

臺灣灌溉水利用與管理問題之討論

主持人：施嘉昌教授

灌溉區之灌溉水量乃由水利會向水利局申請水權，經水利局核准後制定水權，然後水利會按各圳路之灌溉面積核計配水。表面上看起來為極合理之配水方法，然河川之取水量有限，亦常有變動，先申請者按申請團體之要求全部核准使用，後申請者因限於河川之取入水量不能按申請者之願望，先申請者有大量水源，常有浪費及管理不善之弊，最後尚有水量不夠問題。另一方面按面積分配灌溉水量亦非至善之策，必須先研究灌溉區之土質，地下水及滲透水之來源通盤籌劃，重新分配，乃為現時代水源管理之良策。

水稻與旱作物究竟需要多少需水量為極待解決之問題。根據以往之記錄，用水量多之作物不一定有較高之產量，反之早年水量缺乏，實行非常輪流灌溉，其產量亦不遜於豐水年，由此最經濟之灌溉水量乃為今後應努力之課題。

調查管理不當而流失之水量為刻不容緩之策，以往臺灣對此項工作設有調查亦屬零星，甚難應用。灌溉區之流失水量除管理不當而流失者外，尚有區內之滲漏水排水附近之排水溝，亦應加以調查，以便將排入排水溝之水量重新抽水利用。本討論僅限已登記水權之原則下，如何將各水利會或灌溉區，先進行研究調查，然後將浪費之水如何減少或重新抽取應用。現將南投水利會由農復會補助水收支之計劃為例作一通盤之討論，請教於農工先輩，可將研究方法推廣至其他各地，利用浪費流失之水而作擴充灌溉面積之用。

本討論首先請南投水利會簡喬木灌溉股長報告南投水利會之概況，再請水利局輪灌小組陳買工程司報告計劃內容，並由甘俊二先生分析研究問題，最後由本人再作一結論。

簡喬木股長報告：

南投水利會事業區，在臺灣中部之烏溪中游，灌溉區域跨南投縣之草屯鎮、南投鎮、中寮鄉、臺中縣之霧峰鄉、烏日鄉，彰化縣之芬園鄉等三縣六鄉鎮。北以烏溪支流草湖溪為界，東鄰能高水利會，以國姓鄉為界，西南以烏溪支流貓羅溪為界，主要水源為烏溪水系，其他水源有地下水井，深井 7 口，淺井 121

口補充灌溉。地形為一由東向西傾斜之肥沃盆地。氣候條件良好，年平均氣溫在 22°C 左右，雨量則為 1450~1700 公厘，降雨日數年有 81~87 天。因地形條件優越少受颱風災害影響，是一良好的農業地區。（參看圖一南投水利會灌溉區域圖）

其作物栽培制度為一年三毛作或四毛作，即兩期作加一期或兩期裡作。其裡作為瓜類、黃麻、菸草、甘藷、蔬菜、亞麻、豆類等。

區內土壤經臺大農工系土壤試驗室分析，以壤土為主，砂壤土次之，砂土最少，灌溉面積計 8,888.41 公頃，其中兩期作田 7,923.28 公頃，單期作田 965.13 公頃。此外尚有軍公寮等地區 600 餘公頃可擴大，及事業區內山坡地菓園約 1,000 公頃，栽培頗為發達，灌溉極待開發。

本會行政直接受臺灣省水利局監督，臺中、南投、彰化三縣縣政府指導。會務由會員選出之會員代表選舉會長一人領導執行，下設總幹事等負責工作。財源方面，除興建工程或改善工程時申請補助或貸款外，其餘均靠會員繳納會費及工程費徵收費負擔。徵收成績 57 年度限期達 93.57%，58 年前期達 97.40%。

由於地面水管理不良，發生缺水的問題。烏溪之洪枯流量比為 1:1000 至 1:2300，本會各圳總取入水量自民國 47~56 年之統計平均為 14.3 C. M. S. 在第一期作，即 2 月之枯水期間，取入量為 11.34 C. M. S. 僅達登記水權 15.6 C. M. S. 之 72.67%，用水有困難。在第二期作，即 7 月之雨季，取入量為 26.05 C. M. S. 為登記水權 17.16 C. M. S. 之 143.42%，超出需水量，以致引起對用水之浪費習慣。各埤圳之分水比率依照面積之多寡，分配方面造成人為之旱災，影響生產及造成用水糾紛。本會為求改善，曾採取開源節流之方法，即開發地下水源來補充第一期缺水，及推行輪流灌溉及水路內面工之改善工程等兩大措施。但仍未能臻於科學之要求。而尚有下列問題：

(1) 各埤圳在枯水季，分水辦法乃照面積計算，而各圳之需水量不同，亟待改善，但尚欠具體資料，無法向會員交代。

(2) 推行輪灌因工作人員對輪灌管理生疏，及缺少量水設施，農民尚無信心，未能達預期之效果。

(3) 農作物栽培參差不齊，用水調配困難，灌溉效

率低。

(4)已開發之地下水源欠缺通盤計劃，管理營運尚難達有效控制利用。

(5)擴大面積及山坡地灌溉極待發展，而區域內用水問題尚未解決。

由以上五問題因此成立「烏溪中游地區灌溉需水量及水資源重新分配研究之計劃。」

陳買副工程司報告：

烏溪為本省第四位大溪流，長約 119 公里，流域面積 2,034 平方公里，有上游之能高，中游之南投，下游之彰化豐榮、大甲等五個水利會，計 166 條埤圳，由該溪引水灌溉面積 28,764 公頃，水權登記水量達 65.6~68.7 C. M. S.。除第一期作之枯水季，由該溪小支流取水地區部份缺水外，大致水量尚稱充足。

南投水利會為改善第一期作缺水，曾以開源節流之政策補救，但農民因第二期水量充足引起浪費水之習慣，加上對水與作物之觀念模糊，以往按面積分水等問題，未甚理想，造成水資源有重新分配之必要。於是乃在農復會復助下做灌溉需水量及水資源重新分配研究計劃。

本計劃分兩面進行，一為在北投新圳灌區選一定輪區（大圳分線第二輪區）45.7 公頃設立輪灌示範區，另一為全區需水量調查研究茲分述如下：

一輪灌示範區之設置

本示範區設於北投新圳大圳分線第二輪區，位於草屯鎮至員林鎮公路邊（參看圖二示範區設置圖），面積 45.7 公頃，土質屬於粉質粘土，輪灌系統劃分 4 個單區，因水源水量充沛，會員對灌溉用水浪費成習慣，故輪灌秩序尚未確立，每會員耕地面積不多，裏作栽培頗為複雜，選定本區為示範區之主要原因為：

(1)位於水利會工作站附近，便於管理，交通方便有利會員觀摩。

(2)本區水源充足土壤及屬粘土，會員對節水觀念缺乏，如能使該區會員認識輪灌制度，維持秩序則其他區域容易接受。

(3)本區係農地重劃後輪灌改善區域，今後對重劃區輪灌必須配合，可供重劃輪灌管理之參考。

示範區之管理係依照輪灌正確方法，雇用掌水工執行田間配水操作；由調查、計劃、管理、觀摩等活動訓練水利會工作人員，精密輪灌技術，並將操作示範及實際效果供會員觀摩，以增進水利會工作人員輪灌技能及會員對信輪灌之信心，同時雇用掌水工實施

公灌制度，可以水利小組為中心，實施共同秧田，共同作業，共同栽培，共同防治，共同使用農業機械、共同產銷、謀求會員福利，本示範區除執行輪灌管理操作外，尚考慮輪灌之配合問題，由水利會邀請地方農業改良場、鎮公所、鎮農會密切配合，以達農業綜合示範之要求。雇用專任掌水工實施公灌，尚有以下各優點：

- (1)對給水熟練，田間配水效率高。
- (2)用水糾紛少。
- (3)對作物灌溉技術容易訓練成為專才人員，尤其對裏作栽培為甚。
- (4)水量變動時容易控制操作。
- (5)給水路之養護及構造物保養效果大。
- (6)以掌水工專任化制度實施公灌，促使水利小組為單位實施綜合農業改進容易。

南投水利會灌區間作及裏作之經濟價值特高，故會員常喜種冬季裏作，而採用第二期水稻栽植早生稻種，放棄最高產量之水稻品種，加之裏作栽培複雜，各會員收穫時期參差不齊，影響配水運營及輸水損失甚大，欲提高土地利用及水源之經濟運用，必須對輪灌秩序維持著手，進而促進共同秧田，共同栽培制度，始能達到理想灌溉之目的。

二全灌區需水量調查研究

(一)土壤分佈及一次灌溉維持日數之調查：

南投水利會灌溉區域除臺灣省農業試驗所五萬分之一土壤調查圖外，無更詳細資料，本計劃為求灌區，每丘塊土質分佈，曾普遍調查土質及一次灌溉維持日數，依 1/4800 地籍圖繪得土壤分佈圖，合計全灌區可分五種土壤。

(二)土壤採樣分析

根據各工作站土壤調查及一次灌溉維持日數圖，分別採取表土及心土作機械分析及測定水分當量，為研究全灌區需水量之根據。

(三)滲測筒及地下水位觀測

依照土壤分佈及一次灌溉維持日數分佈圖，斟酌地形地勢之高低，灌區內於 57 年第二期作起分別埋設徑 40 公分之滲測筒及地下水位觀測井，觀測各不同之土壤質地及一次灌溉維持日數別之田間需水量，在示範區另設中川式方型筒 1 套作比較。經調查觀測結果發現有下列問題：

1. 同樣土質，一次灌溉水維持日數並不一致，亦就是以土壤質地為根據計算田間滲漏量尚有檢討之必

要。

2. 滲測筒觀測之田間需水量較水收支所求之需水量為高。

3. 若以滲測筒所測田間需水量為依據配水，對回歸水利用應予考慮。

三水收支調查

經滲測筒觀測初步結果及觀察龍泉圳附近排水量判斷，發現回歸水利用對需水量及重新分配問題影響頗大，經研討後選定地形特殊容易調查之龍泉圳灌區 1,000 公頃，（參看圖三灌溉區域圖）於 57 年第二期作之抽穗末期，即本年 9 月 26 日至 10 月 3 日，調查灌溉水收支情形，此將調查研究經過分述如下：

(一) 地形與地下水

龍泉圳灌溉面積計 1,041 公頃，自烏溪中上游福龜引水，至土城分為龍泉圳南北幹線，除幹線灌溉面積外，大部份由土城下游南北支線灌溉，面積約 900 公頃，地勢東向西傾斜略成南北短東西長之不規則長方形，南支線南邊標高 160 公尺以上為山坡地，東邊緊接烏溪河流高低差約 50 公尺以上，形成沖積斷層崖，北邊與北投新圳為界，故自然界線分明，由該圳排水量可設法導入北投新圳或自然滲透流入，排水量頗大，可利用地下水，依地勢均在地表流出。

對於水收支之觀測，分流入與流出兩組分別觀測，並設南北支線督察組，白天與晚上均做巡查觀測，防止農民因管理不良而增加排水量。流量之測定，大水量用流速儀，較小水量用直接量測。土壤之調查則利用水利會原有之工作人員，依其經驗調查判別，完成土壤分類及土壤分布圖，而後根據土壤分布圖由

臺大農工系取樣做機械分析，糾正實際之土壤質地類別，在水收支之觀測期間，在水收支之觀測期間，均為晴天，故沒受降雨影響，較為單純。

(四) 初步結果

測定之初步結果發現龍泉圳灌區流入量平均為 2.16 C.M.S.，其中流出量達 1.5 C.M.S.，換言之在 900 公頃灌區，實際田間消耗量為 0.6 C.M.S.，即每天消耗水深約 6 公厘，為該區水稻田之田間蒸發量及蒸散之和，滲透水量大部份可回歸利用。

根據上述各項調查研究所得初步結果如下：

(一) 水收支調查與滲測筒觀測結果，滲測筒需水量頗大，而水收支法需水量較少。

(二) 按水收支法資料可供重新分配水源之可能性甚大。

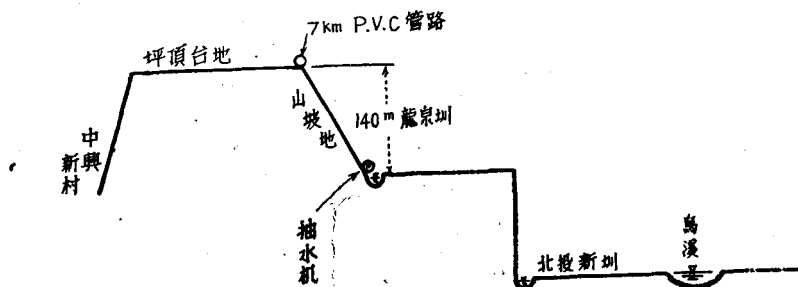
(三) 以水收支觀測初步資料證明南投水利會灌區尚有餘水可擴大新灌區及供山坡地灌溉，而經濟價值頗高。

(四) 輪灌示範區已得到訓練員工作用，農友已逐漸獲得信心，田間給水操作採用掌水工公灌制度，可節省勞力，與投資額比較僅就給水一項，其效益達 3.6 倍以上。

(五) 要提高土地利用及水資源經濟利用農民必須採共同栽培制度。

甘俊二先生分析

以灌溉區域圖（圖一）南北地勢言之可繪成第三圖之斷面。



第三圖灌溉區域剖面示意圖

在本試驗龍泉圳之水收支調查中，發現流入量為 2.1 C.M.S. 而流出量達 1.5 C.M.S.。但在灌區中尚覺人為因素，灌溉水不能灌到每一地區，尚有 10% 之

地區因管理不善而缺水，從水收支中得知用於龍泉圳灌區中之水僅 0.6 C.M.S.，其餘 1.5 C.M.S. 之水因管理不善，或由滲漏而截流於排水溝。由此可見因管

理不當而流失之水量，同時亦就牽連到水源重分配及回歸水利用問題。

根據此項研究，因為地形問題，若按面積比例分水，則上面地區排出之水，不但不能為下面地區所利用，而却增加下面地區之排水量，最後流入河道排出海，浪費水源。因此考慮回歸水之利用實為重要。如將水源灌溉重新分配，即減少北投新圳水量，增加龍泉圳水源將多餘之水抽至坪頂台地，灌溉 1,000 公頃左右之山坡地，為無上之經濟灌溉妙策。目前此山坡地已被農民闢為菓園，農民在此地區發現灌溉效益甚高，有的自行開井抽水灌溉，有的偷水灌溉，農友們向水會利申請抽取龍泉圳水灌溉但水利會因水權限制，無根據允諾，但農民為提高生產，仍冒險偷水，為依以上方法重新分配水源實為擴大灌溉面積與防止偷水之妙計。

以往之灌溉分水，是以圓筒灌溉測消耗水量為依據，而以面積來分水。從此次調查結果比較，得知在這地形條件下，以滲測筒結果作為依據則偏高，因此有 1.5C.M.S. 之流出量。

為調整水權之分配及回歸水之增加利用，就上面分析，可建議如下：

(1)按水收支法觀測結果，龍泉圳配水量可加多，而北投新圳可減少，龍泉圳灌區之流出量可累加於北投新圳灌區。

(2)在龍泉圳設 140m 水頭之抽水機，將水抽至坡頂，用蓄水池調整，加設 7 公里長之塑膠管，佈置山坡地之灌溉系統，來灌溉 1,000 公頃之菓園，並且因水頭提高，龍泉圳本灌區之 10% 灌溉不良之地區，亦能解決。可謂一舉數得。

此計劃之開發成本，僅為抽水機及管路系統而已，而這一千公頃之菓園，一年可增產七千萬元之收益，頗為合算，在開發之工程經濟上觀點似可實行。至

於技術上之問題，140m 水頭之抽水臺灣目前是可做到的。

施嘉昌教授結論：

1. 水收支方法之計算，是按地區來討論。進入一地區之水量有多少，再看流出的有多少，相差結果即該地區之收支量。大地區灌溉計劃，由於區域遼闊，自水源導水灌溉以至排水，其間變化錯綜複雜，以往均為較小田區之實驗，但小區域所得之結果實難應用於大面積，如水田用水量，應用滲測筒之結果，只是點及小面積之結果，其水量常會偏高，其用水計算尚可直接用於輪區配水根據，但對大區域言之，小面積所觀測之數據則之數據則甚難作整個配水計劃之依據。剛才甘先生所說明之例，即是討論大面積之用水管理，求出所需要灌溉水量及排水量，更進一步求得回歸水之利用及灌溉水量之重新分配。期能按面積大小配水之觀念，改為不按面積大小配水比率，而以較合理之實際用水量分配之觀念。

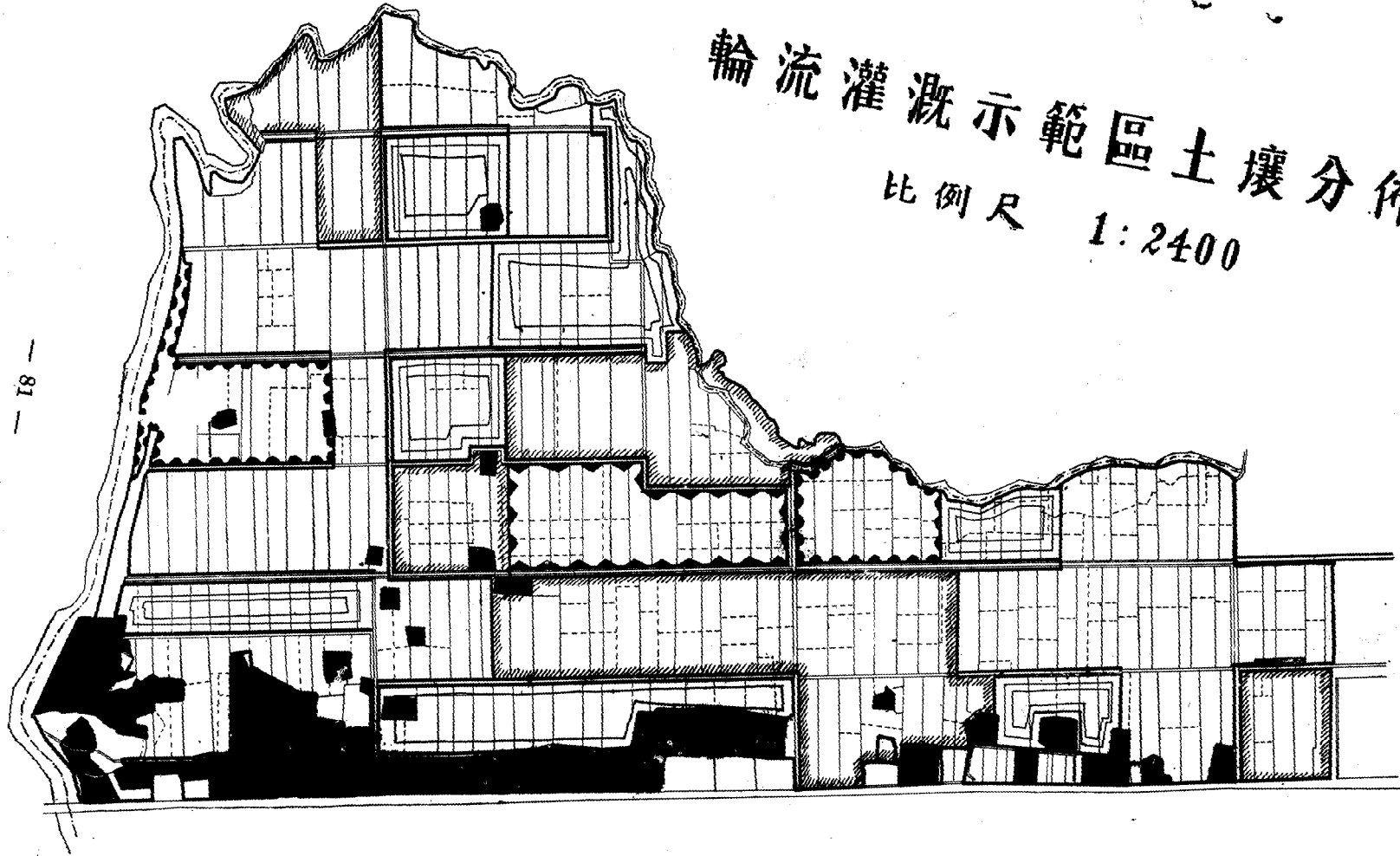
2. 至於對水收支耗水量之公式計算應用，乃假定土壤下有一不透水岩床 (Bed rock)，但事實上每一地區並非均適合此一假定，故影響公式之應用，尤其在高原地區，有大量之滲漏尤甚。

3. 今天的討論為一啓發性的討論，灌溉問題之討論，應以一地區為單位來考慮。因各灌溉地區之問題，其存在之條件並非一致，尤不能應用一般公式於特別地區。

4. 這些年來，我們一直在研究旱作灌溉，要是有人問我們，旱作灌溉之水源在那裏？我們將如何來回答。故今天我們就得先將水帳算清楚，將多餘的水用作旱作灌溉。及如曾文水庫增加了烏山頭水庫之水源，我們將如何來重新調整灌溉輪作制度。這皆為灌溉管理上極重要之研究問題。

輪流灌溉示範區土壤分佈圖

比例尺 1:2400



— 81 —

種類	色別	面積 (公頃)	積
粘土		18.4722	
粘質壤土		12.3043	
粉質粘土		9.4021	
粉質粘壤土		3.1542	
粘質粘土		2.3907	
計		45.7235	

龍泉圳水收支調查區進出口分佈圖

