

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

總計畫暨子計畫：即時降雨－逕流預報模式之研發與應用

(1/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC92-2625-Z-002-015-

執行期間：92 年 08 月 01 日至 93 年 07 月 31 日

執行單位：國立臺灣大學生物環境系統工程學系暨研究所

計畫主持人：王如意

計畫參與人員：謝龍生、潘宗毅、宋文元

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 5 月 26 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

即時洪水預報模式之研發與應用(一)

Development of a Real-Time Flood Forecasting Model and Its Application (I)

計畫編號：NSC 92 - 2625 - Z - 002- 015

執行期限：92 年 8 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

總計畫主持人：王 如 意

子計畫主持人：王 如 意 (子計畫一)

游 保 杉 (子計畫二)

許 銘 熙 (子計畫三)

陳 增 壽 (子計畫四)

執 行 單 位：國立台灣大學生物環境系統工程學系

一、中文摘要

蘭陽溪流域之防洪治理有其急迫性，加上近年來區內工廠林立，工商業日漸發展，市郊原有農地逐漸變為住宅及工商建築用地，各項公共設施亦加緊建設中，都市化之速度令人刮目相看，對於防洪減災之預防觀念更應及早建置。因此，本整合型防災計畫乃選定蘭陽溪流域為研究示範區，探討以非工程防洪方式配合流域現有防洪工程設施達致經濟有效之減災功能及目標，做為往後其它流域防洪治理之參考依據。

本整合型計畫結合國立台灣大學及國立成功大學兩校具有水利工程領域專長之教授專家，預計以三年期間完成建立蘭陽溪流域之洪災防護基本資料庫，並配合流域之現況整治工程、排水系統改善工程與水文氣象監測系統，應用降雨、逕流與水理等模式進行即時預報工作，進而整合降雨－逕流預報、河川水位預報及河川水理演算結果，以即時洪水預報展示系統呈現，期以非工程防洪之預警方法，減少蘭陽溪流域水患之損失。

關鍵詞：工程治洪、非工程措施、即時預報、降雨－逕流模式、河川水位、洪水演算、即時展示系統。

Abstract

The Lan-Yang River Basin was chosen as the pilot area for the integrated flood damage mitigation project. In fact, flood hazard control over the basin is now in urgent demand due to the setting of many factories, the construction of public facilities, and the development of industry and commerce in recent years. Additionally, the land-used transformation from agriculture to resident, industrial and commercial types cause the urbanization of I-Lan county area a dramatic change in its hydrological environment. Consequently, the prevention of flood-damage should be done as soon as possible and the results suitable enough to be applied to other basins.

This three-year project is to be carried out by four professors, each specialized in hydraulic engineering and hydrology from the National Taiwan University and the National Cheng-Kung University. Their aims are: (1) the establishment of the basic database for the existing flood protection constructions, (2) improvements on the drainage system as well as the meteorological and hydrological monitoring system, (3) development of real-time flood forecasting by taking the rainfall, runoff and hydraulic models in series, and (4) integration of results of rainfall-runoff forecasting, stream level forecasting, and hydraulic simulation into a real-time flood forecasting display system that can be set up consequently. The research is aimed to reduce flood damages when non-engineering

approaches work successfully with existing flood control structures for the project area of the Lan-Yang River Basin.

Keywords: Engineering approach for flood mitigation, Non-engineering measures, Real-time forecasting, Rainfall-runoff model, River level, Flood routing, Real-time display system.

二、研究計畫背景及目的

政府於民國八十六年十一月間成立防災國家型計畫，並於民國八十八年至民國九十年間執行第一期防災國家型科技計畫，期間於民國八十九年十一月核定第二期防災國家型科技計畫。第一期計畫中有關防洪項目之主要目標在於掌握不同暴雨情況下台灣地區之可能淹水區域及淹水深度，進而評估洪災所造成之損失，並且進行颱風之境況模擬。本研究團隊有幸參與「防洪示範區淹水境況模擬與決策支援系統之研究」(民國 89.9~92.7)，執行基隆河流域及鹽水河流域降雨－逕流研究、地表逕流境況模擬、洪災防護基本資料庫建立、災損評估模式與決策支援與展示模式等研究工作，獲致不少具體成果。於第二期計畫中，為延續並強化第一期計畫之工作內容，一方面持續推動防災科技之研發，本計畫主要目標在於掌握颱風時期降雨－逕流歷程之變化，進一步對河川水位做即時預報工作，以提供下游段進行河川水理之演算，最後結合即時洪水預報展示系統作為災害減輕及防災作業之參考。又依據防災國家型科技計畫辦公室「防災國家型 92 年度徵求研究計畫」要旨，防洪研究群中列出「即時洪水預報模式之研發與應用」之研究課題，本研究團隊十分樂意加入此項有意義之研究工作，為防洪研究貢獻心力。計畫中選定東部之蘭陽溪為颱風研究分析之示範區。

蘭陽溪原名宜蘭濁水溪，以含砂豐富水質混濁而得名，為台灣東北部宜蘭縣境內最大河川，發源於南湖大山北麓(標高 3,536 公尺)，由 20 餘條支流匯聚而成。蘭陽溪自發源地開始，蜿蜒於雪山山脈與南湖大山山脈之間，本流東北流至破布烏始入平地，溪流分歧成網狀亂流，至蘭陽大

橋附近形成幹流，再東北流至東港後注入太平洋，流域面積 978 平方公里，幹流長度 73 公里。主流南岸最大支流羅東溪，發源於大元山東北麓(標高 1,490 公尺)，自冬山鄉鼻子頭附近逕流入蘭陽平原，於三星鄉清洲附近匯入蘭陽溪，流域面積約 124 平方公里，流長約 21 公里。北岸最大支流宜蘭河則發源於五十溪山西峰，先後匯合大礁溪、小礁溪、大湖溪後，圍繞宜蘭市北邊流至壯圍鄉後匯入蘭陽溪，流域面積約 149 平方公里，流長約 15.4 公里。蘭陽溪流域涵蓋宜蘭縣大同、三星、員山、冬山、羅東、宜蘭、壯圍及五結等八個鄉(鎮、市)，圖 1 為蘭陽溪流域圖。本流蘭陽溪係屬急流河川，坡陡流短，水流湍急，且雨量集中，洪水流量頗大，衝擊破壞之能力甚強。歷年發生災害之堤防，多係受洪水主流直沖，以致護腳、基腳遭洪流刷深，或因堤防坡面受洪水流木及滾石磨損衝擊損毀而成災。中、下游河段則受砂石不當採取之影響，致河床明顯刷深，既設堤防基腳深度不足造成災情；或因護坡、護腳年久失修，對於較大之洪水缺乏防禦能力，致發生災害。支流羅東溪過去受限於經費不足，養護及治理工作均不盡理想，且上游水土保持欠佳，河川沖刷淤積變化劇烈，護坡、護腳遂常受洪流沖毀成災。因此做好蘭陽溪流域之防洪治理，進一步保護其沿岸居民之生命財產安全，的確有其重要性及急迫性。

於研究過程中，資料蒐集、降雨、逕流、即時水位預報、即時水理演算、即時洪水預報展示等分析流程，本整合型計畫擬定出即時降雨－逕流預報模式、即時河川水位預報模式、參數即時校正河川洪水演算模式與洪水預報展示系統等部分之研究，各部分間具有先後因果關係，而彼此間之連接十分緊密，可掌握洪災動態情況及適時提出應變措施。綜觀各部分之研析，需要具有優良之專業素養，並非單憑個人之力量所能獨立勝任及完成者，必須以研究群方式，整合各部分之研究成果，加強各研究子題間之連接與協調，以達到分工合作、群策群力之整體效果。

本整合型計畫之總體目標係以蘭陽溪

流域為示範研究區域，預計以三年期間完成建立流域洪災防護之基本資料庫，並配合流域現況之整治工程、排水系統改善工程與氣象水文監測系統，串聯降雨、逕流與水理等模式進行即時預報工作，最後再整合降雨－逕流預報、河川水位預報及河川洪水演算結果，以即時洪水預報展示系統呈現，期以非工程防洪手段配合流域現有之防洪工程設施，相輔相成，以達到流域防洪減災之目的。

三、本計畫之分工與整合

蘭陽溪流域示範區即時洪水預報模式之研發，依其資料蒐集、降雨、逕流、即時水位預報、即時水理演算、即時洪水預報展示等分析流程，本整合型計畫擬定出即時降雨－逕流預報模式、即時河川水位預報模式、參數即時校正河川洪水演算模式與即時洪水預報展示系統等部分之研究，各部分間具有先後因果關係，而彼此間之連接十分緊密，可掌握洪災動態情況及適時提出應變措施。

由於降雨模擬之進行，需借助洪災防護基本資料庫中水文氣象監測傳輸系統，以提供集水區颱風事件之動態訊息；而降雨資料又為逕流預報模式及河川水位預報模式之輸入資料，逕流資料及水位變化亦是河川洪水演算不可或缺之邊界條件，進一步再將即時河川洪水演算之結果提供即時洪水預報展示系統，最後藉由此展示系統之介面提供政府機關、災區居民洪災訊息及應變措施。綜觀各部分之研究與分析，需要涉及特有專業領域，並非個人之力量所能獨立勝任與完成，必須以研究群方式，整合各部分之研究成果，加強各研究子題間之連接與協調，以達到分工合作、群策群力之整體效果。

圖 2 為即時洪水預報模式之研發及其應用於蘭陽溪流域之研究流程圖，圖中顯示降雨及逕流之研究，可參考氣象組整合型計畫之成果，並按預報機制及輸出資料別劃分成即時降雨－逕流預報模式之研發與應用(子計畫一)及即時河川水位預報模式之研發與應用(子計畫二)，並進一步針對蘭陽溪流域下游之水理變化提出參數即時

校正河川洪水演算模式之研發與應用(子計畫三)，以進行水理之即時演算，最後將上述各研究子題之研究成果彙整提出即時洪水預報展示系統之建立與應用(子計畫四)。面對此一地理位置特殊而易受颱風侵襲之地區、農業區及東部重點都會區特色之示範流域與涵蓋上下串聯、層次繁複之防災研究課題，必須有一總計畫予以整合，負責居中協調與連絡事宜，並督促及掌控各子計畫之研究成果，以期達到本整合型計畫之預期目標。

四、本計畫之執行成果

本研究群之總計畫除負責各子計畫研究工作之協調與聯繫外，並定期邀集四個子計畫之研究人員，召開研究工作討論會，會中除增進研究人員之協調與配合外，亦將檢討研究進度與成果，整合上下游研究成果，充分達到資源連貫之目的，俾能配合掌握整體之研究進度，以準時有效地完成研究計畫目標。本計畫於今年度執行期間，除經常聯繫討論外，並且正式召開三次工作討論會、六次研究助理綜合工作協調會及三次現地踏勘參訪行程，其會議記錄參見附錄 A、附錄 B 及附錄 C。

謝 誌

本研究計畫承蒙 行政院國科會永續發展研究推動委員會提供研究經費，謹致謝忱。

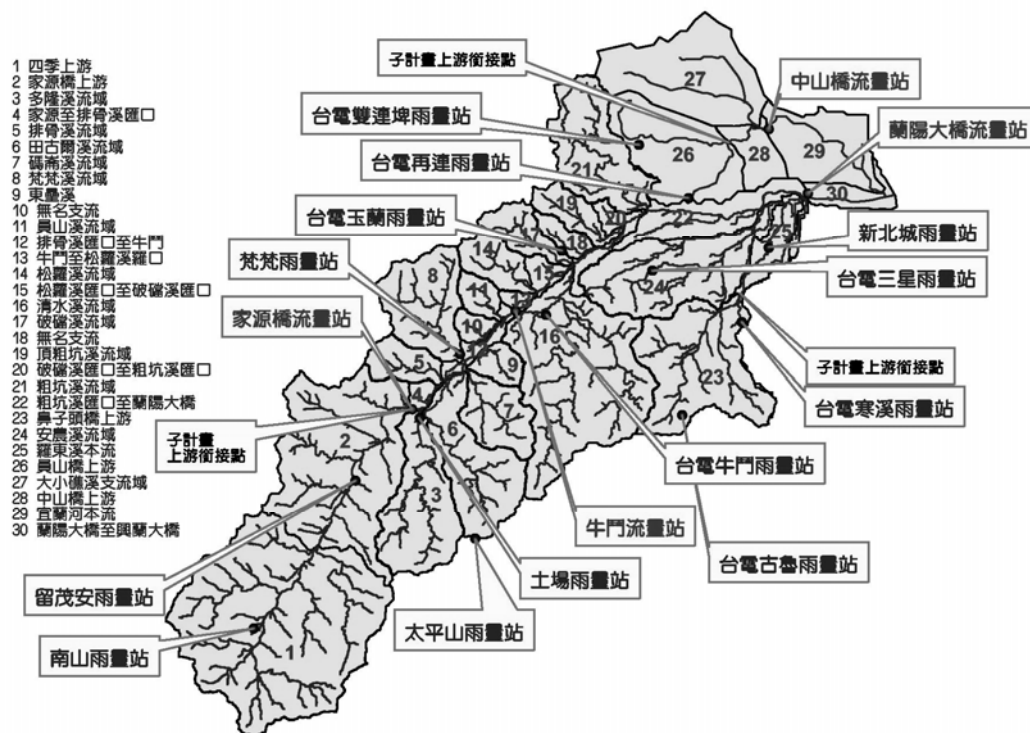


圖 1 蘭陽溪流域圖

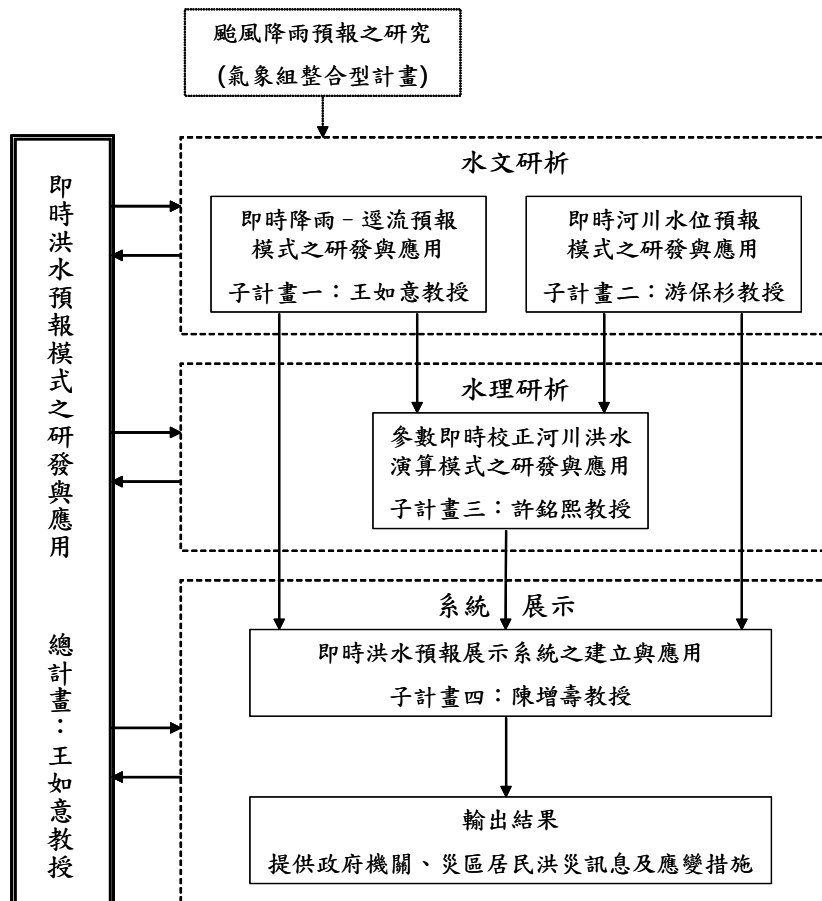


圖 2 研究流程圖

附錄 A
工作討論會會議記錄

國科會「即時洪水預報模式之研發與應用(一)」 第一次綜合工作討論會 會議記錄

時 間：民國九十二年十二月二十六日(星期五)中午十二時

地 點：台灣大學生物環境系統工程學系二樓會議室

主 持 人：王如意教授

出席人員：王如意教授

許銘熙教授

游保杉教授

陳增壽教授

謝龍生博士

傅金城博士

林佳燕小姐

潘宗毅先生

記 錄：潘宗毅

記錄內容：

一、主持人報告

王如意教授：首先感謝各位參加國科會整合型計畫第一次工作討論會。為了解各子計畫進行情況，因此召開本次會議。本整合型計畫承蒙多位主持人參與努力，建立良好之研究聲譽，不但通過審核，且屬於三年預核，因此不需每年寫計畫書，只要每年於四五月間寫一份期末報告。整個計畫從今年 8 月 1 日開始，完成了兩次現地考察，一次在 8 月 26、27 日，各子計畫主持師長及傅博士、潘宗毅兩位助理至水利署第一河川局及宜蘭縣府參訪，也對蘭陽溪現況有初步之勘查與了解。第二次是在 12 月 18、19 日，由謝博士帶隊 10 位助理至現地參訪。這兩次參訪與一河局建立了相當好之情誼，未來執行計畫過程中應可得到一河局必要之贊助。另外，感謝謝博士已召開三次助理會議，對計畫之推動奠定良好之開端。

二、議題討論

王如意教授：請各位子計畫主持人簡單地將本年度近三個月來之研究進度作重點報告。十分感謝陳教授抱病參加本會，請陳老師先報告，結束後可先離席休息。

陳增壽教授：謝謝王老師、游老師、許老師、各位同仁，大家好。因目前身體不是很舒服，因此謝謝主持人讓我提前報告。

本計畫有四個目標，分別為：1. 以蘭陽溪流域為本研究示範區；2. 整合研究流域內之氣象、水情及防洪設施系統等即時資訊；3. 配合其他子計畫所研發之水文、水理預報模式成果；及 4. 建立視窗化展示方式之「即時洪水預報展示系統」。

在系統架構方面，我們先蒐集、整合與展示中央氣象局即時降雨監測資料、水利署河川水位監測資料、水利署潮位監測資料及水利署防洪設施運作資訊資料，並輸入本計畫研發之即時洪水預報展示系統進行即時降雨-逕流預報、即時河川水位預報、即時河川水理演算之運算，最後展示即時預報成果。

本年度工作目標，在資料蒐集方面，將研究集水區過去之歷史颱風洪資料及現有防洪監測系統資料。軟體評估方面，為展示系統軟硬體之作業需求及功能性評估。資料傳輸方面，將進行資料傳輸網路架構規劃。系統規畫方面有模組功能規劃及展示介面規劃兩項。系統開發方面，要建立「即時洪水預報展示系統」雛形系統。

另外，本計畫採用 Web-GIS 進行預報模式及即時資訊整合，並進行系統維護更新工作。本計畫亦考慮採用 ESRI 公司之 ArcIMS 軟體，建立展示系統。

在系統規劃功能方面，有如下 5 個模組：1. 資訊查詢模組：執行歷史颱風資料庫查詢與流域基本資訊及更新；2. 即時監測模組：負責即時氣象資訊（降雨、颱風動態）蒐集與展示，以及即時水文資訊（水位、閘門、抽水站）蒐集與展示；3. 預報操作模組：整合預報模式資料輸入及演算，並展示預報成果；4. 決策支援模組：發佈淹水警報資訊與建議避難地點及逃生路徑；及 5. 系統維護模組。

在工作協調事項方面，請各子計畫提供預報模式程式、協調輸出入資料格式，及規劃預報成果展示內容。

目前本計畫已蒐集到之資料如下：逐時雨量資料、地表逐時流量資料、蘭陽溪流域之防洪設施、第一河川局提供資料傳輸之作業環境（資料已傳送給總計畫）、蘭陽溪流域之相關圖片（圖片已傳送給總計畫）。

在一河局資料格式方面，使用了三家儀器公司之軟體：祥益、聚恆及亞太。祥益之資料查詢結果會列出每十五分鐘一筆資料；聚恆之資料查詢結果是以每天每一小時報一次水位；亞太之資料查詢結果是以每天每一小時報一次水位。

以上是子計畫四之進度報告。

王如意教授：謝謝陳教授。子計畫四屬於整合性之工作，請問各位有沒有任何問題要請教陳老師？

謝龍生博士：一河局展示系統在未來幾個月又要改變，因為水利署將統一全國河川局之展示系統，採用銳錡開發之系統。

王如意教授：如果沒問題，請各子計畫依序報告。

潘宗毅先生：主席、各位主持人大家好，首先是總計畫之工作進度報告。

總計畫負責調查本計畫與各子計畫所需之資料內容、格式及來源，進而分工與蒐集，以免除往後因資料不一致之整合時間。並協調與界定各子計畫之研究區域範圍與各子計畫間之資料傳輸格式與內容，以確保各子計畫間之連續性。各子計畫之關係如下：子計畫二提供流域各集水分區未來 1~6 小時之雨量預報給子計畫一；子計畫一提供流域重要控制點未來 1~6 小時之逕流預報給子計畫三；子計畫三提供流域河川重要斷面未來 1~6 小時之水位預報給子計畫四；子計畫四將所有成果進行展示及警報文研擬。

模式銜接關係如下：子計畫一與子計畫二需確定集水區劃分及雨量輸出資料格式之訂定；子計畫一與子計畫三要訂定銜接控制點及逕流輸出資料格式；子計畫一、二及三則需提供即時監測資料給子計畫四，並訂定輸出資料格式與程式之整合。

在第一次參訪行程中與第一河川局及宜蘭縣政府水利課營造出相當良好之合作氣氛。其中，第一河川局所安排之簡報及現地踏勘行程與宜蘭縣政府水利課準備之綜合治水計畫簡報皆讓參訪人員收益匪淺。未來將進一步至宜蘭地區相關單位蒐集計畫所需資料及研商防洪排水課題。

本計畫曾向一河局蒐集相關資料，已得到相當大之幫助。蒐集到之資料已影印數份交給各子計畫，其內容為河道斷面資料、斷面距及座標點、沿岸水工構造物、堤防高層及其警戒水位、90、91 年度家源橋、牛鬥橋、蘭陽大橋、中山橋之流量-水位率定曲線、目前即時監測資料之類型、蘭陽溪歷史災害資料。

游保杉教授：流量-水位率定曲線之資料太少，請總計畫再與一河局聯絡蒐集更早期之流量-水位率定曲線。

潘宗毅先生：第二次參訪目的為了解一河局之作業操作環境及研究流域踏勘。在一河局作業操作環境方面，一河局關於水位資料之軟體共有三種，差別在於展示及製作報表的不同，但三種軟體所接收之水位站資料皆相同。雨量站方面以每小時一筆呈現，但在即時雨量資料方面，由於雨量站是採每 1mm 記錄一次時刻，其單位可精確至“秒”。此外，羅東溪並無水位站，除即將完成之清洲攔河堰外，只有三個雨量站。在蘭陽溪方面，經一河局相關統計研究指出，雨量站影響量大為梵梵雨量站。

一河局連小姐提供了操作環境使用手冊光碟一份，共兩個資料夾，分別為：“雨量水位匯出檔”及“TFC2Grid”，其內容相當詳盡。而盧工程師於訪談中指出鐵路以東之水位受地下水影響嚴重。

本計畫在參訪過程中即重新規劃了模擬範圍，納入了宜蘭河，因目前蘭陽溪流域之防汛重點放在中山橋及蘭陽大橋。

結束一河局參訪後，直接進行流域踏勘工作，其路線如下：宜蘭市→蘭陽大橋右岸水位站→興蘭大橋右岸看潮位站→羅東溪清洲橋→羅東溪北成橋→羅東溪廣興大橋→羅東溪鼻子頭橋→三星用餐→蘭陽溪牛鬥橋水位站→蘭陽溪家源橋水位站→蘭陽溪梵梵雨量站→蘭陽溪泰雅大橋→宜蘭河員山大橋→宜蘭河宜蘭橋水位站→興蘭大橋左岸→宜蘭市。

於踏勘過程中，確立了子計畫三上游邊界。蘭陽溪：牛鬥橋；羅東溪：鼻頭橋；宜蘭河：員山橋(以中山橋之資料進行模式檢定)。此外，沿蘭陽溪踏勘過程發現其支流眾多，因為子計畫一進行流量模擬時，需注意核胞劃分。

由於宜蘭河之資料尚未蒐集，因此關於斷面部分，一河局建議可向泊森顧問公司詢問蒐集。

許銘熙教授：蘭陽溪最上游之水位站為家源橋，建議子計畫三於蘭陽溪之上游邊界設在家源橋。如果斷面有電子檔的話，請一起蒐集。

潘宗毅先生：子計畫一之工作進度方面，目前仍著重於資料蒐集，在劃分核胞方面，則尚未進行，希望各位主持人能給予核胞劃分之意見。

許銘熙教授：你們所採用的 DEM 資料是以公尺還是公分為單位？如果是公尺的話，在下游部份自然會不準。我們有公分為單位之資料，請進一步與謝博士聯絡。

另外在劃分核胞方面，家源橋以下，每一條支流都要切一塊核胞，而家源橋附近有其它支流匯流，因為是在水位站以下才匯入，因此也要另外切成一塊核胞。

潘宗毅先生：謝謝各位教授意見。以上就是子計畫一之簡報。

王如意教授：請子計畫一根據許教授之建議進行切割。

謝龍生博士：這部分可能我再與宗毅討論，因為牽涉到雨量站的分布。

王如意教授：如果沒有問題的話，接下來請子計畫二報告。

游保杉教授：首先感謝各位主持人的辛勞，讓計畫能推動得如此順利。我主要是針對河川水位之即時預報。當時之計畫構想是利用牛鬥橋水位預報蘭陽大橋之水位，蘭陽大橋的水位主要受到牛鬥橋水位、上游降雨量、潮位等影響。目前，水利署現況雨量站共有六站，上游較多但下游部分，本計畫只有新北城一站。上次助理的參訪得到河口有潮位站，但資料都是紙本，因此目前仍在建檔中，相當辛苦，考慮在第二年再加入潮位之影響。第一年在雨量預報方面，若子計畫一將家源橋以上分為單一核胞，那雨量預報即為面積雨量做預報，不是

單獨一站一站去做，看未來如何劃分。目前蒐集到的有 8 場比較完整之暴雨場次。我們先討論從牛鬥橋到家源橋這段距離之洪水移動時間。我們用兩種方式，用水位移動之延遲來算相關係數最高時，資料可分成兩群，一群時間延遲約 4 小時，一群是沒有延遲。另一種方式，以尖峰水位來判斷時間延遲，結果一樣可分成兩群。時間比較長的一群可能是下游雨量比較小者，因此牛鬥橋之洪水移動至蘭陽大橋約 4 小時。沒有時間延遲之場次，應是上下游之降雨量皆很大所致。

第一年度工作重點放在雨量預報模式。相空間雨量預報模式、灰色雨量預報模式與颱風降雨預報模式皆在研究，目前以梵梵站為測試。我們亦同時進行上、下游水位關係之探討。目前做起來因 8 場場次之率定曲線都不一樣，因此到時候還要再做些調整。先把不同場次之水位調整到同一標準化。此外也針對其它可能之影響因此在探討。希望總計畫能提供更多之資料。建議加入中央氣象局之雨量站資料。河川率定曲線也需要 8 場場次所對應之年份資料。在雨量預報方面，先暫定 3 小時，若要預報到 6 小時，其誤差將相當大。剛剛許教授將邊界往上推到家源橋，所以如果有需要子計畫二配合處，我們將盡量配合，只是家源橋到牛鬥橋之時間相當短。

資料蒐集方面略顯不夠，因此我們仍持續蒐集中。後續工作方面，今年希望完成三種降雨預報模式之比較，在上下游水位關係之探討方面，仍持續進行相關影響因子之探討。

以上是子計畫二之簡短報告，謝謝大家。

王如意教授：謝謝游教授。我想降雨預報就先以 1~3 小時為目標。如果沒有問題，接下來請子計畫三報告工作進度。

許銘熙教授：我們最主要之目的是建立洪水預報模式，目前在總計畫協助下，蒐集了很多資料，都在建檔數位化中。只是另外兩條支流，羅東溪及宜蘭河之斷面資料尚未蒐集到。

在模式建立工作上，這部分我們比較有信心，因為已建立的差不多了，只要未來進一步應用於河川流域即可。當初做比較保守，在河道中做演算，目前考慮進行淹水模式之研發工作。

以下是我們蒐集到之災害資料，大部分都有潰堤，需要進一步想辦法解決之問題。

目前河道斷面已陸續建立中，每一個斷面建立完後仍需與紙本校對。另外我們對於水文站之相關資料整理如下，由於年代久遠，亦需不同年代之率定曲線。

未來河川模式選取之上游邊界及回饋演算點如圖所示，家源橋之水位可用牛鬥橋之水位做回饋演算。

在河口潮位模式方面，目前以調和分析所得之天文潮位，配合颱風

期間氣象潮之影響進行河口潮位預報。在每次預報過程中將氣象潮之影響視為定值。河川演算模式方面，以一維緩變量流動力波理論建構而成。

以上為子計畫三之簡短報告，謝謝大家。

王如意教授：謝謝子計畫三之報告。如果大家都沒有問題，今日主持人會議就到此結束，謝謝大家。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 14：30

國科會「即時洪水預報模式之研發與應用(一)」 第二次綜合工作討論會 會議記錄

時 間：民國九十三年三月二十六日(星期五)中午十二時

地 點：台灣大學生物環境系統工程學系二樓會議室

主 持 人：王如意教授

出席人員：王如意教授

許銘熙教授

游保杉教授

陳增壽教授

謝龍生博士

李友平課長

賴鴻成先生

林洙宏先生

林佳燕小姐

潘宗毅先生

記 錄：潘宗毅

記錄內容：

一、主持人報告

王如意教授：首先感謝各位參與本次會議，事實上本次應為國科會整合型計畫第三次工作討論會。由於第一年度計畫已進行三分之二，本次會議目的在了解子計畫進行情況。本整合型計畫承蒙多位主持人參與努力，建立良好之研究聲譽，不但通過審核，且屬於三年預核，因此不需每年寫計畫書，只要每年於四五月間寫一份進度報告。關於進度報告格式將近日詢問清楚後，請潘宗毅先生 email 給各位。整個計畫從今年 8 月 1 日開始，完成了三次現地考察，並至水利署第一河川局、宜蘭縣府及泊森顧問公司參訪，也由於蒐集了相當豐碩之資料，目前已有些初步成果。另外，感謝謝博士已召開五次助理會議，對計畫推動奠定良好的開端。

整個計畫非常感謝李課長非常熱心贊助，並有意加入本研究團隊，請各位主持人拍手歡迎...

關於整個計畫，請潘宗毅先生簡單做一個說明。

許銘熙教授：往年進度報告的內容一般將資料整理，文章部分約 4、5 頁，後面都是附上資料。不過，要注意的是國科會可能規定要上網繳交。

王如意教授：我想最主要的工作，在後續一個月先確定格式，並以公文表示各申請單位已按照規定繳交報告。目前三年度之計畫經費已在網路上公告通過。再次感謝各位為本計畫所做之努力。

二、議題討論

潘宗毅先生：總計畫已分別於 92 年 10、11、12 月、93 年 1、2 月召開 5 次助理會議，3 月份之助理會議逢第三次宜蘭參訪活動而取消，並於 92 年 12 月召開第二次主持人會議。

另外，總計畫亦擔任為各計畫之資料交流之責任。目前架設了計畫工作站，ip 為 140.112.76.151 port 21，使用者及密碼皆為 plan。此一工作站提供了各計畫間之資料交流平台。目前在此工作站中，有總計畫、子計畫二、子計畫三、子計畫四共四個資料夾及水位逐時原始資料之壓縮檔。在總計畫中之資料有：去年 12 月 19 日之參訪照片、今年 2 月 2 日一河局提供之雨量水位匯出檔、3 月 19 日至一河局參訪所蒐集之颱風報告光碟片內容、中央氣象局雨量流量 RAR 壓縮檔，以及鄭克聲教授之前做過全台降雨頻率分析之文書檔。子計畫二之資料夾中提供了雨量及流量站況之文書檔，子計畫三之資料夾中有兩個資料夾，除上星期參訪之照片外，另一個為斷面資料。子計畫四之資料夾則是提供災害.doc 之文書檔。以上為目前總計畫提供數位資料交換平台之內容。

接下來要向各位主持人報告 3 月 19 日至一河局及泊森顧問公司之參訪記要：本次參訪主要由謝博士帶隊，其餘為研究助理人員。

在一河局方面：

1. 一河局提供 83 年至 91 年颱風報告光碟片一份。
2. 水利署水文技術組將提供一河局蘭陽溪流域 40x40 之 DTM 資料，這分資料今天李課長已提供，感謝。
3. 宜蘭縣政府會提供一河局最新之航照圖。
4. 宜蘭河與蘭陽溪早期為支流與主流之關係，因此宜蘭河深受蘭陽溪地下水影響，亦造成一奇特現象：宜蘭河之逕流係數 C 大於 1。
5. 古魯為蘭陽平原之暴雨中心，每逢颱風暴雨，常於古魯量測到最大降雨量。進一步與前一次至一河局參訪所得之資訊比較，梵梵雨量站亦為權重較大之雨量站，因此在蘭陽地區，這兩個雨量測站應為影響下游流量模擬之重要測站。
6. 未來一河局與本計畫之即時資料傳輸，可用網際網路或電傳方式，其中傳真為最快最保險之方法。
7. 根據歷年資料統計指出，蘭陽平原淹水地區集中在宜蘭河及冬山河附近。

8. 蘭陽溪流域僅宜蘭河有抽水站，其相關資料可至縣政府蒐集。
9. 未來若經費允許，考慮於中山橋及蘭陽大橋裝設即時影像攝影。

李友平課長：在這裡我要向各位老師補充一下。早期宜蘭河與蘭陽溪是支流與主流之關係，由於防洪工程由中間將其分開，所以河道變成今天的樣子，但底下之舊河道其實是相通的，所以宜蘭河深受蘭陽溪地下水之影響。另外，淹水部分，得子口溪是另一個易淹水地段，而蔡長泰教授正在蘭陽地區做地層下陷之研究，我會一起要資料。在抽水站資料方面，我們正在與市公所接洽中，希望可以拿到抽水站操作日誌。關於即時影像部分，我們已與水利署要到經費，今年可開始架設。

潘宗毅先生：另外在泊森顧問公司方面，游經理表示：

1. 不久將於牛鬥開放開採長 1 公里、深 10 公尺之砂石。
2. 中山橋最近已改名為西門橋。
3. 關於河川水位及雨量資料方面，一河局有小於 1 小時之記錄資料。
4. 巨廷顧問公司於民國 80 年有完成一份蘭陽溪採砂報告。
5. 台大動物所曾完成一份關於蘭陽溪河川情勢報告。
6. 宜蘭河抽水站資料於宜蘭市網站即可查得。
7. 七張橋之現況若遇 100 年重現期之洪水，加入現有橋墩模擬結果，水位僅上升 10 公分。主因是宜蘭河之坡度相當平緩。

另外，這次參訪所蒐集之資料整理如下：

資料名稱	資料型態	資料來源
蘭陽溪颱風報告	光碟	一河局
蘭陽溪淹水報告	5.25 吋磁碟片(尚待讀取)*5	一河局
蘭陽溪斷面資料	紙本*82	一河局
蘭陽溪流域水門即抽水站資料	報告書*10	一河局
淹水範圍圖	2 萬五千分一地形圖*2	一河局
清水溪匯流工程圖	紙本*9	泊森
蘭陽溪圖籍	紙本*23	泊森
蘭陽溪清水溪匯流處附近河段疏濬計畫書	紙本*64(包括 1 夾頁)	泊森
宜蘭河流域人文及自然資源調查計畫報告書	報告書	泊森

以上為總計畫目前所執行之成果。

許銘熙教授：請總計畫針對事件整理出來，就是將蒐集之資料比對後，找出具有完整記錄之颱風事件，而這些場次也是所有子計畫統一要執行驗證之場次。

王如意教授：感謝許老師的建議，這個意見相當好。

潘宗毅先生：目前在資料方面，許多颱風場次之降雨及流量水量資料都相當完整，只有淹水資料是決定關鍵。

李友平課長：這部分我會把蔡老師所做的研究結果提供給各位。根據經驗，壯圍及冬山是較容易淹水的部分，而其它資料，我們正在整理民國 70 年到現在之颱風報告。

許銘熙教授：另外，在事件方面，堤防情況亦要提供，才可知道是否溢堤、潰堤。

游保杉教授：剛剛提到古魯站，古魯站似乎是台電的站，總計畫是否有蒐集到？

潘宗毅先生：這一站我們是蒐集中央氣象局的資料。

李友平課長：另外跟大家報告一點，來宜蘭後，我發現在此最大的困難是潮溼。溼度高使我們許多儀器之充電電池容易沒電，在這方面，我也已經向中央申請了經費改善。

王如意教授：接下來請做子計畫一工作進度之報告。

潘宗毅先生：在子計畫一的工作進度方面，目前已進行至第八個月。在資料蒐集方面已大至完成，並完成了頻率分析工作，在水文站網評估方面，因為上次助理會議才決定要加入中央氣象局之雨量站網評估，因此目前仍在整理資料之階段。

在現場勘查及資料建檔部分，由水利署網站下載地表逐時雨量及地表逐時流量並進行比對中。而中央氣象局之雨量站則正整理 1996 至 2004 年之資料。

在頻率分析方面，我們應用多種頻率分布，依據國內過去較常使用之統計分布，選用極端值分布、常態分布、皮爾遜分布、對數皮爾遜分布以及對數常態分布等五種常用於極端事件之機率分布進行頻率分析。為選取出最佳之頻率分布，故選用 SE 及 U 兩個誤差指標值進行研判，以作為選用最佳分布之準則。最後可以得到各雨量測站最適用之機率分布。再以台灣地區雨量紀錄年限超過 10 年之測站資料，利用頻率分析推求各站最適合的降雨機率分布，再以 Horner 公式之形態，建立不同重現期之降雨強度-延時公式。

在雨量站網評估方面，下圖所示是水利署及中央氣象局雨量站網之位置示意圖。在資料型態方面，水利署雨量站資料屬事件型資料，而中央氣象局網站屬逐時資料。

在降雨-逕流模式之建立方面，目前蘭陽溪流域之核胞已完成切割，如圖所示，由數位資料求得各核胞之地文因子後，目前已完成蘭陽溪蘭陽大橋上游集水區之檢定結果。

以上為子計畫一目前之工作進度。

王如意教授：謝謝。氣象水文的建立可提供下游水理的應用。請把頻率分析統一用一種模式，不要分別採用不同模式。請根據客觀統計方法選擇適當統一之頻率分布。目前看來降雨—逕流之結果是合理的。

許銘熙教授：請問子計畫一用的分布模式是用了幾個雨量站？

謝龍生博士：六個。

許銘熙教授：我的問題是未來預報工作需要即時收到雨量資料的站網，宜及早加以考慮。

謝龍生博士：這六個站都是即時傳訊站。

王如意教授：如果各位沒有其它問題，接下來請子計畫二報告。

游保杉教授：我們是針對即時水位預報進行研發，第一年度著重於降雨預報，分別研發了相空間雨量預報模式、灰色雨量預報模式及颱風降雨預報模式。因資料蒐集關係，颱風降雨預報模式將延後至第二年度完成。在上下游水位關係之探討方面，採用相應水位關係法及相關影響因子探討。

在流域及測站概況方面，雨量站共採用了水利署新北城等六個站及氣象局玉蘭等七個站。剛剛子計畫一提到氣象局蒐集到了包括流域外圍的 18 個站，未來我們可以進一步討論是否要納入子計畫一蒐集到之雨量站。水位站則是以牛鬥及蘭陽大橋兩站。

資料蒐集方面，共蒐集了 19 場颱風場次。由於歐菲莉颱風及耐特颱風發生於 1990 及 1991 年，當時氣象局並沒設站，因此採用台電三個測站進行研究。經過進一步比對後，雨量資料情形顯示多場颱風仍有一兩場測站無資料。而潮位資料仍在整理中。

根據目前的資料，子計畫二目前以灰色雨量預報模式及相空間雨量預報模式針對單站 19 場事件，進行 1 至 3 小時之預報工作。今天我們展示灰色雨量預報模式較佳及較差之結果、相空間雨量預報模式較佳及較差之結果。剛剛聽到一河局有 5 分鐘一筆的資料，我想未來若能加以考慮，對於結果有相當多的幫助。目前預定三月四月中要完成兩種模式之比較。

在上下游水位關係之探討方面，延遲時間與降雨特性間可分成三群。Time lag 較短之一群、time lag 較長之一群及介於兩者之間之一群。把退水拿掉後，延遲 0 至 2 小時之關係圖及延遲 3 至 4 小時之關係圖及 5 至 6 小時之關係圖如各位所見，結果都是很亂。歸納結果後，11 場呈現線性關係、4 場為多峰型事件無明顯關係、4 場為呈現兩段式之線性關係。其它資料正在整理中。以上是子計畫二之簡報，敬請指教。

王如意教授：謝謝游教授。如果沒有問題，接下來請子計畫三報告工作進度。

許銘熙教授：子計畫三希望能做到參數即時校正，即預報未來 3 小時時，新資料進來，馬上校正曼寧 n 值，使參數現況符合現地情形。

目前有三部分，在資料蒐集與建檔方面仍順利，河川模式在淡水河有些經驗，進一步加入參數即時校正後將移植至一河局。另外，此計畫亦加入淹水模擬，但不會做即時計算，因為資料量太大。目前先建立河川預報模式。

目前已蒐集了歷年颱風災害資料、河川斷面、水工構造物資料、潮位及水位資料。上星期一河局提供之 5.25 吋磁片亦讀出了部分檔案。在水工構造物資料方面，一河局似乎沒有座標。

李友平課長：向各位報告一下，我已問過局內，真的沒有座標資料。未來考慮用 GPS 到現地跑一趟量測。

許銘熙教授：潮位資料已蒐集到並完全鍵入，在河川模式方面，選定了 3 個上游邊界、3 個回饋站、1 下游邊界。側入流方面請子計畫一協助提供。而即時潮位資料是否可以收到？

李友平課長：潮位資料是即時的，沒問題。

許銘熙教授：河口部分以調和分析，這方面李課長應該很熟。由於天文潮會變，但暴潮 2 至 3 小時變化不大，因此保持為定值，而河川模式則以動力波演算。因資料尚未齊全，先以淡水河測試模式。

接下來之淹水潛勢圖，瑞伯及芭比絲颱風之模式結果如下，未來再進一步與實際資料比對。

以上為子計畫三之簡短報告，謝謝大家。

游保杉教授：蘭陽大橋的水位受潮位影響大嗎？

李友平課長：不大，只有興蘭大橋會感潮。

王如意教授：謝謝子計畫三之報告。如果大家都沒有問題，接下來請子計畫四報告。

陳增壽教授：子計畫四系統架構分軟體及硬體兩種。在硬體架構上，即時監測資料由氣象局及水利署量測後，傳至洪水預報系統工作站，洪水預報系統之 PC 亦傳送演算指令至工作站，進一步由工作站傳回演算結果。

即時洪水預報展示系統上，有以下七個模組：一、系統維護模組，二、颱風動態模組，三、即時水情監測模組，四、預報模式模組，五、淹水潛勢模組，六、即時災情模組，七、決策支援模組。系統維護模組方面，可針對颱風事件進行使用都帳號等設定，歷史颱風資料庫可按照不同年份，查詢每個事件之颱風警報單、颱風路徑圖、降雨資訊及災情統計。目前已蒐集過去十年之颱風路徑圖、颱風警報單、90 年災情統計表、颱風事件累積雨量圖、蘭陽大橋水位~流量

率定曲線。

颱風動態模組則分成颱風路徑圖、衛星影像、雷達影像、警報單。即時水情監測模組在降雨方面，整合中央氣象局，水利署及台電所有之即時監測資料，降雨若超過警界值時，用不同顏色表示之，另包括降雨頻率分析查詢。河川水位方面展示：水位站、河川水位縱剖面線圖，水位若超過警界值時，用不同顏色表示之。目前蒐集了經濟部水利署雨量站之降雨資料、中央氣象局雨量站之降雨資料、各雨量站之頻率分析、各水位站之水位及警界水位、蘭陽溪之縱剖面圖。

預報模式模組方面資料檢核需了解即時監測資料是否連接正常、檢核資料是否有異常、檢核所有預報模式輸入之檔案是否正確。預報程式選取可分成預報組合模式之設定及預報模式之任意組合。另外還有誤差分析及結果展示。

淹水潛勢模組可選取總降雨量：150 mm/day、300 mm/day、450 mm/day、600 mm/day 及頻率年兩種。

即時災情模組則包涵了水利設施、淹水、維生管線災情、媒體災情報導。決策支援模組則提供警報文、通告文、避難場所、緊急事件之處理措施及回報。

未來工作項目需補齊欠缺之資料、設計適當之程式及界面進行程式編寫、將所蒐集之資料以適當之程式展示出來。

預上為子計畫四之進度報告。

謝龍生博士：系統有些模組是預先設計好，有些資料不能全部靠第四個子計畫填滿，希望一河局未來要常更新。

王如意教授：各位是否有問題。請李課長說幾句話...

李友平課長：上次謝兄來局裡討論，我們會把以前報告調出來，看看那些地方易破堤，看看如何與系統結合。

謝龍生博士：許老師會先模擬完畢，看看上游那些站達到設定條件時會淹水。

王如意教授：至於進度報告該怎麼寫將再 email 給各位。今天會議就到此結束，謝謝大家參與。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 14：15

附錄 B

研究助理綜合工作協調會會議記錄

國科會「即時洪水預報模式之研發與應用(一)」 第一次研究助理綜合工作協調會

時 間：民國九十二年十月三十一日(星期五)中午十二時

地 點：台灣大學生物環境系統工程學系二樓 204 室

主 持 人：謝龍生博士

出席人員：謝龍生博士

傅金城博士

林洙宏先生

陳憲宗先生

潘宗毅先生

林佳燕小姐

宋建樺先生

宋文元先生

鄒侑達先生。

記 錄：潘宗毅

記錄內容：

一、主持人報告

謝龍生博士：首先感謝各位參加國科會整合型計畫第一年度第一次研究助理綜合工作協調會。今日為第一次助理會議，因此主要目的要讓各位認識彼此，並熟悉相互之工作狀況。今天主要透過此機會了解本計畫執行項目及各子計畫間之銜接關係。

二、議題討論

謝龍生博士：本整合型計畫預計以三年期間完成建立蘭陽溪流域之洪災防護基本資料庫，並配合流域之現況整治工程、排水系統改善工程與水文氣象監測系統，應用降雨、逕流與水理等模式進行即時預報工作，進而整合降雨－逕流預報、河川水位預報及河川水理演算結果，以即時洪水預報展示系統快速模擬、展示及決策，期能以非工程防洪之預警方法，減少蘭陽溪流域水患之損失。

在研究重點方面，第一年度(民國 92 年 8 月~93 年 7 月)中，子計畫一需進行：

1. 現場勘查。

2. 示範區氣象、水文、地文及人文特性研析及資料庫建檔。

3. 降雨頻率、延時及雨型分析。
 4. 降雨－逕流模式建構及模擬。
- 等工作，主要是以逕流預報為主。

子計畫二：

1. 相關文獻蒐集與彙整。
2. 集水區選定與水文資料收集。
3. 雨量－水位關係之初步模擬與探討。
4. 整合過去雨量預報模式之成果。
5. 雨量預報之即時更新模式。
6. 雨量預報模式之即時預報與驗證。

因此主要是以雨量預報為主。

陳憲宗先生：子計畫二在此補充。本計畫最終仍以水位預報為主，而雨量預報值是本模式之輸入項。因為計畫之最終目標較接進子計畫三，而非以雨量預報為主。

傅金城先生：子計畫三之輸出結果為整個河道斷面之水位資料，與子計畫二應不同。

謝龍生博士：在子計畫之銜接關係上，因參考了各子計畫之分年工作內容，因此考慮由子計畫二提供子計畫一逐時雨量預報值(非雨量歷線)。

子計畫三之工作內容：

1. 蒐集蘭陽溪之地文及水文資料，完成變量流洪水演算模式。
2. 蒐集蘭陽橋逐時水位資料建立河口水位預報模式。
3. 蒐集歷年颱風資料後，配合牛鬥橋、家源橋及廣興橋之逐時水位資料，建立蘭陽溪水位即時校正水理預報模式。
4. 模式參數之檢定。

因此主要是以河川水位預報為主。

子計畫四之工作內容：

1. 蒐集研究集水區過去歷史颱風資料及現有防洪監測系統資料。
2. 評估各種展示系統軟硬體之作業需求及功能性，並配合現況以尋求適合於即時洪水預報展示系統研發之開發軟體。
3. 規劃即時洪水預報展示系統資料傳輸網路架構。
4. 將即時洪水預報展示系統模組化，並規劃各預報模式之展示介面內容。
5. 建立即時洪水預報展示系統之雛形系統。

因此主要是以洪水預報展示系統為主。

謝龍生博士：總體而言，子計畫二提供流域各集水分區未來 1~6 小時之雨量預報給子計畫一；子計畫一提供流域重要控制點未來 1~6 小時之逕流預報給子計畫三；子計畫三提供流域河川重要斷面未來 1~6 小時之水

位預報給子計畫四；子計畫四將所有成果進行展示及警報文研擬。
在模式銜接關係方面，未來一個月內子計畫一與子計畫二要協調集水區劃分結果。分區要細才可表現出集水區空間變化，而子計畫二又可對於各種劃分情形進行降雨預報，因此集水區分割以子計畫一為主，子計畫二再根據子計畫一之分區情形進行預報。
子計畫三之河川演算最上游到何處？

傅金城博士：考慮最上游為家源橋。

謝龍生博士：因此請子計畫一提供家源橋及其下游所有支流之入流量作為子計畫三之邊界條件。

傅金城博士：在羅東溪部分，以斷面測量之最上游開始模擬。

謝龍生博士：集水區水理演算分割決定後，再告知子計畫一，子計畫再請子計畫二提供相關降雨資料。最後所有資料要給子計畫四。

而本研究成果未來應提供一河局，而一河局也將成為國內第三個有洪水預報系統之河川局。

請子計畫四向中央氣象局取颱風警報單資料，作為展示用。

輸出格式方面可參考淡水河洪水預報系統。下次將請傅博士介紹淡水河洪水預報系統。

陳憲宗先生：本子計畫之前已向一河局蒐集部分資料，其中包括率定曲線。目前之資料中，上下游能對到之颱風場次並不多，約三場左右。

謝龍生博士：麻煩各子計畫之銜接關係於2星期內確定，並煩請各子計畫於11月7日前提交所需資料列表給總計畫，以利計畫執行。目前已知總計畫應蒐集之資料如下：

1. 河道斷面及縱剖面資料。
2. 更新率定曲線。
3. 上網蒐集流量及雨量資料。
4. 堤防高層、警戒水位資料。
5. 沿岸水利設施。
6. 詢問第一河川局目前即時監測資料之類型。
7. 蘭陽溪歷史災害資料。

相關資料蒐集請於十一月底前完成。

決議：本助理會議預定每月召開一次，時間暫訂為每月最後一星期之星期五，多謝各位之參與。若遇到要開主持人會議，則提前一星期召開。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 14：00

國科會「即時洪水預報模式之研發與應用(一)」 第二次研究助理綜合工作協調會

時 間：民國九十二年十一月二十八日(星期五)中午十二時

地 點：台灣大學生物環境系統工程學系二樓 204 室

主 持 人：謝龍生博士

出席人員：謝龍生博士

傅金城博士

林洙宏先生

陳憲宗先生

潘宗毅先生

林佳燕小姐

宋建樺先生

宋文元先生

鄒侑達先生。

記 錄：潘宗毅

記錄內容：

一、主持人報告

謝龍生博士：首先感謝各位參加國科會整合型計畫第一年度第二次研究助理綜合工作協調會。今日為第二次助理會議，將請傅金城博士為各位介紹淡水河洪水預報系統。

二、議題討論

傅金城博士：各位好，今日關於淡水河洪水預報系統之簡報主要有四大項：(一)淡水預報系統架構、(二)各模式預報結果、(三)淡水河洪水預報系統操作流程說明、(四)納莉颱風洪水預警報作業。

淡水河洪水預報系統模式內容主要由降雨、逕流、水庫、河川、整合及決策支援等模式結合而成。每一種預報又包函了多種模式可選擇，如降雨預報即採用了颱風定量降雨客觀氣候模式、雷達外延降雨預報模式、柯利京降雨預報模式及由觀測資料自動選擇模式等四種。因此整個系統是一相當複雜之預報系統。

降雨預報模式中會顯示未來之降雨趨勢，並以顏色標記超過設定值之較大降雨量。逕流預報模式可選擇預報時間，目前最長可預報 6 小時後之逕流量。

水庫操作模式於蘭陽溪洪水預報系統中應不需要。此模式是為了因應淡水河上游之石門及翡翠水庫而研發之模式。

河川預報模式中，展示了水位站之監測值、預報值。其中以不同顏色標示超過警戒水位及資料異常或無傳回值之資料。

在系統操作方面，本系統於主畫面中可選擇系統維護、監測、預報、決策支援等四種功能。首先先設定預報時間，再進行監測資料之檢核工作，包括了颱風監測、自動傳輸雨量測站監測、回饋站之檢核與輸入之工作。最後進行模式串接及演算工作，約需 60 秒。預報結果包括 1.流域降雨強度、2.雨量站雨量、3.逕流預報結果、4.水庫操作運轉、5.河川水位、6.抽水站內外水位、7.預報準確度。而決策支援方面則會產生水庫洩洪、警戒水位列表及警報及通告文。

謝龍生博士：各位對於傅博士關於淡水河洪水預報系統的簡報有何問題？

陳憲宗先生：此系統目前已由十河局獨立操作嗎？

傅金城先生：由於淡水河洪水預報模式是由台大團隊研發之系統，因此早期每逢颱風事件，都由台大支援人力操作。目前已交由十河局人員操作，但颱風來時，仍會請台大土木系李天浩教授參與協助。

謝龍生博士：目前這個系統在降雨預報方面，已增加由人工調整之功能，可以直接拉高降雨。主要目的是因為整個系統之預報準確與否仍決定在雨量預報，因此目前李天浩教授仍致力於降雨預報精確度之改善研究。淡水河洪水預報系統為一高規格之展示系統，而本計畫將具其基本功能，但展示方面可能不會做到如此詳細。

謝龍生博士：子計畫之銜接於上次助理會議中都說明過了。子計畫二提供流域各集水分區未來 1~6 小時之雨量預報給子計畫一；子計畫一提供流域重要控制點未來 1~6 小時之逕流預報給子計畫三；子計畫三提供流域河川重要斷面未來 1~6 小時之水位預報給子計畫四；子計畫四將所有成果進行展示及警報文研擬。

各子計畫之關鍵點主要在輸入輸出資料之格式確認。子計畫一要根據子計畫三之邊界進行切割流域，並針對殘流域切割範圍。最後結果請提供子計畫二及子計畫四使用。

請子計畫一問一河局雨量站除一河局架設外，是否有接收中央氣象局全省監測站網 10 分鐘一筆之資料，將來可進一步應用於即時洪水預報系統。

接下來請各子計畫報告一個月來之工作進度。

潘宗毅先生：在此先向各位提供一資訊，水利署最近完成「水文水資源資料管理供應系統」，網址為：<http://gweb.wra.gov.tw/wrweb/>，其內容相當豐富，不過在蘭陽溪流域之監測系統仍不是即時資料。

此外，11 月 24 日已與一河局規劃課陳課長聯絡，請他協助提供下列

資料：

數值模擬範圍蘭陽溪上游邊界：家源橋，下游邊界：蘭陽大橋。羅東溪上游邊界：古魯

於模擬範圍內所需之資料：

- 1.河道斷面資料
- 2.斷面距及座標點
- 3.沿岸水工構造物
- 4.蘭陽溪流域數值高層 DEM 資料
- 5.堤防高層及其警戒水位
- 6.流量-水位率定曲線
- 7.目前即時監測資料之類型
- 8.蘭陽溪歷史災害資料

今日再次電話詢問陳課長目前資料蒐集情形，他說將於今日下午將資料寄出，我們不需要到一河局拿資料。

此外已上水利署下載相關之降雨及流量站之歷史資料，但還沒比對整理。

謝龍生博士：請總計畫收到一河局之資料後，將各計畫所屬之資料分配下去。麻煩各計畫 keyin 完資料後，傳一份給總計畫與子計畫四。而下載之歷史資料亦先給各子計畫一份，不需比對了。
接下來請子計畫二報告。

陳憲宗先生：目前在雨量預報方面以目前存在的六站為主，做 6 小時之預報測試。目前正以本研究室發展之模式進行測試修改。

謝龍生博士：其實主要以 3 小時預報為主即可。目前子計畫二是以颱風分類法進行雨量預報嗎？

陳憲宗先生：颱風模式目前測試結果不佳，正在修改中。

謝龍生博士：請提供資料格式給子計畫四及總計畫，以方便其預留欄位。
接下來請子計畫三報告。

傅金城博士：子計畫三目前已將相關軟體提供給子計畫四。在資料蒐集方面，正在蒐集蘭陽溪報告，仍不齊全。

謝龍生博士：請將資料給子計畫四一份。
接下來請子計畫四報告。

林佳燕小姐：相關軟體已灌好，但不能用。

傅金城博士：應該是路徑問題，將路徑設定好即可。

謝龍生博士：請先熟悉軟體操作，先製作展示圖檔。
下次助理會議本人將介紹展示系統之架構及基本介面，並請子計畫

四提供介面開發清單及除子計畫三提供外之歷史災害資料。

請子計畫一詢問一河局是否有「蘭陽溪規劃治理報告」，並確定主持人會議時間。若主持人會議於 12 月 26 日召開，最好提前一星期至蘭陽溪做現地觀察，請子計畫一盡速與一河局聯絡。

並請宗毅請問王如意教授期中報告格式為何？

謝龍生博士：基本上，第一年請各子計畫以自己的模式開發、資料蒐集及資料庫建置為主，第二年度才是銜接各子計畫為主。

若各子計畫有特別之資料展示，請與子計畫四聯絡。

最後第三年以模式即時線上測試為主，到時候可能需要至一河局實地操作，因此請與一河局保持良好之互動。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 13：40

國科會「即時洪水預報模式之研發與應用(一)」 第三次研究助理綜合工作協調會

時 間：民國九十二年十二月十九日(星期五)晚上六時五十分

地 點：宜蘭度小月餐廳

主 持 人：謝龍生博士

出席人員：謝龍生博士

傅金城博士

陳憲宗先生

張逸凡先生

張簡鳳蓮小姐

潘宗毅先生

林佳燕小姐

宋建樺先生

宋文元先生

鄒侑達先生。

記 錄：潘宗毅

記錄內容：

一、主持人報告

謝龍生博士：首先感謝各位參加今日流域踏勘之現地參訪工作。今日收穫可說相當豐碩，對於未來計畫之推動有相當程度之幫助。由於今日行程相當緊湊，各位助理相當辛苦，因此今日會議將從簡，主要是針對各計畫之工作範圍做進一步界定，並為 12 月 26 日之主持人會議做簡單之準備。

二、議題討論

謝龍生博士：今日現地踏勘最重要的收穫在於確定宜蘭河納入研究範圍，以及各溪流之上游邊界範圍。在子計畫一部分，請於星期三前完成集水區分割，即以“分佈”模式為核心。與子計畫三之銜接點為：宜蘭河員山橋、蘭陽溪牛鬥橋、羅東溪鼻頭橋。其中羅東溪需克服無流量測站之問題。請子計畫一撰寫本次參訪記錄，並進一步與游新福先生要宜蘭河資料。

在子計畫二部分，集水區分割以子計畫一為主，子計畫二依計畫一

之分區情形進行雨量預報。

子計畫三方面，請與子計畫一協商模式銜接地點，進一步建立蘭陽溪洪水演算模式。並請總計畫協助蒐集宜蘭河與羅東溪斷面資料，以及協助蒐集興蘭橋潮位站 1985-1998 的逐時水位紙本資料。

在子計畫四部分，請先了解資料庫、格式與傳遞系統以及未來的更新系統。並決定用哪些軟體做展示系統，以及規劃展示系統有哪些模組。最後根據淡水河之系統架構來列出架構名單，並加上淹水級災害損失及過去之計畫模式。

潘宗毅先生：請各子計畫助理針對自己負責之計畫寫會議記錄，並交由總計畫匯整。這兩天現地踏勘之相片亦請寄給總計畫整理，謝謝。

謝龍生博士：第四次助理會議暫定於明年 1 月 30 日。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 19：30

國科會「即時洪水預報模式之研發與應用(一)」 第四次研究助理綜合工作協調會

時 間：民國九十三年一月三十日(星期五)中午十二時

地 點：台灣大學生物環境系統工程學系二樓 204 室

主 持 人：謝龍生博士

出席人員：謝龍生博士

傅金城博士

林洙宏先生

陳憲宗先生

潘宗毅先生

林佳燕小姐

宋建樺先生

宋文元先生

鄒侑達先生。

記 錄：潘宗毅

記錄內容：

一、主持人報告

謝龍生博士：首先感謝各位參加國科會整合型計畫第一年度第四次研究助理綜合工作協調會。先向各位拜個早年，祝各位研究順利。另外，去年 12 月 26 日已召開主持人會議，對於模式銜接點有改變，請各子計畫助理注意。

接下來請各子計畫報告工作進度。

二、議題討論

潘宗毅先生：首先報告總計畫工作事項。本研究團隊於去年 12 月 19 日參訪過一河局後，總計畫整理了各子計畫需要之資料並傳真一河局請求協助。蒐集資料內容包括：興蘭大橋 30 場事件水位資料、興蘭大橋 1999-2003 逐時潮位資料、牛鬥與蘭陽大橋之水位-面積曲線及水位-流速曲線、宜蘭河治理規劃報告、羅東溪治理規劃報告。1 月 19 日再次致電一河局盧工程師詢問其蒐集進度，盧工程師表示已整理完畢準備寄出，但至今早為止尚未收到相關資料。總計畫將繼續追縱。子計畫一之工作進度方面。已完成蘭陽溪流域核胞分割。在謝博士建議下，除重新按匯流先後編號外，整個流域核胞之劃分將不再更

動。另外將加入氣象局雨量站分布點，並標出模式銜接點。

在頻率分析部分，已由宋建樺由水利署 6 個雨量站進行分析，近日將有結果。以上為子計畫一之工作進度報告

謝龍生博士：如果各位對子計畫一沒有任何問題，接下來請子計畫二報告。

陳憲宗先生：子計畫二之工作可分為雨量及水位兩項預報研究。目前資料尚不足夠。在雨量資料方面，目前所蒐集之 6 個水利署雨量站偏上游流域，下游部分屬台電雨量站較多，但其資料量不足，不選用，進一步選氣象局 3 個雨量測站，並已請謝博士幫忙取得。在水位資料方面，其細部資料將再與總計畫討論後請一河局協助提供。

謝龍生博士：請確認氣象局 3 個雨量測站是否為即時電傳站。

陳憲宗先生：已確認過，皆為即時電傳站。

謝龍生博士：子計畫二所挑氣象局之資料為 10 分鐘一筆，未來請子計畫四整編水利署與氣象局兩個單位之資料以逐時資料展示。此外，子計畫一之核胞已劃分完畢，請子計畫二協助提供各核胞之區域面積雨量。

陳憲宗先生：游老師之前提及本計畫提供點預報資料給子計畫一進一步處理即可。關於由子計畫二提供面積雨量之預報資料方面，將進一步與游老師討論。

謝龍生博士：如果對於子計畫二沒有問題，接下來請子計畫三報告。

傅金城先生：子計畫三目前進行模式修改及資料建置兩項工作，但重心仍放在資料建置方面。在河川斷層資料方面，羅東溪並無資料，宜蘭河需由檔案轉紙本再數化，因此未來將先進行蘭陽溪之測試。

謝龍生博士：請子計畫一與一河局工務課聯絡，請他們協助提供宜蘭河斷面資料。請子計畫三先以泊森提供之資料測試。主要誤差來源應為原始之測量基準點不同，及斷面沖淤。

autocat 資料請子計畫三整理後以 excel 格式傳給子計畫四。

未來子計畫有任何資料請上傳至工作站與其它子計畫分享，謝謝。

潘宗毅先生：工作站之位置為 140.112.76.151 port 21，帳號與密碼皆為 plan。

謝龍生博士：請子計畫四了解淡水河流域展示之架構，並根據架構圖將已有之資料分類到各架構中。

請各子計畫條列擬展示之資料及格式提供子計畫四參考。

另外，子計畫四需加入一模組可查詢“淹水情況”。

傅金城博士：許老師有提過要加入此模組，但不列在成果中。

謝龍生博士：請總計畫詢問王老師或上網查詢本整合型計畫於五六月間是否要交進度報告，及其格式頁數是否有規定。並請總計畫擬進度報告之架構。謝謝。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 13：30

國科會「即時洪水預報模式之研發與應用(一)」 第五次研究助理綜合工作協調會

時 間：民國九十三年二月二十七日(星期五)中午十二時

地 點：台灣大學生物環境系統工程學系二樓 204 室

主 持 人：謝龍生博士

出席人員：謝龍生博士

傅金城博士

林洙宏先生

陳憲宗先生

潘宗毅先生

林佳燕小姐

宋建樺先生

宋文元先生

鄒侑達先生。

記 錄：潘宗毅

記錄內容：

一、主持人報告

謝龍生博士：首先感謝各位參加國科會整合型計畫第一年度第五次研究助理綜合工作協調會。首先針對第四次助理會議之重結結論向大家做個報告：會議中決議架設一工作站供子計畫間傳輸檔案，目前已完成。接下來請各子計畫報告工作進度。

二、議題討論

謝龍生博士：首先請總計畫報告。

潘宗毅先生：總計畫於年前請一河局協助提供之資料已於年後收到，由於其內容多屬第三子計畫，因此已交給子計畫三處理。目前子計畫三已影印備份，並為子計畫二多印一份與其有關之潮位資料，現在轉交給子計畫二。經整理後，子計畫三發現資料中關於羅東溪之陳述相當仔細，但獨漏斷面資料，總計畫將進一步為其詢問一河局。以上為總計畫目前工作內容。

陳憲宗先生：目前一河局規劃課長為李友平先生，本人上星期五去一河局拿資料時有與他本人碰面。李課長對於一河局積極參與本計畫表達了強烈之意願，因此本人在此代為轉達李課長之意願。

謝龍生博士：可以邀請李課長參加第二次主持人會議，並考慮於之前再次拜會一河局。關於這個問題我們稍後再談。如果各位對總計畫沒有問題，接下來請子計畫一報告。

潘宗毅先生：子計畫一目前由宋建樺先生進行頻率分析之工作，已有初步成果。由於應用了禁忌演算法於參數優選，其結果較鄭老師之前之研究為佳，但參數不如鄭老師之結果具有趨勢，這部分將做深入研究。

謝龍生博士：請進一步繪製雨量等值圖，比較優選結果之降雨等值線與原資料是否相似。

潘宗毅先生：此外，三四月將進行雨量網站之評估。以上是子計畫一之工作進度。

謝龍生博士：頻率分析以水利署 6 個雨量站做分析，但網站評估請加入中央氣象局的雨量測站進行評估，本人將進一步提供相關資料給子計畫一。未來子計畫一需進一步做模式檢定工作，請整理蘭陽溪家源橋、宜蘭河中山橋之流量及雨量資料。因羅東溪無流量測站，其上游參數將參考家源橋結果，下游則參考蘭陽大橋。中間側入流之參數以上下參數之平均計算。

謝龍生博士：如果各位對子計畫一沒有任何問題，接下來請子計畫二報告。

陳憲宗先生：首先報告上星期五至一河局蒐集資料之結果。本計畫目前以蘭陽大橋及牛鬥做為上下游對照點，之前能相對照的只有 8 個場次，因此於上星期五希望能至一河局蒐集牛鬥原始資料。結果並沒有拿到有幫助之資料，因此針對 8 場颱風事件印了興蘭大橋實測報表及一些颱風事件之災損資料，盼對其它子計畫有所幫助。

在研究進度方面，針對 8 場事件之雨量跑灰色模式之工作已完成，除一河局之 6 站，另加入了氣象局 7 站資料，其測站狀況已上傳至工作站。氣象局 7 站之場次選取以一河局為主。在相空間方面，因所需之時間較多，正在跑模式中。水位預報模式已開始進行，未來將依資料狀況進行評估，有需要會再與總計畫聯絡。

謝龍生博士：子計畫二蒐集到之災損資料請子計畫四整理。在子計畫間之銜接方面，希望子計畫二能以提供降雨預報資料為目標，包括核胞之平均降雨量。

謝龍生博士：如果對於子計畫二沒有問題，接下來請子計畫三報告。

傅金城先生：子計畫三目前進行模式修改及資料建置兩項工作。在資料建置方面，總計畫已提供所需資料，潮位資料正 key in 中，已完成兩年。另外關於淹水損失亦整理中。目前缺羅東溪斷面資料、蘭陽溪 60 斷面以上之 xy 座標不見了。

在模式方面，河川模式完成水位修改理論，參數修正正進行中，未來進行模式調整後，第二次主持人會議時應可展示一些成果。另外，

淹水模式仍在比較中。本計畫未來將與子計畫一討論側入流於斷面編號之位置，以利研究進行。

林洙宏先生：似乎沒有颱風場次之報告。

陳憲宗先生：在上星期去一河局時，有看到，未來可蒐集。

謝龍生博士：考慮第二次主持人會議前再去一河局參訪一次。如果大家對子計畫三沒問題，接下來請子計畫四報告。

林佳燕小姐：本計畫負責即時洪水預報展示系統之建置工作。主要可皆為四個模組：系統維護模組、即時監測模組、預報模式模組、決策支援模組。系統維護模組中包括：1.專案設定 2.歷史颱風資料庫 3.資料更新 4.系統操作說明 5.結束，等 5 項。即時監測模組包括：1.颱風動態 2.衛星影像 3.雷達影像 4.降雨 5.河川水位 6.水門 7.抽水站。預報模式模組包括：1.資料檢核 2.預報程式選取 3.誤差分析 4.結果展示。決策支援模組包括：1.警戒水位 2.淹水範圍 3.避難場所 4.警報文 5.通報文。

謝龍生博士：基本上這個架構是參考淡水河預報系統之框架，但蘭陽溪並無水庫，因此未來請將水庫模式從中刪除。

傅金城博士：報告中有提到雷達資料與地面資料整合，在我們的計畫書中應沒提到這一點。

謝龍生博士：不需要。未來本計畫只將中央氣象局之雷達資料展示於系統中供人查詢。目前由陳宣宏博士負責模組開發。請子計畫四考慮是否再加入“即時災損資料接收”，類似即時影像資料傳輸。並請子計畫四開始建置資料。

謝龍生博士：若大家對子計畫四沒問題，接下來討論出訪事宜。先訂 3 月 26 日星期五中午召開第二次主持人會議。請各子計畫於 3 月 3 日前整理所需資料清單給總計畫，並請總計畫與李課長聯絡。另外，3 月 18、19 日安排至宜蘭縣府(蒐集水門、抽水站資料)、泊森顧問公司(蒐集蘭陽溪規劃報告)、一河局參訪(認識李課長及蒐集相關資料)。請總計畫安排。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 13：45

國科會「即時洪水預報模式之研發與應用(一)」 第六次研究助理綜合工作協調會

時 間：民國九十三年四月三十日(星期五)中午十二時

地 點：台灣大學生物環境系統工程學系二樓 204 室

主 持 人：謝龍生博士

出席人員：謝龍生博士

傅金城博士

林洙宏先生

陳憲宗先生

潘宗毅先生

林佳燕小姐

宋建樺先生

宋文元先生

鄒侑達先生。

記 錄：潘宗毅

記錄內容：

一、主持人報告

謝龍生博士：首先感謝各位參加國科會整合型計畫第一年度第六次研究助理綜合工作協調會。上個月並無召開助理會議，但召開第三次主持人會議。今日會議主要目的是訂出進度報告繳交日期。接下來先請各子計畫報告工作進度。

二、議題討論

謝龍生博士：首先請總計畫報告。

潘宗毅先生：總計畫最近並無任何子計畫請託蒐集資料。於第三次主持人會議中，一河局李課長提供了全台最新之 DEM 資料，但其資料格式較少見，目前仍在想辦法處理中。

在子計畫一部分，目前正進行站網評估之工作，目前由中央氣象局之資料整理為月平均雨量進行評估，已求得中央氣象局十九個測站之重要性。未來將盡快完成颱風事件時雨量資料型態之評估。

謝龍生博士：在進行克利金法評估各站網時，請加入玫瑰圖之分析。但目前可能來不及做，可將其放入第二年之研究中。另外關於水文模式之建立方面，請問進行如何？

潘宗毅先生：目前是採用集塊式之類神經網路模式，並非分布型。

謝龍生博士：先將降雨逕流資料以事件型式整理，並以家源橋、中山橋及蘭陽大橋進行模式檢定工作。如果各位對子計畫一沒有任何問題，接下來請子計畫二報告。

陳憲宗先生：本計畫在雨量預報工作方面，已完成灰色模式，而相空間模式亦快要完成，在颱風預報模式方面，由於來不及完成，因此將其延至第二年進行研發。

另外今年針對蘭陽溪上下游水位關係進行統計，結果將會整理於報告中。

謝龍生博士：請問目前子計畫二所研發之降雨預報模式中是否需要人工判斷？

陳憲宗先生：相空間模式之率定中需要人工給定相關參數，但若針對謝博士提問之精神，未來不需人工判斷，直接將資料輸入即可。

謝龍生博士：請子計畫二列出降雨測站之站名及位置，要給子計畫一進行權重分析。另外，請列出各模式輸入資料之提供單位，方便未來資料蒐集。關於颱風預報模式方面，可問一河局是否有風速、氣壓等資料。如果對於子計畫二沒有問題，接下來請子計畫三報告。

傅金城先生：近日得知宜蘭縣六月底有綜合治水及淹水模式報告，到時候可能有對本計畫幫助之資料。另外子計畫三在資料蒐集整理方面大多已完成，上次至一河局所取得之淹水電子檔亦已讀出，但其內容類似地形圖，似乎沒有淹水資料，可能是以此檔為底圖進行淹水調查。

在羅東溪斷面蒐集方面已找到 83 年之資料，但相當粗糙，斷面是以相當簡單之方式表示。水工結構物方面仍無 xy 之座標，這部分對子計畫四之展示工作影響較大。

河口潮位資料檢核完成，其資料為一月資料，二三四月之資料正在審核，待審核過後一河局才可提供進一步研究。

在模式建立方面，斷面資料已輸入完成。

謝龍生博士：淹水調查圖請提供給子計畫四進行展示。如果對於子計畫三沒有問題，接下來請子計畫四報告。

林佳燕小姐：主要之工作進度於主持人會議中已有較詳細之交待。目前事件還沒選定，雨量歷線及流量歷線仍有缺資料。

謝龍生博士：有那些資料就先做多少。以民國 80 年至納莉颱風之間所發生之事件為主，先對各事件整理降雨統計分析。此外，水位流量站之警戒值要找出來，例如到水利署水情中心查詢。子計畫三所提供之淹水資料亦請整理。

請子計畫四做出架構圖並傳給各子計畫，請各子計畫針對展示內容，思考要如何呈現自己所負責之計畫結果。

謝龍生博士：若大家對子計畫四沒問題，接下來討論報告撰寫格式。國科會訂五月三十一日前繳交，請各子計畫於五月二十一日完成初稿，並交給各計畫主持人及總計畫。格式以國科會精簡報告格式，雙欄、12 號字，最少 12 頁、先表後圖。內容方面需有中英文摘要，第一部分：前言、動機、目的、今年度工作項目(研究內容)；第二部分：針對工作項目撰寫詳細內容；最後為結語與未來研究方向。
請總計畫整理一個範本提供各子計畫參考。
下次助理會議延至六月四日召開。

三、臨時動議

無

四、散會

下午 13：50

附錄 C

現地踏勘參訪記錄

國科會整合型計畫：即時洪水預報模式之研發與應用

水利署第一河川局暨宜蘭縣政府參訪行程記錄

- 一、參訪人員：王如意 教授(領隊)，許銘熙 教授，游保杉 教授，陳增壽 教授
傅金城，潘宗毅。
- 二、參訪日期：民國 92 年 8 月 26 ~ 27 日。
- 三、參訪單位：經濟部水利署第一河川局暨宜蘭縣政府。
- 四、參訪行程：

日期	時間	地點	行程及活動	備註
八月二十六日(二)	9:30	台大大門	集合	建明客運(20 人坐)
	9:30~12:00		前往宜蘭市	走海岸線
	12:00~13:00		午餐	
	13:30~17:00	第一河川局	拜會經濟部水利署第一河川局	簡報、參觀及討論。
	17:00~18:00		前往住宿旅館	絃冠飯店
八月二十七日(三)	8:30	旅館大門	集合	
	8:30~8:50		前往宜蘭縣政府	
	9:00~12:00	宜蘭縣政府	拜會宜蘭縣政府	綜合治水計畫簡報，討論。
	12:00~13:00		午餐	
	13:00~14:30	冬山河親水公園	參觀冬山河	未成行，直接返回台北
	14:30~17:00		返程	走北宜公路

五、受訪單位人員資料：



經濟部水利署第一河川局

參訪單位：經濟部水利署第一河川局

地 址：宜蘭市民權新路 4 號

聯絡電話：(03) 9324031

(03) 9322732

傳真電話：(03) 9331340

姓名：顏啟照

單位：經濟部水利署第一河川局

職稱：代理局長

地址：宜蘭市民權新路四號

聯絡電話：(03) 9368421

傳真電話：(03) 9362734

E-mail：yen@wra01.gov.tw

姓名：陳文奇

單位：經濟部水利署第一河川局

職稱：規劃課長

地址：宜蘭市民權新路四號

電話：(03)9365672

傳真：(03)9331340

E-mail：chen@wra01.gov.tw

姓名：游新福

單位：泊森總合設計顧問有限公司水利環工部(綜合治水計畫之顧問公司)

職稱：經理

地址：宜蘭市宜中路 86 號 2 樓

台北辦公室：台北市萬華區康定路 216 號 2 樓

電話：(03)9332045；(03)9310961；(02)23029271

行動：0932712496

傳真：(03)9310962；(02)23027144

E-mail：blossom@e-lan.net.tw；blossom.tpe@msa.hinet.net



宜蘭縣政府工務局水利課

參訪單位：宜蘭縣政府

地 址：宜蘭市(260)和平路四五一號

聯絡電話：(03) 9364567

傳真電話：(03) 9331340

姓名：陳春錦

單位：宜蘭縣政府工務局水利課

職稱：課長

地址：宜蘭市和平路 451 號

電話：(03)9364567 轉 1310

行動：0928073355

傳真：(03)9332741

E-mail：cn05097@mail.e-land.gov.tw

姓名：簡博軒

單位：宜蘭縣政府工務局水利課

職稱：技士

地址：宜蘭市和平路 451 號

電話：(03)9364567 轉 1313

行動：0928608536

傳真：(03)9332741

E-mail：cn05537@mail.e-land.gov.tw

六、後記

此次參訪行程在王如意教授帶隊下，與第一河川局及宜蘭縣政府水利課營造出相當良好之合作氣氛。其中，第一河川局所安排之簡報及現地踏勘行程與宜蘭縣政府水利課準備之綜合治水計畫簡報皆讓參訪人員收益匪淺。未來將進一步至宜蘭地區相關單位蒐集計畫所需資料及研商防洪排水課題。

七、參訪剪影(部分)：



8/26 13:00 拜會第一河川局，由顏代局長啟照致詞表示歡迎

國科會整合型計畫：即時洪水預報模式之研發與應用

水利署第一河川局暨研究流域現地參訪行程記錄

一、參訪人員：謝龍生博士(領隊)、傅金城博士(子三)、陳憲宗先生、張逸凡先生、張簡鳳蓮小姐(子二)、林佳燕小姐(子四)、潘宗毅先生、宋建樺先生、鄒侑達先生、宋文元先生(子一)。

二、參訪日期：民國 92 年 12 月 18~19 日。

三、參訪單位：經濟部水利署第一河川局、蘭陽溪流域、羅東溪流域。

四、參訪行程：

日期	時間	地點	行程及活動	備註
十二月十八日(四)	19:30	台大大門	集合	建明客運(20 人坐)
	19:30~23:00		前往住宿旅館	星鑽大飯店
十二月十九日(五)	8:30	旅館大門	集合	
	8:30~8:50		前往第一河川局	
	9:00~10:00	第一河川局	拜會經濟部水利署第一河川局	了解資料傳輸之作業環境
	10:00~12:00	羅東溪流域	現地踏勘	
	12:00~13:00		午餐	於三星用餐
	13:00~17:00	蘭陽溪流域	現地踏勘	
	17:00~19:00		晚餐及討論會	於宜蘭市用餐
	19:00~		返程	7:30 結束討論

五、準備器材：礦泉水、數位相機、筆記型電腦、小禮品

六、個人準備：身份證件、健保卡、暈車藥(易暈車者必備)、筆記本(晚餐討論會)、現金(支付個人住宿費)

參訪單位：經濟部水利署第一河川局

地址：宜蘭市民權新路 4 號

聯絡電話：(03) 932-4031

(03) 932-2732

傳真電話：(03) 933-1340

聯絡人：潘宗毅

聯絡電話：(02)23630231#2460#204

行動電話：0968165935(限台北地區)

聯絡人：傅金城

行動電話：0933060014

計畫踏勘路線：

宜蘭市→省9→羅東→沿羅東溪→羅東→省7甲→三星→牛鬮→芄芄→家源橋(土場)→返向沿省7往蘭陽溪下游→河口→宜蘭市

七、參訪記實

在了解一河局資料傳輸作業環境方面，一河局關於水位資料之軟體共有三種，差別在於展示及製作報表的不同，但三種軟體所接收之水位站資料皆相同。雨量站以每小時一筆呈現，但在即時雨量資料方面，由於雨量站是採每1mm記錄一次時刻，其單位可精確至“秒”。羅東溪方面，並無水位站，除即將完成之清洲攔河堰外，只有三個雨量站。在蘭陽溪方面，經一河局相關統計研究指出，雨量站影響量大為芄芄雨量站。

一河局連小姐提供了操作環境使用手冊光碟一份，共兩個資料夾，分別為：“雨量水位匯出檔”及“TFC2Grid”，其內容相當詳盡。

各計畫助理並針對計畫需協助之部分請教一河局連小姐及盧工程師，亦得到相當詳盡之回答。盧工程師指出，鐵路以東之水位受地下水影響嚴重。謝龍生博士並當場重新規劃了模擬範圍，納入了宜蘭河，因目前蘭陽溪流域之防汛重點放在中山橋及蘭陽大橋。最後在盧工程師之引薦下由謝龍生博士帶領傅金城博士、潘宗毅先生、陳憲宗先生拜會顏局長後，啟程進行流域踏勘工作。

經一河局盧先生規劃與給予兩份羅東溪工程布置圖做指引後，原本計畫之踏勘路線修正如下：

宜蘭市→蘭陽大橋右岸水位站→興蘭大橋右岸看潮位站→羅東溪清洲橋→羅東溪北成橋→羅東溪廣興大橋→羅東溪鼻子頭橋→三星用餐→蘭陽溪牛鬥橋水位站→蘭陽溪家源橋水位站→蘭陽溪芄芄雨量站→蘭陽溪泰雅大橋→宜蘭河員山大橋→宜蘭河宜蘭橋水位站→興蘭大橋左岸→宜蘭市。

本次踏勘主要確立了子計畫三上游邊界，如下所示：

蘭陽溪：牛鬥橋

羅東溪：鼻頭橋

宜蘭河：員山橋(以中山橋之資料進行模式檢定)

沿蘭陽溪踏勘過程發現其支流眾多，因為子計畫一進行流量模擬時，需注意核胞劃分。

八、參訪剪影



12/19 9:20 拜會第一河川局，由盧工程師接待並說明目前業務概況



12/19 14:00 蘭陽溪家源橋水域鳥瞰

國科會整合型計畫：即時洪水預報模式之研發與應用

水利署第一河川局暨泊森總合環境設計顧問有限公司參訪記錄

一、參訪人員：謝龍生博士(領隊)、傅金城博士、林洙宏先生、吳忠政先生、陳志鴻先生(子三)、林佳燕小姐(子四)、潘宗毅先生、鄒侑達先生、宋文元先生(子一)。

二、參訪日期：民國 93 年 3 月 19 日。

三、參訪單位：經濟部水利署第一河川局、泊森總合環境設計顧問有限公司。

四、參訪行程：

日期	時間	地點	行程及活動	備註
三月十九日(五)	7:30	台大大門	集合	
	7:50~10:20		前往第一河川局	
	10:20~12:00	第一河川局	拜會經濟部水利署第一河川局	於 9:50 到達
	12:00~13:30		午餐	
	14:00~16:00	泊森顧問公司	蒐集資料	
	16:00~18:30		返程	

五、準備器材：礦泉水、數位相機、筆記型電腦、小禮品

六、個人準備：身份證件、健保卡、暈車藥(易暈車者必備)

參訪單位：經濟部水利署第一河川局

地 址：宜蘭市民權新路 4 號

聯絡電話：(03) 932-4031

(03) 932-2732

傳真電話：(03) 933-1340

參訪單位：泊森總合環境設計顧問有限公司

地 址：宜蘭市宜中路 86 號 2 樓

聯絡電話：(03) 933-2045

(03) 931-0961

七、一河局參訪記要：

一河局顏局長及李課長表示

1. 一河局提供 83 年至 91 年颱風報告光碟片一份。
2. 利署水文技術組將提供一河局蘭陽溪流域 40x40 之 DTM 資料。
3. 宜蘭縣政府會提供一河局最新之航照圖。
4. 宜蘭河與蘭陽溪早期為支流與主流之關係，因此宜蘭河深受蘭陽溪地下水影響，亦造成一奇特現象：宜蘭河之逕流係數 C 大於 1。
5. 古魯為蘭陽平原之暴雨中心，每逢颱風暴雨，常於古魯量測到最大降雨量。
6. 未來一河局與本計畫之即時資料傳輸，可用網際網路或電傳方式，其中傳真為最快最保險之方法。
7. 根據歷年資料統計指出，蘭陽平原淹水地區集中在宜蘭河及冬山河附近。
8. 蘭陽溪流域僅宜蘭河有抽水站，其相關資料可至市府蒐集。
9. 未來若經費允許，考慮於中山橋及蘭陽大橋裝設即時影像攝影。

八、泊森顧問公司參訪記要：

游經理表示

1. 不久將於牛鬥開放開採長 1 公里、深 10 公尺之砂石。
2. 中山橋最近已改名為西門橋。
3. 關於河川水位及雨量資料方面，一河局有小於 1 小時之記錄資料。
4. 巨廷顧問公司於民國 80 年有完成一份蘭陽溪採砂報告。
5. 台大動物所曾完成一份關於蘭陽溪河川情勢報告。
6. 宜蘭河抽水站資料於宜蘭市網站即可查得。
7. 七張橋之現況若遇 100 年重現期之洪水，加入現有橋墩模擬結果，水位僅上升 10 公分。主因是宜蘭河之坡度相當平緩。

九、資料彙整：

資料名稱	資料型態	資料來源
蘭陽溪颱風報告	光碟	一河局
蘭陽溪淹水報告	5.25 吋磁碟片(尚待讀取)*5	一河局
蘭陽溪斷面資料	紙本*82	一河局
蘭陽溪流域水門即抽水站資料	報告書*10	一河局
淹水範圍圖	2 萬五千分一地形圖*2	一河局
清水溪匯流工程圖	紙本*9	泊森
蘭陽溪圖籍	紙本*23	泊森
蘭陽溪清水溪匯流處附近河段疏濬計畫書	紙本*64(包括 1 夾頁)	泊森
宜蘭河流域人文及自然資源調查計畫報告書	報告書	泊森

十、參訪剪影



3/19 11:20 研究團隊與第一河川局人員合照



3/19 11:40 位於宜蘭河上游之攔河堰

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

即時降雨－逕流預報模式之研發與應用(一)

Development of a Real-Time Rainfall-Runoff Forecasting Model and Its Application (I)

計畫編號：NSC 92 - 2625 - Z - 002- 015

執行期限：92 年 8 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

計畫主持人：王 如 意 Ru-yih Wang

協同主持人：謝 龍 生 Lung-sheng Hsieh

研究助理：潘 宗 毅 Tsung-yi Pan

研究助理：宋 文 元 Wen-yuan Sung

執行單位：國立台灣大學生物環境系統工程學系

一、中文摘要

蘭陽溪上游水流急促，常挾帶大量砂石，下游則因流速減緩，至河口形成沖積平原。由於年雨量豐盈，造成地下水位甚高，抽取容易，但因本區屬細質砂土，排水性差，故常於夏季水流量豐富時宣洩不良，氾濫成災，形成廣大沼澤。且每年夏秋之際，颱風大多生成於台灣東南方太平洋海面，台灣東部往往首當其衝。

本研究擬從事蘭陽溪流域水文環境評估及即時降雨－逕流預報模式之研發，其工作包括降雨分析、逕流模擬及逕流預報等三重要水文研析要項。在降雨分析中首先研析蘭陽溪沿岸集水區周圍區域之頻率分析，繪製降雨強度－延時－頻率曲線，並建立合適之設計雨型，提供研究流域之降雨組體圖作為導入水文系統之投入函數；再應用線性系統理論，依據蘭陽溪流域之歷史颱風記錄，以最佳化理論求得離散型單位歷線，並經由實現值步驟獲得合理優選模式中之參數，即可推求最佳化適用於蘭陽溪流域之降雨－逕流模式，並配合具人工智慧概念之類神經網路理論，發展出即時降雨－逕流預報模式，臻以提供區域開發建設之水文應用。

關鍵詞：降雨分析、降雨－逕流模擬、狀態空間、最佳化理論、類神經網路、預報模式。

Abstract

To begin with the research procedure, rainfall, flood records and the related data are proposed to collect, analyze and store in the appropriate data bank. Several field surveys to the project sites are expected to accomplish to understand the present status of watersheds along the banks of Lan-Yang River. Frequency analyses of rainfall in Lan-Yang River Basin are scheduled to finish, rainfall intensity-duration-frequency curves are drawn, and the adequate rainfall pattern can be formed. The adequacy of rainfall network is also investigated by Kriging approach. Furthermore, for the purpose of simplifying the calculation and enhancing the adaptability, state space theory is adopted to explore the transformation system of the hydrological model. The hydrological process is analyzed by using the identified method of indirect system. The structure of state space model is identified with rainfall-runoff records in this study. The procedure of calibrating the state space model is illustrated as follows: firstly, unit hydrograph is derived from the constrained deconvolution step, and secondly parameter matrices of the state equation and the observation equation are further identified with the unit hydrograph resulted from the first step. The above procedure can explain readily the transformed process of a system. Finally, by combining artificial neural network, a real-time rainfall-runoff forecasting model can be developed for the hydrological planning of the pilot area.

Keywords: Rainfall analysis, Rainfall-runoff

simulation, State space, Optimization algorithm, Artificial neural network, Forecasting model.

二、緣由與目的

台灣位於副熱帶季風區，每年五~六月間會有異常梅雨，七~十月間則有頻仍之颱風侵襲。此等特殊氣候常帶來豪雨，加上地形陡峻，河川短促，經常引發嚴重水災。其中，蘭陽溪發源於南湖大山北麓，流經牛鬥出谷後，於噶瑪蘭大橋附近會合宜蘭河、冬山河，隨即注入太平洋。蘭陽溪上游急促之水流，常挾帶大量砂石，下游則因流速減緩，至河口形成沖積平原。由於年雨量高達 2,656 公釐，地下水位甚高，抽取容易，但因本區屬細質砂土，排水性差，故常於夏季水流量豐富時宣洩不良，氾濫成災，形成廣大沼澤。

基於上述對蘭陽溪流域之防洪治理有其急迫性，加上近年來區內工廠林立，工商業日漸發展，市郊原有農地逐漸變為住宅及工商建築用地，各項公共設施亦加緊建設中，都市化之速度遠大於西部之各大都市，對於防洪減災之預防觀念更應及早建置。因此，本整合型防災計畫乃選取蘭陽溪流域為研究之示範區，探討以非工程防洪措施配合流域現有防洪工程設施之減災效果，做為往後其它流域防洪治理之參考依據。

本研究擬以三年完成「即時降雨－逕流預報模式之研發與應用」，以供水理演算及淹水境況模擬之應用。研究期間，廣泛收集並研析蘭陽溪流域歷年來之氣象、水文、地文及人文資料，建立水文環境資料庫，從事蘭陽溪流域氣象站、雨量站、水位站、抽水站之站網評估，研析降雨頻率、強度－延時－頻率及合適雨型設計等。建立適宜之水文模式，進行集水區內即時降雨－逕流預報之工作，並增進模式參數之時變性，以提高預報工作之準確性。

三、研究方法與步驟

本研究所採用之方法主要包括現場勘查及資料建檔、示範區之降雨頻率分析、水文網站之評估、降雨－逕流模式之建立

及歷史颱風事件模擬分析等五要項。

1. 現場勘查及資料建檔

為進行「蘭陽溪流域淹水境況模擬與決策支援系統之研究」整合型目標導向計畫，本子計畫屬於水文資訊之初步研究，為優先且重要之工作項目。本計畫擬廣泛蒐集蘭陽溪流域內氣象測候站、雨量站、水位站、抽水站、橋樑、水門及歷年洪災損失等資料，加以建檔、研析，並建立資料庫，充分瞭解蘭陽溪河系概況，以做最佳之模擬及分析。然在資料蒐集上多偏重於水文或地文資料庫之建立，人文、建設及統計數據資料庫之內容則尚屬不全，有待補強。

2. 示範區之降雨頻率分析

頻率分析乃以統計方法，由過去之水文實測資料歸納其統計特性，並依此推估未來最可能發生之水文情形，亦即討論在某研究地區大於或等於某一特性大小之水文事件，在一定期間內會發生之機率，此為水文學中一重要研究要旨。一般水利工程，諸如壩高、提防高度、設計流量，以及道路邊坡穩定、山坡地開發、森林對於防洪之效益及水資源涵養效益等研究，皆有賴於頻率分析之結果。

本研究蒐集之雨量紀錄資料係依水利署所轄雨量測站 6 站做為頻率分析之測站，如表 1 所示。雨量資料可能因缺乏經費或其他因素，有某些年份間斷之現象，在此情況下，直接將間斷之紀錄相連，視為一個連續之紀錄，而不進行資料補遺。一般在進行統計分析前，需針對觀測值之特異值進行檢測，如有明顯偏離同一測站其他觀測值所呈現之趨勢，不可直接刪除該特異值，需針對特異值做進一步檢查。本研究之雨量資料均為實測值，並均有記錄發生日期，因此本研究中不輕易刪除任一觀測值。

本研究中探討之降雨強度－延時－頻率函數，係針對水工結構物設計之可能最大降雨量（probable maximum precipitation, P.M.P.）進行探討，可能最大降雨量為在已有之氣象條件下及已知面積與延時內，降水量所能達到無法超越之最高極限[1]。吾

人為研析此類降雨特性，引用先前學者如王氏、虞氏所應用於台灣較佳頻率分布－皮爾遜第三型分布於極端事件之機率分布進行頻率分析，其理論如下闡述[2,3]。

1924 年福斯特 (Foster) 提出皮爾遜第三類分布 (pearson type III distribution) 作頻率分析之研究，發現水文分布多呈向右偏斜，其統計特性套配伽瑪分布 (Gamma distribution) 頗為適宜[4]。

皮爾遜分布之機率密度函數 $f(x)$ (probability density function, pdf)，與其累積分布函數 $F(x)$ (cumulative distribution function, cdf)，分別定義如下：

$$f(x) = \frac{1}{\theta \Gamma(\beta)} \exp\left[-\left(\frac{x-\gamma}{\theta}\right)\right] \left(\frac{x-\gamma}{\theta}\right)^{\beta-1} \quad (1)$$

$$F(x) = \int f(x) dx = \frac{1}{\theta \Gamma(\beta)} \int_0^{x-\gamma} \exp\left[-\left(\frac{x-\gamma}{\theta}\right)\right] \left(\frac{x-\gamma}{\theta}\right)^{\beta-1} dx \quad (2)$$

其中， θ 為尺度參數， β 為形狀參數， γ 為位置參數， $\Gamma(\cdot)$ 為 Gamma 函數。

將變數 x 予以標準化，則新變數 y 如下式：

$$y = \frac{x-\gamma}{\theta} \quad (3)$$

將式(3)之新變數 y 代入累積分布函數 $F(x)$ ，與機率密度函數 $f(x)$ 可簡化為：

$$f(y) = \frac{y^{\beta-1} e^{-y}}{\Gamma(\beta)} \quad (4)$$

$$F(y) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} \int_0^y y^{\beta-1} e^{-y} dy \quad (5)$$

至於該分布應用至水文樣本分析時，所推求水文量與頻率因子 K_T 之關係如下：

$$x_T = \bar{x} + K_T s \quad (6)$$

$$K_T = t + (t^2 - 1) \frac{C'_s}{6} + \frac{1}{3} (t^3 - 6t) \left(\frac{C'_s}{6}\right)^2 - (t^2 - 1) \left(\frac{C'_s}{6}\right)^3 + t \left(\frac{C'_s}{6}\right)^4 + \frac{1}{3} \left(\frac{C'_s}{6}\right)^5 \quad (7)$$

其中， $\bar{x}$ 為水文資料均數， s 為水文資料之標準偏差， C'_s 為水文分布之偏度係數 C_s 修正後結果。

水文分布之偏度係數 C_s 定義如下所示：

$$C_s = \frac{\sum (x - \bar{x})^3}{2s \sum (x - \bar{x})^2} \quad (8)$$

為增加分析可靠度，海生氏 (Hazen) 建議依水文資料個數 n 應用修正偏度係數如下式：

$$C'_s = C_s \left(1 + \frac{8.5}{n}\right) \quad (9)$$

標準常態值 t 可由下式求得：

$$t \approx W - \frac{C_0 + C_1 W + C_2 W^2}{1 + d_0 W + d_1 W^2 + d_2 W^3}, \quad (0 < P \leq 0.5) \quad (10)$$

$$t \approx -\left(W - \frac{C_0 + C_1 W + C_2 W^2}{1 + d_0 W + d_1 W^2 + d_2 W^3}\right), \quad (P > 0.5) \quad (11)$$

其中， P 為超越機率， $C_0 = 2.52$ ， $d_0 = 1.43$ ， $C_1 = 0.80$ ， $d_1 = 0.19$ ， $C_2 = 0.01$ ， $d_2 = 0.001$

$$W = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{P^2}\right)}, \quad (0 < P \leq 0.5) \quad (12)$$

$$W = \sqrt{\ln\left[\frac{1}{(1-P)^2}\right]}, \quad (P > 0.5) \quad (13)$$

針對雨量資料進行頻率分析，福斯特 (Foster) 建議以下分析步驟流程：

- (1) 求出所欲分析雨量資料之均數，標準偏差。
- (2) 求出雨量資料之偏度係數。
- (3) 為增加分析可靠度，所求之偏度係數依雨量觀測年做一修正，可得修正偏態係數。
- (4) 利用式(6)，即可求出不同發生機率之理論設計雨量。

利用頻率分析推求各站最適合的降雨機率分佈，再以 Horner 公式之形態，建立不同重現期之降雨強度－延時公式；此公式可表示為：

$$I_t = \frac{a}{(t+b)^c} \quad (14)$$

式中 I 為平均降雨強度 (mm/hr)； t 為降雨延時 (min)； a ， b ， c 為待定係數，可利用最小二乘法迴歸求得；由於降雨強度 I 必為正值，因此待定係數必須符合 $a > 0$ ， $t+b > 0$ ，且 $c > 0$ 之限制。

研究中推求各雨量站 Horner 公式之係數，是以無因次均方誤差最小值為目標函

數 Obj (Objective function)。在同一重現期下，目標函數可表示為：

$$Obj = \text{Min} \sum \left(\frac{I_t - \hat{I}_t}{I_t} \right)^2 \quad (15)$$

式中 I_t 為延時 t 時刻下，頻率分析求得之降雨強度， $\hat{I}_t$ 為延時 t 時刻下，Horner 公式推求之降雨強度；上式表示不同延時降雨強度之誤差具有相同的權重。依上式目標函數求得之 Horner 公式，若發生高重現期之降雨強度小於低重現期之降雨強度之情形，則改以均方誤差最小值為目標函數，此時目標函數可表示為：

$$Obj = \text{Min} \sum (I_t - \hat{I}_t)^2 \quad (16)$$

上式表示不同延時降雨強度以誤差大小為權重；由於短延時降雨有較高之強度，因此利用上式為目標函數推求 Horner 公式之迴歸曲線，可調高短延時之迴歸趨勢。

3. 水文網站之評估

本研究中假設降雨事件為二維隨機變量域(two-dimensional random field)，以精確、條理分明之方式，分析降雨歷程(rainfall process)之空間變異特性。依據其空間變異特性考慮短時期降雨影響，嘗試建立一雨量觀測測站設置規範模式，判定研究地區有無增設測站之必要性，作為雨量測站增設或站網調整之依據，藉以觀測更具代表性之雨量資料。水文站網則依據合理化公式(rational formula)中比流量(specific discharge)正比於降雨強度之概念及比流量之定義，並結合臨近區域既有水文測站以消除受限於研究地區既有水文測站密度不足之缺點，則可應用一般克利金法(ordinary Kriging method) [5]來規劃研究地區之水文站網。本研究即以此程序為研析方法，嘗試建立一水文觀測測站設置規劃模式，判定研究地區有無增設測站之必要性，作為水文測站增設或站網調整之依據，藉以觀測與蒐集更具代表性之水文資料。

4. 降雨－逕流模式之建立

本研究考慮蘭陽溪流域地形複雜、河道曲折、具有高度水文空間變異之特性，茲選擇狀態空間降雨－逕流模式以模擬蘭

陽溪流域一旦發生暴雨時集水區之降雨－逕流過程，期能了解蘭陽集水區之水文特性。

狀態空間降雨－逕流模式應用線性動態系統理論分析降雨及逕流間之關係，建立定率性降雨－逕流模式，並評估最佳系統檢定方法，進而研討不同系統檢定方法之特性及其應用時機，以提供水文規劃之應用。本模式之狀態空間表示式結合了狀態方程式(或稱系統方程式)與輸出方程式(或稱觀測方程式)，構成對一個動態系統之完整描述。系統之狀態方程式係由系統之狀態變數構成之一階微分方程組，而輸出方程式則是描述系統輸出與狀態變數間之函數關係式。

理論上，狀態變數在物理上代表一種物理量。對於 r 輸入 m 輸出系統，其一般化之狀態方程式可表示如下：

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n \\ &\quad + b_{11}u_1 + b_{12}u_2 + \cdots + b_{1r}u_r \\ \dot{x}_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n \\ &\quad + b_{21}u_1 + b_{22}u_2 + \cdots + b_{2r}u_r \\ &\quad \vdots \\ \dot{x}_n &= a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \cdots + a_{nn}x_n \\ &\quad + b_{n1}u_1 + b_{n2}u_2 + \cdots + b_{nr}u_r \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

一般化之輸出方程式則可表示如下：

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= c_{11}x_1 + c_{12}x_2 + \cdots + c_{1n}x_n \\ &\quad + d_{11}u_1 + d_{12}u_2 + \cdots + d_{1r}u_r \\ y_2 &= c_{21}x_1 + c_{22}x_2 + \cdots + c_{2n}x_n \\ &\quad + d_{21}u_1 + d_{22}u_2 + \cdots + d_{2r}u_r \\ &\quad \vdots \\ y_m &= c_{m1}x_1 + c_{m2}x_2 + \cdots + c_{mn}x_n \\ &\quad + d_{m1}u_1 + d_{m2}u_2 + \cdots + d_{mr}u_r \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

因此(17)式及(18)式之多輸出－多輸入系統狀態空間方程式可以向量矩陣形式表示為下列二式：

$$\dot{x} = Ax + Bu \quad (19)$$

$$y = Cx + Du \quad (20)$$

式中，

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} : n \text{ 維狀態向量} ; u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_r \end{bmatrix} : r \text{ 維}$$

輸入(或控制)向量；

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{bmatrix} : m \text{ 維輸出向量} ; \dot{x} = \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \vdots \\ \dot{x}_n \end{bmatrix} : n \text{ 維}$$

一階微分狀態向量；

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} : \text{系統內部狀態之}$$

轉換，稱系統矩陣，為 $n \times n$ 方對陣；

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1r} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2r} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nr} \end{bmatrix} : n \times r \text{ 之輸入(或控}$$

制)矩陣；

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & \cdots & c_{mn} \end{bmatrix} : m \times n \text{ 之輸出矩}$$

陣；

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1r} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2r} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \cdots & d_{mr} \end{bmatrix} : m \times r \text{ 之直接傳}$$

遞矩陣矩陣。

研究中將以間接系統檢定法進行模式參數之檢定工作。

首先利用遞迴求解狀態方程式(19)，從時間 k 到時間 $k+r$ 可得：

$$x_{k+r} = A^r x_k + C_r u_{[k+r-1|k]}$$

$$C_r = [B | AB | \cdots | A^{r-1}B]$$

$$u_{[k+r-1|k]} = \begin{bmatrix} u_{k+r-1} \\ u_{k+r-2} \\ \vdots \\ u_k \end{bmatrix}$$

從時間 k 到時間 $k+i-1$ 之輸出可以表示為下式：

$$y_{[k|k+i-1]} = O_i x_k + H_T u_{[k|k+i-1]} \quad (21)$$

$$y_{[k|k+i-1]} = \begin{bmatrix} y_k \\ y_{k+1} \\ \vdots \\ y_{k+i-1} \end{bmatrix} \quad u_{[k|k+i-1]} = \begin{bmatrix} u_k \\ u_{k+1} \\ \vdots \\ u_{k+i-1} \end{bmatrix} \quad O_i = \begin{bmatrix} C \\ CA \\ \vdots \\ CA^{i-1} \end{bmatrix}$$

$$H_T = \begin{bmatrix} D & & & & \\ CB & D & & & \\ CAB & CB & D & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \\ CA^{i-2}B & CA^{i-3}B & CA^{i-4}B & \cdots & D \end{bmatrix}$$

假設以過去之起始狀態為零 ($k = -r$) 亦即 $x_{-r} = 0$ ，而且 $k = 0$ 之輸入也是零，亦即 $u_{[0|-1]} = 0$ ，帶入前二式可得：

$$x_0 = C_r u_{[-1|-r]} \quad (22)$$

$$y_{[0|-1]} = O_i x_0 \quad (23)$$

或是

$$y_{[0|-1]} = O_i C_r u_{[-1|-r]} = H_{i,r} u_{[-1|-r]} \quad (24)$$

從前兩式可以看出起始狀態 x_0 是輸入以及輸出間之連接因子，而 $H_{i,r}$ 即為漢克矩陣：

$$H_{i,r} = \begin{bmatrix} CB & CAB & CA^2B & \cdots & CA^{r-1}B \\ CAB & CA^2B & CA^3B & \cdots & CA^rB \\ CA^2B & CA^3B & CA^4B & \cdots & CA^{r+1}B \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ CA^{i-1}B & CA^{i-2}B & CA^{i-3}B & \cdots & CA^{i+r-2}B \end{bmatrix} \quad (25)$$

接下來，由(21)式可導出：

$$y_k = CA^k x_0 + \sum_{p=1}^k CA^{p-1} B u_{k-p} + D u_k \quad (26)$$

當初始狀態 $x_0 = 0$ 時，可得：

$$y_k = \sum_{p=0}^k h_p u_{k-p} \quad (27)$$

其中馬可夫參數為：

$$h_p = CA^{p-1}B \quad p \geq 1 \quad (28)$$

$$h_p = D \quad p = 0 \quad (5)$$

進一步可利用單位歷線計算系統矩陣。為了得到系統參數 $[A, B, C, D]$ 而利用漢克矩陣法(Hankel matrix approach)，並以單位歷線作為輸入值。以上處理過程構成了兩步驟方法。進一步可利用間接系統檢定法求得降雨 - 逕流模式。

5. 與其他子計畫之整合關係

本研究計畫屬於「即時洪水預報模式之研發與應用」整合型計畫之第一子計畫，承接子計畫二之降雨預報成果，以進行蘭陽溪流域重要控制點之逕流預報，其逕流預報成果可提供子計畫三及四從事蘭陽溪流域防洪示範區水位境況模擬、決策支援及展示研發之必要水文資訊。

四、具體成果

茲將本研究所獲致之初步研究結果分述如下：

1. 現場勘查及資料建檔

- (1) 蘭陽溪流域內共有雨量站 21 處及水位站 6 站，而目前由第一河川局持續觀測計有雨量站 6 站，水位流量站 4 站及感潮水位站一站，蒐集資料期間曾前往各水文測站地點做實地查訪，以瞭解相關位置及操作方式。由於流域內都市鄉鎮之發展，多處河道斷面均有橋樑興建，其橋墩所造成之阻水效應將導致水位之提高及流速之變緩。本計畫茲蒐集蘭陽溪流域內之水文測站及橋樑資料並加以建檔，目前已完成蘭陽溪流域水文測站狀況之資料建檔，並已蒐集到 15 座橋樑，其斷面資料含所屬行政區、長度、寬度、孔數與橋樑底高等數據以利河道模擬時應用。
- (2) 完成蘭陽溪流域（包含羅東溪流域）內現有橋樑斷面之資料建檔及橋樑分布圖之繪製。
- (3) 完成蘭陽溪流域水文測站狀況之資料建檔。
- (4) 蒐集建檔蘭陽溪流域（包含羅東溪、宜蘭河流域）現有堤防、護岸之長度及涵洞之個數。
- (5) 蒐集蘭陽溪流域堤防高程及警戒水位。
- (6) 蒐集建檔宜蘭縣政府轄內可能發生淹水、山崩、土石流或其他災害危險區域調查清冊。
- (7) 蒐集建檔蘭陽溪流域歷年感潮位月報表。
- (8) 蒐集建檔蘭陽溪重大颱風事件各分析報表。

- (9) 蒐集蘭陽溪、羅東溪及宜蘭河治理規劃報告。

- (10) 蒐集蘭陽溪流域歷年實測流量表及河川水位月報表。

- (11) 蒐集蘭陽溪流域民國九十年、九十一年間之流量率定曲線。

2. 示範區之降雨頻率分析

- (1) 本研究以對數皮爾遜第三類分布進行頻率分析，並檢核各測站在重現期距為 1.1、2、5、10、25、50、100 與 200 年下之分布參數。蘭陽溪流域之 Horner 公式係數及其曲線圖如表 2 及圖 1 至 6 所示。

3. 水文網站之評估

- (1) 本研究考慮短期性降雨影響(颱風時雨量)，選取水利署 6 個及中央氣象局 19 個雨量站以區域化變數理論進行分析。關於雨量站網之規劃設計，既有雨量站網建置以重覆法(iterative method)進行分析。研究結果可依其尺度估計變異數之高低作為擬刪除雨量測站之先後順序。其結果如表 3 所示。
- (2) 擬增設雨量站網之分析中，首先考慮站網點之選取便捷性，因此選取宜蘭縣市中 98 所公立之高中、國中及國小為假設增設點進行分析。並依其尺度估計變異數之高低作為擬增設雨量測站之先後順序，因此決策者可依預算增加之測站數量依序增設。其結果如表 4 所示。

4. 降雨－逕流模式之建立

- (1) 本研究為探討降雨－逕流模式參數之定率關係，並考慮與子計畫三及四間之銜接，選取蘭陽溪之家源橋、牛鬥橋、蘭陽大橋及宜蘭河之中山橋為控制點，如圖 7 所示。然各控制點所記錄之時期並非一致，其中以蘭陽大橋之流量記錄最為完整，可自民國 89 年追溯至民國 55 年。於降雨及逕流之資料檢核中發現相當多之場次只有雨量或流量記錄，因此在資料比對後，最上游之家源橋於民國 63 年至 86 年間可用之颱風場次為 8 場；牛鬥橋於民國 68 年至 86 年間可用之颱風場次為 8 場；蘭陽大橋於民國 55 年至 89 年間可用之場次為 49

場；中山橋於民國 80 年至 89 年間可用場次為 13 場。

- (2) 本研究首先針對單一場次進行模式建立，先以線性規劃由降雨－逕流記錄求得該事件之離散型單位歷線，並以離散型單位歷線建構漢克矩陣。由漢克矩陣之奇異值分解中，可判別狀態空間模式之模式尺度。在選取狀態空間模式之模式尺度時，係利用奇異值判斷。在奇異值矩陣 Σ_h 中，奇異值係由大而小從左上往右下排列，於是可將其分成數值較大之一組與數值較小之一組。數值較大一組之奇異值個數(n)即為狀態空間模式之模式尺度($n \times n$)。
 - (3) 考慮第二年度將空間分布模式納入降雨－逕流歷程之分析研究，今年度已針對蘭陽溪流域進行核胞分割。考慮與子計畫三之銜接控制點，因此將蘭陽溪流域(包括羅東溪及宜蘭河)共劃分成 30 個核胞，如圖 7 所示。根據子計畫二未來將提供之水利署及中央氣象局共 13 個雨量站，本計畫亦已完成徐昇氏網格之權重分析。
5. 歷史颱風事件模擬分析
- (1) 本研究針對經初步檢核之各控制點降雨－逕流記錄進行歷史颱風事件模擬分析。由記錄資料可知颱風事件之強大雨勢常造成水利署 6 個雨量站有資料缺漏之情況。為克服雨量站間資料缺漏之問題，本研究考慮以區域化變數理論求得整個蘭陽溪流域之平均降雨量進行歷史颱風事件模擬分析。
 - (2) 家源橋、牛鬥橋、蘭陽大橋及中山橋四個控制點之歷史颱風事件模擬部分結果如圖 8 至 11 所示。由研究結果發現有些颱風場次之流量趨勢與降雨趨勢有些許之出入。此結果與蘭陽溪流域地下水豐富之特性有關。由於河道流量與地下水位之交互作用，有效降雨所產生之直接逕流將較不容易由基流分離求得。
 - (3) 經由狀態空間模式所架構之降雨－逕流模式對歷史颱風事件進行分析，由圖 8 至 11 之擬合程度可知本研究所架構之狀態空間模式可合宜地應用於蘭陽

溪流域。

五、結語及未來研究方向

本研究計畫屬於「即時洪水預報模式之研發與應用」整合型防災計畫之第一子計畫，係針對蘭陽溪流域降雨－逕流間之水文歷程作一系列之水文研究。本年度已完成蘭陽溪流域之現地踏勘及水文資訊蒐集建檔、水利署 6 個雨量站之頻率分析、水利署及中央氣象局雨量測站之站網評估及增設或減設雨量站之建議、建立狀態空間降雨－逕流水文模式並以歷史颱風進行模式檢定。

於第二年度中，將進一步針對蘭陽溪流域水文環境之變化進行分析，並探討水文環境對模式之影響。未來將更深入地研究精簡模式參數之方法，以期建立一更有效率之水文模式。進一步針對第一年度初步建立之水文模式進行模式修正，並以歷史颱風事件模擬進行測試。

六、參考文獻

- [1] 王如意、易任：應用水文學，上、下冊，國立編譯館出版，茂昌圖書有限公司發行，1979 年。
- [2] 王如意、謝章鑫：「短暫記錄河川流量序率推估方法之研究」，行政院農委會報告，1981 年。
- [3] 虞國興：「台灣水文頻率分析之規範標準研究」，經濟部水資源局研究計畫報告，1989 年。
- [4] Foster, H.A., "Theoretical Frequency Curves and Their Application in Engineering Problems", Trans. Am. Soc. Civil Engrs., Vol 87, pp 142-173, 1924.
- [5] Matheron, G., The Theory of Regionalized Variables and Its Application, Cahiers du Centre de Morphologic Mathematique, Ecole des Mines, Fountainebleau, France, 1971.

謝 誌

本研究計畫承蒙 行政院國科會永續發展研究推動委員會提供研究經費，謹致謝忱。

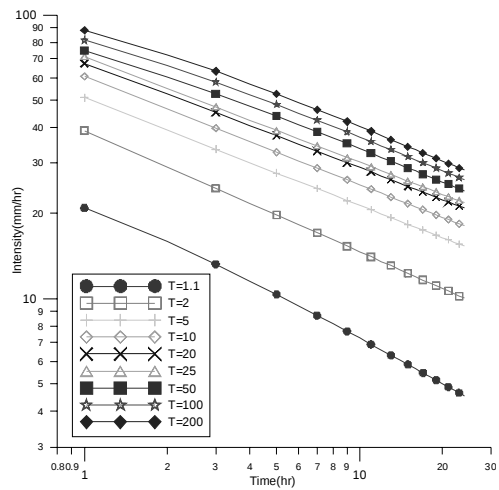


圖1 南山站之IDF曲線

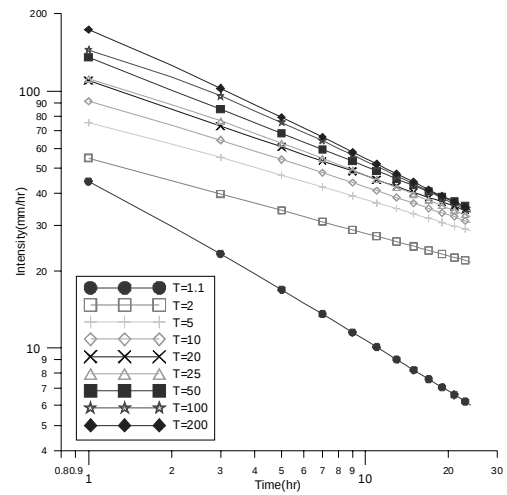


圖4 太平山站之IDF曲線

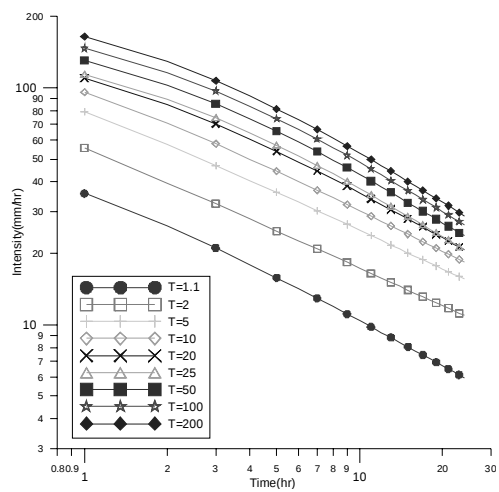


圖2 新北成站之IDF曲線

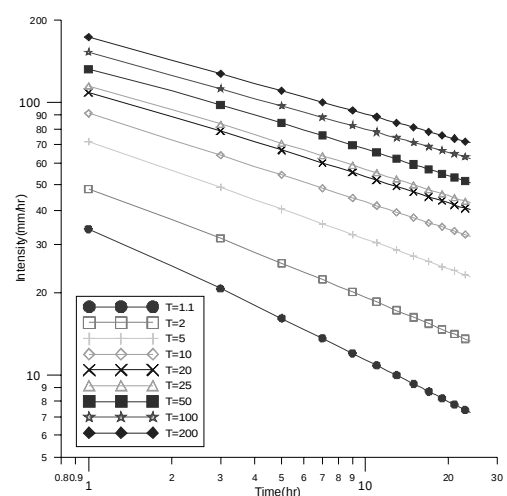


圖5 土場站之IDF曲線

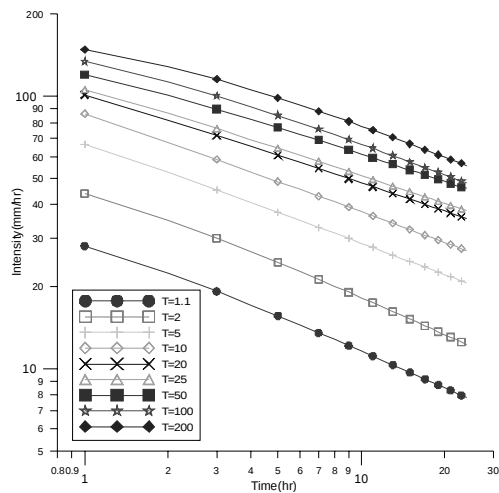


圖3 留茂安站之IDF曲線

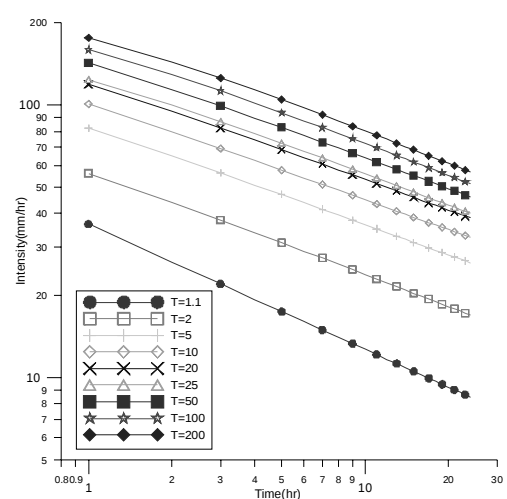


圖6 梵梵站之IDF曲線

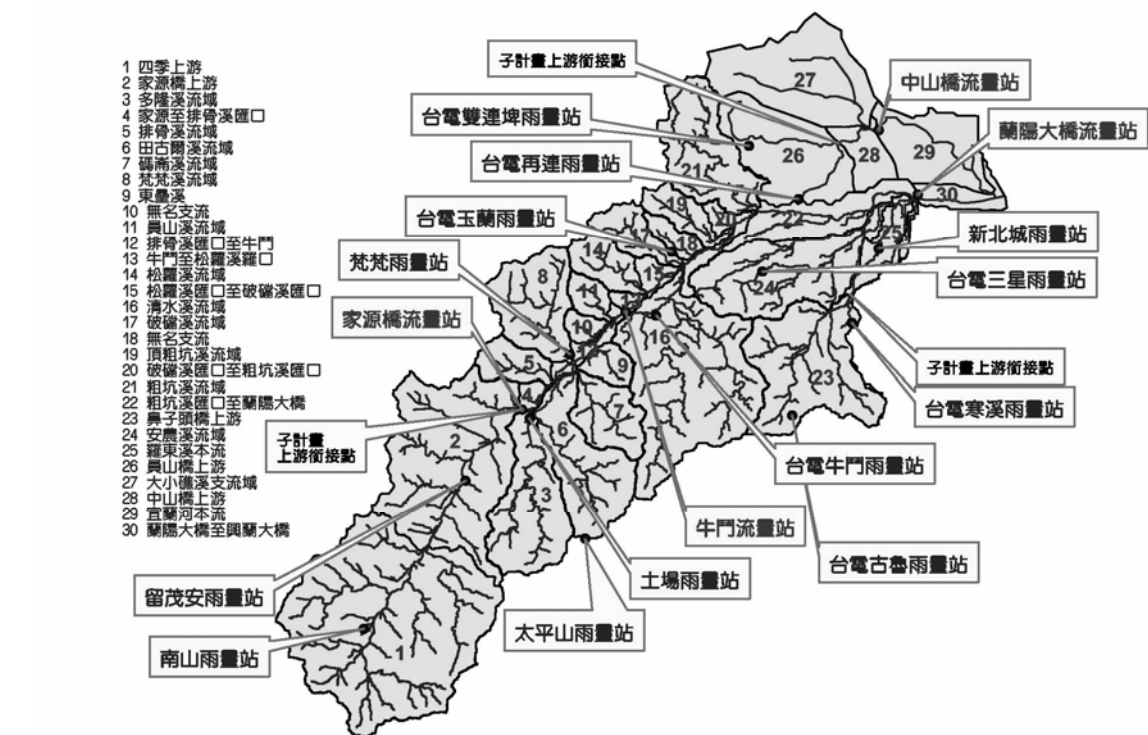


圖7 蘭陽溪流域雨量站及流量站分布圖與核胞分割圖

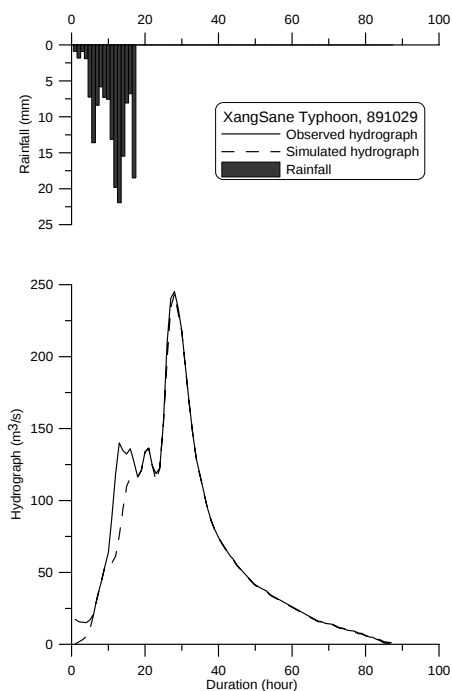


圖8 民國89年10月29日象神颱風於中山橋之降雨 - 逕流歷程

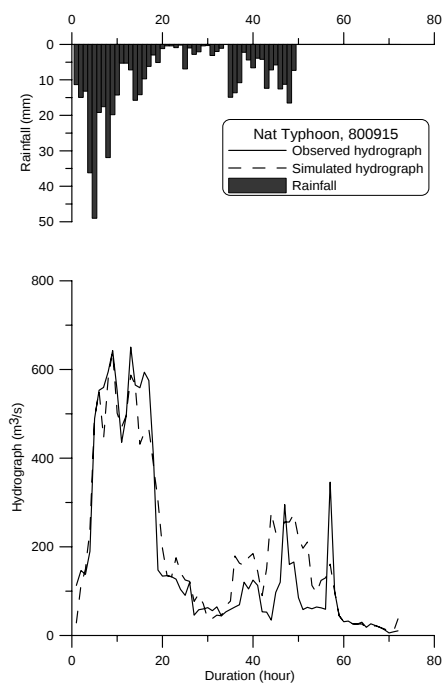


圖9 民國80年9月15日耐特颱風洪於牛鬥橋之降雨 - 逕流歷程

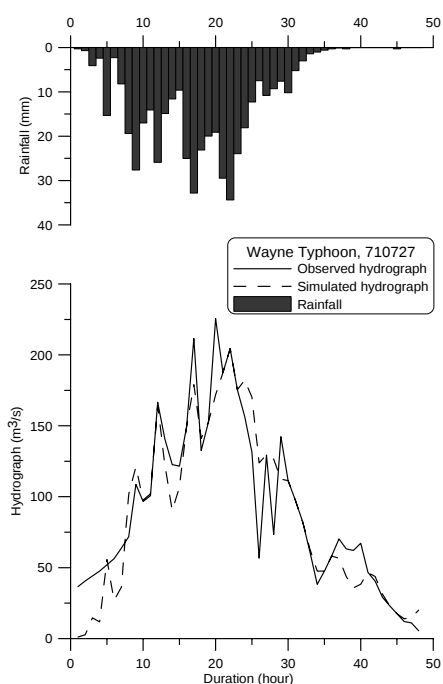


圖10民國71年7月27日韋恩颱風於家源橋之降雨 - 逕流歷程

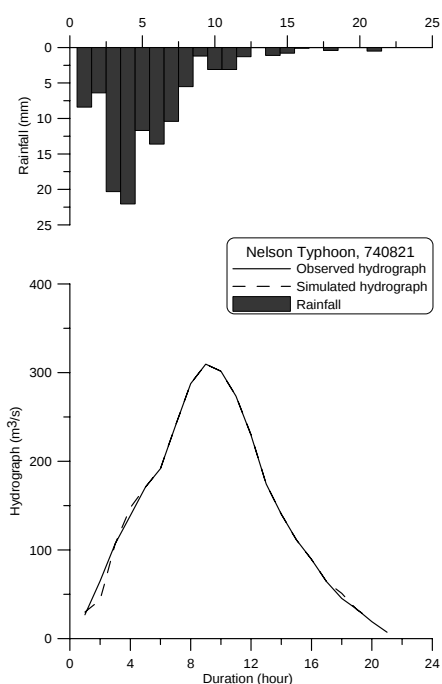


圖11民國74年8月21日尼爾森颱風於蘭陽大橋之降雨 - 逕流歷程

表1 蘭陽河流域水利署雨量站基本資料

站號	站名	站號	縣市	標高(m)	記錄年份	統計年數
01U080	南山	2560P002	宜蘭縣	1050	1954~2002	49
01U190	新北城	2560P051	宜蘭縣	16.5	1958~2002	45
01U070	留茂安	2560P005	宜蘭縣	585	1954~2002	49
01U560	太平山(1)	2560P006	宜蘭縣	1960	1989~2002	14
01U050	土場(1)	2560P008	宜蘭縣	400	1949~1957 1959~2002	53
01U060	梵梵(2)	2560P012	宜蘭縣	300	1960~2002	43

表2 蘭陽溪流域雨量站Horner公式係數與相關係數

雨量 站名	重現期 參數	2 年	5 年	10 年	25 年	50 年	100 年	200 年	流域名	雨量 站名
南山	a	256.5	230.5	240.7	288.9	329.9	329.9	451.1	521.9	604.0
	b	33.49	1.39	0.01	0.01	5.43	0.01	27.11	33.01	38.22
	c	0.5528	0.431	0.379	0.3813	0.3797	0.3737	0.4024	0.4099	0.419
	R ²	0.9984	0.9963	0.9966	0.9969	0.996	0.9966	0.993	0.9922	0.9916
新北成	a	726.4	517	859.2	1356.9	3112.5	5288.5	6036	7826.9	8512.9
	b	37.25	7.32	15.35	29.2	72.11	101.49	100.57	109.26	103.18
	c	0.658	0.53	0.5508	0.59	0.685	0.755	0.755	0.775	0.775
	R ²	0.9938	0.9999	0.9999	0.9995	0.9997	0.9997	0.9990	0.9978	0.9953
留茂安	a	232.9	369.9	344.3	415.9	438.9	468.9	566.7	860.6	1180.1
	b	34.16	36.11	9.79	6.21	10.45	14.91	29.99	50.95	86.56
	c	0.465	0.4666	0.3866	0.375	0.345	0.345	0.345	0.395	0.4166
	R ²	0.9806	0.9922	0.9962	0.9975	0.9956	0.9958	0.992	0.9873	0.985
太平山(1)	a	803.5	182.5	307.5	450.5	497	797	768.4	1909.4	1782.4
	b	14.03	0.09	14.56	16.82	0.09	28.16	0.01	47.19	13.72
	c	0.672	0.293	0.326	0.368	0.369	0.439	0.424	0.552	0.542
	R ²	0.9948	0.998	0.9935	0.9891	0.9891	0.9837	0.9894	0.9729	0.9805
土場	a	318.5	300.6	328.9	358.8	435.5	466.5	566.5	484.6	547.6
	b	13.53	12.45	4.53	2.96	9.36	12.16	20.37	0.02	0.23
	c	0.519	0.428	0.366	0.331	0.327	0.328	0.331	0.282	0.281
	R ²	0.9682	0.9983	0.9987	0.9977	0.9935	0.9916	0.9846	0.9692	0.9561
梵梵(2)	a	240.4	302.7	395	474.8	594.3	687.1	754.6	942.3958	1146.2
	b	0.18	10.45	8.18	7.23	12.48	21.21	17.03	25.9	33.5
	c	0.46	0.396	0.372	0.368	0.376	0.39	0.384	0.399	0.412
	R ²	0.9973	0.9982	0.9916	0.9874	0.9861	0.9877	0.9844	0.9851	0.9854

表3 蘭陽溪流域舊有雨量站之站網分析結果

去站順序	站名	編號	所屬單位	去站順序	站名	編號	所屬單位
1	留茂安		水利署	13	礁溪	C0U600	中央氣象局
2	三星	C1U660	中央氣象局	14	頭城	C1U590	中央氣象局
3	再連	C1U630	中央氣象局	15	大礁溪	C1U610	中央氣象局
4	壯圍	C1U620	中央氣象局	16	雙連碑	C1U521	中央氣象局
5	梵梵		水利署	17	思源	C0U730	中央氣象局
6	古魯	C1U511	中央氣象局	18	太平山	C0U710	中央氣象局
7	新寮	C1U690	中央氣象局	19	太平山		水利署
8	寒溪	C1U670	中央氣象局	20	新北城		水利署
9	牛鬥	C1U501	中央氣象局	21	羅東	C0U640	中央氣象局
10	玉蘭	C0U650	中央氣象局	22	南山	C1U720	中央氣象局
11	冬山	C1U680	中央氣象局	23	土場	C1U700	中央氣象局
12	北關	C1U580	中央氣象局	24	南山		水利署

表4 蘭陽溪流域可能增設雨量站點之站網分析結果

增站順序	設站地點	增站順序	設站地點	增站順序	設站地點
1	縣立壯圍國中	34	縣立榮源國中	67	縣立孝威國小
2	國立羅東高中	35	縣立新南國小	68	縣立憲明國小
3	縣立東興國小	36	縣立南山國小	69	縣立古亭國小
4	縣立三民國小	37	縣立大同國小	70	縣立玉田國小
5	縣立梗枋國小	38	縣立湖山國小	71	縣立大溪國小
6	縣立文化國中	39	縣立武淵國小	72	縣立大里國小
7	縣立馬賽國小	40	縣立四季國小	73	縣立大洲國小
8	縣立二城國小	41	縣立竹林國小	74	縣立寒溪國小
9	縣立大同國中	42	縣立興中國中	75	縣立蘇澳國小
10	縣立柯林國小	43	縣立中興國小	76	縣立蘇澳國中
11	縣立國華國中	44	縣立東澳國小	77	縣立竹安國小
12	縣立東光國中	45	縣立南澳國小	78	縣立大福國小
13	縣立公正國小	46	縣立南澳國中	79	縣立吳沙國中
14	縣立羅東國中	47	縣立蓬萊國小	80	縣立四結國小
15	縣立成功國小	48	縣立金岳國小	81	縣立萬富國小
16	縣立羅東國小	49	縣立武塔國小	82	縣立利澤國小
17	縣立北成國小	50	縣立金洋國小	83	縣立利澤國中
18	縣立壯圍國小	51	縣立大隱國小	84	縣立深溝國小
19	縣立公館國小	52	縣立員山國中	85	縣立七賢國小
20	縣立三星國中	53	縣立同樂國小	86	縣立凱旋國小
21	縣立三星國小	54	縣立南屏國小	87	縣立員山國小
22	縣立大進國小	55	國立宜蘭高中	88	縣立廣興國小
23	縣立頭城國小	56	縣立光復國小	89	縣立順安國小
24	縣立岳明國小	57	縣立宜蘭國小	90	縣立順安國中
25	縣立士敏國小	58	縣立中山國小	91	縣立學進國小
26	縣立南安國中	59	縣立力行國小	92	縣立澳花國小
27	縣立南安國小	60	縣立宜蘭國中	93	縣立育英國小
28	縣立冬山國中	61	縣立黎明國小	94	縣立大湖國小
29	縣立過嶺國小	62	縣立中華國中	95	縣立育才國小
30	縣立頭城國中	63	縣立礁溪國小	96	縣立復興國中
31	縣立冬山國小	64	縣立礁溪國中	97	國立蘭陽女中
32	縣立永樂國小	65	縣立五結國小	98	縣立龍潭國小
33	縣立內城國小	66	縣立五結國中		