

台灣氣象事業的古今與未來

湯捷喜

前中央氣象局副局長

聯合國世界氣組織專家駐颱風委員會代表

1. 前言

適逢台灣氣象事業成立「百年週年」，本人應邀回國出席意義非凡的紀念慶祝大典，首先要向主辦單位的中央氣象局局長謝信良先生表示衷心的謝忱，同時也要藉此機會，向現在獻身於氣象界服務的全體同仁以及默默奉獻於培育氣象工作人員的學者及教育者表達至誠的敬意，最後本人不能忽略的，就是要向今天在坐的或因事未克前來參加典禮的全體氣象工作退休人員，表示由衷的關懷和問候。

光陰似箭，這是任何人都不能改變的事實，一百年，這個歲月，以人生生活的過程而言，是一段漫長的時日。今天我們同志，奉獻出一切，埋頭苦幹服務的場所就是「中央氣象局」，它是在社會中，唯一專職提供氣象情報、警報等資料，造福民衆的服務機構，它的成立一百年週年，的確值得社會大眾的正視，值得大家來慶祝，同時也值得藉此機會回顧檢討過去多年來的工作成果及其得失，並計劃樹立未來業務百年的大計。

本人於2月初接到中央氣局局長所發的邀請函，當時本人在國外，手中的資料稀少，所以今天只能憑一些個人的見聞及記憶所及的事項，約略整理一下，將所見提出報告，期能拋磚引玉，其中有關資料、數字及日期等或有錯誤，在所難免，有待日後查對修正，未盡妥善之處，敬請原諒。

2. 氣象事業與氣象工作人員的職責

人類在地球上生存，是脫離不了氣象因素的影響，沒有空氣、水和陽光的運作，我們不能生活。今天在坐的諸位，您所選擇的工作對象，可以說是與眾不同，您選擇的「它」就是地球上變化無常的大自然「大氣」，它的存在，使我們能在地球上，安然無恙渡過平安的日子，然而「它」有時候也會改變其柔軟、平淡的特性，突然間「興風作浪」帶來豪雨、龍捲風或颱風等等，破壞人類的生活環境，令人憎嫌，如果我們人類未適時預作準備防範，避開它的侵襲，所受的打擊和損害，經常都是非常慘重，令人傷心，苦不堪言。

向這個變化無常的大自然現象挑戰，對它的本質及特性，不斷地加以研究了解，然後對它的未來變化及動向做出預測，通知民衆，作為防患對策，這一切都是加在氣象工作人員肩上的特殊職責。

長久以來，在颱風來襲時，氣象工作人員會一再警告民衆準備做好防災工作或盡量避開危險地區，但氣象工作人員本身，卻是基於職責所在，不但不能避難，反而必須放棄保護本身及家屬的安全、財產的破壞及損失，更要冒著強風大雨，在風雨交加中，維持定時氣象觀測。如果沒有這些勇敢且負責的工作人員提供資料，颱風的研判及預測等於失去依據，無法執行，至於預報人員也和氣象觀測人員一樣，必須暫時拋棄了本身與家庭的一切，冒著強風暴雨，趕到工作崗位上，絞盡腦汁，盡其所能，分析研判颱風動態，發佈警報，然後以最迅速的方法提供給機關、團體及民衆做防患之依據。通訊人員也不例外，必須在風雨交加中趕到辦公室，全力收集國內外多數氣象資訊，提供給預報人員應用。

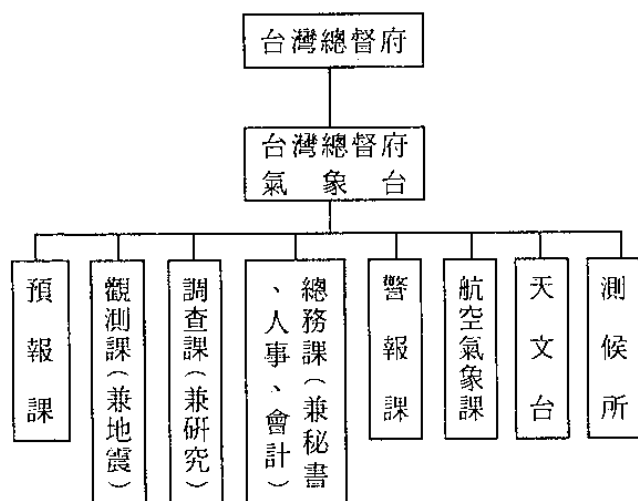
這一群忠實且負責的工作人員，常在局長親自帶領之下，不眠不休，日以繼夜，連續工作數天，等到颱風遠離台灣，解除警報後，才能回家探視家屬是否平安，房屋家產有無受損等等。另一方面氣象工作人員的太太，在家擔心丈夫的安危之餘，仍必須照料子女及保護家產，這一切都要有超強的勇氣才能承受的，其任務確是格外辛勞，在高山離島服務人員的勞苦，更是有加無減。氣象工作人員在這種艱苦的情況下生存，在一般社會中鮮有人了解，極少數人加予關心，這是因為氣象工作人員認為一切都是職責所在，樂於忍受，從未對外宣揚，這也是氣象工作人員所表現的美德，值得珍惜。

3. 台灣氣象業務的演變

我們可以看到，台灣的氣象事業，自日據時代末期到現在，五十多年來，在其組織、設備、技術及服務方面均有相當明顯的變化，這些約略可以分成三段時間來作比較，一為日據時代末期到台灣光復初期，二為氣象事業，納入台灣省交通處管轄時期，三為隸屬於中央政府交通部時期。現在就其組織、儀器、設備等之差異介紹如下：

3-1：組織與人員編制

3-1-1：台灣總督府氣象台之組織與人員編制（圖一）

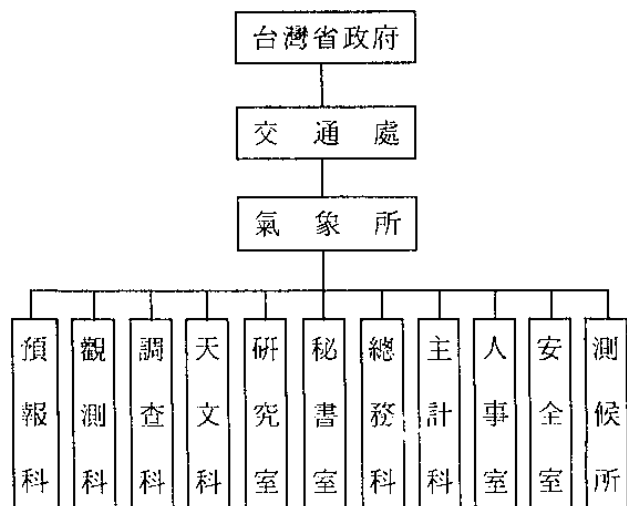


人員編製：台長 1 人，技師 8 人，其中 2 人兼課長，2 人兼測候所所長，技手 40 人，其中 20 人兼測候所所長，雇員 244 人，共計 293 人，本台置 185 人，測候所 23 所，每所置 4 至 6 人，內含所長 1 人。

測候所所在地：

基隆、淡水、竹子湖、新竹、台中、日明潭、阿里山、玉山、台南、高雄、恆春、大武、新港、台東、花蓮、宜蘭、蘭嶼、大屯山、澎湖、東沙島、西沙島、南沙島。

3-1-2：台灣省交通處所屬氣象所之組織與人員編制（圖二）



人員編制：所長 1 人，副所長 1 人，科室主管 10 人，測候所所長 25 人，雷達站站長 2 人，本所置 340 人，外站、所各置 6 至 7 人，全省 27 站所有 175 人，總人員編制為 515 人。

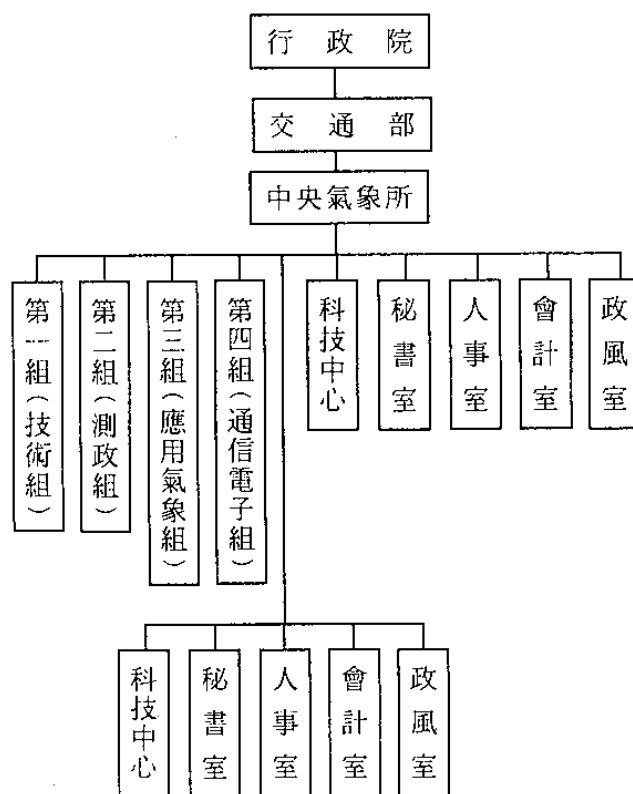
新增測候所：嘉義、東吉島、板橋（高空觀測站）、花蓮、高雄（雷達站）。

減少的測站：西沙島（第二次世界大戰後被占領）。

測候所總數：27 站內包括雷達站 2 站。

註：第二次世界大戰後工作人數由原來的 293 人增加至 515 人，增幅為 75.8%，全為行政人員，行政方面增加 4 科室。

3-1-3：改隸於行政院交通部後之組織與人員編制（圖三）



人員編制：局長 1 人，副局長 2 人，科室主管（組長、主任）34 人，測候所所長 28 人，雷達站站長 3 人，本局置 153 人，各台所 481 人，總編制 634 人。

新增測候所：2 所，五分山雷達站 1 所。新增自動雨量測報站：277 站。

3-2：儀器及氣象服務的改進

3-2-1：日據時代末期至光復初期

把當時使用的儀器、設備與現在的作一比較，有如天壤之別，可謂相當簡陋。氣象儀器設有水銀氣壓計、自記氣壓計、溫度表、自記溫度表、毛髮濕度計、日照計、雨量計、風速計、強風計、地中溫度計（深度達五公尺）。地震儀包括衛赫特（100倍）、微動計（25倍）、強震儀（1倍）及大森長週期地震儀四種。高空觀測只使用傳統性的氣球觀測。

通訊方面，在台北氣象台內沒有短波無線電接收機，接收東京及國外之CW廣播；島內之氣象觀測報告則全部委託電信局傳達，觀測後十分鐘以內必須傳到台北總台，供天氣分析之用。第二次世界大戰中氣象資料全部提供給陸、海、空三軍使用，不對外公佈，觀測資料及天氣預報之傳送完全使用密碼，這是當時的特色。

3-2-2：台灣省屬氣象所時期

在此一段時期雖然有意圖改善設備，但受制於預算之分配，並且當時氣象事業發展計畫之重要性未被重視，所得到的預算僅能維持現狀而已，無進展可言。事至1963年因為台灣北部，尤其台北地區為甚，遭受葛樂禮颱風之強烈侵襲，發生嚴重災害，當時颱風警報之發佈略有偏差，以致引起民衆與輿論界大事指責，並提議政府盡速改進氣象業務。翌年，政府在氣象業務經費內增列採購一部氣象雷達之預算新台幣1仟萬元，與美國氣象局合併訂購當時最新的WSR-64型氣象雷達，於1966年1月2日裝設於花蓮美崙海邊啓用。之後，為全盤考慮改進台灣地區之颱風測報及洪水預測效率，則透過世界氣象組織申請聯合國發展計畫（UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM, UNDP），撥款援助發展台灣地區颱風測報技術之改進與防災計畫，該計畫之主要工作項目：(1)增設高雄氣象雷達設備。(2)新設自動雨量測報站分佈於主要河流上游之地區。(3)派三名聯合國專家，包含氣象專家1人，洪水預報專家1人，電子專家1人來台，時間為3至6年，從事於指導及訓練人才。計畫中之高雄雷達於1970年1月29日裝設完成，自當日起開始與花蓮雷達並肩作業，配合新設自動測報雨量站報告資料之應用，使台灣氣象事業的面目煥然一新，颱風及洪水之測報迅速改進，這是我

國自於1951年加入世界氣象組織以來獲得具體、有效且經費最多的一次。

3-2-3：改隸於交通部後至現在

此段時期社會經濟逐漸轉好，隸屬於交通部之後，由於行政體系之改變，氣象事業之重要性逐漸被重視，工作計畫較容易得到認同，預算幅度則由1960年新台幣2,760萬元迅速增加到目前的新台幣16億元之鉅，其增幅為54倍之多。因此才得以添購氣象局必備之各項重要設備及儀器，如大型高速電腦、氣象衛星接收機，都卜勒雷達等等；自動雨量測報站亦迅速增加至269站，平均分佈密度為12平方公里，即比日本的15平方公里密度為高。實質工作內容，日益求精，由綜觀氣象分析（SYNOPTIC SCALE）發展至中尺度分析（MESO-SCALE），甚至深入到微氣象分析（MICRO-SCALE），由點擴展到面，再由面發展到立體層面的研究，對氣層之結構、大小氣團的移動、天氣細胞的生成、衰退消滅等都做到相當進步的研究與了解。在人才培育方面，辦理公費出國深造，邀請國外學人回國講學，與國內學人樹立建教合作，這些因素使我國氣象事業迅速趕上國際上相當上層的水準，實是難能可貴，在此背後默默獻身打拼的工作人員和學者們的功勞及辛勞，值得肯定與佩服。

4. 台灣氣象事業與國際合作

早年，氣象界先進，有鑑於世界性合作的需要，於1873年9月2日，在澳大利亞的溫茵（WIEN），舉行了第一屆國際氣象組織（INTERNATIONAL METEOROLOGICAL ORGANIZATION, IMO）會議，討論有關測器性能之比較，檢定、觀測單位的統一、觀測時間的訂定及氣象資料利用電信系統交換等事宜，由20個國家，計有23人出席會議，此為國際氣象事業合作的開端。第二次世界大戰結束後，聯合國在1947年總會中，全體出席人員一致認知氣象事業合作的重要性，終於決議採納了世界氣象條約，並於1951年在聯合國專門機構下設立世界氣象組織（WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, WMO），以國際組織的體制取代了設立於1873年的民間國際氣象組織（IMO），藉以全力推行全球性氣象事業的發展。

為配合國際社會、文化、農工商、航運及經濟發展之需要，世界氣象組織迅速於1963年訂立世

界氣象監視的長年計畫(WORLD WEATHER WATCH, WWW)，期能掌握全球性氣象資料，共同開發研究改進天氣預報之效率，包括熱帶性氣旋、風、雪、水災等等。該計畫設有三大系統，同步推行工作：一為全球觀測系統(GLOBAL OBSERVING SYSTEM, GOS)，二為全球資料處理系統(GLOBAL DATA PROCESSING SYSTEM, GDPS)，三為全球通訊系統(GLOBAL TELECOMMUNICATION SYSTEM, GTS)，全世界動員 9,200 地面觀測站，850 高空觀站，6 個海上定點觀測儀，7,000 隻海上氣觀測船，及每日有 1,500 份以上的商用飛機發出的氣象觀測報告。此外全球設有 5 個定點氣象觀測衛星及 2 個環繞軌道的氣象觀測衛星等參與規模龐大的全球合作活動，由此不難了解全球氣象事業合作必要性的一般。

我國自 1951 年加入世界氣象組織至 1971 年退出該組織之 20 年間，曾經積極參與各種活動，但近來只有依賴國家雙邊關係(BILATERAL RELATION)保持對外聯繫，在資料之取得，技術人員之交流等等，總不如以往順暢，此點尚待改善，如能早日參與世界氣象組織之各種活動，包括颱風委員會的計畫等，以台灣的地理位置，高度技術水準，以及具有一流的設備而言，對亞洲的鄰近國家能足夠提供實質的幫助及貢獻。

5. 業務技術之檢討與芻議

本人回國之後對現行業務獲得若干訊息，茲將其重點加以整理，並與拙見一併提供如下，以便共同檢討，所提之芻議是否符合國內之條件與現況，尚希各位先進加予指教。

5-1：氣象資訊之有效應用

由於氣象儀器及技術之改進，加上人才培訓成功，近幾年來，一般天氣預報、洪水測報以及颱風警報的準確度，確有顯著的改進，是有目共睹的事實；然而，災害調查數字報告顯示，由氣象因素所引起的災害損失仍然相當驚人，居高不下，其原因何在，值得我們進一步調查研究了解，必要時可以設法改進。茲將調查重點列舉如下：

5-1-1：天氣發生嚴重變化及發佈警報時，試辦下列事項之調查

- 警報發佈的流程，時效有無問題？負責傳達警報單位有無完全達成使命，把警報傳遞到全省每一村落，包括出海作業的船隻。
- 機關、學校、社團、工廠及一般民衆接到警報時，他們對警報內容的了解程度如何？收到警報後有無積極採取防患於未然的措施？
- 據世界氣象組織的調查研究報告顯示，事先作好防患工作，其投資效益小由 20 倍達到數千，甚至萬倍之大，事先作好防災的重要性必須透過適當方法宣導，使全國人民養成勤於認真作好防患，以利國利己。據報章之報告得知，去年（1996 年 7 月 29 日至 8 月 1 日）賀伯颱風侵襲台灣北部引起水災時，有許多水門未能事先作好妥善之操作，造成鉅大損失，以及數以千輛的新舊汽車也因未事先疏散而泡水損壞，此種因為事先未作好防患造成巨大損失之例，不勝枚舉，值得留意改善。

5-1-2：平時須注意的事項

據調查報告數字指出，氣象災害固然對人民的生命及財產打擊甚鉅，但對公共設施造成的災害更加嚴重，金額驚人，不可忽視。就此而言，政府有關單位必須嚴格指示工程設計單位，詳加參考利用氣象記錄與預測，徹底作好能符合抵抗氣象因素衝擊的安全設計，以免多數公共工程，如鐵路、公路、橋樑、港口設施、防波堤等，重蹈覆轍，年年遭受破壞，損失鉅額公帑。

5-2：颱風預報準確度與技術改進的限度

中外，對颱風預報的準確度問題，時有爭議，一般都了解，颱風是大氣中的渦漩，隨著大氣的大環流，氣團的移動，本身的能量變化，以及受地形的影響，隨時改變其移動方向及速度。雖然現代的氣象儀器均比以往的精良，數量及種類也很多，但事實上，至目前為止尚未出現有十全十美性能的儀器，加上大氣層立體空間測報的資料有限，因此要求作出零誤差的颱風預測是非常困難的事。既然事實如此，倘若有人反問，以目前的物力、人力及儀器設備能作到最好程度的颱風預報準確度多少？對這個問題，本人以一個實驗的結果，提供參考。

聯合國亞洲及遠東地域經濟委員會 (ECONOMIC COMMISSION FOR ASIA AND FAR EAST, ECAFE) 發現颱風造成的災害對地域內各國的經濟發展影響甚鉅，平均每年的損失達 5 億美元之多，引起了經濟學者及政府的特別關切，於是在泰國，該委員會召開 1964 年第 20 屆年會時，決議通過邀請世界氣象組織 (WMO) 與 ECAFE 共同合作，執行研究調查颱風對經濟發展之影響問題，基於此一決議，WMO 及 ECAFE 隨即於 1965 年 12 月 8 日至 13 日之間在菲律賓馬尼拉召開第一屆颱風專家會議，由中華民國（台灣）、香港、日本、美國、韓國、寮國、泰國、越南及菲律賓等九個國家派員出席會議，專題研究颱風，對經濟的影響及建議事宜。

根據專家會議所提之建議，WMO 及 ECAFE 即聘請二名颱風專家於 1966 年 12 月至 1967 年 4 月之間，訪問了中華民國（台灣）、香港、菲律賓、韓國、日本、寮國、泰國、高棉、越南及美國（關島），進行調查研究，並提出調查報告。繼此 WMO 及 ECAFE 立即召開第二屆颱風專家會議，於 1967 年在泰國曼谷審核二名專家所提出的報告內容以及建議事項，該第二屆專家會議同時決議，通過設立「颱風委員會」之重大事宜，意圖藉颱風委員會之組織運作推行有關颱風之研究，改進預報技術等等。

颱風委員會終於 1968 年 12 月成立，其所定之五大工作改進目標為：(1) 颱風測報；(2) 洪水預報；(3) 減輕災害；(4) 救災及 (5) 人才培育等等。該委員會辦事處設於曼谷聯合國 ECAFE 大樓內，經費由聯合國開發計畫 (UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM, UNDP) 撥款支援，指定 WMO 為執行機構，並由 ECAFE 協辦。颱風委員會辦事處內常年由聯合國聘請有三至五位專家擔任指導工作之外，颱風委員會成員國如日本、菲律賓等國亦派出專家及辦事員協助處理事務。該委員會近年來舉行了亞洲地區最大規模的颱風運作實驗 (TYPHOON OPERATIONAL EXPERIMENT, TOPEX)，此種龐大規模的颱風實驗，至目前為止，並無其他的地域或國家有嘗試過，值得了解參考。

該颱風實驗，其工作中心置於日本氣象廳內，稱為國際實驗中心 (INTERNATIONAL EXPERIMENTAL CENTRE, IEC)，由 10 個颱風委員會國家各派二至三名，資深的颱風預報專

家至 IEC，和日本氣象廳派出的專家及 WMO 以及颱風委員會辦事處所屬的專家，共約有 40 人從事颱風實驗工作；同時各颱風委員會成員國亦成立颱風實驗副中心 (EXPERIMENT SUB CENTRE, ESC)，同步進行指定項目的工作與實驗。在執行正式實驗之前，於 1979 年 7 月及 1980 年 6 月，在日本東京召開兩次實驗籌備會議，並於 1981 年 7 月 29 日至 8 月 18 日之間，執行一次試辦式的颱風實驗作業。繼之，第一次及第二次正式實驗工作分別於 1982 年 8 月 1 日至同年 10 月 15 日及 1983 年 8 月 1 日至同年 10 月 15 日間執行，選擇上述期間執行實驗，完全是基於考慮颱風發生之頻率及侵襲或接近陸地可能性較高的月份，作為決定。該實驗之工作及作業流程，示於（圖四）。由該圖可以看出作業方法，流程設計之週全性。

此一颱風實驗動用了當年所有一切最新儀器設備，包括飛機、氣象衛星、雷達、船舶報告、高速電腦等等，並由資深颱風預報專家 40 多人，利用 13 種不同的預報方法及技術，彼此切磋，完成實驗。

茲將實驗所得的二種結果提供參考：表一是顯示以 13 種不同的預報方法作出 24 小時及 48 小時颱風預報的位置距離，方向角度預報的誤差，及進行速度預報平均誤差，表二即顯示以不同的儀器、不同的方法所作決定的颱風中心位置誤差及中心氣壓值誤差。此兩張表格數字明顯告訴我們有下列幾個重點：

- 一、具有經驗的颱風預報專才做出的颱風預報精度要比其他十二種方法所做的精確度高。
- 二、有關颱風位置的決定，仍然是由具有經驗之預報專才做出決定的誤差最小。
- 三、颱風在遠海時，飛機偵測決定的中心位置，雖不比人力做決定的精確，但總比氣象衛星，雷達觀測定位精確。
- 四、颱風進出入雷達圈內時，雷達定位之精度不一定比人力定位好，但比其他方法定位精度高。

上述實驗結果告訴我們，長期培育颱風預報專才，使他們能夠從工作中獲得豐富實用的預報經驗是自古以來，從未改變的要件。更重要的是，從表中可以看出，24 小時颱風預報

的平均距離誤差為 139 公里，48 小時平均誤差為 367 公里，而 24 小時預報的平均距離誤差是以人工預測的 96.1 公里為最小，這似乎是目前科學家利用最先進的儀器做出的預測準確界限。反觀，台灣在多種困難情況下所作的颱風平均 24 小時預測精度也在其範圍內。與颱風委員會所作的結果比較並無遜色，實難能可貴，值得嘉許。

不過在此，順便對於颱風預測地點的表示方法，提出拙見，以供參考。以過去的紀錄不難看出，颱風的進行移動是呈現蛇行，振動推進，並非像報章雜誌記載的以直線走動。以 1983 年 6 月 6 日至 6 月 9 日，由菲律賓北部，通過台灣海峽，香港，進入大陸南部的颱風為例，該颱風的移動，以菲律賓、香港、大陸汕頭三個雷達站觀測報告，可以明顯看出，颱風之呈現蛇行的走法，見（圖五），於是建議我國亦可以仿日本以扇形的方式表示颱風預測的位置，以符實際，且可避免誤會和爭議。

5-3：降水預報的有效應用

5-3-1：歷年來台灣氣象災害的數字顯示，引起災害最大的禍主莫過於水災，於是加速研究降水定量預測及研擬防洪之對策是當務之急。以現有自動雨量測報站的密度，配合使用雷達觀測，似可試辦降水定量觀測之研究，在此之前，當然各雷達儀必須以標準測驗儀器，定時實施嚴格的性能校正工作 (CALIBRATION)，否則會產生誤差，致使研究工作功虧一簣。

5-3-2：水庫下游尤其台北盆地一帶為甚，常因水庫放水時間與海潮高漲、颱風中心之接近，降水量之增加等等因素之重疊，造成嚴重之損失。原來水庫之設計具有調節洪水之作用，以適時有效控制水位，可以避免或減輕水災，水庫管理當局，似可與氣象局聯繫，利用現有設備及資料研究開發一套完整的水庫管理與降水量測報應用的相關辦法。

5-3-3：近年來，由於人口增加，加上農、工、商用地需求增加，以致多數民衆不顧其安全，盲目地開發使用山坡地，或低窪地區，建房居住，不但是非常危險而必須避免的事，這與政府的土地開發使用政策與輔導有密切的關係。

颱風委員會多年來引導會員國，執行一種有關“災害危險區域”之調查工作，然後根據該調查報告，宣導當地政府嚴格執行災害危險地區土地使用管理辦法，以期減少災害的衝擊。我國氣象災害頻繁，似可實施同樣研究，然後改進危險地區的土地管理及使用辦法。

5-3-4：人類不斷追求提高生活水準及促進各種科技之進步，因此帶來不少副作用，如空氣、水質、土壤之污染惡化，甚至破壞地球的生態及人類生活的環境，問題日加嚴重，必須加速、設法改進，否則日後對人類生存的影響越大，情形不堪設想，這是屬於微氣象之一部份，多數先進國家均已積極採取各項防範工作，盼望我國政府亦注意及此，早日加強推動有關環保的微氣象工作。

以上以個人見聞及拙見提出報告參考並請指正，最後恭祝大會成功，各位身體健康，事業順利。

表 一

SUMMARY OF THE MEAN FORECAST ERRORS FOR ALL THE TYPHOON TRACKING
EXPERIMENTS DURING THE SECOND OPERATIONAL EXPERIMENT

Method	24-hour forecast					48-hour forecast				
	No. of case	Distance (km)	Direction (degree)	Speed (kph)	Central pres.(mb)	No. of case	Distance (km)	Direction (degree)	Speed (kph)	Central pres.(mb)
PCM	25	128.0	13.8	2.3		10	556.3	28.2	5.4	
3DM	25	136.0	12.7	3.7		21	424.1	19.4	5.8	
CSD	24	103.5	<u>11.2</u>	2.9		20	364.1	23.4	3.2	
CAM	21	134.7	14.0	4.1		18	345.9	19.1	4.4	
HPC	20	103.4	15.2	2.3		15	<u>233.7</u>	19.4	<u>2.3</u>	
BVM	24	143.6	17.4	2.6						
HST	24	294.1	42.2	5.2						
HF5	22	100.4	12.4	2.6						
HV7	22	114.0	14.2	2.7						
HRG	24	142.0	18.1	3.5		19	375.8	27.6	3.4	
HSM	24	190.5	27.8	5.0						
PST	25	122.3	14.6	2.8						
IEC	15	<u>96.1</u>	12.0	<u>2.2</u>	13.2	13	269.5	<u>16.6</u>	2.9	17.8

表 二

SUMMARY OF MEAN POSITIONING AND CENTRAL PRESSURE FIX ERRORS
FOR ALL THE TYPHOON TRACKING EXPERIMENTS DURING THE
SECOND OPERATIONAL EXPERIMENT

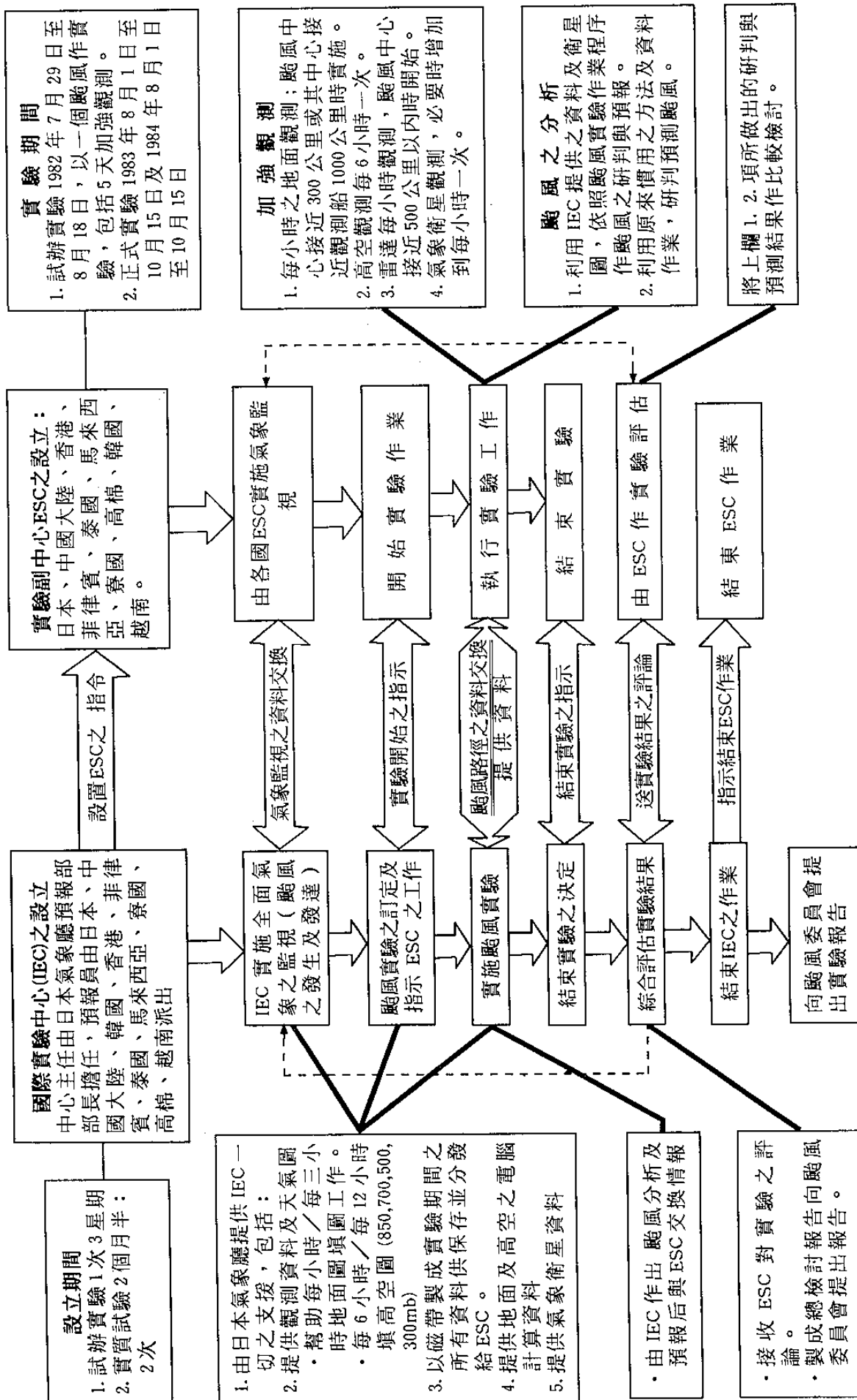
Method	No. of cases	Distance (km)	Central pressure(mb)
Extrapolation	30	62.7	10.1
Satellite	109	17.8	11.5
Surface analysis	6	29.8	<u>1.0</u>
IEC subjective	52	<u>6.9</u>	2.7
Reconnaissance	42	13.1	1.9
Radar(overall):	57	24.7	
Hong Kong(45005)	7	13.0	
Ishigakijima (47918)	2	24.9	
Miyakojima(47927)	6	<u>14.0</u>	
Okinawa(47937)	5	17.1	
Shanghai(58369)	3	44.9	
Dongtou(58760)	4	22.3	
Shantou(59316)	14	40.6	
Xishadao(59981)	5	15.8	
Aparri(98231)	11	20.6	

Note: Only radar observations made close to the standard times were included in the evaluation.

表 三

List of the abbreviations used in Tables and Figures

IEC	Subjective method, IEC
PCM,TPC	Persistence and climatology, Tokyo
3DM	Three dimensional dynamical model, Tokyo
CSD	Statistical dynamical model, Beijing
CAN	Analogue method, Beijing
HPC	Persistence and climatology method, Hong Kong
HVM	Veigas-Miller method, Hong Kong
HST	Tse's method, Hong Kong
HF5	Fixed control-point method using 500 mb height, Hong Kong
HV7	Variable control-point method using 700 mb height, Hong Kong
HRG	Regression method, Hong Kong
HSM	Space mean method, Hong Kong
TOKYO, ETYO, TYO	Subjective method, ESC Tokyo
BEIJING, EBET, BJ, BEI	Subjective method, ESC Beijing
HONG KONG, EHKG, HK, HKG	Subjective method, ESC Hong Kong
BANGKOK, EBKK, BK	Subjective method, ESC Bangkok
KUALA LUMPUR, EKUL, KL, K. LUMPUR	Subjective method, ESC Kuala Lumpur
HANOI, EHAN, HN	Subjective method, ESC Hanoi
SEOUL, ESEL, SE	Subjective method, ESC Seoul
MANILA, MA	Subjective method, ESC Manila
B2LS, 2LS	Two level steering method, Beijing
ALAS	De Las Alas barotropic model, Manila
AM1	Amadore's method, Manila
AM2	Revised Amadore's method, Manila
KLP	Persistence method, Kuala Lumpur
KLC	Climatology method, Kuala Lumpur
KLPC	$\frac{1}{2}$ (Persistence+Climatology), Kuala Lumpur
KLPCM	Persistence and climatology method, Kuala Lumpur
HAPCM	Persistence and climatology method, Hanoi
HASTM	Statistical method, Hanoi
BKPCM	Persistence and climatology method, Bangkok
GUAM	Joint Typhoon Warning Center, Guam
STZP	Barotropic primitive equation model, Beijing



圖四、颱風實驗之作業程序說明

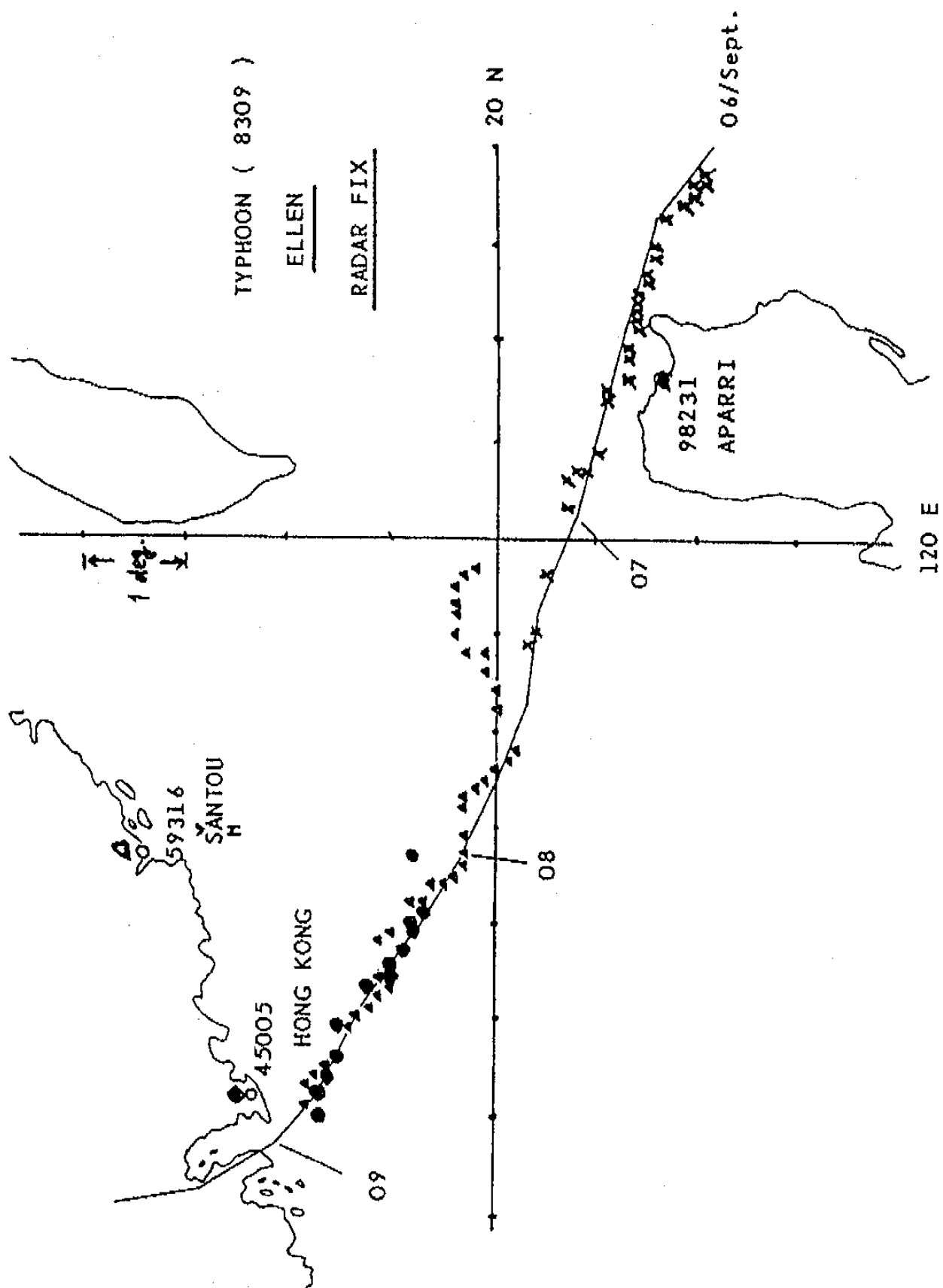


圖 五