

# 台中港地區主要河川水質污染 的生態探討

國中組生物科第三名

台中縣立梧棲國民中學

作者：林孟德·林忠義

陳美芳·吳忠信

指導教師：張信雄

## 一、研究動機

台中港地區包括沙鹿、清水、梧棲、龍井等四鄉鎮，由於台中港的擴建，工商業日益發達，其繁榮是可以預期的，但令我們憂心忡忡的是環境污染的問題，河水不再清澈了，水清見底有魚可數的可愛畫面已不復見，污濁的河水，陣陣的臭味，惱人的景象，令人憂心如焚，其嚴重的程度日益復加，雖然大家企盼提高生活品質，可是我們生活環境污染的程度卻更嚴重，希望大家共同維護自然的生態，因此我們尋找了一種為大眾所常見有趣易得的生物進行河水水質污染的探討，利用河川污染的指標生物進行河川水質污染的探討工作，比利用理化方法測定水質研究，較能立竿見影，且具長時效，同時也較易為社會大眾所瞭解和接受，更具有警惕作用，喚起民衆，共同防治河水污染的工作。

## 二、研究目的

使大眾了解污染的河水對於生物的戕害及公害的嚴重性，共同關注這個重要的問題，提振公德，共同做好環境保護工作，使全民皆有良好的生活環境，增進身心健康，因此我們做了台中港地區主要河川水質污染的生態探討。

## 三、研究設備及藥品

(一)研究器材

1. 台中港地區範圍圖 ( SCALE 1 : 25000 )

- |                  |            |
|------------------|------------|
| 2. 燒杯 ( 250 ml ) | 3. pH 值測定器 |
| 4. 烘箱            | 5. 捕魚網     |
| 6. 養魚缸           | 7. 量筒      |
| 8. 溫度計           | 9. 水桶及繩    |
| 10. 自動調溫器        | 11. 打氣馬達   |
| 12. 錐形瓶          | 13. 乳頭滴管   |
| 14. 濁度計          | 15. 試管     |
| 16. 標籤紙          | 17. 計時錶    |
| 18. 大肚魚          |            |

(二)藥品：

- |         |          |            |
|---------|----------|------------|
| 1. 氫氧化銀 | 2. 硝酸銀溶液 | 3. 硫代硫酸鈉溶液 |
| 4. 碘化鉀  | 5. 白陶土   |            |

(三)研究範圍：

台中港地區內之主要河川；一為北河川源自大甲溪（設河水取樣站於圖中之A、B、C三處），一為南河川源自大肚溪（設河水取樣站於D、E、F等三處）。

(四)指標生物：

採用大肚魚原產於千里達島和南美洲北部，行卵胎生，現已廣佈到世界各地。

(五)河水取樣：

將河面分成三段，每段取一個樣水後，將此三個水樣混合成一個水樣。

## 四、研究過程

(一)將七個燒杯，各加入 250 ml 採自 A、B、C、D、E、F 等地的樣水及清潔的水，再放入大小一樣的大肚魚各十條，共為七個被觀察的單位，以便觀察大肚魚在各樣水中的存活情形並加以記錄。（按採樣水的日期重覆操作五次）。

(二)將七個燒杯各放入 125 ml 採自 A、B、C、D、E、F 等地的樣水及清潔水，後再各加入 125 ml 清潔水，使各燒杯水量皆達

250 ml，再各放入大小一樣的大肚魚十條，共為七個被觀察的單位，以便觀察大肚魚在各燒杯中存活的情形並加以記錄。（按採樣水日期重覆操作五次）。

(三)將七個燒杯分別放入採自 A、B、C、D、E、F 等站樣水及清潔水 50 ml，然後再各加入 200 ml 之清潔水，使各燒杯皆盛有 250 ml 之水後，各放入大小一樣的大肚魚十條，然後觀察大肚魚的存活情形並加以記錄。（按採樣水日期重覆操作五次）。

(四)測定 pH 值：將 A、B、C、D、E、F 及清潔之樣水分別以 pH 值測定器測定 pH 值，並加以記錄。

(五)測定濁度：將 A、B、C、D、E、F 及清潔樣水與標準液比較，再用燭光濁度計測定之以求正確。

(六)懸浮固體 ( Suspend solids ) 測定：

將 A、B、C、D、E、F 及清潔之樣水 50 ml，共七份，分別加熱蒸乾，後放置烘箱，烘至重量不變，再用微量天平測量並記錄。

(七)測量溶氧量：

1.用 A、B、C、D、E、F 站之樣水及清潔水

2.取樣水 800 ml 置於洗瓶中→吸收臭氣→滴定（用 0.005 N 之  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  滴定碘化鉀溶液，直至釋出碘的黃色幾乎消失）再加 4 ml 的澱粉溶液→直至藍色消失→空白試驗。

(八)測定生物化學需氧量 B.O.D.

1.用 A、B、C、D、E、F 及清潔之試樣水測定之。

2.用 B.O.D. 瓶兩瓶盛試樣水，並用接種水依比例稀釋之，其一即測定 D.O. 另一乃以五天在 20 °C 的暗室中進行測定，後將其數據代入公式中核算之。

(九)觀測氯離子濃度 (  $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}) \downarrow$  (混濁) )

1.在白紙上畫半徑不等的五個同心圓，最內圈白線條最細為 1 號，向外之圓圈依次為 2 號→3 號→4 號→5 號，線條亦越粗

2.錐形瓶中心對準白紙的圓心，在錐形瓶中加入樣水後再加入足量的硝酸銀溶液，便呈白色混濁的現象。

3. 若樣水中的氯離子濃度越大，則產生的白色混濁越多，觀看白紙上的低號細圓圈便很困難，甚或看不見，若氯離子濃度太高，則連 5 號的粗圓圈亦看不見。

4. 分別取 A、B、C、D、E、F 及清潔的樣水 100 ml 置錐形瓶中，並加入足量的硝酸銀溶液，觀測呈白色混濁的情形並加以記錄。

(+) 觀測硫酸根離子的濃度： $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s}) \downarrow$  (白)

1. 將錐形瓶底中心對準(九)之五圈白紙的圓心，觀察樣水加入氫氧化鉍溶液，混濁的程度，比較推測樣水中含硫酸根離子 ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) 的濃度。

(+) 測定菌落數

1. 培養皿高壓蒸氣滅菌

2. 配製培養基

3. 倒 20 ml 培養基於培養皿中

4. 倒 1 ml 樣水放入培養基中  $\xrightarrow{2 \text{ 天}}$  觀察菌落數目。

## 五、研究結果

(-) 由研究過程(-) 獲得的記錄結果

表一：大肚魚放入各觀察的燒杯水中後，大肚魚的存活時間表。

時間(分) / 樣水死亡條數 / 站別	A	B	C	D	E	F	清潔水
第 1 條	102.5	1.7	1.1	88.7	1.5	1.3	196.4
第 2 條	142.5	1.9	1.7	98.7	1.8	1.6	299.8
第 3 條	252.6	2.3	1.9	190.9	2.4	1.9	348.7
第 4 條	485.7	2.5	2.2	286.5	2.7	2.4	456.5
第 5 條	825.1	2.6	2.3	365.1	2.9	2.5	785.4
第 6 條	864.9	2.7	2.5	580.5	3.4	2.6	963.3
第 7 條	1342.1	2.9	2.7	824.7	3.6	2.8	1453.5
第 8 條	1429.8	4.2	3.0	1098.8	3.8	3.2	1862.4
第 9 條	1744.6	4.6	3.1	1387.6	4.3	3.5	2093.9
第 10 條	1879.5	5.6	3.2	1455.2	4.9	3.6	2215.8
平均(分/條)	906.93	3.1	2.37	637.67	3.13	2.54	1067.57

說明：

1. 大肚魚存活的時間越長，表示水質越佳。
2. 大肚魚在清潔水中存活的時間最長，其次為 A 及 D 站的樣水，而 B、C、E、F 站的樣水大肚魚存活的時間短。

(二)由研究過程(二)獲得記錄結果：

表二：大肚魚放入各觀察的燒杯水中後，大肚魚的存活時間表。

(樣水：清潔水 = 1 : 1)

時間 死亡 條數	樣水 站別	A	B	C	D	E	F	清潔 水
第 1 條		127.4	1.9	1.3	102.7	1.9	2.0	199.8
第 2 條		156.5	2.4	1.8	148.2	2.2	2.3	297.5
第 3 條		278.5	2.8	2.0	237.6	2.6	2.5	347.3
第 4 條		542.9	3.1	2.4	342.8	2.7	2.9	466.5
第 5 條		853.2	3.4	2.5	396.7	3.0	3.4	794.3
第 6 條		1077.2	3.9	2.8	624.5	3.3	3.9	1021.9
第 7 條		1451.6	5.4	3.2	939.4	3.8	4.2	1573.3
第 8 條		1593.0	5.5	3.7	1120.9	5.5	4.5	1969.5
第 9 條		1800.4	5.9	3.8	1415.7	5.8	4.8	2109.4
第 10 條		1932.8	6.2	4.1	1625.4	6.3	5.6	2185.7
平均(分/條)		981.35	4.05	2.76	695.39	3.71	3.61	1096.52

說明：

1. 大肚魚存活的時間仍以清潔水最長（近似表一）。
2. 而 B、C、E、F 站稀釋水仍不適用於大肚魚的存活，（河川之中、下游受沿岸污水及污物的影響甚為嚴重）。

(三)由研究過程(三)獲得記錄結果：

表三：大肚魚放入各觀察的燒杯水中

(樣水：清潔水 = 1 : 4)

時間(分) 死亡 條數	樣水 站別	A	B	C	D	E	F	清潔水
第 1 條		143.5	4.1	1.9	138.2	3.2	2.6	200.4
第 2 條		168.7	6.8	2.1	196.5	5.3	4.9	293.5
第 3 條		295.4	7.5	2.6	285.1	6.8	5.3	349.7
第 4 條		623.3	8.9	2.9	369.3	7.2	5.8	482.5
第 5 條		934.8	11.2	3.6	564.7	8.5	6.5	810.3
第 6 條		1162.5	13.5	4.5	938.5	10.2	6.9	994.5
第 7 條		1561.3	15.6	5.1	1230.8	12.8	7.4	1562.3
第 8 條		1637.8	20.1	7.2	1319.8	15.4	8.8	1899.2
第 9 條		1920.5	23.8	8.6	1547.5	20.9	10.2	2154.8
第 10 條		1989.5	31.5	9.4	1982.5	27.1	12.9	2194.5
平均(分/條)		1043.3	14.3	4.79	857.29	11.74	7.13	1094.17

說明：

- 1.大肚魚存活的時間仍以清潔水最長，依次為A、D站之稀釋水（污染較小）
- 2.而B、C、E、F站之高倍稀釋樣水，雖可稍延大肚魚之存活時間，但其平均存活時間仍很短促。

(四)由研究過程(四)獲得記錄結果：

表四：各樣水之 pH 值

PH 值 日期	樣水 站名	A	B	C	D	E	F	清潔水
74. 6. 10.		7.2	4.6	4.2	7.4	10.3	13.2	7.1
74. 8. 10.		7.3	5.3	3.9	7.2	11.8	12.8	7.0
74. 10. 11.		7.1	6.1	4.8	7.1	9.8	13.0	7.1
74. 12. 10.		7.4	5.4	4.9	7.3	9.6	13.1	7.0
75. 2. 5.		7.5	5.3	4.0	7.2	10.3	13.2	6.9
平 均		7.3	5.34	4.36	7.24	10.36	13.06	7.02

說明：

1. 中性水之 pH 值為 7。
2. 生物可存活之 pH 值最大範圍約在 6.0 ~ 9.0 之間。
3. C、D 站之樣水 pH 值低於 6.0，而 E、F 站之 pH 值高於 9.0 皆不在 6.0 ~ 9.0 之範圍內，而不適於大肚魚之存活。

(五) 由研究過程(五)獲得記錄結果：

表五：各站樣水及清潔水之濁度記錄

濁度 樣水 日期	A	B	C	D	E	F	清潔水
74. 6. 10.	16	37	70	16	35	48	2.2
74. 8. 10.	17	42	72	21	41	58	2.6
74. 10. 11.	19	35	65	14	39	73	3.0
74. 12. 10.	18	46	75	19	48	60	3.3
75. 2. 5.	15	50	68	22	37	64	2.8
平 均	17.0	42.0	70.0	18.4	40.0	60.6	2.78

說明：

1. 各站樣水之濁度不穩定且相當高（超過 5 濁度單位）
2. 各河川越下游濁度越大，受污染的情形越嚴重。

(六) 由研究過程(六)獲得記錄結果

表六：各站樣水及清潔水之懸浮質

懸浮固 體 mg/l 樣水 日期	A	B	C	D	E	F	清潔水
74. 6. 10.	154	486	1052	214	467	975	15
74. 8. 10.	203	372	968	196	459	1105	19
74. 10. 11.	189	526	964	287	840	1127	10
74. 12. 10.	175	415	1140	254	964	988	22
75. 2. 5.	261	482	1073	261	782	1029	18
平 均	196.4	456.2	1039.4	242.4	702.4	1044.8	16.8

說明：

- 1.各站樣水之懸浮固體皆比對照之清潔水大很多。
- 2.河水之懸浮固體，足以阻礙氧化作用之進行，易於淤積造成河道阻塞。

## 六、討 論

- (一)本研究所設定的十一個過程，都有用清潔的水樣做為對照實驗，以避免產生太大的誤差。
- (二)由研究結果(一)得知台中港地區內，兩條主要河川的樣水，上游受污染較少，而中、下游(即B、C、E、F站)之樣水大肚魚不易存活，可見受污染的情形相當嚴重。
- (三)由研究結果(二)、(三)得知，受污染的樣水用清潔水稀釋後，大肚魚雖可稍微延長存活的時間，但不久亦相繼死去，乃因河水中污染的物質仍存在，且具相當程度的污染。
- (四)本研究的B、C站的河水，受沿途造紙、味素等製造工業廢水的污染，pH值低於6.0，而南河川的E、F站河水受紡織業、煤堆積場廢水的污染，所以pH值高於9.0，而A、D站所受污染較少而近乎中性。
- (五)若水中的溶氧量低於5 PPM，則魚類死亡殆盡，由研究結果表七看此二河川的溶氧量，其上游之A、D站尚符合大肚魚之存活量而其中、下游之B、C、E、F站由於受到大量的污染，以致大肚魚不易存活。
- (六)污染河水的無機物種類很多，探究過程繁瑣，本研究僅就氯離子及硫酸根離子濃度加以探討，而創設簡易辨識方法，可省略很多時間。

## 七、結 論

- (一)用大肚魚的存活試驗，做生物檢定，由研究結果，顯示中、下游河水不適用於大肚魚之存活，顯然台中港地區內二條主要河川的水質確已受到嚴重的污染，佐以濁度、懸浮物、pH值、D.O.



[  $\text{Cl}^-$  ]、[  $\text{SO}_4^{2-}$  ]、菌落數的分析探討結果亦與用大肚魚做生物檢定的探討結果相符合。

(二)用大肚魚做爲河水污染的指標生物甚爲恰當，因大肚魚在正常的河川、池塘、小溝中普遍存在，具有代表性，易於辨識，生動活潑，在推動防治公害的教育方面甚具價值。

## 八、參考資料

- (一)生物化學與實驗 1960 吳宗也
- (二)少年科學 69.4. 少年科學雜誌社
- (三)台灣的水污染及其防治 楊萬發 東海大學環境科學研究中心
- (四)環境科學 1980 東海大學環境科學研究中心出版
- (五)水、污水、廢水之標準水質檢驗法  
台灣省環境衛生實驗所印行

## 評 語

本著作討論台中港地區，主要河川水質污染的生態探討，所用的方法，詳細、正確其成果可供防治環境污染之方法。