

台灣地區降雨等級分類之研究—總計畫暨子計畫：
台灣南部地區降雨等級分類之研究(III)
Study on Classification of Storm Characteristics
of Taiwan (III)

中華民國九十年八月一日

目錄

	頁次
誌謝	i
摘要	ii
目錄	iii
表目錄	v
圖目錄	vi
第一章 導論	1
1-1 前言	1
1-2 文獻回顧	1
第二章 單站式雨型之建立	4
2-1 區域概況	4
2-2 歷史暴雨事件之選取	4
2-3 SSGM 雨型之建立	5
第三章 設計雨型之主成分分析	11
3-1 主成分分析理論	11
3-2 分析結果	14
第四章 設計雨型之群集分析	16
4-1 群集分析理論	16
4-2 模糊群集分析理論	21
4-3 分析結果	24

表目錄

	頁次
表 2-1 水利處各雨量測站基本資料	36
表 2-2 水利處各雨量測站之 SSGM 設計雨型	41
表 2-3 各測站 SSGM 雨型之尖峰時序及尖峰降雨百分比	50
表 3-1 設計雨型變數間之協變異矩陣	52
表 3-2 設計雨型主成分轉換矩陣	53
表 3-3 設計雨型主成分特徵值及各成分百分比表	54
表 4-1 雨量測站北部分類結果	55
表 4-2 雨量測站中部分類結果	56
表 4-3 雨量測站南部分類結果	57
表 4-4 雨量測站東部分類結果	58
表 5-1 階層區域性設計雨型	59
表 5-2 非階層區域性設計雨型	59
表 5-3 區域性設計雨型之評估表	60

圖目錄

	頁次
圖 2-1 台灣北部地區流域劃分圖	61
圖 2-2 台灣中部地區流域劃分圖	61
圖 2-3 台灣南部地區流域劃分圖	62
圖 2-4 台灣東部地區流域劃分圖	62
圖 2-5 水利處各雨量測站分佈圖	63
圖 4-1 台灣北部地區階層分群樹狀圖	64
圖 4-2 台灣中部地區階層分群樹狀圖	65
圖 4-3 台灣南部地區階層分群樹狀圖	66
圖 4-4 台灣東部地區階層分群樹狀圖	67
圖 4-5 台灣北部地區模糊群集樹狀圖	68
圖 4-6 台灣中部地區模糊群集樹狀圖	69
圖 4-7 台灣南部地區模糊群集樹狀圖	70
圖 4-8 台灣東部地區模糊群集樹狀圖	71
圖 5-1 台灣北部地區階層分群兩型均一區	72
圖 5-2 台灣中部地區階層分群兩型均一區	73
圖 5-3 台灣南部地區階層分群兩型均一區	74
圖 5-4 台灣東部地區階層分群兩型均一區	75
圖 5-5 台灣北部地區非階層分群兩型均一區	76
圖 5-6 台灣中部地區非階層分群兩型均一區	77
圖 5-7 台灣南部地區非階層分群兩型均一區	78
圖 5-8 台灣東部地區非階層分群兩型均一區	79
圖 5-9 台灣北部階層區域化雨型	80
圖 5-10 台灣中部階層區域化雨型	80
圖 5-11 台灣南部階層區域化雨型	81

圖 5-12 台灣東部階層區域化雨型	81
圖 5-13 台灣北部非階層區域化雨型	82
圖 5-14 台灣中部非階層區域化雨型	82
圖 5-15 台灣南部非階層區域化雨型	83
圖 5-16 台灣東部非階層區域化雨型	83

第一章 導論

1-1 前言

在水資源相關工程中之規劃與設計中，如水庫設計、防洪工程、排水設計及水土保持規劃等，都需以降雨資料為系統之輸入值，經過不同之演算之後，便可得到所欲求得之流量歷線為系統之輸出值。其中所需之降雨資料之型態即為設計降雨(design rainfall)。設計降雨代表某種重現期距與設計延時狀況下之虛擬降雨，是由設計降雨深度(design depth)、設計雨型(design hyetograph)兩部分所組成。

前者降雨深度是經由頻率分析所求得到，首先要收集各種延時下之年最大值事件，再以這些資料決定其統計分佈函數，並進而推估各種重現期距與延時之總降雨量或平均降雨強度。其結果通常以降雨強度-延時-頻率(Intensity-Duration-Frequency, 簡稱 IDF)曲線或降雨深度-延時-頻率(Depth-Duration-Frequency, 簡稱 DDF)曲線表示之。此結果需代入一時間分佈函數，以得到降雨量在時間上的分佈情形，此分佈函數便稱為設計雨型。

目前在設計雨型的研究方面，對於建立單站式的雨型部分，已有完整的研究，但尚未能對區域的各站雨型做一全盤考量，如此當工程進行地點離現有測站甚遠時，便無法直接得知該工程地點的設計雨型，通常直接選用附近一測站的雨型，在使用上較不客觀。本文欲使用主成分分析，首先找出設計雨型之主成分因子，再以群集分析進行分類，最後找出區域性之設計雨型，使得工程使用上有一方便及合理的使用值。

1-2 文獻回顧

關於設計雨型相關研究始於 Keifer and Chu (1957, 簡稱 Chicago method)，而後 Huff (1967)研究 Illinois 地區許多降雨事件時雨量資

料，針對其無因次化後，依其尖峰時間發生時間之長短區分為五分點，用以探討雨型之特性。而根據其結果顯示，長延時暴雨之尖峰降雨主要集中在第四分點(即無因次總降雨時間之 80%) 處，短延時暴雨之尖峰降雨則集中在第一與第二分點(無因次總降雨時間之 20% 與 40%)處。

Pilgrim 與 Cordery (1975)則考慮無因次化雨型經由排序後，由各時刻級序之平均來建立雨型。Bras and Rodriguez-Iturbe (1976)與 Woolhiser and Osborn (1985)也採用無因次化雨型的概念，研究降雨量在時間上的分佈。Yen and Chow (1980)提出三角形無因次雨型。Koutsoyiannis and Foufoula-Georgiou (1993)與 Garcia-Guzman and Aranda-Oliver (1993)提出以序率方法建立暴雨雨型。國內有關雨型之研究則有葉弘德、韓洪元(1990)以無因次尖峰對齊法，用以建立台北地區之短延時設計暴雨雨型。鄭克聲、許恩菁、葉惠中(1999)，以隨機碎形特性與高斯馬可夫歷程，建立設計暴雨之無因次雨型。對於設計雨型決策模式或評估之研究而言，林國峰等(1991, 1992, 1993, 1994)利用組合法、平均法與級序平均法等方法，探討研究區域之設計雨型，並採用降雨重心誤差、尖峰降雨誤差與尖峰時間誤差等統計參數進行設計雨型之評估。

在水文屬性均一區劃分的研究中，NERC (1975)之研究中選擇面積、年平均雨量、機率雨量、主流坡度、河川頻率、土壤含水量等變量來定義均一區。Mosely (1981)與 Bhaskar and O'Connor (1989)以年平均比洪水量(Q_{sp})及變異係數(C_v)為變量利用群集分析將其相似洪水反應之集水區歸納為同類。Burn (1989)加入測站之相對位置為分類變量以其分類結果能結合地理位置。Guttman (1993)利用位置經度、緯度、高程、年平均降雨量、連續最小二個月降雨總量對連續最大二個月降雨總量之比值及分別之起始月份等七個變量來描述降雨並定義乾旱區。

在國內易任(1990)以平均降雨量數列為變量，利用主成分分析及群集分析探討台灣年降雨量空間分佈之群集特性。楊道昌、游保杉(1994)取九個百分比延時流量值，利用主成分分析及群集分析劃分流量延時曲線均一區。游保杉、陳嘉榮(1996)選擇測站降雨延時曲線、年平均雨量、變異係數及測站位置等變量，利用主成分分析、群集分析及模糊群集分析理論探討降雨-延時曲線之群集特性，期能合理劃分測站之空間屬性均一區。左承修(1997)在研究區域洪水頻率分析中，亦導入群集分析的方法，有助於精確地推估在特定重現期距下之洪水。

第二章 單站式雨型之建立

2-1 分區概況

本研究選定全台灣地區為範圍，以建立全台灣之區域性設計雨型。但由於台灣地區地形起伏劇烈，使得水文因子會在短距離中變化快速，若在進行區域性分析時，選定全台灣地區所有雨量站一同進行分類，會因區域過大而使分類結果不佳。為解決此一問題，考量到同一集水區之水文特性有其類似性，本研究將全台灣依流域，劃分為北中南東四區，再進行細分類。

北部流域包含：淡水河流域、頭前溪流域、蘭陽溪流域。

中部流域包含：後龍溪流域、大安溪流域、大甲溪流域、烏溪流域、濁水溪流域、北港溪流域。

南部流域包含：朴子溪流域、曾文溪流域、八掌溪流域、高屏溪流域、急水溪流域、鹽水溪流域、二仁溪流域、東港溪流域、林邊溪流域

東部流域包含：太魯閣河系流域、花蓮溪流域、秀姑巒溪流域、卑南溪流域。

各分區如圖 2.1 至 2.4。

2-2 歷史暴雨事件之選取

在本研究中所採用分析的雨量資料來源，為台灣省水利處所轄之 205 個雨量站颱風/暴雨事件逐時雨量記錄。其中包含了已經停測但仍有多年資料的歷史測站，為增加區域分析的可靠性，也一併將其納入。各雨量站站名、編號、所屬流域、UTM 座標、高程及起迄年如表 2-1。各雨量站分佈位置如圖 2-5 所示。

所取得的雨量資料，雖以事件作為記錄的依據，但在降雨與降雨間，不降雨時間要持續多久，方可視為兩個獨立的降雨事件，此

間距的選擇並無一定準則。記錄中甚至有在同一降雨事件名稱下，間隔時間長達 36 小時不降雨，但仍歸為同一事件的不合理現象。降雨事件的合理選取對於雨型的建立有極大的影響，所以需選擇一個適切的事件間隔時距，作為事件分割的依據，若間隔時間大於此依據，則前後降雨視為不同的降雨事件。依許恩菁(1999)對間隔時間的研究提到，針對一般的降雨其間隔時間大多大於 3 小時。以不同間隔時間切割降雨事件後，求其統計特性以作分析。利用 3、4、5、6 小時等不同的間隔時間分別對所有的降雨事件作分割後，再以不同的設計延時找出其所對應的年最大降雨事件，利用各年最大降雨事件實際延時平均值的變化來評估不同間隔時間對事件選取的影響。經由結果評估後，間隔時距 3 小時有明顯低估降雨延時情形，間隔時距 4 小時與 5 小時結果接近，間隔時距 6 小時則造成許多連續 5 小時不降雨的資料納入，造成整個事件的延時過長，且 6 小時已超過一般的集流時間，代表在該間隔時間之前的降雨量，在間隔時距內已到達流域出口。故本研究決定以間隔時距 4 小時分割原始紀錄中的降雨事件，此分割後的事件作為後續研究的依據。

2-3 SSGM 雨型之建立

簡單尺度不變性高斯馬可夫(Simple Scaling Gauss-Markov, 簡稱 SSGM)雨型是由鄭克聲、許恩菁(1999)所提出，為一符合隨機碎形特性與高斯馬可夫歷程的無因次雨型。此雨型以非定常性一階高斯馬可夫歷程(nonstationary first-order Gauss-Markov process)描述無因次年最大值事件，具備馬可夫歷程特性，滿足尖峰降雨量統計特性，且具有最大概似度，其優點為：

- (1) 符合尖峰降雨百分比之統計特性
- (2) 降雨量之時間分佈與年最大暴雨事件之歷程特性一致
- (3) 雨型因暴雨類型而異

- (4) 經適當之尺度轉換後，兩型可是用於不同延時之設計暴雨
 (5) 建立兩型所使用之降雨事件與建立降雨強度延時-頻率曲線
 所使用之降雨事件大致相同。

由於 SSGM 兩型具有以上的特點，本研究便以各站之 SSGM 兩型為基礎，用以建立區域性之設計兩型，SSGM 兩型之理論如下：

若有一隨機歷程 $\{Y(i)\}$ 滿足以下特性，則稱該隨機歷程為馬可夫歷程：

$$\begin{aligned} f_{r(n)}[y_n | Y(n-1)=y_{n-1}, \dots, Y(1)=y_1] \\ = f_{r(n)}[y_n | Y(n-1)=y_{n-1}] \end{aligned} \quad (2.1)$$

在上式中， $Y(i)$ 為連續性(continuous-valued)之隨機變數，函數 f 為機率密度函數(Probability Density Function, 簡稱 PDF)。若 $Y(i)$ 為離散性(discrete-valued)之隨機變數，則其馬可夫特性為：

$$\begin{aligned} P[Y(n)=y_n | Y(n-1)=y_{n-1}, \dots, Y(1)=y_1] \\ = P[Y(n)=y_n | Y(n-1)=y_{n-1}] \end{aligned} \quad (2.2)$$

上式中 P 為機率質量函數(Probability Mass Function, 簡稱 PMF)。若 $\{Y(i)\}$ 為常態分布，且滿足式(2.1)或式(2.2)，則稱 $\{Y(i): i=1, 2, \dots, n\}$ 為高斯馬可夫歷程。

令隨機變數 $Y(i)$ 之期望值、變方與一階相關係數為分別為 μ_i 、 σ_i^2 與 $\rho_i(i)$ 。由條件機率理論及馬可夫歷程，可得知 $\{Y(1), Y(2), \dots, Y(n)\}$ 之聯合機率密度函數(joint probability density function)為：

$$\begin{aligned} f(y_1, y_2, \dots, y_n) \\ = f_{r(1)}(y_1) \cdot f_{r(2)|r(1)}(y_2 | y_1) \cdots f_{r(n)|r(n-1)}(y_n | y_{n-1}) \\ = \prod_{i=1}^n f(y_i | y_{i-1}) \equiv L \end{aligned} \quad (2.3)$$

又常態分布之條件機率密度函數為：

$$\begin{aligned}
f(y_i|y_{i-1}) &= f_{r(i)|r(i-1)}(y_i|y_{i-1}) \\
&= 2\pi\sigma_i^2(1-\rho_i^2(i))^{-\frac{1}{2}} \\
&\quad \cdot \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{(y_i-\mu_i)-\rho_i(i)\frac{\sigma_i}{\sigma_{i-1}}(y_{i-1}-\mu_{i-1})}{\sigma_i\sqrt{1-\rho_i^2(i)}}\right]^2\right\}
\end{aligned} \tag{2.4}$$

基於最大概似度兩型之概念，則該兩型之聯合機率密度需為最大值，即：

$$\text{maximize } L = \prod_{i=1}^n f(y_i|y_{i-1}) \tag{2.5}$$

將其聯合機率密度取對數，再求其極值：

$$\begin{aligned}
\text{maximize } \ln L &= \sum_{i=1}^n \ln f(y_i|y_{i-1}) = -\frac{n}{2}\ln(2\pi) - \sum_{i=1}^n \ln \sigma_i \\
&\quad - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \ln[1-\rho_i^2(i)] - \frac{1}{2} \left[\frac{(y_i-\mu_i)-\rho_i(i)\frac{\sigma_i}{\sigma_{i-1}}(y_{i-1}-\mu_{i-1})}{\sigma_i\sqrt{1-\rho_i^2(i)}} \right]^2
\end{aligned} \tag{2.6}$$

考慮兩型需代表尖峰降雨之統計特性。無因次降雨事件之尖峰降雨特性可以尖峰降雨百分比 Y_p 及尖峰發生時間 T_p 代表之。假涉有 N 個年最大值事件，則 Y_p 與 T_p 可以其期望值推估之：

$$y^* = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N y_p(j) \tag{2.7}$$

$$t^* = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_p(j) \tag{2.8}$$

若 t^* 非為整數，則取最接近之整數值。故設計兩型必須滿足

$$y_i^* = y^* \tag{2.9}$$

由於採用無因次兩型，故

$$\sum_{i=1}^n y_i = 1 \tag{2.10}$$

設計兩型必須同時滿足式(2.6)、(2.9)及(2.10)，應用拉格朗茲法 (Lagrange technique)，配合兩型之聯合機率密度函數，以解得符合前述特性之設計兩型。引入兩個拉格朗茲乘數(Lagrangr multiplier) l 與 m ，並使下式有最小值：

$$M \equiv \sum_{i=1}^n \left[\frac{(y_i - \mu_i) - \rho_1(i) \frac{\sigma_i}{\sigma_{i-1}} (y_{i-1} - \mu_{i-1})}{\sigma_i \sqrt{1 - \rho_1^2(i)}} \right]^2 - 2l \left(\sum_{i=1}^n y_i - 1 \right) - 2m(y_i^* - y^*) \quad (2.11)$$

為簡化符號，令 $C_i = \rho_1(i) \frac{\sigma_i}{\sigma_{i-1}}$ ， $D_i = \sigma_i^2 [1 - \rho_1^2(i)] > 0$ ，則

$$M = \sum_{i=1}^n \frac{[(y_i - \mu_i) - C_i(y_{i-1} - \mu_{i-1})]^2}{D_i} - 2l \left(\sum_{i=1}^n y_i - 1 \right) - 2m(y_i^* - y^*) \quad (2.12)$$

對 y_i ， l 及 m 取偏微分：

$$\frac{\partial M}{\partial y_i} = \frac{2[(y_i - \mu_i) - C_i(y_{i-1} - \mu_{i-1})]}{D_i} - \frac{2[(y_{i+1} - \mu_{i+1}) - C_{i+1}(y_i - \mu_i)]C_{i+1}}{D_{i+1}} - 2l = 0 \quad (2.13)$$

$(i = 1, 2, \dots, n; i \neq t^*)$

$$\frac{\partial M}{\partial y_i^*} = \frac{2[(y_i^* - \mu_i^*) - C_i^*(y_{i-1}^* - \mu_{i-1}^*)]}{D_i^*} - \frac{2[(y_{i+1}^* - \mu_{i+1}^*) - C_{i+1}^*(y_i^* - \mu_i^*)]C_{i+1}^*}{D_{i+1}^*} - 2l - 2m = 0 \quad (2.14)$$

亦即

$$\begin{aligned}
& \frac{C_i}{D_i} y_{i-1} - \left(\frac{1}{D_i} + \frac{C_{i+1}^2}{D_{i+1}} \right) y_i + \frac{C_{i+1}}{D_{i+1}} y_{i+1} + l \\
& = \frac{C_i}{D_i} \mu_{i-1} - \left(\frac{1}{D_i} + \frac{C_{i+1}^2}{D_{i+1}} \right) \mu_i + \frac{C_{i+1}}{D_{i+1}} \mu_{i+1} \\
& (i=1, 2, \dots, n, i \neq t^*, C_{n+1}=0)
\end{aligned} \tag{2.15}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{C_i^*}{D_i^*} y_{i-1}^* - \left(\frac{1}{D_i^*} + \frac{C_{i+1}^{*2}}{D_{i+1}^*} \right) y_{i+1}^* + l + m \\
& = \frac{C_i^*}{D_i^*} \mu_{i-1}^* - \left(\frac{1}{D_i^*} + \frac{C_{i+1}^{*2}}{D_{i+1}^*} \right) \mu_i^* + \frac{C_{i+1}^*}{D_{i+1}^*} \mu_{i+1}^*
\end{aligned} \tag{2.16}$$

$$\frac{\partial M}{\partial l} = -2 \left(\sum_{i=1}^n y_i - 1 \right) = 0 \tag{2.17}$$

$$\frac{\partial M}{\partial m} = -2 (y_{t^*} - y^*) = 0 \tag{2.18}$$

亦可綜合表之為如下之矩陣式：

$$\begin{bmatrix}
-\left(\frac{1}{D_1} + \frac{C_1^2}{D_1}\right) & \frac{C_2}{D_2} & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 & 0 \\
\frac{C_2}{D_2} & -\left(\frac{1}{D_2} + \frac{C_2^2}{D_2}\right) & \frac{C_3}{D_3} & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & \frac{C_3}{D_3} & -\left(\frac{1}{D_3} + \frac{C_3^2}{D_3}\right) & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 & 0 \\
\vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
0 & 0 & 0 & \dots & -\left(\frac{1}{D_{t^*-1}} + \frac{C_{t^*}^2}{D_{t^*}}\right) & \frac{C_{t^*}}{D_{t^*}} & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \dots & \frac{C_{t^*}}{D_{t^*}} & -\left(\frac{1}{D_{t^*}} + \frac{C_{t^*+1}^2}{D_{t^*+1}}\right) & \frac{C_{t^*+1}}{D_{t^*+1}} & \dots & 0 & 0 & 1 & 1 \\
0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \frac{C_{t^*+1}}{D_{t^*+1}} & -\left(\frac{1}{D_{t^*+1}} + \frac{C_{t^*+2}^2}{D_{t^*+2}}\right) & \dots & 0 & 0 & 1 & 0 \\
\vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & -\left(\frac{1}{D_{n-1}} + \frac{C_n^2}{D_n}\right) & \frac{C_n}{D_n} & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & \frac{C_n}{D_n} & -\frac{1}{D_n} & 1 & 0 \\
1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0
\end{bmatrix}
\begin{bmatrix}
y_1 \\
y_2 \\
y_3 \\
\vdots \\
y_{t^*-1} \\
y_{t^*} \\
y_{t^*+1} \\
\vdots \\
y_{n-1} \\
y_n \\
l \\
m
\end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 & \left[\begin{array}{c} -\left(\frac{1}{D_1} + \frac{C_1^1}{D_1}\right)\mu_1 + \frac{C_1}{D_1}\mu_2 \\ \frac{C_2}{D_2}\mu_1 - \left(\frac{1}{D_2} + \frac{C_2^1}{D_2}\right)\mu_2 + \frac{C_2}{D_2}\mu_3 \\ \frac{C_3}{D_3}\mu_2 - \left(\frac{1}{D_3} + \frac{C_3^1}{D_3}\right)\mu_3 + \frac{C_3}{D_3}\mu_4 \\ \vdots \\ \frac{C_{r-1}}{D_{r-1}}\mu_{r-2} - \left(\frac{1}{D_{r-1}} + \frac{C_{r-1}^1}{D_{r-1}}\right)\mu_{r-1} + \frac{C_{r-1}}{D_{r-1}}\mu_r \\ \frac{C_r}{D_r}\mu_{r-1} - \left(\frac{1}{D_r} + \frac{C_r^1}{D_r}\right)\mu_r + \frac{C_r}{D_r}\mu_{r+1} \\ \frac{C_{r+1}}{D_{r+1}}\mu_r - \left(\frac{1}{D_{r+1}} + \frac{C_{r+1}^1}{D_{r+1}}\right)\mu_{r+1} + \frac{C_{r+1}}{D_{r+1}}\mu_{r+2} \\ \vdots \\ \frac{C_{n-1}}{D_{n-1}}\mu_{n-2} - \left(\frac{1}{D_{n-1}} + \frac{C_{n-1}^1}{D_{n-1}}\right)\mu_{n-1} + \frac{C_{n-1}}{D_{n-1}}\mu_n \\ \frac{C_n}{D_n}\mu_{n-1} - \frac{1}{D_n}\mu_n \end{array} \right] \\
 & \qquad \qquad \qquad \begin{array}{c} \vdots \\ \mu_r \\ \vdots \end{array}
 \end{aligned} \tag{2.19}$$

解得之 $\{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ 即為具備馬可夫歷程特性，滿足尖峰降雨統計特性，且具有最大概似度之兩型。

統計水利處雨量測站至民國 87 年止的紀錄，並且採用記錄長度超過 10 年的測站建立 SSGM 兩型，可以整合出全省共 179 個測站的兩型，兩型建立結果如表 2-2，兩型之尖峰時續集尖峰降雨百分比如表 2-3。

第三章 設計兩型之主成分分析

3-1 主成分分析理論

主成分分析主要是以少數成分表示多種變數之統計方法，亦即將多種變數之資料重組，而以少數成分簡潔說明多種變數所代表之意義。於多變量分析中，通常變數間彼此存某種程度之相關性，使得觀測數據具有某種程度之重複訊息。假設有 P 個變量 $(X_1, X_2 \cdots X_p)$ ，即可視為其存在於一 P 維座標系統中。因為變量彼此間可能具有高度相關性，就物理意義來說，即某一訊息變量 X_i ，亦同時存在於其他變量中。以主成分進行分析，可在保留大部分原有變數分佈特性下而降低變數之維度，且各成分間相互獨立，故可不重複表達大部分資料之特性。主成分分析即將原先 P 維座標系統轉換成一個新的座標系統。此系統具有兩個重要特性：

- (1) 新系統各軸間彼此獨立且正交(orthogonal)。
- (2) 每一主成分均說明了部分的原始變量，且可依佔有量(重要性)之多寡排列。

另外，由主成分之因子負荷(factor loading)可知其與原始變量間之相關程度，可做適當之物理解釋。故主成分分析具有下列優點：消除變量間之相關性、降低變數維度及萃取重要訊息、提供適當之現象解釋等。主成分分析之理論如下：

觀測向量 X 具有 P 個變數， N 項觀測資料，以矩陣可表示為：

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{p1} & x_{p2} & \cdots & x_{pn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_p \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

其中 x_{ij} 代表第 i 變數第 j 觀測資料， $i=1,2 \cdots p, j=1,2 \cdots n$ 。計有 $X_1, X_2 \cdots X_p$ 共 P 種變數。變數之平均值向量為：

$$\mu_x' = [E(X_1) \ E(X_2) \ \dots \ E(X_p)] \quad (3.2)$$

X 不同變數間之協變異數向量為 Σ ，其為一對稱矩陣：

$$\begin{aligned} \Sigma &= E[(X - \mu_x)(X - \mu_x)'] \\ &= \begin{bmatrix} \text{Var}(X_1) & \text{Cov}(X_1, X_2) & \dots & \text{Cov}(X_1, X_p) \\ \text{Cov}(X_2, X_1) & \text{Var}(X_2) & \dots & \text{Cov}(X_2, X_p) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{Cov}(X_p, X_1) & \text{Cov}(X_p, X_2) & \dots & \text{Var}(X_p) \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (3.3)$$

可對 Σ 進行正交分解為：

$$\Sigma = C' \Lambda C \quad (3.4)$$

(3.4) 式中 Λ 為對角矩陣(diagonal matrix)，其對角線上之元素為 Σ 之特徵值 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$ 。 C 為 $P \times P$ 維正交矩陣，且滿足 $C \cdot C' = I$ ，其第 j 行即為相對於 λ_j 特徵值之特徵向量。

$$\Lambda = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda_p \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1p} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{p1} & c_{p2} & \dots & c_{pp} \end{bmatrix} = [C_1 \ C_2 \ \dots \ C_p] \quad (3.6)$$

轉軸後之主成分向量 Y 表示為：

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{p1} & y_{p2} & \dots & y_{pn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_p \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

主成分向量 Y 與原始向量間存在著線性轉換關係：

$$\begin{cases} y_{1j} = c_{11}x_{1j} + c_{12}x_{2j} + \cdots + c_{1p}x_{pj} \\ y_{2j} = c_{21}x_{1j} + c_{22}x_{2j} + \cdots + c_{2p}x_{pj} \\ \vdots \\ y_{pj} = c_{p1}x_{1j} + c_{p2}x_{2j} + \cdots + c_{pp}x_{pj} \end{cases} \quad (3.8)$$

$$Y = C \cdot X \quad (3.9)$$

主成分向量 Y 之協變異數矩陣為：

$$\begin{aligned} \text{Cov}(Y) &= E[(Y - \mu_Y)(Y - \mu_Y)'] \\ &= E[(CX - C\mu_X)(CX - C\mu_X)'] \\ &= E[C(X - \mu_X)(X - \mu_X)'C'] \\ &= CE[(X - \mu_X)(X - \mu_X)']C' \\ &= C\Sigma C' \end{aligned} \quad (3.10)$$

帶入(3.4)式：

$$\text{Cov}(Y) = CC' \Lambda CC' = \Lambda \quad (3.11)$$

由(3.11)式中即可知，因 Λ 為對角矩陣，所以主成分變數 Y 僅存在自變異數，無協變異數，所以可知主成分變數 Y 互相正交(互不相關)，且變數 y_j 之變異數為 Σ 之特徵值 λ_j 。

主成分 y_k 與變量 x_i 之相關係數矩陣，又稱因子負荷量(factor loading)矩陣，如下式所示：

$$\rho(y_k, x_i) = \frac{\text{Cov}(y_k, x_i)}{\sqrt{\text{Var}(y_k) \times \text{Var}(x_i)}} = \frac{c_{ki} \sqrt{\lambda_k}}{\sqrt{\sigma_i}} \quad (3.12)$$

若 X 經標準化(standardized)處理，則 $\sigma=1$ ，因子負荷量可以下式表示：

$$\rho(y_k, x_i) = c_{ki} \sqrt{\lambda_k} \quad (3.13)$$

c_{ki} 為第 k 主成分第 i 變數之特徵向量值。由各主成分與原始變量間之因子負荷量，即可見該主成分與原始變量間之關係。但此負荷量往往不能突出地解釋原始變量與主成分間之關係，因此需對因子負荷矩陣施行旋轉，使得因子負荷量之平方值向與 1 做極化，以便於

解釋原始向量與主成分間之關係。以應用最廣之方差最大旋轉 (Varimax rotation) 為例。為達將因子負荷簡單化的目的，經正交軸旋轉後需使下式極大化：

$$\text{Max} \{V_{a_k}^2\} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (a_{ki}^2 - \bar{a}_k^2)^2 \quad (3.14)$$

其中 $\bar{a}_k^2$ 為第 k 個主成分在 m 個變數上因子負荷量平方值之平均數， $V_{a_k}^2$ 是第 k 個主成分上各因子負荷量平方值之方差。

為降低原始變量維度以精簡資料和降低訊息之重複估計，可選用具代表性之主成分替代原始大量的變量訊息。對於主成分成分個數之決定，一般無一特定之標準，多以下方式決定之：

- 若前 P 個最大特徵值之主成分變異數總和達全部主成分變異數總和之 80% 或 90% 以上即可選用。
- 經驗法則：由 Kaiser (1966) 提出，以標準化後之資料矩陣進行分析，保留特徵值大於 1 以上之主成分，小於 1 以下者予以刪除。
- 陡坡測試 (Scree test)：Cattell 於 1966 年提出，其特徵值依次序排列，其型態為一彎弓形，底部則近似直線，由底部後半部之點趨勢聚連成一直線，直線部分之特徵值，即為採用之特徵值。
- 若第 i 個主成分特徵值 λ_i 之解釋總變異能力小於 5%，其對整體貢獻不顯著可予以刪除。

由於本研究在後文之群集分析使用改良後之歐氏距離，使用上並無需決定主成分個數的問題，詳見第四章所述。

3-2 分析結果

本研究將各站之 SSGM 兩型 $X_1, X_2, \dots, X_{24}$ ，視為一具有 24 個變數的觀測值。統計共 179 筆觀測值，計算各變數間協變異矩陣 Σ ，結

果如表 3-1。用協變異矩陣以進行主成分分析，可得到主成分轉換矩陣 $C_{p \times p}$ ，如表 3-2。 $C_{p \times p} \cdot X_{p \times 1}$ ，便可得到主成分變數 $Y_1, Y_2, \dots, Y_{24}$ 。同時也可得到主成分變數之變異數(特徵值) $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{24}$ 、解釋百分比以及累積解釋百分比，如表 3-3。

由主成分之解釋百分比可以看出，第 1 主成分佔有 51.56% 的解釋能力，逐次降低，到第 5 個主成分佔有 4.59%，可視為具有 4 或 5 個顯著的主成分。若由累積解釋百分比來看，累積到第 5 個主成分時為 88.76% 還未到 90%，也可得到具有 5 個顯著主成分的結論。選用此二種判別法都可以看出，SSGM 設計兩型可由原本的 24 變數，壓縮到由 5 個變數控制。而且這些主成分具有下列優點：

- (1) 由 5 個變數控制，在參數數目上優於一些傳統上之兩型，如三角形法兩型(Yen and Chow's method)以及利用 IDF 曲線套配各樣公式的兩型等等，可以使得兩型之變化性增多，用以適切的描述符合不同地區特性的兩型。
- (2) 一般求取兩型特性時，會採取求取統計各階動差，或是將兩型切割成數塊累加，用累加完成的數列來代表特性。但如此做都不免使這些特性間存在著相關性，經主成分分析求取之主成分，彼此間無相關性存在，使得同數目的資料量，可以做最大的解釋。
- (3) 可由主成分之解釋百分比看出該主成分的解釋能力，可提供分析時判斷的依據。

第四章 設計兩型之群集分析

4-1 群集分析理論

群集分析是一種能根據資料變數之相似性與相異性，客觀地進行分類分群的邏輯程序。其針對某種指定之特性，將欲進行分類之資料依此特性劃分為多個群集，使同一群集中具有高度之均一性(homogeneity)，不同群集彼此具有明顯的異質性(heterogeneity)。在各種不同之學科領域，皆會以群集分析進行性質分類與區域分析，例如心理學上對受試者依其行為反映作歸類、商業市場對顧客採用之商品消費進行分類、化學上對於合成物質表現特性分類和農業上對氣候特徵適當作物之種植區域歸類等。於上述特性分類之研究，最早多依據經驗作定性分析處理，較少利用數學方法作研究，使得許多分類研究屬主觀結果而無常法遵循，尤其是多變數分類，若無法依循一定規則會更不客觀。而多變量統計之群集分析法，則可提供客觀合理之數值分類程序結果。

群集分析法之分類原則，是依其變量疏密程度分類。首先，將每個樣本視為 p 維(變量個數為 p 個)空間之某點，計算此空間中樣本與樣本間之距離值或類似度值，再依此距離值或類似度值為準，依照不同之準則，把距離接近之兩樣本融合為一新樣本。再計算新樣本群與其他樣本間之距離，直到預定之歸類群數或全歸於一類而止。詳細步驟如下：

1. 變數選擇：

變數之選擇與群集分析結果有密切之關係，一般選擇時應考慮以下兩個原則：

- (1) 變數與研究問題間具有密切之關係。
- (2) 變數有較強之分辨能力。

所採用之變數種類過多或其間具有共線性者需先作主成分分析，取用數個主要成分變數，作為群集分析所採用變數，如此可避

免原始變數間之訊息重複亦可減少變數之維度，而使分類計算簡化，且不至影響所得之結果。

2. 標準化轉換

分群採用變數間多半具有不同之尺度及重要性，為使距離合理化，可由標準化處理，以消除變數間對分群時不同之權重關係：

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \quad (4.1)$$

式中 $i=1,2\cdots n$ ， $j=1,2\cdots p$ ，其中：

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (4.2)$$

$$s_j = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \right]^{1/2} \quad (4.3)$$

3. 相似性

相似性即為介定樣本與樣本間之遠近疏密程度，可以距離或類似度表示之。距離之量測，乃是將每一樣本視為 p 維空間(p 個變量)之某點，計算在此假設空間中樣本間的距離。而類似度之介定，則依其性質愈近之樣本，其類似度愈高，接近於 1 或 -1，而彼此無關之樣本，則趨近於 0。前人研究已提出了大量的距離和類似度公式，說明如下：

以 x_{ij} 代表第 i 個樣本中第 j 個變數， $i=1,2\cdots n$ 、 $j=1,2\cdots p$ 。 x_{ij} 中不同變數全樣本空間之平均值為 $\bar{x}_j$ ，不同變數全樣本空間之標準偏差為 s_j 。空間中第 i 與第 k 樣本之距離以 d_{ij} 表示。 d_{ij} 需滿足下列幾個條件：

- (1) $d_{ij} \geq 0$ (對所有 i, j 皆成立)
- (2) $d_{ij} = 0$ (當 $i=j$ 時)
- (3) $d_{ij} = d_{ji}$ (對所有 i, j 皆成立)

(4) $d_{ij} \leq d_{ik} + d_{kj}$ (對所有 i, j 皆成立)

常用之距離公式：

a. 明科夫斯基距離(Minkowski distance)

$$d_{ij}(M) = \left[\sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|^m \right]^{1/m} \quad (4.4)$$

其中 $i, j = 1, 2 \dots n$

b. 歐氏距離(Euclidean distance)

$$d_{ij}(E) = \left[\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \right]^{1/2} \quad (4.5)$$

其中 $i, j = 1, 2 \dots n$

c. 絕對值距離(city block distance)

$$d_{ij}(C) = \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}| \quad (4.6)$$

其中 $i, j = 1, 2 \dots n$

d. 馬氏距離(Mahalanobis distance)

$$d_{ij}^2(Ma) = (x_i - x_j)' S^{-1} (x_i - x_j) \quad (4.7)$$

其中 S 為樣本協方差矩陣

$$S = (U_{ij})_{p \times p} \quad (4.8)$$

$$U_{ij} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_j) \quad (4.9)$$

以上方法中以歐氏距離應用的最為廣泛。在距離計算中，係假設變量間彼此獨立且尺度相同。但原始變數往往並非如此，考慮到此一影響，應用主成分建立距離，便可使變數間為正交軸。又因轉換後之特徵值(即變異數)，可以代表主成分之變異情形(即顯著與否)。所以考慮此二特性後，即可提出改良後之歐氏距離公式(黃俊英，1995)：

$$d_{ij} = \left[\sum_{p=1}^m \lambda_p^{-1} (y_{ip} - y_{jp})^2 \right]^{1/2} \quad (4.10)$$

如此便可使得距離是架構在一正交空間中且各主成分之尺度相當。

常用類似度係數如下：

a. 夾角餘弦(direction cosines)

在 p 維空間中向量 x_j 之角度為 θ_{ij} ，其夾角餘弦為 r_{ij} ：

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - \bar{x}_k)(x_{jk} - \bar{x}_k)}{\left\{ \left[\sum_{k=1}^p (x_{ik} - \bar{x}_k)^2 \right] \left[\sum_{k=1}^p (x_{jk} - \bar{x}_k)^2 \right] \right\}^{1/2}} \quad (4.11)$$

b. Tanimoto 類似度

x_i 與 x_j 之類似度，由其間之共同元素與所有不同之元素之比 S' 。

$$S_i(x_i, x_j) = \frac{n(x_i \cap x_j)}{n(x_i \cup x_j)} = \frac{n(x_i \cap x_j)}{n(x_i) + n(x_j) - n(x_i \cap x_j)} \quad (4.12)$$

式中， $n(x_i)$ 為 x_i 之元素個數， $n(x_j)$ 為 x_j 之元素個數， $n(x_i \cap x_j)$ 為 x_i 與 x_j 間共同部分之個數， $n(x_i \cup x_j)$ 為 x_i 與 x_j 所有不同元素之個數和。

4. 階層分群程序(hierarchical clustering algorithm)

階層分群法是群集分析中應用最廣泛的一種方法，其基本算法是先將 n 個樣本自成一類，計算彼此間之相似性測度，並且把具有最小測度的兩個樣本合併成新的一類。重複分群作業，直到所有樣本都歸為一類為止。群間距離判定有以下數法：

a. 最短距離法(nearest - neighbor method)

又稱為單一聯結法(single linkage method)，其採用群集間之最近距離，作為群集間之代表性距離。

$$d_{\min}(G_i, G_j) = \min_{x_i \in G_i, x_j \in G_j} d_{ij} \quad (4.13)$$

b. 最長距離法(furthest - neighbor method)

又稱完全聯結法(complete linkage method)，其與最短距離之聚類方式相反，其採用兩群集間最遠點之距離作為兩群集間之代表性距離。

$$d_{\max}(G_i, G_j) = \max_{x_i \in G_i, x_j \in G_j} d_{ij} \quad (4.14)$$

c. 群平均法(group - average method)

最短距離法及最長距離法各有其優缺點，觀念上，前者為空間之收縮，後者為空間之擴散。而群平均法又可稱為平均聯結法(average linkage method)，表示兩群間所有元素間距離之平均值。

$$d_{\text{ave}}(G_i, G_j) = \frac{1}{n_i n_j} \sum_{x_i \in G_i} \sum_{x_j \in G_j} d_{ij} \quad (4.15)$$

d. 華德法(Ward method)

華德法又稱離差平方和法(squares sum of dispersion method)，是由 Ward 於 1963 提出，本法是基於方差分析概念，以離差平方和為相似性測度。目的是使同類樣本之間離差平方和最小，類與類間的離差平方和最大。假定已將 m 個變量的 n 個樣本分成 T 類， x_{ikt} 表第 t 類第 i 個樣本之第 k 個變量， n_t 表示第 t 類樣本之個數， $\bar{X}_{kt}$ 表示第 t 類第 k 個變量的重心，則第 t 類中樣本之離差平方和為：

$$S_t = \sum_{i=1}^{n_t} \sum_{k=1}^m (X_{ikt} - \bar{X}_{kt})^2 \quad (4.16)$$

其中

$$\bar{X}_{kt} = \frac{1}{n_t} \sum_{i=1}^{n_t} (X_{ikt}) \quad (4.17)$$

T 個種類之離差平方和為：

$$S = \sum_{t=1}^T S_t = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{n_t} \sum_{k=1}^m (X_{ikt} - \bar{X}_{kt})^2 \quad (4.18)$$

華德法在類和類合併時，是針對某兩類合併後，其 S 為其中增加最小者，予以合併之。

5. 非階層分群程序(non-hierarchical clustering algorithm)

非階層分群程序與階層分群程序不同的地方是，階層分群程序在分類過程中，群集一旦形成即不再拆散，而非階層分群程序在各階段分類過程中，均將原有群集全部拆散，並重新組合新的群集。有多種不同之方法，其中以 K 均值法(K-means method)在使用上較為廣泛。

K 均值法之演算步驟是先將所有樣本點分割為 K 個原始群集，此 K 個群集重心稱為種子點(seed point)。重複針對每一樣本，計算比較該樣本在該群中之離差平方和以及失去該樣本後該群之離差平方和。若失去該樣本後可使離差平方和降低，便將該樣本改為指定至其他群集中，重新上述之計算，目的是要使各群中之離差平方和最小化。重複動作直到其收斂，各樣本不需重新指派到其他群集中，便可完成分群。

4-2 模糊群集分析

在近年中，模糊邏輯已經成功地應用在不同的領域之中，模糊邏輯是由 Zadeh 於 1965 提出一種以數學模型來描述語意式的模糊資訊的方法，是傳統集合理論的一種推廣形式。在許多自然現象中，存在很多不嚴格、模糊的概念，這裡所謂模糊，主要是指事物差異中間過渡的不分明性，如：暴雨所造成的損失程度為「嚴重、重、輕」，不同集水區之水文現象為「相似、頗為相似、不相似」。這些現象中往往不會有一個明確的分類邊界。為了處理這些具有模糊概念數據之群集問題，便產生了模糊群集分析。模糊群集分析之理論如下：

對於一個普通的集合 A，空間中任一元素 x，則必有 $x \in A$ 或 $x \notin A$ ，這一種特徵可用一個特徵函數表示為：

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & x \in A \\ 0 & x \notin A \end{cases} \quad (4.19)$$

在此稱 $\mu(x)$ 為集合 A 的特徵函數，1 代表隸屬，0 代表不隸屬，是一種明確的觀念。但若此特徵函數 $\mu(x)$ 推廣至 $[0,1]$ ，代表隸屬度並非是完全確定的，可能會有隸屬度為 0.5 的模糊概念，則稱此集合為模糊集合。

由於模糊集合的邊界是模糊的，如果要把模糊概念轉化為數學語言時，需要選取不同的置信水平 $\lambda (0 \leq \lambda \leq 1)$ ，來確定其隸屬關係。若有 X 上的一模糊集合，對 $0 \leq \lambda \leq 1$ ：

$$A_\lambda = \{x | x \in X, \mu(x) \geq \lambda\} \quad (4.20)$$

其中 A_λ 為 A 的 λ 截集合。 A_λ 是一普通集合，而不是模糊集合，其特徵函數為：

$$\mu_\lambda(x) = \begin{cases} 1 & \mu(x) \geq \lambda \\ 0 & \mu(x) < \lambda \end{cases} \quad (4.21)$$

λ 截集就是藉由取不同的置信水平，將模糊集轉化為普通集合的方法。模糊集合 A 是一個具有游移邊界的集合，它隨 λ 值的變小而增大，即當 $\lambda_1 < \lambda_2$ 時， $A_{\lambda_1} \supset A_{\lambda_2}$ 。

若一個矩陣元素取值為 $[0,1]$ 區間內，則稱該矩陣為模糊矩陣。如同普通矩陣一樣，有模糊單位矩陣 I ；模糊零矩陣 O ；元素皆為 1 的全矩陣 J 。

若 A 和 B 是 $n \times m$ 和 $m \times l$ 的模糊矩陣，要將 A 和 B 合成，有許多的運算方式，其中最被廣泛使用的便是最大-最小合成(max-min operation)。若 $C = A \cdot B$ 為 $n \times l$ 矩陣，其元素為：

$$c_{ij} = \bigvee_{k=1}^m (a_{ik} \wedge b_{kj}) \quad \begin{matrix} i=1,2,\dots,n \\ j=1,2,\dots,l \end{matrix} \quad (4.22)$$

運算子 $\wedge$ 和 $\vee$ 定義為：

$$a \vee b = \max(a, b) \quad (4.23)$$

$$a \wedge b = \min(a, b) \quad (4.24)$$

模糊矩陣同時也遵守下列的乘法性質：

$$(1) (AB)C = A(BC)$$

$$(2) AI = IA = A$$

$$(3) AO = OA = O$$

$$(4) AJ = JA$$

(5) 若 A 、 B 為模糊矩陣，且 $a_{ij} \leq b_{ij}$ (一切 i, j)，則 $A \leq B$ 。又若 $A \leq B$ 則 $AC \leq BC$ 或 $CA \leq CB$ 。

模糊群集分析是以模糊分類關係為基礎，進行分類。從集合的概念出發，給出如下的定義：

(1) X 、 Y 為兩個集合，令 $X \times Y = \{(x, y) | x \in X, y \in Y\}$ ，則稱 $X \times Y$ 為 X 的直積空間，又稱笛卡爾積。

(2) 設 R 為 $X \times Y$ 上的一個集合，並且滿足：

- a. 自反性： $(x, x) \in R$ ，集合中每一個元素和它自己同屬一類。
- b. 對稱性：若 $(x, y) \in R$ ，則 $(y, x) \in R$ ，即集合中 (x, y) 元素屬於 R 時，則 (y, x) 也同屬於 R 。
- c. 傳遞性： $(x, y) \in R$ ， $(y, z) \in R$ ，則有 $(x, z) \in R$ 。

具有上述三個性質之模糊矩陣稱為模糊等價矩陣，滿足這三性質的集合 R 便可代表一分類關係。

模糊群集分析基本上是用便是利用相似度來衡量事物之間的親疏程度，並以此來分類。 R 為 X 上的一個分類關係的充分必要條件是：

$$(1) r_{ij} = 1$$

$$(2) r_{ij} = r_{ji}$$

$$(3) R \cdot R \leq R$$

其中， r_{ij} 為樣本 i 與樣本 j 之相似關係。上述三個條件即為分類關係的反身性、對稱性和傳遞性。 R 為 X 上的一個模糊分類關係的充分必要條件是對每一個 $\lambda (0 \leq \lambda \leq 1)$ ， R_λ 為普通的分類關係。此說

明當模糊分類關係 R 確定之後，對於給定的 $\lambda \in [0,1]$ ，便可以相應地得到普通分類關係 R ，也就是說可以決定一個 λ 水平的分類。

利用模糊集合理論進行模糊群集分析的步驟是：

(1) 進行變數轉換

變換的方法同於群集分析，有標準化轉換、規格化變換、對數變換等等，以消除不同變量數量及之差異。

(2) 計算模糊相似矩陣

可取群集分析之相似係數或距離等方法來計算各樣本間的類似度 (r_{ij}) ，再將類似度壓縮到 $[0,1]$ 的區間內， $R=(r_{ij})$ 即構成一個模糊相似矩陣。相似係數或距離等方法甚多，如：夾角餘弦法、相似係數法等等。在此採用夾角餘弦法。

(3) 計算模糊等價矩陣

對模糊相似矩陣進行褶積計算： $R \rightarrow R^2 \rightarrow R^3 \rightarrow \dots \rightarrow R^n$ ，這樣經過有限次褶積後，可使結果收斂，使得 $R^n \cdot R = R^n$ ，便可得到模糊等價矩陣 R^n 。

R 自乘的目的便是按最短距離法則，以尋求兩個向量 X_i 與 X_j 的最親密程度。假設 $R^2 = (r_{ij}^*)$ ，即 $r_{ij}^* = \bigvee_{k=1}^n (r_{ik} \wedge r_{kj})$ 便是 X_i 與 X_j 透過與第三者 X_k 的關係，尋找彼此間最接近的距離，也就是尋求一個使 X_i 和 X_j 關係最密切的通道。

(4) 動態性群集

對滿足傳遞性的模糊等價矩陣 R 進行群集分析，從大到小給定不同的置信水平的 λ ，求取 R 的 λ 截矩陣 R_λ ，將矩陣內元素為 1 的兩個樣本相互併為一類。當 $\lambda=1$ 時，每個樣品自成一類，隨 λ 值的降低，由細到粗逐漸歸併，最後得到動態性的群集樹狀圖。

4-3 分析結果

本研究以第三章所建立之各兩型主成分向量為依據，進行分類之工作，期能將具有相同特性的兩型劃歸為一類，再進行之後的區域劃分。在進行分類前，由於考量整個台灣地區之水文因子變化快速，不能給予過大的分區範圍，所以我們依 2.1 節定義之分區為基準，先將各站之主成分依其所在劃分至北中南東四大分區，再分別對各區中的各主成分進行分群工作。

首先由於各主成分間具有不同的尺度，所以必須先代入(4.1)，進行標準化處理。本研究分別以三種方式進行分析，分別是階層群集分析(採用華德法)、非階層群集分析(採用 K 均值法)和模糊群集分析，分析完成後並比較何者方法較適宜進行分類。

進行階層群集分析和非階層群集分析時，皆選用改良後之歐氏距離，建立各兩型間之相互關係，代入(4.10)即可得。以階層群集之華德法，對相互關係進行分群的工作，可得北中南東四區分群之樹狀圖如圖 4-1 至圖 4-4。經過試驗各種分群數及考慮分群數與區域性兩型之實用性後，選定在各大分區中各分三小區，唯有南部地區，因各站兩型類似情況較高，分三群的效果不如分二群來的佳，所以南部地區決定採取分二群。同時以非階層分群之 K 均值法，分別對各區以和華德法相同之群數進行分群。

進行模糊群集時，選用夾角餘弦類似度，建立各兩型間之模糊相似矩陣，代入(4.11)即可得。對模糊相似矩陣進行褶積計算，使結果收斂得 $R^n \cdot R = R^n$ ，便可得到模糊等價矩陣 R^n 。對滿足模糊等價矩陣 R^n 進行群集分析，從大到小給定不同的置信水平的 λ ，隨 λ 值的降低，由細到粗逐漸歸併，最後得到動態性的群集樹狀圖如圖 4-5 至圖 4-8。

比較此三種分類方法可發現，華德法與 K 均值法所分類之結果類似，且其分群使得各群的數目不會差異過大。模糊群集法所分類之結果較為不同，且易產生群中數目差異過大的現象，在分類到最

後階段時，甚至有一站為一群，其他數站全為一群的不合理現象，這應該是與產生模糊等價矩陣的邏輯有關，使用最大-最小合成的邏輯效果上不如華德法和 K 均值法。所以本研究決定採用華德法和 K 均值法為產生區域雨型之分類方法。

本研究並發現，在同一群中的設計雨型其尖峰時間 t_p (peak time) 大都相同。各測站之 SSGM 兩型尖峰時間在 10-16 間分佈，分三群的結果指出， t_p 多以 10-12、13-14、14-16 的類別，各自分成一群，可見得對於此無因次雨型，影響分群最多的因素是到尖峰的時間。使用此三種方法，將北中東三區各分三群，南區分兩群的結果如表 4-1 至表 4-4。

第五章 區域性雨型之建立

5-1 設計雨型均一區之劃分

在水利工程規劃時，經常面臨需要分析之地點沒有雨量站之情況，導致所需的雨型資料，是由最近的站決定或是由周圍數站內差得值。若工程地點距各雨量站均遠時，所選用之雨型資料是否正確，則無法判斷之。如運用區域性分析，針對各雨量站之雨型予以分類，並對具相同類型雨型劃分均一區，並建立該區域之設計雨型，便可以工程所在地點決定其設計雨型，所得結果會較為方便及可靠。因此，要建立區域性設計雨型前，應對同類型之雨型進行均一區之劃分。故本節將以上一章各區之階層式群集分析與非階層式群集分析的結果，在各大分區中劃分出雨型均一區，劃分均一區之方法如下：

設今此區域劃分為 n 群的種類，空間中任一點必屬於其中任一類。區域中有 m 個已知其類別之點，其座標為 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_m, y_m)$ 。區域中任一點座標為 (x, y) ，定義該點為第 a 群 ($1 \leq a \leq n$) 的機率為 $P_a(x, y)$ 。若 P_a 為 $P_1, P_2, \dots, P_n$ 其中最大者，則定義該點屬於第 a 群。 P_a 在此並非指統計上真實的機率，而是一種概念，是用以比較其屬於哪一種類別的比較值。

計算 P_a 時，先設定一個函數 f_i ，用以代表第 i 個已知點是否屬於第 a 群，1 代表隸屬，0 代表不隸屬：

$$f_i = \begin{cases} 1 & i \in a \\ 0 & i \notin a \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5.1)$$

計算 (x, y) 至 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_m, y_m)$ 的距離為 $d_1, d_2, \dots, d_m$ ：

$$d_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \quad (5.2)$$

取 $1/d_i^2$ ($1 \leq i \leq m$) 為權重因子，並調整權重因子之相對大小使得 $\sum w_i = 1$ ：

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^m d_i^2}{d_i^2} \quad (5.3)$$

則任意點 (x, y) 上屬於第 a 群的機率值便為：

$$P_a(x, y) = \sum_{i=1}^m w_i f_i \quad (5.4)$$

比較 (x, y) 上共 n 群之機率值，選定最大者為該點的劃分之類別，將全區域劃分網格點，計算每一點之類別，便可劃分出均一區。

本研究將前章所分類完成之結果，依此法劃分北中南東區之均一區，階層分群之華德法如圖 5-1 至圖 5-4，非階層分群之 K 均值法如圖 5-5 至圖 5-8。

由均一區之圖可看出，在分三群之中部和分兩群的南部，由於兩法之分群結果相同，導致所繪出均一區之圖形相同，北部則是大幅類似，唯有東部結果差異較大，這是由於東部地形過於狹長、區域範圍過大，導致分群結果差異較大，但在東部大部分地區分類結果仍為類似。

5-2 區域性設計兩型之建立

在均一區劃分後，將同類型的各個不同的雨型，結合為同一種雨型，則是接下來的工作。為使運算方便及考慮其一致性，若今有歸類為同一群之 n 個主成分 $\{y_{11}, y_{21}, \dots, y_{p1}\}, \{y_{12}, y_{22}, \dots, y_{p2}\}, \dots, \{y_{1n}, y_{2n}, \dots, y_{pn}\}$ ，我們以平均的方式產生其代表之主成分：

$$\bar{y}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_{ij} \quad i=1, 2, \dots, p \quad (5.5)$$

再以 $\bar{Y}$ 表示此代表之主成分矩陣， $\bar{X}$ 表示所欲求得知區域雨型，針對(3.9)做反轉換的動作：

$$\bar{X} = C^{-1} \cdot \bar{Y} \quad (5.6)$$

如此即可得到該分區同類型各設計雨型之代表性區域性設計雨型，

華德法北中南東四區之結果如圖 5-9 至圖 5-12，表列如表 5-1，K 均值法北中南東四區之結果如圖 5-13 至圖 5-16，表列如表 5-1。

將所計算出之區域雨型，與該區域中各雨型比較，計算其尖峰時間誤差及其降雨重心誤差以評估此區域雨型之好壞，評估結果如表 5-3。可以由表看出，不論是尖峰時間誤差或是降雨重心誤差方面，誤差值均不大，所以可見得本法所得到之區域性設計雨型，足以代表該區域同種類之各站設計雨型。

第六章 結論與建議

6-1 結論

本研究針對水利處全台歷史及現有 179 個雨量測站之無因次 SSGM 設計雨型，將台灣分成北中南東四大區，並利用主成分分析、群集分析，在該區中劃分為數個雨型均一區，建立該區區域性無因次序率雨型。所得到的結論如下：

- (1) 本研究使用簡單尺度不變性高斯馬可夫(Simple Scaling Gauss-Markov, 簡稱 SSGM) 雨型，建立全台灣之設計雨型。因其具有符合尖峰降雨百分比之統計特性、降雨量之時間分佈與年最大暴雨事件之歷程特性一致以及經適當之尺度轉換後可適用於不同延時之設計暴雨等特性，理論完善且使用上方便。
- (2) 對各站設計雨型先進行主成分分析，可得到設計雨型之主成分因子。以此主成分因子進行分群作業，由於因子彼此間互為獨立，可以確保因子間無共線性的情形發生，這樣可避免分析時有重複的資訊被估計，增加分析結果的正確性。
- (3) 在雨型之分析上，以往多半使用統計動差、尖峰時間或尖峰百分比等雨型特性來進行討論，但使用這些因子無法避免其共線性及尺度不一此二項缺點，使用主成分因子討論則可以避免此缺點。
- (4) 主成分因子依其重要性排列，並可依其變異數推估其解釋百分比。由全台灣各雨量站之無因次 SSGM 設計雨型之主成分分析結果，可以看出其應該是由 5 個顯著的主成分變數控制，在參數數目上優於一些傳統上使用之雨型，如三角形雨型以及利用 IDF 套配各樣公式的雨型等等，使得雨型之變化性增多，可用以適切的描述符合不同地區特性的雨型。
- (5) 在群集分析方面採用改良的歐氏距離(4.10 式)，用以計算測站間之相互關係。如此可避免人為主觀判斷主成分的個數，

雖然缺點是增加計算量，但以目前之多半使用電腦來計算，缺點可以忽略。

- (6) 以階層群集分析之華德法、非階層群集分析之 K 均值法及模糊群集法分別進行分群，比較結果可知，華德法和 K 均值法可兼顧每一測站，並且可使分群完成之各群群數不置於有過大的差異。模糊群集法則易產生過大的群，甚至有數站在最後階段才被分入，造成站數不均的現象，在此研究中並不適用。
- (7) 由劃分完成的均一區圖中，可以發現有區域性的存在，多半同類型的雨量站會在同一區域。由於在研究時並未加入測站之地文因子作考量，所以區域性是由各站雨型本身所顯現，可見得雖然設計雨型不同於一般降雨，但其仍有區域化的現象存在。
- (8) 本研究所建立之區域化設計雨型，在使用上，僅需按圖查詢工程進行地點並找到其對應之雨型，即可使用。在使用上相當方便，期能對實際的水利工程問題帶來助益。

6-2 建議

- (1) 本研究僅加入水利處各雨量站的設計雨型，並無加入中央氣象局及其他單位的雨量站資料，由於進行區域分析時已知類別的點越多，越能夠得到更有力的結果，未來若資料可以取得，後序研究可增加更多雨量測站之設計雨型。
- (2) 本研究選至民國八十七年的紀錄，由於許多雨量測站之紀錄年份尚未長久，加入新的雨量記錄時，各站雨型會有所些許更動，連帶使得區域分析結果連帶改變，宜每年更新一次新的設計雨型。
- (3) 本文僅選用 SSGM 雨型用以建立區域化雨型，並無採用另一

廣泛運用之級序平均雨型，是因為級序平均雨型為一因次雨型，當考慮各延時不同時，可運用之資料數目便不夠多，不足以進行區域性分析，有賴再過數年後及整合其餘單位之記錄，使得歷史雨量之數目夠多，才足以建立不同延時下，級序平均法之區域性設計雨型。

參考文獻

- 許思菁，1999，「設計暴雨雨型序率模式之研究」，台灣大學農業工程學研究所碩士論文。
- 楊道昌，1999，「區域性連續型降雨-逕流模式之研究」，國立成功大學水利及海洋工程研究所博士論文。
- 鄭克聲、許思菁、葉惠中，1999，「具隨機碎形特性之設計暴雨雨型」，台灣水利，第 47 卷第 3 期，43-54 頁。
- 左承修，1997，「區域洪水頻率分析之研究」，台灣大學土木工程學研究所碩士論文。
- 游保杉、陳嘉榮，1996，「台灣北部區域雨量強度公式之研究」，財團法人中興工程顧問社專案研究報告，編號 SEC/R-HY-96-03。
- 黃俊英，1995，多變量分析，黃泰書局，台北市。
- 楊道昌、游保杉，1994，「台灣南部流域均一性之劃分」，台灣水利，第 42 卷第 2 期，第 63-79 頁。
- 林國峰、張守陽、蕭長庚，1994，「台灣地區雨型之研究(三)」，台灣大學水工試驗所研究報告第一百九十三號。
- 林國峰、張守陽、李汴軍，1993，「台灣地區雨型之研究(二)」，國立台灣大學水工試驗所研究報告第 163 號。
- 林國峰、張守陽、李汴軍，1992，「台灣地區雨型之研究(一)」，國立台灣大學水工試驗所研究報告第 144 號。
- 林國峰、張守陽、林民生，1991，「台灣地區雨型之初步研究」，國立台灣大學水工試驗所研究報告第 118 號。
- 葉弘德、韓洪元，1990，「台北市暴雨雨型之研究」，台灣水利，第 38 卷第 3 期，36-49 頁。
- 易任，1990，「主成分分析與群集分析應用於雨量空間分佈之研究」，國科會專題報告研究計畫成果，計畫編號：NSC79-0410-E002-06。
- Bhaskar, N. R. and C. A. O'Connor, 1989. Comparison of method of

- residuals and cluster analysis for flood regionalization. *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 155, No. 6, pp. 793-808.
- Bras, R. L. and I. Rodriguez-Iturbe, 1976. Rainfall generation: a nonstationary time-varying multidimensional model. *Water Resources Research*, 12(3), pp. 450-456.
- Burn, D. H., 1989. Cluster Analysis as Applied to Regional Flood Frequency. *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 115, No. 5, pp. 567-582.
- Garcia-Guzman, A. and E. Aranda-Oliver, 1993. A stochastic model of dimensionless hyetograph. *Water Resources Research*, 29(7), pp. 2363-2370.
- Guttman, N. B., 1993. The Use of L-moments in Determination a Regional Precipitation Climates. *Journal of Climate*, pp. 2309-2325.
- Huff, F. A., 1967. Time distribution of rainfall in heavy storms. *Water Resources Research*, 3(4), pp. 1007-1019.
- Keifer, C. J. and H. H. Chu, 1957. Synthetic storm pattern for drainage design. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 83(4), pp. 1-25.
- Koutsoyiannis, D. and E. Foufoula-Georgiou, 1993. A scaling model of a storm hyetograph. *Water Resources Research*, 29(7), pp. 2345-2361.
- Mosley, M. P., 1981. Delimitation of New Zealand hydrological regions. *Journal of Hydrology*, Vol. 49, pp. 173-192.
- Nature Environment Research Council (NERC), 1975. Flood Studies Report, Vol. I, II.
- Pilgrim, D. H. and I. Cordery, 1975. Rainfall temporal patterns for design floods. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 101(1), pp. 81-95.
- R. Gnanadesikan, 1997. *Methods for Statistical Data Analysis of*

Multivariate Observations, JOHN WILEY & SONS, INC.

Yen, B. C. and V. T. Chow, 1980. Design hyetographs for small drainage structures. Journal of the Hydraulics Division, ASCE, 106(6), pp. 1055-1076.

Ward, J.E., 1963, Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of American Statistical Assoc., Vol. 59, pp. 236-244.

Woolhiser, D. A. and Osborn, H.B., 1985. A stochastic model of dimensionless thunderstorm rainfall. Water Resources Research, 21(4), pp. 511-522.

表 2-1 水利處各雨量測站基本資料

站名編號	流域名稱	站名	UTM-x(m)	UTM-y(m)	高程(m)	資料起迄年
hr013050	磺溪—淡水河	富貴角	304140	2798036	15	70-87
hr030050	淡水河大漢溪	白石(2)	271949	2715962	1620	67-69
hr030110	淡水河大漢溪	玉峰(2)	280363	2728900	780	67-69
hr030270	淡水河大漢溪	水流東(1)	282011	2745517	340	69-72
hr030320	淡水河大漢溪	石門(3)	274611	2746531	142	66-87
hr030390	淡水河大漢溪	三峽	284949	2759145	33	69-87
hr030410	淡水河大漢溪	大豹	293812	2743704	600	64-87
hr030540	淡水河新店溪	坪林(4)	321071	2759137	200	67-87
hr030550	淡水河新店溪	坪林(3)	320697	2758584	220	61-71
hr030580	淡水河新店溪	碧湖	324165	2754576	360	60-87
hr030700	淡水河新店溪	福山(3)	299761	2741180	500	67-87
hr030720	淡水河新店溪	小寮	303893	2751124	660	64-66
hr030780	淡水河新店溪	大桶山	306050	2752400	916	68-87
hr030940	淡水河新店溪	石碇(2)	315861	2765180	140	60-87
hr030970	淡水河新店溪	中正橋	301268	2768485	5	67-87
hr031080	淡水河	台北(5)	303820	2769585	8	45-66
hr031140	淡水河基隆河	火燒寮	325372	2765687	380	47-87
hr031160	淡水河基隆河	瑞芳(2)	330310	2778497	101	61-87
hr031230	淡水河基隆河	五堵	319436	2774926	16	54-87
hr031310	淡水河	竹子湖	304037	2784060	605	67-87
hr031380	淡水河	雙峻頭	295724	2784878	76	69-72
hr035020	淡水河南港溪	林口(1)	287176	2774609	246	63-87
hr080010	頭前溪	五峰	324745	2747201	140	65-87
hr100030	蘭陽溪	南山	287651	2703661	1050	52-87
hr100051	蘭陽溪	新北城	324461	2730841	16.5	47-87
hr100070	蘭陽溪	留茂安	294920	2714241	585	69-87
hr100090	蘭陽溪	太平山	303480	2710050	1960	79-87
hr100110	蘭陽溪	土場(1)	299520	2718721	400	69-87
hr100150	蘭陽溪	池端	297238	2727101	1652	67-69
hr100170	蘭陽溪	梵梵(2)	302421	2723250	300	52-87
hr100410	蘭陽溪	南津	324203	2732757	10	54-59
hr100420	蘭陽溪	宜蘭一工處	317475	2729031	9	60-69
hr110050	鳳山溪	關西(3)	267190	2741461	146	69-87
hr110070	鳳山溪	新埔(1)	255728	2746682	53	69-87
hr120010	冬山河	新寮	325305	2724119	60	47-87
hr120040	冬山河	冬山	328563	2725847	5	47-87
hr120050	冬山河	北城	325910	2729074	10	47-81
hr120130	冬山河	五結(1)	329262	2732785	4	48-48
hr130040	頭前溪上坪溪	清泉	260128	2719641	560	61-87
hr130090	頭前溪上坪溪	太閣南	264118	2724075	940	54-87
hr130130	頭前溪油羅溪	梅花	269987	2730358	560	62-87
hr130150	頭前溪	烏嘴山	277702	2738156	770	63-83

表 2-1 水利處各雨量測站基本資料(續 1)

站名編號	流域名稱	站名	UTM-x(m)	UTM-y(m)	高程(m)	資料起迄年
hr135010	頭前溪-客雅溪	南寮	238874	2737548	4.5	71-87
hr157050	客雅溪-中港溪	大埔	238393	2733979	42	69-87
hr157070	中港溪南庄溪	崎頂	237556	2734558	40	81-87
hr170030	中港溪	南庄(1)	249184	2721730	229	62-87
hr170090	中港溪	珊瑚湖	244997	2732622	45	69-87
hr170150	中港溪	大河	245021	2722253	103	69-87
hr180080	南澳溪	樟林	325210	2702670	160	69-87
hr180100	南澳溪	武塔	327935	2705261	32	68-87
hr190020	後龍溪汶水溪	橫龍山	244932	2708563	550	61-87
hr190050	後龍溪大湖溪	大湖(1)	235944	2702170	275	58-87
hr190080	後龍溪	明德	236496	2719644	65	62-70
hr190090	後龍溪	新店	241558	2715948	260	62-68
hr190100	後龍溪	和興	241360	2714072	203	69-87
hr190120	後龍溪	苗栗(3)	229739	2715960	70	49-62
hr190160	後龍溪	大潭	231440	2725188	30	64-87
hr190170	後龍溪	後龍(2)	224687	2723352	20	54-63
hr200060	和平溪	大濁水	324184	2691876	48	69-87
hr210010	西湖溪	三義(2)	226507	2701352	269	69-87
hr213010	西湖溪-大安溪	南勢山	222175	2718681	95	72-87
hr213020	西湖溪-大安溪	大坪頂	220651	2703055	190	69-87
hr230010	大安溪	馬達拉	268384	2709312	1800	61-82
hr230070	大安溪	雲嶺	252002	2688627	2520	60-87
hr230090	大安溪	松安	246676	2700040	1400	67-87
hr230100	大安溪	天狗(1)	246619	2697487	860	46-66
hr230130	大安溪	象鼻(1)	243913	2695642	760	69-87
hr230190	大安溪	雙崎(2)	240103	2687338	553	54-87
hr230200	大安溪	新開	232441	2693590	363	69-77
hr230220	大安溪	卓蘭(2)	230208	2689040	329	70-87
hr246010	三棧溪-美崙溪	北埔	310010	2659588	20	72-87
hr250310	大甲溪	八仙新山	253414	2676967	2140	46-76
hr250530	大甲溪	石岡	226312	2686431	268	65-68
hr250690	大甲溪	八仙山	253414	2676967	1600	78-87
hr270020	烏溪北港溪	草嶺	269445	2675042	1585	54-87
hr270045	烏溪北港溪	凌霄	250396	2656755	1210	72-87
hr270050	烏溪北港溪	清流(1)	244435	2662724	410	69-87
hr270075	烏溪北港溪	惠孫(2)	253671	2665892	667	72-87
hr270100	烏溪北港溪	國姓	241526	2662418	310	70-71
hr270330	烏溪南港溪	北山	238412	2653653	330	58-87
hr270500	烏溪貓羅溪	六分寮	212393	2647852	420	55-87
hr270570	烏溪貓羅溪	草屯(4)	216645	2652610	97	58-87
hr270600	烏溪大里溪	頭汴坑	231026	2668212	480	58-87
hr279130	烏溪-濁水溪	頭汴	196875	2664699	7	71-87

表 2-1 水利處各雨量測站基本資料(續 2)

站名編號	流域名稱	站名	UTM-x(m)	UTM-y(m)	高程(m)	資料起迄年
hr279200	烏溪-濁水溪	鹿港(2)	190916	2664876	6.9	71-87
hr279430	烏溪-濁水溪	萬興(2)	189782	2650483	11	55-87
hr290070	濁水溪	翠峰	269682	2667074	2303	54-87
hr290330	濁水溪丹大溪	關門	268154	2624312	2000	58-87
hr290370	濁水溪丹大溪	卡奈托灣	258551	2627348	1390	58-87
hr290490	濁水溪陳有蘭溪	東埔	241748	2605846	1135	69-87
hr290520	濁水溪陳有蘭溪	望鄉	241894	2612828	2200	49-87
hr290590	濁水溪	內茅埔	234108	2620987	485	71-87
hr290610	濁水溪陳有蘭溪	西鬱	238558	2624705	1666	49-87
hr290620	濁水溪陳有蘭溪	開化	241501	2619965	540	61-68
hr290630	濁水溪	龍神橋	236015	2630736	322	52-87
hr290790	濁水溪	集集(2)	226229	2636040	215	41-87
hr291030	濁水溪清水溪	草嶺(2)	217765	2609416	724	54-87
hr291040	濁水溪清水溪	橋頭(2)	213987	2618008	231	69-87
hr291090	濁水溪	後安寮	170168	2631257	3.89	71-87
hr291200	濁水溪	西螺(2)	194720	2633204	30	50-87
hr300100	花蓮溪	馬太安	282862	2620492	1000	66-87
hr300140	花蓮溪	新高嶺(1)	277187	2625525	2310	51-73
hr300141	花蓮溪	新高嶺	280809	2626979	1800	74-87
hr300150	花蓮溪	新大觀	287382	2625548	1570	46-83
hr300151	花蓮溪	新大觀(2)	284488	2627756	1000	74-87
hr300190	花蓮溪	鳳林(4)	294173	2627413	103	51-70
hr300235	花蓮溪	新東礦	288720	2633581	1100	72-87
hr300240	花蓮溪	東礦	285646	2640310	550	62-68
hr300250	花蓮溪	滑石	250000	2544292	380	62-68
hr300280	花蓮溪	西林	293727	2634641	200	67-87
hr300420	花蓮溪	銅門	299330	2651425	165	69-87
hr313130	新虎尾溪-北港溪	褒忠(2)	178908	2622308	13	50-87
hr320030	豐濱溪	豐濱	302301	2611290	30	72-87
hr330030	北港溪	林內(1)	209676	2628162	82	50-87
hr330160	北港溪	斗六(2)	204122	2625573	48	45-51
hr330220	北港溪	大埔	207824	2615380	205	48-87
hr330590	北港溪	溪口(3)	188186	2609772	17	50-87
hr330670	北港溪	中坑(3)	200248	2607696	95	51-87
hr330780	北港溪	北港(2)	177766	2608246	20.6	45-87
hr335220	北港溪-朴子溪	紫鼓(1)	163197	2601763	2	71-71
hr335235	北港溪-朴子溪	埤港	164137	2587729	2.5	73-87
hr340090	秀姑巒溪	明里	274964	2566983	210	71-87
hr340140	秀姑巒溪	哇拉鼻	267977	2583891	960	70-87
hr340180	秀姑巒溪	卓麓	277276	2577538	170	46-50
hr340200	秀姑巒溪	卓麓(2)	276424	2577290	210	61-87
hr340280	秀姑巒溪	玉林	275542	2594145	1420	57-58

表 2-1 水利處各雨量測站基本資料(續 3)

站名編號	流域名稱	站名	UTM-x(m)	UTM-y(m)	高程(m)	資料起迄年
hr340290	秀姑巒溪	苗圃	278103	2590920	940	53-87
hr340300	秀姑巒溪	立山	281366	2591696	180	48-87
hr340360	秀姑巒溪	大坪	284306	2608775	600	69-87
hr340430	秀姑巒溪	富源(2)	287564	2609860	172	48-68
hr346020	秀姑巒溪-富翠溪	樟原(1)	296048	2589427	120	71-87
hr346030	秀姑巒溪-富翠溪	忠勇	294087	2580624	120	71-87
hr350010	朴子溪	樟腦寮	208580	2603564	545	51-87
hr350040	朴子溪	沙坑	200208	2603296	78	54-87
hr350210	朴子溪	嘉義(7)	192110	2596083	30	54-71
hr370020	八掌溪	大湖山	210420	2597354	725	46-87
hr370050	八掌溪	小公田	212578	2591788	760	68-87
hr370180	八掌溪	仁義潭	200596	2587777	80	70-76
hr390020	急水溪	關子嶺	198530	2581868	350	48-87
hr390040	急水溪	白河水庫	193764	2583156	114	52-63
hr390110	急水溪	六溪	193830	2578810	86	47-87
hr390200	急水溪	北寮	198202	2577019	360	70-87
hr390230	急水溪	東原	192526	2574054	80	62-87
hr391500	急水溪-曾文溪	曾文	150987	2557539	2.5	71-87
hr400010	卑南溪	向陽	246902	2572868	2400	62-87
hr400030	卑南溪	霧鹿	253612	2563056	890	46-87
hr400070	卑南溪	新武(1)	261948	2559061	745	46-51
hr400075	卑南溪	新武(3)	262290	2558692	420	62-87
hr400210	卑南溪	武陵	260823	2540912	280	62-87
hr400260	卑南溪	優男	248234	2540601	2300	69-81
hr400280	卑南溪	上里	255130	2531097	220	69-87
hr400300	卑南溪	紅葉	255956	2532820	310	46-69
hr400340	卑南溪	鹿鳴橋	258008	2533344	180	51-87
hr400410	卑南溪	台東(5)	260269	2518458	40	61-74
hr400411	卑南溪	台東	265405	2516617	40	75-87
hr410020	曾文溪	達邦	224461	2595991	950	48-72
hr410100	曾文溪	後大埔	207381	2577574	287	50-72
hr410190	曾文溪	照興(2)	197120	2568378	96	46-72
hr410250	曾文溪	關山	206184	2558984	480	61-87
hr410255	曾文溪	環湖	207728	2564024	240	73-87
hr410295	曾文溪	西阿里關	189924	2560838	60	73-87
hr410330	曾文溪	南化(2)	195572	2549404	114	61-80
hr410415	曾文溪	王爺宮	187810	2569224	130	73-87
hr430080	鹽水溪	虎頭埤	181216	2547516	34	69-87
hr430150	鹽水溪	崎頂	183526	2540726	100	62-87
hr440010	利嘉溪	南鵝	251342	2508243	220	71-87
hr450020	二仁溪	木柵	194560	2541922	78	48-87
hr450050	二仁溪	古亭坑	188096	2532747	80	69-87

表 2-1 水利處各雨量測站基本資料(續 4)

站名編號	流域名稱	站名	UTM-x(m)	UTM-y(m)	高程(m)	資料起迄年
hr460040	知本溪	天島	244519	2507690	350	69-87
hr460070	知本溪	知本(5)	249572	2510980	100	69-87
hr470010	阿公店溪	金山	186598	2523148	90	69-87
hr470130	阿公店溪	竹子腳	181764	2530958	39	71-87
hr470140	阿公店溪	阿蓬(2)	180142	2530958	21	45-87
hr510010	高屏溪	天池	240684	2575248	2230	67-87
hr510040	高屏溪	梅山(2)	231236	2573956	850	69-87
hr510120	高屏溪	高中	220416	2558988	520	69-87
hr510130	高屏溪	小關山	236345	2559063	2500	51-63
hr510190	高屏溪	藤枝(2)	224368	2552016	1640	69-87
hr510220	高屏溪	六龜(4)	211566	2544353	253	71-87
hr510350	高屏溪	馬里山	226089	2549848	1250	56-68
hr510370	高屏溪	萬山	220016	2534572	458	56-87
hr510380	高屏溪	新豐	213126	2531239	154	46-87
hr510450	高屏溪	古夏	213104	2518846	144	69-87
hr510520	高屏溪	阿禮	224392	2514352	1320	56-87
hr510550	高屏溪	後灣	219171	2507413	910	56-63
hr510570	高屏溪	新瑪家	217000	2508608	750	64-87
hr510580	高屏溪	三地門	213154	2512269	150	56-87
hr510585	高屏溪	新高口	232356	2596748	2540	72-87
hr510590	高屏溪	水山	232969	2591518	1460	56-71
hr510610	高屏溪	表湖(1)	215892	2572015	1000	52-66
hr510640	高屏溪	民族	217940	2568604	530	67-87
hr510690	高屏溪	甲仙(2)	206932	2553838	355	46-87
hr510830	高屏溪	旗山(4)	196070	2531312	64	50-87
hr510880	高屏溪	美濃(2)	208034	2537654	103	46-87
hr511100	高屏溪	屏東(5)	194350	2506428	32	45-87
hr540020	大武溪	紹寧	234041	2477494	520	46-87
hr550020	林邊溪	泰武(1)	217808	2500940	950	47-87
hr550040	林邊溪	新來義	217083	2492284	250	61-87
hr550080	林邊溪	來義(4)	211634	2491973	120	69-87
hr550120	林邊溪	大漢山	216576	2480204	1080	71-87
hr550140	林邊溪	南和	211932	2481926	140	54-87
hr570010	草芒溪	士文	214608	2474560	410	71-87
hr610010	楓港溪	壽卡	232224	2460914	420	69-87
hr630010	四重溪	牡丹	232374	2453253	320	69-87
hr630030	四重溪	石門	225954	2447783	87	69-87
hr670040	澎湖群島	望安	95607	2584964	18	71-87

表 2-2 水利處各雨量測站之 SSGM 設計雨型

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	富貴角	石門(3)	三峽	大豹	坪林(4)	坪林(3)	碧湖	福山(3)	大桶山	石碇(2)
1	0.287	0.861	1.049	0.851	0.481	2.258	0.600	0.142	0.793	0.446
2	0.819	1.745	1.574	1.729	0.900	2.757	1.377	1.291	1.718	0.765
3	1.591	1.629	1.954	1.905	1.374	1.735	1.832	1.335	1.093	2.206
4	1.473	2.214	2.932	2.091	1.216	1.714	1.639	1.977	1.330	2.171
5	1.788	2.500	2.327	2.841	2.279	2.870	2.289	2.999	1.784	2.464
6	3.269	2.155	3.230	2.745	1.811	2.871	2.832	2.206	2.649	2.469
7	1.773	2.205	4.066	2.941	2.479	2.582	2.916	2.725	2.672	2.508
8	2.146	3.608	4.254	3.669	2.928	2.580	3.617	2.307	3.513	3.255
9	2.272	6.596	5.248	4.843	3.233	3.162	4.472	3.224	3.924	4.013
10	3.020	7.595	5.797	8.010	3.915	3.455	6.113	3.338	3.693	3.481
11	2.574	10.439	14.510	8.865	5.886	3.469	8.056	4.126	4.434	4.460
12	3.407	14.001	9.997	14.485	8.110	5.244	9.408	5.638	4.931	5.630
13	7.047	8.813	4.311	6.937	11.570	4.514	15.468	6.493	7.412	7.626
14	15.193	7.190	4.110	5.557	14.446	7.081	7.806	12.911	14.265	13.384
15	15.112	4.775	3.992	6.280	8.239	12.130	5.487	10.176	10.011	10.401
16	9.353	5.014	5.136	6.317	6.613	13.791	4.446	6.626	8.925	8.112
17	7.600	3.730	5.792	4.783	5.821	8.973	3.986	8.396	6.140	5.509
18	5.929	3.639	5.020	3.200	4.620	6.383	3.843	6.497	4.535	4.416
19	3.375	3.560	4.235	3.100	3.405	3.447	3.727	5.374	4.271	4.202
20	3.720	2.074	3.790	2.770	2.992	2.569	2.923	4.036	4.195	3.344
21	3.238	1.831	2.738	2.150	2.600	2.566	2.248	3.632	3.148	3.221
22	2.566	1.637	1.807	1.844	2.561	1.912	1.900	2.124	2.456	2.512
23	1.830	1.236	1.321	1.219	1.377	1.052	1.685	1.453	1.386	1.918
24	0.617	0.955	0.810	0.867	1.143	0.885	1.328	0.973	0.721	1.486

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	中正橋	台北(5)	火燒寮	瑞芳(2)	五堵	竹子湖	林口(1)	五峰	南山	新北城
1	0.649	0.644	0.469	0.392	0.139	0.566	0.184	0.430	0.813	0.504
2	1.842	1.283	1.144	1.503	0.768	1.588	0.817	1.174	1.706	1.375
3	2.510	1.185	1.819	1.751	1.139	1.507	1.233	1.674	2.262	1.354
4	3.190	1.501	2.248	1.627	0.877	1.938	1.845	1.861	3.310	1.774
5	3.223	2.482	2.329	1.819	1.661	2.777	3.387	2.843	2.942	2.130
6	3.845	3.461	2.378	2.510	2.277	2.554	3.468	3.579	2.588	2.810
7	3.280	3.601	2.416	2.759	2.632	2.650	3.016	2.985	3.341	2.892
8	3.014	3.842	2.718	2.933	2.713	2.868	3.532	2.988	3.646	2.973
9	3.874	4.054	3.040	3.919	2.737	3.648	4.512	3.319	4.299	3.554
10	4.797	5.044	3.452	5.390	4.406	5.406	6.477	3.548	3.774	3.936
11	6.257	9.156	4.124	7.481	6.205	8.522	7.867	3.448	4.589	4.465
12	8.733	8.393	4.949	9.907	8.339	10.381	11.450	4.634	6.341	6.089
13	14.208	15.217	6.767	14.579	12.739	12.613	14.876	4.890	8.326	7.791
14	6.134	7.318	10.930	9.931	15.097	8.568	7.996	4.823	13.024	16.488
15	7.023	6.468	14.756	6.843	11.027	7.958	6.697	8.509	9.351	9.670
16	5.796	5.826	9.895	5.784	7.718	4.869	7.421	14.741	6.047	7.895
17	4.444	4.827	6.356	4.249	6.334	3.958	3.956	5.776	4.871	5.014
18	4.066	3.040	5.124	3.932	3.608	4.161	3.562	6.062	4.051	3.863
19	3.443	2.654	4.241	3.376	2.379	3.720	2.485	5.248	3.883	3.535
20	2.846	2.516	3.226	2.803	2.463	2.996	1.529	4.701	3.814	3.360
21	2.156	1.943	2.769	2.155	1.633	2.121	1.336	4.958	2.728	2.954
22	1.653	1.916	2.169	1.659	1.410	1.888	0.941	3.677	2.235	2.576
23	1.650	2.161	1.647	1.684	0.891	1.682	0.783	2.343	1.273	1.948
24	1.368	1.467	1.033	1.013	0.808	1.059	0.630	1.788	0.783	1.051

表 2-2 水利處各雨量測站之 SSGM 設計雨型(續 1)

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	留茂安	太平山	土場(1)	梵梵(2)	宜蘭一工農	關西(3)	新埔(1)	新寮	冬山	北城
1	0.634	1.382	0.648	0.545	0.315	1.231	0.033	0.282	1.178	0.431
2	1.805	2.128	1.259	1.372	1.632	1.856	0.140	0.732	1.810	1.320
3	2.319	2.668	2.145	2.139	1.984	1.832	0.036	1.514	2.086	1.465
4	2.330	1.552	2.396	2.525	1.321	1.523	0.559	1.901	2.128	1.662
5	2.378	2.383	2.492	2.900	2.202	1.879	0.656	1.966	2.491	2.007
6	2.617	1.965	2.539	3.317	3.020	1.959	0.746	2.784	2.947	3.009
7	3.027	2.730	2.871	3.406	3.324	2.646	1.699	2.903	3.541	2.901
8	3.072	2.827	3.380	3.475	4.947	3.013	2.429	3.769	3.739	3.169
9	3.265	2.785	3.993	3.555	6.192	2.682	2.431	4.775	4.118	4.028
10	4.384	3.777	5.018	4.825	7.959	3.276	3.262	6.593	4.484	6.040
11	5.288	5.104	6.150	5.590	14.356	3.884	7.512	9.253	6.605	7.481
12	6.587	6.440	11.935	9.016	15.816	8.903	11.174	15.201	9.946	13.120
13	7.677	6.155	13.944	10.121	4.136	9.457	11.908	10.956	16.130	17.225
14	12.096	12.875	12.475	13.894	5.525	14.242	15.292	7.243	8.374	6.930
15	8.977	10.837	5.289	5.888	5.240	11.224	7.821	6.067	5.713	5.121
16	8.290	10.367	3.878	4.776	3.746	8.438	10.720	4.421	4.320	4.955
17	6.315	8.714	3.706	4.394	3.617	5.164	5.106	3.645	3.514	3.869
18	5.085	5.818	3.374	4.129	3.584	3.713	4.837	3.470	3.316	3.162
19	3.970	2.501	2.894	3.924	2.546	4.043	4.008	3.331	2.857	2.713
20	2.662	2.377	2.852	3.124	2.799	3.262	3.307	2.782	3.680	2.638
21	2.770	2.020	2.554	2.478	2.050	2.390	2.732	2.751	2.449	2.348
22	1.953	1.063	1.656	2.038	1.818	1.070	1.523	1.717	1.932	2.037
23	1.682	0.981	1.472	1.494	1.374	1.233	1.189	1.167	1.719	1.561
24	0.818	0.552	1.082	1.077	0.496	1.080	0.879	0.777	0.923	0.807

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	清泉	太閤南	梅花	烏嘴山	南寮	大埔	南庄(1)	瑞珠湖	大河	樟林
1	0.418	1.093	0.916	0.104	0.185	0.000	1.127	0.483	0.000	0.469
2	0.766	1.935	2.032	0.661	0.484	0.000	1.753	1.105	0.211	1.013
3	1.352	1.945	1.748	1.436	1.704	0.000	2.202	1.885	0.730	1.602
4	2.125	2.809	2.460	1.341	2.393	0.464	2.288	1.386	1.141	2.198
5	2.240	2.979	2.450	1.962	3.137	1.199	2.623	1.396	1.997	2.552
6	2.657	2.808	2.409	1.884	2.763	1.128	3.184	2.547	3.296	2.898
7	3.978	3.512	2.147	2.305	4.138	1.627	4.035	3.661	2.735	3.196
8	3.593	3.851	3.454	3.927	7.610	2.041	4.481	8.821	2.912	3.877
9	4.341	4.913	3.679	4.099	12.799	3.488	6.754	10.289	6.221	3.916
10	4.891	6.444	3.415	4.116	9.973	4.107	8.182	14.268	5.607	3.545
11	9.544	8.751	5.244	5.203	13.832	8.706	10.800	15.067	7.068	4.010
12	14.012	13.730	6.766	5.292	8.408	10.958	14.308	10.946	7.116	4.608
13	12.956	10.096	8.674	6.631	7.965	14.821	6.962	4.038	9.391	4.409
14	9.243	6.700	11.153	13.406	4.736	15.713	5.054	5.320	13.596	5.176
15	5.983	6.934	14.976	13.026	4.074	12.531	5.154	4.521	10.368	13.649
16	4.923	4.465	8.713	11.268	3.377	9.778	4.412	3.438	7.922	10.015
17	3.851	3.785	5.652	5.771	2.117	3.610	2.960	3.318	5.760	8.427
18	3.004	3.621	4.219	4.285	2.657	2.721	3.222	1.787	4.319	6.329
19	2.910	2.720	3.247	4.442	1.789	2.054	2.417	1.239	3.085	4.769
20	2.350	2.697	2.192	2.943	1.546	1.236	2.409	1.235	1.896	4.131
21	1.626	1.503	1.915	2.423	1.739	1.673	2.152	1.295	1.491	3.055
22	1.628	1.350	1.108	1.652	1.322	1.623	1.466	1.045	1.091	2.644
23	0.901	0.889	0.872	1.184	0.710	1.183	1.152	0.643	1.138	2.256
24	0.705	0.470	0.558	0.636	0.542	0.721	0.903	0.268	0.946	1.255

表 2-2 水利處各雨量測站之 SSGM 設計雨型(續 2)

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	武塔	橫龍山	大湖(1)	和興	苗栗(3)	大潭	大濁水	三義(2)	南勢山	大坪頂
1	0.715	0.227	0.358	0.832	0.433	2.258	0.703	0.267	0.701	0.280
2	1.581	0.682	0.661	1.604	1.851	2.787	1.283	0.572	0.999	0.707
3	1.846	0.876	1.558	1.835	1.975	1.975	1.574	1.321	2.522	1.037
4	1.862	0.834	1.486	1.697	2.972	1.922	2.001	1.420	2.291	1.582
5	2.437	0.879	1.866	2.327	3.125	2.037	2.419	1.722	2.691	1.905
6	2.746	1.864	2.599	2.696	3.012	2.288	2.804	1.373	3.816	1.980
7	3.496	3.555	2.627	3.006	2.894	2.312	3.180	2.125	3.774	2.120
8	2.790	3.689	2.997	4.133	3.951	3.746	3.241	2.763	2.762	3.165
9	3.148	4.218	3.629	4.151	3.721	4.522	4.153	2.587	2.527	3.395
10	3.191	6.847	4.421	6.752	5.128	3.470	4.983	2.885	2.034	3.434
11	4.067	11.430	6.278	10.030	8.129	4.806	5.310	3.977	2.003	4.726
12	4.706	14.190	8.295	11.129	14.909	6.347	6.186	4.270	2.343	5.571
13	7.131	12.651	12.248	12.864	9.905	15.127	10.857	7.012	14.389	8.980
14	13.980	9.712	14.622	10.073	8.381	13.046	14.140	12.736	11.931	13.908
15	10.433	6.723	8.801	6.734	6.704	10.053	4.985	15.499	12.446	14.226
16	8.238	5.383	6.411	4.457	4.684	6.677	5.215	12.867	6.287	8.786
17	5.602	4.168	4.876	3.534	3.659	4.020	4.891	9.064	6.365	7.037
18	4.241	3.652	3.893	2.923	3.197	2.787	4.031	7.843	4.814	4.285
19	3.939	2.726	2.749	2.777	2.523	2.988	3.959	2.558	4.396	3.910
20	4.209	2.212	2.268	1.550	2.617	1.348	3.925	1.845	3.137	2.615
21	3.720	1.524	2.214	1.728	2.489	1.492	3.543	1.663	2.536	1.585
22	2.590	1.109	1.901	1.529	1.646	1.457	3.114	1.395	2.104	1.943
23	2.244	0.579	1.891	0.964	1.154	1.478	2.221	1.261	1.634	1.737
24	1.086	0.270	1.353	0.673	0.942	1.055	1.281	0.972	1.499	1.085

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	馬達拉	雲嶺	松安	天狗(1)	象鼻(1)	雙崎(2)	新開	卓蘭(2)	北埔	八仙新山
1	0.467	0.348	0.879	1.513	0.204	0.143	0.589	0.730	0.093	1.045
2	1.074	1.214	1.538	2.239	0.781	0.844	0.991	1.421	1.689	1.728
3	1.955	2.052	1.875	2.132	1.198	1.511	1.542	2.014	2.212	2.317
4	1.558	2.081	2.364	2.341	1.441	1.634	1.941	2.404	2.888	3.050
5	2.707	2.381	2.790	3.013	1.710	1.840	1.389	3.386	2.066	2.374
6	3.399	2.855	2.845	2.757	2.264	2.304	1.322	2.647	2.423	2.407
7	3.934	3.247	3.618	3.963	2.325	2.616	1.690	3.572	2.592	2.817
8	4.126	3.453	3.651	5.151	3.665	3.493	1.629	3.883	3.462	3.408
9	4.840	4.206	4.548	5.391	4.963	4.689	1.836	4.199	4.531	4.831
10	8.693	4.534	5.866	6.884	5.760	5.211	2.274	5.051	6.433	7.168
11	10.228	7.219	8.859	7.395	6.679	7.350	3.631	5.644	7.716	7.888
12	13.183	8.354	15.075	12.681	7.808	10.686	3.653	6.152	11.444	9.381
13	8.868	11.523	9.011	8.391	10.478	13.647	2.525	7.462	14.161	12.685
14	7.164	8.392	7.394	6.288	13.380	11.444	3.040	13.272	9.263	7.146
15	6.526	7.421	5.307	5.243	10.580	8.011	4.940	7.790	4.447	6.631
16	5.629	5.851	4.867	5.200	5.081	5.568	5.186	4.087	5.260	4.652
17	4.353	4.948	4.265	4.201	4.228	3.892	4.979	5.295	3.385	3.977
18	3.021	4.238	3.398	3.212	3.597	3.405	6.104	4.295	3.651	3.895
19	2.015	3.953	2.996	2.470	4.420	2.851	5.368	3.933	3.122	3.017
20	1.649	3.396	2.295	2.509	3.402	2.233	8.457	3.216	2.681	2.563
21	1.847	3.037	2.280	2.187	1.627	2.305	16.035	2.799	1.840	2.257
22	1.390	2.630	1.974	1.613	1.914	1.820	12.449	2.678	2.109	1.990
23	0.936	1.778	1.497	1.889	1.387	1.478	6.116	2.461	1.411	1.734
24	0.439	0.889	0.807	1.339	1.109	1.023	2.314	1.610	1.119	1.039

表 2-2 水利處各雨量測站之 SSGM 設計雨型(續 3)

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	八仙山	翠巒	凌霄	清流(1)	惠蓀(2)	北山	六分寮	草屯(4)	頭汴坑	頭汴
1	0.531	0.541	0.733	0.483	-0.032	0.334	0.420	0.459	0.273	0.418
2	1.409	1.070	0.881	1.000	0.285	1.382	1.283	0.968	1.199	0.564
3	1.787	1.713	0.745	1.379	0.629	1.666	1.437	1.184	1.250	0.801
4	1.356	2.508	1.216	2.083	0.693	2.244	1.603	2.034	1.980	1.325
5	1.939	3.069	1.560	2.705	1.296	2.375	1.981	2.554	1.977	1.354
6	2.972	3.146	2.225	3.080	2.284	2.821	2.109	2.323	1.719	1.390
7	3.925	3.552	2.375	2.476	3.045	2.914	3.089	2.483	2.336	2.116
8	4.548	4.503	1.968	2.913	3.391	3.077	4.376	3.525	2.979	2.391
9	4.766	5.007	3.180	4.659	5.357	3.612	6.434	3.799	3.332	2.757
10	4.208	6.935	3.521	3.833	6.062	3.802	9.048	3.891	3.526	2.864
11	6.138	7.574	3.380	5.083	6.859	5.375	11.471	4.783	5.556	5.939
12	7.733	9.135	6.748	5.710	8.693	5.819	15.198	6.448	6.787	5.894
13	6.851	12.450	10.078	6.875	11.558	10.952	9.793	10.276	9.102	8.862
14	11.386	7.512	12.591	7.906	12.673	14.747	7.758	16.660	12.671	8.927
15	13.960	5.051	13.026	13.327	10.179	8.268	5.835	10.636	14.906	11.096
16	4.118	4.559	9.042	8.560	8.775	6.239	3.824	7.131	10.268	16.184
17	3.790	4.199	6.066	6.732	4.140	5.586	3.066	5.118	5.230	12.465
18	4.442	4.012	5.767	5.205	3.555	4.635	2.640	3.093	3.782	6.586
19	3.052	3.502	3.595	4.530	2.014	3.983	2.223	2.440	2.683	1.486
20	2.685	2.705	3.606	3.070	2.051	2.371	1.627	2.107	2.082	1.648
21	2.419	2.376	2.715	2.552	1.988	2.288	1.439	2.757	2.272	1.485
22	2.386	2.073	1.990	2.517	2.005	2.044	1.452	2.302	1.664	1.380
23	2.354	1.812	1.543	2.216	1.641	2.213	1.202	1.743	1.493	1.199
24	1.244	0.998	1.447	1.107	0.860	1.253	0.689	1.288	0.932	0.867

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	鹿港(2)	萬興(2)	翠峰	關門	卡奈托灣	東埔	望鄉	內茅埔	西巒	龍神橋
1	0.901	-0.217	0.694	2.174	0.328	0.761	0.417	-1.639	0.580	0.132
2	1.024	0.566	1.234	2.194	1.154	1.815	1.010	-1.614	0.984	1.002
3	2.812	0.834	1.815	2.199	1.577	2.391	1.473	0.857	1.271	1.267
4	3.360	0.939	2.415	1.844	1.234	3.579	1.849	1.762	1.844	1.609
5	2.991	1.904	3.247	1.923	1.855	5.053	3.055	2.194	2.690	2.248
6	3.514	2.184	2.625	2.142	2.575	4.472	4.798	2.243	2.763	2.805
7	4.300	2.207	3.122	2.594	2.901	5.001	5.153	3.518	2.837	3.446
8	4.360	1.977	3.315	3.131	3.984	5.679	6.149	4.745	2.952	4.047
9	4.461	2.098	4.022	4.154	4.671	6.527	10.058	7.220	4.717	4.487
10	3.860	3.462	5.258	5.328	5.540	8.667	11.407	7.094	5.402	5.730
11	5.248	6.399	6.260	5.801	6.011	12.785	13.300	9.501	6.237	8.771
12	6.464	10.772	8.797	5.415	8.986	8.948	9.758	12.554	6.329	14.359
13	6.515	14.030	12.439	10.592	12.777	4.788	7.165	8.486	9.905	10.721
14	15.706	18.871	7.945	13.246	10.934	4.353	5.599	8.755	13.398	8.997
15	9.773	11.406	7.099	10.685	7.652	3.794	4.301	6.742	10.607	6.984
16	4.817	6.506	5.830	6.254	6.273	3.358	3.351	5.111	6.196	4.985
17	2.740	3.911	5.152	4.092	5.477	2.831	2.660	4.125	4.829	4.306
18	3.540	3.055	4.777	3.852	4.021	2.640	2.108	4.183	3.913	3.782
19	3.085	2.987	3.181	3.210	3.537	3.161	1.975	4.352	2.792	2.681
20	3.078	2.451	2.783	2.824	2.853	2.594	1.147	3.270	2.588	2.527
21	2.644	1.638	2.767	2.166	2.187	2.113	1.116	2.529	2.373	1.768
22	2.009	1.104	2.174	1.796	1.801	1.895	0.908	2.146	2.282	1.426
23	1.489	0.658	1.909	1.349	0.886	1.666	0.766	1.007	1.640	1.214
24	1.310	0.259	1.140	1.035	0.786	1.130	0.478	0.860	0.871	0.706

表 2-2 水利處各雨量測站之 SSGM 設計雨型(續 4)

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	集集(2)	草嶺(2)	後安寮	西螺(2)	馬太安	新高嶺(1)	新高嶺	新大觀	新大觀(2)	鳳林(4)
1	0.459	0.400	0.332	0.066	0.776	1.048	0.472	0.463	0.316	2.059
2	1.093	1.036	0.562	0.916	1.446	1.707	1.051	1.130	1.228	2.511
3	1.170	1.352	0.731	1.277	2.060	1.817	1.302	1.839	1.743	3.700
4	0.960	2.126	1.238	2.303	2.182	3.024	1.273	2.202	1.674	3.581
5	1.536	3.364	1.620	2.884	2.274	2.853	2.896	2.478	2.228	3.829
6	2.350	3.398	2.145	3.747	3.074	2.890	3.133	1.997	3.188	3.240
7	3.451	3.467	3.597	3.022	3.391	3.879	2.741	2.873	3.948	3.562
8	3.696	3.610	3.993	4.821	3.113	3.605	3.532	3.280	3.340	4.334
9	3.584	5.654	4.113	6.086	3.698	4.420	3.956	3.759	4.853	4.959
10	5.244	6.116	5.073	9.801	4.262	3.797	4.666	3.384	5.184	3.722
11	7.090	6.977	5.754	16.373	4.216	4.865	4.877	3.989	8.352	3.415
12	10.505	7.911	6.269	16.919	4.985	5.386	8.212	4.747	10.176	4.517
13	12.081	14.610	8.502	10.118	12.848	8.386	13.397	6.232	12.631	4.604
14	15.191	9.986	11.736	5.197	9.561	12.813	11.555	7.253	9.920	5.914
15	8.104	7.748	15.862	3.185	8.377	6.402	8.225	13.597	7.013	13.018
16	7.188	5.047	10.244	2.431	6.778	6.269	5.433	9.280	5.056	5.156
17	4.564	3.423	4.323	2.448	5.954	5.143	6.021	8.416	3.962	4.403
18	3.528	2.842	4.349	1.857	4.994	4.299	3.653	5.661	3.269	3.807
19	2.040	2.696	1.992	1.744	4.750	3.754	2.718	4.843	2.777	4.220
20	1.953	2.287	1.750	1.679	3.365	3.677	2.529	3.503	2.447	4.063
21	1.310	2.188	1.923	1.138	2.937	3.305	3.215	3.250	2.625	2.903
22	1.292	1.911	1.912	0.915	2.226	2.954	1.892	2.492	1.674	2.947
23	1.065	1.179	1.291	0.618	1.716	2.363	2.133	2.192	1.450	3.114
24	0.548	0.674	0.689	0.455	1.019	1.346	1.116	1.139	0.947	2.423

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	新東礦	西林	銅門	褒忠(2)	豐濱	林內(1)	大埔	溪口(3)	中坑(3)	北港(2)
1	0.558	0.481	0.158	0.266	0.303	0.453	0.478	0.640	-0.002	0.287
2	1.192	1.305	0.778	1.624	1.609	0.572	1.174	1.039	1.412	0.823
3	1.369	2.245	0.939	1.431	1.335	0.956	1.268	1.650	1.646	1.467
4	1.813	2.350	1.267	1.257	1.553	0.640	1.624	1.703	1.632	1.479
5	2.125	2.052	1.345	1.536	1.849	1.202	1.689	2.501	2.130	1.948
6	2.314	2.619	2.268	1.684	1.834	2.177	2.139	2.319	2.177	3.025
7	2.997	2.877	3.260	2.600	2.038	3.004	2.682	2.074	2.689	3.763
8	3.634	3.594	2.600	2.083	2.822	3.156	2.840	2.274	3.241	4.890
9	4.064	4.498	3.459	4.681	3.336	6.255	2.142	3.818	4.401	5.771
10	4.894	5.176	4.355	6.806	3.388	9.209	3.544	5.415	5.615	10.091
11	5.038	6.449	4.817	8.031	3.476	12.869	4.404	7.926	8.798	15.872
12	6.481	8.050	7.244	11.166	4.172	17.073	7.737	11.598	8.885	14.278
13	6.430	9.154	11.942	16.891	5.595	10.167	10.962	16.018	15.877	8.838
14	8.754	13.225	10.088	11.077	10.161	7.862	15.453	9.789	10.806	5.956
15	12.959	7.523	12.935	8.593	16.943	4.766	10.349	7.867	8.473	4.402
16	8.158	6.265	8.025	5.853	10.051	4.353	7.026	4.966	5.023	3.078
17	6.458	4.588	5.852	3.070	9.264	3.692	6.041	3.343	3.728	2.523
18	5.184	3.813	3.962	2.667	6.372	3.289	4.644	3.066	3.107	2.821
19	3.802	3.225	3.788	2.624	4.386	2.699	4.025	3.236	2.636	2.495
20	3.417	2.505	3.058	1.759	3.060	1.807	3.027	2.680	1.941	2.034
21	3.016	2.310	2.568	1.278	2.005	1.408	2.464	2.247	2.180	1.648
22	2.348	2.692	2.848	1.263	1.682	1.050	1.974	1.603	1.700	1.217
23	1.974	2.038	1.653	0.924	1.501	0.797	1.417	1.453	1.188	0.715
24	1.019	0.967	0.791	0.834	1.265	0.544	0.897	0.774	0.716	0.580

表 2-2 水利處各雨量測站之 SSGM 設計雨型(續 5)

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	埤港	明里	哇拉鼻	卓龍(2)	苗圃	立山	大坪	富源(2)	樟原(1)	忠勇
1	0.924	0.768	0.284	0.926	0.801	0.633	0.532	0.705	0.377	1.072
2	2.129	1.374	1.768	1.597	1.683	1.293	1.496	1.055	0.903	1.324
3	2.367	1.803	2.222	1.827	2.057	1.526	1.851	1.486	0.797	1.477
4	3.244	1.713	2.277	1.986	2.115	1.790	2.032	2.167	1.725	2.260
5	3.724	2.542	2.936	2.438	2.877	2.125	2.764	2.513	2.397	2.937
6	2.934	2.600	3.233	2.810	3.544	2.484	3.094	2.537	2.262	2.963
7	3.010	3.000	4.508	3.195	4.029	2.824	2.855	2.776	2.239	2.989
8	4.341	4.107	4.350	3.500	4.116	3.522	4.576	2.600	2.306	3.391
9	4.477	4.154	4.714	3.287	4.234	4.536	4.106	3.290	2.124	2.944
10	14.403	4.315	5.297	4.049	4.453	5.209	7.706	3.641	4.572	3.495
11	16.846	4.502	7.019	4.571	4.836	5.013	7.346	7.020	4.920	3.966
12	11.088	4.633	8.969	4.641	8.441	6.087	7.252	8.885	5.275	4.819
13	5.300	6.221	13.619	5.368	12.618	7.353	13.784	14.553	7.224	4.348
14	4.837	14.102	6.341	8.067	9.421	14.656	7.361	9.464	14.629	5.493
15	3.264	9.670	5.615	13.935	7.117	9.136	5.788	7.056	15.865	15.097
16	2.718	6.818	5.075	8.599	5.426	7.597	5.214	6.014	11.910	9.790
17	2.601	5.736	3.640	5.904	4.402	5.483	5.034	4.037	4.093	6.702
18	2.820	4.159	3.605	5.347	3.452	4.445	3.652	3.697	3.489	5.627
19	2.551	4.249	3.580	4.404	3.402	3.462	3.188	4.525	2.654	5.401
20	1.847	4.174	2.984	3.782	2.770	3.385	2.882	3.410	2.545	4.202
21	1.061	2.848	2.681	3.660	2.952	2.628	2.524	3.724	2.177	2.990
22	1.477	2.698	2.074	2.785	2.469	1.983	1.977	2.323	1.966	2.898
23	1.298	2.350	1.828	1.996	1.635	1.758	1.961	1.573	2.013	2.417
24	0.738	1.464	1.383	1.325	1.152	1.072	1.025	0.952	1.538	1.399

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	樟腦寮	沙坑	嘉義(7)	大湖山	小公田	關子嶺	六溪	北寮	東原	曾文
1	0.346	0.222	0.489	0.163	0.494	0.179	0.475	0.202	0.753	0.011
2	0.465	1.112	1.087	0.615	1.280	0.930	0.979	0.810	1.084	0.946
3	1.077	1.447	2.334	0.897	1.761	1.330	1.687	1.126	1.920	1.041
4	1.859	2.019	2.973	1.241	2.549	1.925	1.842	1.425	1.982	1.230
5	3.140	2.376	3.568	1.928	3.391	2.283	1.967	1.340	1.979	2.332
6	4.038	2.397	5.002	2.291	3.468	2.779	2.477	1.516	2.647	2.945
7	5.198	2.521	4.474	2.800	3.916	3.462	2.960	2.171	2.718	3.598
8	4.894	3.467	5.324	3.207	4.846	2.969	3.037	2.568	2.844	4.437
9	4.812	3.809	5.913	4.054	4.750	3.700	2.730	3.545	3.382	6.499
10	7.013	4.663	5.274	4.739	6.305	3.274	4.357	3.655	4.370	14.038
11	12.152	8.138	10.295	6.004	7.062	4.225	4.859	3.872	6.659	19.088
12	14.885	10.752	14.818	8.189	13.509	5.698	7.263	5.303	6.323	18.393
13	8.469	15.754	5.435	12.974	8.761	11.455	16.290	6.837	9.639	3.803
14	7.436	10.842	5.280	14.889	7.424	15.597	13.428	12.330	14.024	3.047
15	5.501	7.709	3.093	11.218	4.480	10.712	9.715	13.601	8.613	3.339
16	4.057	6.074	3.657	8.391	4.226	6.917	5.700	12.798	6.139	2.842
17	3.295	4.304	2.912	4.116	3.535	5.408	4.156	6.687	5.339	2.313
18	3.114	3.025	3.933	2.691	3.666	4.156	4.275	4.928	4.722	1.617
19	2.368	2.372	2.860	2.638	3.043	3.399	3.112	4.184	3.975	1.638
20	1.921	1.461	2.863	2.292	2.599	2.225	2.255	3.239	3.671	1.738
21	1.106	1.431	2.846	1.463	2.431	2.544	2.190	2.925	2.532	1.757
22	1.128	1.424	2.449	1.318	2.426	2.103	1.804	2.458	2.431	1.356
23	0.943	1.637	1.610	1.128	2.426	1.725	1.513	1.552	1.404	1.391
24	0.783	1.045	1.511	0.753	1.652	1.008	0.930	0.927	0.849	0.601

表 2-2 水利處各雨量測站之 SSGM 設計雨型(續 6)

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	向陽	霧鹿	新武(3)	武陵	優男	上里	紅葉	鹿鳴橋	台東(5)	台東
1	1.208	0.663	0.636	0.221	0.897	1.444	1.506	0.257	-0.995	0.706
2	1.908	1.400	1.632	1.117	1.572	1.946	1.813	1.178	-0.996	2.442
3	1.650	1.538	1.720	1.467	2.180	1.560	1.664	2.168	1.620	3.089
4	2.224	2.162	2.305	1.684	2.911	1.988	2.149	2.548	3.050	2.761
5	3.503	2.476	3.132	2.124	3.578	1.954	2.145	2.583	3.118	2.523
6	4.007	3.552	3.884	2.816	4.259	2.224	2.980	3.120	4.510	2.494
7	4.277	3.583	4.048	2.179	4.348	2.011	2.867	3.158	4.005	2.748
8	5.122	3.620	4.235	2.893	5.621	2.115	3.000	2.776	3.691	4.066
9	6.365	3.962	5.247	3.363	5.833	2.942	3.294	4.112	7.376	4.782
10	7.914	4.067	7.313	5.588	7.611	3.636	5.032	4.824	10.278	7.605
11	11.785	4.202	9.051	5.546	11.738	4.921	6.931	6.047	16.280	15.619
12	9.136	4.390	13.914	8.333	7.357	5.797	7.452	7.628	8.286	8.688
13	5.814	5.319	6.801	13.192	5.861	7.027	13.845	14.364	5.028	10.398
14	5.033	7.986	6.350	14.890	5.777	8.584	12.148	9.113	3.931	4.739
15	4.772	13.081	4.188	6.481	5.248	12.587	9.378	6.248	4.601	4.106
16	4.563	9.746	3.704	5.934	5.089	9.273	6.575	5.230	3.449	3.638
17	3.414	5.498	3.376	4.602	4.252	7.063	3.875	4.986	4.445	4.014
18	3.346	4.899	3.644	2.875	3.955	5.384	2.182	4.214	3.963	3.171
19	3.327	4.409	3.097	3.131	3.502	4.076	2.218	4.266	3.563	2.837
20	2.980	3.969	3.087	2.695	2.535	3.678	3.092	3.303	3.211	2.827
21	2.975	3.124	2.697	3.021	2.513	3.353	2.140	2.135	2.709	2.281
22	2.081	2.711	2.387	3.030	1.306	3.304	1.622	2.452	1.802	1.461
23	1.476	2.451	1.844	1.736	1.309	1.960	1.301	2.150	1.815	1.828
24	1.120	1.191	1.708	1.084	0.750	1.173	0.792	1.141	1.259	1.180

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	達邦	後大埔	照興(2)	關山	環湖	西阿里山	南化(2)	王爺宮	虎頭埤	崎頂
1	-0.017	1.054	0.345	0.498	0.321	0.698	0.649	0.177	0.549	1.350
2	0.692	1.903	1.740	1.073	0.724	1.555	1.120	1.323	2.197	1.970
3	0.943	2.083	1.998	1.202	1.193	2.154	1.890	1.967	2.676	2.048
4	1.128	2.777	3.063	2.036	1.563	1.696	1.727	2.207	2.802	2.315
5	1.460	2.751	2.492	3.281	2.023	1.705	2.386	1.775	3.588	2.367
6	2.759	3.921	2.661	3.108	2.312	2.466	1.860	2.770	3.855	2.216
7	3.779	3.954	3.182	3.649	2.530	4.894	2.969	3.873	3.947	3.208
8	4.734	4.087	3.362	4.431	2.827	3.160	3.869	4.764	4.344	2.901
9	6.225	5.577	4.550	5.717	4.234	4.453	4.586	5.524	4.470	5.214
10	7.402	6.186	5.016	9.377	6.037	5.331	6.922	11.234	3.819	7.721
11	8.050	15.647	8.808	11.489	7.512	6.180	10.948	12.853	9.674	11.379
12	14.573	9.688	13.596	13.889	8.203	10.471	15.552	11.634	15.152	15.244
13	11.322	7.233	9.222	7.704	11.782	14.847	8.331	7.294	6.007	8.749
14	9.145	5.980	7.206	5.450	14.485	11.638	9.010	5.909	5.112	7.027
15	7.511	4.819	6.485	4.208	10.046	6.251	7.194	3.734	4.729	4.963
16	6.081	3.717	6.056	3.251	8.973	4.611	4.991	3.385	4.537	3.563
17	3.860	3.147	4.213	2.736	4.474	2.403	3.643	2.521	4.055	2.484
18	3.126	2.217	3.353	2.389	2.421	2.682	3.051	3.107	3.700	2.447
19	2.538	2.207	3.437	2.990	1.750	2.442	2.107	2.750	3.257	2.767
20	1.389	2.742	2.668	2.965	1.569	2.635	1.527	3.362	3.249	2.771
21	1.258	2.390	2.374	2.496	1.693	2.369	2.075	2.179	2.949	1.607
22	1.015	2.385	1.926	2.507	1.549	2.437	1.538	1.973	2.559	2.388
23	0.720	2.152	1.388	2.262	1.216	1.920	1.112	2.069	1.790	2.130
24	0.305	1.383	0.858	1.292	0.563	1.002	0.941	1.616	0.983	1.172

表 2-2 水利處各雨量測站之 SSGM 設計雨型(續 7)

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	南鵝	木柵	古亭坑	天鳥	知本(5)	金山	竹子腳	阿蓬(2)	天池	梅山(2)
1	0.218	0.646	0.253	0.518	0.067	0.789	0.401	0.336	0.638	0.331
2	2.013	1.067	1.221	1.249	1.257	1.752	0.406	0.948	1.293	0.781
3	2.400	2.048	1.490	2.344	2.222	2.244	1.351	1.838	1.942	1.108
4	2.172	2.223	1.647	1.993	2.282	2.122	1.918	2.181	1.981	1.606
5	2.480	2.781	2.006	2.617	2.691	2.464	1.708	2.337	2.630	2.296
6	3.568	2.830	2.142	2.637	3.093	2.932	2.355	2.924	3.405	3.739
7	3.571	3.967	1.712	2.888	2.573	3.133	2.030	2.770	3.455	5.091
8	3.600	4.181	1.910	3.370	2.991	4.031	2.364	2.731	4.582	5.383
9	3.845	4.672	2.603	3.383	2.990	7.113	2.614	3.655	5.122	6.958
10	4.241	8.052	2.622	3.825	4.051	9.245	2.648	5.854	5.338	8.219
11	4.330	11.165	3.099	4.360	3.763	14.957	3.148	11.367	6.902	8.693
12	5.147	17.071	3.648	3.503	3.137	10.064	3.860	17.391	8.011	12.451
13	5.374	7.824	13.988	4.581	6.613	7.178	6.346	11.796	11.640	8.256
14	6.761	5.198	16.269	5.850	10.047	4.772	10.518	7.186	7.604	5.604
15	13.260	4.284	13.086	11.618	14.089	3.752	13.444	4.834	6.919	4.687
16	7.606	4.012	7.572	13.131	10.081	4.149	16.674	3.728	5.245	3.651
17	7.534	3.109	6.608	7.265	6.452	3.417	7.146	3.308	5.039	3.278
18	4.436	2.621	5.109	5.692	4.782	3.325	4.866	3.423	4.045	3.228
19	4.162	2.906	3.833	4.721	3.676	3.276	4.340	2.225	3.562	2.816
20	3.688	2.002	2.152	4.187	2.978	2.183	2.954	2.396	3.162	4.141
21	2.880	2.489	1.973	3.560	3.573	1.985	2.374	2.141	2.728	2.769
22	2.777	2.234	1.968	3.064	3.127	2.528	2.912	2.136	2.182	2.314
23	2.480	1.688	1.929	2.289	2.051	1.472	2.361	1.509	1.650	1.651
24	1.457	0.932	1.159	1.356	1.415	1.116	1.261	0.987	0.924	0.948

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	高中	小關山	藤枝(2)	六龜(4)	馬里山	萬山	新豐	古夏	阿禮	新瑪家
1	0.332	0.738	0.307	0.128	0.143	0.597	0.668	0.699	0.433	0.847
2	0.749	1.304	1.384	1.340	0.228	1.165	1.302	0.811	0.813	1.238
3	1.221	1.822	1.999	1.821	0.338	1.430	2.116	1.455	1.458	1.378
4	2.533	2.152	2.135	2.320	0.534	2.040	2.561	2.249	1.701	1.592
5	3.035	2.796	2.577	2.993	0.829	2.775	2.388	3.024	2.485	2.201
6	3.167	3.196	3.357	2.429	1.571	2.850	2.829	3.067	2.942	2.263
7	2.985	4.150	3.142	3.484	1.677	3.658	3.191	3.542	4.009	3.387
8	3.311	4.146	3.849	4.521	4.339	5.529	3.251	3.673	4.631	3.770
9	3.477	4.461	4.698	5.322	5.040	7.078	4.126	4.456	5.826	4.921
10	5.035	4.982	5.963	5.357	7.014	9.902	4.811	5.238	7.075	6.205
11	6.067	5.448	6.132	6.285	8.277	12.212	5.832	5.631	9.938	8.408
12	7.943	12.759	6.651	9.642	14.480	14.836	9.731	5.662	13.738	9.461
13	13.940	12.130	12.485	13.537	14.332	7.017	14.702	17.705	8.916	14.713
14	8.340	9.340	6.661	7.851	10.661	4.722	9.605	13.057	6.788	11.273
15	7.445	6.405	6.194	6.721	9.419	3.519	5.803	9.613	5.032	5.706
16	5.683	5.148	6.399	4.330	6.760	3.793	4.216	3.742	4.733	4.726
17	5.224	4.247	4.668	4.591	4.065	2.703	3.550	2.358	3.960	3.955
18	3.500	3.997	3.541	2.879	2.681	2.961	2.975	2.209	3.290	2.895
19	3.371	2.758	4.075	3.062	2.343	2.217	2.868	1.920	2.586	2.617
20	3.196	2.441	3.308	3.384	1.767	2.346	3.118	1.887	2.286	2.210
21	3.482	1.676	3.540	2.974	1.471	1.818	3.107	1.856	2.272	1.737
22	2.812	1.468	2.929	2.081	0.746	1.837	3.105	2.717	2.264	1.756
23	2.091	1.458	2.612	1.690	0.693	1.739	2.522	2.117	1.908	1.832
24	1.061	0.978	1.393	1.256	0.591	1.258	1.622	1.314	0.913	0.908

表 2-2 水利處各雨量測站之 SSGM 設計雨型(續 8)

降雨時序	降雨百分比 (%)									
	三地門	新高口	水山	表瀨(1)	民族	甲仙(2)	旗山(4)	美濃(2)	屏東(5)	紹家
1	0.472	0.308	0.573	1.690	0.241	0.693	0.457	0.670	0.706	0.427
2	0.612	0.964	0.816	2.870	0.331	1.472	0.987	1.376	1.697	1.554
3	0.956	1.341	1.949	3.618	0.899	2.384	1.485	1.859	2.121	2.214
4	1.269	1.931	2.465	3.140	1.769	2.486	2.250	2.288	2.840	2.359
5	2.081	2.507	2.847	3.410	1.866	3.324	2.330	2.627	2.937	2.465
6	2.217	3.137	3.214	3.409	3.180	2.990	3.218	3.014	3.660	3.323
7	3.431	5.364	3.902	4.679	4.320	3.502	3.734	3.855	3.997	3.043
8	3.783	7.259	3.896	4.750	4.039	3.672	3.492	3.601	5.141	3.694
9	4.792	10.597	4.974	5.549	4.722	4.288	3.981	4.881	5.532	4.478
10	5.653	13.772	9.698	6.219	6.007	4.500	6.493	5.200	6.712	4.622
11	7.092	11.239	12.399	12.950	7.656	5.623	8.490	7.945	10.574	7.912
12	10.817	9.009	9.076	9.137	10.134	8.121	15.682	15.077	16.642	10.383
13	14.646	6.310	6.505	6.615	13.106	14.335	11.111	11.703	6.814	14.495
14	11.727	4.488	5.969	3.846	9.825	10.737	7.464	6.460	3.913	8.261
15	6.596	4.120	4.859	3.859	6.917	6.460	5.346	4.964	4.159	6.117
16	4.835	2.409	4.557	3.332	5.324	4.625	4.612	3.676	3.057	4.480
17	3.347	2.303	4.088	2.782	3.399	4.217	4.189	3.638	3.439	3.986
18	2.841	2.618	3.246	2.432	2.933	3.259	3.089	3.194	3.341	3.141
19	2.498	1.957	3.510	2.602	2.924	3.096	2.555	3.084	2.883	2.980
20	2.486	1.940	3.154	3.334	3.403	2.698	2.215	2.693	2.631	2.256
21	2.741	1.954	2.362	3.331	2.284	2.285	2.406	2.404	2.085	2.210
22	2.213	2.006	2.350	3.319	1.961	1.978	1.840	2.383	2.315	2.197
23	1.902	1.484	1.929	2.281	1.650	1.744	1.575	2.085	1.787	1.984
24	0.992	0.981	1.661	0.845	1.110	1.512	0.998	1.322	1.018	1.421

降雨時序	降雨百分比 (%)								
	泰武(1)	新來義	來義(4)	大漢山	南和	士文	壽卡	牡丹	石門
1	0.302	0.343	0.496	0.880	0.232	0.068	0.658	0.448	0.376
2	0.930	1.526	1.195	1.813	0.332	0.771	1.634	0.934	1.004
3	2.024	2.222	1.321	2.367	1.385	1.160	1.793	1.782	1.448
4	2.409	2.700	1.407	2.762	1.543	1.599	2.438	2.245	1.653
5	2.518	3.067	2.291	3.211	1.609	2.718	2.764	2.632	2.245
6	2.973	3.251	2.862	4.600	1.956	2.757	3.048	2.319	2.334
7	3.595	3.652	2.969	5.180	2.784	2.038	3.396	3.014	2.729
8	4.201	5.870	3.707	4.673	2.887	2.259	3.824	3.073	2.870
9	5.370	6.951	2.926	4.777	3.640	2.964	4.301	4.258	3.151
10	6.508	8.749	4.930	5.379	4.259	3.554	5.971	6.135	3.416
11	8.402	14.221	8.989	10.476	5.687	8.852	6.594	7.784	3.675
12	9.614	8.264	9.361	13.091	10.056	10.291	9.998	9.024	5.403
13	13.149	6.298	15.639	6.975	15.051	15.312	14.230	12.130	9.946
14	9.298	5.735	8.984	6.475	11.080	11.968	7.895	16.320	11.701
15	6.086	4.980	7.616	4.292	8.180	9.464	4.555	5.921	14.753
16	4.674	3.497	4.317	4.176	6.757	8.438	4.492	3.982	11.018
17	3.919	3.222	4.626	3.054	5.328	3.684	4.291	3.605	4.192
18	3.301	4.085	3.945	3.034	4.653	3.141	3.572	3.347	3.406
19	2.403	2.428	2.541	2.760	3.906	1.882	3.186	2.573	3.543
20	1.997	1.828	2.396	2.447	2.542	1.573	2.870	2.968	3.394
21	1.977	1.826	2.646	2.432	2.124	1.355	2.561	1.587	2.826
22	1.724	2.068	2.112	2.160	1.751	1.869	2.243	1.581	2.027
23	1.728	2.093	1.779	1.595	1.494	1.474	2.241	1.243	1.811
24	0.901	1.125	0.947	1.390	0.762	0.810	1.444	1.096	1.081

表 2-3 各測站 SSGM 雨型之尖峰時序及尖峰降雨百分比

站名	尖峰降雨時序	尖峰降雨百分比(%)	站名	尖峰降雨時序	尖峰降雨百分比(%)
富貴角	14	15.19	大潭	13	15.13
石門(3)	12	14.00	大濁水	14	14.14
三峽	11	14.51	三義(2)	15	15.50
大豹	12	14.48	南勢山	13	14.39
坪林(4)	14	14.45	大坪頂	14	13.91
坪林(3)	16	13.79	馬達拉	12	13.18
碧湖	13	15.47	雷巒	13	11.52
福山(3)	14	12.91	松安	12	15.07
大桶山	14	14.27	天狗(1)	12	12.68
石碇(2)	14	13.38	象鼻(1)	14	13.38
中正橋	13	14.21	雙崎(2)	13	13.65
台北(5)	13	15.22	新開	21	16.03
火燒寮	15	14.76	卓蘭(2)	14	13.27
瑞芳(2)	13	14.58	北埔	13	14.16
五堵	14	15.10	八仙新山	13	12.68
竹子湖	13	12.61	八仙山	15	13.96
林口(1)	13	14.88	翠巒	13	12.45
五峰	16	14.74	凌宵	15	13.03
南山	14	13.02	清流(1)	15	13.33
新北城	14	16.49	惠蓀(2)	14	12.67
留茂安	14	12.10	北山	14	14.75
太平山	14	12.88	六分寮	12	15.20
土場(1)	13	13.94	草屯(4)	14	16.66
梵梵(2)	14	13.89	頭汴坑	15	14.91
宜蘭一工處	12	15.82	頭汴	16	16.18
關西(3)	14	14.24	鹿港(2)	14	15.71
新埔(1)	14	15.29	萬興(2)	14	18.87
新寮	12	15.20	翠峰	13	12.44
冬山	13	16.13	關門	14	13.25
北城	13	17.22	卡奈托灣	13	12.78
清泉	12	14.01	東埔	11	12.79
太閤南	12	13.73	望鄉	11	13.30
梅花	15	14.98	內茅埔	12	12.55
烏嘴山	14	13.41	西巒	14	13.40
南寮	11	13.83	龍神橋	12	14.36
大埔	13	14.82	集集(2)	14	15.19
南庄(1)	12	14.31	草嶺(2)	13	14.61
珊瑚湖	11	15.07	後安寮	15	15.86
大河	14	13.60	西螺(2)	12	16.92
樟林	15	13.65	馬太安	13	12.85
武塔	14	13.98	新高嶺(1)	14	12.81
橫龍山	12	14.19	新高嶺	13	13.40
大湖(1)	14	14.62	新大觀	15	13.60
和興	13	12.86	新大觀(2)	13	12.63
苗栗(3)	12	14.91	鳳林(4)	15	13.02

表 2-3 各測站 SSGM 兩型之尖峰時序及尖峰降雨百分比(續 1)

站名	尖峰降雨時序	尖峰降雨百分比(%)	站名	尖峰降雨時序	尖峰降雨百分比(%)
新東礦	15	12.96	西阿里關	13	14.85
西林	14	13.23	南化(2)	12	15.55
銅門	15	12.94	王爺宮	11	12.85
褒忠(2)	13	16.89	虎頭埤	12	15.15
豐濱	15	16.94	崎頂	12	15.24
林內(1)	12	17.07	南鵝	15	13.26
大埔	14	15.45	木柵	12	17.07
溪口(3)	13	16.02	古亭坑	14	16.27
中坑(3)	13	15.88	天島	16	13.13
北港(2)	11	15.87	知本(5)	15	14.09
塭港	11	16.85	金山	11	14.96
明里	14	14.10	竹子腳	16	16.67
哇拉鼻	13	13.62	阿蓬(2)	12	17.39
卓麓(2)	15	13.94	天池	13	11.64
苗圃	13	12.62	梅山(2)	12	12.45
立山	14	14.66	高中	13	13.94
大坪	13	13.78	小關山	12	12.76
富源(2)	13	14.55	藤枝(2)	13	12.49
樟原(1)	14	14.63	六龜(4)	13	13.54
忠勇	15	15.10	馬里山	12	14.48
樟腦寮	12	14.89	萬山	12	14.84
沙坑	13	15.75	新豐	13	14.70
嘉義(7)	12	14.82	古夏	13	17.71
大湖山	14	14.89	阿禮	12	13.74
小公田	12	13.51	新瑪家	13	14.71
關子嶺	14	15.60	三地門	13	14.65
六溪	13	16.29	新高口	10	13.77
北寮	15	13.60	水山	11	12.40
東原	14	14.02	表湖(1)	11	12.95
曾文	12	18.39	民族	13	13.11
向陽	11	11.79	甲仙(2)	13	14.34
霧鹿	15	13.08	旗山(4)	12	15.68
新武(3)	12	13.91	美濃(2)	12	15.08
武陵	14	14.89	屏東(5)	12	16.64
優男	11	11.74	紹家	13	14.49
上里	15	12.59	泰武(1)	13	13.15
紅葉	13	13.85	新來義	11	14.22
鹿鳴橋	13	14.36	來義(4)	13	15.64
台東(5)	11	16.28	大溪山	12	13.09
台東	11	15.62	南和	13	15.05
達邦	12	14.57	士文	13	15.31
後大埔	11	15.65	壽卡	13	14.23
照興(2)	12	13.60	牡丹	14	16.32
關山	12	13.89	石門	15	14.75
環湖	14	14.48			

表 3-1 設計兩型變數間之協變異矩陣

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
X ₁	0.3493	0.5410	0.3183	0.2636	0.1718	0.0005	-0.0621	-0.2310	-0.4049	-0.3112	-0.3627	-0.3042
X ₂	0.5410	1.1161	0.6657	0.5650	0.3557	-0.0035	-0.1789	-0.5338	-0.8706	-0.5226	-0.4905	-0.3094
X ₃	0.3183	0.6657	0.5519	0.4741	0.3166	0.1064	0.0038	-0.2055	-0.3893	-0.2174	-0.1075	-0.2319
X ₄	0.2636	0.5650	0.4741	0.5584	0.3923	0.1734	0.0561	-0.1429	-0.2741	-0.1169	0.0663	-0.1199
X ₅	0.1718	0.3557	0.3166	0.3923	0.4430	0.2693	0.1687	0.0720	0.0090	0.1406	0.3022	0.0776
X ₆	0.0005	-0.0035	0.1064	0.1734	0.2693	0.4554	0.3819	0.3887	0.4656	0.5041	0.7728	0.4054
X ₇	-0.0621	-0.1789	0.0038	0.0561	0.1687	0.3819	0.6360	0.7018	0.8968	0.9298	1.2306	0.9671
X ₈	-0.2310	-0.5338	-0.2055	-0.1429	0.0720	0.3887	0.7018	1.4467	1.8599	1.9391	2.3350	1.4780
X ₉	-0.4049	-0.8706	-0.3893	-0.2741	0.0090	0.4656	0.8968	1.8599	3.0554	3.1219	3.8289	2.3914
X ₁₀	-0.3112	-0.5226	-0.2174	-0.1169	0.1406	0.5041	0.9298	1.9391	3.1219	5.3508	6.6229	4.7989
X ₁₁	-0.3627	-0.4905	-0.1075	0.0663	0.3022	0.7728	1.2306	2.3350	3.8289	6.6229	11.3687	8.3447
X ₁₂	-0.3042	-0.3094	-0.2319	-0.1199	0.0776	0.4054	0.9671	1.4780	2.3914	4.7989	8.3447	13.0177
X ₁₃	-0.1986	-0.1845	-0.3402	-0.4388	-0.4581	-0.4539	-0.5342	-1.1210	-1.2626	-1.4434	-1.8850	1.6639
X ₁₄	-0.1006	-0.2259	-0.5232	-0.7452	-0.8865	-1.1864	-1.4092	-2.1482	-3.0497	-4.6629	-7.2158	-5.5108
X ₁₅	0.0403	-0.0758	-0.3962	-0.5722	-0.6850	-0.9868	-1.4293	-1.9267	-2.9945	-5.1363	-8.2044	-8.4231
X ₁₆	0.0077	-0.1196	-0.3852	-0.4868	-0.5687	-0.7727	-1.1362	-1.5129	-2.2814	-3.6879	-5.6024	-5.7346
X ₁₇	0.0310	0.0108	-0.0850	-0.1653	-0.2150	-0.3436	-0.5722	-0.7900	-1.2944	-2.1759	-3.2802	-3.5758
X ₁₈	0.0236	0.0072	-0.0031	-0.0307	-0.0931	-0.1720	-0.2998	-0.4778	-0.7869	-1.4005	-2.0625	-2.2592
X ₁₉	0.0267	0.0447	0.0705	0.0840	0.0187	-0.0352	-0.1500	-0.3121	-0.5048	-0.9624	-1.4793	-1.6236
X ₂₀	0.0600	0.0721	0.0958	0.1106	0.0306	0.0104	-0.0458	-0.2247	-0.4255	-0.7576	-1.1385	-1.2914
X ₂₁	0.0359	0.0256	0.0698	0.0825	0.0007	-0.0411	-0.1054	-0.2635	-0.4627	-0.8413	-1.2059	-1.4135
X ₂₂	0.0259	0.0057	0.0596	0.0820	0.0092	-0.0122	-0.0528	-0.1803	-0.3008	-0.5840	-0.8812	-1.1175
X ₂₃	0.0542	0.0822	0.0979	0.1134	0.0690	0.0298	-0.0143	-0.1200	-0.2399	-0.3909	-0.6181	-0.8157
X ₂₄	0.0257	0.0234	0.0541	0.0712	0.0598	0.0438	0.0176	-0.0309	-0.0869	-0.1969	-0.3379	-0.4143

	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄
X ₁	-0.1986	-0.1006	0.0403	0.0077	0.0310	0.0236	0.0267	0.0600	0.0359	0.0259	0.0542	0.0257
X ₂	-0.1845	-0.2259	-0.0758	-0.1196	0.0108	0.0072	0.0447	0.0721	0.0256	0.0057	0.0822	0.0234
X ₃	-0.3402	-0.5232	-0.3962	-0.3852	-0.0850	-0.0031	0.0705	0.0958	0.0698	0.0596	0.0979	0.0541
X ₄	-0.4388	-0.7452	-0.5722	-0.4868	-0.1653	-0.0307	0.0840	0.1106	0.0825	0.0820	0.1134	0.0712
X ₅	-0.4581	-0.8865	-0.6850	-0.5687	-0.2150	-0.0931	0.0187	0.0306	0.0007	0.0092	0.0690	0.0598
X ₆	-0.4539	-1.1864	-0.9868	-0.7727	-0.3436	-0.1720	-0.0352	0.0104	-0.0411	-0.0122	0.0298	0.0438
X ₇	-0.5342	-1.4092	-1.4293	-1.1362	-0.5722	-0.2998	-0.1500	-0.0458	-0.1054	-0.0528	-0.0143	0.0176
X ₈	-1.1210	-2.1482	-1.9267	-1.5129	-0.7900	-0.4778	-0.3121	-0.2247	-0.2635	-0.1803	-0.1200	-0.0309
X ₉	-1.2626	-3.0497	-2.9945	-2.2814	-1.2944	-0.7869	-0.5048	-0.4255	-0.4627	-0.3008	-0.2399	-0.0869
X ₁₀	-1.4434	-4.6629	-5.1363	-3.6879	-2.1759	-1.4005	-0.9624	-0.7576	-0.8413	-0.5840	-0.3909	-0.1969
X ₁₁	-1.8850	-7.2158	-8.2044	-5.6024	-3.2802	-2.0625	-1.4793	-1.1385	-1.2059	-0.8812	-0.6181	-0.3379
X ₁₂	1.6639	-5.5108	-8.4231	-5.7346	-3.5758	-2.2592	-1.6236	-1.2914	-1.4135	-1.1175	-0.8157	-0.4143
X ₁₃	12.3258	4.3439	-1.3937	-1.7573	-1.3142	-1.2173	-0.7620	-0.9709	-1.1127	-0.8561	-0.4262	-0.2025
X ₁₄	4.3439	12.5468	6.4666	3.5820	1.5690	0.6223	0.2115	-0.1929	-0.5355	-0.4884	-0.3104	-0.1505
X ₁₅	-1.3937	6.4666	11.3606	6.9666	3.5402	2.0119	1.0181	0.4185	0.1528	0.0786	0.1178	0.0513
X ₁₆	-1.7573	3.5820	6.9666	6.8615	3.1230	1.7739	0.7781	0.3736	0.3284	0.1625	0.0667	0.0211
X ₁₇	-1.3142	1.5690	3.5402	3.1230	2.4136	1.3591	0.6496	0.3984	0.3488	0.1905	0.1256	0.0519
X ₁₈	-1.2173	0.6223	2.0119	1.7739	1.3591	1.0475	0.5540	0.4174	0.4481	0.2929	0.1620	0.0826
X ₁₉	-0.7620	0.2115	1.0181	0.7781	0.6496	0.5540	0.6699	0.5136	0.4957	0.3600	0.2159	0.1185
X ₂₀	-0.9709	-0.1929	0.4185	0.3736	0.3984	0.4174	0.5136	0.6884	0.7864	0.5916	0.3271	0.1527
X ₂₁	-1.1127	-0.5355	0.1528	0.3284	0.3488	0.4481	0.4957	0.7864	1.4282	1.0591	0.5219	0.1978
X ₂₂	-0.8561	-0.4884	0.0786	0.1625	0.1905	0.2929	0.3600	0.5916	1.0591	0.9038	0.4668	0.1850
X ₂₃	-0.4262	-0.3104	0.1178	0.0667	0.1256	0.1620	0.2159	0.3271	0.5219	0.4668	0.3337	0.1515
X ₂₄	-0.2025	-0.1505	0.0513	0.0211	0.0519	0.0826	0.1185	0.1527	0.1978	0.1850	0.1515	0.1121

表 3-2 設計兩型主成分轉換矩陣

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-0.011	-0.013	0.004	0.013	0.024	0.045	0.070	0.113	0.176	0.290	0.453	0.437
2	-0.013	-0.010	-0.025	-0.033	-0.035	-0.037	-0.035	-0.075	-0.085	-0.074	-0.079	0.236
3	-0.091	-0.177	-0.154	-0.159	-0.117	-0.069	-0.023	0.097	0.185	0.247	0.316	0.216
4	0.041	0.107	0.019	0.008	-0.020	-0.071	-0.105	-0.210	-0.328	-0.254	-0.100	0.707
5	0.094	0.192	0.136	0.128	0.074	-0.007	-0.013	-0.122	-0.222	-0.140	-0.051	0.204
6	0.204	0.438	0.276	0.248	0.175	0.022	-0.091	-0.198	-0.279	0.073	0.369	-0.288
7	0.064	0.089	0.089	0.093	0.128	0.130	0.185	0.218	0.204	-0.023	-0.444	0.189
8	-0.070	-0.092	-0.090	-0.088	-0.136	-0.134	-0.164	-0.198	-0.195	0.003	0.355	-0.003
9	-0.125	-0.192	-0.040	-0.018	0.012	0.105	0.072	0.029	-0.031	-0.431	0.309	-0.008
10	0.030	0.122	0.005	-0.084	-0.135	-0.257	-0.250	-0.147	-0.105	0.642	-0.267	0.046
11	0.243	0.329	0.127	-0.074	-0.217	-0.383	-0.203	0.185	0.431	-0.315	0.058	0.009
12	0.018	0.082	0.079	0.093	-0.119	-0.251	-0.267	-0.133	0.361	-0.113	0.032	0.007
13	-0.278	-0.240	0.037	0.388	0.415	0.038	-0.390	-0.336	0.321	-0.001	-0.056	0.049
14	-0.153	-0.132	0.086	0.184	0.127	-0.300	-0.351	0.687	-0.331	-0.023	0.019	0.005
15	-0.071	-0.091	0.154	0.134	-0.072	-0.195	0.155	0.137	-0.140	0.048	-0.007	-0.021
16	0.059	-0.078	0.061	-0.009	-0.291	-0.216	0.193	-0.183	0.041	-0.046	-0.002	-0.009
17	-0.352	-0.151	0.402	0.413	-0.226	-0.281	0.389	-0.103	0.025	0.047	-0.004	0.013
18	-0.311	0.131	0.434	-0.157	-0.441	0.474	-0.176	0.074	-0.020	0.012	-0.020	0.017
19	-0.038	-0.063	0.122	0.097	-0.212	0.325	-0.401	0.052	0.055	-0.003	-0.021	0.009
20	0.602	-0.397	-0.084	0.414	-0.306	0.161	-0.094	0.038	-0.073	0.030	-0.016	0.001
21	0.315	-0.412	0.500	-0.318	0.106	-0.066	-0.018	-0.117	0.000	0.007	-0.007	-0.003
22	0.052	-0.151	0.366	-0.370	0.343	-0.076	-0.045	0.018	-0.008	0.001	0.006	0.006
23	-0.131	0.139	-0.082	-0.013	-0.027	-0.032	0.029	0.007	-0.028	-0.007	0.002	-0.017
24	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	-0.027	-0.369	-0.439	-0.305	-0.168	-0.100	-0.061	-0.040	-0.038	-0.026	-0.019	-0.009
2	0.793	0.422	-0.138	-0.173	-0.128	-0.109	-0.072	-0.083	-0.102	-0.080	-0.045	-0.022
3	-0.250	0.467	0.350	0.212	0.003	-0.057	-0.127	-0.179	-0.267	-0.213	-0.142	-0.069
4	-0.043	-0.273	0.163	0.336	0.129	0.074	-0.007	-0.026	-0.036	-0.049	-0.039	-0.025
5	-0.498	0.566	-0.272	-0.307	-0.122	-0.028	0.030	0.098	0.119	0.086	0.040	0.015
6	0.061	-0.077	0.154	-0.019	-0.036	-0.088	-0.104	-0.172	-0.316	-0.240	-0.076	-0.035
7	-0.070	-0.139	0.483	-0.448	-0.228	-0.126	-0.021	-0.059	-0.192	-0.122	-0.019	0.019
8	0.069	-0.065	0.502	-0.280	-0.289	-0.117	0.015	0.134	0.360	0.312	0.145	0.026
9	0.018	0.003	0.091	-0.447	0.488	0.337	0.183	0.040	-0.145	-0.157	-0.074	-0.018
10	0.015	-0.013	0.036	-0.299	0.400	0.219	0.097	0.034	-0.001	-0.028	-0.022	-0.037
11	0.010	-0.004	0.003	-0.069	0.192	-0.005	-0.338	-0.195	0.189	0.126	-0.014	-0.083
12	0.014	-0.011	-0.023	0.077	-0.318	0.089	0.630	0.274	-0.145	-0.183	-0.158	-0.033
13	-0.018	0.020	0.008	-0.013	0.059	0.048	-0.100	-0.326	0.024	0.147	0.111	0.094
14	0.005	-0.001	-0.020	0.022	0.040	-0.182	0.142	-0.019	-0.077	-0.021	0.158	0.136
15	0.020	-0.001	0.002	0.021	-0.410	0.762	-0.161	-0.223	0.068	-0.004	-0.084	-0.021
16	-0.038	-0.016	-0.050	-0.011	-0.003	0.013	-0.020	-0.031	-0.518	0.199	0.553	0.401
17	0.022	0.001	0.039	0.035	0.173	-0.260	-0.106	0.207	0.093	-0.022	-0.174	-0.178
18	-0.012	0.014	-0.007	0.015	-0.007	-0.035	0.234	-0.365	0.020	0.148	0.036	-0.056
19	0.006	-0.004	0.003	0.003	-0.057	0.146	-0.483	0.584	-0.115	-0.152	0.016	0.131
20	-0.004	-0.006	-0.001	-0.021	0.040	-0.057	0.090	-0.139	-0.076	0.248	-0.223	-0.126
21	-0.016	-0.014	-0.002	-0.009	0.005	-0.088	0.013	-0.091	0.270	-0.380	-0.017	0.341
22	0.013	0.000	0.003	0.015	-0.014	0.039	-0.047	0.194	-0.363	0.520	-0.194	-0.309
23	-0.005	-0.012	-0.001	-0.019	0.025	-0.042	-0.019	-0.026	-0.054	0.262	-0.637	0.687
24	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204

表 3-3 設計兩型主成分特徵值及各成分百分比表

主成分序	特徵值	解釋百分比(%)	累積解釋百分比(%)
1	45.913	51.56	51.56
2	17.228	19.35	70.91
3	6.746	7.58	78.49
4	5.058	5.68	84.17
5	4.085	4.59	88.76
6	2.698	3.03	91.79
7	2.047	2.30	94.09
8	1.523	1.71	95.80
9	0.986	1.10	96.90
10	0.815	0.92	97.82
11	0.435	0.49	98.31
12	0.360	0.40	98.71
13	0.246	0.28	98.99
14	0.163	0.18	99.17
15	0.156	0.17	99.34
16	0.146	0.17	99.51
17	0.110	0.12	99.63
18	0.088	0.10	99.73
19	0.079	0.09	99.82
20	0.052	0.06	99.88
21	0.048	0.05	99.93
22	0.040	0.05	99.98
23	0.021	0.02	100.00
24	0.000	0.00	100.00

表 4-1 雨量測站北部分類結果

站號	UTM_x (m)	UTM_y (m)	尖峰時序	華德法	K均值法	模糊群集法
13050	304140	2798036	14	3	3	1
30320	274611	2746531	12	1	1	1
30390	284949	2759145	11	1	1	1
30410	293812	2743704	12	1	1	1
30540	321071	2759137	14	3	3	1
30550	320697	2758584	16	3	3	1
30580	324165	2754576	13	2	2	1
30700	299761	2741180	14	3	3	1
30780	306050	2752400	14	3	3	1
30940	315861	2765180	14	3	3	1
30970	301268	2768485	13	2	2	3
31080	303820	2769585	13	2	2	1
31140	325372	2765687	15	3	3	1
31160	330310	2778497	13	2	2	1
31230	319436	2774926	13	3	3	1
31310	304037	2784060	13	2	2	1
35020	287176	2774609	13	2	2	1
80010	324745	2747201	16	3	3	1
100030	287651	2703661	14	3	3	1
100051	324461	2730841	14	3	3	1
100070	294920	2714241	14	3	3	1
100090	303480	2710050	14	3	3	1
100110	299520	2718721	13	2	2	1
100170	302421	2723250	14	3	2	2
100420	317475	2729031	12	1	1	1
110050	267190	2741461	14	3	3	1
110070	255728	2746682	14	3	3	1
120010	325305	2724119	12	1	1	1
120040	328563	2725847	13	2	2	1
120050	325910	2729074	13	2	2	1
130040	260128	2719641	12	2	2	1
130090	264118	2724075	12	1	1	1
130130	269987	2730358	15	3	3	1
130150	277702	2738156	14	3	3	1

表 4-2 雨量測站中部分類結果

站號	UTM_x (m)	UTM_y (m)	尖峰時序	華德法	K均值法	模糊群集法
135010	238874	2737548	11	1	1	1
157050	238393	2733979	13	3	3	1
170030	249184	2721730	12	1	1	1
170090	244997	2732622	11	1	1	1
170150	245021	2722253	14	3	3	1
190020	244932	2708563	12	2	2	1
190050	235944	2702170	14	3	3	1
190100	241360	2714072	13	2	2	1
190120	229739	2715960	12	2	2	1
190160	231440	2725188	13	3	3	1
210010	226507	2701352	15	3	3	1
213010	222175	2718681	13	3	3	1
213020	220651	2703055	14	3	3	1
230010	268384	2709312	12	2	2	1
230070	252002	2688627	13	2	2	3
230090	246676	2700040	12	2	2	1
230100	246619	2697487	12	2	2	1
230130	243913	2695642	14	3	3	1
230190	240103	2687338	13	2	2	2
230200	232441	2693590	21	3	3	2
230220	230208	2689040	14	3	3	1
250310	253414	2676967	13	2	2	1
250690	253414	2676967	15	3	3	1
270020	269445	2675042	13	2	2	1
270045	250396	2656755	15	3	3	1
270050	244435	2662724	15	3	3	1
270075	253671	2665892	14	3	3	1
270330	238412	2653653	14	3	3	1
270500	212393	2647852	12	1	1	1
270570	216645	2652610	14	3	3	1
270600	231026	2668212	14	3	3	1
279130	196875	2664699	16	3	3	1
279200	190916	2664876	14	3	3	1
279430	189782	2650483	14	3	3	1
290070	269682	2667074	13	2	2	3
290330	268154	2624312	14	3	3	1
290370	258551	2627348	13	2	2	1
290490	241748	2605846	11	1	1	1
290520	241894	2612828	11	1	1	1
290590	234108	2620987	12	2	2	1
290610	238558	2624705	14	3	3	1
290630	236015	2630736	12	2	2	1
290790	226229	2636040	14	3	3	1
291030	217765	2609416	13	2	2	2
291040	213987	2618008	9	1	1	1
291090	170168	2631257	15	3	3	1
291200	194720	2633204	12	1	1	1
313130	178908	2622308	13	2	2	2
330030	209676	2628162	12	1	1	1
330220	207824	2615380	14	3	3	1
330590	188186	2609772	13	2	2	2
330670	200248	2607696	13	2	2	2
330780	177766	2608246	11	1	1	1

表 4-3 雨量測站南部分類結果

站號	UTM_x (m)	UTM_y (m)	尖峰時序	華德法	K均值法	模糊群集法
335235	164137	2587729	11	1	1	1
350010	208580	2603564	12	1	1	1
350040	200208	2603296	13	2	2	1
350210	192110	2596083	12	1	1	1
370020	210420	2597354	13	2	2	1
370050	212578	2591788	12	1	1	1
390020	198530	2581868	14	2	2	1
390110	193830	2578810	13	2	2	1
390200	198202	2577019	15	2	2	1
390230	192526	2574054	14	2	2	1
391500	150987	2557539	12	1	1	1
410020	224461	2595991	12	1	1	1
410100	207381	2577574	11	1	1	1
410190	197120	2568378	12	1	1	1
410250	206184	2558984	12	1	1	1
410255	207728	2564024	14	2	2	1
410295	189924	2560838	13	2	2	1
410330	195572	2549404	12	1	1	1
410415	187810	2569224	11	1	1	1
430080	181216	2547516	12	1	1	1
430150	183526	2540726	12	1	1	1
450020	194560	2541922	12	1	1	1
450050	188096	2532747	13	2	2	1
470010	186598	2523148	11	1	1	1
470130	181764	2530958	15	2	2	1
470140	180142	2530958	12	1	1	1
510010	240684	2575248	13	2	2	2
510040	231236	2573956	12	1	1	1
510120	220416	2558988	13	2	2	1
510130	236345	2559063	12	2	2	1
510190	224368	2552016	13	2	2	2
510220	211566	2544353	12	2	2	1
510350	226089	2549848	12	2	2	1
510370	220016	2534572	12	1	1	1
510380	213126	2531239	13	2	2	1
510450	213104	2518846	12	2	2	1
510520	224392	2514352	12	1	1	1
510570	217000	2508608	13	2	2	1
510580	213154	2512269	13	2	2	1
510585	232356	2596748	10	1	1	1
510590	232969	2591518	11	1	1	1
510610	215892	2572015	11	1	1	1
510640	217940	2568604	13	2	2	1
510690	206932	2553838	13	2	2	1
510830	196070	2531312	12	1	1	1
510880	208034	2537654	12	1	1	1
511100	194350	2506428	12	1	1	1
550020	217808	2500940	13	2	2	1
550040	217083	2492284	11	1	1	1
550080	211634	2491973	13	2	2	1
550120	216576	2480204	12	1	1	1
550140	211932	2481926	13	2	2	1
570010	214608	2474560	13	2	2	1
630010	232374	2453253	14	2	2	1
630030	225954	2447783	15	2	2	1

表 4-4 雨量測站東部分類結果

站號	UTM_x (m)	UTM_y (m)	尖峰時序	華德法	K均值法	模糊群集法
180080	325210	2702670	15	3	3	1
180100	327935	2705261	14	3	3	1
200060	324184	2691876	14	2	2	2
246010	310010	2659588	13	2	1	1
300100	282862	2620492	13	3	2	1
300140	277187	2625525	14	3	2	1
300141	280809	2626979	13	2	2	1
300150	287382	2625548	15	3	3	1
300151	284488	2627756	13	2	1	1
300190	294173	2627413	15	3	3	1
300235	288720	2633581	15	3	3	1
300280	293727	2634641	14	2	2	1
300420	299330	2651425	15	3	2	1
320030	302301	2611290	15	3	3	1
340090	274964	2566983	14	3	3	1
340140	267977	2583891	13	2	1	1
340200	276424	2577290	15	3	3	1
340290	278103	2590920	13	2	2	3
340300	281366	2591696	14	3	2	1
340360	284306	2608775	13	2	1	1
340430	287564	2609860	13	2	2	3
346020	296048	2589427	14	3	3	1
346030	294087	2580624	15	3	3	1
400010	246902	2572868	12	1	1	1
400030	253612	2563056	15	3	3	1
400075	262290	2558692	12	1	1	1
400210	260823	2540912	14	2	2	1
400260	248234	2540601	11	1	1	1
400280	255130	2531097	15	3	3	1
400300	255956	2532820	13	2	2	1
400340	258008	2533344	13	2	2	3
400410	260269	2518458	11	1	1	1
400411	265405	2516617	11	1	1	1
440010	251342	2508243	15	3	3	1
460040	244519	2507690	16	3	3	1
460070	249572	2510980	15	3	3	1
540020	234041	2477494	13	2	1	1
610010	232224	2460914	13	2	1	1

表 5-3 區域性設計雨型之評估表

分類方法	尖峰時間誤差 (%)			降雨重心誤差 (%)		
	北一區	北二區	北三區	北一區	北二區	北三區
華德法	1.52	0.83	2.56	2.94	2.24	4.30
K均值法	1.52	1.41	2.71	2.94	2.36	4.07

分類方法	尖峰時間誤差 (%)			降雨重心誤差 (%)		
	中一區	中二區	中三區	中一區	中二區	中三區
華德法	3.70	2.78	4.09	6.30	3.72	5.96
K均值法	3.70	2.78	4.09	6.30	3.72	5.96

分類方法	尖峰時間誤差 (%)		降雨重心誤差 (%)	
	南一區	南二區	南一區	南二區
華德法	3.10	3.64	4.06	5.20
K均值法	3.10	3.64	4.06	5.20

分類方法	尖峰時間誤差 (%)			降雨重心誤差 (%)		
	東一區	東二區	東三區	東一區	東二區	東三區
華德法	3.33	1.53	3.02	2.54	3.62	2.74
K均值法	3.75	4.09	1.85	1.78	2.79	2.29



圖 2-1 台灣北部地區流域劃分圖



圖 2-2 台灣中部地區流域劃分圖



圖 2-3 台灣南部地區流域劃分圖



圖 2-4 台灣東部地區流域劃分圖

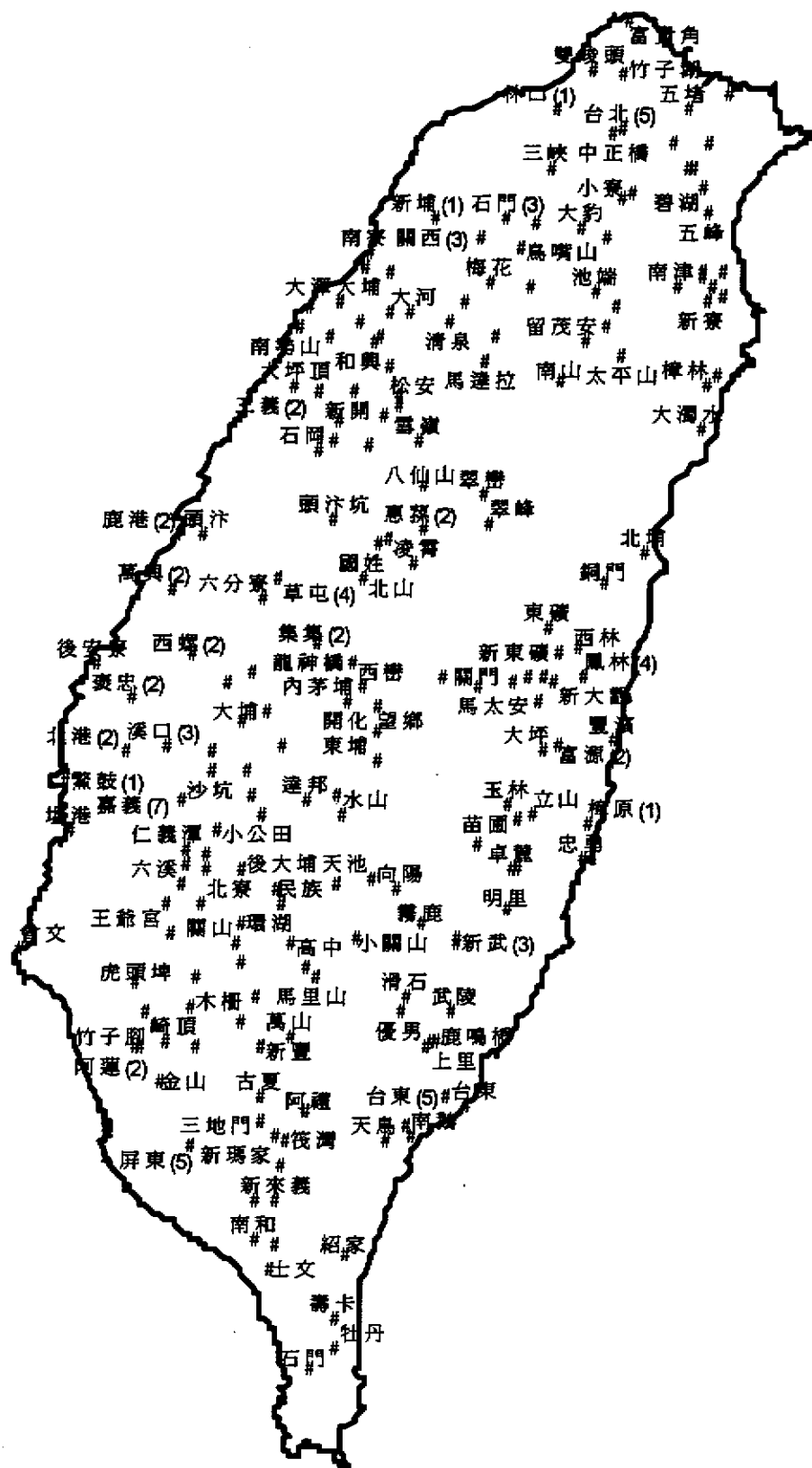


圖 2-5 水利處各雨量站分佈圖

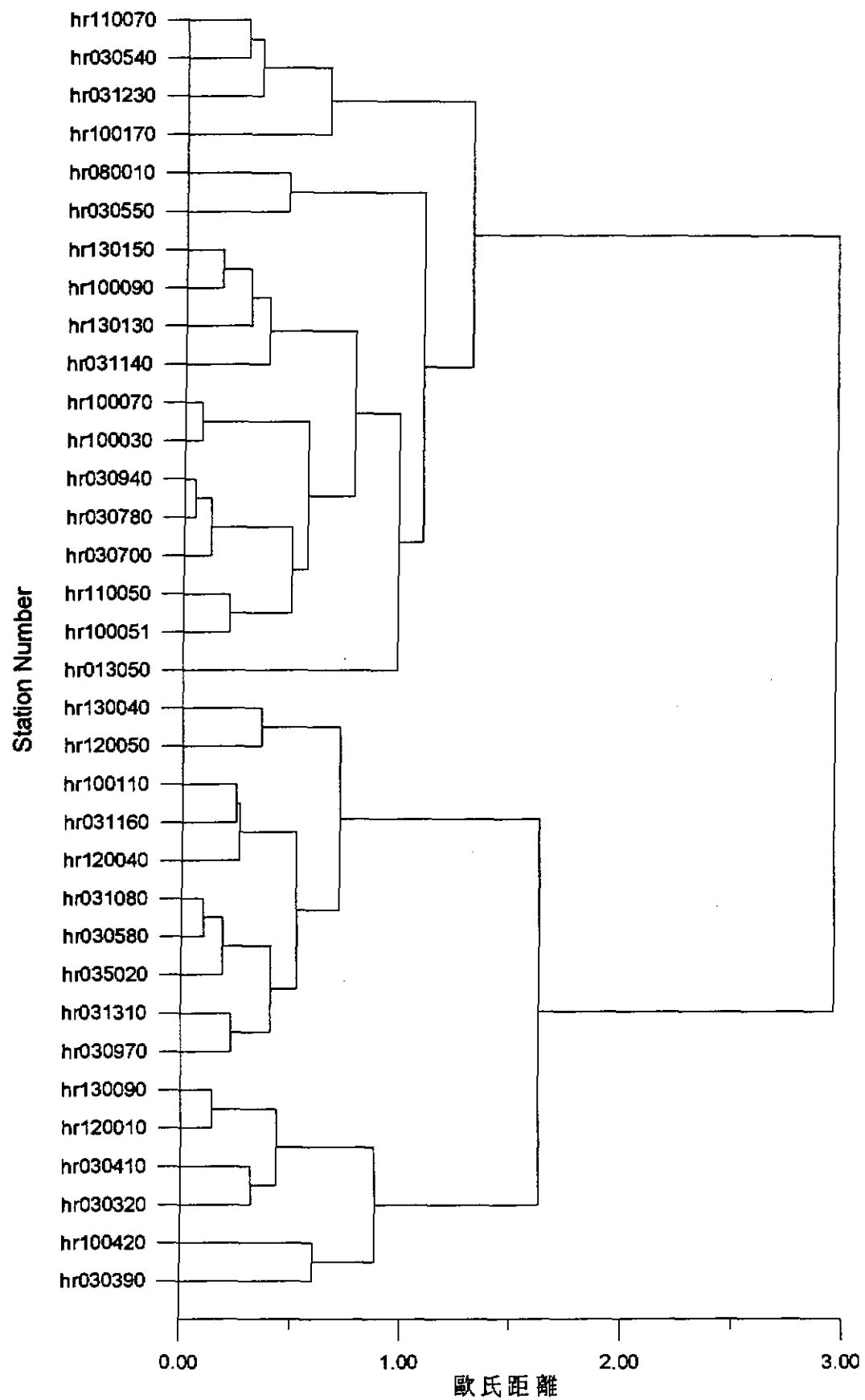


圖 4-1 台灣北部地區階層分群樹狀圖

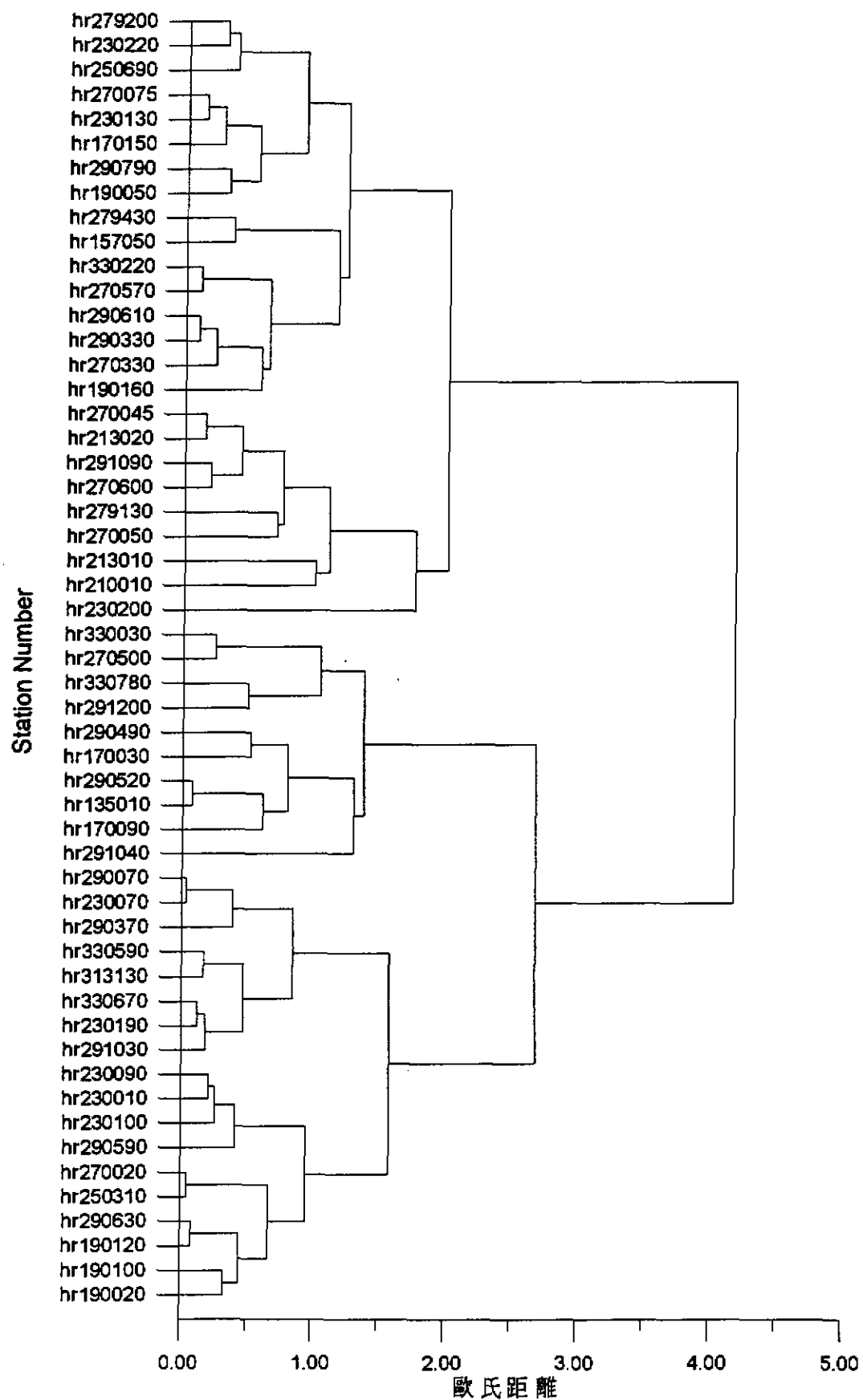


圖 4-2 台灣中部地區階層分群樹狀圖

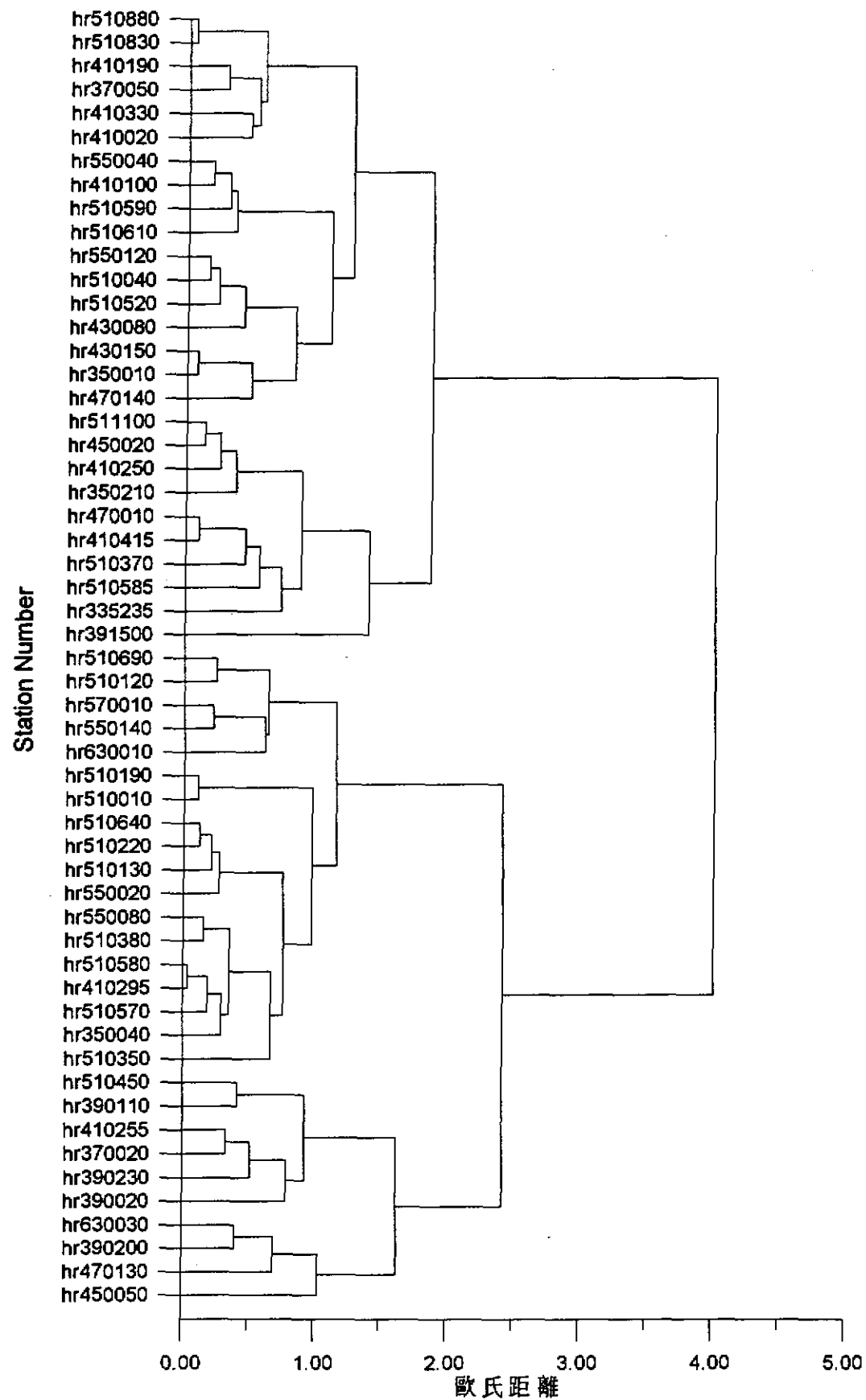


圖 4-3 台灣南部地區階層分群樹狀圖

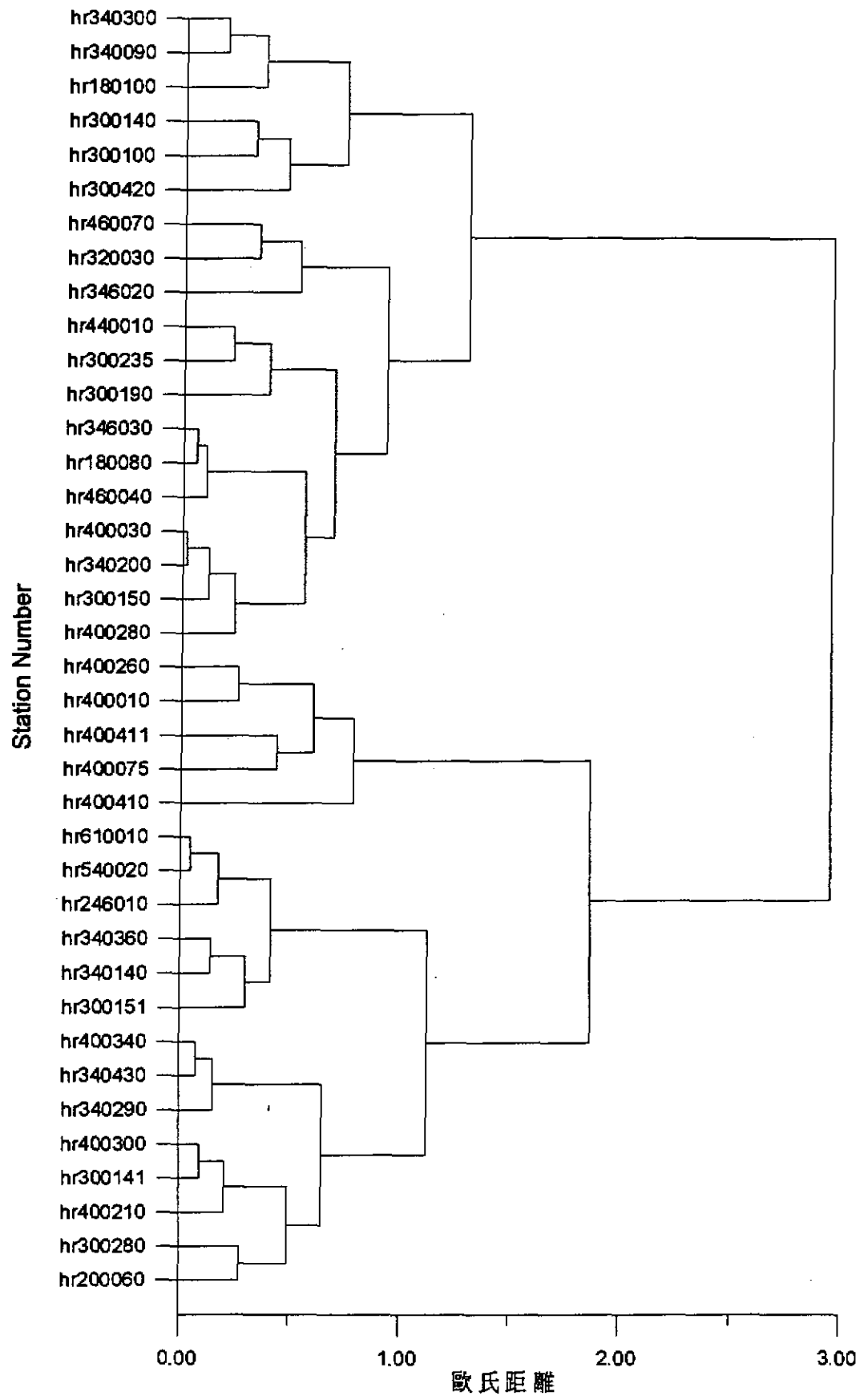


圖 4-4 台灣東部地區階層分群樹狀圖

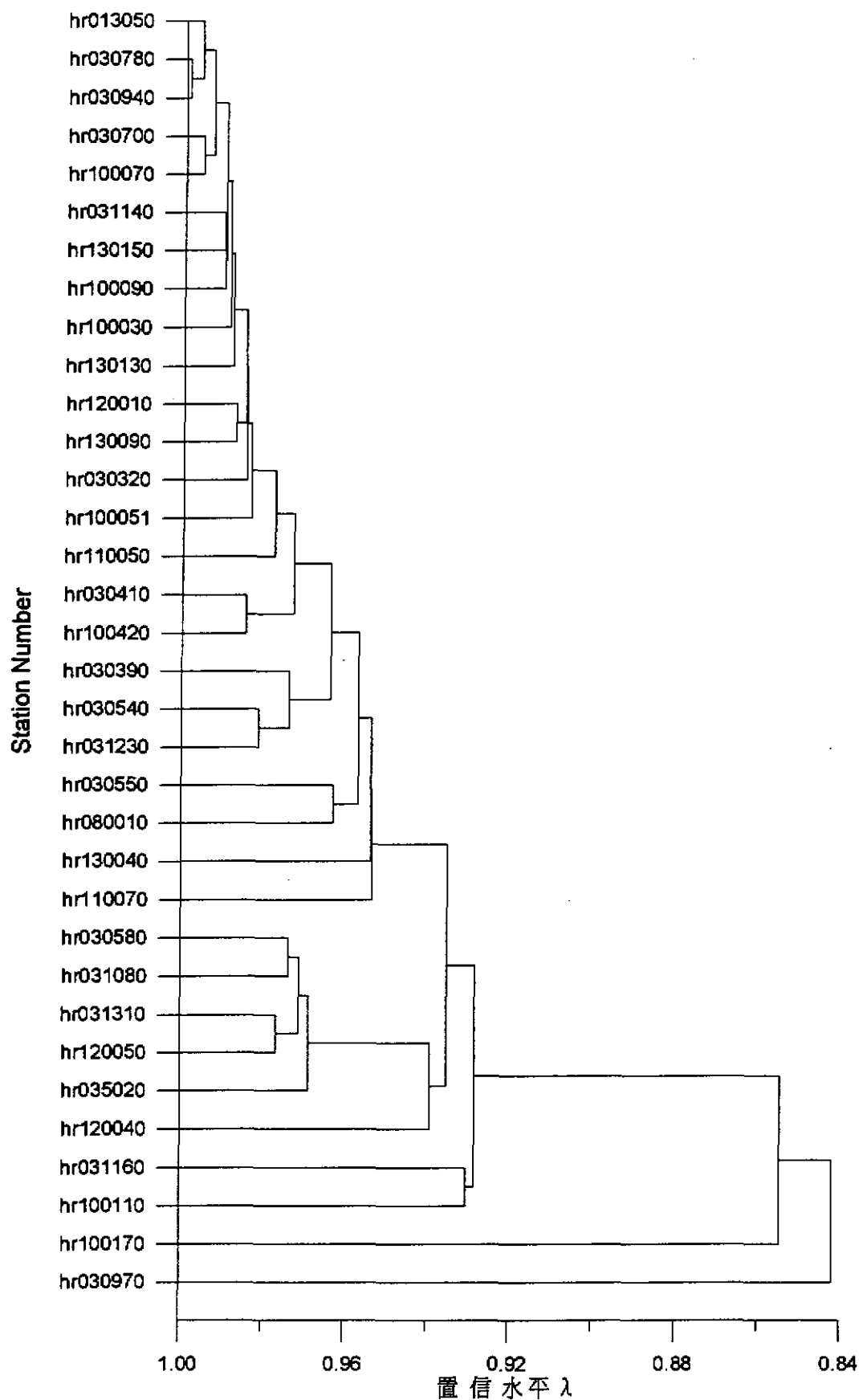


圖 4-5 台灣北部地區模糊群集樹狀圖

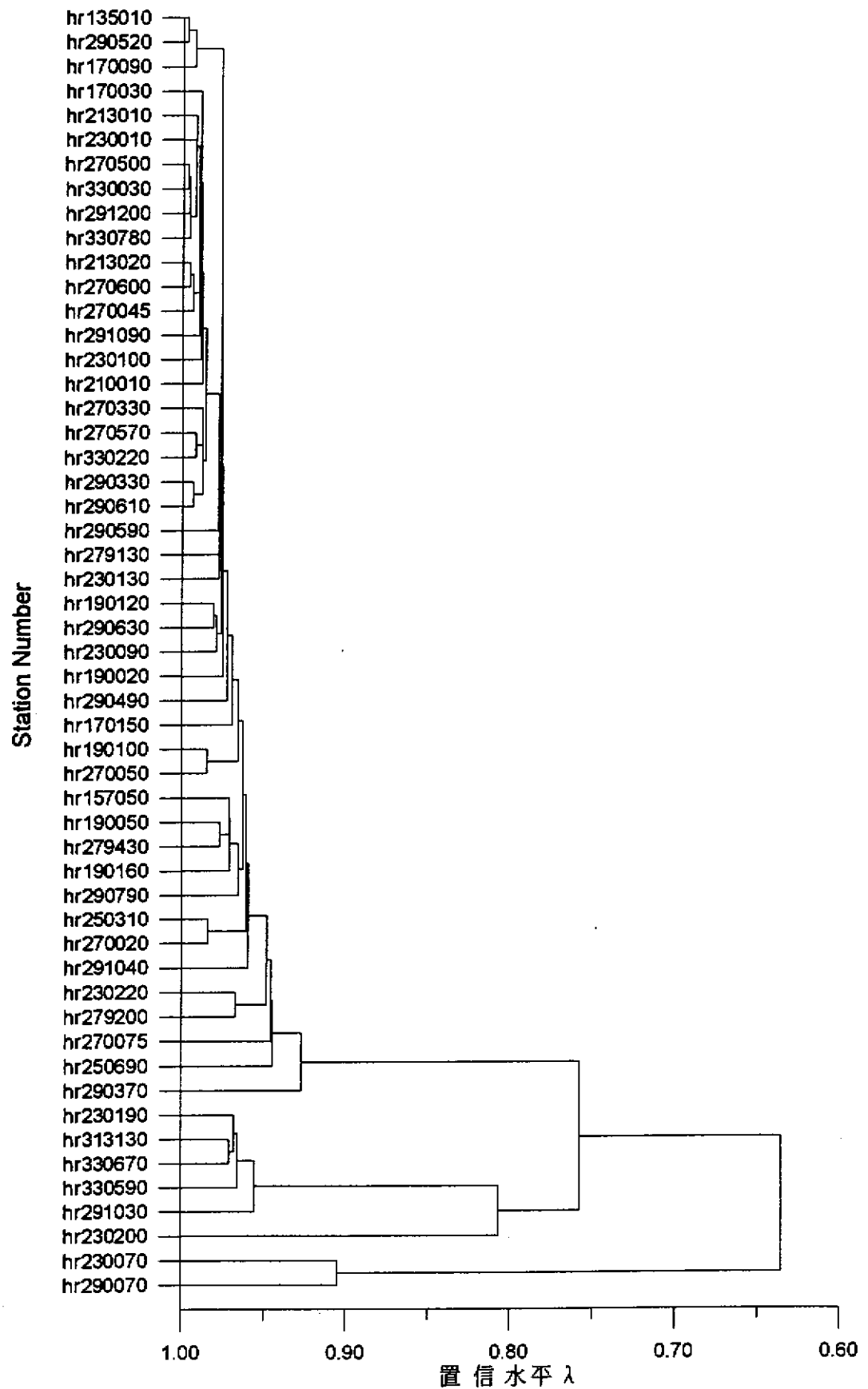


圖 4-6 台灣中部地區模糊群集樹狀圖

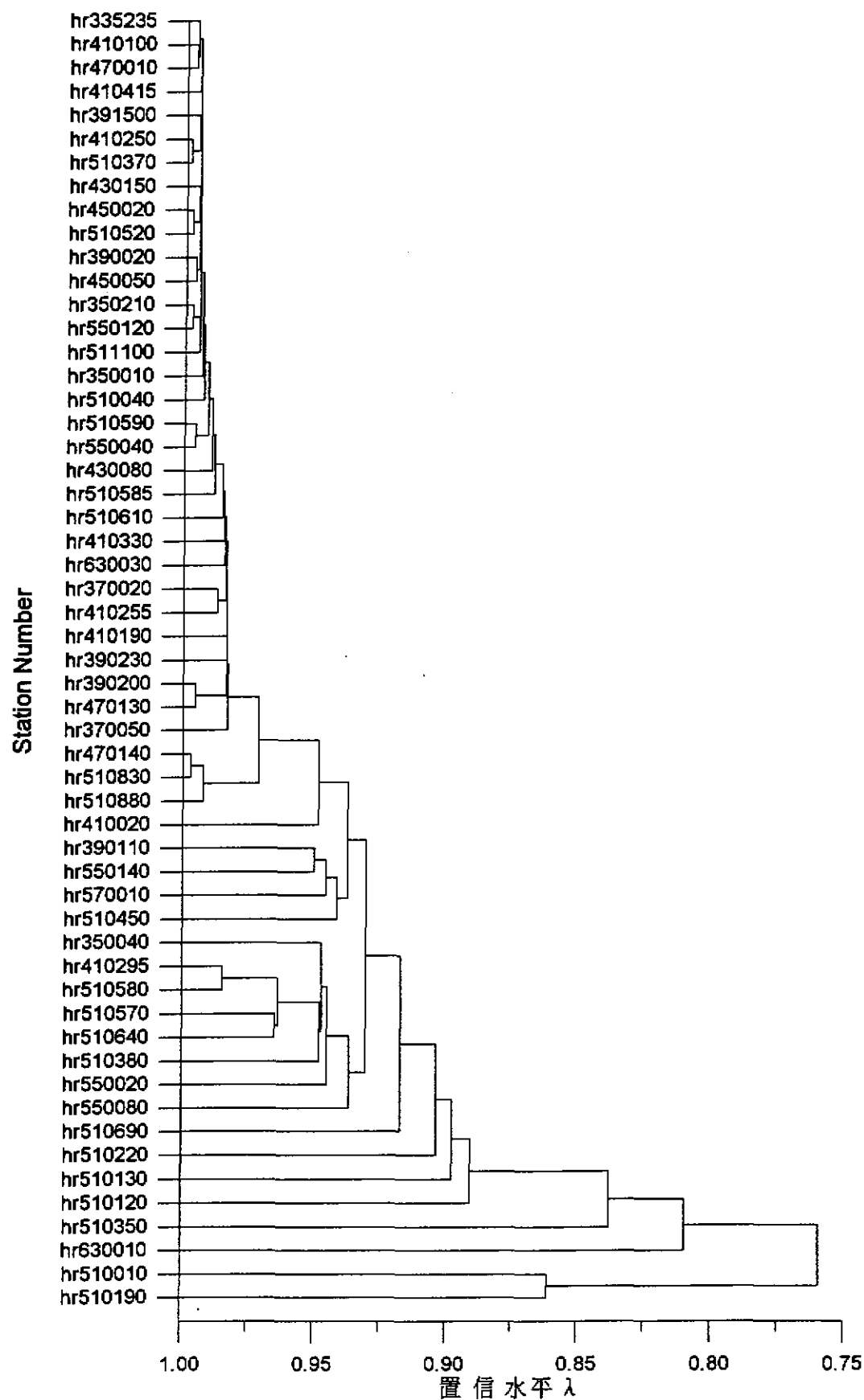


圖 4-7 台灣南部地區模糊群集樹狀圖

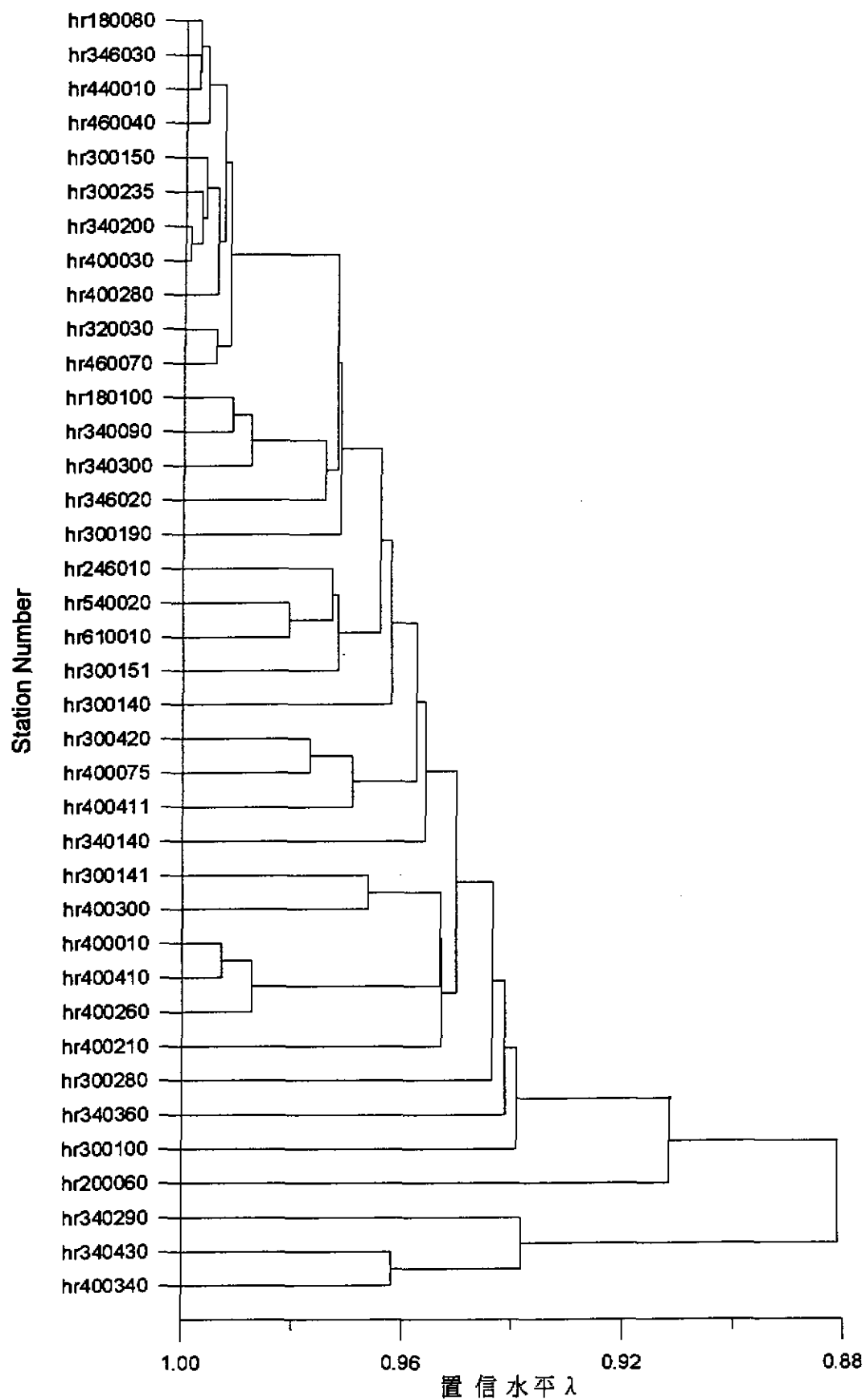


圖 4-8 台灣東部地區模糊群集樹狀圖

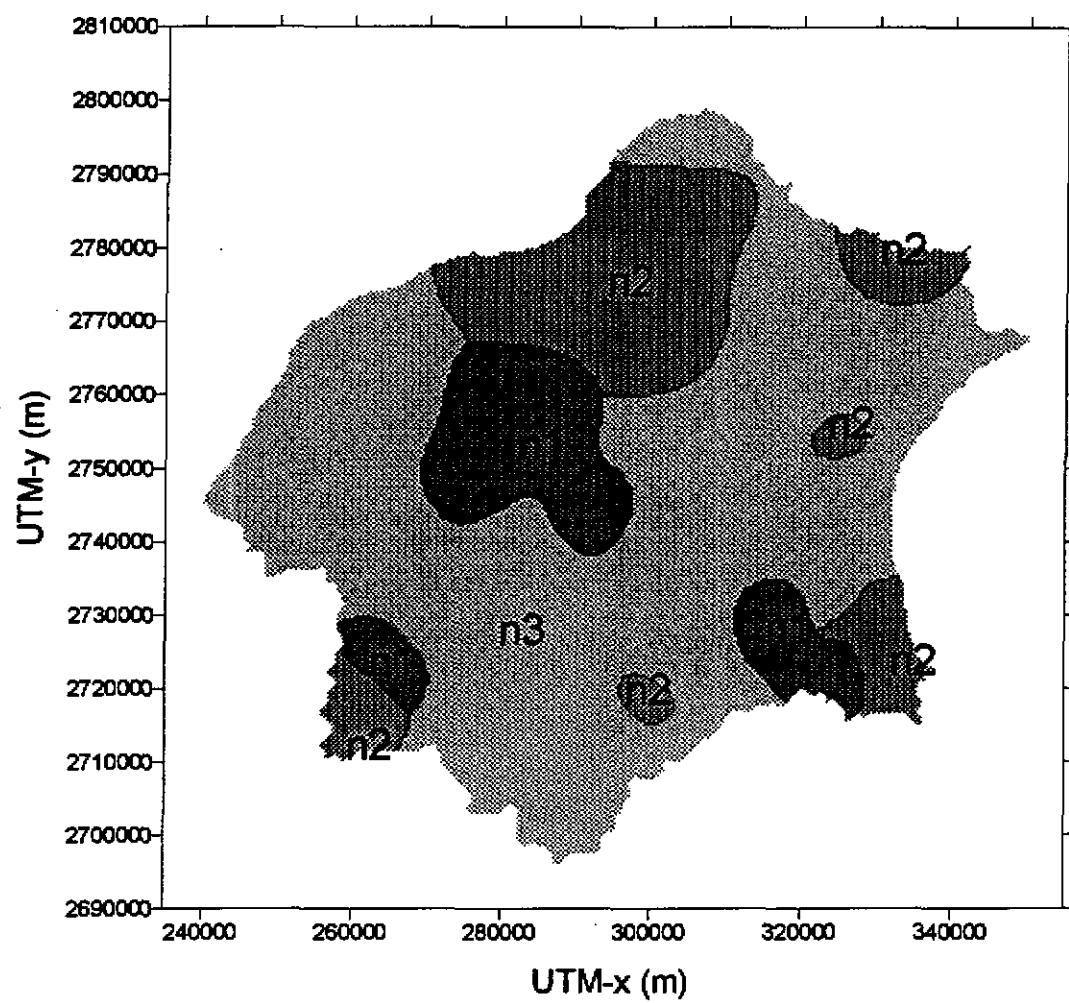


圖 5-1 台灣北部地區階層分群雨型均一區

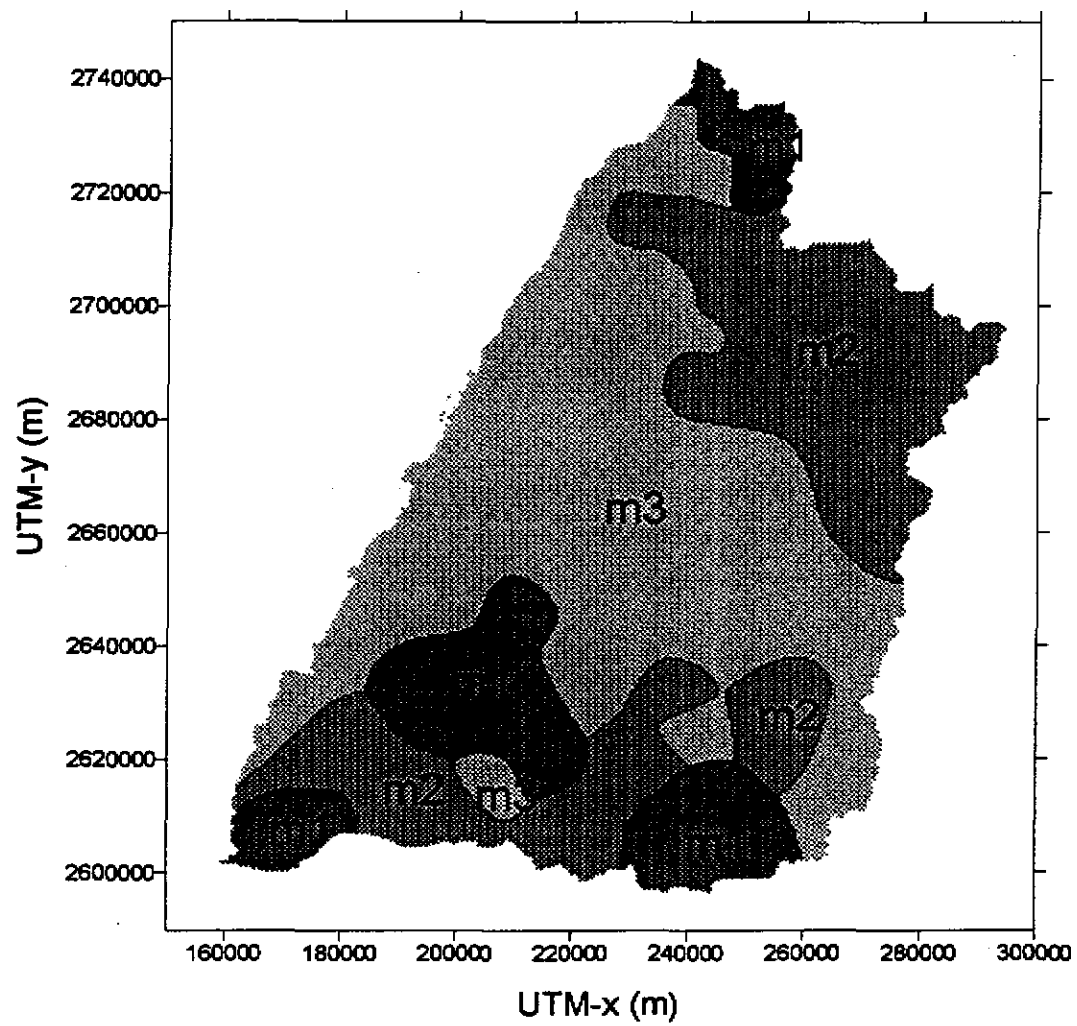


圖 5-2 台灣中部地區階層分群兩型均一區

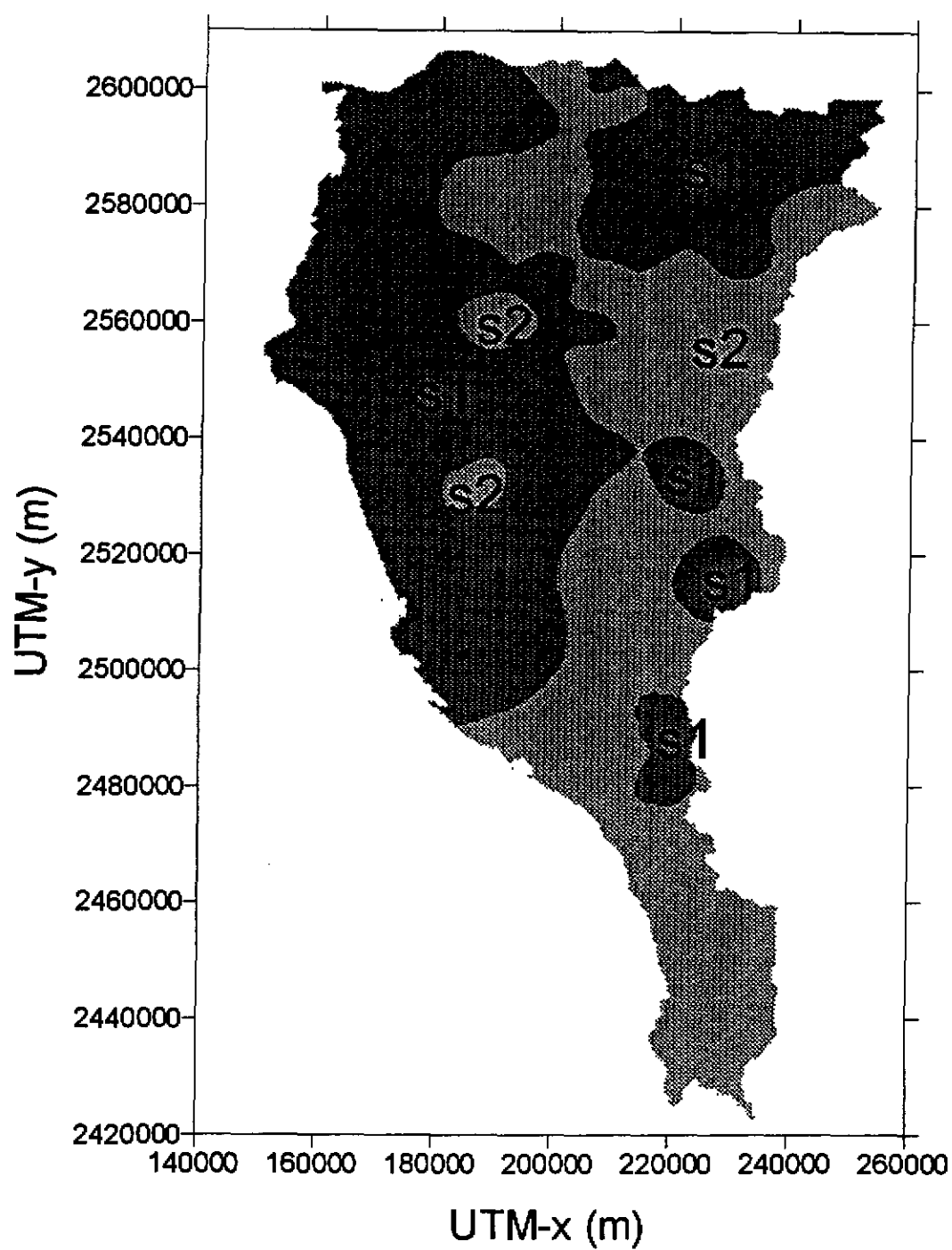


圖 5-3 台灣南部地區階層分群兩型均一區

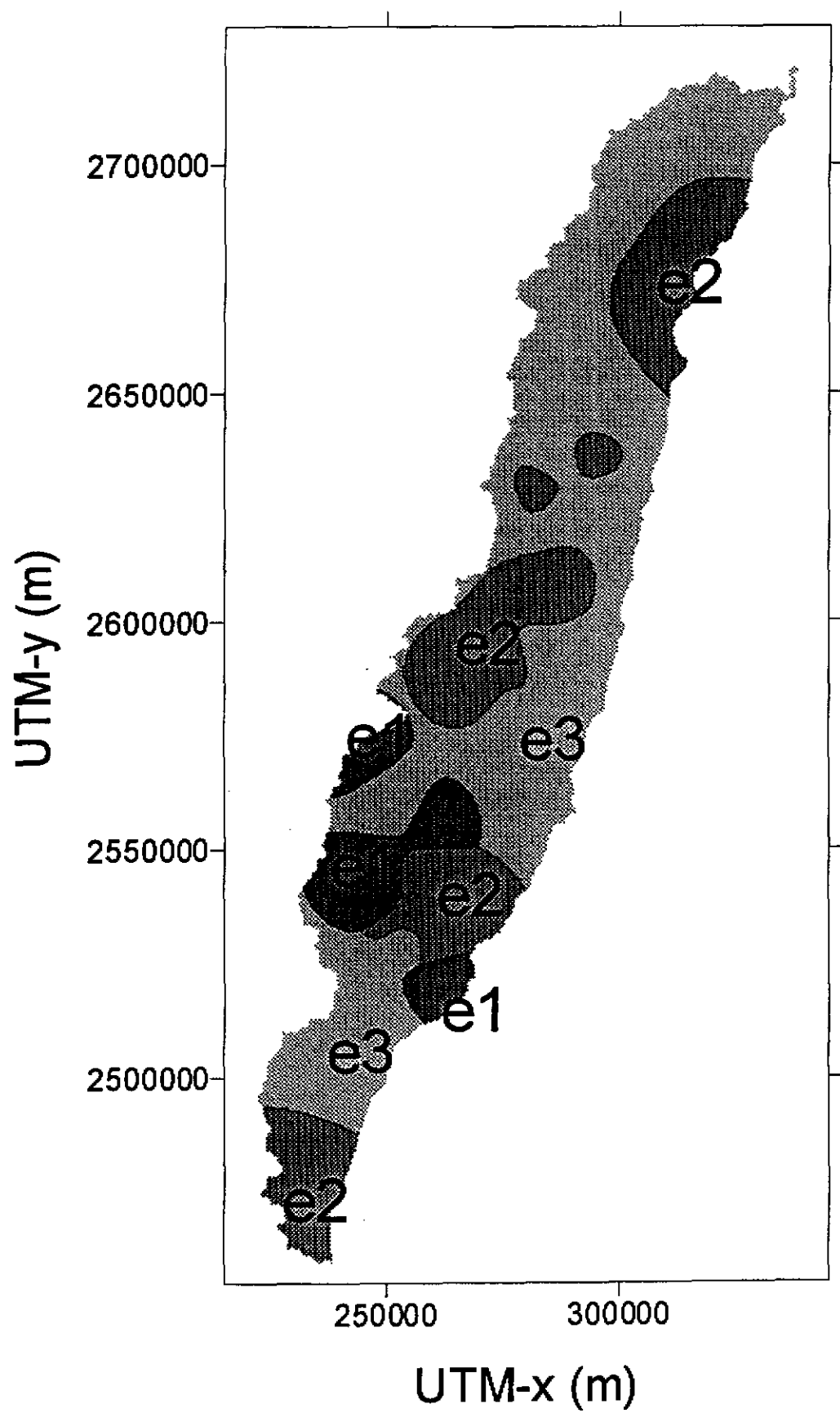


圖 5-4 台灣東部地區階層分群兩型均一區

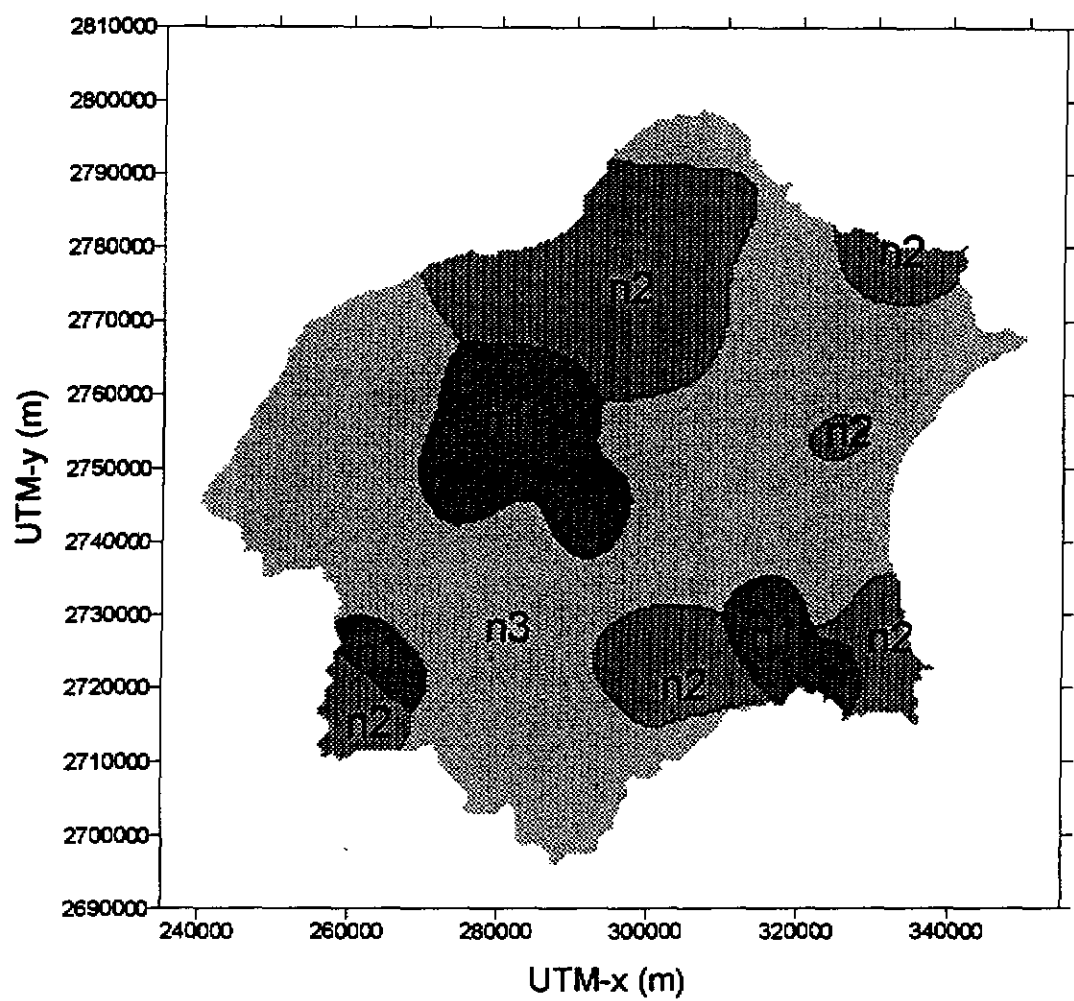


圖 5-5 台灣北部地區非階層分群兩型均一區

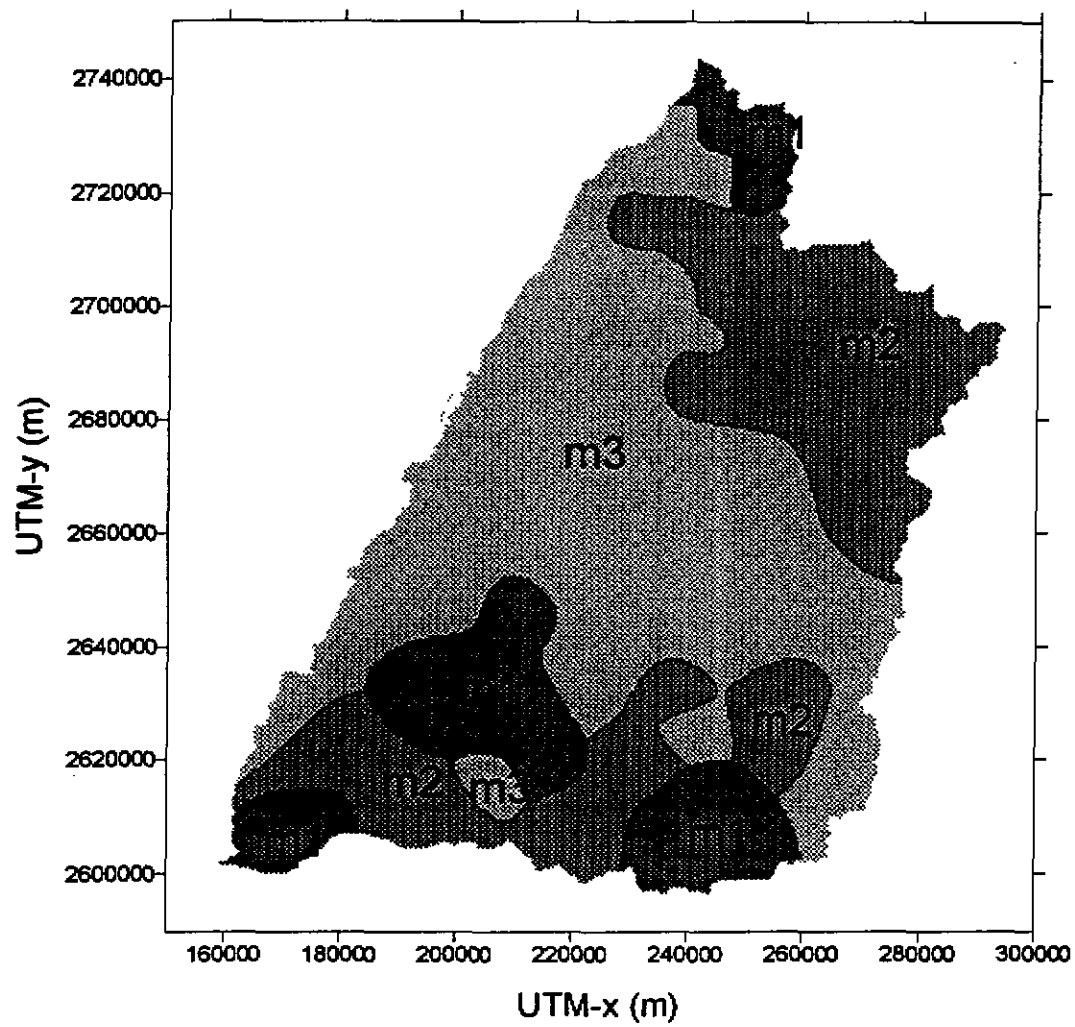


圖 5-6 台灣中部地區非階層分群兩型均一區

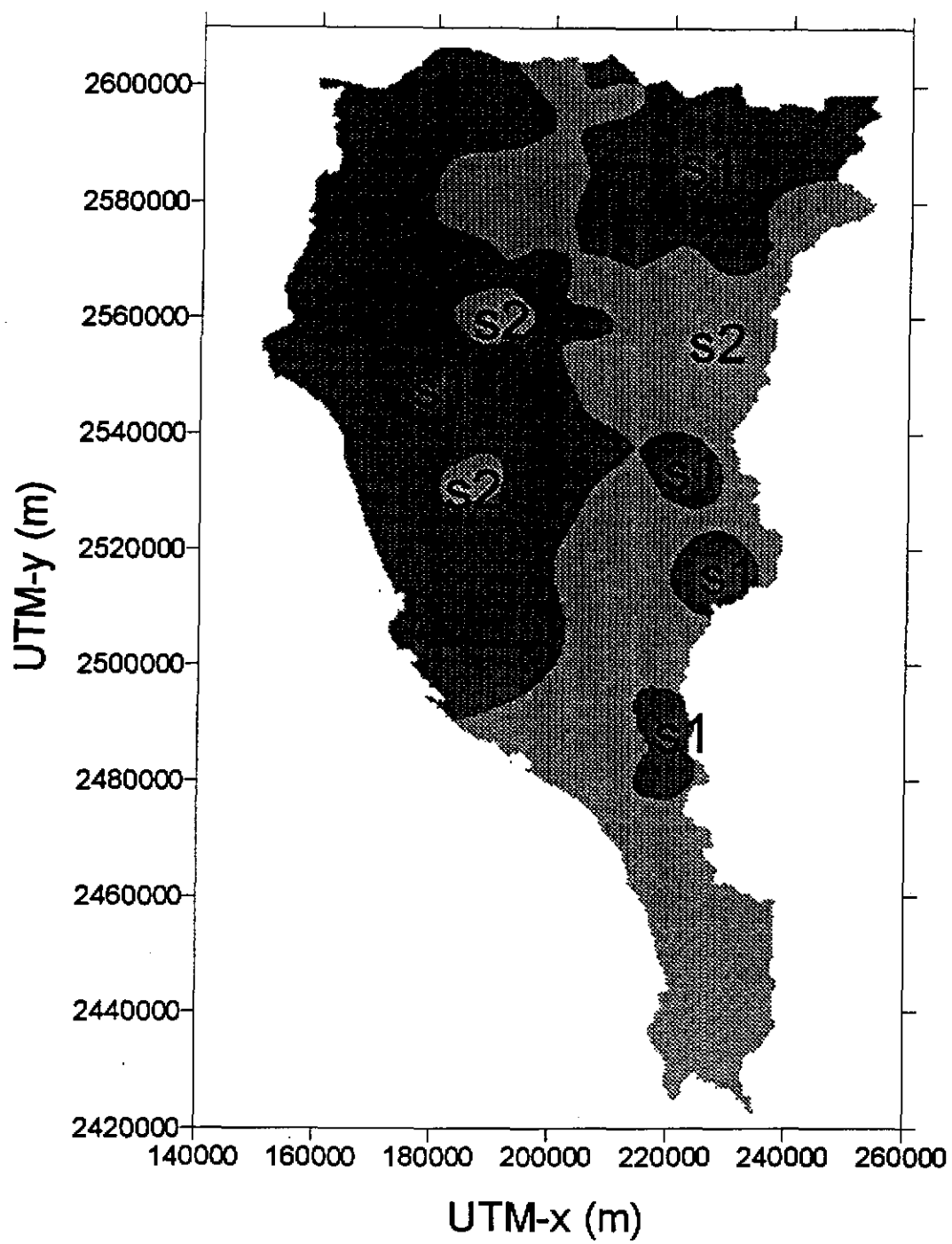


圖 5-7 台灣南部地區非階層分群兩型均一區

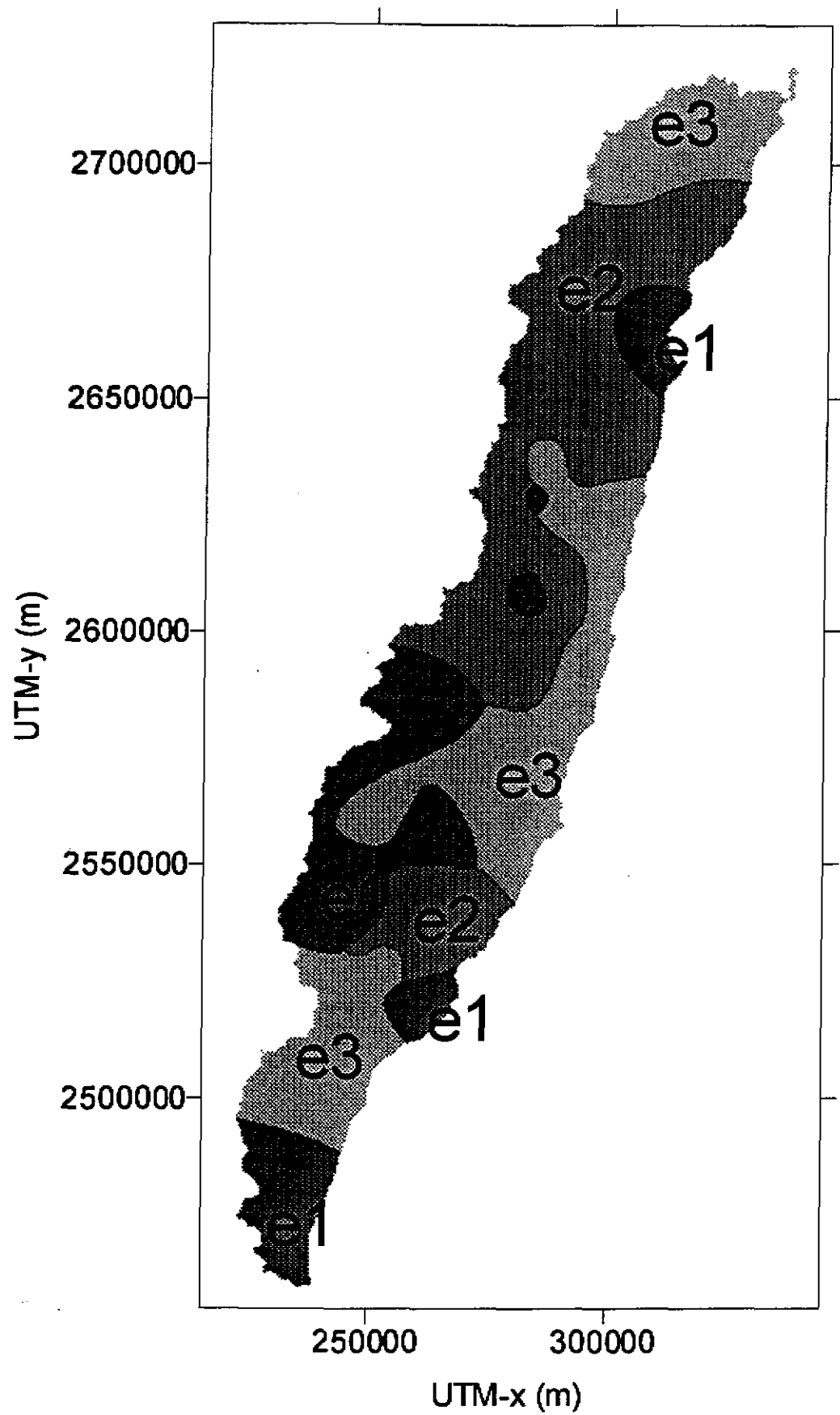


圖 5-8 台灣東部地區非階層分群雨型均一區

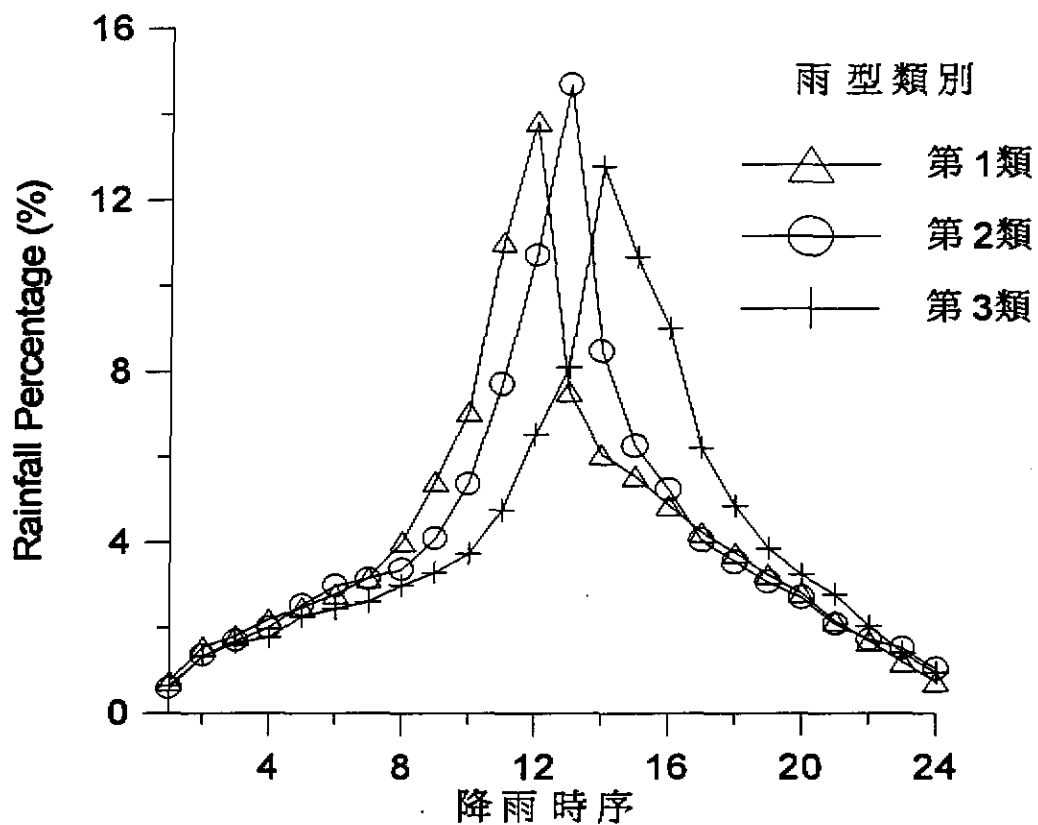


圖 5-9 台灣北部階層區域化雨型

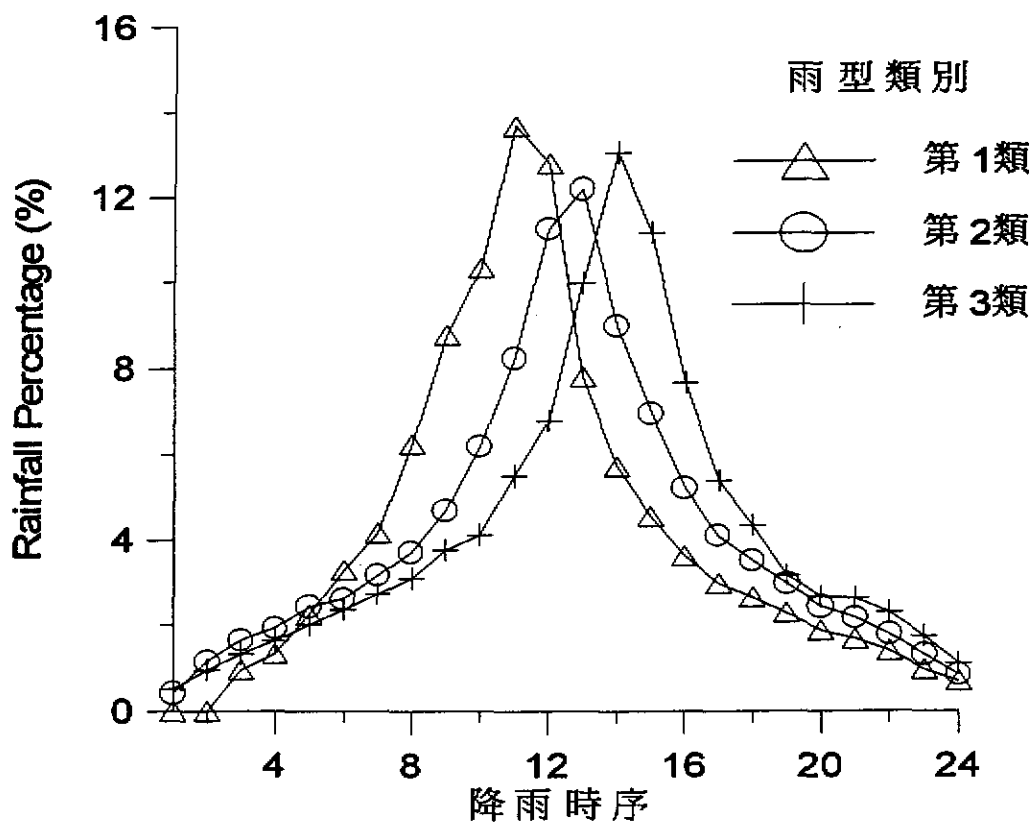


圖 5-10 台灣中部階層區域化雨型

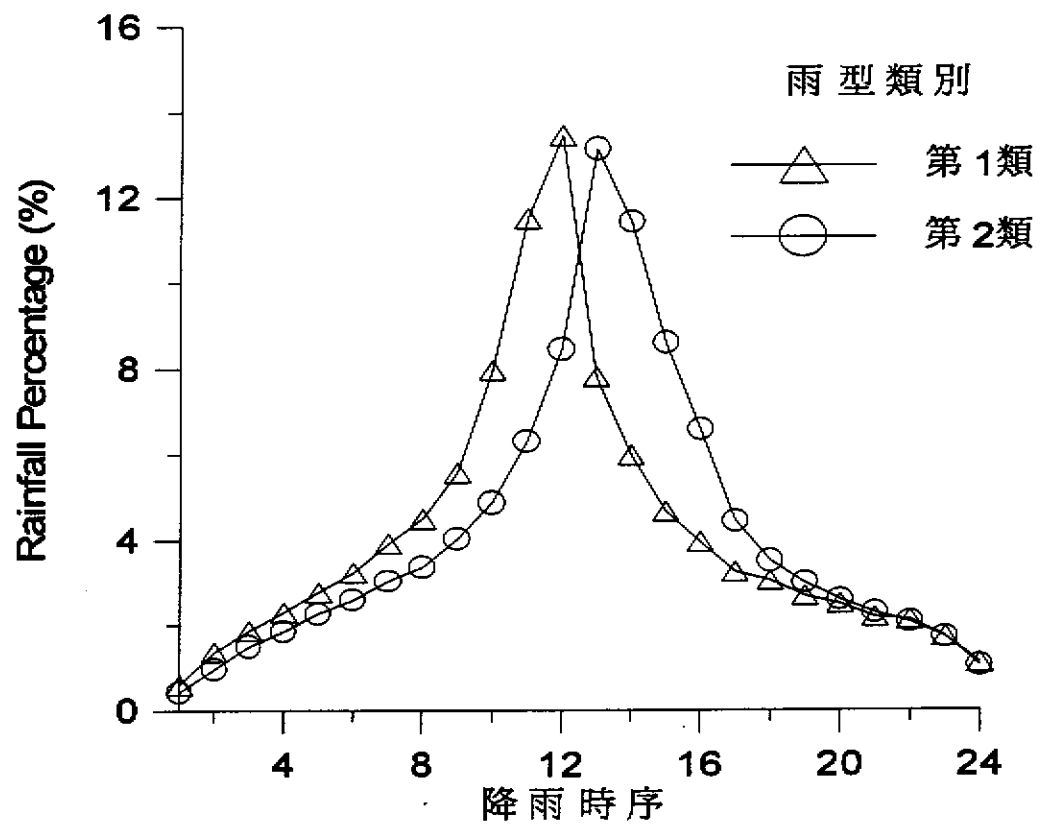


圖 5-11 台灣南部階層區域化雨型

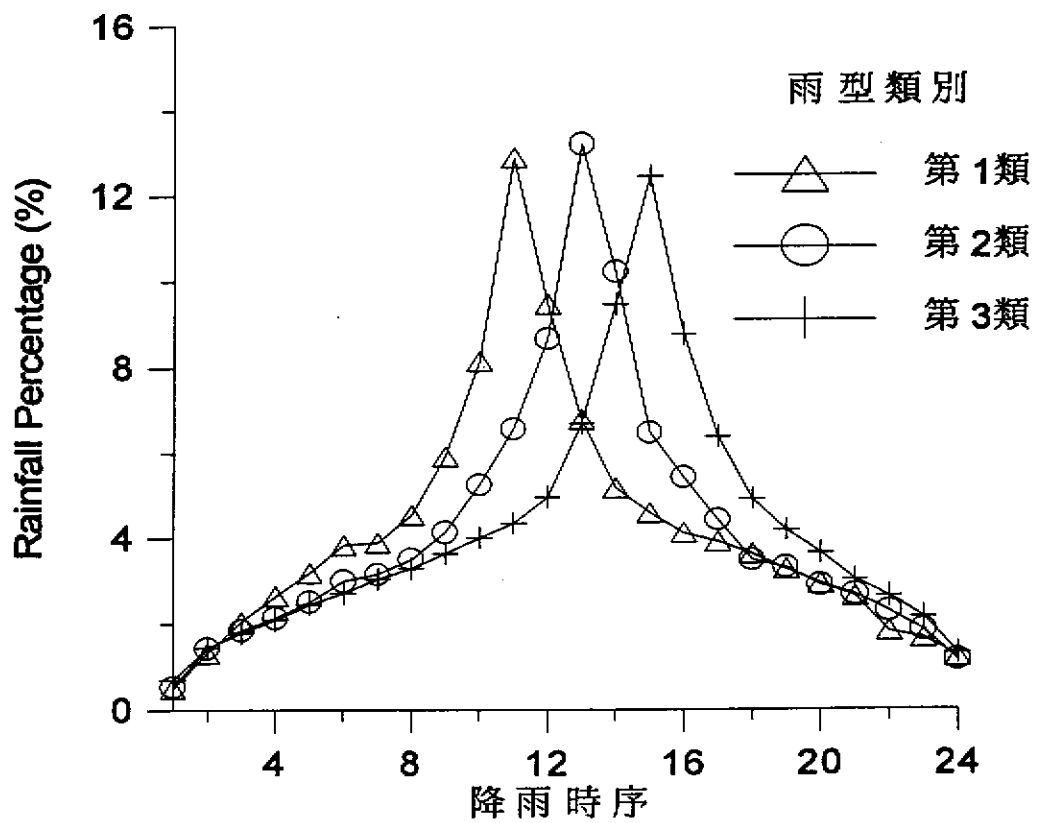


圖 5-12 台灣東部階層區域化雨型

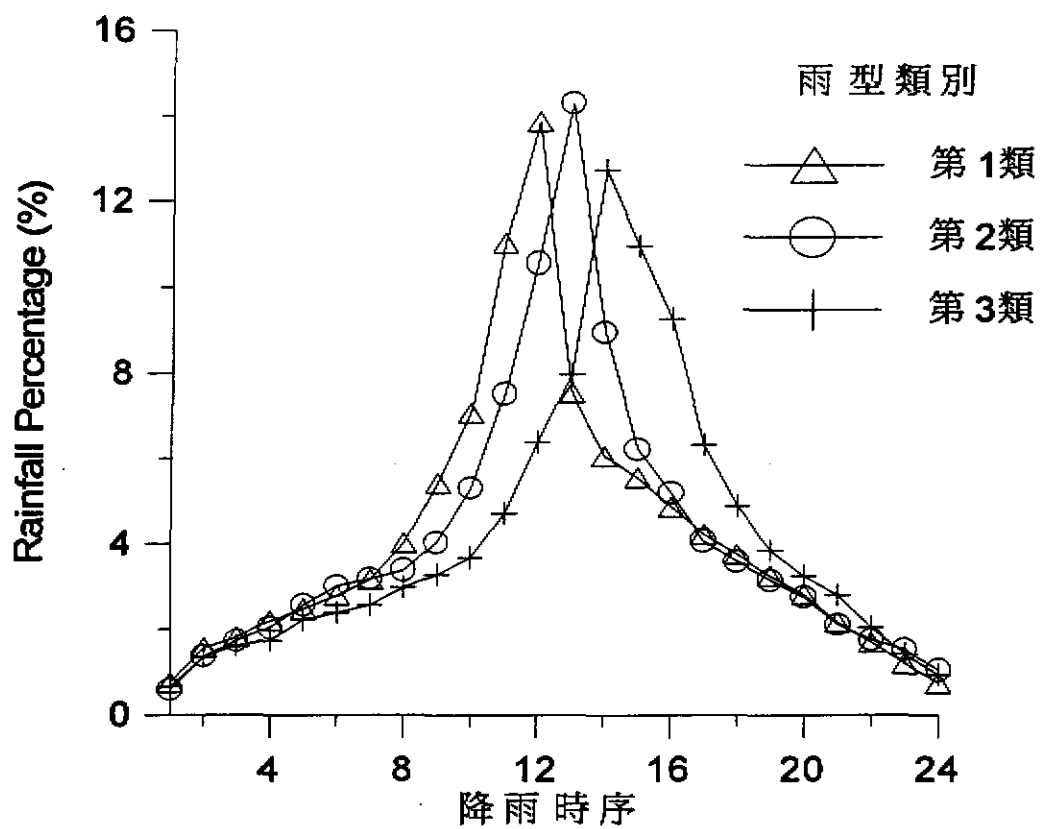


圖 5-13 台灣北部非階層區域化雨型

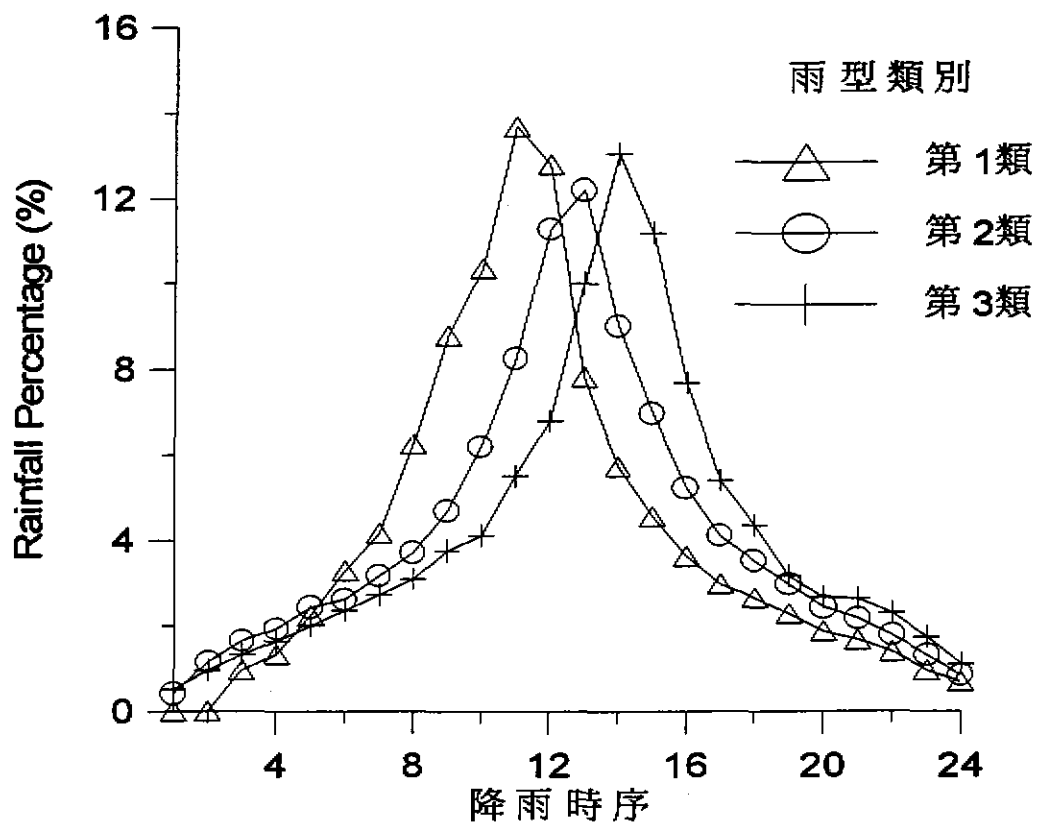


圖 5-14 台灣中部非階層區域化雨型

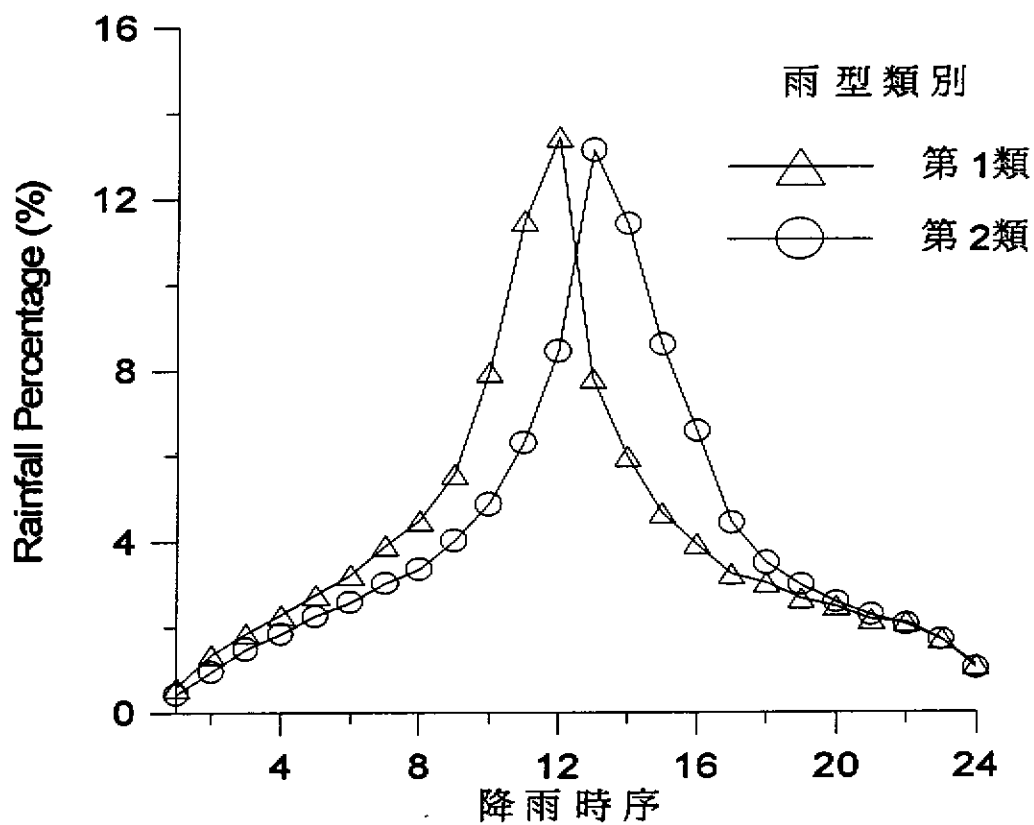


圖 5-15 台灣南部非階層區域化雨型

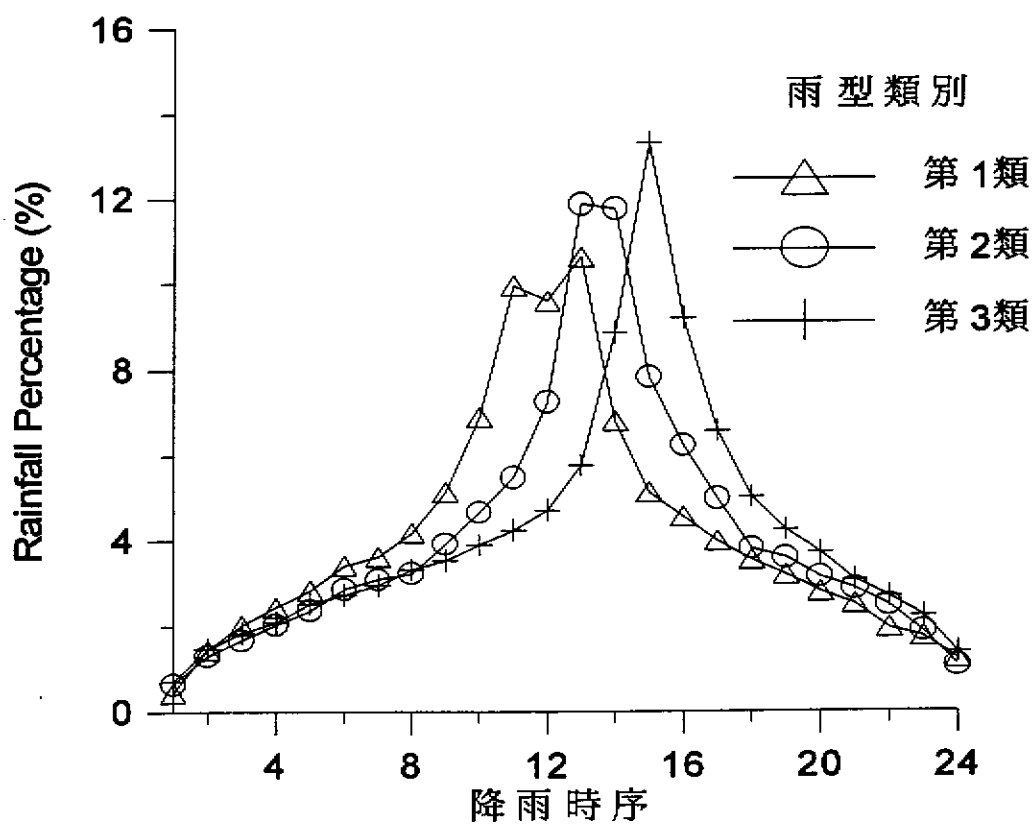


圖 5-16 台灣東部非階層區域化雨型