

臺灣沿海重要養殖區水質調查及研究

* 張嵩林、李澤民、黃昭誠、張丁晉、孫肖瑾

摘 要

本計畫係延續上年度工作，承行政院農業委員會補助經費，繼續針對臺灣沿海養殖區海域水質之重金屬(鎘、銅、鉻、鎳、鉛、鋅、汞)、生化需氧量、溶氧、PH、礦物性油脂、大腸菌類、酚、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、總凱氏氮、總磷、總生產力及葉綠素-a等項目進行檢驗分析工作。本年度共設立80處監測站，其監測結果之濃度範圍如下：

一、重金屬項目：

- (一)鎘： $<0.001\sim 0.012\text{mg/l}$ 。
- (二)銅： $<0.001\sim 0.104\text{mg/l}$ 。
- (三)鉻： $<0.001\sim 0.046\text{mg/l}$ 。
- (四)鎳： $<0.001\sim 0.132\text{mg/l}$ 。
- (五)鉛： $<0.001\sim 0.111\text{mg/l}$ 。
- (六)鋅： $<0.001\sim 0.115\text{mg/l}$ 。
- (七)汞： $<0.0001\sim 0.0020\text{mg/l}$ 。

二、一般項目：

- (一)生化需氧量： $0.1\sim 6.5\text{mg/l}$ 。
- (二)溶氧： $1.8\sim 9.1\text{mg/l}$ 。

* 臺灣省政府環境保護處副處長、科長、股長、技士

- (三) 酚： $<0.001\sim0.072\text{mg/l}$ 。
- (四) 總生產力： $0\sim18.4\text{mg/l}$ 。
- (五) 硝酸鹽氮： $<0.001\sim6.802\text{mg/l}$ 。
- (六) 亞硝酸鹽氮： $<0.001\sim3.417\text{mg/l}$ 。
- (七) 總磷： $<0.001\sim5.560\text{mg/l}$ 。
- (八) 總凱氏氮： $<0.01\sim8.20\text{mg/l}$ 。
- (九) 葉綠素—a： $0.03\sim2.38\text{mg/l}$ 。
- (十) 礦物性油脂： $<0.4\sim4.3\text{mg/l}$ 。
- (十一) 大腸菌類： $<10\sim11,200\text{個}/100\text{ml}$ 。
- (十二) PH： $7.1\sim8.6$ 。

ABSTRACT

The presented results are the first-year work of the secondary six-year program(1991-1997) of surveying the water quality of sea water in Taiwan coastal culture fishery area. The objective of the study was to collect the complete water quality data in the above area. There were 80 monitoring stations. The heavy metals determined were cadmium, copper, chromium(VI), nickel, lead, zinc and mercury. The other determined characteristics of sea water included BOD, dissolved oxygen, PH, grease(mineral), coliform groups, phenol, nitrate, nitrite total nitrogen, total phosphorus, total production ability and chlorophyll-a.

The analysis results show that the concentrations of BOD ranged 0.1~6.5mg/l, dissolved oxygen ranged 1.8~9.1mg/l, PH ranged 7.1~8.6 cadmium ranged <0.001~0.012mg/l, copper ranged <0.001~0.104mg/l, chromium(VI) ranged <0.001~0.046mg/l, nickel ranged <0.001~0.132mg/l, lead ranged <0.001~0.111mg/l, zinc ranged <0.001~0.115 mg/l, mercury ranged <0.0001~0.0020mg/l, phenol ranged <0.001~0.072mg/l, total production ability ranged 0~18.4mg/l, nitrate ranged <0.001~6.802mg/l, nitrite ranged <0.001~3.417mg/l, total phosphorus ranged <0.001~5.560mg/l, total nitrogen ranged <0.01~8.20mg/l, chlorophyll-a ranged 0.03~2.38mg/l, grease(mineral) ranged <0.4~4.3mg/l and coliform groups ranged <10~11,200 Colonies/100 ml.

第一章 前言

本省四面環海，海岸線長達一千六百公里，具有極佳之漁業發展環境。雖然海域環境受到地形及底質之限制，使本省海水養殖業大都集中於西南沿海地區，但零星散佈之養殖區及適合開發成養殖區之地區亦遍佈全省。

近年來由於工業發展、人口增加，大量的工業廢水及家庭污水未經處理即直接或間接排入沿海而造成沿海海域水質污染，其中以重金屬污染最為嚴重。重金屬之特徵是會慢性而長期的累積於生物體內，其濃度高者直接危害養殖漁產品之成長，甚至造成死亡；輕者則經由漁產品生物體的累積及食物鏈的作用而間接對人體健康造成危害。

行政院農業委員會有鑑於海域養殖區水質安全的重要性，自民國73年起即委託臺灣省政府環境保護處進行沿海重要養殖區海域水質監測調查工作，針對養殖區內海水重金屬含量作全面性監測工作。本年度(81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之基本資料，做為規劃養殖漁業區、發展養殖業及水污染防治之參考。

第二章 調查研究方法

一、調查目的

本省漁業環境受水污染影響因而有時會造成部份地區的養殖漁產品大量死亡及重金屬污染漁產品。有鑑於重金屬經由食物鏈累積而威脅人體健康之事實，加強海水水質監測之工作實刻不容緩，本研究調查期能早期發現受污染地區，並追蹤污染源，速謀解決之道。

二、調查範圍及監測站建立

(一)本計畫從新竹市至屏東縣共設立了80個監測站，惟本年度因採樣影響，計監測了66站(位置如圖1-1至圖1-5)。

1.S-1至S-6為新竹市監測站位置。

2.M-1至M-5為苗栗縣監測站位置。

3.T-1至T-3為台中縣監測站位置。

4.C-1至C-9為彰化縣監測站位置。

5.U-1至U-10為雲林縣監測站位置。

6.G-1至G-5為嘉義縣監測站位置。

7.N-1至N-14為台南縣、市監測站位置。

8.K-1至K-5為高雄縣、市監測站位置。

9.P-1至P-9為屏東縣監測站位置。

(二)各水質監測站編號如表一。

三、調查方法及採樣頻率

自民國80年8月起至81年6月，每月不定期派員赴各監測站採取水樣，每次採取水樣5公升，現場測定pH值及溶氧(DO)值。每月固定監測生化需氧量(BOD₅)及重金屬(Cd、Cu、Cr、Ni、Pb、Zn、Hg)；單月增加監測礦物性油脂(Grease)、酚(Phenol)及大腸菌類；雙月則增加監測總生產力(GP)、硝酸鹽氮(NO₃⁻-N)、亞硝酸鹽氮(NO₂⁻-N)、總磷(T-P)、總凱氏氮(TKN)與葉綠素-a(Chol-a)。

四、分析方法

1.pH：pH計法。

- 2.溶氧：薄膜電極法。
- 3.生化需氧量：碘定量疊氮化物修正法(水質檢驗方法 拾參-(2)-101)
- 4.礦物性油脂：萃取重量法(水質檢驗方法 拾參-(2)-97)
- 5.酚：比色法(水質檢驗方法 拾參-(2)-110)
- 6.大腸菌類：濾膜法(STANDARD METHODS 16th p.890)
- 7.硝酸鹽氮：馬錢子鹼法(STANDARD METHODS 16th p.400)
- 8.亞硝酸鹽氮：重氮法(STANDARD METHODS 16th p.404)
- 9.總磷：維生素丙法(水質檢驗方法 拾參-(2)-83)
- 10.總凱氏氮：蒸餾法—滴定(STANDARD METHODS 16th p.408)
- 11.葉綠素-a：重量法(STANDARD METHODS 16th p.1072)
- 12.總生產力：溶氧量測定法(陳建初 水質分析p.249)
- 13.重金屬(Cd、Cu、Cr、Ni、Pb、Zn)：APDC(Ammonium Pyrrolidine Di-ethiocarbamate)螯合MIBK(Methyl Isobutyl Ketone)萃取原子吸收光譜法。

(1)鎘、銅、鉻、鎳、鉛、鋅等重金屬分析方法取800mL海水，以1N HNO₃或NH₄OH調整pH值至3~4後置入1升之分液漏斗中，加入8mL APDC溶液，振盪混合之，再加入20mL MIBK振盪混合1分鐘，靜置使水與MIBK層分開，取MIBK層，經離心分離去水後，以原子吸收光譜儀測其吸光度，並由檢量曲線讀取濃度，以mg/L表示之。(水質檢驗方法 拾參-(2)-33)

(2)汞分析方法

取100mL水樣或適量水樣稀釋至100mL，置入反應瓶中，加入5mL濃硫酸(H₂SO₄)、2.5 mL濃硝酸(HNO₃)均勻混合後，再加入25mL 5%高錳酸鉀溶液混合，若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8mL 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，再加入氯化鈉－硫酸羥胺溶液至顏色消失為止，再加入5mL氯化亞錫溶液，迅速以汞分析儀(MERCURY ANALYZER 400-A)測定其吸光度，由檢量曲線讀取濃度，以mg/L表示之(水質檢驗方法拾參-(2)-40)。

第三章 調查結果與分析

一、沿海養殖區海域

(一)生化需氧量(BOD)

臺灣沿海養殖區海域水質BOD濃度範圍為0.1~6.5mg/L，其中出現最高濃度之監測站為將軍漁港及福寶海堤(6.5mg/L)，次高濃度之監測站為舊濁水溪出海口(6.0 mg/L)，其一般地區之測值超過乙類海域水質標準(3.0mg/L)及河川出海口之測值超過丙類海域水質標準(6.0mg/L)者，占總採樣數之6.2%。

(二)溶氧(DO)

臺灣沿海養殖區海域水質DO濃度範圍為1.8~9.1mg/L，其中出現最低濃度及次低濃度之監測站均為後勁溪出海口(1.8及2.4mg/L)，其一般地區之測值超過乙類海域水質標準(5.0mg/L)及河川出海口之測值超過丙類海域水質標準(2.0mg/L)者，占總採樣數之2.4%。

(三)鎘(Cd)

臺灣沿海養殖區海域水質Cd含量範圍為<0.001~0.012mg/L，其中出現最高濃度之監測站為中港溪出海口(0.012mg/L)，次高濃度之監測站為大鵬灣(0.011mg/L)，其測值超過乙類海域水質標準(0.01mg/L)者，占總採樣數之1.4%。

(四)銅(Cu)

臺灣沿海養殖區海域水質Cu含量範圍為 $<0.001\sim 0.104\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為龍港漁港(0.104mg/L)，次高濃度之監測站為中港溪出海口(0.100mg/L)，其測值超過乙類海域水質標準(0.02mg/L)者，占總採樣數之1.1%。

(五)鉻(Cr)

臺灣沿海養殖區海域水質Cr含量範圍為 $<0.001\sim 0.046\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為崙尾北堤(0.046mg/L)，次高濃度之監測站為舊濁水溪出海口(0.043mg/L)，其測值均符合乙類海域之水質標準(0.05mg/L)。

(六)鎳(Ni)

臺灣沿海養殖區海域水質Ni含量範圍為 $<0.001\sim 0.132\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為舊虎尾溪出海口(0.132mg/L)，次高濃度之監測站為崙尾北堤(0.127mg/L)，因臺灣沿海海域水體分類及水質標準並未對Ni訂定標準，故無法加以比較。

(七)鉛(Pb)

臺灣沿海養殖區海域水質Pb含量範圍為 $<0.001\sim 0.111\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為山漁港(0.111mg/L)，次高濃度之監測站為高雄二港(0.098mg/L)，其測值超過乙類海域水質標準(0.1mg/L)者，占總採樣數之0.3%。

(八)鋅(Zn)

臺灣沿海養殖區海域水質Zn含量範圍為 $<0.001\sim 0.115\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為崙尾北堤(0.115mg/L)，次高濃度之監測站為外傘頂洲(0.080mg/L)，其測值超過乙類海域水質標準(0.04mg/L)者，占總採

樣數之2.9%。

(九)汞(Hg)

臺灣沿海養殖區海域水質Hg含量範圍為 $<0.0001\sim 0.0020\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為北港溪出海口(0.0020mg/L)，次高濃度之監測站為楊寮(0.0019 mg/L)，其測值均符合乙類海域之水質標準(0.002mg/L)。

(十)酚(Phenol)

臺灣沿海養殖區海域水質酚含量範圍為 $<0.001\sim 0.072\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為楊寮(0.072mg/L)，次高濃度之監測站為海山漁港(0.071mg/L)，其測值超過乙類海域水質標準(0.01mg/L)者，占總採樣數之27%。

(十一)礦物性油脂(Grease)

臺灣沿海養殖區海域水質礦物性油脂含量範圍為 $<0.4\sim 4.3\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為二仁溪出海口(4.3mg/L)，次高濃度之監測站為安平北堤(3.7mg/L)，其測值超過乙類海域水質標準(2.0mg/L)者，占總採樣數之8.0%。

(十二)大腸菌類

臺灣沿海養殖區海域水質大腸菌類含量範圍為 $<10\sim 11,200$ 個/100mL，其中出現最最高濃度之監測站為麗水($11,200$ 個/100mL)，次高濃度之監測站為南港($11,000$ 個/100mL)，其測值超過乙類海域水質標準($1,000$ 個/100mL)者，占總採樣數之22%。

(十三)總磷(T-P)

臺灣沿海養殖區海域水質總磷含量範圍為 $<0.001\sim 5.560\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為南港(5.560mg/L)，次高濃度之監測站為將軍漁港(4.486mg/L)。

(四)總凱氏氮(TKN)

臺灣沿海養殖區海域水質總凱氏氮含量範圍為 $<0.01\sim 8.20\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度及次高濃度之監測站均為臺西(8.20mg/L 及 6.52mg/L)。

(五)葉綠素-a(Chlo-a)

臺灣沿海養殖區海域水質葉綠素-a含量範圍為 $0.03\sim 2.38\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為東石漁港(2.38mg/L)，次高濃度之監測站為美山漁港(1.39mg/L)。

(六)總生產力(GP)

臺灣沿海養殖區海域水質總生產力含量範圍為 $0.0\sim 18.4\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為許厝(18.4mg/L)，次高濃度之監測站為臺西(17.2mg/L)。

(七)硝酸鹽氮($\text{NO}_3^- - \text{N}$)

臺灣沿海養殖區海域水質硝酸鹽氮含量範圍為 $<0.001\sim 6.802\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為福寶海堤(6.802mg/L)，次高濃度之監測站為西螺溪出海口(2.529mg/L)。

(八)亞硝酸鹽氮($\text{NO}_2^- - \text{N}$)

臺灣沿海養殖區海域水質亞硝酸氮含量範圍為 $<0.001\sim 3.417\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為漢寶海堤(3.417mg/L)，次高濃度之監測站為龍港漁港(3.170mg/L)。

二、河川出海口海域水質

(一)鎘(Cd)

本省各主要河川出海口水質之Cd範圍為 $<0.001\sim 0.012\text{mg/L}$ ，其中出現最高濃度之監測站為中港溪出海口及後龍溪出海口(0.012mg/L)，次高

濃度之監測站為烏溪出海口(0.011mg/L)。

(二)銅(Cu)

本省各主要河川出海口水質之Cu範圍為<0.001~0.104mg/L，其中出現最高濃度之監測站為後龍溪出海口即龍港漁港(0.104mg/L)，次高濃度之監測站為中港溪出海口(0.100mg/L)。

(三)鉻(Cr)

本省各主要河川出海口水質之Cr範圍為<0.001~0.037mg/L，其中出現最高濃度之監測站為舊濁水溪出海口(0.043mg/L)，次高濃度之監測站為二林溪出海口(0.039mg/L)。

(四)鎳(Ni)

本省各主要河川出海口水質之Ni範圍為<0.001~0.117mg/L，其中出現最高濃度之監測站為朴子溪出海口(0.117mg/L)，次高濃度之監測站為舊濁水溪出海口(0.111mg/L)。

(五)鉛(Pb)

本省各主要河川出海口水質之Pb範圍為<0.001~0.097mg/L，其中出現最高濃度之監測站為舊虎尾溪出海口(0.097mg/L)，次高濃度之監測站為二仁溪出海口及後勁溪出海口(0.095mg/L)。

(六)鋅(Zn)

本省各主要河川出海口水質之Zn範圍為<0.001~0.060mg/L，其中出現最高濃度之監測站為大安溪出海口(0.060mg/L)，次高濃度之監測站為舊濁水溪出海口(0.059mg/L)。

(七)汞(Hg)

本省各主要河川出海口水質之Hg範圍為<0.0001~0.0020mg/L，其中出現最高濃度之監測站為北港溪出海口(0.0020mg/L)，次高濃度之監測站

爲頭前溪出海口及舊濁水溪出海口(0.0018mg/L)。

第四章 結論與建議

一、結 論

- (一)本計畫除可了解臺灣沿海重要養殖區之重金屬含量範圍及污染地區之污染種類及程度，以提供漁業主管機關發展養殖漁業之參考外，亦可作爲環保單位加強可疑污染源之追蹤、管制工作。
- (二)依調查分析結果，本省沿海重要養殖區海域水質之重金屬含量範圍中，超出臺灣沿海海域水體分類及水質標準者，以鋅最高(2.9%)，其次爲鎘(1.4%)，再其次爲銅(1.1%)。由統計資料顯示，彰化沿海養殖區之海域水質受重金屬污染情形較爲嚴重，與本地區電鍍工廠林立有關。
- (三)本年度臺灣沿海重要養殖區海域水質中重金屬含量與上年度比較，超過水質標準之比率，已略有下降之趨勢，顯示污染源管制工作已略具成效。
- (四)本年度二仁溪出海口附近海域水質重金屬中，鋅含量仍有超過海域水質標準之紀錄，而其他各項重金屬含量均可符合標準。
- (五)高屏縣市境內之污染情形，已受到有效控制，惟仍需作好管制工作，以免造成環保糾紛。

二、建 議

- (一)目前行政院環境保護署所頒佈之海域水體水質標準，宜依據海域之最佳用途、涵容能力及水質現況，增、修訂現行標準，俾能循序達成維護海域環境品質之目標。
- (二)宜善用海洋環境資源，建立化學性及生物性監測體系，以監測海洋環境之

污染，避免海域水質惡化。

(三)繼續加強沿海養殖區海域水質之調查、監視工作，瞭解海水水質變動情形，以採取適當的管制措施，維護海水水體之正常用途。

(四)加強事業廢水之取締管制工作，避免有毒物質排入海水水體中。

(五)彰化濱海工業區及雲林六輕工業區之興建，污染源勢必增加，如何做好污染防治工作，以避免對附近養殖區造成影響，實應提早做好整體規劃，以達事先預防之成效。

(六)依調查結果，酚含量偏高地區包括新竹、彰化、嘉義及臺南等地區，惟上述地區並無煉油工業存在，另煉油工業林立之高屏地區，其海域中酚含量卻較為偏低，故建請農委會另案委由學術單位加以研究探討，是否有其它污染來源或相關因素。

表一 監測站編號一覽表

縣 市 別	編 號	監 測 站	備 註
新 竹 市	S- 1	南寮漁港(頭前溪)	
	S- 2	楊寮	
	S- 3	客雅溪出海口	牡蠣養殖場
	S- 4	美山漁港	牡蠣養殖場
	S- 5	海山漁港	牡蠣養殖場
	S- 6	南港(鹽港溪)	牡蠣養殖場
苗 栗 縣	M- 1	崎頂海水浴場	牡蠣養殖場
	M- 2	中港溪口	牡蠣養殖場
	M- 3	外埔漁港	牡蠣養殖場
	M- 4	龍港漁港(後龍溪)	牡蠣養殖場
	M- 5	南勢溪口	
台 中 縣	T- 1	松柏漁港(大安溪)	
	T- 2	高美海堤(雙利養殖場)	
	T- 3	麗水出入海管制哨(大肚溪)	
彰 化 縣	C- 1	寓埔海埔新生地	牡蠣養殖場
	C- 2	崙尾北段海堤	牡蠣養殖場
	C- 3	舊濁水溪出海口	牡蠣養殖場
	C- 4	福寶海堤	牡蠣養殖場
	C- 5	漢寶海堤	牡蠣養殖場
	C- 6	王功漁港	牡蠣養殖場
	C- 7	二林溪出海口	牡蠣養殖場
	C- 8	新街海堤(出入海管制站)	牡蠣養殖場
	C- 9	西螺溪(濁水溪)出海口	牡蠣養殖場

表一 監測站編號一覽表(續)

縣市別	編號	監測站	備註
雲林縣	U- 1	許厝新生地(鹹水庫)	
	U- 2	新虎尾溪出海口	
	U- 3	台西(舊虎尾溪出海口)	
	U- 4	三條崙漁港	牡蠣養殖場
	U- 5	箔子寮漁港	牡蠣養殖場
	U- 6	台子村漁港	牡蠣養殖場
	U- 7	北港溪出海口	牡蠣養殖場
	U- 8	統山洲海域	牡蠣養殖場
	U- 9	箔子寮仙海域	牡蠣養殖場
	U-10	外傘頂洲海域	牡蠣養殖場
嘉義縣	G- 1	溫港型厝船澳	牡蠣養殖場
	G- 2	東石港(朴子溪)	牡蠣養殖場
	G- 3	網寮港	牡蠣養殖場
	G- 4	松子港	牡蠣養殖場
	G- 5	布袋港	牡蠣養殖場
台南市	N- 1	八掌溪口	牡蠣養殖場
	N- 2	急水溪口	牡蠣養殖場
	N- 3	王爺港海域	牡蠣養殖場
	N- 4	北門漁港	牡蠣養殖場
	N- 5	將軍漁港	
	N- 6	青山港沙洲外海	牡蠣養殖場
	N- 7	網子寮沙洲	牡蠣養殖場
	N- 8	七股海堤	牡蠣養殖場

表一 監測站編號一覽表(續)

縣市別	編號	監測站	備註
台南縣、市	N-9	曾文溪口	牡蠣養殖場
	N-10	鹿耳門溪口	牡蠣養殖場
	N-11	安平新港北堤	牡蠣養殖場
	N-12	安平新港南堤	牡蠣養殖場
	N-13	喜樹	牡蠣養殖場
	N-14	二仁溪口	牡蠣養殖場
高雄縣、市	K-1	興達漁港	
	K-2	興達發電廠	
	K-3	阿公店溪口	
	K-4	後勁溪出海口	
	K-5	高雄第二港口	
屏東縣	P-1	中芸漁港	
	P-2	林園堤防(高屏溪)	
	P-3	東港出入海檢查哨(東港溪)	
	P-4	大鵬灣(一)	牡蠣養殖場
	P-5	大鵬灣(二)	牡蠣養殖場
	P-6	大鵬灣(三)	牡蠣養殖場
	P-7	大鵬灣(四)	牡蠣養殖場
	P-8	水利村養殖場(林邊溪)	
	P-9	大莊海菜養殖專業區	

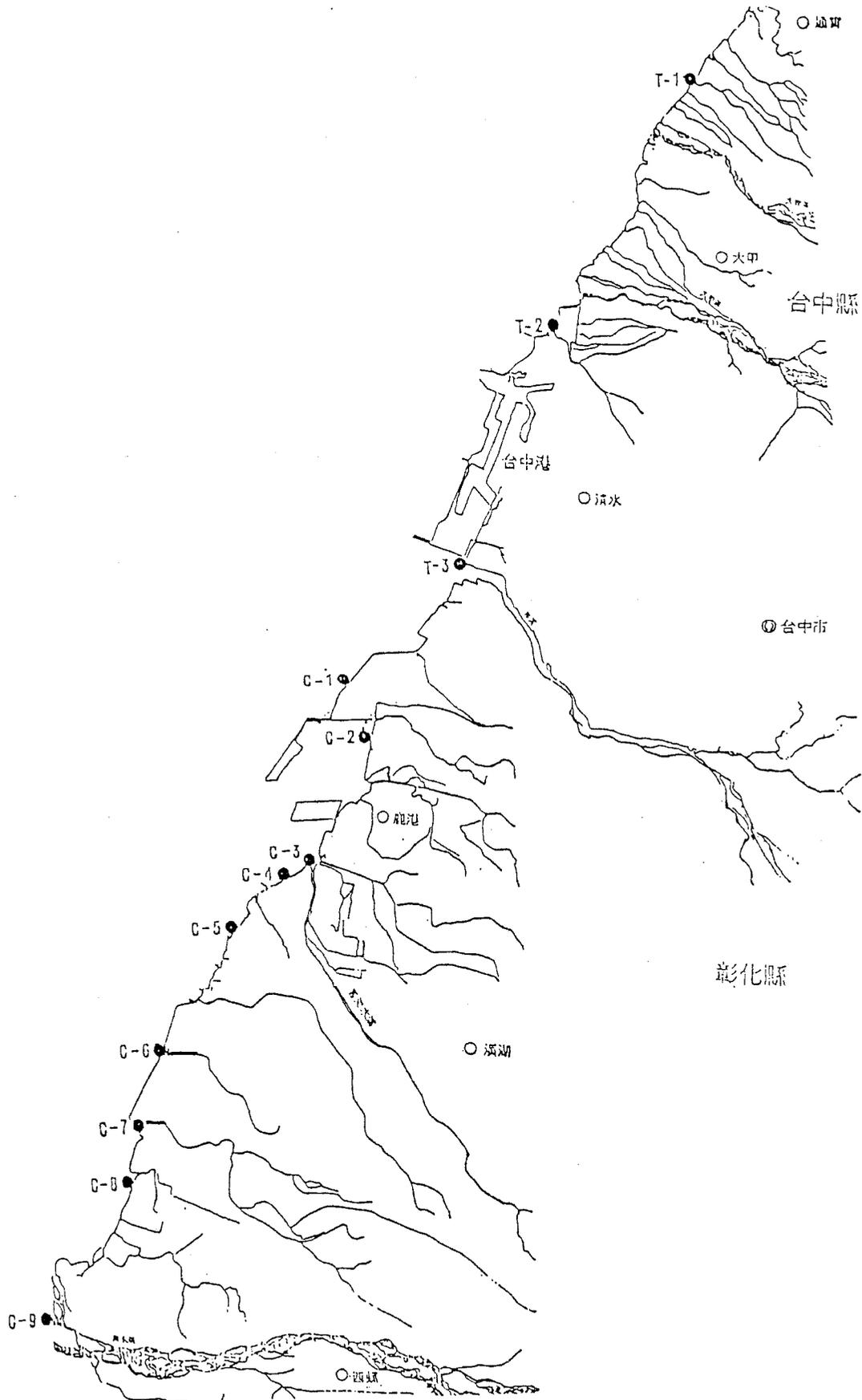


圖2 臺灣沿海養殖區(臺中縣、彰化縣)監視站位置圖

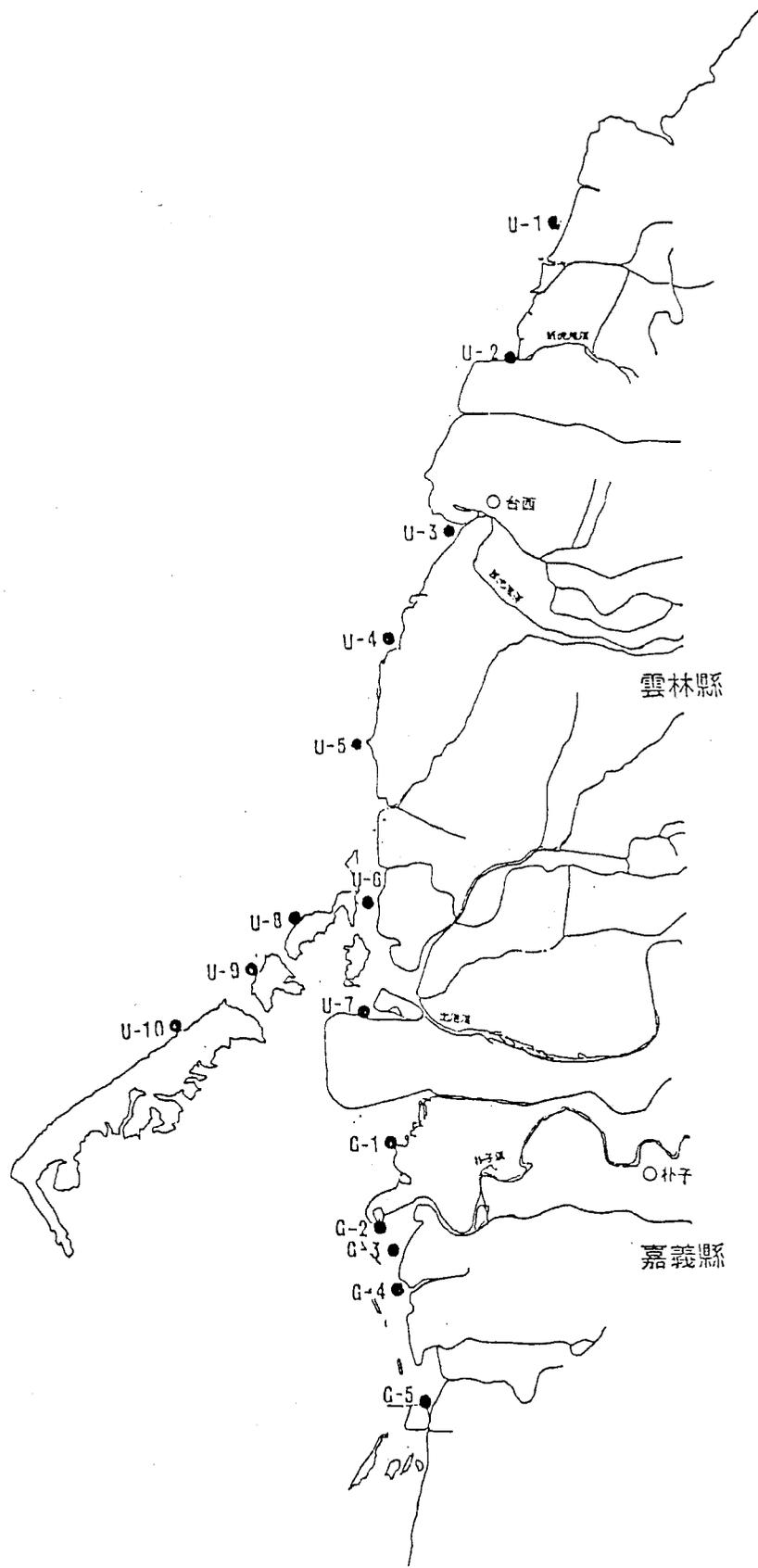


圖3 臺灣沿海養殖區(雲林縣、嘉義縣)監視站位置圖

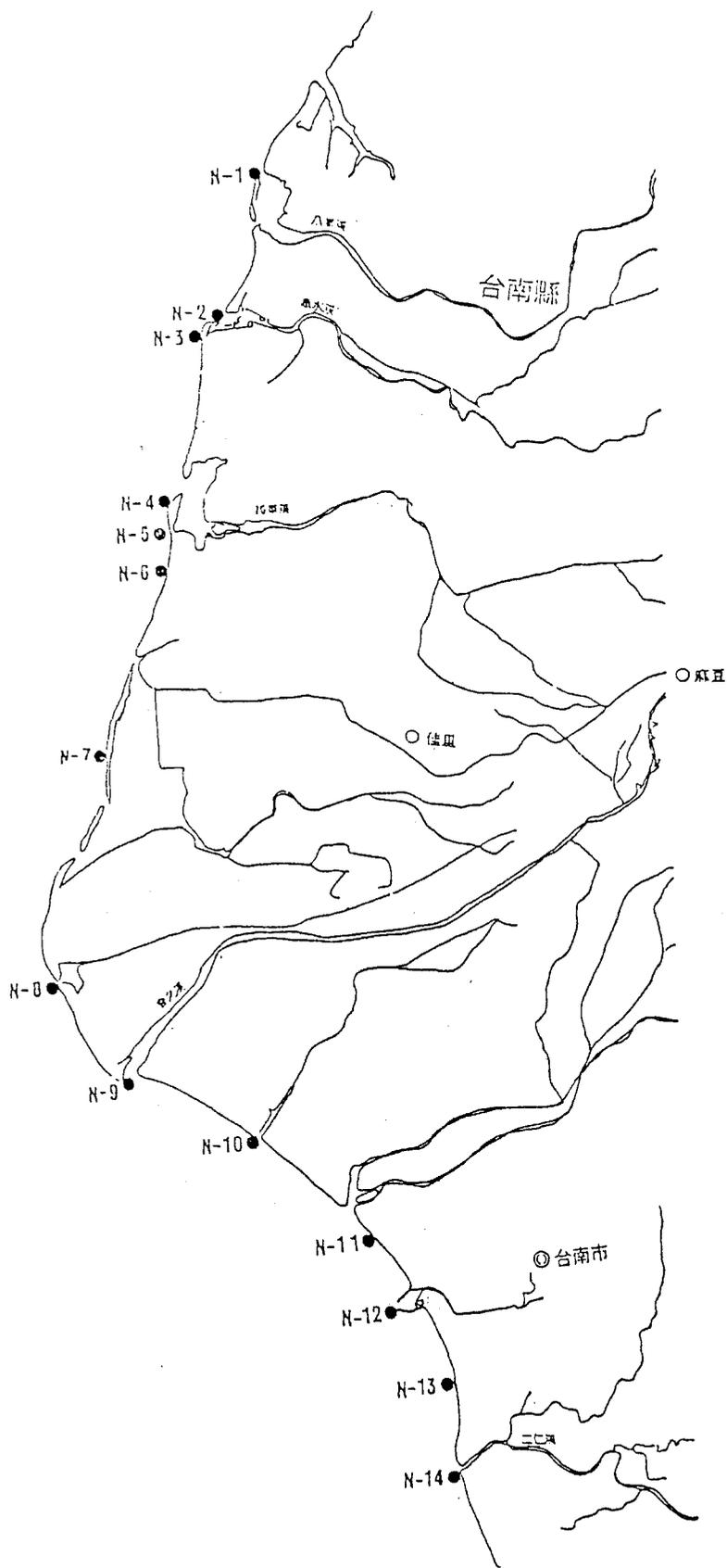


圖4 臺灣沿海養殖區(臺南縣市)監視站位置圖

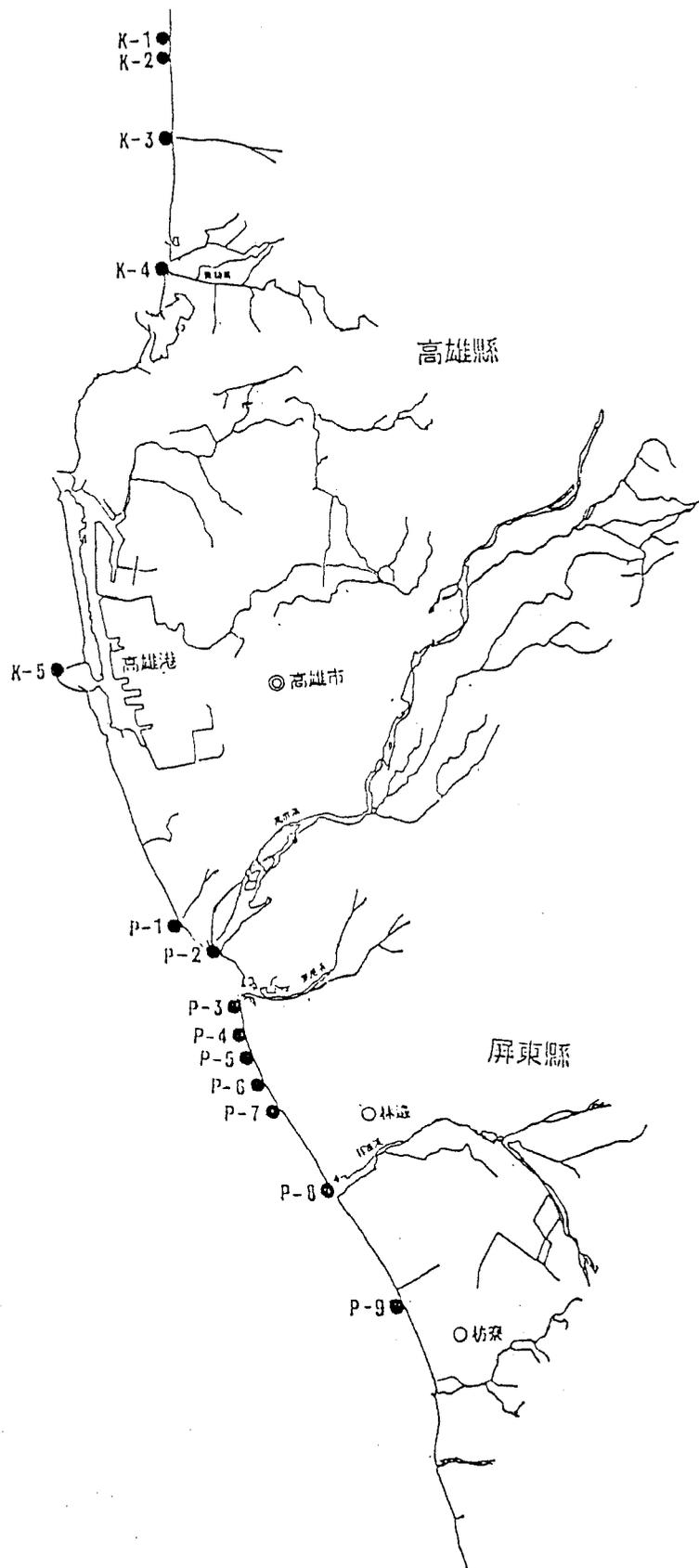


圖5 臺灣沿海養殖區(高雄縣市、屏東縣)監視站位置圖

表二 臺灣沿海養殖區域水質監視站重金屬監視結果統計表

重金屬名稱	濃度範圍 mg/L	較高濃度之站 mg/L		監視站位置名稱
		最高	次高	
鎘	<0.001~0.012	最高	0.012	中港溪出海口
		次高	0.011	大鵬灣
銅	<0.001~0.104	最高	0.104	龍港漁港
		次高	0.100	中港溪出海口
六價鉻	<0.001~0.046	最高	0.046	崙尾北堤
		次高	0.043	舊濁水溪出海口
鎳	<0.001~0.132	最高	0.132	舊虎尾溪出海口
		次高	0.127	崙尾北堤
鉛	<0.001~0.111	最高	0.111	青山漁港
		次高	0.101	中芸漁港
鋅	<0.001~0.115	最高	0.115	崙尾北堤
		次高	0.080	外傘頂洲
汞	<0.0001~0.0020	最高	0.0020	北港溪出海口
		次高	0.0019	楊寮

表三 76⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾78⁽²¹⁾⁽²²⁾79⁽²⁴⁾80及81年度各縣、市監視站監測Cd濃度範圍

單位：μg/L

縣 市 別	年 度	Cd				
		76年度	78年度	79年度	80年度 (mg/L)	81年度 (mg/L)
新 竹 市		<0.2	0.01-2.2	0.04-0.95	<.001-0.006	<.001-0.005
苗 栗 縣		<0.2-1.2	<.01-6.2	<0.03-16	<.001-0.005	<.001-0.012
台 中 縣		0.8-1.0	0.09-8.2	<0.03-18	<.001-0.006	<.001-0.011
彰 化 縣		0.7-1.4	<0.01-11	<0.03-19	<.001-0.005	<.001-0.010
雲 林 縣		0.5-0.9	<.01-8.3	<0.03-14	<.001-0.008	<.001-0.007
嘉 義 縣		0.3-0.8	<0.1-1.8	<0.1-2.1	<.001-0.008	<.001-0.007
台 南 縣		1.8-2.6	0.1-1.2	<0.1-2.4	<.001-0.009	<.001-0.008
高 雄 縣		0.67-3.3	0.1-2.6	<0.1-1.7	<.001-0.007	<.001-0.006
屏 東 縣		<0.2-2.0	<2.0	<2.0	<.001-0.007	<.001-0.011

表三(續) 76⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾78⁽²¹⁾⁽²²⁾79⁽²⁴⁾80及81年度各縣、市監視站監測Cu濃度範圍

單位：μg/L

縣 市 別	Cu				
	76年度	78年度	79年度	80年度 (mg/L)	81年度 (mg/L)
新 竹 市	3.9-8.7	0.37-50	0.12-11	<.001-0.041	<.001-0.022
苗 栗 縣	11.9-24.3	<.01-6.2	<0.03-19	<.001-0.040	<.001-0.104
台 中 縣	7.4-17.6	<.01-18	<0.03-11	<.001-0.041	<.001-0.060
彰 化 縣	10.9-123.9	<.01-24	<0.03-15	<.001-0.015	<.001-0.057
雲 林 縣	5.8-12.6	0.07-15	<0.03-29	<.001-0.047	<.001-0.046
嘉 義 縣	5.3-12.5	4.0-128	1.6-89	<.001-0.028	<.001-0.020
台 南 縣	2.8-105.3	3.9-73	2.3-74	<.001-0.057	<.001-0.019
高 雄 縣	5.6-375.1	1.3-382	1.8-232	<.001-0.053	<.001-0.008
屏 東 縣	2.6-9.4	1.0-730	<2.0-42	<.001-0.101	<.001-0.013

表三(續) 76⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾78⁽²¹⁾⁽²²⁾79⁽²⁴⁾80及81年度各縣、市監視站監測Cr濃度範圍

單位：μg/L

縣 市 別	Cr ⁺⁶				
	76年度	78年度	79年度	80年度 (mg/L)	81年度 (mg/L)
新 竹 市	1.4-4.7	0.02-18	0.04-13	<.001-0.052	<.001-0.037
苗 栗 縣	6.0-8.9	<1	<0.03-2.7	<.001-0.052	<.001-0.029
台 中 縣	7.4-11.2	<1	<0.03-2.8	<.001-0.045	<.001-0.009
彰 化 縣	7.5-11.8	<1	<0.03-25	<.001-0.070	<.001-0.046
雲 林 縣	4.5-11	<1	<0.03-2.5	<.001-0.038	<.001-0.017
嘉 義 縣	4.9-8.3	0.2-11	<0.1-10	<.001-0.023	<.001-0.019
台 南 縣	2.2-8.3	0.3-9.3	<0.1-7.6	<.001-0.035	<.001-0.034
高 雄 縣	1.3-20.4	0.2-6.9	<0.1-5.6	<.001-0.043	<.001-0.033
屏 東 縣	<5	...	<20	<.001-0.052	<.001-0.037

表三(續) 76⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾78⁽²¹⁾⁽²²⁾79⁽²⁴⁾80及81年度各縣、市監視站監測Ni濃度範圍

單位：μg/L

縣 市 別	Ni				
	76年度	78年度	79年度	80年度 (mg/L)	81年度 (mg/L)
新 竹 市	2.5-12.1	0.1-16	0.28-19	<.001-0.063	<.001-0.027
苗 栗 縣	4.9-18.4	18-941	<0.25	<.001-0.062	<.001-0.027
台 中 縣	11.1-34.1	0.03-639	<0.25	<.001-0.060	<.001-0.034
彰 化 縣	13.9-89.3	<.01-391	<0.25-11	<.001-0.052	<.001-0.127
雲 林 縣	7.5-1.7	<.01-600	<0.25	<.001-0.107	<.001-0.047
嘉 義 縣	6.7-23	0.5-46	0.9-61	<.001-0.042	<.001-0.132
台 南 縣	1.9-44.2	1.6-58	0.7-24	<.001-0.109	<.001-0.093
高 雄 縣	3.5-91.9	<0.5-229	<0.5-179	<.001-0.114	<.001-0.047
屏 東 縣	1.1-9.7	0.3-72	<2.0-17.5	<.001-0.071	<.001-0.073

表三(續) 76⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾78⁽²¹⁾⁽²²⁾79⁽²⁴⁾80及81年度各縣、市監視站監測Pb濃度範圍

單位：μg/L

縣 市 別	Pb				
	76年度	78年度	79年度	80年度 (mg/L)	81年度 (mg/L)
新 竹 市	2.8-8.5	0.08-16	0.01-9.6	<.001-0.091	<.001-0.085
苗 栗 縣	11.2-19.6	<.01-23	<0.03-8.0	<.001-0.058	<.001-0.093
台 中 縣	12.4-23.8	<.01-9.1	<0.03-15	<.001-0.059	<.001-0.087
彰 化 縣	16.2-65.3	<.01-12	<0.03-15	<.001-0.052	<.001-0.098
雲 林 縣	9.3-22.3	<.01-13	<0.03-12	<.001-0.059	<.001-0.085
嘉 義 縣	9.2-23.5	<.4-97	<0.5-51	<.001-0.058	<.001-0.091
台 南 縣	2.6-42.1	2.8-99	<0.5-45	<.001-0.091	<.001-0.111
高 雄 縣	3.8-59.8	0.4-129	<0.5-95	<.001-0.087	<.001-0.098
屏 東 縣	5.5-27.5	0.7-730	<2.0-15.8	<.001-0.058	<.001-0.101

表三(續) 76⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾78⁽²¹⁾⁽²²⁾79⁽²⁴⁾80及81年度各縣、市監視站監測Zn濃度範圍

單位：μg/L

縣 市 別	年 度				
	Zn				
	76年度	78年度	79年度	80年度 (mg/L)	81年度 (mg/L)
新 竹 市	62.6-108.7	2.5-446	2.1-60	<.001-0.027	<.001-0.023
苗 栗 縣	34.7-150	<.01-26	<.03-10.1	<.001-0.027	<.001-0.040
台 中 縣	33.5-72.1	<.01-9.3	<.03-105	<.001-0.043	<.001-0.060
彰 化 縣	25.1-67.6	<.01-29	<.03-23	<.001-0.028	<.001-0.115
雲 林 縣	25.4-38.1	<.01-4.8	<.03-11.6	<.001-0.049	<.001-0.080
嘉 義 縣	23.3-37.3	13-254	14-185	<.001-0.029	<.001-0.41
台 南 縣	7.6-97.5	14-183	6.1-166	<.001-0.034	<.001-0.044
高 雄 縣	109-152.9	1.8-305	5.9-204	<.001-0.031	<.001-0.026
屏 東 縣	7.1-14.4	<2.5-47	3.9-63	<.001-0.032	<.001-0.047

表三(續) 76⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾78⁽²¹⁾⁽²²⁾79⁽²⁴⁾80及81年度各縣、市監視站監測Hg濃度範圍

單位：μg/L

縣 市 別	Hg				
	76年度	78年度	79年度	80年度 (mg/L)	81年度 (mg/L)
新 竹 市	<0.5	<0.6-6.1	<.01-0.98	<.0001-0.0024	<.0001-0.0019
苗 栗 縣	<0.5-0.78	<1	<0.25	<.0001-0.0034	<.0001-0.0016
台 中 縣	<0.5-0.68	<1	<0.25	<.0001-0.0017	<.0001-0.0018
彰 化 縣	<0.5-0.85	<1	<0.25	<.0001-0.0041	<.0001-0.0018
雲 林 縣	<0.5-1.03	<1	<0.25	<.0001-0.0053	<.0001-0.0020
嘉 義 縣	<0.5-1.3	<0.1-1.8	<0.1-1.2	<.0001-0.0041	<.0001-0.0011
台 南 縣	<0.5-1.0	<0.1-1.9	<0.1-1.0	<.0001-0.0041	<.0001-0.0015
高 雄 縣	<0.5-1.4	<0.1-2.0	<0.1-1.0	<.0001-0.0053	<.0001-0.0012
屏 東 縣	<0.5-4.0	<1.0-34	<2.0-5.8	<.0001-0.0041	<.0001-0.0013

表四 臺灣省各縣市沿海水質重金屬含量超過海域水質標準次數統計表(八十一年度)

重金屬	標準	鎳		銅		鎳		鉛		鋅		汞	
		10ug/L	20ug/L	50ug/L	100ug/L	40ug/L	2ug/L						
項 地 目 區	採樣數	不合 格數	不合 格 百分率 (%)										
新竹市	60	2	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
苗栗縣	50	1	2.0	5	10.0	0	0	0	0	2	4.0	0	0
臺中縣	30	1	3.3	1	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0
彰化縣	90	3	3.3	0	0	0	0	0	0	6	6.7	0	0
雲林縣	100	2	2.0	0	0	0	0	0	0	4	4.0	0	0
嘉義縣	50	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6.0	0	0
臺南縣市	140	0	0	0	0	0	0	1	0.7	1	0.7	0	0
高雄縣市	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
屏東縣	90	0	0	1	1.1	0	0	1	1.1	3	3.3	0	0
合計	660	9	1.4	7	1.1	0	0	2	0.3	19	2.9	0	0

表五 河川出海口監測站各種金屬濃度範圍

單位：mg/L

採樣點	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn	Hg
頭前溪	<0.001~0.005	<0.001~0.019	<0.001~0.037	<0.001~0.027	<0.001~0.084	<0.001~0.023	<0.0001~0.0018
客雅溪	<0.001~0.004	0.001~0.021	<0.001~0.021	<0.001~0.023	<0.001~0.071	<0.001~0.023	<0.0001~0.0013
鹽港溪	<0.001~0.004	0.001~0.016	<0.001~0.013	<0.001~0.021	<0.001~0.085	<0.001~0.013	<0.0001~0.0014
中港溪	<0.001~0.012	<0.001~0.100	<0.001~0.013	<0.001~0.027	<0.001~0.090	<0.001~0.024	<0.0001~0.0009
後龍溪	<0.001~0.012	<0.001~0.104	<0.001~0.011	<0.001~0.025	<0.001~0.088	<0.001~0.029	<0.0001~0.0010
大安溪	<0.001~0.010	<0.001~0.012	<0.001~0.009	<0.001~0.034	<0.001~0.079	<0.001~0.060	0.0002~0.0008
烏溪	<0.001~0.011	0.001~0.008	<0.001~0.004	<0.001~0.020	<0.001~0.072	<0.001~0.027	0.0002~0.0011
舊濁水溪	<0.001~0.007	<0.001~0.020	<0.001~0.043	<0.001~0.111	<0.001~0.071	<0.001~0.059	0.0001~0.0018
二林溪	<0.001~0.009	0.001~0.010	<0.001~0.039	<0.001~0.087	<0.001~0.069	<0.001~0.008	<0.0001~0.0007
濁水溪	<0.001~0.010	<0.001~0.010	<0.001~0.008	<0.001~0.063	<0.001~0.078	<0.001~0.008	<0.0001~0.0007
新虎尾溪	<0.001~0.007	<0.001~0.009	<0.001~0.012	<0.001~0.047	<0.001~0.090	<0.001~0.045	<0.0001~0.0010
舊虎尾溪	<0.001~0.007	<0.001~0.012	<0.001~0.017	<0.001~0.047	<0.001~0.097	<0.001~0.040	<0.0001~0.0010
北港溪	<0.001~0.005	0.002~0.018	<0.001~0.007	<0.001~0.023	0.011~0.090	<0.001~0.043	<0.0001~0.0020
朴子溪	<0.001~0.006	<0.001~0.014	<0.001~0.014	<0.001~0.117	0.006~0.086	<0.001~0.039	<0.0001~0.0009
八掌溪	<0.001~0.005	<0.001~0.012	<0.001~0.030	<0.001~0.059	<0.001~0.086	<0.001~0.027	<0.0001~0.0009
急水溪	<0.001~0.003	<0.001~0.014	<0.001~0.029	<0.001~0.078	<0.001~0.085	<0.001~0.024	<0.0001~0.0009
曾文溪	<0.001~0.006	<0.001~0.019	<0.001~0.016	<0.001~0.015	<0.001~0.088	<0.001~0.022	<0.0001~0.0015
鹿耳門溪	<0.001~0.007	<0.001~0.010	<0.001~0.019	<0.001~0.029	<0.001~0.094	<0.001~0.024	<0.0001~0.0007
二仁溪	<0.001~0.008	0.003~0.017	<0.001~0.017	<0.001~0.093	<0.001~0.095	<0.001~0.044	<0.0001~0.0010
阿公店溪	<0.001~0.005	<0.001~0.008	<0.001~0.033	<0.001~0.031	<0.001~0.092	<0.001~0.019	0.0002~0.0012
後功溪	<0.001~0.005	<0.001~0.008	<0.001~0.022	<0.001~0.039	<0.001~0.095	<0.001~0.025	<0.0001~0.0009
高屏溪	<0.001~0.006	0.001~0.013	<0.001~0.030	<0.001~0.019	<0.001~0.075	<0.001~0.034	<0.0001~0.0008
東港溪	<0.001~0.010	<0.001~0.007	<0.001~0.029	<0.001~0.036	<0.001~0.066	<0.001~0.031	<0.0001~0.0008
林邊溪	<0.001~0.010	<0.001~0.007	<0.001~0.037	<0.001~0.051	<0.001~0.076	<0.001~0.033	<0.0001~0.0013

表六 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 (μg/L)	海水自然含量 (μg/L)	臺灣區較罕污染東部海岸 (μg/L)	臺灣區海域水質標準 (μg/L)	
鎘	<0.2~9.5(16) <0.2~3.9(17) <0.01~30(1) 0.01~12*	0.05(3) 0.11(5) 0.10(8)	<0.3~0.8(4) <0.3(5)	10(2)	1. Pescad(7)認為水中鎘含量超過20 μg/L可能對水生物構成傷害。 2. 鎘對棘魚(sticklebacks)致死界限濃度150 μg/L(8)
銅	<5~793(16) <0.5~1245(17) <0.01~382(1) <0.03~104*	3(3) 23(6) 3(8)	0.7~5.9(4) 0.3~2.2(5)	20(2)	1. Saward et al(9)認為銅超過2 μg/L對藻類生長有抑制作用, 10 μg/L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 μg/L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 μg/L。
六價鉻	<5~60(16) <0.5~74(17) 0.01~18(1) 0.01~46*	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 μg/L
鎳	<5~175(16) <1~1477(17) <0.01~941(1) 0.01~132*	2(3) 6.6(6) 2(8)	1.6~2.7(5)	未規定	鎳對棘魚最小致死濃度800 μg/L(8)
鉛	<5~175(16) <1~333(17) <0.01~256(1) 0.01~111*	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 μg/L。 2. 鉛對棘魚最小致死濃度100 μg/L(8)。
鋅	<5~704(16) <0.5~988(17) <0.01~306(1) <0.03~115*	5(3) 11(6) 10(8)	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 μg/L。 2. 陳弘成(10)指出鋅對草蝦安全濃度為250 μg/L。 3. AFS(15)認為鋅超過10 μg/L則對海洋生物構成傷害。 4. 鋅對棘魚最小致死濃度300 μg/L(8)。
汞	<0.5~4(16) <0.5~5.2(17) <0.1~34(1) <0.01~2*	0.05(5) 0.03(6) 0.03(8)	<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 μg/L。 2. AFS(15)認為汞0.1 μg/L對海洋生物將構成傷害。 3. 汞對棘魚最小致死濃度8 μg/L(8)。

*本年度計畫測定

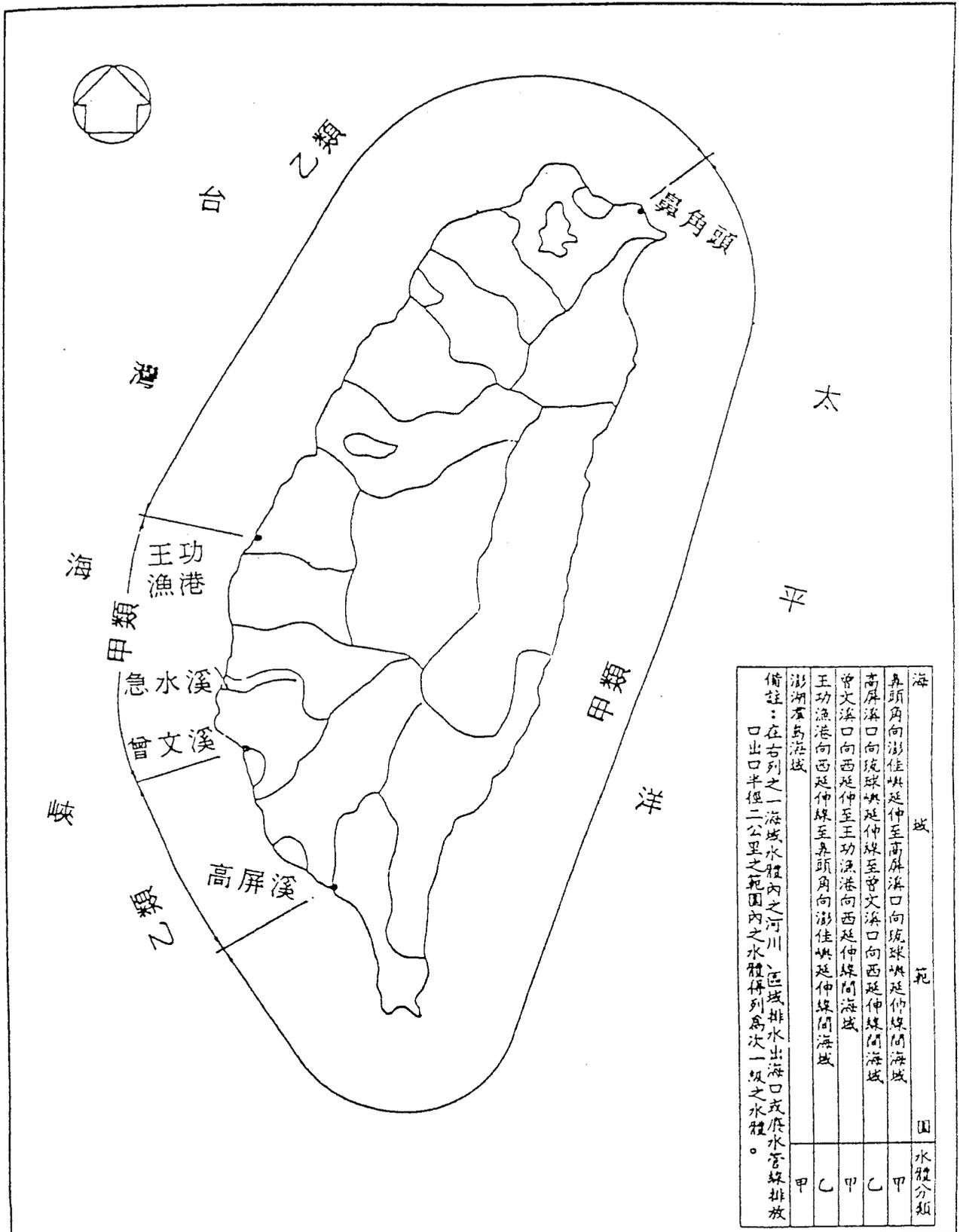


圖6 臺灣沿海水域及水質標準圖

誌 謝

本計畫承行政院農業委員會補助經費。苗栗區漁會、彰化區漁會、雲林區漁會、嘉義區漁會、台南縣區漁會、台南市區漁會及東港區漁會協助採樣，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) 中華民國七十九年版「臺灣農業年報」臺灣省政府農林廳。
- (2) 中華民國七十八、七十九年各縣市「統計年報」。
- (3) 「中華民國七十九年度環境保護統計年報」臺灣省政府環境保護處。
- (4) 「七十八年環保法令」環保通訊社。
- (5) J.P.Riley and R.Chester "Introduction to Marine Chemistry" Academic Press PP 60—70(1975)。
- (6) 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)。
- (7) 呂世宗等「台灣沿海養殖區水質監視先驅計劃」臺灣省環境保護局(1986.3)。
- (8) E.D.Goldberg "The oceans as a chemical system in the sea" Interscience pull New York P.25(1963)。
- (9) M.B.Pescod "Investigation of rational effluent and stream standard for tropical countries" Army Research and Development Group, Far East PP 20—29。
- (10) "Water Quality Criteria" California State Water Resources Control Board(1978.7)。
- (11) D.A.Saward et al; "Experimental studies on effects of copper on a marine food chain" Mar.Biol PP351—361(1975)。
- (12) H.C.Chen "Water quality criteria for farming the grass shrimp, *penaeus monodon* Present at First International conference for the Culture of penaeid shrimp/prawn L+Iloilo philippine P.

- 43(1984.12)。
- (13) Anon "Ohio River Valley Water Sanitation Commission, Subcommittee on Toxicities, Metal Fishing Industries Action Committee" Report No.3(1950)。
- (14) J.R.Jones "The relative toxicity of salts of lead, zinc and copper to stickleback" J.ExptBiol P.394(1938)。
- (15) A.J.Affleck "Zinc poisoning in trout hatchery" AustrJ.of Marine and Fresh water Res.3,142(1952)。
- (16) 陳弘成等著 "繁殖場草蝦大量死亡之研究" 中國水產348期(1981.12)。
- (17) A.F.S. "A view of the E.P.A. red book quality criteria for water" American Fisheries Society.
- (18) K.Stowe "Essentials of Ocean Science" John Wiley & Sons, Inc. P. 352(1987)。
- (19) "臺灣沿海養殖區水質監視調查及研究" 臺灣省政府環境保護處(77.2)。
- (20) "漁業環境保護專集(二)" 臺灣省政府環境保護處。
- (21) "臺灣沿海養殖區水質監視調查計劃" 臺灣省政府環境保護處(79.6)。
- (22) "漁業環境保護專集(四)" 農委會漁業特刊第25號。
- (23) "漁業環境保護專集(三)" 臺灣省政府環境保護處。(78.6)。
- (24) "臺灣沿海養殖區水質監視調查及研究" 臺灣省政府環境保護處。