

逢甲大學學生報告 ePaper

運用 HSPF 模式探討降雨特性分佈對流量模擬之影響 — 以北勢溪為例

Use HSPF model that investigate rain identity of flow imitate ffect
- example is pei shih his.

作者：吳天佑

系級：水利工程與資源保育學系

學號：D9768026

開課老師：張嘉玲

課程名稱：專題實驗

開課系所：水利工程與資源保育學系

開課學年： 100 學年度 第 1 學期

中文摘要

在現今的社會裡，全球的氣候轉變劇烈讓我們更加難以抓摸氣候變化，相繼出現的超級颱風、超級颶風、大地震、聖嬰現象、反聖嬰現象等災害侵襲之下，全世界都人心惶惶。前一段時間處於缺水、限水的情況，下一段時間卻是水庫爆滿處於洩洪狀態、緊臨河川的下游城市相繼淹水，這都考驗著我們水利人該如何在這樣極端氣候下進行水利設施的施建與設計。

本研究以使用 BASINS 中的 HSPF 模式進行率定驗證其 HSPF 參數，再多次修改參數使其變為較精確後即進行情境分析，以雨量倍數變化型、雨量平均型、雨量集中型此三大類情境進行模擬，進而得到在不同情境模式下降雨量的變化對流量增減變化造成的影響。

由情境模擬出的流量數值可作出此結論，年降雨量的多寡對流量的變化占了十分重要的角色。由本研究所使用之情境下可得知，改變年降雨量的多寡會直接影響到流量的變化，第一類雨量倍數增減型中流量有明顯的隨之變化；第二類雨量平均型中流量明顯得比原始雨量下的流量少了許多；第三類雨量集中型中可看出雨量應比本研究所設定之情境更加極端集中於更短的時間內，始之形成更大的流量數值。

關鍵字：北勢溪、流量模擬、HSPF(Hydrological Simulation Program Fortran)

Abstract

In these years, global weather turns into a huge different change, so it's hard to predict the weather accurately. Furthermore, the natural disasters (such as: typhoons, hurricanes, earthquakes, El Nino and anti-El Nino) make people fill with panic all around the world. In previous period, we might be caught in situations of water shortages and water restricts, but in the next period, we may have to face the problems of reservoir in full and the water shortages of the cities which near the rivers. The problems above all are making a test to us who work in the Water Resources Engineering how to establish and design the buildings in the extreme weather.

In this study, after taking the HSPF (Hydrological Simulation Program Fortran) and then Proofreading parameters to be more accurately, I will do the analysis and simulate for three situations to get the inflation of raining and flow.



Keyword : HSPF 、 Flow simulation 、 pei shih his

目 次

中文摘要-----	P.01
英文摘要-----	P.02
一、前言	
1.1 研究動機-----	P.04
1.2 研究目的-----	P.04
二、文獻回顧	
2.1 降雨對流量的影響-----	P.04
2.2 地形對流量的影響-----	P.05
2.3 流量模式-----	P.05
三、研究方法	
3.1 研究區域-----	P.06
3.2 模式介紹與應用-----	P.07
3.3 情境設計-----	P.08
3.4 評鑑指標-----	P.09
四、結果與討論	
4.1 模式率定及驗證結果-----	P.10
4.2 情境分析-----	P.11
4.2.1 雨量倍數變化型-----	P.11
4.2.2 雨量平均型-----	P.11
4.2.3 雨量集中型-----	P.12
4.3 綜合討論-----	P.12
五、結論與建議	
5.1 結論-----	P.14
5.2 建議-----	P.14
參考文獻-----	P.15

一、前言

1.1 研究動機

在現今的社會裡，全球的氣候轉變劇烈讓我們更加難以抓摸氣候變化，相繼出現的超級颱風、超級颶風、大地震、聖嬰現象、反聖嬰現象等災害侵襲之下，全世界都人心惶惶。台灣雖屬多雨地區，但由於地形、地勢與氣候的影響，導致水資源的管理與調配非常不易。台灣地區水資源的運用主要依靠水庫、壩堰來攔蓄水源，以供輸民生、農業、工業各用水之需求。前一段時間處於缺水、限水的情況，下一段時間卻是水庫爆滿處於洩洪狀態、緊臨河川的下游城市相繼淹水，這都考驗著我們水利人該如何在這樣極端氣候下進行水利設施的施建與設計。

1.2 研究目的

本研究以 BASINS 中的 HSPF 模式進行研究，以變化降雨型態來探討變化後對流量數值所造成的影響進行分析，從相同的氣象資料之下，作出較於符合實際北勢溪流域之水文狀態的水文參數，再以此參數進行率定驗證，以確保進行各種類的情境分析時，可以得到較為精準的流量數值，進而了解流量高峰數值以防範災害。

二、文獻回顧

2.1 降雨對流量的影響

對降雨與出流的轉換過程，在水文學上此類的模式相當多，而藉由雨水流動之物理法則，與簡單之降雨出流過程來模式化，就能大致了解其出流現象，以此觀點建構之出流模式即為運動波模式。(張順竹，2004)

虞國興(1992)分析雨量站資料超過25年的記錄長度，發現不論是全年期、水文年期、枯水期或豐水期而言，台灣地區歷年來雨量的變化呈遞減趨勢。若考慮連接20、30、45、60及90日的歷年來最小降雨量趨勢，則中部地區呈逐年遞減的趨勢，南部地區則於連續60日及90日呈現較明顯遞減趨勢，而北部地區則與南部地區相反，當連續天數越長時其遞減趨勢越不明顯，顯示南部乾旱較北部嚴重且雨量有逐年減少之趨勢。

2.2 地形對流量的影響

Haase et al.(2007) 指出改變土地利用會減少集水區的蓄水能力，不透水面積(建築物、公共建設)持續擴張，導致土壤入滲率低，增加地表逕流產生，河川總水體也隨之提高。Cao et al.(2009)，在紐西蘭的研究，當植被種類變更，原始森林變成草地或外來物種，導致蒸發散量降低，總水產量、基流增加。

過去的降雨逕流模式在極端降水條件下大多忽略入滲表土貯水量對逕流模擬之影響，原因是在較短延時之暴雨狀況下降雨強度大，集水區之逕流反應較快。但颱風事件之降雨特性不同於一般暴雨事件，除了降雨強度大之外延時也較長，一般可達二至三日有時甚至更長，故應考慮入滲及表土貯水量對地表逕流量之影響。Dutta 等人在 2000 年所進行颱風事件下全流域洪災模擬研究顯示，漫地流(約佔總降雨量 70%)及入滲(約總降雨量 27%)兩者為颱風事件中最重要之地表水文過程。(宋睿唐，2004)

2.3 流量模式

HSPF 模式模擬流量為依劃分好之子集水區之水系、坡度及高程匯合流至每一河段的出口處，再依劃分好之各子集水區的流向於集水區之出口點匯集成總出流量。因為 HSPF 模式對於每一河段之水深、坡度、表面積、貯存體積等假設固定關係，HSPF 模式由這些相關之固定關係所計算得的河段資料，定義在輸入檔的 FTABLE 內，當 HSPF 模式須進行相關水利模擬運算時，可由 FTABLE 處獲得資料。(黃鈺真，2000)

HSPF 模式參數多且集水區相關資料缺乏，因此在模擬率定時須參考其他相關文獻以作為調整參數的依據。調整流量相關參數時，可參考 BASINS Technical Note6 中關於 HSPF 模式中水文、水力參數的演算建議值。(黃佳慧，2005)

三、研究方法

3.1 研究區域

翡翠水庫位於淡水河支流新店溪上游北勢溪上，在龜山合流口上游 2.3 公里之翡翠谷，距臺北市約 30 公里，土水庫集水區總面積約 303 平方公里，包括臺北縣的雙溪鄉、坪林鄉、石碇鄉的大部分地區及新店市之小部分地區，除北勢溪主流外，主要支流包括逮魚堀溪、金瓜寮溪等。

本研究把北勢溪流域之區域分為北勢溪集水區、逮魚堀溪集水區、金瓜寮溪集水區、翡翠水庫集水區，如圖 1 北勢溪流域區域圖所示。

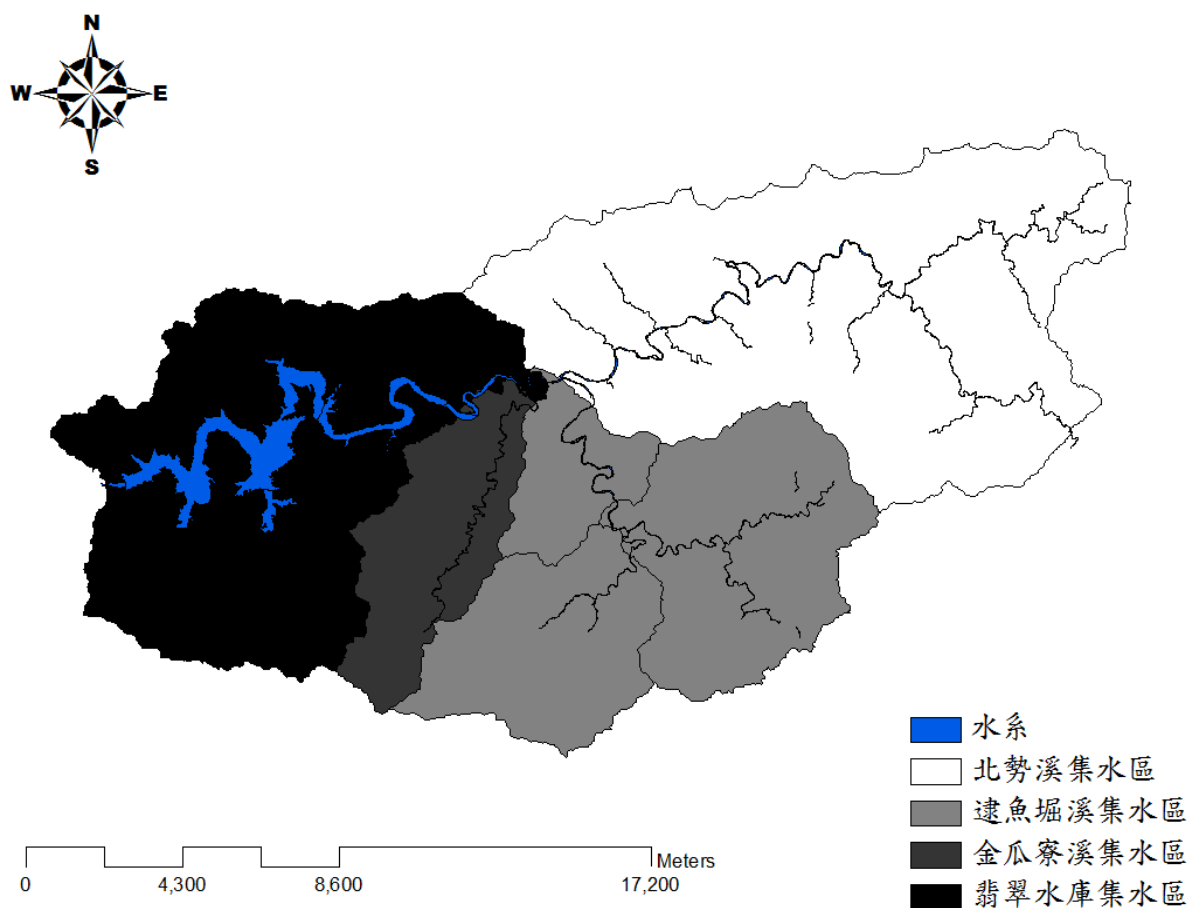


圖 1 北勢溪流域區域圖

3.2 模式介紹與應用

一開始必須先收集到一些研究區域的 GIS 相關資料(土地利用、高程、邊界)、氣象資料(降雨、蒸發、溫度、風速、日幅射、蒸發散潛勢、露點溫度、雲覆蓋量、流量資料)，因為有了這些資料才可以製作出氣象檔且完整的執行 basins。在執行 basins 的時候需先建立一個新的專案，輸入圖層資料，如土地利用、高程、邊界，載入先前製作好的氣象檔並輸入其觀測資料，如氣象資料、流量資料，再將圖層資料、觀測資料匯入 HSPF，執行 Win-HSPF，如選擇模擬項目、輸入參數，最後製圖與統計分析，如圖 2 流程圖所示。

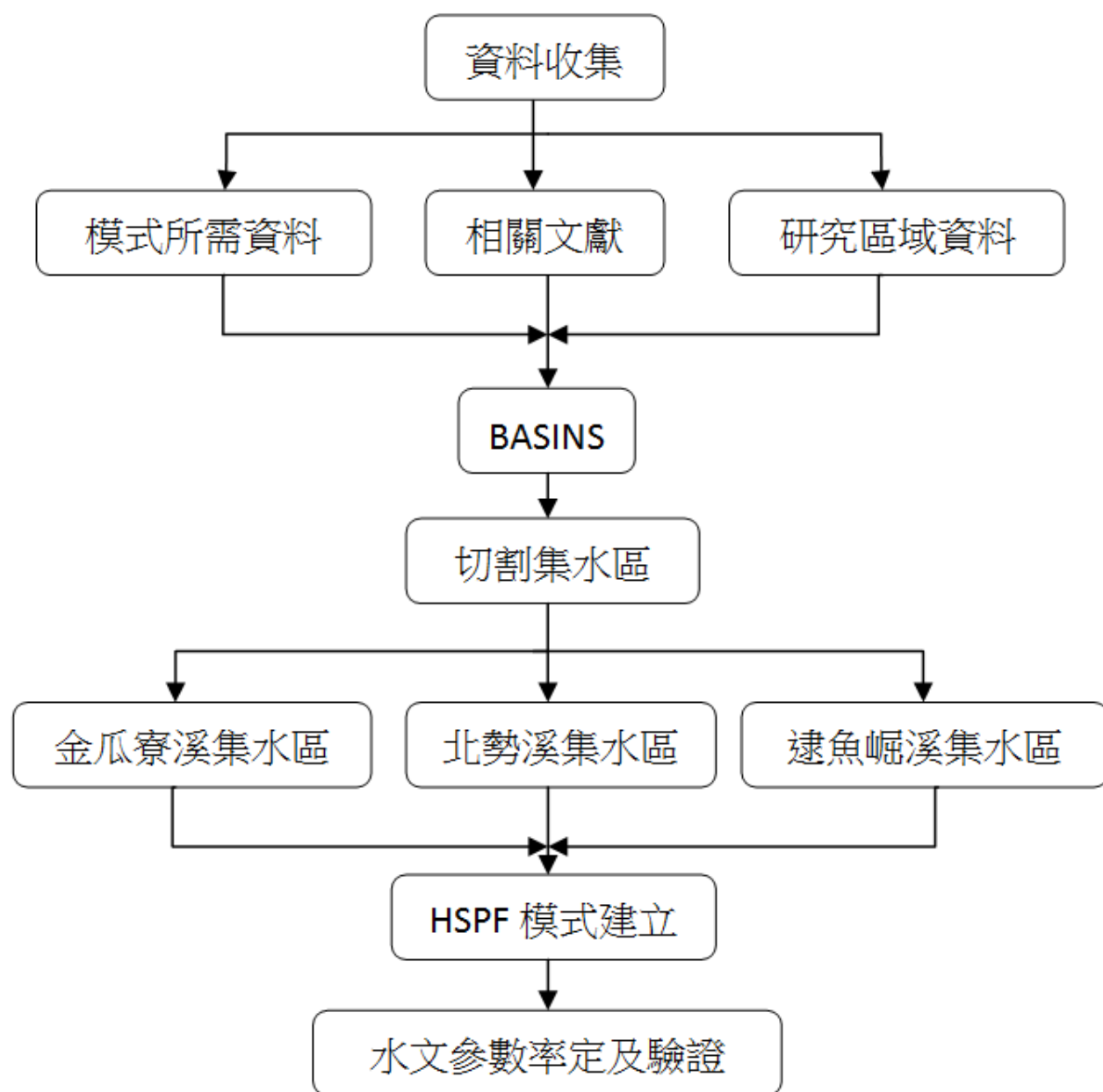


圖 2 流程圖

3.3 情境設計

由圖 3 情境分析流程圖可知情境分析分為三大類，第一大類為雨量成倍數變化型，主要分為兩種，其一為全部雨量均增加為 2 倍、其二為全部雨量均減為 0.5 倍；第二類雨量為平均型，其為總雨量平均且同時分配於每日每時；第三大類為雨量集中型，其主要分為兩大類，其一為總雨量均分於六月、七月、八月等三個月的每日每時、其二為總雨量均分於六月到十一月等六個月的每日每時。

當把三大類五種情境分別以北勢溪、金瓜寮溪、逮魚堀溪三條河流去做情境模擬，模擬出結果後再與驗證作比較即可得知其差異性。

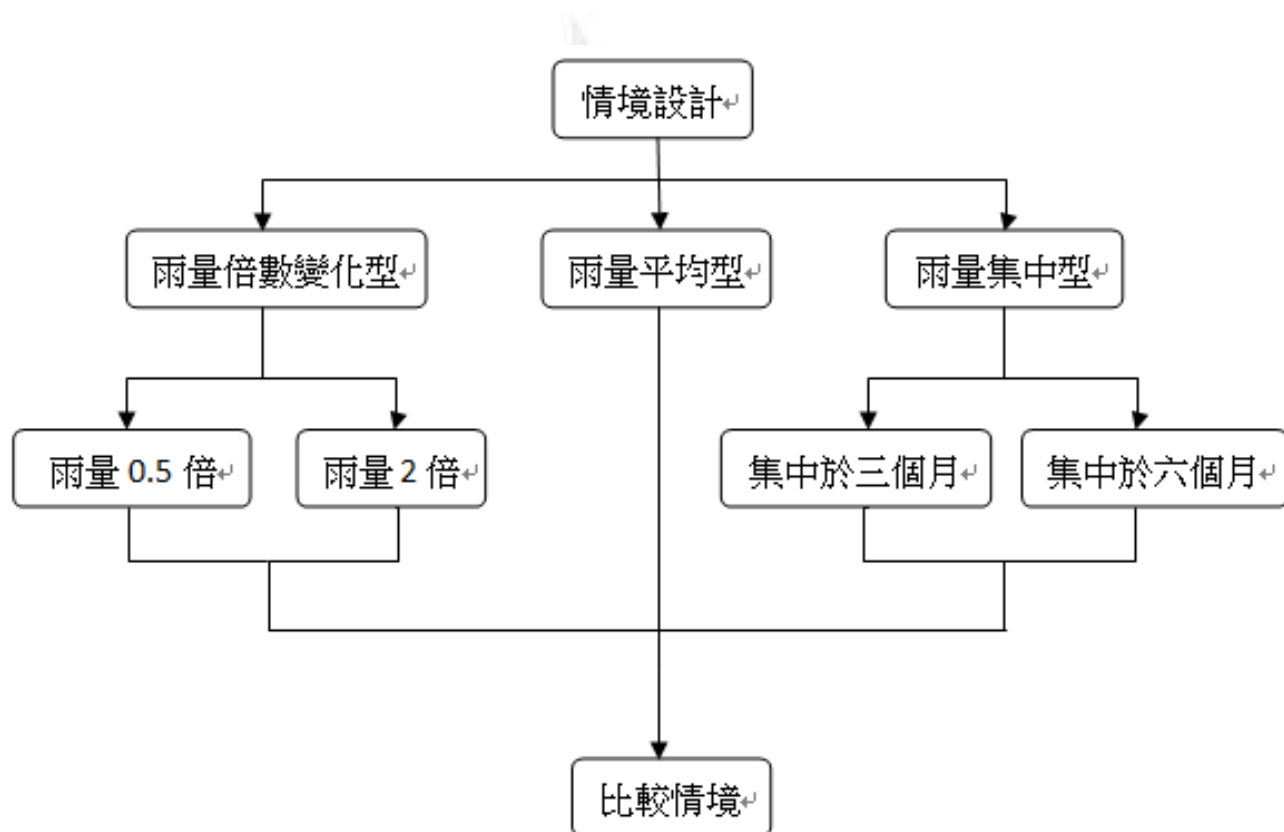


圖 3 情境分析流程圖

3.4 評鑑指標

本文採用下列兩種客觀的指標進行模式的評鑑

(1)R-Square :

林震岩(2006)， R^2 值表示獨立變數和相依變數之間的關係力量，也就是說 R-square 代表的是一個迴歸模式的解釋能力。例如：如果做出來的結果是 0.65，就表示研究模型的解釋能力高達 65% 以上，R Square 的範圍是從 0.0 到 1.0。一般而言，當測量的自變數增加時，會有高估的傾向，也就是 R square 的值會越高，為避免此一現象，一般會使用調整後的 Adjusted R square，如此可以減輕因為自變數個數增加帶來 R square 膨脹效果。

$$RSqr = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q}_i)(\hat{Q}_i - \tilde{Q})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q}_i)^2 \sum_{i=1}^n (\hat{Q}_i - \tilde{Q})^2}} \right]^2 \quad \text{式 1}$$

(2)洪峰誤差(Error of peak Discharge, EQp)

$$EQ_p = \frac{Q_{pest} - Q_{pobs}}{Q_{pobs}} \quad \text{式 2}$$

式中 Q_{pest} 為模式推估之洪峰流量(cms)

Q_{pobs} 為觀測之洪峰流量(cms)

若 $EQ_p > 0$ ，表示模式推估洪峰值大於觀測洪峰值，反之則表示模式推估洪峰值小於觀測洪峰值。

四、結果與討論

4.1 模式率定及驗證結果

本研究選用資料完整且流量有明顯變化時期之降雨情形，模擬連續暴雨之日流量變化，進行參數率定及驗證，北勢溪、金瓜寮溪及逮魚溪子集水區水文參數率定結果共用表1水文參數。

表 1 水文參數

參數名稱	定義	單位	範圍值	率定參數值
PWATER 副程式				
LZSN	下層土壤名義含水量	in	0.01~100	1.5
INFILT	入滲能力指標	in/hr	0.0001~100	0.04
LSUR	漫地流長度	ft	1~ none	150
SLSUR	漫地流坡度	-	1×10^{-7} ~10	0.44
KVARY	地下水出流參數	1/in	0~ none	1
AGWRC	地下水退水率	1/day	0.001~0.999	0.98
INFEXP	入滲公式指數	-	0~10	2
INFILD	最大與平均入滲量比值	-	1~2	2
DEEPFR	地下水入流參數	-	0~1	0.1
BASETP	基流蒸發散參數	-	0~1	0.02
AGWETP	地下水流蒸發散參數	-	0~1	0
CEPSC	截留量	in	0~10	0.35
UZSN	上層土壤名義含水量	in	0.01~10	0.01
NSUR	曼寧 N 值	-	0.001~1	0.35
INTFW	中間流入流參數	-	0~ none	6
IRC	中間流退水率	1/day	1×10^{-3} ~0.999	0.5
LZETP	下層土壤蒸發散參數	-	0~0.999	0.06
初始狀態.				
CEPS	截留儲存量	in	0~100	0.01
SURS	表面儲存量	in	0~100	0.01
UZS	上層土壤儲存量	in	0.001~100	2.75
IFWS	中間流儲存量	in	0~100	1
LZS	下層土壤儲存量	in	0.001~100	4.5
AGWS	活動地下水流儲存量	in	0~100	0.06
GWVS	地下水坡度指標	in	0~100	0.01

由表 2 評鑑指標可以得知，評鑑指標中 R-Square 在表中所表示相關性高達百分之七十以上，在 2008 年逮魚堀溪的數值更高達百分之九十四，在沒有高估的情況下，顯示出其數值較符合實際情況，而在評鑑指標中洪峰誤差(Error of peak Discharge, Eqp)卻表示出，除了 2007 年北勢溪的數值以外其他皆為模式推估洪峰值小於觀測洪峰值，在此顯示出其模式有低估洪峰值的現象產生。

表 2 評鑑指標

流域	評鑑指標	2007 年	2008 年
北勢溪	Rsq	0.81	0.87
	Eqp	0.19	-0.44
金瓜寮溪	Rsq	0.72	0.86
	Eqp	-0.3	-0.54
逮魚堀溪	Rsq	0.84	0.94
	Eqp	-0.27	-0.26

4.2 情境分析

本研究以雨量倍數變化型、雨量平均型、雨量集中型此三種類別的情境，分別進行年降雨量的情境變化，再運用 BASINS 中的 HSPF 模式進行模擬，進而以其模擬出來的數據加以分析得其結果，如表 3 表 4 表 5 所示。

4.2.1 雨量倍數變化影響

雨量倍數變化影響分為年降雨量 2 倍變化、年降雨量 0.5 倍變化兩種，而其方法為在氣象檔降雨資料中的每日每時降雨量由原本的數值變成為原來的 2 倍與在氣象檔降雨資料中的每日每時降雨量由原本的數值變成每日每時降雨量變為原來的 0.5 倍，再分別進行 BASINS 模擬流量以得知兩者差異與其個別流量變化。

4.2.2 雨量平均型：

平均型方法為在氣象檔降雨資料中的每日每時降雨量由原本的數值變成為年總降雨量平均分配到每日每時降雨量，再以 BASINS 模擬其流量變化與原降雨量下此三區域的流量變化差異。

4.2.3 雨量集中型

集中型降雨量分為集中於六月、七月、八月等三個月與集中於六月到十一月等六個月兩種，而其方法為在氣象檔降雨資料中的每日每時降雨量由原本的數值變成為年總降雨量平均至此三個月與在氣象檔降雨資料中的每日每時降雨量由原本的數值變成為年總降雨量平均至此六個月中，再分別進行 BASINS 模擬流量以得知兩者差異與其個別流量值變化。

4.3 綜合比較

在第一類的倍數增減型中北勢溪在降雨量改為 2 倍與 0.5 倍時，總流量與峰值皆小於相對應倍數；逮魚堀溪在降雨量改為 0.5 倍時，總流量與峰值皆小於相對應倍數，而在降雨量改為 2 倍時總流量小於相對應倍數，峰值則大於相對應倍數；金瓜寮溪在降雨量改為 2 倍與 0.5 倍時，峰值皆小於相對應倍數而總量皆大於相對應倍數。

在第二類的平均型中平均型的流量峰值近乎不適合於此模式，而在流量總量上又有不確定性的情況產生，故此模式不適用於北勢溪流域。

在第三類的集中三、六個月型北勢溪模擬 2008 年與情境降雨量改為集中三個月的總流量上近乎相同，而流量峰值是 0.14 倍的差距。由此可知，北勢溪流域在此類降雨型態中，應該是更為極端才能使流量變的與模擬值相差如此懸殊。

表 3 北勢溪總表

	高峯值(cms)	總和(cms)	平均值(cms)
平均值	11.00	3242.50	8.86
0.5 倍變化	123.00	1506.90	4.12
2 倍變化	639.00	8663.40	23.67
集中於 3 個月	49.30	4342.10	11.86
集中於 6 個月	24.70	3864.40	10.56
2007 年模擬值	356.44	5414.80	14.84
2007 年實際值	299.52	6864.30	18.81
2008 年模擬值	347.95	4460.42	12.22
2008 年實際值	626.53	4686.53	12.84

表 4 逮魚堀溪總表

	高峯值(cms)	總和(cms)	平均值(cms)
平均值	7.15	3242.50	8.86
0.5 倍變化	116.00	1506.90	4.12
2 倍變化	569.00	8663.40	23.67
集中於 3 個月	29.10	4342.10	11.86
集中於 6 個月	15.00	3864.40	10.56
2007 年模擬值	319.66	3479.68	9.53
2007 年實際值	441.66	4913.90	13.46
2008 年模擬值	314.00	2696.27	7.39
2008 年實際值	425.17	2768.46	7.59

表 5 金瓜寮溪總表

	高峯值(cms)	總和(cms)	平均值(cms)
平均值	1.34	371.61	1.02
0.5 倍變化	13.00	172.10	0.47
2 倍變化	136.00	1189.40	3.25
集中於 3 個月	5.50	484.81	1.33
集中於 6 個月	2.84	438.03	1.20
2007 年模擬值	112.72	973.04	2.67
2007 年實際值	77.79	1501.73	4.11
2008 年模擬值	60.26	732.32	2.01
2008 年實際值	133.76	949.38	2.60

五、結論與建議

5.1 結論

- 1.由模擬出的流量數值可作出此結論，年降雨量的多寡對流量的變化占了十分重要的角色。
- 2.第一類為年降雨量倍數增減類，北勢溪在年降雨量改為 2 倍與 0.5 倍時，總流量與峰值皆小於相對應倍數；逮魚堀溪在年降雨量改為 0.5 倍時，總流量與峰值皆小於相對應倍數，而在年降雨量改為 2 倍時總流量小於相對應倍數，峰值則大於相對應倍數；金瓜寮溪在年降雨量改為 2 倍與 0.5 倍時，峰值皆小於相對應倍數而總量皆大於相對應倍數。
- 3.第二類為年降雨量平均類，此類型近乎不適合於北勢溪流域，在流量峰值有低估的情況，其值相差了約 37.5 ± 6.5 倍，流量總量上又有不確定性的情況產生，故此類型不適用於北勢溪流域。
- 4.第三類為年降雨量集中變化類，在流量高峯值來看三者皆以倍數小於其模擬原始值，這顯示出北勢溪流域其降雨量應為更極端的情況。

5.2 建議

- 1.如欲提高本研究架構的應用領域及代表性，可在 BASINS 的操作上多加其他可能的背景因子，或在計算其波峰時可使用運動波模式係以一維度作水理演算。
- 2.在製作水文參數時，可分為幾塊相關性較高的區塊，分別作出個別之水文參數以增進準確度的提升，更能較為精準的作出其較為符合現況之流量數值。
- 3.在情境分析方面，第一類年降雨量倍數增減類，可再採取更多種倍數或差異更加劇烈的情境作為比較之依據以更加凸顯其差異性；第二類年降雨量平均類，本研究認為此種類型較適用於大陸型氣候區，並不適用於海島型氣候區；第三類年降雨量集中變化類，本研究認為用於降雨量時空不均的地區會更加符合現實且降雨量以類似於徐昇式分配的方法去做比例分配將可以更加符合現實。
- 4.在此模式下的流量總量，其值較為不穩定，容易有高估或低估的現象產生，可能需要多加其他的參數嘗試，嘗試哪種參數較容易控制其流量總量的穩定。

參考文獻

中文文獻

1. 虞國興、林豪彥、沈再勇，2001，乾旱週期之探討—級值序列方法。
2. 黃鈺真，2000，HSPF 模式應用於曾文水庫集水區非點源污染負荷之推估，國立成功大學，環境工程學系，碩士論文。
3. 宋睿唐，2004，分散式降雨逕流模式之建立及暴雨時期流量之模擬，國立中央大學，水文科學研究所，碩士論文。
4. 張順竹，2004，坡地旱田降雨逕流分析研究，國立中興大學土木工程研究所，碩士論文。
5. 行政院環保署。
6. 黃佳慧，2005，以HSPF營養鹽模組討論農業對水庫非點源污染負荷的貢獻，國立成功大學，環境工程學系，碩士論文。
7. 林震岩，2006，多變量分析 SPSS 的操作與應用，智勝。

英文文獻

1. Cao, W., William, B.B. and Tim, D., “Modelling impacts of land cover change on critical water resources in the Motueka river catchment, New Zealand”, *Water Resour Manage*, 23, 137-151, 2009。
2. Haase, D. and Henning, N., “Does urban sprawl drive changes in the water balance and policy? The case of Leipzig (Germany) 1870-2003” ,*Landscape and Urban Planning*, 80, 1-13, 2007。