

# 台灣沿海養殖區水質監視調查及研究

李公哲 張嵩林 李澤民 馬念和 黃昭誠

郭錦洛 易國禎 詹益村 黃平志

## 中文摘要

本年度計畫係延續上年度計畫，承行政院農業委員會補助經費，繼續對台灣沿海養殖區海域水質重金屬含量採樣分析，以建立持續完整的基本資料。本年度共監測一百零三站，較上年度增加十一站，另因台中港附近海域常有民衆反應海域水質遭受污染，本計畫特於台中港區設置二十五處監測站，以建立台中港區海域水質重金屬含量資料。本計畫針對鎘、銅、六價鉻、鎳、鉛、鋅、汞七項重金屬檢驗分析。

監測結果顯示台灣沿海養殖區海域水質重金屬含量爲鎘 $< 0.01 \sim 30 \mu\text{g}/\ell$  (上年度含量範圍 $< 0.2 \sim 3.9 \mu\text{g}/\ell$ )，銅 $< 0.01 \sim 382 \mu\text{g}/\ell$  (上年度含量範圍 $< 0.5 \sim 1245 \mu\text{g}/\ell$ )，六價鉻 $0.01 \sim 18 \mu\text{g}/\ell$  (上年度含量範圍 $< 0.5 \sim 74 \mu\text{g}/\ell$ )，鎳 $< 0.01 \sim 941 \mu\text{g}/\ell$  (上年度含量範圍 $< 1 \sim 1477 \mu\text{g}/\ell$ )，鉛 $< 0.01 \sim 256 \mu\text{g}/\ell$  (上年度含量範圍 $< 1 \sim 333 \mu\text{g}/\ell$ )，鋅 $< 0.01 \sim 466 \mu\text{g}/\ell$  (上年度含量範圍 $< 0.5 \sim 988 \mu\text{g}/\ell$ )，汞 $< 0.1 \sim 34 \mu\text{g}/\ell$  (上年度含量範圍 $< 0.5 \sim 5.2 \mu\text{g}/\ell$ )，除鎘含量外，其他均較上年度之監測結果明顯下降，沿海養殖區重金屬含量仍以西南沿海較高，尤其是銅，此外，本省沿海養殖區海域水質鋅含量普遍偏高，約百分之三十三。

※台灣省政府環境保護處處長、副處長、科長、股長、股長、主任、技士、主任、組長。



# Abstract

The Department of Environmental Protection, under the support of Committee of Agriculture, Executive Yuan, executes a six-year program ( from 1984 to 1990 ) to analyze the heavy metal contents of sea water in Taiwan coastal culture fishery area and collect the complete data. This study was the fifth year ( from July, 1988 to June, 1989 ) of the program and aimed at analyzing the contents of cadmium, copper, chromium ( 6 valence ), nickle, lead, zinc, and mercury. There were 103 monitoring stations ( 92 monitoring stations during the fourth year ).

The analysis results showed that the content of cadmium ranged from  $<0.01$  to 30 ug/l, copper ranged from  $<0.01$  to 382 ug/l, chromium ( 6 valence ) ranged from 0.01 to 18 ug/l, nickle ranged from  $<0.01$  to 941 ug/l, lead ranged from  $<0.01$  to 256 ug/l, zinc ranged from  $<0.01$  to 466 ug/l, and mercury ranged from  $<0.1$  to 34 ug/l. The data indicated that heavy metal contents of this study were lower than those of the fourth year study, except the content of cadmium. However, the heavy metal contents of sea water in south-western coastal culture fishery area were still higher than those in other areas, particularly the content of copper. In addition, the sea water of Taiwan coastal culture fishery area generally contained higher zinc concentration. The data also indicated that the heavy metal contents of sea water in south-western coastal estuary were higher than those in other estuaries, especially in the estuaries of Erhjin Chi and Hogin Chi.

七之監測結果( 721 個測值中有 236 個測值 ) 超過海域水質標準  $40 \mu\text{g}/\ell$  。

河川出海口附近海域水質，本年度監測結果仍以西南沿海之河川重金屬含量較高，其中以二仁溪出海口及後勁溪出海口最為嚴重，另台北縣磺溪及宜蘭縣蘭陽溪出海口附近海域鎘含量偏高，應加以注意。

台中港區海域水質除鎳含量(  $6.2 \sim 1003 \mu\text{g}/\ell$  ) 較高外，其他重金屬含量除銅含量出現二次，鉛含量出現一次超過海域水質標準之情形外，均低於海域水質標準之限值，水質堪稱良好。

# 第一章 前 言

本省四面環海，海岸線長達一千六百公里，沿海利用繁雜，近年來養殖業興盛，帶給沿海民衆財富，年養殖已達 35,232,460 千元<sup>(1)</sup>，對改善民衆生活實有助益。然而因工商業發展及人口增加，所排放之污染物，最終排入海洋。對海域水質及沿岸養殖業多少造成影響，因此須有前瞻性・計畫性的監測工作，以保護養殖業及沿海資源的長久利用。

行政院農業委員會有鑑於養殖區海域水質的重要性，自七十三年起即委託進行沿海養殖區海域水質監測調查工作，針對養殖區海水中重金屬含量做全面性監測工作，監測範圍及監測站數亦逐年檢討增加。監測範圍已由七十三年之台南、高雄、屏東三縣逐漸擴展至全省，監測站亦逐年檢討增加爲一百零三站。本年度即延續以往之監測工作，以建立長期性完整的全省沿海海域水質重金屬含量基本資料，做爲規劃養殖漁業區及發展養殖業及水污染防治之參考。另因台中港附近發展迅速，近來常造成民衆反應漁獲減少，故針對台中港海域水質設置監視站二十五站，監測其水質變化，以建立基本資料。

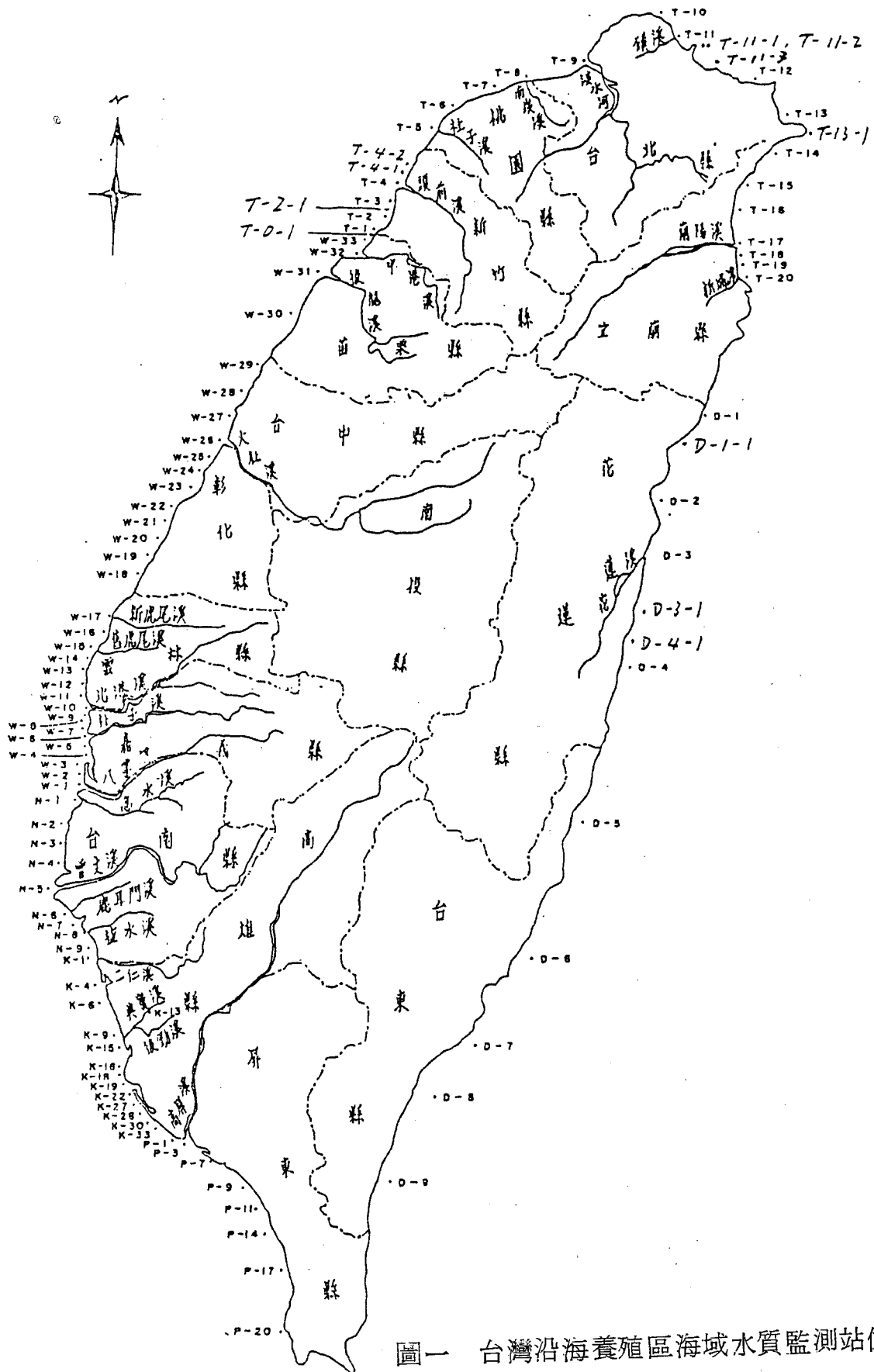
## 第二章 調查研究方法

### 一、調查目的

由於重金屬無法藉生物分解作用而減低其於水中之含量，且其可經由食物鏈累積作用，而影響漁產品品質，危害人體健康，因此應加強海域水質監測工作，發現污染地區、追蹤污染源，並速謀解決之道。本計畫延續上年度之計畫，研討擴增監測站數，並針對可疑污染地區進行細密之監測，以了解本省沿海養殖區海域水質，進而提高各參與學術單位的海水檢驗技術、能力及可信度，建立良好監測功能。

### 二、工作內容

Besides, the analysis results also pointed out that the sea water quality in Taichung Harbor was not polluted by the heavy metals.



圖一 台灣沿海養殖區海域水質監測站位置

本計畫延續上年度計畫，並檢討原監測站網，於本省沿海設立海域水質監測站一百零三站，較上年度計畫增加十一站，其位置略圖及地點如圖一及附表一所示。本計畫監測站遍布全省，採樣及檢驗工作分別委託相關單位及學校進行，其分工如表一所示。另因台中港附近海域常有民衆反應海域水質遭污染，漁獲減少，本計畫特針對台中港區設置海域水質監測站二十五處，進行密集採樣，其位置略圖及地點如圖二及附表二所示，以了解台中港特定區開發是否影響其附近海域水質，並建立背景資料。

表一 海域水質監測採樣檢驗分工表

縣市別	測站數	採 樣 單 位	檢 驗 單 位
屏東縣	8	屏東農專	屏東農專
高雄縣	13	南區環保中心 高雄市環保局	中山大學
台南縣	9	南區環保中心	中山大學
嘉義縣	10	南區環保中心	中山大學
雲林縣	7	東海大學	東海大學
彰化縣	8	東海大學	東海大學
台中縣	4	東海大學	東海大學
苗栗縣	4	東海大學	東海大學
新竹縣	8	清華大學	清華大學
桃園縣	4	清華大學	清華大學
台北縣	9	北區環保中心	文化大學
宜蘭縣	7	北區環保中心	文化大學
花蓮縣	7	北區環保中心	文化大學
台東縣	5	南區環保中心	中山大學
台中港	25	東海大學	東海大學

### 三、調查方法及採樣頻率

除東部之花蓮、台東因海域水質尚稱良好，且工業較不發達，污染來源較少，各監測站每季採樣一次，其採樣三次，其餘各監測站均每月採樣一次，採樣數自八至十二次不等。所採水樣係以採樣器採集沿岸表層海水為主。

### 四、計劃實施期間

自民國七十七年九月至七十八年六月止。

### 五、分析方法

本計畫水質分析項目主要為鎘、銅、六價鉻、鎳、鉛、鋅、汞等七項重金屬。其分析方法如后：

#### (一)除東海大學外之檢驗單位

海水重金屬分析係依照衛生署公佈之“海水中重金屬檢驗方法”所述之方法，其方法如后：

#### 1.鎘、銅、六價鉻、鎳、鉛、鋅等重金屬分析方法：

取 800 ml 海水，以 1N 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 Diethiocardamate) 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  $\mu\text{g}/\ell$  表示之。

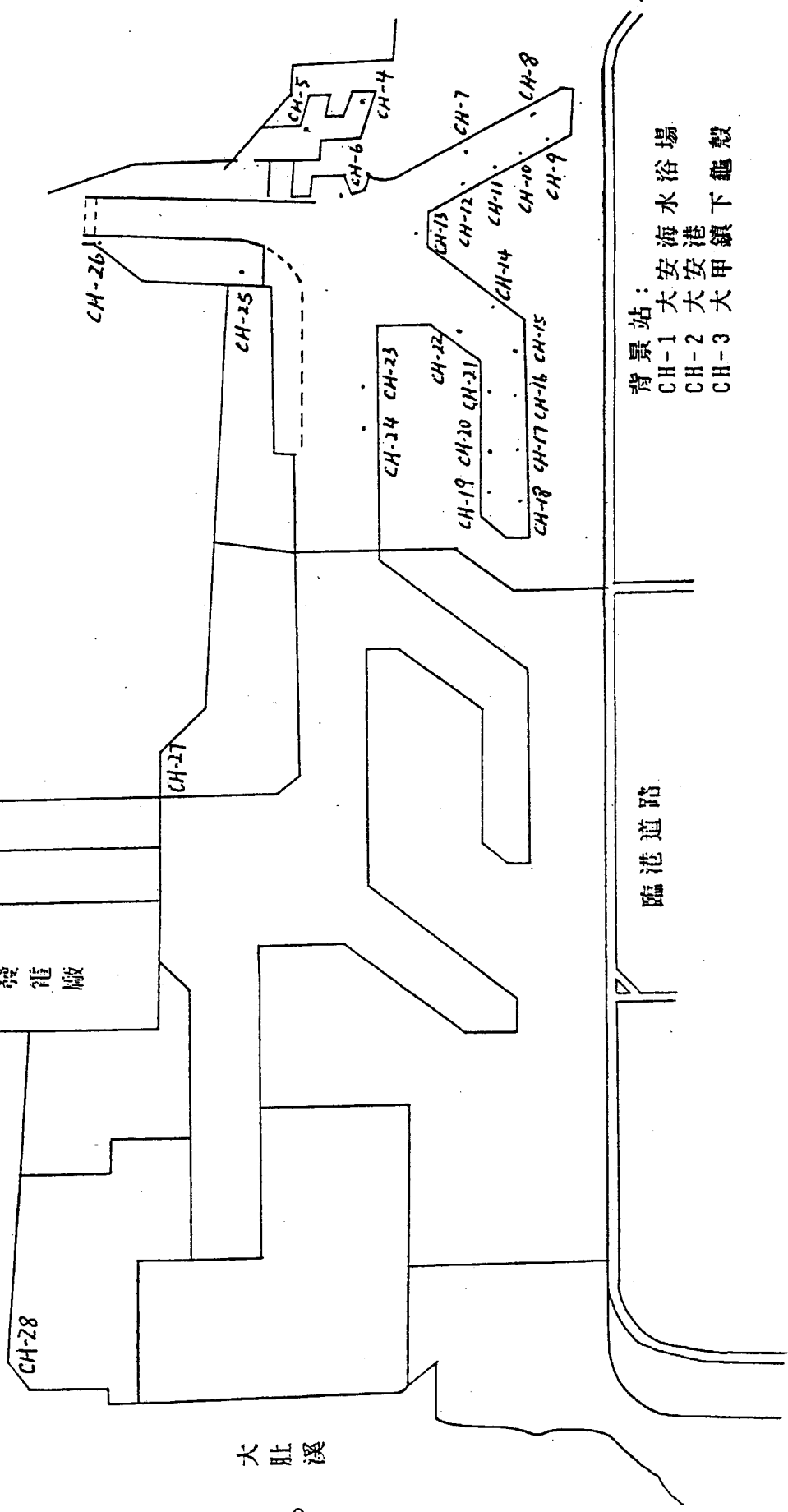
#### 2.汞分析方法：

取 100 ml 水樣或適當水樣稀釋至 100 ml，置入反應瓶中，加入 5 ml 濃硫酸 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)、2.5 ml 濃硝酸 (HNO<sub>3</sub>) 均勻混合後，再加入 25 ml/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 ml 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 ml 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  $\mu\text{g}/\ell$



臺灣海峽

臺中火力發電廠



背景站：  
 CH-1 大安港  
 CH-2 大安港  
 CH-3 大安港

圖二：臺中港區海域水質監測站位置圖

pH : 7 ~ 8

Standard solution : 以 10 ppb , 20 ppb , 30 ppb 求出檢量線

。

Calibration curve : 以 100 ppb , 200 ppb , 300 ppb 標準溶液  
求出。

Initial potential : - 0.5 V

Final potential : - 1.4 V

Purge time : 240 sec

Deposition time : 240 sec

### 3. 六價鉻分析法

pH : 9 ( 以  $\text{NH}_3$  調整 )

Standard solution : 2.829 g  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶於 100 ml 0.01 N  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$  稀釋至 1000 ml ( 1000 ppm )

Calibration curve : 以 10 ppb , 20 ppb , 30 ppb 之標準溶液  
求出。

Initial potential : - 0.1 V

Final potential : - 0.4 V

Purge time : 5 min

Deposition time : 0 sec

## 第三章 結果與討論

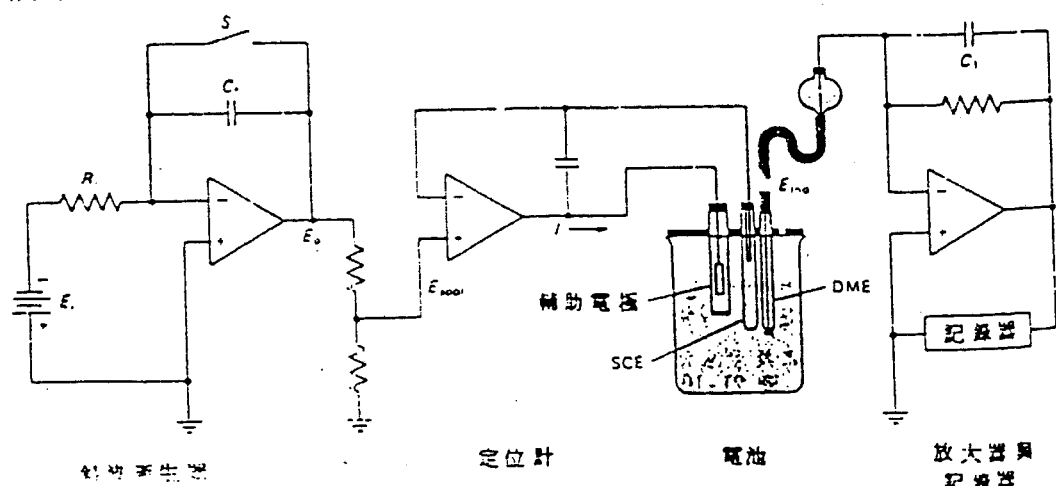
### 一、沿岸養殖區海域

本省沿岸養殖區海域水質監測站重金屬(鎳、銅、六價鉻、鎳、鉛、鋅、汞)含量各次分析結果詳列於附表三至附表九,其濃度範圍及較高濃度之測站如表二所示,表三顯示各地區海域水質重金屬含量範圍。重金屬含量超過海域

$l$  表示之。

(二) 東海大學

東海大學之分析方法係採極譜分析法，其原理係使用定電位控制之極譜，包括三電極：滴汞電極，輔助電極（Pt 電極）及一個參考電極（飽和甘汞電極）。操作時，採用方形波極譜法，其具有快速掃描之優點。構造如圖三所示：



圖三 極譜分析法構造圖

1. 鋅、鎘、鉛、銅等重金屬分析方法

pH : 2 (以濃鹽酸調整)

Standard solution : 以  $Zn(NO_3)_2$  ,  $Cd(NO_3)_2$  ,  $Pd(NO_3)_2$  ,

$Cu(NO_3)_2$  配製成 1000 ppm 之溶液，再依需要稀釋之。

Calibration curve : 以 10 ppb , 20 ppb , 30 ppb 之標準溶液求出。

Initial potential : - 1.1 V

Final potential : 0.05 V

Furge time : 240 sec

Deposition time : 240 sec

2. 鎳分析方法

表三 台灣各縣市沿海養殖區及台中港區海域水質重金屬濃度範圍

地區	鎘	銅	六價鉻	鎳	鉛	鋅	汞
屏東縣	< 2	1.0-730	—	0.3-72	0.70-730	< 2.5-47	< 1.0-34
高雄縣	< 0.1-2.6	1.3-382	0.2-6.9	< 0.5-229	0.4-129	1.8-305	< 0.1-2.0
台南縣	< 0.1-1.2	3.9-73	0.3-9.3	1.6-58	2.8-99	14-183	< 0.1-1.9
嘉義縣	< 0.1-1.8	4.0-128	0.2-11	0.5-46	< 0.4-97	13-254	< 0.1-1.8
雲林縣	< 0.01-8.3	0.07-15	< 1	< 0.01-600	< 0.01-13	< 0.01-4.8	< 1
彰化縣	< 0.01-11	< 0.01-24	< 1	< 0.01-391	< 0.01-12	< 0.01-29	< 1
台中縣	0.09-8.2	< 0.01-18	< 1	0.03-639	< 0.01-9.1	< 0.01-9.3	< 1
苗栗縣	< 0.01-6.2	0.05-30	< 1	18-941	< 0.01-23	< 0.01-26	< 1
新竹縣	0.01-2.2	0.37-50	0.02-18	0.1-16	0.08-16	2.5-466	< 0.1-6.1
桃園縣	0.01-18	0.21-28	0.01-3.1	0.17-10	0.01-9.2	2.1-95	< 0.1-1.1
台北縣	< 0.01-30	0.59-298	0.01-13	0.04-12	0.02-86	0.02-67	< 0.1-8.0
宜蘭縣	< 0.01-26	0.83-13	0.04-12	0.12-5.1	0.03-6.2	0.02-67	< 0.1-3.0
花蓮縣	< 0.01-9.9	0.94-4.8	0.06-4.1	0.25-4.9	0.55-3.4	0.29-75	< 0.1-2.0
台東縣	< 0.1-1.9	1.6-9.5	2.1-12	2.4-9.5	< 0.4-256	5.7-122	0.1-1.5
台港中區	< 0.01-10	< 0.01-29	< 1	6.2-1003	< 0.01-142	< 0.01-22	< 1

水質標準之次數則列於表四。各監測站歷年重金屬含量超過海域水質標準之比較列於附表十至附表十五。本計畫監測結果與文獻之記載比較列於表五。沿岸養殖區海域水質重金屬分析結果分述如下：

表二 台灣沿海養殖區海域水質重金屬含量範圍及濃度較高監測站位置

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
鎘	< 0.01 ~ 30	最高	30	磺溪出海口
		次高	26	蘭陽溪出海口
銅	< 0.01 ~ 382	最高	382	二仁溪出海口
		次高	298	台金公司沿岸
六價鉻	0.01 ~ 18	最高	18	客雅溪出海口
		次高	13	新港，金沙灣
鎳	< 0.01 ~ 941	最高	941	白沙屯
		次高	639	五甲漁港
鉛	< 0.01 ~ 256	最高	256	太麻里沿岸
		次高	129	二仁溪出海口
鋅	< 0.01 ~ 466	最高	466	南寮漁港
		次高	306	南寮漁港
汞	< 0.1 ~ 34	最高	34	大庄村繁殖場
		次高	20	福德宮育樂活動中心沿岸

(一)鎘

台灣沿海養殖區海域水質鎘含量範圍為 < 0.01  $\mu\text{g}/\ell$  至 30  $\mu\text{g}/\ell$ ，其出現最高濃度之監測站為台北縣之磺溪出海口，次高為宜蘭縣之蘭陽溪出海口。本年度調查結果與上年度調查結果比較大致相符。然測值超過海域水

重金屬	鉛			鋅			汞		
標準	100 $\mu\text{g}/\text{l}$			40 $\mu\text{g}/\text{l}$			2 $\mu\text{g}/\text{l g}$		
項 地 目 區	採樣數	不合 格數	不合格 百分率 (%)	採樣數	不合 格數	不合格 百分率 (%)	採樣數	不合 格數	不合格 百分率 (%)
屏東縣	64	0	0	64	2	3.1	64	25	39.0
高雄縣	98	3	3.1	97	71	73.2	98	0	0
台南縣	54	0	0	54	43	79.6	54	0	0
嘉義縣	60	0	0	60	48	80.0	60	0	0
雲林縣	49	0	0	49	0	0	56	0	0
彰化縣	56	0	0	53	0	0	64	0	0
台中縣	28	0	0	28	0	0	32	0	0
苗栗縣	27	0	0	28	0	0	32	0	0
新竹縣	76	0	0	75	20	26.7	74	3	4.1
桃園縣	44	0	0	44	6	13.6	43	0	0
台北縣	53	0	0	53	10	18.9	52	6	11.5
宜蘭縣	63	0	0	63	23	36.5	63	2	3.1
花蓮縣	18	0	0	18	1	5.6	18	0	0
台東縣	15	1	6.7	15	12	80.0	15	0	0
合計	705	4	0.6	701	236	33.7	725	36	5.0
台中港	92	1	1.1	93	0	0	75	0	0

表四 台灣各縣市沿海養殖區及台中港區海域水質重金屬含量超過海域水質標準之次數統計表

重金屬	鎳			銅			六 價 鉻		
標 準	10 $\mu\text{g}/\ell$			20 $\mu\text{g}/\ell$			50 $\mu\text{g}/\ell$ (總鉻)		
項 地 目 區	採樣數	不合 格數	不合格 百分率 (%)	採樣數	不合 格數	不合格 百分率 (%)	採樣數	不合 格數	不合格 百分率 (%)
屏東縣	64	0	0	64	5	21.8	—	—	—
高雄縣	97	0	0	98	8	8.2	98	0	0
台南縣	54	0	0	54	10	18.5	54	0	0
嘉義縣	60	0	0	60	12	20.0	60	0	0
雲林縣	48	0	0	49	0	0	63	0	0
彰化縣	56	2	3.6	56	1	1.8	72	0	0
台中縣	28	0	0	28	0	0	36	0	0
苗栗縣	28	0	0	28	1	3.6	36	0	0
新竹縣	80	0	0	80	6	7.5	80	0	0
桃園縣	44	1	2.3	44	4	9.1	44	0	0
台北縣	53	4	7.5	53	7	13.2	53	0	0
宜蘭縣	63	4	6.3	63	0	0	63	0	0
花蓮縣	18	0	0	18	0	0	18	0	0
台東縣	15	0	0	15	0	0	15	0	0
合 計	708	11	1.6	710	54	7.6	692	0	0
台中港	91	0	0	91	2	2.2	72	0	0

		10 (18)			傷害。 4. 鋅對棘魚最小致死濃度 $300 \mu\text{g}/\ell$ (8)。
汞	<0.5-4 (16) <0.5-5.2 (17) <0.1-34	0.05 (3) 0.03 (6) 0.03 (18)	<0.01- 0.06 (4) 0.21-0.77 (5)	2 (2)	1. 陳弘成(10)指出汞對蝦苗之生物安全濃度為 $2.5 \mu\text{g}/\ell$ 。 2. A.F.S (15)認為汞 $0.1 \mu\text{g}/\ell$ 對海洋生物將構成傷害。 3. 汞對棘魚最小致死濃度 $8 \mu\text{g}/\ell$ (8)。

(10)76.年度計畫 (17)77.年度計畫，本年度計畫

表五 有關文獻對海水重金屬含量之記載

重金屬名稱	本計畫濃度範圍 ( $\mu\text{g}/\ell$ )	海水自然含量 ( $\mu\text{g}/\ell$ )	台灣區較罕污染東部海岸 ( $\mu\text{g}/\ell$ )	台灣區海域水質標準 ( $\mu\text{g}/\ell$ )	其他文獻
鎘	<0.2-9.5 <0.2-3.9 <0.01-30	0.05 (3) 0.11 (5) 0.10 (18)	<0.03-0.8 (4) <0.3 (5)	10 (2)	1. Pescad (7) 認為水中鎘含量超過 $20 \mu\text{g}/\ell$ 可能對水生生物構成傷害。 2. 鎘對棘魚 (sticklebacks) 致死界限濃度 $150 \mu\text{g}/\ell$ (8)。
銅	<5-793 (16) <0.5-1245 (17) <0.01-382	3 (3) 23 (6) 3 (18)	0.7-5.9 (4) 0.3-2.2 (5)	20 (2)	1. Saward et al (9) 認為銅超過 $2 \mu\text{g}/\ell$ 對藻類生長有抑制作用, $10 \mu\text{g}/\ell$ 對植物性浮游生物貝類之生長有抑制作用。 2. 洪楚璋 (4) 認為海水中銅超過 $20 \mu\text{g}/\ell$ 則對海洋生物有害。 3. 陳弘成 (10) 指出銅對草蝦之生物安全濃度為 $100 \mu\text{g}/\ell$ 。
六價鉻	<5-60 (16) <0.5-74 (17) 0.01-18	總鉻 0.6 (3) 總鉻 0.2 (6)	1.8 (5)	總鉻 50 (2)	Anon (11) 認為六價鉻對劍水蚤產生毒性界限濃度 $16 \mu\text{g}/\ell$ 。
鎳	<5-293 (16) <1-1477 (17) <0.01-941	2 (3) 6.6 (6) 2 (18)	1.6-2.7 (5)	未規定	鎳對棘魚最小致死濃度 $800 \mu\text{g}/\ell$ (8)。
鉛	<5-175 (16) <1-333 (17) <0.01-256	0.03 (3) (6) (18)	5.3-30.5 (4) 0.5-2.0 (5)	100 (2)	1. Anon (11) J. R. E. Jones (12) 均認為鉛對魚類產生毒性界限濃度為 $100 \mu\text{g}/\ell$ 。 2. 鉛對棘魚最小致死濃度 $100 \mu\text{g}/\ell$ (8)。
鋅	<5-704 (16) <0.5-988 (17) <0.01-306	5 (3) 11 (6)	0.7-3.4 (5)	40 (2)	1. A. J. Affleck (13) 認為鋅對鱒魚致死界限濃度 $10 \mu\text{g}/\ell$ 。 2. 陳弘成 (14) 指出鋅對草蝦安全濃度為 $250 \mu\text{g}/\ell$ 。 3. A. F. S. (15) 認為鋅超過 $10 \mu\text{g}/\ell$ 則對海洋生物構成

表六 河川出海口水質監測站海城水質重金屬含量範圍

單位： $\mu\text{g}/\ell$

	鎘	銅	六價鉻	鎳	鉛	鋅	汞
高屏溪	< 3	6.6 - 30	—	2.3 - 8.0	1.3 - 21	10 - 36	< 1.0 - 18
後勁溪	0.1 - 1.8	8.4 - 67	0.4 - 6.9	3.4 - 61	6.2 - 126	26 - 305	< 0.1 - 0.1
二仁溪	< 0.1 - 2.6	67 - 382	0.5 - 4.5	15 - 229	17 - 129	20 - 303	< 0.1 - 1.5
鹿耳門溪	< 0.1 - 1.1	5.2 - 11	0.6 - 3.6	3.9 - 15	4.6 - 35	38 - 97	< 0.1 - 0.2
曾文溪	< 0.1 - 1.2	5.7 - 21	0.6 - 5.4	4.0 - 26	6.2 - 43	32 - 136	< 0.1 - 0.7
急水溪	< 0.1 - 0.5	9.8 - 21	0.6 - 8.1	3.9 - 26	2.9 - 25	14 - 90	< 0.1 - 1.9
八掌溪	< 0.1 - 1.0	5.7 - 23	0.7 - 9.3	2.6 - 23	8.2 - 40	33 - 154	< 0.1 - 0.5
朴子溪	< 0.1 - 0.3	6.2 - 13	0.6 - 5.7	4.6 - 16	< 0.4 - 69	13 - 175	< 0.1 - 1.1
北港溪	< 0.1 - 1.8	13 - 41	0.2 - 9.0	6.2 - 42	17 - 97	39 - 106	< 0.1 - 0.4
舊虎尾溪	0.04 - 2.8	1.0 - 15	< 1	13 - 253	< 0.01 - 4.6	< 0.01 - 1.6	< 1
新虎尾溪	0.11 - 3.4	0.71 - 3.9	< 1	0.99 - 121	< 0.01 - 11	< 0.01 - 1.2	< 1
大肚溪	0.40 - 3.7	0.09 - 4.0	< 1	12 - 117	0.11 - 4.7	0.36 - 8.3	< 1
後龍溪	< 0.01 - 1.8	0.05 - 4.1	< 1	67 - 205	< 0.01 - 0.51	< 0.01 - 26	< 1
中港溪	0.04 - 6.2	0.05 - 4.3	< 1	51 - 386	< 0.01 - 5.4	< 0.01 - 26	< 1
客雅溪	0.07 - 0.64	0.56 - 50	0.06 - 18	0.91 - 15	0.91 - 9.2	15 - 61	< 0.1 - 1.2
頭前溪	0.06 - 0.58	0.45 - 5.9	0.08 - 0.57	0.52 - 4.6	0.53 - 5.9	7.4 - 49	< 0.1 - 0.40
社子溪	0.04 - 0.33	0.68 - 6.4	0.04 - 1.7	0.17 - 4.8	0.21 - 6.1	8.1 - 47	< 0.1
南坎溪	0.05 - 18	1.2 - 18	0.03 - 3.1	0.76 - 7.1	0.04 - 7.9	6.2 - 33	< 0.1 - 1.1
淡水河	< 0.01 - 8.7	1.8 - 8.7	0.11 - 10	0.61 - 12	0.17 - 6.3	0.12 - 66	< 0.1 - 2.0
磺溪	0.05 - 30	1.4 - 1.5	0.03 - 9.1	0.13 - 3.7	0.22 - 8.9	0.02 - 67	< 0.1 - 3.0
蘭陽溪	0.02 - 26	1.5 - 4.3	0.09 - 11	0.31 - 4.1	0.47 - 5.6	0.46 - 56	< 0.1 - 3.0
新城溪	0.03 - 7.1	1.1 - 3.9	0.07 - 12	0.25 - 4.3	0.78 - 4.4	0.03 - 67	< 0.1 - 2.0
花蓮溪	0.02 - 2.6	1.3 - 3.5	0.06 - 1.6	0.37 - 3.9	0.53 - 2.9	2.1 - 75	< 0.1 - 1.0

質標準  $10 \mu\text{g}/\ell$  者共有十一次佔總採樣數的百分之一·六。分別出現於桃園縣、台北縣及宜蘭縣海域二月份之監測結果，另彰化縣海域亦曾出現二次略高於海域水質標準之測值。

#### (二)銅

台灣沿海養殖區海域水質銅含量範圍為  $< 0.01 \mu\text{g}/\ell$  至  $382 \mu\text{g}/\ell$ ，七百一十次樣品中有五十四次銅含量超過海域水質標準，佔總採樣數的百分之七·六。其出現最高濃度之監測站為二仁溪出海口，九次測值均超過海域水質標準  $20 \mu\text{g}/\ell$ ，但其濃度較上年度測值為低。次高之測值出現於台北縣水湳洞海域監測站，其九次測值中有七次超過海域水質標準。此外台南縣安平港附近海域及嘉義縣布袋附近海域水質銅含量亦有偏高之情形。高雄縣後勁溪出海口雖仍有部分測值超過海域水質標準，然較上年度之調查結果，已有明顯之下降。檢驗結果顯示海水中重金屬含量受地區性污染源排入之影響甚大。

#### (三)六價鉻

台灣沿海養殖區海域水質六價鉻含量範圍為  $0.01 \mu\text{g}/\ell$  至  $18 \mu\text{g}/\ell$ ，各測值均低於海域水質標準總鉻  $50 \mu\text{g}/\ell$  之限值。本項目因檢驗單位儀器故障，以致於缺少屏東地區之監測數值。

#### (四)鎳

台灣沿海養殖區海域水質鎳含量範圍為  $< 0.01 \mu\text{g}/\ell$  至  $941 \mu\text{g}/\ell$ ，其最高之測值出現於苗栗縣白沙屯海域，次高測值出現在台中縣五甲漁港附近海域。台灣沿海水區水體分類水質標準並未對鎳含量訂定標準，無法加以比較。然本省西部沿海水質鎳含量較東部沿海海域水質鎳含量及文獻中之記載要高出甚多，尤以高雄縣、雲林縣、彰化縣、台中縣及苗栗縣特別高，宜加以注意。

#### (五)鉛

台灣沿海養殖區海域水質鉛含量範圍為 $< 0.01 \mu\text{g}/\ell$ 至 $256 \mu\text{g}/\ell$ ，較諸上年度之測值，亦略有降低。其最高濃度出現於台東縣太麻里附近海域，同時台東縣海域鉛含量較上年度之監測結果，有普遍增高之情形，應特別加以注意，次高濃度出現於二仁溪出海口，本年度監測結果海域水質鉛含量僅零星出現四測站分別有一次超過海域水質標準，其他均符合海域水質標準。但高雄縣、台南縣、嘉義縣之監測結果顯示部分數值已接近海域水質標準 $100 \mu\text{g}/\ell$ ，應及早防範。

#### (六) 鋅

台灣沿海養殖區海域水質鋅含量範圍為 $< 0.01 \mu\text{g}/\ell$ 至 $466 \mu\text{g}/\ell$ ，較諸上年度之測值，亦有降低，然與海域水質標準比較，除雲林、彰化、台中、苗栗四縣海域外，其他各縣海域水質鋅含量均有超過海域水質標準 $40 \mu\text{g}/\ell$ 之情形，其超過率約佔總測數的百分之三十四，為各項重金屬監測結果之冠。由於歷年監測結果均有相同之現象，值得進一步調查其發生之原因，本項目監測結果，最高濃度出現於新竹縣新港附近海域，次高濃度出現於宜蘭縣竹安附近海域。

#### (七) 汞

台灣沿海養殖區海域水質汞含量範圍為 $< 0.1 \mu\text{g}/\ell$ 至 $34 \mu\text{g}/\ell$ ，其出現最高及次高濃度之測站均在屏東縣海域內。由於該縣海域以往之監測結果雖偶有超過海域水質標準 $2 \mu\text{g}/\ell$ 之現象，然本年度六十四個測值中有二十五個測值超過標準，且各測站均有超過標準之現象，加以最高濃度較海域水質標準及以往之監測結果高出甚多，應加以詳細調查。另台北縣石門海域、磺溪出海口及正濱漁港海域、新竹縣香山附近海域、宜蘭縣蘭陽溪出海口附近海域水質汞含量於四月份亦出現一次高於海域水質標準之測值。其他各海域水質汞含量則均低於海域水質標準之限值。

## 二、河川出海口海域

由於河川匯集陸上所產生之污染物質，挾帶入海，常造成河口附近海域水質不良之情形，本計畫亦對本省二十三條河川出海口附近海域水質加以監測。各河川出海口海域水質重金屬含量範圍詳如表六所示，分述如后：

#### (一) 鎘

河川出海口鎘含量範圍 $< 0.01 \sim 30 \mu\text{g}/\ell$ ，其中台北縣磺溪出海口、宜蘭縣蘭陽溪出海口及桃園縣南崁溪出海口均曾出現一次海域水質鎘含量超過海域水質標準之情形，其中磺溪及蘭陽溪出海口之測值更分別為所有測值之最高及次高測值。

#### (二) 銅

河川出海口海域水質含量範圍 $205 \sim 382 \mu\text{g}/\ell$ ，二十三個河川出海口監測站中有八個監測站曾出現海域水質銅含量超過海域水質標準之情形，且多屬本省西南沿海之河川。其中二仁溪出海口海域水質銅含量雖已較上年度降低很多，但其各次監測結果仍均超過海域水質標準，顯示管制雖略有功效，然河川一但遭受污染，欲使其恢復原無污染情形十分困難。

#### (三) 六價鉻

本省各河川出海口海域水質六價鉻含量均低於海域水質標準總鉻 $50 \mu\text{g}/\ell$ 之限值，其範圍為 $0.03 \sim 18 \mu\text{g}/\ell$ 。

#### (四) 鎳

本省河川出海口海域水質鎳含量範圍為 $0.13 \sim 386 \mu\text{g}/\ell$ ，數值較高之河川除二仁溪外，集中於中部沿海之舊虎尾溪、新虎尾溪、大肚溪、後龍溪及中港溪，以中港溪最高。

#### (五) 鉛

本省二十三條河川出海口海域水質鉛含量範圍為 $< 0.01 \sim 129 \mu\text{g}/\ell$ ，其中超過海域水質標準者，僅有二仁溪及後勁溪二處。

#### (六) 鋅

鎳濃度最高為  $30 \mu\text{g}/\ell$  ; 出現於台北縣磺溪出海口二月份測值。

銅濃度最高為  $382 \mu\text{g}/\ell$  ; 出現於台南縣二仁溪出海口十一月份測值。

六價鉻濃度最高為  $18 \mu\text{g}/\ell$  (低於海域水質標準總鉻  $50 \mu\text{g}/\ell$ ) ; 出現於新竹縣客雅溪出海口四月份測值。

鎳濃度最高為  $941 \mu\text{g}/\ell$  ; 出現於苗栗縣白沙屯監視站四月份測值。

鉛濃度最高為  $256 \mu\text{g}/\ell$  ; 出現於台東縣太麻里沿岸監視站十二月份測值。

鋅濃度最高為  $466 \mu\text{g}/\ell$  ; 出現於新竹縣南寮漁港監視站十二月份測值。

汞濃度最高為  $34 \mu\text{g}/\ell$  ; 出現於屏東縣大庄村繁殖場監視站三月份測值。

(二)各河川出海口海域水質重金屬含量比較，出現最高濃度之監視站位置如下：

鎳濃度最高為  $30 \mu\text{g}/\ell$  ; 出現於台北縣磺溪出海口二月份測值。

銅濃度最高為  $382 \mu\text{g}/\ell$  ; 出現於台南縣二仁溪出海口十一月份測值。

六價鉻濃度最高為  $18 \mu\text{g}/\ell$  (低於海域水質標準總鉻  $50 \mu\text{g}/\ell$ ) ; 出現於新竹縣客雅溪出海口四月份測值。

鎳濃度最高為  $386 \mu\text{g}/\ell$  ; 出現於苗栗縣中港溪出海口四月份測值。

鉛濃度最高為  $129 \mu\text{g}/\ell$  ; 出現於台南縣二仁溪出海口十一月份出海口。

鋅濃度最高為  $305 \mu\text{g}/\ell$  ; 出現於高雄縣後勁溪出海口一月份測值。

汞濃度最高為  $3.0 \mu\text{g}/\ell$  ; 分別出現於台北縣磺溪及宜蘭縣蘭陽溪四月份測值。

(三)監測結果顯示台中港海水水質良好，未受重金屬污染。

(四)台灣沿海海域水質重金屬含量以銅，及鋅較多。銅以西南沿海最為嚴重，特別是二仁溪出海口附近海域受廢五金酸洗之影響，銅含量仍為全省最高。鋅含量則普遍偏高，甚至工業不甚發達之台東、花蓮地區，亦出現超過海域水質標準之情形，其造成原因宜進一步調查。

(五)本年度台灣沿海海域水質重金屬含量與上年度之監測結果比較已有明顯下降之現象，顯示污染管制工作已略有效果。

各河川出海口海域水質鋅含量範圍為 $< 0.01 \sim 305 \mu\text{g}/\ell$ ，與沿岸養殖區海域水質相類似，除中部地區之五條河川及桃園縣南崁溪外普遍超過海域水質標準。二十三條河川中有十七條河川出海口海域水質超過海域水質標準，其中又以西南沿海之河川出海口海域水質鋅含量較高，其原因有待進一步調查。

#### (七)汞

本省河川出海口海域水質汞含量範圍為 $< 0.1 \sim 18 \mu\text{g}/\ell$ ，其中超過海域水質標準者有高園屏溪出海口、磺溪出海口及蘭陽溪出海口三處，以高屏溪出海口海域水質汞含量最高。

### 三、台中港區海域

台中港附近發展迅速，附近漁民經常反映海域遭受污染，漁獲量減少，本計畫特別於台中港內選定二十五個測站，並於大安海水浴場、大安港及大甲鎮下龜殼選擇三處背景站略示於圖二，進行海域水質監測工作。其監測結果範圍及與海域水質標準之比較分別列於表三及表四，各次監測結果則列於附表十六。

台中港區海域水質鎘含量範圍 $< 0.01 \sim 10 \mu\text{g}/\ell$ ，銅含量範圍 $< 0.01 \sim 29 \mu\text{g}/\ell$ ，六價鉻含量範圍 $< 1 \mu\text{g}/\ell$ ，鎳含量範圍 $6.2 \sim 1003 \mu\text{g}/\ell$ ，鉛含量範圍 $< 0.01 \sim 142 \mu\text{g}/\ell$ ，鋅含量範圍 $< 0.01 \sim 22 \mu\text{g}/\ell$ ，汞含量均小於 $1 \mu\text{g}/\ell$ 。其測值與背景站及台中縣其他監測站之監測結果亦相近。以鎳含量較高，另僅銅含量有兩次，鉛含量有一次超過海域水質標準，其餘均低於海域水質標準之限值，水質堪稱良好，未受重金屬污染。

## 第四章 結論與建議

### 一、結論

(一)台灣沿海養殖區海域水質出現重金屬含量最高之監視站位置如下：

## 誌 謝

本計畫承行政院農業委員會補助經費，國立清華大學、中國文化大學、東海大學、國立中山大學、國立屏東農專、高雄市環境保護局等單位協助採樣、檢驗，使計畫得以順利完成，工作人員之辛勞，特此一併致謝。

(六)上年度污染最爲嚴重之二仁溪、後勁溪河川出海口海域，本年度雖仍有超過海域水質標準之情形，然其濃度已明顯下降。

(七)本省沿海海水重金屬含量受地域性影響甚大，污染源（如河川）入海處常造成局部海域嚴重污染，進而影響其附近海域水質，因此要徹底解決海域重金屬污染之威脅，應由污染源消滅做起。

## 二、建議

(一)二仁溪河口附近海域海水重金屬含量雖已較上年度之含量爲低，但仍有多次超過海域水質標準之紀錄，在尚未完全改善前，仍應繼續在該河口附近從事養殖漁業，以維護消費者健康。

(二)污染整治及管制工作爲改善污染情形最直接、有效的步驟之一，應儘速進行整治工作，並嚴格執行管制工作。

(三)本項研究計畫已進行五年，建立了台灣沿岸海域養殖區海域水質基本資料，然爲發展規劃未來之養殖漁業能有更完整的資料，除繼續監測沿岸海域水質外，應擴大至離岸水質之監測，以爲爾後比對及規劃之參考。

(四)台灣沿岸養殖區海域水質鎘含量普遍偏高，其原因究爲污染所造成或其他地理因素所造成，應進一步研究調查。

## 誌 謝

本計畫承行政院農業委員會補助經費，國立清華大學、中國文化大學、東海大學、國立中山大學、國立屏東農專、高雄市環境保護局等單位協助採樣、檢驗，使計畫得以順利完成，工作人員之辛勞，特此一併致謝。

## 參考文獻

1. “中華民國台灣地區漁業年報，民國七十六年”，台灣省農林廳漁業局，1988  
5。
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 “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 pull New York P25(1963)
7. M.B.Pescod “Investigation of rational effluent and stream  
standard for tropical cormtries” Army Research and  
Development Group, Far Eest PP 20-29
8. “Wate Quality Criteria “California State Water Resources  
Control Board (1978.7)
9. D.A.Saward et al ; “Experimental studies on effects of  
copper on a marine food chain.” Mar. Biol PP351-361(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  
Iloilo 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 toxicity 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 quality criteria  
for water" American Fisheries Society.
- 16.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 )。
- 17.李公哲等“台灣沿海養殖區水質監視調查及研究” 77.農建 -7.1- 漁 28(1), 台  
灣省政府環境保護處( 1989.1 )。
- 18.Stowe.K, "Essentials of Ocean Science" Johh Wiley & Sons,  
Inc. P352.(1987)