

颱風雨量客觀預報法之評估

王惠民

中央氣象局

科技中心

摘要

本文利用 1982 - 1990 年所選之 11 個侵台颱風個案，對颱風雨量客觀預報法應用於大 / 豪雨之預報作校驗。結果發現在 11 個個案中預報之準確率均在 40% 以下，比值法之真實準確率為 31%，而平均法僅為 18%，此可能是颱風所導致之大 / 豪雨與其近中心之強度有很大的關係。

一、前言

台灣地區颱風降雨之預報，由於受下列因素之影響而更顯困難與複雜（王，1986）：

(一) 台灣境內高山，使颱風侵襲時，因地形和颱風環流之交互作用，常有副低壓中心產生，而副低壓中心之發展與否則影響降水區之分布。

(二) 颱風環流內尚有中小尺度系統之猛烈降雨。但早期有關颱風方面之研究多著重於颱風降雨之特性方面，徐（1969），徐（1969），李（1982）。對於颱風雨量之定量預報，王時鼎先生所提出之颱風雨量客觀預報法則屬首創。此種方法已建立颱風雨量資料庫，且納入本局預報中心在颱風期間預報作業。因此，對於此種方法之預報能力如何，應作一有系統之評估，以了解此法之優缺點，並尋求改進之方法，期能建立颱風雨量定量預報系統。

二、資料與方法

本文所採用之資料為本局 1981 - 1990 年之地面氣象站時雨量資料；颱風之最佳路徑係採用美軍關島颱風聯合警報中心（JTWC）所發布之颱風

最佳路徑資料並參考王時鼎先生所分析之 1981 - 1990 年侵台颱風逐時路徑資料。

此次校驗的目的是希望瞭解目前本局預報中心在颱風期間作業所採用之颱風雨量客觀預報法對於大 / 豪雨掌握之能力如何，並藉著此次校驗的結果，尋求修正或改進之方法，作為本局在作颱風大 / 豪雨預報時之參考。所採用之方法係參考 John Flueck 1989 年所提出之方法，此方法是利用下列參數作為預報評估之標準：

(一) POD (Probability of Detection)

$$= \frac{\text{預報有觀測有之次數}}{\text{(預報有觀測有之次數 + 預報無觀測有之次數)}}$$

(二) POFD (Probability of False Detection)

$$= \frac{\text{預報有觀測無之次數}}{\text{(預報有觀測無之次數 + 預報無觀測無之次數)}}$$

(三) TSS (True Skill Stastic)

$$= \text{POD} - \text{POFD}$$

(四) FSP (Finely Sucess Percentage)

$$\frac{\text{預報有觀測有之次數} + \text{預報無觀測無之次數}}{\text{預報有觀測有之次數} + \text{預報無觀測無之次數} + \text{預報無觀測有之次數} + \text{預報無觀測有之次數} + \text{預報無觀測有之次數}}$$

無之次數

$$(五) \text{NHR (No Hit Rate)} = \frac{\text{觀測有預報無之次數}}{\text{觀測出現之總數}}$$

POD值愈大表示預報準確率愈高；POFD值愈大表示誤報率愈高；TSS值愈大表示預報準確率高而誤報率低；NHR值大表示未報率高，故一個準確的預報是POD及TSS值高其他值均低，而POD及TSS值應在0.5以上預報結果才具意義。本文所選之11個個案為VAL (1985, 09/16 12UTC-09/17 12 UTC), WAYNE 1983, 07/24 06UTC-07/25 06UTC), DOT (1982 08/14 12UTC-08/15 12UTC), NELSON (1985, 08/22 12UTC-08/23 12UTC), FREDA (1984, 08/06 12 UTC-08/07 12UTC), JEFF (1985, 07/29 06UTC-07/30 06 UTC), DOT (1990, 09/07 06UTC-09/08 06UTC), VERNON (1987, 07/20 12UTC-07/21 12UTC), ALEX (1987, 07/26 06UTC-07/27 06UTC), ABBY (1986, 09/18 12UTC-09/19 12UTC), ALEX(1984, 07/02 18UTC-07/03 18UTC), 11個個案之最佳路徑如圖一。

颱風雨量客觀預報法係王時鼎先生利用民國38年至71年之侵台颱風個案並蒐集相對於颱風逐時位置之台北、竹子湖、基隆、宜蘭、花蓮、台東、恒春、新竹、台中、阿里山、嘉義、台南、高雄及澎湖等十四個氣象站之颱風時雨量資料加以統計分析後作成颱風雨量客觀預報圖(如圖二)。根據預報之颱風路徑所經過的區域，將前述14個測站之逐時平均雨量相加或是將標準化(Normalize)之值乘以颱風近中心最大風速值所得結果作為颱風雨量預報值(詳細方法參見，王，1983；臺灣颱風降雨特性及其預報研究(二))。

三、結果

民國74年之VAL颱風侵台期間，本局所屬14個氣象測站之日雨量及大雨發生預報之結果(如圖三)顯示，發生大/豪雨之竹子湖、基隆、花蓮、

宜蘭、台東等站，平均法及比值法均未報中，而對於未發生大雨之恒春站，平均法卻誤報豪雨；其餘未發生大雨之氣象站，平均法及比值法均預報正確。WAYNE颱風侵台期間，發生大雨的站有花蓮、恒春、台東，比值法均報中，但平均法只預報中恒春一站；比值法之TSS值為1.0較平均法0.33高甚多(圖四)。民國七十一年DOT颱風侵台期間花蓮、台南、高雄、恒春、台東發生大/豪雨，但兩種方法均只報中恒春站，TSS值均只有0.2(圖五)。對於七十九年DOT颱風侵台期間有竹子湖、基隆、花蓮、宜蘭、阿里山、台東發生大/豪雨，同樣地，兩種方法預報之結果均不理想，TSS值均只有0.17(圖六)。民國七十四年NELSON颱風侵台期間，共有七個測站發生大/豪雨，比值法之TSS值為0.71，平均法為0.57(圖七)。FREDA颱風侵台期間14個測站有台北、竹子湖、基隆、宜蘭、新竹五個測站，兩種方法之TSS值均在0.4以下，其中比值法更為-0.02(圖八)。對於JEFF颱風兩種方法預報結果TSS值均為0.71(圖九)，結果良好。以上是西進颱風個案預報評估之結果。

對於北進颱風本文共選四個個案。民國七十六年VERNON侵台期間，14個測站有台南、高雄、嘉義、台中、阿里山及恒春發生大/豪雨，但兩種方法預報結果均不好，平均法之TSS值更為-0.46(圖十)。民國七十六年ALEX侵台時，共有竹子湖、基隆、宜蘭、嘉義、阿里山、恒春六處發生大/豪雨，預報結果均不佳，比值法之TSS值為0.33而平均法為0.17(圖十一)。對於ABBY颱風兩種方法之TSS值均在0.4以下(圖十二)。對於民國七十三年之ALEX颱風比值法之TSS值為0.65較平均法之0.35高出甚多(圖十三)。初步結果顯示比值法之預測結果較平均法好。

四、結論與建議

由 1982 - 1990 年中所選取之 11 個侵台颱風個案，對颱風雨量客觀預報法應用於大 / 豪雨預報作校驗，發現個案間之預報結果差異頗大。比值法之 T S S 值在 0.5 以上有 4 次，其餘均在 0.4 以下，而平均法之 T S S 值在 0.5 以上者僅 2 次，其餘均在 0.4 以下，其中更有 2 次為負值，表示預報之準確率較誤報率低。綜合 11 個個案預報之準確率，發現比值法為 37%，平均法為 33%；若扣除誤報率所得之真實準確率，比值法為 31%，而平均法僅 18%，比值法較平均法佳(表一)。

從此次校驗中發現颱風所引起之大 / 豪雨與颱風中心之強度應有很大的關係。因此，未來若考慮建置颱風豪雨定量預報系統，除可利用現有之雨量資料庫外，應考慮對於導致大 / 豪雨之颱風個案(一)針對其綜觀天氣型態、路徑、強度移速應詳加分析分類後，建立大 / 豪雨雨量資料庫；(二)利用 G M S 衛星之紅外線及可見光分析分類導致豪雨之颱風雲狀及結構，建立參考檔案；(三)利用雷達回波及地面降水資料，針對導致豪雨之颱風強度及路徑分析不同雷達回波特徵後建立不同之降水估計法。利用前述三種資料庫作為颱風雨量定量預報之參考，對於提高預報之準確率應有相當之幫助。

誌 謝

感謝本局應用氣象組所提供之地面測站逐時雨量資料及王時鼎先生和蔣為民課長所提供之寶貴意見。

參考文獻

徐寶箴，1968：颱風經過台灣北方海面與台北及其附近地區之降水。氣象學報；18,1,15-

徐明同，1969：台灣地區颱風降雨分布。氣象局降水量預報研究報告第一號，1-19。

李富城、馬汝安，1982：颱風路徑與台灣雨量分布之研究。中範圍天氣系統研討會論文彙編，163-174。

王時鼎，1983：台灣颱風降雨特性及其預報研究(二)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告72-13號。

Jhon. A. Flueck, 1989: Forecasting and Verifying in a Field Research Project: DOPLIGHT'87, Weather and Forecasting, Vol. 4, No.2, 97-1090.

An Evaluation on Typhoon Rainfall Objective Method

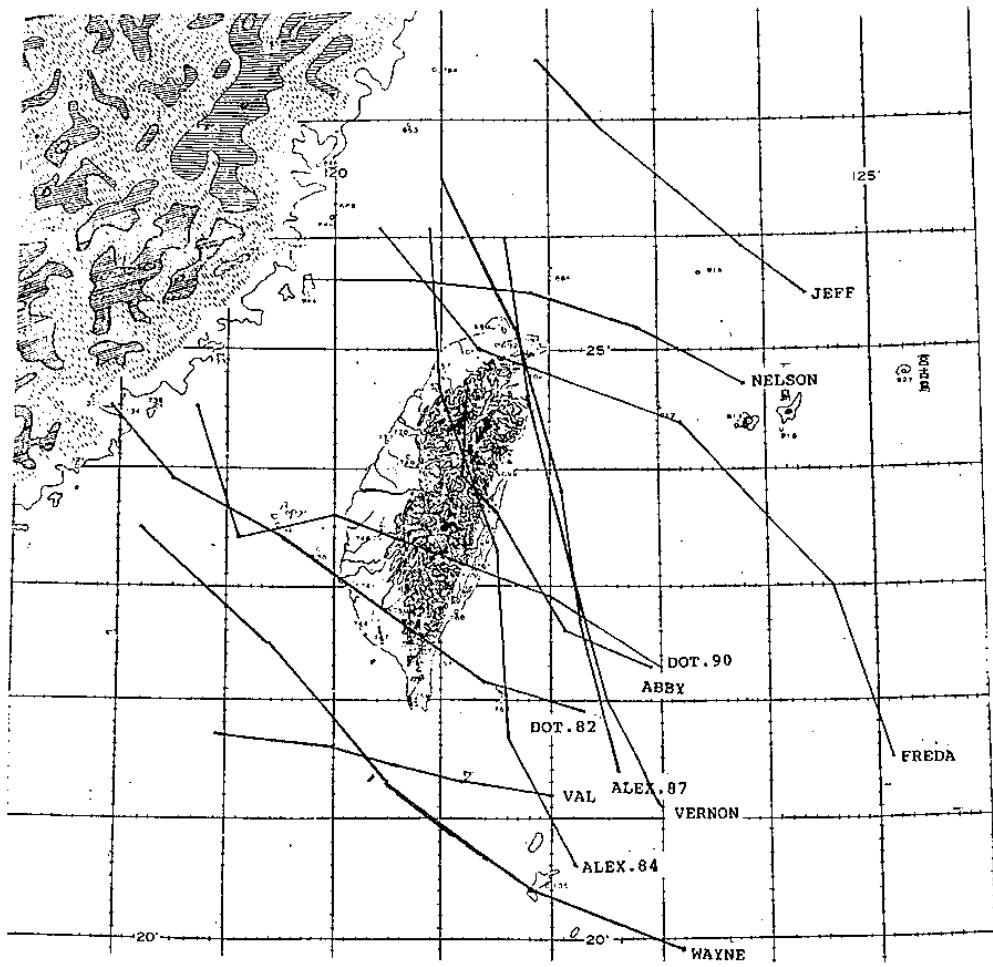
Wang Huei-Min

R&D

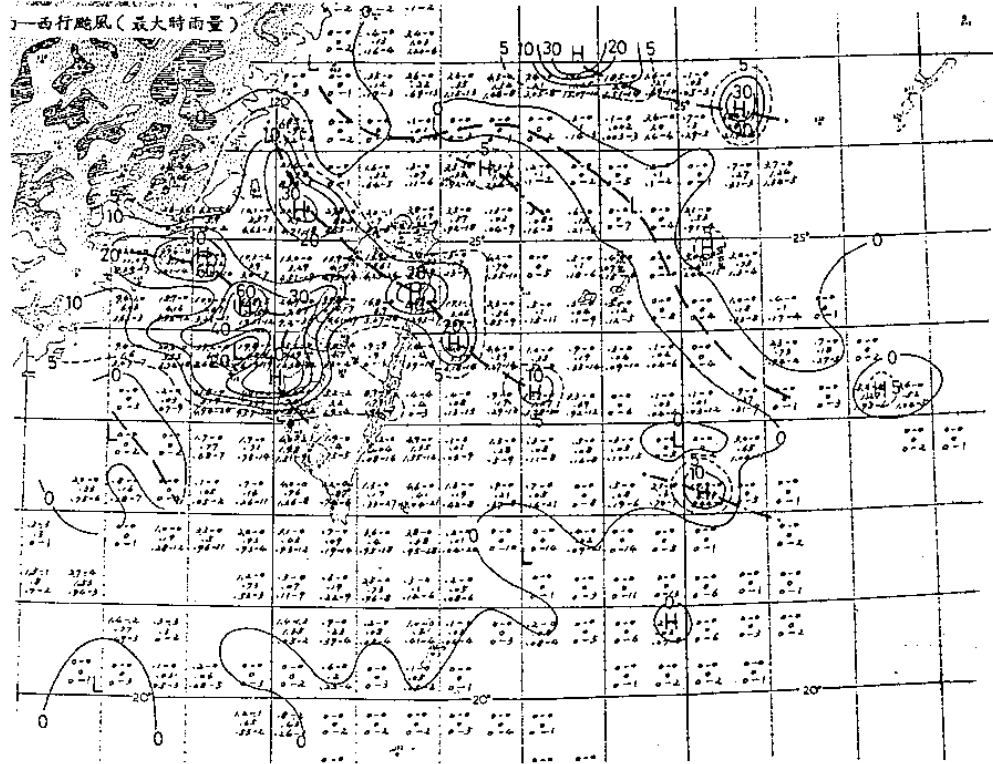
Central Weather Bureau

This paper uses 11 typhoon cases which invaded Taiwan area from 1982 to 1990 to evaluate the typhoon rainfall objective method which applied on heavy rain/flood flash forecasting. The results reveal that the POD values of 11 cases all under 40% . The TSS value of rational method is 31% while the TSS value of mean method is 18%.

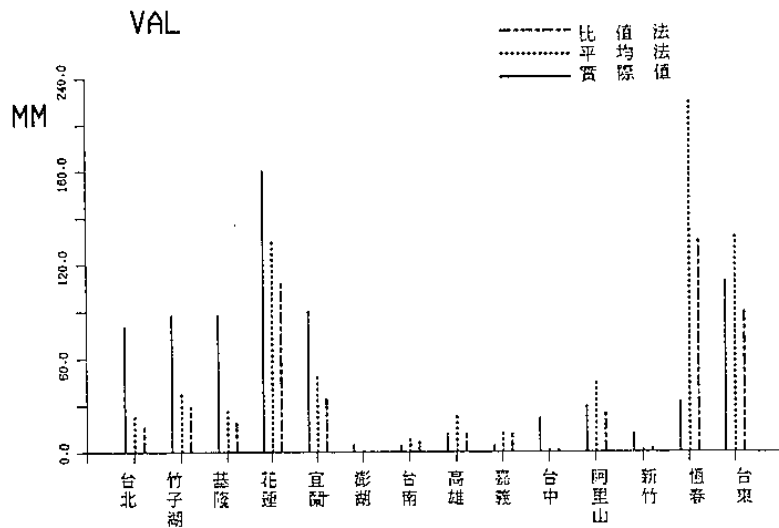
The possible reason for the result is that heavy rain/flood flash caused by typhoon is close correlation with the intensity near typhoon center.



圖一、十一個颱風個案之最佳路徑圖。

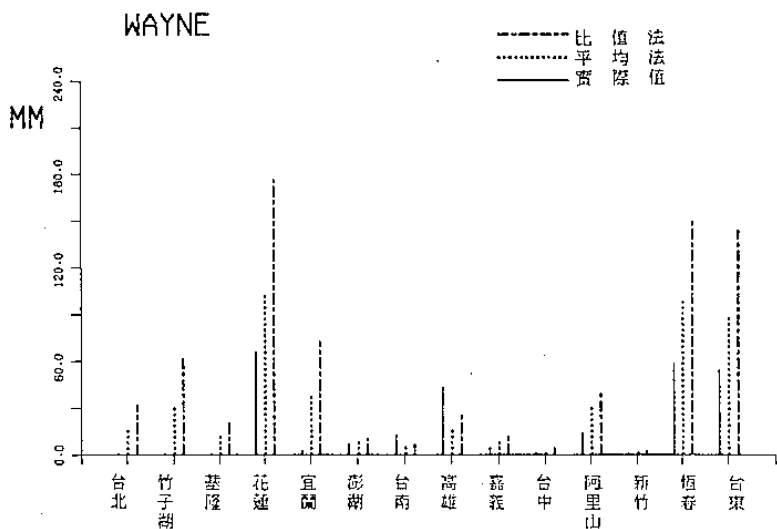


圖二、颱風雨量客觀預報圖。
(採自王，1985；臺灣颱風降雨特性及其預報研究(二))



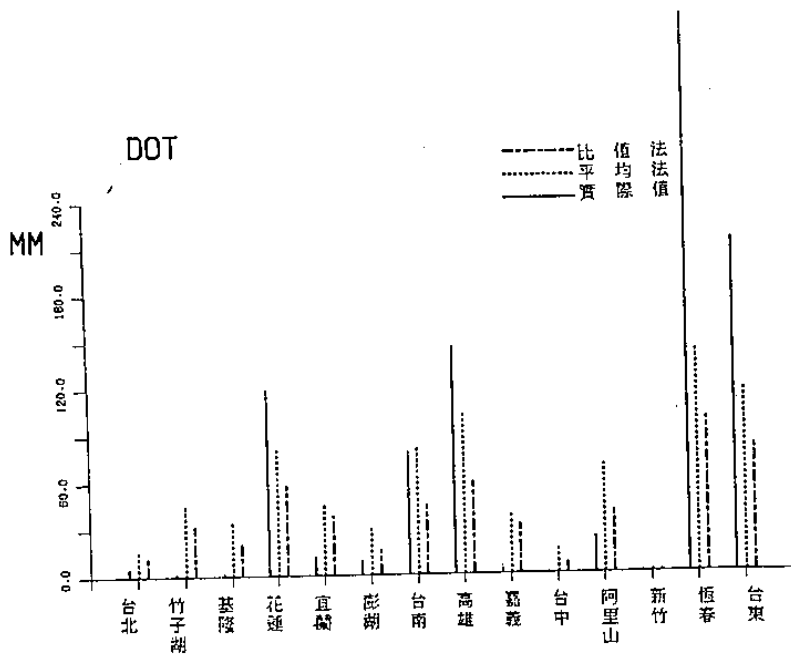
| 平均法 | | | |
|--|----|---|----|
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 0 | 1 | 1 |
| 無 | 5 | 8 | 13 |
| 合計 | 5 | 9 | 14 |
| POD=.0 POFD=.11 NHR=1.0 FSP=.57 TSS=-.11 | | | |
| 比值法 | | | |
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 0 | 0 | 0 |
| 無 | 5 | 9 | 14 |
| 合計 | 5 | 9 | 14 |
| POD=.0 POFD=.0 NHR=1.0 FSP=.64 TSS=.0 | | | |

圖三、颱風 VAL 侵台期間，十四個氣象站之日雨量與預報日雨量之比較及預報評估值。



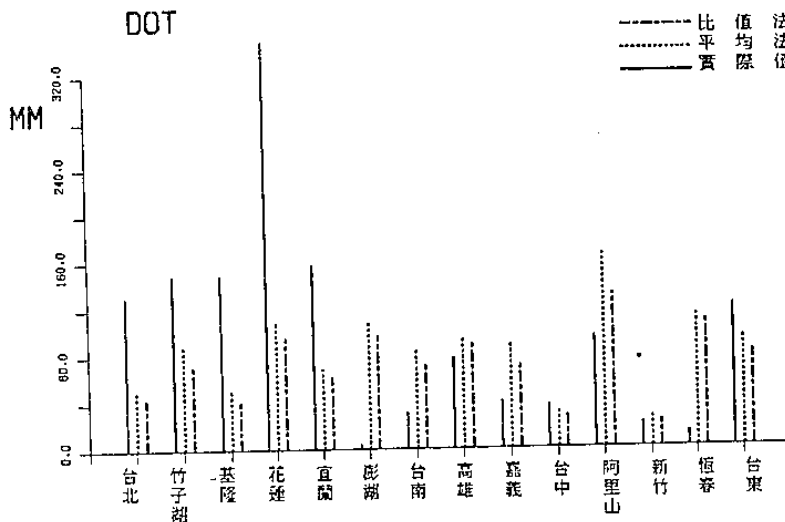
| 平均法 | | | |
|---|----|----|----|
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 1 | 0 | 1 |
| 無 | 2 | 11 | 13 |
| 合計 | 3 | 11 | 14 |
| POD=.33 POFD=.0 NHR=.67 FSP=.86 TSS=.33 | | | |
| 比值法 | | | |
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 3 | 0 | 3 |
| 無 | 0 | 11 | 11 |
| 合計 | 3 | 11 | 14 |
| POD=.2 POFD=.0 NHR=.80 FSP=.71 TSS=.2 | | | |

圖四、同圖三，但為颱風 WAYNE。



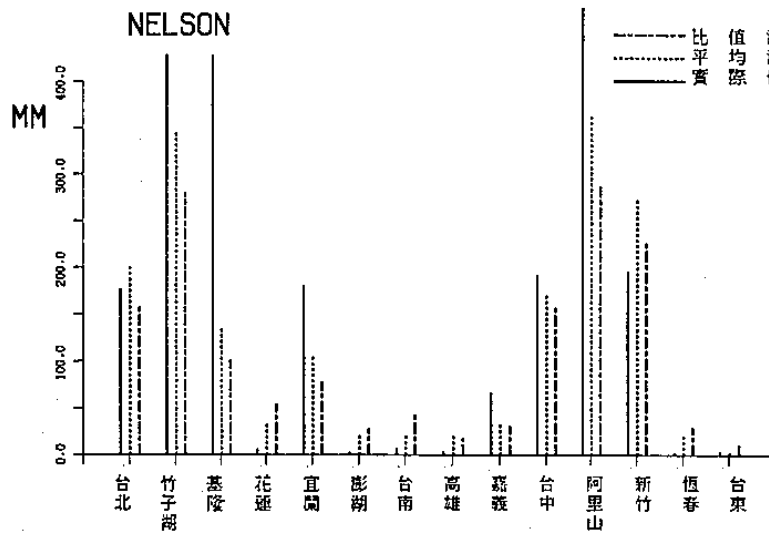
| 平均法 | | | |
|--|----|---|----|
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 1 | 0 | 1 |
| 無 | 4 | 9 | 13 |
| 合計 | 5 | 9 | 14 |
| POD=.2 POFD=.0 NHR=.80 FSP=.71 TSS=.20 | | | |
| 比值法 | | | |
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 1 | 0 | 1 |
| 無 | 4 | 9 | 13 |
| 合計 | 5 | 9 | 14 |
| POD=.2 POFD=.0 NHR=.80 FSP=.71 TSS=.20 | | | |

圖五、同圖四，但為民國七十一年颱風DOT。



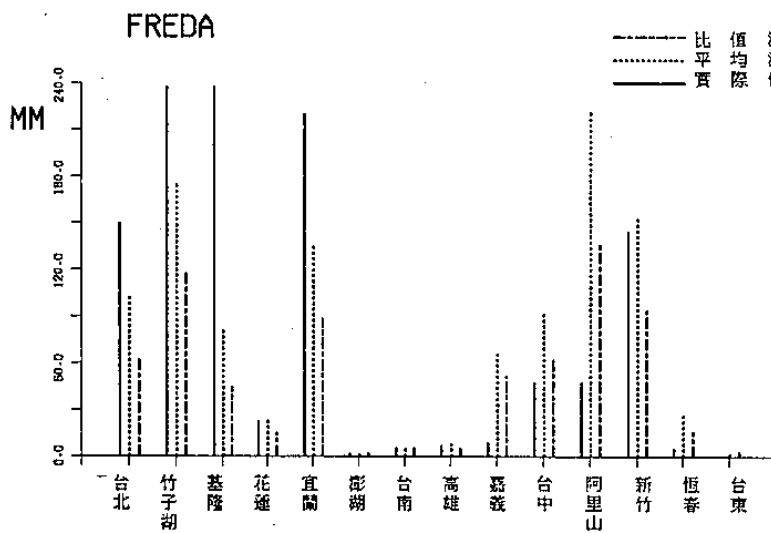
| 平均法 | | | |
|---|----|---|----|
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 1 | 0 | 1 |
| 無 | 5 | 8 | 13 |
| 合計 | 6 | 8 | 14 |
| POD=.17 POFD=.0 NHR=.83 FSP=.64 TSS=.17 | | | |
| 比值法 | | | |
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 1 | 0 | 1 |
| 無 | 5 | 8 | 13 |
| 合計 | 6 | 8 | 14 |
| POD=.17 POFD=.0 NHR=.83 FSP=.64 TSS=.17 | | | |

圖六、同圖五，但為民國七十九年颱風DOT。



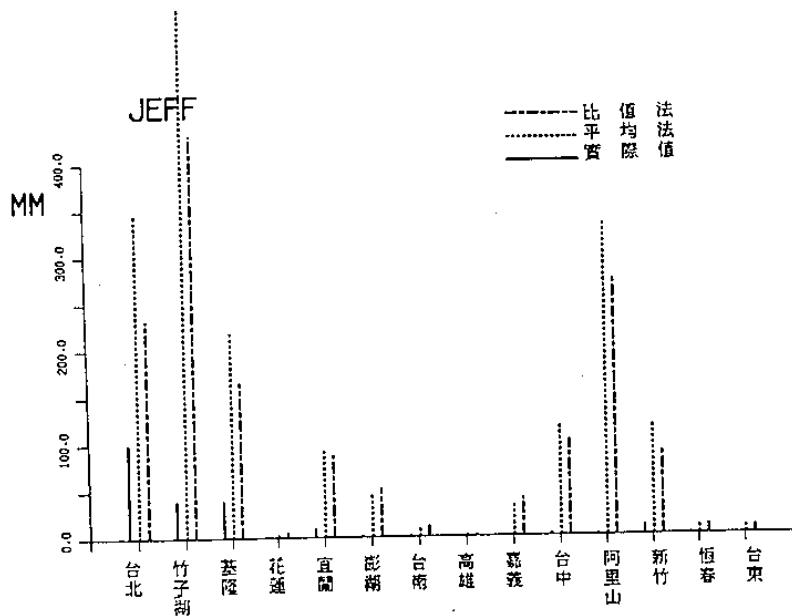
| 平均法 | | | |
|---|----|---|----|
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 4 | 0 | 4 |
| 無 | 3 | 7 | 10 |
| 合計 | 7 | 7 | 14 |
| POD=.57 POFD=.0 NHR=.43 FSP=.79 TSS=.57 | | | |
| 比值法 | | | |
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 5 | 0 | 5 |
| 無 | 2 | 7 | 9 |
| 合計 | 7 | 7 | 14 |
| POD=.71 POFD=.0 NHR=.29 FSP=.86 TSS=.71 | | | |

圖七、同圖六，但為民國七十四年颱風 NELSON。



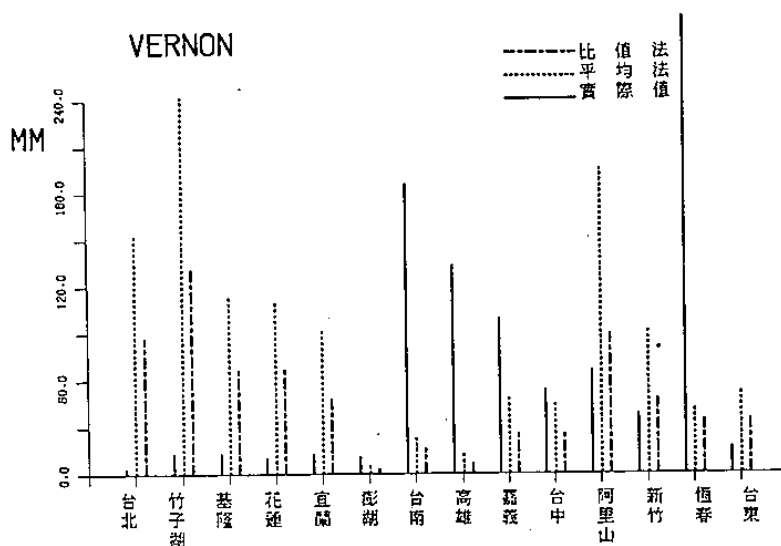
| 平均法 | | | |
|---|----|---|----|
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 3 | 2 | 5 |
| 無 | 2 | 7 | 9 |
| 合計 | 5 | 9 | 14 |
| POD=.60 POFD=.22 NHR=.40 FSP=.71 TSS=.38 | | | |
| 比值法 | | | |
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 1 | 2 | 3 |
| 無 | 4 | 7 | 11 |
| 合計 | 5 | 9 | 14 |
| POD=.20 POFD=.22 NHR=.80 FSP=.57 TSS=-.02 | | | |

圖八、同圖七，但為民國七十三年颱風 FREDA。



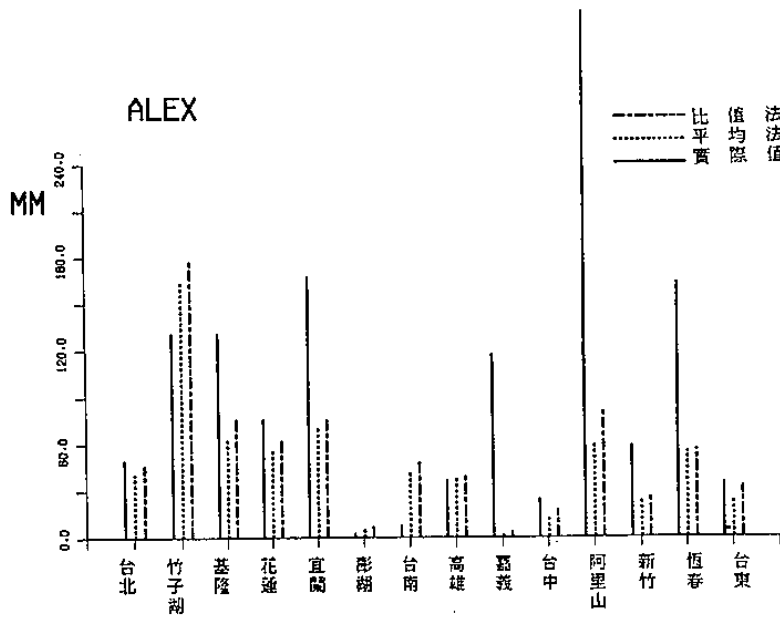
| 平均法 | | | |
|---|----|----|----|
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 1 | 3 | 4 |
| 無 | 0 | 10 | 10 |
| 合計 | 1 | 13 | 14 |
| POD=1.0 POFD=.23 NHR=.0 FSP=.79 TSS=.77 | | | |
| 比值法 | | | |
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 1 | 3 | 4 |
| 無 | 0 | 10 | 10 |
| 合計 | 1 | 13 | 14 |
| POD=1.0 POFD=.23 NHR=.0 FSP=.79 TSS=.77 | | | |

圖九、同圖八，但為民國七十四年颱風 JEFF。



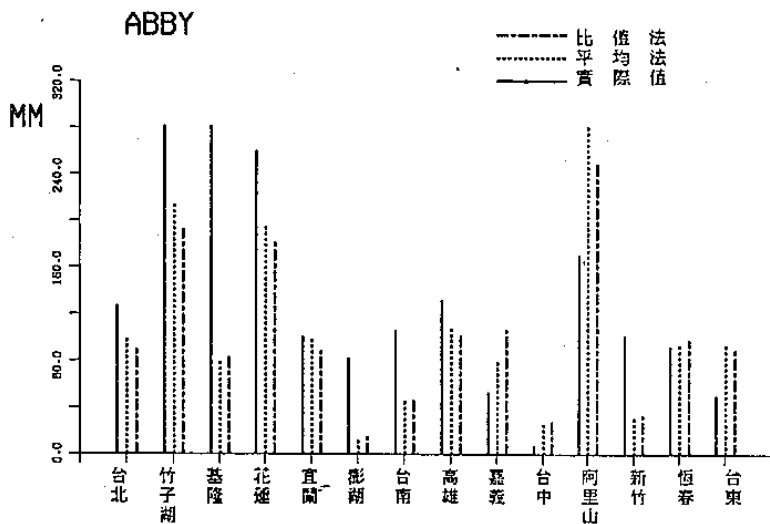
| 平均法 | | | |
|---|----|---|----|
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 1 | 5 | 6 |
| 無 | 5 | 3 | 8 |
| 合計 | 6 | 8 | 14 |
| POD=.17 POFD=.63 NHR=.83 FSP=.64 TSS=-.46 | | | |
| 比值法 | | | |
| 預測 | 觀測 | | 合計 |
| | 有 | 無 | |
| 有 | 1 | 0 | 1 |
| 無 | 5 | 8 | 13 |
| 合計 | 6 | 8 | 14 |
| POD=.17 POFD=.0 NHR=.83 FSP=.64 TSS=-.17 | | | |

圖十、同圖九，但為民國七十六年颱風 VERNON。



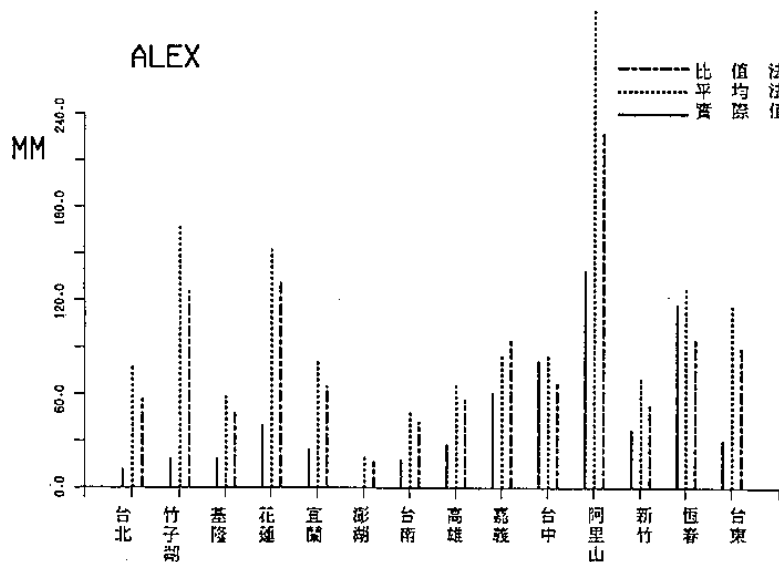
| 平均法 | | | | |
|-----|---|---|----|---------|
| 觀測 | | | | |
| 預測 | 有 | 無 | 合計 | |
| 有 | 1 | 0 | 1 | POD=.17 |
| 無 | 5 | 8 | 13 | POFD=.0 |
| 合計 | 6 | 8 | 14 | NHR=.83 |
| | | | | FSP=.64 |
| | | | | TSS=.17 |
| 比值法 | | | | |
| 觀測 | | | | |
| 預測 | 有 | 無 | 合計 | |
| 有 | 2 | 0 | 2 | POD=.33 |
| 無 | 4 | 8 | 12 | POFD=.0 |
| 合計 | 6 | 8 | 14 | NHR=.67 |
| | | | | FSP=.71 |
| | | | | TSS=.33 |

圖十一、同圖十，但為民國七十六年颱風 ALEX。



| 平均法 | | | | |
|-----|----|---|----|---------|
| 觀測 | | | | |
| 預測 | 有 | 無 | 合計 | |
| 有 | 4 | 0 | 4 | POD=.36 |
| 無 | 7 | 3 | 10 | POFD=.0 |
| 合計 | 11 | 3 | 14 | NHR=.64 |
| | | | | FSP=.50 |
| | | | | TSS=.36 |
| 比值法 | | | | |
| 觀測 | | | | |
| 預測 | 有 | 無 | 合計 | |
| 有 | 4 | 0 | 4 | POD=.36 |
| 無 | 7 | 3 | 10 | POFD=.0 |
| 合計 | 11 | 3 | 14 | NHR=.64 |
| | | | | FSP=.50 |
| | | | | TSS=.36 |

圖十二、同圖十一，但為民國七十六年颱風 ABBY。



| 平均法 | | | | |
|-----|----|----|----|----------|
| 預測 | 觀測 | | 合計 | |
| | 有 | 無 | | |
| 有 | 3 | 4 | 7 | POD=.75 |
| 無 | 1 | 6 | 7 | POFD=.40 |
| 合計 | 4 | 10 | 14 | NHR=.25 |
| | | | | FSP=.64 |
| | | | | TSS=.35 |

| 比值法 | | | | |
|-----|----|----|----|----------|
| 預測 | 觀測 | | 合計 | |
| | 有 | 無 | | |
| 有 | 3 | 1 | 4 | POD=.75 |
| 無 | 1 | 9 | 10 | POFD=.10 |
| 合計 | 4 | 10 | 14 | NHR=.25 |
| | | | | FSP=.86 |
| | | | | TSS=.65 |

圖十三、同圖十二，但為民國七十三年颱風 ALEX。

| 平均法 | | | | |
|-----|----|----|-----|----------|
| 預測 | 觀測 | | 合計 | |
| | 有 | 無 | | |
| 有 | 20 | 14 | 34 | POD=.34 |
| 無 | 40 | 80 | 120 | POFD=.16 |
| 合計 | 60 | 94 | 154 | NHR=.66 |
| | | | | FSP=.65 |
| | | | | TSS=.18 |

| 比值法 | | | | |
|-----|----|----|-----|----------|
| 預測 | 觀測 | | 合計 | |
| | 有 | 無 | | |
| 有 | 22 | 6 | 28 | POD=.37 |
| 無 | 37 | 89 | 126 | POFD=.06 |
| 合計 | 59 | 95 | 154 | NHR=.63 |
| | | | | FSP=.72 |
| | | | | TSS=.31 |

表一、十一個颱風個案之預報評估值。

