

第四章 污染量推估與水質模式建立

4.1 污染量推估所需資料收集與建置

污染量推估的主要目的在於掌握污染源的結構，以作為相關削減策略擬定的依據。由於國內各重要河川流域的污染源分析及污染量推估已散見於許多相關報告中，故收集彙整各類污染量的推估方法並適切改良應用於計畫流域中。為提高推估效率及推估品質，乃透過電腦技術的輔助，結合地理資訊系統(GIS)空間分析及資料處理的功能，將前置作業所收集之各類污染推估流程整合於系統中，而構建一套完整的污染量推估系統，可作為未來污染源分析與探討污染量變化之工具。

而各污染量推估流程主要架構於 GIS 的集污區圖，利用 GIS 為工具，經由中間衍生資料演算計算得各集污區之污染量。由於管制方案及削減政策的改變會影響污染量的推估，故開發之污染量推估系統可針對相關之影響參數值進行手動修改，以隨管制方案與削減政策之實施而更新污染量推估模式，以期能有效輔助各類方案預期污染量推估工作的執行，亦有利於流域管理政策之擬定。

對於污染量推估方面，其各類污染源之推估方式及所需之地理資料庫分析如表 4.1-1 所示，污染量推估主要分為家庭污水、工業廢水、畜牧廢水、垃圾滲出水與非源污染等五大類，所需之地理資料庫包括下列各項：

- 1.流域集污區圖(利用 1/5000 相片基本圖及 1/25000 制式地形圖配合雨水下水道圖描繪之後再進行數化工作)。
- 2.鄉鎮界圖。
- 3.村里界圖。
- 4.聚落(建築區)圖。
- 5.事業點位置圖。
- 6.垃圾場位置圖。
- 7.土地利用圖。

除蒐集調查牛稠溪（朴子河流域）與八掌溪基本資料外，同時進行流

域污染源之全面調查，包括事業、養豬場、社區、工業區、掩埋場、髒亂點等進行定位，並利用調查定位之資料，進行流域污染量之推估。

表 4.1-1 各類污染源污染量推估方式及所需資料分析表

推估類別	推估方式		空間資料	屬性資料
家庭污水	1.以村里人口數為基準 2.以該村里聚落面積為分配依據計算各村里內各聚落區塊之人口數及污染負荷。 3.以各聚落位於集污區內所佔面積比例分配計算各集污區人口數及污染負荷。	○	+	1.村里界圖 2.聚落(建築區圖) 1.村里年度人口數 2.每人每日污水量 3.每人每日污染產生量 4.化糞池處理效率
工業廢水	1.以事業(畜牧業除外)許可排放及稽查管制等資料為主，配合水污費之計算結果 2.以各事業定位位置與所在之集污區計算統計	○	+	1.事業點位置圖 1.產生水量、排放量 2.產生水質、排放水質 3.工廠所屬之工業區 4.設置之專職人員種類 5.行業別
畜牧廢水	1.以農委會鄉鎮頭數報告為計算基礎 2.以鄉鎮聚落面積為分配依據計算各聚落區塊之頭數及污染負荷。 3.以聚落位於集污區內之面積比例分配計算各集污區頭數及污染負荷。 4.排放量以三段式處理效率及設置率、開機率等推估	○	+	1.鄉鎮界圖 2.聚落(建築區圖) 1.農委會統計年報之鄉鎮家禽家畜頭數 2.單位頭數污染負荷 3.區域設置率、開機率
垃圾滲出水	1.主要以行水區垃圾掩埋場為污染源，若未移除僅復育其滲出水視為仍存在。 2.若該垃圾掩埋場滲出水經收集處理後排放，且已納入列管事業之污染量計算(檢查事業污染源)，應不可再重複計算。	○	+	1.行水區垃圾場位置圖 1.垃圾場面積 2.滲出水量、水質
非點源	1.以各類土地利用之單位面積污染產生量為基準推估 2.由各類土地利用現況所涵蓋面積計算污染負荷，以該類位土地利用於集污區內之面積比例分配計算各集污區各類土地利用面積及污染負荷。	○	+	1.土地利用現況圖 1.土地利用型態 2.土地利用型態單位面積污染負荷

4.2 集污區劃分

由於管制方案及削減政策的改變會影響污染量的推估，為能有效輔助各類方案預期污染量推估工作的執行，亦有利於流域管理政策之擬定，本計畫建議將污染量推估架構於集污區圖上，經由中間衍生資料演算計算得各集污區之污染量，以隨管制方案與削減政策之實施而更新各集污區排入河川之污染量。

4.2.1 集污區劃分原則

集污區的判釋，主要根據圖上之等高線走勢判斷水流匯集範圍，並將走勢線描繪於描圖紙上，由於在流域上游高山區域高度變化較為明顯，故判釋較為容易，而在下游地區因地勢平坦，不易判釋，故集污區涵蓋範圍必需考慮實際排水情形，本計畫在參考 1/5000 航照圖及市鎮雨水排水幹線圖後，以較符合現況的方式劃定。除集污區劃定外，每個集污區會有一個排入點，排入點的位置決定於最主要排水幹渠上。集污區劃定原則如下：

- (一)以水系流向為主（利用等高線判定其水流方向），範圍儘可能配合行政區界(如村里鄰界)。
- (二)每一集污區內皆含一條大支流（或大排水路）。
- (三)中、下游都會區之集污區劃定，則以都市排水系統資料為主。
- (四)考慮地面水體分類界線。

4.2.2 集污區劃分結果

在參考前述相關資料並考量未來之相關水質模擬結果之應用性及模式校正資料(水質監測資料)的可及性，參考「90 年飲用水水源水質保護工作執行計畫」，將牛稠溪與八掌溪（流經本市部分）劃分為 2 個集污區，除集污區劃定外，每個集污區會有一個排入點，排入點的位置決定於最主要排水幹渠上，並同時繪於描圖紙上。各集污區之代碼、名稱、排入點名稱及位置說明如表 4.2.2-1 所示，牛稠溪與八掌溪（流經嘉義市部分）集污區劃定之區域如圖 4.2.2-1 與圖 4.2.2-2 所示，其中西區排水其集污區範圍較小因此將其併入嘉義大排集污區，各集污區涵蓋之行政區域如表 4.2.2-2 所示。

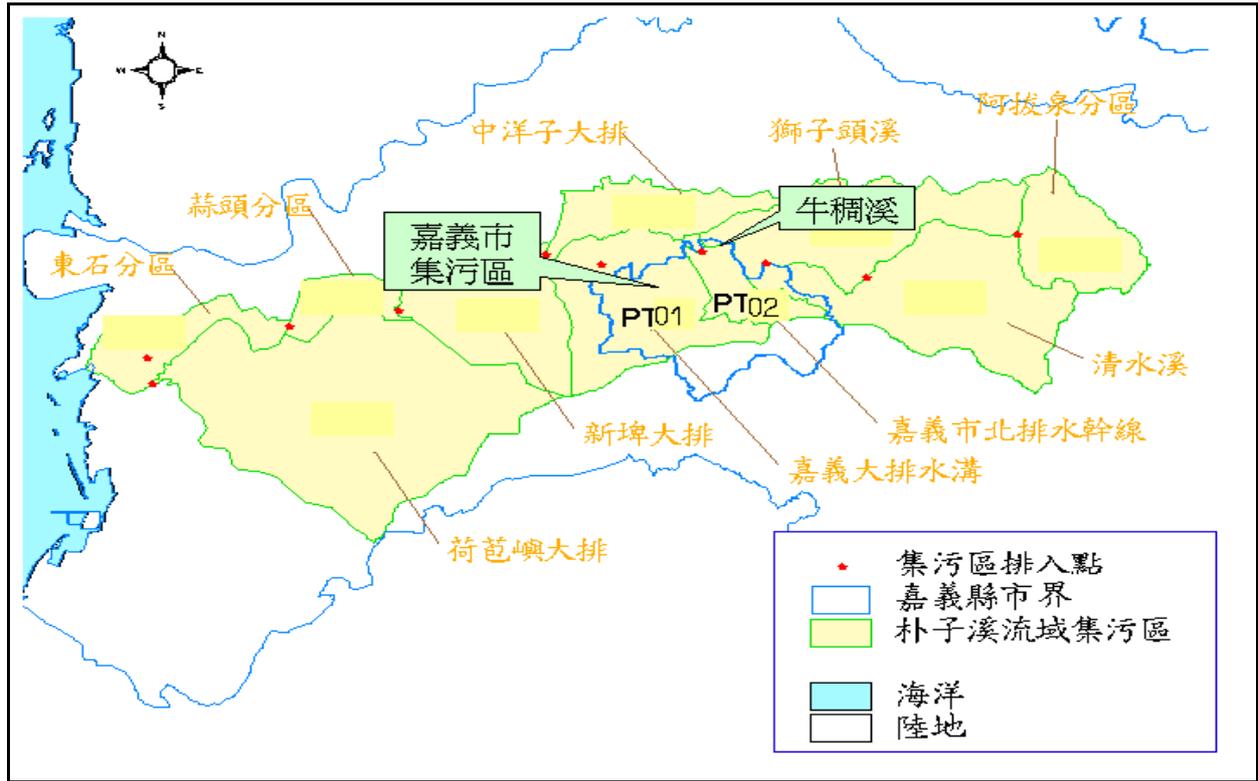


圖 4.2.2-1、牛稠溪(流經嘉義市)集污區劃分圖



圖 4.2.2-2、八掌溪(流經嘉義市)集污區劃分圖

表 4.2.2-1、牛稠溪與八掌溪（流經本市）集污區名稱及代號

集污區代號	集污區名稱	排入點	排入點距出海口距離 (km)
牛稠溪流域			
PT01	嘉義大排水溝	大排排入點	33.4
PT02	北排水幹線	北排幹線排入點	39.6
八掌溪流域			
BZ01	嘉義南幹排水分區	南幹排水排入點	45.5
BZ02	蘭潭水庫分區	支流排入點	49.5

表 4.2.2-2、牛稠溪與八掌溪（流經本市）集污區涵蓋行政區域一覽表

集污區	面積(公頃)	鄉鎮別	涵蓋村里
嘉義大排水溝	5239.6	西區	保安里、新厝里、北湖里、竹村里、湖邊里、下埤里、重興里、大溪里、竹圍里、福全里、竹文里、小湖里、港坪里、頭港里、康莊里、自治里、磚里、驛站里、義昌里、菜園里、中庸里、學圃里、書院里、福松里、集英里、力行里、西平里、育英里、新西里、導民里、華明里、培元里、垂楊里、劉厝里、翠岱里、福民里、自強里、車店里、致遠里、美源里
		東區	仁武里、東仁里、大街里、建國里、文昌里、蘭井里、祐民里、初陽里、府路里、龍山里、安平里、鎮南里、神農里、震安里、光復里、芳草里、新開里、宣信里、興南里、豐年里、芳安里、安寮里、頂寮里
北排水幹線	1311.8	西區	香湖里、北榮里、長安里、榮檜里、慶昌里、北杏里、民生里、通運里、慶昇里、社內里、大業里、功科里、民安里
		東區	後庄里、新店里、圳頭里、荖藤里、後湖里、頂庄里、中庄里、仁義里、太平里、檜村里、泰安里、王田里、雲霄里、長竹里、社口里、北城里、內安里、東川里、東平里、東噴里、仁和里、希康里、東山里、東安里、崇文里、志航里、短竹里
嘉義南幹排水分區	1018	東區	新開里、宣信里、興南里、豐年里、芳草里、芳安里、頂寮里、安寮里、興村里、興安里、興仁里
蘭潭水庫分區	1056	東區	短竹里、長竹里、鹿寮里、盧厝里

參考資料：90 年度本市飲用水水源水質保護工作執行計畫與本計畫整理

4.3 污染量推估

河川污染的來源，依污染排入河川之方式可分為點污染源(Point Source)和非點源污染 (Non-Point Source)。點污染源係指家庭污水、工業廢水、畜牧廢水及垃圾滲出水等有特定排放來源者；非點源污染則指都市暴雨逕流、農業迴歸水等無法追究其排放對象者。故本計畫中之污染量推估乃以此五類污染源為主。本計畫進行之污染量推估包括生化需氧量(BOD)、氨氮(NH₃-N)等，各類污染推估流程如圖 4.3-1 所示，而其中大多需應用地理資訊系統加以整合，其推估分析之流程示於圖 4.3-2，本章節就牛稠溪與八掌溪（流經本市部分）流域五項主要之點污染源推估方式說明如後。

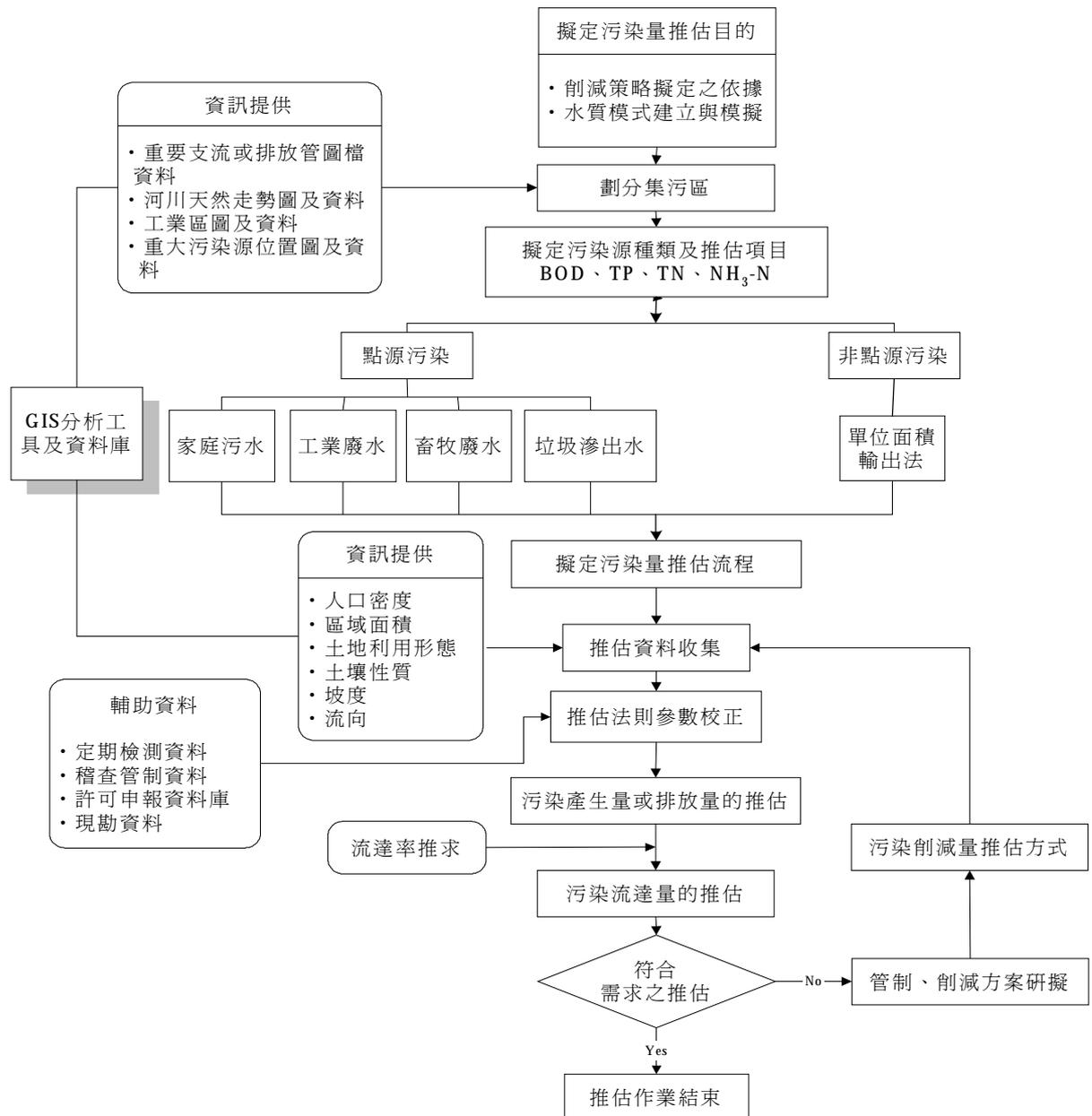


圖 4.3-1、污染量推估整體作業流程

現況推估	流域之集污區	空間資料	屬性資料	衍生資料	資料進階利用	
		+	村里界圖	推估完成之人口數	○ 各集污區之人口分佈數量	家庭污水之污染量推估
		+	事業點污染源位置圖	水質 水量 工廠所屬之工業區 設置之專職人員種類	○ 各集污區三種推估法下工廠總數統計及污水排放總量資訊	工業廢水之污染量推估
		+	畜牧業位置圖 鄉鎮界圖	各鄉鎮所養家禽頭數 處理設備有無 列管與否(豬隻頭數>20) 水質水量	○ 各集污區所分配之家禽頭數	畜牧廢水之污染量推估
		+	垃圾場位置圖	面積 滲出水量 水質	○ 各垃圾場所屬之集污區及影響範圍	垃圾滲出水之污染量推估
		+	農林地分佈圖	面積(圖檔自動提供,不須人工建置)	○ 水、旱田佔各集污區之面積大小	非點源之污染量推估
		+	高程圖 土壤圖 土地利用圖 模擬網格	地形參數 降雨資料 污染指標 土質型態	○ 各網格相關資料(坡度、流向、污染程度、土質特性-----)	非點源污染量之模式推估

圖 4.3-2、GIS 應用於污染量推估之綜合分析

4.3.1 生活污水

一、產生量推估

家庭污水污染量的推估是以每人每日產生的單位污水量及單位污染量乘以推估目標年之人口數而得。因此在此方面之推估主要單元為人口數、每人每日污水量、每人每日污染產生量三項。

估算之現況人口數，是以本府戶政機關所提供之 94 年 10 月份最新人口資料為現況人口數計算基準。

有關每人每日污水產生量之推估是以每人每日之用水量乘上一係數而得，一般係數值約在 0.68-0.9 之間(如表 4.3.1-1 所示)，而採用範圍平均值 0.8 作為推估係數。每人每日用水量資料則參考經濟部水利署(前水資源局)之生活用水量統計資料，統計台南地區 90 年之自來水公生活用水之用水量，和根據經濟部水資源局之生活用水量統計資料，本市每人每日用水量為 317 公升。朴子河流域主要位於嘉義縣市境內，因此用水量估算以本市之用水量為估算基準。綜合以上資料，所採用之每人每日污水產生量為 253.6 公升。

在每人每日污染產生量的推算方面，BOD 參考民國 84 年「全國水污染防治方案研討會」中建議值，52.8g/人天，為本計畫之 BOD 污染產生量；總氮 12g/人天；氨氮 7.2 g/人天；總磷 2g/人天。污染量的產生會受生活水平與飲食習慣的影響，然由於估計各種社經因素成長量已趨緩，因此推估之污染量預估至 94 年為止，無年增率。

二、排放量推估

排放量乃由排放量考量既有處理設施之削減率後計算而得，考量目前可能之既有處理設施包括兩種：化糞池及下水道接管。

生活污水分為糞尿及雜排水兩種，故取化糞池所收集為生活污水中之 33.33%(化糞池設置率取為 100%)，而化糞池對 BOD 之去除效率為30%、對 SS 去除率約為40%，對於氮、磷則無去除效率。

雖然目前本市之公共污水下水道系統尚未建置完成，但將來完成之後，若該區域設置有社區污水下水道或已納入公共污水道系統接管者，則該污染量計算會列入事業廢水中，故真實之家庭污水由該下水道服務範圍之村里將其人口數扣除該下水道服務人口數(參考申報資料)。由扣除後之人口數再進行後續污染產生量及排放量推估。

由於本市目前下水道尚未完成，因此假設生活污水由化糞池處理（占 33.33%），BOD 去除效率預設為 10%(33.33%×30%)，氮與磷去除效率為 0%。

表 4.3.1-1、臺灣各地區污水量與用水量之比值表

地區	比值	參考書籍或報告
臺南市	0.8	臺南市污水下水道系統規劃報告
臺南市民國 66 年實測	0.68	臺南市污水下水道系統規劃報告
臺阿公店	0.8	臺阿公店特定區雨水污水規劃報告
中興新村內轆	0.8	內轆污水處理廠擴建工程設計報告
豐原鎮	0.8	豐原鎮雨水污水道系統規劃
高雄市	0.8	高雄區域污水下水道系統初步規劃報告
高雄市	0.8	高雄市污水下水道系統規劃
林口新市鎮	0.8	林口新市鎮自來水及下水道系統規劃報告
馬公鎮	0.8	馬公鎮雨水及污水道系統規劃報告
大臺北區	0.9	CDM 臺北區衛生下水道規劃綱要
民生東路	0.7	都市污水處理後再利用可行性研究(I)
中興新村中正路	0.7~0.74	都市污水處理後再利用可行性研究(II)
中興新村內轆	0.7	都市污水處理後再利用可行性研究(III)
臺灣地區	0.7~0.8	工業廢水處理之研究(IV)
臺灣地區	0.7-0.9	河川流域經營管理與成效評估 ¹
臺灣地區	0.8	臺灣地區家庭污水量及污染量推估研究 ²

資料來源：1.河川流域經營管理與成效評估，環保署，90 年。

2.臺灣地區家庭污水量及污染量推估研究，營建署，91 年。

三、集污區分配方式

由於人口數雖以村里為統計單位，但若以村里為單位進行人口分布之計算依據，因人口主要還是集中在建築區，尤其在山區其分布之推估常過於失真，因此利用 GIS 空間分析功能，將各村里人口依該村里所包括聚落建築區之面積比例原則分配於各建築區中，可得各村里建築區人口數，再將村里建築區圖與流域之集污區圖套疊，並依切割之面積比例計算各集污區之人口數，污染負荷分配方式亦同。尤其對於山區部分，此種推估方法較能符合現況。

四、各集污區生活污水污染量推估結果

生活污水之污染量推估流程如圖 4.3.1-1 所示，各集污區生活污水污染排放量推估結果列於表 4.3.1-2。

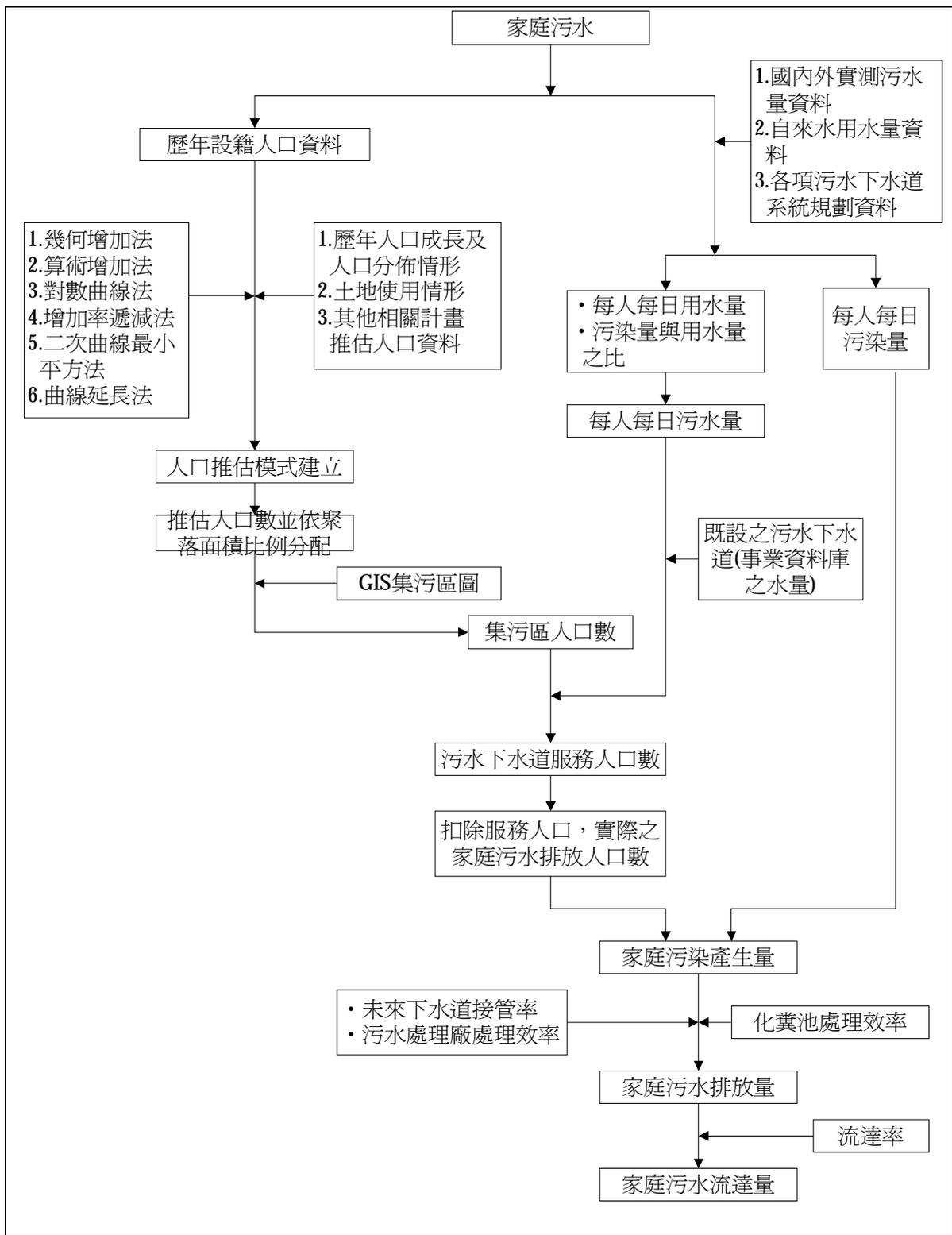


圖 4.3.1-1、家庭污水污染量推估作業流程

表 4.3.1-2、各集污區生活污水污染排放量推估結果

集污區代碼	集污區名稱	人口數	污水量	BOD	NH ₃ -N	TN
		(人)	(CMD)	(Kg/day)		
牛稠河流域						
PT01	嘉義大排水溝	140761	35697.0	6689.0	1013.5	1689.1
PT02	北排水幹線	80989	20538.8	3848.6	583.1	971.9
	總計	221750	56235.8	10537.6	1596.6	2661.0
八掌河流域						
BZ01	嘉義南幹排水分區	39719	10072.7	1887.4	286.0	476.6
BZ02	蘭潭水庫分區	10520	2667.9	499.9	75.7	126.2
	總計	50239	12740.6	2387.4	361.7	602.9

資料來源：1.本府戶政機關之人口統計網站，民國 94 年 10 月。

4.3.2 事業廢水

雖然事業定義上包含畜牧業，但由於畜牧業污染量有其特殊性，另將其單獨列為一類污染源獨立計算，因此本項污染源所指事業係不包括畜牧業之其他所有水污染防治法所定義行業別之事業。

由於本項污染源之污染量資料其產生量及排放量資料主要皆由「事業水污染源許可管制資料庫」各項欄位資料整合計算而得，且目前為徵收水污費，環保署亦已研擬一套計算各家事業污染量之彙算辦法，作為收費之依據，因此本項推估基本上將依循其模式，再考量可能為列徵收對象之補強計算方式，作為事業廢水污染量推估之依據。

一、產生量及排放量推估原則

由於事業廢水及污染量會因行業類別、使用原料、製造過程及產品的不同而有極大的差異，因此工業所產生之污染量推估需要多方參考現況調查資料。本項推估將依據環保署「事業水污染源管制資料庫」之許可審查、定期檢測申報(DMR)、稽查檢驗值、全面清查修正值等資料比對計算並參照環保署水污費徵收之污染量計算方式，此外並將參考各行業廢水水質特性等資料推估各項資料缺乏之事業。

根據資料的正確性及完整性，將目前事業污染量之推估方式分為四大類，說明如下：

(一)位於設有聯合污水處理廠工業區內的事業

工業區若設有聯合污水處理廠，該工業區內之此事業廢水皆納入工業區的污水處理廠集中處理，不需單一事業計算其污染量，因此可依污水處理廠之進流水及放流水資料(水質及水量)，計算出該工業區所有工廠的污染總產生量及總排放量。朴子河流域內雖設有本洲等工業區，但該工業區目前進駐之事業單位甚少，且工業區之聯合污水處理廠尚未正式運轉，因此區內事業單位仍分別獨立計算其污染量。

(二)位於工業區外而目前於本局中有水質水量紀錄之事業

此類事業為列管之對象，該類事業基本上具有完整之水質、水量資料，因此可依其許可資料直接計算各事業污染排放量。但由於許可資料五年才須辦理展延或變更，考量該資料有可能未能完全符合現況，故配合近期之定檢值、稽查記錄及查核資料，若該廠具有此項資料，則與許可值相較，並比照水污法收費辦法，在稽查記錄或查核、定檢值中之最大排放值超過 1.1 倍許可排放值的情況下，則以該筆資料為計算基準。對於部分列管對象其申報資料僅有進流水部分者，則假設其事業無處理效率，污染產生量會等於污染排放量。

(三)位於工業區外屬於列管對象且未申報水質或水量資料之事業

因這類事業的污染量相關資料不足，則以其許可審查資料中之實際排水量作為其廢水排放量，並用放流水標準或參考行業廢水特性來假設其排水水質，其設定推估條件如下

1.沒有申報水質

水污染防治法中有行業別放流水排放標準之水質項目，以放流水標準為其排水水質，而法規中無特別明訂區分適用所有事業之統一標準水質項目者，則參考其行業特性給予適當之水質估算值。

2.沒有申報水量

沒有水量申報資料之事業則根據其所核發之許可資料中之實際排水量作為其排放廢水量。

(四)疑似列管事業

此類事業若其排放量資料不全時，則假設水量為 50CMD，水質則參考行業廢水性質進行推估(參考表 4.3.2-1)。由於非列管工廠資料的收集較為困難，故在排放資料不齊全的情況下，採用較保守的估計方法，認為其無處理廠處理效率，統一假設其產生量即為排放量。

表 4.3.2-1、各行業之事業廢水濃度值

行業別	BOD 濃度(mg/l)	NH ₃ -N 濃度(mg/l)	TN 濃度(mg/l)
化工業	500	79	110
毛條業	3160	160	160
染整業	180	—	25
食品業	300	35	50
修車廠	70	—	3
造紙業	400	—	85
製藥業	1270	—	90
紡織業	200	—	70
醱酵業	300	114	125
石化業	523	100	165

資料來源：廢水脫氮之重要性及相關法規，工業污染防治中心，民國 84 年。

二、資料庫篩選更新方式

由於事業污染量之推估方式甚為複雜，依據事業資料庫特性分析，撰寫一擷取推估程式，將相關推估及初步查詢所需之基本資料、水質、水量資料等進行整合提供本系統使用，並由本系統提供啟動該擷取推估程式之按鈕，於進行系統查詢及推估前執行該程式進行資料庫之即時更新，如此可即可於目前原系統之運作環境下取得與事業資料庫之同步一致性。

依據前述推估原則及資料庫資料特性再經由深入之需求分析，本擷取推估程式之推估方式及擷取輸出資料設計如下：

(一)基本資料

擷取輸出水污染源管制資料庫所有記錄之廠家資料，所需之基本資料包括管制編號、機構名稱、機構地址、管理單位地址、列管狀態、列管狀態之起始日期、運作狀態、放流水標準行業別、應設專責人員、所在工業區、目前停工之起始日期、納管至下水道系統之管制編號、納管至下水道系統之機構名稱等項目。

(二)污染量相關資料

擷取並進行推估與污染量相關之資料，項目包括事業之「產生水量」、「排放水量」、各種「產生水質」、各種「排放水質」等資料，以及「其他參考欄位」資料，相關之考量說明如下：

1.選取原則

基於污染量之呈現以「能反映目前實際排放之污染量」為目標，原則上水質水量之推估方式乃以稽查、定期檢測申報、許可、行業廢水特性、法規定義參考等各種方式進行優先順序式，無則往下遞延選擇分析方式進行分析，並且將非列管、納管與否、停工否亦納入考量。

2. 「行業廢水特性」之水質項目設定

放流水質將參考行業廢水性質進行推估，此部分蒐集相關文獻及工業局污染防治服務團等相關資料持續進行比較分析及修正，經本計畫搜集分析後，主要以工業局污染防治服務團之各行業污染負荷特性表為主，由於其項目主要為以 COD、BOD 及 SS 為主，故在氮、磷方面之個別行業適用項目之污染特性則亦參考工業局污染防治服務團之相關特性表加以修正，其行業特性如前表 4.3.2-1 所示。

3. 法規定義參考中「放流水行業別標準」之水質項目設定

推估方式中，若前面各項資料皆無法取得，則需以「放流水行業別標準」所規範之水質項目為依據者，其取用之排放水質以個別行業適用項目所對應之放流水標準值作為推估依據。

4. 其他參考欄位

為確保資料之應用性，故需要其他參考欄位，包括『資料項目』以及『資料日期』等，以便對於產生水量、水質以及排放水量、水質之選取來源加以紀錄，作為未來追蹤資料來源之用，記錄之內容如表 4.3.2-2 所示。

表 4.3.2-2、其他參考欄位說明表

類別	資料項目	資料日期
水質	稽查	稽查日期
	定檢	定檢檢驗水質之日期(定檢申報日期)
	許可	許可檢驗水質之日期(許可申報日期)
	標準	放流水標準值之訂定日期，例如，87.08.26
水量	定檢	定檢申報日期
	許可	許可申報日期
	最低	填入 70.01.01

(三)稽查事項相關資料

為提供事業稽查管制相關資料分析，本擷取推估程式另加入稽查相關分析之主要項目，以擷取事業資料庫中之稽查紀錄，其方式為於時間區間內(例如：民國 90 年至今)列出所有稽查記錄之稽查日期、稽查編號、處理設備設置狀況、處理設備開機狀況、合格狀況，說明如下：

1.處理設備設置狀況

於稽查紀錄中之『設備檢查』狀況紀錄為『無處理設備』者，即視為無處理設備。

2.處理設備開機狀況

於稽查紀錄中之『操作檢查』狀況紀錄為『操作正常』者，即視為處理設備操作正常。

3.合格狀況

於稽查紀錄中之『隨機取樣』以及『業者功能測試觀察』狀況紀錄為『合格』或『符合規定』者，以及『採樣檢驗』之各項目『符合放流水標準判定』，則視為合格。

因此依據前述稽查資料之擷取，系統將可進行區域之處理設施設置率、正常操作率、合格率等。

三、集污區分配方式

根據事業之定位成果，可獲知各事業污染源的所在位置，藉由與集污區的套疊，統計各區內包含之工廠家數，將該集污區包含之所有事業污染量加總即可得之。本項污染量推估流程如圖 4.3.2-1。

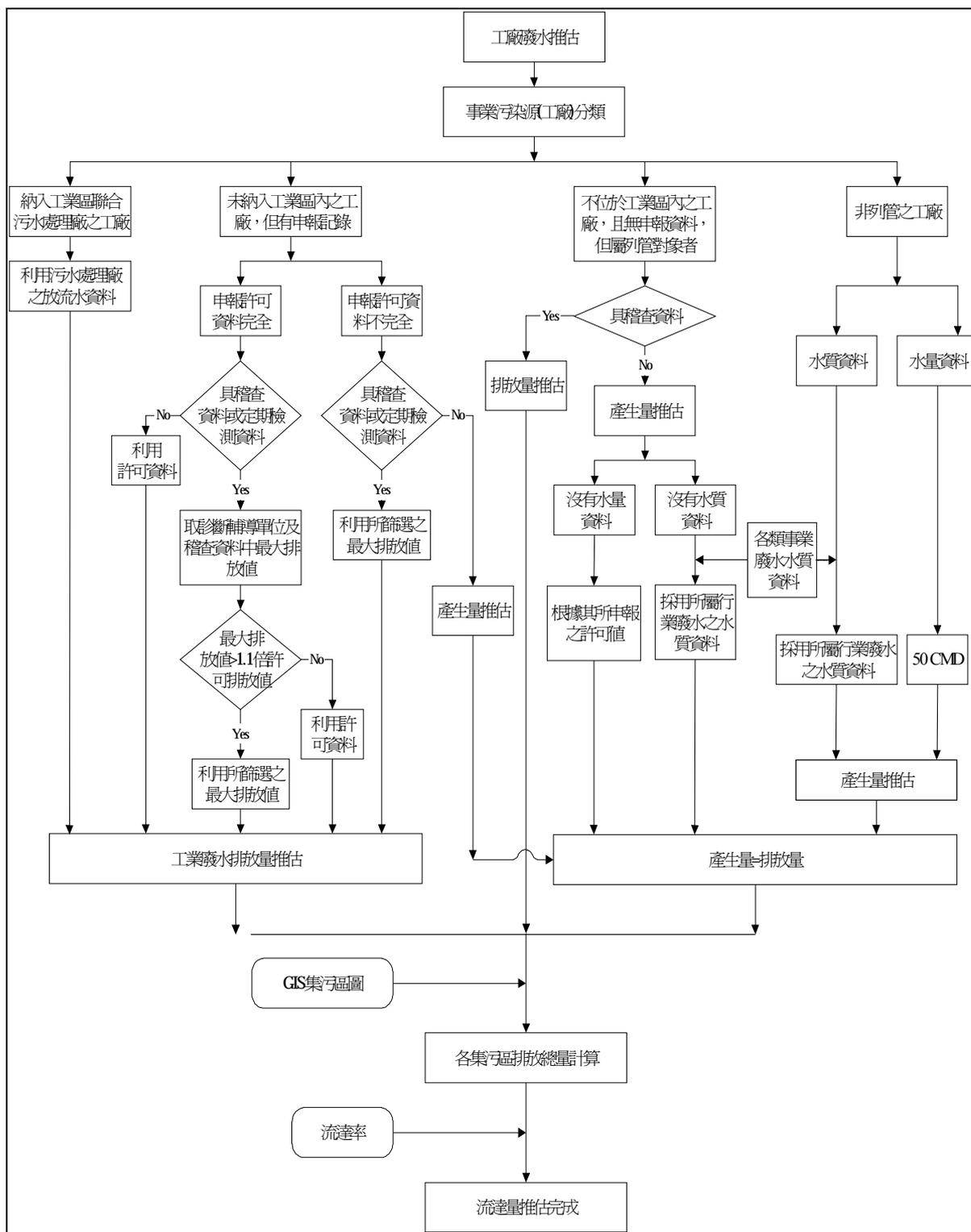


圖 4.3.2-1、工業廢水污染量推估作業流程

四、各集污區事業廢水污染量推估結果

各集污區事業廢水污染排放量推估結果列於表 4.3.2-3。

表 4.3.2-3、各集污區事業廢水污染排放量推估結果

集污區代碼	集污區名稱	列管事業數	污水量	BOD	NH ₃ -N	TN
		(家)	(CMD)	(Kg/day)		
牛稠河流域						
PT01	嘉義大排水溝	25	5437.0	326.2	137.2	228.7
PT02	北排水幹線	18	2337.9	132.5	58.3	97.2
	總計	43	7774.9	458.7	195.5	325.9
八掌河流域						
BZ01	嘉義南幹排水分區	25	886.2	59.1	4.7	7.8
BZ02	蘭潭水庫分區	2	0.00	0	0	0
	總計	27	886.2	59.1	4.7	7.8

資料來源：1.水污染源資料庫

4.3.3 畜牧廢水

畜牧污染量主要來自於所飼養的家禽家畜，包括豬、牛、雞、鴨，其中雞多為圈養式，且排泄物含水量低、產量少，故不列入推估對象中；而牛、鴨飼養的數量對環境污染的程度，遠不及豬對環境品質影響的衝擊大，故畜牧廢水的推估主要以豬為主。如同生活污水污染量之推估，本項推估亦分為產生量及排放量。

一、產生量推估

畜牧廢水污染量推估將以單位豬頭數所產生的單位污水量及單位污染量乘以其豬頭數而得。因此在此方面之推估主要單元為豬隻頭數、單位頭數污水量、單位頭數污染產生量三項。

(一)豬隻頭數

豬隻頭數之計算殊為不易，主要是養豬戶名單及其在養頭數無法取得。事業許可資料中雖有畜牧業可取得大部分 20 頭以上養豬戶名單，但其在養頭數因變動非常大，資料庫中所能掌握實為有限，目前參考資料庫中養豬頭數調查數，表 4.3.3-1 列出各集污分區之養豬頭數。

表 4.3.3-1、各集污區養豬頭數及處理設施開機率統計資料

集污區名稱	豬隻數	開機率	集污區名稱	豬隻數	開機率
嘉義大排水溝	900	60%	北排水幹線	1100	60%
嘉義南幹排水分區	1440	60%	蘭潭水庫分區	186	60%

資料來源：1.水污染源資料庫，94 年 7 月

2.環保署「朴子河流域污染整治實施計畫推動辦理情形報告」，90 年 12 月

3.環保署「朴子河流域非點源污染分析調查及整治規劃」，91 年 12 月

(二)單位頭數污水量

養豬廢水之廢水量受到豬隻每日糞尿排泄量、本身之生理特性、及養豬戶之沖洗豬舍習慣而略有差異，不同體重之豬隻在任意飼料或限食飼料下其糞尿量有所差異。除了豬隻所排放的糞尿外，每日清掃豬舍之沖洗水量，亦為計算養豬廢水之重要指標。台灣之養豬戶習慣以水沖洗地面，夏季並為豬隻沖涼，廢污之稀釋率約在 5~15 倍之間，根據歷年來養豬戶申報的水量資料所作的統計分析結果及相關研究報告，本計畫推估所使用每頭豬所排放的廢水量約為 40L/day。

(三)單位頭數污染產生量

在水質方面，養豬廢水的主要污染來源為豬糞尿中之固體物及液體，加上部份飼料濺落以及豬舍之沖洗廢水，其中污染物 90%來自豬糞尿，僅有 10%來自飼料及其他。豬糞尿廢水一般皆屬於高污染廢水，固體物量佔總廢水的 20~30%，而其 pH 值則在 7.0~9.0 左右，新鮮豬糞尿廢污之生化需氧量約為 50,000~90,000 mg/l，因此污染量相當大。以新鮮豬糞尿的組成來看，豬糞中水分佔 72~80%、有機物(含粗蛋白、纖維素及脂類)佔 12~25%、總氮佔 1.45%、磷佔 0.19%及氧化鉀 0.6%，豬尿的主要成份則為尿素及銨態氮。

豬糞尿廢水之理化性質受豬隻的生理狀況、飼料品質及量與環境因素影響，另外像豬體重、性別、活潑性及品種、對飼料之消化性、蛋白質及纖維素等其成分、豬舍溫度、溫度、飼養的方式、沖洗方式及沖水量等，都會影響豬糞尿廢水之性質。本計畫採用之污染量乃依據民國 91 年 4 月 31 日，行政院農業委員會與行政院環境保護署針對「養豬業(或畜牧場)估河川流域污染比率資料之引用，建請能以合理之科學方法估算以釐清產業責任乙案」所作之決議，對畜牧廢水每頭豬每日污染產生量乃根據「高屏地區水源保護區養豬污染源改善評鑑」報告之研究成果，每頭豬平均每日生化需氧量產生 100 公克，其污染

產生量，皆為國內專家學者之研究成果並經評估加以引用，其污染量數據資料具科學性。綜合言之，本計畫畜牧廢水污染量推估所採用之各污染產生量為 BOD 100g/頭/天、TP 5.4g/頭/天、TN 26.7g/頭/天與 NH₃-N 16g/頭/天。其餘家禽家畜則暫不予考慮的方式進行畜牧污染量推估。

二、排放量推估

排放量之推估考量養豬廢水三段式處理之處理效率，依據農委會相關資料及環保署近年來針對養豬廢水實際現勘調查結果，目前養豬戶大多已設置三段式處理設施，設置率達 95%，但在實際操作上大部分第三段好氧處理部分皆未能正常發揮功能，實際僅約 1%~2%可正常操作達處理效率，有部分雖有正常開機但未能發揮第三段處理功能，僅只有二段之處理效率，此部份約佔 40%，甚至有一大部分連固液分離也未能確實操作而僅是進入厭氧池，則其僅如化糞池般作用處理，效率更低。此外在處理效率方面，依據農委會相關資料，若操作正常發揮其處理效率則 BOD 及 SS 去除率可達 97%，若僅是開機故只有二段之處理效率則其去除率為 90%，若僅設置而未開機操作者視同僅有化糞池之作用，則其去除率約為 30%；NH₃-N 去除率方面操作正常發揮處理效率為 65%，若未正常操作則無去除率；總磷去除率操作正常發揮處理效率為 10%，若未正常操作則無去除率。

相關事業處理設施開機率則參考環保署「朴子河流域污染整治實施計畫推動辦理情形報告」、「朴子河流域非點源污染分析調查及整治規劃」，各集污區處理設施開機率見表 4.3.3-1，94 年現況污染量即根據上述數據進行畜牧污染排放量之推估。

三、集污區分配

畜牧廢水污染量推估最困難部分為集污區之分配上，由於目前推估頭數之基礎係以鄉鎮為單元之頭數統計，因此最直接之方式為以鄉鎮與集污區之疊合依面積比例方式計算，但鄉鎮區域過大，如此估算將與實際之分佈情形差異相當大，因此需就分配方式進一步探討。在此提出兩種方式選擇：

(一)以列管畜牧業點定位與鄉鎮頭數比較

首先從水污染事業資料庫中篩選畜牧業的名單，並根據鄉鎮別統計各村里所申報列管之總豬頭數，將其與農委會鄉鎮在養頭數年報相

較，其間之差額則為非列管頭數。由於列管畜牧業具有座標資料，可藉由集污區套疊統計各區之列管豬頭數，而非列管部分則假設其平均分配於該鄉鎮所涵蓋之建築區內，再根據集污區與所佔鄉鎮建築區的面積百分比，計算所分配到的頭數。兩者皆以推估係數進行排放量的計算。最後將列管及非列管污染量加總即為各集污區的畜牧污染總量。

(二)鄉鎮頭數依面積比例分配於聚落(建築區)

由於資料庫中各畜牧業頭數資料與實際在養之頭數落差甚大，事業許可管制制度中對於養豬頭數之資料原就缺乏查核更新之機制，因此以許可資料之養豬頭數作為推估計算較不能符合現況，故評估另一種推估方式是假設鄉鎮豬隻先依面積比例法平均分配於該鄉鎮所涵蓋之聚落(建築區)，再由集污區與聚落(建築區)疊合以面積比例法計算集污區的總頭數，利用頭數乘上推估參數(單位水量、單位污染量)的做法，計算畜牧污染量。

經過實際推估結果評估比對，第二種方式之結果應可接受，故本計畫採第二種依面積比例分配於聚落(建築區)方式進行推估。

四、各集污區畜牧廢水污染量推估結果

各集污區畜牧廢水污染排放量推估結果列於表 4.3.3-2。

表 4.3.3-2、各集污區畜牧廢水污染排放量推估結果

集污區代碼	集污區名稱	豬頭數	污水量	BOD	NH ₃ -N	TN
		(頭)	(CMD)	(Kg/day)		
牛稠河流域						
PT01	嘉義大排水溝	900	36.0	30.6	8.8	14.7
PT02	北排水幹線	1100	44.0	37.4	10.7	17.9
	總計	2000	80.0	68.0	19.5	32.6
八掌河流域						
BZ01	嘉義南幹排水分區	1440	57.6	49.0	14.1	23.5
BZ02	蘭潭水庫分區	186	7.4	6.3	1.8	3.0
	總計	1626	65.0	55.3	15.9	26.5

4.3.4 垃圾滲出水

台灣地區由於地狹人稠，垃圾場用地取得不易，故垃圾的處理多利用河川地、荒地堆棄或做簡易的掩埋，但由於大部份垃圾場在規劃時都未預先於底部鋪設不透水層及裝設滲出水收集系統，因此造成垃圾滲出水有間接或直接污染土壤、地面水及地下水水源之虞，其污染量與前述

污染源比較雖佔比例甚小，但仍應加以估算以力求完整。牛稠河流域（流經本市）內垃圾掩埋場相關資料整理於表 4.3.4-1，而八掌河流域（流經本市）內無垃圾掩埋場。

表 4.3.4-1、朴子河流域垃圾掩埋場資料表

所屬集污區	名稱	管理機關	用地地址	使用情形	啟用日期	掩埋面積 (m ²)
PT02	本市垃圾掩埋場(東區)	本局	嘉義市崎頂段七、八地號	已封閉	880213	13210

資料來源：1.環保署，台灣地區一般廢棄物處理場環境資訊系統

有關垃圾滲出水方面之推估方式亦分產生量及排放量兩方面加以說明。

一、產生量推估

(一)滲出水量

垃圾滲出水水量的推估是一個不易準確的工作，理論推估值和實際值之間往往有相當大的出入，在推估上較難掌握真實情況，因為垃圾滲出水的水量會受掩埋場大小、使用面積、天候、地表覆蓋、降雨、雨水截流設施和污水收集系統等之因素以及地質、地形等影響，而滲出水之水質則和掩埋場使用時間、季節、滲出水循環(處理)以及垃圾性質等因素有關。一般而言，掩埋場在使用初期的水質污染濃度較高，而末期(或關閉以後)水質污染濃度漸降低，因此垃圾滲出水之水質、水量較難準確推估，本計畫以合理化公式推估垃圾場平均滲出水量，推估之數學方程式如下：

$$Q=CIA \times 10^{-3}$$

式中：

Q 為平均滲出水量，m³/day

I 為平均降雨強度，mm/day

A 為垃圾掩埋面積，m²

C 為滲出係數，0.3-0.8

C 係指掩埋場內降雨量成為滲出水之比例，一般會隨掩埋場的覆土性質、覆土坡度、掩埋垃圾種類等不同而異。一般掩埋實驗場觀測 C 值以 0.3-0.5 居多，為求保守估計，以 C=0.3 計算較為安全。另根據中央氣象局降雨量統計資料，統計出雲嘉地區平均降雨強度為 4.8

mm/day。

(二)滲出水質

垃圾掩埋場之滲出水質隨垃圾組成、掩埋年限等因素而差異頗大。一般而言，掩埋時間愈久其水質濃度愈低。中華顧問工程司曾調查嘉南地區現有垃圾掩埋場滲出水質，其 BOD₅ 約為 400-4,000mg/L，本計畫則假設垃圾滲出水原水質 BOD₅ 為 1,000mg/L，而 TN 之水質則參考「事業廢水氮、磷處理之合理性及經濟性評估」及「淡水河水污染防治決策系統之建立」計畫中之資料，TN 為 1,000 mg/l，NH₃-N 略估佔 TN 的 60%，TP 為 61mg/L。就處理之效率而言一般初級處理之 BOD 去除率約 20~30%，NH₃-N 去除率幾無為零；二級處理之 BOD 去除率約 60~80%，NH₃-N 去除率約 25~30%；三級處理之 BOD 去除率可高達 95%，NH₃-N 去約 80%。本計畫假設初級返送 BOD 削減 30%，NH₃-N 不削減，而三級處理 BOD 削減 95%，NH₃-N 則為 80，簡易掩埋之 BOD 與 NH₃-N 皆不削減，按此數據推算流域內各排水分區之垃圾滲出水污染排放量。

二、排放量推估

排放量則視該垃圾場之搜集率及處理效率而言，由於若有處理設施基本上該場必須申報許可成為列管事業，其排放水質水量將已納入事業污染量計算，經查詢牛稠河流域（流經本市）內垃圾掩埋場為嘉義市垃圾掩埋場(東區)，設有污水處理廠處理污水，視為初級處理，BOD 削減 30%，NH₃-N 不削減。

各流域垃圾場的資料是來自於環保署監資處的分佈圖以及彙整中部辦公室提供的資訊和相關流域的調查報告。有關垃圾污染量的推估主要是利用垃圾場的分佈圖與集污區圖套疊，以了解垃圾場所在流域集污區，再加總各區內的垃圾滲出水量及污染量。

三、集污區分配方式

將各垃圾場視為一處排放點，由該垃圾場之定位座標，可獲知各垃圾場污染源的所在位置，藉由與集污區的套疊，統計各集污區內包含之垃圾場家數，將該集污區包含之所有垃圾場污染量加總即可得之。

四、各集污區垃圾滲出水污染量推估結果

各集污區垃圾滲出水污染排放量推估結果列於表 4.3.4-1。

表 4.3.4-2、各集污區垃圾滲出水污染排放量推估結果

集污區代碼	集污區名稱	掩埋場數	污水量	BOD	NH ₃ -N	TN
		場	(CMD)	(Kg/day)		
PT01	嘉義大排水溝	0	0	0	0	0
PT02	北排水幹線	1	19	13	11	19
總計		1	19	13	11	19

4.3.5 非點源污染

非點污染源不容易很明確的加以定義，但這一類的污染源有下列共通的特性：

- Ⅰ 污染之產生一般與土地利用和地表活動有關。
- Ⅰ 污染通常是伴隨降雨全面產生，排放地點不集中。
- Ⅰ 此等污染一般無法在產生源加以定量。
- Ⅰ 污染不易以處理設施去除，而必需經由土地使用管理與逕流控制來減少污染。

非點源污染之推估步驟如下所述：

一、推估資料收集分析

非點源污染是指分散進入承受水體的物質，這些非點源污染物是由降雨逕流和灌溉迴歸水之攜帶作用，經由地表逕流，中間流及地下水流等傳輸方進入承受水體，對於水資源的正常用途有直接或間接的負面影響。由於非點源的污染來源較為複雜又甚難推估，會受地形、土壤特性及降雨強度等因子影響，所以本計畫在圖檔可支援的情況下，將非點源污染推估分為兩大類，即農業迴歸水及暴雨逕流，其中農業迴歸水主要來自於農田和旱田，而暴雨逕流則多考慮林地及建地的影響。

所使用之農業迴歸水及林地之單位水量係採用環保署「水污染防治實施方案規劃作業手冊」中之數據，水田以每公頃 17CMD，旱田每公頃 5CMD。各類土地不同污染物之單位面積污染係數則參考「德基水庫集水區非點源污染負荷之研究」及「台灣非點源污染管理及控制現況」中之建議，整理如表 4.3.5-1 所示。

二、推估流程

非點源污染的推估首要收集土地利用的資料，有關圖檔資料的來源包括環保署所提供之水源保護區部分、林務局提供 1000 公尺以上之山

地部分及省地政處所提供之平地山坡地的部分，在整合此三類圖檔後，根據推估需求分別以農地(水田)、旱地、林地、建地抽取成 4 個不同的圖層，分類完成之圖檔再與集污區套疊，計算各區不同土地利用型態所佔有的面積比，再利用上述之單位面積水量乘以由 GIS 推估之面積而得各集污區之非點源污染水量，同理利用 BOD5、TN、NH₃-N 的產生係數乘上不同土地類型的面積並除以 365 天，即可得到各分區之每日污染量。

表 4.3.5-1、各類土地各污染物之單位面積污染量

單位 kg/ha/year	農地	旱地	林地	建地
BOD	18	5.5	5	50
TN	26	26	3	8.5
NH ₃ -N	13	13	1.5	5.25

資料來源：「台灣非點源污染管理及控制現況」，溫清光，中美非點源污染控制管理與技術合作研討會。

「德基水庫集水區非點源污染負荷之研究」，張尊國，第九屆環境規劃與管理研討會。

三、各集水區單位面積污染量推估

綜合各場址之各集水區土地利用情形與各類型土地利用之污染負荷，可得各集水區每日污染產生之非點源污染量，詳見表 4.3.5-2。

表 4.3.5-2、各集污區非點源污染排放量推估結果

集污區代碼	集污區名稱	BOD	NH ₃ -N	TN
		(Kg/day)		
牛稠溪流域				
PT01	嘉義大排水溝	294.8	63.9	127.7
PT02	北排水幹線	196.5	54.5	108.9
總計		491.3	118.3	197.2
八掌溪流域				
BZ01	嘉義南幹排水分區	21.52	5.7	23.4
BZ02	蘭潭水庫分區	8.77	5.7	34.3
總計		30.29	11.4	57.7

4.3.6 污染量推估結果

一、牛稠溪污染量推估結果

依據前述推估方式及資料庫更新進行污染量推估，牛稠溪（流經本市）94 年各集污區污染源 BOD、NH₃-N 與 TN 之排放量分別列於表 4.3.6-1 至表 4.3.6-3，各污染源分配比例詳圖 4.3.6-1 至表 4.3.6-3。

牛稠溪（流經本市）每天排放之生化需氧量約為 11,568.8 公斤；其中家庭污水、事業廢水與畜牧廢水，分別佔 91.1%、4.0%、0.6%，其中以家庭污水所佔比重較大，將可作為未來相關延續計畫進行結果之比對。

牛稠溪（流經本市）每天排放之氮氮量為 1,941.4 公斤，其排放量分配家庭污水、事業廢水、畜牧廢水與非點源污染分別佔 82.2%、10.1%、1.0%、與 6.1%，亦以家庭污水所佔比重較大。

牛稠溪（流經本市）之總氮排放量每天約 3,184.3 公斤，其中家庭污水、事業廢水、畜牧廢水與非點源污染分別佔 83.6%、7.4%、1.0% 與 7.4%。

由污染量推估之結果發現，牛稠溪（流經本市部分）水質惡化的主要原因來絕大部分來自於家庭污水的貢獻量，因此，應建議於本市推動家庭污水減量與污水自然淨化處理設施之設置為主要之整治方案，配合督促工務局加速嘉義污水下水道系統與後湖污水下水道系統建立。

表 4.3.6-1、牛稠溪（流經本市）各集污區污染源 BOD 排放量

單位：Kg/Day

集污區代碼	集污區名稱	生活污水	事業廢水	畜牧廢水	垃圾滲出水	非點源污染	總計	百分比
		(Kg/day)						
PT01	嘉義大排水溝	6689.0	326.2	30.6	0.0	294.8	7340.6	63.5%
PT02	北排水幹線	3848.6	132.5	37.4	13.3	196.5	4228.3	36.5%
	總計	10537.6	458.7	68.0	13.3	491.3	11568.8	100.0%
	百分比	91.1%	4.0%	0.6%	0.1%	4.2%	100.0%	

表 4.3.6-2、牛稠溪（流經本市）各集污區污染源 NH₃-N 排放量

單位：Kg/Day

集污區代碼	集污區名稱	生活污水	事業廢水	畜牧廢水	垃圾滲出水	非點源污染	總計	百分比
		(Kg/day)						
PT01	嘉義大排水溝	1013.5	137.2	8.8	0.0	63.9	1223.4	63.0%
PT02	北排水幹線	583.1	58.3	10.7	11.4	54.5	718.0	37.0%
	總計	1596.6	195.5	19.5	11.4	118.3	1941.4	100.0%
	百分比	82.2%	10.1%	1.0%	0.6%	6.1%	100.0%	

表 4.3.6-3、牛稠溪（流經本市）各集污區污染源 TN 排放量

單位：Kg/Day

集污區代碼	集污區名稱	生活污水	事業廢水	畜牧廢水	垃圾滲出水	非點源污染	總計	百分比
		(Kg/day)						
PT01	嘉義大排水溝	1689.1	88.3	14.7	0.0	127.7	1919.9	60.3%
PT02	北排水幹線	971.9	146.7	17.9	19.0	108.9	1264.4	39.7%
	總計	2661.0	235.0	32.6	19.0	236.7	3184.3	100.0%
	百分比	83.6%	7.4%	1.0%	0.6%	7.4%	100.0%	

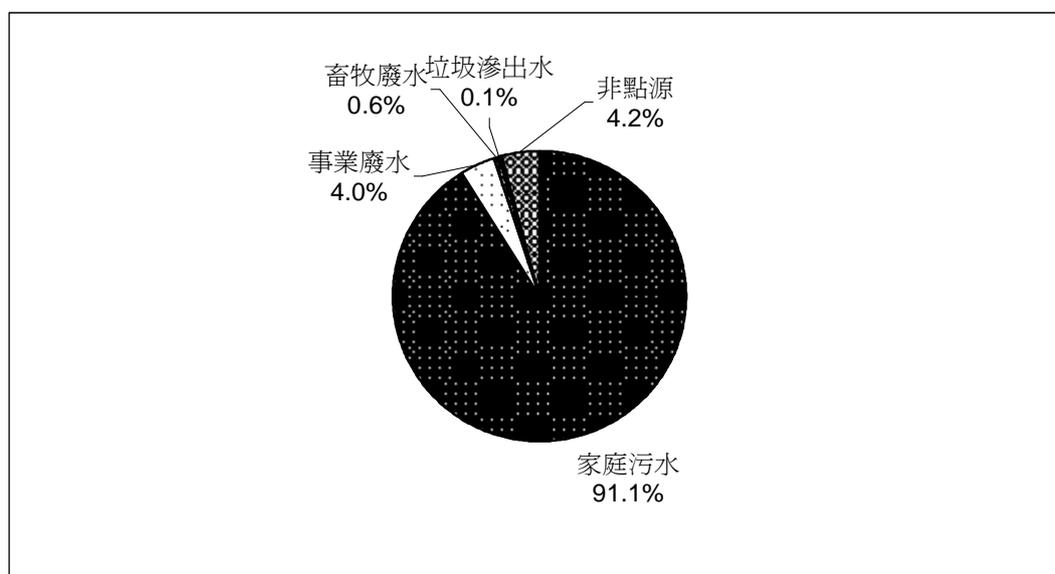


圖 4.3.6-1、牛稠溪（流經本市）各集污區 BOD 排放量分配圖

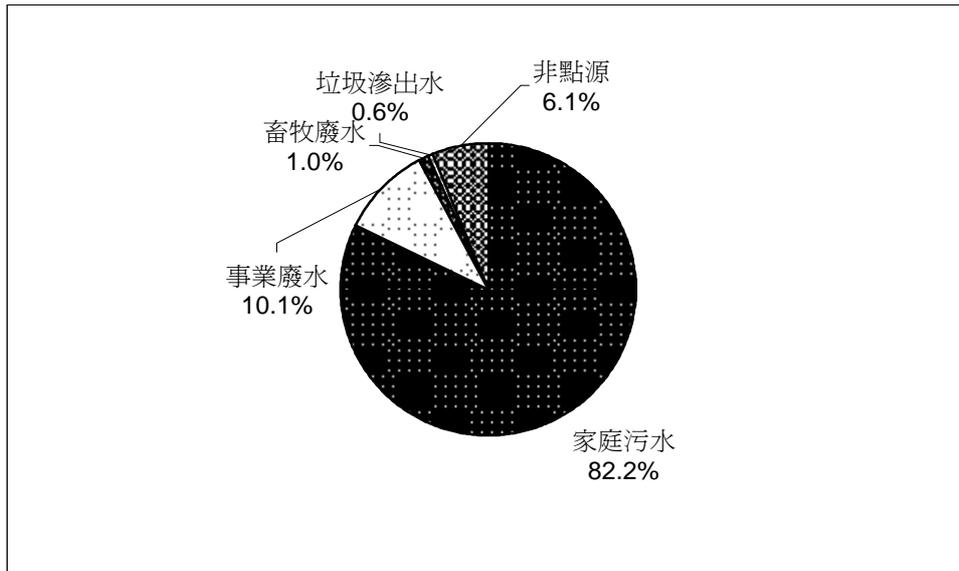


圖 4.3.6-2、牛稠溪（流經本市）各集污區 NH₃-N 排放量分配圖

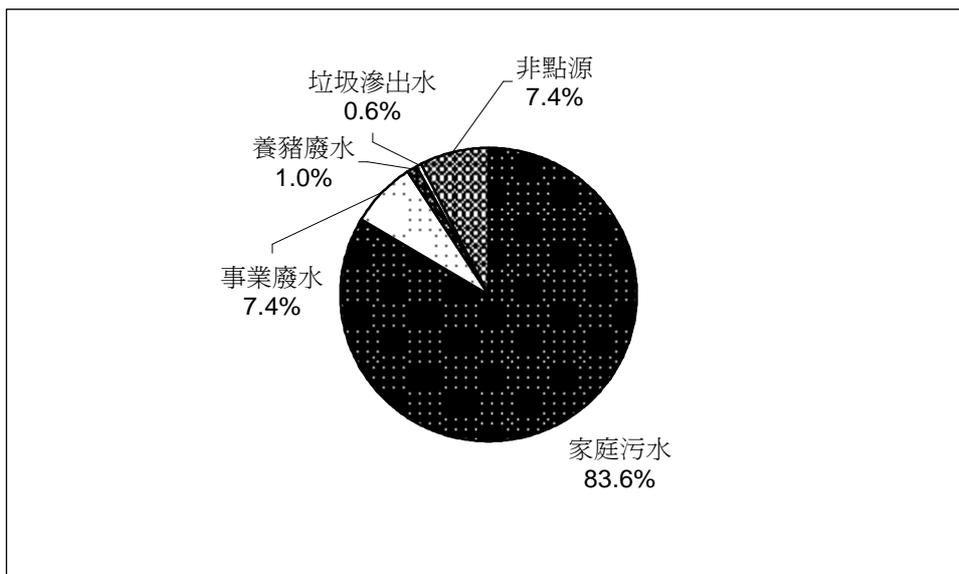


圖 4.3.6-3、牛稠溪（流經本市）各集污區 TN 排放量分配圖

二、八掌溪污染量推估結果

八掌溪流域污染量推估結果，如表 4.3.6-4 至表 4.3.6-6 所示。其中嘉義市南幹排水及蘭潭水庫二集污區位於嘉義市，每天排放之生化需氧量約為 2,532 公斤；氮氮每天污染排放量約為 407.9 公斤；總氮污染排放量約為每天 694.9 公斤。

另外嘉義市排放至八掌溪，在生化需氧量則是以家庭污水為最大宗，約為 94.3%；事業廢水次之，約佔 2.3%。在氮氮污染排放量的分配上則以家庭污水及非點源污染為最大宗，分別佔 88.7%及 6.3%，畜牧廢水次之，約佔 3.9%。總氮污染量之分配與氮氮污染排放量相似，以家庭污水及非點源污染為最大宗，分別佔 86.8%及 8.3%，畜牧廢水次之，約佔 3.8%。各污染源百分比分佈圖如圖 4.3.6-4 至圖 4.3.6-6 所示。

表 4.3.6-4、八掌溪各集污區污染源 BOD 排放量

集污區代碼	集污區名稱	生活污水	事業廢水	畜牧廢水	非點源污染	總計	百分比
		(Kg/day)					
BZ10	嘉義市南幹排水	1,887.4	59.1	49.0	21.5	2,017.0	79.7%
BZ11	蘭潭水庫	499.9	0.0	6.3	8.8	515.0	20.3%
	總計	2,387.4	59.1	55.3	30.3	2,532.0	100.0%
	百分比	94.3%	2.3%	2.2%	1.2%	100.0%	

表 4.3.6-5、八掌溪各集污區污染源 NH₃-N 排放量

集污區代碼	集污區名稱	生活污水	事業廢水	畜牧廢水	非點源污染	總計	百分比
		(Kg/day)					
BZ10	嘉義市南幹排水	286.0	4.7	14.1	15.3	320.1	78%
BZ11	蘭潭水庫	75.7	0.0	1.8	10.3	87.9	22%
	總計	361.7	4.7	15.9	25.6	407.9	100%
	百分比	88.7%	1.2%	3.9%	6.3%	100.0%	

表 4.3.6-6、八掌溪各集污區污染源 TN 排放量

集污區代碼	集污區名稱	生活污水	事業廢水	畜牧廢水	非點源污染	總計	百分比 (%)
		(Kg/day)					
BZ10	嘉義市南幹排水	476.6	7.8	23.5	23.4	531.3	76%
BZ11	蘭潭水庫	126.2	0.0	3.0	34.3	163.6	24%
	總計	602.9	7.8	26.5	57.7	694.9	100%
	百分比	86.8%	1.1%	3.8%	8.3%	100.0%	

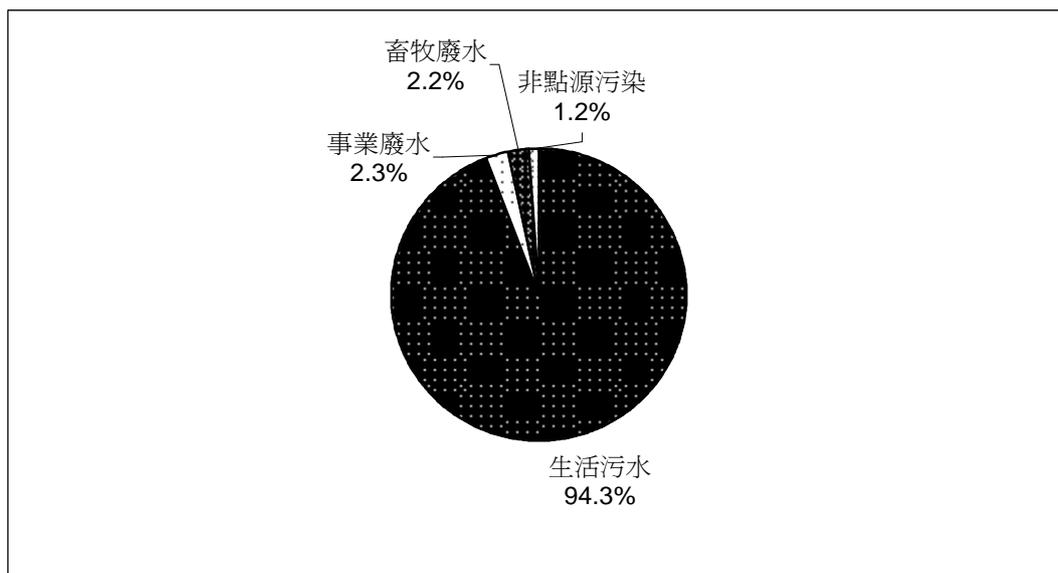


圖 4.3.6-4、嘉義市排放至八掌溪 BOD 排放量分配圖

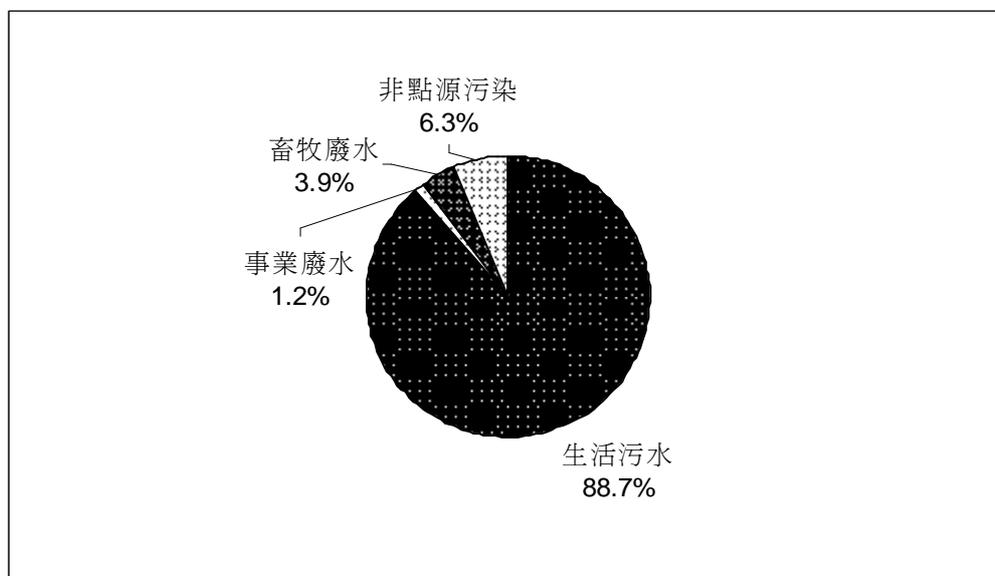


圖 4.3.6-5、嘉義市排放至八掌溪 NH₃-N 排放量分配圖

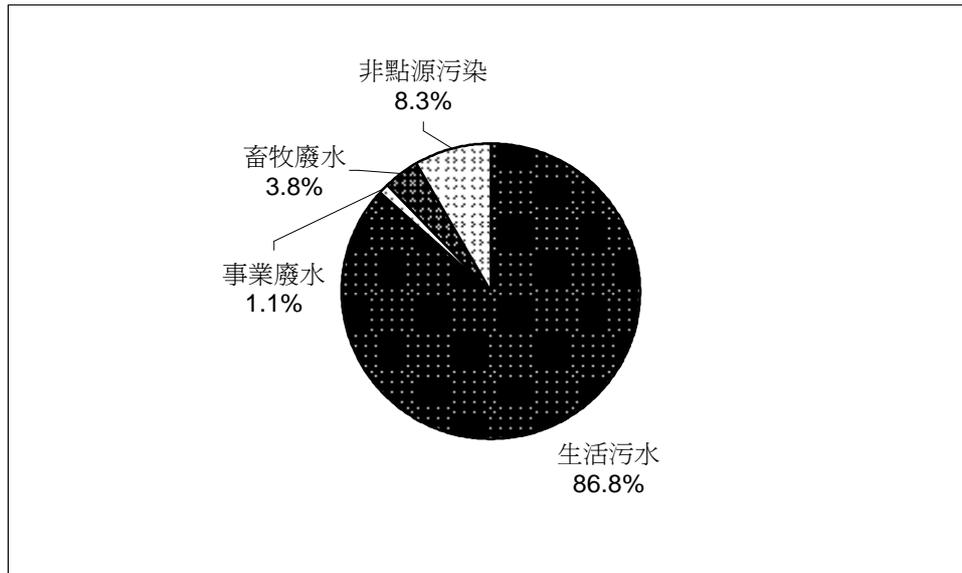


圖 4.3.6-6、嘉義市排放至八掌溪 TN 排放量分配圖

另外關於流達量分析部分，污染物從發生源流到河川主流時污染量會有某種程度的減少，此真實流達河川之污染量稱之為流達量，而流達量與污染源排放量的比值即為流達率。流達率會和生物分解、沉澱、土壤吸附或滲入等自淨作用，以及河川或排水系統的構造、坡度、長度、流量、面積、人口密度及水土性質等有關。流達率可以實測之方式獲得，其步驟如下：

- (一) 現地測量排水幹線排入河川前的水質和流量，並據以推算污染流達量。
- (二) 估算該集污區內各類污染源的污染排放量。
- (三) 由污染流達量除以污染排放量即可獲得該集污區之流達率。

由於本計畫工作項目中，需評估分析流域內主支流及其區域排水系統各類污染源來源、污染排放量、流達量等項目，因此本工作團隊初步先以朴子河流域為例，參考九十三年度「嘉義市牛稠溪(朴子溪水系)流域水污染整治計畫—牛稠溪(朴子溪水系)河川水質改善評估規劃工作及管制計畫」針對牛稠溪三大支流排水，進行水質監測資料，計算牛稠溪及其區域排水內各集污區之流達量，並比對由模式率定之流達率其結果如表 4.3.6-7。

表 4.3.6-7、各集污區污染源流達率一覽表

排水系統與 檢測時間	流量 (CMD)	BOD 濃度 (mg/L)	BOD 流達量 (Kg/day)	集污區 BOD 污染量 (Kg/day)	集污區 BOD 流達率	NH ₃ -N 濃度 (mg/L)	NH ₃ -N 流達量 (Kg/day)	集污區 NH ₃ -N 污染量 (Kg/day)	集污區 NH ₃ -N 流達率
嘉義大排 -93/08/02	36,288	25.5	925.3	6754.3	0.25	6.3	228.61	1081.7	0.40
西區排水 -93/08/02	17,280	43.9	758.6			11.6	200.45		
嘉義大排 -93/11/01	25,056	22.6	566.3	6754.3	0.21	8.1	202.95	1081.7	0.43
西區排水 -93/11/01	17,280	48.3	834.6			15.1	260.93		
北區排水 -93/08/02	34,560	18.1	625.5	4031.9	0.16	6.9	238.46	702.7	0.34
北區排水 -93/11/01	25,920	31.9	826.8	4031.9	0.21	11.5	298.08	702.7	0.42

資料來源：1. 九十三年度「嘉義市牛稠溪(朴子溪水系)流域水污染整治計畫—牛稠溪(朴子溪水系)河川水質改善評估規劃工作及管制計畫」

表 4.3.6-8、BOD 一般流達率建議值

地區分別	流達率
農村地區	0.0-0.2
都市地區	0.2-0.6
郊區	0.1-0.6
都市中心區	0.6-1.0
公共下水道	1.0

資料來源：行政院環境保護署，水污染防治實施方案規劃作業手冊，民國 82 年(57)

表 4.3.6-9、TP、TN 之污染流達率

發生源	流達率
山林	1.0
農地	1.0
社區	1.0
家庭污水	0.4
畜牧廢水	0.8
垃圾滲出水	1.0
工業廢水	0.6

資料來源：翡翠水庫之水質預測與污染防治對策

4.4 水質模式建立

由於歷年來嘉義縣環保局及雲林縣環保局辦理河川整治計畫，已分別完成朴子溪及八掌溪水質模式建立。因此對 QUAL2E 之相關參數及其模擬作業均相當豐富之資料可做參考；且 QUAL2E 可模擬樹枝狀河系，亦可滿足本計畫模擬之水質項目。水質模式之建立，除了模式評選、集污區劃分及污染量推估外，尚有其他輸入資料之蒐集彙整及分析，包括模擬河段劃分、水理條件、邊界條件以及配合河川水質檢測資料進行參數率定等，以朴子溪（其中牛稠河流域為牛稠溪橋以上之河段）水質模式建立為例，另建立八掌河流域水質模式，分別說明如下。

一、模擬河段劃分

QUAL2E 模式之計算方式是將整個流域依水理特性切割成若干河段，再將每一個河段分成等間距之計算元素，並假設在相同河段內之元素具有相同之水力特性及生物反應參數。本工作團隊參考前台灣省水利局「朴子溪水系治理規劃報告」，整理朴子溪主流及上游牛稠溪各河道斷面的水力特性，包含曼寧粗糙係數、河床質平均粒徑、平均坡降及河道有效河寬等資料，再參考水體分類，根據朴子河流域之水質與水理特性將朴子溪自距河口 59 公里處共分成七個河段，各河段內以一公里為計算元素，共有 59 個計算元素，其分割方式如圖 4.4-1 所示，共有 10 個排入點。另八掌河流域之亦將遵循朴子河流域模式，其分割方式如圖 4.4-2 所示，共有 15 個排入點。

二、水理條件

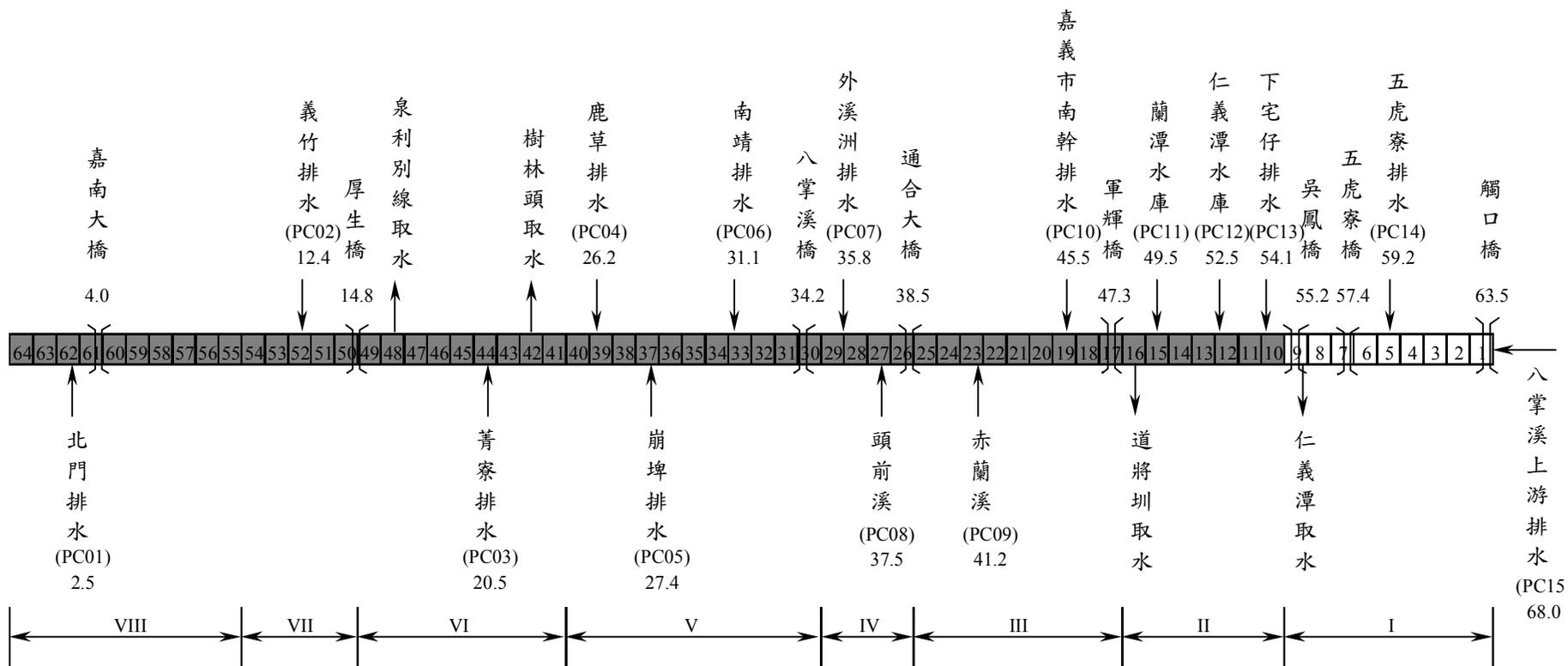
統計民國八十年至八十七年牛稠溪橋及灣內橋兩測站之日流量資料所繪出的流量累積機率百分比圖(如圖 4.4-3~圖 4.4-4 所示)，所求得朴子河流域各水文測站的流量機率 Q_{50} 、 Q_{60} 、 Q_{75} 及 Q_{90} ，分別如表 4.4-1 所示。

為利於河川水質之模擬及配合 QUAL2E 模式之應用，本計畫選擇流量係數法，來求取非感潮各水理河段之河川平均流速、平均水深及河寬與流量之關係。本工作團隊根據前台灣省政府水利處水利規劃試驗所 87 年 9 月「朴子溪河川治理規劃報告」及「朴子溪河川治理基本計畫」報告之成果，率定各河段平均流速 V 、水深 H 及流量 Q 之關係式，如下列公式所示，以求得各河段之河況係數 a , b , c , d 。

s 平均流速 V 與流量 Q 之關係式： $V = a \cdot Q^b$

s 平均水深 H 與流量 Q 之關係式： $H = c \cdot Q^d$

圖 4.4-1、朴子溪流域格點圖



圖例：

1. 格點內數字為計算單元編號，每單元長度=1.0公里。
2. ()內數字表示集污區編號。
3. 水體分類

甲	乙	丙
類	類	類

圖 4.4-2、八掌溪流流域河段分割圖

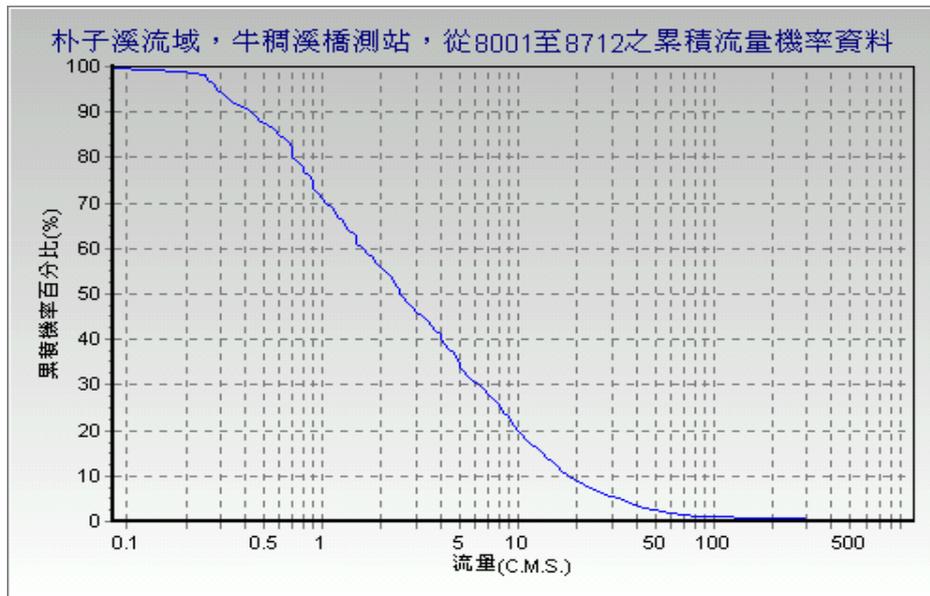


圖 4.4-3、朴子溪流量累積機率百分比圖(牛稠溪橋)

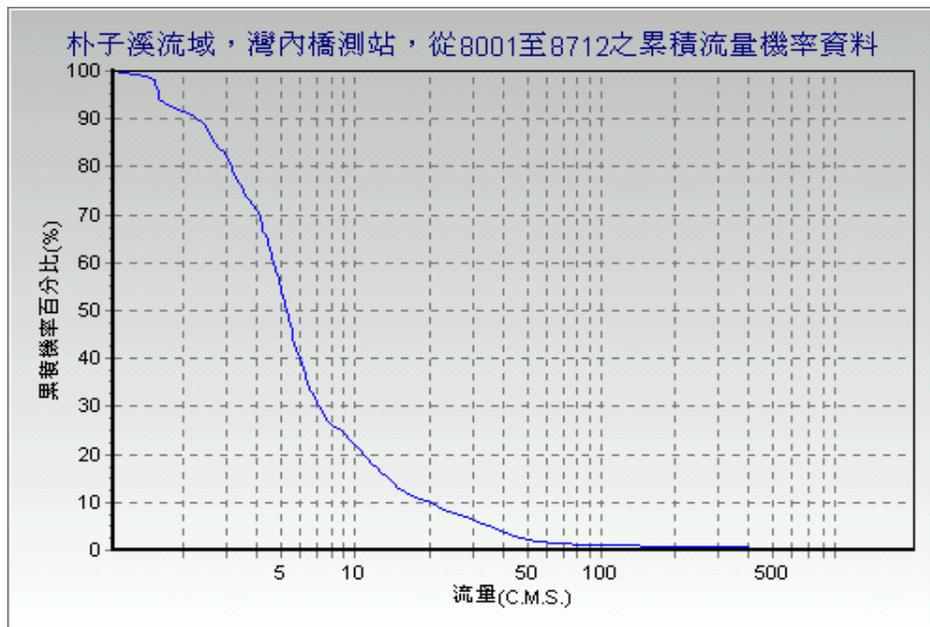


圖 4.4-4、朴子溪流量累積機率百分比圖(灣內橋)

表 4.4-1、朴子溪流量延時曲線之 Q_{50} 、 Q_{60} 、 Q_{75} 及 Q_{90} 值

測站名稱	Q_{90}	Q_{75}	Q_{60}	Q_{50}
牛稠溪橋	0.43	0.90	1.62	2.50
灣內橋	2.26	3.52	4.67	5.28

註：流量單位 c.m.s.

在河況係數的推算過程當中，假設河道斷面為矩形斷面，河道寬度為 B ，並利用曼寧公式(Manning)做計算，其公式如下：

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

式中，

Q：流量

n：曼寧粗糙係數

A：通水斷面積， $A=B*H$

R：水力半徑， $R=A/P$

P：濕周，指河道斷面中與水接觸之周長， $P=B+2H$

S：河道底部坡度

其中曼寧粗糙係數 n 值及河道底部坡度 S 等河道參數如表 4.4-2 中所列。將所有已知的參數代入曼寧公式中，可將曼寧公式化簡為下式：

$$Q = \frac{1}{n} (B * H) * \left(\frac{B * H}{B + 2H} \right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

在上式中除 Q 及 H 外均為已知的參數，將所有的參數值代入並利用規劃求解即可求得固定 Q 下的 H 值。每一個河段均可依不同的河道參數計算出 2 或 3 組的 Q 與 H 的值。

再將平均流速 V、平均水深 H 與流量的關係式化簡為以下二式：

$$\text{Log}(V) = \text{Log}(a) + b * \text{Log}(Q)$$

$$\text{Log}(H) = \text{Log}(c) + d * \text{Log}(Q)$$

將規劃求解所得的各組數值代入，利用迴歸求解的方式即可求得式中的河況係數值。表 4.4-2 所列即為朴子溪各河段河況係數的計算結果。另八掌溪流域之亦遵循朴子溪流域模式。

表 4.4-2、朴子溪流域各河段河況係數一覽表

河段	流量Q (CMS)	河寬B (M)	粗糙係數	坡降	$V=aQ^b$		$H=cQ^d$	
					a	b	c	d
I	3.7700	136.854	0.028	0.000388	0.148	0.200169	0.097	0.29983
II	3.6200	133.184	0.03	0.000388	0.149	0.200168	0.096	0.29983
III	3.5050	131.044	0.03	0.000433	0.153	0.200168	0.094	0.29983
IV	3.0850	122.756	0.032	0.000621	0.157	0.200166	0.091	0.29983
V	1.5800	85.077	0.034	0.003236	0.240	0.246101	0.093	0.25390
VI	0.6500	56.000	0.038	0.008621	0.312	0.200113	0.046	0.29982
VII	0.2850	34.399	0.042	0.019231	0.374	0.200120	0.038	0.29988

三、模式參數率定及模擬結果

由於本水質模式主要模擬 BOD-DO 及 $\text{NH}_3\text{-N}$ ，BOD-DO 模擬之主

要參數包括祛氧係數 (K_1)、再曝氣係數 (K_2) 及沉降係數 (K_3)； NH_3-N 模擬之主要參數包括有機氮分解速率、有機氮沉降速率、氮氧化速率及亞硝酸氧化速率。作法為先針對 BOD 項目之 K_1 及 K_3 參數率定完成後，固定模式中已率定完成之參數值，再針對氮循環系列項目之有機氮分解速率、有機氮沉降速率、氮氧化速率、及亞硝酸氧化速率等參數率定，再固定模式中已率定完成之參數值，最後再針對 DO 項目之 K_2 參數進行率定，其餘參數結果如表 4.4-3 所示，另八掌溪流域之水質模擬，亦遵循朴子溪流域模式，另參考 QUAL2E 各參數之建議值及公式符號、單位等，分別說明列表如表 4.4-4 所示。

表 4.4-3、朴子溪 QUAL2E 模式各項參數值

參數 河段	DO	BOD			NH ₃ -N			
	再曝氣係數 K_2 (1/day)	祛氧係數 K_1 (1/day)	BOD ₅ 沉澱係數 K_3 (1/day)	BOD ₅ 祛除係數 $K_r = K_1 + K_3$ (1/day)	有機氮 分解速率 (1/day)	有機氮 沉降速率 (1/day)	氮氧化 速率 (1/day)	亞硝酸 氧化速率 (1/day)
一	1	0.1	0.5	0.6	0.1	0	0.1	2
二	3	0.5	0.5	1	0.1	0	0.1	2
三	3	2	0.5	2.5	0.2	0	0.1	2
四	2	0.5	0.2	2.5	0.2	0	0.1	2
五	1	0.8	0.1	0.9	0.1	0	0.1	2
六	1	0.8	0.1	0.9	0.1	0	0.1	2
七	1	0.8	0.1	0.9	0.1	0	0.1	2

註：1. 表中之 K_d 、 K_3 、 K_r 及 K_2 皆以 e 為底。2.90 年「飲用水水源水質保護工作執行計畫」

表 4.4-4、QUAL2E 參數建議值

參數符號	說明	單位	建議值
a_5	每單位 NH_3 氧化之攝氧量	mg-O/mg-N	3.0-4.0
a_6	每單位 NO_2 氧化之攝氧量	mg-O/mg-N	1.0-1.14
s_3	氮氮之底污泥產生率	mg-N/ft ² -day	—
s_4	有機氮沉降率係數	day ⁻¹	0.001-0.1
β_1	氮氮之生物氧化率係數	day ⁻¹	0.1-1.0
β_2	硝酸氮氧化率常數	day ⁻¹	0.20-2.0
β_3	有機氮對氮氮之水解速率常數	day ⁻¹	0.02-0.4
K_1	祛氧係數	day ⁻¹	0.02-3.4
K_2	再曝氣係數	day ⁻¹	0.0-100
K_3	BOD 消失係數	day ⁻¹	-0.1.36~0.36
K_4	底泥耗氧率	mg-O/ft ² -day	—

資料來源：EPA, "The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E : Documentation and user Manual", 1987⁽⁶⁸⁾

朴子溪水質模擬結果之 DO、BOD 及 NH₃-N 濃度隨距離之變化情形如圖 4.4-5~4.4-7 所示。圖中並標示 92 年松竹大橋、牛稠溪橋、月眉潭橋、介壽橋、朴子溪橋與東石大橋等六個測站實測水質資料之最大值、最小值及平均值，以便模擬結果可與實際監測之結果作一比較。由圖中可發現，無論是 DO、BOD 或 NH₃-N 模擬值均可反應出河川水質變化趨勢，且多落在實際監測值間，顯示模擬之結果良好。

圖 4.4-5、朴子河流域水質隨距離變化之情形-DO

圖 4.4-6、朴子河流域水質隨距離變化之情形-BOD

圖 4.4-7、朴子河流域水質隨距離變化之情形-NH₃-N

八掌溪水質模擬結果之 DO、BOD 及 NH₃-N 濃度隨距離之變化情形如圖 4.4-8~4.4-10 所示。圖中並標示 92 年觸口橋、五虎寮橋、軍輝橋、八掌溪橋、厚生橋與嘉南大橋等六個測站實測水質資料之最大值、最小值及平均值，以便模擬結果可與實際監測之結果作一比較。由圖中可發現，無論是 DO、BOD 或 NH₃-N 模擬值均可反應出河川水質變化趨勢，且多落在實際監測值間，顯示模擬之結果良好。

圖 4.4-8、八掌河流域水質隨距離變化之情形-DO

圖 4.4-9、八掌河流域水質隨距離變化之情形-BOD

圖 4.4-10、八掌河流域水質隨距離變化之情形-NH₃-N