

第六章 結論與建議

本研究以系統動態的理論及物件導向設計概念，發展出農田水量、水質動力模式，模擬灌溉水進入農田之行為，以及農田回歸水對灌溉水質和河川水質的影響，了解其間的交互作用，並探討在「深水灌溉」、「灌排分離+下水道系統」、「農田休耕」、「農田輪作」等環境因素下，回歸水、灌溉水及河川水質之影響，得到以下結論與建議。

6-1 結論

研究模擬美濃鎮與湖內鄉灌溉區兩案例中，灌溉水質是一很大對比，美濃鎮引自荖濃溪的水位居河川上游，水質佳，反觀湖內鄉引自二仁溪的水處於下游，受汙染程度嚴重；再者，美濃鎮內工廠少，對河川水質危害不大，相對湖內鄉工廠多，在灌排未完全分離時，對灌溉水質及河川有一定影響程度。

在施行深水灌溉時，將田埂加高，暴雨時可以將部份水留在農田，不會因台灣地勢陡峻而讓雨水瞬間流進大海，亦能明顯看出無論美濃或湖內之地下水補注量都比原先增加，由於美濃鎮灌溉面積大且灌溉水源豐沛，在施行深水灌溉策略後模擬 100 個月，地下水增加補注量近五百萬噸水量，平均每月約增加五萬噸地下水；湖內則增加約一百萬噸量，平均每月約增加一萬噸地下水。

而灌排分離加上下水道系統，即廢汙水不進入灌溉圳路，由於美濃灌溉水質本來就比較好，所以在廢汙水不進入農田情況下，可明顯發現回歸水最終流到旗山溪時，水質改善效果，甚至在一月 BOD 濃度可以從原本約 2.4 mg/L 降至約 1.5 mg/L；至於湖內鄉因為灌溉水質非常差，儘管在廢汙水不進入農田，水質一樣不好，看不出其改善效果，僅在枯水期十一月因少了廢汙水的進入，導致沒有回歸水，使原本高達 400 mg/L 之 BOD 濃度突然變成零。僅有重金屬鉛濃度因為灌排分離有稍稍改善。

在以「自然淨化法」概念下的休耕農田當溼地情況下，因為所處理的水量相對於河川很少，所以對河川水質沒有多大成效。

最後以農田輪作情境下作模擬，發現農地土壤重金屬濃度累積量會因為在第二期稻作期間改種植非食用性植物情況下，植物吸收土壤中重金屬，導致累積量趨於緩和，湖內鄉重金屬濃度平均每月約減少 0.0025mg/kg，但仍然有逐年增加趨勢。

以 Vensim 當為本研究之模擬工具，能夠在以時間為橫軸下，看出水量水質隨時間的變化趨勢，也能改變任一參數看出其連鎖反應，同時分析眾多參數的互相影響行為，在現今缺少許多參數及關係式下，需要作合理假設，使得模擬結果比較粗糙。不過也能從變化趨勢發現深水灌溉的可行性，及灌排分離後水質較明顯的改善。

6-2 建議與改進

6-2-1 研究之建議

湖內鄉所引用二仁溪水質條件相當差，導致無論策略如何模擬皆看不出對水質有多大改善成果，相對於湖內鄉，將策略應用在美濃灌溉區卻能看出策略成效，由此證明並不是策略沒有效用，而是因為二仁溪下游水質太差，若想要水質能夠改善，必定要從源頭開始動手。例如二仁溪主要污染來源是工業廢水，也造成週遭農地重金屬污染，現階段灌排分離及建設下水道就顯得相當重要。

另一方面，如何將休耕農田作有效的利用，例如針對每一污染源變更農田當溼地的處理機制，有效改善污染源污染程度，都是當今重要課題。



6-2-2 研究之改進

本研究在建立 Vensim 模式後，以手算例來確認模式的邏輯正確性，不過在模式中每個物件間的關係式或參數，卻因為資料不足必須要做合理假設，例如植物對重金屬的吸收率、污染源在土壤殘留率、農藥重金屬量等，只能參考相關文獻假設合理的值。太多不確定參數導致失去對模式作檢定的意義，因此模擬出來的數據只是一個相對值。往後若有辦法得到各個物件間的關係式或精確之參數，將其代入模式中，使模擬數據能更接近真實狀況。

另一方面，由於本研究未加入成本效益之考量，所以在強調系統動態的概念時，未能完全彰顯其功用。若將各個重要參數的支出與收益建立在模式中，亦即在改變任一參數時，不僅能探討對於污染的改善效用，更能夠同時觀察淨利益之變化，在最大效益或決策者認為能接受的成本效益下施行策略，或結構性策略的容量擴張，得到一最佳改善效果。

