

92年水利專輯④

水田涵養補注地下水

農委會水利科薦任技正 / 林柏璋

七星農田水利研究發展基金會研究員 / 陳世楷

前言

稻米一直是我國最重要的農作物，稻作產業無論在經濟、社會、政治、文化均有其重要的地位。隨著社經環境之改變，我國工商業逐漸發達，國際貿易頻繁，稻作產業之產值占國民生產毛額逐漸下降，在我國加入世界貿易組織(WTO)後，稻米進口價位優勢對我國稻作產業將造成衝擊，如稻米之栽植面積將減少、稻農之收益降低，稻作相關產業之工作機會亦會隨之減少。我國農業政策自73年度起調整為獎勵水稻減產、稻田轉作，自80年度起更強調生

產、生態、生活之三生農業，因為水田除糧食生產功能外，尚具有涵養地下水及安定河川流況、調蓄暴雨洪水減低下游排水尖峰流量、淨化水質、調節微氣候、防止土壤沖蝕、洗鹽及提供水鳥庇護、繁殖、覓食場所等生態功能，也具有提供農村良好居住環境及美麗景觀等生活功能。此一政策調整，在在顯現農業政策為因應社經環境之變遷，除致力資源使用效率提升，並著重生態環境保育與資源永續利用，朝向三生一體的新農業邁進。



水田除糧食生產功能外，尚具有生活及生態上諸多功能，且由於長期保持湛水，因此可以涵養地下水源（陳世楷 / 攝）



水田梯田之構築，不僅為先民胼手胝足之象徵，更具有水土保持之積極意義（陳世楷 / 攝）

計劃緣起

為減少水田因轉作、休耕對生態環境之衝擊負面影響，並進一步尋求利用休耕水田維持其生態環境功能之方法與必要措施，農委會多年來致力於將水田在生態環境各項功能予以量化評估，以瞭解各地區水田在生態功能上之貢獻程度，並就休耕水田如何維持及進一步提高其生態功能之各種方法加以分析、探討，並研擬具體措施，以作為推動休耕政策之參考依據，其中水田涵養地下水源不僅與安定河川流況、淨化水質等息息相關，亦為農業水資源與其他標的用水調配利用之重要環節。因此，農委會多年來致力推動水田入滲環境物理分析及相關試驗分析，作為水田對地下水補注功能評估分級及補注量推估之依據，另一方面，亦曾獎勵農民於二期作休耕期間引多餘河川水源入田補注地下水。經過長期努力，

水田補注地下水機制分析

目前在水田補注地下水機制及補注量推估上已獲致相當多的成果，將可作為相關政策擬定之依據。

耕作中之水稻田，具有長期

保持湛水之特性，其垂直剖面可以系統性區分為湛水 (ponded water)、對水流程具低阻抗性之泥濘層 (muddy layer)、對入滲水流具高阻抗性之犁底層 (俗稱牛踏層 plow sole)，以及其下之未翻耕層 (non-puddled subsoil) (圖1)。就水收支平衡觀點來看，降雨或灌溉造成田面湛水升高，多餘水量由田埂缺口溢流，而湛水除提供蒸發散量外，經由田埂垂直滲漏及穿越牛踏層之田間滲漏水量，即成為涵養地下水之重要來源。雖然因牛踏層之阻滯，使入滲率看似偏低 (以彰化田中鎮之實驗觀測為例，約在 3~5mm/day)，但在長期保持湛水之情況下，產生不可忽視之入滲水量，實驗觀測亦證實水田區在灌溉期間與停灌期間，淺井水位有明顯之變化，約可達 0.9~1.2 公尺，此說明水田滲透水為淺層地下水之重要來源。此一地下水流，或伏流迴歸至下游田區，或滲漏至深層

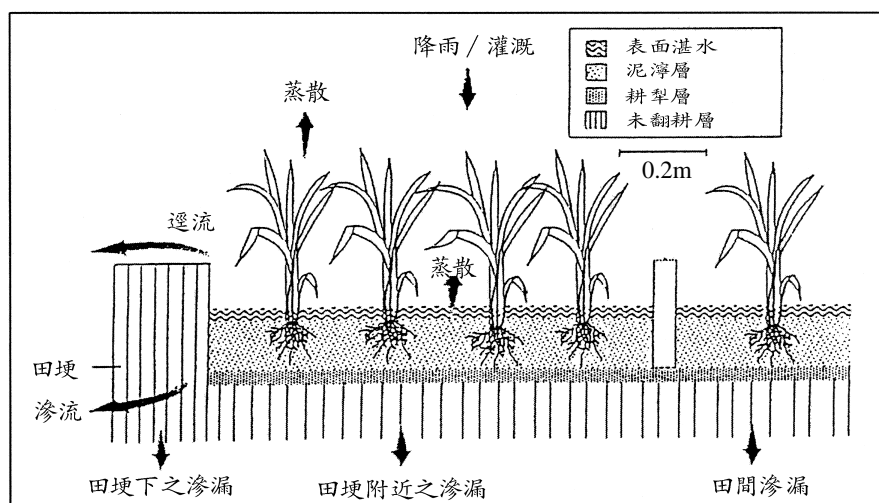


圖1 水田環境系統剖面及水收支平衡示意圖

之地下水含水層（圖2），為更下游之各標的用水使用。在此概念下，一般所習稱之滲漏損失，就不再是水資源的浪費，反而是調節水資源利用之重要方式。以濁水溪為例，地質調查顯示濁水溪的地層條件中，由古海岸所造成的阻水層(一)、(二)，使得富水層(二)必須由扇頂區補注（圖3），再者由彰化地區之井資料得知，中下游抽水井之深度所抽取的地下水，皆位於富水層(二)，因此扇頂之入滲補注對水資源之調配利用，佔有極重要之地位，而此一區域之水田

灌溉，即成為涵養該區地下水源之重要來源。

涵養量分析

日本水資源專家中川稔先生在1990年代初期曾以減水深法推估該國水田灌溉期間之田間滲漏量，並認為其中有25%的滲透水量滲入深層地下水，如表1所示，推估日本全國水稻田灌溉每年涵養地下水量約393億立方公尺，其中約有98億立方公尺補注到深層地下水，此水量約相當於日本每年地下水之抽取量。

近年來，國內對水田地下水補注功能的評估愈來愈重視，很多學者專家考量土壤特性及牛踏層特性，採用更為精密的理論分析，來推估水田地下水滲漏量，例如，臺灣大學生物環境系統工程學系劉教授振宇等以現地試驗配合入滲理論數學模式分析濁水溪沖積扇水稻田

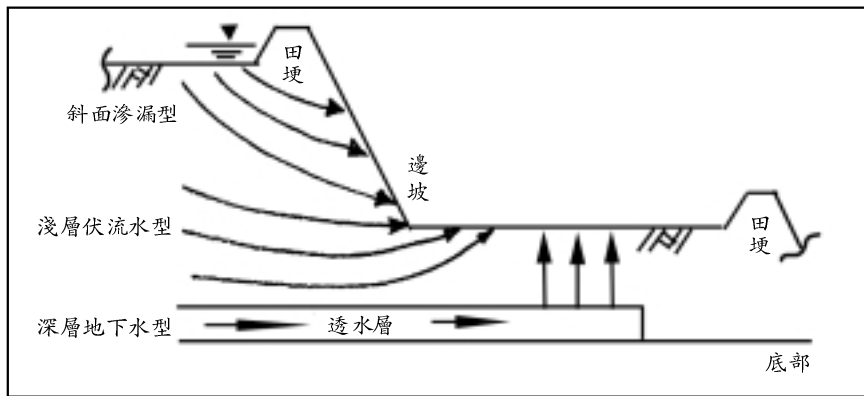


圖2 水田滲漏水流動模式

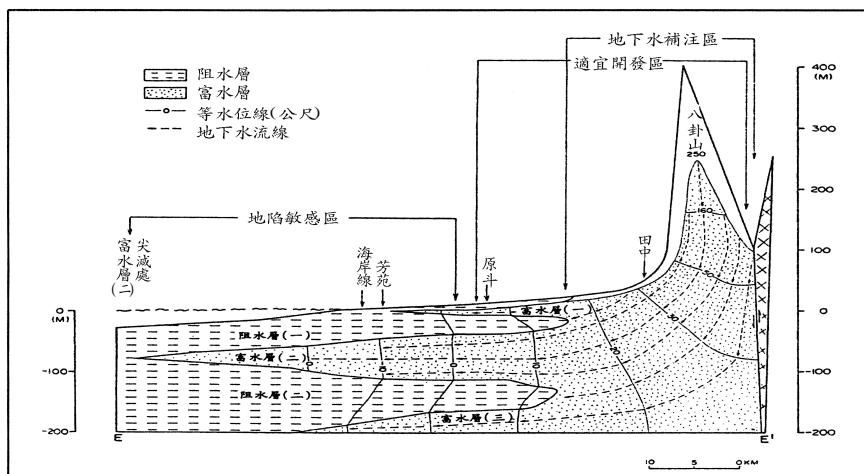


圖3 濁水溪沖積扇地下水層分佈

→ 表1 日本全國水田之地下水涵養量估算

日減水深 ①	蒸發散量 ②	滲透量 ①-②=③	灌溉期 ④	全國水田 蓄水面積 ⑤	全國水田 地下水涵養量 ③×④×⑤=⑥	全國水田地下 水深層滲透量 ⑥×0.25
19mm	5 mm	14 mm	100日	281萬 ha	393億 m ³	98.2億 m ³

入滲量，結果顯示，僅位於扇頂區之水田，在民國70年代初期（含雲林及彰化水利會約35,700公頃）可提供約2.3億立方公尺之地下水補注量，約為翡翠水庫容量之2/3，由此可知，水田之滲透水量可視為補注地下水、伏流水及回歸水，同時可延伸雨水之有效利用時間及空間，對涵養水資源有很大之貢獻。然而，自民國71年起台灣地區水稻田栽培面積已經逐年減少，民國71年全國水稻田栽培面積（兩期作）約為659,591公頃，到了民國81年水稻田栽培面積僅約為397,150公頃，10年間減少了262,441公頃水稻田栽培面積（減少40%），到了民國89年，水稻田栽培面積再減為339,601公頃（表2）。若以濁水溪沖積扇扇頂區為例，近年來已有約1/3面積之水田轉作，加上二期作休耕，使得水田年入滲量縮減至0.762億立方公尺，在水田耕地逐漸畸零化的同時，許多入滲之水量將被周圍旱田或休耕田側向吸收，導致真正進入地下含水層之有效補注量縮減至0.38~0.579億立方公尺，約為民國70年代初期總補注量之1/6~1/4，其減少之地下水補注量極為明顯。當濁水溪下游飽受地下水超抽引發地盤下陷及海水入侵之苦時，如何增

表2 台灣歷年水稻耕作面積統計
(1990~2000年)

(資料來源：農委會統計年報)

年份/面積	耕作面積 (公頃)		
	總面積	一期作	二期作
1990	454,266	242,298	211,968
1991	428,802	227,417	201,385
1992	397,150	209,474	187,676
1993	390,927	211,790	179,137
1994	365,837	196,317	169,520
1995	363,479	197,571	165,908
1996	347,762	182,807	164,955
1997	364,212	202,010	162,202
1998	357,687	201,424	156,263
1999	353,065	197,123	155,942
2000	339,601	195,057	144,178

加地下水補注量便成為當務之急。

結語

受到台灣社會經濟轉變之影響，台灣水田面積在過去20年間已大幅縮減約1/2，在加入WTO後水稻田栽培面積將更為減少，嚴重影響到對地下水補注涵養量，因此如何提昇水田入滲量，以維持或加強地下水補注涵養量，是當前重要的課題。根據研究分析結果顯示，目



/ 張瑞卿

數年前一個夏天的下午，筆者前往南投市千秋里造訪曾任千秋里長及南投市農會理、監事之張振安先生老家。

張先生正在後院抱著孫子餵雞，一手抱著小孫子，一手撒著刈稻留下來之二糟稻谷，成群的土雞就聚集過來高興的吃著。

看阿公及孫子都很高興的樣子，筆者趕快按下快門，拍下這張難得的相片。

背景是農家土角厝，後院有菜園，也有龍眼樹，平常土雞是在樹下覓食蟲類，很多人喜歡吃這種放任性之土雞肉。這張相片雖是逆光照，但人、物顯得很突出、很自然，農家樂的景象，讓人深深懷舊。



前可有效提昇水田入滲補注量之方式為利用休耕田犁破牛踏層蓄水，約可增加3.7倍之入滲量，或加高田埂提高湛水深，由一般湛水深6cm提高至16cm可提高入滲率1.5倍（以上數據為彰化田中試驗田區之實測資料）。

在現有之水稻田灌溉管理策略上，可將水田視為田間蓄水池，除在豐水期，採取「繼續灌溉」或「深水灌溉」方式外，鑑於第二期作水稻產量較第一期作為低，故農民申請休耕以第二期作

者為多；第二期作屬雨季，如轉種旱作，低地水田易受淹水損害，且水田原具有之調蓄洪水功能及補注地下水機能，將會降低而影響水之生態循環，因此農委會「推廣水田生態環境保護及地下水涵養補注」計畫，試擬獎勵農民加高其休耕水田排水出口之高度，以盡量維持蓄水狀態，將水田當作地下水補注池，引灌豐水期河川多餘之逕流水入田，提高逕流利用率，期能增進補注涵養地下水之功能。

