

題名	作／譯者	卷期號	頁碼	出版年
亞洲地區氣象資料之蒐集檢定與分析及程式處理系統之研究（一）	吳宗堯 曾忠一 梁文傑	26/12	1	1980.06
台灣地區氣象因子與水稻產量預測模式之初步研究	郭文鏢 曾文炳 楊之遠 鄭淑賢	26/12	71	1980.06
多元記錄器使用之濕度及氣壓感應器之研製	蔡木金 亢玉瑾 曾德旺 金士勛	26/12	81	1980.06
-----	-----	-----	-----	-----
亞洲地區氣象資料之蒐集檢定與分析及程式處理系統之研究（二）	吳宗堯 曾忠一 梁文傑	26/03	1	1980.09
台灣之大地震	徐明同	26/03	32	1980.09
梅雨期間本省農業氣象災害之檢討	楊之遠 鄭淑賢	26/03	49	1980.09
-----	-----	-----	-----	-----
利用類比法預測颱風路徑之研究	陳熙揚	26/04	1	1980.12
台灣地震歷史資料的建立	彭志濱	26/04	14	1980.12
民國六十八年北太平洋西部颱風概述	氣象局	26/04	24	1980.12

氣象學報

季刊

第二十六卷 第一、二期

目次

論著

- 亞洲地區氣象資料之蒐集檢定與分析及程式處理系統之研究(一).....
.....吳宗堯 曾忠一 梁文傑 (1)
- 臺灣地區氣象因子與水稻產量預測模式之初步研究.....
.....郭文鏢 曾文柄 楊之遠 鄭淑賢 (71)
- 多元記錄器使用之濕度及氣壓感應器之研製.....
.....蔡木金 亢玉瑾 曾德旺 金士勛 (81)

氣象學報

季刊

第二十六卷 第一、二期

主編者 中央氣象局氣象學報社
地址 臺北市公園路六十四號
電話：三七一三一八一(十線)

發行人 吳宗堯
社長 吳宗堯
電話：三一一〇八四〇

印刷者 文英印書公司
地址 臺北市三水街七號
電話：三〇六四七二四
三〇六七八二五

中華民國六十九年六月出版

亞洲地區氣象資料之蒐集檢定與 分析及程式處理系統之研究 (一)

*Study on the Collection, Evaluation and Objective
Analysis of the Meteorological Data from Asia
Area with a Design of Computer System (I)*

吳宗堯 曾忠一 梁文傑

Tsung-Yao Wu, Chung-Yi Tseng, Wen-Jey Liang

ABSTRACT

In recent years, the meteorological research activities in Taiwan were eagerly propelled, especially the studies in the fields of numerical prediction, numerical simulation and individual case diagnostic study revealed a fast and significant progress. But in all respects of these studies, the fundamental problem unsolved is the lack of the accurate and complete initial meteorological data.

This project is aimed to solve the said problem by establishing a data bank which will be able to provide the researchers with the satisfactory data needed in their studies.

In processing the data from all the stations in Asia and in a period of one year, this project is divided into three phases, namely: (1) data collection, (2) data evaluation and (3) objective analysis.

The result of this project will be the blue print for the Central Weather Bureau to establish a data bank of Asia, therefore it must be very valuable and helpful to the meteorological studies in the future.

壹、總 說

一、前 言

吾人預報大氣的運動與變化，主要係依據完整且正確的即時氣象觀測資料。如何迅速有效地處理與應用數量龐大的即時氣象資料，成為天氣預報的

關鍵。美國國家氣象中心 (NMC) 自 1958 年即開始以電子計算機作業，1974 年應用 IBM 360/40 型電子計算機自動接收全球氣象通信電路，各種資料首先進入磁碟暫存，在固定時間由另一具 IBM 360/40 型機自磁碟內提取資料，予以整理、譯碼

、審核，然後應用資料庫 (Data Base) 的技術，建立即時氣象資料檔，各有關單位可利用終端顯示器自資料庫內查詢或提取所需的氣象資料。在定時 (Cut-off time) 並將部分資料送至另一具 IBM 360/195 超大型電子計算機，經過客觀分析及初值化處理 (Bedient, 1975)，然後作數值模式預報。最後將所有氣象資料存檔，供作氣候統計及建立氣候資料庫。日本氣象廳係於1969年建立氣象資料自動編輯中繼裝置，應用 TOSBAC-5400 型及 DN-340 型電子計算機作氣象資料的蒐集與處理，另與 HITAC 8800/8700 大型電子計算機連線作數值模式預報。

吾國中央氣象局與空軍氣象中心兩個氣象實作單位每日接收世界各地氣象報告，計地面報告八千多站次，共有五萬多組電碼，高空報告一千站次，共有四萬多組電碼，由於氣象電碼數量過於龐大，該兩個單位利用傳統人力方式及現有設備無法對全部資料加以妥善而圓滿處理，對於現行預報作業的準確性與時效性影響至大。而且由於電碼係以電報紙形式印出，受空間限制所有電報紙僅保留三個月即予銷毀，三個月後如對某一個案加以研討時，此等原始資料已無法獲得，即使取得三個月內資料，應用也極困難。所以，在民國六十五年十二月間國科會舉行全國大氣科學研討會時，與會學者均一致要求進行建立氣象資料庫之研究，提供正確而完整之原始氣象資料，以推動氣象研究工作的發展與應用。

本計畫即針對今後氣象資料之需求，蒐集亞洲地區各種氣象資料加以分類、檢定、分析俾獲得一套最完整且準確度高之原始氣象資料，予以有效處理，供作日後分析、研究之用；同時間接亦協助軍民氣象實作單位建立一套完整而有效之資料檢定分析方法，間接增進天氣預報的準確性。

二、計畫內容

本計畫原預訂二年完成。分三部分進行：(1)資料蒐集部分：利用中央氣象局與空軍氣象中心現有

裝備及配合本計劃之需求增添或租用部分儀器，每日二十四小時不停地接收各地氣象廣播，包括地面測站報告、高空壓溫報告、高空風報告、船舶報告、飛機報告、雷達報告、衛星報告及各種警報資料等等。將此等報告隨時直接轉入小型電腦作檢定、分析、貯存之用。(2)資料檢定部分：將原始天氣電碼經過譯碼程式處理，使所有單位不一致的氣象電碼換成一致單位的氣象資料。譯碼後再進行檢定及分類工作。檢定項目包括統計檢定、儀器結冰檢定、流體靜力檢定、靜力穩定度檢定、水平檢定、時序檢定及漏失資料的補充。處理完畢後，將最後得到的正確天氣資料送至磁帶上儲存。(3)客觀分析部分：利用 JMA, AFGWC 及 NMC 之客觀分析程式進行本地區之高空分析、地面分析、熱帶分析與 Field by information blending 等工作並比較各種初次估計值及各種權重函數，將來應用者可利用正確之原始氣象資料內插到網格點上進行各項研究工作。客觀分析工作由中央研究院負責進行。

三、執行進度

本計畫第一年完成下述工作 (吳宗堯等, 1978)：

(一)建立電子計算機即時處理系統，將各項資料經由通信系統將通信訊號直接輸入電子計算機即時處理。

(二)完成自動解譯及檢定程式處理即時資料。

(三)進行美國國家氣象中心 (NMC)，美空軍氣象中心，(Air Force Global Weather Central) 與本氣象廳現在例行使用的客觀分析程式之試驗。

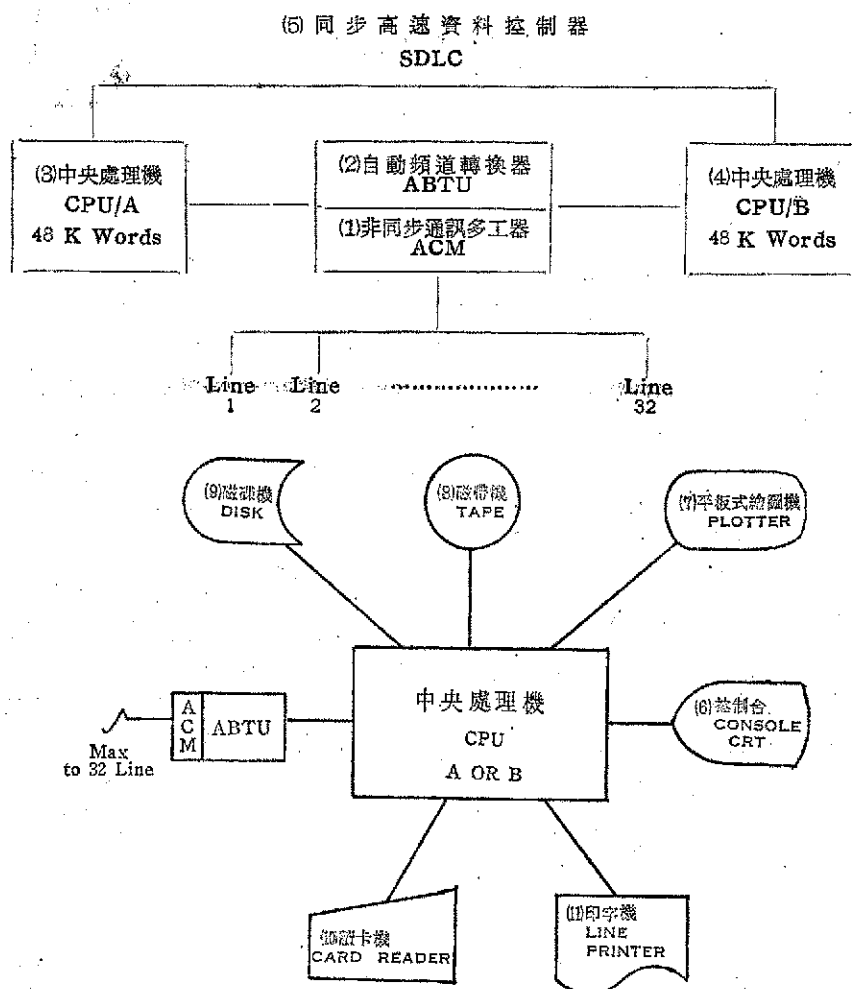
(四)進行各種權重函數與初始估計值之試驗。

(五)利用中央氣象局 GA SPC 16/45 小型電腦，就通信中心四條線路 (臺北發東京，東京點間通信、空軍及美軍) 進行蒐集亞洲地區全部地面和船舶天氣報告電碼以及每日 00Z, 12Z 高空壓溫報告與高空風天氣報告電碼。

第二年由於新採購的電腦於六十七年六月才運

到，經安裝測試工作後建立氣象資料自動蒐集與處理系統 (ADAPS, Automatic Data Acquisition and Processing system, 胡仲英, 1979)，其系統硬體設備 見圖一。六十七年十二月十六日起將原有四條線路增為十四條進行資料接收工作；而第一年設計之程式亦均重新檢討與測試。

此外，為補充海面資料之不足，亦曾去函美國艦隊數值天氣中心蒐集北太平洋區的洋面報告，經獲覆函據告該項資料須向美國氣候中心價購，因本計畫中無是項經費而作罷。客觀分析部分則完成客觀分析程式之驗證及客觀分析程式對垂直速度計算的影響。



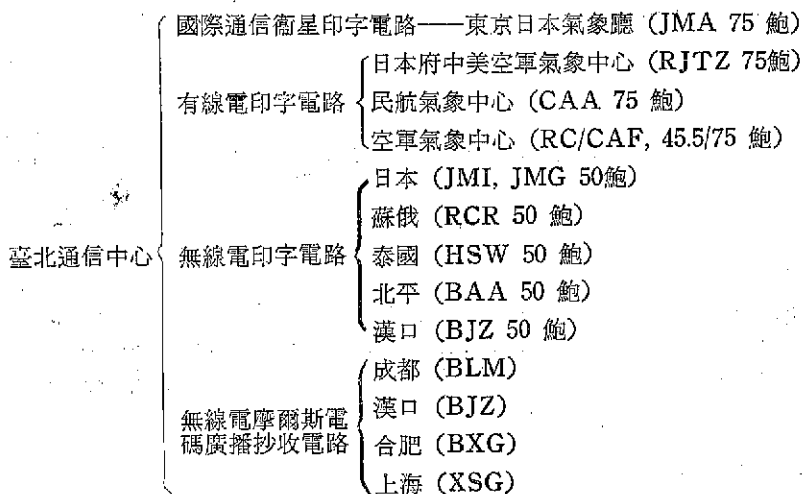
圖一 ADAPS 系統硬體設備配置圖

貳、資 料 蒐 集

一、資 料 來 源

中央氣象局通信中心目前擁有國內外氣象電路

十四條，廿四小時不停地蒐集亞洲及太平洋地區暨北半球之有關氣象報告、其通信網路如下：



各電路上所接收之資料內容爲：

(1)臺北—東京國際通信衛星印字電路——亞洲地區經過編審後之所有地面及高空氣象報告、地面氣象雷達報告、飛機報告、颱風報告、地震與海嘯報告、氣象衛星分析資料、天氣分析及預報資料等等。

(2)日本府中美空軍氣象中心——太平洋地區、日本、韓國、蘇俄（西伯利亞）、琉球、香港、菲律賓、中南半島、印度、錫蘭地面與高空氣象資料、飛機報告、颱風資料、海嘯警報以及各地區之飛行天氣報告等等。

(3)民航局氣象中心——以各民航機場實際天氣爲主，以及部分地區之地面高空氣象資料、地面雷達報告與 SIGMET 報告等。

(4)空軍氣象中心——亞洲及太平洋地區經過選播之地面高空氣象資料，逐時飛行天氣報告、飛機報告、颱風資料、天氣分析與預報資料等。

(5)日本 JMI —— 北半球地區之地面與高空氣象資料。

(6)日本 JMG —— 東亞地區之地面與高空氣象資料、逐時飛行天氣報告、地面雷達報告、地面與高空氣候資料、颱風警報等。

(7)蘇俄 RCR —— 西伯利亞、中國大陸、日本

、韓國、蒙古以及阿拉斯加等地區地面與高空氣象資料。

(8)泰國 HSW —— 東南亞地區地面與高空氣象資料以及亞洲其它地區經選播之地面與高空氣象資料。

(9)北平 BAA —— 中國大陸地區之地面及高空氣象資料、天氣分析與長期預報資料、亞洲地區經過選播之氣象資料。

(10)漢口 BJZ —— 中國大陸華中地區之全部地面與高空氣象資料，天氣分析與長期預報資料、亞洲地區經過選播之氣象資料。

(11)成都 BLM —— 中國大陸西南地區之全部地面與高空氣象資料，亞洲其它地區，蒙古、西伯利亞、中南半島、菲律賓、印度、錫蘭等地區經過選播之地區與高空氣象資料。

(12)合肥 BXG —— 中國大陸華中地區之全部地面與高空氣象資料以及亞洲其它地區經過選播之氣象資料。

(13)上海 XSG —— 中國大陸各海面及臺灣海峽等地面天氣分析與預報資料。

除上述各電路之外，中央氣象局通信中心尚負責蒐集臺灣地區及金門、馬祖、東沙、南沙等地的地面與高空資料，而空軍氣象中心利用六部無線電

收報機，直接偵收北平、瀋陽、漢口、合肥、蘭州、成都等六處之摩爾斯電碼氣象廣播，中國大陸估計有六百個測站以上，北平之廣播係蒐集各地區資料經過選擇後再分別以 TTY 及 CW 予以綜合廣播，各地區中心所負責廣播地區經研析如下：

(1) 北平負責中國大陸地區之選播及華北地區之氣象資料。

(2) 瀋陽負責華北地區全部氣象資料之廣播。

(3) 漢口負責華中地區全部氣象資料之廣播。

(4) 合肥負責華中及華南地區全部氣象資料之廣播。

(5) 蘭州負責西北及蘇俄（西伯利亞）地區氣象資料之廣播。

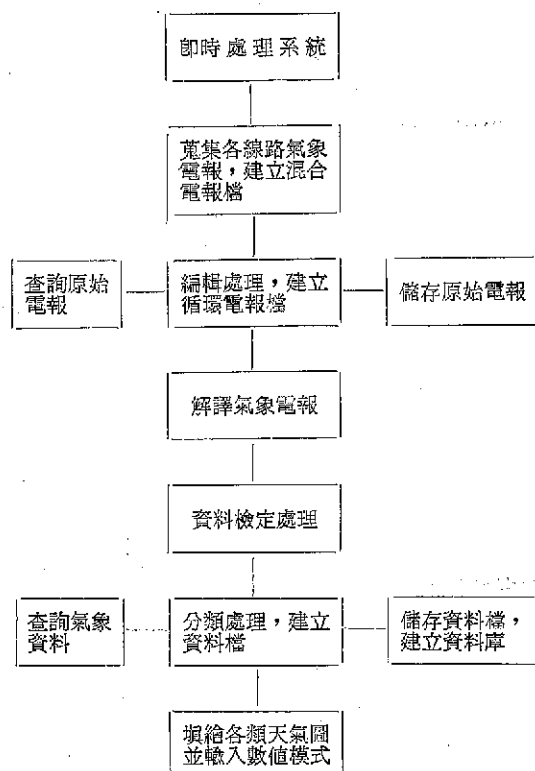
(6) 成都負責西南及中南半島、印度等地區氣象資料之廣播。

空軍氣象中心將上項資料抄收後，另以印字專線電路直接傳送至中央氣象局通信中心；惟漢口、蘭州繼北平之後亦已先後改為 TTY 廣播，是以人工抄收氣象資料大為減少。

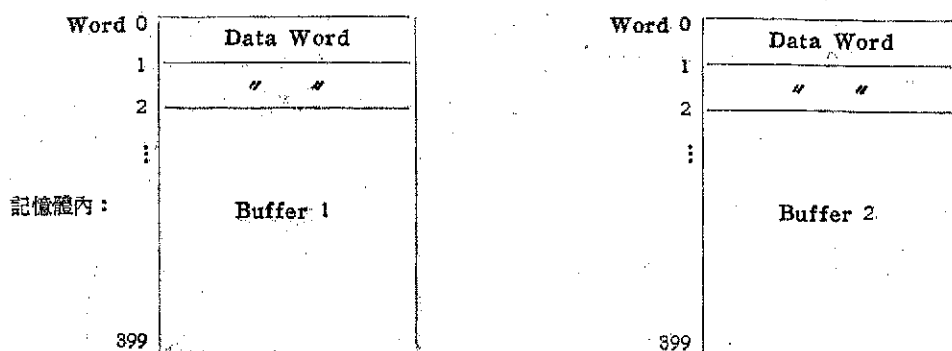
在 ADAPS 系統作業流程下（圖二）將前述中央氣象局現有印字通信與偵收通信的氣象電路直接接至 GA SPC 16/45 型的小型電子計算機內，每日二十四小時不停地蒐集氣象電報，當一有電報訊號立即啟動收報程式（Receiving Program），將每個收到的電報字（character）均另加一個收報線編號（Line number）而組成一個字元（word）暫存於記憶體（Core）內的 Data Buffer，當 Data Buffer 存滿時立即啓另一個即時作業的儲存程式，將存滿的 Data Buffer 一次寫至磁碟內的混合電報檔，同時另一個 Data Buffer 會立即繼續儲存字元，兩個 Data Buffer 各佔一個 Sector（400 字元），其結構參見圖三。

儲存程式將 Data Buffer 及系統時間（System Slow Time）同時寫至混合電報檔，混合電報檔共有 256 個 Sector，其結構參見圖四。此外，儲存程式並計算每條印字電路收到字元總數及錯誤字元數目，隨時可由控制臺顯示各印字電報線路作業是否正常。在混合電報檔存滿前，自動叫出另一編輯作業程式（Editing Program），將混合電報檔的每一字元依照印字線編號作第一級分類，然後分別寫至各印字線編號的線檔（Line Buffer），每一線檔各佔記憶體內 400 個字元，當線檔被存滿時，立即將印字線編號、線檔存滿時間、銜接點（Link）及線檔內容再一併寫至磁碟上的電報檔（Line File），如此利用記憶體內暫存線檔的設計可大量減少磁碟的輸入輸出次數，提高電子計算機作業效率。電報檔的結構係參考資料庫相關資料模型（Relational Data Model, Liou 1977）所設計，參見圖五。首先在計算機記憶體內預留 32 個字元，每個字元依序指示各印字電報線，在電報檔內的起始 Sector 序號，利用此 Pointers 可迅速找到磁碟內電報檔的各印字電報線，電報檔佔磁碟內 2304 個 Sector，約可儲存所有印字線路 24 小時的電報，當電報檔存滿時，可回頭循環（Cyclic）使用，此時 Core 內的 Pointers 也隨之更新（Update），電報檔內每一個 Sector 為 400 個字元，前四個字元分別為印字線路編號，寫至電報檔時間及此 Sector 上、下銜接 Sector 序號，其餘為 396 個電報字。吾人視電報檔內每一個 Sector 為資料庫的一筆資料（entity），每筆資料以銜接點來表示其相關性與連續性。以圖五舉例而言：印字線 0 號在 1200 時間存滿 Core

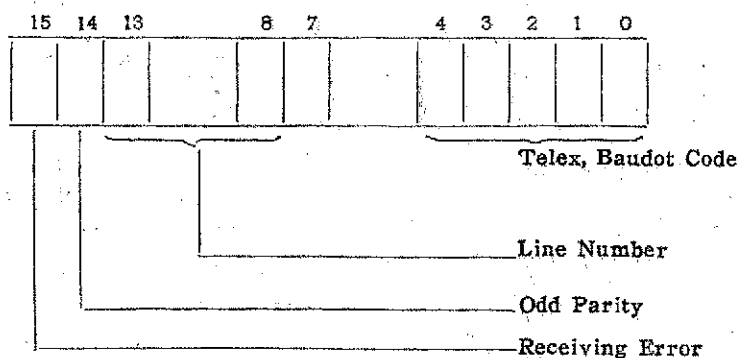
二、資料蒐集



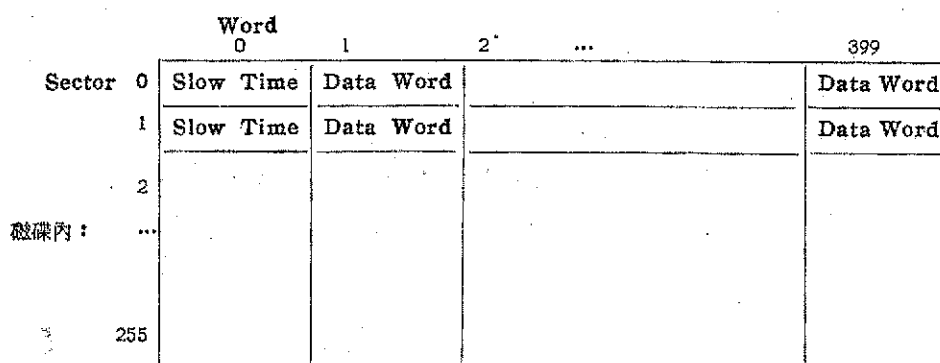
圖二、ADAPS 系統作業流程



Data Word:



圖三 Data Buffer 的結構設計



圖四 混合電報檔的結構設計

內線檔，並寫至電報檔內第 0 個 Sector，下一次第 0 號印字線係在 1230 時間寫至電報檔內第 3 個 Sector，再下一次則 1259 時間寫至電報檔第 6 個 Sector，至於印字線第 1 號係在 1223 時間存滿 Core 內的線檔並寫至電報檔第 2 個 Sector，然後在 1237 時間寫至電報檔第 4 個 Sector；印字線第 2 號係在 1214 時間存滿 Core 內線檔並寫至電報檔第 1 個 Sector，然後在 1255 時間寫至第 5 個 Sector，以此類推。

本研究設計的電報檔資料模型具有下列優點：

(1)增加新的資料最容易 (Easy of Incremental Growth)，如換大型磁碟機即可儲存更多的印字電報，而不需修改資料模型。

(2)資料取用方便 (Convenience of Access)，利用電報檔的銜接點 (From/To, Data Stream Linkage) 及磁碟的任意抓取 (Random Access) 特性，吾人可以迅速查詢或取用印字電報線資料。

(3)節省空間，採用循環電報檔不必劃分每條印字電報固定磁碟空間，可節省磁碟儲存空間。

(4)各印字電報線可任意交換位置 (Address)，而不必修改系統程式。

此外，電報檔資料的銜接關係如遭意外破壞，則可由程式處理重新組合電報檔。

Word	0	1	2	31
	BS ₀	BS ₁	BS ₂	BS ₃₁
記憶體內：	0	2	1	

BS_i 為第 i 號印字線在電報檔內起始 Sector 的序號。

	Lino No.	Rece Time	From	To	Data Word
Sector 0	0	1200	0	3	396 DATA
1	2	1214	1	5	"
2	1	1223	2	4	"
磁碟內： 3	0	1230	0	6	"
4	1	1237	2	15	"
5	2	1255	1	12	"
6	0	1259	3	20	"

Line No. : 指示此一 Sector 的印字線編號。

Rece Time : 寫至電報檔的系統時間。

From : 銜接點，指示此一 Sector 其上接點 Sector 的序號。

To : 銜接點，指示此一 Sector 其下接點的 Sector 序號。

Data Word : 各印字線路的電報字 (ASCII CODE)

圖五 電報檔的結構設計

保 密 防 諜 .

人 人 有 責 .

匪 諜 自 首 .

既 往 不 究 .

叁、資料檢定

一、資料之解碼與檢定處理

(一)、解 碼

電報檔內儲存的原始電報，需經過解碼（Decoding）過程始能成為有用的氣象資料。由於氣象電碼種類繁多，包括陸上電碼（MMXX）、船舶電碼（NNXX）、無線電探空電碼（TTAA）、雷達觀測電碼（FFAA）、高空風電碼（PPAA）、飛機偵察電碼（RECO）、一般警報電碼（WARNING）及颱風警報電碼（TYPHOON WARNING）等等，每一類電碼均需一副程式（Subroutine）來特別處理，再者由於原始電碼的編排錯誤，電訊接收或無線電干擾等因素，更增加解碼程式的複雜性，其流程圖如圖六所示。

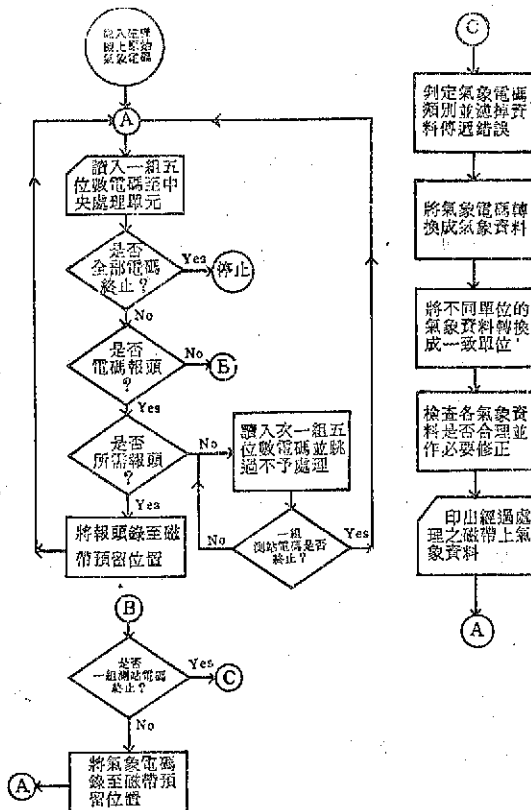


圖 6 氣象電碼譯碼流程圖

(二)、資料檢定

電碼經過解譯後得到地面及各層等壓面上的氣象資料，這些資料可能由於電訊傳遞、探空儀器結

冰或人為因素造成錯誤；所以在分析氣象資料前，須先將所有高空氣象資料作下述垂直檢定處理：

- (一)統計檢定 (Statistical Check)
- (二)儀器結冰檢定 (Instrument-icing check)
- (三)流體靜力檢定 (Hydrostatic Check)
- (四)靜力穩定度檢定 (Static Stability Check)
- (五)漏失資料的補充 (Missing data Supplement)

經過上述垂直處理，可以得到垂直一致性 (Vertical Consistency) 的高空氣象資料。然後對同一層次的高空資料作水平檢定 (Horizontal Check) 及時序檢定，使每一高空資料具備四度空間之合理性與一致性。茲分述如下：

1.垂直檢定：

垂直檢定處理分為統計檢定、儀器結冰檢定、流體靜力檢定、靜力穩定度檢定及漏失資料的補充五個步驟，茲分別敘述如後：

(1)統計檢定：

各定壓面高度應在表一範圍內，若超出此範圍則捨棄不用，任何層的溫度應在 -95°C 至 45°C 範圍內，超出此範圍則予捨棄。

(2)儀器結冰檢定：

表一 各層定壓面高度範圍

層 次 (i)	壓力 (毫巴)	高度範圍 (重力公尺)
1	1000	-650~ 650
2	850	500~ 1800
3	700	2150~ 3450
4	500	4700~ 6000
5	400	6100~ 7700
6	300	8000~ 9900
7	250	9150~11350
8	200	10550~13050
9	150	12150~14950
10	100	13950~17050

探空儀器的溫度感應部分如遇到結冰層，或感應部分為積冰所覆蓋，則無法繼續測出正確的溫度，所以溫度觀測值作下述檢定：(1)由底層至頂層尋找溫度在 0°C 至 -10°C 間第 i 層等壓面 T_i ，(2)由 T_{i+1} 及 T_{i+2} 分別計算 $\Delta T_1 = |T_i - T_{i+1}|$ ， $\Delta T_2 = |T_i - T_{i+2}|$ ，(3)若 $\Delta T_1, \Delta T_2$ 均小於 1.5°C ，則可判定結冰層位於第 i 層定壓面，於是在 i 層以上的各溫度層均須修正。若 $\Delta T_1, \Delta T_2$ 兩者中有一值大於 1.5°C ，則認為儀器未受結冰影響，其溫度觀測值可被採用。

(3)流體靜力檢定：

吾人假設實際大氣係滿足流體靜力平衡，在 i 層及 $i+1$ 層定壓面應滿足下述關係式：

$$\Delta H_i = H_{i+1} - H_i \\ = -\frac{R}{2g} (T_i + T_{i+1} + 546.32) \rho_n \frac{P_i}{P_{i+1}}$$

P_i, T_i 分別為 i 層的壓力及溫度值， ΔH_i 為依流體靜力平衡計算的理論厚度值，另定義 δ 為實際厚度與理論厚度的差值，即：

$$\delta_i = h_{i+1} - h_i - \Delta H_i$$

h_i, h_{i+1} 分別為 i 及 $i+1$ 層的實際觀測高度， δ_i 的絕對值若小於最大容許差異（定義為 Δ_i ），則 i 層被認為滿足流體靜力平衡。各標準層厚度的最大容許差異見表二。

表二 各標準層厚度最大容許差異

層次 (i)	定壓層 (毫巴)	最大容許差異 (重力公尺)
1	1000~ 850	$\Delta=30$
2	850~ 700	30
3	700~ 500	35
4	500~ 400	30
5	400~ 300	30
6	300~ 250	30
7	250~ 200	30
8	200~ 150	50
9	150~ 100	50

若 $|\delta_i| > \Delta_i$ ，則判定第 i 層不滿足流體靜力平衡，此時作下述檢定：(1)計算 δ_{i+1} ，若 $|\delta_{i+1}| >$

Δ_{i+1} ，即 $i+1$ 層滿足流體靜力平衡，此時判別 $i-1$ 與 $i+1$ 層何者較滿足該平衡，如 $i+1$ 層較滿足則將 $\Delta_{i+1}-5$ 取代 Δ_{i+1} （即將最大容許差異降低），再作 $i+1$ 層檢定，反之如 $i-1$ 層較滿足，則將 $\Delta_{i-1}-5$ 取代 Δ_{i-1} ，再作 $i-1$ 層檢定；若 $i+1$ 或 $i-1$ 層的 Δ 值取代後的檢定仍為滿足，則可判定係因 $i+1$ 層的高度錯誤致使以上各層高度均偏高，所以自 $i+1$ 層以上各高度值均減去 δ_i 值，若 $i+1$ 或 $i-1$ 層的 Δ 值取代後的檢定變成不滿足靜力平衡，則再檢定兩相鄰不滿足層厚度是否同時偏高或偏低，若是則判定中間層溫度為錯誤，反之相鄰兩層厚度一偏高另一偏低，則顯示中間層高度為錯誤，(2)若 $|\delta_{i+1}| > \Delta_{i+1}$ ，即 $i+1$ 層同時不滿足靜力平衡，則檢定 i 與 $i+1$ 層厚度是否同時偏高或偏低，若是則 T_{i+1} 為錯誤，反之 h_{i+1} 為錯誤。流體靜力檢定流程圖如圖七所示。

(4)靜力穩定檢定：

靜力穩定度檢定實際上就是乾對流調解其主要內容如下：(1)若大氣某層的遞減率大於乾絕熱遞減率，則對流作用會使位溫保持中立遞減率。(2)由對流產生的動能會消散轉換為熱能，因此總位能不變。

$$\text{若 } T_i \left(\frac{1000}{P_i} \right)^{R/c_p} > T_{i+1} \left(\frac{1000}{P_{i+1}} \right)^{R/c_p}$$

則調節後，由(1)得：

$$(T_i + \delta T_i) \left(\frac{1000}{P_i} \right)^{R/c_p} \\ = (T_{i+1} + \delta T_{i+1}) \left(\frac{1000}{P_{i+1}} \right)^{R/c_p} \quad (1)$$

($T_i + \delta T_i, T_{i+1} + \delta T_{i+1}$ 為調解後之溫度) 由(2)得：

$$\frac{1}{g} \int_{P_1}^{P_2} C_p T dP = \frac{1}{g} \int_{P_1}^{P_2} C_p (T + \delta T) dP$$

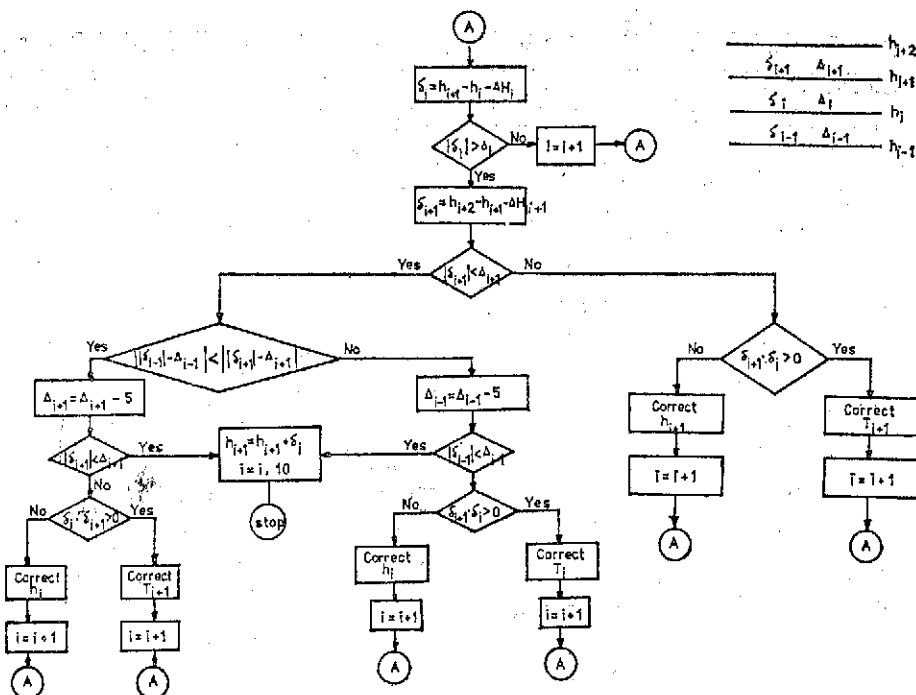
或寫成：

$$\delta T_i + \delta T_{i+1} = 0 \dots \dots \dots (2)$$

在靜力穩定度檢定時，吾人假設實際大氣為垂直穩定狀態，並計算各層的靜力穩定度：

$$\sigma = \frac{g^2}{RT_i^2} \left(KT_i - \frac{\partial T_i}{\partial \ln P_i} \right)$$

如當第 i 層靜力穩定出現負值時，則依①式作



圖七 流體靜力檢定流程圖

乾對流溫度調整，本來應由①②之聯立方程式解出 δT_1 和 δT_2 ，但為方便起見，逐次將第 $i+1$ 層溫度值加 0.5°C ，第 i 層溫度值減 0.5°C ，重複檢定直到靜力穩定度均為正值為止。如 i 及 $i+1$ 層作溫度修正，則 i 及 $i+1$ 層的高度值需依流體靜力公式重新計算。

(5) 漏失資料的補充

在陸上或船舶高空壓溫報告中，經常有某層的高度或溫度漏失，或某層資料由上述 1 至 4 的檢定判定為錯誤，吾人將該錯誤資料視為漏失，定壓面漏失的氣象報告往往為數值模式預報或垂直剖面分析不可或缺的參考資料，此時則以流體靜力公式補充第 i 層的漏失高度值：

$$h_i = \frac{1}{2} (h_i^{(1)} + h_i^{(2)})$$

$$h_i^{(1)} = h_{i-1}$$

$$+ \frac{g}{2R} (T_{i-1} + T_i + 546.32) \ell_n \frac{P_{i-1}}{P_i} \quad (3)$$

$$h_i^{(2)} = h_{i+1}$$

$$- \frac{g}{2R} (T_i + T_{i+1} + 546.32) \ell_n \frac{P_i}{P_{i+1}} \quad (4)$$

如果為頂層 (100 毫巴) 高度漏失則用③式，底層 (1000 毫巴) 高度漏失則用④式即可。

如果第 i 層的溫度資料漏失，則可假設有限氣層內垂直溫度分佈為 $\ell_n P$ 的二次函數，則由：

$$T_{i-2} = a + b \ell_n P_{i-2} + c (\ell_n P_{i-2})^2$$

$$T_{i-1} = a + b \ell_n P_{i-1} + c (\ell_n P_{i-1})^2$$

$$T_{i+1} = a + b \ell_n P_{i+1} + c (\ell_n P_{i+1})^2$$

三式聯立，可求出 a, b, c 值，再代入

$$T_i = a + b \ell_n P_i + c (\ell_n P_i)^2$$

即可得第 i 層的溫度值。

2. 水平檢定

以某測站為圓心取一掃描半徑，則該站等壓面 (或地面) 每一氣象要素的觀測值與其掃描半徑內權重均值 (weighted mean) 的差值，不得大於最大容許差異，否則視為錯誤資料予以捨棄。水平檢定首先計算：

$$\bar{X} = \frac{\sum_i W_i X_i}{\sum_i W_i}$$

$$W_i = \frac{1}{r_i^2}$$

式中 \bar{X} 為掃描圈內權重均值， W_i 為距離權重因子， X_i 為掃描圈內某氣象要素觀測值， X 為

掃描中心測站觀測值， r_i 為掃描圈內測站與中心測站的水平距離， Σ_i 表示掃描圈內之總和。然後計算：

$$\Delta X = |X - \bar{X}|$$

當 ΔX 值小於最大容許差異值，吾人可認為掃描中心測站值通過水平檢定，當 ΔX 值大於最大容許差異值，此時可能有兩種情況：一為該掃描中心測站觀測值錯誤，另一可能為中心測站實際為正確而掃描圈內有一個或多個錯誤測站。為避免後者造成錯誤判斷，吾人作兩次水平檢定，在第一次檢定中，將所有 ΔX 大於最大容許差異值的測站均予以特別標示，在第二次檢定時，僅採用未標示的正確測站值來檢定這些特別標示測站值，如特別標示的測站值仍超過最大容許差異，則被視為錯誤而予以捨棄。反之，如通過第二次水平檢定則該掃描中心測站實際仍為正確值，該站第一次不通過水平檢定係由附近錯誤測站值造成。

此項水平檢定設計可適用於所有氣象要素的檢定。因東亞地區夏半年（5月至10月）與冬半年（11月至翌年4月）氣壓系統顯著不同，故各氣象要素的最大容許差異值採用兩組不同值，參見附表三。

表三 水平檢定的最大容許差異值

要 素 季 節 層 次	壓 力 或 高 度		溫 度 (°C)	
	夏 半 年	冬 半 年	夏 半 年	冬 半 年
地 面	8毫巴	12毫巴	8度	12度
850毫巴	60公尺	100公尺	6度	8度
700毫巴	60公尺	100公尺	6度	8度
500毫巴	90公尺	120公尺	6度	8度
300毫巴	120公尺	180公尺	6度	8度

3. 時序檢定：

本檢定係假設任何氣象要素不但在空間（垂直與水平）的分佈是合理的，而且其時間的變化量亦須合理且連續，換言之，在短時間內（二次連續觀測時間）不致作極大的變化。一般而言，溫度、壓力與高度觀測均符合上述假設，時序檢定先計算：

$$\Delta X = |X^t - X^{t-\Delta t}|$$

式中， ΔX 為觀測要素 X 在 $t - \Delta t$ 至 t 時

間內變量的絕對值， Δt 在地面觀測為三小時，高空觀測為12小時。 ΔX 如果小於吾人定義的最大允許變量，則 X^t 通過時序檢定，反之 ΔX 如果大於最大允許變量，則再進一步計算：

$$\Delta X' = |X^t - X^{t-\Delta t}| - |X^{t-\Delta t} - X^{t-2\Delta t}|$$

$\Delta X'$ 為最近兩個觀測時間內變量差異的絕對值。如果 $\Delta X'$ 小於吾人定義的最大變量差異，則 X^t 通過時序檢定，反之如果 $\Delta X'$ 仍大於最大變量差異，則 X^t 為錯誤觀測值須捨棄。

最大允許變量及最大變量差異需經過長時間的統計才能確定。此外，由於中尺度天氣現象往往使氣象要素在短時間內作相當幅度的變化，例如颱風造成地面氣壓的變化，如何對這些中尺度現象的觀測作時序檢定，亦須作進一步的研究。

至於地面觀測資料除作水平檢定與時序檢定外，並作下述基本檢定：

(1) 風向值必須在 0 至 360 度間，或為風向不定。

(2) 風速值必須小於 192 海裡。

如果檢定(1)或(2)有一不通過，則風速值與風向值均視為錯誤。

(3) 露點值必不可大於溫度值。

(4) 溫度露點差值必小於 45°C。

(5) 現在天氣如為霧，則溫度露點差須小於 10°C。

(6) 現在天氣如為凍雨，則溫度必小於 10°C。

(7) 低雲量不得大於總雲量。

(8) 現在天氣如為降雨，則總雲量必不為零。

各項地面觀測要素如果漏失則不作上述檢定。如果某要素不通過上述檢定條件，則視該氣象要素為錯誤予以捨棄。

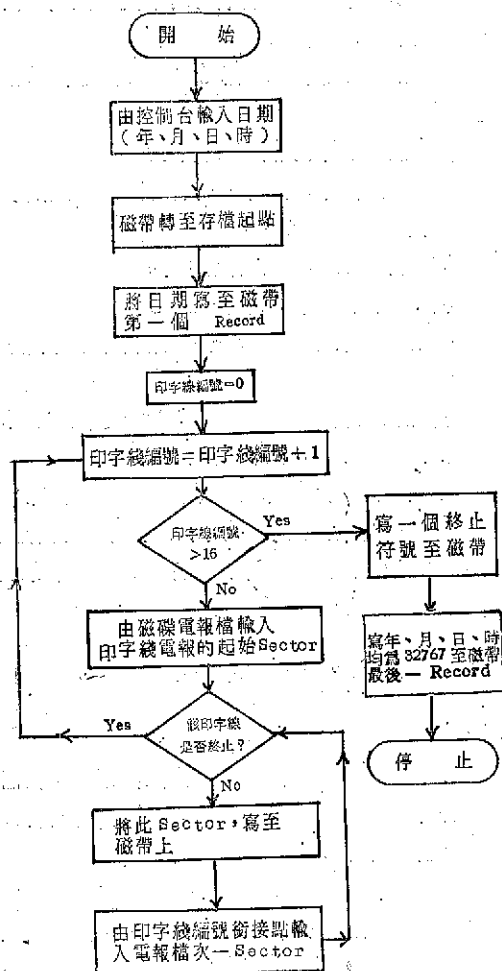
二、資料之存檔與查詢

(一)、存 檔

存檔作業分為兩部分，一為保存原始電報檔，一為保存處理過的氣象資料檔。為便於研究者日後應用，詳述如下：

(1) 電報檔的存檔：為提供氣象研究人員第一手的原始氣象資料，同時鑑於解碼程式、檢定程式尚在不斷改進中，所以原始電報必須予以長期保存。原始電報原儲存於磁碟電報檔內，並用銜接點來劃分各印字電報線，在存檔作業時，作業員先掛上待

存檔磁帶，然後由控制臺輸入時間（年、月、日、時），存檔程式比較日期後將磁帶轉至存檔起點，並將日期寫至磁帶第一個 record，接著利用銜接點依印字電報線編號逐線將原始電報寫至磁帶內。每個 record 為 400 個字元，前面 4 個字元分別為印字線編號，寫入電報檔時間及銜接點。由於存檔資料已依照印字線編號排列，故此 4 個字元在讀取存檔磁帶時可跳過不予處理，其餘 396 個字元為 ASCII Code，故存檔磁帶可適用任何型式電子計算機。待電報檔完全存檔完畢，再寫一個終止符號，作為逐日存檔資料的劃分識別符號，最後再加寫一個年、月、日、時均為 32767 的終止 record，作為下次存錄時找尋起點之用，電報檔存檔程式流程圖如圖八所示。



圖八 電報檔存檔程式流程圖

為確知原始報檔的內容，特別將各原始報檔之磁帶重新檢視一遍，並將每次存錄電報之時間，各條電報線的存量（以 record 為單位，每個 record 含 400 個字元），以及存錄在整捲磁帶中之大略位置（由中心算起之磁帶長度，以呎為單位），裝成「原始報檔儲存紀錄」，以為查詢電報之參考。由此紀錄可看出每日電報收集情形，譬如第四條電報線為東京—臺北點間通訊，每半日約可集存 400 個 record，若某次紀錄遠少於 400，即可知曾發生資料漏失。

(2) 資料檔的存檔：資料檔係經過解碼、檢定、分類等處理，且已濾掉大量重複資料，對於某些氣象問題的研究，資料檔可提供最大的便利。資料檔也存錄於磁帶，由於原磁碟內資料檔各測站資料的排列順序均依照測站表，考慮測站表或有更新的可能，因而造成資料檔的應用發生困難，故將地面與高空測站表同時存錄於每卷新磁帶頭。至於資料檔的日期與終止符號處理均與原始電報類似，但為將來查詢方便，存錄與資料內容相同的日期。存檔內容則係將資料檔內 22 組資料原封不動的抄寫至磁帶，日後應用是祇需將磁帶以同樣方式寫回磁碟即可。

本計劃所使用磁帶型式為九軌（9 track），密度為 800 BPI (bytes per inch)，長度為 2400 呎，每捲磁帶約可存錄四天半的原始電報或十五天的氣象資料。

二、資料查詢

為便利日後自歷史資料庫中抽取所需資料以供研究應用，特別設計查詢程式分為兩部分，一為電報檔內原始氣象電碼的查詢；一為氣象資料檔內經過解碼、檢定、分類後的資料查詢，分述如下：

(1) 電報檔的查詢：由於電報檔內的時間為存錄電報的時間，故上午八時所錄之電報為前一日 1200 Z 至 2100 Z 的電報，而下午八時所錄之電報則為當日 0000 Z 至 0900 Z 的電報。如某人需查知某時間的某類電報，首先根據「原始報檔儲存紀錄」取出所需磁帶掛於磁帶機上，由控制臺輸入日期，查詢程式會比較原存錄日期將磁帶轉至存檔起點，再由控制臺輸入下述參數 (Parameters)：

(a) 電報類別：為一至二個英文字，例如 S 指地面電報，SM 指主要時間電報。如輸入空白則包含所有類別電報。

(b) 地區代碼：以兩個英文字母表示，例如

CI 指中國地區所有電報。如輸入空白，則包含所有地區電報。

(c) 觀測時間：以 4 個數字表示觀測的格林威治時間，兩位為日期，兩位為小時，例如 19 指 19 日的電報，1900 指 19 日 00 Z 的電報。如輸入空白則包括所有時間的電報。

(d) 測站號碼：為 1 至 5 個數字，例如 5 指 50 至 59 區的電報，46 指區號為 46 的電報，46692 指臺北測站。如輸入空白則包括所有的測站。

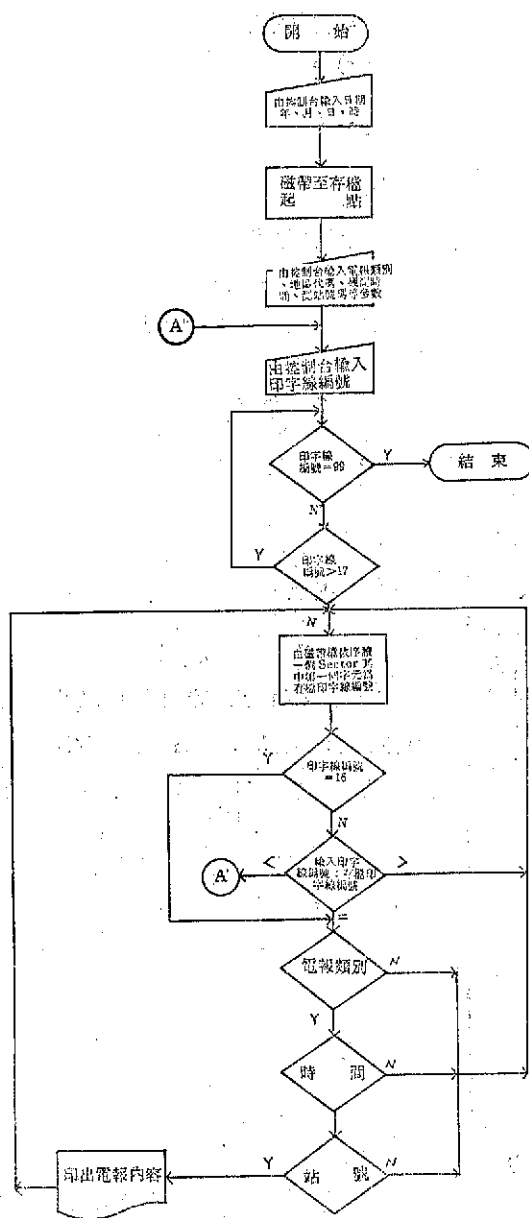
(e) 印字電報線編號：為小於 16 的兩位整數。若輸入 16 表示查詢所有電報線路。若輸入大於 16 的整數，則認為有誤，可再輸入一次。若輸入 99 則結束查詢作業。

經由控制臺輸入上述參數，磁帶檔查報程式依序 (Sequeuce) 每次讀一個 record，比較其中第一個字元，直至轉到所需的電報線，然後逐字找 ZCZC 或 NNNN 作為一組報的起點，以上述參數 (a) 且 (b) 且 (c) 且 (d) 為條件，將所需的原始電報由印字機 (或磁帶，控制臺) 依照原來編報資料之格式一一印出。其標準格式如下：

起始行	ZCZC	TPTK	nnn
報頭行	TTAA	CCCC	YYGGgg BBB
識別行	MiMiMj	Mj	
電 文

其中，ZCZC 為報頭，TPTK 為臺北發東京的電報，nnn 為流水號數，TT 為資料內容，AA 為區域代碼，CCCC 為編輯局代碼，YYGGgg 為資料日期及時間，MiMiMjMj 為資料識別碼，BBB 為使用於遲延 (RTD)，訂正 (COR)，修正 (AMD) 等電報，查詢程式流程如圖九所示。

(2) 資料檔的查詢：查詢資料檔時，先由控制臺輸入所欲查詢資料的日期，則查詢程式自動將是日磁帶上所存 22 組資料整個抄回磁碟；又因資料檔的設計為固定劃分磁碟空間，且各測站資料均依測站表順序排列於固定位置，所以應用者再由控制臺輸入所欲查詢資料的年、月、日、時 (標準時或中間時) 及資料類別 (地面或高空等壓面) 五個參數，經由必要之界面副程式 (Interface Subrou-



圖九 原始電報檔查詢程式流程圖

time)，即可迅速地將所需資料以標準格式印出 (附錄七)。高空資料內容計有 850mb, 700mb, 500mb 及 300mb 的測站代號、緯度、經度、高度 (gpm)、溫度 (°C)、溫度露點差、風向及風速 (節)、地面資料則含有測站代號、緯度、經度、氣壓 (毫巴)、溫度、露點溫度、風向、風速、降水量 (mm)、總雲量、能見度、現在天氣、過去

天氣、氣壓趨勢、氣壓變量、低雲量、低雲高、中雲高及高雲高。當其中數值為 36767 則表示資料漏失 (Missing)。

三、資料之申請與應用

(一)、資料之申請

本計畫的主要目的就是提供研究人員所需之氣象資料。申請人得向中央氣象局申請填寫「中央氣象局接受委託氣象技術服務申請表」及「氣象資料

申請表」兩種，如表四及表五所示。承辦人員則根據申請表填寫資料處理單一式兩份如表六，一份提供操作員使用，一份做為調用磁檔 (File) 使用。填表說明如下：

①中央氣象局接受委託氣象技術服務申請表一資料服務計費用。

1.委託者：填寫申請人姓名或機關名稱。

2.地址、電話：填寫委託者之地址及電話號碼。

3.委託事項：

表四 中央氣象局接受委託氣象技術服務申請表

案號：氣委 字 第 號 填表日期： 年 月 日

委託申請人填寫	委託者		地址		電話		
	委託事項	1.理由及用途	<input type="checkbox"/> 1.計算工作天雨量資料 <input type="checkbox"/> 2.學術研究 <input type="checkbox"/> 3.天氣證明 <input type="checkbox"/> 4.一般參考 <input type="checkbox"/> 5.				
		2.地名					
		3.項目					
		4.起止時間	民國 年 月 日 時起至 年 月 日 時止				
取件方式： <input type="checkbox"/> 1.郵寄 (請附郵資) <input type="checkbox"/> 2.自取 (請以√符號選擇取件方式)							
服務項目		單價	數量	總價	服務費收據字號	收款人簽章	
					附註： (一)本件收費係根據民用氣象測站管理及氣象資料申請辦法第十五條之規定辦理。 (二)一般取件時間自納費日起七天內領取。(特別繁雜者不在此限)。 (三)本局聯絡電話：3713181轉255號。 (四)表內粗體字委託者欄請簽名蓋章。 (五)本局郵政劃撥專戶為：2797號。		
合計新台幣		萬	千	百	拾	元整	
委託申請人簽認	委託者同意繳納上列各項服務費，委託貴局辦理氣象技術服務。						
	委託者：國民身份證統一編號：				簽章		
(如係機關社團由代表人簽署)							
局長		主辦單位		經辦人			

茲向 中央氣象局 領到上表氣象資料 份 此據

委託者：(簽章)

年 月 日

國民身份證統一編號：

表五

氣象資料申請表

理由及用途	地名	項目	起 止 時 間	民國 年 月 日 時 起 至 年 月 日 時 止	<input type="checkbox"/> 1. 計算工作 <input type="checkbox"/> 2. 學術研究 <input type="checkbox"/> 3. 天氣證明 <input type="checkbox"/> 4. 一般參考 <input type="checkbox"/> 5. 其他	本人申請右列氣象資料，請惠予供應為荷。 此致	中央氣象局
							申請人姓名： 國民身分證號碼： 地址： 簽章：

1. 同一表與方式填寫。
2. 由提供資料單位留存。
- ③資料處理申請單（一式二份）一資料處理作業用，由提供資料承辦人員按以上二表填寫。
 - (1)申請單位：承辦人員所屬單位中央氣象局各組室之名稱。
 - (2)申請人：申請人姓名。
 - (3)優先號碼：緊急作業時，經主管單位主管簽章後使用。
 - (4)作業代號：查閱程式作業說明書填寫。
 - (5)預估時間：估計所需使用 CPU 之時間，以分鐘為單位。
 - (6)正式作業或測試：資料供應以正式作業為主。
 - (7)連絡電話：申請人（承辦人）之連絡電話。
 - (8)操作區代號：按作業系統說明填寫。
 - (9)印出條件：按程式說明中之要求填寫。
 - (10)使用設備：OOC 為讀卡機，OOE 為印表機，OIF 為控制臺打字機。
 - (11)日期：填寫申請之日期。
 - (12)資料名稱、項目、時間及代號：按表填入資料名稱、項目、時間，再查閱程式作業說明書填入代號，查閱磁帶目錄填寫磁檔編號，以便向磁檔管理人員調用磁檔。
 - (13)資料管制：管制人員簽章。
 - (14)時間安排：同上。
 - (15)機器操作：操作完成由操作員簽章。
 - (16)通訊欄：根據操作手冊或程式手冊，程式人員（承辦人）與操作人員溝通訊息，將特殊問題或程序列入，做為操作員操作時之根據。

(二)、應 用

在此列舉幾個實際的例子，用以說明氣象資料庫應用的情形：六十八年五月七日循中央氣象局預報中心請求，由原始報檔內查詢兩分電報，一分由第七條收報線（RJ TZ）查美軍在太平洋的飛機偵察報告，另一分為太平洋的颱風警報資料，於一分鐘內查得此報，經比較無誤。又中央大學大氣物理研究所要求查詢六十八年二月十六日至廿五日 00 Z 及 12 Z 的地面及高空原始電碼，其中除了三月廿日及廿一日因硬體故障電報漏失外，其餘均依時間（00 Z 或 12 Z）及報類（地面或高空）印於報表紙上。空軍氣象中心亦曾要求代查六十八年十一月廿日至廿二日大陸區的 TTAA，

(1)理由及用途：可選其一。

(2)地名：可選某站名稱或某區區號。

(3)項目：可填寫原始電報或氣象資料，或地面觀測或高空資料等。

(4)起始時間：填寫申請資料之起迄時間。

4. 取件方式：可拘選郵寄或自取。

5. 服務項目：由中央氣象局服務科經辦人填寫。

6. 委託申請人簽認：委託者簽章。

7. 最後隨資料與本表一併送服務科。

②氣象資料申請表一資料供應作業用。

表六 資料處理申請單

爲守視天氣變化，全球各地高空及地面觀測站漸有增加趨勢，但也有少數被淘汰者，因此對於各地有觀測報告的測站實有重新統計之必要。原始電報經過解碼之後，識別其爲高空報告，地面報告或船舶報告，倘高空與地面測站代號分別累計其出現次數。經過一段時間後取出各測站代號出現次數較多者，印出全球高空測站表及全球地面測站表，以爲將來查詢電報之參考。至於氣象資料檔所依據的測站表，乃爲優先選取出現次數較多，且不會因測站選取不當而填圖時造成天氣符號重疊的情形，分成東亞區高空測站表東亞區地面測站表（附非東亞區高空測站表，以及非東亞區地面測站表這些測站表對將來重繪天氣圖底圖的測站選取將有所助益。又爲將來研究臺灣附近較小範圍天氣現象之需，考慮增加氣象資料檔內地面觀測資料，因此地面測站表自民國 69 年 2 月 26 日起有所修正，將臺灣地區所有測站均納入測站表內，並增加 58. 59. 47. 48. 91. 98 等區的測站數目。

氣象資料庫自正式建立以來，迄今已逾一年，力求完整地保存資料，但由於下述原因(1)軟體故障(2)硬體故障(3)停電(4)線路故障(5)磁帶故障(6)人為損壞(7)維護機器或測試程式，仍不免發生資料漏失。因為軟體系統在測試階段難免有誤差，又因使用的機器為小型電腦，情況更為複雜，故起初故障為資料漏失之主因，經不斷改進，於六十年十二月以後，顯然獲得改善。此外對於硬體的維護及人員的訓練有待加強，又採取下列措施：

由於 ADAPS 的小型電子計算機受到基本限制，故無監視顯示系統，對於收報線的正常與否無法立即顯示。如某條電報線故障或因外線的正負極顛倒，因而無法正常收報時，也許經一長時期的作業後才可能發現，爲了彌補這項缺點，而有了檢查程式的設計。

此程式除了可檢查由前一次執行起到目前為止，某條線起有無資料進入外，如某條電報線收到的信號不佳或錯誤達 5 % 以上時，亦可輸出訊息，俾供操作人員採取適當行動，以維資料之完整性與正確性。

此程式通常於作業流程中每日執行四次，如有必要亦可隨時執行之。

(二)作業系統的復舊 (Recovery) 與切換 (Switch)

資料庫資料的完整可靠與否，端視作業系統可靠性與持續性的高低而定。ADAPS 偶而會因電源中斷、設備及軟體系統的故障，以及操作不當等因素，使資料庫遭受損失。為了使損失程度降至最低，並於最短時間內恢復正常作業，除了將來擬購置 UPS (uninterrupt power supply) 不斷電系統排除電源中斷的問題，並加強軟、硬體的維護，提高計算機的可靠性，加強人員的訓練外，建議將來再買一套 ACM，使兩個收報系統同時進行收報，結果互相對照，以彌補現行單套收報系統因故障或維護所造成資料的缺失。在未達到兩套收報作業系統同時作業前，系統的復舊與切換是非常重要的。

在 ADAPS 現有設備限制下，我們設計了復舊與切換程序。復舊是對同一套機器而言，而切換則指將作業移轉至備用系統執行。當存於固定磁碟上的作業系統已被破壞，而此種破壞並非磁碟機的故障所造成，此時可做系統的復舊。將事先存於磁

帶或磁碟上的系統，抄到固定磁碟上，繼續作業；如作業系統被破壞時，足以影響作業的硬體故障，此時須做切換處理，由備用系統執行作業，除作復舊處理外，須將原儲存收報資料的可移磁碟拿至備用系統，繼續進行收報作業。

除了上述解決方案外，限於人力目前尚無法處理電報檔資料重複的去除工作，中央氣象局資料處理將於六十九年度購進一臺具有 Data Base Software 的電子計算機器，處理資料極為方便，屆時必可解決此一問題。

在洋面資料的補充，曾去函美國艦隊數值天氣中心 (Fleet Numerical Weather Central) 希望蒐集北太平洋區1979年每小時或每三小時之艦艇氣象觀測紀錄。但該中心於十一月六日表示已將該函件轉至美國國家氣候中心 (National Climatic Center)，而美國國家氣候中心曾函覆北太平洋船艦天氣紀錄之半年磁帶須價購計 225 美元，全年 450 美元，因計畫經費限制，未予購入。

氣象學報徵稿簡則

- 一、本刊以促進氣象學術之研究為目的，凡有關氣象理論之分析，應用問題之探討，不論創作或譯述均所歡迎。
- 二、本刊文字務求簡明，文體以白話或淺近文言為主體，每篇以五千字為佳，如長篇巨著內容特佳者亦所歡迎。
- 三、稿件請註明作者真實姓名、住址及服務機關，但發表時得用筆名。
- 四、譯稿請附原文，如確有困難亦請註明作者姓名暨原文出版年月及地點。
- 五、稿中引用文獻請註明作者姓名、書名、頁數及出版年月。
- 六、惠稿請用稿紙繕寫清楚，並加標點。如屬創作論著稿，請附撰英文或法、德、西文摘要。
- 七、本刊對來稿有刪改權，如作者不願刪改時請聲明。
- 八、惠稿如有附圖務請用墨筆描繪，以便製版。
- 九、來稿無論刊登與否概不退還，如須退還者請預先聲明，並附足額退稿郵資。
- 十、來稿一經刊登、當致薄酬，並贈送本刊及抽印本各若干冊。
- 十一、惠稿文責自負，詳細規定請據本學報補充稿約辦理。
- 十二、惠稿請寄臺北市公園路六十四號中央氣象局氣象學報社收。

(請參閱補充稿約)

肆、客 觀 分 析

(一) 客觀分析程式之驗證

摘 要

客觀分析之結果對於大氣狀況的掌握及數值天氣預報的準確性，具有很重要的影響力。本研究採用 1975 年 6 月 10 日格林尼治零時(0000GMT)的個案資料，來驗證 Barnes, Cressman, 及 Inman 客觀分析程式，而以主觀分析之結果，作為比較的標準。此主觀分析場係選用 Chen and Tsay (1977) 之梅雨報告中的分析結果。

為了更確定主觀分析的可信性，本研究進一步的作靜水檢定，靜力穩定度檢定及橢圓型條件的檢定，並計算渦度場 (Vorticity field) 及輻散場 (divergence field)，與天氣系統比較，用以確定分析場在垂直方向及水平方向的一致性，完成主觀分析精度之評估。三種客觀分析的分析場，除了與主觀分析場比較外，亦分別進行上述的檢定。

鑒於大氣的垂直速度在大氣現象中，如雲量之預報及研究，是很重要的參數，但由於在大幅度運動中其數值很小，不易由儀器直接測得，必須由其他氣象變數間接計算得到，而此計算結果對氣象變數的變化非常敏感，因此可利用各客觀分析的垂直速度計算結果，與實際天氣系統或衛星雲圖相比較，則可瞭解各客觀分析程式的分析能力。

本研究選用運動學法，準地轉 ω 方程式及線性平衡方程式等三種垂直速度計算法，計算主觀分析及三種客觀分析的垂直速度，並與 NOAA-4 紅外光衛星照片及雲量觀測資料比較。

一、導 言

近年來數值預報作業已進入自動化程序，各測站所傳送進來的氣象電碼，直接輸入電腦中解譯成氣象資料予以貯存，可隨時讀出使用。由於測站的分佈極不規則，對於大氣的分析工作，極不方便；另一方面，人為的天氣圖分析，在時效上無法作實際的應用。為了解決這些問題，於是便產生了客觀分析的觀念。客觀分析是把分佈不規則測站上的氣象變數資料，利用內插法轉換到排列規則的網格點上，所得到的網格點值，可作為例行天氣預報的初始值，或供繪圖機繪製實際天氣圖，分析大氣現象。

Bergthorssen 和 Döös (1955) 首先建立了客觀分析的基本概念，他們把網格點周圍之測站上的氣象變數資料作加權平均而求得該變數在網格點上之值。在進行客觀分析時，由於測站密度極不均勻，某些地區測站的分佈非常稀疏，嚴重影響分析的結果，因此在客觀分析中使用初次估計值，可減少許多在資料缺乏地區進行分析工作時所發生的困難。Bushby 和 Huckle (1956) 利用預報值作為初次估計值。Shuman (1957) 使用濾波器，減少分析場中的短波。Cressman (1956) 設計一種權重，考慮測站與網格點間之距離對分析值的影響，以提高分析結果的可靠性，此種權重已為美國氣象中心 (NMC) 使用於例行的天氣分析 (Mc Donell, 1962)。Inman (1970) 考慮到測站上風對權重的影響，將 Cressman 的權重加以修改，加重上風處與下風處的權重。Barnes (1973) 利用指數權重來分析中幅度的大氣現象，並指出這種權重的優點。Mc Farland (1975) 綜合 Inman 和 Barnes 權重的優點，設計一種非均質非等向性的權重，來分析暴雨環境。曾氏 (1976、1977) 利用變分最佳化原理，進行東亞天氣資料之高度場、溫度場和風場的分析，結果與主觀分析場至為接近。胡氏 (1977) 從事高空天氣圖客觀分析之研究，在分析高度場時，加入地轉平衡的假設，其結果顯示出高度場之客觀分析能夠相當準確地定出高低壓中心位置，等高線的梯度與實際觀測風速也能密切配合；溫度場的客觀分析，能正確定出冷暖區的位置，等溫線的型態大致與主觀分析相同。

客觀分析的結果，對於大氣狀況的掌握及天氣預報的準確性，具有很大的影響力，因此對於各客觀分析程式的優點及可信度應充分瞭解，以作為選用的依據，並期能作進一步的修正和改進。Peterson (1973) 比較 NMC 300 mb 高度分析程式及最佳內插法 ("Optimal" objective analysis) 的權重係數。Stuart (1974) 就北美地區，根據三種主觀分析及兩種客觀分析，分別計算垂直速度發現具有相似的數值和型態。Schlatter et al (1976) 就北半球地區，比較多元性統計分

析程式 (multi-variate statistical analyses) NMC 的 Cressman 分析程式及主觀分析程式的結果。Otto-Bliesner Baumhefner, Schlatter and Bleck (1977) 選用逐次校正客觀分析 (Successive-Correction objective analysis), 多元統計分析 (global statistical multivariate analysis), 等熵分析 (isentropic analysis) 和主觀分析等四種分析程式, 比較其分析場與觀測資料的配合程度及天氣系統定位的準確性, 研究結果發現客觀分析較主觀分析為佳, 客觀分析之誤差在觀測誤差之內, 而主觀分析則否, 此外在選用的三種客觀分析中, 400 mb 以下各層之分析場, 以逐次校正法及等熵分析程式較佳。

本研究選用 Barnes, Cressman 和 Inman 客觀分析程式, 作為驗證的對象, 並引用梅雨報告 (Chen and Tsay, 1977) 的主觀分析, 評估其精度, 而作為比較的標準。各客觀分析程式所得的分析場亦分別進行靜水檢定、靜力穩定度檢定、橢圓型條件的檢定, 以及比較其觀測風渦度場與地轉渦度場, 來檢定其分析場的合理程度。另一方面在大氣運動的診斷和預報研究, 以及雲量的判斷, 垂直速度是很重要的參數, 由於垂直速度在大氣幅度的運動中數值很小, 不易直接由現有的觀測儀器測得, 而必須由其他氣象變數如高度、溫度等資料計算求得。由於垂直速度的計算結果, 對於氣象變數之變化非常敏感, 因此將各客觀分析程式所得之資料, 計算出垂直速度, 再將計算結果與實際天氣系統或衛星雲圖比較, 以瞭解各客觀分析程式的分析能力。

垂直速度計算部份, 本研究選用運動學法, 準地轉垂直速度方程式及線性平衡方程式組等三種計算法, 分別計算出主觀分析及各客觀分析的垂直速度場, 再與 NOAA-4 紅外光衛星照片及雲量的觀測資料比較, 以確定其符合的程度。

二、客觀分析法

各測站上的高度、溫度和風等資料, 經各種檢定改正錯誤及補充漏失的資料後, 即可進行客觀分析的工作, 將測站上的天氣資料, 內插到網格點上。對於各氣象變數的分析, 除高度場的分析稍有不同外, 其他變數的基本分析法大致相同。本研究選用之 Barnes, Cressman 和 Inman 等三種客觀分析程式, 其基本架構相同, 係 Cressman

(1959) 所提出之逐次校正法, 而三種分析程式之主要差別在於使用的權重有所不同。分析方法分別在下面討論。

(一) 基本分析法

設 Z_k 為測站 k 上某氣象變數的觀測值, $Z_s^{\mu-1}$ 是測站 k 第 $\mu-1$ 次的分析值。 $D_k^{\mu-1}$ 為測站 k 上觀測值與第 $\mu-1$ 次分析值的差值, 即;

$$D_k^{\mu-1} = Z_k - Z_s^{\mu-1}$$

對某一網格點 (i, j) , 其校正值 C_{ij}^{μ} 可由影響半徑 R 之範圍內的 $D_k^{\mu-1}$ 值加權平均求得:

$$C_{ij}^{\mu} = \frac{\sum_{k=1}^N W_k D_k^{\mu-1}}{\sum_{k=1}^N W_k}$$

上式中, N 為測站數, W_k 為測站 k 的權重函數。將第 $\mu-1$ 次的分析值加上校正值, 即得到新的分析值。依此網格點上的分析值, 利用線性內插法 (圖 1.), 求得測站上的分析值 Z_s :

$$Z_s = Z_1 + (Z_4 - Z_1) \frac{\Delta y}{d} + (Z_2 - Z_1) \frac{\Delta x}{d} - (Z_1 - Z_s + Z_4 - Z_1) \frac{\Delta x \Delta y}{d^2}$$

圖中 1, 2, 3, 4 分別代表四網格點, k 代表測站, d 為網格長度。將測站上的觀測值與分析值比較, 若兩者差值的絕對值大於某最大容許差異值 s , 即 $|D_k^{\mu}| > s$ 時, 則可判斷此測站的資料有錯, 在進行下一次掃描時, 錯誤的資料捨棄不用。按照上述方法, 掃描三至四次, 即可得到分析的結果。

(二) 高度場分析

高度場的分析法與上節所述之方法相仿, 而高度的校正值為風觀測值與高度觀測值的函數。由於大幅度大氣運動保持準地轉平衡, 因此觀測風代表高度場的傾斜率。假設測站為等間距分佈, 則此測站所能測得的最短波長為測站間距的兩倍。根據抽樣定理 (Stephens, 1971), 假如在測站上同時測得某一變數的梯度, 則可縮短此些測站所能測得的最短波長, 亦即可定義幅度 (definable scale) 減小, 因此更能代表實際的天氣資料。雖然測站的分佈, 實際上極不均勻, 但原理仍是一樣, 同時使用高度與風的觀測值, 會使資料更具代表性, 尤其在資料缺乏的地區為然。

在分析高度時，有三種情形：(1)測站上只有高度記錄，(2)測站上只有風的記錄，(3)測站上兼有高度與風的記錄。在本研究中只論及(1)和(3)。

當測站只有高度記錄時，可直接求高度觀測值與分析值之差值， D_k

$$D_k = Z_k - Z_s$$

式中 Z_k 和 Z_s 分別為測站之高度觀測值與分析值，求得 D_k 後，再依照第一節所述之分析法進行分析。

若測站兼有高度和風的記錄，則

$$D_k = Z_k + \left(\frac{\partial z}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial z}{\partial y} \Delta y \right) - Z_{ij}$$

式中 Z_{ij} 為網格點之分析值， $\frac{\partial z}{\partial x}$ ， $\frac{\partial z}{\partial y}$ 分別為 x 和 y 方向的高度梯度，可利用地轉風的關係式由觀測風求得：

$$\begin{aligned} \frac{\partial z}{\partial x} &= \frac{1.08f}{m\sigma g} v \\ \frac{\partial z}{\partial y} &= \frac{1.08f}{m\sigma g} u \end{aligned}$$

上二式中 f 為科氏參數， σ 為地圖投影變形因子， m 為地圖比例尺， g 為重力加速度。 u, v 各為觀測風在 x 及 y 方向上之分量，常數 1.08 是地轉風對觀測風之平均比例。

根據上述的方法，即可求得網格點上的分析值，重覆掃描三至四次，逐次縮小影響半徑，以使較短波重現在分析場上。

(一) 權重函數

(1) Cressman (1959) 之權重函數

Cressman (1959) 使用的權重函數較簡單，與測站至某一網格點間之距離有關，即：

$$w_k = \begin{cases} \frac{R^2 - d_k^2}{R^2 + d_k^2} & d_k \leq R \\ 0 & d_k > R \end{cases}$$

式中 R 為影響半徑， d_k 為測站與網格點間之距離， W_k 只取正值，因此當測站位於影響半徑之外時，即 $d_k > R$ ，則

$$W_k = 0$$

(2) Inman (1970) 之權重函數

Inman 考慮風對權重的影響，修改 Cress-

man 的權重，加重上風處與下風處之權重，即：

$$W_k = \frac{R^{*2} - d_k^2}{R^{*2} + d_k^2}$$

$$R^{*2} = R^2 (1 + \beta \cos^2 \theta)$$

θ 是風向與網格點至測站方向角間的夾角 (圖 2.)

β 值可由下式推定：

$$\beta = \frac{bc}{c^*}$$

式中 c 為風速， c^* 為最大風速， b 是常數，一般均定為 1。

(3) Barnes (1973) 之權重函數

Barnes 使用的指數權重即：

$$W_k = \frac{1}{4\pi K} \exp\left(-\frac{d_k^2}{4K}\right)$$

式中 K 為濾波參數，在進行分析時， K 值的選定必須適當， K 值若取太大，則會發生修勻過度的現象；反之若取太小，則可能超過電子計算機所能負荷的限度。在本研究中， $4K$ 值定為 0.8cm^2 ，若以地球上的距離來表示，則 $4K$ 等於 18000km^2 ，即假設測站資料影響的幅度為 135km 。

Barnes 並指出此種權重函數具有下列優點：

(1) 濾波參數 $4K$ 可以事先繪定，因此反應函數亦可以事先知道。

(2) 由於指數權重函數隨測站與網格點的距離增加而趨近於零，因此測站上的資料可以影響到各處的網格點。

(3) 本指數權重具有濾波效果，可以濾去雜波，而不需再使用濾波器。

(4) 使用指數權重，只需掃描一次即可，可以節省許多時間。

(四) 初始估計值

初始估計值即 $Z_{ij}^{(0)}$ 和 $Z_s^{(0)}$ ，在進行分析之初，無分析值可用，因此必須引用初始估計值，此估計值可用氣候值，十二小時前的分析值或預報值。Cressman (1959) 進行高度分析時，850 mb 定壓面之分析，以 500mb 之高度減去 500-850mb 厚度作為初始值；500 mb 定壓面之分析，則以十二小時前之預報值為初始值；300 mb 定壓面之分析，以 850 mb 及 500 mb 高度外插所得之高度值，作為初始值。McDonnell (1967) 曾比較各種客觀分析的初始估計值。初始估計值的選定非常重

要，尤其是資料缺乏的區域，若初始估計值選擇不當，則分析場不一定會收斂。曾氏 (1976) 在東亞地區天氣資料變分客觀分析之研究中顯示風場的初始估計值定為零，所得的結果非常不好，若改用地轉風時，則分析之結果較好。

基於方便起見，本研究中，溫度和高度的初始估計值定為零，風的初始估計值定為地轉風。

三、分析場的檢定法

測站的氣象觀測資料，在觀測、編碼、傳送、譯碼等一系列的過程中，其中部份資料，可能由於觀測偏差，編譯電碼不慎或通訊線路不穩定而產生錯誤。以中央氣象局臺北氣象測站至東京點間的通訊線路為例，日本氣象廳將氣象資料由自動編輯切換系統 (Automatic data editing and Switching system)，經通訊衛星線路傳送至臺北，此線路通訊信號之傳送，相當穩定，少有干擾發生，但仍有 10% 至 15% 之高空測站資料錯誤或漏失 (胡，1977)，因此對氣象資料的輸入，應先加以檢定，以濾除可能的錯誤資料，並提高各測站資料的可信度。

本研究所用之資料，在分析前並未進行檢定工作，而只作人為的除錯和訂正。對於分析結果，為了確定其垂直和水平方向的內部一致性，所以將分析場進行靜水檢定，靜力穩定度檢定及橢圓型條件的檢定，而所得之檢定結果亦可反映出各氣象資料垂直和水平方向之一致性。

(一) 靜水檢定 (hydrostatic check)

假設大氣滿足靜水平衡 (Inman 1968)，在 i 及 $i+1$ 層定壓面上，應滿足下列關係式：

$$\Delta H_i = H_{i+1} - H_i \\ = \frac{R}{2g} (T_i + T_{i+1} + 546.3) \ln \frac{P_i}{P_{i+1}}$$

其中 g 為重力加速度， R 為氣體常數， P_i ， T_i 分別為 i 層的氣壓值和溫度值 ($^{\circ}\text{C}$)， ΔH_i 為靜水平衡時的厚度理論值。設 δ 為實際厚度值與理論厚度值的差值，即

$$\delta_i = h_{i+1} - h_i - \Delta H_i$$

h_i 及 h_{i+1} 分別為第 i 及 $i+1$ 層之高度觀測值。若 δ_i 的絕對值小於最大容許差異 Δ_i ，即 $|\delta_i| < \Delta_i$ ，則第 i 層滿足靜水平衡。各標準層厚度的最大容許差異如表一。當 $|\delta_i| > \Delta_i$ 時，則第 i 層

不滿足靜水平衡。因為大幅度大氣運動應滿足靜水平衡，如果不滿足靜水平衡的區域太大，則表示主觀分析場或客觀分析場不太合理。

(二) 靜力穩定度檢定 (static stability check)

當氣溫之遞減率大於乾絕熱遞減率時，則大氣呈不穩定狀態，而產生對流作用。大氣各層之靜力穩定度 σ ，可由下式求得：

$$\sigma = -\frac{\alpha}{\theta} \frac{\partial \theta}{\partial P}$$

式中 α 為大氣的比容， θ 為各定壓面之位溫，即

$$\theta = T \left(\frac{1000}{P} \right)^{\kappa/\alpha_p}$$

此處 T 為觀測溫度， C_p 為定壓比熱， R 為氣體常數。當上層之位溫小於下層之位溫時，大氣呈不穩定狀態。除了近地層之外，大氣應當都是處於靜力穩定狀態。因此不論主觀分析場或客觀分析場中，若靜力不穩定的地區出現太多時，可以判斷主觀分析或客觀分析場在垂直方向不能維持內部一致。

(三) 橢圓型條件 (ellipticity condition)

利用原始方程式進行短期的天氣預報時，質量場和風場的初始平衡非常重要。在進行初始化時，一般都用平衡方程式由高度場求得旋轉風，由連續方程式求得輻散風。非線性平衡方程式的形式如下 (Haltiner, 1971)

$$\nabla \cdot f \nabla \psi + 2 (\psi_{xx} \psi_{yy} - \psi_{xy}^2) = \nabla^2 \varphi$$

上式中流線函數 ψ 是未知數，這是 Monge-Ampere 型偏微分方程式，由於邊界條件是 Dirichlet 型，因此平衡方程式必須為橢圓型才有解。上式的橢圓型條件為 (Haltiner, 1971)：

$$\nabla^2 \varphi - \frac{g}{f} \nabla \varphi \cdot \nabla f + \frac{f^2}{2} > 0$$

在求流線函數時，高度場必須滿足上列橢圓型條件，才能得到解，因此橢圓型條件可說是高度場的一種約束條件。若高度場不能滿足橢圓型條件，則高度場必須加以修改，才能求出流線函數。非橢圓型資料大部份出現在資料缺乏的地區以及強烈的反氣旋地區。

四、垂直速度計算法

垂直速度的計算，最常用的方法有三種：(1) 運

動學法，利用連續方程式，由水平風的觀測值求得。此法的計算最簡單，靜水平衡是唯一的假設，但如果風的觀測值不準確或水平輻散的計算有誤差時，則由底層的垂直速度求上層的垂直速度時，所作的垂直積分，必產生誤差的累積，若未加以適當的校正，則必然得到不合理的數值。(2)絕熱法，利用熱力學方程式，由水平風和溫度的觀測值求得，計算也很簡單，唯一的假設是絕熱過程，而當非絕熱效應具有影響時，則所得的垂直速度，誤差會很大。此外當大氣的溫度遞減率接近乾絕熱遞減率時，所得的垂直速度亦不準確。(3)動力學法，利用準地轉方程組或平衡方程組的 ω 方程式，由等壓面的高度值求得。此法的優點在於只利用等壓面上的高度值，而高度值是氣象變數中較準確的觀測值，其缺點在於計算極為繁雜，必須解一橢圓型偏微分方程式，且要考慮摩擦及加熱效應的影響。

Miller 和 Panofsky (1958) 指出垂直速度的計算，運動學法較其他方法為佳。Danard (1964) 發現若不考慮潛熱的釋出，在 600 mb 以下各層，由準地轉方程組所得到的垂直速度只有運動學法之結果的四分之一。Wilson (1976) 比較絕熱法與運動學法計算所得的垂直速度，結果他發現以絕熱法求得之 100 mb 處的垂直速度，作為頂層邊界條件來修正運動學法之結果。經此修正後，與實際天氣特性最為配合。Vincent Bossingham 和 Edmon (1976) 就運動學法與準地轉 ω 方程式所計算之垂直速度作比較，發現運動學法所求得之結果較佳，用準地轉 ω 方程式所得之垂直速度場與天氣系統不完全吻合，而且顯示出垂直運動相當微弱，其最大值僅為運動學法之五分之一。美國國家氣象中心，已經用運動學法代替 ω 方程式，以計算垂直速度。

本研究中，選用運動學法，準地轉 ω 方程式及線性平衡方程式等三種計算法，分述如下。

(一)運動學法

運動學法是利用連續方程式，在兩等壓面之間積分求得垂直速度，其唯一的假設為靜水平衡。在等壓座標上，連續方程式可寫為：

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial p} = 0 \quad (1)$$

式中 u , v 分別為風速度在 x 及 y 方向上的分量， ω 為垂直速度，定義為 $\omega = dp/dt$ ，由(1)式

就某一大氣層 Δp ，予以積分，即：

$$\omega_p = \omega_{p+\Delta p} + \int_p^{p+\Delta p} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) dp \quad (2)$$

令 D_k 為大氣層 Δp 之平均輻散，可由 u, v 的觀測值求得：

$$D_k = \int_p^{p+\Delta p} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) dp \quad (3)$$

(2)式可改寫為：

$$\omega_k = \omega_{k-1} + D_k \quad (4)$$

式中 ω_k , ω_{k-1} 分別為大氣層 Δp 上界面與下界面之垂直速度，見圖 3，令 ω_0 代表大氣柱底部的垂直速度，此為一特定值，則(4)式可改為：

$$\omega_k = \omega_0 + \sum_{k=1}^K D_k \quad (5)$$

由(5)式可求得任何較高層次的垂直速度。

運動學法的計算，係由下往上垂直積分，故不需四周邊界條件，其網格垂直結構如圖 4，但由於在積分時，誤差會發生累積，使得頂層所得的垂直速度會有不合理的現象，因此需要頂層邊界條件，作為修正之用。

由(5)式可求得各層的垂直速度，底層的垂直速度，係採用梅雨報告 850 mb 之垂直速度計算結果(圖 9)；頂層邊界條件係假設 10 mb 層之垂直速度為零，即 $\omega_T = 0$ 。利用此上下邊界條件來修正計算所得之垂直速度。因 ω 值是在兩定壓層之間層計算，所以計算出結果後，再內插至各定壓層上。

(二)準地轉垂直速度方程式

準地轉垂直速度方程式由熱力學方程式及渦度方程式消去 $\partial \zeta / \partial t$ 項而導出，本研究不考慮非絕熱加熱及摩擦的效應。準地轉垂直速度方程式的形式如下式 (Haltiner 1971)。

$$\sigma_s \nabla \omega + f^2 \frac{\partial^2 \omega}{\partial p^2} = \frac{\partial}{\partial p} J(\varphi, f + \zeta) - \frac{1}{f} \nabla^2 J \left(\varphi, \frac{\partial \varphi}{\partial p} \right) \quad (6)$$

式中各符號的定義如下：

σ_s ：各層平均靜力穩定度。

$$\sigma_s = -\frac{\alpha}{\theta} \frac{\partial \theta}{\partial p} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \ln \theta}{\partial p} \quad (7)$$

f_0 ：平均科氏參數

φ : 重力位

ζ : 渦度

θ : 位溫

ρ : 空氣密度

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j}$$

$$J(a, b) = \frac{\partial a}{\partial x} \frac{\partial b}{\partial y} - \frac{\partial b}{\partial x} \frac{\partial a}{\partial y}$$

(6)式中，左側項為 ω 作一三維之 Laplacian，相當於 ω 乘上一個負值係數，右側第一項是絕對渦度平流的垂直變化；右側第二項為溫度平流的 Laplacian。 ω 方程式分為右側之兩項，由於此兩項並非獨立的，因此有可能導致錯誤的結果 (Trenberth, 1978)。靜力穩定度 σ_0 為壓力的函數，在 x, y 方向上為一常數。準地轉 ω 方程式中，若 σ_0 為正值，是為橢圓型偏微分方程式，可用緩和法求解。利用此方程式求垂直速度，需要四週及上下邊界條件。

本研究中，準地轉 ω 方程式之網格垂直結構，圖5，以運動學法之計算結果作為四週及上下邊界條件。先利用觀測高度及科氏參數 f ，求得渦度；求出各層之靜力穩定度；而後解準地轉 ω 方程式，求得兩定壓層之間的垂直速度，再內插到各定壓層上。

(二) 線性平衡方程式組

線性平衡方程式組係由渦度方程式，熱力學方程式及輻散方程式所導出，本研究中不考慮摩擦效應及加熱效應。線性平衡方程式組的形式如下 (Haltiner, 1971):

$$\nabla^2 \frac{\partial \varphi}{\partial t} + J(\varphi, \zeta + f) + \nabla x \cdot \nabla f = f \frac{\partial \omega}{\partial p} \quad (8)$$

$$\nabla \cdot (f \nabla \varphi) = \nabla^2 \varphi \quad (9)$$

$$\nabla^2 x + \frac{\partial \omega}{\partial n} = 0 \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \nabla^2 (\sigma \omega) + f^2 \frac{\partial^2 \omega}{\partial p^2} \\ = f \frac{\partial}{\partial p} [J(\psi, \zeta + f) + \nabla f \cdot \nabla x] \\ - \nabla^2 \left[J(\psi, \frac{\partial \varphi}{\partial p} + D x \nabla \frac{\partial \varphi}{\partial p}) \right] \\ - \nabla f \cdot \nabla \frac{\partial^2 \psi}{\partial p \partial t} \end{aligned} \quad (11)$$

上述各式中：

f : 科氏參數

ψ : 流線函數

φ : 重力位

$\varphi = g z$

σ : 靜力穩定度

ζ : 渦度

x : 速度勢函數

δ : 輻散

線性平衡系較地轉 ω 方程式更複雜，必須解三個橢圓型方程式。網格垂直結構與準地轉 ω 方程式同，另外，上下四週的邊界條件亦採用運動學法之結果。

五、資料來源及天氣狀況

(一) 資料來源

本研究個案資料係1975年6月10日格林尼治零時高空資料，計有220個測站的觀測資料，範圍約在 $10^\circ N$ 至 $60^\circ N$ ， $70^\circ E$ 至 $160^\circ E$ 之間，此區域包括中國、蒙古、日本、韓國、中南半島及西太平洋區。

所蒐集的高空資料包括高度、溫度、露點溫度、風向及風速等觀測值，其垂直層次計有六層，即850 mb、700 mb、500 mb、300 mb、200 mb及100 mb等定壓層，其中露點溫度只有850 mb、700 mb及500 mb三層資料。另外還有1000 mb之高度場。

資料在傳遞之間，可能由於編譯電碼不慎或通訊線路不穩定而造成資訊的錯誤，因此在分析前，先經除錯，並在可能的情況下，予以更正。

所使用的網路系統為 20×19 ，中心點在 $30^\circ N$ 、 $120^\circ E$ ，網格點間之距離對應於地球表面時，約為240公里。

(二) 天氣狀況

圖8為海平面氣壓場，圖中虛線代表鋒面。蒙古高氣壓盤踞於蒙古及華北附近，另一高壓脊由鄂霍次克海向西南延伸進入中國東部；在此兩高壓系統之間有一鋒系存在。副熱帶太平洋高壓向西南延伸，進入西南太平洋，在鄂霍次克高壓脊和太平洋高壓脊之間，有一半滯留鋒，由日本東南方，向西南延伸，經過臺灣而進入華南，此一鋒系即為梅雨鋒。

850 mb 之環流系統，圖 11(a)，其大致情形與地面系統相仿。在中緯度之槽線，其位置與地面鋒系相一致；另外對應於梅雨鋒的槽線，其位置稍向梅雨鋒之西北方偏離。沿此槽線，中國東南部及東海地區之氣壓梯度甚微弱。到 700 mb 時，日本海上方有一封閉低壓環流，對應於梅雨鋒之槽線，由此低壓中心，向西南延伸，經臺灣北部附近，達於中國西南。此槽線隔開了中緯的高壓系統及太平洋高壓脊。此時太平洋高壓涵蓋華南及南中國海；另外，在中緯區之槽線，其位置偏向 850mb 槽線之西側。

在 500 mb 上，對應於梅雨鋒之槽線，由日本海上方的低壓中心向西南延伸至臺灣附近；中緯槽則偏於 700 mb 槽線位置之西側。中國東北有一封閉高壓系統；另外在南中國海亦有一封閉高壓系統，此高壓系統與太平洋高壓脊之間的槽區，位於臺灣及菲律賓之東方。

300 mb 以上，日本海上之低壓槽，漸呈寬廣，槽線由此向西南延伸，到達臺灣北部附近；太平洋高氣壓漸東退，中國西南則出現高壓系統；中緯槽強度漸弱，至 100 mb 時已告消失。

此一時間，一連續的雲帶，涵蓋日本東南方，琉球，臺灣及華南一帶。根據 NOAA-4 衛星雲圖顯示，以臺灣北部一帶雲層最厚；另外緬遠、陝西一帶亦為雲帶所覆蓋。

六、主觀分析精度之評估

本研究驗證客觀分析時，選用 Chen and Tsay (1977) 之梅雨報告的主觀分析場，作為比較之標準。在該報告中，使用 158 站測站資料，這些測站即本研究選用測站的主要部份。此 158 站的觀測資料，先經主觀除錯及訂正，而後在定壓層上進行主觀分析，並利用剖面圖協助分析。另外用等風速線及等風向線來輔助資料缺乏區域的分析，最後利用修勻法將分析場予以修勻而濾除場中的雜波。經此處理後所得之高度場、風速場及溫度場，大致滿足地轉風、梯度風和溫度風的平衡。

由於主觀分析場在本研究中作為比較之標準，因此，對於主觀分析的精度，應有相當的瞭解，以免比較之工作失去意義。首先就主觀分析場，進行靜水檢定，靜力穩定度檢定和橢圓型條件之檢定。靜水檢定及靜力穩定度檢定計分為 850—700 mb，700—500 mb，500—300 mb，300—250 mb，

250—200 mb，200—150 mb，150—100 mb 等八層。結果計有 14% 未通過靜水檢定，1% 未通過靜力穩定度檢定。各層未通過靜水穩定及靜力穩定度檢定的網格點數如表() 所示，由表中的結果可看出，除 300—250 mb 及 250—200 mb 層之外，其他各層未通過檢定的網格點數，所佔的比例極小，尤其是靜力穩定度檢定，除上述二個層次外，其他各層均全數通過檢定，而且這些未通過檢定的網格點，大部份均分佈於分析場的周圍，此係受資料不足所影響。在 300—250 mb 及 250—200 mb 二層中，分別有 140 及 118 個網格點未通過靜水檢定；12 及 4 個網格點未通過靜力穩定度檢定。此二層未通過靜水檢定的網格點，其分佈的型態，大致相似，根據檢定的原理，可推斷 250 mb 之主觀分析場，不甚理想。

圖 41(a) 至 41(e) 為橢圓型條件檢定之結果，圖中的陰影區為非橢圓型條件區域。在 850 mb，700 mb，500 mb 層，非橢圓型條件區域大部份集中於菲律賓附近的洋面上，850 mb 的圖例略而未予標示。300 mb，200 mb，100 mb 各層，雖然非橢圓型條件區域漸漸擴大，但仍以低緯地區較為密集。因此可知非橢圓型條件區出現的頻率，以低緯地區之洋面上為最高，此係因為洋面上測站密度非常稀疏所致。就垂直方向而言，非橢圓型條件區出現的頻率隨高度增加而增高。根據此檢定，可知中緯地區的主觀分析場相當合理，而低緯地區雖然相當數量的網格點無法滿足橢圓型條件，但由於該地區的測站資料密度極稀，因此不能因無法滿足橢圓型條件而完全否定此些網格點值的可信性。

就整個天氣系統而言，有兩條主要槽線，一條是由日本附近向西南延伸，經臺灣而進入華南，此槽線對應於地面系統的梅雨鋒；另一條則是居於蒙古高壓與鄂霍次克高壓間的中緯槽。低緯地區則為高壓所涵蓋。

圖 37(a) 至 37(f) 為觀測風渦度場與水平輻散場，圖中實線代表渦度場，虛線則為輻散場，單位為 10^{-5} sec^{-1} ，分析時間隔為 2 單位，在 850 mb 層上，氣旋型渦度場 (cyclonic vorticity) 位於日本九州南方，中心最大值 $4.1 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ ，其軸線向西南延伸，經臺灣北部，沿長江流域南側到達四川，此軸線大致位於 850 mb 槽線的南側。水平輻合區的位置大致與此相同，但其中心最大值位於長江中游， $-5.6 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ 。另一氣旋形

渦度場位於蒙古，其中心最大值為 $5.3 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ ，大致位於中緯槽之上，在此區域亦有一水平輻合區，其數值較小。在中國北部及西北，為反氣旋型渦度場 (anticyclonic vorticity)，數值較小；另一反氣型渦度場位於西南太平洋。此兩渦度場均伴有水平輻散場，且與脊線的位置相配合。

700 mb 之型態與 850 mb 大致相仿，兩個主要的氣旋型渦度場及輻散場，均能與槽線位置相配合，唯相對於中緯槽的渦度場，其中心最大值偏高，達 $7.6 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ 。一反氣旋型渦度場在西南太平洋，與向西南延伸的太平洋高壓脊相配合。500 mb 層上，在日本附近的氣旋型渦度場，位置較 700 mb 之位置北偏，最大值為 $6.2 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ ，此渦度場大約位於 500 mb 槽線之南側。在蒙古有一氣旋型渦度場及水平輻合場其最大值分別為 $7.1 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ 和 $-3.6 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ ，其位置與中緯槽的位置一致。中國東北有一反氣旋型渦度場，最大值 $-4.9 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ ，與一高壓脊的位置相配合。低緯地區幾為反氣旋渦度場所涵蓋，此與低緯的高壓系統相符合。

300 mb 之渦度場的型態與 500 mb 之渦度場，大致相似，但值較大。氣旋型渦度最大值 $10.5 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ ，位於對馬海峽；另一最大值則在蒙古， $7.9 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ 。整個渦度場的配置與高度場極為配合。200 mb 層與 300 mb 的型態相似，但渦度值較大。另在低緯地區又出現氣旋型渦度場。100 mb 之渦度場較接近 300 mb，但渦度值甚低，氣旋型渦度最大值為 $5.8 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$ ，位於日本海，與高度場之槽線相配合。

除了觀測風渦度場外，還計算出地轉渦度場，根據零線的分析，發現各定壓層上，兩種渦度場上氣旋型、反氣旋型渦度場的配置，非常相似，由此顯示出高度場與風場相當配合。

在理論上，高度場與風場可作相互的轉換，因此，根據風場所求得的高度場，應與實際高度場相一致，本研究選用 500 mb 的觀測風的渦度，求得流線函數

$$\nabla^2 \psi = \zeta = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$$

然後再利用非線性平衡方程式以求得高度場

$$\nabla^2 \phi = \nabla \cdot (f \nabla \psi) + 2 (\psi_{xx} \psi_{yy} - \psi_{xy}^2)$$

計算時以高度觀測值作為邊界條件。

經此運算後所得的結果如圖 10，其高低壓中心強度稍弱於主觀分析 500 mb 高度場，但兩者在型態上極為相似。根據此一比較結果，可以論定主觀分析的 500 mb 高度場和風場在水平方向上可保持內部的一致性。

七、主觀分析場之垂直運動結構

主觀分析利用運動學法求得各定壓層之垂直速度場，分別如圖 9，24(a)至 28(b)。850 mb 之垂直速度場，其上升氣流區涵蓋日本、琉球、臺灣及長江流域以南的地區，大致偏於梅雨槽之南側，在臺灣南部及海南島附近各有一最大上升氣流中心，其速度各為 $-1.0 \mu b \text{ sec}^{-1}$ 及 $-1.6 \mu b \text{ sec}^{-1}$ 。在蒙古中部之上升氣流，位於中緯槽之東側，其最大上升速度為 $-1.7 \mu b \text{ sec}^{-1}$ 。雲貴高原一帶，上升氣流極為旺盛，最大值達 $-3 \mu b \text{ sec}^{-1}$ 。下降氣流區分佈於黃海、中國東北及菲律賓東方的太平洋洋面，其最大下降速度分別為 $1.2 \mu b \text{ sec}^{-1}$ ， $1.1 \mu b \text{ sec}^{-1}$ 及 $1.7 \mu b \text{ sec}^{-1}$ ；另外在新疆省東部亦有旺盛的下降氣流，其下降速度為 $3 \mu b \text{ sec}^{-1}$ ，此與脊線位置相配合。

700 mb 的垂直速度場，在型態大致與 850 mb 相似，但垂直速度較大。相對於梅雨鋒帶之上升氣流區，以琉球、臺灣及長江中游一帶較旺盛，最大上升速度 $-5.2 \mu b \text{ sec}^{-1}$ 位於長江中游。相對於中緯槽前方之上升氣流區，稍偏於 850 mb 之西側，最大上升速度為 $-2.5 \mu b \text{ sec}^{-1}$ ，位於綏遠省境。在中國東北南部，有一微弱的上升氣流區。在日本附近之梅雨槽的後方為下降氣流區，其最大下降速度為 $2.6 \mu b \text{ sec}^{-1}$ 在中緯槽後方甘肅、寧夏一帶，亦有旺盛下降氣流，最大值 $2.8 \mu b \text{ sec}^{-1}$ ，在太平洋高壓脊區的下降氣流，最大值為 $2.1 \mu b \text{ sec}^{-1}$ 。

垂直運動在 500 mb 時，更為旺盛，各上升氣流區與下降氣流區的範圍，與 700 mb 之垂直速度場相似。由圖 25(a) 可知，上升氣流以琉球、臺灣及長江中游較為旺盛，在琉球及長江中游之最大上升速度，分別為 $-5.1 \mu b \text{ sec}^{-1}$ 及 $-6.1 \mu b \text{ sec}^{-1}$ 。在綏遠省境有一上升氣流中心，其最大值為 $-4.5 \mu b \text{ sec}^{-1}$ 。山東半島有一下降氣流中心，其下降速度為 $4.9 \mu b \text{ sec}^{-1}$ ；新疆省之下降氣流，最大值為 $4.6 \mu b \text{ sec}^{-1}$ ；位於西南太平洋的下降運動區，其下降速度稍強於 700 mb。

300 mb 的垂直速度 (圖 26(a)) 有轉弱的趨勢，琉球附近之最大上升速度為 $-4.7 \mu b \text{ sec}^{-1}$ ，長江中游則為 $-4.3 \mu b \text{ sec}^{-1}$ ，稍弱於 500 mb。另外在蒙古，綏遠處之上升氣流亦較 500 mb 弱。日本北部轉變成下降氣流，各下降氣流區的變異不大，山東半島之最大下降氣流為 $5.0 \mu b \text{ sec}^{-1}$ 。00 mb 之垂直速度與 300 mb 大致相似，惟垂直速度稍弱 (圖 27(a))。

100 mb 在處，垂直速度更為微弱 (圖 28(a))。上升氣流仍以琉球附近較強，最大速度為 $2.8 \mu b \text{ sec}^{-1}$ ；下降氣流則以山東半島附近較強，其最大值為 $3.5 \mu b \text{ sec}^{-1}$ 。

另外根據準地轉 ω 方程式及線性平衡方程式組求得的垂直速度場，圖 29(a) 至 36(a)。由此結果可發現，在 500 mb 以下各層，此二種方法所得之垂直速度較微弱，尤其是梅雨槽前之上升氣流區及長江中游一帶的上升氣流區，其最大價值僅為運動學法所得之垂直速度的半，此係因本研究中準地轉 ω 方程式及線性平衡方程式組未考慮潛熱的釋出，而在梅雨鋒處，降水充沛，潛熱釋出的效應變得非常重要，因此這兩種方法均無法得到正確的垂直速度，不過其所得之垂直速度場的配置與運動學法之結果差異不大。

一般而言，上升運動分佈於槽線的東側或南側；下降運動則在脊線的東側或南側。換言之，上升運動在槽線的前方，而下降運動則在槽線的後方。綜觀三種計算法，其所得的垂直速度場，大致符合這個原理。

根據衛星照片 (圖 6)，可知在梅雨鋒帶，即日本、琉球及臺灣一帶，雲層甚厚，可推知此處有旺盛的上升氣流，由運動學法所得之垂直速度場，充分顯示出此一事實。又根據雲量觀測資料 (圖 7)，顯示出在日本、琉球、臺灣、長江以南的區域以及綏遠、陝西一帶，均為密雲；屬於上升氣流；山東、河北、遼寧一帶及蒙古，雲量 (十分量) 均在 1 以下，為下降氣流，與計算結果相符合。

八、客觀分析場與主觀分析場之比較

Barnes, Cressman, Inman 三客觀分析程式之各層分析場，分別經靜水檢定及靜力穩定度檢定，其各層未通過檢定的網格點數如表二，其所佔的比例甚小，而且大部份分佈於分析場的周圍。又橢圓型條件的檢定結果如圖 41. 至 43.。由圖中

顯示，低層之分析場大部份符合橢圓型條件，而不符合橢圓型條件之區域，多集中於低緯區之洋面上；較高層之分析，非橢圓型條件之區域，隨高度增加而擴大。

圖 38. 39. 40. 分別為 Barnes, Cressman 及 Inman 客觀分析程式的渦度場與輻散場。三客觀分析程式所得之結果，彼此非常相似，而且與主觀分析之渦度場與輻散場亦很相似。850 mb 層在日本南方，琉球、臺灣北部附近及長江中游一帶為氣旋型渦度，最大中心在琉球附近，而此一區域亦為水平輻合區。另外在蒙古，亦屬於氣旋型渦度，而水平輻合較弱。反氣旋渦度及水平輻散，涵蓋華北及中國東北一帶。就整個系統而言，與槽脊線的位置相當配合。700 mb 之型態與 850 mb 大致相同。

在 500 mb 層，日本附近的氣旋型渦度場較 700 mb 稍向北偏，而對應於中緯槽之氣旋型渦度場，其位置同於 700 mb；在低緯區及中國東北，則為反氣旋渦度場及水平輻散區。300 mb 及 200 mb 之型態與 500 mb 相類似，惟強度漸次遞增。至 100 mb 時，強度變弱，最大氣旋渦度中心，三客觀分析均位於韓國，偏於主觀分析之西側，主觀分析之最大氣旋渦度中心位於日本海。

綜觀整個系統，三客觀分析之渦度場與輻散場的配置大致能與槽脊線或高低壓系統的位置相配合。另外分別計算出三種客觀分析的地轉渦度場，在各定壓面上進行零線的分析，結果顯示，觀測風渦度場與地轉渦度場的型態非常相似，由此可推定客觀分析的高度場與風場相當配合。

圖 11. 至 22. 為主觀分析及三種客觀分析在各定壓層上的高度場及溫度場。高度場的分析，在 850 mb 及 700 mb，其等高線的間隔為 30 m，500 mb 則為 60 m，而 300 mb、200 mb 及 100 mb 等層為 120 m；另溫度場的分析，500 mb 以下各層，以 3°C 為間隔，300 mb 以上各層則以 5°C 為間隔，而露點溫度的分析則以 5°C 為間隔。

850 mb 高度場，三種客觀分析之結果，不論在型態和強度方面，與主觀分析場的差異很小。位於蒙古的中緯槽及相對於梅雨鋒的槽線，其位置極為吻合 (圖 11)。但在低緯度分析場的邊區，則有所差異。在越南北部，三種客觀分析均有封閉低壓，但主觀分析則無；Cressman 及 Inman 客觀

分析在雲貴高原另有一封閉低壓。另外在菲律賓東方之太平洋洋面上，Barnes 分析程式之結果高度較低。

700 mb 層 (圖 12)，主觀分析場上有三個低壓系統，即位蒙古、日本海及西康省的低壓。位於日本海之低壓，其中心位置，三客觀分析與主觀分析完全吻合，但 Barnes 客觀分析的中心強度較強。位於蒙古的低壓，Cressman 及 Inman 客觀分析程式所分析出之中心位置偏於主觀分析之中心位置的南方，而 Barnes 分析程式之結果則偏北，且中心高度值較高；位於西康省之低壓，三客觀分析之中心位置均偏於主觀分析之西方，而且 Cressman 及 Inman 分析程式在四川附近分離出一封閉低壓，此係受其中兩個測站觀測值偏低之影響，而 Barnes 分析程式，由於權重受各測站之影響，故未出現此一低壓。在菲律賓東方之太平洋洋面上，由於資料缺乏，因此三種客觀分析的結果均低於主觀分析。

500 mb 之分析場 (圖 13)，在型態上四種分析程式大致相仿。中緯槽的位置無所差異，但在強度上，三種客觀分析程式的結果均弱於主觀分析。對應於梅雨鋒之槽線，三客觀程式所定之位置均同於主觀分析，Cressman 及 Inman 分析場上，沿此槽線之氣壓梯度與主觀分析相接近，而 Barnes 分析場則較平緩。

在 300 mb 分析場中 (圖 14)，中緯區氣壓系統的配置、梯度等，客觀分析場與主觀分析場相似，唯 Barnes 分析場之中緯槽的位置，略向西偏。

三客觀分析程式之 200 mb 分析場 (圖 15)，其對應於梅雨鋒之槽線的位置均與主觀分析相近，沿此槽線之氣壓梯度及等壓線的曲率，以 Cressman 與 Inman 之分析場較接近主觀分析場。位於華北之脊線，其位置亦以 Cressman 及 Inman 之分析結果較接近主觀分析，在西康之小高壓，三客觀分析之結果均偏離主觀分析之位置甚多，根據鄰近的觀測資料來判斷，主觀分析所分析出來的小高壓，其本身有待商榷。

100 mb 之客觀分析場，曲線非常不平滑，雜波甚多 (圖 16)，此完全是客觀分析受到本身權重的影響，對測站的資料，無法作彈性的選擇，加以資料不夠充足，且分析場外無資料可供參考，協助分析，因此，各客觀分析本身，雖有濾波器，但仍

有短波出現於分析場上。

根據各定壓層的主觀分析場與客觀分析場，比較其高度值的差異，如圖 42. 至 44. 所示，其分別為 Barnes 客觀程式，Cressman 客觀程式及 Inman 客觀程式與主觀程式之差異，圖中實線即為主觀分析與客觀分析之高度的差值，以 30 m 為間隔。因 850 mb 之差異均甚小，故圖列省略。在 700 mb 層，三客觀分析和主觀分析之差異，主要在西太平洋，Barnes 分析程式與主觀分析之差異達 60 m，500 mb 層，Cressman 及 Inman 分析程式與主觀分析之差異仍不大，分佈於菲律賓東方之洋面上及蒙古一帶；而 Barnes 分析結果與主觀高度分析場的差異，除上述兩區外，尚有日本海及黃海等區域。300 mb 分析場上，Cressman 和 Inman 之高度場與主觀之分析高度，在日本南方及蒙古等區域，相差 30 m 而 Barnes 之分析，則相差 60 m；在日本北海道及庫頁島一帶，Inman 分析程式與主觀分析的差異最大，達 90 m；而 Inman 次之，有 65 m；Cressman 分析程式最少，有 30 m。到 200 mb 時，主觀分析與客觀分析的差異漸顯，範圍漸大，在分析場的北界，三客觀分析與主觀分析均有 60 ~ 120 m 的差異，在日本、韓國一帶，Cressman 和 Inman 分析程式與主觀分析之差異有 30 m，而 Barnes 分析程式的差異則達 90 m。在 100 mb 層，以中國東北處之差異最大，此外 Barnes 分析程式在蒙古一帶的差異高達 90 m，低緯區的差異，則大致相同。

圖 17. 至 22.，是主觀分析程式與三種客觀分析程式的溫度場。在 850 mb 層，位於與安省的暖區，四種分析程式所定之位置大致相同。在日本海之冷區，就範圍和梯度而言，三種客觀分析，相差無幾，而主觀分析的中心氣溫較低。位於蒙古西部的冷舌，主觀分析場上，其所到達的緯度遠低於三種客觀分析。700 mb 之溫度場，圖 18.，在型態上，四種分析程式極為相似，唯 (45°N 100°E) 處之冷區，其中心位置，三種客觀分析偏於主觀分析之東側。

圖 19. 為 500 mb 之溫度場，在日本附近，主觀分析之溫度低於客觀分析。Cressman 和 Inman 分析程式的溫度場有短波出現。在低緯度，幾無溫度梯度可言。300 mb 之溫度場，圖 20.，最主要的差異在於蒙古地區的溫度梯度，主觀分析較

平緩，而三種客觀分析之型態約略相同。至 200 mb 以上，溫度場極為簡單，在型態上，四種分析程式大致相同，圖 21, 22。

圖 23. 為 500 mb 之風場，就整個分析場，可以看出，除低緯區以外，大致情形極為相似，在低緯區，尤其是菲律賓東方之太平洋上，各分析程式的差異甚大。

除上述的比較外，本研究還計算各高度場，溫度場和風場的均方根誤差 (RMSE)，結果如表 (I)，並將高度分析的均方根誤差與 Mc Donnell (1962) 所作北半球高度場客觀分析結果及胡 (1977) 之高空天氣圖客觀分析之研究結果作比較；溫度分析的均方根誤差與 Masuda 及 Arakawa (1960) 所作東亞區溫度場客觀分析結果及胡 (1977) 之結果比較，發現高度分析之均方根誤差均小於兩者之結果，表 (I)，而且在觀測隨機誤差之內，溫度分析的均方根誤差與兩者之結果大約相近，且都在觀測誤差之內。

九、客觀分析場之垂直運動結構

圖 24. 至 28. 為三種客觀分析利用運動學法求得各層之垂直速度。在 700 mb (圖 24.) 三客觀分析之垂直速度，除中南半島北部外，其他地區大致相同，尤其是中緯區，幾無差異。上升氣流分佈於日本、琉球、臺灣及長江流域一帶，此與梅雨鋒相配合；在綏遠省之上升氣流則位於中緯槽之東側。三處最大上升氣流中心，分別在琉球附近，蒙古及雲貴高原。琉球附近之上升氣流，三客觀分析最大值均為 $-3.7 \mu b \times sec^{-1}$ ，稍強於主觀分析，Cressman 和 Inman 分析程式之位置與主觀分析相近，而 Barnes 分析程式之位置則稍偏北。在蒙古之上升氣流，其最大值 Barnes 為 $-5.2 \mu b \times sec^{-1}$ ，Cressman 和 Inman 分別為 -4.2 及 $-4.5 \mu b sec^{-1}$ ，三者之位置相一致，但均偏離主觀分析之最大上升氣流中心甚遠，且上升速度，幾為主觀分析之兩倍。在中國西南，其最大上升速度，Barnes, Cressman 和 Inman 依次為 -6.1 , -6.3 和 $-6.9 \mu b sec^{-1}$ ，另外在中國東北有一局部的上升氣流，三客觀分析程式之範圍均小於主觀程式，但依雲量狀況 (圖 7.) 來看則以 Barnes 之結果最為配合。下降氣流較弱，分佈於黃海、中國東北、韓國、日本海，最大下降中心在山東半島，其最大值，Barnes 為 $2.0 \mu b sec^{-1}$

，Cressman 為 $3.1 \mu b sec^{-1}$ ，Inman 為 $2.8 \mu b sec^{-1}$ ；另一下降中心在長江口，其最大值，依次為 $2.0, 2.8, 2.8 \mu b sec^{-1}$ 。在新疆寧夏甘肅一帶，亦有旺盛下降氣流，其最大值 Barnes 為 $3.6 \mu b sec^{-1}$ ，Cressman 和 Inman 同為 $3.9 \mu b sec^{-1}$ ；在菲律賓東方之洋面上亦為下降氣流。

500 mb 之垂直速度 (圖 25.) 較 700 mb 旺盛，其型態與 700 mb 相似。在琉球附近有一最大上升中心，其速度分別為 $-6.5 \mu b sec^{-1}$ (Barnes), $-6.7 \mu b sec^{-1}$ (Cressman), $-6.8 \mu b sec^{-1}$ (Inman)。對應於中緯槽的上升氣流，其最大值依次為 $-8.1 \mu b sec^{-1}$ (Barnes), $-6.1 \mu b sec^{-1}$ (Cressman 和 Inman)。在山東半島及長江口各有一最大下降中心，三客觀分析在山東半島之最大速度，分別為 4.5 (Barnes), $6.8 \mu b sec^{-1}$ (Cressman) 和 $6.3 \mu b sec^{-1}$ (Inman)。在長江口則依次為 $3.6, 4.8, 5.0 \mu b sec^{-1}$ 在蒙古中部，下降氣流亦相當強烈。在 500 mb 層上，除長江中游之上升氣流，主觀分析較強外，其餘各處的垂直速度，三客觀分析均強於主觀分析。

300 mb 之垂直速度，其型態與 500 mb 相似，但強度轉弱，在日本附近的上升氣流區，漸漸向南縮退，最大上升中心仍在琉球附近，Barnes 為 $-6.6 \mu b sec^{-1}$ ，Cressman 為 $-3.7 \mu b sec^{-1}$ ，Inman 為 $-7.5 \mu b sec^{-1}$ 。最大下降氣流中心仍位於山東半島長江口及蒙古中部，位置大致不變，強度稍弱。200 mb 之垂直速度較 300 mb 弱，但最大值之位置則大致不變。長江口以南的中國東南沿岸，三客觀分析之結果均為下降氣流，而主觀分析之結果則為上升氣流；另外菲律賓附近之洋面上，主觀分析與客觀分析之結果亦不同，前者為下降氣流，後者為上升氣流。至 100 mb 時，垂直速度已甚微弱，而在中國東南沿海，主觀分析與客觀分析之結果亦不同。

圖 29. 至 36. 為利用準地轉 ω 方程式及線性平衡方程式所得之垂直速度場，其型態與運動學法之結果大致相似，但在梅雨鋒處，上升氣流過於微弱，與實際天氣不符合；而對應於中緯槽之上升氣流，位置過於偏北。另外在中國東北，未有局部的上升氣流出現，而且在低緯區的分析亦不理想。

綜觀上述之結果，客觀分析場所顯示出之上升氣流，分佈於日本、琉球、臺灣、長江流域一帶及

緩速省，另中國東北有局部微弱上升氣流；下降氣流分佈於黃海，中國東北及新疆寧夏一帶。根據衛星照片（圖 6.），在日本、琉球、臺灣一帶，深厚的雲層，足以說明琉球一帶旺盛上升氣流的可信性，又由雲量狀況（圖 7.），可確定垂直速度場與實際天氣相配合。

十、結 論

本研究以主觀分析場作為比較之標準，因此對其精度，先進行評估。根據靜水檢定及靜力穩定度檢定之結果，顯示在垂直方向上，除 250 mb 定壓層外，其他各層分析場均滿足垂直一致性，而具有較高的可信度。利用 500 mb 之觀測風求得高度場，與高度分析場極為相似，由此可推論在水平方向，主觀分析場充分滿足內部一致性。在橢圓型條件檢定中，低層之低緯區及較高層出現較密集的非橢圓型條件區，但此係受資料不足及分析時引用地轉假設之影響，因此不能因分析場不滿足橢圓型條件，即否定其可信性。

三種客觀分析經靜水檢定，靜力穩定度檢定及橢圓型條件檢定，結果顯示其分析場甚為合理。在和主觀分析比較下，可發現各客觀分析對於高低壓系統或槽脊線的位置，大都能精確的定出。而客觀分析與主觀分析之差異大都出現於蒙古地區，日本海、庫頁島及菲律賓東方之太平洋上，查看此些區域，測站的密度非常稀疏，嚴重地影響到客觀分析的作業，反觀在資訊稠密區，客觀分析場與主觀分析場之差異甚小。

在分析場之中央部份，資訊充足，Barnes 分析程式之結果，如高低壓系統之位置，強度等，較接近主觀分析，但在資訊缺乏的地區或資料有錯時，則其分析結果易有雜波出現，Barnes 分析程式，使用指數權重，一個測站的資料幾可影響所有的網格點，因此若資訊的準確性及測站的密度獲得改善，則 Barnes 客觀分析之結果甚佳，又其只要掃描一次故可節省分析時間，其 K 值可事先給定，且具有濾波作用，故無須使用其他濾波器。Cressman 和 Inman 客觀分析程式，因所用之權重相差不大，所以其分析場極為相似，由於此兩種分析程式，係採用逐次校正之原理，故對資料之除錯能力較 Barnes 分析程式為佳。

主觀分析及三種客觀分析，分別利用運動學法，準地轉 ω 方程式及線性平衡方程式求得垂直速

度場，由其所得之結果顯示，不論是主觀分析或客觀分析，由運動學法所得之垂直速度，最能與實際天氣系統或衛星雲圖相配合，而由準地轉 ω 方程式或線性平衡方程式求得之垂直速度，均弱於運動學法之結果，由於本研究中未考慮潛熱的釋出，因此在降水區其垂直速度的計算結果，更見微弱。

綜觀三客觀分析程式之分析場，可發現在分析場之中央部份，其資訊轉換之能力較佳，在低緯區及西太平洋區，由於資訊不足之影響，分析結果不佳，因此如何改進資訊不足之問題，有待更深入之研究。

參 考 文 獻

- 亞洲地區氣象資料之蒐集檢定與分析及程式處理系統之研究，吳宗堯、梁文傑、王時鼎、曾忠一國科會計畫第一年報告。
- ADAPS系統之研究與設計，胡仲英，氣象學報25卷第一期。
- 胡仲英，1977：高空天氣圖客觀分析之研究，大氣科學，第四期，1~10。
- 曾忠一，1976：東亞地區天氣資料變分客觀分析之研究，中央研究院物理研究所集刊，第六卷，161~178。
- 曾忠一，1977：利用原始方程式進行變分客觀分析之研究，中央研究院物理研究所集刊，第七卷，77~92。
- Bedient, H. A., 1975: The NMC Front End to the NOAA 360/195 system. NOAA/NMC office Note 115, 9pp.
- Liou, J. H., 1977: Categorization and Comparison of Data Models. Proc. of the Workshop on Data base Management pp 41-58.
- Barnes, S. L., 1973: Mesoscale objective map analysis using weighted time series observations, NOAA Tech. Memo ERL NSSL-62, 60pp.
- Bergthorssen, P. and B. R. Doos, 1955: Numerical Weather map analysis. Tellus, 2, 329-340.
- Bushby, F. H. and V. M. Huckle, 1956: Objective analysis in numerical forecasting, Quart. J. Roy. Meteor. Soc. 82, 232-247.

- Chen, T. J. G. and C. Y. Tsay, 1977: A detailed analysis of a case of Mei-Yu system in the vicinity of Taiwan. Tech. Rept. No. Mei-Yu-601, Dept. of Atmospheric Sciences, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, 249 pp.
- Cressman, G. R., 1959: An operational objective analysis systems Mon. Wea. Rev. 87, 367-374.
- Danard, M. B. 1964: On the influence of released latent heat on cyclone development. J. Appl. Meteor. 3, 27-37.
- Haltiner, G. J., 1971: Numerical Weather Prediction. Wiley, New York, 317 pp.
- Inman, R. L. 1968: Objective detection and correction of errors in radiosonde data. Tech. Memo. ERLTM-NSSL. 40, 48pp.
- Inman, R. L. 1970: Papers on operational objective analysis schemes at NSSFC. NOAA Tech. Memo. ERL NSSL-51, 91 pp.
- Masuda, Y., and A. Arakawa, 1960: On the objective analysis for surface and upper level maps. Proc. Symp. International Numerical Weather Prediction, Tokyo 55-66.
- McDonell, J. B., 1962: On the objective analysis scheme used at the National Meteorological Center. NMC TM No. 23, National Meteorological center, Washington, D. C. 32 pp.
- McFarland, M. J., 1975: Variational optimization analysis of Temperature and moisture advection in a severe storm environment, WEAT. Report No. 16, University of Oklahoma, Norman, Oklahoma 86 pp.
- Miller, A. and H. A. Panosky, 1957: Vertical motion and weather, Tanuany 1-31, 1953. Scientific. Report No. 2 contract AF 19 (604)-1025. Dept. of Meteorology, Pennsylvania State University.
- Otto, Bliesner, B., D. P. Baumhefner, T. W. Schlatter and R. Bleck, 1977: A comparison of several meteorological analysis schemes over a data-rich region. Mon. Wea. Rev. 105, 1083-1091.
- Peterson, D. P. 1973: A comparison of the performance of quasioptimal and conventional objective analysis schemes. J. Appl. Meteor. 12, 1093-1101.
- Schlatter, T. W., G. W. Branstator and L. G. Thiel, 1976: Testing a global multivariate statistical objective analysis scheme with observed data, Mon Wea. Rev. 104, 765-783.
- Shuman, F. G. 1957: Numerical method in weather Prediction: II Smoothing and filtering, Mon. Wea. Rev. 85, 357-361.
- Stephens, J. J., 1971: On the definable scale reduction by simultaneous observations. J. Appl. Meteor., 10 23-25.
- Stuart, D. W., 1974: A comparison of Quasi-geostrophic vertical motion using various analysis. Mon. Wea. Rev., 102, 363-373.
- Trenberth, K.E., 1978: On the interpretation of the diagnostic quasi-geostrophic omega equation. Mon. Wea. Rev., 106, 131-137.
- Vincent, D. G., K. E. Bossingham and H. J. Edmon, 1976: Comparison of large scale vertical motions computed by the kinematic method and quasi-geostrophic omega equation. Preprints of Papers, Six conference on Weather Forecasting and Analysis, Albany, N. Y. 357-364.
- Wilson, G. S. 1976: Large scale vertical motion calculation in the AVE IV experiment. Geophys. Res Letters 3, 735-738.

表一 進行靜水檢定時，各層的最大容許差異

△ (單位：m)

(a)主觀分析 (b)客觀分析

(a)

層次	850mb 700mb	700mb 500mb	500mb 400mb	400mb 300mb	300mb 250mb	250mb 200mb	200mb 150mb	150mb 100mb
△值	30	35	30	30	30	30	50	50

(b)

層次	850mb 700mb	700mb 500mb	500mb 300mb	300mb 200mb	200mb 100mb
△ 值	30	35	50	50	80

表二 未通過檢定之網格點數和百分比 (a)主觀分析

(a)

主 觀 分 析	850mb 700mb	700mb 500mb	500mb 400mb	400mb 300mb	300mb 250mb	250mb 200mb	200mb 150mb	150mb 100mb
靜 水 檢 定	26 6.8%	10 2.6%	40 10.5%	12 3.2%	140 36.8%	118 31.1%	50 13.2%	30 7.9
靜力穩定度檢定	0	0	0	0	12 3.2%	4 1.1%		0

(b)

客 觀 分 析	850mb 700mb	700mb 500mb	500mb 300mb	300mb 200mb	200mb 100mb
Barnes { A	17 4.5%	7 1.8%	4 1.1%	17 4.5%	45 11.8%
B	0	0	0	0	0
Cressman { A	27 7.1%	7 1.8%	9 2.4%	14 3.7%	36 9.5%
B	0	0	0	0	0
Inman { A	19 5.0%	12 3.2%	7 1.8%	14 3.7%	37 9.7%
B	0	0	0	0	0

註：A：靜水檢定

B：靜力穩定度檢定

表三 分析場的均方根誤差 (Root Mean Square Error) $RMSE = \left(\frac{\sum_{i=1}^N (Z_K - Z_S)^2}{N} \right)^{\frac{1}{2}}$

Z_K, Z_S 分別為測站上變數之觀測值與分析值, N 為測站數。

Barnes 客觀分析	850mb	700mb	500mb	300mb	200mb	100mb
Z 高度 m	5.24	6.08	9.48	15.13	20.04	24.65
T 溫度 °C	0.89	0.74	0.80	0.79	0.85	1.20
Td 露點溫度 °C	11.21	2.10	2.58	—	—	—
U 風速分量 m/s	1.93	2.24	2.28	2.63	3.06	1.87
V 風速分量 m/s	2.24	2.36	2.06	3.28	2.69	2.12

主 觀 分 析	850mb	700mb	500mb	300mb	200mb	100mb
Z 高度 m	9.1	7.9	15.9	24.2	36.2	44.9
T 溫度 °C	1.5	1.2	1.1	1.2	1.6	1.7
Td 露點溫度 °C	1.6	2.5	2.7	—	—	—
U 風速分量 m/s	3.2	3.2	3.5	5.1	6.6	3.3
V 風速分量 m/s	3.8	2.9	3.1	5.8	4.5	3.1

Cressman 客觀分析	850mb	700mb	500mb	300mb	200mb	100mb
Z 高度 m	4.02	4.75	7.46	10.99	14.51	20.61
T 溫度 °C	0.60	0.54	0.57	0.55	0.59	0.93
Td 露點溫度 °C	0.81	1.39	1.70	—	—	—
U 風速分量 m/s	1.40	1.69	1.60	1.88	1.99	1.43
V 風速分量 m/s	1.49	1.58	1.41	2.26	1.87	1.66

Inman 客觀分析	800mb	700mb	500mb	300mb	200mb	100mb
Z 高度 m	4.80	5.16	8.04	12.67	16.78	21.57
T 溫度 °C	0.70	0.63	0.66	0.66	0.71	1.00
Td 露點溫度 °C	0.97	1.64	2.07	—	—	—
U 風速分量 m/s	1.67	1.93	1.85	2.04	2.45	1.54
V 風速分量 m/s	1.81	1.95	1.61	2.76	1.89	1.77

表四 高空天氣圖客觀分析 (胡, 1977) 之高度場與溫度場的均方根誤差。

等 壓 面	Z 高 度 m		T 溫 度 °C	
	By C. Y. Hu	Hy McDonell	By C. Y. Hu	By Masuda & Arakawa
850mb	8.4	9.7	1.15	0.98
700mb	8.5	8.5	0.68	0.96
500mb	11.8	12.5	0.61	0.91
300mb	22.1	19.8	0.75	1.16

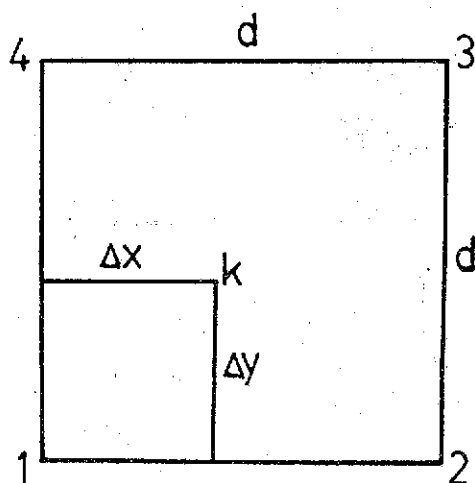


圖 1. 測站上分析值求法說明圖

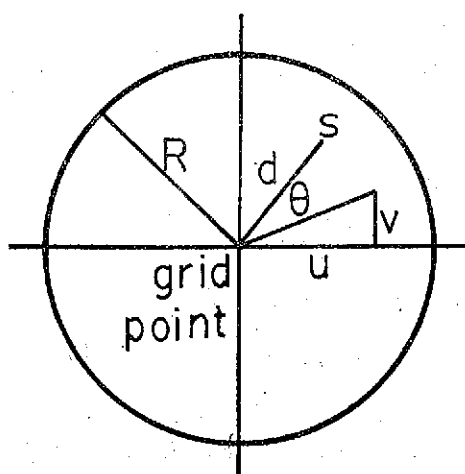


圖 2. Inman 權重的符號說明

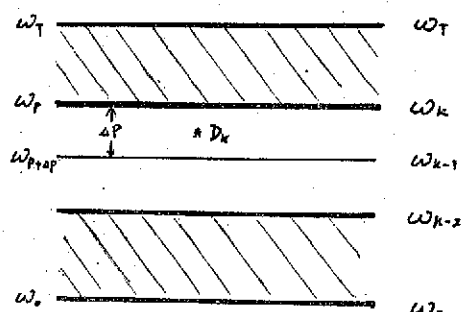


圖 3. 利用運動學法求垂直速度的說明圖
 D_k 是氣層 ΔP 的平均幅散, ω_0 , ω_T 是大, 氣柱底部和頂部垂直速度的估計值。

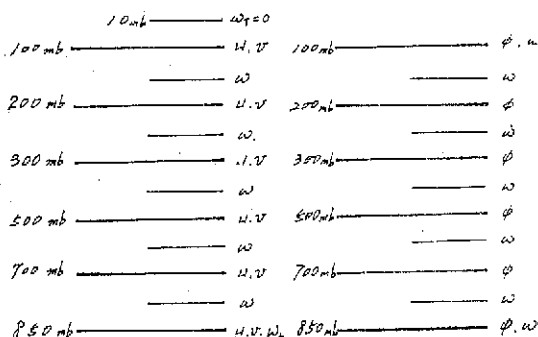
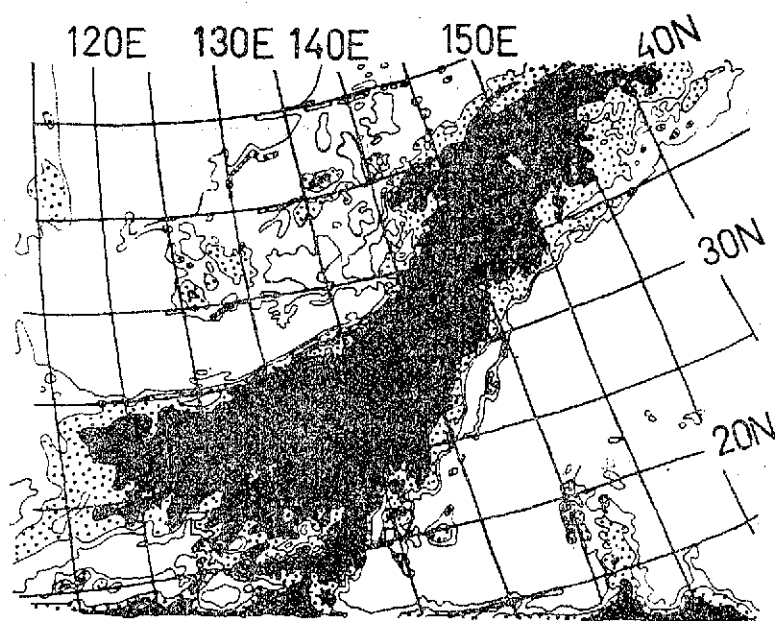
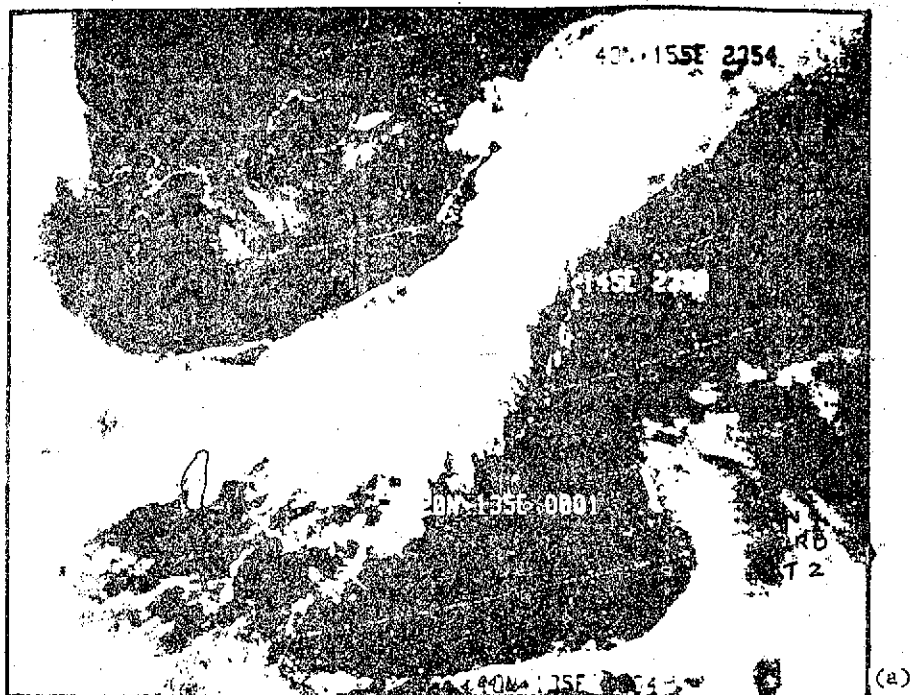


圖 4. 運動學法之網格系 圖 5. 準地磚 ω 方程式和線性平衡方程式之網格系統的垂直結構。



JUNE 10, 1975 NOAA-4 IR

圖 6. (a) NOAA-4 紅外光衛星照片，白色虛線代表經緯度和海岸線，臺灣的位置用實線表示。
(b)，(a) 圖經處理後之圖片，黑色部份表示雲層最厚的區域，黑點區的雲層，厚度次之，白色部份雲層最薄。

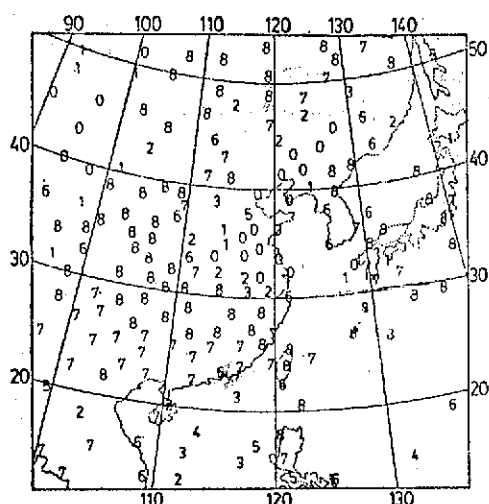


圖 7. 雲量 (十分量) 觀測記錄, 數字標示點, 即是測站的位置

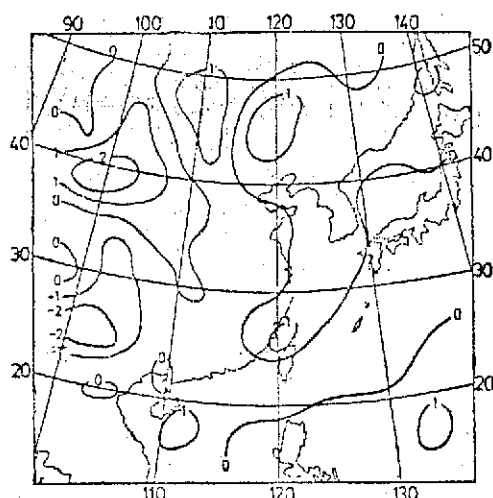


圖 9. 利用運動學法求得之主觀分析
850mb 垂直速度場, 單位:
 $\mu\text{b/sec}$
(Chen and Tsay, 1977)

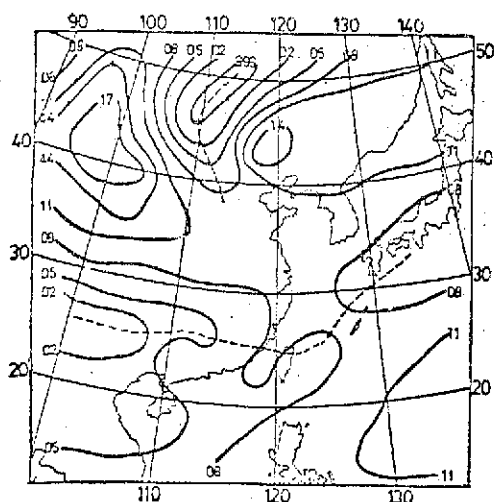


圖 8. 1975 年 6 月 10 日 0000Z 主觀分析之海平面氣壓場 (單位: mb), 虛線代表鋒面

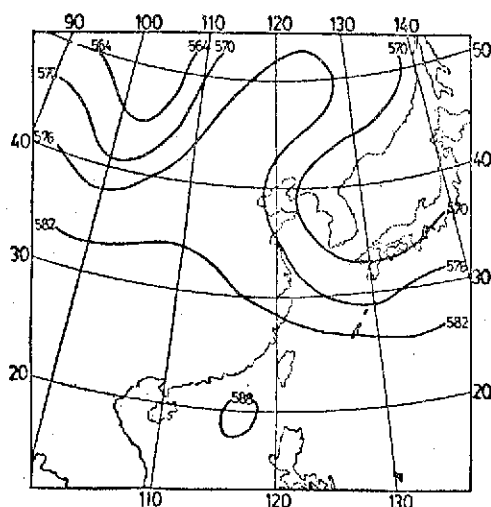
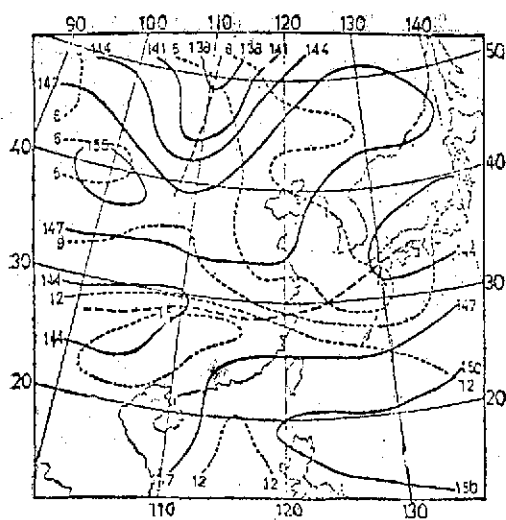
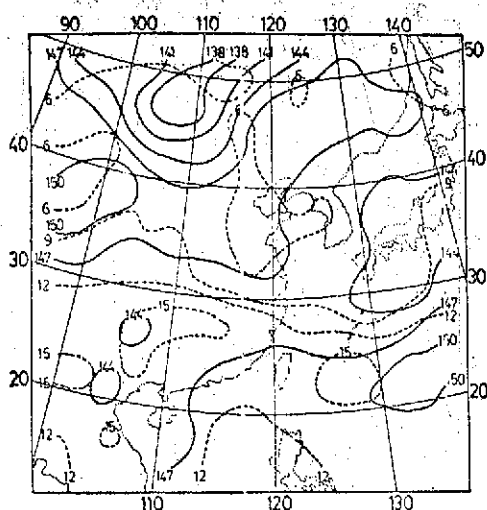


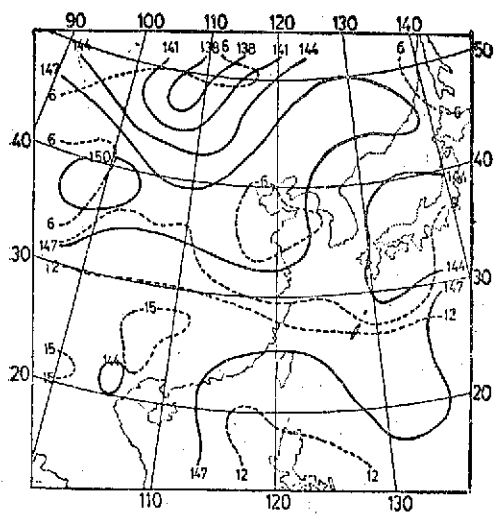
圖 10. 利用 500mb 觀測風計算得到之高度場



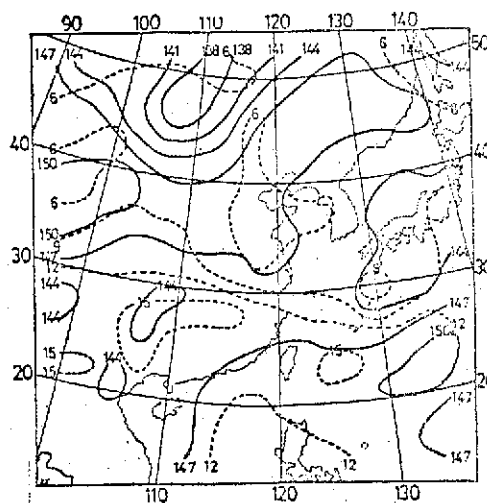
(a)



(c)

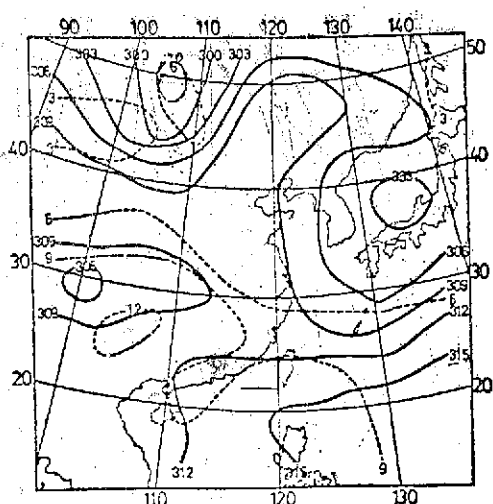


(b)

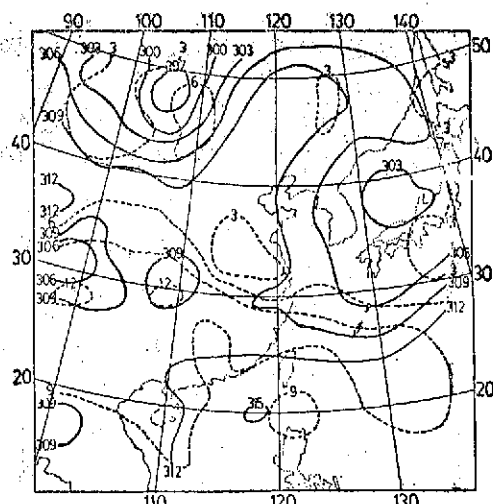


(d)

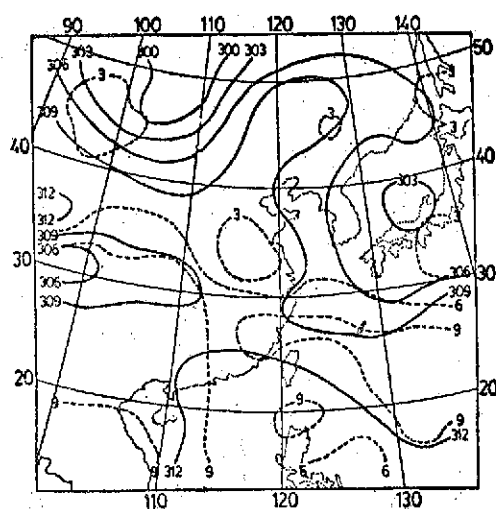
圖 11. 850mb 高度場 (實線) 與混合比 (虛線, 單位為 g/kg) (a) 主觀分析, (b) Barnes 客觀分析, (c) Cressman 客觀分析, (d) Inman 客觀分析



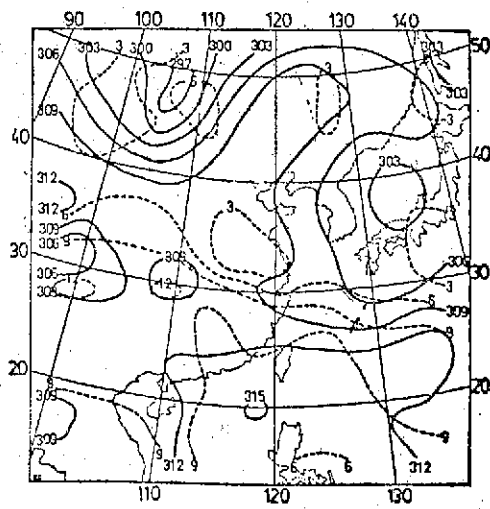
(a)



(c)

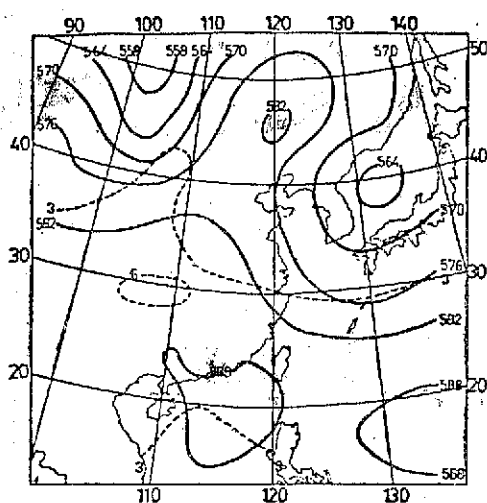


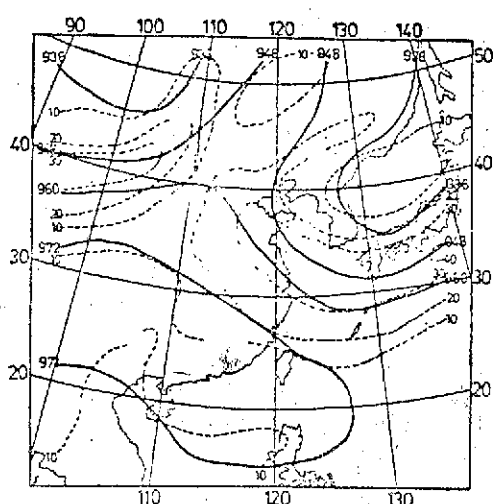
(b)



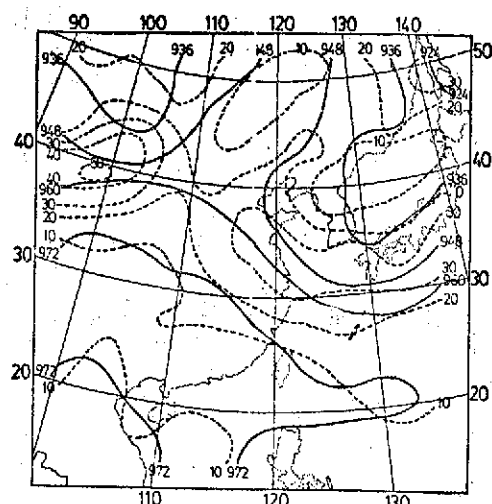
(d)

圖 12. 700mb 高度場 (實線, 單位: 公尺) 與混合比 (虛線, 單位: g/kg),
(a) 主觀分析, (b) Barnes 客觀分析, (c) Cressman 客觀
分析, (d) Inman 客觀分析

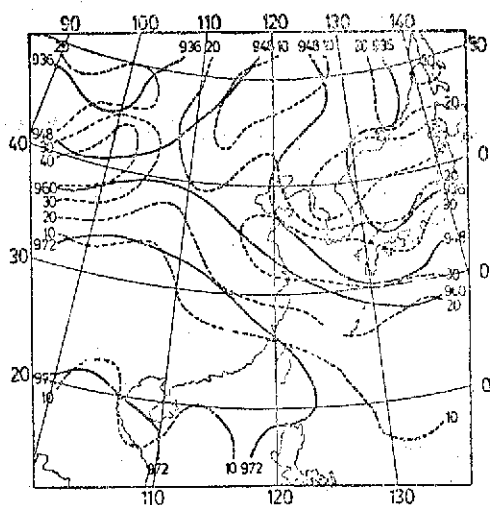




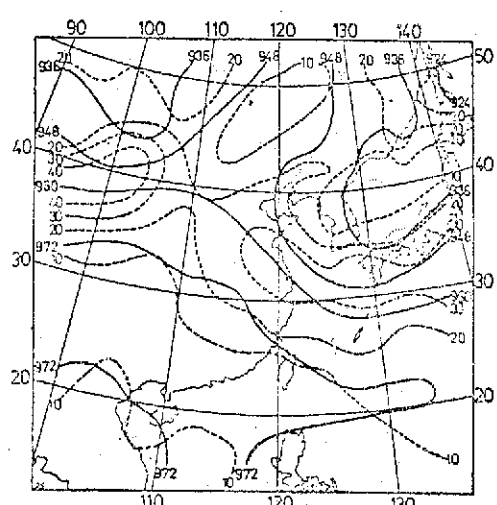
(a)



(c)

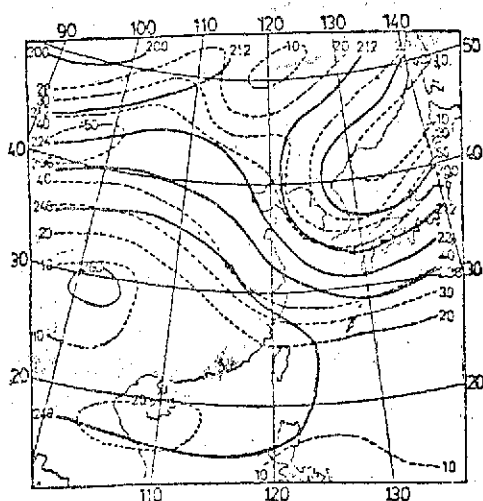


(b)

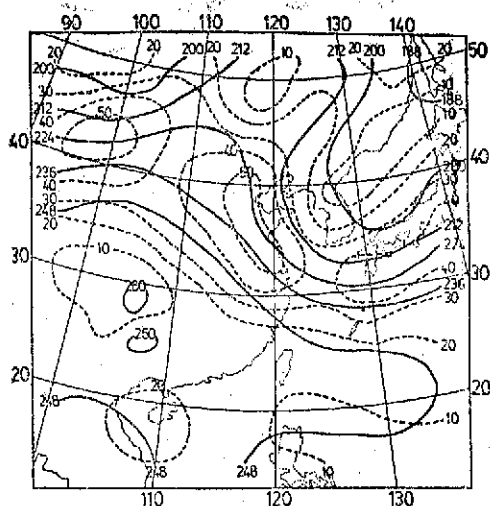


(d)

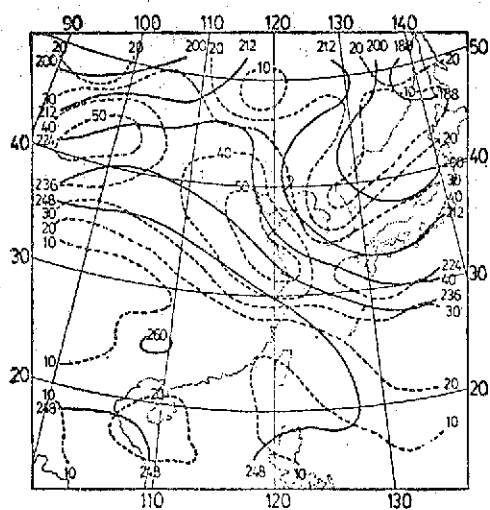
圖 14. 300mb 高度場 (實線, 單位: 公尺) 與風速 (虛線, 單位: m/sec),
(a) 主觀分析, (b) Barnes 客觀分析, (c) Cressman 客觀分析, (d) Inman 客觀分析



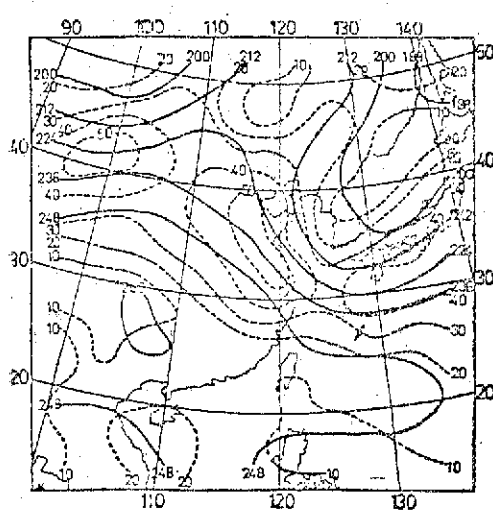
(a)



(c)

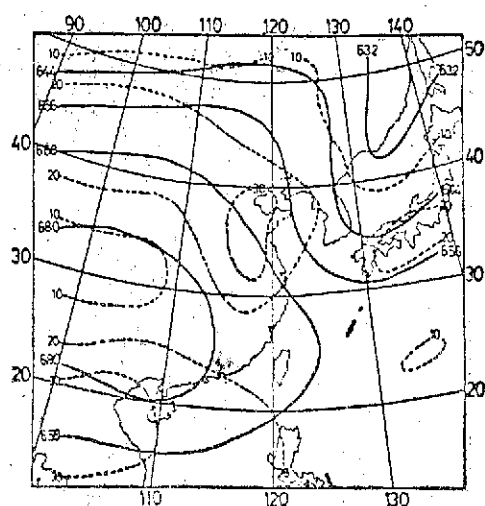


(b)

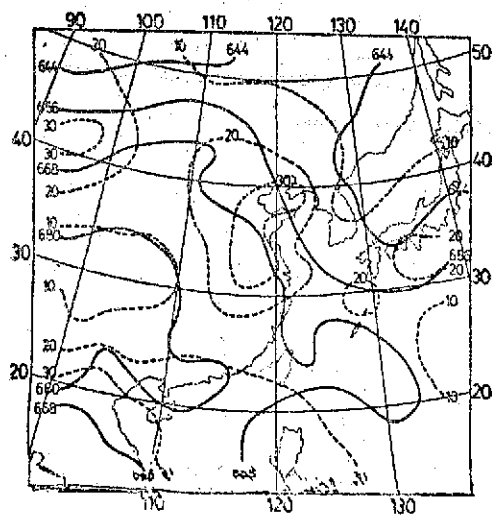


(d)

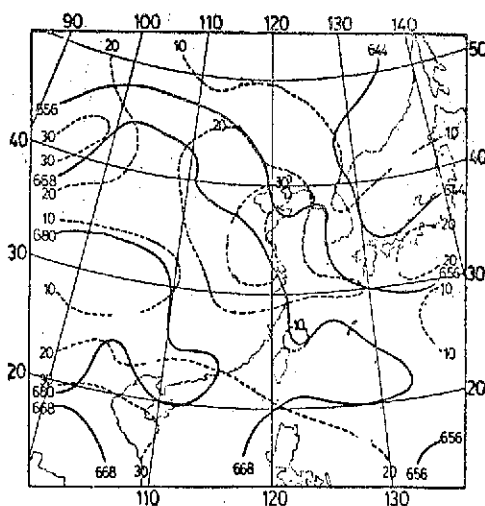
圖 15. 200mb 高度場 (實線, 單位: 公尺) 與風速 (虛線, 單位: m/sec),
(a) 主觀分析, (b) Barnes 客觀分析, (c) Cresaman 客觀分析,
(d) Inman 客觀分析



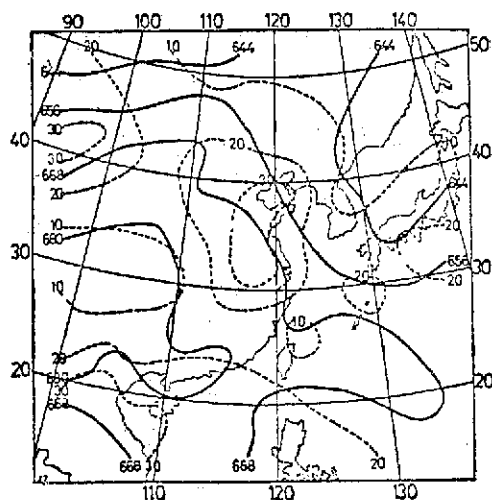
(a)



(c)

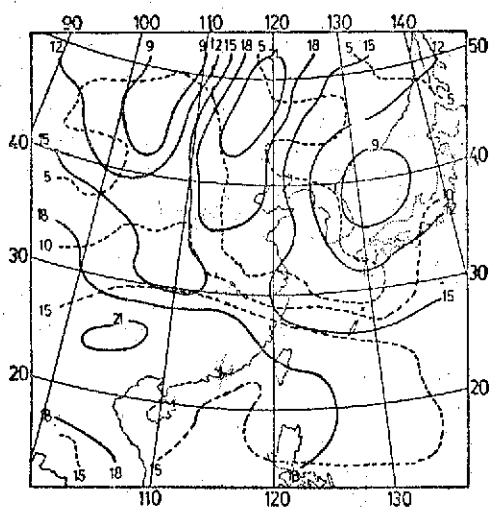


(b)

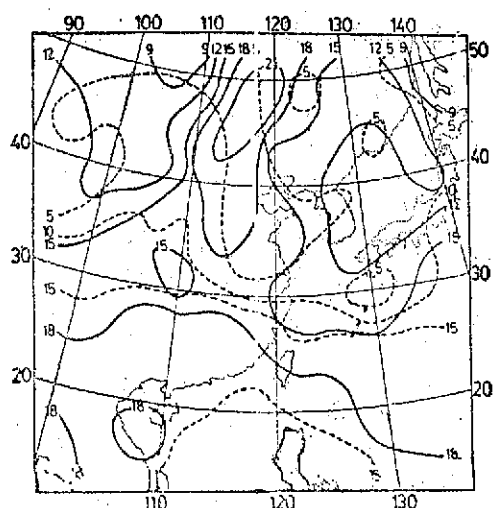


(d)

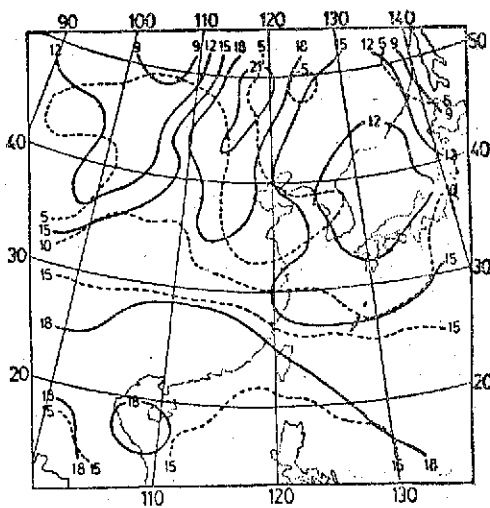
圖 16. 100mb 高度場 (實線, 單位: 公尺) 與風速 (虛線, 單位: m/sec),
(a) 主觀分析, (b) Barnes 客觀分析, (c) Cressman 客觀分析,
(d) Inman 客觀分析



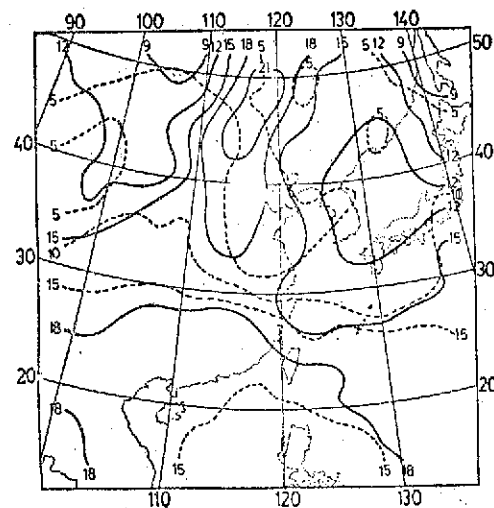
(a)



(c)

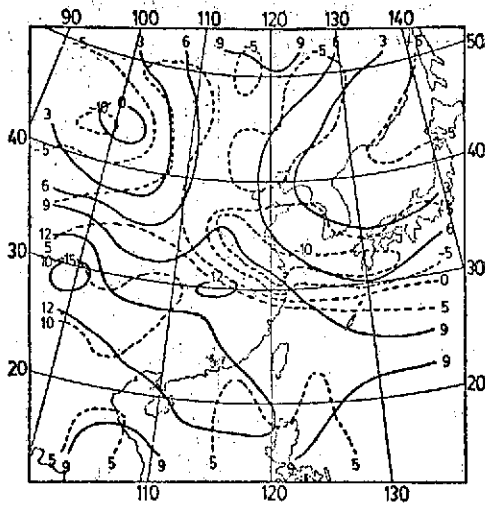


(b)

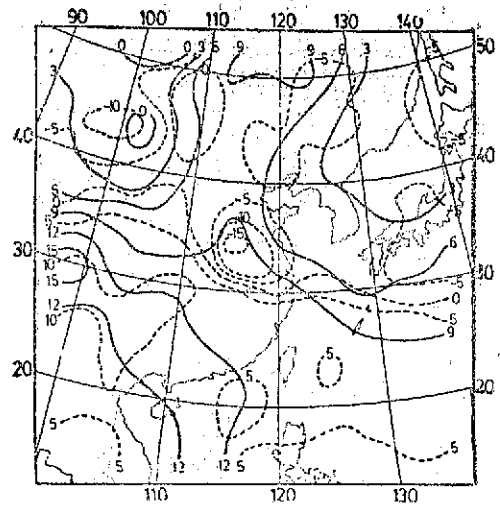


(d)

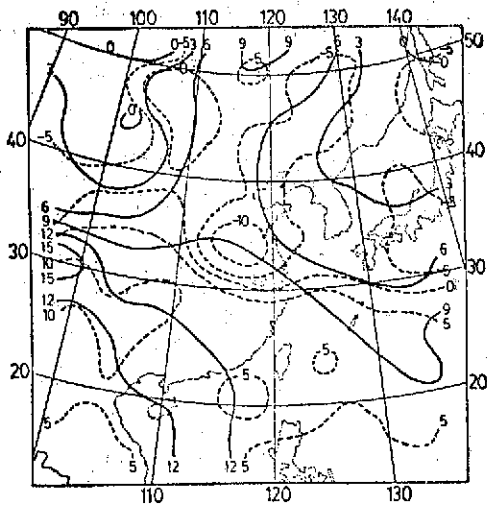
圖 17. 850mb 溫度場 (實線, 單位: $^{\circ}\text{C}$) 與露點溫度 (虛線, 單位: $^{\circ}\text{C}$),
(a) 主觀分析, (b) Barnes 客觀分析, (c) Cressman 客觀
分析, (d) Inman 客觀分析。



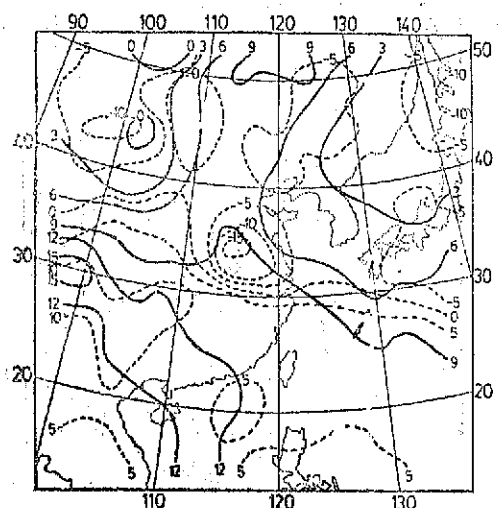
(a)



(c)

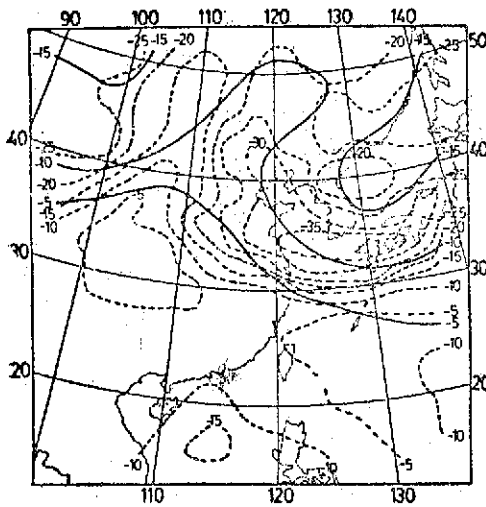


(b)

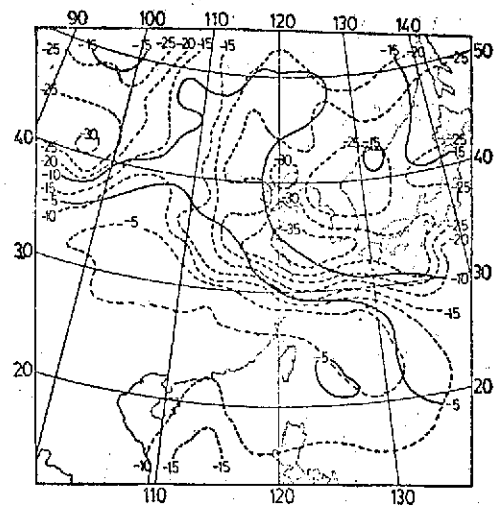


(d)

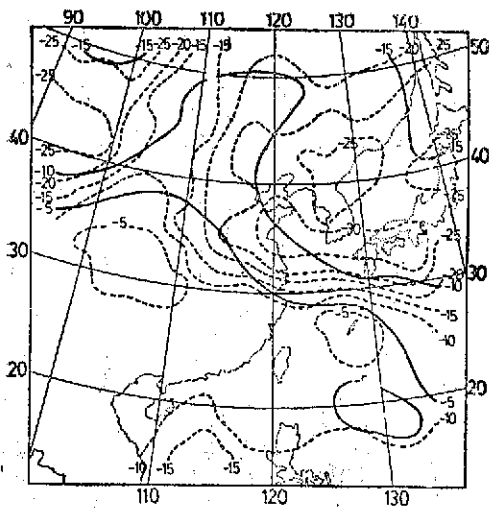
圖 18. 700mb 溫度場(實線, 單位: °C) 與露點溫度(虛線, 單位: °C): (a) 主觀分析 (b) Barnes 客觀分析 (c) Cressman 客觀分析 (d) Inman 客觀分析。



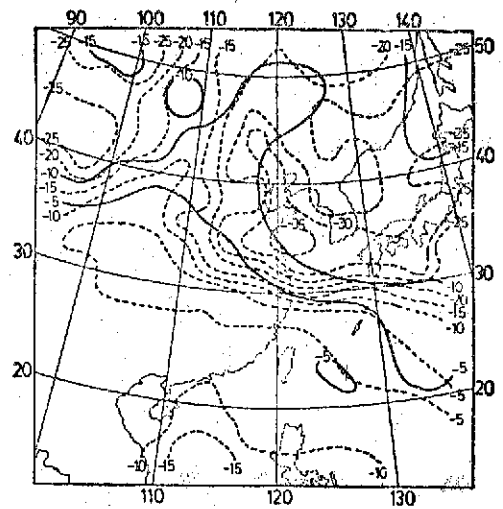
(a)



(c)



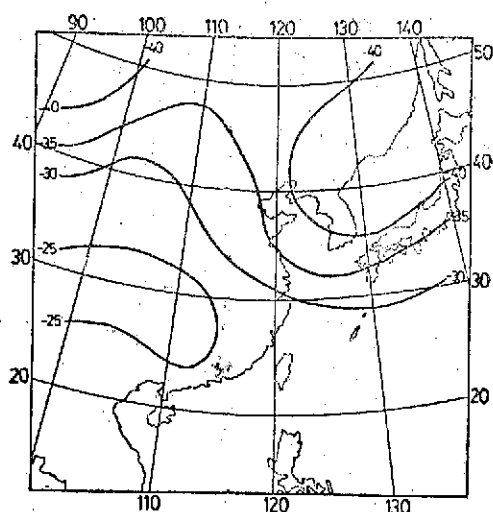
(b)



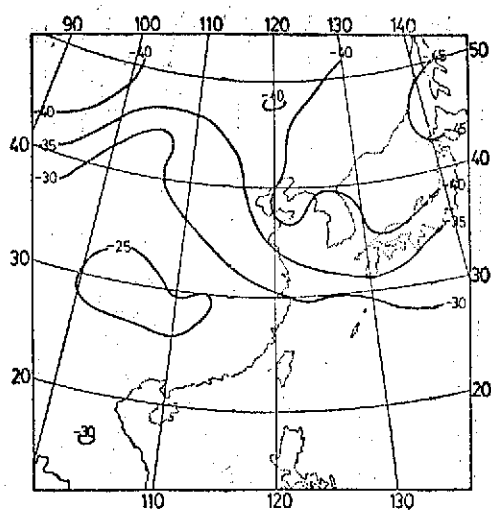
(d)

圖 19. 500mb 溫度場 (實線, 單位: °C) 與露點溫度 (虛線, 單位: °C)

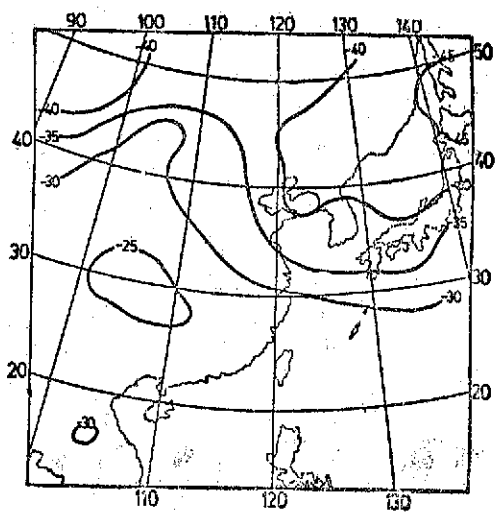
(a) 主觀分析 (b) Barnes 客觀分析 (c) Cressman 客觀分析 (d) Inman 客觀分析



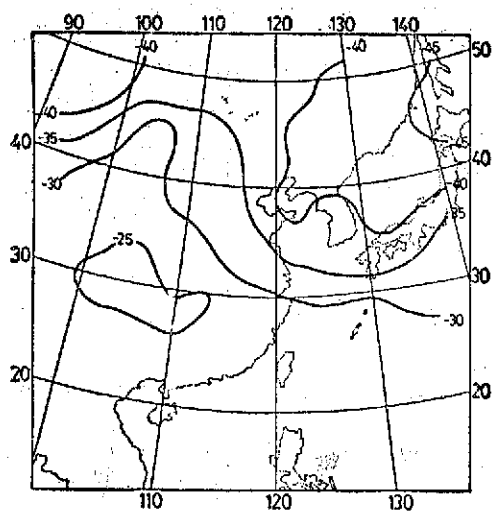
(a)



(c)

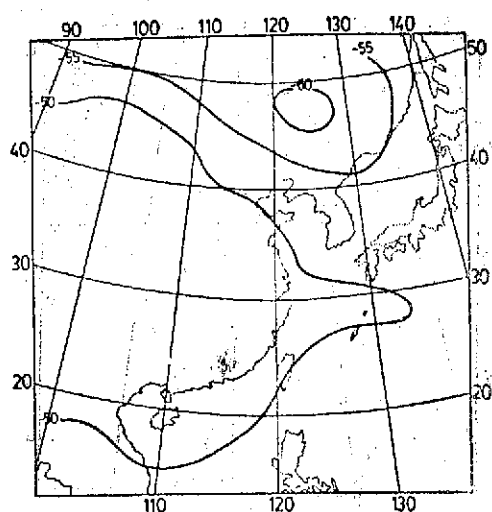


(b)

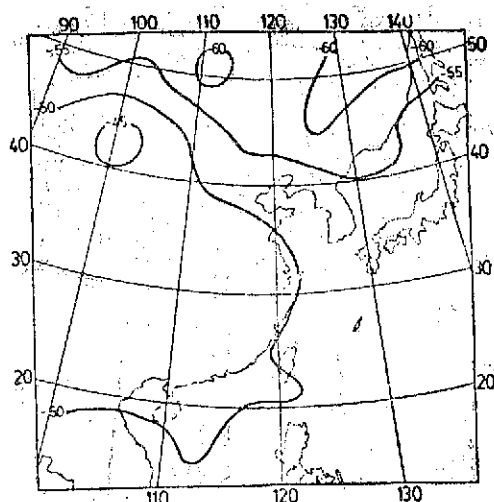


(d)

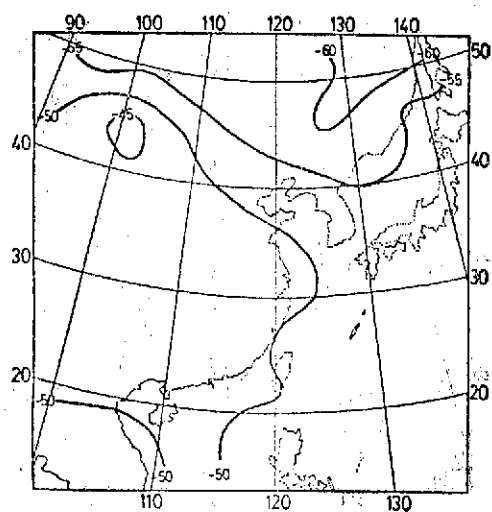
圖 20. 300mb 溫度場 (單位: °C) (a) 主觀分析
(b) Barnes 客觀分析 (c) Cressan
客觀分析 (d) Inman 客觀分析



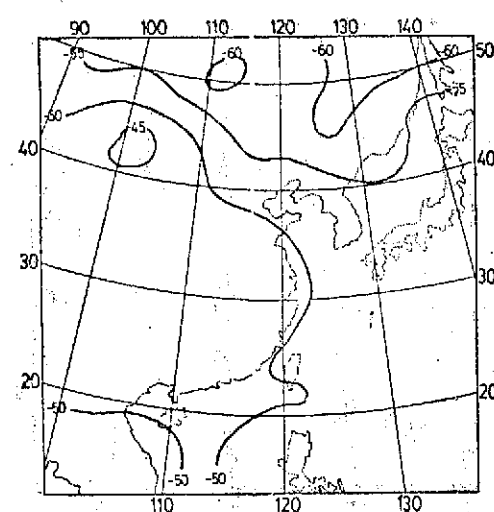
(a)



(c)

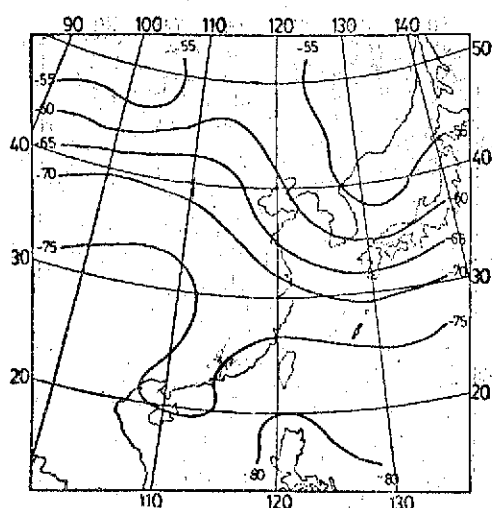


(b)

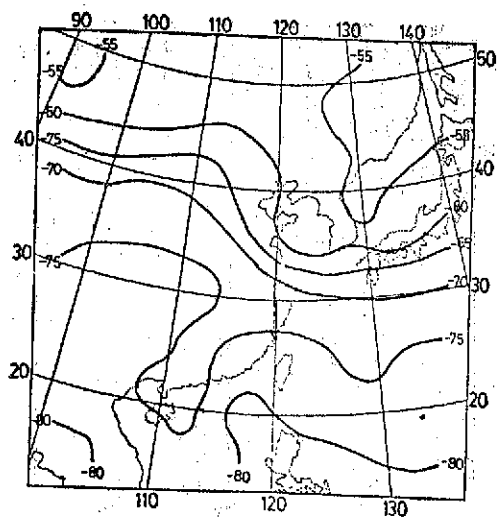


(d)

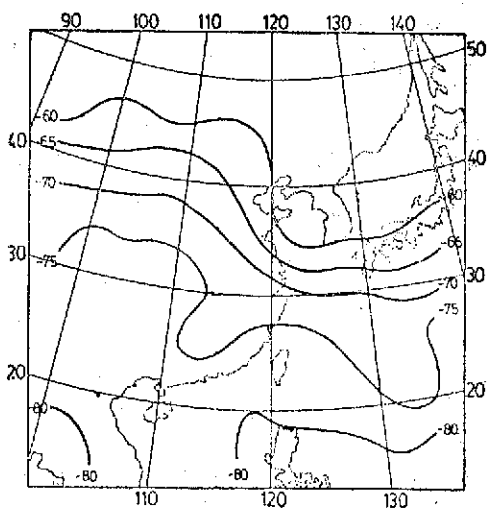
圖 21: 200mb 溫度場 (單位: °C) (a) 主觀分析
(b) Barnes 客觀分析 (c) Cressman
客觀分析 (d) Inman 客觀分析



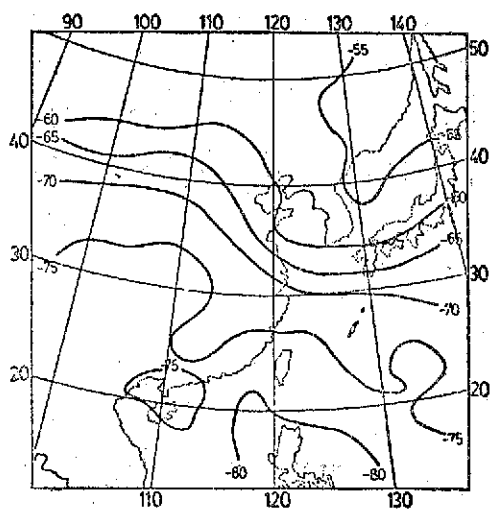
(a)



(c)

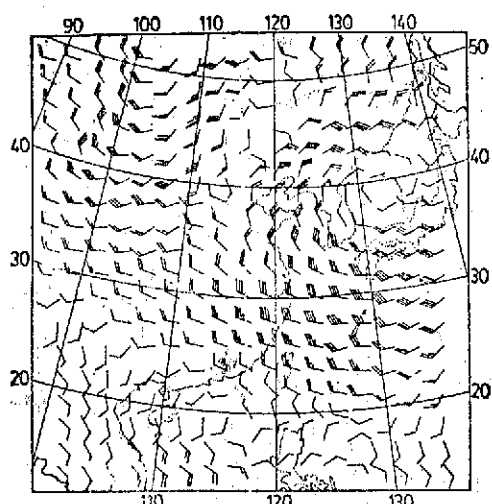


(b)

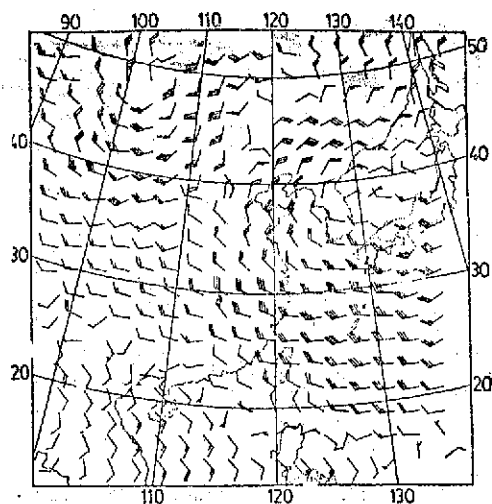


(d)

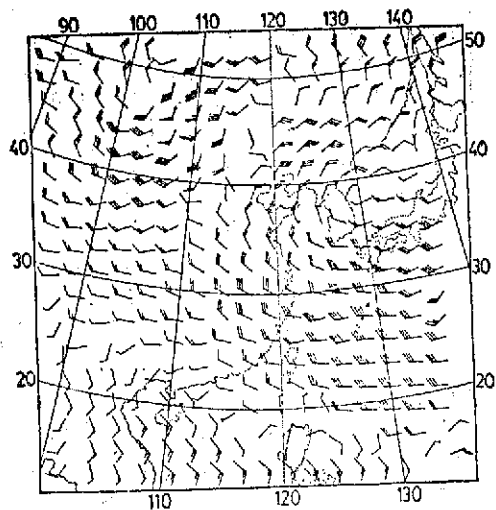
圖 22. 100mb 溫度場 (單位 °C) (a) 主觀分析
(b) Barnes 客觀分析 (c) Cressman
客觀分析 (d) Inman 客觀分析



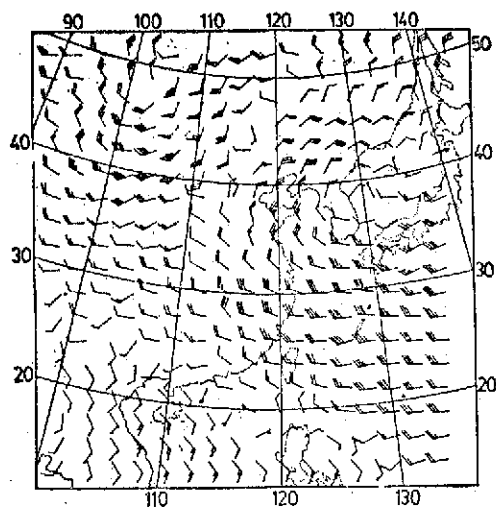
(a)



(c)

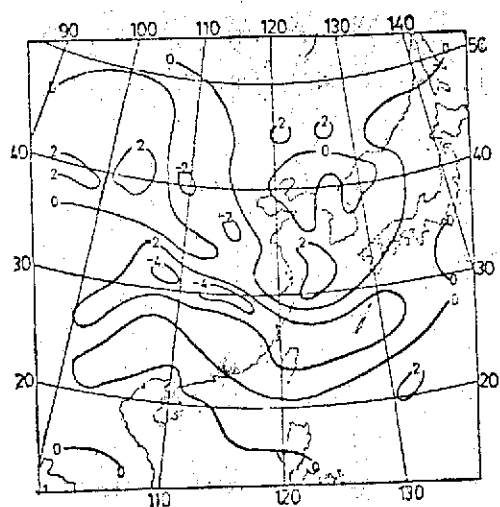


(b)

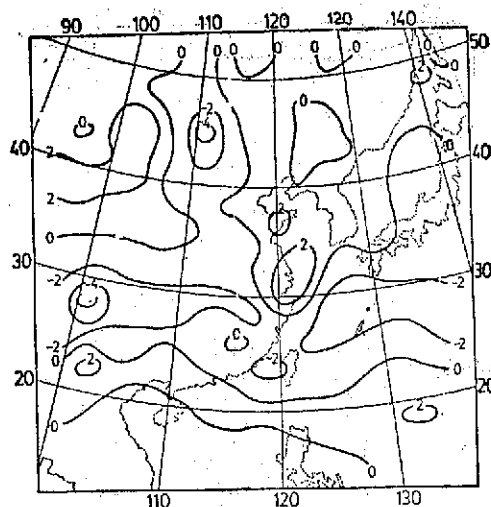


(d)

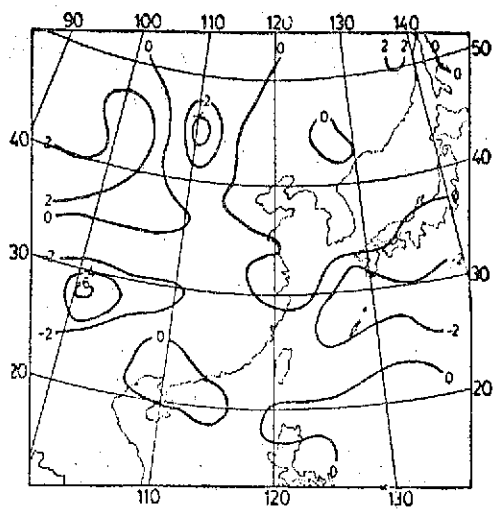
圖 23. 500mb 風場 (a) 主觀分析 (b) Barnes 客觀分析
(c) Cressman 客觀分析 (d) Inman 客觀分析



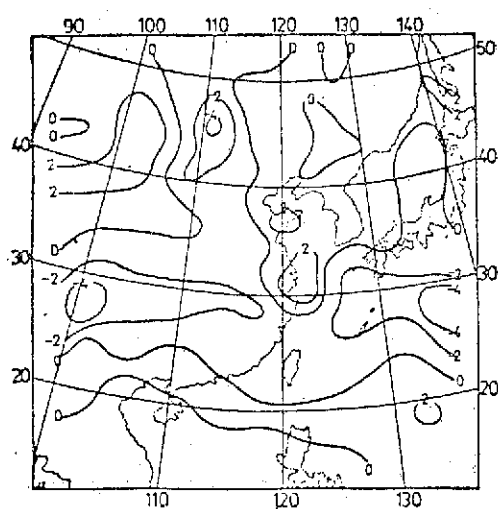
(a)



(c)

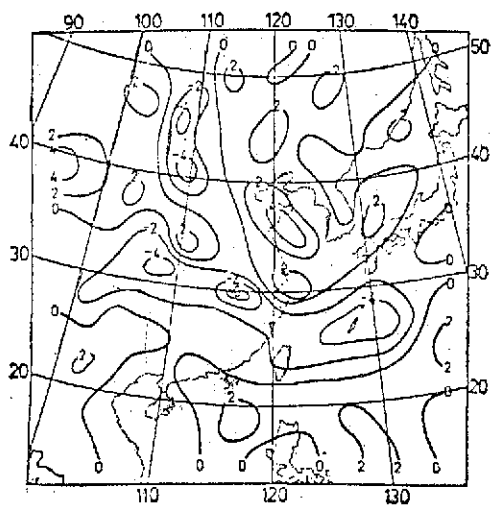


(b)

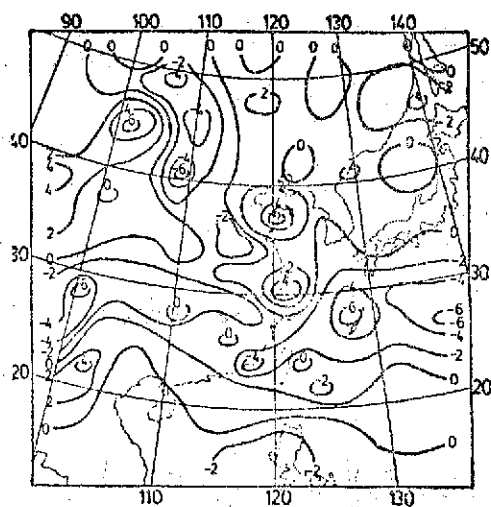


(d)

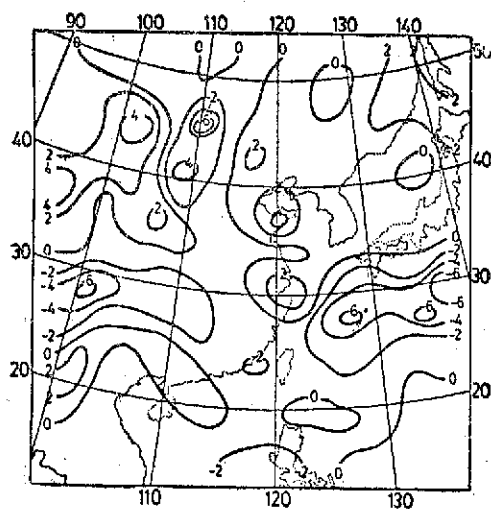
圖 24. 利用運動學法求得的 700mb 垂直速度，單位為 $\mu\text{b/sec}$
 (a) 主觀分析 (b) Barnes 客觀分析 (c) Cressman
 客觀分析 (d) Inman 客觀分析



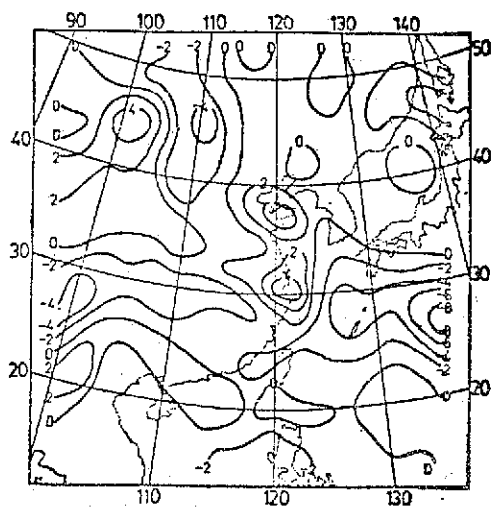
(a)



(c)

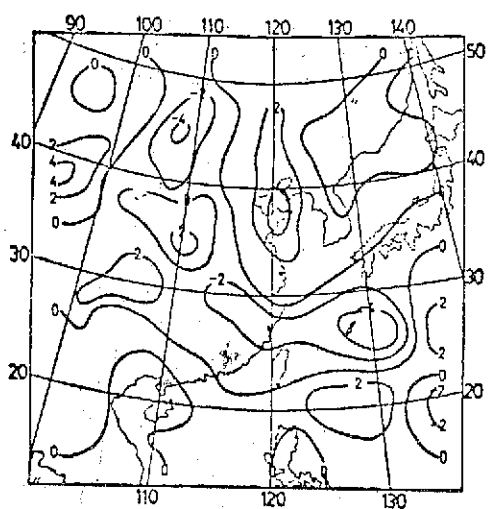


(b)

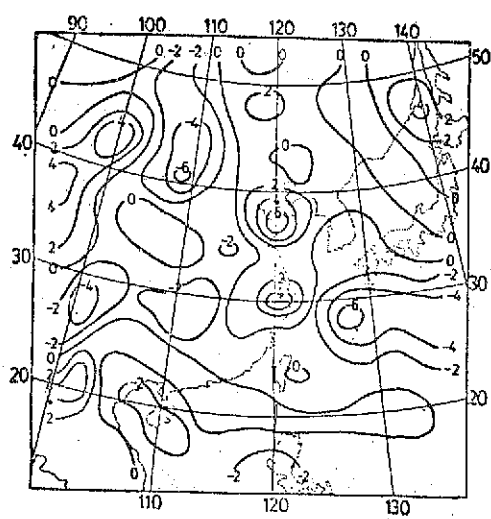


(d)

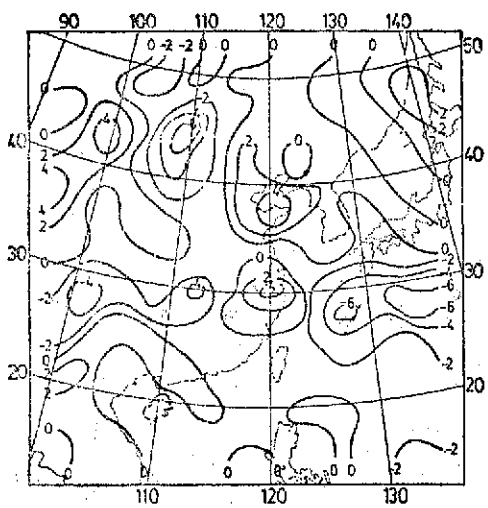
圖 25. 同圖 24. 但爲 500mb (a) 主觀分析
(b) Barnes 客觀分析 (c) Cressman
客觀分析 (d) Inman 客觀分析



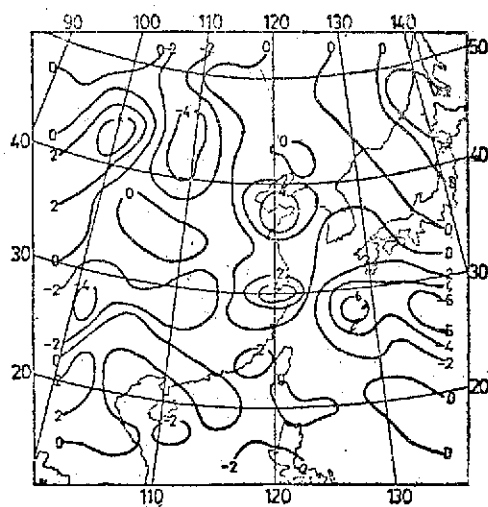
(a)



(c)

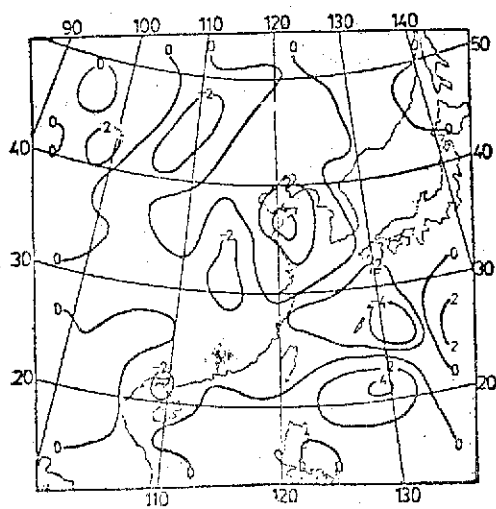


(b)

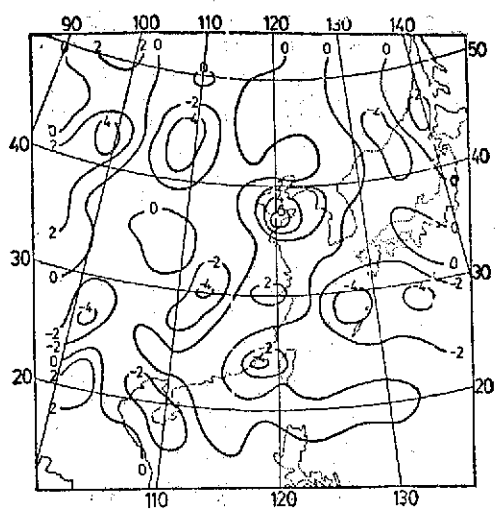


(d)

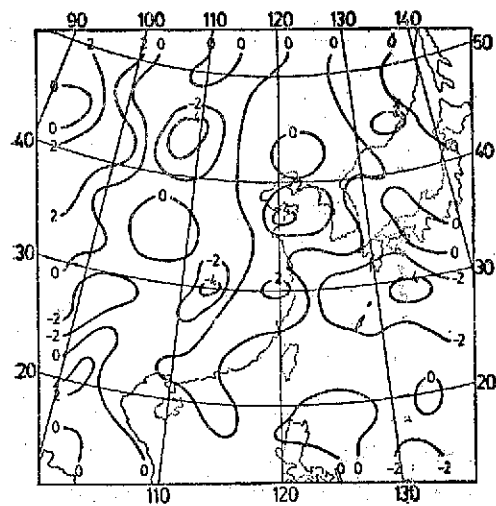
圖 26. 同圖 24, 但爲 300mb



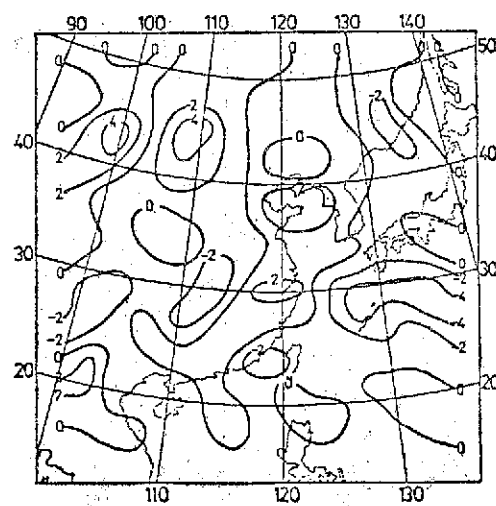
(a)



(c)

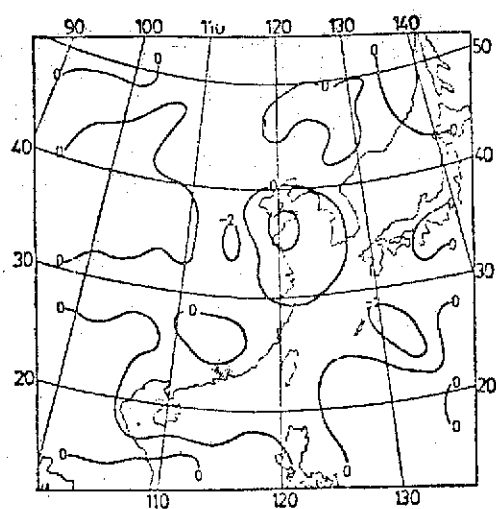


(b)

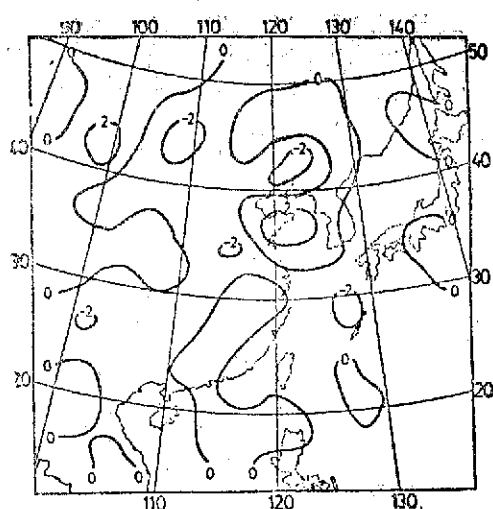


(d)

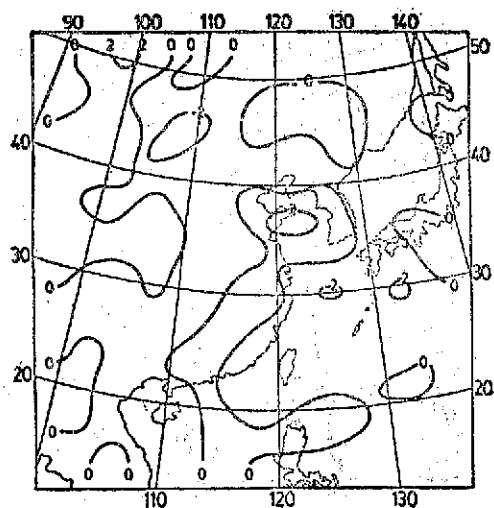
圖 27. 同圖 24. 但為 200mb



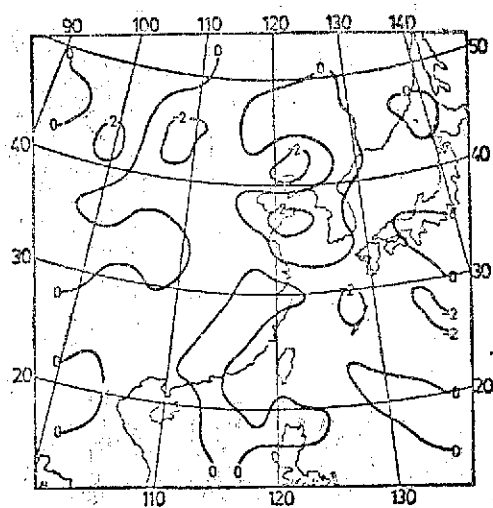
(a)



(c)

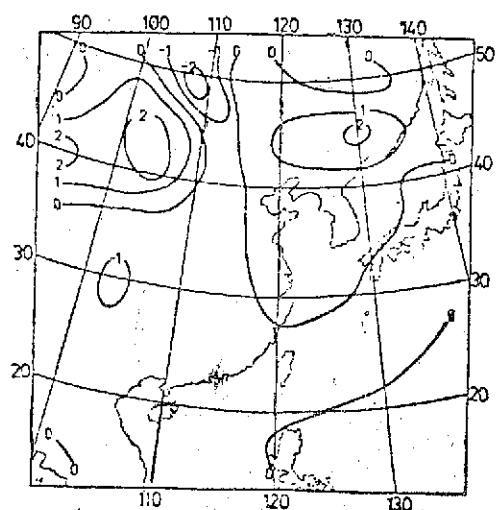


(b)

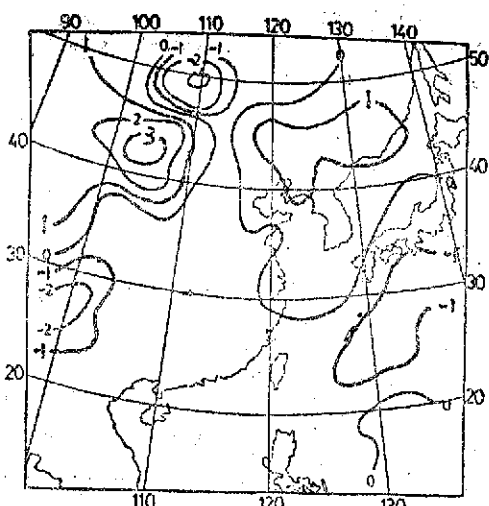


(d)

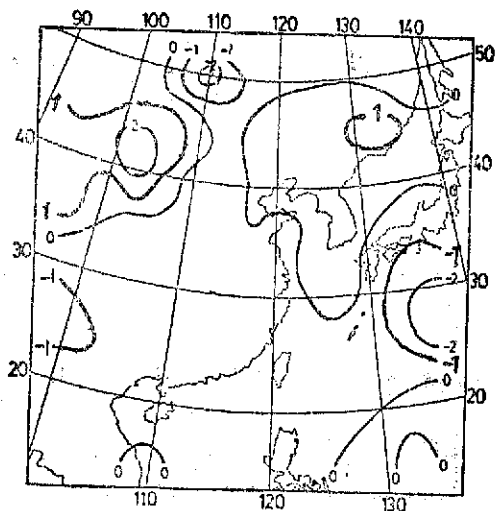
圖 26. 同圖 24 但為 100mb



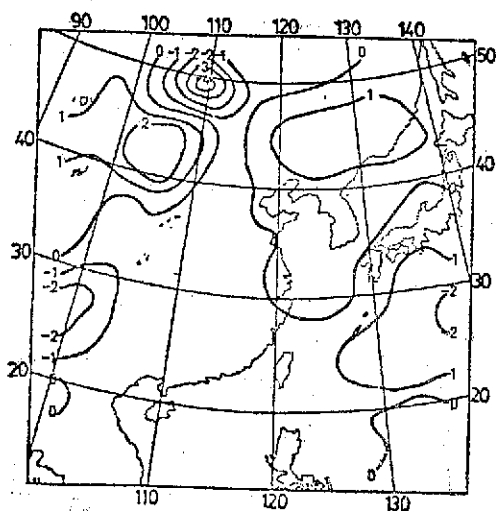
(a)



(c)



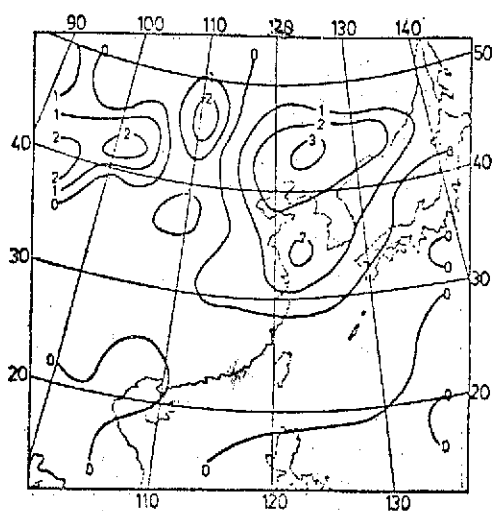
(b)



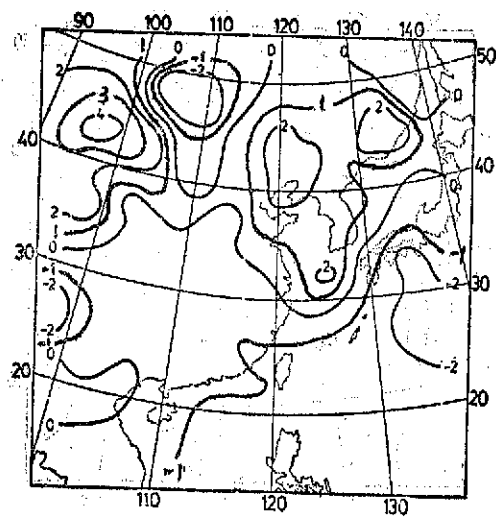
(d)

圖 29. 利用準地轉 ω 方程式求得的 700mb 垂直速度單位為 $\mu\text{b/sec}$

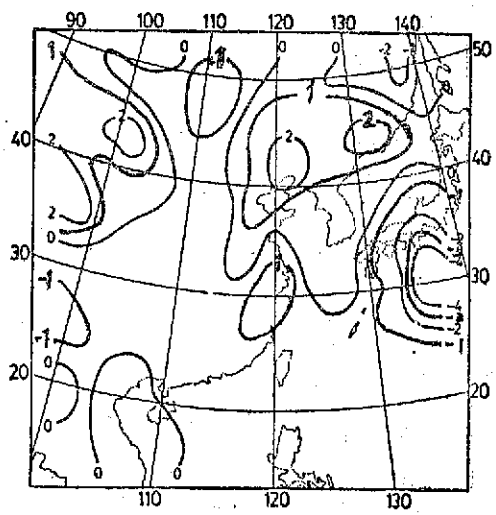
(a) 主觀分析 (b) Barnes 客觀分析 (c) Cressman 客觀分析
(d) Inman 客觀分析



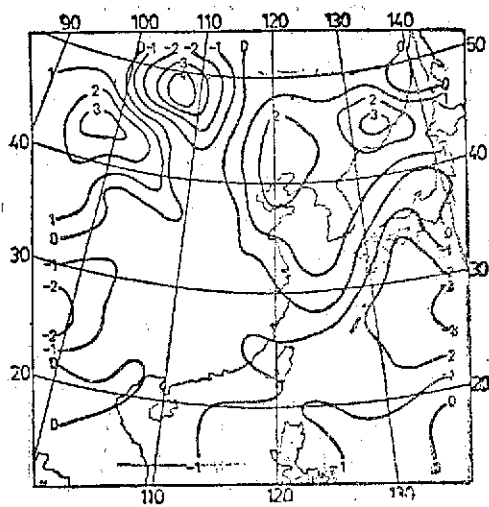
(a)



(c)

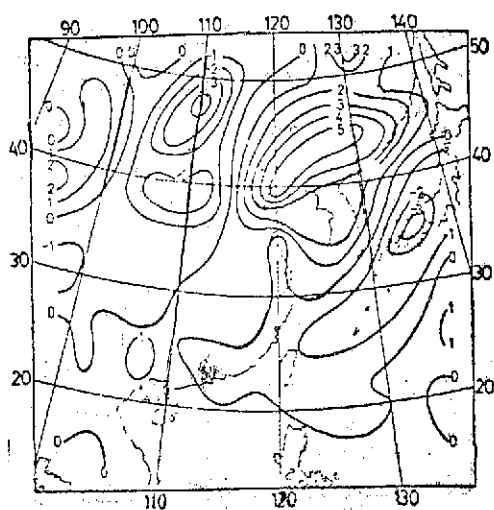


(b)

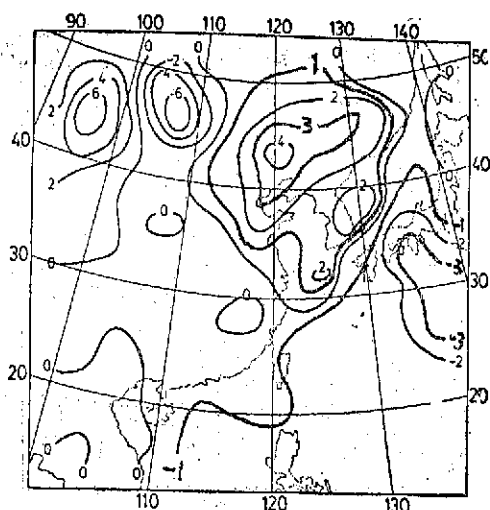


(d)

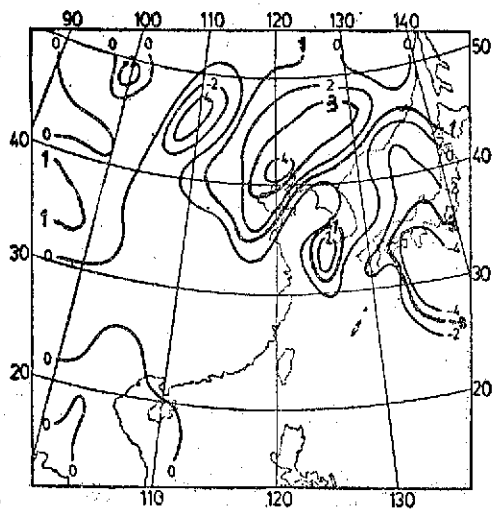
圖 30. 同圖 29. 但爲 500mb



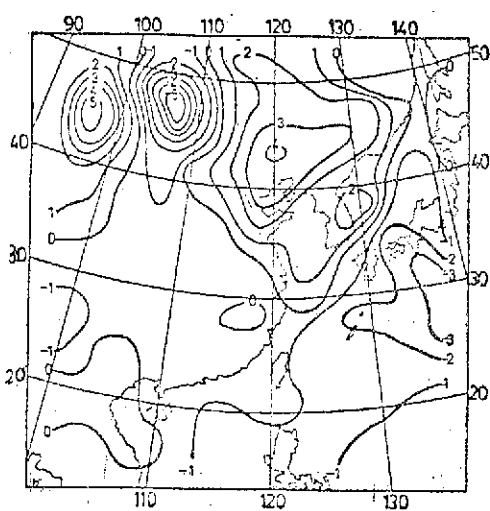
(a)



(c)



(b)



(d)

圖 31 同圖 29 但為 300mb

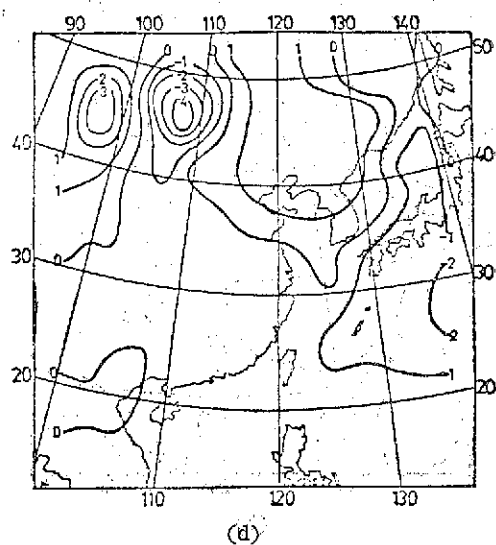
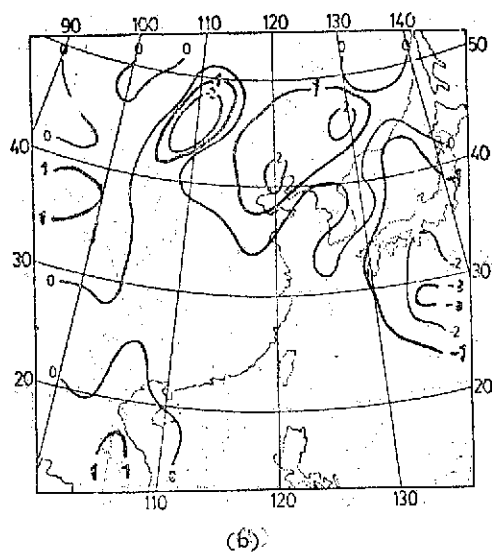
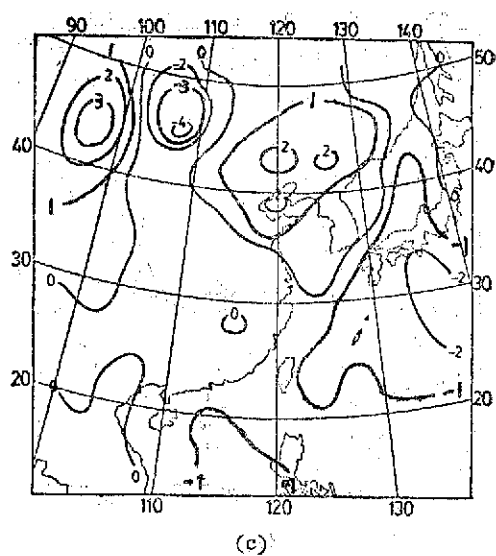
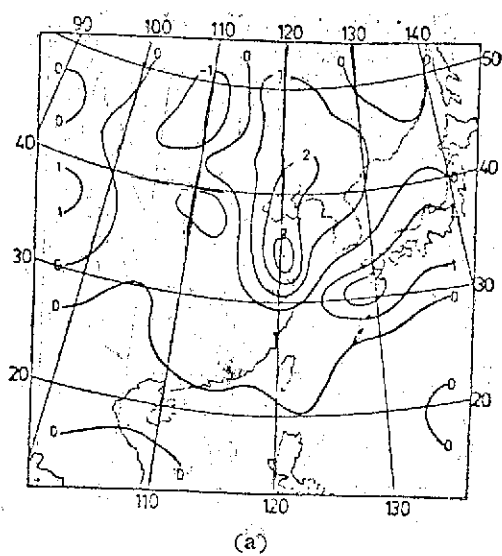
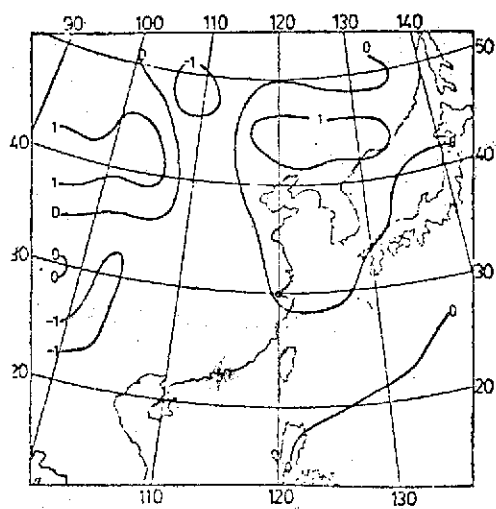
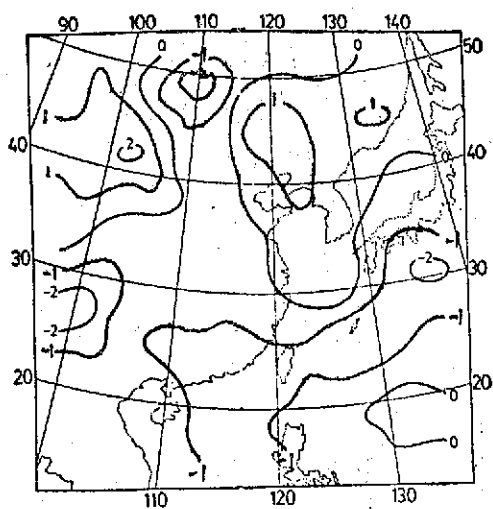


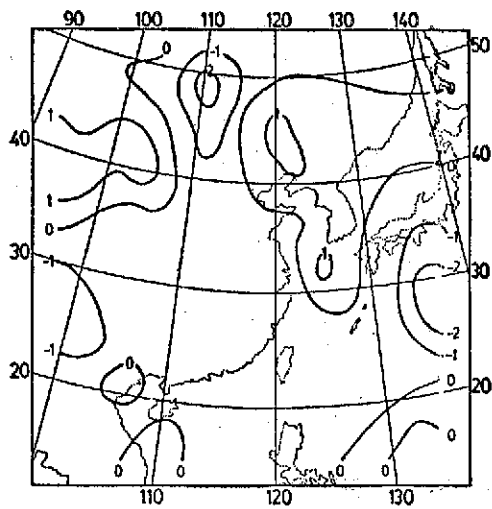
圖 32. 同圖 29. 但為 200mb



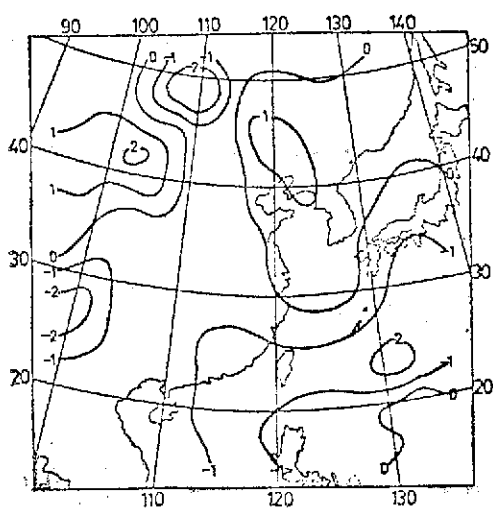
(a)



(c)

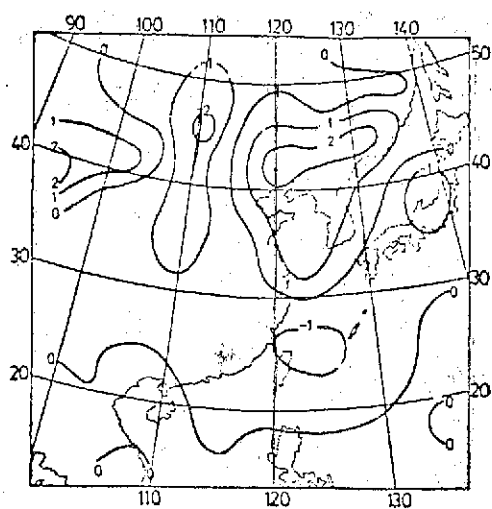


(b)

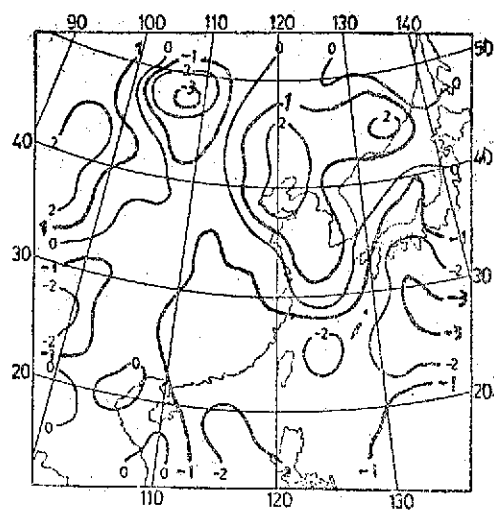


(d)

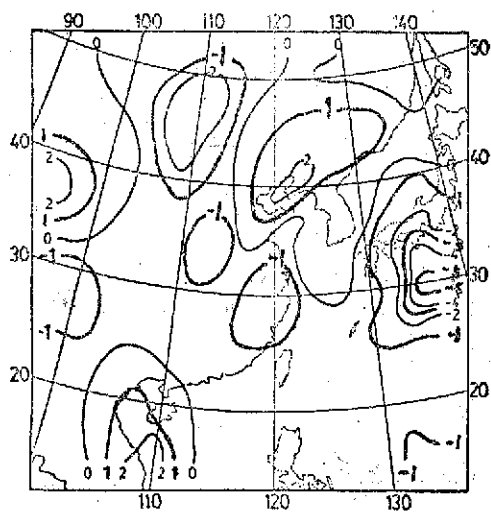
圖 33. 利用線性平衡方程式求得 700mb 垂直速度單位為 $\mu\text{b/sec}$
 (a) 主觀分析 (b) Barnes 客觀分析 (c) Cressman
 客觀分析 (d) Inman 客觀分析



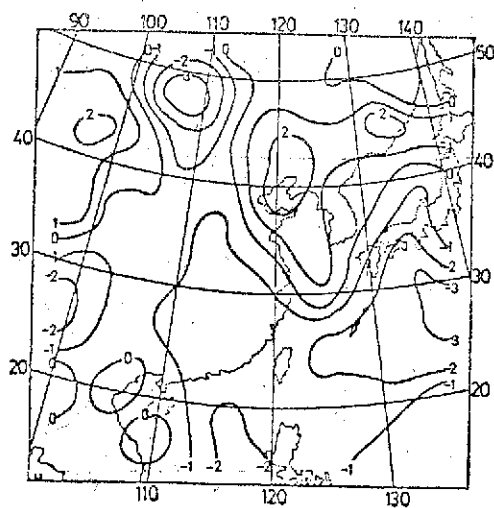
(a)



(c)

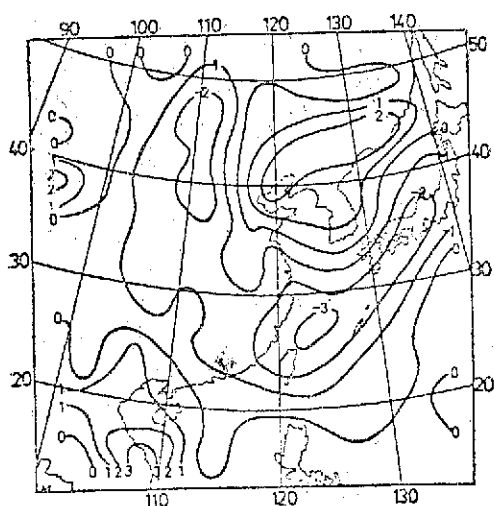


(b)

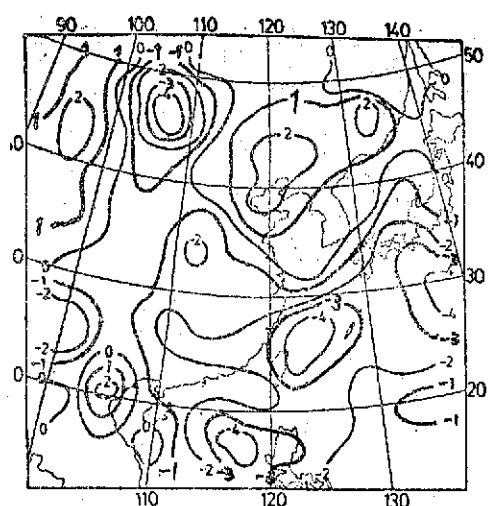


(d)

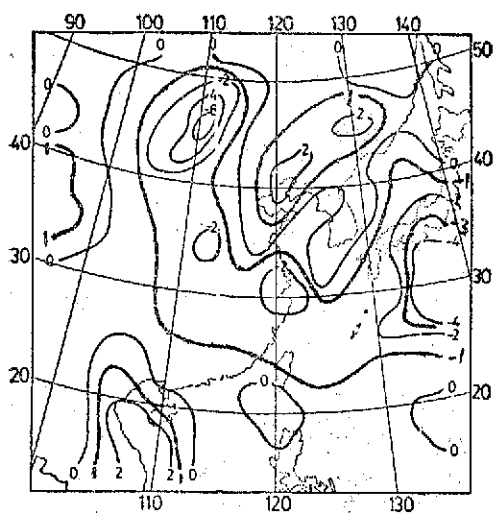
圖 34. 同圖 33. 但為 500mb



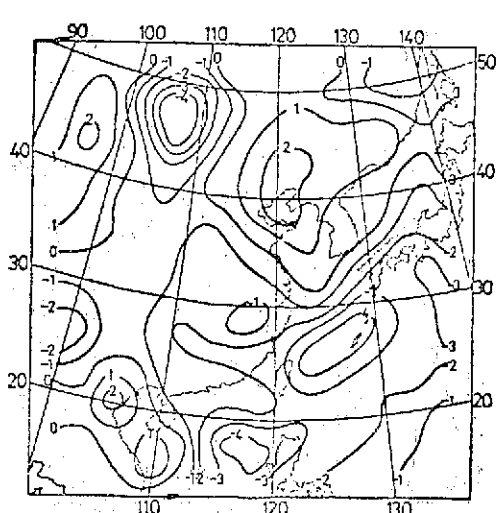
(a)



(c)

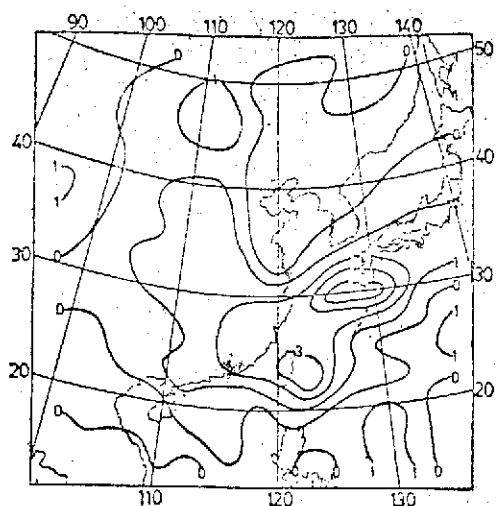


(b)

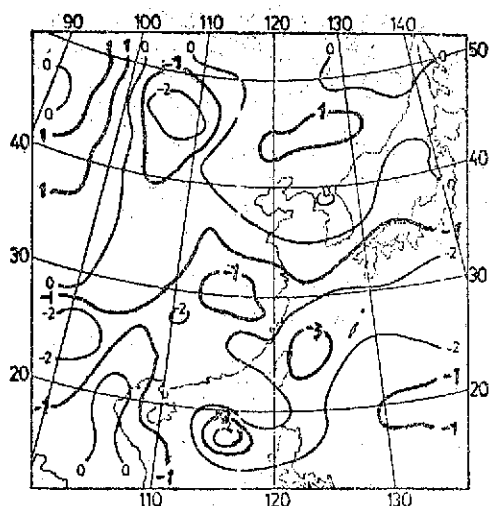


(d)

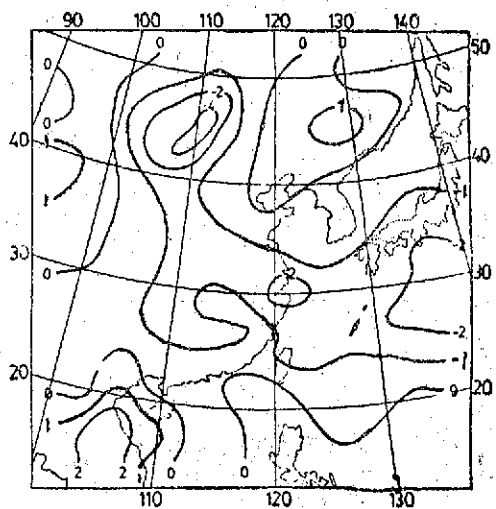
圖 35. 同圖 33. 但爲 300mb



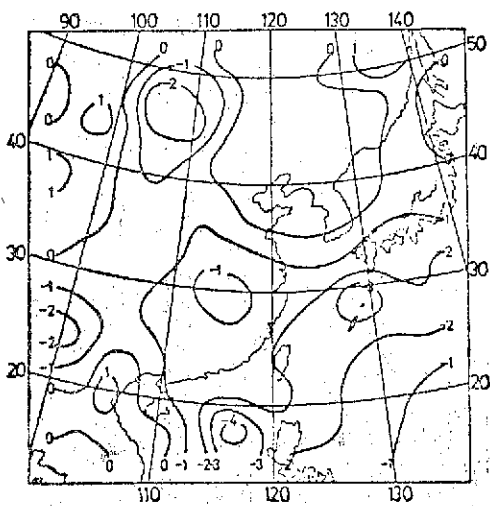
(a)



(c)



(b)



(d)

圖 36 同圖 33, 但為 200mb

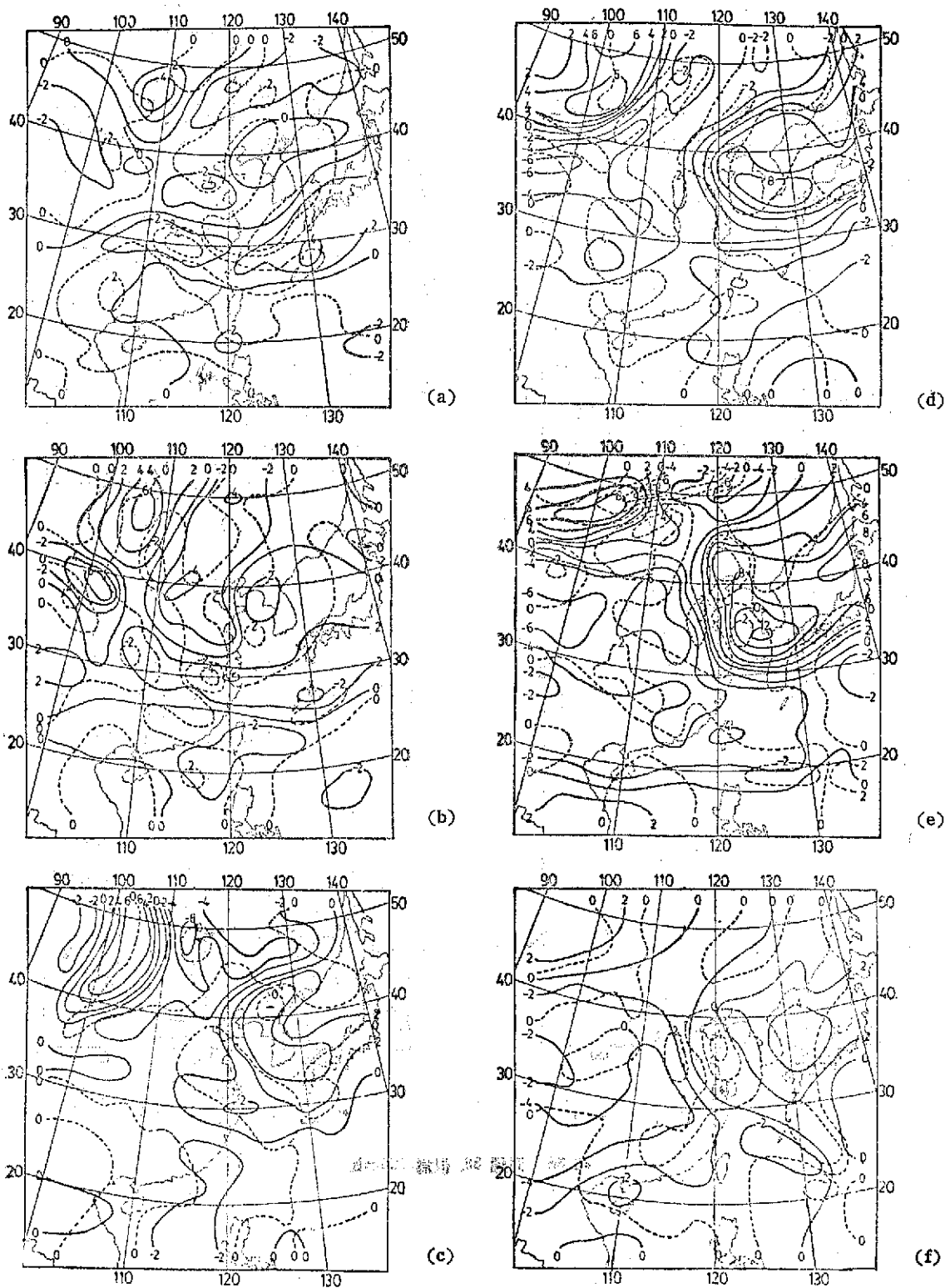


圖 37. 主觀分析的渦度場 (實線, 單位 10^{-5} sec^{-1}) 與輻散場 (虛線, 單位 10^{-5} sec^{-1}) (a) 850mb (b) 700mb (c) 500mb (d) 300mb (e) 200mb (f) 100 mb

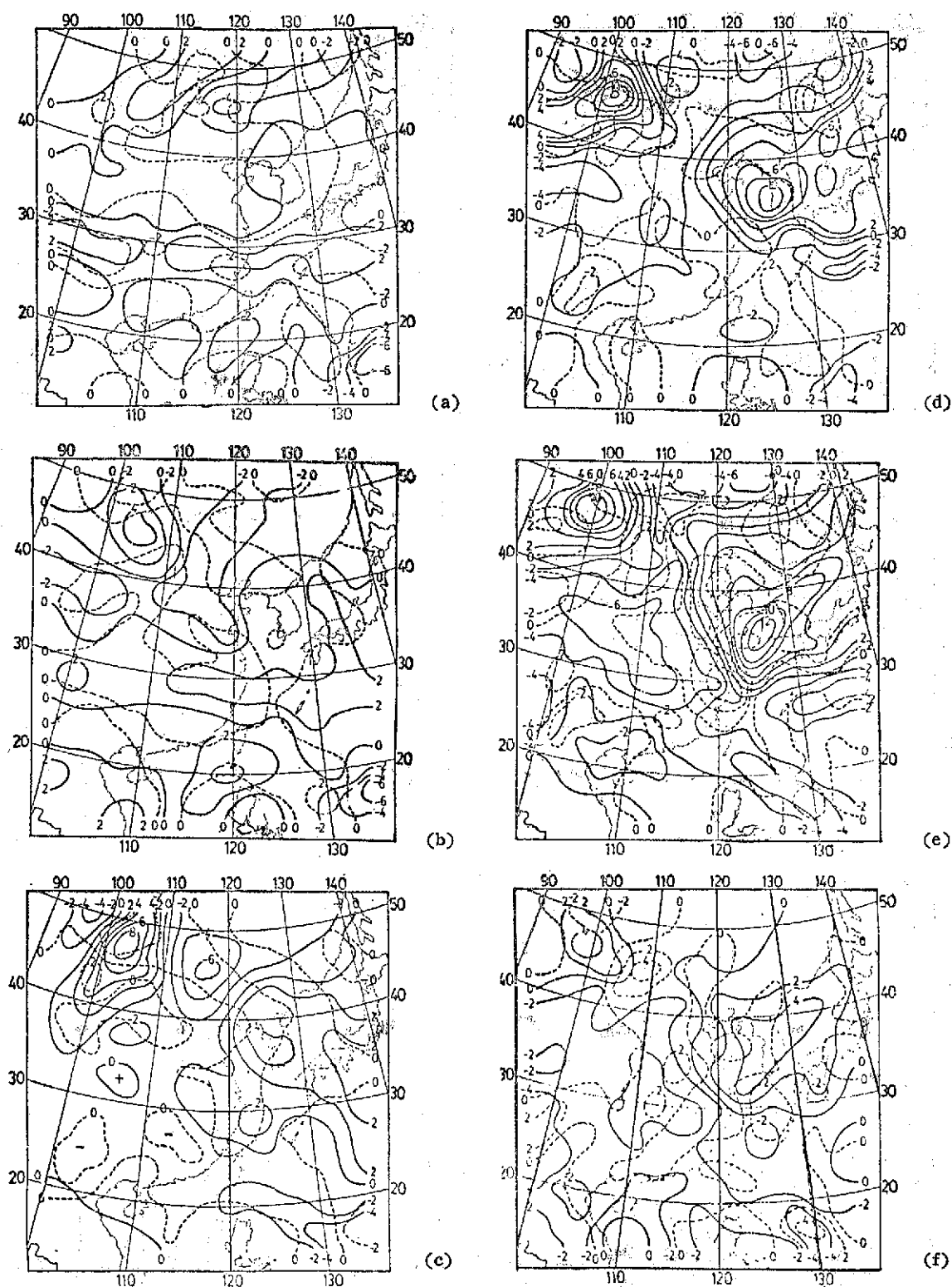


圖 38 同圖 37, 但為 Barnes 客觀分析

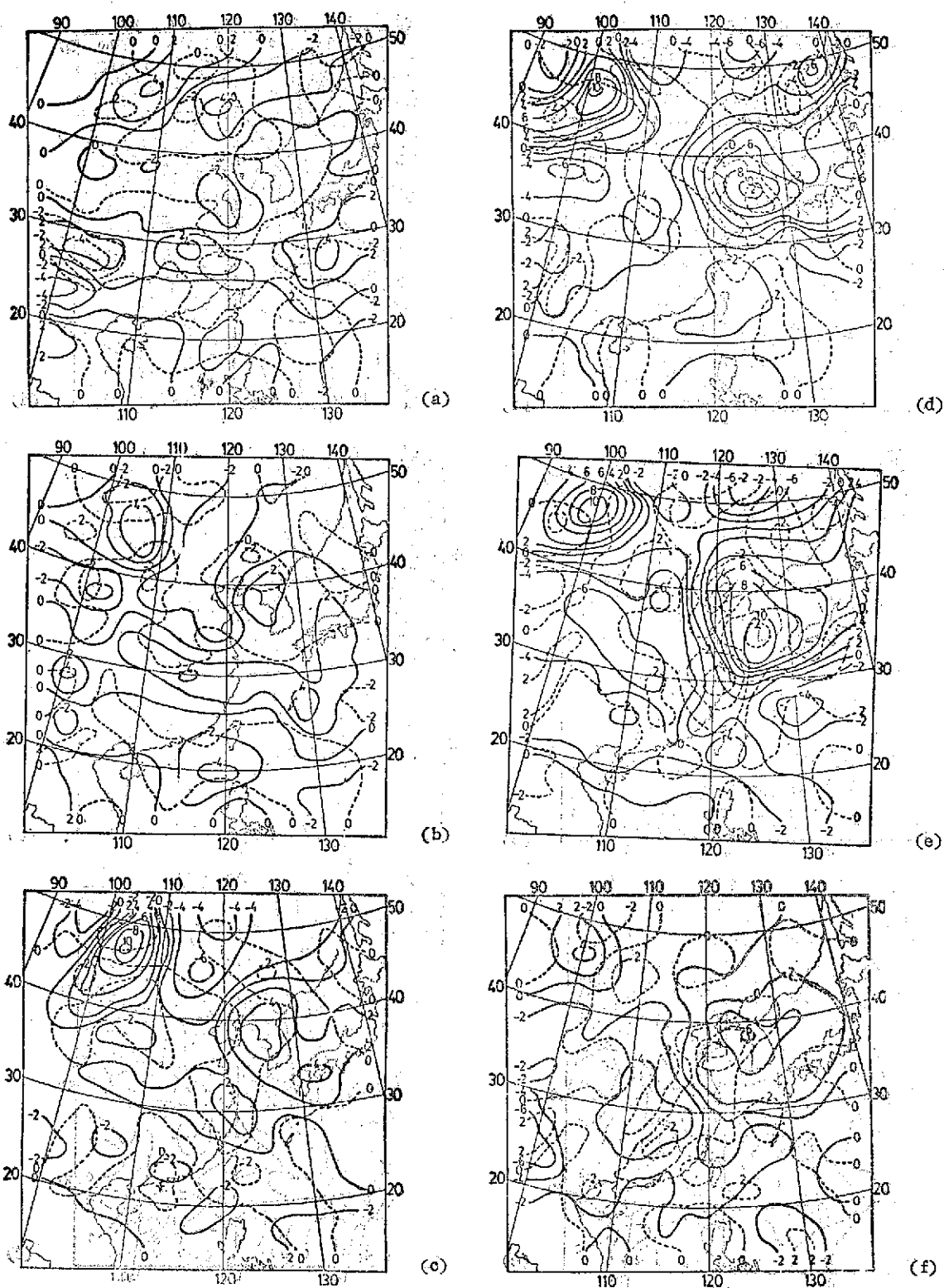


圖 39. 同圖 37. 但為 Cressman 客觀分析

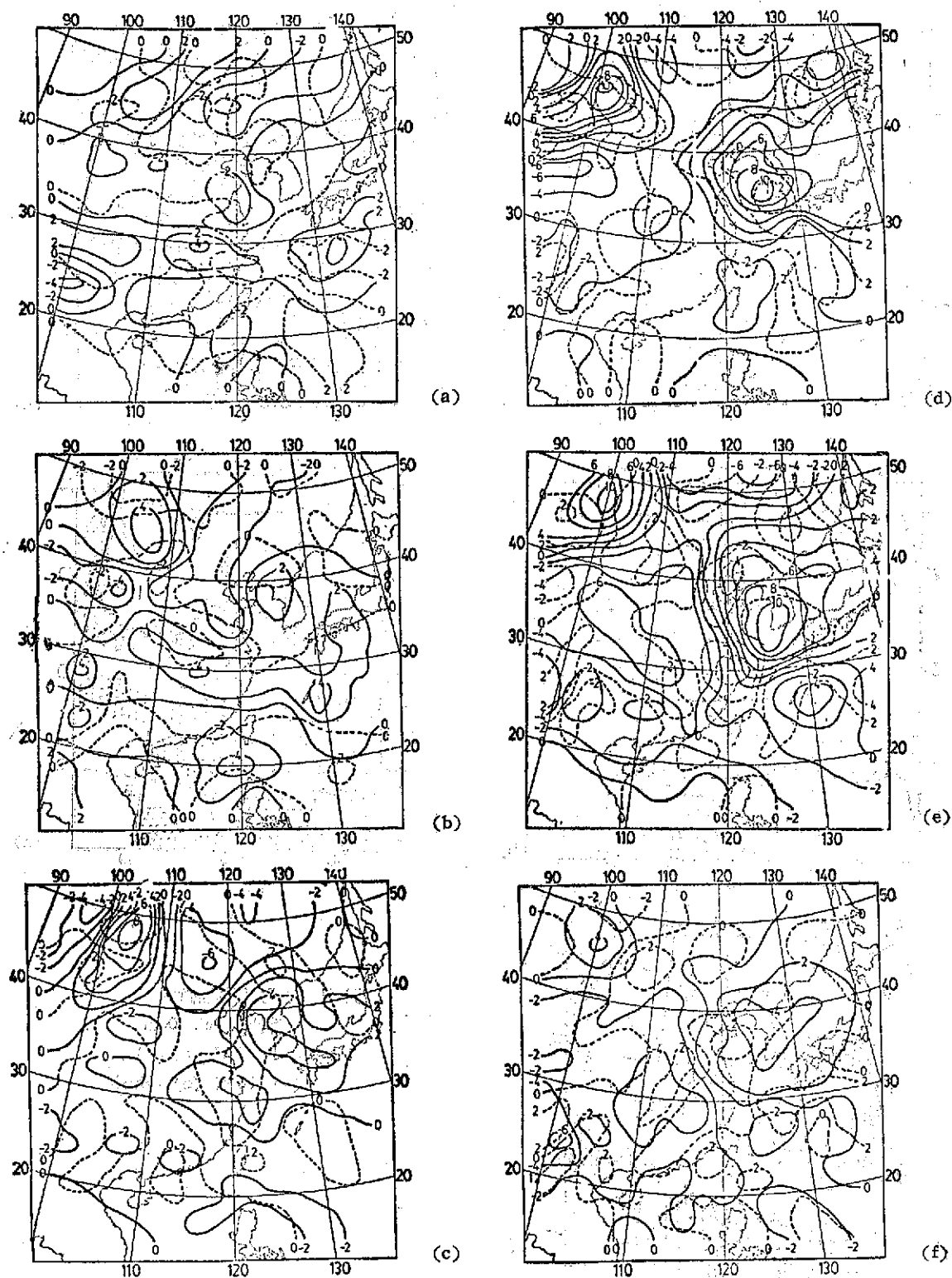


圖 40. 同圖 37, 但為 Inman 客觀分析

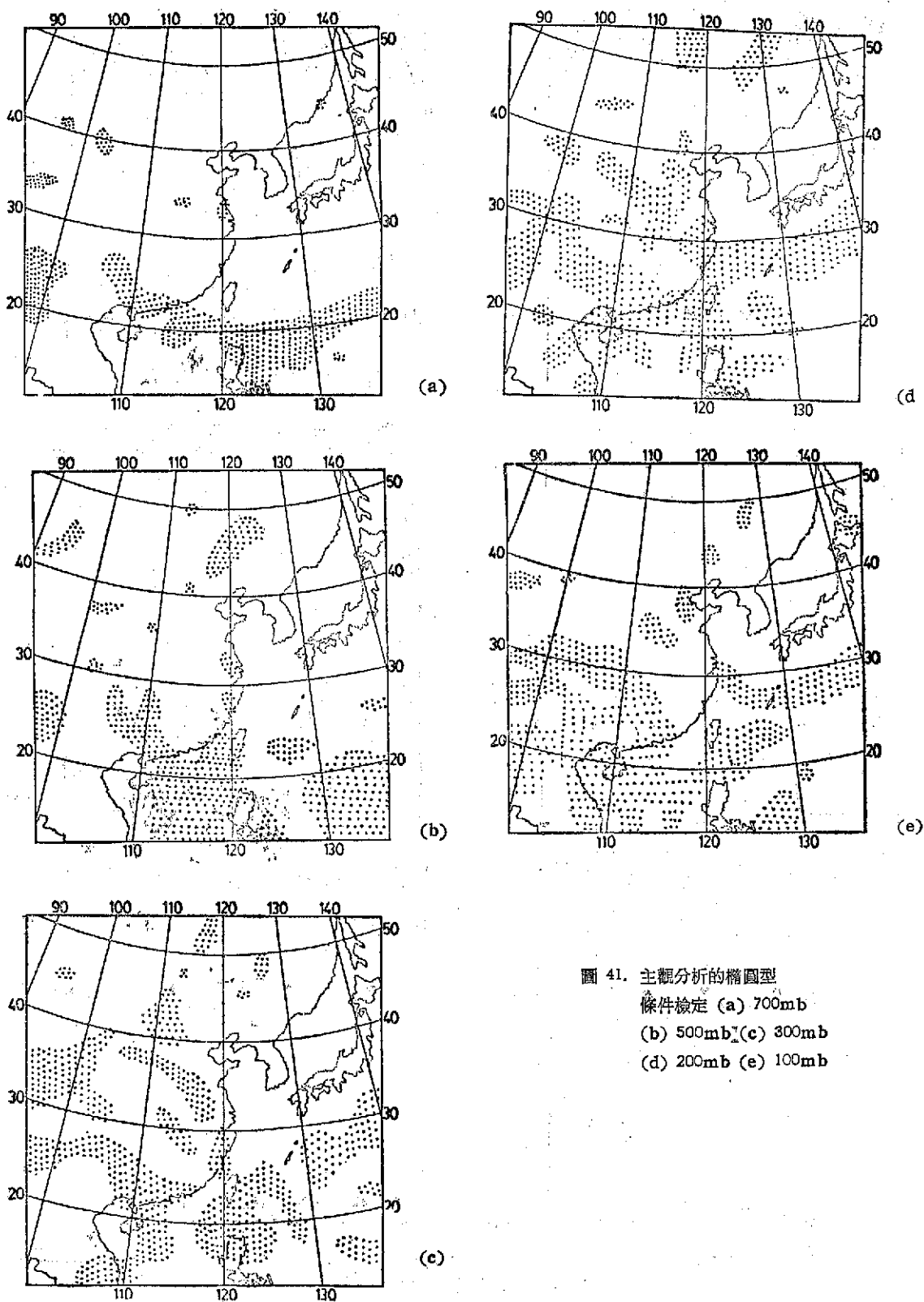


圖 41. 主觀分析的橢圓型
條件檢定 (a) 700mb
(b) 500mb (c) 300mb
(d) 200mb (e) 100mb

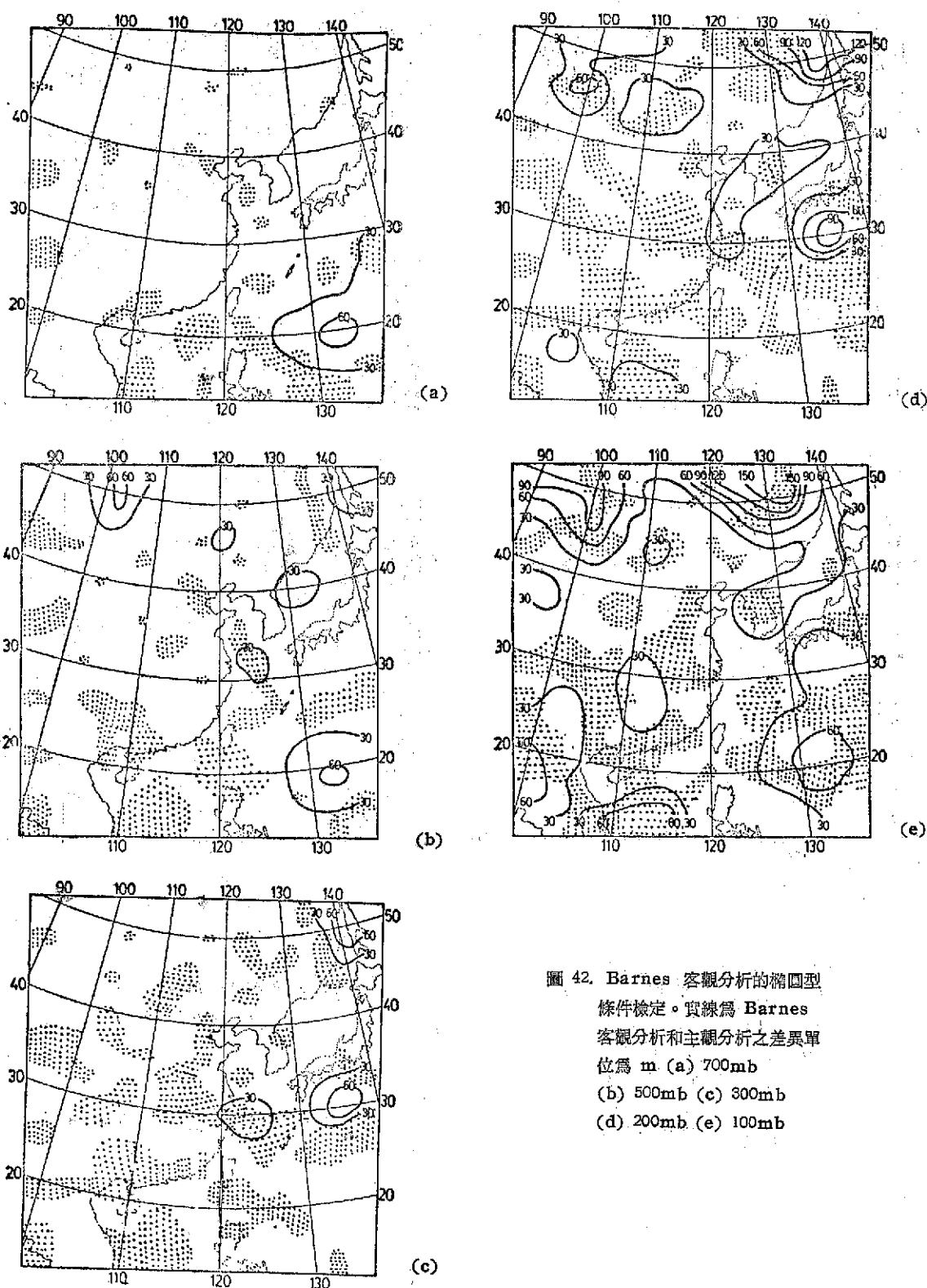


圖 42. Barnes 客觀分析的橢圓型
條件檢定。實線為 Barnes
客觀分析和主觀分析之差異單
位為 m (a) 700mb
(b) 500mb (c) 300mb
(d) 200mb (e) 100mb

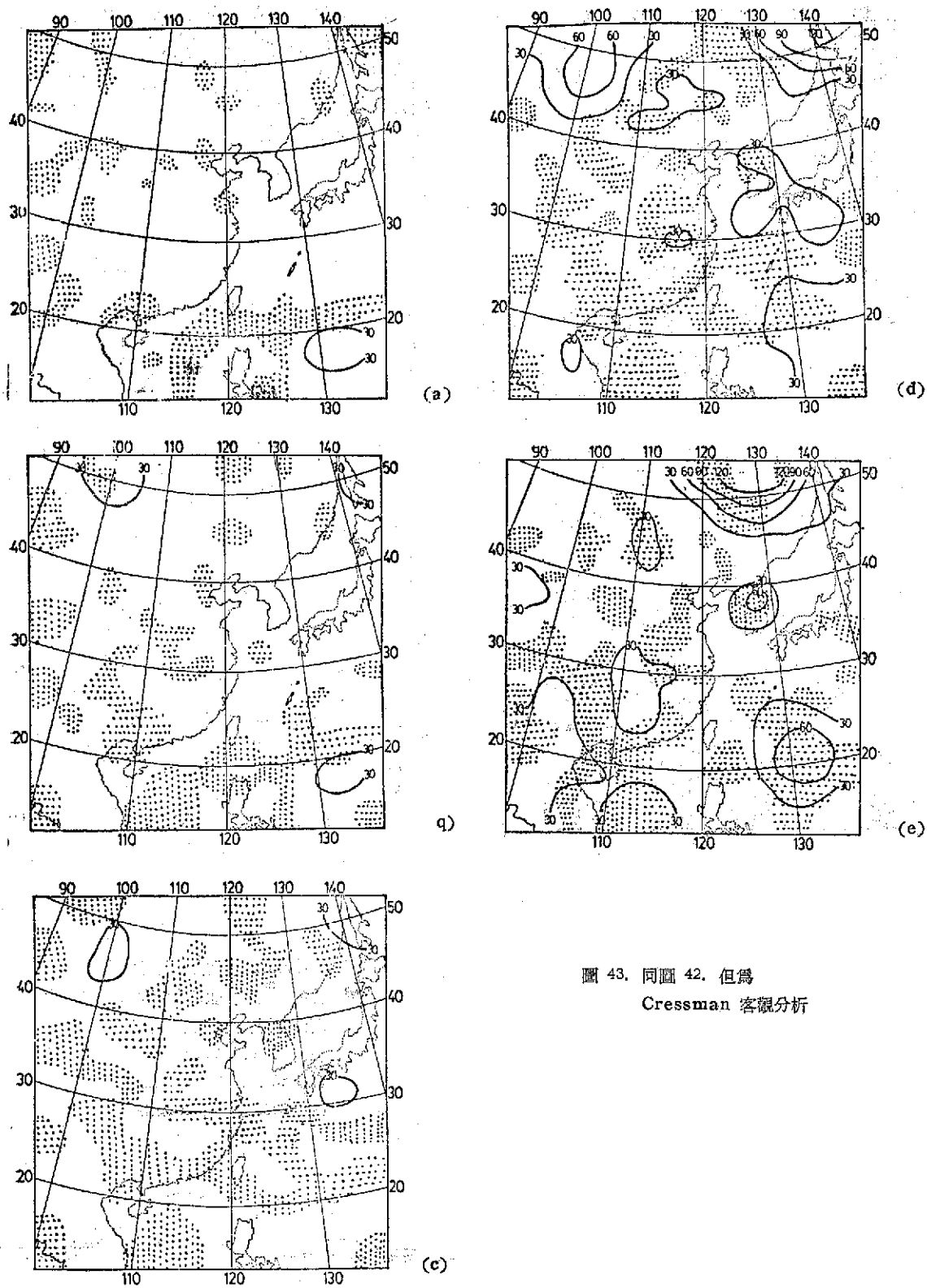
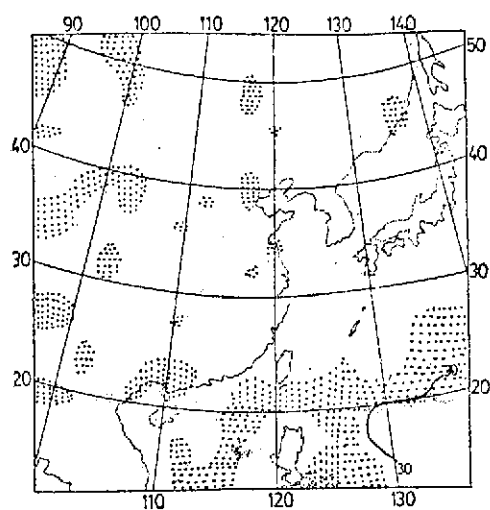
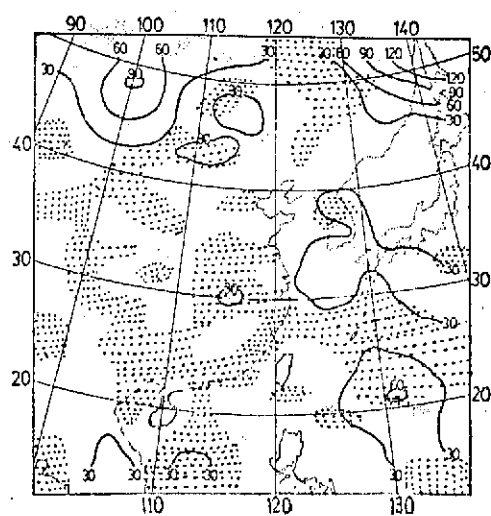


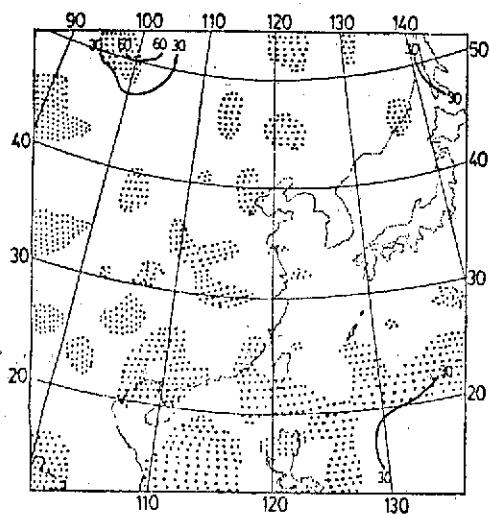
圖 43. 同圖 42. 但爲
Cressman 客觀分析



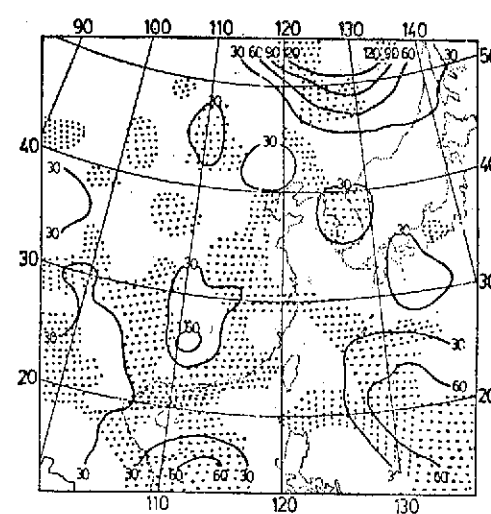
(a)



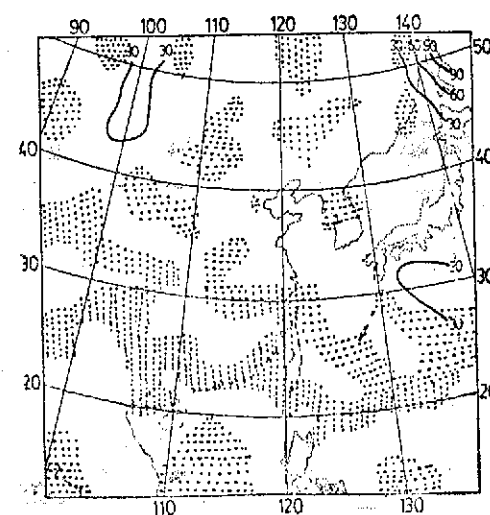
(d)



(b)



(e)



(c)

圖 44. 同圖 42. 但爲
Inman 客觀分析

臺灣地區氣象因子與水稻產量預測 模式之初步研究

*The preliminary study on the weather-yield relationships
for the forecasting models of paddy rice
production in Taiwan*

郭 文 鑠 曾 文 柄 楊 之 達 鄭 淑 賢

Wen-Shuo Kuo Wen-Ping Tseng Chea-Yuan Young Shu-Hsien Chen

ABSTRACT

The authors use stepwise regression analysis to measure the influence of weather on the yield of paddy rice in 16 Chens (Hsiang) in Taiwan, and to establish some forecasting models for rice yield. The time trend is used to evaluate the technological improvements. The time factor and meteorological variables account for 80% or more for the yield variation in all models. The selected meteorological variables lack similarity among the 16 chens. Both the mean temperature in March and the duration of sunshine in April are significant variables in most models of the 1st crop. The authors find out that the mean temperature in July and the rainfall in August are significant variables for the 2nd crop models. The typhoons in September, October and November remarkably affect the yield in most of the Chens. Comparing the calculated yield of 1977 and 1978 with the actual yield of the same period to verify the accuracy of the models. It is found that most of the calculated yield are very close to the actual yield within the 99% fiducial limit of actual yield. The significant departure between calculated and actual yield may be caused by typhoon, heavy rainfall and pest diseases.

摘 要

本研究以產量之時間趨勢控制影響水稻產量之技術因素，並利用逐步迴歸分析法，建立氣象因素對本省十六個鄉鎮水稻產量之預測模式。一期作之預測模式解釋程度均相當高， R^2 均在 0.80 以上。產量之時間趨勢皆為重要變數。影響各鄉鎮產量之氣象因素頗不一致，一期作以三月平均溫度及四

月日照時數為重要變數，二期作則以七月平均溫度二次關係及八月雨量二次關係為重要變數。二期作之颱風變數以九、十、十一月之颱風均有顯著不利之影響。以民國六十六、六十七年之資料檢定預測模式之準確性，大部分鄉鎮估測產量與實際產量差異不大，均在實際產量之 99% 可信限界內，差異較大者，多為颱風、豪雨、病蟲害等災害所致。

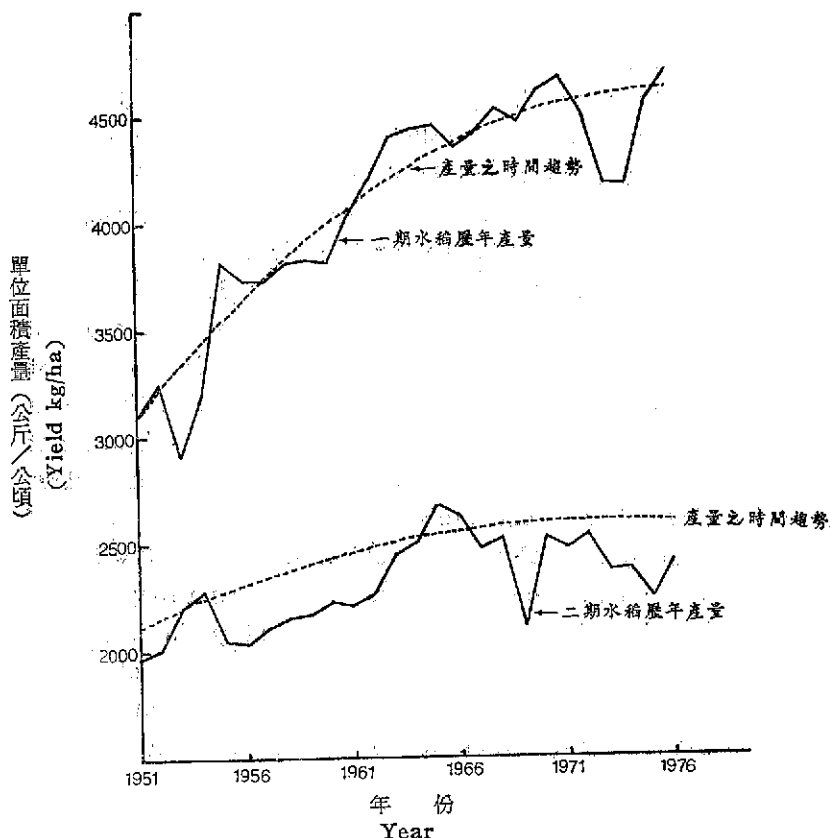
前 言

農作物產量之預測為農業氣象重要課題之一，無論直接從事生產的農民或間接有關的農業機構，都希望能於農作物收穫前預知其產量，以便對農作物價格及產銷等，能預作適當之籌劃。

氣象環境之變化對於作物生育之影響頗為密切，近年來國內外有關學者有利用局地實驗探求氣象條件對於作物產量之影響；亦有利用統計方法分析作物歷年來之產量趨勢，尋求與氣象因素之數學關係，期能直接或間接利用氣象因素預測產量。例如朱良基 (1976)⁽⁷⁾ 曾利用逐步迴歸法分析本省西部地區水稻產量與各生育期氣象環境及重要農藝性狀之關係，建立水稻產量預測模式；鄔宏濬

(1975)⁽¹¹⁾ 利用主成分之分析及因子分析法，尋求二期水稻低產之原因；在國外，Thompson 氏 (1962~1970)^(2, 3, 4, 5, 6) 曾經做了一系列之研究，分別利用氣象因素來估算玉米、大豆、小麥等作物之產量，採用複迴歸法建立產量之時間趨勢及逐月氣象因素對於產量之預測模式。

農作物產量除受氣象環境之影響外，技術因素諸如品種改良、肥料施用及病蟲害防治等也有關係。近年來本省水稻栽培由於育種、生理、病理等各方面專家之努力，使得水稻產量逐年有明顯增加之趨勢（以高雄市歷年水稻單位面積產量變化為例，見圖一）。因此，如何在氣象因素以外再加入其他控制技術因素之變數，以提高產量預測模式之解釋程度，成為關鍵性之問題。



圖一 高雄市歷年水稻單位面積產量變化及其時間趨勢

Fig 1. Actual yield and trend of paddy rice in Kaohsiung

水稻為本省栽培面積最廣之最主要糧食作物，因此本研究以水稻為對象，利用產量之時間趨勢來控制技術因素。為便於達到產量預測之實用目的，以逐月氣象因素為自變數，利用複迴歸分析法選取

重要變數，以建立水稻產量預測模式，闡明各地區氣象條件與水稻產量之定量關係，再配合這些地區之長期天氣預報，輸入已建立之模式中，希望能在水稻收穫前一個月或幾個月，預估水稻之產量，提

供有關單位參考，俾便對於水稻儲存倉庫之分配、收割勞力之調整及水稻價格及運銷等，均有適宜之因應措施，對本省水稻之生產能作最有效及合理之分配應用。

研究 方 法

配合中央氣象局及臺糖公司等所屬之測站，在本省各地區挑選淡水等十六個鄉鎮，利用逐步迴歸

分析法，建立產量之時間趨勢及氣象因素對於水稻產量之預測模式，茲將其方法略述於後：

I. 資料來源：

水稻產量資料係根據糧食局編印之糧食統計要覽，以鄉鎮為單位之歷年（1951~75）水稻單位面積產量紀錄；氣象資料則為配合選出各鄉鎮位置適當之本局所屬測站或民用測站紀錄。選出之鄉鎮及氣象測站列表一。

表一 選出之鄉鎮及氣象測站

Table 1. The selected locations and weather stations

鄉 鎮 location	氣 象 測 站 weather station	緯 度 latitude	經 度 longitude	海 拔 高 度 elevation(m)
淡 水 鎮	淡水測候所	25° 10'	121° 16'	19
宜 蘭 市	宜蘭測候所	24° 46'	121° 45'	7.4
新 竹 市	新竹測候所	24° 48'	120° 58'	32.8
竹 南 鎮	畜產試驗所氣象站	24° 43'	120° 56'	50
臺 中 市	臺中測候所	24° 9'	120° 41'	83.8
北 港 鎮	北港防風林氣象站	23° 35'	120° 17'	10
臺 南 市	臺南糖試所氣象站	23° 58'	120° 13'	21.6
新 營 鎮	新營糖試所氣象站	23° 18'	120° 19'	13.6
高 雄 市	高雄測候所	22° 35'	120° 18'	2.4
小 港 鄉	小港糖廠氣象站	22° 33'	120° 20'	3.6
屏 東 市	屏東糖試所氣象站	22° 40'	120° 30'	24
萬 丹 鄉	萬丹甘蔗育種場氣象站	22° 36'	120° 26'	43
南 州 鄉	南州糖廠氣象站	22° 30'	120° 30'	7
恒 春 鎮	恒春測候所	22°	120° 45'	22.3
臺 東 市	臺東測候所	22° 45'	121° 9'	8.9
成 功 鎮	大武測候所	22° 21'	120° 54'	7.6
花 蓮 市	花蓮測候所	23° 58'	121° 37'	17.6

II. 分析方法：

本研究參考 Thompson 氏 1969 年之模式，將產量預測模式修正如下：

$$\hat{Y} = \hat{A} + \hat{B}_1 T + \hat{B}_2 T^2 + \sum_{i=1}^N \hat{C}_i (X_i - \bar{X}_i) + \sum_{i=1}^N \hat{D}_i (X_i - \bar{X}_i)^2 + \hat{E} P$$

式中 \hat{Y} 為各期作水稻單位面積預測產量

T 為產量總趨勢，其值以 1951 年為 1，1952 年為 2，……，1976=26。

X_i 為該期作生育期間之氣象變數，包括平均氣溫、總雨量及日照總時數（以月為單位）

\bar{X}_i 為各該氣象變數之累年平均值

P 為特殊災害變數，如颱風、病患害變數等。

\hat{A} 為起點值

\hat{B}_1, \hat{B}_2 分別為產量之時間趨勢之一次直線及二次曲線迴歸係數。

\hat{C}_i, \hat{D}_i 分別為氣象變數之一次直線及二次曲線迴歸係數。

\hat{E} 為特殊災害變數之迴歸係數。

各鄉鎮一、二期水稻單位面積產量變化雖有逐年明顯增加之趨勢，然而亦有少數年份由於遭受颱風、豪雨、病患害等災害，使得產量偏低，影響模式之準確性，因此將這些少數特殊年份剔除，二期作並另選擇資料年數較為齊全之鄉鎮，加入颱風變數，參考農業年報之颱風災害水稻受災紀錄，如某

鄉鎮某月無災害紀錄，則該鄉鎮該月之颱風變數之值爲 0，有一次災害者爲 1，二次災害者爲 2，依序類加。

本研究爲求簡便有效之產量預測方法，故利用逐步迴歸法，選擇少數在水稻生育期中關係重要之氣象變數，以構成水稻產量預測模式，其過程爲：

(1)由相關矩陣中選出與因變數(dependent variable)關係最密切之自變數(independent variable)，納入模式中。

(2)由其餘自變數中選出其迴歸平方和使總平方和減少最多者，即減少平方和(reduced sum of squares)最大者，依次選入模式中。

(3)重複(2)步驟，繼續挑選自變數，直到減少平方和佔總平方和之比小於 1% 時，即停止選擇變數，已選入之所有變數即構成預測模式。

(4)計算模式中各部份迴歸係數(partial regression coefficient)之 t 值，以測驗其顯著性。

(5)計算複相關決定係數 R^2 ，其值爲迴歸平方和與總平方和之比，決定模式中所有自變數對於因變數變異成分之解釋能力。

(6)計算估測值之標準偏差，以表示模式估測值之穩定性(stability)。

以上統計分析過程均利用行政院主計處 IBM 370 電子計算機操作。

結果與討論

茲將各鄉鎮一、二期水稻產量預測模式分別列如表二及表三，並利用此預測模式估算民國六十六年及六十七年之產量，與實際產量比較，以檢定產量預測模式之準確性，茲分別討論於後：

一、預測模式：

(1)一期作：

各鄉鎮一期作預測模式之解釋程度均相當高，複迴歸決定係數 R^2 除恒春爲 0.89 以外，其餘鄉鎮均達到 0.9 以上，即預測模式所納入之變數已能解釋產量變異成分之 90% 以上。各鄉鎮產量之時間趨勢均非常顯著，其中花蓮甚至無氣象變數納入，產量之時間趨勢對產量變異成分之解釋程度達 95%。各鄉鎮影響產量之氣象因素並無顯著之一致性，僅有臺中、北港、臺南、小港、屏東、南州之三月平均氣溫，以及高雄之一月平均氣溫，恒春之二月平均氣溫，均有顯著之負值部分迴歸係數，表

示臺中以南各鄉鎮生育初期氣溫越低，反而有利於產量之增加；淡水、北港、高雄、南州、臺東之四月日照時數亦有顯著之正值部份迴歸係數，即四月日照時數越多，產量越高；北部地區六月值抽穗末期至成熟期，宜蘭六月降雨量過多將使產量降低，新竹則以六月雨量之二次關係爲影響產量之氣象因素，六月雨量與常年同月之差值越大，產量將越低；臺中地區四月與五月分別爲分蘗期至抽穗期，雨量過多將不利於產量。由於各鄉鎮可利用之資料年數長短不齊，且經過變數選擇後，納入預測模式之氣象變數不多，所以即使屬於同縣之鄉鎮，如高雄、小港，以及屏東、萬丹、南州、恒春等，其預測模式亦缺乏一致性。

(2)二期作：

二期作除了將產量特別低之畸型資料剔除而導得預測模式外，並利用原來全部年數加入颱風變數而導得預測模式，兩種模式比較結果，大致以加入颱風變數者效果較佳。二期作各鄉鎮預測模式之解釋程度亦相當高，複迴歸決定係數 R^2 除恒春爲 0.72 以外，其餘均在 0.80 以上，產量之時間趨勢變數除萬丹不顯著外，其餘鄉鎮均非常顯著。各鄉鎮影響產量之氣象因素較一期作更缺乏一致性，僅新竹、新營、高雄之七月平均氣溫二次關係有顯著之部份迴歸係數，且爲負值，即七月平均氣溫與常年同月偏差越多，則產量越低；新營、高雄、屏東等鄉鎮之八月雨量二次關係亦有顯著負值部份迴歸係數，新營八月值分蘗期，高雄、屏東等地開始抽穗，雨量以接近常年值較理想，過多過少均不利於產量；宜蘭、高雄之九月平均氣溫二次關係爲顯著正值部分迴歸係數，此時與常年差值越大之平均氣溫反而有利於產量；臺中、臺南九月值抽穗期，日照多有利於抽穗，而使產量提高；臺東，成功十月值成熟期，十月平均氣溫與常年之差值越多，越不利於產量；屏東、花蓮之十月雨量有顯著負值部份迴歸係數，屏東十月已大部分收割完畢，部分晚植稻收割中，多雨將不利於收割及晒谷，花蓮十月多雨則不利於成熟。此外，宜蘭九月、十月適爲分蘗盛期至抽穗期，此時雨量爲影響產量之重要因素，以接近常年值較理想；淡水十月值抽穗至成熟期，氣溫越高，且日照時數接近常年值均有利於產量之提高；新竹七月爲秧苗期前後，此時之平均氣溫及雨量爲影響產量之重要因素。各月颱風對於各鄉鎮產量之影響，以十月颱風最爲顯著，除恒春外，宜

蘭、淡水、新竹及臺東之十月颱風很明顯均給產量帶來不利影響，尤其以宜蘭為最，一次十月颱風發生災害，單位產量即降低 586 公斤／公頃，臺中之九月、十一月颱風，以及臺東之十月颱風亦對產量有顯著之不利影響，但是其中亦有部分呈顯著正值關係，如淡水十一月、恒春八月以及臺東十一月之颱風災害，可能原因為同一年內颱風發生月份次序之干擾，如前面月份之颱風已造成災害，則可能影響後面月份再發生颱風時所造成災害之效果，甚至造成颱風變數在模式中之正值關係。

二、預測模式之檢定

(1) 一期作

淡水、新竹、竹南、萬丹、臺東、花蓮等鄉鎮，其預測模式對於民國六十六年及六十七年之估算產量與實際產量相去不遠，均在 99 % 可信限界內，其餘相差較大者檢討原因如下：

1. 臺中、臺南、高雄六十六年五月下旬至六月上旬分別值成熟期至收穫期，此期間內兩次連日豪雨，導致水稻倒伏發芽，而使實際產量均較估算產量降低甚多，臺中、高雄差 500 公斤／公頃以上，臺南高達 948 公斤／公頃。

2. 屏東、南州六十七年抽穗期曾發生稻熱病，加之四月下旬颱風過境，豪雨引致稻株倒伏，可能為本期作實際產量偏低之原因。

3. 恒春六十六年及六十七年實際產量均低於估算產量 1500 公斤／公頃以上，主要亦由於六十六年五月下旬、六月上旬之豪雨，以及六十七年四月下旬歐莉芙颱風造成之損害。

至於實際產量較估算產量高者，如小港六十六年及臺南六十七年之產量，可歸之於品種之改變及藥劑施用等等技術因素之改進。

(2) 二期作

淡水、新竹、臺南、高雄、恒春、臺東、花蓮各鄉鎮二期作產量預測模式對於六十六年及六十七年之估算值，均在實際產量之 99 % 可信限界內，惟尚有差異較大者檢討如下：

1. 屏東、萬丹、南州六十六年實際產量均偏低甚多，主要由於賽洛瑪颱風帶來之影響（該三鄉鎮由於重複數不夠，未納入颱風變數），其中萬丹之估算產量竟為實際產量兩倍之多，除了實際產量受颱風影響偏低以外，該年六月份萬丹之降雨量高達 1250 mm，其歷年六月份降雨量僅在 800 mm 以下，故六月份雨量在預測模式中為雖正值關係，但

由於實際值超過原來資料範圍，估算準確性可能亦受影響。

2. 六十七年十月中旬納拉颱風過境，宜蘭二期作值抽穗期，颱風帶來之豪雨導致稻作淹水、倒伏及發芽，風害導致稔實不良，故此期作實際產量較估算產量低 826 公斤／公頃。

3. 屏東亦由於納拉颱風造成損害，並加上病蟲害之發生，六十七年實際產量較估算量低 800 公斤／公頃以上。一、二期預測模式之檢定結果見表四。

本研究係為配合中央氣象局月長期預報資料應用，以提供簡單有效之產量預測方法，因此將氣象值以月為單位作為變數，但是水稻生長過程中對於氣象因素之變化常以某一特定短時間最為敏感，因此如以旬或候之平均溫度（低溫）來表示，較易顯出其影響，以月平均溫度為單位，則無法顯示其效果，又如成熟期忌多雨，以月總雨量為單位，無法表示出雨量分配情形，亦不能表示出降雨強度對水稻生產之影響，如欲探求各不同生育階段氣象因素對水稻產量之影響，應以旬或候為單位之氣候值，配合水稻產量與各種農藝性狀做進一步研究。

誌 謝

本研究於進行期間承中央氣象局吳局長宗堯支持與指導，預報測站同仁提供寶貴意見，始得順利完成，謹此致謝。

參 考 文 獻

1. James D. McQuigg 1975 "Economic impacts of weather variability" p. 1~59.
2. Thompson, Louis M. 1970 "Weather and technology in the production of soybeans in the central United States." *Agronomy Journal*, Vol. 62 p. 232~236.
3. Thompson, L. M. 1969 "Weather and technology in the production of corn in the U. S. Corn Belt." *Agron. J.* 61. p. 453~456.
4. Thompson, L. M. 1969 "Weather and technology in the production of wheat in the United States" *Journal of Soil and Water conservation*.

- Vol. 23: p. 219-224.
5. Thompson, L. M. 1963 "Evaluation of weather factors in the production of Grain Sorghums." *Agron. J.* 55, p. 182~185.
 6. Thompson, L. M. 1962 "Evaluation of weather factors in the production of wheat." *Journal of Soil and Water conservation.* 17: p. 147~156.
 7. 朱良基 1976 臺灣西部地區水稻最適產量預測方程式釐定之研究 *中國統計學報*第十四卷第二期 p. 5224~5229.
 8. 郭文鏞、曾文柄、楊之遠 1979 臺灣地區水稻之農業氣候區域 *中央氣象局氣象學報*第二十五卷第三期 p. 1~10.
 9. 陳文雄 1979 臺灣稻米供需模型之研究，臺灣省糧食局編印。
 10. 鄔宏謩等 1978 臺灣水稻生產力之基礎研究——氣象因素與新種源及栽培環境改善之探討 *科學發展月刊*第六卷第八期 p. 738~755.
 11. 鄔宏謩等 1975 第二期稻作低產原因之探討 *科學發展月刊*第三卷第十期 p. 1823~1857.
 12. 羅其正等 1979 臺灣水稻生產力之基礎研究——生育控制下兩期作間稻株稔實率差異原因之探討 *科學發展月刊*第七卷第七期 p. 691~698.
 13. 中央氣象局年報1951~1978中央氣象局編印
 14. 農業氣象旬報 1951~1978 中央氣象局編印
 15. 臺灣糧食統計要覽 1951~1978 臺灣省糧食局編印
 16. 臺灣地區稻作生育情形週報表 1978 臺灣省糧食局編印
 17. 臺灣地區稻米生產量調查統計總報告——六十七年第二期臺灣省糧食局編印

加 速 國 家 建 設

厚 植 復 國 力 量

表二 各鄉鎮一期水稻產量預測模式

Fig. 2 The weather-yield model of the 1st crop paddy rice

鄉鎮 location 起點值 Initial value 自變數 Independent variables		宜蘭 Yilan	淡水 Tanshui	新竹 Hsinchu	竹南 Chunan	台中 Taichung	北港 Peikang	台南 Tainan	高雄 Kao- hsiung	小港 Hsiao- kang	屏東 Pingtung	萬丹 Wandan	南州 Nanchow	恒春 Heng- chun	台東 Taitung	成功 Chen- kung	花蓮 Hualien
		2892.9	2574.6	2716.3	2578.5	2593.9	2495.3	2312.1	2979.9	1552.6	4119.5	863.4	3523.2	1778.2	1684.7	1698.7	1212.6
時間趨勢 Time Trend	Linear	41.9**	75.3**	40.0**		55.9**	92.0*	63.0**	125.5**	312.4**		390.8**	56.8**	102.0**	151.8**	57.0**	203.0**
	Quadratic	0.7	-1.3**		1.3**		-1.3		-2.4**	-7.2**	1.7**	-9.2**			-2.6**		-4.3**
一月均溫 Jan. Temp.	Linear								-55.6**			-53.1					
	Quadratic																
一月雨量 Jan. Prec.	Linear										-7.7**						
	Quadratic																
二月均溫 Feb. Temp.	Linear													-154.8*			
	Quadratic																
二月日照 Feb. Sun	Linear																
	Quadratic													-0.2			
三月均溫 Mar. Temp.	Linear					-81.8**	-75.4**	-40.5*		-115.9**	-215.7**		-116.1**				
	Quadratic											-70.0				-140.0**	
三月日照 Mar. Sun.	Linear						1.9*										
	Quadratic				0.02**												
四月均溫 Apr. Temp.	Linear																
	Quadratic				-30.0					-80.0*			90.0*				
四月雨量 Apr. Prec.	Linear					-0.3*											
	Quadratic																
四月日照 Apr. Sun.	Linear		1.3*				3.2*		1.2*				3.7**		1.7*		
	Quadratic			-0.03							-0.04						
五月均溫 May Temp.	Linear						-115.6*										
	Quadratic																
五月雨量 May. prec.	Linear					-0.5*											
	Quadratic										-0.001						
六月雨量 June Prec	Linear	-0.5**															
	Quadratic			-0.001**													
R ²		0.97	0.96	0.91	0.96	0.94	0.95	0.96	0.97	0.96	0.90	0.91	0.91	0.89	0.95	0.95	0.95

註：** 係部分迴歸係數之 t 值顯著性測驗超過 1% 顯著水準。

* 係部分迴歸係數之 t 值顯著性測驗超過 5% 顯著水準。

表三 各鄉鎮二期水稻產量預測模式

Fig. 3 The weather-yield model of the 2nd crop paddy rice

起點值 Initial value 自變數 Independent variable	鄉鎮 location	宜蘭	淡水	新竹	台中	台南	新營	高雄	小港	屏東	萬丹	南州	恒春	台東	成功	花蓮
		Yilan	Tanshui	Hsinchu	Taichung	Tainan	Hsinying	Kao- hsiang	Hsiao- kang	Pingtung	Wandan	Nan chow	Heng- chun	Taitung	Chen- kung	Hualien
		2759.0	1936.1	2223.6	2232.2	1892.8	1033.2	2070.7	2357.8	1873.6	2125.4	692.3	1014.1	1986.1	4203.1	1205.1
時間趨勢 Time trend	Linear	-60.5	25.5**	106.5**	101.8**	64.9**	266.3**	46.3**	69.3**	58.3**	18.1	174.0**	161.4**	116.2**	70.9*	132.4**
	Quadratic	3.2**		-2.8**	-1.7**		-5.8**	-1.0**	-2.4**			-3.6*	-4.4**	-2.4**	-1.1*	-2.4**
六月均溫 June Temp.	Linear							54.7					-169.4**	108.9		
	Quadratic								-300.0**							
六月雨量 June Prec.	Linear										0.2		0.8			
	Quadratic										0.002					
七月均溫 July Temp.	Linear			130.1												
	Quadratic			-760.0**			-190.0**	-159.1**			580.0*				-94.0	
七月雨量 July Prec.	Linear			0.9**					-0.3**		0.5	-0.2*	0.9**			
	Quadratic										-0.003					
八月均溫 Aug. Temp.	Linear								-76.0*		134.4	403.5**	622.7*			
	Quadratic		93.6						200.0**						-460.9*	
八月雨量 Aug. Prec.	Linear															
	Quadratic						-0.002*	-0.001**		-0.001**	-0.001	-0.0004				
八月日照 Aug. Sun.	Linear												-3.9			
	Quadratic								-0.2**							
九月均溫 Sep. Temp.	Linear													-148.5	-92.4	
	Quadratic	410.7**	32.6					243.6**								
九月雨量 Sep. Prec.	Linear													-0.3*		
	Quadratic	-0.002**						-0.0004	0.004**		-0.002					
九月日照 Sep. Sun.	Linear		1.4		3.3*	4.9**										
	Quadratic								-0.2**				0.02			
十月均溫 Oct. Temp.	Linear	-73.2	84.9**													
	Quadratic					110.0								-836.8**	-109.0*	
十月雨量 Oct. Prec.	Linear									-1.2*	-0.2					-0.4**
	Quadratic	-0.001**														
十月日照 Oct. Sun.	Linear		2.0											2.0		
	Quadratic		-0.2**											-0.6		
十一月雨量 Nov. Prec.	Linear			-0.5											-0.6**	
	Quadratic															
七月颱風July-Typhoon			-80.7		208.3								-119.7			
八月颱風Aug Typhoon			66.8										309.1*			
九月颱風Sept. Typhoon					-160.2*			-98.6**								
十月颱風Oct. Typhoon		-586.4**	-185.5**	-197.0*									138.6	-215.4*		
十一月颱風Nov. Typhoon			181.7*		-636.1**									479.1**		
R ²		0.87	0.92	0.83	0.93	0.94	0.97	0.88	0.96	0.92	0.90	0.97	0.72	0.95	0.95	0.93

註：** 係部分迴歸係數顯著性測驗超過1%顯著水準。

* 係部分迴歸係數顯著性測驗超過5%顯著水準。

表四 各鄉鎮產量預測模式之檢定

Fig. 4 The verification of the weather-yield model

鄉 鎮 Location	一 期 1st crop							二 期 2nd crop						
	預 測 值 標準 偏差 Standard error of estimate	估 測 單 位 面 積 產 量 Calculated yield (kg/ha)		實 際 單 位 面 積 產 量 Actual yield (kg/ha)		估 測 產 量 - 實 際 產 量 Error (kg/ha)		預 測 值 標準 偏差 Standard error of estimate	估 測 單 位 面 積 產 量 Calculated yield (kg/ha)		實 際 單 位 面 積 產 量 Actual yield (kg/ha)		估 測 產 量 - 實 際 產 量 Error (kg/ha)	
		1977	1978	1977	1978	1977	1978		1977	1978	1977	1978	1977	1978
宜蘭 Yilan	± 100	4037	4197	4050	3979	- 13	+ 218	± 211	3593	3250	3394	2424	+ 199	+ 826**
淡水 Tan-shui	± 77	3698	3604	3614	3552	+ 84	+ 52	± 127	2656	2219	2597	2038	+ 59	+ 181
新竹 Hsin-chu	± 110	3652	3791	3589	3779	+ 63	+ 12	± 172	3233	2539	2998	2599	+ 235	- 60
竹南 Chu-nan	± 80	3576	3630	3476	3757	+ 100	- 127	—	—	—	—	—	—	—
台中 Taichung	± 133	4083	4093	3546	4144	+ 537**	- 51	± 156	3613	3624	4014	3469	- 401**	+ 155
台南 Tai-nan	± 83	3926	4013	2978	4359	+ 948**	- 346**	± 138	3653	3477	3485	3306	+ 168	+ 171
高雄 Kaohs ung	± 98	4719	4562	4191	4345	+ 528**	+ 217	± 98	2574	2567	2447	2347	+ 127	+ 220
小港 Hsiao-kang	± 130	4096	4331	4505	4597	- 409**	- 266	± 77	2228	1995	2343	2255	- 115	- 260**
屏東 Ping-tung	± 189	—	5259	5097	4267	—	+ 992**	± 181	3486	3516	2596	2634	+ 890**	+ 882**
萬丹 Wan-dan	± 181	4744	4393	5012	4176	- 268	+ 217	± 255	4174	2824	2065	2604	+ 2109**	+ 220
南州 Nan-chow	± 153	—	4928	4860	4293	—	+ 635**	± 89	3294	2796	2263	2571	+ 1031**	+ 225
恒春 Heng-chun	± 314	4673	4747	3132	3219	+ 1541**	+ 1528**	± 375	2432	1512	2161	2130	+ 271	- 618
台東 Tai-tung	± 160	3995	3923	4217	4227	- 222	- 304	± 155	3431	3192	3518	2939	- 87	+ 253
成功 Chen-kung	± 114	3169	3289	2923	3047	+ 246	+ 242	± 114	2450	2577	2899	3047	- 449**	- 470**
花蓮 Hwa-lien	± 173	3559	3525	3745	3588	- 186	- 68	± 153	3095	3050	3483	3083	- 388	- 33

註： ** 係估測產量超過實際產量 99 % 可信限界。

— 係缺乏氣象紀錄無法估測。

多元記錄器使用之濕度及氣壓感應器之研製

Design of Pressure and Humidity Sensors for Multi-element Recorder

蔡木金 亢玉瑾 曾德旺 金士勛

M. K. Tsay Y. C. Kang D. W. Tseng S. C. Chin

前 言

多元記錄器(亢等, 1979)經長時期之校驗, 性能相當良好, 但為了更上一層樓, 作者等不斷改進, 使記錄器能夠隨時觀測任意頻道之讀值, 而且各頻道之小數點可以個別定位。為使電路簡化, 記錄器全部改為類比輸入(亦可全部改為數位輸入)。所設計之感應器, 只要其輸出之電壓小於 1.999 伏特, 均可直接使用本記錄器。氣壓感應器使用美國國家半導體公司 (National Semiconductor Corp.) 出品之 LX-1701A 元件, 溫度感應器亦以該公司出廠之 LX-5600 感溫元件作為設計。濕度則以乾一濕球及濕敏電阻作為感應器, 經校驗後, 性能非常好。濕度方面, 因乾一濕球溫度差非線性比例於濕度, 尚需進一步作資料處理或電路修正。

一、感應器之研製

所有感應器設計之先決條件為其輸出電壓需小於 1.999 伏特。這是受限於 LD (亢氏, 1979) 系統之額定值。當然, 只要在 LD 系統之前加個分壓器, 即可以滿足較大之輸入電壓。不過多元記錄器系全自動式, 而且各感應器之轉換電壓均不大, 故沒有必要加分壓器。各式感應器之設計分述如下:

(一)大氣壓力感應器

氣壓之測定, 在氣象學上之應用非常重要, 傳統上是使用空盒氣壓計; 本文對氣壓計作多種感應器, 但其基本原理仍用機械空盒 (Wang, 1975), 其機械位移相應於大氣壓力之變化, 再將此位移轉化為電壓信號, 再經校驗電路, 即可以測定 800-1080 mV 電壓值以相應於毫巴 (mb) 之大氣壓力讀值。將此電壓信號接至多元記錄器之第一頻

道, 即可將大氣壓力讀值記錄下來。各式氣壓感應器略述如下:

1. 電阻應變計 (Resistance strain gauge) 之原理是當一電阻線受壓力後會使其長度變化, 而改變其電阻值 (陳氏, 1974), 事實上利用此原理以求應力變化, 早為材料學方面所廣泛使用。但大都用於應力較大之處。對於小壓力之變化, 則較少看到。設計此感應器, 需把應變電阻線固著於一彈性良好之塑膠膜上, 再將塑膠膜封於空盒上。空盒氣壓校正為 1080 mb, 由電橋放大器 (圖 1) 將信號放大。依此設計, 所作之實驗效果不佳, 概此式應變計對小壓力之變化不顯着。較精密之氣壓規大都採用 pattern resistance strain gauge, 但價錢太貴, 且採購不易。因有固態 LX 1701 A 大氣壓力感應元件應市, 故此式壓力計, 即未進一步採購及試製。

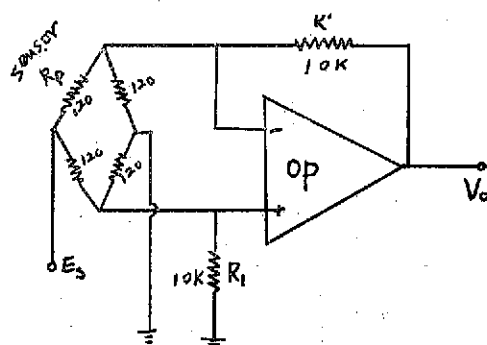


圖 1. 電阻應變計及電橋放大器
Fig. 1. Resistance strain gauge and Bridge Amp.

2. 電容性感應器:

平行板電容之一端固定, 另一端接於壓力空盒上, 則大氣壓力變化時, 兩平行板間之距離即發生變化, 使電容值亦改變, 即

$$C = \frac{\epsilon A}{d} \dots \dots \dots (1)$$

式中 ϵ 為電介常數， A 為平行板截面積，而 d 則為平行板間之距離。其轉換電路則如圖 2 所示。

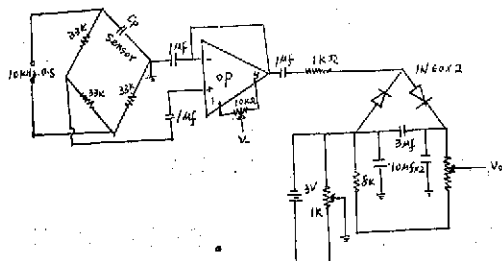


圖 2. 電容性氣壓感應計及其電網路
Fig. 2. Capacitive Pressure Sensor and network

此式感應器對 10 毫巴以下之感性不靈敏，10 毫巴以上則感應良好。改良之法有(1)在平行板間加上電介常數較大之介質。(2)設法加上多重平行板，使電容呈並聯式增加，但此方式之機械結構複雜，且需考慮介質之溫度補償，若非大量製造，成本太高。而且多重電容尚需考慮彈簧之彈性，事實上很難達成。

3. 半導體感壓元件：

本式感應器是採用美國 National Semiconductor 公司出品之 L×1701 A 絕對壓力感壓元件製成。其感壓範圍為 689.5-1379 毫巴，符合地面大氣壓力測定之需要。其等效電路示於圖 3。

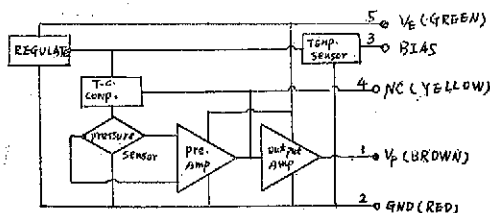


圖 3. LX1701A pressure Sensor 方塊圖
Fig. 3. Block diagram of LX1701 Pressure Sensor

此式感應器經轉換電路及緩衝器後，即可輸出 800-1080 毫伏之電壓（圖 4），相應於大氣壓力 800-1080 毫巴。其線性度甚高（圖 5）；本文使用精密水銀氣壓計作校正，讀值可測到 0.1 毫巴。LX 1701 A 之反應時間只需 0.5 秒。水銀氣壓計則需 5-10 秒。故使用 L×1701 A 感壓元件，是目前最精確的大氣壓力測定器。

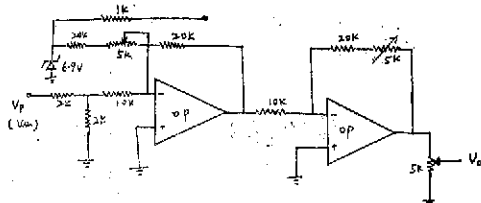


圖 4. LX1701A 氣壓感應器轉換電路
Fig. 4. Pressure Converter for LX1701A

(二) 濕度感應器

濕度之測定有多種方式，但經轉換電路後，大都不能直接讀出濕度值，而需查表或經特殊資料處理。究其因，主要是相對濕度受氣溫、氣壓、飽和蒸汽壓之影響很大（Wang, 1975）。本文採用二種感應器，分述如下：

1. 乾—濕球濕度感應器：

本文採用電阻球莖（Resistance bulk，由新大山儀器公司提供）作為乾濕球之探針，再將其轉換成電壓信號（圖 6），即可以直接讀出乾—濕球溫度（ T_D 及 T_W ）其溫度差 ΔT 。其與標準儀器所測之溫度差，示於圖 7，其線性度至為良好。但換算成相對濕度之電路，則正借助於微處理機之使用；此種直接讀得相對濕度之設計，仍在進行中。

2. 濕敏電阻感應器：

本文採用 Haneywell 公司出品之 Q 229A 感濕元件製成，此感應器由電解質所構成；Q229A 係由金屬電極表面塗以氯化鋰電解膜而成，其電阻隨大氣濕度之變化而改變，反應時間僅需 0.5 秒。通常置於通風良好之處所，使氯化鋰之膜與大氣接觸。若通風不良，則最好用馬達帶動氣流，使測值趨於平均濕度。此式感濕元件之線性度雖然良好，但是受限於其額定值範圍內；絕不可能在 0~100% 相對濕度內均呈線性。每種濕敏電阻測定範圍約 20%。若欲得到 0~100% 之相對濕度需使用 3~6 種濕敏電阻，故不太合算。圖 8 為其轉換電路，圖 9 為三種 Q 229A 濕敏電阻之讀值。線性範圍不同，但在其額定值內，線性度良好，其中以 Q 229A-1137 較適合大氣濕度之使用。但 10% 以下及 80% 以上之相對濕度之測定，則需使用其他型式之濕敏電阻予以補償。一般而言，此式感濕元件適用於濕度控制方面。對於廣範使用之濕度測量，則電路甚複雜，價錢亦很昂貴。

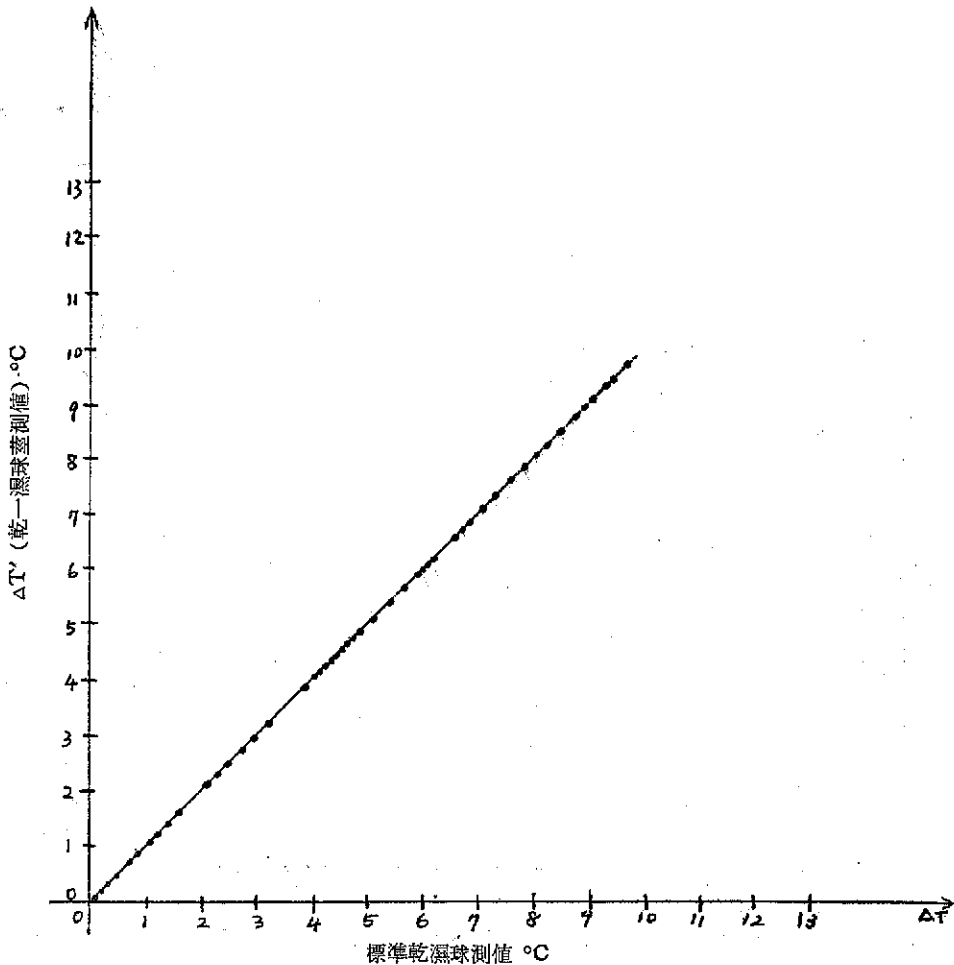


圖 7. 乾濕球差測出之乾濕球溫度差與標準值之發散圖

Fig. 7. Scatter diagram the diffence of dry-wet Resistance bulk of the system with standard dry-wet temperature reading

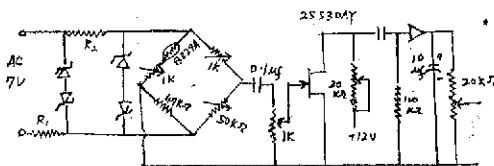


圖 8. Q229A 溼度轉換電路

Fig. 8. Converting network for Q229A humidity sensor

二、多元記錄器之改良

多元記錄器經一年多來之試用，發現幾點不便；經不斷改進後，已可成多用途。前記錄器採用數位及類比混合輸入方式，經改良後均採用類比輸入方式，以簡化控制系統。除了原有之特性（亢

等，1979）外，本式記錄器尚有下列各種優點：

(1)記錄器頻道數目，可以選擇；本式記錄器最大頻道數目為16，但可依需要使用1~16頻道，其餘不用之頻道，可以不必消耗電能。

(2)記錄器打出之值包括數據四位，時間四位及頻道名稱2位，其間以“0”分隔之。例如記錄器打出20.3 0 1230 0 02 表示十二點三十分第二頻道（溫度）之讀值為20.3。

(3)各頻道之數據可以用手控方式於任何時間顯示出來。

(4)各頻道之小數點位置可以自由定位，使打出來之數據與真正讀值相同。

5.記錄時間可以控制為10分，30分或60分打

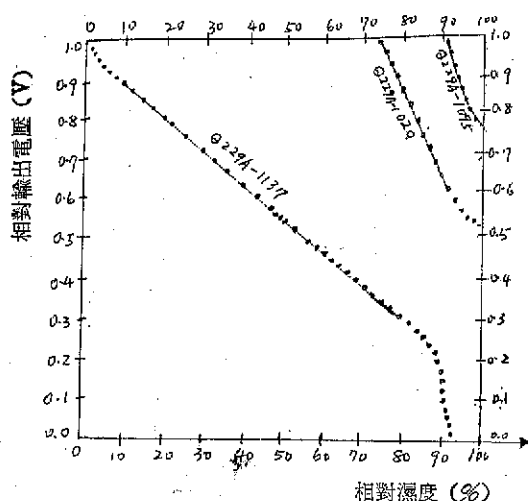


圖 9. 三種 Q229A 轉換電路輸出電壓與相對溼度關係

Fig. 9. The output voltage of three Q229A sensors and Relative humidity

一次，以適各種需要。

6. 所有輸入方式均為類比方式，以利電路之簡化。

三、大氣溫度感應器之改良

大氣溫度感應器為配合乾一濕球溫度需要，改用電阻球莖式氣溫感應器，其準確性甚高，已於一節敘述過。原探針式溫度計（亢氏等，1978）已達實用階段，若個別測溫度（不測濕度）仍非常合用。不過本計劃中繼續研究，以求更精確，靈敏及經濟之感應器。本文以 National Semiconductor 公司出品之 LX5600 為溫度感應器，其轉換電路如圖 10 所示，其中之 5 kΩ 電位計用作零位

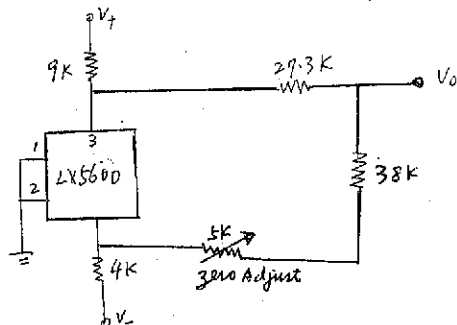


圖 10. LX5600 溫度感應器轉換電路

Fig. 10 Converter for LX5600 temperature sensor

調整之用。此式感應器有溫度補償裝置，故測值相當準確、所需時間常數僅為 0.1 秒。圖 11 為此式溫度感應器與標準溫度計所測溫度值之發散圖，其線性度很高。利用此式感應器之優點是其可用黑白球方式測定日射能，有關黑白球測日射能之設計及檢驗，將由中央大學及臺糖研究所繼續研究。

四、檢討及展望

本計劃原則上不採購昂貴之全套感應器，而僅選擇感應元件，再配合適宜之轉換電路或相關之配件設計而成。但因購置數量少，故採購不易，或因價錢太貴（數量 10 個與 1 千個的價錢即相差甚多。）而在經費上碰上難題。幸而有許多同仁不斷提供資料，或以「樣品」相贈，使本計劃得以進行。感應器之研製，涉率之技術甚廣，與材料、電子、機械、化學及氣象均有關連，可謂集衆人之力以完成之。目前溫度及氣壓已達實用階段。濕度方面，正設法以微處理機作資料處理，以直接讀取濕度值。雨量計目前仍保持傾斗方式（數位信號），若需類比信號，則尚需另行設計雨量感應器。日照時間及日射能亦大致研究改良完成，一俟黑白球實驗完成，即能使用。三維風速，風向，蒸發量及其他大氣感應器，更有賴各同仁之合作而設計。使此式記錄器能發揮最大之效能。記錄器可全用數位輸入方式或全用類比方式，以利電路設計及維護。不論那一種輸入方式之記錄器，在製造上均無問題。作者擬把雨量、日照、日射（累計方式），風速及風向用數位輸入方式，而把溫度，氣壓，濕度及蒸發等用類比方式，在設計及經濟上均甚合算。目前全部系統已設計改良完成，達實用階段；筆者等深願各有關單位能參藏全盤計劃成果，如認為可以使用，且具發展前途，則先委以設計後，並研究其他感應器，加以鼓勵及倡導，使生產逐漸規模化；而儀器大量生產結果，必至更緊湊及精密；並使生產成本降低。則不止可風行全國，並可以推廣外銷，以爭取外匯。蓋此多元記錄器，不限於大氣要素之記錄，其可適用於任何類比輸入或數位輸入之記錄。

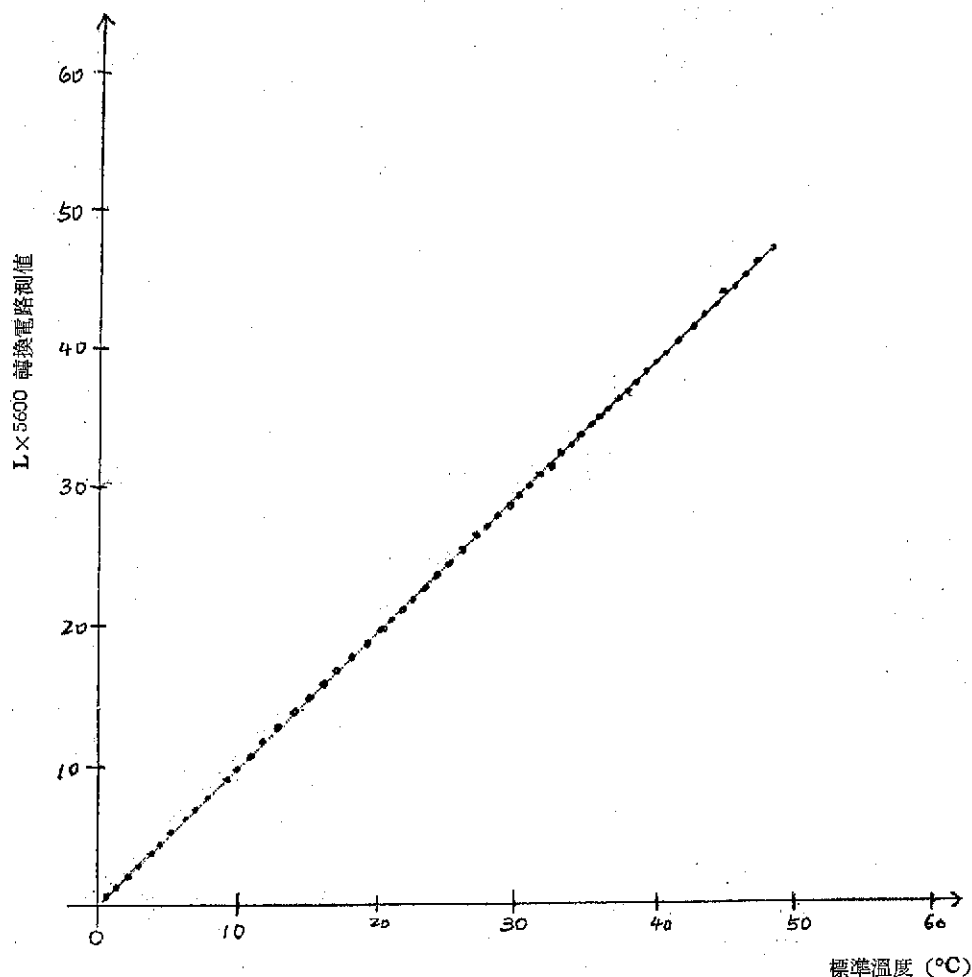


圖 11. Lx5600 溫度感應器轉換電路輸出與標準溫度之關係

Fig. 11. Scatter diagram of temperature measured by Lx5600 converter and standard thermometer

誌 謝

本計劃蒙國家科學委員會之資助，計劃編號為「NSC-67M-0204-01(06)」。劉益靈先生多方協助；李銘新先生短期合作；新大山儀器公司蔡秋賢先生予以鼓勵及支援；漢威公司提供初期濕度元件；中央氣象局允借校驗儀器，均屬情誼深厚，特併致謝。

參 考 文 獻

1. 亢玉瑾、蔡木金、吳清吉，1978，探針式大氣溫度計之研製，臺灣大學大氣科學系研究報告第二期 39-52

2. 亢玉瑾、胡三奇、蔡木金，1979，多元記錄器及雨量計之設計，氣象學報，25 1 1-7.
3. 陳之敦，1974，工業儀器分析
4. National Semiconductor Corp. 1977.
 - (a) Linear data book
 - (b) Pressure transducer Hand book
 - (c) DMOS data book
5. Texas Instrument Incorp. 1973. The TTL data book tor Design Engineers.
6. Wang, J. Y. Instruments for physical environmental measurements, Milieu information service, U. S. A.

氣象學報補充稿約

- 一、來稿須用稿紙（以 25×24 之稿紙為原則）。
- 二、來稿字數以不超過 15,000 字，即連同圖、表、英文摘要以不超過 10 印刷頁為原則。
- 三、圖及表之分量以不超過全文之 $1/3$ 為原則。
- 四、英文摘要之字數以不超過 1,000 字為原則。
- 五、關於表格之注意點：

- (一) 表格須另用白紙繕製。
- (二) 表格上方須有標題，並加表 1 表 2 等冠號。
- (三) 表格中之項目，內容應盡量簡化。表中不重要之項目或可用文字說明者應儘量避免列入表中。
- (四) 能以文字說明之小表，請採用文字說明。
- (五) 原始記錄應加分析簡化後始可列入表中。
- (六) 統計分析表中顯著處，以 * 號（顯著）及 ** 號（極顯著）表之。
- (七) 表幅應考慮適合本刊版幅為準。（寬度勿超過 13.5cm）。
- (八) 表之標題應能表示內容。

六、關於插圖之規定：

- (一) 插圖應另貼於大張白紙上，註明作者及文題。
- (二) 插圖下方須有標題，並加圖 1 圖 2 等冠號。
- (三) 統計圖、模式圖及分佈圖一律採用 120—150 磅道林紙，以黑墨水繪製清楚。
- (四) 統計圖原圖幅面應在 12—15cm，以便縮版。
- (五) 模式圖原圖幅面應在 15—20cm，以便縮版。
- (六) 分佈圖原圖幅面應在 30cm 左右，以便縮版。
- (七) 繪製線條粗細應能供縮小至 $1/8$ 之程度，但不能超過縮小 $1/2$ 之程度。
- (八) 數字應正寫清楚，字之大小粗細應一律，至少能供縮至 $1/8$ 之程度。
- (九) 已列表中之內容，勿再重複以插圖表示。
- (十) 圖之標題應能表示內容。

七、關於照片之規定：

- (一) 照片紙一律採用黑白片光面紙。

- (二) 照片幅面應在 12—15cm，以便縮版。
- (三) 照片應充分沖洗清楚，須考慮縮少至 $1/2$ 時尚能清楚之程度。
- (四) 照片如有特別指明點應加圈或箭頭表明。

八、文稿過長，或圖表過多過大時，投稿人得自行負擔印刷費。

九、關於參考文獻之規定：

- (一) 參考文獻以經本人確曾查閱者為限，如係來自轉載之其他書刊時，須加註明。
- (二) 作者姓名以後為發行年份，加以括號，然後為雜誌或書名、卷期數及頁數。（頁數必須註明）。
- (三) 文字敘述中述及參考文獻時，根據文獻之號數，用斜體阿刺伯字，加以括號，如 (1) (2) (3) 等插入文句中。

十、文字敘述之號次以下列為序。

中文用：一、(一) 1. (1) i. (i)

英文用：I. 1. A. a.

十一、每頁下端之腳註以小號 1, 2, 3, 等阿拉伯字表之，註明於該段文字之右上角。

十二、文字敘述中之數字除十以下之數字，儘量用阿拉伯字表之。

十三、單位須用公制。單位記號例如以 m (公尺)、cm (公分)、mm (公厘)、 m^2 (平方公尺)、 m^3 (立方公尺)、cc (立方公分)、l (立升)、g (公分)、kg (公斤)、mg (公厘)、 $^{\circ}C$ (攝氏度)、% (百分之一)、ppm (百萬分之一份) 等表之，可不必另用中文。

十四、英文題目中重要之字第一字母大寫，介題詞、連接詞及不重要字用小寫。圖表之英文標系及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，其餘第一字母均小寫。參考文獻中作者姓名每字全部字母均大寫，論文名第一字第一字母大寫，其餘均小寫，雜誌名或書名每字第一字母均大寫。

十五、作者英文名以用全名為原則，名在前，姓在後。

十六、其他未盡善事項得隨時修正之。

Volume 26, Number 1,2

March/June 1980

METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)



CONTENTS

Articles

Study on the Collection, Evaluation and Objective Analysis of the
Meteorological Data from Asia Area with a Design of Computer
System (I)*Tsung-Yao Wu, Chung-Yi Tseng, Wen-Jey Liang* (1)

The preliminary study on the weather-yield relationships for the
forecasting models of paddy rice production in Taiwan
.....*Wen-Shuo Kuo, Wen-Ping Tseng, Chea-Yuan Young, Shu-Hsien Chen* (71)

Design of Pressure and Humidity Sensors for Multi-element Recorder
.....*M. K. Tsay, Y. C. Kang, D. W. Tseng, S. C. Chin* (81)

CENTRAL WEATHER BUREAU

**64 Park Road, Taipei
Taiwan, Republic of China**

中華民國郵政特准掛號認爲新聞紙類
中華郵政特准掛號認爲新聞紙類
第一八九三號登記爲第一類新聞紙類

氣象學報

季刊

第二十六卷 第三期

目次

論著

亞洲地區氣象資料之蒐集檢定與分析及程式處理系統之研究(一).....

.....吳宗堯 曾忠一 梁文傑 (1)

臺灣之大地震.....徐明同 (32)

梅雨期間本省農業氣象災害之檢討.....楊之遠 鄭淑賢 (49)

氣象學報

季刊

第二十六卷 第三期

主編者 中央氣象局氣象學報社
地址 臺北市公園路六十四號
電話：三七一三一八一(十線)
發行人 吳宗堯
社長 吳宗堯
電話：三一一〇八四〇
印刷者 文英印書公司
地址 臺北市三水街七號
電話：三〇六四七二四
電話：三〇六七八二五

◎敬請交換◎

中華民國六十九年九月出版

亞洲地區氣象資料之蒐集檢定與 分析及程式處理系統之研究 (二)

Study on the Collection, Evaluation and Objective Analysis of the Meteorological Data from Asia Area with a Design of Computer System (II)

吳宗堯 曾忠一 梁文傑

Tsung-Yao Wu, Chung-Yi Tseng, Wen-Jey Liang

ABSTRACT

In recent years, the meteorological research activities in Taiwan were eagerly propelled, especially the studies in the fields of numerical prediction, numerical simulation and individual case diagnostic study revealed a fast and significant progress. But in all respects of these studies, the fundamental problem unsolved is the lack of the accurate and complete initial meteorological data.

This project is aimed to solve the said problem by establishing a data bank which will be able to provide the researchers with the satisfactory data needed in their studies.

In processing the data from all the stations in Asia and in a period of one year, this project is divided into three phases, namely: (1) data collection, (2) data evaluation and (3) objective analysis.

The result of this project will be the blue print for the Central Weather Bureau to establish a data bank of Asia, therefore, it must be very valuable and helpful to the meteorological studies in the future.

肆、客觀分析

(二)、客觀分析法對垂直速度計算的影響

摘 要

本研究從事氣象場的三種客觀分析，並計算其垂直速度場，以與主觀分析比較。本研究利用梅雨天氣資料來探討客觀分析程序對垂直速度計算的影響。

響。研究結果顯示，客觀分析場能充分表現出主要的上升或下降運動系統，也能反映出實際的天氣情況。但是上升氣流和下降氣流中心的位置和強度仍和主觀分析場的垂直速有顯著的差異。因此垂直速度計算對不同分析場的反應相當敏感。

一、研究目的與有關文獻的檢討

近年來不論氣象作業單位或是研究機構均使用客觀分析法來從事氣象場的分析，把分佈不規則的測站上所測得的氣象資料內插到規則的網格點上，以作為例行數值天氣預報的值或作為例行天氣分析之用。客觀分析法大約在一九五〇年代逐漸發展出來。Cressman (1959) 設計一種分析法，先把網格點周圍測站上的氣象變數值做加權平均以求得該變數在網格點上位值。Cressman 的權重是與測站到網格點間的距離有關。Inman (1970) 修改 Cressman 的權重，加重網格點上下風處的測站的影響力。Barnes (1973) 利用指數形式的權重來分析中幅度的大氣現象，並指出指數形式權重的優點。McFarland (1975) 合併了 Inman 權重和 Barnes 權重的優點，設計一種非均質、非等向性的權重來分析暴風環流。我國氣象單位為了將數值天氣預報作業納入預報作業內，近年來也積極研究客觀分析法。例如胡氏 (1977) 從事高空天氣圖客觀分析的研究，此項分析係由電子計算機一貫作業，業經中央氣象局採用，並納入電子計算機例行作業。曾氏 (1978a) 進行三種客觀分析程式的試驗，並與主觀分析比較。一般說來，在測站密集地區，客觀分析能準確定出高低壓中心及冷區和暖區。在測站稀少，天氣資料缺乏地區，如西太平洋海面以及東南地區，很難得到正確的客觀分析場。

有時幾個主觀或客觀分析場之間看起來非常相似，由這些分析場計算出來的渦度，輻散或垂直速度是否也相似呢？這的確是值得研究的問題。客觀分析場的用途在於天氣分析與天氣預報，若某一客觀分析場得到的渦度，輻散或垂直速度與實際的天氣系統的環流型式不符合，則此客觀分析程式當然有嚴重的缺點。垂直速度在大氣大幅度運動中數值很小，不易由現有的觀測儀器直接求得，必須由其他觀測的氣象變數間接計算得到。而且垂直速度對不同的分析場的反應比較敏感，因此本研究探討不同的客觀分析程式對垂直速度計算的影響。垂直速度計算法大致說有三種。第一種是運動學法，就是利用連續方程式由風的觀測值得到。第二種是絕熱法，就是利用熱力學方程式由風和溫度的觀測值求得垂直速度。第三種是動力學法，利用準地轉模式

和平衡模式，只由等壓面上的高度求得垂直速度。最近幾年還發展出利用變分最佳化法的原理求得垂直速度的方法(見 McGinley 1973, McFarland 1975, Liang 1976, Liang 1977, 曾氏 1978b)，在垂直速度計算法的比較研究方面，Vincent 及其他人(1976)比較利用運動學法和準地轉模式求垂直速度的結果。他發現用運動學來求垂直速度的結果較佳，用準地轉模式所得到的垂直速度場的分布並不與實際的天氣系統相符合，而且垂直運動相當微弱，僅及運動學法求得的垂直速度的五分之一。曾氏 (1978b) 對五種垂直速度進行比較研究，並且設計一種新的垂直速度計算法，利用 1975 年 6 月 10 日的梅雨資料探討這種方法的適用性。研究結果顯示，準地轉模式和平衡式所求得的垂直速度在梅雨鋒面處非常微弱。可是在求中緯度天氣系統的垂直速度時，若不考慮潛熱的釋出只用絕熱的準地轉模式，仍然得到令人滿意的結果。Stuart (1974) 利用四種不同的主觀分析和客觀分析的高度場輸入準地轉模式，以計算各個分析場的垂直速度，並做比較研究。他的研究結果指出，四個分析場的垂直速度均能與實際天氣系統的上升或下降運動符合。Smith Lin (1978) 對運動學法，準地轉模式和平衡模式所得的垂直速度進行比較研究。他們的研究結果顯示，比較垂直運動和降水量的相關係數，運動學法的結果較佳。此外準地轉模式所得的垂直速度比平衡模式的結果較佳。

本研究從事三種客觀分析，並計算其垂直速度場，以與主觀分析的結果互相比較。本研究利用 1975 年 6 月 10 日的梅雨天氣資料來探討客觀分析程式對垂直速度計算的影響。

二、研究方法

本研究首先利用三種客觀分析法，把測站上的天氣資料內插到網格點上，然後利用三種垂直速度計算法，以計算各個分析場的垂直速度。本研究使用的三種客觀分析程式均屬逐次校正法，分析的步驟大致相似，只是權重函數有所不同。氣象單位進行的客觀分析時，必須先對測站上的天氣資料，諸如高度、溫度和風等，進行統計檢定，靜水檢定以及靜力穩定度檢定，改正各種由於電訊傳遞，探空儀器結冰或人為因素造成的錯誤，並且利用靜水關係式補充漏失的資料。本研究所使用的資料並未經這些自動的檢定處理，而是利用人工的方式仔細的

改正各種錯誤。得到分析場以後，本研究亦曾進行靜水檢定和靜力穩定度檢定，以探討分析場在垂直方向是否維持內部一致。本研究使用的逐次校正法，其內容如下：

(一) 基本分析法

假設 $D_k^{\mu-1}$ 是測站上觀測值與第 $\mu-1$ 次分析值之差，即

$$D_k^{\mu-1} = Z_k - Z_s^{\mu-1}$$

其中 Z_k 是測站 k 上的某氣象變數的觀測值，其值為一定， $Z_s^{\mu-1}$ 是測站 k 上第 $\mu-1$ 次掃描時的分析值，其值隨掃描次數而變動。某一網格點的校正值可由影響半徑內的 $D_k^{\mu-1}$ 值加權平均得到，

$$C_{ij}^{\mu} = \frac{\sum_{k=1}^N W_k D_k^{\mu-1}}{\sum_{k=1}^N W_k}$$

其中 C_{ij}^{μ} 是校正值，足號 ij 表示某一網格點， W_k 是測站 k 的權重函數，與該測站至某一網格點有關， N 是使用的測站的數目。因此網格點上的新分析值為

$$Z_{ij}^{\mu} = Z_{ij}^{\mu-1} + C_{ij}^{\mu}$$

得到新的分析值以後，可以照上述的方法重覆對所有的網格點進行掃描三次，就可以得到分析結果。

在進行下一次掃描之前，測站上的分析值必先加估計。網格範圍內的每個測站一定會落在四個網格點所包含的正方形中，因此測站上的分析值可由周圍四個網格點的分析值作線性內插得到（圖 1）

$$Z_s = Z_1 + (Z_4 - Z_1) \frac{\Delta x}{\Delta} + (Z_2 - Z_1) \frac{\Delta y}{\Delta} - (Z_2 - Z_3 + Z_4 - Z_1) \frac{\Delta x \Delta y}{\Delta^2}$$

其中各符號的定義見圖 1， Δ 是網格長度。觀測值的錯誤可以比較測站上觀測值和分析值之差而檢查出來。假如兩者之差的絕對值大於某一最大容許值，則我們可以判斷這測站上的觀測值有錯誤，也就是說當

$$|D_k^{\mu-1}| > \epsilon$$

時，則測站 k 上的觀測值有錯。分析高度時， ϵ 可用 30m；分析溫度和露點溫度時， ϵ 可定為 3° ；分析風速分量 u 和 v 時， ϵ 可定為 5 m/sec。在進行下一次掃描時，觀測值錯誤的測站資料原

則上可以不再使用。在測站密集地區如發現觀測值和分析值相差太多，當然可以不再使用這個觀測值，不會影響分析結果。但是在測站稀少地區每個測站資料很重要，只好再重新檢查測站資料，改正錯誤，然後再繼續從事分析。一般主觀分析也常用這種方法除錯，假如發現某一測站資料與周圍測站的資料相差過大或不一致時，改正此測站的資料。

(二) 權重函數

Cressman (1959) 使用的權重函數形式比較簡單，只與測站到某一網格點的距離有關，即

$$W_k = \begin{cases} \frac{R^2 - d_k^2}{R^2 + d_k^2} & d_k < R \\ 0 & d_k > R \end{cases} \quad (1)$$

其中 R 是影響半徑，是事先給定的，每次掃描都把 R 減小，以便較短波能重現在分析場上。 d_k 是測站 k 至某一網格點的距離。由(1)式可知，距某一網格點愈遠的測站的資料對此一網格點的影響愈小。

Inman (1970) 修改 Cressman 的權重函數，加重網格點上風處和下風處測站資料的影響力，因此他的權重是

$$W_k = \begin{cases} \frac{R^{*2} - d_k^2}{R^{*2} + d_k^2} \\ 0 \end{cases} \quad (2)$$

其中

$$R^{*2} = R^2(1 + \beta \cos^2 \theta)$$

θ 是風向與網格點和測站方向角間的夾角（見圖 2）。 β 可以控制 θ 對權重的影響，其值可由下式得到

$$\beta = \frac{bC}{C^*}$$

其中 C 是風速， C^* 是一種最大風速， b 是常數，通常定為 1。由(2)式看來，在網格點上下風處的測站資料權重較大，因此實際的影響區域是橢圓形的，而不是圓形的。在使用 Inman 權重時，第一次掃描時並無網格點上的風向與風速，因此在進行第一次掃描時，先使用 Cressman 權重進行風的分析，以得到網格點上的風向與風速，第二次掃描以後就可以使用 Inman 權重來進行客觀分析了。

Barnes (1973) 使用指數型式的權重，即

$$W_k = \exp\left(-\frac{d_k^2}{K}\right)$$

其中 K 是濾波參數， d_k 是測站至某一個網格的距離。Barnes 指出，這種指數形式的權重具有下列優點

1. 因為濾波參數可以事先決定，因此反應函數亦可事先知道

2. 由於指數形式的權重函數隨着測站至網格點間距離的增加而漸近於零，因此測站上的資料可以影響到各處的網格點。

3. 這種權重函數本身可以濾除雜波，而不需再使用濾波器。

4. 用指數形式的權重在進行分析時只要掃描一次即可，可以節省許多計算時間。

McFarland (1975) 合併了 Inman 權重和 Barnes 權重的優點，設計一種非均質非等向性的權重函數

$$W_k = \frac{V}{V^*} \exp\left(-\frac{d_k^2}{K(1+\beta \cos^2\theta)}\right) \quad (3)$$

其中

V 測站上的風速

V^* 一種最大風速

K 濾波參數

β 非等向性參數

非等向性參數 β 的決定比較容易， β 愈大則上下風處測站資料的影響愈大。濾波參數 K 的值可以由數值實驗決定，本研究中選擇 $K=0.8\text{m}^2$ ，這是以地圖上的距離來定的。若以地球上的距離來表示，則 $K=1200\text{km}^2$ ，也就是我們假設測站資料的影響幅度為 $\sqrt{1200}=346\text{km}$ 。假如 K 值選擇過大，則會發生過度修勻的現象。假如 K 值定得過小，則 W_k 值可能會小於 10^{-99} ，超出計算機所能處理的範圍。本研究中除了使用 Inman 權重(2)式和 McFarland 權重(3)式之外，也利用下列權重

$$W_k = \exp\left(-\frac{d_k^2}{K(1+\beta \cos^2\Phi)}\right) \quad (4)$$

這種權重的性質處於 Barnes 權重 (1) 式和 McFarland 權重之間，以下本文中稱為改良式 Barnes 權重。

(二) 初次估計值

初次估計即 $Z_{ij}^{(0)}$ 與 $Z_s^{(0)}$ ，必須事先加以決定，才能進行分析。初次估計值可用氣候值，十二

小時前的分析，或者是預報值。McDonnell(1967)曾對各種客觀分析的初次估計值加以比較。在某些情形下，初次估計值會嚴重影響客觀分析的品質，有時客觀分析場甚至不會收斂。本研究為方便起見，各種氣象場分析時使用的初次估計值均為零。

本研究利用三種方法來求主觀分析場和客觀分析場的垂直速度，即運動學法，準地轉模式以及線性平衡模式。運動學法是利用連續方程式

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial p} = 0 \quad (5)$$

由風的觀測值 u, v 求得垂直速度 ω 。這種等壓坐標面上的連續方程式所作的唯一的假設是靜水平衡。每一定壓層的 u, v 若已知，則可由底層往上積分，得到 ω 值。本研究的底層邊界定在 850mb，此處我們以 Chen and Tsay (1977) 梅雨報告中由摩擦和地形效應所求得的 850 mb 處的垂直速度為邊界條件 (圖 6)，因此這層的垂直速度是本研究中三種垂直速度計算法所使用的底層邊界條件。運動學法的頂層邊界定在 10 mb，該處的垂直速度為零。(5)式中对 ω 而言是一階微分方程式，却有兩個邊界條件，因此由底層往上積分時，10 mb 處的垂直速度不一定為零，必須再加線性調整。運動學法的垂直網絡結構如圖 3。所求得的垂直速度均位於兩定壓層的中間，然後再線性內插到定壓層上。由運動學法得到的各層垂直速度均輸入準地轉模式和線性平衡模式中，以做為邊界條件和初次估計值。

準地轉模式的垂直速度方程式如下(Haltiner, 1971)

$$\sigma_s \nabla^2 w + f_0^2 \frac{\partial^2 \omega}{\partial p^2} = -\frac{\partial}{\partial p} J(\psi, f + \xi) - \frac{1}{f_0} \nabla^2 \left(\varphi, \frac{\partial \varphi}{\partial p} \right) \quad (6)$$

其中

f_0 平均科氏參數

σ_s 各層的平均靜力穩定度

φ 重力位

ξ 地轉渦度

其他符號與一般使用的相同。本研究中準地轉模式並未考慮摩擦和加熱的效應。(6)式中當 $\sigma_s > 0$ 時為橢圓型偏微分方程式，可用緩和法求解。再進行緩和法求解前，我們把運動學法求得的垂直速度當

作準地轉垂直速度的初次估計值和邊界條件，如此可以減少計算時間。準地轉的垂直速度也是先在兩定壓層的中間層求得的，然後再內插到定壓層上。準地轉模式所使用的垂直網格結構如圖 4。

線性平衡模式的基本方程如下 (Haltiner (1971))

$$\nabla \cdot f \nabla \psi = \nabla^2 \phi \quad (7a)$$

$$\nabla^2 \sigma \omega + f^2 \frac{\partial^2 \omega}{\partial p^2} = f \frac{\partial}{\partial p} \left[J(\psi, \zeta + f) + \nabla f \cdot \nabla \chi \right] - \nabla^2 \left[J(\psi, \frac{\partial \phi}{\partial p}) + \nabla \chi \cdot \nabla \frac{\partial \phi}{\partial p} \right] + \nabla f \cdot \nabla \frac{\partial^2 \psi}{\partial p \partial t} \quad (7b)$$

$$\nabla^2 \frac{\partial \psi}{\partial t} + J(\psi, f + \zeta) + \nabla \chi \cdot \nabla f = f \frac{\partial \omega}{\partial p} \quad (7c)$$

$$\nabla^2 \chi + \frac{\partial \omega}{\partial p} = 0 \quad (7d)$$

其中

- f 科氏參數
- σ 靜力穩定度
- ψ 流線函數
- ϕ 重力位
- ζ 渦度
- χ 速度勢函數

其他符號一般使用的相同。用 (7a) 可以由高度求得流線函數 ψ 。(7b)(7c)(7d) 是 ω , $\frac{\partial \psi}{\partial p}$ 和 χ 的聯立方程式，必須用緩和法複作數次才能解出。平衡模式的垂直網格結構和準地轉模式一樣，所用的 ω 初次估計值和準地轉模式也一樣。線性平衡模式的解法詳見 Haltiner 1971。

三、研究結果

於研究使用的資料取自 1975 年 6 月 10 日格林尼治時間零時的東亞地區各測站的天氣資料。此時天氣概況如圖 5, 8a, 9a, 10a, 11a, 12a, 13a。圖 5 是海平面氣壓，圖 8a, 9a, 10a, 11a, 12a, 13a 分別為 850mb, 700mb, 500mb, 300mb, 200mb 和 100mb 的高度的主觀分析。當時副熱帶太平洋高壓與鄂霍次克高壓間的梅雨鋒面自日本向西南延伸，經過臺灣、琉球到達華南，蒙古高壓位於中國大陸北部。本研究考察的範圍大致包括以臺灣為中

心的東亞地區。本研究使用 20×19 個網格點，網格間距在一千五百萬分之一的地圖上為 1.6 公分，也就是說在北緯 30° 處的網格間距為 240 公里。在考察範圍測站的分布並不平均，東南亞地區以及琉球、臺灣、和菲律賓以東的西太平洋海面測站稀少，資料缺乏。其他如日本海和東海處測站也少，因此在這些地區比較不能得到正確的分析場。

本研究對高度、溫度、風速分量以及露點溫度均作三種客觀分析。此外高度場和溫度場分析完畢以後，亦曾進行靜水檢定和靜力穩定度檢定，以考察分析場在垂直方向是否保持內部一致。檢定結果顯示高度場和溫度場只有百分之五的網格點不能通過靜水檢定，溫度場也只有百分之六不能通過靜力穩定度檢定。所得到的結果比主觀分析場更令人滿意。Inman 權重客觀分析的高度場分別在圖 8b (850mb), 9b (700mb), 10b (500mb), 11b (300mb), 12b (200mb), 13b (100mb)。改良式 Barnes 權重客觀分析高度場分別在圖 8c (850mb), 9c (700mb), 10c (500mb), 11c (300mb), 12c (200mb), 13c (100mb)。McFarland 權重客觀分析高度場分別在圖 8d (850mb), 9d (700mb), 10d (500mb), 11d (300mb), 12d (200mb), 13d (100mb)。此外 500mb 以下各層的高度場圖中均有等混合比線，300mb 以上各層的高度場圖中均有等風速線。比較以上各圖我們可以發現，主觀分析與各種客觀分析的高低壓中心的位置均能互相符合，但客觀分析場的高低壓強度比較微弱，例如 500mb 的高度場中 (圖 10) 位於中國東北的高壓和日本海的低壓在客觀分析場中就比主觀分析場微弱。中緯度地區的高低壓大致均能在客觀分析場中顯現出來，副熱帶高壓在客觀分析場中均較為微弱，且向東退縮。在測站稀少，資料缺乏的東南亞地區和西太平洋海面，比較不易得到正確的客觀分析場。此外，三種客觀分析得到的結果非常相似，相互間的差異很少超過 20 公尺。客觀分析場和主觀分析場之間差異也不大，大致在 30 公尺以內，相差最大的地方是在邊界附近，也就是測站稀少的地方。風速的分析場，客觀分析和主觀分析也很相近，強風地區和風速地區的位置也能互相符合。

表一列出主觀分析和三種客觀分析的分析場和觀測值的根均方差。由此表中可以看出，主觀分析場和測站觀測值的根均方差比客觀分析場的大。這可能是主觀分析時對測站原始資料修正過多，也可

能是客觀分析使用的測站資料未能修正所有的錯誤所致。本研究亦曾對主觀分析進行靜水檢定和靜力穩定度檢定，發現主觀分析並不完全滿足靜水檢定和靜力穩定度檢定，尤其在高度和溫度為然，不能通過這兩種檢定的網格點超過百分之七。

計算出客觀分析場以後，接着進行主觀分析場和客觀分析的垂直速度計算。由於大氣大幅度運動中垂直速度是根據某些物理或數學的假設由其他的氣象變數得來。驗證各種垂直速度計算程式的優劣或正確性必須依靠它和其他氣象變數的相關以及天氣系統的環流型式來決定。本研究以主觀分析的垂直速度場為基準，探討垂直速度對不同的客觀分析場的反應以及研究不同的客觀分析程式對垂直速度計算的影響。

通常上升運動大部分分布在槽線的東方或南方，而下降運動通常在脊線的東南方，換句話說上升運動在槽線的前方，而下降運動分布在槽線的後方。本研究使用的天氣資料顯示，在中緯度槽線和梅雨槽線前後方共有四個主要的上升下降系統。主觀分析的垂直速度用三種計算法得到的結果大致合乎這個原理。由主觀分析計算的結果顯示（圖 14a 至 26a），上升運動主要分布在梅雨鋒面上，即由日本向西延伸，經過琉球、臺灣以至於長江中下游。此外在中國大陸黃土高原以北，亦即在中緯度槽線的前方，也有強烈的上升氣流。海南島附近和日本海北部則有微弱的上升運動。下降運動主要分布在黃海及山東半島一帶，亦即梅雨槽線的後方，中國大陸西北地區也有強烈的下降氣流，這屬於中緯度槽線後方的下降運動系統。臺灣和呂宋島以東海面以及南海北部有微弱的下降運動。另一個微弱的下降氣流區域在雲貴高原。由三種垂直速度計算法得到的主觀分析場垂直速度顯示，各個主要的上升氣流和下降氣流的分佈型態相似。唯一不同的地方是由準地轉模式和線性平衡模式計算出來的垂直速度比較微弱，尤其是梅雨鋒面處以及長江中下游的上升氣流非常微弱，僅及運動學法所得到的垂直速度的四分之一。這一點和實際的天氣狀況並不符合。由圖 7 的衛星照片得知，在梅雨鋒面處，即由日本琉球至臺灣和長江下游一帶，雲層很厚，此處應有強烈的上升運動。用運動學法求得的垂直速度場充分反應出這個事實。Danard (1964) 指出，若不考慮潛熱的釋出，在 600mb 以下各層，由準地轉。模式所得到的垂直速度只有運動學法的 $\frac{1}{4}$ 。由於在梅

雨鋒面處降水很多，潛熱的釋出的物理過程變得非常重要，假如不考慮這一事實，則無法得到正確的垂直速度值。本研究所使用的準地轉和線性平衡模式並未考慮潛熱的釋出，因此在降水豐富的梅雨鋒面處所得的垂直速度未能反映出實際的天氣情況。可是在求中緯度天氣系統的垂直速度時，本研究的結果顯示，若不考慮潛熱釋出的物理過程，只用絕熱的準地轉和線性平衡模式，仍能得到滿意的結果。此外比較準地轉模式和平衡模式的垂直速度時，我們也可以發現，雖然平衡模式的物理假設比較嚴密，可是所得到的垂直速度場反而比準地轉模式得到的更不優良，而且上升運動和下降運動更加微弱，這點和 Smith 和 Lin (1978) 的結論一樣。

用運動學法計算出來的主觀分析和三種客觀分析的垂直速度場在圖 14 (700 mb)，圖 15 (500 mb)，圖 16 (300mb)，圖 17 (200 mb) 和圖 18 (100 mb)。每一張圖中均有四個分析場的垂直速度，即主觀分析，Inman 客觀分析 改良式權重 Barnes 客觀分析，以及 McFarland 權重客觀分析。比較這些圖我們可以發現，客觀分析場的垂直速度相互間的差異較小，四個主要的上升氣流系統的中心位置相差均在兩個網格長度之內，零線的圖形和走向也很相似。若與主觀分析的垂直速度場比較，則有顯著的差異。在邊界上差異更大，例如各客觀分析的垂直速度圖中，在雲貴高原，菲律賓附近海面以及在日本南方海面上均出現相當大的垂直速度值；可是在主觀分析的垂直速度圖上並未出現。這個原因很明顯，由於這些地區測站比較稀少，風的分析非常不良，因此利用連續方程式由風計算出來的垂直速度誤差也就很大，而且這些地區又是在邊界附近，因此更不易計算出合理的風場和垂直速度場了。此外在北緯二十度線附近的下降運動也未充份表現出來。至於中緯度地區的四個上升下降運動，亦即中緯度槽線和梅雨槽線前後方的上升運動和下降運動，在三個客觀分析的垂直速度場中均能表現出來，但是上升或下降氣流中心的位置和強度與主觀分析的垂直速度場有少許的差異。不過在梅雨鋒面處的下降運動，若不考慮邊界上的誤差，客觀分析的垂直速度場和主觀分析之間差異仍很明顯，例如 700 mb (圖 14)，500 mb (圖 15) 的主觀分析垂直速度圖中，長江中下游處有兩個上升氣流中心，而且梯度很大，可是在客觀分析的垂直速度圖中均未能顯示出來。此外在改良式

Barnes 權重客觀分析的垂直速度圖中，200 mb 處在黃土高原以北的垂直速度太大，也是不合理的現象。若要由於判斷何種客觀分析程式能得到較佳的垂直速度場誠屬不易。若仔細比較各圖，我們發現 McFarland 權重的客觀分析較優。我們可以發現，雖然主觀分析場和客觀分析場就其圖形比較起來非常相似，可是計算出來的垂直速度仍有很大的差異，尤其是在測站稀少，資料缺乏的地區為然。客觀分析的垂直速度場大致仍能充分表現出中緯度地區的四個上升下降運動系統。一般說明，不論是主觀分析或是客觀分析，風的分析比高度場或溫度場的分析更難處理，觀測風若有錯誤也較難查出。因此各個分析場的垂直速度就會有顯著的差異。我們也可以發現，垂直速度對不同的分析場的反應相當敏感。

準地轉模式計算出來的垂直速度場在圖 19(700 mb)，圖 20 (500mb)，圖 21 (300mb)，圖 22 (200 mb)。同樣的，每張圖中均有四個分析場的垂直速度。準地轉模式的客觀分析垂直速度場在雲貴高原、日本南方太平洋海面以及菲律賓附近海面有不正常的上升或下降運動，這是因為我們使用運動學法所得到的垂直速度當作邊界條件。中緯度槽線和梅雨槽線前後方的上升運動和下降運動均能充分表現出來。圖 19b, 20b, 21b, 22b 的我們可以發現，Inman 客觀分析垂直速度場在黃土高原以北地區的上升運動過於強烈，幾乎比同地區主觀分析垂直速大兩三倍，此外在中國大陸西北地區的下降運動也太強烈，因此 Inman 客觀分析場對垂直速度計算的影響十分不良。不談邊界附近不正常的上升或下降運動，則 Barnes 權重和 McFarland 權重客觀分析所得的垂直速度場比較合理。各客觀分析場之間的差異比較小，而且零線的圖形也比較相似。當然若比較地轉模式和運動學法所得到的垂直速度兩者也有差異，這是因為兩者的物理的假設完全不同。

線性平衡模式的垂直速度場在圖 23 (700mb)，圖 24 (500 mb)，圖 25(300 mb) 和圖 26(200 mb)。線性平衡模式的垂直速度場中，我們仍可以發現四個主要的上升和下降運動均能表現出來。雲貴高原，菲律賓以東海面以及日本南方海面仍有不正常的上升和下降運動。這也是因為我們使用運動學法得到的垂直速度當作邊界條件。由圖 23 可知，Inman 權重客觀分析的垂直速度場在黃土高

原以北處過大，而且一直發展到 300 mb，然後才逐漸減弱。在圖 25c, d 和 26c, d 中南方的邊界上出現很強烈的上升或下降運動，由此點看來改良式 Barnes 和 McFarland 的客觀分析場不及 Inman 權重的客觀分析場。此外在主觀分析垂直速度場中，北緯二十度線附近處有下降氣流，可是在客觀分析垂直速度場中不能表現出來。三種客觀分析場的垂直速度的零線和上升下降運動中心位置比較相近，尤其是改良式 Barnes 權重客觀分析和 McFarland 權重客觀分析的垂直速度場更為接近。這是因為兩者都屬於指數型式的權重。在琉球羣島的上升運動，由圖 23 至圖 26 看來，Inman 權重客觀分析場的垂直速度比其他兩種更能充分表現出來。因此在用線性平衡模式來計算垂直速度時，Inman 權重客觀分析場的結果較優。

四、結 語

本研究從事三種客觀分析，並計算其垂直速度場，以與主觀分析比較。本研究利用 1975 年 6 月 10 日的梅雨天氣資料來探討客觀分析程式對垂直速度計算的影響。研究結果顯示，雖然客觀分析相互間或客觀分析與主觀分析之間，就一般型態來看非常相似，可是對垂直速度場的計算有不同的影響。這是因為垂直速度計算法對分析場的細微差異具有相當敏感的反應。由表一可知主觀分析場的根均方差比較大，這表示在進行主觀分析時，對原有測站資料已做相當的修正，而客觀分析除了明顯的錯誤之外，均直接利用原始的測站資料內插到網格點上。儘管主觀分析和客觀分析的手法完全不同，但研究結果顯示，客觀分析場的垂直速度仍能充分表現出四個主要的上升或下降系統，即中緯度槽線和梅雨槽線前後方的上升和下降運動。三種客觀分析的垂直速度場中，在網格範圍的邊界處，出現反常的上升或下降運動，這是因為這些地區測站稀少，資料缺乏，不易得到合理的客觀分析高度場和風場。若略去邊界附近的垂直速度場，客觀分析的垂直速度大致仍能反映出實際的天氣情況。三種客觀分析程式中，McFarland 權重客觀分析在用運動學法計算垂直速度時比較能得到合理的結果。用準地轉模式計算垂直速度時，改良式 Barnes 和 McFarland 權重客觀分析的結果較優良，此外垂直速度場若用線性平衡模式計算時用 Inman 權重客觀分析場比較能得到合理的結果。

參 考 文 獻

- 胡仲英, 1977: 高空天氣圖客觀分析之研究。大氣科學, 第四期, 1-10, 中華民國氣象學會。
- 曾忠一, 1978a: 三種客觀分析程式之比較研究, 中央研究院物理研究所集刊, 第8卷。
- 曾忠一, 1978b: 大氣垂直速度計算之研究, 中央研究院物理研究所集刊, 第8卷。
- Barnes, S. L., 1973: Mesoscale objective map analysis using weighted time series observations. NOAA-TM-ERL-NSSL-62, 60 pp.
- Chen, T. J. and C. Y. Tsay, 1977: A detailed analysis of a case of Mei-Yu system in the vicinity of Taiwan Tech. Rept. No. Mei-Yu-001, Dept. of Atmospheric Sciences, National Taiwan University, Taipei, 249 pp.
- Cressman, G. P., 1959: An operational objective analysis systems. Mon. Wea. Rev., 87, 367-374.
- Danard, M. B., 1964: On the influence of released latent heat on cyclone development. J. Appl. Meteor., 3, 27-37.
- Haltiner, G. J., 1971: Numerical Weather Prediction. Wiley, New York, 317 pp.
- Inman, R. L., 1970: Papers on operational objective analysis schemes used at NSSFC. NOAA-TM-ERL-NSSL-51, 91 pp.
- Liang, W. J., 1976: The variational optimization of wind field for the estimation of vertical velocity. Ann. Rept. Inst. Phys., Acad. Sin., 6, 179-198.
- Liang, W. J., 1977: Comparison of McGinley's and O'Brien's variational optimization formulation for the computation of vertical velocity. Atmospheric Science, 4, 73-76.
- McDonnell, J. E., 1967: A summary of the first guess field used for operational analysis. ESSA-TM-WBTM-NMC-38, 17 pp.
- McFarland, M. J., 1975: Variational optimization analysis of temperature and moisture advection in a severe storm environment. WEAT Rept. No. 14, Univ. of Oklahoma, Norman, Oklahoma, 86 pp.
- McGinley, J. H., 1975: Environmental energy fields associated with severe storms M. S. Thesis, University of Oklahoma, Norman, 129 pp.
- Smith, P. J. and C. P. Lin, 1978: A comparison of synoptic scale vertical motions computed by the kinematic method and two forms of the omega equation. Mon. Wea. Rev., 106, 1687-1694.
- Stuart, D. W., 1974: A comparison of quasi-geostrophic vertical motion using various analyses. Mon. Wea. Rev., 102, 363-374.
- Vincent, D. G., K. E. Bossingham and H. J. Edmon, 1979: Comparison of large scale vertical motions computed by the kinematic method and quasi-geostrophic omega equation. Preprints of Papers, Sixth Conference on Weather Forecasting and Analysis, Albany, N. Y., 357-364.

五、總 結 論

由於電子計算機技術不斷進步，許多資訊、設計、分析與決策均大量利用電子計算機執行。國外氣象先進國家早在1960年初期，即開始利用電子計算機協助氣象資料之處理。國內氣象界在民國六十五年十二月間國科會舉行全國大氣科學研討會時，一致認為須積極進行建立氣象資料庫之研究，提供正確而完整之原始氣象資料，以推動氣象研究工作之發展與應用。

本研究計畫經過二年半之時間，進行研究氣象資料之蒐集、處理、存檔、查詢與應用以及客觀分析之研究兩大部分。在第一部分中完成氣象資料自動蒐集與處理系統 (Automatic Data Acquisition and Processing System 簡稱 ADAPS) 之設計，可利用中央氣象局現有之小型電子計算機每天廿四小時自動直接蒐集國內外所有印字電路的氣象電報，存放於磁碟混合電報檔，經過第一級分類處理將混合電報檔依印字電路編號存放於電報檔 (Line file)，為便於查詢作業及有限磁碟空間作最有效的利用，電報檔採用相關資料模型，日後須要原始電報時，均可自電報檔內取用。ADAPS 系統於每天固定時間進行解碼、檢定處理，檢定處理務期使氣象資料達到垂直、水平與時序等四度空間的合理性，檢定後的資料再經過第二級分類處理，寫到即時氣象資料檔，為達成即時資料的最佳應用，資料檔 (Data file) 的設計採用水平資料結構及固定劃分磁碟空間。最後，存檔作業中的所有原始氣象電報及資料檔均分別存錄於磁帶，供研究者日後研究與分析應用。

ADAPS 系統可大幅度提高即時氣象觀測資料使用的時效性、正確性與完整性。在極有限經費下達到即時氣象資料自動蒐集處理一貫作業的目的。積極地提高預報作業績效。再者，存檔作業所建立的氣象資料庫，更為全國所有氣象研究人員提供最佳的資料。本研計畫所完成之 ADAPS 系統已由中央氣象局正式採用，使我國氣象事業進入新境界。

本計畫之第二部分是客觀分析，第一年對 Cressman, Inman 和 Barnes 三種權重進行數值試驗，以期了解這三種權重的特性。第二年對上述三種客觀分析進行驗證，並以主觀分析作為比較之標準。綜觀三客觀分析程式之分析場，可發現在分析場之中央部份，其資訊轉換之能力較佳，在低緯區及西太平洋區，由於資訊不足之影響，分析結果不佳，因此如何改進資訊不足之問題，有待更深入之研究。同時，並利用三種客觀分析計算其垂直速度場，以與主觀分析比較，利用 1975 年 6 月 10 日的梅雨天氣資料對客觀分析程式對垂直速度計算的影響，結果顯示客觀分析與主觀分析間型態相似，客觀分析場能充分表現出主要的上升或下降運動系統，可是對垂直速度場的計算有不同影響，亦即其中心位置和強度仍和主觀分析場有明顯差異。因此垂直速度計算對不同分析場的反應相當敏感。

致 謝

本研究在行政院國家科學委員會支援下完成，殊深感激。本計畫歷經二年半，由於工作繁雜，動員人力財力亦多，在執行階段中承中央研究院中央氣象局及空軍氣象中心支持以及諸同仁熱心鼎力協助，使研究工作得以順利完成。參與本計畫資料蒐集部份計有魏伯騏、王博義、李富誠、蔡盛域、李玉泉、房開化、孟昭坤、江昌明諸君；資料檢定部份計有徐月娟、許萬德、王忠山、蕭長庚、陳熙揚、劉文俊諸君；客觀分析部份計有蕭錫璋、吳清吉、謝金生、劉玉龍諸君，對上述參與計畫之諸君謹致最誠摯謝意。中央氣象局電腦中心諸同仁，貢獻良多，一並致謝。中央研究院物理研究所隋中興先生協助客觀分析程式上機工作，亦深表謝意。此外，資料蒐集部分電子計算機系統硬體部分係由代理美國 GA 型電子計算機的泰誼公司協助，軟體部份則由該公司邱吉雄先生協助，又承美國 IBM 公司研究員謝錦璋博士於返國期間提供寶貴意見，謹此一併致謝。

	850mb	700mb	500mb	300mb	200mb	100mb
Z 高度 m	9.1	7.9	15.9	24.2	36.2	44.9
T 溫度 °C	1.5	1.2	1.1	1.2	1.6	1.7
T _d 露點溫度 °C	1.6	2.5	2.7			
u 風速分量 m/sec	3.2	3.2	3.5	5.1	6.6	3.3
v 風速分量 m/sec	3.8	2.9	3.1	5.8	4.5	3.1

	850mb	700mb	500mb	300mb	200mb	100mb
Z 高度 m	4.8	5.2	8.0	12.7	16.8	21.6
T 溫度 °C	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	1.0
T _d 露點溫度 °C	1.0	1.6	2.1			
u 風速分量 m/sec	1.7	1.9	1.9	2.0	2.5	1.5
v 風速分量 m/sec	1.8	2.0	1.6	2.8	1.9	1.8

	850mb	700mb	500mb	300mb	200mb	100mb
Z 高度 m	7.1	8.0	12.1	19.3	24.4	31.7
T 溫度 °C	1.2	1.0	1.0	1.0	1.1	1.4
T _d 露點溫度 °C	1.6	2.7	3.2			
u 風速分量 m/sec	2.5	3.0	3.1	3.3	3.9	2.6
v 風速分量 m/sec	2.9	2.9	2.7	4.2	3.6	2.8

	850mb	700mb	500mb	300mb	200mb	100mb
Z 高度 m	5.6	6.6	10.7	18.1	23.6	28.2
T 溫度 °C	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	1.3
T _d 露點溫度 °C	1.3	2.3	2.8			
u 風速分量 m/sec	1.4	1.6	2.0	2.3	2.9	2.0
v 風速分量 m/sec	2.2	2.4	2.2	3.6	3.2	2.2

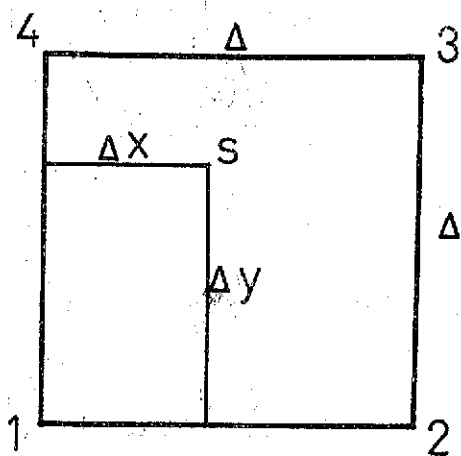


圖 1 本圖說明測站上分析值的求法

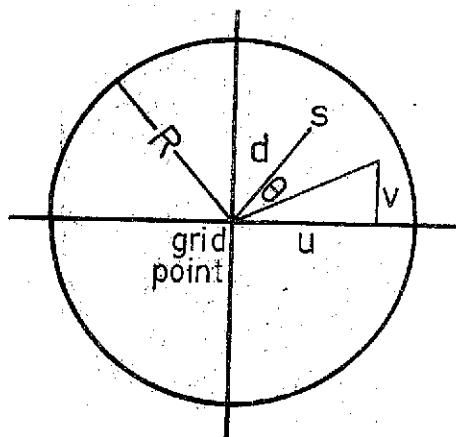


圖 2 本圖說明各符號的定義

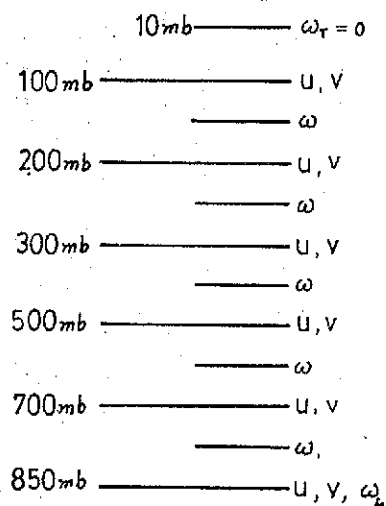


圖 3. 用運動學法求垂直速度時使用的垂直網格結構

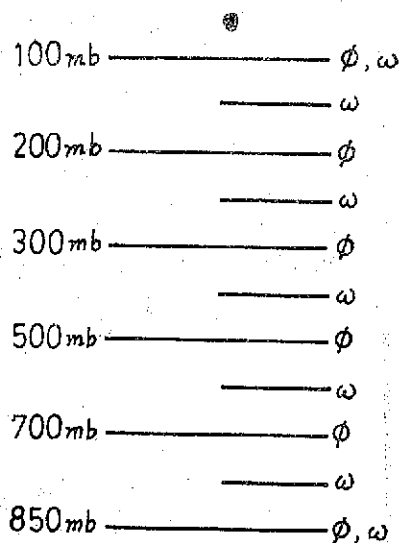


圖 4. 用準地轉和平衡模式求垂直速度時使用的垂直網格結構

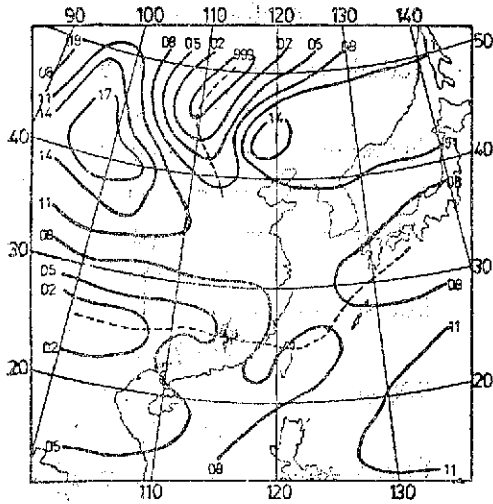


圖 5. 海平面氣壓，單位為 mb，
與鋒面（虛線）

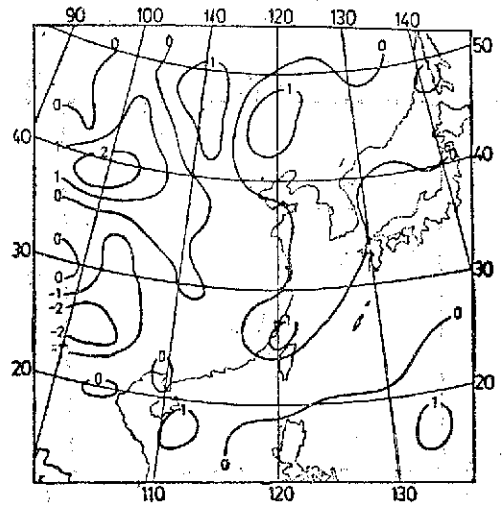


圖 6. 850mb 垂直速度場，單
位為 $\mu\text{b/sec}$

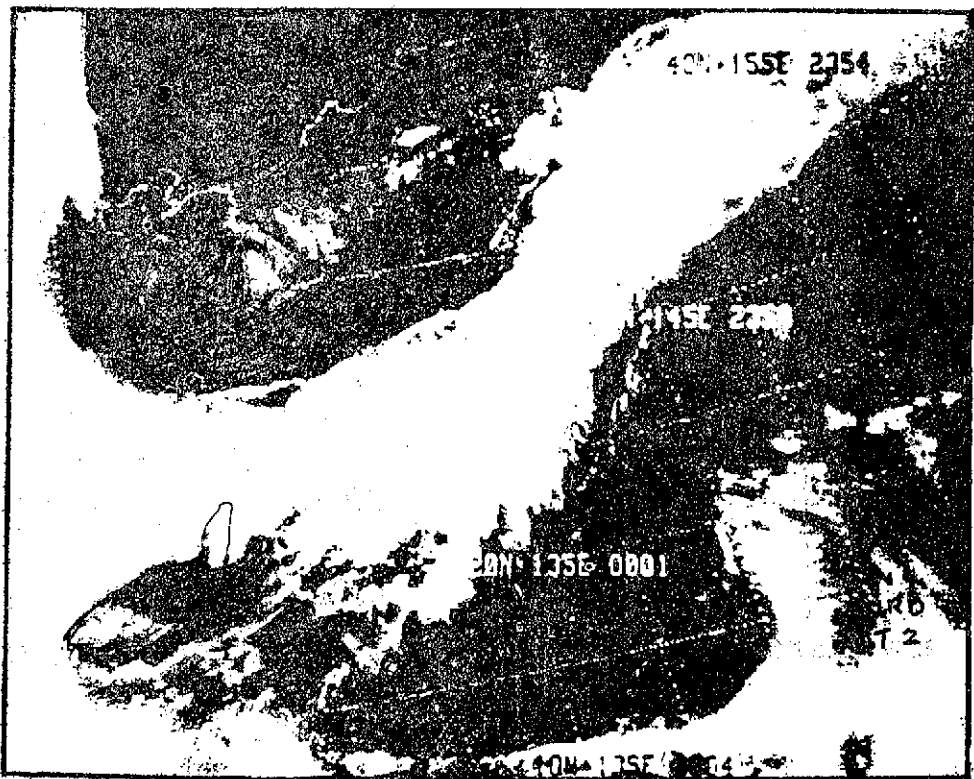
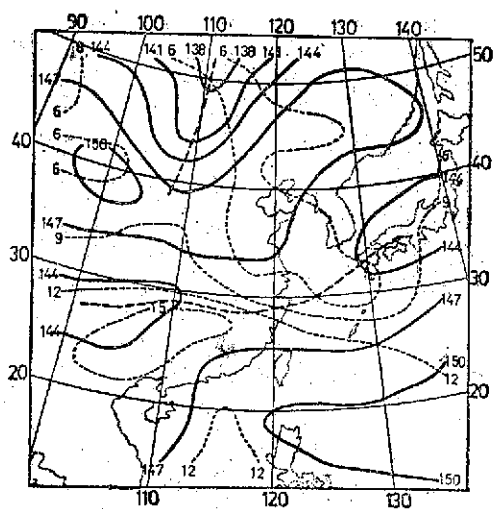
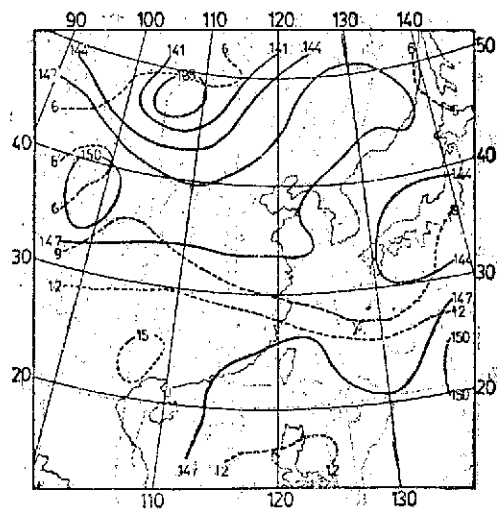


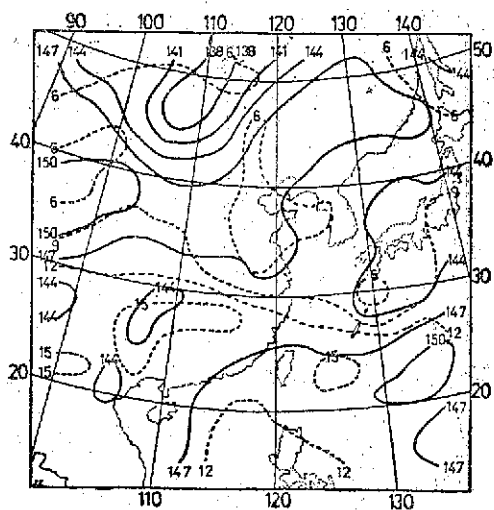
圖 7. NOAA-4 紅外光衛星照片，白色虛線表示經緯度以及海岸線，臺灣的位置用實線表示



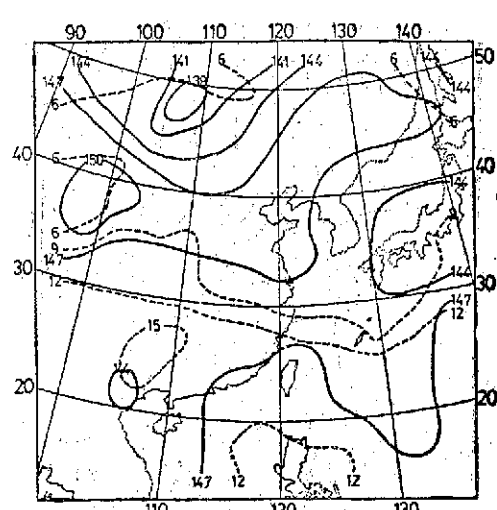
(a)



(c)

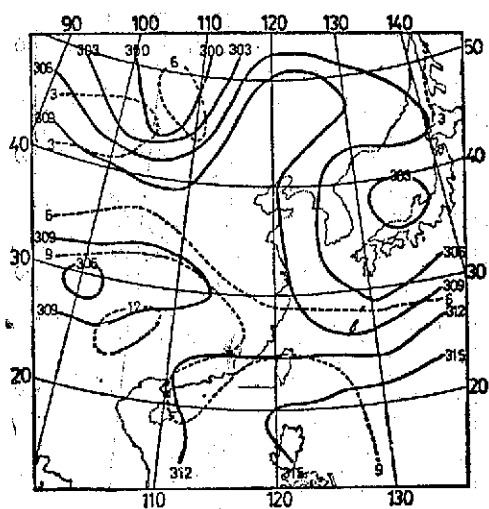


(b)

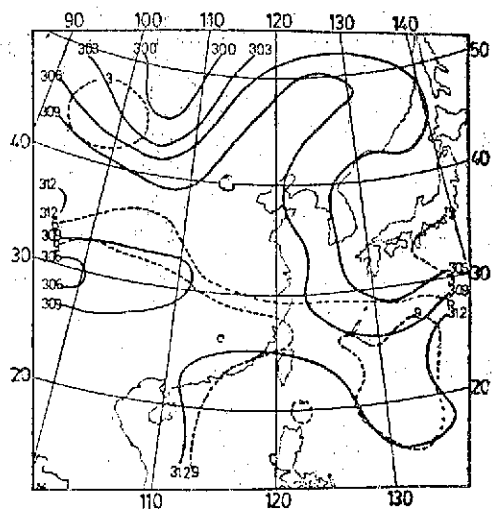


(d)

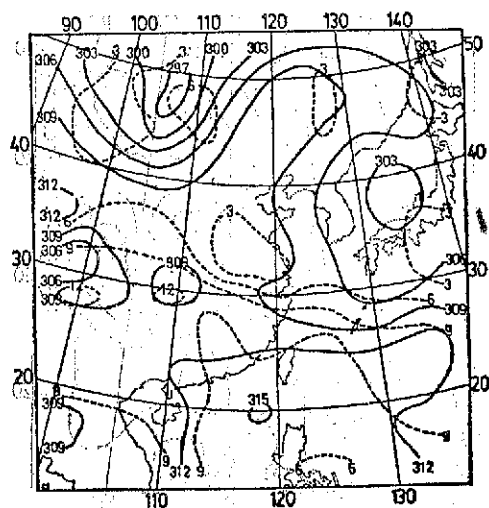
圖 8. 850mb 高度場 (實線) 與混合比 (虛線, 單位為 g/kg) (a) 主觀分析
(b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析 (d) McFarland
客觀分析



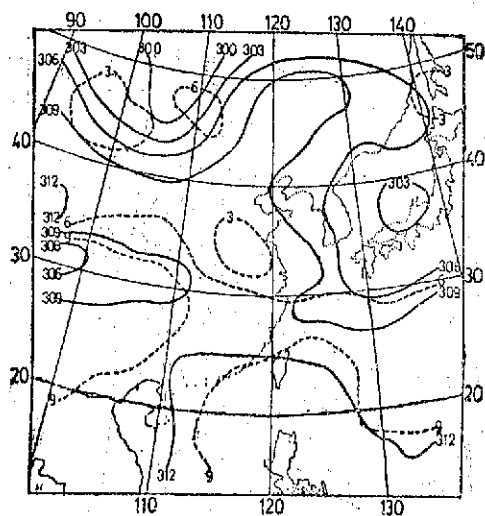
(a)



(c)



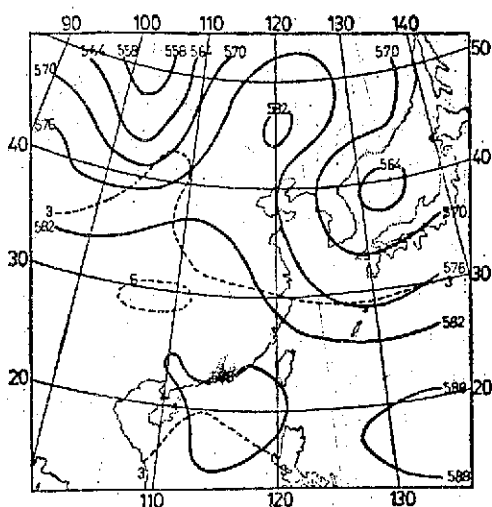
(b)



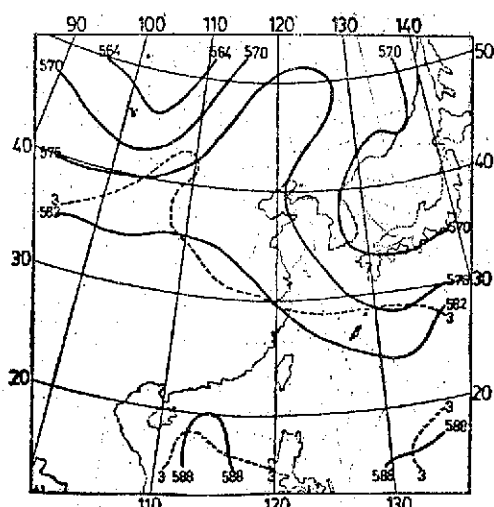
(d)

圖 9. 700mb 高度場 (實線, 單位為公尺) 與混合比 (虛線, 單位為 g/kg)

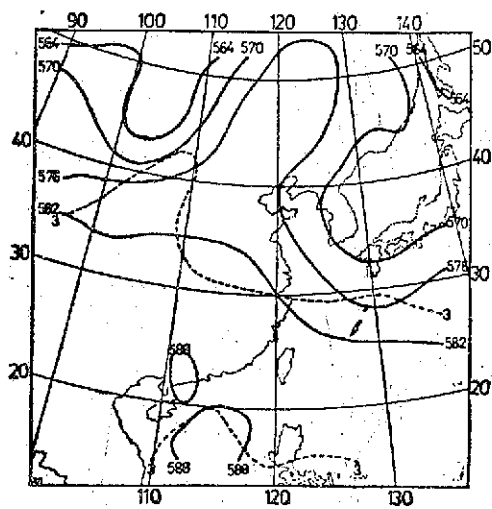
(a) 主觀分析 (b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析
(d) McFarland 客觀分析



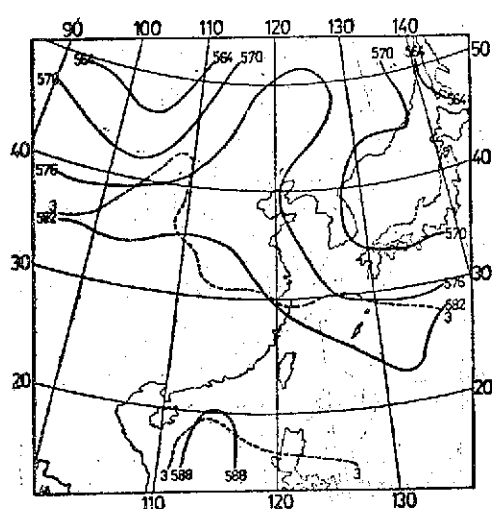
(a)



(c)



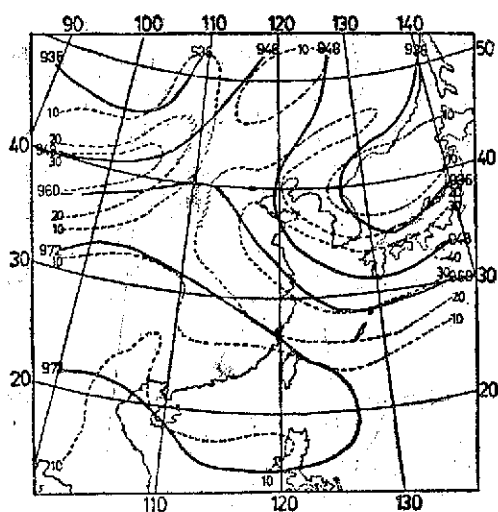
(b)



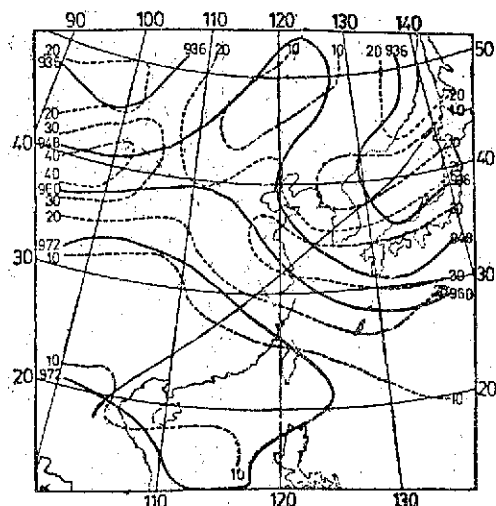
(d)

圖 10. 500mb 高度場 (實線, 單位為公尺) 與混合比 (虛線, 單位為 g/kg)

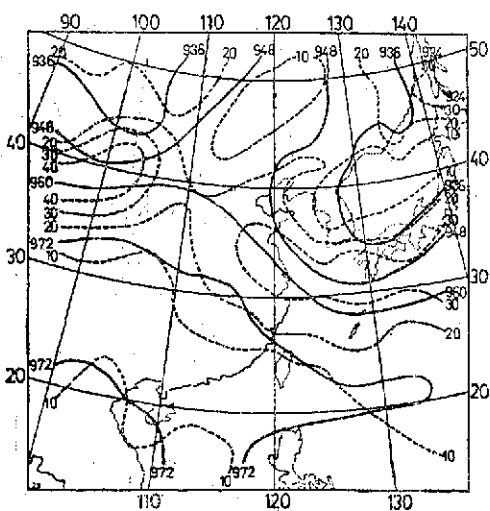
(a) 主觀分析 (b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析
(d) McFarland 客觀分析



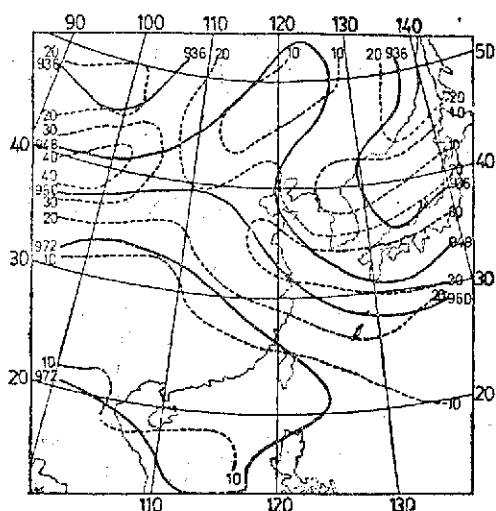
(a)



(c)

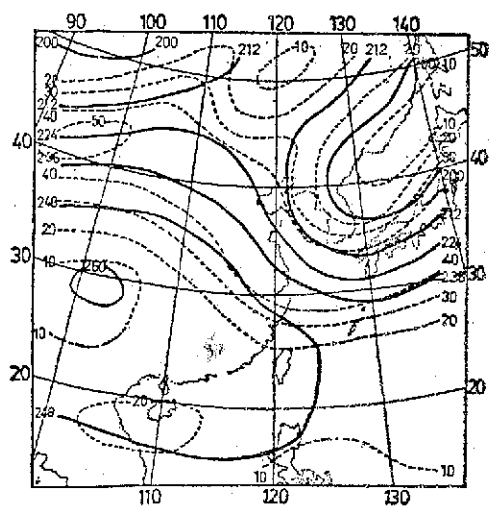


(b)

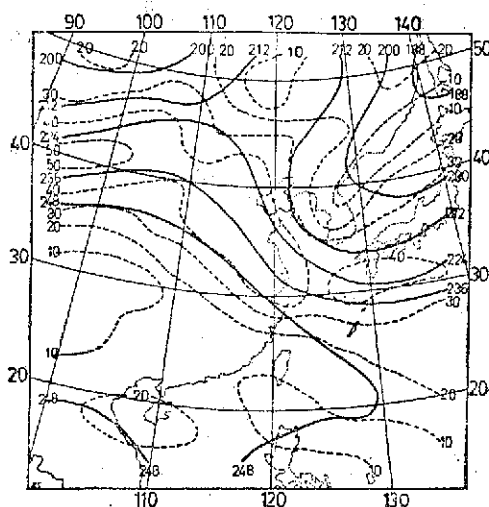


(d)

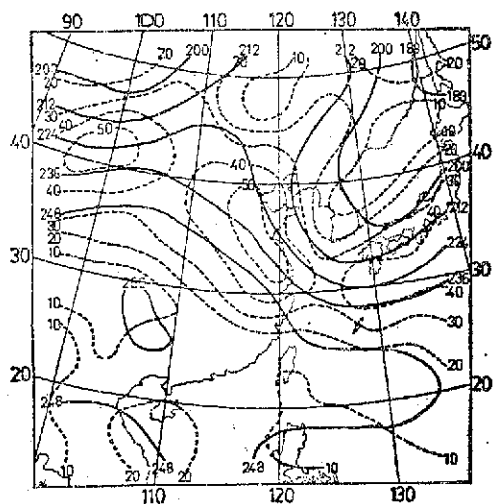
圖 11. 300mb 高度場 (實線, 單位為公尺) 與風速 (虛線, 單位為 m/sec)
 (a) 主觀分析 (b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析
 (d) McFarland 客觀分析



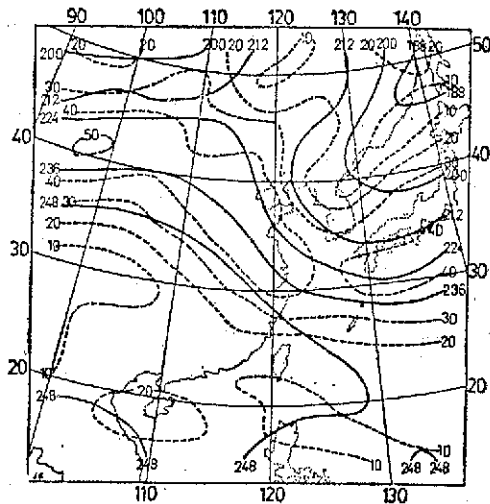
(a)



(c)



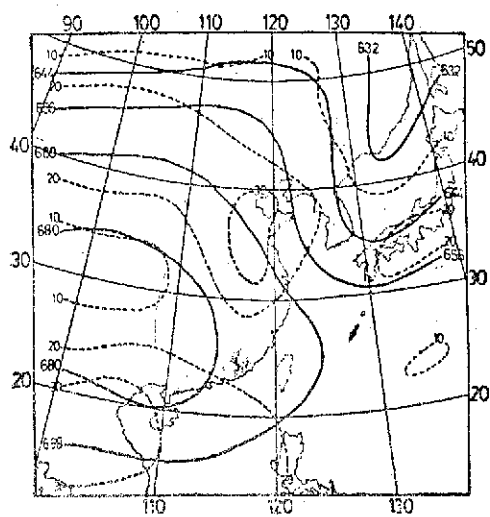
(b)



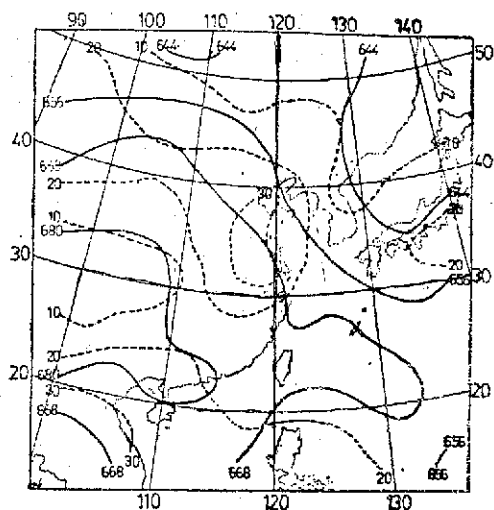
(d)

圖 12. 200mb 高度場 (實線, 單位為公尺) 與風速 (單位為 m/sec)

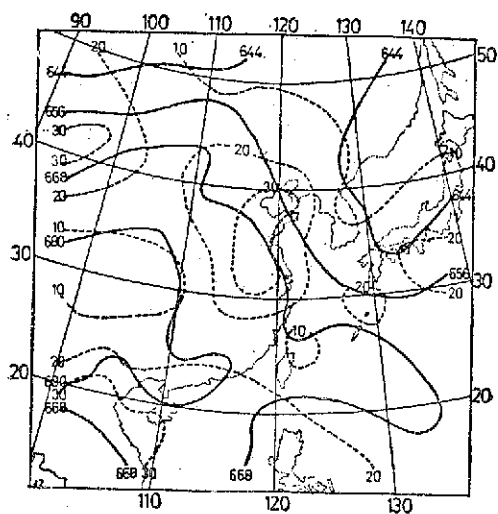
(a) 主觀分析 (b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes
客觀分析 (d) McFerland 客觀分析



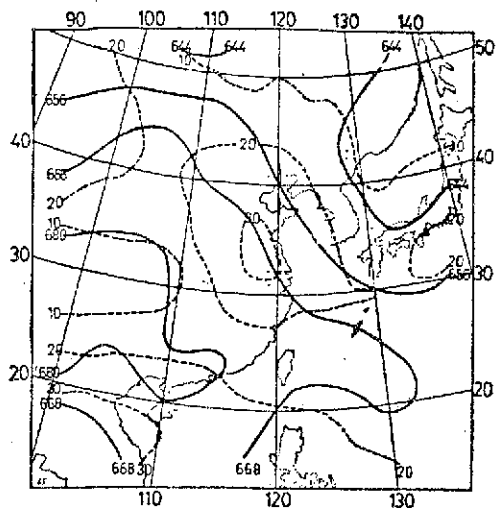
(a)



(c)



(b)



(d)

圖 13. 100mb 高度場(實線, 單位爲公尺) 與風速(單位爲 m/sec)
(a) 主觀分析 (b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes
客觀分析 (d) McFarland 客觀分析

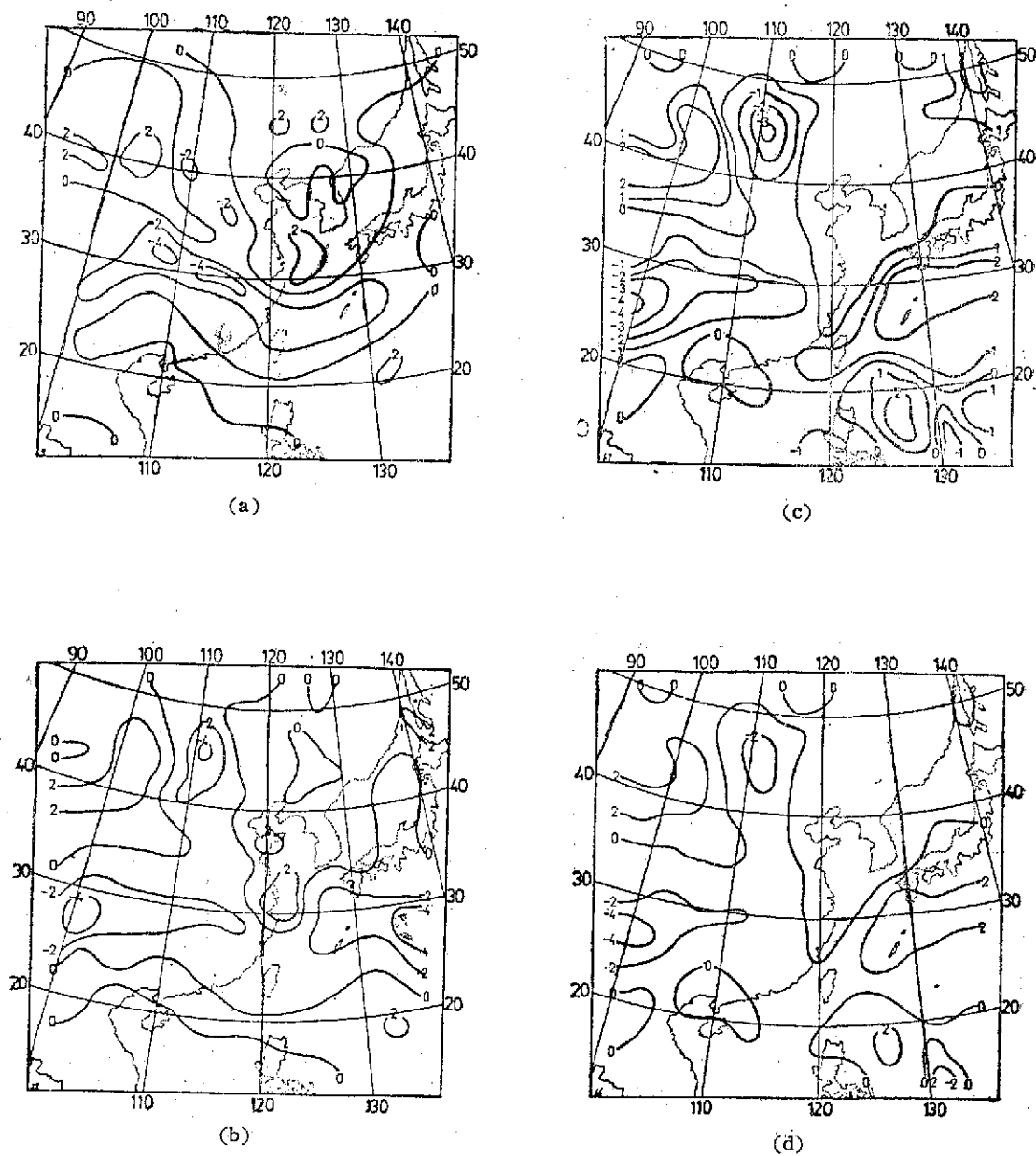
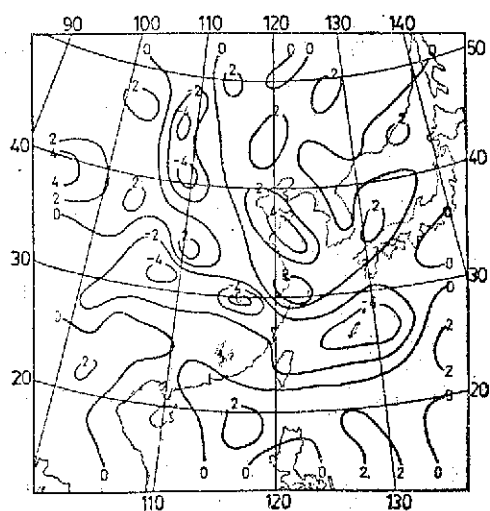
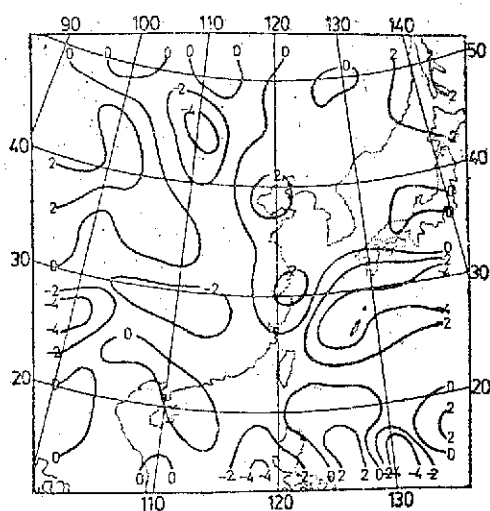


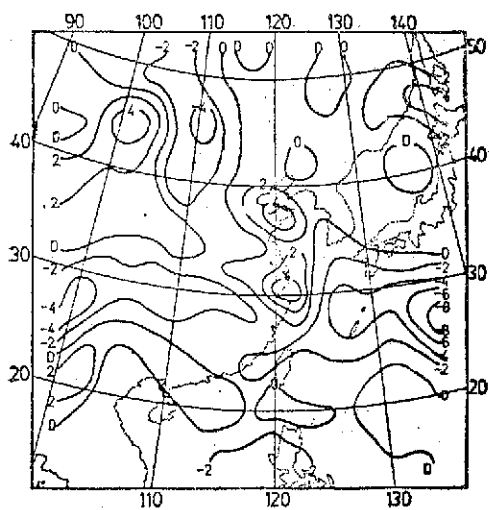
圖 14. 用運動學法求得的 700mb 垂直速度，單位為 $\mu\text{b/sec}$ (a) 主觀分析
(b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析 (d) Mc-
Farland 客觀分析



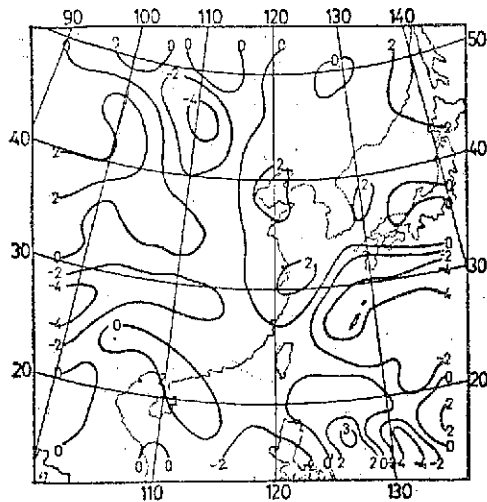
(a)



(c)

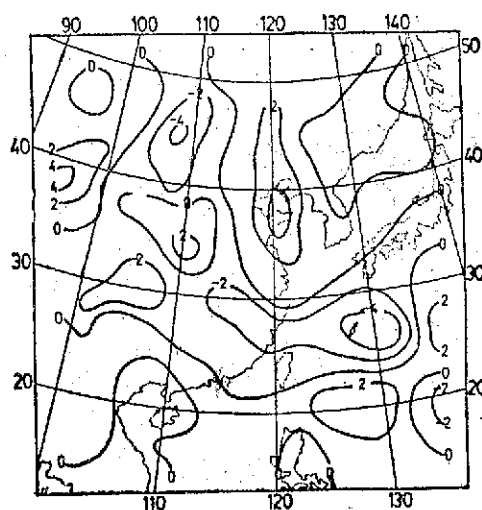


(b)

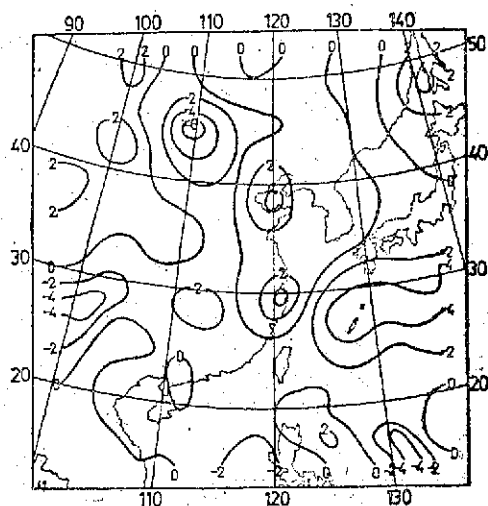


(d)

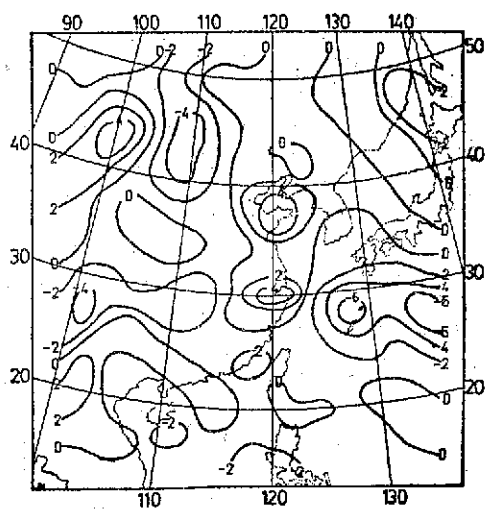
圖 15. 用運動學法求得的 500mb 垂直速度，單位為 $\mu\text{b/sec}$ (a) 主觀分析
(b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析
(d) McFarland 客觀分析



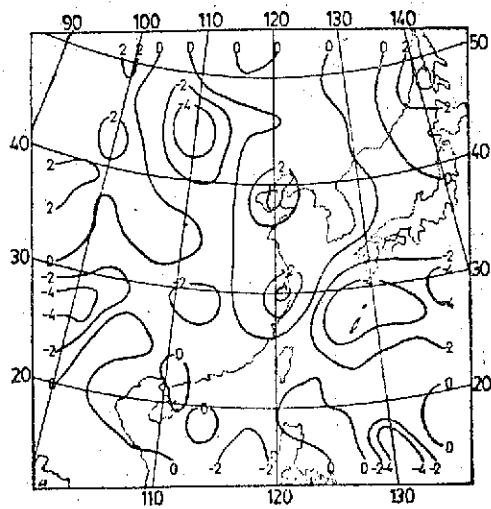
(a)



(c)

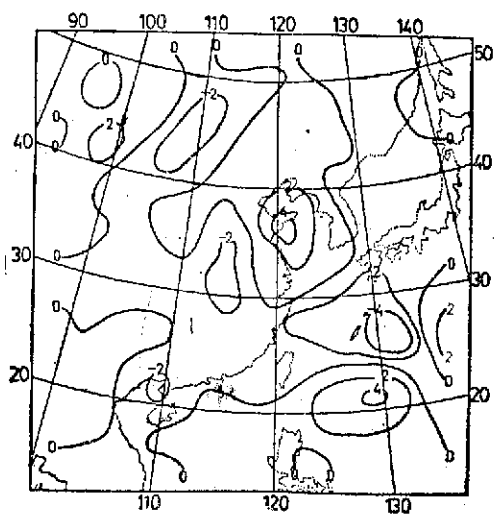


(b)

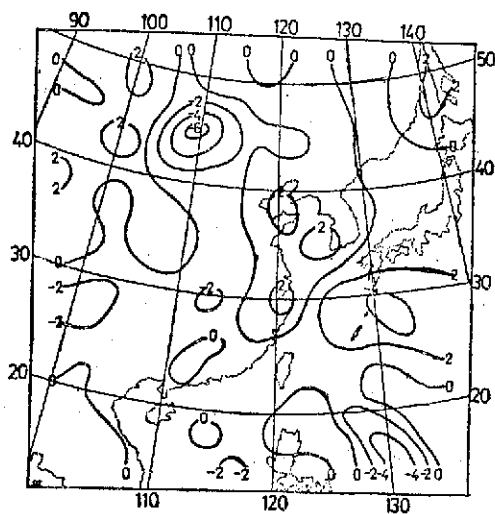


(d)

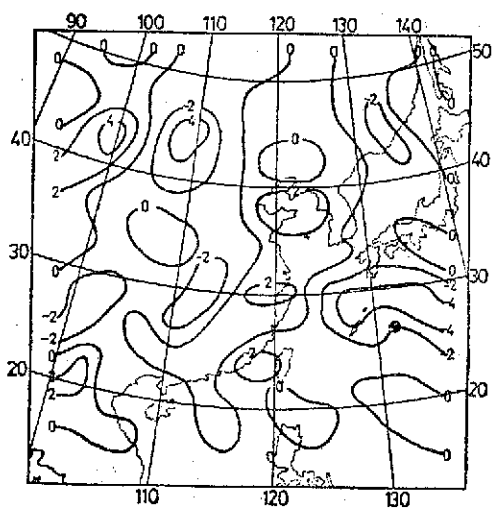
圖 16. 用運動學法求得的 300mb 垂直速度，單位為 $\mu\text{b/sec}$ (a) 主觀分析
(b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析
(d) MaFarland 客觀分析



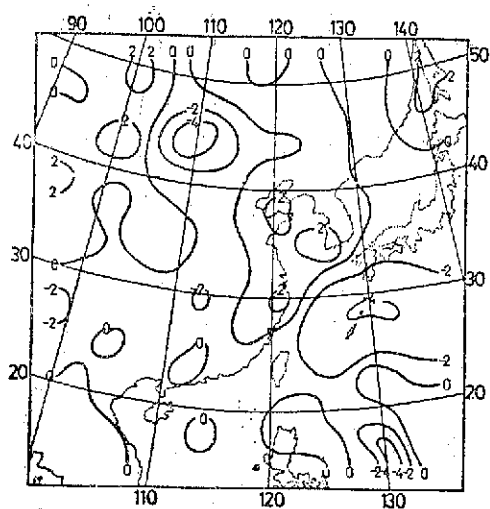
(a)



(c)

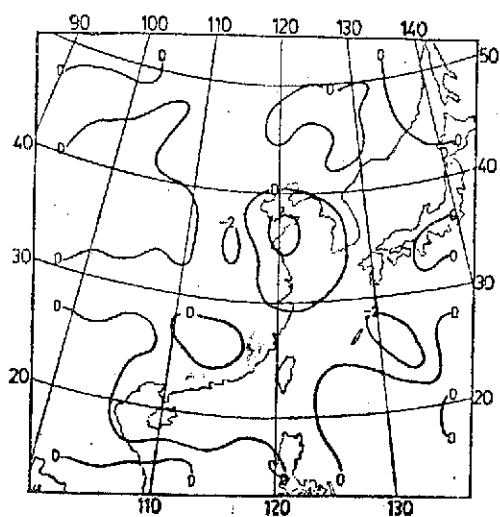


(b)

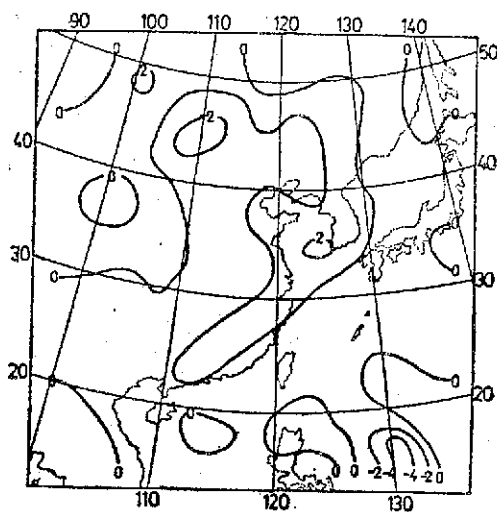


(d)

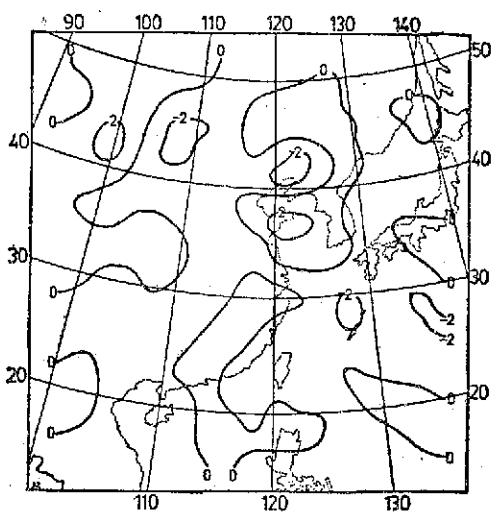
圖 17. 用運動學法求得的 200mb 垂直速度，單位為 $\mu b/sec$ (a) 主觀分析
(b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析
(d) McFarland 客觀分析



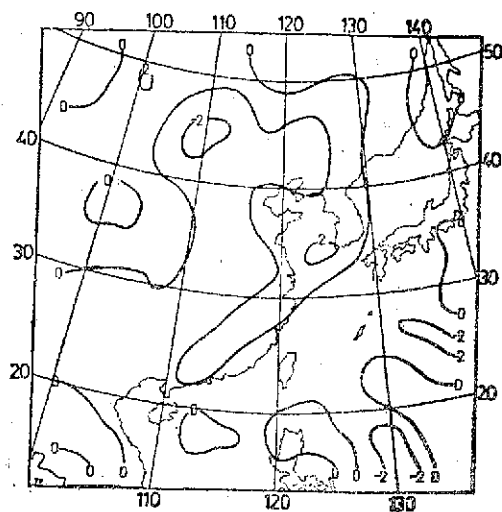
(a)



(c)

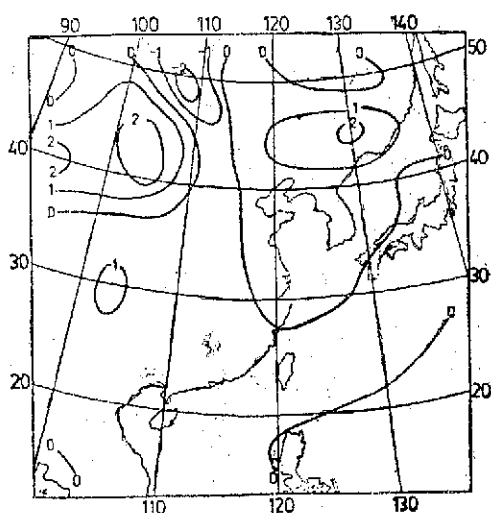


(b)

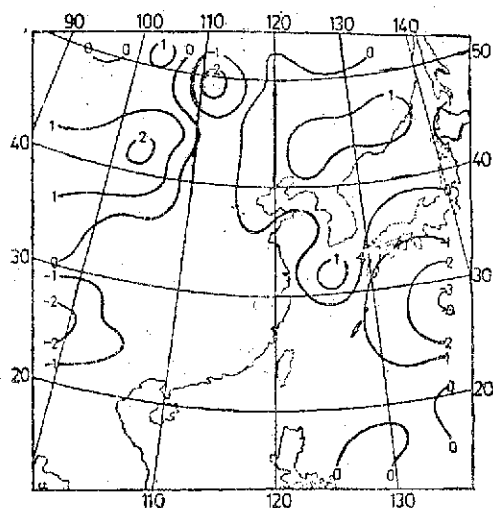


(d)

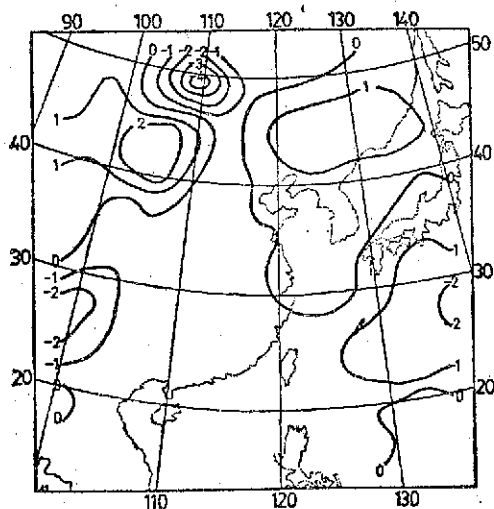
圖 18. 用運動學法求得的 100mb 垂直速度，單位為 $\mu\text{b/sec}$ (a) 主觀分析
(b) Inman 改良式客觀分析 (c) 觀分析 Barnes 客觀分析
(d) McFarland 客觀分析



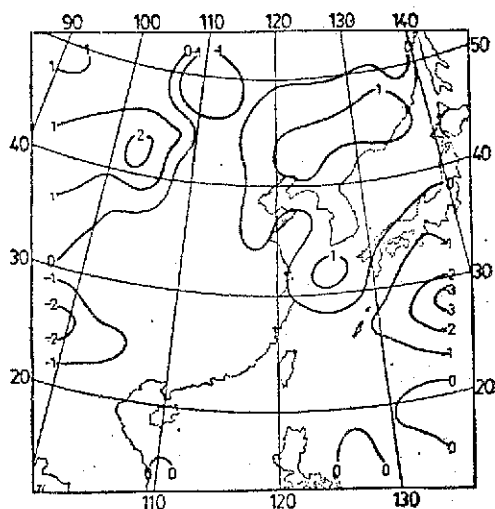
(a)



(c)

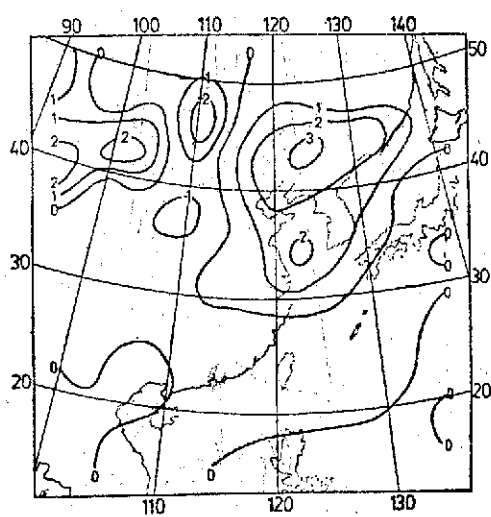


(b)

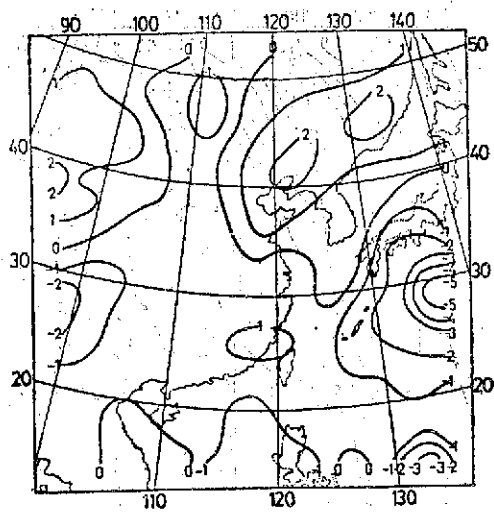


(d)

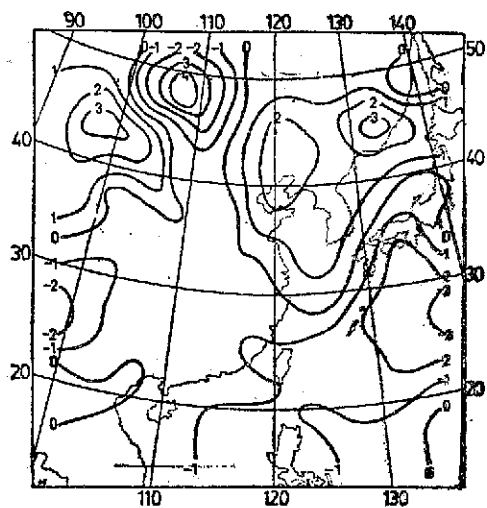
圖 19. 用準地轉模式求得的 700mb 垂直速度，單位為 $\mu b/sec$ (a)主觀分析
(b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析
(d) McFarland 客觀分析



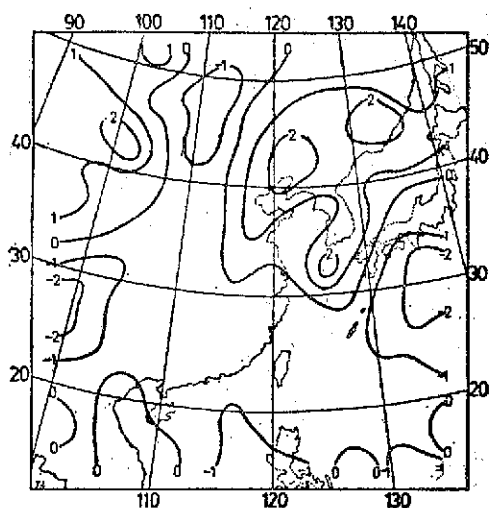
(a)



(c)

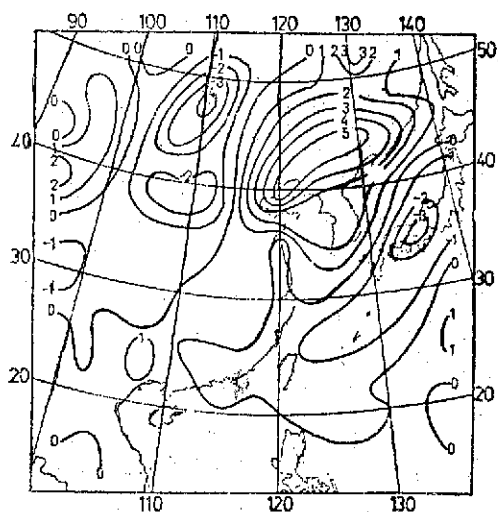


(b)

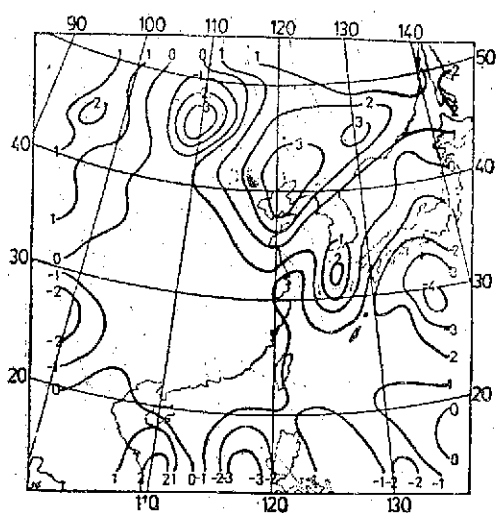


(d)

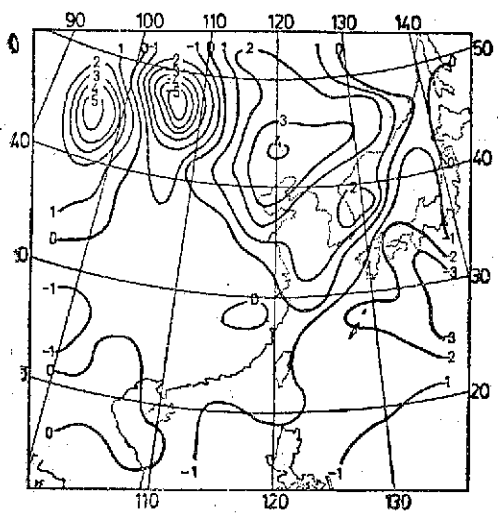
圖 20. 用準地轉模式求得的 500mb 垂直速度，單位為 $\mu\text{b/sec}$ (a) 主觀分析
(b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 析客觀分
(d) McFarland 客觀分析



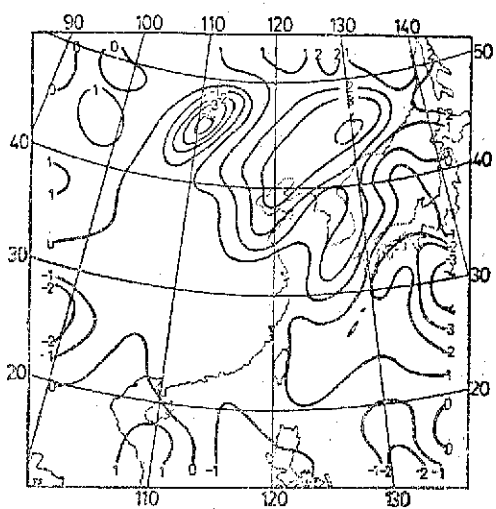
(a)



(c)

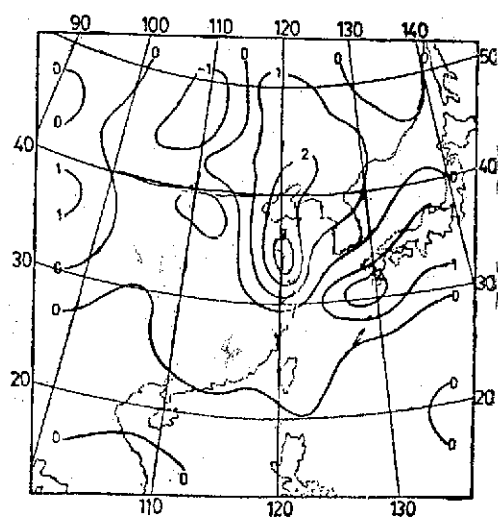


(b)

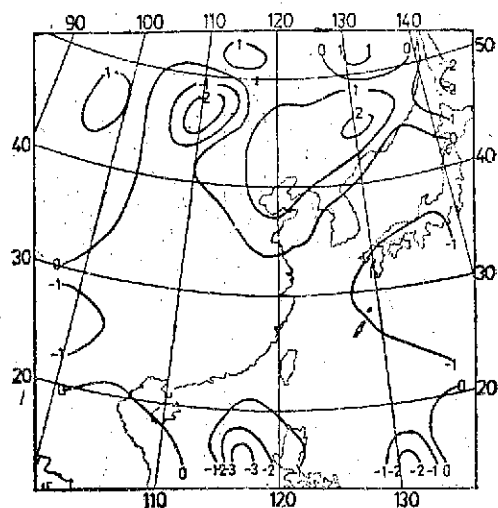


(d)

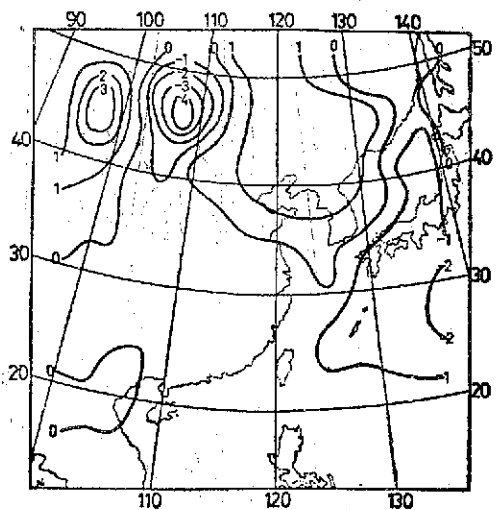
圖 21. 用準地轉模式求得的 300mb 垂直速度，單位為 $\mu\text{b/sec}$ (a) 主觀分析
(b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析
(d) McFarland 客觀分析



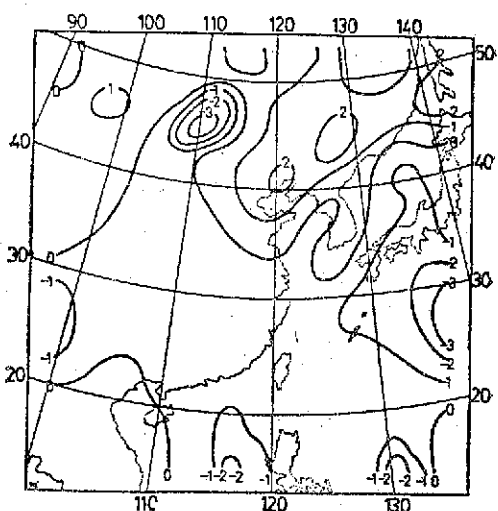
(a)



(c)



(b)

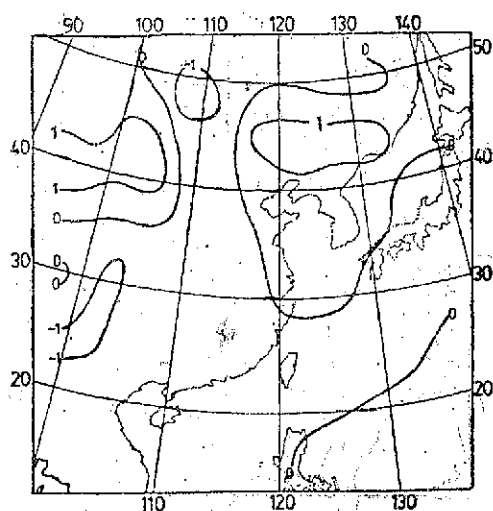


(d)

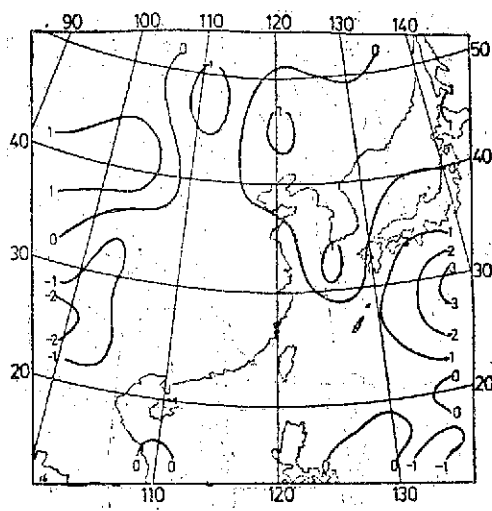
圖 22. 用準地轉模式求得的 200mb 垂直速度，單位為 $\mu\text{b/sec}$ (a) 主觀分析

(b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析

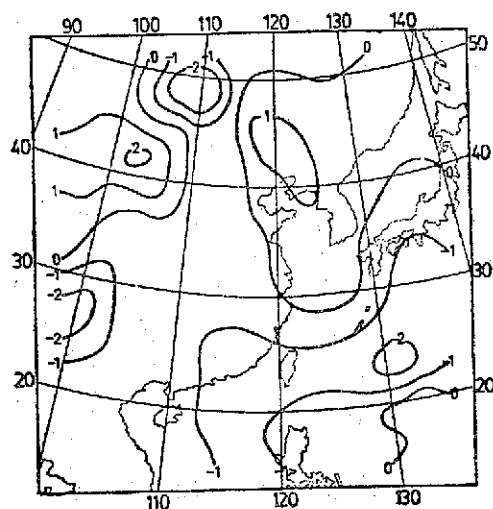
(d) McFarland 客觀分析



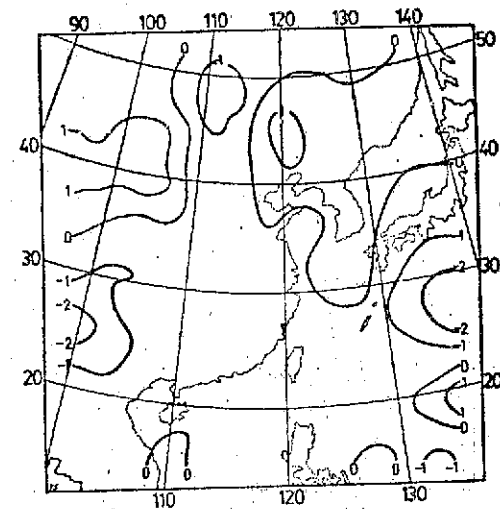
(a)



(c)

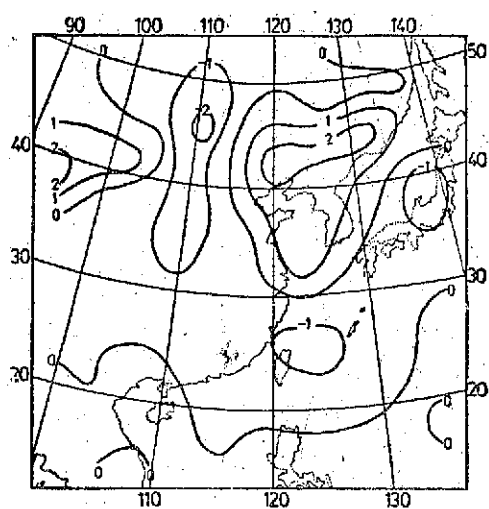


(b)

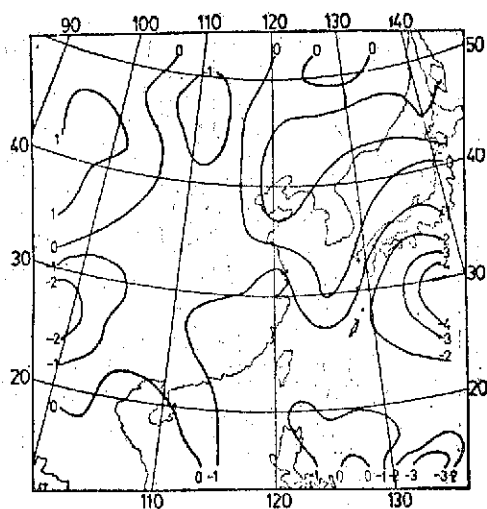


(d)

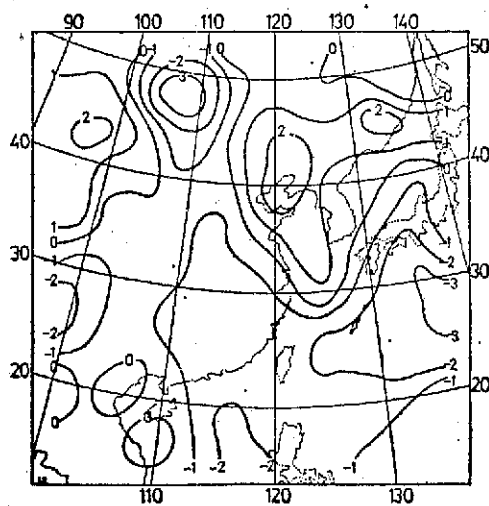
圖 23. 用線性平衡模式求得的 700mb 垂直速度，單位為 $\mu\text{b/sec}$ (a) 主觀分析 (b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析 (d) Mc Farland 客觀分析



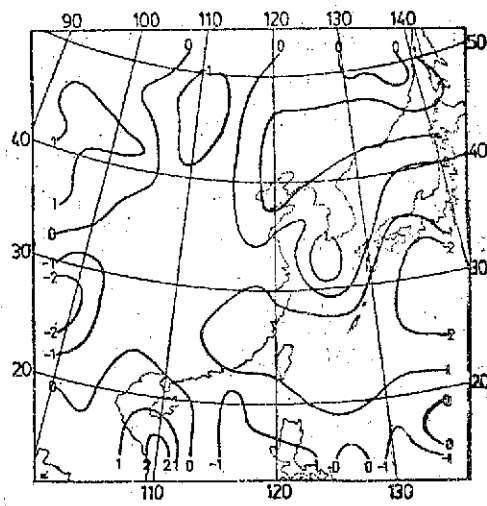
(a)



(c)

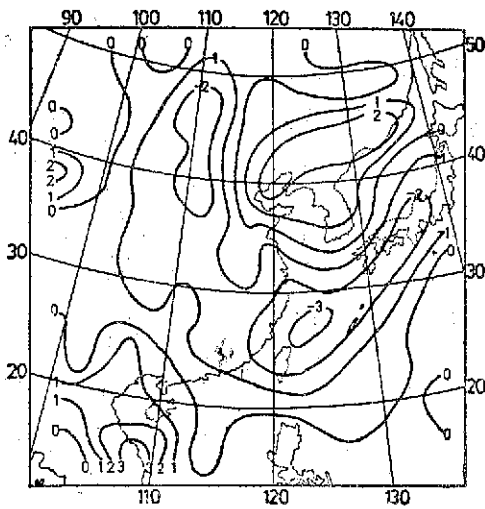


(b)

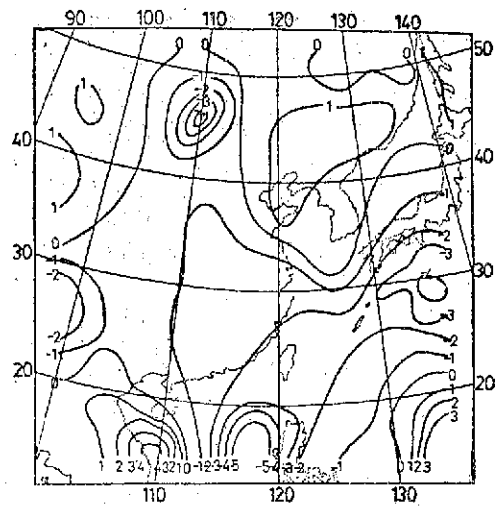


(d)

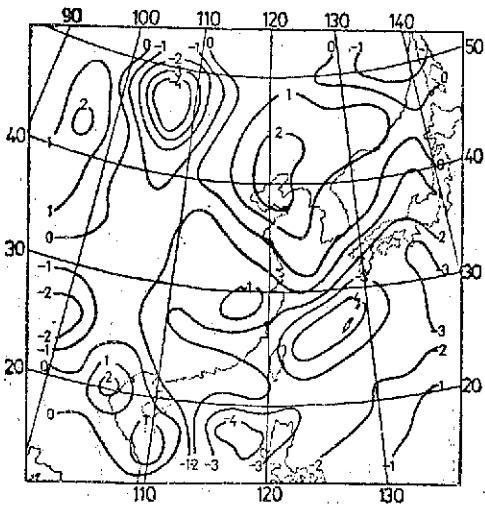
圖 24. 用線性平衡模式得到的 500mb 垂直速度，單位為 $\mu\text{b/sec}$ (a) 主觀分析 (b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析 (d) Mc Farland 客觀分析



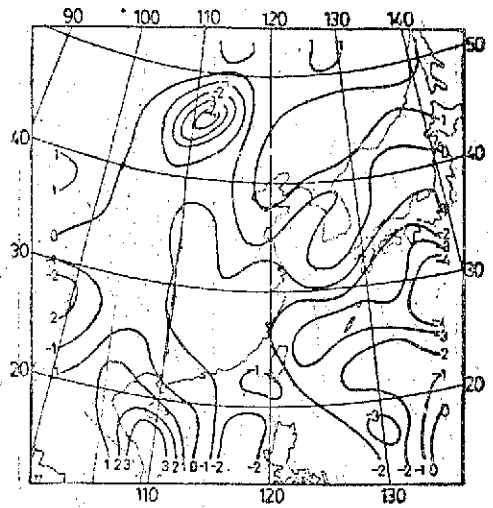
(a)



(c)



(b)



(d)

圖 25. 用線性平衡模式得到的 300mb 垂直速度，單位為 $\mu\text{b/sec}$ (a) 主觀分析 (b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析 (d) Mc Farland 客觀分析

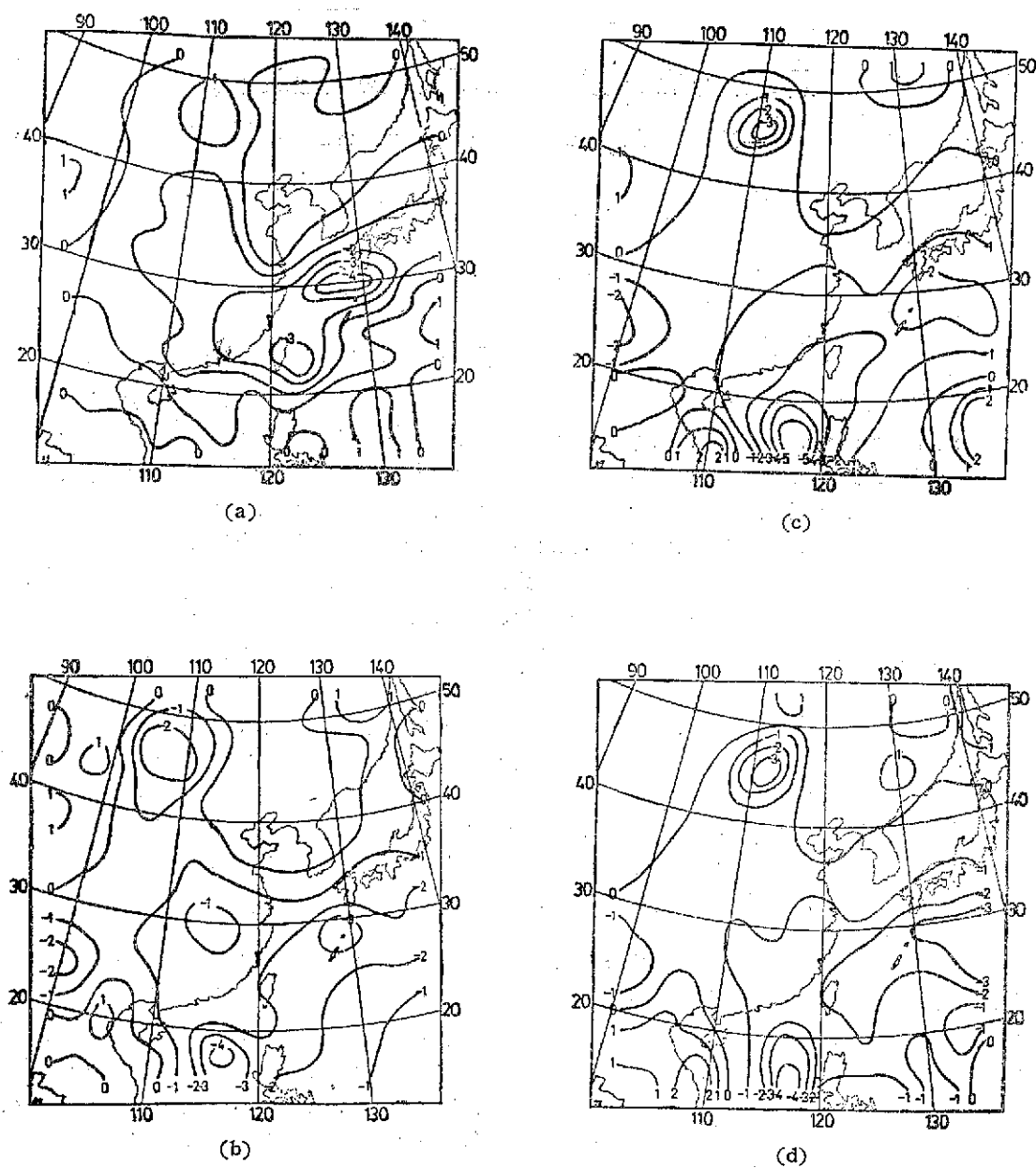


圖 26. 用線性平衡模式得到的 200mb 垂直速度，單位為 mb/sec (a) 主觀分析 (b) Inman 客觀分析 (c) 改良式 Barnes 客觀分析 (d) McFarland 客觀分析

臺灣之大地震

—— 一六四四年至現在 ——

Destructive Earthquakes in Taiwan

—From 1644 to the present time—

徐 明 同

Ming-Tung Hsu

ABSTRACT

Taiwan lies right on the center of the westside of the Circum-Pacific Seismic zone, and has frequently suffered great damage from a number of destructive earthquakes through historic time. Therefore, since the last stage of Ming dynasty, records of destructive earthquakes can be found in the historical documents, and the seismological network was established from 1897 by the Taipei Meteorological Office.

This report contains the destructive earthquakes of two periods, namely, before and after the instrumentation of seismographs. The former is picked up from historical documents and the latter from seismological data of the Central Weather Bureau.

All earthquake magnitudes M appeared in the report are computed by Hsu's formula.

$M = \log A + 1.09 \log \Delta + 0.50$ where A is the maximum displacement amplitude of the ground, measured in micron, observed at an epicentral distance Δ , measured in Km.

臺灣位於環太平洋地震帶西側之中部，過去時常發生大地震，生命財產蒙受很大損失。因此，自1897年起氣象局就辦理地震觀測。茲分為兩期介紹臺灣之大地震。

第一期：儀器記錄以前之大地震 (1897年以前)

臺灣有地震記載之史實，最早可追溯至明崇禎十七年（公元 1644 年）七月三十日之臺南地震。從此，一直到日人據臺於1897年設置地震儀為止，共發生了22次大地震如表一1。這些資料是由古書中搜集得來。例如，臺灣府誌，諸羅縣誌，雲林采祥冊，淡水縣誌，噶瑪蘭廳誌，澎湖廳誌，重纂福建通誌及安平海關氣象表以及洋人日誌或旅行記中

尋找出來〔參考文獻：1, 3〕。由此表可知震災地為臺南、嘉義、彰化、雲林、臺北、淡水、基隆及宜蘭等地，也就是比較早期開發的地區。如東部沒有地震記錄，並不表示沒有發生過地震。平均而論大約十年有一次大地震。在上述22次地震當中，比較強烈，規模 $M7.0$ 左右者計有 7 次。

(1)1661年（永曆15年）2月15日臺南大地震：此次地震在「臺南使榷錄」，「巴達維亞城日誌」及「德人旅行記」中都有記載。臺南安平中國人民房倒塌二十多棟，死者多人，熱蘭遮城多處龜裂。

(2)1711年（康熙50年）10月22日嘉義大地震：臺灣府誌，諸羅縣誌，鳳山縣誌及淡水縣誌等都有記載此次地震，有感範圍遍及全省。福建沿海亦有感，可知其有感範圍之大，甚多房屋傾倒。

表一1 地震儀觀測以前之臺灣大地震一覽表

國曆(太陰曆)	西曆(太陽曆)	震災地	備考
崇禎十七年	1644年7月30日	臺南	城壁龜裂傾倒
永曆八年十二月十四日	1654年1月21日	臺南、高雄	餘震繼續三週
永曆十五年	1661年2月15日	臺南	
康熙五十年九月十一日	1711年10月22日	嘉義	
康熙五十九年十月一日	1720年11月1日	臺南	
康熙五十九年十二月八日	1721年1月5日	臺南	家屋倒潰死者多數噴泥，餘震繼續十天
雍正十三年十二月十七日	1736年1月29日	臺南、嘉義、彰化	死者多數
乾隆十九年四月	1764年4月	淡水	
乾隆四十一年十一月	1776年12月11日	嘉義	家屋倒潰死者多數
乾隆五十七年六月二十日	1792年8月7日	嘉義、彰化	死者一百
嘉慶二十年六月五日	1815年7月11日	宜蘭	家屋損壞多數
嘉慶二十年九月十一日	1815年10月13日	淡水	
嘉二十一年	1816年	宜蘭	家屋倒潰多數
道光十三年十一月三日	1833年12月13日	宜蘭	家屋損壞多數
道光十九年五月十七日	1839年6月27日	嘉義	家屋倒潰、山崩
道光二十年十月	1840年11月	雲林	山崩
道光二十八年十一月八日	1848年12月3日	彰化、雲林	家屋倒潰
同治元年五月九日	1862年6月5日	臺南、嘉義、彰化	家屋倒潰死傷者多數
同治六年十一月十三日	1867年12月18日	基隆	家屋流失海嘯來襲溺者數百
光緒七年三月二十一日	1881年4月19日	臺北	家屋倒潰萬幸有死傷者
光緒十八年三月二十六日	1892年4月22日	臺南安平	家屋倒潰多數
光緒二十一年十二月二十九日	1896年2月12日	宜蘭	

(3)1792年(乾隆57年)8月7日嘉義大地震：彰化縣誌及臺灣采訪冊有此次地震之記載，嘉義城民房倒壞，繼之發生火災，死者百餘人，梅子坑發生地裂或者斷層。

(4)1839年(道光19年)6月27日嘉義大地震：此次地震在「台陽見聞錄」，「東溟文後集」及「穎之退耕錄」等有記載。嘉義城內外房屋倒塌數百間，官舍廟宇亦有倒塌，死者百餘人，傷者四百餘人，餘震繼續至7月間。

(5)1848年(道光28年)12月3日彰化大地震：此次地震在「宣宗實錄」及「斯未信齋雜錄」等有記載，彰化城最嚴重，城垣壞牆、傾圮殆盡、官廳、兵舍、學校、祠廟以及民房倒壞十之六七，死者二百餘口。雲林、嘉義、南投可能亦有災害。

(6)1862年(同治元年)6月5日臺南大地震：

此次地震在淡水廳誌、雲林採訪冊及澎湖廳誌等有記載。臺南城垣震壞，僅在臺南一地至少有五百戶倒塌，死者三百以上，受災者一千人。嘉義城亦受損。

(7)1867年(同治六年)12月18日基隆大地震：此次地震在淡水廳誌及 Davidson 著書〔參考文獻：2〕，特別是後者有很詳細的記載。此次為荷人據臺以來災情最為嚴重之地震。全島均有感，而以基隆一帶受災最重。當天曾有15次有感地震，災害主要是由第一次地震所造成。在初次感到地震約15秒之內，所有災害即已造成，頃刻間基隆變成殘垣斷壁，滿目瘡痍。基隆港水忽而向海外退去致使港底暴露，忽而又向岸上衝來，使船舶上陸，撞毀岸邊屋宇。有些地方土地開而復合。有一山坡裂開成峽谷並有溫泉沿着峽谷流動。其他還有許多變動，例如基

隆港之拋錨地加深一英尺。死亡人數無法確知，惟可能在數百人。

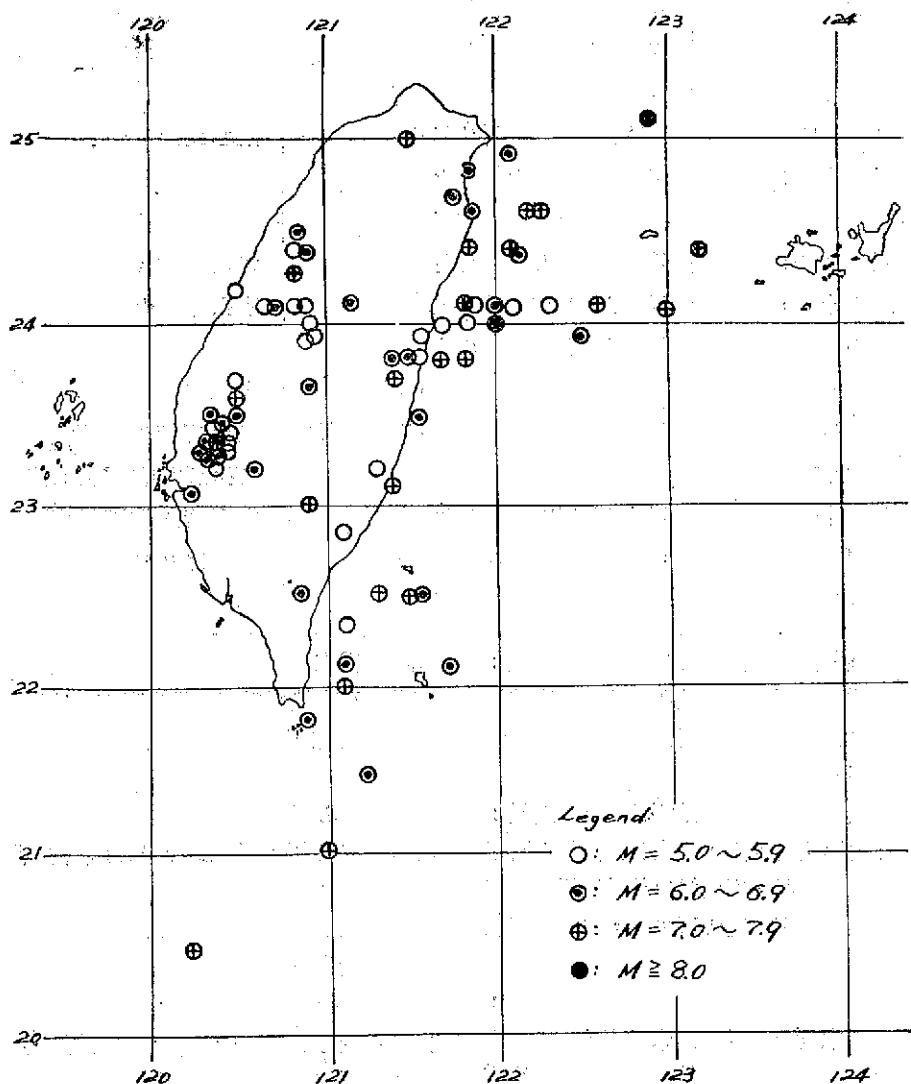
第二期：儀器觀測以後之大地震

地震儀器觀測以後到目前為止即1897年至1980年，在臺灣發生的造成災害地震計有78次如表—2。而其震央之分布如圖—1。災害地震最多的是嘉義地區，接着為花蓮地區，臺中、苗栗地區，宜蘭地區及臺東地區。本島西北部及西南部以及澎湖羣島，尚無災害地震發生。

下面各依年代次序介紹較大災害地震〔參考文獻：1, 3, 4〕

1. 1904年11月6日嘉義——斗六烈震

4時25分發生，震央在北港溪下游（北緯23.5度，東經120.3度），震源深度極淺，規模為M6.3，臺灣全島均有感。災害較重地區為嘉義縣，而雲林縣次之。死者145人，傷者148人，房屋全毀661戶，半毀1,112戶，破損2,067戶。新港附近發生地裂，噴沙現象。嘉義有感餘震到12月17日為止，共有34次。



圖一 臺灣地區災害地震分布圖 (1897-1979)

表—2 災害地震一覽表 (1897—1979)

號碼	發震時 (東經 120 度標準時)					震 源			規 模	災 害				地 殼 變 動
	年	月	日	時	分	東 經 (度)	北 緯 (度)	深 (公里)		死 (人)	傷 (人)	房屋全倒 (棟)	房屋損害 (棟)	
1	1901	6	7	8	5	121.8	24.7		6.0			1	57	
2	1903	4	24	14	39	120.5	23.5		6.1	3	10	66	840	
3	1904	11	6	4	25	120.3	23.5		6.3	145	158	661	3,197	地裂, 噴砂,
4	1905	3	17	6	42	120.5	23.6	很淺	7.1	1,258	2,385	6,769	14,218	斷層, 地裂, 噴砂
5	1906	3	26	11	29	120.5	23.7		5.0	1	5	29	529	
6	1906	4	7	0	53	120.4	23.4		5.5	1	6	63	283	山崩
7	1906	4	8	6	40	120.4	23.4		5.5					
8	1906	4	14	3	18	120.4	23.4		5.6					
9	1906	4	14	7	52	120.4	23.4	20	5.8	15	84	1,794	10,037	地裂, 噴砂, 山崩
10	1908	1	11	11	35	121.4	23.7	淺層	7.3	2		3	5	地裂, 山崩
11	1909	4	15	3	54	121.5	25.0	80	7.3	9	51	122	1,050	
12	1909	5	28	6	44	120.9	24.0		5.6		6	10	32	
13	1909	1	21	15	36	121.8	21.4	淺層	7.3		4	14	39	
14	1910	3	26	2	38	121.6	23.9		5.5				小損害	
15	1910	4	12	8	23	122.9	25.1	200	8.3			13	59	
16	1910	6	17	13	28	121.0	21.0		7.0				小損害	
17	1915	1	6	7	27	123.2	24.4	160	7.3				小損害	
18	1916	8	28	15	27	120.9	23.7		6.4	16	159	614	4,885	
19	1916	11	15	6	31	120.7	24.0		5.7	1	20	97	972	
20	1917	1	5	0	55	120.9	23.9		5.8	54	85	130	625	
1	1917	1	7	2	8	120.9	23.9		5.6		21	187	498	

(續)

號碼	發震時(東經120度標準時)					震源			規模	災害				地殼變動
	年	月	日	時	分	東經 (度)	北緯 (度)	深度 (公里)		死(人)	傷(人)	房屋全倒 (棟)	房屋損害 (棟)	
22	1918	3	27	11	52	121.9	24.6		6.2		3		6	
23	1920	6	5	12	22	122.0	24.0	淺層	8.3	5	20	273	1,275	
24	1922	9	2	3	16	122.2	24.6	淺層	7.5	5	7	14	161	
25	1922	9	15	3	32	122.3	24.6	淺層	7.2		5	24	389	
26	1922	9	17	6	44	122.5	23.9		6.0		1	6	197	
27	1922	10	15	7	47	122.3	24.6		5.9	6	2		14	
28	1922	12	2	11	46	122.0	24.6		6.0	1	2	1	33	
29	1922	12	13	19	26	122.1	24.6		5.5		1		13	
30	1923	9	29	14	51	121.1	22.8		5.5		1	1	80	
31	1925	4	17	3	53	120.2	20.4	淺層	7.1				小損害	
32	1925	6	14	18	38	121.8	24.1		5.6		1		339	
33	1927	8	25	2	9	120.3	23.3		6.5	11	63	214	1,209	
34	1930	8	8	7	49	121.3	23.2		5.6				小損害	
35	1930	12	8	14	20	120.4	23.3		6.1	4	25	49	449	地裂
36	1930	12	8	16	10	120.4	23.3		6.5					
37	1930	12	22	7	52	120.4	23.3		6.5					
38	1930	12	22	8	8	120.4	23.3		6.5		14	121	2,919	
39	1930	12	22	12	19	120.4	23.3		5.6					
40	1931	1	24	23	2	120.4	23.4		5.6				698	
41	1934	8	11	16	18	121.8	24.8	淺層	6.5		3	7	11	
42	1935	2	10	3	20	122.1	24.9	60	6.3				小損害	

(續)

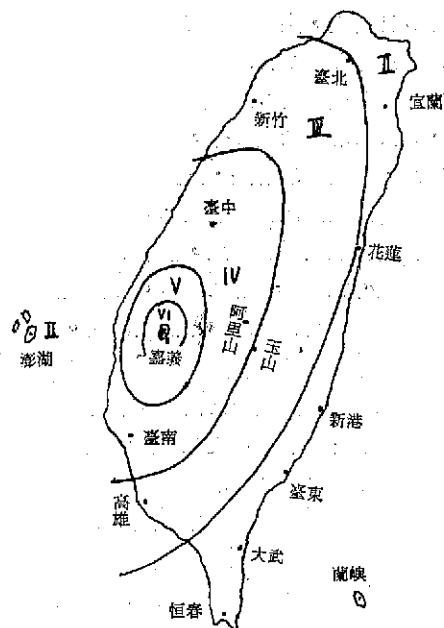
號碼	發震時(東經120度標準時)					震源			規模	災 害				地 殼 變 動
	年	月	日	時	分	東 經 (度)	北 緯 (度)	深 度 (公里)		死(人)	傷(人)	房屋全倒 (棟)	房屋損害 (棟)	
43	1935	4	21	6	2	120.8	24.3	5	7.1	3,276	12,053	17,902	36,781	斷層, 山崩, 地裂
44	1935	4	21	6	26	120.9	24.7	淺層	6.0					
45	1935	5	5	7	2	120.8	24.5	淺層	6.0			28	571	
46	1935	5	30	3	43	120.8	24.1	淺層	5.6			2	24	
47	1935	6	7	10	51	120.5	24.2	淺層	5.7			5	190	
48	1935	7	17	0	19	120.7	24.6	30	6.2	44	891	1,734	5,887	
49	1935	9	4	9	38	121.5	22.5	淺層	7.2				114	
50	1936	8	22	14	51	121.1	22.0		7.1			14	35	
51	1937	12	8	16	33	121.4	23.1	10	7.0			7	140	
52	1938	9	7	12	3	121.8	23.8		7.0				小損害	
53	1938	11	2	14	40	121.2	24.1		6.1				小損害	
54	1939	11	7	11	53	120.8	24.4	淺層	5.8			4	20	
55	1941	12	17	3	19	120.4	23.4	10	7.1	358	733	4,620	11,086	山崩
56	1943	10	23	0	1	121.5	23.8	5	6.2	1	1	1	148	
57	1943	10	23	0	15	121.5	23.8		5.6					
58	1943	11	3	0	51	121.8	24.0		5.0					
59	1943	11	24	5	51	121.7	24.0	0	5.7					
60	1943	12	2	13	9	121.5	22.5		6.1			139	295	山崩
61	1944	2	6	1	20	121.4	23.8	5	6.4			2	388	地裂
62	1946	12	5	6	47	120.4	23.1	3	6.3	77	469	3,654	2,084	斷層, 山崩
63	1951	10	22	5	34	121.7	23.8	0	7.3					

(續)

號碼	發震時(東經120度標準時)					震 源			規 模	災 害				地 殼 變 動
	年	月	日	時	分	東 經 (度)	北 緯 (度)	深 度 (公里)		死(人)	傷(人)	房屋全倒 (棟)	房屋損害 (棟)	
64	1951	10	22	11	29	121.8	24.1	20	7.1	68	856		2,382	山崩,地裂,斷層
65	1951	11	25	2	47	120.9	23.0	20	7.3	17	326		1,598	山崩,地裂,斷層
66	1955	4	4	12	11	120.9	21.8	5	6.7		7	22	171	
67	1957	2	24	4	26	121.8	23.8	30	7.0	11	38	64	100	山崩
68	1959	4	27	4	41	123.0	24.1	30	7.7	1		9	4	
69	1959	8	15	16	57	121.2	21.5	20	6.8	17	68	1,214	1,375	
70	1959	8	17	16	25	121.2	22.3	40	5.6					小損害
71	1959	8	18	8	34	121.7	22.1	15	6.1			32	5	
72	1959	9	25	10	37	121.2	22.1	10	6.5		3	3	65	
73	1963	2	13	16	51	122.1	24.4	10	7.3	15	3	6	6	
74	1964	1	18	20	4	120.6	23.2	20	6.3	106	650	10,502	25,818	山崩,地裂,噴砂
75	1966	3	13	0	31	122.6	24.1	63	7.5	7				小損害
76	1967	10	25	8	59	122.1	24.4	65	6.1	2	2	23	27	山崩
77	1972	1	25	10	7	122.3	22.5	70	7.2	1	1	2	4	山崩
78	1972	4	24	17	57	121.5	23.5	3	6.9	5	17	28	62	山崩,斷層,地裂

2. 1906年3月17日嘉義烈震

此次地震發生於3月17日6時42分，震央在民雄附近（北緯23.6度，東經120.5度），震源深度

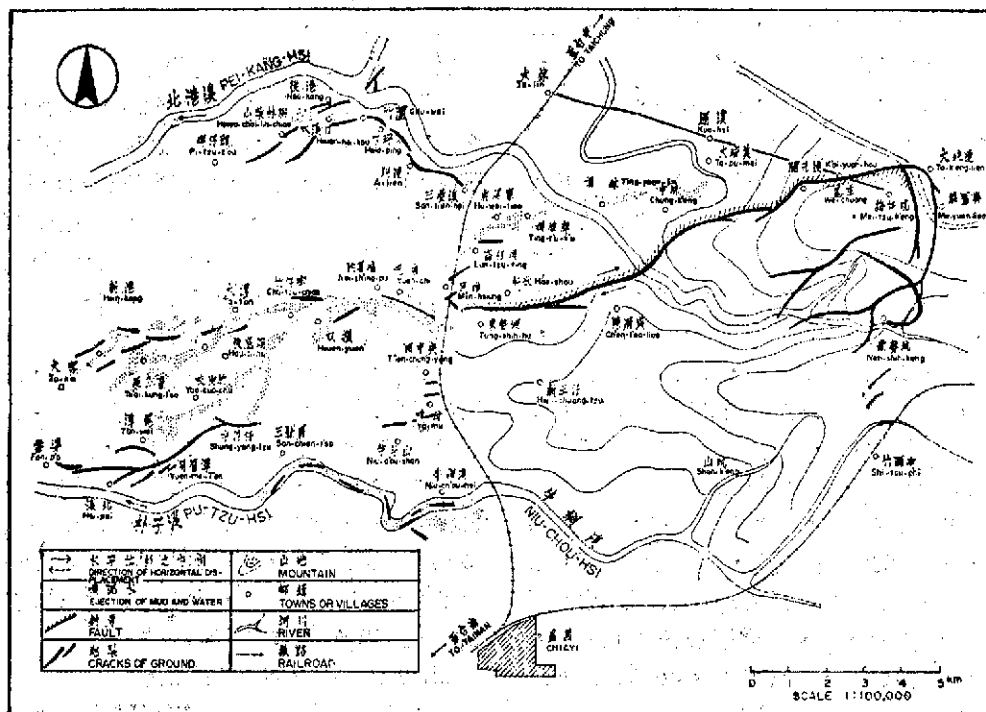


圖二 1906年嘉義烈震震度分布圖

極淺，規模達M7.1。全島均有感，輕震（Ⅱ級）以上。其震度分佈圖如圖一2。災害區域包括嘉義及雲林兩縣，其中民雄、大林（舊名大莆林）、小梅（舊名梅仔坑）及新港等鄉鎮房屋大部分倒塌。計死者1,258人，傷者2,385人，房屋全毀6,769戶，半毀3,633戶，破損10,585戶，燒失者3戶。為日人據臺後災情最嚴重的一次地震。如圖一3所示，此次地震所引起之地震現象特別顯著。自民雄至大坑連一段發生斷層，長達13公里，其走向略東北東。開元后庄附近最大水平變位達240公分，斷層北側地塊自開元后庄以東顯著地上升，以西側相對地下沉。在斷層西者，即自民雄經竹仔腳至大客一段發生龜裂帶，長達公11里。又三疊溪沿北港溪畔經溪口至埤仔頭一段，及中洋仔庄經月潭潭至番婆一段各發生龜裂帶，龜裂寬度最大者達1公尺，深度不等。普通多在1~2公尺左右。凡龜裂帶多有噴沙、噴泥及噴水等現象。

3. 1906年4月14日鹽水烈震

1906年3月17日嘉義烈震發生後，在此一帶曾發生數次有小損害之地震，如3月26日11時29分，4月4日20時42分，4月6日14時58分，4月7日12時52分及4月8日6時39分等，很可能是嘉義烈



圖三 1906年3月19日嘉義烈震地震變圖

震之餘震。4月14日3時18分及7時52分連續發生兩次烈震，也可能是嘉義烈震之餘震。這兩次震央都在店仔口附近（即北緯23.4度，東經120.4度），震源深度為20公里，全島除宜蘭外均弱震（Ⅲ級）以上。規模分別為M6.6及M5.8。自臺中至高雄廣範圍發生災害計死者15人，傷者84人，房屋全毀1,794戶，半毀2,116戶，破損7,921戶。震央附近地區多處發生地裂，噴沙，山崩等現象。餘震頻發，至4月19日為止，在嘉義感到47次。

4. 1909年4月15日臺北強震

3時54分在臺北西南方板橋附近（北緯25度，東經121.5度）發生強震，為北部陸地發現之唯一強震。震源深度較深，為80公里，規模M7.3，全省均有感。臺北縣、桃園縣及基隆市損害較重，計死亡9人，受傷51人，房屋全毀122戶，半毀252戶，破損798戶，燒毀1戶。此次地震規模雖然超過M7，但因震源深度較深，災害比相等規模地震引起者為輕，且餘震次數僅有一次（4月15日震度Ⅰ級），值得注意。

5. 1910年4月10日北部強震

8時22分在基隆東方海底（即北緯25.1度，東經122.9度）發生，全島及澎湖島均在弱震（震度Ⅲ級）以上。規模達M8.3，為臺灣地區規模最大的地震。因震央離陸地較遠，且震源深度很深（達200公里），故災害不太嚴重，僅限於北部地區，計房屋全毀13戶，半毀2戶，破損57戶。

6. 1916年8月28日南投強震

15時27分在濁水溪上游，北緯23度43分，東經120度55分發生，其規模為M6.4，全島及澎湖均在輕震（震度Ⅱ級）以上，由埔里至阿里山包括濁水溪上游之橢圓形區域為損害較重之區域，且多處發生山崩。臺中至嘉義一帶受害最重，計死者16人，傷者159人，房屋全毀614戶，半毀954戶，破損3,931戶，因山崩埋沒14戶。到9月5日為止，在臺中感到餘震8次。

7. 1916年11月15日臺中強震

6時31分在臺中東南方約20公里處，即北緯24度2分，東經120度4分發生，其規模為M5.7。除南端部份外，全島有感。強震區域只限於臺中、南投境界火焰山附近，在臺中、南投兩縣死亡1人，20人，房屋全毀97戶，半毀200戶，破損772戶。

8. 1917年1月5日埔里強震

0時55分在埔里附近，北緯23度55分，東經120度53分發生，其規模為M5.8。除南端部分外，全島有感。強震區域以震央為中心半徑約15公里範圍。損害多在埔里附近，計死者54人，傷者85人，房屋全毀130戶，半毀221戶，破損277戶。在臺中到1月9日為止，感到餘震39次。

9. 1917年1月7日埔里強震

此次地震發生於2時8分，為1月5日強震之餘震，震央在北緯23度57分，東經120度55分，即埔里附近，臺南以北有感，其規模為M5.6。與1月5日主震比較之強震區域狹小，其半徑在10公里以下。損害僅限於埔里附近，傷者21人，房屋全毀187戶，半毀221戶，破損277戶。在震央附近截至1月6日6時止約30小時有感餘震93次。

10. 1920年6月5日花蓮強震

12時22分在花蓮東方40公里即北緯24度0分，東經122度0分發生。震源深度很淺，其規模達M8.3和1910年4月12日北部強震同為臺灣地區之最大地震。此次地震其有感半徑達800公里，臺灣全島除了南端部分為弱震（Ⅲ級）以外，幾乎都在中震（Ⅳ級）以上，而強震區域平均半徑達140公里。受災地區遍及全島，但主要在臺中以北，計死者5人，傷者20人，房屋全毀273戶，半毀277戶，破損980戶。在花蓮6月間觀測到有感地震38次，無感地震199次。

11. 1922年9月2日蘇澳強震

3時16分在蘇澳東方，北緯24.6度，東經122.2度發生，其規模為M7.6。有感範圍遍及全島，強震區域包括宜蘭、蘇澳、大南澳等地。北部地區損害較重，計死者5人，傷者7人，房屋全毀14戶，半毀22戶，破損139戶。餘震頻發9月間共感到436次，至次年5月為止，共感768次。

12. 1922年9月15日蘇澳強震

9月2日蘇澳強震發生後，餘震頻發，此次地震規模為M7.2，為許多餘震中之最大者。震央在蘇澳東方北緯24.6度東經122.3度，全島有感。北部地區傷者5人，房屋全毀24戶，半毀24戶，破損365戶。此次地震後餘震亦頻發，在臺北觀測之次數15日為306次，16日為152次，17日為195次，至9月底計達1,289次，其震央幾乎均在蘇澳東方30公里附近。

13. 1927年8月25日新營強震

2時9分發生，震央在新營附近即北緯23.3

廈門及石垣島，其規模為 M6.5。受災較重的地區，北自北港鎮，南自屏東市約 100 公里，西自海岸，東至山麓約 50 公里。計死者 11 人，傷者 63 人，房屋全毀 214 戶，半毀 225 戶，破損 984 戶。八掌溪、曾文溪下游多處地裂及噴沙。

14. 1930年12月8日新營強震

14時20分及16時10分發生兩次強震，震央都在新營附近即北緯 23.3 度，東經 120.4 度，其規模依次為 M6.1 及 M6.5。第一次全島有感，第二次有感區域較大，全島有感外，石垣島亦有感。臺南縣新營至新化一帶受害較重，計死者 4 人，傷者 25 人。房屋全毀 49 戶，半毀 277 戶，破損 172 戶。曾文溪兩岸一帶發生地裂及噴沙泥等。此外，烏山頭水庫堰堤遭受損害。

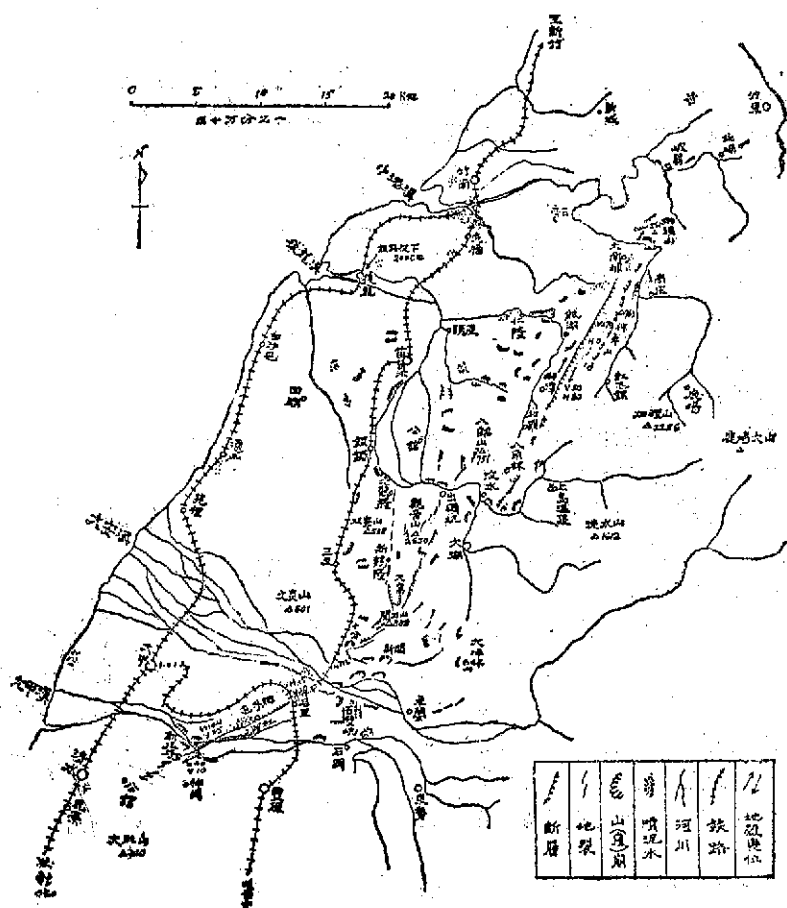
15. 1930年12月22日新營強震

12月8日新營強震發生略在同一點，發生四次較大地震，即12月21日22時51分顯著地震，12月22

日 7 時 52 分 (M6.5)，8 時 8 分 (M6.5)，12 時 19 分 (M5.6) 等。主要災害係由 8 時 8 分地震所造成。曾文溪兩岸、六甲、林鳳營災害最重、新營、新化次之。計傷者 14 人，房屋全毀 121 戶，半毀 424 戶，破損 2,295 戶。新營有多處崩崖，臺南市內道路龜裂及噴沙。

16. 1935年4月21日新竹、臺中烈震

6 時 2 分苗栗縣南部大安溪中游流域突然發生烈震，規模為 M7.1 與 1906 年 3 月 17 日嘉義烈震相同，有感區域幾乎遍及全島，更達於福州、廈門方面，臨近震央之新竹、苗栗及臺中縣釀成空前未有的大災害。根據地震儀觀測及實地勘察結果，震央在北緯 24 度 21 分，東經 120 度 49 分，即苗栗縣南部關刀山南南東約 3 公里之大安溪中游流域，震源深度約為 5 公里。此次地震之隨伴現象有斷層、地裂、山崩、陷沒、地鳴及噴水、噴沙等。茲如圖一 4 示地殼變動分佈圖。



圖四 1935年4月21日新竹—臺中烈震地變圖

斷層：此次地震伴隨兩條斷層，即獅潭及屯子腳斷層。獅潭斷層為此次地震中最高顯著者，水平方向並無變動，自山東勢至洽坑有垂直變動，東側相對的沉下，最大落差達3公尺。自獅潭鄉十九份附近經上大窩至大南埔之南方，縱斷白色砂岩層，更越過中港溪在獅頭山之西方再行出現，斷斷續續達於峨嵋鄉，長約20公里，又與此略成平行東方約2公里與南庄之間沿神卓山之稜線延長約5公里，亦無水平變位，最大落差達60公分，東側對西側相對上升。此外三灣脚及大湖鄉之北方亦有小規模之斷層。屯子腳斷層為臺中縣北部之新斷層，自豐原區神岡鄉之新庄子附近略向東北東延伸，經內埔之舊社，由屯子脚至第八隧道（臺中線大安——后里間）延長十數公里，主要為水平變位，最大在后里之東北方，水平移動約150公分，北側地塊相對的向東北變位。自此以西，北側地塊相對的下沉，落差最大在舊社附近，約達60公分，后里以東落差甚小。北側相對的上升，再向西延伸經大突寮在鹿寮附近尚能認出其痕跡，再向東延長，乃至於大安溪河岸。

地裂：此次地震發生龜裂的地方計有新竹市區，竹南區之三灣、竹東區之北埔、峨嵋、苗栗縣之三義、檜山及大湖等處，其中以道路路面龜裂情形較為嚴重。

山崩：此次地震所引起的山崩範圍甚廣，而以關刀山大山崩為著名。此外，如大甲溪沿岸、大安溪中游及觀音山等處，均有山崩發生。

土沙噴出及地下水變化：土沙之噴出多在中港溪流域之沖積層地帶，尤以支流峨眉溪兩岸地帶為最多，其他後龍溪流域及屯子腳斷層線附近亦有數處。上述地域於震動時亦有地下水之噴出，其最旺盛地點在頭屋鄉老田寮，高達數丈，隨同震動衰弱而漸弱，在各處遂形成圓錐形之小丘。在峨眉溪兩岸大者約6平方公尺田中稻作埋沒，宇赤柯坪附近峨眉溪左岸地帶因噴沙，故稻作枯死。右岸地帶噴出青泥，使稻作成長情形良好。噴出之泥沙有青色、黑色及褐色等數種。苗栗以南鷓鴣岡、公館、老鷄隆、新鷄隆等地之地下水呈現異常之混濁狀態。上島溫泉漲水且有新的溫泉湧出。竹東區大坪村地震後礦泉立即湧水高達30公分，附近有數處噴出天然瓦斯。

地鳴：聽到地鳴共有90處，於地震發生之前聽到者有62處，地震發生同時聽到者16處，地震後聽

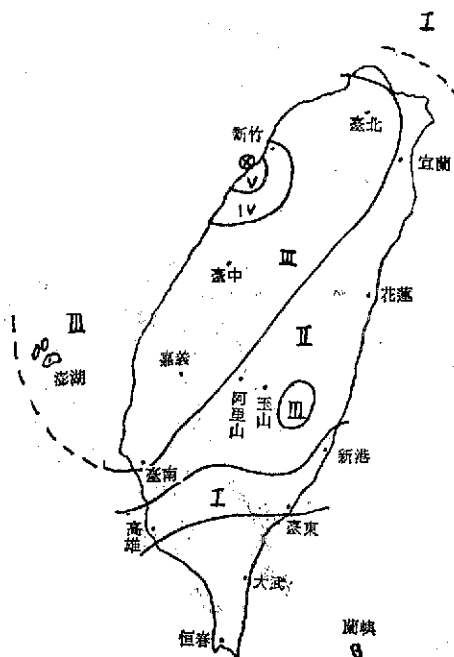
到者4處，不明者7處，地震前日聽到者1處。地鳴音色以聲如大砲者為最多，其分佈僅限於苗栗縣獅潭斷層為中心之區域。此區為聽到地鳴最清楚之區域，距離漸遠則音色漸如遠雷、或大風。聽到地鳴的範圍北自新竹、南到高雄縣、西自海岸縣、東到臺東縣新港，幾乎佔本島面積之一半。

餘震：本次地震地表面斷層很長，由此可知震源區域似應甚大，因而餘震分布之範圍亦廣，北自新竹縣鳳山溪流域，中港溪流域及大安溪流域之分佈密度為最大。自主震發生之日起至7月31日止約100天之餘震次數總計達280次，其中有感者為120次，餘為無感地震。自主震發生之日起餘震次數急劇減小，但7月17日新竹強震發生後復見增加，然後逐漸減小，至7月底始歸平靜。

此次大地震，災區範圍甚大，南北約110公里，東西約40公里，以新竹、苗栗及臺中三縣受害最為慘重，計死者3,276人，傷者12,053人，房屋全毀17,907戶，半毀11,405戶，破損者達25,376戶之多，實為本省空前未有之大災害。此次地震之災害分佈係沿斷層線及地殼變動劇烈之狹長地域。

17. 1935年7月17日後龍強震：

此次地震為4月21日新竹、苗栗、臺中烈震餘震中規模最大者，為M6.2。發震時間0時19分，震央在後龍溪河口附近，北緯24.6度、東經120.8度，震源深度為30公里。震度分佈如圖—5。除了



圖五 1935年7月17日後龍強震震度分佈圖

南端部分以外全島有感，強震（V級）區域為後龍溪下游區域，被害地區限於新竹，苗栗兩縣，後龍鄉最為慘重，計死者44人，傷者391人，房屋全毀1,734戶，半毀1,850戶，破損4,037戶。

18. 1936年8月22日恒春強震

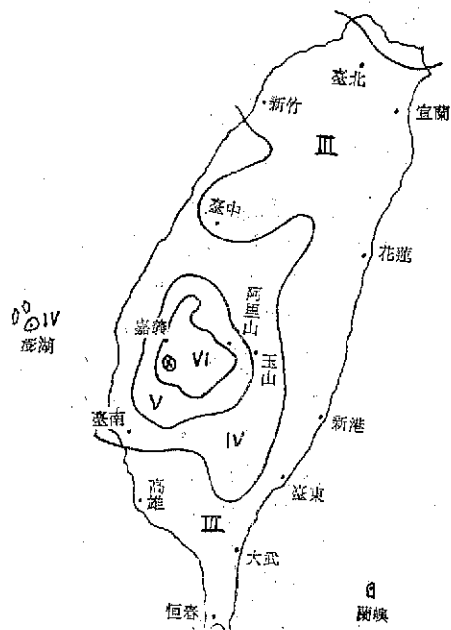
此次地震於14時51分發生，全島有感，震央在恒春東方45公里，北緯22.0度，東經121.2度，其規模為M7.1，但災害不大，只限於南端部分，計傷者14人，房屋全毀14戶，半毀108戶，破損234戶。

19. 1937年12月8日新港強震

此次地震發生於16時32分，震央在新港附近，即北緯23.1度，東經121.4度，震源深度約10公里，其規模為M7.0。有感範圍包括全島。損害區域為臺東縣秀姑巒溪以南約50公里之地域，因人口密度小，災害不大，但到處發生地裂、山崩及陷落。房屋全毀7戶，半毀9戶，破損131戶。

20. 1941年12月17日嘉義烈震

本次地震發生於3時19分，震央在嘉義縣中埔附近，即北緯23.4度，東經120.4度，震源深度為10公里，規模為M7.1。除極北部富貴角、金山、平溪一帶無感外，全島均弱震（Ⅲ級）以上，如圖一6示。烈震區域包含嘉義市、嘉義區、新營區及斗六區，災情慘重，排在歷年第三位，計死者356人，傷者717人，房屋全毀4,520戶，半毀6,910戶，



圖六 1941年12月17日嘉義烈震震度分布圖

大破10,793戶，小破31,693戶。

此次地震在廣大範圍內發生大規模之山崩羣，以濁水溪上游清水溪岸發生之草嶺山崩以及山崩所造成之震生湖清水潭最值得注意。

發生山崩之範圍為東西約25公里，南北約50公里之帶狀區域，其中較大者計有四處。即草嶺山崩，觸口東方，1至2公里處之山崩羣，石碇東方3至4公里處之山崩羣及前大埔西方之山崩。

草嶺山崩發生於濁水溪支流之清水溪上游，而當於阿里山溪下游流路略成東西方向部分之右岸（北），行政區分為雲林縣古坑鄉。阿里山溪對岸係嘉義縣小梅鄉。發生山崩之山稱堀崙山，海拔1,234公尺，向溪谷方向成一急峻之傾斜面，而與對岸之到交山海拔1,309公尺，形成「V」字形河谷。附近河床海拔為400至440公尺，基岩係由第三紀沈積岩之暗灰色砂岩層及頁岩層交互而成，走向為N 32°W，傾斜為20°W，表面覆蓋約有2公尺之表層土。此次草嶺震生湖形成，即由草嶺山崩而下的岩塊泥土將阿里山溪下游阻斷，堆積的岩石泥土成為天然水壩，使阿里山溪的溪水受阻無法下流，滯積而成為一廣闊湖面，長東西約7公里、寬南北約770公尺，即清水潭，見圖一7。

形成清水潭之主要山崩有兩次。第一次崩塌發生於12月17日3時19分嘉義烈震之後，在草嶺村西方約2公里、堀崙山之南斜面，海拔900公尺在右之地點，東西寬約900公尺。其崩下的岩石堆積在海拔約400公尺之阿里山溪谷，在溪谷內東西佔地約達2,500公尺，結果使溪谷埋積平均比高約100公尺之崩土，崩土之最高部推定較原來河底高出200公尺，而1942年2月上旬之水面較原來河底高出約70~80公尺，經計算得崩土容積約為 1.5×10^8 立方公尺。崩土之餘勢使阿里山溪左（南）岸即到交山側逐漸上升約100公尺，致流路較原來位置稍向北方偏向。第一次山崩後，阿里山溪流水截斷而增水，12月23日最大水深為66公尺，翌年3月14日竟產生溢流而成瀑布，但堰堤並未潰決，而水深愈增至8月9日測最大約100公尺，附近之山，因地震有多處地裂，其後受雨水影響，呈不安定狀態，按降雨程度有小山崩繼續發生，終至產生第二次山崩。

第二次崩塌計有1942年8月10日11時及11時10分等兩次。地點與第一次略相同。由堀崙山南斜面，海拔約1,000公尺處，東西寬約2公里，向河谷內

崩壤，佔地約4平方公里。第二次崩壤與第一次規模略同，在第一次崩土上再堆積高約100公尺之崩土，其容積約為 2.0×10^8 立方公尺。第二次崩壤殆由於降雨或暴風雨所致，崩壤之前日及當日有暴風雨，幼葉林位於崩壤現場南方約7公里處，測得9日雨量為100mm，10日為210mm。第二次崩壤後恰逢雨期，湖水激增，遂致鹿屈子及草嶺村之一部浸於水面下，9月10日水深達160公尺，其東端在阿里山鐵路十字路站下方拉拉旗社之下，海拔達580公尺之地點，因而湖水東西延長約為8公里，平均寬度770公尺，湖面為5.6平方公里。約十年後1951年5月中旬因大雨此堰堤崩壞，在下游發生嚴重水患【參考文獻：5】。此外，值得注意者據古

21. 1943年10月至1944年3月花蓮羣生地震

1. 1943年10月23日 0時1分稍顯著地震 M6.2
2. 1943年10月23日 0時15分稍顯著地震 M5.6
3. 1943年11月3日 0時51分小區域地震 M5.0
4. 1943年11月24日 21時17分稍顯著地震 M5.7
5. 1944年2月6日 1時20分稍顯著地震 M6.4

這些地震震央在以花蓮為中心30公里以內，震源深度極淺規模相差不大，所以引起災害僅限於局部故不大，可稱為羣生地震。

在這一段時間內，花蓮觀測之地震次數如下：

	1943年10月	11月	12月	1944年 2月	3月
有感地震	84次	264次	26次	7次	57次
無感地震	178次	406次	61次	16次	310次
計	263次	670次	87次	23次	367次

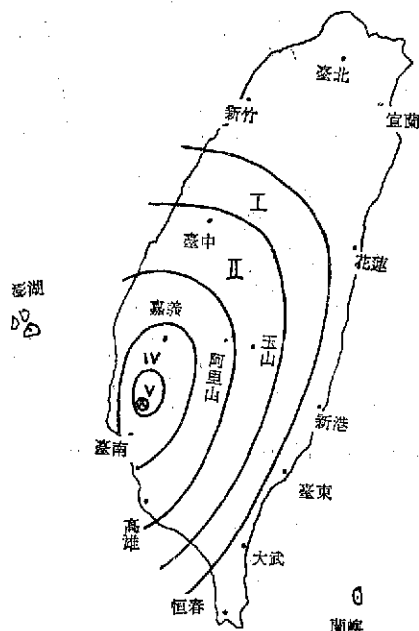
22. 1943年12月2日綠島強震

12月2日13時9分。綠島發生強震（V級），全島有感，震央在綠島南方20公里，即北緯22.5度，東經121.5度，震源深度40公里，規模M6.1。綠島損害最大，未受損害只有數戶，計死者3人，傷者11人，房屋全毀139戶，半毀63戶，破損230戶，此外山地龜裂頗大，崖崩36處。此外新港亦有輕微損害。此外地震伴有顯著前震，即主震一週前11月24日以來有多次前震，11月中之前震次數，有感地震23次，無感地震191次。餘震次數亦不少，12月之餘震次數有感者43次，無感者187次。前震及餘震總計達444次之多。

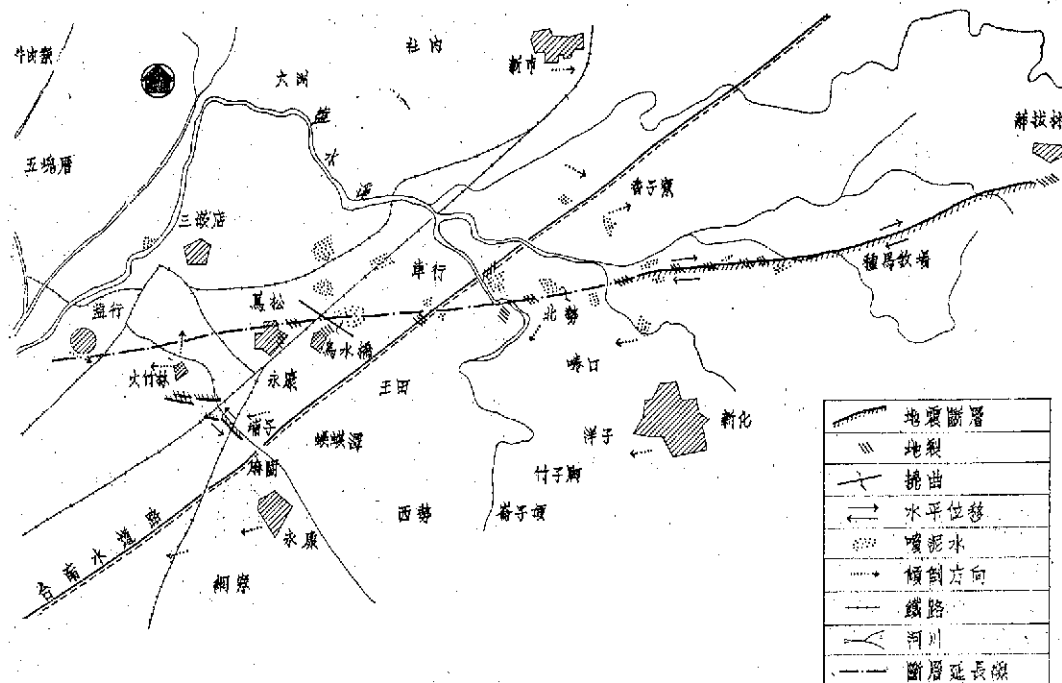
23. 1946年12月5日臺南強震〔參考文獻：6〕

此次地震發生於6時47分，其規模為M6.3，

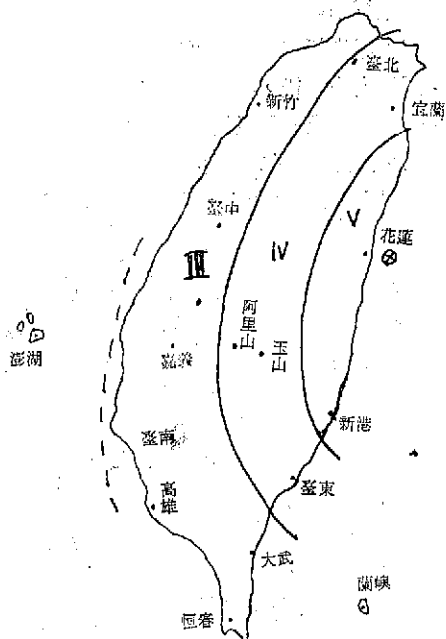
震央在東經120.2度，北緯23.1度，也就是新化附近，震源深度極淺。各地震度在臺南為IV級，高雄、阿里山為III級，臺中為II級，而震央附近即新化、新市、永康一帶災情嚴重，震度達V級，其次為安定、仁德、歸仁及臺南市安南區。此次地震共計死亡74人，傷者482人，房屋全毀1,954棟，半倒



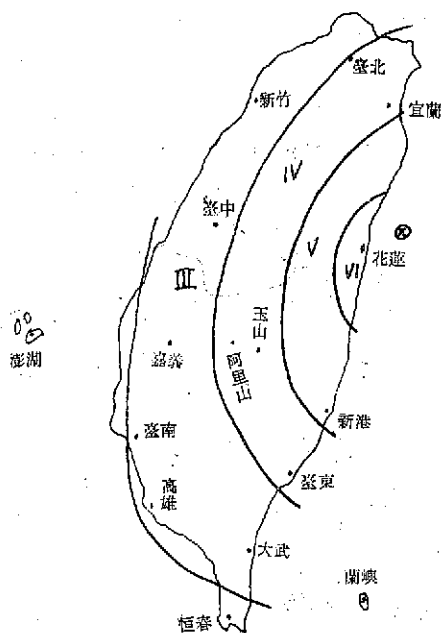
圖八 1946年12月5日臺南強震震度分布圖



圖九 1946年12月5日臺南強震地變圖



圖十 1951年12月22日5時34分花蓮強震震度分布圖



圖十一 1951年10月22日11時29分花蓮烈震震度分布圖

損壞者 2,084 棟。此外在震央附近發生顯著地殼變動，如斷層、地裂、噴水、噴泥、井水變異等現象。地裂有多處，最顯著者發生在新化附近，長達四公里，寬約一公尺，深達三公呎。此次大地震時產生之斷層稱為新化斷層，東自那拔林起走向為西南西達鹽行附近，長約12公里，斷層之西半部不太明

顯，而沿此線有許多地裂及地陷。斷層北側地塊相對的向東北東移動並上昇，最大水平變位為 220 公分，而最大垂直變位為 200 公分，均發生在新化東北 25 公里附近。詳細地變化情況參照圖—8 及圖—9。

24. 1951年10月22日花蓮烈震〔參考文獻：7〕

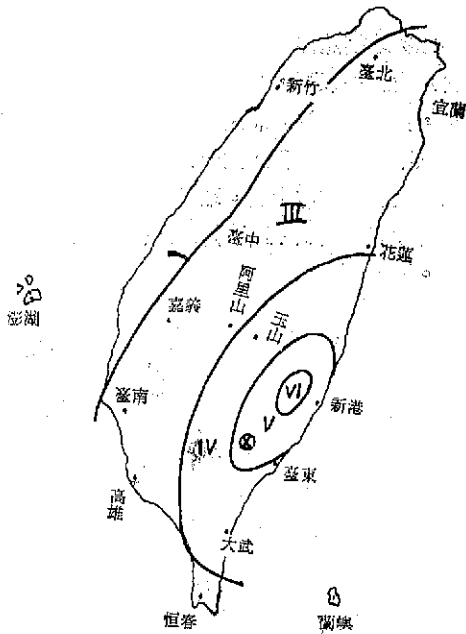
本次地震發生時間為10月22日5時34分及11時29分共有兩次。前者規模 M7.3，震央在東經 121.7 度，北緯 23.8 度，即花蓮東南方約 20 公里，震源深度極淺，後者規模為 M7.1 震央在東經 121.8 度，北緯 24.1 度，即花蓮北方約 30 公里，震源深度為 20 公里。兩次地震全島均有感，大部分為弱震以上。震度分佈圖，如圖—10及圖—11。

此次地震之伴隨現象有斷層、山崩、地陷、地裂、噴水、地鳴等。隨伴此次地震產生之斷層稱為「米崙地震斷層」係原「米崙斷層」而於此次地震時一度復活之斷層。其走向為 N20~55 度 E，自花蓮港經過市區向南延伸至壽豐東北附近。斷層之質性為左移，東側相對的向北移動最大水平變位，在北端七星村為 2.3 公尺，東側為升側，最大垂直變位為 1.2 公尺。

發生山崩之地方甚多，以新城鄉附近橫貫公路入口一帶範圍最大。在南濱海堤下陷達一公尺。地裂情形甚為普遍，以花蓮蓮峯鄉玉里鎮之地裂為較長，約為 2 公里。玉里、壽豐等地發生噴水。地鳴範圍極廣，花蓮、臺東、宜蘭、臺中、南投、彰化、嘉義、臺南、高雄、屏東等地都曾聽到。

25. 1951年11月25日臺東烈震〔參考文獻：7〕

此次地震前後發生於 2 時 47 分及 2 時 50 分。第一次比較強烈，全島有感，震度分布如圖—12。烈震(VI)級區，包括臺東縣之成功、鹿野、都歷、延平、里壠、加南及花蓮縣之玉里、中平、富里、清水、觀音山、三民、瑞穗、卓麓、北埔及崙山等地。震央在臺東西北方約 30 公里，即北緯 23.0 度、東經 120.9 度，震源深度為 20 公里，規模為 M7.3。花蓮及臺東兩縣，特別是臺灣縱谷災情較重，計死亡 17 人，傷者 326 人，房屋嚴重毀壞 1,016 棟，輕微毀壞 582 棟。此次地震產生玉里地震斷層，位於海岸山脈西麓，走向北北東，由瑞穗以北約 10 公里處斷續向南延伸經過玉里至富里以南約 15 公里處，全長約 43 公里。斷層之東側相對的向北移動且上升，最大水平變位約 1.6 公尺，最大垂直變位約 1.3 公尺。玉里、富里、豐濱、新城、[卓溪等地均

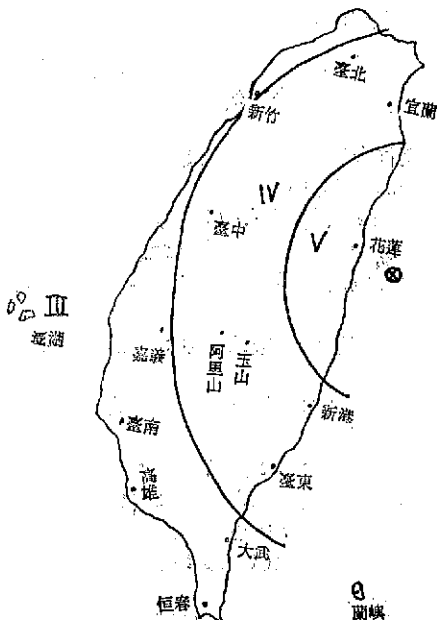


圖十二 1951年11月25日臺東烈震震度分布圖

有地裂發生，其中玉里鎮最多，山崩在花蓮、臺東兩縣內多處發生。其他亦有噴水、地鳴及發光等現象。

26. 1957年2月24日花蓮強震

此次地震發生於4時26分，震央在花蓮東南約30公里，即北緯23.8度，東經121.8度，震源

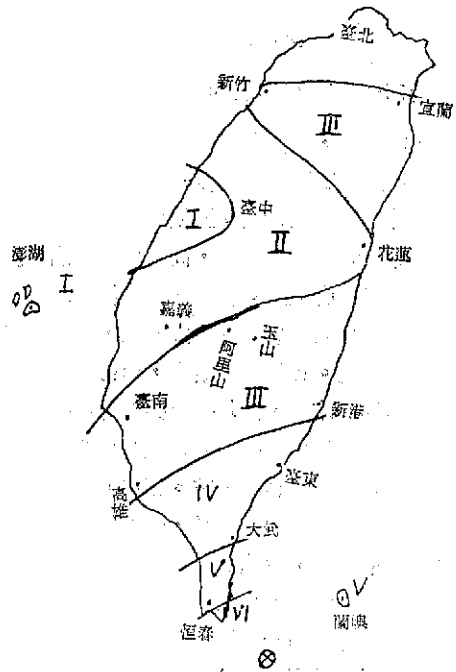


圖十三 1957年2月24日花蓮強震震度分布圖

深度約30公里，其規模為M7.3。全島及澎湖都有感，震度為弱震以上其分佈如圖一13。規模雖很大，因震央在外海，故災害不太嚴重，重要災區在東部，計死亡11人，受傷33人，房屋全毀64棟，半毀100棟，此外蘇花公路多處發生山崩。

27. 1959年8月15日恒春烈震〔參考文獻：8〕

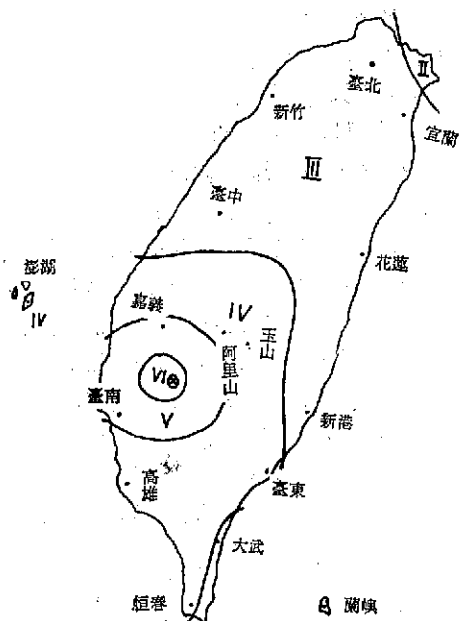
此次地震發生於16時57分，震央在恒春東南方約70公里，即北緯21.5度，東經121.2度，震源深度約20公里，規模為M6.8。全島及澎湖島均有感震度。分佈如圖一14。災害較重的鄉鎮為滿洲鄉、恒春鎮及車城鄉，計死亡17人，受傷68人，房屋全毀1,214戶，半毀1,375戶。在南端部發生地裂多處，滿洲鄉發生山崩。主震發生後至12月底為止，共發生餘震426次，其中有感者60次，餘為無感。



圖十四 1959年8月15日恒春強震震度分布圖

28. 1964年1月18日嘉南烈震〔參考文獻：9〕

此次地震發生於20時4分，震央臺南市東北東方43公里嵌頭山附近，即北緯23.2度，東經120.6度，震源深度為20公里，規模為M6.3。全島及澎湖島均有感，圖一15表示震度分佈圖。震央附近公20里以內區域包括白河、東山、果毅後、關仔嶺、六甲、山上、玉井、楠栖、大埔等鄉鎮均屬烈震，災情嚴重，計死亡106人，受傷650人，房屋全毀10,502棟、半毀25,818棟。所受之災害與1941年



圖十五 1964年1月18日嘉南烈震震度分布圖

嘉義烈震比較，因發震時間在傍晚，人命死傷少一半，但房屋全毀及半毀均多一倍。

隨伴地震在關仔嶺、王枕山、麒麟尾、楠栖、三嵌店等地發生地裂多處，同時發生山崩多處。關仔嶺溫泉出口處改道。曾文溪及支流大埔溪、後堀溪、珊瑚潭東北部北勢坑、大丘園、永康鄉三嵌店等地噴沙多處。實地勘察結果，值得注意的是，白河、東山地區木造、土角造及磚造房屋倒壞較多，加強磚造、鋼筋水泥造房屋倒壞者很少。但在楠栖、玉井等地區發生相反現象。在白河、東山地區土質較軟、地震固有週期較長，然而鋼筋水泥造房屋之固有週期較短，故比較耐震。但在玉井、楠栖地區土質較硬，地震固有週期較短，很可能與鋼筋水泥造房屋之固有週期接近而發生共振，導致損害。

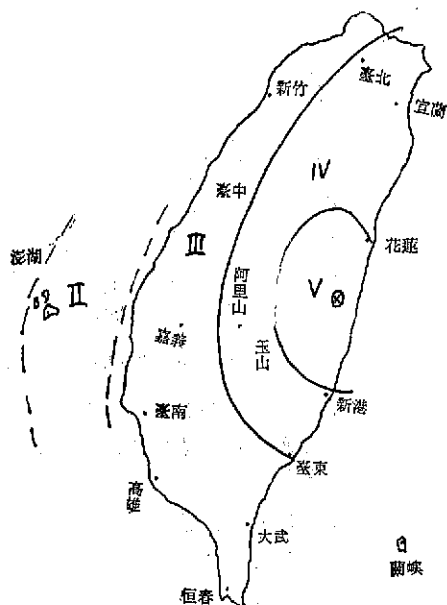
震後至2月28日約40天間，共發生餘震236次，其中有感者次44次。

29. 1972年4月24日瑞穗強震〔參考文獻：10〕

此次地震發生於17時57分，震央在瑞穗鄉鶴岡村之大魯馬山，即北緯23.5度，東經121.5度，震源深度3公里，其規模為M6.9。全島及澎湖島均有感，而以震央為中心約40公里以內地區為強震（V級）區。圖一16表示震度分佈圖。震央區域發生輕微災害，計死亡5人，受傷17人，房屋全毀28間，半毀62間。此外剛建好的瑞穗大橋受到嚴重破壞，通國外許多年青地震工程學者回國服務，對此特別

重視。

此次地震隨伴斷層，稱為瑞穗地震斷層，位於大魯馬山震央以西，長度約2.5公里，其走向為北北東，東側為升側，最大垂直變位約為70公分，水平變位不明。在大魯馬山一帶有規模山崩，舞鶴山臨紅葉溪側亦有山崩。瑞穗鄉、瑞美、鶴崗兩村有多處地裂，最長40公分寬62公分、最深2公尺左右。



圖十六 1972年4月24日瑞穗強震震度分布圖

參考文獻

1. 徐明同(1979)：臺灣地震目錄、臺大地震工程研究中心，79頁。
2. Davidson J. W. (1903)：The island of Formosa, past and present, 646 pp.
3. 臺北觀測所 (1936)：新竹、臺中烈震報告，100頁。
4. 臺灣總督府氣象臺(1942)：嘉義地方烈震報告，227頁。
5. 徐明同(1959)：談地震、氣象簡訊，第137期，1—2頁。
6. 岡四四應(1946)：資料大全，地震編，未刊。
7. 臺灣省氣象所(1955)：地震報告，83頁。
8. 呂新民(1960)：恒春地方烈震調查報告，65頁。
9. 徐明同、呂新民(1969)：臺南、嘉義地方烈震報告，55頁。
10. 呂新民、徐友裕、施南(1976)：花蓮縣瑞穗強震調查報告，82頁。

梅雨期間本省農業氣象災害之檢討

The Discussion of the Agrometeorological Disasters during the Mei-Yu Seasons in Taiwan

楊 之 遠

鄭 淑 賢

Chea-Yuan Young

Shu-Hsieu Cheng

ABSTRACT

The well development and westward expansion of the pacific high pressure forced the backward of the subtropical front belt during the Mei-Yu season and provided persist and scarce drought condition in Taiwan, 1980. The drought delayed the planting of 2nd crop paddy rice in southern area, and caused some damages to the 1st crop paddy rice in eastern area. Through the analysis of the meteorological disasters data during the Mei-Yu Seasons from 1966 to 1979, it was revealed that the heavy rain occurred in the Mei-Yu season had caused much more damages to the 1st crop paddy rice, vegetables and tropical fruits than the drought did. Some suggestion for precaution against agrometeorological disasters during the Mei-Yu seasons were presented consequently.

一、前 言

臺灣地區每年五、六月間之梅雨，對於農業之影響非常大，由於西南部平原地區於冬半年有五至六個月之旱季（10月至翌年3月），因此一般春作雜糧作物如玉米、甘藷等，均可因梅雨而得到充足的水量，同時二期水稻之插秧、整地作業，如雨量充足，亦能順利進行。但是如果雨量過多亦能造成災害，中南部地區之一期水稻及熱帶果樹如芒果、荔枝、連霧，於五至六月正值成熟期，如陰雨日數較多，或遇豪雨，常使水稻倒伏發芽，並使果樹果實發育不良，造成落果，蔬菜發生浸水腐敗。然而今年由於太平洋高氣壓較強，鋒面北移，梅雨不明顯，使南部地區因缺水而導致二期水稻無法進行整地插秧，造成罕有之旱害，由於新聞界之報導，使得社會大眾對於今年梅雨季節之旱象更加重視，甚至感到憂慮。茲根據歷年所蒐集之農業災害及有關資料，將本省梅雨與農業災害之關係做一扼要說明。

二、歷年梅雨期間發生之雨害

根據民國 55~68 年農業年報之災害資料，本省歷年由於梅雨期間(5~6月)之雨水過多，使農作物發生之雨害有 14 次，受害之農作物南部地區以

一期水稻、蔬菜、甘藷、甘蔗、香蕉較多，中北部地區則以蔬菜、甘藷較多，受害之損失視豪雨之強度及雨區範圍而定，例如民國 55 年 6 月之雨害，受害縣份達 12 縣，各類作物（包括水稻、雜糧作物、蘿蔔、蔬菜）之損失達新臺幣三億元，見表一；此次雨害由 6 月 1 日至 11 日期間連續降雨之總雨量，臺中約 800 公厘，屏東約 550 公厘，嘉義約 650 公厘，臺北約 420 公厘，其中 6 月 9 日各地之降雨量均超過 100 公厘。

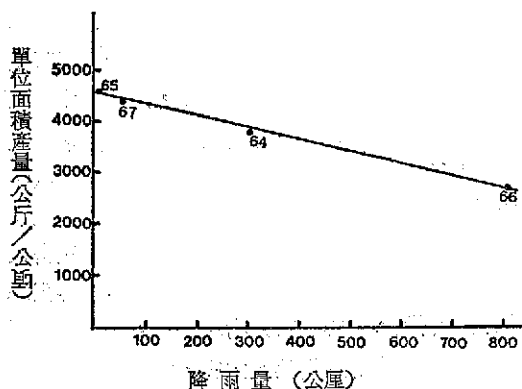
根據以往之災害資料顯示，已屆成熟之水稻如遭遇連續三日之降雨量超過 120 公厘，即會發生倒伏，如不能即時搶收，則發芽損壞。圖一係以臺南市為例，說明六月上旬之雨量愈多，則一期水稻產量愈低，同時梅雨期間之陰雨天氣對於一期水稻之收穫、晒谷作業，亦有不良影響。圖二係本省歷年（民國 55~68 年）六月份一期水稻罹受雨害之頻率分布。由圖可知以大安溪以南之平原地區受害較多，一般均有三次以上之受害紀錄，其中以屏東縣之萬丹、新園，高雄縣之大樹、大寮，臺南市，嘉義縣之水上、太保、新港、六脚，雲林縣之斗六、古坑、林內，彰化縣之二林、埤頭，臺中縣之大里、大甲等地受害次數均達五次。一般蔬菜（葉菜

表一 歷年梅雨期間本省農作物之雨害損失

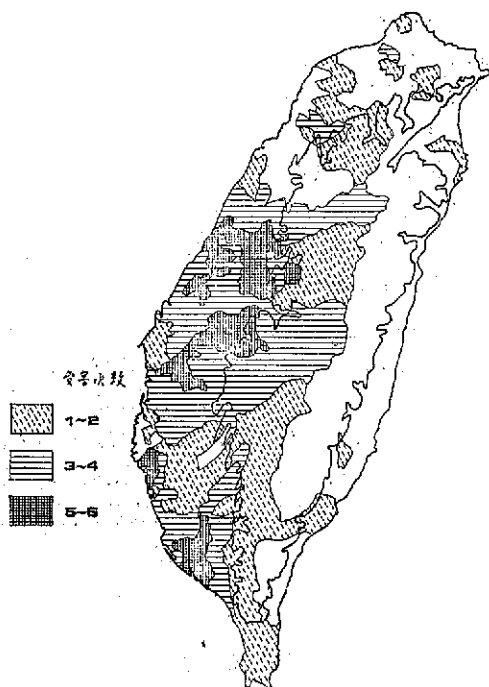
縣別 年月	宜 蘭	臺 北	桃 園	新 竹	苗 栗	臺 中	彰 化	雲 林	嘉 義	臺 南	高 雄	屏 東	南 投	臺 東	花 蓮	澎 湖	被 害 農 作 物	損失總數 (千元)
55.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓				水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	308,635
56.5				✓	✓	✓	✓				✓	✓					水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	58,238
57.6						✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓				水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	748,857
58.6								✓	✓		✓						水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	112,155
60.6						✓	✓										水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	2,945
61.5		✓						✓		✓	✓						水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	217,193
61.6					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	520,667
63.6		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	319,057
64.5		✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓				水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	757,385
65.6						✓					✓	✓					水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	57,120
66.6		✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	469,826
67.5												✓	✓				水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	17,071
67.6				✓													水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	61
68.6		✓					✓		✓								水稻 甘蔗 蔬菜 花生 其他	缺

* 資料來源係根據農業年報

類) 在成熟期最忌豪雨，一旦浸水，再遇高溫，則發生腐敗，因此在低窪地區之蔬菜，於梅雨期間最易發生雨害。本省歷年(民國55~68年)蔬菜於六月份遭受雨害次數，以中南部各鄉(鎮)較多，雲林、嘉義縣大部分鄉(鎮)均有三次之受害紀錄，其中嘉義縣之大林、民雄、水上、太保等地區受害次數超過五次，見圖三。



圖一 臺南市民國64年~67年間一期水稻產量與六月上旬雨量之關係

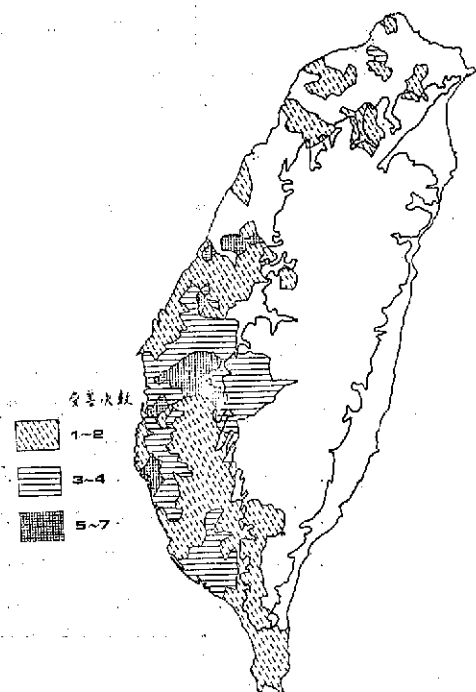


圖二 臺灣地區歷年(民國55~68年)六月份水稻罹雨害頻率分布

表二 歷年本省六月份農作物之旱害損失

縣別 年月	宜 蘭	臺 北	桃 園	新 竹	苗 栗	臺 中	彰 化	雲 林	嘉 義	臺 南	高 雄	屏 東	南 投	臺 東	花 蓮	澎 湖	被 害 農 作 物	損失總額 (千元)
42.6															✓		花生 水稻	280
43.6		✓	✓	✓	✓				✓	✓		✓	✓	✓			甘蔗 蔬菜 花生 其他	177,647
44.6			✓	✓					✓						✓		甘蔗 花生 玉米 其他	55,987
45.6								✓		✓						✓	甘蔗 花生 玉米 其他	45,598
49.6											✓					✓	甘蔗 花生 玉米 其他	15,432
50.6		✓															水稻 甘蔗 花生 其他	1,188
51.6																✓	甘蔗 花生 玉米 其他	13,690
52.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	甘蔗 花生 玉米 其他	424,928

* 資料來源係根據農業年報



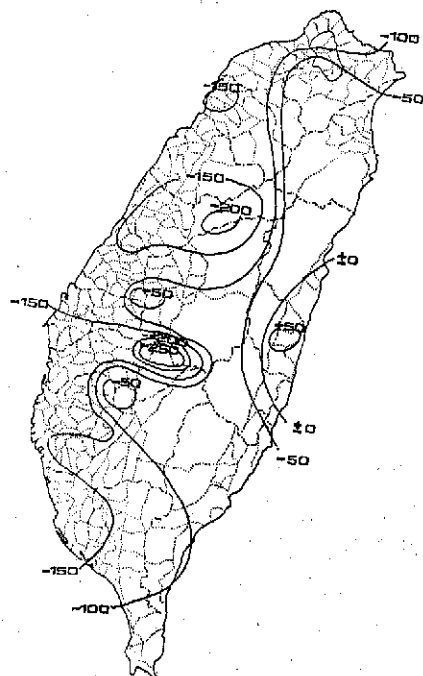
圖三 臺灣地區歷年(55~68年)六月份蔬菜遭受雨害頻率分布

三、歷年六月發生之旱害

本省於光復之初，由於水利設施較差，灌溉系統不完整，因此旱害成為很嚴重之農業災害，幾乎每年均有發生旱害之紀錄，甚至在梅雨期間亦有旱害之紀錄。從民國40年~55年之間，本省各地農作物於六月份發生之旱害多達八(年)次，其中以民國52年之旱害最嚴重，全省各地均有受害，受害作物包括水稻、香蕉、甘蔗、花生、玉米、甘蔗，損失約新臺幣四億元，見表二。

近年來，由於政府積極改善水利設施，興築多

性能水庫(烏山頭水庫、白河水庫、曾文水庫等)，因此農作物發生旱害之紀錄減少很多，於民國55~68年僅發生七次旱害，發生之地點多係缺乏灌溉系統之看天田，發生時間多在4月、5月及7月，但是在六月份未有旱害紀錄。其中以60年7月發生之旱害較為特別，主要係由於該年梅雨不明顯，北部及西南部平原地區六月雨量均較平年為低，使得新竹縣沿海之水稻、蔬菜、甘蔗等作物發生旱害，高雄縣部份稻田亦發生旱害。由於農作物之旱害係由於長期缺水之累積影響，除非乾旱之持續時間甚長，灌溉水不足，使得土壤含水量低於凋萎係數，導



圖四 臺灣地區民國六十九年六月上旬雨量與常年偏差比較分布

致農作物枯萎而死亡，如乾旱未超過此一臨界點，能即時獲得降雨，一般作物均能重新獲得生機。本省西南部平原地區冬半年之旱季較長，在缺乏灌溉設施之看天田，梅雨之雨量非常重要，常能使面臨旱象之作物，即時獲得甘霖。

四、今年（69年）梅雨不明顯對於本省農作物之影響

今年梅雨期間，由於太平洋高壓勢力較強，鋒

面北移，本省各地之降雨甚少，高屏地區五月下旬之雨量較常年減少約 100 公厘，嘉南地區減少 50~80 公厘；各地六月上旬之雨量較常年減少更多，屏東地區減少約 50~100 公厘，嘉南地區減少約 150 公厘，中北部地區減少約 100~150 公厘，見圖四。表三係各地今年五月中旬至六月上旬雨量與常年比較。

表三 本省六十九年各地梅雨期間各旬雨量與常年偏差（公厘）

地 點 旬 別	臺 北	新 竹	臺 中	*嘉 義	臺 南	高 雄	屏 東	臺 東	花 蓮
五 月 中 旬	- 72	- 85	- 79	- 63	- 53	- 45	- 10	- 25	- 5
五 月 下 旬	+ 20	- 67	- 82	- 87	- 84	- 95	- 43	- 43	- 61
六 月 上 旬	- 30	- 157	- 152	- 168	- 139	- 171	- 197	- 73	+ 14
總 計	- 82	- 309	- 313	- 318	- 276	- 311	- 250	- 141	- 52

* 資料來源係參考農業氣象旬報。

* 除嘉義測站之雨量資料為 12 年以外，其餘各測站常年值係 30 年以上之平均值

由於今年梅雨期間雨日較少，天氣晴朗，各地溫度增加，表四係各地今年五月中旬至六月上旬各旬平均溫度與常年比較，可看出高雄、臺南較常年

偏高約 4°C，臺中、臺東、屏東約偏高 2°C，臺北僅偏高 0.2°C。

表四 本省六十九年各地梅雨期間各旬溫度與常年偏差（°C）

地 點 旬 別	臺 北	新 竹	臺 中	*嘉 義	臺 南	高 雄	屏 東	臺 東	花 蓮
五 月 中 旬	+ 0.3	+ 0.7	+ 0.6	+ 0.2	+ 1.2	+ 1.1	+ 1.0	+ 1.3	+ 0.9
五 月 下 旬	- 1.2	- 0.5	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.9	+ 1.1	+ 1.3	+ 0.4	+ 0.2
六 月 上 旬	+ 1.1	+ 1.7	+ 1.6	+ 1.3	+ 2.6	+ 1.9	+ 0.6	+ 0.7	+ 0.8
總 計	+ 0.2	+ 1.9	+ 2.4	+ 1.7	+ 4.7	+ 4.1	+ 2.9	+ 2.4	+ 1.9

* 資料來源係參考農業氣象旬報。

* 除嘉義測站之溫度資料為 12 年以外，其餘各測站之常年值係 30 年以上之平均值。

由於今年梅雨期各地雨量減少，造成近十五年來首次於六月份發生旱害，受影響情形如下：(1)高屏地區之二期水稻（早稻），因缺水無法進行整地、插秧，以致秧苗發生老化，農友需待獲得充足雨水以後重新播種；臺南地區之二期水稻因缺水，發生旱災約 824 公頃，迄至七月下旬根據糧食局之資料，各地因缺水無法進行二期水稻插秧者，屏東縣約 1,500 公頃，高雄縣約 2,000 公頃，臺南縣約 2,000 公頃，嘉義縣約 13,000 公頃，雲林縣約 12,000 公頃。(2)花蓮地區部份看天田，因缺乏雨水，導致

玉米等雜糧作物發生旱害，一期水稻發生旱害約 80 公頃。(3)南部地區二期水稻因缺水無法插秧而延後，則秋（裏）作之栽培時間將受到影響。

今年之梅雨期雖然因雨量減少造成旱害，但日照充足，却有利於南部地區之一期水稻之成熟，因而帶來豐收，同時熱帶果樹如芒果、荔枝、蓮霧等，亦因天氣晴朗，平均氣溫增高，果實發育良好而豐收。因此，就梅雨期間氣象災害對農業造成的損失程度而言，旱災不及水災嚴重。除非乾旱持續時間很長，導致受害程度增加，其旱象僅造成局部地區

農作時序之延遲，農友可改種耐旱之雜糧作物以減少損失；而此時之豪雨却對已屆成熟之一期水稻、蔬菜、果樹造成無可挽救之損失，受害作物種類多，面積亦廣。

五、結 論

由於今年六月份發生罕見之旱害，經過新聞界之一再報導，引起有關單位及社會大眾之關心，多方探詢甘霖普降之時刻，頻添氣象預報人員之心理負擔，然而根據前述歷年梅雨與本省農作物之關係，可知梅雨季節之過多雨水是本省發生雨害之主要時期，今年由於梅雨不明顯，使南部地區二期水稻插秧延遲，姑不論其災情嚴重至如何？亦或對一期水稻及果樹之產量有何助益？其最重要意義在於顯示出本省農作物栽培時序及制度略為保守，對於遭遇較為異常天氣時，缺乏較為適切之因應措施，茲以農業氣候學之觀點，提出下列三點建議，或有助於農友及有關農業單位參考。

(1)農友應注意收視（聽）天氣預報資料，並學習應用長期預報資料，例如根據中央氣象局五、六月之月預報資料，可預知梅雨之始末時間、及其顯

著性，農友可調整一期水稻及果樹之收穫時間，及二期水稻之插秧期，如預測梅雨顯著，則南部一期水稻宜提早收穫，以防雨害之損失；梅雨不顯著，則一般看天田及山坡田地應提早轉作雜糧作物。

(2)由於歷年梅雨期間，本省農作物罹受雨害之頻率相當高，所造成之損失亦大，因此農友之農事作業，應考慮梅雨之顯著性，提高雨害預防之警覺，以減少雨害損失。

(3)農業研究及推廣機構宜與氣象單位合作研究本省季節性的和較長期的災變天氣變化，如冬季之寒潮、季節風，五、六月間之梅雨，夏季之颱風等對於各地農作物之影響，並為預防或避免上述災變天氣對農作物造成災害，研擬較為安全之農作栽培時序。

六、參考文獻

- (1)農業年報 1966~1979 臺灣省政府農林廳編印。
- (2)農業氣象旬報 1970~1979 中央氣象局編印。
- (3)糧食統計要覽 1975~1979 臺灣省政府糧食局編印。
- (4)稻作生育情形週報表 1980 臺灣省政府糧食局編印。

保 密 防 諜 ·

人 人 有 責 ·

匪 諜 自 首 ·

既 往 不 究 ·

氣象學報補充稿約

- 一、來稿須用稿紙（以25×24之稿紙為原則）。
- 二、來稿字數以不超過15,000字，即連同圖、表、英文摘要以不超過10印刷頁為原則。
- 三、圖及表之分量以不超過全文之1/3為原則。
- 四、英文摘要之字數以不超過1,000字為原則。
- 五、關於表格之注意點：

- (一) 表格須另用白紙繕製。
- (二) 表格上方須有標題，並加表1表2等冠號。
- (三) 表格中之項目，內容應盡量簡化。表中不重要之項目或可用文字說明者應盡量避免列入表中。
- (四) 能以文字說明之小表，請採用文字說明。
- (五) 原始記錄應加分析簡化後始可列入表中。
- (六) 統計分析表中顯著處，以*號（顯著）及**號（極顯著）表之。
- (七) 表幅應考慮適合本刊版幅為準。（寬度勿超過13.5 cm）。
- (八) 表之標題應能表示內容。

六、關於插圖之規定：

- (一) 插圖應另貼於大張白紙上，註明作者及文題。
- (二) 插圖下方須有標題，並加圖1圖2等冠號。
- (三) 統計圖、模式圖及分佈圖一律採用120—150磅道林紙，以黑墨水繪製清楚。
- (四) 統計圖原圖幅面應在12—15 cm，以便縮版。
- (五) 模式圖原圖幅面應在15—20 cm，以便縮版。
- (六) 分佈圖原圖幅面應在30 cm左右，以便縮版。
- (七) 繪製線條粗細應能供縮小至1/8之程度，但不能超過縮小1/2之程度。
- (八) 數字應正寫清楚，字之大小粗細應一律，至少能供縮至1/8之程度。
- (九) 已列表中之內容，勿再重複以插圖表示。
- (十) 圖之標題應能表示內容。

七、關於照片之規定：

- (一) 照片紙一律採用黑白片光面紙。

- (二) 照片幅面應在12—15 cm，以便縮版。
- (三) 照片應充分沖洗清楚，須考慮縮少至1/2時尚能清楚之程度。
- (四) 照片如有特別指明點應加圈或箭頭表明。

八、文稿過長，或圖表過多過大時，投稿人得自行負擔印刷費。

九、關於參考文獻之規定：

- (一) 參考文獻以經本人確曾查閱者為限，如係來自轉載之其他書刊時，須加註明。
- (二) 作者姓名以後為發行年份，加以括號，然後為雜誌或書名、卷期數及頁數。（頁數必須註明）。
- (三) 文字敘述中述及參考文獻時，根據文獻之號數，用斜體阿剌伯字，加以括號，如(1) (2) (3)等插入文句中。

十、文字敘述之號次以下列為序。

中文用：一、(一) 1. (1) i. (i)

英文用：I. 1. A. a.

十一、每頁下端之腳註以小號1, 2, 3, 等阿拉伯字表之，註明於該段文字之右上角。

十二、文字敘述中數數字除十以下之數字，儘量用阿拉伯字表之。

十三、單位須用公制。單位記號例如以m（公尺）、cm（公分）、mm（公厘）、m²（平方公尺）、m³（立方公尺）、cc（立方公分）、l（立升）、g（公分）、kg（公斤）、mg（公厘）、°C（攝氏度）、%（百分之一）、ppm（百萬分之一份）等表之，可不必另用中文。

十四、英文題目中重要之字第一字母大寫，介題詞、連接詞及不重要字用小寫。圖表之英文標系及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，其餘第一字母均小寫。參考文獻中作者姓名每字全部字母均大寫，論文名第一字母大寫。其餘均小寫，雜誌名或書名每字第一字母均大寫。

十五、作者英文名以用全名為原則，名在前，姓在後。

十六、其他未盡善事項得隨時修正之。

Volume 26, Number 3

September 1980

METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)



CONTENTS

Articles

- Study on the Collection, Evaluation and Objective Analysis of the
Meteorological Data from Asia Area with a Design of Computer
System (II).....*Tsung-Yao Wu, Chung-Yi Tseng, Wen-Jey Liang* (1)
- Destructive Earthquakes in Taiwan..... *Ming-Tung Hsu* (32)
- The Discussion of the Agrometeorological Disasters during the
Mei-Yu Seasons in Taiwan.....*Chea-Yuan Young, Shu-Hsien Cheng* (49)

CENTRAL WEATHER BUREAU

64 Park Road, Taipei

Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版台誌字第〇九七六號
中華郵政臺字第一八九三號登記為第一類新聞紙類

氣象學報

季刊

第二十六卷 第四期

目次

論著

利用類比法預測颱風路徑之研究..... 陳熙揚 (1)

臺灣地震歷史資料的建立..... 彭志濱 (14)

報告

民國六十八年北太平洋西部颱風概述..... (24)

氣象學報

季刊

第二十六卷 第四期

主編者 中央氣象局氣象學報社
地址 臺北市公園路六十四號
電話：三七一三一八一(十線)
發行人 吳宗堯
社長 吳宗堯
電話：三一〇八四〇
印刷者 文英印書公司
地址 臺北市三水街七號
電話：三〇六四七二四
三〇六七八二五

◎敬請交換◎

中華民國六十九年十二月出版

利用類比法預測颱風路徑之研究

A Study on Prediction of Typhoon Tracks with Analog Method

陳 熙 揚

S. Y. Chen

ABSTRACT

An objective analog method for the prediction of typhoon tracks has been studied. The method suggests to scan history file (1959-77) for typhoons similar to the current one within a specified acceptance space-time envelope, then make use of 28 objective weighting factors to compute the similarity index for each scanned typhoon.

By these similarity indices, a ranking process is adopted to rank these scanned typhoons in order of their similarity to the existing typhoon.

After an adjustment for both initial position and velocity difference is undergone for each similar typhoon, their tracks are weighted according to their rankings to produce both the predicted positions of the existing typhoon for every 12 hours up to 72 hours and the probability ellipses for 12-, 24-, and 48 hour.

Verification of the predicted positions by this analog method for typhoon DOM on 13, May, 1980, shows that the average vector errors are 117.2 km for 24 hours and 449.5 km for 48 hours; while the average right-angle errors for 24- and 48-hours are 32 and 114.1 km respectively. Comparing the above results with those errors by HURRAN, CLIPER, and ARAKAWA, it seems that this method will be operationally helpful to the typhoon track predictions in the Central Weather Bureau.

一、摘 要

本文嘗試以類比的方法預測 12 至 72 小時的颱風路徑。作者從 1959 至 1977 年，美國關島聯合颱風警報中心 (JTWC) 分析的歷史颱風最佳路徑資料中，挑取位於現在颱風某一特定時空範圍內的所有位置，根據颱風運動之持續性等 28 個視區域及月份而變的客觀權重參數，計算相似指數 (Similarity Index)，以決定選到的每一歷史颱風的最佳位置，再將之依其與現在颱風的相似程度排列，並賦予一順序號碼 (Rank. Number)。

上述的歷史颱風經調整路徑並假定修正位置的經緯分量均為雙變常態分配 (Bivariate Normal

Distribution)，即可求得未來的權重平均路徑及概率橢圓，提供預報作業參考。整個作業過程利用中央氣象局的 GA SPC-16/45 小型電腦系統只費時四分鐘左右，深具時效性。

本法經 1980 年 5 月 13 日唐姆 (DOM) 颱風初步獨立校驗的結果，就四個個案而言，24 小時的平均位置誤差 117.2 公里，直角誤差 32 公里；而 48 小時的誤差則分別為 449.5 與 114.1 公里，與中央氣象局電腦中心現行各種颱風路徑客觀預報方法比較，結果頗佳。此外，經由類似歷史颱風天氣圖與現在天氣圖的比較，更可根據概率橢圓修正預報路徑，故作者深信此法的採用將有助於中央氣象局颱風路徑預報準確度的改進。

二、歷史背景

臺灣位於西太平洋颱風路徑之要衝，平均每年要遭受三至四次颱風的侵襲，人民的生命及財產每因而受到重大的損失，故颱風預報是非常重要的課題，而其中又以路徑的預報為基，因為颱風所帶來之暴風、豪雨及浪潮等災害均與颱風路徑有密切之關係（吳宗堯，1980）。

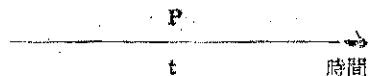
Hope and Neumann (1977) 將颱風路徑的預報法分為類比法 (ANALOG)、經驗法 (EMPIRICAL)、迴歸方程法 (REGRESSION EQUATION) 和數值法 (NUMERICAL) 等四類，在此僅就類比法加以討論。

就類比法而言，最免可做例行作業的模式 HURRAN (HURRICANE ANALOGS) 可以說是美國太空計畫的副產品，它是 Hope and Neumann (1970) 根據 Haggard et. al. (1965) 計算颱風侵襲甘迺迺角發射場之或然率的方法研究發展而成的 (Hope and Neumann, 1977)；隨後美國海軍也發展出類似但本質不同的 TYFOON 法，並於 1970 年 8 月在關島聯合颱風警報中心 (JTWC) 正式作業 (Jarrell and Somervell, 1970)。由於使用類比法預報颱風路徑成效頗佳 (Neumann and Hope, 1972, Jarrell and Wagoner, 1973) 故目前很多國家均採用此法做颱風路徑預測 (Hope and Neumann, 1977)，以國內而言，汪群從、張月珠 (1974) 首先引介 HURRAN 法，胡仲英、陳熙揚 (1976) 加以改進後將之應用到中央氣象局的颱風例行作業中。

類比法的基本原理在於從眾多的歷史資料中找出最類似現在颱風的一些歷史颱風，經調整位置後，利用類似颱風的位移來預測現在颱風的位移。作者認為此法輸入資料非常簡單，而計算又客觀迅速，可即刻提供預報作業參考，故亦嘗試以此法做十二至七十二小時的颱風路徑預報，期望有助於中央氣象局颱風路徑預報準確度的提高。

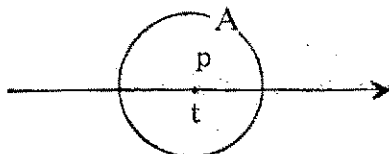
三、時空範圍 (space-time envelop)

從類比的性質而言，如果忽略不確定性 (Uncertainty)，則某一氣象情況 P ，可以想像為在某些個參數空間內之一點，其隨時間的進行可以圖一表示， P 所在的時間即為基日 (Base day)。

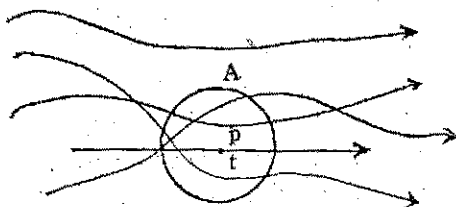


圖一 某一氣象情況 P 隨時間進行之示意圖

現吾人以 P 及 t 作為類比選擇的基礎，由於歷史資料在 t 完全與 P 符合的情形很少，故通常均給與某一容許範圍 A ，如圖二所示。當吾人作類比選擇時，如某一相對於 P 的歷史氣象情況隨時間的進行經過 A 的範圍內則予以保留，並依其與 P 相似的程度排列；否則便捨棄，如圖三所示。



圖二 某一氣象情況之時空範圍示意圖



圖三 歷史氣象情況的保留與捨棄示意圖

現討論颱風的情況，從歷史颱風資料中，吾人可以發現颱風路徑有區域及季節性變化；某一地區常有颱風經過，其他地區則罕見颱風；同樣的，某一季節多颱風而其他季節則沒有颱風，故類比選擇時亦須給與一時空範圍，而其考慮的重點是在大多數情況下必須能夠選到足夠的類似颱風，作者參考 TYFOON-72 得到的結果 (Jarrell and Wagoner, 1973)，並經多次的試驗，在時間方面訂為現在颱風日序前後 10 天；空間方面則為現在颱風緯度 $\pm 2.5^\circ$ ，經度 $\pm 5^\circ$ ，經多次的測試，此時空範圍選到的颱風個數均大於 3 個，小於 50 個，合乎類比要求。當遇到某一非常特殊的颱風，以致於在上述的時空範圍內無法選到足夠的類似颱風時，則可放寬時空範圍，直至合乎要求時為止。

四、類比參數

歷史颱風與現在颱風相似的程度須由類比參數決定，故類比參數的選擇必須合理且具有物理意義。

作者於民國 67 年 8 月引進日本氣象廳的 $P-C$

(Persistence and Climatology) 颱風路徑預報法 (陳熙揚, 1978), 此法係由與颱風運動之持續性及氣象學特性有關之48個具有良好物理意義的預報因子, 依不同之區域及月份導出預測颱風路徑及中心氣壓之迴歸方程。由於此種分區域及分月份導出的迴歸方程, 不但在統計上更為合理而且選出的預報因子也真正具有良好的物理意義, 故作者參考此法的預報因子, 選取本研究的類比參數。

由於歷史颱風資料庫是1959至1977年 JTWC 分析的颱風最佳路徑, 其內僅儲存颱風的時間及位置 (經緯度), 在此種限制下, 作者選取下述28個因子作為類比參數:

1. 過去12小時緯度位移; $C(1) = LAT_{00} - LAT_{-12}$
2. 過去24小時緯度位移; $C(2) = LAT_{00} - LAT_{-24}$
3. 過去36小時緯度位移; $C(3) = LAT_{00} - LAT_{-36}$
4. 過去48小時緯度位移; $C(4) = LAT_{00} - LAT_{-48}$
5. 過去24至48小時緯度位移;

$$C(5) = LAT_{-24} - LAT_{-48}$$

6. 過去24小時加速度的經向分量;

$$C(6) = LAT_{00} + LAT_{-24} - 2LAT_{-12}$$

7. 過去48小時加速度的經向分量;

$$C(7) = LAT_{00} + LAT_{-48} - 2LAT_{-24}$$

8. 過去12小時經度位移; $C(8) = LON_{00} - LON_{-12}$

9. 過去24小時經度位移; $C(9) = LON_{00} - LON_{-24}$

10. 過去36小時經度位移; $C(10) = LON_{00} - LON_{-36}$

11. 過去48小時經度位移; $C(11) = LON_{00} - LON_{-48}$

12. 過去24至48小時經度位移;

$$C(12) = LON_{-24} - LON_{-48}$$

13. 過去24小時加速度的緯向分量;

$$C(13) = LON_{00} + LON_{-24} - 2LON_{-12}$$

14. 過去48小時加速度的緯向分量;

$$C(14) = LON_{00} + LON_{-48} - 2LON_{-24}$$

15. 過去12小時的移動方向;

$$C(15) = \text{Arc tan}(C(1)/C(8))$$

16. 過去24小時的移動方向;

$$C(16) = \text{Arc tan}(C(2)/C(9))$$

17. 過去36小時的移動方向;

$$C(17) = \text{Arc tan}(C(3)/C(10))$$

18. 過去48小時的移動方向;

$$C(18) = \text{Arc tan}(C(4)/C(11))$$

19. 過去24至48小時的移動方向;

$$C(19) = \text{Arc tan}(C(5)/C(12))$$

20. 過去24小時加速度的方向;

$$C(20) = \text{Arc tan}(C(6)/C(13))$$

21. 過去48小時加速度的方向;

$$C(21) = \text{Arc tan}(C(7)/C(14))$$

22. 過去12小時移動速度;

$$C(22) = [C(1)^2 + C(8)^2]^{\frac{1}{2}}$$

23. 過去24小時移動速度;

$$C(23) = [C(2)^2 + C(9)^2]^{\frac{1}{2}}$$

24. 過去36小時移動速度;

$$C(24) = [C(3)^2 + C(10)^2]^{\frac{1}{2}}$$

25. 過去48小時移動速度;

$$C(25) = [C(4)^2 + C(11)^2]^{\frac{1}{2}}$$

26. 過去24至48小時移動速度;

$$C(26) = [C(5)^2 + C(12)^2]^{\frac{1}{2}}$$

27. 過去24小時加速度; $C(27) = [C(6)^2 + C(13)^2]^{\frac{1}{2}}$

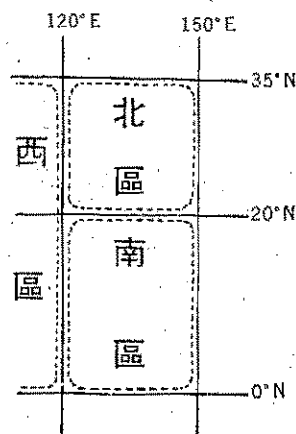
28. 過去48小時加速度; $C(28) = [C(7)^2 + C(14)^2]^{\frac{1}{2}}$

其中 LON_{00} 、 LAT_{00} 為颱風現在經、緯度, 而 LON_{-12} 、 LAT_{-12} 、 LON_{-24} 、 LAT_{-24} 、 LON_{-36} 、 LAT_{-36} 、 LON_{-48} 、 LAT_{-48} 則分別為過去12、24、36、48小時的經緯度。

五、類比參數的權重

由於前述28個參數對現在颱風未來的路徑影響有大、小之別, 故必須賦予不同的權重 (Weighting)。

作者鑒於各國現行颱風路徑類比預報法中, 類比參數的權重大多根據個人的經驗猜測決定 (Educated guesses) 非但主觀, 而且殊無標準, 故嘗試由 P、C 法的迴歸方程式中, 依據類比參數的先後次序及其出現的次數, 客觀決定各個參數的權重, 茲將其分區 (見圖四) 分月份以 W 表之如下, 其中括號內的數字表示第該個類比參數, 而未列出者其權重為 1:



圖四 決定類比參數的權重時分區簡圖

(一)北區：

現在颱風位於 20°N 至 35°N ， 120°E 至 150°E 之間。

1.1至6月：

$$\begin{aligned} W(1) &= W(10) = W(16) = W(17) = W(18) \\ &= W(28) = W(21) = W(24) = W(25) \\ &= W(26) = 2 \end{aligned}$$

$$W(13) = W(15) = W(19) = W(27) = 3$$

$$W(2) = W(3) = W(8) = W(22) = 4$$

2.7月：

$$W(15) = W(20) = W(27) = W(28) = 2$$

$$\begin{aligned} W(2) &= W(4) = W(6) = W(13) = W(16) \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$W(1) = W(8) = 4$$

3.8月：

$$\begin{aligned} W(2) &= W(3) = W(4) = W(5) = W(9) \\ &= W(12) = W(15) = 2 \end{aligned}$$

$$W(1) = W(8) = W(13) = 4$$

4.9月：

$$\begin{aligned} W(2) &= W(5) = W(10) = W(20) = W(22) \\ &= W(28) = 2 \end{aligned}$$

$$W(13) = 3$$

$$W(1) = W(8) = 4$$

5.10至12月：

$$\begin{aligned} W(12) &= W(14) = W(16) = W(17) = W(19) \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W(2) &= W(7) = W(13) = W(22) = W(23) \\ &= W(25) = W(27) = W(28) = 3 \end{aligned}$$

$$W(1) = W(8) = 4$$

(二)南區：

現在颱風位於 0°N 至 20°N ， 120°E 至 150°E 之間。

1.1至8月：

$$\begin{aligned} W(3) &= W(8) = W(13) = W(16) = W(17) \\ &= W(18) = W(23) = W(25) = W(27) \\ &= W(28) = 2 \end{aligned}$$

$$W(9) = W(20) = 3$$

$$W(1) = 4$$

$$W(11) = 5$$

2.9至12月：

$$W(10) = W(19) = 2$$

$$W(4) = W(22) = W(24) = 3$$

$$W(1) = 4$$

$$W(8) = 5$$

(三)西區：

現在颱風位於 120°E 以西。

1.1至8月：

$$\begin{aligned} W(3) &= W(4) = W(5) = W(11) = W(16) \\ &= W(18) = W(24) = W(25) = 2 \end{aligned}$$

$$W(14) = W(17) = W(22) = W(27) = 3$$

$$W(1) = W(8) = W(16) = 4$$

2.9至12月：

$$\begin{aligned} W(7) &= W(13) = W(16) = W(20) = W(21) \\ &= W(24) = W(25) = W(27) = W(28) \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$W(1) = W(2) = 4$$

$$W(8) = 5$$

六、歷史颱風的類比選擇及排列

作者首先輸入欲預測颱風之年、月、日、現在經、緯度及過去12、24、36、48小時經、緯度，並計算日序及 $C(1)$ ， $C(2)$ ，…… $C(28)$ 等28個類比參數，供作類比選擇的基礎。

其次，以時空範圍為取捨之條件，在歷史颱風中逐一比較，選取類似颱風，如某一歷史颱風無任一位置位於其內，則予以捨棄，否則選取位於其內之所有位置，並分別計算前述28個類比參數 $P(1)$ ， $P(2)$ ，…… $P(28)$ ，再以公式

$$S \cdot I = \sum_{I=1}^{28} W(I) |C(I) - P(I)|$$

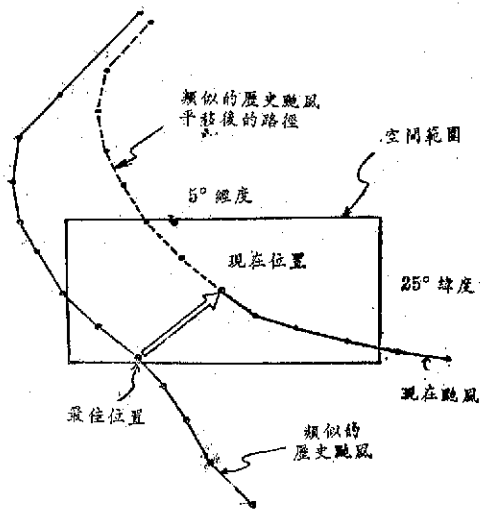
計算每一位置的相似指數(similarity index)，相似指數最小之位置即為最佳位置。

最後，依據最佳位置相似指數的大小決定類似颱風類似現在颱風的程度，相似指數最小的颱風即為最類似颱風，其順序號碼(Rank Number)為1，餘往下類推。

七、類似颱風路徑的平移及修正

經類比選擇的類似颱風，決定其最佳位置並賦與順序號碼後，即做路徑的調整。

首先，將最佳位置及其以後的路徑平移，直至最佳位置與現在颱風位置重疊為止，如圖五所示。

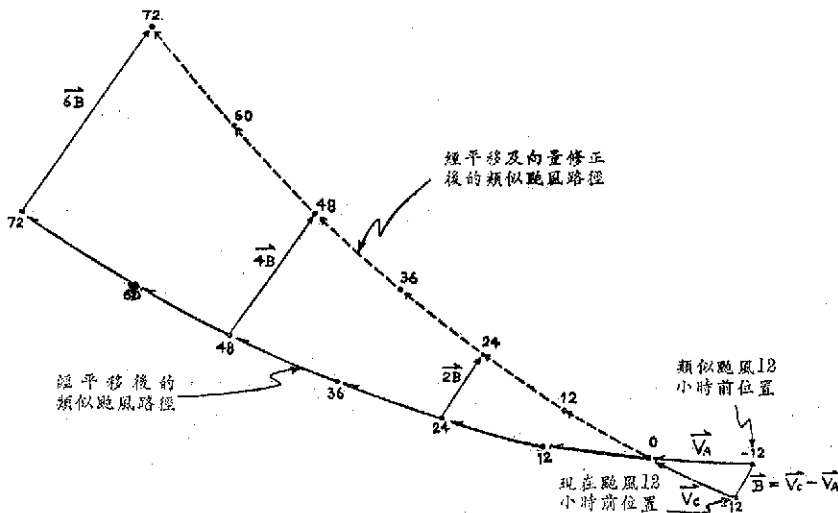


圖五 類似颱風路徑之平移

由於現在颱風與類似颱風初始的移動方向或速度如有顯著的差異，則隨着時間的增長，兩者間的差別將會愈來愈大，此時如進一步修正平移後的路徑，將可得到更佳的預報結果 (Jarrell and Somervell, 1970)，故作者亦仿此以現在颱風及類似颱風12小時前速度的向量誤差作為修正向量，然後再以此量之二、四、六倍分別加到平移後的24，48，72小時位置，據以修正平移後的路徑，如圖六所示。

八、現在颱風路徑的預報及概率橢圓的繪製

所有類似颱風經調整路徑後，吾人即可獲得每一類似颱風初始位置後的所有位置，利用這些位置即可依下式求得未來12至72小時的權重平均路徑 (Jarrell and Wagoner, 1973):



圖六 類似颱風路徑平移後的向量修正圖
(參照 Jarrell and Somervell, 1970)

$$LAT_P = \frac{\sum_{i=1}^N [N - (\text{Rank})_i + 1] [\text{Latitude}]_i}{\frac{1}{2} N(N+1)}$$

$$LON_P = \frac{\sum_{i=1}^N [N - (\text{Rank})_i + 1] [\text{Longitude}]_i}{\frac{1}{2} N(N+1)}$$

其中 P 代表12，24，36，48，60及72小時 N 則為類似颱風的個數

(Rank)_i 指第 i 個類似颱風的順序號碼

[Latitude]_i 是第 i 個類似颱風對應於 P 時的緯度數。

[Longitude]_i 則為第 i 個類似颱風對應於 P 時的經度數。

至於 LAT_P 及 LON_P 及則為對應於 P 的權重平均預測位置。

此時，如吾人假設上述各類似颱風調整路徑後12至72小時的位置合乎變態常態分配 (Bivariate Normal Distribution)，亦即在 x-y 平面上颱風中心的分佈為一橢圓，則可由下行列式 k 值的二根求出長軸動差 (ka) 及短軸動差 (kb)。

$$\begin{vmatrix} S_x - K^2 & r_{xy} S_x S_y \\ r_{xy} S_x S_y & S_y^2 - K^2 \end{vmatrix} = 0$$

其中 S_x 為經向標準差， S_y 為緯向標準差， r_{xy} 為經向與緯向的相關係數。

而或然率為 P 的橢圓其長軸 $2a$ 及短軸 $2b$ 可由下式求出：

$$\begin{aligned} 2a &= Ka \times [\ln(1-P)^{-2}]^{\frac{1}{2}} \\ 2b &= Kb \times [\ln(1-P)^{-2}]^{\frac{1}{2}} \quad P=0.2505 \end{aligned}$$

此外，該橢圓長軸與緯度夾角 ψ 則可由下式求得：

$$\psi = \frac{1}{2} + \tan^{-1} \frac{2r_{xy} S_x S_y}{S_x^2 - S_y^2}$$

九、校 驗

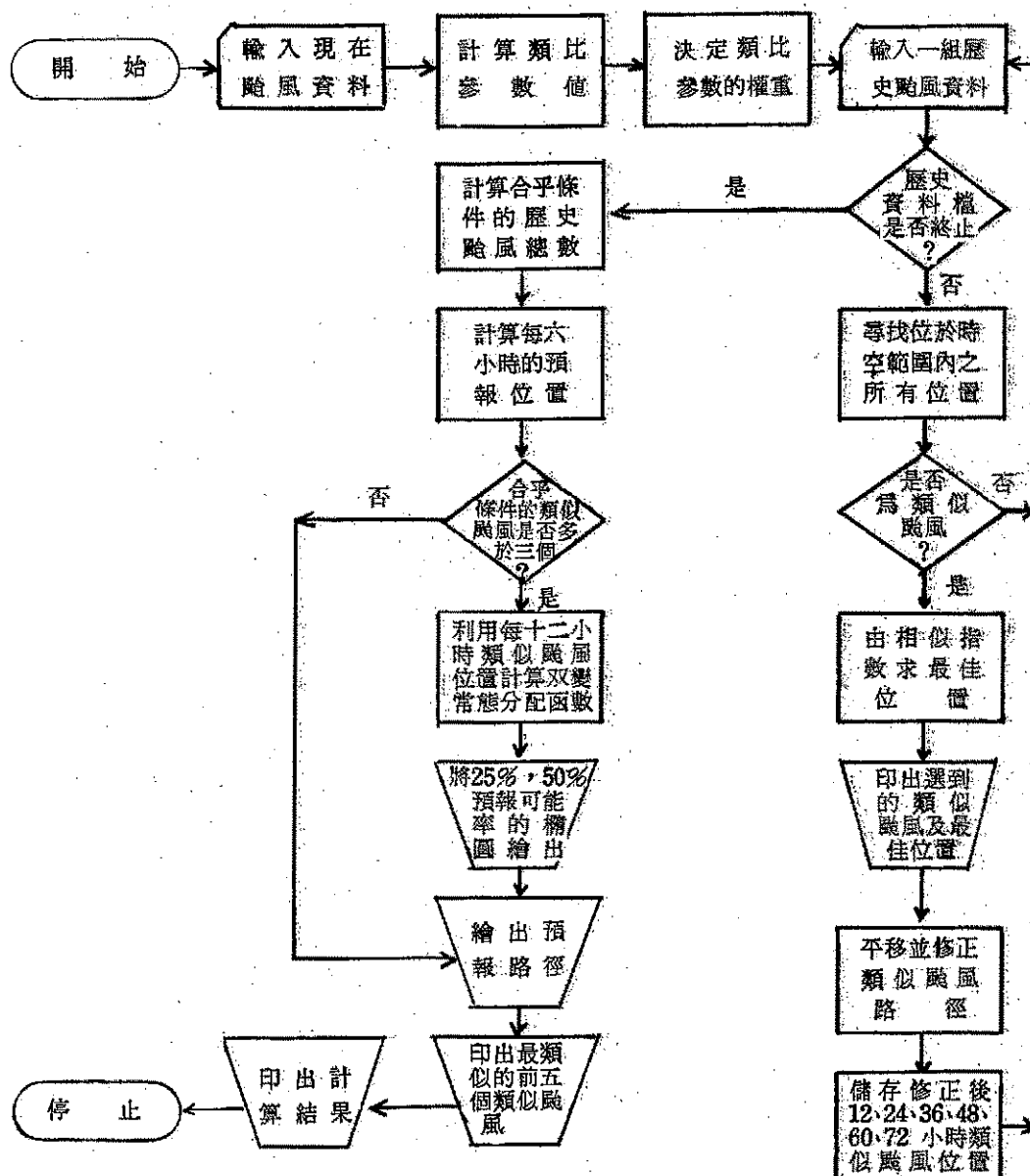
作者以1980年5月13日00、06、12及18Z 唐姆 (DOM) 颱風的警報位置做初步的獨立校驗，並與中央氣象局電腦中心現行颱風路徑客觀預報方法就24及48小時的預報結果加以比較。茲將本法的計算流程示於圖七，唐姆颱風的實際路徑示於圖八。而各種方法的預測結果見圖九、十、十一、十二(a)、(b)等圖，至於預測的位置誤差 (Vector Error) 及直角誤差 (Right angle error) 則列於表一及表二，表內有“—”號者表示無預測結果，其中 ARAKAWA 法不做48小時的預測，而5月13日12Z，HURRAN 法找不到類似的颱風，至於表二直角誤差內的負號則表示面對颱風之去向，預報位置在實際路徑之左邊。

表一 各方法的預測位置誤差，單位為公里

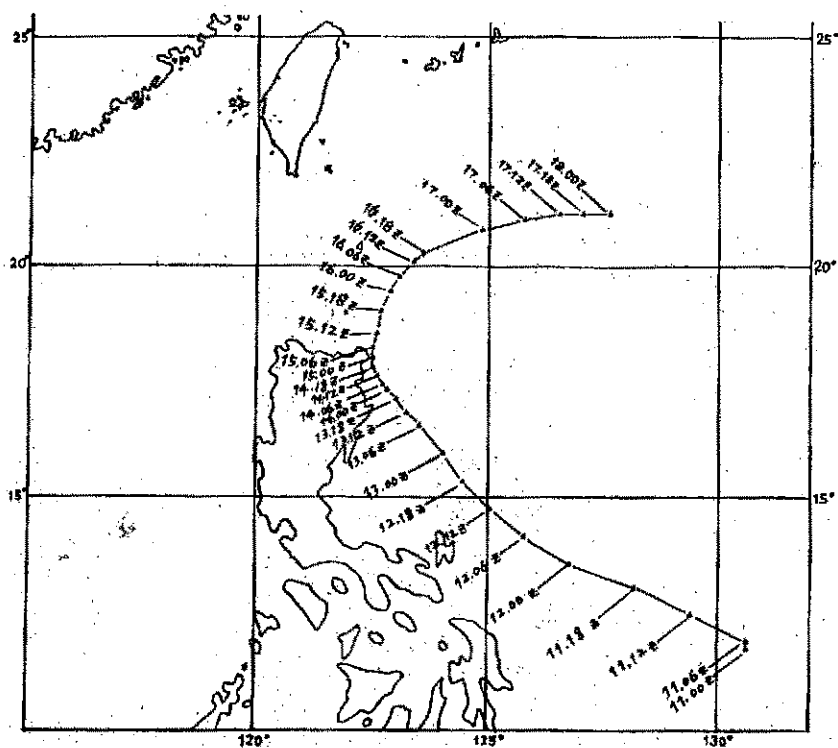
Methods		Hours	Cases	HURRAN	ARAKAWA	CLIPER	本 法
5 月13日 00Z	24			144.8	152.2	183.5	135.6
	48			409.0	—	472.9	473.4
5 月12日 06Z	24			176.3	154.0	209.2	162.6
	48			614.8	—	495.1	513.3
5 月13日 12Z	24			—	170.2	162.0	132.4
	48			—	—	437.4	427.1
5 月13日 18Z	24			100.0	183.6	122.7	39.2
	48			263.8	—	337.8	324.1

表二 各方法的預測直角誤差，單位為公里

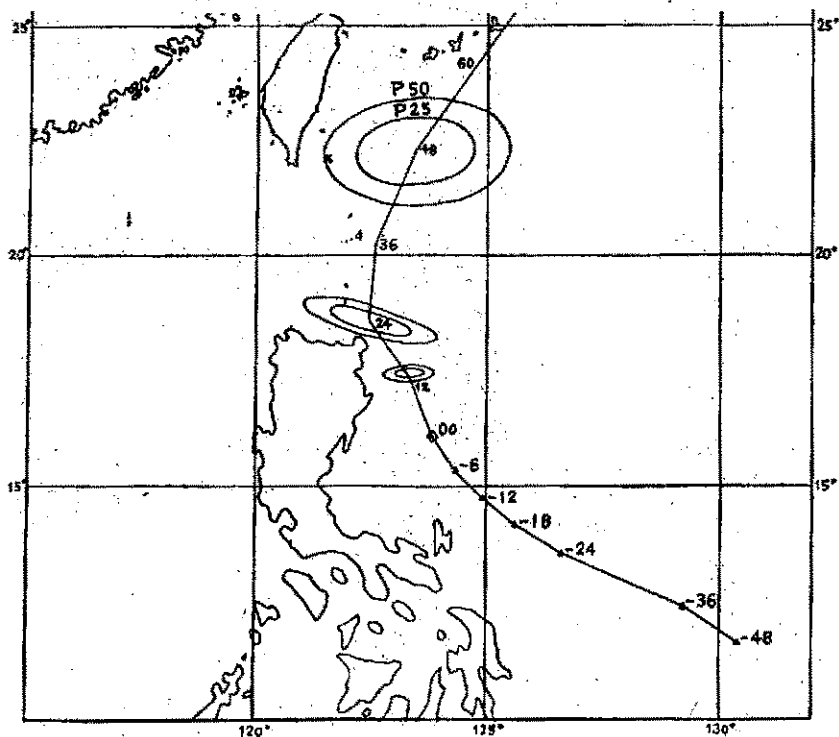
Methods		Hours	Cases	HURRAN	ARAKAWA	CLIPER	本 法
5 月13日 00Z	24			63.5	33.0	94.3	10.0
	48			293.6	—	331.2	220.2
5 月12日 06Z	24			10.0	21.9	94.1	56.4
	48			312.2	—	397.8	37.7
5 月13日 12Z	24			—	53.0	99.3	30.2
	48			—	—	368.1	135.5
5 月13日 18Z	24			-84.2	0.0	42.9	31.3
	48			-253.9	—	-257.1	62.9



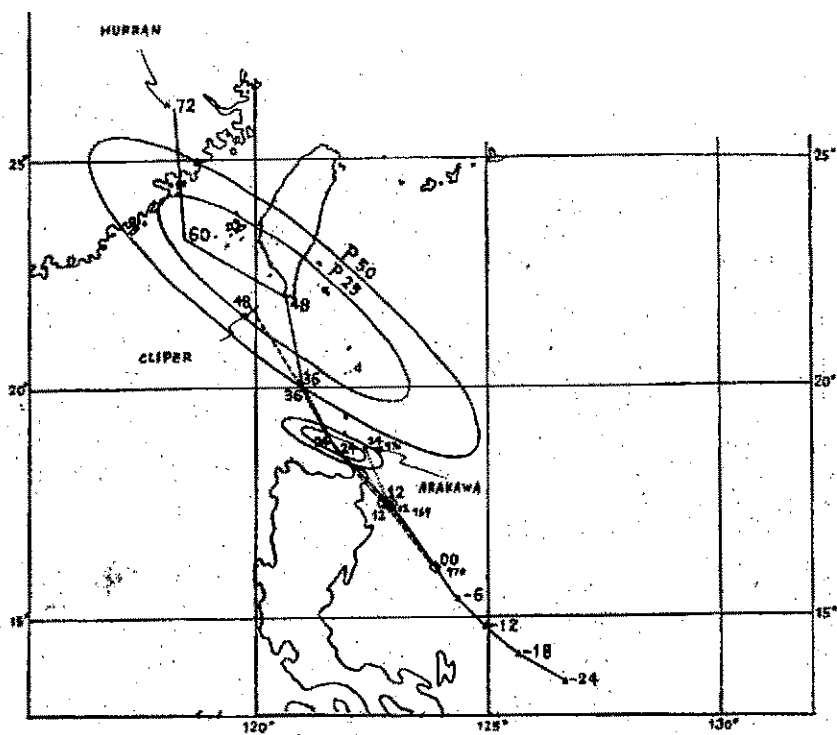
圖七 以類比法預測颱風路徑之流程圖



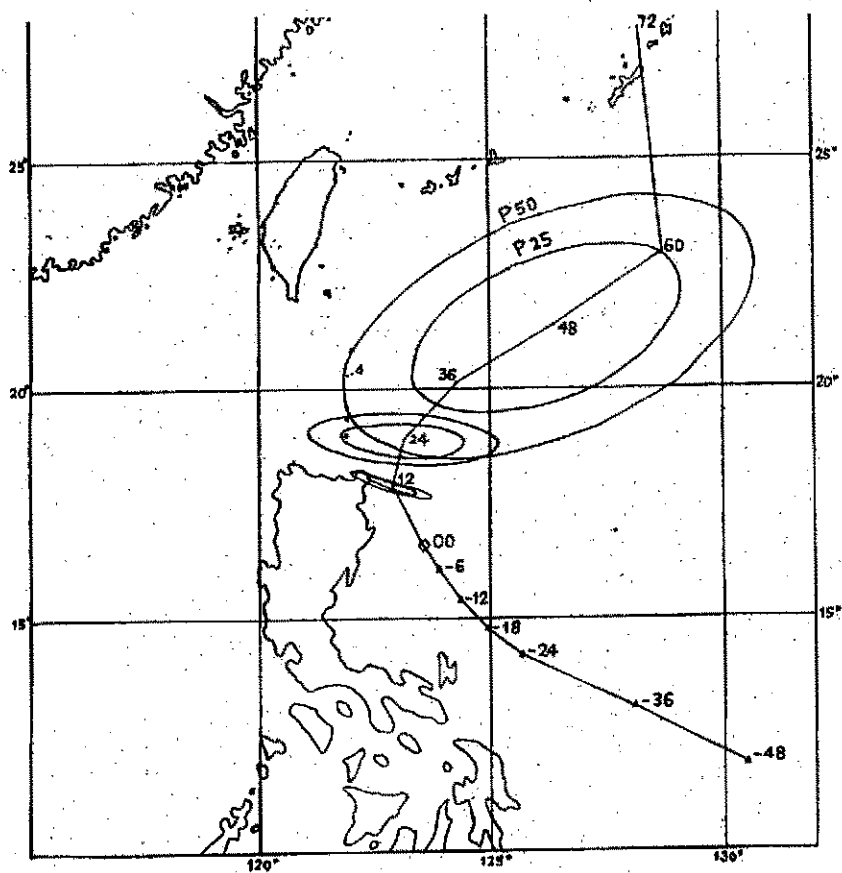
圖八 69 年 5 月 11~18 日 唐姆 (DOM) 颱風實際路徑圖



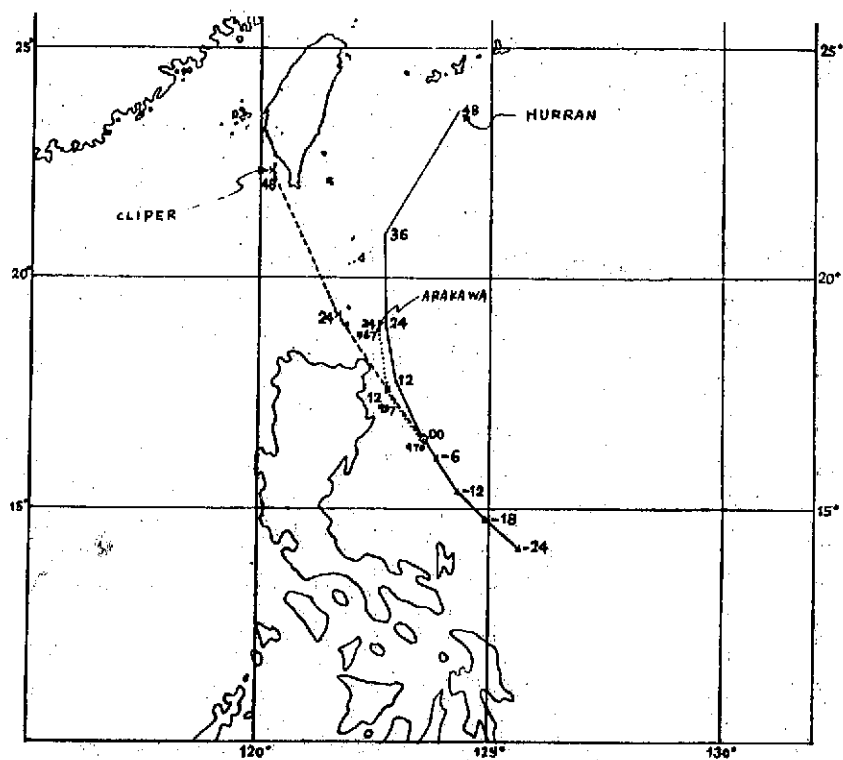
圖九 (a) 69 年 5 月 13 日 00Z 本法的預測結果



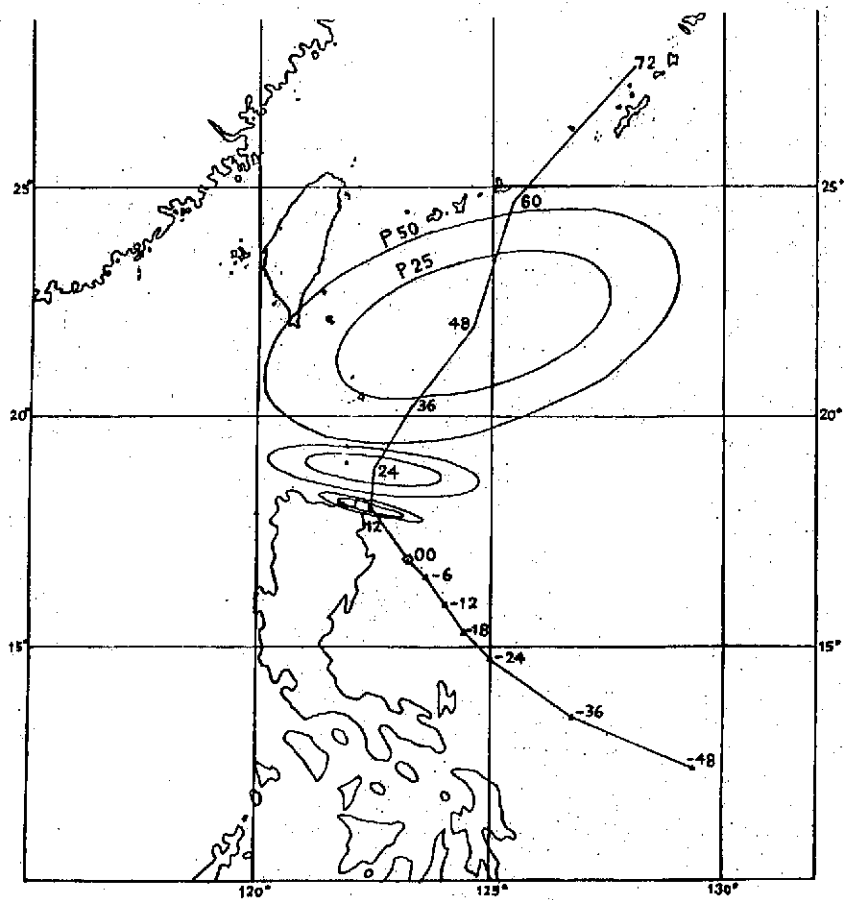
圖九 (b) 69 年 5 月 13 日 00Z HURRAN. CLIPER. ARAKAWA 法的預測結果



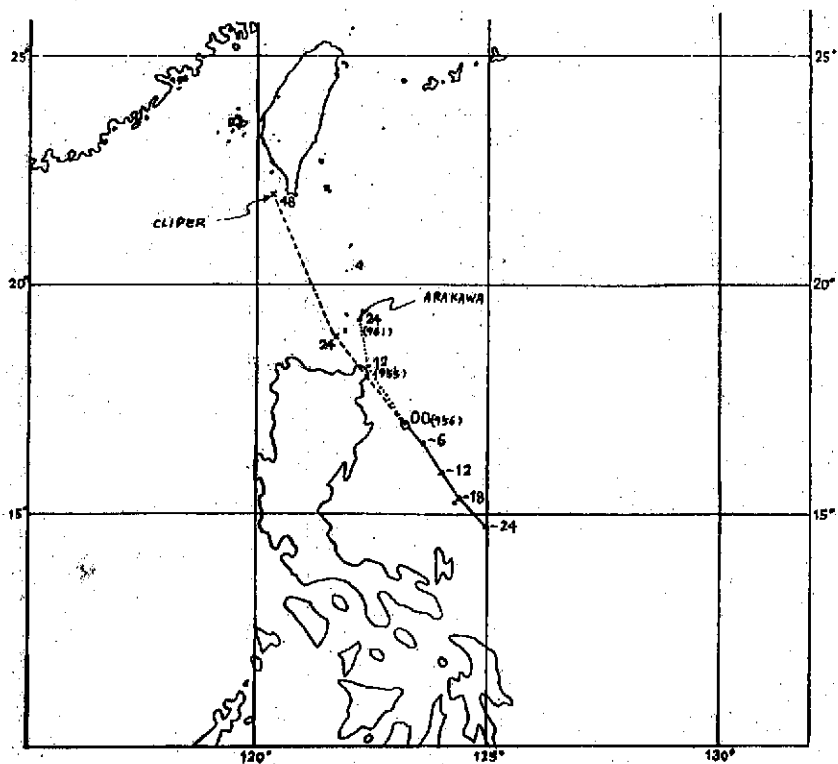
圖十 (a) 69 年 5 月 13 日 06Z 本法的預測結果



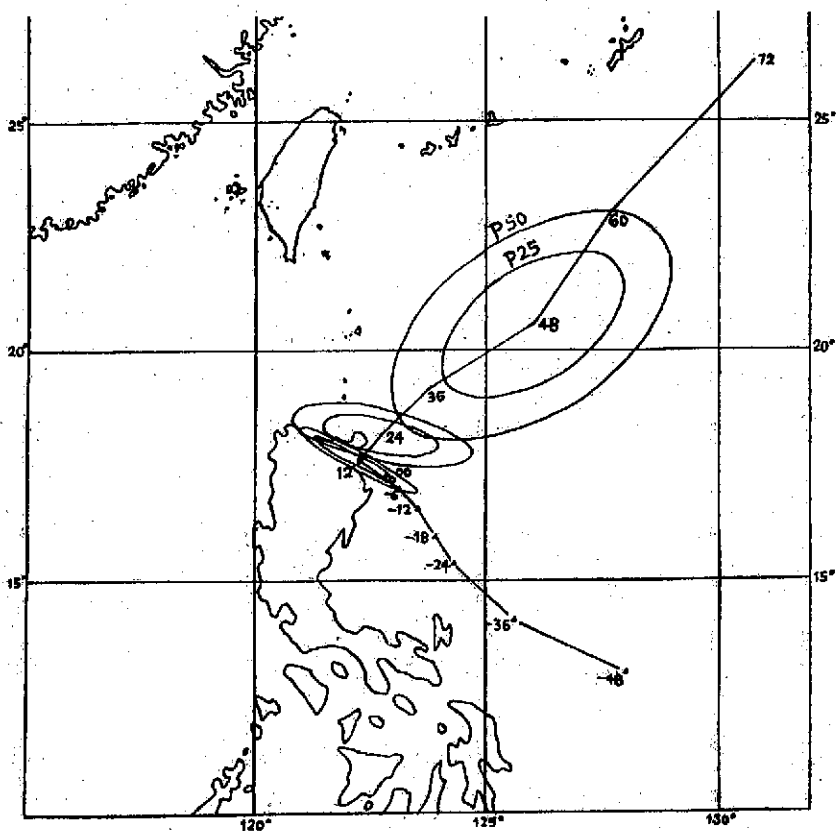
圖十 (b) . 69 年 5 月 13 日 06Z HURRAN. CLIPER. ARAKAWA 法的預測結果



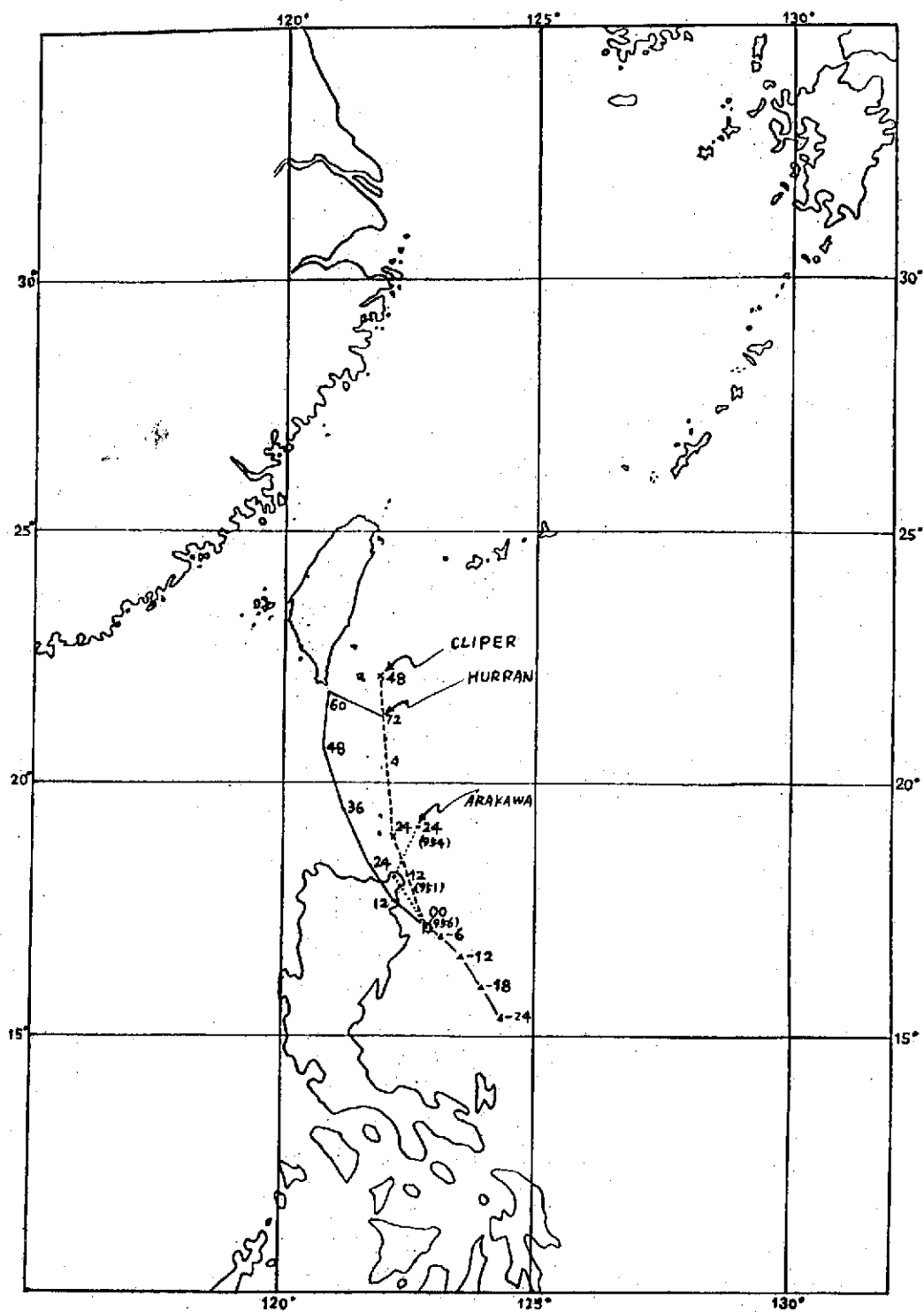
圖十一 (a) 69 年 5 月 13 日 12Z 本法的預測結果



圖十一 (b) 69 年 5 月 13 日 12Z CLIPER, ARAKAWA 法的預測結果
(HURRAN 法找不到類似颱風，所以沒有預測結果)



圖十二 (a) 69 年 5 月 13 日 18Z 本法的預測結果



就24小時的預報而言，從表中看出本法的位置誤差除了5月13日06Z較 ARAKAWA 法大8.6公里外，餘均較其餘三種方法為小，尤其是5月13日18Z，本法的預報遠優於其他方法；而直角誤差除5月13日06Z較 HURRAN 及 ARAKAWA 法大外，餘均小於其他方法。

至於48小時的預報，本法的位置誤差除5月13日12Z較 CLIPER 法，5月13日06Z較 HURRAN 法小外，餘均比其他三種方法大；但直角誤差則均遠比其他三種方法為小，其中5月13日18Z HURRAN 及 CLIPER 的直角誤差均為負值，彼等預報位置偏離路徑之左方甚遠，亦即無法預報出颱風之轉向，而本法的預報位置却在路徑之右方，與路徑之直角距離僅有62.9公里，可以事先預報出颱風之轉向（圖十二(a)、(b)）。

就表三及表四的平均結果而言，24小時預報本法的平均位置誤差117.2公里，較 HURRAN 的140.4公里，ARAKAWA 的152.5公里及 CLIPER 的169.4公里為小，而直角誤差為32公里，預報結果略遜於 ARAKAWA 的27公里，但遠優於 HURRAN 的52.6公里及 CLIPER 的82.7公里。

表三、各方法的平均預測位置誤差，單位為公里

Methods (Number of cases)	Hours	
	24	48
HURRAN	140.4 (3)	429.2 (3)
ARAKAWA	152.5 (4)	—
CLIPER	169.4 (4)	435.8 (4)
本 法	117.2 (4)	449.5 (4)

表四、各方法的平均預測直角誤差，單位為公里

Methods (Number of cases)	Hours	
	24	48
HURRAN	52.6 (3)	286.6 (3)
ARAKAWA	27.0 (4)	—
CLIPER	82.7 (4)	351.1 (4)
本 法	32.0 (4)	114.1 (4)

至於48小時的預報，本法平均位置誤差為449.5公里，略遜於 HURRAN 及 CLIPER 的結果，但平均的直角誤差為114.1公里遠比 HURRAN 的286.6公里及 CLIPER 的351.1公里好，可見預測的方向較速度為佳，此有助於目前的作業，因為對預報員而言，方向比速度更難預測。

十、結 論

本研究主要探討以類比法預測颱風的路徑，根據1980年5月13日唐姆颱風的初步獨立校驗，本法可事先預測出颱風的轉向（圖九(a)、圖十(a)、圖十一(a)、圖十二(a)），其24及48小時的平均位置誤差與直角誤差分別為117.2與32公里及449.5與114.1公里，與現行 HURRAN, CLIPER 及 ARAKAWA 等三種方法的預測結果比較，則本法的24小時預報最好，而48小時則顯示出方向優於速度。

本法的輸入資料簡單，而計算又客觀迅速，整個作業過程利用中央氣象局的 GA spc-16/45 小型電腦系統只費時四分鐘左右，極具時效性。此外，預報作業時更可由人工翻閱最類似的數個歷史颱風天氣圖與現在天氣圖比較，根據概率描圖修正預報路徑。

在上述的討論下，作者深信此法非但確可採用且對中央氣象局的颱風路徑預報作業將有極大的參考價值，有助於颱風路徑預報準確度的提高。

十一、致 謝

本研究得以完成，歸功於中央氣象局吳局長宗堯、郭組長文鏞及胡科長仲英的鼓勵，電子計算機中心同仁之協助及預報中心同仁的支持，作者謹致最誠摯的謝意，此外承本局喬技正鳳倫斧正及陳富裕先生協助繪圖作者亦甚為感激。

參 考 文 獻

1. 吳宗堯, 1980: 近年來國內颱風研究之評介。大氣科學, 7, 103 pp.
2. 汪羣從、張月珠, 1974: 颱風中心之運動 Proceedings National Sci. Council, 7, 93-108.
3. 胡仲英、陳熙揚, 1976: 利用客觀模擬法預報颱風路徑之研究。氣象學報, 22, 8-16.
4. Hope, J. R., and C. J. Neumann, 1970: An operational technique for relating the movement of existing tropical cyclones to past tracks. Mon. Wea. Rev., 98, 925-933.
5. Jarrell, J. D. and W. L. Somervell, Jr., 1970: A computer technique for using typhoon analogs as a forecast aid, Navy Weather Research Facility, Tech. Paper No. 6-70.
6. Jarrell, J. D. and Wagoner, R. A., 1973: The 1972 Typhoon Analog program (TYFOON-72). E. P. R. F. Technical paper No. 1-73.
7. John R. Hope and Charles J. Neumann, 1977: A survey of world wide tropical cyclone prediction models. Postprint Volume, AMS 11th Tech. Conf. on Hurricane and tropical Meteor., Miami, Dec. 13-16, 1977, 367 pp.
8. Neumann, C. J., and J. R. Hope, 1972: Performance analysis of the HURRAN tropical cyclone forecast system, Mon. Wea. Rev., 100, No. 4, 245-254.

臺灣地震歷史資料的建立

Establishment of Taiwan Historical Earthquake Data

彭 志 濱

Chin-Pin Peng

ABSTRACT

Taiwan historical earthquake data have been kept up for two to three hundred years by now; however the period of record made by instruments is from 1897 till the present. Hence the available instrumentally recorded data are not sufficient for the statistical analysis in the research of earthquake. In order to make up these disadvantages, this paper is prepared, in use of the old historical earthquake data, on the basis of the principles of seismology and statistics, and with the reference to the new earthquake data, to establish the past earthquake record which will provide researchers with the seismic data for academic studies and engineering designs.

一、引 言

臺灣因位於太平洋西岸島弧地震帶上的一環，因此地震頻繁，時有造成嚴重災害的大地震發生。近十年來各項重大建設相繼完成，但經濟建設愈發達，則地震可能造成的財產損失也愈大，所以運用地震科學新知識，建立臺灣地區完整之地震資料，並從事有系統之地震研究，以避免或減輕因地震而造成的災害，已被列入國家科技發展最重要的一環。

目前，全省各地已建立了最新式全天候遙控測收儀器，不分晝夜收集全省各地之地震資料，今後在臺灣地區發生的大小地震，均可收集無遺。但是地震是一種突發的自然現象，必須從長期的資料中，才能推研出地震的特性。現階段之工程設計的應用或學術上的研究，除了繼續不斷的收集新的資料外，必須借用過去的地震資料。

雖然臺灣地震記錄的歷史有二、三百年，但有儀器的記錄的地震資料，其時間並不長，從1897年開始至今日，因此在對地震作統計分析，地震資料尚不夠，爲了彌補這缺點，本文利用歷史上的舊有資料，根據地震學及統計學原理，並參考新的地震資料，而重新建立過去的地震資料，以提供學術研究及工程設計的參考。

二、臺灣地震資料

臺灣地震資料，依照記錄之品質，可分爲三個階段：(一)1897年以前——沒有地震儀器，地震資料僅記述在歷史資料中，縣誌及私人日記中。

(二)1897年——1972年；1897年中央氣象局在臺北測候所裝置 Gray-Milne 型地震儀，開始進入儀器記錄階段，在1935年4月21日，苗栗，臺中地區發生強烈地震，造成空前嚴重災害，爲了加強地震觀測，添購地震儀，並增設地震站，1951年10月22日及同年11月25日花蓮及臺東分別發生強烈地震，爲促進地震的研究，於重要地震觀測站增設新型強震儀及加速度地震儀。

(三)1972年後——國家科學委員會，爲建立完整準確的地震資料，作爲經濟建設的參考，正式成立地震研究小組，首先建立現代化新式地震觀測網，使臺灣地區任何微小地震，均能收集無遺。

三、基本假設

由前段臺灣地震資料的說明中可瞭解臺灣地區由儀器記錄到的可信地震時期並不長，尤其是對工程有影響之強烈地震資料，因記錄的時間太短，數量並不太多，不足以作統計分析上的應用，歷史上

的記錄雖有，但因種種原因，遺漏甚多，爲了能彌補這種缺失，下面利用地震學原則，統計學的方法，根據可信的地震資料，參考已有的歷史記錄，重新建立歷史上的地震資料。

描述地震三個重要的因素是：時間、地震規模及位置，非常不幸的是，這三項因素，都沒有一定的出現規律，換言之地震可能發生在任何時間，任意大小及任意位置。像這種隨意出現，沒有規則的因素，統計學上稱爲「隨機變數」(Random Variable)，在下面處理過程中，時間，大小，位置都視爲獨立隨機變數。

由於最近幾十年，對地震的觀測與研究，這種突發的自然現象有進一步的認識。由經驗得知，時間愈長，可能發生的地震數量愈多，地震發生的總數量與時間成正比例的觀念是可以接受的。自從1906年舊金山大地震後，研究地震的專家學者都承認絕大多數的地震均由斷層的活動而造成，因此活動斷層的位置，決定了地震位置分佈的型態；在同一地區，相隔不太長的時間內（相對於地質變化的過程），地震發生位置的分佈，可設想不會有很大的區別，換言之，可假設有相同的地震位置分佈型態。美國的地震專家芮氏(Richter)，研究美國加州地震資料，發現地震發生的數量與地震規模之間，有以下關係存在：

$$\log N = a - bM$$

N:地震規模大於M之地震數目

a, b 均爲常數，因地區不同而有不同的數值

以上的公式稱爲芮氏定律，不同國家的地震學者，研究不同地區的地震資料，均能符合芮氏定律，尤其是對於比較大的地震。因此我們可以得到以下基本假設：

- (一)地震發生的總數量，與經歷的時間成正比。
- (二)在不很長的時間內(相對於地質變化的過程)，地震發生的位置分佈型態相似。
- (三)地震規模與數量關係，依照芮氏定律。

四、地震資料的建立

根據前節的基本假設及隨機變數的觀念，利用1900—1979年間可信地震資料，建立1800—1900年間的地震資料。本文研究臺灣地區地震，其範圍是指北緯21.5度至25.5度，東經120度至123度，其規模是大於6.0以上的地震。在1900至1976年間，在此76年共有地震248個(其規模大於6.0)，其位

置如圖一，資料來源根據[1]。1800年至1900年一百年間，共有地震17個，見表一，資料來源根據[2]。下面分別說明各項資料的產生程序與方法：

表一 1800—1900年臺灣大地震

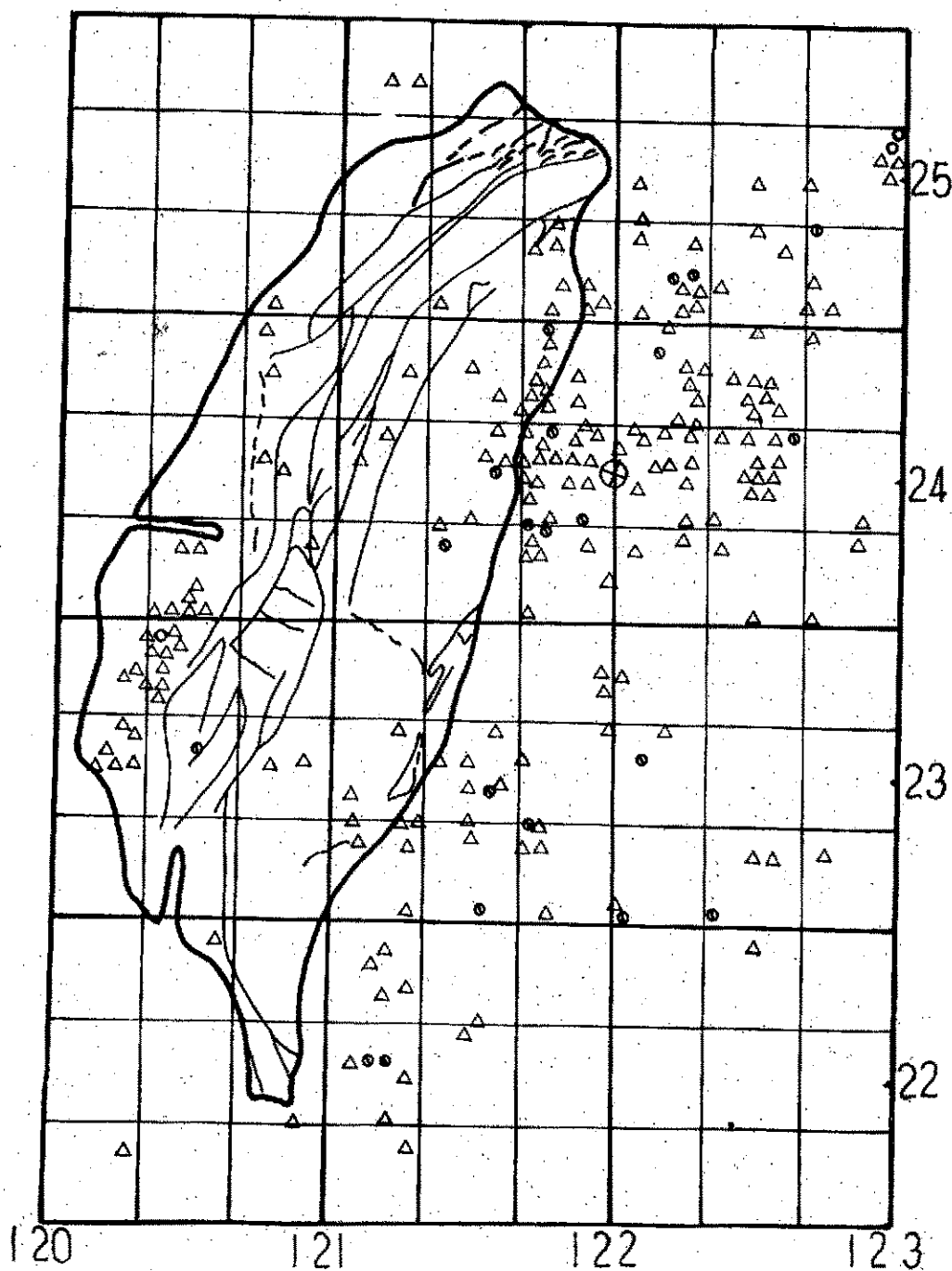
時 間	地 點	描 述
1815, 7, 11	淡水	田園低陷，民屋傾損。
1816, 3, 15	宜蘭	官署民房倒塌，地裂見泉。
1816, 10, 5	宜蘭	官署民房俱壞。
1833, 12, 13	宜蘭	田宅俱傾，人畜驚潰。
1839, 6, 27	嘉義、彰化	城垣、衙署、監獄、民房無不傾塌。
1840, 11, 10	雲林	地震山崩，民屋倒塌。
1845, 2, 20	彰化	民房倒塌四千二百餘戶，壓斃居民三百八十餘名。
1846, 8, 4	彰化	房舍搖撼，人在牀第，旗幟如行波浪中。
1848, 12, 3	雲林、彰化	房屋俱倒，人畜喪斃至折股破額者，不可勝計。
1862, 6, 7	臺南、嘉義	地大震，地崩數丈，臺南城垣震壞，至少五百戶倒塌，被壓斃者三百以上。
1867, 12, 18	基隆	山傾地裂，海水暴漲，屋宇傾壞，溺斃百人。
1880, 4, 8	苗栗	地震十數次，民房多倒塌，人心惶恐，不敢夜宿於室。
1881, 12, 8	臺北	與里岸慈生宮前殿皆毀。
1882, 12, 13	安平、鳳山	公所倒塌，炮台牆垣，皆有裂痕。
1883, 1, 7	鳳山	城牆破裂
1884, 6, 10	雲林、嘉義	地震山崩
1892, 4, 22	臺北	地大震，始有聲如雷鳴，自北而南，屋宇震土，旋旋墜落，牆壁數俯仰踰倒仍止。

(1)地震總數——由前節假設，地震總數量與時間成正比之關係，因此可合理的假設在過去一百年間，應該有324個地震發生，由此可見過去的記錄，遺漏甚多。

(2)隨機數字——隨機數字，利用電腦副程式產生，電腦中可得到一組毫無關聯，出現機率相等的數字，這些數字介於0~1之間。

(3)時間序列——由電腦可得到一組(324)隨機數，這些數字乘上100年，即可得到地震發生的隨機時間，然後依照大小秩序重新排列，這個序列即爲人造時間序列。歷史上的地震記錄，記載於各類地方誌，縣誌或私人筆記中，對於地震的大小及位置，像依據著作個人的感受，訴之於主觀的文字描述，因此沒有統一的客觀標準，其比較可靠的描述

- \triangle $6.0 \leq M < 6.9$
 \bigcirc $7.0 \leq M < 7.9$
 \otimes $8.0 \leq M$



圖一 臺灣地震分佈圖 (1900-1976)

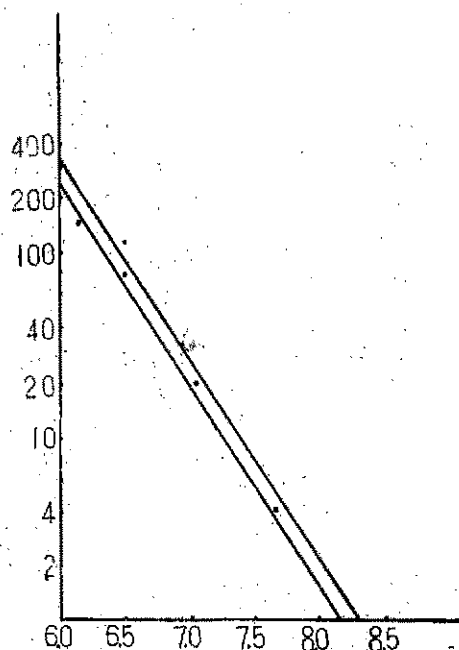
是時間，所以在建立資料的過程中，採用時間來檢定。檢定的方法，就是求歷史上已有的地震記錄時間與人造時間序列，求其時間的平均差值，如果平

均差值在指定要求的範圍內，即接受這項時間序列，否則就要產生另一組，重新檢定，直到滿意為止，其平均差值愈小，其結果也愈難得到，但也愈接近事實，本文採用的平均差值是 0.2 年。

(4)地震規模——將儀器記錄到的 248 個地震規模，每間隔 0.5 分爲一等級，統計各等級內之地震數目，作在半對數圖上（如圖二），而得 $\log N = a - bM$ 之關係，將此直線作平行移動，使規模在 6.0 處與 324 相交，如此可得到 100 年間，地震規模分佈數量（見表二）。

由電腦產生一組隨機數（324 個），全部乘以 324，由此可得到一組介於 0~324 之間，出現機率相等的隨機數。若隨機數之數值介於 1~217 之間，指定其規模介於 6.0~6.5 之間，依此類推，若出現之隨機數數值在 323~324 之間，指定其規模爲 8.0~8.5 之間。在同一等級規模內，例如 6.0~6.5，假設其出現機率相等，利用另一組隨機數，而得到對應之規模。

(5)位置分佈——將臺灣地區，依經緯度的範圍，劃爲許多小地區，每一小地區稱爲一個元素，本文將臺灣地區共劃分 $9 \times 12 = 108$ 個小地區（如圖一）



圖二 地震發生次數與規模之關係

表二 地震規模數量及機率分佈

規模	6.0 ~ 6.5	6.5 ~ 7.0	7.0 ~ 7.5	7.5 ~ 8.0	8.0 ~ 8.5
數量或機率分佈					
1900年~1976年地震數量	156	69	16	4	1
1800年~1900年地震數量	217	80	20	5	2
1800年~1900年機率分佈	1~217	218~297	298~317	318~322	323~324

表三 每一小地區地震次數 (1900~1976)

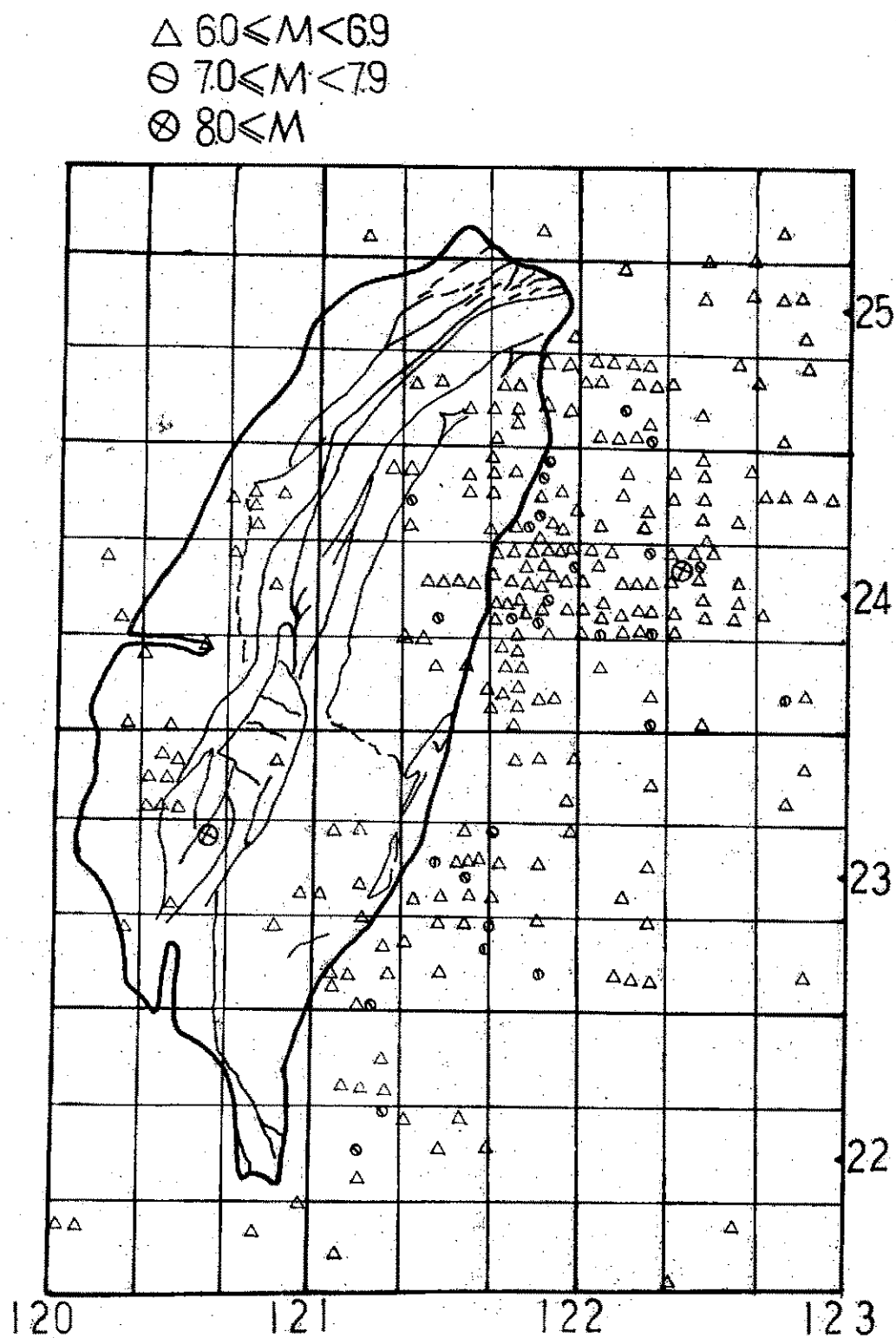
1/2	1/2	1/2	2	1/2	1	1/2	1	1/2	25
1/2	1/2	1/2	1/2	2	2	1	1	6	
1/2	1/2	3	1/2	2	12	8	3	2	
1/2	1/2	4	1	2	13	9	6	4	
1/2	2	3	2	6	19	15	13	1/2	24
1/2	9	1	1/2	8	9	4	2	2	
2	15	1	1/2	2	2	1	1	1	
6	1	2	2	8	3	2	1/2	1/2	
1	1/2	1/2	6	4	5	2	3	1	23
1/2	1	1/2	4	1/2	1/2	1/2	1	1/2	
1	1/2	1	4	2	1/2	1/2	1/2	1/2	
1	1/2	1	2	1/2	1/2	1/2	1	1/2	

120

121

122

123



圖三 臺灣地震分佈圖 (1800-1900)

，統計每一小地區（或元素）內地震數目（儀器記錄的），見表三，由假設二得知，在1800至1900年之間所發生地震的位置分佈應該相似，而每一小地區的地震數目，可按時間的長短成比例的增加。

在第二項基本假設中，假定兩段相隣的時間內，其位置的分佈相似，但沒有保證完全相同，因為在某一元素內，在1900—1976年之間，沒有發生地震，但不能完全排除在1800—1900年內不發生地震，只是機會較小而已，所以在所有的空白元素內（1900—1976年不發生地震的小地區），均給予一

個較小的機遇率，承認其有發生地震的可能性，目前本文暫給予機率為0.5個（見表三），每個元素內之地震數目與地震總數（324）之比值，為該元素地震可能出現的機率。

由電腦產生的一組隨機數，若其數值介於某一元素之出現機率之間，則指定該次地震之位置，在該元素內。在同一元素內，每一點發生之位置，假設相等，如此所得結果，如（圖三）所示。

根據上面所述方法，可得到324個地震，其時間，位置，規模詳見（表四）。

表四 根據本文方法，設計一程式，推算1800年至1900年地震規模，位置及時間

時 間 (年)	規 模	位 置		時 間 (年)	規 模	位 置	
		經 度	緯 度			經 度	緯 度
0.17	6.00	121.9	25.0	11.77	6.00	122.0	24.8
0.99	6.00	121.5	22.6	11.81	7.22	122.3	24.2
1.15	6.04	121.2	22.3	11.88	6.03	122.6	24.0
1.78	6.66	120.5	23.7	11.90	6.00	121.3	2.25
1.88	6.02	120.5	23.2	12.38	6.63	121.8	24.2
1.93	6.03	121.4	22.8	12.82	6.00	121.9	23.6
2.52	6.00	122.1	22.9	13.01	6.02	122.3	24.8
2.76	7.23	120.3	23.3	13.45	6.00	122.7	23.8
2.95	6.00	122.6	24.7	14.01	7.23	121.6	23.9
3.05	9.00	121.4	23.4	14.24	7.20	121.1	22.9
5.42	6.05	122.1	24.0	14.81	6.00	121.1	22.2
6.45	6.60	121.8	25.0	15.12	6.67	120.5	23.4
6.53	6.00	121.1	22.8	15.14	6.63	122.3	22.6
6.57	6.62	120.7	24.3	15.54	6.00	122.0	23.9
6.61	6.00	122.3	23.9	16.21	7.21	121.9	24.7
6.63	6.02	122.5	24.4	16.23	6.00	120.3	23.4
6.68	6.00	122.3	24.6	16.41	6.58	121.6	23.7
7.40	6.00	121.7	23.6	17.08	6.00	120.6	23.2
7.98	6.01	122.0	24.0	17.34	8.20	122.5	24.1
8.23	6.00	122.6	23.9	17.52	6.00	121.1	23.8
8.39	6.00	122.1	24.3	17.72	7.20	122.2	22.6
9.09	6.06	122.1	23.9	18.28	6.00	121.8	24.1
9.11	6.00	122.7	24.4	18.39	6.00	122.6	24.8
9.66	6.65	120.4	23.3	18.49	6.60	122.2	24.8
9.82	6.59	120.5	23.4	18.79	6.00	120.8	21.6
10.10	6.95	122.3	24.5	19.19	6.02	122.5	23.9
10.17	6.64	122.4	24.6	19.40	6.00	140.4	23.3
10.65	6.00	120.2	22.0	19.47	6.04	122.6	24.2
11.10	7.22	121.3	23.8	20.19	6.06	120.5	23.3
11.38	6.00	123.0	24.5	20.26	6.00	123.3	24.5
11.73	6.00	122.2	23.9	20.84	6.00	121.8	24.7

21,59	6,00	122,3	23,8	34,86	6,60	122,1	24,0
21,93	6,00	121,1	22,6	34,97	7,23	122,5	24,8
22,40	6,59	122,1	23,7	35,15	6,00	122,2	25,0
22,77	6,00	121,7	23,9	35,24	7,22	122,7	23,9
23,10	7,22	121,3	22,7	35,40	6,58	122,4	24,1
23,45	6,58	121,5	23,7	35,78	6,57	122,2	22,8
23,50	6,00	121,1	22,7	37,02	7,21	122,0	23,6
23,74	6,00	121,8	23,5	37,16	6,59	121,1	23,1
23,79	6,66	121,3	24,8	38,05	6,00	121,9	24,6
24,95	7,20	122,9	24,6	38,84	6,00	123,0	22,4
25,00	6,00	122,0	24,3	39,20	7,23	120,4	23,4
25,56	6,01	121,4	23,5	39,57	6,00	120,0	23,1
25,65	7,20	120,8	21,9	39,73	6,57	122,8	25,0
25,90	6,02	121,7	23,0	40,25	6,61	122,6	22,5
26,13	6,01	121,5	25,0	40,34	6,00	120,6	23,4
26,62	7,23	122,2	23,5	41,19	6,00	122,3	24,7
26,66	6,62	121,4	23,6	41,27	6,02	120,5	23,7
27,29	6,58	120,4	23,2	41,97	7,19	122,0	22,9
27,37	6,00	121,9	22,6	41,99	6,00	121,9	24,4
27,68	6,00	121,3	21,5	42,00	6,00	122,3	24,4
28,17	6,57	121,8	24,4	42,00	6,01	122,6	23,9
28,63	6,00	120,2	21,6	42,07	6,68	122,8	23,6
28,75	6,00	121,4	23,1	42,15	6,61	121,6	23,6
28,77	6,59	122,5	23,4	42,51	6,02	121,9	23,9
28,93	6,00	122,5	23,8	42,62	7,21	121,7	23,7
29,01	6,63	121,9	24,0	43,07	6,00	122,1	23,9
29,51	6,00	120,5	23,7	43,74	6,60	120,4	23,3
29,53	6,80	120,1	22,1	44,05	6,02	122,9	24,9
29,69	6,00	121,6	23,6	44,06	6,04	121,7	24,0
29,71	6,00	121,1	22,2	44,42	6,00	121,7	24,3
29,86	6,00	120,6	23,7	44,36	7,22	121,3	22,2
29,91	6,03	122,1	24,0	44,38	6,00	120,9	23,9
30,40	6,66	122,0	24,0	45,06	6,00	121,8	23,6
30,58	6,00	121,7	23,5	45,08	6,00	122,0	24,5
30,92	6,04	122,0	24,6	45,40	6,62	121,6	22,9
31,06	6,03	121,6	22,7	45,77	6,00	122,8	25,1
31,67	6,00	120,8	23,0	46,26	6,60	121,5	25,1
31,97	6,00	122,7	25,2	46,88	6,63	121,6	22,9
32,00	6,00	122,3	22,9	46,96	6,66	121,6	22,7
32,67	6,00	120,6	23,2	48,18	6,00	122,5	24,8
33,12	6,00	122,3	24,1	48,58	6,00	121,9	21,6
33,28	6,00	121,9	23,8	48,62	6,00	123,0	24,7
33,38	6,00	121,8	23,8	49,05	6,00	122,4	24,3
34,52	6,00	120,9	23,9	49,31	6,00	122,4	24,6
34,81	6,59	121,8	23,7	49,36	6,00	123,0	23,4
34,86	6,00	121,2	24,1	49,39	6,00	122,3	24,2

49,47	6,67	121,8	24,0	64,25	7,19	122,9	24,3
49,59	6,00	120,7	24,7	64,30	6,00	122,1	23,8
50,00	6,00	121,5	23,5	64,51	6,00	121,8	23,4
50,19	6,00	121,9	23,6	64,79	7,19	121,8	24,2
50,61	6,61	122,9	25,1	64,81	6,63	122,6	23,3
50,78	6,00	122,1	24,0	64,91	6,00	122,5	24,0
51,02	6,00	121,3	23,0	64,92	7,22	120,2	21,6
52,19	6,00	121,7	23,7	64,98	6,00	120,7	23,5
52,47	7,74	121,9	22,7	65,09	6,68	122,1	23,7
52,50	6,00	121,9	23,8	65,18	7,21	121,1	22,0
52,79	6,00	120,5	22,9	65,49	7,21	122,3	23,9
54,70	6,00	122,4	24,4	65,55	6,66	122,0	24,0
54,81	6,00	121,3	22,3	65,94	7,21	121,7	24,6
55,11	6,21	121,7	24,9	66,53	6,62	122,0	22,8
55,15	6,00	122,3	23,7	66,54	6,00	120,9	23,0
56,55	6,67	120,5	23,6	66,60	6,00	122,6	23,7
57,45	6,00	121,4	23,9	66,68	6,00	122,2	24,1
57,87	6,00	122,1	24,1	66,89	6,03	120,8	24,1
58,10	6,00	121,3	22,5	67,01	6,00	121,5	23,1
58,11	6,57	121,5	22,1	67,26	6,00	121,7	23,1
58,39	6,00	122,4	23,4	68,13	6,00	121,9	22,5
58,56	6,00	121,7	24,2	68,60	6,00	120,5	23,2
59,11	6,01	122,9	22,1	68,72	6,00	122,9	23,8
59,27	6,05	121,5	23,0	69,01	6,58	121,7	24,7
59,32	6,00	122,6	23,9	69,28	6,00	122,9	24,4
59,67	6,65	122,0	25,0	69,80	8,20	120,4	23,2
59,72	6,00	120,4	23,5	70,50	6,05	121,7	22,9
59,75	6,00	122,2	24,0	70,60	6,66	122,2	24,2
59,93	6,00	121,2	22,5	70,89	7,19	122,7	24,0
59,98	6,58	122,5	23,9	71,35	6,00	122,8	25,0
60,18	6,00	121,1	22,7	71,53	6,00	122,9	24,2
60,66	6,00	120,6	23,6	72,23	6,00	122,0	24,3
60,72	7,23	120,1	21,9	72,49	6,00	121,7	22,7
61,26	6,05	120,9	23,1	72,58	6,00	122,5	24,0
61,29	6,00	120,2	23,1	72,90	6,00	122,1	22,6
61,57	6,58	121,6	22,1	73,18	6,00	121,6	23,6
61,70	6,00	121,9	24,1	73,60	7,20	122,9	23,8
62,26	6,00	121,5	24,6	73,69	6,67	121,8	24,3
62,54	6,00	121,7	23,1	73,72	6,00	120,5	23,4
62,71	6,00	120,4	23,3	73,79	6,68	121,3	24,3
62,86	7,75	122,9	25,1	74,20	6,03	121,8	24,0
63,41	6,00	122,7	22,5	74,35	6,62	121,7	23,7
63,42	6,00	121,6	25,1	74,48	7,23	123,0	23,3
63,78	6,58	120,4	23,2	74,60	7,22	121,4	23,0
64,14	7,20	121,6	24,0	74,79	6,00	121,1	22,9
64,23	6,00	121,7	23,6	75,03	6,00	122,4	23,9

75.36	60.0	121.2	24.0	86.65	6.00	122.1	24.6
76.03	7.21	120.3	23.4	86.68	6.00	120.9	24.4
76.16	6.00	122.1	24.4	86.71	6.00	121.5	24.3
76.29	6.01	121.8	24.7	87.32	6.00	121.8	23.1
76.43	6.00	122.4	24.4	87.51	6.00	121.9	23.8
76.79	6.57	122.1	24.3	87.59	6.68	122.2	23.9
76.94	6.00	122.5	23.9	88.99	6.00	122.2	24.1
77.18	6.04	122.3	23.9	89.75	6.00	122.1	24.4
77.54	6.00	122.3	24.1	89.97	6.59	122.4	22.5
77.99	6.06	122.0	24.1	90.36	6.00	121.7	22.6
78.36	6.64	122.1	24.9	90.49	6.00	122.3	23.9
78.43	7.19	122.4	22.7	90.98	6.00	122.2	24.8
79.13	6.61	122.1	23.7	91.02	7.20	120.6	22.9
79.51	6.61	121.2	21.9	91.50	6.00	122.0	23.1
79.79	6.64	121.8	24.8	91.71	6.00	122.2	24.4
80.96	6.58	127.7	23.8	91.71	6.59	120.1	21.9
81.12	7.22	120.7	24.5	92.27	6.66	120.6	23.2
81.51	6.00	121.5	24.2	92.67	6.00	121.2	22.2
81.72	6.00	122.5	23.8	92.97	6.00	121.7	24.2
81.73	6.00	121.0	24.3	93.01	6.00	122.2	24.7
82.39	6.00	122.5	22.8	93.11	6.65	122.6	24.0
82.41	6.00	121.8	24.4	93.22	6.68	121.8	23.5
82.43	6.60	121.2	22.3	93.50	6.00	120.8	24.3
82.44	7.19	121.5	23.5	93.93	7.75	120.9	24.1
82.84	6.00	122.7	24.4	94.53	6.00	121.3	22.1
83.64	6.00	121.6	22.9	94.59	6.00	121.8	24.4
83.74	6.00	121.6	24.7	95.12	7.20	122.1	24.1
83.78	6.00	122.1	24.5	95.36	6.00	122.3	23.1
83.93	6.58	121.5	22.7	95.39	7.74	121.8	24.6
84.26	6.00	122.2	25.1	96.45	6.67	120.4	23.4
84.66	6.00	121.8	23.6	98.03	6.60	121.5	25.0
85.01	6.00	120.5	23.2	98.70	6.67	121.3	23.8
85.39	6.00	122.5	24.4	98.87	6.61	121.9	24.0
85.41	7.24	120.9	24.3	98.93	6.00	122.5	24.2
85.58	6.00	121.8	24.7	99.16	6.00	122.7	23.8
85.79	6.63	121.9	24.3	99.24	7.20	121.7	23.9
86.15	6.00	122.6	24.3	99.27	6.61	122.2	23.6
86.26	6.00	120.6	23.3	99.34	6.00	123.0	22.7
86.28	6.00	121.8	23.9	99.88	7.21	122.7	24.1
86.47	6.00	121.3	23.1	100.00	6.60	121.7	23.5

五、結果與結論

利用前節的方法，建立過去的地震資料，可以得到下面幾點結論：

(一)比較(圖一)與(圖三)，可以看出過去地震資料建立而得到的地震位置分佈與已有地震資料

相符合，利用較多的地震資料，可以從事臺灣地區地震特性之研究與及工程設計上的應用。

(二)因為過去 100 年中，記錄的地震資料可以採用的太少，所以在本文中利用時間檢定，採用的標準比較寬，若能從歷史的記載中，收集到更詳細的資料，可以使結果更可靠、可信。

曰本文中，依經緯度將臺灣地區分區，若有更多的資料，再細分此分區，將可得到更理想的結果。

四利用本文的方法，可以推廣求過去幾百年的地震資料，供學術研究及工程設計的參考。

本文承蒙熊雲媚先生的協助，得以順利完成，謹致謝意。

參考資料

- (1) Lee W.H.K. F.T. Wu and S. C. Wang (1976) "A Catalog of Instrumentally Determined Earthquakes in China"

B.S.S.A Vol 68, pp 383-398

- (2) 方豪 二十世紀以前臺灣地震記錄彙考

- (3) Boniila, M. G. (1975) "A Review of Recently Active Faults in Taiwan" U. S Geological survey, open file report 75-41, Menlo Park

- (4) Hsu, Ming-tung (1971) "Seismicity of Taiwan and Some Related problem" International Institute of Seismological and Earthquake Engineering, Vol8, pp 41-160

- (5) Kichter, C.F. "Elementary Seismology"

氣象學報徵稿簡則

- 一、本刊以促進氣象學術之研究為目的，凡有關氣象理論之分析，應用問題之探討，不論創作或譯述均所歡迎。
- 二、本刊文字務求簡明，文體以白話或淺近文言為主體，每篇以五千字為佳，如長篇巨著內容特佳者亦所歡迎。
- 三、稿件請註明作者真實姓名、住址及服務機關，但發表時得用筆名。
- 四、譯稿請附原文，如確有困難亦請註明作者姓名暨原文出版年月及地點。
- 五、稿中引用文獻請註明作者姓名、書名、頁數及出版年月。
- 六、惠稿請用稿紙繕寫清楚，並加標點。如屬創作論著稿，請附撰英文或法、德、西文摘要。
- 七、本刊對來稿有刪改權，如作者不願刪改時請聲明。
- 八、惠稿如有附圖務請用墨筆描繪，以便製版。
- 九、來稿無論刊登與否概不退還，如須退還者請預先聲明，並附足額退稿郵資。
- 十、來稿一經刊登、當致薄酬，並贈送本刊及抽印本各若干冊。
- 十一、惠稿文責自負、詳細規定請據本學報補充稿約辦理。
- 十二、惠稿請寄臺北市公園路六十四號中央氣象局氣象學報社收。

(請參閱補充稿約)

民國六十八年北太平洋西部颱風概述

A Brief Report on Typhoons in the Western North Pacific in 1979

ABSTRACT

There were twenty eight tropical cyclones occurred in the western North Pacific in 1979. Twenty three of them matured to reach the intensity of typhoon. Following the typhoon grades* employed by the Central weather Bureau, eight typhoons (Andy, Hope, Judy, Owen, Sarah, Tip, Vera and Abby) developed to be SEVERE; Six out of the twenty three (Bess, Cecil, Ellis, Irving, Lola and Mac) were of the intensity of MODERATE typhoon and nine (Dot, Faye, Gordon, Ken, Nancy, Pamela, Roger, Wayne and Ben) fell in the WEAK typhoon grade. JTWC at Guam classified Hope, Judy, Tip and Vera as the super typhoons of this year due to their extreme intensity with maximum surface winds 130 kts (66.9 m/s) or above.

Hope and Irving invaded Taiwan in July and August respectively, but they caused only slight damage and casualties since they passed by on the adjacent waters of Taiwan and made no landfall on this island.

In the monthly distribution of typhoons in this year, it is seen that there were only two typhoons in August, about four typhoons less than the monthly average of 5.8 typhoons in August based on the data from 1947 to 1978.

Eight typhoons (Hope, Irving, Mac, Nancy, Roger, Sarah, Tip and Vera) with interesting tracks or features were discussed in detail. The most intensive typhoon of the year is Tip, Its minimum sea level pressure was 870 mb with the maximum surface wind 165 kts. JTWC claimed it was the most severe typhoon of the century, but according to the data available in C. W. B., Tip's intensity was the second to typhoon Nancy which reached the lowest pressure 846 mb with the maximum surface wind 200 kts on the 13th of September 1961.

The calculation of the errors for the 24 hours typhoon position forecasts during typhoon warning periods in this year was computerized, in which the initial position errors and the errors due to the map projection were excluded. It makes the comparison possible among the different forecasting methods employed in the Central Weather Bureau.

註：按中央氣象局颱風強度之分類：輕度颱風近中心之最大風速為 17.2 至 32.6 每秒公尺，中度颱風近中心之最大風速為 32.7 至 50.9 每秒公尺，強烈颱風近中心之最大風速為 51.0 每秒公尺或以上。又按關島美軍聯合颱風警報中心之分類，以近中心最大風速為 66.9 每秒公尺或以上之颱風稱為超級颱風。

* Typhoon Intensity Grades by C. W. B.

WEAK typhoon.....max. surface wind 17.2 m/s to 32.6 m/s

MODERATE typhoon.....max. surface wind 32.7 m/s to 50.9 m/s

SEVERE typhoon.....max. surface wind 51.0 m/s and above

一、總 論

(一)本年內颱風發生之次數

民國 68 年 (以後簡稱本年) 在北太平洋西部共發生熱帶氣旋 28 次, 發展成颱風 (註) 者共有 23 次; 其中屬輕度颱風者 9 次, 屬中度颱風者 6 次, 屬強烈颱風及超級颱風者各為 4 次。各颱風之紀要, 詳見表 3。各颱風之公報中心位置 (Bulletin Position) 則如表 18 所示。

在此 23 個颱風中, 由於其位置迫近臺灣, 經中

央氣象局預測有侵襲臺灣及其近海之可能, 而發布颱風警報者共有 7 個颱風, 其中除 9 月份的奧文 (Owen) 及 10 月的狄普 (Tip) 僅發布海上颱風警報外, 其餘 5 次均發布海上陸上警報。此 5 次颱風為: 7 月份之 7905 號颱風艾勒士 (Ellis), 7907 號颱風戈登 (Gordon), 7908 號颱風賀璞 (Hope) 及 8 月份之 7909 號颱風歐敏 (Irving) 和 7910 號颱風茱迪 (Judy)。各颱風警報之歷程, 如表 1 所示。

表 1. 民國六十八年 (1979) 颱風警報統計表

Table 1. The summary of typhoon warnings issued by the Central Weather Bureau in 1979

次	強 度	警 報 種 類	颱風總號及名稱	發 布 日 時 分	解 除 日 時 分	發 佈 號 數	備	註
1	中 度	海上、陸上	7905 艾勒士 (ELLIS)	7 月 3 日 16 時 45 分	7 月 5 日 9 時 30 分	8	由呂宋島東方海面, 經巴士海峽南部, 東沙島附近而在廣東湛江附近登陸。	
2	輕 度	海上、陸上	7907 戈登 (GORDON)	7 月 27 日 10 時 10 分	7 月 29 日 9 時 20 分	9	由臺灣東南方海面, 經恒春附近海面。臺灣海峽南部而在汕頭附近登陸。	
3	強 烈	海上、陸上	7908 賀璞 (HOPE)	7 月 31 日 16 時 15 分	8 月 2 日 15 時 5 分	9	由臺灣東南方海面, 經巴士海峽而在澳門附近登陸。	
4	中 度	海上、陸上	7909 歐敏 (IRVING)	8 月 12 日 15 時 0 分	8 月 16 日 5 時 40 分	15	由臺灣東方海面向北北西進行經宮古島及石垣島之間再轉向北方而去	
5	強 烈	海上、陸上	7910 茱迪 (JUDY)	8 月 22 日 5 時 0 分	8 月 24 日 10 時 0 分	10	由臺灣東方海面向西北進行, 經宮古島東方近海, 繼續向西北進行。	
6	強 烈	海上	7915 奧文 (OWEN)	9 月 25 日 21 時 0 分	9 月 27 日 9 時 30 分	7	在臺灣東方海面, 沿 129°E 經線附近向北進行	
7	強 烈	海上	7919 狄普 (TIP)	10 月 15 日 16 時 0 分	10 月 18 日 14 時 10 分	13	由臺灣東方海面向北北西進行, 經那霸東方近海, 向東北向遠去。	

本年內未有直接登陸臺灣之颱風, 7 月份之賀璞及 8 月份之歐敏, 在臺灣近海通過, 僅使本省遭

受輕微損失。茲將此兩颱風侵臺期間之有關資料作成綱要表, 如表 2. 所示:

表 2. 民國六十八年侵臺颱風綱要表

Table 2. The summary of typhoons invaded Taiwan in 1979

颱風名稱	賀 璞 (HOPE)	歐 敏 (IRVING)
侵 臺 日 期	8 月 1 日	8 月 14 日—8 月 15 日
本省測得之最低氣壓 (mb)	976.6 (恒 春)	896.6 (鞍 部)
本省測得之持續最大風速 (m/s)	46.1 (蘭 嶼)	31.8 (蘭 嶼)
本省測得之瞬時最大風速 (m/s)	56.0 (蘭 嶼)	42.3 (蘭 嶼)
本省測得之最大總雨量 (mm)	26.9 (新 港)	327.7 (阿里山)
進 行 方 向	WNW	NNW
進 行 速 度 (km/HR)	20	14
通 過 地 點	恒春近海, 臺灣海峽南部	臺灣東方海面
登 陸 地 點	無	無

表3. 民國六十八年北太平洋西部地區颱風網要表

Table 3. The summary of typhoon data in the area of North-Western Pacific Ocean in 1979.

月 份	當 序	本年 編號 (公元)	颱風名稱	起 訖 時 間			發 生 地 點	成 輕 度 風 點 以 上 地 點		最大 風速 m/s	最 風 半 徑 (公里)		中 心 最 低 壓	最 大 移 行 速 度 (公里)	強 度 分 類	警 報 階 級	附 註
				全部起訖	輕度以上	中度以上		北 緯	東 經		7 級 (30哩)	10級 (50哩)					
1	1	7901	安迪 (ANDY)	02/01-14/01	2/01-14/01	06/01-13/01	威克島東南方海面	5.3	168.5	55	290	120	930	25	強烈		
3	1	7902	貝絲 (BESS)	20/03-25/03	21/03-25/03	22/03-25/03	關島西南方海面	12.3	138.2	40	200	140	955	22	中度		
4	1	7903	西仕 (CECIL)	11/04-21/04	12/04-21/04	14/04-16/04	雅浦島東南方海面	7.2	137.2	38	220	110	965	30	中度		
5	1	7904	黛特 (DOT)	11/05-15/05	13/05-14/05		菲島南部海面	13.2	119.3	20	110		985	20	輕度		
7	1	7905	艾勒士 (ELLIS)	01/07-06/07	01/07-06/07	03/07-04/07	菲島東方海面	13.4	132.0	45	240	90	950	20	中度	海上陸上	
7	2	7906	費依 (FAYE)	02/07-06/07	03/07-06/07		加羅林群島海面	9.1	143.2	28	240	150	990	20	輕度		
7	3	7907	戈登 (GORDON)	26/07-30/07	27/07-30/07		臺灣東南方海面	20.6	126.2	28	270	110	970	25	輕度	海上陸上	
7	4	7908	賀璞 (HOPE)	28/07-03/08	29/07-03/08	29/07-02/08	雅浦島北方海面	16.8	135.2	67	330	180	895	30	超強	海上陸上	侵台
8	1	7909	歐敏 (IRVING)	09/08-17/08	11/08-17/08	13/08-17/08	關島西北方海面	17.2	129.2	40	720	150	955	25	中度	海上陸上	侵台
8	2	7910	茱迪 (JUDY)	17/08-26/08	17/08-26/08	18/08-24/08	馬利安納群島海面	13.5	144.0	68	540	180	910	30	超強	海上陸上	
9	1	7911	肯恩 (KEN)	01/09-03/09	02/09-04/09		那霸島東方海面	27.2	130.8	25	210		990	25	輕度		
9	2	7912	羅拉 (LOLA)	03/09-08/09	04/09-08/09	04/09-07/09	硫磺島東南方海面	23.6	149.1	45	260	130	950	35	中度		
9	3	7913	麥克 (MAC)	16/09-23/09	16/09-23/09		菲島東方海面	13.8	127.8	36	180	60	950	40	中度		
9	4	7914	南施 (NANCY)	19/09-22/09	19/09-22/09		海南島東方海面	18.8	110.8	23	180		992	20	輕度		
9	5	7915	奧文 (OWEN)	22/09-01/10	23/09-01/10	25/09-20/09	雅浦島北方海面	12.3	136.1	51	470	290	920	48	強烈	海上	
9	6	7916	波密拉 (PAMELA)	25/09-26/09	25/09-26/09		關島西北方海面	19.5	142.0	18	150		994	40	輕度		
10	1	7917	羅杰 (ROGER)	03/10-07/10	04/10-07/10		馬利安納群島海面	21.7	135.2	23	450		984	65	輕度		
10	2	7918	莎拉 (SARAH)	04/10-15/10	05/10-15/10	07/10-13/10	菲島西方近海	13.9	119.3	50	450	140	925	26	強烈	海上	
10	3	7919	狄普 (TIP)	06/10-19/10	06/10-19/10	10/10-19/10	波那培島海面	7.2	153.4	85	1111	360	870	95	超強		
11	1	7920	薇拉 (VERA)	02/11-07/11	02/11-07/11	03/11-07/11	加羅林群島海面	7.3	145.6	65	450	225	920	38	超強		
11	2	7921	韋恩 (WAYNE)	08/11-11/11	09/11-11/11		雅浦島西北方海面	16.0	129.0	25	270		990	25	輕度		
12	1	7922	艾貝 (ABBY)	02/12-14/12	02/12-14/12	11/12-14/12	波那培島東方海面	5.7	160.1	50	405	160	955	65	強烈		
12	2	7923	班恩 (BEN)	21/12-23/12	21/12-23/12		菲島東方海面	11.5	125.9	28	180	30	990	55	輕度		

(一) 本年內颱風發生之月份分配

本年所發生之23次颱風，在各月份之分配及所佔百分比如圖1及圖2所示：

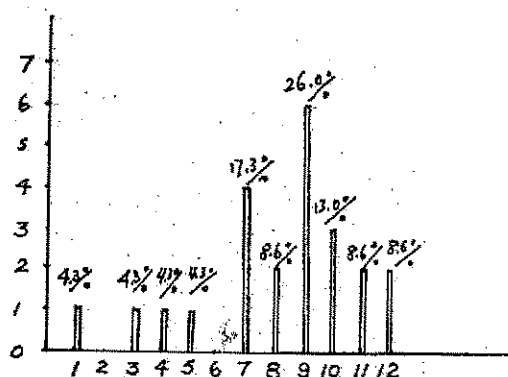


圖1. 民國六十八年間颱風發生次數及其百分率

Fig 1. The monthly frequency distribution of typhoons in 1979

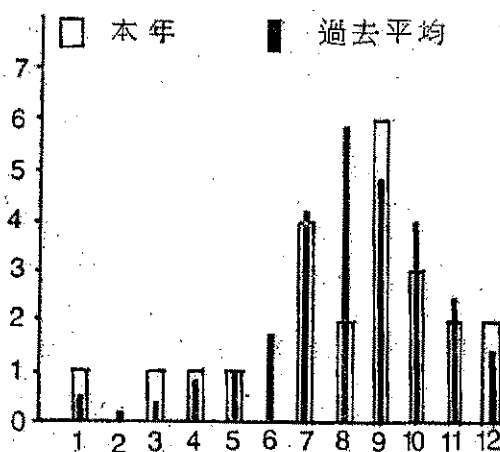


圖2. 過去32年與今年各月發生颱風次數之比較

Fig 2. The monthly Comparison between the number of typhoons occurred in 1979 with the average Since 1947

圖中顯示本年1月、3月、4月及5月各發生颱風1次，各佔全年總數之4.3%；8月、月11及12月各發生颱風2次，各佔全年總數之8.6%；7月份發生颱風4次佔總數之17.3%；10月份發生3次，佔全年總數之13.0%；9月份共發生颱風6次，佔全年總數之26.0%，是本年的最高數；2月及6月未有颱風發生。本年各月發生颱風次數與過去32年（1947年至1978年）各月平均數之比較，如圖(2)所示，可見8月份發生颱風2次較月平均之5.8次相差幾達4次之多。茲將本年內各月在北太平洋出現的颱風與過去32年之紀錄列表，如表(4)所示。

(二) 本年內颱風發生地區及強度

本年內颱風發生的地區，如圖(3)及表3所示，分佈極為均勻。諸颱風在生命過程中所達最大強度亦如表(1)中所示。其中計有超級颱風4次，即7月份的賀模，8月份的萊迪，10月份的狄普及11月份的薇拉。狄普颱風為本年超級颱風中最為強大大者，其中心氣壓曾深達870毫巴，暴風半徑廣達1111公里，近中心最大風速為每秒78公尺。

二、各月颱風概述

(一) 一月：本年1月2日，安迪 (Andy, 原名 Alice) 颱風被發現於北緯 5.3 度東經 168.5 度。編號為 7901 號颱風。

駐關島美軍在2日 0000Z 首次報告中，即報導近中心最大風速為每秒25公尺，中心氣壓為 985 mb，已為輕度颱風。此颱風初期在威克島東方海面向北緩慢移動，4日後即向西進行，平均移速每時15公里。6日 0600Z 變為中度颱風，近中心最大風速為每秒35公尺，中心氣壓為965毫巴。7日 1800Z 發展成強烈颱風，近中心最大風速為每秒53公尺，中心最低氣壓為935毫巴。但至8日 1800Z 再減弱為中度颱風，近中心最大風速為每秒45公尺。11日後此颱風向北進行，勢力逐漸減弱，14日晨消失於菲島東方洋面，生命期為15天。

(二) 三月：本月20日在關島西南方海面有熱帶低壓醞釀，至21日 0600Z 已發展成輕度颱風，定名貝絲 (Bess)，編號7902，以時速10-20公里向西北方向行進，22日 1200Z 發展成中度颱風後，轉向北方前進，23日 0000Z 後再轉東北加速而去。25日 0600Z 在父島 (Chichijima) 南方海面消失，生命期為6天。

(三) 四月：本月11日在雅浦島 (Yap) 東南方海面即有熱帶低壓生成，至12日 0000Z 發展成輕度颱風定名為西仕 (Cecil)，編號為 7903 號，以每小時15-20公里之速度向西北西移動，14日 1200Z 發展成中度颱風，繼向西北方行進。16日 1200Z 在菲列濱中部減弱為輕度颱風，旋折向東北方進行，19日後移速增加為每小時25公里或以上，21日 0000Z 再度減弱，在那霸島東方海面成為溫帶氣旋。共生存11天。

(四) 五月：本月11日 0000Z 在菲列濱南部陸地出現熱帶性低氣壓，向西北方向移動，13日 0000Z 後，折向東北移行，並於同日 1200Z 加深而達輕度

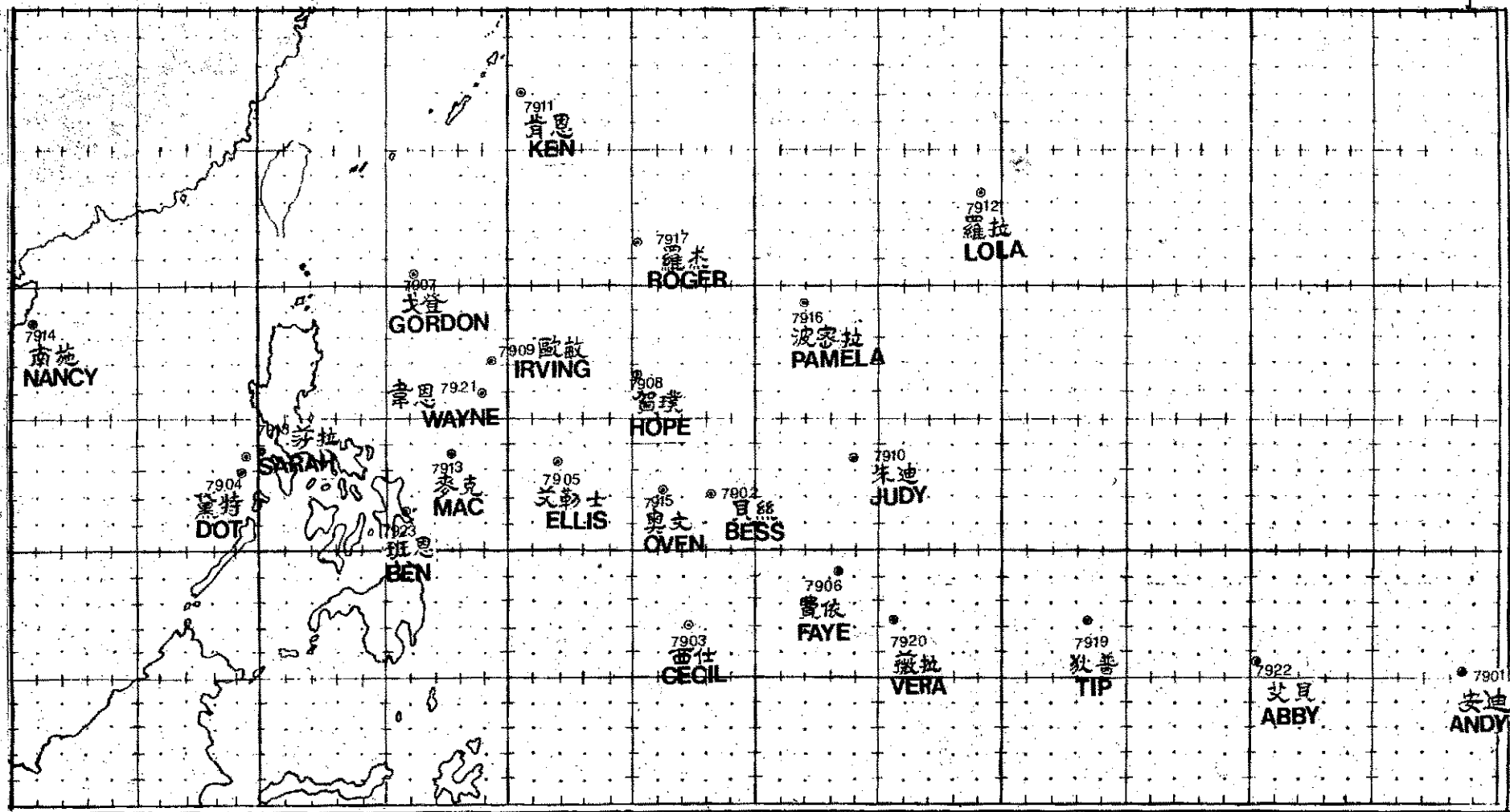


圖 3. 颱風生成源地分布圖

Fig. 3. Position of Typhoon formations in 1979

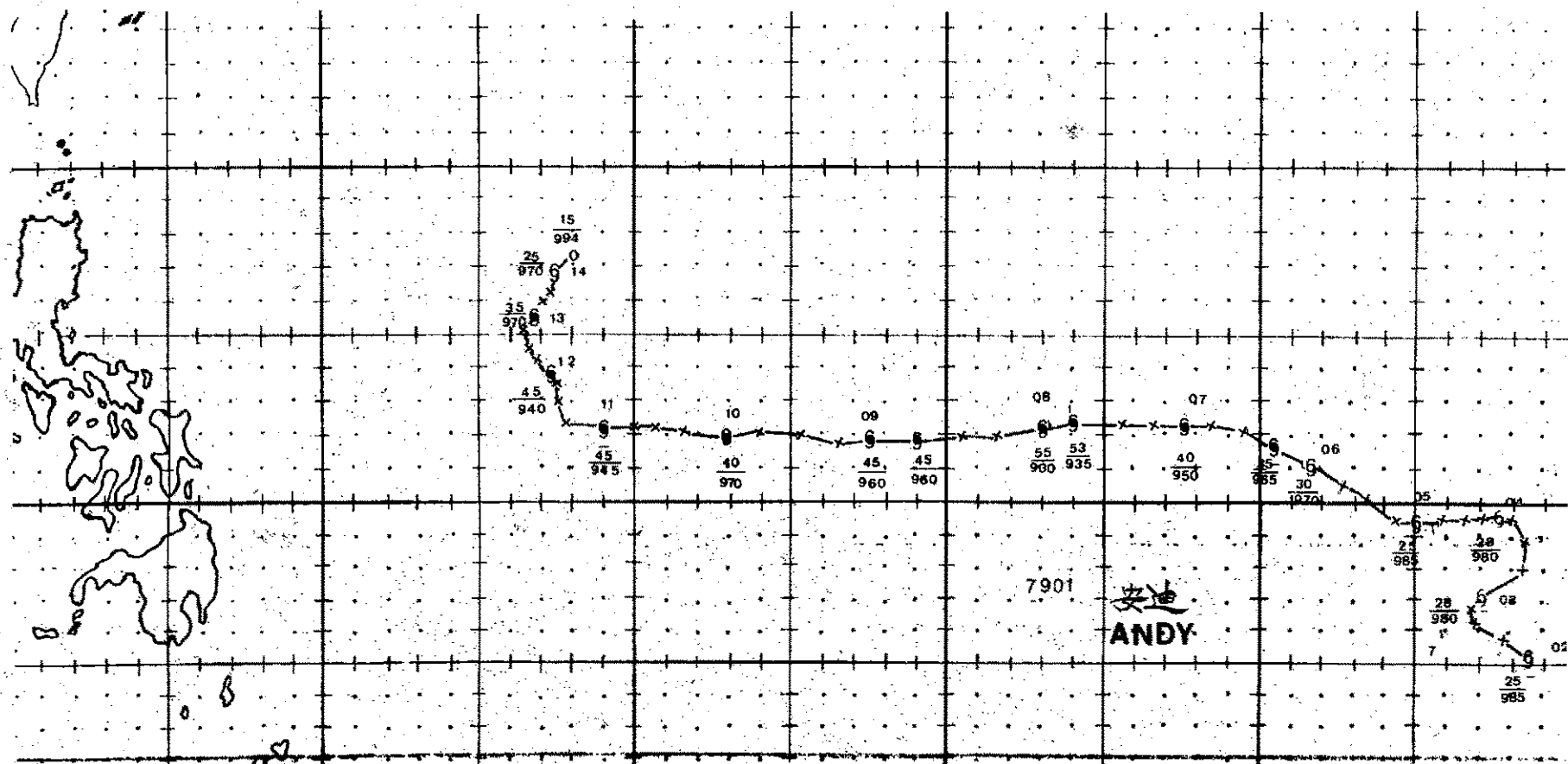


圖 4. 民國六十八年一月颱風路徑圖
Fig. 4. Typhoon tracks in January 1979

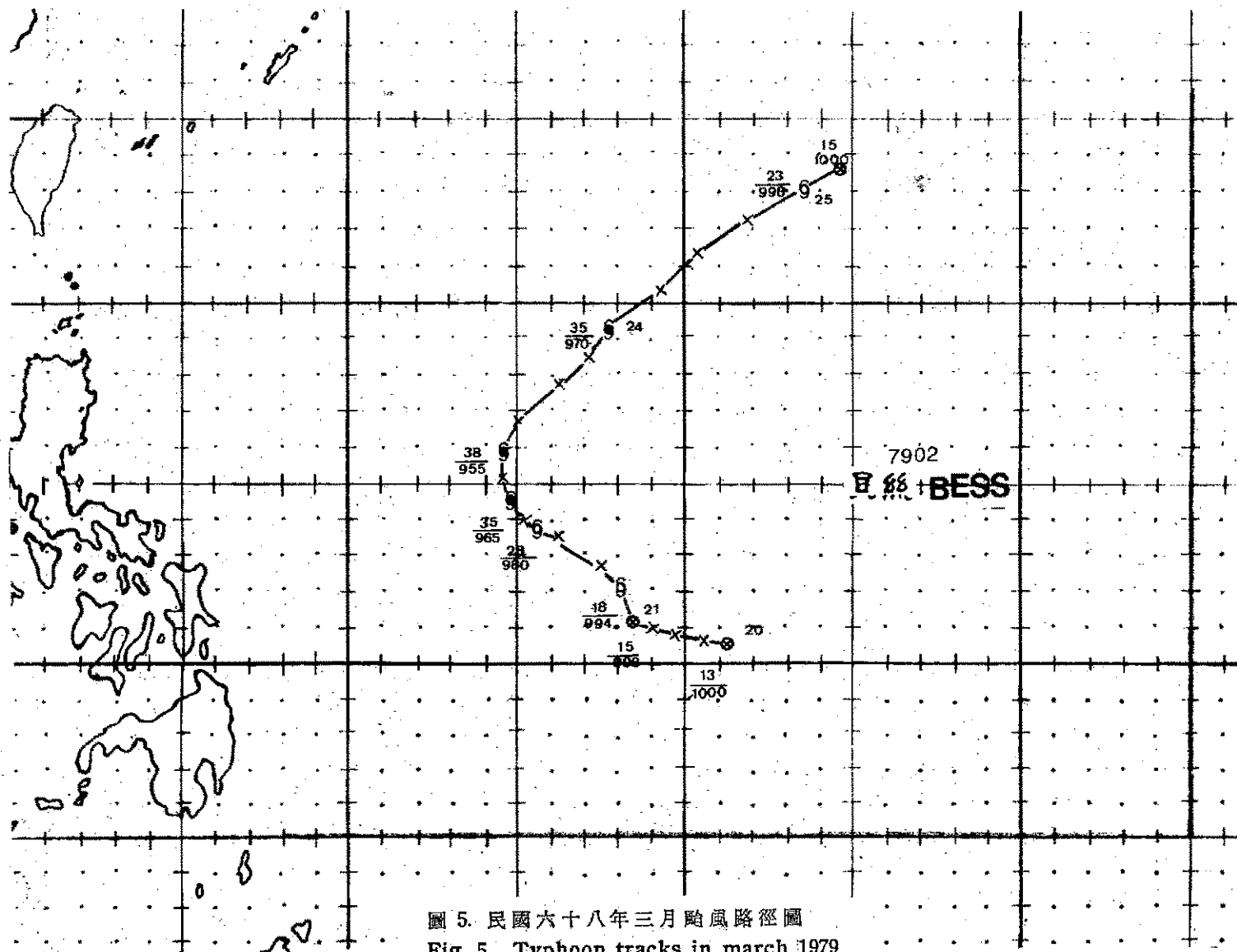


圖 5. 民國六十八年三月颱風路徑圖
Fig. 5. Typhoon tracks in march 1979

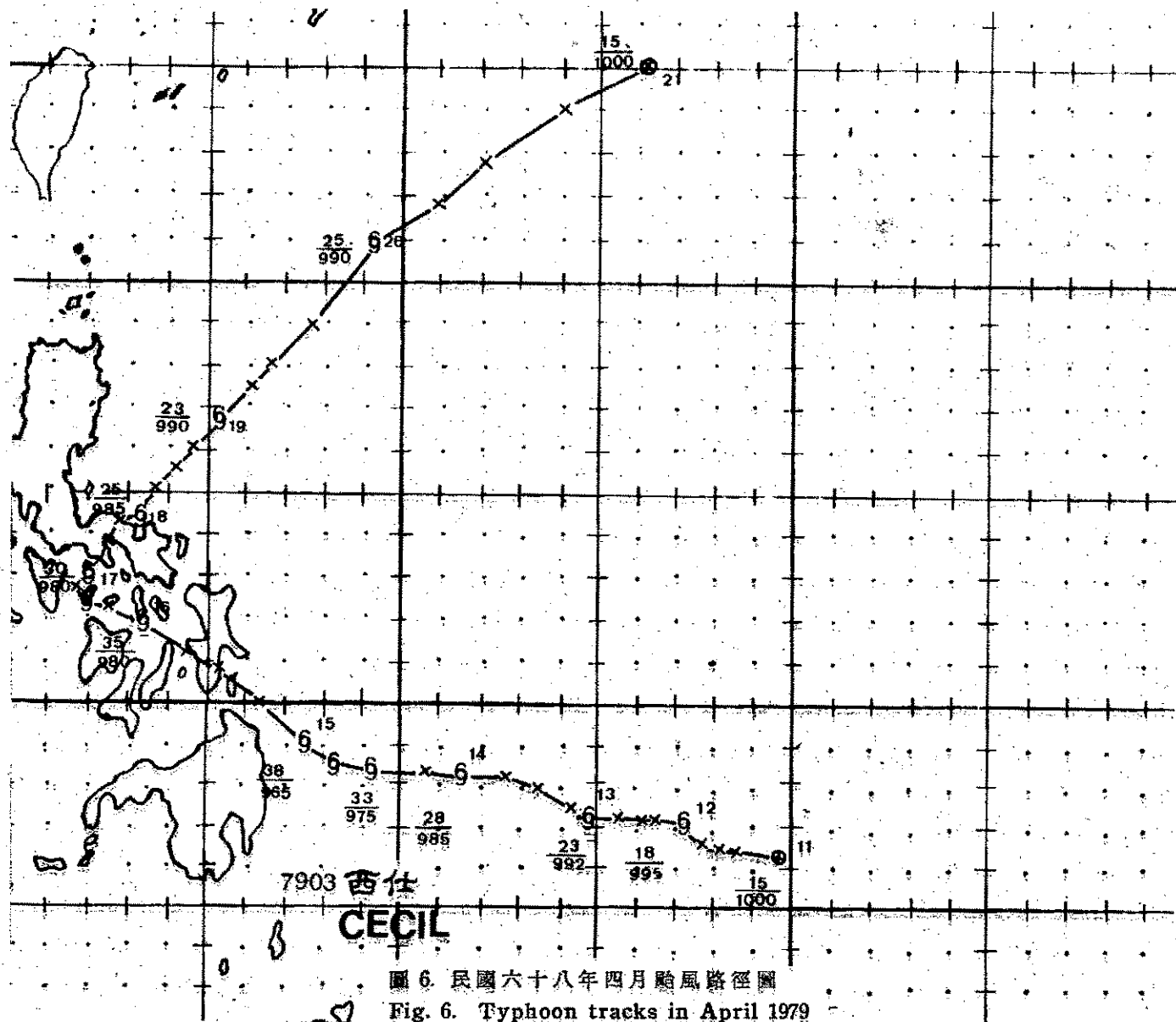


表4. 1947年以來北太平洋西部各月颱風次數統計表

Table 4. The Summary of typhoon occurrence in North Western Pacific since 1947.

年 度	月 份	1 月			2 月			3 月			4 月			5 月			6 月			7 月			8 月			9 月			10 月			11 月			12 月			全 年		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1947	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1	3	0	0	2	2	1	4	2	0	6	4	1	3	3	0	1	1	0	22	14	4	
1948	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	3	1	0	4	1	1	8	2	0	6	4	2	6	1	0	3	2	0	2	1	0	36	14	3	
1949	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	6	2	1	1	3	2	0	5	3	2	3	1	1	4	1	0	24	11	4			
1950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	2	1	1	5	1	0	18*	2	0	6	4	0	3	2	1	3	1	1	4	1	0	44	13	3
1951	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	1	1	0	3	1	0	3	2	1	2	2	1	4	3	1	1	1	0	2	2	0	21	13	3	
1952	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	3	1	1	5	2	0	3	3	1	6	5	0	3	3	2	4	3	0	27	20	5	
1953	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	1	1	6	5	2	4	1	1	4	4	0	3	1	0	1	1	0	23	16	5	
1954	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	5	3	1	5	5	1	4	3	0	3	3	2	1	0	0	21	16	4	
1955	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	2	1	0	7	5	0	7	3	1	3	3	0	3	2	0	1	1	0	1	1	0	28	19	1	
1956	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	0	0	0	1	0	0	2	2	0	5	4	1	6	5	3	1	1	0	5**	5	0	1	1	0	24	20	5	
1957	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	4	2	0	5	5	1	4	3	0	3	3	0	0	0	0	22	18	2		
1958	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	3	2	0	7	6	1	5	3	1	5	3	1	3	3	0	2	2	0	2	0	0	31	21	3	
1959	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	6	4	3	4	3	1	4	3	1	2	2	1	2	2	0	23	16	7	
1960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	3	3	1	3	2	1	9	8	3	4	0	0	4	4	0	1	1	0	1	1	0	27	21	6	
1961	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	2	1	3	1	0	5	3	1	3	3	2	7	5	2	4	3	0	1	1	0	1	1	0	29	20	6	
1962	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	0	5	4	1	8	8	2	3	2	1	5	4	1	3	3	0	2	0	0	29	24	5	
1963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	3	0	4	3	1	3	3	0	5	4	1	4	4	0	0	0	3	1	0	24	19	2		
1964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	7	6	0	6	3	0	7	5	0	6	3	0	6	3	0	1	1	0	37	25	0	
1965	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	1	3	2	1	5	4	1	7	4	1	6	3	0	2	2	0	2	1	0	1	0	0	34	18	3	
1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	0	1	1	0	5	3	0	8	6	1	7	4	2	3	2	0	2	0	0	1	1	0	30	20	4	
1967	1	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	6	5	1	8	4	1	7	4	0	4	3	1	3	3	1	1	0	0	35	22	4	
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	3	2	1	8	6	0	3	3	2	6	5	0	4	4	0	0	0	27	23	3		
1969	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	4	3	1	3	3	1	3	3	1	2	1	0	0	0	19	15	4		
1970	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3	0	0	6	4	0	5	2	1	5	4	0	4	1	0	0	0	26	13	1		
1971	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	3	0	4	1	0	2	2	0	8	6	0	4	3	0	6	5	2	4	3	0	2	1	0	0	0	35	24	2		
1972	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	1	0	5	5	0	5	3	1	5	4	0	5	4	0	2	2	0	3	2	0	30	23	1	
1973	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4	1	5	2	0	2	2	0	4	3	1	3	9	0	0	0	21	11	2		
1974	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	3	1	0	5	2	1	5	2	0	5	3	1	4	4	1	4	2	0	2	0	32	15	3		
1975	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	4	1	5	4	1	5	3	1	3	2	0	0	0	20	14	3		
1976	1	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	4	2	0	4	1	1	5	4	0	1	1	0	1	1	0	2	0	0	25	16	1	
1977	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	3	2	2	0	1	5	2	0	4	3	0	1	1	0	2	2	0	19	11	3	
1978	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	1	4	3	0	7	3	1	5	4	0	4	3	1	3	1	0	0	0	23	15	3		
總 數	17	7	0	8	2	0	13	4	0	25	18	0	33	25	3	54	34	8	131	83	18	184	104	27	153	106	28	128	94	12	83	56	7	44	23	0	873	560	105	
平 均	0.5	0.2	0.0	0.2	0.1	0.0	0.4	0.1	0.0	0.8	0.6	0.1	1.0	0.8	0.1	1.7	1.1	0.2	4.1	2.6	0.6	5.8	3.3	0.8	4.8	3.3	0.9	4.0	3.0	0.4	2.6	1.8	0.2	1.4	0.7	0.0	27.3	17.5	3.3	
1979	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	4	2	1	2	2	1	6	2	0	3	2	0	2	1	0	2	0	0	23	13	2	

註：I. 為輕度級及以上之颱風次數（亦即包含「熱帶風暴」在內，中心最大風速在每秒 17 公尺級以上者）。

II. 為中度級及以上之颱風次數（亦即正式達於颱風強度，中心最大風速在氣秒 32 公尺級以上者）。

III. 為颱風（包括輕度）侵襲之次數（中心登陸或風暴侵襲臺灣而有災難者）。

* 此 18 次均為小型之輕度颱風，為時短暫。其中有名稱者僅 4 次，此 4 次可能抵達颱風強度。惟根據美軍之統計資料（參閱 U. S. Asian Military weather Symposium, 1960）該月正式達颱風強度者 2 次，故此為據。詳細情形可參閱本專題報告第 83 號。

* 過去本局為 4 次，今根據美軍資料（同上）及颱風名稱英文字母次序更正為 5 次。

颱風強度，定名為黛特 (Dot)，編號為 7904 號、中心最低氣壓為 990 毫巴，近中心最大風速為每秒 20 公尺，繼續向東北方向移行，但至 14 日 1200Z 減弱成熱帶性低壓，15 日 1200Z 消失於呂宋島東方海面，此颱風生成於菲島海面，消失於菲島海面，前後雖有 6 日之久，但輕度颱風階段僅 24 小時，為本年颱風中生命最長者。

因七月：本月份內共發生颱風 4 次，概述於下：(見圖 8)。

7 月 1 日 0000Z 在菲島東方海面出現艾勒士 (Ellis) 颱風，編號為 7905，在最初報告中近中心最大風速已為每秒 18 公尺，中心氣壓 996 毫巴，已屬輕度颱風，平均以每小時 18 公里之速度向西北西進行，2 日 1800Z 已發展成中度颱風，自 3 日 0000Z，轉向西北移行，強度略增，近中心最大風速增至每秒 45 公尺，中心最低氣壓為 950 毫巴，適於此時位於中國大陸東南部高空脊線處，勢力略有增強，使此颱風於 4 日 0000Z 進入巴士海峽，然後改向西北西進行，威力稍減，變成中度颱風，後在廣東南部登陸消失，前後共歷 6 日。此颱風在 3 日之路徑偏向西北，有侵襲本省之可能，故中央氣象局於 3

日 0745Z 發佈海上陸上颱風警報，至 5 日 0030Z 解除。此颱風之生命期為 7 天。

當艾勒士颱風在菲島東方海面加強並向西北行進之同時，7 月份第二個颱風已醞釀於加羅林羣島海面，3 日 0000Z 發展成輕度颱風，命名為費依 (Faye) 颱風，近中心最大風速為每時 18 公里，中心最低氣壓 995 為毫巴，向西北西或西北方行進，強度未見增加，至 6 日 0600Z 消失於雅浦島 (Yap) 西北方洋面。

戈登 (Gordon) 颱風未達颱風強度前之熱帶性低壓，於 7 月 26 日 0600Z 生成於臺北東南方約 1100 公里之海上，向西北西移動，27 日 0000Z 勢力加強而成輕度颱風，近中心最大風速為每秒 18 公尺，中心最低氣壓為 994 毫巴，續向西北前進，始終保持輕度颱風之強度，經巴士海峽，恆春近海及臺灣海峽南部，而於 7 月 29 日 0600Z 前後在汕頭附近登陸，迅速減弱而消失。生命期為 5 天。此颱風因路徑非常接近臺灣，中央氣象局於 7 月 27 日 0110Z 發佈海上陸上警報，於 29 日 0020Z 警報解除，以其威力不強，災情輕微。茲將戈登颱風期間，美軍飛機及衛星定位之中心位置列表如表 5，以供參考。

表 5. 戈登颱風飛機偵察及衛星資料定位表

Table 5. Eye-Fixes for Gordon by aircraft and satellite

觀測時間 (Z)				中心位置		定位方法			地面最大風速	海平面氣壓
月	日	時	分	北緯	東經	飛機	衛星	精確度 (NM)	(哩/時)	(mb)
7	26	08	27	19.9	129.7	✓		<40	50	
	26	20	36	20.0	127.2	✓				
	26	21	52	20.5	126.5	✓		<15	35	
	27	08	10	20.5	125.0	✓		<20	40	
	27	09	48	20.5	124.8	✓		<15	25	991
	27	19	36	20.7	122.4	✓		<40		
	27	21	52	20.7	121.9	✓		<10		
	28	10	50	21.8	120.4	✓			45	980
	28	13	30	22.4	119.6		✓		(T4.0/4.0/D1.0/22 HR)	

賀璞是 7 月份的第 4 個颱風，25 日在關島南方海面有低壓產生並向西北西行進，勢力未見增加，直到 29 日 0000Z (據關島 JTWC 事後分析結果，知在 28 日 0300Z) 發展成輕度颱風，近中心最大風速為每秒 18 公尺，中心最低氣壓為 994 毫巴，正式被命為賀璞 (Hope)。此後即逕向西北西進行，於 8

月 1 日穿過巴士海峽，幾與戈登 (Gordon) 颱風取平行的路徑，於 8 月 2 日 0600Z 左右在香港附近登陸，使香港造成 3 人死亡，258 人受傷及財產嚴重損失的災情。

賀璞颱風的特殊之處，是它的強度。7 月 28 日因颱風戈登已入巴士海峽，西南氣流因受菲列賓地

表6. 賀璞颱風高雄雷達站中心定位表
Table 6. Eye-Flxes for Typhoon Hope by the Radar Station at Kaohsiung

日 期 時 間			中 心 位 置		移 動 方 向	移 動 速 度
月	日	時	北 緯 (°N)	東 經 (°E)	(度 數)	(哩/時)
8	1	04	20.5	122.2		
8	1	05	20.6	122.0	290	9
8	1	06	20.7	121.8	310	18
8	1	07	20.8	121.5	300	18
8	1	08	21.0	121.3	300	18
8	1	09	21.1	120.9	300	18
8	1	10	21.3	120.7	310	13
8	1	11	21.4	120.5	290	19
8	1	12	21.5	120.1	290	22
8	1	13	21.6	119.7	290	18
8	1	14	21.6	119.4	280	21
8	1	15	21.6	119.0	280	21
8	1	16	21.7	118.7	280	18
8	1	17	21.7	118.4	280	15
8	1	18	21.7	118.1	270	16
8	1	19	21.7	117.9	280	16
8	1	20	21.7	117.7	270	11
8	1	21	21.8	117.4	290	18
8	1	22	21.9	117.1	290	16
8	1	23	22.1	116.8	290	19
8	2	00	22.3	116.5	290	18
8	2	01	22.5	116.1	300	32

表7. 賀璞颱風花蓮雷達站中心定位表
Table 7. Eye-Flxes for Typhoon Hope by the Radar Station at Hualien

日 期 時 間			中 心 位 置		移 動 方 向	移 動 速 度
月	日	時	北 緯 (°N)	東 經 (°E)	(度 數)	(哩/時)
8	1	04	20.9	122.2		
8	1	0430	20.8	121.7		
8	1	05	20.7	122.0	240	14
8	1	06	20.8	121.8	300	09
8	1	07	21.1	121.5	320	22
8	1	08	21.2	121.3	280	16
8	1	09	21.2	121.0	260	14
8	1	10	21.2	120.9	290	06

表 8. 賀璞颱風飛機偵察及衛星資料定位表

Table 8. Eye-Fixes for Hope by aircraft and satellite

觀 測 時 間 (Z)				中 心 位 置		定 位 方 法			地面最大風速	海平面氣壓
月	日	時	分	北 緯	東 經	飛 機	衛 星	精 確 度 (NM)	(哩/時)	(mb)
7	27	23	07	16.1	138.0	✓			50	
	27	18	00	14.0	134.8		✓		(T1/1/D5°/24HR)	
	28	06	22	16.5	136.0		✓		(T1.5/1.5/D0.5/24HR)	
	28	18	33	16.9	135.7	✓		<60	35	
	28	20	52	16.8	135.7	✓			75	
	29	07	15	16.6	135.5	✓			70	
	29	09	20	16.6	135.2	✓			70	972
	29	10	15	16.6	135.2	✓	✓		(T4/4/D2.5/35HRS)	
	29	18	22	16.7	134.1	✓		<40		
	29	18	49	16.5	134.9		✓		(T4/4/D2.5/36HRS)	
	29	21	25	16.8	133.8	✓			75	961
	30	06	15	17.1	132.7	✓			85	
	30	08	25	17.1	132.4	✓		<15	85	
	30	18	37	18.2	130.5		✓		(T5.5/5.5/D1.5/24HR)	
	30	19	39	18.2	130.2	✓				
	30	22	25	18.4	129.7	✓			85	926
	31	06	00	19.0	127.6		✓		(T6.5/6.5/D2.0/24)	
	31	06	48	19.3	127.6	✓			95	
	31	09	10	19.4	126.9	✓			100	
	31	21	48	20.5	123.8	✓				140
8	01	07	45	21.0	121.1	✓			85	
	01	09	06	21.2	120.8	✓			95	920

形影響，大部份轉入賀璞颱風，再配合適宜於垂直發展的高空情況，賀璞才能迅速發展，29日 1200Z 已加強為中度颱風，最大風速為每秒33公尺，中心氣壓為970毫巴。7月29日 1200Z 200mb 顯示有一東西橫槽發展於賀璞之北方，在其南緣有較強的西風，增強了賀璞高空之外流 (outflow)，而使此颱風繼續迅速加深，31日 0000Z 成為強烈颱風，同日 1200Z 前發展到達超級颱風的強度，近中心最大風速為每秒67公尺，中心氣壓降至900毫巴，超級颱風的強度維持約12小時，於8月1日進入巴士海峽時，降級為強烈颱風，在香港附近登陸時才減弱為中度颱風。

此颱風在7月30日 0000Z 後迅速加深，至31日

1200Z 前後，36小時間氣壓下降幾達50餘毫巴，近中心最大風速增加約每秒21公尺 (每時40哩)，據關島聯合颱風警報中心 (JTWC) 稱，此次颱風的迅速加深，是在該中心預測之中，他們的經驗預測法，是根據颱風中心最低海平面氣壓及 700mb 等壓面上颱風中心相當位溫 (Equivalent Potential Temperature) 隨時間變化的兩曲線而決定 (圖9)，此兩曲線相交後，颱風即可迅速加強，其加速之程度可相當於18—30小時內中心氣壓下降平均為44mb，平均風速增加每秒26—30公尺 (50—60哩/時)。茲將賀璞颱風影響期間，高雄及花蓮兩雷達站對該颱風中心之測定位置列表如表6及表7所示，美軍飛機偵察定位如表8所示；臺灣各地氣象

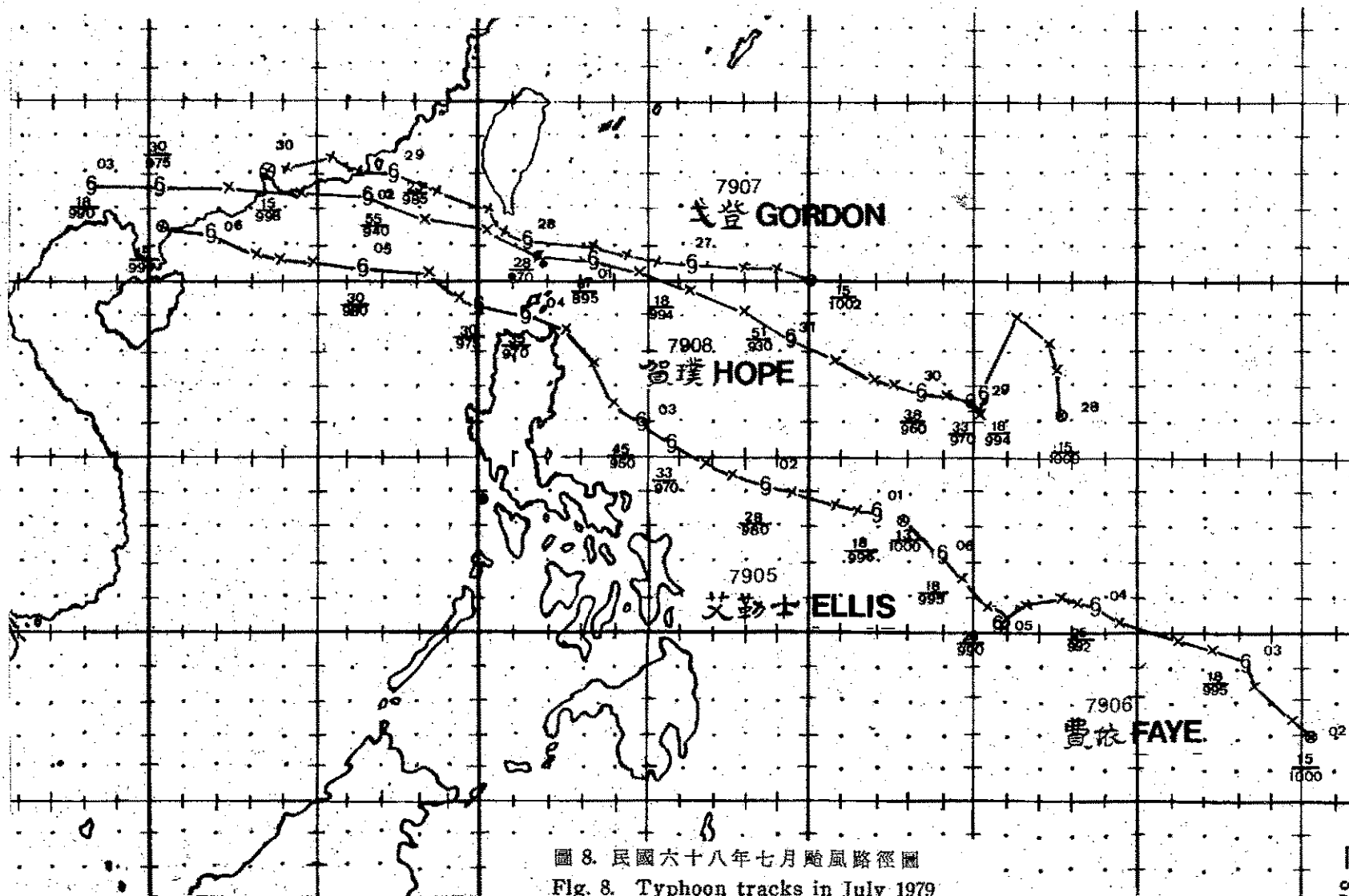


圖 8. 民國六十八年七月颱風路徑圖
Fig. 8. Typhoon tracks in July 1979

圖 9. 颱風賀瑛之最低海面氣壓及 700 mb 中心處相當位溫二曲線之時間剖面圖

Figure 9. Time cross-section of Hope's minimum sea-level pressure versus equivalent potential temperature (THETA E (θ_e)) derived from aircraft reconnaissance, (JTWC Annual Typhoon Report, 1979)

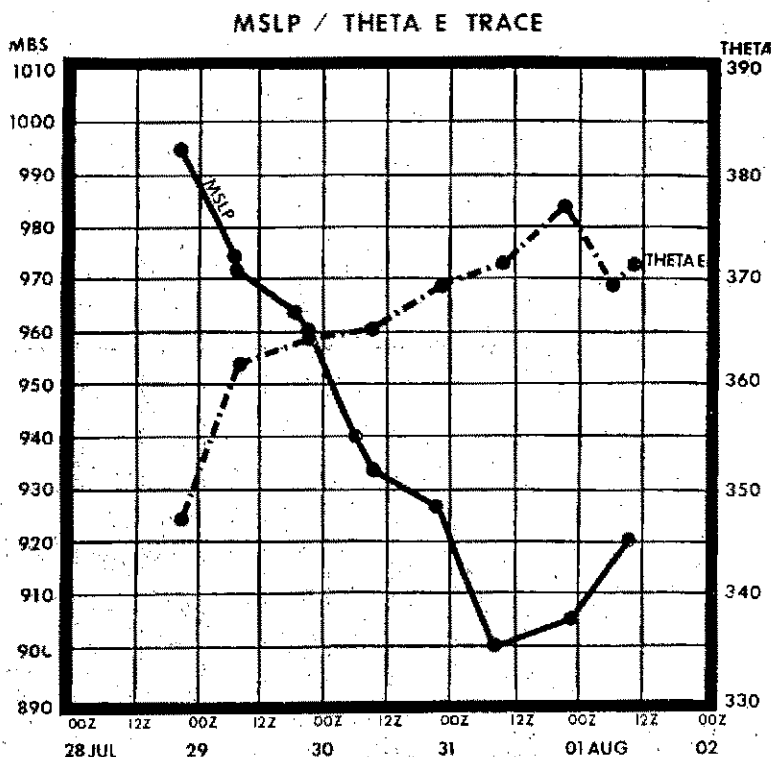


圖 10. 民國六十八年八月颱風路徑圖
Fig. 10. Typhoon tracks in August 1979

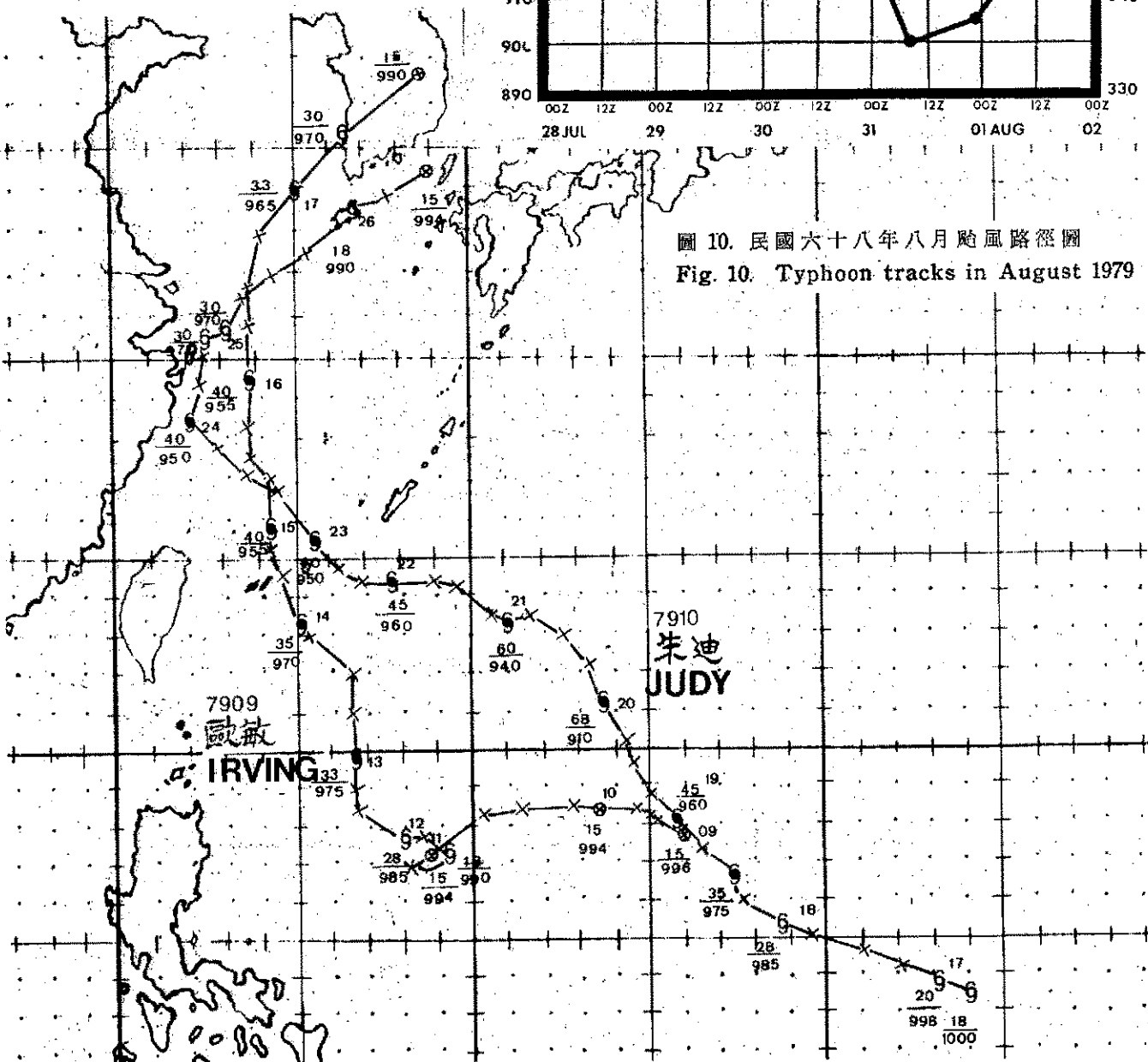


表 9. 賀瑛颱風影響期間本局所屬各測站重要氣象要素綱要表
Table 9. The extreme Weather elements from C. W. B. stations during Hope Passage

測 站	最 低 氣 壓		瞬 間 最 大 風 (m/s)						最 大 風 速			強 風 (10m/s)		最 大 降 水 量 (mm)						降 水 總 量	
	數值	日 時 分	風向	風速	日 時 分	氣壓	氣溫	濕度	風向	風速	日 時 分	日 時 分至 日 時 分	日 時 分至 日 時 分	一小時 內 值	日 時 分至日 時 分	十分鐘 內 值	日 時 分至日 時 分	數量	日 時 分至日 時 分	數量	日 時 分至日 時 分
彭佳嶼	1000.4	01. 15. 40	E	36.0	01. 17. 35	1000.4	26.2	90	ESE	25.7	01. 24. 00	31. 02. 00~02. 23. 00		6.5	02. 00. 20~02. 01. 20	2.1	01. 09. 20~01. 09. 25	17.9	01. 03. 40~02. 03. 40		
基隆	998.4	01. 15. 10	E	26.6	01. 19. 34	999.8	29.1	72	E	12.3	02. 02. 00	01. 07. 20~02. 11. 00		22.6	01. 08. 05~01. 09. 05	12.0	01. 08. 40~01. 08. 50	60.0	01. 00. 00~02. 23. 38		
鞍部	904.6	02. 02. 10							S	26.3	02. 00. 55	31. 23. 00~03. 20. 21		13.6	01. 06. 00~01. 07. 00	10.7	01. 06. 40~01. 06. 50	90.8	31. 23. 47~02. 03. 50		
竹子湖	998.0	01. 15. 45							ESE	7.5	01. 21. 40			32.0	01. 08. 00~01. 09. 00	23.0	01. 08. 40~01. 08. 50	86.7	31. 21. 42~02. 03. 30		
梧棲	987.9	01. 17. 20	NE	20.6	01. 10. 40	994.1	29.8	70	NE	13.5	01. 10. 40	01. 09. 00~01. 12. 00									
臺北	997.5	01. 17. 35	ESE	23.3	01. 22. 28	999.4	27.1	84	E	12.2	01. 18. 00	01. 17. 20~02. 02. 40		17.5	01. 08. 10~01. 09. 00	6.0	01. 08. 58~01. 09. 08	69.3	31. 23. 40~02. 11. 10		
竹竹																					
臺中	987.3	01. 17. 20	E	10.9	01. 22. 06	990.3	34.9	37	E	5.5	01. 22. 20			T		T		T	01. 05. 01~02. 07. 20		
日月潭	878.3	01. 19. 05	E	22.5	02. 02. 40	890.6	26.1	63	ESE	15.0	02. 00. 30	01. 16. 50~02. 08. 30		1.8	01. 17. 20~01. 18. 20	0.6	01. 17. 30~01. 17. 40	4.8	01. 10. 08~02. 09. 00		
澎湖	987.1	01. 19. 35	SSE	28.4	02. 04. 15	995.0	28.4	79	SSE	17.5	02. 04. 00	01. 06. 10~		0.1	02. 04. 00~02. 05. 00	T		0.2	01. 17. 05~02. 06. 15		
嘉義	986.6	01. 19. 00	SW	7.2	02. 04. 28	996.2	26.8	81	SW	6.2	02. 04. 40			0.6	02. 01. 04~02. 02. 04	0.4	02. 01. 04~02. 01. 14	1.5	01. 08. 58~02. 09. 00		
阿里山	2967.8	01. 16. 15	ENE	15.0	01. 18. 30	2985.2	13.3	98	E	9.8	01. 18. 40			9.9	02. 11. 20~02. 12. 20	2.0	02. 12. 10~02. 12. 20	82.4	01. 04. 40~02. 14. 26		
玉山	2957.1	01. 19. 05							SE	25.5	02. 03. 20	01. 13. 35~02. 06. 25		10.5	02. 01. 10~02. 02. 10	2.5	02. 01. 15~02. 01. 25	158.9	01. 01. 05~02. 09. 00		
臺南	985.9	01. 18. 50	SSE	24.7	02. 03. 18	995.6	26.3	90	SSE	11.5	02. 03. 20	02. 03. 15~02. 04. 00		2.4	02. 03. 00~02. 04. 00	0.6	01. 15. 43~01. 15. 53	7.7	01. 07. 53~02. 07. 10		
高雄	984.8	01. 18. 00	SE	26.8	02. 00. 20	992.0	27.2	78	SE	16.0	02. 02. 00	01. 21. 40~02. 09. 00		4.6	02. 01. 40~02. 02. 40	2.0	02. 02. 00~02. 02. 10	20.4	01. 07. 06~02. 06. 15		
東吉島	987.0	01. 18. 45	SE	38.0	02. 03. 18	994.2	27.0	87	SE	29.3	02. 03. 19	01. 05. 32~02. 17. 42						T			
恒春	976.6	01. 18. 08	NE	43.3	01. 16. 58	979.0	26.0	89	ENE	20.6	01. 19. 00	01. 12. 10~01. 23. 40		20.4	02. 10. 48~02. 11. 48	5.8	02. 13. 55~02. 14. 05	18.6	01. 00. 56~02. 12. 22		
蘭嶼	976.9	01. 16. 00	ENE	56.0	01. 15. 45	977.0	24.2	100	E	46.1	01. 17. 00	31. 17. 00~02. 11. 00		5.0	01. 17. 00~01. 18. 00	2.0	01. 17. 00~01. 17. 10	28.5	31. 22. 37~02. 09. 49		
大武	986.8	01. 16. 05	NE	27.1	01. 17. 27	989.7	25.7	98	NE	17.7	01. 16. 40	01. 07. 41~01. 23. 20		16.5	02. 11. 05~02. 12. 05	7.6	02. 11. 30~02. 11. 46	126.4	01. 00. 45~02. 17. 00		
臺東	991.1	01. 14. 12	NE	25.5	01. 15. 26	991.5	26.9	95	NE	10.8	01. 18. 50	01. 16. 20~01. 20. 20		25.6	02. 10. 20~02. 11. 20	14.5	02. 10. 20~02. 10. 30	168.2	01. 01. 50~02. 15. 00		
新港	992.3	01. 14. 37	N	30.1	01. 14. 40	992.8	26.6	93	N	16.3	01. 14. 43	31. 23. 30~02. 01. 00		41.0	01. 22. 30~01. 23. 30	15.0	01. 22. 38~01. 22. 48	268.6	01. 00. 30~02. 15. 20		
花蓮	999.1	01. 15. 30	NNE	17.2	01. 07. 00	1001.7	26.2	88	N	9.3	01. 07. 10			16.0	01. 06. 00~01. 07. 00	12.1	01. 17. 40~01. 17. 50	156.3	01. 00. 05~02. 16. 20		
宜蘭	999.7	01. 15. 00	ESE	13.6	01. 18. 40	1001.5	27.5	89	ESE	10.3	01. 17. 40			11.0	01. 18. 35~01. 19. 35	3.7	01. 18. 35~01. 18. 45	48.5	31. 22. 18~02. 10. 45		

要素之記錄列表如表(9)所示，作為研究者之參考資料。

(內八月：

歐敏 (Irving)

8 月份的歐敏，其前身的熱帶低壓 7 日生成於關島西北方約 1100 公里的海面，初時沿菲島東方 500mb 低壓之北緣向西作氣旋曲度之路徑行進，發展緩慢，10 日後移速稍增，但 11 日在菲島東方海面繞一小圈，在此打轉時期歐敏地面中心及 500mb 中心的垂直配置有所改進，於是同日 1200Z 時始加深達經度颱風之強度，繼續緩慢向西北方向行進，13 日 0000Z 再增強為中度颱風，轉向北及北北西方行進，14 日經過臺灣東方海面，穿過宮古及石垣二島之間，向北行進，速度漸增，17 日在韓國登陸，在韓國造成嚴重災害。

歐敏颱風的特性可分為下列諸點：

(A) 正弦曲線的擺動路徑——颱風的正弦曲線擺動路徑，已經發現有年，根據宮古島、石垣島二地雷達定位，可見歐敏於 13 日 1600Z 至 15 日 1800Z 期間，作正弦曲線路徑的前進，極為明顯(圖 11)。

(B) 有極大的暴風半徑——歐敏颱風之最大暴風 (16 公尺/秒，30 哩/時) 為 720 公里，僅次於超級颱風狄普的暴風半徑 1111 公里。此巨大的暴風半徑，可能與早期的發展有關，據飛機偵察報告，在 10 日 0000 Z 至 12 日 0000 Z 間，最大風速帶在中心西方約 280 公里至 370 公里之間，雖此最大風速帶，最後移向中心附近，但暴風半徑，未見收縮。

(C) 未依照 JTWC 之經驗法預測加深——歐敏颱風未依照地面中心氣壓與 700mb 中心相當位溫隨時間變化二曲線相交後迅速加深之經驗預測法增強，其原因不明。

此颱風因行經臺灣東方海面，且距臺灣甚近，故中央氣象局於 8 月 12 日 0600 Z 發佈海上陸上警報，至 8 月 15 日 2040 Z 解除。歐敏颱風雖屬中度，但北部及東北部各地降水量很大，致造成相當水患。歐敏颱風影響期間，花蓮、宮古島及石垣島三地雷達測定之中心位置列表如表(10)，表(11)及表(12)所示，美軍飛機偵察定位如表(13)所示，臺灣各地之氣象要素列表如表(14)所示。

表 10. 歐敏颱風花蓮雷達站中心定位表
Table 10. Eye-Fixes for Typhoon Irving by the Radar Station at Hualien

日 期 時 間			中 心 位 置		移 動 方 向	移 動 速 度
月	日	時 (Z)	北 緯 (°N)	東 經 (°E)	(度 數)	(哩/時)
8	14	00	23.8	125.1	—	—
8	14	01	23.5	125.3	050	16
8	14	02	23.4	125.0	240	21
8	14	03	23.7	125.0	010	20
8	14	04	23.8	125.1	010	05
8	14	05	24.2	124.9	340	28
8	14	06	24.3	124.9	330	07
8	14	07	24.2	124.8	240	07
8	14	08	24.1	124.7	210	05
8	14	09	24.4	124.9	040	18
8	14	10	24.5	124.8	330	15
8	14	11	—	—	—	—
8	14	12	24.6	124.6	300	06
8	14	13	24.8	124.6	360	08
8	14	14	24.7	124.4	250	12
8	14	15	25.0	124.5	350	12
8	14	16	25.0	124.2	270	20
8	14	17	25.1	124.4	050	09
8	14	18	25.1	124.1	270	14
8	14	19	25.4	124.3	030	16
8	14	20	25.4	124.2	290	07
8	14	21	25.5	124.3	050	09
8	14	22	25.4	124.3	160	04
8	14	23	25.6	124.4	020	14
8	15	00	25.8	124.7	060	16
8	15	01	26.0	124.5	330	16

表 11. 歐敏颶風宮古島雷達站中心定位表

Table 11. Eye-Fixes for Typhoon Irving by the Radar Station at Mayako Jima

日 期 時 間			中 心 位 置		移 動 方 向	移 動 速 度
月	日	時 (Z)	北 緯 (°N)	經 度 (°E)	(度 數)	(浬/時)
8	13	18	23.0	125.1		
	13	19	23.2	125.3		
	13	20	23.1	125.1		
	13	21	23.2	125.1		
	13	22	23.1	125.1		
	13	23	23.3	125.0		
	14	00	23.3	125.0	停留	停留
	14	01	23.5	124.8		
	14	02	23.5	124.7	270	05
	14	03	23.6	124.9		
	14	04	23.8	124.9		
	14	05	24.0	124.9		
	14	06	24.1	125.0	030	08
	14	07	—	—		
	14	08	24.1	124.7		
	14	09	24.3	124.9	030	16
	14	10	24.4	124.7	310	14
	14	11	24.5	124.6	300	08
	14	12	24.6	124.6	010	08
	14	13	24.7	124.6	360	07
	14	14	24.8	124.6	360	05
	14	15	24.9	124.5	320	11
	14	16	24.9	124.4	270	5
	14	17	25.1	124.3	330	11
	14	18	25.2	124.3		
	14	19	25.3	124.2	350	08
	14	20	25.3	124.2		
	14	21	25.4	124.3	050	08
	14	22	25.5	124.4	060	07
	14	23	25.7	124.6		
	15	00	25.9	124.5	140	15
	15	01	26.2	124.5	360	16
	15	02	—	—		
	15	03	—	—		
	15	04	—	—		
	15	05	26.9	124.2	350	10
	15	06	27.2	123.9		
	15	07	—	—		
	15	08	27.1	123.7		
	15	09	27.1	123.8	停留	停留
	15	10	27.1	123.8	停留	停留
	15	11	27.3	123.8		
	15	12	27.5	123.9		
	15	13	27.5	123.9	停留	停留
	15	14	27.6	123.9	360	06

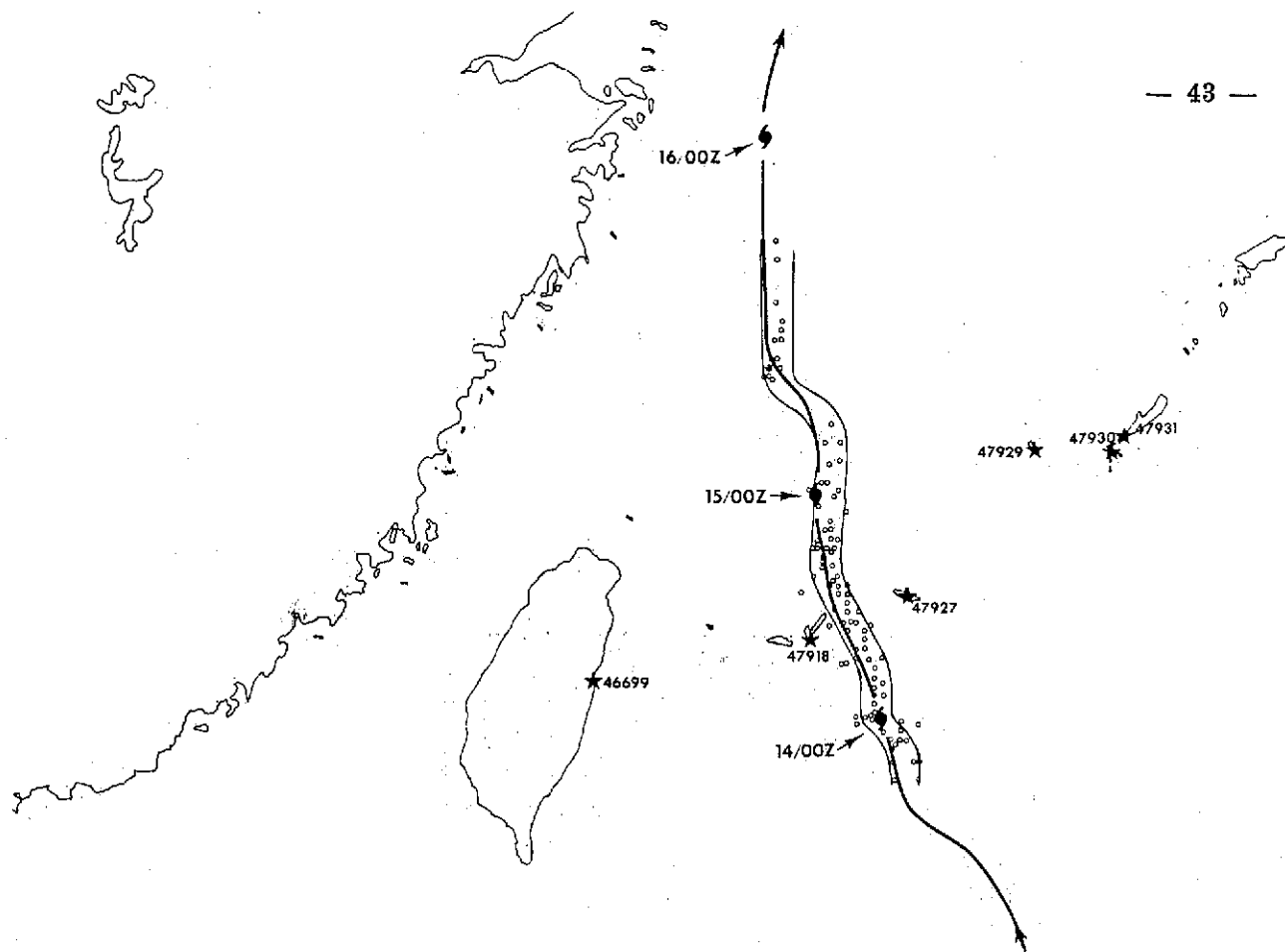


圖 11. 颱風歐敏之正弦曲線路徑小圈為花蓮，宮古及石垣島雷達觀測之定位。

Figure 11. Apparent sinusoidal motion in Typhoon Irving's north-northwest track from 131600Z to 151800Z August as observed by land radar stations in the Ryukyu Islands. (JTWC Annual Typhoon Report 1979)

圖 12. 麥克與南施在中國南海發生藤原效應，攝影時間為 1979 年 9 月 22 日 0302Z，在此時間前後各 48 時（兩點間間隔為 24 小時）之路徑附加於圖上。

Figure 12. Typhoon Mac and Tropical Storm Nancy undergoing Fujiwhara interaction over the South China Sea, 22 September 1979, 0302Z. The 48-hour tracks before and after picture time are superimposed (Dots bracket 24-hour intervals). (DMSP imagery from Det 5, 1WW, Clark AB, RP) JTWC Annual Typhoon Report, 1979)

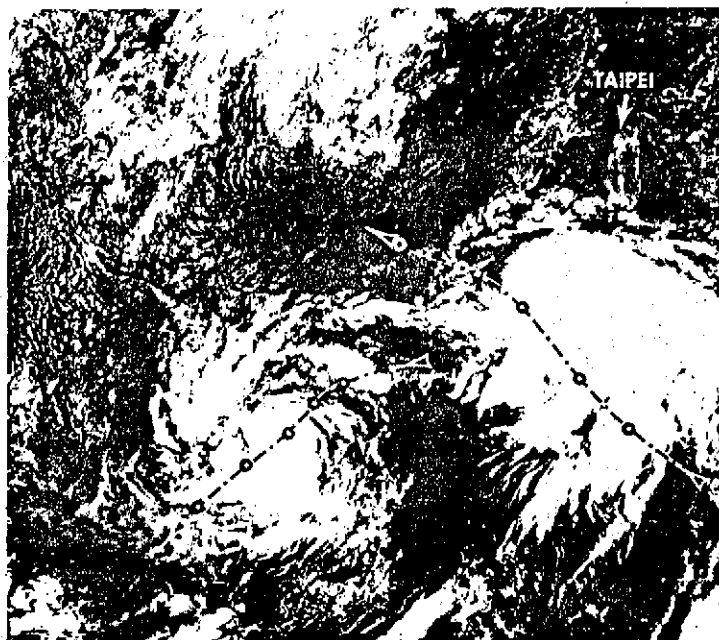


表12. 歐敏颱風石垣島雷達站中心定位表
Table 12. Eye-Fixes for Typhoon Irving by the Radar at Isigaki Jima

日 期 時 間			中 心 位 置		移 動 方 向	移 動 速 度
月	日	時 (Z)	北 緯 (°N)	經 度 (°E)	(度 數)	(浬/時)
8	13	16	22.8	125.4		
8	13	17	23.0	125.4	360	11
8	13	18	23.0	125.1	280	16
8	13	19	22.8	125.1	190	18
8	13	20	23.1	125.2		
8	13	21	23.2	125.3		
8	13	22	23.3	125.2		
8	13	23	23.4	125.2		
8	14	00	23.4	125.0	290	11
8	14	01	23.5	124.9		
8	14	02	23.4	124.7	250	11
8	14	03	23.5	124.7		
8	14	04	23.7	124.9		
8	14	05	23.9	124.9		
8	14	06	24.1	124.7	360	12
8	14	08	24.1	124.7	330	05
8	14	09	24.2	124.9	060	04
8	14	10	24.5	125.0	030	14
8	14	11	24.5	124.7	350	07
8	14	12	24.5	124.8	340	07
8	14	13	24.6	124.7	300	05
8	14	14	24.7	124.6	340	04
8	14	15	24.8	124.5	320	08
8	14	16	24.9	124.6	330	06
8	14	17	25.0	124.5	340	07
8	14	18	25.2	124.5		
8	14	19	25.3	124.5	350	13
8	14	20	25.4	124.4	350	07
8	14	21	25.4	124.4	320	07
8	14	22	25.4	124.4	330	03
8	14	23	25.5	124.4		
8	15	00	25.6	124.4	010	04

表 13. 歐敏點風眼飛機偵察及衛星資料定位表

Table 13. Eye-Fixes for Irving by aircraft and satellite

觀測時間 (Z)				中心位置		定位方法			地面最大風速	海平面氣壓
月	日	時	分	北緯	東經	飛機	衛星	精確度 (NM)	(哩/時)	(mb)
8.	9.	00.	08	17.8	136.0	✓		<15	45	996
	9.	08.	28	18.1	135.5	✓			20	
	9.	19.	26	17.4	134.6	✓				
	9.	21.	22	18.3	133.8	✓			20	
10.	07.	16		18.1	131.6	✓			30	
10.	08.	14		18.4	131.8	✓			30	994
10.	22.	07		17.4	129.2	✓			30	996
11.	06.	31		16.4	128.6	✓			45	
11.	08.	12		16.6	129.2	✓			20	988
11.	19.	16		17.9	128.4	✓				
11.	21.	45		17.5	128.3	✓			35	985
12.	07.	06		18.3	127.4		✓	T3.5/D1.0/24 HRS		
12.	07.	16		18.5	127.1	✓			55	
12.	09.	18		18.4	127.0	✓			55	980
12.	18.	30		19.0	126.0		✓	T3.5/3.5/D1.0/24 HRS		
12.	19.	44		19.2	127.2	✓			35	975
12.	22.	22		19.7	126.9	✓			35	
13.	06.	44		21.2	126.7	✓			75	969
13.	09.	08		21.5	126.7	✓				
13.	19.	12		23.0	125.1	✓				
13.	19.	28		23.5	124.9		✓	T5/5/D1.5/24 HRS		
13.	19.	37		23.0	125.1	✓				
13.	21.	48		23.2	125.3	✓				096
13.	23.	10		23.2	125.3	✓			30	960
14.	06.	00		24.0	124.8	✓			65	
14.	08.	50		24.2	124.8	✓			75	
14.	21.	43		25.5	124.6	✓				955
16.	06.	27		30.7	123.5		✓	T6/6MINUS/D0.5/24 HRS		

表 14. 歐敏風影響期間本局所屬各測站重要氣象要素綱要表
Table 14. The extreme Weather elements from C. W. B. stations during Irving Passage

測 站	最低氣壓 (mb)		瞬 間 最 大 風 速 (m/s)						最 大 風 速 (m/s)			強 風 (10 m/s)		最 大 降 水 量 (mm)						降 水 總 量		
	數值	日 時 分	風向	風速	日 時 分	氣壓	氣溫	濕度	風向	風速	日 時 分	日 時 分至日 時 分		一小時 內 值	日 時 分至日 時 分		十分鐘 內 值	日 時 分至日 時 分		數量	日 時 分至日 時 分	
彭佳嶼	983.1	15. 13. 00	WNW	35.7	15. 13. 15	983.1	25.6	98	WSW	29.7	15. 21. 00	13. 14. 00~16. 17. 30		19.8	15. 12. 00~15. 13. 00		8.8	14. 08. 20~14. 08. 30		157.7	13. 14. 30~15. 23. 30	
基 隆	986.3	15. 13. 15	W	22.3	15. 09. 17	987.7	27.5	80	N	13.5	14. 16. 30	13. 07. 00~15. 13. 30		27.0	15. 14. 00~15. 15. 00		13.0	15. 14. 20~15. 14. 30		197.2	13. 14. 36~16. 00. 14	
鞍 部	896.6	15. 04. 00							N	22.5	15. 04. 00	14. 01. 00~15. 15. 40		119.5	15. 14. 00~15. 15. 00		20.0	15. 14. 20~15. 14. 30		397.2	13. 13. 37~15. 15. 00	
梧 棲	992.3	14. 17. 00	N	28.1	14. 14. 05	992.7	27.5	94	NNE	18.7	14. 08. 50	13. 11. 50~15. 04. 30		22.2	14. 01. 07~14. 02. 07		10.4	14. 01. 30~14. 01. 40		75.3	14. 01. 07~15. 09. 00	
竹 子 湖	987.8	15. 04. 13							NW	10.7	15. 04. 00			85.2	15. 14. 00~15. 15. 00		23.6	15. 14. 20~15. 14. 30		553.0	13. 13. 47~15. 15. 00	
臺 北	986.8	15. 13. 53	WSW	22.4	15. 13. 20	987.0	26.9	86	WNW	9.5	15. 02. 00			24.6	14. 11. 40~14. 12. 40		9.4	14. 11. 40~14. 11. 50		190.2	13. 14. 50~15. 14. 00	
新 竹	989.3	15. 17. 00	NNE	16.3	13. 10. 40	998.5	33.1	55	SSW	8.3	15. 14. 30			27.4	14. 02. 32~14. 03. 32		14.4	14. 02. 54~14. 03. 04		105.1	13. 20. 20~15. 18. 50	
臺 中	991.8	14. 14. 40	NNW	16.3	14. 18. 57	992.6	27.8	84	NNW	6.5	14. 21. 30			6.7	14. 21. 16~14. 22. 16		5.3	14. 21. 18~14. 21. 28		34.4	13. 22. 10~15. 10. 20	
日 月 潭	883.0	14. 15. 05	WNW	12.0	15. 09. 25	885.9	20.0	100	WNW	9.3	15. 09. 30			28.0	15. 00. 40~15. 01. 40					118.7	14. 09. 30~15. 13. 05	
澎 湖	992.5	15. 17. 00	NNW	16.2	14. 14. 30	995.0	31.9	74	NNE	9.8	13. 17. 45			0.1	14. 23. 35~15. 00. 53		0.1	14. 23. 35~14. 23. 35		0.1	14. 09. 43~14. 23. 45	
嘉 義	992.4	14. 15. 00	NNW	17.8	14. 13. 00	992.6	30.4	83	NNW	11.3	14. 13. 00	14. 12. 00~14. 23. 00		11.4	15. 03. 02~15. 04. 00		10.6	15. 03. 20~15. 03. 30		16.3	14. 00. 00~15. 03. 35	
阿 里 山	3004.0	15. 02. 35	NNW	15.5	14. 16. 15	3014.6	14.1	100	NNW	12.7	14. 16. 20	14. 14. 20~15. 06. 50		36.3	14. 22. 30~14. 23. 00		14.0	14. 22. 15~14. 22. 25		327.7	14. 00. 20~16. 02. 00	
玉 山	2976.0	15. 02. 47							N	18.5	14. 17. 40	14. 10. 50~15. 16. 00		29.3	14. 21. 50~14. 22. 50		10.0	15. 02. 40~15. 02. 50		282.7	13. 16. 30~15. 16. 00	
臺 南	992.8	14. 16. 00	WNW	23.4	14. 14. 12	993.2	29.5	81	WNW	11.8	14. 14. 10	14. 11. 30~14. 15. 05		22.3	14. 16. 37~14. 17. 37		7.5	14. 16. 37~14. 16. 47		34.1	14. 05. 12~15. 00. 40	
高 雄	992.2	14. 16. 00	NW	21.8	14. 14. 02	992.7	28.5	86	NW	15.7	14. 11. 10	14. 09. 00~15. 01. 00		4.1	14. 07. 02~14. 08. 02		2.2	14. 07. 05~14. 07. 15		13.9	14. 15. 50~15. 05. 20	
東 吉 島	993.5	15. 17. 00	NNW	22.6	14. 04. 12	996.3	27.3	90	NW	17.3	14. 13. 00	13. 15. 47~17. 11. 52		1.0	15. 02. 00~15. 03. 00		0.7	15. 02. 30~15. 02. 40		1.6	14. 23. 35~15. 03. 00	
恒 春	990.3	14. 14. 14	WNW	23.8	14. 12. 35	991.9	27.7	90	WNW	12.7	14. 13. 00	14. 11. 40~15. 03. 00		9.0	14. 13. 02~14. 14. 02		4.5	14. 13. 40~14. 13. 50		21.1	14. 11. 04~16. 05. 05	
蘭 嶼	984.7	15. 00. 52	W	40.3	15. 02. 20	986.1	26.1	87	W	31.8	15. 10. 30	12. 18. 20~繼續 中		2.2	13. 19. 35~13. 20. 35		1.0	13. 16. 15~13. 16. 25		5.0	13. 13. 05~14. 08. 50	
大 武	985.9	14. 17. 52	SSW	12.1	15. 00. 32	987.5	28.6	69	SSW	7.3	15. 13. 30			1.4	15. 14. 00~15. 15. 00		0.6	15. 00. 30~15. 00. 40		5.5	14. 14. 38~15. 16. 00	
臺 東	983.6	15. 03. 40	W	20.0	15. 11. 15	987.0	37.1	34	W	8.0	15. 11. 20			—	—		—	—		T	14. 15. 05~14. 15. 15	
新 港	984.7	15. 03. 30	NNE	15.8	13. 11. 05	997.9	30.9	67	NNE	11.8	13. 11. 10	13. 10. 10~13. 21. 45		0.5	14. 10. 50~14. 11. 50		0.3	14. 10. 50~14. 11. 00		1.1	13. 21. 30~14. 11. 20	
花 蓮	985.2	15. 03. 00	NNE	13.6	13. 16. 50	995.8	30.2	72	NNE	6.8	13. 16. 30			1.5	14. 00. 00~14. 01. 00		1.5	14. 00. 00~14. 00. 10		7.6	13. 21. 44~16. 02. 00	
宜 蘭	985.2	15. 04. 00	W	16.0	15. 09. 10	987.6	26.5	86	WNW	9.7	15. 04. 30			23.6	15. 02. 20~15. 03. 20		16.0	15. 03. 00~15. 03. 10		153.0	12. 20. 48~15. 21. 35	

表 15. 萊迫颱風影響期間本局所屬各測站重要氣象要素綱要表

Table 15. The extreme Weather elements from C. W. B stations during Judy Passage

測 站	最低氣壓 (mb)		瞬 間 最 大 風 (m/s)						最 大 風 速 (m/s)			強 風 10m/s		最 大 降 水 量 (mm)						降 水 總 量	
	數值	日、時、分	風向	風速	日、時、分	氣壓	氣溫	濕度	風向	風速	日、時、分	日、時、分至日、時、分	日、時、分至日、時、分	一小時 內 值	日、時、分至日、時、分	十分鐘 內 值	日、時、分至日、時、分	數量	日、時、分至日、時、分		
彭佳嶼	991.0	23. 17. 00	WSW	34.7	24. 01. 25	993.3	24.6	98	WSW	29.5	24. 02. 00	22. 08. 00~24. 12. 20	16.5	23. 22. 10~23. 23. 10	7.5	23. 22. 10~23. 22. 20	75.3	22. 11. 30~24. 09. 40			
基 隆	994.2	24. 02. 55	NW	17.3	23. 12. 05	996.1	28.5	78	SSW	10.8	23. 22. 20	23. 22. 10~23. 22. 20	27.8	22. 06. 16~22. 07. 16	8.6	22. 06. 40~22. 06. 50	67.5	22. 00. 01~24. 07. 55			
鞍 部	904.9	23. 14. 00							N	17.8	23. 12. 00	22. 12. 00~23. 20. 00	11.8	23. 19. 00~23. 20. 00	4.9	23. 19. 50~23. 20. 00	92.0	22. 13. 42~24. 04. 10			
梧 棲	998.5	23. 04. 00	N	15.3	23. 14. 10	999.7	29.8	78	N	10.7	23. 14. 20	22. 20. 10~23. 16. 00	26.8	22. 08. 12~22. 09. 12	15.8	22. 08. 50~22. 09. 00	41.5	22. 08. 12~23. 12. 10			
竹子湖																					
臺 北	996.6	23. 23. 00	WNW	17.7	23. 12. 39	997.6	28.2	84	NW	6.8	23. 13. 00		5.5	22. 14. 43~22. 15. 43	2.2	22. 14. 54~22. 15. 04	35.4	22. 13. 40~24. 04. 05			
新 竹	996.9	24. 05. 00	SW	14.8	23. 22. 45	998.1	26.4	85	SW	7.8	23. 23. 00		39.3	22. 06. 52~22. 07. 52	18.8	22. 07. 40~22. 07. 50	114.9	22. 05. 35~24. 08. 10			
臺 中	998.2	23. 17. 00	NNE	10.3	23. 12. 13	999.6	28.4	79	N	5.2	23. 15. 20		27.3	23. 03. 10~23. 04. 10	7.9	23. 03. 44~23. 03. 54	156.8	22. 05. 40~繼續 中			
日月潭																					
澎 湖	999.1	23. 17. 00	N	10.3	23. 11. 17	1001.1	31.7	73	NNW	7.2	23. 05. 15		1.6	24. 00. 04~24. 01. 04	1.2	24. 00. 07~24. 00. 17	1.6	24. 00. 04~24. 00. 40			
嘉 義	998.9	23. 17. 00	NNW	13.2	23. 13. 40	999.0	28.7	83	NNW	8.7	23. 14. 50		13.5	23. 02. 00~23. 03. 00	6.9	23. 02. 20~23. 02. 30	60.9	22. 11. 12~24. 01. 40			
阿 里 山	3056.6	23. 06. 00	W	12.0	24. 04. 15	3075.9	13.5	100	W	8.7	24. 05. 40		40.1	24. 04. 00~24. 05. 00	20.0	24. 04. 10~24. 04. 20	186.2	22. 00. 00~24. 08. 00			
玉 山	3048.2	23. 16. 50							NNW	15.3	22. 09. 10		8.7	24. 05. 00~24. 06. 00	3.5	24. 05. 30~24. 05. 40	120.3	22. 08. 00~24. 08. 00			
臺 南	998.7	23. 03. 50	NW	15.1	23. 15. 21	999.1	30.4	74	WNW	7.3	23. 15. 00		9.3	23. 05. 00~23. 06. 00	4.5	23. 04. 57~23. 05. 07	43.7	22. 09. 23~24. 04. 55			
高 雄	998.4	23. 04. 00	NNW	19.2	23. 08. 57	1000.7	27.1	89	WNW	12.2	22. 12. 40	22. 11. 00~23. 16. 30	10.4	22. 14. 30~22. 15. 30	8.3	22. 14. 53~22. 15. 03	42.8	22. 13. 10~24. 02. 00			
東 吉 島	999.8	23. 04. 00	WSW	13.8	22. 13. 16	1002.7	28.6	87	NNW	10.0	23. 12. 00		1.1	23. 12. 00~23. 13. 00	1.0	23. 12. 50~23. 13. 00	1.3	23. 11. 50~23. 13. 00			
恆 春	997.7	23. 05. 10	NW	18.1	22. 16. 24	998.5	25.4	92	WNW	10.0	23. 11. 40	23. 11. 40~23. 11. 50	6.9	23. 20. 40~23. 21. 40	5.2	23. 20. 49~23. 20. 59	21.0	22. 11. 30~23. 23. 06			
蘭 嶼	990.7	23. 15. 35	W	35.3	23. 19. 20	999.3	25.4	91	W	29.5	23. 19. 10	20. 00. 10~繼續 中	—								
大 武	993.6	23. 14. 54	SSW	14.0	24. 04. 28	998.0	28.2	71	SSW	8.3	24. 04. 30		1.5	24. 00. 25~24. 01. 25	1.0	24. 00. 40~24. 01. 40	3.2	22. 13. 10~24. 04. 00			
臺 東	992.5	23. 15. 50	SW	16.3	24. 09. 50	997.1	30.5	69	SW	7.3	24. 10. 50						0.4	24. 04. 10~24. 04. 50			
新 港	994.1	23. 15. 40	S	14.6	24. 05. 42	995.3	27.7	85	S	9.8	24. 05. 45		1.4	24. 05. 00~24. 06. 00	0.7	24. 05. 10~24. 05. 20	2.8	23. 14. 35~24. 07. 00			
花 蓮	994.2	23. 14. 10	SE	10.3	23. 16. 00	994.6	27.1	87	SE	5.8	23. 16. 00		29.0	23. 15. 20~23. 16. 20	11.0	23. 15. 50~23. 16. 00	48.0	23. 13. 36~23. 17. 40			
宜 蘭	995.1	23. 16. 00	NW	8.7	22. 13. 30	999.8	32.5	59	NW	6.0	22. 11. 50		8.6	23. 09. 30~23. 10. 30	4.0	23. 10. 15~23. 10. 25	25.7	22. 10. 35~24. 11. 00			

八月份第二颱風定名為萊迪(Judy)，8月16日 1800Z 生成於關島 (Guam) 附近海面，向西北方向進行，18日 1200Z 已成為中度颱風，19日 0600Z 增強成為強烈颱風，同日 1200Z 已成為超級颱風，中心氣壓 940 毫巴，近中心最大風速為每時 68 公尺，21日 0000Z 勢力稍減，成為強烈颱風，但折向西方進行，22日 0000Z 再減弱而成中度颱風，同日 0600Z 至 1200Z 在宮古島附近海面停留不進，然後向西北進行，24日已抵浙江近海，折向北方再轉東北，24日 1800Z 已成為輕度颱風，26日在韓國南方海面減弱消失。21日 2000Z，此颱風在琉球南方海面折向西行，有威脅本省東北部及北部之可能，故中央氣象局於21日 2000Z 至 24日 0100Z 間，曾發佈海上及陸上警報，幸此颱風未曾繼續西進，且威力日減，致未在本省造成災害。萊迪颱風警報期間臺灣各地氣象要素紀錄如表(13)所示。

(四)九月：本月共發生颱風六次，其中生命較長並且在臺灣附近經過者祇有麥克 (Mac) 颱風及奧文 (Owen) 颱風二次，其餘四次之情況生命歷程短暫，且離臺灣甚遠，茲將各颱風之情況概述於後。

9月1日 0000Z，在琉球東方海面出現，熱帶低壓，向西北方向緩慢進行，2日 1200Z 在各瀨島 (測站號碼 909) 附近成為輕度颱風，定名為肯恩 (Ken) 颱風，向北轉向東北進行，消失在日本中部，此颱風因生成緯度偏高，未能發展，中心最低氣壓為 990 毫巴，近中心最大風速僅每秒 25 公尺，始終為輕度颱風，生命期共四天。

9月2日 1800Z 在南鳥島 (Minamitorishime) 西南方海面有熱帶低壓發生，向西北方向進行，4日 0000Z 成為輕度颱風是為羅拉 (Lola) 颱風，編號為 7912 號，6 小時後即 0600Z 已增強為中度颱風，向西北進行，5日 0000Z 後，改向北行，7日 0000Z 後折向東北，隨即減弱成為輕度颱風，8日 1800Z 消失於日本東方洋面。

9月份的第二個颱風麥克 (Mac)，是形成於菲島東方近海，但它起源於雅浦島 (Vap) 附近，9月 11日已有低壓醞釀的跡象，但直至 16日 0000Z 才形成輕度颱風，行向西北西，18日穿過非列濱中部，19日後受在海南島附近之輕度颱風之影響，折向西北方進行，於 21 日曾一度減弱為熱帶低壓，但旋即加強，恢復輕度颱風之強度，23日進入廣東而消失。

颱風南施，生成於海南島東方海面，19日 12

00Z 已發展成輕度颱風，向西緩移，於 20 日通過海南島後，折向西南西行，於 22 日進入越南後減弱。

麥克與南施兩颱風的特性是他們之間相互影響的效應，即所謂藤原效應 (Fujiwara interaction)，當麥克於 19 日穿過非列濱進入中國南海時，位於海南島東方海面之南施，勢力迅速加強，由於兩颱風相互應響，麥克原向西的路徑，改向西北進行，南施向西經海南島後，折向西南方進行，相互影響達 5 日之久 (圖 12)。

麥克颱風因受南施之影響折向西北而侵襲香港，據關島 Jtwc 指出，麥克也因南施上空強勁的外流 (out flow) 所造成的風數而勢力未見增加，在香港未造成嚴重災害。

9月22日 0000Z 在雅浦島 (Yap) 北方海面有低氣壓生成，行動緩慢而不規則，23日 0600Z 發展成輕度颱風，命名為奧文 (Owen)，編號為 7915 號，向西北方向行進，24日 1800Z 加強為中度颱風，近中心最大風速為每秒 35 公尺，中心氣壓為 970 毫巴，繼續向西北轉向北行，移速逐漸減緩，而威力則見加強，26日 0600Z 已為強烈颱風，維持此強度達 24 小時，後再回復中度颱風之強度，此時期向北移速為每小時 8 至 10 公里，28日在琉球北端名瀨島 (測站 909) 附近幾呈停留狀態，29日 0000Z 後加速向東北方向移去，30日 1200Z 之移速則達每小時 70 公里之速度，10月 1 日消失於日本北部，生存為時 10 天。9月 25 日 1200Z 至 9月 27 日 0030Z 期間，因颱風在臺灣東方海面，故曾發佈海上警報。

9月份最後一個颱風為波密拉 (Pamela)，編號 7916 號，25日 1200Z 生成於關島西北方海面，被發時已達輕度颱風之強度，向西北方進行未見加強，26日 0600Z 已減為熱帶低壓，而後消失，全部生命僅 18 小時，為本年最短暫及最微弱之颱風。

(六)十月：本月共發生颱風三次，其中有超級颱風狄普，其強度及範圍之強大，為近年來所罕見，茲將各颱風之情況概述於後，見 (圖 14)。

10 月份的第一個颱風羅杰於 10 月 3 日 0600Z 生成於關島西北方海面，初向西北方進行，4日 0600Z 加強成為輕度颱風，然後向西南移行，並採反鐘向路徑繞圈打轉，5日 0600Z 後，始向打轉東北加速而去。

羅杰的特性就是他的轉圈路徑，此現象實開始於 4 日 0000Z 而終結於 5 日 1200Z，前後共歷 36 小時之久。檢視 10 月 3 日及 4 日高空圖 15，16 可發

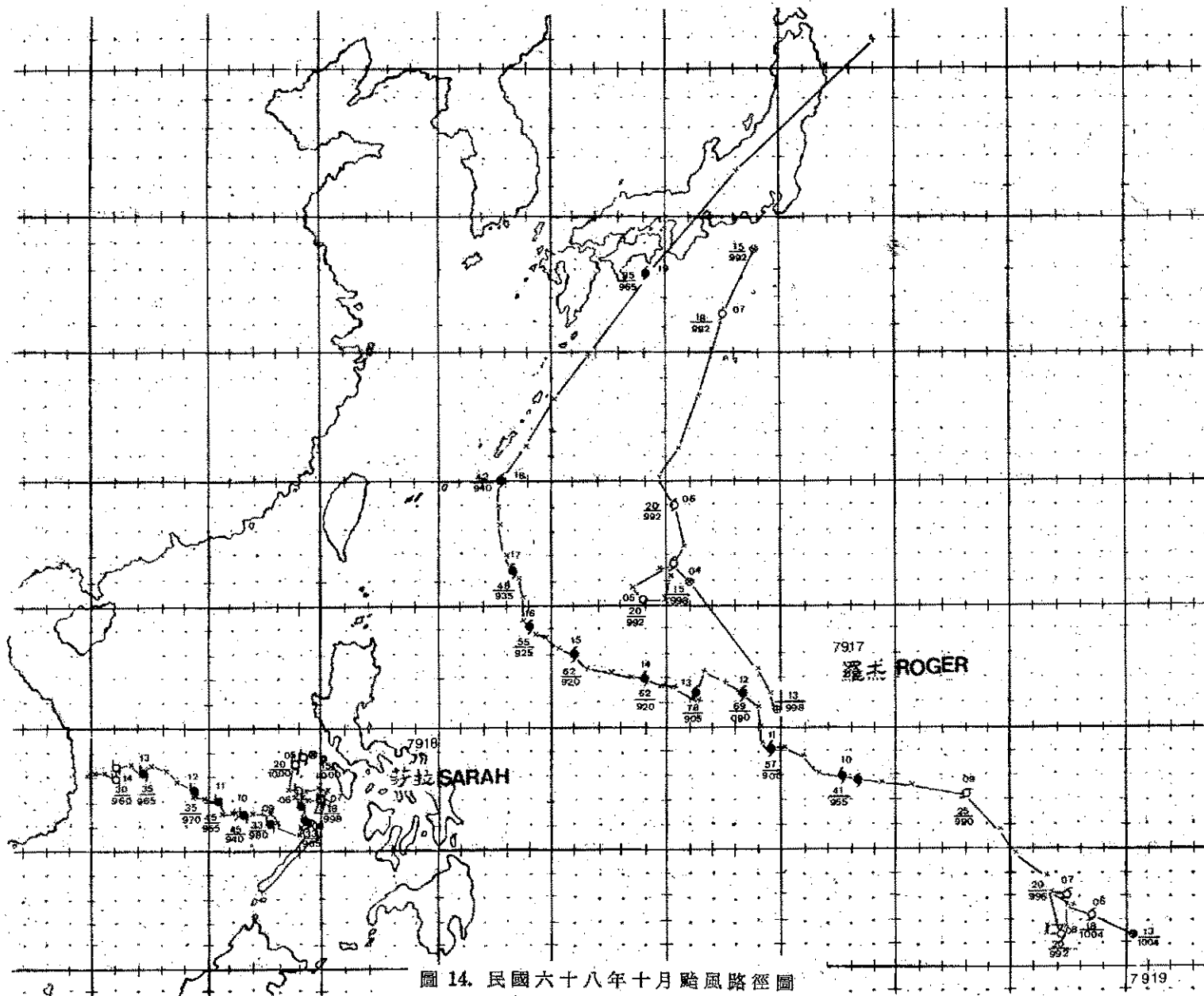


圖 14. 民國六十八年十月颱風路徑圖
Fig. 14. Typhoon tracks October 1979

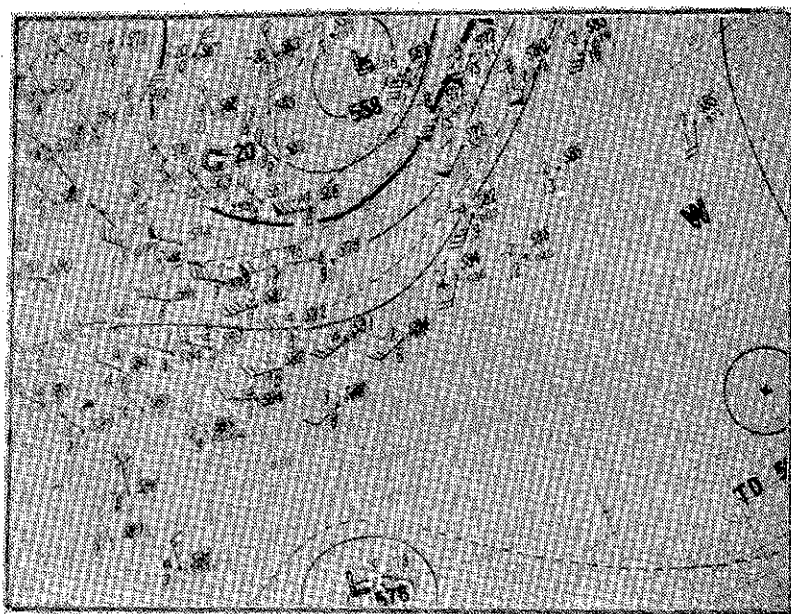


圖15. 民國 68 年 10 月 3 日 1200Z 500 毫巴高空圖

Fig. 15. 500mb at 1200Z 3 Oct, 1979

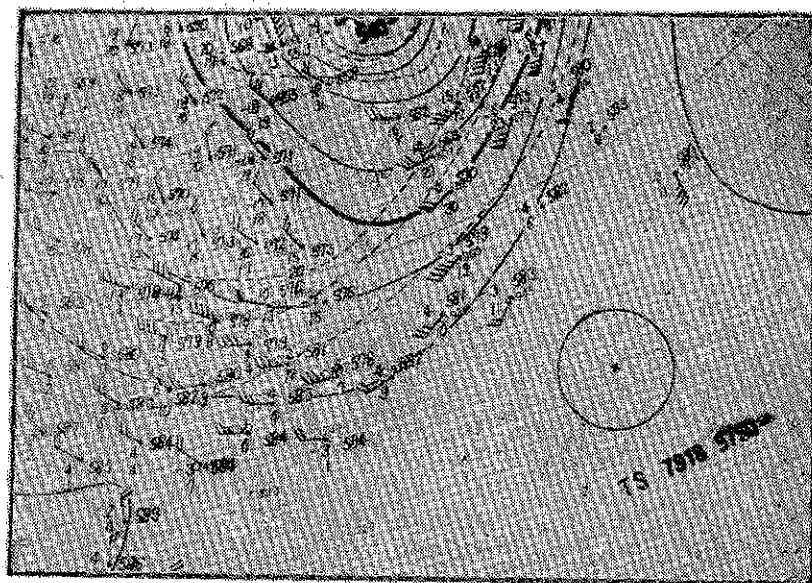


圖 16. 民國 68 年 10 月 4 日 1200Z 500 毫巴高空圖

Fig. 16. 500mb at 1200Z 4 Oct, 1979

現於3日之 500mb 等壓面上在羅杰北方有一高壓脊，強勁之東南風，使羅杰快速向西北方移行，但此高壓脊於4日因受韓國附近低槽之加深影響而向東撤退，羅杰因失去導流系統的控制而產生36小

時之打轉現象，從繞圈打轉中出來，繼續向西北北進行，於6日繞過高壓脊後向東北移去。

莎拉是10月份的第二個颱風，發生於中國南海，時值颱風季後半期，且加強成颱風後之路徑先向

南行，再轉西北西，對本省未構成威脅而未加注意，但他的奇特行徑，饒有興趣。

莎拉早期為熱帶擾動 (disturbance)，9月28日源於中國南海之中部之赤道輻合帶上，初期隨西南季風向東北東行進，10月1日到達菲島。中部西方近海，適有 500mb 短槽在呂宋島北方向東移動，3日此高空短槽已東移遠去，而地面東北季風隨即切入，迫使莎拉向西南方移行，完成了打轉繞圈的現象。10月4日加強為輕度颱風，正式命名為莎拉，繼續向西南行。5日莎拉再受 500mb 短槽影響，再有向東之行徑，6日後改向南行。7日再增強為中度颱風，8日後折向西北西行進。莎拉的改向西行，歸功於莎拉北方的高壓脊加強，由呂宋島經南海而入越南。

莎拉的特性是他的向南移動而勢力增強。莎拉在熱帶低壓階段，對流上層有較強的東風，阻止莎拉上空的外流流向東北方，當莎拉受低層東北風影響南移，高層東風減弱，外流增加，莎拉加強為輕度隨後並繼續發展成中度颱風。颱風南移而勢力加強為少見之實例。9日後，飛機偵察報告顯示莎拉的垂直結構改善，故有更進一步的加深。10日0000Z時，近中心最大風速為57公尺/秒 (110浬/時)，以後勢力漸減，進入越南後消失。

狄普起源於波那培 (Ponape) 島附近之間赤道輻合帶上。10月3日至5日間，因大部份西南氣流，北上支援颱風羅杰，發展緩慢，同時對流中層環流微弱，所以在波那培島附近轉圈徘徊。6日0000Z增強成輕度颱風。8日羅杰颱風已在北方變成溫帶氣旋，西南氣流轉而支持狄普，並有一熱帶高對流層槽線位於關島西北方，此槽線成為狄普高空外流的北方管道，於是狄普勢力漸增，中高度的東南風亦開始導引狄普向西北方行進。此後數日，狄普進入太平洋上高對流層有強烈輻散的區域，於是迅速加深，至11日0600Z已達超級颱風之強度，中心最大風速為67公尺/秒 (130浬/時)，暴風半徑1111公里。12日0600Z中心氣壓為870mb。狄普維持超級颱風強度約60小時。13日1200Z減為強烈颱風，此後勢力漸衰。見 (圖17)

巨大強壯的狄普環流，使用駛流方法的預測失效，他的行徑主要是他過去移向的延續。從13日至17日，暴風半徑均在1111公里以上。

17日，狄普減為中度颱風，適合大陸移出之500mb槽線接近，狄普轉向北去，18日轉向東北，19日在日本登陸，當時中心最大風速為每秒35公尺 (70浬/時)，但加上颱風本身每小時90公里之移速，在日本造成大災害。

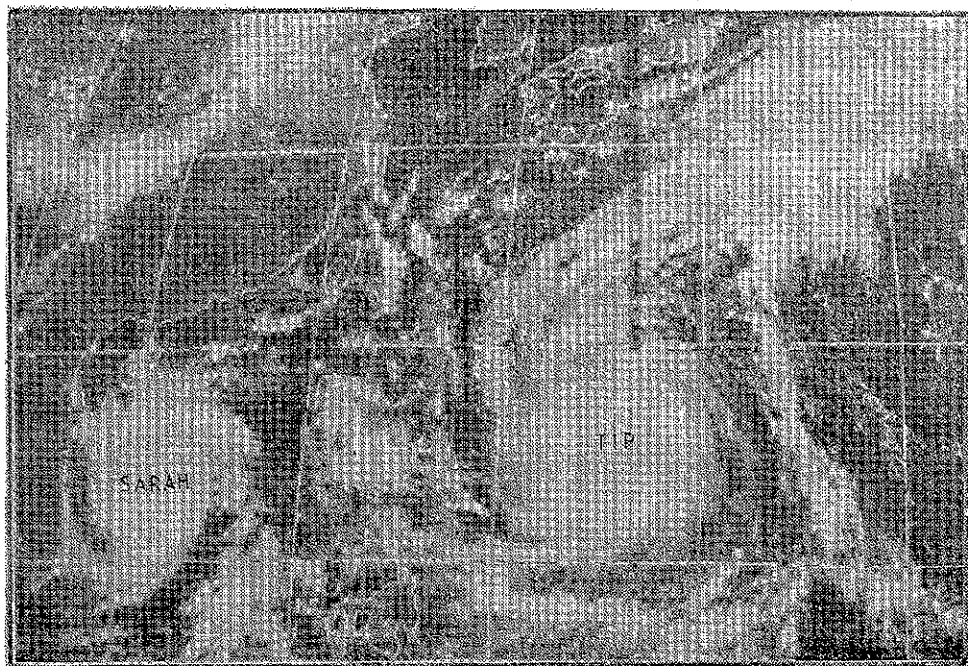


圖 17. 民國 68 年 10 月 13 日 0300Z GMS 圖

Fig. 17. GMS picture at 0300Z 13 Oct, 1979

狄普颶風的特性，即是他不但為本(68)年內最大最強的颶風，並且是本世紀來最大最強的風暴之一。他的最低中心氣壓為 870mb，比 1975 年 11 月裘恩 (June) 所創的紀錄尤低 6mb。暴風半徑 1111 公里，較本年 8 月份歐敏颶風 720 公里為大，尤較 1951 年 8 月 Marge 颶風之半徑 666 公里更大。其中心氣壓僅次於 1961 年 9 月 13 日南西颶風之 846 毫巴。

(九)十一月：薇拉是本年的最後一個超級颶風 (圖18)，她於 12 月 2 日形成於加羅林羣島海面，迅速加深於 2 日 0600Z 成為輕度颶風，此時 2 日 0000Z 200mb 高壓正在薇拉上空，並且此後此種情形成為西太平洋高空主要的形勢，故薇拉繼續加強，3 日 0000Z 成為中度颶風，18 小時後即 3 日 1800Z 發展成超級颶風，中心風速為 67 公尺/秒 (130 浬/時)，保持此強度為時約 36 小時，5 日 1200Z 前後在帛島東方海面勢力漸減，6 日在非島北部登陸，此時低層適有從臺灣海峽進入之強勁東北風滲入，而高空則西南風甚強，致有強烈的垂直風切，使薇拉的垂直結構分散，於是勢力迅速減弱。由高空圖分析，此減弱後的低壓進入南海，而高空部份，由衛星雲圖得知薇拉的高空雲層向東北東移去。薇拉自生成至登陸非島北部，其行徑係 500mb 太平洋高壓南側氣流所導引。

韋恩是 11 月份的第二個颶風。11 月 8 日 0000Z 在雅浦 (Yap) 島西北方海面有熱帶性低壓生成，9 日 0000Z 已移至呂宋島東方約 800 公里之海上，並加強成為輕度颶風，定名為韋恩 (Wayne)，編號為 7921，此後即在呂宋島東方海面徘徊，勢力未見增強，至 11 日 1800Z 減弱而消失，生命期共 4 天。

(十)十二月：本月 2 日 0000Z 在波那培島東方海面生成一輕度颶風，定名艾貝 (Abby)，編號為 7922，初期移速緩慢，偏向西北行，繼向北行，勢力未見增加，至 11 日 0000Z 後，始發展成中度颶風，向北再轉東北方向進行，威力曾兩度到達強烈颶風之強度，14 日 0600Z 變成溫帶氣旋，向東北東移去，見 (圖 19)。

本年最後一次颶風發生 12 月 21 日 0600Z，在非列濱東方近海生成，定名班恩 (Ben)，編號為 7923，初向西北方進行，穿過非列濱中部後，於 22 日 1800Z 折向東北，23 日 1200Z 在呂宋島東北方海面，變成溫帶氣旋。

三、災 情

本年共有四個超級颶風，其中三個 (賀璞，萊迪及狄普) 在臺灣附近經過，其他颶風也未登陸，故災情極為輕微。如表 (10) 所示。

表 16. 民國 68 年颶風損失統計表

發生時間 年 月 日	颶風名稱	傷亡人數			房屋倒塌 (間)	
		死亡	失踪	傷	全 倒	半 倒
68 7 27	戈 登				26	110
68 8 2	賀 璞	1		1	159	306
68 8 12	歐 敏				3	
68 8 22	萊 迪				3	9

根據最近 10 年來 (1970—1979) 的統計，每年死傷人數為 132 人，房屋倒塌 5604 間；本年僅死傷 2 人，房屋倒塌 616 間，可見本年損失之輕微。

四、颶風預測之校驗

中央氣象局在本年颶風期間，曾為 7 個颶風在警報期間所作 24 小時的預測位置加以校驗，因颶風預測位置的錯誤，可包括原始位置錯誤 (Initial position error)，地圖錯誤 (map error) 及預測技術錯誤 (Technical error)。而我們所要知道的是預測技術的錯誤。所以我們先作原始位置的訂正，再用下式：

$$E = 110 \cos^{-1} [\sin Y_F \sin Y_B + \cos Y_F \cos Y_B \cos (X_F - X_B)] \text{ km}$$

計算預測位置與實際位置間之距離以避免地圖上量度距離而造成的錯誤。式中 X_B , Y_B , X_F 及 Y_F 各為最佳路徑上實際位置及預測位置之經緯度值。

中央氣象局目前所用的預測法計有 Arakawa 法，HURRAN 法，CLIPER 法及中央氣象局 (CWB) 的主觀預測。我們將每一預測作向量誤差 (vector error)，直角誤差 (right angle error) 及偏角誤差的校驗，發現諸方法中以 HURRAN 的結果最佳，而以 CWB 的結果為最差 (見表 11)。但檢視關島 JTWC 所作檢驗，發現 CWB 之平均值 200 公里尚較 JTWC 的平均值 227 公里為佳。

在偏角錯誤一項，我們可發現一事實，即向西行進之颶風，所作預測之誤差均偏向右方，可見各種預測均有北偏之趨勢，待將來資料增加，或可求得此種偏角之平均值作為西進颶風預測時之訂正。

表 17. 民國六十八年臺灣發佈警報各颱風24小時預測位置誤差之校驗

Table 17. 24 hours forecast error summary for typhoons in 1979

name of typhoon	number of fcsts made	Arakawa			Hurran			Cliper			CWB		
		vector error	R. angle error	angle dev.	vector error	R. angle error	angle dev.	vector error	R. angle error	angle dev.	vector error	R. angle error	angle dev.
Ellis	8	222.0	187.5	+25.0	108.9	74.0	+9.6	161.6	122.0	+18.4(7) -0.9(1)	215.6	153.7	+24.4(7) -1.5(1)
Gordon	7	135.0	100.5	+15.8(5) -3.8(2)	168.4	105.0	+13.2(5) -13.1(2)	170.9	90.0	+8.1(5) -7.3(2)	146.0	71.9	+14.7(4) -6.5(3)
Hope	8 / 5	203.2	101.4	+11.3	179.1	60.6	+5.81	216.3	90.0	10.2	277.8	122.3	24.6
Irving	11 / 15	169.2	103.3	+12.0(2) -15.5(9)	152.1	98.9	+12.8(4) -15.8(7)	133.0	66.0	+18.7(2) -12.6(9)	159.6	101.8	+10.8(2) -19.9(13)
Judy	8	132.0	88.8	+12.3(2) -11.8(6)	160.8	119.3	+7.8(1) -24.9(7)	188.9	152.5	+6.2(1) -29.9(7)	243.3	200.6	+4.9(1) -40.1(7)
Owen	9 / 7	160.9	152.5	+24.9(5) -41.7(4)	141.6	106.0	+23.1(6) -21.1(8)	92.1	75.2	+14.0(4) -17.5(5)	159.3	149.9	+29.7(2) -25.3(5)
Tip	16	171.7	71.6	+16.6(11) -12.7(5)	188.4	87.3	+1.4(2) -16.6(14)	201.4	77.5	-16.2	200.4	93.0	+4.8(1) -12.2(15)
Average		170.5	115.0	+16.8 -12.2	159.9	-93.0	+10.4 -13.0	166.3	96.1	+10.8 -12.0	200.2	127.6	+16.2 -15.0

*預測誤差：①原始位置誤差—訂正方法：由原點向最佳路徑作修正。

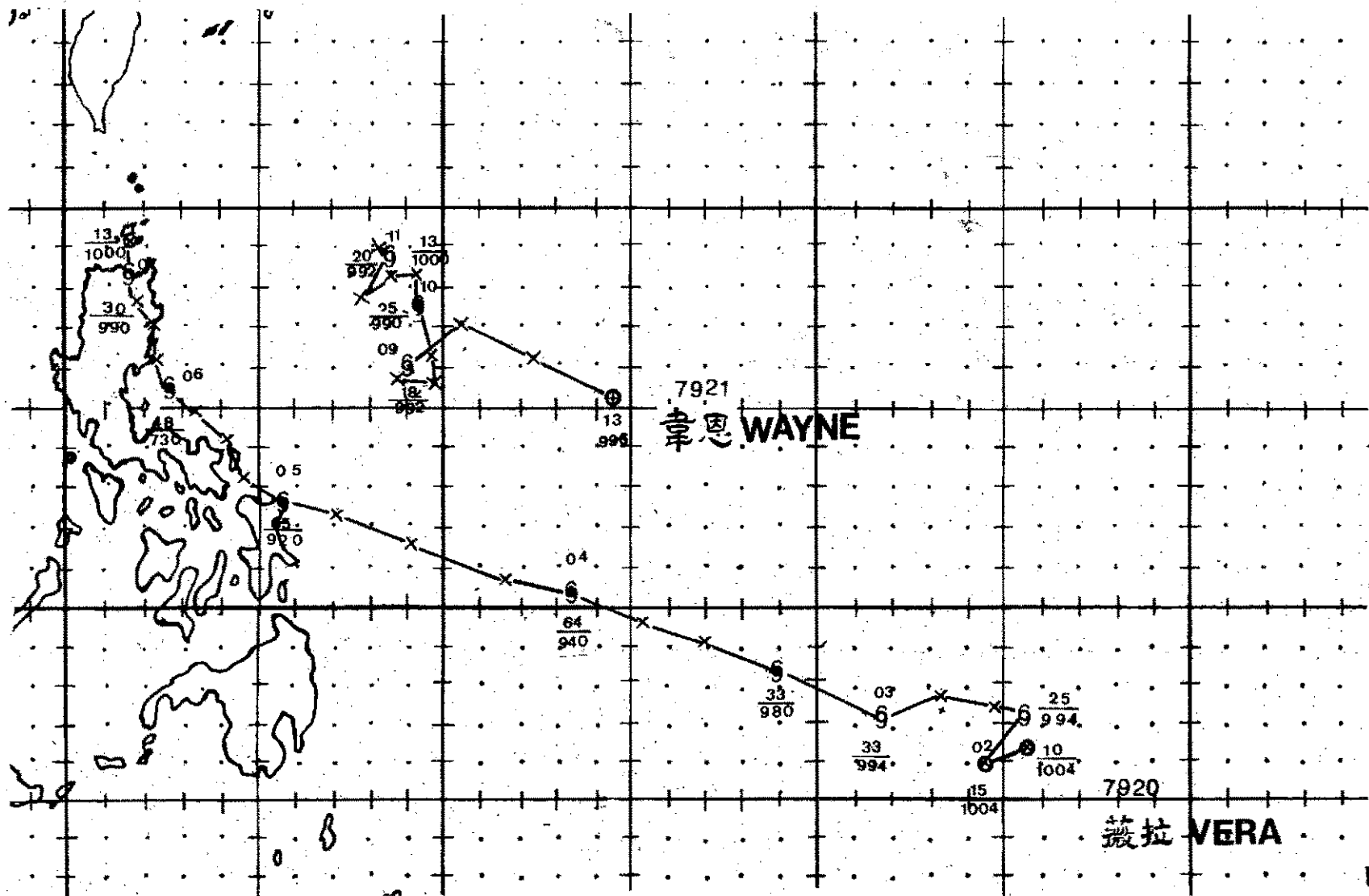
②地圖誤差—訂正方法：用下式計算距離

$$E = 110 \cos^{-1} [\sin Y_F \sin Y_R + \cos Y_F \cos Y_R \cos (X_F - X_R)] \text{ km}$$

③技術誤差。

註：①角偏差 (angle deviation) 以度數為單位，+為偏右，-為偏左，括號間之數字為次數。

②向量差 (vector error) 及正角偏差 (right angle error) 單位為公里。



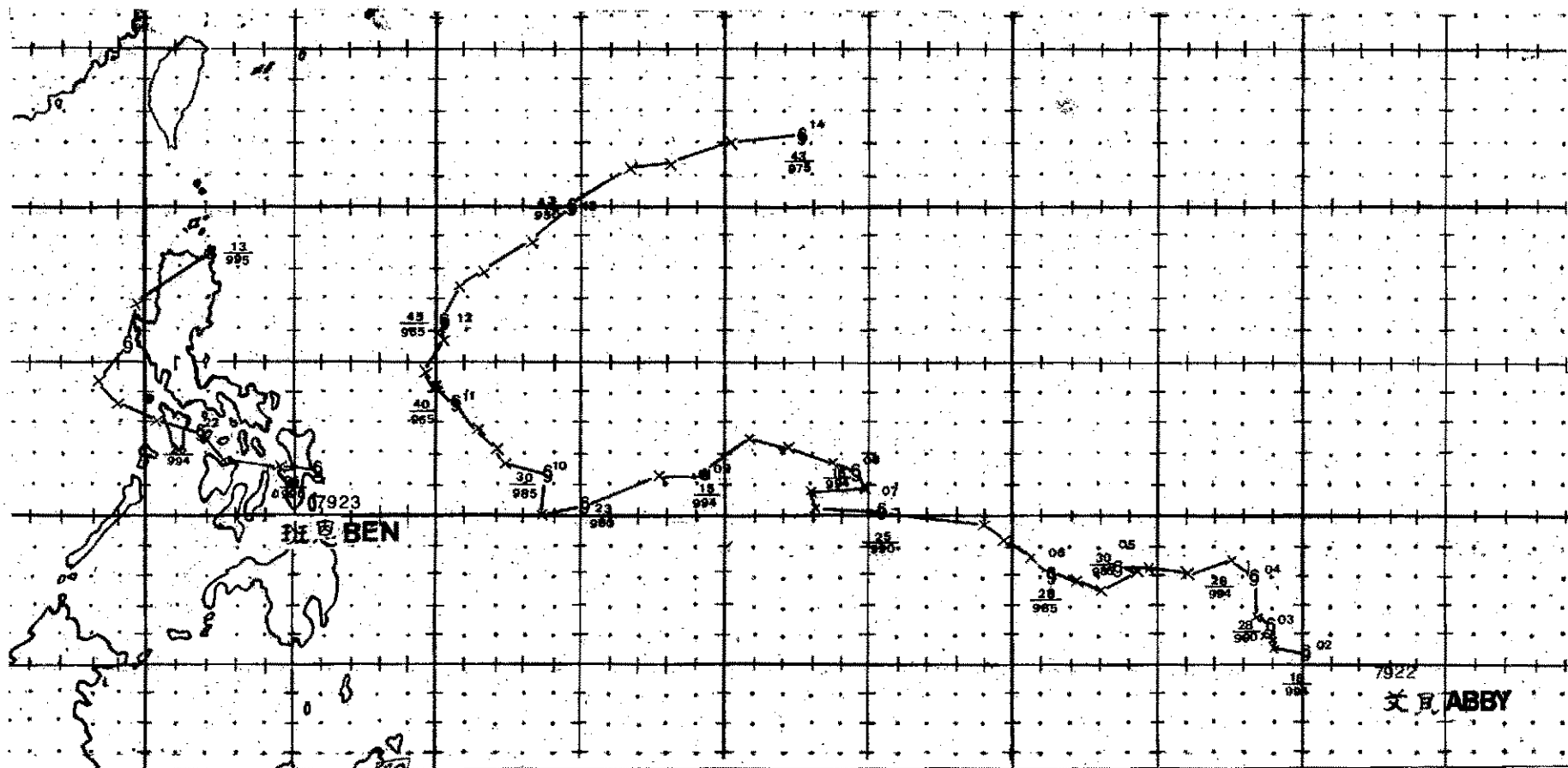


圖 19. 民國六十八年十二月颱風路徑圖
Fig. 19. Typhoon tracks December 1979

表 18. 民國六十八年各次颱風公報位置表

Table 18. The Bulletin positions of typhoon centers in the year of 1979.

颱風名稱	時 間		中心位置		中心 氣壓 mb	最大 風速 m/s	進行 方向	速 度 (km/h)	颱風名稱	時 間		中心位置		中心 氣壓 mb	最大 風速 m/s	進行 方向	速 度 (km/n)	
	日	時	北緯	東經						日	時	北緯	東經					
7901號 1 月 安 迪 (Andy)	02	08	5.3	168.5	990	25	WNW	18	7902號 3 月 貝 絲 (Bess)	12	14	14.2	136.9	940	45	NW	10	
		14	5.8	167.8	985	25	NW	22			20	14.6	136.7	945	43	NW	10	
		20	6.3	166.9	985	25	NNW	10		13	02	15.1	136.4	970	35	NE	10	
	03	02	6.8	166.8	980	28	NE	8			08	15.5	136.8	970	35	NE	5	
		08	7.2	167.0	980	28	ENE	30			14	16.0	137.0	980	33	NF	5	
		14	8.0	168.4	980	28	N	18			20	16.3	137.3	980	33	NE	5	
		20	8.9	168.4	980	28	NNW	16		14	02	16.5	137.1	990	28	NE	5	
	04	02	9.6	168.0	980	28	W	10			08	16.9	137.4	990	25	NE	10	
		08	9.6	167.6	980	28	W	10			14	17.1	138.0	994	15	OO	00	
		14	9.6	167.0	980	25	W	10		20	08	10.5	141.2	1000	13	W	15	
		20	9.7	166.6	980	25	W	15			14	10.6	140.5	1000	13	W	15	
	05	02	9.6	165.9	980	25	W	20			20	10.8	139.8	1000	15	W	15	
		08	9.6	165.0	985	25	W	15		21	02	11.0	139.0	1000	15	W	10	
		14	9.7	164.4	980	28	NW	20			08	11.2	138.5	998	15	NW	15	
		20	10.1	163.5	980	28	NW	18			14	12.3	138.2	996	18	NW	15	
	06	02	10.6	162.8	965	30	NW	20			20	12.8	137.5	994	20	NW	15	
		08	11.1	161.8	970	30	WNW	22		22	02	13.6	136.1	985	23	NW	15	
		14	11.8	160.4	965	35	W	25			08	13.8	135.7	970	28	NW	10	
		20	12.1	159.5	960	38	W	18			14	14.0	135.3	970	30	NW	10	
	07	02	12.4	158.8	960	38	W	15			20	14.5	134.9	965	35	NNW	10	
		08	12.8	157.6	950	40	W	18		23	02	15.1	134.6	965	35	N	10	
		14	12.4	156.6	945	45	W	18			08	16.0	134.6	955	38	N	10	
		20	12.4	155.7	945	45	W	25			14	16.8	135.0	955	40	NE	15	
	08	02	12.5	154.0	935	53	W	20			20	17.8	136.2	960	38	NE	18	
		08	12.2	153.0	930	55	W	20		24	02	18.6	137.1	960	35	NE	20	
		14	12.0	151.6	930	55	W	22			08	19.5	137.7	970	35	NE	18	
		20	12.0	150.5	930	55	W	22			14	20.4	139.2	985	35	NE	18	
	09	02	11.9	149.0	960	45	W	22			20	21.3	140.4	990	35	NE	20	
		08	11.9	147.5	960	45	W	20		25	02	22.1	141.9	992	33	NE	22	
		14	11.9	146.5	960	45	W	20			08	23.2	143.5	998	23	NE	22	
		20	12.0	145.2	970	40	W	20			14	23.7	144.7	1000	15	NE	22	
	10	02	12.1	144.0	970	40	W	20		7903號 4 月	11	08	6.3	139.7	1000	15	W	20
		08	11.9	142.9	970	40	W	22			14	6.5	138.6	1000	15	W	10	
		14	12.1	141.5	970	38	W	18			20	6.5	138.4	1000	15	W	10	
		20	12.2	140.7	970	35	W	18		12	02	6.6	137.8	1000	15	WNW	18	
	11	02	12.2	140.0	955	40	W	20			08	7.2	137.2	995	18	W	18	
		08	12.3	139.0	945	45	W	22			14	7.2	136.5	994	20	W	15	
		14	12.5	137.9	940	48	NW	15			20	7.1	136.2	994	20	W	15	
		20	13.0	137.7	935	48	NW	10		13	02	7.2	135.5	992	23	W	15	
	12	02	13.5	137.5	940	45	NW	8			08	7.3	134.8	992	23	WNW	10	
		08	13.8	137.2	940	45	NW	10			14	7.7	134.3	990	23	WNW	18	

颱風名稱	時 間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行	速度	颱風名稱	時 間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行	速度
	日	時	北緯	東經	mb	m/s	方向	(km/h)		日	時	北緯	東經	mb	m/s	方向	(km/h)
4 月	13	20	8.0	133.5	988	23	WNW	18	7905號 7 月 艾 勒 士 (Ellis)	14	08	13.7	120.2	985	20	NE	8
	14	02	8.3	132.8	988	23	W	20		14	14	14.0	120.6	985	20	NE	8
		08	8.3	131.5	985	28	W	20			20	14.2	120.9	996	15	E	5
		14	8.4	130.6	980	28	W	22		15	02	14.5	121.5	998	15	ENE	18
		20	8.5	129.2	975	33	WNW	18			08	15.2	122.7	998	15	ENE	18
	15	02	8.7	128.2	975	35	WNW	18			14	15.4	123.2	1000	15	NE	18
		08	9.1	127.6	965	38	WNW	22			20	16.2	124.0	1000	18	NE	18
		14	10.0	126.4	965	38	WNW	20		01	08	13.4	132.0	996	18	W	15
		20	10.7	125.4	955	38	WNW	20			14	13.5	131.4	994	20	W	15
	16	02	11.1	124.4	970	35	WNW	20			20	13.7	130.9	994	20	WNW	20
		08	11.9	123.2	980	35	WNW	20		02	02	14.0	129.5	992	23	W	18
		14	12.2	122.4	980	33	WNW	15			08	14.1	128.6	980	28	WNW	18
		20	12.5	122.0	980	30	NW	10			14	14.6	127.7	975	28	WNW	18
	17	02	12.7	121.8	980	30	NE	10			20	14.9	126.9	970	28	WNW	20
		08	12.8	122.0	980	30	NE	10		03	02	15.4	125.8	970	33	WNW	20
		14	13.3	122.2	985	28	NE	10			08	16.0	124.9	950	45	WNW	20
		20	13.9	122.4	985	25	NE	10			14	16.6	124.0	950	45	NW	20
	18	02	14.2	122.6	985	25	NE	10			20	17.7	123.4	955	40	NW	20
		08	14.5	123.1	985	25	NE	15		04	02	18.6	122.5	960	38	WNW	20
		14	15.1	123.6	990	23	NE	15			08	19.0	121.3	970	35	WNW	20
		20	15.7	124.1	990	23	NE	15			14	19.4	120.0	975	30	WNW	15
	19	02	16.0	124.6	990	23	NE	18			20	19.7	119.4	975	30	WNW	18
		08	16.8	125.1	990	23	NE	20		05	02	20.2	118.3	980	30	W	20
		14	17.5	126.0	985	28	NE	18			08	20.3	116.4	980	30	W	20
	20	18.0	126.6	985	28	NE	20		14	20.6	114.9	980	30	W	18		
20	02	18.9	127.6	990	25	NE	25		20	20.6	113.9	980	30	W	15		
	08	21.0	129.1	990	25	NE	30	06	02	20.8	113.1	985	25	WNW	20		
	14	21.7	130.8	990	25	ENE	25		08	21.5	111.8	990	20	W	20		
	20	22.8	132.0	992	23	ENE	30		14	21.7	110.2	996	15	W	18		
21	02	24.0	134.0	994	20	ENE	30	7906號 7 月 費 依 (Faye)	02	14	07.0	145.1	1000	15	NW	15	
	08	25.0	136.0	1000	15	ENE	25		20	7.5	144.8	1000	15	NW	20		
7904號 5 月 黛 特 (Dot)	11	08	9.0	125.5	1006	13	WNW	18	03	02	8.5	143.5	1000	15	NW	18	
		14	9.7	124.8	1004	13	W	20		08	9.1	143.2	995	18	WNW	18	
		20	9.9	123.4	1004	13	WNW	18		14	9.6	142.3	995	20	WNW	18	
	12	02	10.2	122.3	1002	13	WNW	18		20	9.8	141.2	995	23	WNW	18	
		08	10.5	121.5	1000	15	WNW	18	04	02	10.2	139.6	994	23	WNW	18	
		14	10.8	120.8	1000	15	WNW	18		08	10.8	138.8	992	25	W	10	
		20	11.0	120.0	1000	15	WNW	20		14	10.9	138.2	992	25	W	15	
	13	02	11.8	119.0	1000	15	NW	18		20	11.0	137.8	990	28	WSW	20	
		08	12.5	118.7	998	15	NE	5	05	02	10.9	136.7	990	28	NW	10	
		14	12.6	118.9	998	15	NE	5		08	10.2	135.2	990	28	NW	10	
		20	13.2	119.3	990	20	N	5		14	10.6	135.5	992	25	NW	10	
	14	02	13.7	119.5	990	20	E	10		20	11.0	135.0	994	20	NW	10	

颱風名稱	時 間		中心位置		中心氣壓 mb	最大風速 m/s	進行 方向	速 度 (km/h)	颱風名稱	時 間		中心位置		中心氣壓 mb	最大風速 m/s	進行 方向	速 度 (km/h)
	日	時	北緯	東經						日	時	北緯	東經				
7907號 7月 登 (Gordon)	06	02	11.5	134.8	905	18	NW	18	7909號 8月 歐 敏 (Irving)	03	08	22.7	108.0	990	18	W	22
		08	12.2	134.0	995	18	NW	20		09	08	17.8	136.0	996	15	NW	20
		14	13.9	132.7	1000	18	NW	20			14	18.2	135.2	996	15	NW	6
	26	14	20.0	130.0	1002	15	WNW	18			20	18.3	135.0	994	15	WNW	10
		20	20.2	129.0	1000	15	W	18		10	02	18.5	134.5	994	15	W	20
	27	02	20.5	128.0	998	15	W	25			08	18.5	133.5	994	15	W	20
		08	20.6	126.2	994	18	W	20			14	18.5	132.7	996	15	W	26
		14	20.6	125.3	990	20	W	18			20	18.5	131.3	994	15	W	20
		20	20.8	124.4	990	20	WNW	18		11	02	18.4	130.1	994	15	SW	35
	28	02	21.0	123.3	985	23	W	25			08	17.3	128.7	994	15	SW	15
		08	21.1	121.4	970	28	NW	15			14	17.0	128.0	994	15	E	25
		14	21.4	120.5	970	28	NW	15			20	17.2	129.2	990	18	NW	20
		20	22.0	120.3	980	25	WNW	22		12	02	17.8	128.5	990	20	W	10
	29	02	22.5	118.6	980	25	WNW	22			08	17.8	128.2	985	28	W	5
7908號 7月 賀 璜 (Hope)		08	23.0	117.1	985	23	WNW	18		14	17.8	128.0	985	28	NW	30	
		14	23.1	116.2	985	23	WNW	18		20	18.6	126.7	980	30	N	10	
		20	23.3	115.2	990	20	WSW	20	13	02	18.9	126.7	980	30	N	15	
	30	02	23.1	114.0	995	18	W	10		08	19.8	126.7	978	33	N	25	
		08	23.0	113.5	998	15	W	10		14	21.0	126.6	970	35	N	25	
	28	08	16.2	137.8	1000	15	N	20		20	22.0	126.6	970	35	NW	30	
		14	17.5	137.5	1000	15	N	15	14	02	23.0	125.3	970	35	NW	10	
		20	18.1	137.2	998	15	NW	18		08	23.4	125.1	970	35	NW	14	
	29	02	19.0	136.4	998	15	SSW	30		14	24.0	124.9	970	35	NNW	14	
		08	16.8	135.2	994	18	S	10		20	24.6	124.6	960	35	NNW	14	
		14	16.3	135.2	985	23	WNW	10	15	02	25.2	124.2	960	40	N	14	
		20	16.6	134.9	970	33	WNW	10		08	25.8	124.2	955	40	N	25	
	30	02	16.8	134.1	965	35	WNW	10		14	27.0	124.1	955	40	NW	15	
		08	16.9	133.3	960	38	WNW	10		30	27.5	123.7	955	40	N	15	
8月		14	17.0	132.6	940	40	WNW	10	16	02	28.3	123.6	955	40	N	25	
		20	17.2	132.0	935	45	WNW	20		08	29.5	123.8	955	40	N	25	
	31	02	17.8	130.8	930	48	WNW	20		14	30.8	123.6	955	40	N	20	
		08	18.6	129.4	930	51	WNW	22		20	31.7	123.7	955	40	NNE	25	
		14	19.2	128.0	920	53	WNW	22	17	02	32.9	124.0	960	35	NE	25	
		20	19.8	126.2	900	65	WNW	20		08	34.0	125.0	965	33	NE	32	
	01	02	20.3	124.8	900	65	WNW	20		14	35.3	126.3	970	30	NE	42	
		08	20.7	123.3	895	67	WNW	20		20	36.6	128.7	990	15	NE	42	
		14	20.9	121.8	900	63	WNW	20	7910號 8月	02	13.5	144.0	1000	18	NW	18	
		20	21.5	120.1	920	60	WNW	20	茱 迪	08	13.9	143.2	998	20	NW	25	
	02	02	21.7	118.1	930	58	W	20	(Judy)	14	14.2	142.0	994	20	NW	25	
		08	22.3	116.5	940	55	W	22		20	14.6	141.0	990	23	NW	30	
		14	22.5	114.5	945	51	W	22	18	02	15.0	139.5	985	25	NW	18	
		20	22.6	112.1	970	35	W	22		08	15.4	138.9	985	28	NW	25	
	03	02	22.7	110.1	975	30	W	22		14	16.0	137.6	985	30	NW	15	

颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行方向	速度	颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行方向	速度
	日	時	北緯	東經	mb	m/s		(km/h)		日	時	北緯	東經	mb	m/s		(km/h)
7911號 9月 肯恩 (Ken)	18	20	16.8	137.3	975	35	NW	22	7912號 9月 羅拉 (Lola)	03	20	31.4	131.1	990	25	NNE	25
	19	02	17.4	136.4	970	38	NW	20		04	02	32.7	131.9	992	20	NE	30
		08	18.2	135.9	960	45	NW	20			08	33.9	133.4	992	20	NE	30
		14	18.9	135.0	955	51	NW	20			14	35.3	134.5	992	20	NE	35
		20	19.7	134.5	940	68	NNW	15			20	36.6	136.6	993	15	NE	35
	20	02	20.2	134.2	910	68	NW	22		08	02	22.6	150.7	1004	13	W	10
		08	21.3	133.8	910	68	NW	20			08	22.6	150.0	1004	13	停	留
		14	22.1	133.1	910	68	NW	20			14	22.6	150.0	1004	15	停	留
		20	23.0	132.5	920	68	NW	20			20	22.5	150.0	1002	15	N	18
	21	02	23.5	131.5	920	68	W	10		04	02	23.5	150.0	1000	15	W	16
		08	23.4	131.0	940	60	W	10			08	23.6	149.1	990	20	NW	15
		14	23.6	130.5	940	60	NW	25			14	24.0	148.7	985	33	NW	18
		20	24.2	129.6	945	58	W	15			20	24.3	147.7	975	33	NW	18
	22	02	24.3	128.9	945	58	W	15		05	02	24.9	146.9	970	35	NW	10
		08	24.3	127.9	950	45	W	20			08	25.2	146.5	965	38	NW	18
		14	24.2	126.9	950	43	停	留			14	25.8	146.0	960	38	NE	15
		20	24.2	126.8	950	43	NW	15			20	26.3	146.3	960	38	N	15
	23	02	24.8	126.1	950	40	NW	18		06	02	27.0	146.4	960	40	N	10
		08	25.7	125.6	950	40	NW	30			08	27.4	146.5	950	45	N	10
		14	26.8	124.4	950	40	NW	20			14	27.8	146.5	955	45	N	15
		20	27.1	123.7	950	40	NW	20			20	28.5	146.4	960	40	N	18
	24	02	27.8	122.8	950	40	NW	20		07	02	29.4	146.3	965	38	N	15
		08	28.6	122.0	950	40	NNE	20			08	30.0	146.2	980	33	N	11
		14	29.4	122.3	960	35	NNE	15			14	30.7	146.4	908	30	NE	25
		20	30.0	122.3	965	33	N	15			20	31.7	147.2	980	25	NNE	35
	25	02	30.4	122.4	970	30	N	8		08	02	33.2	147.9	990	23	NE	18
		08	30.8	123.0	970	30	NE	16			08	34.0	148.3	990	20	NE	35
		14	31.5	123.5	975	25	NE	16			14	35.3	150.0	990	20	NE	35
		20	31.9	124.2	980	23	NE	16			20	36.3	152.0	992	20	NE	30
	26	02	32.4	125.1	985	20	NE	30		09	02	37.0	153.6	992	15	NE	30
		08	33.6	126.6	990	18	NE	20		16	14	13.8	127.8	995	25	WNW	18
		14	33.8	127.7	990	18	NE	20			20	14.0	127.0	992	25	WNW	20
		20	34.4	128.9	994	15	NE	20		17	02	14.4	126.0	990	33	W	20
	01	08	24.8	133.0	1004	13	WNW	5			08	14.5	125.0	990	36	SW	10
		14	25.0	132.9	1004	13	WNW	5			14	14.0	124.8	990	36	SW	10
		20	25.2	132.6	1002	15	W	18			20	13.8	124.7	994	33	W	8
	02	02	25.3	131.6	1002	15	NE	15		18	02	13.8	124.4	994	28	W	10
		08	25.8	132.3	1002	15	NW	18			08	13.8	123.8	994	28	W	10
		14	26.6	131.9	1002	15	WNW	18			14	13.8	123.1	994	28	W	10
		20	27.2	130.8	994	23	NNW	15			20	13.8	122.7	990	28	W	20
	03	02	27.7	130.3	994	23	N	18		19	02	13.7	121.9	990	25	W	10
		08	28.8	130.4	998	20	N	25			08	13.8	121.3	994	20	W	15
		14	30.3	130.3	990	25	NE	22			14	13.8	120.5	994	20	W	15

颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行	速度	颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行	速度
	日	時	北緯	東經	mb	m/s	方向	(km/h)		日	時	北緯	東經	mb	m/s	方向	(km/h)
7914號 9月 南施 (Nancy)	19	20	14.7	119.9	998	18	WNW	12	7916號 9月 波密拉 (Pamela)	25	02	20.5	132.2	970	35	WNW	30
	20	02	14.9	119.1	998	18	NNW	40		08	20.9	130.8	970	35	NW	23	
	08	16.0	118.7	998	18	N	26	14		21.6	129.9	965	38	NW	13		
	14	17.3	118.5	1000	18	N	10	20		21.9	129.5	950	40	NNW	13		
	20	17.8	118.5	1000	18	NW	10	26		02	22.5	129.2	940	45	N	13	
	21	02	18.0	118.0	1000	15	NW	8		08	23.2	129.2	920	48	NNW	1	
	08	18.3	118.0	1000	15	NW	15	14		23.7	129.0	920	51	NNE	-		
	14	18.8	117.5	998	20	NW	15	20		24.0	129.1	925	51	NNE	8		
	20	19.2	117.1	998	20	NW	15	27		02	24.4	129.3	925	51	NNE	8	
	22	02	19.5	116.5	998	20	N	18		08	24.9	129.5	940	51	N	10	
	08	20.5	116.5	998	20	NW	12	14		25.4	129.5	945	48	N	10		
	14	21.0	116.0	998	18	NW	12	20		25.9	129.7	945	45	N	10		
	20	21.3	115.7	1000	18	WNW	12	28		02	26.4	129.6	945	43	N	10	
	23	02	21.3	115.2	994	20	W	12		08	26.9	129.6	945	43	N	05	
	08	21.5	114.5	994	20	NW	10	14		27.2	129.6	955	40	N	05		
	14	21.8	114.0	994	20	NW	10	20		27.6	129.8	955	35	停	留		
	20	22.0	113.8	996	18	NW	10	29		02	27.7	129.8	955	35	N	05	
	24	02	22.2	113.2	998	15	NW	10		08	28.0	129.8	955	35	N	08	
	19	14	18.6	111.7	998	15	WNW	16		14	28.3	129.8	955	35	NNE	14	
	20	20	18.8	110.8	994	23	NW	18		20	29.0	130.1	955	35	NE	20	
	02	02	19.3	110.4	994	23	SW	20		30	02	29.8	130.5	955	35	NE	25
	08	18.9	109.5	994	23	SW	10	08		30.8	131.4	955	35	NE	38		
	14	18.8	109.2	994	20	SW	10	14		32.3	132.9	995	35	NE	45		
	20	18.3	108.9	992	20	WSW	8	20		34.0	134.9	955	35	NE	70		
	21	02	18.2	108.5	992	20	WSW	10		10月 01	02	36.6	138.0	980	25	NE	70
	08	18.0	108.1	992	20	停	留	08		39.0	141.3	985	23	NE	70		
	14	18.0	108.0	994	18	停	留	25		20	19.5	142.0	996	13	WNW	32	
	20	18.0	108.0	994	18	WNW	12	26		02	19.8	140.3	994	18	NW	20	
	22	02	18.2	107.5	994	18	WNW	10		08	20.6	139.9	994	18	NW	40	
	08	17.3	107.1	995	15	SSW	20	14		21.6	137.8	1000	15	NW	40		
	14	17.3	106.8	995	15	SSW	20	7917號 10月 03		14	15.7	139.8	998	13	NNW	18	
	20	16.5	106.5	998	13	SSW	20	羅杰 (Roger)		20	16.5	139.5	998	15	NNW	22	
22	08	13.0	133.0	1004	10	SW	10	04	02	17.5	139.0	998	15	NW	90		
14	12.7	137.7	1002	13	WSW	10	08	21.0	136.0	998	15	NW	20				
20	12.5	137.3	1002	13	SW	10	14	21.7	135.2	995	18	WSW	7				
23	02	12.3	137.0	1002	13	W	10	20	21.5	134.7	985	20	SW	28			
08	12.3	136.7	1000	15	W	10	05	02	20.9	133.5	985	23	SE	07			
14	12.3	136.1	994	23	N	23	08	20.2	133.9	992	20	E	20				
20	13.3	136.1	994	23	NW	15	14	20.3	135.0	992	20	N	20				
24	02	13.7	135.6	990	23	NNW	48	20	21.4	135.1	992	20	NE	26			
08	16.4	135.2	990	23	NW	35	06	02	22.4	135.8	992	20	NNW	33			
14	17.7	134.4	985	28	NW	35	08	24.0	135.4	992	20	NW	28				
20	19.2	133.3	985	30	NW	35	14	25.1	134.7	992	20	NE	28				

颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行方向	速度	颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行方向	速度
	日	時	北緯	東經	mb	m/s		(km/h)		日	時	北緯	東經	mb	m/s		(mk/h)
7918號 10月 莎拉 (Sarah)	06	20	26.3	135.5	992	20	NE	40	7919號 10月 狄普 (Tip)	14	14	13.3	110.5	965	30	W	8
	07	02	28.5	136.3	992	20	NNE	65			20	13.3	110.2	980	25	WSW	8
	08	31.5	137.5	992	18	NNE	50	50		15	02	13.1	109.9	990	18	W	8
		14	33.8	138.8	992	15	NNE	50		6	02	06.6	155.2	1004	13	NW	38
	04	20	14.0	119.7	1000	15	W	10			08	07.2	153.4	1004	18	NW	22
	05	02	13.9	119.3	996	18	SW	10			14	07.7	152.4	1004	18	E	5
		08	13.7	118.9	995	20	SSW	20			20	07.7	152.6	996	18	NW	20
		14	12.5	118.5	994	20	E	8		7	02	08.1	151.9	996	20	E	10
		20	12.5	119.3	992	20	SW	5			08	08.0	152.3	996	20	S	25
	06	02	12.1	119.0	990	20	N	5			14	06.9	152.4	1002	20	W	18
		08	12.3	119.0	990	20	E	20			20	06.9	151.7	997	20	S	8
		14	12.4	119.9	990	15	E	10		8	02	06.7	151.5	997	20	E	10
		20	12.4	120.1	996	18	W	10			08	06.8	152.1	992	20	NNW	45
	07	02	12.4	119.8	998	18	SSE	10			14	08.8	151.4	994	23	NW	35
		08	12.2	120.0	998	18	W	15			20	09.9	150.1	994	23	NW	25
		14	12.1	119.2	985	30	W	5		9	02	10.9	149.6	990	25	NW	40
		20	12.0	119.0	980	33	停	留			08	12.2	148.0	990	25	WNW	45
	08	02	12.0	119.0	980	33	SSE	18			14	12.7	145.7	985	28	WNW	25
		08	11.3	119.1	985	33	S	5			20	12.8	144.3	975	30	WNW	20
		14	11.0	119.2	980	33	S	8		10	02	12.8	143.2	975	33	WNW	15
		20	10.5	119.2	980	33	停	留			08	13.0	142.7	955	41	WNW	20
	09	02	10.5	119.2	980	33	WNW	26			14	13.1	141.6	945	43	NW	20
		08	11.1	117.8	980	33	NE	5			20	13.8	141.0	945	49	WNW	20
		14	11.3	117.9	960	35	NW	10		11	02	14.1	140.1	940	51	W	14
		20	11.4	117.5	960	40	W	15			08	14.2	139.5	900	67	NW	12
	10	02	11.5	116.9	960	40	W	8			14	14.4	139.2	890	67	N	15
		08	11.5	116.5	940	45	NW	5			20	15.0	139.2	890	69	NNW	15
		14	11.6	116.4	930	45	W	5		12	02	15.8	139.0	900	69	NW	18
		20	11.6	116.1	925	45	W	10			08	16.4	138.3	990	69	NW	20
	11	02	11.6	115.6	925	45	NNW	12			14	16.9	137.6	870	75	NW	20
		08	12.0	115.4	955	45	WNW	10			20	17.3	136.7	885	80	停	留
		14	12.1	114.9	960	43	WNW	10		13	02	17.3	136.7	885	80	SW	20
		20	12.2	114.4	960	43	NW	3			08	16.5	136.4	905	73	S	10
	12	02	12.3	114.3	960	43	NW	3			14	16.1	136.4	905	67	NW	22
		08	12.4	114.2	970	35	NW	12			20	16.7	135.3	905	65	W	10
		14	12.9	113.7	965	35	NW	12		14	02	16.7	134.9	905	65	WNW	18
		20	13.3	113.1	960	35	NW	12			08	17.0	134.0	920	62	WNW	15
	13	02	13.6	112.5	960	35	SW	10			14	17.1	133.4	920	62	WNW	15
		08	13.2	112.2	965	35	W	5			20	17.3	132.5	920	62	WNW	20
		14	13.2	112.0	965	35	NW	10		15	02	17.5	131.5	920	62	NW	20
		20	13.6	111.7	965	35	W	12			08	18.1	131.0	920	62	NW	15
	14	02	13.5	111.0	965	30	S	5			14	18.4	130.2	920	58	NW	15
		08	13.3	111.0	965	30	W	10			20	18.7	129.7	920	58	NW	10

颱風名稱	時 間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行	速度	颱風名稱	時 間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行	速度
	日	時	北緯	東經	mb	m/s	方向	(km/h)		日	時	北緯	東經	mb	m/s	方向	(km/h)
7920號 11月 薇 拉 (Vera)	16	02	18.9	129.4	920	55	NW	10	7921號 11月 韋 恩 (Wayne)	08	14	15.3	134.5	996	13	NW	42
	08	19.2	129.0	925	55	NW	10	20		16.3	132.3	996	15	NW	40		
	14	19.5	128.8	925	52	N	20	09		02	17.1	130.5	996	15	SW	35	
	20	20.4	128.7	930	51	NNW	15	08		16.0	129.0	992	18	SW	5		
	17	02	21.1	128.5	930	51	NW	10		14	15.8	128.9	990	18	E	20	
	08	21.4	128.2	935	48	NNW	15	20		15.8	129.7	992	23	N	18		
	14	22.0	128.1	935	48	NNW	25	10		02	16.5	129.7	992	25	NNW	25	
	20	23.2	127.8	935	45	N	15	08		17.7	129.3	990	25	NNW	18		
	18	02	24.0	127.7	935	45	N	15		14	18.3	129.2	990	25	WNW	15	
	08	25.0	127.8	940	42	NE	32	20		18.6	128.5	990	25	SW	20		
	14	26.5	128.8	945	40	NE	40	11		02	17.9	127.9	990	25	NE	25	
	20	28.1	130.0	950	38	NE	45	08		18.7	128.5	992	20	NW	8		
	19	02	29.9	131.7	955	38	NE	75	14	19.0	128.4	994	18	SE	8		
	08	32.9	134.0	965	35	NE	86	20	18.8	128.5	1000	18	停	留			
	14	36.5	138.1	965	35	NE	95	12	02	18.8	128.5	1000	13	停	留		
	20	41.0	144.2	965	30	NE	95	7922號 12月	02	08	5.7	160.1	994	18	W	20	
	02	02	42.8	151.0	962	28	NE	95	艾 貝 (Abby)	14	5.8	159.1	994	18	N	5	
	08	6.5	145.6	1004	10	WSW	22	20	5.9	159.1	994	18	W	5			
	14	6.0	145.5	1004	15	NE	30	03	02	6.0	158.9	994	18	N	5		
	20	7.3	145.6	994	25	WNW	18	08	6.3	159.0	990	28	NE	3			
	03	7.6	144.8	994	28	WNW	28	14	6.3	159.0	990	30	N	3			
	08	資料 缺				SW	30	20	6.4	159.0	994	23	W	5			
	14	7.2	141.8	994	33	WNW	50	04	02	6.7	158.6	994	23	N	25		
	20	8.5	139.0	980	36	WNW	38	08	8.1	158.5	994	28	NW	20			
	04	9.2	137.0	975	48	WNW	35	14	8.8	157.7	994	28	WSW	30			
	08	9.8	135.2	960	67	WNW	38	20	8.2	156.1	994	28	W	25			
	14	10.5	133.5	940	69	WNW	35	05	02	8.3	154.8	994	30	W	20		
	20	10.9	131.4	930	72	WNW	45	08	8.5	153.8	985	30	ESE	15			
	05	11.8	129.1	930	72	WNW	40	14	8.3	154.4	985	30	SW	28			
	08	12.4	127.1	930	69	WNW	30	20	7.8	153.2	985	30	WNW	20			
	14	12.7	125.8	920	69	WNW	25	06	02	資料 缺			WNW	20			
	20	13.4	124.7	920	69	NW	20	08	8.3	151.4	985	28	NW	20			
	06	14.2	124.2	920	60	NW	20	14	8.9	150.7	990	28	NW	20			
	08	15.0	123.3	925	50	NW	20	20	9.3	149.8	990	28	NW	20			
	14	15.6	122.7	930	48	NNW	18	07	02	9.9	149.1	990	25	WNW	65		
	20	16.4	122.4	940	45	NNW	18	08	10.1	145.5	990	25	W	45			
	07	17.1	122.2	945	45	NW	15	14	10.2	143.2	990	25	NW	15			
	08	17.8	121.9	955	43	NW	15	20	10.8	143.0	990	25	E	35			
	14	18.3	121.7	990	30	N	20	08	02	11.0	145.0	992	23	NW	12		
	20	19.2	121.8	994	18	停	留	08	11.4	144.5	992	20	WNW	20			
09	02	19.2	121.8	1000	13	停	留	14	11.9	143.9	994	18	WNW	30			
								20	12.2	142.1	996	18	WNW	28			
								09	02	12.5	140.9	994	18	SW	35		

颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行方向	速度	颱風名稱	時間		中心位置		中心氣壓	最大風速	進行方向	速度
	日	時	北緯	東經	mb	m/s		(km/h)		日	時	北緯	東經	mb	m/s		(km/h)
	09	08	11.4	139.3	994	15	W	30	7923號 12月 班 恩 (Ben)	13	08	20.0	134.9	950	43	ENE	45
		14	11.3	137.8	994	15	WSW	50			14	21.1	136.9	955	40	E	25
		20	10.4	135.1	980	23	WSW	30			20	21.4	138.2	960	51	ENE	40
	10	02	10.0	133.7	980	23	N	30		14	02	22.0	140.2	970	43	E	40
		08	11.3	133.8	985	30	WSW	28			08	22.3	142.6	975	43	E	40
		14	11.7	132.4	985	30	WNW	15		21	14	11.5	125.9	996	25	W	25
		20	12.1	132.1	985	30	NW	20			20	11.6	124.6	996	23	W	35
	11	02	12.9	131.5	985	30	NW	25		22	02	11.8	122.7	994	20	NW	25
		08	13.7	130.7	965	40	NW	20			08	12.7	121.9	994	25	WNW	25
		14	14.2	130.0	965	40	NW	10			14	13.0	120.4	994	20	WNW	52
		20	14.7	129.7	965	40	NNE	25			20	13.7	119.0	994	25	NW	20
	12	02	15.8	130.2	965	38	N	10		23	02	14.3	118.2	994	25	NW	25
		08	16.3	130.2	965	45	NNE	25			08	15.6	119.4	994	28	NNE	25
		14	17.4	130.9	955	51	NE	20			14	16.9	119.9	994	28	NE	55
		20	17.9	131.8	955	48	NE	40			20	18.4	122.1	995	13	NE	55
	13	02	18.9	133.2	955	43	NE	35									

五、結 論

本年颱風發生次數低於平均，亦未在臺灣登陸
但本年內颱風之特點甚多，如：

- 1) 賀璞颱風之迅速加深。
- 2) 歐敏颱風之正弦曲線路徑。

3) 麥克與南施兩颱風間發生藤原效應。

4) 莎拉颱風之南移而增強。

5) 狄普為本世紀來最強大颱風之一。以上諸現象均饒有興趣，值得學術界作進一步的研究。

喬鳳倫 執筆

保密防諜。

人人有責。

匪諜自首。

既往不究。

氣象學報補充稿約

一、來稿須用稿紙（以25×24之稿紙為原則）。

二、來稿字數以不超過15,000字，即連同圖、表、英文摘要以不超過10印刷頁為原則。

三、圖及表之分量以不超過全文之1/3為原則。

四、英文摘要之字數以不超過1,000字為原則。

五、關於表格之注意點：

(一) 表格須另用白紙繕製。

(二) 表格上方須有標題，並加表1表2等冠號。

(三) 表格中之項目，內容應儘量簡化。表中不重要之項目或可用文字說明者應儘量避免列入表中。

(四) 能以文字說明之小表，請採用文字說明。

(五) 原始記錄應加分析簡化後始可列入表中。

(六) 統計分析表中顯著處，以*號（顯著）及**號（極顯著）表之。

(七) 表幅應考慮適合本刊版幅為準。（寬度勿超過13.5 cm）。

(八) 表之標題應能表示內容。

六、關於插圖之規定：

(一) 插圖應另貼於大張白紙上，註明作者及文題。

(二) 插圖下方須有標題，並加圖1圖2等冠號。

(三) 統計圖、模式圖及分佈圖一律採用120—150磅道林紙，以黑墨水繪製清楚。

(四) 統計圖原圖幅面應在12—15 cm，以便縮版。

(五) 模式圖原圖幅面應在15—20 cm，以便縮版。

(六) 分佈圖原圖幅面應在30 cm左右，以便縮版。

(七) 繪製線條粗細應能供縮小至1/8之程度，但不能超過縮小1/2之程度。

(八) 數字應正寫清楚，字之大小粗細應一律，至少能供縮至1/8之程度。

(九) 已列表中之內容，勿再重複以插圖表示。

(十) 圖之標題應能表示內容。

七、關於照片之規定：

(一) 照片紙一律採用黑白片光面紙。

(二) 照片幅面應在12—15 cm，以便縮版。

(三) 照片應充分沖洗清楚，須考慮縮小至1/2時尚能清楚之程度。

(四) 照片如有特別指明點應加圈或箭頭表明。

八、文稿過長，或圖表過多過大時，投稿人得自行負擔印刷費。

九、關於參考文獻之規定：

(一) 參考文獻以經本人確實查閱者為限，如係來自轉載之其他書刊時，須加註明。

(二) 作者姓名以後為發行年份，加以括號，然後為雜誌或書名、卷期數及頁數。（頁數必須註明）。

(三) 文字敘述中述及參考文獻時，根據文獻之號數，用斜體阿拉伯字，加以括號，如(1) (2) (3)等插入文句中。

十、文字敘述之號次以下列為序。

中文用：一、(一) 1. (1) i. (i)

英文用：I. 1. A. a.

十一、每頁下端之腳註以小號1, 2, 3, 等阿拉伯字表之，註明於該段文字之右上角。

十二、文字敘述中數數字除十以下之數字，儘量用阿拉伯字表之。

十三、單位須用公制。單位記號例如以m（公尺）、cm（公分）、mm（公厘）、m²（平方公尺）、m³（立方公尺）、cc（立方公分）、l（立升）、g（公分）、kg（公斤）、mg（公厘）、°C（攝氏度）、‰（百分之一）、ppm（百萬分之一份）等表之，可不必另用中文。

十四、英文題目中重要之字第一字母大寫，介題詞、連接詞及不重要字用小寫。圖表之英文標系及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，其餘第一字母均小寫。參考文獻中作者姓名每字全部字母均大寫，論文名第一字母大寫。其餘均小寫，雜誌名或書名每字第一字母均大寫。

十五、作者英文名以用全名為原則，名在前，姓在後。

十六、其他未盡善事項得隨時修正之。

Volume 26, Number 4

December 1980

METEOROLOGICAL BULLETIN

(Quarterly)



CONTENTS

Articles

A Study on Prediction of Typhoon Tracks with Analog

Method S. Y. Chen (1)

Establishment of Taiwan Historical Earthquake Data ... *Chih-pin Peng* (14)

Report

A Brief Report on Typhoons in the Western

North Pacific in 1979 (24)

CENTRAL WEATHER BUREAU

64 Park Road, Taipei

Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版台誌字第一八九三號
中華郵政臺字第一八九三號登記為第一類新聞紙類