

# 防災國家型科技計畫執行成果摘要

計畫名稱：台灣北部地區降雨等級分類之研究

主管單位：國科會永續會

執行單位：台大水工所

執行期間：88 年 8 月 1 日 89 年 12 月 31 日

成果摘要：

都市暴雨排水設計與集水區之降雨 - 逕流模擬，均需採用設計暴雨(design storm)資料。設計暴雨代表某種重現期距與設計延時狀況下之虛擬降雨事件，一般是由降雨強度 - 延時 - 頻率曲線(Intensity-Duration-Frequency, IDF curve)或降雨深度 - 延時 - 頻率曲線(Depth-Duration-Frequency, DDF curve)求得其總降雨深度，再利用一個時間分佈函數(time distribution function)將總降雨量在延時中分配之，此時間分佈函數即所謂之雨型(hyetograph)。經雨型分配過之設計暴雨事件，即可被應用於降雨 - 逕流模式，以演算設計流量歷線。由此可知雨型在水文設計中之重要角色。

近年來在地球物理之研究，有許多著重在各種自然現象之隨機碎形(random fractal)特性的探討，如降雨歷程之時空分佈 (Gupta and Waymire, 1990; Olsson et al., 1993; Burlando and Rosso, 1996)。隨機碎形具有尺度不變之特性，可以幫助我們解決對某些尺度資料難以取得的問題，由於不同延時之無因次降雨量具有相同之機率分佈，故可將相同類型暴雨事件之無因次降雨量，視為源自相同隨機歷程之隨機樣本，而可據以推估隨機歷程之參數。此特性對本研究而言極為重要，因其為採用無因次化雨型提供了理論依據。本研究並證明了事件平均降雨強度  $\bar{i}_T(D)$  與事件延時  $D$  之關係，於雙對數軸上呈一直線，其所隱含之意義即為降雨事件降雨量時間分佈之尺度不變性，而降雨量時間分佈之尺度不變性，可由 IDF 曲線繪於雙對數圖上，即成數條平行之直線說明之。研究中依設計延時大於或等於 6 小時之原則，選取年最大值事件以進行雨型研究。依此方式選用年最大值事件進行雨型設計，具有下列優點：

- (1) 雨型設計所使用之歷年年最大值事件，必定包含建立 IDF 曲線所使用者之暴雨事件。
- (2) 長延時年最大值事件是由熱帶氣旋(包括颱風)降雨所造成，故利用該資料所建立之雨型，可代表氣旋降雨事件之雨型。
- (3) 使用年最大值事件建立雨型，既可使得降雨事件之選取有明確的原則，又能夠以較少量之降雨事件，建立有代表性之雨型。
- (4) 各年最大值事件互相獨立(independent)，又不同延時之事件之無因次雨量，具有相同之機率分布，故年最大值事件之無因次降雨量具有統計上 IID (Independently Identically Distributed)之特性。

本研究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

度之雨型，我們稱之為『SSGM (Simple Scaling Gauss-Markov)雨型』。另外，若不考慮設計雨型需滿足尖峰降雨統計特性之要求，則所計算得之雨型稱之為『平均值雨型』。本研究應用序率雨型模式於台灣地區之 43 個雨量站，為便於說明，本文中僅以火燒寮與五堵兩站為例。研究中以極端值第一型(Extreme-Value Type I, EV1)分布，針對火燒寮站與五堵站各設計延時降雨量之年最大值序列進行頻率分析，並以 Horner 公式套配所建立之 IDF 曲線，結果如表一。將頻率分析之結果，及套配之 IDF 曲線，繪圖於雙對數軸，如圖一。該圖顯示各資料點與模式所得之直線極為符合，且代表不同重現期距之直線彼此平行，可見暴雨事件降雨量之時間分布具尺度不變性之假設是合理的。

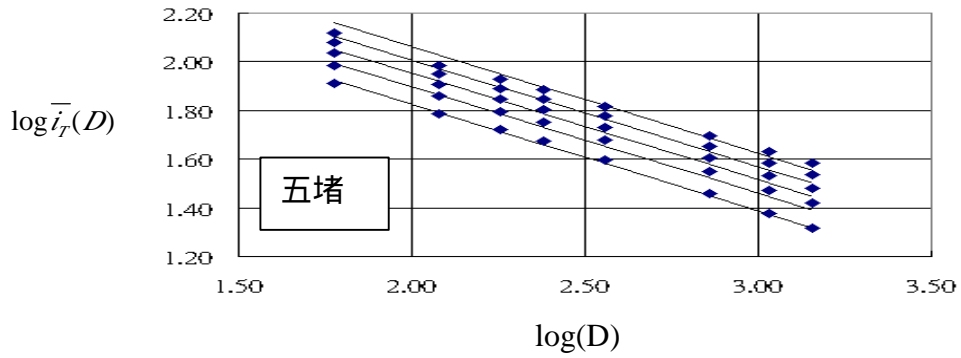
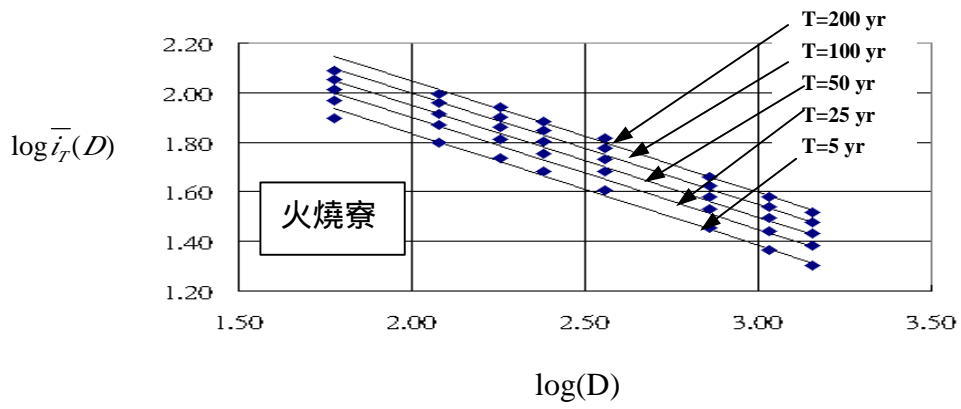
火燒寮站與五堵站 SSGM 雨型繪如圖二，該圖中亦顯示不考慮尖峰降雨統計特性之限制式時之平均值雨型。後者之無因次尖峰降雨明顯地低於前者，且整個降雨歷程之變化甚為平緩，各時刻之降雨百分比多在 2% 至 6% 之間，明顯低估尖峰降雨百分比。由於暴雨事件之尖峰時間變化不定，對任一特定時刻而言，可能出現尖峰降雨，亦可能出現極低之降雨量，故平均值雨型無法反應降雨事件之尖峰降雨特性。反之，火燒寮站與五堵站 SSGM 雨型之尖峰降雨百分比分別為 15.26% 及 16.21%，且尖峰時間亦發生於事件延時之中後段；此與 Huff (1967) 及 Eagleson (1970) 之研究結果所顯示之氣旋暴雨之特性相一致，證明本研究使用長設計延時之年最大值事件，所建立之 SSGM 雨型，確能代表氣旋暴雨之雨型特性。

以延時 24 小時，重現期距 100 年之設計暴雨事件而言，火燒寮站之總降雨深度為 718.52mm。該站 SSGM 雨型之尖峰降雨百分比為 15.26%，故尖峰降雨量為 109.65mm(發生於第 13 至第 14 小時間)，此為火燒寮站延時 24 小時，重現期距 100 年之設計暴雨事件之 1 小時最大降雨量，其值接近於 IDF 曲線上重現期距 100 年，延時 1 小時所對應之降雨量 125.63mm。若以火燒寮站延時 2 小時，重現期距 100 年之設計暴雨事件而言，總降雨量為 183.78mm，SSGM 雨型所得之尖峰降雨量為 28.04mm (落於第 65 至第 70 分鐘間之 5 分鐘時距)，而該站 IDF 曲線上重現期距 100 年，延時 5 分鐘所對應之降雨量為 32.13mm，兩者亦甚為接近。表七列示火燒寮及五堵站重現期距 100 年，設計延時 24 小時及 2 小時，分別以 SSGM 雨型、平均值雨型計算得之尖峰降雨量，及其 IDF 曲線之對應降雨量。SSGM 雨型之尖峰降雨量接近於 IDF 曲線之對應降雨量，而平均值雨型之尖峰降雨量則明顯偏低。

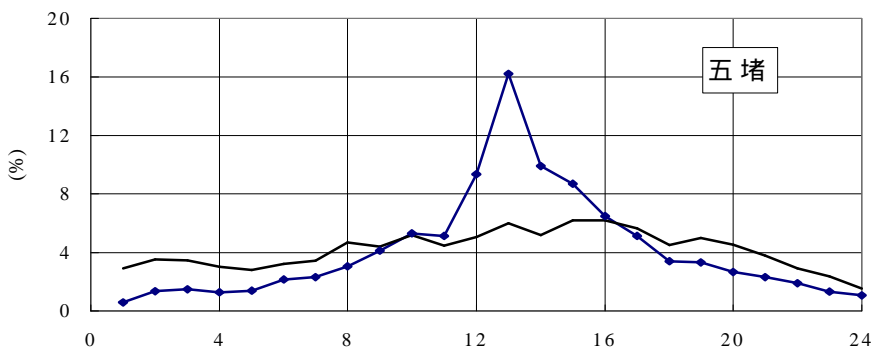
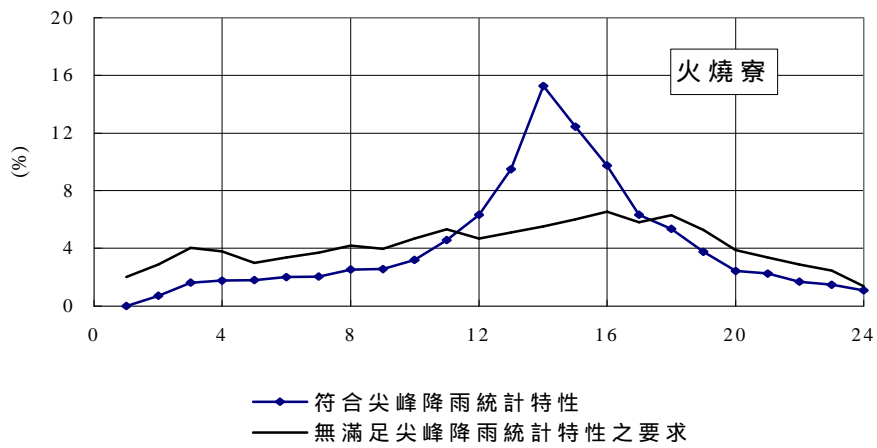
表一 IDF 曲線以 Horner 公式套配之結果

站名	a	m	c	R <sup>2</sup>
火燒寮	375.49	0.1635	0.4513	0.9928
五堵	330.36	0.1823	0.4380	0.9883

$$\bar{i}_T(D) = \frac{aT^m}{(D+b)^c} \quad (b=0)$$



圖一 火燒寮與五堵站之 IDF 曲線( $D$ : minutes,  $\bar{i}_T(D)$ : mm/hr)



圖二 火燒寮及五堵站無因次雨型