

大安溪、大甲河流域灌區用水量與稻作產量之關聯性分析

Correlation Analysis of Water Consumption and Rice Yield in Da-an River and Dajia River Watershed

財團法人農業工程研究中心

助理技師	研究員	助理研究員	副研究員
卓宇謙	陳豐文	譚允維	林修德
Yu-Chien Cho	Feng-Wen Chen	Yun-Wei Tan	Hsiu-Te Lin

財團法人農業工程研究中心

副研究員兼組長	計畫顧問
張雅婷	方文村
Ya-Ting Chang	Wen-Tsun Fang

摘要

水稻為臺灣最主要的糧食作物，種植面積約 16 萬公頃，而臺灣受氣候及地形影響，時常遭遇程度不同之乾旱缺水事件，由於水稻為耐淹耐旱而高耗水作物，亦為重要國防產業，因此維持穩定的稻米種植生產甚為重要。有鑒於此，本研究嘗試探討用水量與稻作產量之關聯性，本研究以臺中大安溪及大甲河流域稻作灌區為研究區域，蒐集行政院農業委員會農田水利署臺中管理處 2011~2019 年 16 條圳路取水口之實際取水量與農業委員會農業統計年報之水稻總產量數據進行歸納分析，分析類型包含一期作、二期作及總實際等 3 種，本研究將各圳實際用水量與水稻產量以線性回歸進行分析，結果顯示大安溪及大甲溪全流域及多數圳路灌區之用水量及水稻產量為正相關，說明水源多寡程度對水稻產量有所影響。

關鍵詞：水稻，產量，灌溉用水，回歸分析

Abstract

Rice is the most important food crops in Taiwan, with a planting area of about 160,000 hectares. By the way, affected by climate and topography, Taiwan often encounters droughts and water shortages of varying degrees. Since rice is a flood-tolerant and drought-tolerant

crop with high water consumption, and is also an important national defense industry, it is very important to maintain stable rice production. Therefore, this study attempts to explore the relationship between field water consumption and rice yield. This study takes Taichung Da-an River and Dajia River watersheds as the research area, and collects the actual water intake of 16 canal from 2011 to 2019 of the Taichung Management Office of Irrigation Agency of Council of Agricultural of Executive Yuan and the total rice yield data from the Agricultural Statistics Annual Report of Council of Agricultural. There are three analysis types including first phase, second phase and total year. In this study, the actual water consumption and rice yield of each canal were analyzed by linear regression. The results showed that the water consumption and rice yield of the whole watershed of Da-an River and Dajia River and most of the canal watershed were positively correlation, indicating that the level of water sources had a significant impact on the rice yield.

Keywords: Rice , Yield , Irrigation water , Linear regression

一、前言

水稻在全球的種植面積約 1.54 億公頃，約佔世界耕地的 11% (Khush, 2005)。其中 90%的水稻種植在亞洲，消耗全球約 80%的淡水灌溉資源(Khush, 2005; Bouman & Toung, 2001)，全世界每年人均消費的稻米超過 50 公斤(FAO, 2016)。由於氣候變遷以及快速的工業化和城市化，農業用水變得越來越稀少。預估到 2025 年，亞洲地區 1.5~2 千萬公頃的灌溉水稻將面臨缺水問題(Toung & Bouman, 2003)。

水稻亦為臺灣最主要的糧食作物，種植面積約 16 萬公頃，而臺灣受氣候及地形影響，時常遭遇程度不同之乾旱缺水事件，由於水稻為耐淹耐旱的高耗水作物，亦為重要國防產業，因此維持穩定的稻米種植生產甚為重要。甘俊二、許宗民(1983)之研究探討水稻產量與灌溉用水間的關係，由於該研究與水稻種植地區的氣候、降雨、土壤、灌溉方式、灌溉設施以及水稻品種等相關，研究所得出之結論並非一致。甘俊二、許宗民(1983)於虎頭埤灌區缺水期之灌溉研究資料顯示，稻作平均產量指數與稻作總用水量之間並非單純正比關係，換言之，經常之灌水栽培對水稻產量並非絕對有益，且往往田間用水量雖相近，產量指數卻有不同結果。故本研究嘗試探討灌溉用水量與稻作產量之關聯性，以臺灣中部地區之大安溪及大甲溪流域作為研究範圍，蒐集歷年各圳路灌區之總用水量及稻作總產量，分析探討用水量及稻作產量之間的關係。

二、材料與方法

(一).研究區域

本研究選定臺灣中部地區之大安溪及大甲溪流域作為研究範圍如圖 1 所示，以行政院農業委員會農田水利署臺中管理處(下稱臺中管理處)之灌溉區域作為研究對象，為建立水源多寡對於稻作產量之關聯性分析，蒐集臺中管理處各圳實際取水量與稻作產量之

數據進行歸納分析，由於本研究係針對稻作產量進行分析，故不考慮卓蘭圳、石壁坑圳、白冷圳、新社圳、山頂圳、大茅埔圳、老圳、東勢本圳、埤頭山圳等 9 處以旱作為主之圳路，選用大安溪、大甲溪流域共 16 條圳路，其稻作區面積比例如表 1 所示。分析採用之實際用水量資料係依據臺中管理處灌溉計畫表刊載之實際取水量為主，稻作總產量則根據農委會農業統計年報彙整而得。



圖 1 研究區域

表 1 大安溪及大甲溪流域灌區種植稻作面積比例一覽

圳路	大安溪流域			圳路	大甲溪流域		
	稻作區面積	總灌區面積	稻作區比例		稻作區面積	總灌區面積	稻作區比例
卓蘭圳	0	638	0%	白冷圳	0	814	0%
石壁坑圳	0	307	0%	新社圳	0	161	0%
埔尾橫圳*	5	90	6%	山頂圳	0	108	0%
鯉魚潭圳*	55	55	100%	大茅埔圳	0	65	0%
口潭圳*	96	96	100%	老圳	0	118	0%
苑裡圳*	2,627	2,627	100%	東勢本圳	0	396	0%
后里圳*	2,890	3,177	91%	埤頭山圳	0	25	0%
新店圳*	230	235	98%	八寶圳*	683	1,071	64%
日南圳*	1,288	1,288	100%	葫蘆墩圳*	4,602	4,802	96%
九張犁圳*	539	539	100%	內埔圳*	542	676	80%
頂店圳*	1,126	1,526	74%	高美圳*	800	829	97%
				五福圳*	1,762	1,810	97%
				虎眼一圳*	645	685	94%
				虎眼二圳*	688	738	93%
總計/平均	8,856	10,578	84%	總計/平均	9,722	10,611	92%

註：面積單位為公頃，*為本研究選用之圳路。

資料來源：臺中管理處 2019 年灌溉計畫表；本研究彙整。

(二).資料蒐集

為探討用水量與水稻產量之關聯性，本研究茲蒐集農業委員會農業統計年報臺中市及苗栗縣 2011 年~2019 年之稻作產量資料彙整如表 2 所示；實際用水量則採用臺中管理處灌溉計畫表(2011 年~2019 年)紀錄之日實際取水量資料，並以 2 月上旬至 11 月下旬之總實際取水量作為實際水稻用水量(W_A)，大安溪及大甲溪各流域灌區之日實際用水量資料原始數據量龐大，茲彙整實際水稻用水量(W_A)統計成果於第三章之表 4 及表 5。

表 2 臺中市及苗栗縣相關行政區歷年稻作產量一覽

行政區	西元年									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
東區	0.0	0.5	0.3	0.0	1.2	0.7	1.4	1.7	1.6	
南區	19.9	37.4	48.5	42.2	47.1	43.2	81.3	126.0	150.5	
西區	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
西屯區	2,828.0	2,984.8	3,320.5	3,121.3	3,540.9	3,550.5	3,371.3	3,982.6	3,920.3	
南屯區	1,530.8	1,801.3	2,173.1	2,098.1	2,451.6	2,305.4	2,169.0	2,972.5	3,075.8	
北屯區	226.7	256.9	244.0	243.9	261.7	284.3	422.0	1,283.8	1,481.8	
豐原區	1,353.0	1,476.0	1,804.1	1,942.1	2,169.5	2,112.6	1,894.9	2,199.0	2,199.4	
東勢區	10.9	4.6	5.4	5.4	13.7	17.3	14.7	17.4	18.7	
大甲區	15,471.3	18,673.7	19,348.1	20,343.8	13,273.9	21,632.5	21,534.4	22,498.9	20,817.5	
清水區	11,818.9	13,754.3	15,277.1	12,929.4	15,784.4	15,741.4	15,875.7	16,387.4	17,182.8	
沙鹿區	745.9	695.9	886.5	757.1	963.7	918.4	876.9	1,048.0	1,096.5	
臺中市	梧棲區	3,055.6	3,786.9	4,633.1	3,585.4	4,000.7	4,567.1	4,474.2	4,815.2	4,592.8
后里區	7,486.3	8,952.3	9,128.6	8,815.3	8,787.8	10,059.9	9,294.3	10,250.3	10,339.6	
神岡區	4,174.7	5,227.6	5,564.8	5,904.6	6,356.8	6,437.0	6,040.0	6,679.2	6,584.0	
潭子區	2,911.1	3,280.3	3,665.5	3,270.8	3,856.3	4,279.5	3,836.8	4,304.4	4,712.7	
大雅區	5,056.0	5,131.7	5,580.3	5,637.8	6,195.0	6,720.4	5,952.6	6,225.7	6,510.8	
石岡區	4.2	4.2	4.6	4.8	4.7	5.5	6.1	8.7	7.9	
外埔區	12,521.0	14,985.4	16,104.4	15,598.1	17,311.6	17,207.1	14,538.9	16,489.3	15,166.7	
大安區	10,085.2	11,965.5	12,316.2	10,721.3	13,519.8	13,819.6	14,093.4	14,957.2	14,031.3	
烏日區	10,483.1	11,398.1	13,751.1	10,710.2	11,905.1	12,449.6	10,600.2	14,542.2	15,195.5	
大肚區	5,217.2	6,032.7	6,215.0	5,335.2	5,954.4	5,786.2	6,082.4	6,557.5	6,574.8	
龍井區	6,846.1	9,321.8	9,950.6	9,208.8	11,067.8	10,790.9	10,731.3	11,675.9	11,310.7	
霧峰區	11,745.7	13,927.6	14,512.1	12,731.6	12,880.5	13,193.7	10,372.3	15,367.9	15,018.9	
太平區	61.6	73.1	63.7	76.0	86.4	101.5	89.3	122.6	138.4	
大里區	2,107.8	2,848.7	2,967.9	2,730.5	3,194.1	2,728.0	2,752.6	3,243.7	3,443.7	
苗栗縣	苑裡鎮	16,079.0	17,015.0	13,735.0	13,403.0	6,353.0	14,629.0	14,651.6	18,780.4	18,384.1
通霄鎮	5,512.0	5,275.0	5,125.0	5,028.0	4,546.0	4,471.0	4,832.1	5,440.1	6,196.2	
卓蘭鎮	147.0	178.0	159.0	142.0	150.0	160.0	165.3	196.5	192.4	
三義鄉	1,276.0	1,386.0	983.0	1,051.0	545.0	1,154.0	1,153.1	1,529.5	1,717.3	

註：產量單位為噸。

資料來源：農委會農業統計年報；本研究彙整。

(三).區域判定方法及流程

考量上述水稻產量統計資料均以行政區域作劃分，而臺中管理處轄下之各灌區常橫跨數個行政區域，故進一步以地理資訊系統(ArcGIS)套疊臺中管理處灌區大安溪及大甲溪各圳路灌區與行政區域圖，推估各流域灌區範圍中各行政區之稻作灌區面積比例(P)，運算公式如式(1)：

$$P=A_a/A_b \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

式中：P 為圳路流域灌區面積佔行政區面積之比例，A_a 為圳路流域灌區與行政區重疊之面積，A_b 為行政區之面積。

運用計算得出之面積比例(P)可進一步推估各圳路流域灌區內稻作總產量(Y_P)，運算公式如式(2)：

$$Y_p=\sum_{i=1}^n Y_i \times P_i \dots\dots\dots(2)$$

式中：Y_P 為圳路流域灌區內稻作總產量，Y_i 為第 i 個行政區之稻作總產量，P_i 為圳路流域灌區面積佔第 i 個行政區面積之比例，n 為相關行政區數量。

(四).相關性判別

為評估稻作產量與用水量之關聯性，本研究採用上述之實際用水量(W_A)與稻作總產量(Y_P)，以 Microsoft Excel 軟體進行線性迴歸分析，運算式如式(3)：

$$Y_p=aW_A + b + e \dots\dots\dots(3)$$

式中：Y_P 為圳路流域灌區內稻作總產量，W_A 為圳路灌區實際用水量，a 為迴歸線斜率，b 為 y 軸截距，e 為誤差項。

迴歸方程式之迴歸線斜率 a 若為正值則為正相關，迴歸線斜率 a 若為負值則為負相關；判定係數 R² 是一個解釋性係數，在迴歸分析中主要作用是評估迴歸模型對因變量產生變化的解釋程度，即 R² 是評估迴歸模型可由自變量解釋因變量比例的指標。R² 範圍為 0~1，R² 大於 0.75 表示模型擬合度佳，關聯性較高；R² 小於 0.5 則表示模型擬合度較差，關聯性較低，判定係數 R² 之運算式如式(4)：

$$R^2=1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - f_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \dots\dots\dots(4)$$

式中：R² 為判定係數，y_i 為每個樣本點的真实值，f_i 為殘差，n 為樣本數。

三、結果與討論

(一).灌溉區域與行政區套疊成果

本研究為估計各圳路流域灌區內稻作總產量(Y_P)，針對大安溪及大甲溪流域中 16 條圳路灌區之稻作灌區面積於 29 個相關行政區內之面積比例進行推估，以地理資訊系統(ArcGIS)套疊臺中管理處灌區大安溪及大甲溪各圳路灌區與行政區域圖，推估各流域灌區範圍中各行政區之稻作灌區面積比例(P)，成果如表 3 所示，其中 7 條圳路之灌溉區域僅位於單一行政區內，其餘 9 條圳路之灌溉區域均橫跨多行政區，又以大甲溪流域之葫蘆墩圳灌區橫跨 11 個行政區為最多。

表 3 大安溪及大甲河流域灌區各圳於各行政區稻作灌區面積比例(P)一覽

行政區	埔尾 橫圳	鯉魚 潭圳	口潭 圳	苑裡 圳	后里 圳	新店 圳	日南 圳	九張 犁圳	頂店 圳	八寶 圳	葫蘆 墩圳	內埔 圳	高美 圳	五福 圳	虎眼 一圳	虎眼 二圳
東區										76%	6%					
南區											100%					
西區											100%					
西屯區											100%					
南屯區											97%					
北屯區										15%	83%					
豐原區										51%	49%					
東勢區					100%											
大甲區				3%	1%		39%	22%	22%						11%	3%
清水區													34%	66%		
沙鹿區														100%		
臺中市														92%		
梧棲區																
后里區					62%	5%						32%				
神岡區											100%					
潭子區										17%	83%					
大雅區											100%					
石岡區										100%						
外埔區					88%	6%									5%	
大安區									49%						18%	33%
烏日區											51%					
大肚區																
龍井區																
霧峰區																
太平區										28%						
大里區																
苗栗縣																
苑裡鎮				100%												
通霄鎮				100%												
卓蘭鎮	89%															
三義鄉		27%	64%													

資料來源：本研究彙整。

(二).各圳路灌區稻作總產量及實際用水量資料統計成果

為探討用水量與水稻產量之關聯性，本研究以上述各圳於各行政區稻作灌區之面積比例(P)與關行政區歷年稻作產量進行計算，推估各圳路流域灌區內稻作總產量(YP)；實際用水量則採用臺中管理處灌溉計畫表(2011年~2019年)紀錄之日實際取水量資料，並以2月上旬至11月下旬之總實際取水量作為實際水稻用水量(WA)，大安溪及大甲河流域各圳路灌區稻作總產量及實際用水量推估成果如表4及表5所示。

表 4 大安河流域灌區稻作總產量及實際用水量一覽

西元	埔尾橫圳		鯉魚潭圳		口潭圳		苑裡圳	
	Y _P	W _A						
2011	131.1	308.5	349.4	278.6	814.6	328.0	22,037.6	4,642.2
2012	158.7	270.1	379.6	333.6	884.8	333.6	22,829.7	7,129.3
2013	141.8	327.9	269.2	328.9	627.6	328.9	19,420.1	5,851.1
2014	126.6	468.2	287.8	327.1	671.0	327.1	19,020.2	5,209.8
2015	133.8	375.9	149.2	169.2	347.9	169.2	11,284.0	4,058.7
2016	142.7	175.6	316.0	344.4	736.7	344.4	19,726.4	9,199.5
2017	147.4	86.8	315.8	273.4	736.1	273.4	20,107.2	6,924.0
2018	175.2	71.4	418.9	307.2	976.5	307.2	24,871.2	7,587.2
2019	171.6	62.5	470.3	303.0	1096.3	303.0	25,182.1	6,404.3
西元	后里圳		新店圳		日南圳		九張犁圳	
	Y _P	W _A						
2011	15,949.6	8,273.1	1,201.6	1,016.5	5,983.5	2,500.2	3,372.2	2,039.9
2012	19,077.9	12,338.6	1,437.7	1,135.6	7,221.4	3,979.4	4,070.2	2,279.9
2013	20,186.3	9,628.0	1,518.3	1,073.2	7,481.2	3,874.0	4,217.2	1,635.3
2014	19,556.5	8,819.3	1,469.1	1,046.5	7,866.0	3,551.3	4,434.2	1,613.5
2015	20,969.4	14,364.8	1,576.4	1,137.6	5,131.8	2,973.6	2,893.2	1,947.4
2016	21,783.7	17,018.1	1,638.9	1,015.3	8,364.4	4,964.5	4,715.1	2,179.3
2017	18,944.1	13,156.3	1,427.9	998.5	8,326.5	3,914.0	4,693.7	1,933.1
2018	21,279.5	14,803.7	1,603.7	1,084.2	8,700.2	3,887.8	4,904.0	2,121.6
2019	20,145.6	13,203.1	1,524.6	977.4	8,050.3	3,903.7	4,537.5	2,358.6
西元	頂店圳							
	Y _P	W _A						
2011	8,308.8	5,695.9						
2012	9,926.4	7,008.4						
2013	10,244.8	6,039.6						
2014	9,672.8	5,735.9						
2015	9,529.1	5,854.7						
2016	11,478.6	8,825.9						
2017	11,592.5	6,867.5						
2018	12,226.4	8,118.3						
2019	11,407.4	7,420.8						

註：Y_P為稻作總產量，單位為噸；W_A為實際用水量，單位為萬噸。

表 5 大甲河流域灌區稻作總產量及實際用水量一覽

西元	八寶圳		葫蘆墩圳		內埔圳		高美圳	
	Y _P	W _A						
2011	1,253.0	6,640.7	22,164.1	8,775.3	2,408.3	3,238.7	4,035.0	5,326.3
2012	1,388.2	8,272.3	24,588.8	9,475.8	2,880.0	2,227.1	4,695.7	5,232.0
2013	1,618.2	7,173.1	27,748.5	9,226.0	2,936.7	1,856.5	5,215.6	4,826.0
2014	1,623.3	6,555.5	26,060.7	9,299.7	2,835.9	2,205.5	4,414.1	5,055.9
2015	1,847.6	5,929.3	29,057.6	24,284.2	2,827.0	1,818.5	5,388.8	3,699.9
2016	1,900.4	7,853.9	30,142.2	29,120.5	3,236.3	1,715.8	5,374.1	5,041.9
2017	1,731.1	6,637.6	27,404.8	26,659.2	2,990.0	1,853.4	5,420.0	3,422.6
2018	2,111.3	7,500.5	33,010.8	27,489.3	3,297.5	2,585.0	5,594.7	4,230.0
2019	2,216.6	8,460.6	34,097.9	28,252.0	3,326.2	1,877.9	5,866.2	3,012.8
西元	五福圳		虎眼一圳		虎眼二圳			
	Y _P	W _A	Y _P	W _A	Y _P	W _A		
2011	11,351.1	6,157.3	4,183.6	4,007.8	3,720.4	4,037.1		
2012	13,251.4	6,453.6	5,005.9	5,027.9	4,422.4	4,674.0		
2013	15,225.8	5,575.9	5,202.7	4,486.8	4,555.3	4,454.9		
2014	12,583.4	5,508.2	5,003.3	4,487.3	4,056.9	4,345.3		
2015	15,054.2	3,693.1	4,802.4	3,196.1	4,792.4	3,260.5		
2016	15,502.9	5,267.3	5,783.6	5,609.4	5,109.4	4,462.3		
2017	15,464.1	3,326.9	5,680.6	4,234.3	5,196.8	3,516.2		
2018	16,287.2	3,937.2	6,045.0	4,048.6	5,506.1	4,018.1		
2019	16,654.3	3,405.2	5,622.7	3,155.5	5,157.7	3,285.9		

註：Y_P為稻作總產量，單位為噸；W_A為實際用水量，單位為萬噸。

(三).相關性分析

大安溪及大甲溪流域各圳灌區稻作總產量與實際用水量之關聯性分析成果之趨勢性、相關性及判定係數 R^2 如表 6 及表 7 所示；回歸分析結果如圖 2~圖 4 所示。

大安溪流域可由判定係數 R^2 得知僅整體實際用水量與水稻總產量之相關性較強，其餘各圳之相關性皆為中或弱；大安溪流域除了埔尾橫圳之趨勢性為負，其餘各圳路趨勢性皆為正，埔尾橫圳之稻作區僅 5 公頃，僅占總灌區約 6%(詳表 1)，其主要灌區為長年作，故可推測灌溉水總量多寡對其稻作區之收成影響相對較小。由上述結果可推測大安溪流域之實際用水量及稻作總產量之相關性應為正向。

大甲溪流域整體實際用水量與水稻總產量之相關性為中，整體趨勢性為正；各圳之相關性為中或弱，位於大甲溪流域石岡壩上游之八寶圳及葫蘆墩圳之趨勢性為正，位於石岡壩下游之內埔圳、高美圳、五福圳、虎眼一圳及虎眼二圳，除了虎眼一圳之趨勢性為正，其餘 4 條圳路之趨勢性皆為負且虎眼一圳之判定係數 R^2 僅 0.029，由上述結果可推測大甲溪流域位於石岡壩上游及下游的圳路，其實際用水量與水稻總產量之趨勢性可能有所不同。

表 6 大安溪流域灌區實際用水量及稻作總產量迴歸分析成果一覽

灌區	趨勢性	相關性	R^2	灌區	趨勢性	相關性	R^2
大安溪流域	正	強	0.781	后里圳	正	中	0.554
埔尾橫圳	負	中	0.659	新店圳	正	中	0.046
鯉魚潭圳	正	弱	0.328	日南圳	正	中	0.587
口潭圳	正	弱	0.352	九張犁圳	正	弱	0.015
苑裡圳	正	弱	0.237	頂店圳	正	中	0.656

註： $R^2 > 0.75$ 為強相關性； $0.75 > R^2 > 0.5$ 為中相關性； $R^2 < 0.5$ 為弱相關性。

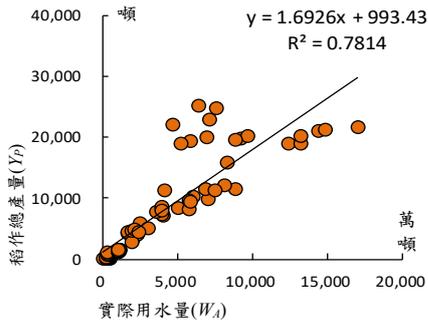
資料來源：本研究彙整。

表 7 大甲溪流域灌區實際用水量及稻作總產量迴歸分析成果一覽

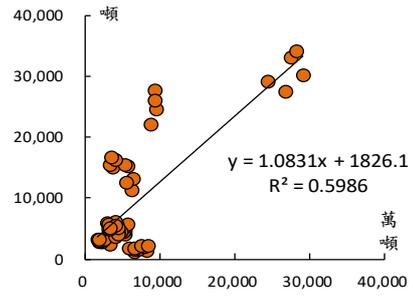
灌區	趨勢性	相關性	R^2	灌區	趨勢性	相關性	R^2
大甲溪流域	正	中	0.599	高美圳	負	中	0.602
八寶圳	正	弱	0.093	五福圳	負	中	0.571
葫蘆墩圳	正	中	0.642	虎眼一圳	正	弱	0.029
內埔圳	負	弱	0.322	虎眼二圳	負	弱	0.142

註： $R^2 > 0.75$ 為強相關性； $0.75 > R^2 > 0.5$ 為中相關性； $R^2 < 0.5$ 為弱相關性。

資料來源：本研究彙整。

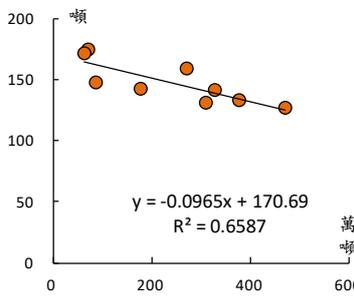


A. 大安河流域

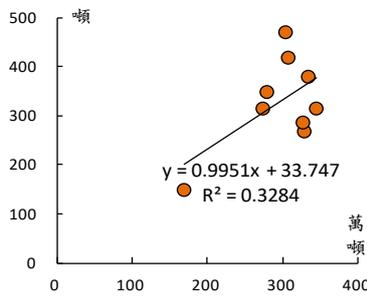


B. 大甲河流域

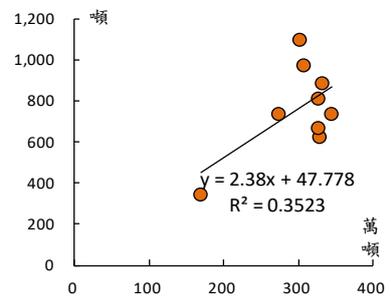
圖 2 大安溪及大甲河流域實際用水量及稻作總產量迴歸分析圖



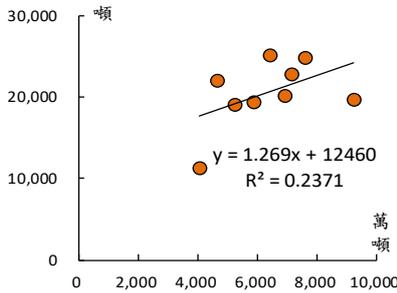
A. 埔尾橫圳



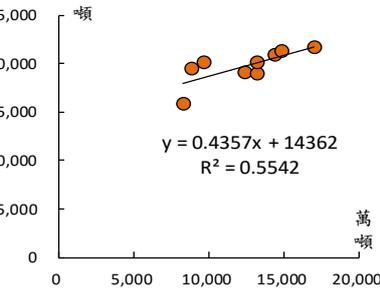
B. 鯉魚潭圳



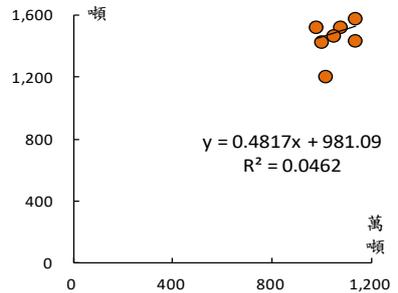
C. 口潭圳



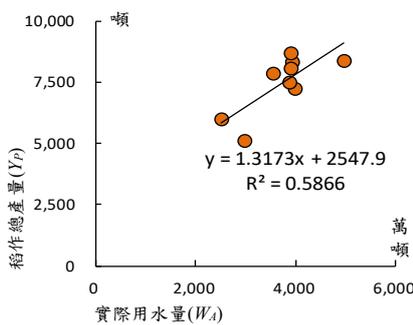
D. 苑裡圳



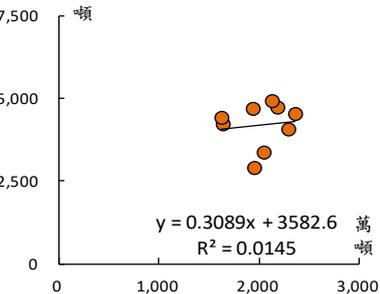
E. 后里圳



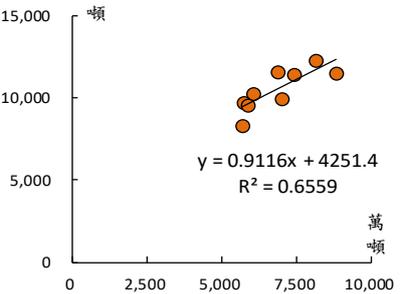
F. 新店圳



G. 日南圳



H. 九張犁圳



I. 頂店圳

圖 3 大安河流域各圳灌區實際用水量及稻作總產量迴歸分析圖

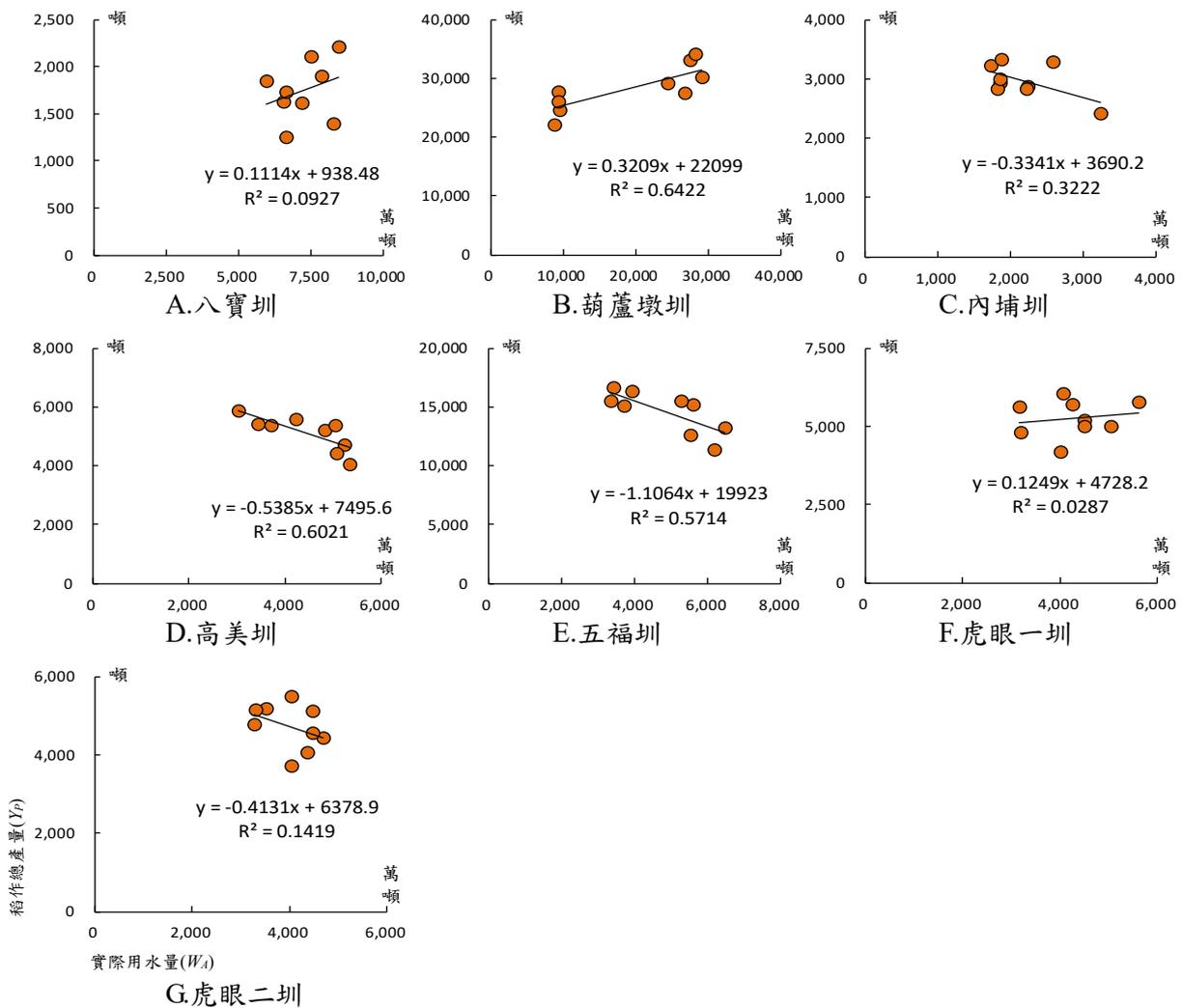


圖 4 大甲河流域灌區實際用水量及稻作總產量迴歸分析圖

四、結論與建議

1. 本研究結果顯示部分灌區之相關性較低，由於各圳之實際用水量及產量資料僅有九筆可進行分析，且部分圳路之實際用水量變化甚小，如新店圳、九張犁圳、八寶圳及虎眼二圳等，因此相對於全流域的分析結果，單一圳路之分析結果較不具參考性，建議後續研究可針對各流域灌區之作物產量及用水量做進一步細分，進行較為詳細的調查，以提供後續評估水源多寡對於作物產量影響之分析材料。
2. 本研究蒐集臺灣各行政區之作物產量資料，未能獲得小區域範圍稻作於一期作及二期作之獨立產量，僅能蒐集到年度總產量，但各圳灌區於一期作及二期作之灌溉水量與種植面積皆有相當差異，建議後續研究可針對小區域範圍內之作物於一期作及二期作分別進行分析，提升關聯性分析的可信度。
3. 本研究未考量降雨量對於水稻產量及用水量的影響，降雨強度的變化對於稻作產量可能產生一定程度的影響，亦可能間接影響圳路的取水量及上游水庫的水資源調控，且本研究並未考慮其他可能之備用或替代水源，如區排攔河堰、抽取地下水等等，建議

後續研究可增加研究因子。

4. 除了灌溉水量與水稻產量的關聯性，灌溉用水水質及其他因子與稻作產量也應有所關聯。陳豐文等(2012)以臺中地區大安溪、大甲溪、烏溪流域為研究區域，應用地理資訊系統(GIS)套疊臺中管理處之渠道系統圖層，初步釐清各鄉鎮灌溉水源之水系別及水質測站，藉由 2001~2010 年期間之稻作產量資料及對應時期之河川水質資料，以基礎統計及迴歸分析方式探討稻作產量與不同灌溉水質之關聯性，並與水稻生長所需養分之生理特性進行比較，提出既有水質條件下調整合理施肥量之參酌。本研究之結果亦顯示在相近用水量的狀況，不同年度的稻作總產量仍可能有明顯差異，故建議後續研究可綜合考量灌溉水量及水質對作物產量之影響程度，亦可進一步分析不同灌溉方式及農藝方法對於用水量及作物產量的影響。
5. 近年來氣候變遷影響下極端天氣常態化，旱季等缺水事件對於農業將造成可觀之損失，因此灌溉水源之增減對於作物產量的影響程度亦為重要的課題，國內近年相關研究較少，建議有關單位可朝此方向進行進一步的研究及試驗。

參考文獻

1. Bouman B.A.M., Toung T.P, Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. *Agr Water Manage.* 2001, 49:11–30, 2001.
2. FAO, FAOSTAT data (Food and agriculture data), <https://www.fao.org/faostat/en/#home>, 2016.
3. Khush G.S., What it will take to Feed 5.0 Billion Rice consumers in 2030. *Plant Mol Biol* 59, 1–6. <https://doi.org/10.1007/s11103-005-2159-5>, 2005
4. Toung T.P., Bouman B.A.M, Rice production in water-scarce environments. In: Kijne J.W., Barker R., Molden D. (Eds.), *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement*. CABI Publishing, p. 53–67, 2003.
5. 甘俊二、許宗民，「水稻耐旱性及節水灌溉對策之調查研究」，*台灣水利*第 32 卷第 1 期，1983。
6. 陳豐文、林修德、蔡西銘，「河川水質與水稻產量之關聯性分析-以臺中地區為例」，2012 年中華水土保持學會年會及學術研討會論文集，2012。