

# 應用頻率分析法對於阿禮、三地門、屏東雨量 分佈類型之分析探討

陳 鈞 華 一 屏東科技大學土木工程系副教授、水利技師

李 煜 基 一 屏東科技大學土木所、碩士班

蔡 瀚 德 一 屏東科技大學土木所、碩士班

鄭 富 尚 一 屏東科技大學土木所、碩士班

張 武 訓 一 交通部高速鐵路工程局副局長、水利技師

甘 俊 二 一 七星農田水利研究發展基金會董事長、水利技師

## 摘 要

由於台灣地理位置特殊地形複雜，山地多平地少，根據中央氣象局統計，地理位置越往山區其降雨強度有增加之趨勢，本研究彙集南台灣北隘寮溪中阿禮、三地門、屏東三站測站 44 年來(1965~2009) 最大一日暴雨量之降雨資料，分析每個測站之最大一日暴雨量分佈適合度檢定與  $R^2$  檢定。其結果顯示：測站之最大一日暴雨量分佈皆為極端值一型分佈，而進 5 年降雨量強度有增加之趨勢。經由比較得知：山區最大一日暴雨量 > 平地區最大一日暴雨量。

**關鍵詞：**皮爾遜分布、最大一日暴雨量、重現期分析

### 一、研究動機與目的

台灣地形有 60% 皆為山區，而人只在 40% 平地區作探討與研究，然而忽略山區降雨量的重要性，使得人對山區降雨型態不解，根據中央氣象局雨量資料，近 5 年來平均降雨強度呈現向上升趨勢，使得南部地區洪旱災格外嚴重；2009 年 88 風災帶來超大暴雨量，因這風災的破壞讓居民

感到恐慌。本研究探討山區與平地區降雨量，利用中央氣象局直屬阿禮、三地門、屏東等 3 個測站，統計至 1965 年至 2009 年間之最大一日暴雨量來，針對雨量分佈類型進行分析研究，期能藉由了解山區與平地降雨特性(謝惠如，2011)，對於日後進行降雨預測與提供防災工程設計上作為參考依據。

### 二、研究材料及方法

#### 2.1 地區概況

隘寮溪主要由南北兩大支流匯合而成如圖 1，北隘寮溪發源於知本主山(2368 公尺)附近的巴尤泡池(Bayu)，源流稱為巴尤溪；南隘寮溪發源於北太武山(3092 公尺)；南北兩溪蜿蜒向西流(順向谷)至三地門附近會合，出山谷沿西北像流到屏東縣里港鄉磚子附近匯入荖濃溪，全長約 90 公里，流域面積約 340.25 平方公里，涵蓋屏東縣霧台鄉、三地鄉、鹽埔鄉、高樹鄉、里港鄉及內埔鄉(少數)。本溪北與濁口溪，南與林邊溪支流庫瓦魯斯(Kuwarus)溪、萊社(Rai)溪為鄰；本溪再進入屏東平原之後，即分成很多支流形成沖積扇。本溪在三地門附近流出山地進入屏東平原之前，河流呈顯著的成育地形，在滑走坡(堆積坡)坡面呈平狀，成為段丘，瑪家山地文化園區，即是段丘地形。在氣候上屬於熱帶氣候型態，年平均溫度為攝氏 24.7 度，年溫差大，氣候溫暖，以 6 及 7 月份之氣溫最高，最低氣溫則出現在 12 月份，隘寮溪集水區年平均降雨量約為 275mm。

#### 資料整理

水文紀錄資料因受集水區水文與地文環境之影響，有其特殊之統計性質。某特定重現期水文學之大小，可表示為

$$x_T = \mu + \sigma K_T$$

式中  $x_T$  為重現期為  $T$  之水文學大小； $\mu$  為水文資料之平均值； $\sigma$  為水文資料之標準偏差； $K_T$  稱為頻率因子。

一般工程水文分析上，是以水文紀錄之平均值  $\bar{x}$  代替  $\mu$  值，而以水文紀錄之標準偏差  $s$  代替  $\sigma$  值

#### 2.2 資料序列之選擇

選用方法可分為三大類；為全部紀錄選用法，與一般頻率分析方法不同，此法僅水力發電之延時曲線選用(林維明，2007)。再者為年最大值選用法，以每年選一極端值，取擇客觀值一年內連續發生數次罕見事件，常易忽略其他重要事件。最後為超過一定量選用法，考慮水文事件之大小順序，不論發生時間。

#### 2.3 特異值檢測及處理

以明顯偏離同一測站與其他觀測值所呈現之趨勢，而趨勢範圍稱之為高特異值門檻值與低特異值門檻值，門檻外之人為造成誤差及為刪除。

依據偏態係數  $C_s$  分成三種；若  $C_s > 0.4$ ，先檢測高特異值，再檢測低特異值。若  $C_s < 0.4$ ，先檢測低特異值，再檢測高特異值。若  $C_s$  介於  $\pm 0.4$  之間  $< 0.4$ ，同時進行高、低特異值之檢測，若有高、低特異值，先處理低特異值，再處理高特異值

## 2.4 統計機率分佈之介紹

### 2.4.1 統計之參數

平均值

描述觀測樣本之中間趨勢

$$\text{平均值: } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (1)$$

標準差

描述觀測樣本之分散特性

$$\text{標準差: } S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (2)$$

偏態係數

描述觀測樣本之對稱特性

$$\text{偏態係數: } C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{S^3} \quad (3)$$

$$\text{偏態係數修正: } C_s' = C_s \times \left(1 + \frac{8.5}{n}\right) \quad (4)$$

## 2.5 分佈模組

### 2.5.1 皮爾遜三型分布(PT3)

由於重現期在預設中未求得，所以必須利用  $K_T$  值反算回去。利用下列公式求得：

$$K_T \approx t + (t^2 - 1) \frac{C_2}{6} + \frac{1}{3} (t^2 - 6t) \left(\frac{C_2}{6}\right)^2 - (t^2 - 1) \left(\frac{C_2}{6}\right)^3 + t \left(\frac{C_2}{6}\right)^4 + \frac{1}{3} \left(\frac{C_2}{6}\right)^5 \quad (5)$$

$C_s$ ：偏態係數

t 利用下列公式求得：

在  $0 \leq P \leq 0.5$  用下列公式

$$t \approx w - \frac{C_0 + C_1 w + C_2 w^2}{1 + d_0 w + d_1 w^2 + d_2 w^3}, w = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{p^2}\right)}, \quad (6)$$

在  $P > 0.5$  用下列公式

$$t \approx -\left(w - \frac{C_0 + C_1 w + C_2 w^2}{1 + d_0 w + d_1 w^2 + d_2 w^3}\right), w = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{1-p^2}\right)}, \quad (7)$$

$$C_0 : 2.515517 \quad d_0 : 1.432788$$

$$C_2 : 0.802853 \quad d_1 : 0.189269$$

$$C_1 : 0.010328 \quad d_2 : 0.001308$$

資料來源：有記錄地區重現期距洪峰流量分析-高屏溪流域為例

$P_i$  為組別發生機率，可以利用 P 與原發生機率求得

$m_i$  為利用發生機率與資料數利用下列公式求得：

$$m_i = \text{資料數} \times P_i$$

卡方檢定利用下列公式求得：

$$\text{卡方檢定} = \frac{(n_i m_i)^2}{m_i} \quad (8)$$

$n_i$ ：為組別中的數量

### 2.5.2 對數皮爾遜三型分布(LPT3)

頻率分析通式

由於重現期在預設中未求得，所以必須利用  $K_T$  值反算回去。利用下列公式求得：

$$K_T \approx t + (t^2 - 1) \frac{C_2}{6} + \frac{1}{3} (t^2 - 6t) \left(\frac{C_2}{6}\right)^2 - (t^2 - 1) \left(\frac{C_2}{6}\right)^3 + t \left(\frac{C_2}{6}\right)^4 + \frac{1}{3} \left(\frac{C_2}{6}\right)^5 \quad (9)$$

### 2.5.3 極端值一型分布(EV1)

頻率分析通式

$$x_T = \bar{x} + K_T S$$

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[ \ln \frac{T}{T-1} \right] \right\} \quad (10)$$

## 三、結果與討論

### 3.1 降雨量分析

分別針對屏東、三地門、阿禮等三個測站之雨量資料，依最大一日暴雨量進行

頻率分析(包括常態分布、皮爾遜第三分佈、對數皮爾遜第三分佈及極端值第一類型分佈),並依標準差檢定法來選定最適合之機率分佈模式,分析結果及建議使用模式如表 1~6,結果顯示,屏東測站(下游)以對極端值第一類型分佈為最適合之機率分佈模式;三地門測站(中游)以對皮爾遜第三分佈為最適合之機率分佈模式;阿禮測站(上游)以對極端值第一類型分佈為最適合之機率分佈模式;顯示降雨特性依地形而有所差異。整理屏東、三地門、阿禮等三個測站之最大一日暴雨量及一日暴雨量各機率重現期分析如表 2、4、6、7 所示,由於八八風災來於屏東測站所觀測的雨量,其重現期距達 180 年。

### 3.2 近年雨量趨勢

分別針對屏東、三地門、阿禮等三個測站之雨量資料,探討近 5 年雨量是否有變大的趨勢如表 8 所示,信心區間 95% 下屏東測站近 5 年平均雨量 490.5(mm)>最大雨量 372.1(mm);信心區間 95% 下三地門測站近 5 年平均雨量 658.8(mm)>最大雨量 489.9(mm);信心區間 95% 下三地門測站近 5 年平均雨量 987.3(mm)>最大雨量 697.8(mm),由於八八風災之影響,使得近 5 年雨量已產生了變化。

表 1.屏東測站適合度分析

測站名稱	機率分佈模式方法	相關係數(X <sup>2</sup> )	備註	建議使用機率分佈模式
屏東分析	常態分布	2.740	通過	極端值一型分佈
	皮爾遜三型	4.626	不通過	
	對數皮爾遜三型	16.032	不通過	
	極端值一型	4.161	通過	

表 2.屏東雨量站一日暴雨量各機率分佈結果表

T <sub>r</sub>	K <sub>T<sub>r</sub></sub>	雨量
1.1	-1.132	120.5
2	-0.164	231.1
5	0.719	332.2
10	1.304	399.0
25	2.043	483.6
50	2.591	546.3
100	3.136	608.5
200	3.678	670.5

表 3.三地門測站適合度分析

測站名稱	機率分佈模式方法	相關係數(X <sup>2</sup> )	備註	建議使用機率分佈模式
三地門分析	常態分布	13.334	通過	皮爾遜三型分佈
	皮爾遜三型	6.625	通過	
	對數皮爾遜三型	#NUM!	#NUM!	
	極端值一型	7.593	通過	

表 4.三地門雨量站一日暴雨量各機率分佈結果表

T <sub>r</sub>	K <sub>T<sub>r</sub></sub>	雨量
1.1	-1.093	163.3
2	-0.799	211.1
5	0.420	409.5
10	1.627	605.8
25	3.664	937.3
50	5.584	1249.6
100	7.865	1620.8
200	10.541	2056.2

表 5.阿禮測站適合度分析

測站名稱	機率分佈模式方法	相關係數(X <sup>2</sup> )	備註	建議使用機率分佈模式
阿禮分析	常態分布	9.507	通過	極端值一型分佈
	皮爾遜三型	2.652	通過	
	對數皮爾遜三型	#NUM!	#NUM!	
	極端值一型	2.948	通過	

表 6.阿禮雨量站一日暴雨量各機率分佈結果表

T <sub>p</sub>	K <sub>T<sub>p</sub></sub>	雨量 <sub>p</sub>
1.1 <sub>p</sub>	-1.132 <sub>p</sub>	245.9 <sub>p</sub>
2 <sub>p</sub>	-0.164 <sub>p</sub>	467.0 <sub>p</sub>
5 <sub>p</sub>	0.719 <sub>p</sub>	669.0 <sub>p</sub>
10 <sub>p</sub>	1.304 <sub>p</sub>	802.7 <sub>p</sub>
25 <sub>p</sub>	2.043 <sub>p</sub>	971.7 <sub>p</sub>
50 <sub>p</sub>	2.591 <sub>p</sub>	1097.0 <sub>p</sub>
100 <sub>p</sub>	3.136 <sub>p</sub>	1221.4 <sub>p</sub>
200 <sub>p</sub>	3.678 <sub>p</sub>	1345.4 <sub>p</sub>

表 7.最大一日暴雨量重現期分析

測站名稱	年分	最大一日暴雨量(mm)	重現期距(年)
屏東分析	1950-2009	661	179.5
三地門分析	1965-2009	825	74.7
阿禮分析	1961-2009	1218	98.0

表 8.信心區間 95%下近 5 年雨量比較

地區	信心區間	最大雨量	最小雨量	近 5 年平均雨量
屏東測站	0.95%	372.1	84.0	490.5
三地門測站	0.95%	489.9	112.9	658.8
阿禮測站	0.95%	697.8	193.6	987.3

#### 四、結論與建議

屏東與阿禮測站依最大一日暴雨量進行頻率分析為極端值第一類型分佈；三地門測站依最大一日暴雨量進行頻率分析為皮爾遜三型分佈，重現期大小為屏東>阿禮>三地門，結果表示平地降雨強度發生的機率明顯的比山區較小，有此得知山區降雨強度比平地山區降雨大。

由雨量各機率分佈得知八八風災之影響，使屏東站最大一日暴雨量重現期 179.5 年，與在 95%信心區間下，近 5 年平均雨量 490.5(mm)遠超過信心區間最大雨量 372.1(mm)，因此研判近 5 年雨量比

起 5 年前雨量多了起來；使三地門站最大一日暴雨量重現期 74.7 年，與在 95%信心區間下，近 5 年平均雨量 658.8 (mm)遠超過信心區間最大雨量 489.9 (mm)，因此研判近 5 年雨量比起 5 年前雨量多了起來；使屏東縣最大一日暴雨量重現期 98.0 年，與在 95%信心區間下，近 5 年平均雨量 987.3 (mm)遠超過信心區間最大雨量 697.8 (mm)，因此研判近 5 年雨量比起 5 年前雨量多了起來。

#### 參考文獻

- 1.林維明，水文分析系統觀念與暴雨頻率分析概說，台灣省及台北市水利技師公會理事，水利技術與實務。
- 2.陳嘉榮，極端降雨量其空間分布之群集特性分析，技術學刊，第二十卷，第四期，第 377-386 (2005)
- 3.謝惠如，隘寮溪畔再次移民的北客聚落—以麟洛、長治鄉為例，論文發表，2011。

投稿 102.04.12

修改 102.05.10

定稿 102.05.13