

第一章 緒論

1-1 研究背景與動機

台灣近三十年來，由於人口的增加，生活水準亦日漸提高；以及工商業的發展，工業用水需求增加，使得水環境持續變化，河川水體由於承受流域內的各種生活、生產活動後的廢污水排入，使原本的水體水質惡化，水污染問題於是呈現。由於目前污水下水道系統尚未完全興建完成，所產生的工廠廢水、生活污水大都直接或間接經由排水路進入農田或河川，造成農田污染以及河川水質日漸惡化，影響到整個環境生態，甚至危害到人體健康。

由表 1.1 可以看出台灣的工業廢水產生量八十一年以來 BOD 每日排放量都達 2,000 噸以上，但是其削減率逐年上升，在工業廢水的排放量方面看來似乎已經獲得控制，雖然廢水產量不降反升，但排放量在逐年下降中。

畜牧廢水方面，從八十二年削減率為 50%到九十年的 77.5%，在八十六年的口蹄疫病毒爆發以後，台灣的養豬頭數大量下降，反應在畜牧廢水的排放量上也有下降的趨勢，再加上削減量的提升，九十年畜牧廢水不論是產生量、排放量、削減率都較環境保護計畫（表 1.2）中九十年的目標值更佳，（駱尚廉、林玉韻，2002）。

生活污水方面，台灣地區近幾年的生活污水的產生量趨於穩定，但由於污水下水道的建設緩慢，生活污水的削減率至九十年只有 19.6%，雖然較環保計畫的削減率目標值高，但污水產生量亦較目標值高，而如此低的削減率已使得生活污水如今已成為水質保護的頭號敵人。

表 1.1 各類廢污水削減率（駱尚廉、林玉韻，2002）

	生活污水 削減率%	工業廢水 削減率%	畜牧廢水 削減率%	排放量 (噸 BOD/天)
81 年	7.2	20.4	--	--
82 年	12.7	60.0	50.0	2,111
83 年	12.7	65.0	52.5	1,983
84 年	12.7	70.0	55.0	1,854
85 年	13.0	75.0	57.5	1,720
86 年	13.1	75.0	54.0	1,669
87 年	17.1	75.2	54.0	1,620
88 年	17.6	79.0	67.0	1,458
89 年	18.5	77.9	72.5	1,448
90 年	19.6	79.0	77.5	1,356

表 1.2 國家環境保護計畫廢汙水削減量目標值（駱尚廉、林玉韻，2002）

年 別	總 計			生活汙水			工業廢水			畜牧廢水			
	產生量	削減量	削減率	產生量	削減量	削減率	產生量	削減量	削減率	產生量	削減量	削減率	
	BOD 噸/日		%	BOD 噸/日		%	BOD 噸/日		%	BOD 噸/日		%	
90 年	3885	2529	65.1	892	175	19.6	2254	1781	79.0	739	573	77.5	
國家 環境 保護 計畫 目標	90 年	3873	2339	60.4	873	160	18.3	2200	1782	81.0	800	397	49.6
	95 年	3891	2475	63.6	891	261	29.3	2200	1800	81.8	800	414	51.8
	100 年	3909	2568	65.7	909	343	37.7	2200	1800	81.8	800	425	53.1

因為目前台灣地區下水道並未普及，所以生活汙水跟工業廢水往往搭排至各水利會灌排系統，進而流入農地，造成許多汙染事件，如表 1.3 高雄水利會渠道水質重金屬監測資料顯示，楠梓、岡山、湖內的灌溉水之重金屬都已超過灌溉水質標準，這些含有重金屬的灌溉水在進入農田之後，部分會殘留在土壤中，造成農地重金屬汙染。已發生之土壤重金屬汙染個案分析，如表 1.4 所示。桃園縣之基力化工與高銀化工之鎘汙染；雲林虎尾台灣色料鎘汙染；彰化縣東西二圳鎘米事件都是因為農田附近工廠排放含鎘廢水至灌溉渠道中所引發。

表 1.3 高雄水利會渠道水質重金屬監測資料

工作 站	水 源	幹 線	支 線	80 年	81 年	82 年	83 年	84 年	85 年	86 年	87 年	88 年	89 年
楠 梓 站	***		第一 大排	銅(0.947)	--	鎘(0.05) 鉛(0.47)	--	--	--	--	--	--	鉛 (0.23)
	貯 水 池	枯 評 埤	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	鉛 (0.33)
岡 山 站	阿 公 店 溪	灣 裡 圳	--	--	--	鉻 (0.1)	--	鋅(7.8)	--	--	--	--	鋅(27.92)
湖 內 站	二 仁 溪	石 函 口 圳	--	--	--	--	--	--	--	--	鋅 (2.6) 鉻(1.56)	鋅(6.6)	--

()：為超過台灣省灌溉水質標準之重金屬濃度

***：表示為排水系統，並無用水來源

--：未有監測數據

表 1.4 臺灣地區土壤污染案例統計表

污染場址及來源	污染物	污染型式	污染對象	污染範圍	污染影響
基隆市興業金屬公司	鉛	廢水排放及廢棄物置放	農業用地		
臺北縣泰山鄉	鎘	廢水排放	農業用地		造成鎘米
桃園縣觀音鄉大潭村高銀化工廠	鉛、鎘	廢水排放	農業用地	休耕面積 30 公頃	造成鎘米
桃園縣蘆竹鄉中福基力化工公司	鉛、鎘	廢水排放	農業用地	總休耕面積 約 83 公頃	造成鎘米
彰化市、和美鎮東西二圳沿岸工廠	鎘	廢水排放	農業用地		造成鎘米
彰化縣花壇鄉白沙村農田灌溉渠道上游之整染、電鍍廠	重金屬	廢水排放	農業用地		造成鎘米
雲林縣虎尾鎮臺灣色料廠	鎘、鉛	廢水排放	農業用地		造成鎘米
屏東縣麟洛鄉	鉛	廢水排放	農業用地		造成鎘米
台中縣大甲鎮	鎘	廢水排放	農業用地		造成隔米

資料來源：灌溉水及灌溉渠道底泥對農地污染之影響探討計畫

1-2 研究目的

台灣地區近年來由於汙染量排放之增加，使得水質管理之問題日趨複雜，唯有從產生汙染的源頭著手管理，在尚未汙染河川時，先有些處理機制，使受汙染的水質不直接影響到河川，以確保河川水值在標準範圍內。

然而在台灣加入世界貿易組織（World Trade Organization, WTO）之後，對農業方面造成衝擊，使得許多農產品因為不符合經濟效益，農民們慢慢地荒廢掉農田，或是轉而種植高經濟價值的蔬果花卉。

本論文利用系統動態模式模擬廢汙水隨著灌排系統進入農田後，對於灌溉水汙染、農地土壤汙染、地下水汙染及回歸水影響河川水質作分析。

若可利用荒廢或輪作的農地應用到處理廢汙水上，使其有類似溼地的去汙功能，讓廢汙水在經由灌排系統流到河川這段過程中，先經過處理，達到改善水質的效果，讓流到河川的水質變比較好；在水量方面也可以補助地下水。

在系統動態模式下，利用收集到的現有資料與建立的模式作分析，分別討論點源、非點源汙染對河川汙染的影響。因為其因果迴圈的交互影響，可以清楚知道每個政策對於灌溉水、回歸水水質的改善功效，並針對多個策略加以組合模擬、分析，針對不符合水質標準的

部分施以政策分析模擬，分析政策的可行性，提供制定水污染防治策略之參考。

1-3 研究範圍

本研究以高屏溪流域為研究對象，高屏溪為高高屏地區重要的水資源，為供應本地區之工業、民生、農業用水主要來源之一。目前高屏溪污染分為點源與非點源兩部分，點源污染具有特定的排放源，主要有工業廢水、家庭污水及畜牧廢水；非點源污染則為不定期、非定點排放源，主要為農業活動所造成的污染。圖 1.1 為流域中各集污分區之污染負荷及河川污染現況(高雄縣環保局，1999)，在高屏溪流域中下游各鄉鎮人口稠密，農業及工商業發達，污染來源包括家庭污水、工業廢水、畜牧廢水、垃圾滲出水及非點污染源，無論是何種污染來源，均與人類活動有很大關係，並且對於環境中的地面水、地下水和土壤污染具有極大影響。

在研究地理位置上，本研究選擇以高雄縣之美濃鎮及湖內鄉為案例，由於美濃鎮及湖內鄉灌溉區之灌溉水進入農田後，其回歸水最終會排放回河川，可方便本研究探討廢污水進入農田之污染行為及農田回歸水對原河川水質之影響。

再者美濃鎮灌區是引用較上游荖濃溪的水，湖內鄉則是引用中游二仁溪的水。因此兩區域的灌溉引用水水質分類荖濃溪為甲類水體；

二仁溪為戊類水體，水質差距很大，有比對效果。在工廠分佈上，也是湖內鄉工廠較多，美濃鎮較少，可評估工廠多寡對水質之影響。

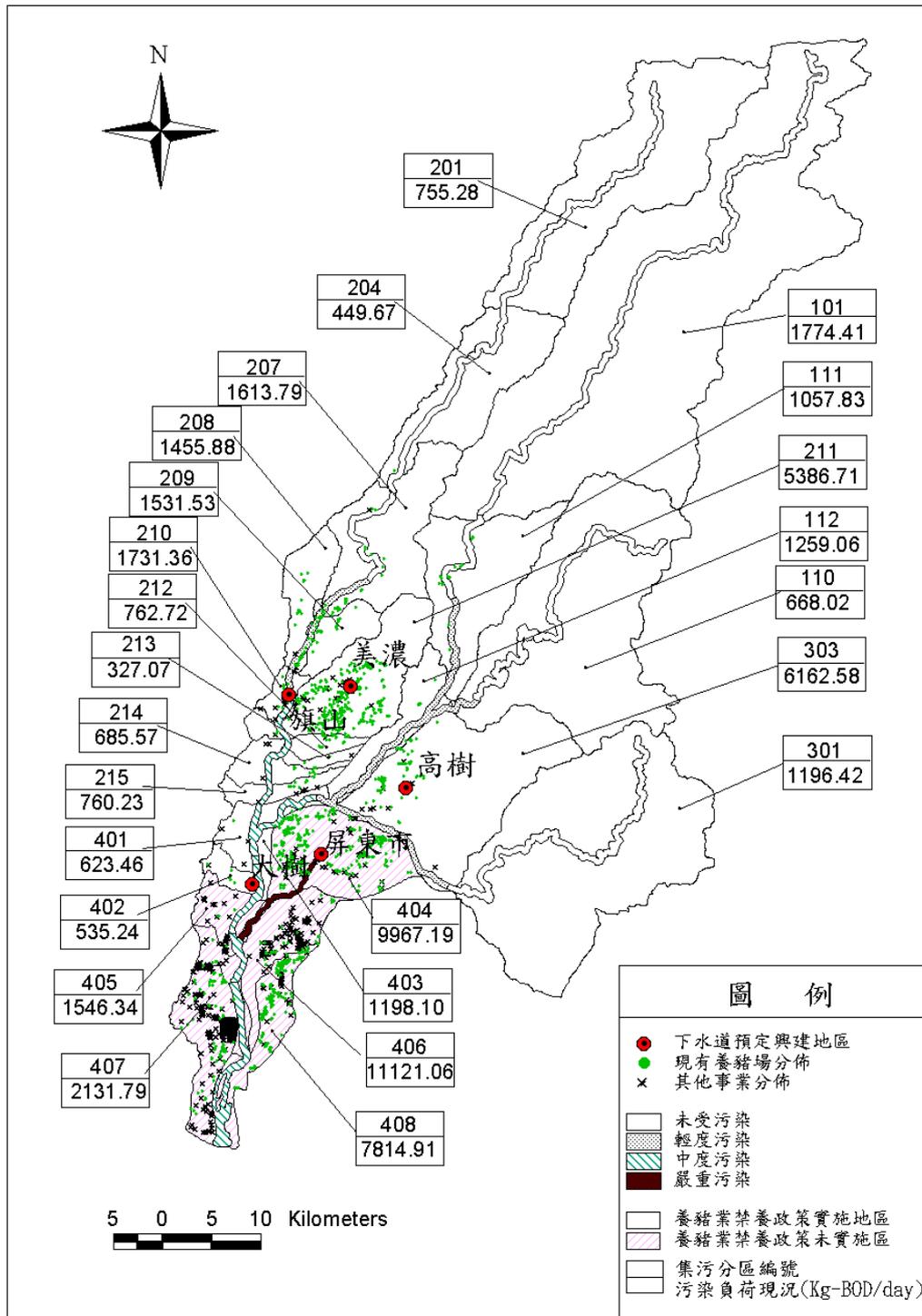


圖 1.1 高屏溪流域各集汙分區污染負荷及河川汙染現況

1-4 研究方法

本研究採用系統動態軟體—Vensim 為模擬工具，系統動態學是一個研究與管理複雜回饋系統的方法，強調系統整體的考量，了解系統所有的組成與組成間交互作用，並藉由電腦的模擬，顯示系統的組成架構、政策、延遲是如何地交互影響與系統發展及穩定。

學習如何建立模式及熟悉軟體功能後，邊以簡例測試模式之正確性，邊參考相關文獻收集整理變數間的關係式，並且找尋廢汙水相關處理機制，以及農田休耕、輪作等對水質水量的影響之相關資料。

確定模式正確性之後，以系統動態學（System dynamic，簡稱 SD）為架構，在以時間為橫軸情況下，作情境模擬，模擬出水質汙染的趨勢。



1-5 研究流程

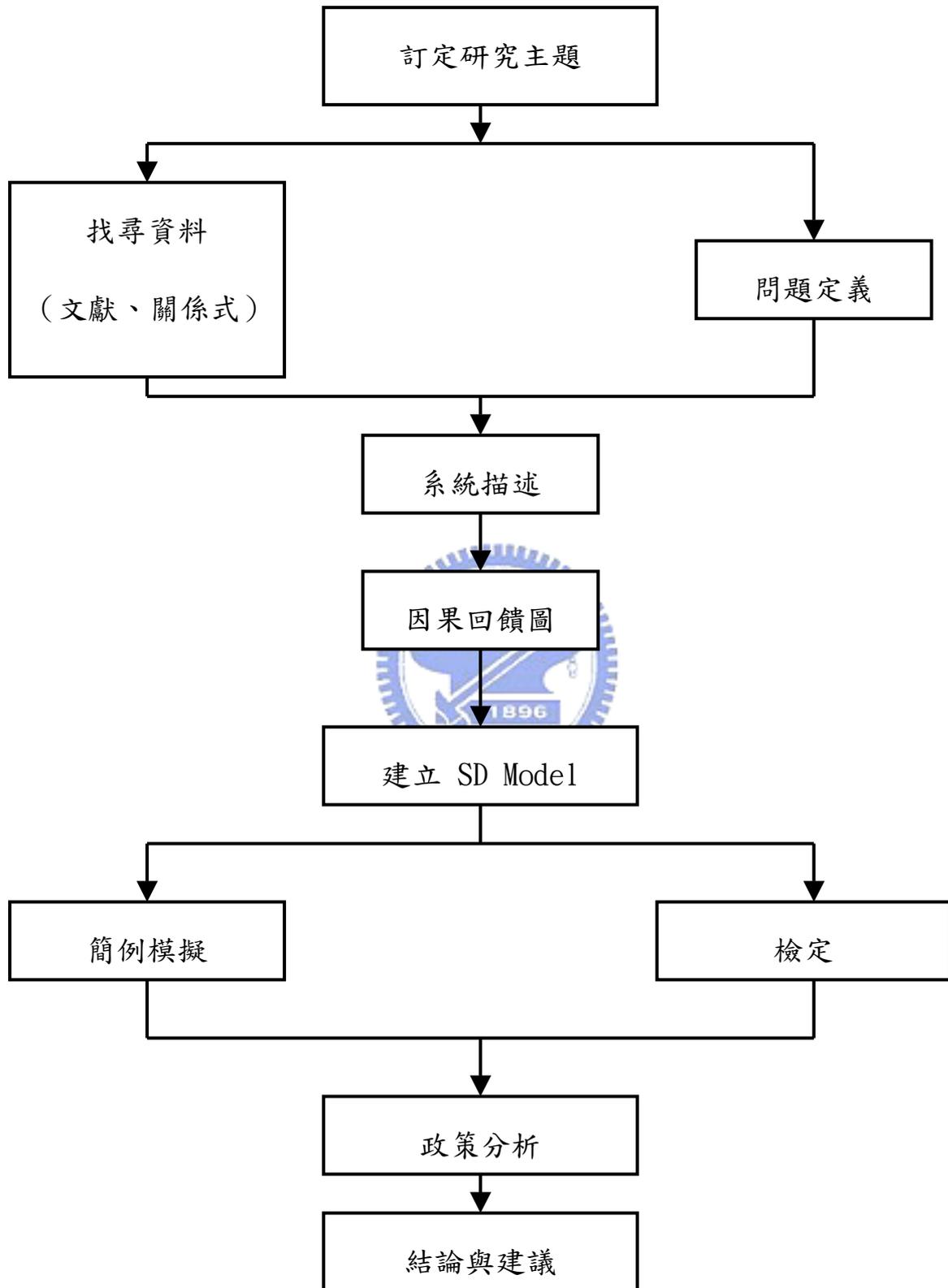


圖 1.2 研究流程圖