

台南地區漁業環境污染調查及改善研究 (IV)

*王松賓

摘 要

二仁溪河口水體懸浮粒子中，銅之結合相以有機相最多(65%)，其次為碳酸鹽相，交換性相最少。二仁溪河口底泥銅之溶出率少受海水鹽度、溫度的影響，但受低pH值的影響極大。就海水的性質而言，該溪河口底泥清除時，若投置於深海處，其銅之溶出量應屬有限，對海洋環境之影響不致太大。

急水溪污染整治計畫，其廢污水海洋放流一案，就生化需氧量在海水中之變化而言，應屬可行。曾文溪河口海域捕獲之魚貝類體肉含鎳、銅、鉻、鉛及鋅量，無顯著異樣，漁獲品質受曾文溪河水污染影響極小。

※國立中山大學海洋環境學系副教授兼系主任

Abstract

Copper compound within suspended particle of Eer-zen River estuary was analysed. Approximately 65% was organic, carbonate came in second, and a few were in exchangeable phases. Resuspension of copper ion from sediment was not affected by salinity and water temperature, but was significantly affected by low pH's within water. Judging from these results, we can concluded that transferring sediment from the estuary bottom into deep oceanic water should not significantly increase the copper ion within the environment.

The pollution control plan in the Chi-sui River area was reviewed. Judging from the insignificant impact of Biochemical Oxygen Demand (BOD) within sea water, the plan was considered workable.

Marine organisms collected in the estuary of Chun-wun River did not appeared to content high amount of Cd, Cu, Cr, Pb and Zn. The quality of fishing product seemed not affected by the water pollution of the Chun-wun River.

一、計畫緣起及目的

本省西南部沿海地區及主要河川河口附近，為著名淺海養殖和重要沿岸漁業發展水域，每年提供相當程度的漁業生產量，貢獻出我國的實質發展。近十幾年來由於流入該地區之陸域河川水質，普遍受到家庭污水，工業廢水及畜牧廢水等排入關係，導致部份河口地區之水質劣化，影響淺海養殖及河口附近之養殖漁塢，使漁民蒙受不少損失。有鑒於此，行政院農委會為保護該等水域之漁業資源，免於受到河川水質污染的影響，自民國七十三年度起，推動「台灣西南沿海養殖區之水質監視先驅計畫」，其初步結果發現台南、高雄地區之鹽水溪、二仁溪和後勁溪等河口，及其鄰近海域水質，受到某種程度的重金屬污染。

農委會為進一步瞭解沿岸海域水質受重金屬污染，對該等地區之漁業資源是否已構成危害，另於七十四年、七十五年、七十六年及七十七年分別推動水質污染對二仁溪、鹽水溪、急水溪及將軍溪河口及其鄰近海域漁業資源影響調查研究，其結果發現二仁溪河口捕獲之漁業生物體肉含鎘、銅、鎳和鉛量比對照區同種生物為高。鹽水溪河口捕獲之漁業生物體肉，其含金屬量比二仁溪捕獲者為低，但比本省其它地區捕獲者為高。急水溪及將軍溪河口捕獲之漁業生物體肉含重金屬量無異常現象。

本計畫配合該先驅計畫，繼續在台南地區包括鹽水溪及將軍河流域河口附近調查河水污染改善狀況。研析二仁溪河口水體中懸浮粒子銅之結合相以及底泥銅之釋出行為。提供急水溪污染整治計畫中廢污水行海洋放流或經處理後就地排放意見。同時調查研究，曾文溪河口附近之漁業資源，並檢測其體肉含重金屬量，以便做為研提評鑑及區劃河口海域水產養殖生產區類別參考。

二、結果與討論

(一) 二仁溪水體中銅之行爲變化

海洋中有多具經濟價值種類生物，其攝食方法常以濾食爲主，牡蠣就是其中一例。許多研究者報導(1)(2)，銅等金屬主要存在於水體懸浮物質而而被帶入海洋。因此，銅等金屬存在於懸浮粒子之化學形式對於牡蠣等海洋濾食性生物之影響，就顯得相當重要。

表一爲二仁溪南定橋附近河水懸浮粒子，其銅在各種不同形式所佔之百分比。銅與懸浮粒子關係主要以有機相方式存在。其次爲碳酸鹽相及殘留部份。銅之易於與有機物結合，可能和銅與有機配位基具有很大的穩定常數有關(3)。

由於二仁溪河水有機物污染程度已頗爲嚴重，倘再有銅之污染源排入，銅將易與有機物結合。設若這些含銅有機物形成懸浮粒子進入河口海域，其對濾食性之牡蠣將造成不利的影響。據本研究過去的調查，二仁溪河水含銅量常有異常現象，顯示銅有其污染源。因此，二仁溪河水污染若無法改善，其對河口養殖牡蠣造成潛在之不利影響將難以排除。

由二仁溪河口採取粒徑 0.125 ~ 0.149 mm 底泥，其銅之溶出試驗結果顯示(表二)，不同鹽度之海與溪水，其對底泥銅之溶出率並無顯著差異。又水溫對底泥銅之溶出亦無顯著變化(表三)。

水之 pH 值對底泥銅之溶出率有很大的差異。(表四) pH 值在 2.0 時，銅之溶出率高達 60 ~ 90 %；pH 值爲 5.0 ~ 7.0 時，銅之溶出率極少；pH 值爲 10.0 時，銅之溶出率約 2 ~ 4 %。

因此，就海水之鹽度、水溫及 pH 值等之理化性而言，二仁溪河口底泥若清除時，投棄於深海處，其銅之溶出量應極爲有限，對海域環境影響不致太大。

河水中之懸浮物質被帶至河口附近後，常受到海水的理化性影響，發生凝沈降至河底現象。河川污染整治規劃常把河口底泥清除方法列入一項措施。倘若將含銅量多之污泥，自河口清除又移至他處棄置，含銅污泥因其周圍環境之條件使其釋出，則污染防治工作僅做到將銅污染物，自二仁溪河口移開，污染他處，並未能解決銅污染問題。因此，含銅底泥對不同環境條件之變動行為，對其最佳處置地點的選擇顯得相當重要。

(二) 急水溪流域及其河口海域之漁業環境

1. 自然環境

急水溪發源於阿里山脈關子嶺附近之檳榔山，上游為白水溪，蜿蜒山間。水流流至白河鎮青葉橋與六重溪匯合後始稱急水溪。溪流至新營市學甲鄉、北門鄉至南鯤鯓後注入台灣海峽。全長約 65 公里，流域面積約 379 平方公里。

急水溪上游為丘陵地帶，因其林木稀少，涵養水份效果不佳，加以逕流量約為 95% 集中於五至十月份之豐水期，故在枯水期，除利用白河水庫水外，下游地區幾乎無水可資利用。又急水溪流域平均比降為 1 : 118 屬平緩地區，年輸砂量每平方公里約 5420 公噸，顯示集水區水土保持並不很好，沖蝕情況嚴重。流域內年平均降雨量約 1504 公厘，屬少雨區。

急水溪河口附近海域目前尚無海岸水文氣象觀測站，故就近以台南縣之將軍站資料分析(4)。急水溪河口附近主要風向為北北西及北北東。本海域之潮流為半日混合潮型，平均高潮位約 0.69 公尺，平均低潮位約 - 0.28 公尺，平均潮差約 0.97 公尺屬於潮差小之地區。

本地區之潮汐，漲潮時潮水由西南向東北方向進流，退潮時由東北向西南流出，漲潮流速最大約 0.6 ~ 0.8 m / sec，退潮時之流速約略高於漲潮時流速。依據成功大學水利及海洋工程系在河口附近海域施測之潮流運動

，其潮流之主要流向北北東流向南南西，或南南西流向北北東。恒流之流向為正北順時鐘方向夾角 180.68° ，流速振幅為 4.9 cm/sec (5)。

2. 漁業生產狀況

急水溪流域水體上游地帶用於灌溉。下游地帶在枯水期因上游的截引，幾無餘水可用，漁業所能用的水為迴歸水的利用及漲潮時海水。迴歸水由於受產業廢水及家庭污水的影響，水質極為不良，漁業無法使用，故幾乎無淡水漁業。

急水溪河口及其附近海域之漁業以近海沿岸及養殖漁業為主。近海漁業以小型拖網及刺網為主體，沿岸漁業以定價網及刺網作業，養殖漁業包括鹹水魚塢和淺海養殖。

養殖及漁撈漁民戶約 1,250 戶，二者約各佔半數。漁業人口約 4,130 人中約 61% 人口從事養殖漁業。在養殖漁業中，主要之養殖生物為虱目魚及蝦類，漁塢面積約 2,590 公頃。淺海附近養殖牡蠣及蛤類，養殖面積約 590 公頃。

漁撈漁業之漁獲物因季節而有不同之漁獲種類及漁獲量。據調查，近海及沿岸漁業在急水溪河口海域年產量約 500 公噸。另據 77 年度本調查研究發現，本海域附近共捕獲 31 種魚類、10 種蝦類，其中具有經濟價值者約佔四分之三，頗具沿岸漁業發展潛力。

3. 漁業環境污染特性

在漁業生產環境中之化學性污染物大致可分為有機性及無機性污染物二大類。有機性污染物主要為生化需氧量及含氮化合物，其對漁業生物的影響有直接性毒死，亦有因該二項化學性污染物在水環境中的氧化作用，導致水體環境缺氧，使生物因缺氧致死，影響漁業生產者損失。

無機性污染物主要為金屬類元素或離子及其化合物，它們常經由水或微

細藻類或低階食物網中之生物，進入漁業生物體內。當這些無機性污染物在漁業生物體內含量過多時，會改變其商品價值，有時甚至於威脅到消費者人體的健康。因此無機性污染物對漁業環境的污染受到更多人的關切。

多年來，急水溪河口海域附近漁民經常抱怨，認為該地區漁業資源日漸枯竭，主要原因是急水溪河水被污染後，隨潮水流向沿岸海域所致。本計畫於急水溪下游感潮河段，宅港橋附近採取四次河水，經檢測該水體水質，發現該水域之水體中含生化需氧量在 8.2 ~ 28 ppm 之間，氨氮含量在 1.5 ~ 8.4 ppm 之間。由這二項污染物含量測定結果顯示，急水溪河口水體中，有機性污染物的污染，已經相當嚴重。

急水溪河口段水體中，其含鎘、銅、鉻、鉛及鋅量，比該溪上游測站（木屐寮）之水體含量，不相上下，顯示該溪河口段河水受無機性污染物的情況，目前仍不嚴重。

由於急水溪河口受到潮汐作用的影響，每天有二次漲退潮，潮水上漲時，海水對河口水體的污染物有稀釋作用，退潮時部份污染物隨潮水流出河口。因此，在河口南北之沿岸海域，其水中之污染物已被稀釋或自淨到難以偵測的程度。

4. 魚業環境污染來源及其改善計畫

(1) 污染來源：

根據本調查研究發現急水溪流域漁業環境污染來源分別為家庭污染、工業廢水、畜牧廢水及非點源污染等。污染源多類，污染物多種，為本省污染嚴重之河川。

家庭污水來自流域內約 198,800 人之生活排水。由於流域內各鄉鎮未設有衛生水道系統，其生活排水除糞便經化糞池簡單處理外，其餘均直接或間接排入急水溪主流及其他支流，最後流入沿岸海域。依人口量來估

計，每日排入本流域之生化需氧量約 6,500 公斤。

急水河流域內具有排放水質污染物工廠計有 26 家，其中以台糖公司新營副產加工廠，台紙新營廠、永豐原紙廠、南光紙廠、史谷脫紙廠，及新營糖廠等排水量最多。這些工廠中大部份設有廢水處理設備、廢污水經處理後排入河中，但仍有少數工廠（5 家）廢水未經處理逕行排放。依據廢水量及其濃度的估計，每日由工業廢水排入本流域之生化需氧量約 24,500 公斤。

畜牧業是急水河流域另一重要產業，其產生之廢污物亦是造成急水溪水質污染的另一污染源。依據估計，本流域每天排入畜牧廢水之生化需氧量約 25,400 公斤。

此外，影響急水河流域河川水質之污染源尚有垃圾場之滲出水及農業迴歸水等，這些非點源的污染量估計值頗為困難。若僅以家庭污水、工業廢水及畜牧廢水為主要估計對象時，急水流域的河水，每天約有 56,400 公斤的生化需氧量排入。

(2) 污染源之改善計畫

行政院環境保護小組於民國七十五年八月起負責督促協調環境保護機關，執行台灣地區水污染防治近程改善措施，其中急水溪列為執行對象之一。三年來，透過稽查管理責任制度的推行，在工業廢水的污染改善方面，雖已有（81%）21 家工廠的廢水符合排放標準，但整個河川的水質污染依然存在。

民國七十七年七月行政院環境保護署及台灣省環境保護處為徹底解決急水溪污染問題，再次委請中興顧問社，重新檢討民國七十年，前台灣省水污染防治所規劃完成之「急水河流域水污染防治方案」及七十二年台灣省住都局規劃完成之「急水溪污水海洋放流工程」計劃，研擬完善之污染

整治計畫，俾使據以推動實施，以改善急水溪之污染情形，並符合前所定之水體分類、水質標準，使水資源獲致最佳使用，維護漁業發展。

(三)急水河流域污染整治計畫方案研析

1.方案內容：

- (1)主要工業廢水(五處)與家庭污水(含次要工業、畜牧廢水)合併海洋放流。
- (2)主要工業廢水海洋放流，家庭污水河川放流(就近河口或感潮段排放)。
- (3)主要工業廢水與家庭污水均採河川放流(就近河口或感潮段排放)。
- (4)主要工業廢水河川放流(就近河口或感潮段排放)，家庭污水海洋放流。
- (5)主要工業廢水(全部或部份)與部份集水區(下游部份)合併海洋放流，其餘河段放流。

2.結論

前述五個方案中，任一方案之最終承受水體均為河口海域，由於急水溪河水流程極短，約不及半天內所有排入河中之污水已流達河口，而河口海水常為漁業引水水源。設若將廢污水以管線收集，行海洋放流時，可將污水導至離河口5公里外海域，隨潮汐及沿岸流作用將廢污物稀釋，避開廢污水在河段下游及河口處久留所造成的影響。因此廢污水經適當處理後行海洋放流建議可行。

依據中興工程顧問社規劃報告，其廢污水行海洋放流模式推估結果顯示，採用16公尺水深處放流廢污水時，其平均稀釋率可達五百倍以上(發生機率90%以上)。

就放流水中的BOD而言，其BOD量以210 mg/l估計時，在初稀釋區BOD之背景濃度僅增加0.4 mg/l。若再接近程海域BOD之背景濃度為1.2 mg/l計算時，廢污水海洋放後，該海域海水BOD濃度約在

約在 1.6 mg / l 左右，符合甲類 (< 2.0 mg / l) 海域水質標準。

以放流水中之重金屬含量而言，因該地區廢污水含該等污染物量極少，且海域重金屬背景濃度亦低，因此，廢污水行海洋放流時，應不致造成重金屬在漁業生物體內內累積至降低商品價值的程度。

就放流水中懸浮固體沈降海底的情況而言，於放流管四週 4 及 2.9 平方公里範圍內，其年累積厚度分別為 0.03 公厘及 0.01 公厘。因沈積海底之固體量極為少量，對該海域底棲性生物之正負面影響也就極為有限。

(四) 曾文溪河口海域漁業資源

1. 漁業生物種分歧性及其經濟性

為瞭解曾文溪河口南北海域漁業資源量及其品質是否受到河水污染的影響，本計畫在沿岸海域以四個航次，依不同水深採捕漁業生物，分別測定種分歧性指標及其體肉含鎘、銅、鉻、鋅及鉛量。

表五，為曾文溪河口南北海域四個水深 (4—5、8—8、8—10 及 10—12) 捕獲之漁業生物種分歧性指標，其值分別為 1.64、1.69、1.87、1.56，以 8—10 公尺水深者最高。由於曾文溪河口海域過去缺乏漁業生物種分歧性指標等基礎資料，故這項資料難以評估該地區海域之漁業資源是否受到河水污染影響。不過，它仍可做為日後研析漁業資源量變動的參考。

本調查研究計畫在曾文溪河口海域其捕獲之漁業生物計有魚類 (51 種)、蝦類 (12 種)、蟹類 (7 種)、章魚類 (2 種) 及貝類 (6 種) 等共 78 種，比急水溪、鹽水溪、二仁溪及將軍河口海域所捕之漁業生物種類為多。這些漁業生物中具有高經濟價值者有曳線鑽嘴魚、斑點簾鯛、石首魚科、短棘鑽嘴魚、白花鰻、大口鰈、桂皮扁魚、沙鯪、花身雞魚、短吻花桿狗母、及日本白帶魚、中華對蝦、草蝦、Portunus sanguinolentus、章

魚類及台灣鳳螺等多種(表六)。該水域亦富含中等經濟性漁業生物資源。

2. 漁業生物資源品質

表七，曾文溪河口海域捕獲漁業生物體肉含鎘量之濃度範圍及其平均值。其中，魚類、蝦類、蟹類、章魚類及貝類分別為 $< 0.01 \sim 0.08$ ppm、 $< 0.01 \sim 1.39$ ppm、 $< 0.01 \sim 0.15$ ppm、 $< 0.01 \sim 0.26$ 及 < 0.01 ppm。整體而言，曾文溪海域之漁業生物體肉含鎘量，並無異常現象，超過日本政府所訂(1.0 ppm)之安全量者極少。

就生物種別而言，只有蝦姑含鎘1.39 ppm超過日本政府所訂(1.0 ppm)之安全量。但其分析樣品件數只有一件，所以難確定其真正含量。蝦類、蟹類及章魚類的所有檢測之樣品，並未發現有任何樣品含鎘量超過1.0 ppm，因此，曾文溪河口海域捕獲漁業生物體並未受到鎘的污染。

表八，為曾文溪河口海域捕獲漁業生物體肉含銅量之範圍及其平均值。其中，魚類、蝦類、蟹類、章魚類及貝類分別為0.04 ~ 1.2 ppm、1.96 ~ 8.86 ppm、4.76 ~ 13.8 ppm及2.55 ~ 16.4 ppm及3.55 ppm。其中，以蝦類及蟹類的體肉含銅量較高，魚類較少。其中蟹類及章魚比將軍溪捕獲之漁業生物體肉含銅量為高。

魚類體肉含銅量不因魚種不同而有太大的差異，在16種被分析魚類中只有韃特鯔、高鼻水滑等少數樣品之含銅量超過1.0 ppm，其它樣品含銅量均低於1 ppm。

蝦類體肉含銅濃度比魚類約高出5~10倍不等，且蝦類種間含銅量之差異性亦比魚類間之差異性為大。蝦類肉體含銅量比魚類高的原因，推測可能與蝦類血液中富含血色素Hemocyanins有關。Hemocyanins為銅及蛋白質之結合物，它在蝦體循環系統中，扮演運輸氧氣的角色。比較曾文溪及將軍溪河口海域均有捕獲之近緣新對蝦、角突仿對蝦、長角仿對蝦、草

蝦、中華對蝦及彎角鷹爪對蝦等體內含銅量，曾文溪捕獲之蝦類含銅量比將軍溪捕獲者為高。值得一提蝦姑，其含銅量比其它蝦類高，其原因為何？目前並不瞭解，有待進一步調查研究。

蟹類及章魚體內含銅量比將軍溪河口海域捕獲之同種漁業生物為高。蟹類及章魚含銅量約高出二倍。

表九，為曾文溪河口海域捕獲漁業生物體內含鉻量之濃度範圍及其平均值。其中，魚類、蝦類、蟹類、章魚及貝類分別為 $< 0.1 \sim 2.64$ ppm、 $< 0.1 \sim 0.34$ ppm、 < 0.1 ppm、 $< 0.1 \sim 0.39$ ppm及 < 0.1 ppm。它們含鉻量間的差異性不如前述之漁業生物含銅量大。換言之，曾文溪河口海域之漁業生物對鉻之攝取量頗為相似。

鉻在高等動物肌肉部位含量較高，曾有文獻報導，但在魚蝦、蟹類中的含量少有文獻記載。在曾文溪海域捕獲之漁業生物中，雖有二帶天竺鯛及台灣鰻等樣品含鉻量超過 1.0 ppm，但絕大多數樣品含鉻量均低於 1.0 ppm故推斷曾文溪海域之漁業生物，應未受到鉻污染的影響。

表十，為曾文溪河口海域捕獲漁業生物體內含鉛量之濃度範圍及其平均值。其中，魚類、蝦類、蟹類、章魚及貝類分別為 $< 0.5 \sim 3.14$ ppm、 $< 0.5 \sim 0.88$ ppm、 < 0.5 ppm、 < 0.5 ppm及 < 0.5 ppm。五大類不同生物間之體內含鉛量之差異性不大。魚類之種類較多，其種類間含鉛量變化較其他三類為大。不過，就整體而言，曾文溪河口海域捕獲之漁業生物對鉛之攝取量，頗為相似。

國際環境科學委員會中國委員會報告指出。本省環海經濟魚類含鉛量為 $0.32 \sim 4.30$ ppm。(6)吉田氏調查日本大阪灣海域之魚類含鉛量為 $0.59 \sim 1.14$ ppm。(7)倘若以此等資料及本研究計畫前所謂查之二仁溪、鹽水溪、急水溪及將軍溪河口海域捕獲漁業生物體內含鉛量相比，曾文溪河口海域漁

業生物體內含鉛量，並無異常現象。就漁業生物而言，在該地區捕獲之漁業生物體內含鉛量，均低於加拿大政府所定之鉛含量（10 ppm）標準。因此，曾文溪河口海域環境，目前應無鉛污染影響到漁業生物資源品質。

表十一，為曾文溪河口海域捕獲漁業生物體內含鋅量之濃度範圍及其平均值。其中，魚類、蝦類、蟹類、章魚及貝類分別為 2.6 ~ 10.0 ppm、5.0 ~ 23.1 ppm、10.8 ~ 39.7 ppm、9.5 ~ 22.7 ppm 及 8.54 ppm。五大類不同漁業生物中，以蟹類體內含鋅量最多，蝦類次之。蟹類含鋅變化範圍最大，蝦類、章魚類次之，魚類及貝類含鋅量，種之間變化範圍較小。

鋅為生物體內代謝時部份酶的作用所需物質，它在生物體內的含量因生物種類及其不同生命期而有所不同。根據熊谷氏調查日本山口縣沿岸魚介類的報告指出(8)，該地區之魚類、蝦、蟹類及章魚類體內含鋅量分別為 2.4 ~ 27.7 ppm、5.2 ~ 18.3 ppm 及 5.3 ~ 15.3 ppm。倘若以這項資料與曾文溪河口海域捕獲之漁業生物體內含鋅量相比，曾文溪河口海域捕獲漁業生物中，以蟹類及章魚類肉含鋅量比較高。

綜觀前述，曾文溪河口海域捕獲之漁業生物，其體內含鎘、鉛、鉻量比將軍溪、二仁溪、鹽水溪河口海域捕獲者為低。只有銅和鋅之含量比將軍溪為高。

參考文獻

1. Van de Meent, D., J. W. De Leeuw, P. A. Schenck and W. Salomons (1985). Geochemistry of suspended particulate matter in two natural sedimentation basins of the River Rhine. Water Res., 19: 1333~1340 .
2. Horowitz, A. J. (1986). Comparison of methods for the concentration of suspended sediment in river water for subsequent chemical analysis. Environ. Sci. Technol., 20: 155~160 .
3. Tessier, A., P. G. C. Campbell and M. Bisson (1980). Trace metal speciation in the Tamaska and st. Francois River (Quebec) . Can. J. Earth Sci., 17: 90~105 .
4. 台灣沿岸水文氣象年報 (1981 ~ 1987) , 台灣水利局, 台北市。
5. 顏沛華等 (1987) 。急水溪海洋放流現場調查。第九屆海洋工程研討會論文集, 333 ~ 352 , 台南市。
6. 台灣環海經濟漁貝類與海洋生態環境之研究 (1982) 。衛生署環境保護局及國防環境科學委員會中國委員會, 台北市。
7. 吉田多摩夫 (1979) 。海洋生物の重金屬による汚染とうの影響, 海洋科學, 23, 29 ~ 36 。
8. 熊谷洋 (1973) 。山口縣沿岸魚介類の重金屬含量について, 日本水産學會春季大會講演要旨集。

表一 水體懸浮粒子中銅之結合相

結合相	交換性	碳酸鹽	鐵錳氧化部份	有機質	殘留
百分比	0.5	15.2	2.4	65.3	11.9

表二 不同鹽度下銅之溶出率(%)

鹽度% 放置天數	10	25	35
7天	0.41	0.18	0.41
14天	0.23	1.74	1.65
28天	0.46	0.73	0.46

表三 不同pH值下銅之溶出率(%)

pH值 放置天數	2.0	5.5	7.0	10.0
7天	60	0	0.28	1.7
14天	90	0.05	0	2.8
28天	74	0.37	0	4.2

表四 不同溫度下銅之溶出率(%)

放 置 天 數	溫度(°C)		
	15	26	37
7天	0.14	0.09	0.23
14天	0.18	0.14	1.2
28天	0.41	0.18	0.14

表五 漁業生物群聚之種分歧指數

採樣日期	水深(公尺)			
	4~5	6~8	8~10	11~12
79. 11. 9.	1.12	—	—	1.36
79. 12. 22.	1.64	—	1.52	1.56
79. 3. 15.	1.43	1.05	1.56	0.99
79. 4. 26.	2.37	2.32	2.54	2.33
平均	1.64	1.69	1.87	1.56

表六. 漁業生物資源經濟性

編號	學名	經濟性
魚類		
I-1	<i>Acentrogobius gymnauchen</i> 斑點細棘鰕虎魚	
I-2	<i>Apogon kiensis</i> 二帶天竺鯛	
I-3	<i>Aseraggodes kobensis</i> 可勃櫛鱗鬚沙	
I-4	<i>Atule miyakamii</i> 宮上氏鱒	
I-5	<i>Gerres filamentosus</i> 曳線鑽嘴魚	++
I-6	<i>Chelondon patoca</i> 沖繩河魨	
I-7	<i>Chelidonichthys spinosus</i> 黑角魚	
I-8	<i>Cryptocentrus filifer</i> 絲鰕虎魚	+
I-9	<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i> 櫛赤鯊	
I-10	<i>Cynoglossus arel</i> 長鞋底魚	+
I-11	<i>Cynoglossus kopsi</i> 高氏鞋底魚	
I-12	<i>Cynoglossus puncticeps</i> 黑斑鞋底魚	
I-13	<i>Dasyatis kuhlii</i> 古氏土魷	+
I-14	<i>Drepane punctata</i> 斑點藤鯛	++

漁業生物資源經濟性(續)

編號	學名	經濟性
I-15	Engyprosopon grandisquama 達摩蝶	+
I-16	Family Sciaenidae 石首魚科	++
I-17	Gerres lucidus 短棘鑽嘴魚	++
I-18	Gazza minuta 橢圓鰐	
I-19	Grammolites scaber 橫帶牛尾魚	+
I-20	Leiognathus berbis 大眼鰐	
I-21	Leiognathus lineolatus 細紋鰐	
I-22	Leiognathus splendens 台灣鰐	+
I-23	Liza parva 小鰐	
I-24	Mugil affinis 鰐	
I-25	Mugil sp. 鰐	
I-26	Mugil tade 韃特鰐	
I-27	Nematalosa nasus 高鼻水滑	+
I-28	Nibea albiflora 白花鰐	++
I-29	Parapercis ommatura 正虎鰐	

漁業生物資源經濟性(續)

編號	學名	經濟性
I-30	<i>Platycephalus indicus</i> 印度牛尾魚	+
I-31	<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i> 桂皮扁魚	+
I-32	<i>Psettodes erumeri</i> 大口鱈	++
I-33	<i>Pteragogus flagellifera</i> 曳絲鸚鯛	
I-34	<i>Radigobius caninus</i> 虎齒輻鰭虎魚	
I-35	<i>Repomucenus lunatus</i> 月背果鼠銜魚	
I-36	<i>Repomucenus planus</i> 奇背果鼠銜魚	
I-37	<i>Repomucenus richardsonii</i> 李查遜背果鼠銜魚	
I-38	<i>Sardinella gibbosa</i> 金帶砂魮	+
I-39	<i>Scorpaenopsis cirrhosa</i> 鬼石狗公	
I-40	<i>Scomberoides santipeteri</i> 聖彼得逆鈞鯨	+
I-41	<i>Secutor ruconius</i> 仰口鰨	
I-42	<i>Sillago sihama</i> 沙鰈	++
I-43	<i>Solea ovata</i> 卵圓鰨沙	

漁業生物資源經濟性(續)

編號	學名	經濟性
I-44	Syngnathidae 海馬	+
I-45	Therapon jarbua 花身雞魚	++
I-46	Thryssa mystax 鬚劍鯨	+
I-47	Trachinocephalus myops 短吻花桿狗母	++
I-48	Tripodichthys blochii 突吻三棘魷	
I-49	Trichiurus japonicus 日本白帶魚	++
I-50	Trichonotus setigerus 刷絲背魚	
I-51	Trypauchen vagina 赤鯨	

++ 高經濟性漁業生物

+ 中經濟性漁業生物

漁業生物資源經濟性(續)

編號	學名	經濟性
蝦類		
II - 1	Metapenaeus affinis 近緣新對蝦	+
II - 2	Metapenaeus ensis 劍角新對蝦	+
II - 3	Metapenaeopsis barbata 鬚赤對蝦	+
II - 4	Panulirus sp.	+
II - 5	Parapenaeopsis cornuta 角突仿對蝦	+
II - 6	Parapenaeopsis hardwickii 長角仿對蝦	+
II - 7	Parapenaeopsis sculptilis 雕刻仿對蝦	+
II - 8	Penaeus chinensis 中華對蝦	++
II - 9	Penaeus monodon 草對蝦	++
II - 10	Penaeus penicillatus 多毛對蝦	+
II - 11	Trchypenaeus curvirostris 彎角鷹爪對蝦	+
II - 12	Squilla sp. 蝦姑	+
蟹類及其它		
II - 13	Calappa philargius	

漁業生物資源經濟性(續)

編號	學名	經濟性
II -14	<i>Charybdis natator</i>	
II -15	<i>Charybdis truncata</i>	
II -16	<i>Matuta planipes</i>	
II -17	<i>Portunus pelagicus</i>	+
II -18	<i>Portunus sanguinolentus</i>	++
II -19	<i>Portunus trituberculatus</i>	
II -20	Neritic squid	+
II -21	<i>Octopus sp.</i> 章魚	+
II -22	<i>Anadara satowi</i> 大毛蚶	
II -23	<i>Bania areolata</i> 鳳螺	+
II -24	<i>Balylonia formosus</i> 台灣鳳螺	++
II -25	<i>Ficus ficus</i> 花球枇杷螺	+
II -26	<i>Notocochlis lineala</i> 細紋玉螺	
II -27	<i>Polinices didyma</i> 大玉螺	
++	高經濟性漁業生物	
+	中經濟性漁業生物	

表七. 漁業生物含鎘量

編號	學名	mg/kg (濕重)
I - 1	Apogon kiensis 二帶天竺鯛	<0.01
I - 2	Atule miyakamii 宮上氏鯊	<0.01
I - 3	Cynoglossus arel 長鞋底魚	<0.01
I - 4	Dasyatis kuhlii 古氏土魷	<0.01
I - 5	Drepane punctata 斑點簾鯛	<0.01
I - 6	Family Sciaenidae 石首魚科	<0.01
I - 7	Grammoplites scaber 橫帶牛尾魚	<0.01
I - 8	Leiognathus splendens 台灣鯧	(<0.01~0.08) 0.06
I - 9	Liza parva 小鰱	<0.01
I - 10	Mugil tade 韃特鰱	<0.01
I - 11	Nematalosa nasus 高鼻水滑	<0.01
I - 12	Nibea albiflora 白花鱸	<0.01

漁業生物含鎘量 (續)

編號	學 名	mg/kg (濕重)
I - 13	<i>Pteragogus flagellifera</i> 曳絲鸚鯛	<0.01
I - 14	<i>Sillago sihama</i> 沙鯧	<0.01
I - 15	<i>Trachinocephalus myops</i> 短吻花桿狗母	<0.01
I - 16	<i>Trichiurus japonicus</i> 日本白帶魚	<0.01
II - 1	<i>Metapenaeus affffinis</i> 近緣新對蝦	<0.01
II - 2	<i>Metapenaeus ensis</i> 劍角新對蝦	<0.01
II - 3	<i>Parapenaeopsis cornata</i> 角突仿對蝦	<0.01
II - 4	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> 長角仿對蝦	<0.01
II - 5	<i>Penaeus chinensis</i> 中華對蝦	(<0.01~0.02) 0.02
II - 6	<i>Penaeus monodon</i> 草對蝦	<0.01
II - 7	<i>Penaeus penicillatus</i> 多毛對蝦	<0.01
II - 8	<i>Trchypenaeus curvirostris</i> 彎角鷹爪對蝦	<0.01

漁業生物含鎘量 (續)

編號	學名	mg/kg (濕重)
II - 9	Squilla sp. 蝦姑	1.39
II - 10	Portunus pelagicus 遠海梭子蟹	<0.01
II - 11	Portunus sanguinolentus	(<0.01~0.03) 0.03
II - 12	Portunus trituberculatus	(<0.01~0.15) 0.09
II - 13	Octopus sp. 章魚	(<0.01~0.26) 0.26
II - 14	Ficus ficus 花球枇杷螺	<0.01

表八. 漁業生物含銅量

編號	學名	mg/kg (濕重)	
I - 1	Apogon kiensis 二帶天竺鯛	(0.04~0.52)	0.23
I - 2	Atule miyakamii 宮上氏鯉		—
I - 3	Cynoglossus arel 長鞋底魚	(0.11~0.28)	0.18
I - 4	Dasyatis kuhlii 古氏土魷	(0.16~0.29)	0.23
I - 5	Drepane punctata 斑點簾鯛		0.43
I - 6	Family Sciaenidae 石首魚科	(0.23~0.35)	0.3
I - 7	Grammoplites scaber 橫帶牛尾魚		0.17
I - 8	Leiognathus splendens 台灣鰱	(0.32~2.39)	0.93
I - 9	Liza parva 小鰱		0.61
I -10	Mugil tade 鞍特鰱	(0.94~1.10)	1.02
I -11	Nematalosa nasus 高鼻水滑		1.19
I -12	Nibea albiflora 白花鯧	(0.08~0.36)	0.22

漁業生物含銅量 (續)

編號	學名	mg/kg (濕重)
I - 13	<i>Pteragogus flagellifera</i> 曳絲鸚鯛	0.46
I - 14	<i>Sillago sihama</i> 沙鯧	(0.13~0.64) 0.43
I - 15	<i>Trachinocephalus myops</i> 短吻花桿狗母	(0.22~0.35) 0.26
I - 16	<i>Trichiurus japonicus</i> 日本白帶魚	0.41
II - 1	<i>Metapenaeus affinis</i> 近緣新對蝦	(1.96~4.08) 3.21
II - 2	<i>Metapenaeus ensis</i> 劍角新對蝦	2.33
II - 3	<i>Parapenaeopsis cornata</i> 角突仿對蝦	(3.43~4.68) 4.06
II - 4	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> 長角仿對蝦	(2.48~3.51) 3.05
II - 5	<i>Penaeus chinensis</i> 中華對蝦	(2.72~7.47) 5.07
II - 6	<i>Penaeus monodon</i> 草對蝦	(2.69~7.64) 5.11
II - 7	<i>Penaeus penicillatus</i> 多毛對蝦	(2.74~4.05) 3.33
II - 8	<i>Trachypenaeus curvirostris</i> 彎角鷹爪對蝦	(3.09~5.99) 4.0

漁業生物含銅量 (續)

編號	學 名	mg/kg (濕重)
Ⅱ-9	Squilla sp. 蝦姑	8.86
Ⅱ-10	Portunus pelagicus 遠海梭子蟹	(4.76~7.71) 6.24
Ⅱ-11	Portunus sanguinolentus	(5.57~24.6) 10
Ⅱ-12	Portunus trituberculatus	(6.61~13.8) 9.9
Ⅱ-13	Octopus sp. 章魚	(2.55~16.4) 9.76
Ⅱ-14	Ficus ficus 花球枇杷螺	3.55

表九. 漁業生物含鎘量.

編號	學名	mg/kg (濕重)
I - 1	Apogon kiensis 二帶天竺鯛	(<0.1 ~ 2.04) 1.39
I - 2	Atule miyakamii 宮上氏鯉	<0.1
I - 3	Cynoglossus arel 長鞋底魚	<0.1
I - 4	Dasyatis kuhlii 古氏土魷	<0.1
I - 5	Drepane punctata 斑點簾鯛	1.07
I - 6	Family Sciaenidae 石首魚科	<0.1
I - 7	Grammoplites scaber 橫帶牛尾魚	<0.1
I - 8	Leiognathus splendens 台灣鰱	(<0.1 ~ 2.64) 2.36
I - 9	Liza parva 小鰱	<0.1
I - 10	Mugil tade 韃特鰱	<0.1
I - 11	Nematalosa nasus 高鼻水滑	<0.1
I - 12	Nibea albiflora 白花鰻	<0.1

漁業生物含銘量 (續)

編號	學名	mg/kg (濕重)
I - 13	<i>Pteragogus flagellifera</i> 曳絲鸚鯛	<0.1
I - 14	<i>Sillago sihama</i> 沙鯧	<0.1
I - 15	<i>Trachinocephalus myops</i> 短吻花桿狗母	<0.1
I - 16	<i>Trichiurus japonicus</i> 日本白帶魚	<0.1
II - 1	<i>Metapenaeus affinis</i> 近緣新對蝦	<0.1
II - 2	<i>Metapenaeus ensis</i> 劍角新對蝦	<0.1
II - 3	<i>Parapenaeopsis cornata</i> ($<0.1 \sim 0.34$) 角突仿對蝦	0.34
II - 4	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> 長角仿對蝦	<0.1
II - 5	<i>Penaeus chinensis</i> 中華對蝦	<0.1
II - 6	<i>Penaeus monodon</i> 草對蝦	<0.1
II - 7	<i>Penaeus penicillatus</i> 多毛對蝦	<0.1
II - 8	<i>Trachypenaeus curvirostris</i> 彎角鷹爪對蝦	<0.1

漁業生物含鉛量 (續)

編號	學名	mg/kg (濕重)
I - 9	Squilla sp. 蝦姑	<0.1
I - 10	Portunus pelagicus 遠海梭子蟹	<0.1
I - 11	Portunus sanguinolentus	<0.1
I - 12	Portunus trituberculatus	<0.1
I - 13	Octopus sp. 章魚	(<0.1 ~ 0.39) 0.39
I - 14	Ficus ficus 花球枇杷螺	<0.1

表十. 漁業生物含鉛量

編號	學名	mg/kg (濕重)
I-1	<i>Apogon kiensis</i> 二帶天竺鯛	(<0.5 ~0.6) 0.6
I-2	<i>Atule miyakamii</i> 宮上氏鯨	0.91
I-3	<i>Cynoglossus arel</i> 長鞋底魚	<0.5
I-4	<i>Dasyatis kuhlii</i> 古氏土魷	<0.5
I-5	<i>Drepane punctata</i> 斑點簾鯛	<0.5
I-6	Family Sciaenidae 石首魚科	<0.5
I-7	<i>Grammoplites scaber</i> 橫帶牛尾魚	1.24
I-8	<i>Leiognathus splendens</i> 台灣鯉	(<0.5 ~3.14) —
I-9	<i>Liza parva</i> 小鰻	<0.5
I-10	<i>Mugil tade</i> 鞭特鰻	<0.5
I-11	<i>Nematalosa nasus</i> 高鼻水滸	<0.5
I-12	<i>Nibea albiflora</i> 白花鰻	<0.5

漁業生物含鉛量 (續)

編號	學名	mg/kg (濕重)
I - 13	<i>Pteragogus flagellifera</i> 曳絲鸚鯛	<0.5
I - 14	<i>Sillago sihama</i> 沙鯧	<0.5
I - 15	<i>Trachinocephalus myops</i> 短吻花桿狗母	<0.5
I - 16	<i>Trichiurus japonicus</i> 日本白帶魚	<0.5
II - 1	<i>Metapenaeus affinis</i> 近緣新對蝦	(<0.5~0.81) 0.81
II - 2	<i>Metapenaeus ensis</i> 劍角新對蝦	<0.5
II - 3	<i>Parapenaeopsis cornata</i> 角突仿對蝦	<0.5
II - 4	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> 長角仿對蝦	<0.5
II - 5	<i>Penaeus chineisis</i> 中華對蝦	(<0.5~0.88) 0.88
II - 6	<i>Penaeus monodon</i> 草對蝦	<0.5
II - 7	<i>Penaeus penicillatus</i> 多毛對蝦	<0.5
II - 8	<i>Trachypenaeus curvirostis</i> 彎角鷹爪對蝦	<0.5

漁業生物含鉛量 (續)

編號	學 名	mg/kg (濕重)
I - 9	Squilla sp. 蝦姑	<0.5
I - 10	Portunus pelagicus 遠海梭子蟹	<0.5
I - 11	Portunus sanguinolentus	<0.5
I - 12	Portunus trituberculatus	<0.5
I - 13	Octopus sp. 章魚	<0.5
I - 14	Ficus ficus 花球枇杷螺	<0.5

表十一 漁業生物含鋅量

編號	學名	mg/kg (濕重)
I-1	<i>Apogon kiensis</i> 二帶天竺鯛	(2.6 ~ 4.63) 3.43
I-2	<i>Atule miyakamii</i> 宮上氏鯉	10.7
I-3	<i>Cynoglossus arel</i> 長鞋底魚	(2.98 ~ 4.64) 4.19
I-4	<i>Dasyatis kuhlii</i> 古氏土魷	(3.14 ~ 4.19) 3.67
I-5	<i>Drepane punctata</i> 斑點簾鯛	3.87
I-6	Family Sciaenidae 石首魚科	(3.01 ~ 4.22) 3.47
I-7	<i>Grammoplites scaber</i> 橫帶牛尾魚	3.61
I-8	<i>Leiognathus splendens</i> 台灣鯧	(4.95 ~ 16.7) 9.49
I-9	<i>Liza parva</i> 小鯧	5.03
I-10	<i>Mugil tade</i> 鞍特鯧	(4.95 ~ 5.45) 5.2
I-11	<i>Nematalosa nasus</i> 高鼻水滑	6.47
I-12	<i>Nibea albiflora</i> 白花鯧	(2.76 ~ 5.62) 4.19

漁業生物含鋅量 (續)

編號	學名	mg/kg (濕重)
I - 13	<i>Pteragogus flagellifera</i> 曳絲鸚鯛	7.57
I - 14	<i>Sillago sihama</i> 沙鯧	(4.14~10) 5.3
I - 15	<i>Trachinocephalus myops</i> 短吻花桿狗母	(3.01~4.22) 3.47
I - 16	<i>Trichiurus japonicus</i> 日本白帶魚	3.17
II - 1	<i>Metapenaeus affinis</i> 近緣新對蝦	(9.45~14.1) 12
II - 2	<i>Metapenaeus ensis</i> 劍角新對蝦	12.7
II - 3	<i>Parapenaeopsis cornata</i> 角突仿對蝦	(14.1~18.3) 16.4
II - 4	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i> 長角仿對蝦	(9.24~17.2) 14
II - 5	<i>Penaeus chinensis</i> 中華對蝦	(12.6~17.9) 14.2
II - 6	<i>Penaeus monodon</i> 草對蝦	(4.96~18.9) 12.6
II - 7	<i>Penaeus penicillatus</i> 多毛對蝦	(5.0 ~15.4) 12.2
II - 8	<i>Trchypenaeus curvirostris</i> 彎角鷹爪對蝦	(11 ~ 23.1) 16.3

漁業生物含鋅量 (續)

編號	學 名		mg/kg (濕重)
II - 9	Squilla sp. 蝦姑		22.2
II -10	Portunus pelagicus 遠海梭子蟹	(11.6~18.8)	15.2
II -11	Portunus sanguinolentus	(10.8~39.7)	27.8
II -12	Portunus trituberculatus	(16.3~24.2)	20.7
II -13	Octopus sp. 章魚	(9.49~22.7)	16.3
II -14	Ficus ficus 花球枇杷螺		8.54