

# 台灣沿海養殖區水質監視調查及研究

李公哲 張嵩林 郭錦洛 劉志仁 易國楨

## 中文摘要

本處於去年度的調查計畫中，發現台灣沿海海域水質在調查的七項重金屬中，以鋅濃度較高，銅濃度次之，鎳濃度則佔第三位，另外台灣河川的重金屬濃度以二仁溪下游段最高，本處為進一步了解台灣海域的水質狀況並建立更完整的全省海域水質重金屬含量的基本資料，乃於今年度繼續執行本調查計畫，繼續針對全省重要養殖區、海域及河川出海口做全面性的調查工作。

本年度的調查，發現台灣海域在調查的七項重金屬中，仍以鋅濃度較高，甚至較罕污染的花東海域亦呈現較高的鋅濃度、二仁溪出海口、後勁溪出海口及台北縣水湳洞海域為目前台灣海域銅濃度最高的三個地區，尤其是二仁溪出海口的重金屬濃度及種類為全省海域最高地區，其已嚴重影響了西南沿海的水質狀況，因此廢五金處理業之存在與否，實應審慎考慮之。

\* 台灣省政府環境保護處處長、副處長、主任、組長、技士

# 一、前 言

本省因四面環海而具有極佳之漁業發展環境，雖由於海域環境受到地形及底質之限制，使得海水養殖業大都集中於西南沿海地區，但台灣海岸線長達1600公里，其它各地區在海水養殖方面乃深具發展潛力。

近年來因工業污染和漁業資源損失間的公害糾紛問題，更是層出不窮，其衍生的暴力事件不但阻礙了經濟發展，亦使社會失去了安全感。追究其因，工業污染固難辭其咎，但國土的利用方面未做適當的規劃亦是主要徵結所在。

本處於去年度即鑑於全面保護沿海養殖環境，而將海水水質監視網擴大至全省重要養殖區，沿海及河川出海口，針對該地區海水重金屬含量做全面性的監測工作，今年則繼續加強此監測工作，以建立更完整的全省沿海地區海域水質重金屬含量基本資料，以期能做為規劃漁業養殖區，發展養殖事業及水污染防治的參考。

## 二、調查研究方法

### 一、調查目的：

鑑於重金屬污染漁產品及重金屬可經由食物鏈累積作用而威脅人體健康之事實，繼續加強海水水質監測工作，以早期發現污染地區及了解污染較嚴重地區而防患於未然。並結合各學術單位參與海水檢驗及採樣工作，以提高檢驗經驗、能力及可信度，使全省各地皆有機動性強，經驗豐富及效率高的單位，能隨時應付突發狀況並解決問題，以確實發揮海水水質監視網的功能。

### 二、工作內容

本計畫於台灣全省沿海共設立了92個監視站（位置如圖一）。

(一)屏東地區之8個監視站由屏東農專食品科負責採樣及樣品分析工作。

(二)竹南、新竹及桃園地區之十個監視站由國立清華大學負責採樣及樣品分析工作。

(三)高雄縣市地區之十三個監視站由高雄市環保局第二科負責採樣工作，其餘地區之六十一個監視站則由台灣省政府環境保護處自行採樣，所有樣品則分送國立清華大學、國立海洋學院、中國文化大學及農工中心檢驗。

### 三、調查方法及採樣頻率

屏東枋寮至宜蘭岳明新村之八十三個監視站係每月前往採樣，採樣數為十次，花蓮和平至台東大武之九個監視站則不定期前往採樣，採樣次數為四次，所採取之水樣係以採樣器採取之表層海水為主。

### 四、計畫實施期間

自民國七十六年九月至民國七十七年六月底止。

### 五、海水樣品分析方法

水質分析項目主要為鎘、銅、六價鉻、鎳、鉛、鋅、汞等七項重金屬。

海水重金屬分析方法條依據衛生署公佈“海水中重金屬檢驗方法”，茲將諸重金屬分析方法敘述如下：

(一)鎘、銅、六價鉻、鎳、鉛、鋅等重金屬分析方法：

取800 ml海水，以1 N HNO<sub>3</sub> 或NH<sub>4</sub>OH 調整pH值至3~4後置入1升之分液漏斗中，加入8 ml APDC (Ammonium Pyrrolidine Diethiocarbamate) 溶液，振盪30秒，再加入33 ml MIBK (Methyl Isobutyl Ketone) 振盪混合2分鐘，靜置使水與MIBK層分開，取MIBK層，經離心分離去水後，以原子

吸收光譜儀 ( A 、 A ) 測其吸光度，並由檢量線讀取濃度，以  $\mu\text{g} / \text{l}$  表示之。

#### (二) 汞分析方法：

取 100 m l 水樣或適當水樣稀釋至 100 m l，置入反應瓶中，加入 5 m l 濃硫酸 (  $\text{H}_2\text{SO}_4$  )、2.5 m l 濃硝酸 (  $\text{HNO}_3$  ) 均勻混合後，再加入 25 m l / 5 % 高錳酸鉀溶液混合，倘高錳酸鉀顏色褪色再加高錳酸鉀溶液至不褪色為止，靜置 15 分鐘以上。再加入 8 m l 5 % 過硫酸鉀溶液，置於 95 °C 水浴中加熱 2 小時，取出冷卻至室溫後，再加氯化鈉—硫酸羥胺溶液至顏色消失為止，再加入 5 m l 氯化亞錫溶液，或適量的氫硼化鈉溶液，迅速以原子吸收光譜儀測定其吸光度，由檢量曲線讀取濃度，以  $\mu\text{g} / \text{l}$  表示之。

### 三、調查結果與討論

本計畫於民國七十六年八月至七十七年六月，每月赴各監視站採取水樣 ( 花蓮、台東之九個監視站則不定期前往採樣，採樣次數為四次 )，各監視站位置如圖一，每站水質各種重金屬含量分析結果如附表一至附表七，依上表將各監視站各種重金屬濃度範圍列如附表八，又據之將各種重金屬濃度範圍及濃度較高的監視站位置列如表一，各種重金屬檢驗分析結果分別討論敘述如下：

#### (一) 鎘：

由表一顯示，台灣沿海之濃度範圍為  $< 0.2 \mu\text{g} / \text{l} \sim 8.9 \mu\text{g} / \text{l}$ 。其濃度最高之監視站係位於台南縣海域之青鯤鯓沿岸，次高亦為台南縣海域的水試所沿岸監視站。而去年度調查濃度最高之鳳鼻頭海域監視站則有降低的現象。

台灣沿海九十二個監視站之濃度皆未超過台灣區海域水質標準 10

$\mu\text{g}/\text{l}$ 。台南縣沿海的九個監視站僅於一月份出現較高的濃度，而嘉義雲林沿海於一、三及四月份皆出現較高的濃度，為今年度本省沿海濃度出現率較高之地區，另外彰化、台中及苗栗地區之十一月及一月亦是濃度出現率較高的二個月份。

另由表二的數據來看，設於河川感潮段或出海口沿岸之二十三個監視站中，濃度最高係出現於鹿耳門溪出海口，其次為磺溪出海口。但都尚低於台灣區海域水質標準。

### (二)銅：

由表一顯示，台灣沿海之濃度範圍為 $< 0.5 \mu\text{g}/\text{l} \sim 1245.0 \mu\text{g}/\text{l}$ ，其濃度最高之監視站係位於二仁溪出海口，其九次採樣有六次超過台灣區海域水質標準 $20 \mu\text{g}/\text{l}$ ，且超出甚多，此站於去年度的十次採樣亦皆超出標準，其沿岸之廢五金處理業應為其主要之污染源，次高之監視站為去年調查濃度最高之後勁溪出海口，其十次採樣有八次超過標準佔80%，另外台北縣之水湳洞海域監視站之十次採樣中亦有8次超出標準，其污染源應為沿岸之某鍊銅廠，此三站為目前本省銅濃度最高之地區。另外於去年度調查之十次採樣中，分別有九次及六次超出標準的彰化海域及高雄鳳鼻頭二監視站，今年度則未出現超出標準之濃度，其他海域監視站雖曾出現過超出標準之濃度。但對水質狀況尚不致造成威脅。

另由表二可看出在二十三個河川出海口中二仁溪及後勁溪出海口已有銅污染的現象，高屏溪、南崁溪及蘭陽溪出海口雖曾出現一次超出標準的濃度，但其平均濃度皆在標準內，尚無污染之虞。

### (三)六價鉻

由表一顯示，台灣沿海之濃度範圍為 $< 0.5 \mu\text{g}/\text{l} \sim 74.0 \mu\text{g}/\text{l}$ ，其濃度最高之監視站為彰化縣海域的漢寶監視站，次高之 $52.0 \mu\text{g}/\text{l}$ 亦為彰化縣海域的芳苑監視站，此二站於去年度調查時濃度

並不突出，而此次出現的高濃度在十次採樣中亦為一特殊值，尚無足夠的代表性。

此次屏東地區的數據因檢驗單位儀器故障而僅有三次的数据供參考用。台南地區於一月份，嘉義、雲林、彰化、台中及苗栗等地區於十月、十一月及一月其監視站六價鉻出現率及濃度較高，六價鉻濃度雖無法直接反映總鉻濃度，但其若過高則水質亦有受污染之虞。

#### (四) 鎳

由表一顯示，台灣沿海之濃度範圍為 $< 1.0 \mu\text{g}/\text{l} \sim 1477.0 \mu\text{g}/\text{l}$ ，其濃度最高之監視站為二仁溪出海口，次高之 $< 98.0 \mu\text{g}/\text{l}$ 則出現於大甲的松柏漁港，其濃度皆高於本計畫調查之本省東部海域濃度 $< 1.0 \mu\text{g}/\text{l} \sim 7.9 \mu\text{g}/\text{l}$ 。

各縣市沿海監視站濃度以高雄縣市顯得較高，另由表二可看出河川出海口的濃度以二仁溪為最高，其次為後勁溪出海口，再次之則為典寶溪出海口，雖然二仁溪出海口的九次採樣中，其濃度皆較高，但 $1477.0 \mu\text{g}/\text{l}$ 之數值似嫌過高，推測其可能與當時廢五金處理業處理的材料有關。

#### (五) 鉛

由表一顯示，台灣沿海之濃度範圍為 $< 1.0 \mu\text{g}/\text{l} \sim 333 \mu\text{g}/\text{l}$ ，其濃度最高之監視站為二仁溪出海口，但其九次採樣中僅十二月份之濃度顯著偏高，超過台灣區海域水質標準 $100 \mu\text{g}/\text{l}$ ，其餘八次之濃度則遠低於標準。次高之 $65.0 \mu\text{g}/\text{l}$ 則出現於彰化縣海域的新寶監視站，另外於台南縣之四草、喜樹沿岸及舊虎尾溪出海口，松柏漁港及新竹縣海山宮等五個監視站皆曾出現一次超出標準的濃度，但由於此五站其他九次之濃度皆很低，因此其所出現的高濃度僅做參考用而無法據之做為污染程度的判斷。

由表二我們可看出，各縣市沿海監視站之濃度以雲林、彰化及台

中縣較高，鉛濃度出現率則以屏東地區較高，另由表三可看出河川出海口的濃度以二仁溪為最高，其次為大肚溪出海口的 $61.0\mu\text{g}/\text{l}$ 。急水溪出海口的 $56.0\mu\text{g}/\text{l}$ 則佔第三位，其餘二仁溪出海口的一次數據外，其餘皆未超過台灣區海域水質標準。

#### (六) 鋅

由表一顯示，台灣沿海之濃度範圍為 $< 0.5\mu\text{g}/\text{l} \sim 988.0\mu\text{g}/\text{l}$ ，其濃度最高之監視站為二仁溪出海口，其九次採樣之濃度皆超過台灣區海域水質標準 $40\mu\text{g}/\text{l}$ ，次高之 $708.0\mu\text{g}/\text{l}$ 則出現於彰化縣海域的伸港監視站，其十次採樣有六次超過台灣區海域水質標準佔60%，已有污染之虞。

台灣各縣市之沿海監視站鋅含量除屏東縣外，皆多次出現超出標準之濃度，其中以台北縣五個監視站五十個採樣數中有四十二個超出標準及宜蘭縣七個監視站七十個採樣數中有五十九個超出標準，不合格率皆佔84%為最高，雖然各縣市沿海監視站數目及採樣數皆不相同，並不能做完全的比較，但由新城溪、淡水河、磺溪及蘭陽溪出海口的十次採樣中分別有十、九、八及六次濃度超過標準的相關資料來看，北部海域海水似呈現較高的鋅濃度。另外二仁溪出海口之九次採樣皆超過標準，其範圍在 $46.8\mu\text{g}/\text{l} \sim 988.0\mu\text{g}/\text{l}$ ，平均達 $332.0\mu\text{g}/\text{l}$ ，為本次調查之二十六個河川出海口中，濃度最高的地區。

去年花東沿海九個監視站之十八個樣品皆超出標準，而今年之四次採樣三十六個樣品中有二十八個超出標準，佔78%，此和該地區較罕工業污染的情況未相符合，其是否因地質關係而呈現較高的鋅濃度，則有待進一步的了解。

#### (七) 汞

由表一顯示，台灣沿海之濃度範圍為 $< 0.5\mu\text{g}/\text{l} \sim 5.2\mu\text{g}$

／ $l$ ，其濃度最高之監視站為台中縣之麗水，次高之 $4.7 \mu g/l$ 則出現於雲林縣之有才寮排水溝，其濃度皆超過台灣區海域水質標準 $2.0 \mu g/l$ ，但此數據皆僅出現一次，平均濃度尚遠低於標準。

另由表三可得，屏東、台南、嘉義、雲林、彰化、台中及台北縣市沿海皆曾出現超出標準的濃度，且大都出現於河川出海口，如大肚溪、鹿耳門溪、舊虎尾溪及急水溪等，但其僅出現一次，對水質狀況尚不構成威脅。

## 四、結論與建議

### 一、結論

(一)諸項重金屬濃度最高出現監視站位置如下：

鎳濃度最高 $8.9 \mu g/l$ ，出現於台南縣之青鯤鯓沿岸。銅濃度最高 $1245.0 \mu g/l$ ，出現於高雄縣之後勁溪出海口。六價鉻濃度最高 $740 \mu g/l$ ，出現於彰化縣之漢寶海域。鎳濃度最高 $1477.0 \mu g/l$ ，出現於台南縣之二仁溪出海口。鉛濃度最高 $333.0 \mu g/l$ ，出現於台南縣之二仁溪出海口。鋅濃度最高 $988.0 \mu g/l$ ，出現於台南縣之二仁溪出海口。汞濃度最高 $5.2 \mu g/l$ ，出現於台中縣之大肚溪出海口。

(二)台灣各縣市沿海監視站七項重金屬中銅及鎳的濃度以高雄縣市、台南縣為最高，鋅的濃度則以北部海域居冠。

(三)目前台灣沿海重金屬銅濃度最高的地區，依次為二仁溪出海口、後勁溪出海口及台北縣之水湍洞海域，其於今年度的調查中，銅濃度超出標準率皆達80%左右。

(四)台灣海域海水水質的七項重金屬中，乃以鋅濃度為最高，其可能是因為鋅的使用量及範圍較廣，另外空氣污染及雨水酸性增加皆是可

能的影響因子。

(五)由這兩年的調查結果顯示，目前台灣海域的重金屬污染情形以二仁溪出海口最爲嚴重，其重金屬種類及濃度皆高，已影響了西南沿海海域的水質狀況，實值得注意。

(六)諸項重金屬濃度最高出現之河川出海口如下：

鎘濃度  $6.7 \mu\text{g}/\text{l}$  (尚未超過海域水質標準)，出現於鹿耳門溪出海口。

銅濃度  $1245.0 \mu\text{g}/\text{l}$ ，出現於二仁溪出海口。

六價鉻  $20.4 \mu\text{g}/\text{l}$  (尚未超過海域水質總鉻  $50 \mu\text{g}/\text{l}$  之標準)，出現於曾文溪出海口。

鎳濃度  $1477.0 \mu\text{g}/\text{l}$ ，出現於二仁溪出海口。

鉛濃度  $333.0 \mu\text{g}/\text{l}$ ，出現於二仁溪出海口。

鋅濃度  $988.0 \mu\text{g}/\text{l}$ ，出現於二仁溪出海口。

汞濃度  $5.2 \mu\text{g}/\text{l}$ ，出現於大肚溪出海口。

## 二、建議：

(一)二仁溪出海口爲目前台灣海域重金屬污染最嚴重的地區，環保單位已加強二仁溪的整治工作，但在污染未有效改善前，應繼續禁止在該河口地區從事養殖漁業，並進一步探討其範圍，以維護消費者的健康。

(二)對於非法從事廢五金之燃燒式酸洗，應嚴加禁止以減輕二仁溪河口之重金屬污染，並應重新衡量禁止廢五金進口的必要性。

(三)近年來工業污染與漁業損失的糾紛問題層出不窮，對政府有關單位及社會治安都造成了許多困擾，爲消弭此問題，除加速訂定公害糾紛鑑定法及公害糾紛處理法外，也應配合土地使用分區管制，適當規劃工業區及漁業區之區位以減少紛爭。

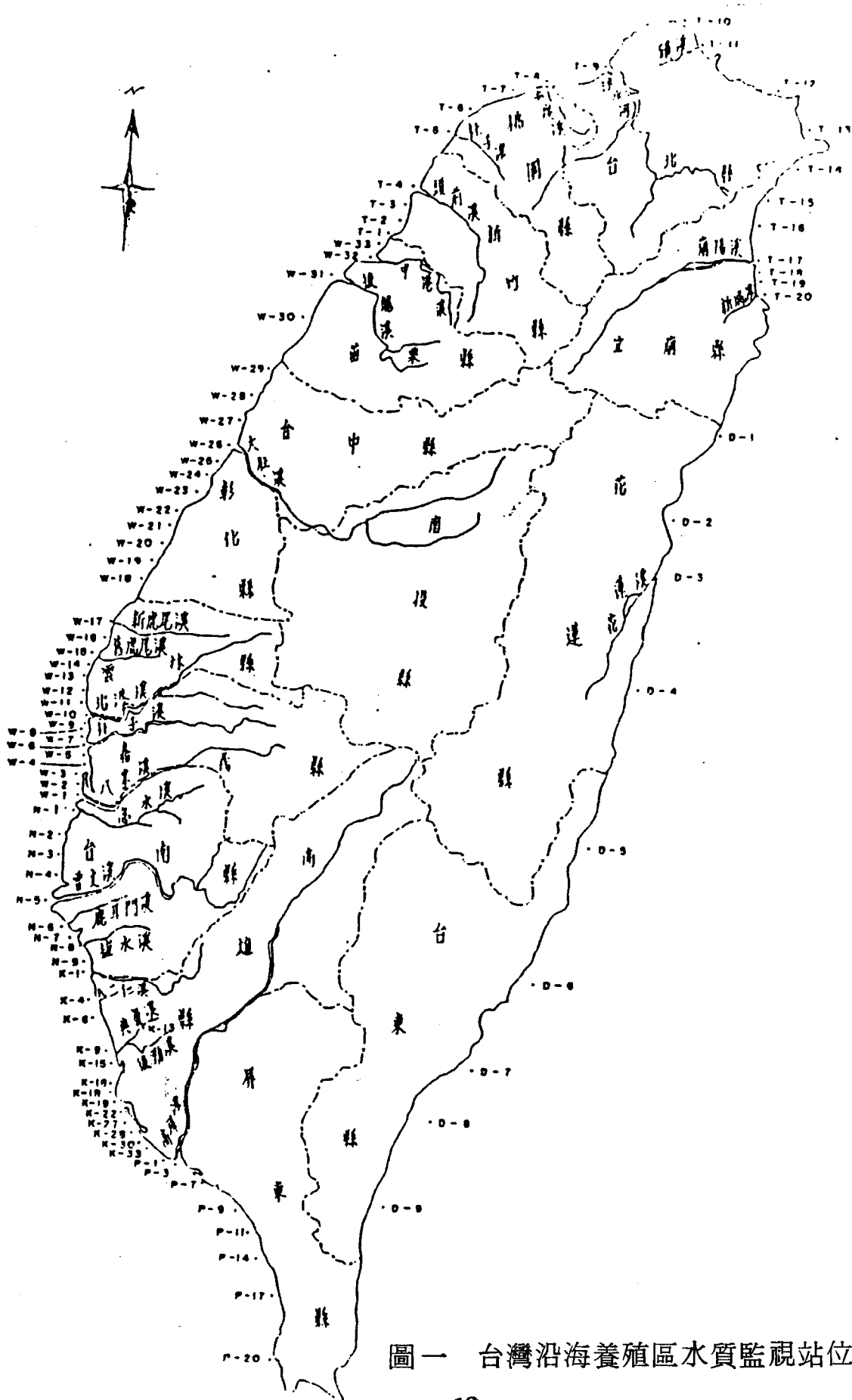
(四)台灣沿岸海域水質重金屬含量之基本資料愈多，對將來漁業區之規

劃及輔導生產愈有助益，因此水質的調查工作實有其繼續加強辦理的必要，唯目前該項工作係以計畫方式辦理，為應長久需要，建議強化地方有關單位功能並配合水質檢驗中心，充裕人力、充實設備以使此工作制度化，以期確實發揮水質監視網的功效。

## 參考文獻

1. 李公哲、張嵩林、劉志仁、易國楨 “台灣沿海養殖區水質監視調查及研究” 台灣省政府環境保護處 ( 1988. 2 )
2. “水體分類及水質標準” 行政院衛生署發佈 ( 1985. 9 )。
3. J.P. Riley and R. Chester “Introduction to Marine chemistry” Academic Press PP60 — 70 (1971)。
4. 洪楚璋等 “高雄臨海工業區海洋放流管線水質與環境調查報告” 台大海洋研究所專刊第 22 號 P 8 ( 1979. 12 )。
5. 呂世宗等 “台灣沿海養殖區水質監視先驅計畫” 台灣省環境保護局 ( 1986. 3 )。
6. E.D. Goldberg “The oceans as a chemical system in the sea” Interscience Publ New York P25 (1963)。
7. M.B. Pescod “Investigation of rational effluent and stream standards for tropical countries” Army Research and Development Group, Far East PP20 — 29。
8. “Water Quality Criteria” California State Water Resources Control Board ( 1978. 7 )
9. D.A Saward et al ; “Experimental studies on the effects of copper on a marine food chain.” Mar. Biol PP 351 — 361 ( 1975 )。

10. H.C. chen "Water quality critria for farming the grass shrimp, penaeus monodon Present at First International conference for the Culture of penalicl shrimp / prawn Hoilo phioippine P43 (1984. 12 )
11. Anon "Ohio River Valley Water Sanitation Commission Subcommittee on Toxicities, Metal Fishing Industries Action Committee" Report No. 3 ( 1950 )
12. J.R. Jones "The relative toxcity of salts of lead. zinc and copper to stickleback" j. Expt Biol p394 ( 1938 )
13. A.J. Affleck "Zinc poisoning in trout hatchery" Austr. J. of Marine and Fresh water Res. 3, 142(1952)  
。
14. 陳弘成等 "繁殖場草蝦苗大量死亡之研究" 中國水產 348 期 ( 1981. 12 ) 。
15. AFS "A review of the E. P. A. red book quallity criteria for water" American Fisheries Society.



圖一 台灣沿海養殖區水質監視站位置圖

表一 台灣沿海監視站諸項重金屬濃度範圍及濃度較高監視站位置

重金屬名稱	濃度範圍 $\mu\text{g}/\ell$	較高濃度之站 $\mu\text{g}/\ell$		監視站位置名稱
鎳	< 0.2 ~ 8.9	最高	8.9	青鯤鯓沿岸
		次高	8.4	台南水試所沿岸
銅	< 0.5 ~ 1245.0	最高	1245.0	二仁溪出海口
		次高	689.0	後勁溪出海口
六價鉻	< 0.5 ~ 74.0	最高	74.0	漢寶
		次高	52.0	芳苑
鎳	< 1.0 ~ 1477.0	最高	1477.0	二仁溪出海口
		次高	98.0	松柏漁港
鉛	< 1.0 ~ 333.0	最高	333.0	二仁溪出海口
		次高	65.0	新寶
鋅	< 0.5 ~ 988.0	最高	988.0	二仁溪出海口
		次高	708.0	伸港
汞	< 0.5 ~ 5.2	最高	5.2	麗水
		次高	4.7	有才寮排水溝

表二 河川出海口監視站各種重金屬濃度範圍

單位：μg/l

	鎘	銅	六價鉻	鎳	鉛	鋅	汞
高屏溪	<0.2	5.7~30.0	<0.5	<1.0~9.8	<1.0~22.6	<0.5~27.8	<0.5~1.1
後勁溪	<0.2~0.6	5~689.0	<0.5~13.6	4~72.0	<1.0~13.8	<0.5~110.0	<0.5~0.7
典寶溪	<0.2~0.9	1.1~8.4	<0.5~2.3	2.1~26.2	<1.0~16.7	9~51.0	<0.5~0.7
二仁溪	<0.2~1.1	8.1~1245.0	<0.5~2.3	8.1~1477	1.3~333.0	46.8~988	<0.5
鹿耳門溪	<0.2~6.7	1.1~7.6	<0.5~19.6	1.1~17.5	<1.0~18.0	<0.5~159.0	<0.5~3.3
曾文溪	<0.2~1.3	1.9~7.8	<0.5~20.4	2.4~18.0	<1.0~43.7	<0.5~179.0	<0.5~0.6
急水溪	<0.2~5.5	2.3~11.9	<0.5~14.8	2~11.2	<1.0~42.1	0.6~591.0	<0.5~1.2
八掌溪	<0.2~4.9	1.3~7.3	<0.5~10.0	2.7~12.0	<1.0~7.0	2.9~192	<0.5~0.5
朴子溪	<0.2~3.3	<0.5~10.3	<0.5~20.2	1.9~20.0	<1.0~29.2	3.2~157.0	<0.5~1.7
北港溪	<0.2~3.9	<0.5~8.4	<0.5~8.2	2.5~14.7	<1.0~23.3	2.6~243.0	<0.5
舊虎尾溪	<0.2~3.5	1~15.7	<0.5~13.1	<1.0~12.1	1.3~12.3	1~260.0	<0.5~3.3
新虎尾溪	<0.2~4.2	1.9~6.6	<0.5~8.1	1.0~14.3	1.6~34.7	2~185.0	<0.5~1.2
大肚溪	<0.2~5.4	1.6~18.0	<0.5~13.1	2.7~14.2	<1.0~61.0	16.8~345.0	<0.5~5.2
後龍溪	<0.2~5.0	2.4~9.9	<0.5~13.4	<1.0~23	<1.0~24.5	11.5~181.0	<0.5~0.9
中港溪	<0.2~0.9	2.7~9.5	<0.5~10.2	<1.0~7.0	<1.0~6.3	4.5~518.0	<0.5
頭前溪	<0.2~0.8	1.9~19.3	<0.5~2.2	<1.0~11.0	<1.0~9.3	4.5~214.0	<0.5
社子溪	<0.2~0.9	2.7~7.5	<0.5~1.3	<1~6.7	<1.0~4.0	4.0~197.0	<0.5
南崁溪	<0.2~0.8	1.1~24.5	<0.5~1.4	2.7~11.4	<1.0~8.9	12.6~285.0	<0.5
淡水河	<0.2~3.2	1.6~11.1	<0.5~7.4	1.3~11.0	<1.0~11.1	31.0~407.0	<0.5~1.3
磺溪	<0.2~6.0	1.5~11.1	<0.5~2.1	<1.0~8.3	<1.0~17.3	19.0~643.0	<0.5~1.3
蘭陽溪	<0.2~5.1	<0.5~41.2	<0.5~3.9	<1.0~4.6	<1.0~32.0	29.0~161.0	<0.5~1.7
新城溪	<0.2~4.3	0.9~4.3	<0.5~4.0	<1.0~11.8	<1.0~8.2	45.9~172.0	<0.5~1.7
花蓮溪	<0.2~0.6	1.5~5.5	<0.5~9.8	1.5~4.5	<1.0~2.3	28~223.0	<0.5~1.0