

南部地區水污染影響貝類品質調查

陳景川 溫惠美 陳美伸 簡秀鈴

摘要

本劃之調查工作自79年7月至80年6月止，調查屏東縣大鵬灣之水質及牡蠣之重金屬含量，檢測項目為銅、鋅、鉛、鎘、汞。檢測結果大鵬灣水質中銅含量介於2.5~5.9 ppb之間，低於台灣區海域水質標準規定值 20ppb，鋅含量介於 2.5~172.6ppb之間，其含量超過海域水質標準規定值 40ppb，顯示大鵬灣近年來有受到鋅污染之虞。大鵬灣水域養殖之牡蠣其銅含量介於2.5~14.7ppm 鋅介於40~100.5ppm之間，較新竹、彰化、雲、嘉地區者為低。

東港溪上、下游水域中重金屬含量皆在安全限量內，唯沿岸之養豬場所排放之廢水其銅含量高達 40ppb，頗有污染水源之虞。

一、前言

由於工業之快速成長，工廠產生的廢水及廢棄物中之重金屬造成對河川及海域的污染，將嚴重影響到近海養殖區之水產物品質，進而威脅到消費大眾之健康。而環境污染的防治，需賴長期之追蹤調查，故本計劃延續過去二年之工作，持續對南部沿海養殖區的水產物體內之重金屬含量進行分析調查，以期達到良好之預警作用。

前人的研究(1,2) 報告指出，牡蠣可做為水產品中對水質之重金屬累積的指標生物。屏東縣牡蠣之養殖以東港大鵬灣為主，有近20年的歷史，養殖面積約600~700甲。本計劃即針對大鵬及其附近水域之水質及所放養之牡蠣體內所含重金屬，做追蹤調查，以供有關單位在管制及預警工作之上參考。

二、材料與方法

(一)調查區或及採樣方法

有關水中重金屬含量之調整，本計劃主要研究區域為大鵬灣水域以及東港溪上、下游、依據牡蠣養殖業者之經驗，大鵬灣水域大體上可分為五個區域；分別以1.崎峰2.空軍基地3.溝子口4.塹子腳5.出海口 為代表(如附圖一所示)。每年3、4、9、10、月大鵬灣的水質變化較大，第一處崎峰水深約 1.6~2公尺，牡蠣以插枝方式養殖於底土(泥)之上，此處在3、4月間因水質變化大，牡蠣自下層開始有死亡現象，一般改以養殖採收"土水蛤"為主。其餘四處水質較佳，經常呈現如綠豆般的色澤，業者俗稱為"綠豆水"，最適於牡蠣之養殖。本計劃自民國79年7月至80年6月每月定期前往上述五處，採取不同深度之水檢測其重金屬含量、PH值、鹽度、導電度。

至於東港溪為瞭解其中重金屬之含量，在上游區域分別在1.成德橋2.佳林橋3.萬巒橋4.潮州三共里5.五魁橋6.大湖橋，下游區域分別在7.港西

雞場8. 港西自來水閘9. 港東橋10南龍村11興東里及12東港等12處(如附圖二所示)定期採取水樣檢測重金屬含量。

本計劃所採集之牡蠣樣品主要來自大鵬灣，每月定期至上述五個代表處採集，以檢測其內重金屬含量。同時爲了比較不同養殖水域之牡蠣重金屬含量，採自雲林三修崙地區及嘉義、布袋地區之牡蠣亦用來檢測其重金屬含量。

爲了探討料中重金屬含量對水質的影響，購自不同廠牌的豬料、蝦料、鰻料及魚料，其中重金屬的含量亦爲調查的對象。

(二)分析方法

牡蠣檢體及飼料中重金屬的分析包括銅、鋅、鎳、鎘、鉛、汞等六項，採濕式灰化法，將檢體消化分析。經比較濕式微波灰化法及傳統之濕式灰化法重金屬之數值相似(未發表)，而採用微波灰化法來消化檢體，安全性及時間經濟性均大幅提升。秤取1.5克攪碎之樣品，消化時以濃硝酸 20ml 經微波消化爐(Microwave Digestion System, Model MDS-81D。Indian Trail。NC)消化，定容至50ml後以原子吸收光譜儀(Polarized Zeeman Atomic Absorption Spectrophotometer。HITACHI Z-8000)分析銅、鋅、鎳、鎘、鉛之含量。至於汞的測定是利用日立Model HFS-2 hydride formation System 附加於日立 Z-8000 原子吸收光譜儀測定。試料在硝酸-硫酸液中消化後，以過量的高錳酸鉀使之氧化，再以hydroxylamine hydrochloride將過量KMnO₄還原脫色，測試時以氯化亞錫使汞離子還原成金屬汞。用無燄原子吸收之冷蒸汽法在253.7nm測其吸光度，汞元素的最低檢測濃度爲20ppb，小於此濃度者以N.D.(Non-detectable)表示。

水中重金屬 (Cd、Cu、Ni、Pb、Zn)的分析係依據衛生署公佈「海水重金屬分析方法草案」(3)，取水800ml及 1N HNO₃或 NH₄OH調整PH值至3~4後，置入一公升之分液漏斗中，加 8ml APDC溶液，振盪30秒，再加入 33ml MIBK振盪混合2分鐘後靜置，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 ug/l表示之。

三、結果與討論

(一)大鵬灣水質調查

79年7月至80年6月大鵬灣水域重金屬含量變化表示之於表一。水中銅含量的變化較小，範圍介於 $<2.5\sim 5.9$ ppb之間，此值遠較台灣區海域水質標準規定值20ppb小(4)，同時也與張等人(5)的報告相近，其在73年間調查大鵬灣口海水中，銅的含量介於 $0.75\sim 3.3$ ppb之間，顯示大鵬灣水域近年來並未受到銅之嚴重污染。鋅的含量介於 $<2.5\sim 172.6$ ppb之間，其含量隨著季節變化很大：7、8月間含量特別低，但在4、5月間含量則高達100ppb以上，遠超過台灣區海域水質標準規定值(4)之40ppb，同時也較張等人(5)調查所得之最高值32. ppb為高，顯示自73年以來，大鵬灣水質受鋅污染之虞。至於水中鉛、鎘、汞的含量皆在檢測感度2.5ppb以下。

大鵬灣各定點水域之重金屬含量、鹽度、導電度及PH值分別列於表二、表三。在五個定點中，以崎峰地區水域中重金屬的含量最高，銅含量平均值為6.1ppb，範圍介於 $2.5\sim 14.6$ ppb之間，鋅的含量為103.4ppb，約為其它地區值之3倍以上，範圍則介於 $2.5\sim 660$ ppb。各定點的PH值介於7.5~8.3之間，其中岐峰及空軍地區之值較其它三定點低。至於鹽度則隨著地點、月份及採樣時間而變化很大，4月份各定點之鹽度較高，皆在千分之三十以上，而5月份各定點之鹽度則在千分之二十五與三十之間，6月份則在千分之十一與二十四點一之間。而在5個定點中，又以崎峰地區之鹽度最低。至於導電度則隨著鹽度而變化，鹽度增加則導電度變大。

(二)牡蠣重金屬高量調查

大鵬灣以及雲嘉地區牡蠣重金屬含量之測定結果示之於表四及表五。在全年的採樣分析中顯示，牡蠣體內蓄積之重金屬主要為銅、鋅二重，其

餘鎳、鉛、鎘、汞的含量皆在檢測感度以下。銅的含量介於2.5~17.7ppm之間，此值遠較白等人(6)在新竹、彰化、雲林地區之牡蠣含量為低，其78年間調查發現該地區之牡蠣銅含量約在30ppm左右。至於大鵬灣中牡蠣銻含量則介於40~100.5ppm之間，此值與白等人(6)的報告相近，在新竹、彰化、雲林地區之牡蠣其銻含量則介於67~146ppm之間。蚵體對銅之蓄積量似與水中銅含量並無正相關，八月間之水質銅含量最低之際($<2.5 \mu\text{g}/\text{l}$)，在蚵體中之銅含量反倒是全年中最高者($17.6 \mu\text{g}/\text{l}$)，此與蚵苗來源也許有關。同樣情形，蚵體中銻含量範圍在 $40\sim 100.5 \mu\text{g}/\text{g}$ 間，而在八月間水質之銻含量最低之際($<2.5 \mu\text{g}/\text{l}$)，蚵體之銻含量仍相當高($85.3 \mu\text{g}/\text{g}$)，而在四、五月間水中之銻高達($100 \mu\text{g}/\text{l}$)以上時，蚵體之銻含量僅在 $45.4\sim 72.2 \mu\text{g}/\text{g}$ 間。比較雲、嘉地區蚵體之重屬含量與大鵬灣之蚵體，其數據顯示(表五)，雲嘉地區蚵體之銅、銻含量俱比大鵬灣之蚵體來得高，顯示該地區之蚵體受該區水域污染之影響，但該地之蚵苗移至大鵬灣養殖之後，成長後蚵體之重金屬含量亦有逐漸淡化之趨勢。

(三)東港溪之水質重金屬含量調查

由於大鵬灣之水質受東港溪影響，因此東港溪之上、下游水中重金屬之污染狀況亦一併追蹤調查，其結果示於表六、表七中。由數據觀之，東港溪之水質六種金屬含量皆在安全限量之內，尚無污染之虞。不過在東港溪沿岸有許多家養豬場，由於豬飼料含有高達 $100\sim 245\text{ppm}$ 之銅，其排放之廢水銅含量有時高達 40ppb ，長久累積必定污染水源宜及早防治。

(四)飼料之重金屬含量分析

由於養殖飼料中之重金屬含量多寡與魚貝類水產品中之重金屬含量，互相有密切的關係，針對蝦、鰻、魚料等水產飼料及豬飼料中之重金屬含量，做一分析調查，其結果示於表八。由數據顯示豬飼料中銅含量較高，範圍差異亦大，在 $100\sim 245 \mu\text{g}/\text{g}$ 間。水產飼料則僅在 $<5\sim 73.2 \mu\text{g}/\text{g}$ 間。其餘銻、鉛、鎳、鎘等含量，則二者含量均相當接近，差異不大。

四、結 論

1. 本年度調查大鵬灣水域重金屬含量，水域中銅含量介於2.5~5.9ppb之間，遠低於台灣區海域水質標準規定值20ppb，顯示大鵬灣水域近年來並未受到銅之嚴重污染。
2. 大鵬灣中水域之鋅含量變化很大介於2.5~172.6ppb之間，遠較73年調查所得之範圍3.0~32.6ppb為高，其在四、五月間之值曾高達100ppb以上，遠超過海域水質標準規定值40ppb，顯示大鵬灣近來有受到鋅污染之虞。
3. 大鵬灣水域養殖之牡蠣其銅含量介於2.5~17.7ppm之間，較新竹、彰化、雲林、嘉義地區者為低。而鋅含量則介於40~100.5ppm之間。
4. 東港溪上、下游水域中重金屬含量皆在安全限量內，唯沿岸之養豬場所排放之廢水其銅含量則高達40ppb，頗有污染水質之虞。

參考文獻

1. Phillips. D.J. (1979). The rock oyster *Saccostrea Glomerata* as an indicator of trace metal in Hongkong. *Mar. Bio.*, 53:353 - 360.
2. Walting, H.R. and R.J. Walting (1976). Trace metal in oyster from Kuysna estuary. *Mar. Pollu. Bull.* 7(3):45 - 48
3. "海水中鎘、鉻、銅、鐵、錳、鎳、鉛、鋅檢驗法(草案)APDC整合原子吸收光譜法"行政院衛生署環境保護局。
4. "水體分類及水質標準"行政院衛生署發佈(1985.9)
5. 張嵩林、李澤民、劉志仁、易國楨。(1987). 台灣西南沿海養殖區水質監

視先驅計劃。農委會漁業特刊第三號 P1~15.

6. 白書禎、龔國慶1980水污染影響魚產品品質調查(一)期末報告。

表一、大鵬灣水域重金屬含量調查

時 間	採樣數(n)	平均值(μ g/l)	
		Cu	Zn
79年 7月	8	< 2.5	< 2.5
8月	8	< 2.5	< 2.5
9月	10	4.7	15.0
10月	9	< 2.5	22.1
11月	-	-	-
12月	9	5.6	72.4
80年 1月	8	5.9	25.5
2月	8	< 2.5	58.6
3月	18	3.2	14.2
4月	9	3.8	172.6
5月	8	3.6	103.5
6月	9	5.2	20.2

表二、大鵬灣各定點水域重金屬含量

採樣點		崎 峰	空軍基地	溝子口	塹子腳	出海口	
採樣數(n)		22	21	21	21	19	
重	Cu	範圍	2.5- 14.6	2.5 - 9.8	2.5- 6.8	2.5- 5.8	2.5- 4.6
		平均值	6.1	3.4	2.8	2.0	1.7
金	Zn	範圍	2.5- 600	2.5- 173.6	2.5- 116.7	2.5- 56.6	2.5- 41.4
		平均值	103.4	35.2	29.3	20.5	23.7
屬	Pb	範圍	2.5- 28.3	2.5- 9.7	2.5- 8.4	2.5- 4.1	2.5- 13.6
		平均值	5.8	2.3	1.6	0.5	1.8
含	Hg	平均值	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
	Cd	平均值	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5
量 (μg / 1)							

表三、大鵬灣水質之鹽度、導電度、PH值

採樣點	鹽度(%)	導電度(mv/cm)	PH
崎 峰	11.6 - 31.8	40.9 - 57.1	7.6 - 7.8
空軍基地	12.9 - 30.4	45.2 - 58.5	7.5 - 8.0
溝子口	19.9 - 34.5	38.5 - 58.7	7.7 - 8.4
溫子腳	18.7 - 34.6	44.9 - 58.9	7.8 - 8.3
出海口	24.1 - 34.6	50.8 - 58.6	8.0 - 8.3

表四、大鵬灣蚵體之重金屬含量調查

採樣時間	重 金 屬 含 量($\mu\text{g/g}$)					
	Cu	Zn	Ni	Pb	Hg	C d
79年 7月	2.5	40.0	< 1.0	< 2.0	< 0.02	< 1.0
8月	17.6	85.3	< 1.0	< 2.0	< 0.02	< 1.0
9月	13.4	83.1	< 1.0	< 2.0	< 0.02	< 1.0
10月	10.2	73.5	< 1.0	< 2.0	< 0.02	< 1.0
11月	-	-	-	-	-	-
12月	14.7	95.7	< 1.0	< 2.0	< 0.02	< 1.0
80年 1月	17.7	100.5	< 1.0	< 2.0	< 0.02	< 1.0
2月	9.3	94.7	< 1.0	< 2.0	< 0.02	< 1.0
3月	8.3	95.2	< 1.0	< 2.0	< 0.02	< 1.0
4月	3.8	72.2	< 1.0	< 2.0	< 0.02	< 1.0
5月	4.2	45.4	< 1.0	< 2.0	< 0.02	< 1.0
6月	12.5	64.0	< 1.0	< 2.0	< 0.02	< 1.0

表五、比較大鵬灣與雲嘉地區之蚵體重金屬含量

蚵體產區	採樣數(n)	重金屬含量 (ug/g)					
		Cu	Zn	Ni	Pb	Hg	Cd
大鵬灣	36	11.5	80.5	< 1.0	< 2.0	< 0.02	< 1.0
三條崙、五條港	15	31.7	101.7	< 1.0	< 2.0		< 1.0

表六、東港上游水域之重金屬含量調查

採樣點	重金屬含量 ($\mu\text{g/l}$)					
	Cu	Zn	Ni	Pb	Hg	Cd
成德橋	6.4-8.1	15.4-25.0	<2.5-3.2	2.5-8.6	< 2.0	< 2.5
佳林橋	4.0-11.1	6.6-20.7	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.5
萬巒橋	2.8-4.6	9.1-13.8	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.5
潮州三共里	< 2.5	8.5-11.6	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.5
五魁橋	5.1-8.0	7.9-15.9	< 2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.5
大湖橋	4.7-5.7	7.1-9.7	4.9-6.7	< 2.5	< 2.0	< 2.5

表七、東港溪大游水域之重金屬含量調查

採樣點	重 金 屬 含 量 ($\mu\text{g/l}$)					
	Cu	Zn	Ni	Pb	Hg	Cd
東 港	3.9-5.1	<2.5-12.1	<2.5-2.8	< 2.5	< 2.0	< 2.5
興東里	<2.5-12.3	<2.5-32.3	<2.5-4.3	< 2.5	< 2.0	< 2.5
南龍村	3.2-4.0	<2.5-46.7	<2.5	< 2.5	< 2.0	< 2.5
港東橋	3.9-7.0	<2.5-22.1	<2.5-3.0	< 2.5	< 2.0	< 2.5
港西自來水閘	3.4-7.7	<2.5-30.2	<2.5-9.8	< 2.5	< 2.0	< 2.5
港西雞場	3.4-8.8	<2.5-28.3	<2.5-5.1	< 2.5	< 2.0	< 2.5

表八、水產飼料及豬飼料之重金屬含量調查

採樣點	採樣數(n)	重 金 屬 含 量 ($\mu\text{g/g}$)				
		Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
蝦飼料	24	12.1-16.9	52.3-90.3	< 5	<5-8.6	<5-7.6
鰻飼料	10	<5-16.4	52.3-81.2	< 5	< 5	<5-6.1
魚飼料	15	8.7-73.2	47.0-91.6	< 5	< 5	< 5
豬飼料	15	100-245	60-145	< 5	< 5	< 5