經濟部水利署

2019

臺東紅石溪堤防環境改善工程

以「防洪治水」為主軸，並導入「環境生態」及「親水遊憩」等跨域加值概念，改善紅石溪通洪瓶頸段，並融入在地客家及稻米元素，稻米意象固床工可供小魚躲藏，一旁生態洩水道供魚類洄游產卵，結合生態減碳及永續經營理念，打造關山地區沿線之水岸魅力。

107年臺灣水文環境情勢專刊

特別報導

水文觀測人員的一天

水文觀測業務推動與未來展望

107年水情與應變

- 水文環境
- 抗旱應變
- 重大水情與應變

知識分享

- 自動流量站
- 水文分析新訊息

目錄

2019 JUNE

CONTENTS

發行與編輯團隊

中華民國108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　張國強　劉昌文　張良平　蔡孟元　林元鵬

編輯策劃　王國樑

編審委員　李如晃　潘禎哲　楊介良　林玉祥　曾國柱

編輯小組　馬家驎　簡文奎　吳一平　陳唯心　陳明城　李亞儒　宋睿唐　劉振隆　賴文政　陳春伸　李維人

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　水文觀測人員的一天
- 08　水文觀測業務推動與未來展望

12　107年水情與應變

- 12　水文環境
- 21　抗旱應變
- 25　重大水情與應變

30　知識分享

- 30　自動流量站
- 33　水文分析新訊息

署長的話

由於全球暖化及氣候變遷影響，使得水文極端枯旱或降雨事件發生頻率愈加頻繁，致發生旱災或水災似乎已成為常態，如107年上半年南部遭逢嚴重乾旱，6月時曾文水庫蓄水率僅剩1.8%，然下半年8月23日熱帶低氣壓劇烈降雨卻又造成南部嚴重水災，因此氣候變遷所造成異常旱澇嚴重影響民眾生活及國家經濟發展。

面對氣候變遷下異常旱澇事件之嚴峻挑戰，必須隨時因應檢討各項水資源調配與防洪治水策略，同時於規劃、設計、施工到維護管理皆要有系統性考量及納入公民參與，因此於今（108）年1月16日起即辦理6場全國治水北、中、南、東四區座談會，並於4月30日舉辦「韌性臺灣-全國治水會議」，廣邀各界提供建言，並融入刻正進行之前瞻基礎建設水環境計畫，以共同擬定與時俱進的水利政策，攜手打造韌性、耐災、宜居的生活。

為因應氣候變遷下水資源及治水計畫前瞻性、智慧化及系統性需求，必須持續不斷強化水文觀測資料庫、精進觀測技術與加值分析等工作，以作為利水、治水及愛水計畫達成目標之支撐基礎；另外本署各所屬機關同仁也必須強化自身水文分析能力，以隨時檢討轄管流域水文量變化、水源調配及調整治理與防災對策。

本專刊為綜整臺灣水文情勢分析及政府抗旱防洪應變作為，可提供民眾對於臺灣水文環境變化趨勢、水資源利用及防災應變相關資訊，進而能瞭解、支持與協助政府推動各項水利相關政策，同時共同在氣候變遷下建構韌性臺灣的願景。

經濟部水利署　署長

水文觀測人員的一天

■ 水文技術組

水文觀測工作是水利署重要任務之一，因水文觀測紀錄著臺灣的水文變化，而觀測資料是一切水利工程規劃及防減災決策的依據。然而這些資料從何而來呢？

經濟部水利署(以下簡稱水利署)在全臺建置了265水位觀測站，其中101站有進行流量觀測。雖然水位的觀測已經全面自動化，但每個月仍有幾天需觀測人員至現場進行流量觀測，建立水位流量率定曲線關係，以換算河川的流量。水利署各河川局裡有一群默默付出的水文觀測人員，他們是水利界的先鋒與無名英雄，不論是風和日麗或是惡劣的天氣都需要上山下海，他們的工作通常不為外界所知，今天就請大家跟隨著小編側記水文觀測人員的一天。

蓄勢待發

在3月的早晨，揮別前幾日的濕冷，前往水利署第二河川局(以下簡稱二河局)轄區，在水利署桃竹苗區域水情中心的停車場上，九點鐘響，默契十足的水文觀測團隊(左起孫浩淳、賴文政與莊偉成，如圖1)迅速地帶著測深錘、普萊式流速儀及手持式雷達測速槍前往頭前溪流域的上坪、內灣、竹林大橋與經國橋等4處水位流量站(如圖2)，一天的觀測工作即將展開。

圖1 觀測團隊

圖2 路線地圖

全神專注的外業挑戰

駛離市區，隨著轉入122線道，蜿蜒的路面，山林的氣息迎面而來，小編還來不及享受，我們已抵達上坪站，觀測人員依照「地面水文觀測手冊」的工安規定帶好安全帽與穿好反光背心，準備開始施測流量。觀測人員說：在野外觀測時總是會有無法預期的情況出現，所以觀測期間要全神貫注，還要能隨時應變突發狀況。

流量觀測包含測流速與斷面面積兩個部分，流速觀測，常使用普萊式流速儀或手持式雷達測速槍。當水深小於0.75公尺時，觀測人員在河裡面朝水流將流速儀置入水中，好讓流速儀上的旋杯轉動，觀測人員帶著耳機聽著旋杯轉動的訊號聲，並記錄訊號聲音的次數，再依照旋杯轉動的次數代入公式計算出流速。面積的部分，一般使用測深錘量測水深。觀測人員在橋上將測深錘分別垂降到水面與河床上，再將兩處的皮尺讀數相減就是水深，經過分段的接續量測水深就可以得到觀測水面的斷面積。

為了觀測人員的安全，一旦水深超過0.75公尺時則規定不在水中作業，不巧，今天的第一站上坪站的水深超過2公尺，考慮作業安全而取消涉測。因此觀測人員們拿著測深錘及手持式雷達測速槍在橋面上專注地進行水深及流速觀測(如圖3)，同一時間觀測數據也詳實地被記錄(如圖4)。當我急忙按下快門試著捕捉觀測人員們的認真神情時，斷面上為數不少的測點已經悄悄地做完了，似乎美麗的山景也無法使觀測人員的目光多停留一秒。一轉身已經在收拾設備，並匆匆地駛上竹35線道跨越稜線趕往內灣站。

小編在車上心中想著：「除了山裡的天氣真的是捉摸不定外，水文觀測也不是我們想像的遊山玩水，而是上山又下水！」。今天排定需完成4站觀測作業，因此觀測人員也有在跟時間賽跑的壓力，匆匆返回到市區，陽光也漸漸毒辣，也許觀測人員那身黝黑的皮膚說著他們曾身經百戰。

竹林大橋與經國橋橫跨著寬闊的頭前溪，我們在沒有人行道的情況沿著機車道步行上橋，身旁滿是呼嘯而過的車輛及搖晃的橋面；然而觀測人員卻是如此淡定且專注地討論著流況與執行觀測。這樣的情況讓小編不經想到颱風來襲時，觀測人員在橋上冒著強風大雨下工作有多麼危險，這也讓小編深深地佩服。

圖3 流量觀測作業

圖4 記錄觀測資料

基礎資料的建置

結束80公里的旅程及橋上驚魂，小編慶幸完成這次的記錄任務，但回到水情中心，觀測人員熟練地整理好裝備並匆匆地填飽肚子後，旋即取出熱騰騰的紀錄表格，熟練地將觀測資料輸入電腦並分析。分析什麼？就是利用剛測得的水深與流速資料計算流量，也就是瞭解有多少體積的水流過。掌握河裡有多少水很重要，因為關係到我們還有多少水可以使用與調配。或許大家對新竹地區剛剛經歷缺水危機還記憶猶新吧。除此之外，這些資料被應用在與我們息息相關的河川治理與水資源規劃。

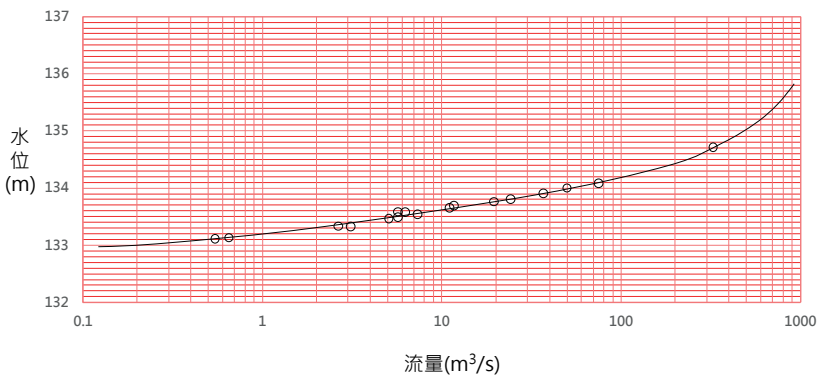
良心的事業

「水文觀測是良心事業」，看似平凡的水文觀測人員一天，就如「地面水文觀測手冊」第一章就寫著「觀測人員應本於職責，熟捻相關觀測方法及業務，忠誠而確實觀測及保存原始記錄…」，是背後有一群默默地為了水文工作付出。正因如此，應該讓更多人看到水文觀測工作的真正價值。下次大家在橋上或在水邊看到身穿反光背心，手上拿著流速儀器的水文觀測人員，請為他們送上一個大大的讚喔 ！

專業小常識

水位流量率定曲線

河川流量觀測受限於複雜的河川斷面及流速條件，要能連續直接的觀測是很困難的事，但水位觀測卻十分方便。因此實務應用上，可先透過多種不同水位與相對應流量的觀測，將其水位繪於縱坐標，流量繪於橫坐標，依河川特性及水位站條件推求具代表性之率定關係。其結果近似曲線，故又稱為水位流量率定曲線。觀測人員可利用該曲線，由測得之水位高程推求對應流量。



地面水文觀測手冊

為使各河川局進行水文觀測時有所遵循，水利署編撰地面水文觀測手冊，共分為「觀測作業篇」、「資料處理篇」及「儀器維護篇」等三個部份，內容為水文觀測業務之實施方式及相關規範，屬於實務應用之工具書。

觀測作業篇主要說明現地觀測操作方法；其中包含全洪程流量觀測，也就是颱洪期間的流量觀測，以取得河川高流量資料及完整流量變化。資料處理篇則規範觀測資料處理、檢核及統計方法。最後儀器維護篇提供觀測儀器維護、保養及檢校方法。

後記：人物側寫-徐治民

踏入水文觀測這條路

俗語說「家有一老如有一寶」，在瞬息萬變水文觀測現場，經驗豐富的前輩有著讓人安心的力量。才剛結束水文觀測的紀錄，小編迫不及待走進二河局規劃課辦公室聽著笑容滿面的阿民哥一徐治民說著關於水文觀測的故事（如圖5）。又有誰會知道，從民國70年他一腳踏進第二水文工作站那一刻起，竟開啟他38年的水文觀測人生。

圖5 徐治民-阿民哥

用生命來搏

阿民哥操著客家口音說著當時資源匱乏，凡事都要自己來，包含修理儀器與周邊設備，尤其儀器在觀測時若是損壞則將影響後續的觀測作業，因此具備強大的維修能力是必要的。在他年輕時，全洪程觀測是必經的考驗。他回憶著當時為了掌握完整流況，必須在現場

圖6 阿民哥於雨中進行流速觀測

全天待命，強風驟雨下只能克難地躲在廟裡等待指定時間進行觀測，當然也包括半夜，觀測時也必須頂著風雨完成任務（如圖6）。現場工作時突發狀況勢必很多，他回憶著某次涉水觀測於中午前暫告一段落後，心想就休息一下吧然後就上岸；突然山區烏雲飄來，接著山區洪水滾滾而下，水位迅速地上漲約3公尺，甫上岸的他看著洪水慶幸自己好險撿回了一條命。接著他說102年蘇力颱風時桃竹苗地區降下豪雨(頭前溪流域內白蘭站測得3日累積降雨為963.5毫米)，因為人力不足使得他在現場操作普萊式流速儀時必須將訊號繩綁在身上並同時聽著旋杯的計次聲。然而洪水夾帶的漂流木不偏不倚地與普萊式流速儀緊緊地糾纏著。強大的水流拖曳著他往河裡移動，危急之時只能靠著其他伙伴一起奮力地拖住，狂風中靜靜地等待漂流木自己脫離儀器。小編想像著當時驚險畫面已經冒了一身汗，不過他卻是輕描淡寫地說。

無法割捨對水文的感情

聽完好險與驚險的故事，阿民哥就接著說現在科技進步雖已經減低風雨對水文觀測人員的威脅，但仍有許多情況需觀測人員親臨事件現場，例如低流量涉測、高流量校驗觀測與儀器故障排除等；但是人力不足與高流動率導致經驗傳承不易。因此他建議除了努力維持穩定且足夠的觀測人力外，更需持續納入新式觀測技術，並結合現行觀測流程，建立多元觀測方法以應付不同水文狀況。因為二河局於轄區流域內安裝13具表面流速儀並建置自動流量觀測系統，所以他建議增加各測站斷面上的表面流速儀數量，以強化流量推估的精度。同時也需要增加高流量觀測，以提升表面流速與平均流速轉換的可信度。

傳承下去，讓水文觀測更好

在結束訪談前阿民哥帶著小編到裝備室介紹只能在教科書看的到的浮筒式水位計與雨量筒，並看他熟練地拆裝自記式雨量計的記錄紙並解釋著運作方式，讓小編覺得水文觀測經驗值是需要付出歲月去累積的，如此才能帶領後輩將經驗一點一滴地傳承。期間小編問他可曾害怕過？他說：「不知道的人不會怕，知道的人很害怕」。所以他的言語中早已透露當時心中的恐懼與完成任務的堅持。最後他提醒從事水文觀測的後輩們：「**注意安全**」。短短四個字卻有著滿滿的關心。

水文觀測業務推動與未來展望

■ 水文技術組

水文觀測是國家發展重大水利建設之基礎資料來源，其不論在水利規劃、水利工程建設、防汛抗旱、水資源管理與保護等方面皆發揮了重要作用。以政府推動的河川整治及水資源開發等重大計畫為例，相關規劃、工程設計所需資料與分析成果，即是水文觀測在水利事業領域的具體貢獻。然而，在氣候及極端降雨事件下，造成局部洪澇災害、水資源及環境維護等問題日漸突顯，且社會快速進步，資料應用範圍也越來越擴大，爰對水文觀測的要求隨之提高，因此調整傳統水文觀測方法也成為急需解決的課題。為能夠持續維持水文觀測、調查及分析業務，同時推動觀測技術改革及創新，藉此獲得各項水文資料與資訊，是政府推動水資源基礎建設中最重要的工作。

水文觀測現代化之推動歷程

臺灣早期從事水文工作的機構，多依本身業務需要自行設站觀測，其觀測方法及成果難趨一致，直到58年，省府以聯合國專家包克士博士提出的「臺灣省水文網先驅計畫終期報告」為藍本，先後推動水文網十年計畫、新六年計畫，將各機構測站合併為一整體站網後，才為全臺水文觀測奠定良好的基礎。爾後因水資源環境大幅改變，水文觀測需進行前瞻性的規劃與調整，行政院遂於87年通過兩期「臺灣地區水文觀測現代化整體計畫」，第一期88~92年，分5年完成水文網基本站調整、設備更新改善及資訊網建立；第二期94~98年，分5年強化水文資訊自動化傳輸與品質管理機制，經此階段後雨量不再使用人工進行

觀測，水位觀測也以超音波、雷達波取代傳統浮筒式水位計，同時測站亦具備遠端資料傳輸功能，可滿足支援水資源調配、災害防救等決策需求，達成水文觀測現代化之階段性目標。

現階段水文觀測科技發展及具體成果

水文觀測現代化整體計畫實施屆滿後，考量全球異常氣候發生頻繁，水文環境變化仍具有高度的不確定性，為滿足水文防災與氣候變遷調適的施政需求，行政院又陸續核定實施兩期「臺灣水文觀測長期發展計畫」，除持續辦理觀測業務並推動資訊多元應用外，第一期99~103年開始加強本土化水文測報技術研發，並將測站全面提升為GPRS或3G網路傳輸，第二期104~109年則延續前期成效，進一步擴大相關測報技術在現場作業的運用，希望藉由新式感測及資通訊科技的導入，將傳統上被認為耗時費力、危險度高、精準度不佳的觀測工作，轉為節省人力、兼顧成本及安全的作業方式，藉此降低觀測人員安全風險，同時改善人力普遍不足的問題。

近年水利署透過產、官、學、研能量的結合，針對本土需求發展具潛力的泥砂濃度量測及非接觸式流量量測技術等，已有具體而豐碩的成果，並透過試驗測站的建置及現地長期實測評估，逐步朝河川泥砂、流量自動化監測的方向邁進；另一方面，相關技術專利商品化的成功案例也強化國內水利產業的發展優勢，對於本土化儀器的推廣與市場開發將產生極大助益。

未來展望與願景

回顧過去50年水文觀測業務的進展，包括雨量、水位等觀測項目已由人工操作及判讀，一步步邁入全自動化觀測時代，且隨著通訊技術的發展，資料傳輸品質、速度及穩定性獲得大幅提升，水文網於防災預警方面亦發揮極大功效。然而面對挑戰性相當高的觀測作業環境，尤其是在颱洪時期惡劣的條件下，河川流量自動化觀測仍有許多待解決的問題及發展空間。因此，水利署刻正規劃研擬「臺灣水文觀測長期發展計畫第三期（110~115年）」，期能延續前期基礎建置成果，擴大自動化流速監測、無人載具量測及即時流量推估技術之整合與應用，將自動流量觀測予以作業化。同時結合「前瞻基礎建設計畫」水資源物聯網感測基礎雲端作業網絡之建構，運用人工智慧及物聯網科技建置新一代智慧化水文監測系統，持續提供穩定、高品質的觀測資料並擴大資料創新服務，進而實現智慧水管理的目標與願景。

水文觀測科技發展歷程

- 雨量觀測由早期人工觀察記錄方式，轉為使用傾斗式雨量計等儀器進行量測，90年後更與氣象
- 水位觀測由人工觀察記錄水尺水位及半自動浮筒水位計，80年後逐步轉為使用超音波水位計及進而改善即時傳輸及資料品質。
- 流速觀測更顯得多元。傳統的普萊式流速儀及浮標雖仍有使用，但隨著感測技術進步發展出侵卜勒流速儀與非侵入式的微波雷達表面流速儀，可大幅提升觀測效率及作業安全性。

長期自記雨量計(類比)
(40~80年)

長期自記雨量計(數位)
(80年~)

雨量筒
(30~90年)

浮筒式水位計
(40~80年)

水位標尺
(30~90年)

浮標
(30~90年)

普萊氏流速儀
(30年~)

局合作發展防災降雨雷達技術大幅提升空間降雨觀測能力，發揮防災預警功效。

雷達波水位計進行量測，

入式的聲波都

氣象雷達
(90年~)

防災降雨雷達
(100年~)

自動傳輸雨量計
(90年~)

超音波水位計
(80~90年)

雷達波水位計
(90年~)

微型漂流浮標
(100年~)

手持式雷達測速槍
(90年~)

微波雷達表面流速儀
(100年~)

聲波都卜勒流速儀
(90年~)

水文環境

■ 水文技術組

降雨量

臺灣四面環海，氣候溫暖潮濕，統計歷年（38~106年）之平均年雨量為2,511毫米，107年之平均年雨量為2,423毫米，接近歷年平均雨量屬於平水年，且由歷年的年雨量長期記錄來看（如圖1），豐枯水年交替發生。全年度之降雨型態於時間及空間分布亦不均勻，豐枯相差懸殊，歷年全臺豐水期之降雨量占全年之77.6%，北中南東各分區分別占64.6%、77.0%、89.0%及77.8%（如圖2），其中尤以南部地區豐枯差異最大。107年全臺豐水期之降雨量占全年之78.3%，北中南東各分區分別占58.9%、77.0%、93.6%及76.8%，可知南部地區豐枯水期之差異較歷年更為加劇。

107年影響臺灣的重大暴雨事件中，共計有1颱風事件發布陸上警報及2個熱帶低壓事件。颱風事件為7月9日之強烈颱風瑪莉亞，最大的總雨量發生在淡水河的竹子湖站

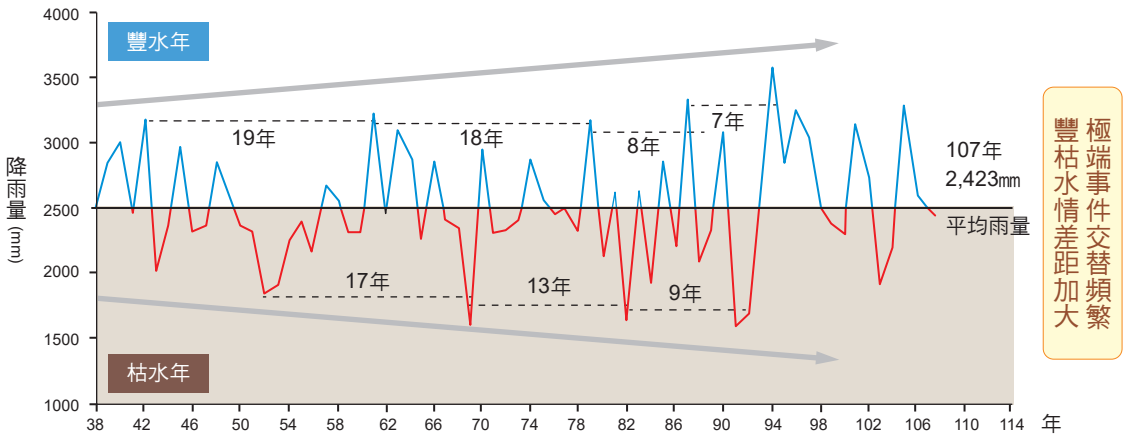


圖1 臺灣歷年年雨量變化圖

資料來源：水利署臺灣水文年報

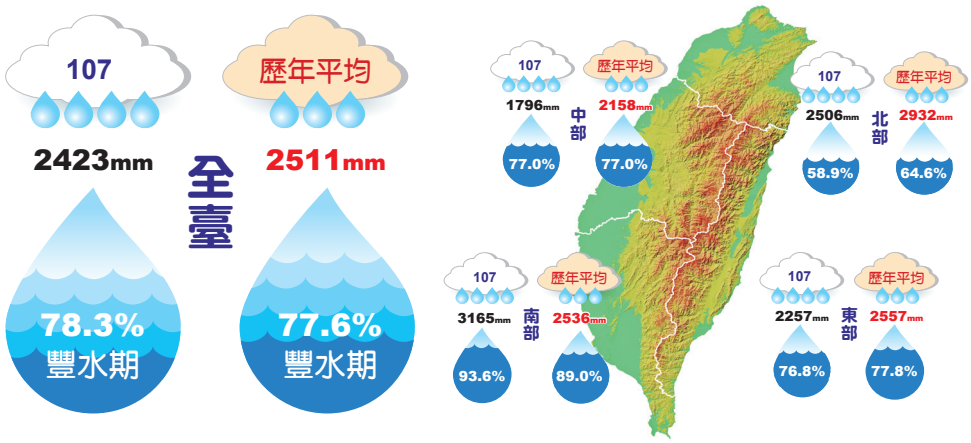


圖2 民國107年降雨量與歷年平均比較

313.5毫米。另外2個熱帶低壓事件，分別為0823熱帶低壓水災，侵臺期間於北港溪的宜梧站測得最大1小時雨量110.0毫米及3小時273.5毫米，最大總雨量發生在南屏東河系士文站1,415.0毫米；以及0909熱帶低壓，侵臺期間於淡水河挹翠站測得最大1小時雨量130.5毫米，最大總雨量則發生在淡水河擎天站886.5毫米。

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，東西向分別流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。歷年（38~106年）總逕流量平均值為650.06億立方公尺，而107年臺灣地區河川總逕流量約為614.73億立方公尺，其中北部地區逕流量占了19.0%，中部地區逕流量占了21.6%，南部地區逕流量占了38.0%，東部地區逕流量占了21.4%（如圖3）。

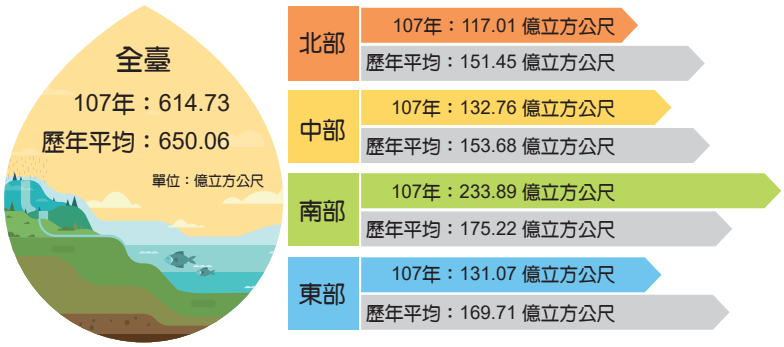


圖3 民國107年全臺河川逕流量與歷年平均比較

107年降雨量雖接近歷年平均屬於平水年，但是南部地區之豐枯期水量差異更為加劇，豐水期之降雨量占93.6%，使得上半年枯水期南部遭逢極嚴重之乾旱，河川逕流量減少影響水庫之入流量，6月時曾文水庫蓄水量僅剩1.8%，而8月23日0823熱帶低壓水災事件侵襲南部，卻又使得嘉南平原泡在水中。

地下水水文

依107年各月份地下水水位變動情勢而言，包含新苗地區、臺中地區、濁水溪沖積扇、嘉南平原、花東縱谷及蘭陽平原等地下水區，多數月份皆有超過20%數量之觀測井水位是低於管理水位（即呈現黃、橙、紅燈者，如圖4），顯示107年多數地下水環境狀況是較需持續監控。

整體而言，107年臺灣總計830口觀測井中有超過450口之12月地下水水位狀態（高程）較前一年12月份略差，約佔整體之54%，分析其原因主要為受到107年底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

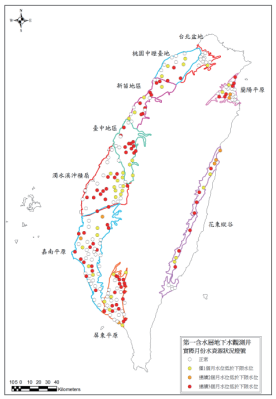
依98年到107年近10年地下水長期水位紀錄而言，地下水區觀測井水位主要呈現上升趨勢的地下水區包含臺北盆地、桃園中壢臺地、蘭陽平原與澎湖地區；而主要呈現下降趨勢的地下水區則包含新苗地區、臺中地區、濁水溪沖積扇、嘉南平原、屏東平原與花東縱谷等。分別取各地下水分區代表觀測井示意近10年水位變化趨勢（如圖5）。如未來極端氣候頻繁發生，地下水於水資源供應所扮演之角色將越顯重要，因此，持續對地下水進行保育與管理，除可避免地下水環境惡化之外，亦有助於水資源管理，提供國民優質的用水環境並確保國家穩定發展。

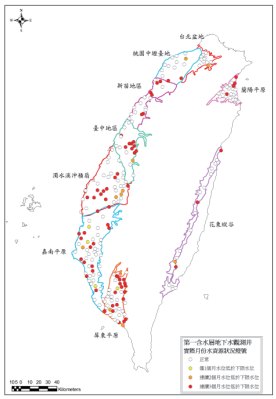
地下水復育與揚塵防制、防洪互利共生

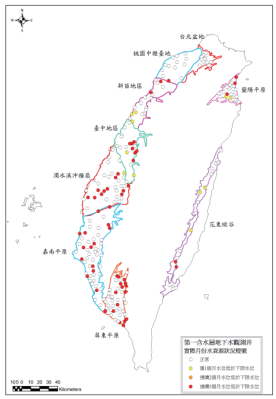
為能邁向地下水永續利用之願景，水利署除積極投入地下水管理作為外，亦陸續推動地下水補注工程等復育措施，然而，因大規模地下水補注設施用地取得不易之情況下，則逐步朝多元規劃的方向進行，包含透過濁水溪揚塵防治所做的水覆蓋措施（如圖6）以及滯洪池之設施方案（如圖7）等方式，使能在達到原有揚塵抑制與防洪目標外，能額外提供地下水補注之效能。

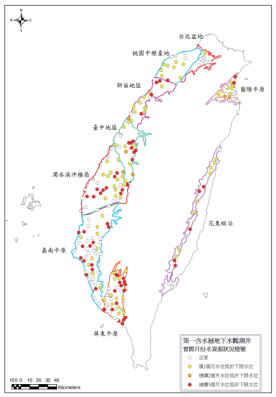
揚塵防制與地下水復育

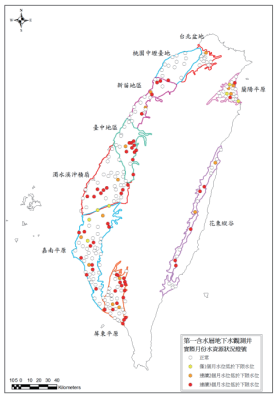
濁水溪河川揚塵防制及改善推動方案中，因水覆蓋措施中部分利用分段築設數道連續土堤擋水，抬升上游水位並分段引水漫淹方式，除可增加原本裸露地含水量，以減緩揚塵現象外，由於水在漫淹與滯留過程中同樣可增加地面水入滲補注至地下水含水層之功能。

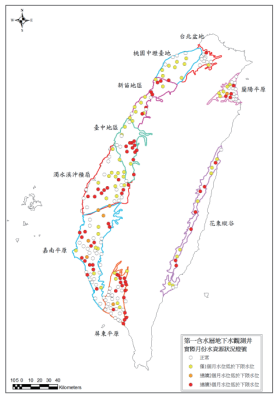

(a)107年1月第一含水層警示燈號概況

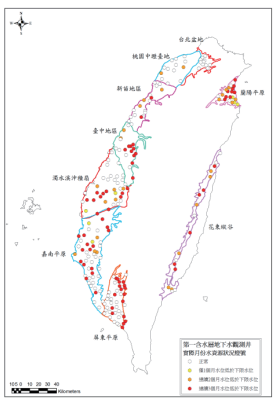

(b)107年2月第一含水層警示燈號概況

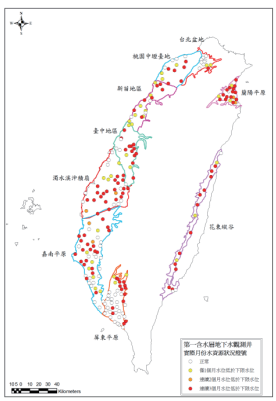

(c)107年3月第一含水層警示燈號概況

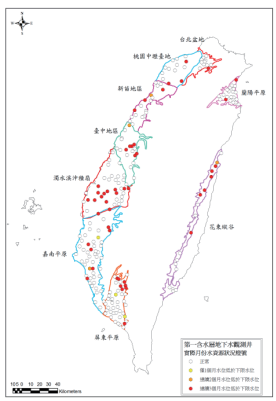

(d)107年4月第一含水層警示燈號概況

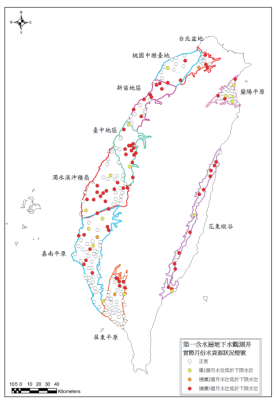

(e)107年5月第一含水層警示燈號概況

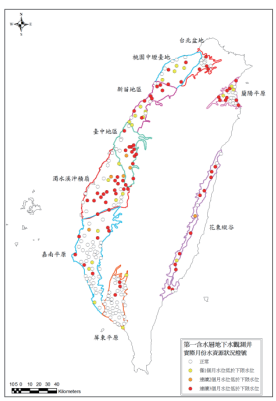

(f)107年6月第一含水層警示燈號概況

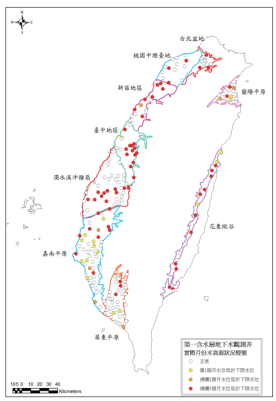

(g)107年7月第一含水層警示燈號概況


(h)107年8月第一含水層警示燈號概況


(i)107年9月第一含水層警示燈號概況


(j)107年10月第一含水層警示燈號概況


(k)107年11月第一含水層警示燈號概況


(l)107年12月第一含水層警示燈號概況

地下水狀況正常　水位近1個月低於管理水位　水位連續2個月低於管理水位　水位連續2個月低於管理水位

圖4 各地下水區107年各月份地下水水情燈號概況圖

近10年水位上升之地下水分區　　近10年水位下降之地下水分區

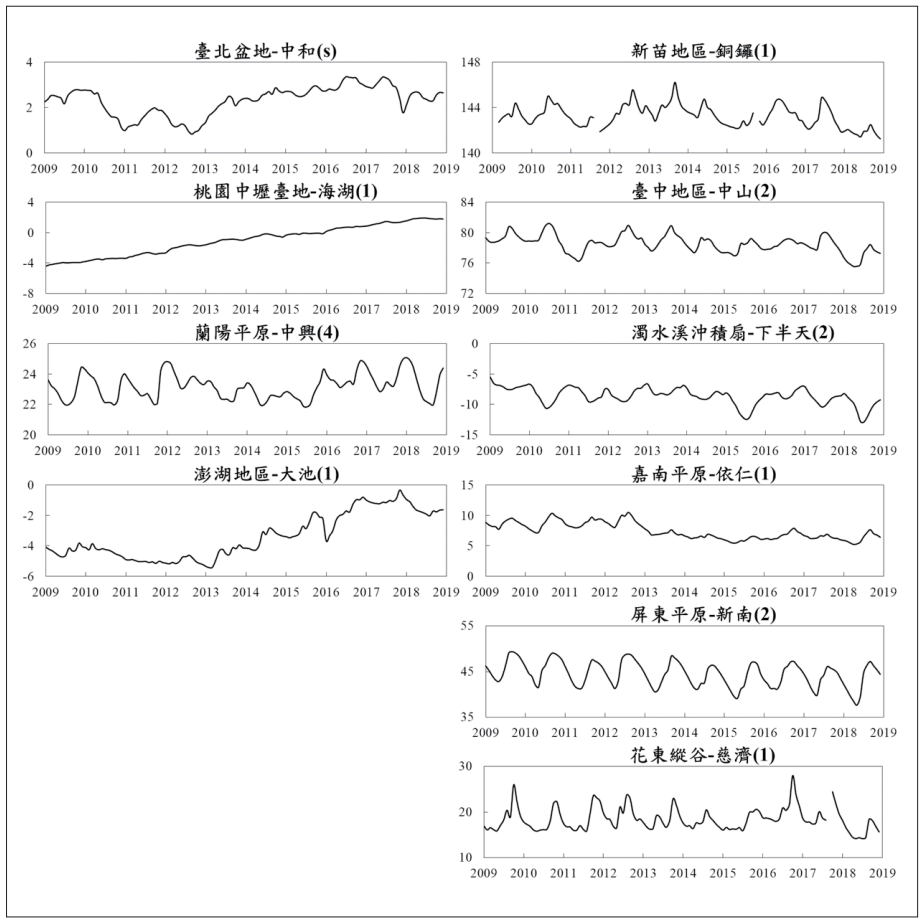


圖5 近10年各地下水區水位累積變化量

■ 河道整理前

■ 河道整理後

■ 水覆蓋措施操作前

■ 水覆蓋措施操作後

圖6 濁水溪揚塵防制-水覆蓋措施推動情形

資料來源：第四河川局

圖7 具備滯洪、地下水補注與生態功能之滯洪池-楦梧滯洪池為例

依據概估結果，107年透過揚塵防制中水覆蓋措施所能額外獲得之地下水補注量約可達1,700萬立方公尺。

防洪與地下水復育

彰雲地區為地層下陷情勢較為緊張之區域，也因此過去於汛期飽受淹水之苦，而為解決區域水患問題，水利署與彰化及雲林縣政府陸續於地層下陷區完成14處滯洪池設置作業(如圖7及圖8)，除有效的防洪並大幅降低區域淹水風險外，設施操作過程亦間接提供下陷地區諸多的補注效益。依據概估結果，107年透過滯洪池操作所能額外獲得之地下水補注量約可達8,700萬立方公尺。

圖8 濁水溪沖積扇可提供地下水補注功能之設施與措施分布情形

專業小常識

地下水含水層

地下水儲存在地層中，由於地層中土壤顆粒間有孔隙的存在，而這些孔隙就成為地下水儲存的地方，因此，一般顆粒為細砂或比細砂粗(如粗砂、礫石)的土層定義為含水層。而含水層一般又分為自由含水層與受壓含水層，當含水層上方至地表範圍內並無阻水層的存在，則該含水層為自由含水層；反之，含水層上方有一阻水層的存在，則該含水層為受壓含水層。

地下水補注地質敏感區

地下水補注區指的是地表水入滲到地下含水層，其中，若屬於區域性地下水流源頭地區，且具有下列情形之一時，並經中央主管機關劃定者則可稱為為地下水補注地質敏感區：

一、為很多層地下含水層的共同補注區。

二、補注後的地下水體可做為區域性供水的重要水源。

在此必須強調的是地下水補注地質敏感區劃定公告的主要目的，為保護地下水資源，要求位於地質敏感區範圍內土地開發行為須加強調查評估，並沒有限制或禁止開發相關規定。

近海水文

水利署自88年陸續於臺灣近岸建置海上資料浮標與岸邊潮位站，為收集長期近海水文觀測資料，目前布設7座海上資料浮標（蘇澳、七股、金門、鵝鑾鼻、澎湖、臺東、彌陀）與12站潮位站，另外加入科專計畫遙測技術研究完成後之七股岸基雷達站。107年臺灣雖然發布兩次強烈颱風警報（瑪莉亞與山竹），但颱風侵襲路徑分別由臺灣北部及南部海面通過，未造成太大的災情。瑪莉亞颱風由北部海面通過時，蘇澳資料浮標測得5.6公尺的波高（如圖9），而山竹颱風由南部海面通過時，臺東資料浮標測得10.4公尺的波高（如圖10）。潮位的部份，瑪莉亞與山竹颱風期間，分別在臺東小港潮位站及屏東林邊潮位站之暴潮偏差達92.9公分、71.7公分，為水利署所轄臺灣本島潮位站最高，而外島潮位站則以金門料羅灣潮位站在瑪莉亞颱風期間所測得的82.5公分的暴潮偏差為最高（如圖11）。

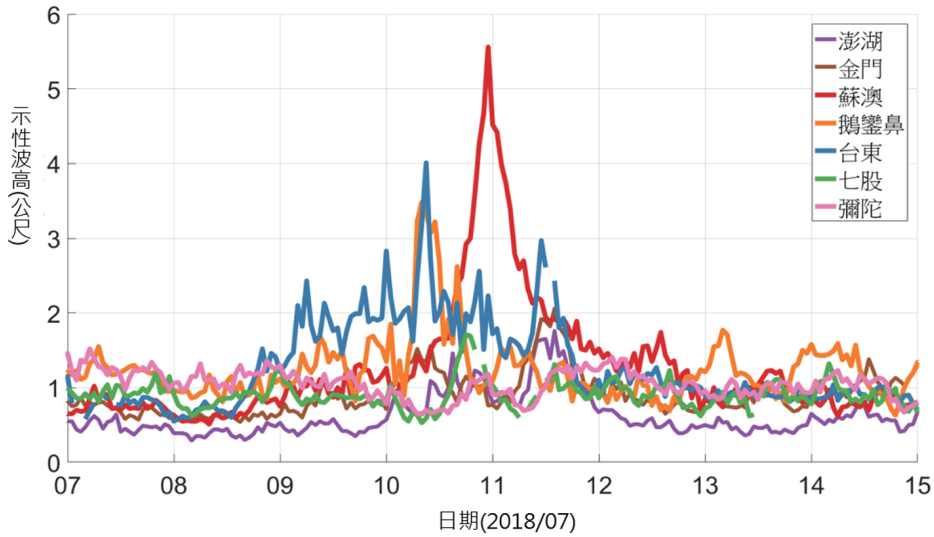


圖9 瑪莉亞颱風期間之示性波高圖

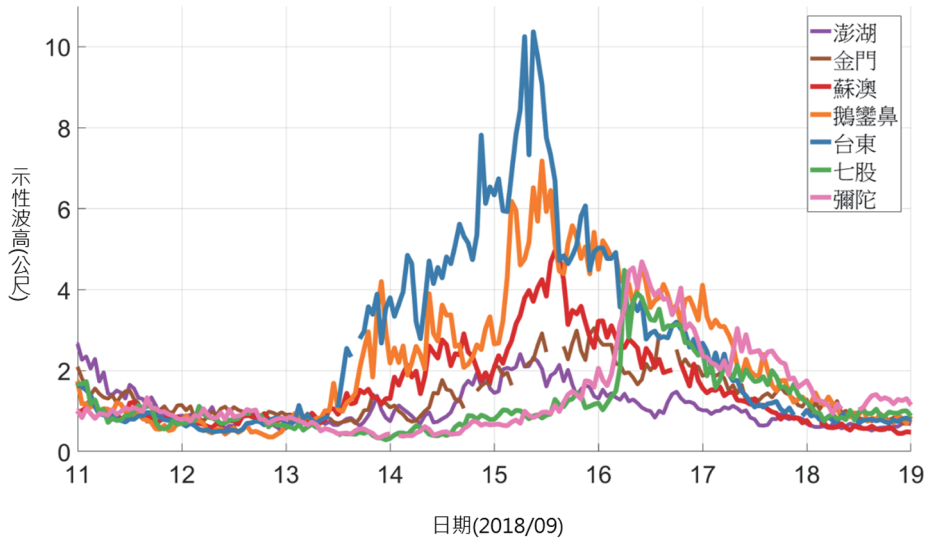


圖10 山竹颱風期間之示性波高圖

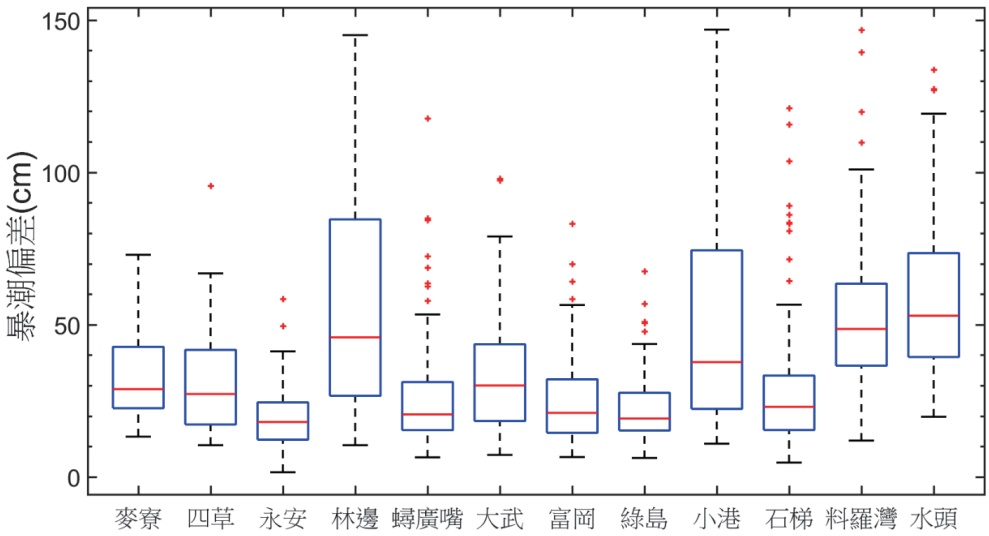
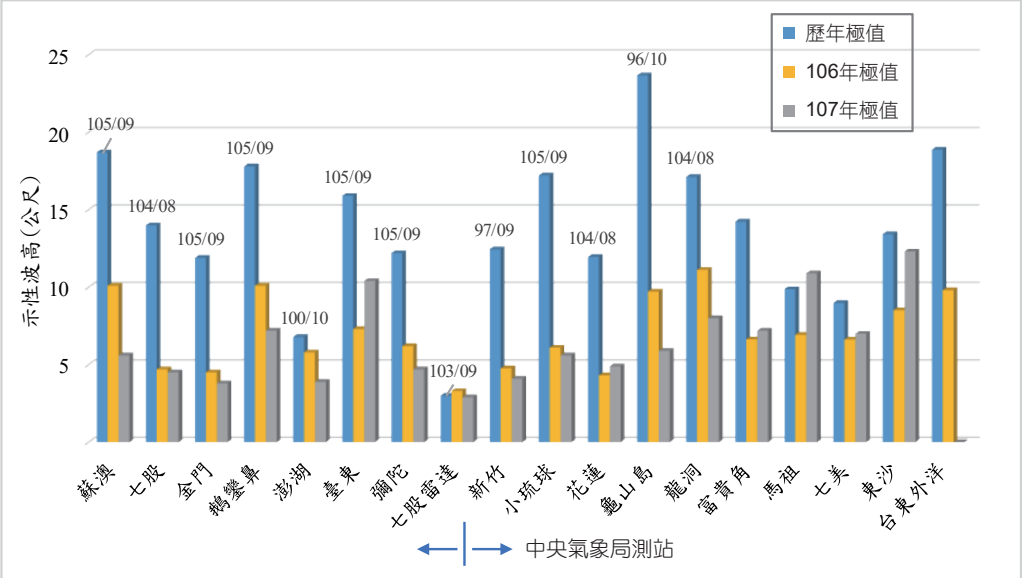


圖11 水利署測站歷年最大暴潮偏差圖



※臺東外洋資料浮標於106年12月起停止觀測

圖12 歷年臺灣海域示性波高統計圖

近海水文觀測資料的收集至今已將近20年，大量資料除了可進行各類的統計分析應用與觀測極值外（105年梅姬颱風於蘇澳海域測得18.70公尺最大波高、臺東小港潮位站最大暴潮偏差146.8公分及尼伯特颱風於臺東海域57.7公尺/秒最大陣風），亦可利用所得觀測之波浪與風速資料統計分析其風與浪的關係，風浪的分級主要是依據蒲福風級（Beaufort scale）。利用水利署長期觀測的風浪資料加入中央氣象局資料浮標的資料，進行臺灣海域的風浪相關統計分析，各海域的浪況（如圖12），各海域風浪相關性成果略為不同（如圖13），以東北角的龍洞為最佳，其次為東部的資料浮標，而南部鵝鑾鼻受地形影響其風浪相關性最差，西部若以風速推算波浪值，所得之波高將較實測高估。顯示臺灣各海域的風浪相關性受到近岸地形的影響，無法以蒲福風級表進行直接推算。

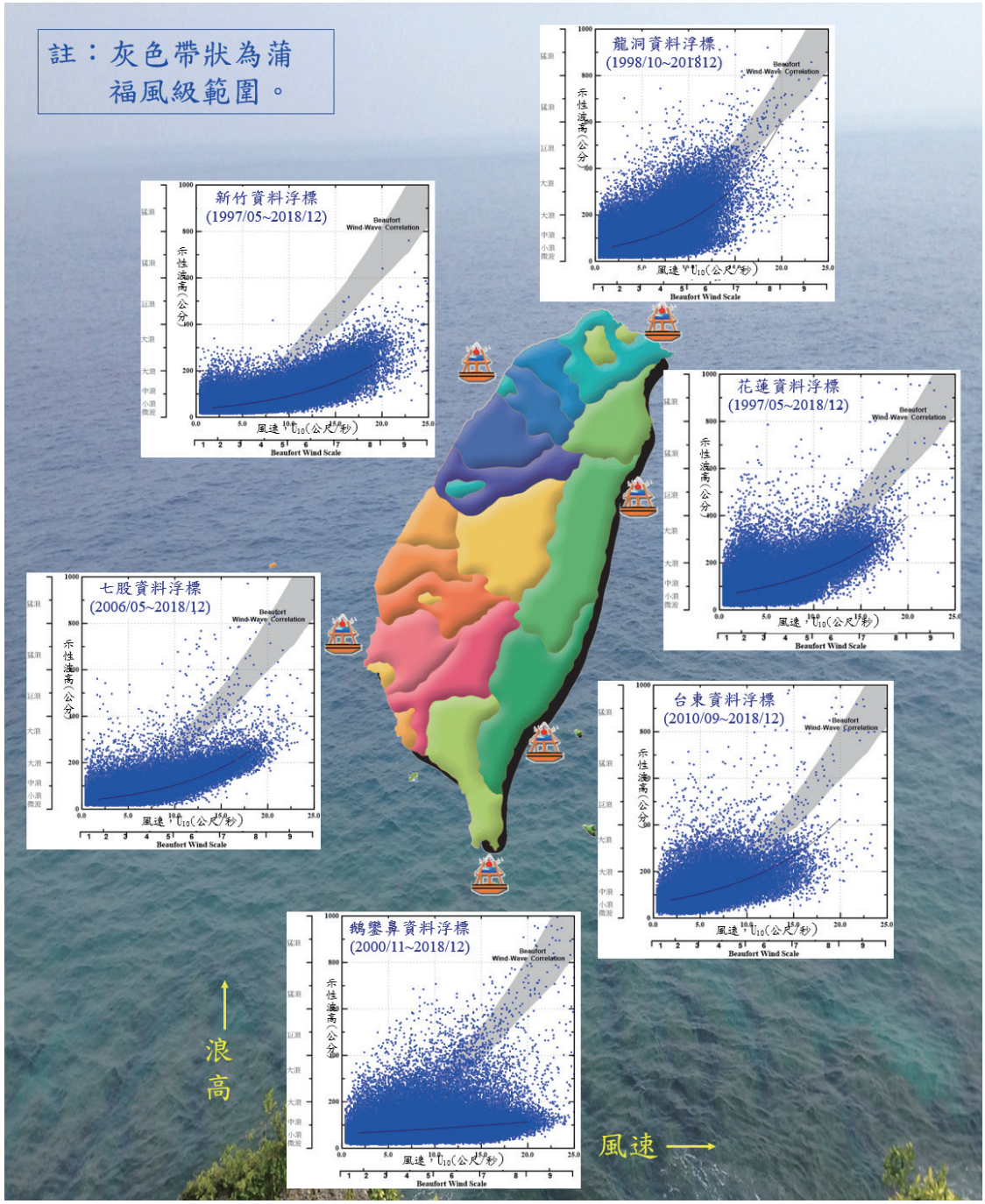


圖13 歷年臺灣海域風浪關係

專業小常識

遙測技術

廣義的遙測技術是不經接觸而以間接的手段來獲取目標狀態信息的方法。狹意的遙測技術則是以電磁波為主要探測訊息，以大地現象為主要探測對象。

蒲福風級表

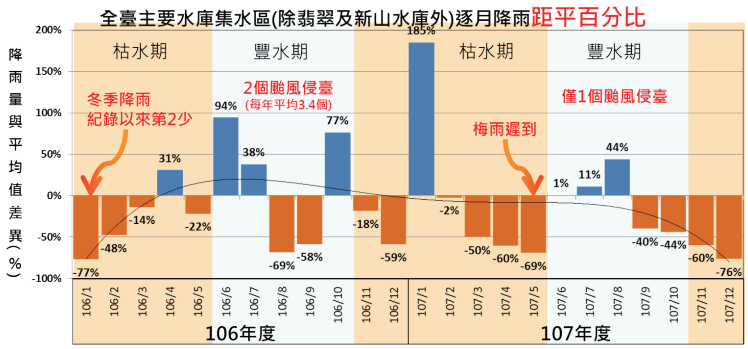
為1805年英國海軍上將法蘭西斯・蒲福(Sir Francis Beaufort, 1774-1857)根據風對地面物體或海面的影響程度而定出的風力等。先僅用於海上，後亦用於陸上，並屢經修訂，乃成今日通用之風級。

水源經營組

107年抗旱應變概要

日日監看，審慎因應，各界供水影響最小化

臺灣從106年8月開始一場將近長達10個月的乾旱事件（如圖1），期間西半部降雨總量僅為歷年同期平均值的5成（如圖2），尤其南部為過去30年來降雨極少的一年，水利署日日監控各地水情變化，當察覺降雨可能不足，即提前啟動抗旱應變機制，透過水資源管理手段，進行節水管控及調度工作，包括每日監看水情變化報表、水庫放水總量管制、跨區域供水調度、農業節水灌溉、自來水減壓供水及產業節水等因應作為，穩定枯旱期間全臺供水，並持續與中央氣象局保持密切聯繫，依據長期氣象預測趨勢採取較保守的風險因應措施，並與各部會充分合作及地方配合下，強化節水力道，因此



*統計至107/12/31，包括石門、寶山、寶二、永和山、明德、鯉魚潭、德基、霧社、日月潭、湖山、蘭潭、仁義潭、曾文、烏山頭、南化、牡丹等水庫

圖1 106年至107年逐月降雨比分布圖

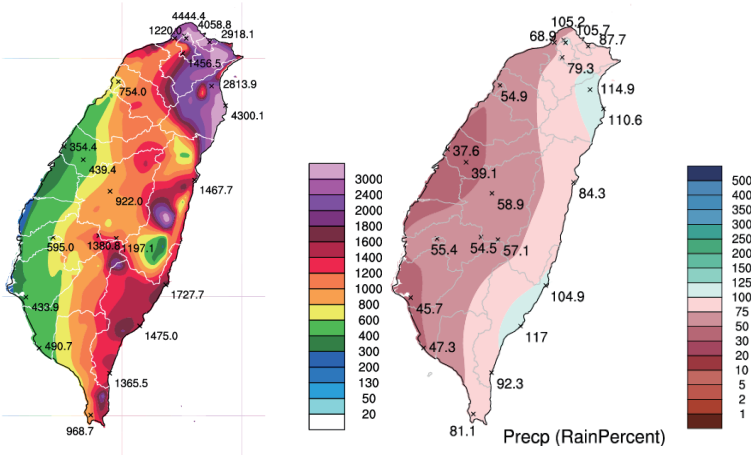


圖2 106年8月~107年5月累積雨量觀測值及降雨比

雖然在如此嚴峻水情情況下，南部曾文-烏山頭水庫蓄水量於6月間更一度僅剩4%，但期間僅實施最小範圍地區的減壓供水措施，各水庫均保留民生產業2個月以上安全水量，未影響各地民生產業用水，同時照顧廣大農民耕種權益，順利讓106年各地二期稻作及107年已耕種的一期稻作完成收割，妥善調度應變至枯水期結束，整體抗旱過程對各界用水影響十分輕微，使臺灣社會安度枯旱缺水危機，更大幅提升民眾對政府單位的信心程度。

專業小常識

水情燈號已經改為4個燈號了

為使社會大眾更能直接了解水情燈號代表的意思而不產生誤解，經濟部原定義5種水情燈號已改為4個燈號：綠燈-水情稍緊、黃燈-減壓供水、橙燈-減量供水、紅燈-分區供水；經濟部依天候降雨多寡、河川流量變化及水庫蓄水豐枯等主客觀因素，實施各供水區水情燈號並採取對應的措施，讓民眾更清楚了解最新水情狀況。

水情稍緊　減壓供水　減量供水　分區供水

水情監控及區域水資源供水調度

10個月抗旱不間斷，同心合作，邁向節水新世代

自106年8月起各項抗旱應變作為，在中央部會、地方政府、農田水利會及自來水事業單位共同合作下，除加速推動開源、節流、調度、備援各項穩定供水方案外，採用細緻管理持續日日監看水情變化並滾動檢討各項應變作為（如圖3），民生、農業、產業節水及水庫出水管制總計節省水量達5.7億噸，其中曾文水庫農業灌區掌水工加強節水灌溉每公頃用水更僅需0.87萬噸，同時啟動各項水源調度措施，如板新地區由北水處自翡翠水庫支援每日65萬噸及高雄水北調臺南每日最大量5萬噸，人工增雨8次，各應變層級密集召開93次水情會議及抗旱歷程超過10個月以上（如圖4），並配合枯水期水庫清淤將近700萬立方公尺，有效維持水庫容量，整體抗旱期間僅實施至黃燈減壓供水（如圖5），皆創歷史新紀錄，達成以下目標：

0　中央、地方、水利會、自來水事業共同合作水源調度零衝突

1　開源、節流、調度、備援加上精緻管理，僅有實施1階減壓供水

2　產業節水2,000萬噸、民生節水2,500萬噸、農業節水22,000萬噸

3　323天無顯著降雨，曾文水庫灌溉量每公頃8,700噸創紀錄

4　4大水資源穩定供水策略（開源、節流、調度、備援）持續推動

5　5億7千萬噸節水及水庫管控成效（2.8個石門水庫蓄水量）

6　65萬噸每日翡翠水庫歷史最大量支援板新地區

7　700萬立方公尺水庫清淤量為枯水期最多

8　8次人工增雨作業把握機會增加降雨

9　93次抗旱會議嚴密監控機動因應

10　10個月以上抗旱歷程不間斷

圖3　107年度旱災應變作為示意圖

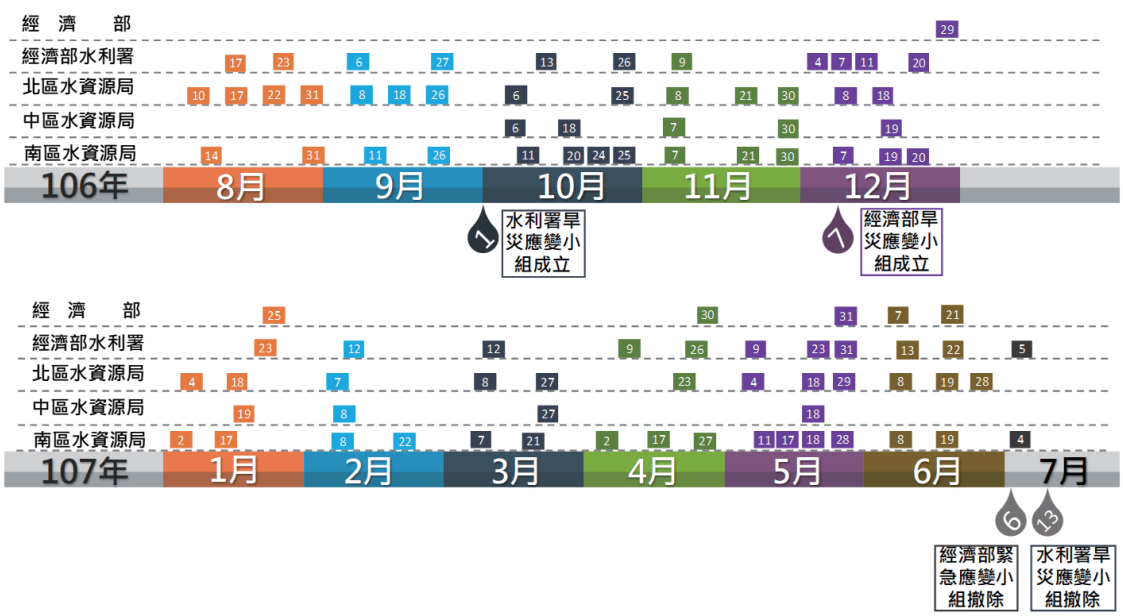


圖4　107年度旱災應變相關會議時序圖

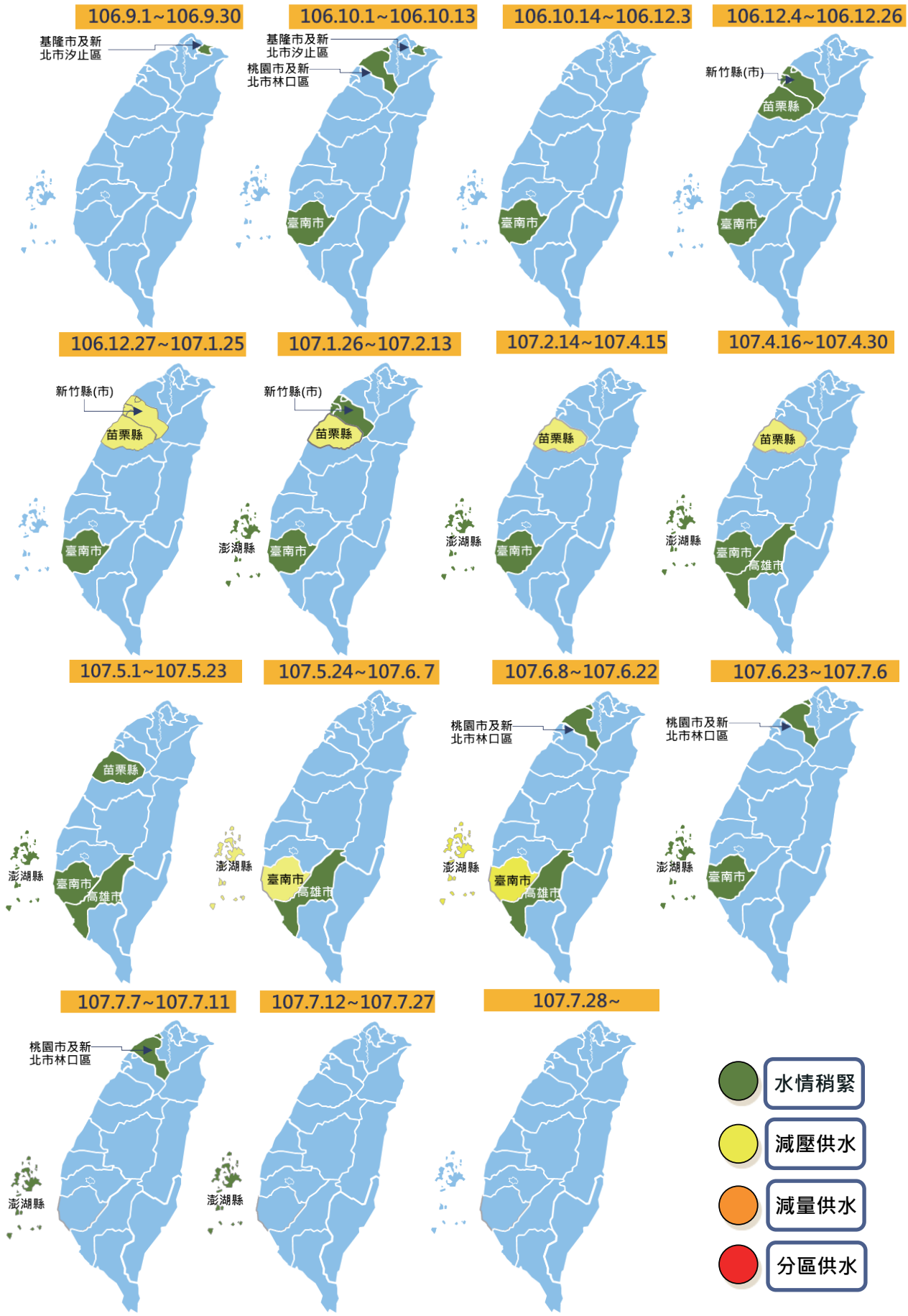


圖5 水情燈號轉換時序圖

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8月至107年5月臺灣西半部地區，降雨總量僅為歷年同期平均值的5成，所幸水利署及所屬機關及早成立旱災災害緊急應變小組，協助水資源調配及施行節水措施得宜，使全臺民生及工業用水供應無虞。107年曾發布警報之颱風事件，僅山竹颱風（海上）與瑪莉亞颱風（海上陸上），2場事件皆未造成顯著災情，另發生3場事件達中央災害應變中心水災開設標準，分別為0613豪雨、0823熱帶低壓水災、0909熱帶低壓，其中，災情以0823熱帶低壓水災與0909熱帶低壓2場事件最為重大。

0823熱帶低壓水災

0823熱帶低壓水災事件肇因於8月22日在臺灣海峽南側生成之熱帶低壓，自23日清晨6時30分北移登陸屏東縣東港，至24日上午8時由彰化縣鹿港出海，期間熱帶低壓持續北移，並於8月27至29日引入西南氣流，造成臺灣西南部持續降雨。事件應變開設歷時8天21時30分，期間最大總累積雨量為1,415.0毫米（屏東縣春日鄉士文），最大24小時連續累積雨量為846.5毫米（臺南市楠西區曾文），最大時雨量為110.0毫米（雲林縣口湖鄉宜梧），若僅計算8月23日1時至8月26日0時受熱帶低壓影響期間，最大總累積雨量為956.0毫米（臺南市楠西區曾文）（如圖1）。

水利署災害緊急應變小組於8月22日22時成立三級應變開設，23日8時至23時密集由水利署二級應變開設提升至中央災害應變中心水災二級開設，25日22時提升為中央災害應變中心水災一級開設，至8月31日17時30分應變小組撤除，應變期間共投入22,680.5人時之應變執勤人力，於屏東縣等16縣市發布138次淹水警戒通報，並針對高屏溪等12流域發布52次水位警戒通報。災中災情調查情形，屏東縣等9縣市發生1,572筆積淹水災情，在臺南市發生3起水利設施受損案件，本次事件於災前地方政府 預布大型移動式抽水機1,084 台，災中應變小組支援嘉義縣等4縣市共計207台次大型移動式抽水機進行抽水作業。

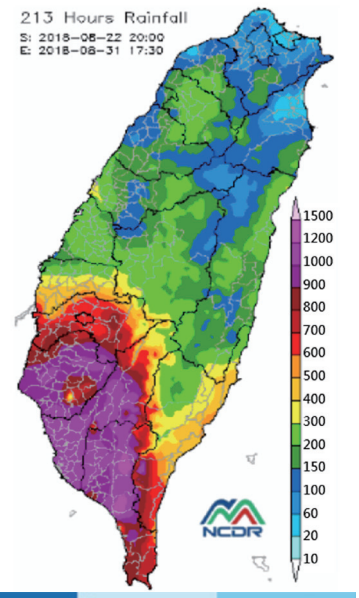


圖1 0823熱帶低壓水災事件（8月22日22時至8月31日17時30分）水情及應變示意圖

資料來源：國家災害防救科技中心

本事件造成雲林縣、嘉義縣、臺南市及高雄市等4縣市嚴重淹水，總淹水面積約為45,872公頃，其中以嘉義縣東石鎮與布袋鄉（朴子溪南岸之沿海地區）積淹水時間長達3至5日。主因為熱帶低壓造成連日豪雨及風暴潮影響，該區地層下陷地勢低窪，且沿海排水路及防潮閘門年久失修導致海水倒灌，積淹水不易靠重力自然排除，所幸水利署妥適調度移動式抽水機，並與地方政府及河川局同仁焚膏繼晷通力合作，使積淹水得以快速排除。

0909熱帶低壓

0909熱帶低壓事件成因為入秋鋒面南移至臺灣北部，以及第23號颱風百里嘉於形成階段自臺東外海移至巴士海峽期間，造成滯留鋒面由日本向西南延伸至臺灣北部海面，導致臺灣北部與東半部地區產生顯著降雨。事件應變開設歷時3天，期間最大總累積雨量為886.5毫米（臺北市士林區擎天），最大連續24小時累積雨量為663.5毫米（臺北市士林區擎天），最大時雨量為130.5毫米（臺北市信義區挹翠）。

水利署災害緊急應變小組於9月8日8時開設，8日21時提升至經濟部二級應變開設，9日15時提升至中央災害應變中心水災二級開設，至11日8時應變小組撤除，應變期間共投入2,859.5人時應變執勤人力，於臺北市等10縣市發布32次淹水預警通報。災中災情調查情形，在臺北市等5縣市發生261處積淹水災情，災中應變小組支援臺北市等3縣市共計24

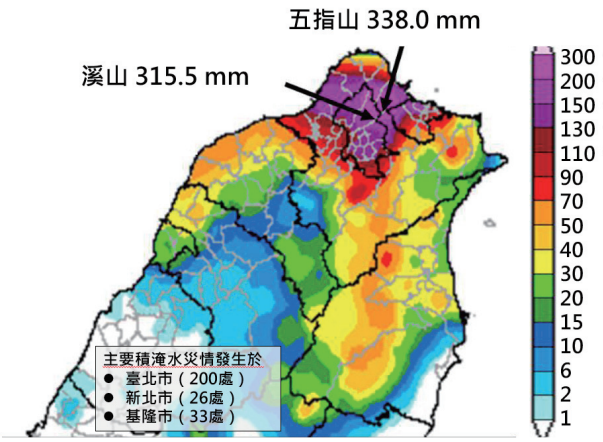


圖2 0909熱帶低壓事件（9月8日8時至 9月11日8時），於107年9月8日之日累積雨量分布圖

資料來源：國家災害防救科技中心

台次大型移動式抽水機進行抽水作業。

本次事件於8日18時前後鋒面系統造成雙北地區（臺北市信義、士林、大安，以及新北市汐止等地）發生短延時強降雨，並伴隨閃電及強風，至少10處雨量站最大時雨量達100毫米以上，因瞬間雨勢超過雨水下水道系統設計標準，排水宣洩不及導致市區道路多處出現短暫積淹水，主要在積淹水災情集中於臺北市（200處）、新北市（26處）及基隆市（33處）（如圖2）。水利署與中央氣象局合作之「劇烈天氣監測系統」(QPESUMS)，於8日17時已藉由雷達回波圖及高頻率閃電發生，掌握伴隨鋒面的強對流系統在北海岸山區發展，並研判易發生致災性雷雨。

國外重大水情事件

近年因氣候與環境變遷影響，導致全球各地水旱災頻傳，易發生極端事件，水利署針對2018年3場具有指標性之國際重大水情事件做彙整與介紹，分別為南非開普敦旱災（2015至2018年）、2018年7月西日本豪雨及燕子颱風襲日，詳細發生時間及位置（如圖3）。

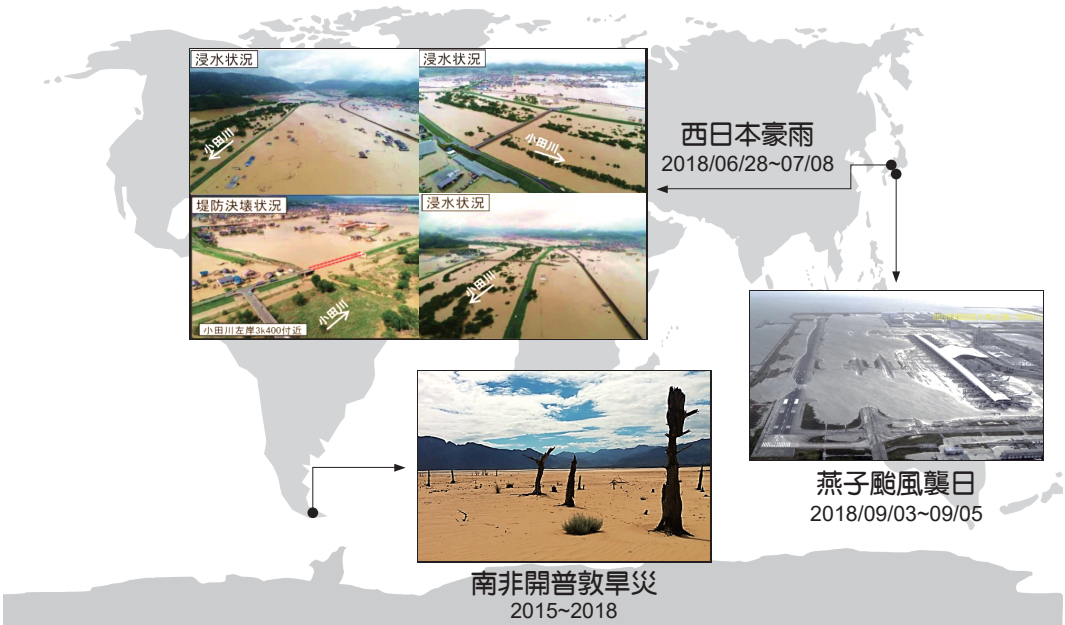


圖3 國外重大水情事件

資料來源：維基百科及「日本短延時強降雨災害事件現地考察及災後復原重建交流」出國報告

南非開普敦旱災

2015至2018年南非地區氣候異常少雨，引發該區百年來最嚴峻缺水危機，主要受影響區域為西開普敦省，2018年初主要水庫蓄水量嚴重不足蓄水率皆在13.5%以下（如圖4）。當時最嚴峻限水措施為每人每日用水量限為50公升，為延長水庫供水機能，開普敦當局擬啟動「臨界日」(Day Zero)計畫限水措施（即每人每日用水量僅25公升），引發人民搶水恐慌。該區因長期枯旱與用水不足，導致公共衛生、農地無法耕種、消防與職業安全用水短缺、重創觀光與釀酒產業，各級政府互相指責水資源管理政策。雖於2018年冬季豐沛的雨季暫時解除旱災危機，但當局仍維持第三階段限水措施，每人每日限用自來水量105公升。據統計此次乾旱事件共造成農業損失4億美元，受影響孩童數為110萬人，據推估影響工作人數為30萬人。

圖4 南非開普敦乾旱：主要水庫(Theewaterskloof Dam)乾枯情形之衛星影像圖，攝於 2018年2月10日

資料來源：維基百科

西日本豪雨

2018年第7號巴比侖颱風經對馬海峽進入日本海，併入滯留之鋒面系統，受南海豐沛之西南暖濕氣流及副熱帶高壓與第8號瑪莉亞颱風引進之暖濕氣流，自2018年6月28日至7月8日止，期間造成西日本多處地區豪雨成災，該事件以四國地區（高知縣）累積雨量達1,852.5毫米為最高，打破日本自1879年以來7月累積雨量紀錄。西日本地區多處河川溢堤大面積淹水、鐵公路橋梁遭大水沖毀、山崩土石流，造成死亡人數225人，失蹤13人，重傷64人，輕傷328人，其中以高梁川水系小田川潰堤造成岡山縣倉敷市淹水災情嚴重（如圖5）。此次事件因豪雨產生洪水與淹水災情，以及伴隨之交通中斷及停水停電造成西日本工業製造基地停擺，據統計全日本經濟損失達98.6億美元 ，公共設施損壞損失高達42.1億美元。

圖5 2018年7月西日本豪雨造成高梁川水系小田川因潰堤導致岡山縣倉敷市淹水照片，攝於2018年7月7日

資料來源：維基百科及「日本短延時強降雨災害事件現地考察及災後復原重建交流」出國報告

燕子颱風襲日

2018年9月3日至9月5日第21號颱風燕子（強烈颱風）侵襲西日本地區，其為日本近25年所遭遇風速最強的颱風，最大瞬間風速達58.1公尺/秒，強風使得停駐在附近港口油輪「寶運丸」號遭颱風強吹離，撞上關西機場對外聯絡橋梁，關西機場亦因大雨及強烈風潮造成淹水而關閉（最大浪高達3.29公尺），造成3,000名旅客受困。此次事件共計14人死亡，1011人受傷。颱風暴風中心登陸過程強風挾帶豪雨，除風暴潮與積淹水外，同時造成樹木傾倒、車輛翻覆、看板毀損及建築物受損（如圖6）、停電及交通中斷等災情，根據日本農林水產省統計農業損失達3.97億美元，推估保險損失介於30~55億美元。

圖6 2018年燕子颱風侵襲日本造成大阪市西區1處建築物鷹架因強風吹掀坍並塌災情照片

資料來源：維基百科

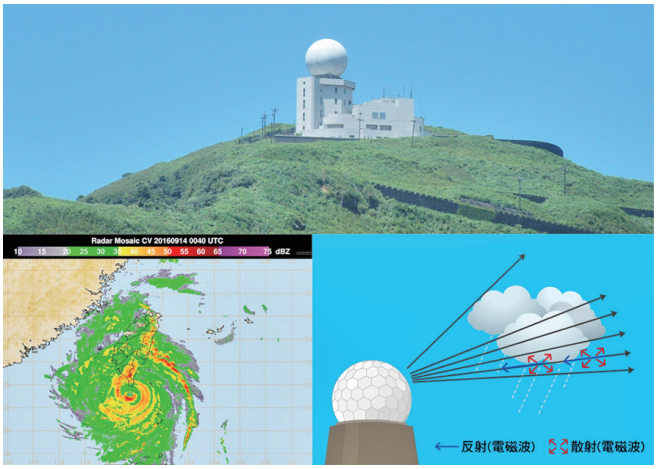
專業小常識

劇烈天氣監測系統

水利署與中央氣象局合作發展之「劇烈天氣監測系統」（QPESUMS），運用雷達回波圖與即時閃電觀測，掌握即將發生之暴雨事件發生位置與可能降雨強度。此系統對夏季午後熱對流、鋒面系統、颱風及熱帶低壓造成局部地區發生短延時強降雨發生具預警能力，這類天氣現象常伴隨強風、冰雹、閃電、雷擊甚至是龍捲風的發生，並容易造成局部地區積淹水災害。

氣象雷達

臺灣地區氣象雷達作業用的雷達共設置8座站，除本島6座外澎湖縣馬公及臺東縣綠島各設1座，其中4座採用S波段（波長10公分）雷達；另4座採用C波段（波長5公分）雷達。各站有效觀測半徑為75~150公里，合成全島（和鄰近海域）雷達回波圖更新頻率為15分鐘，以有效掌握鄰近臺灣島劇烈天氣系統（如鋒面、熱帶低壓、颱風、颮線、對流胞等）之發展及動向。



五分山氣象雷達站（上圖）、105年莫蘭蒂颱風合成雷達回波圖（下圖左）及雷達觀測原理示意圖（下圖右），詳請參考「氣象雷達與應用」專文。

資料來源：中央氣象局

知識分享

■第二河川局

自動流量站

自動流量觀測方法原理及儀器

非接觸式流量觀測便利，提高人員安全性

流量觀測為河川治理規劃的重要參考依據，特別是颱洪時期的高流量觀測。由於傳統侵入式人工現地觀測方式，不但耗時、費力、高危險且資料不完整，尤其是颱洪時期的流量觀測更為困難。因此，二河局採用水利署研發的自動流量觀測計，於104~106年轄區後龍溪、中港溪與頭前溪等共建置12站自動化測站，期望透過非侵入式的雷達波表面流速自動化觀測方式，降低人員觀測的危險性，也可掌握颱洪期間完整的流量觀測資料。

一般流量觀測分傳統接觸式與非接觸式流量觀測（流程如圖1）。而自動流量站即利用非接觸水體方式進行量測，水利署已於100~102年研發雷達波表面流速儀與雷達波水位計（如圖2）進行非接觸水體量測。雷達波量測儀器，即藉由儀器發射與接受的雷達波訊號進行訊號分析，獲得各測線量測到的表面流速與水位值，再換算為平均流速（利用表面流速儀與普萊氏流速儀或ADCP量測的比值估算流速比）與水深（水位與河床高程差），並藉由流速面積法即可估算河川流量（如圖3）。

國內自動流量站建置情形介紹

國內自動流量站少，持續建置中

以往國內自動流量站僅零星設置，如南勢溪攬勝橋、曾文溪曾文溪橋、隘寮溪三地

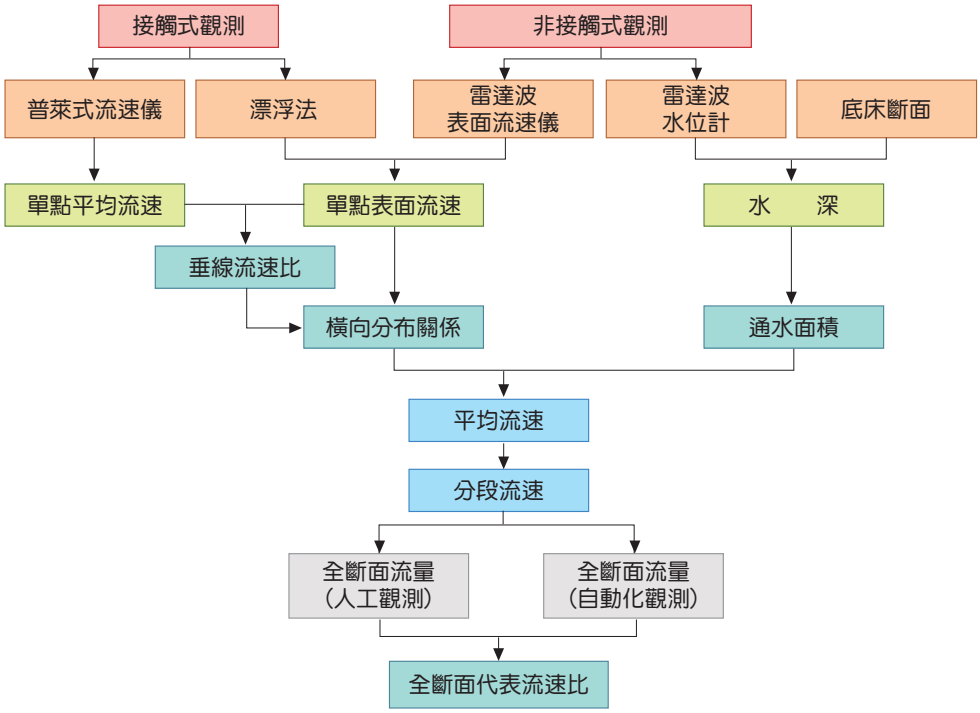


圖1 流量觀測流程圖

圖2 非接觸式流量觀測儀器

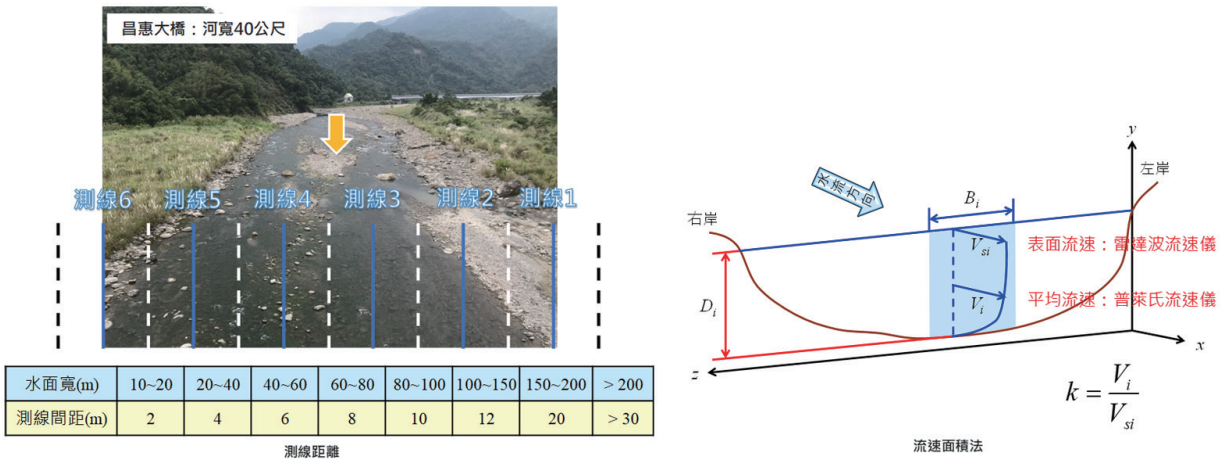


圖3 流量計算方法示意圖

門橋等站；而後水利署於100~102年開始研發並推廣，並選擇北、中、南以及東部河川建置測試示範站，分別為宜蘭河西門橋（中山橋）站、大里溪溪南橋站、急水溪新營（舊急水溪橋）站以及萬里溪萬里溪橋站，目前成效良好。

二河局104~106年獲水利署經費補助，首建置國內中央管河川完整之自動流量站，其中104年建置後龍溪恭敬、國光、北勢大橋建置等3測站，105年建置中港溪永興橋、銅富大橋、平安橋與東興橋建置等4測站及105年建置頭前溪經國大橋、中正大橋、竹林橋、昌惠大橋與義興橋建置等5測站，共12站自動流量站（如圖4與圖5）。

圖4 二河局自動流量站分布圖

圖5 頭前溪主流自動流量站配置圖

未來發展及願景

自動流量站結合智慧水管理系統，達到防洪、減災、預警

二河局為邁向水文觀測現代化，已建置轄區後龍溪、中港溪與頭前溪等共12站自動流量站，未來將擴充於其它河川及重要區域排水。水利署依二河局經驗，也將逐步推廣至其他河川局，使國內水文資料更加完備。

近年水利署正推展「逕流分擔與出流管制」及「智慧水管理」政策，自動流量站可配合ICT與IOT技術導入，提升防洪、減災及預警的能力。

專業小常識

河川警戒水位分級是什麼?

- **三級警戒水位(以黃色表示)：**
  河川水位預計未來2小時到達高灘地之水位。
- **二級警戒水位(以橘色表示)：**
  河川水位預計未來5小時到達計畫洪水位（或堤頂）時之水位。
- **一級警戒水位(以紅色表示)：**
  河川水位預計未來2小時到達計畫洪水位（或堤頂）時之水位。

三級警戒

二級警戒

一級警戒

知識分享

■ 水利規劃試驗所

水文分析新訊息

前言

於河川及排水進行規劃時，常需要以降雨－逕流模式來模擬降雨—逕流的狀況，以得到如設計洪水等設計所資料。降雨資料為模式之輸入值，經過模擬之後，便可得到流量歷線做為系統之輸出值。其中所需之降雨資料之型態即為設計降雨。設計降雨代表某重現期距與設計延時狀況下之降雨，是由設計降雨深度和設計雨型兩部分所組成，其中降雨深度可經由頻率分析求得，其結果通常以降雨強度－延時－頻率（Intensity-Duration-Frequency，簡稱IDF）曲線表示之。

在最大降雨強度－延時的許多公式中，研究普遍認為三參數公式優於二參數公式，加上國內目慣用三參數的Horner公式進行規劃設計，因此水利署的最大降雨強度-延時-頻率關係分析是以Horner公式為主，雖然過往水利單位已進行許多相關研究，例如前經濟部水資源局90年12月之「水文設計應用手冊」（選取資料長度大於20年，資料年限為民國39~89年，共計分析水利署87站、氣象局18站、台電18站）、水利署92年2月之「臺灣地區雨量測站降雨強度－延時Horner公式分析」（選取資料長度大於10年，資料年限為民國40~89年，共計分析水利署155站、氣象局25站）、100年及106年之「水文觀測技術及水文分析規範與作業綜合服務」計畫（選取資料長度大於20年，資料年限至民98、104年，共計分析計水利署162站、氣象局98站）均有針對Horner公式進行研究報告，然而降雨強度－延時和頻率之關係需因應資料之增加而進行更新，且近年來陸續有較大暴雨出現，因此水利署於107年依據最新的降雨資料進行Horner公式參數的檢討及重新分析，以期能更適切地掌握臺灣各地區的降雨強度延時之特性，並提供做為後續工程實務之參考。

雨量基本資料

雨量站資料

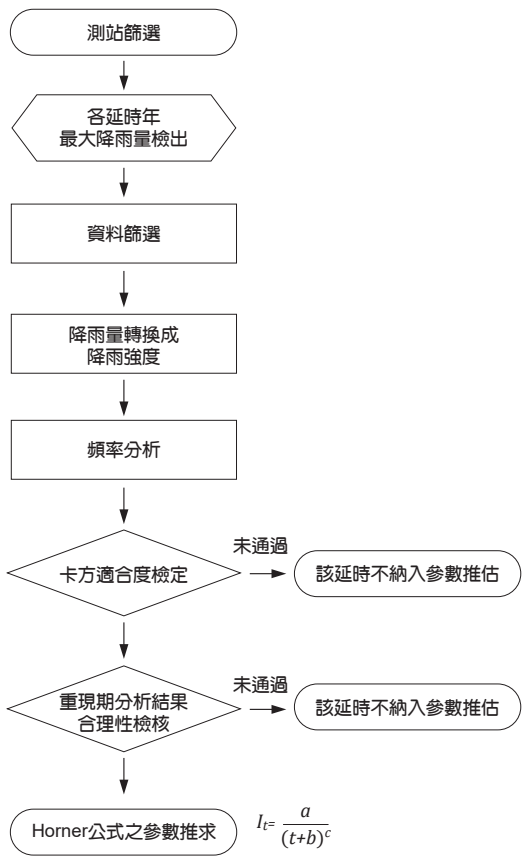
本次分析所選用的雨量站，係以水利署之211個現存雨量測站為主，針對其中資料年限大於20年者進行分析，延時方面，採5、10、15、20、30、40、45、60、90、120、180、240、360、720、1080、1440、2880、4320分鐘進行頻率分析，而延時2880 及4320分鐘的年最大降雨資料是採用年最大連續48小時及72小時降雨量檢出，故在考量時雨量資料及總資料長度超過20年者之條件後，最終符合可分析的雨量站共計131站，相關測站位置（如圖1）。

頻率分析機率分布選擇

在機率分布選擇上，採用水利署目前常用之二參數對數常態分布（LN2）、三參數對數常態分布（LN3）、皮爾遜第三型分布（P3）、對數皮爾遜第三型分布（LP3）、極端值一型分布（EV1）等五種常用於極端事件之機率分布進行頻率分析。

分析方法說明

整體工作流程及Horner公式參數之分析方法如下流程圖：



水利署目前所轄之雨量站，合計211站

由雨量站降雨資料計算各站延時為5、10、15、20、30、40、45、60、90、120、180、240、360、720、1080、1440分鐘及48、72小時之年最大降雨資料。

針對分析測站中資料年限大於20年者進行分析，需考量有時雨量資料及總資料長度超過20年者，故最終符合可分析的雨量站共計131站。

將各延時年最大降雨量(mm)換算成降雨強度(mm/hr)以進行後續頻率分析之運算。

重現期分析：2、5、10、20、25、50、100及200年。
機率分布：LN2、LN3、P3、LP3、EV1。

以卡方檢定結果判定某機率分布及延時之頻率分析結果是否納入後續Horner公式分析。

各延時分鐘採用資料之特性為長延時降雨量應大於或等於短延時降雨量，不合理之延時則以缺資料計。
篩選進行後續分析之各延時降雨量檢出資料年份數量應儘量一致，當某延時資料數量少於最大數量之2/3時，則該年延時資料不予採用。

降雨強度－延時Horner公式之參數

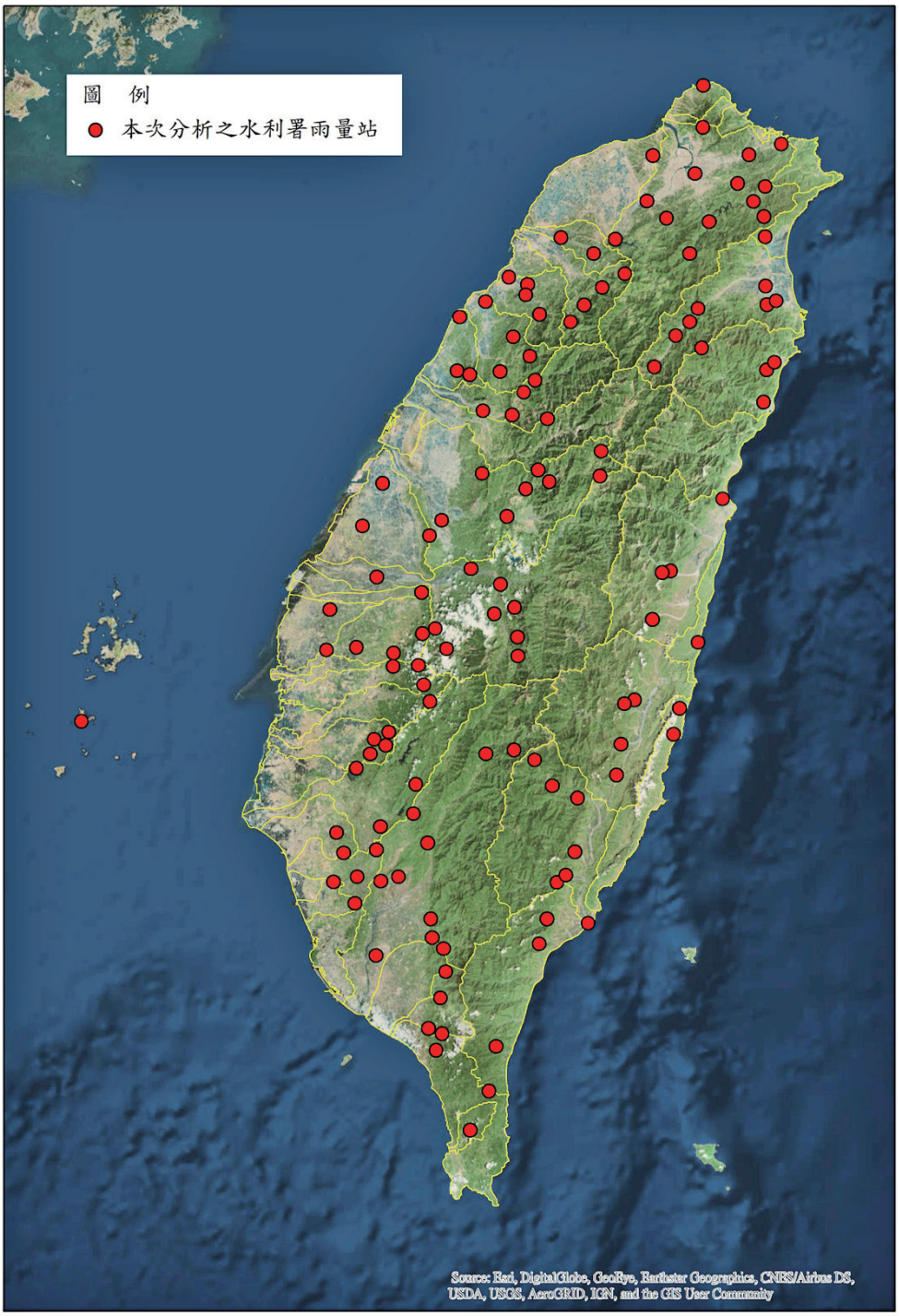
利用頻率分析方法推求出各重現期之降雨強度後，再以Horner公式之型態建立不同重現期之降雨強度－延時公式，此公式可表示為：

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

其中I_t：延時 t 時刻下之降雨強度（mm/hr）；

t：降雨延時，單位為分鐘；

a、b、c：待定係數。



本次分析水利署131個雨量站所得之最佳化Horner公式參數可由水利署的網路下載，下面即是將其中的五堵站（如圖2）、草屯（4）站（如圖3）及屏東（5）站（如圖4）等3站之分析結果參數代入Horner公式後所做的降雨強度－延時－頻率曲線。

圖1 本次分析水利署雨量站位置圖

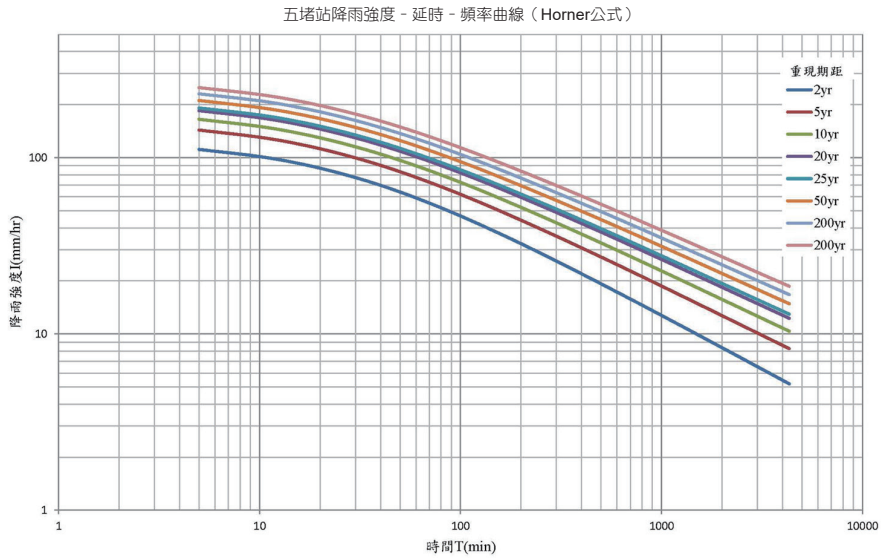


圖2 五堵站

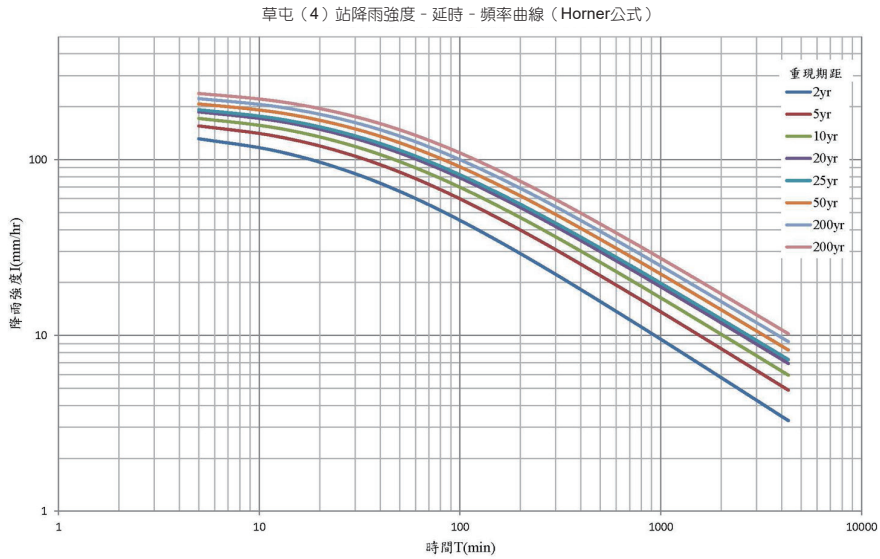


圖3 草屯（4）站

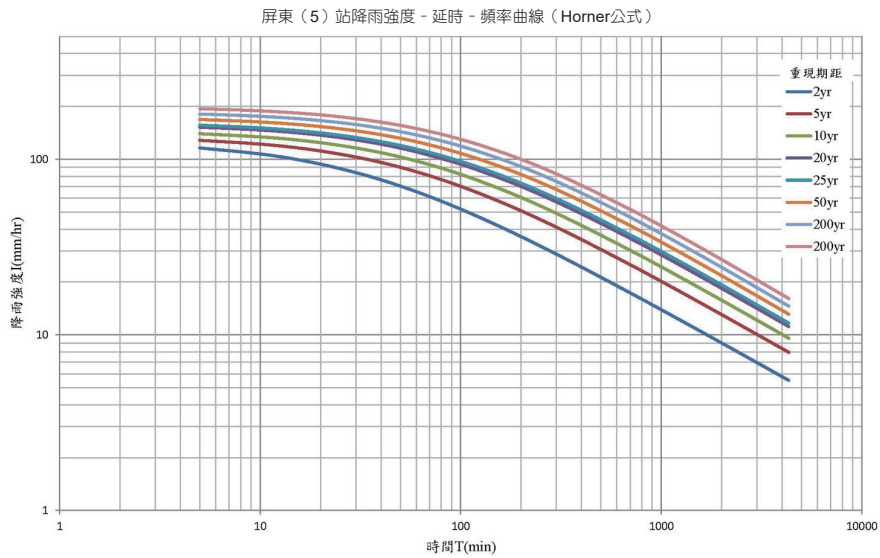


圖4 屏東（5）站

伏流水
德清縣
水利局
杭州市水資源局

《封面攝影：許良瑋》

經濟部水利署

2019

107年臺灣水文環境情勢專刊