

工廠廢水及朴子溪北港溪河水對魚類之急性毒性

曾文陽* 陳世欽*

Evaluation of Acute Toxicity of Industrial Wastes, Po-Tzu River
and Pei-Kang River Water to Fish with Bioassay Method

Wen-Young Tseng*, Shih-Chin Chen*

The cultivated shellfishes along the southwest coast of Taiwan suffered from mass mortalities in April-May each year since 1969. While the research work has received much attention until recent few years. Although it has been verified by many investigators that the causes were mainly by the toxic effect of polluted water discharged from the industrial plants upstream of the river, but there was no evidence to indicate that any kind of acute toxic material present in polluted river water, and even their sources are still inconclusive. This paper is based on the bioassay method to evaluate the toxicity of river water as well as industrial wastes, and to elucidate the major sources of the acute toxic material that killed the fish and shellfishes both in the Po-Tzu River, Pei-Kang River and in their estuaries.

From the study, it is apparent that the chemical industrial plant, metal-plating wastes, tannery wastes and textile wastes other than paper-mill wastes were the major sources of toxic material in river water and sediments which swamped into the sea following moderate rainfalls in April to May and caused a mass mortality of the cultivated shellfishes during the past years.

前 言

本省西南沿海養殖貝類自民國58年以來，每年在4、5月間發生大量死亡的現象，已受到漁業界及學術單位的重視，然經有關機關多年的調查始終未獲結論。直至民國64年4月台灣省水產試驗所在東石金湖現場調查發現證據以後，始有人提出研究報告，證實養殖貝類大量死亡主要是由於河川受嚴重污染所致。目前一般均認為工廠未經處理的廢水是導致貝類死亡的主要原因（曾，1976，洪等，1976，鄭，1975）。惟有人認為貝類大量死亡與水中低氧毫無關係，並指出河水中的急性毒質是貝類致死的主要因素（鄭與陳，1975），然其對毒質的性質及來源為何却未加證實，且一再強調紙廠廢水是為害貝類的污水主要來源（鄭，1975）。而曾（1976）與洪等（1976）則均表示貝類的斃死與低氧有關。顯然目前對於貝類大量死亡原因的結論，尚未明確。為究明真相，實有更進一步探討的必要。

* 台灣省水產試驗所水產資源系

Department of Marine Resources, Taiwan Fisheries Research Institute

水質污染的檢定方法，一般常用者有水質化學分析，生物檢定（Bioassay）法，利用指標生物（Indicator Organism）的判別及測定水質的BOD值（Biochemical Oxygen Demand）等方法（Reid, 1961）。其中以生物檢定法（或稱TLM試驗）是最簡便的一種，特別是使用在工廠廢水的檢定，此法可檢驗污水對魚類或其他水產生物之急性毒性。TLM是具體表示河川受污染程度的一種指標可判定工廠廢水經過處理的程度及效果。本報告即利用此法檢定朴子溪北港溪及代表性工廠廢水對魚類之毒性，進而推測河水中急性毒質的主要來源，做為今後工廠廢水處理的參考，及建議政府管制工廠廢水的依據。

材料與方法

一、污水採集

本試驗所檢定之污水是今（65）年3至4月間，分三次在朴子溪北港溪及附近工廠採集之水樣。採集地點如圖1所示，其中St. 1至St. 7分別位於朴子溪及北港溪上中下游，St. 8至St. 13為幾家代表性廢水之排水口，每站所採集之污水均用20公升塑膠桶裝滿密封，並在容器上標明取樣日期，時間及地點，運至實驗室後，立即開始試驗工作。

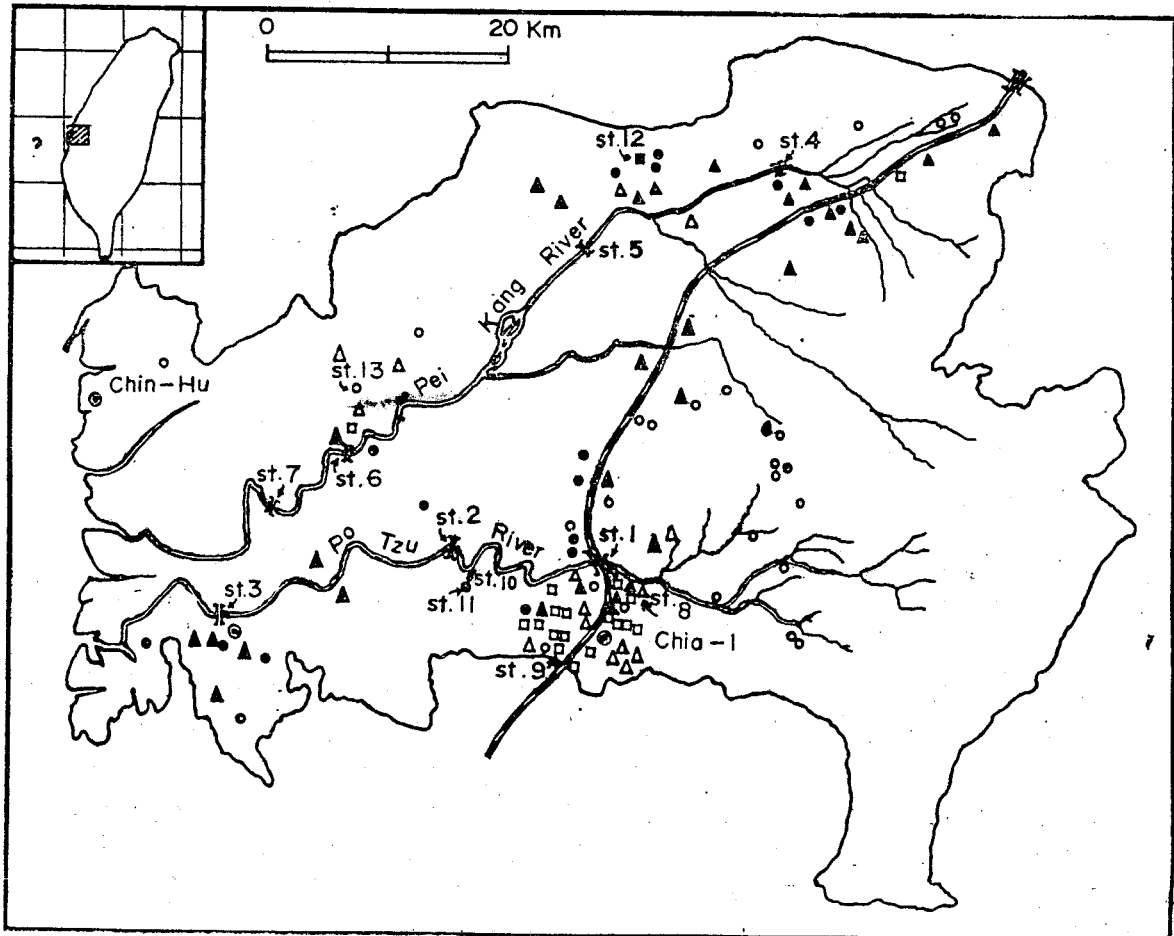


Fig.1. Map showing the sampling station of river water and industrial wastes and positions of factory. Paper-mill plant(○), Tannery plant(△), Metal-plating plant(□), Food processing plant(▲), Chemical plant(●), and Textile plant(■).

二、試驗用魚

由於鯉魚 (*Cyprinus carpio*) 經常被用來作生物檢定，而且魚苗來源容易，本報告因此選定鯉魚作試驗，以便他人檢定結果相互比較。試驗中所用之鯉魚苗，全部由本所竹北分所提供，前後供應大約 2,000 尾鯉魚苗。試驗用魚在試驗之前於實驗室馴化飼育 (Acclimation) 至少七天以上，培養係採用循環濾過式水族箱 (如圖 2)，每天定時供應人工飼料，以保持其健康良好狀況，並於試驗前一天停止給餌，試驗時則選擇活動較正常之魚體，每次試驗時魚體長大致相同，在 1.5~2.0cm 之間。

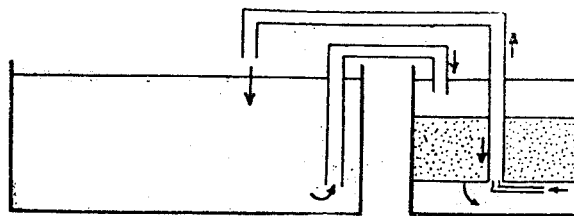


Fig. 2. Aquarium for test fish acclimation

水族箱 (如圖 2)，每天定時供應人工飼料，以保持其健康良好狀況，並於試驗前一天停止給餌，試驗時則選擇活動較正常之魚體，每次試驗時魚體長大致相同，在 1.5~2.0cm 之間。

三、試驗方法

生物檢定所用之容器為 5 公升圓形透明塑膠罐，高 27cm 直徑 20cm。試驗時以 6 個為一組，分別置入不同濃度之污水：100%、75%、56%、32%、10% 及對照水，各濃度之魚體數為 10 尾，在室溫 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 中維持打氣狀態，每 4 天重複試驗一次，中間不更換污水，視其死亡情形逐次降低污水濃度繼續試驗。工廠廢水之檢定除上述方法外，廢水稀釋至 10% 以下時，則採用 2 公升之燒杯，以恆溫水槽控制其溫度在 25°C ，保持均勻打氣 (如圖 3)，各濃度試驗魚數為 5 尾。試驗過程中隨時檢查其死

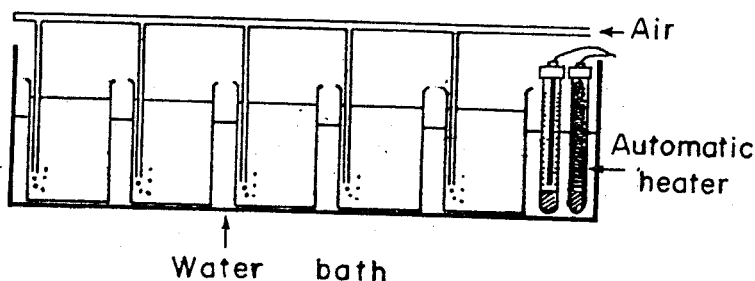


Fig. 3. Apparatus for wastes-water bioassay of common carp, *Cyprinus carpio*.

亡情形，發現魚體行動異常以棒觸之無任何反應，確知死亡時，即自容器中取出，並記錄 24、48、72、96 小時之活存率，然後根據田端健二 (1975) 方法，將活存率與污水濃度關係描繪在半對數紙上，縱標為活存率，橫座標為污水濃度之對數，連接靠近 50% 生存率之兩點，即可求得 TLm (Median Tolerance Limit) 值，以比較不同污水對魚類之毒性。

結 果

一、朴子溪河水之生物檢定結果：

朴子溪的三個測站上游為牛稠溪橋 (st. 1)，中游為月眉潭橋 (st. 2)，下游為嚴橋 (st. 3)。各站河水生物檢定結果如表 1~3 所示。上游牛稠溪橋下污水濃度為 100% 時，鯉魚在 24 小時內完全死亡，濃度為 75% 時第一天死亡 10%，第二天高達 80%，河水稀釋至 56% 則在 96 小時死亡達 50%。其 TLm 在 24 小時為 84%，48 小時為 66%，96hr TLm 為 56% (圖 4)。中游月眉潭橋河水濃度在 100%，72 小時之死亡率為 50%，濃度為 75%，96 小時之死亡率僅達 30%，其 72hr TLm 為 100%，96hr TLm 為 92% (圖 5)。下游嚴橋河水在未稀釋情況下，至第四天鯉魚之生存率仍高達 80%，其餘各濃度均無死亡現象。由生物檢定結果顯示，朴子溪上中游河水毒性較下游為高，尤以牛稠溪橋下河水毒性程度最高。牛稠溪橋下河水一向被視為未受工廠污染、水質清澈、溶氧量高 (鄭，1976, P. 57)，顯然與採樣地點有關。例如根據生物檢定，3 月在牛稠溪橋東側採集之河水並無毒性存在，與採自橋下西側

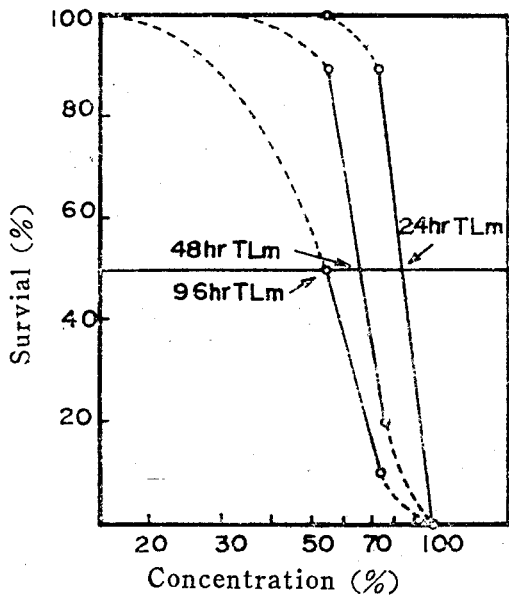


Fig. 4. Survival of common carp in relation to concentration of river water at station 1.

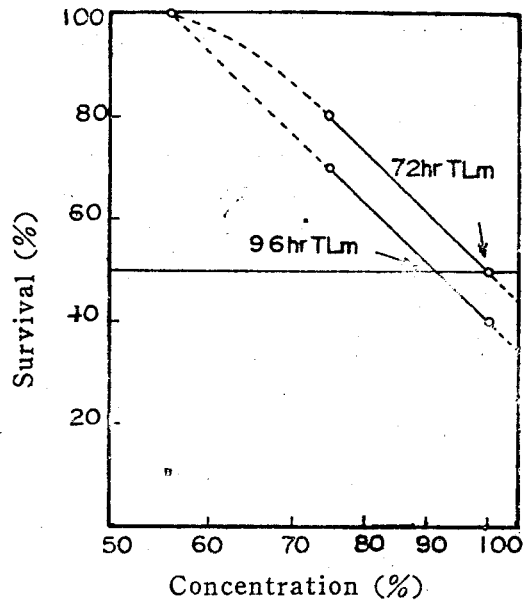


Fig. 5. Survival of common carp in relation to concentration of river water at station 2.

者有很大差異。主要是因為附近幾家工廠排水道是沿公路東側至橋下時則由橋之西側流入朴子溪，可見朴子溪自牛稠溪橋開始已受到嚴重污染。月眉潭橋河水之毒性雖不如上游嚴重，但根據鄭 (1976) 其底土毒性甚高，此因河水中之有毒物質於乾季時沉澱河床，而減低其毒性。從圖 1 不難發現朴子溪大多數工廠均集中在嘉義一帶，牛稠溪橋及月眉潭橋河水及底土毒性高與此有關。朴子溪下游水質較清澈，且對魚類不具毒性，不僅淡水枝角類 (Daphnia) 繁盛，也有鯉魚、鰱魚及吳郭魚棲息其間 (為筆者們於本年 4 月 6 日親眼看見兩漁民電捕之漁獲物)。

二、北港溪河水生物檢定結果：

北港溪河水生物檢定結果如表 4 ~ 6 所示。上游榮橋 (st.4) 在 3 月所採集之河水，經試驗結果發現鯉魚之生存率為 100%，但 4 月之河水濃度在 75% 時，24 小時之死亡率為 100%，稀釋至 56% 時，24 小時死亡 60%，72 小時死亡 90%。其 24hr TLm 為 50%，96hr TLm 為 44% (如圖 6)。土庫大橋 (st.5)、北港大橋 (st.6) 及溪墘村 (st.7) 之河水，濃度為 100% 時，鯉魚之生存率均達 80% 以上。由溪墘村河水呈黑褐色帶有臭味且無溶氧之情形來看，其水質甚差，但生物檢定結果濃度 100% 時 96 小時之死亡率僅 20%，顯示其對魚類毒性極輕微。一般而言，北港溪污水之毒性較朴子溪為低，可能與兩河岸工廠之性質及其分佈狀況有密切關係。

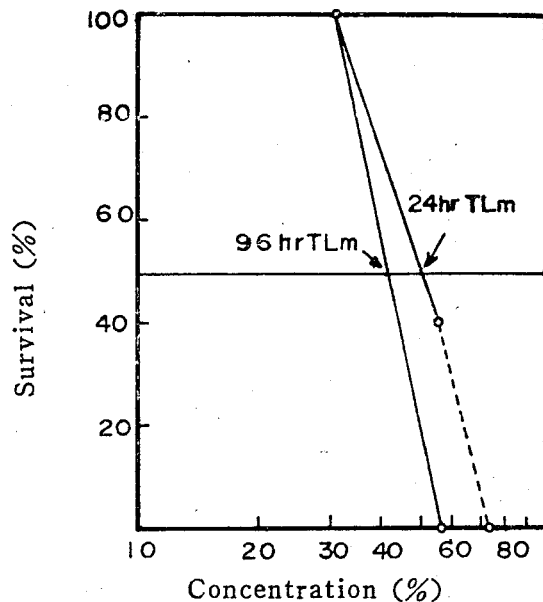


Fig. 6. Survival of common carp in relation to concentration of river water at station 4.

三、工廠廢水生物檢定結果：

根據經濟部工業局資料(1975)，工業廢水之流量與濃度隨時間之變化很大，在一日內常非均勻一致，在工作時間內流量大，工作時間外流量小，或幾無廢水排出，甚至在8小作業時間中，所排廢水水質也不甚穩定。本試驗所採集之工廠廢水是在適當時間與地點，隨機採取水樣，應可代表各該工廠廢水性質。

1.製革工廠廢水 (st.8)，水質呈粉紅色，有機懸浮物甚多，BOD 很高，生物檢定結果如表 8 所示，當廢水未稀釋時，放入鯉魚後在 3.5分鐘全部翻腹死亡，濃度為75%及56%時，在15~17分鐘死亡100%，即使稀釋至 1%其24小時之死亡率仍高達 100%，鯉魚生存之安全濃度為 0.3%，製革工廠廢水48hrTLm為0.47%，96hr TLm為0.42%，顯示其中毒性物質含量相當高。鯉魚生存率與廢水濃度之關係如圖 7 所示。

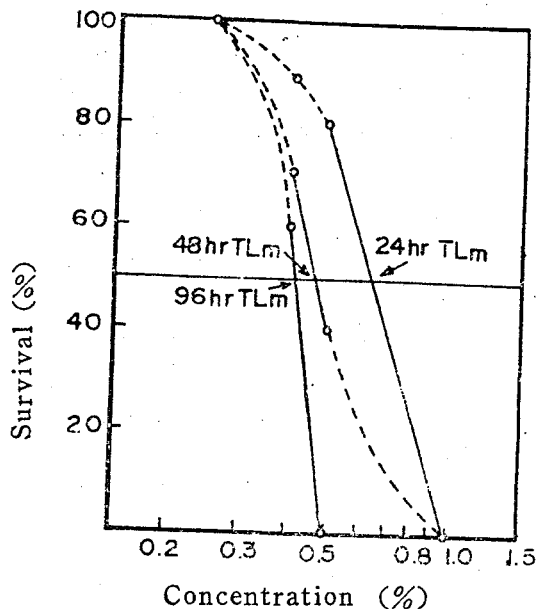


Fig. 7. Survival of common carp in relation to concentration of plant wastes at station 8.

2.電鍍工廠廢水 (st.9) 水質呈鮮黃色，有黃色之沉澱物。廢水濃度與鯉魚生存率之關係如圖 8 所示。廢水濃度 100%時，足使鯉魚在 3分鐘時全部斃死，稀釋至10%時12小時死亡率仍高達 100%，濃度 1%時，96小時生存率僅40%，至 0.5%濃度時則無死亡發生。鯉魚對電鍍廢水24hr TLm約為1.42% 96hrTLm 為0.59%，根據資料顯示此等廢水含有氰化物 (CN⁻) 之急毒性質。

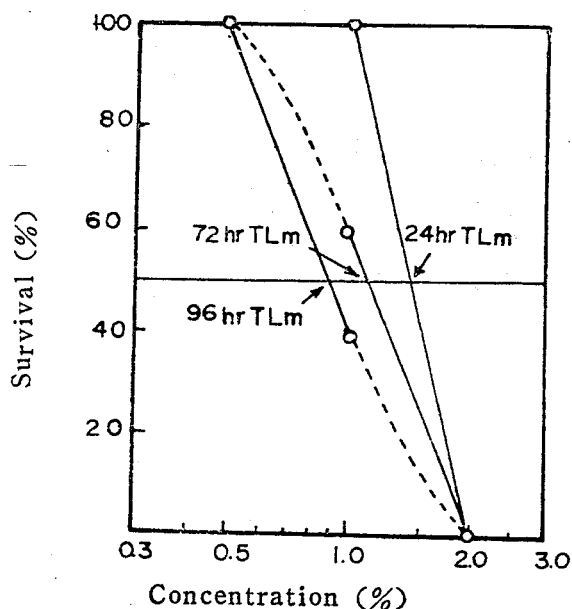


Fig. 8. Survival of common carp in relation to concentration of plant wastes at station 9.

3. 化學工廠廢水因製造部門而有不同，例 st.10 廢水呈乳白色，具有白色沉澱物，是一種強鹼性液體。st.11 廢水水質清澈，沉澱物少，pH 值為 8.5。生物檢定結果如 10~12 所示，st.10 之廢水濃度 100%，鯉魚在 30~32 秒內全部死亡，死亡時口、鰓部及各鰭均黏有附白色沉澱物。從表 10 可見其濃度低至 0.2% 時，鯉魚之死亡率仍高達 100%，濃度為 0.1% 96 小時死亡 40%，鯉魚半數致死之濃度 48 小時為 0.14%，96 小時為 0.11% (如圖 9)。水溫降低至 21°C 時，48hr TLm 為 0.40%，96hr TLm 約為 0.37% (如圖 10)，可見此等廢水即使稀釋千萬倍仍可使鯉魚在 96 小時內死亡 50%。st.11 之廢水濃度為 100% 時，鯉魚全部死亡之時間在 13~15 分鐘之間，濃度為 75%、56% 時均在 1 小時內完全死亡。表 12 為其濃度在 1~5% 之間與鯉魚生存率之關係，濃度超過 2% 死亡率為 100%，濃度為 1% 以下鯉魚則尚可生存，24 及 48 hr TLm 大約為 1.55%，72 及 96hr TLm 大致為 1.45% (圖 11)。

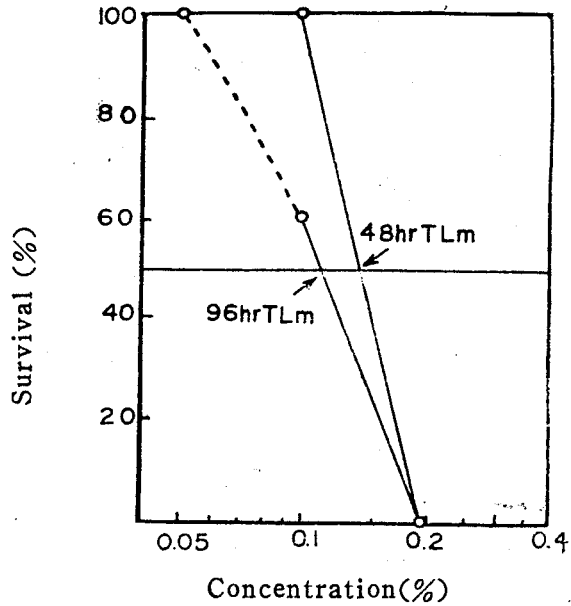


Fig. 9. Survival of common carp in relation to concentration of plant wastes at station 10 in 25°C.

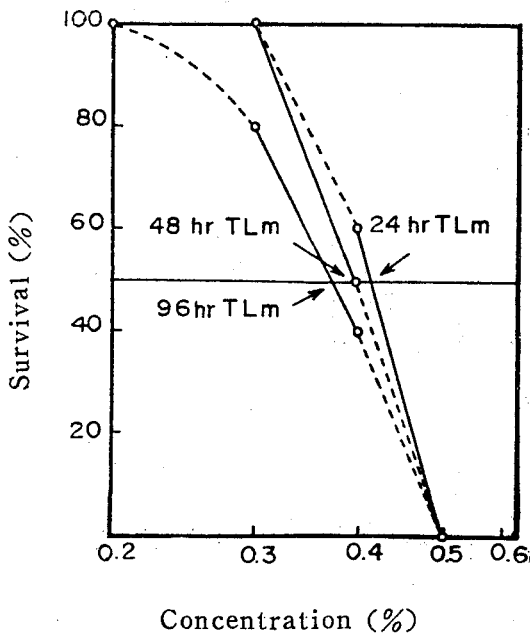


Fig. 10. Survival of common carp in relation to concentration of plant wastes at station 10 in 21°C.

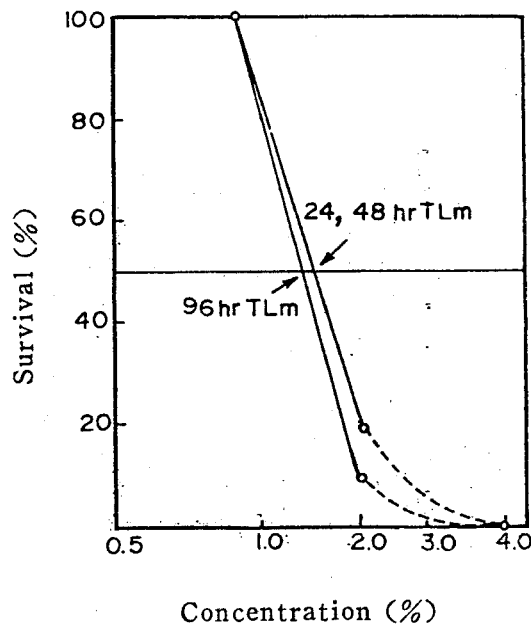


Fig. 11. Survival of common carp in relation to concentration of plant wastes at station 11.

4. 棉織工廠附近水溝之污水 (st.12) 水質呈土灰色, 有黑色泥土沉澱及刺激性味道, 生物檢定結果如表13所示。污水濃度 100%, 鯉魚24小時死亡率為 100%, 濃度 75% 24小時死亡70%, 72小時死亡90%, 濃度在56%以下則無死亡現象。24hr TLm約為70%, 96hr TLm大約為66% (圖12), 其毒性雖較上述工廠廢水為低, 但已顯示棉織廠廢水仍帶有毒性, 且較此為高。

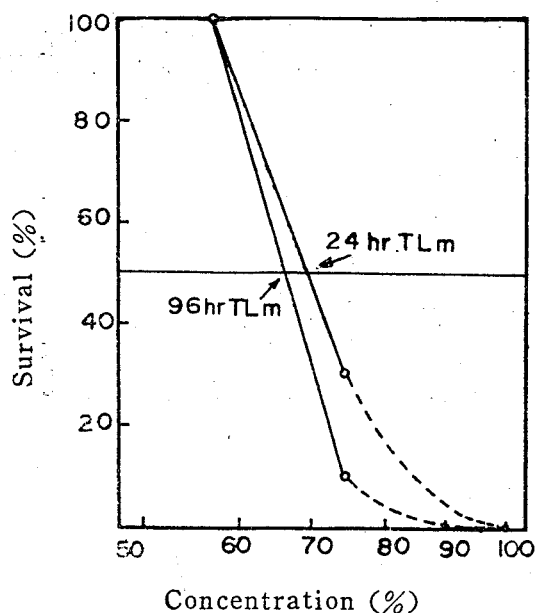


Fig. 12. Survival of common carp in relation to concentration of plant wastes at station 12.

5. 紙廠廢水 (st.13) 水質呈紅褐色, 泡沫多帶臭味, 且富懸浮物質及泥狀沉澱質。未經過濾之廢水濃度 100%時可使鯉魚在24小時死亡, 但除去沉澱物後則鯉魚未曾有死亡發生, 鯉魚死亡時鰓部塞滿污泥, 顯然是因廢水中懸浮物多使鯉魚因窒息而死, 並非廢水中具有毒性物質所致。從st.13及st.7之水色來看, 朴子溪下游主要係受紙廠廢水之污染, 其有機物消耗水中大量溶氧, 使該區河水經年都在無氧狀況, 影響河中生物之生存。生物檢定發現紙廠廢水中並無所謂急性毒質存在, 鄭 (1976) 認為河水中有毒物質主要受紙廠廢水之影響, 顯然與本試驗結果不符。

討 論

一、TLm與廢水性質

由各工廠廢水之生物檢定結果, 顯示工廠性質不同, 其廢水對鯉魚之毒性有很大差異。工廠廢水對魚類之毒性程度依次為化學工廠、製革工廠、電鍍工廠、棉織工廠、造紙廠 (如表15)。而河川水質之毒性以上游較高, 與靠近上述工廠有關。由表16各代表性工廠之水質及工廠數與圖1各工廠之分佈情形, 不難了解朴子溪河水之毒性何以較北港溪為高, 而造成貝類大量死亡之有毒物質顯然主要來自紙廠以外之各工廠廢水。

二、TLm與溶氧量

溶氧量是河川污染程度的重要指標。由於工廠放流廢水有耗氧的能力, 受污染的河水溶氧均較自然河水為低, 嚴重者完全缺氧 (如表17), 一般自然的河水中溶氧量雖高, 但決不可能高達 17.6ppm (鄭, 1976, P. 63, Fig. 12)。根據試驗發現, 試水中溶氧缺乏則魚類呼吸率增快, 如此有毒物質對

魚類的滲透性就更大，以致加深魚的毒含量。由於每年4、5月間貝類大量死亡時期，養殖場海水溶氧量較通常為低（曾，1976，洪等，1976），其影響養殖貝類不容置疑。

三、TLm 與酸鹼度

魚類和水產生物最適宜之pH值為6.5至8.4，pH值低於5或高於9將對其有害，甚至致死。從工廠廢水之pH有高達8.8~11.0者來看（圖13），其對魚類之毒性似與pH過高有關，但稀釋至1%以下仍具強烈毒性，且其他工廠廢水及河水之pH均在7~8之間，顯然pH並非造成魚類死亡的因素之一。

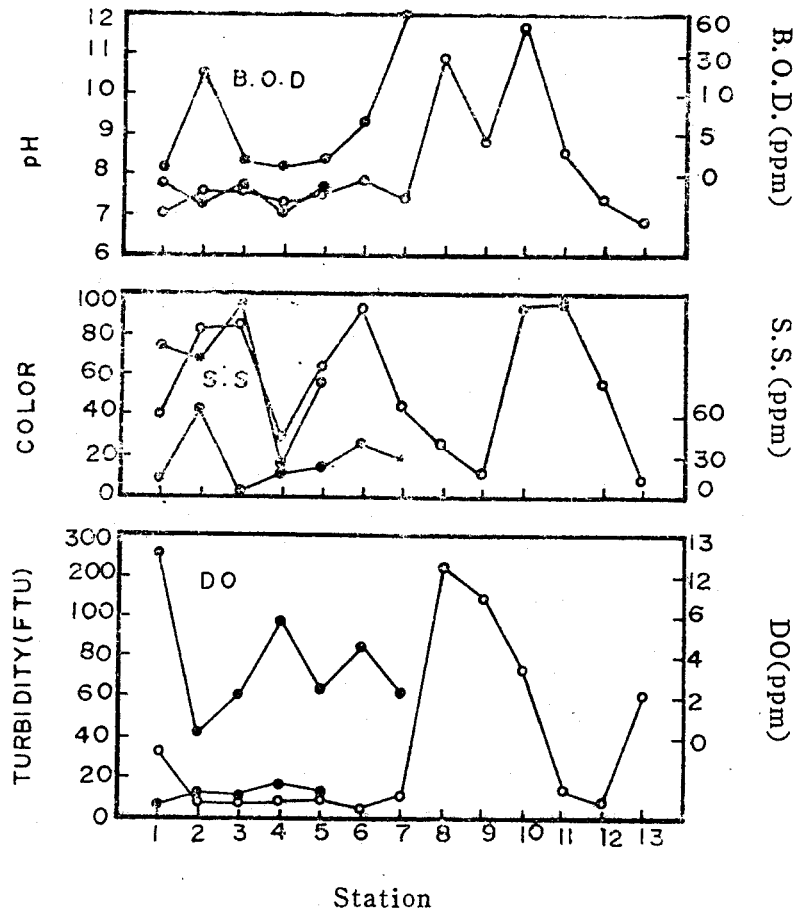


Fig. 13. Qualities of river water and industrial wastes at sampling stations.

四、TLm與水色

河水的色度是河川受污染最顯見的一種指標。在各種工廠廢水中以造紙廠廢水顏色最深，因其中含有木質素（Lignin）之故。木質素對微生物分解之抵抗力較強，故排入河川後非但不致減少，反而有增加的情形。貝類養殖場紅色海水主要來自河川已被證實，但判定紙廠廢水是導致貝類死亡的主要因素，顯然係受水色之誤。他如化工廠白色及無色廢水，電鍍廠黃色廢水，製革廠粉紅色廢水等之毒性均較紙廠廢水高出數百倍，足見魚類之死亡與水色無關，而是水中毒物的影響。

河川水色之深淺，影響其透明度甚大，減低光透度，使水中植物性浮游生物不足進行光合作用，其破壞河川生態環境與大自然美景者，紙廠廢水應負責任。

五、TLm與混濁度

圖13顯示一般工廠廢水之混濁度較河水為高，因未經處理之廢水含有機物、懸浮物、沉澱物較多，河水因乾期間流速較小，混濁度也較低。試驗中發現廢水有沉澱物時，若增加打氣量，提高混濁度，則加速鯉魚的死亡。若除去沉澱物則TLm增加，例如鯉魚對化工廠廢水原液96hrTLm為0.11%，無沉澱物時則96hrTLm為4.5%濃度。一則說明懸浮物太多即使不具毒性，也可使魚類窒息而死，一則說明廢水沉澱物中之毒性較廢液為高，這是河川底土具有急性毒性的主要原因。

結 論

由以上河水及工廠廢水生物檢定之結果得知，朴子溪及北港溪均受嚴重污染，而朴子溪河水對魚類的毒性較北港溪為高，以上游為甚。主要是因為朴子溪沿岸以化工廠、製革廠及電鍍工廠較多，且集中於上游，而此等工廠廢水毒性甚強未經處理即直接間接排入河中所造成。雖然民國63年已明令水污染防治法，且將朴子溪北港溪列為管制區，但各地工廠廢水非但未見改善，且繼續大量排入河中，污染情形有日益加重之勢。倘若長此以往，則本省養殖貝類的生存依然受到威脅，淺海養殖漁業之危機將永遠無法解決，其所造成之損失難以估計，對人類健康之影響更無法以金錢來衡量。

摘 要

本報告是利用體長1~2cm之鯉魚苗，檢定北港溪朴子溪河水及代表性工廠廢水之毒性，以證實影響貝類大量死亡有毒物質之主要來源，生物檢定結果如下：

1. 一般工廠不論大小其廢水多未經處理即排入河中，是污染河川的主要原因。
2. 朴子溪北港溪已嚴重污染，朴子溪河水毒性較北港溪為高，以上游為甚，此與附近工廠之性質及多寡有關。
3. 工廠廢水中以化工廠、製革廠、電鍍廠及棉織廠之廢水具有強烈毒性，是河水中有毒物質的主要來源。
4. 工廠廢水中沉澱物對魚類之毒性較廢水為大。河川底土較河水毒性為強原因在此。
5. 工廠廢水對魚類之毒性與顏色及pH無關，魚類對廢水之半數致死隨溫度之上升及溶氧之減少而降低。

謝 辭

本試驗承鄧所長的支持，採樣時蒙台灣省水污染防治所詹益村先生及成功大學土木系衛生工程試驗室同仁之協助與提供水質資料及工廠分佈圖，中興大學昆虫研空所孫志寧教授百忙中抽空分析水質及底土，本系胡興華先生及同仁之協助、製造系提供人工飼料，在此一併致謝。特別要感謝本所竹北分所提供大量的鯉魚苗，使本試驗得以重複進行，順利完成檢定工作。

參 考 文 獻

1. 曾文陽 (1976)：台灣西南沿海養殖貝類大量死亡原因研究。台灣省水產試驗所報告No. 26。
2. 洪楚璋等(1976)：台灣西南沿海養殖貝類大量死亡原因研究。台灣大學海洋研究所報告。
3. 鄭森雄 (1975)：台灣西南部水質污染與養殖貝類大量死亡。台灣水產Vol. 4, No. 1, 51~71。
4. 鄭森雄、陳松堅 (1975)：朴子溪河水之急性毒性與養殖貝類大量死亡。台灣水產Vol. 1, No. 1, 73~83。
5. 田端健二等 (1975)：簡易水質試驗法，第4章魚類急性毒性試驗，共立出版株式會社。
6. 經濟部工業局 (1975)：工業廢水污染的防治，經濟部工業發展叢書第28號。

Table 1. Bioassay results of Po-Tzu River water at station 1 on April 6, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
100%	0%	0%	0%	0%
75%	90%	20%	10%	10%
56%	100%	90%	80%	50%
32%	100%	100%	90%	90%
10%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Table 2. Bioassay results of Po-Tzu River water at station 2 on March 12, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
100%	100%	80%	50%	40%
75%	100%	90%	80%	70%
56%	100%	100%	100%	100%
32%	100%	100%	100%	100%
10%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Table 3. Bioassay results of Po-Tzu River water at station 3 on March 12 and April 6, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
100%	100%	95%	80%	80%
75%	100%	100%	100%	100%
56%	100%	100%	100%	100%
32%	100%	100%	100%	100%
10%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Table 4. Bioassay results of Pei-Kung River water at station 4 on April 6, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
100%	0%	0%	0%	0%
75%	0%	0%	0%	0%
56%	40%	30%	10%	0%
32%	100%	100%	100%	100%
10%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Table 5. Bioassay results of Pei-Kung River water at station 5 on April 6, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
100%	100%	100%	100%	90%
75%	100%	100%	100%	100%
56%	100%	100%	100%	100%
32%	100%	100%	100%	100%
10%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Table 6. Bioassay results of Pei-Kung River water at station 6 on April 6, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
100%	100%	100%	100%	80%
75%	100%	100%	100%	100%
56%	100%	100%	100%	100%
32%	100%	100%	100%	100%
10%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Table 7. Bioassay results of Pei-Kung River water at station 7 on April 6, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
100%	100%	90%	80%	80%
75%	100%	100%	100%	100%
56%	100%	100%	100%	100%
32%	100%	100%	100%	100%
10%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Table 8. Acute toxicities of tannery wastes sampling from station 8 on April 6, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
3.0%	0%	0%	0%	0%
2.0%	0%	0%	0%	0%
1.0%	0%	0%	0%	0%
0.5%	80%	40%	0%	0%
0.4%	90%	70%	60%	60%
0.3%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Table 9. Acute toxicities of metal-plating wastes sampling from station 9 on April 6, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
4.0%	0%	0%	0%	0%
3.0%	0%	0%	0%	0%
2.0%	0%	0%	0%	0%
1.0%	100%	100%	60%	40%
0.5%	100%	100%	100%	100%
0.3%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Table 10. Acute toxicities of chemical industrial wastes sampling from station 10 on April 6, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
0.5%	0%	0%	0%	0%
0.4%	0%	0%	0%	0%
0.3%	0%	0%	0%	0%
0.2%	0%	0%	0%	0%
0.1%	100%	100%	80%	60%
0.05%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Water temp. 25°C

Table 11. Acute toxicities of chemical industrial wastes sampling from station 10 on April 6, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
0.6%	0%	0%	0%	0%
0.5%	0%	0%	0%	0%
0.4%	60%	50%	40%	40%
0.3%	100%	100%	90%	80%
0.2%	100%	100%	100%	90%
0.1%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Water temp. 21°C

Table 12. Acute toxicities of chemical industrial wastes sampling from station 11 on April 6, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
5.0%	0%	0%	0%	0%
4.0%	0%	0%	0%	0%
3.0%	0%	0%	0%	0%
2.0%	20%	20%	10%	10%
1.0%	100%	100%	100%	100%
0.05%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Table 13. Acute toxicities of textile wastes sampling from station 12 on April 6, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
100%	0%	0%	0%	0%
75%	30%	20%	10%	10%
56%	100%	100%	100%	100%
32%	100%	100%	100%	100%
10%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Table 14. Acute toxicities of paper-mill wastes sampling from station 13 on April 6, 1976.

Concentration	Survival			
	24hr	48hr	72hr	96hr
100%	100%	100%	100%	100%
75%	100%	100%	100%	100%
56%	100%	100%	100%	100%
32%	100%	100%	100%	100%
10%	100%	100%	100%	100%
Control	100%	100%	100%	100%

Table 15. TLM value of Po-Tzu River, Pei-Kang River Water and Industrial Wastes.

Station* Time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
24hr	84%	100%	100%	50%	100%	100%	100%	0.65%	1.41%	0.14%	1.55%	70%	100%
48hr	66%	100%	100%	48%	100%	100%	100%	0.46%	1.41%	0.14%	1.54%	68%	100%
72hr	64%	100%	100%	45%	100%	100%	100%	0.42%	1.11%	0.13%	1.46%	66%	100%
96hr	56%	92%	100%	42%	100%	100%	100%	0.41%	0.90%	0.11%	1.45%	65%	100%
Toxicity sequence	G	H		E			I	B	C	A	D	F	

* St. 1-3, Po-Tzu Rver, St. 4-7, Pei-Kang River, St. 8, Tannery, St. 9, Metal-Plating Industry, St. 10, Chemical Industry, St. 12, Textile Industry, St.13, Paper-mill Industry.

Table 16. Waste-water qualities of some representative plants by the Po-Tzu and Pei-Kung Rivers.

Item	BOD	COD	SS	Color	pH	Grease	Cr ⁺⁺⁶	CN-	Number of plant		Volume of wastes	
									Pei-Kang	Po-Tzu	Pei-Kang	Po-Tzu
Paper-mill industries	293	1571	987	1100	7.4 9.4	—	—	—	18	10	600	300
Pulp	834	3007	1250	3456	8.0 10.2	—	—	—	4	5	23000	15600
Tannery wastes	968	2727	2235	672	3.3 11.0	20.4	172	—	4	16	15	210
Food processing	239	373	129	152	6.5 7.5	0 48.6	—	—	17	8	1 2000	2400
Textile wastes	174	578	162	272	7.9 9.3	—	—	—	2	0	4150	0
Metal-plating wastes	—	0 3422	6 858	210 17500	2.8 7.7	0 16.8	0 352	0 4.0	2	13	9	1120
Chemical industries	—	22 9464	12 4378	30 3730	3.3 8.5	—	—	—	7	13	2100	3300

* Data from Industrial Waste-Water Examination Report, Sanitary Engineering Laboratory, Civil Engineering Department, Chen Kung University.

Table 17. The Qualities of Po-Tzu and Pei-Kung River Water at Sampling Station.

River Station	Po-Tzu River						Pei-Kang River							
	1		2		3		4		5		6		7	
	DO	BOD	DO	BOD	DO	BOD	DO	BOD	DO	BOD	DO	BOD	DO	BOD
APR 11, 1974	7.2	3.4	0	42	0	63	0	85	0	51	0.5	20	—	—
APR 22, 1974	4.9	2.8	0	30	0.5	12.7	0	122	2.1	8.5	3.0	7.3	—	—
MAY 14, 1974	6.8	2.2	4.4	4.8	2.6	7.1	0	141	1.4	22	0.8	6.5	—	—
MAY 22, 1974	2.6	5.0	0	35	2.1	16	0	257	0	60	0	22	—	—
DEC 24, 1975	10.2	2.0	0	54	0.5	32	3.2	41	1.3	26	5.4	12	0.9	77
FEB 10, 1976	7.6	15	2.5	41	6.3	18	3.6	19	3.3	30	5.3	15	1.0	104
MAR 12, 1976	12.6	1.0	0	25	2.0	1.7	5.6	1.0	2.1	2.0	4.4	6.5	0	63

* Data from Industrial wastes-water Examination Report, Sanitary Engineering Laboratory, Civil Engerring Department, Chen Kung University.