

# 民國70年5月28日之豪雨個案研究

丘台光 洪理強

廖學鎰

中央氣象局

國立中央大學

## 摘 要

本文對民國70年5月28日造成新竹、桃園豪雨的天氣系統，以中尺度分析方法加以探討。首先利用氣象衛星雲圖、色調加強處理雲圖、雷達回波及實際降水分布，加以比較，找出造成此次豪雨的天氣系統之雲系與降水之特性。

其次由天氣資料中分析擾動低壓與旺盛對流中心分別作垂直剖面合成圖 (Composite chart)，以期能探討中範圍擾動的結構，了解對流氣流系統的組織及豪雨的發生原因。

研究結果顯示此次豪雨與中間尺度擾動 (Intermediate-Scale Disturbance) 關係密切，豪雨之生成與持續發展因南方暖濕空氣與北方冷乾空氣輻合造成強烈對流及雷雨胞之間下衝氣流 (downdraft) 的交互作用 (interaction) 所引起。

## 一、前 言

民國70年五、二八水災造成新竹、桃園之間鐵、公路受損，交通中斷且多處淹水，造成重大的損失。此次大雨為中北部地區近年來所罕見，據統計資料顯示5月28日00至12L（地方時）桃園富岡及新屋地區降雨量472公厘為最多，新竹次之且新竹上午9時至10時一小時降雨量高達88.7公厘，超過民國36年87.6公厘逐時降雨紀錄。從圖一分析此次豪雨之發生與綜觀尺度擾動比較，不但範圍小、時間短、且為局部性現象，在傳統天氣圖中無法分析此種現象的產生，必須以中尺度氣象分析方法詳細研究。

有關豪雨與中間尺度擾動（尺度大約200-2000公里）的關係研究；在日本方面有Matsumoto, Yoshizumi, Ninomiya (1971, 1972, 1973), Akiyama (1973b), Yoshizumi (1974b, 1977)，主要探討梅雨鋒面所生成的中間尺度擾動。在美國方面此類研究較少，直到Moddox, Chappell and Hoxit (1979), Moddox (1980), Moddox, Perkey and Fritsh (1981)才逐漸開始，孟氏主要探討5月到9月發生在美國

中部有組織的中範圍（此指 $\alpha$  Meso- $\alpha$  Scale）對流天氣系統，所分析豪雨（劇烈天氣）的產生經常伴隨中範圍高壓（Mesohigh）；而日本方面的研究往往中範圍高壓不明顯，反而中範圍低壓（meso-low）明顯。目前對此種中間尺度（亦Meso- $\alpha$  Scale）擾動的物理過程仍不十分明瞭，本文的目的乃藉五、二八豪雨的個案做中氣象分析，探討此次豪雨的特性與結構，進而分析其發展的物理過程。

## 二、天氣形勢

民國70年5月27日06Z（地方時14時）在福建省西部（約 $25.5^{\circ}\text{N}$ ,  $117^{\circ}\text{E}$ ）附近產生一中範圍低壓如圖二、當時極地鋒面系統（Polar front system）由長江口延伸到貴州，北方主高壓仍在蒙古，其高壓前緣到達華北及華西，此時中範圍低壓在極鋒面前約200公里左右。12Z時鋒面靠近此中範圍低壓，此時在圖中 $24.5^{\circ}\text{N}$ ,  $115^{\circ}\text{E}$ 及 $21.5^{\circ}\text{N}$ ,  $108^{\circ}\text{E}$ 為另外兩個中範圍低壓系統，到了18Z，此低壓完全併入極鋒綜觀尺度的擾動，由於此系統東移造成本省北部地區降水，21Z時中範圍低壓又在鋒面前產生（約在新竹西北西方70公里），到28日00Z時北方鋒面接近系統南移

\* Orlanski (1975) 定義Meso- $\alpha$ 尺度大小為250-2500公里

，在 01 Z 到 02 Z 之間在新竹附近造成豪雨，06 Z 時低壓完全併入鋒面系統，在梧棲、台中附近造成大雨之後，中範圍低壓逐漸消散。圖中 5 月 26 日 12 Z、18 Z 至 27 日 00 Z 其中範圍低壓與鋒面過程亦如此，而 5 月 28 日 00 Z 在本省東方的低壓乃地形因素造成，並非中範圍低壓系統。

從氣象衛星紅外線雲圖分析（見圖三）5 月 26 日 12 Z 鋒面雲系不明顯，對流零散且範圍小，18 Z 雲系對流發展且向西南延伸，此時雲系開始往東移，5 月 27 日 00 Z 雲系組織成一對流雲帶，06 Z 雲系東移且往南偏，雲系有點破碎，在  $26^{\circ}\text{N}$ ,  $117^{\circ}\text{E}$  產生一積雨雲簇（Cb cluster），到了 12 Z 整個雲系又重新組織發展分裂成三大塊對流區，一在本省西北方台灣海峽北部，一在廣東省附近，另一個在海南島北方。18 Z 在台灣海峽北部對流雲系東移影響到本省北部，5 月 28 日 00 Z 此對流雲系仍留在本省北部，而在新竹、桃園外海附近產生積雨雲，03 Z 此對流雲系發展往南偏移，最強中心在新竹附近，到 06 Z、09 Z 雲系繼續往南移動，對流中心在梧棲附近，12 Z 時此對流雲系明顯減弱。

雲系發展強度及大小由色調加強處理過的雲圖較容易分析（如圖四），從圖中我們可以看出對流最強中心雲頂溫度低於  $-70^{\circ}\text{C}$ ，且位置高於對流層頂，此現象經常伴隨最大降雨量的產生（Scofield, Oliver 1977）。

### 三、中範圍低壓與對流雲系及降水之關係

中範圍擾動所引起的對流雲系由圖五中看出，擾動的初期（生成期），對流雲系區域小或零散分布，如圖中 26 日 12 Z，27 日 06 Z 及 28 日 00 Z，但到擾動發展及成熟期，雲系較有組織且範圍擴大（約 50000 平方公里），且雲系逐漸往東偏移，尤其圖中 5 月 27 日 12 Z 及 18 Z 最為明顯。

由圖六分析中範圍低壓擾動及其移動路徑與降雨最大的區域非常配合，且最大降雨區大部分集中在擾動低壓的東方，此結果與 Matsumoto and Tsumeoka（1970）的分析中間尺度擾動與降雨的關係非常類似。

## 四、區域對流中尺度分析

由雷達回波（如圖七）顯示，開始時北邊一塊降雨帶往東移，到 27 日 20 Z 在其東南邊產生新的降雨區並逐漸擴大，強度亦逐漸增強，此南北兩區域降水有逐漸靠近趨勢，到 28 日 03 Z 併成一個降雨區，雖 28 日 02 Z 雷達回波仍看不出合併現象，但此時低層已合併成廣範圍降水，由於雷達觀測為高層回波（50000 英尺），此與圖八每小時最大降雨區之分布與移動也非常配合，圖八中 5 月 28 日 09 L（地方時）以前最大降雨中心仍在中壢附近，09-10 L 之間不但原先在中壢降雨中心增強且在新竹附近產生更強烈的降水，此與新竹外海移進的對流雲系（由雷達回波顯示）很有關係。又從衛星雲系時間序列圖（圖三）配合雷達回波追蹤發現雷雨胞系的產生與發展與雷雨胞的下衝氣流關係密切。

## 五、中範圍低壓之結構

天氣現象是各種尺度綜合的結果，目前氣象發展對不同尺度天氣系尚未能完全同時處理，惟能就不同的尺度，分別就不同的理論及分析方法加以處理，所以欲了解中範圍的天氣現象就必須將觀測資料由通帶濾波（band pass filter）過濾抽取需要的中範圍擾動分量再加以分析或合成，研究中範圍擾動的特性與結構。圖九就是將擾動低壓中心每點不同時間的東西向分量所繪製的合成圖，由圖中很清楚的顯示此中範圍擾動低壓水平尺度約為三、四百公里，擾動低壓高度槽稍往東傾斜，此與中緯度斜壓波槽線往西傾斜不太一樣，且此擾動在中低層較明顯，再分析擾動低壓溫度場之分布，在 850 mb 擾動低壓的附近及其前面溫度較低，其後面溫度分布較高，而在 500 mb 以上高度溫度分布變動較大，在此擾動低壓的上空出現顯著的高溫區，此分布結果與 Yoshizumi（1977）所分析梅雨期豪雨的結構相類似。

## 六、對流氣流系之結構

根據氣象衛星色調加強處理的雲圖，找出對流

最強的中心，再根據此中心南北方向各測站不同時間的資料做垂直緯向合成圖如圖十，從圖中我們可以看出此對流中心南邊 700mb 以下氣流往北且往上流，最大上升對流氣流中心在此對流中心北方 100 公里附近，整個對流輻合上升軸稍往後傾斜（upshear），在此對流中心北方中低層氣流往南往下，此時再加上南邊來的暖濕空氣與北邊來的冷乾空氣於是乎構成良好的強烈對流氣流系，因而造成此次豪雨。綜合上述之分析對此種對流氣流的產生與組成加以研究，可能在初生期時，中範圍低壓在鋒面南方一、二百公里，少數零散雷雨胞配合大氣低層微弱上升及大氣不穩定條件下產生，此時水汽由於對流上升潛熱釋放及空氣下沉壓縮暖化作用，使得周圍環境開始增溫，降雨較少，中層逐漸開始有冷空氣灌入，以及低層開始有下衝氣流產生。在發展期，鋒面靠近中範圍低壓系統，提供大範圍上升運動，使得中層暖區擴大，在低層原先零散的雷雨胞由於下衝氣流的交互作用及由於鋒面靠近雷雨胞下衝氣流與鋒面的交互作用使得雲系合併（merge）擴大，不但使得鋒面加強且使得此系統加強，在地面鋒面冷區下往東移動，降雨開始增大。到了成熟期時，強烈雷雨胞繼續在低層不穩定內流區發展，劇烈雷雨可能發生，區域性豪區產生，此時最明顯特性是中對流層大區域上升及充沛的降水發生。消散期時，中範圍低壓消失、強烈對流雲不再發生，雲系很明顯地減弱，此可能由於低層或水汽供應缺乏所引起。

## 七、結果與結論

由以上資料分析可得下列結果

- 1 豪雨的產生不但範圍小，時間短且具有區域性。
- 2 中範圍低壓的產生最先都在鋒面前方約一、二百公里。
- 3 中範圍低壓擾動初期雲系發展零散且範圍小，在成熟期，雲系擴大發展且集中在低壓東方，此階段易生成大雨或豪雨。
- 4 中範圍低壓位置及路徑與最大降雨中心的分

布非常配合。

5 雷雨胞間下衝氣流交互作用及其與鋒面的交互作用為系統發展及持續的重要因素。

6 中範圍低壓的高度槽稍往東傾斜且此擾動在低層較明顯，低層溫度場分布在其低壓的附近及前面較低溫，其後面較高，而在中高層則出現顯著的高溫區。

7 豪雨對流氣流系由南方暖濕空氣與北方冷乾空氣輻合上升所組成。

綜合以上七點所得結論如下：

1 五、二八豪雨系所發生的中範圍低壓擾動是屬於中間尺度的擾動。

2 此中間尺度擾動所分析的特性與結構可能與日本所分析梅雨鋒上生成的中間尺度擾動的特性與結構相類似，但與美國所分析豪雨經常伴隨中範圍高壓不同。

3 對流中心或降雨最大區在中範圍低壓四分之一波長，可能具有重力波特徵，然而中範圍低壓移速僅 10～20 公里/小時，待進一步分析探討。

4 五、二八豪雨是否為颱風線（squall line）所引起，由於傳統資料分析中範圍高壓並不明顯，颱風線的特性並不顯著，五、二八之豪雨不能確定是否為颱風線所引起。

以上所得乃初步的結果，尚待進一步研究分析加以證實。

## 八、致 謝

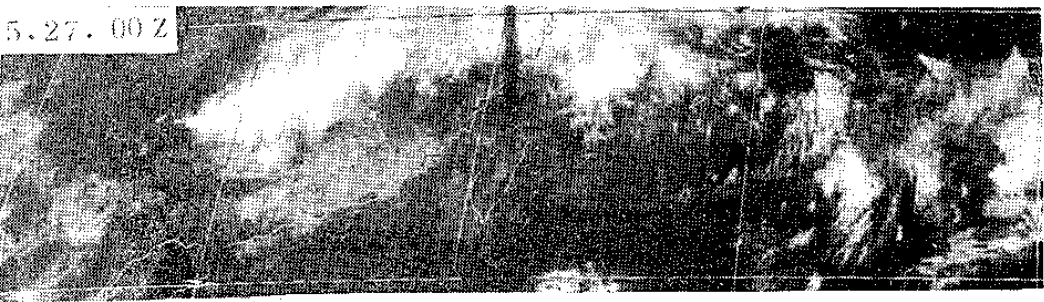
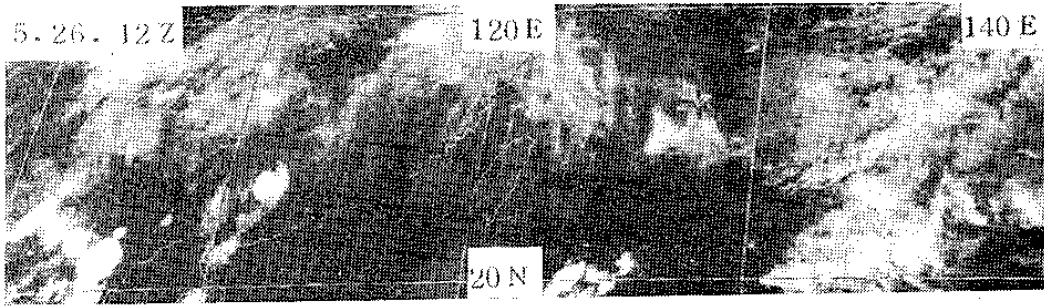
本文之完成，感謝中央大學廖學鑑教授悉心指導，張隆男及陳景森教授提供寶貴意見，電腦中心廖述宏同學幫忙，朱曙光課長、楊麗雅、沈秀蓉以及衛星站同仁協助，在此一併致謝。

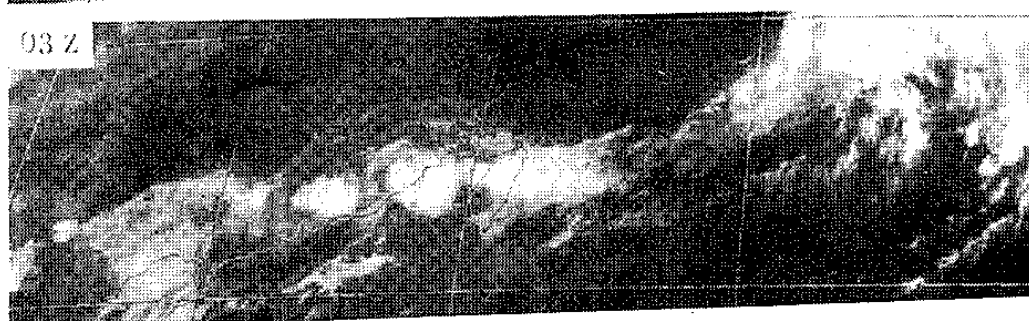
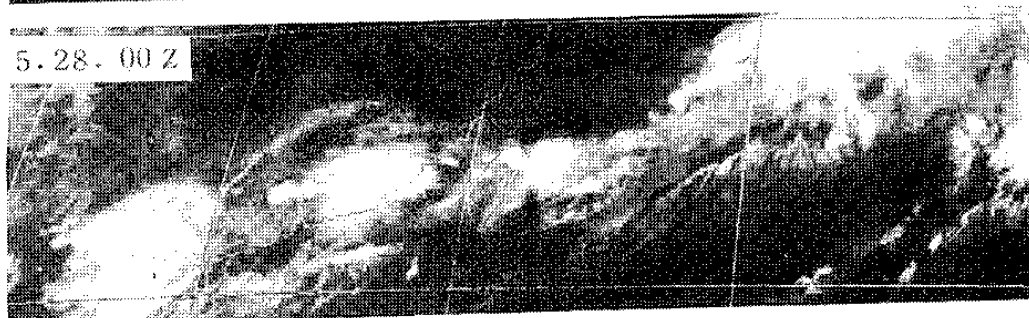
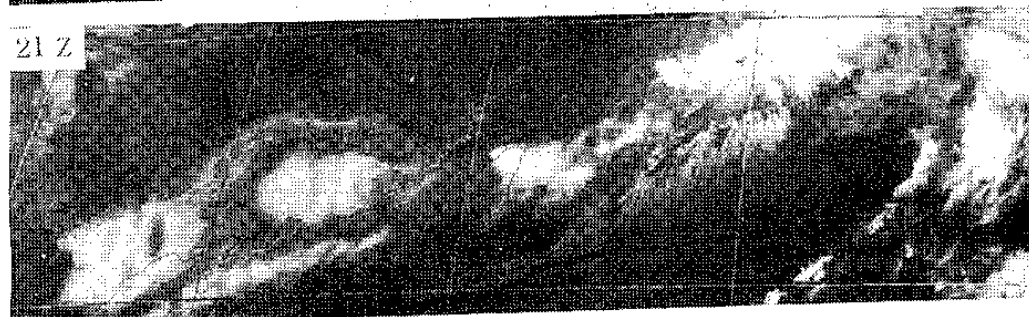
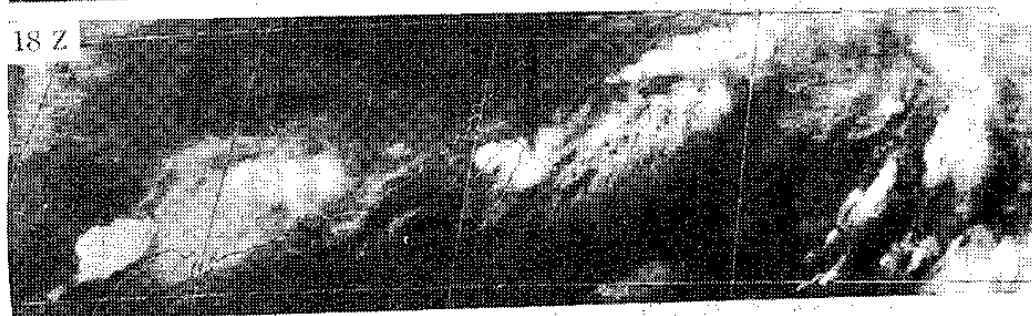
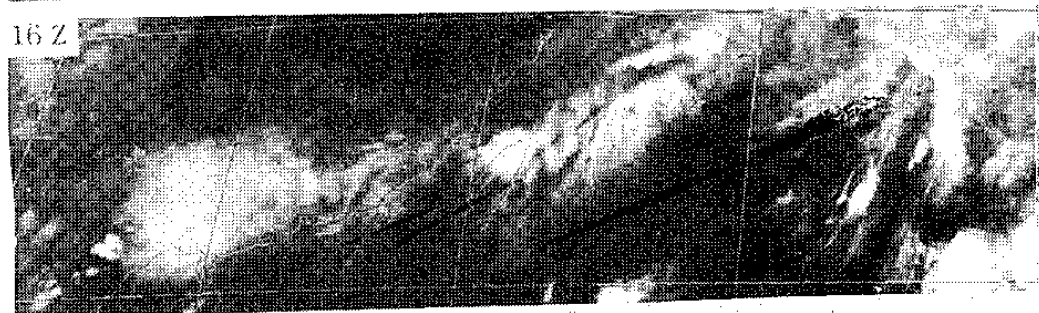
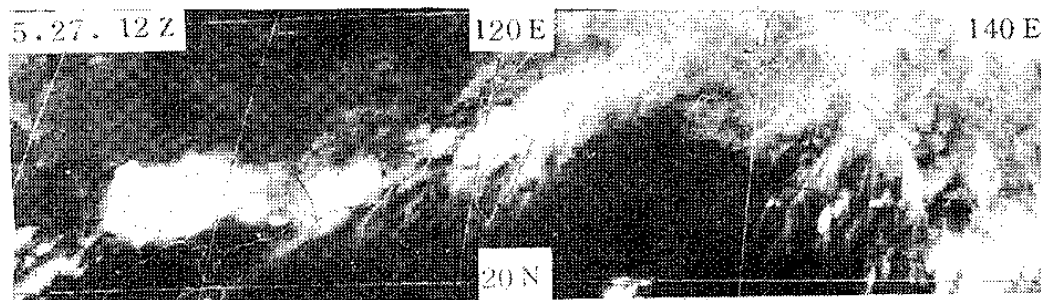
## 參考文獻

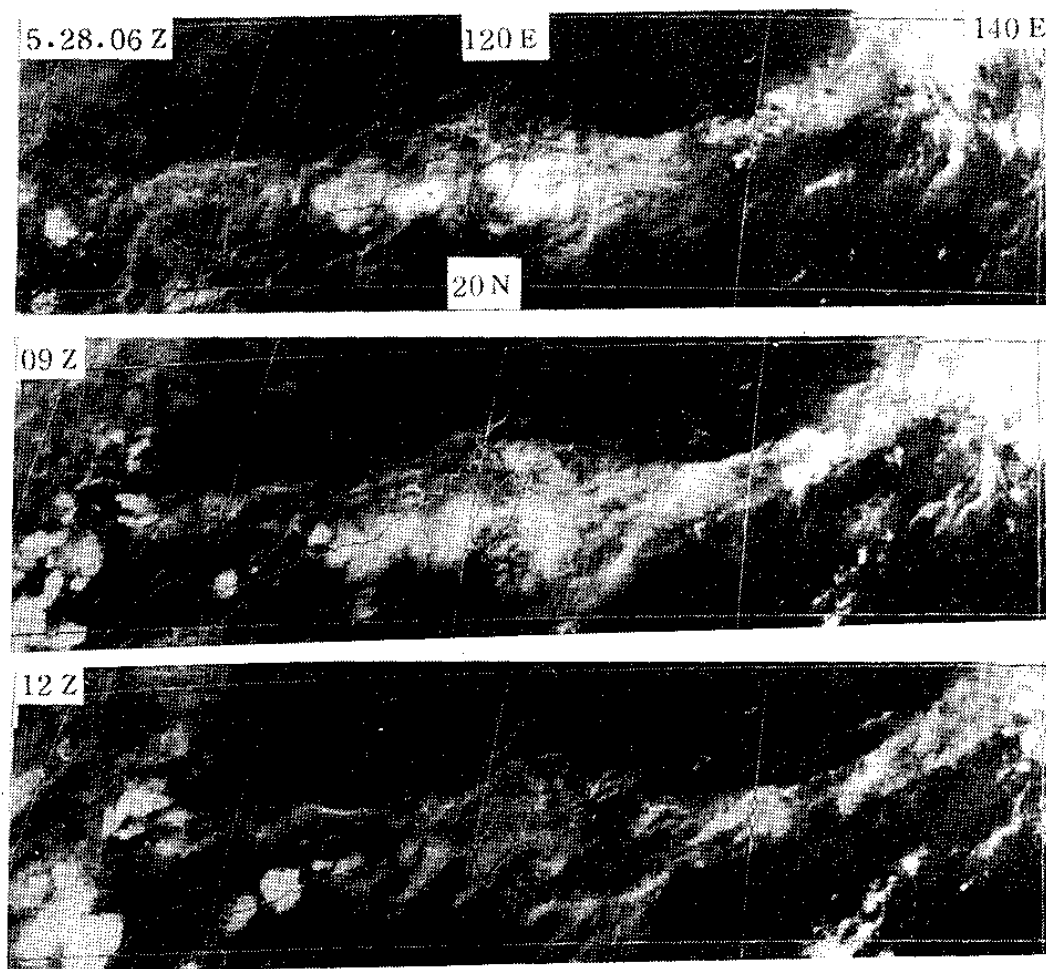
- 1 廖學鑑，徐明同 1978：近年來國外梅雨研究之評介，台灣地區災變天氣研討會，108～149
- 2 嚴明鈺 1981：華南及鄰近地區中間尺度擾動之分析，中央大學大物研究所七十年碩士論文。
- 3 Matthews, D. A., 1981: Observation of

- a cloud arc triggered by thunderstorm outflow. *Mon. Wea. Rev.*, 109, 2140-2157.
4. Ninomiya, K., 1981 : Long-lived medium-scale cumulonimbus cluster in Asian subtropical humid region., *Jou. Meteo. Soc. of Japan*, 59, 564~577.
5. Purdom, J., 1973 : Mesohighs and satellite imagery., *Mon. Wea. Rev.*, 101, 178-181.
6. Roddiox, R. A., 1980 : Mesoscale convective complexes., *Bul. Amer. Meteo. Soc.*, 61, 1374-1387.
7. Yoshizumi, S., 1977 : On the structure of Intermediate-scale disturbance on the Baiu front., *Jou. Meteo. Soc. of Japan*, 55, 107-120.

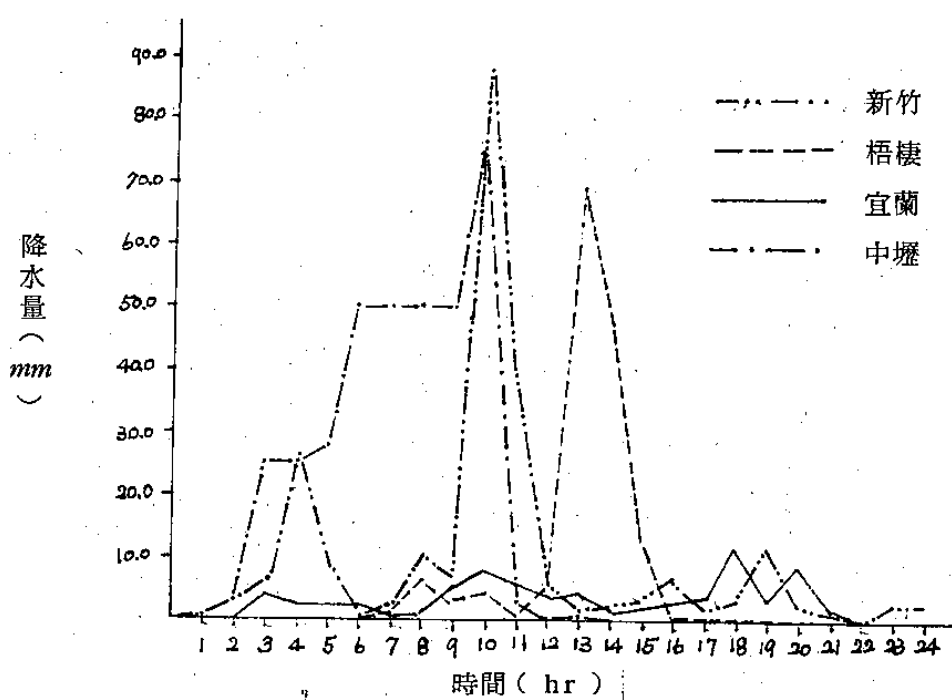




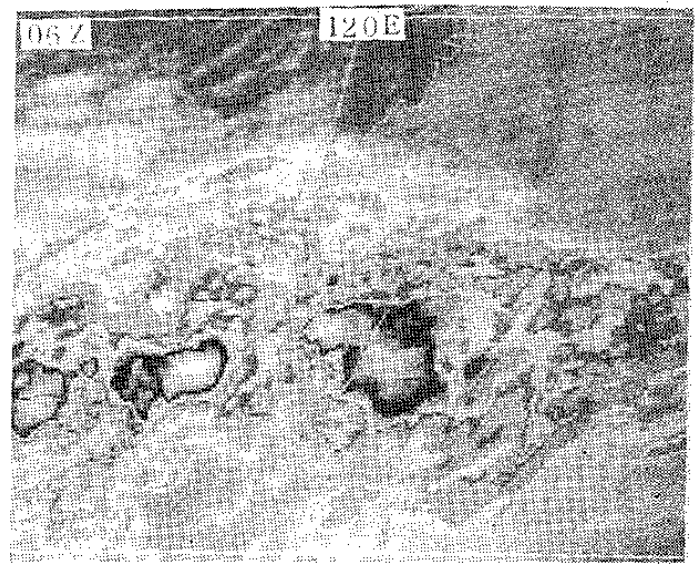
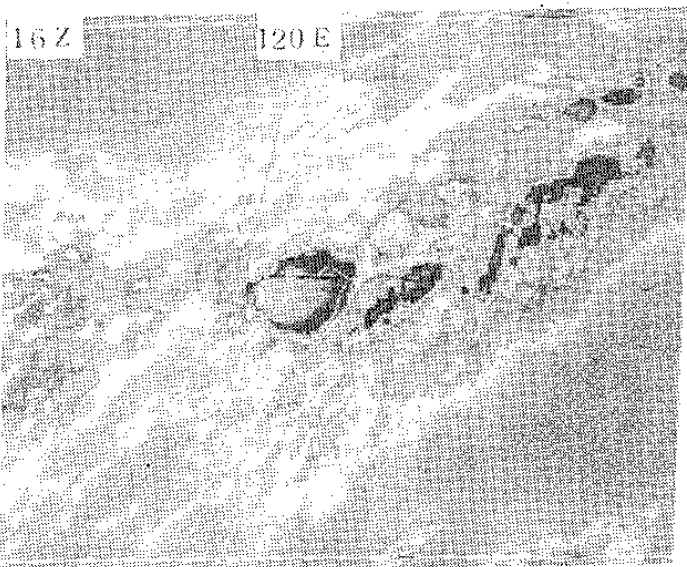
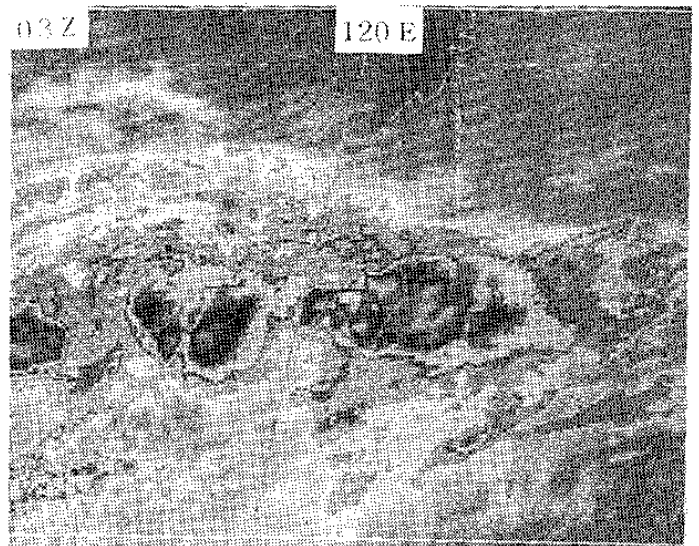
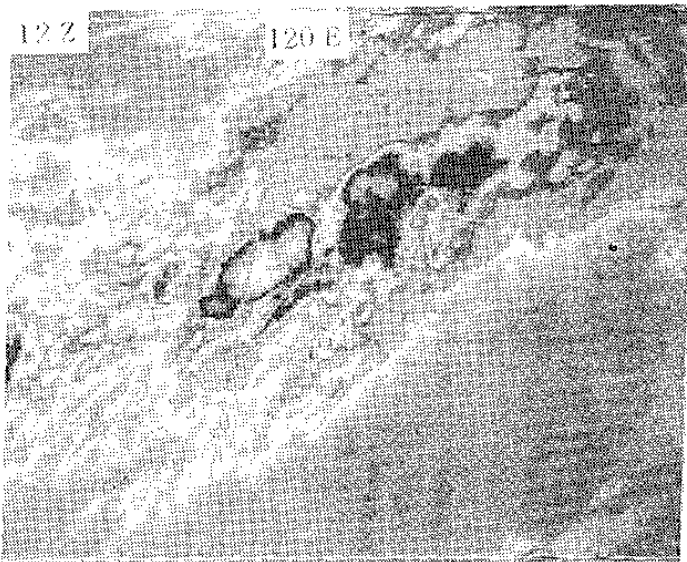
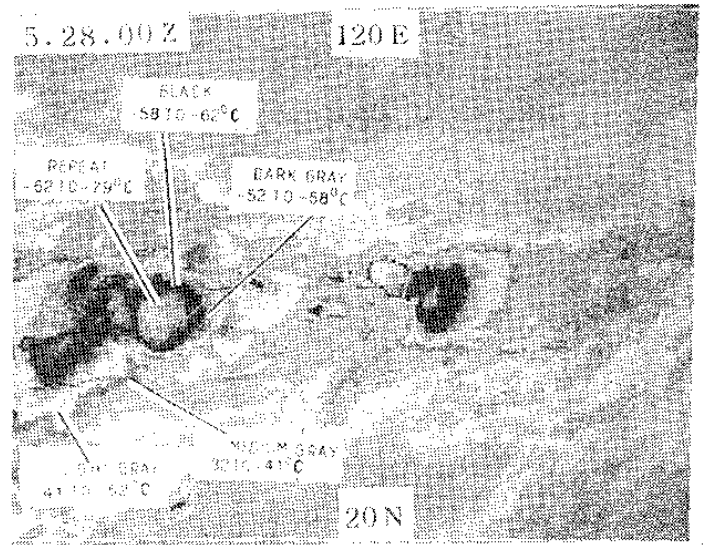
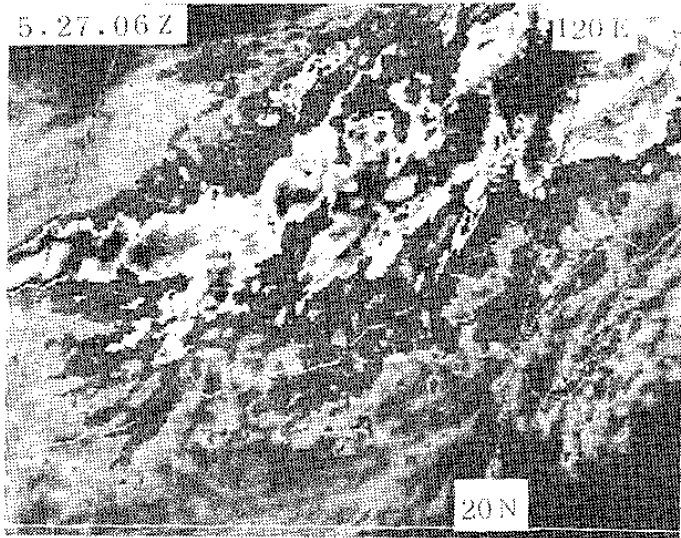




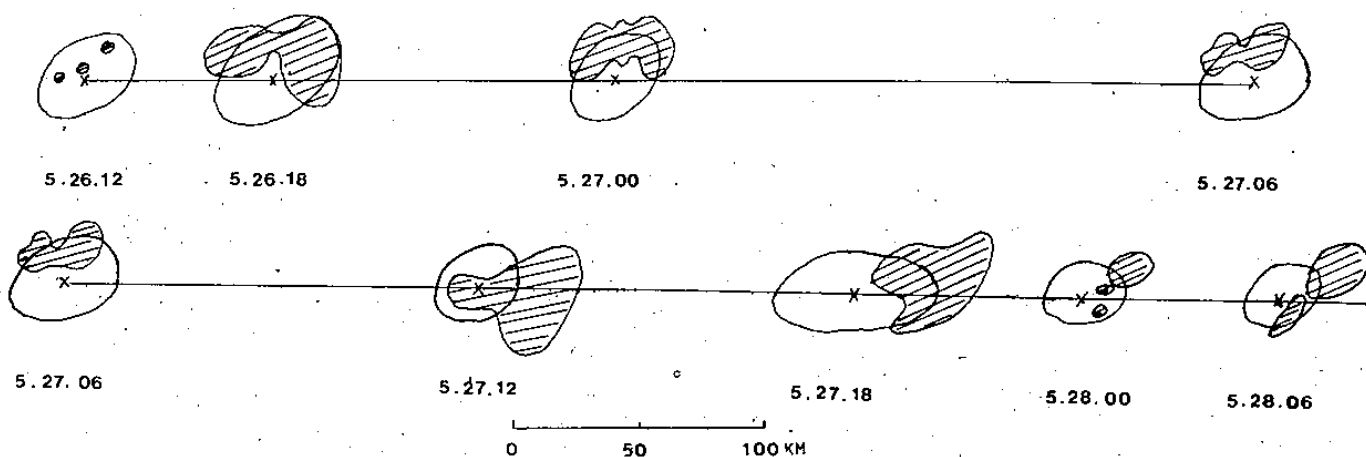
圖三 民國 70 年 5 月 26 日 12 Z 到 5 月 28 日 12 Z 每隔 3 小時或 6 小時  
地球同步氣象衛星紅外線雲圖



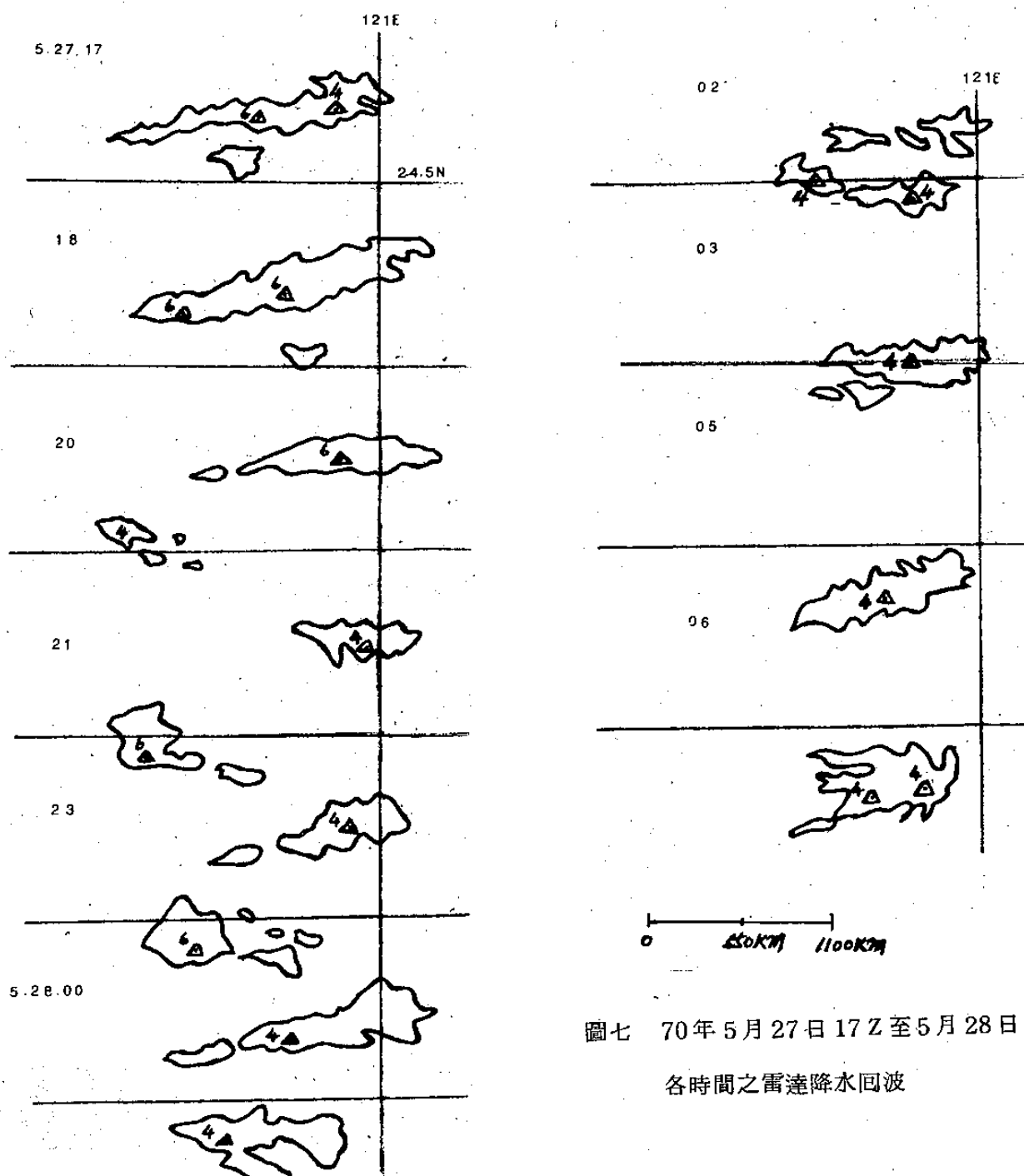
圖一 70 年 5 月 28 日新竹、梧棲、宜蘭、中壢各小時降雨量變化。



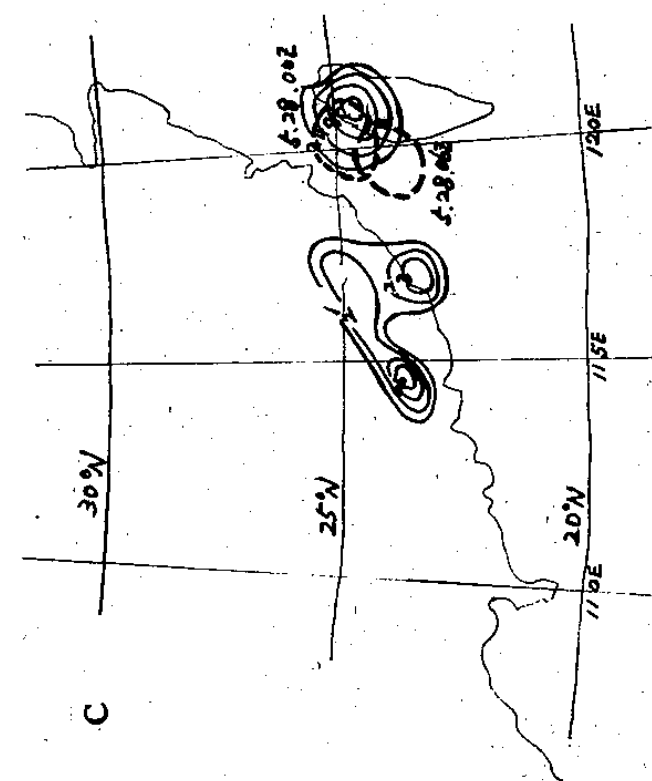
圖四 民國70年5月27日06Z到5月28日06Z，每隔3小時或6小時，經色調強化處理過之地球同步氣象衛星雲圖。



圖五 中範圍低壓所伴隨之對流雲系 (Cb Cluster)



圖七 70年5月27日17Z至5月28日06Z  
各時間之雷達降水回波



圖六 中範圍低壓位置及路徑與降水量之關係

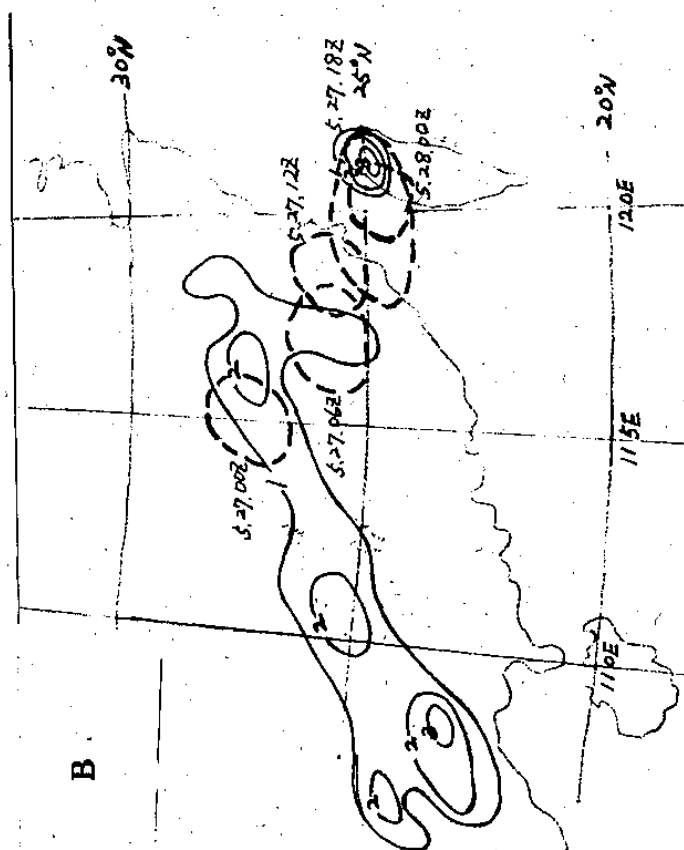
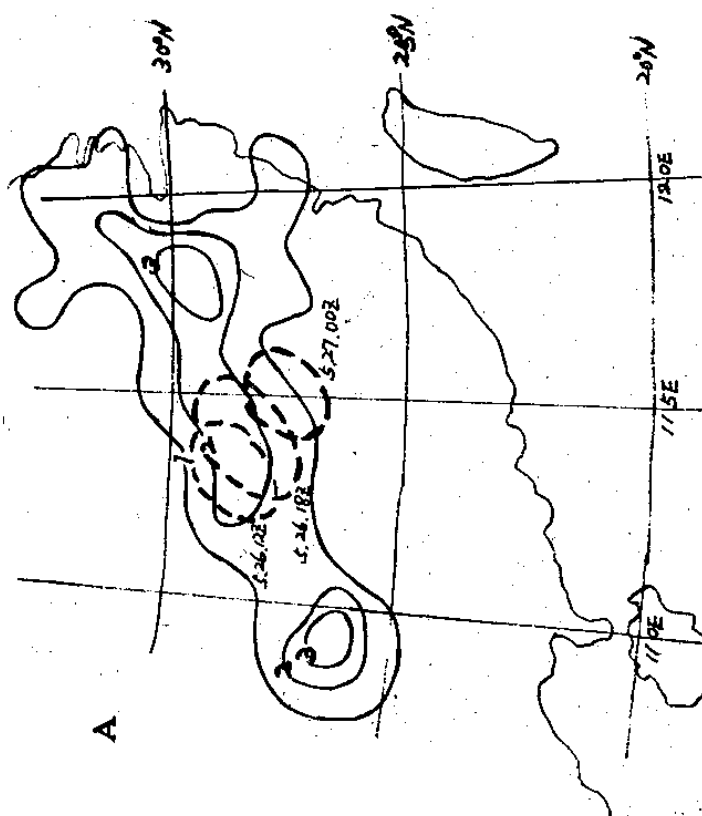
實線表降水強度，虛線表中範圍低壓各時間之位置

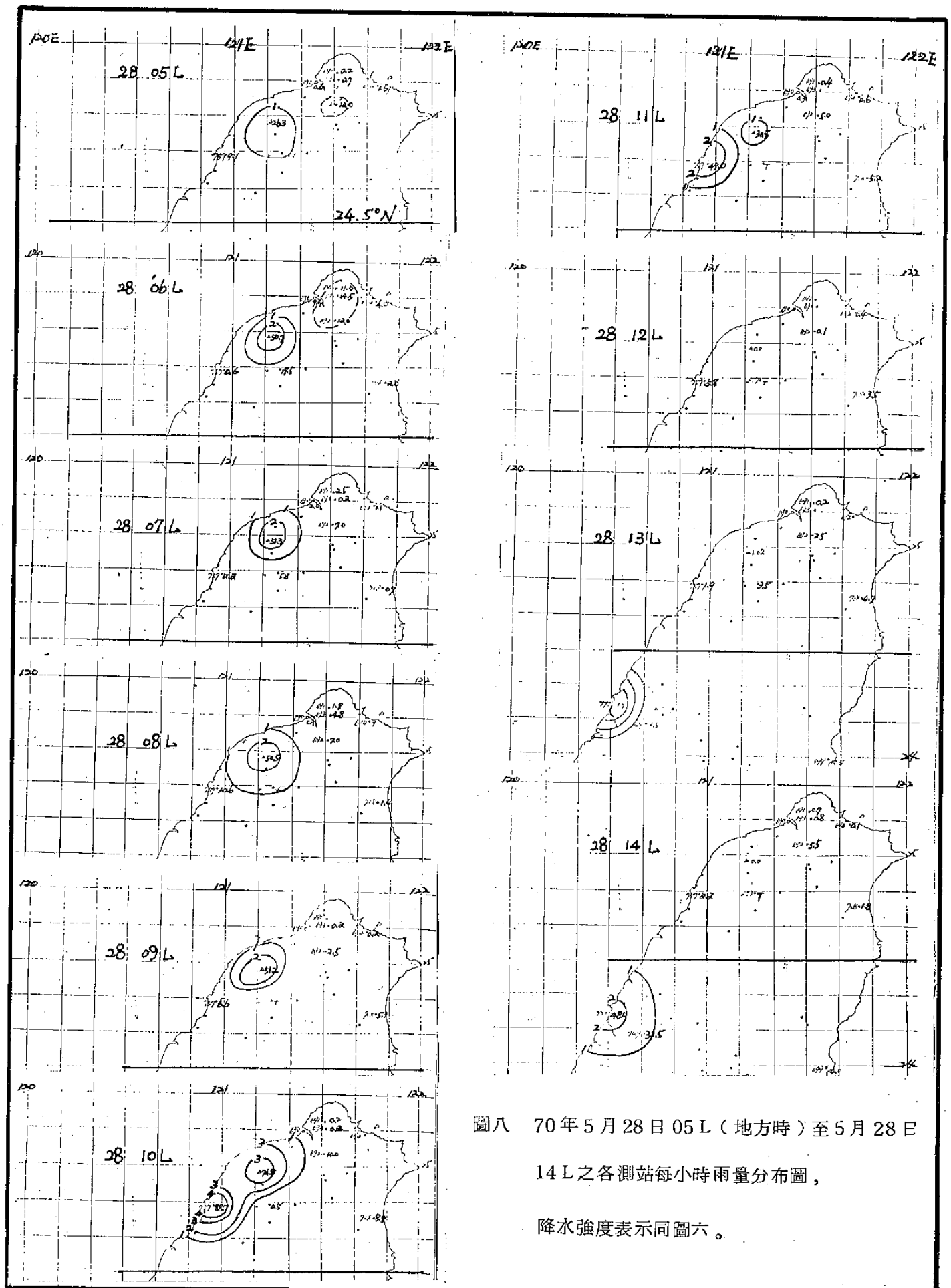
1 表 20 mm，2 表 20 mm，……，12 表 240 mm

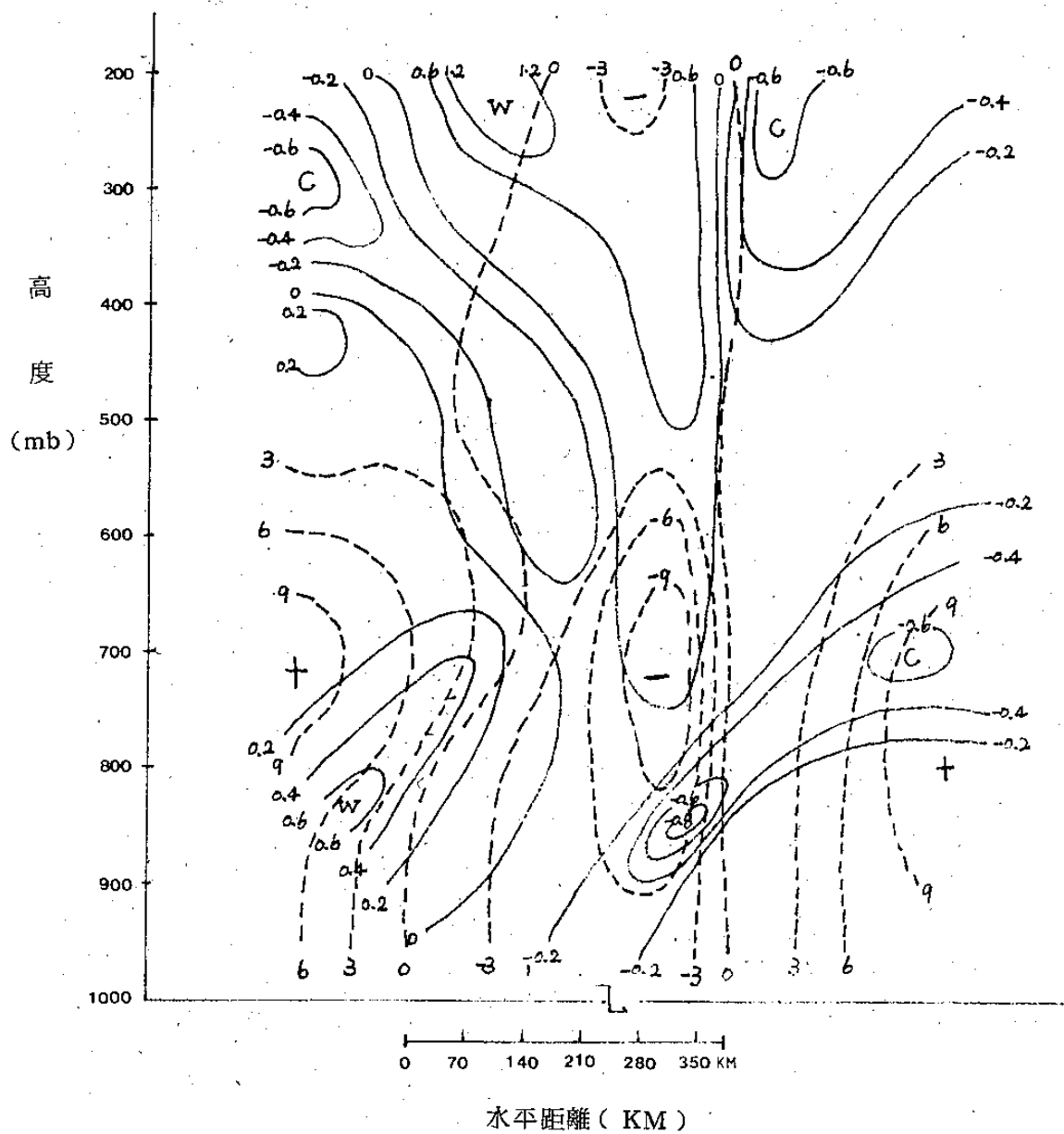
A 圖 70 年 5 月 26 日 00 Z—5 月 27 日 00 Z

B 圖 70 年 5 月 27 日 00 Z—5 月 28 日 00 Z

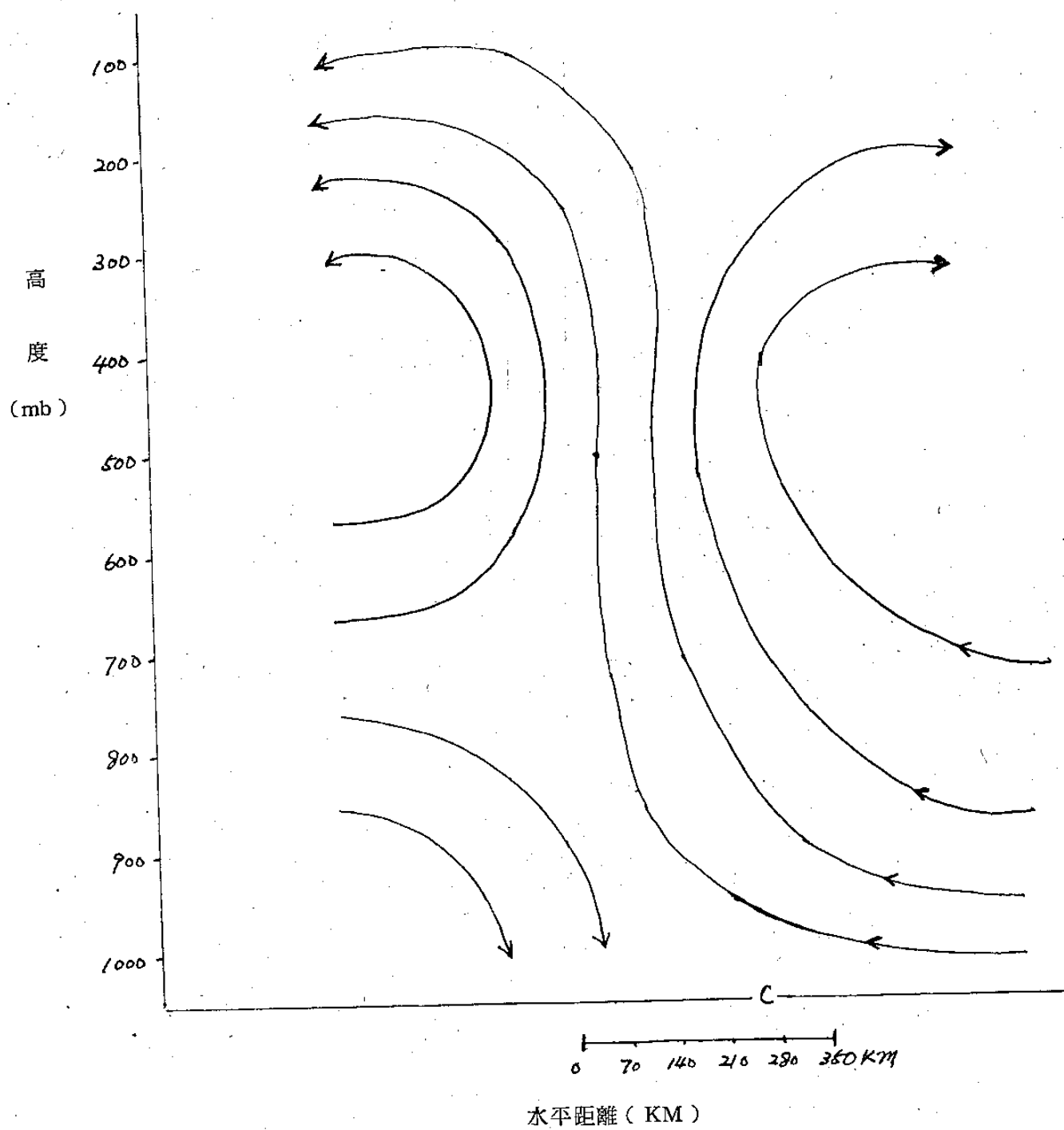
C 圖 70 年 5 月 28 日 00 Z—5 月 29 日 00 Z







圖九 中範圍低壓垂直徑向合成圖  
虛線表高度距平 ( gpm )  
實線表溫度距平 ( °C )  
L表 中範圍低壓中心



圖十 對流氣流系垂直緯向合成圖 C表對流中心

## A case study of Heavy Rainfall on May 28, 1981

By Tai-Kung Chiou

Lee-Chiang Houg

Shyue-Yih Liao

Central Weather Bureau

National Central University

### Abstract

Using weather charts, radar pictures and meteorological satellite images, a heavy rainfall case of May 28, 1981 was selected in the present study to analyze cloud features of the weather system and characters of the precipitation.

From the viewpoint of meso-scale, for the purpose of studying the structure of meso-scale disturbance, the organization of convective system and the cause of heavy rain, several composite charts of its vertical cross section are prepared.

The result indicated that the case was close related with immediate-scale disturbance. Intensive convective heavy rainfall was induced by southerly warm-humid-air and northerly cold-dry-air convergence. As well as thunderstorm outflow interaction is another factor which affected the development and continuation of the system.

