

集水區網格與測站雨量應用對河川流量影響之探討

李戎威¹ 李文生² 郭雅煊² 林益生³ 李耀輝³
多采科技有限公司¹ 多采工程顧問有限公司² 經濟部水利署第十河川局³

摘要

降雨資料是所有水文與水利應用的源頭，輸入降雨資料進行集水區水文演算，可得到集水區的流量，集水區流量資訊的正確模擬，可協助河川及區域排水掌握正確流量來源，並藉由水理計算得到河道或區排內之流量、水位、流速等資訊，對於水利工程規劃分析，水利防災應用具有相當重要的影響。

本研究以第十河川局淡水河流域洪水預報系統(REFOR)之雙層水筒模式為集水區水文模式，探討景美溪流流域與基隆河員山子集水區於 2012 年 610 豪雨、蘇拉颱風，2015 年蘇迪勒颱風、杜鵑颱風，降雨資料分別採用 QPESUMS 之網格資料，以及流域內雨量測站資料，對景美溪下游寶橋測站，以及員山子分洪堰流量之影響。由於五分山雷達於 2015 年蘇迪勒颱風期間毀損，透過本次分析，亦期望能瞭解五分山雷達損壞後，QPESUMS 資料對於集水區流量之影響，提供防災作業單位防汛時期之應作業參考。

關鍵字：REFOR、QPESUMS、洪水預報系統、集水區流量

一、前言

降雨為驅動地表水文活動的源頭，降雨落於地表後，一部分入滲至土壤成為地下水或地表下逕流，未入滲至地下的部分，或停留於植物或不透水表面形成截留、窪蓄，或於地表匯聚形成地表逕流。地表若依照地形劃分，可決定出分水嶺，分水嶺所圍之範圍，即為流域或集水區，降落於集水區內之水流，將匯聚為漫地流或溪流，並逐漸形成河川。集水區逕流量的推估，可協助進行所有水利相關研究與應用，除可協助工程相關規劃，並可作為防災作業之參考依據。

(註：流量係指單位時間內，通過河川橫斷面的水量，常用單位為立方公尺/秒(cms))

集水區逕流量有多種推估方式，從早期的單位歷線理論[1][2]，到目前國內防災作業單位所經常使用之逕流模式等。逕流模式承接降雨資料之方式，主要是接收集水區之平均降雨，因此平均降雨量之處理，將影響逕流模式之計算結果。國內早期處理集水區平均降雨的方式，主要是採用雨量站進行徐昇多邊形法(Thiessen polygons methods)，或是簡易之算術平均法。

近年來，隨著氣象觀測技術的進步及分析系統的開發，中央氣象局、經濟部水利署、農委會水土保持局及美國劇烈風暴實驗室(National Severe Storm Laboratory, NSSL)自 2002 年起整合多重觀測資料並結合地理資訊發展劇烈天氣監測系統 QPESUMS (Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensor)，以提供颱風、梅雨、雷暴等災害性天氣的監測與極短期預報資訊。QPESUMS 目前提供五分山、七股、花蓮、墾丁、馬公、清泉崗六座雷達最低仰角(0.5 度)回波估計降水(面的觀測)與全台

434 座雨量站觀測降雨(點的觀測)的整合資訊。QPESUMS 系統每 10 分鐘更新，提供觀測以及未來 0-1、1-2 以及 2-3 小時的降雨強度預報值，資料解析度為 0.0125 經緯度，在臺灣約為 1.3 公里見方之網格。

由於 QPESUMS 提供之面化雨量資訊具有極高之時空解析度，因此近年於防災應用上，多採用 QPESUMS 之網格降雨進行集水區平均降雨之推估，並以此作為逕流模式之演算降雨資料來源。

本研究之目的，主要是探討推估集水區逕流量時，採用 QPESUMS 網格降雨與傳統雨量站面積平均降雨之影響，以提供後續相關應用進行參考，研究區域為淡水河流域之景美溪集水區及基隆河員山子分洪堰上游之集水區(簡稱員山子集水區)。由於五分山雷達於 2015 年蘇迪勒颱風期間毀損，雖然中央大學 CPOL 雷達於蘇迪勒颱風後納入 QPESUMS 系統，彌補北臺灣降雨觀測雷達網之空缺，可協助降雨推估，但仍期望透過本次分析，瞭解五分山雷達損壞後，QPESUMS 資料對於集水區流量之影響，提供防災作業單位防汛時期之應作業參考

二、研究區域概述

研究區域為景美溪及員山子集水區。景美溪為淡水河水系新店溪之支流，上游主要支流永定溪發源於新北市石碇區火燒寮山附近，向西流至雙溪與另一支流石碇溪匯合後始稱為景美溪。流域面積約 122 平方公里(平地約占 13%，山地占 87%)，河流全長約 29.6 公里，於福和橋上游 700 公尺附近匯入新店溪，河道平均坡降約為 1/167。流域北端及東邊與基隆河流域相鄰，南臨新店河流域北勢溪及青潭溪集水區為界，東

與新店溪主流集水區為界。景美溪位於臺北盆地邊緣，集水區內有石碇、文山雨量站，鄰近之菁桐有火燒寮雨量站，下游寶橋設有水位流量站，可蒐集景美溪之水位與流量資料。[3]

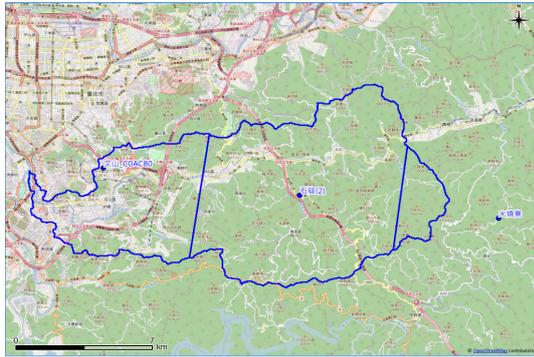


圖1 景美溪集水區範圍

員山子集水區位於淡水河水系基隆河員山子分洪堰上游，主流長約 19 公里，面積約 91 平方公里。集水區內地形變化複雜，除沿河兩岸有少數台地之外，餘均為高山及丘陵，植生相當茂密。分洪堰址上游河段之平均坡度約為 1/90，自灰窯以上河段坡度較陡，平均約 1/50，下游段坡度較緩約 1/160。員山子集水區有三貂嶺、火燒寮等雨量站，其中火燒寮地區曾為全臺最大暴雨中心，員山子分洪堰址處設有多座水位流量計，可即時監控集水區之水位及流量資訊。[4]

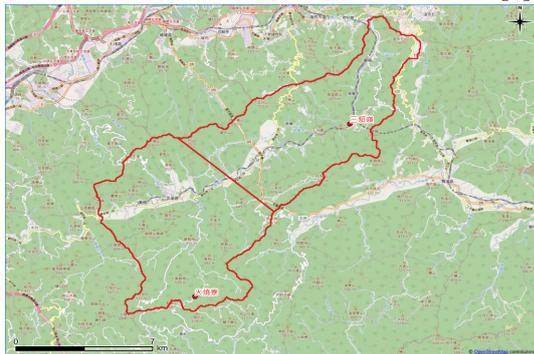


圖2 員山子集水區

三、研究方法

本研究採用雨量站觀測，以及 QPESUMS 網格降雨估計資料計算集水區逐時面積平均降雨，將逐時面積平均降雨輸入降雨逕流模式演算逕流量，利用水位流量測站所量測之結果，分析比較利用雨量站平均降雨及 QPESUMS 網格降雨所推估之逕流量，以瞭解不同平均降雨資料對逕流量推估之影響。網格降雨之推估方式如圖 3，將 QPESUMS 網格與集水區範圍進行圖層套疊，取得集水區範圍內之 QPESUMS 網格點後，由網格點降雨進行算術平均得面積平均降雨。

推得集水區逐時面積平均降雨後，結合集水區出口觀測逕流量可推算集水區的水平衡關係。降雨為集水區的水量源項，而集水區出口的觀測逕流量為集水區的水量源項，由於降雨在集水區內並非全部由出口

流出，會有部分降雨量入滲至集水區地下或截留於表面，因此根據質量守恆，集水區出口的總逕流量應小於總降雨量，總逕流量/總降雨量稱為逕流降雨比，約在 0.6~0.9 間為合理值，若大於 1，表示水平衡關係不合理，可能為總降雨低估，或總逕流量高估；若小於 0.6，則表示總降雨量大部分入滲至土壤中，也可能不合理。由逕流降雨比可大概掌握集水區水平衡合理性。

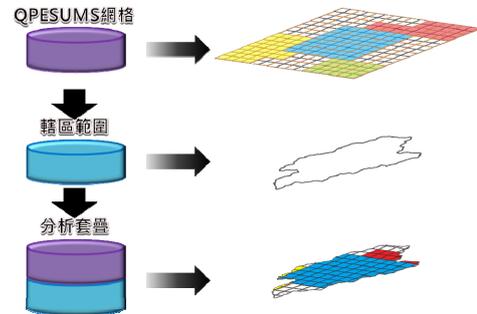


圖3 網格降雨套疊集水區推估面積平均降雨

由於模擬區域位於淡水河流域，轄管淡水河流域防洪作業之經濟部水利署第十河川局，於 2004 年建置淡水河流域洪水預報系統(Real time flash flood forecasting model, REFOR)，採用之降雨逕流模式為雙層水筒模式(Tank Model)[3]。水筒模式是由日本科學技術廳菅原正己氏(Sugawara)於 1971 年提出[5]，概念是將集水區系統之逕流機制，以數個貯留型之水筒進行模擬，藉各水筒側邊開口高度及下方之開口，類比為流域內複雜存在之水文因子，如入滲、滲漏、貯留、蒸發、地表逕流、中間流及基流等現象，以此模擬流域內降雨-逕流。模式參數(各水筒之流出孔高度，孔口係數，各水筒貯蓄高之初期值等)可透過經驗，或採用最佳化演算法進行調整，計算速度快，可於颱風時期達到快速有效之計算結果。本研究採用此雙層水筒模式進行逕流量之演算。

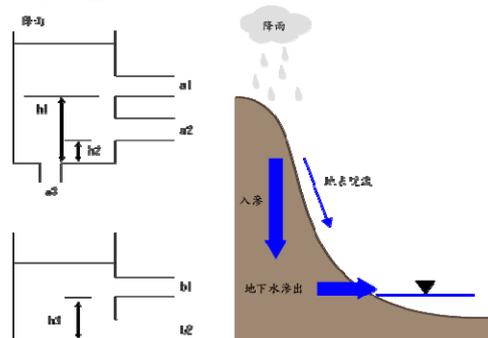


圖4 水筒模式概念示意

將逕流模擬結果，與景美溪寶橋水位流量站之流量觀測紀錄，以及員山子分洪堰之流量觀測紀錄進行比較，分析輸入不同逐時面積平均降雨後，集水區逕流演算之模擬結果，探討相關問題並提出建議。由於五分山雷達對 QPESUMS 網格降雨估計值有密切影響，因此分別選擇五分山雷達正常運作之 2012 年蘇拉颱風、610 豪雨，又及五分山雷達損壞之 2015 年蘇迪勒颱風及杜鵑颱風為分析案例，以瞭解五分山雷達對

QPESUMS 資料和集水區流量之影響。

四、案例分析

本研究區域為景美溪與員山子集水區模擬案例為 2012 年 610 豪雨、蘇拉颱風，2015 年蘇迪勒颱風、杜鵑颱風。成果分別說明如下：

(一) 景美溪

(1) 2012 年 610 豪雨

模擬時間為 2012 年 6 月 11 日 0 時至 6 月 15 日 0 時。圖 5 為採用集水區內及鄰近雨量站(文山、石碇及火燒寮) 計算平均降雨量(以下簡稱測站平均)，並與網格平均降雨比較。圖中顯示網格平均及測站平均之降雨趨勢相似，累積降雨相差約 15 mm，尖峰降雨僅差約 2 mm。網格平均尖峰降雨(40.38 mm)發生於 6/12 06:00，測站平均尖峰降雨發生於 6/12 08:00，較網格平均發生時間晚 2 小時。

透過寶橋水位流量站觀測流量紀錄與網格平均降雨量計算逕流降雨比，結果為 0.81，採用測站平均降雨計算逕流降雨比，結果為 0.85，數值均在合理範圍。

圖 6 為景美溪之流量比較，其中，藍色實心圓為觀測值，紅色空心圓為網格平均降雨計算結果，紫色空心圓為測站平均計算結果。圖中顯示觀測洪峰流量發生時間為 6/12 09:00，與網格尖峰降雨相差 3 小時，與測站尖峰降雨相差 1 小時。網格平均降雨之計算流量高估 127.5 立方公尺/秒(cubic meter per second, 以下簡稱 cms)，誤差百分比 19.15%；採用測站平均降雨之逕流較能反映觀測流量變化，且計算洪峰流量發生時間與觀測流量一致，洪峰流量略高估約 4 cms，誤差百分比為 0.6%。於 610 豪雨案例可看出採用網格平均降雨所計算之景美溪逕流量較測站平均略差。

(2) 2012 年蘇拉颱風

模擬時間為 2012 年 7 月 30 日 23 時至 8 月 3 日 14 時。圖 7 為測站平均與網格平均降雨比較。圖中顯示網格平均及測站平均之降雨趨勢相似，但累積降雨相差 170 mm，尖峰降雨相差約 10 mm。尖峰降雨發生時間相同為 8/2 05:00。

透過寶橋水位流量站觀測流量紀錄與網格平均降雨量計算逕流降雨比，結果為 0.73，採用測站平均降雨計算逕流降雨比，結果為 0.98，數值偏大。研判測站平均降雨量可能偏低，集水區內之主要實際降雨可能不在測站所在位置。

圖 8 為景美溪之流量比較。圖中顯示觀測洪峰流量發生時間為 8/2 06:00，與尖峰降雨相差 1 小時。測站平均降雨之計算流量有明顯低估情形，而採用網格平均降雨之逕流可有效反映觀測流量變化，且計算洪峰流量發生時間與觀測流量一致，洪峰流量略高估 59.44 cms，誤差百分比為 8.1%。於蘇拉颱風案例可看出採用網格平均降雨所計算之景美溪逕流量較測站平均佳。

(3) 2015 年蘇迪勒颱風

模擬時間為 2015 年 8 月 6 日 0 時至 8 月 10 日 0 時。圖 9 為測站平均與網格平均降雨比較。圖中顯示網格平均及測站平均之降雨趨勢相似，但累積降雨相差 59 mm，而尖峰降雨相差 14 mm。網格平均尖峰降雨(24 mm)發生於 8/8 04:00，測站平均尖峰降雨發生於 8/8 08:00，較網格平均發生時間晚 4 小時。

透過寶橋水位流量站觀測流量紀錄與網格平均降雨量計算逕流降雨比，結果為 1.05，顯示總逕流體積比降雨總體積大，甚為不合理，採用測站平均降雨計算逕流降雨比，結果為 0.90，數值較合理。研判網格平均降雨可能發生降雨量低估。

圖 10 為景美溪之流量比較。圖中顯示觀測洪峰流量發生時間為 8/8 09:00，與網格尖峰降雨相差 5 小時，與測站尖峰降雨相差 1 小時。網格平均降雨之計算流量有明顯低估情形，而採用測站平均降雨之逕流可有效反映觀測流量變化，且計算洪峰流量發生時間與觀測流量一致，洪峰流量略高估 10.07 cms，誤差百分比為 1.1%。於蘇迪勒颱風案例可看出採用網格平均降雨所計算之景美溪逕流量較測站平均差。

(4) 2015 年杜鵑颱風

模擬時間為 2015 年 9 月 27 日 0 時至 9 月 30 日 0 時。圖 11 為測站平均降雨與網格平均降雨比較，圖中顯示網格平均及測站平均之降雨趨勢相似，累積降雨相差 54 mm，尖峰降雨約相差 6 mm。網格平均尖峰降雨(47.85 mm)發生於 9/28 18:00，與測站平均尖峰降雨發生時間相同。

透過寶橋水位流量站觀測流量紀錄與網格平均降雨量計算逕流降雨比，結果為 0.82，採用測站平均降雨計算逕流降雨比，結果為 0.73，數值均在合理範圍。

圖 12 為景美溪之流量比較。圖中顯示觀測洪峰流量 815.55 cms 發生時間為 9/28 20:00，與尖峰降雨相差 2 小時。網格平均降雨之計算流量有效掌握趨勢，但計算洪峰流量 822.31 cms 延後 1 小時，洪峰誤差百分比僅 0.82%。而採用測站平均降雨之洪峰逕流量 975.39 cms 顯著高估，發生時間延後 1 小時，洪峰誤差百分比為 19.60%。於杜鵑颱風案例可看出採用網格平均降雨所計算之景美溪逕流量較測站平均佳。

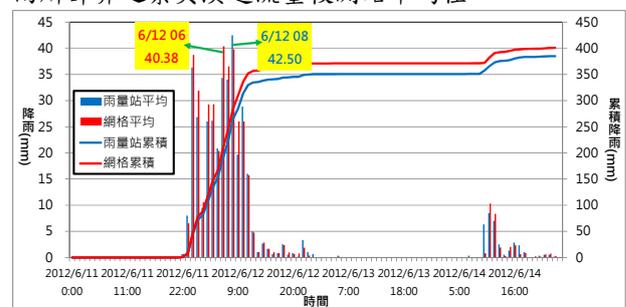


圖 5 610 豪雨景美溪面積平均降雨比較

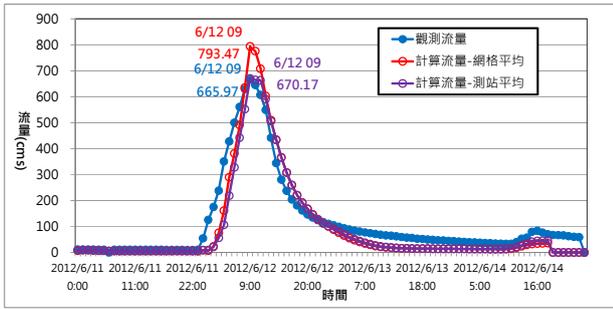


圖 6 610 豪雨景美溪逕流量模擬結果比較

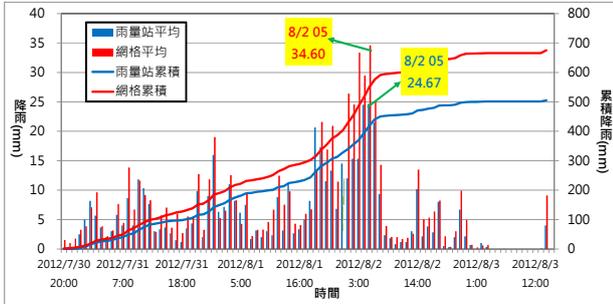


圖 7 蘇拉颱風景美溪面積平均降雨比較

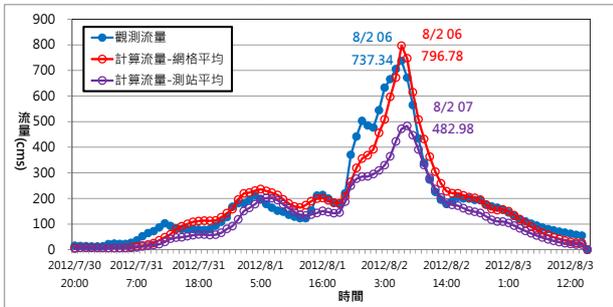


圖 8 蘇拉颱風景美溪逕流量模擬結果比較

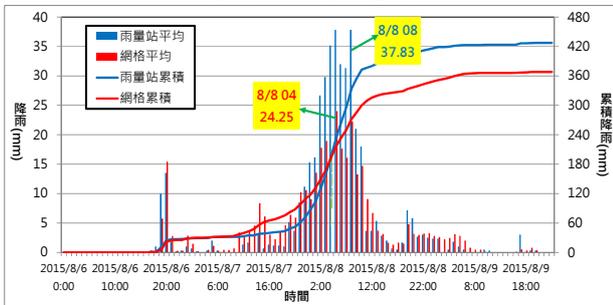


圖 9 蘇迪勒颱風景美溪面積平均降雨比較

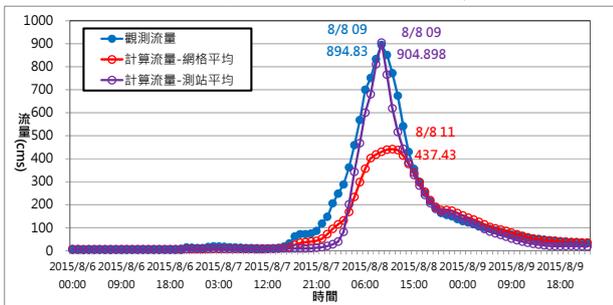


圖 10 蘇迪勒颱風景美溪逕流量模擬結果比較

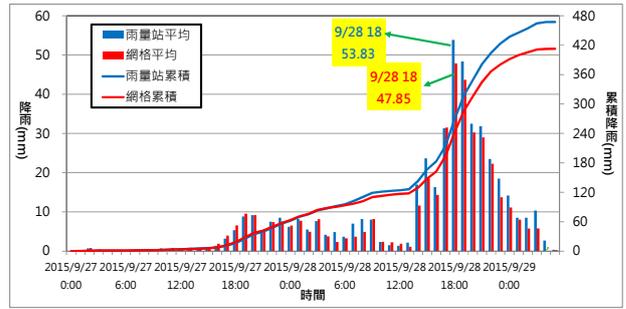


圖 11 杜鵑颱風景美溪面積平均降雨比較

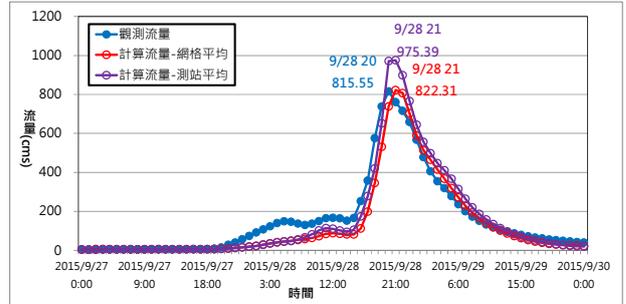


圖 12 杜鵑颱風景美溪逕流量模擬結果比較

(二)員山子集水區

(1)2012 年 610 豪雨

模擬時間為 2012 年 6 月 11 日 0 時至 6 月 15 日 0 時。圖 13 為測站平均與網格平均降雨比較。圖中顯示網格平均及測站平均之降雨趨勢相近，累積降雨測站平均為 313 mm，網格平均為 299 mm，相差約 14 mm，尖峰降雨較難判定，兩種降雨強度均超過 20 mm/hr 以上的時段有兩波，雖然第一波強降雨量值最高，但主要降雨集中於第二波，時間均為 6/12 08:00。

透過員山子分洪堰觀測流量紀錄與網格平均降雨量計算逕流降雨比，結果為 0.92，採用測站平均降雨計算逕流降雨比，結果為 0.88，數值在合理範圍內，但略偏高，顯示平均降雨可能偏低。

圖 14 為員山子集水區之流量比較。圖中顯示觀測洪峰流量發生時間為 6/12 09:00，與第一波降雨尖峰相差 9 小時，與第二波尖峰降雨相差 1 小時，研判造成洪峰流量之降雨應為第二波尖峰降雨。網格平均降雨計算之逕流量與觀測趨勢類似，有兩個尖峰，但兩流量尖峰均低估 85 cms 以上，誤差百分比約 16%；測站平均降雨計算之逕流量僅一個尖峰，但洪峰流量與觀測較相近，僅高估 25 cms，誤差百分比約 5%。於 610 之案例可看出網格降雨之計算流量趨勢較能合理反映實際流量狀況，但模擬結果偏低；測站平均降雨之計算洪峰流量與觀測資料相當接近，但無法反映兩段尖峰流量，研判兩段尖峰值為雨量空間之不均勻分佈造成，僅由測站較難表現流域內其他範圍之平均降雨狀況。

(2)2012 年蘇拉颱風

模擬時間為 2012 年 7 月 30 日 20 時至 8 月 3 日 14 時。圖 15 為測站平均與網格平均降雨比較。圖中顯示

網格平均及測站平均之降雨趨勢相近，累積降雨測站平均為 583 mm，網格平均為 510 mm，相差 73 mm，尖峰降雨相差約 10 mm。網格平均尖峰降雨(38.8 mm)發生於 8/2 05:00，測站平均尖峰降雨發生於 8/2 04:00，較網格平均時間早 1 小時。

透過員山子分洪堰觀測流量紀錄與網格平均降雨量計算逕流降雨比，結果為 0.88，採用測站平均降雨計算逕流降雨比，結果為 0.77，數值均在合理範圍。

圖 16 為員山子集水區之流量比較。圖中顯示觀測洪峰流量發生時間為 8/2 05:00，與網格尖峰降雨同時，與測站尖峰降雨相差 1 小時。網格平均降雨之計算流量低估 124.73 cms，誤差百分比 12.73%；測站平均降雨之逕流尖峰時間為 8/2 04:00，較觀測提前一小時，洪峰流量 984.43 cms，誤差百分比僅 0.4%。於蘇拉颱風案例可看出採用網格平均降雨所計算之員山子集水區洪峰逕流量較測站平均差，但洪峰時間與流量變化趨勢與觀測一致。

(3)2015 年蘇迪勒颱風

模擬時間為 2015 年 8 月 6 日 0 時至 8 月 10 日 0 時。圖 17 為測站平均與網格平均降雨比較。圖中顯示網格平均及測站平均之降雨趨勢於尖峰段有些差異，累積降雨測站平均為 551 mm，網格平均為 406 mm，相差達 145 mm，尖峰降雨相差約 17 mm。網格平均尖峰降雨(39.8 mm)發生於 8/8 04:00，測站平均尖峰降雨發生於 8/8 08:00，較網格平均時間晚 4 小時。

透過員山子分洪堰觀測流量紀錄與網格平均降雨量計算逕流降雨比，結果為 0.93，顯示網格降雨可能偏低，採用測站平均降雨計算逕流降雨比，結果為 0.69，數值在合理範圍。

圖 18 為員山子集水區之流量比較。圖中顯示觀測洪峰流量發生時間為 8/8 09:00，與網格尖峰降雨相差 5 小時，與測站尖峰降雨相差 1 小時。網格平均降雨之計算流量有明顯低估情形，洪峰流量誤差百分比達 33.74%；採用測站平均降雨之逕流則明顯高估，洪峰流量誤差百分比達 25.63%。於蘇迪勒颱風案例可看出採用網格平均或測站平均之逕流演算結果均不佳，但採用測站平均所計算之員山子集水區逕流量較網格平均降雨誤差小，研判為蘇迪勒颱風降雨較集中於測站，而較能反映區域平均降雨趨勢之網格平均降雨可能受五分山雷達受損，或相關觀測之影響，使雨量觀測值無法掌握實際量值。

(4)2015 年杜鵑颱風

模擬時間為 2015 年 9 月 27 日 0 時至 9 月 30 日 0 時。圖 19 為測站平均降雨與網格平均降雨比較，圖中顯示網格平均及測站平均之降雨趨勢相似，測站平均累積降雨 584 mm，網格平均累積降雨 474 mm，相差 110 mm，尖峰降雨約相差 16 mm。網格平均尖峰降雨發生於 9/28 18:00，與測站平均尖峰降雨發生時間相差 1 小時。

透過員山子分洪堰觀測流量紀錄與網格平均降雨

量計算逕流降雨比，結果為 1.01，顯示總逕流體積略大於降雨總體積，較不合理；採用測站平均降雨計算逕流降雨比，結果為 0.82，數值在合理範圍。

圖 20 為員山子集水區之流量比較。圖中顯示觀測洪峰流量 1178.60 cms 發生時間為 9/28 20:00，與尖峰降雨相差 1~2 小時。網格平均降雨之計算流量趨勢一致，計算洪峰流量 1125.55 cms 之洪峰誤差百分比僅 4.50%。而採用測站平均降雨之洪峰逕流量 1500.52 cms 高估，洪峰誤差百分比達 27.31%。於杜鵑颱風案例可看出採用網格平均降雨所計算之員山子逕流量較測站平均佳。

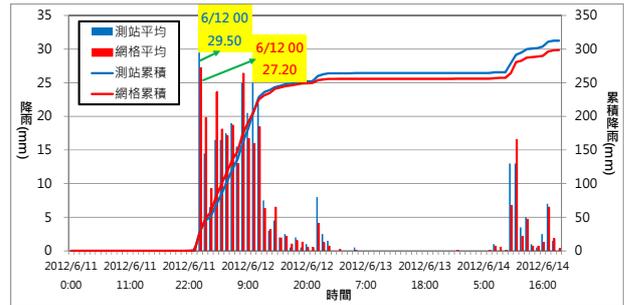


圖 13 610 豪雨員山子集水區面積平均降雨比較

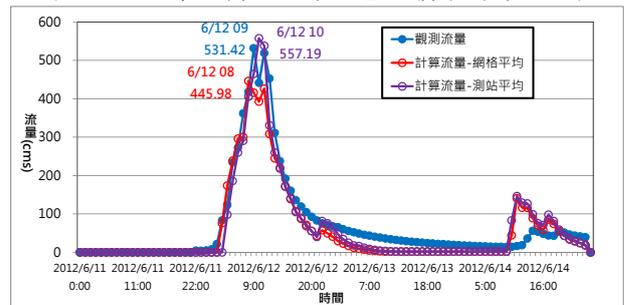


圖 14 610 豪雨員山子集水區逕流量模擬結果比較

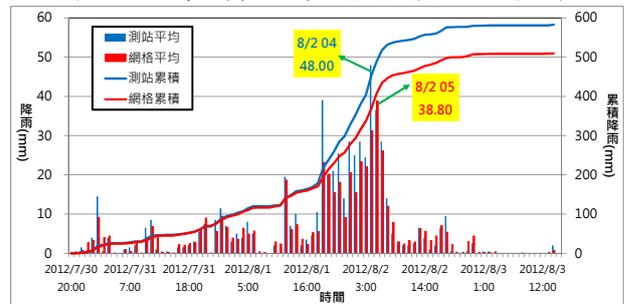


圖 15 蘇拉颱風員山子集水區面積平均降雨比較

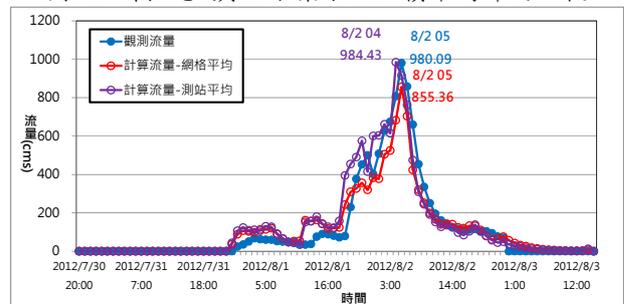


圖 16 蘇拉颱風員山子集水區逕流量模擬結果比較

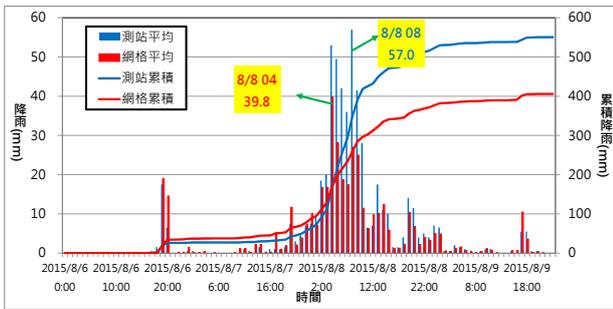


圖 17 蘇迪勒颱風員山子集水區面積平均降雨

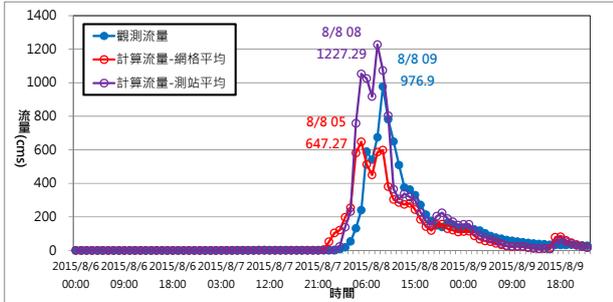


圖 18 蘇迪勒颱風員山子集水區逕流量模擬結果比較

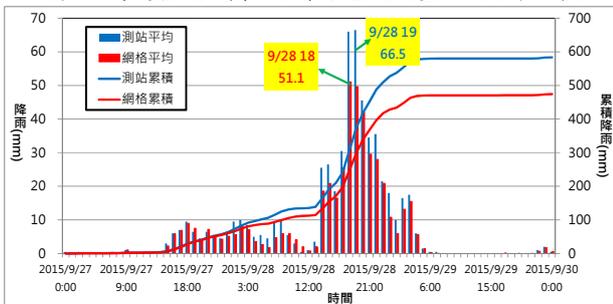


圖 19 杜鵑颱風員山子集水區面積平均降雨比較

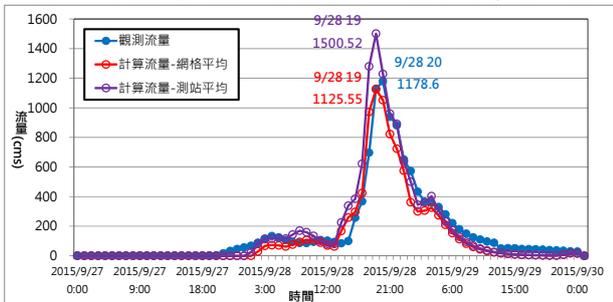


圖 20 杜鵑颱風員山子集水區逕流量模擬結果比較

五、結論與建議

本研究以 2012 年 610 豪雨、蘇拉颱風，2015 年蘇迪勒颱風、杜鵑颱風為模擬事件，對淡水河流域之景美溪及員山子集水區進行案例分析。探討採用測站平均和 QPESUMS 網格平均等不同集水區面積平均降雨計算方式，對逕流模式演算之逕流量影響。研究採用之逕流模式為應用於水利署第十河川局淡水河流域洪水預報系統之水筒模式，觀測流量站分別為景美溪寶橋站，以及員山子分洪堰。

於景美溪之分析案例中，除 2015 年蘇迪勒颱風之模擬結果外，採用網格平均降雨對於景美溪流量之計算具有良好掌

握效果。其中，又以 2015 年杜鵑颱風之模擬結果最佳，洪峰流量的誤差百分比僅 0.82%；2012 年 610 豪雨之洪峰流量模擬結果雖較差，但洪峰流量為高估，對於應用於洪水預報之逕流模式來說，演算結果較保守，亦為合理之演算結果。2015 年蘇迪勒颱風採用網格降雨之結果並不理想，且逕流降雨比超過 1，顯示集水區流出的水量，大於降雨總量，非常不合理，研判為五分山雷達受蘇迪勒颱風摧毀有關。

員山子分析案例中，網格平均降雨除 2015 年杜鵑颱風外，普遍造成逕流量低估，但較能反映逕流之變化趨勢，顯示網格降雨較能掌握降雨在空間上的分佈狀況，能夠反映集水區在無測站區域之降雨型態。2015 年蘇迪勒颱風之模擬結果無論是測站平均或是網格平均降雨均不理想，顯示蘇迪勒颱風之測站降雨和網格降雨均無法有效代表集水區平均降雨，降雨可能較集中於測站，但測站之外的集水區範圍可能沒有如測站所量測的相同雨勢。而網格降雨可能受五分山雷達損壞影響，似未能反映集水區降雨狀況。

2015 年蘇迪勒颱風於景美溪和員山子集水區均有網格降雨過低，造成逕流量偏低之計算結果，可能為五分山雷達損毀前後，QPESUMS 之網格降雨發生偏估，無法合理反映集水區降雨狀況。由於蘇迪勒颱風後，中央大學 CPOL 雷達即加入氣象局全國雷達觀測行列，彌補了北臺灣欠缺五分山雷達觀測的影響，因此杜鵑颱風之網格雨量似因此可再掌握景美溪和員山子集水區之平均降雨，使網格降雨具有不錯之逕流演算結果。

由以上分析案例，可大概瞭解集水區採用測站平均或網格平均降雨對於逕流量之影響，於實際應用時，仍應由逕流降雨比開始逐步確認水平衡之合理性，再進行逕流模擬。此外，目前逕流模式均仍採用以往集水區平均降雨之概念進行逕流演算，目前降雨資料空間與時間解析度日益提高，集水區逕流模式應研發納入網格降雨為輸入條件，使降雨在空間上的分布，能合理的反映至逕流演算，將可提高逕流演算之精確性。

六、誌謝

本研究承蒙經濟部水利署第十河川局提供之資料、系統模式參數等，供本研究順利進行相關研究分析探討，特此申謝。

七、參考文獻

1. 王如意，易任，「應用水文學」，國立編譯館，第十一章，民國 85 年。
2. Chow, V. T., Maidment, D. R., Mays, L. W., Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York, ch7., 1988.
3. 「104 年度十河局轄區洪水預警及防汛整合作業」，經濟部水利署第十河川局，民國 104 年。
4. 「員山子分洪水情資訊整合與效益評估系統建置」，經濟部水利署第十河川局，民國 102 年。
5. 菅原正己，流出解析法，日本共立出版社，1972。