

# 水、糧食安全與合作

蔡明華

水利技師

日本岡山大學博士

行政院農業委員會技監退休

曾任農田水利處處長

## 一、前言

水稻田具有生產、生態及生活等三方面的機能，稱為三生功能，但台灣加入世界貿易組織後，增加進口稻米之影響與國人飲食習慣改變，休耕水田面積日漸增加，而使水田面積減少，不但對區域之微氣候產生負面影響，降低土壤入滲涵養補注地下水功能，影響水田區之原有生態系統，休耕農地欠缺良好之維護管理，大幅降低水田原本具有之調洪蓄水功能，使整個農村生活及生態環境惡化。現在台灣以熱量計算的綜合糧食自給率僅約 32%，但在 1961 年時曾達 107.9%，政府現在為提高糧食自給率設定 2020 年達 40% 為目標。今後在推動活化休耕水田之際，如能增加從水資源保育維護觀點考慮，於雨季河川豐水期間，有計畫性的推動利用水田蓄水及利用既有灌溉水路系統取水輸送水，讓多餘的河川水經由水田之蓄水入滲、滲透、涵養補注地下水，對地下水已超抽且有地盤下陷現象地區，其相關地下

水涵養補注區之水田，值得優先考量實施，至於實施財源及推動方式，日本熊本市作法成功榮獲聯合國頒授 2013 年最佳水管理實踐獎，其作法與精神可供我國借鏡參考。筆者除撰文於農田水利雜誌推介外，也將最近瀏覽聯合國世界水日活動之相關資訊及技術資料的心得整理，於本水利會訊介紹，提供水利技師們分享。

## 二、世界水日與主題

每年的 3 月 22 日是「世界水日」(World Day for Water, 或 World Water Day)。「世界水日」係於 1993 年 1 月 18 日第四十七屆聯合國大會作出「47/193 號決議」，根據聯合國環境與發展會議通過的「二十一世紀議程」第十八章所提出建議，決定每年的 3 月 22 日定為「世界水日」。其旨在推動對水資源進行綜合性統籌規劃和管理，加強水資源保護，解決日益嚴峻的缺乏淡水問題，開展廣泛的宣傳，以提高公眾對開發和保護水資源的認識。由聯合國水機制和聯合國人居署負責對全球的「世

界水日」活動進行協調。

第一屆「世界水日」是從 1993 年 3 月 22 日開始，此後每一年在此時聯合國都會舉開慶祝會並針對水資源設定各種不同

的主題進行研討及宣傳，今年（2013 年）的「世界水日」已正式邁入第 21 屆。歷年設定的研討主題如下：

世界水日歷年設定的主題

年	主題	英文主題
1993		
1994	關心水資源是每個人的責任	Caring for Our Water Resources Is Everyone's Business
1995	女性和水	Women and Water
1996	解決城市用水之急	Water for Thirsty Cities
1997	世界上的水夠用嗎？	The World's Water: Is There Enough?
1998	地下水—無形的資源	Ground Water-Invisible Resource
1999	讓每個人都生活在下游	Everyone Lives Downstream
2000	21 世紀的水	Water for the 21st Century
2001	水與健康	Water and Health
2002	水為發展服務	Water for Development
2003	未來之水	Water for Future
2004	水與災害	Water and Disasters
2005	生命之水	Water for Life 2005–2015
2006	水與文化	Water and Culture
2007	應對水短缺	Coping with Water Scarcity
2008	水衛生	Sanitation
2009	共享的水、共享的機遇	Shared Waters-Shared Opportunities
2010	保障清潔水源，創造健康世界	Clean Water for a Healthy World
2011	城市水資源管理	Water for Cities
2012	水與糧食安全	Water and Food Security: The World is Thirsty Because We are Hungry
2013	水合作	Water Cooperation

#### 三、水與糧食安全

去年(2012年)3月22日「世界水日」的研討主題是「水與糧食安全」(Water and Food Security)，為了鼓勵全球民眾響應珍惜水資源，去年的「世界水日」活動提供了下列一些節水方法，以期減少生產鏈中的水資源消耗，包括：

##### (一) 消費低耗水的產品

全球水資源之使用，農業用水占整體用水之70%，民以食為天，但各種食物之生產過程到食用過程所隱含的水資源消耗不同，如生產1公斤的穀類整個生產過程約消耗1,500公升的水，而生產1公斤的牛肉約消耗15,000公升的水，可見水與食物之間有密切關係，因此，有人鼓勵少吃肉類認為可以節省水資源之消耗。

##### (二) 減少食物浪費

全世界約有30%的食物從未被吃到就進垃圾桶，實在可惜。據聯合國委託之調查統計，全球年約有總量高達13億公噸的食物未被吃到就進垃圾桶，以蔬菜、水果及根莖類食物為大宗，但在這段期間全球仍有9.25億人正處於飢餓之中，而年1090萬死亡兒童中約有一半導因於營養不良。

##### (三) 改進生產技術，以減少水的使用

依當地氣候及土壤條件，採適地、適時、適作原則規劃作物制度，盡量利用降雨及綠水(green water，為用於農業的

雨水)，減少使用藍水(blue water，為取自湖泊、水庫、河流及地下含水層的灌溉用水)。採用輪流灌溉及管路灌溉等省水灌溉技術，選種耐旱的作物品種，均可減少水的使用量。

##### (四) 養成健康、永續的飲食習慣

教育國民具備正確的飲食知識，選擇食物的能力，實踐健康、永續的飲食習慣。節約用水的途徑，除了農業生產者改進灌溉技術外，消費者也應可扮演著重要的角色。

#### 四、水合作

聯合國大會於2010年12月在第A/RES/65/154號決議中宣布2013年為聯合國「國際水合作年」。因此聯合國定2013年為「國際水資源合作年」，2013年世界水日也將「水合作」訂為研討主題。2013年3月22日世界各地舉辦的“世界水日”慶祝活動集中在「水合作」這一重要主題。在此水資源日，除了在荷蘭海牙(Hague)舉辦官方慶祝典禮外，世界各地分別舉辦盛大活動響應，聯合國年度大會選定在此日於紐約召開。聯合國秘書長潘基文在2013年世界水日之致詞表示：全球有三分之一的人民已經生活在中度到高度缺水的國家，全球近一半的人口到2030年可能面臨水資源匱乏，需求量將比供應量高出

40%。農民和牧民、工業和農業、城鎮和鄉村、上游和下游以及各國之間對水資源的爭奪日趨激烈。氣候變化、不斷擴大的人民需求及富裕繁榮，要求我們必須共同致力於保護和管理這一脆弱和有限的資源。

水領域的合作，對於保障安全、應對貧困、社會公正以及性別平等具有非常重要的意義。水領域的合作可創造經濟價值，水領域的合作對於保護水資源和保護環境至關重要。跨國河流之國際間水資源分配問題複雜，須賴合作解決，跨國的水合作可以構築和平共享利益，取代衝突與戰爭。

在台灣之水領域的合作，主要為用水標的間的合作。過去筆者曾積極倡導標的用水間建立合作夥伴關係，共同開發水資源，化解民生及工業用水競用農業用水之情勢。因台灣灌溉用水為水資源利用之最大宗，近30年來，民生及工業用水需求遽增，缺水時將灌溉用水視為備援水源。近10年來氣候暖化氣候異常，嚴重乾旱缺水機率更上升，因民生及工業缺水經濟損失，較農業缺水損失高，因此，行政院及經濟部基於水資源利用之最大總體經濟效益考量，於水資源調配時常將農業灌溉用水當作為民生及工業用水之備援水源，形成競用農業用水之情形。

農業用水與民生用水之競合關係，從以往調配灌溉用水支援民生及工業用水作法檢討，有下述問題：(一)採大面積停灌休耕，影響水田三生功能，(二)水資源調度須善用水管理專業，以降低農業損害，(三)應將水資源視為經濟財，建立有償移用機制，(四)應本受益付費原則，由調用水者負擔補償費，(五)應速設「調度用水作業基金」，及時支付補償費。

標的用水間平常如建置良好合作夥伴關係，可活用水資源，提昇用水效益。農業用水可加強下述作為，創造水合作之效益：(一)世界糧食安全具不確定性，可在維持農業水權下活用水資源，(二)標的用水間建立合作夥伴關係，共同開發水資源，(三)由農田水利會改善既有取、蓄水設施，供水成本較民生用水自行單獨開發為低，(四)豐水期加強補注地下水，枯水期提早節水寄存水庫，增加調水潛能，(五)改善水源水質，增加可調配支援水量。

## 五、聯合國頒授 2013 年最佳水管理實踐獎

在2013年3月22日第21屆世界水資源日，於荷蘭海牙舉開的官方慶祝儀式中，聯合國頒發最佳水管理實踐獎，表彰優秀的最佳實踐者。該水管理實踐獎設定的目的，是為了促進努力履行在水及與水

有關議題的國際承諾，以確保長期可持續的水資源管理，並對國際商定的目標及具體目標的實現作出貢獻。該獎項分兩大類：第一類是頒發給最佳的水管理實踐者，第二類是頒發給最佳的參與、溝通、宣傳及教育實踐者。

今年第一類最佳的水管理實踐獎，頒授予日本熊本市對地下水的獨特管理成就。

熊本市係位於日本九州的中心，九州是日本南部的大島。熊本市很幸運地擁有豐富的地下水含水層，而該地下水含水層是由阿蘇山的火山碎屑岩所形成，現在熊本市 730,000 市民的飲用水完全係由地下水供給，是日本屬第一的地下水都市。熊本市曾積極進行多種努力，以期經常能使用他們現在所擁有的豐富、純淨、水晶般清澈的地下水，並確保能將這個寶貴的資源傳承留給他們的後代永續使用。熊本市政府為達此目的，跨越行政區與鄰近城市合作，有效管理地下水人工補注系統，補貼獎勵鄰近城市地區農民利用稻田休耕期引灌河川水入田，維持湛水狀態，實施人工補注地下水，此外，也保護集水區內的森林，維護自然生態系統，並推行節約使用熊本地區高品質的地下水，通過上述措施，使城市可以經常提供市民有高品質的「從水龍頭流出礦泉水」享受服務。此成

就之得以實現，係建立在有效利用熊本縣阿蘇山的「自然系統」與結合熊本市當地「人類活動」的聯合工作所達成。

第二類最佳的參與、溝通、宣傳及教育實踐獎，頒授予摩爾多瓦共和國（The Republic of Moldovan）的水安全飲用和衛生項目。

摩爾多瓦共和國是歐洲貧窮國家之一。根據最近的研究，於 2006 年在摩爾多瓦共和國，只有 15% 的農村人口的房子有連接飲用水，只有 55% 的人口生活在農村係使用地區公共基本衛生設施。摩爾多瓦國家環境行動計劃（NEAP），估算水污染對該國的社會和經濟影響，其全國水污染的經濟成本約占國內生產總值的 5%-10%。在摩爾多瓦共和國的農村居民，幾全係依靠小規模的供水系統或淺井，而此些淺井經常受微生物和硝酸鹽污染。公共廁所為衛生設施的主要形式，這也是一個主要的環境污染源。此外，動物之廢棄物往往不能有效存儲與處理，也導致交叉污染水體。在摩爾多瓦國，倡議教育安全用水和衛生計畫的目的，是為改善摩爾多瓦農村的衛生情況，通過動員公民，與當局的認識和尊重，推行本地資源朝向可持續利用的管理活動，使民眾有權獲得安全飲用水和衛生設施。這種教育推行，實現了保

持清潔的水源，改善人民健康。這些推動活動，也有助於保持環境中水生生態系統的完整性，進而有助於保護生物多樣性。本活動對社會行為所產生的影響顯著，現在已不再見到有固體廢棄物被任意傾倒在公共或私人水井和水泉附近，社區傳統意識已大大提高。

筆者過去在行政院農業委員會擔任林業處水利科科長至農田水利處處長工作期間，曾經與日本及韓國的農業水利專家一起倡導，重視水田農業的多功能及對生活及生態環境的影響，尤其在推行水稻田休耕或轉作時，不種稻的水田不會保有湛水情況，對地下水補注的量必會大幅減少，對當地地下水的永續利用會發生不利的影響，必須注意重視。農委會過去與水利會及學術研究單位合作多年，積極推動於雨季豐水期間利用休耕水田蓄水，發揮減洪及增加補注地下水功能，雖有顯著成果，但限於經費，僅推行調查規劃、試驗研究到示範階段，未能大量擴大推廣，甚覺可惜。近日於瀏覽閱讀聯合國慶祝世界水資源日活動資訊時，得知日本九州熊本市政府獎勵利用休耕水田蓄水增加補注地下水之作法，成功營運管理當地地下水系統持續利用的成就，榮獲聯合國頒授 2013 年全球最佳水管理實踐獎殊榮，覺得令人敬佩。

從聯合國網路資訊資料看，日本九州地區的熊本市的民生用水全賴抽用地下水，該地下水水質良好，水源係來自阿蘇山火山碎屑岩所形成的自然地下水含水層系統，熊本市政府為期該優質地下水能永續利用，積極研究管理該地下水的人工補注系統，發覺原有補注量近期有減少情況趨式，而補注量減少之主要因素之一係位於其水源白川河流域中游地區原有的水田實施休耕轉作面積增多，造成原有補注量顯著減少，熊本市政府率先與鄰近城市合作，補助獎勵利用休耕的稻田或轉作作物種植前與收穫後期間引灌白川河水入田，維持水田呈湛水狀態，實施人工補注地下水，此外也保護集水區內的森林，增種闊葉林樹種，維護自然生態系統，並推行用水的民眾及企業共同節約使用熊本地區高品質的地下水，通過上述多項措施使城市得以持續提供市民有高品質「從水龍頭流出礦泉水」的享受服務。

本人覺得此成功案例頗有借鏡之處，除參考聯合國官方網站之英文資料外，特進一步請日本交流協會經濟組末口主任協助，洽請九州熊本市政府提供該市成功管理地下水之地下水涵養指針及補助獎勵農民利用休耕水田蓄水增加補注地下水的措施、補助獎勵金額標準、財源、主政單位

等日文參考文獻及資料，參酌前述英文及日文之相關資料，以「獎勵休耕水田蓄水補注地下水」為題，撰文刊登於「農田水利」雜誌介紹給國內的相關機關及人員參考。該文內容主要包括日本熊本市成功管理地下水經驗及有關白川中游流域水田蓄水事業，熊本市成功管理地下水經驗分（一）背景、（二）面臨的新挑戰、（三）地下水營運管理操作、（四）在休耕稻田蓄水計畫、（五）轉作的稻田不利於地下水補注、（六）建立農產品牌『水之禮物』、（七）維護和保育集水區森林提高補注容量、（八）提高市民節水的環保意識、（九）都市與有關相鄰城市合作的必要性等九項作介紹；有關白川中游流域水田蓄水事業則分（一）事業意義、（二）事業架構、（三）補助條件等三項作說明。

### 六、現今全球所面臨的水資源問題

今年的世界水日活動的領頭機構是聯合國教科文組織。在聯合國教科文組織的世界水日官方網站中，在世界水日慶典之前對現今全球所面臨的水資源問題作重點整理，提供各國進一步探討水資源問題之參考，摘述如下：

（一）全球無法取得乾淨用水的人口仍多

全世界上約有 85%人口居住在前 50% 最乾燥的地區，其中非洲有 66%地區是乾

旱地區，現有 3 億到 8 億人居住在撒哈拉以南的缺水區(NEPAD, 2006)。另全球約有 7 億 8,300 萬人口無法取得乾淨用水，25 億人口沒有公共衛生設施。每年約有 600 萬到 800 萬人口死於與水相關的重大災害。然而人口持續增長，未來 40 年，人口數預估將增加 20 億到 30 億人，如果加上飲食方式改變，預估到 2050 年食物需求量將增加 70%。

（二）富有國大量需求肉類多，但生產肉類所消耗的水資源卻集中於扮演生產者的貧窮國

經濟成長與個人財富增加，使飲食習慣由澱粉類轉為更耗水的肉類或乳製品。產生一公斤米需要 3,500 公升的水，產生一公斤牛肉需要 15,000 公升的水，一杯咖啡需要 140 公升的水 (Hoekstra and Chapagain, 2008)。但是，富有國因大量需求肉類或乳製品而增加耗水。歐美國家（不含前蘇聯國家）平均每人每天至少消費 3,000 公升的水，卻是隱含在進口食物或產品中。過去 30 年，飲食習慣的轉變正是用水增加的主要原因，而這樣的狀況可能會持續至 21 世紀中期(FAO, 2006)。除了飲食習慣轉變，大規模圈地企業化經營種植農產物，是另一個愈來愈常見的現象。例如中東最大糧食生產者之一的沙烏地阿拉伯，為減少國內不能永續地使用地下水的壓力，宣布每年國內減少 12%的穀物生產；另一方面為穩定國內糧食需求，

因此鼓勵國內企業投資非洲土地種植，以節省國內數億公噸的水和石油的消耗。幾乎所有的阿拉伯國家都飽受缺水之苦，據估計，66%的阿拉伯國家之地表淡水係來自境外。

### (三) 水力發電及其他可再生能源的需求增加，導致農業與其他產業間之水資源爭奪加劇

水力發電和其他可再生能源的需求，將增加 60% (WWAP, 2009)，所需水資源增加。這些議題相互牽連，為提高農業產出連帶所需用水及能源之增加，將導致農業與其他產業間對水資源之爭奪更加劇烈。

### (四) 用過的廢水未妥善處理，影響全球人類的健康、食物安全和飲水安全

現在水資源已呈用水顯然不足現象，但用過的廢水也多妥善處理。世界上約有 80% 的廢水未經蒐集和處理就直接排放 (Corcoran et al., 2010)，而發展中國家更有超過 90% 的廢水未經處理即排入河川、湖泊和海域，特別是非 OECD 國家，很少有處理廢水或幾乎是沒有處理廢水 (Corcoran et al., 2010)，然而其污染是不分國界，此將影響水資源之有效利用及全球人類的健康、食物安全和飲水安全。

### (五) 水資源問題因氣候變遷而雪上加霜

人口分布不均、人口急速增長和個人需求增加，所產生的水資源問題，更因氣

候變遷而雪上加霜。聯合國氣候變遷小組 (IPCC) 預測中歐和南歐地區缺水問題會越來越嚴重，到 2070 年會有 2,800 萬~4,400 萬人受影響。南歐和東歐中部的夏季水量將下降 80%，歐洲水力發電量預估下降 6%。當全球平均溫度增加 2°C，在 2020 年至 2050 年間，全世界每年調適氣候變遷造成衝擊所花的成本，估計約為 700 億到 1,000 億美元 (World Bank, 2010)。其中 137 億~192 億美元主要花費在防洪處理和給水系統。

### (六) 跨國河流之國際間水資源分配問題複雜，須賴合作解決

人對水資源的需求日愈殷切，仰賴更是加深，但是水資源是無法用國家邊界來區隔的特性，使國際間水資源分配問題更加複雜。全球 46% 的陸地面積，是由跨國河流之流域覆蓋，其中歐洲大陸有 68 個跨國河流流域，非洲有 64 個，亞洲有 60 個，北美洲有 46 個，南美則有 38 個。全球有 148 個國家內有跨國流域 (OSU, n.d., 2008 data)，39 個國家有 9 成的領土位於跨國流域，21 個國家完全仰賴跨國流域的水資源。其中有 1/3 主要跨國流域在非洲，包含 63 個跨河流域和 80 個跨湖泊流域，橫跨面積超過 10 萬平方公里。另外全球有 276 個跨國的河流流域，92.7% 河流流域橫跨 2~4 個國家，7.3% 河流流域橫跨 5 個國家，其中跨國最多是多瑙河流域共橫跨 18 個國家。若以國家而論，俄國有 30



個跨國流域，智利和美國各有 19 個，阿根廷和中國各有 18 個，加拿大 15 個，幾內亞 14 個，瓜地馬拉 13 個，法國 10 個。有甚多前例證明，以合作代替競爭是共享跨國流域的良方，全球計有 450 個國際水資源協定於 1820 年 2007 年間簽訂(OSU, 2007)。其中在非洲，有超過 90 個國際協定係為處理跨國流域之水的問題。因此，今年的「世界水日」，聯合國於荷蘭舉辦的官方慶祝活動中，也有多場會議，邀請社會各界討論「水合作」議題，期盼激盪獲致更多創新的水合作方式。

#### 七、結語

- (一) 台灣之農業及經濟仍將持續成長，總體水資源之需求仍會增加，對新水資源開發之建設案，仍應按需求時程積極推動，因應未來水資源需求，建議實踐聯合國世界水日推動「水合作」之理念，用水標的之間採共同開發方式，與地方政府及民眾採合作模式及態度共同推動，地區民眾能分享水之利益，化解當地民眾反對之阻力。
- (二) 由農業灌溉用水臨時性調用支援民生及工業用水，須顧及糧食安全及農民權益，有一定的極限，僅能解決部分暫時性的水資源問題，不能解決所有新增用水長期性的需求問題。
- (三) 建議速修「農田水利會組織通則」

第十條增訂農田水利會任務配合政府水資源政策事項及得多角化經營之法律依據，未來將有助於農田水利會與民生用水或工業用水單位合作，提供供水服務之業務推動。希望標的用水間，彼此本著互助互惠、共度缺水難關，以和諧態度進行合作用水協議，儘量避免由政府主管機關出面協調。

- (四) 農田水利會加強活用既有灌溉水資源及水利設施，藏水於農，朝多角化經營，發揮灌溉用水之邊際效用，有助於紓緩標的用水間之競用壓力，另農田水利會為擴大供水服務，對既有灌溉系統供水能力之掌控、調配服務與省水技術，應予加強精進。擴大供水服務能量可增加財務收入，支持農田水利會營運，提昇農業水資源之利用效率及營運效益，落實馬總統「充分利用水利會資源，發展水資源相關產業」之農業政策主張。