

大肚溪水質污染調查

陳榮華·李福銓·余廷基

Investigation on Water Pollution of Ta-Tuo River

Rong-Hwa Chern, Fu-cheng Lee and Ting-Chi Yu

In Ta-Tuo River, Where no more fishes and shellfishes could be found because of the water pollution had been caused by industrial and family's waste-water. The Ta-Tuo river water pollution is harmful to not only the living of fishes but also the exploitation of inshore fishery.

At six sample stations along the river, air temperature, water temperature, pH, T.S. Turbidity, BOD, COD and T.C.M. were determined during 24 hours of sampling each month.

The water quality of station C is the best according to the result fish could be a few species of fish could be observed. While the water quality of station E is the worst, and no fishes could be observed.

前 言

水是魚類生存的要件，沒有水魚類固然無法生存，不良的水質亦無法棲息。幼魚因水質不良得不到適當的餌料而不能生長，甚至直接受到不良水質的毒害而死亡。成魚因環境水質不良，多數逃往適合生存的水域，不能逃脫者亦會造成大量的死亡。本省河川因受工業、畜牧業及家庭廢水污染由於未作適切之處理，水質已不太適合魚貝類棲息，污染嚴重之河川魚貝類已無法生存，輕者亦因魚體具有臭味無人問津，同時河川廢水流入海中影響淺海魚貝類的繁生，嚴重危害沿海養殖及漁撈漁業的發展，這個問題已由台灣省水產試驗所⁽¹⁾，水污染防治所⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾，中央研究院，台灣大學⁽⁵⁾等機構進行研究。

本試驗以中部主要河川之一的大肚溪及其上游支流貓羅溪為調查對象，以了解其水質之物理、化學性狀及水中動植物的生態以供將來治理之依據。

材料與方法

- 1 沿貓羅溪、大肚溪兩岸標定六處測試點（表 1 及圖 1）
- 2 每月 7 日定時、定點在河川沿岸流速較快處，以 5 ℓ 塑膠瓶二個採集水樣，並測定當時之氣溫、水溫、溶氧量及觀察水流、河水外觀、河川沿岸生態河川水中魚類生活狀態等。
- 3 水樣攜回實驗室後立即檢驗 pH、總固體量、濁度、生化需氧量、化學需氧量等項目，並進行生物試驗，以判斷水質對魚類是否有直接之毒害。
- 4 生物試驗是將採回的水樣分成 100%、90%、80%、70%、60%、50% 等組，每組放入吳郭魚 10 尾，以靜水式進行試驗，並在試驗水槽外層用地下水調整水溫保持在 $25 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ ，試驗期間隨時檢視，發現死魚立即撈出，稀釋水使用本分所地下水，吳郭魚 (*Tilapia* sp.) 係本分所人

表 1 沿著大肚溪採水樣位置
Table 1 The Sampling Location Along the river

| No | Name of river | Sampling Location |
|----|---------------|----------------------------|
| A | 貓 羅 溪 | 南投縣南投市 3 號公路平林橋下。 |
| B | 貓 羅 溪 | 彰化縣芬園鄉 14 號公路利民橋下。 |
| C | 大 肚 溪 | 台中縣大肚鄉縱貫鐵路大肚溪鐵橋下 200 公尺處。 |
| D | 大 肚 溪 | 彰化縣彰化市縱貫鐵路大肚溪鐵橋下游 200 公尺處。 |
| E | 大 肚 溪 | 彰化縣和美鎮中寮里。 |
| F | 大 肚 溪 | 台中縣龍井鄉中彰大橋下。 |

工繁殖的，平均體長 4.26 公分，平均體重 0.52 gm。

5. 水質檢驗方法係依照海洋學院教授陳建初所編著之水質分析 (Analysis for water quality) 及美國公共衛生協會等出版之 Standard Method for Examination of water and Waste Water 辦理。

結 果

各測試點水質檢驗結果分別列於表 2，茲將各測試點污染現況調查簡述如下：

1. 測試點 A：平林橋主要污染來源有南岡工業區廢水、家庭廢水、染整及澱粉廠廢水，此段水域鵝卵石甚少，水流緩慢河水外觀呈深藍色，河川中動植物生態尚良好，水中植物有布袋蓮 (*Eichornia crassipes*) 浮萍 (*Lemna minor*) 等，魚類以吳郭魚居多，水溫範圍在 17° - 28° C，PH 值在 7.5 上下，溶氧量在 1.2 - 6.3 PPM，BOD 在 2.1 - 5.3，COD 在 1.71 - 5.1 PPM，生物試驗 48 小時中吳郭魚死亡均未達半數，顯示氣候未突變，其水質對魚類尚無直接之急性毒害。
2. 測試點 B：利民橋上游廢水較少，河水外觀呈淺藍色尚清澈，此段河底鵝卵石及沙洲較多，水流也稍急為本省典型之河川型態，水中鵝卵石附著大量的絲藻 (*Enteromorpha*) 魚類有吳郭魚 (*Tilapia sp.*)、溪哥 (*Zacco platypus*) 土產淡水蝦 (*Macrobrachium sp.*) 等，pH 值在 7.53 - 7.93，水溫範圍 18° - 29° C 溶氧量在 5.8 - 8.6，BOD 在 1.6 - 5.6，COD 為 0.28 - 3.62 PPM，生物試驗 48 小時中吳郭魚死亡未達半數，顯示氣候未突變其水質對魚類尚無直接之毒害。
3. 測試點 C：此處上游之支流有大量的廢水及台中市大部份之家庭廢水流入，所以水質較劣河水外觀呈淺褐色，岸邊及水中植物甚少，但在 70 年 10 月調查時尚有少數的吳郭魚，水質範圍在 19° - 27.5° C 之間，pH 值在 7.34 - 7.87，溶氧量在 4.3 - 7.2 PPM，BOD 在 1.6 - 5.6，COD 在 2.15 - 6.11 PPM，生物試驗 48 小時中吳郭魚死亡未達半數，顯示氣候未突變其水質對魚類尚無直接之急性毒害。
4. 測試點 D：在縱貫鐵路大肚溪橋下游 200 公尺處南岸，上游污染來源較少，外觀呈淺藍尚清澈，水

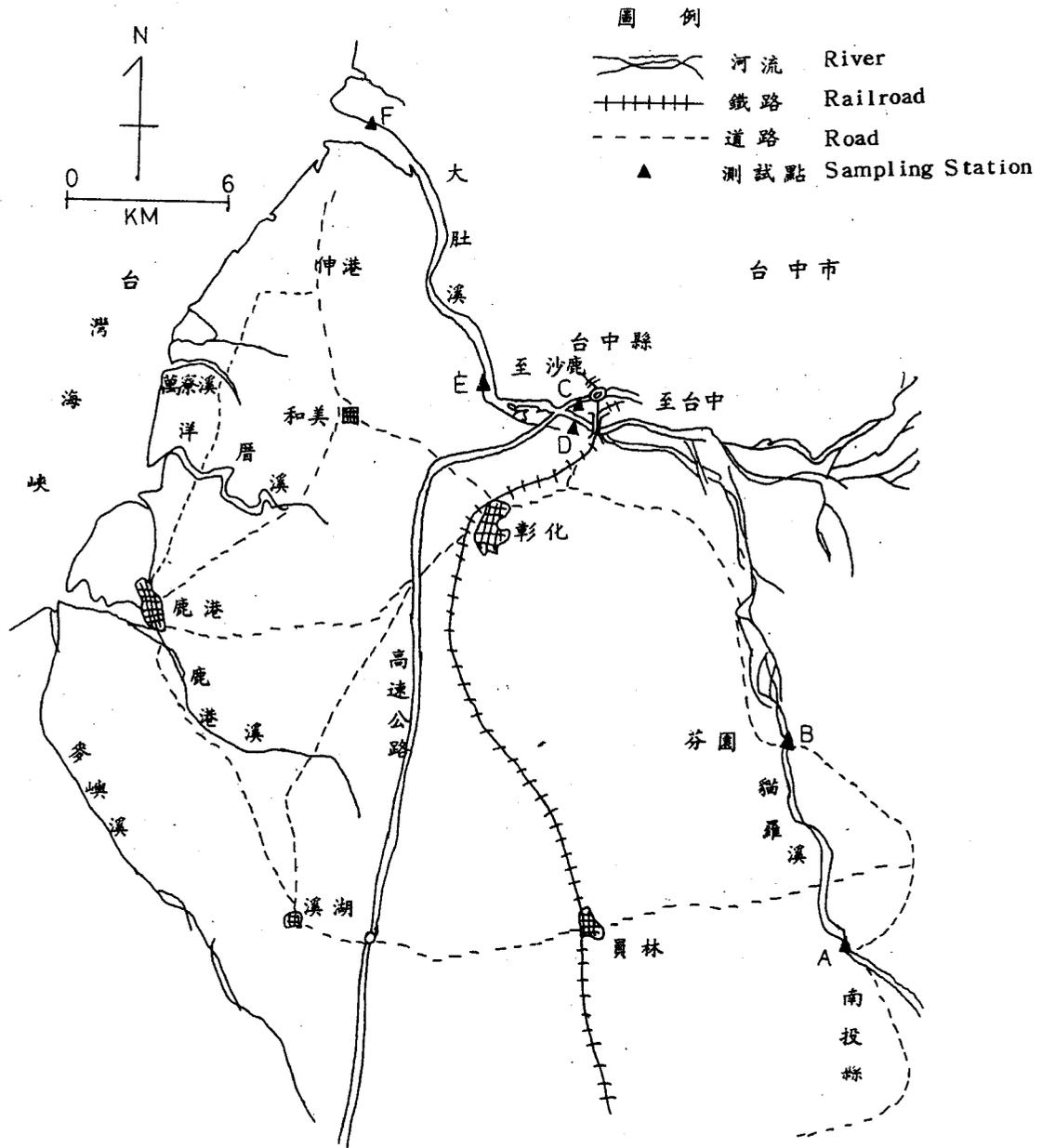


圖 1 沿著大肚溪採集樣品位置圖

Fig.1 Distribution of sampling stations along Ta-Tuo River.

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| PPM | C | 5.9 | 5.4 | 7.2 | 6.8 | 5.9 | 4.3 | 5.6 | 6.2 | 5.0 | 6.4 |
| | D | 6.8 | 7.6 | 9.5 | 7.4 | 9.2 | 8.6 | 8.6 | 7.5 | 7.8 | 7.4 |
| | E | 5.8 | 6.0 | 7.0 | 7.8 | 8.6 | 0 | 7.5 | 6.1 | 6.3 | 8.0 |
| | F | 5.7 | 2.8 | 4.2 | 4.4 | 3.2 | 1.9 | 5.6 | 5.4 | 4.2 | 5.5 |
| Bio-chemical | A | 2.9 | 2.4 | 4.8 | 2.2 | 5.3 | 2.1 | 3.6 | 2.9 | 3.8 | 3.9 |
| Oxygen | B | 2.2 | 2.2 | 1.6 | 2.0 | 3.3 | 2.8 | 3.1 | 2.2 | 5.6 | 4.6 |
| Demand | C | 2.1 | 2.8 | 2.2 | 1.9 | 5.6 | 1.6 | 4.5 | 1.8 | 4.3 | 3.5 |
| PPM | D | 1.1 | 1.8 | 0.9 | 0.8 | 3.3 | 0.3 | 2.5 | 2.8 | 1.9 | 3.3 |
| | E | 3.8 | 5.8 | 9.6 | 3.7 | 8.0 | 6.8 | 3.4 | 5.8 | 7.8 | 8.1 |
| | F | 2.6 | 2.6 | 2.2 | 4.1 | 5.0 | 4.0 | 1.3 | 2.4 | 4.2 | 4.8 |
| Chemical | A | 2.47 | 2.87 | 3.01 | 2.31 | 5.1 | 1.71 | 3.67 | 4.69 | 3.46 | 2.61 |
| Oxygen | B | 1.57 | 2.27 | 1.09 | 0.77 | 3.78 | 0.28 | 2.25 | 3.62 | 3.51 | 2.48 |
| Demand | C | 2.92 | 3.49 | 3.26 | 2.82 | 6.11 | 2.28 | 3.98 | 3.19 | 2.98 | 2.15 |
| PPM | D | 2.36 | 2.42 | 0.84 | 0.51 | 1.78 | 0.67 | 0.92 | 0.85 | 2.57 | 1.33 |
| | E | 71.00 | 82.43 | 76.63 | 57.44 | 78.89 | 111.11 | 59.98 | 72.55 | 78.56 | 75.04 |
| | F | 7.41 | 6.06 | 10.00 | 10.26 | 18.00 | 9.11 | 15.91 | 19.99 | 7.48 | 5.49 |
| Total solid | A | 608 | 412 | 408 | 296 | 392 | 468 | 648 | 296 | 372 | 352 |
| mg/l | B | 464 | 400 | 340 | 288 | 324 | 484 | 604 | 216 | 436 | 408 |
| | C | 552 | 368 | 248 | 264 | 364 | 438 | 602 | 300 | 386 | 396 |
| | D | 828 | 236 | 284 | 292 | 348 | 436 | 470 | 228 | 227 | 250 |
| | E | 1916 | 1580 | 2076 | 1108 | 1460 | 3920 | 3238 | 1700 | 1753 | 1372 |
| | F | 672 | 2668 | 3496 | 3616 | 5008 | 5676 | 8911 | 3732 | 3954 | 1348 |
| Turbidity | A | — | 1.25 | 0.80 | 0.70 | 0.60 | 0.7 | 0.6 | — | — | — |
| × 100 PPM | B | — | 0.90 | 0.65 | 0.60 | 0.50 | 0.4 | 0.3 | — | — | — |
| | C | — | 1.00 | 0.35 | 0.25 | 0.50 | 0.5 | 0.52 | — | — | — |
| | D | — | 0.70 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.4 | 0.45 | — | — | — |
| | E | — | 1.90 | 3.33 | 1.30 | 1.20 | 3.3 | 3.1 | — | — | — |
| | F | — | 1.10 | 19.00 | 20.40 | 24.51 | 25.80 | 81.0 | — | — | — |

表 2 大肚溪水樣測定結果

Table 2 Results of Ta-Tuo River water analysis

| Item No | Date | 70.9.7 | 70.10.7 | 70.11.7 | 70.12.7 | 71.1.7 | 71.2.7 | 71.3.7 | 71.4.7 | 71.5.7 | 71.6.7 |
|----------------------------|------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Temperature °C | A | 29 | 33 | 22 | 20 | 17 | 23 | 19 | 20 | 27 | 27 |
| | B | 29 | 33 | 22 | 20 | 19 | 23 | 21 | 20 | 28 | 26 |
| | C | 29.5 | 32 | 22 | 20 | 19 | 23 | 20 | 21 | 27.5 | 26 |
| | D | 29 | 33 | 21 | 20 | 19 | 23 | 20 | 21.5 | 28 | 27 |
| | E | 29.5 | 33 | 21 | 20 | 19 | 24 | 20 | 21.5 | 27 | 27 |
| | F | 29.5 | 28 | 20 | 18 | 20 | 23 | 20 | 22 | 28 | 27 |
| Water Temperature °C | A | 26.5 | 28 | 21 | 18 | 17 | 20 | 18 | 19.5 | 29 | 25 |
| | B | 26.5 | 28 | 21 | 18 | 18 | 20 | 19.5 | 19.5 | 29 | 26 |
| | C | 26 | 27 | 21 | 19 | 18.5 | 19 | 19 | 21.5 | 27.5 | 25 |
| | D | 25.5 | 28 | 21 | 19 | 18.5 | 21 | 19 | 21 | 27 | 25 |
| | E | 32.5 | 35 | 30 | 23 | 22 | 31 | 24 | 29 | 33 | 29 |
| | F | 26.5 | 27 | 19 | 17 | 19 | 20 | 19 | 22 | 26 | 25 |
| pH Value | A | 7.72 | 7.54 | 7.92 | 7.24 | 7.39 | 7.33 | 7.85 | 7.53 | 7.69 | 7.60 |
| | B | 7.93 | 7.79 | 7.61 | 7.54 | 7.64 | 7.53 | 7.84 | 7.59 | 7.75 | 7.76 |
| | C | 7.75 | 7.66 | 7.34 | 7.46 | 7.67 | 7.86 | 7.87 | 7.38 | 7.70 | 7.48 |
| | D | 7.84 | 8.04 | 8.09 | 7.84 | 8.24 | 8.29 | 8.14 | 8.18 | 8.01 | 7.61 |
| | E | 2.87 | 2.84 | 3.91 | 4.31 | 3.85 | 2.73 | 3.25 | 4.57 | 3.18 | 3.38 |
| | F | 7.40 | 7.20 | 7.33 | 7.11 | 7.08 | 7.23 | 7.71 | 7.57 | 7.22 | 7.54 |
| Dissolved Oxygen | A | 6.3 | 3.6 | 4.8 | 1.2 | 1.8 | 2.4 | 3.8 | 4.3 | 5.3 | 6.2 |
| | B | 6.1 | 7.6 | 8.6 | 6.4 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 5.8 | 7.6 | 6.4 |

流稍急鵝卵石甚多，為本省典型河川型態，水中魚類有吳郭魚、土產淡水蝦、溪哥、鰻魚等，水溫範圍 19—28°C，pH 值 7.61—8.29，溶氧量 6.8—9.5 PPM，BOD 0.3—2.8，COD 0.51—2.57 PPM，生物試驗 96 小時內均未死亡，顯示其水質對魚類尚無直接之毒害。

5. 測試點 E：此段上游有某化學公司設專用排水渠排出大量廢水，河水水質惡劣外觀呈紅褐色並有大量的白色泡沫及發出惡臭，水中未發現任何動植物，水溫範圍在 22°C—35°C，較其他測定點為高，PH 值在 2.73—4.57 呈強酸性，溶氧量在 0—8.6 PPM，BOD 3.7—8.1，COD 為 57.44—111.11。實施生物試驗結果吳郭魚在九月份之廢水中 50 分鐘內全部死亡，10 月份 50 分鐘內全部死亡，11 月份 2 小時 15 分內全部死亡，12 月份 96 小時僅死亡三尾，元月份 4 小時內全部死亡，2 月份 14 分鐘內全部死亡，3 月份 1 小時 45 分鐘內全部死亡，4 月份 1 小時 30 分鐘內全部死亡，5 月份 30 分鐘全部死亡，6 月份 40 分鐘內全部死亡，由此可判斷此水質對魚類有直接之急性毒性，不適於水中生物生存。
6. 測試點 F：此點接近大肚溪海口，上游廢水流至此區域，頗多沈澱故毒性稍緩和河水外觀呈污黑而混濁，水中含有大量的泥沙，魚類有吳郭魚及鰻魚等，經解剖發現其體內有類似汽油味之惡臭殆無食用價值，水溫範圍 17—27°C，鹽分 8% 左右，溶氧量 1.9—5.7，BOD 1.3—4.8 PPM，COD 在 5.49—19.99，生物試驗 48 小時中吳郭魚死亡均未達半數，顯示氣候未突變其水質對魚類尚無直接之急性毒害。

討 論

測試點 A、B、C、D 及 F 水溫（表 2）均無異常現象，但測試點 E 水溫高達 28°C 以上，比其他測試點水溫高出甚多，其原因乃上游某化學公司專用排水渠排入大量高溫廢水所致。

pH 值（圖 2）大部份在 7.08—8.29 之間呈弱鹼性，但測試點 E 的 pH 值均保持在 2.73—4.57 之間呈強酸性，生物試驗中吳郭魚在短時間內全部死亡，其主要原因為 pH 值過低所致，在（圖 2）可看出，pH 值呈弱鹼性的測試點生物試驗 96 小時中死亡均未達半數，而測試點 E 在 70 年 9 月—70 月及 71 年 1—6 月的水質裏吳郭魚均在 14 分鐘—2 小時 15 分鐘內全部死亡，pH 值愈低者死亡愈速。

一般河川溶存的氧氣⁽⁷⁾因水流衝擊河水之曝氣量增加，使水中溶氧和大氣中氧氣易於保持平衡。測試點 B 及 D 因水流湍急，且污染物少所以其溶氧量（圖 3）較高，測試點 C 及 F 水質雖較劣，但其流速湍急河水的曝氣量增加，所以溶氧量並無顯著下降，只有測試點 E 在 2 月份測得溶氧量為 0 PPM，可能是上游的河水被沙洲擋阻無法暢流，使水流緩慢加以化學物質分解消耗氧氣，所以溶氧量呈 0 PPM 的狀態。位於上、下游的測試點 A 及 F 其水流均較緩慢，河水曝氣不夠，所以溶氧量較低。

BOD 及 COD 值（圖 4 及圖 5）以測試點 B 及 D 較低，所以其有機物質含量較少⁽⁸⁾，而測試點 E、F 其 BOD 及 COD 值均顯著偏高，但均在本省工廠放流水標準 100 mg/l 以內，與公共水域之水質標準 8 mg/l 相近，愈高者有機物質含量必然愈高，有機物質增加其分解所需的氧氣亦會大量增加水質更趨惡劣，此種環境已不適合魚貝類生存。生物毒性試驗以本分所繁殖之吳郭魚苗經 24—96 小時之藥浴，除 E 點外其餘並無直接之毒害，但這並不能表示適合魚類生長，因水中之有機物質及重金屬化學物品都屬於慢性毒，會蓄積於體內導致大部份受污染之河川，小型魚居多大型魚則少見。

依照河川污染程度來分類⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾測試點 A、C 及 F 屬中度污染，測試點 B 及 D 屬輕度污染及稍受污染，測試點 E 則屬嚴重污染，可見從大肚溪上游至下游入海口都已有水污染之問題存在，如何加以改善使降低污染將為當今之急務。

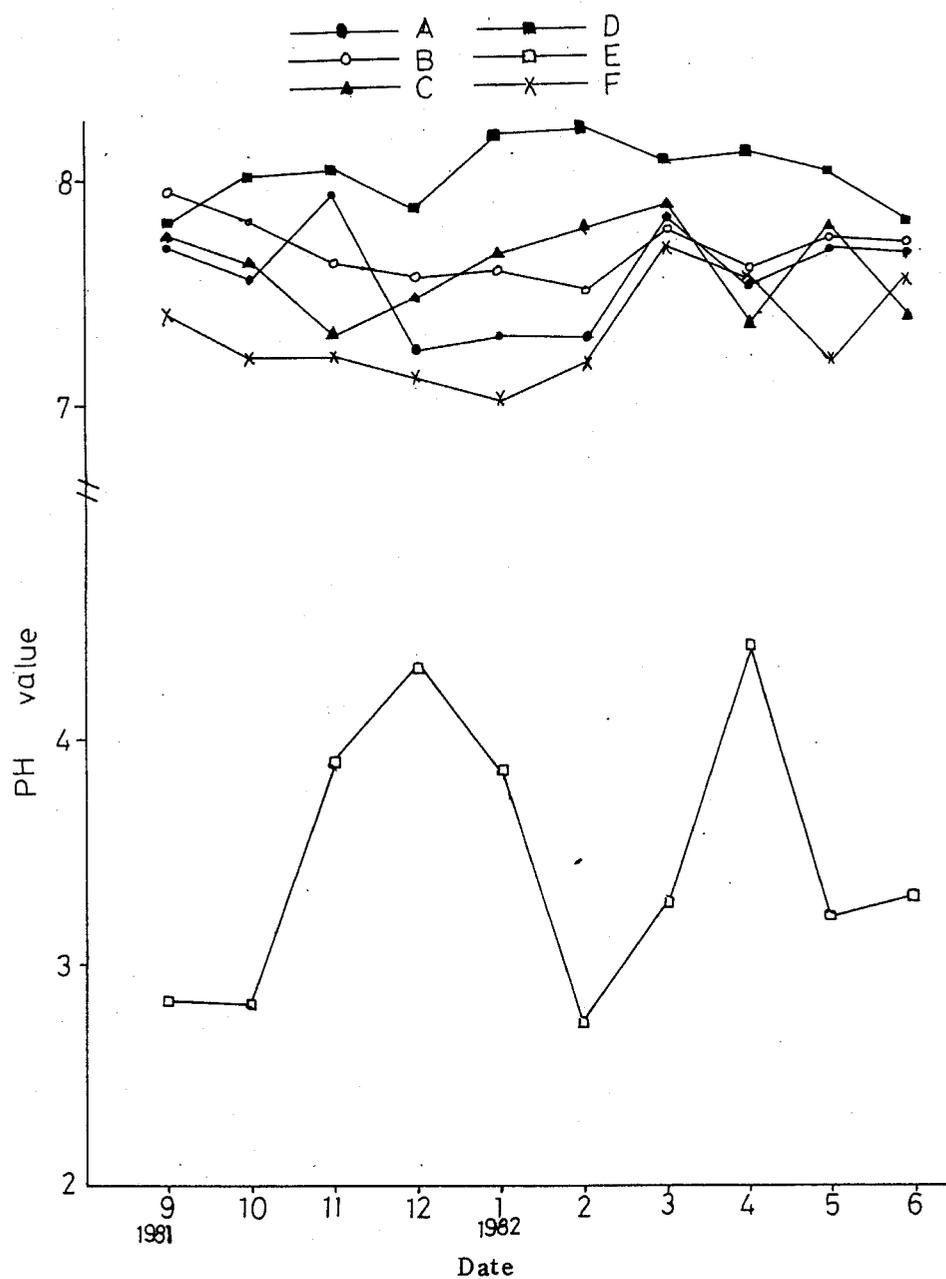


圖2 1981年9月—1982年6月在大肚溪PH值變化情形

Fig.2 Variation of pH value in Ta-Tuo River during Sep. '81-June '82.

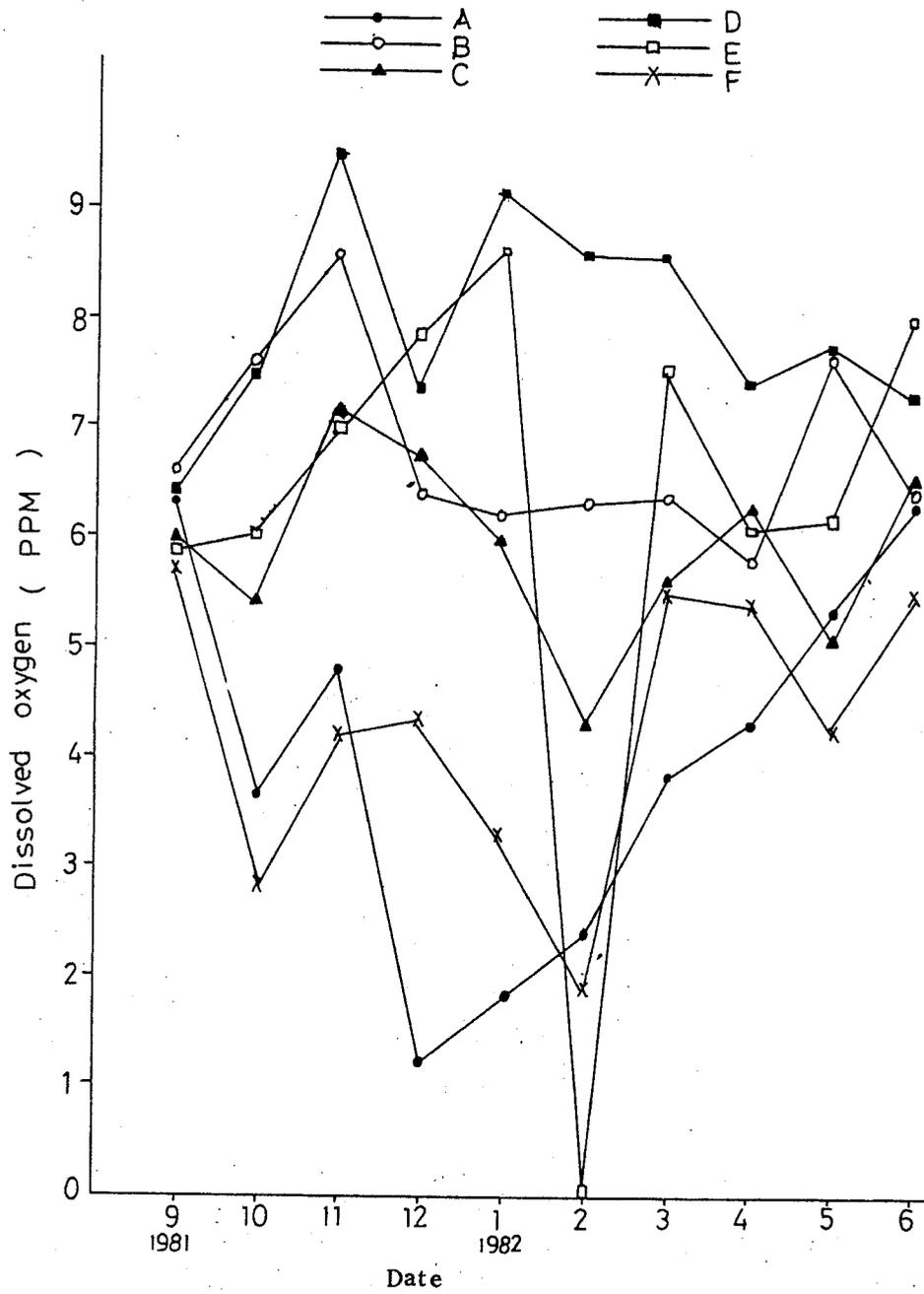


圖3 1981年9月—1982年6月在大肚溪溶氧量變化情形
 Fig.3 Variation of dissolved oxygen in Ta-Tuo River during Sep. '81- June '82.

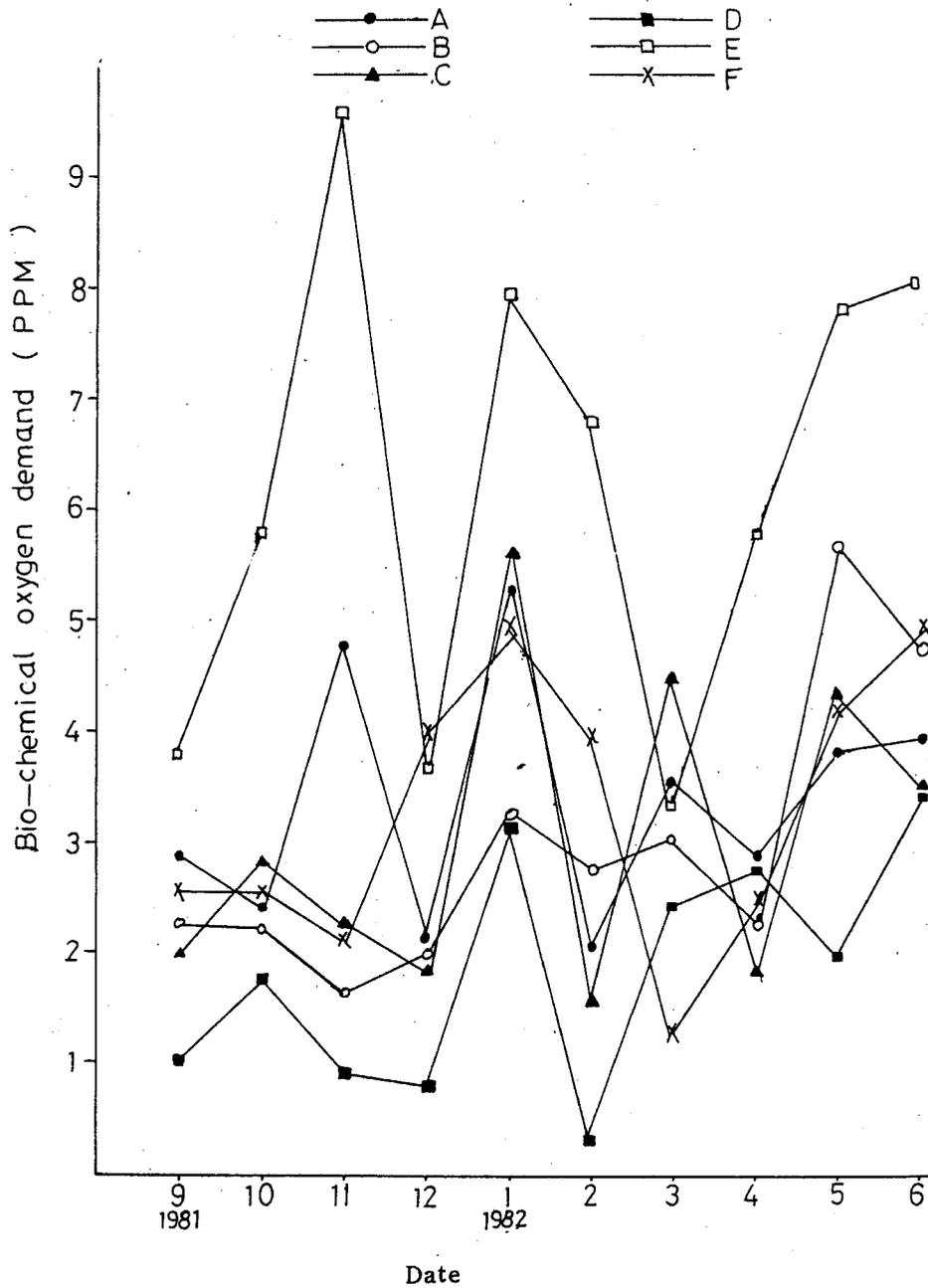


圖4 1981年9月—1982年6月在大肚溪生物化學需氧量變化情形

Fig.4 Variation of Bio-chemical oxygen demand in Ta-Tuo River during Sep. '81-June '82.

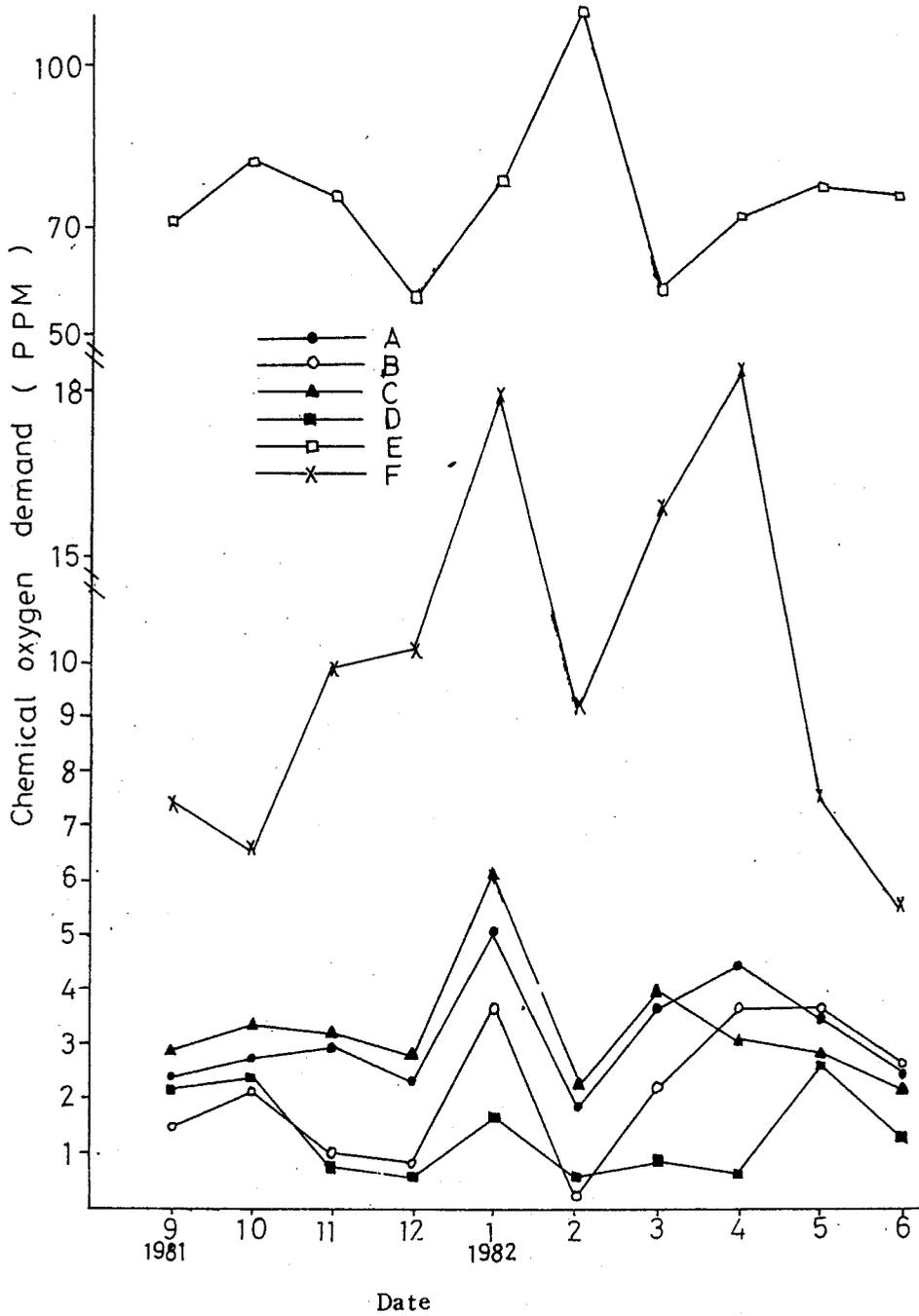


圖 5 1981年9月—1982年6月在大肚溪化學需氧量變化情形
 Fig.5 Variation-chemical oxygen demand in Ta-Tuo River during
 Sep., '81-June '82.

摘 要

1. 在六個測試點當中僅B及D污染較輕外，其他四個測試點的水質較劣，尚需嚴密注意。
2. 台灣的河川短而流速急，且沙洲及鵝卵石堆積，這些沙洲及鵝卵石往往將同一河川分隔成好幾個水道，所以在同一河段上南北兩岸的水質就有差異，如測試點C及D雖同一河段上，但水質以測試點D較佳，且水中魚類也較多。
3. 南投、台中、彰化等縣市為大肚溪污染物質主要的來源，除家庭廢水外工業廢水以電鍍、染整、造紙、化工等廢水居多。

謝 辭

本試驗承本分所助理研究員蔡添財、助理吳焜火及司機洪明忠協助得以完成，謹致謝忱。

參考文獻

1. 蔡添財、余廷基(1981). 重金屬對吳郭魚、鰻魚及牡蠣的毒性，水試所試驗報告，33, 581-586。
2. 台灣省水污染防治所(1980). 水污染影響農業實況調查及水污染區域改善計畫報告。農發會 69 農建-5.1-源-022(2), 16-18。
3. 台灣省水污染防治所(1980). 台灣河川水質年報。
4. 台灣省水污染防治所(1981). 台灣河川水質年報。
5. 林曜松、陳肅霖、龐元勳：硫化物質與文蛤 (*Meretrix lusoria*) 死亡關係之研究。經濟部、國立台灣大學合辦漁業生物試驗所研究報告，3(4), 1-11。
6. 蘇俊茂(1980). 高雄區水污染對稻作之危害。台灣農業雙週刊，16(1), 56-60。
7. 袁瀚(1975 再版)。湖沼學。
8. 陳建初(1981). 水質分析。
9. 美國公共衛生協會等(1965). Standard Method for Examination of Water and Waste Water.