

冬季台灣北部豪雨之垂直結構分析

徐天樂 范坤炎 劉潤華

空軍通信電子學校氣象班

摘要

冬季台灣北部日雨量大於 100 公厘的豪雨天氣，直接影響民生至鉅。

本文針對此問題，搜集了民國 63 年至 70 年 7 個冬半年（10 月～3 月）台灣北部地區中央氣象局所屬各測站之雨量及台北探空資料，以動力及熱力方法計算各次個案發生前後時間內，各氣象參數之垂直分布，而後藉統計方法，分析各氣象參數場，以瞭解豪雨期間大氣的平均結構及其間的變化情況，以找出豪雨發生前後時間的特徵，俾有助於了解豪雨時期大氣結構之特性，作為冬半年台灣北部豪雨之重要預報參考。

壹、前言

由於豪雨對於水庫之運轉以及供水、防洪之影響至鉅，且在過去之記錄中，亦不乏豪雨成災之實例。因此，豪雨之正確預報實乃當務之急。而欲做好正確預報之前，首先必需瞭解豪雨發生前後之大氣結構及特徵，以及這些特徵與豪雨之相關，從而獲得一些預報指示。因此本文乃在嚐試藉台北探空資料以動力、熱力方法計算各次冬季豪雨個案前後各氣象參數之垂直分佈，而後統計各氣象參數之平均值、標準差、變異係數，以期能瞭解豪雨期間大氣平均垂直結構。此外，好天氣時期之大氣結構亦加以計算，以之與豪雨結構作一比較，俾有助於豪雨時期大氣結構及其特徵之瞭解。

貳、豪雨及好天之調查及氣候分佈

此處豪雨之定義為日雨量 ≥ 100 公厘，大雨為日雨量 ≥ 50 公厘，不足 100 公厘。首先調查民國六十三年十月至七十年三月共七個冬半年期間豪雨及好天發生之日期及次數，豪雨個案之選取標準為在北部地區七個測站中，有一站或以上之日雨量大於或等於 100 公厘以上時即計一次，好天氣個案之選取標準為北部七測站連續三日以上均無雨時即計一次。

表一所示即為台灣北部冬半年出現豪雨之天氣資料，其中

豪雨當天出現大雨之測站亦經標示出，計有 40 次，分站計次時共有 75 次。各測站豪雨逐年、逐月發生頻率如表二所示，依年份言，計六十三年之 21 次最多，佔全部豪雨個案之 28%，六十四年 20 次之（27%），六十七年 15 次再次之（20%），以下依序為六十九年 13 次（17%），六十六年 3 次，六十八年 3 次，六十五年零次，即六十五年冬季北部無豪雨發生。就月份言，以十月之 55 次最高，佔全部豪雨個案之 73%，十一月 17 次次之（23%），十二月 1 次（1%），三月 2 次（3%），一月、二月均為零次；由此可知台灣北部冬半年之豪雨絕大部份均發生在十月及十一月，佔全部豪雨個案之 96%，一月、二月則均無豪雨發生。就各測站言，以竹子湖 27 次最多，鞍部 25 次次之，兩站合計佔 69%，可見北部豪雨多發生於山區，平地測站以基隆 9 次最多（12%），其次為宜蘭 7 次，以下依序為台北 4 次，彭佳嶼 2 次，淡水 1 次。

表三所示即台灣北部冬半年連續三日以上七測站均無豪雨之日期，共有 19 個個案，由於部份個案之探空資料不全或缺失，故實際計算之個案僅 13 個，每一個案均選取其中位於中間之一天做為參數計算之資料。

參、各氣象參數之計算

1. 垂直向量風切變 ($|\partial \vec{v} / \partial z|$) 之計算：首先將風

向量 \vec{v} ，分解為緯向風速 u 及經向風速 v ，而後參照(1)式

$$\left| \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right| = \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2} \dots\dots\dots(1)$$

將(1)式化為有限差分公式後，即可計算。式中 z 表重力位公尺

2. 相對濕度 (R.H.) 之計算：利用 Clausius-clapeyron Equation 計算 R.H.，公式如下：

$$\ln \frac{e_s}{e} \approx \frac{1}{R_v} \int_{T_d}^T \frac{\ell_v}{T^2} dT \approx \frac{\ell_v}{R_v} \left(\frac{1}{T_d} - \frac{1}{T} \right) \dots\dots(2)$$

其中 R_v 為水蒸氣氣體常數， ℓ_v 為水的汽化潛熱， e 為水汽壓， e_s 為飽和水汽壓， T 為溫度 (°K)， T_d 為露點溫度 (°K)，則相對濕度為：

$$R.H. = \exp \left\{ - \left[\frac{\ell_v}{R_v} \left(\frac{1}{T_d} - \frac{1}{T} \right) \right] \right\} \dots\dots(3)$$

3. 水汽混合比 (q) 之計算：根據 Tetens (1930) 之經驗式計算混合比。

$$e_s = 6.11 (mb) \times 10^{at / (t+b)} \dots\dots(4)$$

式中 t 表攝氏溫度， a 、 b 為常數。 e_s 求出後根據

$$e = R.H. \times e_s, \text{ 即可求得 } e, \text{ 則混合比}$$

$$q = 0.6219 \times e / p (mb) \dots\dots(5)$$

4. 位置 θ 之計算：根據苞桑方程

$$\theta = T \times \left(\frac{1000}{P} \right)^K \dots\dots(6)$$

即可計算出 θ 。

5. θ_e 之計算：根據下式

$$\theta_e \approx \theta \exp (L_c q_s / C_p T) \dots\dots(7)$$

即可求得 θ_e ，式中 L_c 為凝結潛熱， q_s 為飽和混合比， C_p 為空氣之定壓比熱， T 為溫度 (°K)。

6. KI 指數：根據下式

$$KI = (T_{950} - T_{500}) + T_{d950} - (T_{700} - T_{d700}) \dots\dots(8)$$

KI 指數與氣柱穩定度及低層水汽含量有關。由式中可知，若 $(T_{950} - T_{500})$ 之值愈大，即愈不穩定，則 KI 值愈大，如 $(T_{700} - T_{d700})$ 之值愈小，即 700 mb 愈潮濕，則 KI 值愈大，因此；KI 值之大小係與水汽含量之多寡成正比，而與穩定度之大小成反比。

7. 李察遜 (Richardson number) 數的計算：

以 grident Richardson number 表示如下：

$$Rig = \frac{g}{\theta} \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right) / \left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 \dots\dots(9)$$

計算時以有限差分法算之，即是取 Bulk Richardson number

$$R_{to} = \frac{g}{\theta} (\bar{\theta}_2 - \bar{\theta}_1) (z_2 - z_1) / (\bar{u}_2 - \bar{u}_1)^2$$

.....(10)

$\bar{\theta}_2$ 、 $\bar{\theta}_1$ 及 \bar{u}_2 、 \bar{u}_1 各代表兩不同高度之位溫及風速， $\bar{\theta}$ 表示兩標準氣壓層內之平均位溫， g 為重力加速度， z_2 、 z_1 各代表不同高度之重力位。

李察遜數可以代表氣柱內兩項亂流動能生產速率之比，即加熱所產生的浮力生產 (Buoyancy product) 與機械 (風切) 生產之比。

8. 水汽輸送量 (MA) 之計算：根據石原健二，水汽水平方向之輸送可由下列方程式計算，

$$M = \rho V \Delta h q \dots\dots\dots(11)$$

式中 ρ 表空氣之密度， V 表厚度為 Δh 氣柱內之風速， Δh 為氣柱厚度， q 為混合比。因為 ρ 之求得甚不方便，故將其導成(12)式，

$$M = -\frac{1}{g} V q \Delta P \dots\dots\dots(12)$$

將(12)式加以積分，即可求得兩定壓層 P_1 、 P_2 間之水汽輸送量，如(13)式

$$M = -\frac{1}{g} \int_{P_1}^{P_2} V q dP \dots\dots\dots(13)$$

V 和 q 取二層之平均，實際計算時即可根據(14)式求得

$$M = -\frac{1}{g} \times \frac{1}{2} (v_1 q_1 + v_2 q_2) \times (P_2 - P_1) \dots\dots(14)$$

肆、豪雨之特徵及垂直結構

一、豪雨之垂直結構

根據前述個案及方法，利用電子計算機將計算得之各項氣象要素加以平均後，即可得豪雨時大氣之平均垂直結構，如表四至表七及圖一至圖四所示，其中標準差及變異係數亦經算出，以明瞭各參數之離散情況及代表性如何。此外，好天氣時大氣之平均結構亦經算出，以便比較，而找出豪雨時綜觀大氣之特徵。茲將結果分析如下：

1. 位溫 (θ)、相當位溫 (θ_e) 之垂直分佈 (表四、圖一)：

由變異係數知豪雨及好天的 θ 、 θ_e 垂直各層為所有各參數中離散最小的，而豪雨時之集中趨勢又較好天時大。(A) 豪雨時各層之位溫均較好天大，約大 3~6 倍。(B) 豪雨當天各層之相當位溫較好天時大，尤其是低層 (1000~700)，均大於 16 度以上，高層則約大 8 度，由此顯示豪雨當天低層之水汽含量甚豐。且由標準差及變異係數之比較知豪雨時之 θ_e 較好天時之離散小。

2. 水汽含量及相對濕度之垂直分佈：

由混合比之大小可知水汽含量之多寡，如表五及圖二所示：(A) 豪雨時低層之混合比 (1000~700 mb) 較好天時大 4

克左右，豪雨時為 10.3 克及 9.6 克，好天時為 5.6 克，主要差異在 700 mb 以下各層，約差 3—5 克，中高層（500 ~ 400 mb）之差異較小，約大 1 克左右。(b) 豪雨時 q 之離散較好天小，亦即集中趨勢較佳，應較具代表性。

由 R.H. 之大小可知空氣之潮濕程度，經比較分析知，豪雨時之相對濕度較好天時大，豪雨時 1000 ~ 700 mb 之平均為 90.3% 及 89.7%，好天時僅為 61.7%，其中 1000 mb 及 850 mb 豪雨及好天之離散性相近，500 mb 及 400 mb R.H. 之相差亦大，豪雨及好日均為 2 與 1 之比。

3. $\left| \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right|$ 及平均風速之垂直分佈（見表六、圖三）：

兩定壓層間垂直向量風切之大小與該兩層間之平均溫度梯度大小成正比，因此由 $\left| \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right|$ 值之大小即可知該兩層間平均溫度梯度之狀況。由圖表分析知：(A) 豪雨時 $\left| \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right|$ 之最大值在 850 ~ 700 mb 層，即最大之平均溫度梯度發生於此層，00 z 時於 300 ~ 200 mb 層出現一次大值，而在 400 ~ 300 mb 間出現 $\left| \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right|$ 之最小值。(B) 好天時， $\left| \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right|$ 值係由地面向上遞增，至 850 ~ 500 mb 間則幾無變化，而後復向上遞增，至 500 ~ 400 mb 層出現最大值，而後向上遞減，至 250 ~ 200 mb 層出現最小值。豪雨及好天時各層垂直風切之離散大致相近。

平均風速之垂直分佈顯示：(A) 好天時 V 係由地面向上遞增，至 200 mb 出現最大風速。(B) 豪雨時 V 之最大值仍在 200 mb，但僅為好天時之 $\frac{1}{2}$ ，且在 850 mb 出現另一最大風速，配合前段 $\left| \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right|$ 之垂直分佈，可以印證一吾人熟知之重要結果，即豪雨發生時，由於對流活動強，必有高層之動量向下傳送，以致在低層，即 850 mb 附近形成另一最大風速層。

4. 水汽輸送量 (MA) 之垂直分佈（見圖四、表七）：

由圖及表之分析知，豪雨及好天之水汽輸送量相差甚大，主要差異在 1000 mb 至 500 mb，500 mb 以下各層豪雨之 MA 約為好天之 2.5 至 4 倍。1000 至 400 mb 之總水汽輸送量，豪雨為 $4363.5 \text{ g cm}^{-1} \text{ S}^{-1}$ 及 $4896.7 \text{ g cm}^{-1} \text{ S}^{-1}$ ，好天時為 $1533.6 \text{ g cm}^{-1} \text{ S}^{-1}$ ，相差 3 倍左右。

5. K I 指數之比較：

豪雨時之 K I 值約為好天之 5 倍，豪雨當天 00 z 時 K I 最大達 32.9，至 12 z 時減為 29.67，而好天時僅為 6.87，由此知豪雨時之氣柱穩定度遠較好天時為小，而低層水汽含量及潮濕程度則遠較好天時大。然好天時 K I 值之離散性

(C.V. = 277.9) 遠較豪雨時 (C.V. = 11.1 及 24.5) 大，由此顯示好天時之 K I 值甚不穩定，變動甚大且甚多負值（表示好天時之空氣相當乾燥），反之，豪雨時之 K I 值則較穩定，較具代表性。

6. 李察遜數之垂直分析：

根據前節方法所計算出之 Richardson number，因其標準差較平均值大約一個數量級，離散過大，無代表意義，故未列出。

豪雨垂直剖面之時間變化

圖五至圖八所示為豪雨前一天、當天及後一天之 V 、 θ 、

R.H.、 q 、MA、 $\left| \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right|$ 、K I 值之時間變化。

1. V 、 θ 之時間剖面圖：

圖五即風速、相當位溫之時間剖面圖，圖中實線為相當位溫線，虛線為等風速線。由此圖可以看出豪雨當天有一暖區在 400 mb 附近，另有一暖舌在 1000 ~ 700 mb 之間，且由 700 mb 之時間變化知在豪雨前一日 12 z，相當位溫即已逐漸增高。由等風速線之分佈知豪雨當天在 850 mb 出現一最大風速中心，風速達 25 哩/時。

2. q 、R.H. 及 MA 之時間變化：

由圖六、圖八知 1000 ~ 700 mb 之平均相對濕度、總水汽含量及 1000 ~ 400 mb 之總水汽輸送量的變化趨勢均甚一致，均於豪雨當天 00 z 達最大值，而後逐漸減小。

3. K I 指數之時間變化：

由表八知 K I 指數由豪雨前一日 00 z 起逐漸增大，12 z 時達 30.2，至豪雨當天 00 z 達最大值 (32.9)，而後逐漸減小，至後一日 12 z 已減至 25.5。此點似可做為預報時之參考。

4. 垂直向量風切之時間變化：

由圖七知 $\left| \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right|$ 之最大值均在 700 mb 以下各層，豪雨前一日 00 z 為 $6 \times 10^{-3} \text{ S}^{-1}$ ，至豪雨當天最大值達 $8 \times 10^{-3} \text{ S}^{-1}$ ，即平均最大溫度梯度均出現在 850 ~ 700 mb 層。

伍、結論

由各氣象參數之計算及統計分析，發現豪雨時環境大氣有以下之特性：

- 1000 ~ 700 mb 豪雨當天之相當位溫較好天時大 16 度以上，顯示低層水汽含量豐富。
- 豪雨時之 K I 指數達 30 以上，且在前一日 12 z 時即具此項性質，此似可供作預報之參考。
- 低層 (700 mb 以下) 水汽含量豐富，1000 ~ 700 mb 各

層之平均混合比在 10 g/kg 以上。1000 ~ 700 mb 之平均相對濕度達 90 % 以上。

4. 最大垂直向量風切出現在 850 ~ 700 mb 層，次大在 300 ~ 200 mb 層，即最大溫度梯度在 850 ~ 700 mb 層。
5. 最大風速出現在 200 mb，然已較好天時小甚多，且在低層，即 850 mb 附近出現另一最大風速，由此顯示有動量自高層向低層傳送。
6. 1000 mb 至 400 mb 之總水汽輸送量大約在 $4500 \text{ g cm}^{-1} \text{ S}^{-1}$ 左右。

參 考 文 獻

1. S.L.Hess: Introduction to Theoretical Meteorology, Holt, New York, (1971).
2. 陳毓雷: 氣象統計學, (1977)。
3. 鄭茂林: 台灣中南部夏半年受西南氣流影響之降水研究, 文化大學地學研究所氣象組碩士論文, (1982)。
4. 徐明同、陳正改: “民國六十一年六月十二日豪雨之分析”, 氣象學報, 第十九卷, 第二期, (1973)。
5. J.R.Holton: An Introduction to Dynamic Meteorology, Seattle, Washington, (1972).

致 謝

本文為在國科會專題計畫 NSC 70-0202-M 113-01 支持下完成之部分研究成果。

**Vertical Structure Analysis of Heavy Rainfall
in Northern Taiwan during Winter**

Tian-Lur Shyu Ken-Yen Fan Jun-Hwa Liu
Electronical Communication School C.A.F.

ABSTRACT

It has great influence on people's living that in winter the rainfall in Northern Taiwan outnumbers 100 mm during one day.

For this reason, we utilize dynamic and thermodynamic methods and adopt information based on the sounding data of Taipei and on the rainfall in Northern Taiwan during the six successive months (from October to March) of each year (from 1974 to 1981) to calculate the vertical distribution of every weather parameters in the period of heavy rainfall, and then find the characterization of heavy rainfall through our understanding of variation and average construction which are obtained by statistical analysis of weather parameters. The characterization mentioned above is aimed to find a beneficial reference for heavy rainfall prediction in Northern Taiwan during winter.

表一 台灣北部多半年出現豪雨天氣資料表(民63.10.~70.3)

日期 年月日	宜蘭	台北	基隆	淡水	台中	彰化	南投	竹子湖	總計	備註
63.10.10.							Δ	Δ		
63.10.11.				√			Δ	Δ		Δ: 日雨量≥100公厘
63.10.12.	√			√			Δ	Δ		√: 100公厘>日雨量≥50公厘
63.10.15.	Δ	√	√				Δ	Δ		
63.10.19.	√		Δ					√		
63.10.22.							Δ	Δ		
63.10.28.	√		Δ				Δ	Δ		
63.11.9.							√	Δ		
63.11.10.	√						√	Δ		
64.10.14.			√				Δ	Δ		
64.10.17.							√	Δ		
64.10.18.							√	Δ	40	
64.10.20.	√						Δ	Δ		
64.10.21.							Δ	Δ		
64.10.22.							√	Δ		
64.10.29.							Δ	Δ		
64.10.30.							Δ	Δ		
66.11.15.			Δ			Δ	√	√		
66.11.16.			√				Δ			
67.10.10.							Δ	Δ		
67.10.11.							Δ	Δ		
67.10.12.							Δ	Δ		
67.10.13.	Δ	Δ	Δ	Δ		√	Δ	Δ		
67.10.14.				√			Δ			
68.10.16.							Δ	√		
68.11.8.	Δ						√	√		
63.10.9.							√	Δ		
64.10.15.			Δ	√		√	Δ	Δ		
64.10.16.		√					Δ	Δ		
69.10.19.			Δ							
63.10.20.	√						Δ	Δ		
63.12.30.			Δ							
64.10.10.	Δ						Δ	√		
68.11.18.				√			Δ	Δ		
69.10.20.			√				Δ	Δ		
69.11.19.	Δ	Δ	√				Δ	Δ		
69.11.20.	√	Δ	Δ	√		Δ				
69.11.6.	Δ		√				√	√		
67.3.21.		Δ								
67.3.28.			Δ							
總計	Δ: 7	Δ: 4	Δ: 9	Δ: 1	Δ: 0	Δ: 2	Δ: 25	Δ: 27	Δ: 75	Δ: 75(分站計次)

表二 台灣北部各測站豪雨逐年逐月發生頻率

次數 年月	測站										
	宜蘭	台北	基隆	淡水	台中	彭佳嶼	鞍部	竹子湖	總計	百分比 (%)	
年	63.	1	0	3	0	0	0	7	10	21	28
	64.	2	0	1	0	0	0	7	10	20	27
	65.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	66.	0	0	1	0	0	1	1	0		4
	67.	1	2	2	1	0	0	5	4	15	20
	68.	1	0	0	0	0	0	2	0	3	4
	69.	2	2	2	0	0	1	3	3	13	17
月	10.	4	1	5	1	0	0	4	23	55	73
	11.	3	2	2	0	0	2	4	4	17	23
	12.	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
	1.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3.	0	1	1	0	0	0	0	0	2	3
合計 (百分率)	10	5	12	1	0	3	33	36			

表三 北部 7 測站連續三日或以上均無雨之日期統計表

天氣 年份	連 續 好 天	備 註
64	2月19.20.21.22.23.24.25日	其中打「√」者即被選為計算連續好天期間大氣平均垂直結構之日期
65	2月14.15.16.17. 3月7.8.9 10月4.5.6.7.8. 12月1.2.3. 12月9.10.11.12	
66	2月17.18.19. 2月22.23.24. 3月5.6.7.8 3月13.14.15.16.17. 11月21.22.23.24.	
67	1月4.5.6.7. 1月10.11.12 1月21.22.23. 2月3.4.5	
68	10月19.20.21.22.23.24.25.	
69	10月5.6.7.8.9.	
70	1月11.12.13.14. 1月17.18.19.	

表四 豪雨及好天時 θ 、 θ_e 之垂直分佈

氣 壓	分 類	豪雨天當 (00Z)			豪雨當天 (12Z)			好 天 (12Z)		
		M	S	C.V.	M	S	C.V.	M	S	C.V.
θ (°K)	1000mb	294.9	1.7	0.6	293.9	2.9	1.0	289.7	5.4	1.9
	850mb	301.4	1.6	0.5	300.1	3.5	1.2	295.6	6.2	2.1
	700mb	311.8	1.8	0.6	311.1	2.9	0.9	306.0	4.5	1.5
	500mb	325.1	2.7	0.8	325.2	2.4	0.7	322.2	3.9	1.2
	400mb	334.5	3.7	1.1	334.2	3.3	1.0	329.3	4.9	1.5
θ_e (°K)	1000mb	327.7	4.5	1.4	324.7	8.1	2.5	311.0	13.2	4.2
	850mb	331.6	5.4	1.6	326.6	7.2	2.2	311.4	13.1	4.2
	700mb	333.7	5.1	1.5	332.7	5.7	1.7	314.1	8.9	2.8
	500mb	333.7	5.1	1.5	333.9	5.4	1.6	325.5	5.1	1.6
	400mb	338.9	4.3	1.3	338.5	4.8	1.4	331.2	5.3	1.6
	KI指數	32.90	3.66	11.1	29.67	7.26	24.5	6.87	19.09	277.9

(M: 平均值, S: 標準差, C.V. 變異係數)

表五 R.H. 及 q 之垂直分佈

氣 壓	分 類	當 天 (00Z)			當 天 (12Z)			好 天 (12Z)		
		M	S	C.V.	M	S	C.V.	M	S	C.V.
RH (%)	1000mb	90	7	7.8	89	10	11.2	76	9	11.8
	850mb	98	12	12.2	95	11	11.6	69	14	20.3
	700mb	83	15	18.1	85	17	20.0	40	22	55.0
	500mb	62	20	32.3	61	25	41.0	30	16	53.3
	400mb	56	20	35.7	52	25	48.1	36	23	63.9
	1000-700	90.3			89.7			61.7		
q (g/kg)	1000	12.4	1.2	9.7	11.7	2.0	17.1	8.2	2.9	35.4
	850	10.9	1.5	13.8	9.6	1.5	15.6	5.8	2.6	44.8
	700	7.6	1.4	18.4	7.5	1.4	18.7	2.9	1.9	65.5
	500	2.8	1.1	39.3	2.8	1.3	46.4	1.1	0.6	54.5
	400	1.3	0.5	38.5	1.3	0.7	53.8	0.6	0.3	50.0
	1000-700	10.3			9.6			5.6		

表六 豪雨及好天時 V.S. 及 V 之垂直分佈

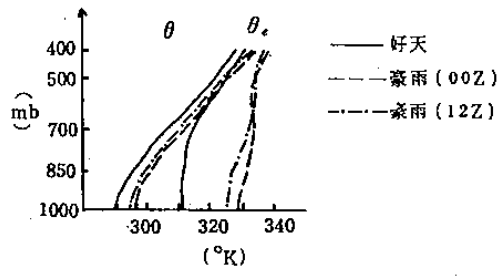
氣 壓		當 天(00Z)			當 天(12Z)			好 天(12Z)		
		M	S	C.V.	M	S	C.V.	M	S	C.V.
V.Sx 10 ⁻¹ S ⁻¹	1000-850	6.0	3.3	55.0	7.0	2.9	41.4	2.9	1.7	58.6
	850-700	8.6	4.6	53.5	8.0	2.8	35.0	5.9	4.3	72.9
	700-500	4.3	1.7	39.5	4.0	1.7	42.5	5.9	2.7	45.8
	500-400	3.4	1.7	50.0	3.8	2.8	73.7	7.1	3.7	52.1
	400-300	3.0	1.9	63.3	3.8	2.8	73.7	5.0	2.8	56.0
	300-250	4.5	1.9	42.2	3.8	1.9	50.0	4.3	2.7	62.8
	250-200	4.5	2.4	53.3	4.0	2.7	67.5	3.8	1.9	50.0
	200-150	3.2	1.9	59.4	4.3	2.3	53.5	5.2	3.1	59.6
V ms ⁻¹	1000	6.9	2.2	31.9	6.3	2.3	36.5	3.8	3.9	102.6
	850	14.0	6.5	46.4	14.3	6.2	43.4	5.8	2.9	50.0
	700	9.3	6.4	68.8	8.6	6.2	72.1	8.4	3.8	45.2
	500	10.9	5.1	46.8	12.1	7.5	63.0	22.5	8.6	38.2
	400	13.2	7.2	54.5	14.3	9.9	69.2	33.5	10.1	30.1
	300	16.1	9.9	55.6	17.3	12.4	71.7	40.4	12.5	30.9
	250	17.7	10.7	60.1	18.9	12.6	66.7	41.5	14.1	34.0
	200	20.4	10.9	53.4	19.6	12.5	63.8	42.4	13.6	32.1
150	19.8	9.8	49.5	18.2	11.3	62.1	37.2	11.2	30.1	

表七 豪雨及好天時水汽輸送量之垂直分佈

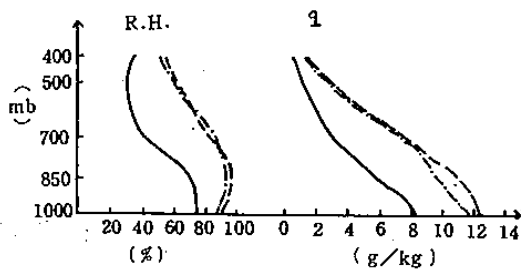
氣 壓		豪 雨(12Z)			當 雨(00Z)			好 天(12Z)		
		M	S	C.V.	M	S	C.V.	M	S	C.V.
MA g · cm ⁻¹ s ⁻¹	1000-850	1596.0	661.6	41.5	1795.1	787.4	43.8	418.4	192.0	45.9
	850-700	1532.5	260.9	49.7	1729.1	1051.7	60.8	397.3	177.0	44.6
	700-500	992.2	666.2	67.2	1046.6	567.0	54.2	445.5	151.3	34.0
	500-400	242.0	168.3	69.5	238.5	131.7	55.2	211.7	121.4	57.3
	1000-400	4363.5	1834.4	42.0	4896.7	2258.2	46.0	1533.6	399.1	26.0

表八 KI 指數之時間變化

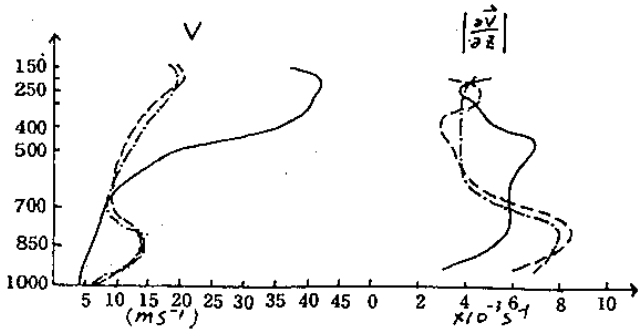
指 數	時 間		當 天		後	
	前 00z	12z	00z	12z	00z	12z
KI	22.6	30.2	32.9	29.7	30.3	25.5



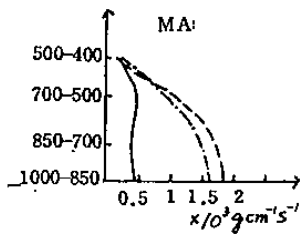
圖一：豪雨及好天 θ 、 θ_e 之垂直分佈



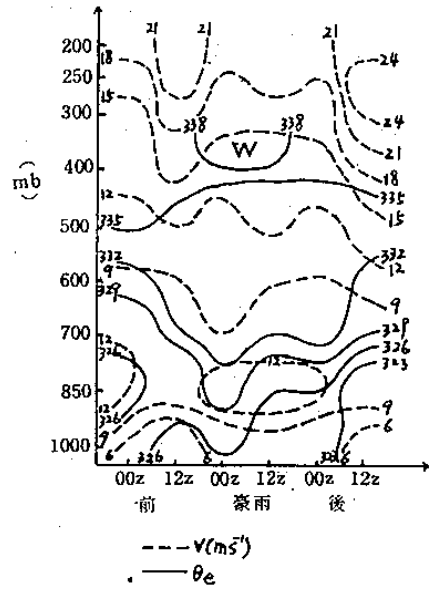
圖二：豪雨及好天R.H.、 q 之垂直分佈



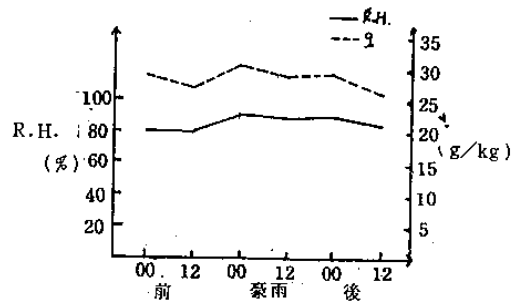
圖三：豪雨及好天 V 、 $\left| \frac{\partial V}{\partial z} \right|$ 之垂直分佈



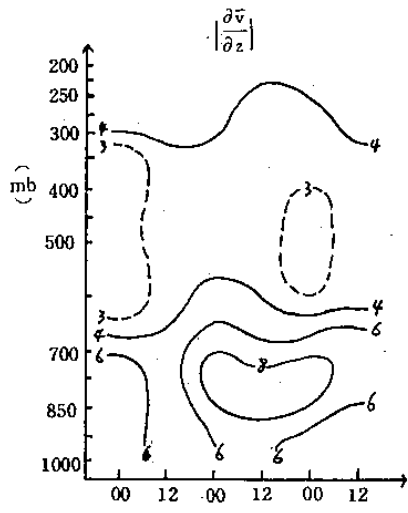
圖四：豪雨及好天水汽輸送量之垂直分佈



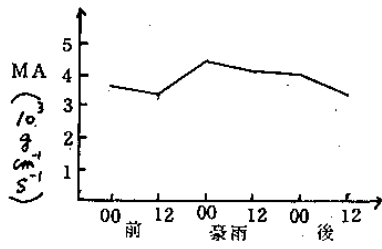
圖五： V 、 θ_e 之時間剖面圖



圖六：1000~700 mb之R.H.、 q 之時間變化



圖七： $\left| \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right|$ 之時間剖面圖



圖八：1000 ~ 400 mb 之時間變化

