

南投縣綜合發展規劃後之用水量研究

Study on Future Water Requirements of Nantou County

國立中興大學土木工程學系副教授

林 國 峰

Gwo-Fong Lin

國立中興大學土木工程學系講師

陳 正 炎

Jen-Yan Chen

摘 要

本文探討經綜合發展規劃後民國90年時南投縣各標的用水量。農業用水之估計係根據規劃出之農地利用面積、作物制度，民國90年農業用水量為每年 359.4 百萬立方公尺，其中約95%用於灌溉雙期水稻；工業用水之估計係根據規劃之工業型態，其年用水量為 65.6百萬立方公尺；另外公共給水年用水量為 60.5百萬立方公尺。全部年總用水量則為 485.5 百萬立方公尺，其中農業用水佔74%。

Abstract

This paper investigates the various water demands of Nantou County in 2001 according to the situation given in a new resources development and planning project. The estimated water requirement for agricultural use based on the projected farmland allocations and crop patterns is 359.4 million cubic meters per year, of which about 95 percent is for paddy irrigation. Based on the projected industrial situation, the annual water requirement for industrial use is 65.6 million cubic meters. Furthermore, the requirement for domestic use is estimated to be 60.5 million cubic meters each year. The total requirement in 2001 is 485.5 million cubic meters, of which agricultural use accounts for about 74 percent.

壹、緒 論

臺灣地區近幾十年來經濟發展突飛猛進，惟資源之利用與分配大都集中於都市區，造成區域間不平衡發展之雙元性經濟現象，亦即都市經濟日趨繁榮，而農村經濟則愈形落後。針對此一問題，行政院於民國六十八年三月頒佈「臺灣地區綜合開發計劃」，在此大計劃下則有各種區域性計劃之擬定與實施。現行有關農村地區開發之計劃大抵偏向於消極性之資源保育與農地利用，有鑑於此，國立中興

大學為求農村地區之發展，能有積極性之綜合開發措施，乃有農村地區規劃研究中心之設立，從事農村地區社會經濟發展、農業資源利用、農民所得提高、農村實質建設以及農村生活環境等之綜合規劃研究⁽¹⁾。

本文乃「南投縣農村地區綜合發展規劃」研究課題下，有關水資源問題研究成果之一部份，主要在於探討經中興大學農村規劃中心對南投縣全縣之自然環境、社會環境以及各實質環境等作合理規劃

後民國90年時南投縣之各標的用水需求量，以作為將來水資源開發與調配之參考。

貳、公共給水之推估

公共給水為一般家庭用水與公共用水之總稱，其用水量之多寡常與生活水準之高低以及人口聚居情形有密切關係。茲先探討本縣總人口及供水普及率之預測與用水標準之研擬，進而推估本縣之總公共給水量。

一、總人口及供水普及率之預測

本縣之人口，根據「南投縣統計要覽」之資料⁽³⁾，民國48年底為 401,479 人，至民國71年底為 530,001 人，其中民國48年到58年，總人口數增加較快，成長率約為25%，但自民國60年起總人口成長率皆小於5%，成長極微，十分穩定。本縣人口之分佈相當集中，約有60%之人口集中於南投市、埔里鎮、竹山鎮、草屯鎮與名間鄉，其餘40%則分散於其他八個鄉鎮。藉著目前現有資料，民國90年時本縣的總人口之經中興大學農村規劃中心推估結果為550,797人。

至於供水普及率係供水區內供水人口與總人口之比。今後將因社會經濟之成長，人民生活水準之提高，而樂於取用更清潔、更衛生之高品質之生活用水，故對自來水之需求量勢將更為殷切，致使本縣各地區之供水普及率將快速提高。依據自來水公司之規劃資料⁽⁴⁾，本文預計民國90年時，本縣各地區之自來水普及率將高達97%。

二、用水標準之研擬

影響每人每日用水量之因素頗多，諸如地理、氣候、都市大小與性質、人民生活水準、水壓與水費之高低、工商業狀況等等均是，故每人每日用水量將隨地而異，根據統計資料⁽⁴⁾，歷年來全省自來水用戶以普通家庭用水戶占絕大多數。為便於本縣公共給水量之估算，各自來水類別中除工業用水另行估算外，餘者均估計於每人每日用水量中。據自來水公司對國姓鄉一帶自來水系統規劃時採用民國90年時每人每日用水310公升⁽³⁾。根據與大規劃中心之調查，國姓鄉是屬於南投縣中度開發之鄉鎮，故本文採用此值作為全縣民國90年時用水標準應屬合理。

三、目標年公共給水用水量之推估

綜合前述所推估之總人口數，供水普及率與每人每日用水量，推算本縣至民國90年時，公共給水

每日用水量約為 16.6萬立方公尺，全年則需水量約為60.5百萬立方公尺。

叁、工業用水之推估

工業用水係指工業生產過程直接與間接使用水量之總和。用水量之多寡決定於工業類別、機具設備、產量與工廠數量與回收率等因素，以每公頃用地面積每日用水量為準。工業用水量之推估，一般採用單位面積日用水量或單位產品日用水量等二種方式，惟由於各工廠之產量資料大都不易取得，故均採用單位面積日用水量法，亦即以工業面積乘以各業別單位面積用水量及每年工作日數值算之。

一、目標年工業面積之推估

本縣製造業發展，深受地理位置、地形、運輸系統與地方資源等因素影響，是臺灣地區製造業落後之縣份之一，惟根據歷年來「南投統計要覽」中資料顯示，本縣二級產業人口呈現穩定性與遞增性之趨勢，可預測未來本縣產業結構正開始轉向二、三級工業發展。目前本縣工業廠地總面積約為 323.4 公頃⁽⁵⁾，而以化學工業佔地最大，其次分別為食品業、木材業、金屬礦物製品業、金屬製品業、紡織業及基本金屬業。將來依照政府臺灣地區綜合開發計劃中部工業發展政策，配合目標年之計劃人口，優先引進食品製造業、飲料業、紡織、化學工業等勞力密集型與地方資源型製造業，預估民國90年本縣工業用地面積如表一第二欄⁽⁵⁾。

二、各類工業單位面積日用水量標準

各類工業單位面積日用水量標準之研擬，本文參酌經濟部水資會利用其於民國64、65、67等三年所得之實際調查資料，經加權評估回收率後推算之日耗水量，以及中興大學農經研究所於民國69年抽樣調查，而推算之製造單位面積日用水量⁽⁶⁾。茲為保守計乃採兩者之大者，作為本縣工業別單位面積日用水量標準，列如表一第三欄。

三、目標年工業用水量之推估

根據前述目標年本縣工業面積之概估，及工業別單位面積日用水量標準，即可估算本縣民國90年各類製造業用水量如表一。由表中可得用水量每日約為 19.3萬立方公尺，又因臺灣地區工業界之習慣，每月輪休二天，加上年節春假，故全年工作日以 340日計算，則全年工業用水需求量为65.6百萬立方公尺。

表一. 南投縣民國90年各類製造業用水量

製 造 業 別	廠 地 面 積 (公頃)	單位用水量 (立方公尺/公頃一日)	用 水 量 (立方公尺/日)
食 品 業	58	400	23,200
紡 織 業	52	320	16,640
木 材	185	30	5,550
化 學 工 業	19	500	9,500
石 油 製 品	222	513	113,886
非 金 屬	20	330	6,600
基 本 金 屬	38	270	10,260
其 他 工 業	45	160	7,200
合 計	639	—	192,836

表二. 南投縣民國70年與90年農地土地類別 (單位: 公頃)

項 目	民 國 70 年			民 國 90 年		
	平 地	坡 地	合 計	平 地	坡 地	合 計
水 田	10,595 (17.6%)	7,277 (12.1%)	17,872 (29.7%)	10,231 (19.7%)	6,975 (13.4%)	17,206 (33.1%)
旱 田	680 (1.1%)	41,550 (69.2%)	42,230 (70.3%)	680 (1.3%)	34,131 (65.6%)	34,811 (66.9%)
合 計	11,275 (18.7%)	48,827 (81.3%)	60,102 (100%)	10,911 (21.0%)	41,106 (79.0%)	52,017 (100%)

註：括號中數目為佔總農地面積百分比
資料來源文獻 8

肆、農業用水之推估

南投縣之農業用水以灌溉用水為主，其它農業上之雜項用水甚微，不予考慮。目標年之農業用水，決定於目標年之灌溉面積，而灌溉面積則視作物種類、制度之不同而分類，也因此有不同之估計標準。本文首先探討本研究目標年即民國90年時南投縣農地利用分區之面積即各作物制度之種植面積，進而研擬各作物用水標準，並進行有效雨量之估算，最後達成目標年農業用水量之估計。

一、目標年農地利用

南投縣是一以農業為主的縣份，由於自然環境之限制，可用之農牧地有限。南投縣面積 410,643 公頃中高山佔 67.1%、坡地 27.9%、平地 5 %⁽⁷⁾。

其中宜農牧地民國70年時為 60,102公頃，為全部面積之 14.64%；宜農牧地中若依自然條件與生產環境來分類，則平地水田佔17.6%，平地旱田佔1.1%，坡地水田佔 12.1%，坡地旱田佔 69.2%；若以水旱田分類視之，則分別佔宜農牧地面積之 29.7%與 70.3%；以平地與坡地劃分，則分別佔 18.7%與81.3%；詳見表二⁽⁸⁾。對農牧地有限的南投縣而言，如何作有效的規劃以期提高農業生產收益實為一重大課題。農地利用面積之規劃，需要配合經濟成長、人口增加、工業和都市社區之發展，同時必須考慮資源的長期、合理、永續的利用。目標年農地面積係由現有農地面積扣除移作目標年之工業用地與都市社區用地面積以及移作資源保育之面積。其中

表三. 民國90年南投縣各鄉鎮農地利用分區之耕地面積

(單位：公頃)

農地利用分區	鄉鎮別耕地面積														合計
	南投市	埔里鎮	草屯鎮	竹山鎮	集集鎮	名間鄉	鹿谷鄉	中寮鄉	國姓鄉	水里鄉	魚池鄉	信義鄉	仁愛鄉		
雙期水稻區	781	1,641	3,354	1,782	—	1,178	384	526	645	160	383	—	—	10,834	
(有裡作)	(291)	(891)	(2,229)	(1,697)	—	(558)	(252)	(351)	(301)	(138)	(228)	—	—	(6,936)	
(無裡作)	(490)	(750)	(1,125)	(85)	—	(620)	(132)	(175)	(344)	(22)	(155)	—	—	(3,898)	
雜作蔬菜區	957	1,686	234	801	—	706	388	894	—	315	715	721	1,144	8,561	
甘蔗雜作區	—	380	—	—	—	—	—	—	759	—	—	—	—	1,139	
其他果樹區	1,059	—	1,369	348	603	780	—	2,212	1,948	595	—	1,430	3,132	13,476	
花卉草莓區	—	214	49	—	—	—	—	—	216	—	—	—	—	479	
竹筍區	549	836	—	808	339	—	245	506	—	—	178	—	—	3,461	
香蕉區	194	—	315	—	427	563	—	686	—	119	—	140	—	2,444	
茶葉區	—	862	—	—	—	1,557	1,201	—	—	117	748	—	—	4,485	
牧草區	—	333	303	—	—	—	—	—	—	—	137	—	414	1,187	
柑桔區	—	653	—	—	371	444	152	909	1,999	471	448	—	—	5,447	
桑蠶區	—	—	—	—	—	504	—	—	—	—	—	—	—	504	
合計	3,540	6,605	5,624	3,739	1,740	5,732	2,370	5,733	5,567	1,777	2,609	2,291	4,690	52,017	

資料來源：文獻5與8

移作資源保育之面積係指濫墾、超額利用之農地以及已崩塌之坡地等。經中興大學農村規劃中心推估，民國90年時移作非農牧用地面積為 8,085 公頃，其中工業、都市用地分別為47與 290 公頃，其餘則為林地⁽⁸⁾。故目標年南投縣宜農地面積為 52,017 公頃，以平地與坡地區分別佔21%與79%，以水田與旱田來分類，則各佔 33.1%與 66.9%，細分則平地水田佔19.7%，平地旱田佔1.3%，坡地水田佔 13.4%，坡地旱田佔 65.6%，詳見表二⁽⁸⁾。由表二可知民國 90 年時宜農地面積中坡地旱田減少 7,419 公頃，佔總減少面積的92%，此顯示出目前坡地濫墾與超額利用之嚴重。移作工業與都市用地僅佔總減少面積之 0.56%，即 337 公頃，由此可見民國 90 年時南投縣仍是一以農業為主的縣份。

上述推估出之農地利用面積需進一步依作物種類分區，方能估計出農業用水量。本文估計灌溉用水量所根據之各作物面積為中興大學農村規劃中心在考慮農地生產力、市場需要與未來農業發展趨勢後規劃之結果。民國90年時南投縣共規劃成11個作物區，各分區之面積為：(1)雙期水稻區 10,834 公頃（裡作包括蔬菜、雜作、菸草），(2)雜作蔬菜區 8,561 公頃，(3)甘蔗雜作區 1,139 公頃，(4)花卉草莓區 479 公頃，(5)竹筍區 3,821 公頃，(6)柑桔區 5,747 公頃，(7)香蕉區 2,444 公頃，(8)其它果樹區 14,056 公頃，(9)茶葉區 3,245 公頃，(10)桑蠶區 504 公頃，(11)牧草區 1,187 公頃⁽⁹⁾。經調查南投地區之雜作主要為玉米、甘薯和薑。規劃之雙期水稻之作物制度包括「一水→二水→裡作」和「一水→二水→休閒」兩種；雜作蔬菜區之作物制度則依鄉鎮別可能為「蔬菜→蔬菜→雜作」、「蔬菜→蔬菜→休閒」、「蔬菜→蔬菜」或「蔬菜→雜作」；甘蔗雜作區位於國姓鄉與埔里鎮，以種甘蔗為優先，雜作（主要為玉米）次之。茲為便於灌溉用水之估計，雙期水稻區又依有無裡作而分類。南投縣民國90年各鄉鎮農地利用分區列如表三^(5,9)。

二、作物用水標準研擬

1. 水稻

稻作蒸散量與田間水面蒸發量之和謂之蒸發散量，亦即作物需水量。水稻蒸發散量與田間滲漏量之和稱為水稻田間需水量，由此量減去有效雨量則為田間灌溉用水量，總灌溉用水量則為田間灌溉用水量再加上輸水損失。

以耕作過程區分，則稻作之田間需水量可分為秧

田、整田及本田三個時期需水量。秧田需水量係包括秧田之整田及育秧用水，本文採用本田面積每日需水 1.04 公厘為標準。

整田需水量係指稻田在插秧一、二日前，灌水耕犁、打碎、攪拌與整理田面等，加上塗抹田埂防止漏水等作業所需水量。根據水利會資料，本文採用每次 180 公厘作為全縣各地區之整田需水量。

本田需水量為稻田插秧後至收穫斷水前供給水稻生長成熟所需之水量。民國90年南投縣雙期水稻面積大於 1,000 公頃之鄉鎮依面積大小排列為草屯、竹山、埔里、名間。參考有關這些鄉鎮之本田需水量，本文決定以每日 13 公厘作為全縣各地區本田需水量。

2. 旱作

旱作物係指水稻作以外之作物，其作物需水量包括作物葉面蒸散量與土面蒸發量，亦即為蒸發散量。旱作物蒸發散量之推算可由蒸發皿蒸散量乘上蒸發散比而得。旱作田間灌溉用水量係作物需水量減去有效雨量與地下水補給量再除以施灌效率。地下水補給量在實用上難以估計，故本文中忽略不計。旱作總灌溉用水量則需另考慮輸水損失。

有關蔗作之蒸發散量，本文採用臺糖農場甘蔗施灌標準⁽⁹⁾，按月列如表四。該標準係根據嘉南地區之資料，應用於南投縣之食用甘蔗或許有差異，唯本縣甘蔗區僅佔全部農地面積之 2%，故對全縣農業用水之估計影響很小。

由前面目標年農地利用部份可知民國90年時雜作蔬菜區之作物制度不同，即生育時期不同，另外雜作與蔬菜之種類亦繁多，以目前有限之旱作資料實難以一一估計不同雜作或蔬菜在不同生育期間之蒸發散量。雙期水稻區之裡作亦有相同之困難。水利局曾分析七種作物在七種作物制度下之各月份平均蒸發散比，並與彰化、苗栗、石門等站之旱作蒸發散比相比較，最後制定旱作物之各月份蒸發散比⁽⁹⁾。根據這些比值乘上當地各月份大型蒸發皿之蒸發量即可得當地旱作物之蒸發散量。為便於南投縣全縣旱作物需水量之估算，本研究把旱作物蒸發散量分成兩區，一為東區包括埔里、國姓、魚池、水里、仁愛及信義等鄉鎮，另一為西區包括南投、草屯、名間、中寮、竹山及鹿谷等鄉鎮。各區之蒸發皿蒸發量乘上前述水利局製定之蒸發散比後所得之旱作蒸發散量列如表五。

三、有效雨量

表四. 蔗作蒸發散量

(單位：公厘／日)

項 目	月 份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
蒸 發 散 量	1.80	1.80	3.70	3.70	3.70	3.80	3.80	3.80	3.80	3.60	3.60	3.60

表五. 旱作物蒸發散量

(單位：公厘／日)

區 域	月 別 蒸 發 散 量											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
東 區	1.45	1.39	1.44	2.15	2.47	1.94	1.93	2.41	2.48	1.74	1.51	1.49
西 區	1.53	1.39	1.47	2.42	2.71	2.27	2.14	2.71	2.58	1.85	1.64	1.55

註：本表係指蔗作除外之旱作物蒸發散量

表六. 美國水土保持局月有效雨量換算表

月 降 雨 量		每增加一時降雨所增加有效雨量		累 積 有 效 雨 量 (公厘)
(吋)	(公厘)	(吋)	(公厘)	
1	25.4	0.95	24.1	24.1
2	50.8	0.90	22.9	47.0
3	76.2	0.82	20.8	67.8
4	101.6	0.65	16.5	84.3
5	127.0	0.45	11.4	95.7
6	152.4	0.25	6.4	102.1
6以上	152.4以上	0.05	1.3	—

從土壤水分觀點，有效雨量可定義為降雨能儲於作物根區內之土壤中而為作物吸收之部份⁽¹⁰⁾。依據曹以松氏之研究，影響旱作物有效雨量之因素包括作物、土壤、降雨、灌溉、作物制度與耕作方法等，影響水田稻作有效雨量之因素則有水稻用水量、田間滲透量、降雨、田埂有效高度、灌溉水源、灌溉方法、及灌溉管理等⁽¹⁰⁾。故很明顯地水稻與旱作之有效雨量估算方法必不同。本文由於南投全縣各地土壤條件、作物種類及制度、以及其它影響有效雨量估算因素之複雜，況且本文只僅對月有效雨量有興趣，故僅以粗略方法估計。旱作物有效雨量之估計係採美國水土保持局方法^(10,11)，其月降雨量與月有效雨量之換算列如表六。水稻田有效雨量之估計則採用「臺灣水稻之灌溉」所用之方法^(10,11)，該法以月平均雨量之百分之六十為月有效

雨量，但上限為180公厘。

為配合各鄉鎮作物制度區農業用水之推算，雨量與有效雨量資料之推算亦依鄉鎮別整理列出。各鄉鎮月平均雨量之求得係根據水資會「臺灣降雨記錄」，選擇翠峰、西鬱、東埔、開化、草屯、集集、桶頭、武界、名間、國姓、北山、日月潭、溪頭、竹山等十四個雨量站而繪成各月份等雨量綫圖，並從其中算出各鄉鎮之平均雨量列如表七，進而依前述之方法分別估算旱作與水稻作之有效雨量列如表八與表九。

四、目標年農業用水之推估

本文探討之農業用水對象為農地利用規劃後之雙期水稻區、雜作蔬菜區與蔗作區，共約佔全部農地規劃面積的40%。其它長期作物區暫不考慮。各區作物用水標準如前所述。由於灌溉用水量之推估

表七. 南投縣各鄉鎮月平均雨量表

(單位：公厘)

鄉	鎮	別	月 份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
南	投	市	42.0	40.0	60.0	82.0	230.0	430.0	340.0	340.0	200.0	37.0	10.0	35.0
草	屯	鎮	42.5	45.0	62.0	88.0	240.0	450.0	330.0	310.0	200.0	40.0	10.0	35.0
名	間	鄉	37.5	50.0	66.0	90.0	235.0	450.0	390.0	400.0	240.0	36.0	15.0	28.0
中	寮	鄉	41.5	50.0	73.0	100.0	260.0	475.0	360.0	340.0	210.0	38.0	18.0	31.0
集	集	鎮	36.8	60.0	80.0	112.0	270.0	520.0	450.0	410.0	260.0	45.0	20.0	30.0
水	里	鄉	48.0	63.0	90.0	125.0	340.0	520.0	400.0	430.0	280.0	55.0	22.0	32.0
魚	池	鄉	42.6	64.0	91.7	140.0	340.0	540.0	370.0	400.0	230.0	60.0	25.0	40.0
信	義	鄉	50.0	70.0	100.0	130.0	320.0	400.0	335.0	340.0	250.0	90.0	30.0	38.0
埔	里	鎮	45.0	64.0	98.0	132.0	340.0	500.0	340.0	360.0	210.0	50.0	25.0	35.0
國	姓	鄉	40.0	56.0	81.0	110.0	295.0	500.0	360.0	360.0	220.0	45.5	18.0	26.0
仁	愛	鄉	75.0	120.0	170.0	155.0	450.0	560.0	330.0	370.0	240.0	90.0	40.0	64.0
竹	山	鎮	40.0	60.0	80.0	100.0	280.0	560.0	480.0	510.0	360.0	70.0	23.0	28.0
鹿	谷	鄉	52.0	67.0	90.0	120.0	340.0	500.0	460.0	470.0	320.0	70.0	25.0	35.0

表八. 南投縣各鄉鎮旱作月有效雨量表

(單位：公厘)

鄉	鎮	別	月 份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
南	投	市	39.0	37.2	54.5	71.7	106.0	116.0	111.5	111.5	104.5	35.0	9.5	32.7
草	屯	鎮	39.4	41.7	58.0	75.5	106.5	117.0	111.0	110.0	104.5	37.2	9.5	32.7
名	間	鄉	35.0	46.2	61.1	76.8	106.3	117.0	114.0	114.5	106.5	34.6	14.3	26.4
中	寮	鄉	38.6	46.2	65.2	83.3	107.5	117.3	112.5	111.5	105.0	35.5	17.1	29.1
集	集	鎮	34.4	54.5	70.3	89.0	108.0	120.5	117.0	115.0	107.5	41.7	19.0	28.2
水	里	鄉	44.4	53.0	76.8	94.8	111.5	120.5	114.5	116.0	108.5	50.4	20.9	30.0
魚	池	鄉	39.4	57.8	77.9	99.0	111.5	121.5	113.0	114.5	106.0	54.5	23.8	37.2
信	義	鄉	44.6	62.7	83.3	96.5	110.5	114.5	111.2	111.5	107.0	76.8	28.2	35.4
埔	里	鎮	41.7	57.8	82.0	97.0	111.5	119.5	111.5	112.5	105.0	46.2	23.8	32.7
國	姓	鄉	37.2	51.3	71.0	88.1	109.3	119.5	112.5	112.5	105.5	42.6	17.1	24.7
仁	愛	鄉	66.8	92.6	103.0	102.2	117.0	122.5	111.0	113.0	106.5	76.8	37.3	57.8
竹	山	鎮	37.2	54.5	70.3	83.3	108.5	122.5	118.5	120.0	112.5	62.7	21.9	26.4
鹿	谷	鄉	44.8	60.3	76.8	92.6	111.5	119.5	117.5	118.0	110.5	62.7	23.8	32.7

與作物生長季節有極大之關係，本文為便於估計把南投縣作物耕種日程分成東、西兩區，分區情形與旱作物蒸發散量分區相同。東區第一、二期水稻秧田各需供水28天與15天，供水日程分別為1月下旬

至2月上旬與7月上旬至7月中旬；整田供水日程緊接著秧田供水日程之後，各需30天與15天；本田則各需供水110天與100天，供水日程分別為3月上旬至6月中旬與7月下旬至10月下旬。西區秧田第一、

表九. 南投縣各鄉鎮稻作月有效雨量表

(單位：公厘)

鄉	鎮	別	月 份											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
南	投	市	25.2	24.0	24.0	49.2	138.0	180.0	180.0	180.0	120.0	22.2	6.0	21.0
草	屯	鎮	25.5	27.0	37.2	52.8	144.0	180.0	180.0	180.0	120.0	24.0	6.0	21.0
名	間	鄉	22.5	30.0	39.6	54.0	141.0	180.0	180.0	180.0	144.0	21.6	9.0	16.8
中	寮	鄉	24.9	30.0	43.8	60.0	156.0	180.0	180.0	180.0	126.0	22.8	10.8	18.6
集	集	鎮	22.1	36.0	48.0	67.2	162.0	180.0	180.0	180.0	156.0	27.0	12.0	18.0
水	里	鄉	28.8	37.8	54.0	75.0	180.0	180.0	180.0	180.0	168.0	33.0	13.2	19.2
魚	池	鄉	25.6	38.1	55.0	84.0	180.0	180.0	180.0	180.0	138.0	36.0	15.0	24.0
信	義	鄉	30.0	42.0	60.0	78.0	180.0	180.0	180.0	180.0	150.0	54.0	18.0	22.8
埔	里	鎮	27.0	38.4	58.8	79.2	180.0	180.0	180.0	180.0	126.0	30.0	15.0	21.0
國	姓	鄉	24.0	33.6	48.6	66.0	177.0	180.0	180.0	180.0	132.0	27.3	10.8	15.6
仁	愛	鄉	45.0	72.0	102.0	93.0	180.0	180.0	180.0	180.0	144.0	54.0	24.0	38.4
竹	山	鎮	24.0	36.0	48.0	60.0	168.0	180.0	180.0	180.0	180.0	42.0	13.8	16.8
鹿	谷	鄉	30.8	40.2	54.0	72.0	180.0	180.0	180.0	180.0	180.0	42.0	15.0	21.0

表十. 南投縣各鄉鎮民國90年灌溉用水量

(單位：百萬立方尺)

作物制度	鄉 鎮 別 用 水 量													合 計
	南投市	草屯鎮	名間鄉	中寮鄉	集集鎮	水里鄉	魚池鄉	信義鄉	埔里鎮	國姓鄉	仁愛鄉	竹山鎮	鹿谷鄉	
雙期水稻	25.48	108.26	37.70	16.76	—	4.74	11.42	—	49.37	19.62	—	54.63	11.58	339.56
	(33.16)	(142.39)	(50.01)	(22.33)	—	(6.69)	(16.01)	—	(68.59)	(26.96)	—	(75.65)	(16.30)	(458.09)
雙期水稻 之裡作	0.23	1.83	0.51	0.27	—	0.04	0.06	—	0.27	0.17	—	1.37	0.14	4.89
	(0.62)	(4.76)	(1.19)	(0.75)	—	(0.27)	(0.45)	—	(1.75)	(0.59)	—	(3.62)	(0.54)	(14.54)
雜作蔬菜	1.49	0.35	1.15	1.30	—	0.25	0.46	0.36	1.38	—	0.16	0.84	0.30	8.04
	(12.57)	(3.07)	(9.28)	(11.74)	—	(3.82)	(8.67)	(8.74)	(20.44)	—	(13.87)	(10.52)	(5.10)	(107.82)
蔗 作	—	—	—	—	—	—	—	—	2.11	4.80	—	—	—	6.91
	—	—	—	—	—	—	—	—	(8.38)	(16.74)	—	—	—	(25.12)
合 計	27.20	110.44	39.36	18.33	—	5.03	11.94	0.36	53.13	24.59	0.16	56.84	12.02	359.40
	(46.35)	(150.22)	(60.48)	(34.82)	—	(10.78)	(25.13)	(8.74)	(99.16)	(44.29)	(13.87)	(89.79)	(21.94)	(605.57)

註：括號中數目係表示未扣除有效雨量之灌溉用水量

表十一. 南投縣、中部地區及臺灣地區民國90年各標的用水量

標 的 別	用 水 量 (億立方公尺)		
	南 投 地 區	中 部 地 區	臺 灣 地 區
農 業 用 水	3.594 (74%)	56.50 (80.3%)	151.32 (71%)
公 共 給 水	0.605 (12.5%)	5.55 (7.9%)	28.12 (13.2%)
工 業 用 水	0.656 (13.5%)	8.29 (11.8%)	33.54 (15.7%)
合 計	4.855	70.34	212.98

註：括號中之數目為佔各區域總用水量百分比

二期水稻秧田則各需33天與18天，供水日程分別為1月上旬至2月上旬與6月下旬至7月中旬；隨後之整田供水各需35天與21天；本田則各需供水110天與103天，供水日程分別為2月下旬至6月上旬與7月中旬至10月下旬。東西兩區雙期水稻中之雜作都需供水75日，蔗作則需全年供水。雜作蔬菜區之作物大致上可分為三期，全年約需供水305日。

民國90年南投縣各鄉鎮各作物區之灌溉用水量列如表十。表中之灌溉用水量已包括輸水損失。目前南投縣各水利會輸水損失率平均約在25%與30%之間，鑒於民國90年時輸水渠道必定有所改善，故本文以25%作為全縣稻作與旱作灌溉輸水損失率。又旱作之施灌效率則採用75%。由於本文有效雨量之估計較為粗略，為便於當有準確之有效雨量估計值時能立即計算出灌溉用水量，故表十乃以未扣有效雨量與已知有效雨量分類列出。另外由此分類亦可看出有效雨量對灌溉用水量之影響。

由表十可知民國90年南投縣佔全部農地面積40%的雙期水稻區、雜作蔬菜區與蔗作區只需用水量359.4百萬立方公尺，其中以水稻之用水量佔絕大多數，約為農業用水之95%。本文雖未探討其它作物區之農業用水，但由表十雜作蔬菜區一欄可知，長期作物如需灌溉由於有效雨量之故其用水量亦不大。

伍、結 論

南投縣是一以農業為主的縣份，在其有限的農地資源條件下需作合理地規劃方能提高農業生產收

益。本研究探討經中興大學農村規劃中心對南投縣作綜合性規劃後，目標年即民國90年時各標的用水量，作為未來水資源規劃之參考。由本文之研究可得下列結論。

1.目標年人口預測為550,797人，供水普及率為97%，經推估得全縣每日公共用水量16.6萬立方公尺，而全年公共用水量則為60.5百萬立方公尺。

2.目標年工業場地面積為639公頃其日用水量為19.3萬立方公尺，而全年工業用水量則為65.6百萬立方公尺。

3.目標年農地面積為52,017公頃，其中本文考慮給予灌溉之雙期水稻區、雜作蔬菜區與蔗作區面積分別為10,834公頃、8,561公頃與1,139公頃，約佔全農地面積40%，共需年灌溉用水量359.4百萬立方公尺，其中雙期水稻用水量約為95%。

4.綜合各標的用水量可知目標年總用水量為485.5百萬立方公尺，其中74%為農業用水量，公共給水與工業用水則分別為12.5%與13.5%。

民國90年南投縣各標的用水量與中部地區、臺灣地區比較情形詳見表十一。由於據以估計中部地區與臺灣地區用水量之方法及標準不同⁽¹²⁾，故該表僅供參考。由該表可知本文估計之南投縣各標的用水量之百分比與臺灣地區比較在趨勢上是一致的。

南投縣境內烏溪與濁水溪兩大河系年逕流量估計為62億立方公尺，可用地下水量約為2億立方公尺，目前境內水庫之有效容量約為2.6億立方公尺

⁽¹⁾；綜觀上述資料可知基本上南投縣水資源是極為

豐沛，主要的課題在於如何有效、合理地規劃利用。

陸、誌 謝

本文承蒙研究生李方中在資料收集、分析及計算方面之協助，特此誌謝。

參 考 文 獻

1. 「南投縣農村地區綜合發展規劃第一年計劃總報告」，國立中興大學農村地區規劃研究中心，民國72年10月。
2. 「南投縣統計要覽」，南投縣政府主計室。
3. 「南投縣國姓鄉一帶自來水系統規劃報告」，自來水公司。
4. 「臺灣自來水事業統計年報」，臺灣省自來水公司。
5. 「南投縣農村地區綜合發展規劃第二年計劃總報告」，國立中興大學農村規劃研究中心，民國73年10月。
6. 「烏溪國姓水庫可行性規劃水源專題報告1、水土資源利用現況調查」，水利局，民國71年6月。
7. 「臺灣地區農業區域發展初步規劃分縣報告—南投縣」，農發會，民國70年。
8. 楊坦進，「南投縣農地利用發展計劃之研究」，國立中興大學農村規劃中心研究報告第23號，民國73年5月。
9. 「烏溪國姓水庫可行性規劃—水源專題報告4、各標的用水需求研究」，水利局，民國72年6月。
10. 曹以松，「有效雨量模擬與估算之研究」，民國62年4月。
11. 甘俊二，「灌溉排水工程設計，第一篇：灌溉原理」，水利局，民國70年6月。
12. 「水資源基本資料」，水資會，民國72年3月。

(上接第39頁)

兩邊低下部推土填平，而後再依大面積地形及坡度之變化作分段整修。

4.全面整修——將一處坡地所有高低不平之地予以整平，造成全面一致之平整緩坡面（6度或8度），以適應一般機械作業，及經濟有效之經營管



圖24 坡地全面整修，造成全面一致的緩坡面。

理。全面整修後之土地利用率可達 100%（其中包括基礎設施30%，栽培園地70%），隨有效利用面積之增加，種植株數加多，單位面積產量可以提高。但此種整修作業需要大挖大填，機械作業時數大增，成本甚為可觀，且土層要深厚，如岩層暴露，不僅施工困難，而且不適宜種植，是一項重要考慮的因素。

參 考 資 料

1. Caterpillar Tractor Co., Operators' Handbook
2. 小松製作所：基本工法
3. 日本農林水產省構造改善局：土地改良事業計畫基準——農地開發（開畑）
4. 前田芳郎：機械施工

弘 安 土 木 包 工 業

負責人：鍾 學 禮

地 址：西螺鎮新興路63巷11號

電 話：(055) 8 6 4 8 1 0