國立臺灣海洋大學
環境生物與漁業科學學系
碩士學位論文

指導教授：鄭學淵博士

蘭陽溪及冬山河流域水質之評估與改善研究

Studies on the assessment and improvement of water quality in the Lanyang river basin and Dongshan river basin

研究生：林金龍　撰

中華民國 95 年 7 月

蘭陽溪及冬山河流域水質之評估與改善研究

Studies on the assessment and improvement of water quality in the Lanyang river basin and Dongshan river basin

研 究 生：林金龍　　Student：Lin Gin-Lung

指導教授：鄭學淵　　Advisor：Cheng Sha-Yen

國 立 臺 灣 海 洋 大 學

環境生物與漁業科學學系

碩 士 論 文

A Thesis

Submitted to Department of Environmental Biology and Fisheries Science

College of Ocean Science and Resources

National Taiwan Ocean University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Science

in

Department of Environmental Biology and Fisheries Science

July 2006

Keelung, Taiwan, Republic of China

中華民國 95 年 7 月

謝　誌

感謝指導教授　鄭學淵博士兩年來在學期間及論文研究過程的細心指導與愛護，使得[愚]在為人、處事、知識與治學態度方面，獲益良多，謹致上無限的敬意與謝忱。

本論文承蒙劉秉忠博士及林致平博士於百忙中細心審閱，並提供寶貴建議，特表感謝之意。

在學校兩年研究生涯裡，感謝學長及學弟妹在研究過程之協助與鼓勵。在工作上蒙謝長官及同仁的支持、鼓勵與關心，在此謹表由衷之感謝。

最後，謹以本論文獻給我敬愛的家人，由於妳(你)們的支持與鼓勵，讓我順利完成學業，願諸位分享這份喜悅。

[愚]林金龍謹誌於

國立海洋大學環境生物與漁業學系

中華民國 95 年 7 月

摘　要

本研究以蘭陽溪及冬山河流域民國八十七年至九十三年(羅東溪及安農溪以民國九十年至九十三年)水質監測數據進行水質合格率及濃度變化分析，探尋污染原因，研提改善建議；此外，亦以河川污染指標(RPI)及河川水質指標(WQI5 及 WQI8)進行相關性分析及評估結果比較。

結果顯示，單一指標不合格率低於 75 %之項目為溶氧量、生化需氧量、懸浮固體、氨氮、大腸桿菌群及總磷。單一指標不合格率低於 75 %之測站，溶氧量發生在宜蘭河各測站；生化需氧量發生在宜蘭河宜蘭橋及壯圍大橋以外之測站；懸浮固體發生在蘭陽溪蘭陽大橋測站、羅東溪廣興大橋測站、清洲橋測站及安農溪各測站；氨氮發生在蘭陽溪蘭陽大橋、羅東溪清洲橋及安農溪以外之測站；大腸桿菌群發生在蘭陽溪興蘭大橋以外之測站；總磷發生在羅東溪廣興大橋及安農溪下湖橋以外之測站。主要污染來源為生活污水、事業(含工業、畜牧及營建工程)廢水、農業迴歸水及天然因素等。建議生活污水部分加速興建污水下水道系統、事業(含工業、畜牧及營建工程)廢水部分加強事業管制、農業迴歸水部分合理化施肥、迴歸水再次使用等措施，以改善水質。

觀察水質變化情形，除溶氧量在河口測站部分水質因受潮汐海水混合之影響、生化需氧量及氨氮在羅東溪、生化需氧量及懸浮固體在安農溪、及氨氮及大腸桿菌群在冬山河，因為污染源主要分布在上游，致污染情形未呈愈往下游愈不好之趨勢外，整體而言，隨河川愈往下游，水質呈現愈不好之情況。此外發現冬山河上游至下游各測站水質在利澤簡橋測站以單一指標溶氧量、氨氮及大腸桿菌群評估結果，有

比下游測站更不好之現象，其原因可能是冬山河支流十六份圳及打那岸圳污水截流閘門(亦即截流設施)未正常操作有關。

就整體而言，以 RPI、WQI5 及 WQI8 三項水質指標於本研究兩個流域大多數測站呈統計上顯著相關($p< 0.01$ 或 $p< 0.05$)，顯示本研究兩個流域採用 RPI、WQI5 及 WQI8 三項指標來進行評估時，大多數測站有一致之變化趨勢。另以 RPI、WQI5 及 WQI8 三項指標評估本研究兩個流域各測站水質結果，以 RPI 評估結果水質狀況呈現較佳，而以 WQI5 與 WQI8 評估結果水質狀況則呈現較差，比較 WQI5 與 WQI8 評估結果水質狀況，其中又以 WQI5 評估結果水質狀況呈現較佳。以河川綜合指標進行水質評估時，建議優先採用 WQI8，WQI5 次之，最後則為 RPI。

關鍵詞：蘭陽溪流域，冬山河流域，水質，評估，河川污染指標，水質指標 5，水質指標 8

Abstract

This study used the monitoring data of the Lanyang river basin and Dongshan river basin from 1998 to 2003 (Luodong river and Annog river from 2001 to 2003) to analyzed the compliance rates and the concentration variation of water quality to inquired about the pollution reason and provided the suggestion of improvement. Moreover, this study also employed the correlation coefficient analysis to explore the relationship and the comparison of appraisal results between three kinds of water quality indices,i.e. the RPI, WQI_5, and WQI8.

The results showed that among the monitoring parameters, compliance rates were lower than 75 % for dissolve oxygen (DO), biochemical oxygen demand(BOD_5), suspended solid(SS), ammonia nitrogen(NH_3-N), coliform group and total phosphorus(TP). Among the monitoring stations , compliance rates were lower than 75 %. DO in the Yilan river at all stations. BOD_5 in the monitoring stations besides the Yilan river at Yilan-bridge and Juang-bridge. SS in the Lanyang river at Lanyang-bridge ,Luodong river at Goang-shing bridge and Ching-jou bridge and the Annong river at all stations. NH_3-N in the monitoring stations besides the Langang river at Lanyang bridge, the Luodong river at Ching-jou bridge and the Annong river. Coliform group in the monitoring stations besides the Lanyang at Shing-lan bridge. TP in the monitoring stations besides the Luodong river at Goang-shing bridge and the Annong river at Shiah-hwu bridge. The main sources of pollution account for the sewage, the wastewater of the enterprise (contains industry、livestock and build), the agricultural return of water, the natural factor. In order to improve the water quality that the author suggest to build the sewage system as soon as possible, to control

strengthenly the wastewater of enterprise, and to apply the rationalization of fertilizer and the return of water reuses.

Observes the results of the water quality variations showed that the upstream were better than the downriver, excepted DO in the monitoring station of river mouth due to tide and the mix of the river and the sea, BOD_5 and NH_3-N in the Luodong river, BOD_5 and SS in the Annong river, and NH_3-N and coliform group in the Dongshan river because of the main sources of pollution were distributed in the upstream. Moreover, DO , NH_3-N and coliform group in the Dongshan river at Lih-tzer bridge are worse than the monitoring stations of the downriver because of abnormal operation of the water gate of the Shyr-fenn river and the Daa-nah river.

In addition, there were consistent trend and significant correlation ($p < 0.01$ or $p < 0.05$) between three water indices (RPI, WQI5, WQI8). The comparison of appraisal results of water quality between three water indices (RPI, WQI5, WQI8) that RPI is better than WQI5 and WQI8, WQI5 is better than WQI8. We carries on assessment of the water quality that the author recommend that WQI8 is the first one choice, WQI5 is the second , and RPI is the finally.

Key word: Lanyang river basin, Dongshan river basin, water quality, assessment, RPI, WQI5, WQI8

目錄

頁次

表目錄

頁次

圖目錄

頁次

附錄

頁次

第一章　前言

1.1 研究動機及目的

台灣地區近半世紀來受都市化及工業化之影響，不論在人口密度、工廠密度甚至豬隻飼養密度等環境指標，與世界各國比較皆位居前位(行政院環境保護署，2003；李，2000;溫，2004)，顯見台灣地區環境負荷之沉重。

宜蘭縣位於台灣東北角，三面環山，一面向海。縣境內水資源極為豐沛，地面水系佈滿境內各區域(宜蘭縣政府，1993)，縣內之河川大多坡度陡峭、流短水急、沖刷作用均極為嚴重，雖然雨量豐沛、但降雨集中，旱季時間河川流量稀少，缺乏稀釋能力(宜蘭縣政府環境保護局，2005)。又都市人口集中、工業及畜牧業等所排出之生活污水、工業廢水及畜牧廢水等，挾帶大量污染物排入河川，超過了河川的涵容能力，導致宜蘭地區部分之河川遭受到不同程度之污染(江等，2002；宜蘭縣政府環境保護局，2002)。

蘭陽溪是縣內最大河川(宜蘭縣政府環境保護局，2005)，亦為水資源利用最主要之來源，可稱是宜蘭地區最重要之河川。其次，冬山河是宜蘭地區五大河川之一(行政院環境保護署，1996)，除提供防洪及鄰近工業、家庭污水等排水功能外，亦提供國民良好的休閒遊憩環境，為國內知名觀光景點(宜蘭縣政府環境保護局，2004)，近年來承受各類廢污水，已影響水體之使用及整體發展，加強流域之污染防治工作已刻不容緩(宜蘭縣政府環境保護局，2003)。

河川水質污染情形之評估，較常被使用者有河川污染指標及水體分類水質標準(歐陽等，1990；江等，2002)。本研究針對蘭陽溪與冬山河流域歷年之水質監測數據進行評估，配合文獻及水質變化探尋污染原因，並且研擬改善建議，以作為污染防治工作之參考。此外，行

政院環境保護署自民國九十五年起對河川水質評估除持續以往採用河川污染指標(RPI)外，並將採用河川水質指標(WQI)項目(行政院環境保護署, 2005)，本研究兩個流域目前並無有關河川污染指標(RPI)及河川水質指標(WQI)水質評估結果相關性分析及比較之研究，本研究也將這一部分進行探討，其結果除作為污染防治工作之參考外，並且提供後續相關研究者之參考。

因此，本研究主要係針對蘭陽溪及冬山河流域水質參數符合水體分類水質標準之合格率、水質濃度變化、河川綜合指標(RPI、WQI5及WQI8）間之相關性及其水質評估結果之比較等內容進行探討。

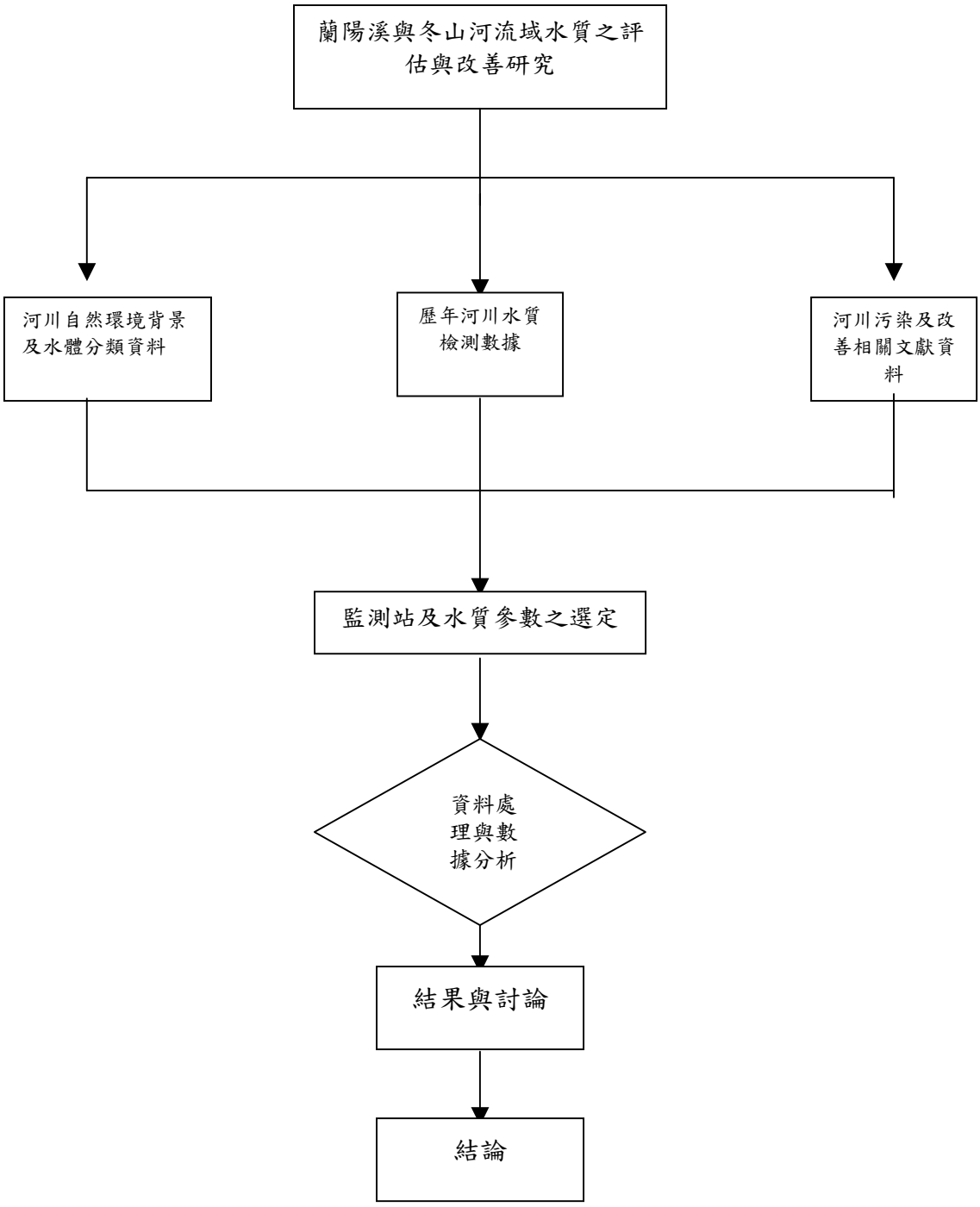

蘭陽溪與冬山河流域水質之評估與改善研究
河川自然環境背景及水體分類資料
歷年河川水質檢測數據
河川污染及改善相關文獻資料
監測站及水質參數之選定
資料處理與數據分析
結果與討論
結論

圖 1.1 本研究流程圖

第二章　文獻整理

2.1 本研究環境背景分析

2.1.1 宜蘭縣河川水系說明

宜蘭縣境內水資源極為豐沛，地面水系佈滿境內各區域，行政院農委會將宜蘭縣流域分為頭城沿海河系流域、蘭陽溪鄰近流域及南澳沿海河系流域等三大流域，另依流域整理出縣境內重要河川共 8 條，由北而南依序為得子口溪、宜蘭河、蘭陽溪、冬山河、新城溪、蘇澳溪、東澳溪、南澳溪等。宜蘭縣河川水系圖如圖 2.1 所示，水系表如表 2.1 所示。

2.1.2 蘭陽溪及冬山河流域水系說明

本研究主要針對蘭陽溪及冬山河流域水質進行統計分析，此兩流域涵蓋支流及各集流分區如表 2.2 及表 2.3 ，各主支流環境背景詳述如下：

一、蘭陽溪

蘭陽溪發源於海拔 3,555 公尺之南湖大山北麓，流經牛鬥出谷，流域面積 978.63 平方公里，河流長度 73.06 公里。其上游支流有眾多，下游主要支流有羅東溪、宜蘭河，最後又在興蘭大橋附近匯入冬山河，隨即注入太平洋。蘭陽溪上游水流急促，常挾帶大量砂石，下游則因流速減緩，至河口形成沖積平原。由於年雨量高達 2,656 公釐，地下水位甚高，抽取容易，但因本區屬細質砂土，排水性差，故常於夏季水流量豐富時宣洩不良，氾濫成災，形成廣大沼澤。行政區域涵蓋大同鄉、三星鄉、員山鄉、冬山鄉、羅東鎮、宜蘭市、壯圍鄉、五結鄉、礁溪鄉等 9 個鄉鎮市。流域內水源蘊藏豐富，其下游為蘭陽平原，自古農業發達，灌溉圳遍佈整個蘭陽平原，河川水源用途包括發電、灌溉及生活用水。

二、羅東溪

羅東溪發源於大同鄉境內之大元山（ 1,488 m），其上游有蕃社坑溪（又名寒溪）與打狗溪，兩溪在四方林附近會合，主流全長約為 21.33 公里，流域面積為 122.05 平方公里。蕃社坑山附近，為林務局大元工作站的管轄範圍，受到森林涵養水源的保護，水質澄淨。自發源地一路下流，流經寒溪（昔日為平埔族大元社村落），行至小南澳附近，與打狗溪合而為一，成為羅東溪主流。續往北流，經鼻頭橋、大隱淨水廠、廣興大橋到羅東運動公園。

羅東溪下游流經歪仔歪橋後注入蘭陽溪，繼續下游旅程。沿著壯圍、五結兩鄉交界處東流，過興蘭大橋至出海口處，分與宜蘭河、冬山河交匯，完成蘭陽溪旅行，注入太平洋。羅東溪河水因地下水位很淺，河水有伏流水挹注。

三、宜蘭河

宜蘭河為蘭陽溪的支流，水域流速較緩慢，河岸兩旁多為土堤及農業用地，主流全長約為 20.4 公里，流域面積為 149.06 平方公里。水體最上游有五十溪、大湖溪，中游有大礁溪、小礁溪等匯入宜蘭河，並流經大宜蘭地區以及壯圍市區。

四、安農溪

安農溪原名電火溪，日治時期，日人為設立水力發電廠，在蘭陽溪上游截流引水入清水發電廠，經九芎湖沉砂後，再提供天送埤發電廠發電後之「尾水道」，是為「電火溪」之由來，其不僅照亮蘭陽平原，也提供農作灌溉之主流，直至民國六十七年改稱安農溪。

安農溪長約 20 公里，年平均出水量每秒約 20 立方公尺，其水源主要得自天送埤發電廠之尾水，河道上窄下寬，溪床礫灘羅列，流水滾滾奔放，時急時緩，富於變化。其基地呈帶狀，沿線景觀綿延數

里，兩岸綠野千頃，竹籬農舍，聚落林立，極富田園風光之美。縣府為拓展觀光遊憩資源，在整治安農溪之際，同時將安農溪河域，規畫為五處發展據點，分別為水源橋、三星橋、張公圍、分洪堰及萬長春等。

五、冬山河

冬山河發源於新寮山（ 986 m），沿冬山鄉西緣流向東北，至清水五結防潮閘門出口，再北折匯流蘭陽溪口，注入太平洋，主流全長約為 24 公里，流域面積為 113.17 平方公里。其涵蓋的行政區為冬山鄉、五結鄉、羅東鎮及部份蘇澳鎮、南澳鄉。全線有十三條主要排水支線，流域劃分為十二個集流分區，地下水蘊藏豐富，伏流水是冬山河及各排水支線的基流量來源。過去由於河道彎曲，排水斷面不足，因此政府自民國五十七年起至七十年間，斥資五億進行各種治山防洪工程，河幹線浚渫並截彎取直十公里，新闢平行水道三千七百多公尺，民國七十一年完成五結大閘門，以防海潮倒灌。整治後，水流平緩，水量穩定，平均水深兩公尺，中游河段自嘉冬橋至利澤簡橋下游，平直水道三千五百公尺，寬約一百四十公尺，平行水道之污水匯入冬山河之位置臨近出海口，且匯入口前尚有五結防潮閘門阻檔污染迴流，河的兩岸有十至二十公尺的副堤，及適當的腹地，展現一片田園風景。

2.1.3 水體利用概況

宜蘭縣位於台灣東北隅，受到地形及氣候條件之因素，水資源蘊藏豐富，然而河道陡坡、水流湍急，因此暴雨逕流均直接流入太平洋。縣境內各水體分為河川、湖泊、地下水、湧泉及海域利用情形簡述如后(詳見表 2.4)：

一、河川

宜蘭縣境內位於山區之河川主要作為暴雨時山洪之排水路，位於

平原之河川則作為區域排水及流域內污染源承受水體，河川為灌溉用水之主要來源，河川水佔灌溉用水水量之 84 %，其亦為公共給水之水源，佔公共給水量之 6.0 %；其中部分為遊憩觀光用途，包括冬山河近年來在親水公園舉辦國際性活動表演，使得冬山河成為熱門景點；新城溪上游有武荖坑風景區；近年來宜蘭縣政府亦積極開發蘭陽溪支流宜蘭河及安農溪作為遊憩觀光之新景點。

二、湖泊

縣境內湖泊主要亦是作為觀光遊憩之用途，其水源部分亦作為灌溉水源。縣內之五大湖泊中包括龍潭湖、大湖、梅花湖均已納入觀光風景區，翠峰湖為太平山森林遊樂區森林保育區，雙連埤因環境生態因素，宜蘭縣政府正積極爭取規劃為生態保育區。

三、地下水

依據「宜蘭縣環境品質規劃研究案」顯示(於，1991)，宜蘭縣境內地下水主要做為工業用水、公共給水、農業用水及其他用途等，地下水之開發，其中公共給水水量之 94.0 %均仰賴地下水，養殖池用水多數係以地下淡水為主要水源，以及工業用水之持續開發，為目前地下水之利用特徵。

四、伏流水（湧泉）

由於蘭陽平原地下水位高，在枯水期往往高於圳渠或排水路之水位，故地下水會滲入圳渠或排水路內，形成伏流水或湧泉。其水體主要利用於灌溉用水及公共用水為主，龍潭湖、大湖、雙連埤、梅花湖水源均屬湧泉；另外，冬山河原本規劃為區域排水，全線有十三條主要排水支線，其伏流水是冬山河及各排水支線的基流量來源。

五、海域

宜蘭縣海域範圍由頭城鎮之大溪南至南澳鄉和平溪出海口之附近

海域，其水體利用於承受河川污染源、各沿岸漁港污染源及遊憩之用。

2.1.4 氣候

依據中央氣象局宜蘭測站及蘇澳測站自民國 83 年至民國 93 年 12 月底氣象資料概況彙整分析(詳見表 2.5)，可知縣境內降雨量之變化從北至南逐漸增加，溫度、相對濕度、降雨日數則差異不大。

一、氣壓

宜蘭地區位處亞熱帶，夏季主要受熱帶性低氣壓影響，宜蘭測站、蘇澳測站月平均氣壓最低值均出現於七月分別為 1005.6 毫巴(mPa)、1003.6 毫巴；而冬季受西伯利亞冷高壓之影響，二測站均於十二月間氣壓最高分別為 1020.5 毫巴、 1018.4 毫巴。

二、氣溫

縣境內二測站全年氣溫差異不大，民國 83~93 年間月平均氣溫介於 16.5 ℃至 28.6 ℃之間，較熱的季節由五月開始，迄於十月，其中以七、八月為最熱，四月與十一月為每年之寒暑交替期，從十二月至翌年三月為較寒冷的季節。整體而言，歷年的平均溫度為 22.7 ℃，屬溫暖地區。

三、降雨量、降雨日、相對濕度

宜蘭地區受東北季風影響，挾帶大量水氣受環境因素而降水，故根據中央氣象局資料顯示，宜蘭氣象站 83~93 年間月平均降雨量為 2577.2 公釐，蘇澳氣象站年平均降雨量為 3867.8 公釐；降雨日數統計方面， 83~93 年年平均降雨日數，宜蘭測站為 172.5 日、蘇澳測站為 171.9 日，另各月份相對濕度差異不大，約在 77.1 %~83.7 %之間，屬於多雨潮濕之地區。縣境內山區降雨量多於平地，且降雨集中於八至十一月颱風盛行期間，全年之月平均降雨量均達 102.7 公釐以上。

四、日照時數

日照時數之月份變化，宜蘭測站、蘇澳測站分別以七月份 219.7 小時、 238.2 小時最高，而以十二月至二月份為較低，其中十二月之 55.9 、 50.9 小時最低。

五、颱風

西太平洋地區多颱風，而台灣地處於太平洋地區颱風路徑之要衝，每年五月至十一月常有颱風侵襲，其中以七至十月為最多。依中央氣象局統計，西元 1952~2005 年九月侵襲台灣地區之颱風共計 193 次(係指颱風中心在台灣登陸、或雖未登陸，僅在台灣近海經過，但陸上有災情者)，年平均達 3.64 次。其侵襲路徑進行方向可分為七類(如圖 2.2)，其中直接侵襲或間接影響宜蘭地區者為第一、二及四種等路徑，計有 107 次，佔總次數之 55.4 %。在 107 次中有 43 次(第一種路徑)來自太平洋穿越本島直驅大陸東南沿海；31 次(第二種路徑)則由台灣東部穿過中央山脈進入台灣海峽；其餘 33 次(第四種路徑)則由台灣東北部切越北部地區至淡水方向進入台灣海峽。另由登陸地點分布情形可見由宜蘭地區登陸之颱風次數最多，故宜蘭地區受颱風之影響亦較其它地區為嚴重。

2.1.5 河川水質污染來源

河川污染源涵蓋流域內點源及非點污染源(王等，1998；Barbour et al., 1999；洪，2004)。我國河川水體污染主要來源為：生活污水、工業廢水、畜牧廢水、農業迴歸水、工程污染及暴雨沖刷等(王等，1998；行政院環境保護署，1992；李，2000；沈，2004；荊等，2004；陳，2003；葉，2004)。宜蘭地區河川水體污染主要來源(以BOD_5估計)為：生活污水(佔 31 %)、畜牧廢水(佔 27 %)、工業廢水(佔 25 %)、養殖廢水(約佔 10 %)及農業迴歸水(約佔 7 %)等。蘭陽溪流域之主要污染源(以BOD_5估計)為生活污水(佔 45 %)及畜牧廢水(佔 38 %)，佔總流域

污染量之 83％。蘭陽溪流域包含宜蘭河流域、羅東溪流域及蘭陽溪主流。宜蘭河及羅東溪流域之主要污染源(以BOD_5估計)亦為生活污水及畜牧廢水，宜蘭河流域(佔蘭陽溪流域 57 ％)及羅東溪流域(佔蘭陽溪流域 30％)約佔蘭陽溪流域總污染量之 87％。宜蘭河流域主要污染源(以BOD_5估計)為生活污水(佔 63％)及畜牧廢水(佔 32％)，共佔該流域污染量 95％，此污染源主要分布於中、下游地區。羅東溪流域以畜牧廢水(佔 46％)、農業迴歸水(佔 33％)及生活污水(佔 19％)為主要污染源(以BOD_5估計)，共佔該流域污染量 98 ％。冬山河流域主要污染源(以BOD_5估計)為生活污水(佔 27％)、畜牧廢水(佔 18％)及工業廢水(佔 45％)(如表 2.6 所示)(宜蘭縣政府環境保護局，1994)。現就河川水質污染來源分別說明如下：

一、生活污水

生活污水是指人類日常生活所產生之污水，又稱市鎮污水，包括家庭污水、商業和機關、學校所排出的污水等(王等，1998)。主要污染物為有機質、懸浮固體、氮磷營養鹽及微生物等(溫，2000)，必須經過處理放流，才不會污染河川水質。世界先進國將生活污水納入污水下水道系統，做適當處理後，才放流到河川或海洋中。

生活污水污染量的估計方法一般採用每人每日產生的單位污染量(g/c.d)乘以人口數。至於每人每日產生的單位污染量，因都市大小、生活水準、生活習慣及當地之都市特性有密切關係(王等，1998；李等, 1995)。一般生活污水量為用水量之 0.68-0.9 l/c.d (宜蘭縣政府環境保護局，1994)。依據文獻記載台灣地區每人每日之污染負荷BOD_5及SS均約為 40 g/c.d(歐陽，1990)，總氮約為 10-12 g/c.d，總磷約為 2-2.5 g/c.d(王等，1998)。

宜蘭縣人口數八十三年至九十三年在 462,286 人至 466,603 人

之間，變化不大(宜蘭縣政府，2004)。全縣生活污水產生量，冬山河流域(約佔 38 %)最大，蘭陽溪流域(約佔 34 %，主要為宜蘭河流域約佔全縣 28 %)次之。蘭陽溪流域內生活污水主要分布於宜蘭河流域，惟因衛生下水道系統尚未完成，導致無法妥善處理大量排出之生活污水。宜蘭河流域生活污水(以BOD_5估計)佔該(宜蘭河)流域總污染量之 63 %，而生活污水又以美福排水路(主要分布於宜蘭市 23 個里及壯圍鄉之 3 個村)及利用雨水下水道直接排入宜蘭河之壯圍分區(含宜蘭市 15 個里及員山鄉生活污水)為最嚴重，污染量共佔所有生活污水 90 %；另羅東溪流域生活污水則佔該(羅東溪)流域總污染量之 19 %。

而冬山河流域生活污水(以BOD_5估計)佔該(冬山河)流域總污染量之佔 27 %，冬山河流域生活污水主要來自五結分區及承接羅東鎮市鎮污水之打那岸及十六份排水路所佔比例最高，污染量共佔流域生活污水之 69 %(宜蘭縣政府環境保護局, 1994)。

根據內政部營建署資料來源，至民國九十三年止，台北市污水下水道建設普及率為 69.9 %，高雄市為 35.25 %，全國(台北市及高雄市除外)為 2.39 %，宜蘭縣為 0 %(行政院環境保護署, 2005)，足見國內下水道建設仍有很大的成長空間。

二、畜牧廢水

一般畜牧中，牛、羊及雞等排泄物多屬乾性，通常作為有機肥料，甚少污染河川，而鴨多沿河放養，較易影響河川水質。而養豬排泄物與上述污染特性有顯著不同，故在台灣地區畜牧廢水的來源，均以養豬場所排牧之廢水為主。畜牧廢水中含高濃度之有機物、固體物、營養鹽及微生物(溫，2000)。

依據估計台灣地區豬隻之廢水量 100 l/c.d，污染負荷BOD_5約為 40 g/c.d，SS約為 250 g/c.d；鴨之廢水量 8 l/c.d污染負荷BOD_5約為 0.8

g/c.d，SS約為 8 g/c.d；牛之廢水量 300 l/c.d污染負荷BOD_5約為 60 g/c.d，SS約為 800 g/c.d(歐陽，1990)。

宜蘭縣畜牧污染量來自豬、牛、雞、鴨，由宜蘭縣政府之統計要覽顯示，並無大量畜養牛隻情形，因此牛隻污染量少；而雞隻多以圈養方式，且排泄量小，大多直接做為作物之肥料，對水體所造成污染量較小。養鴨戶所產生廢水經過推估統計後，發現廢水量與養豬廢水相對較較小，污染量也有限(宜蘭縣政府環境保護局，2003)，另為避免鴨沿河放養，影響河川水質，宜蘭縣政府環境保護局已於民國八十二年將包括蘭陽溪及冬山河流域在內之水體公告為禁養區域，並加強稽查，目前河川已無放養之情形(鄒，1999)。目前宜蘭縣畜牧廢水以豬隻排泄污染較為嚴重(宜蘭縣政府環境保護局, 2003)。

宜蘭縣畜牧廢水產生量(以BOD_5估計)，以蘭陽溪流域(約佔 33 %)最大，冬山河流域(約佔 29 %)次之。其中宜蘭河流域、羅東溪流域及蘭陽溪主流畜牧廢水約佔蘭陽溪流域分別為 49 、 37 及 14 %。

而宜蘭河流域畜牧廢水(以BOD_5估計)佔該(宜蘭河)流域總污染量之 32 %，主要以壯圍集流分區及五十溪集流分區之養豬戶為主，廢水直接排入宜蘭河或排入大湖溪及五十溪匯入宜蘭河，其BOD_5污染量佔該(宜蘭河)流域所有畜牧廢水 73 %；另羅東溪流域畜牧廢水(以BOD_5估計)則佔該(羅東溪)流域總污染量之 46 %。

冬山河流域畜牧廢水(以BOD_5估計)佔該(冬山河)流域總污染量之 18 %，主要來自以五結分區、十三份坑區、砂港分區、五股分區、十六份區及平行水道等，污染量佔該(冬山河)流域畜牧廢水分別為 35 、 29 、 9 、 9、 7 及 6 %(宜蘭縣政府環境保護局，1994)。

三、工業廢水

工業釋放的廢水，各種業別廢水主要污染物各有不同，從有機物、

固體物到有毒性化學物質均有(溫，2000)，若未經妥善處理而直接排放至水體，將嚴重的危害環境。依據水污染防治法規定：事業排放廢水於地面水體者，應符合放流水標準，事業廢水受行業別不同，產生及排放之污染物及廢水量相異甚大。

宜蘭縣工業廢水污染量(以BOD_5估計)以冬山河流域(約佔 76 %)最大，新城溪流域(約佔 21 %)次之，共佔全縣工業廢水污染量 97 %，故工業廢水並非蘭陽溪流域之主要污染源。

蘭陽溪流域之工業主要分布在宜蘭河流域、羅東溪流域及蘭陽溪主流。宜蘭河流域之工業主要分布在壯圍集流分區及美福集流分區；羅東溪流域主要承接薛長興工業股份等公司之工業廢水；蘭陽溪主流之工業主要係分布在蘭陽溪兩岸(位於三星鄉及員山鄉)之砂石場。

冬山河流域工業廢水(以BOD_5估計)佔該(冬山河)流域總污染量之 45 %。主要來自林和源分區(約佔冬山河流域之 48 %)、五結分區(約佔冬山河流域之 28 %)、打那岸分區、十六份分區及照安分區等(宜蘭縣政府環境保護局，1994)。

四、養殖廢水

宜蘭縣之養殖魚塭均位於沿海附近之低窪地區，主要分布在得子口溪、冬山河及新城溪等三個流低窪地區。全縣養殖廢水產生量(以BOD_5估計)，得子口溪流域(約佔 76 %)、冬山河流域(約佔 20 %)，新城溪流域 (約佔 4 %)。

冬山河流域分布於五結鄉之錦草段、大眾段及新水段，地目為農業區及特定農業區，養殖廢水直接排入平行水道、五股排水等(宜蘭縣政府環境保護局，1994)。

五、農業迴歸水

宜蘭縣之農業主要分布於蘭陽平原，水資源蘊藏豐沛，蘭陽平原

自古灌溉事發達，為台灣重要之農業區之一，境內圳路多達 150 多條，且集中在蘭陽平原內，主要分布於蘭陽溪、冬山河、得子口溪及新城溪等 4 流域，雖灌溉用水係取於河川，又迴歸於河川，然由於灌溉過程可能遭農業用之肥料(含有機肥料及化學肥料)之污染。

宜蘭縣農業迴歸水量以冬山河流域(約佔 28 %)為最、蘭陽溪流域(約佔 25 %)次之。蘭陽溪流域之農業迴歸水量宜蘭河流域約佔 9 %、羅東溪流域約佔 61 %、蘭陽溪主流約佔 30 %。宜蘭河流域農業迴歸水主要來自壯圍集流分區及五十溪集流分區，分別佔該流域 48 %及 52 %。

冬山河流域農業迴歸水主要來自五結分區、十六份區、林和源分區、太員分區、砂港分區、打那岸分區及五股分區等，佔該流域農業迴歸水量分別為 36 、 18 、 13 、 8 、 8 、 7 及 6 %。(宜蘭縣政府環境保護局，1994)。

六、其它點污染源

蘭陽溪及冬山河流域其它點污染源如垃圾滲出水等，污染量非常少，可忽略不計(宜蘭縣政府環境保護局，1994)。

七、非點污染源

非點污染源主要污染物包括有機物、固體物、營養鹽、有毒物質、農藥及微生物等(Novotny,et al., 1994、溫，2000)。包括農業活動(施肥、噴灑農藥等)、遊憩活動、施工污染、街道道污染(人類、車輛、落塵所造成)等(姚，2005)。這些污染平時累積在地面，但遇到足夠的雨量時，由地表逕流或地下水的攜帶，將污染物輸送至水體，造成污染(郭，2004)。

宜蘭縣河川上游坡陡流急且基流量大，河川輸砂量大，逢暴雨常造成水質中之懸浮固體濃度增加；蘭陽溪上游蔬菜區、中、下游溪床

種植蔬菜等作物，使用化學肥料(陳，1991；李等，1995)，及生雞糞(湯，2004)，經降雨沖刷將含氮磷之污水排入水體污染水質(李等，1995)；宜蘭縣政府自民國九十三年五月起以公共造產方式於蘭陽溪牛鬥橋下河段清水溪匯流處疏濬(宜蘭縣政府，2005)，相關單位於民國九十年至九十三年期間於羅東溪流域(大同、三星、冬山及羅東等鄉鎮)進行堤防、攔河堰、防砂壩、防災減災工程，及同期間於安農溪進行水防道路、高灘、疏濬、河道整理及治理工程造成水質中之懸浮固體增加。

蘭陽溪流域面積達 978.63 km^2，其中函蓋宜蘭河流域及羅東溪流域，扣除兩流面積，所剩 694.05 km^2，大多屬於山區地形。宜蘭河流域面積達 159.81 km^2，其中平地面積約佔 47.9 %，山地面積約佔 52.1 %。羅東溪流域面積達 124.771 km^2，其中平地面積約佔 47.8 %，山地面積約佔 52.2 %。蘭陽溪流域非點污染源污染量BOD_5約 65 tone/d，SS約 1,261 tone/d。

冬山河流域面積達 113.17 km^2，其中平地面積約佔 33 %，山地面積約佔 67 %。山區地形大部份集中於照安坑及安平坑(約 11.66 km^2)、舊寮溪、新寮溪及十三份坑(約 25.51 km^2)，冬山河流域非點污染源污染量BOD_5約 8 tone/d，SS約 159 tone/d(宜蘭縣政府環境保護局，1994)。

2.2 河川水質資料之應用

水質是表示水體品質的好壞，常用以表示的項目如生化需氧量(BOD_5)、溶氧(DO)、pH…. 等，各個項目對水質的表示具有不同的意義。為瞭解水質之整體表現，於是便發展出許多水質指標（歐陽等，1990；Khan et al.,2003；于等，2004)。目前在國內外已有許多表示水質資料之研究，概述如下：

一、河川水質指標之研究

Horton(1965)首創河川水質指標理論,並定義水質指標為反應水質中各個水質參數(Water Quality Characteristics)對水質總合影響之一種評估方式。Horton 選出認為影響河川水質較重要之水質項目計十項,並根據各水項目對水質的相對重要性,給予各項水質不同的權數(weight),並將各項目依其不同的濃度範圍定出水質點數(rating),經計算出而成單一數值,稱之 Horton 水質指標,以此數值作為判斷河川水質的好壞及比較依據。Brown et al.(1970)由美國衛生基金會(National Sanitary Foundation, NSF)贊助,採用「修正之德爾菲意見調查技巧」(Modified DELPHI Opinion Research Technique),對全美 142 位專家進行問卷調查,選擇出最重要九項水質項目,建立 NSF 之 WQI。台灣省水污染防治所於民國六十五年以河川污染指數(River Pollution Index, RPI)進行台灣地區河川水質受污染程度之評估,至今仍為國內環保機關普遍使用之河川污染指標。溫(1990)認為 RPI 不足以反映國內河川水質,以 NSF 之 WQI 為基礎,並參考 Horton 及 Brown 等人制定指標的方式,對國內 132 位專家學者進行問卷調查,以決定採用之水質參數及其權重,並參考政府公告之「地面水體分類及水質標準」,發展以八項水質指標計算之 WQI8,用來評估台灣地區水質狀況,其水質參數包括:溶氧、生化需氧量、pH、氨氮、大腸桿菌群、濁度、總磷及導電度等八項,其權值依序為 0.22 、 0.18 、 0.16 、 0.13 、 0.12 、 0.09 、 0.06 及 0.04 ,更定出缺項時之修正權重。此外亦規定,若河川水質中重金屬或有毒物質濃度超過當時經濟部於民國六十四年公佈之水污染防治法施行細則之標準時,WQI 自動降為零。歐陽等(1990)提出 WQI5,其選取方法、過程及計算方式與溫氏之 WQI8 大致相同,但其選取之參數及權值則不相同,分別為溶氧、生化需氧量、氨氮、懸浮固體及導電度等,其權值依序為 0.31、 0.26 、 0.19 、 0.17 及 0.07 。

二、利用河川水質指標來瞭解河川水質之變化

經濟部水資源統一規劃委員會(1986)以污染程度點數平均法及溶氧與生化需氧量比值法評估河川污染程度，並以流量與水質濃度之間關係，分析河川污染之趨勢，以作為污染防治規劃之參考。Pesce et al.(2000)收集 1995 年 4 月到 1998 年 3 月間，阿根廷境內 Suquia 河流域八個水質監測站資料，並利用三種河川水質指標(WQI_{sub}、WQI_{obj}、WQI_{min})來瞭解河川水質之時間、空間變化，同時評估人為活動對水質之影響，該報告針對採樣時水深及遇雨天之採樣均有一致標準，報告結果顯示較低成本之WQI_{min}評估結果與WQI_{sub}、WQI_{obj}相似。

三、使用時間序列分析法預測河川水質之未來趨勢

李等(1981)應用世代生存法(Pt+n=SPt+BPt+MPt;Pt:預測人口數；Pt：基準年人口數；n：預測年期；S：存活率；B:生育率；M：淨遷移率)推估頭前溪、後龍溪、蘭陽溪及花蓮溪四流域人口，並設定河川基本流量，用以推估流域內污染量及河川涵容能力之推算，且依據河川利用計畫或河川分類釐訂目標水質等各項管制水質策略，達到河川水質管理之目的。Webb et al.(2000) 利用時間序列濃度與流量資料，並運用外插法或內插法估計排放到河川中之化學物質通量。

四、以統計方法分析水質之合格機率

Chapman et al.(1992)以統計方法對水質機率分布模式加以判斷，並且計算出水質項目之平均數與標準偏差，提供政策制訂之參考。洪(2001)使用統計方法分析南投縣境內烏溪及濁水溪流域民國八十六年至八十九年間水質符合地面水體分類及水質類標準之合格率，並分析河川水質綜合指標(RPI、WQI5 及 WQI8)間之相關性。

2.3 河川水質指標之探討

水質指標的功能在於提供資訊之轉化，它能將相當量的數據轉化

為一個相當具體(imaged)、以使得民眾都能了解水質之問題。而針對水體環境品質問題而言，由於水質問題的複雜性，就算是在研究時已分析大量之數據，但可能仍難以針對水體水質作一整體性之評估，基於此，為使學者、法律制定者及一般民眾溝通上的方便，必需建立足以代表水質問題之水質指標，以期達到溝通目的(李，2000)。一般常用河川水體狀態指標可分為單一指標與綜合指標，分別說明如下：

2.3.1 單一指標

欲了解各個成份的組成因子，必須先了解各因子所代表的意義與屬性。也就是水質檢驗的項目，及其可能形成的原因，對各個因子組合作出合理的判斷分析。

1. 溫度(temperature)

溫度的變化對於複雜的水生環境有相當大的影響。如溫度的升降與BOD_5及DO的變化有相當大的影響(高等，1989)，而溫度的變化也就是季節的變化，而豐枯水期的變化與季節的變化也有關係。

2. 溶氧(dissolved oxygen, DO)

溶氧係指溶解於水中的氧量，來自大氣溶解、人為曝氣及水生生物光合作用等，是判別河川污染程度重要指標之一。水體必須保持一定的溶氧水準，以提供魚類及其他水中生物良好生活及生存環境。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，而造成水中溶氧降低甚至呈缺氧狀態，並且產生臭味(江，1996；歐陽等，1990)。

3. 生化需氧量(biochemical oxygen demand, BOD)

生化需氧量係指水中易受微生物分解的有機物質，在某特定時間及溫度下，被微生物的分解氧化作用所消耗的氧量。一般所稱的生化需氧量係以 20 ℃培養 5 日後所測得的結果，記做BOD_5。為測定生

物可分解的有機物含量的方法之一(Masters,1990)，間接也表示了水體受有機物污染的程度。當BOD_5愈高，表示生物可分解的有機物含量含量愈高，所耗氧量也就愈多，易造成河川缺氧狀況，形成水污染(江，1996；吳，1993；高等，1989；楊等，1984；樊，1994)。

4. 懸浮固體（suspended solid , SS）

懸浮固體係指水中會因攪動或流動而呈懸浮狀態之有機或無機性顆粒，這些顆粒一般包含膠懸物、分散物及膠羽。懸浮固體會阻礙光在水中的穿透，其對水中生物影響與濁度相類似；懸浮固體若沉積於河床，則會阻礙水流，若沉積於水庫庫區，則可能減少水庫的蓄水空間或破壞水中生物棲息地。由懸浮固體的含量可以了解流域背景地質狀況與河床坡度，或是含有懸浮固體量高的廢水。

5. 濁度（turbidity）

濁度係表示光入射水體時被散射的程度，是藉由光線散射原理，量測工具為濁度計，濁度的單位一般為標準濁度單位(Nephelometric Turbidity Unit, NTU)。濁度高會影響水體外觀並阻礙光的穿透，進而影響水生植物的光合作用。濁度高還會使魚類的呼吸作用受阻，影響魚類的生長與繁殖，甚至使其因窒息而死亡。濁度高時部份細菌或微生物會吸著於造成濁度之顆粒上(江，1996；李，1992)，而干擾淨水處理時的消毒作用。

6. 氨氮（ammonia nitrogen,NH_3-N）

氨氮是生物活動及含氮有機物分解之產物，可作為河川水質之衛生品質指標之一。大部份的氮是以有機氮（蛋白質）及氨的形式存在，當水遭受污染一段時間後，有機氮慢慢轉變成氨氮，如有氧化的情況發生，氨再藉由硝化作用氧化成亞硝酸鹽及硝酸鹽。若水中檢驗出含有大部份的有機氮及氨氮，表示此水體被污染不久。水中若含有高硝

酸鹽及低氨氮即代表水遭受污染已有一段時間了。氨氮物質若存在於湖泊、水庫則易形成優氧化，使藻類過度繁殖造成污染(歐陽等，1990)。

7. 酸鹼值(pH)

為水中氫離子濃度之倒數的對數值(江，1996；高等，1989；陳，1983；楊等，1984)。一般用以表示水體酸鹼度，大部份水生生物對水環境中 pH 值範圍相當敏感。若水受到工業廢水或礦場廢水污染時，其 pH 值可能產生明顯的變化；pH 值會影響生物的生長、物質的沈澱與溶解、水及廢水的處理等。

8. 導電度(conductivity)

導電度表示水傳導電流能力，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，因此導電度為灌溉水質之重要指標項目之一，當水質中含過高之會使土壤產生鹽化的現象，妨礙作物之正常生長。污水中的導電度與該地之給水有關，有些工業廢水則會造成較高之導電度(歐陽等，1990)。

9. 總磷(total phosphorus , TP)

磷是植物生長的重要養分，當過量的磷進入水體，將造成藻類大量繁殖及死亡，並會因其腐敗分解大量耗氧，導致水中溶氧耗盡，形成優養化現象。水中磷之形態有三，其存在型式與其來源密切相關：正磷酸鹽(orthophosphate)常因農地施肥經降雨逕流沖刷排入地面水體，縮合磷酸鹽(condensed phosphate)常因各類清潔劑之使用進入地表水，而污水中之有機磷化合物(organophosphate)通常來自人體排泄物、食物殘渣、水生生物等(Miller,2002；施，2000)。

10. 大腸桿菌群（coliform group）

隨著工業化進展，水源漸受工業、動物及人類廢物所污染，因此水成為傳染疾病之因子。水中含有大量有機物質，為微生物生長與繁殖之極佳營養源。水中所含非致病菌無關緊要，但糞便源之腸道污染菌與腸道之感染有關，如細菌性痢疾、傷寒、霍亂及副傷寒等(施，2000)。

依常規進行水樣分析，無法一一檢測病源菌，因此水樣檢驗主要係針對大腸桿菌群（coliform group）來表示糞便污染，由於大腸桿菌常存於人類腸道中，若水中含有此菌存在，也可能含有人類或動物之腸道致病源(歐陽，2000)。

2.3.2 綜合指標

一、河川污染指標(River Pollution Index, RPI)

RPI 是由日本引進用綜合評估水質受污染程度，指標由溶氧、生化需氧量、懸浮固體及氨氮四項水質參數所組成，其計算方式如下(王，1996；王等，1998；李，2000；何等，2005；林，2003；康及陳，1992；歐，2000；歐陽等，1990)：

$$RPI = 1/4\left(\sum_{i=1}^{4} Si\right)$$

式中：RPI：污染指標值

Si：污染點數值

i：水質項數

RPI 之特性係將四項參數之權值採相同權重方式，為一物化之綜合水質指標(如表 2.7)。

其優點為：計算方法簡便，可快速計算出河川的污染程度，對於

非專業人員而言，亦可快速熟悉其算法。

而缺點則為：

1. 直接引用自日本，未必適合台灣地區河川特性，如流速快、水深較淺等。

2. 四項參數等權重，無法反應參數間不同之重要性。

3. RPI 值介於 1 至 10 間，範圍較小，無法適切反應水質之變化。

4.RPI 值僅取四項參數，未依據台灣的水體分類水質標準制定，可能無法反應水質優劣之全貌，所以評估結果其實質意義不大。

二、河川水質指標(WQI8)(Water Quality Index 8)

WQI8 以溶氧、生化需氧量、pH 值、氨氮、大腸桿菌群、濁度、總磷及導電度等為水質參數。其各水質參數之最終權數如表 2.8 所示，其各水質點數計算式如表 2.9，其水質參數之計算式如下(王，1996；李，2000；何等，2005；林，2003；康及陳，1992；歐陽等，1990)：

$$WQI = 1/10 \left[\sum_{i=1}^{8} Wi\, qi \right]^{1.5}$$

式中：WQI ：WQI8 指標值，由 0 至 100

Wi：第 i 個參數之權值

qi：第 i 個參數之水質點數，由 0 至 100

另考量水質資料可能會缺少某項參數，因此亦有缺項修正指標權數(如表 2.8)。而利用 WQI8 評估之對應水質類別及用途如表 2.10。

基本上 WQI8 是屬於一般水質指標，其雖可用於河川污染之評估，但亦會產生許多缺憾，綜其優缺點如下：

優點：

1.以問卷方式選取水質參數，因此較為客觀。

2.選取八項水質指數，考慮較周延，可適切反應水質優劣全貌。

3.各參數之權數不同，可反應各參數之重要性。

4.以「地面水體分類及水質標準」為制定水質點數之依據，較適合台灣河川之特性要求。

缺點：

1.綜合指數判斷之結果並不能表示其是否合乎水體水質標準，如某項水質參數屬於丙類水體水質，但判斷結果河川水質可能為甲類水體。

2.因電導度也是參數之一，故指數應用於感潮河段時將發生問題。

3.民國八十一年以前之水質年報驗項目缺乏總磷及大腸桿菌群(採樣日期與其它項目不一樣)，故實際應用時將產生問題。

4.計算相當複雜，所需之資料亦相當繁瑣，(溶氧採飽和度計算，而綜合指數採幾何平均等)，故計算過程相當費時，且不易瞭解。

5.pH 值之合格率高,因其並非影響河川水質之主要項目,但在 WQI8 中其權重高達 0.16，僅次於溶氧及生化需氧量之 0.22 及 0.18，致使所得之結果缺乏靈敏性，容易使不良水質誤判為較好水質，造成污染程度判斷上之誤差。且 pH 所訂之級距相當大，致本項評估點數相較其他參數來得高。

三、河川水質指標(WQI5)(Water Quality Index 5)

WQI5 以 WQI8 缺項修正而得的，其在選取水質參數之方法、過程及計算公式與 WQI8 大致相同，其與 WQI8 之差別只在於最後選取參數及權重並不相同，其水質參數包括：溶氧、生化需氧量、氨氮、懸浮固體及導電度等。其各水質參數之權重如表 2.11 所示，其水質參數

之計算式如下(王，1996；李，2000；何等，2005；林，2003；康及陳，1992；歐，2000)：

$$WQI = 1/10 \left[\sum_{i=1}^{5} Wi\, qi \right]^{1.5}$$

式中：WQI：WQI5 指標值，由 0 至 100

Wi：第 i 個參數之權值

qi：第 i 個參數之水質點數，由 0 至 100(參表 2.12)

其對應之水質類別及用途如表 2.13

WQI5 與 WQI8 比較結果，其參數之選擇少了 pH 值、總磷及大腸桿菌群三項，而濁度則以懸浮固體物來代替，這樣的好處除使得參數之選擇能跟舊有之台灣省環保處水質監測項目符合外，其參數之意義亦較能符合台灣河川污染特性。另外 WQI5 與 RPI 比較結果，其參數之選擇只多了導電度一項，而導電度之權重亦只有 0.07，影響輕微，因此其對參數之選擇涵意與 RPI 非常相似。

2.4 地面水體分類及水質標準

依據民國九十一年五月二十二日華總(一)義字第〇九一〇〇〇九八九九〇號令公布修正之水污染防治法第六條水污染防治法第五條規定，為免防害水體之正常用途，利用水體以承受或傳運放流水者，不得超過水體之涵溶能力。同法第六條第一項規定，中央主管機關應依水體特質及其所在地之情況，劃定水區，訂定水體分類水質標準。第二項規定，水區劃定、訂定水體分類水質標準，中央主管機關得交直轄市、縣(市)主管機關為之。又依據水污染防治法施行細則第五條規定(中華民國九十二年七月三十日環署水字第〇九〇〇五三六一三號令修正發布)，水污染防治法第五條所稱利用水體以承受或傳運放流水

者，不得超過水體之涵溶能力，指利用水體以承受或傳運放流水之所有污染源，其排放之總量造成該水體水質之變動，不得超過水污染防治法第六條所訂之水體分類及水質標準(中華民國八十七年六月二十四日，(八七)環署水字第〇〇三九一五九號令修正發布)。

台灣地面水體分類用途最早是由當時之台灣省政府建設廳水污染防治所依據經濟部民國六十三年所制定之水污染防治法開始辦理，當時方法是參考日本，而日本則是仿造英國(台灣省政府環境保護處，1999)。

民國七十二年衛生署修正六十三年經濟部所訂之水污染防治法及其施行細則後，行政院環境保護署於中華民國八十七年六月二十四日依水污染防治法第六條第一項規定修訂「地面水體分類及水質標準」（八七環署水字第〇〇三九一五九號令)，沿用至今，相關說明如下：

一、 本標準專用名詞之定義如下

（一）一級公共用水：指經消毒處理即可供公共給水之水源。

（二）二級公共用水：指需經混凝、沈澱、過濾、消毒等一般通用之淨水方法處理可供公共給水之水源。

（三）三級公共用水：指經活性碳吸附、離子交換、逆滲透等特殊或高度處理可供公共給水之水源。

（四）一級水產用水：在陸域地面水體，指可供鱒魚、香魚及鱸魚培養用水之水源；在海域水體，指可供嘉臘魚及紫菜類培養用水之水源。

（五）二級水產用水：在陸域地面水體，指可供鯉魚、草魚及貝類培養用水之水源；在海域水體，指虱目魚、烏魚及龍鬚菜培養用水之水源。

（六）一級工業用水：指可供製造用水之水源。

（七）二級工業用水：指可供冷卻用水之水源。

二、 陸域地面水體分類及用途

陸域地面水體分類係依水體特質規範其適用性質及其相關環境基準，非為限制水體之用途。其相關環境基準關係保護人體健康及保護生活環境，分別規定保護生活環境相關基準如表 2.14。

陸域地面水體分類共分為甲、乙、丙、丁、戊五類，其適用性質如下：

（一）甲類：適用於一級公共用水、游泳、乙類、丙類、丁類及戊類。

（二）乙類：適用於二級公共用水、一級水產用水、丙類、丁類及戊類。

（三）丙類：適用於三級公共用水、二級水產用水、一級工業用水、丁類及戊類。

（四）丁類：適用於灌溉用水、二級工業用水及環境保育。

（五）戊類：適用環境保育。

表 2.1 宜蘭縣河川水系表

河川別/河川	流域面積（㎢）流路長（㎞）		河床平均坡度	分類等級	發源地/海拔（m）
頭城沿海河系流域					
大溪川	16.0	6.0	1/10~1/25	普通	三方向山南峰(700m)
得子口溪	128.56	19.3	1/20~1/100	次要	三角崙山(1,028m)
福德溪(1)	8.93	7.38	1/20~1/1,000	支流	巒子嶺山(900m)
金面溪(1)	6.4	7.33	1/20~1/1,000	支流	石燭坑山(900m)
蘭陽溪鄰近流域					
蘭陽溪	978.63	73.06	1/20~1/2,000	主要	南湖大山（3,566m)
羅東溪(2)	122.05	21.33	1/20~1/300	支流	大元山(1,488m)
宜蘭河(2)	149.06	20.4	1/20~1/2,000	支流	五十溪源頭(900m)
大湖溪(3)	8.6	1.6	1/100~1/300	支流	大湖山(520m)
大礁溪(3)	20.0	6.9	1/20~1/300	支流	員山鄉、礁溪鄉交界(1,100m)
小礁溪(3)	20.0	2.9	1/20~1/300	支流	員山鄉、礁溪鄉交界(1,100m)
冬山河	113.17	24	1/3,000~1/10,000	區域排水	新寮山(986m)
新城溪	50.46	21.89	1/20~1/300	次要	大白山(1,369m)
蘇澳溪	23.40	8.45	1/30~1/100	次要	小帽山(796m)
白米溪(4)	10.0	4.15	1/30~1/100	支流	蘇澳以南叢山(560m)
南澳沿海河系流域					
東澳溪	20.0	8.0	1/10~1/100	普通	大白山(1,369m)
南澳溪	311.73	43.90	1/20~1/1,000	次要	銅山(1,916m)
和平溪	561.06	48.20	1/10~1/300	次要	南湖北山(2,000m)

資料來源：宜蘭縣政府(1992)，「宜蘭縣統計要覽第42期」，民國81年11月。宜蘭縣政府環境保護局(2004)，九十二年度「河川水質監測」。宜蘭縣政府環境保護局(2005)，「宜蘭縣94年度推動河川志工巡守計畫」。

備註：(1)表示得子口溪支流(2)表示蘭陽溪支流(3)表示宜蘭河支流(4)表示蘇澳溪支流(5)分類等級依農委會訂定之河川等級區分

表 2.2 蘭陽溪流域集流分區表

流域別/河川	集流分區	面積(ha)	包括行政區
蘭陽溪			
宜蘭河			
	壯圍集流分區	6,943	壯圍鄉(過嶺村、復興村、東港村) 員山鄉(枕山村、頭分村、同樂村) 宜蘭市(延平里、北門里、慈安里、小東里、菜園里、孝廉里、北津里、梅洲里、慶和里、鄂王里、西門里、大道里) 礁溪鄉(二結村)
	五十溪集流分區	5,928	員山鄉(湖西村、內城村、尚德村、逸仙村、湖北村、湖東村、永和村)
	美福集流分區	3,110	壯圍鄉(新南村、吉祥村、美福村) 員山鄉(員山村、惠好村) 宜蘭市(除慈安里、小東里、菜園里、孝廉里、北門里、新生里、筊白里、七張里、梅洲里、慶和里、鄂王里、西門里、大道里、延平里、北津里等15里之外各里)
	合計	15,981	
羅東溪	羅東溪集流分區	12,477	三星鄉(除天福村、天山村、員山村等三村之外各村) 冬山鄉(柯林村、大進村)、大同鄉(寒溪村)
蘭陽溪主流	蘭陽溪主流集流分區	69,405	員山鄉(深溝村、蓁巷村、中華村、七賢村) 大同鄉(松羅村、樂水村、土場村、太平村、四季村、南山村、英士村) 三星鄉(天福村、天山村、員山村)

資料來源：宜蘭縣政府環境保護局(1994)，「宜蘭縣水污染防治實施方案規劃報告書」。

表 2.3 冬山河流域集流分區表

集流分區	面積(ha)	包含行政區
五結分區	1,922.5	五結鄉(錦眾村、孝威村、協和村、大吉村、五結村、福興村、四結村、中興村、上四村、鎮安村、二結村、三興村) 羅東鎮(仁愛里、竹林里、北成里)
平行分區	684.5	五結鄉(五結村、協和村、孝威村、錦眾村、福興村)
打那岸		
打那岸東分區	266.6	五結鄉(福興村、五結村、協和村) 羅東鎮(東安里、新群里) 冬山鄉(武淵村)
打那岸西分區	291.3	羅東鎮(東安里、竹林里、北成里、信義里、公正里、大新里、集祥里、賢文里、漢民里、浮崙里、羅東里、東明里) 冬山鄉(廣安村、廣興村)
五股分區	838.6	五結鄉(季新村、利澤村、成興村) 蘇澳鎮(龍德里、頂寮里) 冬山鄉(三奇村)
十六份		
十六份東分區	749.1	羅東鎮(新群里、羅莊里、南昌里、東安里) 冬山鄉(武淵村、群英村、永美村、清溝村、順安村、鹿埔村)
十六份西分區	381.3	羅東鎮(開羅里、南昌里、開元里、義和里、居仁里、仁德里、成功里、西安里、南豪里) 冬山鄉(清溝村、鹿埔村、廣興村)
砂港分區	795.4	冬山鄉(武淵村、群英村、永美村、珍珠村、順安村、丸山村、鹿埔村、得安村)
太員分區	261.4	冬山鄉(珍珠村、永美村、八寶村、太和村)
林和源分區	1,308	五結鄉(利澤村) 冬山鄉(武淵村、補城村、珍珠村、三奇村、香和村、大興村、東和村) 蘇澳鎮(龍德里、頂寮里)
十三份坑分區	2,593.5	冬山鄉(丸山村、八寶村、太和村、中山村、鹿埔村、得安村) 南澳鄉山區
照安坑分區	1,224.8	冬山鄉(香和村、冬山村、南興村、東城村、安平村、太和村)
合計	11,317	五結鄉、羅東鎮、冬山鄉及蘇澳鎮、南澳鄉部分地區

資料來源：宜蘭縣政府環境保護局(2003)，九十二年度冬山河水質改善規劃。

表 2.4 宜蘭縣各水體利用概況表

水體別	用途
河川(含排水路)	1. 山區部份為暴雨時疏解山洪之排水路。 2. 平原部份為區域排水路及流域內污染承受水體。 3. 做為公共給水(6%)及灌溉用水(84.0%)水源。 4. 作為水力發電之用（蘭陽及天送埤)。 5. 作為遊憩觀光之用（冬山河、新城溪)。
湖泊	1. 主要作為觀光遊憩水上活動之用。 2. 作為灌溉水源（龍潭湖及雙連埤)。
伏流水（湧泉）	1. 作為公共給水及灌溉用水（15.8 %）水源。
地下水	1. 作為公共給水（94 %）及工業用水之主要水源。 2. 養殖業之淡水主要水源。
河口沿岸（海域）	1. 各河川污染承受水體。 2. 各漁港（南方澳、梗枋、大溪第一及大溪第二漁港）污染物之承受水體。 3. 遊憩之用（頭城海水浴場)。

資料來源：宜蘭縣政府環境保護局(1994)，「宜蘭縣水污染防治實施方案規劃報告書」。

表 2.5 宜蘭縣民國 83~93 年間月平均氣象資料表

氣象因子	氣象站	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	83~93年年平均
氣壓(毫巴)														
	宜蘭	1019.7	1019.0	1016.1	1012.9	1009.3	1006.8	1005.6	1005.7	1009.0	1014.2	1017.7	1020.5	1005.3
	蘇澳	1017.6	1016.8	1013.9	1010.9	1007.4	1004.9	1003.6	1003.8	1007.1	1012.2	1015.7	1018.4	1011.0
雨量(mm)														
	宜蘭	123.6	163.1	102.7	126.6	199.7	190.7	205.0	216.3	409.0	468.2	373.9	230.1	2577.2
	蘇澳	266.6	288.4	175.6	169.5	260.4	233.2	216.5	259.8	450.4	737.9	753.8	547.8	3867.8
降雨日(天)														
	宜蘭	16.5	15.1	17.1	15.3	17.3	13.6	9.6	12.5	15.2	17.5	18.2	18.8	172.5
	蘇澳	18.7	18.7	18.5	17.3	18.8	13.9	10.5	11.4	16.4	18.9	18.9	20.3	171.9
平均氣溫(度)														
	宜蘭	16.5	16.8	19.2	22.2	24.5	27.0	28.6	28.4	26.4	23.7	20.9	18.1	22.7
	蘇澳	16.6	16.9	19.1	22.2	24.5	27.0	28.6	28.4	26.5	23.9	21.1	18.3	22.8
相對濕度(%)														
	宜蘭	81.1	82.3	80.8	82.5	83.7	83.4	79.3	79.9	80.0	81.5	83.5	81.8	81.6
	蘇澳	78.4	79.6	78.9	79.3	80.5	80.9	77.1	78.1	77.8	79.4	81.0	79.5	79.2
日照時數(hr)														
	宜蘭	76.3	69.9	89.9	102.8	113.3	151.4	219.7	211.1	141.7	97.7	80.2	55.9	117.5
	蘇澳	69.4	64.6	86.0	105.3	115.4	167.1	238.2	226.5	154.1	98.2	76.4	50.9	121.0

資料來源：整理自中央氣象局中華民國 83-93 年底氣候資料。

表 2.6 各流域主要污染源污染量彙整表

單位：%(以BOD_5估計)

流域	生活污水	畜牧廢水	農業迴歸水	工業廢水	備註
蘭陽溪流域	45 %	38 %			
宜蘭河流域	63 %	32 %			蘭陽溪支流
羅東溪流域	19 %	46 %	33 %		蘭陽溪支流
冬山河流域	27 %	18 %		45 %	

資料來源：宜蘭縣政府環境保護局(1994)，「宜蘭縣水污染防治實施方案規劃報告書」。

表 2.7 河川污染等級分類表

污染等級	稍(未)受污染	輕度污染	中度污染	嚴重污染
DO(mg/l)	>6.5	4.6~6.5	2.0~4.5	<2.0
BOD_5(mg/l)	<3.0	3.0~4.9	5.0~15	>15
SS(mg/l)	<20	20~49	50~100	>100
NH_3-N(mg/l)	<0.50	0.50~0.99	1.0~3.0	>3.0
點數	1	3	6	10
積分	<2.0	2.0~3.0	3.1~6.0	>6
備註	積分值為DO、BOD_5、SS、NH_3-N點數之平均值			

表 2.8 河川水質指標參數權重分配表

水質參數	不缺項權數		缺項權數		
	重要性之平均評點	權重	修正權數 a	修正權數 b	修正權數 c
1. 溶氧	5	0.22	0.23	0.25	0.27
2. 生化需氧量	4.1	0.18	0.19	0.20	0.22
3. pH 值	3.6	0.16	0.17	0.18	0.19
4. 氨氮	2.9	0.13	0.14	0.14	0.15
5. 大腸桿菌群	2.7	0.12	0.13	-	-
6. 濁度	2.1	0.09	0.10	0.10	0.11
7. 總磷	1.4	0.06	-	0.07	-
8. 導電度	1	0.04	0.05	0.05	0.05
合計	22.8	1	1.00	1.00	1.00

備註：a：為缺總磷項之修正權數。b：為缺大腸桿菌數項之修正權數。c：為缺總磷與大腸桿菌數項之修正權數，其餘類推。

表 2.9 WQI8 之水質點數計算式表

水質參數	單位	點數（qi）	
溶氧	飽和度(小數)	0<x<0.7	$-70.707x^3+195.96x^2-4.5707x$
		0.7≦x<1.4	$-416.67x^4+2041.7x^3-3858.3x^2+3243.3x-910$
生化需氧量	mg/l	0<BOD≦5	$0.6078\times B^3-3.5651\times B^2-9.6099\times B+100.59$
		5<BOD	$1123.6/【1+99.9\times EXP(0.2\times B)】$
pH 值	-	2<pH≦5	$3.3333\times pH^2-15\times pH+16.667$
		5< pH≦10	$-12.562\times pH^2+187.78\times pH-601.17$
		pH>10	$6.6667\times pH^2-156.67\times pH+920$
氨氮	mg/l(as N)	0<N≦2	$-19.335\times N^3+81.327\times N^2-118.85\times N+99.749$
		2<N≦8	$0.8271\times N^2-14.106\times N+59.906$
大腸菌數	Log(MPN/100ml)	$1.13011\times X^4-15.26941X^3+66.60307X^2-122.44465\times+170.33508$	
濁度	NTU	$9\times10^{-9}\times T^5-2.9447\times10^{-6}\times T^4+2.615965\times10^{-4}\times T^3+6.5787311\times10^{-3}\times T^2-2.1631990403\times T+99.4859390033$	
總磷	mg/l(as P)	0<P<0.4	$29.9+3.8147/(P+0.054)$
		0.4≦P≦3	$6.592\times P^2-36.417\times P+49.906$
導電度	μmho/cm	$101.7/【1+0.0062\times EXP(8.32\times10^{-3}\times C)】$	

資料來源：李漢鏗(2000)，監測數據處理及運用，行政院環境保護署環境保護人員訓練班講義。

表 2.10 WQI8 對應水體用途表

指標範圍	水體分類	水體用途說明
86-100	特優	水質優良，適游泳、一級公共用水及以下各類用途
71-86	良好	水質良好，適二級公共用水、一級水產用水及以下各類用途
51-70	中等	水質尚可，適三級公共用水、二級水產用水、一級工業用及以下各類用途
31-50	中下等	水質屬中下等，適灌溉用水、二級工業用水及戊類用途
16-30	不良	水質不良，為環境保育最低標準
<15	惡劣	水質惡劣，可能發生臭味

表 2.11 WQI5 水質參數之權數值表

水質參數	重要性之平均點數	中間評數	權重值
1. 溶氧	1.09	4.91	0.31
2. 五日生化需氧量	1.96	4.04	0.26
3. 氨氮	3.90	2.91	0.19
4. 懸浮固體物	3.34	2.64	0.17
5. 導電度	4.85	1.15	0.07
合計		15.65	1.00

表 2.12 WQI5 之水質點數表

水質點數	溶氧(%)	溶氧(mg/l)	生化需氧量(mg/l)	氨氮(mg/l)	懸浮固體物(mg/l)	導電度(μmho/cm)
100	100		0	0	0	0
90	80~120	6.50	1	0.1	10	400
70	70~140	5.50	2	0.3	25	500
45	55	4.50	4	1	40	750
25	40	3.00	8	3	100	1500
10	25	2.00	12	5	400	
0	0	0.00	25	8	1000	3000

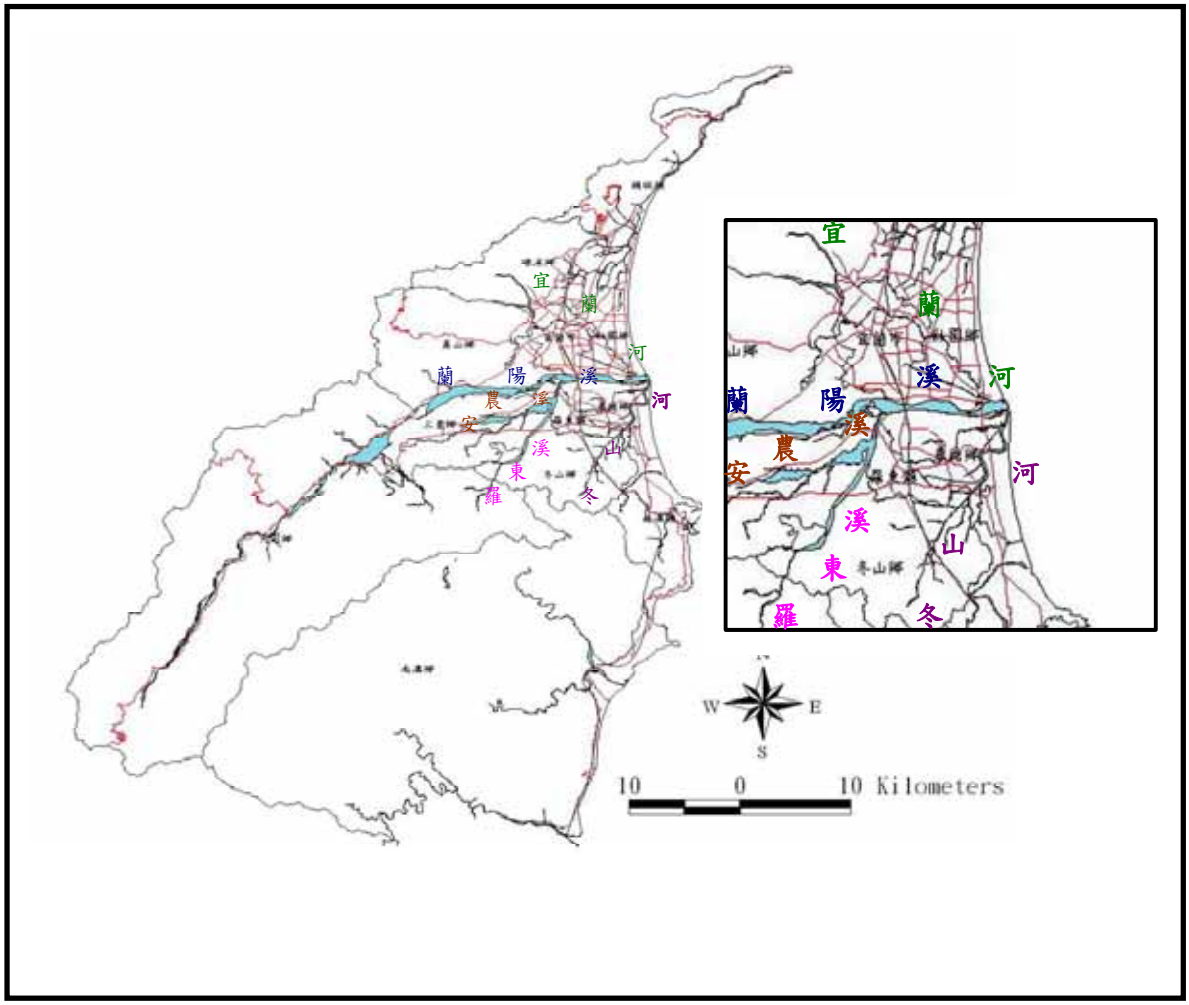
表 2.13 WQI5 之水質等級分級表

WQI5	水質等級	相當於河川水質分類
91-100	優	甲
71-90	良好	乙
51-70	中等	丙
31-50	中下等	丁
16-30	不良	戊
<15	惡劣	-

表 2.14 陸域地面水體保護生活環境相關環境基準(河川)表

分級	氫離子濃度指數(pH)	溶氧量(DO)(mg/l)	生化需氧量(BOD)(mg/l)	懸浮固體(SS)(mg/l)	大腸桿菌群(CFU/100ml)	氨氮(NH_3-N)(mg/l)	總磷(TP)(mg/l)
甲	6.5-8.5	6.5 以上	1 以下	25 以下	50 個以下	0.1 以下	0.02 以下
乙	6.0-9.0	5.5 以上	2 以下	25 以下	5,000 個以下	0.3 以下	0.05 以下
丙	6.0-9.0	4.5 以上	4 以下	40 以下	10,000 個以下	0.3 以下	—
丁	6.0-9.0	3 以上	—	100 以下	—	—	—
戊	6.0-9.0	2 以上	—	無漂浮物且無油污	—	—	—

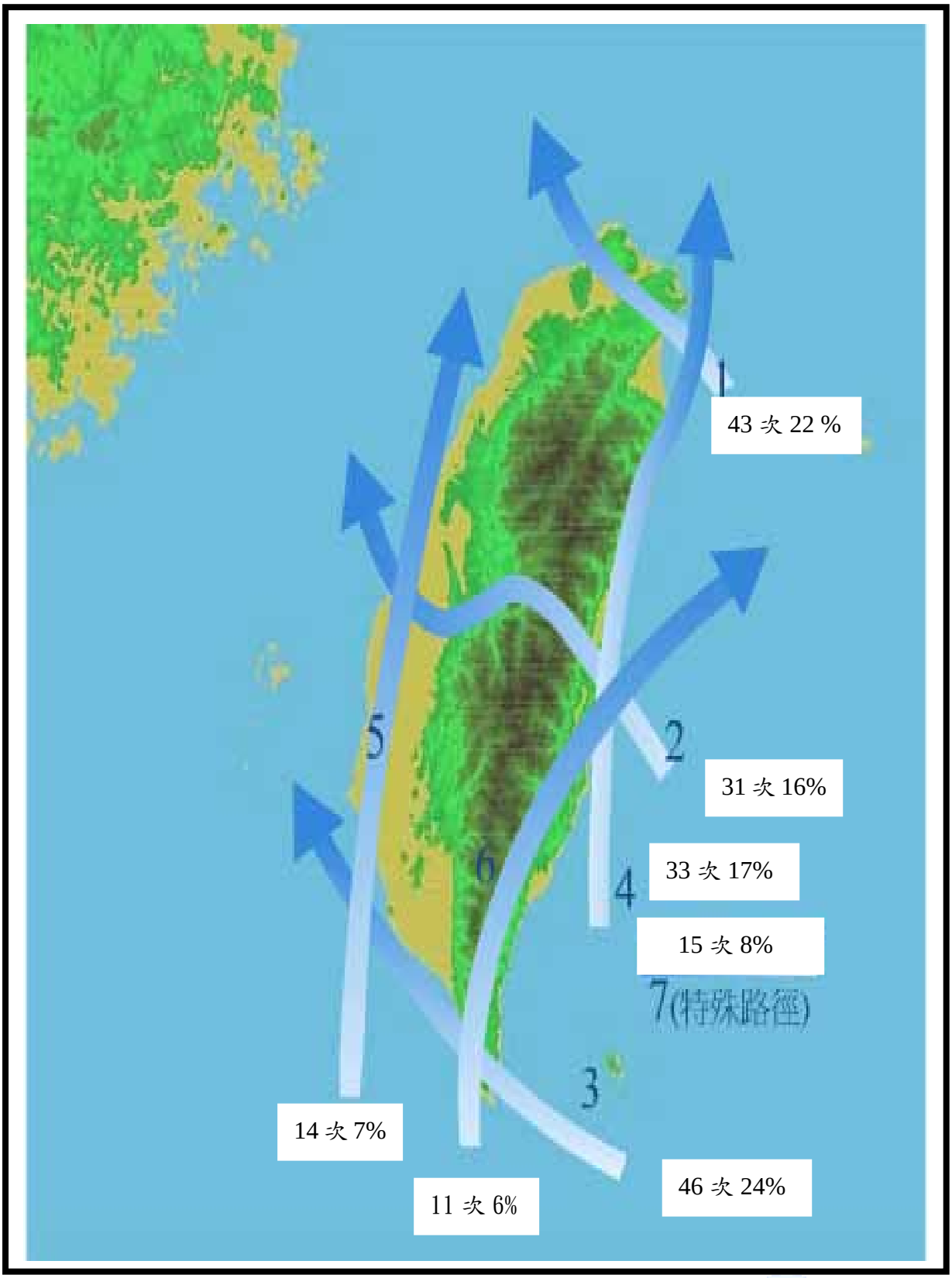
資料來源：「地面水體分類及水質標準」，行政院環境保護署，中華民國八十七年六月二十四日修正發布，(八七)環署水字第〇〇三九一五九號令。



資料來源：宜蘭縣政府環境保護局(1994)，九十二年度「河川水質監測計畫」。

宜蘭縣政府環境保護局(2005)，「宜蘭縣 94 年度推動河川志工巡守計畫」。

圖 2.1 宜蘭縣河川水系圖



資料來源：中央氣象局

圖 2.2 歷年(1952.01~2005.09)侵台颱風路徑分類統計圖

第三章　材料及方法

3.1 監測站之選定及採樣頻率

一、監測站設置要點

監測站位置須評估水樣取得之方便性、可行性與安全性，因此國內河川水質監測站絕大部份是設置在公路橋上，方便於水樣的取得。

依據中華民國八十四年八月二十三日行政院環境保護署訂定發布之「水體水質監測站設置及監測準則」第二條所述，河川水質監測站設置以下列位置為原則：1. 重要污染源流入點。2. 主流與重要支流合流點。3. 重要水利用點。4. 可反映一般水質點。5. 其他必要點。

二、本研究河川水質監測站設置現況

目前本研究區域蘭陽溪及冬山河流域水系之河川水質監測站屬性是以人工監測為主，尚無自動監測站設施。在各主次要河川設置之監測站是基本測站，其設置之主要目標是區分水體利用等級、掌握水體背景資料以及分析水體污染程度等目的而設置的。因此，各監測站分佈於各河川之上下游，並且定期採樣與分析。

所選定之監測站如表 3.1 「蘭陽溪與冬山河流域水質監測站現況基本資料表」及圖 3.1 水質監測站位置圖(「蘭陽溪水區、水體分類及水質標準」，1989；宜蘭縣政府環境保護局，2003)所示。共計二十二個監測站，其中蘭陽溪五個測站及冬山河六個測站等共十一個測站由環保署監資處負責監測，其餘由縣環保局負責監測。

本研究屬宜蘭縣管河川包括：宜蘭河測站包括：員山大橋、中山橋、宜蘭橋、壯圍大橋、貓里霧罕橋。羅東溪係由環保局於民國 90 年新設廣興大橋、北成橋及清洲橋三個測站。安農溪係由環保局於民國 90 年新設下湖橋、健隱橋及大洲橋三個測站。

三、監測頻率

河川監測之主要目的如下：1. 環境品質定量描述。2. 環境變化趨勢分析。3. 環境品質指標建立。4. 環境管理決策依據。由上述之目的說明，要達成第 1. 與第 2. 項目標，須有充足之水質監測數據，才能符合統計分析之要件，意即要注意監測頻率之水質數據要能充分代表河川水質特性，才能獲得正確的河川品質定量描述與變異趨勢(李，1990)。

依據「水體水質監測站設置及監測準則」第六條及「河川水體水質監測採樣技術手冊」所述，河川之採樣頻率及部位，規定如下：1. 採樣頻率主要河川以每月一次為原則，其他河川以每季一次為原則，並應選擇水質較穩定時為之。2. 採樣部位應考慮河川寬度、深度，以取得代表性水樣，並得加測流量。3. 採樣宜由上游而下逐點取樣，於感潮河段宜於退潮時採樣。

惟水質監測頻率之主要影響因素，除法令規章外，尚有預算經費額度與執行人力、時間是否充足等兩項。以本研究為例，環保署(中央管)負責監測的蘭陽溪及冬山河於民國 91 年以前監測頻率多為一季一次，91 年以後才改為按月監測。其餘縣環保局(縣管)負責監測河川則多為季到半年監測一次。

3.2 水質分析方法

國內有關水質分析法主要依據行政院環保署公告的檢測方法(http://www.niea.gov.tw/(2005))與 APHA（Standard Methods)最新版檢測方法，執行水質檢測分析工作，以下就本研究有關之水質項目的檢測方法加以說明 :一、水溫：溫度計法（NIEA W217.51A)。二、溶氧量：電子溶氧計法（APHA 4500-OG）及疊氮化物修正法（NIEA W421.54C）兩種方法同時測定。三、生化需氧量：五日恆溫培養法

（NIEA W510.54B）。四、懸浮固體物：103 ℃~105 ℃乾燥法（NIEA W210.55A）。五、濁度：濁度計法（NIEA W219.50T）。六、氨氮：納氏比色法（NIEA W416.50A）。七、酸鹼值：電極法（NIEA W424.50A）。八、導電度：導電度計法（NIEA W203.51B）。九、總磷：維生素丙比色法（NIEA W427.51B）。十、大腸桿菌群：濾膜法（NIEA W202.51B）。

3.3 分析資料的選取及整理

本研究資料取自行政院環境保護署環境監測資料庫，並以民國八十七年至九十三年水質監測數據以 Microsoft Excel 2000 及 SPSS 10.0 進行評估。其中羅東溪係由環保局於民國九十年新設廣興大橋、北成橋及清洲橋三個測站。安農溪係由環保局於民國九十年新設下湖橋、健隱橋及大洲橋三個測站，故以上兩個站以民國九十年至九十三年水質監測數據進行評估。有關分析資料的選取及整理時主要遇到之問題包括遺漏值及極端值，相關說明如下：

一、遺漏值(missing data)

大規模的水質監測系統需相當的人力進行，而所謂的資料遺失是指在量測週期內有資料未被紀錄。就本研究而言，可能的資料遺失通常因下列因素造成：儀器損壞、樣本遺失、氣候不佳、前往採樣道路損毀、採樣頻率改變等因素。另一方面，資料之遺失亦可能是隨機或系統性的，系統性的遺失可能因河川乾涸或撰寫報告時所產生。

遺漏值將影響數據之統計分析方法及圖解，其補救方法必須利用時間序列來進行補償。通常由這些資料所得之統計結果及精度較低，因為在時間或定點上較無一致性(李，2000)。

二、極端值(extreme data)

極端值或離群值通常發生在錯誤的量測(李, 2000)等情況下，為

盡量避免極端值或離群值的影響，於數據運算時，本研究先行去除。認定原則為極端值或離群值大於$Q_3+3(Q_3-Q_1)$值或小於$Q_1-3(Q_3-Q_1)$值之數值，其中Q為四分位差（Rosner, 1990），另對於低於偵測極限值之水質數據，是以「最適值」替代檢測值；最適值係指偵測極限值之二分之一(李, 2000)。

3.4 水質合格率分析(compliance rate of water quality standard)

河川水質合格率係指河川水質在一定時間內，符合水體標準的百分比數值(李, 2000)。

本研究以行政院環境保護署八十七年六月二十四日(八七)環署水字第〇〇三九一五號號令修正發布之「地面水體分類及水質標準」中溶氧、生化需氧量、懸浮固體、氨氮、pH 值、大腸桿菌群及總磷等七項水質參數進行個別項目之合格率分析。

國家環境保護計畫中程目標(民國九十五年)之河川水質標準達成率目標：甲類水體： 25 %，乙類水體： 50 %(行政院環境保護署，1999)。李(2000)及溫(2000)認為河川水質標準訂定時係以 75 %之河川枯水流量作為訂定依據，在評估河川水質時，某一段時間內之監測數據至少應有 75 %符合水體水質標準。故本研究以測站水質數據之合格率低 75 %時，作為認定應檢討改善之依據。

另經瞭解冬山河及安農溪目前尚未公告水體用途分類，本研究於評估水質時，參照宜蘭縣水污染防治實施方案規劃報告書(1994)中之冬山河民國九十年之目標建議值，及溫等(1999)河川上游水質等級要等於或高於下游等級之主張，於冬山河採用丙類基準，另安農溪為羅東溪支流，將參照羅東溪採用乙類基準。

3.5 水質濃度變化分析

3.5.1 時間序列分析(time-series analysis)

時間序列分析係將歷年水質統計資料，按時間順序排成一組數據資料，以瞭解水質變化趨勢（李, 2000）。本研究利用時間序列分析結果，以瞭解各測站過去幾多年內溶氧量、生化需氧量、懸浮固體、pH值、大腸桿菌群及總磷等七項水質變化情形，藉以探討水質污染之可能原因。

3.5.2 空間分析(spatial analysis)

空間分析目的係在瞭解河川上至下游各測站過去幾多年內溶氧量、生化需氧量、懸浮固體、pH 值、大腸桿菌群及總磷等七項水質參數之濃度平均值變化情形，藉以探討水質污染之可能原因。

3.6 河川綜合指標水質評估結果之分析

河川水質評估主要目的是透過各種水質標準評判水質污染情形。河川污染指標(RPI)及河川水質指標(WQI)係藉由評鑑河川污染狀況之工具，經由量化之數值訊息提供社會大眾河川染染情況(李等, 1995)。

3.6.1 河川綜合指標水質評估結果之相關性分析

本研究利用 Pearson 相關係數分析綜合指標(RPI、WQI5 及 WQI8)在各測站水質評估結果之相關性。

一般用來描述資料點線性相關的程度稱之皮爾森相關係數r_{xy}，

$$r_{xy} = \frac{Sxy}{SxSy}$$

其中 Sxy 為變數 X 及 Y 的樣本共變數，Sx 和 Sy 是變數 X 及 Y 的樣本標準差。

這個相關係介於 ± 1 之間，如果是 0 表是沒有關連， +1 表示完全的正相關， −1 完全的負相關時，介於 0 和+ 1 之間通稱為正相關，介於 0 和 －1 之間通稱為負相關(王，2004；林等，2003)。

3.6.2 河川綜合指標水質評估結果之比較

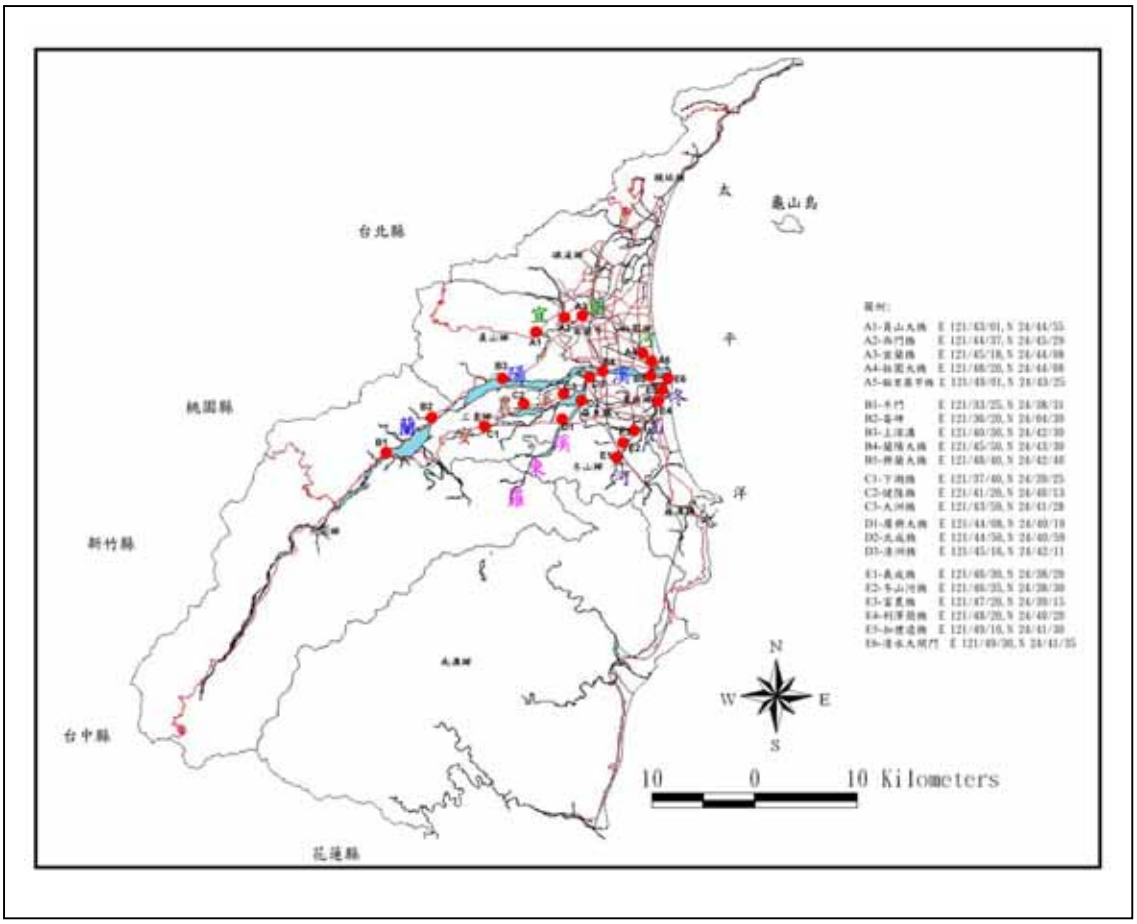
本研究利用各水質測站監測數據，以 RPI、WQI5 及 WQI8 進行水質評估，並繪製成圖，以比較三項指標在各測站進行水質評估時，可能呈現之水質狀況。

表 3.1 蘭陽溪與冬山河流域水質監測站現況基本資料表

河川名稱	監測站名稱	監測站編號	水體分類	距出海口距離（公里）	監測站位置	座標	
						東經	北緯
宜蘭河							
	員山大橋	1524	乙類	11.9	員山鄉台 9 甲公路	121°43'01"	24°44'55"
	西門橋	1650	乙類	7.6	宜蘭市宜 194 縣道	121°44'37"	24°45'29"
	宜蘭橋	1521	丙類	5.8	宜蘭市宜台 9 公路	121°45'18"	24°44'08"
	壯圍大橋	1518	丙類	2.6	壯圍鄉宜 194 縣道與宜 7 縣道交接處	121°48'20"	24°44'08"
	貓里霧罕橋	1519	丙類	0.6	壯圍鄉宜 20 縣道與台 2 省道交接處	121°49'01"	24°43'25"
蘭陽溪							
	牛門橋	1346	甲類	18.0	大同鄉台 7 公路與台 7 丙公路交接處	121°33'25"	24° 38' 31"
	崙埤	1223	甲類	14.7	大同鄉台 7 公路(泰雅大橋)	121°36'20"	24°04'30"
	上深溝	1224	甲類	6.3	員山鄉台 7 公路(員山堤防)	121°40'30"	24°42'30"
	蘭陽大橋	1225	乙類	3.2	五結鄉台 9 公路	121°45'50"	24°43'30"
	興蘭大橋	1226	丙類	1.1	壯圍鄉台 2 公路	121°49'12"	24°42'39"
羅東溪							
	廣興大橋	—	乙類	5.9	羅東鎮台 7 丙省道	121°44'08"	24°40'10"
	北成橋	—	乙類	3.9	羅東鎮宜 26 縣道	121°44'50"	24°40'59"
	清洲橋	1516	乙類	1.6	三星鄉 196 縣道	121°45'16"	24°42'11"
安農溪							
	下湖橋	—	乙類	16.9	三星鄉台 7 丙公路(安農溪泛舟起點)	121°37'40"	24°39'25"
	健隱橋	—	乙類	5.4	三星鄉台 7 丙公路與宜 47 縣道交接處	121°41'20"	24°40'13"
	大洲橋	—	乙類	3.0	羅東鎮宜 26 縣道	121°43'59"	24°41'28"
冬山河							
	義成橋	1227	乙類	16.1	冬山鄉宜 30 縣道(天照宮後)	121°46'30"	24°38'20"
	冬山河橋	1228	乙類	14.6	冬山鄉台 9 公路(冬山森林公園旁)	121°46'35"	24°38'30"
	富農橋	1229	乙類	11.1	冬山鄉武淵村宜25縣道	121°47'20"	24°39'15"
	利澤簡橋	1230	乙類	2.6	五結鄉台 7 丙公路(親水公園)	121°48'20"	24°40'20"
	加禮遠橋	1231	丙類	1.4	五結鄉台 2 公路與宜 196 縣道交接處	121°49'10"	24°41'30"
	清水大閘門	1232	丙類	0.2	五結鄉宜 22 縣道與宜 196 縣道交接處	121°49'30"	24°41'35"

資料來源：彙整「蘭陽溪水區、水體分類及水質標準」，台灣政府環境保護處，中華民國七十八年四月二十八日，七八環三字第一四三一〇號公告，（省府公報七八夏字第三〇期），及宜蘭縣政府環境保護局(2003)，九十二年度「河川水質監測計畫」。

備註：— 代表該測站無編號或無資料。



資料來源：宜蘭縣政府環境保護局(2004)，九十二年度「河川水質監測計畫」。

圖 3.1 水質監測站位置圖

第四章 結果

4.1 水質合格率及水質變化分析

一、溶氧量

由表 4.1 顯示，除宜蘭河各測站合格率均低於 75 %外，其餘測站合格率均高於 75 %。

歷年水質除蘭陽溪興蘭大橋、安農溪下湖橋測站及冬山河各測站等呈下降趨勢外，其餘測站呈上升趨勢(如附錄一至五所示)。

由表 4.2 及附錄六顯示，各測站之溶氧測值，大致呈愈往下游測站值愈低之現象，蘭陽溪興蘭大橋測站未再下降，冬山河加禮遠橋、清水大閘門及宜蘭河貓禮霧罕橋三個測站，則呈上升現象。

二、生化需氧量

由表 4.1 顯示，除宜蘭河宜蘭橋及壯圍大橋測站合格率高於 75 %外，其餘測站合格率低於 75 %。

歷年水質除蘭陽溪牛鬥橋及興蘭大橋、宜蘭河員山大橋、宜蘭橋、壯圍大橋及貓禮霧罕橋、羅東溪清洲橋等測站呈上升趨勢外，其餘測站呈下降趨勢(如附錄七至十一所示)。

由附錄十二及表 4.2 顯示，各測站之生化需氧量測值，除羅東溪及安農溪外，水質由上游至下游，大致呈愈往下游測站值愈高之現象。

三、懸浮固體

由表 4.1 顯示，除蘭陽溪蘭陽大橋測站、羅東溪廣興大橋測站及清洲橋測站、安農溪各測站合格率低於 75 %外，其餘測站合格率均高於 75 %。

歷年水質除蘭陽溪上深溝及興蘭大橋、宜蘭河員山大橋、冬山河富農橋、利澤簡橋、加禮遠橋及清水大閘門測站、羅東溪及安農溪各

測站呈上升趨勢外，其餘測站呈下降趨勢(如附錄十三至十七所示)。

由表 4.2 及附錄十八顯示，各測站之懸浮固體測值，除安農溪外，大致由上游往下游愈高之現象。

四、氨氮

由表 4.1 顯示，除蘭陽溪蘭陽大橋測站、羅東溪清洲橋測站及安農溪各測站合格率高於 75 %外，其餘測站合格率均低於 75 %。

歷年水質除蘭陽溪興蘭大橋、宜蘭河員山大橋、西門橋及壯圍大橋、羅東溪清洲橋、冬山河義成橋測站呈上升趨勢外，其餘測站呈下降趨勢(如附錄十九至二十三所示)。

由表 4.2 及附錄二十四顯示，各測站之氨氮測值，除羅東溪及冬山河外，水質由上游至下游，大致呈愈往下游測站值愈高之現象。

五、pH

由表 4.1 顯示，各測站水質合格率均高於 75 %。

歷年水質除蘭陽溪牛鬥橋、上深溝、蘭陽大橋及興蘭大橋、宜蘭河壯圍大橋及貓禮霧罕橋、冬山河義成橋、利澤簡橋及清水大閘門等測站、羅東溪及安農溪各測站呈上升趨勢，冬山河冬山河橋及加禮遠橋無明顯變化外，其餘測站呈下降趨勢(如附錄二十五至二十九所示)。

由表 4.2 及附錄三十顯示，各測站之 pH 測值，除冬山河外，水質由上游至下游，大致呈愈往下游測站值愈降低之現象。

六、大腸桿菌群

由表 4.1 顯示，除蘭陽溪興蘭大橋測站合格率高於 75 %外，其餘測站合格率均低於 75 %。

歷年水質除蘭陽溪上深溝、蘭陽大橋及興蘭大橋、宜蘭河員山大橋、西門橋及貓禮霧罕橋、羅東溪廣興大橋、冬山河義成橋及清水大

閘門測站及安農溪各測站呈上升趨勢外，其餘測站呈下降趨勢(如附錄三十一至三十五所示)。

由表 4.2 及附錄三十六顯示，各測站之大腸桿菌群測值，除冬山河外，水質由上游至下游，大致呈愈往下游測站值愈高之現象。

七、總磷

蘭陽溪興蘭大橋、宜蘭河宜蘭橋、壯圍大橋及貓禮霧罕橋測站、冬山河各測站因為丙類水體，無適用基準可供依循，安農溪健隱橋測站無測值可供判定。由表 4.1 顯示，水質合格率除羅東溪廣興大橋、安農溪下湖橋高於 75 %外，其餘測站合格率均低於 75 %。

歷年水質除蘭陽溪上深溝及蘭陽大橋測站、宜蘭河員山大橋測站、羅東溪廣興大橋、北城橋及冬山河加禮遠橋測站呈上升趨勢，安農溪下湖橋測站持平外，其餘測站呈下降趨勢(如附錄三十七至四十一所示)。

由表 4.2 及附錄四十二顯示，各測站除冬山河外，水質由上游至下游，大致呈愈往下游測站值愈高之現象。

打那岸圳及十六份圳勘查相片分別如圖 4.1 及圖 4.2 所示。

4.2 河川水質綜合指標水質評估結果之分析

4.2.1 河川水質綜合指標水質評估結果之相關性分析

由表 4.3 顯示，以 Person 進行 RPI、WQI5 及 WQI8 三項水質指標之相關性分析結果，於蘭陽溪除蘭陽大橋測站 WQI8 與 RPI 未呈統計上顯著相關($p< 0.01$ 或 $p< 0.05$)外，其餘測站呈統計上顯著相關($p< 0.01$ 或 $p< 0.05$)；於宜蘭河以 RPI、WQI5 及 WQI8 三項水質指標於各測站皆呈統計上顯著相關($p< 0.01$ 或 $p< 0.05$)；於羅東溪除廣興大橋測站 WQI5 與 WQI8 及 WQI8 與 RPI，北成橋測站 RPI 與 WQI5 及 WQI8 與 RPI 未呈統計上顯著相關($p< 0.01$ 或 $p< 0.05$)外，其餘

測站呈統計上顯著相關(p< 0.01 或 p< 0.05);於安農溪除下湖橋測站 WQI5 與 WQI8 及 WQI8 與 RPI 未呈統計上顯著相關(p< 0.01 或 p< 0.05)外，其餘測站呈統計上顯著相關(p< 0.01 或 p< 0.05)。就整體而言，以 RPI、WQI5 及 WQI8 三項水質指標於本研究兩個流域大多數測站呈統計上顯著相關(p< 0.01 或 p< 0.05),顯示本研究兩個流域採用 RPI、WQI5 及 WQI8 三項指標來進行評估時，大多數測站有一致之變化趨勢。

4.2.2 河川水質綜合指標水質評估結果之比較

由表 4.4 顯示，以 RPI、WQI5 及 WQI8 水質評估結果平均值分別，於蘭陽溪牛鬥橋測站為 1.42 、 77.42 及 77.07 ，於崙埤測站為 1.13 、 79.05 及 78.49 ，於上深溝測站為 1.70 、 72.13 及 71.53 ，於蘭陽大橋測站為 2.37 、 72.69 及 66.47 ，於興蘭大橋測站為 1.81 、 68.88 及 67.98 ；於宜蘭河員山大橋測站為 1.91 、 68.66 及 64.34 ，於西門橋測站為 2.13 、 59.18 及 56.45 ，於宜蘭橋測站為 1.89 、 59.65 及 55.65 ，於壯圍大橋測站為 2.25 、 53.63 及 53.63 ，貓禮霧罕橋測站為 2.50 、 52.20 及 51.31 ；於羅東溪廣興大橋測站為 1.88 、 76.00 及 73.65 ，於北城橋測站為 1.35 、 81.60 及 64.63 ，於清洲橋測站為 2.02 、 72.54 及 72.41 ；於安農溪下湖橋測站為 2.31 、 67.67 及 57.89 ，於健隱橋測站為 1.78 、 72.90 及 61.10 ，於大洲橋測站為 1.90 、 69.60 及 59.80 ；於冬山河義成橋測站為 3.08 、 59.71 及 52.23 ，於冬山河橋測站為 2.77 、 57.44 及 52.38 ，於富農橋測站為 2.51 、 58.59 及 56.76 ，於利澤簡橋測站為 3.26 、 51.17 及 45.72 ，於加禮遠橋測站為 3.04 、 50.00 及 44.92 ，於清水大閘門 2.90 、 51.13 及 47.48 。進一步由圖 4.3 至 4.7 觀察發現，就整體而言，以 RPI、

WQI5 及 WQI8 三項指標評估本研究兩個流域內各測站水質結果，以 RPI 評估結果水質狀況呈現較佳，而以 WQI5 與 WQI8 評估結果水質狀況則呈現較差，比較 WQI5 與 WQI8 評估結果水質狀況，其中又以 WQI5 評估結果水質狀況呈現較佳。

表 4.1 各測站之水質合格率彙整表

水體/測站(水體類別)	DO (合格率(%)/數據筆數)	BOD_5 (合格率(%)/數據筆數)	SS (合格率(%)/數據筆數)	NH_3-N (合格率(%)/數據筆數)	pH (合格率(%)/數據筆數)	Coliform group (合格率(%)/數據筆數)	TP (合格率(%)/數據筆數)
蘭陽溪							
牛門橋(甲類)	100/49	33/49	80/44	38/48	100/48	5/43	42/12
崙埤(甲類)	100/47	25/48	95/40	37/46	96/48	0/47	30/10
上深溝(甲類)	92/36	19/36	92/25	35/34	100/35	0/34	0/10
蘭陽大橋(乙類)	100/49	36/47	44/48	76/49	100/48	43/46	9/11
興蘭大橋(丙類)	100/48	73/49	98/43	65/49	100/48	97/30	*
宜蘭河							
員山大橋(乙類)	70/44	51/43	93/44	63/43	100/43	26/42	7/15
西門橋(乙類)	63/27	35/26	96/27	15/27	100/27	16/25	17/6
宜蘭橋(丙類)	68/40	75/40	100/40	15/40	100/40	33/36	*
壯圍大橋(丙類)	73/37	78/40	93/40	13/39	100/38	45/38	*
貓禮霧罕橋(丙類)	74/42	74/43	95/44	14/43	100/40	40/40	*
羅東溪							
廣興大橋(乙類)	100/11	27/11	55/11	73/11	100/11	40/10	100/3
北城橋(乙類)	100/10	40/10	90/10	70/10	100/10	60/10	67/3
清洲橋(乙類)	86/37	58/38	44/34	81/37	97/38	38/37	53/15
安農溪							
下湖橋(乙類)	89/18	32/19	56/18	83/18	100/19	68/19	100/3
健隱橋(乙類)	100/19	42/19	53/17	83/18	95/19	39/19	無測值
大洲橋(乙類)	95/19	37/19	56/18	83/18	100/19	47/19	33/3
冬山河							
義成橋(丙類)	95/40	48/40	97/31	13/40	100/40	27/33	*
冬山河橋(丙類)	95/40	35/40	98/40	13/39	100/40	35/34	*
富農橋(丙類)	95/40	35/40	100/40	8/40	100/39	50/36	*
利澤簡橋(丙類)	94/36	30/33	100/35	0/36	100/36	24/33	*
加禮遠橋(丙類)	95/40	29/38	100/40	3/40	100/38	49/37	*
清水大閘門(丙類)	83/40	28/40	100/40	3/40	100/40	55/38	*

註：*表示地面水體分類及水質標準中並無公告基準。

圖 4.1 打那岸圳勘查相片(95 年 3 月 12 日 09 時 45 分至 10 時 32 分)(A 圖)打那岸圳閘門及打那岸圳通往平行水道之閘門(B 圖)打那岸圳通往平行水道之閘門。打那岸圳閘門在截流時其閘門應該是關閉的狀態，且其通往平行水道之閘門應該是開起的狀態，但當時打那岸圳閘門卻是呈開起的狀態，其通往平行水道之閘門當時卻是呈關閉狀態，導致廢(污)水未截流至冬山河下游出海口排放，而是由打那岸圳直接排放至冬山河，其下游測站利澤簡橋。

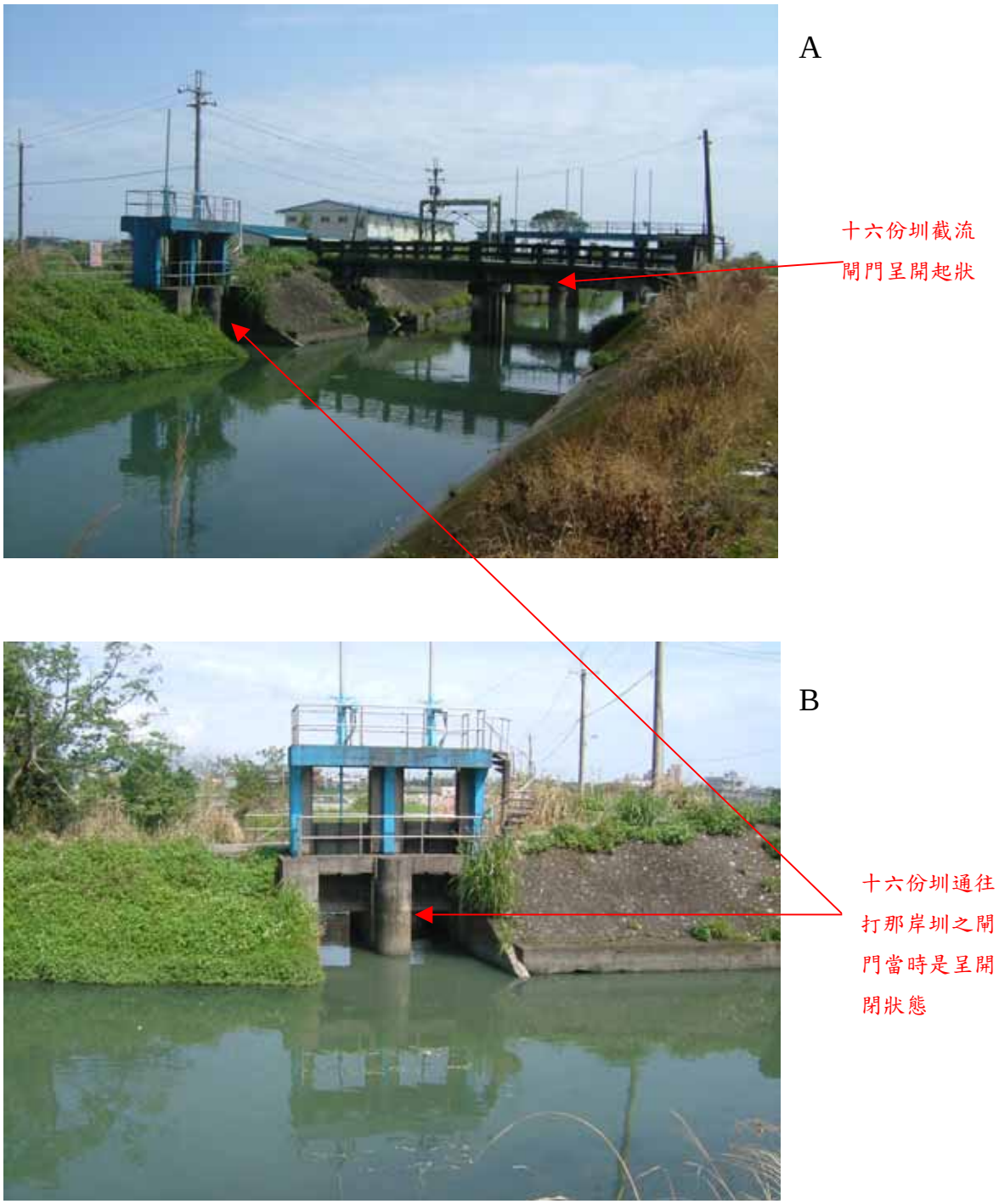


圖 4.2 十六份圳勘查相片(95 年 3 月 12 日 10 時 55 分至 12 時 43 分)(A 圖)十六份圳截流閘門及十六份圳通往打那岸圳之閘門(B 圖)十六份圳通往打那岸圳之閘門。十六份圳在截流時閘門應該關閉的狀態，且其通往打那岸圳之閘門應該是開起的狀態，當時十六份圳通往打那岸圳之閘門雖然是呈開起的狀態，但因十六份圳截流時閘門呈開起的狀態，導致十六份圳通往打那岸圳之廢(污)水流呈逆流現象，而無法藉由打那岸圳排放至冬山河下游出海口，而是由十六份圳直接排放至冬山河其下游測站亦是利澤簡橋，如 C 圖及 D 圖所示。

C

D

當時水面樹葉
呈逆流現象

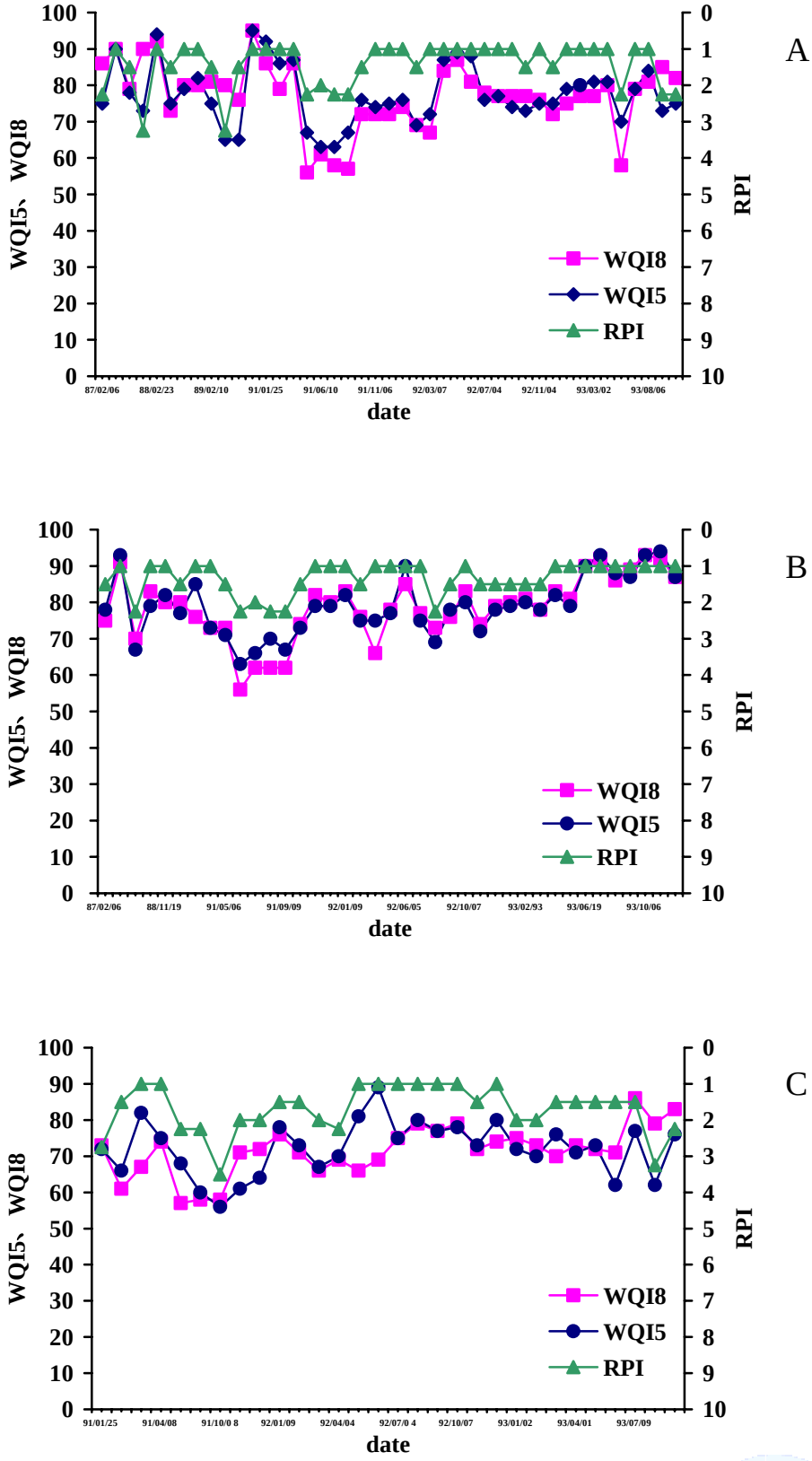
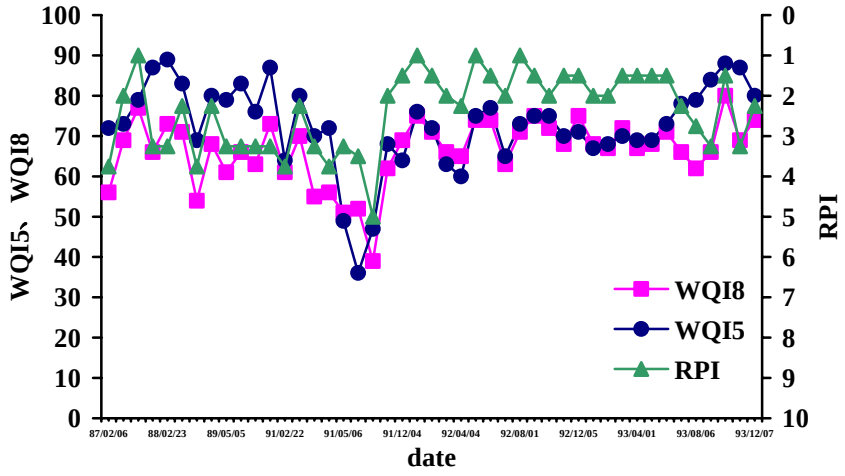
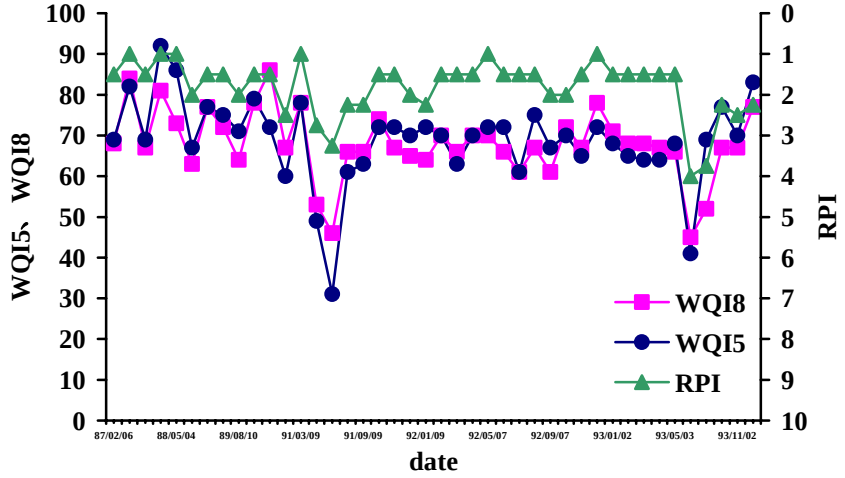


圖 4.3 蘭陽溪各測站 RPI、WQI5 及 WQI8 之時間序列評估結果比較圖
(A 圖)牛鬥橋(B 圖)崙埤(C 圖)上深溝(E)蘭陽大橋(F)興蘭大橋


WQI5、WQI8
RPI
date
WQI8
WQI5
RPI
87/02/06
88/02/23
89/05/05
91/02/22
91/05/06
91/12/04
92/04/04
92/08/01
92/12/05
93/04/01
93/08/06
93/12/07

D


WQI5、WQI8
RPI
date
WQI8
WQI5
RPI
87/02/06
88/05/04
89/08/10
91/03/09
91/09/09
92/01/09
92/05/07
92/09/07
93/01/02
93/05/03
93/11/02

E

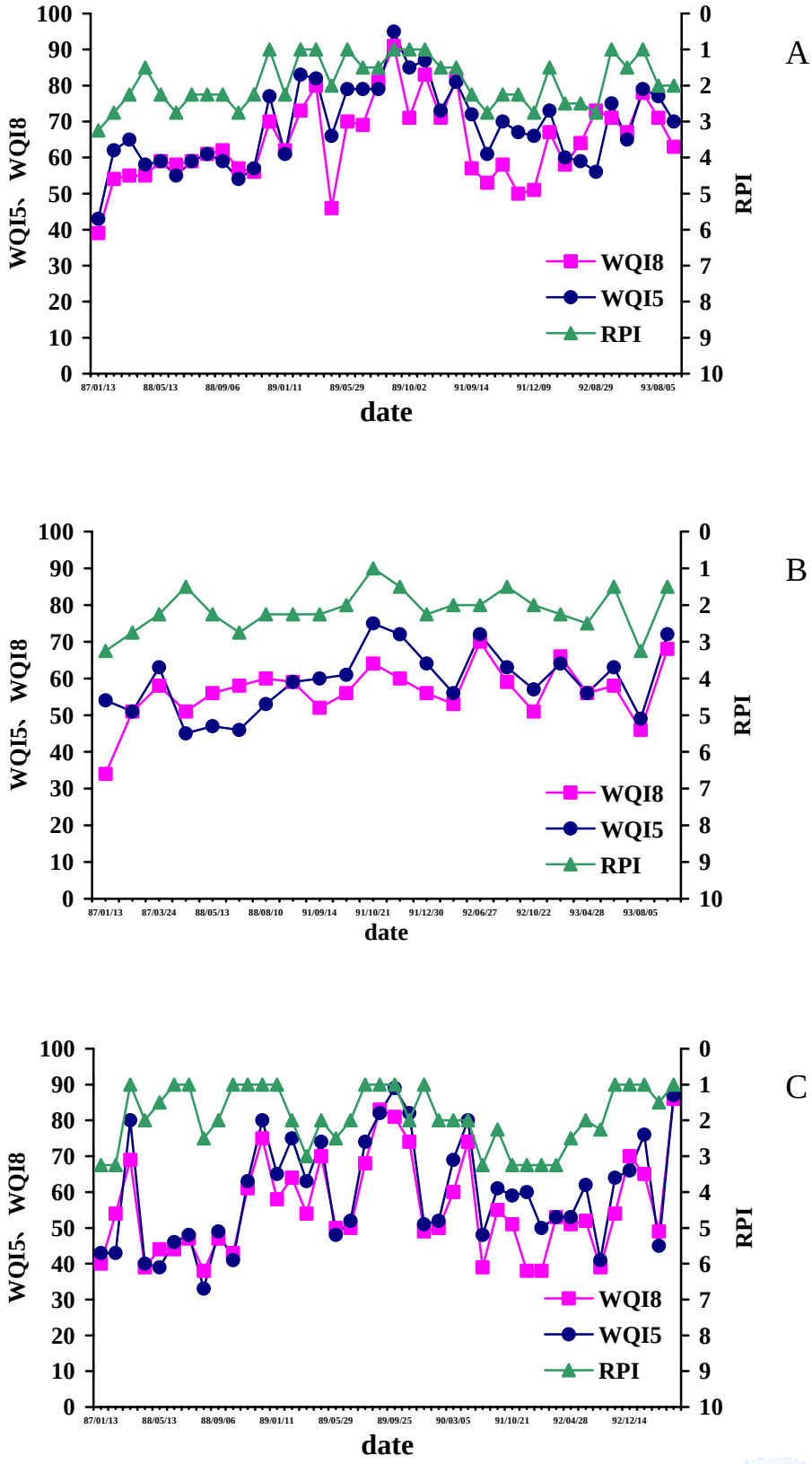
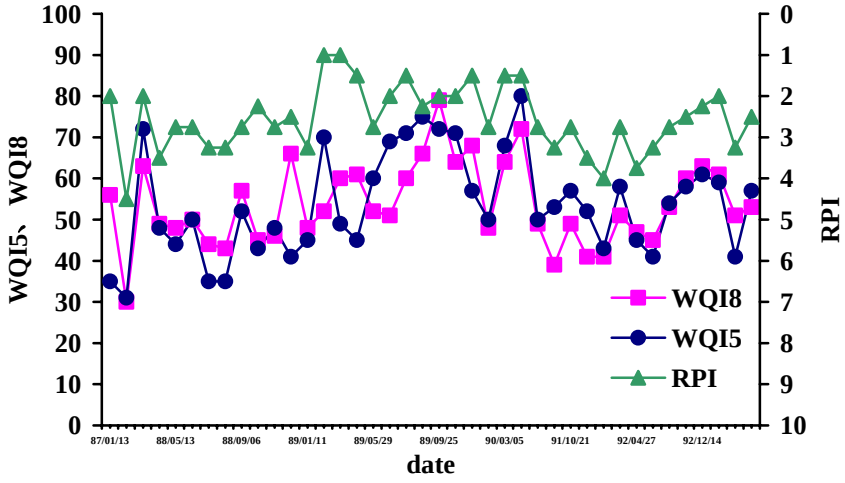
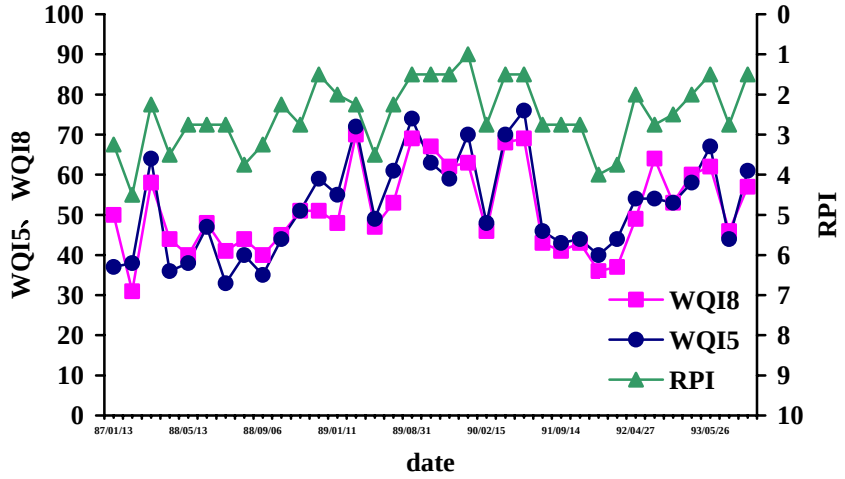


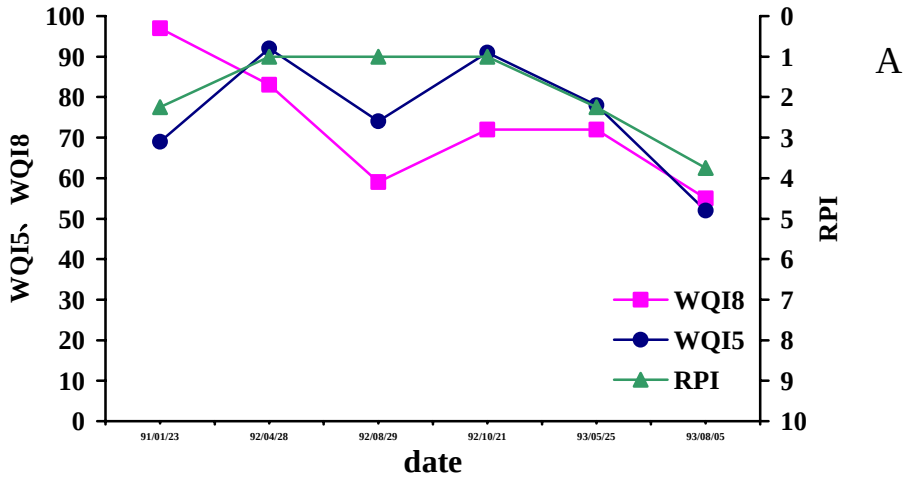
圖 4.4 宜蘭河各測站 RPI、WQI5 及 WQI8 之時間序列評估結果比較圖 (A 圖)員山大橋(B 圖)西門橋(C 圖)宜蘭橋(E)壯圍大橋(F)貓禮霧罕橋

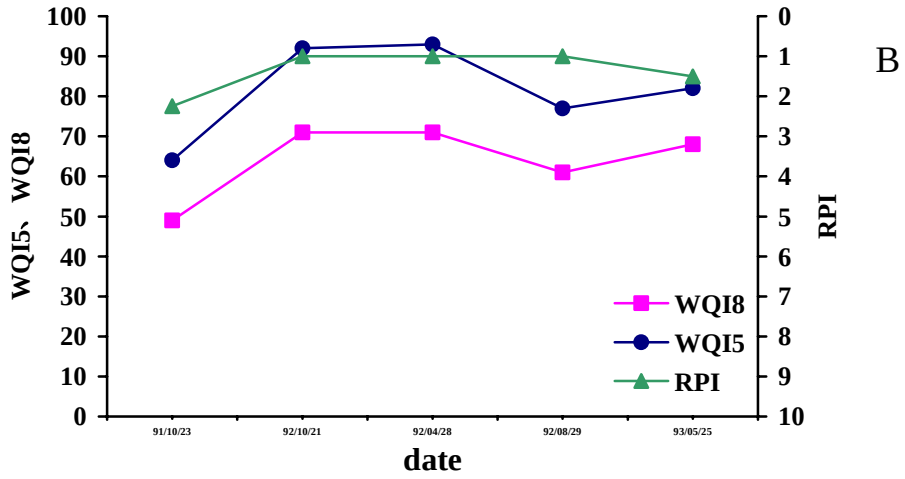

WQI5、WQI8
RPI
date
WQI8
WQI5
RPI
87/01/13
88/05/13
88/09/06
89/01/11
89/05/29
89/09/25
90/03/05
91/10/21
92/04/27
92/12/14

D


WQI5、WQI8
RPI
date
WQI8
WQI5
RPI
87/01/13
88/05/13
88/09/06
89/01/11
89/08/31
90/02/15
91/09/14
92/04/27
93/05/26

E





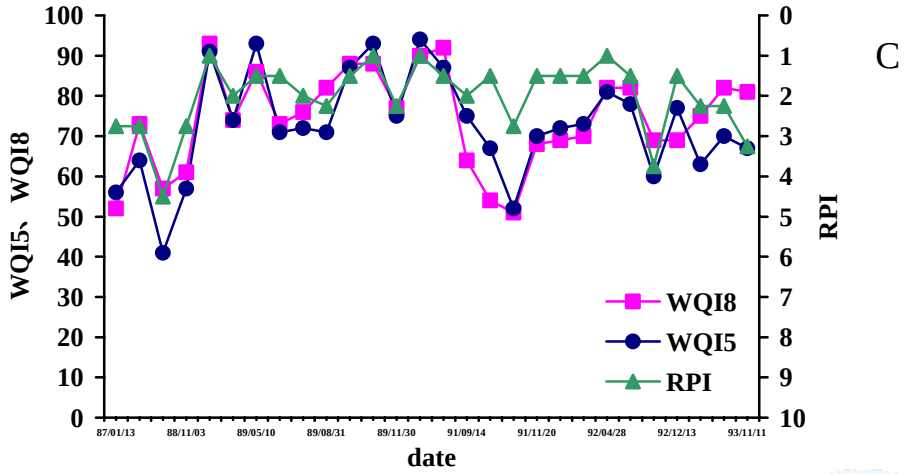
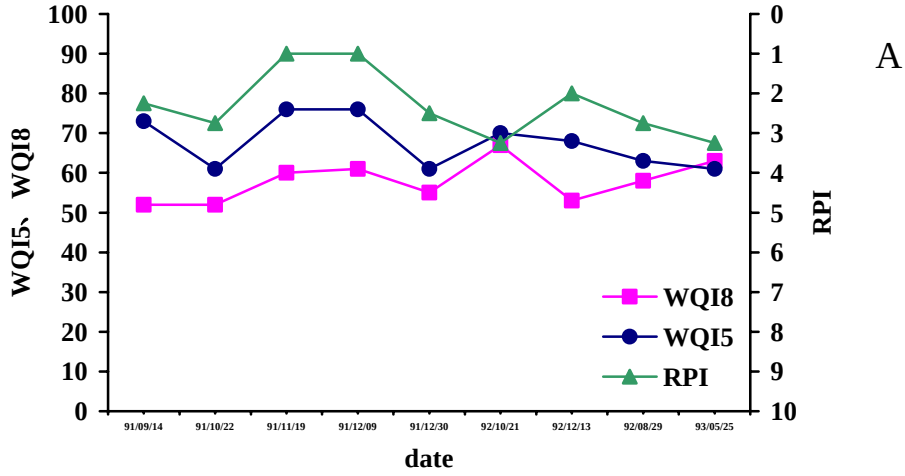
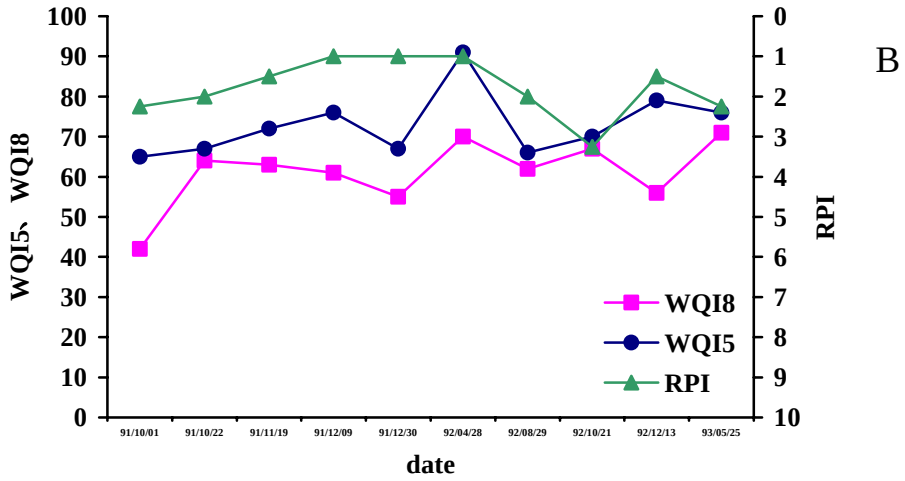


圖 4.5 羅東溪各測站 RPI、WQI5 及 WQI8 之時間序列評估結果比較圖 (A 圖)廣興大橋(B 圖)北城橋(C 圖)清洲橋





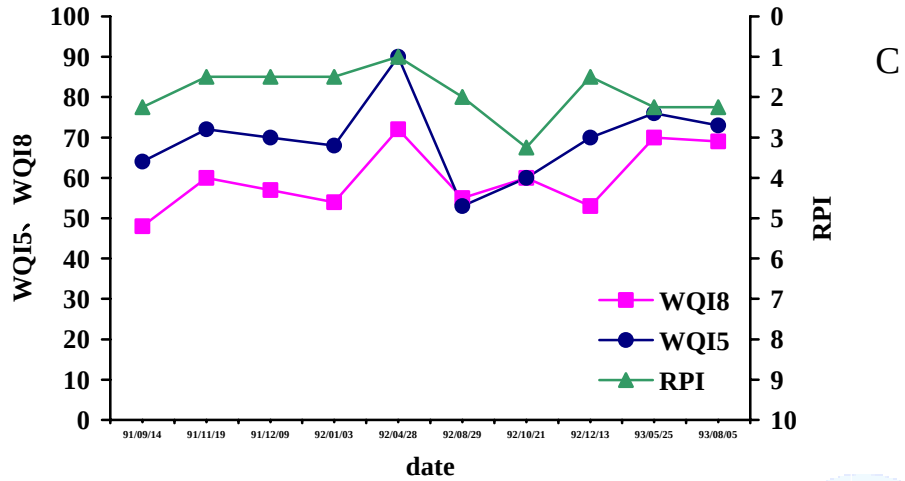
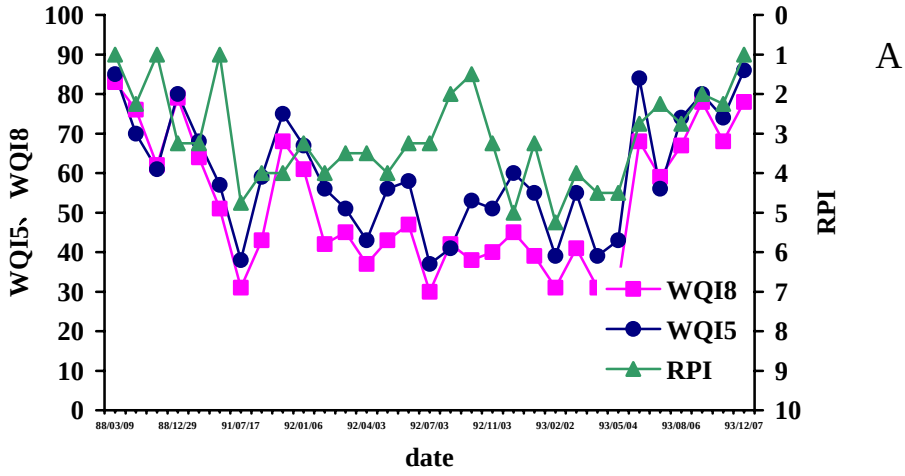
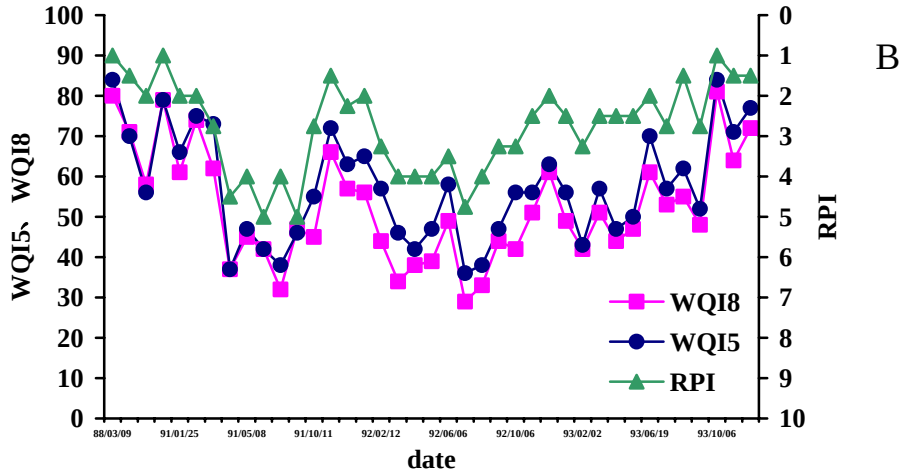


圖 4.6 安農溪各測站 RPI、WQI5 及 WQI8 之時間序列評估結果比較圖 (A 圖)下湖橋(B 圖)健隱橋(C 圖)大洲橋





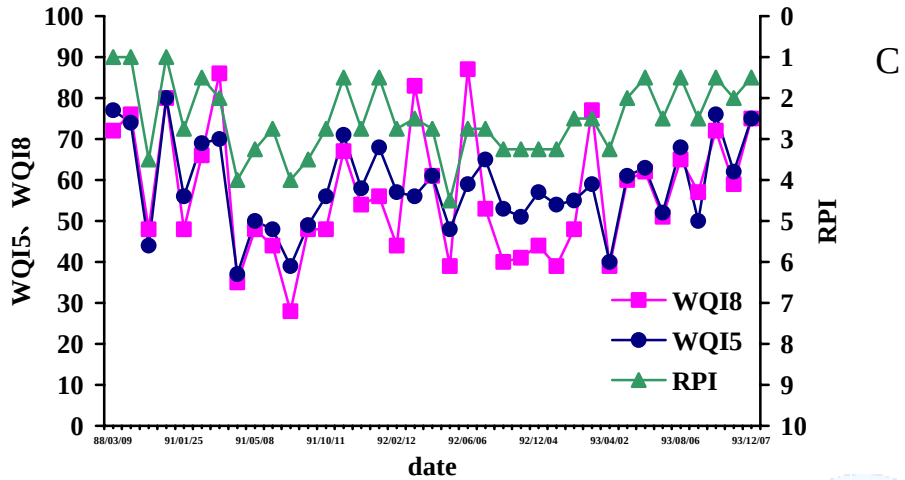
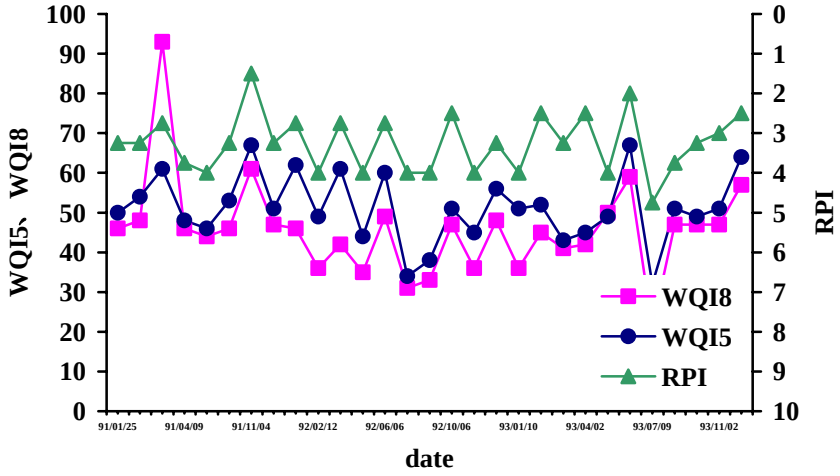
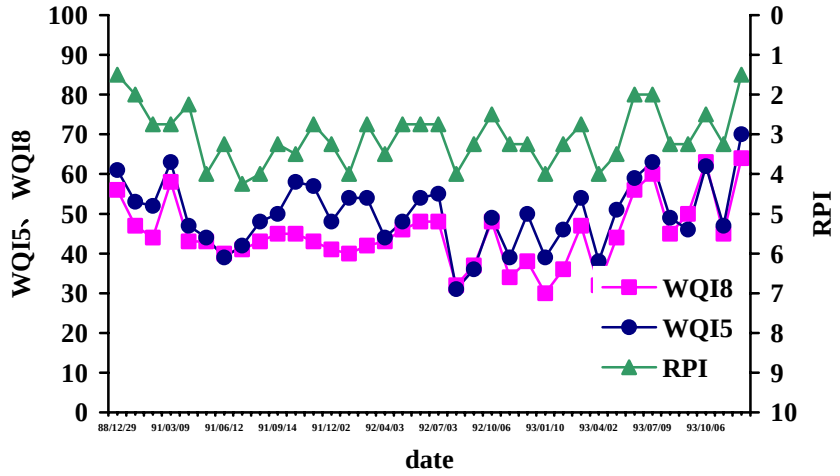


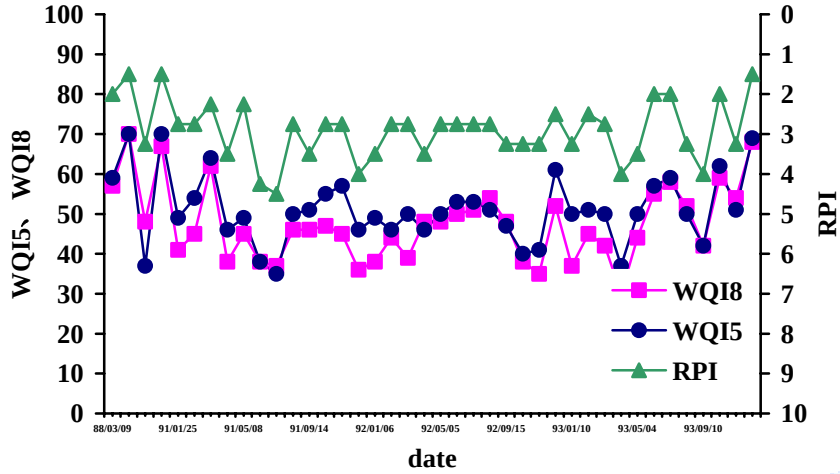
圖 4.7 冬山河各測站 RPI、WQI5 及 WQI8 之時間序列評估結果比較圖(A 圖)義成橋(B 圖)冬山河橋(C 圖)富農橋(D)利澤簡橋(E)加禮遠橋(F)清水大閘門


WQI5、WQI8
RPI
date
WQI8
WQI5
RPI
91/01/25
91/04/09
91/11/04
92/02/12
92/06/06
92/10/06
93/01/10
93/04/02
93/07/09
93/11/02

D


WQI5、WQI8
RPI
date
WQI8
WQI5
RPI
88/12/29
91/03/09
91/06/12
91/09/14
91/12/02
92/04/03
92/07/03
92/10/06
93/01/10
93/04/02
93/07/09
93/10/06

E


WQI5、WQI8
RPI
date
WQI8
WQI5
RPI
88/03/09
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/09/10

F

第五章 討論

李(2000)及溫(2000)認為河川水質標準訂定時係以 75 %之河川枯水流量作為訂定依據，在評估河川水質時，某一段時間內之監測數據至少應有 75 %符合水體水質標準，故本研究以測站水質數據之合格率低 75 %時，作為認定應檢討改善之依據。而本研兩個流域各測站水質經統計顯示，不合格率低於 75 %之項目為溶氧、生化需氧量、氨氮、懸浮固體、大腸桿菌群及總磷。

溶氧不合格率低於 75 %之情形發生在宜蘭河各測站，雖然歷年水質呈上升改善趨勢，仍應持續改善。宜蘭河流域主要污染源(以BOD_5估計)為生活污水(佔 63 %)及畜牧廢水(佔 32 %)，共佔該流域污染量 95 %（宜蘭縣政府環境保護局，1994；宜蘭縣政府環境保護局，2004)，是降低水體中溶氧量之主要原因。

生化需氧量不合格率低於 75 %之情形發生在蘭陽溪流域測站(宜蘭河宜蘭橋及壯圍大橋測站除外)及冬山河各測站。蘭陽溪流域包含宜蘭河流域、羅東溪流域及蘭陽溪主流。宜蘭河流域(佔蘭陽溪流域 57 %)及羅東溪流域(佔蘭陽溪流域 30 %)約佔蘭陽溪流域總污染量之 87 %。宜蘭河流域主要污染源(以BOD_5估計)為生活污水(佔 63 %)及畜牧廢水(佔 32 %)，共佔該流域污染量 95 %，此污染源主要分布於中、下游地區。羅東溪流域(以BOD_5估計)以畜牧廢水(佔 46 %)、農業迴歸水(佔 33 %)及生活污水(佔 19 %)為主要污染源，共佔該流域污染量 98 %。蘭陽溪主流受原鄉聚落生活污水及蘭陽溪上游蔬菜區、中、下游溪床種植蔬菜等作物使用大量肥料，經雨水沖刷將污水排入所造成。冬山河流域主要污染源(以BOD_5估計)為生活污水(佔 27 %)、畜牧廢水(佔 18 %)及工業廢水(佔 45 %)(宜蘭縣政府環境保護局，1994；宜蘭縣政府環境保護局，2003；宜蘭縣政府環

境保護局，2004)。故其原因在蘭陽溪流域主要是受生活污水、畜牧廢水及農業迴歸水排入水體所致。在冬山河主要是受生活污水、畜牧廢水及工業廢水排入水體所致，此點與沈(2004)，以北港溪流域為例之研究結果亦有相同之情形。

懸浮固體不合格率低於 75 %之情形主要發生在蘭陽溪蘭陽大橋測站、羅東溪廣興大橋測站、清洲橋測站及安農溪各測站。蘭陽溪除受上游段因坡陡流急，河川輸砂量大，天然因素造成 SS 值偏高外，蘭陽大橋測站，因崙埤以下沿岸砂石場廢水排入及宜蘭縣政府自民國九十三年五月起以公共造產方式於蘭陽溪牛鬥橋下河段清水溪匯流處疏濬(宜蘭縣政府，2005)亦是造成原因(宜蘭縣政府環境保護局，1994；台灣省政府環境保護處，1995；宜蘭縣政府環境保護局，2004；宜蘭縣政府，2005)，並且可由附錄五及附錄六獲得進一步的證實；安農溪則承受蘭陽溪牛鬥橋上游天送埤發電廠尾水(台灣省政府環境保護處，1995；李，2000；宜蘭縣政府環境保護局，1994；宜蘭縣政府環境保護局，2004)及相關工程亦是造成 SS 值偏高之原因；羅東溪除受上游段天然因素造成 SS 值偏高外(台灣省政府環境保護處，1995；李，2000；宜蘭縣政府環境保護局，1994；宜蘭縣政府環境保護局，2004)，相關工程亦是造成 SS 值高之原因(宜蘭縣政府環境保護局，2004)。

氨氮不合格率低於 75 %之情形發生在蘭陽溪流域測站(蘭陽溪蘭陽大橋測站、羅東溪清洲橋及安農溪各測站除外)及冬山河各測站，其原因主要是受畜牧廢水及生活污水影響(宜蘭縣政府環境保護局，1994；台灣省政府環境保護處，1995；宜蘭縣政府環境保護局，2003；宜蘭縣政府環境保護局，2004)，林(2003)，針對基隆河、南崁溪及高屏溪氨氮污染源之探討及許(2005)，以烏溪流域水質氨氮污

染源之研究結果亦有相同之主張。此外，蘭陽溪上游蔬菜區、中、下游溪床種植蔬菜等作物使用大量肥料，經雨水沖刷將含氮之污水排入水體及羅東溪農業迴歸水排入水體亦是造成水質污染原因之一(宜蘭縣政府環境保護局，1994；台灣省政府環境保護處，1995；宜蘭縣政府環境保護局，2004)，與霍(2005)，分析非點源污染特性亦有相同之看法。另國內「地面水體分類水質標準」，氨氮項目標準值僅為甲類之 0.1 mg/l 及乙類、丙類標準相同，為 0.3 mg/l，丁類、戊類則無標準，根據我國飲用水水質標準，適飲性之標準，氨氮為 0.5 mg/l，英國河川水體分類水質標準中 I-A 之氨氮為 0.4 mg/l、I-B 之氨氮為 0.9 mg/l，綜上各種標準比較，我國「地面水體分類及水質標準」之標準值相較之下嚴格許多，故導致氨氮合格率偏低的原因，亦可能與我國河川乙、丙類氨氮濃度基準偏低有關，台灣省政府環境保護處(1999)及林(2004)，針對基隆河、南崁溪及高屏溪氨氮污染源之探討亦有相同之結果與論點。

大腸桿菌群不合格率低於 75 %之情形發生在蘭陽溪流域測站(蘭陽溪與蘭大橋除外)及冬山河各測站，水體中有大腸桿菌群存在，表示有溫體動物(包括人類)排泄物污染(歐陽，2000)，故大腸桿菌群不合格主要是受畜牧廢水及生活污水排入水體所致，任等(2004)，研究高屏溪流域環境水資源分布與水質、水污染變遷亦有相同狀況。此外，依據行政院環境保護署(1990)河川分類水質標準河川污染指標之檢討研究報告指出：「. . 目前我國規定< 50 CFU/100 ml，台灣各河川上游所含大腸桿菌相當多(平均值大於 7.1*102 CFU/100 ml). . 」，故我國規定標準較嚴格可能亦是造成本研究區域河川上游不合格率低於 75 %之原因之一。

在水體中磷存在大多數來自人類使用之肥料及清潔劑

(Miller,2002、施，2000)，本研究區域總磷不合格率低於 75 %之情形發生在蘭陽溪流域測站(羅東溪廣興大橋測站及安農溪下湖橋測站除外)，原因主要是受生活污水及畜牧廢水影響。此外，蘭陽溪上游蔬菜區、中、下游溪床種植蔬菜等作物使用大量肥料，經雨水沖刷將含磷之污水排入水體及羅東溪農業迴歸水排入水體亦是造成水質污染原因之一（台灣省政府環境保護處，1995；宜蘭縣政府環境保護局，1994；宜蘭縣政府環境保護局，2003)，霍(2005)，分析非點源污染特性亦有相同之主張。

故本研究兩個流域主要之污染來源為生活污水、事業(含工業、畜牧及營建工程)廢水、農業迴歸水及天然因素等。

為解決生活污水污染問題，宜蘭縣政府自民國八十八年開始辦理污水下水道建設，目前已完成宜蘭、羅東、三星及頭城地區污水下水道系統規劃。宜蘭地區水資源回收中心，於九十四年完工，九十六年起將開始用戶接管工程。羅東地區污水下水道已於九十四年十二月起進行規劃、建設工作，九十八年開始進行用戶接管工程及營運。三星地區污水下水道系統，已完成委託作業，目前辦理設計中（宜蘭縣政府，2005)。另宜蘭縣政府環境保護局為解決未接管地區水肥處理問題，已於九十五年一月完成宜蘭地區水資源回收中心水肥投入站細部設計，一併處理未接管家庭之水肥(宜蘭縣政府環境保護局，2005)。故為妥善處理生活污水，建議在宜蘭河流域部分宜蘭地區污水下水道系統加速接管營運；在羅東溪流域及冬山河流域部分加速污水下水道系統之興建。污水下水道系統未普及地區，建議規劃興建截流設施，並以興建污水處理廠妥善處理，經相關研究指出，藉由溼地自然淨化法處理生活污水，可達污染減量之效果(Brix,H.,1997；Knight,R.L.,1997；張等，2005)，且自然淨化法具有低初設費、低操

作維護費及維護管理容易等優點(Smith,1982；Witherow,1986；Zirschky,1989；鄭，2004；張，2005)，故截流後之污水建議採用溼地自然淨化法處理。此外，建議推動定期清除化糞池制度，以維護化糞池正常功能及改善河川水質，並依地方制度法訂定自治條例規範。此外，為避免水肥業者清運後任意棄置，而污染河川水質之情形發生，建議加速宜蘭地區水資源回收中心水肥投入站之設置，以提早處理宜蘭縣化糞池污水。另經查宜蘭縣政府目前已經規劃完成三星地區污水下水道系統，其污水係經由三星水資源回收中心處理後是放流至行健溪中(宜蘭縣政府環境保護局，2005)，因行健溪下游有自來水取水口，未來三星水資源回收中心歲修或整建時，應避免未處理之污水排入水體，污染水質。

為解決事業(含工業、畜牧及工程)廢水問題，除建議加強污染源稽查管制，促使業者符合排放標準外。並且建議施行經濟誘因的污染防治策略，例如徵收水污染防治費，以鼓勵推動事業業源頭減廢，資源再利用(如豬糞尿堆肥化、燃料化；台灣地區工業廢水經處理後，約有 60％可回收(張，2005)，作為其他製程或澆灌等用途)，以減少水體水質污染。另宜蘭縣河川上游坡陡流急且基流量大，河川輸砂量大，常造成水質中之懸浮固體高部分，建議嚴禁山坡地濫墾及做好水土保持工作，並於河床適當地點設置攔砂設施，以減少排入量，降低水質中懸浮固體濃度。此外，依據行政院環境保護署九十一年七月五日(91)環水字第〇九一〇〇四三五二號修正「禁止足使水染行為」公告規定，在河川區域內進行工程(含疏濬)時，工程進行河段上、下游水質變化不得有大於或等於一定範圍(如工程進行河段已屬水體分類中甲、乙類水體者，其上、下游水質變化不得大於或等於百分之十五)之規定，為避免施工及疏濬造成水體水質污染，建議依法加強管制。

另因宜蘭縣河川屬背景水質較特別河川，懸浮固體(SS)大部分來自天然，雖然沒有任何人為污染時，亦會有超過達到陸面水體甲類及乙類的基準 25 mg/l 之情形，未來修訂「地面水體分類及水質標準」時，建議增加特別條款”天然污染源所導致的不在此限”之類條文。

為避免山坡地及溪床過度開發造成氨氮、總磷兩個水質項目持續惡化，建議禁止非法墾殖行為，並加強山坡地水土保持，與輔導農民施肥技術。此外，農業迴歸水造成之污染問題，係因灌溉圳路太多，農業迴歸水量大而造成，類似之問題因農業迴歸水排放量大，污染濃度較低，若予以處理再排放，實屬不經濟。惟農業迴歸水中仍含有殘餘肥料或農藥等污染性物質，為確保各水體水質，解決農業迴歸水問題建議：(一)農政單位對肥料及農藥之施用方式應加強宣導，以避免浪費肥料而造成多餘肥料流失，增加農業迴歸水之污染性。(二) 對於農藥之使用應避具高毒性者，以降低農業迴歸水污染毒性。(三)分析農業迴歸水循環使用之可行性，以充分利用水資源並減少其污染性。

現行「地面水體分類及水質標準」中懸浮固體甲及乙類水體為相同基準，可能發生造成綜合指標評為乙類水質，但單項指標評卻為甲類之情形，致使符合甲類水質之情形偏高，建議修訂標準予以區隔。類似情形亦發生在氨氮(乙丙類水體為相同基準)、pH(乙至戊類水體為相同基準)。又現行「地面水體分類及水質標準」中乙、丙類氨氮濃度基準偏高部分，建議著手研究這些基準是否合理。

根據水污染防制法第六條第一項規定，中央主管機關應依水體特質及其所在地之情況，劃定水區，訂定水體分類水質標準。第二項規定，水區劃定、訂定水體分類水質標準，中央主管機關得交直轄市、縣(市)主管機關為之。本研究發現宜蘭縣內水體分類已公告十多年

(如蘭陽溪等)，由於時空的變遷，有些河段的用途及水文、水質環境已產生很大變化，有需要重新檢討改善，並做適當修訂。另有些水體，由於以前缺乏資料或較不重要等因素，所以沒有公告(如冬山河)，故建議研究已劃定水區部分是否需要修訂水區範圍及水區內各河川之水體分類，尚未劃定水區部分否需要劃定水區、訂定水體分類水質標準，以保護水體水質。

依據水污染防制法第五條規定，為免防害水體之正常用途，利用水體以承受或傳運放流水者，不得超過水體之涵溶能力。同法第七條規定，事業、污水下水道系統或建築物污水處理設施，排放廢(污)水於地面水準體者，應符合放流水標準。第二項規定，直轄市、縣(市)主管機關得視轄區內環境特殊或需特予以保護之水體，就排放總量或濃度、管制項目或方式，增訂或加嚴轄內之放流水標準，報經中央主管機關會商目的事業主管機關後核定之。本研究流域部分水質合格率較低，建議研究是否須採行較嚴格之排放標準或實行總量管制改善水質。

河川水質監測方面建議針對不同測站歷年測值訂出警戒值，一旦發現測值異常時，先行追蹤異常原因，倘持續異常，並因進行污染源調查。又流量係影響河川水質重要因素，依據「水體水質監測站設置及監測準則」第六條所述，採樣時並無強制規定進行流量測定；惟為顧及資料完整性，採樣時最好併同流量一起進行。另本研究流域因預算等因素，濁度、總磷及導電度等水質參數有遺漏，導致無法取數據進行水質評估之現象，建議建立完整數據，以利作出較完整水質評估，作為決策及水質維護或改善之參考。

觀察各測站水質變化情形，整體而言，隨河川愈往下游，水質呈現愈不好之情況，Pesce et al. (2000)，評估阿根廷 Suquia river 水質變

化及洪(2001)，研究南投縣烏溪及濁水溪流域水質變化亦有相同之狀況。茲就未呈現相同趨勢部分探討如下：

溶氧量在蘭陽溪興蘭大橋測站未再下降，在冬山河加禮遠橋、清水大閘門及宜蘭河貓禮霧罕橋三個測站，則呈上升現象，其原因可能是受潮汐、河及海水混合作用，致溶氧量增加。

羅東溪及安農溪生化需氧量由上游至下游，呈愈往下游測站值愈低之現象，其原因可能為羅東溪及安農溪主要污染來源(畜牧廢水、農業迴歸水、生活污水)大多分布於上游所致。

安農溪懸浮固體由上游至下游，呈愈往下游愈低之現象，其原因為安農溪水源為蘭陽溪牛鬥上游經蘭陽發電場之尾水，從上游開始之 SS 濃度就很高了，而至下游因坡度較緩，流速減慢，大顆粒或較重之物質便沉降下來，而使 SS 濃度逐漸下降。

羅東溪氨氮由上游至下游，呈愈往下游測站值愈低之現象，其原因可能為其主要污染來源(畜牧廢水、農業迴歸水、生活污水)大多分布於上游測站所致。

冬山河之氨氮、大腸桿菌群及總磷由上游至下游，未呈愈往下游測站值愈低之現象，其原因為主要污染來源(生活及畜牧等)較集中於上游測站，致污染情形未呈愈往下游愈不好之趨勢。

進一步觀察冬山河上游至下游各測站水質在利澤簡橋測站以單一指標評估結果溶氧、氨氮及大腸桿菌群項目，發現有比下游測站不好之現象(如表 4.2 所示)；但依冬山河流域之截流計畫，羅東鎮污水下水道系統完成前，十六份圳及打那岸圳污水截流後，係藉由平行水道至下游河口排出，是不直接注入冬山河(宜蘭縣政府環境保護局，2003)，故該測站水質不應該會呈現比下游測站差之現象；惟經筆者於九十五年三月十二日勘查結果，當時發現截流閘門是呈開起狀

態，並未將十六份圳及打那岸圳污水截流至冬山河河口排出，而是逕流至冬山河(如圖 4.1 至 4.2)，由於十六份圳及打那岸圳污水若未截流而直接排放至冬山河，其流入冬山河後之下一之水質測站正是利澤簡橋測站，故利澤簡橋測站水質有比下游測站更不好之原因，可能是十六份圳及打那岸圳污水截流閘門(亦即截流設施)未正常操作有關，建議檢討截流設施是否發揮功能。此外，因為平行水道的終點並沒有設置污水處理廠，所截取之廢(污)水至下游河口排出，為避免漲潮時有回流污染河道及改善水質，建議下游設置污水處理設施妥善處理後再予以放流。

由表 4.3 顯示，本研兩個流域各測站水質經相關分析結果顯示，以 RPI、WQI5 及 WQI8 三項水質指標於大多數測站呈統計上顯著相關($p< 0.01$ 或 $p< 0.05$)，顯示本研究兩各流域採用 RPI、WQI5 及 WQI8 三項指標來進行評估時，大多數測站有一致之變化趨勢。而彼此相關之主要原因為 WQI5 是依據 WQI8 簡化所得的綜合指標，而這二項指標與 RPI 呈負相關性，主要在於 RPI 評估水質狀況以 0-10 表示，數值愈小表示河川水質狀況愈好，WQI8 與 WQI5 表示方式不同(WQI8 與 WQI5 評估水質狀況以 0-100 表示，該數值愈大水質狀況愈好)。任等(2004)，研究高屏溪流域環境水資源分布與水質、水污染變遷、何等(2005)，以不同水質指標比較花蓮溪流域水質、洪(2001)，以綜合指標評估南投縣烏溪及濁水溪流域水質及楊等(1991)，在流域水污指標探討亦有相同之觀點。

由表 4.4 及圖 4.3 至 4.7 顯示，以 RPI、WQI5 及 WQI8 三項指標評估本研究兩個流域內各測站水質結果，以 RPI 評估結果水質狀況呈現較佳，而以 WQI5 與 WQI8 評估結果水質狀況則呈現較差，何等(2005)，以不同水質指標比較花蓮溪流域水質亦有相同結果。比較

WQI5 與 WQI8 評估結果水質狀況，其中又以 WQI5 評估結果水質狀況呈現較佳。

就整體而言，雖然三項指標間具有統計上顯著相關，均可用以評估河川水質之優劣程度，但三項指標之發展緣由各異，致評估結果亦略有不同：如 RPI 引自日本，未必適用於台灣地區河川多砂(懸浮固體高)之特性，其四項水質參數權重均等，對於不同水體無法立即反應不同參數之污染特性。WQI8 是採專家問卷方式評估而得，選取八項水質參數，考慮較廣，似能反應水質全貌，但計算過程較複雜，且 WQI8 對於 pH 之權重(0.16)大於氨氮(0.13)、大腸桿菌群(0.12)、總磷(0.06)，對於本研究流域各測站全數合格之 pH 而言，易將水體判定為較佳水質，而降低管理者對污染程度之警訊。WQI5 在原有慣用之 RPI 加入導電度評估，雖僅佔 0.07 之權重，但蘭陽溪及冬山河下游測站受潮汐影響，不僅導電度值高，亦提高了溶氧值，卻使污染物不易擴散特性，對於本研究區域內，採 WQI5 評估時，高權重之溶氧(0.31)可能忽略了其他污染物對水體水質之污染影響。洪(2001)，以綜合指標評估南投縣烏溪及濁水溪流域水質亦有相同之觀點。利用 WQI8 與 WQI5 評估河川污染現況，因部分監測數據遺漏，導致 WQI8 於評估在權重選取時必須重新修正，會致使 WQI8 與 WQI5 所評估結果相近似，何等(2005)，以不同水質指標比較花蓮溪流域水質亦有相同之現象。而以 WQI5 評估結果水質狀況呈現較 WQI8 為佳之原因，是由於評估水質時 WQI8 將大腸桿菌群、總磷等項目納入，而 WQI5 並沒有，由於水質中這兩個水質項目之含量普遍偏高現象，導致 WQI8 評估水質時數值較 WQI5 為低，任等(2004)，研高屏溪流域環境水資源分布與水質、水污染變遷亦有相同之狀況。因河川流域特性不同，其造成污染原因亦不同，RPI 四個水質參數等權重，判斷

河川遭受污染狀況，可能造成錯誤資訊，而錯失整治良機，且 RPI 是表達污染狀況，呈現出的結果無法與「地面水體分類及水質標準」有效連結；而 WQI8 與 WQI5 係以政府公告之「地面水體分類及水質標準」為依據，其結果與「地面水體分類及水質標準」之評估一致性較高，與法令之結合性亦較高，較能適切反映水質狀況，經比較兩者所包含水質參數，以 WQI8 較為完整，因此以河川綜合指標進行水質評估時，建議優先採用 WQI8，WQI5 次之，最後則為 RPI。

第六章 結論

本研究之蘭陽溪及冬山河兩個流域各測站水質經統計顯示，單一指標不合格率低於 75 %之項目為溶氧量、生化需氧量、懸浮固體、氨氮、大腸桿菌群及總磷。單一指標不合格率低於 75 %之測站，溶氧量發生在宜蘭河各測站；生化需氧量發生在宜蘭河宜蘭橋及壯圍大橋以外之測站；懸浮固體發生在蘭陽溪蘭陽大橋測站、羅東溪廣興大橋測站、清洲橋測站測站及安農溪各測站；氨氮發生在蘭陽溪蘭陽大橋、羅東溪清洲橋及安農溪以外之測站；大腸桿菌群發生在蘭陽溪興蘭大橋以外之測站；總磷發生在羅東溪廣興大橋、安農溪下湖橋以外之測站。主要污染來源為生活污水、事業(工業、畜牧及營建工程)廢水、農業迴歸水及天然因素等。建議生活污水部分加速興建污水下水道系統、事業(含工業、畜牧及營建工程)廢水部分加強事業管制、農業迴歸水部分合理化施肥、迴歸水再次使用等措施，以改善水質。

分析各測站水質變化情形，除溶氧量在河口測站部分水質因受潮汐海水混合之影響，生化需氧量及氨氮在羅東溪、生化需氧量及懸浮固體在安農溪、氨氮及大腸桿菌群在冬山河，因為污染源主要分布在上游，致污染情形未呈愈往下游愈不好之趨勢外，整體而言，隨河川愈往下游，水質呈現愈不好之情況。此外發現在冬山河上游至下游各測站水質在利澤簡橋測站以單一指標溶氧量、氨氮及大腸桿菌群評估結果，有比上游測站更不好之現象，其原因可能是冬山河支流十六份圳及打那岸圳污水截流閘門(亦即截流設施)未正常操作有關。

就整體而言，以 RPI、WQI5 及 WQI8 三項水質指標於本研究兩個流域大多數測站呈統計上顯著相關($p< 0.01$ 或 $p< 0.05$)，顯示本研究兩個流域採用 RPI、WQI5 及 WQI8 三項指標來進行評估時，大多數測站有一致之變化趨勢。

以 RPI、WQI5 及 WQI8 三項指標評估本研究兩個流域內各測站水質結果，以 RPI 評估結果水質狀況呈現較佳，而以 WQI5 與 WQI8 評估結果水質狀況則呈現較差，比較 WQI5 與 WQI8 評估結果水質狀況，其中又以 WQI5 評估結果水質狀況呈現較佳。因河川流域特性不同，其造成污染原因亦不同，RPI 四個水質參數等權重，判斷河川遭受污染狀況，可能造成錯誤資訊，而錯失整治良機，且 RPI 是表達污染狀況，呈現出的結果無法與「地面水體分類及水質標準」有效連結；而 WQI8 與 WQI5 係以政府公告之「地面水體分類及水質標準」為依據，其結果與「地面水體分類及水質標準」之評估一致性較高，與法令之結合性亦較高，較能適切反映水質狀況，經比較兩者所包含水質參數，以 WQI8 較為完整，故以河川綜合指標進行水質評估時，筆者建議優先採用 WQI8，WQI5 次之，最後則為 RPI。

參考文獻

Brown R.M.,McCelland, Nina I , Deininger , Rolf A , Tozer , Ronald G (1970) ‘A water quality index- do we dare ?’ Water and sewage works. 117(3):339-343.

Brix,H.,(1997)”Do Macrophytes Play a Role in Constructed treatment Wetlands?”,Wat.Sci.Tech.,35(5),11-17.

Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D., Snyder, and J.B., Stribling (Eds.)(1999).Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers. 1st ed. Vo1.1.Office of Water,USEPA,Washington,DC.

Chapman & Hall(1992). Water quality assessments, 256-263.

Environment Protection Department of Hong Kong(2000),River water quality in Hong Kong in 2000,2-1.

Horton, R.K. (1965) An index number system for rating water quality. Journal of Water Pollution Control Fed. Vol 37(3), 300-305.

Knight,R.L.,(1997) ”Wildlif Habitat and Public Use Benefits of Treatment Wetlands”,Wat.Sci.Tech.,35-43.

Khan,F.,T.and Lumb,A. (2003) Water quality evaluation and analysis in selected watersheds of the Atlantic region of Canada,Environmental Monitoring and Assessment,88:221-222.

Masters G.M.(1990),”Interoduction to Environmental Engineering and Science”,Prentice Hall,186.

Miller,G.T.(2002).Living in the environment(Twelfh edition)95-96.

Novotny,V.and H. Olem (1994), Water Quality : Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution,Van Nostrand

Reinhold,New York.

Pesce,S.F.and Wunderlin,D.A.(2000).Use of water quality indices to verify the impact of Cordoba city (ARGENTINA) on Suquia river. Water Resources Research 34(11),2915-2926.

Rosener,B.,Fundamentals of Biostatistics (third edition),32-33.

Smith,R.G.,(1994)"The Overland-Flow Process." Environ.Prog.,Vo1.1,195-205.

Witherow J.L.,Bledsoe B.E.,(1986)"Design model for the overland flow process."J.WPCF,Vol.58,381-386.

Webb BW, Phillips JM, Walling DE (2000), A new approach to deriving 'best-estimate' chemical fluxes for rivers draining the LOIS study area. The Sci Total Environ; 251/252:45-54.

Zirschky J.,"Ammonia removal using overland flow process" J.WPCF,Vol.61,1232.

「水體水質監測站設置及監測準則」，行政院環境保護署，中華民國八十四年八月二十三日，(八四)環署水字第四三六〇二號令訂定發布。

水污染防治法，行政院環境保護署，中華民國九十一年五月二十二日，華總(一)義字第〇九一〇〇〇九八九九〇號令修正發布。

水污染防治法施行細則，行政院環境保護署，中華民國九十二年七月三十日，(九二)環署水字第〇九〇〇五三六一三號令修正發布。

于淑芬、林永發、官文惠、林幸助(2004)，武陵地區水質調查研究。國家公園學報 15(1):45-60,2005，50 頁。

王嘉祥(1996)，公共給水水源指標之研究，私立淡江大學水資源及環境工程研究所碩士論文。

王俊秀、王鑫、李玲玲、周昌弘、周儒、於幼華、林飛棧、姜善鑫、姜蘭虹、馬以工、張祖恩、畢恆達、郭城孟、黃文雄、楊遠波、葉俊榮、劉小如、歐陽嶠暉、蕭代基、蕭新煌(1996)，環境與人，遠流出版，204-205；510-511 頁。

王文中(2004)，統計學與 Excel 資料分析之時習應用<第五版>，博碩文化股份有限公司，314 頁。

台灣省政府環境保護處(1999)，台灣省河川水體分類之檢討與修訂總報告，4-10 頁。

台灣省政府環境保護處(1995)，蘭陽溪(含宜蘭河)流域性污染整治規劃，3-12-4-4 頁。

「地面水體分類及水質標準」，行政院環境保護署，中華民國八十七年六月二十四日修正發布，(八七)環署水字第〇〇三九一五九號令發布。

行政院環境保護署(1990)，河川分類水質標準河川污染指標之檢討(No.EPA-79-003-10-021)，117、216 頁。

行政院環境保護署(1996)，我們的家鄉—宜蘭，18 頁。

行政院環境保護署(1996)，河川水體水質監測採樣技術手冊，3 頁。

行政院環境保護署(1996)，淡水河系水質監測採樣技術手冊，63、64頁。

行政院環境保護署(1997)，水質檢驗方法。

行政院環境保護署(1999)，環境保護計畫國家，81-82 頁。

行政院環境保護署環境及資訊處(2001)，九十年度淡水河系河川水質監測計畫(EPA-90-L102-02-204)，5 頁。

行政院環境保護署統計室(2003)，中華民國臺灣地區環境保護統計月報 170 期，211-212 頁。

行政院環境保護署(2005)，九十四年版「環境白皮書」，144-145；452頁。

行政院環境保護署(2005)，國家環境保護計畫(修正草案)，4-2 頁。

行政院環境保護署(2005)，95 年度地方環境保護機關績效考核計畫，19-20 頁。

吳宗榮、蔡基勇（1993)，水及廢水分析，復文書局。

江漢全(1996)，水質分析，三民書局印行。

江漢全、陳芳媚、楊俊成(2002)，宜蘭縣河川水質污染現況分析與維護策略研究，第五屆「資源與環境研討會」論文集，1；6頁。

任家弘、林俊全、趙文愷、徐美玲(2004)，高屏溪流域環境水資源分

布與水質、水污染變遷之研究，地理學報，第三十七期：152 頁。

李錦地、張連傳、王松慶(1981)，流域河川水質管理規劃之要項－人口推計及基本流量設定之研究，第六屆廢水處理技術研討會論文集，207-214 頁。

李公哲(1992)，環境工程，茂昌圖書有限公司，74 頁。

李公哲(2000)，台灣河川水體環境概述，河川水質監測實務講習班講義，行政院環境保護署環境保護人員訓練所，1；12；32；50；53 頁。

李漢鏗(2000)，監測數據處理及應用，行政院環境保護署環境保護人員訓練所，6；8；26；33 頁。

沈淑妩(2004)，我國水污染防治策略與污染指標之探討—以北港溪流域為例，國立雲林科技大學環境與安全衛生工程所碩士論文，I；181 頁。

何志軒、陳素華、莊舒琪、魏淑芳、江永進(2005)，花蓮溪河川流域不同水質指標比較，資源與環境學術研討會，370-376 頁。

於幼華(1991)，「宜蘭縣環境品質規劃研究案」，宜蘭縣政府委託財團法人馮鑽華林清涼環境保護基金會辦理。

宜蘭縣政府(1993)，宜蘭縣統計要覽第 42 期。

宜蘭縣政府(2004)，宜蘭縣統計要覽，十二月。

宜蘭縣政府環境保護局(2003)，九十二年度冬山河水質改善規劃，I;2-6；3-6；4-17；4–23 頁。

宜蘭縣政府環境保護局(2004)，九十二年度「河川水質監測計畫」。

宜蘭縣政府環境保護局(2005)，宜蘭縣水肥投入站設置工程細部設計成果報告書，1 頁。

宜蘭縣政府(2005)，1998-2005 劉守成施政八年記實，121；137；138 頁。

林金昇(1993)，讓濁流再澄清-談水污染防治，幼師文化事業公司、行政院環境保護署，6；8 頁。

林惠嬌(2003)，河川指標污染物及水體分類水質標準之探討，國立台灣大學公共衛生學院環境衛生研究所碩士論文，68 頁。

林健三(2003)，環境規劃與管理，文笙書局股份有限公司，5-38-5-40 頁。

林傑斌、劉明德(2003)，SPSS10.0 與統計模式建構，文魁資訊股份有限公司，15-6 頁。

施慶煌(2000)，大坑溪集水區水體污染程度之研究，國立中興大學水土保持學系碩士論文，41-43 頁。

洪玉琪(2001)，南投縣烏溪及濁水溪流域河川水質之時間與空間變異研究，中國醫藥學院環境醫學研究所碩士論文，60-63；120 頁。

洪慶宜(2004)，河川流域污染防治之現況及生態調查(含河川水質指標)，行政院環境保護署環境保護人員訓練所，2 頁。

高秋實、袁書玉(1989)，環境化學，科技圖書股份有限公司，81-97 頁。

姚關穆(2005)，與地球共舞，財團法人時報文教基金會，119 頁。

候承昀(1999)，水質永續指標體系及其評量與評價方法之建立，逢甲大學土木及水利工程研究所碩士論文。

宜蘭縣府環境保護局(1994)，「宜蘭縣水污染防治實施方案規劃報告書」, 2-40-3-28；7-79-7-138；11-17 頁。

宜蘭政府環境保護局(2002)，「宜蘭縣環境保護計畫」，46-47 頁。

宜蘭政府環境保護局(2004)，宜蘭縣九十二年度「河川水質監測計畫」，2-5;2-7；2-9；7-1 頁。

宜蘭政府環境保護局(2005)，「宜蘭縣 94 年度推動河川志工巡守計畫」，8;12-13 頁。

宜蘭縣府環境保護局(2005)，宜蘭縣環境保護計畫(九十三年版)，1-8；2-5；2-10 頁。

荊樹人、林瑩峰、葉俊宏、陳欽昭(2004)，生態工法運用在河川(溪流)流域污染整治實務與案例分析，行政院環境保護署環境保護人員訓練所，2 頁。

許書維(2005)，河川水質污染評估，大葉大學環境工程系碩士論文，iv。

陳建初(1983)，水質管理，九大圖書公司，10-15 頁。

陳明義(1991)，海岸植物資源的保育，科學月刊—自然保護專輯，264 期。

康文尚，陳吉隆(1992)，台灣河川水質污染程度指標改良之芻議，中華民國環境工程學會第四屆環境規劃與管理研討會論文集，189-202。

陳盈利(2003)，人工溼地在河川水質改善之應用研究，國立屏東科技大學環境工程與科學系碩士論文，I 頁。

郭振泰(2004)，非點污染源調查及整治管理實務，行政院環境保護署環境保護人員訓練所，1 頁。

張添晉(2005)，水再生利用之潛勢與趨勢，河川流域水污染防治與水再利用研討會，3-15 頁。

張文亮(2005)，台灣河川水質淨化工法—表面流人工濕地成效之普查，2005 年台灣環境資源永續發展研討會論文集，A01-2 頁。

張德威、葉琮裕(2005), 二級污水中含氮營氧鹽處理—人工濕地自然淨化法，環保訓練園地雙月刊，行政院環境保護署環境保護人員訓練所，第 82 期第 2 版。

溫清光、高正忠(1981)，時序分析對河川水質指標之應用，(一)台灣河川水質指標，第五屆廢水處理技術研討會論文集，152-161 頁。

溫清光(2000)，河川水質評量指標及監測方法，行政院環境保護署環境保護人員訓練所，4；5；23 頁。

溫清光(2004), 台灣水污染防治策略與展望，河川流域水污防治與水再利用研討會，行政院環境保護署, 4-2 頁。

經濟部水資源統一規劃委員會(1986)，台灣地區河川污染趨勢之分析，11-23 頁。

湯火聖立法委員(2004)，「..宜蘭縣大同鄉之高蔬菜區..等使用生雞糞作為肥料成本較低，但有衛生方面疑慮。宜蘭縣政府將以孳生蚊蠅為由，全面禁止農民使用，各縣市亦研議跟進比照規範禁用，惟單單公告禁止使用生雞糞若無配套措施，將衍生諸多問題。..」，立法院(案號：5-6-2-622)，九十三年九月二十二日三字九三〇〇五〇七三〇號函，受文者：行政院農業委員會。

鄒燦陽(1999)，養鴨污染稽查管制成果報告，5；7 頁。

葉俊宏(2004)，河川流污染防治規劃及實務，行政院環境保護署環境保護人員訓練所，1-2 頁。

楊肇政、鄭阿全(1984)，污染防治，高立圖書有限公司，7-18 頁。

楊萬發、張鎮南、黃國城(1991)，流域水污染指標探討，中華民國環

境工程學會第四屆環境規劃與管理研討會論文集，175-185 頁。

「禁止足使水染行為」公告，行政院環境保護署，九十一年七月五日，(91)環水字第〇九一〇〇四三五二號修正發布。

歐陽嶠暉(2000)，下水道工程學，長松文化興業股份有限公司，239-255 頁。

樊邦棠(1994)，環境工程化學，科技圖書股份有限公司，74-75 頁。

鄭顯榮(2004)，河川流域污染防治之目標與策略選擇，行政院環境保護署環境保護人員訓練所，5 頁。

霍勝中(2005)，非點源污染特性分析，朝陽科技大學環境工程與管理系碩士論文，第 1 頁。

表 4.2 各測站之水質濃度變化彙整表

水體/測站	DO (mg/l)	BOD_5 (mg/l)	SS (mg/l)	NH_3-N (mg/l)	pH	Coliform group (CFU/100ml)	TP (mg/l)
蘭陽溪							
牛門橋	8.5±0.8(10.0~6.9)	2.2±1.5(5.9~0.4)	21±32(143~1)	0.2±0.1(0.6~0)	7.9±0.4(8.4~7.0)	2,084±2,139(12,000~10)	0.05±0.05(0.16~0)
崙埤	8.5±0.8(10.0~6.9)	2.5±1.7(7.3~0.5)	10±14(87~2)	0.2±0.1(0.7~0)	7.6±0.5(8.7~6.2)	7,208±8,182(34,000~210)	0.03±0.02(0.07~0.01)
上深溝	7.9±0.8(9.3~6.1)	3.0±2.0(8.2~0.5)	27±31(146~6)	0.2±0.2(1.0~0)	7.9±0.3(8.3~6.8)	7,447±6,006(24,000~410)	0.09±0.05(0.17~0.02)
蘭陽大橋	7.6±0.8(9.1~6.0)	2.9±1.9(10.7~0.5)	155±286(1196~4)	0.3±0.3(1.1~0)	7.8±0.3(8.2~6.9)	9,848±10,389 (44,000~130)	0.14±0.11(0.37~0.05)
興蘭大橋	7.6±0.9(9.1~5.1)	3.0±1.9(9.0~0.5)	26±23(118~5)	0.3±0.3(1.1~0)	7.8±0.3(8.3~7.1)	8,591±8,106(38,000~340)	0.16±0.14(0.41~0.03)
宜蘭河							
員山大橋	6.4±1.6(8.4~2.9)	2.9±2.6(13.0~0)	14±11(62~5)	0.3±0.2(1.2~0)	7.4±0.4(8.1~6.5)	20,147±18,557(68,000~5)	0.15±0.08(0.32~0)
西門橋	5.8±1.3(7.7~3.8)	3.3±2.2(9.4~0.6)	10±7(35~4)	0.4±0.2(0.8~0)	7.3±0.3(8.0~6.7)	18,053±12,888(42,000~10)	0.10±0.04(0.15~0.04)
宜蘭橋	5.2±2.0(8.1~1.5)	2.9±2.5(9.8~0)	11±6(28~4)	0.5±0.2(0.9~0.1)	7.2±0.4(7.9~6.4)	27,797±22,426(83,000~5)	0.17±0.07(0.27~0.02)
壯圍大橋	5.3±1.5(8.1~2.4)	3.1±2.9(13.1~0)	17±11(52~0)	0.7±0.3(1.7~0.1)	7.3±0.3(8.1~6.6)	25,746±25,193(84,000~5)	0.18±0.08(0.34~0.02)
貓禮霧罕橋	5.4±2.0(8.7~1.9)	3.5±4.2(15.4~0)	13±9(45~0)	0.7±0.4(1.8~0)	7.3±0.3(7.9~6.8)	31,089±34,198(160,000~30)	0.17±0.10(0.32~0)
羅東溪							
廣興大橋	8.1±0.8(9.9~7.3)	4.1±4.4(14.5~0)	32±35(102~3)	0.5±0.8(2.9~0)	8.0±0.4(8.5~7.1)	12,200±13,751(39,000~0)	0.03±0.02(0.04~0.01)
北城橋	8.3±0.8(9.9~7.5)	3.2±3.3 (9.0~0)	11±9(30~3)	0.3±0.2(0.9~0)	8.0±0.4(8.5~7.1)	11,269±16,618(3.249,000~0)	0.03±0.02(0.05~0.01)
清洲橋	7.3±1.3(9.1~3.7)	2.1±1.9(7.6~0)	41±46(225~4)	0.2±0.1(0.2~0)	7.5±0.4(8.1~5.6)	16,493±18,938(75,000~78)	0.08±0.07(0.22~0.01)
安農溪							
下湖橋	7.8±1.1(9.9~5.4)	3.9±3.2(10.8~0.5)	40±49(189~3)	0.2±0.1(0.6~0)	7.9±0.4(8.4~6.9)	4,603±5,936(24,000~10)	0.02±0.02(0.04~0)
健隱橋	7.8±1.0(9.6~5.7)	2.8±2.3(7.1~0)	36±46(190~1)	0.2±0.1(0.5~0)	8.2±0.4(9.1~7.4)	16,976±21,162(84,000~130)	無測值
大洲橋	7.6±1.0(10.0~5.0)	3.6±3.3(13.3~0)	35±39(161~4)	0.2±0.1(0.4~0.1)	7.8±0.4(8.3~6.7)	20,575±0.62(3.25~1.00)	0.08±0.07(0.17~0.02)
冬山河							
義成橋	6.3±1.1(8.4~4.2)	5.0±3.5(16.0~0.1)	11±9(49~3)	1.2±0.7(2.0~0.1)	7.1±0.3(7.7~6.3)	26,258±23,212(94,000~520)	0.21±0.11(0.39~0.06)
冬山河橋	6.0±1.0(8.0~3.7)	5.3±3.8(15.9~1.1)	12±7(45~2)	0.8±0.4(1.9~0.1)	7.1±0.3(7.7~6.4)	21,063±19,872(80,000~240)	0.22±0.12(0.49~0.04)
富農橋	6.1±1.0(8.0~3.5)	5.3±3.3(14.9~0.5)	13±8(38~5)	0.7±0.3(1.7~0.1)	7.3±0.3(8.2~6.6)	13,855±12,763(64,000~140)	0.15±0.04(0.19~0.07)
利澤簡橋	5.8±1.0(7.4~3.0)	5.4±3.1(16.0~1.1)	13±7(35~5)	1.0±0.3(1.9~0.4)	7.3±0.3(8.0~6.5)	29,319±32,172(150,000~520)	0.13±0.04(0.21~0.06)
加禮遠橋	6.4±1.2(8.7~3.8)	6.4±3.7(18.1~1.8)	14±7(34~5)	1.0±0.5(2.6~0.1)	7.5±0.5(8.8~6.6)	18,574±17,830(76,000~120)	0.14±0.07(0.32~0.06)
清水大閘門	6.5±1.2(8.5~3.6)	6.3±3.7(17.1~1.4)	13±7(37~5)	0.9±0.4(1.9~0.1)	7.6±0.5(8.8~7.0)	20,713±31,433(150,000~110)	0.13±0.03(0.18~0.08)

註：mean ± sd. (max.~min.)

表 4.3 各測站之綜合指標相關性分析彙整表

水體/測站(監測數據數)	RPI - WQI5	WQI 5 - WQI8	WQI8- RPI
蘭陽溪			
牛鬥橋(43)	-0.628**(0.01)	0.741**(0.01)	-0.253**(0.01)
崙埤(39)	-0.758**(0.01)	0.920**(0.01)	-0.755**(0.01)
上深溝(30)	-0.736**(0.01)	0.418*(0.05)	-0.259**(0.01)
蘭陽大橋(45)	-0.771**(0.01)	0.644**(0.01)	-0.170
興蘭大橋(42)	-0.776**(0.01)	0.800**(0.01)	-0.645**(0.01)
宜蘭河			
員山大橋(38)	-0.851**(0.01)	0.798**(0.01)	-0.756**(0.01)
西門橋(22)	-0.600**(0.01)	0.619**(0.01)	-0.604**(0.01)
宜蘭橋(40)	-0.399*(0.05)	0.917**(0.01)	-0.503**(0.01)
壯圍大橋(40)	-0.618**(0.01)	0.660**(0.01)	-0.747**(0.01)
貓禮霧罕橋(35)	-0.807**(0.01)	0.899**(0.01)	-0.789**(0.01)
羅東溪			
廣興大橋(5)	-0.877*(0.05)	0.377	-0.243
北城橋(5)	-0.834	0.971**(0.01)	-0.820
清洲橋(28)	-0.834**(0.01)	0.822**(0.01)	-0.519**(0.01)
安農溪			
下湖橋(9)	-0.752*(0.05)	0.205	-0.148
健隱橋(10)	-0.439	0.499	-0.072
大洲橋(10)	-0.568	0.690*(0.05)	-0.053
冬山河			
義成橋(31)	-0.730**(0.01)	0.938**(0.01)	-0.803**(0.01)
冬山河橋(39)	-0.700**(0.01)	0.702**(0.01)	-0.863**(0.01)
富農橋(37)	-0.893**(0.01)	0.743**(0.01)	-0.708**(0.01)
利澤簡橋(29)	-0.788**(0.01)	0.718**(0.01)	-0.622**(0.01)
加禮遠橋(36)	-0.704**(0.01)	0.857**(0.01)	-0.737**(0.01)
清水大閘門(40)	-0.868**(0.01)	0.852**(0.01)	-0.803**(0.01)

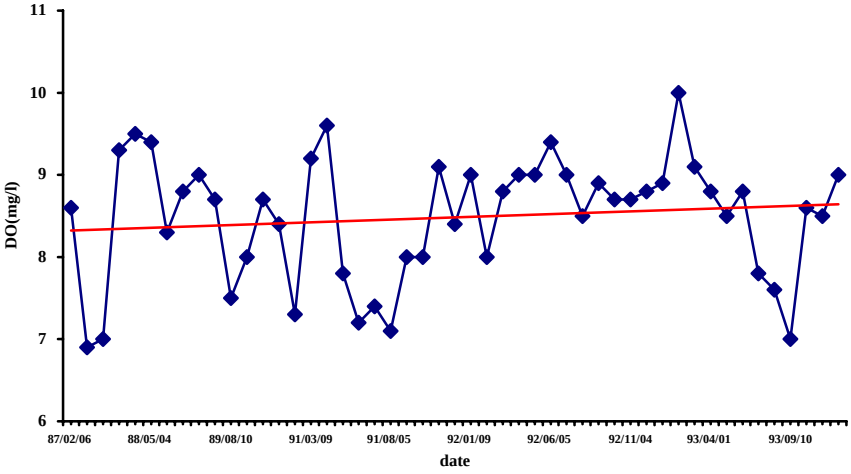
註：**表示在顯著水準為 0.01 時，相關顯著。*表示在顯著水準為 0.05 時，相關顯著。

表 4.4 各測站之綜合指標水質評估結果彙整表

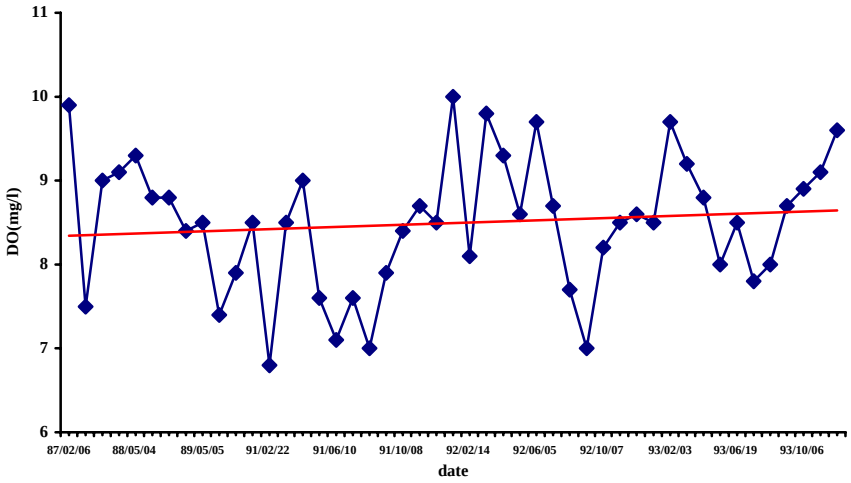
水體/測站(監測數據數)	RPI	WQI5	WQI8
蘭陽溪			
牛鬥橋(43)	1.42±0.62(3.25~1.00)	77.42±8.15(95.00~63.00)	77.07±9.23(95.00~56.00)
崙埤(39)	1.13±0.44(2.25~1.00)	79.05±8.06(94.00~63.00)	78.49±8.85(93.00~56.00)
上深溝(30)	1.70±0.67(3.50~1.00)	72.13±7.53(89.00~56.00)	71.53±6.92(86.00~57.00)
蘭陽大橋(45)	2.37±0.96(5.00~1.00)	72.69±10.66(89.00~36.00)	66.47±7.96(80.00~39.00)
興蘭大橋(42)	1.81±0.69(4.00~1.00)	68.88±10.63(92.00~31.00)	67.98±8.57(86.00~45.00)
宜蘭河			
員山大橋(38)	1.91±0.67(3.25~1.00)	68.66±11.24(95.00~43.00)	64.34±11.22(91.00~39.00)
西門橋(22)	2.13±0.57(3.25~1.00)	59.18±8.79(75.00~45.00)	56.45±7.70(70.00~34.00)
宜蘭橋(40)	1.89±0.85(3.25~1.00)	59.65±15.22(89.00~33.00)	55.65±15.55(86.00~38.00)
壯圍大橋(40)	2.25±0.80(4.50~1.00)	53.63±12.45(80.00~31.00)	53.63±9.97(79.00~30.00)
貓禮霧罕橋(35)	2.50±0.85(4.50~1.00)	52.20±13.30(76.00~33.00)	51.31±10.70(70.00~31.00)
羅東溪			
廣興大橋(5)	1.88±1.10(3.75~1.00)	76.00±14.93(92.00~52.00)	73.65±15.48(97.00~55.00)
北城橋(5)	1.35±0.55(2.25~1.00)	81.60±11.93(93.00~64.00)	64.63±9.33(71.00~49.00)
清洲橋(28)	2.02±0.86(4.50~1.00)	72.54±12.95(94.00~41.00)	72.41±12.01(93.00~51.00)
安農溪			
下湖橋(9)	2.31±0.85(3.25~1.00)	67.67±6.40(76.00~61.00)	57.89±5.30(67.00~52.00)
健隱橋(10)	1.78±0.72(3.25~1.00)	72.90±7.98(91.00~65.00)	61.10±8.52(71.00~42.00)
大洲橋(10)	1.90±0.64(2.25~1.00)	69.60±9.87(90.00~53.00)	59.80±8.08(72.00~48.00)
冬山河			
義成橋(31)	3.08±1.22(5.25~1.00)	59.71±14.90(86.00~37.00)	52.23±16.86(83.00~30.00)
冬山河橋(39)	2.77±1.14(5.00~1.00)	57.44±13.43(84.00~36.00)	52.38±13.81(81.00~29.00)
富農橋(37)	2.51±0.90(4.50~1.00)	58.59±10.96(80.00~37.00)	56.76±15.52(87.00~28.00)
利澤簡橋(29)	3.26±0.74(4.75~1.50)	51.17±8.81(67.00~32.00)	45.72±12.34(93.00~21.00)
加禮遠橋(36)	3.04±0.72(4.25~1.50)	50.00±8.56(70.00~31.00)	44.92±8.23(64.00~30.00)
清水大閘門(40)	2.90±0.74(4.50~1.50)	51.13±8.66(70.00~35.00)	47.48±9.41(70.00~30.00)

註：mean ± sd. (max.~min.)

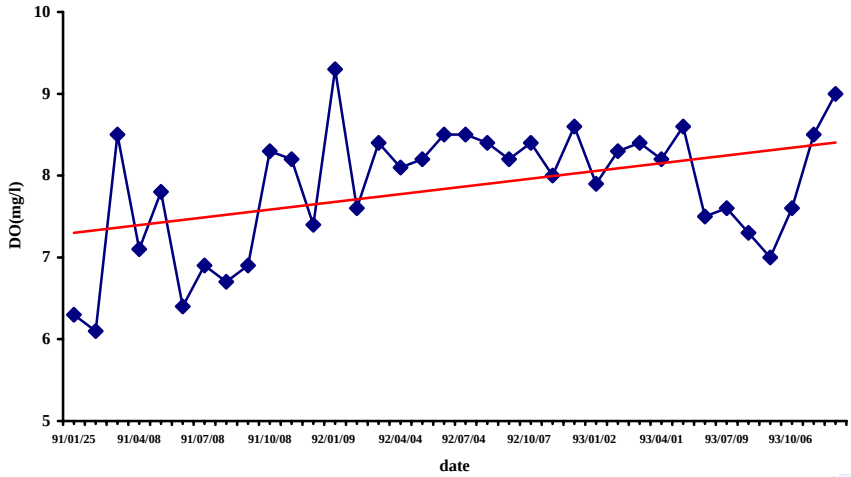
附錄一 蘭陽溪各測站之水質溶氧量時間序列變化圖



A

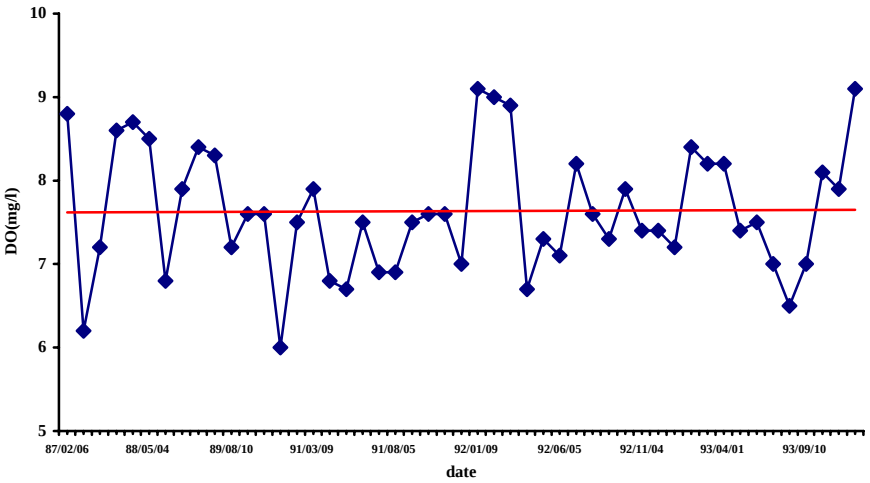


B

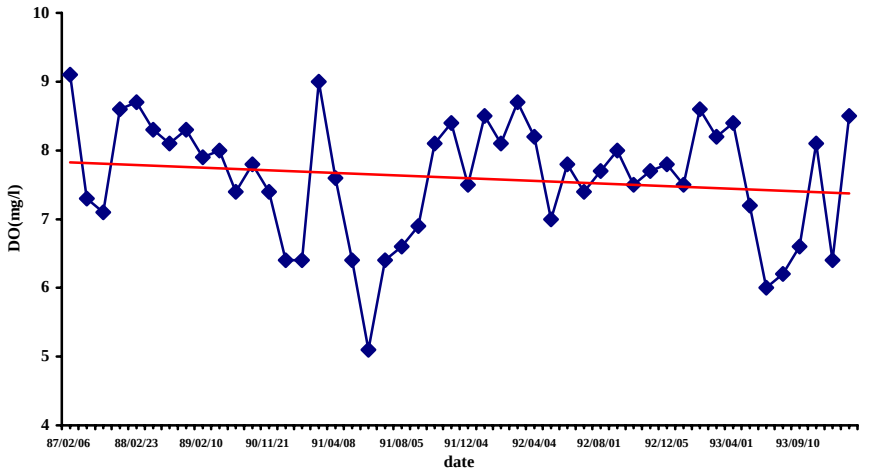


C

(A 圖)牛鬥橋(B 圖)崙埤(C 圖)上深溝(D 圖)蘭陽大橋(E 圖)興蘭大橋

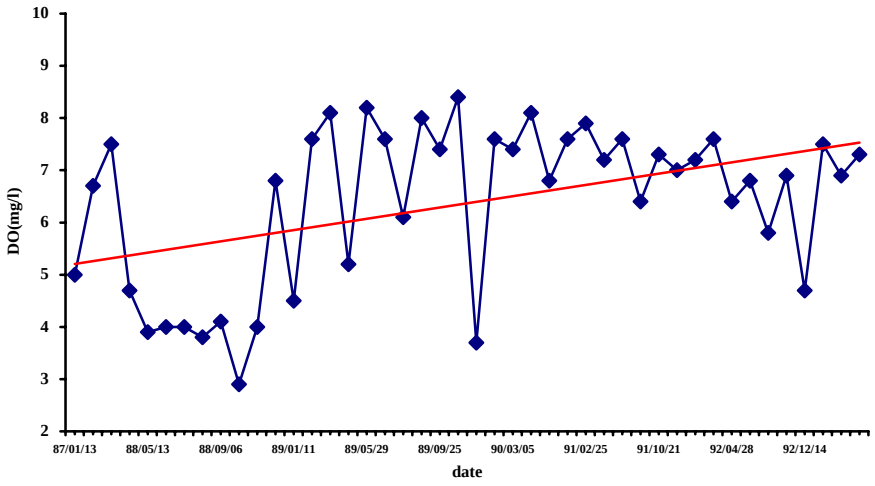

10
9
8
7
6
5
DO(mg/l)
87/02/06
88/05/04
89/08/10
91/03/09
91/08/05
92/01/09
92/06/05
92/11/04
93/04/01
93/09/10
date

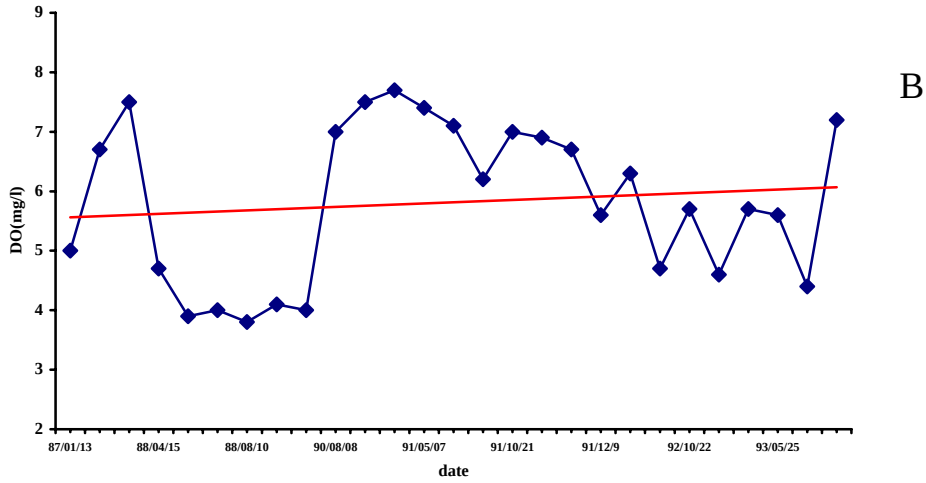
D

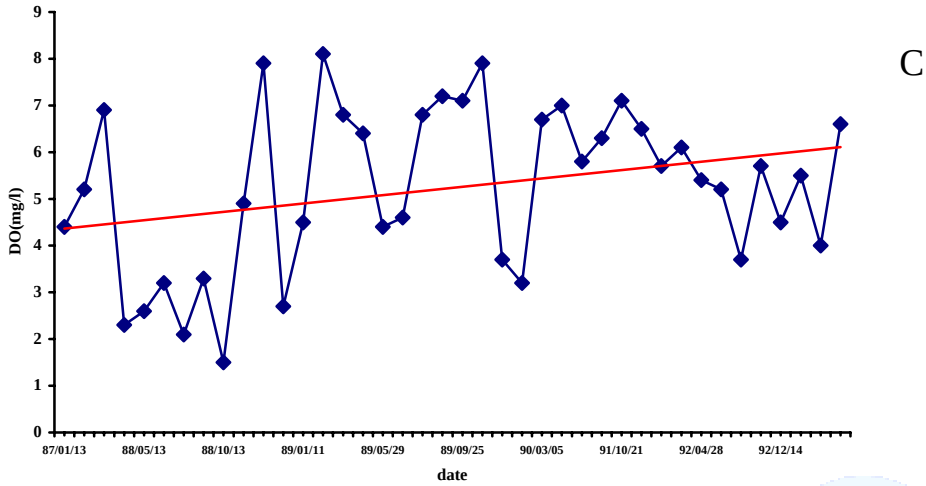

10
9
8
7
6
5
4
DO(mg/l)
87/02/06
88/02/23
89/02/10
90/11/21
91/04/08
91/08/05
91/12/04
92/04/04
92/08/01
92/12/05
93/04/01
93/09/10
date

E

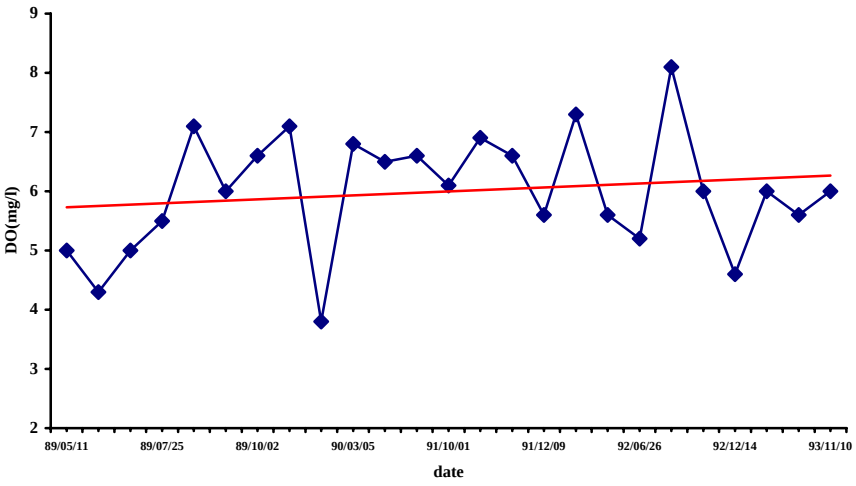
附錄二 宜蘭河各測站之水質溶氧量時間序列變化圖



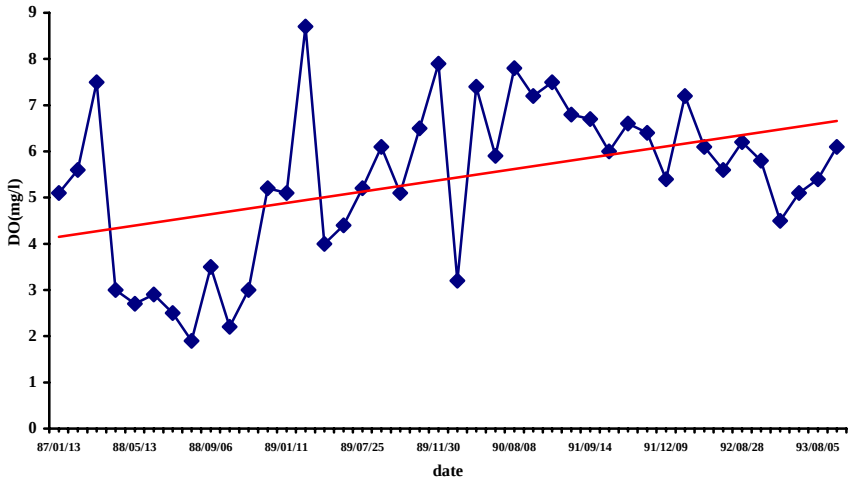




(A 圖)員山大橋(B 圖)西門橋(C 圖)宜蘭橋(D 圖)壯圍大橋(E 圖)貓禮霧罕橋

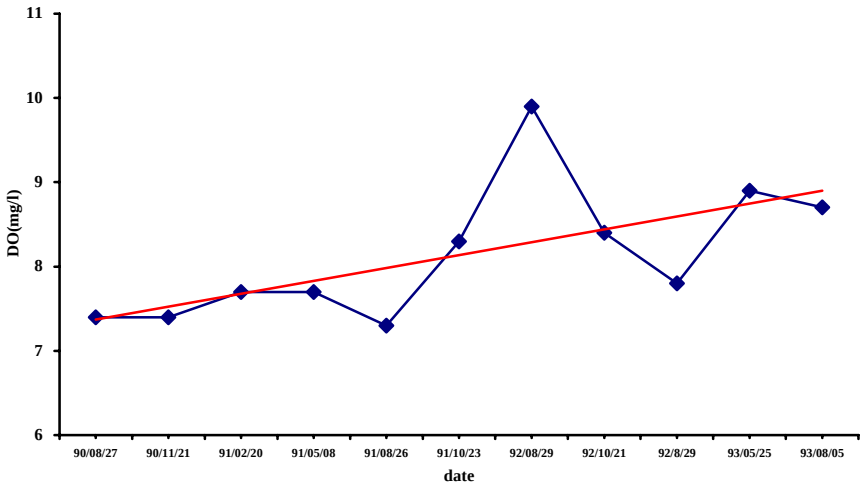

DO(mg/l)
9
8
7
6
5
4
3
2
89/05/11
89/07/25
89/10/02
90/03/05
91/10/01
91/12/09
92/06/26
92/12/14
93/11/10
date

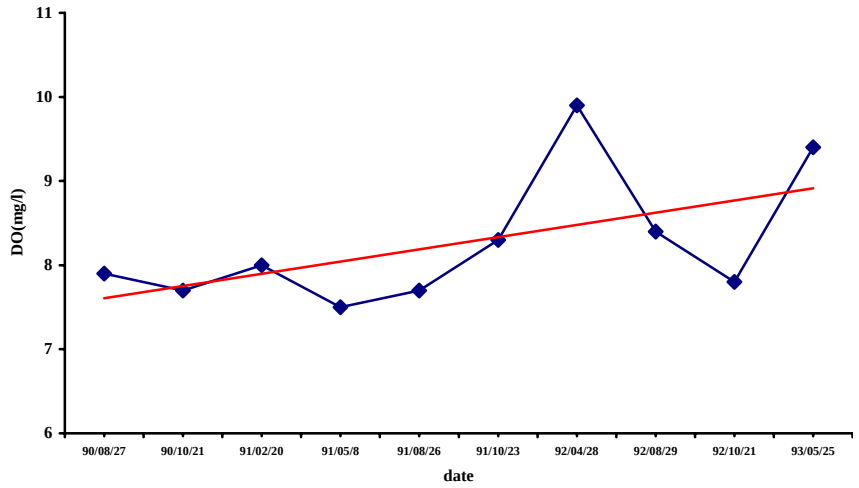
D

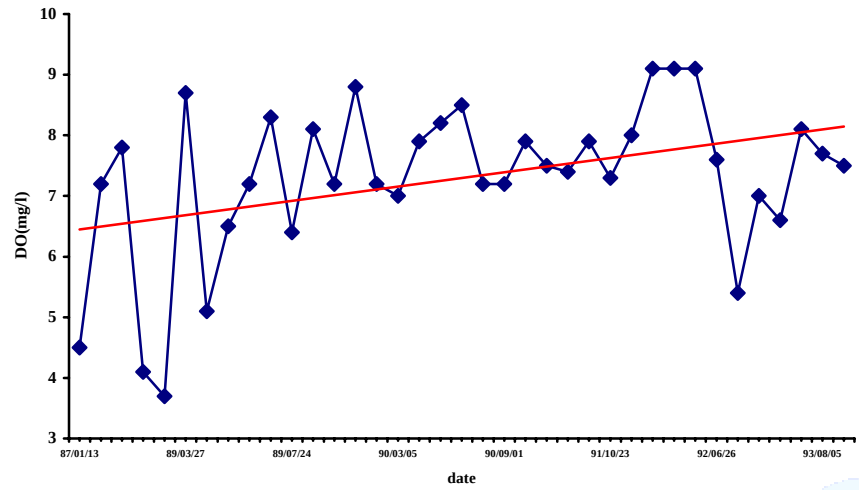

DO(mg/l)
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
87/01/13
88/05/13
88/09/06
89/01/11
89/07/25
89/11/30
90/08/08
91/09/14
91/12/09
92/08/28
93/08/05
date

E

附錄三 羅東溪各測站之水質溶氧量時間序列變化圖

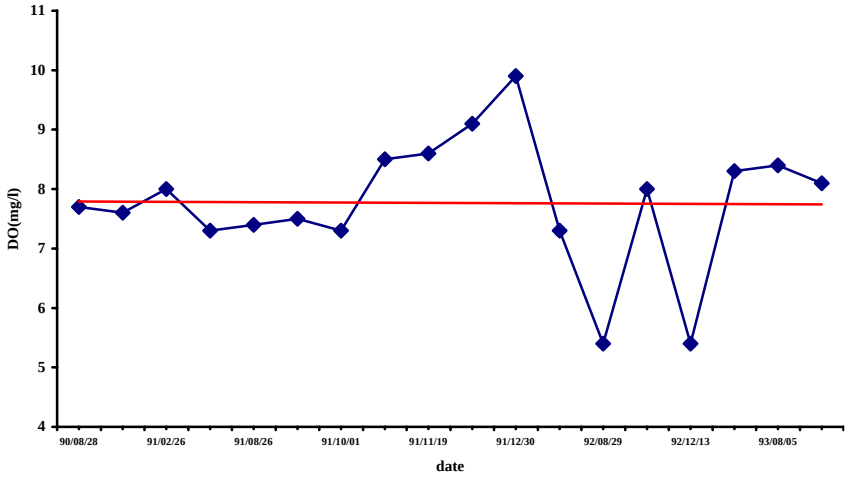


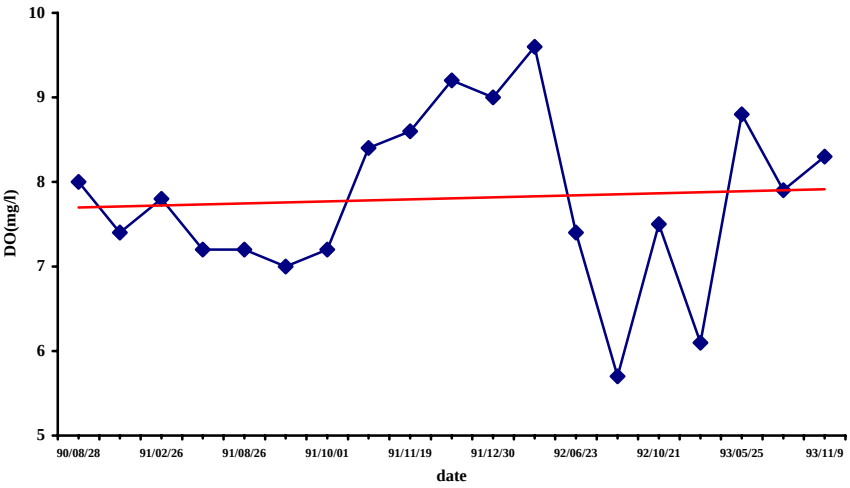


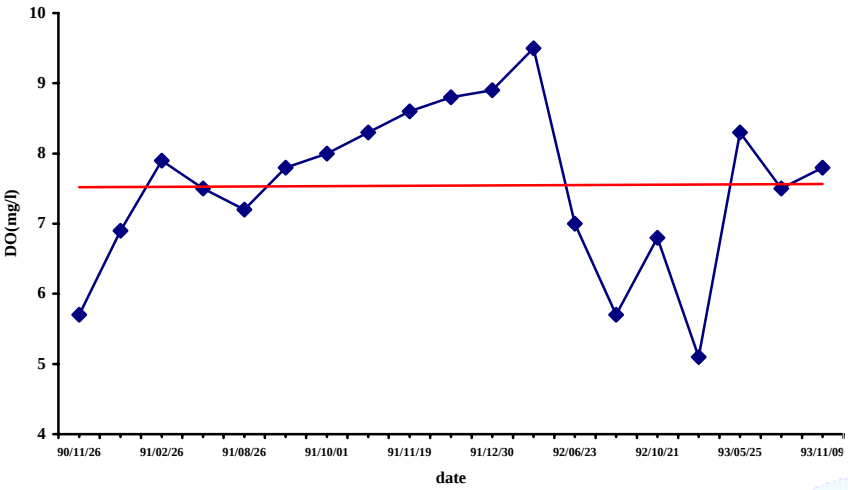


(A 圖)廣興大橋(B 圖)北城橋(C 圖)清洲橋

附錄四 安農溪各測站之水質溶氧量時間序列變化圖

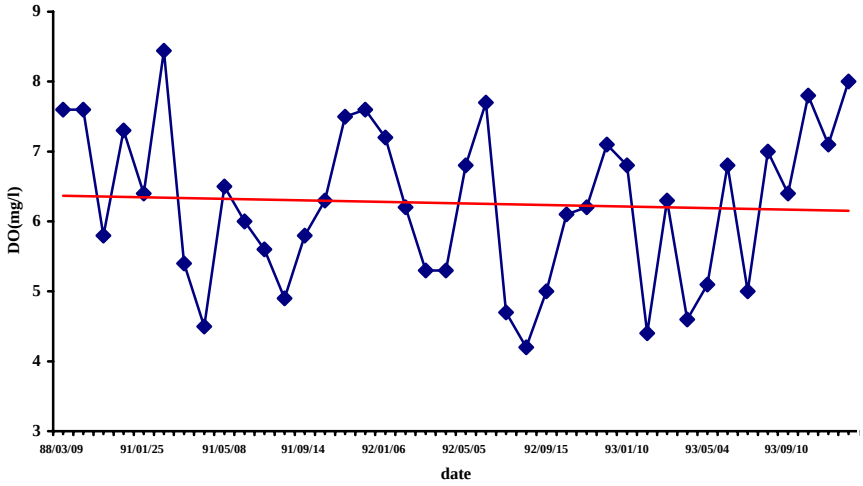


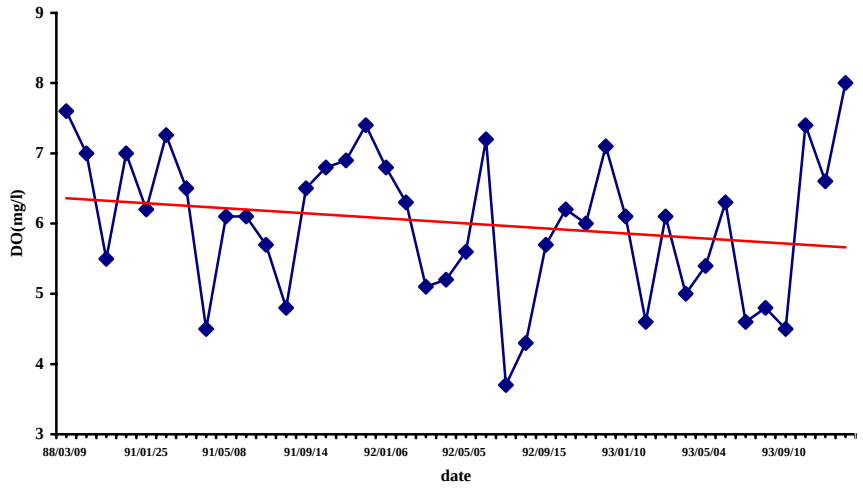


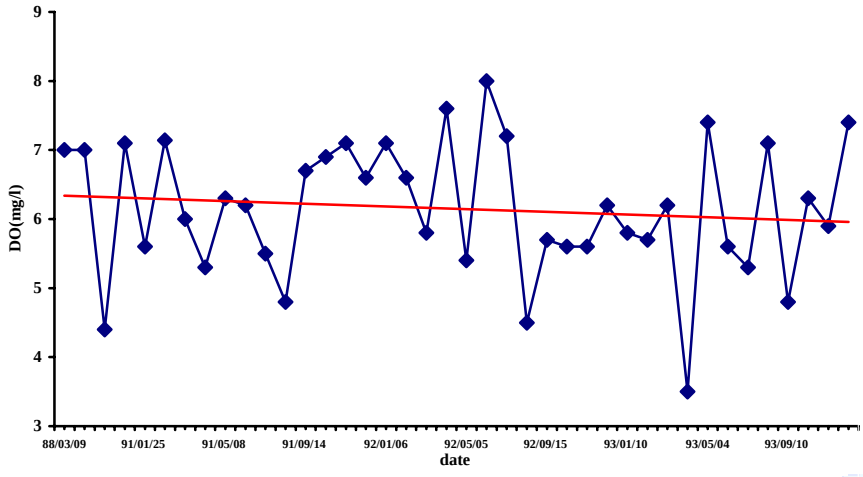


(A 圖)下湖橋(B 圖)健隱橋(C 圖)大洲橋

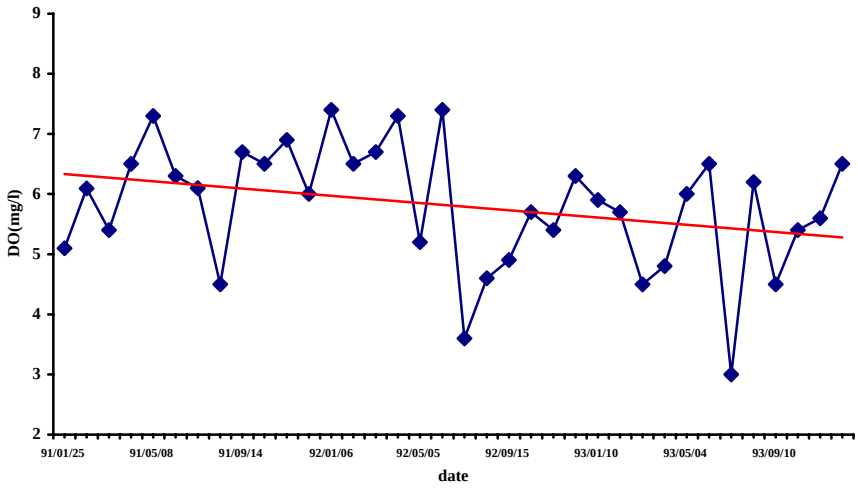
附錄五 冬山河各測站之水質溶氧量時間序列變化圖



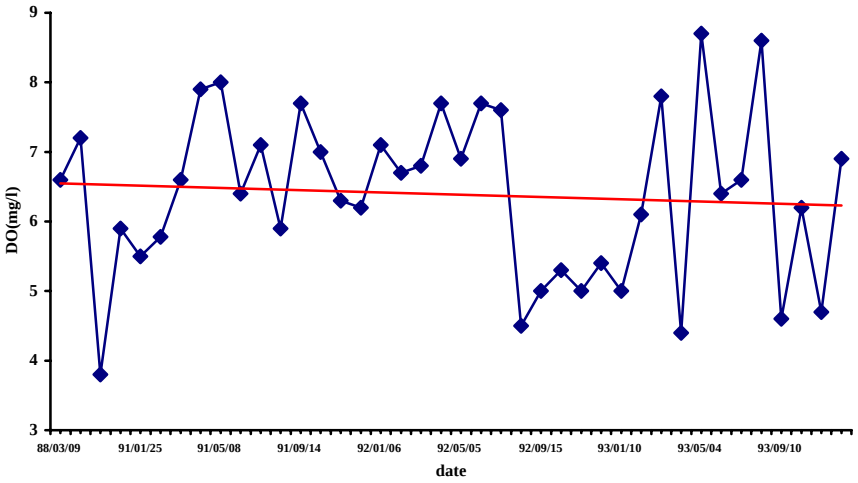




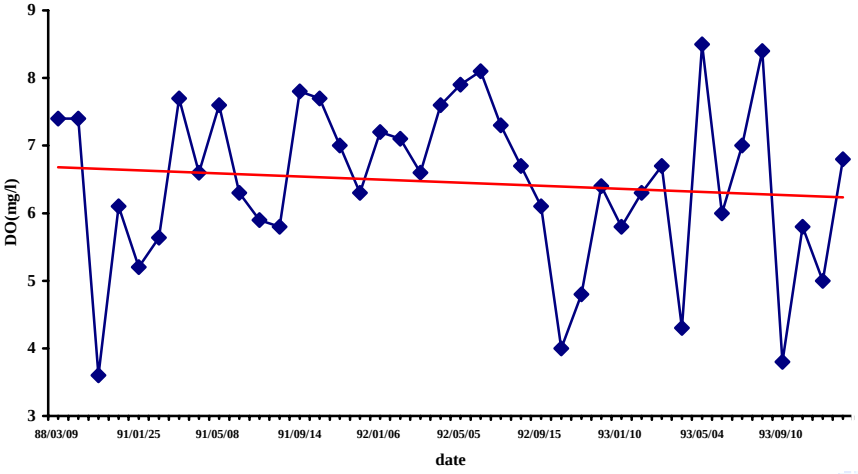
(A 圖)義成橋(B 圖)冬山河(C 圖)富農橋(D 圖)利澤簡橋(E 圖)蘭陽大橋(F 圖)興蘭大橋


DO(mg/l)
9
8
7
6
5
4
3
2
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/09/10
date

D

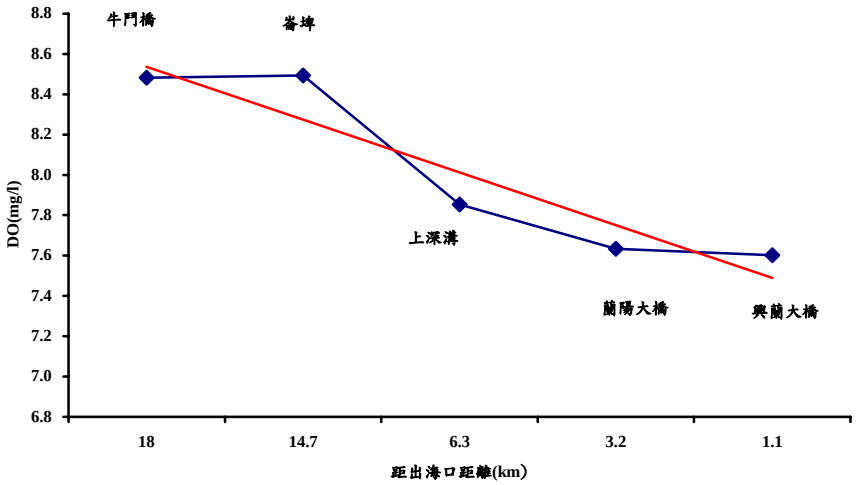

DO(mg/l)
9
8
7
6
5
4
3
88/03/09
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/09/10
date

E

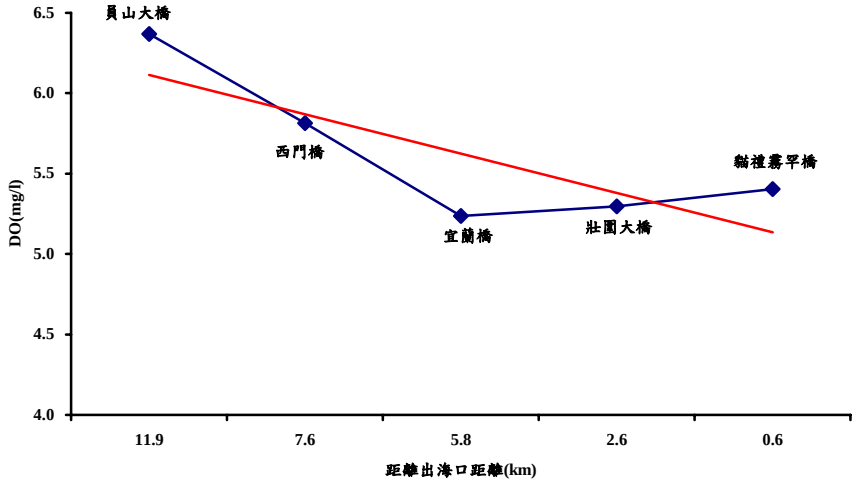

DO(mg/l)
9
8
7
6
5
4
3
88/03/09
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/09/10
date

F

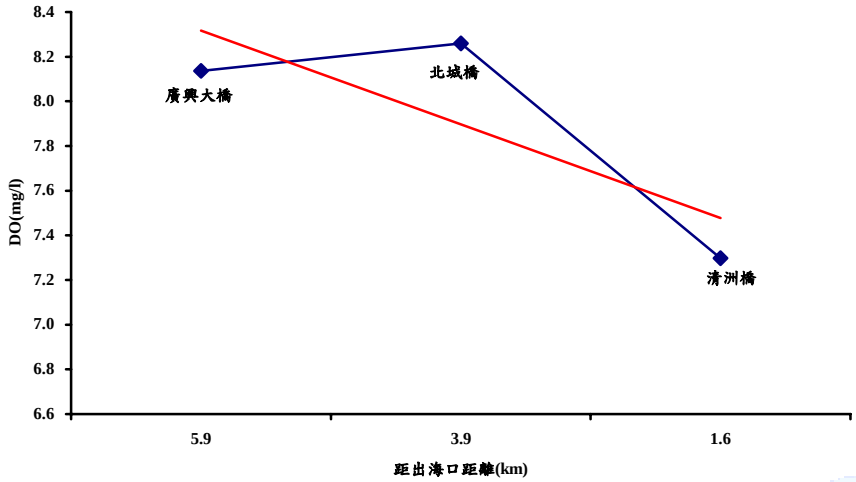
附錄六 各水體之水質溶氧量空間變化圖



A



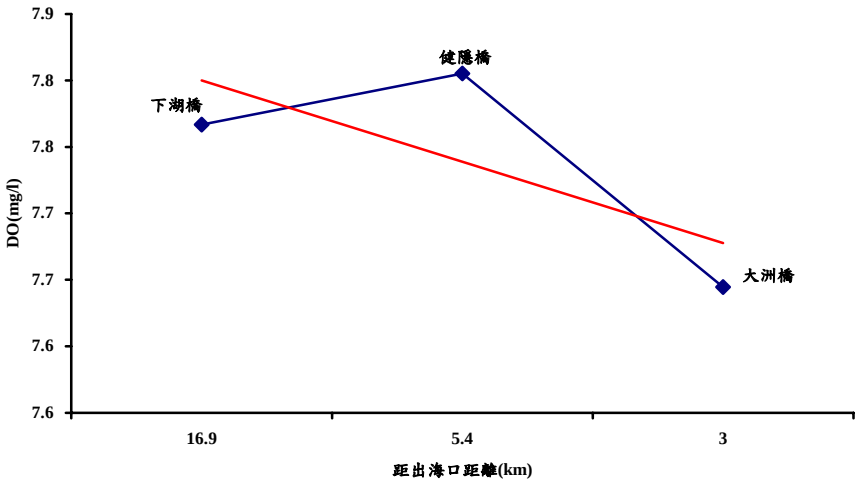
B



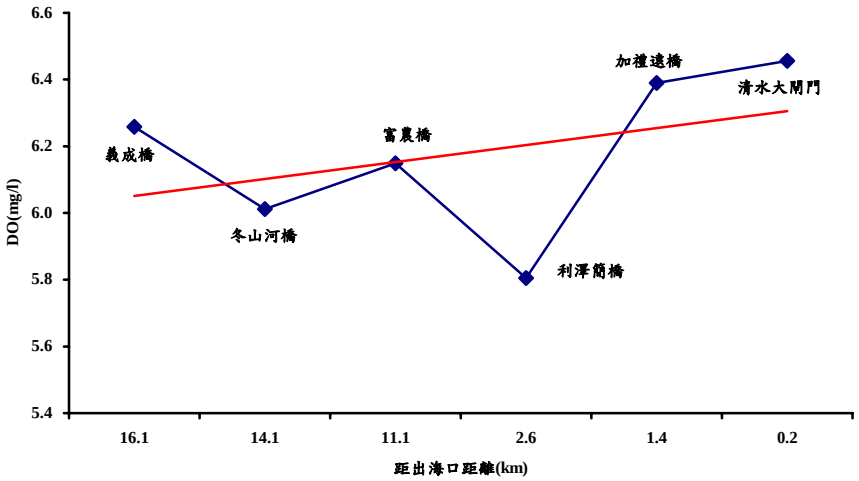
C

(A 圖)蘭陽溪(B 圖)宜蘭河(C 圖)羅東溪(D 圖)安農溪(E 圖)冬山河

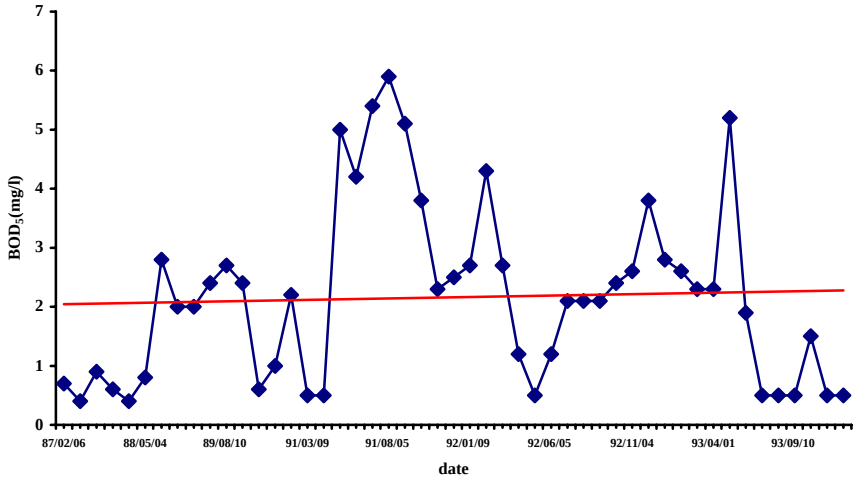
D

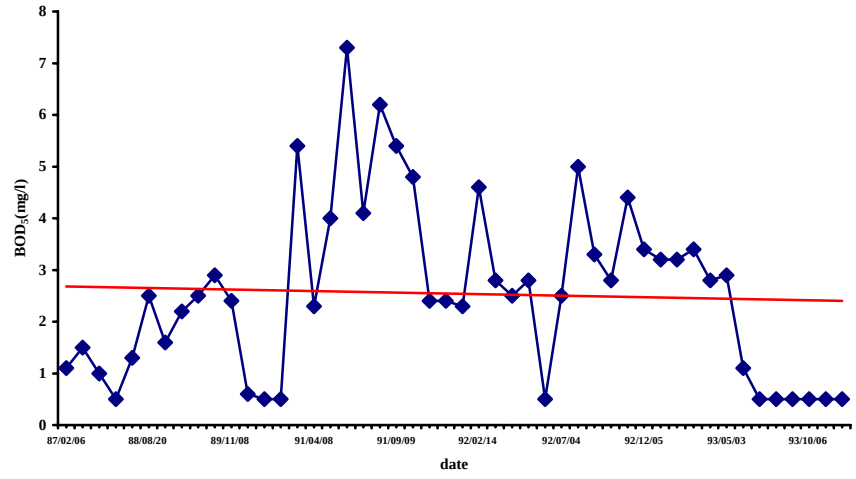

7.9
7.8
7.8
7.7
7.7
7.6
7.6
DO(mg/l)
健隱橋
下湖橋
大洲橋
16.9
5.4
3
距出海口距離(km)

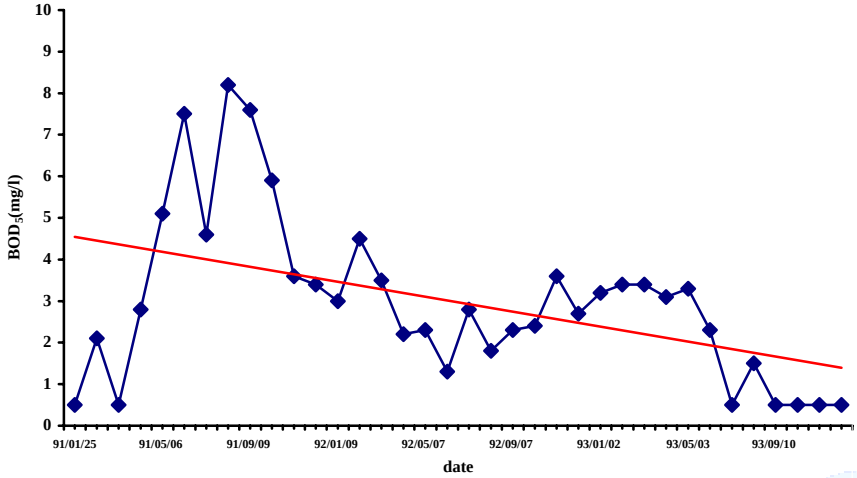
F


6.6
6.4
6.2
6.0
5.8
5.6
5.4
DO(mg/l)
加禮遠橋
清水大閘門
富農橋
義成橋
冬山河橋
利澤簡橋
16.1
14.1
11.1
2.6
1.4
0.2
距出海口距離(km)

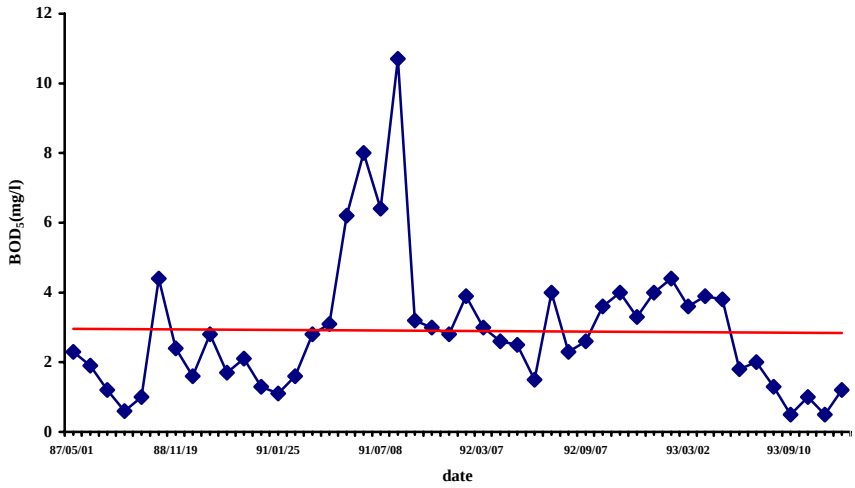
附錄七 蘭陽溪各測站之水質生化需氧量時間序列變化圖



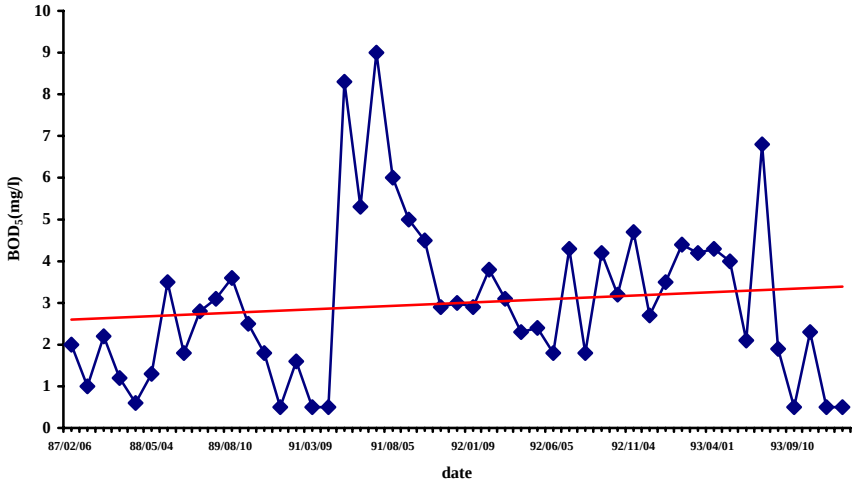




(A 圖)牛鬥橋(B 圖)崙埤(C 圖)上深溝(D 圖)蘭陽大橋(E 圖)興蘭大橋

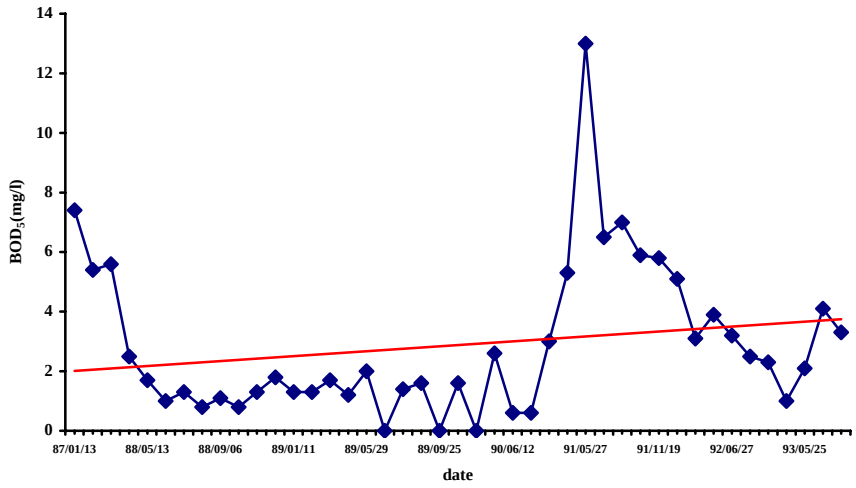

12
10
8
6
4
2
0
BOD5(mg/l)
87/05/01
88/11/19
91/01/25
91/07/08
92/03/07
92/09/07
93/03/02
93/09/10
date

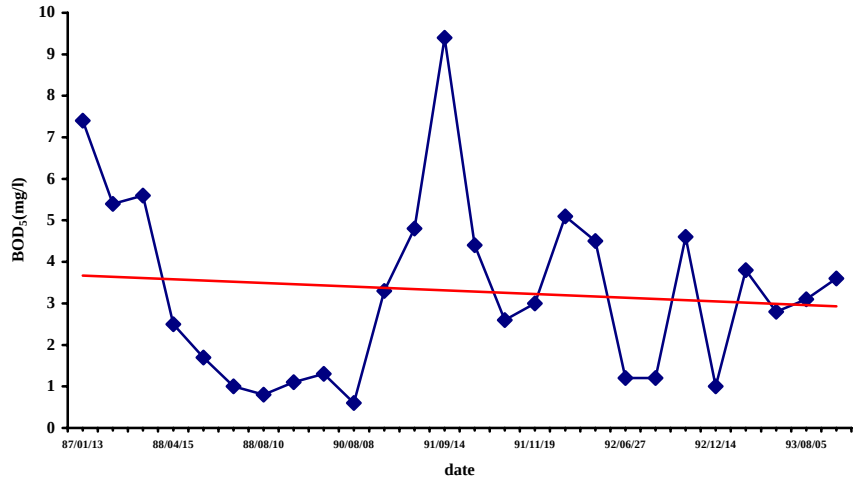
D

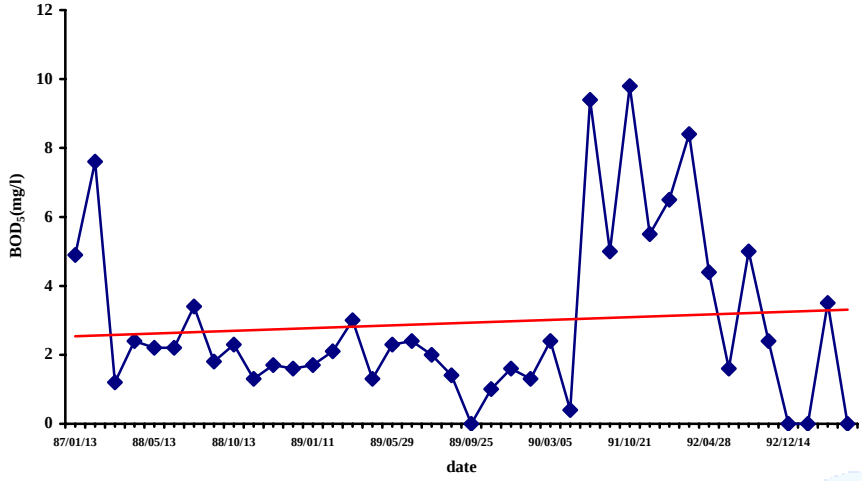

10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
BOD5(mg/l)
87/02/06
88/05/04
89/08/10
91/03/09
91/08/05
92/01/09
92/06/05
92/11/04
93/04/01
93/09/10
date

E

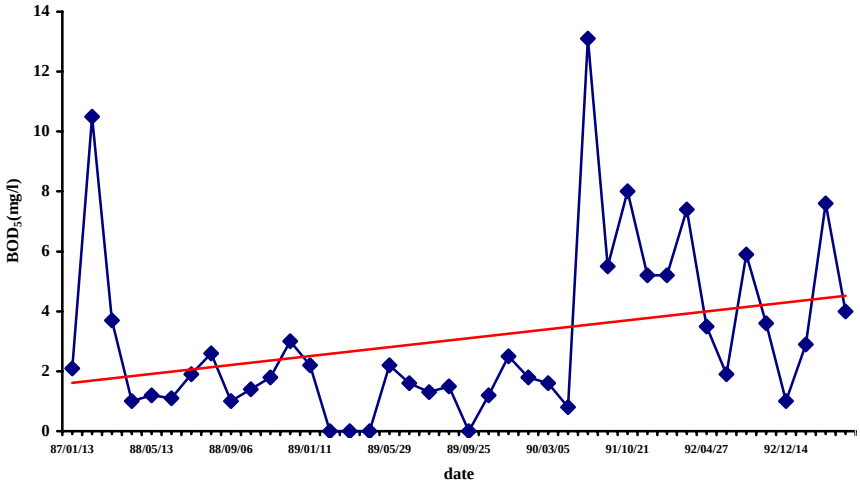
附錄八 宜蘭河各測站之水質生化需氧量時間序列變化圖



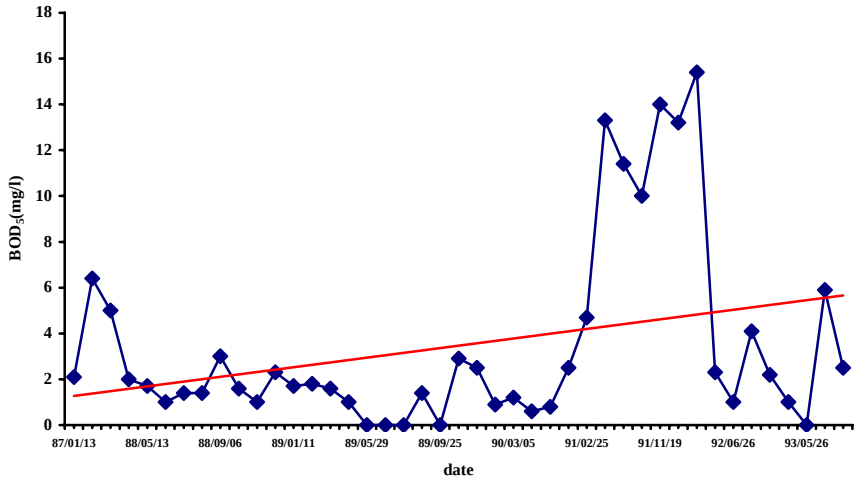




(A 圖)員山大橋(B 圖)西門橋(C 圖)宜蘭橋(D 圖)壯圍大橋(E 圖)貓禮霧罕橋

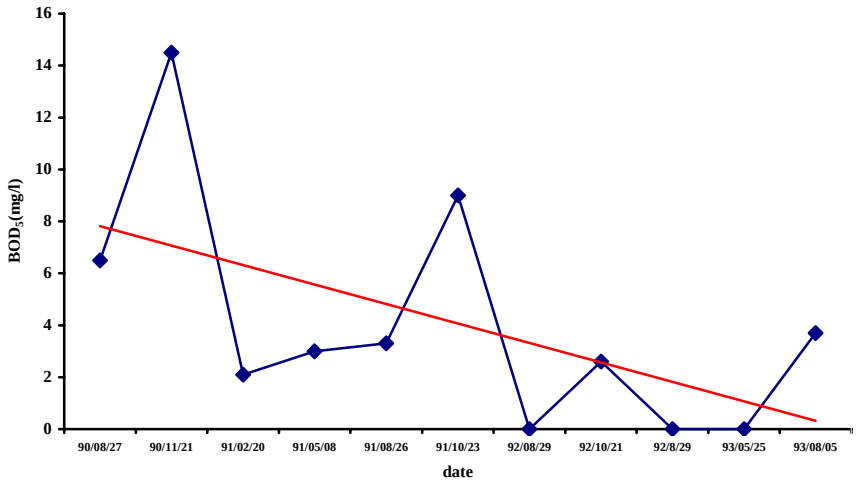

14
12
10
8
6
4
2
0
BOD5(mg/l)
87/01/13
88/05/13
88/09/06
89/01/11
89/05/29
89/09/25
90/03/05
91/10/21
92/04/27
92/12/14
date

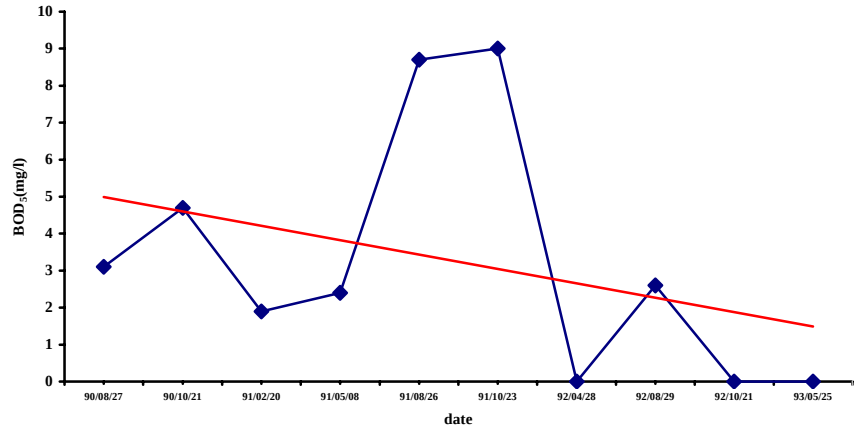
D

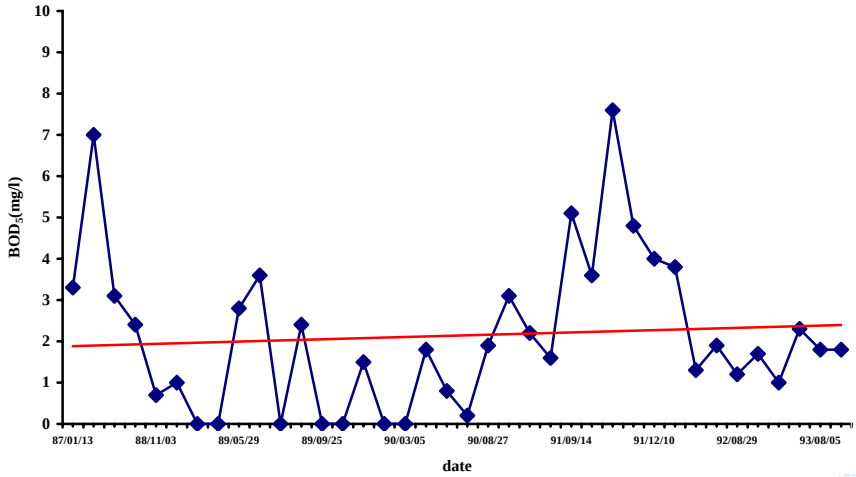

18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
BOD5(mg/l)
87/01/13
88/05/13
88/09/06
89/01/11
89/05/29
89/09/25
90/03/05
91/02/25
91/11/19
92/06/26
93/05/26
date

E

附錄九 羅東溪各測站之水質生化需氧量時間序列變化圖

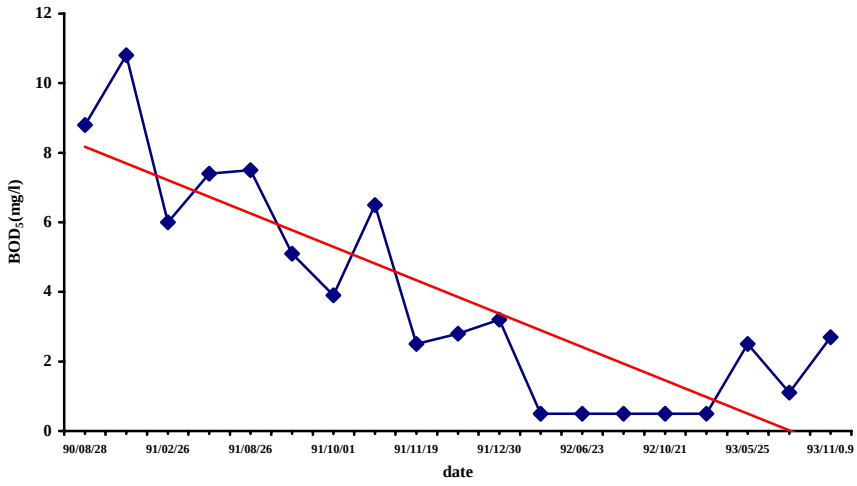


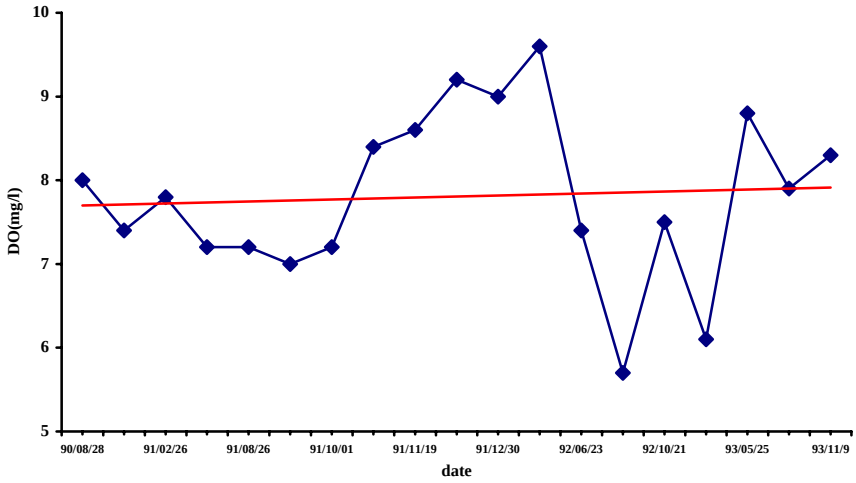


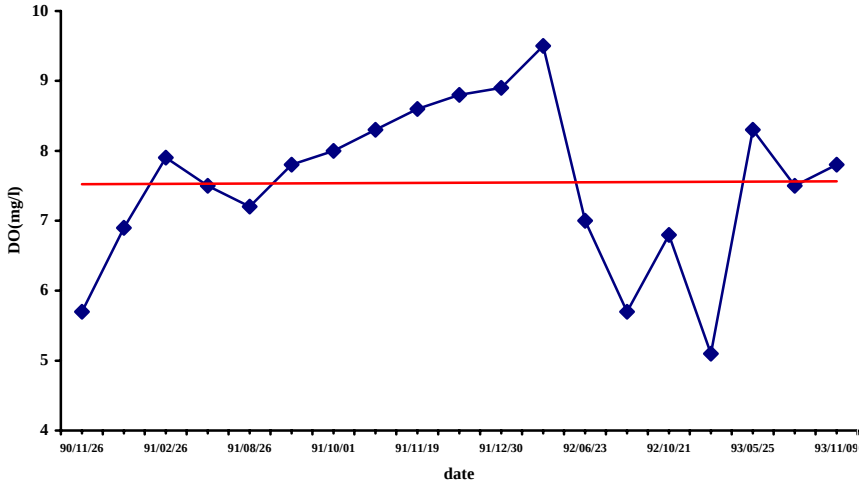


(A 圖)廣興大橋(B 圖)北城橋(C 圖)清洲橋

附錄十 安農溪各測站之水質生化需氧量時間序列變化圖

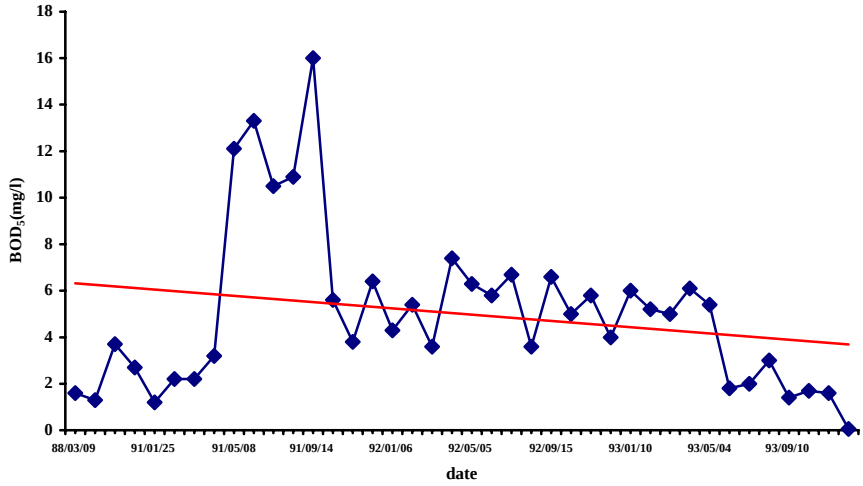


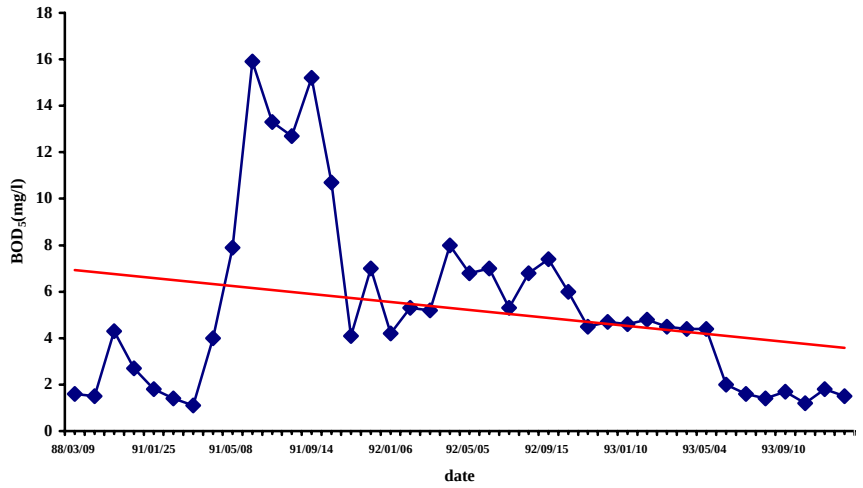


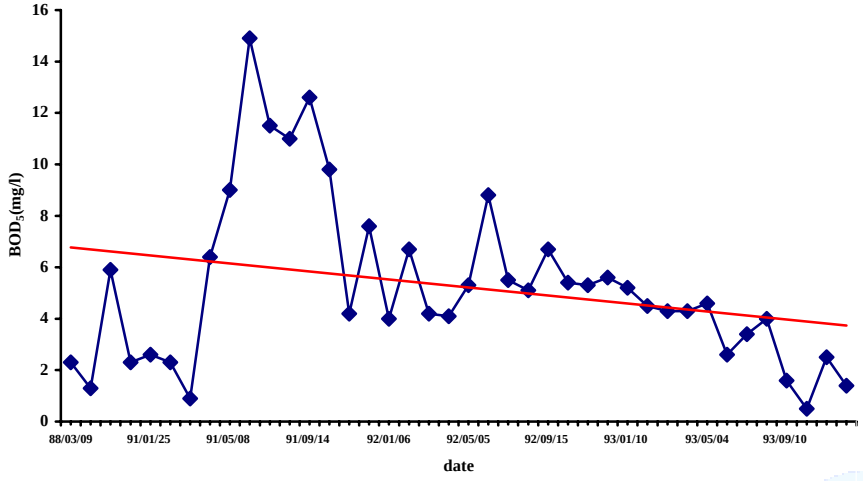


(A 圖)下湖橋(B 圖)健隱橋(C 圖)大洲橋

附錄十一 冬山河各測站之水質生化需氧量時間序列變化圖

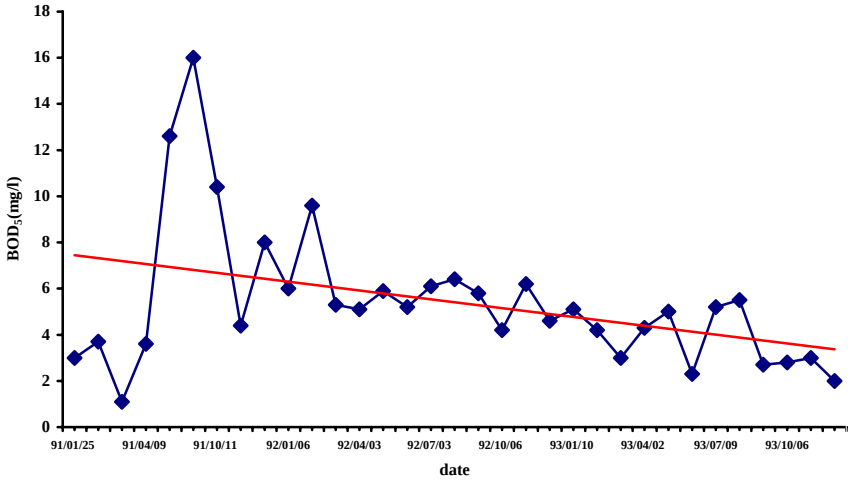




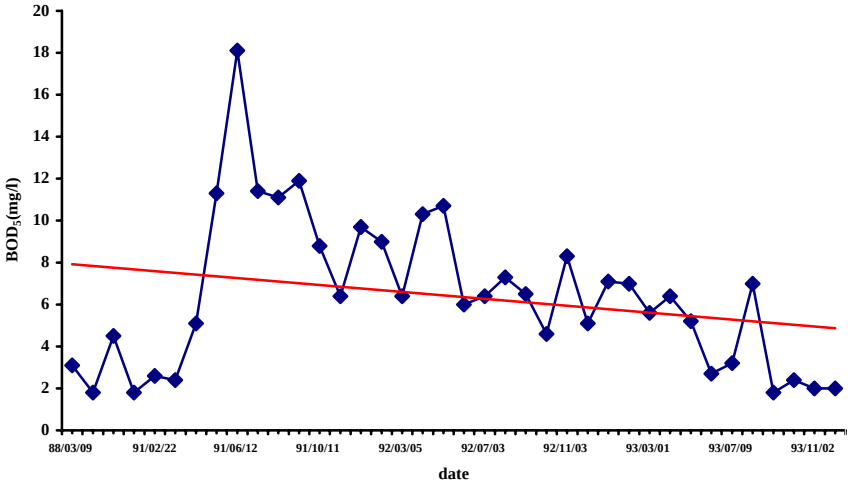


(A 圖)義成橋(B 圖)冬山河(C 圖)富農橋(D 圖)利澤簡橋(E 圖)加禮遠橋(F 圖)清水大閘門

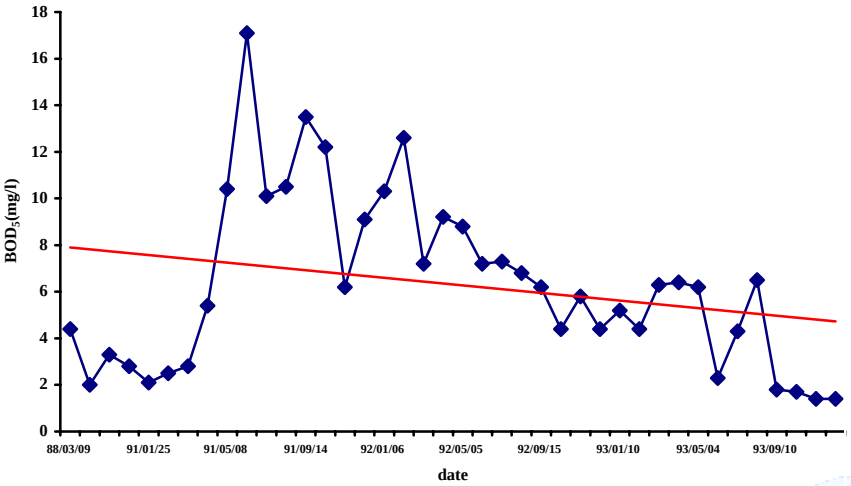
D


BOD5(mg/l)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
91/01/25
91/04/09
91/10/11
92/01/06
92/04/03
92/07/03
92/10/06
93/01/10
93/04/02
93/07/09
93/10/06
date

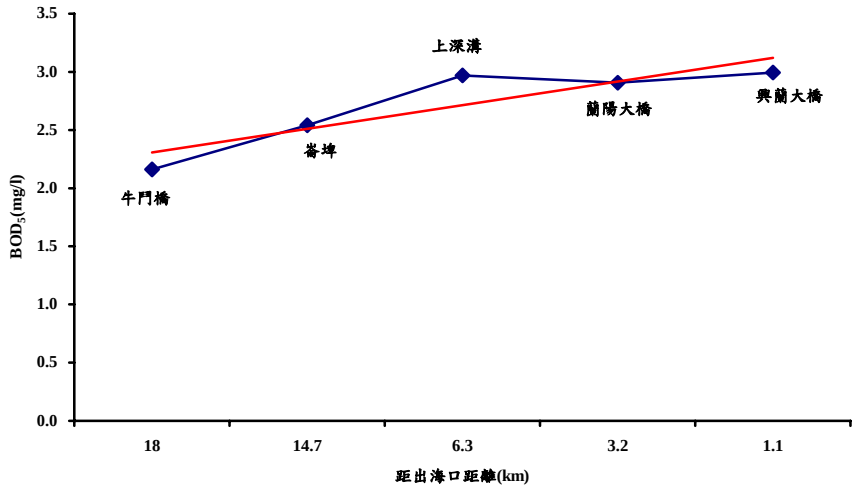
E


BOD5(mg/l)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
88/03/09
91/02/22
91/06/12
91/10/11
92/03/05
92/07/03
92/11/03
93/03/01
93/07/09
93/11/02
date

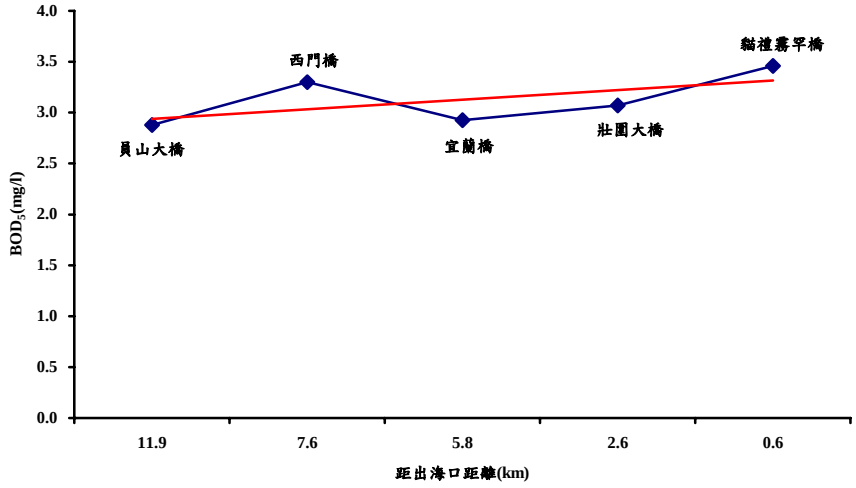
F


BOD5(mg/l)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
88/03/09
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/09/10
date

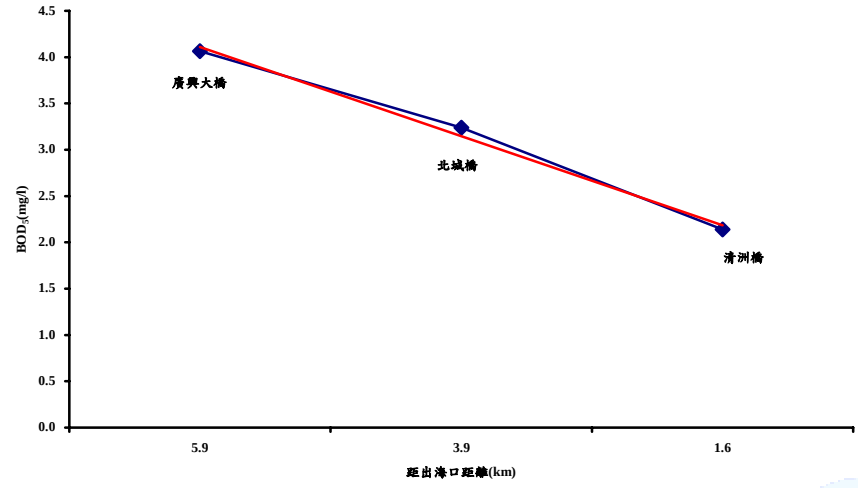
附錄十二 各水體之水質生化需氧量空間變化圖



A



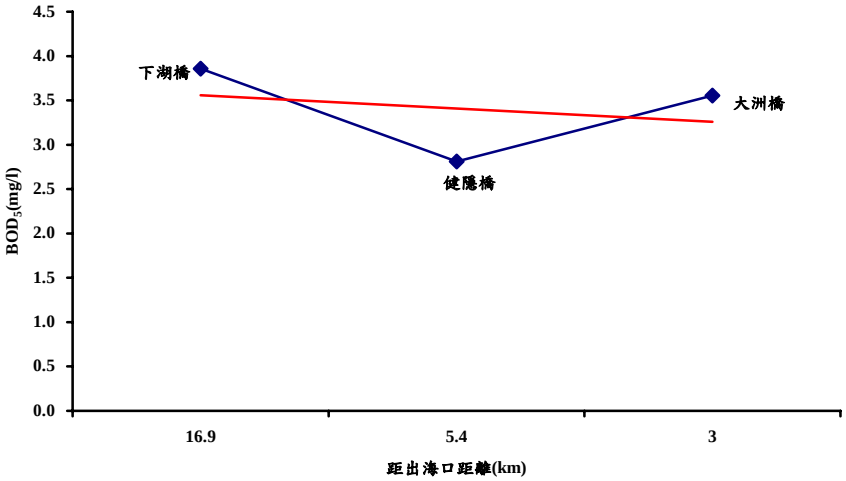
B



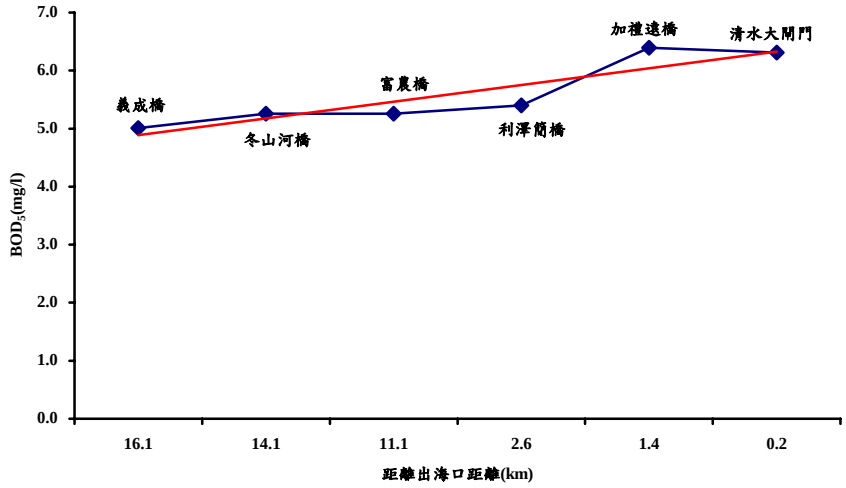
C

(A 圖)蘭陽溪(B 圖)宜蘭河(C 圖)羅東溪(D 圖)安農溪(E 圖)冬山河

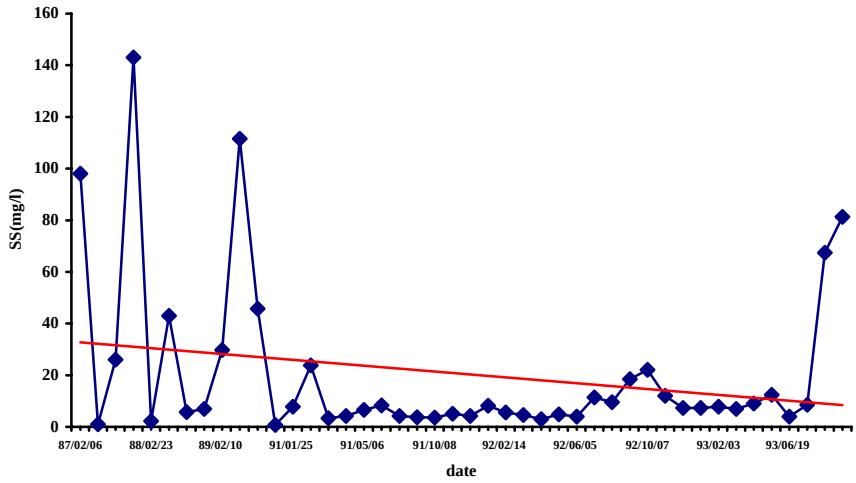
D

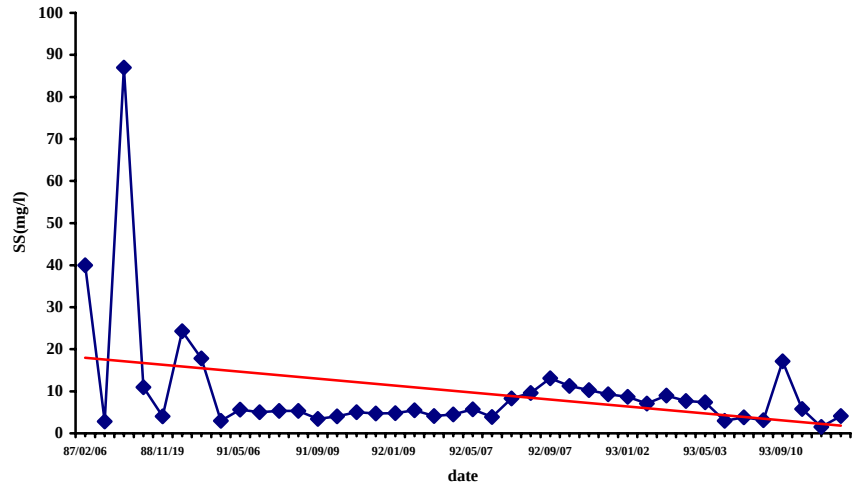

4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
BOD5(mg/l)
下湖橋
健隱橋
大洲橋
16.9
5.4
3
距出海口距離(km)

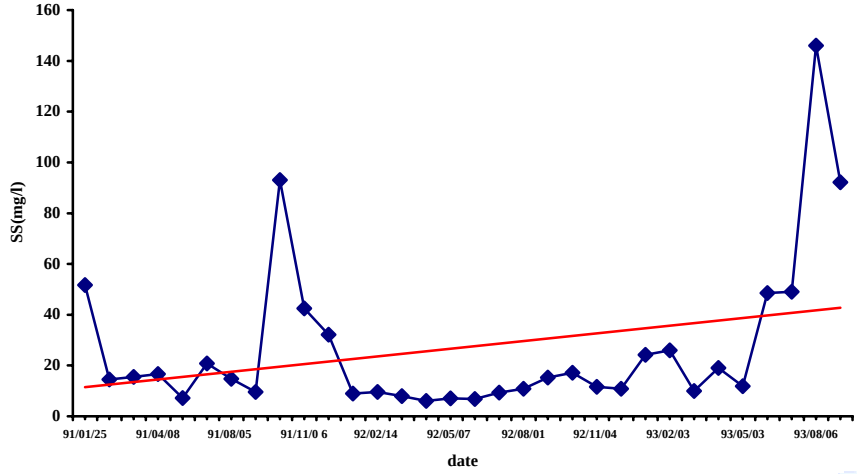
E


7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
BOD5(mg/l)
義成橋
冬山河橋
富農橋
利澤簡橋
加禮遠橋
清水大閘門
16.1
14.1
11.1
2.6
1.4
0.2
距離出海口距離(km)

附錄十三 蘭陽溪各測站之水質懸浮固體時間序列變化圖

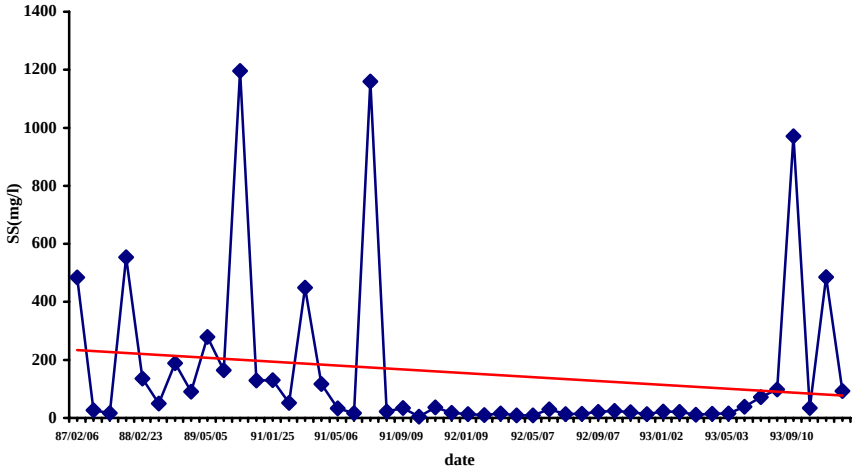




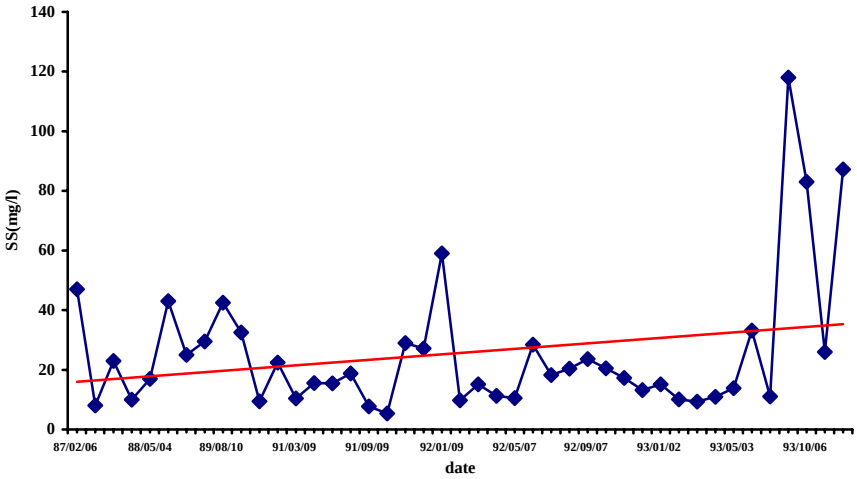


(A 圖)牛鬥橋(B 圖)崙埤(C 圖)上深溝(D 圖)蘭陽大橋(E 圖)興蘭大橋

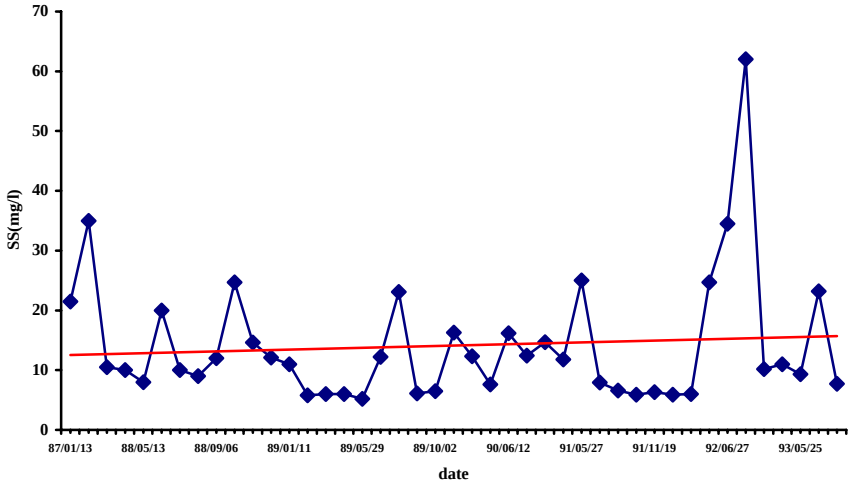
D

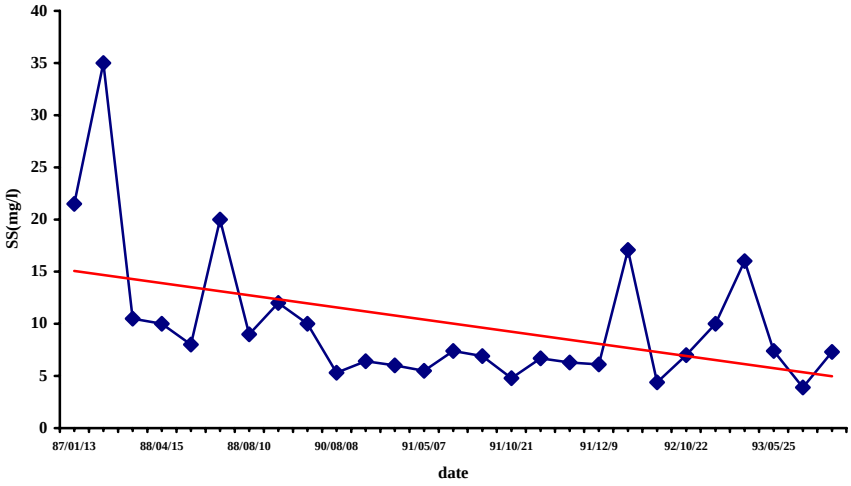

1400
1200
1000
800
600
400
200
0
SS(mg/l)
87/02/06
88/02/23
89/05/05
91/01/25
91/05/06
91/09/09
92/01/09
92/05/07
92/09/07
93/01/02
93/05/03
93/09/10
date

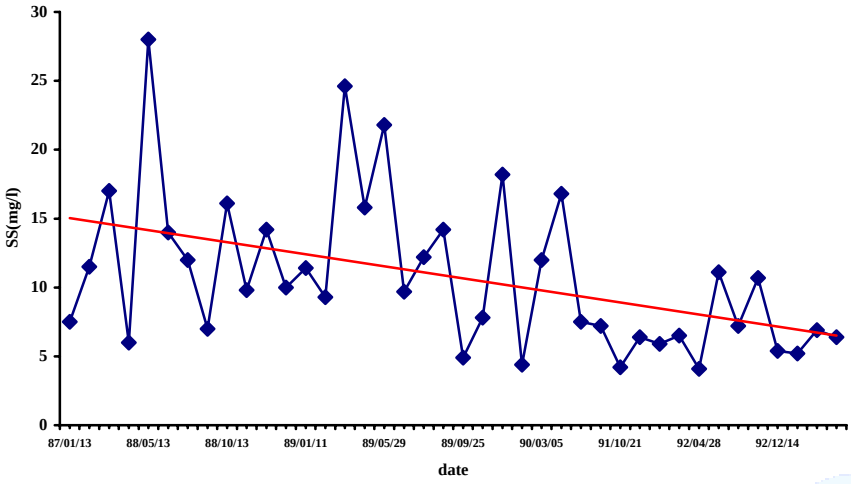
E


140
120
100
80
60
40
20
0
SS(mg/l)
87/02/06
88/05/04
89/08/10
91/03/09
91/09/09
92/01/09
92/05/07
92/09/07
93/01/02
93/05/03
93/10/06
date

附錄十四 宜蘭河各測站之水質懸浮固體時間序列變化圖

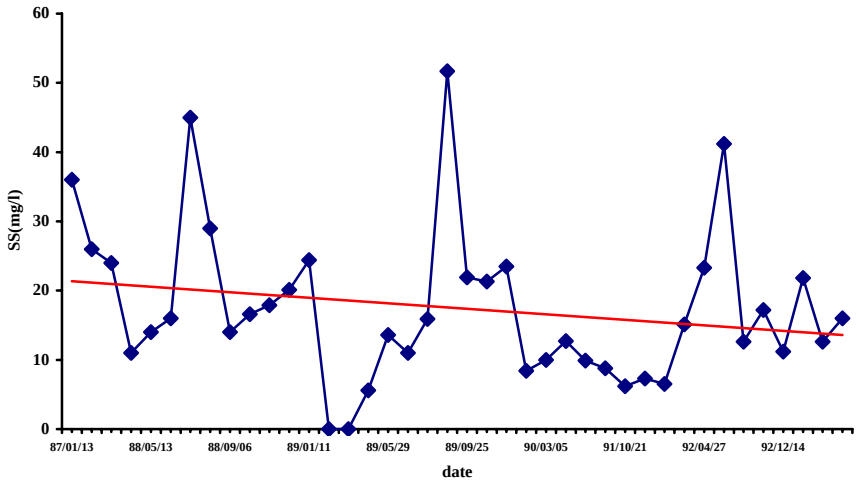




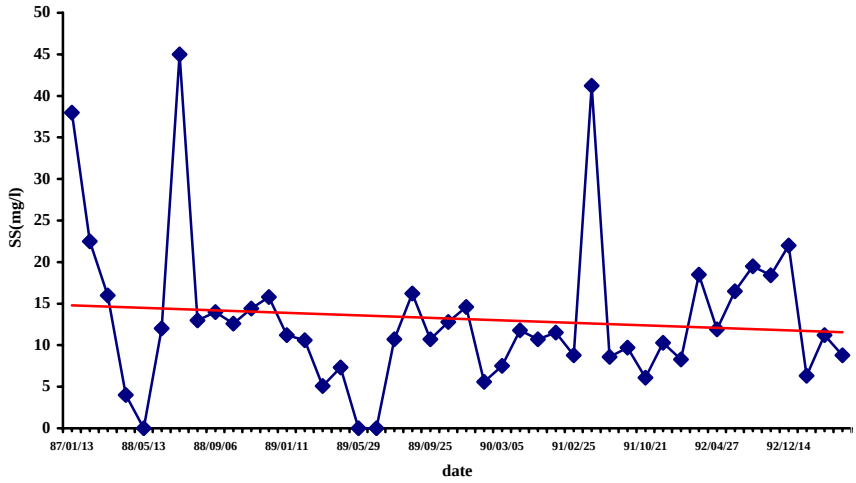


(A 圖)員山大橋(B 圖)西門橋(C 圖)宜蘭橋(D 圖)壯圍大橋(E 圖)貓禮霧罕橋

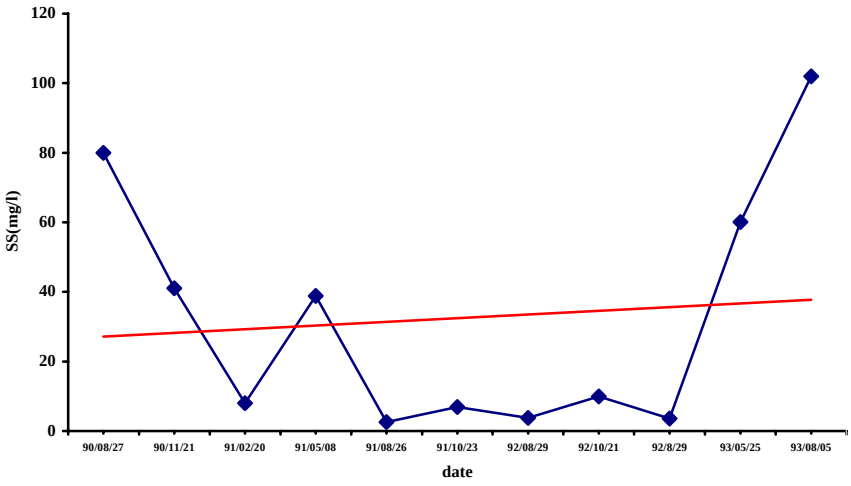
D

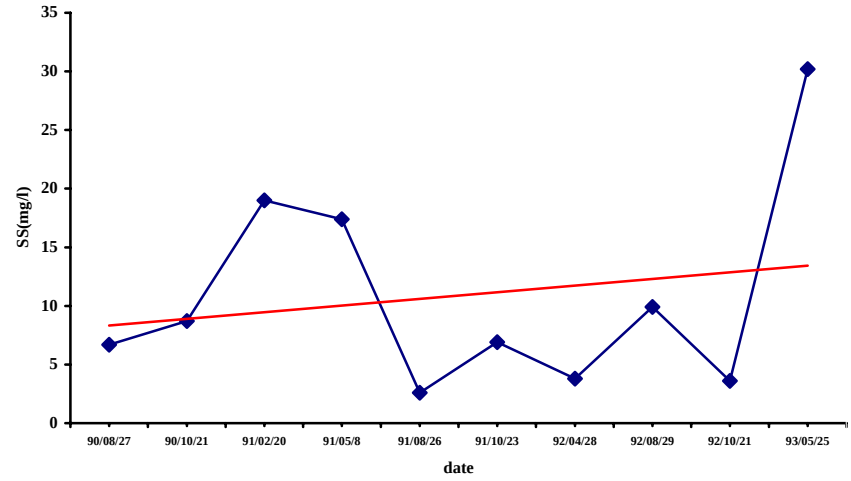

60
50
40
30
20
10
0
SS(mg/l)
87/01/13
88/05/13
88/09/06
89/01/11
89/05/29
89/09/25
90/03/05
91/10/21
92/04/27
92/12/14
date

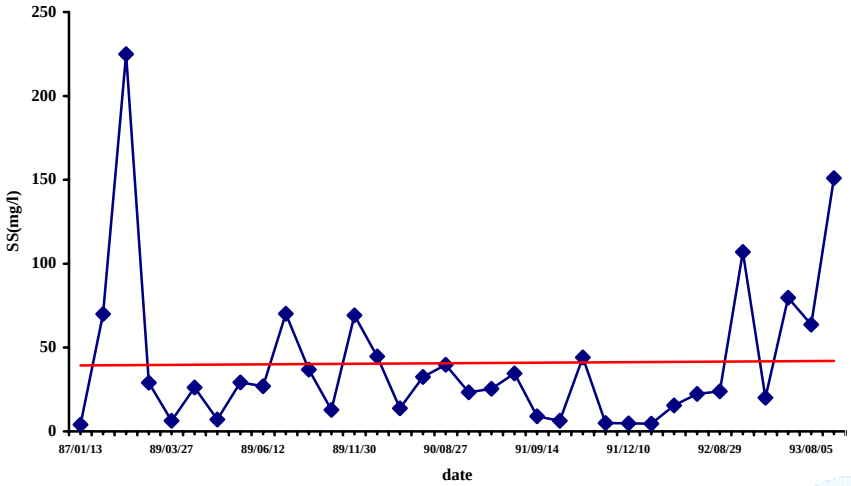
E


50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
SS(mg/l)
87/01/13
88/05/13
88/09/06
89/01/11
89/05/29
89/09/25
90/03/05
91/02/25
91/10/21
92/04/27
92/12/14
date

附錄十五 羅東溪各測站之水質懸浮固體時間序列變化

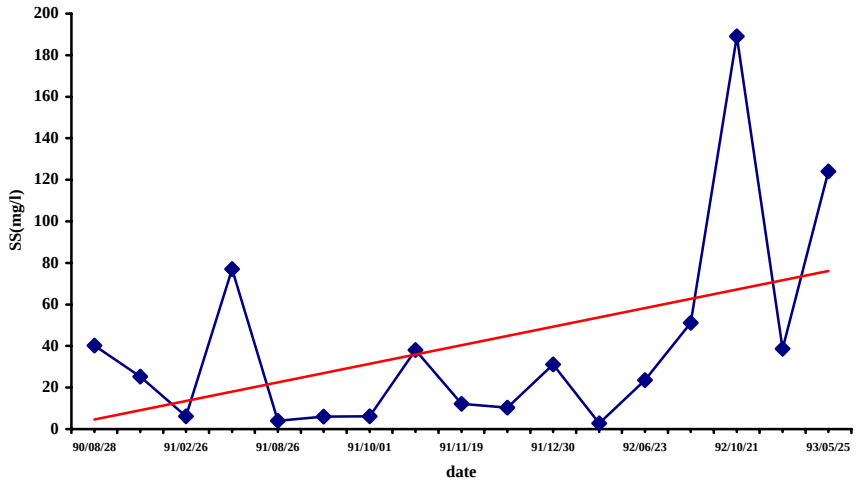


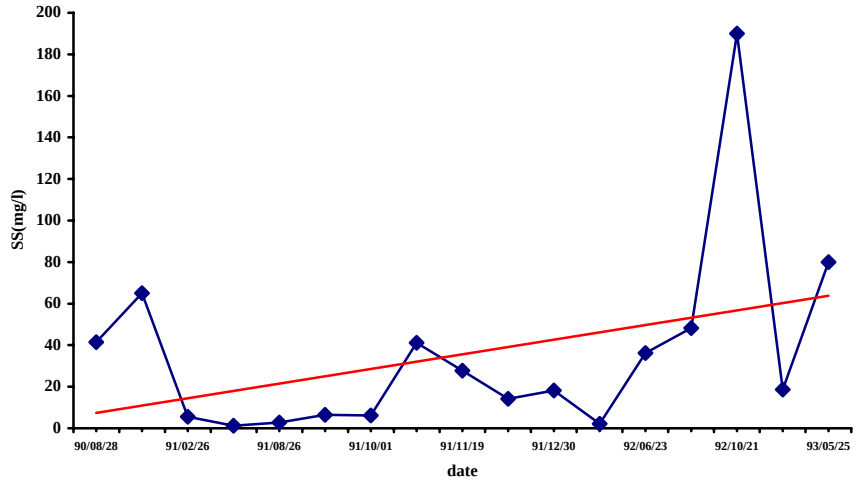


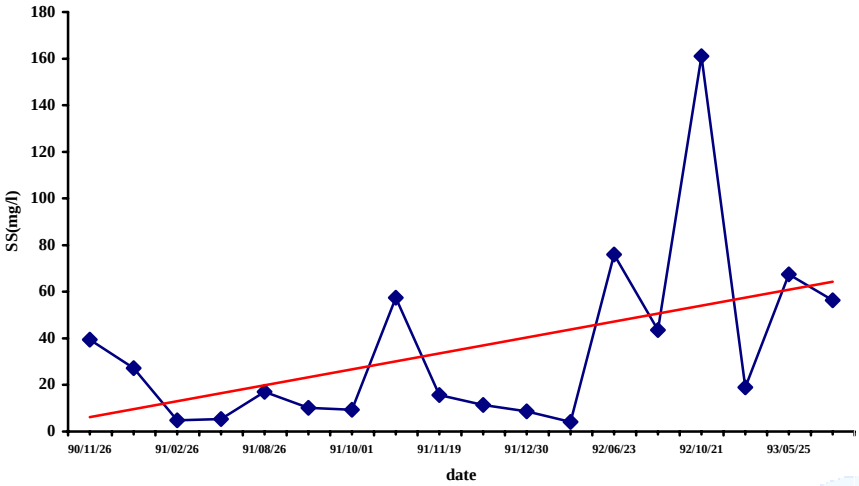


(A 圖)廣興大橋(B 圖)北城橋(C 圖)清洲橋

附錄十六 安農溪各測站之水質懸浮固體時間序列變化圖

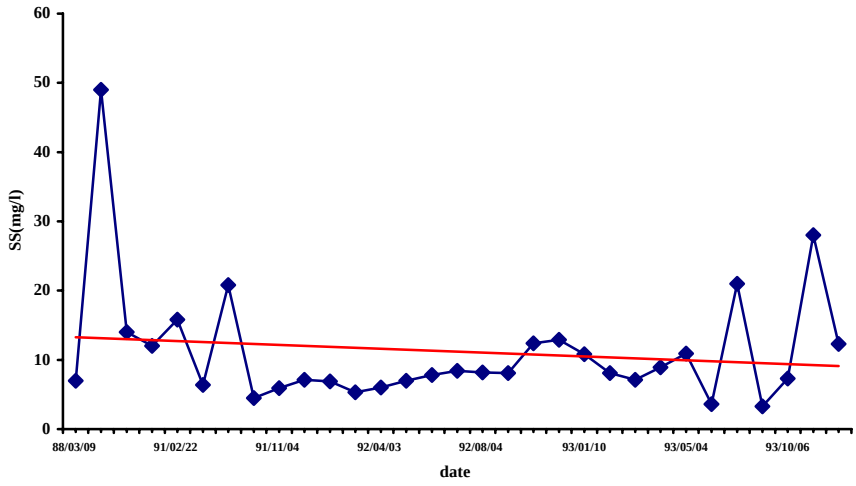




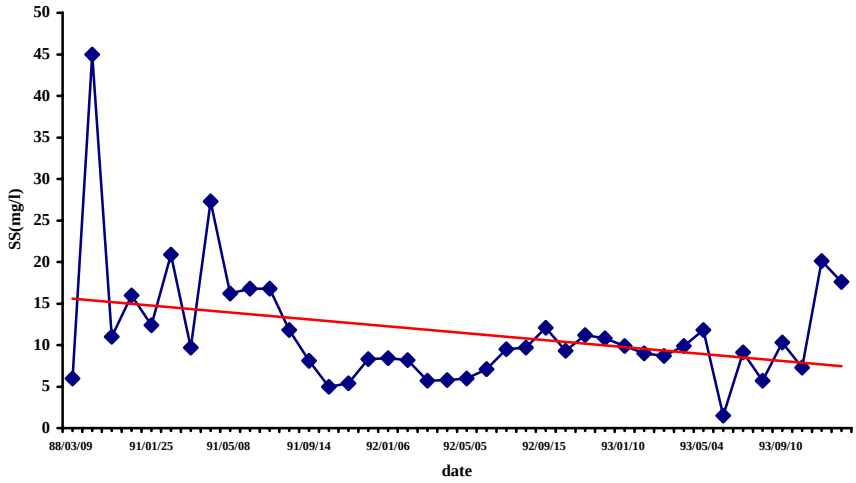


(A 圖)下湖橋(B 圖)健隱橋(C 圖)大洲橋

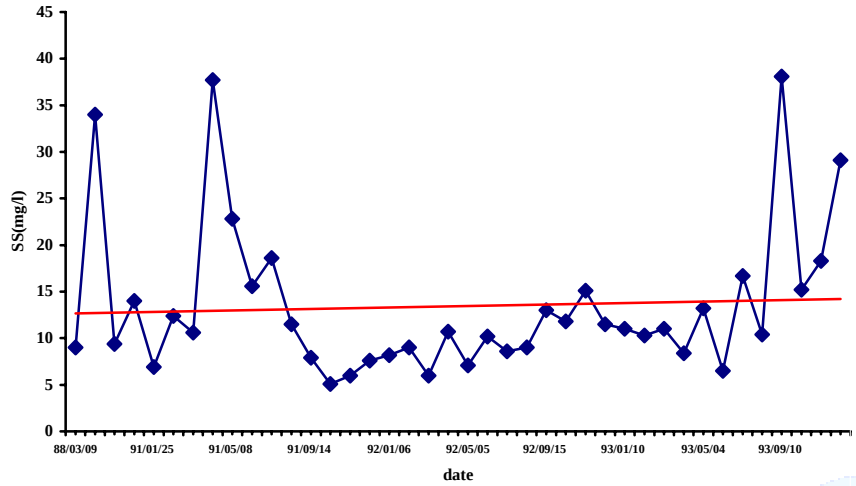
附錄十七 冬山河各測站之水質懸浮固體時間序列變化圖



A

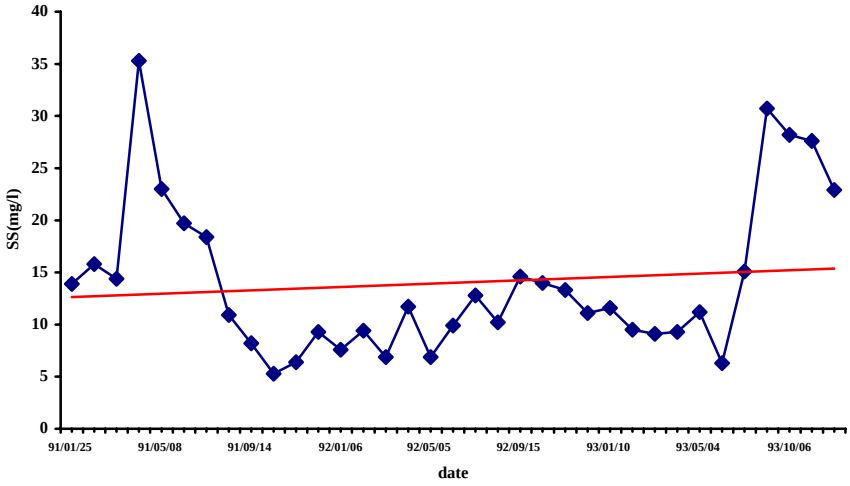


B

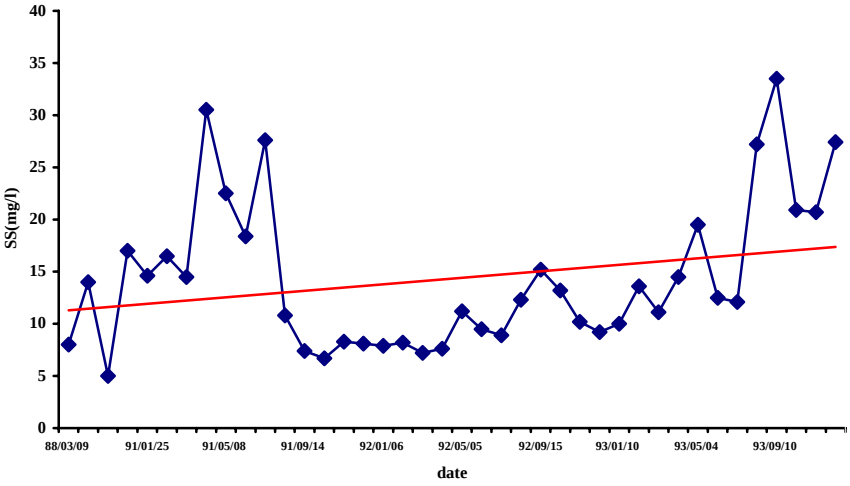


C

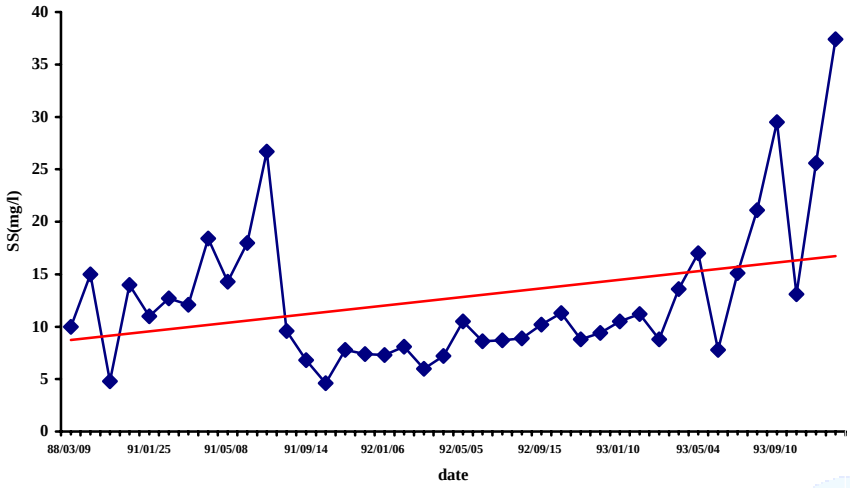
(A 圖)義成橋(B 圖)冬山河(C 圖)富農橋(D 圖)利澤簡橋(E 圖)加禮遠橋(F 圖)清水大閘門


SS(mg/l)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/10/06
date

D

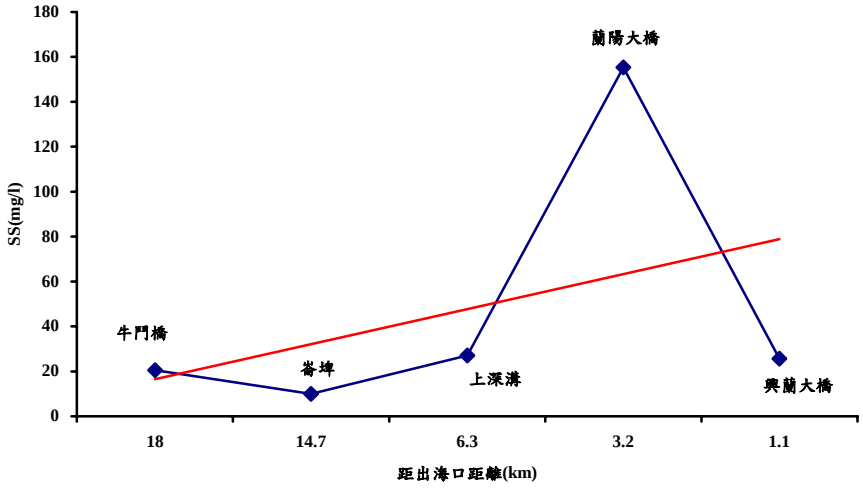

SS(mg/l)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
88/03/09
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/09/10
date

E

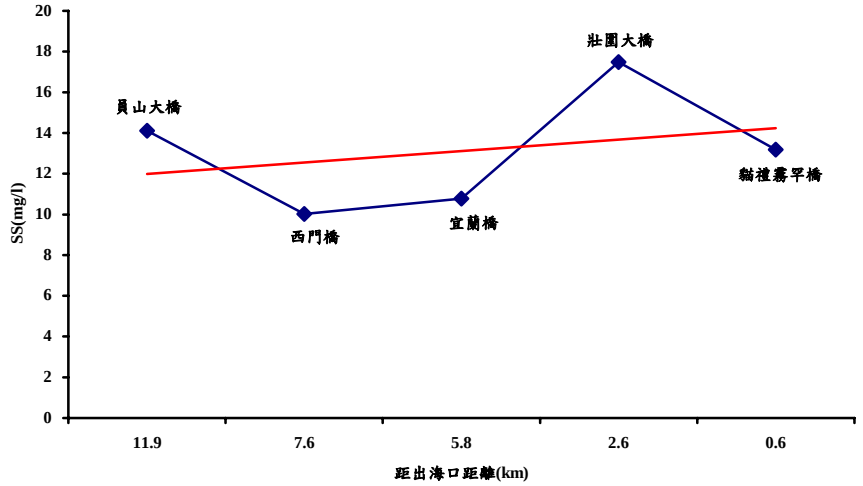

SS(mg/l)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
88/03/09
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/09/10
date

F

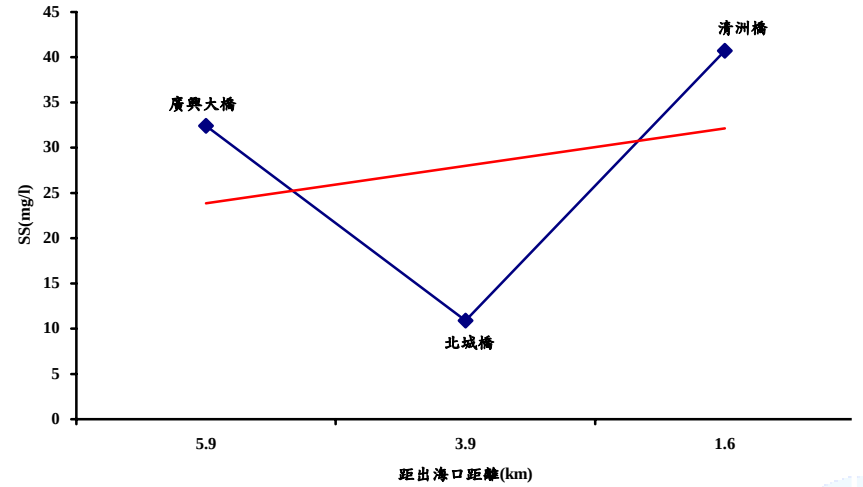
附錄十八 各水體之水質懸浮固體空間變化圖



A



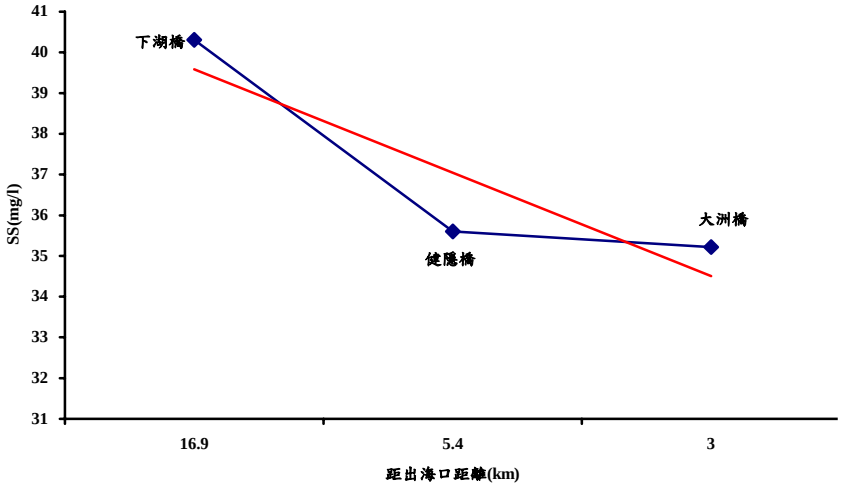
B



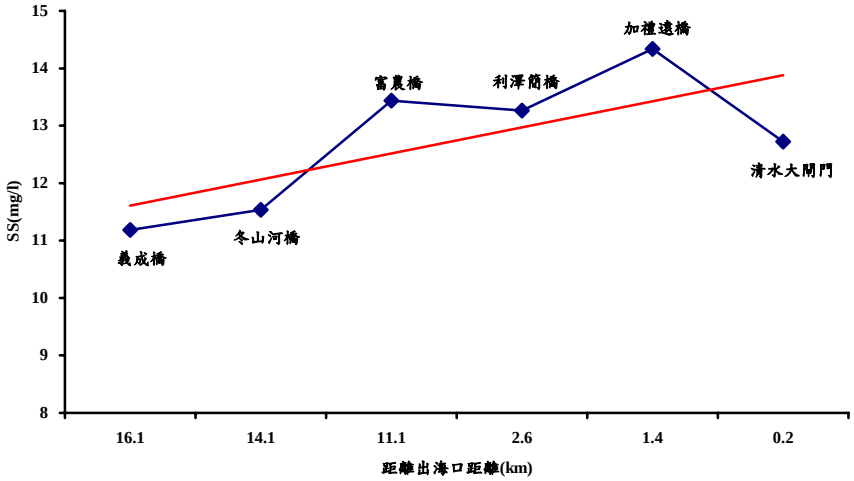
C

(A 圖)蘭陽溪(B 圖)宜蘭河(C 圖)羅東溪(D 圖)安農溪(E 圖)冬山河

D

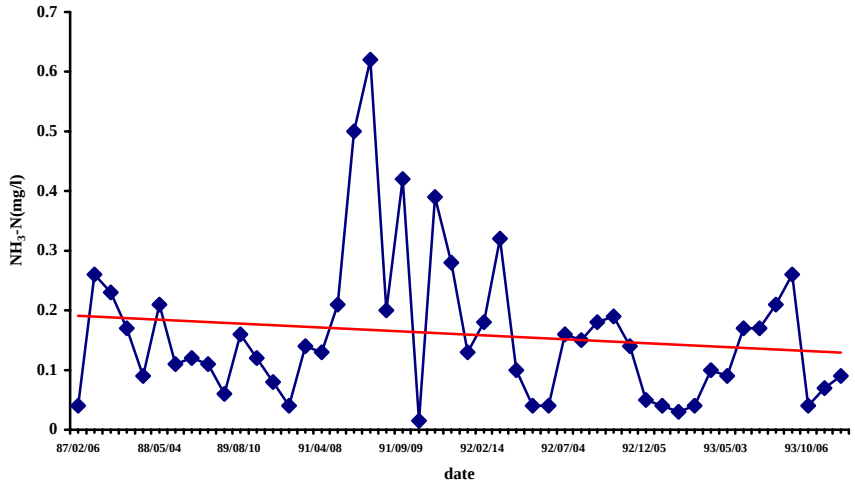

41
40
39
38
37
36
35
34
33
32
31
SS(mg/l)
下湖橋
健隱橋
大洲橋
16.9
5.4
3
距出海口距離(km)

E

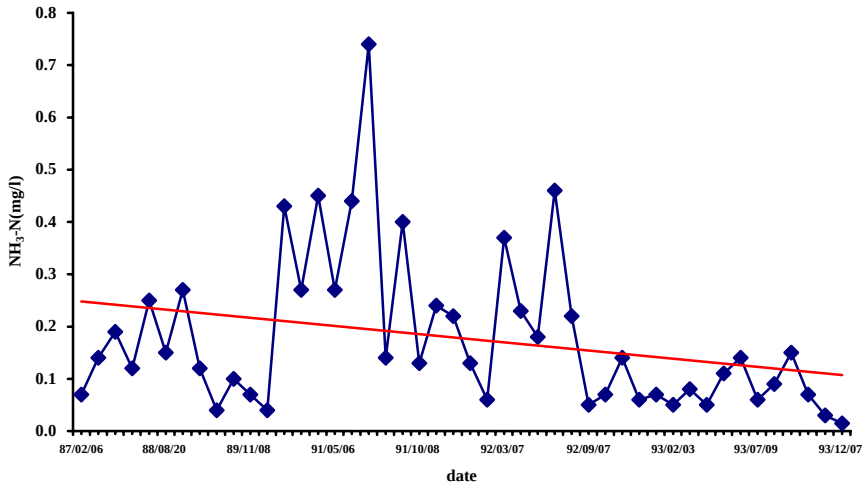

15
14
13
12
11
10
9
8
SS(mg/l)
義成橋
冬山河橋
富農橋
利澤簡橋
加禮遠橋
清水大閘門
16.1
14.1
11.1
2.6
1.4
0.2
距離出海口距離(km)

附錄十九 蘭陽溪各測站之水質氨氮時間序列變化圖

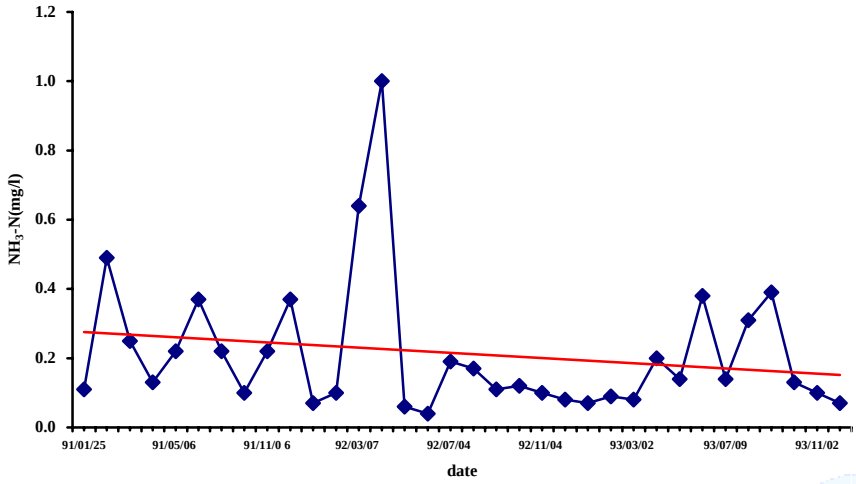
A



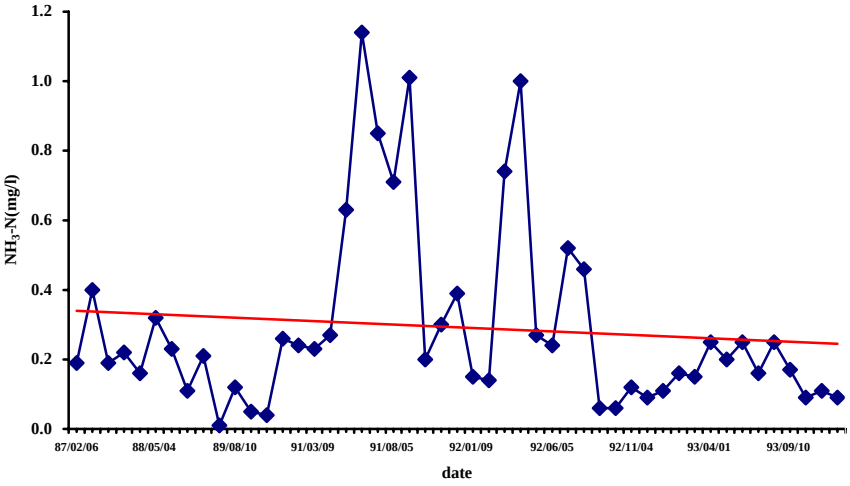
B



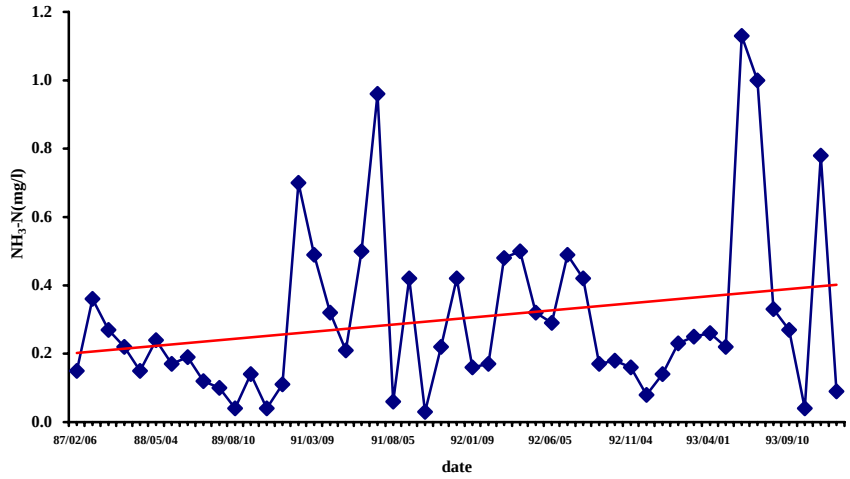
C



(A 圖)牛鬥橋(B 圖)崙埤(C 圖)上深溝(D 圖)蘭陽大橋(E 圖)興蘭大橋

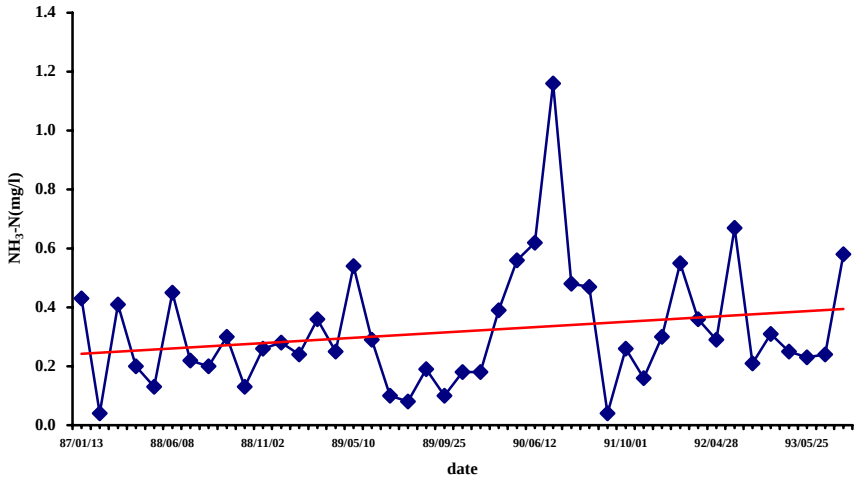

1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
NH3-N(mg/l)
87/02/06
88/05/04
89/08/10
91/03/09
91/08/05
92/01/09
92/06/05
92/11/04
93/04/01
93/09/10
date

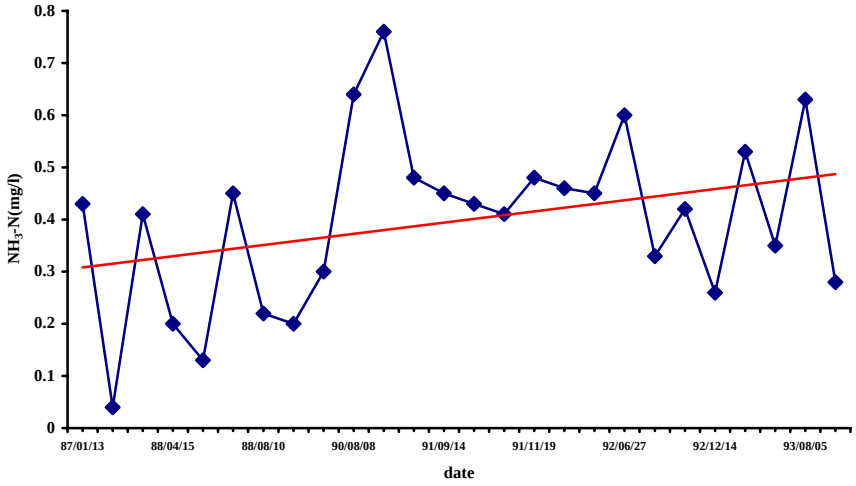
D

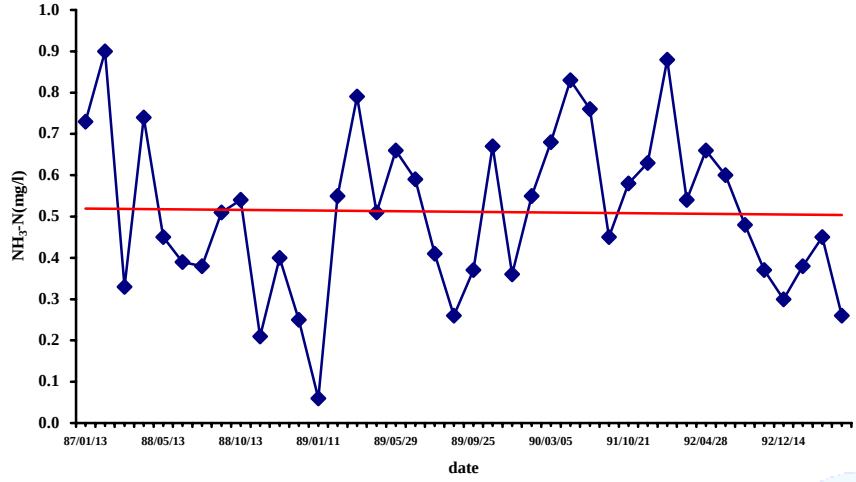

1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
NH3-N(mg/l)
87/02/06
88/05/04
89/08/10
91/03/09
91/08/05
92/01/09
92/06/05
92/11/04
93/04/01
93/09/10
date

E

附錄二十 宜蘭河各測站之水質氨氮時間序列變化圖

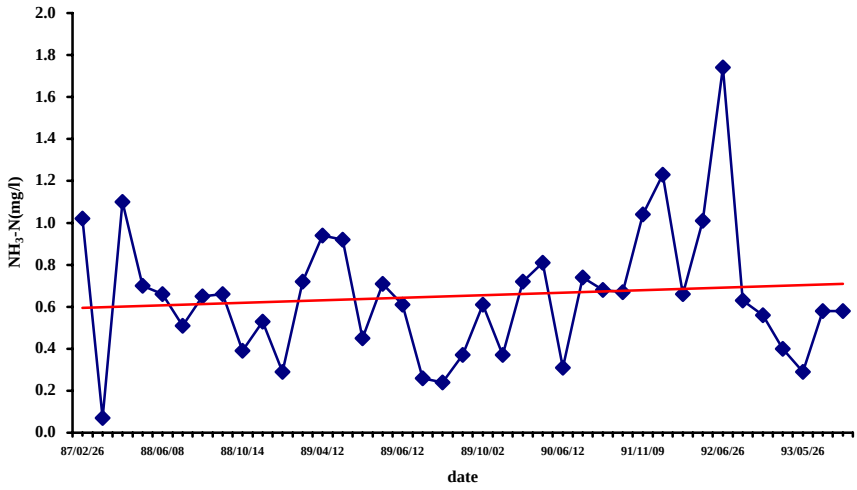




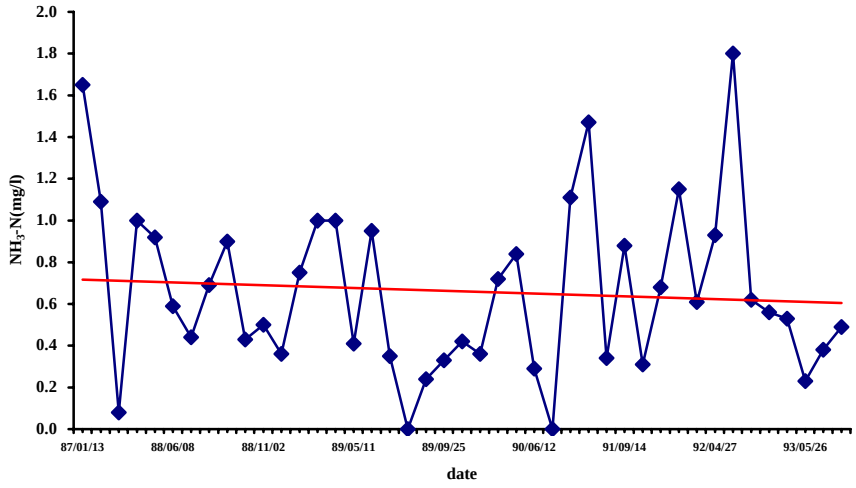


(A 圖)員山大橋(B 圖)西門橋(C 圖)宜蘭橋(D 圖)壯圍大橋(E 圖)貓禮霧罕橋

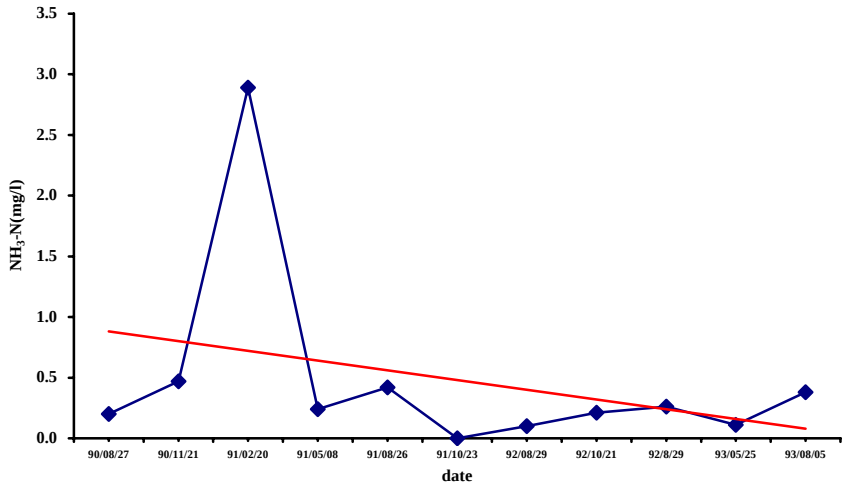
D

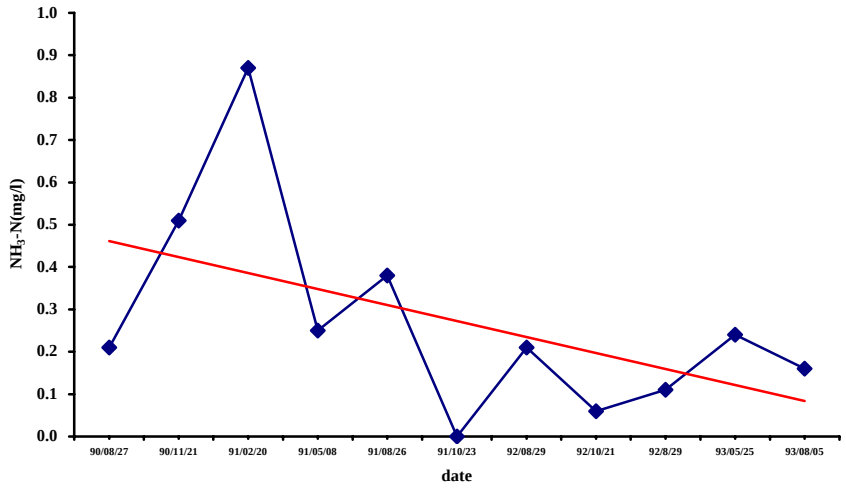

2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
NH3-N(mg/l)
87/02/26
88/06/08
88/10/14
89/04/12
89/06/12
89/10/02
90/06/12
91/11/09
92/06/26
93/05/26
date

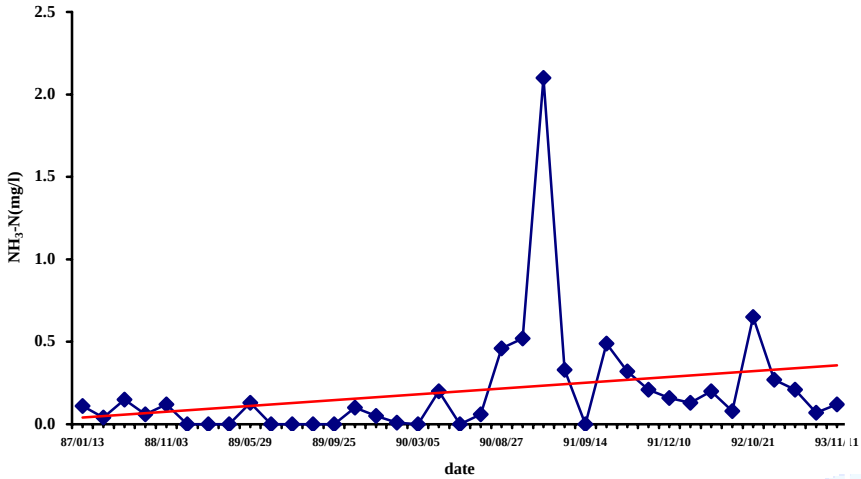
E


2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
NH3-N(mg/l)
87/01/13
88/06/08
88/11/02
89/05/11
89/09/25
90/06/12
91/09/14
92/04/27
93/05/26
date

附錄二十一 羅東溪各測站之水質氨氮時間序列變化圖

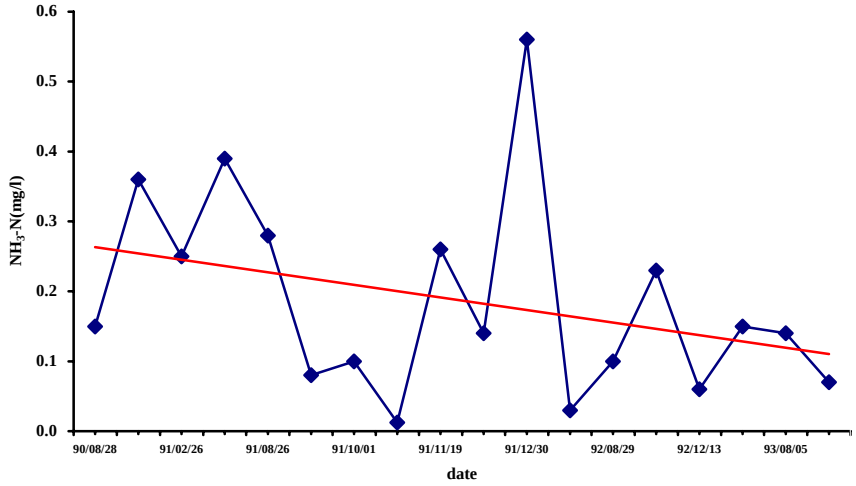


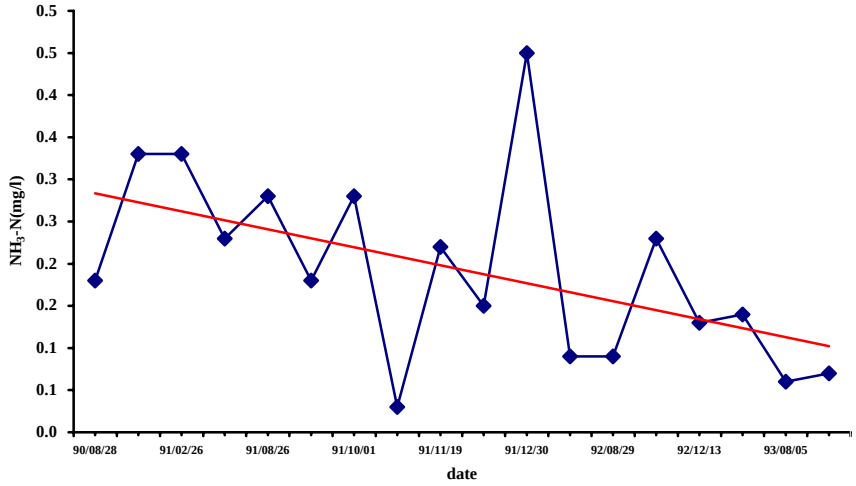


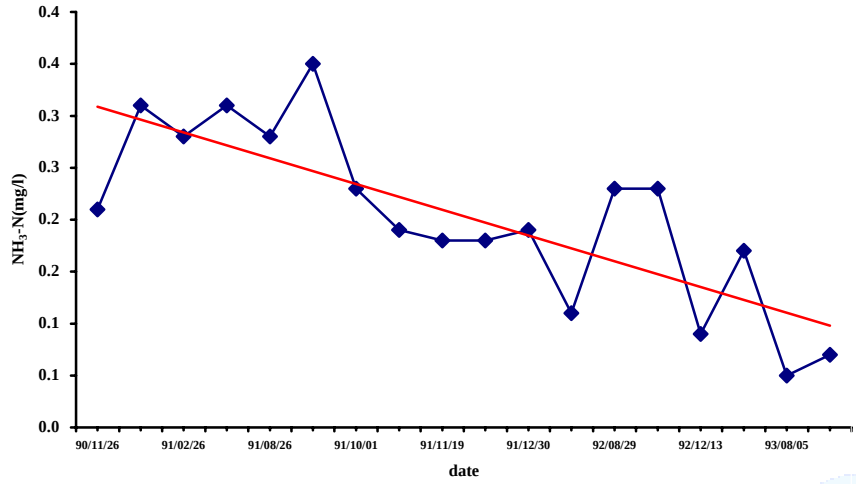


(A 圖)廣興大橋(B 圖)北城橋(C 圖)清洲橋

附錄二十二 安農溪各測站之水質氨氮時間序列變化圖

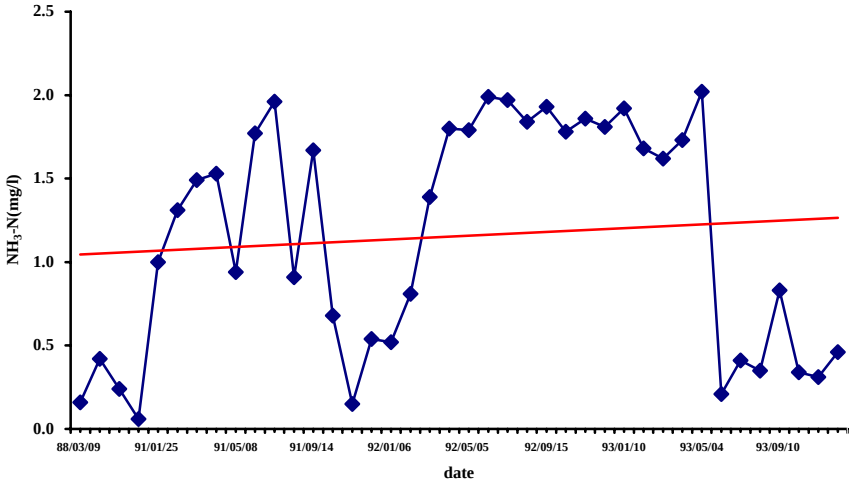


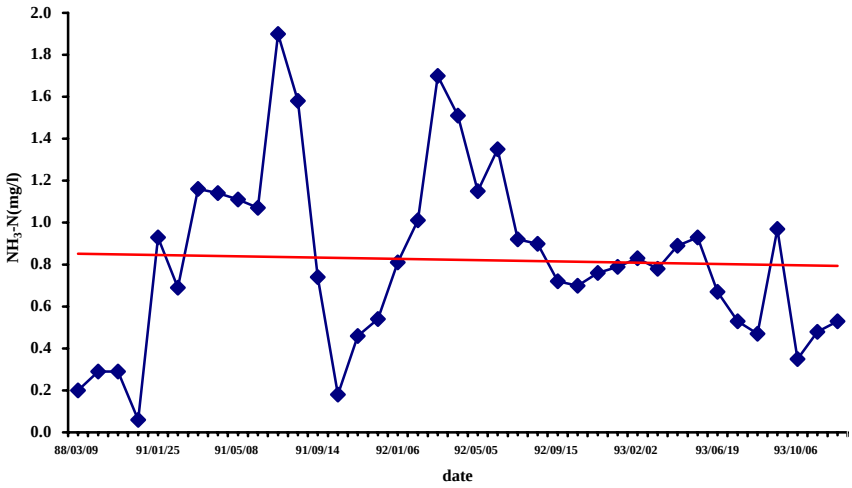


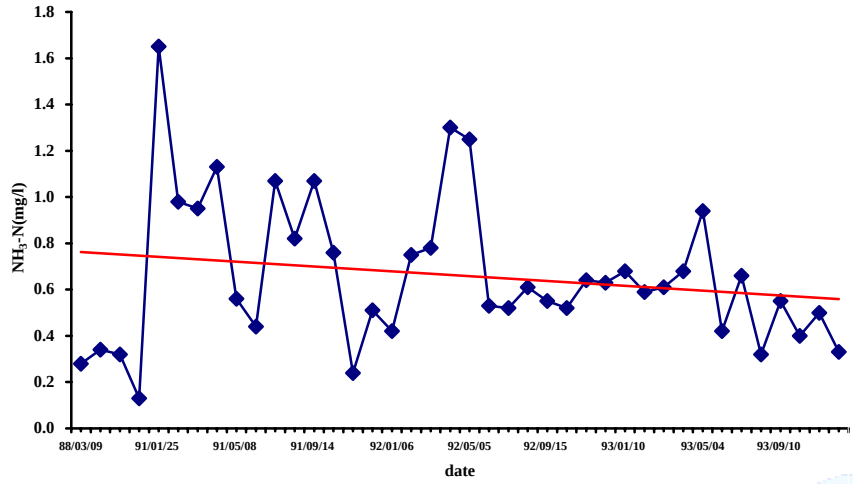


(A 圖)下湖橋(B 圖)健隱橋(C 圖)大洲橋

附錄二十三 冬山河各測站之水質氨氮時間序列變化圖

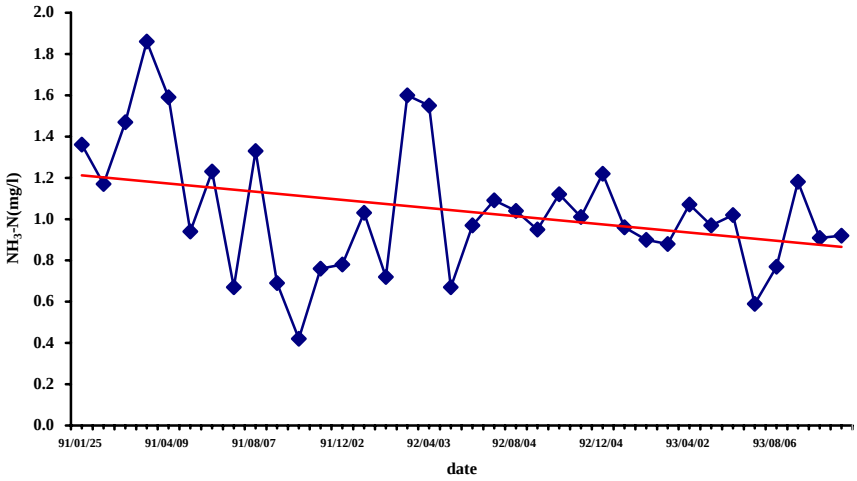




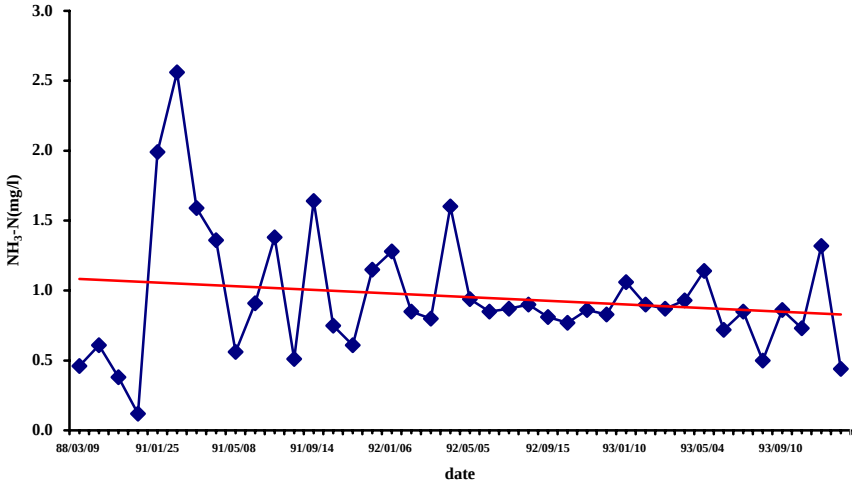


(A 圖)義成橋(B 圖)冬山河(C 圖)富農橋(D 圖)利澤簡橋(E 圖)加禮遠橋(F 圖)清水大閘門

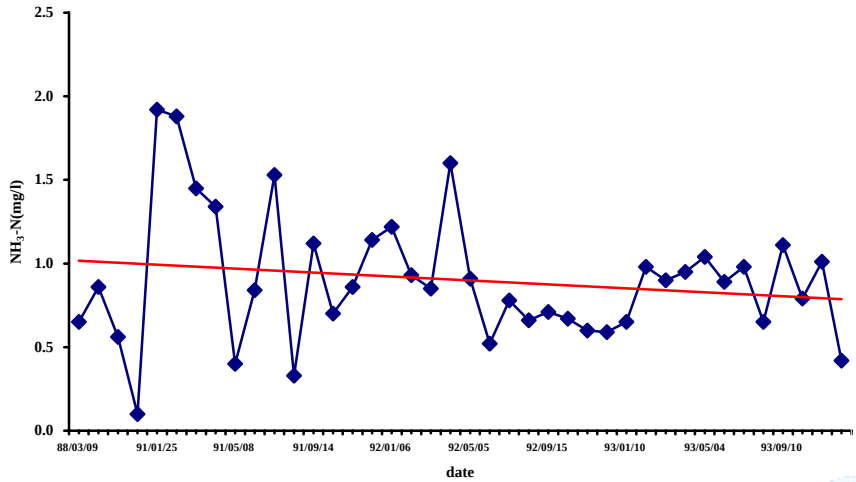
D


2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
NH3-N(mg/l)
91/01/25
91/04/09
91/08/07
91/12/02
92/04/03
92/08/04
92/12/04
93/04/02
93/08/06
date

E

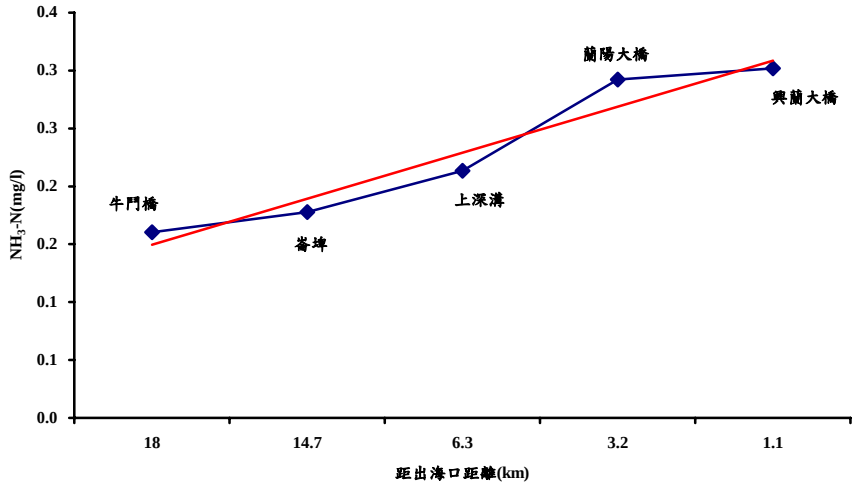

3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
NH3-N(mg/l)
88/03/09
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/09/10
date

F

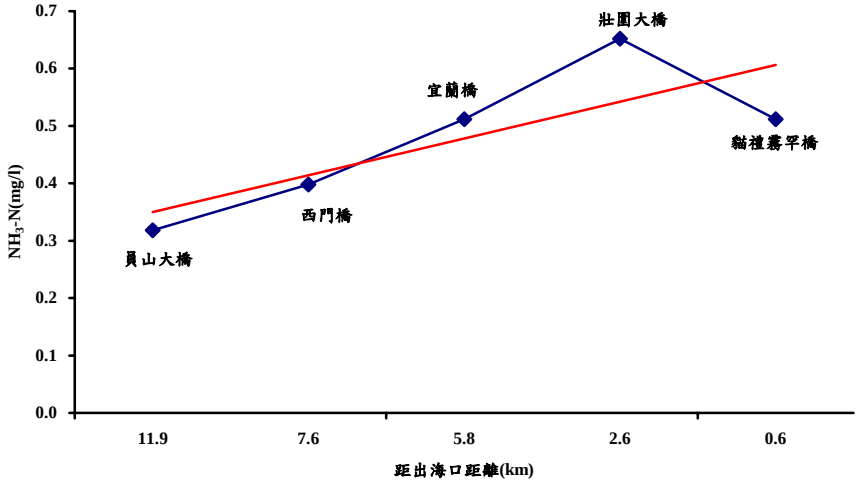

2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
NH3-N(mg/l)
88/03/09
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/09/10
date

附錄二十四 各水體之水質氨氮空間變化圖

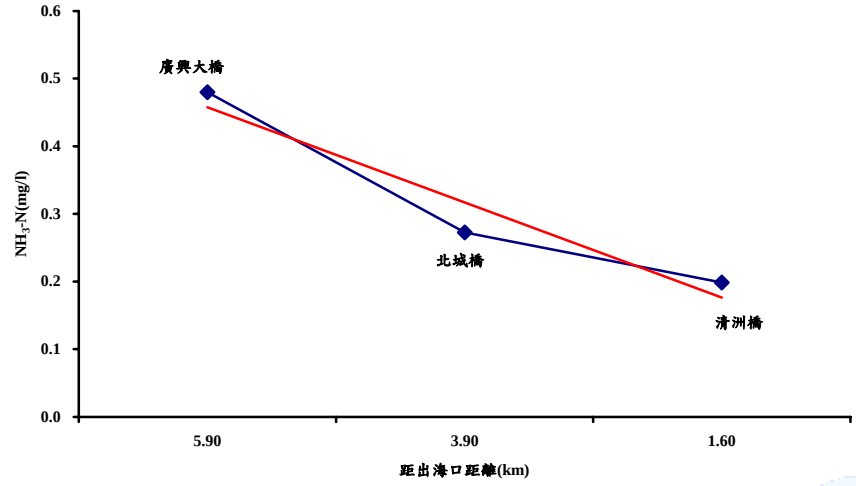
A



B

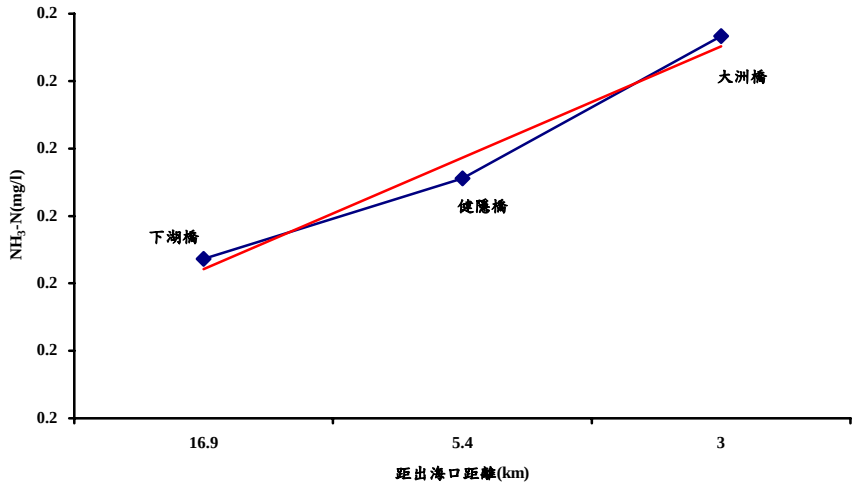


C

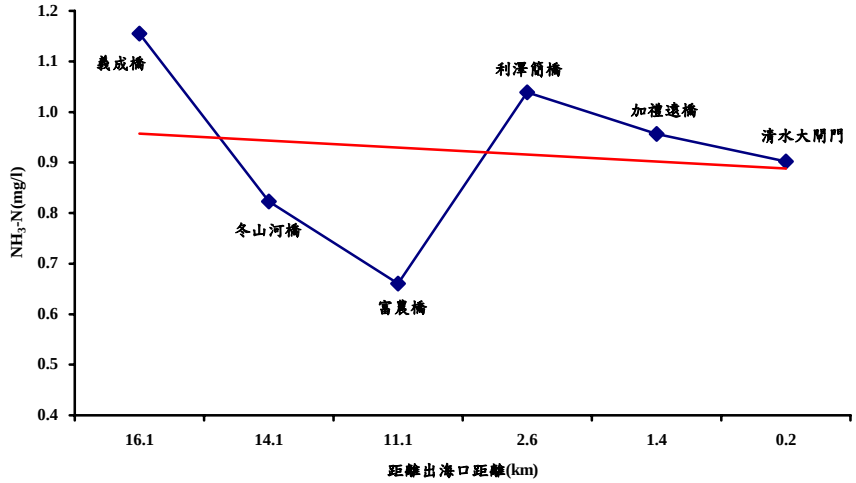


(A 圖)蘭陽溪(B 圖)宜蘭河(C 圖)羅東溪(D 圖)安農溪(E 圖)冬山河

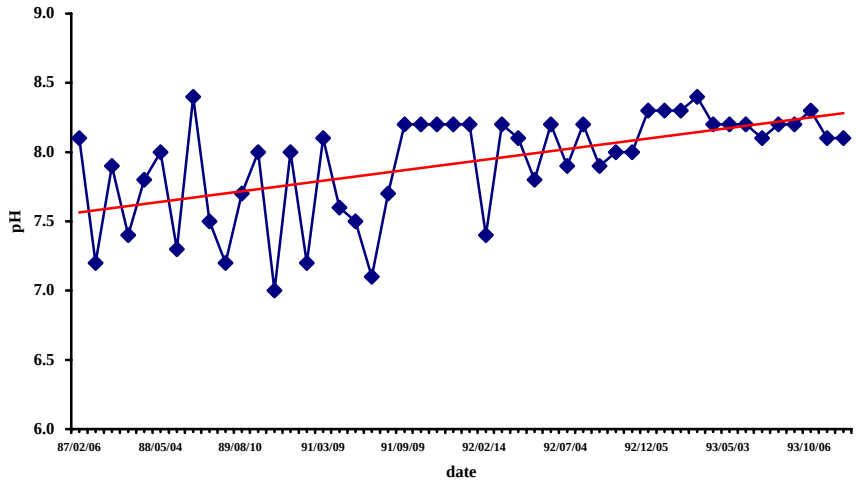
D


0.2
0.2
0.2
0.2
0.2
0.2
0.2
NH3-N(mg/l)
下湖橋
健隱橋
大洲橋
16.9
5.4
3
距出海口距離(km)

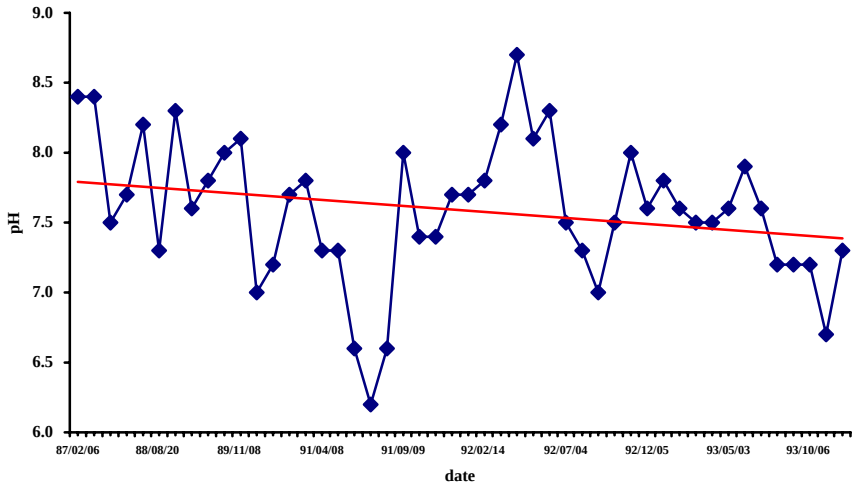
E


1.2
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
NH3-N(mg/l)
義成橋
冬山河橋
富農橋
利澤簡橋
加禮遠橋
清水大閘門
16.1
14.1
11.1
2.6
1.4
0.2
距離出海口距離(km)

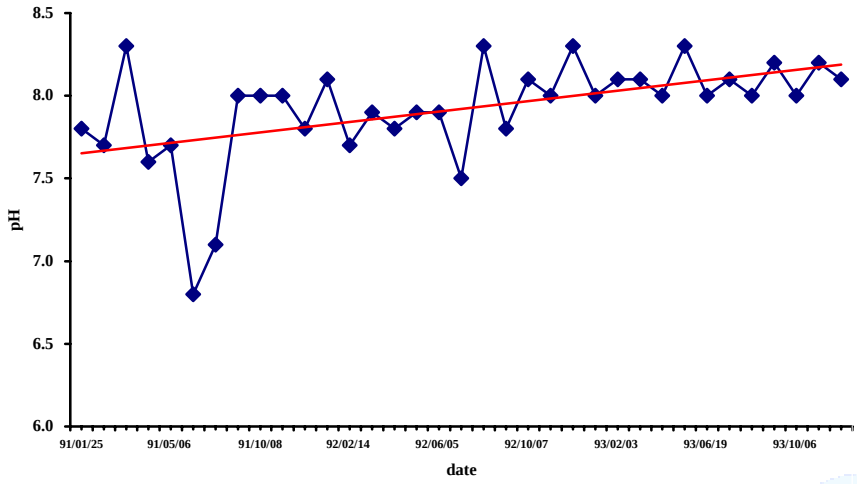
附錄二十五 蘭陽溪各測站之水質 pH 時間序列變化圖



A



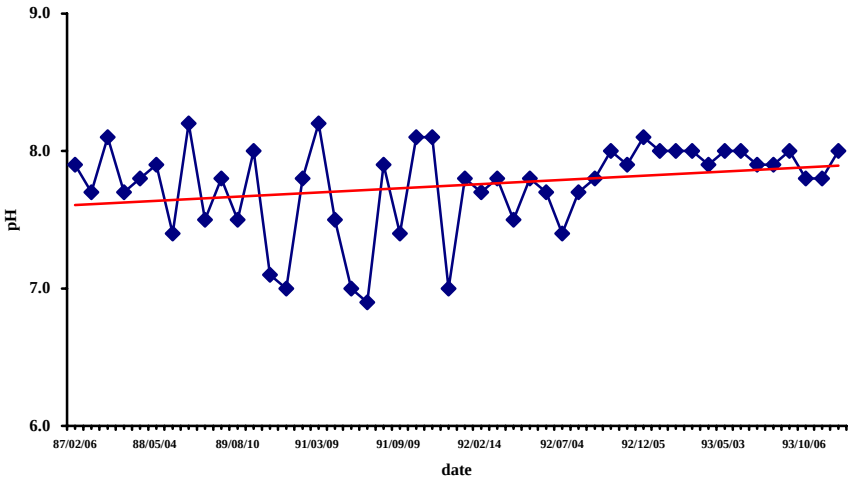
B



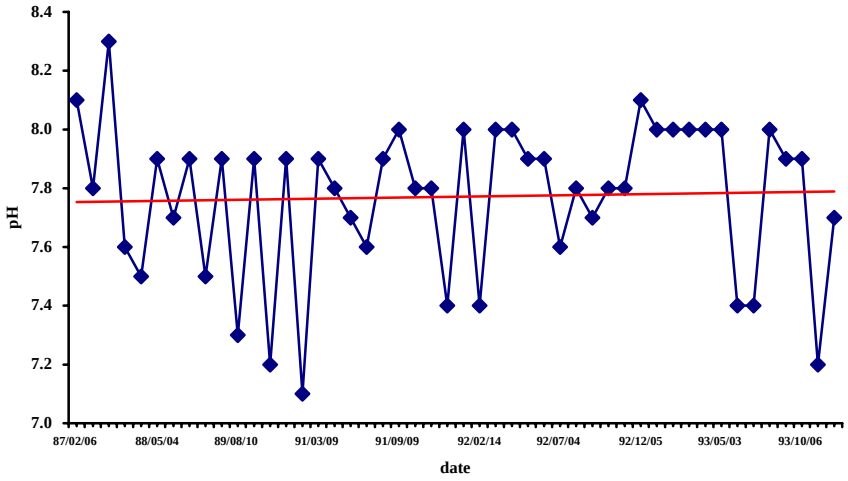
C

(A 圖)牛鬥橋(B 圖)崙埤(C 圖)上深溝(D 圖)蘭陽大橋(E 圖)興蘭大橋

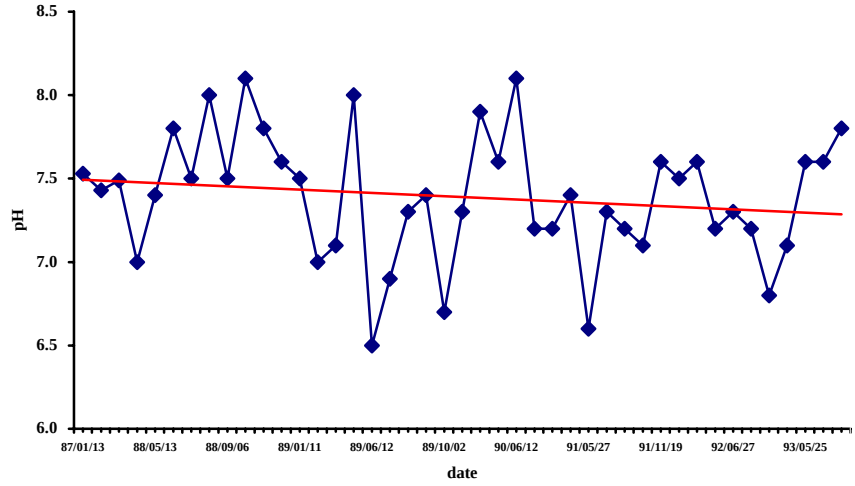
D

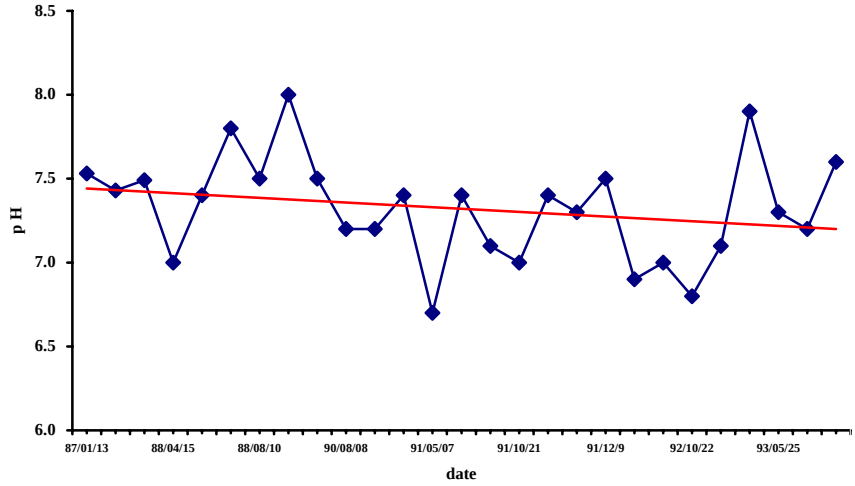

9.0
8.0
7.0
6.0
pH
87/02/06
88/05/04
89/08/10
91/03/09
91/09/09
92/02/14
92/07/04
92/12/05
93/05/03
93/10/06
date

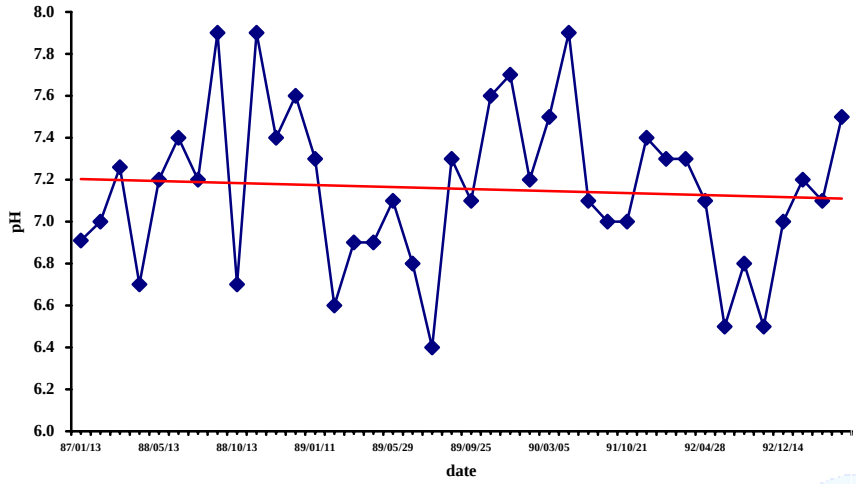
E


8.4
8.2
8.0
7.8
7.6
7.4
7.2
7.0
pH
87/02/06
88/05/04
89/08/10
91/03/09
91/09/09
92/02/14
92/07/04
92/12/05
93/05/03
93/10/06
date

附錄二十六 宜蘭河各測站之水質 pH 時間序列變化圖

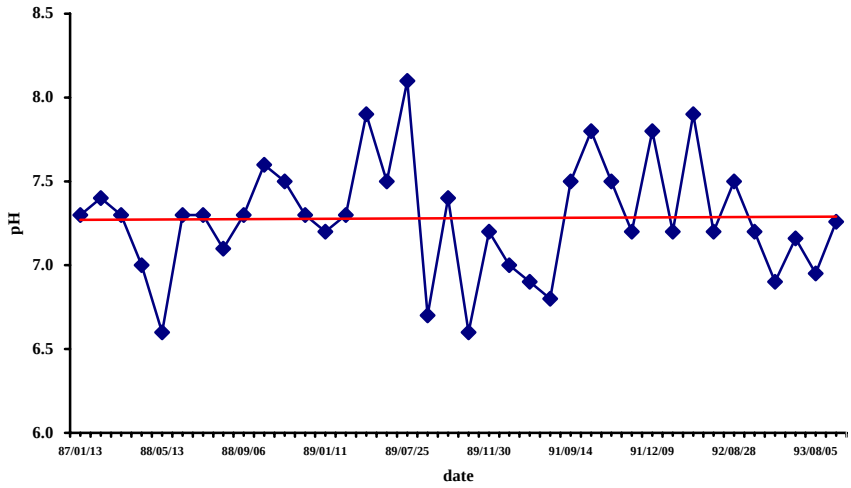




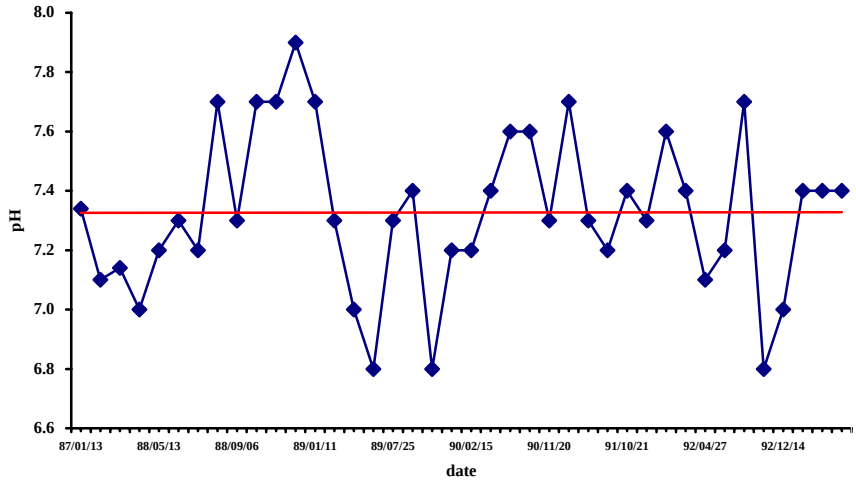


(A 圖)員山大橋(B 圖)西門橋(C 圖)宜蘭橋(D 圖)壯圍大橋(E 圖)貓禮霧罕橋

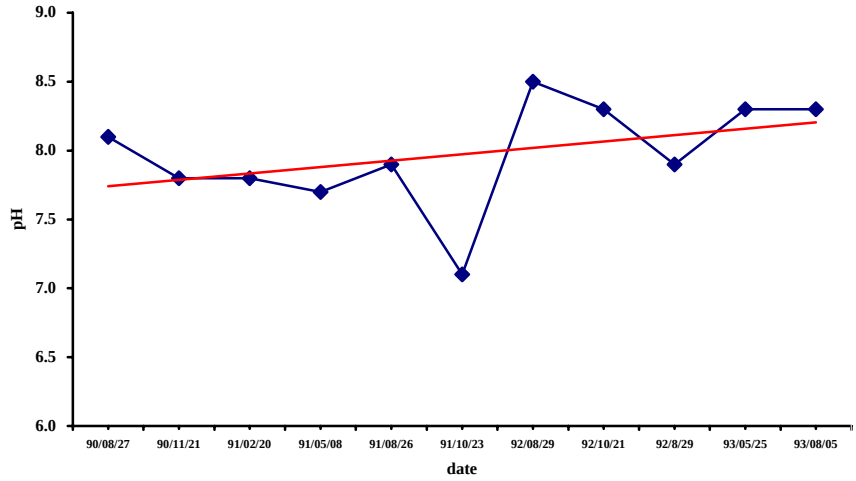
D


8.5
8.0
7.5
7.0
6.5
6.0
pH
87/01/13
88/05/13
88/09/06
89/01/11
89/07/25
89/11/30
91/09/14
91/12/09
92/08/28
93/08/05
date

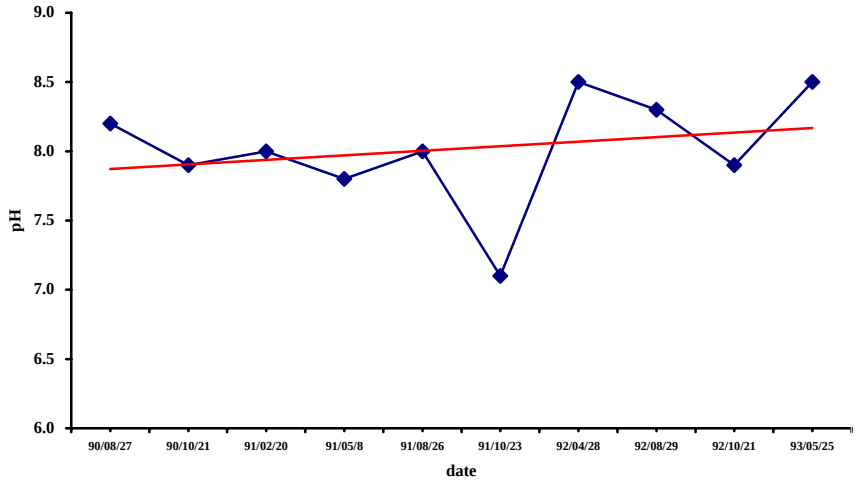
E


8.0
7.8
7.6
7.4
7.2
7.0
6.8
6.6
pH
87/01/13
88/05/13
88/09/06
89/01/11
89/07/25
90/02/15
90/11/20
91/10/21
92/04/27
92/12/14
date

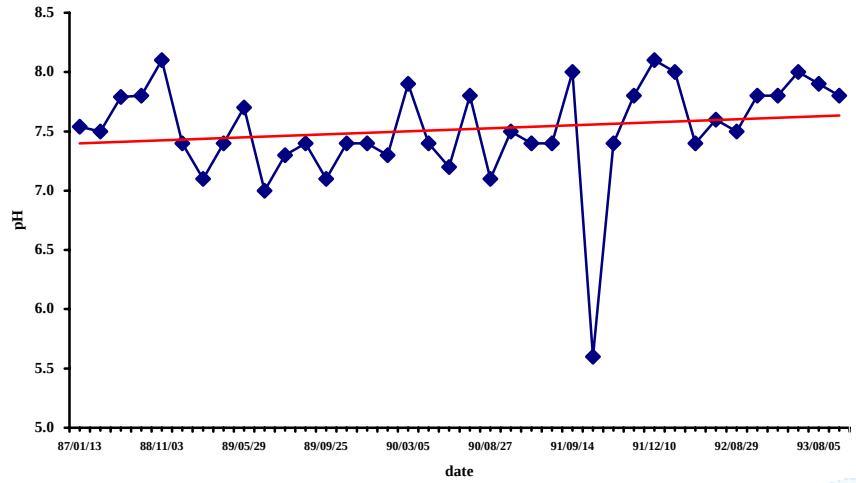
附錄二十七 羅東溪各測站之水質 pH 時間序列變化圖



A



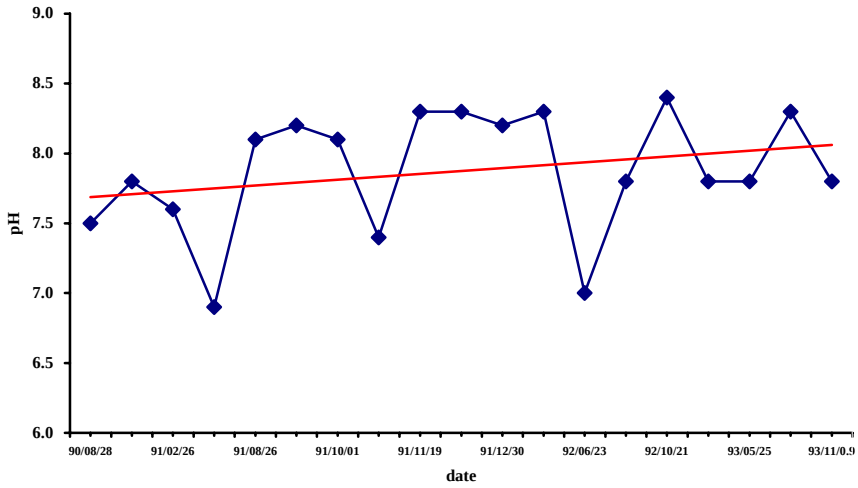
B



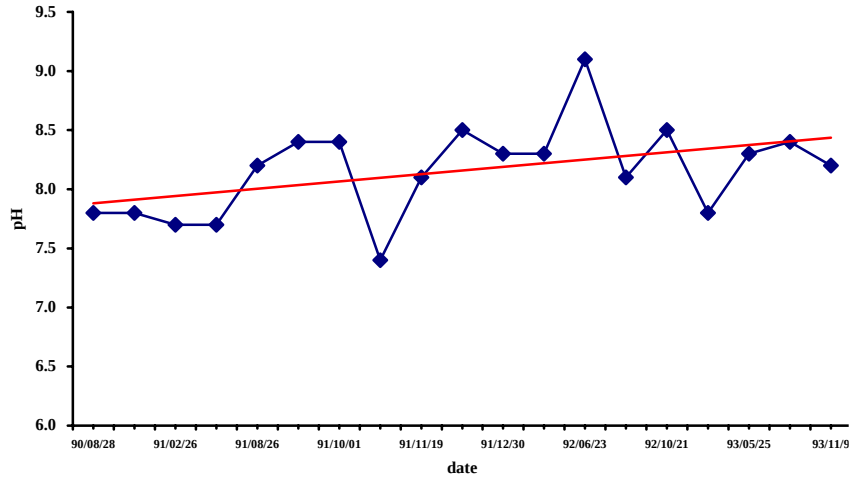
C

(A 圖)廣興大橋(B 圖)北城橋(C 圖)清洲橋

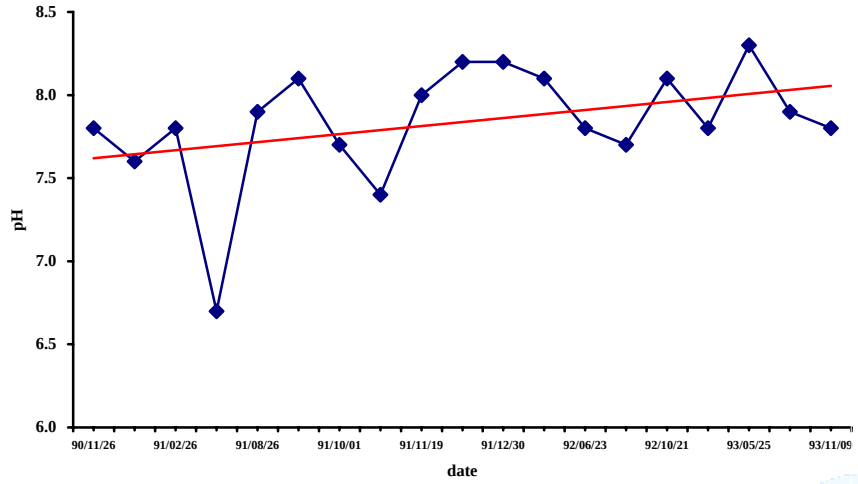
附錄二十八 安農溪各測站之水質 pH 時間序列變化圖



A



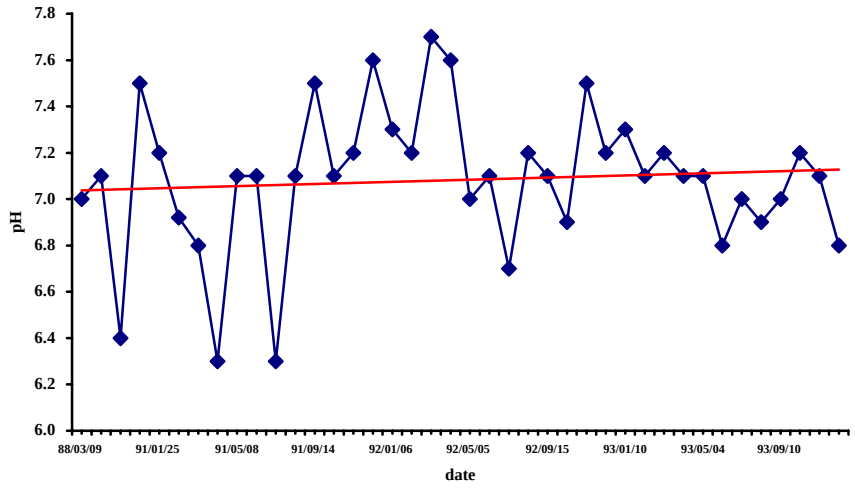
B



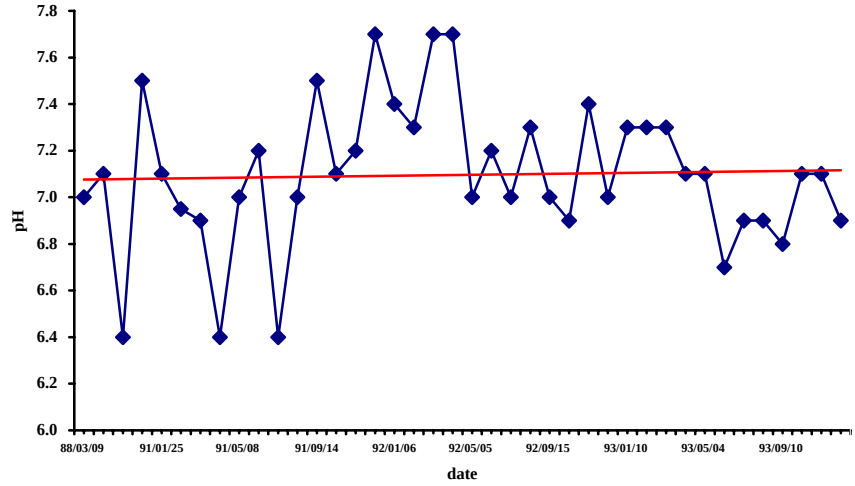
C

(A 圖)下湖橋(B 圖)健隱橋(C 圖)大洲橋

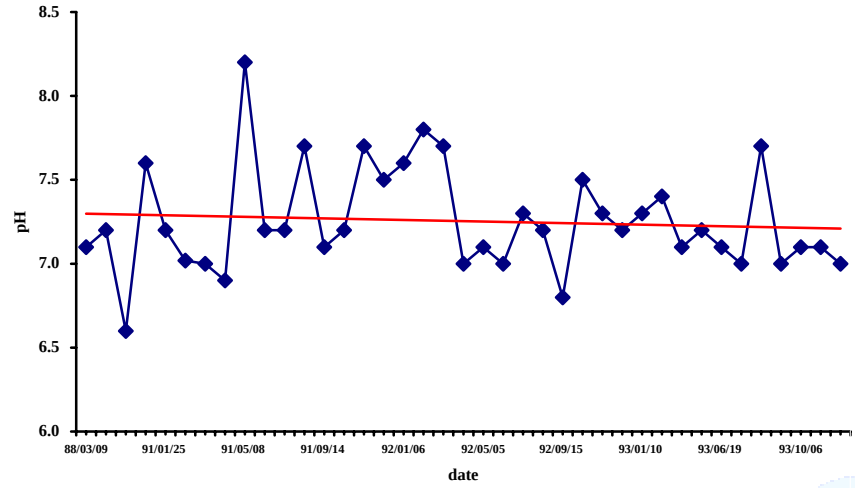
附錄二十九 冬山河各測站之水質 pH 時間序列變化圖



A



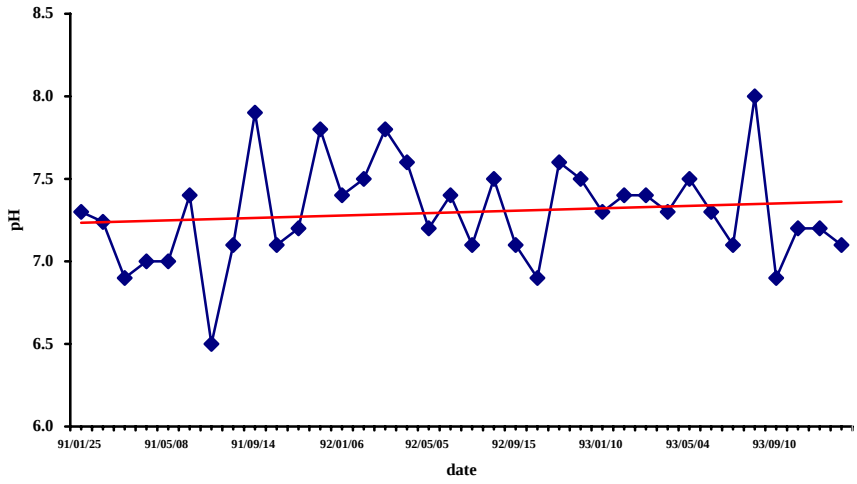
B



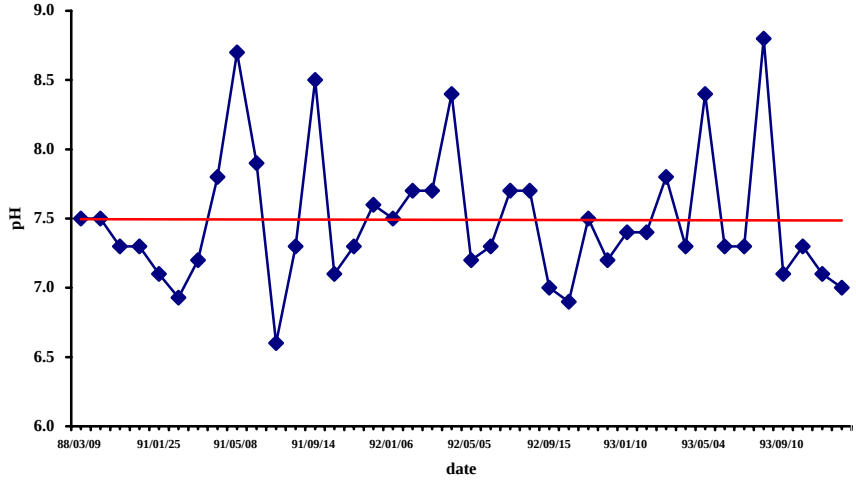
C

(A 圖)義成橋(B 圖)冬山河(C 圖)富農橋(D 圖)利澤簡橋(E 圖)加禮遠橋(F 圖)清水大閘門

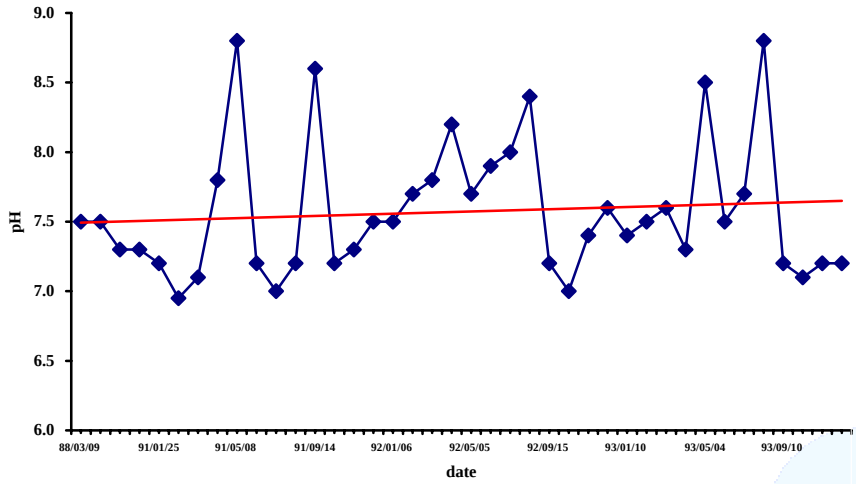
D


8.5
8.0
7.5
7.0
6.5
6.0
pH
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/09/10
date

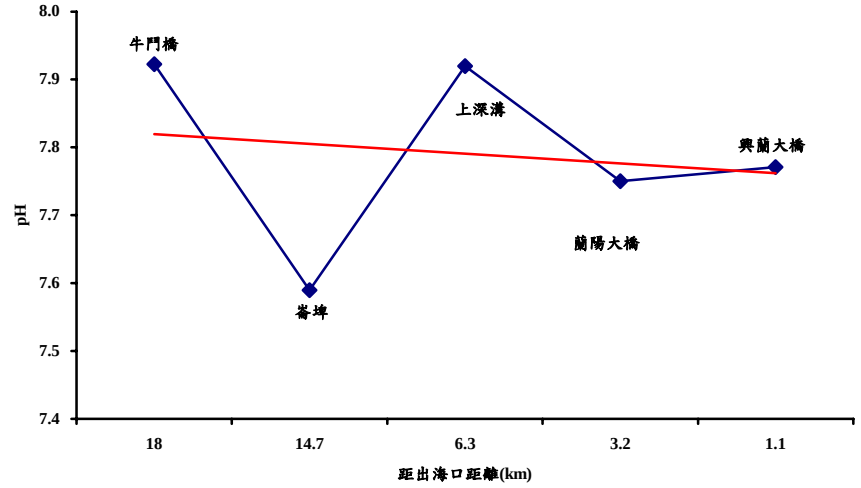
E


9.0
8.5
8.0
7.5
7.0
6.5
6.0
pH
88/03/09
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/09/10
date

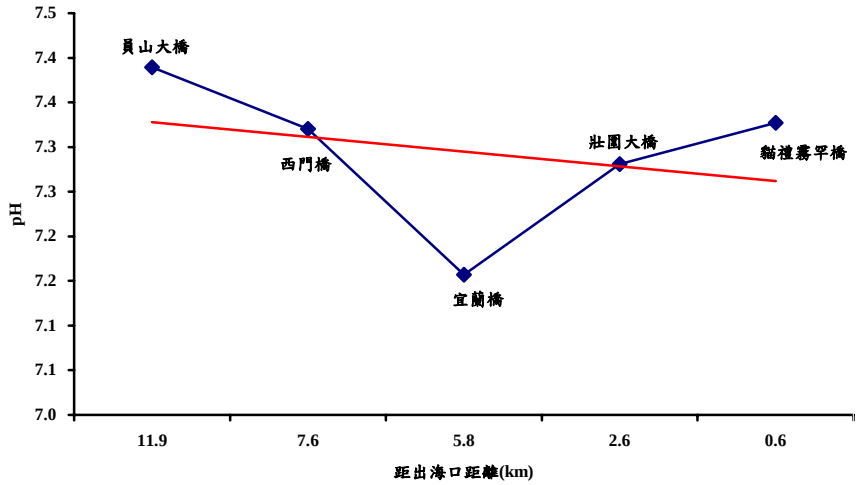
F


9.0
8.5
8.0
7.5
7.0
6.5
6.0
pH
88/03/09
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/09/10
date

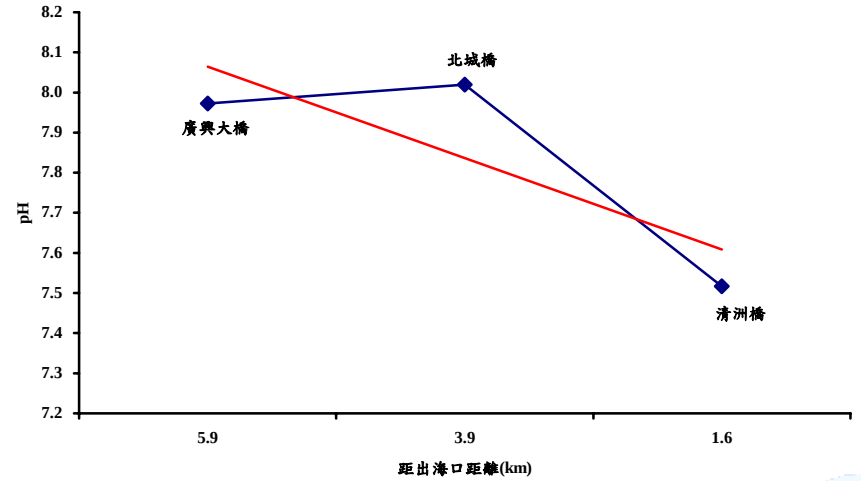
附錄三十 各水體之水質 pH 空間變化圖



A



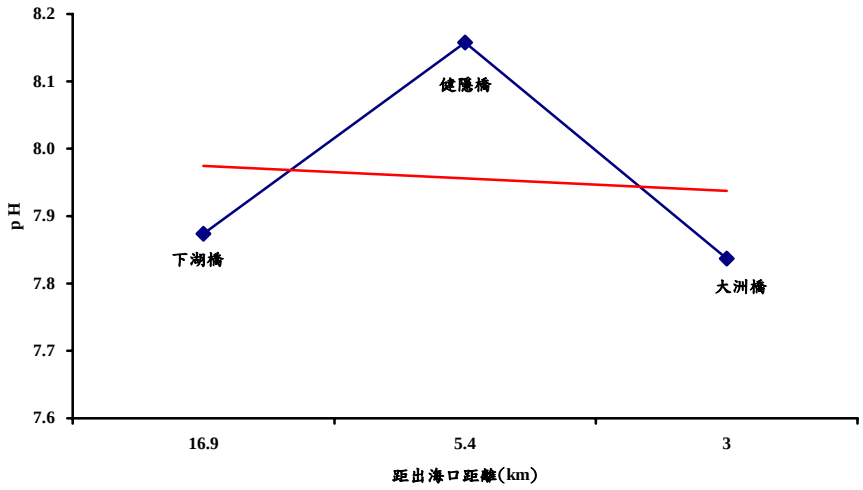
B



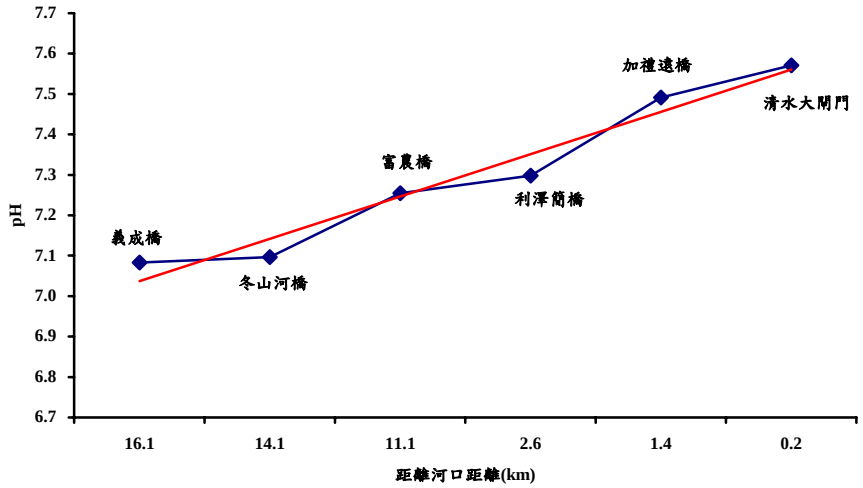
C

(A 圖)蘭陽溪(B 圖)宜蘭河(C 圖)羅東溪(D 圖)安農溪(E 圖)冬山河

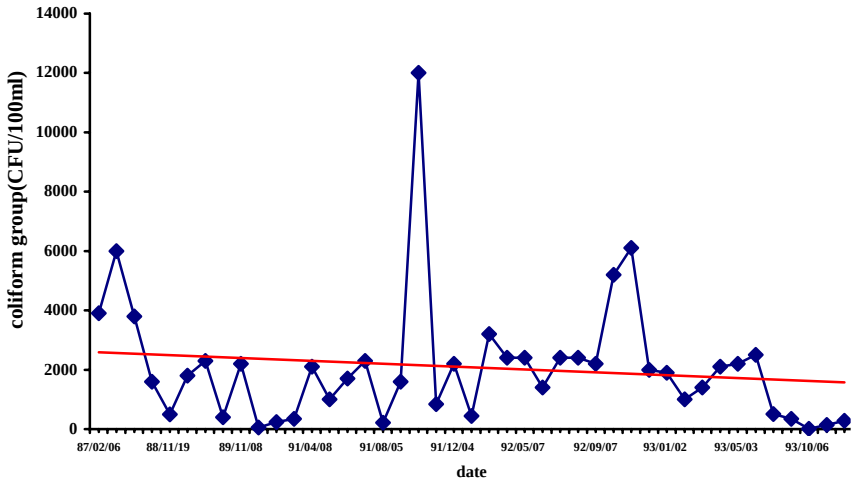
D

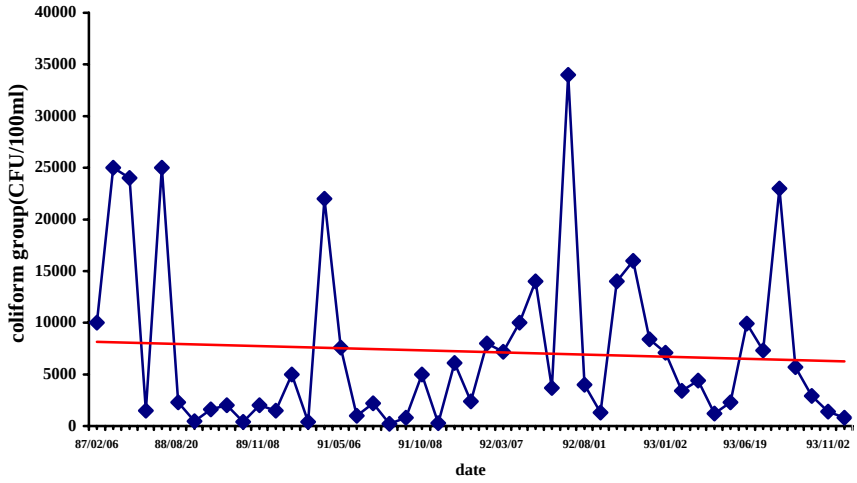

8.2
8.1
8.0
7.9
7.8
7.7
7.6
pH
健隱橋
下湖橋
大洲橋
16.9
5.4
3
距出海口距離(km)

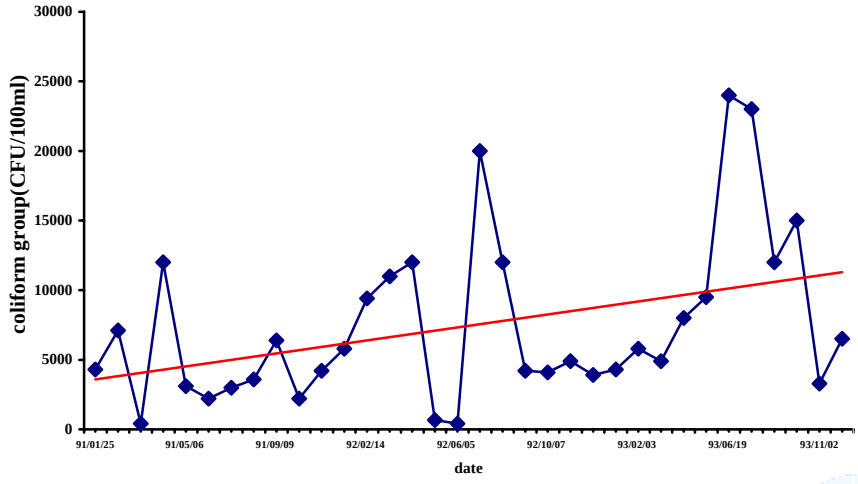
E


7.7
7.6
7.5
7.4
7.3
7.2
7.1
7.0
6.9
6.8
6.7
pH
加禮遠橋
清水大閘門
富農橋
利澤簡橋
義成橋
冬山河橋
16.1
14.1
11.1
2.6
1.4
0.2
距離河口距離(km)

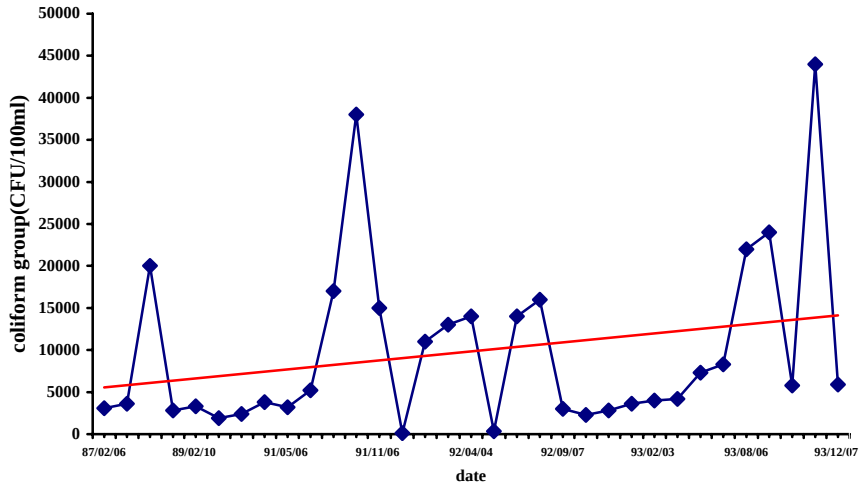
附錄三十一 蘭陽溪各測站之水質大腸桿菌群時間序列變化圖



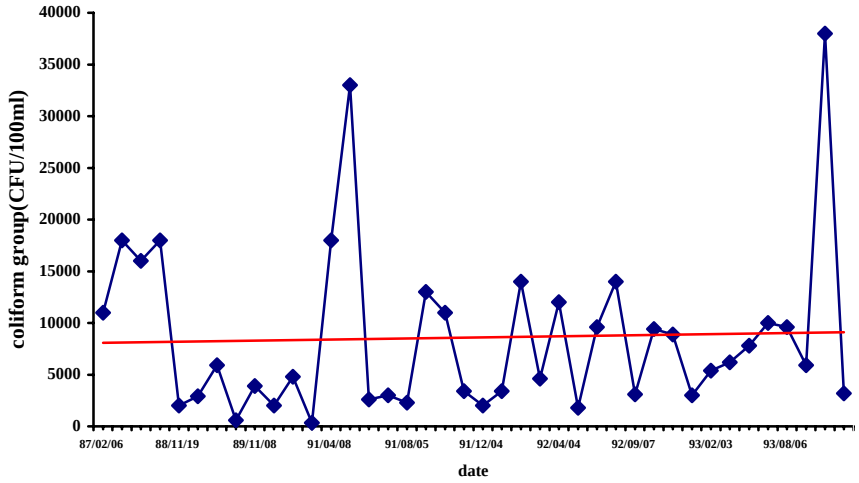




(A 圖)牛門橋(B 圖)崙埤(C 圖)上深溝(D 圖)蘭陽大橋(E 圖)興蘭大橋

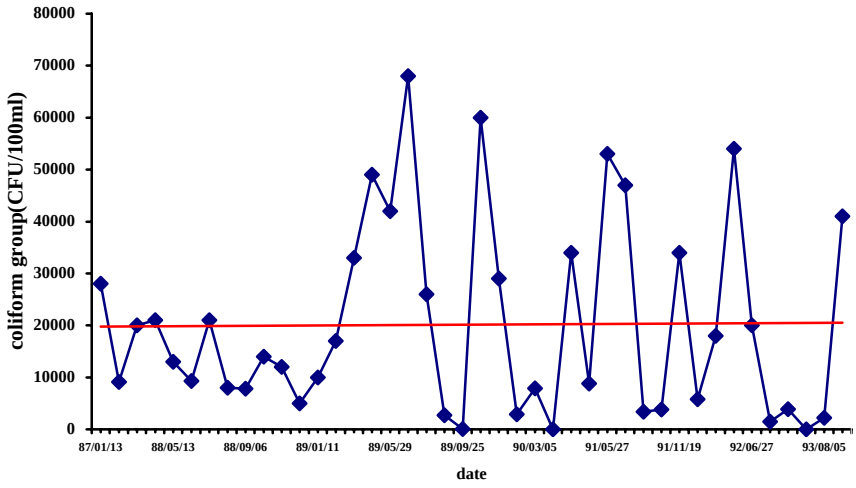

coliform group(CFU/100ml)
50000
45000
40000
35000
30000
25000
20000
15000
10000
5000
0
87/02/06
89/02/10
91/05/06
91/11/06
92/04/04
92/09/07
93/02/03
93/08/06
93/12/07
date

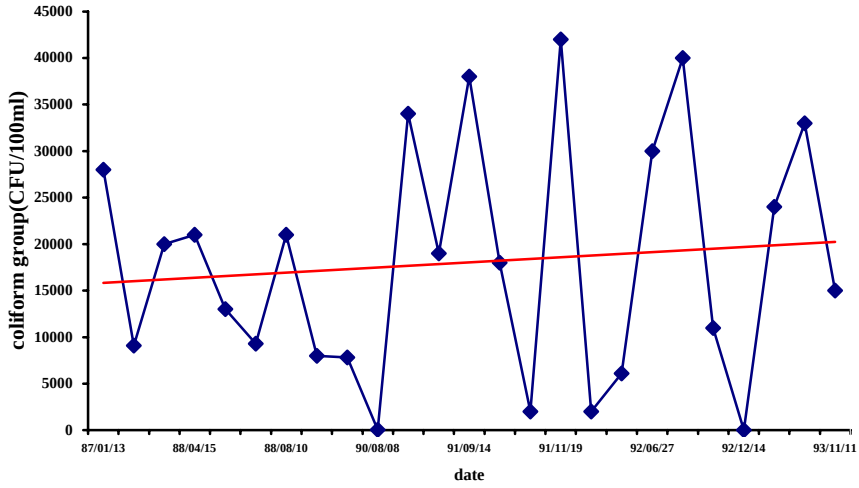
D

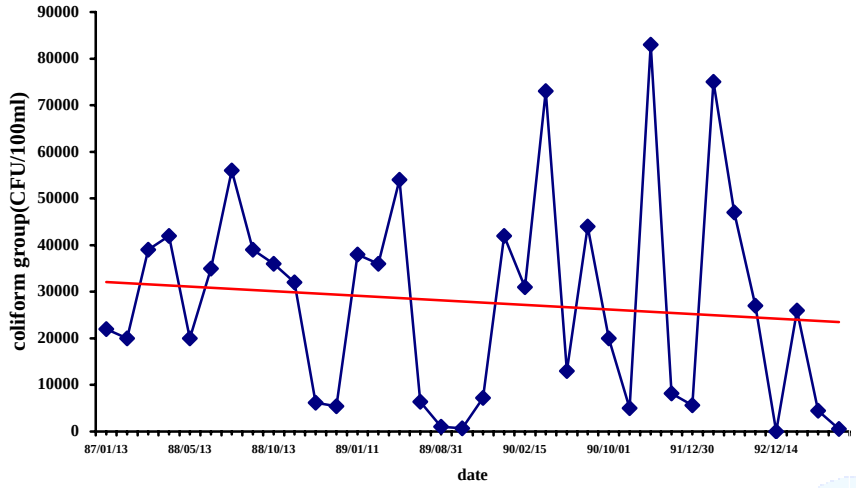

coliform group(CFU/100ml)
40000
35000
30000
25000
20000
15000
10000
5000
0
87/02/06
88/11/19
89/11/08
91/04/08
91/08/05
91/12/04
92/04/04
92/09/07
93/02/03
93/08/06
date

E

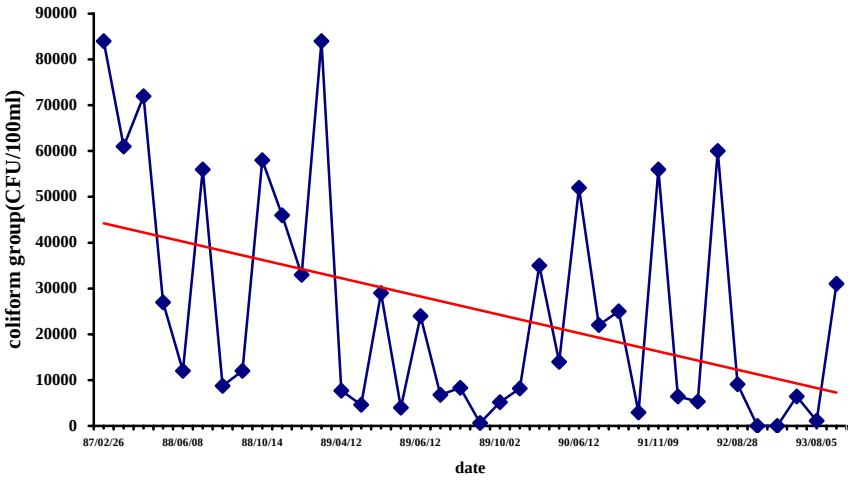
附錄三十二 宜蘭河各測站之水質大腸桿菌群時間序列變化圖



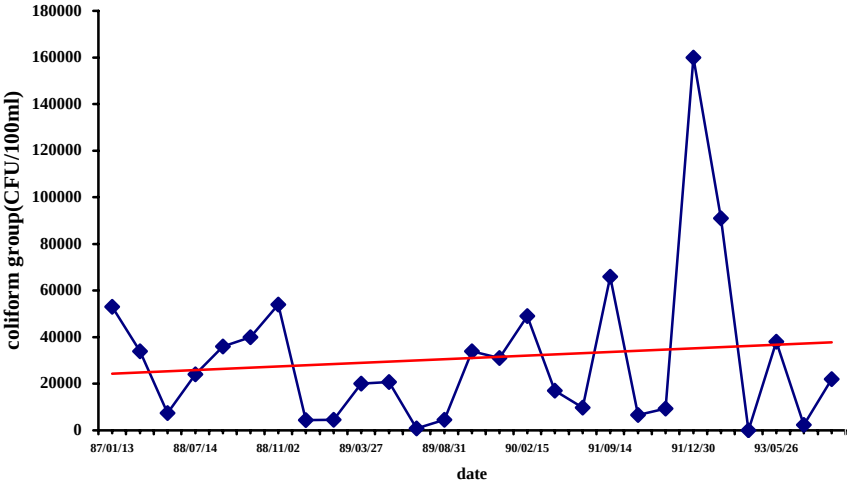




(A 圖)員山大橋(B 圖)西門橋(C 圖)宜蘭橋(D 圖)壯圍大橋(E 圖)貓禮霧罕橋


coliform group(CFU/100ml)
90000
80000
70000
60000
50000
40000
30000
20000
10000
0
87/02/26
88/06/08
88/10/14
89/04/12
89/06/12
89/10/02
90/06/12
91/11/09
92/08/28
93/08/05
date

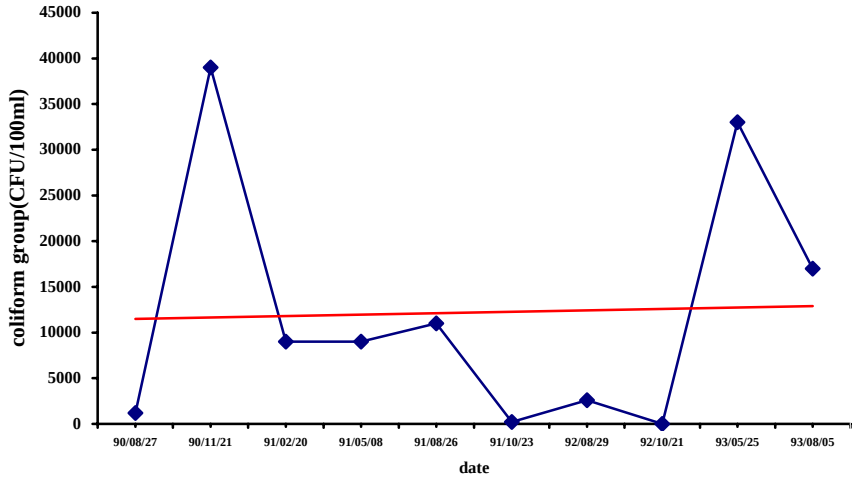
D


coliform group(CFU/100ml)
180000
160000
140000
120000
100000
80000
60000
40000
20000
0
87/01/13
88/07/14
88/11/02
89/03/27
89/08/31
90/02/15
91/09/14
91/12/30
93/05/26
date

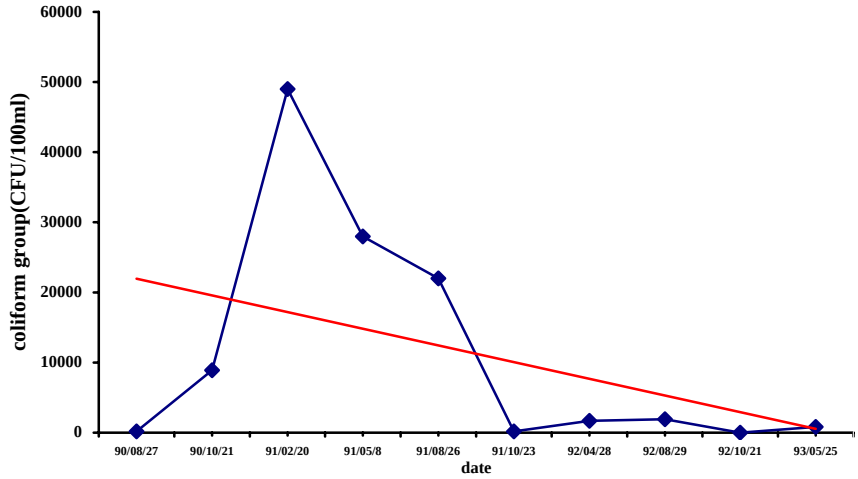
E

附錄三十三 羅東溪各測站之水質大腸桿菌群時間序列變化圖

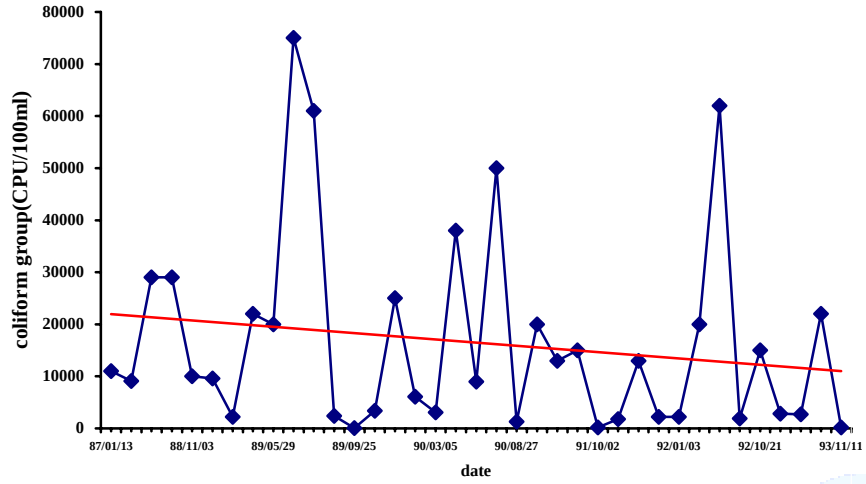
A



B

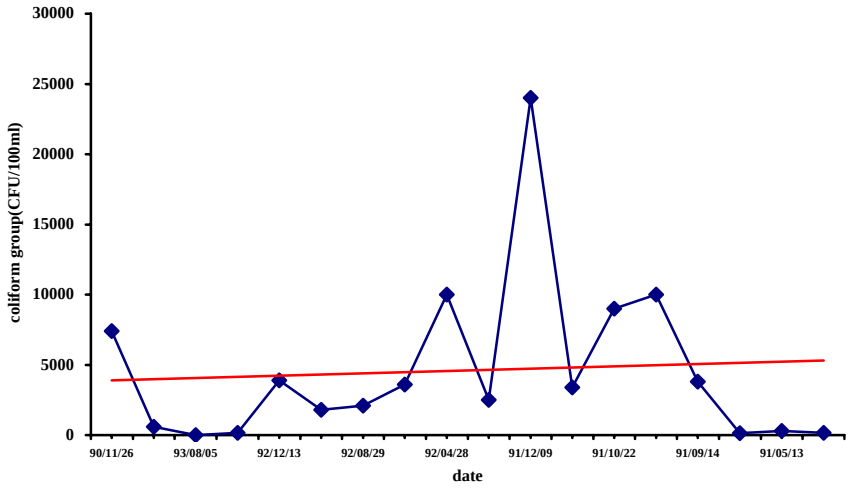


C

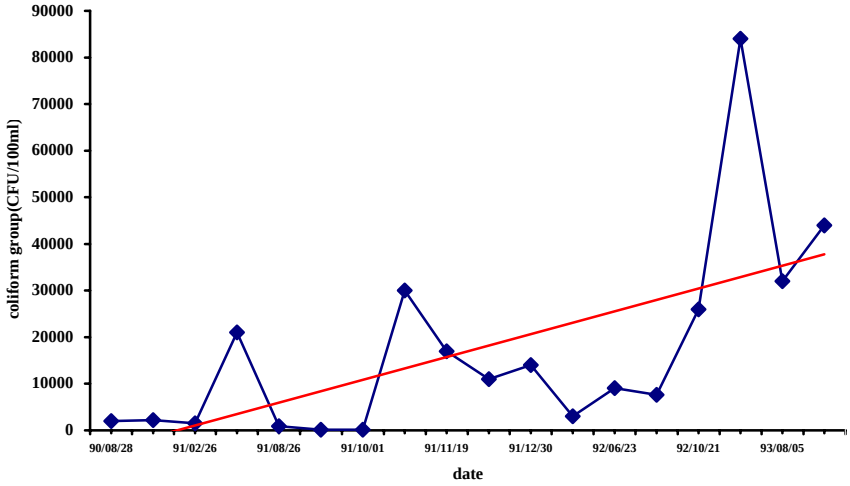


(A 圖)廣興大橋(B 圖)北城橋(C 圖)清洲橋

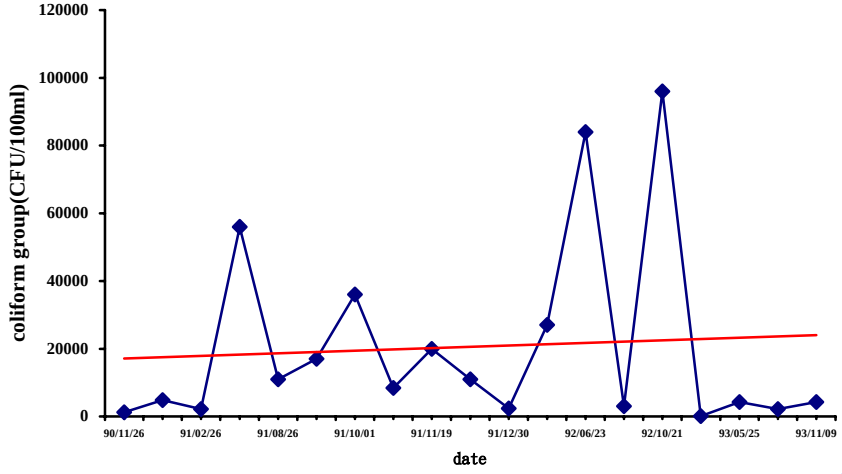
附錄三十四 安農溪各測站之水質大腸桿菌群時間序列變化圖



A



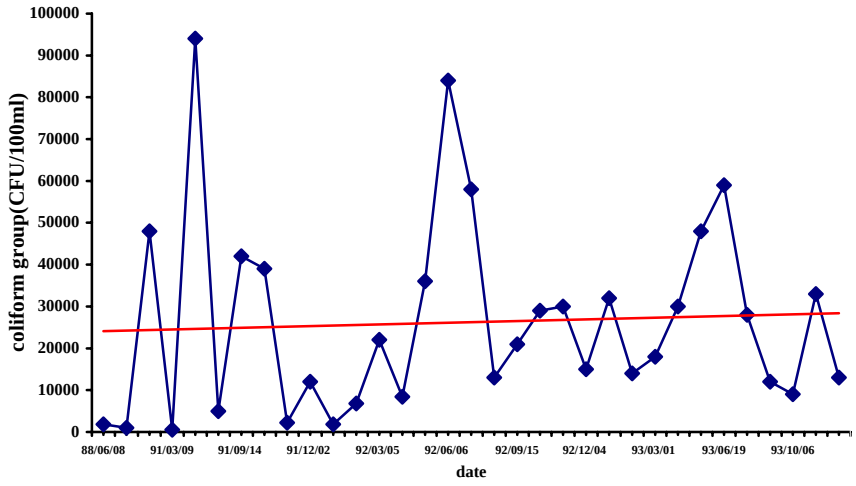
B



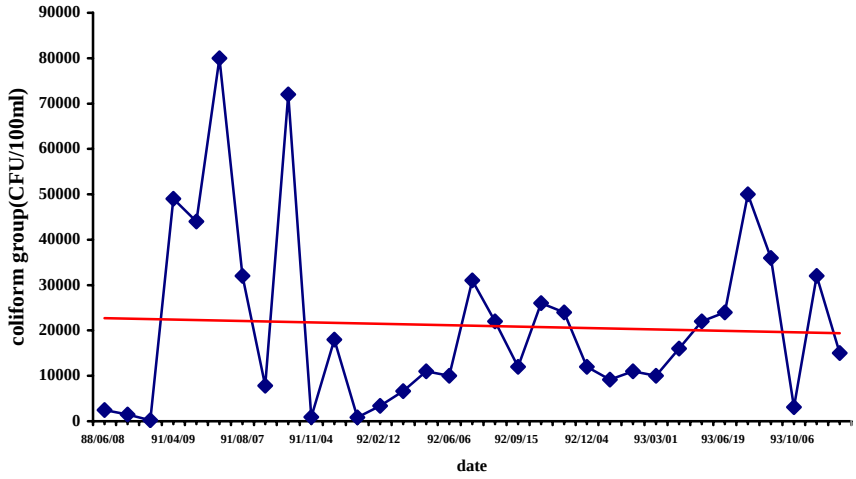
C

(A 圖)下湖橋(B 圖)健隱橋(C 圖)大洲橋

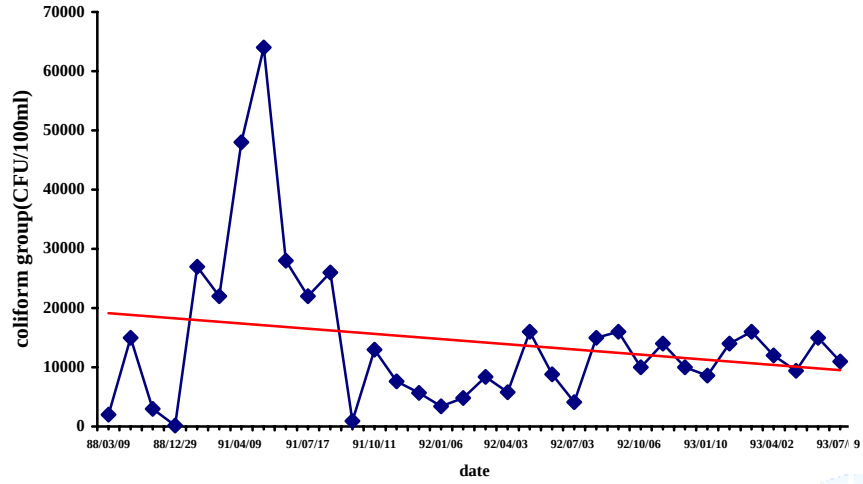
附錄三十五 冬山河各測站之水質大腸桿菌群時間序列變化圖



A

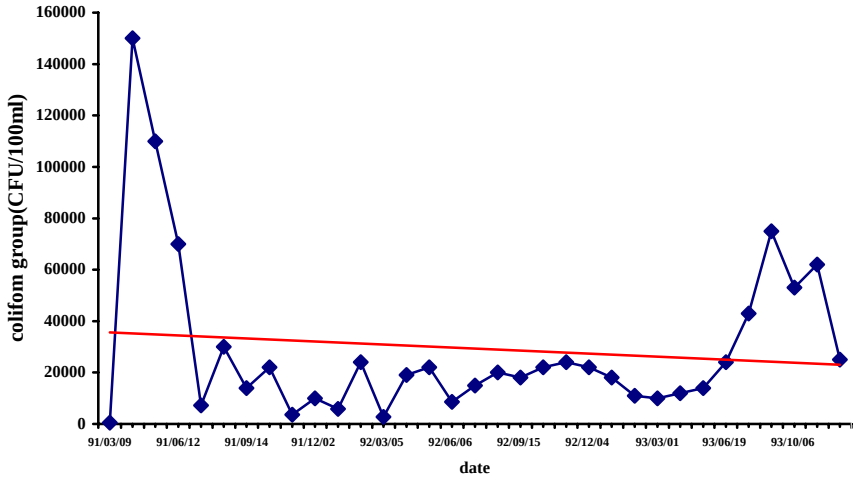


B

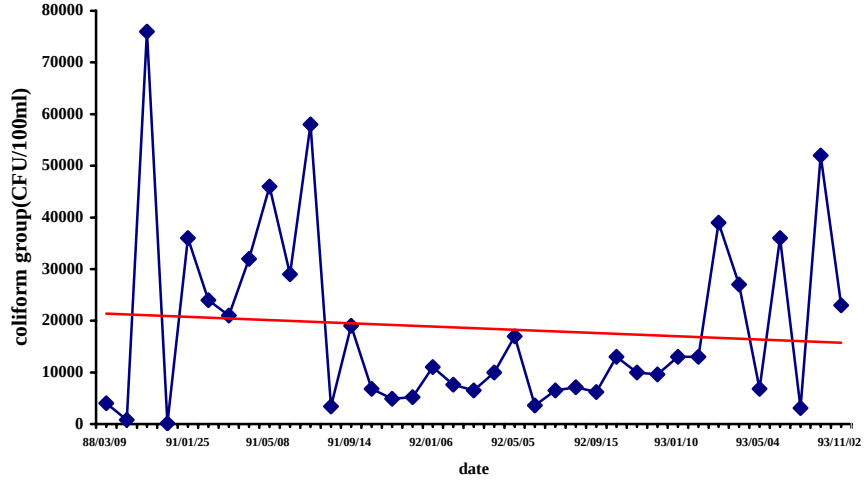


C

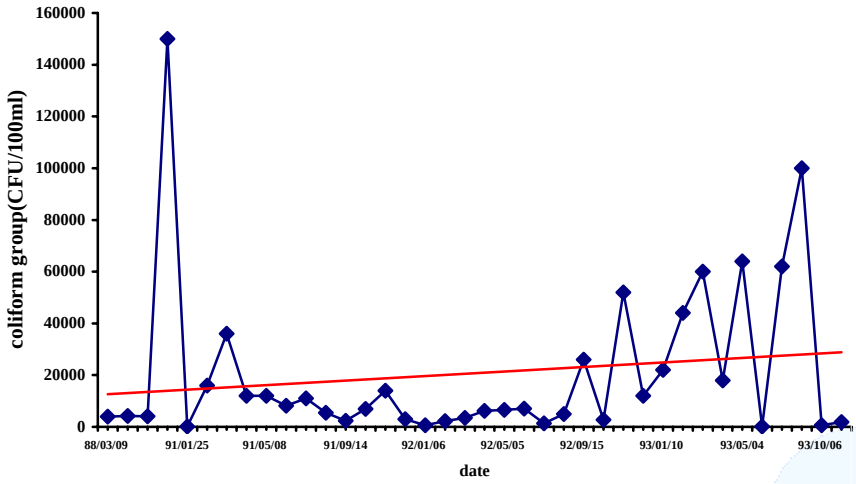
(A 圖)義成橋(B 圖)冬山河(C 圖)富農橋(D 圖)利澤簡橋(E 圖)加禮遠橋(F 圖)清水大閘門


160000
140000
120000
100000
80000
60000
40000
20000
0
colifom group(CFU/100ml)
91/03/09
91/06/12
91/09/14
91/12/02
92/03/05
92/06/06
92/09/15
92/12/04
93/03/01
93/06/19
93/10/06
date

D

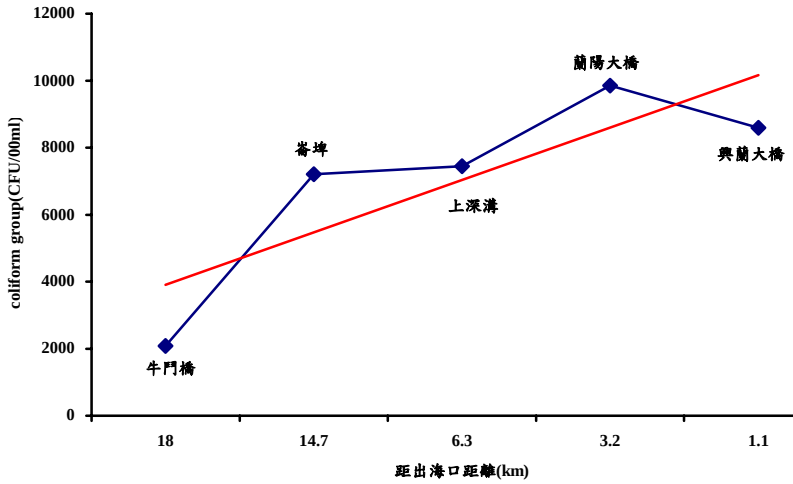

80000
70000
60000
50000
40000
30000
20000
10000
0
coliform group(CFU/100ml)
88/03/09
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/11/02
date

E

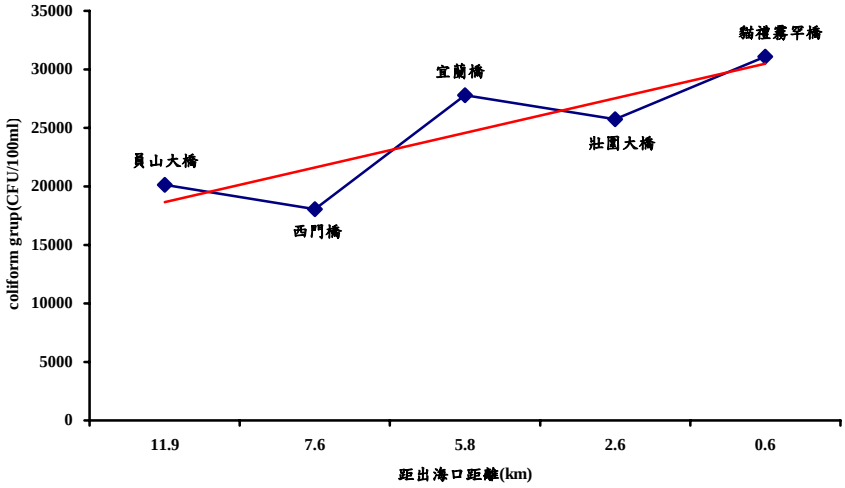

160000
140000
120000
100000
80000
60000
40000
20000
0
coliform group(CFU/100ml)
88/03/09
91/01/25
91/05/08
91/09/14
92/01/06
92/05/05
92/09/15
93/01/10
93/05/04
93/10/06
date

F

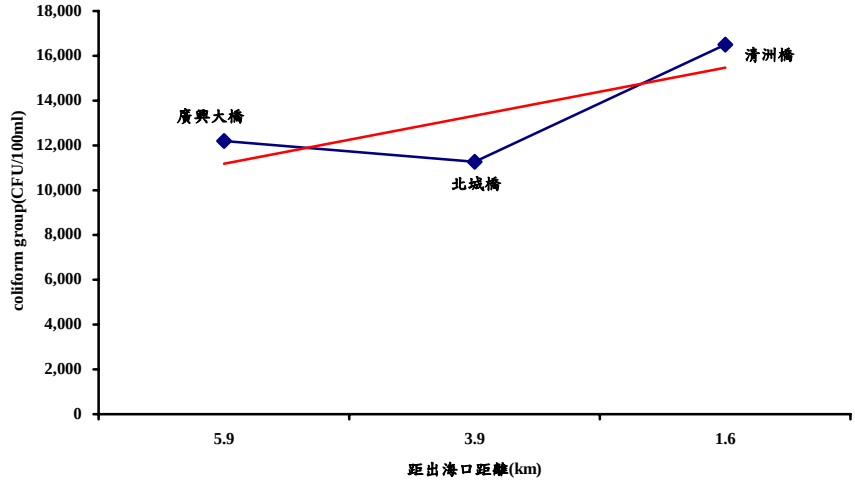
附錄三十六 各水體之水質大腸桿菌群空間變化圖



A



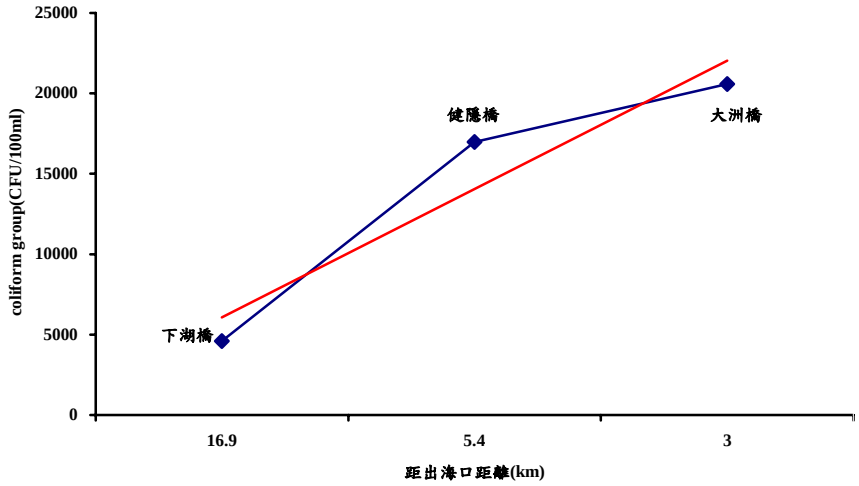
B



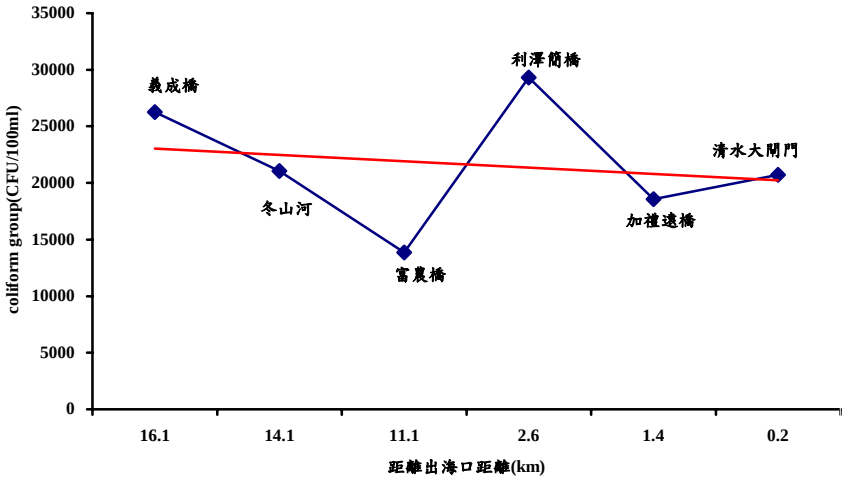
C

(A 圖)蘭陽溪(B 圖)宜蘭河(C 圖)羅東溪(D 圖)安農溪(E 圖)冬山河

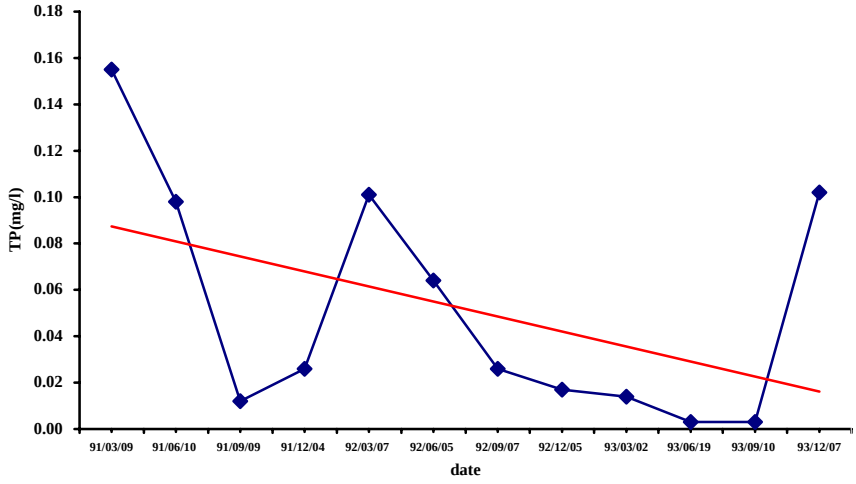
D

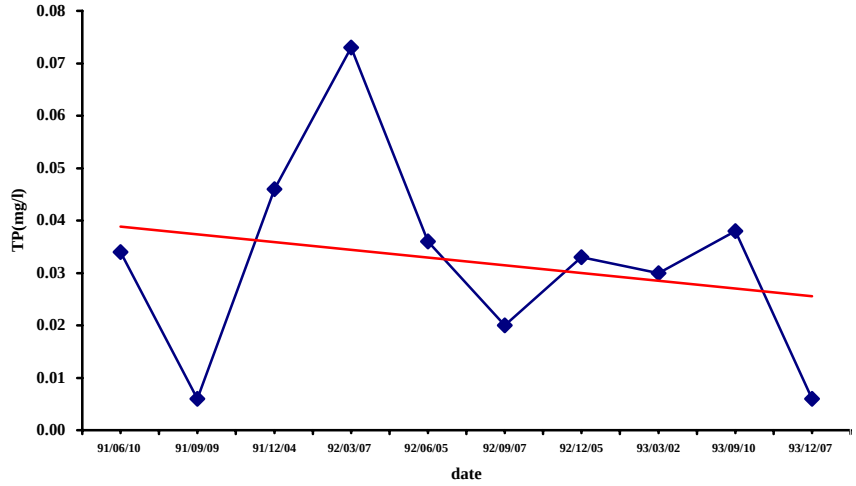

25000
20000
15000
10000
5000
0
coliform group(CFU/100ml)
下湖橋
健隱橋
大洲橋
16.9
5.4
3
距出海口距離(km)

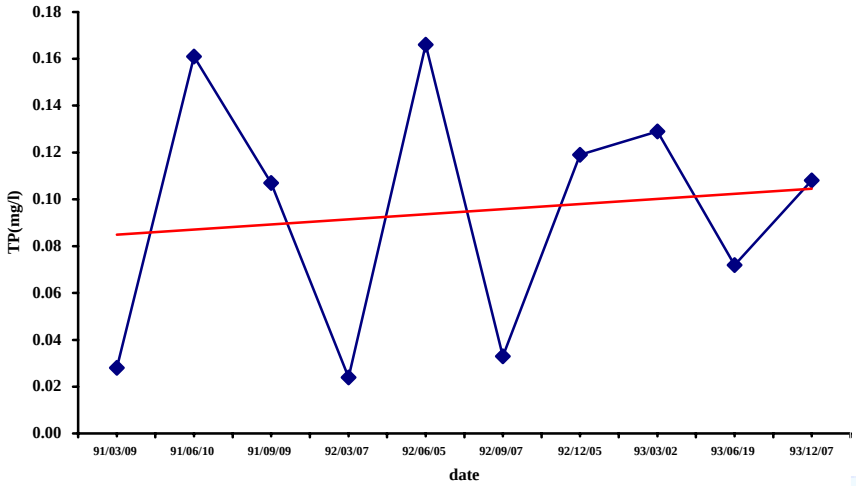
E


35000
30000
25000
20000
15000
10000
5000
0
coliform group(CFU/100ml)
義成橋
冬山河
富農橋
利澤簡橋
加禮遠橋
清水大閘門
16.1
14.1
11.1
2.6
1.4
0.2
距離出海口距離(km)

附錄三十七 蘭陽溪各測站之水質總磷時間序列變化圖

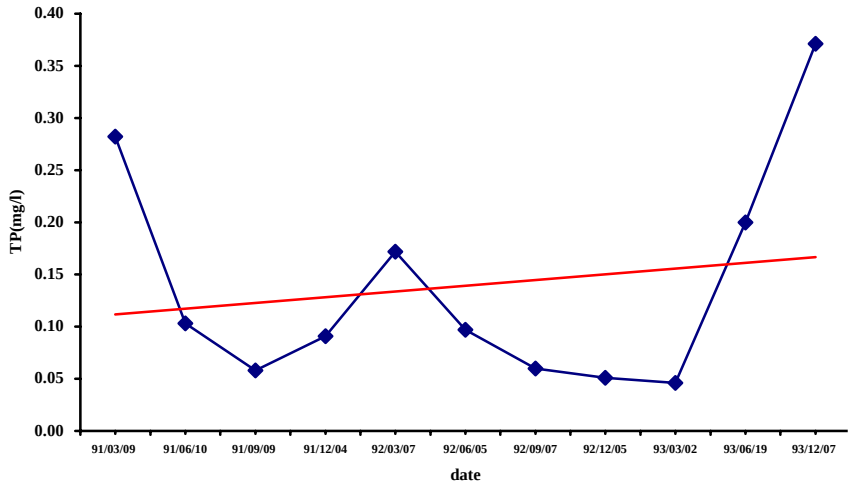




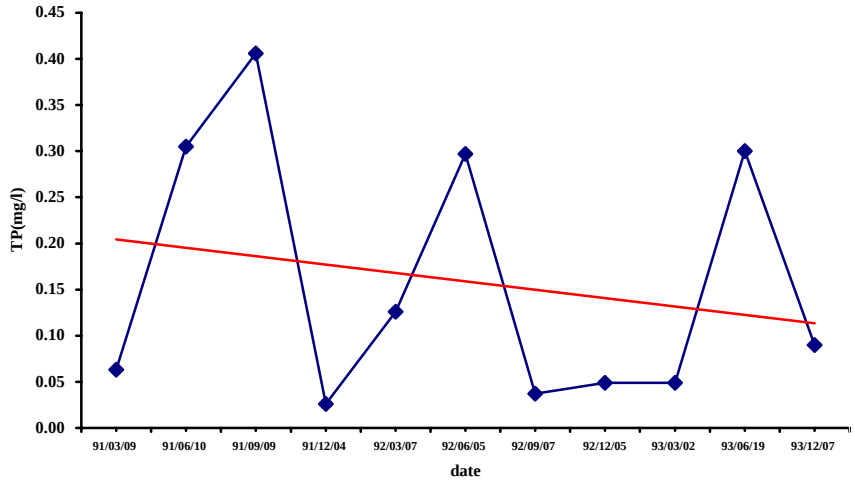


(A 圖)牛鬥橋(B 圖)崙埤(C 圖)上深溝(D 圖)蘭陽大橋(E 圖)興蘭大橋

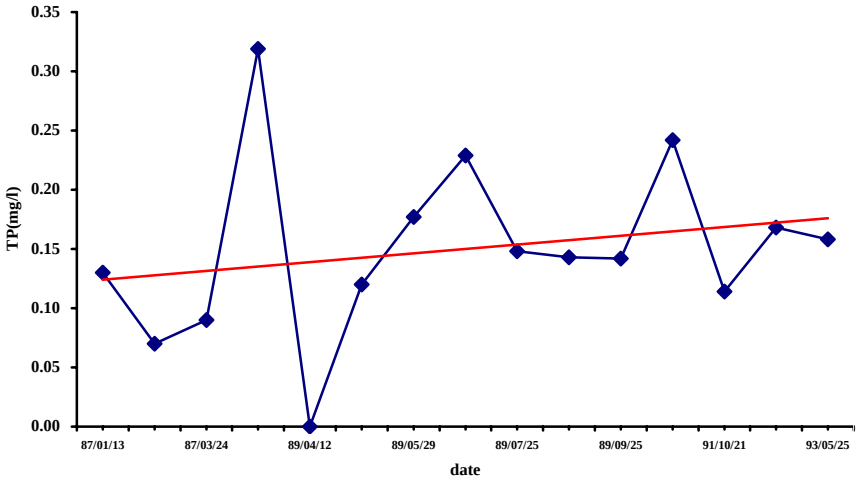
D


0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
TP(mg/l)
91/03/09
91/06/10
91/09/09
91/12/04
92/03/07
92/06/05
92/09/07
92/12/05
93/03/02
93/06/19
93/12/07
date

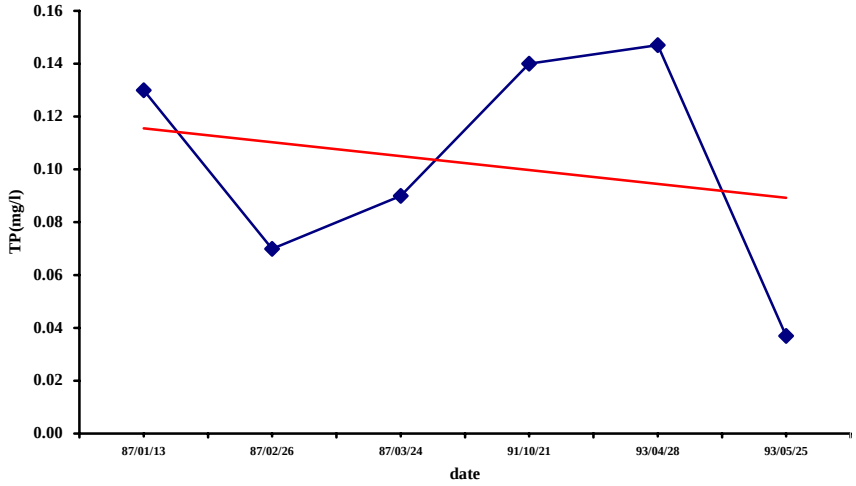
E


0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
TP(mg/l)
91/03/09
91/06/10
91/09/09
91/12/04
92/03/07
92/06/05
92/09/07
92/12/05
93/03/02
93/06/19
93/12/07
date

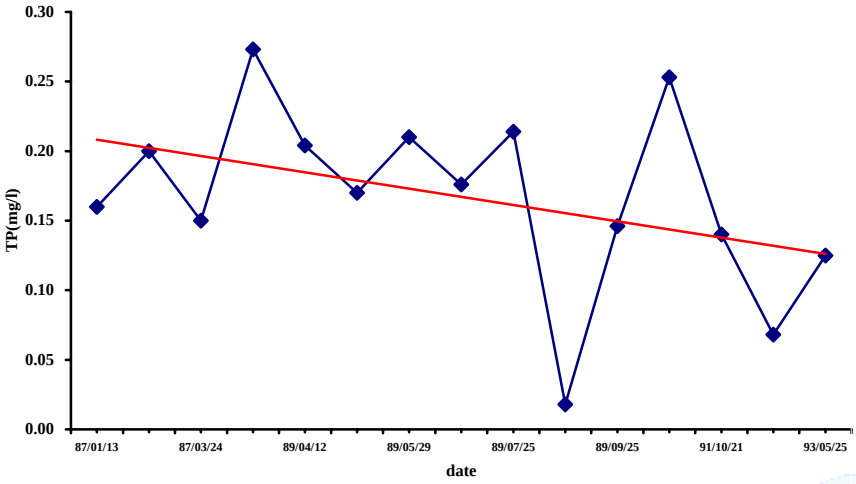
附錄三十八 宜蘭河各測站之水質總磷時間序列變化圖



A



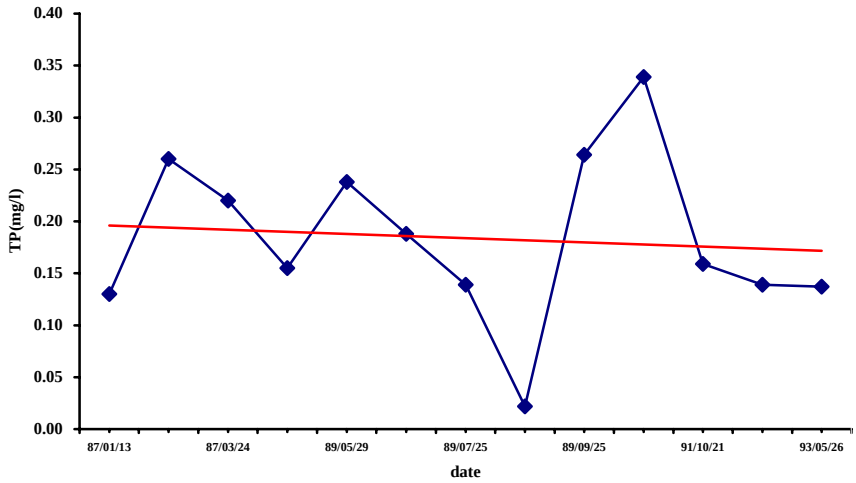
B



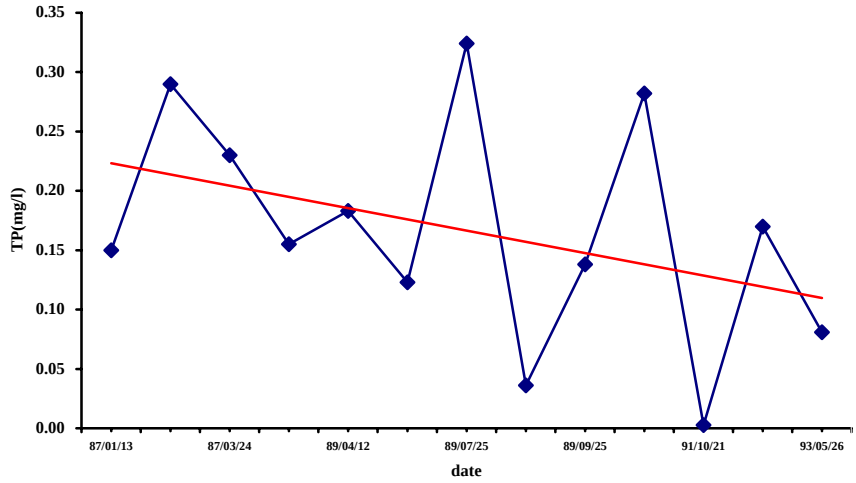
C

(A 圖)員山大橋(B 圖)西門橋(C 圖)宜蘭橋(D 圖)壯圍大橋(E 圖)貓禮霧罕橋

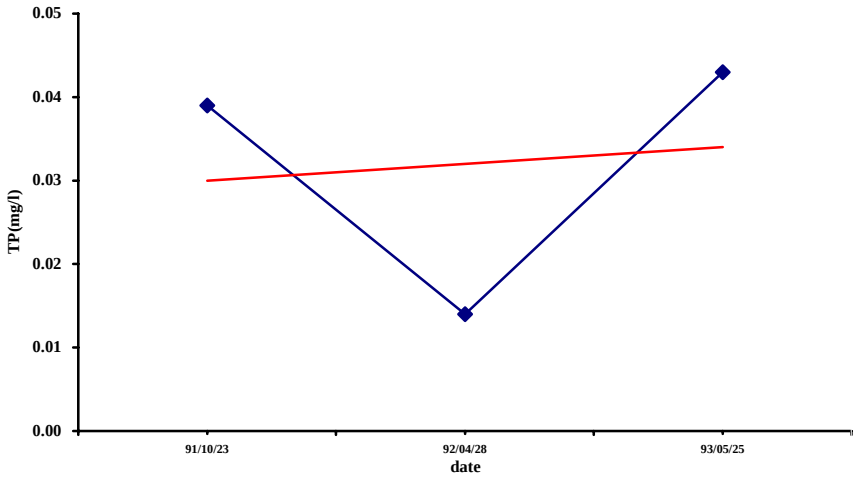
D

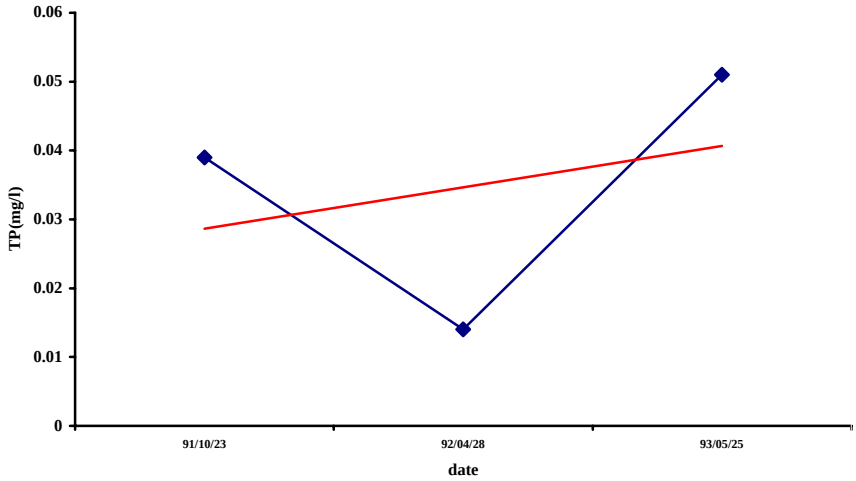

0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
TP(mg/l)
87/01/13
87/03/24
89/05/29
89/07/25
89/09/25
91/10/21
93/05/26
date

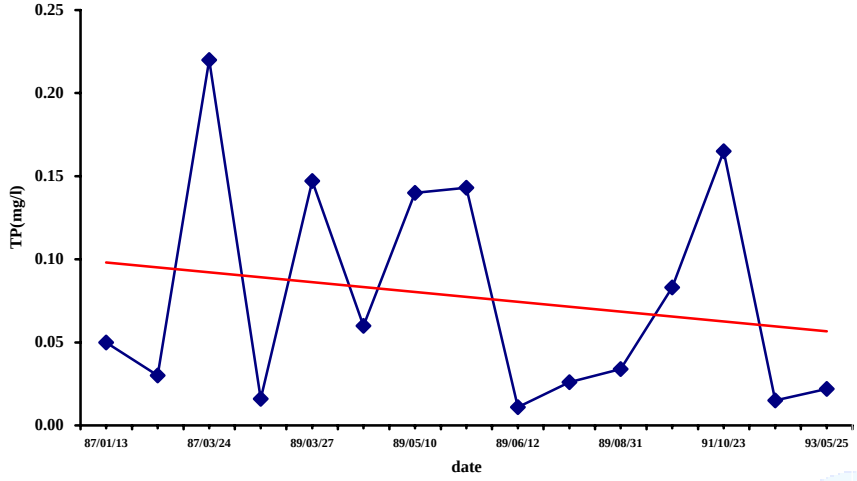
E


0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
TP(mg/l)
87/01/13
87/03/24
89/04/12
89/07/25
89/09/25
91/10/21
93/05/26
date

附錄三十九 羅東溪各測站之水質總磷時間序列變化圖

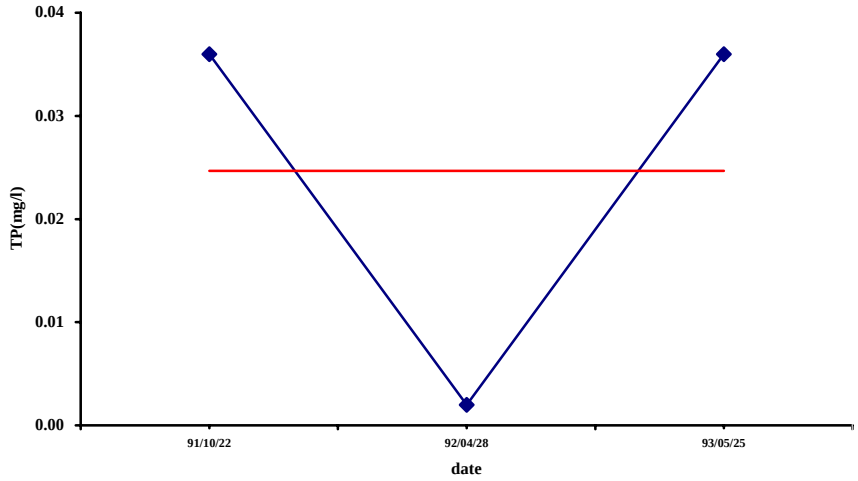




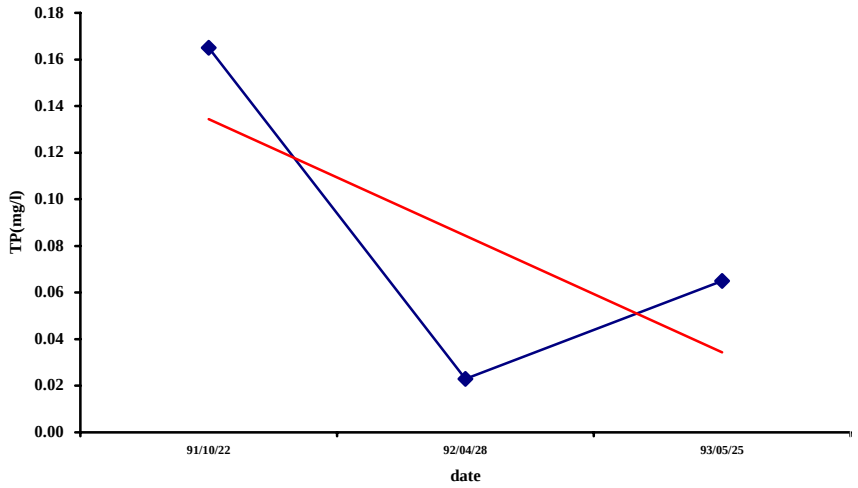


(A 圖)廣興大橋(B 圖)北城橋(C 圖)清洲橋

附錄四十 安農溪各測站之水質總磷時間序列變化圖



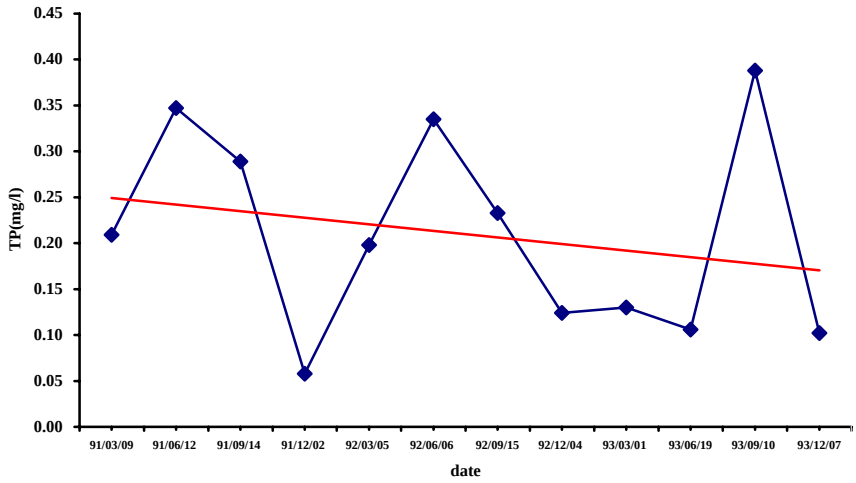
A



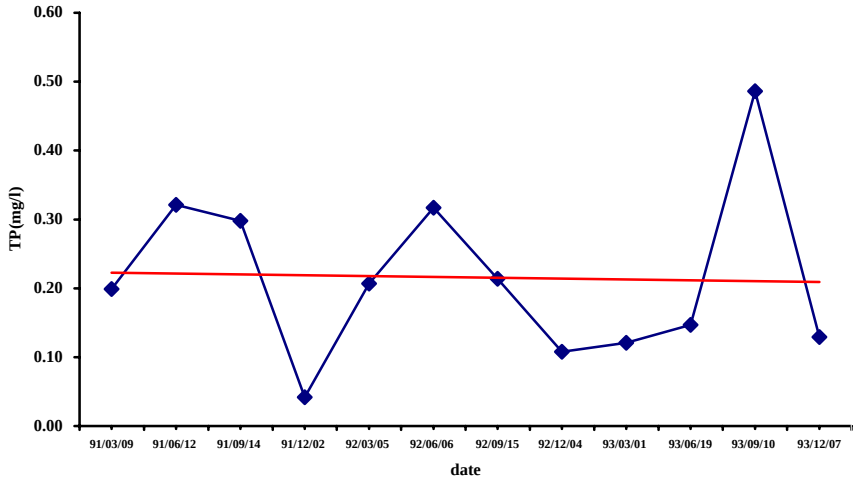
B

(A 圖)下湖橋(B 圖)大洲橋

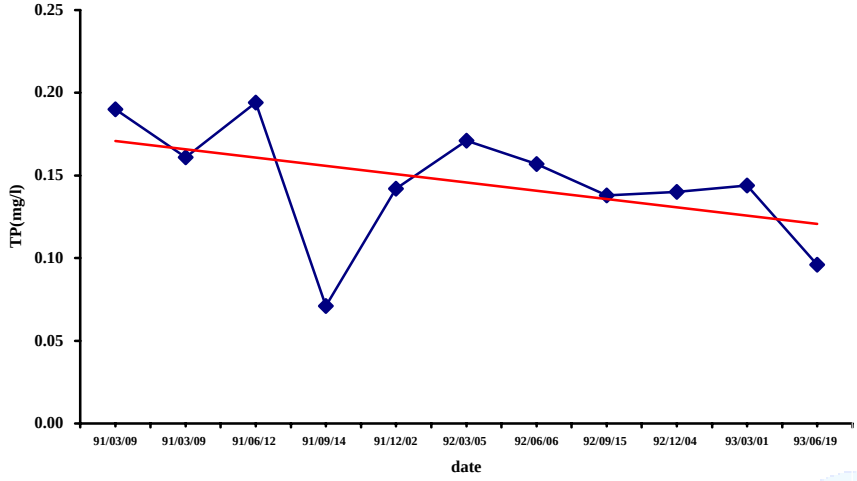
附錄四十一 冬山河各測站之水質總磷時間序列變化圖



A

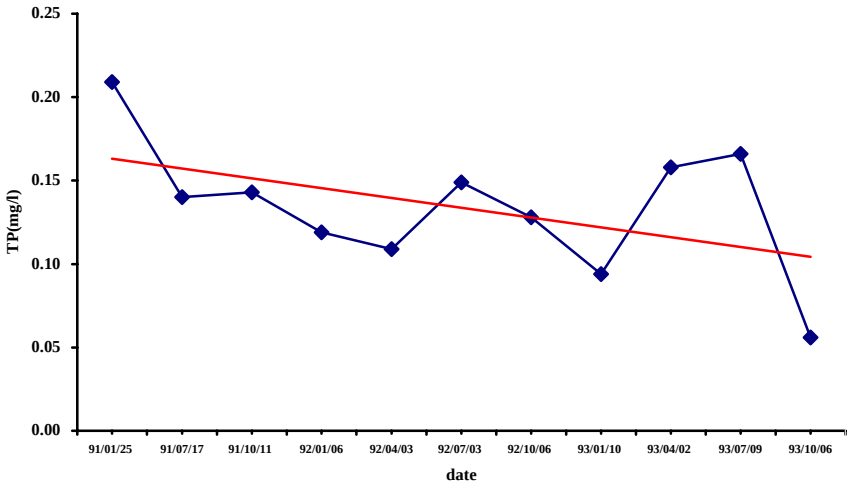


B

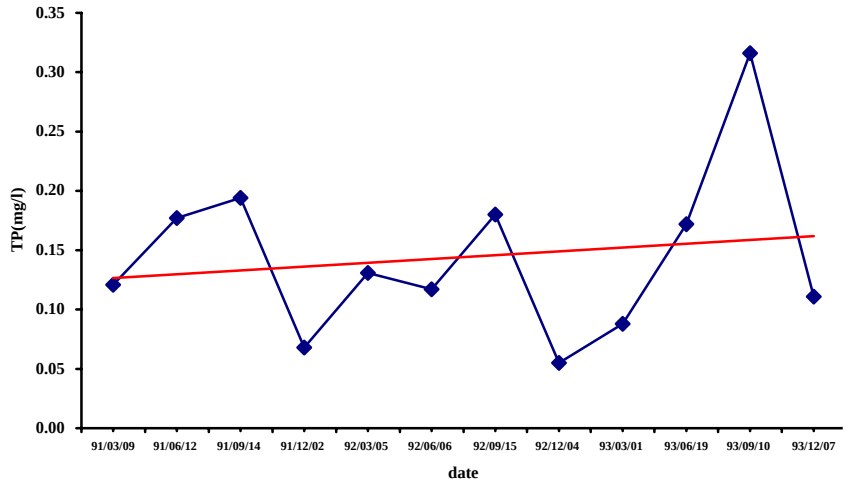


C

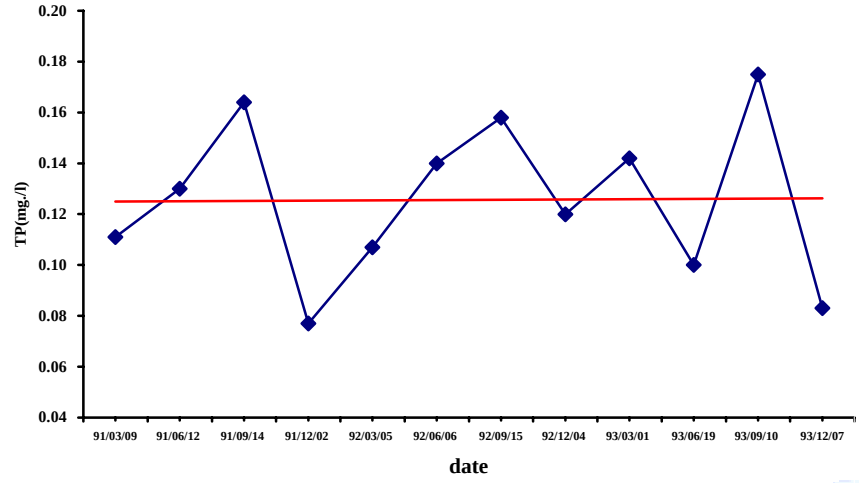
(A 圖)義成橋(B 圖)冬山河(C 圖)富農橋(D 圖)利澤簡橋(E 圖)加禮遠橋(F 圖)清水大閘門


0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
TP(mg/l)
91/01/25
91/07/17
91/10/11
92/01/06
92/04/03
92/07/03
92/10/06
93/01/10
93/04/02
93/07/09
93/10/06
date

D

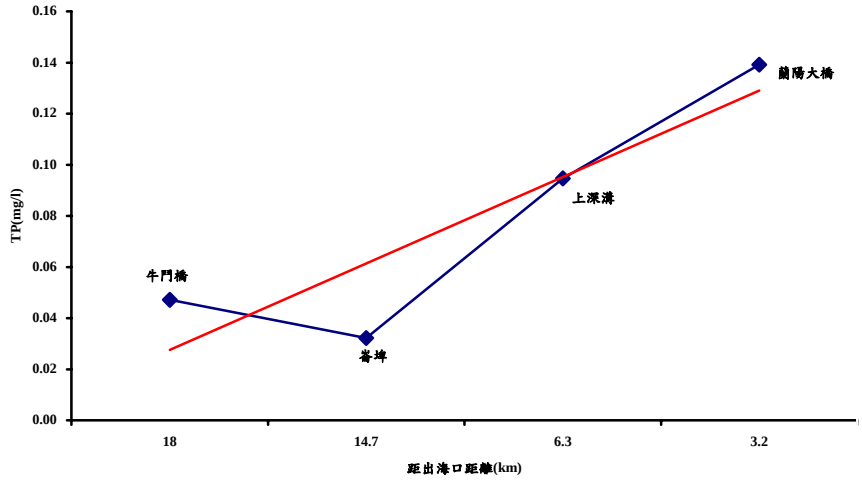

0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
TP(mg/l)
91/03/09
91/06/12
91/09/14
91/12/02
92/03/05
92/06/06
92/09/15
92/12/04
93/03/01
93/06/19
93/09/10
93/12/07
date

E

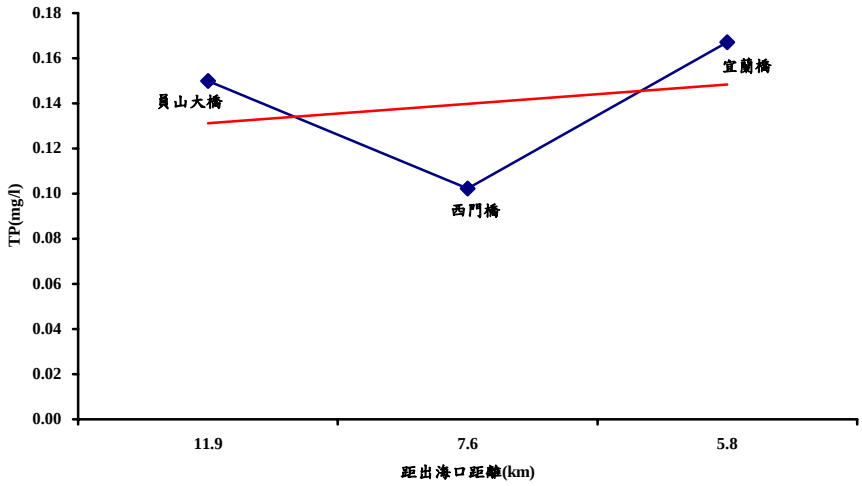

0.20
0.18
0.16
0.14
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
TP(mg./l)
91/03/09
91/06/12
91/09/14
91/12/02
92/03/05
92/06/06
92/09/15
92/12/04
93/03/01
93/06/19
93/09/10
93/12/07
date

F

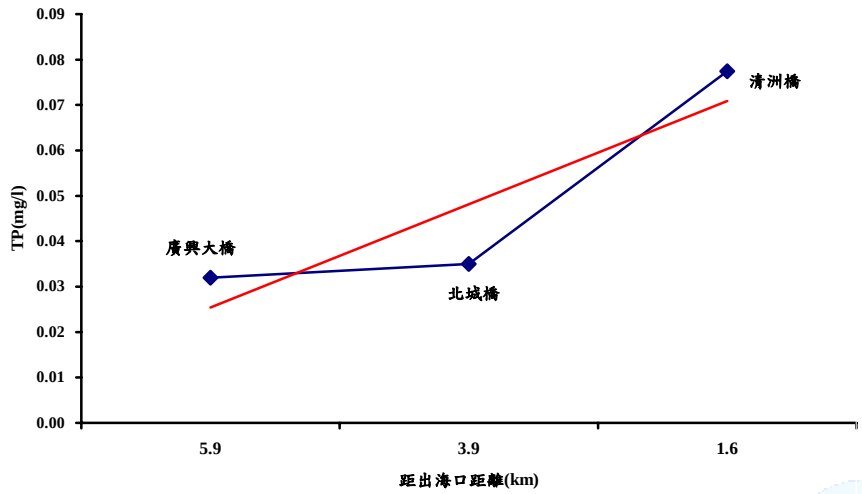
附錄四十二 各水體之水質總磷空間變化圖



A



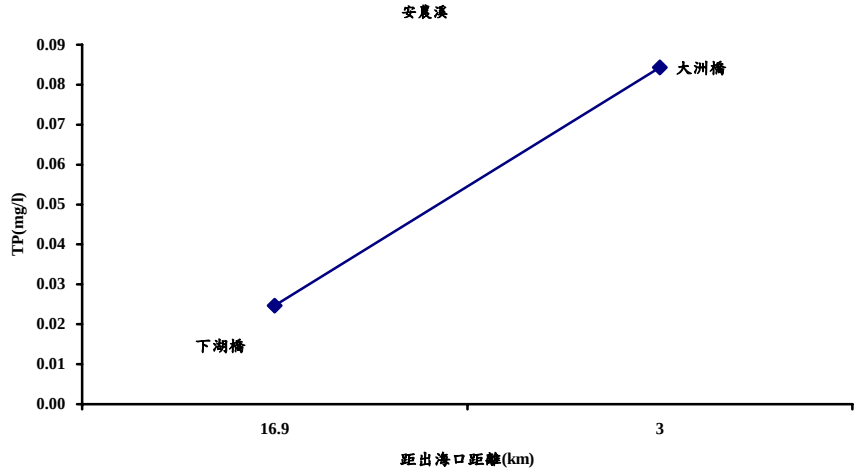
B



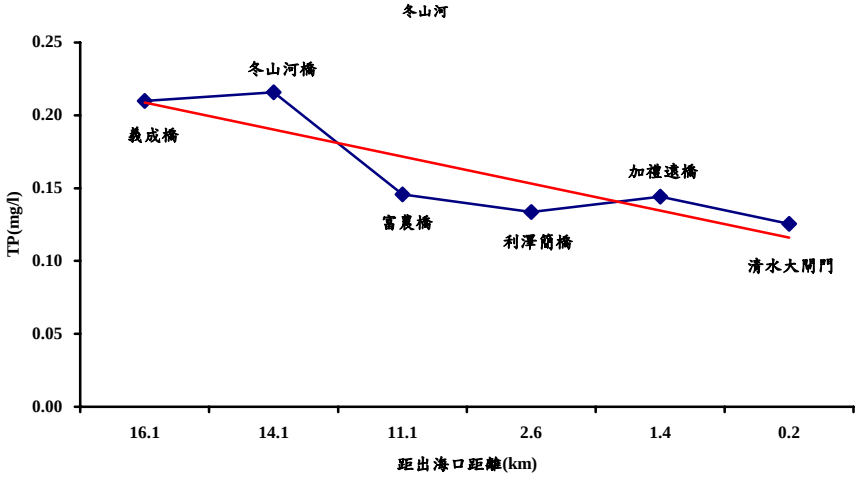
C

(A 圖)蘭陽溪(B 圖)宜蘭河(C 圖)羅東溪(D 圖)安農溪(E 圖)冬山河

D


安農溪
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0.00
TP(mg/l)
大洲橋
下湖橋
16.9
3
距出海口距離(km)

E


冬山河
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
TP(mg/l)
冬山河橋
義成橋
加禮遠橋
富農橋
利澤簡橋
清水大閘門
16.1
14.1
11.1
2.6
1.4
0.2
距出海口距離(km)