

# 定量降水之研究 利用雷達及衛星資料與類神經網路之結合

劉清煌 劉敏香  
中國文化大學 大氣科學系  
chliu@twister.atmos.pccu.edu.tw

## 摘要

近年來台灣地區深受土石流之害，而土石流的成因中，降雨量多寡扮演重要的角色，所以「定量降水」在國家型防災計劃中是個很重要的研究課題，它提供防災的依據及有助於水資源的應用與管理。在過去「定量降水」的研究中，共同的特徵是只使用單獨一種資料，如雷達資料或衛星資料各別的使用，使得降水估計有其限制，為解決這個問題，本文採用倒傳遞類神經網路(Back-propagation neural network)做定量降水估計。「倒傳遞類神經網路」的可貴之處在於有隱藏層之設計，主要功能為總合參數與隱藏層神經元之交互作用，再對外輸出，有別於以往之迴歸分析。

本研究利用啓德、象神兩個颱風個案分別建立「降水估計模式」，估計結果：相關係數高達 0.9 以上。進一步以此模式當作控制實驗，測試各項影響降雨之參數，如：雷達資料（最低三層回波：0.5km、1.5km、2.5km）、衛星資料（IR1、IR2 及水氣頻道的雲頂溫度、緯向及經向雲頂溫度梯度）、雨量站高度、颱風中心位置與雨量站之距離等，測試顯示雷達回波最與降雨相關；衛星資料之雲頂溫度則次之，此結果具有合理性，所以進一步輸入網格點的資料，估計北部地區在個案期間內逐時之平均降雨量情形，估計結果與實際降雨分布比較甚為一致，依此可確認模式的可靠性。

## 一、前言

在過去國內定量降水的研究中，在雷達資料的應用方面，如黃（1997）使用中正機場雷達及五分山雷達之回波資料，以窗區選取法（WPMM）（Rosenfeld 等）改善 Z-R 關係式並以距離及地形高度分類作定量降水估計。在衛星資料的方面，如丘等（2000）採用雙曲線趨近求得台灣地區梅雨季 MCSs 雲頂溫度與降水量關係。陳等（2000）分析 2000 年 2 月春雨個案，發現 GWT 法以 264K 為最佳降雨雲區之雲頂溫度。另外，王（1985）分析中央氣象局 15 個測站於颱風期間的降雨特徵顯示台灣地區有豪雨發生，基本上為四種形式：颱風環流雨、颱風環流內小尺度對流系統雨、地形雨及與東北季風共伴環流雨，不同颱風路徑其降雨特徵會有所不同。王的研究也發現台灣地區上空 850-750hPa（約 1500-3000m）及 700-550hPa（約 3000-5000m）為水氣飽和層所在。所以本研究在雷達回波垂直方向取到 2.5km。於此，期望將雷達及衛星資料或其他與降雨相關之參數加以整合能在降水估計上有好的表現。

## 二、資料來源與方法

王(1985)將侵襲台灣之颱風路徑做分類，

有不錯的統計結果，所以本研究以路徑相似性以及雷達資料之可用性作為考量，選取研究個案為 2000 年啓德颱風 7 月 9 日 00 至 12UTC 及象神颱風 10 月 31 日 18UTC 至 11 月 1 日 06UTC（圖一及圖二）。此二颱風均產生大量的降水及土石流，可知颱風降水問題是一個急待進一步研究的重要課題。

中央氣象局五分山雷達(RCWF)於 1996 年正式啟用，提供高品質之回波及風場資料以利氣象作業及學術研究之用，本研究利用 NCAR 之 REORDER 將雷達資料內插程式將回波場內插到水平間距 1.25 公里×1.25 公里，垂直間距 1 公里範圍之直角網格上並且剔除受到地形干擾之回波，由於雷達資料涵蓋範圍之故，目前只取從雷達站(766m)起算最低之三層回波（0.5km、1.5km 及 2.5km），如遇無回波資料之層，則剔除之，即以三層皆有資料為挑選標準，如此選擇下，近五分山雷達中心則無回波資料之取樣，之後，由所選取之雨量站的位置求出周圍 9 點之平均回波值，當作雷達在該測站所觀測的回波值。啓德颱風挑選出 1742 筆；象神颱風挑選出 2585 筆，此資料量被輸入倒傳遞類神經網路中，其訓練結果將與 Z-R 關係式之結果比較之。另外，也採用 GMS-5 地球同步氣象衛星之紅外線及水氣

頻道資料所對映之雲頂溫度，空間上，以雨量站為中心，找出所在位置衛星資料，並以相鄰的方塊，計算出該雨量站位置之雲頂溫度及緯向和經向雲頂溫度梯度。在時間上，由於衛星資料並非如雷達資料如此密集，所以要與雷達時間有所對應，必須經過內插，內插的方法為利用相鄰兩時間對各雨量站之各時間作線性內插。雨量站資料為每 5 分鐘之累計雨量，以雷達觀測時間為準，取前後 5 分鐘之降雨量之平均再求出時雨量。另外，雨量站所在之高度亦為使用之參數。為求得颱風中心位置與雨量站之距離，利用每 6 小時間距一筆之颱風最佳路徑之中心位置，所以在個案期間內以三筆資料作線性內插，得到各雷達觀測時間的颱風中心位置，再將其位置與雨量站計算出測站距颱風中心之距離。

在結合倒傳遞類神經網路方面，將所有上述蒐集的資料【包括：雷達資料（最低三層：0.5km、1.5km、2.5km）、衛星資料（IR1、IR2 及水氣頻道的雲頂溫度、緯向及經向雲頂溫度梯度）、雨量站高度、颱風中心位置與雨量站之距離及各時間之時雨量等】輸入類神經網路中，其中各時間之時雨量設定為目標輸出值（期望值）來作訓練。本研究使用

Levenberg-Marquardt 倒傳遞演算法，它的好處是當有龐大的訓練範例進入網路演算時，它可以降低使用記憶體空間並很快地使網路收斂。本演算法建構在 MATLAB 軟體之上，可透過 MATLAB 強大的運算能力將大量之資料輸入、輸出，有效地完成眾多複雜之運算，其演算法步驟如下，

第一階段－學習演算過程，步驟是：

1. 決定網路的層數及各層間的神經元數目。
2. 以均佈隨機亂數設定網路的初始加權值及初始偏權值。
3. 輸入訓練範例及目標輸出值。
4. 計算網路的推論輸出值。
5. 計算輸出層與隱藏層的差距量。
6. 計算各層間的加權值修正量及偏權值修正量。
7. 更新各層間的加權值及偏權值。
8. 重複步驟 3 至步驟 7，直到網路收斂。

第二階段－回想演算過程，步驟是：

1. 讀入已訓練好的網路加權值及偏權值。
2. 輸入待推範例。
3. 計算網路的推論輸出值。

依上述倒傳遞類神經網路的訓練出來的「定量降水估計模式」估計台灣北部地區雷達資料涵蓋區域之網格點之降雨量，方法即是將

網格點之雷達及衛星資料輸入模式中，結果輸出為逐時之降雨量（圖三）。

### 三、 結果與討論

1. 將各測站各時間之低層（0.5km）回波值與時雨量，計算 Z-R 關係式所得相關係數為 0.72；象神颱風為 0.57。而倒傳遞類神經網路之結果可達 0.9 以上。

2. 從過去定量降水的研究中，可以得知雷達資料或衛星資料是如何應用來做降水估計，並可從中體會影響降雨的參數，本研究基於此，輸入倒傳遞類神經網路內的影響降雨參數。

3. 將建立完成之「定量降水估計模式」對同一個案進一步推估個案期間網格點內之時雨量，進一步確認模式的適用性。估計兩個案期間網格點內時雨量之結果，不論在定性或定量分析上，與實際情況配合甚為合理，即能掌握降水趨勢及區域的變化，而對於非雨量站區域降雨情形也有一番的了解，這將有助於水庫上游集水區水資源的管理，故以倒傳遞類神經網路作為定量降水之研究工具，具有適用性及優越性。

4. 所使用之 14 項參數，皆是各自獨立的變數，如此輸入倒傳遞類神經網路的好處是對參數的特性可充分明瞭且對於類神經網路來說不會增加它的複雜性而造成收斂時間的浪費。

5. 雖然我們對定量降水估計有不錯的結果，但是仍要嘗試著加入(1)低層觀測資料：當地之地形走向、風向、風速及低層水氣；(2)雷達資料：回波頂(echo top)；(3)衛星資料：雲分類資料，因為輸入模式內僅是雲頂溫度，有同樣的雲頂溫度未必是相同的雲種，不同的雲種造成降雨也不同。此項工作主要目的是想充分掌握影響降水的因子，以利預報用。

6. 本研究只針對颱風個案，其原因有二：第一、想瞭解及嘗試以具有整合資料能力的倒傳遞類神經網路為研究工具，是否可以表現實際影響降雨的情形；第二、由於資料處理頗耗時，在未確定第一點是否可以呈現前，所以僅挑選兩個案。至目前的結果看來，倒傳遞類神經網路應用於「定量降水」的進一步研究結果是令人期待的。

本研究是個先驅性之研究，僅選取兩個案作為以類神經網路為工具之嘗試，今有不錯的雨量估計結果，未來的方向是朝天氣類型分類並增加個案做發展，使得「定量降水估計模式」有更廣泛的代表性，並於此基礎上嘗試建立「定

量降水預報模式」。

#### 四、 參考文獻

- 王時鼎，1985：「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，73-47 號。
- 丘台光、汪琮、苟潔予、梁信廣，2000：「利用衛星 IR 雲圖對中尺度對流系統作降水估計與定量預報之研究」，天氣分析與預報研討會氣象論文彙編(89)，中央氣象局衛星中心。
- 陳嘉榮、王建國、張惠玲，2000：「衛星定量降水估計與雲頂溫度關係之研究」，天氣分析與預報研討會氣象論文彙編(89)，中央氣象局衛星中心。
- 黃若澐，1997：「台灣北部地區雷達回波的統計

特性與降雨估計」，國立台灣大學大氣科學所碩士論文。

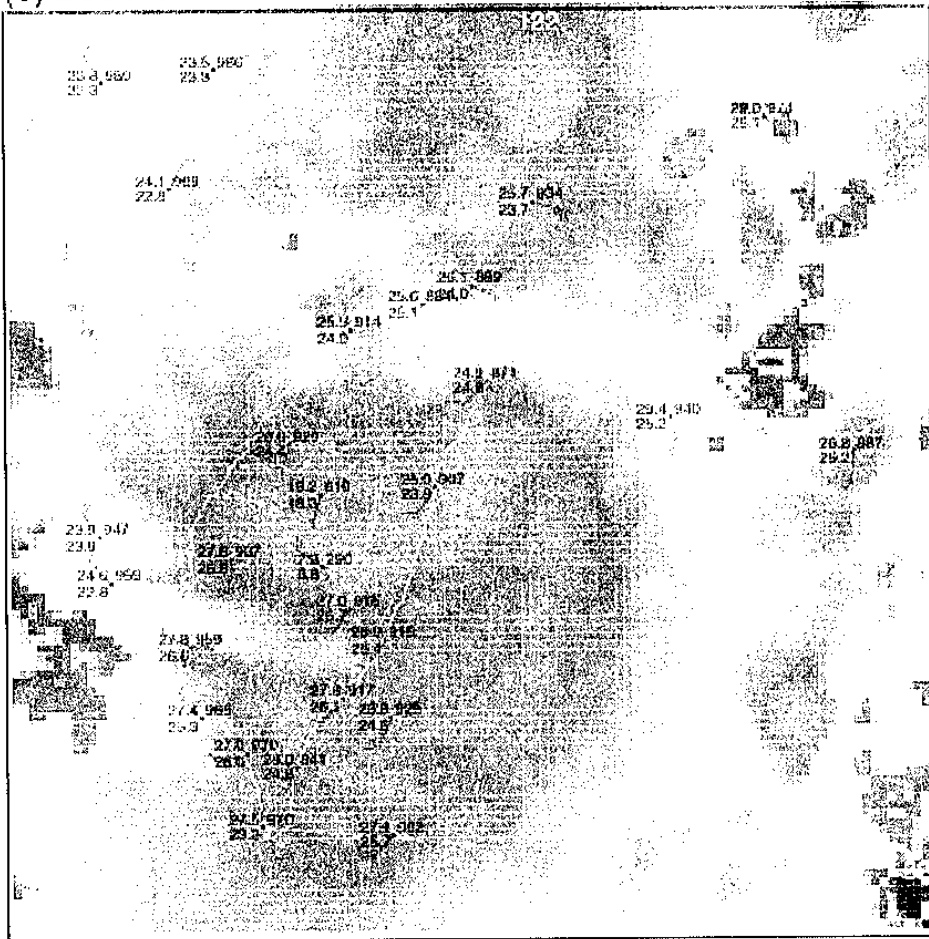
黃威雄，2000：「類神經網路應用於颱風期間雷達降雨模擬之研究」，國立台灣大學土木工程所碩士論文。

Rosenfeld, D., Eyal Amitai, and David B. Wolff, 1995: Improved accuracy of radar WPMM estimated rainfall upon application of objective classification criteria., *J. Appl. Meteor.*, **34**, 212-223.

#### 五、 誌謝

感謝中央氣象局提供資料，本研究由國科會計劃 NSC 89-2625-Z-034-004 與 NSC 89-2111-M-034-006-AP7 資助，設備由中國文化大學大氣科學系提供。

(c) 2000-07-09 0600 UTC Kai-Tak IR



(d) 2000-07-09 1200 UTC Kai-Tak IR

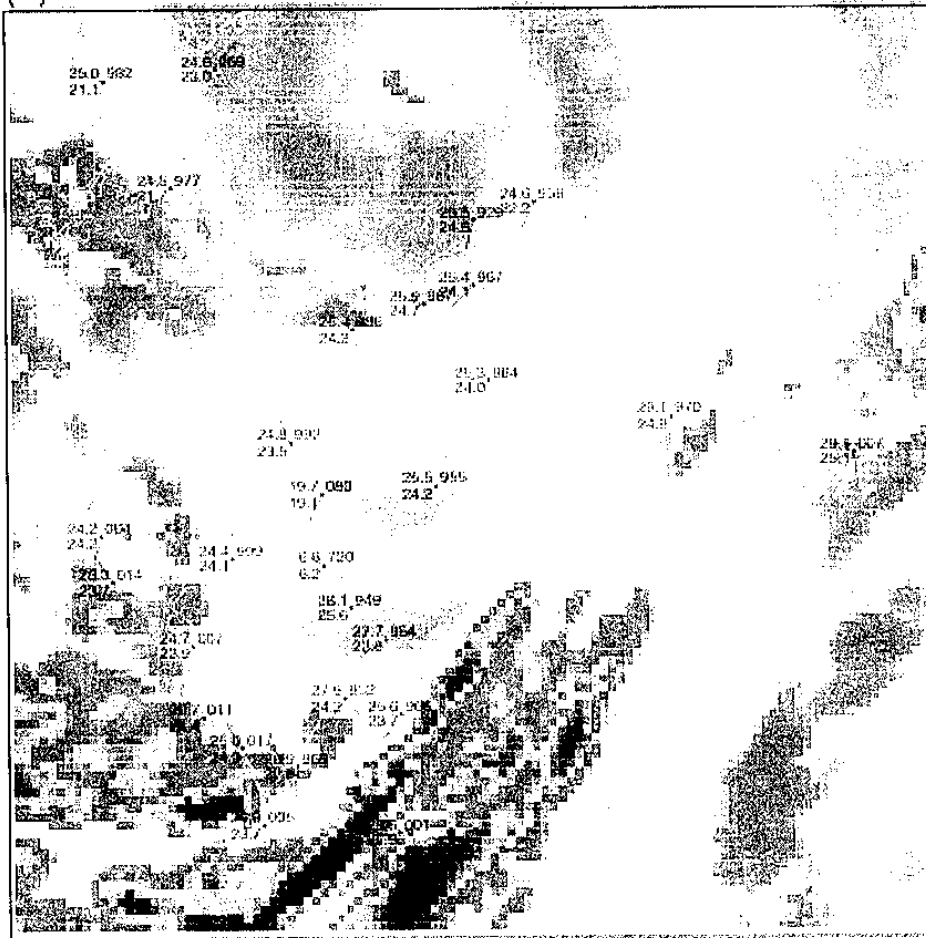
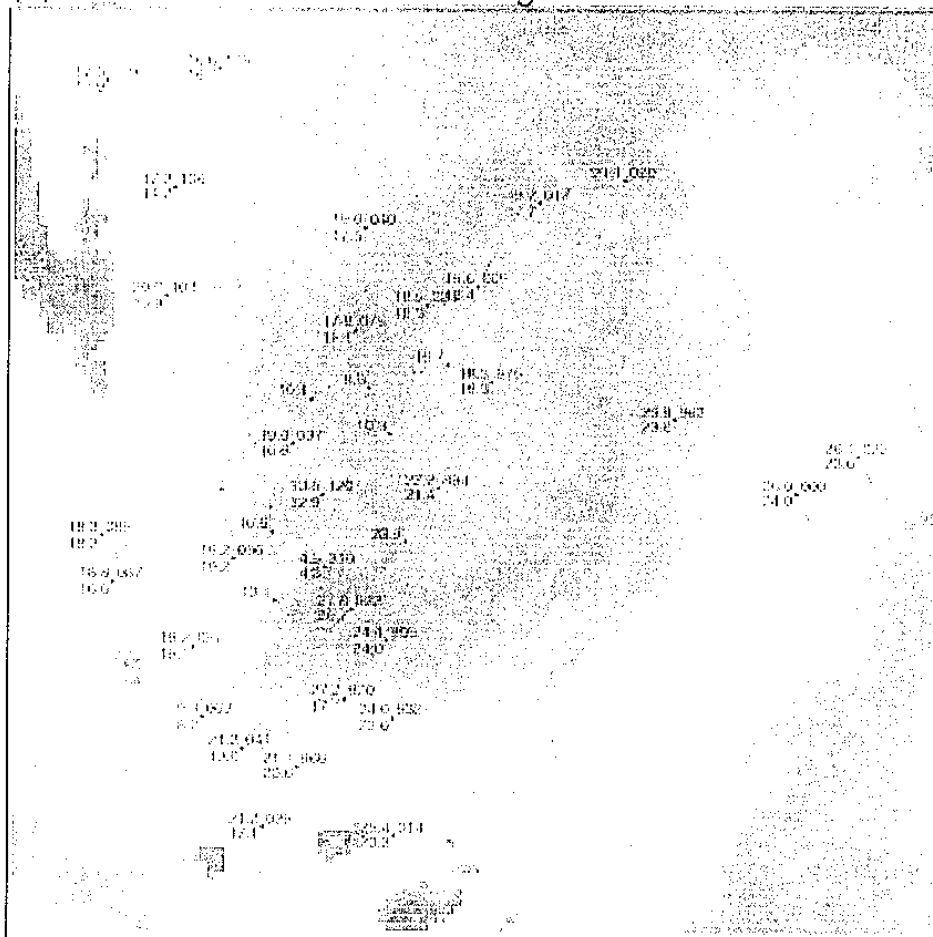


Fig 2 (c) 為 7 月 9 日 06 UTC ; (d) 為 7 月 9 日 12 UTC

(c) 2000-11-01 0000 UTC Xangsane IR



(d) 2000-11-01 0600 UTC Xangsane IR

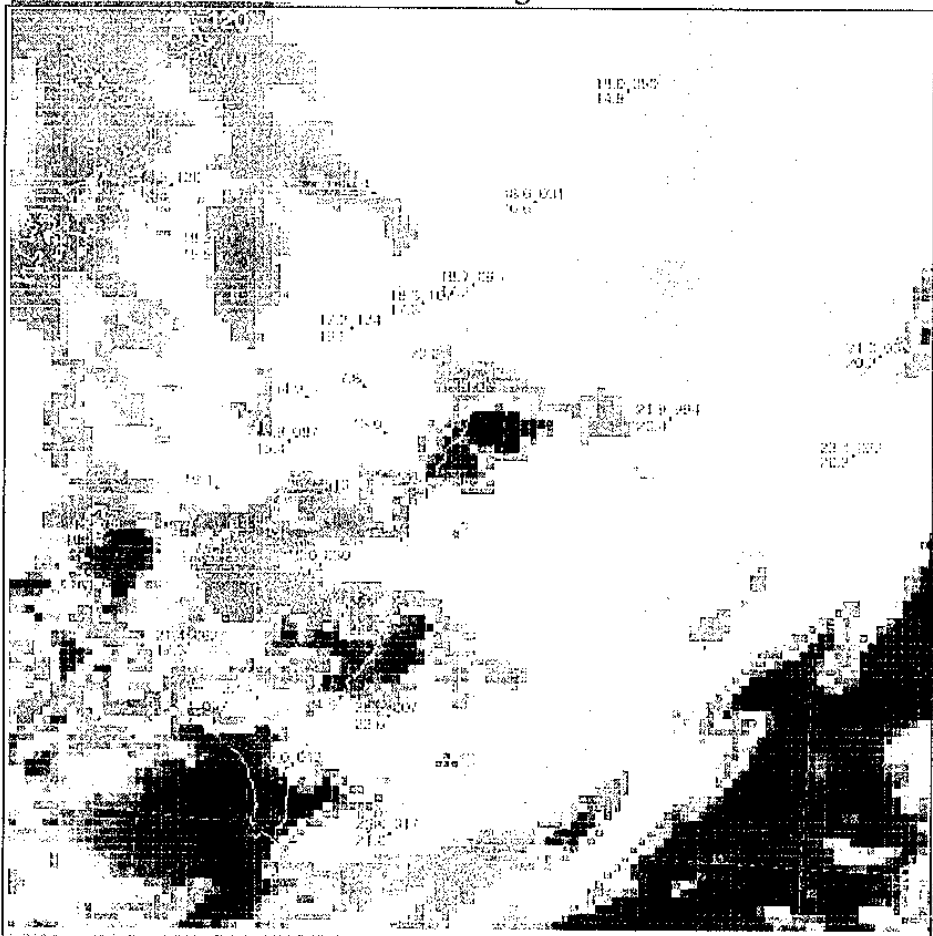


Fig 1 (c) 為11月1日00UTC : (d) 為11月1日06UTC

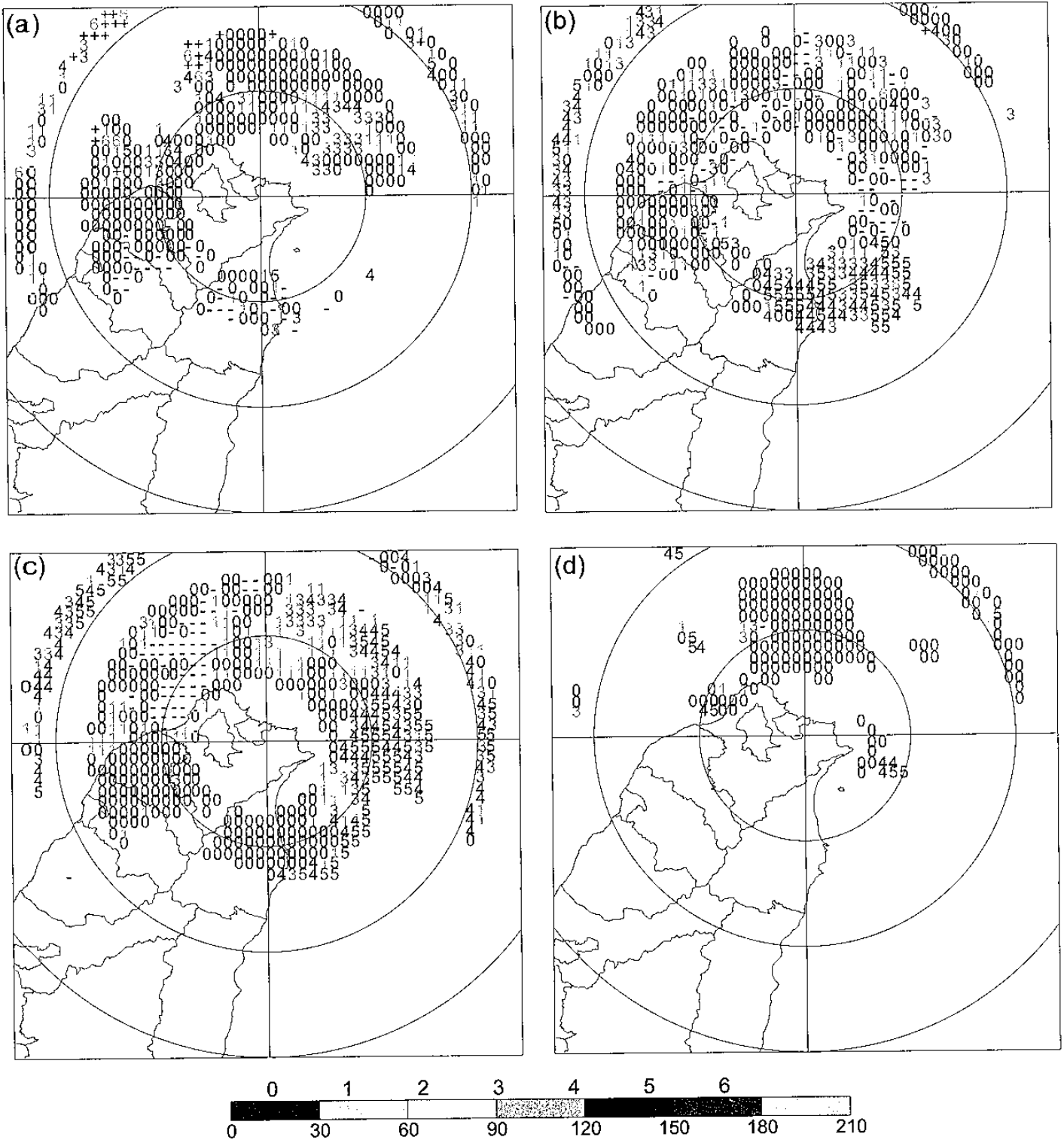


Fig 3j 2000/10/31 to 11/01 rainmap. . indicates the value > 210,  
 indicates value <=0. (a)10/31 20 to 21UTC i (b)10/31 23-11/01 00UTC  
 i (c)11/01 02-03UTC i (d)11/01 05-06UTC f