



## 逢甲大學學生報告 ePaper

### 報告題名：

惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

The Analysis of Water Quality Performance Before and Environmental  
Improvement of the Hualai River and Chaoyang River

作者：蘇昱嘉、卓煒皓、方鈺誠

系級：水利工程與資源保育學系四乙

學號：D0885417、D0812406、D0840137

開課老師：蘇惠珍、黃振家

課程名稱：畢業專題研究

開課系所：水利工程與資源保育學系

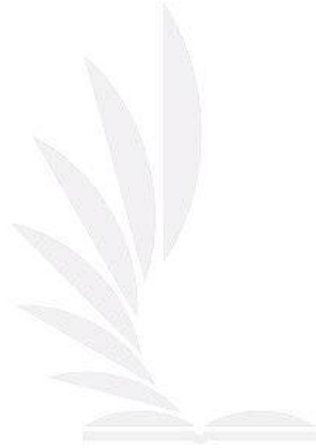
開課學年： 111 學年度 第 2 學期



## 中文摘要

惠來溪和潮洋溪兩條都市河川扮演著逢甲大學和台灣大道百貨商圈區重要的水域環境緩衝區，以及對於地方與都市發展的重要性。本研究藉由河川污染指標進行水質評估與分析，了解惠來溪及潮洋溪在水環境改善前後差異。本研究共進行 5 次水質調查，並利用水質生物化學反應理論公式，探討自然淨化相關的生態工程對於河川水質淨化的效益。由本研究之水質分析趨勢可以發現，潮洋溪和惠來溪的水質在氨氮、生化需氧量、亞硝酸鹽等仍呈現不穩定情況。本研究以生物化學反應化學式的理論方式計算每公克的氨氮需消耗的氧氣量，若以曝氣、跌水或增加水生植物等可以增加水中溶氧的方式削減去水體中一半的氨氮，以目前惠來溪和潮洋溪中的流量現況或許是可執行的。本研究跨領域結合包括水利工程、環境工程，成果不僅可作為未來改善惠來溪與潮洋溪策略之參考，更可進一步研究以提升水質改善的品質與效率。

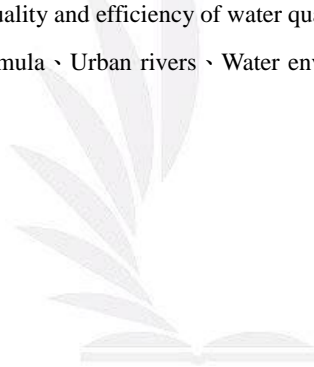
關鍵字：水質調查、水環境改善、都市河川、理論公式



### **Abstract**

The Analysis of Water Quality Performance Before and After Environmental Improvement of Hualai River and Chaoyang River, Two Urban Rivers That Play an Important Role as Water Environment Buffer Zones for the Feng Chia University and Taiwan Boulevard Shopping District, as well as for Local and Urban Development. This study uses river pollution indicators to assess and analyze water quality, and to understand the differences in water environment before and after improvement in Hualai River and Chaoyang River. Five water quality surveys were conducted in this study, and the ecological engineering related to natural purification efficiency of river water quality was investigated using the theory of water quality biochemical reactions. The water quality analysis trends in this study revealed that Hualai River and Chaoyang River still exhibit instability in parameters such as ammonia nitrogen, biochemical oxygen demand, and nitrite. The study calculated the amount of oxygen consumption per gram of ammonia nitrogen using the theoretical formula of biochemical reaction. It is feasible to reduce half of the ammonia nitrogen in the water body by increasing dissolved oxygen through aeration, waterfall, or the addition of aquatic plants, given the current flow conditions in Hualai River and Chaoyang River. This interdisciplinary study combines disciplines including hydraulic engineering and environmental engineering, and its findings can not only serve as references for future strategies to improve Hualai River and Chaoyang River, but also contribute to further research in enhancing the quality and efficiency of water quality improvement.

Key word : Theoretical formula 、 Urban rivers 、 Water environment improvement 、 Water quality survey



## 目 次

第一章 緒論.....	7
第一節 研究背景與動機.....	7
第二節 研究目的及預期效益.....	8
第二章 文獻探討.....	9
第一節 水環境.....	9
第二節 河川水體自淨.....	9
第三節 水質檢測.....	10
第三章 研究設計.....	16
第一節 研究區域介紹.....	16
第二節 水質調查方法.....	21
第三節 水質參數選擇.....	21
第四節 水質採樣點選取.....	22
第五節 採集紀錄.....	27
第四章 研究結果與分析.....	28
第一節 水質調查結果.....	29
第二節 潮洋溪水質變化趨勢分析.....	31
第三節 惠來溪水質變化趨勢分析.....	38
第四節 水環境計畫實施前後水質比較.....	42
第五節 改善策略.....	46
壹、情境一.....	46
貳、情境二.....	49
第五章 結論與建議.....	52
參考文獻.....	54

## 圖目錄

圖 1.1-1 「前瞻基礎建設計畫」八大建設主軸 .....	7
圖 2.1-2 水與環境推動方向 .....	9
圖 2.3-1 氮循環過程圖 .....	14
圖 3.1-1 研究對象地理位置圖 .....	16
圖 3.1-2 筏子溪水系圖 .....	17
圖 3.1-3 河道現況及環境 .....	20
圖 3.2-1 水質調查流程圖 .....	21
圖 3.4-1 研究區域之水質採樣點分佈示意圖 .....	22
圖 3.4-2 惠來溪水質檢測點位分佈圖 .....	22
圖 3.4-3 潮洋溪水質檢測點位分佈圖 .....	23
圖 4.2-1 潮洋溪水質檢測成果-pH.....	31
圖 4.2-2 潮洋溪水質檢測成果-溶氧.....	32
圖 4.2-3 過去潮洋溪邊坡 .....	33
圖 4.2-4 2022 年四月潮洋溪邊坡 .....	33
圖 4.2-5 潮洋溪水質檢測成果-生化需氧量.....	34
圖 4.2-6 潮洋溪水質檢測成果-磷酸鹽.....	35
圖 4.2-7 潮洋溪水質檢測成果-氨氮.....	35
圖 4.2-8 潮洋溪水質檢測成果-亞硝酸鹽.....	36
圖 4.2-9 潮洋溪水質採樣點檢測成果-懸浮固體.....	37
圖 4.2-10 潮洋溪水質檢測成果-RPI.....	37
圖 4.3-1 惠來溪水質檢測成果-pH.....	38
圖 4.3-2 惠來溪水質檢測成果-溶氧.....	39
圖 4.3-3 惠來溪水質檢測成果-生化需氧量.....	39
圖 4.3-4 惠來溪水質採樣點檢測成果-磷酸鹽.....	40
圖 4.3-5 惠來溪水質採樣點檢測成果-氨氮.....	40
圖 4.3-6 惠來溪水質採樣點檢測成果-亞硝酸鹽.....	41
圖 4.3-7 惠來溪水質採樣點檢測成果-懸浮固體.....	41
圖 4.3-8 惠來溪水質採樣點檢測成果-RPI.....	42
圖 4.4-1 惠來溪下游-110 年及 111 年趨勢比對圖-pH.....	43

惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

圖 4.4-2 惠來溪下游-110 年及 111 年趨勢比對圖-溶氧 .....	43
圖 4.4-3 惠來溪下游-110 年及 111 年趨勢比對圖-生化需氧量 .....	44
圖 4.4-4 惠來溪下游-110 年及 111 年趨勢比對圖-氨氮 .....	44
圖 4.4-5 惠來溪下游-110 年及 111 年趨勢比對圖-懸浮固體 .....	45
圖 5.1 水躍問題.....	53
圖 5.2 排水問題.....	53



## 表目錄

表 2.3-1	汗水排放引起的河川特徵變化 .....	11
表 2.3-2	河川水質污染程度 RPI 之計算及比對基準 .....	15
表 3.1-1	台中市西屯區人口統計 .....	17
表 3.1-2	台中氣象站氣候資料統計表 .....	18
表 3.4-1	潮貴橋河川水質監測結果資料示意—111 年 7 月 .....	24
表 3.4-2	水質調查區段現況說明 .....	24
表 4-1	106 年台中市水利局實測水質紀錄 .....	28
表 4-2	潮洋溪水質調查記錄(110 年 1 月至 110 年 10 月) .....	29
表 4.1-1	研究區域水質分析成果(111.5.8, 氣溫：28°C) .....	29
表 4.1-2	研究區域水質分析成果(111.6.4, 氣溫：30°C) .....	29
表 4.1-3	研究區域水質分析成果(111.6.19, 氣溫：31°C) .....	30
表 4.1-4	研究區域水質分析成果(111.7.25, 氣溫：31°C) .....	30
表 4.1-5	研究區域水質分析成果(111.9.9, 氣溫：28°C) .....	30
表 4.2-1	港尾仔溪土地利用情形 .....	32
表 4.5-1	情境一計算結果-潮洋溪中游 .....	47
表 4.5-2	情境一計算結果-潮洋溪下游 .....	47
表 4.5-3	情境一計算結果-惠來溪上游 .....	48
表 4.5-4	情境一計算結果-惠來溪中游 1 .....	48
表 4.5-5	情境一計算結果-惠來溪中游 2 .....	48
表 4.5-6	情境一計算結果-惠來溪下游 .....	49
表 4.5-7	情境二計算結果-潮洋溪中游 .....	49
表 4.5-8	情境二計算結果-潮洋溪下游 .....	50
表 4.5-9	情境二計算結果-惠來溪上游 .....	50
表 4.5-10	情境二計算結果-惠來溪中游 1 .....	50
表 4.5-11	情境二計算結果-惠來溪中游 2 .....	51
表 4.5-12	情境二計算結果-惠來溪下游 .....	51
表 4.5-13	對於水質穩定的策略分析表 .....	51

## 第一章 緒論

### 第一節 研究背景與動機

為因應基礎建設和未來發展關鍵趨勢，公告了一項自 106 年 9 月至 114 年 8 月執行的「前瞻基礎建設計畫」，內容涵括八大建設主軸(圖 1.1-1)。



資料來源：「前瞻基礎建設計畫」(國家發展委員會)

圖 1.1-1 「前瞻基礎建設計畫」八大建設主軸

其中，「水環境建設」主要目標在兼顧防洪、水資源及水環境等需求，以「水與發展」、「水與安全」及「水與環境」三大主軸

而前述關於恢復親水空間和河川生命力的核心精神便是改善水質和河川棲地。長久以來，許多提到逢甲大學周邊生活圈，最先想到的便是逢甲夜市，卻很少人想過這些民生和餐飲廢水如何處理以及排向何處，其實逢甲大學周邊有兩條都市排水，分別為潮洋溪與惠來溪，前者過去被多數人當作排水溝存在，並一度面臨被完全掩蓋成為下水道的命運，幸而在此波水環境建設計畫中被列入水環境改善計畫，並因與逢甲大學比鄰而居被納入「一所大學守護一條河」計畫中，本論文藉此機會，希望能夠對這兩條排水有更多的認識。



## 第二節 研究目的及預期效益

如前所述，惠來溪和潮洋溪扮演著逢甲大學和台灣大道百貨商圈區重要的水域環境緩衝區，以及對於地方與都市發展的重要性，因此在市政府提出的整治計畫包含三個重點：

- 1.生活環境品質與河岸水源品質的共存共榮。
- 2.河川生態性與水岸景觀營造的相輔相成。
- 3.與重要建設及新興景點之串接縫合。

與全世界許多文明城市的河川發展史近似的是，河川在經追求和工業開發的過程中往往被視為下水道，等到過度汙染而臭不可聞時才後悔不已，因此在河川整治過程中，水質改善和防洪通常是首要目標，前者更是需要花費長時間才能逐漸改善的，之後方能開始邁向親水和生物多樣性的目標。

本論文藉由水質調查與分析，了解惠來溪及潮洋溪在水環境改善前後差異。並進一步利用水質生物化學反應理論公式，探討自然淨化相關的生態工程對於河川水質淨化的效益。

## 第二章 文獻探討

### 第一節 水環境

前瞻水環境基礎建設係考慮未來氣候變遷情境及社會發展需求，由經濟部水利署提出包含「水與發展」、「水與安全」及「水與環境」三大建設主軸之水環境建設(圖 2.1-1)。水環境，也稱水文環境，是指一類與傳輸、儲存和提供水資源的水體形成的系統，它兼顧生物生存、繁衍的棲息地，以及水、固體、大氣污染物等組成進行能量與物質交換。它是水體影響人類生存和發展的因素，以及人類活動影響水體的因素總和。現有水環境主要面臨各種水體的水質及污染等問題。(行政院新聞傳播處，2021)



資料來源：「前瞻基礎建設計畫—水環境建設」(行政院新聞傳播處、經濟部水利署，2021)

圖 2.1-1 水環境建設三大推動主軸

### 第二節 河川水體自淨

水體自淨是指水體中微生物氧化分解有機汙染物而使水體淨化的作用。水體自淨可以發生在水中，如汙染物在水中的稀釋、擴散和水中生物化學分解等；也可以發生在水與水底間的界面，如水中汙染物的沉澱、底泥吸附和底質中汙染物的分解等。(劉昌明、傅國斌，2000)

水體自淨大致分為三類，即物理淨化、化學淨化和生物淨化。它們同時

發生，相互影響，共同作用。(劉昌明、傅國斌，2000)

#### 1. 物理淨化

物理淨化是指汙染物質由於稀釋、擴散、混和、和沉澱等過程而降低濃度。汙水進入水體後，可沉性固體在水體紊動較弱的地方逐漸沉入水底，形成汙泥。懸浮體、膠體和溶解性汙染物因混合、稀釋，濃度逐漸降低。汙水稀釋的程度通常用稀釋比表示。對河流來說，用參與混和的河水流量與汙水流量之比表示。汙水排入河流經相當長的距離才能到達完整混合，因此這一比值是變化的。達到完全混合的距離受許多因素影響。主要有：稀釋比、河流水文情勢、河道彎曲程度、汙水排放口的位置和形式等。在湖泊、水庫和海洋中影響汙水稀釋的因素還有水流方向、風向和風力、水溫和潮汐等。(劉昌明、傅國斌，2000)

#### 2. 化學淨化

化學淨化是指汙染質由於氧化還原、酸鹼反應、分解化合和吸附凝聚等化學或物理化學作用而降低濃度。流動的水體從水面上大氣溶入氧氣，使汙染物中鐵、錳等重金屬離子氧化，生成難溶物質析出沉降。某些元素在一定酸性環境中，形成易溶性化合物，隨水漂移而稀釋；在中性或鹼性條件下，某些元素形成難溶化合物而沉降。天然水中的膠體與懸浮物質微粒，吸附和凝聚水中污物，隨水流移動或逐漸沉降。(劉昌明、傅國斌，2000)

#### 3. 生物淨化

又稱生物化學淨化。是指生物活動尤其是微生物對有機物的氧化分解使汙染物質的濃度降低。工業有機廢水和生活汙水排入水域後，即產生分解轉化，並消耗水中溶解氧。水中一部分有機物消耗於腐生微生物的繁殖，轉化為細菌機體；另一部分轉化為無機物。細菌又成為原生動物的食料。有機物逐漸轉化為無機物和高等生物，水便淨化。如果有有機物過多，氧氣消耗量大於補充量，水中溶解氧不斷減少，終於因缺氧，有機物由好氧分解轉為厭氧分解，於是水體變黑發臭。(劉昌明、傅國斌，2000)

### 第三節 水質檢測

#### 壹、為何要進行水質監測

水質監測最大益處在於能供於水質相關訊息，以供各界瞭解週遭水環境現況，喚醒大眾關注水環境保育的意識，進一步達到保障民眾親水、用水安全之目的。此外，水質監測還可達到建立水質歷史變化趨勢，評鑑汙染狀況

改善效果，用以作為策劃水污染防治策略時的參考依據。(南投縣政府環境保護局，2022)

## 貳、城市化對河川水質的影響

城市地區通過排放廢水影響河流的水質，以及從而改變溫度、懸浮物、有機物、濁度和糞便河流污染指標，見表 2.3-1 自淨化過程採取在河流中的位置和調節河流水中的可溶性化合物包括流量湍流、蒸發、沉積物吸收、初級生產和有機物質氧化(Chapman, 1992)。湍流有助於揮發化學品和更高的溶解氧水平。蒸發可能會增加 pH 值、電導率和可溶性物質的沉澱。沉積物吸收會導致降低營養物質、溶解的有機碳、可溶性金屬和有機微污染物。初級生產可能會增加沉澱物，減少養分通過消耗，增加溶解氧(DO)和溶解有機碳(DOC)。最後，水柱或缺氧沉積物中的有機物氧化會降低 pH 值，增加溶解的營養物質，降低 DO 和 DOC，並可能增加可溶性金屬通過解吸來濃縮(Chapman, 1992 年)

表 2.3-1 汗水排放引起的河川特徵變化 (Marsalek etc. 2006)

Disturbance	Description
Physical characteristics	Suspended solids and turbidity increase; temperature increases if there are cooling water discharges.
Faecal pollution	Mainly in cities of developing countries, particularly in those with fast growth. Faecal coliform counts can be as high as $10^6$ MPN <sup>1</sup> /100 mL.
Organic matter	Raw wastewaters as well as treated wastewater (to a lesser extent) produce dissolved oxygen demand and nitrogen release in rivers. The effect is directly related to the ratio of the polluting discharge to river discharge. Disturbances can be observed from some kilometres to up to 100 km from the discharge point. Turbulence helps to re-oxygenate the riverine water.
Eutrophication	Between 1950 and 1960, first reports of eutrophication in lakes and reservoirs were made; later, in the 1970s, the same problem was reported for rivers.
Increase in salinity	Treated sewage, as well as mining and industrial discharges, contain salts, which increase the salinity of water supplies, especially in arid and semi-arid areas with high rates of evaporation.

<sup>1</sup> MPN – most probable number

## 參、水質檢測項目說明

### 一、溫度

氣候變化為影響水溫的主因，廢水排放也會對水溫造成影響。水的密度、黏度、蒸氣壓、表面張力等物理性質皆受水溫影響，其餘影響包括化學反應速率、氣體溶解度等化學反應，以及微生物的活性及其代謝速率等生物反應。(行政院環境保護署，2022)

### 二、濁度

表示光入射水體時被散射的程度。濁度的來源包括黏粒、粉粒、細

微有機物、浮游生物或微生物等，濁度高會影響水體外貌並阻擋光的穿透，進而影響水生植物的光合作用，同時還會阻礙魚類的呼吸作用，影響魚類的生活，嚴重甚至可能導致魚類死亡。亦會干擾淨水處理時的消毒作用。可藉由濁度計測量濁度，利用光線散射原理量測，單位一般為標準濁度單位 (Nephelometric Turbidity Unit, NTU)。(行政院環境保護署，2022)

### 三、pH 值

指水中氫離子濃度倒數的對數值，一般自然水之 pH 值多在中性或略鹼性範圍，若水體受工業廢水或礦場廢水污染時，pH 值可能產生明顯的變化。pH 值會影響生物的生長、物質的沉澱與溶解、水及廢水的處理等。(行政院環境保護署，2022)

### 四、溶氧

指溶解於水中的氧量。水中溶氧來源可能為自然、大氣溶解、人為曝氣、水生植物的光合作用等。水若受到有機物質污染，則水中微生物在分解有機物時會消耗水中的溶氧，造成水中溶氧降低至成缺氧狀態。(行政院環境保護署，2022)

### 五、生化需氧量

一般用於表示水中可被化學氧化之有機物含量。化學需氧量應用重鉻酸鉀為氧化劑，在強酸情況下加熱，將水中有機物氧化為二氧化碳及水，將所消耗的重鉻酸鉀換算成相當之氧量，就是化學需氧量。一般工業廢水或含生物不易分解物質之廢水，常以化學需氧量表示其污染程度。(行政院環境保護署，2022)

### 六、化學需氧量

廢水以重鉻酸鉀等強氧化劑於特定溫度下，作用一段時間所耗用的氧當量。與 BOD 同用以表示水中有機物的含量及水體受有機物污染的程度。(行政院環境保護署，2022)

### 七、導電度

表示水傳導電流的能力，導電度與水中離子總濃度、移動性、價數、相對濃度及水溫等有關。通常導電度愈高，表示水中電解質含量較多。由於大部分鹽類都可電離，因此導電度也可表示水中總溶解固體的多寡，導電度太高對灌溉有不良的影響。(行政院環境保護署，2022)

## 八、總凱式氮

水中氮氮與有機氮總合，水體中有機物質轉化為硫酸銨，經蒸餾、滴定後應用凱氏法所測得的氮量。(行政院環境保護署，2022)

## 九、磷

來自於工廠廢水、家庭污水、清潔劑、肥料等。水中含磷濃度高時，表示污染程度高。(行政院環境保護署，2022)

## 十、氮氮

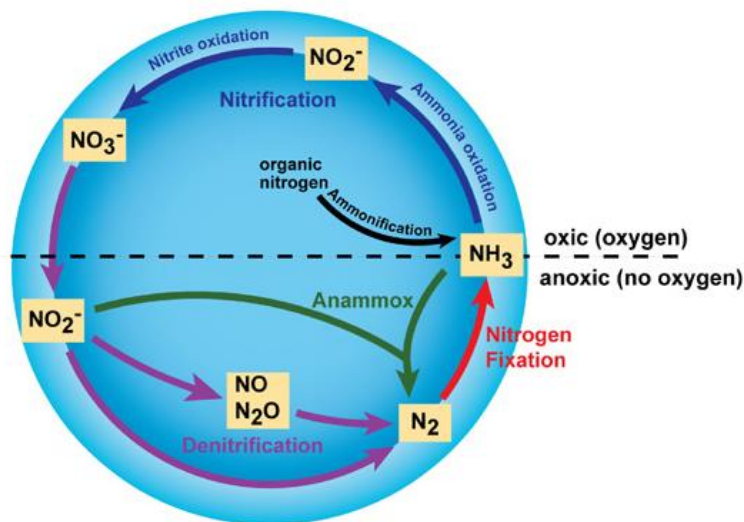
含氮有機物主要來自動物排泄物及動植物屍體的分解，分解時先形成胺基酸，再依氮氮、亞硝酸鹽氮、硝酸鹽氮等漸次穩定。水體中若有氮氮，可表示該水體受污染時間較短。(行政院環境保護署，2022)

過量的氮會導致過度刺激水生植物和藻類的生長。反過來，這些生物的過度生長會堵塞進水口，在分解時消耗溶解氧，並阻擋光線進入更深的水域。(Water Science School，2018)

氮循環：自然世界中氮單質和含氮化合物之間相互轉換過程的生態系統的物質循環。(Anne Bernhard，2010)

圖 2.3-1 為氮循環過程圖，以下為其過程解釋：

1. 硝化作用(Nitrification)：將氮轉化為亞硝酸鹽，然後轉化為硝酸鹽的過程。硝化作用的第二步為將亞硝酸鹽( $\text{NO}_2^-$ )氧化成硝酸鹽( $\text{NO}_3^-$ )。(Anne Bernhard，2010)
2. 反硝化作用(Denitrification)：將硝酸鹽轉化為氮氣的過程，從而去除生物可利用的氮並將其返回到大氣中。是一種厭氧過程，主要發生在土壤和沉積物以及湖泊和海洋的缺氧帶中。(Anne Bernhard，2010)
3. 氨化(Ammonification)：當生物體排泄廢物或死亡時，其組織中的氮以有機氮的形式存在(例如氨基酸，DNA)。各種真菌和原核生物分解組織並將無機氮作為氮釋放回生態系統中，該過程稱為氨化。氮可以被植物和其他微生物吸收生長。(Anne Bernhard，2010)
4. 固氮作用(Nitrogen Fixation)：將  $\text{N}_2$  轉化為生物可得氮的過程稱為固氮。(Anne Bernhard，2010)



資料來源：「The Nitrogen Cycle: Processes, Players, and Human Impact」(Anne Bernhard, 2010)

圖 2.3-1 氮循環過程圖

### 十一、懸浮固體

指水中因攪動或流動而呈懸浮狀態的有機或無機性顆粒，一般包含膠懸物、分散物及膠羽。懸浮固體會影響光在水中的穿透性，懸浮固體的沉積對河床、水庫庫區皆會造成影響。(行政院環境保護署，2022)

### 十二、河川汙染程度指標 RPI

評估水體水質的項目有很多，台灣公告之河川水體水質汙染程度則是以 RPI 為計算方式，主要採用溶氧(DO)、生化需氧量(BOD<sub>5</sub>)、懸浮固體(SS)、與氨氮(NH<sub>3</sub>N)等 4 項水質參數之值，來計算所得指標積分，判定河川水質汙染程度(行政院環境保護署，2022)：

表 2.3-2 河川水質汙染程度 RPI 之計算及比對基準

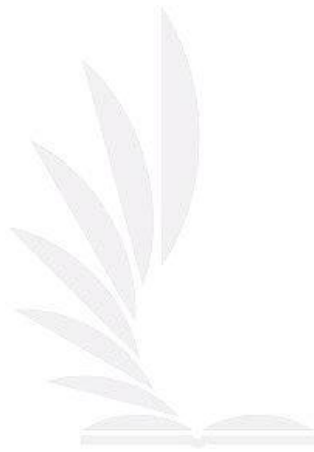
水質/項目	未(稍)受汙染	輕度汙染	中度汙染	嚴重汙染
溶氧(DO)(mg/L)	6.5 以下	4.6-6.5	2.0-4.5	2.0 以下
生化需氧量(BOD <sub>5</sub> )(mg/L)	3.0 以下	3.0-4.9	5.0-15	15 以上
懸浮固體(SS)(mg/L)	20 以下	20-4.9	50-100	100 以上

惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

氨氮(NH <sub>3</sub> N)(mg/L)	0.50 以下	0.50-0.99	1.0-3.0	3.0 以上
點數	1 以下	3	6	10
汙染指標積分值	2.0 以下	2.0-3.0	3.1-6.0	6.0 以上

資料來源：「水質檢測項目及意義」(行政院環境保護署，2022)

本研究將藉由水質調查分析，瞭解研究區域水質現況，並與改善前相關報告進行比較。





### 第三章 研究設計

#### 第一節 研究區域介紹

台中市政府為永續發展河川水環境，2021 年 12 月與中興大學(綠川)、台中教育大學(柳川)、逢甲大學(惠來溪及潮洋溪)及東海大學(東大溪)，共同簽署「一所大學守護一條河」合作協議備忘錄 (MOU)，期盼藉由分享水環境工程建設成果，鼓勵大學以在地發展需求為導向，發展以地方為本位新型課程與活動，再連結區域內公私部門資源，並透過在地座談等方式，帶動大眾參與水環境維護及推廣環境教育課程(摘錄自台中市政府新聞)。因此，本論文選擇惠來溪及潮洋溪為研究區域，藉由水質調查與分析了解改善前後水質的變化情形，並進一步以理論方法推估河川要以自然淨化的方式達到水質改善需要的策略。

以下彙整關於惠來溪和潮洋溪之基本資料，其參考來源主要係來自台中市政府所提供之「臺中市惠來溪及潮洋溪水環境改善計畫委託技術服務案細部設計報告」。

#### 壹、地理位置



圖 3.1-1 研究對象地理位置圖

惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析



資料來源：1.「筏子溪及周邊水系耐洪能力提昇委託技術服務總報告」，水利署，民國 104 年 4 月。 2.台中市水利局繪製。

圖 3.1-2 筏子溪水系圖

貳、人口

潮洋溪與惠來溪屬於筏子河流域且位於西屯區內，流經潮洋里、大河里、惠來里等 13 里。依據台中市民政局統計，此地區人口共 78569 人，屬於人口密集之都會區。

表 3.1-1 台中市西屯區人口統計

市	區	里	人口(人)
台中市	西屯區	潮洋里、上安里、西平里、鵬程里、龍潭里、上德里、逢甲里、逢福里、至善里、上石里、大石里、大河里、惠來里	78569

### 參、氣象

臺中地區，雨冬乾，夏季常有颱風過境，冬季東北季風受中央山脈之阻擋，故以北風為最多(台中市政府水利局，2018)，臺中氣象站之監測資料詳表，並分述如下：

#### (一)氣溫

臺中地區屬於亞熱帶氣候，氣溫及溼度均高(台中市政府水利局，2018)，年平均溫度為攝氏 23.7 度，其中以 7 月份攝氏 28.9 度最高；1 月份之攝氏 17.0 度最低。

#### (二)降雨量

臺中地區因位處於中央山脈之西，東北季風盛行期間雨量較少，西南季風期內則較豐沛(台中市政府水利局，2018)；

#### (三)降雨天數

年平均降雨天數為 112 天，以 8 月份 15 天最高，10 月份 3 天最低。

表 3.1-2 台中氣象站氣候資料統計表

月份	平均氣溫(°C)	降雨量(mm)	降雨天數(天)
一月	17.0	36.6	6.6
二月	17.7	63.0	8.0
三月	20.1	86.9	10.1
四月	23.5	126.8	10.8
五月	26.4	249.6	12.3
六月	28.1	329.0	14.1
七月	28.9	303.3	13.5
八月	28.4	340.8	15.8
九月	27.8	147.5	8.5
十月	25.5	25.0	3.0
十一月	22.6	23.8	4.1
十二月	18.7	30.5	5.3
平均	23.7	146.9	-

總計	-	1762.8	112.1
----	---	--------	-------

資料來源：中央氣象局台中氣象站(民國前十四年至民國一百一十年)

### 肆、河道現況

河道在水環境改善計畫前概況如圖 3.1-3 所示：

(一)惠來溪

1.河南路～臺灣大道

渠底有低水河槽，主要流經住宅區，河岸兩側皆具人行空間及休憩座椅可供居民休閒活動，兩側喬木大多為黑板樹，植栽生長狀況良好，此區污水下水道次幹管已建設完成，用戶接管部分尚未全面建設，故生活污水的排入，河川水質較差。

2.臺灣大道～市政路

下游河段由臺灣大道至朝富路段為加蓋段，此區污水下水道次幹管已建設完成，用戶接管部分尚未全面建設，河川水質較中、上游河段佳。朝富路段之人行空間因機車停放導致整體河岸景觀不佳，而朝馬國民運動中心位於河道旁，常吸引民眾前來此區域活動，河岸兩側植栽為苦楝及紅花風鈴木，植栽生長狀況良好。

(二)潮洋溪

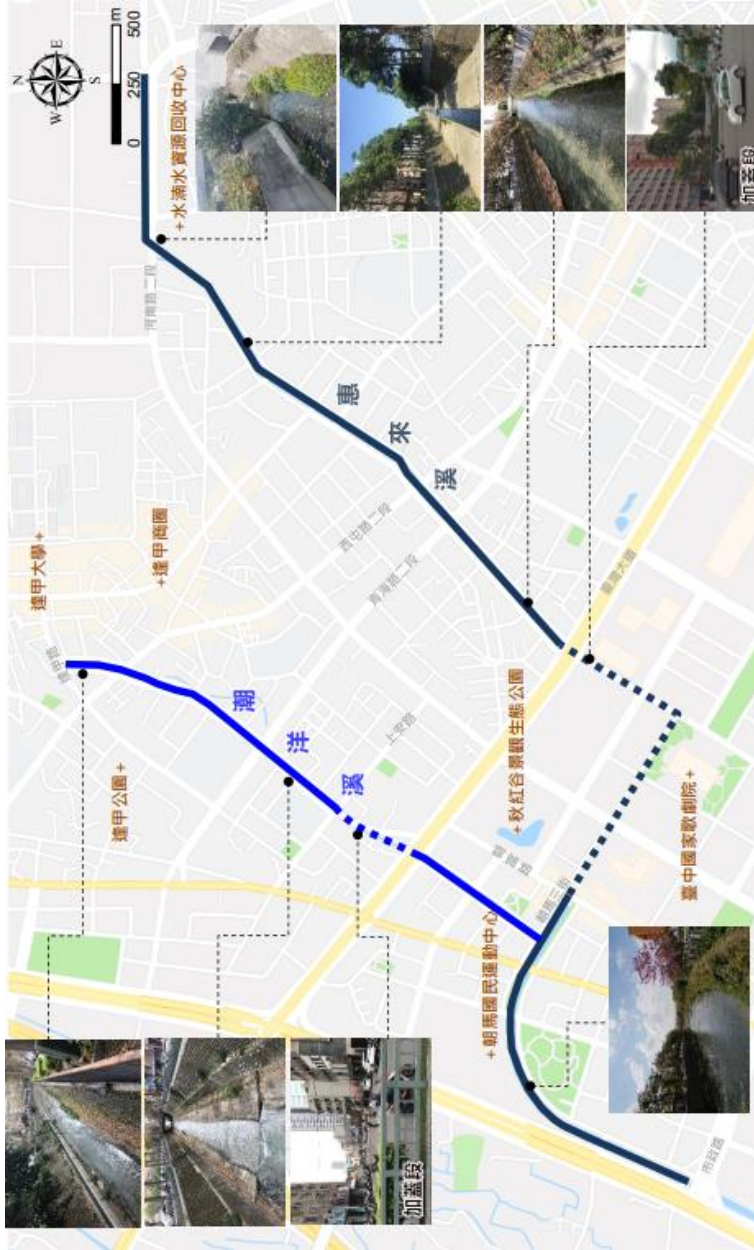
1.逢甲路～上安路

潮洋溪上游近逢甲商圈，多為梯形渠道流路，整體水質及河岸景觀不佳，河岸兩側皆具人行空間，河岸旁懸臂平台及欄杆部分受損，青海路上安路段河道上皆有設置休憩平台，供鄰近居民及學生遊憩空間，此區污水下水道用戶接管尚未建設。

2.上安路～朝馬三街

下游河段由上安路至臺灣大道路段為加蓋段；經臺灣大道後則為明渠段並於朝馬三街匯入惠來溪，多為梯形渠道，河岸兩側皆具人行空間。此區污水下水道用戶接管於台灣大道以南大部份已建設完成，兩岸晴天污水較上游少。

惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析



資料來源：「臺中市惠來溪及潮洋溪水環境改善計畫委託技術服務案」細部設計報告(臺中市政府水利局，2018)

圖 3.1-3 河道現況及環境

## 第二節 水質調查方法

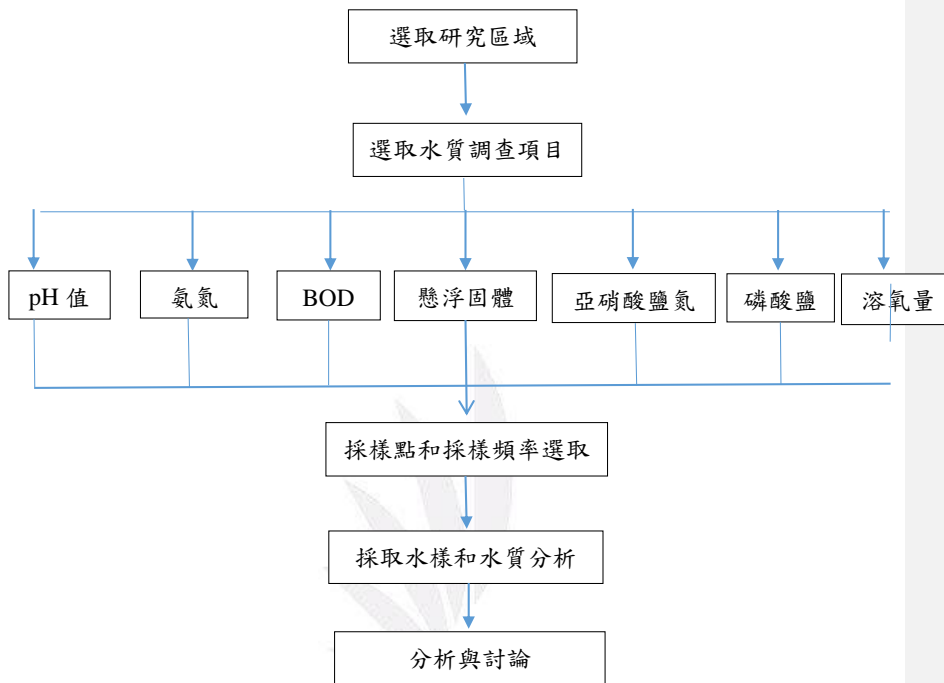


圖 3.2-1 水質調查流程圖

## 第三節 水質參數選擇

檢測水質的因子種類眾多，當前河川污染源多為點源污染，其排放口以民生汙水為重，但因惠來溪和潮洋溪周邊主要是以社區、學校、餐廳和市場(包括夜市)為主，因此本論文主要以河川水體標準 RPI 中之溶氧量、生化需氧量、懸浮固體、氨氮四個水質項目。

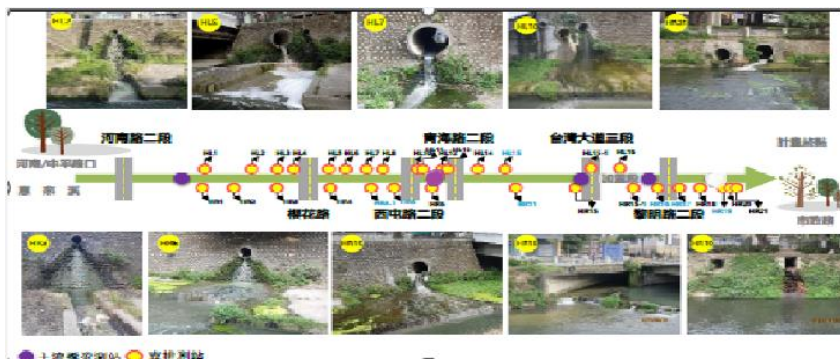
此外亦測量 pH、亞硝酸鹽和磷酸鹽此三項水質參數，pH 可表示水中的氫離子濃度，若水中 pH 值差距過大會造成水生生物成長出現問題甚至出現死亡。亞硝酸鹽為氮循環中的氮氮轉換物質，當溶氧量足夠時，亞硝酸鹽氮在水中的時間相當短暫，由於此論文所使用之攜帶型儀器儀器附有分析亞硝酸鹽之功能，因此亦將其納入水質分析項目。磷酸鹽代表水體是否有優養化的產生，優養化的出現會破壞環境，因為藻類只能待在水面上。

#### 第四節 水質採樣點選取

潮洋溪由逢甲路為起點，至善路與至善路 82 巷交界處之廣場為計劃終點。而惠來溪由河南路水滴水資源回收中心為起點，潮貴橋為計劃終點。本研究根據臺中市水利局「臺中市惠來溪與潮洋溪水環境改善計畫」成果報告內容，依照潮洋溪與惠來溪的上中下游選取調查點位進行水質採樣分析，採樣點位置如圖 3.4-1 所示意：該圖中標示 1~4 分別代表惠來溪上、中、下游段，5~7 分別代表潮洋溪上、中、下游段，然而這些點位的水質為水環境施工前之 106 年 4 月 27 日所調查分析，因此本研究另選取台中市政府環保局定期檢測之潮貴橋(點位標示 O)，因其具有水環境改善前後之水質紀錄，因為環保局每個月皆有潮貴橋水質資料可供參考比對。本論文所採樣之區段現況說明如表 3.5-2。



圖 3.4-1 研究區域之水質採樣點分佈示意圖

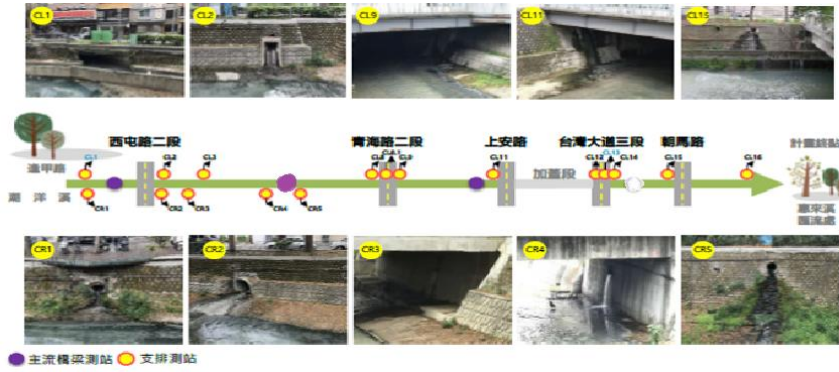


資料來源：「臺中市惠來溪及潮洋溪水環境改善計畫委託技術服務案」細部設計報告(臺中市政府

惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

水利局，2018)

圖 3.4-2 惠來溪水質檢測點位分佈圖(圖中紫色點位由左至右分別對應圖 3.4-1 點 1~4)



資料來源：「臺中市惠來溪及潮洋溪水環境改善計畫委託技術服務案」細部設計報告(臺中市政府水利局，2018)

圖 3.4-3 潮洋溪水質檢測點位分佈圖(圖中紫色點位由左至右分別對應圖 3.4-1 點 5~7)



惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

表 3.4-1 潮貴橋河川水質監測結果資料示意—111 年 7 月  
臺中市河川水質監測結果

中華民國 111 年 7 月至 7 月

河川名稱	監測站名	監測站編號	水體分類等級	採樣日期	採樣時間	氣溫 ℃	水流量 CMS	水溫 ℃	pH值	水質												
										溶解氧 mg/L	總氮 mg/L	總磷 mg/L	生化需氧量 (BOD <sub>5</sub> ) mg/L	化學需氧量 mg/L	懸浮固體 mg/L	鈉 mg/L	鈣 mg/L	鎂 mg/L	錳 mg/L			
潮洋溪	潮貴橋	1437	丙	2022/7/20	13:12			27.1	7.5	5.3					4.2	36.1	17.3					



河川名稱	監測站名	監測站編號	水體分類等級	採樣日期	採樣時間	水質										備註						
						銅 mg/L	錳 mg/L	六價鉻 mg/L	導電度 µmhos/cm 25℃	大腸桿菌群 CFU/100ml	陰離子表面活性劑 mg/L	氨氮 mg/L	總有機碳 mg/L	透明度 cm	油類 mg/L		濁度 NTU	硝酸鹽氮 mg/L	亞硝酸鹽氮 mg/L			
潮洋溪	潮貴橋	1437	丙	2022/7/20	13:12					364				1.05								

資料來源：111 年 7 月台中市河川，排水渠水質監測結果(台中市政府環境保護局，2022)

表 3.4-2 水質調查區段現況說明

取樣點位編號	採樣點位代表河段	採樣河段現況	採樣位置說明
1	惠來溪上游段		福上巷內 鄰近台中市水滄水資源回收中心
2	惠來溪中游 1		青海路二段與弘孝路交界處

惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

3	惠來溪中游 2		弘孝路與 上石路交 界處
4	惠來溪下游 段		朝富路與 朝馬三街 交界處
5	潮洋溪上游 段		至善路與 至善路 82 巷交界處 之廣場
6	潮洋溪中游 段		至善路與 至善路 148 巷交 界處之廣 場

惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

7	潮洋溪下游段		逢甲路與至善路交界處
O	潮貴橋		朝貴路鄰近朝馬運動廣場



## 第五節 採集紀錄

本研究針對上述所述之 7 個採樣點，自 111 年 4~8 月每月分別調查一次，採樣之方式說明如下。

1. 騎車到採集點位

2. 將水桶拋置於河道中間取水



3. 將水桶中的水攪拌再取樣，分別以攜帶式分析儀紀錄或帶回實驗室分析

#### 第四章 研究結果與分析

根據臺中市惠來溪潮洋溪水環境改善計畫書中，潮洋溪和惠來溪在水環境改善工程前，潮洋溪的水質大約落在中度汙染與嚴重汙染之間(表 4-1)，不僅影響水中生物生存，其臭味和水色也衝擊居民接近的意願，而這種劣勢要改善的源頭便是水質改善。因此在前瞻水環境政策的經費挹注下，從 107 年 4 月開始規劃設計到 109 年 12 月底完成驗收，歷經三年，水質由改善前的嚴重汙染降低到輕度汙染到中度汙染之間(表 4-2)。此外，因為研究區域周邊歷經城市化快速開發下，原來的農田已不復見，因此其上游的許多圳路也因此被切斷，使得潮洋溪上游的水量不足以供給稀釋流量，因而在水環境改善工程時由港尾仔溪接引部分流量，同時台中市政府也積極地建設汙水下水道來達到汙染截流的目的。然而水質改善並非可以立刻見效的，本研究首先藉由水質調查分析來瞭解水環境改善完工迄今兩年後，潮洋溪的水質變化情形為何。

表 4-1 106 年台中市水利局實測水質紀錄

項次	匯流與左/右岸側排	日期時間	水質項次									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			水溫(°C)	pH	COD(mg/L)	油脂(mg/L)	溶氧(mg/L)	BOD(mg/L)	SS(mg/L)	氨氮(mg/L)	RPI	河川汙染程度
1	潮洋溪上游	106/4/27 10:00	24	7.1	16.4	1.8	3.25	3.4	4.1	5.28	5	中度汙染
		106/4/27 22:00	24.3	7.39	57.8	4.3	2.86	34.1	47	13.4	7.25	嚴重汙染
2	潮 G 出口左岸側排(逢甲路 75 巷旁)	106/4/27 10:00	24.9	7.04	28.1	1.8	4.25	9.4	7.6	3.74	5.75	中度汙染
		106/4/27 22:00	25	7.03	24.6	0.9	4.91	12.4	24	2.59	4.5	中度汙染
3	潮 G 出口右岸側排(西屯路旁)	106/4/27 10:00	-	7.07	84	4.3	2.99	20	29	9.98	7.25	嚴重汙染
		106/4/27 22:00	24.5	6.67	75.8	4.3	2.67	41.8	22.8	16.8	7.25	嚴重汙染
4	潮洋溪匯流點(至善路與西屯路)	106/4/27 10:00	24.7	7.04	22.5	4	4.22	10	8.2	2.81	4.75	中度汙染
		106/4/27 22:00	24.6	7.19	43	4.4	4.87	17.5	25.8	5.58	6.5	嚴重汙染
5	左岸側排(至善路 174 巷旁)	106/4/27 10:00	26	7.49	137	6.5	2.51	41	27.5	20	7.25	嚴重汙染
		106/4/27 22:00	26.2	7.03	493	36.7	2.11	280	26.3	21.9	7.25	嚴重汙染
6	潮洋溪匯流點(至善公園旁)	106/4/27 10:00	25	7.16	36.2	4.2	3.41	16.1	11.5	11.6	6.75	嚴重汙染
		106/4/27 22:00	25.2	6.91	48.7	3	3.49	20.1	25	5.07	7.25	嚴重汙染
7	右側排放口(至善公園旁)	106/4/27 10:00	26.1	7.6	45.5	2.7	3.68	13.8	12.4	31.4	5.75	中度汙染
		106/4/27 22:00	26.4	7.58	70.4	<0.5	3.14	28.3	18.8	32.7	6.75	嚴重汙染
8	木棧平台匯流點(至善國中操場旁)	106/4/27 10:00	25	7.21	17.7	3.4	4.53	8.5	9.2	6.7	5.75	中度汙染
		106/4/27 22:00	25.4	7.2	45.6	<0.5	4.55	26.5	26.4	3.85	6.5	嚴重汙染

資料來源：「臺中市惠來溪及潮洋溪水環境改善計畫委託技術服務案」細部設計報告(臺中市政府水利局，2018)

惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

表 4-2 潮洋溪水質調查記錄(110 年 1 月至 110 年 10 月)

年/月	溶氧量	生化需氧量	懸浮固體	氨氮	RPI值	污染程度
110/01	1	3	1	6	2.75	輕度污染
110/02	1	3	1	6	2.75	輕度污染
110/03	3	3	6	6	4.5	中度污染
110/04	1	1	1	6	2.25	輕度污染
110/05	3	1	1	6	2.75	輕度污染
110/06	1	1	1	6	2.25	輕度污染
110/07	1	3	1	6	2.75	輕度污染
110/08	1	1	1	3	1.5	未(稍)受污染
110/09	3	1	1	6	2.75	輕度污染
110/10	3	3	1	6	3.25	中度污染

資料來源：「潮洋溪水質現況」(劉建榮上課講義，2021)

### 第一節 水質調查結果分析

本研究於 111 年 5~9 月共進行 5 次水質調查，分析結果如表 4-3 ~表 4-7 所列。(採樣點位如第三章之表 3.4-2 和圖 3.4-1 所示)(備註:本研究使用之儀器，當亞硝酸鹽含量達 0.4 mg/L 上時將無法解釋，因此檢測值  $\geq 0.4$  mg/L 時則以 0.4 mg/L 表示之)

表 4.1-1 研究區域水質分析成果(111.5.8, 氣溫：28°C)

採樣位置	水溫 (°C)	pH	溶氧 (mg/L)	BOD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	磷酸鹽 (mg/L)	亞硝酸鹽 (mg/L)	SS (mg/L)
潮洋溪上游	23.0	7.02	5.34	0.1	0.12	0.43	0.060	2.25
潮洋溪中游	23.0	7.13	2.85	1.13	3.68	0.90	0.065	39
潮洋溪下游	23.0	6.92	3.21	1.13	3.49	0.61	<0.002	5
惠來溪上游	24.0	7.28	6.9	7.4	3.47	1.20	0.041	11
惠來溪中游 1	24.5	7.59	8.4	11.4	3.44	0.90	>0.4	1.5
惠來溪中游 2	24.0	7.53	6.9	6.4	3.80	0.91	>0.4	22.75
惠來溪下游	25.0	7.21	6.5	4.3	1.72	0.44	0.189	9.25

已註解 [HS1]: 單位?

表 4.1-2 研究區域水質分析成果(111.6.4, 氣溫：30°C)

採樣位置	水溫 (°C)	pH	溶氧 (mg/L)	BOD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	磷酸鹽 (mg/L)	亞硝酸鹽 (mg/L)	SS (mg/L)
潮洋溪上游	26.1	7.90	6.17	5.78	0.23	0.34	0.050	5.25
潮洋溪中游	26.0	7.40	4.74	5.91	3.38	0.52	0.081	15.25
潮洋溪下游	26.3	7.40	4.31	5.51	4.28	0.80	0.470	4.25
惠來溪上游	27.0	7.29	5.7	4.2	2.31	0.95	0.097	2
惠來溪中游 1	27.0	7.55	5.7	5.1	2.51	1.16	0.396	1.75
惠來溪中游 2	27.5	7.47	5.6	6.8	2.45	1.09	>0.400	4.5
惠來溪下游	26.1	7.08	5.6	3.2	0.98	0.34	0.129	0.5

已註解 [HS2]: 單位?

表 4-1.3 研究區域水質分析成果(111.6.19, 氣溫：31°C)

採樣位置	水溫 (°C)	pH	溶氧 (mg/L)	BOD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	磷酸鹽 (mg/L)	亞硝酸鹽 (mg/L)	SS (mg/L)
潮洋溪上游	26.0	8.01	7.67	0.94	0.17	0.47	0.050	6.5
潮洋溪中游	26.0	7.52	6.42	2.11	3.7	0.53	0.068	3.25
潮洋溪下游	26.0	7.32	6.04	2.11	2.9	0.47	0.094	6.75
惠來溪上游	28.0	7.33	7.9	1.6	2.99	1.32	0.169	4.25
惠來溪中游 1	26.0	7.64	7.6	1.6	2.71	0.68	0.396	3.25
惠來溪中游 2	26.5	7.93	7.8	1.4	2.25	0.95	>0.400	11
惠來溪下游	26.0	7.23	7.0	2.3	2.13	0.44	0.139	1

已註解 [HS3]: 單位?

表 4-1.4 研究區域水質分析成果(111.7.25, 氣溫：31°C)

採樣位置	水溫 (°C)	pH	溶氧 (mg/L)	BOD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	磷酸鹽 (mg/L)	亞硝酸鹽 (mg/L)	SS (mg/L)
潮洋溪上游	28.5	7.70	4.19	1.16	0.23	0.41	0.044	2.5
潮洋溪中游	28.0	7.37	4.32	7.85	3.12	0.43	0.072	7.25
潮洋溪下游	28.0	7.42	3.6	6.69	4.07	0.44	0.117	8.75
惠來溪上游	29.0	7.30	5.0	3.0	1.99	0.96	0.148	8.5
惠來溪中游 1	29.5	7.49	4.7	3.8	1.25	0.61	0.400	3.5
惠來溪中游 2	29.0	7.00	4.9	4.2	1.09	0.48	>0.400	10.25
惠來溪下游	28.5	7.05	5.3	4.2	0.54	0.21	0.153	5.5

已註解 [HS4]: 單位?

表 4-1.5 研究區域水質分析成果(111.9.9, 氣溫：28°C)

採樣位置	水溫 (°C)	pH	溶氧 (mg/L)	BOD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	磷酸鹽 (mg/L)	亞硝酸鹽 (mg/L)	SS (mg/L)
潮洋溪上游	29.5	8.56	5.51	3.33	0.3	0.37	0.063	3.75
潮洋溪中游	29.0	7.74	4.83	8.54	2.71	0.46	0.078	20
潮洋溪下游	29.5	7.35	4.62	8.4	3.04	0.43	0.088	12.5
惠來溪上游	31.0	7.70	4.5	0.3	0.94	0.23	0.070	13
惠來溪中游 1	31.0	7.42	5.0	1.2	0.91	0.33	0.226	3
惠來溪中游 2	29.0	7.52	5.4	0.9	0.92	0.29	0.191	12.25
惠來溪下游	29.0	7.19	5.2	2.0	1.42	0.28	0.076	8.5

已註解 [HS5]: 單位?

## 第二節 潮洋溪水質變化趨勢分析

### 壹、pH值

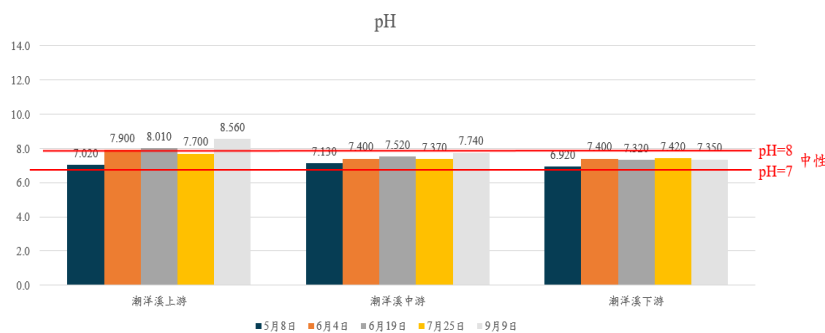


圖 4.2-1 潮洋溪水質檢測成果-pH

由圖 4.2-1 可知：

一、 潮洋溪上游的 pH 值平均為 7.84，潮洋溪中游、潮洋溪下游 pH 值平均為 7.35。

根據推測造成上游之 pH 值高於中游及下游的主因為：中游及下游點位之上游約 500 公尺處各設有一側向排水孔，同時因為此兩河段有較明顯的臭味，因此其排放的水可推估為家庭廢水（此類廢水主要成分為油脂、清潔劑、蛋白質、等有機成份，容易分解後發酵導致發臭。）那家庭廢水即會對 pH 值產生影響。

二、 5 月份所測 pH 值呈中性，6 至 9 月份則呈弱鹼性。

其中潮洋溪 9 月初上游 pH 值高達 8.56，根據推測是因為上游是引進港尾仔溪的水體，由下表可以看出港尾仔溪土地利用有接近一半是屬於農業用地，正值 8 月又恰好是農民插秧施肥的時間，或許是當地土壤較酸農民使用鹼性土壤耕作才導致水體 pH 值升高。



惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

表 4.2-1 港尾仔溪土地利用情形

用地類別	分類	面積(公頃)	總計(公頃)	百分率(%)
工業用地	工業	10.86	11.48	6.30
	倉儲	0.62		
水利用地	河道	43.68	43.75	24.02
	蓄水池	0.07		
交通用地	公路	5.45	5.45	2.99
其他用地	空置地	3.27	5.89	3.24
	草地	2.10		
建築用地	住宅	10.06	13.76	7.56
	喪葬設施	0.83		
	宗教	0.66		
	學校	0.11		
	商業	1.67		
	興建中	0.05		
	公用事業	0.37		
軍事用地	軍事用地	2.51	2.51	1.38
農業用地	林業	0.04	88.42	48.56
	畜牧	0.35		
	農作	87.89		
	農業附帶設施	0.15		
街道用地	街道	10.84	10.84	5.95
總計			182.10	100

資料來源：「臺中市惠來溪及潮洋溪水環境改善計畫委託技術服務案」細部設計報告(臺中市政府水利局，2018)

## 貳、溶氧量

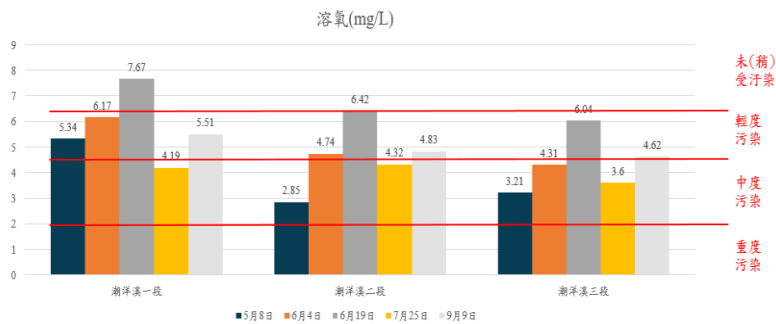


圖 4.2-2 潮洋溪水質檢測成果-溶氧

由圖 4.2-2 可知：

- 一、 潮洋溪上游的溶氧平均範圍在未受汙染，中游及下游平均範圍卻在未受汙染-輕度汙染。
- 二、 根據推測，上游的溶氧比中、下游高的主因為：中游及下游點位上游約 500 公尺處各設有一側項排水孔，此兩排水孔所排放為家庭廢水，家庭廢水中所含的氮、磷會增加耗氧，造成水體的缺氧。  
5 月份的溶氧皆比其他月份低，且範圍達到了輕度汙染甚至是中度汙染，6 至 9 月份則在未受汙染-輕度汙染的範圍。  
5 月份的溶氧皆比其他月份低的主要原因為 4 月份時潮洋溪有邊坡工程正在進行，工程排放的廢水會降低水中的溶氧量。



圖 4.2-3 過去潮洋溪邊坡



圖 4.2-4 2022 年四月潮洋溪邊坡

另外潮洋溪上游的溶氧皆不穩定，推估為港尾仔溪每月引進的水量不均，因為港尾仔溪是利用重力排水的方式引入潮洋溪，導致溶氧的初始量皆不同。

### 參、生化需氧量

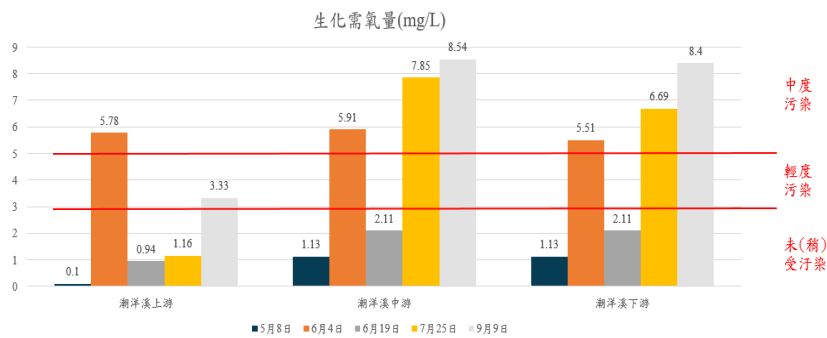


圖 4.2-5 潮洋溪水質檢測成果-生化需氧量

由圖 4.2-5 可知：

- 一、 潮洋溪上游除了 6 月初之外，其月份的生化需氧量皆比中游、下游還要低。

根據推測，中游及下游的生化需氧量比較高的主因為：這兩個點位之上游 500 公尺各設有測向排水口排放家庭廢水，其中所含的有機物量比上游多的話就會造成此情況。

- 二、 5 月份的生化需氧量平均比其他月份低，潮洋溪中游及下游在 6 至 9 月份的生化需氧量有逐漸升高的趨勢。

造成此趨勢的主因推估為溫度造成水中魚類的活動力增加，產生的糞便增多，負責硝化的好氧微生物因氧氣不足而受抑制，數量減少，而厭氧菌開始活躍，數量從河底開始增加，到最後變水中微生物最多的族群。

### 肆、磷酸鹽

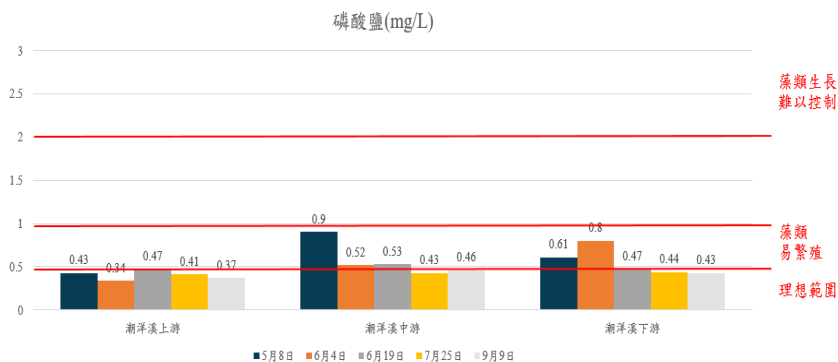


圖 4.2-6 潮洋溪水質檢測成果-磷酸鹽

由圖 4.2-6 可知：

- 一、 潮洋溪中游及下游的值平均比上游高。  
根據推測其主要原因為：中游及下游受到的家庭廢水污染程度比上游高，家庭廢水中清潔劑常夾雜大量的磷。
- 二、 6月中至9月份的磷酸鹽值呈現逐漸下降的趨勢。  
潮洋溪上游沒有曬到陽光、沒有魚所以藻類不易生成，中下游藻類比較多，據推估為潮洋溪大多為浮游藻類，流速沖走許多浮游藻類，造成目前數據看起來皆還在可接受的範圍內。

### 伍、氨氮

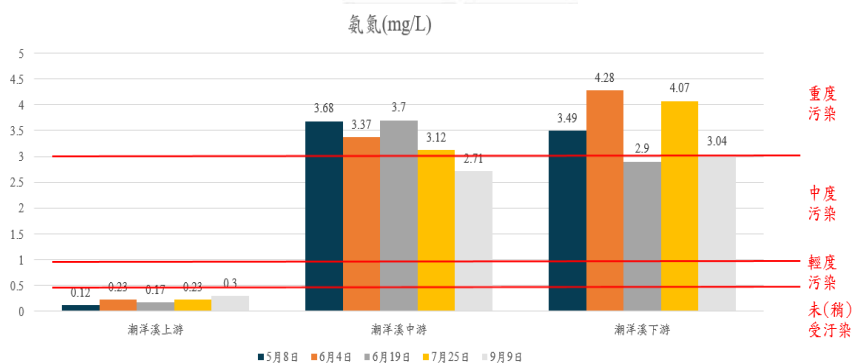
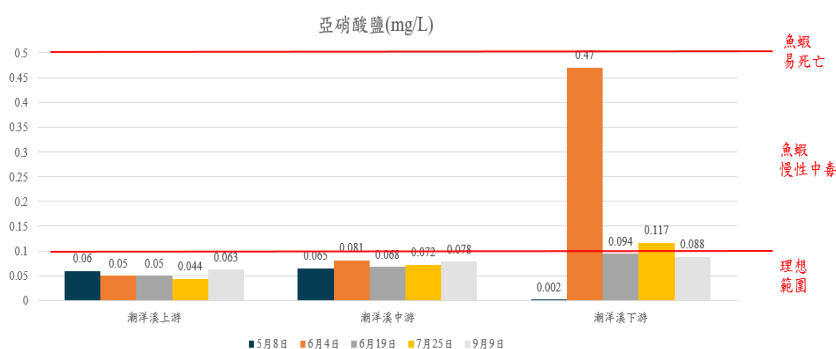


圖 4.2-7 潮洋溪水質檢測成果-氨氮

由圖 4.2-7 可知：

- 一、 潮洋溪上游的氮氮平均在未受汙染的範圍內，潮洋溪中游及下游則都趨於中度汙染—重度汙染。

根據推測，造成此差異的主因為：中游及下游前方的測向排水孔所排放的家庭廢水影響，汙水廠以處理生活汙水為主，會刻意添加些許含氮量高的汙泥或汙水以提高生化處理中微生物的營養成分，因此水中參雜的氮氮量即可能提高。其次為上游引流水體的水體品質與水中魚群所排放的糞便也會導致氮氮量提高。



## 陸、亞硝酸鹽

圖 4.2-8 潮洋溪水質檢測成果-亞硝酸鹽

由圖 4.2-8 可知：

- 一、 潮洋溪上游及中游的亞硝酸鹽平均皆為理想範圍，下游則趨於理想範圍—魚蝦易慢性中毒之間。
- 二、 潮洋溪下游於 6 月初時亞硝酸鹽含量達到了近乎容易致死魚蝦的範圍。

潮洋溪下游亞硝酸鹽汙染程度較高的原因推估為該河段氮氮含量較高，該河段 6 月初時氮氮含量達到了最高點，導致亞硝酸鹽含量同時也較高，推估為水中的氮循環未完全進行，因亞硝酸鹽為水體反應中其中一個過渡物質，此類在一般的河川水體中沒有特別測，但在水產養殖中很重要關係到魚的生存能力，潮洋溪因為水位較低，水中魚類又多，相當於一個大型魚缸，所以特別測量亞硝酸鹽的數據當作參考。

### 柒、懸浮固體

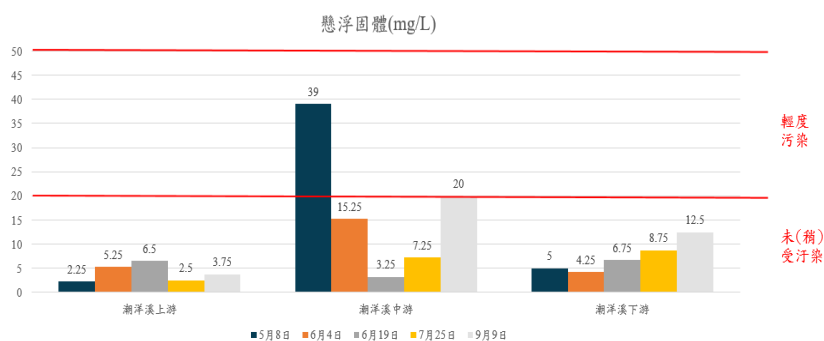


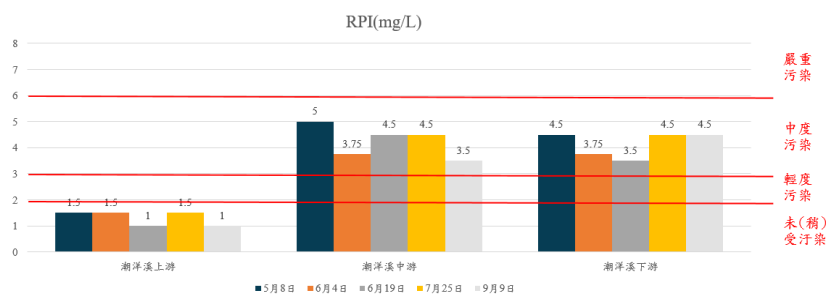
圖 4.2-9 潮洋溪水質採樣點檢測成果-懸浮固體

由圖 4.2-9 可知：

- 一、 潮洋溪上游污染程度平均範圍在未受污染，潮洋溪中游較不穩定，平均較接近輕度污染，潮洋溪下游污染程度平均範圍在未受污染。4 月中游較高確定是邊坡施工所造成。
- 二、 潮洋溪上游的懸浮固體含量於 5 月至 6 月中逐漸升高，到了 7 月底則呈降低並於 9 月回升。潮洋溪中游的懸浮固體含量於 5 月時呈現輕度污染，隨月份逐漸下降直至 6 月中則逐漸回升。潮洋溪下游的懸浮固體含量 5 月至 9 月逐漸升高。

造成此趨勢推估為水位的高低造成，水位較低的地方比較容易翻動到河底的土壤，造成懸浮固體的增加。

### 捌、RPI



4.2-10 潮洋溪水質檢測成果-RPI

### 惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

由圖 4.2-10 可知：

一、上游污染程度為未(稍)受污染，中游及下游則為輕度污染。

造成此差距的原因為潮洋溪上游的水主要參雜了從港尾仔溪所引流的水。潮洋溪中游及下游各含有側巷排水孔所排放的家庭廢水。顯示儘管上游引入港尾仔溪水量進行稀釋，但中下游週邊民生和餐飲廢水量高，因此仍不足以讓水質維持。

影響此差距的四項指標中，氨氮為其最大差距的來源，其次為生化需氧量。

### 第三節 惠來溪水質變化趨勢分析

#### 壹、pH 值

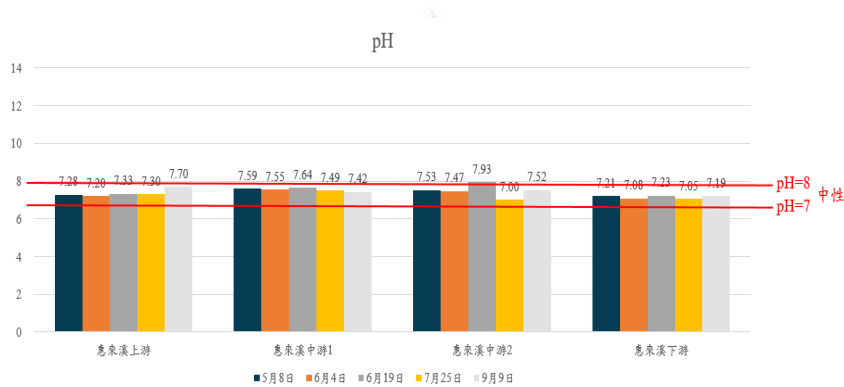


圖 4.3-1 惠來溪水質檢測成果-pH

由圖 4.3-1 可知：

一、惠來溪中游 1 與中游 2 其 pH 值平均為 7.5 左右，惠來溪上游與下游則相對較低，平均在 7.3 左右。

二、上游的 9 月、中游 2 的 6 月中及 9 月相較其他月份高。

## 貳、溶氧量

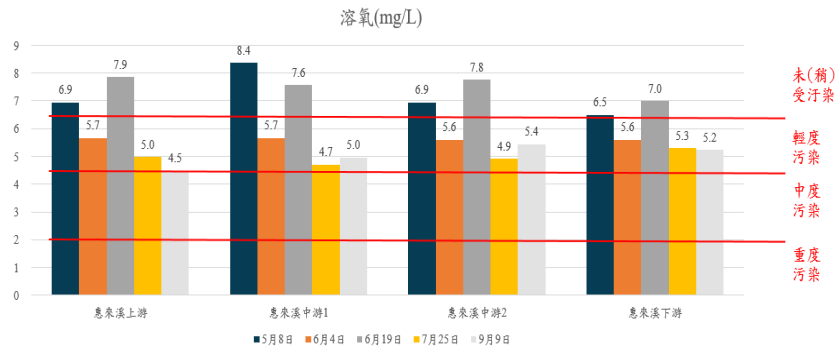


圖 4.3-2 惠來溪水質檢測成果-溶氧

由圖 4.3-2 可知：

- 一、整條惠來溪的溶氧污染程度較為一致，大致範圍在輕度污染。
- 二、5月、6月中的溶氧污染程度較其他月份輕微。

## 參、生化需氧量

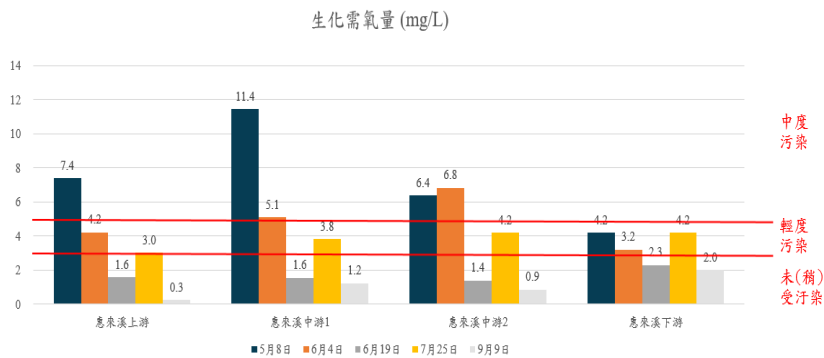


圖 4.3-3 惠來溪水質檢測成果-生化需氧量

由圖 4.3-3 可知：

- 一、整條惠來溪的生化需氧量污染程度5月到6月中趨勢為逐漸下降，7月則有顯著回升，直至9月又下降。



### 肆、磷酸鹽

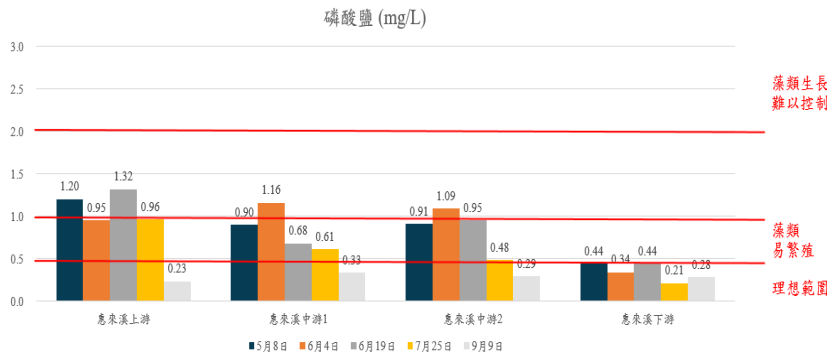


圖 4.3-4 惠來溪水質採樣點檢測成果-磷酸鹽

由圖 4.3-4 可知：

- 一、 惠來溪上游、中游 1、中游 2 平均皆趨於輕度汙染。下游則趨於未受汙染。

### 伍、氨氮

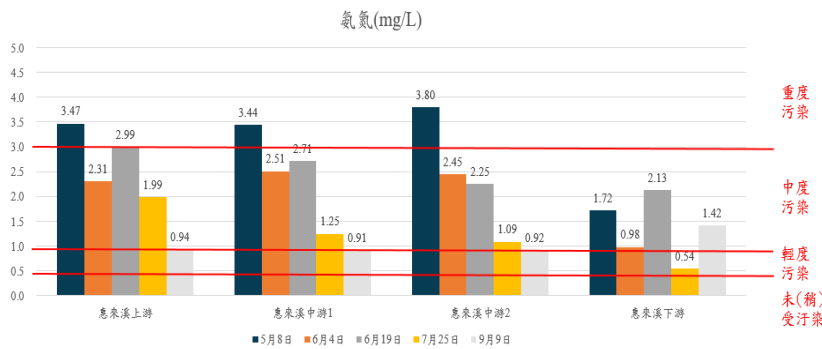


圖 4.3-5 惠來溪水質檢測成果-氨氮

由圖 4.3-5 可知：

- 一、 惠來溪上游、中游 1、中游 2 平均皆趨於中度汙染，下游則趨於中度汙染-輕度汙染間。

5 月的氨氮含量較其他月分高出許多，隨著月份，氨氮含量有從重度

惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

二、 汙染逐漸下降至輕度汙染的趨勢。

### 陸、亞硝酸鹽

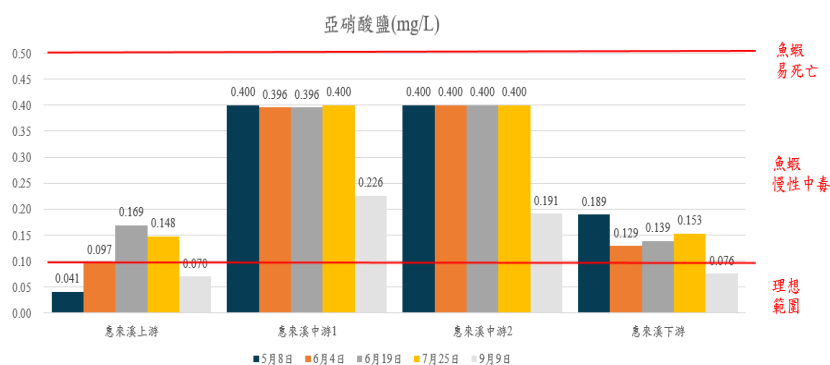


圖 4.3-6 惠來溪水質檢測成果-亞硝酸鹽

由圖 4.3-6 可知：

一、 惠來溪中游 2、中游 3 平均皆趨於中度汙染，並且快達到了過量的範圍，惠來溪上、下游則趨於中度汙染-理想範圍間。

二、 9 月的亞硝酸鹽含量相較其他月份來的低。

根據觀測，上游及下游濱溪植物較為眾多，由於植物有助於河川硝化作用運行，因此植物較少之中游 1、中游 2 其亞硝酸鹽含量則相對較

### 柒、懸浮固體

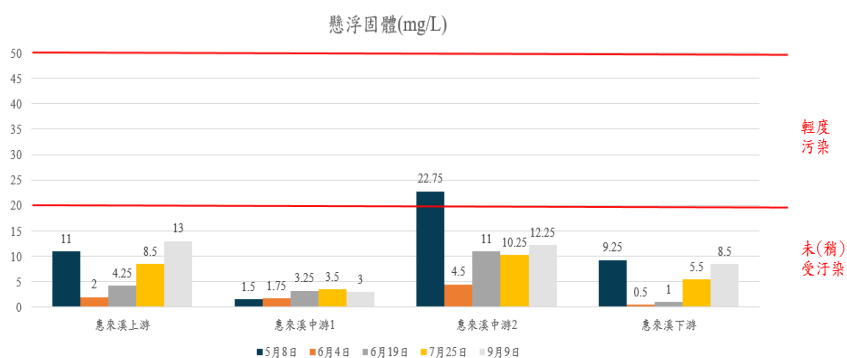


圖 4.3-7 惠來溪水質採樣點檢測成果-懸浮固體

由圖 4.3-7 可知：

惠來溪上游、中游 1、下游其懸浮固體含量皆趨於未受汙染的範圍，

惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

- 一、 惠來溪中游 2 懸浮固體含量雖然略高於其他河段，但仍處於未受汙染的範圍。
- 二、 中游 2 於 5 月時懸浮固體含量達到了輕度汙染的範圍。

### 捌、RPI

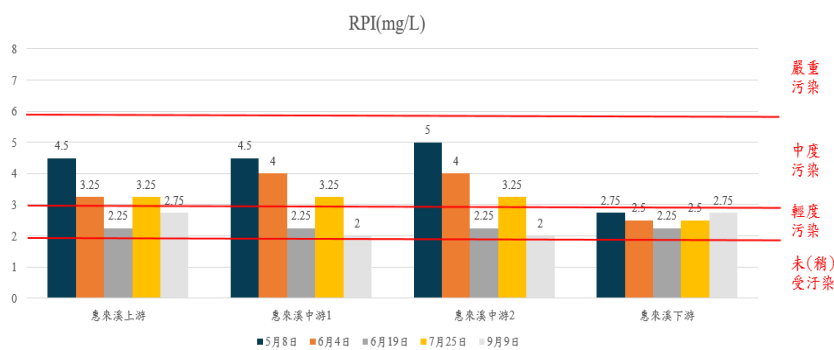


圖 4.3-8 惠來溪水質檢測成果-RPI

由圖 4.3-8 可知，惠來溪於 4 月時河川汙染程度趨於中度汙染，5 月至 8 月則下降呈輕度汙染。

惠來溪下游水質相比於其他中上游反而較為良好，推測是惠來溪下游較寬闊，水量較多，水體中受到氮氮汙染時間較短，整體水質表現較穩定。而中游則明顯受到氮氮和生化需氧量影響較高，硝化反應也無法適時完成反應，因此亞硝酸鹽濃度也呈現累積。

## 第四節 水環境計畫實施前後水質比較

本論文將潮洋溪和惠來溪水環境改善後的水質檢測進行比較。由於環保局在潮洋溪及惠來溪所設置的固定水質採樣點僅有潮貴橋，與本研究所所設採樣點-「惠來溪下游」位置相近，因此選取該檢測點之數據與其做比對分析，因惠來溪下游為潮洋溪與惠來溪這兩條溪的下游匯流點，因此其比對結果可作為判斷兩條溪流概況的參考。(備註：111 年 6 月數據為「6 月 4 日」、「6 月 19 日」檢測數據兩者取平均值。)

### 壹、pH

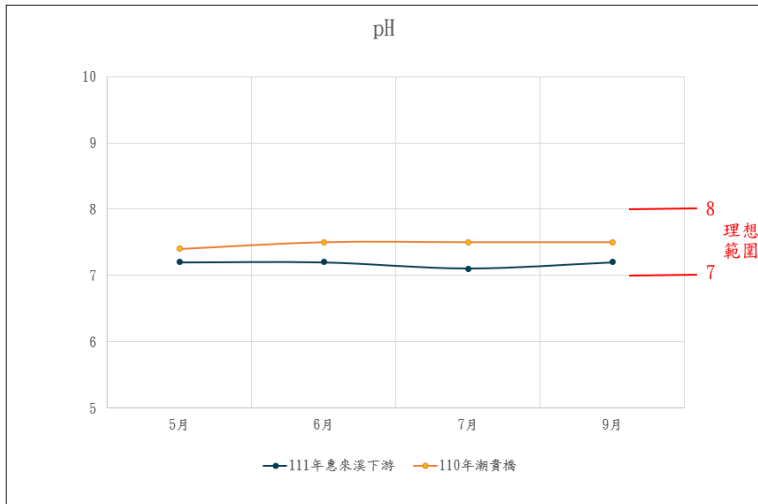


圖 4.4-1 潮貴橋 110 年與惠來溪下游 111 年趨勢比對圖-pH

由圖 4.4-1 可知，110 年與 111 年水質皆為中性到弱鹼性，111 年比 110 年更趨於中性。

### 貳、溶氧量

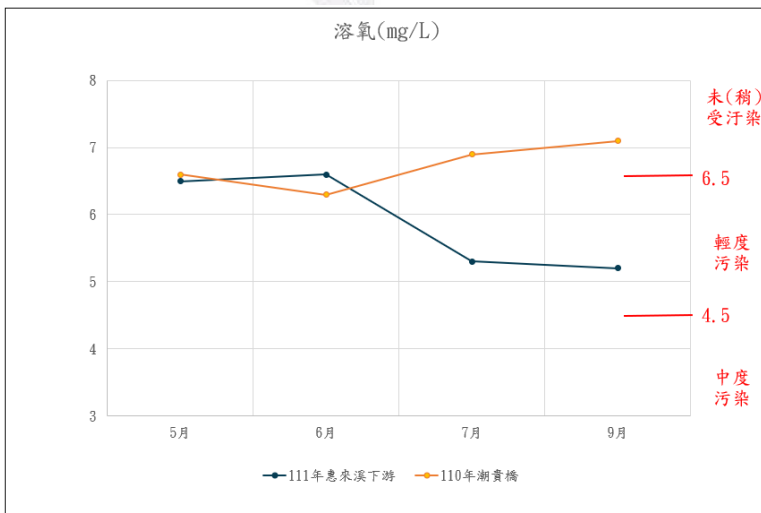


圖 4.4-2 潮貴橋 110 年與惠來溪下游 111 年趨勢比對圖-溶氧

由圖 4.4-2，110 年溶氧污染程度為未受汙染-輕度汙染，111 年則轉為輕度汙染的狀態，其中，以 5-6 月的表現較佳。

### 參、生化需氧量

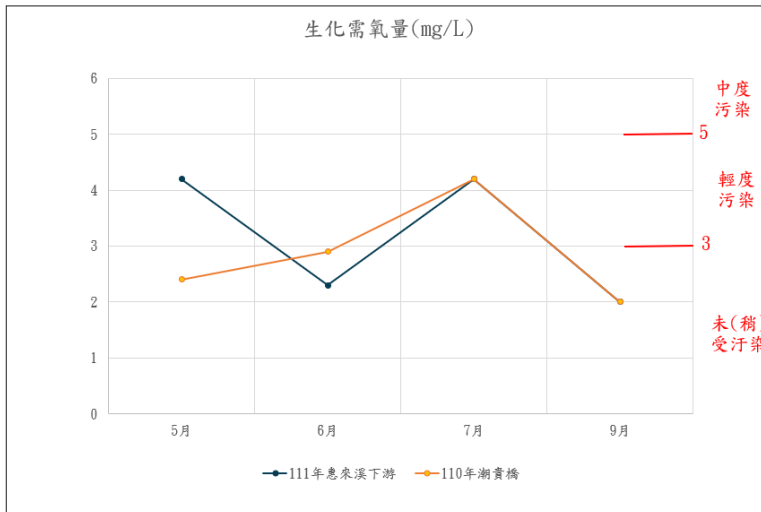


圖 4.4-3 潮貴橋 110 年與惠來溪下游 111 年趨勢比對圖-生化需氧量

由圖 4.4-3 可知，110 年與 111 年的生化需氧量汙染程度皆趨於輕度汙染-未受汙染之間。

### 肆、氨氮

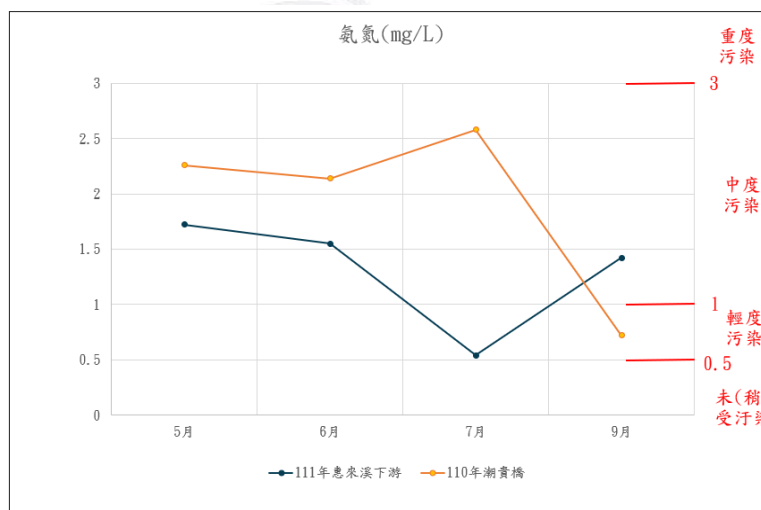


圖 4.4-4 潮貴橋 110 年年與惠來溪下游 111 年趨勢比對圖-氨氮

由圖 4.4-4 可知，110 年氨氮污染程度較趨於中度污染-重度污染，111 年時則趨於中度污染-輕度污染。

### 伍、懸浮固體

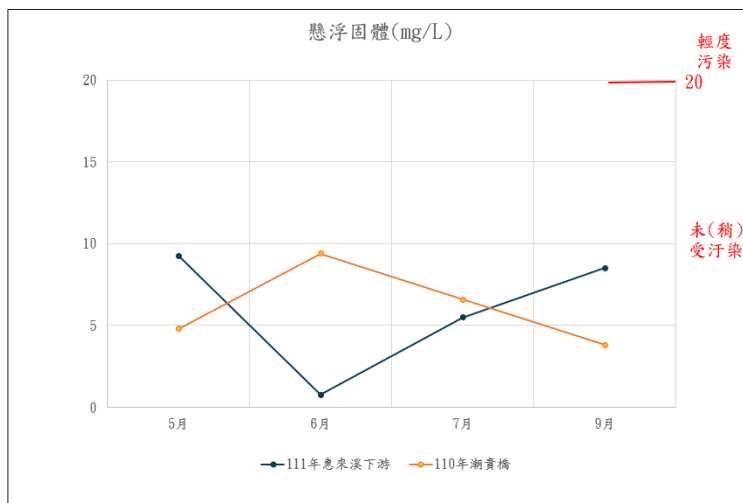


圖 4.4-5 潮貴橋 110 年與惠來溪下游 111 年趨勢比對圖-懸浮固體

由圖 4.4-5 可知，110 年與 111 年的懸浮固體污染程度皆為未受污染。

### 陸、總結

整體來說，惠來溪與潮洋溪水質污染程度 110 年與 111 年相似，且均較水環境計畫實施前的「中度污染—嚴重污染」改善相當多，其中溶氧污染程度從未受污染轉為輕度污染，其餘水質指標皆有些微改善。

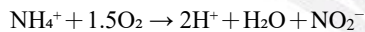
## 第五節 改善策略

綜整表 4-1、表 4-2、4.2 節及 4.3 節內容發現，惠來溪和潮洋溪在水環境改善計畫後之水體水質已大幅改善，未來隨著汙水下水道和水資源回收中心陸續完工運轉，預期周邊民生汙染更可更大量的被截留。然而在本研究進行水質調查和分析中可以發現，在惠來溪中游段和潮洋溪的水質還是呈現較不穩定的情況，推測潮洋溪上游是因為受到港尾仔溪流之流量多寡有關，中游段則是曝氣不足，溶氧量無法滿足水中生物和汙染物的生化反應所致。

台灣每年夏天經常看到大量魚群暴斃的新聞，新聞批露時的原因說明多半是高溫導致河川溶氧量不足所導致，也有不同聲音認為是有人偷排放廢水所致。不論是高溫下因為水位和流量太低、藻類大量孳生，使得水中氧氣不足，或者是汙染量進入需要氧氣來進行反應，都同樣會使的短時間內氧氣消耗太快。因此製造曝氣(如跌水)、種植水生植物(包括濱溪植物)進行氮和磷的吸附和轉換，都是可以向水中輸入氧或者是降低總氮或總磷的方式。以民生排放汙染源最常見的氨氮為例，以理論的方式計算出要讓氨氮減量需要消耗的氧氣量，藉此瞭解要將水中汙染量削減需要消耗的氧氣(或者可思考為要達到某目標水質的氨氮濃度需要的氧氣量或稀釋水量)。

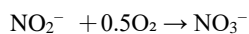
本論文以水生植物轉換氨氮來達到水中總氮減量為例。硝化反應(Nitrification)分為以下兩個階段：

第一階段：轉換成亞硝酸鹽



每單位的 N 需消耗氧氣有  $r_{oa} = \frac{1.5(32)}{14} = 3.43 \text{ gO/gN}$

第二階段：轉換成硝酸鹽(經歷此兩個階段之後方能讓植物行光合作用時成為生長的養分，達成脫氮的目的)



每單位的 N 需消耗氧氣有  $r_{oi} = \frac{0.5(32)}{14} = 1.14 \text{ gO/gN}$

因此，完成整個硝化反應，每單位的氨氮需消耗氧氣量為

$$r_n = 3.43 + 1.14 = 4.57 \text{ gO/gN}。$$

### 壹、情境一

由於本論文並未進行斷面和水位測量，無法估算惠來溪和潮洋溪中的流量，因此採用「臺中市惠來溪及潮洋溪水環境改善計畫委託技術服務案」細部設計報告中所提供的流量分析結果-平均假日流量 7960~117136 m<sup>3</sup> 為水中流量值進行演算。以潮洋溪中游為例(表 4.5-1)，該區段在 4 月份水質調查之氨氮濃

惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

度為 3.68 mg/L，若要達到未受污染標準則要降至 0.5 mg/L，則水中需要削減的氮量為 $(3.68 - 0.5) \times 7960000 = 25312800 \text{ mg} = 25312.8 \text{ g}$ ，因此需要的氧氣為 $25312.8 \times 4.57 = 106318\text{g}$ ，遠超過水中的溶氧量

$5.34 \div 1000 \times 7960000 = 42506.4\text{g}$ ，其他區段在各月份若要達到未受污染目標則依前述說明計算如表 4.5-1~表 4.5-6。由此結果可以發現對於潮洋溪和惠來溪來說，若僅依靠河川水體自淨功能，則難以達到期望標準。

表 4.5-1 情境一計算結果-潮洋溪中游

日期	流量(L/day)						氮氮濃度 目標為 0.5 mg/L 之差值 (mg/L)
	7960000	27960000	47960000	67960000	87960000	117136000	
需氧量(g)							
5月8日	115679.5	406331.5	696983.5	987635.5	1278287.5	1702290.6	3.18
6月4日	104766.3	367998.3	631230.3	894462.3	1157694.3	1541697.2	2.87
6月19日	116407.0	408887.0	701367.0	993847.0	1286327.0	1712996.9	3.2
7月25日	95308.3	334776.3	574244.3	813712.3	1053180.3	1402516.2	2.62
9月9日	80393.6	282387.6	484381.6	686375.6	888369.6	1183038.5	2.21

表 4.5-2 情境一計算結果-潮洋溪下游

日期	流量(L/day)						氮氮濃度 目標為 0.5 mg/L 之差值 (mg/L)
	7960000	27960000	47960000	67960000	87960000	117136000	
需氧量(g)							
5月8日	108767.8	382053.8	655339.8	928625.8	1201911.8	1600581.4	2.99
6月4日	137505.8	482997.8	828489.8	1173981.8	1519473.8	2023477.5	3.78
6月19日	87305.3	306665.3	526025.3	745385.3	964745.3	1284747.6	2.4
7月25日	129866.6	456164.6	782462.6	1108760.6	1435058.6	1911062.1	3.57
9月9日	92398.1	324554.1	556710.1	788866.1	1021022.1	1359691.3	2.54



表 4.5-3 情境一計算結果-惠來溪上游

日期	流量(L/day)						氮氮濃度目標為 0.5 mg/L 之差值 (mg/L)
	34297000	74297000	114297000	154297000	194297000	216000000	
	需氧量(g)						
5月8日	465509.8	1008425.8	1551341.8	2094257.8	2637173.8	2931746.4	2.97
6月4日	283694.5	614562.5	945430.5	1276298.5	1607166.5	1786687.2	1.81
6月19日	390275.9	845447.9	1300619.9	1755791.9	2210963.9	2457928.8	2.49
7月25日	233538.6	505910.6	778282.6	1050654.6	1323026.6	1470808.8	1.49
9月9日	68964.4	149396.4	229828.4	310260.4	390692.4	434332.8	0.44

表 4.5-4 情境一計算結果-惠來溪中游 1

日期	流量(L/day)						氮氮濃度目標為 0.5 mg/L 之差值 (mg/L)
	34297000	74297000	114297000	154297000	194297000	216000000	
	需氧量(g)						
5月8日	460807.6	998239.6	1535671.6	2073103.6	2610535.6	2902132.8	2.94
6月4日	315042.0	682470.0	1049898.0	1417326.0	1784754.0	1984111.2	2.01
6月19日	346389.4	750377.4	1154365.4	1558353.4	1962341.4	2181535.2	2.21
7月25日	117553.0	254653.0	391753.0	528853.0	665953.0	740340.0	0.75
9月9日	64262.3	139210.3	214158.3	289106.3	364054.3	404719.2	0.41

表 4.5-5 情境一計算結果-惠來溪中游 2

日期	流量(L/day)						氮氮濃度目標為 0.5 mg/L 之差值 (mg/L)
	34297000	74297000	114297000	154297000	194297000	216000000	
	需氧量(g)						
5月8日	517233.1	1120473.1	1723713.1	2326953.1	2930193.1	3257496.0	3.30
6月4日	305637.7	662097.7	1018557.7	1375017.7	1731477.7	1924884.0	1.95
6月19日	274290.3	594190.3	914090.3	1233990.3	1553890.3	1727460.0	1.75
7月25日	92475.0	200327.0	308179.0	416031.0	523883.0	582400.8	0.59
9月9日	65829.7	142605.7	219381.7	296157.7	372933.7	414590.4	0.42

表 4.5-6 情境一計算結果-惠來溪下游

日期	流量(L/day)						氮氮濃度 目標為 0.5 mg/L 之差值 (mg/L)
	34297000	74297000	114297000	154297000	194297000	216000000	
需氧量(g)							
5月8日	191219.5	414235.5	637251.5	860267.5	1083283.5	1204286.4	1.22
6月4日	75233.9	162977.9	250721.9	338465.9	426209.9	473817.6	0.48
6月19日	255481.8	553445.8	851409.8	1149373.8	1447337.8	1609005.6	1.63
7月25日	6269.5	13581.5	20893.5	28205.5	35517.5	39484.8	0.59
9月9日	144198.3	312374.3	480550.3	648726.3	816902.3	908150.4	0.42

## 貳、情境二

以潮洋溪中游為例(表 4.4-7)，該區段在 4 月份水質調查之氮氮濃度為 3.68 mg/L，若要達到原數值一半的汙染濃度 1.84 mg/，則水中需要削減的氮氮量為  $(3.68/2) \times 7960000 = 14646400mg = 14646.4 g$ ，因此需要的氧氣為

$14646.4 \times 4.57 = 66934g$ ，與水中的溶氧量  $5.34 \div 1000 \times 7960000 = 42506.4g$

較為相近，其他區段在各月份若要達到未受汙染目標則依前述說明計算如表 4.5-7~表 4.5-12。由此結果可以發現對於潮洋溪和惠來溪來說，若依靠河川水體自淨功能，則可使汙染濃度降低至一半，增植水生植物有助於降低剩餘汙染濃度。惠來溪腹地較大，較適合增植改善方法；潮洋溪腹地有限，此方法在潮洋溪執行較為困難，因此必須配合其他的水質處理策略，這也是水環境改善工程和汙水下水道實施的意義，但對景觀美化和水生生物棲息來說卻是相當重要。

表 4.5-7 情境二計算結果-潮洋溪中游

日期	流量(L/day)						氮氮濃度目 標為原數值 一半之差值 (mg/L)
	7960000	27960000	47960000	67960000	87960000	117136000	
需氧量(g)							
5月8日	66934.0	235110.0	403286.0	571462.0	739638.0	984973.2	1.84
6月4日	61477.5	215943.5	370409.5	524875.5	679341.5	904676.5	1.69
6月19日	67297.8	236387.8	405477.8	574567.8	743657.8	990326.3	1.85
7月25日	56748.4	199332.4	341916.4	484500.4	627084.4	835086.0	1.56
9月9日	49291.1	173138.1	296985.1	420832.1	544679.1	725347.1	1.36

表 4.5-8 情境二計算結果-潮洋溪下游

日期	流量(L/day)						氮氮濃度目標為原數值一半之差值(mg/L)
	7960000	27960000	47960000	67960000	87960000	117136000	
	需氧量(g)						
5月8日	63478.2	222971.2	382464.2	541957.2	701450.2	934118.6	1.75
6月4日	77847.2	273443.2	469039.2	664635.2	860231.2	1145566.7	2.14
6月19日	52746.9	185276.9	317806.9	450336.9	582866.9	776201.7	1.45
7月25日	74027.6	260026.6	446025.6	632024.6	818023.6	1089358.9	2.04
9月9日	55293.3	194221.3	333149.3	472077.3	611005.3	813673.5	1.52

表 4.5-9 情境二計算結果-惠來溪上游

日期	流量(L/day)						氮氮濃度目標為原數值一半之差值(mg/L)
	34297000	74297000	114297000	154297000	194297000	216000000	
	需氧量(g)						
5月8日	271939.2	589097.2	906255.2	1223413.2	1540571.2	1712653.2	1.74
6月4日	181031.6	392165.6	603299.6	814433.6	1025567.6	1140123.6	1.16
6月19日	234322.2	507608.2	780894.2	1054180.2	1327466.2	1475744.4	1.50
7月25日	155953.6	337839.6	519725.6	701611.6	883497.6	982184.4	1.00
9月9日	73666.5	159582.5	245498.5	331414.5	417330.5	463946.4	0.47

表 4.5-10 情境二計算結果-惠來溪中游 1

日期	流量(L/day)						氮氮濃度目標為原數值一半之差值(mg/L)
	34297000	74297000	114297000	154297000	194297000	216000000	
	需氧量(g)						
5月8日	269588.1	584004.1	898420.1	1212836.1	1527252.1	1697846.4	2.94
6月4日	196705.3	426119.3	655533.3	884947.3	1114361.3	1238835.6	2.01
6月19日	212379.0	460073.0	707767.0	955461.0	1203155.0	1337547.6	2.21
7月25日	97960.8	212210.8	326460.8	440710.8	554960.8	616950.0	0.75
9月9日	71315.5	154489.5	237663.5	320837.5	404011.5	449139.6	0.41

表 4.5-11 情境二計算結果-惠來溪中游 2

日期	流量(L/day)						氮氮濃度 目標為原 數值一半 之差值 (mg/L)
	34297000	74297000	114297000	154297000	194297000	216000000	
	需氧量(g)						
5月8日	297800.9	645120.9	992440.9	1339760.9	1687080.9	1875528.0	1.72
6月4日	192003.2	415933.2	639863.2	863793.2	1087723.2	1209222.0	1.26
6月19日	176329.5	381979.5	587629.5	793279.5	998929.5	1110510.0	1.36
7月25日	85421.8	185047.8	284673.8	384299.8	483925.8	537980.4	0.63
9月9日	72099.2	156187.2	240275.2	324363.2	408451.2	454075.2	0.46

表 4.5-12 情境二計算結果-惠來溪下游

日期	流量(L)						氮氮濃度 目標為原 數值一半 之差值 (mg/L)
	34297000	74297000	114297000	154297000	194297000	216000000	
	需氧量(g)						
5月8日	134794.1	292002.1	449210.1	606418.1	763626.1	848923.2	0.86
6月4日	76801.3	166373.3	255945.3	345517.3	435089.3	483688.8	0.49
6月19日	166925.2	361607.2	556289.2	750971.2	945653.2	1051282.8	1.07
7月25日	42319.1	91675.1	141031.1	190387.1	239743.1	266522.4	0.55
9月9日	111283.5	241071.5	370859.5	500647.5	630435.5	700855.2	0.46

表 4.5-13 對於水質穩定的策略分析表

	潮洋溪	惠來溪
現況分析		
河寬	窄	寬
長度	短	長
周邊垃圾	多	少
河道週邊腹地	幾乎沒有	有限
改善效益評估		
策略一：將水體剩餘氮氮完全以提升水中溶氧方式完成	最大能力不足 50%	最大能力不足 50%
策略二：以自然淨化方式削減氮氮殘餘濃度一半	有機會達成	有機會達成

## 五、 結論與建議

### 第一節 結論

1. 從本研究結果得知，惠來溪與潮洋溪相較整治計畫前已有不少改善，大部分的河段皆從嚴重汙染降至輕度甚至稍有汙染之情況。
2. 由本研究之水質分析趨勢可以發現，潮洋溪和惠來溪的水質在氨氮、生化需氧量、亞硝酸鹽等仍呈現不穩定情況，其中，潮洋溪較惠來溪的水質不穩定情況嚴重。推測是因為惠來溪的上游已有設置水桶水資源回收中心，所以大部分的汙水都是先經過淨水場處理才排入河道。但潮洋溪周圍雖已施作汙水下水道與油質截留器，但周遭民生住宅與商業用戶密度相當高，且水中流量較低，雖已引流港尾仔溪水量進行稀釋，但短期仍不足以滿足長期以來的汙染量。
3. 本研究以生物化學反應化學式的理論方式，每公克的氨氮需消耗氧氣量為4.57 g計算，若以曝氣、跌水或增加水生植物等可以增加水中溶氧的方式削減去水體中一半的氨氮，以目前惠來溪和潮洋溪中的流量現況或許是可執行的，因此油脂截留、汙水下水道系統和其他降低汙染排放方式都是必須同時進行才能維持水質。

### 第二節 建議

1. 本研究水質採樣期間，潮洋溪階梯為開放狀態，惠來溪下樓梯閘門為未開放狀態。本研究原預計採樣方法為走下河岸兩旁裝取水樣，為使採樣方法一致，故皆使用於橋上水桶打撈水體的方法。因此無法與水環境計畫實施前的採樣點完全一致，在分析比較時難免有差異。之後若持續監測記錄水質變化，建議可以採用本研究的調查位置，使比較分析更具客觀性。
2. 水桶打撈法由於僅能在橋上選擇點位，河道邊坡、道路阻礙物皆成為本研究選取點位上的困難。如惠來溪上游(圖 5-2)採樣點位恰為水躍發生後一點點的距離、惠來溪中游 1(圖 5-1)有排水道從橋底或橋側邊流出(圖 5-2)，據推估，上述為干擾到採樣水質之因素。  
其餘水質採樣點應考慮的因素包含：  
(1)採樣點的上下游無激流、急流和漩渦之位置。  
(2)水深、採樣深度。

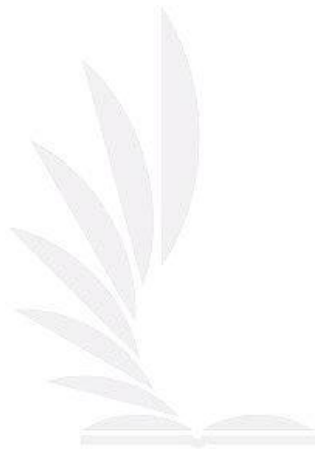
惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析



圖 5-1 水躍問題



圖 5-2 排水問題



## 參考文獻

1. Water Science School (2018). Nitrogen and Water. Retrieved November 14, 2022, from [Nitrogen and Water | U.S. Geological Survey \(usgs.gov\)](https://www.usgs.gov/nitrogen-and-water)
2. J. Marsalek, B.E. Jiménez-Cisneros, P.-A. Malmquist, M. Karamouz, J. Goldenfum and B. Chocat(2006). Urban water cycle processes and interactions. Technical Documents in Hydrology, No. 78,63-64.
3. Eward Maltby, Tom Barker(2009). The Wetlands Handbook , chap 9-11.
4. Anne Bernhard (2010). The Nitrogen Cycle: Processes, Players, and Human Impact. Retrieved November 14, 2022, from [The Nitrogen Cycle: Processes, Players, and Human Impact | Learn Science at Scitable \(nature.com\)](https://www.scitable.com/learn/scitable/nature.com/the-nitrogen-cycle-processes-players-and-human-impact)
5. Eifion Rees(2014)。慣行農業×暴雨×暖化 各地藻華暴發。上網日期：2022年11月14日，檢自 <https://e-info.org.tw/node/101979>。
6. 台中市政府水利局(2018)「臺中市惠來溪及潮洋溪水環境改善計畫委託技術服務案」細部設計報告。
7. 台中市政府水利局(2022)。惠來溪及潮洋溪水環境改善工程。上網日期：2022年11月23日，檢自 <https://www.wrs.taichung.gov.tw/1545136/post>。
8. 杜金蓮、王姿文、曾福生(2016)。養殖魚塭溶氧與氣候變動之關係-以南部吳郭魚養殖池為例。水試專訊，第56期，35-38。
9. 行政院環境保護署(2020)。亞硝酸鹽氮。全國環境水質監測資訊網，上網日期：2022年11月14日，檢自 [https://wq.epa.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/Pedia\\_27.aspx](https://wq.epa.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/Pedia_27.aspx)。
10. 行政院環境保護署(2020)。氮氮。全國環境水質監測資訊網，上網日期：2022年11月14日，檢自 [https://wq.epa.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/Pedia\\_08.aspx](https://wq.epa.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/Pedia_08.aspx)。
11. 行政院環境保護署(2020)。溶氧。全國環境水質監測資訊網，上網日期：2022年11月14日，檢自 [https://wq.epa.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/Pedia\\_02.aspx](https://wq.epa.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/Pedia_02.aspx)。
12. 行政院環境保護署(2020)。氫離子濃度指數。全國環境水質監測資訊網，上網日期：2022年11月14日，檢自 [https://wq.epa.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/Pedia\\_47.aspx](https://wq.epa.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/Pedia_47.aspx)
13. 台中市政府(2021)。「一所大學守護一條河」MOU簽署 盧市長：公私協力推展在地水環境文化。上網日期：2022年11月27日，檢自 <https://www.taichung.gov.tw/1940730/post>。

惠來溪與潮洋溪在水環境改善前後之水質成效分析

14. 行政院新聞傳播處(2021)。前瞻基礎建設計畫—水環境建設。行政院全球資訊網。上網日期:2022年11月4日,檢自  
<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/c776edfe-61bd-4f9e-9609-f1fb13919ad7>。
15. 行政院環境保護署(2022)。水質監測項目及意義。水質淨化現地處理網站,上網日期:2022年11月14日,檢自  
[https://water.epa.gov.tw/s-river/ClassRoom.aspx?Num=01#01\\_10](https://water.epa.gov.tw/s-river/ClassRoom.aspx?Num=01#01_10)。
16. 南投縣政府環境保護局(2022)。水質監測。南投縣政府環境保護局全球資訊網,上網日期:2022年11月14日,檢自  
<https://www.ntepb.gov.tw/sub/content/index.aspx?Parser=1,18,296,276>。
17. 葉綠舒(2014)。【生物環境】處處可見的藻華(algae bloom)是因為過量施肥?或者其他?。上網日期:2022年11月14日,檢自  
<https://case.ntu.edu.tw/blog/?p=18863>。
18. 經濟部水利署。水環境建設。水利署中文版全球資訊網。上網日期:2022年11月20日,檢自  
[https://www.wra.gov.tw/Advanced\\_Search.aspx?q=%E6%B0%B4%E7%92%B0%E5%A2%83%E5%BB%BA%E8%A8%AD](https://www.wra.gov.tw/Advanced_Search.aspx?q=%E6%B0%B4%E7%92%B0%E5%A2%83%E5%BB%BA%E8%A8%AD)。
19. 劉昌明、傅國斌(2000)。今日水世界。清華大學出版社有限公司,p.190-192。
20. 劉建榮上課講義(2021)。「潮洋溪水質現況」