

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告  
台灣地區降雨等級分類之研究 子計畫:台灣南部地區降雨等級  
分類之研究(II)  
Study on Classification of Storm Characteristics of Southern  
Taiwan Area (II)

計畫編號：NSC 89-2625-Z-002-007

執行期限：88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

主持人：林國峰 國立台灣大學水工試驗所

E-mail Address: gflin@ce.ntu.edu.tw

### 一、中文摘要

本計畫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降雨。以間隔時間四小時作為事件分割的依據，再由設計延時 1, 2, 3, 4, 6, 12, 18, 24, 48, 72 找出年最大降雨序列，並找到其對應的年最大暴雨事件。選取較長設計延時(大於等於 6 小時)所對應之年最大值事件，並針對其降雨延時及總降雨量予以無因次化。基於隨機碎形中簡單尺度不變之特性，經無因次化後的各次降雨事件，可被視為相同隨機歷程之各次表現值，而可據以推估該隨機歷程之各項參數。其次，以非定常性之一階馬可夫歷程，模擬無因次降雨歷程；並利用拉格朗茲法與條件聯合機率密度函數，計算滿足尖峰降雨百分比之統計特性下之最可能降雨。

**關鍵詞：**雨型、設計降雨、高斯馬可夫歷程

### Abstract

Based on the characteristics of random fractal and Gauss-Markov process, a dimensionless model for design storm

hyetographs is proposed herein. Annual maximum events for longer design storm were collected and then converted into dimensionless form with respect to their event durations and total depths. Using the Lagrange technique and conditional joint probability density function, the rainfall process can be modeled as a nonstationary first-order Gauss-Markov process. Then one can obtain the hyetograph that is most likely to occur and preserves the statistical characteristics of the peak rainfall rate.

**Keywords:** Hyetograph, Design storm, Gauss-Markov process

### 二、緣由與目的

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 curve, 簡稱 IDF 曲線)或降雨深度 - 延時 - 頻率曲線(Depth-Duration-Frequency curve, 簡稱 DDF 曲線)

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。此特性對本計畫而言極為重要，因其為採用無因次化雨型提供了理論依據。本計畫並證明了事件平均降雨強度  $\bar{i}_r(D)$  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。

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，具有相同之機率分佈，故年最大值事件之無因次降雨量具有統計上 IID (Independent and Identically Distributed)之特性。

### 三、研究方法及內容

本計畫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』。本計畫應用序率雨型模式於台灣地區南部雨量站，為便於說明，本文中僅以美濃與甲仙兩站為例。研究中以皮爾森第三型(Pearson Type III)分布，針對美濃站與甲仙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，如圖一和圖二。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。

美濃站與甲仙站 SSGM 雨型繪如圖三和圖四。其雨型之尖峰降雨百分比分別為 16.18% 及 14.68%，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

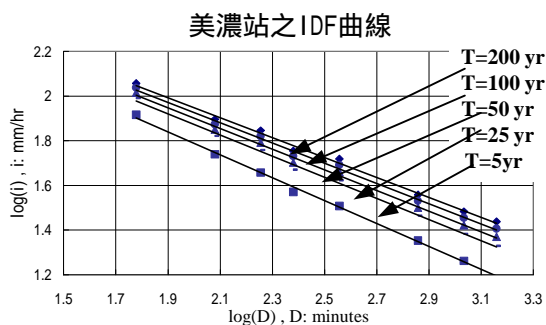
計延時之年最大值事件，所建立之 SSGM 雨型，確能代表氣旋暴雨之雨型特性。

以延時 24 小時，重現期距 100 年之設計暴雨事件而言，美濃站之總降雨深度為 597mm。該站 SSGM 雨型之尖峰降雨百分比為 16.18%，故尖峰降雨量為 96.57mm(發生於第 12 至第 13 小時間)，此為美濃站延時 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 101mm，兩者甚為接近。

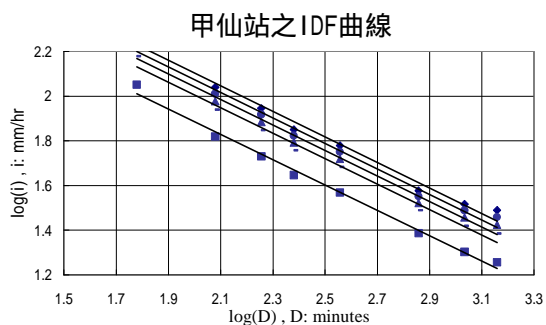
表一 IDF 曲線以 Horner 公式套配之結果

站名	a	m	c	R <sup>2</sup>
美濃	426.64	0.1213	0.4699	0.9931
甲仙	881.92	0.1345	0.5706	0.9876

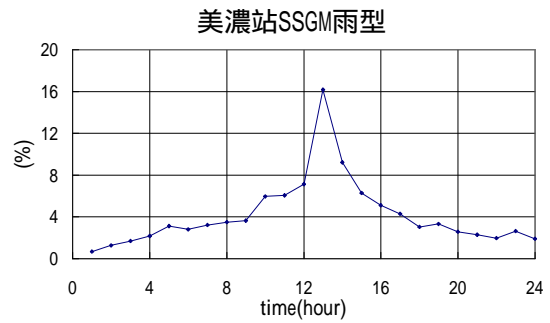
$$\bar{i}_T(D) = \frac{aT^m}{(D+b)^c} \quad (b=0)$$



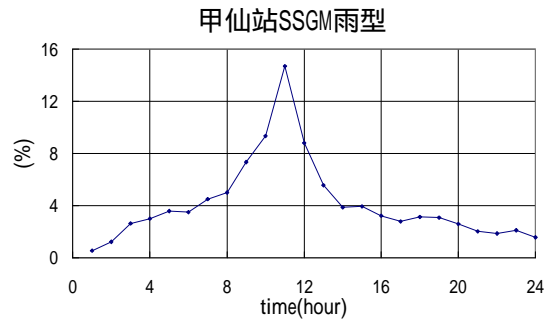
圖一 美濃站之 IDF 曲線(D: minutes,  $\bar{i}_T(D)$ : mm/hr)



圖二 甲仙站之 IDF 曲線(D: minutes,  $\bar{i}_T(D)$ : mm/hr)



圖三 美濃站無因次雨型



圖四 甲仙站無因次雨型

#### 四、計畫成果自評

本計畫為三年期計畫之第二年。本期已完成台灣地區雨量站資料之收集與整理、歷年年最大值事件擷取及各雨量站無因次雨型之建立，本計畫之研究成果及所收集、整理之資料，除可提供未來相關淹水潛勢分析研究計畫所需之降雨量及雨型外，亦可作為政府相關部門及工程顧問公司水文、水理設計之引用資料；同時更渴望節省學術研究單位重複收集、整理資料所耗費之時間與人力。

#### 五、參考文獻

1. 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。
2. 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。
3. 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。
4. 林國峰、張守陽、蕭長庚，1994，「台灣地區雨型之研究(三)」，國立台灣大學水工試驗所研究報告第 193 號
  5. 張守陽、林國峰，1994，「台灣地區降雨歷時分布之特性(一)」，國科會研究計畫報告。NSC82-0115-E027-032
  6. 張守陽、林國峰，1995「台灣地區降雨歷時分布之特性(二)」，國科會研究計畫報告。NSC83-0209-E027-001
  7. 鄭克聲、許恩菁、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。
  8. Eagleson, P.S., 1970. Dynamic Hydrology. McGraw-Hill, 462 pp.
  9. Garcia-Guzman, A. and Aranda-Oliver, E., 1993. A stochastic model of dimensionless hyetograph. Water Resources Research, 29(7): 2363-2370.
  10. Godano, C., Tosi, P., Derubeis, V., and Augliera, P., 1999. Scaling properties of the spatio-temporal distribution of earthquakes: a multifractal approach applied to a Californian catalogue. Geophysical Journal International, 136: 99-108.
  11. Huff, F.A., 1967. Time distribution of rainfall in heavy storms. Water Resources Research, 3(4): 1007-1019.
  12. Gupta, V. K. and Waymire, E., 1990. Multiscaling properties of spatial rainfall and river flow distribution. Journal of Geophysical Research, 95(D3): 1999-2009.
  13. Keifer, C. J. and Chu, H. H., 1957. Synthetic storm pattern for drainage design. Journal of the Hydraulics Division, ASCE, 83(HY4): 1-25.
  14. Koutsoyiannis, D. and Foufoula-Georgiou, E., 1993. A scaling model of a storm hyetograph. Water Resources Research, 29(7): 2345-2361.
  15. La Barbera, P. and Rosso, R., 1989. On the fractal dimension of stream networks. Water Resources Research, 25(4): 735-741
  16. Lin, G.F., Lee, K.T. and Wu, S.C., 1990. A Study of Design Storm for Taipei Metropolitan Area. Proceedings of the Fifth International Conference on Urban Storm Drainage, Osaka, Japan, pp. 559-564..
  1. Olkin, I., Gleser, L. J. and Derman, C., 1980. Probability Models and Applications. Macmillan Publishing Co., Inc.