

# 河水，你還能呼吸嗎？

## ——調查大漢溪生態及水污染指標

國中組地球科學科第三名

台北縣立海山國民中學

作者：林暉翔、林明賢、張文瀚  
指導老師：陳素清、周國芬

### 一、研究動機

今年我們上了國中，地理課時，老師說：“我們家鄉大漢溪所屬的淡水河系是全省第三長河，可惜已污染多年，甚至下游還發出陣陣惡臭”。我們聽了不僅難過，也察覺：供給板橋、新莊用水的板新水廠正位於大漢溪的中游，它的污染實在和我們的生活有著密切的關係，於是，我們著手做了以下的探討。

### 二、研究目的

探討大漢溪上、中、下游之生態，由不同地點的河水對生物的影響，找出污染指標；並比較板新水廠淨水前之原水與家庭用水之水質。

### 三、研究設備

(略)

### 四、研究過程及結果

(一) 考察大漢溪的地理位置，並調查沿溪之生態，繪製沿溪流地圖，並標出採樣點。

結果：如圖(一) 大漢溪採集站簡圖(略)

(二) 觀察並記錄大漢溪之基本資料，測PH值、清澈度、水色、氣味、河床顏色、石頭大小等，以判斷河水之污染程度。

1.方法：先將有刻度之量筒底部貼上“井”字圖案，再將各站水放入量筒內，至視線模糊後，以針筒慢慢將水抽出，量筒內之水高，即水之清澈度。

2.結果：如表(一)(二)，圖(二)(三)。

表 (一)

項目 日期 站	PH 值					清澈度 (cm水柱高)		
	試 紙		儀 器		平 均	清澈度 (cm水柱高)		平 均
	85 12. 20. (晴)	87 1. 1. (晴)	87 1. 13. (晴)	87 3. 3. (雨)		87 1. 1. 14.	87 1. 14.	
復興橋		6.5	6.8	8.04	7.1	17.7以上	17.7以上	17.7以上
石門水庫		6.6	6	8.04	6.9	8.79	12.74	10.77
大溪橋		6.6	6.5	7.93	7	10.27	12.04	11.16
板新水廠		6.9	6.7	7.97	7.2	5.01	7.97	6.49
三鶯橋	6	6.2	6.5	7.96	6.7	4.43	4.96	4.7
柑園橋		6.4	6.5	7.92	6.9	4.25	3.01	3.63
浮洲橋	6.3	5.8	6.7	8.01	6.7	1.48	1.24	1.36
對照組	7		7		7	17.7以上	17.7以上	17.7以上

圖 (二)

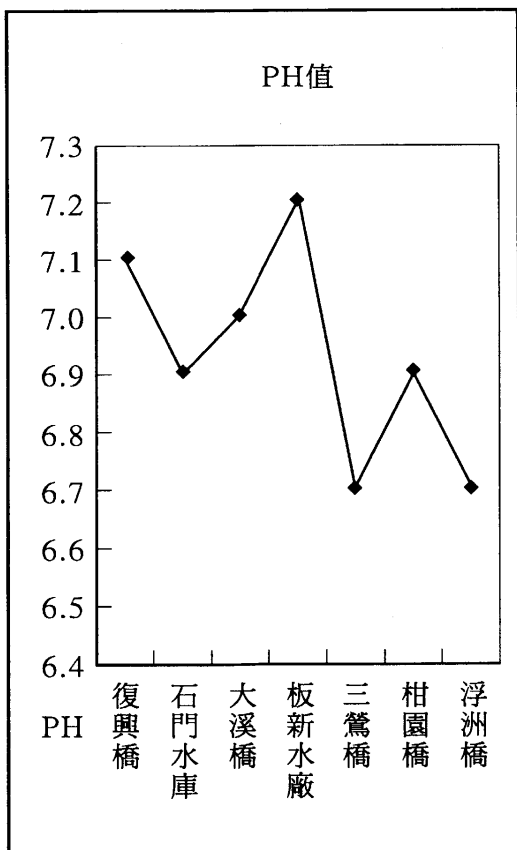
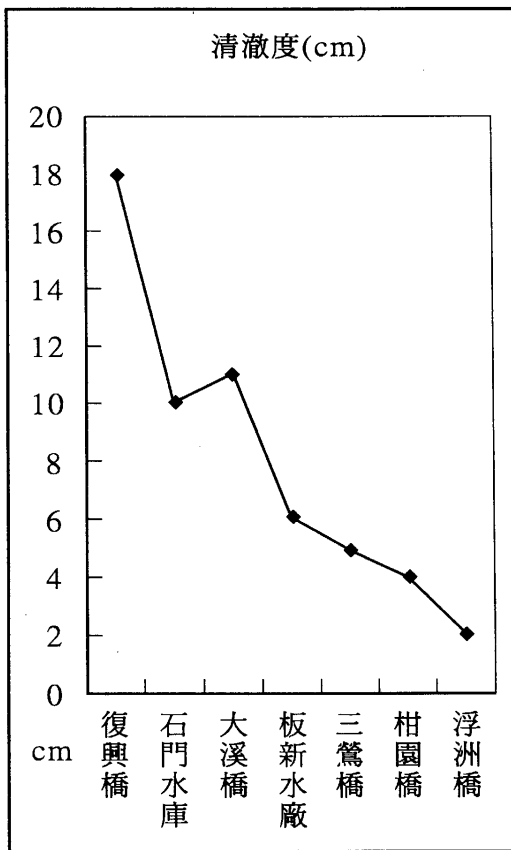


圖 (三)



表(二)

站名	項目	河床顏色	主要石頭 (註)	水色	氣味
	結果				
復興橋		灰	大漂石	透明	清新
石門水庫		青	大漂石	青	正常
大溪橋		灰	小漂石	黃綠	稍腥
板新水廠		黃灰	小漂石、圓石	淺黃濁	正常
三鶯橋		泥紅褐	小漂石	混濁	臭
柑園橋		深灰	小漂石、卵石	灰綠	稍臭
浮洲橋		黑泥	爛泥	黑濁	惡臭

註：大漂石：51.2公分以上      小漂石：25.7~51.2公分  
 圓石：6.5~25.6公分      卵石：1.7~6.4公分

※大漢溪各採集站四周環境簡介及污染源(略)

(三) 測各採樣點之溶氧量、懸浮固體及生化需氧量。

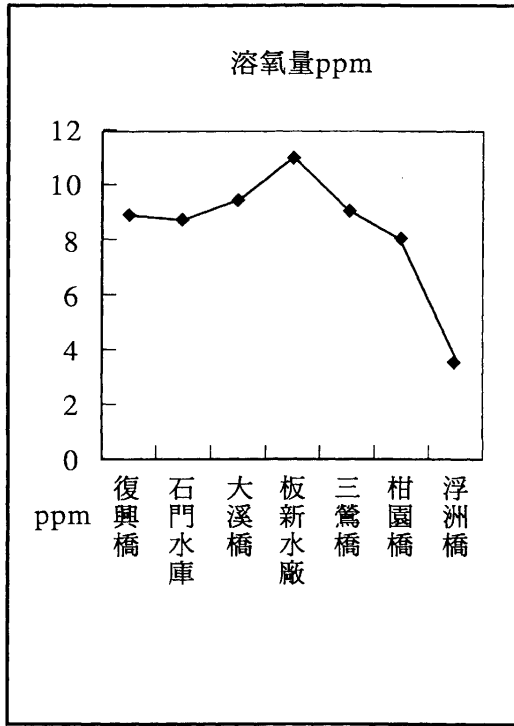
1. 方法：(略)

2. 結果：如表(三)、圖(四)、(五)、(六)。

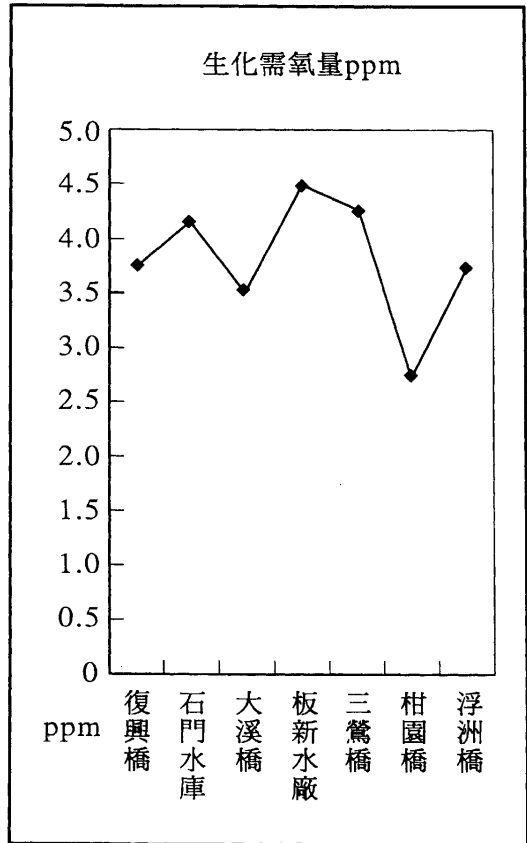
表(三)

站名	日期	溶氧量(ppm)				生化需氧量(ppm)	懸浮固體(ppm)
		85.12.20.	87.1.2.	87.1.13.	平均		
復興橋			8.63	10.8	9.2	3.8	32.5
石門水庫			9	9.5	9.1	4.1	58.5
大溪橋			8.15	12.5	9.6	3.6	52
板新水廠			10.27	11.8	10.65	4.4	41.5
三鶯橋		9.6	9.2	8.8	9.2	4.2	50.5
柑園橋			9.03	7.4	8.6	2.7	57.5
浮洲橋		5.6	2.77	3.5	3.48	3.8	348.5
對照組			9.2				

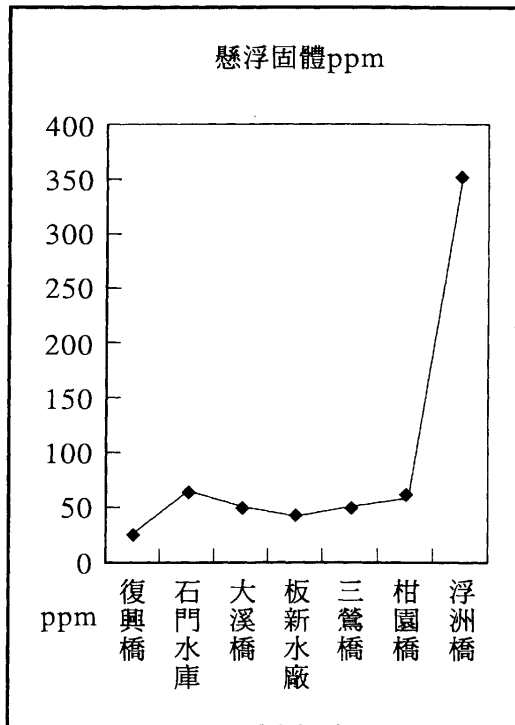
圖(四)



圖(六)



圖(五)



(四) 採集各採樣站之底棲生物：

1.方法：在各採集站河岸翻開石頭，以鑷子夾出附在石頭上之底棲生物，將採獲之生物放在含有75%之酒精瓶內保存，帶回實驗室再做進一步的鑑定及分類。

2.結果：如表(四)

表(四)

調查地點	復興橋	石門水庫	大溪橋	板新水廠	三鶯橋	柑園橋	浮洲橋
日期(87年)	1/2 1/23 3/1	1/1 1/23 3/1	1/1 1/22 3/1	1/1 1/22 3/1	1/2 1/22 3/1	1/2 1/22 3/1	1/2 1/22 3/1
天候(1/1.2)	陰 晴	晴	陰	陰	晴	晴	晴
氣溫(°C)(1/1.2)	20	23.5	21	21	24.5	24	24
水溫(°C)(1/1.2)	19.2	22.4	19.5	19.8	23	22.8	23.2
指標生物	(在所出現的指標生物欄裡註明+符號)						
1.河 蝦	+	++					
2.石蠅幼蟲	+		+++				
3.捲貝類		++	+	+	+		
4.石蠶蛾幼蟲	+++	+	+++		+		
5.蜉 蝣	++++	+++	+++				
6.石蛉幼蟲					+		
7.扁泥蟲類			+				
8.大口螺類		+	+				
9.蛭 類		+	+		++		
10.污水菌類						++	+++
11.顫 蚓 類					+	++	+++
12.水 蚤					+		
13.蝌 蚪				+			

(五) 採集各採樣站之浮游藻類、浮游動物。

1.方法：(略)

2.結果：

我們首先用離心法，利用比重不同，而重物可被離心於底部之原理，收集到重量大於水的浮游生物，此法所得到的浮游生物以柑園為最豐富，其他各站則數量有限，可能與離心時間控制在一分鐘有關，但離心時間過久，又恐傷及浮游生物，故我們進一步採取濾膜法，以探勘水中之浮游生物，經由濾膜法我們發現到種類頗豐富之浮游生物及藻類。經整理如下表(五)

表(五)

調查地點		復興橋		石門水庫		大溪橋		板新水廠		三鶯橋		柑園橋		浮洲橋	
方法		離心	過濾	離心	過濾	離心	過濾	離心	過濾	離心	過濾	離心	過濾	離心	過濾
日期(87年)天候		1/13晴		1/13晴		1/13晴		1/14晴		1/14晴		1/14晴		1/14晴	
氣溫(°C)		24		28.2		27		24.2		24.8		25		24.5	
水溫(°C)		20.2		24		23		22.2		24		23.2		23.5	
生物		(在所出現的指標生物欄裡註明+符號，數量多者註明+符號愈多)													
藍綠藻	1.藍綠藻				+				+					+	
	2.菱狀矽藻		+		+		++		+		+		+		
	3.旌旗矽藻		++						+						
	4.鏈狀矽藻											++	++		
	5.如意矽藻		+												
	6.十字形矽藻				+		+				++		+		
	7.直鏈藻				++				+						
	8.桶狀矽藻				+		++		+		+		+		
	9.針狀矽藻				+						+				
	10.星狀矽藻							++						++	
綠藻類	11.團藻								+			+	++		
	12.琵琶湖星盤藻								+				+		
	13.實球藻		+		+						+	+	++		
	14.新月藻						++		+		++++	+	+++		
	15.四聯原藻						++		+		++		++		
	16.水綿					+++	++							+	
	17.間生藻					+++						+	++	++	
	18.綠球藻						+		++		++		++	+	
	19.鼓藻				+		+		++		++		++	+	+++
眼蟲類	20.團扇眼蟲				++		+								++
	21.扁眼蟲				+		+	+	+						++
變形蟲類	22.覃頂蟲				+		++		+		+	++	++	+	+
	23.太陽蟲							+					++		
	24.腹毛蟲												+		
	25.草履蟲												+		+
	26.鐘形蟲														+

纖毛蟲類	27.櫛毛蟲														+			+
	28.腎形蟲														+			+
	29.剛毛蟲																	
	30.板殼蟲														+			
環節動物	31.線蟲													++		++		+++
輪蟲類	32.輪蟲														++			+++

註 1. : + 每玻片約1~3個  
 ++ 每玻片約4~6個  
 +++ 每玻片約7~10個  
 ++++ 每玻片約11~15個  
 +++++ 每玻片約15個以上

註 2. : 100ml 濃縮 2ml (1ml含 24滴), "+"可視為 2ml的生物含量密度, 故1000ml的密度約為480個+。

圖 (七)

(六) 以各採樣站之河水飼養金魚, 以了解大漢溪各採集站之河水對動物之影響情形。

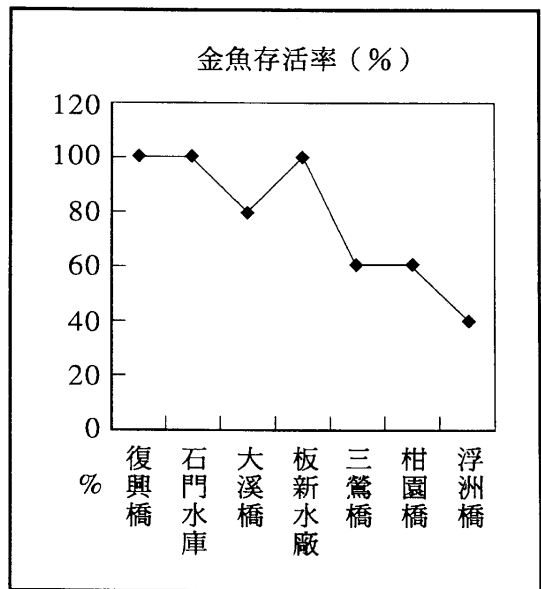
1.方法: (略)

2.結果: 如表(六)、圖(七)。

(七) 以各採樣站之河水灌溉種子, 觀察種子萌芽情形, 以了解大漢溪各採集站之河水對植物之影響。

1.方法: (略)

2.結果: 如表(七)、圖(八)(九)。



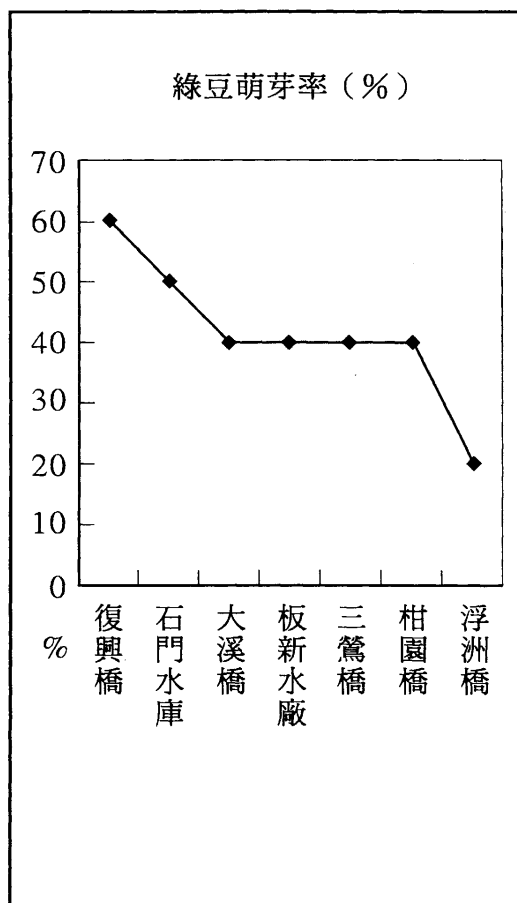
站名 \ 日期	存活率 %						
	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天
復興橋	100	100	100	100	100	100	100
石門水庫	100	100	100	100	100	100	100
大溪橋	100	100	80	80	80	80	80
板新水廠	100	100	100	100	100	100	100
三鶯橋	100	100	100	100	100	100	60
柑園橋	100	100	100	100	100	60	60
浮洲橋	100	100	100	100	100	60	40
對照組	100	100	100	100	100	100	100

表 (六)

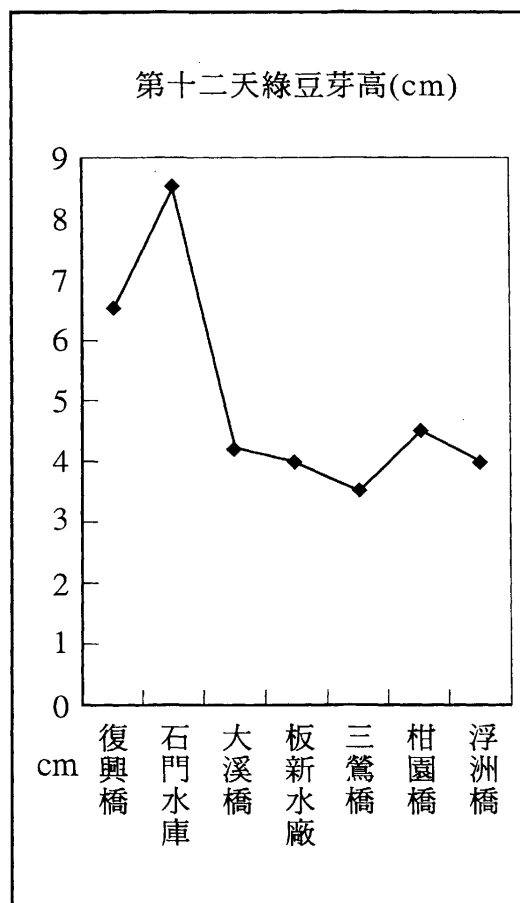
表(七)

日期 站名 \ 萌芽比率%	第二天	第三天	第四天	第六天	第十天
復興橋	60	60	90	芽長 2.2cm	芽長 6.5cm
石門水庫	50	60	100	2.45	8.5
大溪橋	40	50	90	0.9	4.2
板新水廠	40	70	70	1.23	4
三鶯橋	40	50	90	1.47	3.5
柑園橋	40	70	90	1.34	4.5
浮洲橋	20	80	90	1.35	4
對照組	60	80	90	1.30	5.8

圖(八)



圖(九)





(八) 比較板新水廠淨水前之原水與家庭用水之水質。

結果：如表(八)

表(八)

項目 站名	PH 值	溶 氧 量	透 明 度 (cm 水 柱 高)	水 色	氣 味	飼 養 金 魚 (存 活 率 %)	種 子 萌 芽 (比 率 %)	浮 游 藻 類	浮 游 動 物
板新水廠	6.9	10.65	5.75	淺 黃 濁	正 常	100	70	如 表 (有 五)	如 表 (少 五)
家庭用水	7	9.2	17.7 以 上	透 明	無 味	100 註	90	0	0

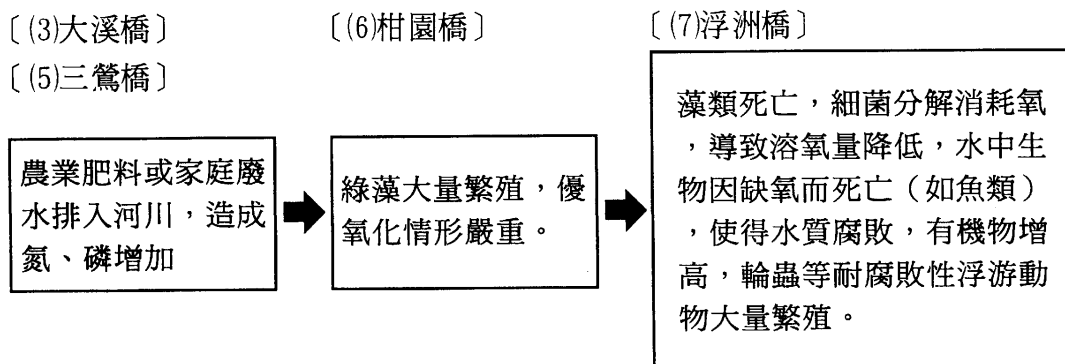
註：養魚之自來水已靜置二天去除氯氣。

## 五、討論

- (一) 大漢溪地質方面，兩岸岩石主要以砂岩、粉砂岩、頁岩等沈積岩為主，河水和岩石成份都接近中性，PH值在7左右。也有少數火成岩經河水搬運至河岸邊。大漢河流域中岩石風化、河岸侵蝕及堆積的情形都很明顯。河面的寬度，在冬季枯水期難以精準測出，然卻可看出由上游的狹窄，轉為下游的寬闊，河水的清澈度，愈下游愈混濁。
- (二) 在化學指標方面，PH值無法看出水質污染；經多次溶氧量測試中，得到的結論是：前六站屬甲等水質（未或稍受汙染），浮洲橋則為丙等水質（中度汙染）；由懸浮固體可看出浮洲橋為丁等水質（重度汙染）；在生化需氧量方面，數據沒有明顯差異，應是雨後採集，受到天候影響的結果。故化學指標應多次採樣並綜合評估，方有準確性。
- (三) 水上的生物指標，可直接反應出水質對生物的影響，由水中的生物，便可了解水質較長期穩定的情形。
1. 底棲生物：(1)(2)站以適合清潔水域的石蠶蛾幼蟲、浮蝨居多。(3)站開始蛭類、螺類數量增多，是水質受到污染的警訊。(6)(7)站有耐污染顫蚓及汙水菌類分布，可見水質汙染腐敗。
  2. 浮游生物：(1)(2)站以矽藻分布為主（尤其是附著矽藻）；到了(3)(4)站綠藻

大量增加；到了第(6)站，綠藻的數量及種類達到高峰，可見此站嚴重優氧化之情形；到第(7)站藻類數量驟降，浮游動物大為增加，又以耐腐敗性輪蟲等為主。

### ◎大漢溪優氧化情形



(四) 大漢溪河水對金魚和綠豆的影響是，(1)(2)站水質較適合動植物生存，到了(6)(7)站，水質受污染，溶氧量降低，對金魚生存有，綠豆萌芽情形及芽高，則以(1)(2)站較良好。

(五) 在汙染源方面，上游(1)(2)站以遊客垃圾及山坡開發農業肥料的汙染居多，所幸影響不大；中游(3)(4)(5)站，人口增加，棄置垃圾增多，河岸並出現砂石廠、水泥廠等，故汙染漸重；在下游(6)(7)站，人口稠密、工廠林立，且汙水下水道又不普及，故大量的家庭及工廠廢水成為主要的汙染源。

## 六、結論

### (一) 大漢溪總評

在上游復興橋、石門水庫一帶，各項汙染指標大多判定其為未（稍）受汙染之河川。到了大溪橋、板新水廠由底棲生物可看出已受汙染，不過仍不嚴重。三鶯橋各項指標轉劣，判定為輕度汙染。柑園橋由浮游生物看出優養化嚴重，且水質趨於腐敗，為中度汙染。到了浮洲橋幾乎集所有重度汙染指標於一身，溶氧量驟降、懸浮固體暴增、藻類頓減，重度汙染情形令人憂心。

項目 站名	溶氧量 (Doppm)	污染等級	懸浮固體 (SSppm)	污染等級	生化需氧量 (BODppm)	污染等級	底棲生物	浮游生物			綜合評估
								矽藻	綠藻	浮游動物	
1.復興橋	9.2	○	32.5	△	3.8	△	○	++	※	-	未(稍)受污染
								○			
2.石門水庫	9.1	○	58.5	×	4.1	△	○	+++	+	+	
								○			
3.大溪橋	9.6	○	52	×	3.6	△	○	+++	++	+	未(稍)受污染
								○			
4.板新水廠	10.65	○	41.5	△	4.4	△	○	++	++	+	未(稍)受污染
								○			
5.三鶯橋	9.2	○	50.5	×	4.2	△	△	++	+++	+	輕度污染
								△			
6.柑園橋	8.6	○	57.5	×	2.7	○	×	++	+++ ++	+++	中度污染
								×			
7.浮洲橋	3.48	×	348.5	×	3.8	△	×	-	※	+++ ++	重度污染
								××			

註1：以下符號代表單項汙染指標

○：甲等水質，即未（稍）受汙染

△：乙等水質，即輕度汙染

×：丙等水質，即中度汙染

××：丁等水質，即重度汙染

註2：+：愈多代表數量愈多

-：代表沒有

※：代表有，但數量很少

註3：環保署公布汙染指標之標準

項目	標準	甲等水質	乙等水質	丙等水質	丁等水質
溶氧量 ppm		6.5 以上	6.5 ~ 4.5	4.5 ~ 2.0	2.0 以下
懸浮固體 ppm		20 以下	20 ~ 49	50 ~ 100	100 以上
生化需氧量 ppm		3.0 以下	3.0 ~ 4.9	5.0 ~ 15	14 以上

## (二) 水汙染指標探討

水汙染指標有數十種，而我們做了化學指標及生物指標的調查後，得到以下結論：

項 目	本次實驗	優 點	缺 點
化學指標	<ul style="list-style-type: none"><li>• PH值</li><li>• 溶氧量</li><li>• 生化需氧量</li><li>• 懸浮固體</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 數據明確，直接比對標準值，易分析汙染程度。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 從單項化學指標無法判斷水質，必須多項綜合評估。</li><li>• 受季節、天氣影響，結果差異大。</li></ul>
生物指標	<ul style="list-style-type: none"><li>• 底棲生物</li><li>• 浮游生物</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 分布情形是河水長期對生物天擇作用的結果，能代表河水之水質情形。</li><li>• 可明顯看出優養化之情形。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 受季節、天氣影響，採集時可能有困難。</li><li>• 須有專業知識者方可判定。</li></ul>

目前環保署調查水汙染情形，大多採用化學指標，我們建議環保署在調查水汙染情形時可加入生物指標調查，如此可以多元化地了解水質的情形。

## (三) 改善汙染源方針

1. 建立汙水下水道：台北、桃園縣汙水下水道普及率不及一成；家庭廢水幾乎直接排入河川，成為水汙染主因。
2. 嚴格監督工廠：大漢溪沿岸自中游開始有許多工廠設立，不但開發時破壞水土，並排入工業廢水汙染河川。我們訪問板新水廠人員，了解附近就有採砂廠及水泥廠，但政府卻尚未有效取締，希望政府能善用公權力，以捍衛我們河川的潔淨。
3. 完整規劃垃圾問題：大漢溪下游沿岸有許多垃圾掩埋場，掩埋垃圾的有機物經雨水沖刷後流入河川、破壞水質。宜興建焚化爐處理垃圾，避免堆積；並做好資源回收，減少垃圾量，才是根本改善之道。
4. 環保從我做起：
  - (1) 郊遊踏青後，垃圾不隨意棄置。
  - (2) 多自備購物袋，少用塑膠袋，做好資源回收。
  - (3) 選用無磷、無螢光劑的家庭清潔用品。
  - (4) 發現工廠違規排放廢水，宜立即檢舉。

行政院環保署電話：(02)29170987

台北縣環保局電話：(02)29628121 · 29628130

總之，人人當多盡一分心力，才能讓青山常在，綠水長流。

#### (四) 板新水廠水質

經本河川探討，我們尚感欣慰的是：供給板橋、新莊用水的板新水廠，其底棲生物發現螺類、浮游生物方面綠藻亦增加，汙染及優氧化情形並不嚴重，然仍令我們感到憂心的是：其清澈度已較上游降低不少，此等現象是民眾及政府相關部門均應及早未雨綢繆，並加以規劃的。

### 七、參考資料

1. 台灣河川底棲生物手冊（水棲昆蟲），行政院環保署環境檢驗所印行。
2. 台灣河川汙染生物指標（底棲小動物類），行政院環保署環境檢驗所印行。
3. 新店溪及淡水河下游之汙染與生物之關係，洪正中，師大生物學報第12期。
4. 顯微鏡下的世界，自然科學文化有限公司出版。
5. 湖河池泊水庫藻類採樣方法，行政院環境保護署公告。
6. 光復科學圖鑑，光復書局。
7. 水棲昆蟲生態入門，台灣省政府教育廳出版。
8. 認識藻類，台灣省立博物館印行。

### 評語

1. 利用許多種方法包括溶氧量，BOO，水色，懸浮固體和生物指標等，尤其是生物指標建立的十分完整，顯示工作十分認真努力。
2. 日後對地科材料的大小漂石與水質顏色，臭味之關聯性應多著力。