

洪水災害防治科技

— 實驗型整合模擬平台

李正國／國家高速網路與計算中心副研究員

張駿暉／國家災害防救科技中心副研究員

魏曉萍／國家災害防救科技中心助理研究員

摘要

每當颱風來襲時，經常在短時間內降下超大量與高降雨強度之豪雨，如此短時間且集中降雨的特性常造成臺灣許多災害，並導致複合性的災害之發生。因此如何即時且有效率地進行淹水預警及雨量預報，讓防災應變人員能即早進行決策判斷，在臺灣是一重要課題。本課題利用監測數據進行即時洪水演算，掌握流域之逕流、水位、淹水、暴潮、沖淤等狀況，藉以提供平時減災與應變預警參考，全面提升洪水災害防治科技水準。平台主要提供三個功能 (1) 未來三日實驗預報 (對象：防災人員，時機：情資研判，產品：判斷未來三天之雨量、水位、淹水可能性)、(2) 歷史洪災境況重演 (對象：研究人員，時機：減災研究，產品：重建歷史洪災境況與歷程，探討歷史災害特性)、(3) 極端條件洪水模擬 (對象：研究人員，時機：風險管理，產品：線上洪水模擬工具，使用者可自定條件進行操作)。

前言

洪水災害除導致相當嚴重之經濟損失外，對於民眾生命安全更是一大威脅，政府長久以來已投入大量的研發能量與治理經費進行水患治理。整體而言，臺灣洪水災害的致災主要原因可分為自然因素及人文經濟社會因素兩類，使得水患之治理成為相當複雜之分工過程。流域從河流源頭、上游、中游、下游至河口，事權跨越中央及地方各級政府主管機關（經濟

部、環保署、農委會、內政部、財政部及各級地方政府），各區段所衍生的問題互相關聯且交叉影響。因此，必須以流域為單元先進行各項即時監測資訊的整合，再以流域整合型治理模擬與預報模式模擬流域內各項水情的變化，配合災害風險管理的概念，才能達成完善的流域治理目標。洪水災害防治科技自防災國家型科技計畫與強化方案陸續推行下，至今已累積相當成果，目前正朝向流域整體為考量的跨領域整合規劃，滿足災害防救白皮書、行政院災害防救專家諮詢委員會以及中央災害應變中心等需求，提升洪水災害防治科技。課題二的主要目標，乃是利用監測資料配合模式計算以掌握流域之逕流量、洪水位、全流域河道水位、暴潮、溢堤處流量、淹水區域及局部河道水理與動床沖淤等狀況，並於平時進行減災方案的研擬及颱風期間應變時的災害境況模擬預警，以期能從傳統水患治理提升至全方位之綜合治理。

本課題分為「靜態資訊展示」與「動態即時模擬」兩大平台，靜態平台部分則針對課題規劃歷程、發展流程圖、使用模式與服務對象，進行詳細說明，並提供氣象局、水利署、颱洪中心、NCDR 等部會的成果報告書下載 (圖 1)。動態平台分成「未來三日實驗預報」、「歷史洪災境況重現」及「極端條件洪水模擬」三部分。「未來三日實驗預報」經由氣象局未來三日雨量預報，模擬淹水與河道水位警戒，提供災時參考相關資訊。「歷史洪災境況重現」整理歷史洪災事件造成的損失與重點災害，且針對歷史洪災事件重現淹水境況。「極端條件洪水模擬」提供使用者自行輸入時間、事件及模式，進行立即模擬。



圖 1 課題二平台靜態資訊展示

課題二平台的首頁如圖 2 所示，連接網址為 <http://140.110.27.125/flood/index.aspx>。該首頁簡潔清楚地說明了本課題的定位、目標與未來三日實驗預報、歷史洪災情況重現、極端條件洪水模擬三大功能及每一個功能使用對象、時機與產品特性。



圖 2 課題二平台首頁圖

未來三日實驗預報

本功能如圖 3 所示由左而右分為三個子功能 (1) 過去與未來三日累積雨量、(2) 未來 1、3、6 小時淹水警戒 (3) 臺灣主要河流未來 72 小時最高水位模擬運算結果。

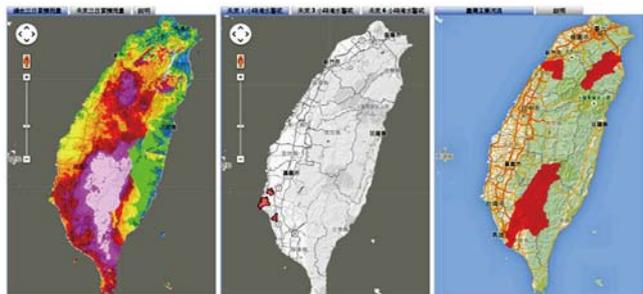


圖 3 未來三日實驗預報

過去與未來三日雨量之展示

該功能展示未來與過去三日雨量，未來三日累積雨量使用為定量降水預報 (Quantitative Precipitation Forecasts ; QPF)，其資料來源為颱洪中心 [6]。過去三日累積雨量使用為劇烈天氣監測系統 (Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensor ; QPESUMS)，其資料來源為氣象局 [4]，如圖 4 所示。

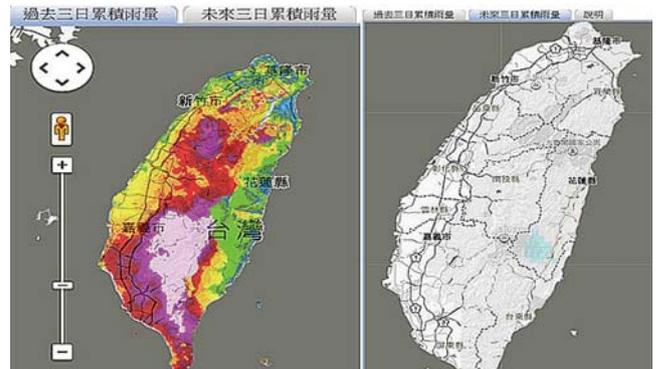


圖 4 過去與未來三日雨量之展示

預報未來 1、3、6 小時之淹水鄉鎮

使用定量降水預報 (Quantitative Precipitation Forecasts ; QPF) 所預報之未來三日雨量結合水利署所提供 1、3、6 小時之淹水警戒值，標示出未來淹水鄉鎮，示意圖如圖 5，水利署淹水警戒定義如下：

- 一級警戒：發布淹水警戒之鄉 (鎮、市、區) 如持續降雨，其轄內易淹水村里有 70% 機率已開始積淹水。
- 二級警戒：發布淹水警戒之鄉 (鎮、市、區) 如持續降雨，其轄內易淹水村里有 70% 機率三小時內開始積淹水。

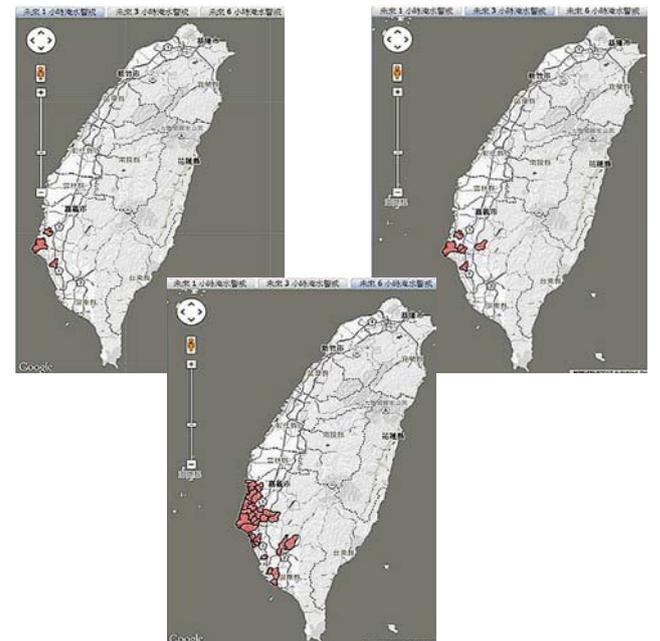


圖 5 預報未來 1、3、6 小時淹水之展示

河道未來 72 小時最高水位模擬結果

目前已經完成中港溪、宜蘭河與高屏溪三個流域^[1,3] (圖 6) 內河道各斷面未來 78 小時水位變化，蒐集研究區域內的雨量、水位、潮位、土地利用、數值地形高程、淹水歷程、淹水範圍、衛星圖層、及集水區範圍等資料，以供模式模擬。結合颱風中心產生的雨量預報資料，每日 4 次，每次約 20 組實驗結果，於研究區域內進行河道演算模擬。



圖 6 預報未來 1、3、6 小時淹水之展示中港溪、宜蘭河與高屏溪三個流域

圖 7 最右邊圖示中台灣左上角紅色區塊為中港溪流流域，首先點選中港溪流流域後，如圖 7 所示畫面展示中港溪流流域 125 個河道斷面未來 78 小時水位變化，模擬結果每 6 小時更新一次，由於一次展示 20 組模擬結果畫面過於複雜，會使相關人員不易參考，故取 20 組模擬結果中每個斷面的最大值進行展示，圖中亦提供潰堤高度 (左、右岸高程取最低點) 資訊。

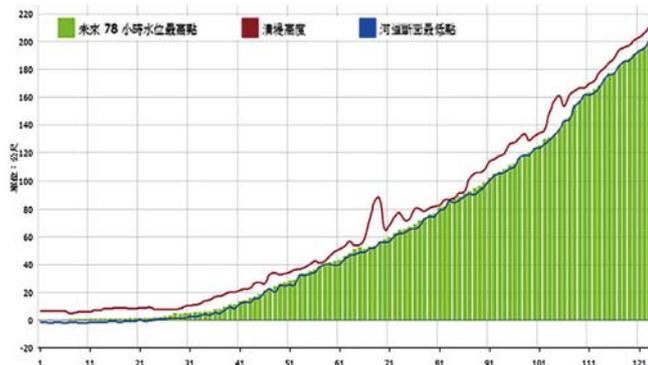


圖 7 中港溪流流域 125 個河道斷面未來 78 小時水位變化模擬

歷史洪災境況重演

本功能細分為三個主要子功能：(1) 統計數據、(2) 災害回顧 (3) 情境重現。

統計數據

如圖 8 所示收集自 1963 年的葛樂禮颱風到 2013 年的康芮颱風造成台灣地區的死亡、失蹤人數以及農林漁牧損失 (億元)，其資料來源為氣象局與消防署^[5]。

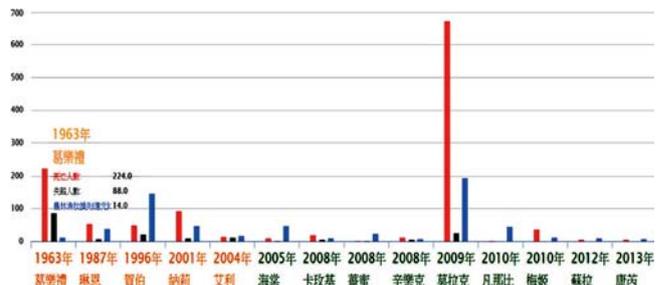


圖 8 1963 - 2013 年間颱風造成的死亡 / 失蹤人數以及農林漁牧損失土資料 (單位億元)

災害回顧

如圖 9 所示依據地區收集自 2004 年的敏督利颱風到 2013 年的潭美颱風造成的重點災情，其中包含颱風路徑、災害地區等，如圖 9(a) 為敏督利颱風在台中造成的重點災情，圖 9(b) 為潭美颱風在桃園造成的重點災情。

2004年 敏督利颱風 - 台中重點災情

- 受敏督利颱風外圍環流及7月2日至4日颱風北上期間引進的強烈西南氣流影響，台中地區連日豪雨，引發山區嚴重土石流。
- 台中市和平區松鶴部落，位於台8線28K附近大甲溪左岸，颱風豪雨期間受災嚴重，房屋受損43戶，人員傷亡8人，受困達千人。
- 歷年颱風豪雨期間，松鶴部落亦發生多次地地災害。

(a)

2013年 潭美颱風 - 桃園重點災情

- 潭美颱風降下豪雨，在桃園有6區6處(蘆竹、桃園、大園、中壢、平鎮、觀音)發生淹水災情。
- 潭美颱風造成桃園境內台7線32K(復興區高貴)及49K(復興區巴陵)發生連續坍方及連續陷路災情。
- 2013年除潭美颱風外，蘇力、菲特等颱風豪雨亦造成桃園境內台7線零星災情。

桃園：台7線2013年連陷災情

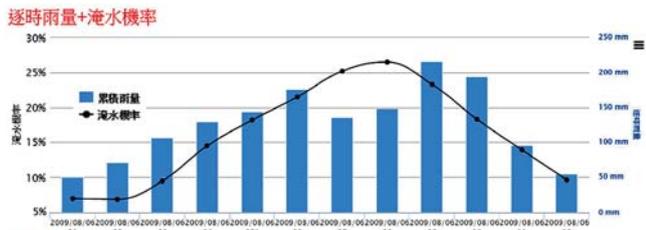
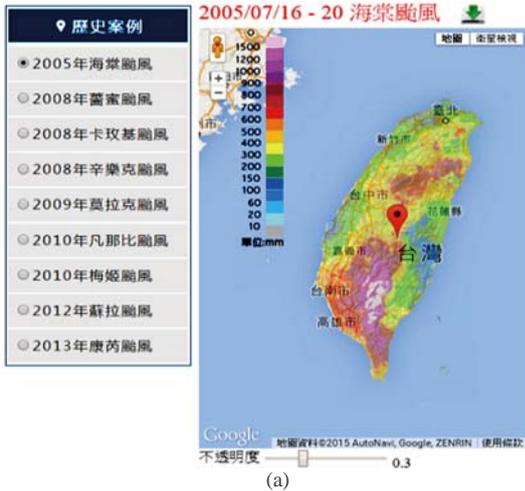
- 5月-0512豪雨：53K(復興區巴陵)
- 7月-蘇力颱風：22K(復興區瑞河) 49K(復興區巴陵)
- 8月-潭美颱風：32K(復興區高貴) 49K(復興區巴陵)
- 10月-菲特颱風：34K(復興區蘇林)

(b)

圖 9 歷史颱風災害回顧

情境重現

網頁展示如圖 10 所示，10(a) 以 Google Map 展示颱風累積雨量，使用者用滑鼠設定查詢位置，10(b) 展示該座標點在該颱風事件期間每一小時的逐時雨量與過去 24 小時的累積雨量以及淹水機率 [2]。



雨量資料說明：
使用為災防中心產製之整合估計降雨(KRID)資料
操作說明：
左圖顯示該颱風事件之累積雨量，請移動地圖上指標如看不清楚可以調整左圖下方不透明度，就可以看到該地點在該歷史颱風事件之淹水機率。

圖 10 歷史颱風淹水機率情境重現

極端條件洪水模擬

極端條件洪水模擬使用對象為研究人員，使用時機為風險管理，提供使用者自行輸入時間、事件及模式，進行立即模擬（網頁如圖 11），模擬步驟首先選取模擬事件開始與結束時間，若使用者選擇為未來時間雨量使用為定量降水預報（QPF），其資料來源為颱風中心；若選擇過去時間雨量使用為劇烈天氣監測系統（QPESUMS），其資料來源為氣象局，第二步驟選擇運算模式其中包含淹水機率模式、一維河道與二維淹水深度。模擬結果在淹水機率模式為整場雨量事件全台灣的淹水機率；一維河道：為整場雨量事件中港溪與高屏溪河道超越警戒水位；二維淹水深度為整場雨量事件新北市淹水深度。



圖 11 歷史颱風淹水機率情境重現

結論與討論

本課題分為「動態即時模擬」與「靜態資訊展示」兩大平台，前者串接不同研究單位模式，整合國內研發單位成果，利用監測與預報數據進行即時洪水運算，掌握流域之逕流、淹水、水位、潮位等狀況，銜接上、中、下游氣象與水文資料，即時進行淹水與水位模擬與預報，提供研究人員進行洪災預判。後者彙整歷年防洪減災相關部會之計畫成果，提供防災單位未來減災規劃參考。該平台使用的資料來源包括氣象局、災防科技中心、水利署，服務對象為防救災人員、學界與一般民眾，皆可利用平板電腦、NB，透過可以上網的環境，判定某場降雨造成該區域之淹水深度、面積、機率，提供平時減災與應變預警參考，全面提升洪水災害防救科技水準。

目前平台為初步完成中，資料與模式還需使用後才能測試其穩定性，目前穩定模擬的模式有限，但是防災需求面漸增趨勢下，未來如有新產製或研發的模式建議可以加入該平台，建立更多可以落實應用的防災科技。

參考文獻

- 賴進松 (2000)「台北都會區淹水區域預測之研究：三重蘆洲及新莊樹林研究區域」，國立台灣大學水工諮詢所，研究報告第 366 號。
- 張駿暉等，(2008)，「淹水機率模式於預警之應用」，第十七屆水利工程研討會。
- Yeh, G.T., Huang, G.B., Zhang, F., Cheng, H.P. and Lin, H.C. (2006), WASH123D: A numerical model of flow, thermal transport, and salinity, sediment, and water quality transport in WATERShed Systems of 1-D Stream-River Network, 2-D Overland Regime, and 3-D Subsurface Media, A Technical Rep. Submitted To EPA. Dept. of Civil and Environmental Engineering, Univ. of Central Florida, Orlando, FL.
- 氣象局：<http://www.cwb.gov.tw/>
- 內政部消防署：<http://www.nfa.gov.tw/>
- 颱風洪水研究中心：<http://www.ttfri.narl.org.tw/>