

水旱災防救科技落實應用及發展之研究(2/2)

The Research for reviewing the achievements and revising the roadmap in technological development of inundation and drought (2/2)

主管單位：經濟部水利署

謝正倫¹

李威霖²

謝明昌³

Shieh, Chjeng-Lun¹

Lee, Wei-Lin²

Shieh, Ming-Chang³

¹國立成功大學水利及海洋工程學系

²國立成功大學防災研究中心

³經濟部水利署水利防災中心

摘要

經濟部水利署為我國水旱災防救業務主管機關，致力於減少災害發生頻率及降低災害衝擊以落實水旱災害管理目標。由於台灣氣候及地理環境特殊，防減災工程的保護能力有限，超過保護設計標準的災害難以避免，使得災害整備及應變工作成為我國降低災害衝擊的柔性手段。但是災害整備及應變工作內容，涉及社會、科學及工程等綜合領域的基礎研究及技術開發，如何系統性檢視工作辦理內容及成效，目前國內並沒有統一的分類架構及成效評估，此也使得災害整備及應變工作的推動管理不易。有鑑於此，順應水旱災減災及預警策進科技之研究計畫於民國 103 年辦理完成，本研究便以此為契機，回顧經濟部水利署水旱災防救科技相關計畫辦理情形，並提出整體工作的分類架構系統以及成效評估方案，然後依據分析結果說明經濟部水利署現階段水旱災防救整備及應變工作實質成效及業務面臨課題。本研究所提出的分類架構系統以及成效評估方案，有助於呈現災害整備及應變工作的階段性成果，其分析結果有助於決策者規劃下階段科技發展方案。

關鍵詞：災害管理、水災、旱災

Abstract

The Water Resources Agency (WRA) of the Ministry of Economic Affairs is the accepted authority in Taiwan for flood and drought prevention and any necessary rescue operations. The WRA main focus is on the prevention of disasters to mitigate their impact when one occurs. Due to special characteristics of the climate and geology in Taiwan, hydrological events that exceed the design criteria are inevitable. This inevitability makes it a high importance to have a good preparation and a fast and flexible response when a disaster occurs. Preparation and response tasks involve fundamental science research and technology development in the social, scientific, and engineering fields. In the past, no

systematic method has been available to review and evaluate these related studies. According, the application and the management of the preparation and response tasks becomes very difficult. In 2014, WRA completed a study on flood and drought mitigation and early warning research. This study seizes the opportunity to develop a structure and a method to review, classify, and evaluate the related WRA studies. The results provide (1) the assessment of studies in the past, (2) the issues needed to be solved, and (3) the suggestions for the future technology development.

Keywords : Disaster management, Flooding, Draught

一、前言

水旱災害為台灣天然災害管理首要課題。世界銀行指出臺灣曝露於天然災害的土地面積及人口高達73%，為全球災害高風險的國家之一。此外，中央氣象局曾對民國84年至民國87年間的氣象災害進行分析，結果指出氣象災害直接損失金額年平均達新台幣174億元，約為國民總生產毛額的0.33%，其中颱風、豪雨和乾旱造成的災害損失比例佔整體災害損失96%，可見水旱災害為台灣主要天然災害，其對台灣民眾居住和經濟發展影響亦最為嚴重。所以，我國政府相當重視水旱災害防救業務推動，以避免災害損失發生及降低災害衝擊程度，其水旱災害管理目標如圖1.所示。

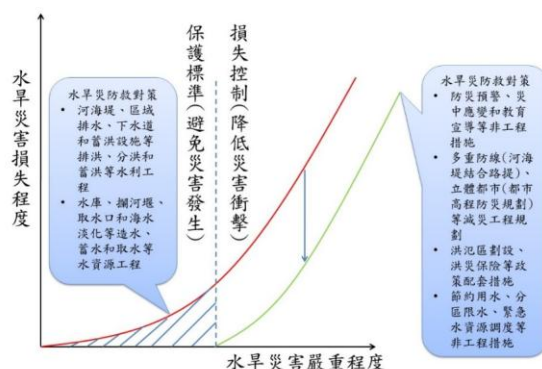


圖 1 水旱災害管理目標-保護標準維持和災害損失控制

回顧近年我國政府組織及法規的演變，民國 89 年「災害防救法」公布，我國災害防救業務正式邁入法制化階段，災害防救基本計畫、地區災害防救計畫、災害防救業務計畫等執行得依法辦理。民國 91 年經濟部水利署成立(圖2.)[2]，將我國水利機關組織與業務予以整合，相關事業包括有台灣水資源開發及利用、國土整體防洪禦潮事業推動等等，是近年水利業務改革方案的里程碑，同時「災害防救法」亦賦予訂經濟部水利署為水旱災害防救業務主管機關，憑依經濟部水利署於水資源管理及防洪禦潮事業上的專業技術和實務經驗，以落實水旱災害管理[1]。

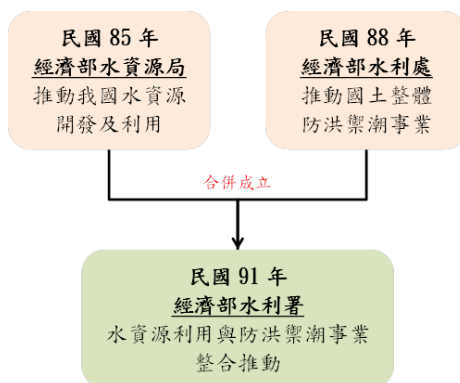


圖 2 經濟部水利署組織沿革圖

「災害防救法」公布前，水旱災防救業務的推動，所採取的治理策略仍是以工程手段為主，且治理工程的規劃設計多以經濟產業成長為主要目標，再加上當時防救業務推動並無明確法令予以規範，使得各地區業務發展程度不齊，其整體成效管理亦為不易。當「災害防救法」公布後，防救業務的辦理內容已清楚分為四個階段「減災、整備、應變及復健」，各階段業務執行內容詳載於「水災防救業務計畫」[5]和「旱災防救業務計畫」書內，各中央部會和地方政府皆能依循辦理相關業務。且經濟部水利屬於同一時期成立，順應「災害防救法」賦予的業務職掌與權責，將「流域綜合治理」的概念和「水資源經理」的理念逐步落實於台灣的水旱災防救業務中。所以從民國 90 年起，水旱災整備及應變業務開始積極推動，包括由經濟部主導之「水資源政策綱領」、「水資源科技發展計畫」、「台灣水文觀測長期發展計畫」和「水災災害策進計畫」，以及由科技部主導之「強化災害防救科技研發與落實運作方案」和「災害防救應用科技方案」[6]。上述台灣水旱災防救業務年代發展如圖 3. 所示。

回顧近年來水災災害管理業務的推動，依據水患治理條例，中央管河川降雨量防護目標依公告為重現期距 50 年-200 年之洪峰流量防洪保護能力(按照河川分級，約為 550 毫米/2 日至 750 毫米/2 日之間)，中央管區域排水降雨量防護目標則依重現期距 10 年洪峰流量之防洪保護能力(約為 300 毫米/日)。自民國 93 年起經濟部水利署陸續推動「重要河川環境營造計畫」、「區域排水環境營造計畫」與「重要海岸環境營造計畫」，已完成我國大部份河海堤建設。接續於民國 95 年辦理「易淹水地區水患治理計畫」，大幅度改善全國淹水災害情況。目前以達河川防護目標的中央管河川計畫防洪設施完成率約 78%，以及達區域排水防護目標的中央管區域排水計畫排水設施完成率約 68%[11]。

以及回顧近年來旱災災害管理業務推動的部分，水資源供應總量規劃民國 120 年需達 200 億噸/年，其中新興水源的開發部分，海水淡化使用量設定為 50 萬噸/日和再生水使用量 120 萬噸/日，總計新增地面水源供應能力每日達 170 萬噸/日。為達成此目標，民國 84 年於離島嚴重缺水地區優先建設海水淡化廠和汙水處理廠，然後再轉往本島地區辦理，此外民國 95 年通過石門水庫及其集水區治理特別條例和民國 99 年通過曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水特別條例，以維持我國既有的水源供應能力。

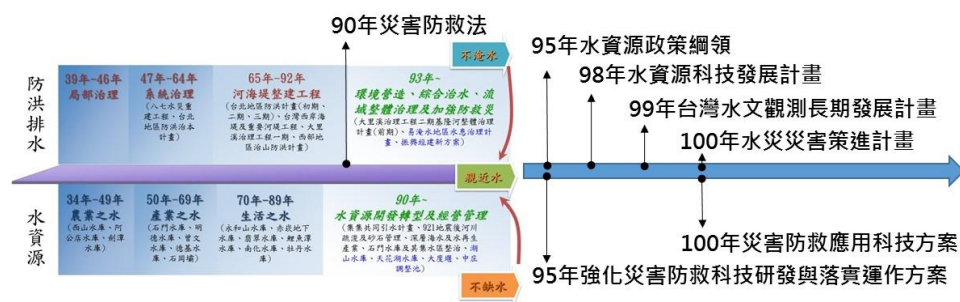


圖 3 台灣水旱災防救業務年代發展圖

我國防洪禦潮和水資源工程的推動，災害整備及應變業務的執行成果鮮少被獨立檢視，因為相關業務的推動起步較晚(民國 89 年災害防救法頒布後才有法令依據)，直到近十年來其防災觀測網絡、預報系統開發、警戒機制規劃、整備作業要點及應變流程標準等工作才有較為整體性的推動規劃。此外，上述各項工作跨足社會、科學及工程等多重領域，其工作執行成效不易直接量化並進行評價，很難單純從成本效益比較災害管理業務的執行效率。

本研究文獻回顧國內災害整備及應變管理研究後發現，內政部消防署強調中央及地方防災意識提升及防救能量整備，主要成效為資訊傳遞與溝通能力和災害應變能力，其研究成果缺乏對觀測、預報及警戒業務推動的成效評價，相關研究成果無法套用至水旱災害整備及應變業務；科技部雖然投入相當程度觀測、預報及警戒等相關科技的研發，但其研究評價著過重於創新程度和學術貢獻，所以很難與實務工作上的防減災效益作連結；另外，經濟部水利署的成效評估方案多針對水資源管理和防洪禦潮等重大工程建設辦理，鮮少獨立水旱災害整備及應變業務來建立分類架構系統和成效評估方案。因著各部會任務導向的不同，使得近十年來水旱災害防救整備及應變工作辦理成果無法完整呈現，亦很難與於水資源管理和防洪禦潮事業的推動成果整合。

基於上述理由，本研究依我國水旱災防救業務計畫書內賦予經濟部水利署的災害整備及應變業務內容為基礎，研擬適用於經濟部水利署水旱災防救科技範疇的分類架構，以及一套定性搭配定量的方法來分析歷年計畫執行應用成果，並配合民國 103 年度水旱災減災及預警策進科技之研究[8]計畫的結束，以其歷年研究成果為案例套用本研究所提之研究方法做落實應用檢討，然後從檢討成果中點出現階段科技發展的瓶頸及未來的需求，做為決策者下階段科技發展規劃研擬的參考資料。

二、研究方法

近年來全球資通訊科技快速發展，使得洪水預警、預報及應變研究進展快速，Kevin Sene 在「Flood Warning, Forecasting and Emergency Response」[27]一書中綜整歐美地區的實務推動成果，並將災害整備及應變的過程切割為洪水預警、洪水預報及緊急應變等部分，如圖 4. 所示，洪水預警(FLOOD WARNING)內容包括有水情及災情情報蒐集(Detection)、警戒值研擬(Thresholds)和警報發布(Dissemination)等，以及洪水預報內容包括有預報系統建置和開發(system improvements)等，此外緊急應變內容包括有應變作業流程制定(Flood emergency plan)和民眾教育宣導(Public awareness campaigns)等。

日本水旱災害特性與我國近似，同樣因著經濟高度發展下快速的住宅用地開發和都市化，流域內土地利用承載超量問題導致防洪及保水能力衰減，並造成日益嚴重的都會區淹水現象。日本政府為改善水患問題，民國 93 年起對特定都市優先辦理流域總合治水對策，其概念如圖 5. 所示，其中以軟體手段為主的整備及應變對策包

括有警戒及水防體制的建立、廣播和公共關係(PR)活動的推廣等等。[24]

經濟部水利署民國 101 年「水旱災防救科技落實應用檢討及發展藍圖規劃」和民國 102 年「水旱災防救科技落實應用及發展之研究(1/2)」計畫，已按水災災害防救業務計畫和旱災災害防救業務計畫書內容，彙整其中與經濟部水利署權責相關災害防救業務，並從防災管理和水利事業的工作內容，分類我國水旱災防救科技架構系統，如圖 6. 所示。其中與災害整備及應變業務相關的水旱災防救科技分類共計有六項。

本研究據以比較台灣、日本及其他國家的災害整備及應變業務，如圖 7. 所示，綜觀來看各國災害整備及應變業務的整體內容一致，主要內容可概分為 A. 『觀測及預報系統(Monitoring and Warning Service)』、B. 『災害風險分析及加值運用(Risk Knowledge)』、C. 『情資傳遞和交換能力(Dissemination and Communication)』和 D. 『災害應變能力(Response Capability)』，觀測及預報能力包括多元化觀測技術、高精度觀測資料等等，以及各類預報模式開發，然後彙整及分析的結果將進行加值計算，而災害風險評估能力則是災害潛勢區位掌握和災害預警基準訂定，然後所得到的水情跟災情資訊是否能有效地與各單位和民眾之間傳達或交換，最後則是整體的災害應變能力水平，例如緊急應變中心規劃、防救災物資整備等等。

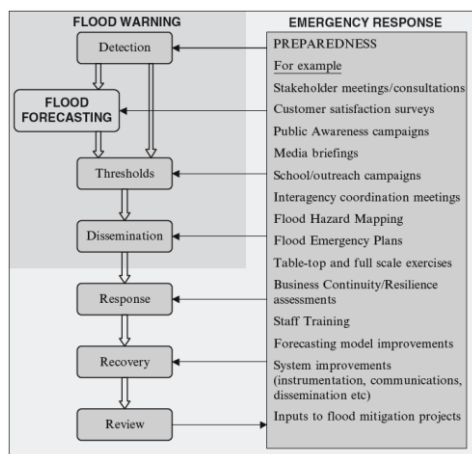


圖 4 洪水預報、警戒及應變系統概念圖(Kevin Sene, 2008)

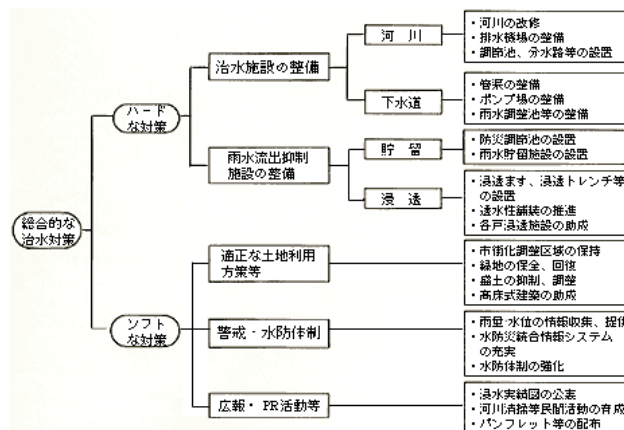


圖 5 日本綜合治水對策的概念圖(東京都都市整備局)

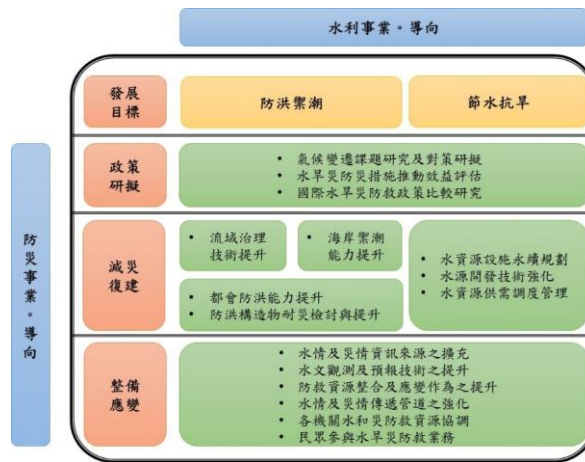


圖 6 水旱災防救科技分類架構

所以本研究將採用經濟部水利署委辦計畫所提之水旱災防救科技分類架構，然後整合日本及其他國家災害整備及應變業務內容，研擬適當的落實應用檢討項目，下面就按各分類進行說明。

A-1 水情及災情資訊來源之擴充

為能綜觀整體環境災害發生的前兆或是災情變化的趨勢，須藉由航遙測技術 (Remote sensing) 取得廣域水情和災情資訊，航遙測技術包括有衛星影像 (降雨、土壤含水量、溫度、風速、浸水區域)、氣象雷達 (降雨、風速)、微波通訊 (降雨)、航空載具 (地物探測、浸水區域)、無人載具 (浸水區域) 等等，所以對此業務內容的應用檢討應著重於資料取得的管道、效率及品質。

A-2 水文觀測及預報技術之提升

預報模式是一個憑藉現況水情及災情條件來分析研判未來災害變化趨勢的工具，以提供決策者更多的參考資訊，例如應變時間 (Leading time)、災害持續時間 (Duration)、災害嚴重程度 (Depths, extent and velocities) 等。現況水情及災情資訊的來源除來自航遙測技術 (Remote sensing) 外，為能提供更精確的即時資料，將有賴陸域及近海觀測站網的建置，所以此業務內容的應用檢討項目之一為即時資料取得的管道、效率及品質；另外，預報模式的發展分類可分為物理模型 (Physically based model)、概念模型 (Conceptual model) 和統計模型 (Data based model)，所謂物理模型是基於物理基本方程套配細緻化空間及時間變化參數，雖然可以得到較好的預測結果，但是需要較長時間進行運算，而概念模型則是對物理基本方程進行部分簡化，以降低運算參數和時間的需求，其優點是縮短預報資料產出時間，最後的統計模型是個僅依資訊間相依關係來分析的模式，對於參數品質和運算時間的需求是最低地，針對此部份業務內容的應用檢討項目將著於模式調校、資料同步和多模式整合的程度。

B 防救資源整合及應變作為之提升

水災情資訊經過彙整及分析過後，還必須按照災害整備及應變業務需求來進行加值，才得以提供中央、地方及民間單位應用，資訊的加值大概可以分為四個部份，分別為潛勢、警戒、應變及平台。首先為潛勢圖資部份，潛勢圖資為預報模式的加質產品，其結果是為提供災害整備及應變業務辦理的依據之一，所以潛勢圖資必須要能呈現區域災害的特性，因此應用檢討項目將著重於潛勢圖資產品是否有完整呈現地區的水旱災害特性；接著為警戒值研擬部份，警戒值為長期水情及災情資訊觀測的加值產品，為災害發生前的參考水文量，是做為災害應變決策的重要參考依據，因此應用檢討上將聚焦於警戒發布的漏報及誤報情況，以及警戒時間是否能提供決策者足夠的應變時間；然後為應變作業流程的制定，應變作業流程同樣為災害整備及應變業務辦理的依據之一，應變作業規劃必須要能因應區域災害特性，所以應用檢討項目將檢視應變作業流程能否針對地區災害特性來做因應；最後為災害緊急應變平台的建置，此平台是一個提供決策資訊的介面，必須整合災害應變及整備業務所有的水情及災情資訊和預報產品，所以應用檢討項目檢審視既有災害緊急應變系統的建置狀況。

C 水情及災情傳遞管道之強化

當整體環境災害發生的前兆或是災情變化的趨勢完成分析研判，相關的水情及災情資訊和預報產品必需確實傳遞給使用者或是決策者，其關鍵的技術來自兩個層面，一個是傳遞內容規劃，因為訊息傳遞的內容必須一致、清楚和簡潔，並確保訊息接受者得以理解傳遞內容，才能讓使用者和決策者有足夠的時間進行應變研判或是行動；另一個是傳遞途徑規劃，傳遞的途徑可包括有直接、間接和社區等三種，直接的傳遞途徑包括有電話、手機、傳真機和對講機等，而間接的傳遞包含有電視、廣播、網路和報紙等，以及社區也是一種傳遞媒介，其形式有大聲公、擴音器、廣播車及旗幟等。因此對此業務內容的應用檢討應著重於資料提供的管道、效率及品質。

D-1 各機關水旱災防救資源協調

當災害將要發生或是已經發生的時候，中央及地方單位沒有足夠人力或物力資源來執行避難疏散或是緊急救援工作，便須藉由即時的聯繫與調度來完成災害應變工作，即時聯繫與調度機制的建立，可透過各機關水情中心的建置和防救災資源的整備來提升效率，因此應用檢討項目將回顧水情中心建置和災害應變資源整備狀況。

D-2 民眾參與水旱災防救業務

旱澇本是自然週期現象，但因為政府或民眾對自然環境的認知或是防減災的意識不足，使得災害發生無可避免或是損失程度難以降低，因此在充分彙整、分析和加值水情及災情資訊成果後，便須讓政府和民眾應用於日常生活之中，包括有例行性的防救及演練和持續性的防災教育推廣，所以應用檢討項目將檢視防災演練和教育推廣情形。

最後將上述各分類應落實應用檢討的項目整理如表 1，其應用檢討項目總計有 28 個項目。

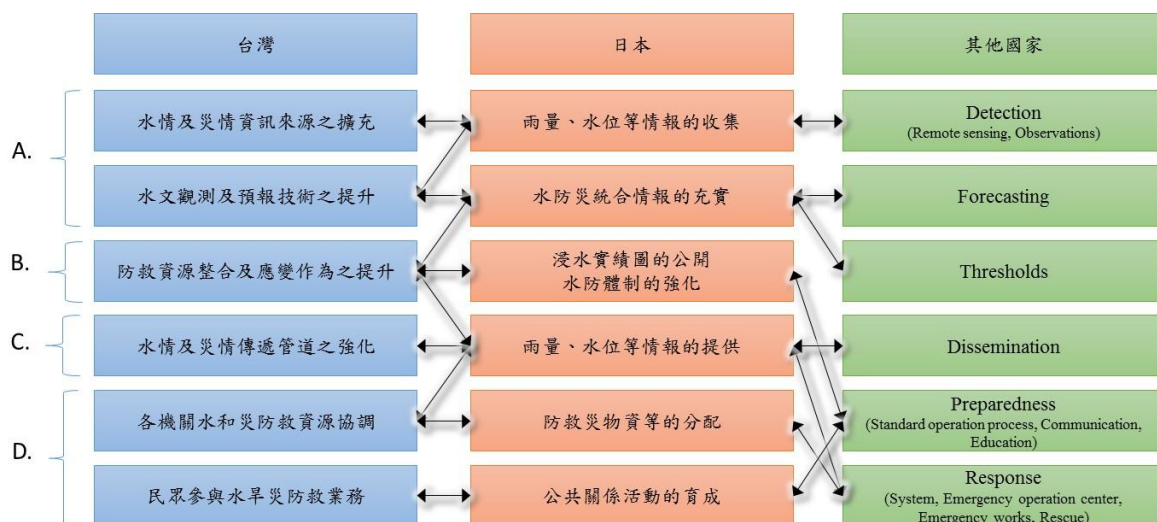


圖 7 台灣、日本及其他國家災害整備及應變業務比較圖

表 1 災害整備及應變業務應用檢討項目表及其案例分析結果

分類架構	落實應用檢討項目(共計 28 項)
(A-1)水情及災情資訊來源之擴充	<input checked="" type="checkbox"/> 廣域水情資訊取得、 <input type="checkbox"/> 廣域災情資訊取得
(A-2)水文觀測及預報技術之提升	觀測 ： <input checked="" type="checkbox"/> 即時水情資訊取得、 <input checked="" type="checkbox"/> 即時災情資訊取得； 預報 ： <input checked="" type="checkbox"/> 短期水災水情預報、 <input checked="" type="checkbox"/> 短期水災災情預報、 <input type="checkbox"/> 長期旱災水情預報、 <input type="checkbox"/> 長期旱災災情預報
(B)防救資源整合及應變作為之提升	潛勢 ： <input checked="" type="checkbox"/> 河川警戒水位基準訂定、 <input checked="" type="checkbox"/> 區域排水警戒雨量基準訂定、 <input checked="" type="checkbox"/> 乾旱指標基準訂定、 <input checked="" type="checkbox"/> 海岸警戒潮位基準訂定、 <input type="checkbox"/> 水利設施警戒基準訂定、 <input type="checkbox"/> 堰塞湖警戒基準訂定； 警戒 ： <input checked="" type="checkbox"/> 河川警戒水位基準訂定、 <input checked="" type="checkbox"/> 區域排水警戒雨量基準訂定、 <input checked="" type="checkbox"/> 乾旱指標基準訂定、 <input checked="" type="checkbox"/> 海岸警戒潮位基準訂定、 <input type="checkbox"/> 水利設施警戒基準訂定、 <input type="checkbox"/> 堰塞湖警戒基準訂定； 應變 ： <input checked="" type="checkbox"/> 水災災害應變標準作業研擬、 <input checked="" type="checkbox"/> 旱災災害應變標準作業研擬； 平台 ： <input checked="" type="checkbox"/> 水旱災害緊急應變系統
(C)水情及災情傳遞管道之強化	<input checked="" type="checkbox"/> 署內即時水情傳遞管道強化、 <input checked="" type="checkbox"/> 署內即時災情傳遞管道強化
(D-1)各機關水旱災防救資源協調	<input checked="" type="checkbox"/> 水旱災害緊急應變中心強化、 <input checked="" type="checkbox"/> 水旱災害緊急調度機制強化
(D-2)民眾參與水旱災防救業務	<input checked="" type="checkbox"/> 水旱災防救及演練技術提升、 <input checked="" type="checkbox"/> 民間防救資源整合及利用

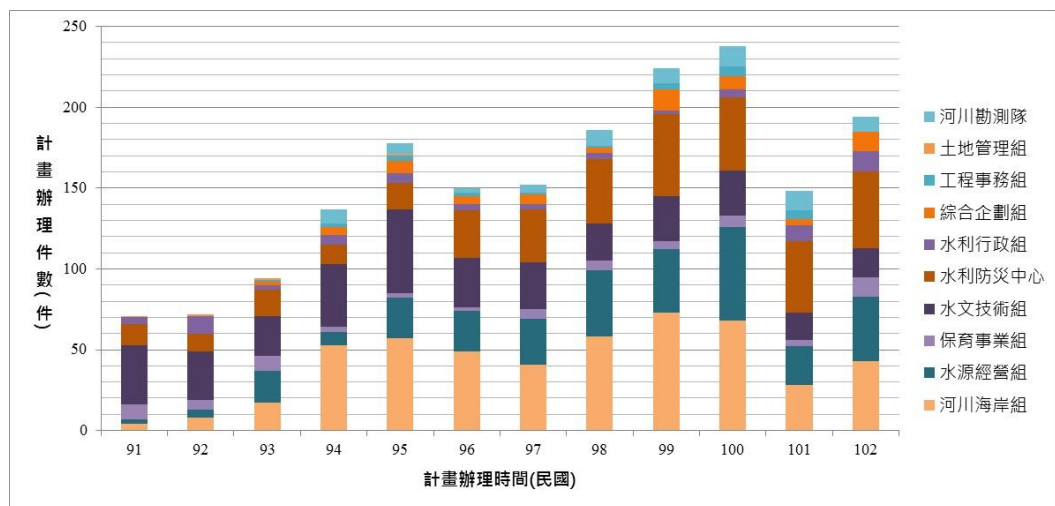


圖8. 經濟部水利屬各組室委辦計畫歷年執行數量表

三、結論與建議

從國內外災害整備及應變業務內容的回顧來看，整體的業務分類架構可分為四類來檢討，其中『水情及災情資訊來源之擴充』和『水文觀測及預報技術之提升』屬於觀測及預報系統(Monitoring and Warning Service)的發展，『防救資源整合及應變作為之提升』則屬於災害風險分析及加值運用(Risk Knowledge)，『水情及災情傳遞管道之強化』如其字面意思強調的是情資傳遞和交換能力(Dissemination and Communication)，最後『各機關水旱災防救資源協調』和『民眾參與水旱災防救業務』反應的是災害應變能力(Response Capability)，從如此的分類架構系統來瀏覽經濟部水利署的水旱災防救整備及應變業務，即能通盤的檢討業務過去執行至今的落實應用成效。

本研究以經濟部水利署民國91年至民國102年的委辦計畫為案例，檢討近十年來水旱災害防救整備及應變業務的落實應用狀況，從檢討的結果來看，可以歸納以下幾點結論：

A 觀測及預報系統(Monitoring and Warning Service)

具體執行應用成果：水災情觀測技術

- 地面降雨雷達站的建置和應用
- 光學感測器為主的衛星影像應用
- 無人載具於災害調查的應用
- 陸域及近海水文觀測網的建置
- 自動遠端災情監視技術

現階段業務課題：水災情觀測業務

- 既有雷達追蹤短延時強降雨能力不足
- 光學感測器受雲遮蔽影響取得效率
- 無人載具調查應用尚未成為例行性業務
- 水文觀測對於極端水文現象能力待加強
- 自動遠端災情監視技術尚未普及應用

具體執行應用成果：水災情預報技術

- 高解析定量降雨預報
- 流域洪水預報(DRAINS、FEWS)
- 區域淹水預報
- 防災應變網格
- 自動化淹水範圍評估系統

現階段業務課題：水災情預報業務

- 模式整合、運算和產製的效率尚待提升
- 模式產品的準確度還有提升空間
- 模式預報所提供預警時間仍然不足

B 災害風險分析及加值運用(Risk Knowledge)

具體執行應用成果：

- 第二代淹水潛勢圖(包括海岸溢淹)、淹水脆弱度及風險圖、旱災潛勢圖
- 河川洪水警戒(2-5 小時前發布預警)、區域淹水警戒(3 小時前發布預警)、海岸災害警戒、旱災警戒機制
- 服務團(重大水災災情蒐集、重大旱災災情蒐集、災害應變中心)、旱災災害防救業務與應變機制和水利防災緊急應變作業能力計畫檢討
- 災害緊急應變系統、多尺度遙測影像分析與展示系統、水利設施地震通報系統、流域災害資訊整合平台、防災決策支援視算系統等；台灣地區地下水資源管理決策支援系統、水文資訊系統等；台灣地區主要河川流域水文與水理設計分析系統、排水系統基本資料庫、海堤檢查系統等等；水資源水情決策支援系統等

現階段業務課題：

- 潛勢圖資、警戒值和應變業務仰賴完整災害歷程資料、國土環境資料和災害模式來進行檢討與更新
- 全事件歷程動態災害資料庫尚待建置
- 國土環境資料交換機制與平台尚待健全

C 情資傳遞和交換能力(Dissemination and Communication)

具體執行應用成果：

- 行動水利防災資訊服務
- 水利署專用衛星及微波通訊系統
- 水利署專用無線電通訊系統
- 水文資訊傳輸及服務系統更新

現階段業務課題：

- 資訊傳遞管道和適用載具應持續擴充
- 因應大規模災害資訊超載方案尚待研擬
- 應變期間緊急備援方案尚待研擬

D 災害應變能力(Response Capability)

具體執行應用成果：

- 中區水情資訊中心系統、淡水河流域防洪指揮中心系統
- 增購及維護移動式抽水機、移動式抽水機監控系統
- 防汛志工、水災自主防災社區(264 個社區)
- 水災防災教育宣導及推廣、水災聯合演練、水災演練情境模擬系統
- 節約用水宣導及推廣

現階段業務課題：

- 中央部會與地方政府的聯繫尚待加強
- 防救災資源調度機制應配合潛勢圖資、警戒值和國土環境資料等更新來檢討調整
- 以中央部會和地方政府為主的公助能量有限，以民眾自我為主的自助能量維持不易，以企業和民間團體為主的共助能量尚待培養

從本研究針對四項分類檢討所得的結論，對於未來水旱災防救科技發展方向的建議如下：

A 觀測及預報系統(Monitoring and Warning Service)

未來科技發展精進方向：

- 即時與預報水情的空間解析度提高和預報延時縮短
- 自動化災情監測降低查通報人力消耗
- 預報模式的國土環境資料更新
- 模式演算效率提高和模擬功能擴充

優先推動發展技術：

- 速低空降雨雷達站建置與資料應用-與中央氣象局合作辦理
- 增加 SAR 影像和無人載具應用-與科技部、農委會農林航測所等單位合作辦理
- 加速自動化災情監測技術應用普及-與地方政府合作並辦理技術轉移
- 動態災情量化分析及資料庫建置-與國內警察、消防及民政單位合作辦理
- 環境雲資料整合與加值-與內政部消防署和環保署、農委會農林航測所、科技部等單位合作辦理
- 高效能積淹水預報發展-水利署內整合上述技術發展成果後應用於預報模式發展

B 災害風險分析及加值運用(Risk Knowledge)

未來科技發展精進方向：

- 以最新預報模式和水災情資料來檢討更新潛勢圖資、警戒值和應變業務
- 建立各事件災害動態歷程資料庫
- 完善水災情資訊和國土環境資料的交換機制與平台

優先推動發展技術：

- 發展土砂對水利設施災害應變技術-與農委會林務局和水保局、經濟部地質調查所等單位合作，以健全流域整體資料
- 發展堰塞湖災害預警應變技術-與農委會林務局和水保局、經濟部地質調查所等單位合作，以健全流域整體資料
- 發展海堤及其沿海地區災害應變技術-與中央氣象局、交通部港灣研究所、科技部等單位合作辦理

C 情資傳遞和交換能力(Dissemination and Communication)

未來科技發展精進方向：

- 制定水災情資料標準格式，提昇資料交換效率
- 擴充資訊傳遞管道承载力，並規劃備援資訊傳遞方案

優先推動發展技術：

- 多元資訊傳遞管道擴充-與科技部合作，並整理國內資通訊廠商發展專用設備
- 建立防災專用備援管道-與內政部消防署合作辦理

D 災害應變能力(Response Capability)

未來科技發展精進方向：

- 強化中央部會和地方政府水情中心聯結
- 檢討防救災資源調度規劃及機制
- 維持防汛志工和自主防災社區運作，建立企業防災公民機制，以提高自助能力和共助能量，降低對公助依賴

優先推動發展技術：

- 企業防災公民參與機制-與經濟部工業局合作，並輔導國內企業共同參與

參考文獻

1. 經濟部水利署, 2003, 水利法規配合國家發展重點計畫之檢討修正計畫(I), 台灣.
2. 黃榮護, 2004, 我國水利組織再造之探討, 台灣.
3. 行政院災害防救委員會, 2004, 我國與世界各國災害應變機制比較, 台灣.
4. 經濟部水利署, 2008, 水利防災年報, 台灣.
5. 經濟部, 2009, 水災災害防救業務計畫, 台灣.
6. 行政院國家科學委員會, 2009, 國家科學技術發展計畫(民國 2009?至 2012?), 台灣.
7. 經濟部水?署水?規劃試驗所, 2009, 都會區治水對策與防洪管?, 台灣.
8. 經濟部水利署, 2010, 水旱災減災及預警策進科技之研究, 台灣.
9. 經濟部, 2010, 水災災害防救策進計畫, 台灣.
10. 經濟部水利署, 2010, 因應氣候變遷河川流量觀測技術研發因應氣候變遷河川流量觀測技術研發, 台灣.
11. 龔誠山, 2010, 水利工程之回顧與展望, 台灣.
12. 國家災害防救科技中心, 2011, 防災降雨雷達建置規劃, 台灣.

13. 內政部國土測繪中心, 2011, 發展無人飛行載具航拍技術作業, 台灣.
14. 經濟部水利署, 2012, 旱災災害防救業務與應變機制檢討之研究, 台灣.
15. 經濟部水利署, 2012, 「行政院災害防救應用科技方案」成果報告, 台灣.
16. 經濟部水利署, 2012, 新紀元水利施政綱要計畫 2013 至 2022 年, 台灣.
17. 內政部消防署, 2012, 防救災雲端計畫, 台灣.
18. 經濟部水利署, 2012, 水利防災年報, 台灣.
19. 經濟部水利署, 2012, 防災減災策略檢討及策進行為, 台灣.
20. 經濟部水利署, 2012, 水旱災防救科技落實應用檢討及發展藍圖規劃, 台灣
21. 經濟部水利署, 2013, 水利防災年報, 台灣.
22. 經濟部水利署, 2013, 水旱災防救科技落實應用及發展之研究(1/2), 台灣
23. 經濟部水利署, 2014, 水旱災防救科技落實應用及發展之研究(2/2), 台灣
24. 今後?治水?策???方????有識者?議, 平成 22, 02-2. 日本今後治水對策, 日本.
25. ?土交通省, 平成 24, 治水事業??果, 日本.
26. 國土交通省, 平成 11, 日本 21 世紀全國水資源計畫, 日本.
27. Kevin Sene, 2008, Flood Warning, Forecasting and Emergency Response, Spring
28. Department of Water-Resources Engineering & Conservation, 2009, LESSONS LEARNED FROM A WATERSHORTAGE DISASTER IN NORTH TAIWAN DUE TO A TYPHOON EVENT ON RESERVOIR OPERATION, Taiwan.
29. Dept. of Civil and Environment Engineering Waseda University, , 2009, Global Increase of Natural Disasters and The Recommendations by the Science Council of Japan for the Creation of a Safe and Secure Society, Japan.
30. Hiroshima Univ, 2007, JFES-WFEO JOINT INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RIVER RESTORATION, Japan.
31. Immediate Past President, Myanmar Engineering Society, 2009, POLICIES, DISASTER MITIGATION MEASURES AND INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT IN DISASTER RISK MANAGEMENT OF MYANMAR, Japan.
32. Institute of Civil Engineering, University of the Philippines Diliman, 2009, DISASTER RISK MANAGEMENT PHILOSOPHIES IN COPING WITH EARTHQUAKES OR FLOODS, Japan.
33. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Flood Defense_2012_Brochure, Korean.
34. National Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 2008, SEISMIC PERFORMANCE OF RC BRIDGE COLUMNS BASED ON FULL-SCALE SHAKE TABLE EXCITATION, Japan.
35. Tokyo Institute of Technology, 2009, INTEGRITY, STRENGTH AND DEFORMABILITY IN SEISMIC DESIGN OF MULTI-STORY STRUCTURES, Japan.

