

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 地球科學科

最佳創意獎

040503

潮汐對基隆田寮河的淨化作用？以自製分層取樣方式探討
研究！

學校名稱：基隆市立安樂高級中學

作者： 高二 蘇素宜 高二 曾律萍 高二 陳喬婷 高二 林靜宜	指導老師： 張正杰 陳怡婷
---	---------------------

關鍵詞：潮汐 自製分層取樣 基隆田寮河

題目：潮汐對基隆田寮河的淨化作用？以自製分層取樣方式

探討研究！

摘要

田寮河位於基隆市區中心，污染嚴重，河流直接排放至基隆港區，影響環境甚鉅。本研究利用自製的河流分層取樣器，針對田寮河各深度層面之鹽度、總懸浮量、溶氧量、水溫、氨氮值與 pH 值作分析，探討基隆港潮汐變化對田寮河水的淨化效果。研究結果顯示，(一) 田寮河本身坡度緩、流速慢，因此河水中的汙染物不易由河水帶出至港口排放，只能緩慢漂移，且有些懸浮固體會下沉在河底，不易流動；(二) 由河流污染指標 (RPI) 顯示田寮河上層為中度污染，下層為嚴重污染；(三) 基隆港潮差小，受潮汐影響之田寮河感潮帶僅 300~600 公尺，潮汐淨化河水的效果有限；(四) 藉由自製的分層取樣器的水質分層調查得知，田寮河在鹽度、總懸浮量及河流污染指標，上下層反映出不同的水質結果，也讓我們更加清楚河流的污染情況。再者，分層取樣方式可推展到台灣其他河川水質的調查，讓我們更加瞭解整個河川各層面的水文狀態。

壹、研究動機

田寮河靠近基隆夜市，當我們傍晚放學回家，身處在熱鬧非凡的大街上時，河水的刺鼻味卻總會不經意的飄進鼻子，使人「聞」之唯恐不及。田寮河隨著城市、商業的興起，漸漸變成又臭又髒的惡水。想起老師在上地球科學-海洋單元介紹過潮汐等內容。讓我們想研究基隆港潮汐的變化，是否會對田寮河帶來淨化作用，進而改善水質呢？參考一些河川污染調查文獻與科展研究，多以水桶打撈表層河水，然而深層的變化與表層都是一致嗎？這引起我們很大的動力，去設計與嘗試改造研究工具，設計出一個可以抽取各層面的器具，來深入探討河川水質調查。

貳、研究目的

- 一、調查田寮河的基本水質資料，包括田寮河水的水溫、酸鹼值(pH)、水體總懸浮顆粒(TDS, Total dissolve solid)、鹽度(SA, salt)、溶氧量(DO, dissolve oxygen)、生物需氧量(BOD)與氨氮值(NH₃-N)。
- 二、以上述的基本水質資料，觀測田寮河的水質變化，探討田寮河水質污染程度的情況。
- 三、以各測站所得測值，觀察田寮河上下層的水質是否一致。
- 四、再以兩個不同潮差時間的水質做比較，探討潮汐對田寮河水質的影響。

參、研究設備及材料

一、材料：

1、60±10ml 針筒 5 支	10、數位相機 1 台
2、200cm×5cm×5cm 鋁條 1 支	11、採樣瓶 90 個(60ml)
3、2cm×2cm×150cm 木棒 1 支	12、鑽洞機 1 台
4、200cm×1.5cm 延長杆 1 支(可伸縮)	13、絕緣膠帶、雙面膠各 1 捆
5、編織線數條	14、燒杯、量杯數個 600ml
6、熱熔槍 1 把	15、標籤
7、蒸餾水	16、水桶 1 個
8、手套 6 雙	17、寶特瓶 600ml
9、螺絲釘 5 個	18、19cm×22.8cm 採樣瓶放置盒 2 盒

二、為什麼要做分層取樣器？

以前研究河流，大部分採取表面的水質，這僅僅可反應出河水表面與大氣接觸的物理或化學的變化。本研究我們自製分層取樣器，以每 50 公分為間隔，可以測量河川水面下 0 公分~200 公分的分層水質，可以觀察到河水下層水質是否與上層一致，進而深入探討污染的因素。



圖：河水分層取樣器 約有 4.2 公尺長

圖：採樣瓶放置盒

三、硬體設備：

- (一) pH測定儀(pH-MV-TEMP. METER)(解析度0.01，精確度± [0.01pH+1d] *)
(Lutron牌)
- (二) DO測定儀(OXYGEN METER)【解析度0.1mg/L，精確度±0.4mg/L】(Lutron牌)
- (三) 鹽度計(SALT Manager)【解析度0.1‰~1‰】、水溫【精確度±1°C】、TDS
【解析度1ppm [mg/L]，精確度±3 Full Scale [20°C 基準]】(Rixen牌)
- (四) 恆溫培養箱 1 台 (INSTRUMENTS CO., LTD) (RISEN 牌)

- (五) 河水分層採樣器 1 支
- (六) AMMONIA 試驗紙 25 片

四、軟體設備：

- (一) Excel 繪製田寮河各測值折線圖
- (二) Word 撰寫田寮河報告
- (三) Surfer8 繪製田寮河剖面圖
- (四) Google earth 查詢田寮河空照圖

肆、研究方法

一、田寮河測站

我們在2007年2月4日及2月11日進行水質採樣的前測，以熟悉採樣路線、分層取樣器及各式測量儀器的使用方式、水質所需稀釋倍率等。正式的水質採樣於2007年2月28日12:00~19:00、2007年4月28日07:47~13:29進行。

在前測的資料中得知相鄰的橋間各測值數據相近，為節省測量時間，正式採樣時我們從田寮河各座橋中選定其中的六座橋作為檢測站，從內陸至出海口依序是福虎橋、祥龍橋、寶馬橋、美猴橋、富狗橋、港口，來進行水質分層檢測。

測站橋名	福虎橋	祥龍橋	寶馬橋	美猴橋	富狗橋	港口
測站與港口距離	1440m	1090m	745m	410m	160m	0m



圖：田寮河六個測站

二、取樣時間

從中央氣象局網頁查詢潮汐預報後，於2007年2月28日和4月28日之乾潮以及滿潮期間至六個檢測站取樣並測量，時間如下表：

2007/02/28日(農曆1月11日)潮汐		乾潮	滿潮
第一次 取樣	潮汐預報時間	13:58(潮高 3cm)	18:11(潮高 16cm)
	實際採樣時間	下午 13:00~15:30	下午 18:00~20:00
2007/04/28日(農曆3月12日)潮汐		乾潮	滿潮
第二次 取樣	潮汐預報時間	13:29(潮高 -5cm)	7:47(潮高 35cm)
	實際採樣時間	下午 12:30~14:30	早上 7:00~9:00

三、田寮河水分層採樣方式

- (一) 展開木棒兩端的鋁條及延長杆並用螺絲起子固定螺絲釘。
- (二) 再將分層取樣器放入水中，直至五支針筒皆浸入河中(以河水面為基準)。
- (三) 慢拉起編織線，直至各針筒充滿分層的河水，並將水樣注入採樣瓶中。
- (四) 依相同的取樣方式，測定滿潮水位以及乾潮水位時，各測站的田寮河水質。

四、水溫、溶氧(DO)、生物需氧量(BOD)、酸鹼值(pH)、鹽度(SA)、總懸浮量(TDS)、氨氮值(NH₃-N)的測量與河川污染程度指標(RPI)的計算

- (一) 為了減少時間因素所造成的影響，每個測站分層取樣後，皆立即測定河水的水溫、DO值、pH值、鹽度。
- (二) 由於田寮河水原始TDS值過高，需經稀釋過後再測量，不方便現場做，所以將水樣帶回學校，將5ml河水加蒸餾水稀釋50倍後，再測量TDS值。
- (三) 各測站的氨氮值，我們則是以AMMONIA試驗紙做檢測。先將各測站的中間層(河水深度100cm)水樣倒入小試管，再將AMMONIA試驗紙放入，再對照比色表，便可得其測值。
- (四) 我們選定位於田寮河中段位置的”寶馬橋”各分層水樣，測定BOD值。將水樣倒入不透光BOD瓶，放入25°C恆溫箱培養五天後測定水樣之DO值，此即為水樣中好氧性微生物在此期間所消耗之生物需氧量(Biochemical Oxygen Demand，簡稱BOD₅)。
- (五) 我們再以寶馬橋水深0cm和水深100cm的水樣，做DO、BOD₅、TDS和NH₃-N的檢測，再對照行政院環保署的「河川污染程度指標，River Pollution Index」(簡稱RPI)，推測田寮河的水質污染程度，比較上層和下層的水質污染情況，觀察上層的水質是否和下層的一致。

表、河川污染程度指數(RPI)的標準 (資料來源：行政院環境保護署)

水質/項目	未(稍)受污染	輕度污染	中度污染	嚴重污染
溶氧量(DO) mg/L	6.5 以上	4.6~6.5	2.0~4.5	2.0 以下
生化需氧量(BOD ₅) mg/L	3.0 以下	3.0~4.9	5.0~15	15 以上
懸浮固體(SS) mg/L	20 以下	20~49	50~100	100 以上
氨氮(NH ₃ -N) mg/L	0.50 以下	0.50~0.99	1.0~3.0	3.0 以上
基數	1	3	6	10
污染指標積分值	2.0 以下	2.0~3.0	3.1~6.0	6.0 以上

(計算方式為測量到的值，轉化成基數，然後對映污染指標積分值)

五、數據分析

- (一) 將測量的數據紀錄在表格上。
- (二) 以Excel和Surfer8分析畫出圖表。
- (三) 依據圖表探討數據趨勢與走向並分析出原因。

六、實驗限制

因為人力和物力有限，無法同時進行六個檢測站的檢測，而從內陸向港口取樣，因此各測站的水樣可能會有些許時間造成的數據變化，我們已盡可能在短時間內，檢測完六個測站，希望能盡量減小時間因素所造成的誤差。再者，我們都以一日的潮差高低變化為研究時程，探討時也以日變化為主，長期的月、季、年的變化，由於人力關係，無法長期觀測。

伍、研究結果

我們以 2 月 28 日採樣結果為主，並配合 4 月 28 日的採樣為輔，探討水質分層變化。

一、田寮河基本水文資料

2006 年本校國中組同學曾測量田寮河基本水文資料，以碼錶與自製浮球流速器估測田寮河流速，所得結果如表(一)，平均水深大約 2 公尺；港口太深，長竿碰不到底，無法測量。

表一、田寮河流速及水深(測量日期：2006/3/18)

測站名稱	1. 福虎橋	2. 祥龍橋	3. 寶馬橋	4. 美猴橋	5. 富狗橋	6. 港口	平均值
流速(cm/s)	約 14.2	約 25	約 25	約 25	約 50	靜止	約 27.8
深度(m)	約 1.6	約 1.2	約 1.6	約 2.4	約 2	無法測量	--
測量時間(AM)	8:30	8:50	9:25	10:10	10:40	11:10	--
離港口距離	1440m	1090m	745m	410m	160m	0m	--

二、溫度

由附表(一)與附表(二)可知，滿潮時水溫平均約為 21.6℃，較乾潮時的水溫 (21.8℃) 稍低。此結果與我們採樣時的氣溫相關，乾潮時間為下午，滿潮時間為傍晚，且各分層水樣溫度相差不多。

三、溶氧

由圖(三)及附表一、二可知，乾滿潮 DO 值的變化很不一致，甚至在兩次採樣的各測站 DO 值變化也很大；但大致來說各測站 DO 值介於 2.45~3.9mg/L 間。

四、生物需氧量

如下表所示，在放入恆溫培養箱的第五天，我們發現各測站的表層河水的 DO 值均有下降，其中寶馬橋河水的耗氧量最高；但有兩個測站例外，分別是美猴橋和港口的 DO 值不降反升。

表、各測站表層水(0cm)之 BOD₅ 數據

測站橋		福虎橋	祥龍橋	寶馬橋	美猴橋	富狗橋	港口
與港口距離		1440m	1090m	745m	410m	160m	0m
2007/3/1	溫度(°C)	21.1	20.2	21.6	22.0	21.8	21.1
	溶氧(mg/L)	4.1	3.7	3.1	2.7	4.3	2.6
2007/3/5	溫度(°C)	21.8	21.9	22.3	21.5	23.3	22.1
	溶氧(mg/L)	2.4	3.3	1.1	4.9	3.9	5.0
生物需氧量	BOD ₅ (mg/L)	1.7	0.4	2.0	-2.2	0.4	-2.4

五、酸鹼值

田寮河水 pH 值介於 7.2~8.0 之間，呈弱鹼性；且各分層水樣 pH 值差不多。

六、鹽度

由各測站乾滿潮比較曲線圖(圖二十七~圖三十二)得知，愈深處鹽度愈大。由圖(五)的鹽度剖面圖顯示，愈接近港口，鹽度愈大，愈往內陸，鹽度愈小。

七、總懸浮量

田寮河的 TDS 值，隨水深增加而升高，約介於 200 ppm ~500ppm，且港口的 TDS 值最高，平均值約為 483.8ppm。乾滿潮的 TDS 平均值都差不多(如圖四)，約在 300ppm ~400ppm 之間。

八、氨氮值

我們在 4 月 28 日採樣增加氨氮值的測定。由下表可知，以港口在乾潮時的 NH₃-N 值最低，約 0.25ppm。

表、各測站 NH₃-N 值

寶馬橋 (乾潮)	4/28	福虎橋	祥龍橋	寶馬橋	美猴橋	富狗橋	港口
河水深度 100(cm)	乾潮	0.5ppm	1.0ppm	0.5ppm	1.0ppm	0.5ppm	0.25ppm
	滿潮	1.0ppm	1.0ppm	1.0ppm	1.0ppm	3.0ppm	1.0ppm

九、河川污染程度指標計算

我們以 4 月 28 日所測寶馬橋(位於田寮河正中央區域)之表層(0cm)及中層(100m)水樣來換算河川汙染指數，如下表 B 所示。4 月 28 日所測寶馬橋之 BOD 值則如下表 A 所示。

將 $\frac{\text{點數總計}}{\text{水質項目數}} = \frac{23}{4} = 5.75$ ，對照行政院環境保護署所提供”河川污染程

度指數的標準”的污染指標積分值，可知寶馬橋之污染指標值 5.75 介於 3.1~6.0 之間，為中度污染。水深 100cm 水樣數據以此類推，值為 6.8，已經為重度污染。

表 A、4 月 28 日所測寶馬橋之 BOD 值

測站橋名		寶馬橋				
河水深度(cm)		0cm	50cm	100cm	150cm	200cm
2007/4/28	溫度(°C)	24.9	24.3	24.3	24.4	無
	溶氧(mg/L)	2.2	1.6	1.4	1.3	無
2007/5/2	溫度(°C)	25	25	25	25	無
	溶氧(mg/L)	1.1	1.0	1.3	1.1	無
生物需氧量	BOD ₅ (mg/L)	1.1	0.6	0.1	0.2	無

表 B、寶馬橋乾潮時之污染指標積分值(4 月 28 日)

水樣測值	寶馬橋水深 0cm		寶馬橋水深 100cm	
	檢測數據	點數	檢測數據	點數
溶氧量(DO) mg/L	2.2	6	1.4	10
生化需氧量(BOD ₅) mg/L	1.1	1	0.1	1
懸浮固體(SS) mg/L	203	10	319	10
氨氮(NH ₃ -N) mg/L	1.0	6	1.0	6
點數總計		23		27
積分		5.7		6.8
污染指標積分值		中度污染		重度污染

陸、討論

一、田寮河的水溫變化

由附表(一)與附表(二)得知，滿潮時水溫較低，退潮時水溫較高。在自然情況下，氣溫是主要影響河水溫度的因素，而我們採樣的時間從 13:00~15:30(乾潮)至 18:00~20:00(滿潮)，所以氣溫逐漸降低，我們所測的水溫大致也符合此趨勢。

二、田寮河水到底是淡水還是鹹水？

- (一) 由圖(五)田寮河鹽度剖面圖來看，我們發覺，由水平方向來看，從福虎橋至富狗橋(富狗橋距離港口約 160m)的河水，鹽份趨勢很類似，呈現均質。
- (二) 若由垂直方向來看，大致可以分成兩層：0cm~100cm 的鹽度較低，約 5‰~7‰，而 100cm~200cm 較高，約 11‰~21‰。鹽度指水中的溶解鹽含量，因此我們推測田寮河不論在滿潮或朝潮時，都呈現河水下層鹽度較高的趨勢，田寮河有層化的趨勢。
- (三) 影響鹽度的因素包括河川淡水排放量、降雨量、地理環境、海水的混合程度等。參考附表(一)可看出，田寮河均質的鹽度到港口又突然變高，我們推測，這是因為港口處海水混合的作用較旺盛，但是混合作用僅從港口往內至 300 公尺處而已。

三、田寮河髒不髒？以水體總懸浮量來看！

- (一) 由圖(四)的 TDS 值剖面圖看來，不管滿潮或乾潮，河川上層(大約 0~100 公分)的 TDS 值較少，約 240~440ppm，下層(100~200 公分)的 TDS 值較高，約 360~550ppm。這可能是因為重力作用，使得水中的懸浮顆粒下沉所造成。
- (二) 水中的固體來自砂粒、粘土、有機物及廢水等，若為有機物則可能耗氧，或為無機顆粒則可能發生沉澱。由我們的觀測結果看來，有明顯的沉澱現象，因此推測田寮河中的懸浮固體應以無機顆粒為主。且懸浮固體物同時影響水的色澤及光線在水中穿透力，這可能也是我們看到的田寮河都是灰綠汙濁顏色的原因。
- (三) 由圖(四)的剖面圖得知，田寮河均質的 TDS 值到港口又突然升高，且數值幾乎都在 480ppm 以上，由此我們推測，因為內部的河川污水緩慢向港口流出，加上漁船、貨輪停靠於此，有些污染物都匯集港邊，所以 TDS 值才會升的較高，且潮汐海流在港口處進行交換，波浪較大，上升下沉，所以 TDS 值在港口處也呈現出的曲線。此趨勢與上述鹽度在港口的變化類似，顯示潮汐的作用僅至田寮河 300 公尺左右。
- (四) 乾潮時 TDS 值也較高，這可能是一些污染顆粒沉澱的關係，田寮河坡度緩，河水中的雜質不易隨乾潮時的河水一起流回海中。

四、田寮河的水質酸鹼值呈弱鹼性？

- (一) 由圖(二十一)~圖(二十六)中看出，水深 100 公分以內 pH 值約 7.4~7.5，水深 100~200 公分處 pH 值約 7.5~7.6，表示田寮河水呈弱鹼性，由圖(二)的 pH 剖面圖顯示也顯示相同結果。由於在採樣的時候，我們發現河川沿岸皆有排水孔的分布，接近內陸福虎橋處排水孔愈多，所以我們推測可能是因為河岸旁排水孔排出家庭清潔廢水(一般大多是偏鹼性)，及弱鹼性廢水的沉澱作用所造成。
- (二) 海水呈弱鹼性，圖(二十一)中港口處的水質最鹼，且曲線變異大，可能是家庭廢水被河川帶至港口，又與海水交換所致。而且這個變異趨勢同樣只到 200~300 公尺以內的範圍而已，見圖(二)的田寮河 pH 值剖面圖。

五、由溶氧看田寮河污染程度

- (一) 水中的溶氧可能來自大氣的溶解，人為的曝氣以及水生植物的光合作用。氧在水中的溶解度有限，實際水中的溶氧，受水溫、水中生物的多寡等因素的控制，變動很大。由剖面分析圖(三)我們看出，田寮河的溶氧量介 2.0~5.5(mg/L)之間，屬於輕度至嚴重污染的範圍。而我們在採樣過程中，也曾觀察到河水裡有魚在游動，甚至跳躍出水面，顯示田寮河水質雖然偏弱鹼性且具鹽份，但仍有耐鹽的魚類可存活其中。

水質/項目	未(稍)受污染	輕度污染	中度污染	嚴重污染
溶氧量(DO) mg/L	6.5 以上	4.6~6.5	2.0~4.5	2.0 以下

(資料來源：行政院環境保護署)

六、由 BOD₅ 及 NH₃-N 值推測田寮河的污染程度

- (一) 在生物需氧量(BOD₅)的觀察中，除了港口及美猴橋外，其餘各站的表層水皆有氧氣消耗現象，顯示各水質內都含有異營性細菌。
- (二) 一般而言，若水域內異營性細菌愈多，表示水質污染情形愈嚴重，由剖面分析圖(三)我們看出，田寮河的溶氧量介 0.7~5.5(mg/L)之間，屬於輕度至嚴重污染的範圍。雖然田寮河水質受到沿岸家庭或商業區排放廢水影響，但由水表看來仍無優養化的情形出現，採樣過程中也曾觀察到河水裡有魚在游動，因此異營菌可在水中進行動植物屍體的分解作用，而還不致於對水中其他動物造成危害。
- (三) 至於港口及美猴橋的 BOD₅ 值不降反升，可能是於測站採樣後至回學校的過程，因水樣照到光使水中自營性細菌行光合作用而產生氧氣所造成的誤差吧？！實際原因還需要再次實驗確認。
- (四) 氨氮是生物活動及含氮有機物分解的產物，由下表可知，田寮河大約介於 0.25ppm~1.0ppm，屬輕度污染和中度污染之間。上游的氨氮值較港口處的高，這可能是因為上游的污水排水孔和住家自己增設在田寮河岸的污水排放管較

多，所以排放出來人畜等溫體動物代謝之產物，才會使上游的氨氮值較高。
表、氨氮值與水質污染關係

水質/項目	未(稍)受污染	輕度污染	中度污染	嚴重污染
氨氮(NH ₃ -N) ppm	0.50 以下	0.50~0.99	1.0~3.0	3.0 以上

(資料來源：行政院環境保護署)

七、田寮河上下層水質是否一致?以寶馬橋為例。

(一) 雖然單由 DO 值及 NH₃-N 值顯示田寮河水質為輕至重度污染，但配合第 7 頁表 B 的河川污染程度指數指標可以得知，寶馬橋河水的表面和 100cm 的污染指標積分值，河水表面 (0cm) 呈中度污染，但是水深 100cm 的水質，卻呈嚴重污染。這顯示出了，寶馬橋河水水面與下層的水質是不盡相同的。

(二) 另一方面，由第 7 頁的表 A 中，寶馬橋各深度的 BOD 值來看，上層與下層的 BOD 值卻差異很大。由此可知每條河流的各分層，可能會受到一些微生物的分布或是環境因子等的影響，而有不同的資訊。

(三) 從以上的 RPI 和 BOD 的監測值可發現，在做河水污染程度研究時，若只採取表面的水樣做檢測，這僅可得到與大氣接觸的資訊，而不足以代表一條河流，所有的物理或化學資訊。而我們自製的分層取樣器，可分層觀測河川不同水深的水質狀況，以便進一步探討水質污染情形，由基隆田寮河的檢測也的確發現水體上、下層有不同的污染程度，顯示分層取樣器可協助河川水質調查與監測！

柒、結論

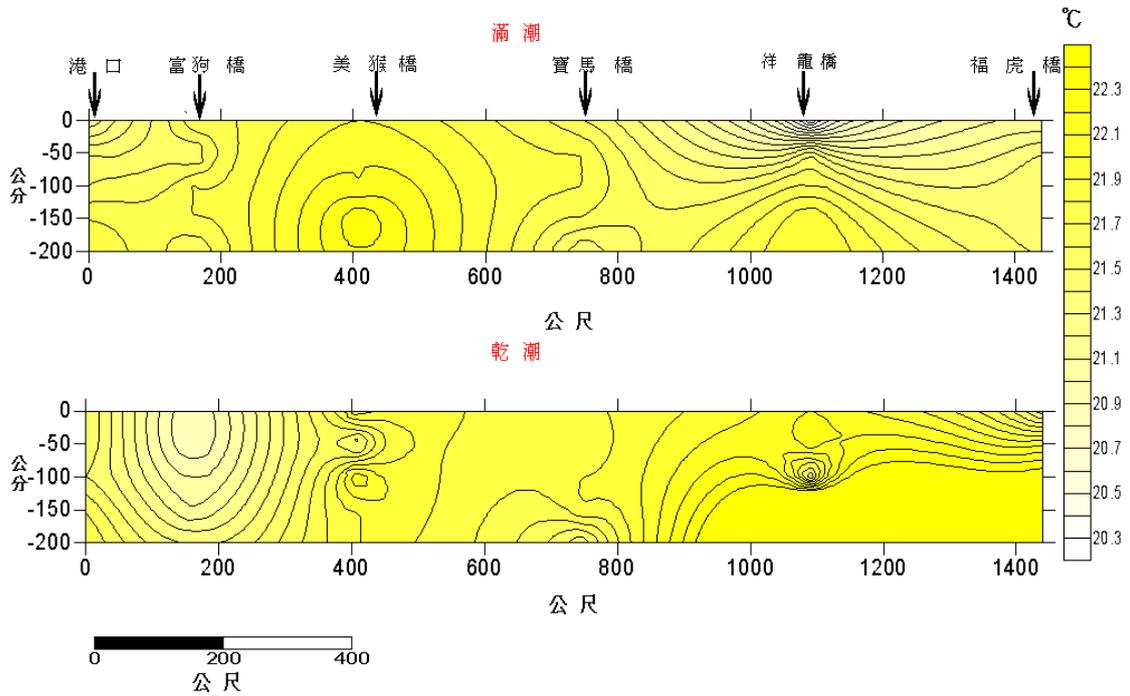
- (一) 由台灣地區潮汐的潮差中可得知，基隆的潮差約為 1 公尺，加上基隆港區呈現封閉的地理形狀，周圍的社區與地形圍繞著港區，污水都往田寮河與港區排放，由 DO 值、NH₃-N 值及綜合指標顯示田寮河污染嚴重。
- (二) 田寮河坡度緩、流速慢，因此田寮河水中的汙染物不易由河水帶出至港口排放，只能緩慢漂移，且有些懸浮固體會下沉在河底，不易流動。
- (三) 基隆港區潮差小，淨化市中心的田寮河有限，田寮河的感潮帶約在港口內 300 公尺~600 公尺左右，而且感潮帶會隨著潮差的大小而有所變化。也就是在富狗橋至美猴橋附近所以潮汐對田寮河水淨化效果的影響不大。
- (四) 藉由分層取樣器的取樣，可觀察河水各層的水質狀況，本研究顯示田寮河的河流污染指標 (RPI) 顯示田寮河上層為中度污染，下層為嚴重污染；台灣河川水域眾多，近年來河川污染時有所聞，以分層取樣方式應可對河川水質的調查與監測盡一臂之力，更能清楚瞭解整個污染狀況！

捌、參考資料

1. 王執明等，基礎地球科學，龍騰文化出版
2. 邵廣昭，1998/3，海洋生態學，明文書局出版
3. 邵廣昭、楊瑞森，民國 87 年 3 月，海洋生物漫談，台灣書店出版
4. 威廉斯，1978/1，海洋氣象與生物，徐氏基金會出版
5. 林全信、江昆達，民國 86 年 8 月，豐富的海洋資源，台灣書店出版
6. 基隆市環境保護局 <http://www.klepb.gov.tw/>
7. 中央氣象局潮汐週期資料 <http://www.cwb.gov.tw>
8. 工研院經資中心生醫組顧問，江晃榮博士的環境生物技術專欄
<http://www.chemnet.com.tw/magazine/200210/index6.htm>
9. 行政院環境保護署
http://ivy2.epa.gov.tw/out_web/monitoring/wmd/2005/internalwq.htm

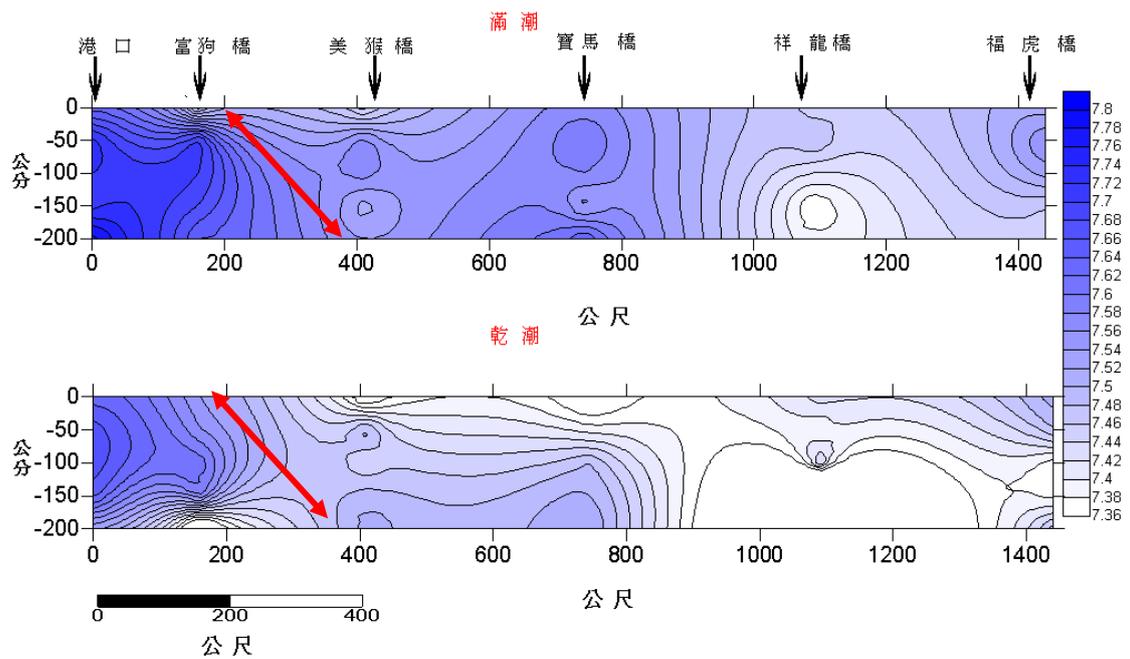
《2/28 各測值剖面圖》

不同潮差時間河水溫度剖面圖



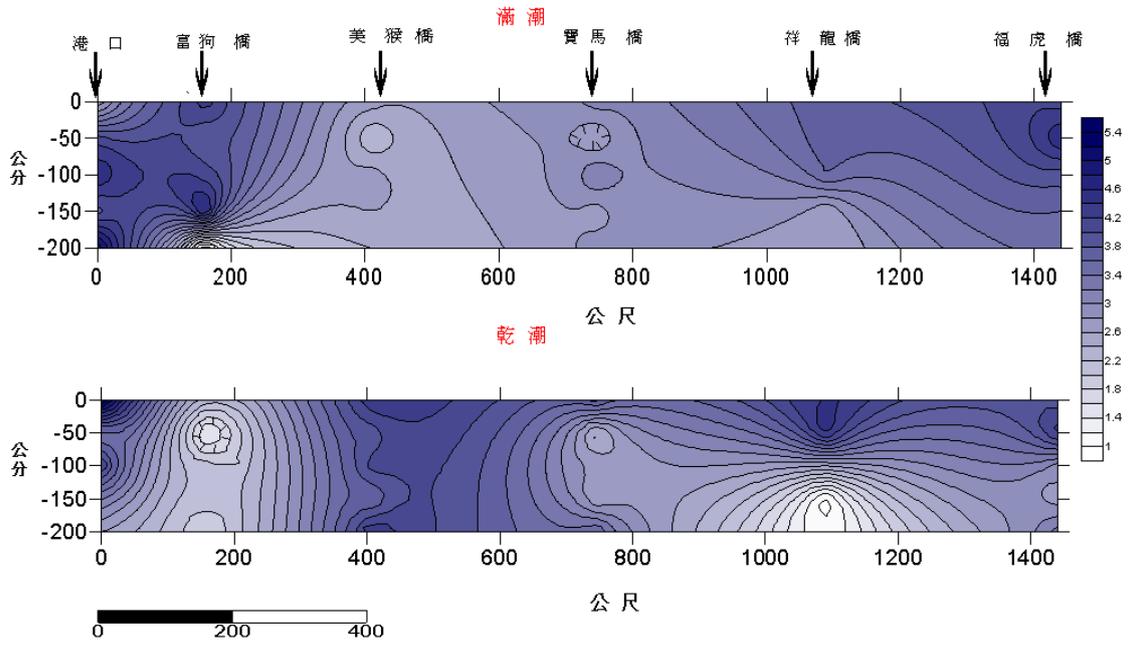
圖(一)田寮河溫度剖面圖

不同潮差時間河水 PH值剖面圖



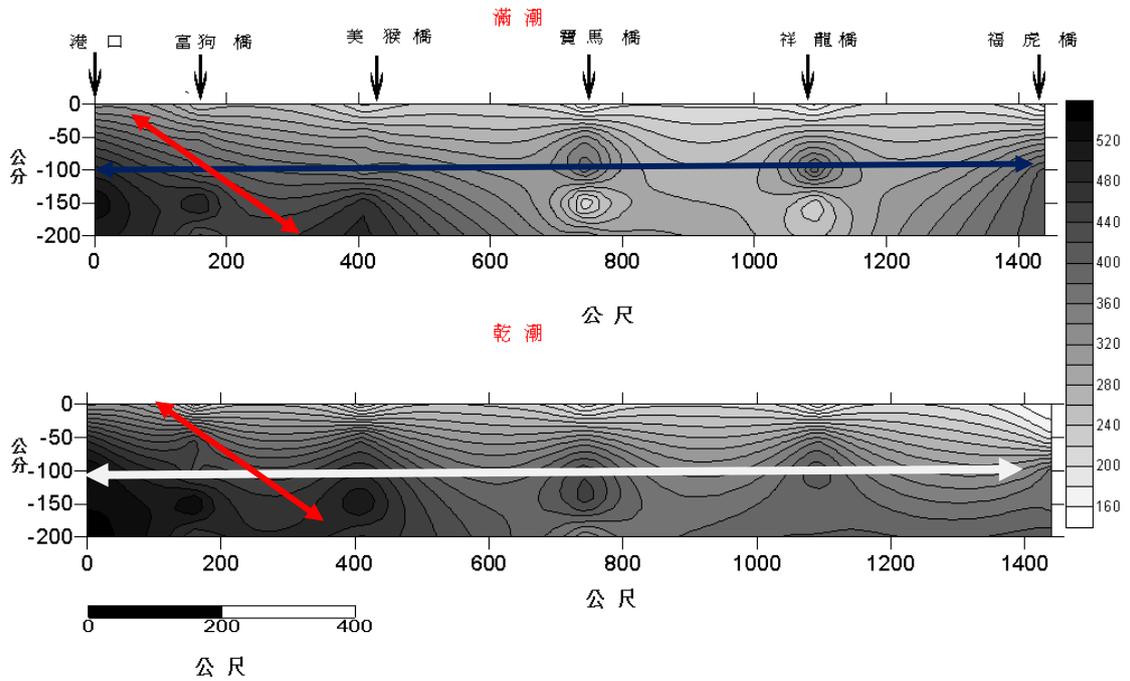
圖(二)田寮河 pH剖面圖

不同潮差時間河水溶氧量剖面圖



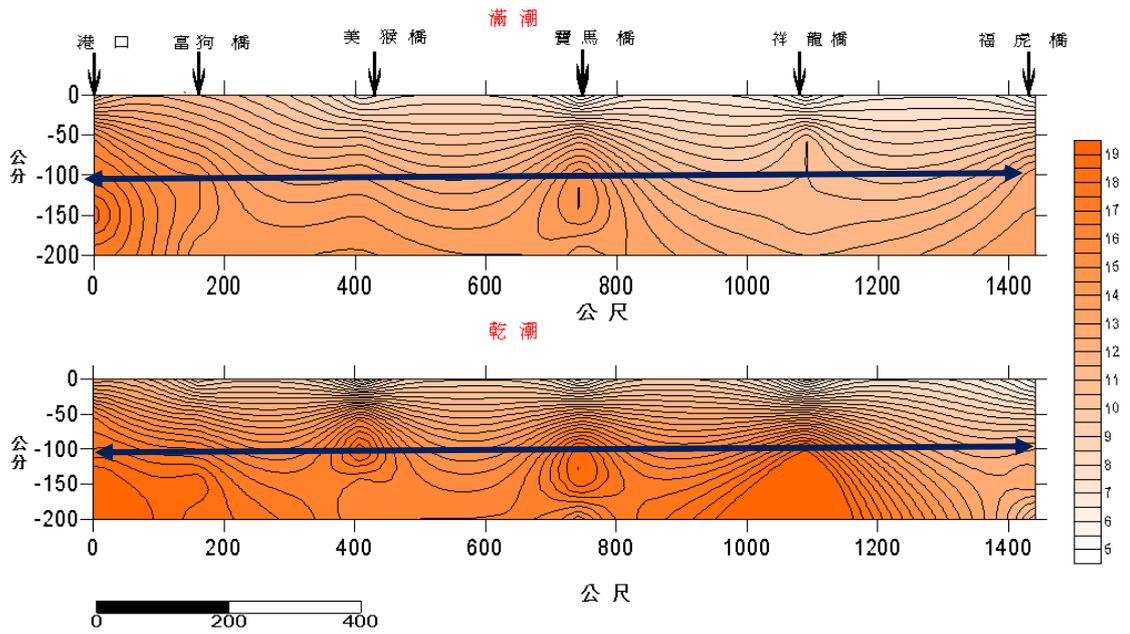
圖(三)田寮河 DO 剖面圖

不同潮差時間河水總懸浮量剖面圖



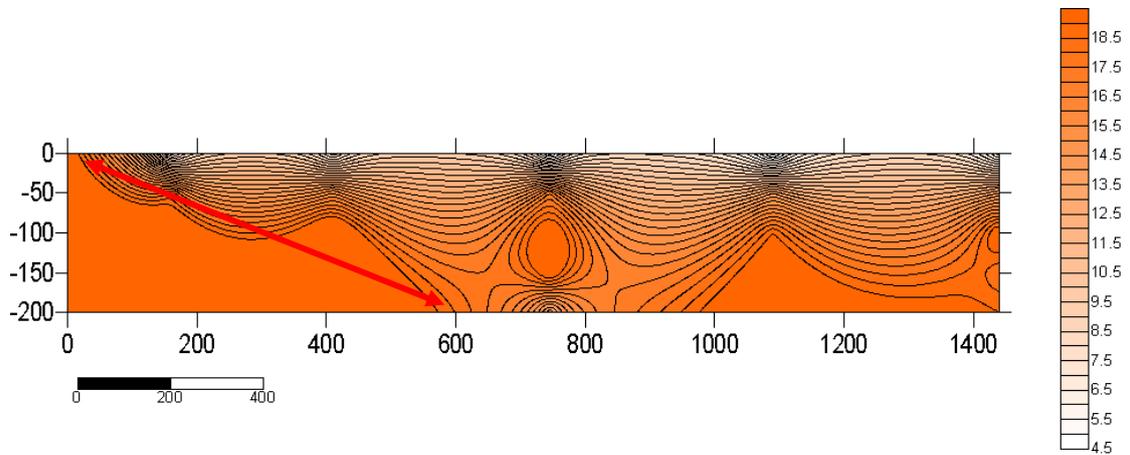
圖(四)田寮河 TDS 剖面圖

不同潮差時間河水鹽度剖面圖



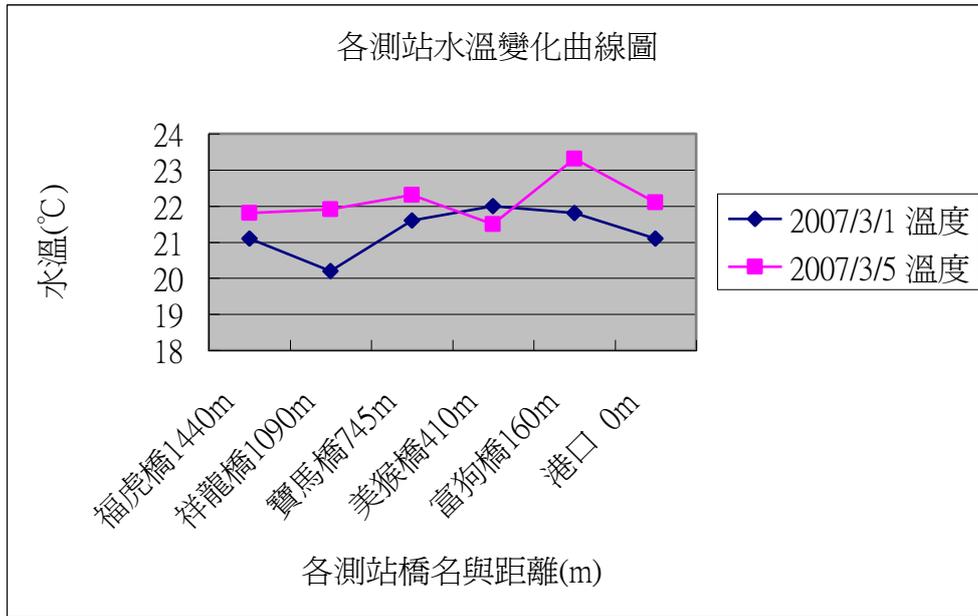
圖(五)田寮河鹽度剖面圖

《4/28 滿潮時段鹽度剖面圖》

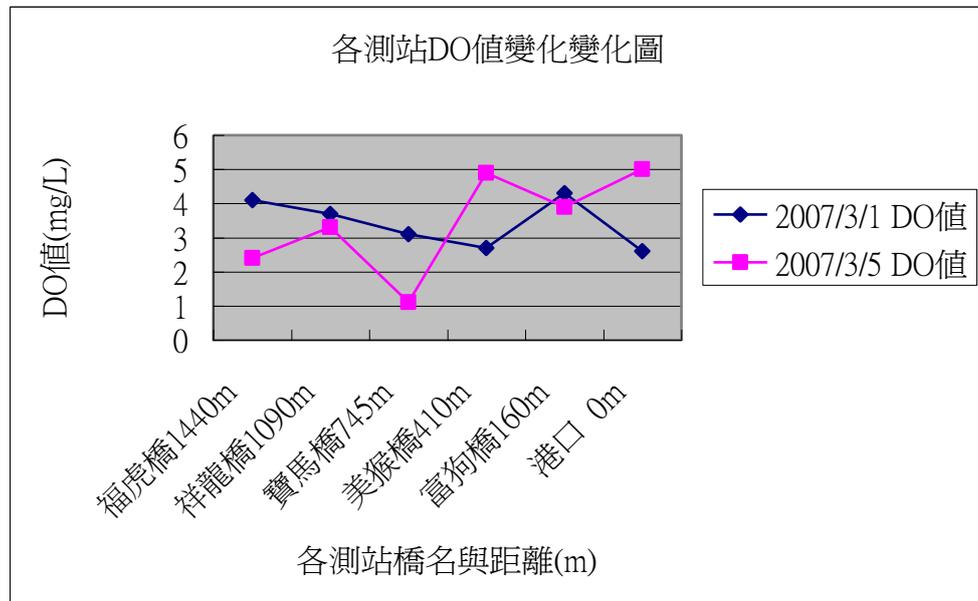


圖(六)田寮河鹽度剖面圖

BOD【溫度、DO 變化曲線圖】

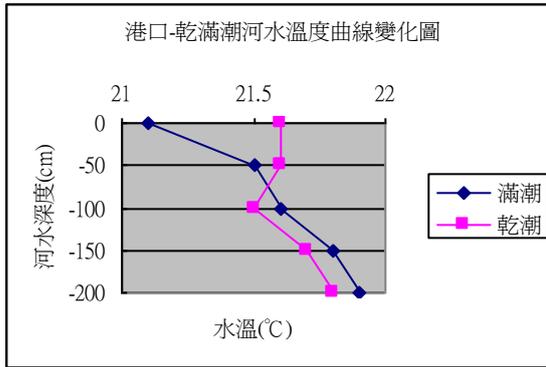


圖(七)各測站溫度變化直條圖



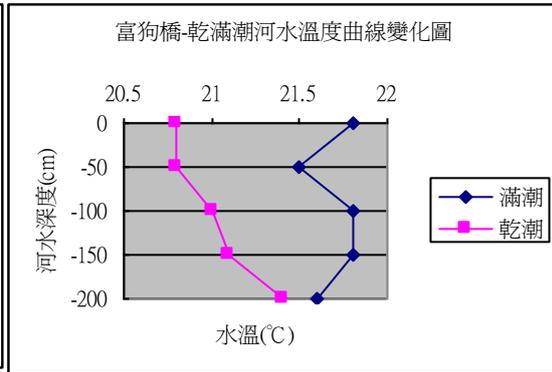
圖(八)各測站 DO 變化直條圖

《2/28 乾滿潮水溫曲線變化比較圖》



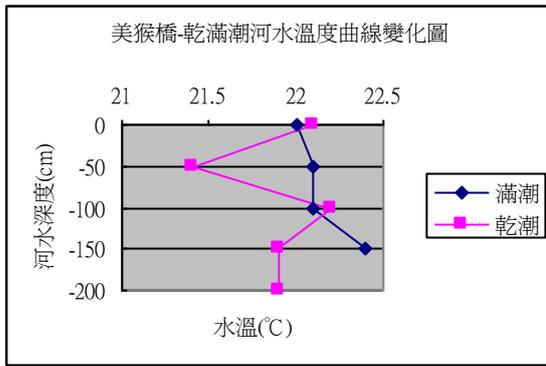
圖(九)港口

乾滿潮水溫變化曲線圖



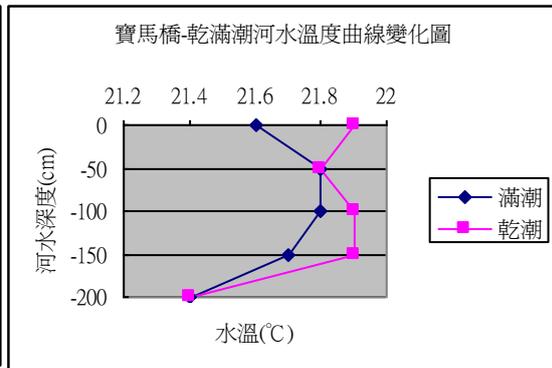
圖(十)富狗橋

乾滿潮水溫變化曲線圖



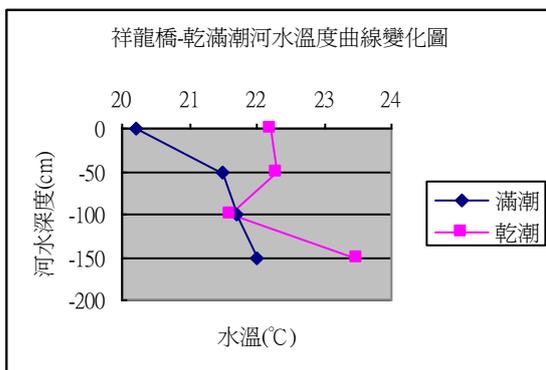
圖(十一)美猴橋

乾滿潮水溫變化曲線圖



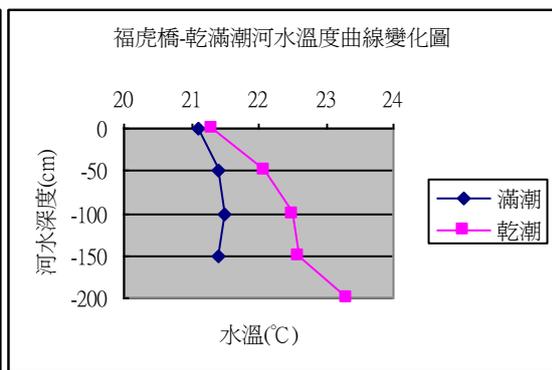
圖(十二)寶馬橋

乾滿潮水溫變化曲線圖



圖(十三)祥龍橋

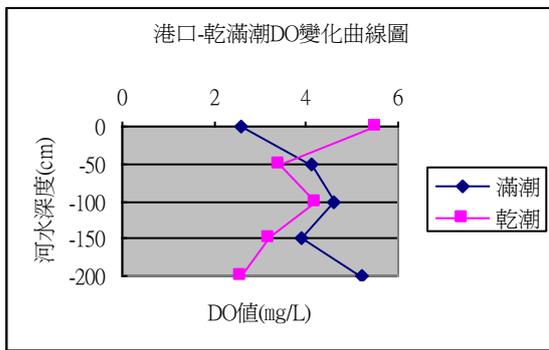
乾滿潮水溫變化曲線圖



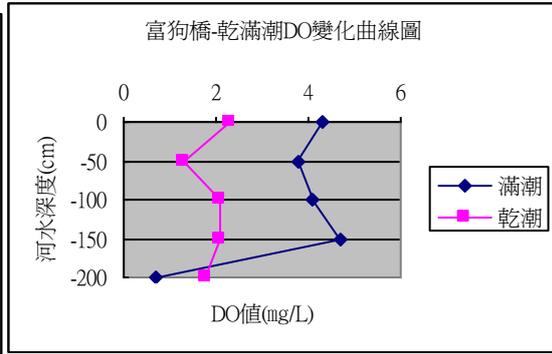
圖(十四)福虎橋

乾滿潮水溫變化曲線圖

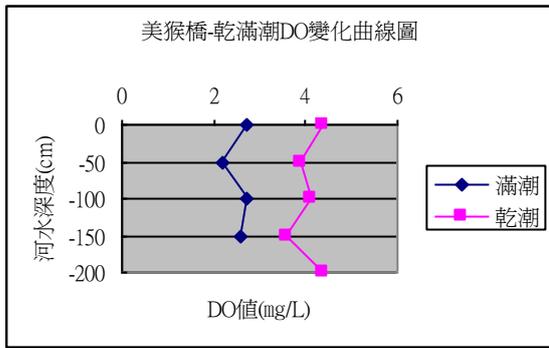
《2/28 乾滿潮 DO 值曲線變化比較圖》



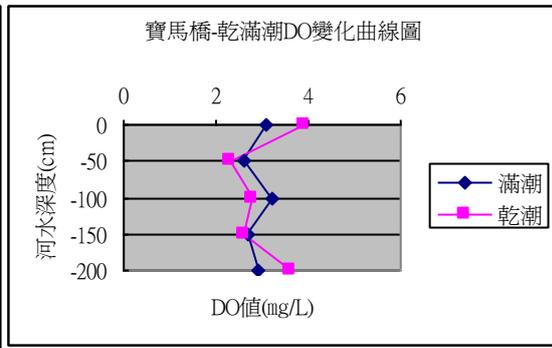
圖(十五)港口
乾滿潮 DO 值變化曲線圖



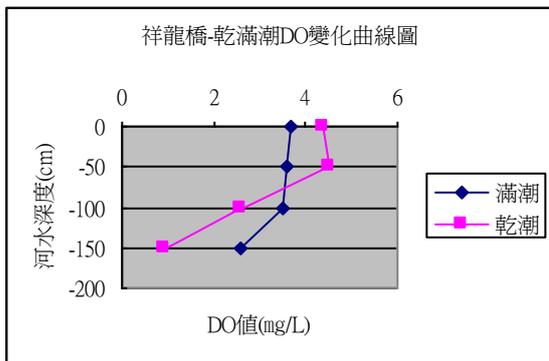
圖(十六)富狗橋
乾滿潮 DO 值變化曲線圖



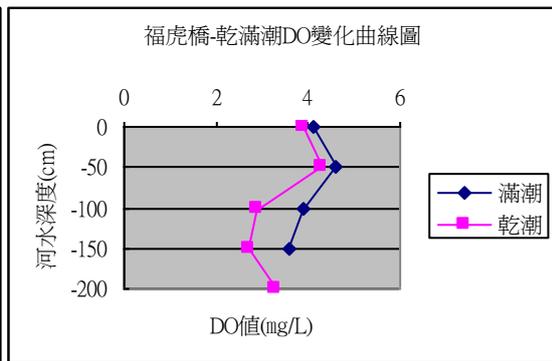
圖(十七)美猴橋
乾滿潮 DO 值變化曲線圖



圖(十八)寶馬橋
乾滿潮 DO 值變化曲線圖

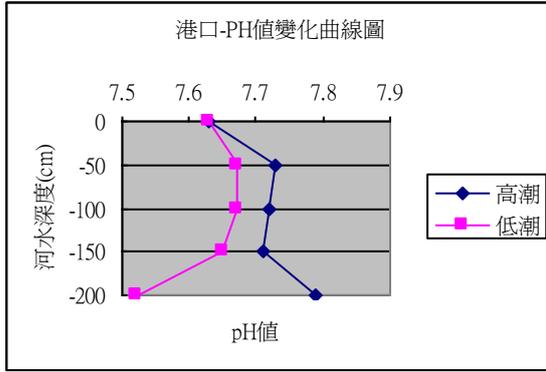


圖(十九)祥龍橋
乾滿潮 DO 值變化曲線圖

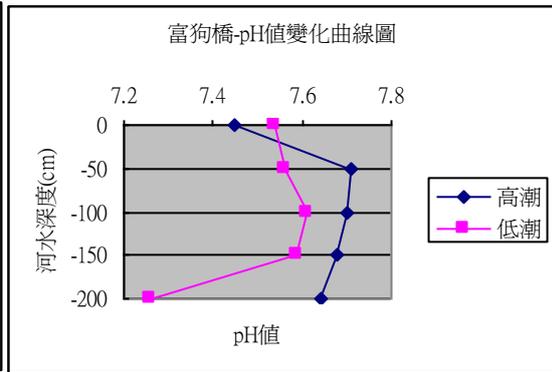


圖(二十)福虎橋
乾滿潮 DO 值變化曲線圖

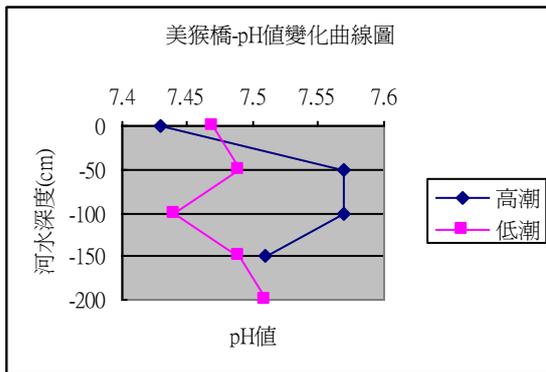
《2/28 乾滿潮 pH 值曲線變化比較圖》



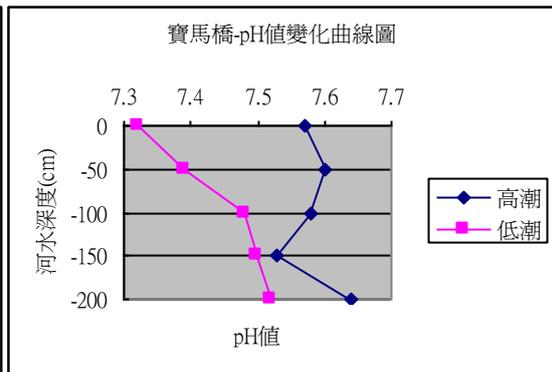
圖(二十一)港口
乾滿潮 pH 值變化曲線圖



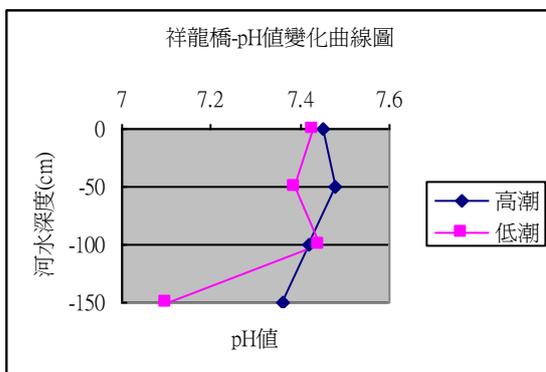
圖(二十二)富狗橋
乾滿潮 pH 值變化曲線圖



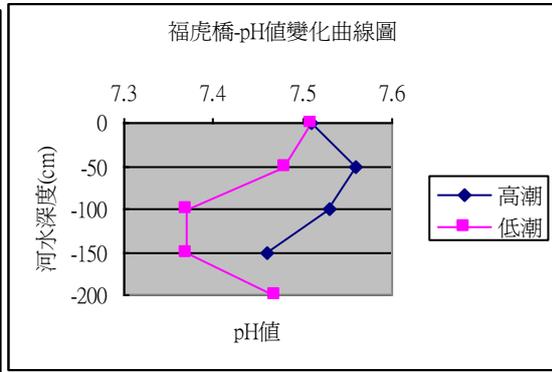
圖(二十三)美猴橋
乾滿潮 pH 值變化曲線圖



圖(二十四)寶馬橋
乾滿潮 pH 值變化曲線圖

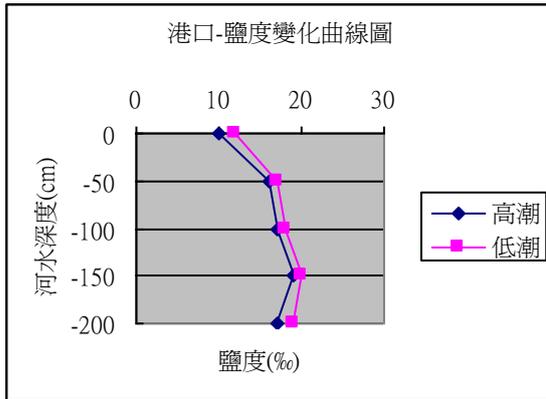


圖(二十五)祥龍橋
乾滿潮 pH 值變化曲線圖

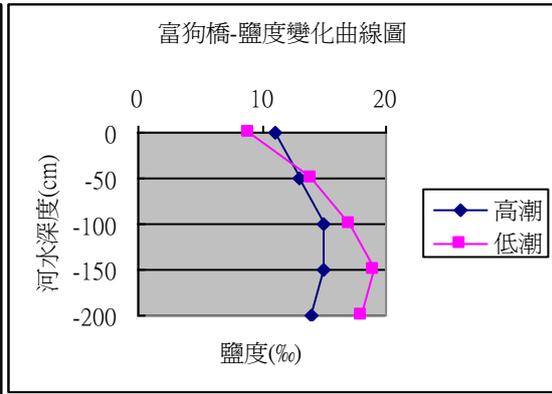


圖(二十六)福虎橋
乾滿潮 pH 值變化曲線圖

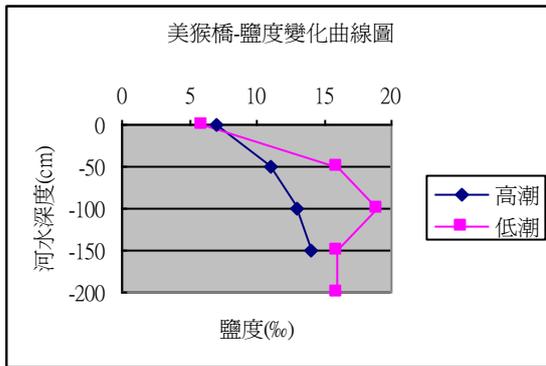
《2/28 乾滿潮鹽度曲線變化比較圖》



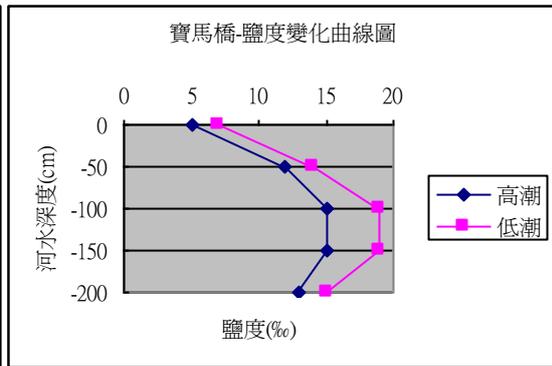
圖(二十七)港口
乾滿潮鹽度變化曲線圖



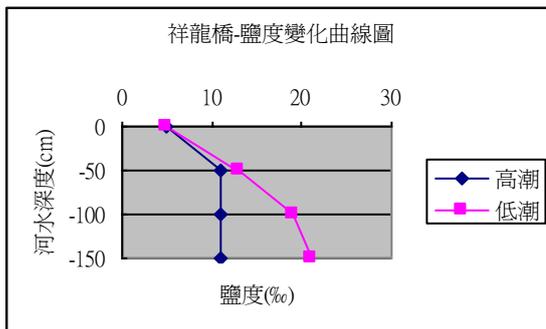
圖(二十八)富狗橋
乾滿潮鹽度變化曲線圖



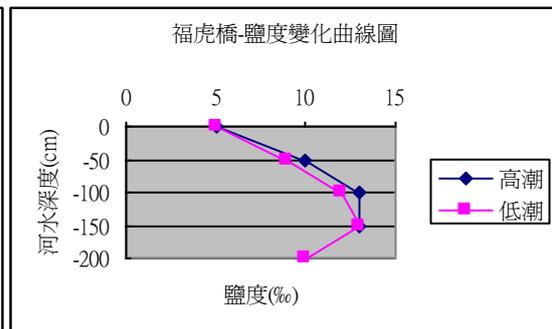
圖(二十九)美猴橋
乾滿潮鹽度變化曲線圖



圖(三十)寶馬橋
乾滿潮鹽度變化曲線圖

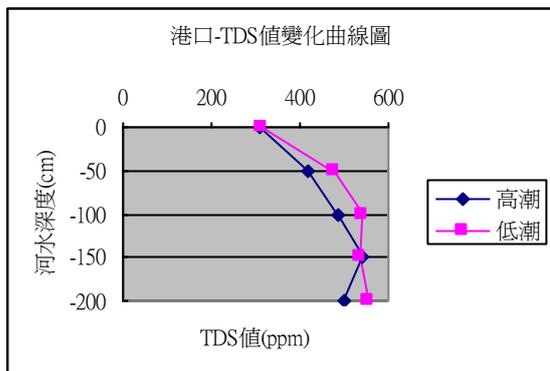


圖(三十一)祥龍橋
乾滿潮鹽度變化曲線圖

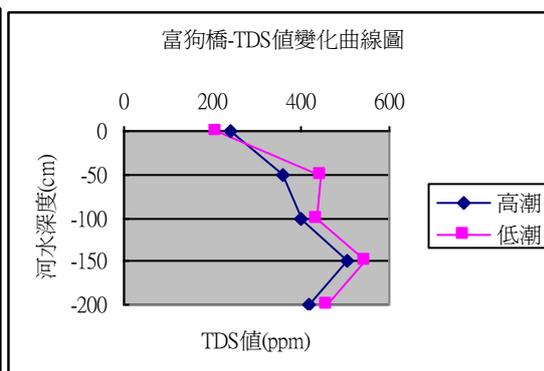


圖(三十二)福虎橋
乾滿潮鹽度變化曲線圖

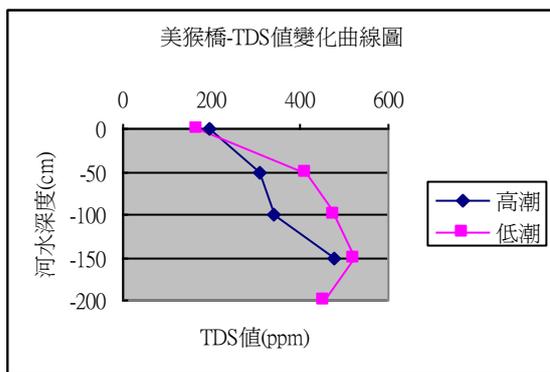
《2/28 乾滿潮 TDS 值曲線變化比較圖》



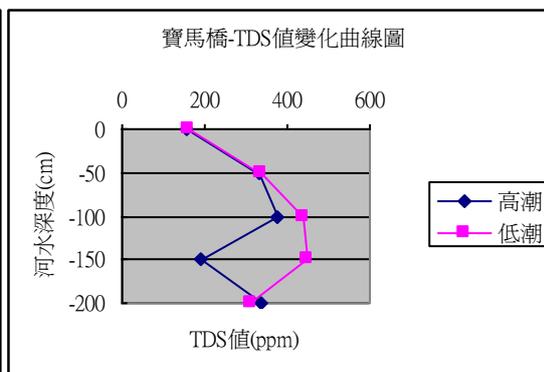
圖(三十三)港口
乾滿潮 TDS 變化曲線



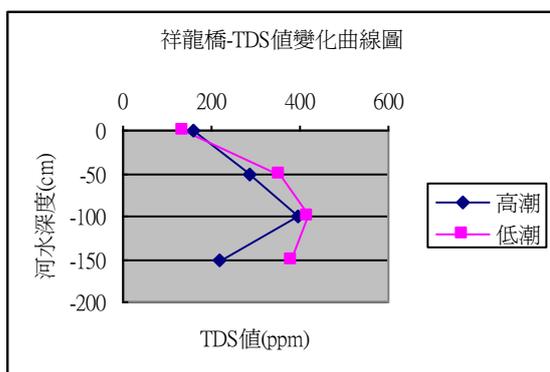
圖(三十四)富狗橋
圖乾滿潮 TDS 變化曲線圖



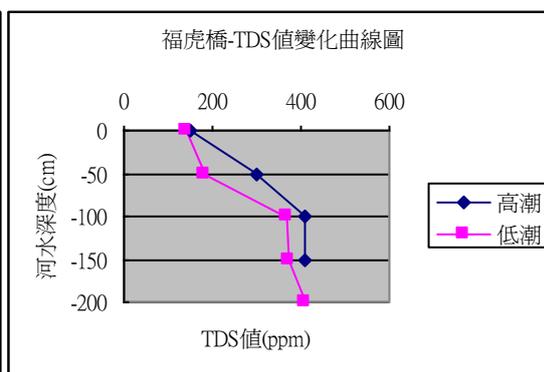
圖(三十五)美猴橋
乾滿潮 TDS 變化曲線圖



圖(三十六)寶馬橋
乾滿潮 TDS 變化曲線圖



圖(三十七)祥龍橋
乾滿潮 TDS 變化曲線圖



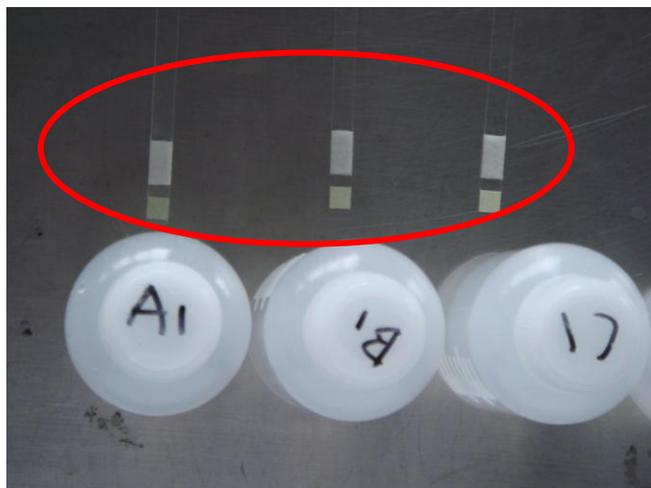
圖(三十八)福虎橋
乾滿潮 TDS 變化曲線圖



圖(三十九)福虎橋至祥龍橋間的污水排放口



圖(四十)分層取樣器局部



圖(四十一) AMMONIA 試驗紙

附表(一) 2月28日乾潮各測值

測量項目		水溫(°C)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
	港口	21.6	21.6	21.5	21.7	21.8	21.64
	富狗橋	20.8	20.8	21	21.1	21.4	21.02
	美猴橋	22.1	21.4	22.2	21.9	21.9	21.9
	寶馬橋	21.9	21.8	21.9	21.9	21.4	21.78
	祥龍橋	22.2	22.3	21.6	23.5	*	22.4
	福虎橋	21.3	22.1	22.5	22.6	23.3	22.36
	各測站平均	21.65	21.67	21.78	22.12	21.96	
測量項目		DO 值(mg/L)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
	港口	5.5	3.4	4.2	3.2	2.6	3.78
	富狗橋	2.3	1.3	2.1	2.1	1.8	1.92
	美猴橋	4.4	3.9	4.1	3.6	4.4	4.08
	寶馬橋	3.9	2.3	2.8	2.6	3.6	3.04
	祥龍橋	4.4	4.5	2.6	0.9	*	3.1
	福虎橋	2.9	4.3	2.9	2.7	3.3	3.22
	各測站平均	3.9	3.28	2.45	2.52	3.14	
測量項目		pH 值					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
	港口	7.63	7.67	7.67	7.65	7.52	7.63
	富狗橋	7.54	7.56	7.61	7.59	7.26	7.51
	美猴橋	7.32	7.49	7.44	7.49	7.51	7.45
	寶馬橋	7.32	7.39	7.48	7.50	7.52	7.44
	祥龍橋	7.43	7.38	7.44	7.10	*	7.36
	福虎橋	7.51	7.48	7.37	7.37	7.47	7.44
	各測站平均	7.46	7.5	7.65	7.66	7.45	
測量項目		鹽度(‰)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
	港口	12	17	18	20	19	17.2
	富狗橋	9	14	17	19	18	15.4
	美猴橋	6	16	19	16	16	14.6
	寶馬橋	7	14	19	19	15	14.8
	祥龍橋	5	13	19	21	*	14.5
	福虎橋	5	9	12	13	10	9.8
	各測站平均	7.33	13.83	17.33	18	15.6	
測量項目		TDS 值(ppm)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
	港口	312	475	542	537	553	483.8
	富狗橋	207	447	435	546	458	418.6
	美猴橋	168	414	475	523	454	406.8
	寶馬橋	161	337	437	450	314	339.8
	祥龍橋	136	355	419	383	*	323.5
	福虎橋	139	184	369	372	410	294.8
	各測站平均	187.17	368.67	446.17	468.5	437.8	

註：“*”表示該處河水深度未達200cm，無法採到水樣。

附表(二) 2月28日滿潮各測值

測量項目		溫度(°C)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		21.1	21.5	21.6	21.8	21.9	21.58
富狗橋		21.8	21.5	21.8	21.8	21.6	21.7
美猴橋		22	22.1	22.1	22.4	*	22.15
寶馬橋		21.6	21.8	21.8	21.7	21.4	21.66
祥龍橋		20.2	21.5	21.7	22	*	21.35
福虎橋		21.1	21.4	21.5	21.4	*	21.35
各測站平均		21.3	21.63	21.75	21.85	21.63	
測量項目		DO 值(mg/L)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		2.6	4.1	4.6	3.9	5.2	4.08
富狗橋		4.3	3.8	4.1	4.7	0.7	3.52
美猴橋		2.7	2.2	2.7	2.6	*	2.55
寶馬橋		3.1	2.6	3.2	2.7	2.9	2.9
祥龍橋		3.7	3.7	3.6	2.6	*	3.4
福虎橋		4.1	4.6	3.9	3.6	*	4.05
各測站平均		3.42	3.5	3.68	3.35	2.93	
測量項目		pH 值					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		7.63	7.73	7.72	7.71	7.79	7.72
富狗橋		7.45	7.71	7.7	7.68	7.64	7.64
美猴橋		7.43	7.57	7.57	7.51	*	7.52
寶馬橋		7.57	7.6	7.58	7.53	7.64	7.58
祥龍橋		7.45	7.48	7.42	7.36	*	7.43
福虎橋		7.51	7.56	7.53	7.46	*	7.52
各測站平均		7.51	7.61	7.59	7.54	7.69	
測量項目		鹽度(‰)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		10	16	17	19	17	15.8
富狗橋		11	13	15	15	14	13.6
美猴橋		7	11	13	14	*	11.25
寶馬橋		5	12	15	15	13	12
祥龍橋		5	11	11	11	*	9.5
福虎橋		5	10	13	13	*	10.25
各測站平均		7.17	12.17	14	14.5	14.67	
測量項目		TDS 值(ppm)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		311	418	488	541	500	451.6
富狗橋		242	357	401	506	417	384.6
美猴橋		194	309	342	478	*	330.75
寶馬橋		158	333	378	190	338	279.4
祥龍橋		158	286	396	219	*	264.75
福虎橋		148	298	408	408	*	315.5
各測站平均		201.83	333.5	402.17	390.33	418.33	

註：“*”表示該處河水深度未達200cm，無法採到水樣。

附表(三) 4月28日乾潮各測值

測量項目		溫度(°C)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		26.2	24.6	24.6	24.3	24.1	24.76
富狗橋		24.5	24.6	24.3	24.2	24.2	24.36
美猴橋		24.1	24.1	24.3	24.2	24.1	24.16
寶馬橋		24.4	24.3	24.3	23.2	23.9	24.02
祥龍橋		23.9	23.7	23.6	23.5	*	23.68
福虎橋		23.6	23.3	23.6	23.6	*	23.53
各測站平均		24.45	24.1	24.12	23.83	24.08	
測量項目		DO 值(mg/L)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		3.7	3.5	4.0	5.2	4.3	8.28
富狗橋		1.7	1.6	2.1	2.5	3.2	2.22
美猴橋		2.3	1.8	1.2	1.4	2.0	1.74
寶馬橋		2.2	2.0	1.4	1.6	1.1	1.66
祥龍橋		2.2	2.3	1.9	2.1	*	2.13
福虎橋		6.3	2.3	1.7	2.4	*	3.18
各測站平均		3.07	2.25	2.05	2.53	2.65	
測量項目		pH 值					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		8.14	8.2	8.3	8.36	8.37	8.27
富狗橋		7.74	7.65	7.76	7.84	7.87	7.77
美猴橋		7.64	7.53	7.64	7.68	7.7	7.64
寶馬橋		7.59	7.51	7.56	7.64	7.62	7.58
祥龍橋		7.66	7.57	7.51	7.65	*	7.6
福虎橋		8.2	7.98	8.14	8.29	*	8.15
各測站平均		7.83	7.74	7.82	7.91	7.89	
測量項目		鹽度(‰)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		20	21	24	26	25	23.2
富狗橋		7	18	21	23	24	18.6
美猴橋		7	16	21	22	22	17.6
寶馬橋		5	17	20	20	13	15
祥龍橋		4	14	19	20	*	14.25
福虎橋		5	14	20	18	*	14.25
各測站平均		8	16.67	20.83	21.5	21	
測量項目		TDS 值(ppm)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		153	333	158	202	324	234
富狗橋		104	179	214	232	128	171.4
美猴橋		103	338	300	134	361	247.2
寶馬橋		131	248	342	207	164	218.4
祥龍橋		140	177	371	128	*	204
福虎橋		290	211	444	245	*	297.5
各測站平均		153.5	247.67	304.83	191.33	244.25	

註：“*”表示該處河水深度未達200cm，無法採到水樣。

附表(四) 4月28日滿潮各測值

測量項目		水溫(°C)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		23.8	23.6	23.5	23.5	*	23.6
富狗橋		23.9	23.8	23.9	23.7	*	23.83
美猴橋		23.8	23.5	23.7	23.7	*	23.68
寶馬橋		24.9	24.3	24.3	24.4	*	24.48
祥龍橋		25.4	25.4	25.3	25	*	25.28
福虎橋		24.7	24.7	24.5	24.3	*	24.55
各測站平均		24.42	24.22	24.2	24.1	*	
測量項目		DO 值(mg/L)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		4.4	2.5	3.6	3.7	*	3.55
富狗橋		2.8	2.0	3.2	3.4	*	2.85
美猴橋		1.6	1.6	1.9	2.4	*	1.88
寶馬橋		2.2	1.6	1.4	1.3	*	1.63
祥龍橋		2.7	2.1	2.1	1.6	*	2.13
福虎橋		2.3	4.4	1.6	2.4	*	2.68
各測站平均		2.67	2.37	2.3	2.47	*	
測量項目		pH 值					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		8.02	8.16	8.21	8.24	*	8.16
富狗橋		7.97	7.99	8.06	8.09	*	8.03
美猴橋		7.86	7.92	8.02	8.09	*	7.97
寶馬橋		7.9	7.94	8.09	8.12	*	8.01
祥龍橋		8.09	8.08	7.95	8.07	*	8.05
福虎橋		8.12	8.15	8.12	8.14	*	8.13
各測站平均		7.99	8.04	8.08	8.13	*	
測量項目		鹽度(‰)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		19	21	22	22	*	21
富狗橋		13	17	20	20	*	17.5
美猴橋		11	16	20	21	*	17
寶馬橋		9	17	20	22	*	17
祥龍橋		6	17	21	21	*	16.25
福虎橋		5	15	22	21	*	15.75
各測站平均		10.5	17.17	20.83	21.17	*	
測量項目		TDS 值(ppm)					
測站	水深	0cm	50cm	100cm	150cm	200cm	各深度平均
港口		206	336	304	433	*	319.75
富狗橋		247	307	258	289	*	275.25
美猴橋		200	331	257	406	*	298.5
寶馬橋		203	259	319	242	*	255.75
祥龍橋		150	274	141	312	*	219.25
福虎橋		178	148	216	242	*	196
各測站平均		197.33	275.83	249.17	320.67	*	

註：“*”表示該處河水深度未達200cm，無法採到水樣。

【評語】

040503

潮汐對基隆田寮河的淨化作用？以自製分層取樣方式探討研究！

1. 河水分層取水之儀器設計，頗具創意，但在精確度方面，宜多注意。
2. 河水剖面圖之呈現清楚，美觀。
3. 研究目的與設計不相符，可修改題目，並加強資料之蒐集。