

水質的檢驗處理與再生

高小組化學科第二名

彰化縣鹿港鎮洛津國民小學

作 者：許書林、黃光偉

林婉玲、許嘉雯

指導教師：施東陽、劉雅綺

一、研究動機

「反杜邦」的口號，傳遍了鹿港鎮的大街小巷，同學們都覺得很納悶，到底鹿港地區水質污染到怎樣的程度呢？對人類有什麼影響呢？為何鎮民這樣的「反杜邦」呢？

於是我們在老師的指導下，開始了鹿港地區的水質調查，並研究簡易的廢水淨化處理方法。

二、研究問題

- (一)鹿港鎮內溪河水質及工廠廢水分析
- (二)淨化處理後，水質分析比較
- (三)鹿港鎮內河水及工廠廢水對自然生態有何影響？
- (四)各種濾材對處理水質的效能
- (五)淨化處理後的水對自然生態的影響與比較

三、研究設備器材

- (一)儀器：燒杯、量筒、天平、放大鏡、廣口瓶、廣用試紙，滴定管。
- (二)藥品：肥皂、黃血塩、硝酸銀、過錳酸鉀、稀硫酸、稀塩酸、酒精。
- (三)材料：大肚魚、酢漿草、紅豆綠豆種子。

四、研究過程及方法

(一)收集水樣：取自本鎮代表性之水

- | | | |
|---------|---------|---------|
| 1.福鹿溪上游 | 2.福鹿溪中游 | 3.福鹿溪下游 |
| 4.洋仔厝溪 | 5.電鍍廠廢水 | 6.紡織廠廢水 |
| 7.塑膠廠廢水 | 8.化工廠廢水 | |

(二)過濾器的安置

1.濾水器濾材對水質影響的實驗

方法：(1)將活性炭，陽離子交換樹脂、矽藻土、棉花分別依不同厚度，放入實驗濾筒內。

(2)取水樣分別檢驗未過濾前和已過濾後，有無差別

結果：

檢驗項目 濾厚度 材 (公分)		餘氯量	pH值	鐵份	硬度	顏色
活性炭	2	○	△	△	△	○
	15	○	△	○	△	○
	30	○	△	○	△	○
陽交換離子樹脂	2	△	△	△	△	○
	15	○	△	○	○	○
	30	△	△	○	○	○
矽藻土	0.1	○	△	△	△	○
	0.2	○	△	○	△	○
	0.5	△	△	○	△	○
棉花	2	△	△	○	△	○
	15	△	△	○	△	○
	30	△	△	○	△	○
備註	本表係已過濾的水樣和未過濾的水樣比較 (1)△代表過濾前後的結果一樣 (2)○代表過濾後的水比未過濾的水好些 (3)○○代表過濾後比未過濾更好					

2. 濾材的安放順序

水槽內由下而上依次放入 → 小石頭 → 木炭 → 棉花 → 細砂 → 活性炭 → 陽離子交換樹脂 → 砂藻土

(三) 廢水沈澱方法處理：每 1000cc 的水樣放入 2 克明礬，靜置一小時

(四) 水的分析

1. 色的檢查

方法：(1) 將各種未處理和已處理的水樣，放入試管內

(2) 試管下墊白紙

(3) 由試管上往下看

(4) 觀察比較顏色

結果：

水 樣 項 目		福 鹿 溪 上 游	福 鹿 溪 中 游	福 鹿 溪 下 游	洋 仔 厝 溪	電 鍍 廠 廢 水	紡 織 廠 廢 水	塑 膠 廠 廢 水	化 工 廠 廢 水	自 來 水	蒸 餾 水
顏 色	未 處 理	微 混 濁 較 淡 乳 白	微 混 濁 淡 乳 白	微 混 濁 淡 乳 白	混 濁 淡 乳 白	淺 藍	粉 紅	淡 黃	乳 白	無 色	無 色 透 明
	已 處 理	無 色	無 色	無 色	無 色	無 色	無 色	無 色	無 色	無 色 透 明	無 色

2. 混濁度檢查

方法：(1) 先自行設計一個混濁度檢查器

(2) 將各種水樣，振盪搖勻後，倒入試管內

(3) 將試管放在濁度計旁，往上移至看不清為止，愈高則表示水質愈清澈

結果：

水 樣 項 度 目 別		福 鹿 溪 上 游	福 鹿 溪 中 游	福 鹿 溪 下 游	洋 仔 厝 溪	電 鍍 廠 廢 水	紡 織 廠 廢 水	塑 膠 廠 廢 水	化 工 廠 廢 水	自 來 水	蒸 餾 水
未 處 理	高度 <i>cm</i>	19	16.5	13.5	11	1.5	10.5	16	0	30.5	36
	濁度	21	23.5	26.5	29	38.5	29.5	24	40	9.5	4
已 處 理	高度 <i>cm</i>	31	29.5	28.5	27.5	27	28.5	29	26.5	32	34
	濁度	9	10.5	11.5	12.5	13.0	11.5	11	13.5	8	6

3. 氣味的檢查

方法：(1)在試管內裝入 $\frac{1}{2}$ 的各種水樣
 (2)放置溫度 $30^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 的溫水裏，30分鐘取出，很快打開封口聞味

結果：

水 樣 項 度 目 別		福 鹿 溪 上 游	福 鹿 溪 中 游	福 鹿 溪 下 游	洋 仔 厝 溪	電 鍍 廠 廢 水	紡 織 廠 廢 水	塑 膠 廠 廢 水	化 工 廠 廢 水	自 來 水	蒸 餾 水
氣 味	未 處 理	餽水味 發霉味	餽水味 發霉味	餽水味 發霉味	腐 刺 鼻	染 刺 鼻	塑 膠 染 料	味 淡 刺 鼻	味 淡 塑 膠	味 清 香	味 無 味
	已 處 理	無 味	無 味	無 味	味	味 淡 刺 鼻	味 淡 染 料	味 淡 塑 膠	味 清 香	味 無 味	味 無 味

4. 酸鹼度檢查

方法：(1)在試管內裝入各種水樣 15cc

(2)用廣用試紙檢查酸鹼度

結果：

水 樣 項 酸 鹼 度 目		福 鹿 溪 上 游	福 鹿 溪 中 游	福 鹿 溪 下 游	洋 仔 厝 溪	電 鍍 廠 廢 水	紡 織 廠 廢 水	塑 膠 廠 廢 水	化 工 廠 廢 水	自 來 水	蒸 餾 水
P H 值	未 處 理	6	6	6	6	4	8	6	6	7	7
	已 處 理	7	7	7	7	5	7	6	7	7	7

5. 氯的檢查

方法：(1)在試管內裝入各種水樣 15cc

(2)滴入 2 滴 1 % 的硝酸銀溶液，觀察是否有白色沈澱

結果：(「+」越多表示白濁狀況越明顯，「-」表示沒有)

水 樣 項 狀 況 目		福 鹿 溪 上 游	福 鹿 溪 中 游	福 鹿 溪 下 游	洋 仔 厝 溪	電 鍍 廠 廢 水	紡 織 廠 廢 水	塑 膠 廠 廢 水	化 工 廠 廢 水	自 來 水	蒸 餾 水
白 濁	未 處 理	+	+	+	++++	++++	+	++	++	+	-
	已 處 理	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6. 鐵份檢查

- 方法：(1)在試管內裝入各種水樣 15cc
 (2)加入稀塩酸五滴，隔水加熱，再加入黃血塩
 (3)觀察溶液是否由黃色轉為藍色（變藍則含鐵份較多）

結果：

水 項 色 樣 目		福鹿溪 上游	福鹿溪 中游	洋仔厝 溪	電鍍廠 廢水	紡織廠 廢水	塑膠廠 廢水	化工廠 廢水	自 來 水	蒸 餾 水	
顏 色	未處理	藍	藍	黃 綠	藍	深 藍	淺 藍	黃 綠	淺 藍	黃 綠	黃
	已處理	黃 綠	黃	黃	黃	黃 綠	黃	黃	黃 綠	黃	黃

7. 有機物的檢查

- 方法：(1)在試管內裝入各種未處理及已處理的水樣 15cc
 (2)加入稀硫酸三滴，再加入過錳酸鉀 (1%)
 (3)觀察滴入多少過錳酸鉀溶液後紫色不再消失

結果：（過錳酸鉀溶液消耗越多，表示有機物越多）

水 項 液 樣 目		福鹿溪 上游	福鹿溪 中游	福鹿溪 下游	洋仔厝 溪	電鍍廠 廢水	紡織廠 廢水	塑膠廠 廢水	化工廠 廢水	自 來 水	蒸 餾 水
過 錳 酸 鉀 (滴)	未處理	5	6	5	9	21	10	10	12	2	2
	已處理	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2

8. 軟硬水的檢查

- 方法：(1)在錐形瓶中裝入未處理和已處理各種水樣 10cc
 (2)在燒杯內放入酒精 60cc 和蒸餾水 45cc，再加入肥皂 5 克溶解成標準肥皂水
 (3)用支架裝滴定管，並將肥皂水倒入
 (4)將各種水樣分別放在滴定管下面，各滴 5.4cc 的標準肥皂水，用玻璃棒攪拌，再到放置 5 分鐘泡沫沒有消失為止，再看滴定管內所用標準肥皂水是多少 cc
 (5)對照硬度表是幾度 (10° 以下為軟水，20° 以上為硬水)

水樣		福鹿溪上游	福鹿溪中游	福鹿溪下游	洋仔厝溪	電鍍廠廢水	紡織廠廢水	塑膠廠廢水	化工廠廢水	自來水	蒸餾水
項目	硬度	(cc)									
未處理	1°	5.4							×	×	×
	2°	9.4	×	×	×						
	3°	13.2				×		×			
	4°	17.0									
處理	1°	5.4	×	×	×	×	×	×	×	×	×

實驗一：紅豆種子在未處理和已處理的水樣，發芽的情形如何？

- 方法：(1)選紅豆種實飽滿者 20 粒
 (2)加入 10cc 水樣，混合均勻放入培養皿中
 (3)每日加水 5cc，逐日觀察發芽情形

結果：

水 樣 處 理 天 數	福鹿溪 上游		福鹿溪 中游		福鹿溪 下游		洋仔厝 溪		電鍍廠 廢水		紡織廠 廢水		塑膠廠 廢水		化工廠 廢水		自來水		蒸 餾 水	
	未	已	未	已	未	已	未	已	未	已	未	已	未	已	未	已	未	已	未	已
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	—	▲	—	▲	—	▲	—	▲	▲	▲	▲	▲
6	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	—	▲	—	▲	—	▲	—	▲	▲	▲	▲	▲
7	▲ 1.2	▲ 3.5	▲ 1.0	▲ 3.2	▲ 1.1	▲ 3	▲ 1.0	▲ 3.1	▲ 0.2	▲ 3.0	▲ 0.3	▲ 3.1	▲ 3.5	—	▲ 3.5	▲ 3.6	▲ 3.7	▲ 3.5	▲ 3.6	
8	2.5	4.6	2.1	4.3	1.4	4.2	1.2	4.5	▲ 0.4	4.3	▲ 0.5	4.0	▲	4.0	▲	4.1	4.5	4.8	4.5	4.6
9	3.9	5.4	3.8	5.8	2.6	5.1	2.4	5.4	▲ 0.5	5.5	▲ 0.8	4.7	▲	4.2	▲ 0.3	4.9	5.6	5.7	5.2	5.4
10.	4.6	6.2	4.7	6.5	3.4	6.3	3.3	5.6	▲ 0.6	5.7	▲ 1.0	5.6	▲ 0.2	5.2	▲ 0.5	5.8	6.7	6.8	6.5	6.6
11.	5.5	7.0	5.4	7.1	4.3	7.4	4.2	6.3	▲ 0.8	6.0	▲ 1.2	6.1	▲ 0.3	6.2	▲ 1.0	6.2	7.1	7.2	7.1	7.2
12.	6.8	7.8	6.7	8.5	5.8	8.0	5.2	7.2	▲ 1.0	6.6	▲ 1.4	6.5	▲ 0.5	7.0	▲ 1.2	7.0	8.4	8.5	8.2	8.3
13.	7.5	8.6	7.4	9.0	6.6	8.2	6.3	7.8	▲ 1.2	7.7	▲ 1.5	2.7	▲ 0.8	7.3	▲ 1.6	7.8	9.1	9.3	9.0	9.2
14.	8.2	9.4	8.0	9.5	7.5	9.0	7.0	8.0	▲ 1.5	8.0	▲ 1.6	8.1	▲ 1.0	7.8	▲ 2	8.0	10	10	9.2	9.5
15.	9.2	10.3	9.0	10.	8.8	9.8	7.5	8.5	▲ 1.8	8.2	▲ 2	8.8	▲ 1.5	8.0	▲ 2.5	8.5	11	11.2	10.	10.5

備註 —表示未發芽 △內數字表示發芽粒數 下面數字表示生長平均長度

實驗二：綠豆種子在未處理和已處理的水樣中，發芽的情形如何？

方法：(1)選綠豆種實飽滿者20粒

(2)加入10cc水樣，混合均勻放入培養皿中

(3)每日加水5cc，逐日觀察發芽情形

結果：

水 樣 處	福鹿溪 上游		福鹿溪 中游		福鹿溪 下游		洋仔厝 溪		電 鍍廠 廢水		紡 織廠 廢水		塑 膠廠 廢水		化 工 廠 廢 水		自 來 水		蒸 餾 水	
	數 理	未	已	未	已	未	已	未	已	未	已	未	已	未	已	未	已	未	已	
1.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3.	▲	▲	▲	▲	—	▲	—	▲	—	▲	—	▲	—	▲	—	▲	▲	▲	▲	
4.	▲	▲	▲	▲	▲	▲	—	▲	—	▲	—	▲	—	▲	—	▲	▲	▲	▲	
5.	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	—	▲	—	▲	—	▲	—	▲	▲	▲	▲	
6.	▲ 1.5	2.0 1.5	▲ 2.0	▲ 1.0	▲ 2	▲ 1.8	▲ 1.2	—	▲ 2.1	—	▲ 2.1	—	▲ 1.5	—	2.0	2.4	2.5	2.3	2.4	
7.	2.3	3.1	2.5	7.2	▲ 2.0	2.8	▲ 1.5	3.0	▲ 0.2	3.0	▲ 0.2	2.4	▲ 0.3	2.5	—	2.5	3.1	3.2	3.0	3.1
8.	3.0	3.6	2.8	3.3	3.0	3.2	▲ 2.1	3.5	▲ 0.2	3.3	▲ 0.3	3.0	▲ 0.35	3.0	▲ 0.2	3.1	3.7	3.9	3.6	3.8
9.	3.9	4.3	3.8	4.8	3.5	4.8	3.2	4.5	▲ 0.3	4.5	▲ 0.35	3.7	▲ 0.38	3.2	▲ 0.3	3.9	5.0	5.4	4.8	4.9
10.	4.7	5.2	4.5	5.5	4.0	5.4	4.1	4.6	▲ 0.4	4.7	▲ 0.4	4.6	▲ 0.4	4.2	▲ 0.4	4.8	5.6	5.7	5.4	5.6
11.	5.5	6.0	5.0	6.0	4.5	6.2	4.6	5.3	▲ 0.5	5.0	▲ 0.5	5.0	▲ 0.4	5.2	▲ 0.5	5.2	6.6	6.7	6.3	6.4
12.	6.3	6.8	6.0	7.5	5.2	7.0	5.0	6.0	▲ 0.55	5.6	▲ 0.6	5.5	▲ 0.5	6.0	▲ 0.6	6.0	7.5	7.6	7.4	7.5
13.	7.1	7.6	7.0	8.0	5.8	7.2	5.5	6.8	▲ 0.6	6.7	▲ 0.7	6.0	▲ 0.55	6.3	▲ 1.0	6.8	8.3	8.4	8.0	8.3
14.	7.8	8.4	7.5	8.5	6.7	8.0	6.0	7.0	▲ 0.8	7.0	▲ 0.9	7.0	▲ 0.6	6.8	▲ 1.5	7.0	8.8	8.9	8.7	8.8
15.	8.2	9.1	8.0	9.0	7.8	8.8	6.5	7.5	▲ 1.2	7.2	▲ 1.3	7.8	▲ 1.0	7.0	▲ 2.0	7.5	9.5	9.5	9.0	9.2
備 註	—表示未發芽 △內數字表示發芽粒數										下面數字表示生長平均長度									

實驗三：酢漿草在未處理和已處理的水樣中生長情形如何？

方法：(1)選十棵發育良好生長平均的酢漿草，移植入花盒內

(2)每日加水樣 100cc

(3)觀察其發育情形

結果：

水 樣 及處 理	天 數																					
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	
福鹿溪 上 游	未	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	×	×	×
	已	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
福鹿溪 中 游	未	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	
	已	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
福鹿溪 下 游	未	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	
	已	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
洋仔 厝 溪	未	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	
	已	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
電鍍廠 廢 水	未	○	○	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	已	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	
紡織廠 廢 水	未	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	
	已	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	
塑膠廠 廢 水	未	○	○	○	○	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	已	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	
化工廠 廢 水	未	○	○	○	○	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	已	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	
自來水	未	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	已	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
蒸餾水	未	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	
	已	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
備 註	○表示生長茂盛										△枯萎				×死 亡							

實驗四：大肚魚在未處理和已處理的水樣中，生存的情形如何

方法：(1)各種水樣 1000cc 放在水槽裡

(2)選取大小一樣的大肚魚

(3)觀察大肚魚在各水樣中存活情形

結果：(略)

五、討 論

(一)因為學校沒有比較精密的儀器可用來檢驗水質，如餘氯測定器，軟硬水指示劑，P H測定器以及各種重金屬的測定等，所以我們在老師的指導下，以最精簡最經濟的方式來做水質的檢驗，因此有些不能用詳細數字表示，僅能以程度的差別來定好壞。

(二)本次研究所研討的八個分析與四個實驗，都用清潔水作為對照實驗，以免產生太大誤差。

(三)以高錳酸鉀來檢驗有機物，只能說對和高錳酸鉀作用之有機物，而不是全部有機物均可作用，限於儀器和能力，只能做這樣檢驗。

(四)本來我們只想用「古老式」的沈澱法和過濾法來實驗，後來由於「光偉」家有一台濾水器，給予他靈感，我們才決定加上活性炭，矽藻土等濾材，先經個別處理，認為效果不錯，所以就新舊法混合使用。

(五)在自製的濾水器裡，曾為了怎樣安放濾材而爭論，經過實驗認為將顆粒較大的放下邊，其他顆粒相差不多，位置掉換效果十分接近。

(六)混濁度檢查項目中的蒸餾水原本是最清潔的，但是經過沈澱和過濾後，接觸太多東西，處理後反而不理想。

(七)本作品採分工合作方式進行，如採集實驗分析，養殖觀察皆是。

六、結 論

- 1.福鹿溪上、中、下游的水質不同，而以上游水質較好。
- 2.洋仔厝溪的水質要比福鹿溪的水質來得差。
- 3.造成兩溪河水污染嚴重的原因，主要是人口密集而排出大量廢水和兩岸工廠林立，有很多工廠廢水及重金屬排入水中。
- 4.電鍍廠廢水呈黑藍色，含大量雜質，呈酸性，有很濃的刺鼻味，10條大肚魚在廢水中，14分鐘後全部死亡，種子發芽很慢，甚至多數不發芽，酢漿草生長情形也不良。
- 5.化工廠所排放的廢水，呈灰白色，弱酸性，有機物含量多，大肚魚在其廢水中，只要2分鐘就翻白19分鐘後就死亡，種子有些不發芽。
- 6.紡織廠所排放的廢水，呈鹼性，魚在廢水中很快死亡，種子也有一些不發芽，酢漿草生長不良。
- 7.塑膠廠所排放的廢水，呈淡黃色，弱酸性，含有機物多，魚在其廢水中很快就死亡，種子發芽情形也不好。
- 8.清潔水（自來水、蒸餾水）呈中性，對植物生長，無不良影響，但是蒸餾水就不太適合養大肚魚了。
- 9.古老式的沉澱法和過濾法再加上新式的濾材，能將水質大大改善。
- 10.除氯的效果以活性炭最佳，2公分厚的活性炭就可將氯去除。
- 11.矽藻土、活性炭和陽離子交換樹脂除去鐵份的效果皆不錯，其中矽藻土只要0.3公分，就能將鐵份完全除去。
- 12.活性炭3公分，樹脂15公分，矽藻土0.2公分就能將顏色濾除。
- 13.廢水經處理後，無論氣味、濁度、色澤、酸鹼度、有機物與鐵質的含量，水的軟硬度都大有差別。
- 14.廢水經過處理後水質清，雜質少對動物及植物影響甚微，可以多利用。

15. 爲了維護自然生態，為了留給子孫一塊淨土，請工廠要有廢水處理的設備，而我們每個人更不要隨便污染河水。

七、參考資料

- (一)衛生工程 高肇藩著
- (二)標準水質檢驗 台灣省衛生處編印
- (三)自然科學第十二冊 國立編譯館主編

評 語

本作品乃一有關環境保護之研究，對象為鹿港地區附近之水質，取樣包括福鹿溪上、中、下游，洋仔厝溪及四種不同性質工廠廢水，相當完整，試驗範圍包括魚、草、豆類等常見易得之物，種類雖不多但已充分，觀察試驗甚為仔細，並提出改良水質的方法，無論在科學方法與研究精神，或改良實際生活環境之意識上均屬上乘，故給予第二名以為鼓勵。