大(豪)雨預報作業程序及警告發布之檢討與建議

曲 克 恭

中國文化大學

摘 要

檢討中央氣象局在颱風（或熱帶低壓）侵襲期間及梅雨期中現行大（豪）雨預報作業狀況與警告發布辦法，並根據台灣地區現有之設備與可蒐集之氣象資料，建議可行之大（豪）雨預報作業程序及警告發布辦法，以增加預報準確度及警告發布時效。建議的作業程序及警告發布辦法主要乃以適當的守視制度，以補預報之不足，而守視較預報更爲重要。

一、前 言

台灣地區大（豪）雨最易發生之時機爲颱風（或熱帶低壓）侵襲及梅雨期間梅雨鋒系統影響之際，其他季節偶有發生，但機率較小，故本檢討及建議主要針對颱風侵襲及梅雨期間大（豪）雨作業程序及發布方式。

關於檢討部分乃根據作者於民國73年8月1日至9月14日止，在中央氣象局工作14個工作天中訪問有關作業單位而完成者，由於淺薄的觀察，如有不當之處，尚乞在研討時指正，並請作業單位原諒。

作者曾於74年2月間隨國科會大型防災「劇烈區域性豪雨觀測與分析實驗計畫」考察小組訪問美國「國家劇烈風暴預報中心」（NSSFC），因爲作者從事氣象實際工作近三十年，對該中心的作業方式特別注意及感興趣，故將管見認爲可取者一併納入原已擬就之作業程序中，希望獲借鏡之益。

二、現行大(豪)雨預報及守視作業狀況檢討

(一)大（豪）雨之定義

根據中央氣象局73年7月9日中象技字4176號函修正之突變天氣作業程序，其定義爲：

大雨—每小時雨量超過15㎜之連續性大雨，日雨量超過50㎜，可能導致災害者。

豪雨—每小時雨量超過15㎜之連續性大雨，日雨量超過130㎜，可能導致災害者。

以上定義在事後分析研究及預報雨量時適用，但對作業單位，以日雨量之定義爲守視之標準，有失時效，且時雨量與日雨量間之關係未明確說明。

(二)颱風（或熱帶低壓）侵襲期間雨量估計作業概況

中央氣象局「天氣預報標準作業規範」第五篇「颱風預報作業規範」對颱風之預測，警報之發布以及工作分配，皆有明確而完備的規定，但全部關係於颱風未來之動態預測，對由於颱風所引起之風雨預測及作業程序尚無規定，亦未指出可採用之方法。颱風路徑之預測固然重要，但是如何預測颱風所引起之風雨在台灣地區之分布乃公衆所最爲重視者。颱風雨量之預測甚爲困難，必須輔以及時之守視作業。有關颱風作業最重要的氣象雷達、衛星接收站及中央氣象局所屬各地測站如何配合特別觀測及處理作業亦未明確規定，僅在「突變天氣作業程序」中規定：預報中心通知氣象雷達觀測站、氣象測站實施每小時天氣測報作業，以利預報研判。但乃指突變天氣，非屬正常之颱風作業，而且由預報中心通知已屬被動，似應明確規定而由各接收站與測站主動按規定執行特別觀測，

以爭取時效。關於颱風所引起之雨量預報，預報中心尚無一定之作業程序及可用的方法，據瞭解，現在採用以下之作業方式：

1.對台灣地區只在颱風降雨將開始時，發布颱風可能發生之總雨量，所用範圍採用三日天氣預報所用之區域圖（見天氣預報標準作業規範3～15頁），分北部、中部、南部、東北部、東部及東南部等六個地區。

2.採用方法：

(1)王時鼎技正個人所保有之統計資料。

(2)從過去颱風調查報告中找出相關月分之類似颱風個案，主觀的研判可能之颱風總雨量。

(3)特殊流域及水庫已有模式可供作業者有：

a.石門水庫流域、曾文水庫流域—由陳正改課長負責應用ＴＩ電腦（連接資料處理科）運算。

b.淡水河、新店溪、大甲溪三流域—由預報中心預報人員應用ＴＩ電腦計算，乃水文科發展之模式。濁水溪流域之模式已存入資料科電腦中，尚未運作。

當颱風警報發布期間，在預報中心之颱風作業小組中尚無一定之編組人員負責颱風雨量預報作業、校驗及檢討之事宜。

㈢梅雨期間大（豪）雨之處理概況

據瞭解，預報中心對梅雨期間之大（豪）雨尚無一定之作業程序及方法可遵循，除過按照綜觀尺度天氣預報法主觀的研判外，僅按「突變天氣作業程序」處理之，（關於突變天氣於後檢討之）。

㈣對現行作業之檢討

1.颱風（或熱帶低壓）侵襲期間

(1)預報中心颱風作業小組中無專責處理雨量（或風及浪潮）之人員編組。

(2)預報中心尚缺完整的颱風雨量作業程序及可用的方法，用以參考之過去雨量分布型式必須在颱風調查報告中找尋，化費時間。

(3)王時鼎技正個人保有之資料尚未完全整理成可供預報人員使用之作業圖或表。

(4)氣象雷達、衛星圖，中央氣象局所屬測站之觀測（特別是雨量資料）報告等之分析對颱風大（豪）雨之守視極爲重要，未明確規定作業程序及分析應用（實際在執行中）。

(5)颱風雨量之預測極爲困難，但是仍應有一套可資遵循之客觀預測方法，以後才可以逐步改進，若僅憑主觀的估計，則因人而異，而且無法校驗及修正，至於應用模式（包括有高空資料之參數在內，則在颱風侵襲期間（甚至侵襲前後）地面風速增強，探空氣球多無法施放，獲得可用資料極爲困難。

(6)據瞭解，應用統計方法發展之颱風雨量客觀預報法（圖）王時鼎技正已在進行中，可供今後之應用。

(7)據個人瞭解，完全應用數值模式預報颱風雨量仍有許多困難，非一時可供實際作業使用，如何將NWP之產品與統計方法結合應用（MOS）似應爲中央氣象局目前急應發展之課題，據瞭解，曾振發先生已在計劃研究，希盡速設法支援，提前完成。但是千萬不可完全依賴電腦計算的結果，對劇烈風暴的預測，人工仔細的分析與判斷永遠是極重要的一環。

2.梅雨期間

(1)梅雨期間對每次梅雨鋒影響時可能造成之豪雨尚無一定可循之作業程序及方法。

(2)梅雨鋒影響時在預報中心僅按一般之作業處理，不似颱風侵襲時有特定之小組處理。

(3)對梅雨期間之系統尚無一定可用之圖表及方法分析中尺度系統，如氣壓場、風場、濕度場與雨量場以及其變化。

(4)中央氣象局所屬地面測站、雷達站、探空站（含空軍測站）、衛星站亦未規定如何加強測報及分析作業，以期及時發現中尺度系統之移動及變化，高空測站仍按平時每隔12小時觀測一次，有失時效。

(5)過去有關梅雨期間豪雨研究文獻有許多值得應用及參考，但必須再予分析及簡化，使能成爲作業時的一種參考工具。

(6)據個人瞭解，發展ＭＯＳ，預報梅雨期間大（豪）雨發生與否乃爲可行而較佳之途徑。但是千萬不要忽略人腦的重要性。

(7)關於突變天氣作業程序並非一種預報作業及守視作業程序之指導，突變天氣乃指未期望的某種劇烈天氣（中央氣象局程序中列有八種）發生，而且被觀測到以後，如何緊急處理之規定，在此作業程序中僅規定「預報將有本作業程序第二項（共有八種）任

何一種或併發之特殊或劇烈天氣發生時，除應於氣象報告內詳加報導，並視需要以電話通知有關機關及傳播機構傳播之，並記錄備查」，似乎不能視爲一種預報及作業程序，而且突變天氣之定義是未曾預測者，亦即在未預知之情況下發生之天氣現象可稱之爲突變天氣，至於作業程序中稱爲突變天氣之八種現象，皆屬劇烈天氣（ Severe weather ），如可預知，則不應稱之爲突變，而應按其他預報程序處理之，其中關於大雨及豪雨之定義，對突變天氣言，似嫌不足，原因是以日雨量區別大雨及豪雨，在突變天氣處理上有失時效，而大雨及豪雨皆爲超過15㎜/hr者，不易區別，似應以時雨量之急增量明定之，始可及時予以守視及發布。

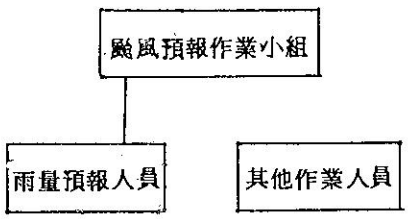
(8)如何緊急通知公衆，大衆傳播系統亦爲急需研討解決之問題。

三、對大(豪)雨預報作業程序及方法之建議

(一)颱風（或熱帶低壓）侵襲期間雨量預報作業程序及方法

1. 颱風（或熱帶低壓）雨量預報人員之編組

颱風預報作業小組內應有專司雨量預報之編組（是否加入風及浪潮可予研討決定）如下圖所示：



雨量預報人員由中央氣象局指派，但必須爲長期兼任人員，並負責預報之校驗及研究工作。

2. 雨量預報作業程序之建議

(1)雨量預報發布之時機

台灣地區發布陸上警報，經颱風預報小組決定認爲有必要時隨颱風警報一併發布之。

(2)雨量預報發布分區

(a)按照「天氣預報標準作業規範」3～15頁三日天氣預報所用之區域圖之分區發布之，共分北部、中部、南部、東北部、東部及東南部等六個地區（如附圖一），並含各區之山區及特定水庫流域。圖二爲科技中心王時鼎技正設計之圖，分區較爲詳盡，若按照做爲預報雨量（或大雨是否發生）之分區，在預報技術上困難甚多。圖一之分區與國科會氣象及水文測站規劃分區相同，爲配合今後豪雨及洪水預報作業，似可研討採用。

(b)特定流域：石門及曾文水庫流域，淡水河流域（含新店溪流域），大甲及濁水溪流域。

(c)特定地點：中央氣象局所轄測站所在地點（應用王時鼎技正正在進行研究之客觀預測圖）及曾經有客觀預測圖可供應用之其他地點（如空軍基地）。

(3)雨量發布內容

(a)一次颱風侵襲可能之總雨量

(b)日雨量

(c)六小時雨量

(d)每小時雨量根據王時鼎技正之研究，應用統計法預測，誤差較大，可研究是否發布。

(e)如採用方法中有標準差之計算時，應該有最大可能雨量之估計。

(f)特殊大（豪）雨地區之警告。

(4)雨量預測建議可用之方法

過去之研究及已發表之文獻中有許多可供應用之方法，但必須再予整理簡化而製成一有系統而應用方便之「颱風雨量預報參考檔」，預報人員可以很迅速的應用而據以發布雨量預報。茲按照颱風總雨量、日雨量、6小時雨量、特殊降雨及流域雨量分述如下：

(a)首先預報颱風總雨量建議根據之現有方法有：

①王時鼎技正個人保有之統計資料—希望王技正能夠整理成可供應用之圖表置於「雨量預報檔」中。

②類型法

㈠將預報中心保有之歷年颱風調查報告，按颱風路徑（王技正分類爲八種）分別影印整理成一「類型參考檔」，每一類颱風包括有個別颱風路徑，颱風接近台灣時之地面圖、雨量分布圖等。

㈡此外可參考徐晉淮、羅宇振、王博義（1972）：侵襲台灣颱風之分析研究，氣象學報18卷

4 期34～37，有颱風個案總雨量圖。中央氣象局「八十年來之颱風」，54～70，亦有個案颱風總雨量圖，整理合併成一較完整的類型檔。

㈣蔡清彥、周根泉（1982）：颱風路徑與台灣地區之風速及雨量分布，中範圍天氣系統研討會論文彙編，209～221，有合成颱風雨量分布，可做一般性之參考。

(b)日雨量預報建議可用之方法有：

①平均日降雨量（不能用做作業上之預報值，個別颱風與平均值間差異極大，但可做各類不同路徑颱風日雨量分布之形態參考，其文獻有：

㈠魏元恒、謝信良、林民生（1971）：颱風特性與台灣雨量之研究，氣象學報17卷3期，1～17（可將其6～11頁之圖影印成檔）。

㈡魏元恒、謝信良、林民生、蕭長庚（1972）：台灣颱風降雨預報之研究，氣象學報18卷3期，1～21。

②王時鼎技正個人保有之統計資料—希望王技正能整理成可供應用之圖表置於「雨量預報檔」中。

③俞家忠（1970）：颱風侵襲下台灣各地雨量及台北水災之初步研究，氣象預報與分析，45期，1～22。

④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。

(c)六小時雨量

①王時鼎（1983）：台灣颱風降雨特性及其預報研究，防災科技研究報告72～13號（有客觀預測圖）。

②范治安、鍾金堂（1982）：台東地區颱風豪雨之調查與探討，中範圍天氣系統研討會論文彙編79～90（有客觀預測圖）。

(d)特殊降雨

①王崇岳（1977）：台灣北部地區暖鋒型豪雨之分析與預報，氣象學報23卷4期1～8（颱風鋒面共伴型豪雨）。

②俞家忠（1982）：通過台灣北部海上颱風與台灣中南部豪雨之研究，大氣科學9期，95～112（特殊路徑與豪雨）。

③吳宗堯、陳正改（1978）：台灣北部地區豪雨特性之分析，氣象預報與分析77期，15～30，（颱風路徑及降雨剖面之類型）。

④曲克恭、劉廣英（1982）：台灣地區豪雨及暴雨量分布之研究，國科會研究報告022號，（可做大雨中心之估計參考）。

(e)流域及水庫

中央氣象局已有石門水庫、大甲溪流域、濁水溪流域、淡水河流域、新店溪流域颱風降水量之預報模式，並納入電腦中儲存待用，各模式且有研究報告參考。

(5)雨量預測圖（表）

任何一次之雨量預測皆應有紀錄，在未能繪製預測等雨量綫分布圖之前，應將各區及特殊地區之預測雨量填於雨量預測圖之適當位置。

(6)特殊豪雨之守視

在颱風侵襲時及颱風過後，仍應以氣象衛星、雷達及中尺度分析法守視可能發生之特殊豪雨地區及時發出警告。

(7)颱風預測雨量方法之校驗及檢討

颱風雨量預報人員於一次颱風大(豪)雨全部發布完畢後，應立即校驗及檢討所用方法之優缺點，並繼續研究改進之。雨量預報人員可以提出研究改進之計畫由科技中心支援促成。

(8)雨量預報人員作業流程如圖三所示。

㈡梅雨期間大（豪）雨預報作業程序及方法

1.梅雨期間大（豪）雨預報之困難及可行方式

梅雨期間在台灣地區所發生之大(豪)雨多屬中尺度系統，且受地形作用極大，據瞭解:目前尚無可用之方法提供作業時估計梅雨期間可能發生之雨量，故建議首先探討預報大（豪）雨是否發生之可行性，但必須輔以適當的守視制度，以補預報之不足，而守視較預報更爲重要。根據過去之研究，梅雨期間大（豪）雨發生之必要條件乃係綜觀尺度之梅雨鋒，而台灣地區之大（豪）雨多發生於鋒前暖區中之中尺度系統，且受特殊地形之影響甚大，梅雨期間平均有4～5次鋒面之影響。因之，梅雨期間大（豪）雨預報作業程序之基本構想爲比照中央氣象局颱風作業小組之方式，

稱之爲梅雨期大（豪）雨作業小組，由颱風作業小組中之雨量預報人員爲員爲基礎組成之。若研判有大（豪）雨發生時，此小組立即成立展開作業，而其他有關作業單位亦應立刻按照程序配合作業。

2 梅雨期間大（豪）雨預報及守視作業程序之建議

(1)大（豪）雨預報發布時機及分區

(a)根據中央氣象局大（豪）雨定義，由綜觀尺度分析上如發現可能有大（豪）雨發生，則首先發布較廣大地區之預行報告，此種報告只是提醒大衆之注意，當然其準確性較差，顧客應有所瞭解，發布分區如颱風雨量預測圖，但不一定硬性規定必須按分區發布，因爲梅雨鋒所形成之大（豪）雨區常常顯示特殊的地域性分布。同時在此區域內或鄰近地區之民衆如發現特殊的惡劣天氣、大雷雨及狂風暴雨等現象應盡可能的電話告知附近地區的氣象測站，氣象測站接獲報告予以證實後應立即轉告中央氣象局預報中心。

(b)當衛星、雷達及中尺度分析顯示某一特殊小區域或流域將可能有大（豪）雨發生，或報告顯示已經發生，則立刻對該區域發布「大（豪）雨特報」，並且隨時守視之，據瞭解：雷達或雨量資料，以及小尺度之衛星影像外推（目前較小之中尺度系統唯一可行之預報方法仍爲外推法，但非簡單的外推，而須考慮雲系新生及消失等影響作用）應在 0 ～ 6 小時之內，過此則效果不佳。

(2)大（豪）雨發布內容

(a)預行報告

一廣大區域可能受梅雨鋒之影響而在此廣大區域內之某些特殊小區域發生大（豪）雨（按中央氣象局之定義），因之發出此注意報告，提醒公衆，並請民衆協助報告惡劣天氣現象及已發生之大（豪）雨。

(b)大（豪）雨特報

由氣象衛星、雷達及中尺度系統分析發現，或由測站與報告獲知在 0 ～ 6 小時內某一區域或流域將可能有（或已發生）大（豪）雨，應該立即採取防範措施。

(3)大（豪）雨預報及守視之建議

梅雨期間大（豪）雨預測，以目前對中尺度系統之能力，僅可應用綜觀尺度鋒面系統歷史資料之統計分析與個案分析中所獲之特徵予以推估，其準確性當然較差，如果期望預測何時、何地發生，當然困難極大，唯一可行之方法乃予以守視外推（即現在 Nowcast 所用之方法），但執行守視之最佳時機爲綜觀尺度鋒面系統可能影響之下。故將大（豪）雨之處理劃分爲二步驟，即綜觀尺度梅雨鋒可能導致大（豪）雨之分析及大（豪）雨之守視。

(a)綜觀尺度梅雨鋒導致大（豪）雨之分析

以下各種文獻曾經統計分析及個案分析梅雨鋒導致台灣地區之大（豪）雨，個人認爲對預報上有極大之幫助，但希望予以綜合及簡化爲圖表或工作核對卡（ Check list ），並且做成「預報參考檔」，以備預報人員使用。

①劉昭民（ 1984 ）：低層噴射氣流與台灣地區豪雨之關係，氣象預報與分析，99期，43～51，另見天氣分析與預報研討會論文彙編（ 1984 ），85～93。

②陳泰然，紀水上（ 1978 ）：梅雨期台灣地區中範圍天氣分析與預報，大氣科學 5 卷 1 期，35～47（鋒面距台灣遠近與大雨發生之統計）。

③陳正改（ 1979）：梅雨鋒面所伴隨之低層噴射氣流和台灣地區豪雨之關係，大氣科學 6 卷 1 期，29～37。

④吳宗堯、陳泰然（ 1983 ）：台灣地區春末至夏初之局部性豪雨研究，中央氣象局研究報告 077 號（綜觀尺度分析）。

⑤紀水上、陳泰然（ 1980 ）：台灣梅雨期華南及鄰近地區之鋒面頻率分布及其移動速度分析，第二屆全國大氣科學研討會論文彙編，67～77。

⑥陳政改（ 1980 ）：台灣北部地區梅雨期之環流型與降水特性，第二屆全國大氣科學研討會論文彙編，78～86。

(b)中尺度梅雨系統之分析

以下爲過去研究中尺度系統與梅雨期中大（豪）雨之關係，建議綜合及簡化爲圖表及工作核對卡，並且做成預報參考檔，以供應用。

①王崇岳（ 1978 ）：梅雨期台灣地區中範圍天氣分析與預報，大氣科學 5 卷 1 期，15～25（詳

圖分析）。

②陳泰然、紀水上（1980）：台灣梅雨季中幅度降水與中幅度低壓研究，大氣科學7期，39～48（詳圖分析）。

③廖學鎰（1978）：近年來國外梅雨研究之評介，台灣地區災變天氣研討會論文彙編，108～149。

④林　銓（1982）：梅雨鋒面通過中正國際機場之個案研究，第三屆全國大氣科學研討會論文彙編，258～265。

⑤畝川心、徐天佑、呂國財（1982）：春末夏初台灣特殊天氣個案探討，同上，279～287。

⑥丘台光、廖學鎰、洪理強（1982）：民國70年5月28日之豪雨個案研究，中範圍天氣系統研討會論文彙編，233～247。

⑦張儀峯、林沛鍊、徐天佑、劉廣英（1982）：局部暴雨特性之分析研究，同上，317～328。

⑧曲克恭（1984）：豪雨診斷分析之評介，天氣分析與預報研討會論文彙編，1～17。

⑨紀水上、陳泰然（1984）：1981年5月27～28日華南及台灣地區中尺度對流複合系統之初步分析，95～115。

⑩丘台光、廖學鎰（1984）：華南及鄰近地區中尺度對流系統之研究，同上，397～411。

⑪童茂祥（1984）：民航局氣象中心雷雨預報方法之評估，航空氣象與飛安研討會論文彙編，21～26（熱力指數可做參考）。

⑫丘台光（1984）：華南地區中尺度對流複合系統對飛航之影響，同上，27～36。

⑬徐天佑、易成安、呂芳川（1984）：台灣北部冬末春初低層強風與劇烈天氣之關係，同上，37～44。

⑭楊正治、郭忠暉（1984）：中尺度對流系統與飛行天氣之個案研究，同上，345～352。

⑮陳景森、丘台光、林沛鍊（1984）：中尺度高壓與地面天氣的變化，同上，409～420（可做詳圖分析之參考）。

(c)梅雨鋒中尺度系統之守視及作業圖

對梅雨鋒中尺度系統之守視有兩種作用，一爲發現已經發生之系統，另一可提供預報人員從事中尺度分析資料，對研判梅雨期間大（豪）雨之發生極具功用，大致可分爲氣象雷達、衛星、無綫電探空及地面觀測（含自動雨量站之報告）在梅雨大（豪）雨守視期間皆應改變平常之觀測方式，以應需求，茲分述如下：

①觀測時距

(甲)氣象雷達

中央氣象局高雄及空軍清泉崗（以及將來預備裝置之其他雷達）皆應該每30分鐘觀測一次，需有重要目標範圍、頂高、移動方向、速度及強度（db）之資料，梅雨作業小組應該在雷達圖上繪出各雷達回波之連續圖，以研判其變化，極爲重要。

(乙)氣象衛星

中央氣象局氣象衛星站從00Z～21Z接收日本之GMS衛星資料，時距過久（約爲每3小時一次），但從06 Z～23 Z仍可接收NOAA 6及7號之資料，在台灣地區可有4次雲圖，用以彌補時距過久之缺失，在守視期間衛星站應該接收所有之雲圖，並予以色調強化處理。同時派專業人員親送預報中心，做必要的說明此點極爲重要，因爲預報人員對雲圖之認知究非專才。衛星圖有其連續性之變化，建議在預報中心有適當位置展示圖片，同時在圖片上分析重要雲系之連續性及變化。總之，衛星站應盡力協助預報人員瞭解雲圖之眞實意義及其變化，若雨量預報作業人員中能網羅一位衛星作業人員將更佳。

(丙)無綫電探空

中央氣象局台北探空站及東沙探空站，空軍所屬東港、桃園及馬公探空站應該每6小時施放一次，電腦中心立即繪圖及計算各種指數，送預報中心，而梅雨作業小組人員應於探空電碼收到後立即填入高空風剖面圖中，並計算 θ_e 等資料與分析水汽含量變化等。

(丁)地面觀測

中央氣象局所屬地面測站應該每小時觀測一次，且將資料立即傳送至預報中心，當地雨勢增大時（當雨量達5㎜/hr及以上，而雨量急增至先一次報告數值之一倍）雖未達報告時間亦應專電報告

預報中心，地面觀測報告中必須含有海平面氣壓（高山測站例外）。中央氣象局所屬7個自記雨量站平時每3小時對預報中心報告一次雨量，規定雨量超過15㎜/hr時則每小時通知預報中心，此種規定似嫌太遲，建議規定雨量增加先一次報告雨量之一倍時（不計雨量之多少）及雨量達10㎜/hr以上時均應每小時（或隨時）報告預報中心，預報中心梅雨作業小組應在開始守視時先行通知自記雨量測報站（在5F觀測室）。

②中尺度分析作業圖

中尺度分析除已有雷達回波圖、衛星雲圖及已分析之探空曲線外，預報中心大雨作業人員應該每小時分析以下各圖：

㈠台灣地區（含外島）每小時地面詳圖（用大比例尺圖）—注意中尺度高壓、低壓及槽之移動及變化情形，並參考每三小時之地面圖，追踪中國大陸上之短波系統。

㈡台灣地區（含外島）每小時雨量分布圖。

㈢各探空站（台北、桃園、馬公、東港、東沙）風向風速垂直時間剖面圖—注意低空及中空噴射氣流及一般風向風速之分布及變化。

㈣追踪華南地區之短槽（此較爲困難，因爲高空圖爲每12小時一次）。

㈤ θ_e 之連續圖。

㈥各種指數（指標）連續圖。

㈦在高空圖（850及700mb）上追踪暖舌及冷舌之移動及變化。

㈧每隔12小時及24小時之氣壓變化。

㈨其他在建議參考文獻中所指出而有價值之徵候。

(4)綜合分析作業方式之建議

作者與氣象局預報中心任立渝副主任合作研究「梅雨季發生大雨之綜觀預報法」，從過去研究之文獻中選出九個重要因子，即：梅雨鋒之距離，低空噴流、溫度平流，850mb 溫度槽（15°C），垂直穩定度（$\frac{\partial \theta_e}{\partial p}$），K及總指數，測站地面露點及其變化，測站地面氣壓及其變化（12小時及24小時）及乾舌與濕舌等。經初步對所選大（豪）雨個案之分析，除梅雨鋒外，其他八個因子，若單獨使用爲預報因子，則與大（豪）雨之發生與否尚無良好的相關。大(豪)雨很可能是數種因子所代表之綜合作用，故必須綜合的分析衆多的氣象資料及代表的因子，實非人力可以勝任。在我們尚未能如美國「國家劇烈風暴預報中心」一樣的發展「人機對話系統」（Man-Computer Interactive Data Access System ）及「風暴資訊中央處理系統（Centralized Storm Information System ），用電腦處理很多氣象資料的分析與計算之前，作者建議用人工將有關可以計算及分析的參數或因子或天氣系統等繪成綜合圖，表示豪雨可能發生的狀況，易於研判及討論。

(5)大（豪）雨預報及特報發布之通信問題

氣象消息之傳播概可分爲消極與積極二種方式，在非緊急之狀況時多用消極方式，如電視、報紙、電台廣播，「166」廣播等，公衆可以接受亦可以不接受，但是在緊急狀況時，此種消極傳播方式常失時效，而且公衆不一定能夠獲知消息，故必須輔以積極方式，如電話、警報器、喊話、分送報告單（如時間允許）等，回顧過去梅雨期中之大（豪）雨成災多在數小時內發生，即使預報中心已經發現有豪雨將發生，但用何種方式通知公衆，值得研究，否則一切努力仍將成空，即使用現行方式，警告一定要發出，否則中央氣象局必將受到指責。

(6)梅雨期大（豪）雨作業小組於梅雨期過後應立即校驗及檢討所用方法及步驟之優缺點，並繼續研究改進之。

(7)作業小組作業流程如附圖四。

四、結　語

作者曾以14個工作天先後訪問中央氣象局之預報中心、衛星中心、通信中心、電算中心、水文科、資料處理科及自動雨量站觀測室等單位，並且參照實際作業之需求，初步研擬此作業程序。今後中央氣象局之天氣預報作業可能接受之最大挑戰爲大（豪）雨發生之預告與警報發布以及定量雨量預報。以過去研究之文獻及方法論，固然統計方法有其基本上之缺失，不如所謂之數值模式法有理論上之根據，但是綜觀今日數值模式法對定量雨量預報與中尺度大(豪)雨發生之

估計，從研究發展到提供實際作業應用仍有一段距離，尤其預報作業以爭取時間爲首要，不容許化費長時間之作業過程，故客觀預測法仍有其利用之價值。

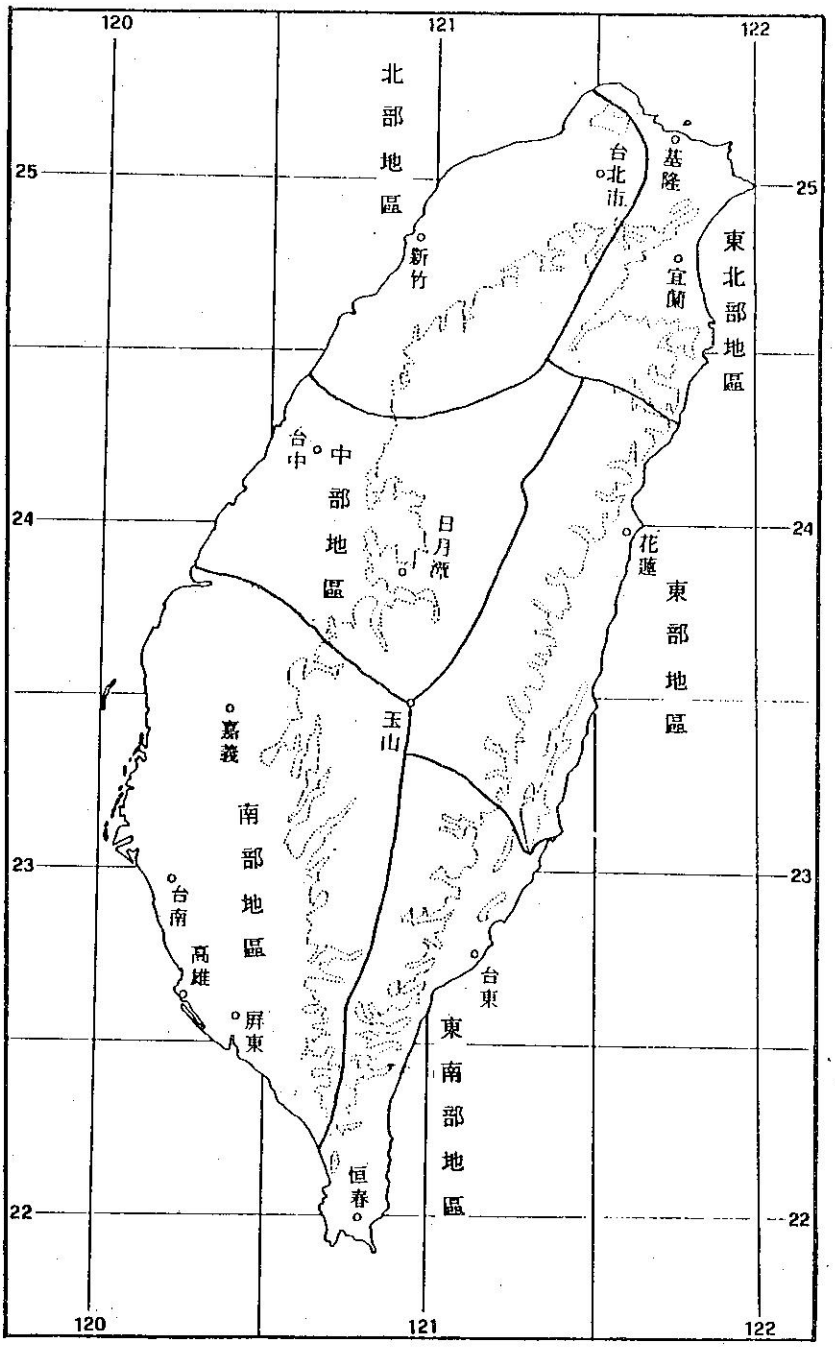
如何將綜觀尺度系統以及預測之綜觀尺度系統與中尺度系統之天氣現象（常是劇烈天氣）相連結以及如何守視中尺度天氣現象予以外推（今天尚無其他方法替代），並且迅速的傳播予顧客乃爲補救今天大（豪）雨預報缺失之可行辦法，今後NWP 發展成功，亦不可能替代直接預報天氣，如果仍舊主觀的解釋NWP 之產品，則與現在的作業情況無何改進。我們寄望於ＭＯＳ之發展成功，但ＭＯＳ之輸入大部分爲ＮＷＰ之產品，其作業時效仍受ＮＷＰ之限制（每日二次）。檢討台灣地區大（豪）雨成災之時距，多在數小時內，ＭＯＳ亦不可能每次適時的提供預報，在兩次ＭＯＳ預報作業期間，仍需要守視（包括每小時之詳圖分析）以補預報之不足。

颱風降雨範圍較大，將來數值模式法亦有希望提供作業應用，目前唯一可用之方法仍然是統計法（包括統計模式法），雖然只是預報最可能發生之雨量概值，但過去已有許多研究，今後再予改進仍不失爲可用之方法，再輔以氣象衛星、雷達及雨量站網之守視，對颱風雨量預報應該有逐漸的改善，而且在預報安全因素之考慮下，對台灣地區錯過一次颱風大（豪）雨之預報（即發生大（豪）雨而未曾預告）實不太可能。

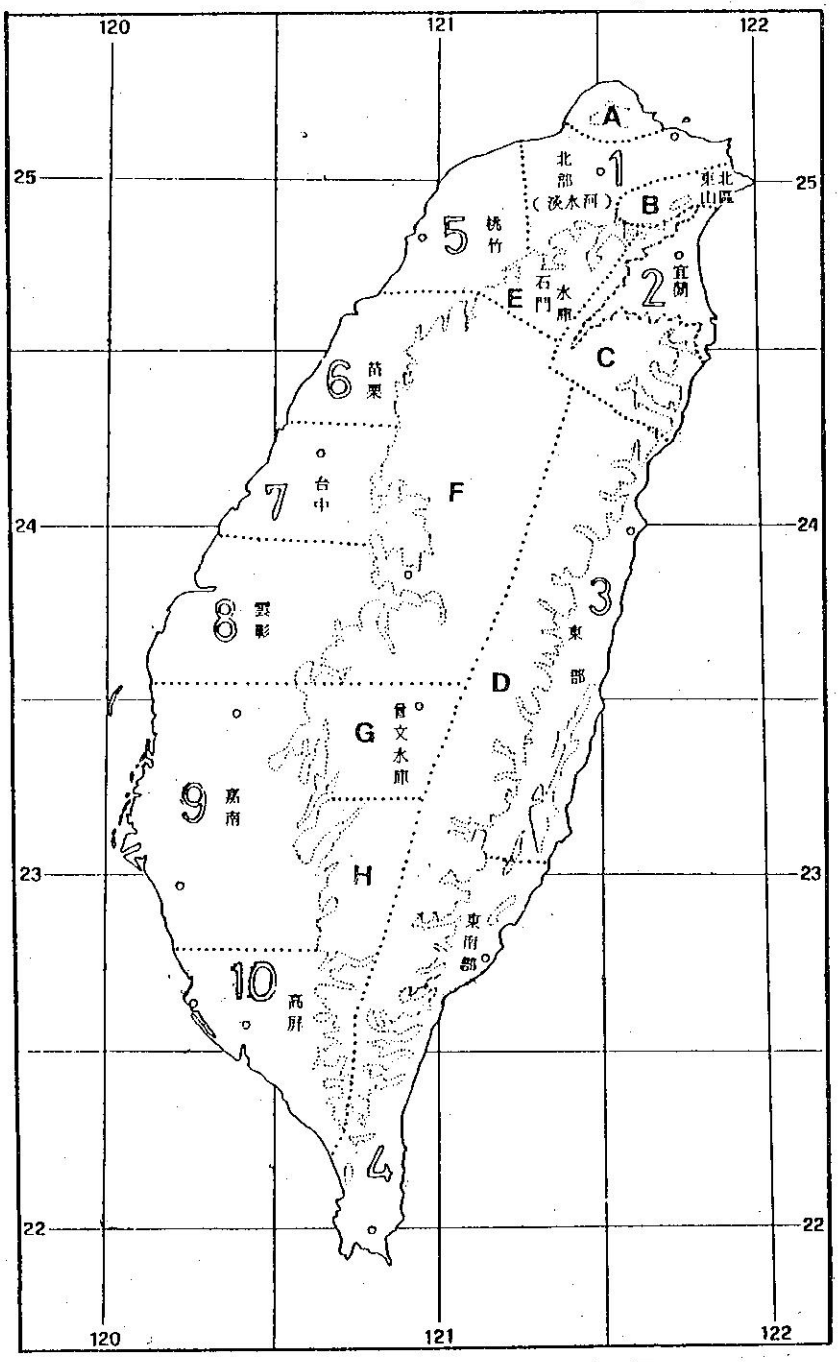
梅雨期間之大（豪）雨則情況不同，此種屬於中尺度系統內小範圍的降雨系統，固然無法預測其可能發生之雨量（至少在最近的將來），即使預報大（豪）雨發生與否，亦感困難，而其所造成之災害却仍然可觀，對預報人員言，才是眞正的挑戰者，綜觀尺度系統乃促成此種降雨系統之主要原因，但孕育於其中之中尺度系統只有以嚴密的守視制度彌補預報之不足，所謂 Nowcast 之精神，不過是在短時間內應用雷達、衛星及稠密的地面及高空測站，配合中尺度之分析守視此種天氣變化，予以時間及空間的外推，因之，今後預報中心在梅雨期中之工作，除正常的作業外，分析資料亦應縮短時距，放大空間（用大比例尺圖），做較爲詳細的分析，而其他部門必須配合提供適當的資料及支援。此外，值得注意的是，中尺度分析的參數繁多，原始觀測的資料衆多，借助電腦計算（或者分析）爭取時效，是所必需；但是如何將這許多參數綜合解釋大（豪）雨之發生與否却捨人腦外，目前尚無其他途徑可尋。

另一個值得考慮的問題是警告傳播系統，以雷達觀測的資料，衛星雲圖中較小範圍的中尺度系統及地面雨量分布之外推時距不能過長（一般多在六小時之內，時間越短，準確度越高），一旦發現大（豪）雨之系統，如何讓公衆知悉而做防範、需要研究。

總之，台灣地區大（豪）雨之預報、觀測、警告之傳播等，確實爲一迫切需要而應努力解決之問題，建議在中央氣象局科技中心內組成一台灣地區大（豪）雨研究小組，專門負責策劃及推動之任務，一方面改進現行之預報制度及方法，一方面研究如何配合ＮＷＰ之產品而使大（豪）雨預報更爲準確，至於中尺度系統之數值模擬似應配合實際作業之需求爲第一優先，（各種研究必須是集體的研究）。在中央氣象局預報中心臨時編組擔負颱風及大（豪）雨之預報與守視工作，並非爲一良好的作業方式，如果能在預報中心內設立「劇烈天氣課」則事有專責，人有專攻，舉凡在作業方面需要的準備與改進工作皆可於平時按步就班的完成，而在實際作業時更有經驗豐富的分析人員，對預報準確之增加極有助益。

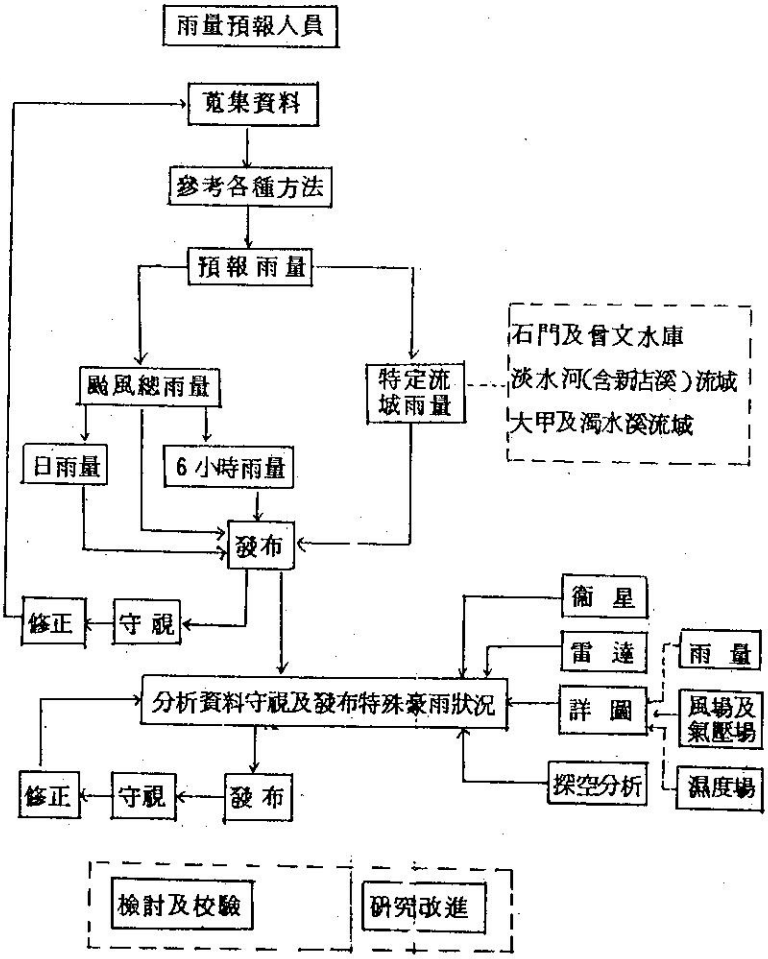

120
121
122
25
24
23
22
北部地區
台北市
基隆
新竹
宜蘭
東北部地區
台中
中部地區
日月潭
花蓮
東部地區
玉山
嘉義
南部地區
台南
高雄
屏東
台東
東南部地區
恒春

（圖一） 雨量預報區域圖

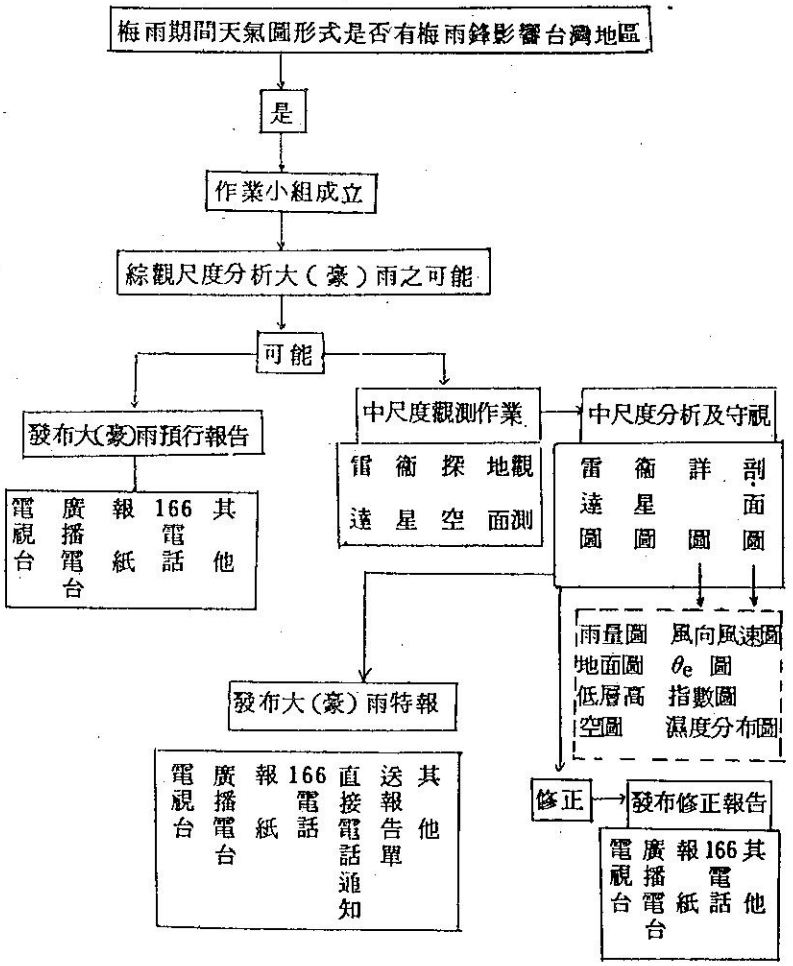


（圖二）王時鼎技正設計雨量預測分區圖

（圖三）作業流程圖


雨量預報人員
蒐集資料
參考各種方法
預報雨量
颱風總雨量
特定流域雨量
石門及曾文水庫
淡水河(含新店溪)流域
大甲及濁水溪流域
日雨量
6小時雨量
發布
修正
守視
衛星
雷達
雨量
分析資料守視及發布特殊豪雨狀況
詳圖
風場及氣壓場
探空分析
溫度場
修正
守視
發布
檢討及校驗
研究改進

（圖四）作業流程圖


梅雨期間天氣圖形式是否有梅雨鋒影響台灣地區
是
作業小組成立
綜觀尺度分析大（豪）雨之可能
可能
發布大(豪)雨預行報告
電視台 廣播電台 報紙 166電話 其他
中尺度觀測作業
雷達 衛星 探空 地面觀測
中尺度分析及守視
雷達圖 衛星圖 詳圖 剖面圖
雨量圖 風向風速圖
地面圖 θe 圖
低層高空圖 指數圖 濕度分布圖
發布大(豪)雨特報
電視台 廣播電台 報紙 166電話 直接電話通知 送報告單 其他
修正
發布修正報告
電視台 廣播電台 報紙 166電話 其他