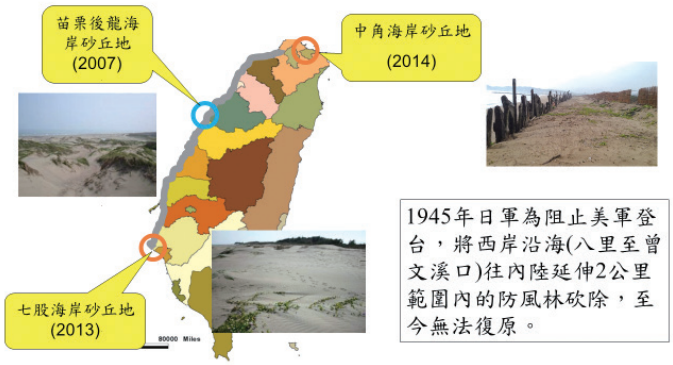
面對降雨豐枯兩極化的用水智慧

文．圖／甘俊二



復育前的臺灣西部濱海沙丘地。

臺灣屬於海島型氣候，年降雨量約2500公厘，為世界各國平均值之2.5倍，似乎水資源豐沛。但因山高陡坡水急的特殊地理，約有80%的降雨量直接奔流入海。加上降雨在時空上分布不均，更增加水資源利用上之困難。

另外，隨著經濟發展，都市面積擴張，混凝土和柏油等不透水鋪面面積不斷增加，又因山坡地濫墾、濫伐，導致地表逕流增加，土壤保水能力降低，地下水補注減少，而臺灣河川污染十分嚴重，也提高了淨水處理成本。凡此種種都成為臺灣在水資源利用上的隱憂。

近年來，極端氣候的出現越趨頻繁，降雨豐枯兩極化現象勢必更惡化。如何突破自然條件的嚴苛限制和人為發展的不當破壞，已是當前無可迴避的課題。

作物生存條件

水是生命之源。區域性水資源的多寡，對農業生產的影響甚為巨大，包含作物種類、品系、產量、品質等等。

植物的需水量，一般以“蒸發散量”來表示。理論上如果某地區的降雨量大於某種植物的蒸發散量，該植物便可以在該地區存活；反之，則植物無法立足。但是，如果有地下水或伏流水的補充，或者經由灌溉的方式，則可以在水量不足的地方讓植物生存。

歷史上的用水演變過程

臺灣農田水利事業的發展，始於明鄭時期大量移民來臺，至今已有300多年歷史。明清兩代為初創階段，開發規模尚小，大都由民間私人出資築埤開圳，農田水利設施視同私產，尚無組織管理體系。

日治時期（1896至1945），農田水利事業邁入提升時期，官方致力推動「埤圳公共化」政策，出資興建埤圳，而有大型水庫（如烏山頭水庫）和大型灌溉系統（如嘉南

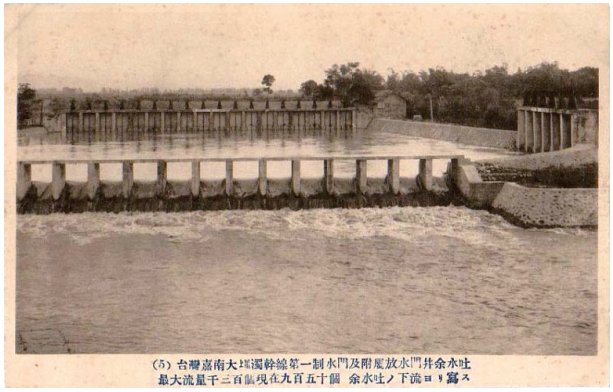
利用河川整備中心伏流水的概念，七星農田水利研究發展基金會與水利署合作，從2007年開始在中部濱海沙丘地推動造林。目前繼續在北部及南部進行防風林復育工作。（提供／李順仁）

大圳）之建設；同時，將「公共埤圳」及「官設埤圳」更名為「水利組合」，使農田水利之管理權正式移轉予政府公部門。

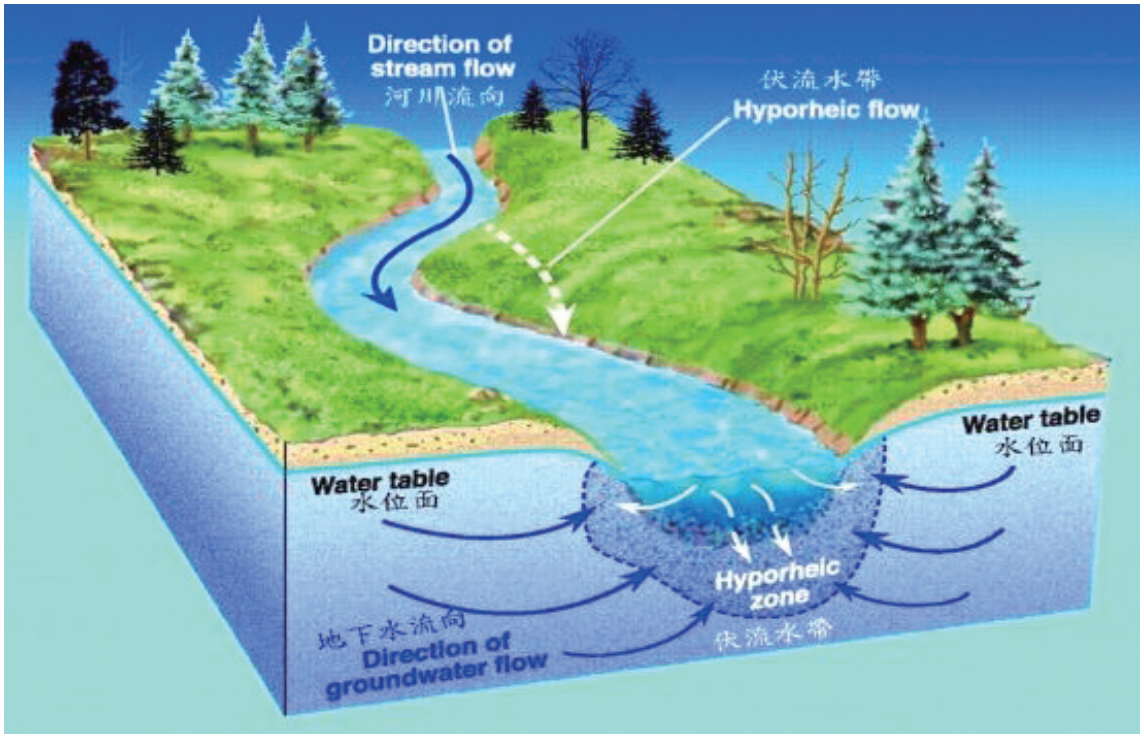
光復後，農田水利事業的發展已臻成熟，政府將「水利組合」更名為「農田水利協會」，後又整併成為「水利委員會」，再調整合併成為「農田水利會」，使其成為具有公法人地位之水利自治團體。至今，全國共有17個農田水利會。

農田水利在臺大的研發歷史

日治時期，1938年日人牧隆泰先生在台北帝國大學（臺灣大學前身）開設「農業工學講座」，後又設立「水理試驗場」（水工試驗所



嘉南大圳，原稱官佃溪埤圳，為臺灣在1920年代最重要水利工程之一，由臺灣總督府工程師八田與一設計，開鑿水路聯絡曾文溪和濁水溪兩大河流。工程包括當時東南亞第一大的烏山頭水庫。1930年5月竣工，灌溉區域涵蓋雲林、嘉義、臺南、高雄等縣市。圖為當時嘉南大圳嘉南大圳濁幹線第一制水門。（文摘自http://bit.ly/2pQbtXj ，圖http://bit.ly/2scj8xB）



什麼是伏流水？土壤有含水層，在土壤顆粒之間飽含水份。也有細顆粒黏土組成的阻水層，隔絕著上下兩個含水層。而所謂伏流水，就是指流動或儲存於河床下方砂礫石層中的水源。相對於河川，伏流水的流速較緩慢，水量相對穩定，且透過入滲的過程淨化水質後，此時所取得的伏流水，可解決原水濁度過高的問題。因此，伏流水資源的開發是符合現今環保觀念的一種技術。（文圖取自經濟部水利署南區水資源區）

牧隆泰先生在台北帝國大學開設「農業工學講座」及「水理試驗場」，是為臺灣農田水利研究之先河。（提供／臺大校史館）

前身），開啟臺灣在農田水利研究領域的先河，並積極培養水利工程人才。

臺灣光復後，農學院農業工程學系（生物環境系統工程學系前身）有金城教授致力於水稻灌溉的研發，發展輪灌和輪作等用水技術。另有張建勛教授從事旱作灌溉方面研究。兩位都對臺灣水利發展有巨大貢獻。

近年來，位居臺灣農田水利研究領導地位的生工系，有年輕輩教授們繼續進行更創新、更細膩的研究，例如：水稻、旱作需水量推估、作物耐旱研究、節水技術研發、灌溉效率提升、開發利用新水源（地下水、伏流水）、農田回歸水再利用等等。

當然，在灌溉管理的層面，在國際上臺灣也有傲人的研究成果，像：田間配水技術的提升、水資源規劃與調配、水權移轉的配套措施等等。

農業用水的時代變遷

民國40至70年代，臺灣農業蓬勃發展，在水資源利用上，農業用水一枝獨秀。70年代以後，工業興起，農業結構也開始轉變調整，工業用水日益增加；同時，人口增加，生活標準不斷提高，民生用水也隨之大幅增加。

近年來，農村人力大量外流、人口老化，勞動力缺乏狀況嚴重，再加上臺灣面臨開放外國農產品進口的壓力，還有國人食性的改變，在在都影響農業的生產，農業用水因而隨之減少；而工業則持續發展，加上在高度都市化發展之下，工業用水和民生用水劇增，二者向農業用水要求移轉水權的呼聲不斷。農業用水自身也從過去只重視生產功能的導向，調整為「三生」（生產、生態、生活）並重的用水型態。工業用水、民生用水、農業用水彼此的協調整合、移轉讓渡，或者開發新替代水源，已是臺灣水資源利用上必須面對的新課題。

展望

綜觀臺灣農田水利事業開發300年史，前人發揮了高度的智慧和毅力，才有今日水利事業的榮景和成果，而目前困境尚有賴所有水利人秉著承先啟後的能力與擔當，尋求突破。

茲舉水庫為例，大臺北地區坐擁翡翠水庫，可以取得質、量俱佳的優渥水源，沒有缺水之虞，可說是得天獨厚；反觀大高雄地區，沒有大型水庫支援，必須仰賴高屏溪供水，除了水源不穩定、水量不足之外，河水污染狀況十分嚴重，也提高原水處理之成本。若能興建水庫，提供量足質優的水源，則工業、民生、農業用水三者將不虞匱乏，讓大高雄地區有更大的發展潛力與競爭優勢。（本專題策畫／生機系陳世銘教授&生工系林裕彬主任）

（提供／《農訓雜誌》）

甘俊二小檔案

現任：臺灣大學生工系名譽教授
臺北七星農田水利研究發展基金會前董事長

經歷：臺灣農業工程學會前理事長
日本國立島根大學客座教授
國際灌溉排水協會教育及訓練委員會主席

學歷：臺灣大學農工系學士
日本東京大學碩士、博士

榮譽：1992年中國工程師學會傑出工程教授獎
1996年行政院農業委員會農業獎
2001年榮獲第1屆水利貢獻獎（大禹獎）
2003年榮獲國際水田環境協會（PAWESS）第一屆國際貢獻獎
2006年榮獲國史館評定為出類拔萃人物（Taiwan Top People）