

降雨警戒值分析系統建置之研究

廖依玲⁽¹⁾ 林文賜⁽²⁾ 周文杰^(3,4) 蔡真珍⁽⁴⁾

摘要

台灣本島地勢陡峻，地質脆弱，河短流急，颱風豪雨頻繁，加上山坡地不當開發，使得自然災害頻傳，對於人民生命、財產造成嚴重威脅，因此預警防災系統之建置有其必要性。本研究目的為建置降雨警戒值分析系統，將中央氣象局各測站之即時雨量資料，利用水文分析與統計方法，即時分析各測站降雨頻率年，並依降雨警戒等級對雨量站進行分級，並可將各級警戒值連結集水區地文資訊、降雨通報表及警戒通報表等輸出功能，展示分析結果，提供暴雨即時監測作業之用，期能有效利用降雨資料，建置預警防災系統以供防災參考。

(關鍵詞：水文特性、警戒系統、防災措施、即時分析)

A Study on the Establishment of Precipitation Analysis and Warning System

Yi-ling Liao

Department of Soil and Water Conservation
National Chung-Hsing University, Taiwan, R.O.C.

Wen-Tzu Lin

Assistant Professor, General Education Center, Ming-Dao University

Wen-Chich Chau, Jen-Jen Tsai

Department of Soil and Water Conservation
National Chung-Hsing University, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Taiwan has unique geomorphologic and hydrologic conditions with steep landforms, unstable geologic formations, and catastrophic rainfalls by seasonal typhoons. Soil and water disasters in Taiwan are not only caused by natural triggering factors but also improper land utilization on the hillslopes. It is therefore critical to establish hazard prediction, assessment, and mitigation for protecting watersheds. This study developed the Precipitation Analysis and Warning System. The

-
- (1) 國立中興大學水土保持學系研究所研究生
 - (2) 私立明道管理學院助理教授
 - (3) 中華大學土木系講師
 - (4) 國立中興大學水土保持學系博士班研究生

hydrologic responses and statistical methods were employed to analyze the real-time data from Central Weather Bureau and obtain the rainfall return periods. The warning classes for intensive precipitation were set up for each meteorological station. The alert grades were also used as a debris-flow occurrence index. The Precipitation Analysis and Warning System can output the results, such as the precipitation communication tables and the warning communication tables, and provide as an instantaneously monitoring for the rainfalls. This study showed that the developed computer systems can be effective tools in flood assessment and hazard mitigation.

(**Keywords:** Hydrologic responses , Warning system, Hazard mitigation, Real-time analysis)

前言

台灣本島地勢陡峻，地質脆弱，河短流急，加上颱風豪雨頻繁，因此山坡地極易發生沖蝕及崩塌，更由於近年來土地開發由平地逐漸向山坡地發展，不當開發之結果使得自然災害頻傳，常見有土石流、崩塌、地滑、洪水等災害，對於人民生命、財產造成嚴重威脅。尤其每逢颱風暴雨時期，因坡地過度開發造成逕流集中，使得全省各地災害頻仍。為期有效利用降雨資料以供防災參考，本研究利用中央氣象局各測站之即時雨量資料，以水文分析與統計方法，即時分析各測站降雨發生之頻率年，做為警戒值之參考；同時將各級警戒值連結集水區之地文資訊，展示分析結果，配合即時監測作業。

颱風豪雨災害分析

台灣地區歷年所發生之水土流失災害多與颱風有密切的關係，太平洋颱風較強者均經過台灣附近，風急雨強，為台灣一大天然災害。根據近 21 年來(民國 70-90)資料之統計，侵襲台灣之颱風，多發生於 5 月至 11 月間，且以 8 月份最多，約占侵台總數之 33%，7、9 兩月次之，7 至 9 月三個月發生之颱風數約占全年之 70%。侵襲台灣之颱風，平均每年發生 7.2 次，造成災害者 3 次。經過台

灣附近海面或登陸者，可歸納為七個路徑。颱風在海面行進時，氣流尚為均勻，惟接近台灣時，因受高山地形之阻擋，造成不同之降雨強度、延時及分布範圍。

整理歷年颱風豪雨造成之災害，其中造成土石流災害及淹水災害之地區，利用日雨量計算發生之頻率年。歷年颱風豪雨所造成之災害全省皆有分布，其中以東部及南部之災情較多，而臨近山區之鄉鎮亦常有災情傳出，顯示颱風豪雨所挾帶的雨量易對台灣地區造成災害。為考量雨量資料對土石流及淹水災害之影響，由歷年颱風豪雨期間所造成上述之災害進行分析。土石流災害發生之日雨量頻率年大於 25 年以上者僅有幾場颱風豪雨，大部份災區之日雨量頻率年都為小於 5 年以下，但有些災害之臨前降雨相當可觀，如 75.11.28 之豪雨災害有連續 13 日臨前降雨共 981.2mm；87.10.25~87.10.27 之芭比絲颱風有連續 6 日臨前降雨共 201.2mm；89.10.30~89.11.1 之象神颱風有連續 5-6 日臨前降雨約 150-200mm，顯示災害發生時之臨前降雨亦為造成災害之重要因素。淹水災害發生之日雨量頻率年大於 25 年以上者僅有幾場颱風豪雨，大部份颱風豪雨造成災害地點淹水之日雨量頻率年多小於 5 年，其淹水災害之成因與地勢高低、區域排水及上游集水區降雨量有關。由於系統所設定之台灣地區降雨警戒等級係針對有完善水土保持設施之

山坡地加以監測及警戒，對於水土保持局所提供之十處示範站(災害發生頻度較高之環境敏感區位)，宜調降警戒頻率年以適時反映環境敏感區位災情之監測。

研究流程

本研究之流程如圖 1，主要可分為二個部份，茲說明如下：

- 一、資料蒐集：包含歷年颱風豪雨災害資料，歷史雨量資料、中央氣象局即時雨量資料等。
- 二、降雨警戒值分析系統：包含降雨警戒值即時分析模組、集水區地文因子分析模組、即時雨量資料分析排序及報表列印

模組、與 ArcView 系統動態連結等。

分析方法與結果

一、降雨頻率年即時分析

利用中央氣象局歷年之最大日雨量資料進行頻率分析，推估測站各頻率年(P5、P10、P25、P50、P75、P100)之雨量資料。將中央氣象局所傳送之即時雨量資料(以點對點之服務或 linux 系統所傳送之雨量資料均可)，進行暴雨分離與頻率分析即時推算各場暴雨之頻率年，將各測站之累積雨量分(III < P25, P25 < II < P50, P50 < I) 三等級，以不同顏色即時於螢幕顯示。

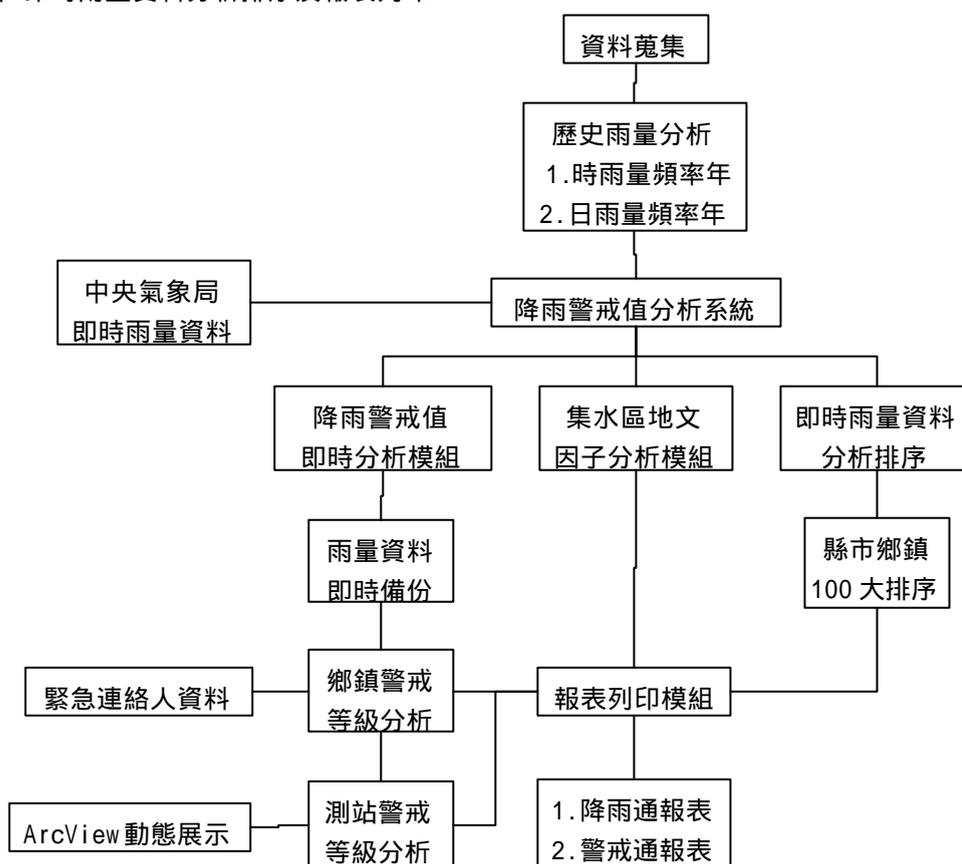


圖 1. 研究流程圖

Figure 1. Flow chart of the study.

(一) 氣象局即時雨量資料

1. 目前之雨量站數目約 356 個如圖 2。
2. 傳送資料間隔有 10 分鐘及 1 小時兩種。
3. 本研究係以小時為間隔，即時備份資料及分析各測站之雨量，並由累積之 24 小時雨量，做為日雨量頻率年分析。

(二) 歷史雨量資料 - 時雨量

時雨量記錄大於 10 年之雨量站數目為 65 個(圖 3)，雨量站數目分布於東南部較少，且其雨量資料有問題，本研究擬不採用時雨量進行頻率年分析。

(三) 歷史雨量資料 - 日雨量

日雨量記錄大於 10 年之雨量站數目為 733 個(圖 4)，其於全省之分布上相當均勻，故本研究以日雨量資料做為頻率年分析依據。

(四) 日雨量頻率年分析

依歷史雨量資料，以甘保氏極端值第一類分布法及對數皮爾遜第三類分布法，分析日雨量(累積雨量)之頻率年，且測站之日雨量歷史記錄須大於 10 年以上。並分析 P5, P10, P25, P50, P75, P100 之日雨量頻率年，以甘保氏極端值第一類分布法、皮爾遜對數第三類分布法之分析結果。系統內定為 $III < P25$, $P25 < II < P50$, $P50 < I$ ，可由使用者自行選定。

(五) 頻率年之分析方法

1. 甘保氏極端值第一類分布法

甘保氏極端值第一類分佈法 (Extreme-value type I distribution) 自 1941 年以來常用為洪水、暴雨頻率分析，結果頗佳。設 x 為一無限變數，則具重覆之指數型機率函數，其等於或小

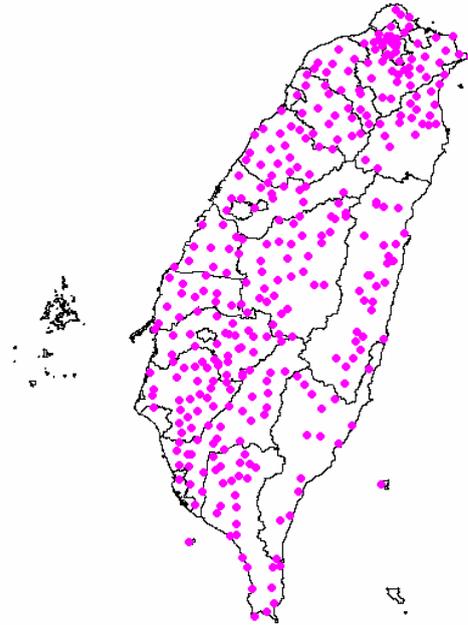


圖 2. 即時雨量測站分布圖

Figure 2. Spatial distribution of raingages in Taiwan.

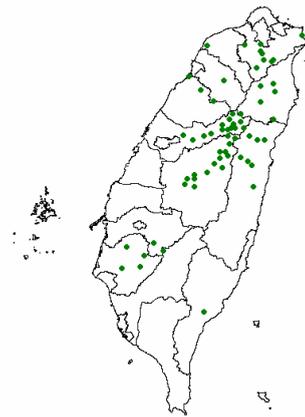


圖 3. 全省雨量記錄大於 10 年之時雨量測站分布圖

Figure 3. Spatial distribution of raingages with hourly rainfall data over ten years of

record in Taiwan.

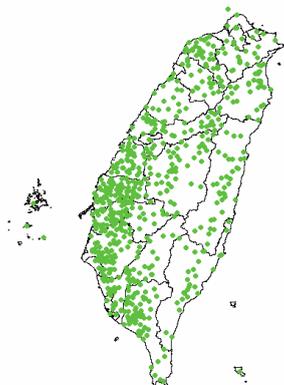


圖 4. 全省雨量記錄大於 10 年之日雨量測站
 分布圖
 Figure 4. Spatial distribution of rain gauges with
 daily rainfall data over ten years of
 record in Taiwan.

於 x 值發生之機率為：

$$P(x) = e^{-e^{-a(x-b)}} \quad (1)$$

在 (1) 式中， a 為尺度參度 (Scale parameter)， b 為位置參數 (Location parameter)。而費西爾 - 梯板特兩氏 (Fisher-Tippett) 曾以動差法 (Method of moments) 求得 a 、 b 之關係如下：

$$a = 1.2825/s \quad (2)$$

$$b = m - 0.4500512825s \quad (3)$$

在 (2) (3) 式中， μ 為水量之平均數， s 為其標準偏差。

假設將減化變量 (Reduced variate) $y = (x - b)/s$ 代入 (1) 式，換算後可得：

$$x = (0.7797s)y + (m - 0.45005s) \quad (4)$$

(4) 式可改寫為具甘保分佈頻率曲線基本型式為：

$$Q_T = \frac{1}{a} y + b \quad (5)$$

由 (5) 式可知，極端值第一類分佈結果可將某水文事件 Q_T 與其相對應減化變量 y 成一線性方向式。而在 (5) 式中減化變量 y 可求算如下：

$$y = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right] \quad (6)$$

由 (4) (6) 可求得機率水文學 x 為

$$x = m - 0.45s - 0.7797s \left(\ln \ln \frac{T}{T-1} \right) \\ = m + \left[-\frac{\sqrt{6}}{p} \left(0.5772 + \ln \ln \frac{T}{T-1} \right) \right] s \quad (7)$$

在 (7) 式中，令頻率因子

$$k_T = -\frac{\sqrt{6}}{p} \left[0.5772 + \ln \ln \frac{T}{T-1} \right], \quad x = Q_T$$

則可得機率水文學方程式為：

$$Q_T = m + K_T s \quad (8)$$

(8) 式即為機率水文學之求算式，先將欲分析水文資料之平均值 μ 及標準偏差求出後，再求出不同迴歸週期之頻率因子 K_T ，最後代入 (8) 式即可求出各個迴歸週期之機率水文學。

利用甘保氏極端值法計算全省日雨量之 P5, P10, P25, P50, P75, P100 之雨量，並以地理統計推估各迴歸週期之等頻率線 (圖 5~圖 10)，據以推算各測站之警戒等級。

2. 對數皮爾遜第三類分佈法

對數皮爾遜第三類分佈法 (Log-Pearson type distribution) 之使用步驟，首先是將記錄資料換成對數形式，再予以計算：

$$\text{平均數} \quad \overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n}$$

$$\text{標準偏差} \quad s_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{(n-1)}}$$

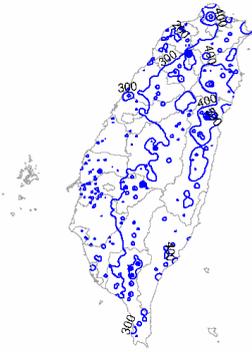


圖 5. 迴歸週期為 5 年之等頻率線(甘保氏法)
Figure 5. Isograms of five years return period.
(Extreme-value type I)

period. (Extreme-value type I)



圖 8. 迴歸週期為 50 年之等頻率線(甘保氏法)
Figure 8. Isograms of fifty years return period.
(Extreme-value type I)

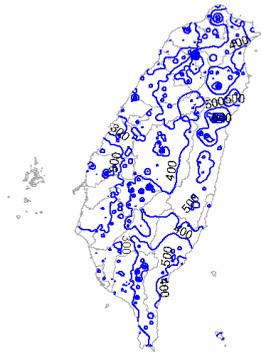


圖 5. 迴歸週期為 5 年之等頻率線(甘保氏法)
Figure 5 Isograms of five years return period.
(Extreme-value type I)



圖 9. 迴歸週期為 75 年之等頻率線(甘保氏法)
Figure 9. Isograms of seventy-five years return.
period (Extreme-value type I)



圖 7. 迴歸週期為 25 年之等頻率線(甘保氏法)
Figure 7. Isograms of twenty-five years return



圖 10. 迴歸週期為 100 年之等頻率線
(甘保氏法)
Figure 10. Isograms of one hundred years return

period (Extreme-value type I)

$$\text{偏態係數 } g = \frac{n \sum (\log x - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)(s_{\log x})^3}$$

任何機率水準的 x 值，
 $\log x = \overline{\log x} + K s_{\log x}$ ，其中 K 值是查表而得。

利用對數皮爾遜法計算全省日雨量之 P5, P10, P25, P50, P75, P100 之雨量，並以地理統計推估各迴歸週期之等頻率線 (圖 11~圖 16)，據以推算各測站之警戒等級。

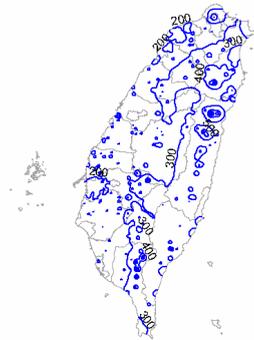


圖 11. 迴歸週期為 5 年之等頻率線
 (對數皮爾遜法)

Figure 11. Isograms of five years return period.
 (Log-Pearson type)



圖 12. 迴歸週期為 10 年之等頻率線
 (對數皮爾遜法)

Figure 12. Isograms a of ten years return period.
 (Log-Pearson type)



圖 13. 迴歸週期為 25 年之等頻率線
 (對數皮爾遜法)

Figure 13. Isograms of twenty-five years return period. (Log-Pearson type)



圖 14. 迴歸週期為 50 年之等頻率線
 (對數皮爾遜法)

Figure 14. Isograms of fifty years return period.
 (Log-Pearson type)

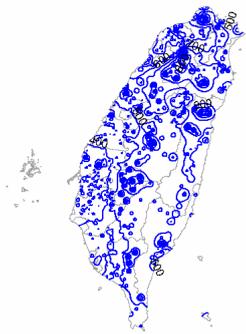


圖 15. 迴歸週期為 75 年之等頻率線
 (對數皮爾遜法)

Figure 15. Isograms of seventy-five years return period. (Log-Pearson type)



圖 16. 迴歸週期為 100 年之等頻率線
(對數皮爾遜法)

Figure 16. Isograms of one hundred years return period. (Log-Pearson type)

(六) 各測站警戒等級之展示

依頻率年分析結果，使用者可選定 I、II、III 級之頻率年，並選擇監測縣市(圖 17、圖 18)、已達一級警戒之縣市及集水區(圖 19)。

二、集水區地文資訊分析

為即時取得第 I 級測站之集水區地文資訊，以水土保持技術規範之學理為依據，整合 DTM 資料及地理資訊系統技術，分析集水區地文資訊，做為災害即時治理之參考。

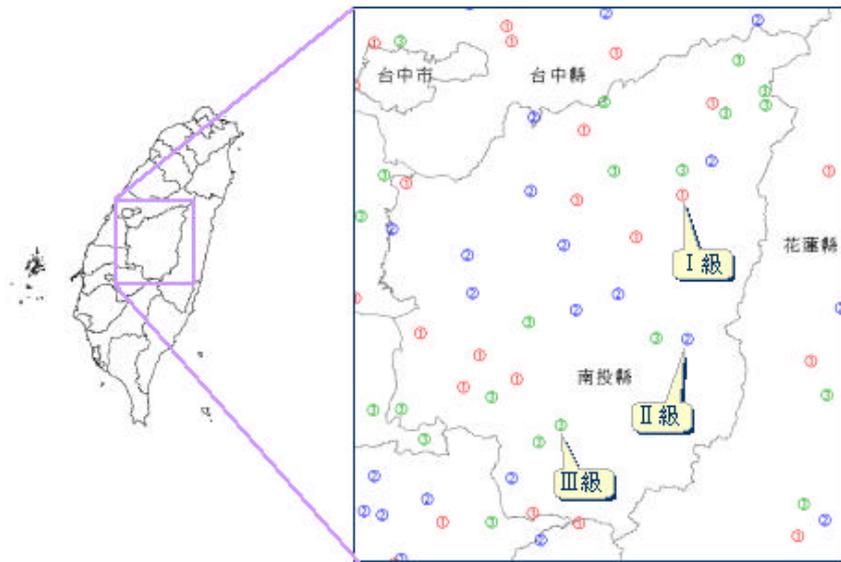


圖 17. 各測站警戒等級之展示(以南投縣為例)

Figure 17. Warning classes of rain gauges in Nantou county.

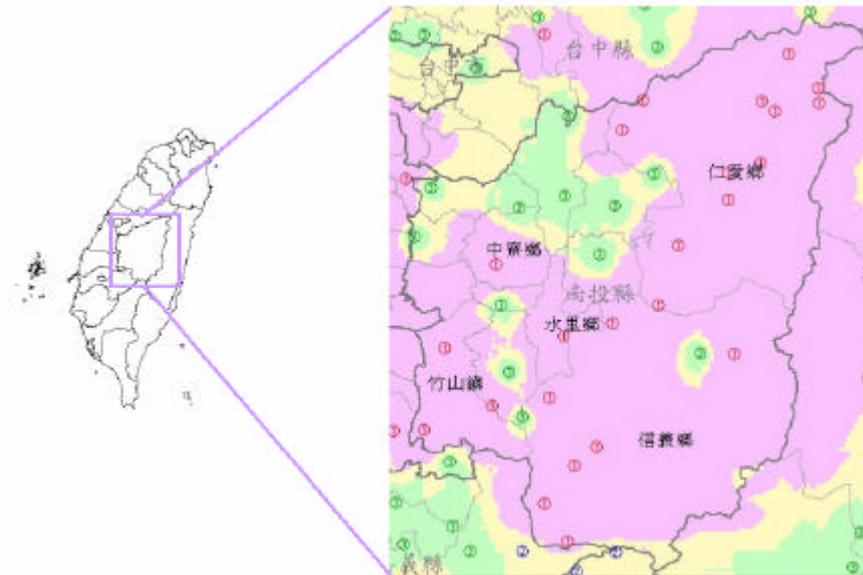


圖 18. 縣市鄉鎮警戒等級之展示(以南投縣為例)
Figure 18. Warning classes of municipal areas in Nantou County.

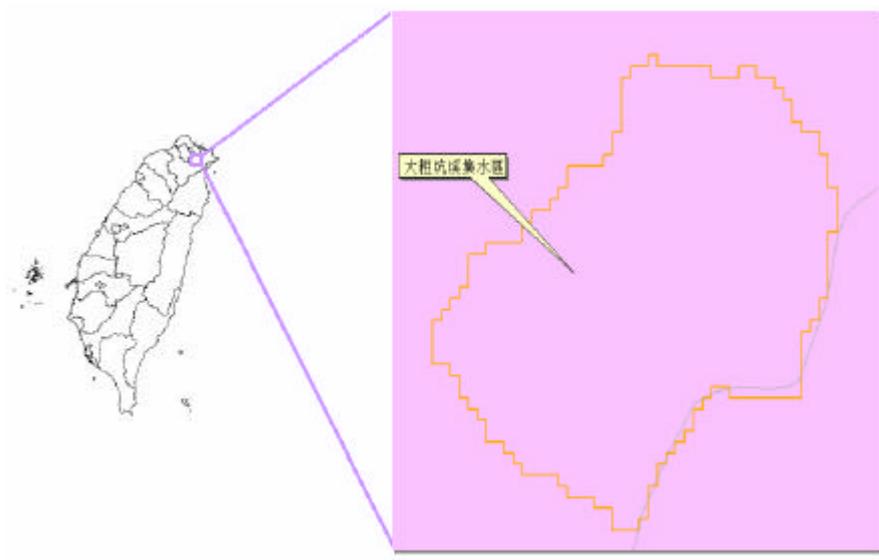


圖 19. 集水區警戒等級之展示(以大粗坑溪集水區為例)
Figure 19. Warning classes of Da-Cu-Keng creek watershed.

(一) 地文因子分析，主要項目計有：

1. 流域尺度類因子，包括集水區面積(A，單位：km²)、集水區周長(P，單位：km)、集水區長度(L，單位：km)、河川主流長度(L₀，單位：km)、河川總長度(LT，單位：km)、河川數量(N)、平均高程(H，單位：m)及起伏量(R_f，單位：m)。
2. 流域梯度類因子，包括平均坡度(S，單位：%)及起伏比(R)。
3. 流域形狀類因子，包括集水區寬度(W，單位：km)、形狀因子(F)、密集度(C)、圓比值(M)及細長比(E)。
4. 流域網路類因子，包括水系密度(D_s)及河川頻率(F_s)

(二) 分析範圍以水土保持局提供十處警戒值示範站為主。

(三) 整合上述資訊，以報表方式輸出，茲將集水區地文資訊整理如表 1。

三、系統建置

擬開發之系統將分析下列各項成果，並可在 Windows 2000/NT 作業系統環境執行。

(一) 降雨警戒值即時分析與輸入視窗

依中央氣象局所傳送之即時雨量資料，進行暴雨分離與頻率分析即時推算各場暴雨之頻率年。其中以雨量頻率年所訂定之雨量警戒值，各測站未來可依不同需要逕行修正，其程式界面如圖 20。

(二) 集水區地文資訊分析視窗

本程式可分析水土保持局提供十處集水區之地文資訊，並展示分析結果，其程式界面如圖 21。

(三) 降雨量即時分析與展示

可依中央氣象局即時雨量資料，計算一定時間內累積雨量與降雨強度等相關資料，並進行排序，其程式界面如圖 22。

(四) 降雨警戒值與實際降雨量計算與展示

以表單或圖型方式，展示降雨警戒值與實際降雨量間之變化情形，同時可依中央氣象局即時更新之雨量資料，動態更新實際雨量。

(五) 已達降雨警戒值之統計與展示

當降雨值已超過所訂臨時警戒值時，可以動態方式展示，使本局監測人員即時瞭解警戒情形，同時需將已達警戒值之雨量站附近一定範圍之行政區域(縣市、鄉鎮等)選定如圖 23。

四、報表作業

(一) 降雨通報表

可由操作人員自行選定一定時間內之降雨資料，並可選定累積降雨量、降雨強度、警戒值等相關欄位資料後進行大至小之排序，並進行列印，其檔案格以 doc (word 格式) 或 txt(純文字) 格式均可，降雨通報表之程式界面如圖 24，其報表如圖 25。

(二) 警戒通報表

將已達警戒值時之各雨量站與附近一定範圍之行政區域(縣市、鄉鎮等)及集水區地文資訊進行選取與列印，其檔案格式以 doc (word 格式) 或 txt(純文字) 格式均可，警戒通報表之程式界面如圖 26，其報表如圖 27。

表 1. 示範站之集水區地文資訊

Table 1. Topographic information summary of the illustrated watersheds.

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
縣市	台北縣	台北縣	台中縣	台中縣	南投縣	南投縣	南投縣	南投縣	雲林縣	嘉義縣
鄉鎮	瑞芳鎮	金山鎮	和平鄉	和平鄉	埔里鎮	竹山鎮	竹山鎮	信義鄉	古坑鄉	阿里山鄉
村里	芎橋	重和	自由村	達觀村	蜈蚣里	瑞竹里	秀林里	豐丘村	華山村	豐山村
溪流	大粗坑溪	磺流支流	烏石坑溪	雪山坑溪	果子林溪	加走寮溪過溪	水景頭溪	陳有蘭流支流	科角溪華山溪	石鼓盤溪
居民數(約略估計)	侯硤國小及民宅約 30 戶	60 戶	20 戶	100 戶	20 戶	100 戶	100 戶	15 戶	34 戶	10 戶
土石流編號			台中 A002		南投 A010		南投 A105	南投 A029	雲林 003	嘉義 001
集水區面積(Km ²)	1.82	1.51	12.9	21.4	0.14	10.70	0.12	1.62	3.57	57.01
集水區周長(Km)	7.2	9.76	21.7	25.2	2.08	18.20	2.08	8.56	11.4	46.56
集水區長度(Km)	1.66	3.32	5.23	5.16	0.74	4.22	0.65	2.76	3.37	7.88
河川總長度(Km)	1.60	2.63	5.05	4.5	0.17	1.79	0.18	2.07	1.47	2.72
河川主流長度(Km)	1.91	2.69	5.01	4.44	0.23	1.74	0.23	2.13	1.43	2.78
河川數量	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
平均高程(m)	402	434	1501	1899	1007	526	442	1465	654	1670.19
起伏量(m)	535	955	1584	2025	460	907	256	1530	972	1981
平均坡度(百分比)	50.60	39.40	76.40	77.20	72.80	46.00	47.70	71.40	50.70	61.79
起伏比(R)	0.31	0.29	0.28	0.37	0.68	0.21	0.42	0.57	0.30	0.26
集水區寬度(Km)	7.20	0.57	2.57	4.81	0.80	6.17	0.70	0.78	2.49	20.94
形狀因子(F)	0.71	0.22	0.51	1.08	4.72	3.55	3.95	0.38	1.74	7.69
密集度(C)	0.66	0.45	0.59	0.65	0.63	0.64	0.60	0.53	0.58	0.57
圓比值(M)	0.44	0.20	0.34	0.42	0.4	0.4	0.36	0.28	0.34	0.33
細長比(E)	0.92	0.42	0.77	1.01	0.57	0.87	0.61	0.52	0.63	1.08
水系密度(D)	1.05	1.78	0.39	0.21	1.66	0.17	1.89	1.32	0.41	0.05
河川頻率(F)	1.10	0.66	0.08	0.05	7.35	0.09	8.12	0.62	0.28	0.02

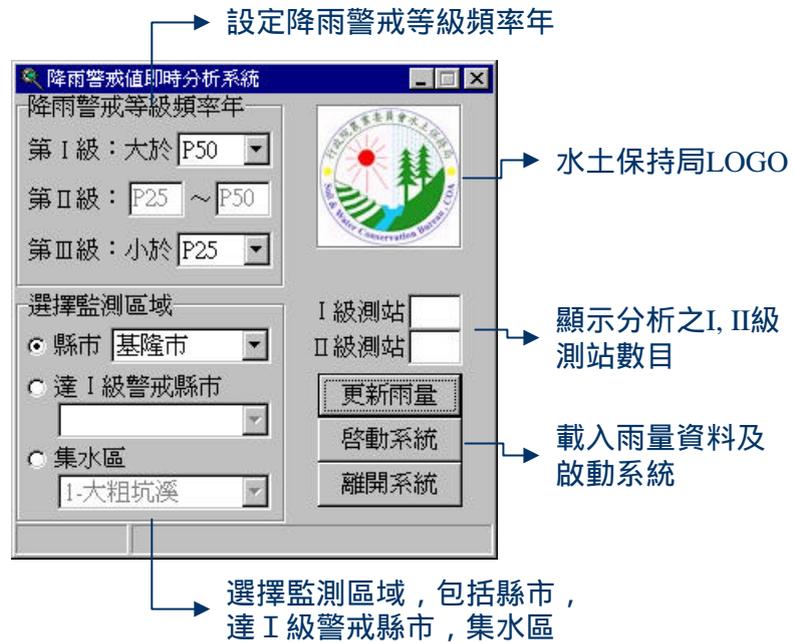


圖 20. 降雨警戒值即時分析與輸入視窗

Figure 20. Screen capture in the Precipitation Analysis and Warning System.



圖 21. 集水區地文資訊分析視窗

Figure 21. Screen capture in the Watershed Topographic Information System.



圖 22. 降雨量排序分析與展示視窗
 Figure 22. Screen capture in the Rainfall Data Analysis System.

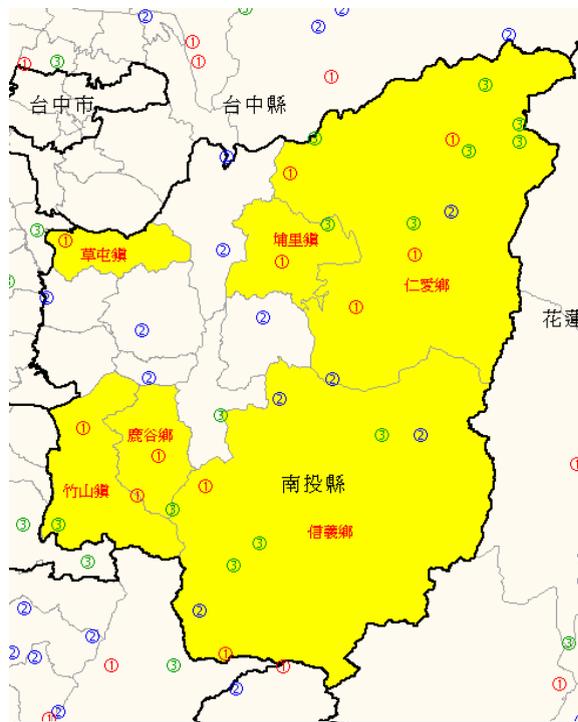


圖 23. 警戒測站選定之行政區域
 Figure 23. Administrative division of warning station.

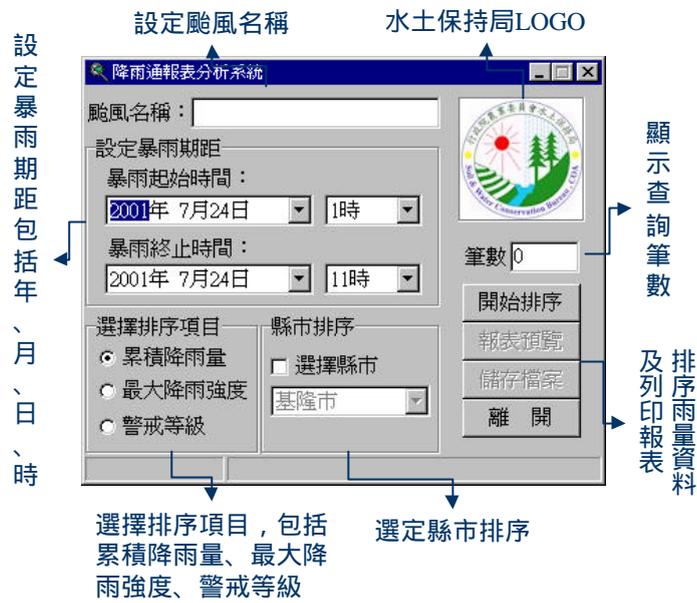


圖 24. 降雨通報表分析視窗

Figure 24. Screen capture in the Precipitation Communication Tables Analysis System.

行政院農業委員會水土保持局降雨通報表

名稱：
暴雨起訖時間：自5/12/2001—1時至5/14/2001—19時
列印時間：7/24/2001—19時

站號	站名	行政區域	最大降雨強度(mm/hr)	累積降雨(mm)	暴雨頻率年	T25雨量(mm)	T50雨量(mm)	警戒程度	備註
602	清流	南投縣仁愛鄉	33	42.5	0	392	455	未達警戒	
804	萬大	南投縣仁愛鄉	17.5	22.5	0	437	496	未達警戒	
928	龍神橋	南投縣水里鄉	17.5	27	0	419	500	未達警戒	
802	文文社	南投縣仁愛鄉	13.5	32	0	468	568	未達警戒	
617	神木村	南投縣信義鄉	11	15.5	0	541	633	未達警戒	
601	凌霄	南投縣埔里鎮	9.5	26	0	411	481	未達警戒	
803	翠峰	南投縣仁愛鄉	8.5	28.5	0	391	447	未達警戒	
605	大肚城	南投縣埔里鎮	8	12	0	378	450	未達警戒	
703	溪頭	南投縣鹿谷鄉	4.5	9	0	548	654	未達警戒	
314	阿眉	南投縣仁愛鄉	4.5	16.5	0	530	601	未達警戒	
930	青雲	南投縣信義鄉	4.5	12	0	358	414	未達警戒	
809	昆陽	南投縣仁愛鄉	4	19	0	447	501	未達警戒	
604	雙冬	南投縣草屯鎮	4	7	0	395	467	未達警戒	

局長		副局長		主任秘書		土石流應變中心輪值主管		土石流應變中心輪值人員	
----	--	-----	--	------	--	-------------	--	-------------	--

圖 25. 降雨通報之報表

Figure 25. The precipitation communication table.



圖 26. 警戒通報表分析視窗

Figure 26. Screen capture in the Warning Communication Tables Analysis System.

行政院農業委員會水土保持局警戒通報表

名稱： 暴雨起訖時間： 90/5/13:12-90/5/14:12 列印時間： 90/5/15:12

第二級警戒

站號	站名	警戒行政區域	最大降雨強度(mm/hr)	累積雨量(mm)	T25雨量	T50雨量	警戒程度	備註
314	阿扁	南投縣仁愛鄉	54.5	546.5	530	601	二級警戒	
317	合歡山	南投縣仁愛鄉	21.5	453.5	402	427	二級警戒	
601	凌雲	南投縣埔里鎮	49.5	426	411	481	二級警戒	
602	清流	南投縣仁愛鄉	33	442.5	392	455	二級警戒	
603	長福	南投縣國姓鄉	20.5	441.5	416	492	二級警戒	

局長		副局長		主任秘書		土石流應變中心輪值主管		土石流應變中心輪值人員	
----	--	-----	--	------	--	-------------	--	-------------	--

1

圖 27. 警戒通報之報表

Figure 27. The warning communication table.

五、結論與建議

- (一) 系統程式為 Windows 圖形使用者介面，各項功能操作極為簡易，目前支援作業系統有 Windows 98/NT/2000 等，程式與資料庫係採 Client/Server(主從式)架構，可由區域網路連結，達資源共享。
- (二) 系統程式採模組化設計，各程式可於單機獨立執行，檔案備份程式可動態提供 Server 備份中央氣象局即時傳送之雨量資料，供後續分析之用。
- (三) 本系統係以中央氣象局之即時降雨，針對台灣地區 356 個雨量站依降雨警戒等級進行分析，連結集水區地文資訊、降雨通報表及警戒通報表等輸出功能，提供暴雨即時監測作業之用。
- (四) 依水土保持技術規範，系統所設定之警戒等級係針對台灣地區有完善水土保持設施之山坡地加以進行全面性監測及警戒。由台灣歷年颱風豪雨災害分析結果，災區之降雨頻率年多小於 5 年，主要原因為排水不良、臨前降雨或上游集水區超大降雨所致。目前系統設定之警戒等級對於易發生災害之環境敏感區位較無法有效監測，建議後續計畫除持續進行全面性監測及警戒外，亦應增加重

點監測地區(示範區)之數目，並調降環境敏感區位之警戒等級以適時反映災情，若能以集水區為評估單元，藉由集水區之水文分析，應可有效監測環境敏感區位之災情。

- (五) 環境敏感區位之雨量資訊極為重要，宜建立發生災情頻度較高地區之降雨頻率年資料庫及查詢系統，隨時掌握高頻度災害發生地區降雨頻率年之變化趨勢，並分析災區上游集水區土地利用情形，作為水土保持整治之參考。

參考文獻

1. 林昭遠、林文賜，2001，集水區資訊系統 (WinGrid)入門，暉帥股份有限公司。
2. 王如意、易任，1992，應用水文學(下冊)，國立編譯館。
3. 八十一至八十六年度西部地區治山防洪計畫成果評估，台灣省水土保持局。
4. 水土保持技術規範，2000，行政院農業委員會。
5. 周天穎、周學政，1997，ArcView3.X，松崗電腦圖書資料股份有限公司。