

水質污染對河口及其鄰近海域漁業資源 影響調查研究

王松賓*

摘 要

在二仁溪河口海域內，於10、13、15和17公尺深處，共捕獲六十種漁業生物，其每一水深之漁業生物種分歧性指標分別為1.27，1.43，1.43和1.51。這些生物具有經濟價值者約占四分之三，蝦類優於魚類，而牡蠣為養殖產業。

檢驗魚類、蝦類和牡蠣等生物體肉之：

含鎘量分別為0.06 ~ 1.43 ppm，0.16 ~ 0.99ppm和0.48 ~ 0.63ppm

含銅量分別為0.22 ~ 2.15ppm，4.37 ~ 19.9ppm和128 ~ 350ppm

含鎳量分別為0.32 ~ 4.83ppm，0.84 ~ 5.79ppm和2.10 ~ 3.57ppm

含鉛量分別為0.59 ~ 4.27ppm，0.64 ~ 5.10ppm和1.42 ~ 2.26ppm

比較對照區（雲林縣麥寮及湖口海域）與本區內之同種魚類及牡蠣體肉含此類重金屬量，發現後者絕大部分樣品含量比前者高，顯示二仁溪河口海域之漁業資源，已因該溪之河水受污染，而使其含此等重金屬量偏高。

* 國立中山大學副教授

一、計畫緣起及目的

本省西南部河口及沿海地區，為著名淺海養殖和重要沿岸漁業發展水域。近十幾年來，由於流入該地區之陸域河川水水質，普遍受到家庭污水及工業廢水等排入關係，導致部份河口地區之水質劣化，影響淺海養殖漁業。有鑑於此，行政院農業委員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水質監視先驅計畫」，其初步結果發現鹽水溪、二仁溪和後勁溪等河口及其鄰近海域水質，已受到某種程度的重金屬污染⁽¹⁾。

農委會為進一步瞭解海域水質受重金屬污染對該等地區的漁業資源，是否已構成危害，另於七十四年度又繼續推動後續計畫，以備研提減輕污染防治措施。本研究係配合該委員會所擬定全案計畫之一項子計畫，先行調查研究二仁溪河口及其鄰近海域之漁業生物資源及其種分歧性指標，以及偵檢該地區重要漁業資源之體肉中，鎘、銅、鎳、鉛等含量，以評析漁業資源及其品質所受的影響。

二、研究設計及試驗方法

調查研究工作全年分四次於二仁溪河口，北起台南市喜樹，南至高雄縣下茄荳海域內實施。採樣時，在該海域之四個不同水深（10.13.15.17.公尺處，圖一），以蝦拖網分別在每一水深採捕漁業生物。歷時各約一小時三十分。採集樣品當天攜回中山大學試驗室冷藏。

漁業生物樣品經分別鑑定種名、計數個體數及種類數後，以種分歧性指標法分析漁業生物群聚的變化，其計算式為：

$$d = - \sum \frac{N_i}{N} \ell n \frac{N_i}{N}$$

式中，N為樣品之總個體數，N_i為樣品第i種之個數。

各航次採集之漁業生物，經個別量測體長、體重，並分析各生物體長大小分佈狀況。

牡蠣採自喜樹西南方及頂茄荳西方海域，漁民所屬之養殖棚架上吊蚵。該處水深約15.公尺。

對照組用之漁業生物，捕自雲林縣麥寮鄉海域；牡蠣則採自該縣口湖鄉海域之養殖吊蚵。

每一種漁業生物體及牡蠣，均以AOAC所述方法⁽²⁾，分別測定含水率後，再用硝酸及硫酸分解，其分解溶液應用原子吸光儀（Perkin Elmer Model 2380）測定各該生體中含鎘、銅、鎳和鉛量。

三、結果與討論

表一為本研究調查四個航次中，在不同水深（10.13.15.17.公尺）海域所捕獲漁業生物之種分歧性指標，其平均值分別為1.27，1.43，1.43，和1.51。由於二仁溪河口海域過去均無這方面的基礎資料可做為比對，故很難以前述之種分歧性指標斷定該地區之漁業生物群聚，是否已經受到二仁溪水質受污染後的影響。尤有甚者，各河口海域中，除了水質因子影響生物群聚外，其他環境因子亦影響生物類別及其個體數量的多寡。因此，經由種類數及其個體數計算出的種分歧性指標，亦難與其他河口海域之種分歧性指標做比對，來研判二仁溪河口海域之漁業生物群聚（1.27～1.51）比其他地區為高，或低於其他河口海域。不過，若就離岸距離而言，離岸越遠（水深17.公尺）之環境，其漁業生物種分歧性指標越高，而離岸越近（水深10.公尺）之海域環境，其種分歧性指標越低。這項結果是否因為二仁溪河水受污染所致？仍有待進一步研究。

二仁溪河口海域捕獲的漁業生物共有魚類（四十三）種、蝦類（十六種）和牡蠣等六十種，具有經濟價值者約佔四分之三（詳見表2）。黑鯛、斑點籐鯛、輓魚、臭都魚、沙鯪、花身雞魚、竹節對蝦、草對蝦

、劍額對蝦、熊對蝦和牡蠣，其餘皆為中等經濟價值。因此，就整體漁業生物資源而言，二仁溪河口海域之漁業生物種類繁多，生物群聚應屬穩定，頗具沿岸漁業發展潛力。

圖 2 至圖 6 為捕自該海域之蝦類中，其個體數較多之蝦類體長分佈狀況。揚額擬對蝦約有三分之一數量，其體長超過六公分，具有市場價值。哈氏擬對蝦、鷹爪糙對蝦和擬獨角新對蝦，超過半數以上的漁獲具市場價值。獨角新對蝦體長超過六公分以上者，不及四分之一。就蝦類而言，二仁溪河口海域之蝦類資源中，具有市場價值者，頗為豐富。

圖 7 及圖 8 為二仁溪河口海域中，捕獲較多魚種之體長分布狀況。布代纓唇牛舌魚體長超過十公分以上者，約佔四分之三；台灣鰻具有市場價值者，不及三分之一。若以魚蝦類比較，二仁溪河口海域之魚類資源中，具有市場價值者，魚類略遜於蝦類。

二仁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，列於表 2。其中，魚類、蝦類及牡蠣分別為 0.06 ~ 1.43 ppm，0.16 ~ 0.99 ppm 和 0.48 ~ 0.63 ppm。整體而言，該海域之漁業生物體肉含鎘量僅有少數樣品（7%）超過日本政府所訂（1.0 ppm）之安全量(3)。

就生物種別而言，本海域捕獲之花身雞魚含鎘量為 0.62 ppm，比本省淡水（0.101 ppm）、大林埔（0.088 ppm）、枋寮（0.112 ppm）及馬公（0.082 ppm）海域之同種魚為高⁽⁴⁾。沙鯪含鎘量為 0.29 ~ 1.27 ppm，亦比香山海域之同種魚（0.080 ppm）為高。

菊地報導⁽⁵⁾，日本有明海域為一處受鍊鋅工場廢水排放影響水域，其所產之蝦類 *Squilla oratoria* 含鎘量為 3.45 ~ 5.31 ppm（乾重），約相當於濕重 0.86 ~ 1.33 ppm。若以此數值來和二仁溪河口海域捕獲之蝦類含鎘量（0.16 ~ 0.99 ppm）相比，後者有部份樣品含鎘量已有偏高趨勢。

二仁溪河口海域養殖牡蠣含鎘量（0.48 ~ 0.63 ppm），比本省香

山 (0.180 ppm)、馬公 (0.212 ppm)、鹿港 (0.216 ppm) 及日本廣島 (0.26 ~ 0.32 ppm)⁽⁴⁾ 所產者為高。澳洲 Port Philip Bay 為受含鋅、鎳、銅和鉛之工業廢水污染海域，其所產之 *Mytilus edulis* 貝類含鎳量 (0.20 ± 0.05 ~ 18.16 ± 10.66 ppm)⁽⁶⁾。又日本有明海所產之牡蠣含鎳量為 5.43 ppm (乾重)。若再以這二地區之貝類含鎳量與二仁溪河口海域所產牡蠣相比，後者亦有偏高趨勢。尤有進者，該處海水含鎳濃度已為全省之冠⁽¹⁾。因此，二仁溪河口養殖牡蠣含鎳量與該處海水鎳濃度偏高趨勢，值得重視和警覺。

二仁溪河口海域捕獲漁業生物體肉含銅量之濃度範圍及其平均值，列於表 2。其中，魚類、蝦類及牡蠣分別為 0.22 ~ 2.15 ppm，4.37 ~ 19.9 ppm 和 128 ~ 350 ppm，以牡蠣的含銅量最高。

魚類含銅濃度因不同魚種間有些微差異，但半數以上的魚種，其含銅量均在 1.0 ppm 以下。花身雞魚 (0.67 ppm) 含銅量與本省淡水 (0.79 ppm)、南方澳 (0.52 ppm)、大林埔 (0.55 ppm) 和馬公 (0.55 ppm) 所捕獲之同種魚相比⁽⁴⁾，不相上下。沙鯪 (0.58 ppm) 也與香山所產之同種魚 (0.51 ppm) 相近。

蝦類含銅濃度比魚類約高出十倍，其種別間含銅量之差異性，亦比魚類間之差異性為大。蝦類比魚類含銅量高的原因，可能與其血液中富含血色素 *Haemocyanins* 有關。*Haemocyanins* 為銅和蛋白質的結合物，它在蝦體循環系統中扮演運輸氧氣的角色。城久等⁽⁷⁾報導，大阪灣海域蝦類 *Squilla oratoria* 含銅量為 16.3 ppm；石井等⁽⁸⁾測知東京灣海域蝦類 *Panaeus japoniccu* 含銅量為 14.0 ppm (乾重)。若以此數值做為蝦類含銅量基準，則二仁溪河口海域捕獲之蝦類，部份樣品含銅量亦有偏高的趨勢。

二仁溪河口海域養殖牡蠣含銅量 (128 ~ 350 ppm) 比本省香山 (26.77 ppm)、馬公 (5.92 ppm)、鹿港 (26.53 ppm)⁽⁴⁾ 及日本廣島灣 (16.4 ppm)⁽⁹⁾ 和宮古灣 (48. ~ 65. ppm)⁽¹⁰⁾ 所產牡蠣含銅量為高

。尤有進者，二仁溪河口海域養殖牡蠣含銅量，比日本受污染海域一延岡灣南部（190.8 ppm）⁽¹¹⁾及宮古灣（161 ppm）⁽¹²⁾所產之牡蠣還要高。二仁溪河口海域所產部份牡蠣，其外觀綠色，商品品質降低。政府恐怕百姓食用危害健康，已要求養殖戶毀棄之。

牡蠣變綠現象，日本宮崎縣延岡灣⁽¹³⁾，茨城縣日立市沿岸⁽¹⁴⁾、瀨戶內海沿岸⁽¹⁵⁾、名古屋港⁽¹⁶⁾、岩手縣宮古灣⁽¹²⁾等地，均曾發生。但法國牡蠣養殖業者為提高牡蠣市場價格，以享饕餮。他們常用 Claire 方法使牡蠣綠化（greeuing）⁽¹⁷⁾。二仁溪河口海域牡蠣變綠的原因為何？是否與該海域水中含銅濃度或食用多量藍綠色矽藻 *Navicula* sp. 有關，均有待進一步研究。

二仁溪河口海域捕獲漁業生物體肉含鎳量之濃度範圍及其平均值列於表 2。其中，魚類、蝦類及牡蠣分別為 0.32 ~ 4.83 ppm，0.84 ~ 5.79 ppm 和 2.10 ~ 3.57 ppm。它們之間含鎳量差異性，不如前述之含銅量大。同類生物不同種間之含鎳量，差異性也不很大。

國際環境科學委員會中國委員會報導⁽⁴⁾，本省環海經濟魚類含鎳量為 0.56 ~ 1.67 ppm，貝類為 0.80 ~ 3.87 ppm。吉田報導⁽¹⁸⁾，東京灣的魚類含鎳量為 0.27 ~ 0.36 ppm，貝類為 0.78 ppm，蝦類為 0.55 ppm。若將此等漁業生物含鎳量與二仁溪河口所捕之同類生物含鎳量相比，則後者之部份漁業生物含鎳量，已有偏高趨勢。另據台灣西南沿海養殖區水質監視先驅計畫指出⁽¹⁾，二仁溪出海口之海水，其含鎳量為全省之冠（13 ~ 323 ppb）。由此推測，二仁溪河口海域之漁業生物，其含鎳量偏高趨勢，可能與該處海水受鎳污染之影響有關。

二仁溪河口海域捕獲漁業生物體肉含鉛量之濃度範圍及其平均值列於表 2。其中，魚類、蝦類及牡蠣分別為 0.59 ~ 4.27 ppm，0.64 ~ 5.10 ppm 和 1.42 ~ 2.26 ppm。三類不同生物間之體肉含鉛量差異性不大，同類生物不同種間之含鉛量，亦無多大差異。

吉田氏報導⁽¹⁸⁾，日本大阪灣海域魚類含鉛量為 0.59 ~ 1.14 ppm，

貝類為 0.30 ~ 1.88 ppm，蝦數為 0.06 ~ 0.10ppm。國際環境科學委員會中國委員會指出⁽⁴⁾，本省環海經濟魚類含鉛量為 0.32 ~ 4.30 ppm，貝類為 0.38 ~ 1.99 ppm。Phillips 氏報導⁽⁶⁾，澳洲 Port Phillip Bay 之貝類 *Mytilus edulis* 含鉛量為 $0.71 \pm 0.20 \sim 10.02 \pm 5.45$ ppm。若將此等生物含鉛量與二仁溪河口所捕之漁業生物含鉛量相比，後者之部份樣品含鉛量，已有偏高趨勢。就全體魚生物而言，二仁溪河口捕獲之魚生物體肉含鉛量雖均低於加拿大政府所訂之含鉛量 10 ppm⁽⁹⁾，但該溪出海口海水含鉛量曾高達 428 ppb，僅次於鳳鼻頭沿岸海水⁽¹⁾。這種含高濃度鉛之海水，對該地區漁業生物似乎已構成影響，值得警覺與重視。

爲了進一步瞭解二仁溪河水受重金屬污染後是否已波及該溪口海域之漁業生物，本調查研究亦曾採捕雲林縣麥寮海域之同種魚生物，以及口湖海域之養殖牡蠣，並測定其含鎘、銅、鎳及鉛量。由表 3 顯示，六種不同漁生物中，對照區魚生物之含鎘和鉛量均低於二仁溪海域魚生物之含鎘和鉛量。二仁溪海域絕大部份之漁業生物含銅及鎳量，均高於對照區漁業生物含銅及鎳量。

綜觀前述，二仁溪河口海域之漁業生物，其體肉含鎘、銅、鎳和鉛量，絕大部份樣品比對照區之漁業生物含量高，亦比本省其他地區捕獲之漁業生物含量高。顯示該溪河水受污染後確已影響到鄰近海域的漁業資源。至於影響程度如何？又如何採取防治對策？均有待繼續研究以備研提方案及措施。

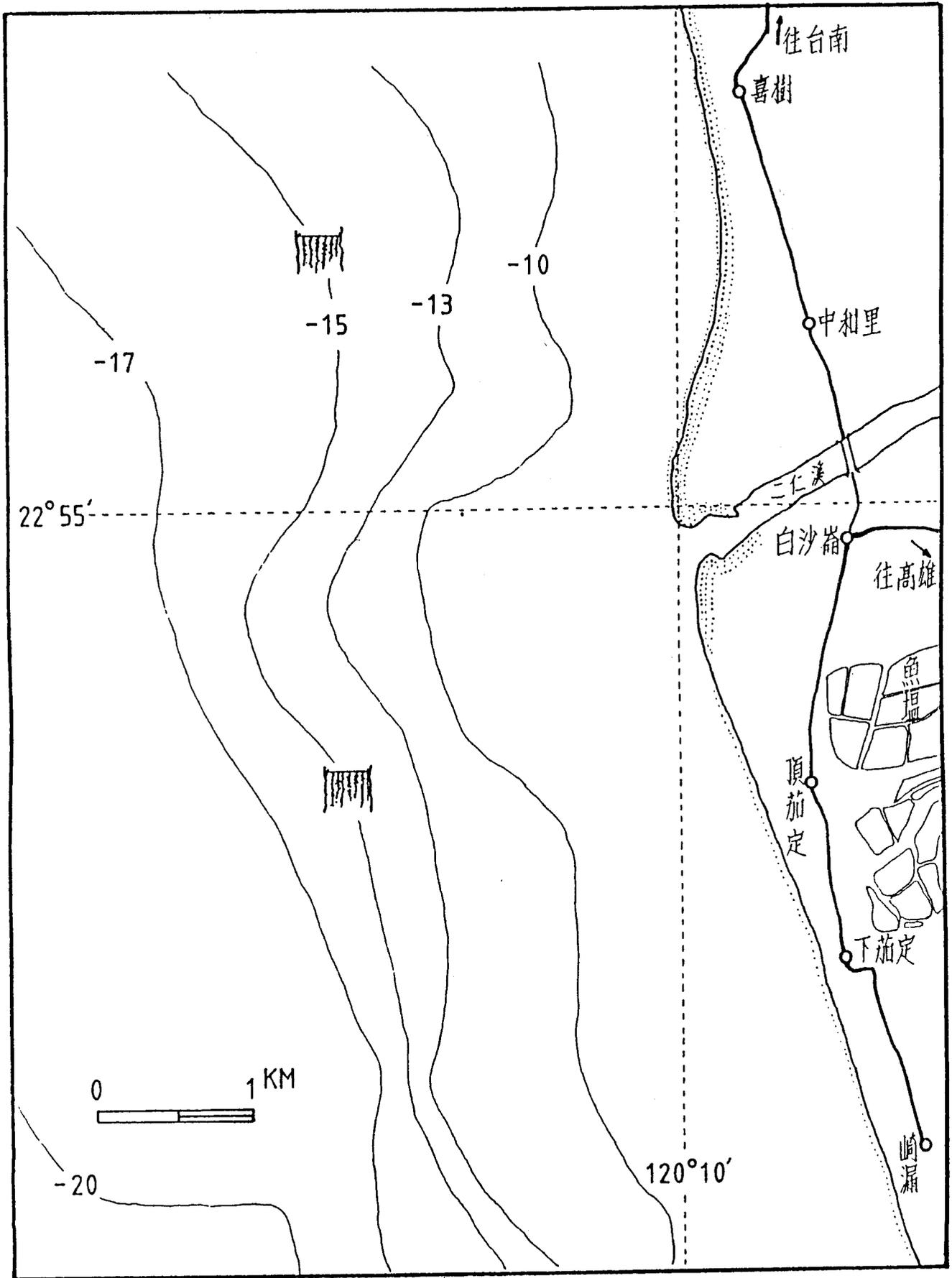


圖 1. 魚蝦採集線及牡蠣採樣點

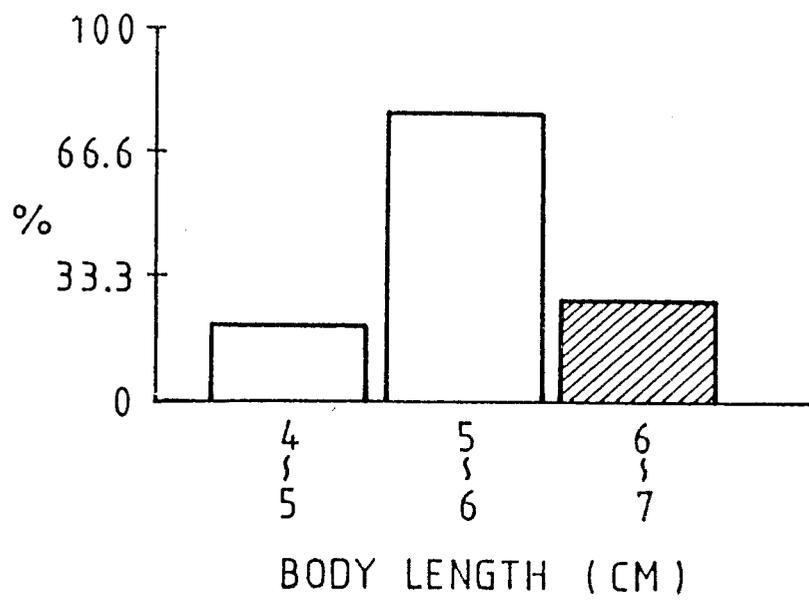


圖 2 揚額擬對蝦體長分佈

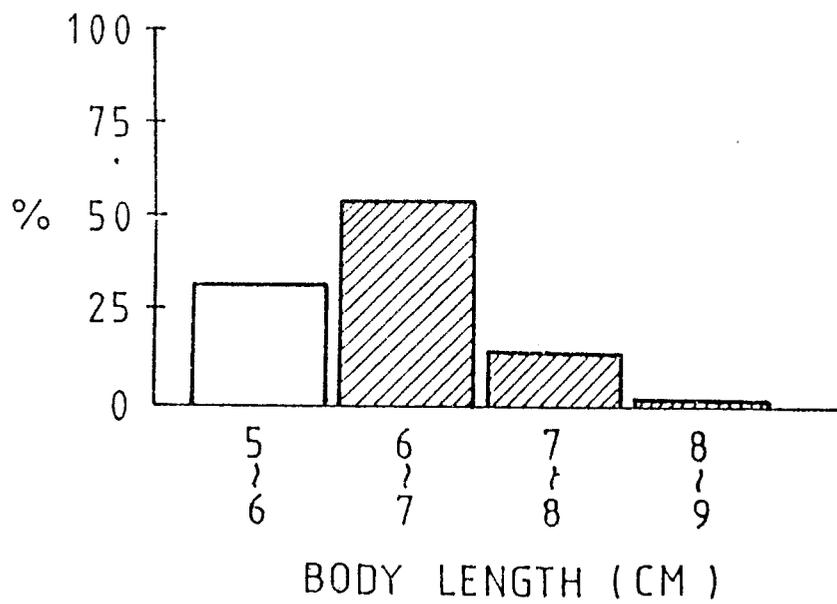


圖 3 哈氏擬對蝦體長分佈

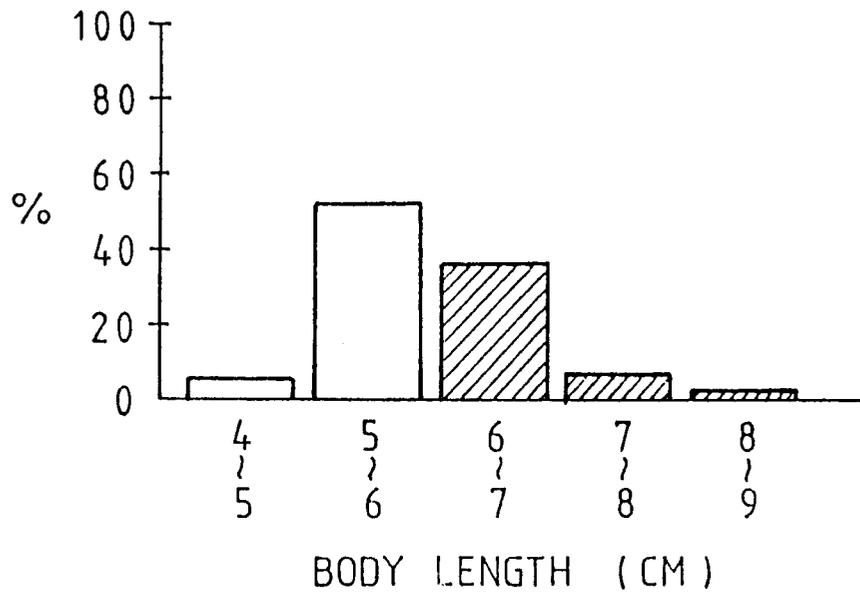


圖 4 鷹爪糙對蝦體長分佈

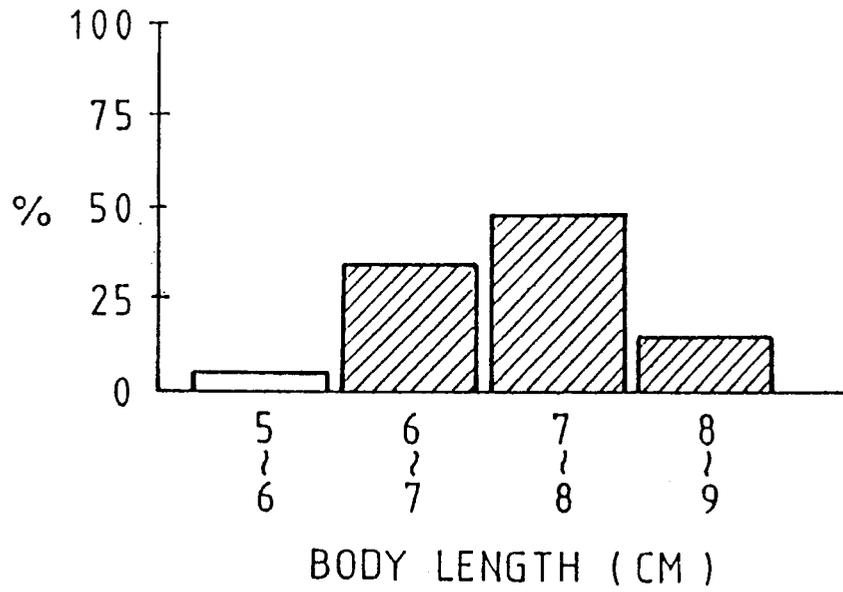


圖 5 擬獨角新對蝦體長分佈

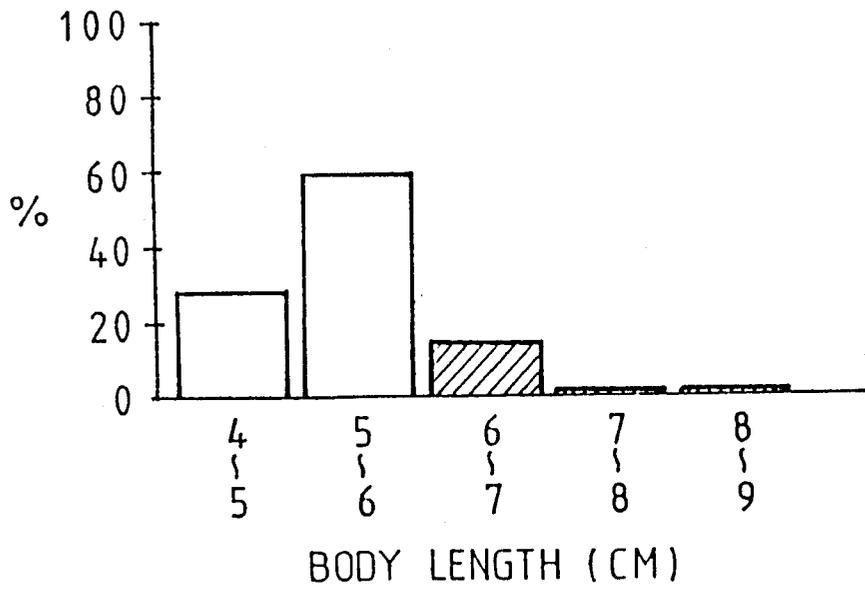


圖 6 獨角新對蝦體長分佈

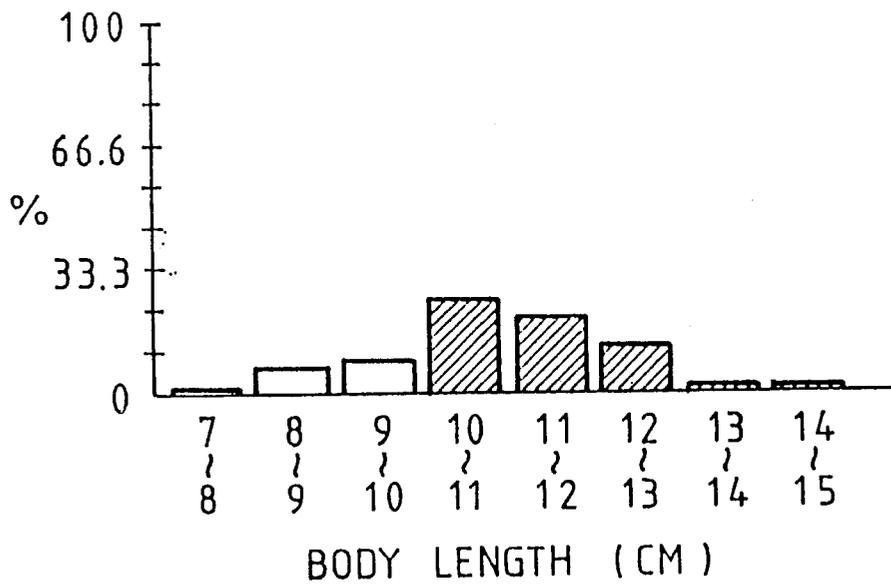


圖 7 布氏纓唇牛舌魚體長分佈

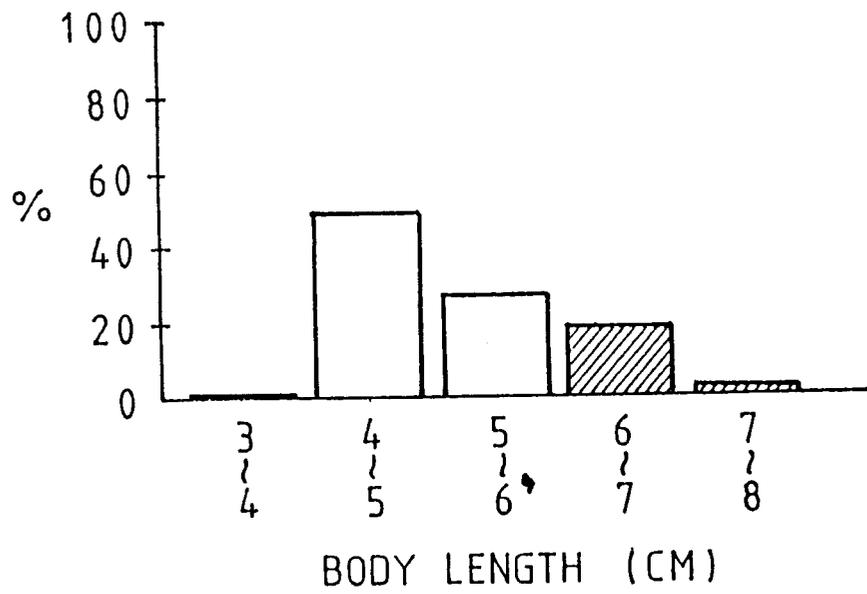


圖 8 台灣鰻體長分佈

表 1 漁業生物群聚之種分歧性指標

採樣日期 \ 水深			公 尺			
			10	13	15	17
74.	8.	30.	1.09	1.44	1.35	1.46
74.	10.	12.	1.30	1.49	1.49	1.48
74.	12.	20.	1.65	1.41	1.61	1.61
75.	2.	26.	1.02	1.38	1.27	1.48
平 均			1.27	1.43	1.43	1.51

表 2 漁業生物資源經濟性及重金屬含量(1)

學名	中文名稱	經濟性	重金屬含量 (mg/kg 濕重)			
			鎘	銅	鎳	鋅
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	黑鯛	++	0.25	0.85	0.90	1.72
<i>Apogon kiensis</i>	二帶天竺鯛		(0.06-0.41)0.19	(0.22-0.57)0.40	(0.32-2.64)1.44	(0.59-2.70)2.34
<i>Apogon quadrifasciatus</i>	四線天竺鯛		(0.66-0.71)0.69	(0.44-0.57)0.51	(1.35-2.23)1.49	(2.47-4.27)3.37
<i>Bostrichthys sinensis</i>	中國鯖鱧		0.80	0.80	1.13	1.98
<i>Calliurichthys scabriceps</i>	粗頭鼠銜魚		0.85	1.50	2.12	1.26
<i>Collichthys lucidus</i>	梅童魚	(+)	(0.51-0.52)0.51	(0.41-0.65)0.53	(2.62-2.73)2.68	(1.09-1.10)1.09
<i>Cryptocentrus filifer</i>	絲鰕虎魚		0.75	0.94	1.88	1.38
<i>Cynoglossus lida</i>	利達鞋底魚	(+)	(0.50-1.32)0.83	(0.25-0.78)0.59	(1.69-3.08)2.14	(1.79-2.84)2.05
<i>Cynoglossus puncticeps</i>	頭斑鞋底魚	(+)	(0.48-1.08)0.78	(0.61-1.17)0.89	(1.84-2.22)2.03	(2.00-2.24)2.12
<i>Dasyatis kuhlii</i>	古氏土魷		0.50	0.63	2.17	1.86
<i>Drepane punctata</i>	斑點蓴鯛	++	0.38	0.58	3.11	1.56
<i>Engraulis japonica</i>	日本鯷	+	0.58	0.85	2.79	1.37
<i>Engyprosoon multisquama</i>	多鱗達摩魚	(+)	(0.95-0.76)0.86	(1.29-1.53)1.41	(1.21-2.47)1.69	(1.76-2.12)1.94
<i>Epinephelus diacanthus</i>	擬青石斑	++	0.76	1.06	1.52	2.05
<i>Herklotsichthys quadrimaculata</i>	斑青鱗魚	+	0.56	1.24	1.04	2.18
<i>Johnius amblycephalus</i>	鈍頭鬚鰷或	+	(0.61-1.31)0.95	(0.80-2.15)1.61	(1.10-2.25)2.04	(2.26-3.98)2.81
<i>Johnius carutta</i>	白帶魷口	+	(0.22-1.25)0.74	(1.39-1.90)1.65	(0.70-1.37)1.04	(1.87-2.87)2.37

表 2 漁業生物資源經濟性及重金屬含量(2)

學名	中文名稱	經濟性	重金屬含量 (mg/kg 濕重)			
			鎳	銅	鎳	鋅
<i>Johnius dussumieri</i>	杜口魷魚	+	(0.63-1.14)0.86	(0.83-1.66)1.16	(1.72-2.48)2.02	(1.20-2.19)1.57
<i>Leiognathus splendens</i>	台灣鰻	(+)	(0.26-1.21)0.82	(0.68-1.80)1.20	(1.25-2.74)1.66	(1.53-1.99)1.71
<i>Mitchthys miiuy</i>	輓魚	++	(0.34-0.83)0.53	(0.73-1.12)0.94	(1.99-2.17)2.04	(1.71-2.35)2.12
<i>Mugilogobius tagara</i>	塔加拉繻鰕虎魚		0.48	1.42	1.31	2.28
<i>Nibeia albiflora</i>	白花鰻	+	(0.79-1.28)0.94	(1.29-1.34)1.32	(1.77-2.91)2.34	(1.33-3.36)2.35
<i>Odontobutis obscura</i>	土魷		0.93	1.41	2.84	2.97
<i>Onigocia spinosa</i>	鬼牛尾魚		0.48	0.45	2.82	2.26
<i>Parapercis ommatura</i>	正虎鱧		(0.71-1.21)0.96	(0.60-0.65)0.63	(2.36-2.47)2.42	(1.98-2.71)2.35
<i>Paraplagusia bilineata</i>	雙線櫻唇牛舌魚	(+)	0.57	0.53	2.85	2.87
<i>Paraplagusia blochi</i>	布氏櫻唇牛舌魚	(+)	(0.16-0.90)0.40	(0.25-1.97)0.63	(0.82-4.83)2.21	(0.94-3.54)2.72
<i>Platycephalus indicus</i>	印度牛尾魚	+	0.87	1.10	1.73	2.60
<i>Prionbutis koilomatodon</i>	花錐鰨		0.67	0.95	1.48	3.52
<i>Pseudorhombus oligodon</i>	貧齒扁魚	(+)	(0.16-1.28)0.44	(0.33-1.67)0.87	(1.02-3.01)2.01	(1.20-2.64)2.36
<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	五目扁魚	(+)	0.39	0.54	2.94	1.93
<i>Radigobius caninus</i>	虎齒輻鰕虎魚		0.86	0.46	2.97	2.08
<i>Repomucenus richardsonii</i>	李查遜背果鼠魷魚		(0.14-0.24)0.19	(0.32-0.48)0.40	(0.80-1.38)1.09	(0.71-1.20)0.96
<i>Rhinogobius nebulosus</i>	雲紋吻鰕虎魚		0.75	0.65	2.03	2.75

表 2 漁業生物資源經濟性及重金屬含量(3)

學名	中文名稱	經濟性	重金屬含量 (mg/kg 濕重)			
			鎘	銅	鎳	鉛
<i>Sardinella gibbosa</i>	隆背砂魷	+	0.19	1.21	1.03	1.11
<i>Secutor ruconius</i>	仰口鮠	(++)	(0.86-1.43)0.94	(0.64-1.54)1.26	(2.02-2.42)2.14	(1.82-3.03)2.73
<i>Selariodes leptolepis</i>	木葉魚參	+	(0.44-0.73)0.59	(0.98-1.10)1.04	(2.46-3.12)2.79	(2.31-2.82)2.57
<i>Siganus fuscescens</i>	臭都魚	++	0.23	0.90	2.00	1.23
<i>Sillago sihama</i>	沙鯪	++	(0.29-1.27)0.60	(0.42-0.86)0.58	(1.52-3.69)2.85	(0.86-2.74)1.77
<i>Stolephorus indicus</i>	印度銀帶魚	+	(0.23-0.97)0.60	(1.22-1.50)1.36	(1.52-3.53)2.03	(2.27-3.15)2.71
<i>Terapon jarbua</i>	花身雞魚	++	0.62	0.67	2.44	2.26
<i>Thryssa dussumieri</i>	杜氏劍鯨	+	(0.81-0.89)0.85	(1.47-1.49)1.48	(1.09-2.90)2.00	(1.21-3.14)2.18
<i>Upeneus quadrilineatus</i>	四線秋姑魚	+	0.31	0.96	2.02	1.37
<i>Alpheus brevicristatus</i>	槍對蝦	+	(0.29-0.45)0.37	(4.43-8.01)6.22	(2.57-4.79)3.68	(1.43-2.27)1.85
<i>Alpheus sp.</i>	槍蝦類		0.22	8.87	2.34	2.42
<i>Metapenaeopsis barbata</i>	紅尾赤斑蝦	+	(0.20-0.95)0.68	(6.30-10.2)7.94	(1.37-4.20)3.02	(1.30-2.42)1.39
<i>Metapenaeus affinis</i>	擬獨角新對蝦	+	(0.30-0.68)0.42	(4.95-7.31)7.25	(1.48-3.15)2.31	(0.74-2.18)1.96
<i>Metapenaeus mastersii</i>	馬氏新對蝦	+	0.42	8.26	2.35	2.64
<i>Metapenaeus monoceros</i>	獨角新對蝦	+	(0.24-0.76)0.52	(7.38-14.7)9.35	(1.83-5.42)2.93	(1.28-3.22)3.01
<i>Palaemon orientis</i>	東方長臂蝦	+	(0.76-0.83)0.79	(4.97-9.90)8.44	(3.53-3.92)3.72	(2.42-4.56)4.49
<i>Parapenaeopsis cornuta</i>	揚額擬對蝦	+	(0.45-0.98)0.65	(5.06-13.8)7.89	(0.84-3.41)3.28	(0.64-2.89)2.47

表 2 漁業生物資源經濟性及重金屬含量(4)

學名	中文名稱	經濟部	重金屬含量 (mg/kg 濕重)			
			鎘	銅	鎳	鉛
<i>Parapenaeopsis cultrirostris</i>	刀額擬對蝦	+	(0.33-0.90)0.88	(4.27-19.9)12.7	(3.24-4.57)4.25	(3.74-5.10)4.87
<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	哈氏擬對蝦	+	(0.16-0.66)0.50	(8.26-17.0)11.0	(0.98-5.42)2.74	(0.97-2.43)2.25
<i>Penaeus latisulcatus</i>	竹節對蝦	++	0.53	6.52	3.19	2.72
<i>Penaeus monodon</i>	草對蝦	++	(0.61-0.85)0.73	(8.56-17.6)13.1	(2.56-5.79)4.18	(1.21-3.78)2.50
<i>Penaeus orientalis</i>	東方對蝦	+	0.37	11.4	2.35	1.66
<i>Penaeus penicillatus</i>	劍額對蝦	++	(0.40-0.64)0.58	(8.89-13.8)10.8	(1.74-3.78)2.76	(0.98-3.45)2.19
<i>Penaeus semisulcatus</i>	熊對蝦	++	0.48	6.46	2.12	1.87
<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	鷹爪糖對蝦	+	(0.18-0.99)0.82	(4.37-13.8)9.41	(1.33-4.47)3.21	(1.16-4.93)2.10
<i>Crassostrea gigas</i>	牡蠣	++	(0.48-0.63)0.54	(128-350) 275	(2.10-3.57)2.69	(1.42-2.26)1.71
++ 高經濟性漁業生物			() 範圍			
+ 中經濟性漁業生物						
(+) 體長大於10公分以上才有經濟價值						
((+)) 體長大於6公分以上才有經濟價值						

表3 二仁溪河口海域及對照區海域漁業生物體含重金屬量 (mg/kg)

學名及中文名稱	鎘	銅	鎳	鉛	備註
1. <i>Herkoltsichthys quadrimaculata</i> (斑青魚魚)	0.36 0.56	0.97 1.24	2.59 1.04	1.80 2.18	對照區 二仁溪海域
2. <i>Tohnius carutta</i> (白帶魷口)	0.21 0.74	0.40 1.65	1.40 1.04	0.85 2.37	對照區 二仁溪海域
3. <i>Terapon jarbua</i> (花身雞魚)	0.24 0.62	0.75 0.67	1.73 2.44	1.36 2.26	對照區 二仁溪海域
4. <i>Sillago sihama</i> (沙魚)	0.25 0.60	0.43 0.58	1.55 2.85	0.95 1.77	對照區 二仁溪海域
5. <i>Paraplagusia blochi</i> (布氏纓唇牛舌魚)	0.12 0.40	0.28 0.63	0.71 2.21	0.58 2.72	對照區 二仁溪海域
6. <i>Crassostrea gigas</i> (牡蠣)	0.49 0.55	74 275	2.13 2.72	1.72 1.76	對照區 二仁溪海域

參考文獻

1. 台灣西南沿海養殖區水質監視先驅計畫 (1986)。台灣省環境保護局，台中市。
2. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (1986)，14th edition，華香園出版社，台北市。
3. Ministry of Public Welfare (1969)。Japanese Government，Noctice 364.
4. 台灣環海經濟魚貝類與海洋生態環境之研究 (1982)。衛生署環境保護局，台北市。
5. 菊地泰二 (1978)，內灣ベントス相二對る汚染の影響，昭和52年度特定研究「海洋環境保全の基礎的研究」，中間報告書 II。
6. Phillips, D.J.H. (1976). The common mussel *Mytilus edulis* as an Indicator of Pollution by Zinc, Cadmium, Lead and Copper. II. Relationship of Metals in the Mussel to Those Discharged by Industry. *Marine geology*, 38., 71-80。
7. 城久，矢特進，安部恒之 (1974)。大阪灣に於ける重金屬汚染の現況。大阪水試研究，4，1-41。
8. 石井紀明，鈴木濱治，小柳卓 (1978)，海產生物中の微量元素の定量 - 1 微量元素濃度の變動要因について，日本學產學會誌，44，44，155 ~ 162。
9. 日比野三成，林陽 (1959)。マガキの生化學的研究 (VII)，生體中の銅および亜鉛含量について，生化學，31，411 ~ 416。
10. 飯岡邦夫 (1977)，宮古灣におけるミドリガキの銅、亜鉛含量について，營養上食糧，30，131 ~ 133。
11. 生田國雄 (1968)。水棲生物の重金屬積蓄に関する研究 - II。

キの銅、亞鉛蓄積につりこ，日本水産量學會誌，34，112～116

。

12. 上村俊一，會我 正，佐藤一男，金沢武志（1971）。宮古灣における重金屬の影響に関する研究，（I）銅イオンの影響。ビタミン，49，333～337。
13. 生田國雄（1967）。水棲生物の重金屬蓄積に對する研究—I，ガキの銅含量につりこ。日本水産學會誌，33，405～409。
14. 多賀信夫（1954）。炭山おすび鑛山廢水にする水質汚濁に関する研究。水産増殖資料，第4號，50～59。
15. 大植登志夫，伊藤猛夫，村上哲英，三谷嘉毅（1955）。ミドリガキの生物學の研究（II）。愛媛大學地域社會總合研究所研究報告，Bシリーズ第3號，1～15。
16. 菅原 健，森田良美，大島泰雄，藤山虎也（1951）。名古屋港附近綠ガキ發生に對する調査（第一回）。愛知縣下における水質汚濁の現況，愛知縣漁業協同組合連合會，愛知縣海苔協議會，16-18。
17. Bardach, J.E., J.H. Rhyther, and W.O. McLarney(1972).
Aquaculture, Wiley-Interscience, New York. 722-723 .
18. 吉田多摩夫（1976）。海洋生物の重金屬にする汚染の影響，海洋科學，23，29-36。
19. Uthe, J.F. and E.G. Bligh(1971). Preliminary survey of heavy metal contamination of Canadian fresh water fish. J. Fish. Res. Bd. Canada 28 : 786-788。

ABSTRACT

Sixty species of edible aquatic organisms including fishes, shrimps and oysters were collected from waters of four different depths in the estuary area of Erh-jen River. The species diversity index were estimated as equal to 1.27, 1.43, 1.43 and 1.51 respectively. About 75% of these organisms are of economical value, and most of them are shrimps. Oyster is the product of aquaculture.

The concentrations of heavy metals in tissue among fishes, shrimps and oysters are as followed:

Cd: 0.06-1.43 ppm, 0.16-0.99 ppm and 0.48-0.63 ppm

Cu: 0.22-2.15 ppm, 4.37-19.9 ppm and 128-350 ppm

Ni: 0.32-4.83 ppm, 0.84-5.79 ppm and 2.10-3.57 ppm

Pb: 0.59-4.27 ppm, 0.64-5.10 ppm and 1.42-2.26 ppm

The concentrations of these metals in most species are higher than that in the same species sampled in the controlled area. It is concluded that the marine organisms in the Erh-Jen estuary are contaminated by metal-polluted discharge.