

水污染影響漁產品品質調查

白書禎 龔國慶 陳宏瑜 詹淑媛

摘 要

本研究自b台灣西部沿岸各牡蠣養殖區，即香山、鹿港、芳苑、王功、五條港、三條崙、布袋七處採得牡蠣檢體415 個，分析每一檢體中其含重金屬Cd，Cu，Zn之量，結果發現牡蠣含重金屬的濕重濃度平均為Cd $0.29 \mu\text{g/g}$ ，Cd $49.8 \mu\text{g/g}$ ，Zn $126.6 \mu\text{g/g}$ 但同一批牡蠣個體差異很大，可能與其體內卵巢之肥滿度有關不同月份所採樣本的測值差異也很大，且無明顯的規律，不過每一批牡蠣的含Cd和含Zn量之間有良好的相關性，除有明顯的異常外大致遵循 $[Zn] = 1.9 [Cu] + 20$ 線性分佈。

一、前言

台灣西部沿海的沙質海岸線，為本省極重要的養殖地區，養殖作物通常以貝類為大宗，每年經由人工養殖生產的牡蠣與文蛤，均直接供應民生食用所需，因此養殖貝類的安全監測工作十分重要，這項工作的導因主要係過去一二十年來台灣西海岸的重金屬污染十分嚴重，而貝類特別是牡蠣含重金屬過高的報導時有所聞，幾年前二仁溪口因廢五金工業任意排放含銅量極高的廢水，造成綠牡蠣事件，更引起社會大眾對海產品食用安全性的關注。

監測貝類受重金屬污染問題的目的，首先須知道的是其體內的累積量是否會造成人體健康的傷害，也就是這些養殖品可不可以吃，其次要研究的是，這些重金屬污染物的來源為何？累積的路徑為何？以及與環境背景的影響，最後，當貝類和累積重金屬之關係逐步瞭解後，才能嘗試解決方案，以確保此類產品的品質安全。

當然，一牽涉到自然界的污染，影響環境的變因太多了，不可能立即通盤解決，較可行的方案是由各學門合作，按規劃逐步探討，過去我國在此方面的研究起步很早，成果相當多，從民國六十二年追查台灣西南沿海貝類大量死亡原因開始（鄭森雄等1975），到七十年代的貝類監測計劃(Mussel Watch, 洪楚璋等1980, 1982) 先後都提供了相當多的背景資料，從文獻中雖已確知重金屬和貝類累積的相關性，但因各生物種不同以及生物個體差異太大，吾人對於污染的判定或敘述，仍然十分籠統。

農委會過去六年資助漁產品的監測計劃中，除了對不同水產品作更廣泛的調查外，也涵蓋一些由飼料含重金屬所衍生出來的問題，從推斷的初步結果來看，重金屬監測工作不但重要而且刻不容緩，然而應該由那一種養殖生物作為長期監測的目標呢？本研究自去年起決定以牡蠣為指標生物，原因不外乎牡蠣為最常見的養殖作物，其重金屬累積現象也最明顯，但由過去經驗得知監測牡蠣也有困難，舉例來說，在同一環境下生長的牡蠣群中，累積重金屬的含量個體差異可能大到難以想像的地步，令人無法從數據判斷其污染，更何況過去文

獻中的分析方法不能統一，因此從新檢討分析方法和尋找較明顯的相對因子實屬必要，對於後者，依據國外學者的研究成果及洪楚璋等的研究報告肯定牡蠣中各重金屬間有相關性，特別是Cu和Zn之間的比值，幾乎均呈良好的線性正相關，這種相關性可能說明了此二元素在進入牡蠣體中的路徑和生理特性有相似之處，銅是目前最受注意的污染元素，和鋅之間有如此顯的相關性，的確耐人尋味，因此去年計劃中特別選定了這個項目來做，雖然還不能期待有什麼驚人的發現，至少從各地區牡蠣體中的銅鋅比，應對後續的研究很有幫助，在元素的選擇上，除上述兩元素外，還有Cd也在監測項目中，至於Pb和Hg，以過去資料看此二元素在貝類體中含量很低，所以一般儀器之感測度不易測得準，因此並未列入，其它元素和Fe，Mn，Ni，等，毒性較低，也不在本年度探討範圍內。

二、材料與方法

(一)採樣與消化處理

牡蠣係於民國八十年一、三、五月在各養殖區取得，大部份樣本是現場剝殼取肉，如無生鮮牡蠣則購買已剝殼之檢體，每一處取大約以20顆為一批，雖然購置的每一批牡蠣並不足以顯示其地域代表性，但，至少可判斷此批牡蠣係來自同一產地，樣本攜回實驗後，先以蒸餾水沖去鹽份，瀝去多餘水份，再分別置於 Pyrex長頸燒杯中秤重 (Wet weight)，部份則於秤重後放入130°C烘箱中24小時，再秤其乾重(Dry weight)，多次經驗顯示牡蠣之濕乾重比大約為 5:1，含水率80-85%。

本文所用分析牡蠣中重金屬的方法，係將每一個體以濕式消化成水溶液，再以茲曼效應原子吸光儀測定之，其步驟如下，每一牡蠣放入長頸瓶加入 3ml之濃硝酸，再置入85°C之水溶槽中消化四小時以上，俟溶液呈澄清之橘黃色，將其定容至10ml，再以Whatman GF/C濾紙濾去不溶的殘渣，置於聚丙烯質(PP)的有蓋試管中。

(二)定量方法

分析牡蠣重金屬最大的困難莫過於如何去定量了，因為每一個牡蠣消化後溶液中含大量的酸，且含消化後的基質，因此，每一個樣本的基質成份都不一樣，造成原子吸光測定時的干擾，這種干擾主要是對檢量標準曲線斜率的改變，所以無論是用蒸餾水或相近基質配製標溶液，都不能算出樣本中真正的濃度，理論上，這種因基質差異所造成的干擾，是可以逐個添加法予以消除的，也就是，將每一個牡蠣的消化液分取部份出來，加入已知量的重金屬，由吸光值差算出每一樣本自己的添加斜率，不過在執行大量測定時很困難的，因為，樣本中的濃度是未知數，到底需添加多少量很難拿捏的準，更何況，添加小體積的標準溶液，操作誤差很大，為了能掌握更準確的數據，本文事先入了定量方面的比較探討，發現最可行的辦法是任取10~20個牡蠣消化後稀釋到適當濃度(鎘分析不稀釋，銅分析稀釋20倍，鋅分析稀釋200倍)，分取 5ml添加以知量的重金屬(Cd,Cu,Zn)求得平均之檢量斜率，再以此斜率計算其餘樣本的濃度。

三、結果與討論

本研究一共分析了415個牡蠣檢體，所有數據均列於表2-表22中，為了方便起見下面將各元素的測定結果分開討論，並以圖形輔助說明之。

(一)牡蠣含鎘量之分析：

本研究於1991年共採樣四次，分別為一月、三月、四月、五月、測出的牡蠣含重金屬濃度圖形說明之，Fig 2 為一月在香山等七地得到的濃度趨勢，大致的範圍自0.2-0.6 $\mu\text{g/g}$ 濕重，值得注意的是每一批(約20顆)牡蠣的濃度十分相似，可以大致看出些許地域性的趨勢，Fig 3 中三月份五地的牡蠣 Cd 含量大致在0.1-0.3 $\mu\text{g/g}$ 之間，其中芳苑較高，三條崙較低，Fig 4 四月份的濃度在 0.2-0.6 $\mu\text{g/g}$ 之間，仍然以芳苑較高，而五月份Fig 5六地的濃度普遍降低在0.1-0.3 $\mu\text{g/g}$ 之間，總體而言如果把各月份的濃度圖疊在一起(如Fig 6)，則不難發現所有415個樣本的濃度，

90%在 $0.1-0.5 \mu\text{g/g}$ 之間，總平均在 $0.3 \mu\text{g/g}$ ，雖然略可辨別出有因地點和季節不同的差別，但此差別尚不足以作出明確的結論，亦既目前僅可確定台灣西部牡蠣Cd含量大致在 $0.3 \pm 0.1 \mu\text{g/g wet weight}$ 範圍內，此數值大致和洪楚璋等人(1982)龔國慶等人(1989)所作報導大致相等，顯示台灣地區的牡蠣含鎘量相當平均，並未有受到污染的特殊跡象。

鎘含量與體重之關係

在 415個樣本中，值得一提的現象是當牡蠣體重愈重，Cd濃度有下降的趨勢，這一點可由Fig 7看出體重3克左右的牡蠣濃度平均為 $0.3 \mu\text{g/g}$ 但5-8g的牡蠣濃度，則降為 $0.2 \mu\text{g/g}$ ，10g以上的大牡蠣只有 $0.1 \mu\text{g/g}$ ，根據洪楚璋等人(1982)的解釋，牡蠣卵巢在肥滿時，含Cd濃度降低是因為其生殖器官含Cd量不高之故，排卵後濃度即會增加，本研究現象大致和此種說法相符。

(二)牡蠣銅含量之分析

牡蠣中含銅量和含鎘量最大不同的趨勢是同一批樣本中變化極大，以一月份香山的牡蠣為例(Fig 8)，同一批中體重相若但含Cu濃度最低 $63 \mu\text{g/g}$ ，最高 $184 \mu\text{g/g}$ ，平均 $108 \pm 30 \mu\text{g/g}$ 雖然如此，我們仍可看出香山地區牡蠣較其他五處(鹿港 $22 \pm 7 \mu\text{g/g}$ ，芳苑 $34 \pm 17 \mu\text{g/g}$ ，王公 $45 \pm 20 \mu\text{g/g}$ ，五條港 $49 \pm 36 \mu\text{g/g}$ ，三條崙 $43 \pm 11 \mu\text{g/g}$ ，高出甚多，三月份樣本析的結果(Fig 9)，芳苑，王公兩地的銅濃度比一月高，分別為 75 ± 27 和 $109 \pm 23 \mu\text{g/g}$ ，但三條崙處則十分低，僅 $7 \pm 3 \mu\text{g/g}$ (此批20顆牡蠣平均濕重為4.5g)，四月份Fig 10的情形是五條港，三條崙兩地濃度較低，平均不超過 $20 \mu\text{g/g}$ ，而王公以北則超過 $60 \mu\text{g/g}$ ，五月份(Fig 11)，除香山地區外(平均 $70 \mu\text{g/g}$)，芳苑、王公、五條港，三條崙四處濃度均低於 $30 \mu\text{g/g}$ ，若將四月份的結果縱合來看，如(Fig 12)，可發現銅濃度的分布範圍極廣，各體差異，地區差異和季節差異均大。

銅濃度與體重的關係

雖然牡蠣的銅濃度變化很大，我們仍可發現其與牡蠣體重之間，有一可辨別的，亦既，越大顆牡蠣的銅濃度似乎比小顆牡蠣的濃度為低，(見Fig 13)，這個趨勢和其Cd含量有點相似。

銅濃度與鎘濃度的關係：

同一顆牡蠣中含銅及含鎘量之間是否有相關？從Fig 14的圖形看，銅和鎘之間的關係並不明顯，分批計算相關係數通常均在0.2以下。

(三)牡蠣鋅含量之分析：

牡蠣中含鋅的濃度，通常要比Cd、Cu高出甚多，本文中在各月份所採七處牡蠣的測值請參圖15、16、17、18，其濃度範圍最高可達 $860 \mu\text{g/g}$ ，此異常值發生在四月份鹿港的樣本中，該批標本(19顆牡蠣)的平均值高達 $458 \pm 16 \mu\text{g/g}$ ，原因不明，只知此批牡蠣的平均體均極小(僅 1.43 ± 0.33)，除此之外，其餘各地各月份的趨勢和銅含量的測值相似，除鹿港外以香山之平均值較高($150.6 \mu\text{g/g}$)，其餘各地的平均值在 $61.6-126.1 \mu\text{g/g}$ 範圍內。

鋅含量與體重之關係

牡蠣體中的鋅濃度和體重之間的關係可從Fig 20看出大概，大部份樣本的體重介於3-5g之間，濃度平均為 $120-130 \mu\text{g/g}$ ，但凡是極高的測值都發生在小牡蠣(體重小於2g)而所有大牡蠣的濃度均不超過 $100 \mu\text{g/g}$ ，這個趨勢說明當牡蠣肥滿時，體內大部份的體重的確多半是卵巢，重金屬濃度較低。

鋅與銅之間的相關性

分析這一批牡蠣最值得注意的一點，便是鋅與銅兩元素間的濃度比從415

個樣本的相關圖(Fig 21)可看出，幾乎有90%以上的點，均在 $[Zn]=1.9[Cu]+80$ 和 $[Zn]=1.9[Cu]-40$ 的範圍內，以統計來看[Zn]與[Cu]關係之斜率，大致為2，亦即除了特殊情形(如單一元素污染等)， $d[Zn]/d[Cu]=2$ 大概可以代表一個平均的值。

四、結 論

由本年度計劃在台灣西部七處四月份所採的 415顆牡蠣分析，加上過去文獻報導和上年度計劃的結果，可以歸納出一些現象：

1. 牡蠣對Cd, Cu, Zn的累積作用的確可以作為差距背景是否受重金屬污染的指標，但是因為個體差異性極大，每一批牡蠣即使在相同環境下，單獨個體的重金屬的濃度亦可能不同，隨機採樣所得之平均值有很大的標準偏差，實不能根據有限數量的分析結果遽下結論，亦即，除非濃度非常高，否則很難判定是否受到污染。
2. 在本研究所測的樣本中，體重愈高的個體，含重金屬的淨量也愈高，但濃度則有降低的趨勢，此種現象和卵巢肥滿度有密切關係，但過去報導中，也曾發現，體重愈重濃度愈高的情形(龔國慶等1989)顯示若其生長環境受到污染時，體內累積作用和卵巢肥滿度機制不同。
3. 同一批牡蠣中的金屬濃度十分相近，但Cu, Cn濃度相差很大，顯示後兩元素在累積過程中與鎘不同。
4. 牡蠣體中含Zn及Cu之相關性等穩定，除非有特殊原因， $d[Zn]/d[Cu]$ 大約為2左右，當用一批牡蠣所測得 $d[Zn]/d[Cu]$ 不為2時，不能據以判斷是因受到污染，還須從濃度範圍，樣本數量，以及環境背景中的其他因素來考量。
5. 本研究採得的415顆牡蠣平均重金屬濃度為Cd $0.29 \mu g/g$ ，Cu $49.8 \mu g/g$ ，Zn $126.6 \mu g/g$ 由食用安全的角度觀之，並無異狀。

Table 1

Sampling date and numbers for oysters analyzed in this study

Code Area	Sampling date (all in 1991)				
	Jan-17	Mar-07	Apr-16	May-13	Total
A Hsiangshan	20	0	20	20	60
A Lukang	19	0	20	0	39
A Funyuan	19	20	12	20	71
A Wongkung	19	20	14	20	73
A Wutiaokang	19	20	18	20	77
A Santiaolun	19	20	20	18	77
A Pudai	0	18	0	0	18
Total	115	98	104	98	415

Table 2
 Analysis of Cd in oysters collected at Hsianshan

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)
	3.83	0.39	-	-	1.12	0.26	3.48	0.10
	3.37	0.35	-	-	1.32	0.25	3.27	0.16
	3.58	0.33	-	-	0.74	0.57	3.73	0.13
	2.97	0.39	-	-	0.65	0.28	4.63	0.15
	3.36	0.35	-	-	1.17	0.28	4.49	0.20
	3.58	0.34	-	-	1.19	0.37	3.58	0.12
	3.35	0.34	-	-	1.55	0.33	4.34	0.13
	3.47	0.33	-	-	1.24	0.30	4.84	0.11
	3.52	0.35	-	-	1.06	0.33	4.24	0.14
	3.00	0.42	-	-	1.00	0.24	3.04	0.14
	3.14	0.40	-	-	1.42	0.21	4.68	0.13
	3.37	0.50	-	-	1.90	0.28	3.54	0.14
	3.33	0.36	-	-	1.48	0.27	3.52	0.17
	3.44	0.38	-	-	1.22	0.38	2.95	0.15
	3.46	0.36	-	-	1.00	0.16	4.23	0.17
	3.33	0.39	-	-	1.16	0.28	2.90	0.16
	3.96	0.35	-	-	1.14	0.32	3.98	0.17
	3.22	0.34	-	-	1.77	0.26	3.97	0.15
	2.96	0.40	-	-	1.59	0.27	3.14	0.12
	3.42	0.37	-	-	1.54	0.30	3.67	0.14
Mean	3.38	0.371			1.213	0.296	3.811	0.143
SD	0.24	0.037			0.302	0.079	0.587	0.023
RSD	7.4%	10.2%			24.9%	26.6%	15.4%	16.0%
n	20	20			20	20	20	20
Max	3.96	0.495			1.9	0.569	4.84	0.197
Min	2.96	0.331			0.65	0.164	2.9	0.103

Table 3
 Analysis of Cu in oysters collected at Hsianshan

Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13		
Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	
3.83	108.2	-	-	1.12	9.4	3.48	56.4	
3.37	83.9	-	-	1.32	133.0	3.27	57.0	
3.58	109.2	-	-	0.74	59.7	3.73	47.1	
2.97	172.0	-	-	0.65	48.7	4.63	79.8	
3.36	106.6	-	-	1.17	74.6	4.49	90.3	
3.58	87.6	-	-	1.19	67.7	3.58	72.0	
3.35	103.4	-	-	1.55	102.8	4.34	68.3	
3.47	139.9	-	-	1.24	54.2	4.84	68.7	
3.52	184.7	-	-	1.06	58.8	4.24	78.4	
3.00	117.0	-	-	1.00	85.4	3.04	72.0	
3.14	130.3	-	-	1.42	61.5	4.68	52.5	
3.37	137.3	-	-	1.90	54.0	3.54	81.4	
3.33	85.2	-	-	1.48	89.5	3.52	50.3	
3.44	84.3	-	-	1.22	130.6	2.95	30.9	
3.46	90.6	-	-	1.00	78.7	4.23	137.9	
3.33	63.3	-	-	1.16	146.4	2.90	28.3	
3.96	93.2	-	-	1.14	101.0	3.98	34.2	
3.22	106.4	-	-	0.77	56.1	3.97	90.6	
2.96	73.7	-	-	1.59	58.5	3.14	38.7	
3.42	93.8	-	-	1.54	69.2	3.67	58.4	
Mean	3.383	108.53	-	-	1.213	77.00	3.811	64.66
SD	0.248	30.349	-	-	0.302	32.03	0.587	24.91
RSD	7.4%	28.0%	-	-	24.9%	41.6%	15.4%	38.5%
n	20	20	-	-	20	20	20	20
Max	3.96	184.65	-	-	1.9	146.4	4.84	137.8
Min	2.96	63.336	-	-	0.65	9.425	2.9	28.32

Table 4
 Analysis of Zn in oysters collected at Hsianshan

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)
	3.83	167.5	-	-	1.12	51.4	3.48	128.9
	3.37	177.8	-	-	1.32	147.6	3.27	120.2
	3.58	252.2	-	-	0.74	85.7	3.73	114.6
	2.97	253.4	-	-	0.65	44.8	4.63	206.8
	3.36	299.8	-	-	1.17	85.2	4.49	219.0
	3.58	173.7	-	-	1.19	63.6	3.58	135.8
	3.35	195.1	-	-	1.55	141.5	4.34	141.0
	3.47	263.3	-	-	1.24	96.0	4.84	128.0
	3.52	373.5	-	-	1.06	109.9	4.24	166.3
	3.00	216.5	-	-	1.00	107.4	3.04	156.9
	3.14	225.8	-	-	1.42	99.8	4.68	131.7
	3.37	295.0	-	-	1.90	114.1	3.54	167.9
	3.33	189.1	-	-	1.48	122.0	3.52	111.0
	3.44	153.5	-	-	1.22	93.4	2.95	89.9
	3.46	142.3	-	-	1.00	124.3	4.23	252.0
	3.33	139.5	-	-	1.16	171.3	2.90	79.8
	3.96	195.4	-	-	1.14	102.7	3.98	96.6
	3.22	171.0	-	-	0.77	73.1	3.97	202.5
	2.96	153.0	-	-	1.59	114.4	3.14	98.2
	3.42	149.4	-	-	1.54	98.8	3.67	129.9
Mean	3.383	205.83	-	-	1.213	102.3	3.811	143.8
SD	0.248	57.888	-	-	0.302	30.44	0.587	45.13
RSD	7.4%	28.1%	-	-	24.9%	29.7%	15.4%	31.4%
n	20	20	-	-	20	20	20	20
Max	3.96	373.53	-	-	1.9	171.2	4.84	251.9
Min	2.96	139.54	-	-	0.65	44.80	2.9	79.78

Table 5
 Analysis of Cd in oysters collected at Lukang

Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)
5.25	0.24	-	-	1.64	0.31	-	-
3.62	0.25	-	-	0.73	0.50	-	-
3.15	0.28	-	-	1.89	0.38	-	-
2.97	0.24	-	-	1.20	0.32	-	-
2.90	0.23	-	-	1.09	0.34	-	-
5.92	0.19	-	-	0.81	0.48	-	-
5.37	0.22	-	-	1.87	0.40	-	-
3.46	0.26	-	-	1.69	0.51	-	-
3.50	0.21	-	-	1.42	0.25	-	-
3.59	0.23	-	-	1.44	0.43	-	-
4.06	0.18	-	-	1.36	0.31	-	-
4.35	0.26	-	-	1.04	0.30	-	-
4.88	0.24	-	-	1.64	0.39	-	-
4.70	0.18	-	-	1.67	0.26	-	-
3.03	0.14	-	-	1.96	0.23	-	-
4.68	0.17	-	-	1.49	0.49	-	-
4.95	0.21	-	-	1.22	0.33	-	-
3.13	0.23	-	-	1.48	0.30	-	-
6.02	0.19	-	-	1.64	0.27	-	-
				1.44	0.55		
Mean	4.18	0.217	-	1.436	0.367	-	-
SD	0.99	0.035	-	0.331	0.094	-	-
RSD	23.8%	16.2%	-	23.1%	25.7%	-	-
n	19	19	-	20	20	-	-
Max	6.02	0.280	-	1.96	0.547	-	-
Min	2.9	0.136	-	0.73	0.233	-	-

Table 6
 Analysis of Cd in oysters collected at Lukang

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)
	5.25	24.8	-	-	1.64	95.4	-	-
	3.62	29.1	-	-	0.73	69.7	-	-
	3.15	26.0	-	-	1.89	67.5	-	-
	2.97	15.3	-	-	1.20	82.4	-	-
	2.90	14.1	-	-	1.09	81.0	-	-
	5.92	19.0	-	-	0.81	32.0	-	-
	5.37	40.0	-	-	1.87	69.3	-	-
	3.46	21.3	-	-	1.69	178.3	-	-
	3.50	26.0	-	-	1.42	90.6	-	-
	3.59	13.7	-	-	1.44	57.3	-	-
	4.06	17.7	-	-	1.36	167.2	-	-
	4.35	21.9	-	-	1.04	100.6	-	-
	4.88	14.0	-	-	1.64	103.0	-	-
	4.70	12.6	-	-	1.67	112.6	-	-
	3.03	22.5	-	-	1.96	85.7	-	-
	4.68	26.6	-	-	1.49	115.3	-	-
	4.95	32.9	-	-	1.22	85.7	-	-
	3.13	16.3	-	-	1.48	70.7	-	-
	6.02	25.8	-	-	1.64	79.0	-	-
					1.44	61.3		
Mean	4.185	22.076	-	-	1.436	90.22	-	-
SD	0.996	7.0976	-	-	0.331	33.54	-	-
RSD	23.8%	32.2%	-	-	23.1%	37.2%	-	-
n	19	19	-	-	20	20	-	-
Max	6.02	39.952	-	-	1.96	178.3	-	-
Min	2.9	12.572	-	-	0.73	31.98	-	-

Table 7
 Analysis of Zn in oysters collected at Lukang

Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)
5.25	63.9	-	-	1.64	453.0	-	-
3.62	68.9	-	-	0.73	289.9	-	-
3.15	90.5	-	-	1.89	390.3	-	-
2.97	53.3	-	-	1.20	437.9	-	-
2.90	43.7	-	-	1.09	419.2	-	-
5.92	52.4	-	-	0.81	250.9	-	-
5.37	95.4	-	-	1.87	616.7	-	-
3.46	62.2	-	-	1.69	637.2	-	-
3.50	63.4	-	-	1.42	400.6	-	-
3.59	52.6	-	-	1.44	271.4	-	-
4.06	62.4	-	-	1.36	863.7	-	-
4.35	59.5	-	-	1.04	551.3	-	-
4.88	47.1	-	-	1.64	375.3	-	-
4.70	48.0	-	-	1.67	546.0	-	-
3.03	49.7	-	-	1.96	466.2	-	-
4.68	72.2	-	-	1.49	690.1	-	-
4.95	102.1	-	-	1.22	655.1	-	-
3.13	46.8	-	-	1.48	267.6	-	-
6.02	79.6	-	-	1.64	254.5	-	-
				1.44	322.2	-	-
Mean	4.185	63.881	-	1.436	457.9	-	-
SD	0.996	16.760	-	0.331	165.8	-	-
RSD	23.8%	26.2%	-	23.1%	36.2%	-	-
n	19	19	-	20	20	-	-
Max	6.02	102.14	-	1.96	863.6	-	-
Min	2.9	43.700	-	0.73	250.8	-	-

Table 8
 Analysis of Cd in oysters collected at Funyuan

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)
	4.39	0.33	3.10	0.47	3.78	0.22	6.23	0.19
	3.45	0.28	2.21	0.39	2.57	0.67	4.60	0.23
	3.94	0.27	2.86	0.36	2.36	0.50	5.28	0.16
	3.65	0.22	3.43	0.52	2.36	0.73	5.25	0.20
	4.58	0.35	2.22	0.33	3.17	0.39	3.45	0.23
	5.29	0.23	2.63	0.39	2.25	0.55	3.87	0.25
	3.89	0.22	3.16	0.33	2.47	0.53	6.06	0.17
	4.33	0.27	2.37	0.39	2.31	0.64	5.68	0.19
	4.43	0.27	3.11	0.46	4.10	0.63	4.29	0.17
	2.52	0.35	2.97	0.38	2.69	0.57	5.89	0.19
	2.91	0.39	2.55	0.40	3.66	0.65	7.90	0.18
	3.77	0.26	2.45	0.44	3.18	0.58	3.92	0.19
	3.15	0.32	2.36	0.38			3.41	0.23
	2.79	0.55	2.97	0.51			3.44	0.27
	2.88	0.25	2.43	0.37			4.23	0.22
	3.96	0.17	2.47	0.43			4.25	0.26
	4.54	0.29	2.35	0.40			3.54	0.27
	5.70	0.19	2.45	0.45			2.91	0.15
	3.66	0.22	2.45	0.39			3.28	0.25
			2.82	0.37			4.31	0.23
Mean	3.88	0.285	2.668	0.407	2.908	0.555	4.589	0.211
SD	0.82	0.083	0.346	0.051	0.621	0.132	1.237	0.035
RSD	21.1%	29.3%	13.0%	12.7%	21.4%	23.9%	27.0%	16.9%
n	19	19	20	20	12	12	20	20
Max	5.7	0.546	3.43	0.517	4.1	0.730	7.9	0.271
Min	2.52	0.165	2.21	0.325	2.25	0.128	2.91	0.152

Table 9
 Analysis of Cu in oysters collected at Funyuan

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)
	4.39	49.1	3.10	84.0	3.78	3.0	6.23	33.3
	3.45	29.2	2.21	106.1	2.57	78.8	4.60	29.3
	3.94	37.4	2.86	59.4	2.36	67.9	5.28	17.3
	3.65	31.9	3.43	68.7	2.36	122.0	5.25	34.0
	4.58	24.7	2.22	133.3	3.17	40.0	3.45	21.2
	5.29	13.0	2.63	74.0	2.25	58.9	3.87	23.6
	3.89	20.6	3.16	50.6	2.47	8.2	6.06	15.3
	4.33	23.1	2.37	77.5	2.31	57.7	5.68	16.9
	4.43	37.4	3.11	47.6	4.10	99.2	4.29	10.3
	2.52	33.9	2.97	43.4	2.69	77.1	5.89	16.7
	2.91	80.6	2.55	52.0	3.66	78.1	7.90	32.2
	3.77	45.0	2.45	76.1	3.18	78.5	3.92	18.8
	3.15	58.8	2.36	33.4			3.41	19.4
	2.79	49.4	2.97	135.2			3.44	13.5
	2.88	15.3	2.43	62.7			4.23	27.9
	3.96	11.8	2.47	55.5			4.25	17.7
	4.54	19.9	2.35	80.2			3.54	25.1
	5.70	25.1	2.45	81.4			2.91	15.4
	3.66	43.3	2.45	75.2			3.28	28.1
			2.82	112.7			4.31	26.1
Mean	3.885	34.187	2.668	75.44	2.908	64.11	4.589	22.10
SD	0.821	16.950	0.346	27.36	0.621	32.78	1.237	6.862
RSD	21.1%	49.6%	13.0%	36.3%	21.4%	51.1%	27.0%	31.1%
n	19	19	20	20	12	12	20	20
Max	5.7	80.578	3.43	135.1	4.1	121.9	7.9	34.03
Min	2.52	11.755	2.21	33.43	2.25	3.046	2.91	10.28

Table 10
 Analysis of Zn in oysters collected at Funyuan

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)
	4.39	79.2	3.10	163.2	3.78	2.1	6.23	54.8
	3.45	173.0	2.21	198.6	2.57	127.7	4.60	57.1
	3.94	78.8	2.86	120.5	2.36	97.1	5.28	42.9
	3.65	138.4	3.43	130.6	2.36	231.4	5.25	62.9
	4.58	86.1	2.22	248.4	3.17	53.7	3.45	48.7
	5.29	86.6	2.63	159.1	2.25	53.2	3.87	38.5
	3.89	70.2	3.16	130.3	2.47	38.3	6.06	35.1
	4.33	101.5	2.37	164.1	2.31	65.3	5.68	40.0
	4.43	80.9	3.11	131.3	4.10	176.1	4.29	33.8
	2.52	228.4	2.97	116.8	2.69	89.7	5.89	36.9
	2.91	94.8	2.55	129.3	3.66	106.6	7.90	52.2
	3.77	156.6	2.45	157.3	3.18	100.1	3.92	44.0
	3.15	169.2	2.36	128.2			3.41	40.3
	2.79	193.9	2.97	228.6			3.44	38.8
	2.88	180.8	2.43	180.2			4.23	38.0
	3.96	50.8	2.47	110.5			4.25	38.2
	4.54	84.2	2.35	177.6			3.54	45.0
	5.70	78.1	2.45	170.8			2.91	36.4
	3.66	101.9	2.45	174.0			3.28	45.0
			2.82	182.3			4.31	59.5
Mean	3.885	117.51	2.668	160.0	2.908	92.57	4.589	44.39
SD	0.821	49.394	0.346	36.04	0.621	55.94	1.237	8.435
RSD	21.1%	42.0%	13.0%	22.5%	21.4%	60.4%	27.0%	19.0%
n	19	19	20	20	12	12	20	20
Max	5.7	228.41	3.43	248.4	4.1	231.4	7.9	62.89
Min	2.52	50.807	2.21	110.4	2.25	2.054	2.91	33.82

Table 11
 Analysis of Cd in oysters collected at Wongkung

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)
	2.57	0.34	3.26	0.23	2.98	0.41	6.80	0.14
	2.95	0.26	2.79	0.31	3.23	0.30	6.58	0.12
	2.74	0.45	3.42	0.26	4.50	0.37	7.39	0.18
	2.49	0.24	2.55	0.30	3.58	0.38	2.85	0.20
	2.38	0.60	2.86	0.32	3.12	0.28	6.81	0.16
	2.98	0.44	2.62	0.37	3.76	0.29	3.98	0.24
	2.92	0.31	3.15	0.30	3.26	0.33	3.24	0.17
	2.47	0.38	2.85	0.31	3.34	0.33	3.48	0.20
	2.94	0.27	2.84	0.35	2.76	0.33	7.44	0.11
	2.53	0.55	3.17	0.35	3.71	0.35	5.56	0.14
	2.57	0.58	3.37	0.32	3.43	0.35	3.51	0.14
	2.59	0.45	3.69	0.30	3.02	0.35	5.15	0.20
	2.35	0.51	3.01	0.27	2.88	0.27	7.96	0.16
	2.77	0.42	2.80	0.31	2.92	0.33	4.22	0.20
	2.96	0.41	2.71	0.30			8.46	0.19
	3.03	0.26	3.08	0.30			3.69	0.23
	3.17	0.36	2.94	0.34			6.65	0.20
	2.32	0.40	2.84	0.35			4.38	0.26
	2.62	0.39	3.00	0.38			3.03	0.21
			3.18	0.35			2.73	0.22
Mean	2.70	0.401	3.006	0.314	3.320	0.333	5.195	0.183
SD	0.25	0.105	0.279	0.035	0.442	0.036	1.853	0.039
RSD	9.3%	26.2%	9.3%	11.4%	13.3%	11.1%	35.7%	21.7%
n	19	19	20	20	14	14	20	20
Max	3.17	0.601	3.69	0.378	4.5	0.406	8.46	0.261
Min	2.32	0.241	2.55	0.233	2.76	0.273	2.73	0.109

Table 12
 Analysis of Cu in oysters collected at Wonkung

Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13		
Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	
2.57	58.4	3.26	67.2	2.98	93.4	6.80	15.8	
2.95	14.5	2.79	98.2	3.23	39.5	6.58	9.0	
2.74	40.5	3.42	95.3	4.50	86.8	7.39	17.2	
2.49	29.2	2.55	115.0	3.58	63.0	2.85	17.3	
2.38	62.3	2.86	137.5	3.12	28.3	6.81	24.6	
2.98	61.0	2.62	114.0	3.76	65.3	3.98	31.1	
2.92	50.4	3.15	104.4	3.26	69.2	3.24	16.2	
2.47	23.2	2.85	92.8	3.34	60.1	3.48	16.0	
2.94	28.2	2.84	92.1	2.76	61.9	7.44	11.9	
2.53	39.9	3.17	128.8	3.71	90.5	5.56	22.4	
2.57	68.3	3.37	138.2	3.43	71.3	3.51	13.0	
2.59	76.2	3.69	109.9	3.02	68.3	5.15	12.3	
2.35	76.6	3.01	88.3	2.88	39.7	7.96	19.0	
2.77	70.9	2.80	117.9	2.92	57.5	4.22	20.0	
2.96	20.6	2.71	78.9			8.46	30.1	
3.03	11.7	3.08	135.2			3.69	23.9	
3.17	37.6	2.94	147.3			6.65	34.0	
2.32	37.6	2.84	139.9			4.38	22.0	
2.62	44.8	3.00	103.2			3.03	11.3	
		3.18	75.0			2.73	23.7	
Mean	2.702	44.853	3.006	108.9	3.320	63.91	5.195	19.53
SD	0.251	20.164	0.279	22.85	0.442	18.35	1.853	6.757
RSD	9.3%	45.0%	9.3%	21.0%	13.3%	28.7%	35.7%	34.6%
n	19	19	20	20	14	14	20	20
Max	3.17	76.595	3.69	147.2	4.5	93.39	8.46	33.96
Min	2.32	11.701	2.55	67.24	2.76	28.29	2.73	9.014

Table 13
 Analysis of Zn in oysters collected at Wongkung

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet	[Zn]	Wet	[Zn]	Wet	[Zn]	Wet	[Zn]
	wt		wt		wt		wt	
	(g)	(ug/g)	(g)	(ug/g)	(g)	(ug/g)	(g)	(ug/g)
	2.57	169.5	3.26	148.9	2.98	138.5	6.80	29.9
	2.95	61.3	2.79	187.5	3.23	58.5	6.58	21.3
	2.74	137.3	3.42	158.6	4.50	138.2	7.39	32.7
	2.49	73.7	2.55	201.6	3.58	89.3	2.85	48.2
	2.38	168.6	2.86	277.9	3.12	65.3	6.81	44.3
	2.98	176.8	2.62	177.5	3.76	93.6	3.98	66.8
	2.92	141.5	3.15	225.6	3.26	156.0	3.24	34.1
	2.47	102.6	2.85	218.6	3.34	85.6	3.48	38.1
	2.94	85.3	2.84	199.8	2.76	105.7	7.44	27.7
	2.53	169.1	3.17	236.7	3.71	100.5	5.56	47.4
	2.57	217.3	3.37	265.2	3.43	137.2	3.51	30.8
	2.59	221.7	3.69	225.0	3.02	99.2	5.15	28.9
	2.35	294.4	3.01	172.3	2.88	78.4	7.96	43.8
	2.77	186.8	2.80	252.6	2.92	76.9	4.22	43.7
	2.96	88.8	2.71	162.8			8.46	73.3
	3.03	50.5	3.08	269.9			3.69	54.8
	3.17	133.7	2.94	220.1			6.65	63.0
	2.32	179.2	2.84	261.0			4.38	58.6
	2.62	135.0	3.00	217.6			3.03	29.0
			3.18	164.5			2.73	55.7
Mean	2.702	147.00	3.006	212.1	3.320	101.6	5.195	43.61
SD	0.251	60.194	0.279	39.25	0.442	28.96	1.853	14.31
RSD	9.3%	40.9%	9.3%	18.5%	13.3%	28.5%	35.7%	32.8%
n	19	19	20	20	14	14	20	20
Max	3.17	294.36	3.69	277.9	4.5	156.0	8.46	73.33
Min	2.32	50.539	2.55	148.9	2.76	58.50	2.73	21.33

Table 14
 Analysis of Cd in oysters collected at Wutiaokung

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)
	2.06	0.65	2.86	0.25	4.82	0.32	3.92	0.21
	2.74	0.44	2.25	0.27	4.35	0.40	3.37	0.22
	5.52	0.23	3.22	0.41	3.25	0.28	3.42	0.20
	3.36	0.24	2.43	0.21	3.54	0.31	2.55	0.14
	3.03	0.30	3.38	0.34	5.99	0.35	2.85	0.14
	4.04	0.19	3.68	0.31	3.09	0.35	1.64	0.16
	2.24	0.62	4.87	0.21	3.20	0.39	2.06	0.17
	2.87	0.46	4.22	0.25	2.84	0.34	2.56	0.22
	2.24	0.56	3.36	0.29	3.69	0.36	3.15	0.21
	2.73	0.36	3.48	0.21	4.06	0.40	2.58	0.24
	2.73	0.28	3.46	0.27	4.94	0.38	4.61	0.26
	2.71	0.24	3.28	0.26	2.65	0.34	1.69	0.16
	2.09	0.34	2.67	0.30	2.96	0.41	2.40	0.20
	4.29	0.22	2.34	0.22	2.89	0.36	3.49	0.19
	4.10	0.29	4.03	0.29	5.94	0.35	2.03	0.12
	3.33	0.37	2.63	0.19	3.89	0.31	2.59	0.17
	2.70	0.38	3.25	0.30	4.23	0.32	1.86	0.12
	2.43	0.32	3.35	0.30	2.73	0.46	2.58	0.11
	2.30	0.38	3.19	0.21			3.23	0.17
			2.92	0.35			3.37	0.21
Mean	3.02	0.361	3.243	0.271	3.892	0.356	2.797	0.180
SD	0.87	0.129	0.631	0.053	0.989	0.043	0.754	0.041
RSD	29.0%	35.7%	19.5%	19.6%	25.4%	12.2%	27.0%	22.7%
n	19	19	20	20	18	18	20	20
Max	5.52	0.648	4.87	0.406	5.99	0.463	4.61	0.257
Min	2.06	0.191	2.25	0.187	2.65	0.276	1.64	0.106

Table 15
 Analysis of Cu in oysters collected at Wutiaokung

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)
	2.06	106.8	2.86	62.3	4.82	8.4	3.92	13.0
	2.74	54.4	2.25	37.8	4.35	2.9	3.37	23.5
	5.52	13.7	3.22	74.0	3.25	1.5	3.42	15.6
	3.36	34.8	2.43	29.3	3.54	5.7	2.55	10.1
	3.03	18.6	3.38	72.2	5.99	4.6	2.85	12.3
	4.04	22.3	3.68	30.5	3.09	3.4	1.64	5.1
	2.24	132.3	4.87	33.8	3.20	3.0	2.06	11.1
	2.87	98.5	4.22	65.6	2.84	5.4	2.56	12.2
	2.24	111.6	3.36	81.6	3.69	4.9	3.15	18.1
	2.73	22.3	3.48	27.6	4.06	3.5	2.58	5.9
	2.73	22.3	3.46	49.9	4.94	11.7	4.61	11.2
	2.71	15.8	3.28	32.6	2.65	3.3	1.69	4.9
	2.09	39.6	2.67	50.3	3.96	4.8	2.40	14.9
	4.29	40.7	2.34	41.0	2.89	8.0	3.49	12.0
	4.10	48.6	4.03	30.3	5.94	2.4	2.03	11.2
	3.33	78.6	2.63	33.3	3.89	3.5	2.59	9.4
	2.70	18.9	3.25	28.7	4.23	2.7	1.86	7.4
	2.43	30.3	3.35	40.9	2.73	4.6	2.58	7.1
	2.30	23.7	3.19	38.7			3.23	9.2
			2.92	64.3			3.37	5.4
Mean	3.026	49.132	3.243	46.21	3.892	4.680	2.797	10.97
SD	0.877	36.444	0.631	17.05	0.989	2.431	0.754	4.549
RSD	29.0%	74.2%	19.5%	36.9%	25.4%	51.9%	27.0%	41.5%
n	19	19	20	20	18	18	20	20
Max	5.52	132.30	4.87	81.55	5.99	11.65	4.61	23.46
Min	2.06	13.669	2.25	27.55	2.65	1.476	1.64	4.949

Table 16
 Analysis of Zn in oysters collected at Wutiaokung

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)
	2.06	321.7	2.86	97.0	4.82	34.0	3.92	33.0
	2.74	168.1	2.25	77.8	4.35	19.0	3.37	17.2
	5.52	61.9	3.22	126.4	3.25	25.3	3.42	28.6
	3.36	110.8	2.43	60.8	3.54	27.1	2.55	17.7
	3.03	79.3	3.38	161.1	5.99	29.1	2.85	40.7
	4.04	77.8	3.68	102.0	3.09	20.9	1.64	31.3
	2.24	318.2	4.87	96.9	3.20	26.5	2.06	49.5
	2.87	247.5	4.22	129.9	2.84	25.1	2.56	21.6
	2.24	282.9	3.36	126.2	3.69	33.3	3.15	32.8
	2.73	117.5	3.48	109.8	4.06	19.4	2.58	9.7
	2.73	77.4	3.46	140.3	4.94	39.8	4.61	34.0
	2.71	75.0	3.28	98.5	2.65	16.4	1.69	37.3
	2.09	190.1	2.67	83.5	3.96	29.3	2.40	19.7
	4.29	114.2	2.34	108.4	2.89	20.6	3.49	30.0
	4.10	128.8	4.03	95.9	5.94	13.9	2.03	34.2
	3.33	206.5	2.63	109.4	3.89	23.1	2.59	20.7
	2.70	83.1	3.25	75.9	4.23	26.2	1.86	30.1
	2.43	126.6	3.35	90.6	2.73	24.2	2.58	19.1
	2.30	94.7	3.19	122.3			3.23	29.4
			2.92	176.0			3.37	10.0
Mean	3.026	151.69	3.243	109.4	3.892	25.17	2.797	27.33
SD	0.877	83.130	0.631	27.74	0.989	6.300	0.754	9.927
RSD	29.0%	54.8%	19.5%	25.4%	25.4%	25.0%	27.0%	36.3%
n	19	19	20	20	18	18	20	20
Max	5.52	321.70	4.87	176.0	5.99	39.82	4.61	49.54
Min	2.06	61.940	2.25	60.83	2.65	13.94	1.64	9.745

Table 17
 Analysis of Cd in oysters collected at Santiaolun

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cd] (ug/g)
	3.94	0.46	4.31	0.20	6.16	0.23	7.53	0.15
	2.42	0.40	3.22	0.12	6.45	0.26	7.58	0.18
	2.25	0.44	4.05	0.14	6.66	0.20	5.98	0.21
	3.82	0.47	5.40	0.12	7.72	0.19	6.06	0.14
	4.52	0.32	4.34	0.13	3.91	0.20	7.14	0.12
	2.60	0.38	4.18	0.08	4.44	0.29	10.67	0.09
	7.55	0.22	5.86	0.13	5.99	0.24	8.40	0.13
	3.43	0.41	4.88	0.14	3.13	0.26	5.07	0.22
	3.60	0.39	4.27	0.16	5.62	0.27	8.55	0.11
	2.96	0.41	3.10	0.10	4.15	0.29	6.62	0.19
	4.88	0.45	5.14	0.11	3.84	0.34	4.28	0.16
	4.55	0.43	6.10	0.13	4.34	0.30	9.25	0.13
	3.84	0.36	3.00	0.23	7.39	0.24	6.20	0.15
	2.63	0.41	4.28	0.16	4.64	0.29	5.41	0.20
	4.16	0.33	5.43	0.11	6.10	0.21	6.89	0.16
	3.79	0.35	4.10	0.11	6.13	0.24	11.17	0.12
	4.75	0.34	4.13	0.09	7.22	0.23	2.69	0.21
	4.22	0.35	5.87	0.10	4.01	0.34	15.70	0.07
	3.09	0.41	4.64	0.18	8.24	0.19		
			3.74	0.16	7.44	0.17		
Mean	3.82	0.386	4.502	0.134	5.679	0.249	7.510	0.151
SD	1.17	0.056	0.886	0.036	1.482	0.047	2.856	0.041
RSD	30.7%	14.7%	19.7%	26.9%	26.1%	19.0%	38.0%	27.6%
n	19	19	20	20	20	20	18	18
Max	7.55	0.467	6.1	0.231	8.24	0.343	15.7	0.224
Min	2.25	0.221	3	0.083	3.13	0.172	2.69	0.065

Table 18
 Analysis of Cu in oysters collected at Santiaolun

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet	[Cu]	Wet	[Cu]	Wet	[Cu]	Wet	[Cu]
	wt		wt		wt		wt	
	(g)	(ug/g)	(g)	(ug/g)	(g)	(ug/g)	(g)	(ug/g)
	3.94	43.0	4.31	11.4	6.16	20.3	7.53	17.7
	2.42	35.0	3.22	5.4	6.45	18.9	7.58	21.8
	2.25	47.7	4.05	13.0	6.66	12.8	5.98	28.0
	3.82	40.6	5.40	5.1	7.72	23.6	6.06	26.4
	4.52	19.0	4.34	4.0	3.91	15.2	7.14	13.5
	2.60	34.1	4.18	7.6	4.44	14.3	10.67	27.3
	7.55	26.1	5.86	4.7	5.99	28.2	8.40	53.4
	3.43	33.6	4.88	8.1	3.13	14.7	5.07	25.0
	3.60	51.1	4.27	7.4	5.62	21.2	8.55	20.5
	2.96	51.9	3.10	5.3	4.15	16.0	6.62	49.1
	4.88	66.5	5.14	7.9	3.84	14.7	4.28	33.0
	4.55	39.9	6.10	8.6	4.34	16.6	9.25	36.0
	3.84	55.6	3.00	5.8	7.39	15.5	6.20	10.0
	2.63	47.8	4.28	4.9	4.64	14.5	5.41	34.0
	4.16	41.7	5.43	4.4	6.10	23.8	6.89	28.8
	3.79	31.8	4.10	7.5	6.13	11.7	11.17	25.3
	4.75	45.2	4.13	7.7	7.22	13.3	2.69	25.2
	4.22	53.7	5.87	4.3	4.01	14.8	15.70	9.2
	3.09	48.4	4.64	10.6	8.24	10.8		
			3.74	3.2	7.44	18.7		
Mean	3.823	42.781	4.502	6.855	5.679	16.97	7.510	26.89
SD	1.172	10.953	0.886	2.563	1.482	4.369	2.856	11.32
RSD	30.7%	25.6%	19.7%	37.4%	26.1%	25.7%	38.0%	42.1%
n	19	19	20	20	20	20	18	18
Max	7.55	66.496	6.1	12.99	8.24	28.19	15.7	53.41
Min	2.25	19.047	3	3.223	3.13	10.83	2.69	9.154

Table 19
 Analysis of Zn in oysters collected at Santiaolun

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)
	3.94	91.5	4.31	93.4	6.16	44.8	7.53	36.9
	2.42	86.7	3.22	69.6	6.45	43.8	7.58	50.9
	2.25	96.2	4.05	40.1	6.66	33.7	5.98	61.4
	3.82	97.8	5.40	36.9	7.72	45.7	6.06	51.6
	4.52	51.9	4.34	53.2	3.91	41.4	7.14	30.8
	2.60	87.0	4.18	67.5	4.44	36.3	10.67	57.5
	7.55	61.2	5.86	39.4	5.99	57.0	8.40	84.0
	3.43	74.1	4.88	75.5	3.13	46.1	5.07	59.4
	3.60	86.5	4.27	78.0	5.62	52.0	8.55	34.7
	2.96	103.6	3.10	52.1	4.15	40.5	6.62	77.0
	4.88	114.2	5.14	72.1	3.84	36.1	4.28	52.8
	4.55	75.3	6.10	32.6	4.34	51.6	9.25	62.2
	3.48	118.7	3.00	90.6	7.39	44.0	6.20	25.4
	2.63	81.7	4.28	46.5	4.64	30.8	5.41	68.9
	4.16	89.5	5.43	66.0	6.10	79.6	6.89	65.0
	3.79	65.3	4.10	44.4	6.13	45.0	11.17	47.9
	4.75	71.4	4.13	71.0	7.22	34.2	2.69	50.1
	4.22	93.2	5.87	37.0	4.01	40.8	15.70	20.7
	3.09	99.2	4.64	105.9	8.24	51.4		
			3.74	59.6	7.44	61.9		
Mean	3.823	86.583	4.502	61.56	5.679	46.04	7.510	52.06
SD	1.172	16.823	0.886	20.36	1.482	10.76	2.856	16.78
RSD	30.7%	19.4%	19.7%	33.1%	26.1%	23.4%	38.0%	32.2%
n	19	19	20	20	20	20	18	18
Max	7.55	118.71	6.1	105.8	8.24	79.56	15.7	84.03
Min	2.25	51.864	3	32.62	3.13	30.82	2.69	20.68

Table 20
 Analysis of Cd in oysters collected at Pudai

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet	[Cd]	Wet	[Cd]	Wet	[Cd]	Wet	[Cd]
	wt		wt		wt		wt	
	(g)	(ug/g)	(g)	(ug/g)	(g)	(ug/g)	(g)	(ug/g)
-	-	-	6.54	0.25	-	-	-	-
-	-	-	4.60	0.27	-	-	-	-
-	-	-	5.46	0.23	-	-	-	-
-	-	-	4.64	0.31	-	-	-	-
-	-	-	3.13	0.23	-	-	-	-
-	-	-	3.72	0.30	-	-	-	-
-	-	-	3.30	0.37	-	-	-	-
-	-	-	4.15	0.24	-	-	-	-
-	-	-	4.50	0.31	-	-	-	-
-	-	-	4.68	0.28	-	-	-	-
-	-	-	3.56	0.29	-	-	-	-
-	-	-	6.86	0.24	-	-	-	-
-	-	-	3.52	0.26	-	-	-	-
-	-	-	4.52	0.35	-	-	-	-
-	-	-	4.33	0.23	-	-	-	-
-	-	-	6.46	0.37	-	-	-	-
-	-	-	4.32	0.27	-	-	-	-
-	-	-	3.13	0.25	-	-	-	-
Mean	-	-	4.532	0.280	-	-	-	-
SD	-	-	1.114	0.044	-	-	-	-
RSD	-	-	24.6%	15.9%	-	-	-	-
n	-	-	18	18	-	-	-	-
Max	-	-	6.86	0.372	-	-	-	-
Min	-	-	3.13	0.232	-	-	-	-

Table 21
 Analysis of Cu in oysters collected at Pudai

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)	Wet wt (g)	[Cu] (ug/g)
-	-	-	6.54	36.0	-	-	-	-
-	-	-	4.60	41.7	-	-	-	-
-	-	-	5.46	45.4	-	-	-	-
-	-	-	4.64	50.3	-	-	-	-
-	-	-	3.13	31.5	-	-	-	-
-	-	-	3.72	39.5	-	-	-	-
-	-	-	3.30	41.5	-	-	-	-
-	-	-	4.15	48.6	-	-	-	-
-	-	-	4.50	67.0	-	-	-	-
-	-	-	4.68	88.5	-	-	-	-
-	-	-	3.56	57.6	-	-	-	-
-	-	-	6.86	43.0	-	-	-	-
-	-	-	3.52	66.6	-	-	-	-
-	-	-	4.52	67.9	-	-	-	-
-	-	-	4.33	42.0	-	-	-	-
-	-	-	6.46	35.1	-	-	-	-
-	-	-	4.32	34.1	-	-	-	-
-	-	-	3.13	52.9	-	-	-	-
Mean	-	-	4.532	49.86	-	-	-	-
SD	-	-	1.114	14.15	-	-	-	-
RSD	-	-	24.6%	28.4%	-	-	-	-
n	-	-	18	18	-	-	-	-
Max	-	-	6.86	88.52	-	-	-	-
Min	-	-	3.13	31.51	-	-	-	-

Table 22
 Analysis of Zn in oysters collected at Pudai

	Jan-17		Mar-07		Apr-16		May-13	
	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)	Wet wt (g)	[Zn] (ug/g)
-	-	-	6.54	60.5	-	-	-	-
-	-	-	4.60	88.0	-	-	-	-
-	-	-	5.46	96.4	-	-	-	-
-	-	-	4.64	105.4	-	-	-	-
-	-	-	3.13	63.6	-	-	-	-
-	-	-	3.72	87.1	-	-	-	-
-	-	-	3.30	119.2	-	-	-	-
-	-	-	4.15	66.6	-	-	-	-
-	-	-	4.50	143.0	-	-	-	-
-	-	-	4.68	163.0	-	-	-	-
-	-	-	3.56	106.0	-	-	-	-
-	-	-	6.86	122.0	-	-	-	-
-	-	-	3.52	127.3	-	-	-	-
-	-	-	4.52	140.9	-	-	-	-
-	-	-	4.33	95.9	-	-	-	-
-	-	-	6.46	107.9	-	-	-	-
-	-	-	4.32	69.5	-	-	-	-
-	-	-	3.13	127.5	-	-	-	-
Mean	-	-	4.523	104.9	-	-	-	-
SD	-	-	1.114	28.67	-	-	-	-
RSD	-	-	24.6%	27.3%	-	-	-	-
n	-	-	18	18	-	-	-	-
Max	-	-	6.86	163.0	-	-	-	-
Min	-	-	3.13	60.50	-	-	-	-

Table 23 Average concentration of cd (ug/g wet wt) in oyster

	Jan-17	Mar-07	Apr-16	May-13	Mean
A Hsianshan	0.37+-0.04		0.30+-0.08	0.14+-0.02	0.27
B Lukang	0.22+-0.04		0.37+-0.09		0.29
C Funyuan	0.29+-0.08	0.41+-0.05	0.56+-0.13	0.21+-0.04	0.36
D Wonkung	0.40+-0.11	0.31+-0.04	0.33+-0.04	0.18+-0.04	0.31
E Wutiaokang	0.36+-0.13	0.27+-0.05	0.36+-0.04	0.18+-0.04	0.29
F Santiaolun	0.39+-0.06	0.13+-0.04	0.25+-0.05	0.15+-0.04	0.23
G Pudai		0.28+-0.04			0.28
Mean	0.34	0.28	0.36	0.17	0.29

Table 24 Average concentration of cd (ug/g wet wt) in oyster

	Jan-17	Mar-07	Apr-16	May-13	Mean
A Hsianshan	108.5+-30.3		77.0+-32.0	64.7+-24.9	83.4
B Lukang	0.22+- 7.1		90.2+-33.5		56.1
C Funyuan	34.2+-17.0	75.4+-27.4	64.1+-32.8	22.1+- 6.9	49.0
D Wonkung	44.9+-20.2	108.9+-22.9	63.9+-18.4	19.5+- 6.8	59.3
E Wutiaokang	49.1+-36.4	46.2+-17.1	4.7+- 2.4	11.0+- 4.5	27.7
F Santiaolun	42.8+-11.0	6.9+- 2.6	17.0+- 4.4	26.9+- 11.3	23.4
G Pudai		49.9+-14.5			49.9
Mean	50.3	57.5	52.8	28.8	49.8

Table 25 Average concentration of cd (ug/g wet wt) in oyster

	Jan-17	Mar-07	Apr-16	May-13	Mean
A Hsianshan	205.8+-57.9		102.3+- 30.4	143.8+-45.1	150.6
B Lukang	63.9+-16.8		457.9+-165.8		260.9
C Funyuan	117.5+-49.4	160.0+-36.0	92.6+- 55.9	44.4+- 8.5	103.6
D Wonkung	147.0+-60.2	212.3+-39.3	101.6+- 29.0	43.6+-14.3	126.1
E Wutiaokang	151.7+-83.1	109.4+-27.7	25.2+- 6.3	27.3+- 9.9	78.4
F Santiaolun	86.6+-16.8	61.6+-20.4	46.0+- 10.8	52.1+-16.8	61.6
G Pudai		104.9+-28.7			104.9
Mean	128.7	129.6	137.6	62.2	126.6

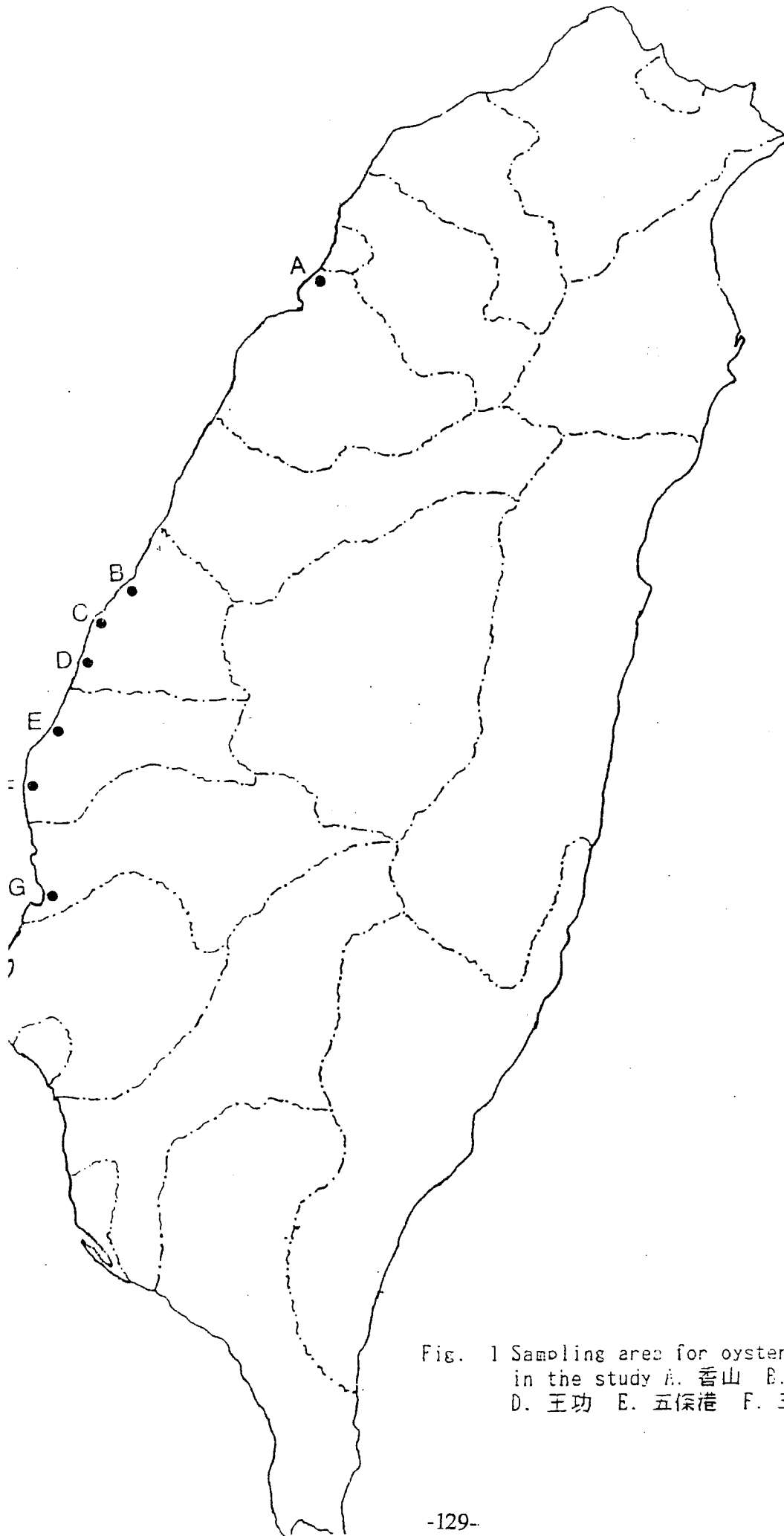


Fig. 1 Sampling area for oyster collected in the study A. 香山 B. 鹿港 C. 芳苑 D. 王功 E. 五保港 F. 三條崙 G. 布袋

Jan-1991

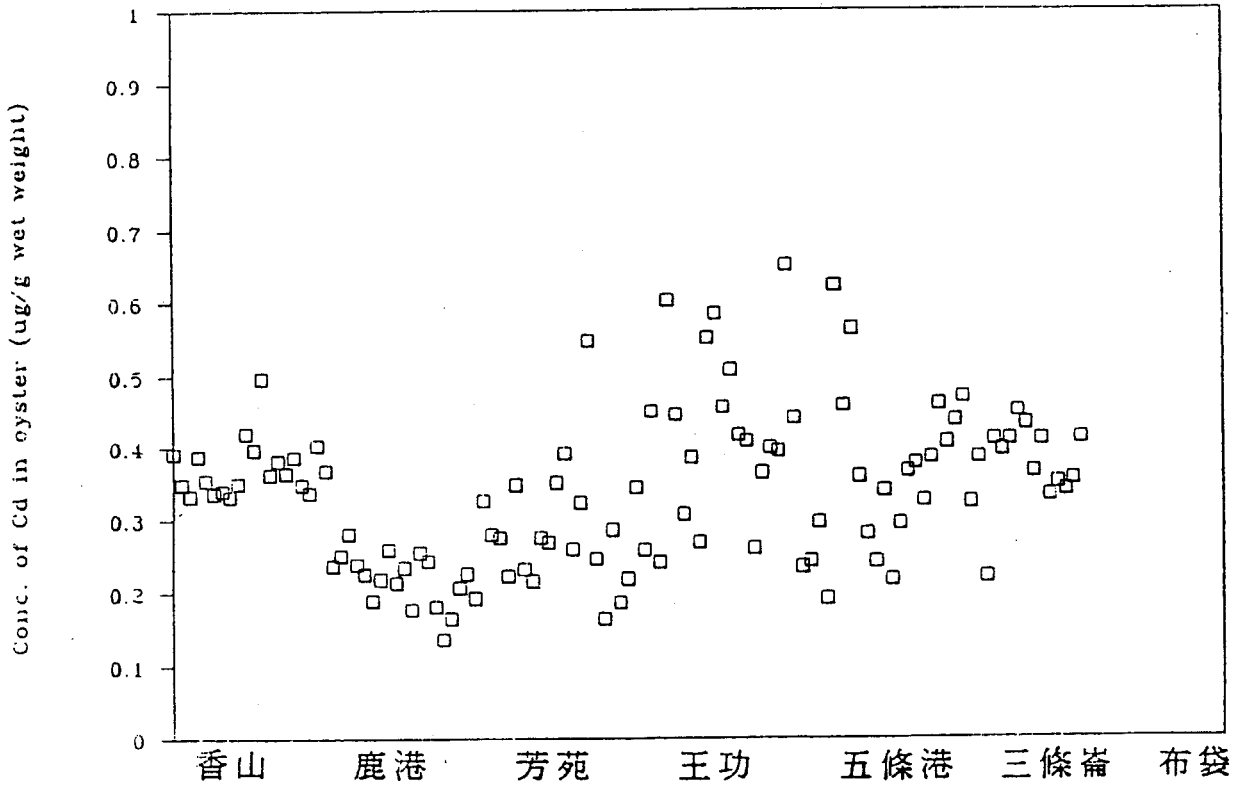


Fig. 2 Concentration of Cd in Oysters collected in January.

Mar-1991

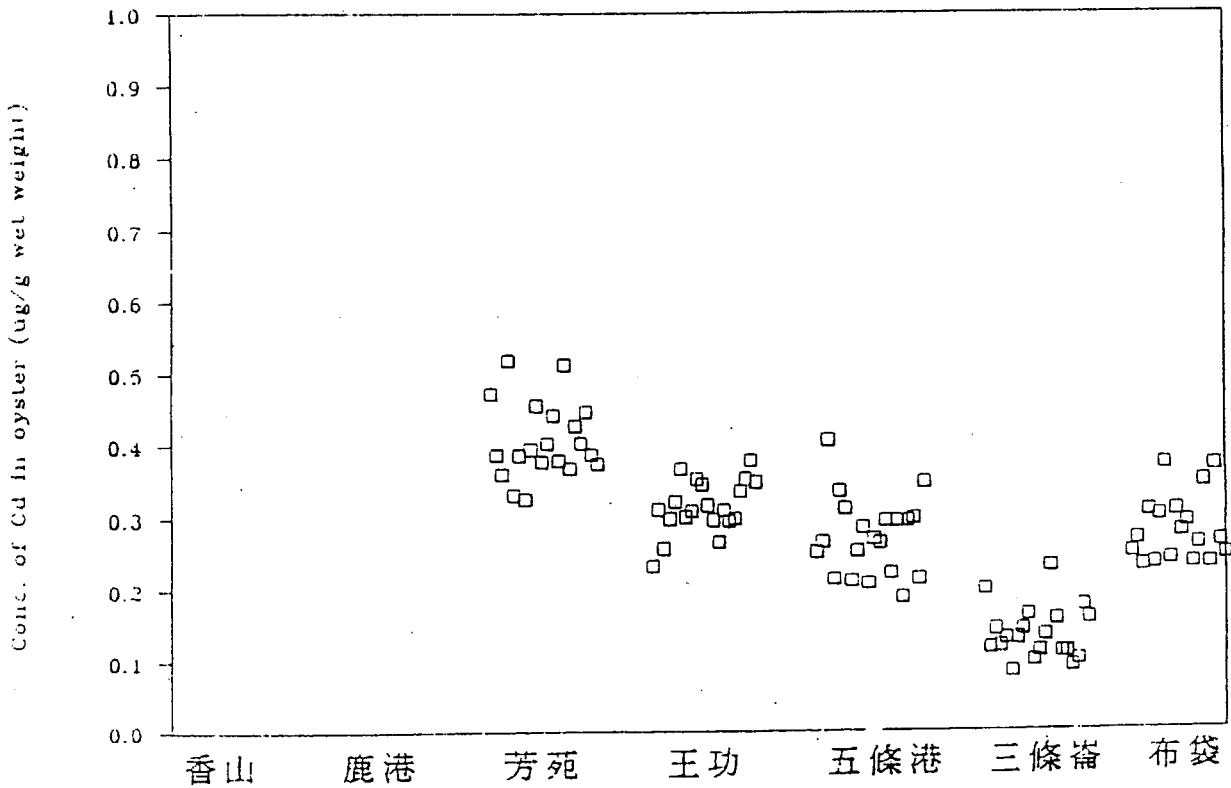


Fig. 3 Concentration of Cd in Oysters collected in March.

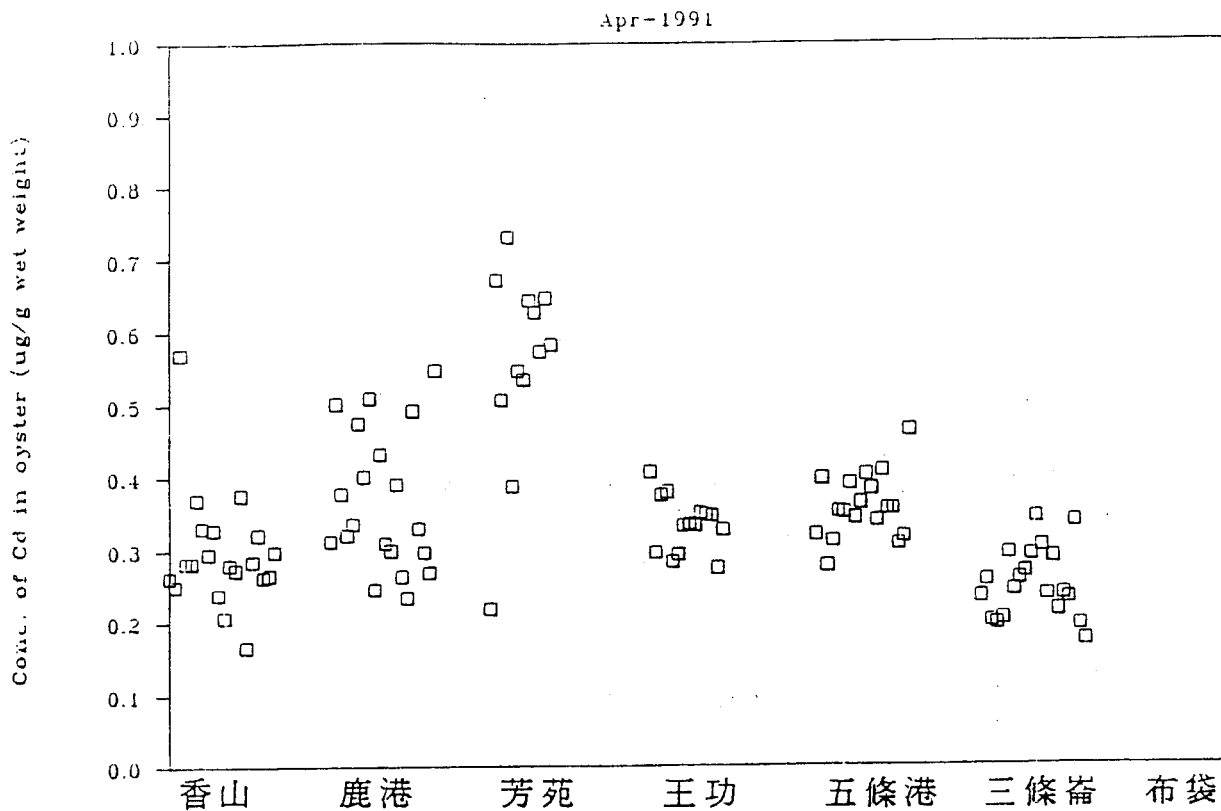


Fig. 4 Concentration of Cd in Oysters collected in April.

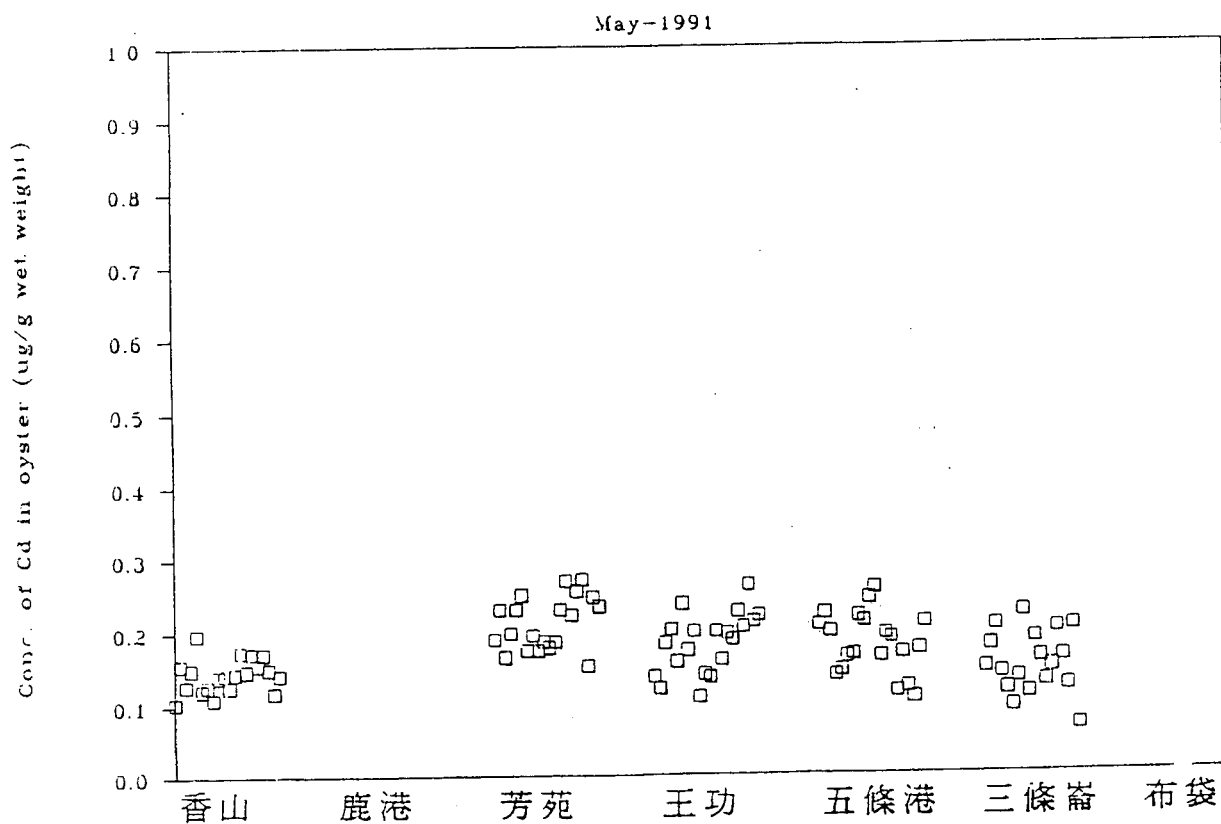


Fig. 5 Concentration of Cd in Oysters collected in May.

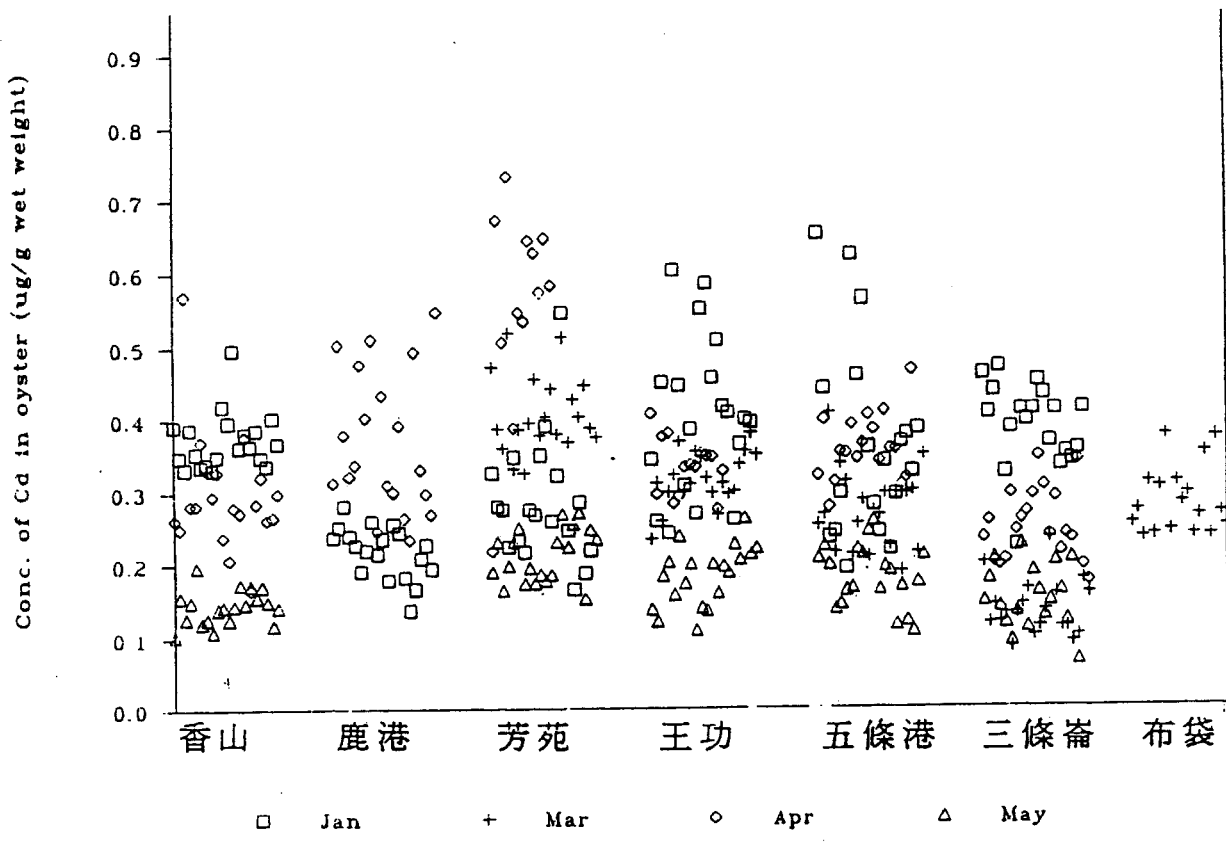


Fig. 6 Overlapped plot showing concentration of Cd for the 415 samples.

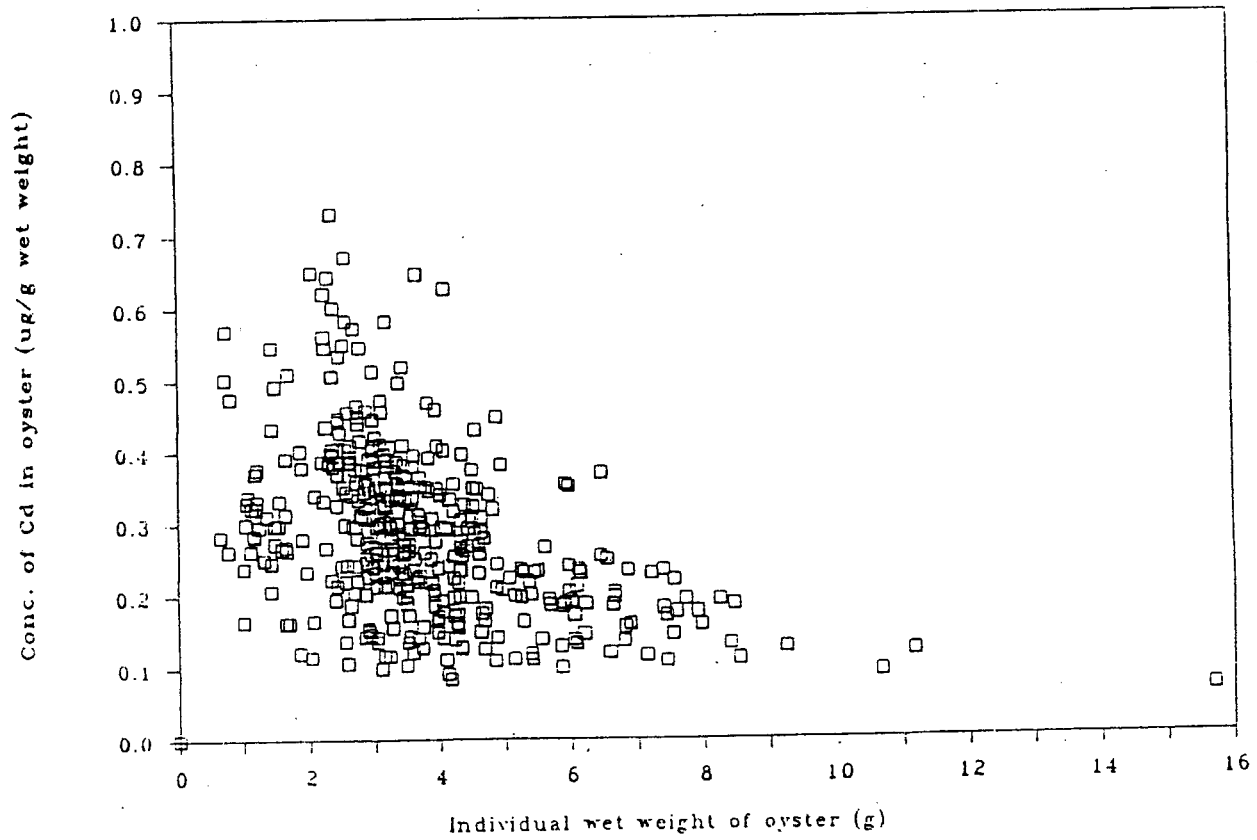


Fig. 7 Concentration of Cd vs wet weight of oyster.

Apr-1991

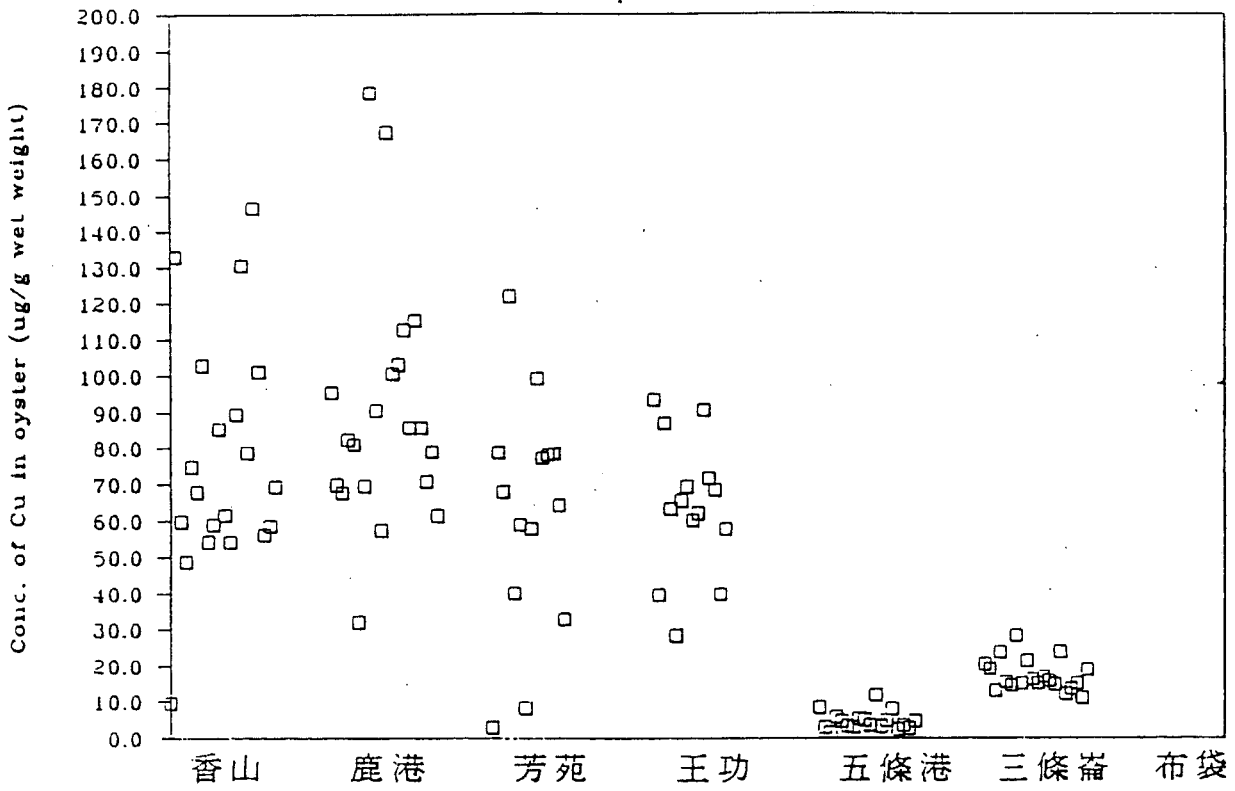


Fig. 10 Concentration of Cu in Oysters collected in April.

May-1991

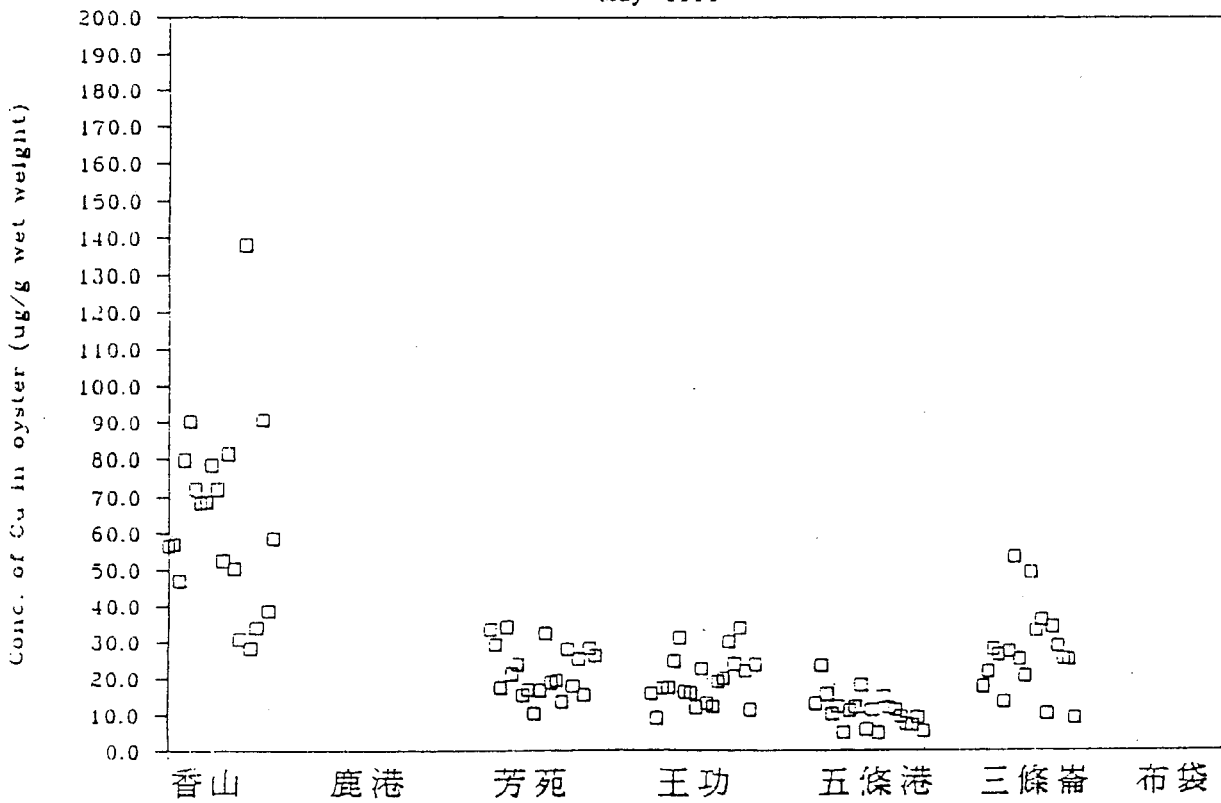


Fig. 11 Concentration of Cu in Oysters collected in May.

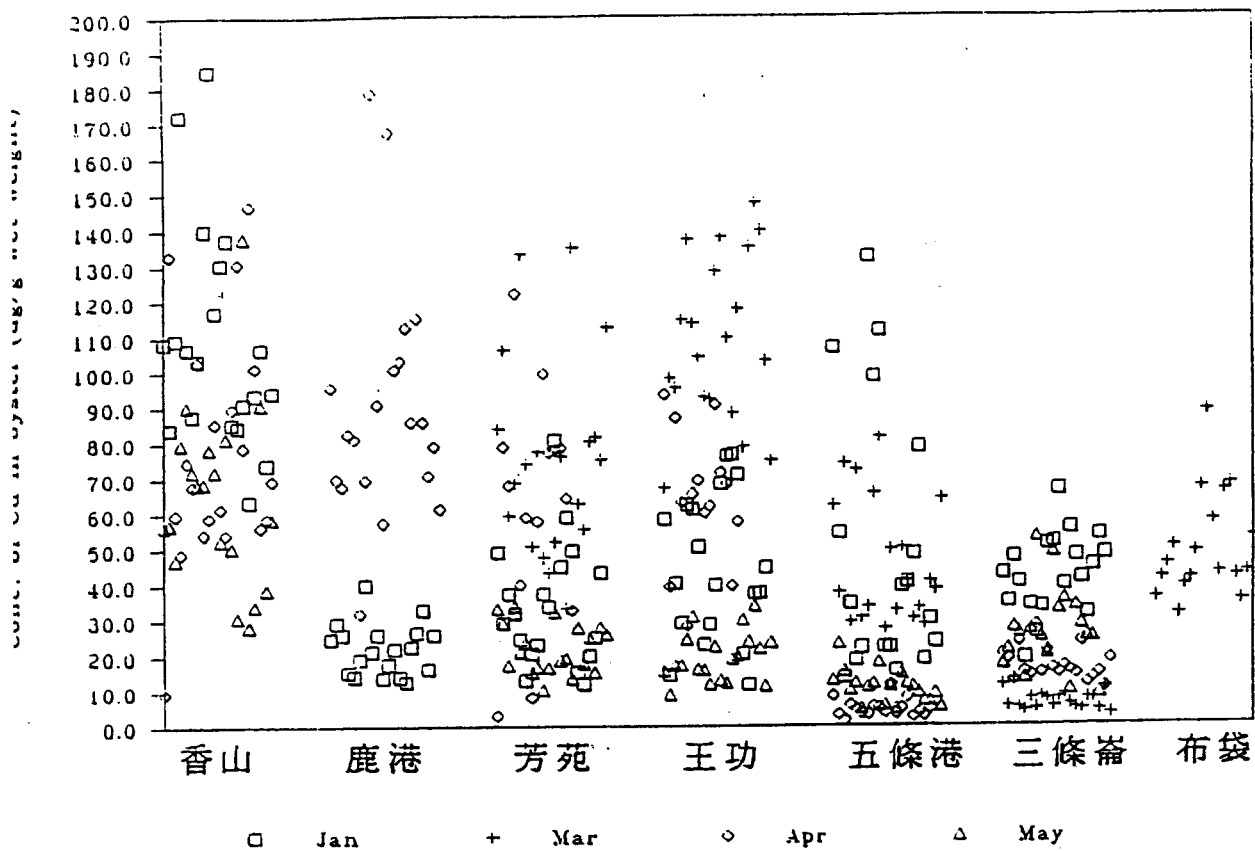


Fig. 12 Overlapped plot showing concentration of Cu for the 15 samples.

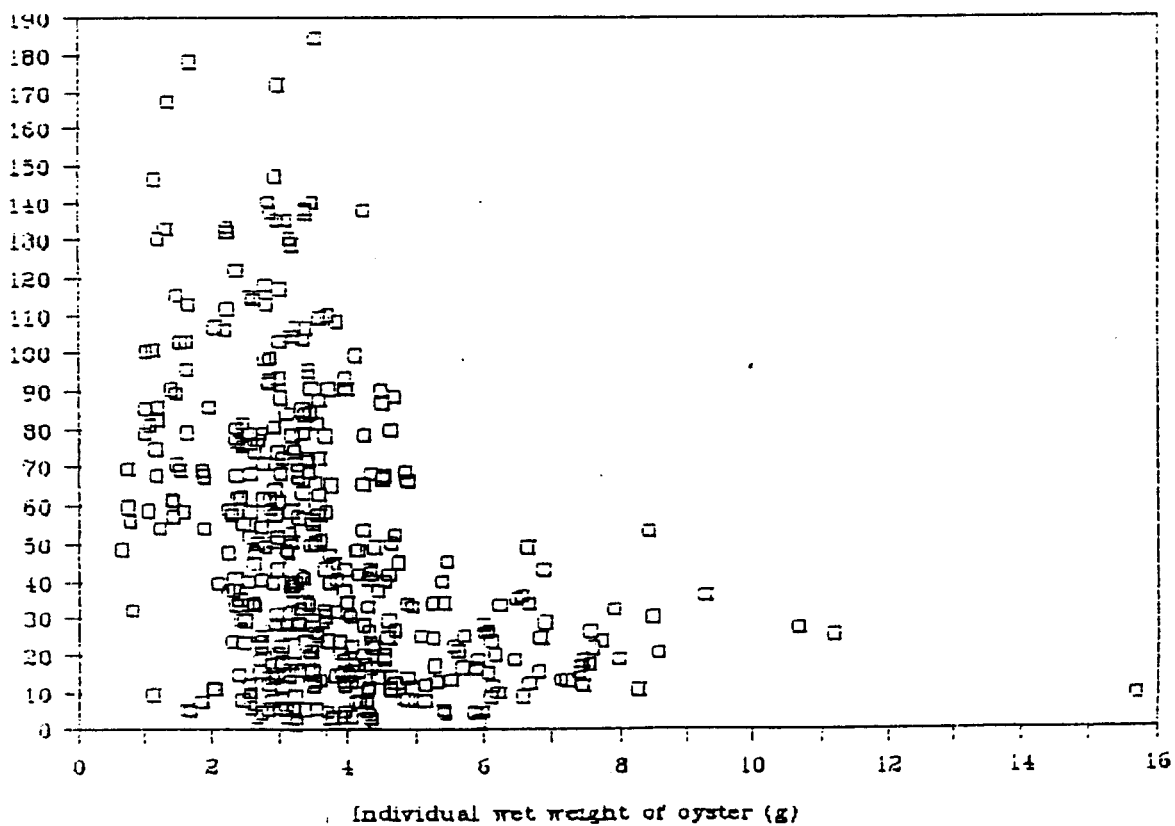


Fig. 13 Concentration of Cu vs wet weight of oyster.

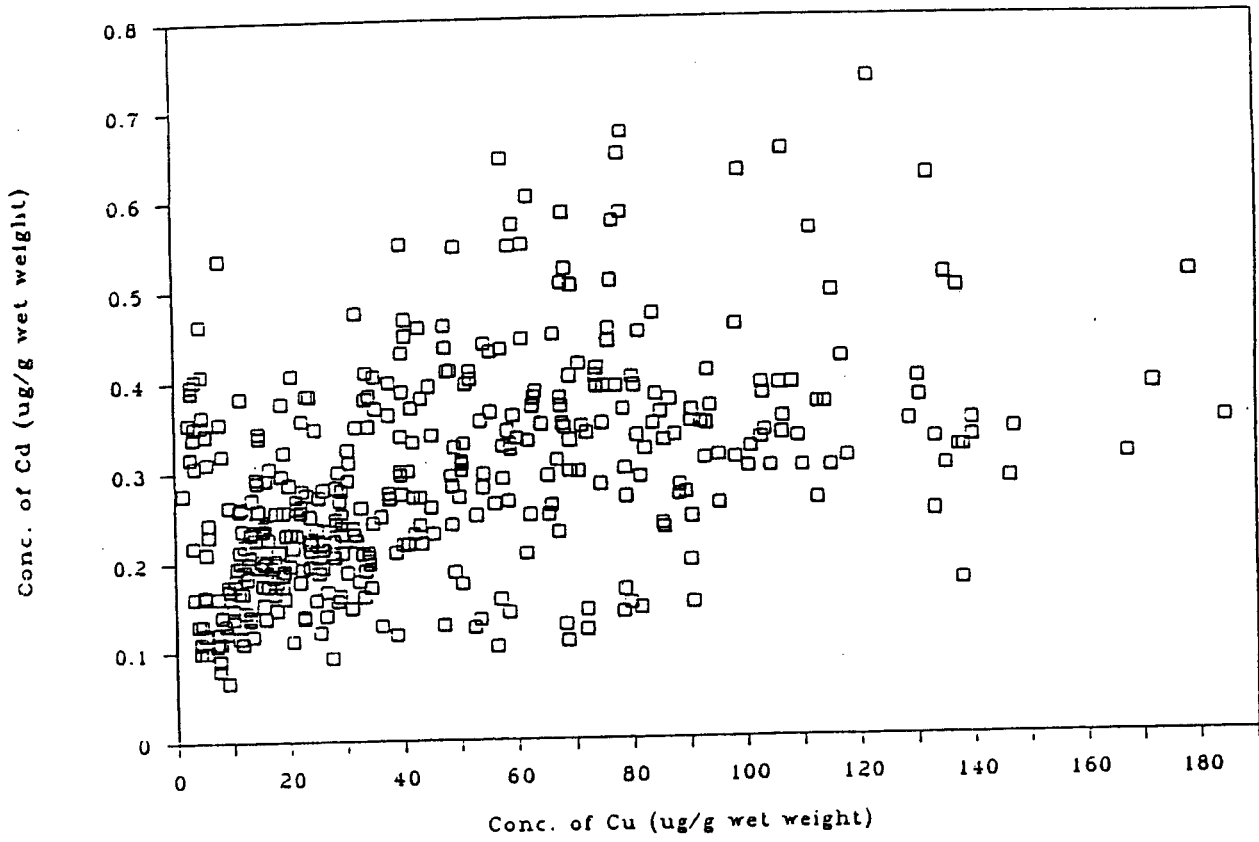


Fig. 14 Correlation between [Cd] and [Cu] in oyster.

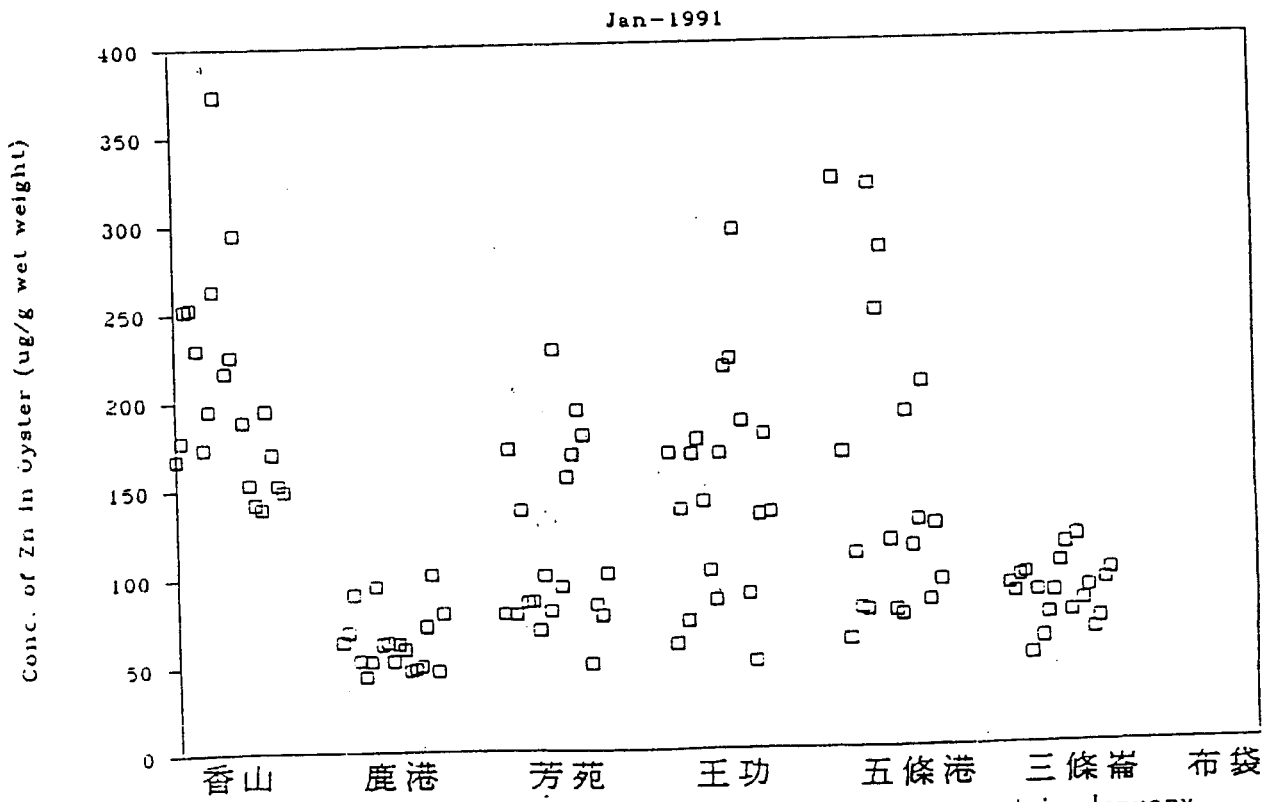


Fig. 15 Concentration of Zn in Oysters collected in January.

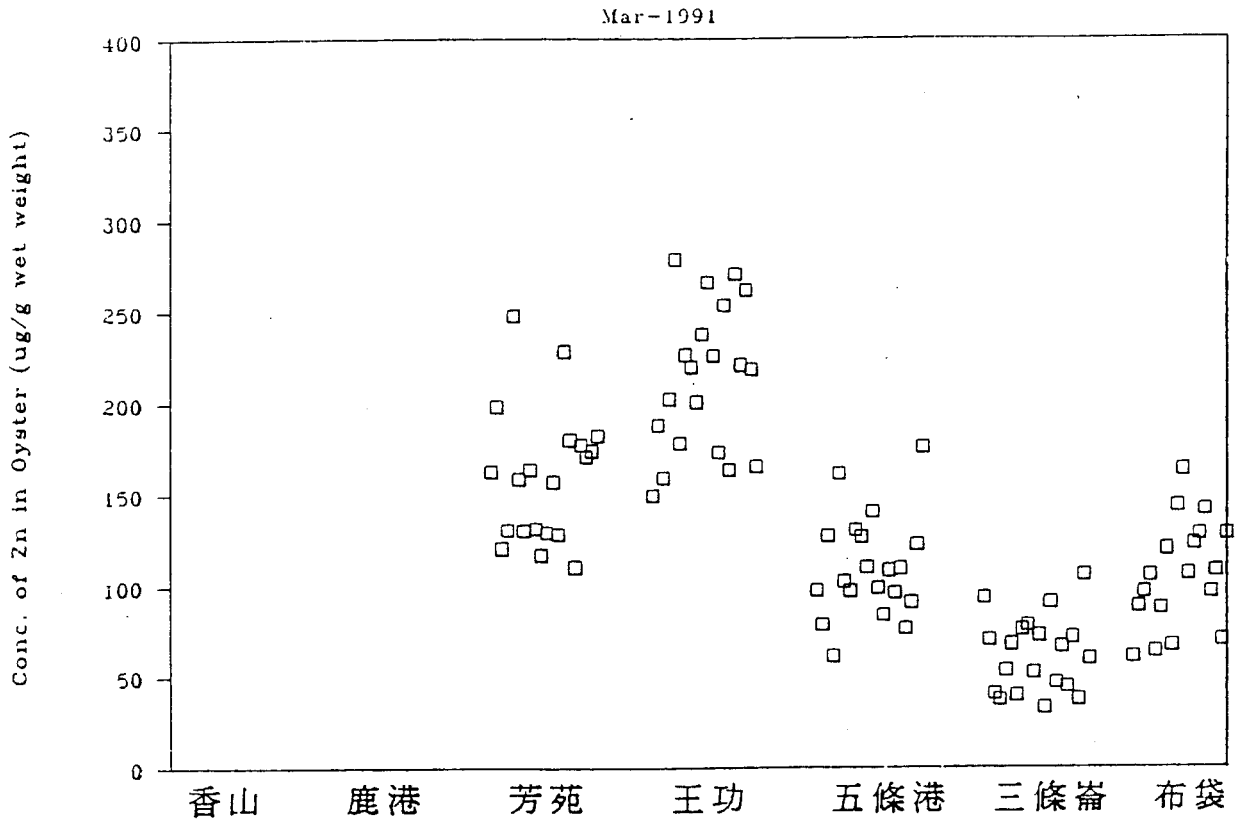


Fig. 16 Concentration of Zn in Oysters collected in March.

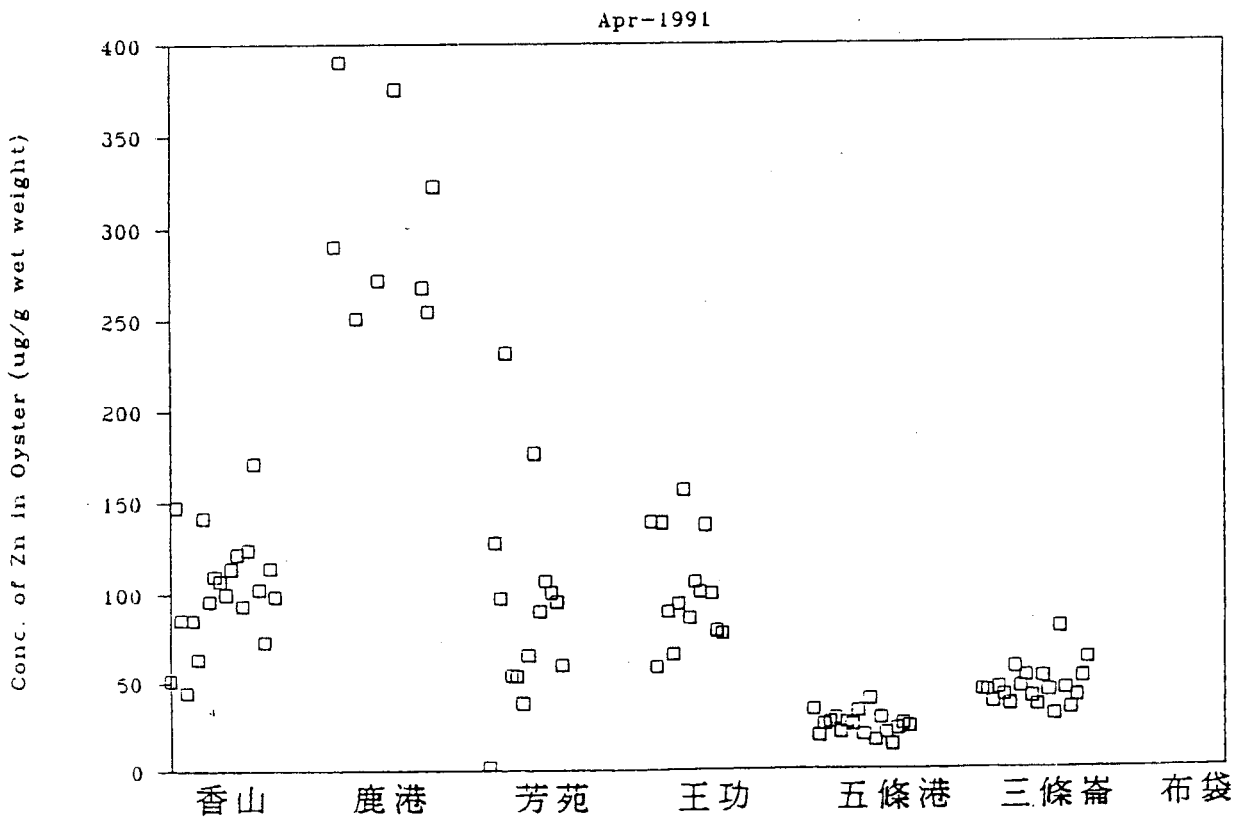


Fig. 17 Concentration of Zn in Oysters collected in April.

May-1991

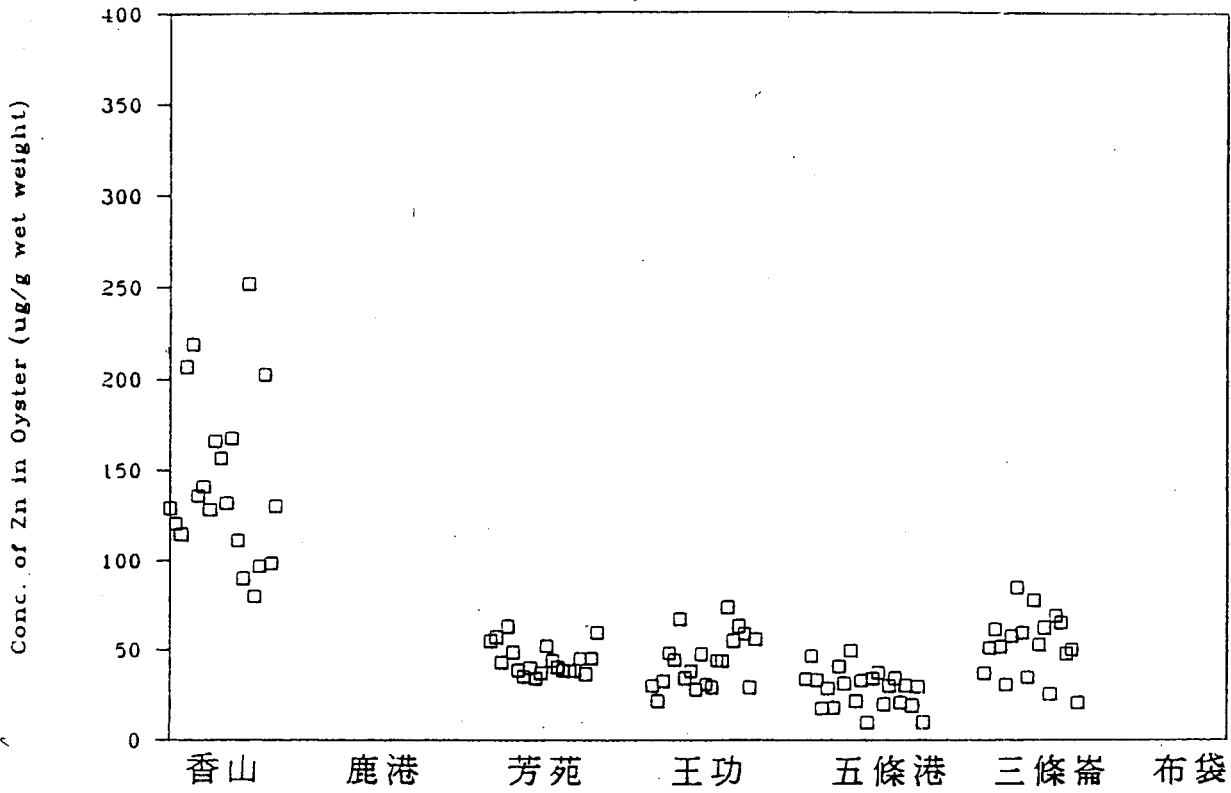


Fig. 18 Concentration of Zn in Oysters collected in May.

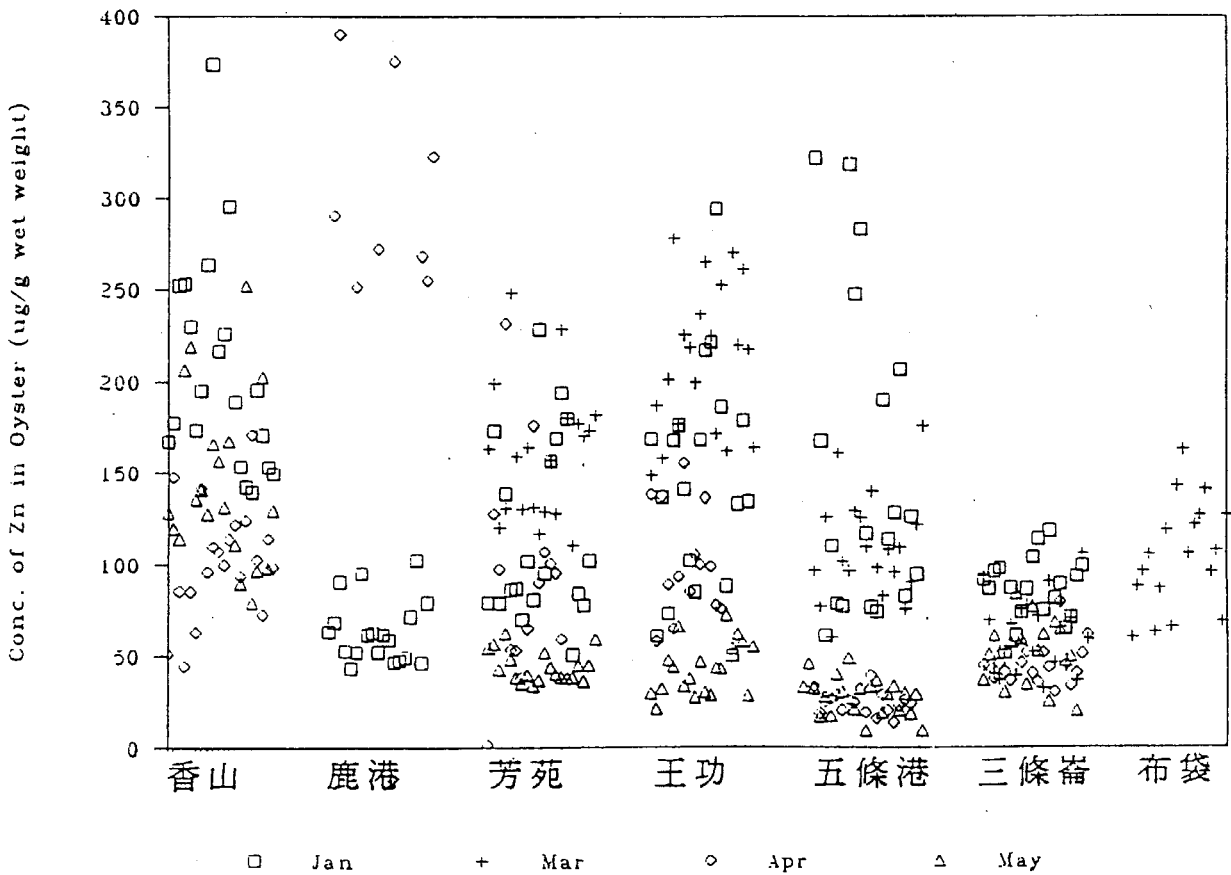


Fig. 19 Overlapped plot showing concentration of Zn for the 415 samples

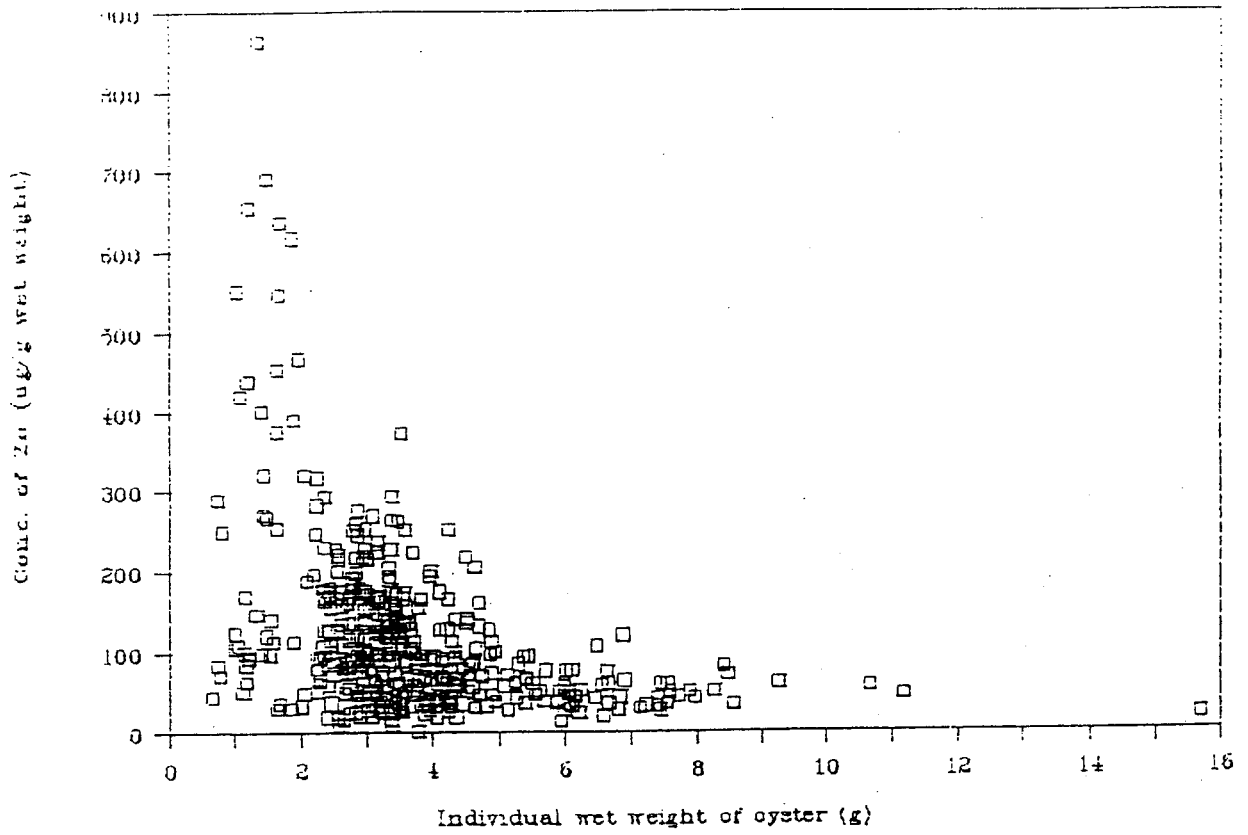


Fig. 20 Concentration of Zn vs wet weight of oyster.

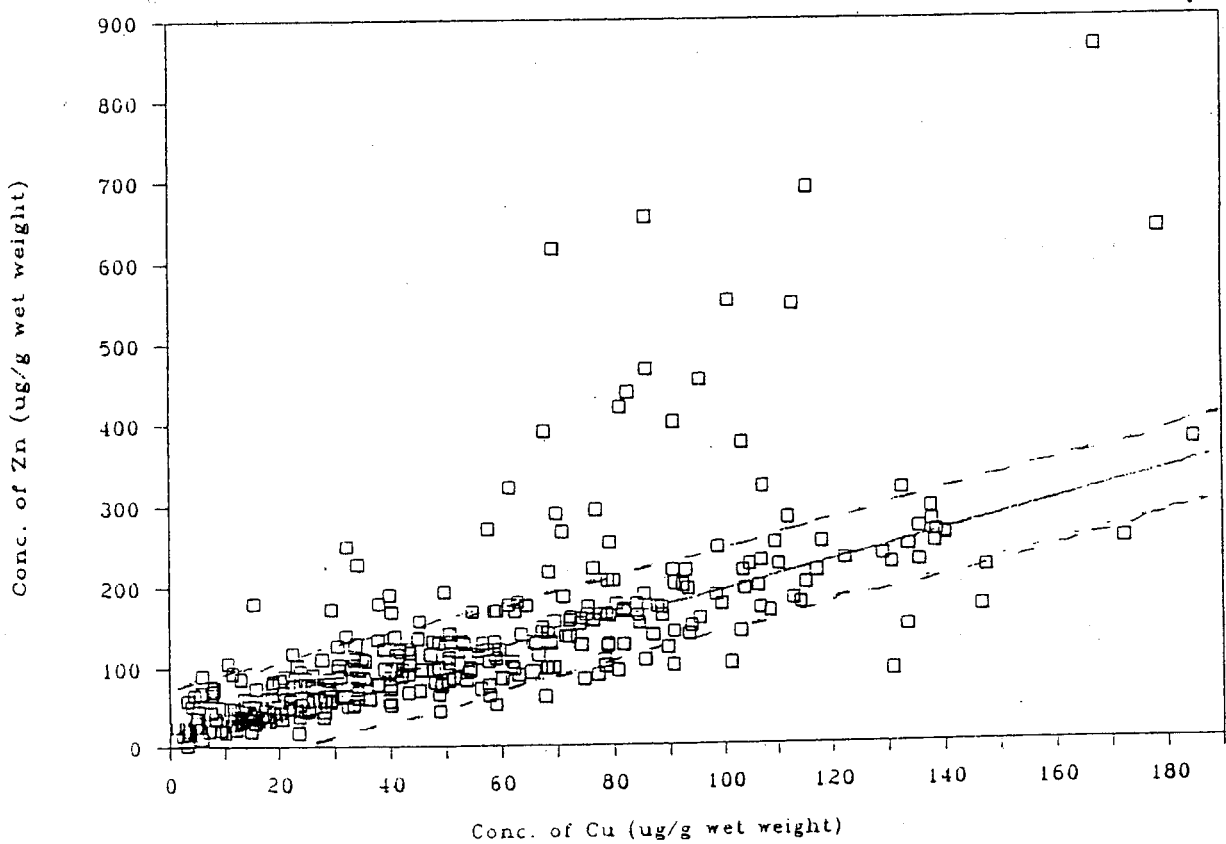


Fig. 21 Correlation between [Zn] and [Cu] in oyster.