

改良式水筒模式於坡地旱田之降雨－逕流研究

陳榮松^[1] 王國樑^[2] 楊國賢^[3] 張順竹^[4]

摘要 台灣地狹人稠，往山坡地發展是不可避免的趨勢。發生豪大雨的時候，山坡地的洪水逕流量和洪峰流量顯著增大，坡地逕流歷線也跟著改變，使得原有的排水系統無法負荷，造成臨近邊緣區域以及其下游地區存在水患增大的威脅。

為掌握坡地逕流量大小的問題，本研究將以有較佳水文模擬之水筒模式做基礎，並簡化成為旱田水筒模式，另對照坡地逕流具有良好模擬效果之運動波模式，初步探討兩者對坡地逕流模擬的表現。選定位於台中盆地內之坡地旱田試驗區為研究區，並選定兩場降雨事件作模擬研究，以 5 種指標－均方根誤差（RMSE），效率係數（CE），洪峰誤差百分比（EQ_p），洪峰到達時刻誤差（ET_p），總體積誤差百分比（EV）等作模擬結果評估，整體上兩種模式都有不錯之適用性，惟以運動波模式之洪峰到達時間誤差較小，對洪峰模擬性較佳。

關鍵詞：水筒模式、運動波模式、模擬。

Application of Improved Tank Model on Upland Field Rainfall-Runoff Research at Hillslope

Rong-song Chen^[1] Kuo-liang Wang^[2] Kuo-hsien Yang^[3] Shun-chun Chang^[4]

ABSTRACT Taiwan is a small island. Since the utilization of useful plain area has reached capacity, the development of hillsides has been an inevitable trend in recent years. During stormy seasons, especially when typhoons occur, huge rainfalls always bring heavy precipitation and the peak of rainfall is difficult to estimate. Simultaneously, when the amount of hydraulic and surface rainfall increases rapidly, the drain systems will not bear the burden. That will threaten the people who live near and downstream areas of hillside.

This research is based on the tank model, which is the best for hydrologic simulation and has been simplified to the Dry-tank model, and the kinematic wave, model, which is the best for upland rainfall simulation. Then, we apply both models to study the relationship and effect in rainfall and upland simulation. We selected the Tai-Chun basin as the test area, and two natural rainfall events occurred in the test area to be a practical example to examine the both models. Finally, the following

-
- [1] 國立中興大學土木工程學系教授（通訊作者）
Professor, Department of Civil Engineering, National Chung-Hsing University, Taichung 402, Taiwan, R.O.C.
(Corresponding Author)
E-mail: rschen@dragon.nchu.edu.tw
- [2] 國立中興大學土木工程學系博士班研究生
Doctoral graduate Student, Department of Civil Engineering, National Chung-Hsing University, Taichung 402, Taiwan, R.O.C.
- [3] 國立中興大學土木工程學系博士班研究生
Doctoral graduate Student, Department of Civil Engineering, National Chung-Hsing University, Taichung 402, Taiwan, R.O.C.
- [4] 國立中興大學土木工程學系碩士
Master, Department of Civil Engineering, National Chung-Hsing University, Taichung 402, Taiwan, R.O.C.

5-indexes – RMSE (Root mean squared error), #CE (Coefficient of efficiency), #EQp (Percent error of peak discharge), #ETp (Error of time to peak), and #EV (Percent error of total volume) were applied to evaluate the results of simulation. Consequently, the two models are both applicable, but ETp index resulting from kinematic wave model is smaller than that from Dry-tank model.

Key Words: tank model, kinematic wave model, simulation.

一、前言

台灣地狹人稠，往山坡地發展是不可避免的趨勢。鄰近都會地區的山坡地都相繼開發成為高爾夫球場，觀光果園，茶園，菜園，別墅等等。這些改變山坡地地貌的行為，必定使得山坡地涵養水源的功能大受影響，在發生豪大雨的時候，山坡地的洪水逕流量和洪峰流量會顯著增大，坡地逕流歷線也跟著改變，使得原有的排水系統無法負荷，造成臨近邊緣區域以及其下游地區存在水患增大的威脅。

要解決坡地逕流問題，必須先要瞭解坡地因不同的土地利用而產生的排水變化量，而透過坡地逕流量計算模式來掌控坡地逕流量的大小，則為規劃坡地排水系統不可或缺的參考。

在以往的研究中，菅原正巳（1972）的水筒模式基本上只考慮了集塊（lumped）模式，並不能推估流域中各點的流量，因此就有複合水筒模式的觀念，丸山利輔等（1979）有一系列關於複合水筒之研究，其將複合水筒模式運用在淀川水系、木曾川水系。在淀川水系之應用案例結果中，說明模式對於細部之水收支並無法詳細考慮，但在巨觀上之水收支，使用複合水筒這樣的方法是有效的，中桐貴生等（1999）等人，為了瞭解農業用水供給與反覆利用之關係，其利用傳統水筒模式改良之複合水筒模式，以紀川流域為研究對象，開發流域水循環模式。其模式在河川流量之評估誤差（8年年平均相對誤差）上游點～下游點分別為21.9%～34.4%，其在精度上及重現性都相當不錯。

有關運動波模式的相關應用研究，有王如意等（1993）以運動波方程式探討合理化公式之適用性研究。李光敦等（1996）考慮河川網路之集流時間推求方式-以運動波理論為基礎。許志揚（1997）利用運動波理論配合合理化公式進行集水區最大逕流量之推估及楊銘賢、李光敦（1998）逕流運行時間分佈對運動波-地貌瞬時單位歷線影響之初步研究等。

在前人研究中較少對於坡地之降雨-逕流機制做探討，本研究將以有較佳水文模擬之水筒模式，並簡化

之旱田水筒模式為基礎，另以對坡地逕流具有良好模擬效果之運動波模式，初步探討於坡地的逕流分析上，其逕流模擬的表現。而後續如因地表開發，使地貌有所改變，則可依地貌類別將流域調整相關參數，即可作為開發之排水能力檢視與設計之重要參考數據。

二、模式理論分析

1. 旱田水筒模式

旱田水筒模式係由菅原正巳之水筒模式演化而來，在考慮旱田水筒時，由於旱田一般排水會比較快，且由於旱田的地表狀況不盡相同（例如有些有田埂有些則無田埂），故一般其上段水筒是代表旱田之地表逕流，而下段水筒則是代表田區之土壤部分，其上段水筒之側流孔高度是代表田區截留滯蓄之能力（0~50mm左右），通常視該田區之實際情形而定，而下段水筒之側流孔則代表田區之土壤排水能力，其側流孔高度亦視該田區之實際情形而決定，本研究旱田水筒模式之建立以修正後旱田水筒模式及其參數為如圖1所示：

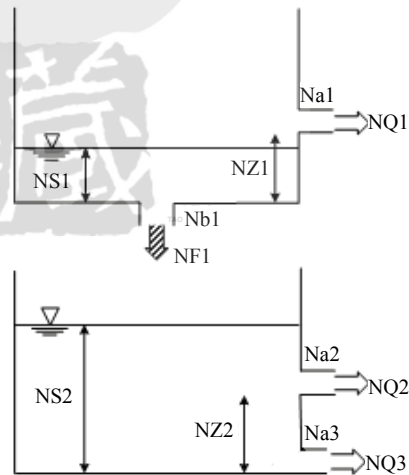


圖1 旱田水筒模式參數示意圖

Fig.1 The pattern of tank model on upland field