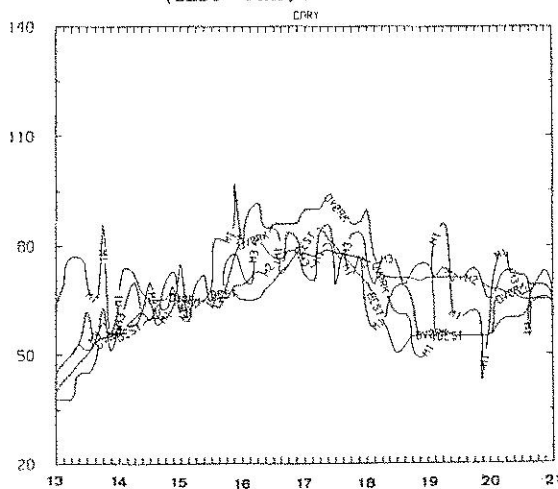
圖二十七：VERNON 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 + 5 KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.27: The intensity of typhoon VERNON (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST+5 kts) as initial data.



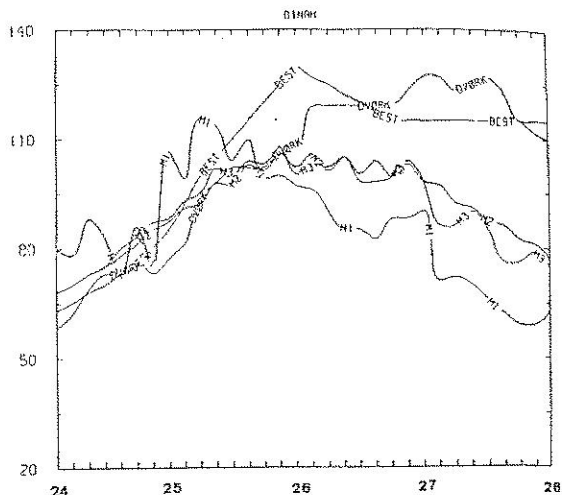
圖二十八：BETTY 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 + 5 KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.28: The intensity of typhoon BETTY (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST + 5 kts) as initial data.



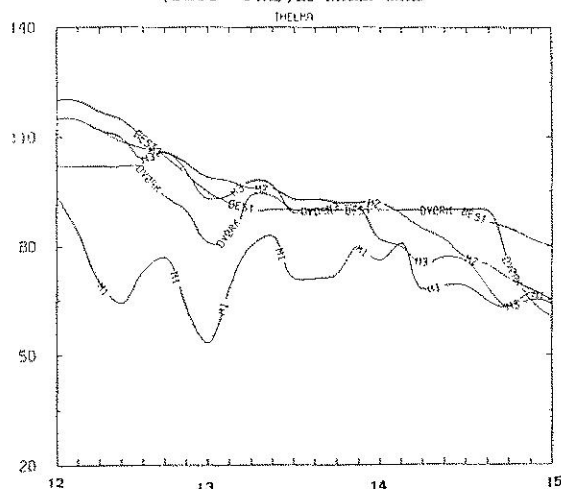
圖二十九：CARY 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 + 5 KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.29: The intensity of typhoon CARY (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST + 5 kts) as initial data.



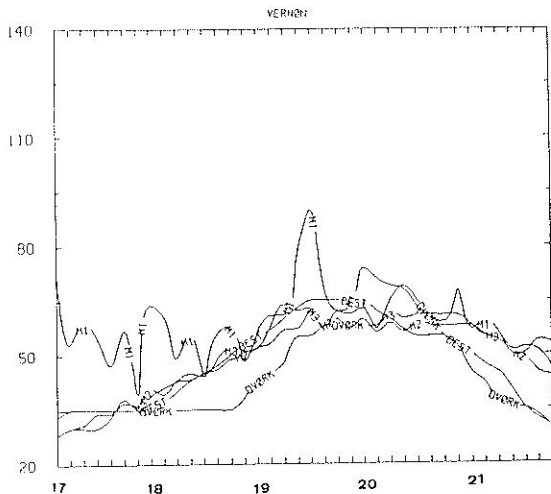
圖三十：DINAH 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 + 5 KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.30: The intensity of typhoon DINAH (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST + 5 kts) as initial data.



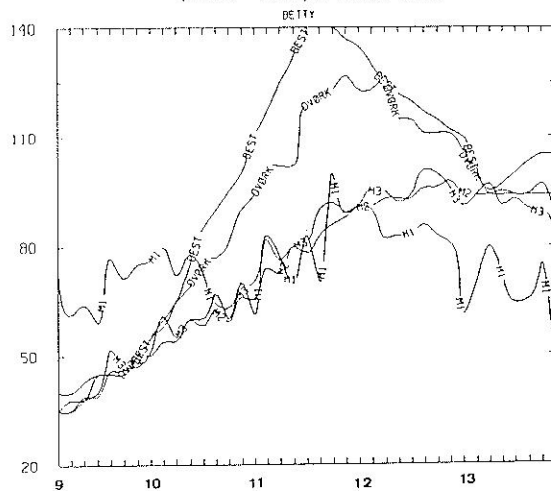
圖三十一：THELMA 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 - 5 KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.31: The intensity of typhoon THELMA (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST - 5 kts) as initial data.



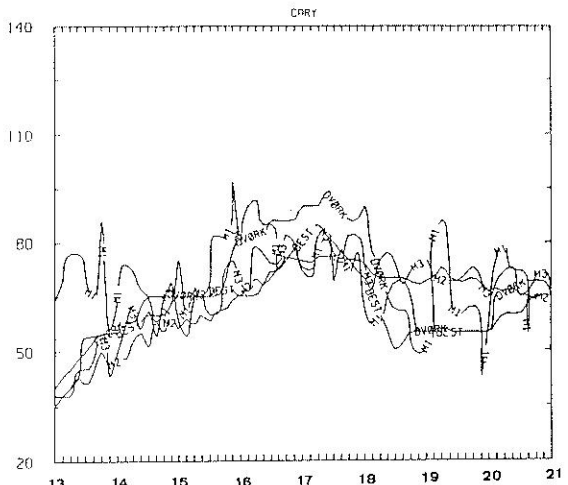
圖三十二：VERNON 颱風(1987)分別以最佳路徑(BEST)、中央氣象局衛星中心(DVORAK)以及三組模式(M1, M2, M3)所估計之颱風強度變化，其中模式II、III之過去6或12小時強度均以最佳路徑強度值-5 KTS代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度(單位為KTS)。

Fig.32: The intensity of typhoon VERNON (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST-5 kts) as initial data.



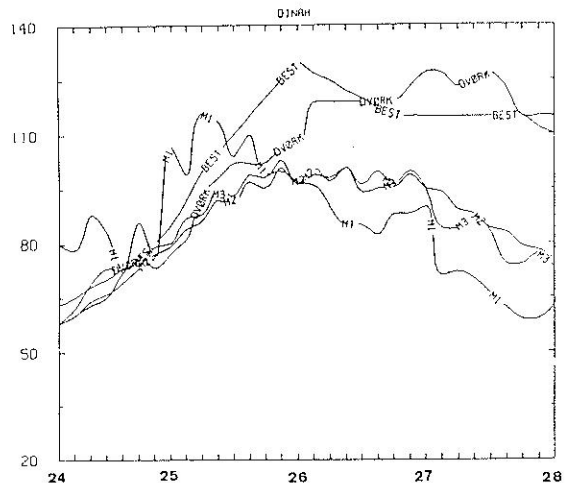
圖三十三：BETTY 颱風(1987)分別以最佳路徑(BEST)、中央氣象局衛星中心(DVORAK)以及三組模式(M1, M2, M3)所估計之颱風強度變化，其中模式II、III之過去6或12小時強度均以最佳路徑強度值-5 KTS代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度(單位為KTS)。

Fig.33: The intensity of typhoon BETTY (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST-5 kts) as initial data.



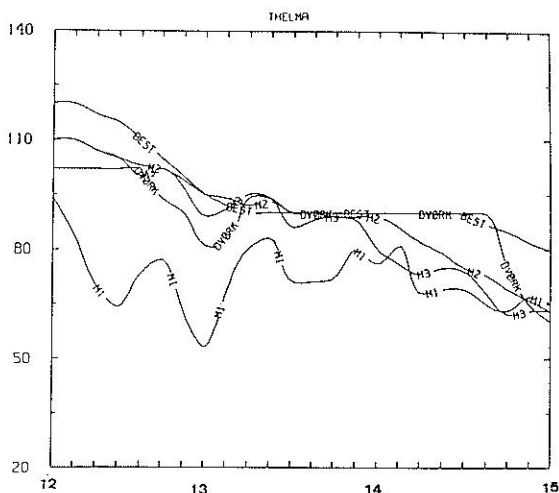
圖三十四：CARY 颱風(1987)分別以最佳路徑(BEST)、中央氣象局衛星中心(DVORAK)以及三組模式(M1, M2, M3)所估計之颱風強度變化，其中模式II、III之過去6或12小時強度均以最佳路徑強度值-5 KTS代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度(單位為KTS)。

Fig.34: The intensity of typhoon CARY (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST-5 kts) as initial data.



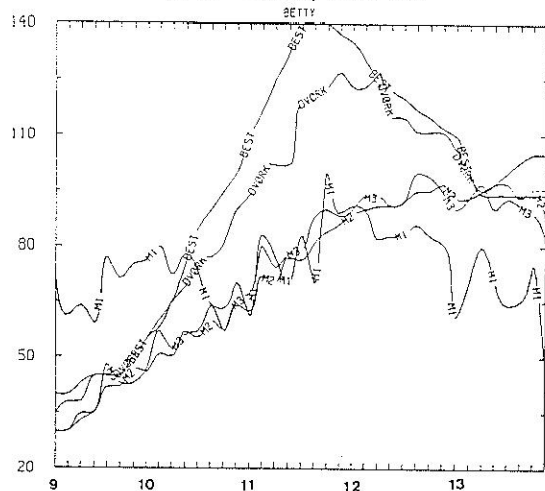
圖三十五：DINAH 颱風(1987)分別以最佳路徑(BEST)、中央氣象局衛星中心(DVORAK)以及三組模式(M1, M2, M3)所估計之颱風強度變化，其中模式II、III之過去6或12小時強度均以最佳路徑強度值-5 KTS代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度(單位為KTS)。

Fig.35: The intensity of typhoon DINAH (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST-5 kts) as initial data.



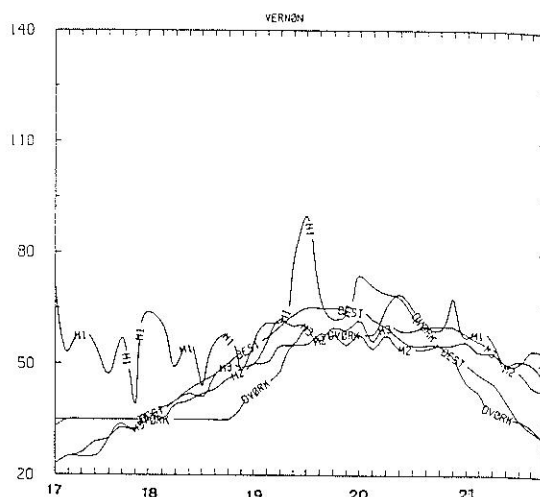
圖三十六：THELMA 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 -10KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.36: The intensity of typhoon THELMA (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST-10kts) as initial data.



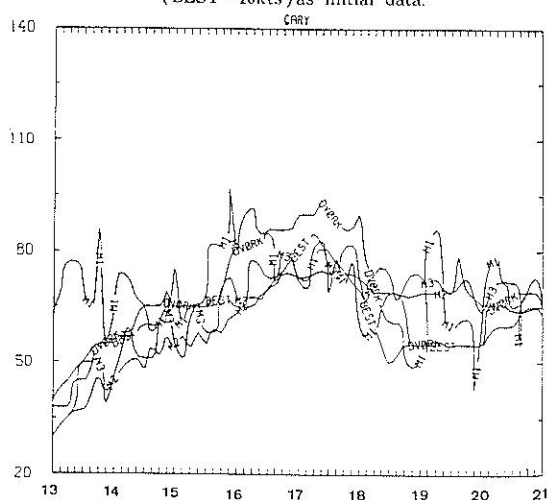
圖三十七：BETTY 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 -10KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.37: The intensity of typhoon BETTY (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST-10kts) as initial data.



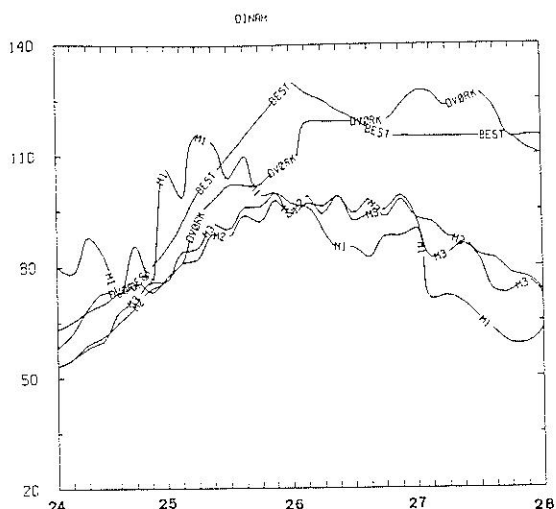
圖三十八：VERNON 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 -10KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.38: The intensity of typhoon VERNON (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST-10kts) as initial data.



圖三十九：CARY 颱風 (1987) 分別以最佳路徑 (BEST)、中央氣象局衛星中心 (DVORAK) 以及三組模式 (M1, M2, M3) 所估計之颱風強度變化，其中模式 II、III 之過去 6 或 12 小時強度均以最佳路徑強度值 -10KTS 代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度 (單位為 KTS)。

Fig.39: The intensity of typhoon CARY (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST-10kts) as initial data.



圖四十：DINAH颱風(1987)分別以最佳路徑(BEST)、中央氣象局衛星中心(DVORAK)以及三組模式(M1, M2, M3)所估計之颱風強度變化，其中模式II、III之過去6或12小時強度均以最佳路徑強度值-10KTS代替，且橫軸為時間，縱軸為颱風強度(單位為KTS)。

Fig.40: The intensity of typhoon DINAH (BEST): BEST TRACK of JTWC (DVORAK): MSC of CWB. (M1), (M2), (M3): REGRESSION MODEL (I), (II), (III). but (M2), (M3) use (BEST-10kts) as initial data.

過去6或12小時強度值為模式II、III的過去強度值(X65)。從圖二十一以下的四組圖，分別為初值(過去強度)和最佳路徑強度相差+10Kts、+5Kts、-5Kts、及-10Kts模式校驗結果。由四組圖和圖十一~圖十五作比較，可發現即使初值的過去強度和最佳路徑強度相差10Kts，模式II及模式III所估計強度並不會導致重大變化，此點可由模式II和模式III中，過去強度(X65)之係數分別為0.24和0.79看出。同時比較第一組(+10Kts)及第四組圖(-10Kts)，發現採用相差20Kts的初值(過去強度)，所得之模式估計結果也相差無幾。以上結果顯示過去強度值之誤差對模式的敏感度不大，因此本模式在應用時很可能將較DVORAK模式穩定。

表一： 本文所用之颱風衛星資料

Table 1: The satellite data information of all the typhoon

1985年	颱風名稱	月份	資料時間	資料個數	缺資料時間
1985年	GAY	5	2106-2512	34	2206
	HAL	6	1912-2506	47	
	IRMA	6	2803-3012	20	
	JEFF	7	2703-2900	16	
	NELSON	8	2003-2312	28	
	PAT	8	3018-3112	6	3109
	TESS	9	0309-0606	24	
	VAL	9	1509-1706	16	
	BRENDA	10	0103-0418	30	
	DOT	10	1503-2100	45	1506 1716 1803
	HOPE	12	1809-2321	33	2003, 2103-2209
1986年	JUDY	5	0303-0516	21	
1986年	NANCY	6	2212-2500	20	2316
	PEGGY	6	0703-1112	34	1016 1021
	ROGER	7	1403-1700	24	
	VERA	8	2512-2806	23	
	ABBY	8	1503-2000	40	
	ELLEN	9	1403-1900	39	1503
	GEORGIA	9	1812-2200	27	1900 2116
	JOE	10	1900-2412	43	1903 2003
	KIM	10	0703-1000	23	1506 1716 1803
1987年	THELMA	7	1203-1500	23	1315
1987年	VERNON	7	1703-2121	37	2012-2015
	BETTY	8	0903-1321	38	1303
	CARY	8	1203-2100	69	1303, 1400, 1909
	DINAH	8	2403-2800	32	
	總計			792	

六、結 論

本文之研究結果，發現雲頂相當黑體溫度的拉卜拉氏分佈之型態雖較雲頂溫度的分佈更複雜，但常能較凸顯颱風中心之位置，但當中心不顯時，兩種參數皆不易決定颱風中心位置。然而未來若能綜合雲頂相當黑體溫度之特徵加上其拉卜拉氏值之量化表示，可能可以較客觀的決定颱風中心位置。

為了能客觀決定颱風強度，我們利用1985和1986年之資料，利用複迴歸方法發展客觀模式，發展客觀分析模式時，發現在0~0.5度內，雲頂溫度小於等於-75°C的面積百分比和颱風所在位置的緯度、經度及過去強度，這四個因子是決定颱風強度的重要參考依據。經

過統計分析共得到三個模式，其中模式 I 不利用過去颱風強度，其校驗結果亦最差，而模式 II 因採用過去六小時的強度為一因子，其估計的颱風強度值較接近最佳路徑。而且初值的過去強度之偏差，即使達到 20Kts，對估計結果並不發生重大影響，因此在實際應用時，將較穩定。然而此模式的多重相關係數雖已達 0.93，標準差只有 5.68Kts，但對強烈颱風的估計卻有嚴重低估情形；且在颱風強度發生迅速變化時，可能模式也無法估計出這種變化。另外，不採用過去強度資料的模式 I 很差，充份證明了颱風強度的連續特性。

根據以上結論，我們了解衛星資料在颱風作業和研究上佔有相當重要的地位，但是個案間之差異相當大，所以除了應用衛星資料外，可能尚須參酌其它觀測之氣象因子，相互配合，並加上有經驗之預報員作最後的修正。例如採用客觀分析模式 II 時，當颱風強度逐漸增強到接近強烈颱風階段時，預報就須憑經驗，將模式 II 的低估情形，加以人工的修正，未來若有可能，可考慮向日本氣象廳購買早年之強烈颱風階段之颱風衛星資料，進行後續分析，以改進目前本模式無法正確估計強烈颱風之缺點。

誌 謝

本文承蒙中央氣象局氣象衛星中心提供寶貴資料，謹此致謝。並特別感謝李清勝教授指導，及洪藍傳先生協助處理資料及繪圖，以及曾美齡小姐協助打字。

參考文獻

- 朱曙光與李清勝，1988：利用衛星資料估計台灣附近颱風之特性。國科會防災科技研究報告 77-07 號。48pp。
- 李清勝與吳鳳娥，1988：雲頂相當黑體溫度和熱帶氣旋的關係。氣象學報，第三十四卷，第一期，23-24 頁。
- 李清勝與吳鳳娥，1989：利用衛星紅外線資料分析颱風中對流之特性。大氣科學，17，

4, 331-354。

吳鳳娥，1988：雲頂相當黑體溫度和熱帶氣旋強度的關係。台大大氣科學系碩士論文，69pp。

Dvorak, V. F., 1975: Tropical cyclone intensity analysis and forecasting from satellite imagery., *Mon. Wea. Rev.*, 103, 420-430.

Dvorak, V. F., 1984: Tropical cyclone intensity analysis using satellite data., NOAA Technical Report NESIDE 11, 47PP.

Holliday, C. R., and K. R. Waters, 1989: SSM/I observations of tropical cyclone gale force vicinity winds. Preprints 4th Conf. Sat. Meteor. and Ocean., San Diego, CA, Amer. Meteor. Soc., Boston. Mass., 267-270.

Joint Typhoon Warning Center (JTWC), 1986: Annual Tropical Cyclone Report. (ATCR), Guam, 274PP.

Joint Typhoon Warning Center (JTWC), 1987: Annual Tropical Cyclone Report. (ATCR), Guam, 191PP.

Joint Typhoon Warning Center (JTWC), 1985: Annual Tropical Cyclone Report. (ATCR), Guam.

Rodgers, E. B., and J. Stout, 1989: Upper-tropospheric influences on western Pacific tropical cyclone intensity change as inferred from satellite ozone observations. Preprints 4th Conf. Sat. Meteor. and Ocean., San Diego, CA, Amer. Meteor. Soc., Boston, Mass., J46-J47.

Shoemaker, D. N., 1989: Forecasting 30 knots wind radius in west Pacific tropical cyclones using geostationary infrared satellite data. Preprints 4th Conf. Sat. Meteor. and Ocean., San

- Diego, CA, Amer. Meteor. Soc., Boston, Mass., J48—J49.
- Steranka, J., E. B. Rodgers and R. C. Gentry, 1986: The relationship between satellite measured convection bursts and tropical cyclone intensification, *Mon. Wea. Rev.*, 114, 1539—1546.
- Zehr, R. M. 1987: The diurnal variation of deep convective clouds and cirrus with tropical cyclones. Ext. Abst. 17th Conf. Hurr. and Trop. Meteor., Miami, FL, Amer. Meteor. Soc., Boston, Mass., 276—279.
- Zehr, R. M. 1988: Investigation of tropical cyclone genesis using a combination of digital GMS satellite and aircraft reconnaissance data. Abst. International Conf. Trop. Meteor., Brisbane, Australia, 93.
- Zehr, R. M. 1989: Improving objective satellite estimates of tropical cyclone intensity. Preprints 4th Conf. Sat. Meteor. and Ocean., San Diego, CA, Amer. Meteor. Soc. Boston, Mass., J25—J28.

THE OBJECTIVE SCHEMES ON APPLYING SATELLITE DATA TO ESTIMATE TYPHOON INTENSITY

Feng-er Wu
Satellite Center
Central Weather Bureau

ABSTRACT

The focus of this paper is to develop objective schemes for estimating typhoon intensity by using three-hourly digitized Japanese GMS infrared data.

The stepwise multiple regression analysis is taken to develop the objective scheme for determining typhoon intensity. Three models are obtained. Model I uses no intensity information while models II and III use the intensities of six and twelve hours before, respectively. The error of estimated typhoon intensity using model I is rather large. Models II and III however provide acceptable intensity estimations and are not sensitive to the data error of the past typhoon intensity. Therefore, they are valuable aids during real-time operation. Unfortunately, due to the limitation of the available original data, these models are not capable of estimating the intensity of strong typhoons.

During the development of the objective schemes, three important predictors besides past typhoon intensity are selected. They are the latitude and longitude of the center position, and the percentage of 0-0.5 radial domain occupied by deep convection with cloud-top temperature below -75°C . This result reveals the importance of the deep convection around typhoon center during the intensity change process of typhoon.

Keyword: Typhoon, Satellite Data, Typhoon Intensity