



水資源管理會刊

第二十卷第一期 2018.7

ISSN 1606-2604

行政院新聞局局版

北市誌第 2415 號

發行人：楊偉甫

發行所：中華水資源管理學會

總編輯：張敬昌

副總編輯：虞國興

出版委員會委員：毛振泰 王藝峰

李振誥 林國華

林鎮洋 張良正

張尊國 陳清田

陳榮福 葉陳萼

虞國興 鄭友誠

簡昭群 蘇明道

(按姓氏筆劃排列)

本期企劃：虞國興

執行編輯：陳英仁

會址：10055 台北市中正區  
仁愛路二段一號四樓

電話：(02) 2392-6349

電話傳真：(02) 2396-4260

電子信箱：

water23926349@gmail.com

呈印者：中禾實業股份有限公司

地址：22161 新北市汐止區  
中興路 98 號 4 樓之 1

電話：(02) 2322-1930

# 目錄

## 特別企劃

農業水資源開發策略與展望 虞國興 02

## 專論

擴大農田水利事業服務範圍之規劃與行動 林庚辛 12

智慧水管理 — 精進田間灌溉計畫 周乃昉、李皓志、吳嘉文 25

農田排水治理策略與展望 蘇騰鉉、侯玉娟、游鵬勳 36

農業灌溉用水調度支援其他標的之合理機制評估 陳清田 44

## 學會動態

會務報導 秘書處 58

會員資料填表 秘書處 61

入會繳費方式 秘書處 63

# 農業水資源開發策略與展望

虞國興

台灣水資源與農業研究院 院長

## 一、前言

台灣屬亞熱帶海島型氣候，降雨量相較於其他國家可謂極為豐沛，但受到氣候變遷、地形與季風特性之影響，降雨之空間及時間分佈愈見不均，復以河川陡急、蓄水空間不足等主客觀限制，我國天然水資源之調蓄供應情勢可謂日漸惡化。此外，水資源之需求面依使用者或標的之不同，亦有其時間、季節及地區性之差異，例如農田灌溉於整田及插秧期尤需大量用水，而工業及民生用水則屬經常性且用水量較固定者，通常於每年春季至颱風季節來臨前，較易發生乾旱缺水事件。此外，在區域特性方面，台灣東部地區之灌溉用水占整體水資源總量 93%，但因民生及工業用水需求相對西部少且亦無水庫調蓄調配，標的間水資源競用問題亦屬罕見。

我國農業灌溉用水平均年用水量<sup>[1]</sup>約 112 億噸，僅約 10% 由水庫供應，河川取水則占 78%，由於河川取水之

穩定度受到氣候因素影響甚鉅，農業灌溉遇天然乾旱時，通常採取加強灌溉管理或停灌措施以度過缺水難關，然而，近年來在氣候變遷的影響下，旱澇現象日益明顯，農業停灌休耕之決定已經與天然乾旱無直接關係，反而因民生及工業用水之供水穩定度不足，迫使農田水利會必須配合政府政策實施停灌<sup>[2]</sup>。另一方面，為處理產業用水之供水缺口，行政院更於民國 106 年 11 月提出「產業穩定供水策略」，行政院農業委員會銜命規劃「農業灌溉用水精進策略方案」，希冀自民國 120 年起，農業灌溉用水每年節水 8 億噸，而農業用水之比例則由目前 72% 降低至 60%。

由前述分析可知，農業灌溉用水之供應課題不僅受到蓄水設施不足及氣候變遷影響，又承擔其他標的用水之缺水風險。再者，農田水利會組織通則於 2018 年 1 月修正施行，農田水利會將改制為行政機關，而其政策目標之一，係擴大灌溉服務區域，亦需

要充分之灌溉水資源，始得以充分落實是項政策。爰此，為了降低原農田水利會灌區之缺水風險，其所涉及之關鍵要素亦在於開發灌溉水資源之調蓄空間。本文剖析現有農業水資源<sup>[3]</sup>管理現況、農田水利事業政策推動方向及其環境預測，進而提出農業水資源開發策略建議。

## 二、農業水資源利用現況與特性

### (一) 農業水資源利用現況

目前我國農業用水量平均每年約占年總用水量之 72%，而其中灌溉用水約占 63%，養殖用水 8%，畜牧用水 1%。灌溉用水量有 78% 取自不易調蓄利用之河川水源，取自水庫則不足 10%（如圖 1）。

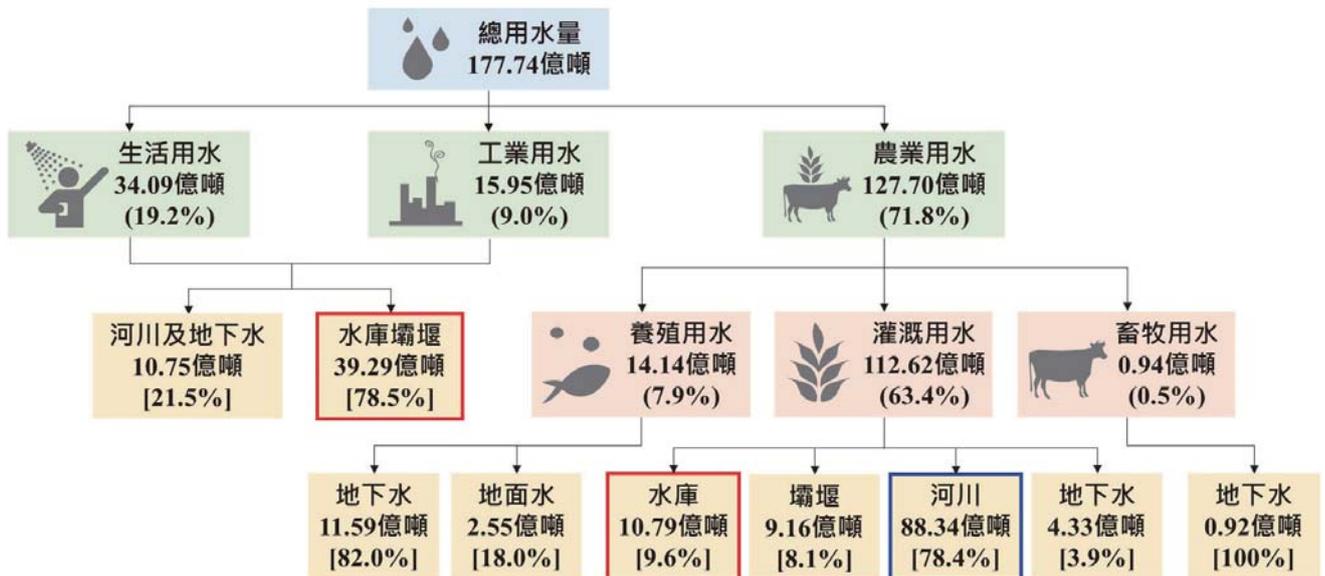


圖 1 農業用水結構與水源比例圖

此外，由於台灣地區人口增加及經濟成長，工業用水及公共給水之總量均逐年增加，農業用水則逐年降低，由民國71年至104年長期趨勢觀察（如圖2），灌溉用水減少32億噸，生活與工業用水僅增加16億噸，顯見減少灌溉用水並不容易直接供其他標的使用，其主要原因係農業灌溉用水之水源多來自河川取水，且因區域特性因素，標的間之增減水量，未必互為補充。

另一方面，台灣蓄水設施之建設不足，亦是水資源調蓄利用效率不高之主要因素。由圖三水庫開發歷程分析，近20年來已極少開發大型蓄水設施，且1980年以後之水庫建設均以民生或工業用水需求為主。觀察<sup>[4]</sup>氣候條件和人均可用水資源量與臺灣相近的日本，其於1975年即擁有1,394座水庫，總容量138億噸，已達年用水量850億噸的16%。然而，日本仍持續推動興建新的水庫，近20年來共竣

工了429座水庫，增加了約66.5億噸的水庫容量，至今全日本水庫總容量達272億噸，占年用水量的34%，有效降低缺水風險。反觀台灣近20年來已極少開發新的蓄水設施，1993年至今僅興建了寶山第二水庫、湖山水庫及零星攔河堰等，導致全國水庫總庫容量約只增加0.9億噸。目前全台大小水庫及攔河堰共有96座，總容量24.5億噸，僅占年用水量178億噸的14%，相較於日本34%，可見調蓄設施明顯不足，勢必經常面臨供水短缺之壓力。

## （二）農業水資源利用特性

### 1. 空間分布 — 東部地區之農業用水比例最高，北部最低

北部地區多屬都會區，工商業發達且人口集中，故生活用水占了總用水量的近40%（為全臺平均值的2倍），農業用水則是各分區之中所占比例最低的，僅不到50%。中部地區

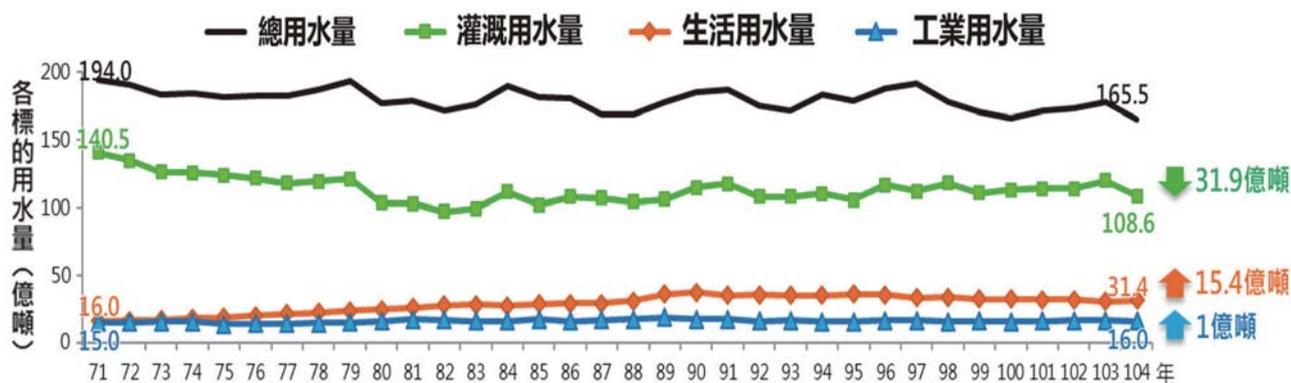


圖2 各標的用水量增減趨勢

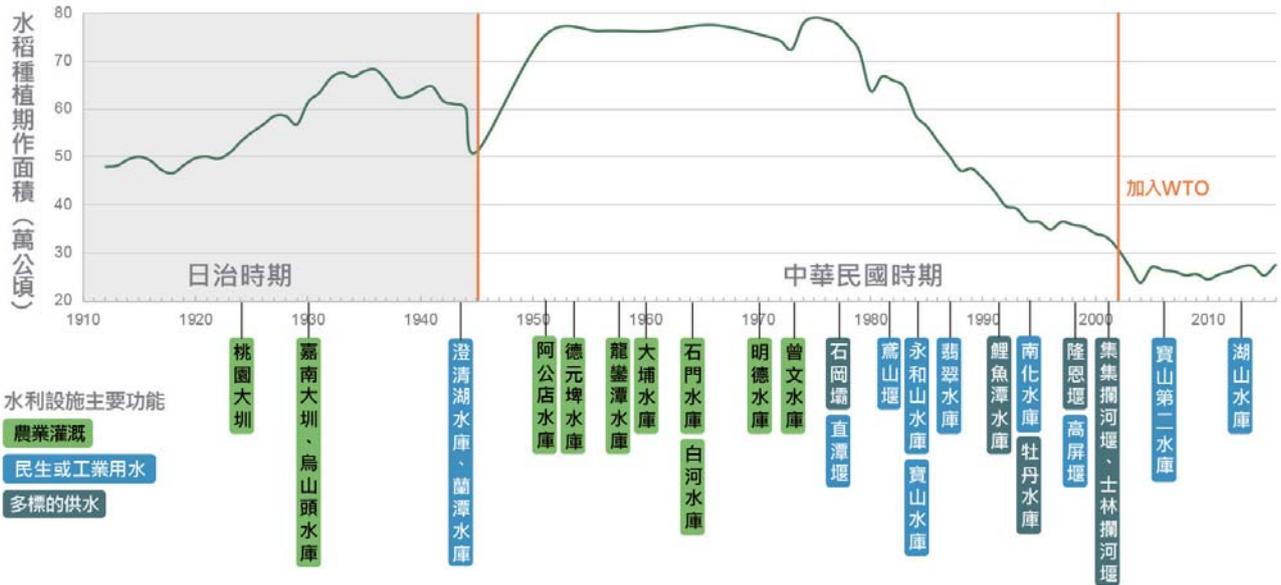


圖 3 歷年來蓄水設施開發與水稻種植面積增減趨勢

的農作物產值占全臺總產值的一半以上，是我國最主要的糧食生產地區。其總用水量是各分區中最多的，且超過 80% 為農業用水。南部地區的用水情形則大致和全臺平均值相當，惟因其為臺灣工業發展重鎮，工業用水所

占比例是各分區中最高的，約占了總用水量的 13%。東部地區產業型態以農業為主，人口密度低，總用水量最少，有 94% 的水用於農業。各區各標的用水之比例如圖 4。

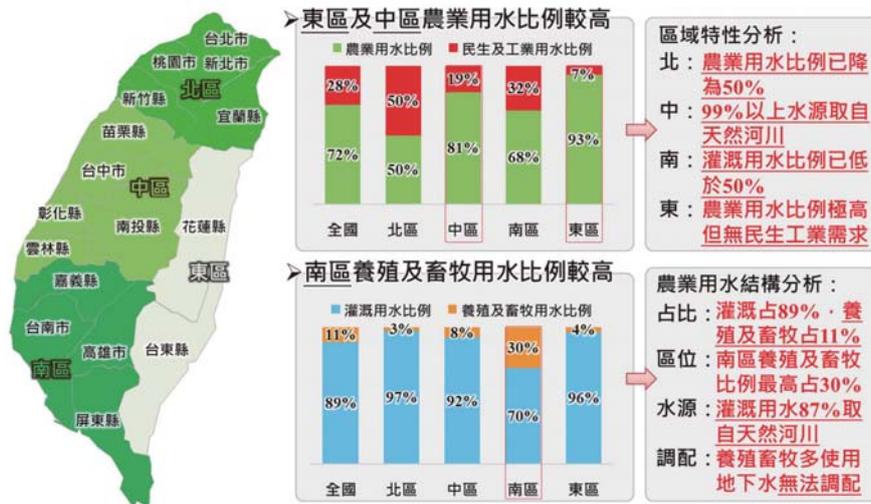


圖 4 農業用水之空間特性

## 2. 季節特性 — 春季為枯水期，南部地區豐枯明顯

台灣地區屬於亞洲季風區，主要之水資源來自夏季降雨，而降雨情勢隨季節不同，南北地區差異極大，觀察豐水期（6月至翌年11月）及枯水期（12月至翌年5月）之降雨量比例，北部地區約7:3，南部地區則高達9:1。因此，農業灌溉水量之供應，在春季枯水期，用水不足之風險極高（如圖5），若每年10月前，水庫蓄水量不如預期，則經常引起各標的用水者競用有限之水資源。

## 三、農田水利事業政策推動方向及環境預測

自2017年以來，行政院陸續提出「產業穩定供水策略」、「農田水利會

改制升格」及「全國國土計畫」等農田水利事業重大政策，對於農業灌溉用水調配利用之政策方向影響重大。在前述政策之導引下，農業部門一方面必須節約灌溉用水，又需增加灌區外用水服務，且農業耕地之區位受到國土計畫法之拘束，原本農田水利會灌區內之更新改善投資可能須通盤檢討因應。另一方面，行政院於2000年核定農業灌溉用水高標、低標之利用政策，近年來已促使灌溉用水之取供水量能接近低標值。爰此，農田水利部門將面臨氣候變遷、供水服務區位之高變動性以及節約灌溉用水之多重壓力，解決之道應在於農業部門自行開發水資源，透過增調蓄設施，蓄存天然降雨或節約水量，進一步降低供水壓力。

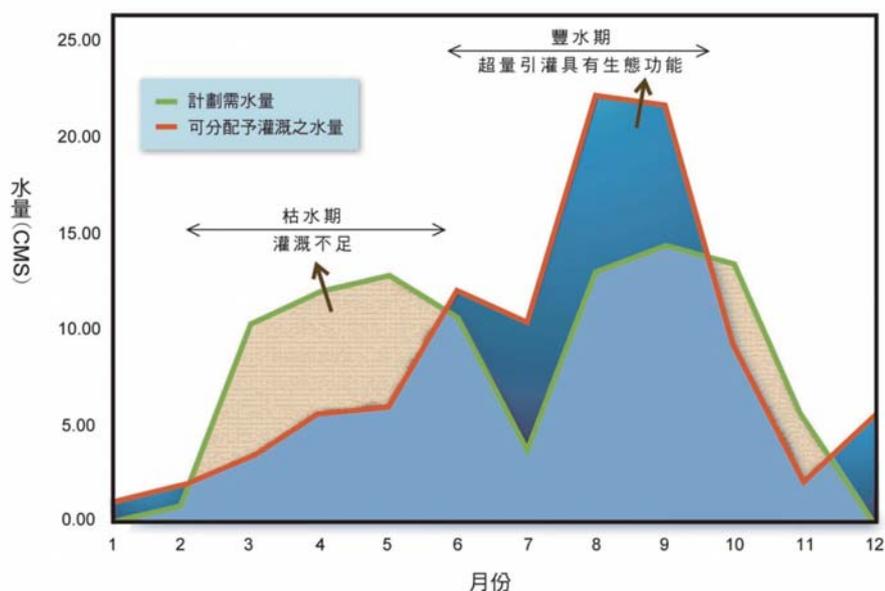


圖5 農業灌溉用水與河川水量之季節變化特性<sup>[5]</sup>

## (一) 全國國土計畫對農地保全面積及灌溉水資源利用已有框架規定

行政院已於 107 年 4 月核定全國國土計畫，依計畫評估全國農地總量之需求，係在國外農產品輸入受阻時，國內應維持供應糧食生產之農地資源，農地面積需求為 74 萬公頃至 81 萬公頃，其中農田水利會灌溉面積約 37.5 萬公頃，然而，都市計畫區之農業區、保護區之 10 萬公頃灌溉面積，似將被國土計畫劃歸農業發展區第五類<sup>[6]</sup>，其農業投資力道將遠小於第一、二類<sup>[7]</sup>，進而影響農業灌溉用水相關更新改善與投資建設，整體灌溉水資源之調配，亦受牽連。

另一方面，國土計畫內容亦揭示加強蓄豐濟枯設施之興辦。依據經濟部水利署民國 101 年 11 月「水資源開發利用總量管制策略推動規劃」，臺灣地區天然水資源開發利用係以 200

億立方公尺為目標，如包含水利會灌區外農業用水量及灌區內農民自行抽取地下水灌溉量，則目標值為 230 億立方公尺，相較於現況用水量雖仍有開發潛能，惟因臺灣地區降雨豐枯不均，故地面水剩餘開發潛能量多集中於豐水期，可投資興辦蓄豐濟枯設施或以海水淡化、水回收再生利用等多元供水方式。

## (二) 行政院已訂有農業灌溉用水高標低標之利用政策

民國 70 年代以來，隨著我國由農業社會逐步進入工商社會，工業用水及民生用水大幅增加，當時農業用水總用水量達 163 億立方公尺，政府在政策上已指示農業用水不再增長，行政院並再於民國 89 年核定「農業用水量化目標及總量清查報告」，其中，有關農業用水量化目標（如表 1），規劃在水文狀況正常情形下，以「高

表 1 民國 89 年行政院核定農業用水量化目標

用水別 用水量別	灌溉用水 (億立方公尺)	養殖用水 (億立方公尺)	畜牧用水 (億立方公尺)	合計 (億立方公尺)	備註
高標	131.86	14.72	1.16	147.74	正常灌溉 維護三生功能
中標	122.21	14.72	1.16	138.09	缺水率 8%
低標	106.32	14.72	1.16	122.20	休耕 13% 及 缺水率 8%

標用水」147.74 億立方公尺為上限，達到滿足灌溉用水需求，兼顧維護生產、生活、生態之三生機能，倘遭逢水文異常、降雨不足情形下，則以「低標用水」122.2 億立方公尺基準（係在農地 13% 休耕，缺水 8% 情形下估算），由農業部門內部調節因應。近年來，灌溉用水亦維持於低標用水量限值操作。

### **(三) 農田水利事業將積極擴大灌區外服務**

農田水利設施為農業發展之基礎，透過完善灌溉排水系統的興建與維護，可提高農業生產效益，並降低天然災害所帶來之風險。依據國土計畫，國內應維持之農地面積需求為 74 萬公頃至 81 萬公頃，而目前我國可供糧食生產農地面積達 68 萬公頃，其中 37 萬公頃為農田水利會灌溉管理事業區域，提供良好灌溉排水設施及灌溉管理服務，然水利會灌溉區外尚有 31 萬公頃農地，其灌溉排水管理各地狀況不一。因此，為確保國家糧食安全及提升農業水資源運用效率，配合農田水利會改制為行政機關，擴大農田水利會事業區域政策有其推動之必要性。截至民國 106 年底，行政院農業委員會已成功輔導農田水利會於南投大坪頂、花蓮富里、玉里，臺東池上、關山及鹿野等地區辦理擴大服務範圍共 1,859 公頃。如南投大坪頂地區，

該地區為全國百香果主要產地，透過南投水利會系統化供水服務，已有效利用農田水利會灌溉餘水，同時降低農民農業生產成本，進而提高農民收益，提高農業水資源利用效率。

此外，依國土計畫法之劃分，除前述已逐步納入之灌區外農地，尚有約 31 萬公頃農耕土地面積可能需要水資源灌溉，應積極掌握其區位與面積。依據中國農村復興委員會（行政院農業委員會前身）補助台灣省水利局調查報告<sup>[8]</sup>，1971 年灌區外之面積總計 5.7 萬公頃，而當年全國耕地面積 90.2 萬公頃，農田水利會灌溉區域 45 萬公頃，前述 5.7 萬公頃應指事業區域外尚可納入發展農田水利事業之面積。又，台灣省水利局 1975 年<sup>[9]</sup>再度辦理調查，全省農田水利會「轄區」內之面積為 40.2 萬公頃，「轄區」外為 5.1 萬公頃。推動擴大農田水利會事業區域之首要條件為灌溉水源，灌區外大部份地勢較高或者天然水源較為缺乏，31 萬公頃農耕土地面積中，尚可積極投資開發灌溉事業之潛在耕地，應立基於前述調查報告審慎檢討，並通盤思考農業灌溉用水節約政策之限制以及國土計畫農業發展區位之競合，適度增闢灌溉水資源調蓄設施，增進政策可行性。

### **(四) 農業灌溉用水精進策略方案推動節水 8 億噸**

鑑於氣候變遷造成全球缺水風險增加，產業界疾呼國內投資面臨「五缺」之缺水問題，行政院為解決國家發展所面臨之缺水問題，落實政府「拚經濟」的決心及解決產業發展關鍵「五缺」之缺水困境，遂於 106 年 11 月宣示推動「產業穩定供水策略」，將朝「開源」、「節流」、「調度」及「備援」4 大策略加強推動。基此，行政院農業委員會為有效地提升我國農業灌溉用水管理技術，提升農業用水利用效益以緩和缺水問題，配合研提「農業灌溉用水精進策略方案」，以爭取經費落實推動「系統性灌溉圳路更新改善」、「對地綠色環境給付及大糧倉計畫」、「大面積分區輪灌措施」、「水利會目前加強灌溉管理」、「省水管路灌溉、水閘門自動控制設施及配合政府政策因應作為」等 5 項具體節水措施，預估至民國 120 年起，全國農業用水每年可節水 8 億噸。前述相關措施之成果，除了可延長各農業水庫供水期程以提升農田水利事業調適氣候變遷之韌性外，其節約之水量更可適時調度及支援民生及工業單位，降低限水風險，進一步建構產業良好投資環境。

值得注意的是，前述「農業灌溉用水精進策略方案」若經核定實施，其所節約之 8 億噸灌溉用水，屬於水資源競用地區而可利用水庫予以調節之水量僅約 2.4 億噸，其餘 5.6 億噸之

節水量屬於非競用地區，尚需配合開發相關調蓄設施，方可蓄存運用，否則其節水量多只能流入大海，導致農業水資源總量雖節約減少，卻未必能直接支援其他標的用水需求。

## 四、農業水資源開發策略

由前述我國當前整體水資源開發相關政策理解，開發大型水庫供給農業灌溉用水已非可行選項，且為配合行政院農業節水政策目標以及調和國土計畫對農業發展區之灌溉用水配置，唯有農業部門積極投資蓄水設施才能有效降低農業灌溉用水供應之風險，並有效蓄存節餘水量，擴大調配利用潛能。本文提出三項農業水資源開發策略如次：

### (一) 積極調查規劃可行區位 增闢調蓄埤塘

在當前興建大型水庫不易之情況下，廣建中小型蓄水設施，是台灣走出缺水困境之必要作為。雖然台灣省水利局（經濟部水利署前身）曾於 1983 及 1984 兩年，清查日治時期規劃的可能壩址，但當前無論科技、資訊與分析方法均較早年精進，應積極籌組調研團隊，推動「可能水庫壩址普查與評估」。此外，尚須通盤檢討灌區內外農田水利會圳路系統鄰近之公有土地或河川公地，是否得以開發小型埤塘，納入灌溉供水系統。

## (二) 結合綠能政策 研發區域調配技術

目前我國大力推動綠能政策，行政院於 105 年核定通過「太陽光電 2 年推動計畫」，設定太陽光電設置目標，希冀兩年內達到 1.52GW 設置容量，而農委會負責輔導農田水利會推動圳路型及水域型太陽能發電設施之設置。前述埤塘之開發利用，可能面臨水力取供水條件不佳而需藉助外部動力之課題，若能搭配政府綠能政策將可創造效益加乘效果，並增加埤塘區位選擇之自由度。

## (三) 加強政策協調與民眾溝通

面對必然到來的極端氣候，台灣不可能不再需要開發水資源，故農政部門可設置專責單位，如同日本水庫<sup>[10]</sup>開發單位，負責溝通、協調與規劃各案之生活重建方案等，長期不斷與民眾溝通，尋求他們支持。加強推動灌溉水資源開發與生態環保間競合論證的工作，收集民眾反對興建調蓄設施的各種訴求，並說明政府做的努力，藉由實際案例，建立人民對政府的信任，進而改變社會文化，降低推動阻力。

## 五、結論

自古以來，農業發達維繫於穩定之水源供應，然而，台灣地區之灌溉水資源利用，不僅受限於立地條件及

氣候變化，尚有非農產業發展政策之競合。自 2000 年濁水溪集集攔河堰完工運轉後，長期以來，我國之水資源開發政策始終欠缺考量農業灌溉需求，不僅如此，各區水資源規劃遇有供水缺口，都指向調度灌溉用水補充，晚近行政院「產業穩定供水策略」之政策目標，更直接規劃農業必須於民國 120 年起，每年節水 8 億噸，以穩定產業用水。綜上所述，農業用水課題之解決良方，若僅仰賴其他部門，顯然已經緩不濟急，農業部門應掌握自身優勢——綿密之圳路系統及遍布各地之農田水利從業人員，並結合相關政策資源，積極開發埤塘調蓄設施，以穩定灌溉水資源供應並適時支援其他標的用水，發揮農業三生功能。

## 註

- [1] 參見水利統計（105 年）、各項用水統計年報（93 ~ 102 年），經濟部水利署發行。
- [2] 台灣西部地區由 91 至 104 年共發生 6 次大規模停灌休耕，累計停灌面積達 20.47 萬公頃，政府支出補償費高達 104.4 億。
- [3] 依據水利法水權登記規定，農業水資源之用水標的包含畜牧、養殖及灌溉用水，本文所指涉之用水標的為灌溉用水。

- [4] 水庫數據參見：ダム便覧 2017，一般財団法人日本ダム協会；日本年用水量參見：日本の水資源の現況，国土交通省，平成 29 年版。
- [5] 資料來源：1. 新竹農田水利會頭前溪灌區 2002 ~ 2008 年平均灌溉需水量。2. 頭前河流域上坪流量站 2002 ~ 2009 年流量資料。3. 頭前河流域農業水權量資料
- [6] 依據國土計畫法，農業發展區共分五類，第五類係指具優良農業生產環境，能維持糧食安全且未有都市發展需求者，符合農業發展地區第一類劃設條件、或土地面積完整達 10 公頃且農業使用面積達 80% 之都市計畫農業區。
- [7] 依據國土計畫法，第一、二類農業發展區屬未來區具有優良糧食生產功能，應儘量持續進行農地改良並維護農業生產之基礎重要設施，例如灌溉設施、防護設施等，以提升農業生產條件。
- [8] 參見台灣省水利局，台灣省各農田水利會灌區外灌溉調查報告，頁 24，1971 年。
- [9] 參見台灣省水利局第三規劃調查隊，全省水利區域劃分及水資源綜合調查規劃報告，頁 83，1975 年。
- [10] 日本興建水庫也面臨強大阻力，至今共有 94 座水庫興建期程超過 25 年以上。日本八場水庫生活重建方

案及興建過程，即為適例。參見八ッ場ダム建設事業報告，国土交通省関東地方整備局，関東地方整備局事業評 監視委員會議資料，2016 年 8 月。

# 擴大農田水利事業服務範圍 之規劃與行動

林庚辛  
臺灣南投農田水利會 會長

## 一、前言

有水斯有農業，然水不會憑空主動為人類農業生產所使用，透過農田水利事業完善的灌溉排水設施興建與健全的組織、人力維護管理及田間會員互助之水利小組運作，始能將上天賜與珍貴的水資源適時、適量挹注於農作物生長，促進人類文明之發展。因此，農田水利事業發展的良窳對農業生產效益影響至鉅，換言之，農田水利事業是農業發展的根基。此外，農田水利事業的機能及效能，除了與農業經營有「生產性」的直接效益外，也具有「生態性」及「生活性」之間接效益，受益對象已由農民擴及至地區住民，甚至國民全體，實是國家穩定的磐石。

## 二、農田水利會事業服務範圍 意涵

臺灣的「農田水利事業」，初見於元、明、清，歷經荷蘭治台、明鄭、

日治等時期迄今近四百年歷史，由於先人胼手胝足的努力才有今日體制功能完備的農田水利會。

按水利法第十二條「主管機關得視地方區域之需要，核准設立農田水利會，秉承政府推行農田灌溉事業」。另農田水利會組織通則第五條「農田水利會事業區域，由主管機關根據河川水系、地理環境及經濟利益定之」，同法第十四、十五條明定農田水利會會員之資格及其權利義務等。所以農田水利會有其固定服務之事業區域範圍，其會員依法須繳納會費、增加灌溉或抽水利益會費及工程費等，才享有灌溉排水或其他利益。非農田水利會區域內之農地及其所有權人未有法定之權利義務，自非農田水利會服務之範圍對象，無法享受與灌區內會員相同之灌溉排水利益或其他依法規、該會章之權益。

惟自民國 80 年代初期，會員應繳之會費由政府編列預算代繳，水利會不再直接向灌區內會員徵收會費，政府仍對灌區內持續各項灌排設施改

善。於是，灌區外農民要求納入水利會灌區聲浪逐漸升高，屢屢陳情相關單位、民代及水利會等，表達對加入灌區內之期盼。

### 三、推動擴大服務範圍之緣由

按全國農地資源盤點結果，全臺「可供糧食生產農地」約 68 萬公頃，其中位屬農田水利會灌區約 31 萬公頃，也就是另有約 37 萬公頃農地非屬農田水利會服務之範圍。近年政府為提升農業水資源效率，確保國家糧食安全，計畫將水利會鄰近灌區生產力較高之農地優先納入水利會灌溉服務範圍。

然擴大農田水利會服務範圍，涉及水利會事業區域變更，農田水利會組織通則第九條規定，可由主管機關依職權或水利會會務委員會決議及會員過半數之同意簽署後，經行政院農業委員會核定。行政院農業委員會乃於 105 年 11 月 29 日函頒「非農田水利會事業區域納入農田水利會事業區域作業程序」供為各農田水利會辦理擴大事業區域之標準作業程序，使政府擴大灌區之政策能有效率推動進行。

## 四、本會推動擴大服務範圍之規劃

### (一) 擴大灌區選定原則

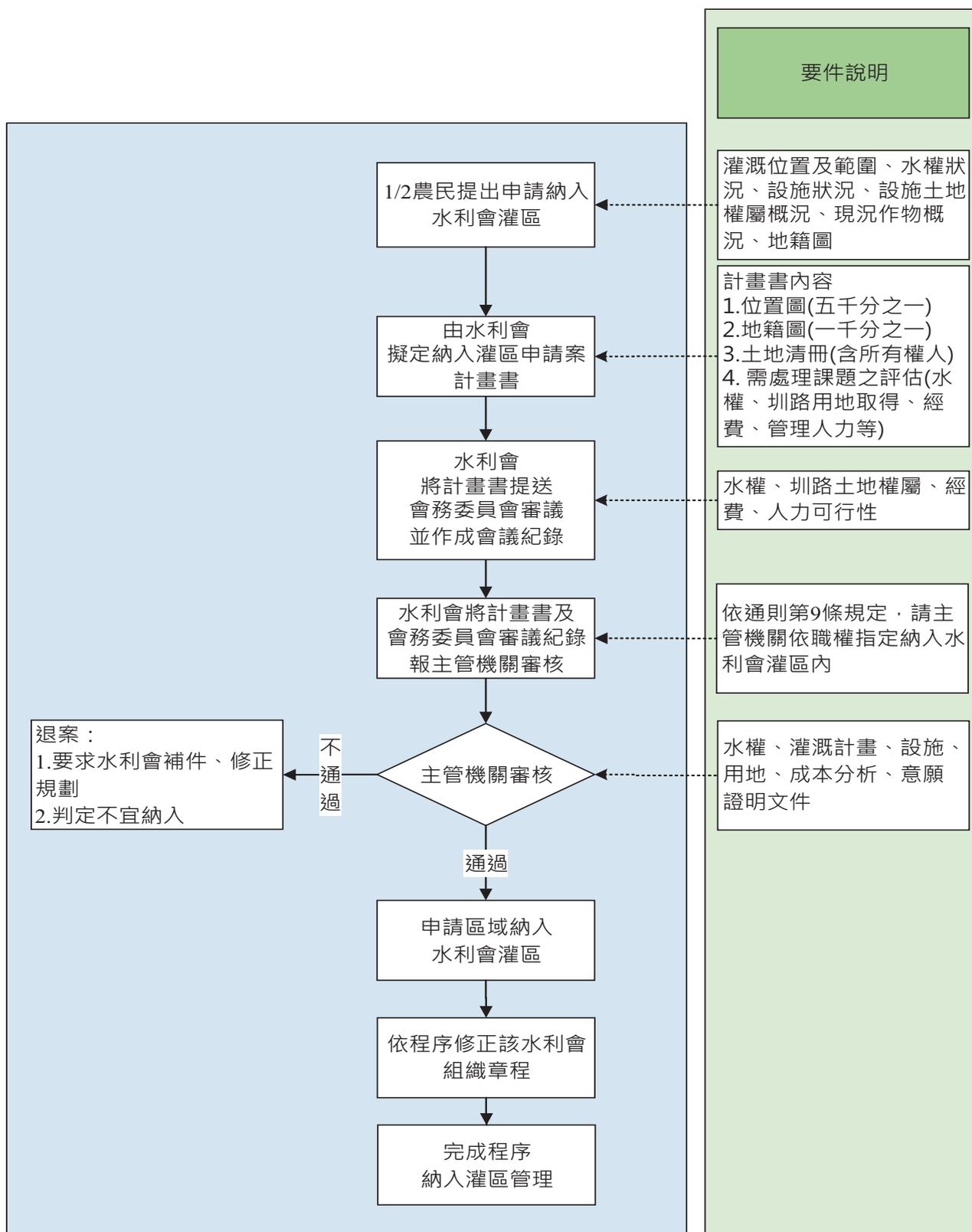
灌區外之耕地面積相當廣大，長期以來政府投入之農田水利建設相對較少，耕作條件大都較灌區內不佳。因此，推動擴大灌區並非一蹴可幾，須有妥善規劃及以循序漸進方式來推動。本會推動擴大服務範圍之規劃在區域選定方面，主要考量以下幾點：

1. 灌溉水源、水權、工程用地取得無虞者。
2. 鄰近本會灌區，耕地集中易於日後維護管理，不拖累本會財政者。
3. 擴大灌區之用水不影響既有灌區內會員用水權益或水資源競合。
4. 擴大灌區內農戶意願高，能配合本會各項政策。
5. 納入前主管機關能補助灌排設施之興建改善及日後營運管理經費。

### (二) 選定灌區與規劃期程

承上，本會就合於前揭幾點原則初步選定以下具潛力之灌區，將評估改善後可配合政府擴大農田水利會服務範圍政策，逐年納入本會事業區域。

## 非農田水利會事業區域納入農田水利會事業區域作業程序



## 1. 埔里鎮合成里大坪頂灌區

本灌區耕地面積約 632 公頃。規劃分二階段納入灌區。第一階段約 232 公頃，第二階段約 400 公頃。本灌區幾乎沒有地面水源供應，全區都為旱作，是全國最大百香果產地及生產夏季蔬菜聞名之產區，評估後可由本會加強灌溉管理以能高大圳西幹線節餘水供應，因此列入最優先辦理灌區，期程為 2 年。

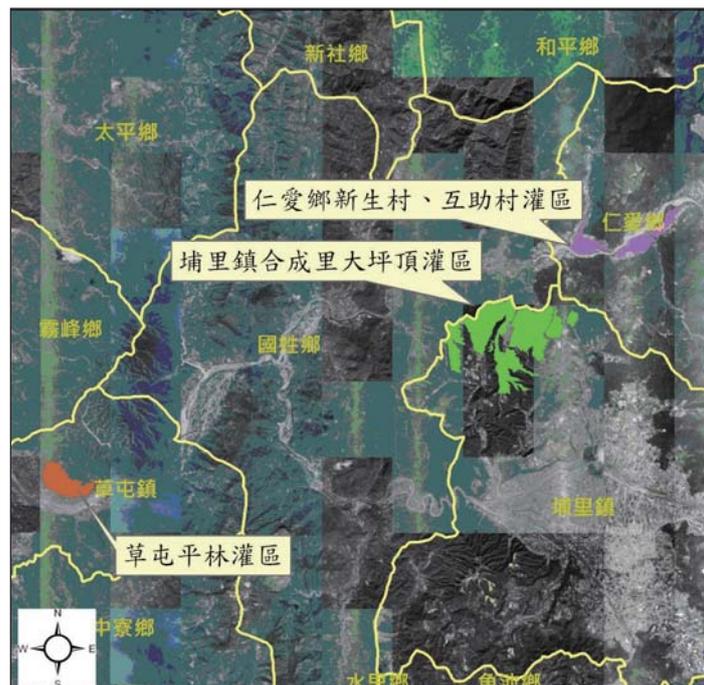
## 2. 仁愛鄉新生村、互助村灌區（眉原、中原及清流等 3 部落）

本灌區位仁愛鄉北港溪兩岸之沖積平原。仁愛鄉屬原民鄉，也是本會主要水源烏溪之發源地，本灌區耕地面積近 150 公頃，分屬 2 個村 3 個部落。主要水源為烏溪支流之北港溪，

位處深山，水源潔淨、其生產之「川中米」品質優良，遠近馳名。以往因非屬本會灌區，灌排設施無法逐年更新改善，災害也無法及時復建，影響農民農業生產，區內農戶多次向有關單位及本會陳情納入本會灌區，為具潛力可評估納入本會擴大服務範圍灌區之一。

## 3. 草屯鎮平林灌區

本灌區位草屯鎮平林里，耕地面積近 100 公頃，水源為烏溪本流，位本會國姓、土城二工作站之間，因為氣候溫和，其生產之「平林葡萄」品質優良，遠近馳名。以往因非屬本會灌區，灌排設施無法逐年更新改善，災害亦無法及時復建，影響農民農業生產。區內農戶多次向有關單位及本



具潛力納入本會事業區域灌區分布

會陳情納入本會灌區，為具潛力可評估納入本會擴大服務範圍灌區之一。

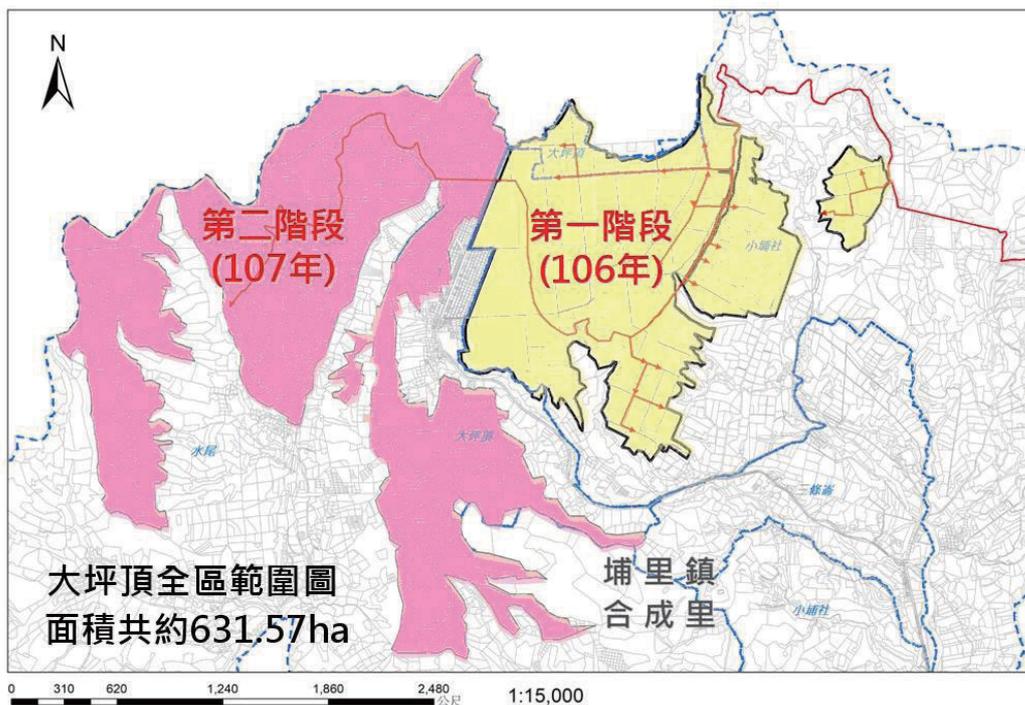
本會屬小型鄉村型水利會，人員編制不多，故擴大服務範圍採循序漸進，分年分期穩健進行。新灌區納入前須經審慎評估且符合本會選定原則再予辦理，避免影響本會原灌區之服務。

## 五、106 年推動個案及效益（埔里鎮合成里大坪頂灌區第一階段 232 公頃）

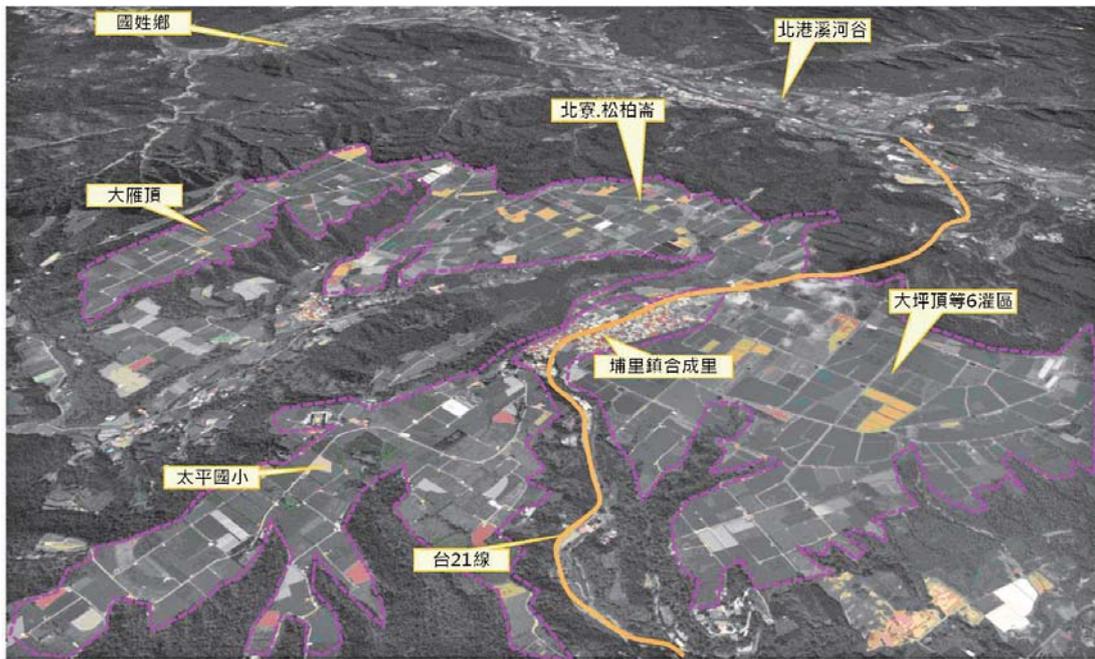
### （一）灌區概述

埔里鎮合成里大坪頂灌區位南投縣埔里鎮西北方（近中台禪寺），海拔 550 ~ 750 公尺為一突出獨立之丘

陵台地，耕地面積約 632 公頃。幾乎沒有地面水源供應，因此本地區皆栽培旱作物，是長期缺水的看天田。近年來，隨著當地農戶經濟改善，農民積極尋求灌溉水源，以增加作物質量，來增加收益。其方法有數人集資鑿井或向私人購水以水車載運等，但本地區為丘陵台地，地下水位低，鑿井深度動輒 2、300 公尺深，除花費成本高，亦常常鑿井失敗或於旱季時地下水位遽降致抽水量不足；另向私人購水者，每噸水動輒 20、30 元，灌溉水源取得困難且成本高昂。部分經濟不佳之農戶用水更無著落，亟待政府伸出援手，解決該地區缺水問題或降低用水成本，改善其耕作條件。



大坪頂灌區範圍圖（一）



大坪頂灌區範圍圖（二）

## （二）辦理工作進度

本會於 106 年配合行政院農業委員會擴大農田水利會服務範圍政策，由管理組、工務組及資訊室等組成工作小組，辦理現地調查、工程興建與會籍建立等作業，全部工作於 106 年 12 月底順利完成。第一階段 231.57 公頃於 107 年 1 月 1 日正式納入本會事業區域。當地農戶爭取多年之心願得以完成。

106 年 8 月間本會於當地辦理納入灌區說明會，當天中央、地方十餘名各級民意代表出席，還有當地上百名農戶熱情參與討論。106 年 12 月 3 日本會於當地辦理正式納入灌區之「水到渠成，興農富國」記者會，蒙行政院農業委員會林聰賢主任委員親

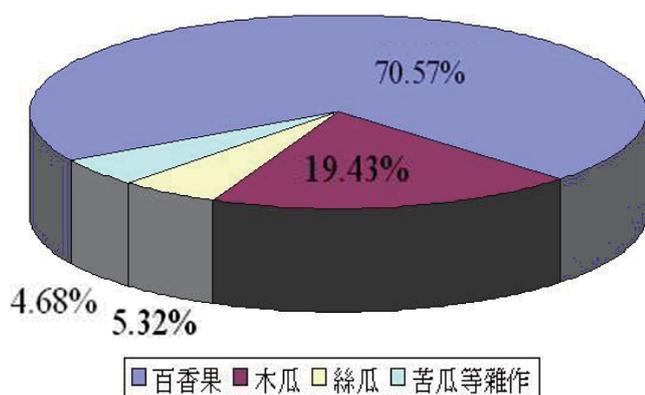
臨主持，各機關首長、民意代表數十人出席外，更有受益農戶於會中分享並感謝政府與本會努力，在納入灌區後能獲得成本較低且穩定、品質更優的用水服務，顯示本政策對當地當地農戶的幫助與貢獻。

## （三）作物調查現況

經本會現地調查結果，目前灌區內主要作物以百香果為最大宗，次為木瓜、絲瓜、苦瓜、蘿蔔、薑、花卉、蔬菜等及一般短期作物。其中以百香果為最大宗，約占百分之七十，本地區也是全國百香果最大產地，產量占全國 85%，其海拔、氣候適於百香果栽培，品質佳且香甜可口，價格穩定收益高，是灌區農戶經濟命脈，另外本地區夏季蔬菜如蘿蔔等也頗富盛名。

工作項目	工作進度								備註
	106年								
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
灌區外 潛在耕地調查	■								<ul style="list-style-type: none"> <li>●106.08.21辦理106年度擴大事業區域案件說明宣導會</li> <li>●106.9.22台糖公司同意該區域農地納入本會灌區</li> <li>●106.10.25計畫書提送本會第4屆直選會務委員第7次會務委員會議審議決議通過</li> <li>●106.11.06提報農委會審核</li> <li>●106.11.28農委會審核通過</li> </ul>
灌區外 作物種類調查		■	■	■					
灌區外 水利設施調查		■	■						
灌區外 水利用地調查			■	■					
納入灌區意願調查 (同意書取得)		■	■	■	■				
擬定計畫書及提送 會務委員會審議				■	■	■			
提報主管機關審核						■	■		

大坪頂灌區（第一階段）納入灌區作業工作進度

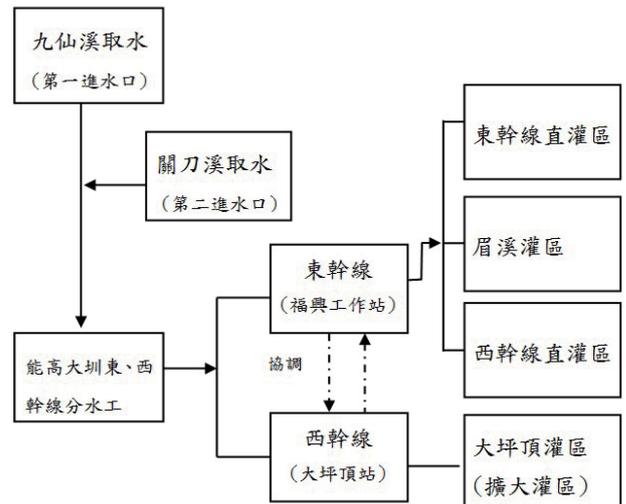


作物種類	種植面積 (公頃)	面積所佔百分比 (%)
百香果	445.7	70.57
木瓜	122.7	19.43
絲瓜	33.6	5.32
苦瓜等雜作	29.57	4.68
合計	631.57	100

## (四) 用水規劃

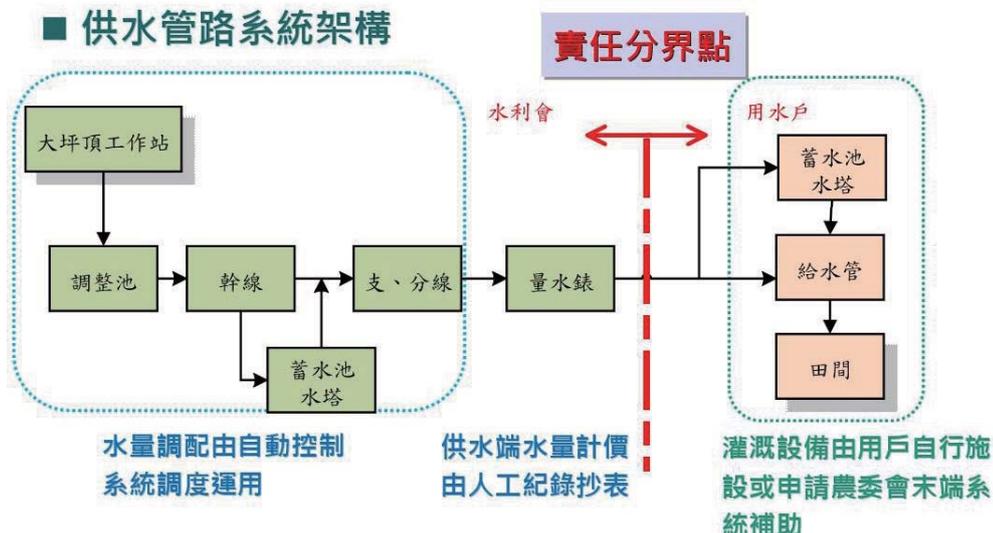
本灌區與本會福興工作站能高大圳西幹線灌區毗鄰，以旱作為主，用水量較福興站筊白筍田低，且全部是管路灌溉其漏水損失量較低，農戶大都於田間施設蓄水池可利用夜間離峰時間儲水，加以本會加強灌溉管理與建置水文自動測報系統精密配水等措施，以不影響福興站會員用水權益為前提，然原灌區之農民對水源之應用存有疑慮在所難免，因此在水量之觀測統計必須要迅速準確以減少用水紛爭。能高大圳除在九仙溪取水口設有水文量測系統外，本會積極在擴灌區與原灌區分水處，亦即能高瀑布上方之東、西幹線分水工，設置水文自動監測系統，隨時觀測東西二幹線各取得之水量，隨時控制二幹線之取水量，合理運用水資源。

另外，灌區歷年在本會大力推廣行政院農業委員會補助辦理之「節水灌溉推廣計畫」，受理農戶申請施設各類型田間末端系統、蓄水池及動力設施等補助，灌區內田間管路灌溉系統大都已趨完備，加以本年度納入灌區後，由本會提供優質、穩定之水資源，本灌區未來於農業經營之競爭力將大幅提昇。



用水水源調配機制

## ■ 供水管路系統架構



### (五) 農戶意願調查

依據規定灌區外納入灌區內，須經全部土地所有權人或面積半數以上同意。經調查結果，本計畫區耕地面積 231.57 公頃（第一階段），土地所有權人計 214 人，所有權人除居住於當地外，尚有散居於全國各縣市者。因此同意書取得不易，本會針對外縣市之所有權人寄發說明書說明政策，同意者請其回擲同意書，另居住當地附近者，由同仁挨家挨戶送達及說明。經回收統計結果，所有權人數同意比率為百分之五十九，土地同意面積比近百分之八十六，二者都跨越百分之五十門檻，顯示本政策受到農戶之歡迎。

土地所有權總人數(人)	214
土地所有權同意人數(人)	127
土地所有權同意人數比%	59.35

擴大總面積(ha)	231.57
同意土地面積(ha)	198.26
同意面積比%	85.62

### (六) 營運管理規劃

由本會成立大坪頂工作站，作為 107 年起正式納入本會灌區供水事業之專責工作站，辦理計畫區內農地

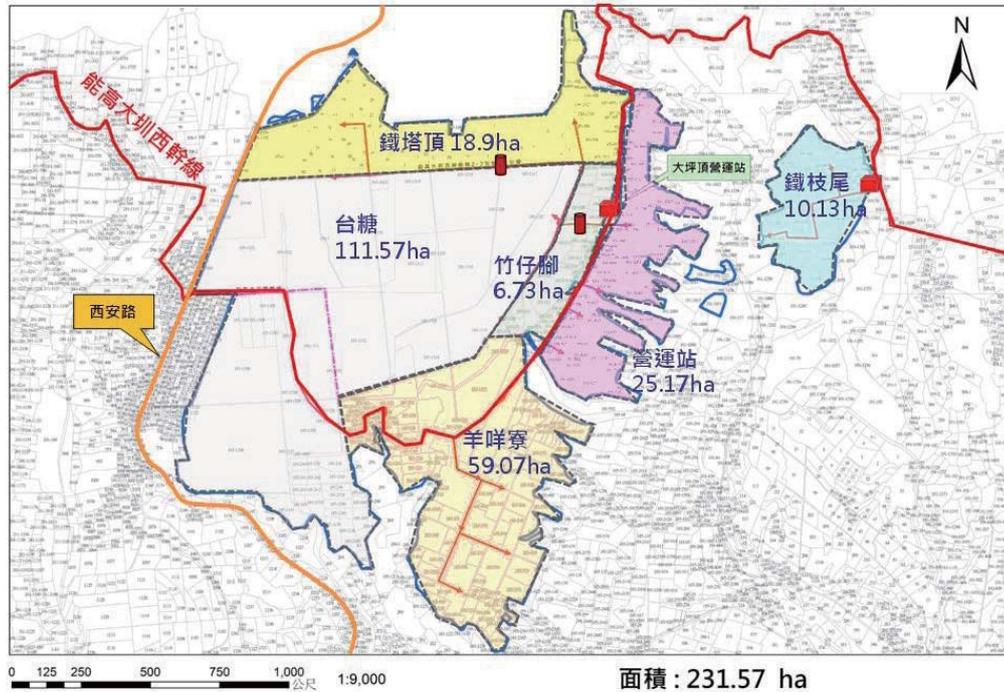
供水計畫之營運管理並籌劃第二階段 400 公頃納入作業。並依農田水利會組織規程第 22 條規定，設一水利小組。聘任小組長 1 名及水利班長 2 名，辦理組織規程第 22 條之任務及協助本會推行相關業務，使新灌區會員獲得完善的灌溉排水服務。將來第二階段估計尚有 400 公頃納入，屆時將再增加二水利小組，聘任小組長 2 名及水利班長 4 名。

組織	新增面積(ha)	新增數量	名稱	備註
工作站	632	1	大坪頂	
水利小組	231.57	1	大坪	106年第一階段 231.57公頃
	400	2		107年第二階段 400公頃

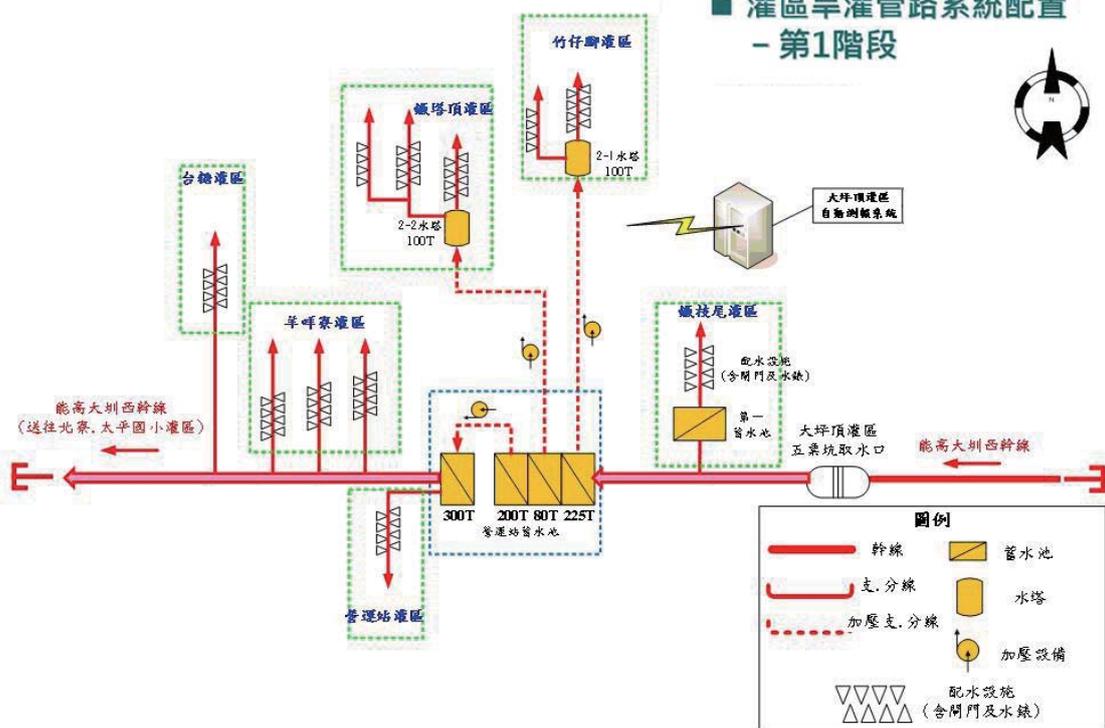
### (七) 工程設施興辦

本計畫之地形落差大且作物均為旱作物，適合以管路輸水灌溉，自民國 99 年起本會陸續向經濟部水利署、行政院農業委員會爭取灌區外更新改善工程計畫，尤其近 2、3 年，承農委會大力支持並核定補助本會共 3 期工程，經費數千萬元，將來完成後，本區灌溉設施將更完善，對提昇作物質量，農戶穩定用水及成本降低將有很大助益。

## ■ 管路系統區域配置 - 第1階段



## ■ 灌區旱灌管路系統配置 - 第1階段



## (八) 效益探討

### 1. 作物產值效益（以第一、二階段 632.57 公頃計算）

作物種類	種植面積 (ha)	計畫面積 (80%) (ha)	單位面積產量 (kg/ha)	作物產值 (元/kg)	年產值 (元)
百香果	445.70	356.56	18,000	45	288,813,600
木瓜	122.70	98.16	50,000	30	147,240,000
絲瓜	33.60	26.88	18,000	20	9,676,800
苦瓜等	29.57	23.66	16,000	35	13,249,600
合計	632.00	505.00			458,980,000

### 2. 用水成本降低且穩定效益

當地目前用水成本依地形高程及供水難易度，每噸水介於 20 ~ 30 元，長期抽水結果地下水位下降，抽水量不足或不穩定，旱季無法抽取，成為農戶隱憂。納入灌區由本會穩定供水，僅依法徵收抽水利益會費及部分營管費用，用水費每噸水介於 5 ~ 9 元，農戶灌溉水質優良、穩定且價廉。

### 3. 其他效益

- (1) 本會供水服務後，農戶將大幅減少該區地下水抽取，涵養地下水源，達到節能減碳及國土保安目的。
- (2) 本會供水服務後，耕作條件變佳，可吸引年輕人回流，農業得以傳承發揚，農村勞動人口年齡層降低，老農因年輕子弟回流，生活起居有人照料。

## 六、未來展望

因應擴大農田水利會服務範圍政策，未來將有更多區域納入灌區，但先天條件的限制（如降雨分佈不均、水資源競合及地理環境不佳等）仍然存在，本會必須有一些前瞻想法與措施來與擴大灌區做搭配，以讓水資源做到最好的利用。

灌區外大都是先天條件較為不佳的，常見者為水資源匱乏、耕地零星分散、地形起伏落差大、不利於農田水利建設、災害頻繁等地區。展望未來，個人以為將來擴大水利會灌區，需要有些措施須要來配合。

1. 加速灌區外農田水利建設：灌區外農地欲納入農田水利會服務範圍營運，要施設完善之農田水利灌排設施。本

會歷年已爭取政府補助辦理灌區外之農田水利設施改善計畫，然亟需辦理者仍眾。因此，未來惟有持續加速灌區外設施建設，方能為灌區外納入事業區域服務，墊立良好的基礎。

2. 統一規劃運用水資源：灌區外大多水資源條件較不佳者，擴大灌區首要考量不影響原灌區農民之用水權益，否則僅是挖東牆補西牆。灌區擴大應配合開發新水源或將既有水資源做最好規劃利用與調配，不影響原灌區會員用水才是雙贏的。
3. 科學化管理水資源：水資源日益珍貴匱乏，無論將來灌區外是否開發新水源或利用既有水資源做調配。本會歷

年來辦理的水文遠端自動遙測（控）系統於水資源運用管理經驗，即是發揮透明管理調配水資源的利器，期使水資源透過科學化管理，達到最佳化利用，讓灌區內、外農田均能滿足需求。

4. 灌區外作物栽培與用水須妥善規劃：農田水利會灌區絕大多數屬於優良農地，適於水稻之栽種。擴大灌區應以栽培高經濟旱作為主要考量，配合本會辦理之「推廣旱作管路灌溉計畫」施設各類型管路灌溉系統與調控設施，除可提高農戶收益外，亦可降低與原灌區農戶水源競合問題，使水資源能達最好利用與調配。



106年8月21日舉辦擴大灌區說明會情形

## 七、結語

欣見行政院農業委員會推動擴大灌區政策第一年（2017）即有豐碩的成果，全省共有花蓮、台東與南投農田水利會，合計辦理約 1,858.6 公頃灌區外農地成功納入農田水利會服務範圍，穿越灌區內、外之歷史藩籬，造福更多更廣灌區外的農民。

但是，再次強調，擴大灌區推動須慎選評析灌區條件，灌溉水源、水權與工程用地要取得無虞、政府應增加擴灌區更新改善、搶修復建及維護管理等必要之預算、不拖累或增加農田水利會財政負擔、不影響既有灌區內會員用水權益或水資源競合等。如此，本政策方能繼續順利推動。也請政府本照顧農民發展農業的政策，持續對推動落實擴大灌區服務範圍政策之全省各農田水利會予以最大的支持與協助。

# 智慧水管理 — 精進田間灌溉計畫

周乃昉

國立成功大學水利及海洋工程學系 教授

李皓志

國立成功大學水科技研究中心 博士後研究員兼水資源與規劃管理組組長

吳嘉文

國立成功大學水利及海洋工程學系 博士後研究員兼兼任助理教授

## 一、前言

受家用及公共給水標的之需求成長、氣候變遷加劇水文豐枯趨勢等因子影響，臺灣南部地區於現況及未來均處水資源供需失衡之高風險狀態。因應此問題，本研究採農業節水策略，於嘉南農田水利會（後簡稱水利會）所轄之示範灌區內建置智慧灌溉系統，以協助灌溉運作並提升用水效率，此系統組成包含；(1) 於灌區設置感測元件，(2) 藉傳輸設備與物聯網技術將即時之田間水文、氣候資料傳輸至雲端資料庫，(3) 建構中央智慧管理平台，依據即時資料估計灌溉需用水與監控水路水量分配，未來配合上游幹支分線之水門控制，可進一步將節餘水量蓄存於上游之烏山頭與曾文水庫，有效提高供水穩定度。

## 二、現行灌溉制度回顧

為呈現此智慧灌溉系統之節水成效，本文先說明水利會現行灌溉方式及實務運作上遭遇之困難，其次依據其實務運作困難說明目前現行灌溉方式可節餘水量來源，最後再綜整智慧灌溉系統之角色定位、須具備功能，及須配合之相關政策及管理作為。

### (一) 嘉南農田水利會現行灌溉制度

#### 1. 精密輪灌制度

水利會於每年度或期作灌溉開始前，先按照灌溉系統內蓄水池容量，川流水取入量，水庫配水量，或其他水源水文條件與該灌溉系統歷史用水紀錄、輸水損失、灌溉期距、錯開日數、起始與結束時間等，擬定灌溉計畫。其中，各輪流灌溉區域（後簡稱

輪區)水門灌溉用水量以旬為單位進行估算，分別採用整田水深及本田灌溉率推估整田水量及本田水量，整田水深及本田灌溉率為水利會歸納多年灌溉之經驗值，已合理考量作物生長特性、土壤滲漏量、30 mm 以下有效雨量利用、中小給水路配水損失等。

實際供灌時，以精密輪灌制度供水，其主要特點含：

- (1) 標準輪區約 50 公頃，3 至 4 條中小給水路供灌範圍，單一小給水路供灌範圍稱之為單區，1 標準輪區含 3 個單區，一單區內約 60 至 80 個坵塊。輪灌時以坵塊為灌溉供水單元。
- (2) 依照「由下至上、由左至右」原則對各單元執行輪灌。
- (3) 灌溉期距為 7.5 日，對各單區執行供 2.5 日停 5 日之輪灌。
- (4) 水利會管理人員依灌溉計畫逐旬調控輪區水門灌溉用水量，由輪區水門放出之水量於輪區內輪流供灌各單區及各單區內之各坵塊，每一單區內之坵塊再依據其面積及輪配水過程中預期消失水量（消失水量多寡與坵塊 — 輪區水門距離成正相關）規劃其在 2.5 日供水期間內可引水時間。

## 2. 加強灌溉管理

近年水資源局為求於枯水期穩定供水，經常於一期作期間調度農業用水，故水利會須於維持原規劃之精密輪灌制度下，進一步對幹支分線及輪

區增採加強灌溉管理作為，即增加間斷供水頻率，於不損及農民取水權益下，以較少水量完成供灌。加強灌溉管理實質上為執行「供水 X 日，停水 Y 日」，X、Y 等日數參數則依水庫蓄水、氣象水文等條件機動調整。X 參數調整時，須兼顧輪灌計畫之灌溉期距 7.5 日之要求，Y 參數調整時，須兼顧稻作生長季之用水需求特性。水利會在常態水情下原則上執行「供水 9 日，停水 5 日」之加強灌溉管理作為以未雨綢繆，於民國 107 年一期作期間因水庫旱象嚴重，水利會調整執行「供水 8 日，停水 8 日」，方得以順利完成灌溉同時維持其他標的用水之穩定供應。

## 3. 現行制度遭遇困難

- (1) 部分農民未依灌溉制度耕作作物，例如農民不種水稻改種高經濟但用水量大的菱角，此類坵塊多鄰近輪區水門，經常超量取水，干擾精密輪灌配水計畫運作。
- (2) 農民未依灌溉制度規劃之時間插秧種植，相同給水路供灌範圍之各坵塊稻作生長期不盡相同，不利精密輪灌配水計畫落實，此情況通常發生在一期作期間，因部分農民於前年度之二期作改種菱角，以致此諸坵塊之一期作耕作時間提前約 2 至 3 旬。
- (3) 精密輪灌配水計畫乃以「時間控制」方式規劃各坵塊取水啟閉時機，24

小時不間斷之坵塊輪流取水規劃勢致部分農民須於深夜取水，對於日間有其他工作之兼職農民較難配合。

- (4) 因政策補貼水租，大部分農民均抱持著有水儘量引取之心態，導致輪灌運作時須配合大量人力控管各坵塊取水量，成效不佳且易使水利會管理人員與農民產生衝突。
- (5) 單區輪灌乃由掌水工以人力方式於給水路設置阻水板改變供水流動方向，現地分水設備簡易，易受其他人為因素干擾，例如農民逕自改變掌水工已設置之阻水板配置。
- (6) 掌水工按輪灌配水計畫分水至各單區後，需不定時前往給水路末端觀察是否有多餘水量直接流出，確保分配水量確實引入坵塊。當若有水量直接流出中小給末端，代表部分坵塊未依輪灌計畫規定時間取水，掌水工需透過巡視協助開啟；當部分坵塊於規定時間啟閉卻無法順利取得水量時，代表有其他坵塊在不該取水時間取水，掌水工需透過巡視協助關閉。上述工作有賴掌水工盡責方得落實。

## (二) 精進田間灌溉可節餘水量來源

依前述討論之現行制度遭遇困難，歸納精進田間灌溉可節餘水量來源包括：精準估算灌溉用水量、確實利用有效降雨、提高田間水量分配效率。

### 1. 精準估算灌溉用水量

水利會目前估算灌溉用水量時所採用條件係依據經驗彙整。未來可配合微型氣象站感測資訊、中小給水路配水損失量預估值配合監控設備改善等詳加重新估算，透過調整輪區水門灌溉用水量（計畫用水量）節餘田間灌溉用水量。

### 2. 確實利用有效降雨

30 mm 以下之有效雨量水利會透過歷史統計資訊預先將其納入灌溉用水量之推估，30 mm 以上之有效雨量則依據實際降雨狀況，機動以間斷供水機制調整因應，即當現地降雨超過 30 mm 後，水利會須視未來降雨預估及目前坵塊田間水深高度，以經驗判斷間斷供水時機。農民於降雨期間為避免坵塊淹水，通常開啟進、排水口，若欲確實利用有效降雨，農民須於降雨結束時，關閉進、排水口維持田間一定深度蓄水，此於實務上不易落實。由上可知，有效雨量利用必須水利會與農民相互配合，水利會決定供水端斷水時機，農民則主動蓄存田間因降雨增加之水量，如此一來，該間斷供水期間原規劃需供應之水量即為現地利用有效降雨所節餘水量。

若增加感測設備提供相關資訊（氣象站、田間水位感測），應有助水利會決定供水端斷水時機，另增加自動控制設備（坵塊自動啟閉取水）

或管理作為（例如：收水租），可協助農民落實蓄存田間降雨至坵塊之水量。

### 3. 提高田間水量分配效率

目前田間配水依賴掌水工以人力操作簡易設備方式分配水量，且為確保輪灌落實，掌水工須經常巡視坵塊取水。另水利會各掌水工經驗豐富乃多年累積所致，新進掌水工初期水量分配效率勢必無法與經驗豐富者相提並論。顯見掌水工的經驗、態度直接影響水量分配效率，此外，設備簡易亦受農民干擾，此亦影響水量分配效率。

若於給水路末端增加感測設備有助掌水工瞭解給水路流出水量多寡，若改善各坵塊取水設備可協助掌水工判斷水量流出原因減少調整時間，若於給水路前端增設機械式分水設備可使掌水工分水省力省時並減少農民干擾，上述作為可再提升田間水量分配效率。

#### (三) 智慧灌溉系統角色定位及須具備功能

水利會現行灌溉系統行之有年，且與農民存在一定程度之配合默契，智慧灌溉系統發展應針對現行制度落實不易之處提供協助，透過感測資料提出之決策建議亦可由水利會、掌水工、農民之回饋據以修正調整，將現地管理人員之經驗智慧逐步納入系

統。

依上述討論歸納完整智慧灌溉系統之功能如下：

- (1) 坵塊取水控制設備：現行制度中各坵塊取水時間係以確保取水後水田湛水深符合預期為準則進行規劃，而各坵塊大都以一直徑 6 英吋 PVC 管取水，由農民以自行開啟蓋子取水，關閉蓋子停止取水。智慧灌溉系統研發可透過設定時間控制之自動啟閉取水設備，以落實精密輪灌計畫中坵塊 24 小時不間斷輪流取水之規劃。
- (2) 田間給水路進出水量監測設備：水利會各級輪區水門均配有量水設施以確保依據灌溉計畫供應輪區水量，但並未對各輪區觀測其流出水量，亦未量測輪區內各單區之流入及直接流出水量。其中，各級輪區水門係由水利會管理人員目視設備水尺水位，再依率定曲線轉換為流量，並紀錄實際供灌水量，水門後端之配水則由掌水工執行。智慧灌溉系統針對水利會既有水門之量水設施增設監測設備，並於各中小給水路末端、輪區水門供灌區最終流出端等處設置量水設備監測各單區流出水量，以增加輪區供灌水量與單區間配水之精確度，當單區有異常水量流出時亦可即時告警，提升管理效率。
- (3) 田間給水路中用來阻水或分流之控制設備：精密輪灌計畫包含輪區內單區間輪灌以及單區內坵塊輪灌。為實

施單區間輪灌，各中小給水路分流處均設有插槽及插板，由掌水工使用以分配水量；丘塊輪灌實務運作時，而各單區之給水路上每隔 40 公尺即設有插槽，用以抬高給水路水位便利丘塊取水。智慧灌溉系統研發阻水或分流之控制設備，為省力可上鎖之機械控制設備、並兼具可自動運作或遠端遙控之功能，以便利使掌水工省時省力操作並減少人為干擾。

- (4) 輪區水門自動控制設備：水利會現地各輪區中小給水門均為機械式水門，由水利會工作站人員手動操作，使用上較耗力，早期操作頻率以旬為原則，近年來配合加強灌溉管理作為，操作頻率呈增加趨勢，智慧灌溉系統改善此設備為具自動調控、遠端遙控、手動操作等功能兼具之電動化水門。改建後電動化水門相較原機械式

水門勢必省力，若配合監視設備裝設，自動調控或遠端遙控等功能可節省工作站人員往返時間，維持手動操作可使設備在無電力下仍可運轉。

### 三、智慧灌溉系統之研發與試驗

#### (一) 智慧灌溉系統與傳統灌溉系統實務運作差異

智慧灌溉系統架構示如圖 1，其與傳統灌溉實務作為說明示如圖 2。智慧灌溉系統中丘塊可由農民現場手動、現場或遠端遙控啟閉、或系統自動控制；給水路分水可由掌水工手動控制機械設備或遙控電動設備分水；輪區水門可由水利會人員現場手動、現場或遠端遙控啟閉閘門，並透過量水堰水位計感測水位即時檢核放水量是否如預期。

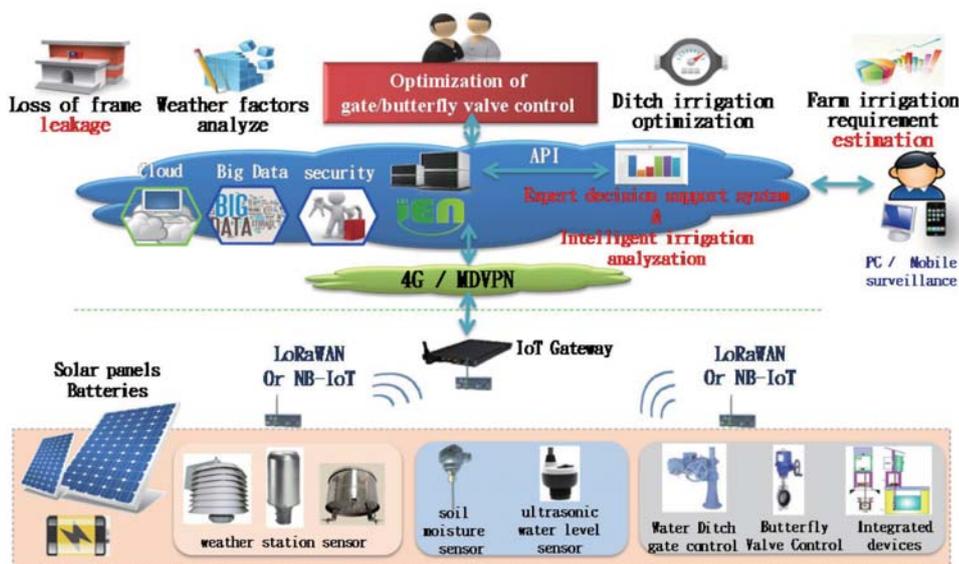


圖 1 智慧灌溉系統整體架構示意圖



圖 2 智慧灌溉系統與傳統灌溉系統對照

## (二) 試驗田範圍，及試驗田感測設備布置、電力設備及傳輸設備

考量重劃灌區坵塊整齊方便施設監控設備、給水及排水路完整單純亦釐清水量控制關鍵位置、周邊環境空曠地形不易干擾氣象站觀測、交通方便有利試驗與勘誤、對水利會運作影響輕微等因素，選定烏山頭別線五甲

小組灌區為試驗場域。

本研究於試驗場域內試驗水田及整體水路佈置相關監控設備，電力來源規劃以太陽能供電為主，以 7 日備載容量之蓄電池為輔，傳輸規劃分別測試 Lo-Ra 及 NB-IOT 等傳輸模式，監控設備、電力及傳輸規劃示如圖 3。



圖 3 試驗場域及監控設備佈置示意圖

### (三) 坵塊灌溉取水策略及水路制閘門調控策略

針對坵塊取水之試驗，依圖 4 所示二種節水農法進行測試，以圖 5 所

示流程達成智慧灌溉系統協助掌水工或水利會工作站人員更有效率執行田間水量分配。

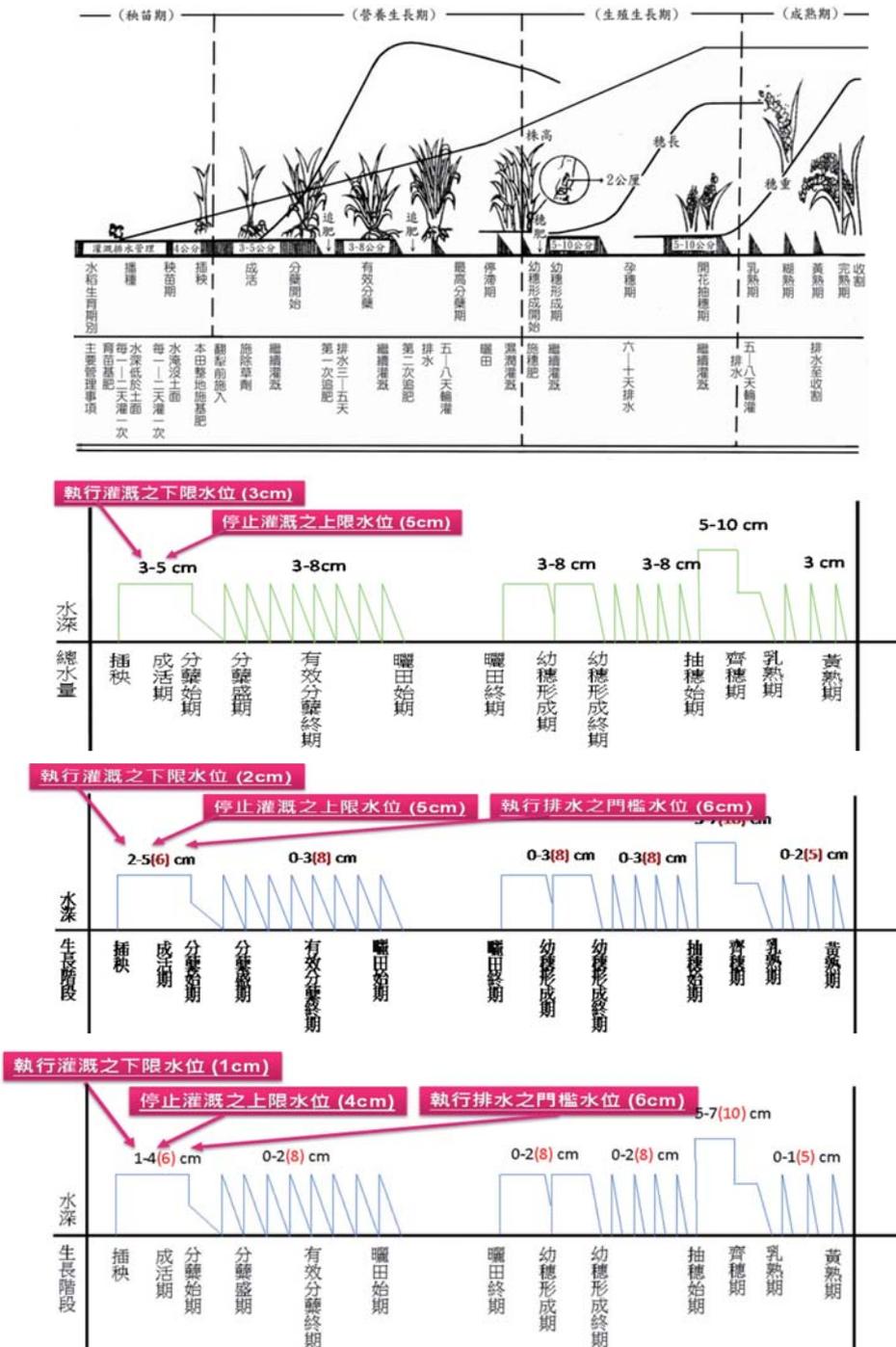


圖 4 坵塊灌溉取水策略

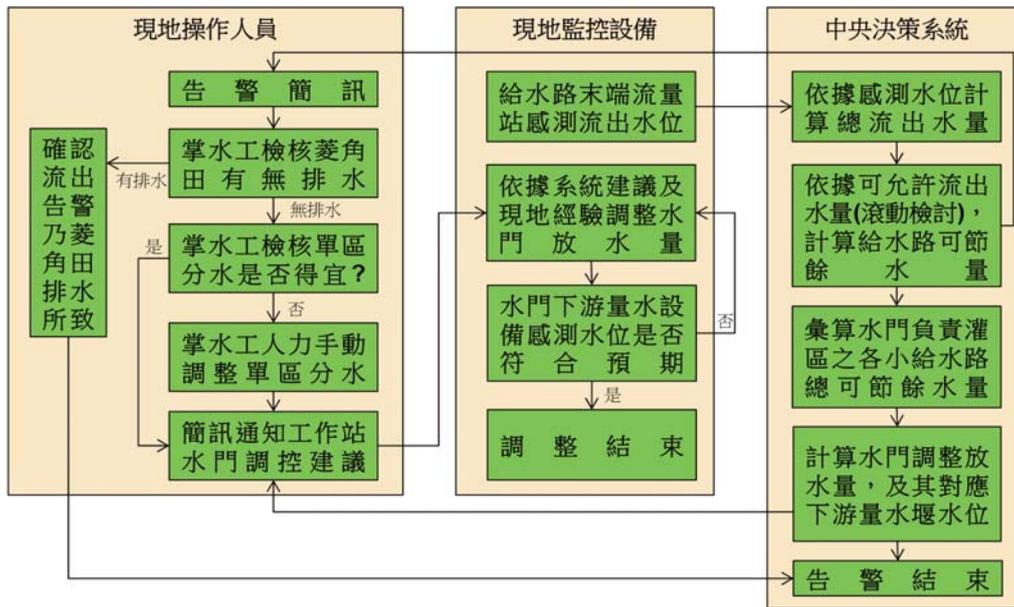


圖 5 智慧灌溉系統協助田間水量分配調控流程

#### (四) 監測決策資訊展示系統 ( IEN 及 APP )

此智慧灌溉系統之中央智慧決策

管理平台監控畫面示如圖 6，行動裝置軟體之監控介面示如圖 7。

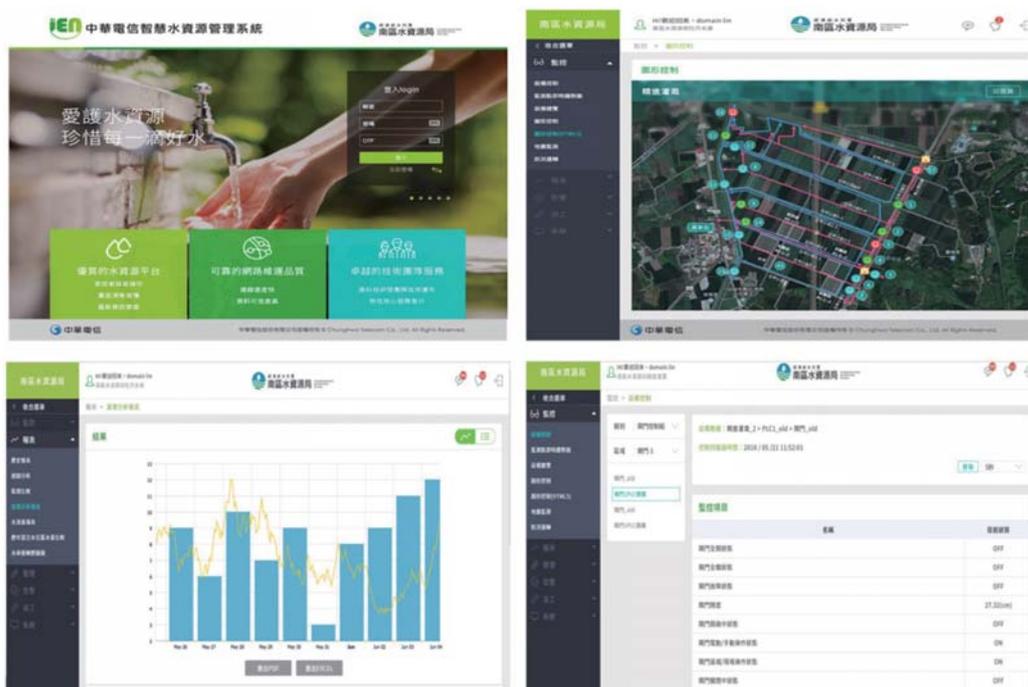


圖 6 中央智慧決策管理平台監控畫面示意圖

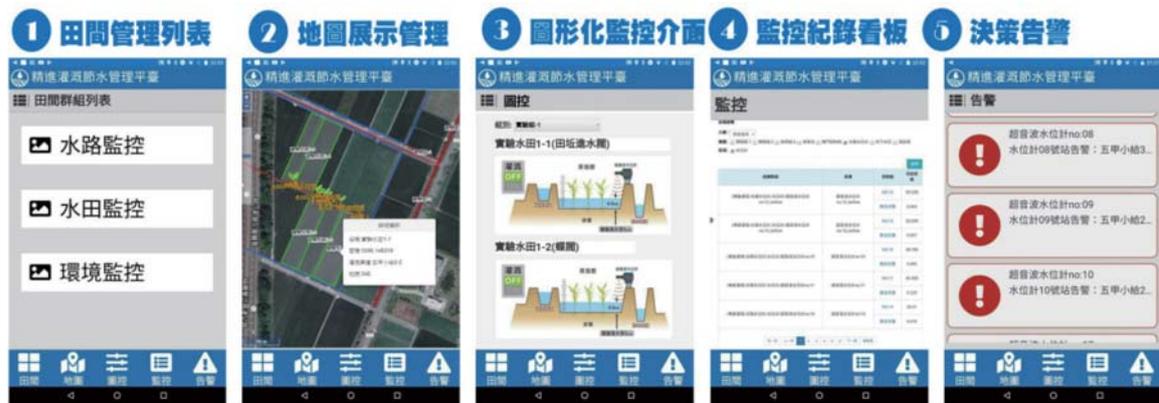


圖 7 行動裝置之智慧灌溉系統監控介面示意圖

## 四、試驗田區試驗成果

### (一) 106 年二期作及 107 年一期作試驗成果 (可節餘水量比例)

此智慧灌溉系統之建置與試驗期間為民國 106 年下半年度至民國 107 年全年度。民國 106 年二期作水稻試驗結果顯示，節水農法可節水效益約 14.5% ~ 18.0%，107 一期作水稻試驗結果顯示，節水農法可節水效益約 2.9% ~ 7.2%，二期作之稻作產量及農藝性狀無顯著差異。節水農法試驗之節水效益乃降低作物需水量及提高有效雨量利用二者之綜合成效，107 年一期作期間適逢乾旱，作物生長期間幾乎無有效雨量下，其節水成效初步或可視為降低作物需水量所致，惟此還需增加試驗次數方可加以定論。

106 年二期作水路水量分配試驗結果顯示，智慧灌溉系統可協助水利會節餘實際供水量 5% ~ 10%，107

年一期作試驗結果顯示智慧灌溉系統可協助水利會節餘實際供水量 2% ~ 5%。106 年二期作與 107 年試驗結果不同主因乃 106 年二期作正常水情，而 107 年一期作期間水情不佳，水利會執行積極加強灌溉管理，供水量減少用水效率提高下，精進智慧灌溉系統可增加之節水成效有限。

水田試驗過程中，執行節水農法坵塊所需灌溉水量低於原計畫供灌水量，當坵塊灌溉水深已達節水農法設定值時，此試驗過程中部分水量（節餘水量）直接流至給水路末端，故水路試驗結果可節餘水量包含此部分流量，惟試驗坵塊面積佔該水路總供灌面積 1/10 內，水路水田二試驗結果之節餘水量重疊性並不高。

### (二) 智慧灌溉系統投資費用 (元 / 公頃 / 年)

本智慧灌溉系統之建置於第一年試驗投資之監控設備費用每公頃每年

需投資 76,084 元，第二年每公頃每年需投資 55,159 元，監控設備成本仍偏高，惟此投資費用估算時，各監控設備成本採用未達經濟規模之單價，在達一定經濟規模下（例如各監控設備產量 1,000 組以上），每公頃每年需投資費用可降至 23,774 元。

## 五、結論

1. 智慧灌溉系統針對現行制度落實不易之處提供管理協助，應用 IOT 技術感測田間即時資料，透過決策系統提出調控建議，同時依據水利會、掌水工、農民使用經驗回饋逐步微調決策系統，確保系統兼具現地人員之經驗智慧。
2. 智慧灌溉系統內監控設備包含：坵塊自動取水設備、中小給水門量水設施之自動監測設備、各中小給水路末端及輪區水門供灌區最終流出端等處需設置量水設備、田間給水路需設置可自動調控或遠端遙控或手動操作等功能兼具之阻水分流設備、中小給輪區水門需改建為可自動調控或遠端遙控或手動操作等功能同時兼具之水門。
3. 智慧灌溉系統推動初期，建議坵塊取水延續水利會現地管理作為，降低系統對田間管理作為之衝擊，僅需提供給水路末端流出水量等即時訊息供掌水工參考使其操作非單純依賴經驗，另配合自動化機電控制分水設備可使

其操作精準省力，及依據輪區水門、給水路末端流出水量狀況，即時提供閘門調控建議供水利會工作站參考。上述監控設備配置規劃仍可提高配水精準度減少直接自給水路末端流出水量，同時因坵塊取水維持現行運作方式，亦大幅減少須建構之監控設備數量，降低投資費用，有利推廣。

4. 水田節水農法試驗結果顯示，節水農法可節水效益約 14.5% ~ 18.0%，107 一期作水稻試驗結果顯示，節水農法可節水效益約 2.9% ~ 7.2%，二期作之稻作產量及農藝性狀無顯著差異
5. 建議可朝二大方向降低智慧灌溉系統投資費用，一為降低設備成本：可依賴設備商或儀器商研發物美價廉且耐用之設備，或搭配政策推廣提高經濟規模；另一為減少智慧灌溉系統之監控設備建置，例如配合部分人力管理手段，或配合小地主大佃農政策將目前小面積坵塊整合。

## 六、未來政策配合建議

1. 落實使用者付費：政府補貼農民水租行之有年，或可重新檢討補貼方式。例如，單一期作總取水量低於特定引水量則完全補貼，超用水量則部分補貼，部分由農民支付，特定水量可以水利會規劃之計畫灌溉用水量為標準，當農民依水利會規劃取水時，可取得足量用水，亦可繼續享有政府補

- 貼，再超用水量不再完全補貼須部分負擔下，預期可避免農民超量取水，維持取水秩序，有利輪灌制度落實。
2. 節餘水量歸屬制度建立：透過智慧灌溉系統協助水利會更有效率供灌下，節餘水量使用權利歸屬投資智慧灌溉系統者？或是原需使用此水量之農業用水標的？或二者一同共享？均須進一步釐清。本研究認為，該節餘水量原屬農業用水標的，乃水利會執行管理作為方得節餘，若智慧灌溉系統由農業用水單位投資，則該節餘水量應全歸屬農業用水，若智慧灌溉系統由其他用水標的投資，則需協商討論。
  3. 水庫系統建立記帳制度：呈上釐清節餘水量歸屬何用水標的後，需進一步建立水庫系統各用水標的蓄水量之收支系統，以釐清水庫總蓄水量中各用水標的之權益，有助於計算各用水標間移用水量多寡，以利後續計算移用費用。建立節餘水量歸屬制度及水庫記帳制度，本研究認為方有機會使水利會在實務管理上具有善加利用智慧灌溉系統之動機。

## 參考文獻

- [1] 經濟部水利署南區水資源局，106年12月，「精進灌溉節水管理技術 — 以嘉南灌區為例」成果報告書。
- [2] 經濟部水利署南區水資源局，107年7月，「精進灌溉節水管理技術 — 以嘉南灌區為例（第二期）」成果報告書。
- [3] 行政院農業委員會農田水利處，105年10月，「提升農業灌溉水資源管理業務 — 農田水利會灌溉管理業務規範」。
- [4] 陳清田、林益如，2013，台灣稻作種植日期調整對產量及灌溉用水效能影響之研究，台灣水利季刊，第61卷，第3期，pp. 98-107。
- [5] 陳清田、張煜權、洪振東，2014，灌溉管理操作對水稻產量與節水效能影響之研究，農業工程學報，第60卷，第1期，pp. 81-90。

# 農田排水治理策略與展望

蘇騰鉉  
台灣水資源與農業研究院 所長

侯玉娟  
台灣水資源與農業研究院 研究專員

游鵬叡  
台灣水資源與農業研究院 研究專員

## 一、前言

農田水利建設為農業重要基礎建設，與農業發展及糧食安全息息相關，整體功能包括灌溉排水、減少亢旱及洪水災害、降低災害損害，穩定糧食生產，對於改善農村生活、促進農村安定繁榮及強化生態環境保育等面向扮演重要角色，並與農業發展及農民福祉關係密不可分，亦為農業永續經營不可缺少之重要一環。而有效維護灌溉、排水設施，亦為農業現代化發展所不可輕忽之課題。

農田灌溉系統係為提供灌區作物生長所需用水；農田排水系統則為排除區內因灌溉或降雨等所多餘之水分而必須建設之系統，然而近年來極端降雨事件頻傳，對於農業生產環境造成衝擊與損害。如何因應未來氣候變異及社會環境需求，為未來辦理農田排水治理之重要課題。

## 二、農田排水設計沿革

農田排水設施主要係以排除農田剩餘水為對象，依主要農作物耐浸情形而訂定其排水設計標準。一般來說，平地農田排水設計標準採用田間排水公式計算；坡地農田排水計畫流量若坡降達 5% 以上，採用合理化公式計算之，其設計洪水量，以重現期距十年之降雨強度計算；其他非農業使用以重現期距 25 年之降雨強度計算。坡地之農田排水不允許溢流，其排水溝出水高依設計水深之百分之二十五計算之，最小值為 20 公分，但 L 型、拋物線型排水溝不在此限。農田排水計畫流量之計算方式採用治理區單位面積流量乘上工程計畫區內排水路集水面積而得，農田排水單位面積流量推算說明如后。

## 1. 田間排水公式：

$$q = \frac{C \times R_{10} \times 10}{86,400 \times T}$$

- 式中， $q$ ：單位面積流量（cms/ha）  
 $R_{10}$ ：10年重現期之1日暴雨量（mm）  
 $T$ ：平均排除時間（day），一般採用1日  
 $C$ ：逕流係數

## 2. 合理化公式（坡地、村落排水）：

$$q = 0.002778 \times C \times I$$

- 式中， $q$ ：單位面積流量（cms/ha）  
 $C$ ：逕流係數  
 $I$ ：降雨強度（mm/hr）

為維護農業生產、國民生活環境之需求，台灣地區自民國62年度起辦理排水系統改善計畫，期間歷經加速農村建設計畫、國家六年經濟建設計畫、易淹水地區水患治理計畫、流域綜合治理計畫與前瞻基礎建設計畫等時期。平地農田排水標準也隨著社會演變，從「三日最大暴雨三日排除」，提升至「2至5年重現期之日暴雨量，以一日平均排除之」，再演進至現行「10年重現期距之1日暴雨量以1日排除的平均流量」，為因應農村都市化及氣候變遷導致水文異常現象，雖然農田允許有限度之浸水，但其排水規劃原則仍有回顧檢討之必要，茲說明農田排水整理設計沿革如后。相關沿革如表1所示。

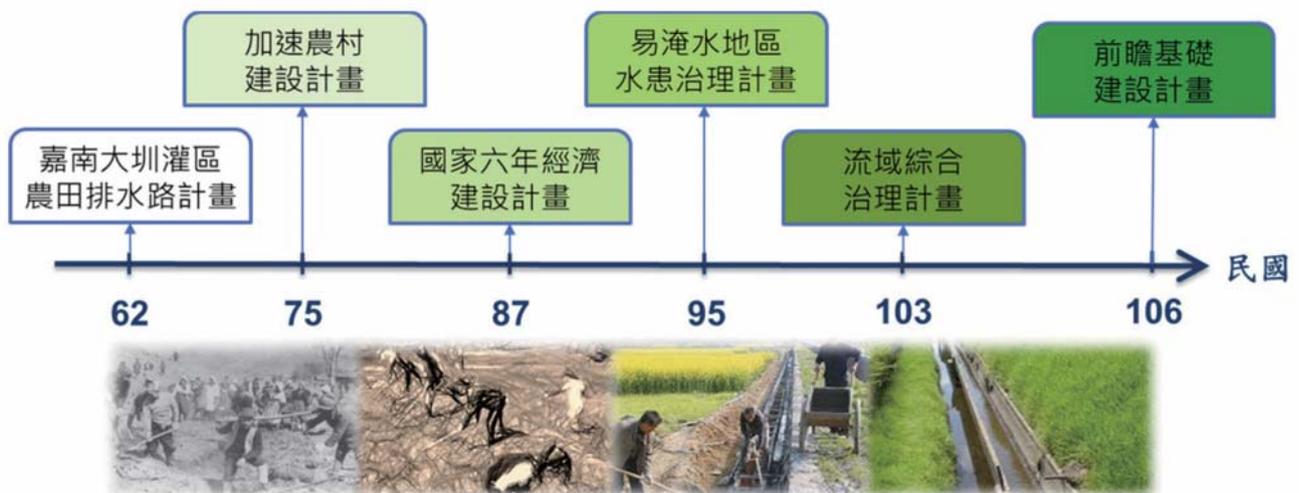
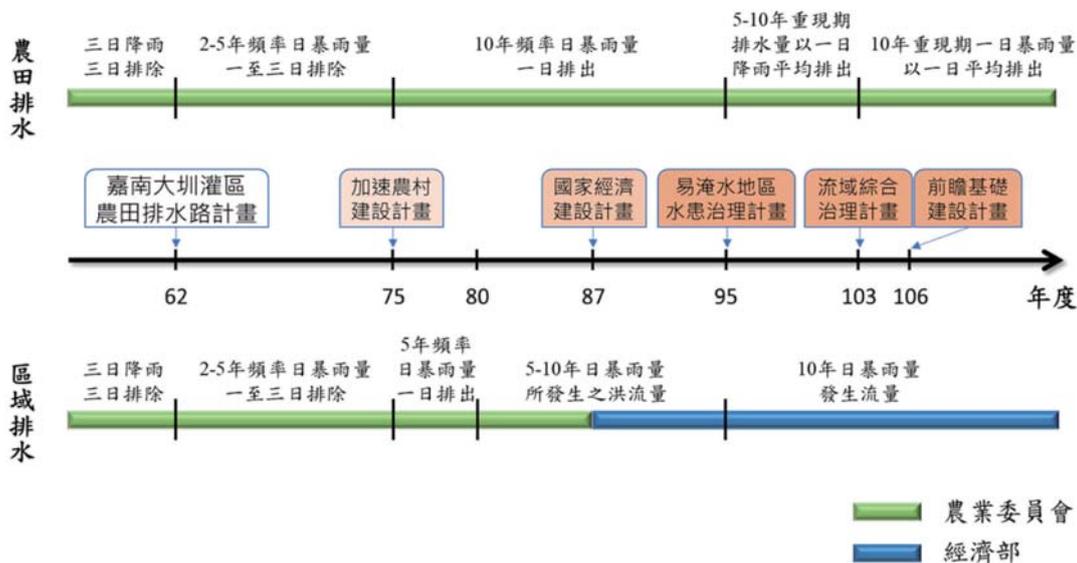


表 1 農田排水設計標準沿革

項次	農田排水設計流量	時間
1	連續三日內最大降雨量於三日內平均排除	62 年以前
2	2 至 5 年頻率日暴雨量，以一至三日平均排除	62 年至 74 年
3	頻率 10 年一次的一日暴雨量，在一日排除的平均流量	74 年至 93 年
4	10 年重現期距之一日暴雨量在一日平均時間內排出	93 年至 96 年
5	5 至 10 年重現期距排水量，以一日降雨平均排除	96 年至 102 年
6	10 年重現期距之一日暴雨量以一日排除的平均流量	103 年 ~

1. 民國 62 年以前，其農田排水設計流量沿用嘉南大圳建設以來，以排除農田餘水為對象，依農作物耐浸程度而訂之排水標準，其定義為「連續三日內最大降雨量於三日內平均排除」。
2. 民國 62 年至 74 年間，此時期之排水改善標準改為「2 至 5 年頻率日暴雨量，以一至三日平均排除」<sup>[1,2]</sup>。
3. 民國 74 年至 93 年間，排水類型開始分類為區域排水與農田排水，區域排水改善標準提昇為「五年頻率之日暴雨量，一日平均排出為原則」，且若有社區及都市時需加計其設計排水量，若受山區排水時，排水路設計須能通過二十五年頻率之日暴雨量所發生洪流量不溢堤<sup>[3]</sup>。另外，農地重劃計畫之排水規劃設計標準，規範為「頻率 10 年一次的一日暴雨量，在一日排除的平均流量」<sup>[4]</sup>。此時期農田排水改善標準比照農地重劃計畫之排水規劃設計標準辦理。
4. 民國 93 年至 96 年，原由行政院農業委員會推動之區域排水計畫改由經濟部繼續推動。行政院農業委員會仍繼續推動農業建設計畫有關之農田排水改善，包括農地重劃區、早期農地重劃區農水路更新改善及農田水利設施更新改善等計畫項目。此時期排水改善設計流量為 10 年重現期距之 1 日暴雨量在 1 日平均時間內排出。
5. 民國 96 年至 102 年，經濟部易淹水地區水患治理計畫之區域排水設計流量提高為「10 年頻率之日暴雨量所發生洪流量」，排水路設計須能通過二十五年頻率之日暴雨量之洪流量不溢堤<sup>[5]</sup>。而行政院農業委員會易淹水地區水患治理計畫之農田排水設計流量為「5 至 10 年重現期距排水量，以一日降雨平均排除」，排水路流經人口密集住宅區、工業區及商業區或重要農業高淹水潛勢地區，地表逕流增大，其設計排水量時可予以考慮提高<sup>[6]</sup>。



6. 民國 103 年起，流域綜合治理計畫之區域排水設計流量亦等同於前期「十年頻率之日暴雨量所發生洪流量」，排水路設計須能通過二十五年頻率之日暴雨量之洪峰流量不溢堤<sup>[7]</sup>。而行政院農業委員會於流域綜合治理計畫之農田排水設計流量訂定為「10 年重現期距之 1 日暴雨量以 1 日排除的平均流量」為原則。

### 三、治理策略與原則

隨著臺灣地區人口與經濟持續成長，都市土地需求逐漸延伸之農業地區，土地利用型態則隨之變異，地區排水系統卻未能及時改善；而近年因受氣候變遷影響以及水文降雨條件改變，部分地區排水路負荷增加，已超過原規劃農田排水設計標準，導致洪害水患威脅愈趨嚴重，危害人民生命財產安全。

#### (一) 易淹水地區水患治理計畫 (95 ~ 102 年)

行政院為改善易淹水地區水患問題，於 95 至 102 年期間推動「易淹水地區水患治理計畫」，針對全國 291 條直轄市及縣（市）管河川與區域排水水系之易淹水地區逐步辦理排水改善，8 年期間之水患治理已初具成果。易淹水地區水患治理計畫時期行政院農業委員會已辦理農田排水改善工程總計 282 件。

#### (二) 流域綜合治理計畫 (103 ~ 108 年)

為延續前期計畫之改善績效，行政院於 103 年接續推動「流域綜合治理計畫」，計畫期程共計 6 年（103 ~ 108 年），除持續辦理前期計畫相關治理工程外亦以國土規劃角度推動流域整體治理，加強非工程與水共存等治水新思維。而流域綜合治理計畫之農田排水，係在行政院核定之計畫範

圍內，依據流域綜合治理原則，將農田排水及設施構造物一併辦理改善。

為改善重要農業產區因經常性淹水導致農業損失問題，流域綜合治理計畫—農田排水治理及設施區域瓶頸改善工程針對水患情形嚴重之地區優先進行改善，依據整體排水系統調查治理規劃之工程計畫，分析水患原因後，配合下游區域排水整治期程，研擬相關治理對策，以期改善當地淹水情形。計畫執行期間已完成之各項工程，歷經 104 年蘇迪勒及杜鵑颱風、105 年梅姬及莫蘭蒂颱風，及 106 年 0601 豪雨、尼莎、海棠等颱風之考驗，皆有效降低淹水深度或縮短淹水時間，已大幅改善現地之淹水情形。

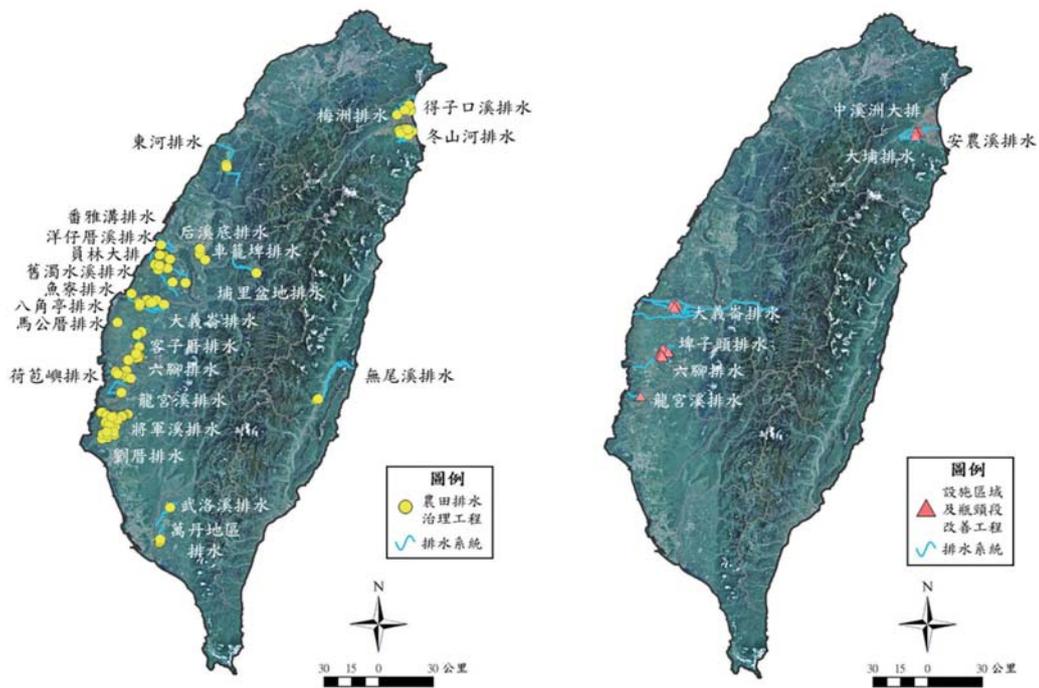
行政院農業委員會農田水利處於流域綜合治理計畫第 1、2 期（103～106 年）已補助包含宜蘭農田水利會、苗栗農田水利會、南投農田水利會、彰化農田水利會、雲林農田水利會、嘉南農田水利會、屏東農田水利會及花蓮農田水利會等 8 個農田水利會，治理範圍涵蓋 28 個排水系統、37 個鄉鎮，共計 91 件之農田排水治理及設施區域農田排水瓶頸改善工程。流域綜合治理計畫第 1、2 期（103～106 年）農田排水治理及設施區域瓶頸改善工程分布情形如圖 1 所示。治理工程已全數完工後，共計改善農田排水路 68.31 公里、構造物 66 座，規劃可降低約 115.99 平方公里重要農業高淹

水潛勢地區之水患問題，將可減少易淹水地區之水患威脅，保護周遭居民生命財產安全。

### **(三) 前瞻基礎建設計畫—縣市管河川及區域排水整體改善計畫 (106～113 年)**

106 年起，政府積極規劃擴大全面性基礎建設投資，推動「前瞻基礎建設計畫」。其中，面對氣候變遷挑戰，為兼顧防洪、水資源及水環境等需求，經濟部為落實「前瞻基礎建設」，研擬「水環境建設」計畫，以「水與發展」、「水與安全」及「水與環境」三大建設主軸。以系統性治理方式，加速提升都會區及人口聚集地區之縣市管河川及排水防洪能力，藉由新興計畫「縣市管河川及區域排水整體改善計畫」，降低地區淹水風險，減少水災衝擊，保障人民生命財產安全。「縣市管河川及區域排水整體改善計畫」以直轄市、縣（市）政府主管之河川、排水、海岸防護等淹水改善為主體，並考量流域集水區整體治理，納入流域內之下水道、農田排水、坡地水土資源保育、養殖漁業排水、造成排洪瓶頸之省道橋梁一併改善，並加強生態檢核工作。

其中，行政院農業委員會配合推動「縣市管河川及區域排水整體改善計畫」—農田排水、埤塘、圳路改善，治理工程範圍包含直轄市、縣（市）河川、排水流域內，農田水利會灌溉區



流域綜合治理計畫農田排水治理及設施區域瓶頸改善工程水系分布圖

域內（外）農業生產環境之農田排水、埤塘、圳路及設施構造物須一併改善者，納入辦理。以全額補助農田水利會辦理農田排水治理及取水工程設施（構造物）改善工程等，降低淹水風險，以提升農業產區保護，減輕洪災損失，並配合推動友善環境營造，納入生態檢核機制，建立生態環境友善措施。

「縣市管河川及區域排水整體改善計畫」— 農田排水、埤塘、圳路改善計畫推動迄今，業已核定 61 件農田圳路、排水及構造物改善工程，累計改善長度約 57 公里，改善水利構造物數量約 37 座。期能持續改善重要農業高淹水潛勢地區之水患問題，減少農業產區因颱風豪雨淹水災害損失。

## 四、未來展望

### （一）持續辦理農田水利工程建設，降低淹水損失

農田水利設施除提供農田灌溉排水、減低旱澇災害之功能外，尚具有穩定糧食生產、強化生態環境保育、改善農村生活品質、保障周邊農民生命財產安全之效益，與農業發展及農民福祉關係密不可分，為農業永續經營不可缺少之重要一環。未來應持續推動農田水利工程建設，以提升農田水利設施之灌溉排水效能，有助於降低農民之損失、保障生命財產安全並提高生活品質。

### （二）未來農田排水工程建設須兼顧生態環境保育



嘉南農田水利會 — 西後崩山中排二



嘉南農田水利會 — 海豐中排三



宜蘭農田水利會 — 十三股大排壯東 A-6 中排



宜蘭農田水利會 — 平行水路協和九中排等改善工程



宜蘭農田水利會 — 梅洲八中排



雲林農田水利會 — 大義崙排水第二制水閘改善工程



彰化農田水利會 — 新庄子排水中上游段改善工程



南投農田水利會 — 茄荖腳圳制水門改善工程

### 農田排水改善工程成果

農田排水工程因現代工法技術進步，採用鋼筋混凝土之水工構造物堅固耐用，且具有施工快速容易、輸水及配水效率高、維護費用及人力低等優點，但未考量其他野生生物生存需求，致影響生物環境之完整性。然而近年來隨著民眾環境生態意識抬頭，農田排水治理工程已逐漸融入生態工法設計，考量如何在不影響安全性之前提下維持周遭水、陸域之生態環境，及工程設施對於環境之友善度。也期許未來農田水利工程建設，在功能完整之前提下，增加生物多樣性環境之保育需求，保留並復育更多農業生態系之野生動植物，營造農田水利設施之親水空間及美麗的水環境，發揮農業生產、生活、生態之三生功能。

### (三) 重要農業蔬菜作物產區，排水改善需求提升

有關「農田排水治理」與「設施區域及農田排水瓶頸段」等工程治理措施，保護標準採用 10 年重現期 1 日暴雨量以 1 日平均排除之設計標準，雖已有效改善重要農業區生產環境，然因蔬菜作物遭受淹水致產量折減與作物生長階段、作物種類及浸泡時間密切相關，尤其台灣地區夏季午後頻繁發生短延時強降雨事件，僅藉由傳統工程手段與提高農田排水保護基準之方式，現階段仍然無法滿足重要蔬菜保全產區實際之防災保全需求，需配合農業減災相關治理措施推動辦理。

### 參考文獻

- [1] 王桑村：「農田排水規劃原則之回顧及檢討」，農田水利雜誌第五十五卷第八期專題報導，1998 年 12 月。
- [2] 鄭俊澤：「區域排水改善及其維護管理」，農田水利雜誌第三十五卷第十期，1989 年 2 月。
- [3] 台灣省政府水利處：「水利五十年」，1997 年 8 月。
- [4] 台灣省政府地政處：「農地重劃農水路規劃設計規範」，1985 年。
- [5] 經濟部水利署水利規劃試驗所：「區域排水整治及環境營造規劃參考手冊」，2006 年 6 月。
- [6] 行政院農委會：「農委會易淹水地區水患治理計畫—農田排水工程規劃、設計參考手冊」，2007 年 5 月。
- [7] 經濟部水利署：「流域綜合治理計畫（103~108 年）」，2014 年 1 月。

# 農業灌溉用水調度 支援其他標的之合理機制評估

陳清田  
嘉義大學土木與水資源工程學系 副教授

## 摘要

氣候異常已有全球化、普遍化之趨勢，致旱象發生頻傳且強度亦不斷提升，為謀國家整體政經穩定成長發展，積極有效調配利用水資源，以提升抗旱效能度過缺水難關，實乃水資源研究現階段之重要課題。

農業灌溉用水為水資源利用之大宗，因具有較高耐旱特性，於缺水期常需支援其他標的用水，然農業水資源的經營管理是一項極具複雜性的公共決策議題，其影響層面相當多元且錯雜，因此，評析農業灌溉用水支援其他標的用水運作機制之合適性，是有其必要性。台灣地區由於生活水準提高、都市發展及工業科技科學園區之開發新設，導致民生及產業用水遽增；且因新水源開發不易且原水成本提高，因此，民生及產業用水轉向農業用水移用之頻率日增。農業灌溉用

水自 1986 年以來已不再增長，且隨著水稻田休耕轉作面積之增加而逐年減少，農業用水已由 150 億立方公尺減至目前之 122 億立方公尺及經濟部於 110 年規劃之 111 億立方公尺。未來，台灣地區如何以有限且不穩定的水資源來滿足各標的之需求，遇有缺水，藉由耐旱性較高之農業水資源，建立更具效率化且兼顧三生功能之農業灌溉用水調度支援其他用水標的之運作機制及操作模式，以因應缺水期各標的之用水需求，具有相當之重要性與急迫性。

## 一、前言

自十九世紀工業革命開始，人類大規模使用石化燃料來滿足經濟發展之需求，因而導致全球暖化。氣溫升高使得大氣循環的平衡改變，進而造成氣候變遷，其中以水文氣象變化最

為劇烈，例如降雨的時空分布改變、極端氣象事件頻傳（旱澇加劇）、極地融冰造成海平面逐年上升等現象。聯合國政府間氣候變遷委員會（IPCC）也在第五次評估報告中指出，人為影響已有可能是造成氣候暖化的主因，就算現在開始停止排放二氧化碳，氣候變遷的所導致的許多現象依然會持續好幾個世紀。再加上世界人口持續增加，為滿足糧食生產的需求，水資源的管理運用日漸嚴峻，因此提升水資源的運用效率及發展調適策略，已是全球各國所面臨的關鍵課題。

台灣地區年平均降雨量約 2,510 公厘，雨量尚稱豐沛，惟因地狹人稠及降雨在空間與時間上分布極為不平均，年降雨量約 78% 集中於每年五月至十月，豐水期與枯水期水量相差懸殊，加上地質地形環境因素，山高河短流急，一下雨即迅速流出入海，以致時有枯旱發生。

農業用水是水資源利用之最大宗，各標的近就 10 年來（95 年至 104 年）之年平均總用水量為 176.0 億噸（不含離島），其中農業用水量約 127.2 億噸占總用水量之 72.3%，且由於農業忍耐缺水之容忍度，較民生及產業為高，可在乾旱缺水期間，在民生或工業用水遭遇供水不足，需向農業用水尋求調整支

援時，由農田水利會運用灌溉管理之專業技術能力及機制，採取輪流灌溉、智慧灌溉等節水措施，甚至停灌休耕措施，在兼顧糧食安全與農田水利會及農民權益原則下，彼此可進行水資源之調配協商，農政部門以往在歷次之天然乾旱事件或民生產業缺水情況下，均能配合協助因應，有效達成安定社會及經濟發展之目的。

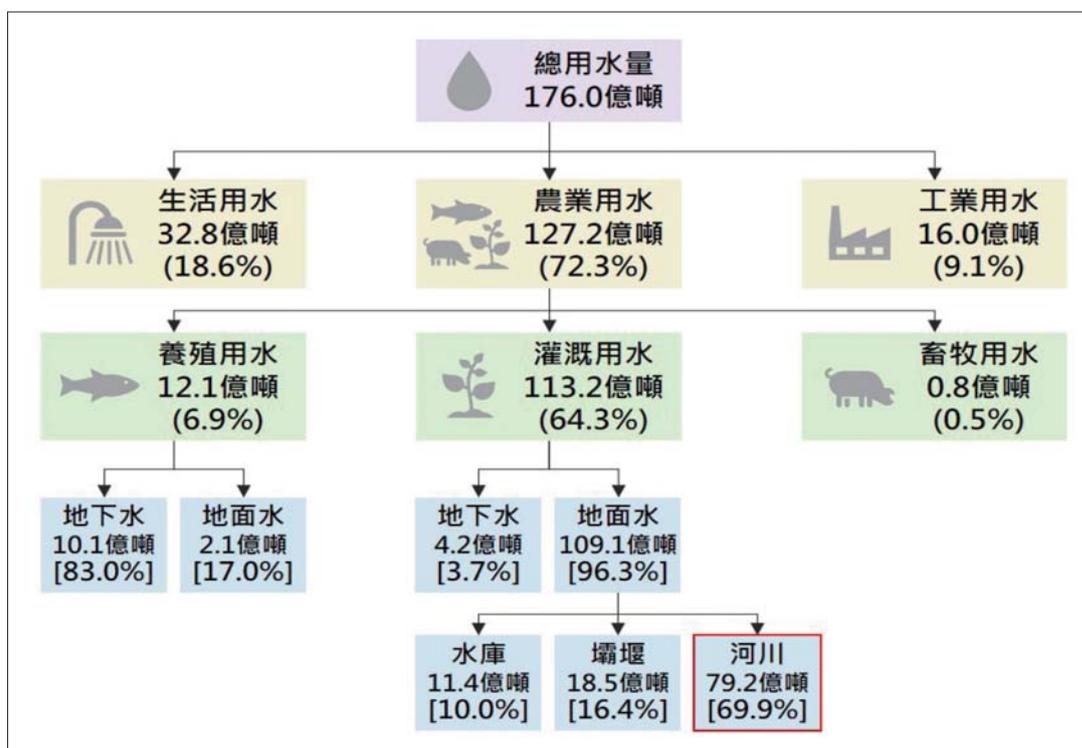
近年來，台灣地區由於生活水平提高、都市化及工業區和高科技科學園區不斷新設，民生及產業用水遽增；此外，新水源開發不易且原水成本提高，以致民生及產業用水轉向農業用水移用之情形日益普遍。另一方面，農業用水非但自民國七十五年以來已不再增長，且隨著水稻田休耕轉作面積之增加而逐年減少，農業用水已由 150 億立方公尺減至目前之 122 億立方公尺，減少幅度達 19%，又若以經濟部於 110 年規劃之 111 億立方公尺，減少幅度則高達 26%，然因民生及產業用水仍有短期性水源開發供不應求情形，又因全球氣候異常及暖化效應，導致天然乾旱頻率提高，未來台灣地區如何以有限且不穩定的水資源來滿足各標之需求，研擬與時俱進之旱災處理及農業用水支援其他標的移用對策，將是急迫且重要之水資源議題。

## 二、農業灌溉用水現況及特性

### (一) 農業灌溉用水現況

近 10 年來（95 年至 104 年）之年平均總用水量為 176.0 億噸（不含離島），其中農業用水量約 127.2 億噸占總用水量之 72.3%。生活用水及工業用水分別為 32.8 億噸及 16.0 億噸，占總用水量之 18.6% 及 9.1%<sup>[1]</sup>。就農業用水標的而言，養殖用水約 12.2 億噸占總用水量 6.9%，畜牧用水約 0.8 億噸占總用水量 0.5%，灌溉用水標的年平均用水量為 113.2 億噸占總用水量

64.3%，灌溉用水的總用水量雖多，但多數水源取自水質及水量較為不穩定之河川，取自河川的年平均水量為 79.2 億噸，約占灌溉用水量 69.9%，而水庫供應農業灌溉水量年平均約 11.4 億噸占灌溉用水量 10.0%，壩堰及地下水的水量分別是 18.5 及 4.2 億噸，各占灌溉用水量 16.4% 及 3.7%。近十年平均總用水量降低了約 18 億噸，農業用水降低了約 36 億噸，工業用水增加了約 1 億噸，生活用水增加了約 17 億噸，可見農業用水壓力有增加之趨勢（如圖 1）。



資料來源：95 年至 104 年經濟部水利署用水統計年報，不含離島用水量。

圖中 ( ) 為占總用水量之比例，[ ] 為占總灌溉用水量之比例。

圖 1 95 年至 104 年年平均用水量及主要取水水源

## (二) 農業灌溉用水特性

### 1. 時間特性

就灌溉用水的需求面來說，因我國主要種植的作物為水稻，供應水稻生長所需的水量即是灌溉用水主要的目的。而水稻的生長歷程可分為數個階段，其中整田期與稻穗生長階段需水量較高，須使用深水灌溉；而分蘖終期至幼穗形成期則需供給氧氣以促進稻根向下生長，因此期間田區土壤應乾燥並略微龜裂，此時的灌溉需求較低，因此農田水利會會配合水稻生長而調整灌溉水量。

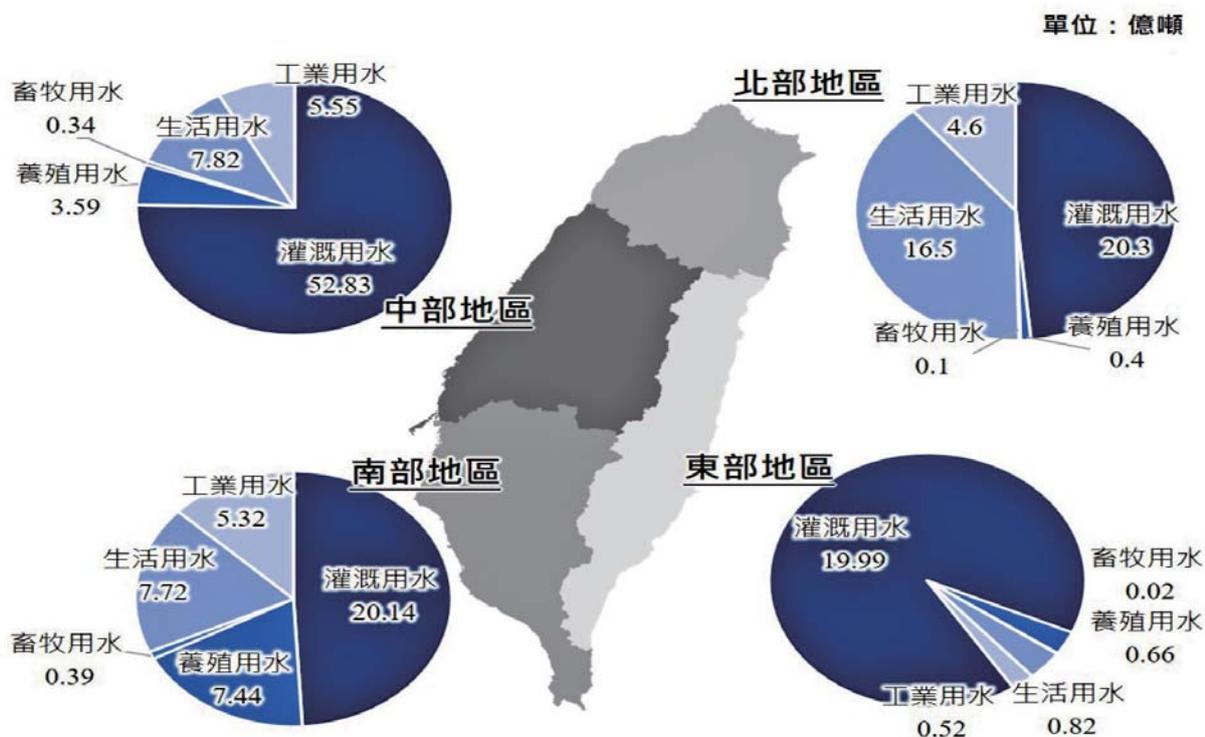
臺灣地區降雨量分布不均勻，約 78% 集中於每年的 5 月至 10 月間之豐水期，尤其大部份雨量集中在梅雨及颱風過境時，若颱風過境時所帶來的雨量較少，則將面臨缺水的困境；而每年的 11 月至隔年的 4 月則為枯水期，降雨量少約佔 22%，尤以台灣重要糧食生產區位之南部地區為甚，僅有 11% 之雨量降於枯水期，使得水資源的調配運用甚為困難，導致一期作水稻常需以加強灌溉、輪灌、轉作或休耕之節水方式因應。根據經濟部水利署估計<sup>[1]</sup>，就台灣過去自 1949 至 2016 止之統計資料顯示，其降雨分布情形以北部地區之年降雨量 2,927 mm 為最高，中部地區之 2,150 mm 為最低，南部地區為 2,526 mm，東部地區為 2,530 mm。在時間之分布上，雨季皆集中於每年的 5 月到 10 月之間，而自 11 月至隔年 4 月則屬旱季，在量的

分布上，就過去 1949 ~ 2016 年之平均資料顯示，北部地區的豐枯相差較小約有 65% 之降雨集中於雨季，而南部地區之豐枯相差最為懸殊，雨季之降雨量高達 89%。

### 2. 空間特性

就 95 年至 104 年北、中、南、東等分區各標的平均用水量比例分析，北區農業用水量與生活及工業用水量約各占 50%，中區農業用水占 81% 生活及工業用水占 19%，南區農業用水占 68%，生活及工業用水則占 32%，東區農業用水占 94%，生活及工業用水占 6%（如圖 2），中部區域及南部區域農業用水比例逐漸降低，工業及生活用水比例逐漸增加，東部區域生活用水及工業用水比例極低，主要以農業用水為主。

分析各農田水利會歷年供水滿足度<sup>[2]</sup>，顯示西部地區之灌溉供水滿足度普遍較東部為低，而東部地區因天然降雨較為豐沛且較無其他標的用水之需求，灌溉滿足度多高於 90%。進一步探究區域水源之供水特性，水庫型灌區之用水因常須滿足多標的之用，農業灌溉用水常面臨其他標的用水需求競用壓力，故水庫型灌區之灌溉供水滿足度通常較河川型灌區低。由此顯示，臺灣西部多數灌區灌溉用水已相當吃緊，能夠再節約灌溉用水的空間恐已相當有限；東部及北海岸地區灌溉水量相當豐沛，具有移轉空間，惟對於西部平原之水資源調度並無幫助。



資料來源：經濟部水利署用水統計年報

圖 2 95 年至 104 年分區各標的平均年用水量

### 3. 生活、生態、生產三生功能

農業灌溉用水具有供應糧食、安定民生、保育環境等功能；更具有涵養地下水源、調節微氣候、水資源循環、淨化水質、提供農村良好居住環境及美麗景觀、文化教育遊憩及國土保全等三生功能之效益<sup>[3]</sup>，冒然移用農業灌溉用水，將對整個農業生產、生態保育及臺灣將近數十萬戶之農民生活等產生巨大衝擊。過去往往僅強調農業灌溉用水所具有生產糧食之生產性功能，而對其生態性機能及生活性機能等無形之價值都未加以重視，因而加重了社會成本之負擔，甚至造

成無法回復之永久損失，其代價難以量化，此實乃相當不智之行為。事實上，農業灌溉用水在生態性機能及生活性機能上之效益，遠大於其在生產性機能之效益，其受益對象不僅為低收入之農民本身，而是相關地區之居民，甚至包括全體大眾，其在上及生態上所扮演之重要角色絕不容忽視。因此水田灌溉事業必須著眼於永續經營，以資供應國人所需主要而安全之糧食；另一方面亦為長遠之國土保全及糧食生產著想，吾人必須呼籲水田及農業灌溉用水需要加以合理維護。

## 三、農業灌溉用水調度支援其他標的之現況運作

乾旱時期各標的用水均告匱乏之際，基於農業用水之缺水容忍度較高，及依據水利法第十八條及第十九條「家用及公共給水」有優先使用權，農業用水自然配合予以移用支援，而公共給水部門亦應依據水利法第十九條給予原用水人（即農民），按其損害情形給予補償；此外，雖然工業用水之用水順序，依水利法第十八條規定，次於農業用水，即使面臨乾旱缺水情況，依法亦無優先移用農業用水地位；惟考量當前工業及科學園區用水影響台灣經濟發展至鉅，農業部門在產業用水不足時，均適時配合支援

移用，有效避免經濟成長受到水資源開發供應不足之影響。

農業灌溉用水調度支援其他標的之現況運作機制，應依經濟部九十年七月所訂定之「農業用水調度使用協調作業要點」規定，分兩階段進行，首先需水者（用水單位）居於主動地位，向有關農田水利會提出移用水申請書，依法由雙方協商辦理，倘協議不成，則進入第二階段，由水利主管機關邀請相關機關進行評議仲裁辦理，有關「移用農業用水機制」。近 15 年（91 ~ 105 年）計遭逢 6 次嚴重乾旱事件時，農田水利會水庫相關灌區往往必需停灌休耕，將節省的灌溉用水儲留於水庫，以支援其他標的用水（如圖 3），合計調用 18.3 億億

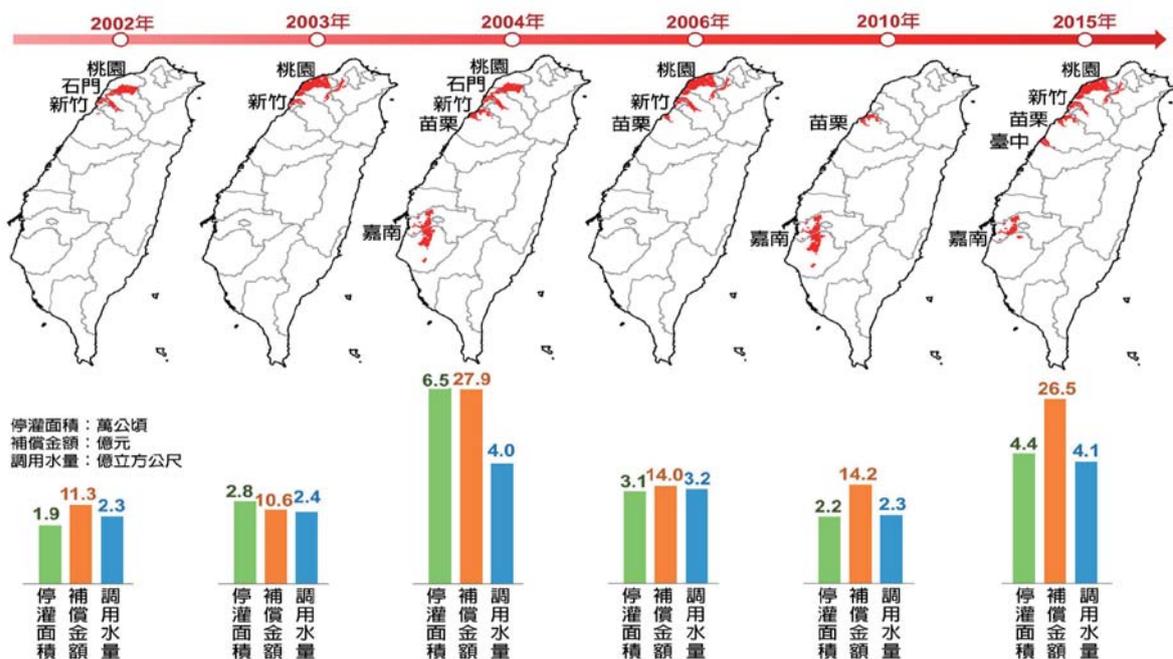


圖 3 近年大規模停灌事件

資料來源：行政院農業委員會<sup>[4]</sup>

噸水量，以 104 年為例，該年全國因遭逢嚴重乾旱而辦理一期稻作停灌休耕，於桃園停灌 22,677ha、嘉南停灌 8,493ha、台中停灌 4,625ha、新竹停灌 4,606ha、苗栗停灌 3,258ha 等地區合計停灌 43,659ha，共節省 4 億噸水量，將本應用於灌溉的水量用來支援生活及工業用水，以度過缺水難關。為了補償停灌休耕對農民造成的損害，政府也付出了 26.5 億元之高額停灌補償經費，同時也對糧食生產及生態環境造成衝擊，因此未來實應加強調蓄設施的開發及各標的用水效率的提升，以盡量降低停灌休耕的風險及政府財政負擔。

#### **四、農業灌溉用水調度支援其他標的之合理機制研討**

檢討農業用水支援其他標的的用水之情況下，農業部門雖有採取公告停灌措施之可能，惟因移用水所採之公告停灌措施與因天然乾旱各標的的缺水情況下，農政單位為避免災情擴大所採行公告停灌休耕措施之性質完全不同；簡而言之，天然乾旱之公告停灌休耕，對農民之損失是採取救濟作為，政府應負擔救助金之籌措；但對於因民生需求及產業發展用水不足，要求將農民灌溉用水支援移用所致之公告停灌損失，則應依法對農民予以補償，補償費之籌措則應由需水單位負擔。

以下就農業灌溉用水被移（借）用之方式及移用農業用水調度機制合適性等評析內容分別敘述如下：

##### **(一) 農業灌溉用水被移（借）用之方式應以季節性與臨時性為宜且不涉及水權轉移與不影響會員權益**

由於農地之轉作及釋出，使得農業灌溉需水量逐年減少；再加上政府亦有意輔導農業灌溉用水水權之轉移，因此，並非所有的農業灌溉用水都不能轉移，其轉移之情況可分為下列三種：

##### **1. 永久性轉移**

當整個灌區或某一支線之灌溉農地變更使用，不再從事農業生產者，其灌溉水量自可被移轉供其他標的的用水人使用。灌溉自河川取水為水源者，必須注意在枯水期河川流量遽減，原本已受污染之水質更加嚴重，需要妥為污染處理才能供為民生用水及工業用水。又河川流量在豐枯季節之比例懸殊，極不穩定，其他用水標的的不如農業灌溉用水可忍受某程度之缺水，必須興建調節設備，才能順利使用。此外，移用者對灌溉取水設施應予協商補償，政府並須酌予輔導農民轉業。基於上述技術上，水質處理、投資興建設備、補償等種種因素，其他用水標的的不太願意移用以河川為水源之灌溉用水。

灌溉水源為水庫及埤池者，水質較良好，且移用後營運較為單純，乃

為移用者所盼望之水量。惟農田水利會以水庫及埤池為水之水量約為 14 億立方公尺，約占農業計畫總用水量 154 億立方公尺之 9% 而已，且此種水源之灌區或某一支線之灌溉農地全部經變更為其他用途之情況幾乎等於零，故全部移轉水量之機會不大；如有，亦需適當予以補償原有設施。

## 2. 部分轉移

當灌溉農地經變更用途、休耕或轉作而減少一部分時，理論上雖可轉移相對比例之水量以供其他標的使用；但仍需視其變更用途、休耕或轉作之情形而定。如果變更用途、休耕或轉作之農田並不集中，則無法移轉等面積之水量供其他標的使用，且移用時亦須雙方協商，並酌予適當補償原有設施。

以往灌溉農地減少而水量經相對移出者已有實例，例如石門水庫之石門農田水利會灌區原有 21,000 餘公頃，經減少為 12,000 公頃左右後，所減少之水量由水庫保留供為其他用水標的使用。至於今後不能依減少面積之比例移用水量，且必須慎重檢討，其理由為：(1) 農地變更用途、休耕或轉作之情況多係分屬而不集中者，未被變更用途之水田及轉作農地尚須灌溉水量；(2) 水路必須維持一定之水頭以利輸配水；(3) 休耕農地有恢復耕作生產或轉為轉作農地機會，而需要保留適當之水量；(4) 轉作農地尚須灌溉

者，其中部分地區改種筊白筍、水芋、蓮藕及菱角等水生作物，所需水量反較水稻為多；(5) 污染水源愈來愈嚴重，以致損失相當多之有效灌溉水量。尤其河川低水位時，必須考慮保留基流量供為淨化水質之用<sup>[4]</sup>。

## 3. 季節性轉移

為減少尖峰期之用水，農業方面可以改變作物、調整作物制度或耕作時間等方法，以減少尖峰時期之灌溉用水，但農民因此種調整所引起的損失，應獲得合理之補償。

## 4. 臨時性借用

農委會曾在 1986 年研訂「乾旱年調整水量分配標準及救災處理制度」，其他用水標的尚未開發水源之前，對於發生非常乾旱時，臨時從灌溉用水借用支援家庭及公共給水之供應不足，應由借用者補償之原則。在非常乾旱時期，民生用水依水利法優先借用灌溉水量時，基於缺水時期本著節約用水精神及公平合理原則，應以供給「維持生命及基本生活所必需之水量」為限，又依農委會建議以原計畫用水量 70% 為限；若當借用水量超過 70% 時，應報請中央同意後辦理。

上項在乾旱時臨時借用灌溉水量，對農業而言，是在乾旱災害之上再增加損失。對此借用支援水量所增加損失之補償金額，由雙方及水源管理機構會同商議定之；如商議不成，由主管機關協議解決。

工業用水，依水利法之優先順序在農業用水之後，故無優先用水之法定地位，但顧及工業發展之需要，有的工業如國防工業或重大經建工業等，如確因臨時性嚴重缺水無法忍受，將使該特殊工業遭受嚴重損失，導致經濟及國家重大損失者，則在本身尚無充分水源前，農業灌溉用水亦可考慮臨時借用水量以支援。事實上，過去亦有與其他標的用水商讓支援用水，或併與家用及民生用水標的要求優先配水；此種用水雖有其需要，但應由用水單位自行協議解決，而不能由主管機關事先以行政指示促成支援用水之協調，以避免產生困擾，並維持法律之尊嚴。

綜上，為維農民用水權益及農田永續利用，有關乾旱時期農業灌溉用水支援其他標的用水，應以季節性轉移及臨時借用或短暫性移用為宜，且不涉及牽涉水權重分配或變更事宜。

## (二) 移用水者應確實依法負擔補償費

104年桃竹苗嘉等地區缺水之公告停灌休耕，依法應依據「農業用水調度使用協調作業要點」規定辦理。依該要點規定，應由需水單位就調用水量、調用期限、補償金額及補償之給付方式等先行與被調用水量者進行協商辦理，有關之經費則由需水單位負擔。

當乾旱時期缺水情況發生時，由政府公告停灌，借用農業用水給其他用水標的使用時，應由其他用水標的

機關給予因減少農業用水所增加損失之補償。增加損失乃指本身缺水以外，再被借用水量時所增加休耕或轉作之生產面積，亦為外在因素致擴大乾旱程度之部分，依法應依據「農業用水調度使用協調作業要點」規定辦理。

關於移（借）用水量之補償對象方面，被移（借）用水量之權益人，在農業單位分為「農民」與「農業用水管理單位」。故借用水量所造成之影響有兩種：前者為農地因缺水灌溉所造成經營損失；後者為農業用水管理單位（農田水利會）因水量借出所導致營運管理費用之增加，而兩者可以分開辦理。

乾旱時期，農業灌溉用水被移（借）用後，對其所造成之損失即以增加缺水計算，應依各種情形而有所不同，其計算項目及標準亦各有異。

### 1. 農民損失補償原則及補償計算

當原灌溉水量被借用時，按其農作之損失立場提出農業灌溉用水被借用之「增加損失補償」來加以估算，其範圍建議以上限和下限來界定。上限應指農民之損失，下限為借用單位之營運價格。補償標準上限所代表之意義為：對農民而言，枯水期不必耕作仍可拿到相當於耕作之代價以維持生活。補償標準之下限所代表之意義為：對借用水人而言，不能以乾旱寶貴之借用水量來營運賺錢，故其下限補償應以現行之營運價格支付。若不

夠農民維持基本生活所需者，再由政府增加支應辦理。

由於借用水量之後將會造成被借用者可用水量之減少，進而造成損失增加；且借用水量越多，則對借用部門所造成之損失越大；再加上所採用之資料若有時間上之落差，為使補償費用符合實際情況，應對於計算之補償標準針對時間因子予以加成，在此可建議採用平均物價上漲率。

「臨時性」借用之補償原則，針對作物之種植前後，其補償方式亦有不同，可分種植前及種植後，作物種植前事先依據預測之乾旱程度分配水量後，用水被借用之損失計算，如將減少之水量按所有灌溉面積比例平均減少，則其減產之程度不易正確估計，因此按減少之水量可能導致該期作物之預估損失情況估計。作物種植後，依據臨時發生乾旱之缺水程度所分配水量，再被借用之損失計算，即於作物種植後再被迫棄耕者，其損失更大，因此不論棄耕以後是否仍會降雨而有產量，一律假定以無產量估計，其損失除已包括無收益外，對已投入之費用（包括代耕復耕費用等），亦應列為損失。

## 2. 農業用水管理單位增加費用

若遇乾旱缺水時期，一般而言政府為支應家用以及民生用水之水量不足，經協商後，均會採用公告停灌。為避免各種灌溉設施之停滯運作而造成荒廢毀損，故借用者應支應農田水

利會維護停灌時期各種相關灌溉設施所增加之維護費，以及維持農田水利會正常營運之營運費用。

該筆補償金額應視不同之借用水量程度而訂有不同之標準，該筆費用由農田水利會自行予以統計估算，報經水利及農業主管機關核定後告知借用單位進行款項撥付。但為避免補償金額高估，造成借用者之財務負擔，則農業與水利主管機關應要求農田水利會提供合理之補償金額計算依據。乾旱時期借用灌溉用水之用水單位所增加之營運費用包括取得替代水源所增加之費用、加強灌溉管理所增加之費用、維護灌溉設施所增加之費用及維持農田水利會正常營運所需之費用等。

綜上，農業用水移用應以確保農民福祉為原則，並融入農業保險分擔觀點及依法落實使用者付費與兼顧農村環境品質實施，以確保農民灌溉用水權益。

### (三) 建置兼顧節水效益極大化與三生功能維護之分區停灌準則

為有效提升乾旱時期農業灌溉用水及水資源之調配利用效能，通常會以末端水路系統作為停灌休耕之主要考量，稻田是臺灣目前面積最大的人工濕地以及水域生態環境，由於水田需要經常保持在有水的潮濕狀態，因此成為許多水生動植物的棲地，進而吸引其他動物前來覓食，構成物種豐富多樣的水田生態系。近年來休閒遊

憩與環境教育備受重視，水田耕種期間景緻多變、生態豐富，結合軟硬體設施，可以作為民眾認識水田環境與農業文化、體驗農事操作與農村生活的極佳場所。然農業灌溉用水若於相同區位過度調配支援其他標的，除將造成無法體現農業生產面（停灌造成農民生產損失）外，更將影響生態面（停灌造成地下水補注降低延伸國土保全問題）及生活面（停灌造成農村居住環境及景觀、文化教育遊憩等生活環境之不佳）等三生功能。故建議各農田水利（或未來改制後之農業部農村及農田水利署），應於水源末端以系統別於不同調度支援用水量下，建立風險明確之分區停灌準則，包括分區停灌時機、系統、面積及區位，兼顧用水調配及環境調合需求之運作機制，預作規劃準備，俾減少各產業之損失及民怨，創造缺水期農業、民生及工業三贏之用水調配模式。

#### **(四) 公告停灌休耕之發布應與農作時機配合，且宜建立不同區位公告時機之管控機制**

農業耕作隨作物不同，依據所處地區氣候之差異，有不同之耕作適當時機。例如：桃園、新竹地區水稻之耕作，秧田期間為每年之2月1日至2月28日，整田及插秧日期為二月下旬至三月下旬，嘉南區水稻之耕作為每年之1月上旬即開始整田及插秧，因此，如桃園、新竹地區有缺水疑慮，

必需考量停灌休耕時，最遲應在一月底以前做成決議，俾避免農民投入育苗、整田、插秧及施肥等投資後，驟然發布公告停灌休耕，造成農民及農業之巨額損失，並易引起農民普遍之不滿後果。

公告停灌措施為不得已手段，農業用水在支援民生及產業部門之同時，農業並不必然非採取休耕措施不可，在九十一年一期作公告停灌事件中，用水單位為了規避移用水補償費之負擔，而每在缺水現象時，藉由時機緊迫，在未經詳實評估下，要求以公告停灌休耕措施處理，造成重大損失及後遺症。未來應確實依據經濟部所訂頒之「農業用水調度使用協調作業要點」之規定，依法協商；至於是否須採休耕手段或採加強管理手段，則應由農業用水管理單位視移用水量多寡自行檢討，決定公告停灌與否。移用農業用水應屬濟急方式，其他標的應設法開發可靠水源。台灣屬海島地形，農地如長期休耕缺乏灌溉，可能導致土壤鹽化、土質劣化、不適耕作及微氣候改變等嚴重後果。甚至會產生沙漠化，引發飛沙、塵暴之問題，實不可不慎。

#### **(五) 農田水利事業經營主體變革後，農業灌溉用水調度支援其他用水標的之調度模式應與時俱進調整**

農業為國家基本產業，為國民永續生存所必須，亦為國家社會安定之

基本保障，灌溉用水為農業之核心，政府為建構國家水資源公共化管理體制，強化農田水利會功能，擴大對農民服務及農田水利會資源共享與提升服務水準，刻正進行農田水利會組織改制為公務機關之工程，可預期改為公制體系後之農田水利會將可提升水資源利用及服務效能，惟於農業灌溉用水調度支援其他用水標的之作為上，建議可強化確保農民用水權益機制之建置，以消弭外界質疑犧牲農業滿足工業及用水順序之聲浪，及研議若因乾旱時期農業灌溉用水需調度支援其他用水標的時，補償標準一致性與開徵耗水費之可行性及加強節水獎勵措施之辦理與推動綠色對地環境補助之宣導，前述開徵耗水費目的為引導業者節水，開徵後可作為停灌補償之財源，已於 2016 年修正水利法，未來可徵收耗水費，成立基金專戶，致力於推動再生水、節約用水、改善用水效率和農業乾旱期移用補償。另建議將「農業用水調度使用協調作業要點」休耕給付可討論正名為『友善生產環境』給付或綠色對地環境補助，以符現況及趨勢。

## 五、未來展望

乾旱為一無法避免之天然事件，近年來因受極端氣候影響，更提升了乾旱頻率及強度，為因應缺水頻率日增之

趨勢，除依前述檢視調整建立更適切之農業灌溉用水調度支援其他標的之運作機制（被動），更需要從水資源利用觀點（主動），建立水資源有效調配利用操作模式，期能藉由雙管齊下之水資源管理調適策略，以有效積極因應枯旱時期之缺水衝擊。茲將有關水資源調配利用及調適因應策略建議如下：

### （一）依水源水量情境建立節水灌溉管理策略

於季節型態缺水期，建議建立常態型之節水灌溉管理策略，如採用輪流灌溉、調整種植期距或應用區域降雨及作物生長特性，以調整稻作種植日期結合作物生長階段用水需求實施輪灌之管理策略，以強化灌溉管理提升灌溉用水效能。於水文異常型態缺水期，建議實施 SRI 淺水管理以全面減供灌溉取代停灌休耕或調整耕作制度（休耕轉作），以精確控管水量提升灌溉用水效能。

### （二）智慧灌溉決策系統之建置與整合應用

糧食安全及農田永續利用為國際關注之重要議題，尤其在極端氣候發生頻率與強度增加下，在既有灌溉專業基礎上應用水土資源大數據之資料分析，雲端技術、感測技術，結合資通訊（ICT）與物聯網技術（IoT），建構一智慧灌溉管理決策系統，以因應極端氣候缺水之衝擊，有效提升

灌溉用水調配與水資源利用及防災效能，此儼然為現階段國際灌溉創新技術，可供國內灌溉管理決策系統研發之參考應用。

### **(三) 廣設調蓄設施有效提升水資源調配利用效能**

廣設調蓄設施為國際公認因應氣候變遷最直接快速有效之調適策略，臺灣農業灌溉水源以河川直接引水為主，然而河川流量隨降雨豐枯變化極大，如不蓄存利用，則直接奔流入海，調蓄設施之設置將可於豐水期蓄存水量，於一般灌溉期間則可蒐集夜間餘水及末端水路之水量，可延遲尖峰流量降低淹水災害及提升水資源利用效能，調蓄設施之設置可有效發揮農業水資源「調豐濟枯」貢獻及降低缺水風險。

### **(四) 積極推動省水管路灌溉及管路材料研發**

為維護糧食安全與農業永續發展，透過推廣耐旱作物及研發高効用水灌溉方式與管路材料研發等，有效節省灌溉用水量，滿足缺水地區之灌溉需求。農委會輔導農民施設省水、省工及兼具灌溉、施肥、施藥等多目標管路灌溉設施，每公頃可較傳統漫灌或溝灌方式有效節省 0.5 萬立方公尺的灌溉用水，同時降低生產成本，提高生產競爭能力，增進水土資源有效利用。農委會自民國 72 年起補助各農田水利會辦理「推廣旱作管路灌溉計畫」，至 105 年底約

已補助 4.7 萬公頃，總節水效益達 2.3 億噸<sup>[5]</sup>。由於管路灌溉方法較傳統漫灌或溝灌等約可節省 50% 以上水量，如以雙期作田比較，估計管路灌溉設施之農田，其每公頃每年約可增加運用水量一萬立方公尺，總計所推廣之面積中每年共可增加農業灌溉運用水量達 2 億立方公尺。

此外，節水管路灌溉計畫對於提升農產品品質、產量及競爭力等，均有顯著之成效，對於農村勞力不足現象之改善，亦有重要貢獻，未來在容易發生缺水地區尤須加強推動辦理，惟應同時強化研發具耐候型、經濟型之管路材料，以提升管路灌溉之推廣績效及水資源調配效。

### **(五) 農業三生功能之維護與確保**

農業水資源為農業重要資源之一，近年來農業用水已在乾旱缺水期間有效支援供應民生及工業用水之不足，發揮農業用水支援救旱的效果；惟在移用農業用水之同時，應避免大面積農地斷水休耕，破壞水田生產、生活、生態之三生功能及對農業永續經營造成負面之影響；尤其，生態環境之維護，係對後代子孫之世代責任，亦為人類永續生存發展之根本，世界諸國皆然，應有慎重規劃。爰此，節水灌溉為缺水期不得已之節水措施，今為使農田得以永續利用且使農業灌溉用水更能發揮生活、生態、生產

之公益機能特性，故一般時期之水田灌溉仍需維持應有之灌溉水量，俾以彰顯灌溉用水具有「三生」效益。

「民以食為天」，農業為國家基本產業，為國民永續生存所必須，亦為國家社會安定之基本保障。農業之經濟功能雖已不若早年突顯，但對於提供開闊的生活空間與綠色景觀、促進生態平衡、保障糧食安全等方面的功能，非其他產業所能替代，農田灌溉用水是維持農業生產所必需的維生要素，亦為乾旱缺水期間有效支援供應民生及工業用水之不足之重要水源，須加以維護與確保，以維農田永續利用及提升水資源調配利用效能。

極端氣候時代已來臨，期能藉由大家共同努力及凝聚共識，建立更具效率化且兼顧三生功能分區停灌準則及落實使用者付費之農業灌溉用水調度支援其他用水標的之機制及操作模式，以營造枯旱時期農業、工業及民生用水三贏之局面。

## 參考文獻

- [1] 經濟部水利署，2016，「95年至104年水利署用水統計年報，不含離島用水量」。
- [2] 行政院農業委員會，2017，「農業灌溉白皮書暨農業灌溉用水問題集」。
- [3] 蔡明華，1993，「水田灌溉之公益效能剖析研究」。
- [4] 林尉濤，2003，「農業水資源調配及乾旱因應對策」。
- [5] 行政院農業委員會，2017，「提升灌溉用水效率策略規劃」。

# 中華水資源管理學會 會務推動報告

秘書長 簡俊傑

## 各項會議召開時間、地點及重要決議

會議名稱	時間	地點	討論事項與重要決議
理監事臨時會議 第八屆第一次	107.05.08	台電大樓 13F 會議室	1.原秘書處淡江團隊遷移請辭，為維持秘書處之持續運作，亟須另覓場所、添購設備及招聘人員。
財務委員會 第八屆第一次	107.05.23	雲林農田水利會	1.本會 107 年募款計畫。
學術活動委員會 第八屆第一次會議	107.05.31	台北天成大飯店	1.相關學術獎項審查作業。 2.本年度水資源論壇議題討論。
出版委員會 第八屆第一次	107.06.13	水利署 11F 會議室	1.本年度會刊第二十卷第 1 期、第 2 期出版事宜。 2.建立本委員會 line 群組以利聯繫。
會務發展委員會 第八屆第一次會議	107.07.05	土水學會 4F 會議室	1.推薦各相關單位優秀人才參與本年度優秀人才等獎項徵獎。 2.修正本學會獎項評選辦法第一條傑出水資源成就獎由 1 名增至 1~2 名、優良論文獎由 3 篇增至 3~5 篇。 3.建議邀請科學園區管理局、水利技師公會、工程顧問公司及台積電、聯電相關產業單位加入本學會團體會員。 4.新入會員審查。
理監事會議 第八屆第二次	107.07.31	台電大樓 13F 會議室	1.呂崇德理事及謝勝信理事兩位辭職，由王藝峰候選理事及曾華平候選理事依次遞補。 2.通過新入永久會員 3 位，一般個人會員 11 位。 3.第八屆第二次年會暨水資源管理研討會之籌備單位及研討會辦理方式。 4.中國土木水利工程學會支援中華水資源管理學會相關費用核銷建議案。 5.聘請虞國興前秘書長擔任本學會之榮譽秘書長。

## 中華水資源管理學會

### 會員人數統計 (至 107 年 7 月 31 日)

會員類別		會員數
個人會員	一般常年	817
	永久個人	221
團體會員	一般常年	22
	永久團體	29
合計		1,089

中華水資源管理學會  
會員入會費及永久會費

會員類別		會費標準
個人會員	一般常年	500 ~ 1,200 元/每人/每年
	一般入會	500 元/每人
	永久個人	5,000 元/每人
團體會員	一般常年	5000 元/每團體/每年
	一般團體	10,000 元/每團體

## 中華水資源管理學會

### 個人會員入會申請書

會員別	<input type="checkbox"/> 一般個人會員 <input type="checkbox"/> 永久個人會員		
姓名		出生年次	
性別		身分證字號	
畢業學校及最高學歷			
專長領域	<input type="checkbox"/> 工程 <input type="checkbox"/> 管理 <input type="checkbox"/> 法律 <input type="checkbox"/> 環境 <input type="checkbox"/> 規劃 <input type="checkbox"/> 政策 <input type="checkbox"/> 經濟 <input type="checkbox"/> 農業 <input type="checkbox"/> 其他 _____		
服務單位		職稱：	
單位地址	□ □ □		
永久地址	□ □ □		
聯絡電話		傳真電話	
E-mail			
會員證號	(新申請入會者由學會填寫)		

填表日期：中華民國      年      月      日

\* 個人資料僅供本會審核會員資格及通訊使用，不作其他用途。

中華水資源管理學會

電話：(02)2392-6325 #22 黃于嶸小姐

傳真：(02)2396-4260              電子信箱：water23926349@gmail.com

地址：10055 臺北市中正區仁愛路2段1號4樓

# 中華水資源管理學會

## 團體會員資料表

項 目	<input type="checkbox"/> 新申請入會(請填寫全部項目) <input type="checkbox"/> 資 料 更 新(請填寫團體名稱及更新項目)			
會員別	<input type="checkbox"/> 一般團體會員		<input type="checkbox"/> 永久團體會員	
團體名稱				
單位電話			傳真號碼	
單位地址	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>			
負 責 人			職 稱	
成立日期			員工人數	
業務項目				
會員 代表 (二名)	姓名	性別	職稱	年次(民國)
會員證號	(新申請入會者由學會填寫)			
填表人			聯絡電話	

填表日期：中華民國      年      月      日

\* 團體單位資料僅供本會審核會員資格及通訊使用，不作其他用途。

中華水資源管理學會

電話：(02)2392-6325 #22 黃于嶸小姐

傳真：(02)2396-4260 電子信箱：water23926349@gmail.com

地址：10055 臺北市中正區仁愛路 2 段 1 號 4 樓

## 入會繳費方式

會費繳付方式如下：

### 一、郵政劃撥：

戶名：社團法人中華水資源管理學會

劃撥帳號：19369414

### 二、支票：

抬頭：社團法人中華水資源管理學會

### 三、會員類別與收費標準

■ 一般個人會員：第一年申請入會時，需繳交入會費 500 元，會員應每年按期繳納常年會費，本會會期每屆三年，凡個人會員於該屆繳納二年以上之會費者得享有優惠，會費收取標準如下：

1. 一次繳交一年：新台幣 500 元
2. 一次繳交二年：新台幣 900 元
3. 一次繳交三年：新台幣 1,200 元

■ 永久個人會員：一次繳付 5,000 元整，終生享有會員權益。

■ 一般團體會員：第一年申請入會時，需繳交入會費 10,000 元，第二年開始每年需繳納常年會費 5,000 元。

■ 永久團體會員：一次繳付 100,000 元整，該團體終生享有會員權益。

■ 學生會員：第一年申請入會時，需繳交入會費 200 元，第二年開始每年需繳納常年會費 200 元。

中華水資源管理學會

電話：(02)2392-6325 #22 黃于嶸小姐

傳真：(02)2396-4260 電子信箱：water23926349@gmail.com

地址：10055 臺北市中正區仁愛路 2 段 1 號 4 樓

# 水土保持

趨勢、跨域、創新

## 水土保持局照片管理平台暨 技術研究發展小組網頁建置

擘劃前瞻策略、推動跨域技術整合、強化技術支援能力、建立研究發展能量



### 技術交流

- ★每週二10:00~12:00產官學研技術交流
- ★YouTube線上直播及分享
- ★106年度舉辦52場, 累計8,311人次觀看

### 研究成果

- ★UAV 3D建模
- ★紅色地圖應用
- ★降雨入滲透崩塌預測模式 (IRIS model)

### 技術情報

- ★2017水保手冊專區
- ★水保相關技術文件
- ★國外技術文件翻譯、中英日三語詞彙
- ★獲獎案例分享



- ★透過網路募集歷史土砂災害照片
- ★整合地圖、時間軸及影像管理技術
- ★結合google街景對照災害變遷
- ★公開分享, 提升全民防災意識



技術研究發展小組  
<https://tech.swcb.gov.tw>



歷史影像平台  
<https://photo.swcb.gov.tw>