

為什麼釣不到魚

國中組地球科學科第二名

高雄市立三民國中

作者：林恒騰、吳佳倫
倪建青、黃智民
指導教師：黃同利、李洋楠

一、研究動機

在三、四十年前的高雄愛河，有可愛的清流、遊客和垂釣者，而今天的愛河却是既髒又臭，早已沒有生物喜歡「永浴愛河」了，為什麼我們不可能再在愛河裏釣到魚呢？爲了什麼呢？

二、研究目的

- (一)愛河河水對生物是否真的具有毒害作用。
- (二)愛河河水對生物造成毒害的因素是什麼。

三、研究器材設備

- (一)儀器器材：水槽、燒杯、量筒、漏斗、塑膠水桶、解剖儀器、顯微鏡、烘箱、分析天平、PH測定器、錐形瓶、滴定器。
- (二)溶液藥品：高雄愛河河水、蒸餾水、潔淨自然水、澱粉、E.B.T.、E.D.T.A.、 $MnSO_4$ 、KI、 $Na_2S_2O_3$ 、 H_2SO_4 、 $KMnO_4$ 。
- (三)生物材料：蛙、吳郭魚、蚌蛤、芹菜、水蘊藻。

四、研究過程及方法

- (一)分別讓學生到「九如橋、建國橋、七賢橋、仁愛橋、高雄橋」各河段，將河水用瓶罐裝取帶回，並分別貼上標籤、編號和註明。

(二)將各河段的「愛河河水」各取1000 cc.混合當作「原液」，並再加入蒸餾水配成濃度為80%、60%、40%、20%的「實驗溶液」。

(三)依序進行下列的實驗：

1.生物在愛河河水中生活生存情形之實驗——分別將蛙、魚、蚌蛤、芹菜莖和藻養殖在「原液」、「80%、60%、40%、20%實驗液」和「潔淨自然水」中。細心觀察各種生物在各「實驗液」中的生活生存情形，並詳加紀錄、解剖、鏡檢。

(1)蛙的養殖實驗（自民國72年5月至73年元月止，共進行5次實驗，在每種實驗液各飼養5隻正常健蛙）。

①紀錄（略）。

②結果結論：

ㄅ、在原液中的蛙25隻，其平均壽命僅僅18小時06分。

ㄆ、「80%、60%」濃度的實驗液對蛙的毒害力極為相近。

ㄏ、「20%實驗液」對蛙的毒害力極小。

ㄏ、被愛河河水毒害死亡的蛙體經解剖檢查，其內臟皆呈污黑，且腐臭。

(2)吳郭魚的養殖實驗（自民國72年10月至73年元月止，共進行5次實驗，每次在各實驗液中飼養魚兒10條，共50條魚）。

①紀錄（略）。

②結果結論：

ㄅ、在「原液」中的50條魚之平均壽命，僅是76分鐘而已。

ㄆ、在「20%」實驗液中的50條魚之平均壽命，則是7天以上。

ㄏ、愛河河水對魚的毒害力遠比對蛙的毒害力強烈多多

，此乃因蛙用肺呼吸，而魚只能用鰓在「毒水」中喘息。

ㄘ、死魚經解觀察，其鰓與內臟皆呈污黑腐臭且部份潰爛。

(3)蚌、蜊的養殖實驗（自民國 72 年 9 月至 73 年元月止，共進行 5 次實驗，每種實驗液中各飼養 50 隻蚌、蜊）。

①紀錄（略）。

②結果結論：

ㄎ、在「原液」中的 50 隻蚌之平均壽命僅為 29 小時 8 分。

ㄎ、在「80 % 實驗液」的 50 隻蚌之平均壽命是 29 小時 47 分。

ㄎ、在「20 % 實驗液」中的 50 隻蚌之壽命則達 132 小時以上。

ㄘ、由此可知，「原液」和「80 % 實驗液」對蛙、魚和蚌蛤之毒害皆幾乎相同。也可由此得知，如果愛河河水之污臭如能改善為現今程度的 20 % 以下，愛河內才有魚類可生存遨遊其中。

(4)芹菜莖的插株實驗（自民國 72 年 10 月至 73 年元月，共進行 3 次的實驗）。

①實驗裝置：

ㄎ、取 500 cc. 的燒杯 6 個→分別裝入「原液」、「80 %、60 %、40 %、20 %」實驗液及潔淨自然水，（各貼上註明標籤）。

ㄎ、把新鮮芹菜莖切去根部→分別插入上項各實驗液中。

ㄎ、靜置→觀查→紀錄。

②紀錄（略）。

③結果結論：

ㄎ、在「原液」中的芹菜莖皆在 5 小時內便呈現凋萎。

ㄨ、凋萎發生情形皆明顯先由泡浸在實驗液中的「莖基部」開始凋萎、軟化，最後漸次上延毒害到葉柄和葉片。

ㄐ、原液和 80 % 實驗液對芹菜的毒害力極為接近，此現象與蛙、魚、蚌的養殖實驗結果完全吻合與一致。

ㄒ、把被毒害而凋萎褪色的芹菜莖做細胞切片鏡檢時，發現其細胞排列零亂、變形，且葉綠體的數量大大減少。

(5)水蘊藻的養殖實驗（自民國 72 年 10 月至 72 年 11 月止，共進行二次實驗，每次實驗期間為 2 週）。

①紀錄（略）。

②結果結論：

ㄨ、「原液、80 %、60 % 實驗液」對藻的毒害力皆很顯著，而 20 % 實驗液對藻之生存幾乎已未能造成明確威脅。

ㄨ、被愛河河水毒殺的藻葉經鏡檢時，發現細胞皆有破裂散亂，且葉綠體數量大大減少的病狀。

2 愛河河水的水質分析測定

(1)懸浮固體的測定（自 72 年 10 月至 73 年 2 月，共實驗 5 次）。

①測定方法：ㄨ、分別裝取愛河各橋段的樣水 100 ml. 裝入燒杯內。

ㄨ、加熱蒸乾。

ㄐ、放入烘箱內烘至重量不變，分析天平測量。

②測定結果：各橋段的平均值在 253.4 ~ 510.4 mg / l.。

③討論分析：

ㄨ、測定得知，高雄愛河的髒污混濁嚴重程度是「標準水質（100 mg / l）」的 3 ~ 5 倍以上。

ㄨ、懸浮固體在河道中堆積會導致髒污腐臭，並毒殺生物。

ㄐ、愛河中的「懸浮固體」來源，主要是「垃圾」和人畜的「排泄物」。

(2) PH 值的測定（自 72 年 10 月至 73 年 3 月，共測定 5 次）。

①測定方法：

ㄅ、分別取愛河各橋段的樣水 20 ml. 裝入燒杯中。

ㄨ、用「PH 值測定器」分別測定其「酸鹼度」。

②測定結果：各橋段河水的 PH 值為 7.22 ~ 7.64（弱鹼性）。

③討論分析：愛河水的「PH」值依理論乃屬於適合生物生存的「理想」範圍，但實際事實乃是由於高港海域的海水中之塩分直接沖灌而使之變為鹼性也。（因由測定得知，愈接近高雄港水域的樣水之 PH 值，其鹼度也愈高）。

(3)硬度的測定（自 72 年 10 月至 73 年 2 月，共測定 5 次）。

①測定方法：

ㄅ、各取各橋段的樣水 10 ml. 裝入 250 ml. 的錐形瓶中。

ㄨ、加入「緩衝液」1 ml. 及「E.B.T.」指示劑 3 ~ 4 滴。

ㄐ、依序用 0.01 M 的 E.D.T.A 標準液來滴定使液體顏色由「紅」變成「藍」為止。設使用的 E.D.T.A 是 (A) ml. 則全硬度 (CaCO₃) PPM = $A \times \frac{1000}{10 \text{ ml.}}$ 。

②測定結果：各橋段樣水的硬度平均值是 1068 ~ 1140 PPM.。

③討論分析：

ㄅ、水的「硬度」如果在「700 PPM」左右，則是「理想」的，如果超出「700 PPM」愈大，則水質愈惡劣。

ㄆ、愛河河水的「硬度」在「1000 PPM」以上，真是嚴重之至，此乃因兩岸各類工廠所排出的廢水所造成的。

(4)溶氧量的測定(自72年10月至73年2月，共測定5次)。

①測定方法：

ㄅ、用5個瓶子分別裝滿愛河各橋段的樣水。

ㄆ、各加入1 ml. 的 $M_n SO_4$ 及鹼性 $KI(aq)$ 1 ml. 加蓋蓋好充分搖動，靜置使之下沉至 $\frac{1}{3}$ 時，打開蓋子加入 $H_2 SO_4$ 1 ml. ，再蓋好蓋子充分搖動。

ㄏ、分別各取出一部份放入錐形瓶中，用澱粉當指示劑，並用 $N/40$ 的 $Na_2 S_2 O_3$ 來滴定至藍色消失為止。

ㄏ、最後依下列公式計算「溶氧量 D.O. (mg / l)」：

$$D.O. (mg / l) = a \times \frac{V}{I} \times \frac{1000}{V-2} \times 0.2$$

a —— 滴定時所用去的 $N/40 Na_2 S_2 O_3$ 之 ml. 數

I —— 由瓶中所取出的水量 ml.

V —— 「取樣水瓶」中所裝的水量 ml.

$(V - 2)$ —— 因「取樣水瓶」中曾加了 2 ml. 的 $M_n SO_4$ 和 KI 試藥，所以才要減去 2 ml. 以做補正。

②測定結果：所有全部的 D.O. (mg / l) 值皆為「零」。

③討論分析：

ㄅ、氧是水中生物不可缺少的生命必需物質，如果水中

的含氧量（溶氧量）過低，水中的魚類必將無法正常生存，甚至最後會因缺氧而死。高雄愛河河水中的D.O.是「零」，所以河中的生物絕對無法倖存，因此，我們才不可能在愛河裏釣到魚。

ㄨ、愛河「零」溶氧量的造成原因是由於「居民家庭流出有機污水」、「人畜排泄物」，再加上不少沿岸工廠所排放出來的「耗氧廢液」（如亞硫酸鈉、碳酸氫鐵和 CO_2 ）。

(5)化學需氧量（C.O.D.）的測定（自72年10月至73年2月止，共實驗5次）。

①測定方法：

ㄅ、分別取各橋段的樣水25 ml. 裝入在250 ml. 的錐形瓶中，各加入純水25 ml.，30%的 H_2SO_4 5ml 及N/40的 KM_nO_4 10 ml.。

ㄨ、蓋上橡皮塞靜置在19~21℃環境中4小時。

ㄆ、再加入10%的KI 5 ml.，然後用澱粉做爲「指示劑」，並用N/40 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 來滴定，使之一直到藍色消失爲止。

ㄗ、以相同方法做「空白試驗」。假設所用的N/40 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 是 a ml.，而樣水所用的N/40 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 是 b ml.，則用下列公式代入而計算：

$$\text{C.O.D. (mg/l)} = (a - b) \times \frac{1000}{25} \times 0.2$$

②測定結果：各樣水的C.O.D. 平均值爲10.6~14.2。

③討論分析：

ㄅ、C.O.D. 值的測定方法很多，而其測定值的彼此差異也很大，其中以在室溫下所測定的值與「B.O.D.（生物需氧量）」最爲密切。本校因設備關係，故以「C.O.D.」的測定來代替「B.O.D.」，其效果亦相似。

- 々、「標準水質」的「B.O.D.」值是5~6，如此值愈大，則表示水中所含的會導致腐臭、缺氧的有機物愈多，因此水中生物之生存條件就愈不理想。
- 、愛河河水的「C.O.D.」值皆在「10」以上，此即可證其受污染之程度已至極嚴重了，生物欲想生活生存在河中，實等於妄想。

五、結論與討論

- (一)高雄愛河的河水對生物都具有強烈的毒殺力，就即使能把現今的愛河污水之污臭程度降低到60%或40%，它仍然是一條令人噁心髒臭的「不可愛」臭河。
- (二)在「水蘊藻的養殖實驗」裏，可以得知水蘊藻較能忍受愛河污水的「毒殺」，這可能是因為水蘊藻的葉綠體能在行光合作用中產生「氧」氣，這樣可以補充污水中的缺氧情形。
- (三)愛河河水的水質測定可使我們得知，不管它的「懸浮固體量」、「硬度」、「溶氧量」以及「C.O.D.」（或B.O.D.）都超過「標準水質」的應有數值極多，尤其是河水中的「零」溶氧量，如此惡劣的水質事實，絕對都會使生物無法健康快樂的生活生存在高雄愛河的河水中。
- (四)從本實驗所做的「生物在愛河河水中生活生存情形之實驗」裏，我們可以明確了解「凡是生活在愛河河水中的動植物，勢必都會受到污水的毒害而死亡」。
- (五)我們從多次的多項實驗中也可以確實知道：「如果我們想要從愛河河水中釣到魚，簡直就是夢想」。為甚麼呢？因為魚兒在尚未有幸吞食到我們釣竿上的魚餌之前，便早已由於不幸喝了愛河的「毒水」而死沉埋屍到河底下了。
- (六)愛河的髒污源由，除了是工廠排出的廢水、廢油毒質之外，最主要的乃是愛河河域衆多居民的家庭丟棄有機物和排泄物而造成的，由於愛河污水的髒臭逼人，真使人聞之而會引起嘔吐與昏暈，也因此，一直使外國觀光客產生了強烈的反感，高雄市

- 的因此被稱為「髒臭之域」應是高雄市民深以為恥與為惕的。
- (七)全市較具規模的將近八百家大小工廠，每天把二十萬噸以上的未經任何「污水處理」髒污有毒廢水，和每天至少有十五萬噸的家庭污水，都排放到愛河河中。依「台灣大學醫學院公共衛生研究所」的檢驗報告記載，污害愛河的主要「禍首」工廠依序是：「食品加工廠、造紙紙漿廠、塑膠合成樹脂工廠、纖維工廠、化學工廠、木材合板加工廠」。
- (八)早在 1971 年 2 月，愛河河水的「B.O.D.」經測定結果，便已到達「極嚴重」幾近為「零」的惡劣程度以上了，如今，十二年過去了，現在不但仍不見有所改善，各家工廠的工商大老闆和市民們對愛河的污染殘害仍有增無減。因此，嚴格要求各工廠須有「廢水處理」措施與設備，以及對市民公德教育的努力，實在是「必須」而且「急迫」的。
- (九)在 1982 年 1 月，曾有西德學者來高雄逛視愛河回到西德後，在「國民報」上報導有關高雄愛河受到嚴重污染的精闢報告，在文中甚至幽默指稱「即使一頭豬誤飲了愛河的水，也會猝然而死」，由此可知，流淌在高雄愛河中的液體無疑便是「毒藥」了，更夠譏諷的說，即使要尋死的人也都討厭往愛河河水中跳。
- (十)如果要改善愛河的髒臭污染，則必須澈底做到：
1. 建設衛生下水道及污水處理廠。
 2. 限制工廠的增建設立，並管制污水水源。
 3. 加強檢驗工作，採取公正、重罰方式，並全力研究污水處理方法。
 4. 制定水質污染防治條律（法律），且嚴格澈底執行。
 5. 設法提昇國民公德心，並訂定防止髒亂污染的法令。

——「人要活下去，就應和環境結為一體」，我們把愛河河水污染了，最後「最被毒害」的生物便是我們高雄市民自己，現在的愛河已經被我們大家毒害而罹生重病行將頻臨「死亡」了，這實在是全體高雄市民的最大不幸罪惡和羞恥，如果我們再不自勉努力來「診治

」愛河的話，任何一個高雄人都將無向未來的「高雄歷史」交代。

上蒼創造萬物，一切皆以「平等」而相容，我們人類並未真的就比其他生物被容許享有「特權」或被承認「高等」，也因此，我們不可爲了滿足「自私」和「貪慾」而殘酷無情地扼殺其他萬物的生機或破壞周遭的和諧生態環境。坦誠的說，我們人類也是這個脆弱的地球表面裏萬古長空之一種匆匆「過客」的「東西」而已，因此，我們應該要感謝這個地球，也愛護地球。同理，我們全體高雄市民也應該感謝高雄，也愛護「高雄愛河」。因爲「地球只有一個」，同樣的，「高雄也只有一處」，而「愛河也只有一條」！！

六、參考資料

1. 國中生物（上）（國立編譯館）
2. 國中化學（I、II）（國立編譯館）
3. 大學普通化學實驗（國立台灣大學化學系）
4. 今日經濟（第76期）
5. 公害面面觀（國姓爺雜誌社）
6. 再見！寂靜的春天（出版家，洪維健）
7. 水族系的迷惘（百科文化事業公司，莊進源）
8. 公害和你（時報出版公司，有吉佐和子，廖名鶴譯）
9. 重金屬對於環境的污染（東海大學環境科學研究中心，陳國成）。
10. 台灣的水污染及其防治（東海大學環境科學研究中心，楊萬發）。
11. 都市公害的防治（東華書局，沈中仁）
12. 環境衛生化學（合記圖書出版社）
13. 水及廢水分析（復文書局，吳宗榮、蔡基湧）
14. 「愛河的水到底有多髒」（中國時報，1982年1月）
15. 「高雄港海水污染嚴重，重金屬含量超過國際標準」（台灣新聞報，1983年2月）。

評語：作者實測高雄愛河水質之情況（如溶氧、PH）對愛河之污染加以探討實有團隊精神及鄉土價值。可作為防治河川污染之參考。