經濟部水利署

2018

曾文水庫防淤隧道工程

利用全球首創象鼻引水鋼管將高濃度泥砂水流經山體內超大消能池消能並由雙孔出洞之出水口排出，年排砂量104萬立方公尺，可增加排洪能力約995cms

106年臺灣水文環境情勢專刊

特別報導

土地開發下的警訊 / 基隆市大武崙溪淹水事件專題

探訪臺灣水文觀測歷史足跡 / 百年測站風華與降雨極值紀錄專題

106年水情與應變

- 水文環境
- 水資源調度
- 重大水情與應變

知識分享

- 節水與再生水發展
- 河川揚塵與防制作為
- 海岸情勢及防護

CONTENTS 目錄

2018 JUNE

發行與編輯團隊

中華民國107年6月出版

發行人　賴建信

副發行人　曹華平　鍾朝恭　王藝峰

總編輯　陳肇成

副總編輯　黃宏莆　劉昌文　張良平　張國強
蔡孟元　洪丕振

編輯策劃　簡昭群

編審委員　李如晃　傅勝治　阮香蘭　陳炳訓
楊介良　顏宏哲　梁志雄　謝明昌

撰稿小組　馬家驎　簡文奎　吳一平　高富員
林震哲　陳明城　鄭欽韓　陳致良
李世偉　楊宗翰　張成璞　林英爵
林宏仁　洪啟盛　張順竹　盧光森
葉兆彬　江致賢

執行編輯　臺灣水資源與農業研究院教育基金會

發行機關　經濟部水利署

聯絡資訊　臺北辦公室
10651　臺北市大安區信義路3段41-3號
9-12樓
電話 ： 02-3707-3000/0800-212-239
傳真 ： 02-3707-3166
臺中辦公室
40873　臺中市南屯區黎明路2段501號
電話 ： 04-2250-1250/04-2250-1499
傳真 ： 04-2250-1628

01　署長的話

02　特別報導

02　土地開發下的警訊-
基隆市大武崙溪淹水事件專題

06　探訪臺灣水文觀測歷史足跡
百年測站風華與降雨極值紀錄專題

11　106年水情與應變

11　水文環境

20　水資源調度

24　重大水情與應變

28　知識分享

28　節水與再生水發展

32　河川揚塵與防制作為

37　海岸情勢及防護

署長的話

臺灣位處西太平洋近赤道地區的海島國家，境內又有近4000公尺高山，環境受到天然災害威脅相較他國更為嚴峻，並在極端氣候變遷衝擊下，降雨型態與過去差異甚大，水太多或水太少對民眾生活及產業發展影響甚大，短時間強降雨頻繁，超乎過去經驗，所造成環境災害更影響著國家經濟和民生。

因此水利署積極面對水文情勢改變及解決水環境問題，106年執行國家前瞻基礎建設計畫之水環境建設，積極推動水與發展、水與安全及水與環境等工作，為達成水環境科技管理目標，必須要有正確迅速的水文觀測資料庫及精進的水文觀測技術，作為推動智慧水管理及發展的建構基礎。

水利署水文觀測業務發展迄今，觀測及記錄全臺各河川流域水文資料，回顧臺灣歷史極端降雨紀錄，與美國國家海洋暨大氣總署（NOAA）世界紀錄相當，每當極端暴雨事件造成嚴重淹水災情或是枯水期不降雨乾旱期間，大家總是十分關注各項水文紀錄，藉以研究災害發生原因，尋求改善方案與調適策略，在在顯示水文情勢及資料完整之重要性。

本專刊綜整分析地面、地下及近海水文情勢相關資訊，讓全國民眾更加了解臺灣水文環境變化趨勢、水資源發展及防災策略的重要性與必要性，希望各界支持與協助政府推動水利相關政策，共同面對水環境變遷及嚴峻挑戰，營造未來不缺水、不淹水、喝好水、親近水的好環境。

經濟部水利署　署長

土地開發下的警訊

基隆市大武崙溪淹水事件專題

■ 第十河川局

民國106年6月2日，正是水利署七十週年的大日子，一場誰也沒料想到會造成嚴重災情的梅雨鋒面正悄悄地靠近。這場大雨是從午夜開始降下，清晨時降雨量達到第一次高峰，造成基隆市安樂區大武崙溪（如圖1）沿岸零星道路積水，積水持續約一小時後隨著降雨逐漸趨緩而慢慢退去。周邊商家紛紛出來清掃積水帶來的泥砂準備開店營業，然而就在接近中午時，又降下了一場超越紀錄的豪雨……。

這場大雨後來被稱為「0601豪雨」，其中最大時雨量是約五十年才會發生一次罕見大雨，如此超強的短時間高強度降雨，不僅超過大武崙溪的保護標準，也遠超過都市道路排水的保護標準。不堪負荷的大武崙溪發生了嚴重災情，當天的電視新聞畫面仍歷歷在目，水從一旁山區漫流而下，溪水水位快速上升，轉眼間水淹過了一旁計程車車頂，接著淹過了公車亭，幾位民眾趕緊攀上公車亭頂，在汪洋

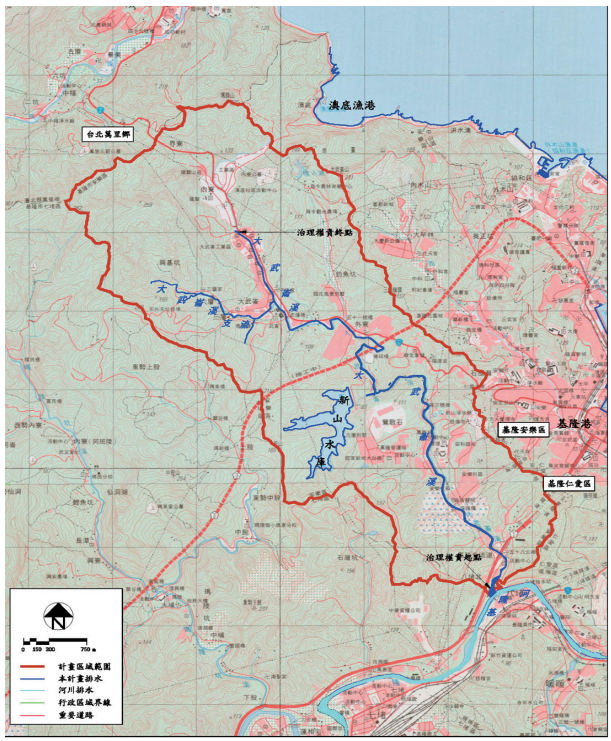


圖1 大武崙溪集水區流域位置圖

一片中等待救援……。新聞畫面以外的區域也淹了水，上游支流旁的中崙里水淹到了接近一層樓高，大武崙工業區也因排水不良成了水鄉澤國，一場突如其來的大雨也讓大武崙區域長久以來的問題一一浮現（如圖2）。

圖2 0601豪雨大武崙溪水高漲成了水鄉澤國

與水爭地的現在

災情過後，大武崙區域一夕間成了眾所皆知的災區，各級長官從總統、行政院長及相關部會首長皆在最短的時間內到現場關心，並承諾中央政府會全力支援基隆市政府所轄之大武崙溪區域災後的復建及檢討（如圖3）。

圖3 災後總統到大武崙溪現場關心並聽取水利署賴署長簡報

水利署臨危受命，並指派由水利署水利規劃試驗所的專業團隊與水利署第十河川局在地的執行團隊，要以最短的時間提出大武崙溪的改善方向。在研擬改善方案過程中，工程人員踏遍了大武崙溪集水區的每個角落，看見的卻是土地開發下的哀泣。安樂區因為近年各項重大交通建設完成而迅速發展，各式建築沿著山坡陸續開發（如圖4），但這裡原本就屬於山谷地形，透水的面積少了，大量的雨水無處可蓄留，自然會快速往低處集中，與水爭地的結果，終究是造成了災難。

災後中央雖投入了大量的資源與人力協助基隆市政府改善，但工程只能是水災的最後防線，若想要大武崙溪適應未來更加劇的極端氣候，不能永遠依靠工程治理，集水區內的土地開發管理、水土保持及滯洪能力的提升也需要一併納入，這樣整合性的的管理思維更需要土地開發主管機關基隆市政府積極推動。

與水共存的未來

水利署近幾年的治理努力，行政院院會通過水利法部份條文修正草案，將「逕流分擔與出流管制」專章入法，就是為了要推廣土地開發應審慎的評估，開發時也應該要與水共存的概念。大武崙溪河幅狹窄，在周邊可用土地有限的情況下，我們以「逕流分擔與出流管制」為原則，利用現有的棒球場及公園設施配合設置滯洪池，增加整個集水區相對低窪地區的透水面積以及滯洪能力，也預計在集水區上游佈置分洪工程，適度的分擔高地的洪水量，都是為了在土地資源有限的大武崙區域中盡量利用現有的資源去做規劃。

然而，各種工程的設計都是有其限度的，超過了極限仍會發生災害，但若是能降低災害時的損失，也是一種有效的策略，所以我們也協助基隆市政府成立在地防災社區，落實推廣災害發生時第一時間要自救的概念，並透過防災社區傳達更多的防災意識給當地居民。

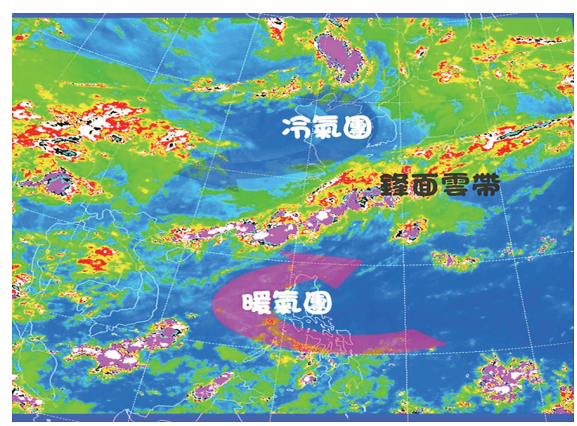
人定勝天的概念在未來的氣候變遷下已經不再適用，我們能做的是順應極端天氣，落實管理以調適面對不測風雲的未來，想要在有限的土地資源下兼顧經濟開發與環境資源保育，將是所有人類未來要面對的共同挑戰。

專業小常識

梅雨季（滯留鋒面）

時期：國曆五、六月春夏交替之際

現象：當東北季風（冷氣團）逐漸減弱且西南季風（暖氣團）逐漸增強，此時勢力相當的冷暖氣團便會在臺灣一帶交會，形成一道近似滯留的鋒面系統，容易出現連續性的降雨並造成局部性大雨、豪雨或時有強風、雷電等現象，是臺灣非常重要的氣象現象之一。



資料來源 ： 中央氣象局

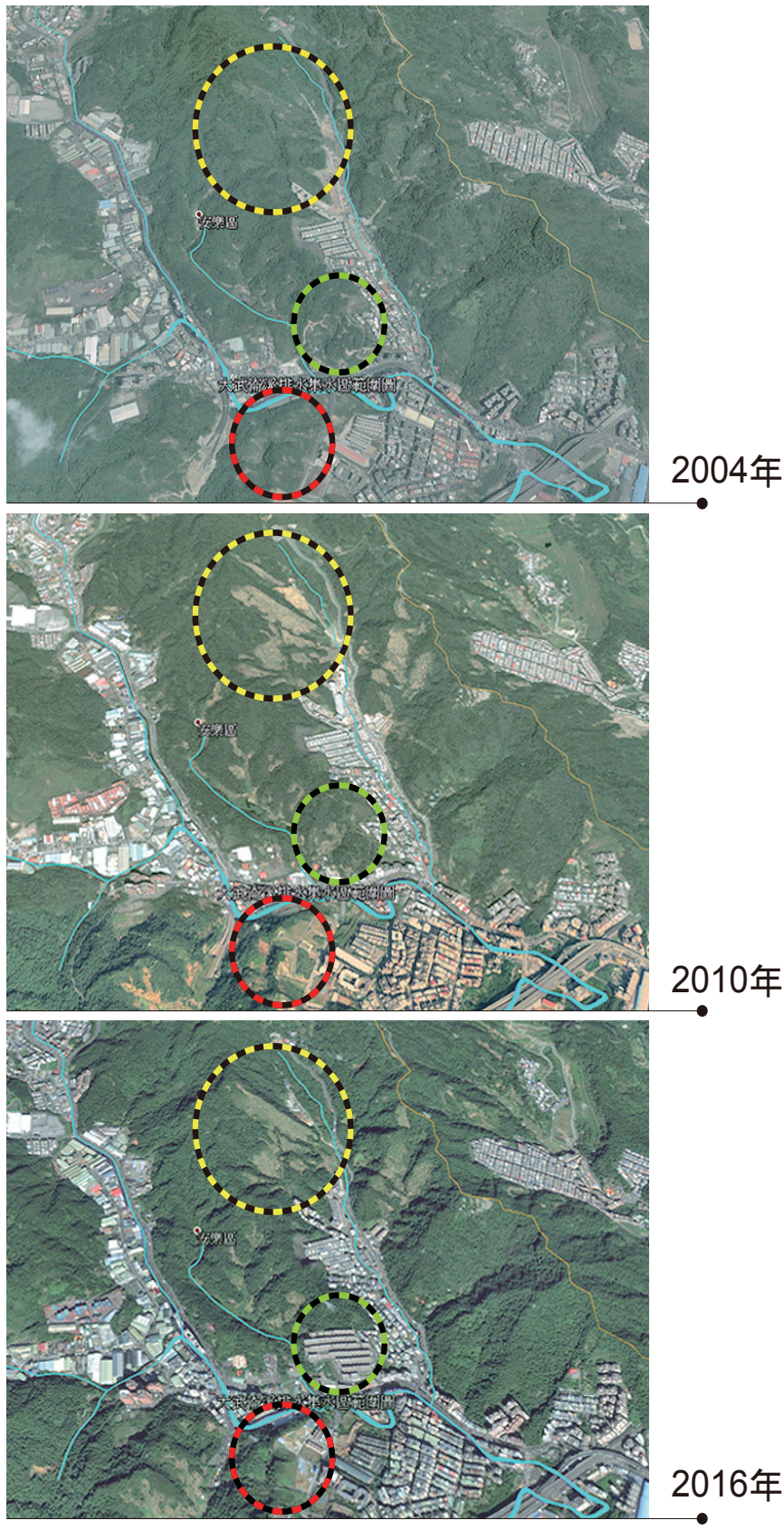


圖4 大武崙溪集水區土地開發對照圖（2004-2016年）

探訪臺灣水文觀測歷史足跡

百年測站風華與降雨極值紀錄專題

座落於三峽河上的日式拱橋，亦稱虹橋（啟用於1933年），早期立於河岸之水位觀測井塔，易受淤積影響

水文技術組

▲ 老舊浮筒式水位計及記錄器（紙）

◀ 老舊虹吸式雨量計

水文觀測之目的為獲取完善正確之水文紀錄，而水文紀錄為一切水利工程規劃設計之基本資料，工程計畫之健全與否，須視水文資料是否悠久詳實。珍貴的百年水文資料，忠實記載曾發生在臺灣這片土地關於「水」的種種過去到現在，不僅見證了滄海桑田的演變過程，更提供了我們如何探索過去並努力思索未來的一條重要線索和脈絡足跡。

臺灣水文觀測之發軔

臺灣水文觀測發軔頗早，遠在清領時期（1885年）即開始於基隆、淡水、安平、打狗（今高雄）等4處海關及漁翁島（今澎湖）、南岬（今鵝鑾鼻）2燈塔實施氣象觀測；日治時代臺灣總督府陸續設立測候所並於各地進行雨量觀測，西元1896年至1904年已建立臺北、臺中、臺南、恆春、澎湖與臺東等6個測候所，共計78處進行雨量觀測。同時，在淡水河油車口、關渡等地開始設立水位站以便觀測水位，以後陸續在新店溪、大嵙崁溪（大漢溪）以及基隆河上游設立水位站，是全臺各河川辦理水文觀測之濫觴。然而當時因急於作局部水利開發故僅偏重少數重點河流，復因戰事爆發，一部份觀測工作遂告中輟。

奠定水文站網之基礎

臺灣光復後，由臺灣省長官公署農林處成立水利局，並接收前日人所經管之各項水文觀測工作。自民國49年7月開始，臺灣省建設廳水利局（今水利署前身）設立「7個水

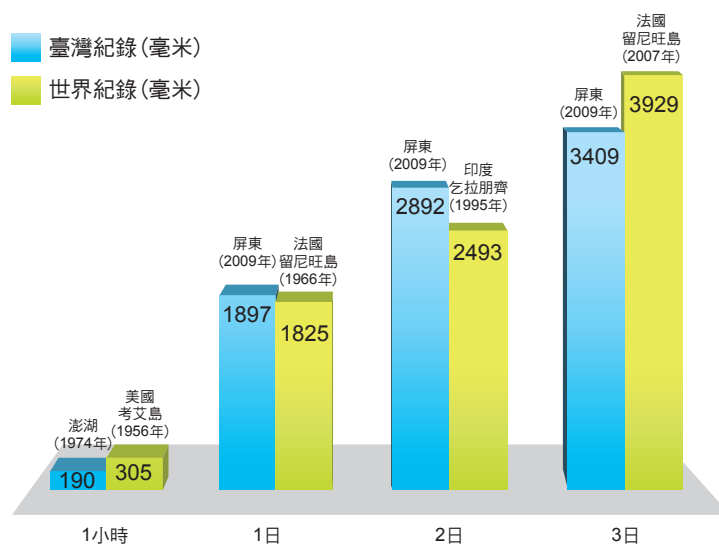
文站」分區並專責辦理各流域之水文觀測，俾使水文工作人員專心從事水文觀測工作。然歷經數次組織變革及經費限制，又回歸由各河川工程處（今水利署河川局前身）兼辦。爾後，於民國58年7月起即展開十年之水文網計畫，逐漸朝站網發展，並陸續提出「臺灣省水文站調整及水文網測站改善研究計畫報告」、「新六年水文站網計畫」等，奠定臺灣水文觀測站網的良好基礎。

朝向現代化之防災預警功能

於民國87年行政院通過兩期「臺灣地區水文觀測現代化整體計畫」，第一期自民國87年至92年，第二期自民國94年至98年汰舊人工觀測，加速現代化即時自動傳輸設施，希冀全面提升防災預警能力與時效。爾後，又陸續推動兩期「臺灣水文觀測長期發展計畫」，第一期自民國99年至103年，第二期自民國104年至109年延伸前期計畫之成果。目前整體水文觀測系統已由早期人工觀測與類比式記錄方式，提升為自記數位化記錄，並應用最新通訊傳輸技術，以全面提昇水文觀測資料傳輸之品質及穩定性。未來水利署將持續拓展水文資訊加值及雲端網路應用等服務，以因應氣候變遷下所面臨之各項水資源與防災調適策略規劃所需。

後記-臺灣歷史極值紀錄

水利署水文觀測業務發展迄今，現有212處雨量站與260處水位-流量站，負責忠實地記錄全臺各個區域的水文資料。回顧臺灣歷史上1小時、單日、連續二日及三日之最大降雨量紀錄與世界紀錄比較，其中由民國98年莫拉克颱風所創下之降雨極值紀錄近逼世界紀錄（如圖1）。鑑古溯今，防微杜漸，每當發生重大極端暴雨事件而造成嚴重災情，大家總是關心災害期間各時刻的水文紀錄，藉由深入探究每一次災害發生的真正原因，尋求防洪排水改善方案與調適策略，避免及減輕災害的重複發生。



臺灣紀錄：1974年影響天氣系統為西南氣流；2009年為莫拉克颱風。資料來源為中央氣象局及經濟部水利署

世界紀錄：資料來源為美國國家海洋暨大氣總署（NOAA），其不含臺灣紀錄。

圖1 各延時降雨量臺灣與世界紀錄比較圖

臺灣水文觀測歷史足跡

水文觀測之發軔

清領時期

・西元1885年即開始於基隆、淡水、安平、高雄等4處海關及澎湖、鵝鑾鼻2燈塔實施氣象觀測。

日治時期

・民國前16年(1895年)日治時期初年，於臺北、臺中等雨量站開始觀測雨量。

・民國前8年(1903年)於淡水河設立河溝頭水位站，翌年開始在淡水油車口、關渡二地設立水位站以便觀測水位。

・民國前4年(1907年)以後陸續在新店(新店溪)、鳶山(大漢溪)、以及五堵(基隆河)設立水位站。

水文站網之基礎

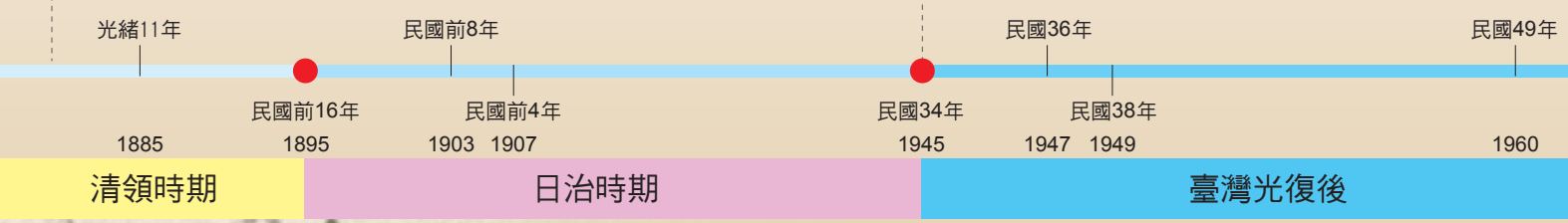
臺灣光復後

・民國34年臺灣光復後，前日人所經營之各項測水工作，由臺灣省長官公署農林處接收。

・民國36年1月，農林處農田水利局成立，於民國36年7月改組為水利局，隸屬於建設廳。

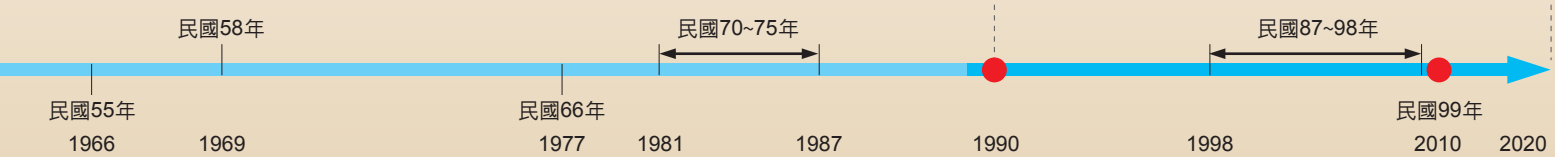
・民國38年3月開始，因經費問題，水文工作由水利局各工程處兼辦。

・民國49年7月水利局將原由各工程處兼辦之水文觀測業務劃分成七個水文站，分區專責辦理各流域之水文觀測。



水文觀測之現代化

- 民國55年，聯合國專家包克士博士(Dr.S.J.Bocks)提出「臺灣省水文網先驅計畫終期報告」。
- 民國58年7月起實施，展開十年之水文網計畫，各水利機構之測站合併為一整體水文網檢討。
- 民國66年提出「臺灣省水文站調整及水文網測站改善研究計畫報告」，針對原水文網檢討與建議改善方案。
- 民國70年至75年提出「新六年水文站網計畫」，接續銜接原十年計畫。
- 民國87年至98年實施「臺灣地區水文觀測現代化整體計畫」，逐年完成現代化水文觀測站網之建置，更新與維護工作。
- 民國99年開始實施「臺灣水文觀測長期發展計畫」，現為第二期(104年至109年)積極擴充水文資訊加值應用及網路服務，逐步達成發揮現代化站網功能，強化旱澇預報能力及提升水文觀測效率等計畫目標。



專業小常識

百年水文觀測站

您曉得分布在臺灣各處的水文觀測站，一些記錄時間已超過百年的觀測站位在哪裡呢?其實，早在日治時代起（1895年），臺灣總督府開始在臺北、臺中、臺南、恆春、澎湖與臺東等地設立測候所觀測雨量。迄今，已累計15處深具歷史意義的百年觀測站（如表1），詳實記錄下臺灣百年來的歲月風華（如圖2）。

表1 全臺百年水文觀測站

所屬單位	站名(地點)	資料起始年(西元)
經濟部水利署	富貴角(新北)	1900
	南庄(1)(苗栗)	1900
	三峽(新北)	1903
	大湖(1)(苗栗)	1903
	卓蘭(2)*(臺中)	1903
	牡丹(屏東)	1903
	林內(1)(雲林)	1904
中央氣象局	臺北(臺北)	1896
	臺中(臺中)	1896
	恆春(屏東)	1896
	澎湖(澎湖)	1896
	臺南(臺南)	1897
	臺東(臺東)	1901
	彭佳嶼(基隆)	1910
	花蓮(花蓮)	1910

*卓蘭（2）站位於臺中市東勢區，與氣象局位於苗栗縣卓蘭鎮之卓蘭站同名

圖2 百年測站風華-臺南測候所（今臺南氣象站），初建及現今照片。

圖片來源：中央氣象局

106年水情與應變
水文環境

水文技術組

降雨量

臺灣四面環海，氣候溫暖潮濕，民國106年平均年雨量為2,601毫米，與歷年（民國38~105年）平均年雨量2,509毫米比較，約多4%，屬於平水年。由民國38年到106年的年雨量長期記錄來看，豐枯水年會交替發生，以往豐枯水年從19年一循環，到近期大幅縮短為7年一循環，而且豐枯水年的雨量多寡差距越來越大，不是水太多、就是水太少，各年豐枯水情擺盪變化加劇，意味旱澇極端事件交替發生更加頻繁（如圖1）。降雨型態於時間及空間分布極不均勻，豐枯相差懸殊，106年全臺豐水期之降雨量占了80.1%，而歷年平均豐水期之降雨量占了年雨量的77.6%；至於各分區之豐枯差距，106年及歷年之降雨量於北部地區豐水期分別占了63.4%、64.6%，中部地區分別占了83.1%、76.9%，南部地區分別占了91.3%、88.9%，東部地區分別占了83.1%、77.7%（如圖2），由此可知，南部地區之豐枯差距相較於北部地區更加顯著。

民國106年影響臺灣的颱風中有3個發布陸上警報，分別為中度颱風尼莎、輕度颱風海棠及中度颱風天鴿，皆在侵臺期間降下一小時破百的降雨量，如尼莎颱風於南屏東的佳冬站測得181.5毫米，海棠颱風於南屏東的楓港站測得104.0毫米，天鴿於南臺東的華源站測得115.0毫米。

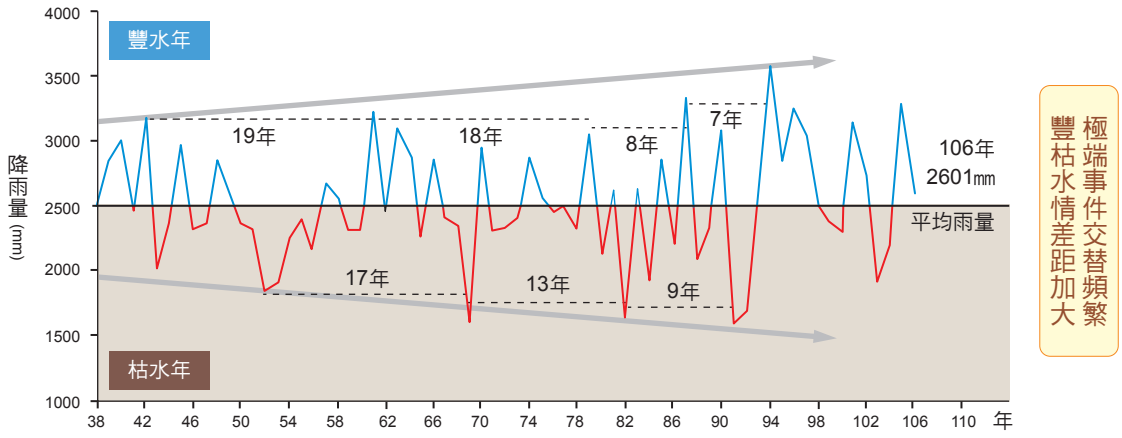


圖1 臺灣歷年年雨量變化圖

資料來源：水利署臺灣水文年報

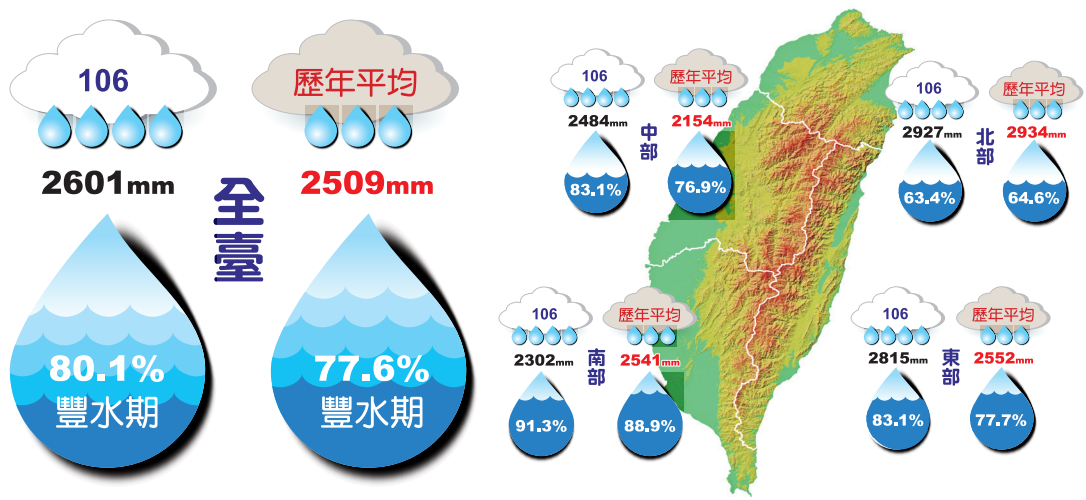


圖2 民國106年降雨量與歷年平均比較

河川逕流量

臺灣地區所有河川多由中央山脈或其鄰近山區發源，分向東西注入太平洋或臺灣海峽，計有中央管河川24水系、跨省市河川2水系及縣（市）管河川92水系。各河流均短且陡，暴雨時水流湍急，挾帶大量泥砂，河川流量並隨降雨迅速漲落。

民國106年臺灣地區各河川流量高於歷年平均值，總逕流量約為731.40億立方公尺，與歷年（民國38~105年）總逕流量平均值648.88億立方公尺比較，約高12.7%。民國106年北部地區逕流量占了24.6%，中部地區逕流量占了25.7%，南部地區逕流量占了22.6%，東部地區逕流量占了27.1%（如圖3）。

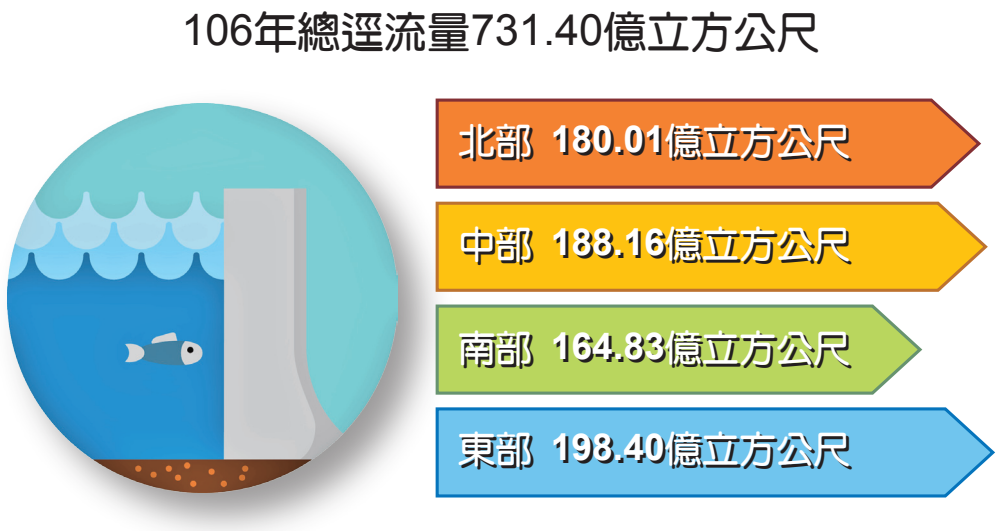


圖3 民國106年全臺河川逕流量概況

專業小常識

何謂河川逕流量

降雨發生之後，雨水經植被截流、土壤吸收入滲、蒸發散後經由地表匯集之水，概稱為地表逕流，河川的逕流量係指單位時間內通過河川的水量。臺灣河流集水區坡度陡、落差大，一下大雨就匯集成流湧出，不下雨時河流幾無流量，因此在夏秋兩季因颱風或暴雨，河川逕流大，而冬春之際降雨較少，河川常呈乾涸。

短延時強降雨之逕流量衝擊

民國106年6月1日起，迄2日發生在北臺灣淡水、金山、基隆等地因短延時強降雨導致排洪系統全面癱瘓而產生嚴重淹水災情，大家應該記憶猶新，同時也注意到每年類似的降雨事件似乎經常發生，這些極端事件的成因，除了大家熟知的颱風（熱帶氣旋）外，在氣候變遷下，由梅雨鋒面、西南氣流及夏季熱對流等不同天氣型態引發短延時強降雨的機率越來越高。由近20年的紀錄顯示，不論北部或南部的短延時強降雨發生日數和平均雨量都呈現增加的情況，以北北桃都會區為例，臺北近郊的內湖、南港、公館，以及桃園近郊的平鎮、楊梅等地頻繁發生破紀錄的短延時強降雨事件（如圖4），也使該地區成為水患發生的高風險區域。

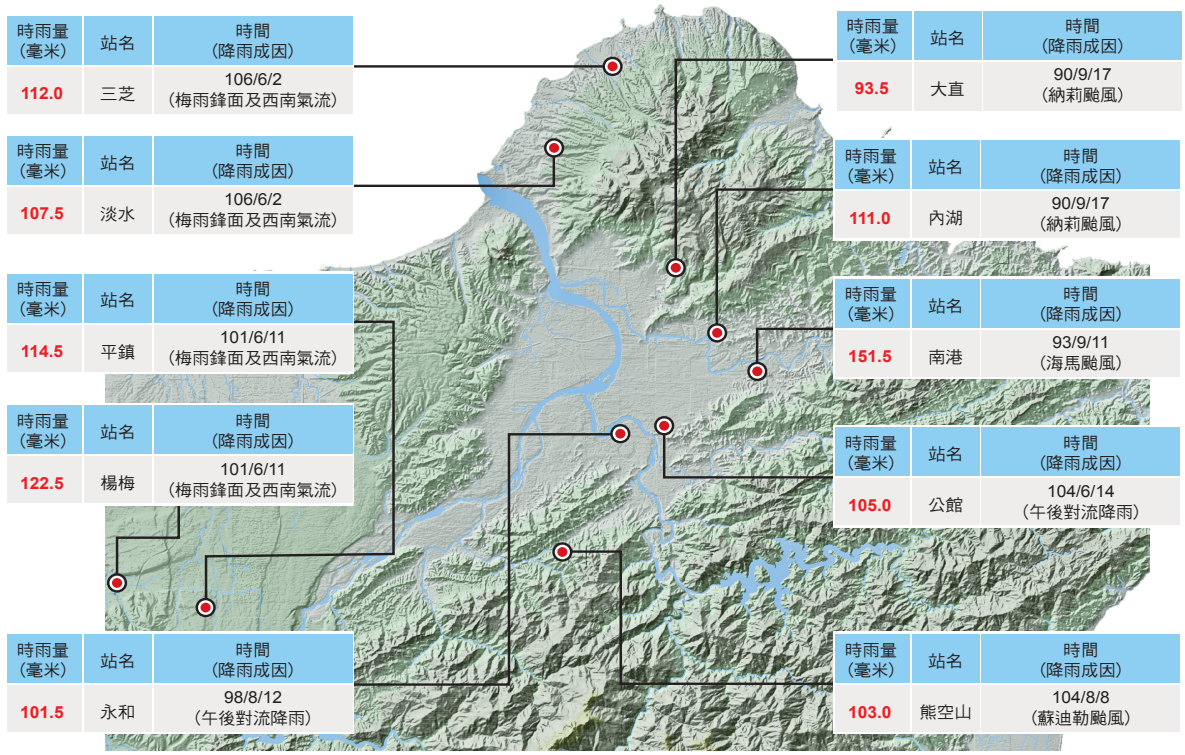
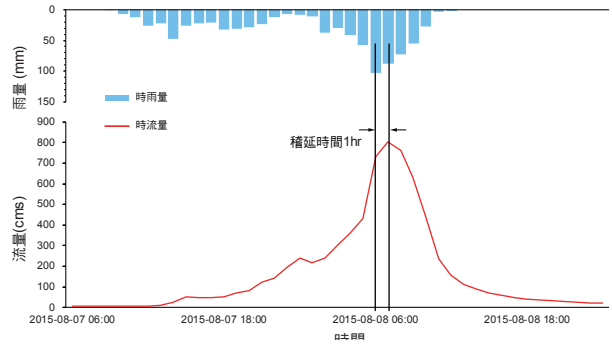


圖4 鄰近大臺北都會區發生短延時強降雨事件及地點分布

臺灣為狹長之海島，中央三分之二的地區為山脈地形，由於人口多數聚集在僅存三分之一面積的平地都市及其鄰近郊區，長期與水爭地的結果，使得洪災的發生難以避免，因此相關防洪工程與水患治理措施也應運而生。然而在經濟考量下，防洪設計仍有一定限制的保護基準或規模，但近年各類天氣型態變化劇烈，頻頻發生「連續降雨過多」或「短延時強降雨」的極端降雨事件，常超過原有防洪設計所能承受的保護能力，而釀成水患災情。

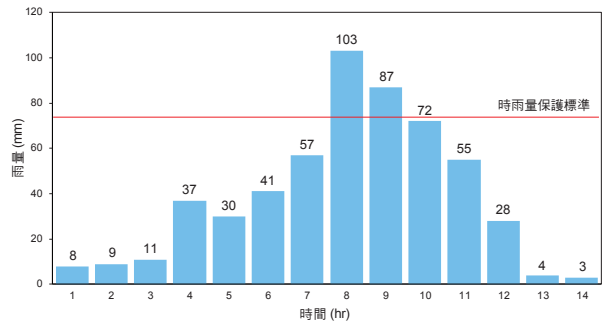
為了降低水患風險，須進行有規劃的河川水系治理、區域與都市排水防洪整治基礎建設工作。過程中，透過「水文分析設計」作業推估各種高、低重現期之洪水量，決定各項保護工程規模的大小，並適時加入非工程措施，以降低工程方案保護不足的風險。臺灣早期防洪排水治理，一方面受限水文資料紀錄年限尚短，一方面主要著眼於中央管河川（發源自中央山脈）的整體流域水系規劃治理，涵蓋面積動輒數百或數千平方公里，考量整個流域水系上降雨分布並不均勻，加上流域自身天然滯洪貯蓄的洪峰流出的時間稽延現象，逐漸形成不論大小集水區皆以連續長時間的降雨量、雨型來設計，且其時間越長越安全的迷失。因此，即便現行的設計規範手冊均提及降雨設計延時應隨集水區的大小而適當調整，但目前所看到的水文分析設計案例，幾乎採計24或48小時延時為主。

目前，在大型河川水系部分水文分析設計考量長延時是足夠的，然而防洪對象已朝向都市易淹水區域與近都會區中小型河川，即近年最常發生短延時強降雨而致災的脆弱敏感區域為治理重點。此類型集水區逕流特性為降雨逕流的稽延時間相當短，一旦發生1~3小時連續高強度降雨（每小時均近100毫米），落在集水區內的所有雨量會在短時間內轉化成逕流（如圖5），造成都市附近的區域排水河道迅速溢滿壅高，使得都市內水量無法順利排出。若持續以慣用的長延時暴雨為對象進行設計，則在短延時強降雨的極端事件下，可能發生24小時降雨並未超出設計量保護基準，事實上在1~3小時內已發生積淹水的災情（如圖6）。



註：以橫溪集水區（三峽河）之蘇迪勒颱風事件為例（104/8/8）

圖5 短延時強降雨易致災集水區之稽延時間特徵示意圖



註：以橫溪集水區（三峽河）之蘇迪勒颱風事件為例（104/8/8）
※最大時雨量：103毫米（重現期超過30年）
※連續2小時降雨量：190毫米（重現期超過100年）
※連續3小時降雨量：262毫米（重現期超過100年）

圖6 短延時強降雨事件之排洪設計容量檢核與致災風險評估

因此，針對前述都市易淹水區域與近都會區等敏感地區的水患整治，過去已深植的防洪設計觀念必須加以調整。一方面，容易遭受短延時強降雨的區域，需要納入短延時降雨頻率分析及雨型設計，以進行既有排洪設施設計容量之檢核，評估短延時強降雨事件下超過防洪保護標準所導致之致災風險。另一方面，為了降低氣候變遷及人為環境開發所造成的衝擊，未來必須採低衝擊（LID）的開發原則。

專業小常識

何謂稽延時間

稽延時間表示一個集水區反應由降雨轉換成逕流的時間及靈敏特性，一般定義為最大降雨時刻到洪峰流量發生時刻間的時間間距。稽延時間與集水區面積大小、坡度、植披、土地利用、人工化開發程度、河道糙度等特性有關，當稽延時間愈短，表示雨量會在短時間轉化成逕流，一旦發生短延時強降雨事件，則容易快速反應在河川或區域排水造成水位之迅速壅高。

何謂低衝擊開發（Low Impact Development,LID）

為1990年代美國實踐都市永續所發展的一種暴雨管理手段，主要目的為使開發地區的水文循環儘量接近於開發前自然水文循環。常見技術包括綠色屋頂（Green Roof）、透水性鋪面（Porous Pavement）、雨水儲集系統（Rainwater Harvesting）、植生滯留槽（Bioretention）、植物草溝（Vegetated Swales）及自然排水系統（Natural Drainage System）等。

地下水水文

依民國106年與105年地下水水位資料比較結果顯示，民國106年臺灣地區除蘭陽平原及桃園中壢臺地地下水區地下水觀測井水位多數呈現上升，其餘8個地下水區地下水觀測井水位多為下降（如圖7），其中，花東縱谷地下水區有接近96%之觀測井水位下降。

再利用民國106年地下水水位與管理水位進行比較，其中，臺中地區、濁水溪沖積扇、花東縱谷及澎湖地區等地下水區有超過50%之觀測井水位低於管理水位（如圖8）；顯示其地下水環境狀況較差，須加強管理。

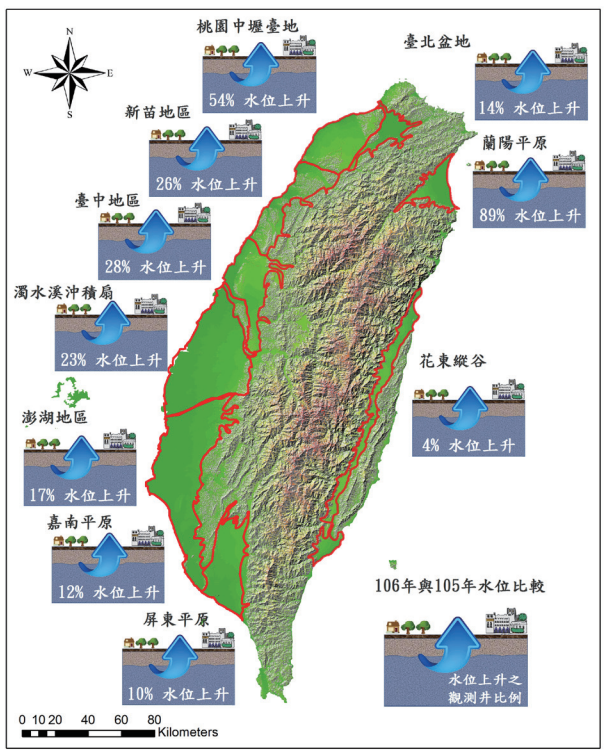


圖7 民國106年與105年各地下水區水位井數比較

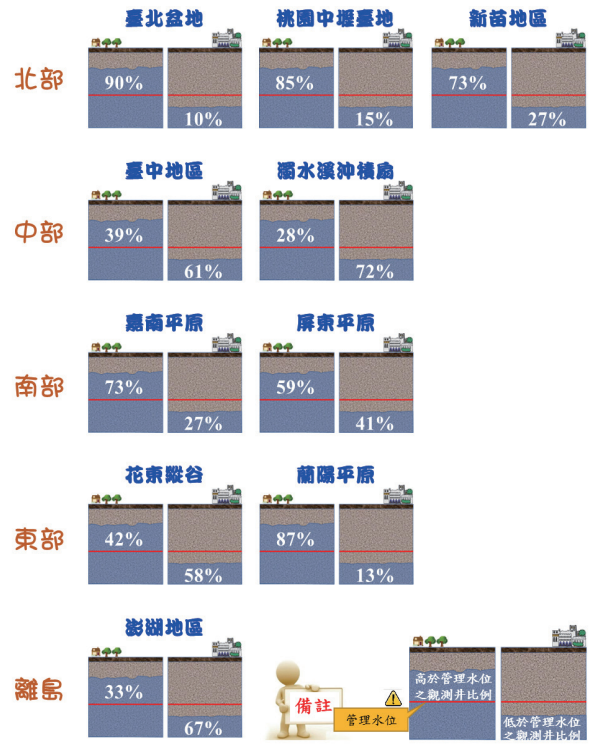


圖8 民國106年全臺地下水水位與管理水位井數比較

整體而言，民國106年臺灣794口觀測井中僅有163口之地下水水位高於105年之地下水水位，約佔整體之22%，分析其原因主要為受到年初全臺降雨量偏低且進入旱象有關，因此，仍須持續監控與加強管理。

地下水水位歷時變化趨勢

由民國97年到106年近10年地下水長期水位紀錄來看，地下水區觀測井水位主要呈現上升趨勢的地下水區包含臺北盆地、桃園中壢臺地、濁水溪沖積扇、嘉南平原、花東縱谷、蘭陽平原與澎湖地區，其水位平均上升量介於1.32~8.58公尺；而主要呈現下

降趨勢的地下水區則包含新苗地區、臺中地區與屏東平原等，其水位平均下降量介於1.16~2.26公尺（如圖9）。其中，值得注意者為過去因地下水超抽而導致地下水環境受到影響的濁水溪沖積扇、嘉南平原與蘭陽平原等地下水區，其多數觀測井地下水水位則有持續上升之趨勢，顯示過去於這些地區所執行的相關管理政策亦已逐漸產生效果。惟可預期未來地下水做為水資源供應所扮演之角色將越顯重要，而臺灣面臨乾旱等極端氣候發生之情況會越趨頻繁的情況下，應持續對地下水進行保育與管理，以備緊急之需求，亦可避免地下水環境再度惡化。

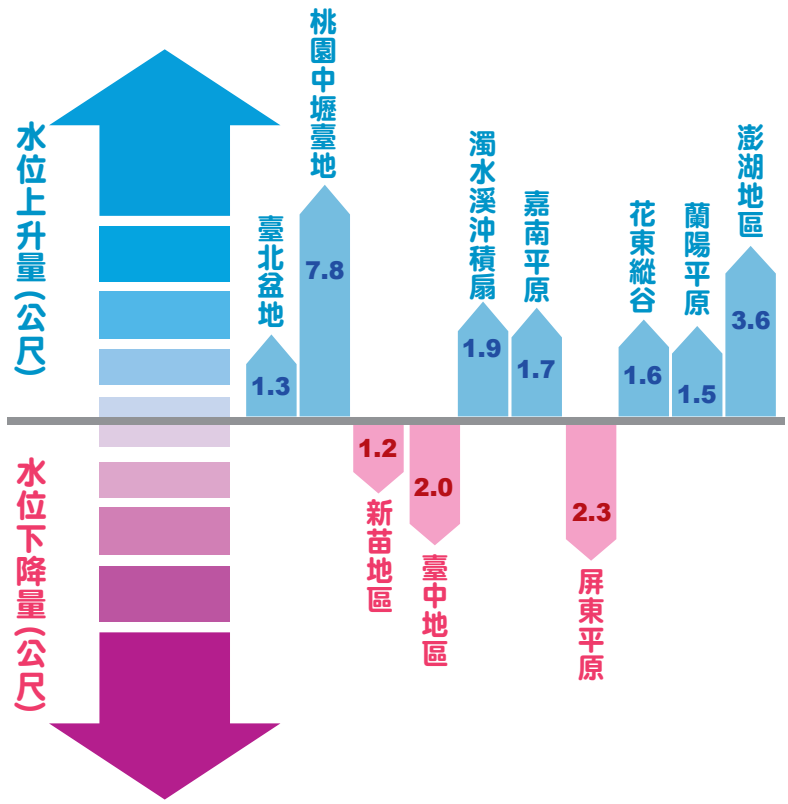


圖9 近10年各地下水區水位累積變化量

專業小常識

臺灣地下水的重要性

全球的淡水資源僅佔世界水資源的2.5%，這其中卻僅有少於1%是可供人類直接利用，主要包含淡水湖泊、河水與地球淺層中的地下水。在臺灣，由於欠缺大型湖泊，且常受降雨時間不平均之氣候影響，加上坡陡、河川短促而使得地面水資源不易有效留存使用，所以說除了地面水以外，地下水是我們面臨乾旱時較能穩定利用且甚為重要的淡水資源。

如何監測地下水

想了解各地區地下水的水文地質特性、水質與儲水量，最簡單的方法就是建置觀測井並定期監測水位、採集地下水水樣，透過記錄與分析來掌握地下水狀態。而自民國81年起至今，水利署於全臺各地下水區（含離島）共建置了794口觀測井，並建立長期與龐大的監測數值，是我們可以用來監控與管理地下水的重要指標資料。

地下水取用情形

依據行政院主計總處每年所公布的綠色國民所得帳估算結果，民國96年至105年近10年地下水抽用量介於54.52~58.15億立方公尺，平均約為56.48億立方公尺。若以地下水區區分，以濁水溪沖積扇、嘉南平原與屏東平原為主要的地下水使用與超抽區域，以最新評估結果顯示其使用量分別約為20.43、13.92與11.53億立方公尺，而超抽量分別約為6.63、5.39與3.76億立方公尺。

地下水復育措施

臺灣西部部分地區因長期水資源供需失衡以致地下水過度超抽情形，水利署積極投入地下水管制區劃設、健全水井管理及輔導納管水井合法等管理作為，亦陸續推動地下水補注工程等復育措施，其中，包含民國100年至104年間於濁水溪地下水補注潛勢地區利用枯水期間以臨時滯水土堤型式，透過延長地面水留滯時間來增加地下水補注之全臺第一個大規模地下水補注示範工程（如圖10），與引入林邊溪豐水期之地面水，以人工湖導引補注地下水，增加地下水蓄涵量及減少地層下陷，並附帶部分分洪、滯洪、減少水患等國土復育目標，更是東南亞目前規模最大之屏東大潮州人工補注湖工程（如圖11）。期望能透過地下水妥善運用與保育，確保有限的地下水可以永續利用。

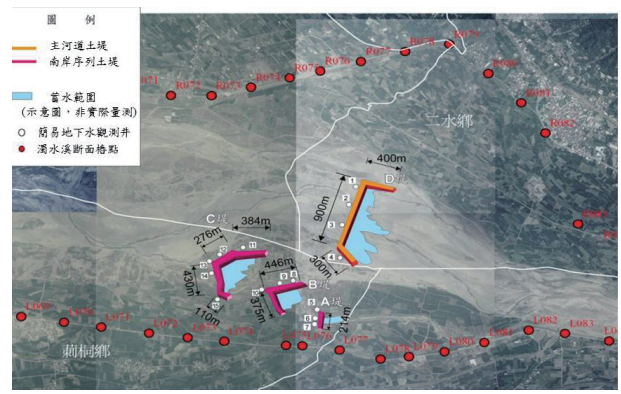


圖10 濁水溪下水埔地下水補注簡易設施整體配置示意圖

圖11 屏東大潮州人工補注湖區位示意圖

近海水文

民國106年水利署所轄蘇澳、七股、金門、鵝鑾鼻、澎湖、臺東、彌陀資料浮標及七股岸基雷達站，其最大浪高（示性波高）分別為10.1、4.7、4.5、10.1、5.8、7.3、6.2及3.3公尺（如圖12）。其中除了金門與澎湖資料浮標發生於冬季的東北季風外，其餘均發生於7月底的尼莎與海棠颱風期間，此時的波浪主要為風浪，而颱風在遠方時海岸則受長浪影響，故颱風在遠方生成時，即需注意海岸的波浪變化。潮位的部份，於尼

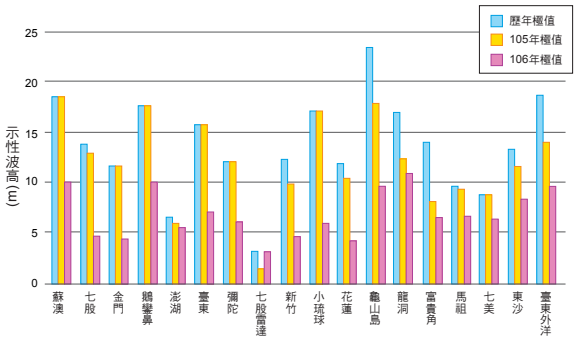


圖12 不同海域示性波高統計圖

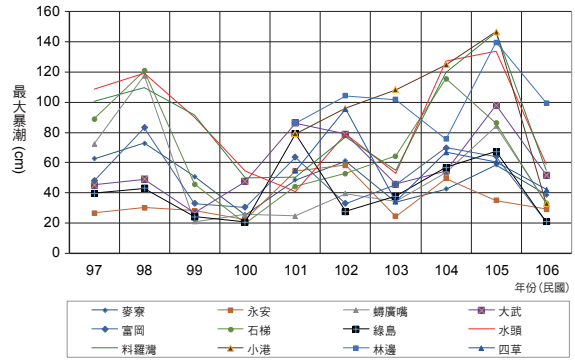


圖13 近10年暴潮偏差極值

莎與海棠颱風期間屏東林邊潮位站暴潮達99.6公分為水利署所轄潮位站最高，外島潮位站則以金門水頭潮位站於泰利颱風期間所測得的59.2公分為最高（如圖13）。

近海水文自觀測以來，歷年颱風期間水利署資料浮標測得最大浪高（示性波高）均大於5公尺，且以民國105年蘇澳海域18.70公尺最高，而各海域浪高（示性波高）平均值約在1公尺左右，雖然看似平靜但在強烈颱風侵襲時卻有極大的變化。水利署潮位站歷年潮位統計如圖14，其中屏東蟳廣嘴及臺東富岡潮位站出現較大的最高高潮位，主要是受到颱風影響，分別發生於造成東南部重大災情的莫拉克颱風（98年）及蘇迪勒颱風期間，潮位觀測10餘年尚無法對海平面變化做有效的統計分析，但持續進行長期的觀測，將有助於未來海平面變化的研究分析。就整體近海水文趨勢而言，雖然波浪、暴潮或是風速，其年平均值變化並不大，但極值卻有些微上升的趨勢，氣候似乎略有極端變化的趨勢發生，相當值得注意。

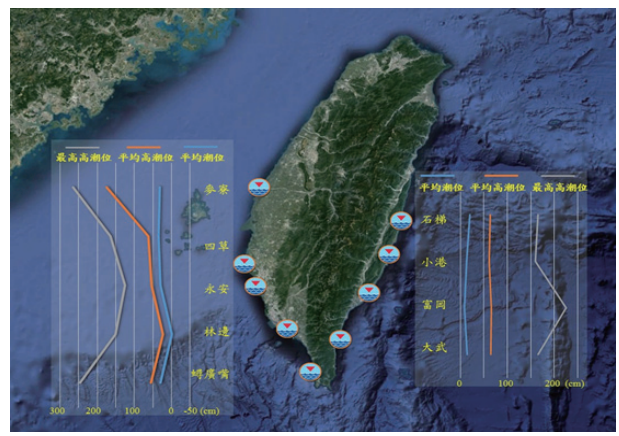


圖14 歷年臺灣潮位站統計資料

專業小常識

何謂長浪

廣大洋面因受風持續吹拂，海水從風吸收能量，風浪逐漸成長，受風區域越寬廣、風速越大、受風時間越長，則波高越高，風浪產生後即向四方傳播，離開受風區域的風浪我們稱為湧浪（swell）、長浪或簡稱為湧。

何謂天文潮、暴潮

潮汐可分為受天體引力影響的天文潮（meteorological tide）及氣象因素所引起的暴潮（storm surge）。其中天文潮係受到月亮、太陽等天體運行所形成的週期性水位變化；而暴潮則是受到颱風等天氣事件所造成水位抬升現象。暴潮若於滿潮時發生，將可能對沿海低窪地區造成淹水等災情。

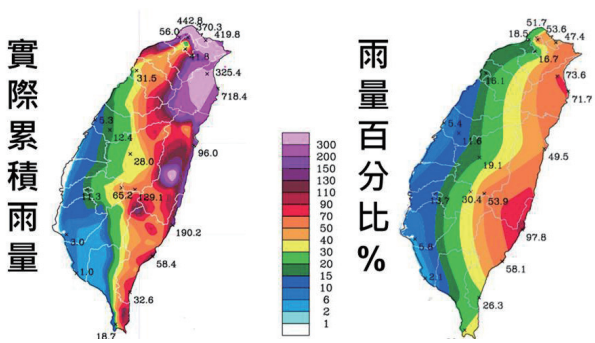
水資源調度

■ 水源經營組

106年抗旱應變概要

冬季降雨歷年第2少，調度得宜，安度缺水危機

105年9月梅姬颱風過境後，臺灣地區降雨逐漸減少，水利署發揮團隊合作精神，提前於枯水期來臨前，即開始嚴密監控水情情勢，就可能發生的枯旱風險，配合情境分析，掌握氣象短中期降雨預測、水庫蓄水情形、農業稻作種植需水變化，研擬各種情境，自105年12月至106年2月累積雨量依中央氣象局統計是自1947年有紀錄以來第二少雨（如圖1），106年2月中旬新竹頭前溪已發生斷流情形、各水庫蓄水量快速下降至4~6成，水情吃緊，水利署優先採取跨區域供水調度、水庫出水總量管控及農業節水灌溉等影響較小方案，透過公開水情資訊建立社會信任，並與各部會充分合作及地方配合下，整合社會資源，以縝密應變流程，進行監控，團隊成員運用多年累積經驗與科學分析能力，兼顧民眾生活、產業發展及糧食安全，妥善調度及應變，至枯水期結束，全臺各地均未採取農業用水公告停灌及民生用水二階以上限水（水情橙燈），整體抗旱過程對民眾用水影響十分輕微，使臺灣社會安度枯旱缺水危機。



資料來源：中央氣象局　　降雨比=實際雨量/平均雨量

圖1 105年12月~106年2月累積雨量觀測值及降雨比

水情監控及區域水資源供水調度

掌握機先，隨時檢討水情，立即實施調度應變

水利署針對全臺各地區主要供水水庫的監控檢討，係以「日日監看、週週檢討、旬旬回報」的原則辦理，從各區水資源局、水利署、再到經濟部，均依據災害業務計畫所訂標準作業程序成立應變小組，期間總計召開38次水情應變會議（如圖2），視區域水情變化逐步提升抗旱力道（如圖3），應變過程中與各目的事業主管機關（包括中央氣象局、農委會、科技部、國防部及工業局等）、地方政府、農田水利會及自來水事業單位，共同討論溝通取得共識後，採取相對應的措施，有次序地採取加強區域調度、促進城市節水、農業節水灌溉及人工增雨等工作（如圖4），有效的運用有限的水資源，化解旱情，綜整106年度抗旱啟動各項水源調度措施說明如下：

1、水庫放水量總量管制：石門、寶山-寶二、明德、永和山、鯉魚潭、蘭潭-仁義潭、南化水庫限量出水管制，節省1億2,850萬立方公尺。

2、跨區水資源調度：以豐濟枯，北水處支援板新地區（期間達歷史最大支援量63萬立方公尺/日）及高雄支援臺南地區，總計達6,400萬立方公尺。

3、農業掌水工節水灌溉：豐水期結束後，協調桃園、石門、明德及嘉南農田水利會實施節水灌溉，共節省約1億4,300萬立方公尺。

4、自來水常態減壓及第一階段限水：實施地區包括新北市板新及林口區、桃園、新竹、嘉義、臺南及高雄地區，限水時時間自106年3月1日至106年6月3日陸續開始及結束，共節省約1,860萬立方公尺。

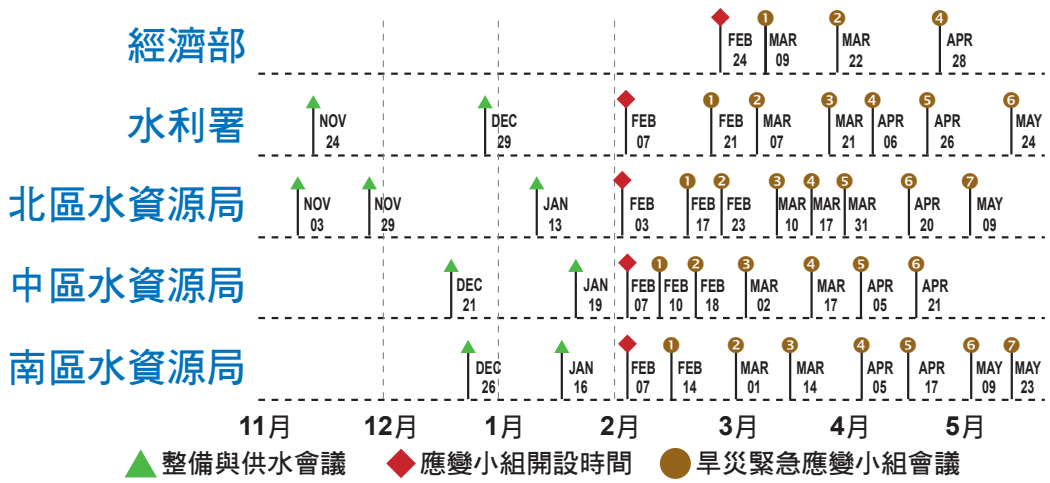


圖2 106年上半年抗旱會議召開概況

*摘自水利署106年防災年報

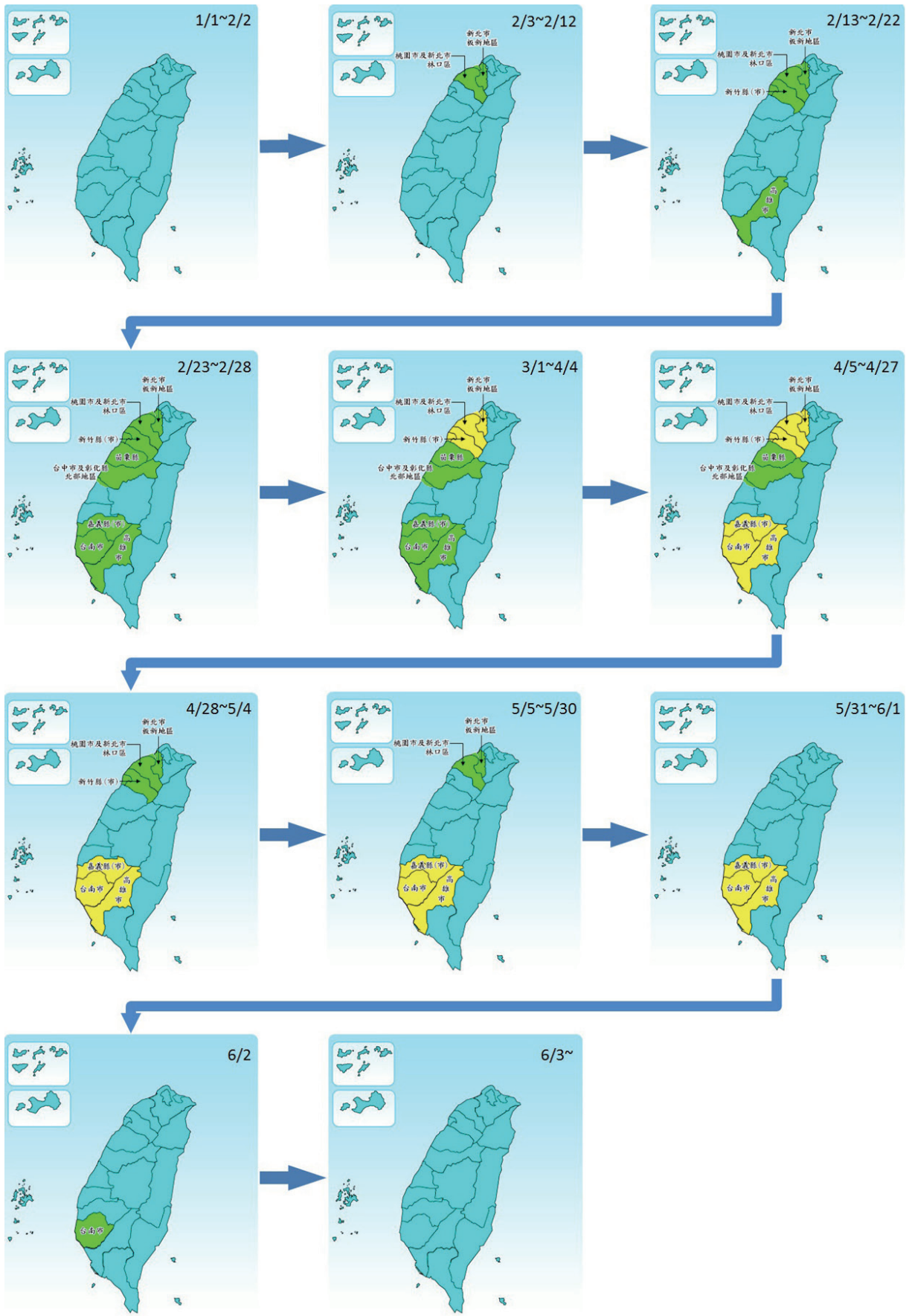


圖3 106年上半年抗旱水情燈號轉變歷程

圖4 106年抗旱應變作為區域概況示意圖

*摘自水利署106年防災年報

專業小常識

水情燈號是什麼意思?

為使大眾了解水情豐枯狀況，經濟部先依據水資源供需區域特性將全臺劃分為18個供水區，再由豐至枯定義5種水情燈號：藍燈-水情正常、綠燈-水情稍緊、黃燈-一階限水、橙燈-二階限水、紅燈-三階限水；經濟部則依天候降雨多寡、河川流量變化及水庫蓄水豐枯等主客觀因素，公布各供水區最新水情燈號。

水情正常　水情稍緊　一階限水　二階限水　三階限水

重大水情與應變

水利防災中心

國內重大水情事件

前言

106年度國內有發布警報之颱風事件分別為尼莎颱風（海上陸上）、海棠颱風（海上陸上）、天鴿颱風（海上陸上）、谷超颱風（海上）、泰利颱風（海上），另豪雨事件開設中央災害應變中心分別為0601豪雨、0613豪雨、1011豪雨，其中以0601豪雨、尼莎暨海棠颱風、1011豪雨三場事件最為重大。

0601豪雨

0601豪雨主因為鋒面滯留於臺灣上方數日，且西南氣流於此時增強並影響臺灣，主要降雨區域為中投山區與嘉義以南山區，北海岸與雲林縣東半部區域亦有較大降雨，相關應變開設、24小時最大雨量等資料詳如圖1。

圖1 0601豪雨水情及應變示意圖

應變期間最大總累積雨量發生於高雄市桃源區南天池雨量站1,446.0毫米，連續24小時之最大累積雨量為雲林縣古坑鄉華山雨量站679.5毫米。

水利署災害緊急應變小組於6月1日10時成立三級應變開設，6月2日8時提升為二級應變開設，6月2日11時提升為經濟部一級應變開設，6月2日13時提升為中央災害應變中心一級應變開設，應變期間共投入8,779人時之應變值勤人力。應變期間於基隆市等15個縣市發布85報淹水警戒通報，針對淡水河等8個流域內發布38報水位警戒通報。0601豪雨事件之災中調查，在基隆市等12縣市內共發生1,181處積淹水災情，在基隆市等7縣市內共發生32件水利設施受損事件，此次水利署應變小組支援基隆市等3縣市共計6台次大型抽水機進行抽水作業。

尼莎暨海棠颱風

106年7月底，尼莎颱風與海棠颱風前後侵襲臺灣，尼莎颱風路徑為第二類，除東半部與西北部降雨與預期相符，屏東沿海地區因風場輻合影響造成該地區破紀錄之高強度降雨。海棠颱風路徑為第七類，除東南部與中南部地區之降雨與預期相符，其離開臺灣後所引進之西南風陸續對中南部縣市造成降雨，相關應變開設、24小時最大雨量等資料詳如圖2。

圖2 尼莎暨海棠颱風水情及應變示意圖

應變小組開設期間主要降雨區域為屏東地區，宜蘭山區與嘉義以南地區亦有較明顯降雨，此次應變期間最大總累積雨量發生於屏東縣春日鄉大漢山雨量1,358.0毫米，連續24小時之最大累積雨量為屏東縣泰武鄉西大武山雨量站657.5毫米。

水利署災害緊急應變小組（如圖3）於7月28日7時成立二級應變開設，7月28日14時30分配合中央災害應變中心提升為一級應變開設，7月31日10時配合中央災害應變中心降為二級開設，於8月1日17時降為三級開設，於8月2日12時結束尼莎暨海棠颱風應變作業。應變期間共投入7,599人時之應變值勤人力。應變期間於新竹縣等13個縣市內發布118報淹水警戒通報，針對淡水河等12個流域內發布30報水位警戒通報。

圖3 水利署災害緊急應變小組

尼莎暨海棠颱風事件之災中調查，在彰化縣等8縣市內共發生346處積淹水災情，無發生水利設施受損事件，此次水利署應變小組支援南投縣等6縣市共計75台次大型抽水機進行抽水作業。

1011豪雨

1011豪雨主因是卡努颱風（含其熱帶低壓期間）由東自西通過呂宋島期間，與東北風之共伴影響，造成臺灣迎風面之大臺北地區與東半部地區有持續性強降雨，前後持續約5日，相關應變開設、24小時最大雨量等資料詳如圖4。

圖4 1011豪雨水情及應變示意圖

應變小組開設期間主要降雨區域為大臺北山區、東半部地區與屏東山區，應變期間最大總累積雨量發生於屏東縣泰武鄉西大武山雨量站1,439.5毫米，連續24小時之最大累積雨量為屏東縣泰武鄉西大武山雨量站747.5毫米。

水利署災害緊急應變小組於10月11日22時成立三級應變開設，經濟部災害緊急應變小組於13日21時提升為二級應變開設，中央災害應變中心於13日23時30分成立二級應變開設，經濟部災害緊急應變小組同時提升為一級應變開設。應變期間共投入3,886人時之應變值勤人力。應變期間於基隆市等6個縣市內發布47報淹水警戒通報，針對淡水河等3個流域內發布20報水位警戒通報。1011豪雨事件之災中調查，在臺北市等6縣市內共發生57處積淹水災情，無發生任何水利設施受損事件，此次水利署應變小組支援花蓮縣內共計2台次大型抽水機進行抽水作業。

國外重大水情事件

哈維颶風（Harvey）

8月13日於非洲西海岸生成為熱帶性低氣壓，8月16日天後在小安地列斯群島附近增強為熱帶風暴哈維持續向西移動，8月19日其結構弱化降為熱帶性低氣壓，由8月23日15:00哈維再次生成一個明確的中心，因此被升格為熱帶性低氣壓並且持續增強，8月24日06:00增強為熱帶風暴，隨後在17:00成為該年第3號颶風，隔天19:00增強為3級颶風（等同於強烈颱風），23:00成為4級颶風，8月26日03:00登陸羅克波特（德州），06:00在科帕諾灣二次登陸後急速弱化，18:00減弱為熱帶風暴，8月28日15:00哈維中心向東

南方移動至馬塔戈達，8月30日09:00在卡梅倫（路易斯安那州）第三次登陸，同時減弱為熱帶性低氣壓並持續向北移動，相關最大累積降雨量等資料詳如圖5。

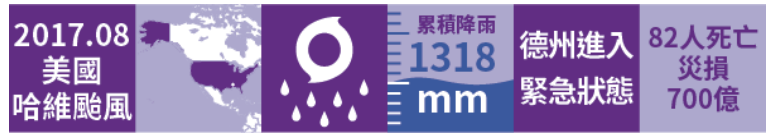


圖5 哈維颶風水情及應變示意圖

侵襲德州的哈維颶風是美國繼2005年卡崔娜颶風以來最強的颶風其特徵如下：

1. 結構完整，挾雨量驚人：最大累積降雨量逾1,318毫米發生在德州哈里斯縣細德海灣，洪水重創休士頓、博蒙特、阿瑟港（如圖6）等地區。

圖6 阿瑟港, 德州（from SC National Guard）

2. 威力迅速增強：在墨西哥灣溫暖海水的幫助下，哈維颶風增強得很快，僅56小時從微弱的普通低氣壓變成4級颶風，平均風速215公里／時，最大陣風249公里／時。
3. 龜速移動：使得影響時間拉長，災情加重。
4. 三度登陸：哈維颶風一再往回墨西哥灣吸收水氣，造成每次登陸都有豐沛的雨量，其龐大雨量大約是在德州東南部每個人身上倒下約370萬公升的水。

颶風哈維襲擊美國，致使多處淹水、大規模停電、引發大規模洪災、河川溢淹、水壩潰堤、人民傷亡等慘重災情，估算經濟損失高達1,600億美元為美國史上破壞最嚴重的天災。

怕淹水!快下載行動水情APP

專業小常識

如何取得淹水警戒資訊？

1. 搜尋「經濟部水利署防災資訊服務網」（http://fhy.wra.gov.tw/）點擊上方警示鈕，了解目前淹水警戒區域及降雨情形。
2. 下載「行動水情APP」，主動推播防災警戒訊息，掌握即時防災資訊，預先做好防災準備。

知識分享

節水與再生水發展

■ 保育事業組、綜合企劃組

節約用水新措施—強制使用省水標章產品

輕鬆省水買的到、家中節水辦得到

我國自民國87年起即開始推動省水標章制度，符合規格標準之產品即核發省水標章。因此，民眾只要認明具有省水標章的產品來選購，即能在不影響原用水習慣之下，輕輕鬆鬆達到節約用水之目的。

那甚麼是省水標章產品呢？省水標章產品就是在不影響原設計的功能之下，如馬桶就是要把糞尿沖乾淨、洗衣機就是要把衣服洗乾淨等必要條件之下，其用水量符合訂定之用水量標準及相關適用性標準，所給予之識別性標章，代表該產品之用水量低且不影響原設計功能，便叫做省水標章產品。目前我們的省水標章產品共有11項，包括「洗衣機」、「一段式省水馬桶」、「兩段式省水

圖1 省水標章圖樣

馬桶」、「一般水龍頭」、「感應式水龍頭」、「自閉式水龍頭」、「蓮蓬頭」、「沖水小便器」、「免沖水小便器」、「兩段式沖水器」及「省水器材配件」。而其中「洗衣機」、「一段式省水馬桶」、及「兩段式省水馬桶」又依耗水量分為「金級」及「普級」（詳圖1）。

圖2 107年4月1日馬桶及洗衣機強制省水標章正式上路

經統計106年省水標章產品使用數量約為284萬件，估算其節省水量年約可達1,250立方公尺，無形之中在大家的日常生活裡，即為珍惜地球上的水資源盡一份棉薄之心力。

然而，隨著全球氣候變遷的效應日趨明顯，水資源不足的問題日益嚴重，為加大省水標章的成效，我國更進一步於105年5月4日頒布修正自來水法，其中第95條之1規定「法人、團體、個人於國內銷售中央主管機關指定之用水設備、衛生設備或其他設備之產品，該產品應具省水標章」，「前項省水標章之核發、標示、有效期限、展延、廢止、撤銷、銷售與裝設之查核及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之」。經濟部於106年9月21日公告訂定「應具省水標章之用水設備、衛生設備或其他設備之產品」，產品包括「洗衣機」及「馬桶」，並自107年4月1日生效，所以未申請通過省水標章的洗衣機及馬桶，目前已不得在國內銷售（詳圖2）。

專業小常識

省水標章小常識

省水標章產品種類眾多，經調查一般家庭一天用水之中，洗衣及沖廁的比例就佔了總用水量的41%，水利署為擴大省水標章產品之市占率，分別於民國99年及104年辦理補助民眾購置省水標章產品之優惠措施；另為讓廠商、通路商、民眾知

悉並宣導省水標章產品，水利署近年來亦邀請各大量販店合作設置省水標章專賣區，並於106年4月至7月，與9家量販通路、963家分店合作推廣省水器材，設置省水標章產品專賣區，鼓勵民眾選購省水家電。而在大家共同努力之下，高耗水的洗衣機及馬桶，目前省水標章產品市占率已分別提升至84.9%及91.4%，因其占家庭用水量高，強制應具省水標章對廠商影響最小，且對節水效益最高，故優先推動此二類產品。

除了洗衣機及馬桶外，後續將再依序評估推動其他應具省水標章的產品，並以11項省水標章產品之市占率都達100%為今後努力之目標。

再生水發展

再生水發展必要性

隨著全球氣候變遷及極端氣候影響，國內水資源利用面臨諸多考驗，為穩定社會及經濟持續發展需求，必須透過多元水源供應方式，以滿足各界用水需求。水利署一方面持續開發水庫、攔河堰及地下水等傳統水資源，另一方面也積極評估開發新興水源，例如雨水貯留、伏流水利用、再生水利用、海水淡化…等，其中再生水主要來自公共污水處理廠放流水再生利用，相較於其他水源，在水質及水量上更具有穩定性，為目前新興水資源開發重點之一。

發展現況及潛勢

國內再生水利用將從4股水源著手，包括民生公共污水下水道系統或事業專用下水道系統之廢（污）水或放流水，經處理後可再利用之系統再生水，及未排入下水道系統之民生污水或工業廢水，經處理後可再利用之非系統再生水。根據水利署民國105年調查資料顯示，國內再生水使用量每日約51.7萬立方公尺，主要集中於工業用水大戶廢水自行回收利用，約佔總使用量88%。

現階段公共污水處理廠共計61座，其污水處理量平均每日約300多萬立方公尺，惟再生利用量僅3.9萬立方公尺，具有高度開發潛力，目前已列為國內再生水推動主軸。但是，再生水廠開發仍須就污水量是否充足、鄰近是否有使用端、輸送距離與揚程及經濟規模等因素進行綜合評估，因此，每日300多萬立方公尺污水並無法全數利用，例如八里污水處理廠污水處理量每日達到100萬立方公尺，雖然佔全國污水處理量三分之一，但鄰近並無工業區，實務上不易推動。

經調查，共計有26座廠址具有開發潛勢（如表1），政府目前已挑選7座廠址進行示範推動，預計民國112年使用量可增加每日29.1萬立方公尺，並可帶動業界後續投入開發，達到民國120年使用量每日132萬立方公尺目標（如圖3）。

表1 公共污水處理廠可供再生水利用潛勢廠址

地區	污水廠	供水目標工業區
桃園	桃園北區	大園、桃園航空城、北部特定區
	中壢	觀音、中壢、桃科工
	龜山	華亞科技園區
	楊梅	桃園幼獅、平鎮
新竹	竹北	新竹
	竹東	竹科新竹園區
	客雅	
苗栗	苗栗	西山
	竹南頭份	竹南、頭份
臺中	石岡壩	中科后里園區
	臺中港	加工出口區中港園區
	福田	臺中港專區、彰濱工業區
	豐原	中科臺中園區
	文山	臺中
	水湳	中科臺中園區
雲林	斗六	雲林科技
嘉義	擴大縣治	馬稠後
臺南	安平	南科臺南園區
	永康	
	安南	臺南科技工業區
	仁德	臺南保安
高雄	鳳山溪	臨海、大發
	臨海	臨海
	楠梓	加工出口區楠梓園區、大社
	林園	林園
屏東	六塊厝	加工出口區屏東園區、屏東

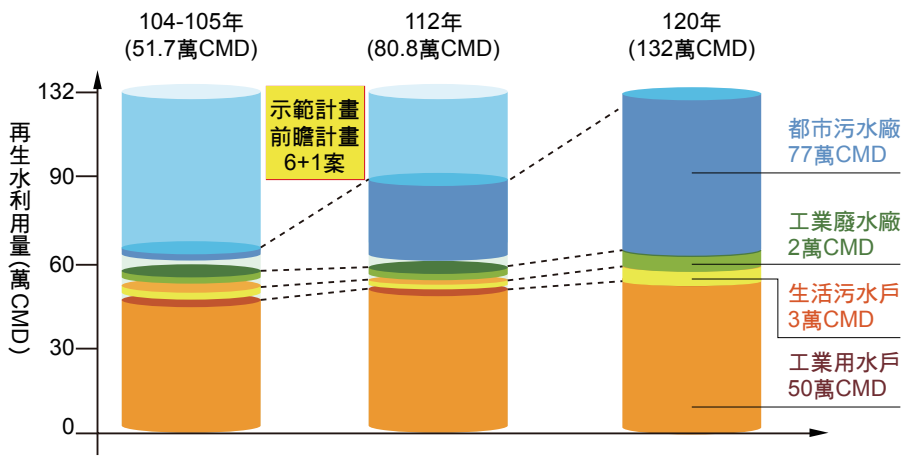


圖3 國內再生水利用現況及發展趨勢

專業小常識

何謂再生水

再生水，指廢（污）水或放流水，經處理後可再利用之水；依其處理水源不同，可區分為系統再生水及非系統再生水。而系統再生水與非系統再生水兩者差異，在於廢（污）水或放流水取用前，是否曾排入公共污水下水道系統或工業區專用下水道系統。

河川揚塵與防制作為

水利行政組

臺灣河川揚塵成因與分布

天然現象

臺灣河川上游蜿蜒陡峻，水流湍急；下游寬廣平緩，流路不定。又豐枯水期流量變化大，加上地質特性，河床自然形成許多植物無法於短期內生長的裸露地，而愈下游平緩的寬廣河床土砂粒徑愈小，所以每年10月至隔年4月枯水期東北季風吹拂時，易產生天然不可抗力的河川揚塵（風飛砂）現象，並非近年才發生，且主要為原生性懸浮微粒（PM10），有別於空氣污染的細懸浮微粒（PM2.5）。

河川揚塵分布

臺灣地區24條中央管河川中，揚塵現象較明顯者以濁水溪（雲林縣轄區）及卑南溪（台東縣轄區）2條河川下游河段，而大安溪、大甲溪、烏溪、蘭陽溪、和平溪、花蓮溪、秀姑巒溪及高屏溪等8條河川下游也有局部區域發生，其餘中央管河川則較無揚塵影響情況，分布情形如圖1及表1。

圖1 易發生河川揚塵之中央管河川

表1 易發生揚塵河段（紅色為最常發生河川）

揚塵水系	易發生區段	防制重點區域
蘭陽溪	葫蘆堵橋至出海口	水管橋至蘭陽大橋
和平溪	大濁水橋至出海口	大濁水橋至出海口
大安溪	義里大橋至出海口	新大安溪橋至西濱公路橋
大甲溪	后豐大橋至出海口	國道三號橋至西濱公路橋
烏　溪	中山高速公路至出海口	國道一號橋至國道三號橋
濁水溪	溪州大橋至出海口	自強大橋至西濱大橋
高屏溪	里港大橋至出海口	里港大橋至萬大大橋
卑南溪	電光橋至出海口	利吉橋至出海口
花蓮溪	米棧大橋至出海口	米棧大橋至花蓮大橋
秀姑巒溪	玉里大橋至高寮大橋	玉里大橋至高寮大橋

專業小常識

何謂河川揚塵

一般而言，就是指河床裸露地上的乾燥微小砂粒，受強烈的風吹起砂現象，也有人稱「風飛砂」。

何謂懸浮微粒(PM10)

空氣中含有極小的懸浮砂粒，而其粒徑小於或等於10微米(μm)，相當於頭髮直徑的1/7至1/5，如河川揚塵、公園裸露地的風飛砂。

何謂細懸浮微粒(PM2.5)

空氣中含有極微小的懸浮粒子，而其粒徑小於或等於2.5微米(μm)，直徑相當於PM10的1/4，如產業排煙、汽車排氣、焚燒稻草、燒香放煙火等。

河川揚塵防制分工

跨中央部會與地方政府分工合作

由於揚塵防制工作涉及環保、防風造林及水利等專業技術領域，行政院104年8月19日核定由行政院環境保護署整合農委會林務局、縣市政府及經濟部水利署等相關單位辦理，並由環保署統籌建立制度與監測督導，水利署負責中央管河川區域內揚塵防制、林務局辦理防風林植樹，以及地方政府也分工辦理相關河川揚塵改善與宣導措施，且定期召開河川揚塵防制及改善專案會議，積極研商辦理揚塵防制工作，其分工內容如圖2。

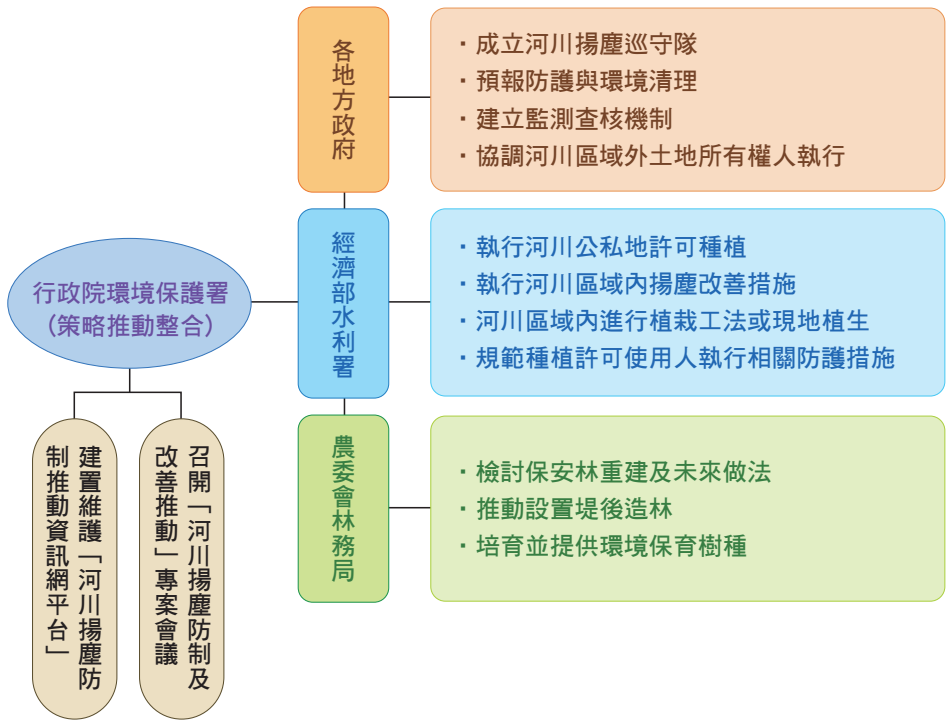


圖2 河川揚塵防制分工

河川區域內揚塵防制作為

91年度起即陸續辦理揚塵防制

河川揚塵雖然屬於天然不可抗力的現象，但為改善住在河川下游沿岸風尾處的居民擔心吃飯攪砂，因此，水利署相關河川局就轄管河川有揚塵現象者，自91年起即陸續投入揚塵防制工作。

民眾協力防制

針對河川區域內已許可使用土地部分，於河川公（私）地使用許可書已增列相關揚塵防制協力義務條款，由河川土地許可使用者應配合辦理揚塵防制措施，如果有違反環保相關法令的情形者，將廢止其許可。

防制措施

未許可使用的河川裸露土地，且為揚塵易發生區域部分，則進行揚塵防制工作。其措施採行（1）高灘裸露地種植灌木防洪植栽、（2）中灘地植草綠覆蓋、（3）低灘地河道整理（疏濬）、截砂石籬、攔水土堤或挖掘蓄水池塘水覆蓋、（4）短期應急措施（如設防塵網、鋪塑膠布、設水帶、鋪稻草、機動噴灑水或噴三仙膠固結細砂）、（5）民眾申請許可種植應配合辦理揚塵防制措施等，以因地因時制宜原則辦理，相關措施如圖3。

防制成效

近年以水覆蓋、綠覆蓋等定砂工法每年防制面積達450公頃以上，依環保署監測懸浮微粒PM10年平均濃度已有減緩趨勢，如圖4及表2，如卑南溪PM10下降35%（懸浮微粒年平均濃度由98年42.50微克/立方公尺降至106年27.70微克/立方公尺），濁水溪下降7%（懸浮微粒年平均濃度由98年75.75微克/立方公尺降至106年70.60微克/立方公尺）。

卑南溪梯田水覆蓋

濁水溪土堤蓄水池塘水覆蓋

濁水溪種植灌木防洪植栽

大安溪設直立式防塵網及植草綠覆蓋

圖3 河川揚塵防制措施

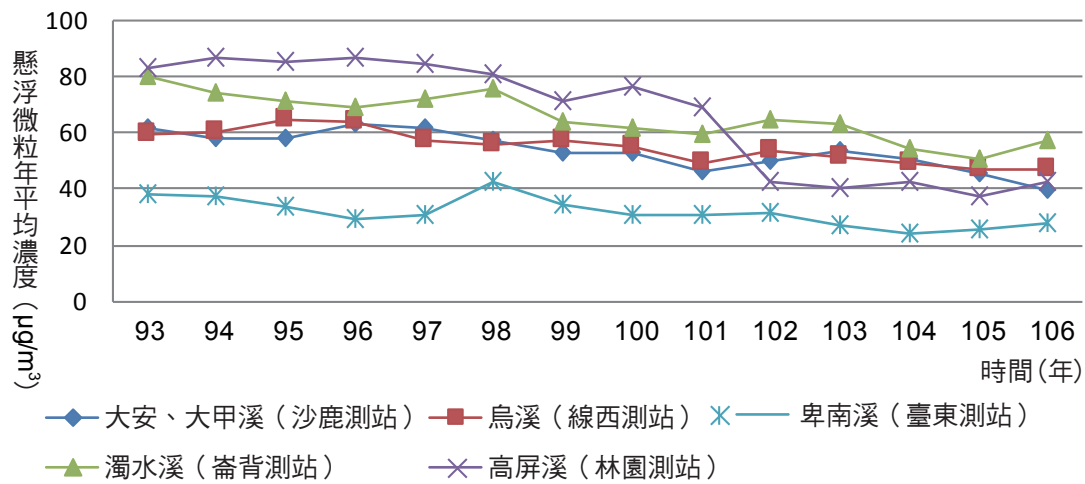


圖4 六條河川懸浮微粒年平均濃度變化

表2 98年與106年懸浮微粒年平均濃度比較

河川	懸浮微粒(PM10)年平均濃度μg/m³		河川	懸浮微粒(PM10)年平均濃度μg/m³	
	98年	106年		98年	106年
高屏溪	80.83	42.30	卑南溪	42.50	27.70
烏　溪	55.92	47.10	濁水溪	75.75	70.60
大甲溪 大安溪	57.08	39.60			

未來工作挑戰

增編經費擴大辦理

鑒於河川土地是提供洪水期的排洪空間，防制措施不論採用引水漫灌的水覆蓋、現地植草的綠覆蓋或是其他定砂防制設施，都有遭颱風豪雨洪水沖毀的風險，如106年卡努颱風外圍環流與東北季風共伴效應影響，就導致水利署第四河川局所辦理濁水溪植草綠化與蓄水池塘水覆蓋措施被洪水沖毀，以及第八河川局所辦理卑南溪梯田水覆蓋措施，幾乎被大水全數沖毀，需要再次趕工修復。至於在河床施作堅固的鋼筋混凝土等建議，雖可以抵抗洪水沖刷，但仍會於汛期後被自上游夾帶流下的土砂覆蓋，留在上方的土砂，又將是下一次發生揚塵的來源。

所以每年均需持續匡列經費辦理經常性維護養護工作，也因應近年氣候極端影響明顯，106年度經費已由5,000萬元提高至8,000萬元，107年度經費更增至約2億元，計畫防制面積也由每年450公頃擴大達1,650公頃以上；並視颱洪沖損情形持續滾動檢討辦理。後續仍與環保署、農委會及地方政府等單位一起分工合作，致力於河川鄰近地區的揚塵防制工作，共同改善河川揚塵問題。

防制河川揚塵需要學習蜘蛛的精神，以「因地制宜」與「因時制宜」原則持續與大自然作戰。更需要得到民眾的支持及參與，所以，有揚塵情形的河川局都會不定期透過在地NGO夥伴先進與防水志工的協助及號召，到沿岸社區活動中心辦理「揚塵防制願景」說明會，除說明辦理情形與廣納民眾建言外，並深入討論精進河川揚塵的防制策略與方式，進而取得民眾的支持與信賴，以及鼓勵民眾辦理自主防護措施，也就是在住家多種植綠樹等方式來共同減少揚塵危害，為好空氣一齊努力。

專業小常識

如何防制河川揚塵

設法控制上游的砂源與將河床裸露地上的乾燥微小砂粒潤濕、固結、攔截或阻擋風吹等方法。如上游坡地的水土保持工作、下游河川灘地上挖掘數條小渠道引水潤濕土砂或設置土堤攔水淹沒砂洲的水覆蓋、或於較高灘地上植草的綠覆蓋、或人工設置防塵網、鋪塑膠布、鋪稻草、種植防風林等阻擋風吹揚塵的工法。

海岸情勢及防護

河川海岸組

臺灣海岸特性

臺灣東臨太平洋，西臨臺灣海峽，東部海岸因海岸山脈面海矗立，岸邊多懸崖峭壁，海底坡降陡峻，距岸不遠處即為深海。西部海岸因山脈距海較遠，沿海平原坡度平緩，海灘承其餘勢坡度亦緩；加以各主要河川均西向流入臺灣海峽，順流而下之大量泥砂堆積於近海地區，遂助長海灘向外伸展。

臺灣海岸地形多變，西側臺灣海峽為大陸棚地形，平均深度60公尺，有豐富的沙灘、沙丘、潟湖、河口、紅樹林和寬廣的潮間帶；東側為太平洋，離岸6浬，海深即達3,000公尺，沿岸多礫灘、岩礁、灣澳及海崖，因此海洋生物豐富，魚種約佔全球所有紀錄種類的十分之一。

海岸空間利用

臺灣海岸濱海陸地3,003平方公里，近岸海域10,677平方公里，海岸延伸空間發展潛力龐大（約臺灣本島面積35,873平方公里的38%），且因氣溫適當，觀光遊憩與漁業資源豐富，加上人口成長、經濟發展與國防管制放寬，沿海地區之空間利用漸趨多元，同時為生態環境敏感地區、產業發展、交通運輸、景觀遊憩及國防安全等之使用空間。

因過去未能整合考量海岸土地及資源之特性，以致發生海岸土地競用、超限利用、不當利用等情事，使海岸在多功能利用、資源與生態棲地保存維護及國土保安等方面均面臨重大威脅。

海岸人工化情形

臺灣海岸線總長約1,979公里（本島1,333公里），其中自然海岸約1,098公里（本島585公里）佔55.46%、人工海岸約881公里（本島748公里）佔44.54%。

海岸防護演進

海岸防護發展

經濟部水利署前身臺灣省水利局自民國61年奉命辦理全省海堤整建工作以來，陸續於災情較嚴重地區興建一般性海堤，以保護人民生命財產安全、阻擋國土流失並間接促進經濟發展。四十餘年來完成海堤長度約524公里（佔海岸長26.47%，約為海堤規劃興建總長度之95.6%），已有效降低海岸災害。現階段正依96年行政院核定永續海岸整體發展方案，採取無災害不再新建海堤策略，並以「自然海岸線比例不再降低」作為計畫執行原則，同時在因應未來氣候變遷衝擊上，以降低受災潛勢，減輕海岸災害損失為調適目標。

海岸防護工法演變

民國61年以前，海岸防護係採因地制宜方式施作簡易防潮堤，以保護人民生命財產並降低海水暴潮溢淹風險；61年~76年，為提升沿海居民安全，採水岸施作完整海堤或突堤保護（線的保護）；77年~93年，隨著社會、經濟、人口之快速成長，海岸地區成為新興開發地區，為與海共生共榮，此時期採水域施作離岸堤及人工岬灣（面的保護），以創造水岸空間（如圖1）。

宜蘭竹安海堤

花蓮北濱海岸人工岬灣

屏東海灣海堤

臺南七股鹽田海堤

圖1 海岸保護工示意圖

至民國93年，一般性海堤整建已大致完成，然而，以往辦理「海岸防護」工程多以硬性工法為主要手段，雖能抵禦潮浪，卻無法防治海岸侵蝕，也在無意中破壞海岸地區之環境、生態及景觀，反思之後，未來辦理海岸防護工作應以「海岸永續經營」為基本理念，以「海岸環境營造」為總題綱，以「海岸復育」、「侵蝕防治」及「親水空間整建」為主要工作項目，並儘量採取「生態工法、自然材料」為主要手段，期在防災同時亦能兼顧環境、生態、景觀、親水、休閒遊憩等標的之需求（如圖2、3）。

圖2 海岸環境營造-花蓮化仁海堤

圖3 海岸環境營造-屏東後灣海堤

專業小常識

何謂一般性海堤、事業性海堤

一般性海堤：指用於維護國土及人民生命財產安全之海堤，如保護沿海地區聚落所興建之堤防及附屬構造物。

事業性海堤：指用於保護特定目的事業之海堤，如保護離島工業區、海埔新生地、台電設施、軍港、漁港…等事業所興建之堤防及附屬構造物。

海岸防護對策

整體海岸管理

為了維繫自然系統、確保自然海岸零損失、因應氣候變遷、防治海岸災害與環境破壞、保護與復育海岸資源、推動海岸整合管理，並促進海岸地區之永續發展，海岸管理法已經在104年2月4日公布實施，而為了進一步保護、防護、利用及管理海岸地區土

地，內政部依法於106年2月6日公告實施「整體海岸管理計畫」訂定整體海岸保護、防護及永續利用之議題、原則與對策。

海岸防護

考量海岸地區存在海岸侵蝕、洪氾溢淹、暴潮溢淹、地層下陷或其他等潛在災害，「整體海岸管理計畫」已指定臺灣海岸之一級或二級海岸防護區，並指示相關中央及地方權責機關必須在管理計畫公告後分別在3、4年內完成「海岸防護計畫」公告及劃設海岸防護區，俾據以辦理海岸防護工作，保護民眾生命財產安全，並避免國土流失。

海岸防護區劃設

防護區劃設可概分為核心區與非核心區（如圖4）。

「核心區」為面臨潮浪衝擊之海域側地區，防護策略採以治理與管理並重方式，結合防護工程、環境營造及生態維護，降低海岸災害發生的風險及對環境的衝擊。

「非核心區」為陸域側各類型災害之高風險潛勢地區，考量工程防護有其限制亦不是萬靈丹，防護方式以避災管理為主；以暴潮位作為相關單位進行土地利用管制、災害預警、風險轉移等避災規劃，以減少災害發生時所造成之損失。

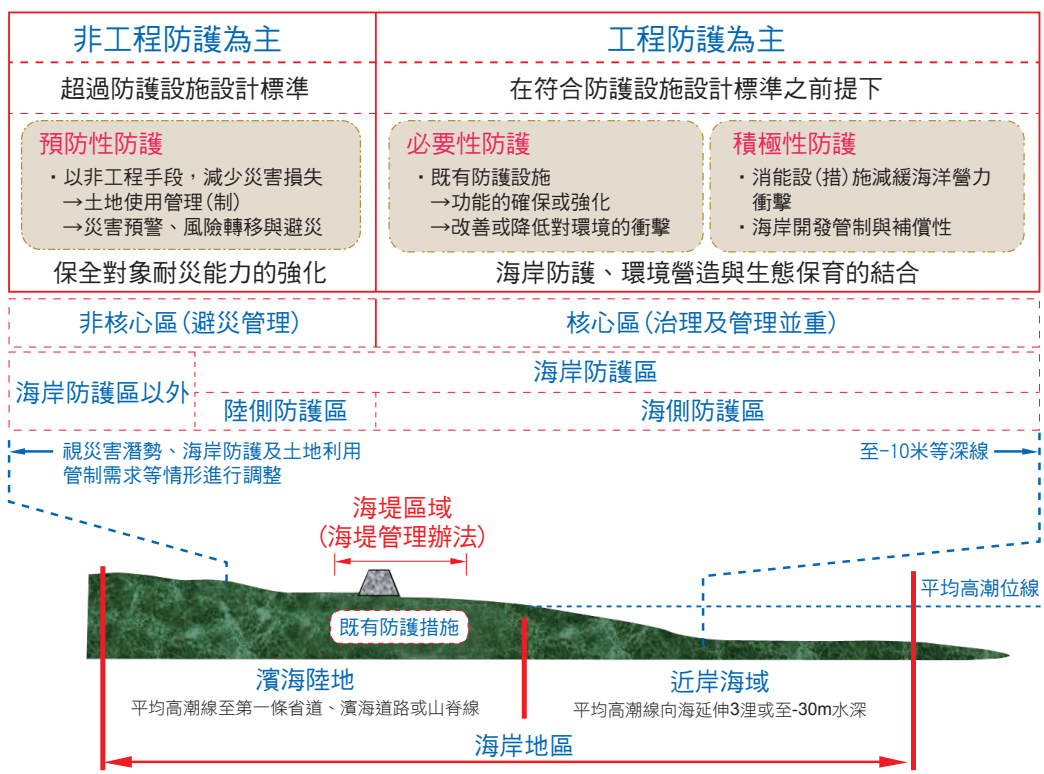
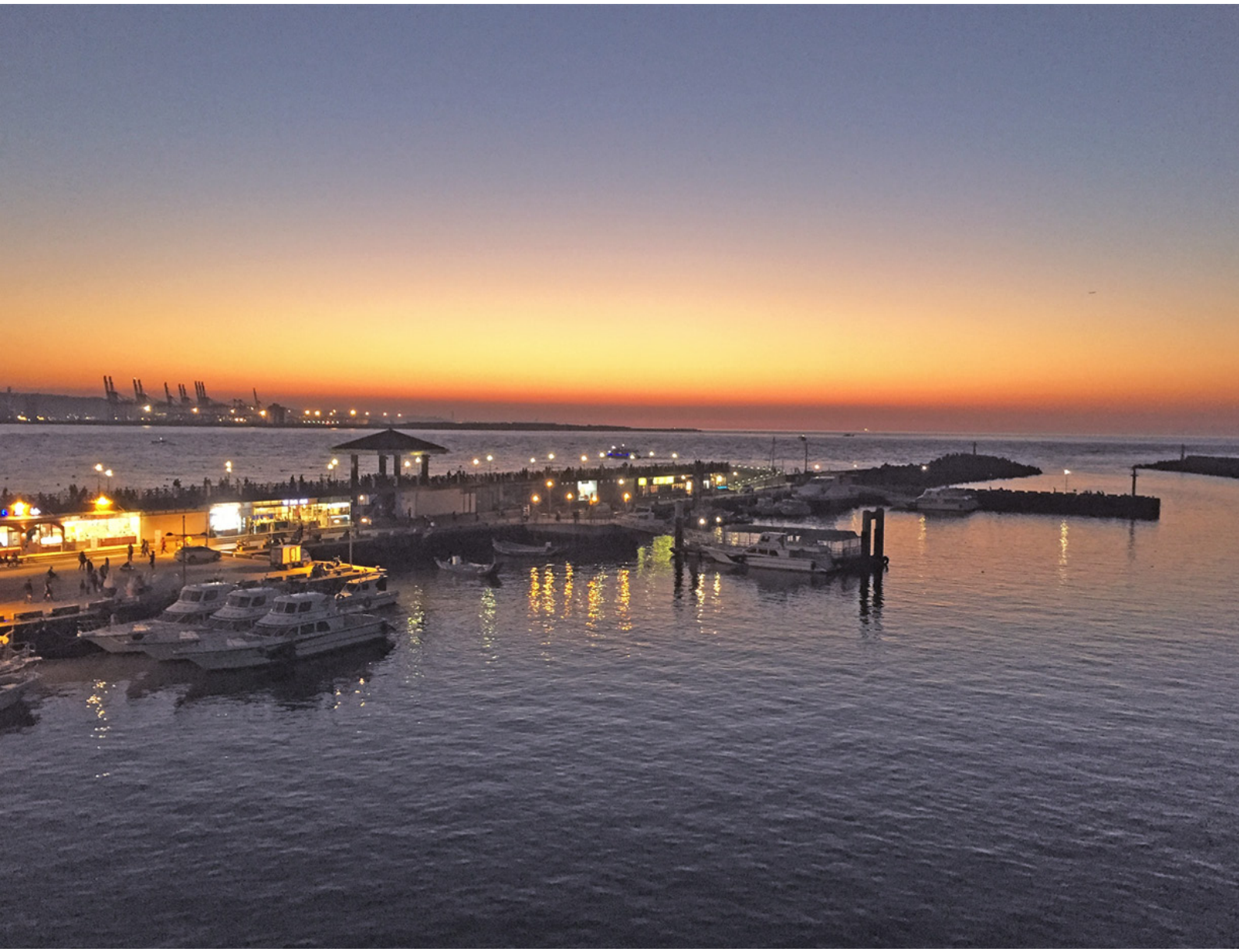


圖4 海岸防護區劃設及防護



經濟部水利署

2018

106年臺灣水文環境情勢專刊