

# 氣候變遷下極端降雨淹水事件模擬分析-高屏溪

魏曉萍

李欣輯

葉克家

國家災害防救科技中心

國家災害防救科技中心

國立交通大學

鄭兆尊

劉俊志

陳永明

國家災害防救科技中心

國家災害防救科技中心

國家災害防救科技中心

近十年氣候模擬技術不斷的進步，對於未來長期氣候模擬，主要的科學工具為全球大氣環流模式(general circulation model, GCM)，由於GCM模式主要為推估全球氣候變化，其空間與時間解析度往往較低。因此，過去三年的「臺灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫」(The Taiwan Climate Change Projection and Information Platform Project，以下簡稱TCCIP計畫)產製許多高解析度的氣候資料，提供給災害、公衛及農業等領域使用。

本研究使用動力降尺度之降雨資料，以颱風中心距離本島300公里內之範圍為定義，挑選出颱風事件，並將颱風事件之降雨量經過偏差校正，解決MRI-WRF動力降尺度於颱風降雨低估的問題。研究區域選定為高屏溪，使用SOBEK模式建構高屏溪集水區流量模擬模式，且將建構完成的SOBEK模式針對未來極端颱風降雨之個案，進行全流域之災害情境模擬，包含極端洪峰與流量模擬與二維淹水模擬。

關鍵詞：高解析度、降尺度、水文、水理建置

## 一、前言

氣候變遷下極端颱風所帶來的豪大雨將造成河川流量改變，人民居住地方可能遭受較高之風險，因此，在未來氣候變遷影響下需先對可能遇到的災害做一全面性探討，近期已經有許多研究針氣候變遷影響下對水文改變做一探討(Arnell (1999)、Nohara et al. (2006)、Arora and Boer (2001))。

經由政府的重視氣候模擬技術已不斷的進步，目前對於未來長期氣候模擬，主要的科學工具為全球大氣環流模式(general circulation model, GCM)，但於由GCM模式主要為推估全球氣候變化，其空間與時間解析度往往較低。目前高解析度氣候資料有高解析度的GCM、動力降尺度及統計降尺度三種。近期許多研究試圖增加其空間解析度例如統計降尺度(statistical downscaling)與動力降尺度(dynamic downscaling)，但其結果常只有幾個點的資訊，對於像台灣這種面積狹小加上地形複雜崎嶇區域，較無法表象出其氣候特性。因此，本研究以高屏溪為示範區域，使用國內首見之高解析度動力降尺度(WRF)資料，挑選1979至2003年基期、2015至2039年(近未來)與2075至2099年(世紀末)兩時期間的前10名極端颱風降雨量，結合SOBEK河道模式，模擬未來氣候變遷下河道流量之變化趨勢，且將建構完成的SOBEK模式針對未來極端颱風降雨之個案，進行全流域之災害情境模擬，包含極端洪峰與流量模擬與二維淹水模擬，評估未來氣候變遷下之衝擊與影響。

## 二、研究方法

本研究選定高屏溪區域(圖1)，使用SOBEK模式建構高屏溪集水區，將建構完成的SOBEK模式針對未來極端颱風降雨之個案，進行全流域之災害情境模擬(圖2)，包含極端洪峰與流量模擬與二維淹水模擬。且與水利主管單位所公告之河川尖峰設計流量及歷史淹水區域進行比較，藉以了解氣候變遷下的流量改變可能造成的衝擊。

### (一)SOBEK模式

SOBEK模式為荷蘭WLIDelft Hydraulics公司所研發，整合河川、區域排水與都市排水系統之水文、水理程式。本研究淹水模式包含水理模式、降雨逕流模式、雨水下水道與淹水模式，可瞭解淹水地區漫地流及河川洪水水位特性。二維淹水模擬於河道內邊界條件為藉助一維水理模擬結果之流量與水位，作為二維河道邊界條件。而河道外則利用區域降雨至地表產生地表漫地流進行演算。

### (二)地文與水文資料

建置高屏溪流域水文、水理模式來進行氣候變遷下極端颱風事件模擬時，使用資料包含民國99年河道斷面資料、水工建造物等基本資料；歷史觀測的颱風雨量資料與日本氣象廳(Japan Meteorological Agency, JMA)氣象研究所(Meteorological Research Institute, MRI)發展的高解析度大氣環流模式(atmospheric general circulation model, MRI-JMA AGCM)以及德國研究機構MPI發展的ECHAM5氣候模式所模擬出的氣候推估結果，當作美國大氣研究中心(NCAR)所主導發展的天氣研究與預報模式系統(weather research and

forecasting modeling system, WRF)之初始場與邊界條件來進行動力降尺度(詳細介紹請參考「台灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫(2/3)」報告書)之未來極端颱風之雨量資料,可得到降雨量資料水平解析度為5公里且為時雨量資料;水位站包含河川水位測站資料與河口附近之潮位測站資料,潮位站資料使用FVCOM所推估未來潮位資料。

動力降尺度執行為現在(1979-2003年),近未來(2015-2039年)以及世紀末(2075-2099年)三個時期各25年的氣候模擬。研究中分別挑選出三個時期前十大Top1-Top10極端颱風降雨事件,前10大極端颱風降雨事件(top1-top10)以高屏流域總雨量為挑選原則,圖2與分別為基期、近未來與世紀末前10大極端颱風降雨事降組體圖。由於WRF氣候資料為網格資料,因此挑選最鄰近水利署雨量站的WRF網格點雨量為SOBEK輸入雨量資料。

### 三、案例分析

本研究挑選三個時期基期(1979\_2003)近未來(2015至2039年間)與世紀末(2075至2099年間)前10大極端颱風降雨事件,結合SOBEK降雨逕流與河道模式,模擬未來氣候變遷下河道流量之變化趨勢。且為了瞭解未來氣候下單一最烈情境事件影響下,全流域可能面臨的最烈災害情境,挑選最極端降雨事件進行高屏溪淹水模擬。

#### (一)河道衝擊評估

在河道衝擊中以屏流域內的玉里大橋之計畫流量來進行評估。

#### (二)SOBEK模式檢定與驗證

建構SOBEK河道模式後需對建構模式進行參數檢定與驗證,本文選用610豪雨雨量作為模式之檢定場次,並以泰莉颱風作為模式驗證場次。高屏流域之里嶺大橋水位站實測水位與SOBEK模式所模擬水位比較如圖4、5所示。

#### (三)模擬結果

表一為河道流量(修正後雨量)模擬結果,由文獻可得知,里嶺大橋之治理計畫流量(Q100)為30,400cms,基期與近未來所模擬出來水位尚無超過計畫洪水位之情形。世紀末時,里嶺大橋水位站超越場次為2/10。

經由世紀末(2079~2099年)最烈情境下的颱風事件雨量(TOP1\_BC)(圖6)與下游潮位(圖7)的淹水模擬結果(圖8),可以觀察出曾文溪河道中遊河段有多處有溢堤風險如圖10標示紅色線段處所示。Top1\_BC事件模擬結果與莫拉克事件相近,淹水主因為溢堤與內水漫地流(超過內水設計與承載標準),受衝擊區域是包括中下游人口集中處。但該模擬結果並未加入區域排水與下水道設施,未來若有資料建議加入模式中,可使模擬結果更趨近真實。

## 四、結論與建議

本研究之工作項目為使用SOBEK模式建構高屏溪集水區流量模擬模式,且將建構完成的SOBEK模式進行不同資料評估,由於不同資料有不同特性,因此評估時需先進行資料特性探討,其中包含動力降尺度與BC後之動力降尺度。另外,下游邊界將結合FVCOM模式所推估出的河口暴潮水位進行淹水模擬。

由上述結果進一步與目前水利主管機關所公告之河川設計流量及現有堤防防洪能力進行比較,於里嶺大橋之治理計畫流量(Q100)為30,400cms,基期與近未來所模擬出來水位尚無超過計畫洪水位之情形。世紀末時,里嶺大橋水位站超越場次為2/10。經由世紀末最烈情境下的颱風事件(TOP1\_BC)的淹水模擬結果,可以觀察出曾文溪河道中遊河段有多處有溢堤風險。Top1\_BC事件模擬結果與莫拉克事件相近,淹水主因為溢堤與內水漫地流(超過內水設計與承載標準),且受衝擊區域為人口集中的中下游處。

## 致謝

本研究感謝行政院國家科學委員會補助經費(NSC100-2625-M-492-001)以及TCCIP計畫之陳淡容小姐協助產製未來氣候雨量資料、陳韋伯博士提供下游潮位資料與蘇元風博士提供雨量校正結果,才得以順利完成,特此謹致謝忱。

## 參考文獻

- Arora, V. K. and Boer, G. J., " Effects of simulated climate change on the hydrology of major river basins" , J. Geophys. Res., 106 (D4), 3335-3348, 2001.
- Arnell, N. W., " Climate change and global water resources" , Global Environ. Change, 9, S31-S49, 1999.
- Nohara, D., Kitoh, A., Hosaka M., and Oki, T., " Impact of climate change on river discharge projected by multimodel ensemble" , J. Hydrometeor, 7, 1076-1089, 2006.
- Matsumoto, K., Takanezawa, T. and Ooe, M., (2000) "Ocean tide models developed by assimilating TOPEX/POSEIDON altimeter data into hydrodynamical model: A global model and a regional model around Japan," J. Oceanogr., 56, 567-581.
- WLI Delft Hydraulics, (2006) SOBEK Software User' s Manual. Delft, the Netherlands.
- 許晃雄、陳正達、盧孟明、陳永明、周佳、吳宜昭等 (2011), 臺灣氣候變遷科學報告 2011, 行政院

國家科學委員會，2011。

林李耀、記水上、劉紹臣、陳亮全、許晃雄、盧孟明、賈新興、隨中興、周佳研、曾于恆、洪致文、吳宜昭、陳正達、翁叔平、陳昭銘、林傳堯、鄭兆尊、于宜強、周仲島、童慶斌、葉克家、陳永明、陳韻如、江申助、朱容練、Dr. Sahana Paul，魏曉萍、朱蘭芬，「台灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫 2/3」(2011)，國家防災研究中心。

葉克家、楊昇學、魏紹唐、謝東洲(2010)，「河川警戒水位與區域排水警戒雨量之檢討與應用」，經濟部水利署。

表一 河道流量(修正後雨量)模擬結果

	TOP1	TOP2	TOP3	TOP4	TOP5	TOP6	TOP7	TOP8	TOP9	TOP10
Present (1979 - 2003)	20005.96	13217.0	15432.8	16644.7	10326.7	9207.2	12568.7	9680.6	7952.7	8200.6
Near future (2015 - 2039)	19671.6	19651.1	17235.3	16092.0	11139.0	16347.2	8435.9	11008.2	13994.2	13722.8
End of the 21st century (2075 - 2099)	29662.9	33021.4	23393.4	23025.6	21402.5	17461.2	23206.5	14855.2	19369.4	10290.4

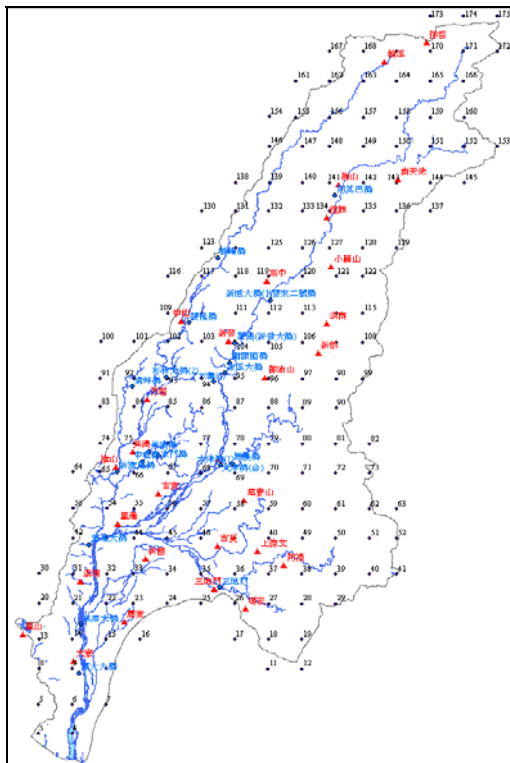


圖 1 高屏河流域模擬範圍

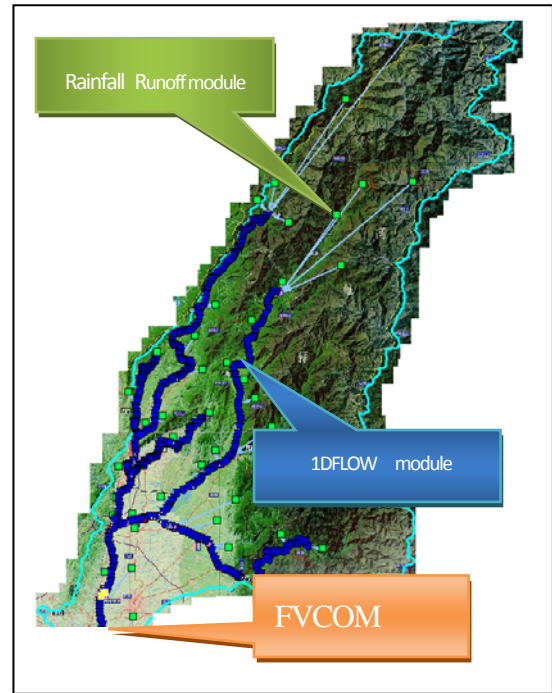


圖 1 高屏河流域模擬方法

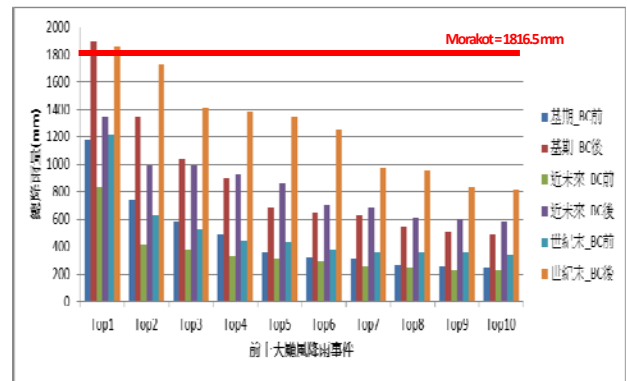


圖 3 高屏河流域 TOP1-TOP10 颱風降雨組體圖

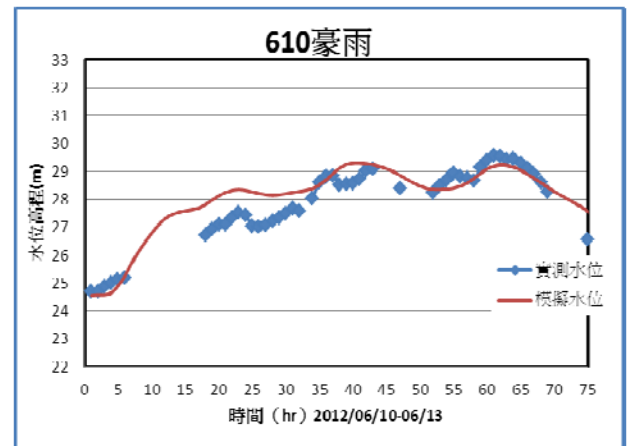


圖 4 610 豪雨之實測與模擬結果

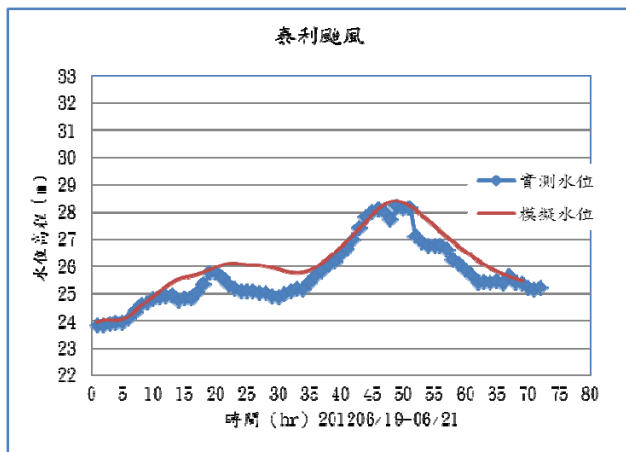


圖 5 泰莉颱風之實測與模擬結果

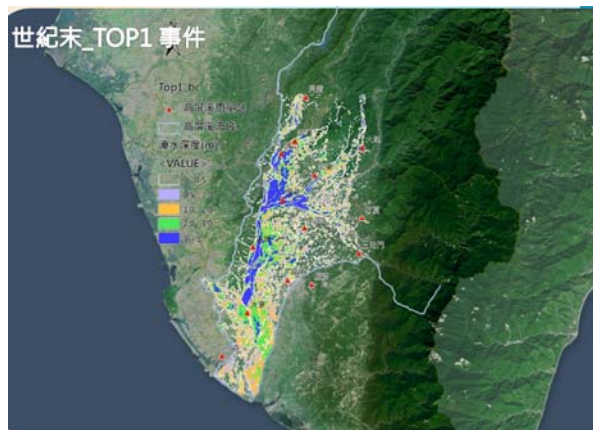


圖 8 TOP1\_BC 後淹水模擬結果

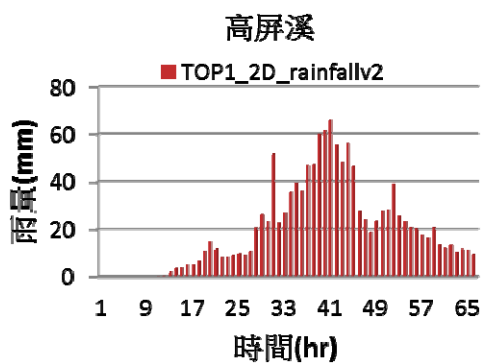


圖 6 世紀末最烈情境下颱風 (TOP1\_BC) 之平均降雨量

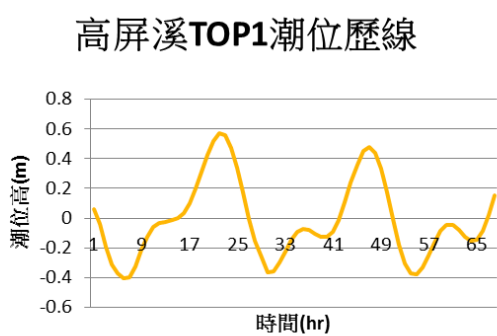


圖 7 最烈情境下潮位資料