

臺灣西南沿海牡蠣與沈積物及懸浮物間 重金屬相關性之研究調查

* 林曉武

一、引言：

本計畫之目的即在了解牡蠣—懸浮物—沉積物三者之相互關係，牡蠣之金屬含量現況，與作為魚產品污染預警並期能更進一步尋出污染現況與可能之污染源。

二、實驗方法：

(一)採樣：

香山、台西、鹿港、布袋地區採樣點如圖一，牡蠣採集與懸浮物及沉積物採集點都是相同地區，即於牡蠣採集點之正下方採集沉積物，同一地點亦採海水作懸浮物過濾，每一地區選二採樣點，每採樣點採集二個沉積物，三個海水（各一升），與十隻牡蠣。

(二)保存：

海水、沉積物與牡蠣皆現場採集，採集後立刻儲存於冷藏箱（約4°C），帶回實驗室處理；沉積物置於塑膠瓶中經冷凍後置於冷凍乾燥機去除樣品中水份（約一週）；再以瑪腦研鉢研磨均勻，以便進行沉積物金屬粹取；牡蠣攜回實驗室後先清除表層污泥；去殼稱重置於25ml玻璃瓶（經酸洗）中冷凍直待粹取金屬；海水攜回實驗室後立刻進行過濾；過濾是以一升海水經Nuclepore[®] PC 濾紙（預先稱重）後置入恆溫乾燥器除溼，直待金屬粹取。

* 國立臺灣大學海洋研究所

(三) 粹取與分析：

懸浮物，沉物金屬粹取是以1N HCl經16小時粹取：粹取液以離心機再經4000rpm經15分鐘後，取出過濾，置於塑膠瓶內，直待以原子析光儀（Hitachi Z8100）火焰及石墨爐分別測出Fe、Mn、Cu、Zn、Pb、Cd之濃度；牡蠣所含金屬之粹取是以濃硝酸將牡蠣置於玻璃瓶中以90°C水浴加熱消化（4小時），冷卻後殘渣經0.45um Nuclepore[®] PC濾紙（酸洗）過濾後，粹取液置於塑膠瓶內直待以原子析光儀火焰及石墨爐反析出Cu、Zn、Pb、Cd之濃度。

三、結果：（表1至表5）

(一) 牡蠣：

香山牡蠣（表1.a）採集平均重量為0.33-7.94g；其銅濃度介於14.4-531ppm；而鋅濃度介於7.87-794ppm。

台西牡蠣（表2.a）樣品平均重量為1.30-8.17g；其銅濃度介於1.86-177ppm；而鋅濃度介於5.76-154ppm之間。

鹿港牡蠣（表3.a）樣品平均重量為0.66-5.00g；其銅濃度介於15.0-466ppm之間，而鋅濃度介於20.8-785ppm之間。

布袋牡蠣（表4.a）樣品平均重量為0.98-0.86g；其銅濃度介於33.62-171ppm之間，而鋅濃度介於4.22-272ppm之間。

(二) 懸浮物：

香山懸浮物（表1.b）重量介於0.01-0.06g/L；其銅濃度介於9.20-171ppm，鋅濃度介於57.0-362ppm。

台西懸浮物（表2.b）重量介於0.01-0.04g/L；其銅濃度介於2.18-138ppm

，鋅濃度介於34.1-462ppm。

鹿港懸浮物（表3.b）重量介於0.02-0.60g/L；其銅濃度介於1.38-314ppm

，鋅濃度介於13.6-600ppm。

布袋懸浮物（表4.b）重量介於0.01-0.07g/L；其銅濃度介於2.29-128ppm

，鋅濃度介於15.5-357ppm。

（三）沉積物：

香山沉積物（表1.c）鐵濃度為0.37-1.64mg/g；錳濃度為150-522ppm；銅濃度為0.32-35.1ppm；鋅濃度為16.7-69.6ppm。

台西沉積物（表2.c）鐵濃度為0.47-1.87mg/g；錳濃度為53.9-595ppm；銅濃度為0.10-21.3ppm；鋅濃度為17.4-44.2ppm。

鹿港沉積物（表3.c）鐵濃度為0.40-1.52mg/g；錳濃度為41.9-496ppm；銅濃度為0.18-19.4ppm；鋅濃度為21.5-73.0ppm。

布袋沉積物（表4.c）鐵濃度為0.61-1.89mg/g；錳濃度為59.9-574ppm；銅濃度為0.17-16.0ppm；鋅濃度為19.8-47.8ppm。

四、討論：

香山與鹿港二地區之牡蠣養殖事業宜由主管機關重新檢討並考慮是否予以輔導改良；牡蠣銅與鋅在此二地區之含量遠超過台西與布袋（圖二～圖六），牡蠣銅與鋅全年含量約分佈在0～600、0～800ppm之間，反之台西與布袋全年含量分佈則僅約為其1/4，明顯地指出香山與鹿港二地區之牡蠣（可能）受到污染，事實上前二年之沉積物研究資料早已指出香山與鹿港二地區之沉積物已受到污染，鄰近河川所傳輸之污染物（可能）是主要之污染源，污染物經牡蠣濾食而累積在其肉體內，牡蠣養殖在受污染之沉積環境則完全反應在其體內；香山與鹿港已污染之沉積環境（可能）不宜繼續作為牡蠣養殖，故而香山與鹿

港二地區之牡蠣養殖實應重新加以評估。

牡蠣銅與鋅含量之正比例關係依然存在（圖二～圖六），香山與鹿港二地區之關係可能是因污染來源或程度之差異而造成部份樣品之跳離出正比例關係。牡蠣—懸浮物—沉積物三者之關係亦可從圖二～圖六中明顯看出：即銅與鋅含量以牡蠣為最高，懸浮物次之而沉積物最低；三者亦約略依類似之銅與鋅正比例關係而變化。牡蠣體明顯的以相同比例蓄集居住區域沉積物內之銅鋅；而懸浮物成為中間媒介物。

懸浮物對牡蠣之影響可明顯的由圖六與圖七看出。台西地區牡蠣銅含量隨時間變化很大，而此種變化與牡蠣個體重量無關，重要的是牡蠣銅含量隨時間變化的趨勢非常類似。銅含量在牡蠣與懸浮物內自七月逐漸降低，自十月又開始迅速升高，而在十二～一月達到最高點，二者之類似分佈趨勢明顯地指出牡蠣銅含量受到懸浮物銅所控制。沉積物（圖八）隨時間變化最大之處在九月，但九月份採樣區牡蠣並未採到故無法比較，但值得注意的是沉積物銅平均含量：香山>鹿港>布袋=台西，約與牡蠣類似，故沉積物在長時間尺度下之影響較大。

五、結論：

- (一)香山、鹿港地區牡蠣銅、鋅含量最高，明顯地指出鄰近污染源並未改良。
- (二)牡蠣銅含量隨時間變化很大，主要是受到懸浮物銅含量所控制。
- (三)沉積物在長時間尺度下對牡蠣銅含量之影響較大。
- (四)沉積物—懸浮物—牡蠣三者相互影響程度密切，沉積物金屬藉由擾動形成懸浮物後經濾食進入牡蠣累積。

Table 1.a Siensan Oyster

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
7-1.1	4.52	73.7	162
7-1.2	1.28	51.6	162
7-1.3	7.94	87.3	189
7-1.4	2.28	54.0	110
7-1.5	1.33	20.2	83.8
7-2.1	3.67	126	300
7-2.2	5.67	51.4	144
7-2.3	2.77	35.7	88.9
7-2.4	1.46	36.9	95.0
7-2.5	2.06	17.5	41.6
8-1.1	3.28	18.3	45.8
8-1.2	3.02	36.8	149
8-1.3	5.39	27.8	106
8-1.4	2.99	60.2	311
8-1.5	5.59	25.8	96.6
8-2.1	4.18	25.1	93.3
8-2.2	1.58	74.0	361
8-2.3	7.62	19.7	35.5
8-2.4	2.80	26.8	96.3
8-2.5	2.80	26.8	96.4
9-1.1	3.21	28.1	58.0
9-1.2	4.83	37.3	169
9-1.3	4.33	27.7	114
9-1.4	2.62	45.8	67.5
9-1.5	3.38	44.4	192
9-2.1	1.94	46.2	90.8
9-2.2	4.16	14.4	76.4
9-2.3	3.79	31.6	38.7
9-2.4	1.78	33.7	62.3
9-2.5	2.41	31.1	128
10-1.1	2.47	156	156
10-1.2	2.91	342	378
10-1.3	2.83	159	177
10-1.4	1.34	289	279
10-1.5	2.51	114	120
10-2.1	1.85	248	303
10-2.2	2.32	259	432
10-2.3	2.06	211	177
10-2.4	3.57	296	382
11-1.1	1.85	66.5	56.8
11-1.2	2.37	29.1	25.3
11-1.3	2.63	24.0	28.6
11-1.4	3.71	36.4	40.5
11-1.5	3.94	47.2	34.3
11-2.1	2.65	48.6	39.6
11-2.2	4.62	86.4	87.7
11-2.3	2.69	45.8	27.9
11-2.4	1.91	29.9	7.87
11-2.5	2.66	45.1	28.2
12-1.1	2.91	252	258
12-1.2	1.72	304	218
12-1.3	2.60	77.2	115

12-1.4	1.58	199	171
12-2.1	3.34	101	98.9
12-2.2	3.02	219	288
12-2.3	3.68	93.1	110
12-2.4	2.58	284	262
12-2.5	1.99	200	226
1-1.1	1.44	206	303
1-1.2	1.94	176	208
1-1.3	2.09	285	415
1-1.4	1.91	243	337
1-1.5	1.19	432	688
1-2.1	1.77	174	159
1-2.2	2.74	66.	102
1-2.3	1.74	326	170
1-2.4	2.20	122	182
1-2.5	2.16	212	258
2-1.1	1.50	285	410
2-1.2	1.30	443	657
2-1.3	1.94	207	250
2-1.4	1.14	412	573
2-1.5	1.31	505	588
2-2.1	3.76	273	333
2-2.2	3.05	204	311
2-2.3	2.39	286	465
2-2.4	1.79	191	316
2-2.5	2.30	271	341
3-1.1	0.58	430	652
3-1.2	0.58	177	281
3-1.3	0.40	169	414
3-1.4	0.37	531	794
3-1.5	0.52	384	718
3-2.1	0.86	377	649
3-2.2	0.49	156	311
3-2.3	0.33	377	541
3-2.4	0.69	359	572
3-2.5	0.47	374	593
4-1.1	1.43	338	408
4-1.2	2.63	245	541
4-1.3	1.72	519	277
4-1.4	1.50	232	267
4-1.5	1.57	188	286
4-2.1	1.64	174	361
4-2.2	1.62	287	390
4-2.3	1.49	282	402
4-2.4	0.99	466	271
4-2.5	1.58	145	320

Table 1.b Siensan Particle

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
7-1.1	0.04	9.20	104
7-1.2	0.04	10.6	104
7-1.3	0.04	14.3	106
7-2.1	0.08	21.0	62.6
7-2.2	0.03	11.8	108
7-2.3	0.05	17.7	98.9
8-1.1	0.02	39.8	98.6
8-1.2	0.02	45.1	102
8-1.3	0.02	29.8	96.1
8-2.1	0.04	24.6	98.3
8-2.2	0.05	29.5	73.0
8-2.3	0.04	39.7	96.6
9-1.1	0.06	35.3	132
9-1.2	0.07	21.0	135
9-1.3	0.08	24.7	153
9-2.1	0.13	25.7	57.0
9-2.2	0.07	27.2	83.9
9-2.3	0.06	54.3	362
10-1.1	0.03	29.2	149
10-1.2	0.03	32.9	166
10-1.3	0.03	33.4	157
10-2.1	0.03	28.6	155
10-2.2	0.05	33.7	171
10-2.3	0.06	27.3	137
11-1.1	0.04	18.5	82.1
11-1.2	0.04	20.7	114
11-1.3	0.04	19.0	95.8
11-2.1	0.08	10.5	55.2
11-2.2	0.03	23.0	130
11-2.3	0.05	16.2	86.2
12-2.1	0.04	39.8	127
12-2.2	0.05	29.0	143
12-2.3	0.04	27.4	104
1-1.1	0.02	124	166
1-1.2	0.02	100	148
1-1.3	0.02	108	135
1-2.1	0.01	133	173
1-2.2	0.01	119	163
1-2.3	0.01	128	172
2-1.1	0.02	171	191
2-1.2	0.02	140	160
2-1.3	0.02	152	165
2-2.1	0.02	148	190
2-2.2	0.09	70.5	99.8
2-2.3	0.03	141	145
3-1.1	0.06	73.8	107
3-1.2	0.07	75.9	110
3-1.3	0.05	80.4	116
3-2.1	0.07	67.6	106
3-2.2	0.07	71.1	114
3-2.3	0.10	55.3	86.3
4-1.1	0.01	109	123

4-1.2	0.01	111	152
4-1.3	0.01	100	140
4-2.1	0.03	126	172
4-2.2	0.02	121	169
4-2.3	0.04	101	189

Table 1.c Siensan Sediment

Month-sample	Fe(mg/g)	Mn(ppm)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
7-1.1	0.41	359	0.48	17.3
7-1.2	0.42	347	0.71	16.7
7-1.3	0.44	354	0.85	18.0
7-2.1	0.53	204	2.48	27.0
7-2.2	0.51	180	2.06	25.8
7-2.3	0.62	191	4.50	33.5
8-1.1	0.43	353	0.32	18.0
8-1.2	0.44	377	0.46	18.5
8-1.3	0.49	365	0.36	19.2
8-2.1	0.37	192	3.13	25.2
8-2.2	0.68	210	5.31	34.2
8-2.3	0.91	216	9.35	57.0
9-1.1	0.52	258	1.83	20.4
9-1.2	0.54	258	2.08	20.4
9-1.3	0.52	252	2.31	19.8
9-2.1	0.71	150	13.5	37.7
9-2.2	0.92	168	35.1	58.7
9-2.3	0.82	162	24.1	45.5
10-1.1	0.86	299	12.0	27.5
10-1.2	1.14	336	9.24	36.0
10-1.3	0.95	323	9.07	30.5
10-2.1	1.43	497	9.43	37.7
10-2.2	1.64	522	12.5	39.6
10-2.3	1.23	508	8.61	29.9
11-1.1	0.95	300	5.47	44.4
11-1.2	0.73	330	5.85	35.4
11-1.3	0.73	317	4.32	29.3
11-2.1	0.82	258	5.32	40.2
11-2.2	0.94	263	8.36	53.3
11-2.3	0.72	270	3.98	36.0
12-1.1	0.73	216	3.01	30.0
12-1.2	0.67	239	2.19	29.3
12-1.3	0.86	222	6.71	41.9
12-2.1	0.98	425	4.82	60.4
12-2.2	0.99	462	1.91	46.2
12-2.3	0.78	442	2.36	40.7
1-1.1	0.71	282	2.58	28.2
1-1.2	0.68	273	2.24	27.6
1-1.3	0.68	273	2.84	27.6
1-2.1	0.68	360	3.05	26.4
1-2.2	0.73	363	2.41	30.0
1-2.3	0.73	396	2.98	28.8
2-1.1	0.78	318	2.09	27.0
2-1.2	0.77	338	2.48	27.5
2-1.3	0.78	309	2.50	28.2
2-2.1	0.83	362	2.50	33.5
2-2.2	0.81	359	4.72	33.5
2-2.3	0.81	338	4.42	33.5
3-1.1	1.09	276	2.36	34.7
3-1.2	0.79	324	2.09	30.0
3-1.3	0.96	315	4.34	31.8
3-2.1	1.03	236	2.21	28.7

3-2.2	1.17	254	4.20	34.1
3-2.3	1.18	261	3.45	34.7
4-1.1	0.63	413	2.41	27.5
4-1.2	0.74	320	4.04	34.7
4-1.3	0.67	341	1.96	27.0
4-2.1	1.13	390	8.53	69.6
4.2-2	0.86	318	2.69	46.8
4.2.3	1.05	411	7.03	65.4

Table 2.a TaiSie Oyster

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
7-1.1	3.32	12.7	36.2
7-1.2	3.55	11.9	71.1
7-1.3	2.70	3.34	24.5
7-1.4	2.69	7.80	45.7
7-1.5	5.63	23.5	60.0
7-2.1	8.17	18.7	77.7
7-2.2	4.85	1.86	19.7
7-2.3	4.86	11.1	49.1
7-2.4	5.45	9.36	47.7
7-2.5	5.08	8.27	51.6
8-1.1	4.45	10.8	67.4
8-1.2	3.74	10.4	72.2
8-1.3	3.07	13.7	58.6
8-1.4	3.78	3.18	39.7
8-1.5	4.11	10.2	29.2
8-2.1	2.08	11.5	101
8-2.2	2.46	4.88	85.3
8-2.3	3.17	6.62	47.3
8-2.4	3.64	5.76	41.2
8-2.5	3.67	4.08	40.8
9-1.1	5.33	17.5	16.9
9-1.2	4.85	6.19	55.7
9-1.3	2.90	13.5	31.1
9-1.4	3.68	5.70	32.6
9-1.5	4.92	5.49	24.4
9-2.1	3.03	5.94	39.6
9-2.2	2.54	8.26	23.6
9-2.3	2.19	4.10	54.7
9-2.4	3.21	8.42	65.5
9-2.5	3.98	8.29	60.3
10-1.1	4.98	7.83	30.1
10-1.2	3.23	11.1	37.2
10-1.3	4.40	17.7	68.2
10-1.4	3.80	5.52	27.6
10-1.5	4.60	7.82	32.6
10-2.1	5.14	10.5	32.1
10-2.2	6.06	10.9	34.7
10-2.3	3.92	9.18	30.6
10-2.4	3.95	9.12	34.2
10-2.5	5.47	11.5	49.4
11-1.1	2.98	76.5	116
11-1.2	1.92	31.3	23.5
11-1.3	1.63	5.54	38.8
11-1.4	2.97	8.07	25.2
11-1.5	2.69	23.5	16.8
11-2.1	3.48	7.76	17.3
11-2.2	4.51	9.99	23.3
11-2.3	1.30	2.30	5.76
11-2.4	3.68	5.72	8.16
11-2.5	4.64	7.76	6.47
12-1.1	4.14	101	116
12-1.2	2.56	48.0	111

12-1.3	3.41	177	154
12-1.4	4.24	36.8	38.9
12-1.5	3.68	58.6	73.3
12-2.1	4.07	39.1	70.1
12-2.2	2.31	84.3	117
12-2.3	2.15	90.8	119
12-2.4	3.16	82.6	99.6
12-2.5	1.57	38.2	47.8
1-1.1	1.92	42.8	98.8
1-1.2	3.07	82.5	80.7
1-1.3	3.00	74.0	145
1-1.4	3.77	71.6	142
1-1.5	2.52	29.7	72.4
1-2.1	3.37	23.2	66.8
1-2.2	1.82	53.3	188
1-2.3	2.69	196	95.8
1-2.4	2.26	17.6	98.3
1-2.5	3.31	56.2	130
2-1.1	3.86	83.2	139
2-1.2	5.20	66.3	167
2-1.3	4.88	32.7	132
2-1.4	3.00	61.7	157
2-1.5	4.40	59.0	145
2-2.1	4.35	24.5	107
2-2.2	3.04	30.8	105
2-2.3	3.78	45.0	152
2-2.4	4.04	23.7	110
2-2.5	4.04	52.6	169
3-1.1	2.28	54.8	137
3-1.2	2.05	69.5	145
3-1.3	3.48	70.8	149
3-1.4	6.20	28.1	94.1
3-1.5	2.80	53.7	129
3-2.1	2.06	22.6	78.6
3-2.2	1.21	26.2	85.9
3-2.3	1.53	29.2	91.0
3-2.4	3.17	54.9	133
3-2.5	3.11	9.53	39.4
4-1.1	0.55	27.7	21.3
4-1.2	0.78	19.4	62.7
4-1.3	0.80	16.2	17.5
4-1.4	1.32	9.89	88.9
4-1.5	0.50	30.3	70.1
4-2.1	0.84	15.5	55.6
4-2.2	1.13	19.2	53.9
4-2.3	1.93	9.00	54.6
4-2.4	1.48	17.6	108
4-2.5	1.44	27.1	55.3

Table 2.b TaiSie Particle

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
7-1.1	0.01	4.16	55.6
7-1.2	0.01	4.02	61.0
7-1.3	0.02	2.18	53.3
7-2.1	0.01	7.29	65.7
7-2.2	0.01	9.40	57.7
7-2.3	0.01	4.69	70.3
8-1.1	0.03	17.2	59.8
8-1.2	0.02	43.3	80.8
8-1.3	0.04	42.0	89.9
8-2.1	0.01	16.7	59.1
8-2.2	0.02	14.9	43.5
8-2.3	0.02	36.9	38.2
9-1.1	0.03	11.1	75.7
9-1.2	0.03	11.8	59.6
9-1.3	0.03	10.1	62.3
9-2.1	0.03	15.0	56.9
9-2.2	0.03	13.8	57.9
9-2.3	0.03	12.0	340
10-1.1	0.03	17.4	67.0
10-1.2	0.03	15.6	83.9
10-1.3	0.03	16.1	65.2
10-2.1	0.02	24.4	53.0
10-2.2	0.03	18.3	55.8
10-2.3	0.03	31.7	55.0
11-1.1	0.01	43.4	153
11-1.2	0.01	29.9	134
11-1.3	0.02	28.3	91.4
11-2.1	0.01	32.2	120
11-2.2	0.01	78.1	462
11-2.3	0.01	55.2	129
12-1.1	0.03	71.8	74.8
12-1.2	0.02	132	135
12-1.3	0.04	20.1	34.6
12-2.1	0.01	52.6	82.7
12-2.2	0.02	22.1	50.7
12-2.3	0.02	43.0	57.3
1-1.1	0.02	41.8	46.4
1-1.2	0.02	103	63.5
1-1.3	0.02	138	49.5
1-2.1	0.02	85.3	47.9
1-2.2	0.02	80.9	37.7
1-2.3	0.02	76.0	50.5
2-1.1	0.03	125	58.6
2-1.2	0.02	72.4	49.3
2-1.3	0.03	53.9	52.1
2-2.1	0.03	85.1	68.4
2-2.2	0.03	89.7	86.5
2-2.3	0.03	85.8	193
3-1.1	0.05	10.9	54.0
3-1.2	0.05	24.2	56.2
3-1.3	0.05	2.39	55.9
3-2.1	0.02	24.4	34.1

3-2.2	0.03	74.6	108
3-2.3	0.06	20.5	20.7
4-1.1	0.02	39.0	59.7
4-1.2	0.05	22.3	72.8
4-1.3	0.03	27.6	63.7
4-2.1	0.04	27.8	65.7
4-2.2	0.04	15.5	57.1
4-2.3	0.03	30.3	63.7

Table 2.c TaiSie Sediment

Month-sample	Fe(mg/g)	Mn(ppm)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
7-1.1	1.07	53.9	2.73	34.7
7-1.2	1.25	59.9	2.74	40.7
7-1.3	1.16	71.8	3.52	39.5
7-2.1	0.63	245	0.63	20.3
7-2.2	0.70	270	0.63	21.0
7-2.3	0.64	258	0.93	21.0
8-1.1	1.05	413	0.55	35.9
8-1.2	1.12	425	3.16	38.9
8-1.3	1.14	408	2.61	37.2
8-2.1	0.99	359	1.10	31.7
8-2.2	1.23	347	4.75	40.1
8-2.3	0.86	353	1.63	28.7
9-1.1	1.00	336	16.5	38.4
9-1.2	0.93	347	10.9	29.9
9-1.3	1.28	341	21.3	43.7
9-2.1	0.92	288	10.8	30.0
9-2.2	0.96	312	12.8	30.6
9-2.3	1.87	269	12.8	31.1
10-1.1	1.47	466	11.3	35.3
10-1.2	1.52	508	12.0	40.0
10-1.3	1.62	497	14.6	41.3
10-2.1	0.56	299	3.35	40.7
10-2.2	0.53	359	2.46	21.0
10-2.3	0.56	329	2.63	19.2
11-1.1	1.22	420	3.77	38.4
11-1.2	1.38	467	1.90	41.9
11-1.3	1.22	449	3.78	39.5
11-2.1	0.47	108	0.89	17.4
11-2.2	0.88	120	0.10	21.0
11-2.3	0.96	150	3.73	28.2
12-1.1	1.07	399	0.42	30.0
12-1.2	1.07	419	1.02	32.9
12-1.3	1.38	407	3.75	39.5
12-2.1	0.96	449	1.65	28.1
12-2.2	0.95	461	0.25	22.7
12-2.3	0.87	454	0.93	20.9
1-1.1	1.11	404	1.23	37.1
1-1.2	1.39	413	3.62	44.2
1-1.3	1.29	459	0.81	42.6
1-2.1	0.77	284	1.43	23.3
1-2.2	0.76	207	2.44	21.6
1-2.3	0.94	333	2.12	27.0
2-1.1	1.25	408	1.83	40.8
2-1.2	1.14	341	0.37	34.7
2-1.3	1.30	375	3.12	41.4
2-2.1	0.83	308	0.43	25.1
2-2.2	0.82	434	0.21	25.1
2-2.3	0.83	407	0.43	25.1
3-1.1	1.35	377	2.62	42.4
3-1.2	1.32	392	1.41	42.5
3-1.3	1.33	413	1.00	41.9
3-2.1	0.81	356	0.53	24.6

3-2.2	0.82	275	2.14	23.3
3-2.3	0.87	342	1.88	25.2
4-1.1	1.05	300	0.79	32.4
4-1.2	1.07	305	1.29	34.7
4-1.3	1.38	421	0.54	43.6
4-2.1	0.90	426	0.56	27.0
4-2.2	0.83	245	0.06	26.3
4-2.3	0.99	595	0.05	29.9

Table 3.a LooGong Oyster

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
7-1.1	1.57	38.3	184
7-1.2	2.15	46.1	164
7-1.3	1.90	44.3	160
7-1.4	1.68	48.2	191
7-1.5	1.45	18.6	86.2
7-2.1	2.54	39.0	171
7-2.2	2.32	29.8	148
7-2.3	2.03	42.8	165
8-1.1	20.0	51.4	181
8-1.2	1.02	26.5	147
8-1.3	2.34	26.9	128
8-1.4	1.58	30.5	114
8-1.5	1.39	17.3	108
8-2.1	1.66	18.0	108
8-2.2	2.42	39.7	211
8-2.3	1.87	40.2	209
8-2.4	1.97	30.5	183
8-2.5	1.59	15.0	132
9-1.1	2.05	29.8	253
9-1.2	3.59	33.4	41.8
9-1.3	3.74	32.1	64.1
9-1.4	2.79	32.3	86.1
9-1.5	3.24	37.1	64.8
9-2.1	2.03	70.9	221
9-2.2	2.90	62.0	155
9-2.3	2.56	39.8	93.7
9-2.4	3.86	31.1	140
9-2.5	1.97	18.2	45.6
10-1.1	3.31	168	304
10-1.2	1.74	112	259
10-1.3	1.81	59.7	91.2
10-1.4	4.36	71.5	165
10-2.1	2.06	81.5	160
10-2.2	2.47	138	273
10-2.3	2.78	218	410
10-2.4	5.00	135	270
10-2.5	3.62	210	444
11-1.1	3.42	41.2	65.7
11-1.2	3.83	135	251
11-1.3	2.11	134	242
11-1.4	3.90	184	331
11-1.5	1.63	175	268
11-2.1	0.66	82.0	91.1
11-2.2	0.88	17.3	20.8
11-2.3	2.31	29.9	71.5
11-2.4	1.69	53.3	79.9
11-2.5	2.68	97.6	185
12-1.1	1.98	108	250
12-1.2	3.02	83.4	233
12-1.3	2.83	97.4	206
12-1.4	2.00	127	412
12-2.1	3.12	133	221

12-2.2	2.26	195	412
12-2.3	3.51	126	346
12-2.4	2.35	82.8	198
12-2.5	2.54	212	390
1-1.1	2.95	93.5	266
1-1.2	3.04	89.0	320
1-1.3	2.48	72.9	279
1-1.4	3.35	62.4	213
1-1.5	2.58	34.2	123
1-2.1	4.86	85.1	251
1-2.2	3.80	62.8	249
1-2.3	4.25	95.3	278
1-2.4	5.61	63.4	202
1-2.5	4.00	35.3	134
2-1.1	1.58	96.4	534
2-1.2	1.59	88.0	500
2-1.3	0.78	95.2	347
2-1.4	1.54	145	693
2-1.5	1.46	49.9	319
2-2.1	1.35	118	591
2-2.2	0.90	73.8	402
2-2.3	1.00	125	785
2-2.4	1.15	89.1	447
2-2.5	0.85	34.2	280
3-1.1	1.86	92.0	380
3-1.2	2.15	65.7	341
3-1.3	0.88	73.2	465
3-1.4	2.63	170	647
3-1.5	1.06	36.5	286
3-2.1	3.05	49.1	280
3-2.2	2.46	92.2	640
3-2.3	1.67	116	525
3-2.4	1.30	77.4	389
3-2.5	1.24	36.2	243
4-1.1	1.43	338	408
4-1.2	2.63	245	541
4-1.3	1.72	519	277
4-1.4	1.50	232	267
4-1.5	1.57	188	286
4-2.1	1.64	174	361
4-2.2	1.62	287	390
4-2.3	1.49	282	402
4-2.4	0.99	466	271
4-2.5	1.58	145	320

Table 3.b LooGong Particle

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
7-1.1	0.09	22.2	130
7-1.2	0.07	33.6	171
7-1.3	0.08	27.8	126
7-2.1	0.05	48.1	206
7-2.2	0.07	29.9	161
7-2.3	0.19	13.3	102
8-1.1	0.03	36.6	88.8
8-1.2	0.12	16.3	77.7
8-1.3	0.19	8.12	78.3
8-2.1	0.10	11.5	76.9
8-2.2	0.08	13.6	74.9
8-2.3	0.03	17.6	87.2
9-1.1	0.06	35.4	144
9-1.2	0.06	53.8	162
9-1.3	0.07	46.7	141
9-2.1	0.06	32.5	152
9-2.2	0.10	21.6	118
9-2.3	0.11	26.6	143
10-1.1	0.60	1.77	53.3
10-1.2	0.52	1.95	56.3
10-1.3	0.52	1.55	55.4
10-2.1	0.58	1.60	54.7
10-2.2	0.58	1.85	56.2
10-2.3	0.55	1.81	55.5
11-1.1	0.09	4.57	26.9
11-1.2	0.07	2.64	32.4
11-1.3	0.08	3.49	22.3
11-2.1	0.05	3.59	43.0
11-2.2	0.07	4.11	38.7
11-2.3	0.19	1.38	13.6
12-1.1	0.03	22.3	262
12-1.2	0.12	6.90	90.5
12-1.3	0.19	3.63	45.1
12-2.1	0.10	7.05	84.6
12-2.2	0.08	8.07	89.2
12-2.3	0.03	23.5	275
1-1.1	0.05	118	248
1-1.2	0.04	43.6	128
1-1.3	0.05	40.8	117
1-2.1	0.03	58.8	138
1-2.2	0.06	91.1	211
1-2.3	0.04	43.2	121
2-1.1	0.02	92.5	188
2-1.2	0.02	67.4	140
2-1.3	0.02	58.6	131
2-2.1	0.03	141	290
2-2.2	0.03	173	271
2-2.3	0.03	130	81.4
3-1.1	0.04	138	261
3-1.2	0.04	132	261
3-1.3	0.04	139	259
3-2.1	0.05	122	225

3-2.2	0.04	40.0	251
3-2.3	0.04	38.2	268
4-1.1	0.05	302	600
4-1.2	0.04	217	572
4-1.3	0.05	298	533
4-2.1	0.06	314	543
4-2.2	0.06	313	540
4-2.3	0.04	278	545

Table 3.c LooGong Sediment

Month-sample	Fe(mg/g)	Mn(ppm)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
7-1.1	0.50	138	1.39	22.7
7-1.2	0.47	126	0.98	21.5
7-1.3	0.46	132	1.75	21.6
7-2.1	0.45	132	1.21	22.7
7-2.2	0.45	108	1.17	22.7
7-2.3	0.42	120	1.43	22.8
8-1.1	0.43	102	0.61	25.1
8-1.2	0.43	108	0.48	22.8
8-1.3	0.51	120	0.60	24.0
8-2.1	0.44	47.9	0.39	24.5
8-2.2	0.40	53.9	0.69	24.6
8-2.3	0.44	41.9	0.32	25.8
9-1.1	0.54	120	3.51	73.0
9-1.2	0.56	194	4.48	71.3
9-1.3	0.55	138	3.52	72.4
9-2.1	0.73	204	8.68	24.6
9-2.2	0.71	209	6.71	32.9
9-2.3	0.77	221	11.2	30.5
10-1.1	0.58	138	5.63	23.9
10-1.2	0.56	150	4.59	26.3
10-1.3	0.52	144	5.12	25.8
10-2.1	1.19	485	14.9	24.0
10-2.2	1.52	479	19.4	38.4
10-2.3	1.08	496	15.9	45.5
11-1.1	0.67	239	4.14	28.7
11-1.2	0.63	269	2.63	25.7
11-1.3	0.65	227	3.94	29.3
11-2.1	0.74	192	1.98	38.4
11-2.2	0.59	197	1.86	25.7
11-2.3	0.70	204	3.62	33.5
12-1.1	0.58	144	1.67	28.1
12-1.2	0.56	144	1.73	28.8
12-1.3	0.52	138	1.59	26.9
12-2.1	0.55	156	1.35	28.8
12-2.2	0.53	150	1.33	27.5
12-2.3	0.49	144	0.35	26.9
1-1.1	0.63	168	1.92	30.0
1-1.2	0.61	171	0.83	27.6
1-1.3	0.84	177	1.93	26.4
1-2.1	0.58	168	1.12	25.2
1-2.2	0.58	177	2.12	25.2
1-2.3	0.57	177	2.42	25.2
2-1.1	0.70	195	1.85	33.6
2-1.2	0.65	171	1.64	31.1
2-1.3	0.64	174	0.67	32.3
2-2.1	0.70	174	2.07	33.0
2-2.2	0.61	185	1.36	31.7
2-2.3	0.54	168	0.86	31.2
3-1.1	0.51	126	0.71	23.9
3-1.2	0.49	126	0.20	24.5
3-1.3	0.48	117	0.42	24.5
3-2.1	0.50	126	0.18	24.5

3-2.2	0.55	135	0.25	25.7
3-2.3	0.56	132	0.23	28.2
4-1.1	0.52	138	1.24	26.4
4-1.2	0.55	150	1.53	28.7
4-1.3	0.55	138	1.53	26.9
4-2.1	0.52	138	0.49	26.4
4.2-2	0.54	138	0.57	27.0
4.2.3	0.51	132	0.42	27.5

Table 4.a BooDai Oyster

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
7-1.1	3.29	25.5	86.2
7-1.2	3.13	19.2	30.9
7-1.3	2.32	25.9	50.9
7-1.4	3.20	18.8	45.2
7-1.5	4.12	19.7	58.5
7-2.1	3.66	18.9	62.4
7-2.2	2.50	24.0	26.1
7-2.3	1.92	23.4	34.6
7-2.4	3.27	13.8	48.9
7-2.5	4.39	14.0	45.1
8-1.1	2.05	22.0	58.5
8-1.2	1.76	37.4	136
8-1.3	0.98	12.2	122
8-1.4	1.71	17.6	35.1
8-1.5	2.49	19.3	12.1
8-2.1	2.69	20.1	67.1
8-2.2	4.42	21.7	33.9
8-2.3	2.01	22.4	37.4
8-2.4	3.35	17.9	17.9
8-2.5	2.70	18.9	66.6
9-1.1	1.53	35.3	128
9-1.2	2.76	20.6	76.0
9-1.3	1.54	29.3	117
9-1.4	2.24	28.1	107
9-1.5	1.82	33.0	132
9-2.1	2.09	34.4	143
9-2.2	3.27	11.0	119
9-2.3	3.33	59.5	216
9-2.4	2.74	11.0	197
9-2.5	2.56	25.7	117
10-1.1	1.77	37.4	42.5
10-1.2	1.50	40.1	50.2
10-1.3	1.92	18.8	23.5
10-1.4	1.52	19.8	19.8
10-1.5	3.85	15.6	31.2
10-2.1	2.91	103	149
10-2.2	2.51	64.6	102
10-2.3	2.41	68.5	99.6
10-2.4	1.81	41.4	66.2
10-2.5	1.88	25.5	39.8
11-1.1	1.63	5.54	92.3
11-1.2	1.79	8.36	6.67
11-1.3	1.72	8.74	10.5
11-1.4	2.19	23.3	13.7
11-1.5	3.00	10.0	5.00
11-2.1	2.27	10.6	79.5
11-2.2	3.56	15.2	4.22
11-2.3	3.08	10.7	4.88
11-2.4	3.65	25.5	24.7
11-2.5	4.86	38.3	34.0
12-1.1	1.67	21.6	18.0
12-1.2	1.67	14.4	71.9

12-1.3	1.61	104	93.2
12-1.4	1.31	25.1	11.4
12-1.5	1.45	43.6	93.4
12-2.1	2.15	54.4	90.6
12-2.2	1.58	43.6	19.0
12-2.3	2.38	37.8	56.6
12-2.4	3.02	53.7	89.5
12-2.5	2.70	27.8	38.9
1-1.1	2.14	81.1	145
1-1.2	2.11	56.5	93.2
1-1.3	1.36	43.2	75.2
1-1.4	2.40	17.4	37.5
1-1.5	1.18	31.7	65.8
1-2.1	3.38	32.1	58.3
1-2.2	2.69	6.03	44.9
1-2.3	2.79	40.2	71.5
1-2.4	2.48	70.9	146
1-2.5	2.28	87.1	134
2-1.1	1.62	106	144
2-1.2	2.65	74.8	112
2-1.3	1.22	121	251
2-1.4	1.81	52.8	95.7
2-1.5	1.88	106	157
2-2.1	2.90	74.0	120
2-2.2	3.04	104	150
2-2.3	2.00	77.9	168
2-2.4	1.60	46.5	117
2-2.5	2.95	102	199
3-1.1	2.12	115	180
3-1.2	2.20	77.5	99.2
3-1.3	2.44	45.4	104
3-1.4	2.02	97.8	272
3-1.5	1.78	171	159
3-2.1	4.32	81.9	156
3-2.2	2.96	103	135
3-2.3	2.29	99.6	156
3-2.4	4.44	106	249
3-2.5	3.92	68.9	146
4-1.1	5.02	3.62	148
4-1.2	4.31	91.3	128
4-1.3	3.47	69.5	266
4-1.4	3.31	159	179
4-1.5	2.10	135	146
4-2.1	2.73	61.6	155
4-2.2	4.50	55.6	168
4-2.3	3.18	129	251
4-2.4	3.08	139	140
4-2.5	1.96	169	162

Table 4.b BooDai Particle

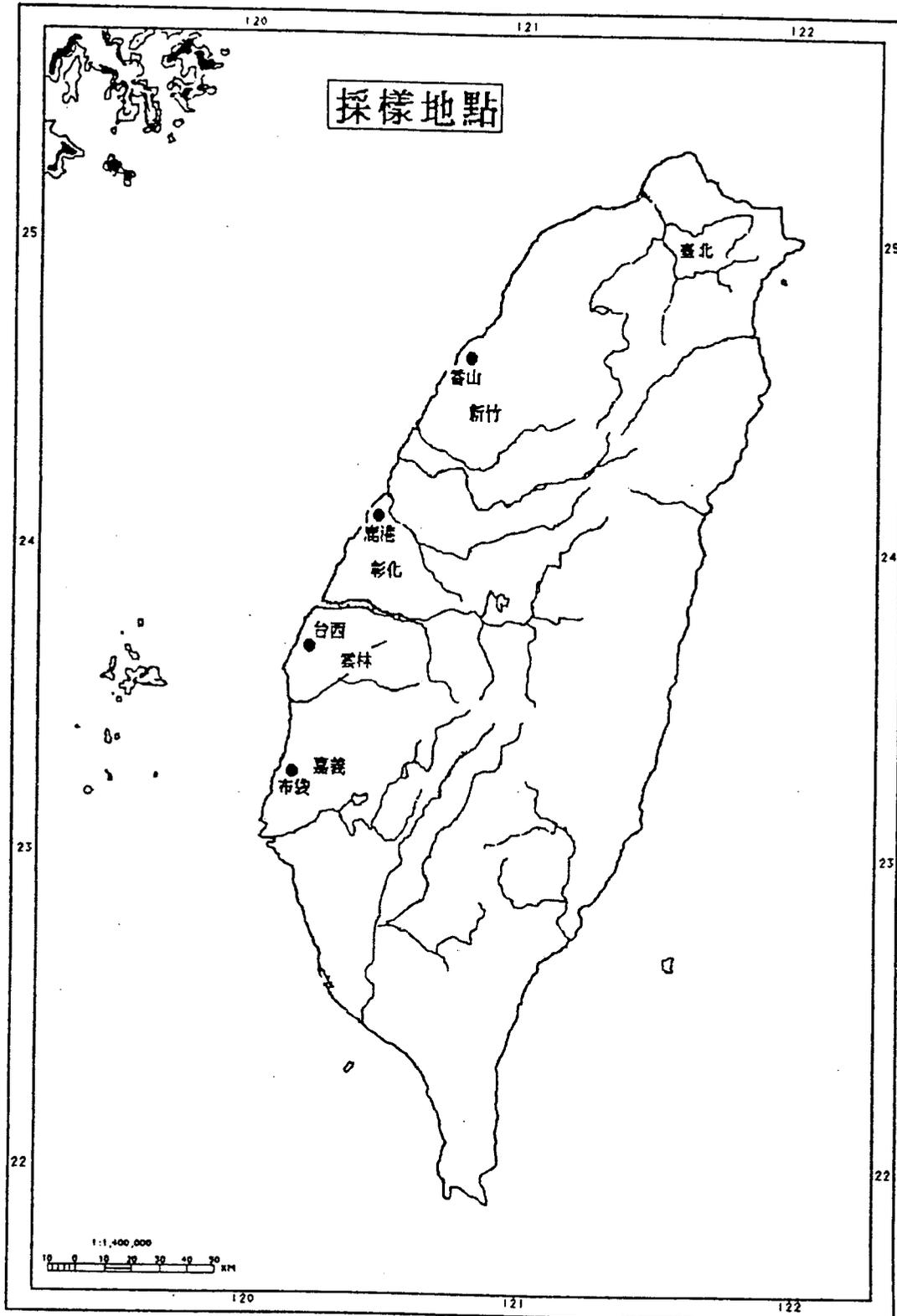
Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
7-1.1	0.10	7.13	64.7
7-1.2	0.09	14.2	61.8
7-1.3	0.07	8.84	64.0
7-2.1	0.04	11.4	71.0
7-2.2	0.06	5.60	62.6
7-2.3	0.05	5.90	64.9
8-1.1	0.12	8.75	65.3
8-1.2	0.08	16.7	73.6
8-1.3	0.09	12.9	62.1
8-2.1	0.05	11.1	68.0
8-2.2	0.05	7.97	64.7
8-2.3	0.05	6.72	73.5
9-1.1	0.15	9.18	52.1
9-1.2	0.12	9.11	24.6
9-1.3	0.04	23.8	28.4
9-2.1	0.02	17.2	55.9
9-2.2	0.02	19.1	81.1
9-2.3	0.02	17.4	357
10-1.1	0.04	3.34	59.7
10-1.2	0.04	2.29	203
10-2.1	0.05	8.65	63.2
10-2.2	0.17	3.87	15.5
10-2.3	0.04	7.04	58.8
11-1.1	0.10	8.74	131
11-1.2	0.09	16.3	256
11-1.3	0.07	17.8	281
11-2.1	0.04	11.4	94.6
11-2.2	0.06	8.32	72.6
11-2.3	0.05	7.84	64.9
12-1.1	0.12	6.99	90.1
12-1.2	0.08	14.0	250
12-1.3	0.09	8.41	129
12-2.1	0.06	12.7	94.0
12-2.2	0.05	24.2	333
12-2.3	0.05	17.6	120
1-1.1	0.02	21.2	68.2
1-1.2	0.03	20.6	72.2
1-1.3	0.03	15.7	64.2
1-2.1	0.02	15.7	66.4
1-2.2	0.02	18.9	69.8
1-2.3	0.02	27.9	58.1
2-1.1	0.04	16.1	69.2
2-1.2	0.04	16.8	68.4
2-1.3	0.04	22.5	61.5
2-2.1	0.02	18.8	72.1
2-2.2	0.03	16.3	69.5
2-2.3	0.03	31.4	66.9
3-1.1	0.06	110	69.6
3-1.2	0.07	128	65.3
3-1.3	0.06	25.4	66.3
3-2.1	0.04	27.5	69.2
3-2.2	0.04	28.0	70.6

3-2.3	0.04	26.6	72.4
4-1.1	0.02	35.9	83.3
4-1.2	0.03	41.8	94.9
4-1.3	0.02	31.0	75.0
4-2.1	0.01	36.4	56.8
4.2-2	0.01	42.0	44.1
4.2.3	0.01	35.9	61.0

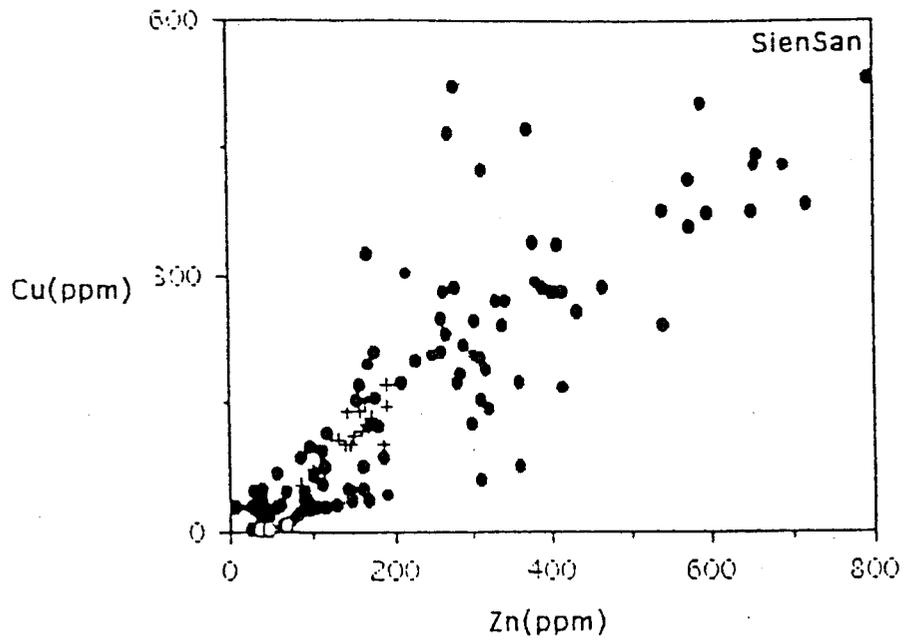
Table 4.c BooDai Sediment

Month-sample	Fe(mg/g)	Mn(ppm)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
7-1.1	1.59	551	3.63	40.7
7-1.2	1.59	59.9	3.19	40.1
7-1.3	1.76	497	6.30	43.7
7-2.1	0.86	311	2.18	25.1
7-2.2	0.97	293	1.65	26.9
7-2.3	0.86	281	3.23	24.5
8-1.1	1.57	444	4.13	41.4
8-1.2	1.59	467	4.77	41.3
8-1.3	1.54	461	3.75	42.5
8-2.1	0.68	275	0.74	20.3
8-2.2	0.88	263	1.33	25.7
8-2.3	0.66	269	0.80	19.8
9-1.1	1.87	479	16.0	47.3
9-1.2	1.79	514	15.9	47.8
9-1.3	1.71	503	14.8	46.1
9-2.1	0.84	562	3.54	23.9
9-2.2	0.77	538	3.32	21.5
9-2.3	0.73	574	2.34	21.5
10-1.1	0.69	305	14.2	43.6
10-1.2	0.61	323	8.14	26.9
10-1.3	0.68	336	6.30	29.4
10-2.1	0.61	497	4.07	25.8
10-2.2	0.63	514	4.92	27.5
10-2.3	0.65	473	5.11	27.5
11-1.1	1.87	533	4.95	44.9
11-1.2	1.89	509	6.29	43.1
11-1.3	1.81	492	5.91	43.2
11-2.1	1.04	383	1.26	23.4
11-2.2	1.35	419	2.11	31.1
11-2.3	1.13	414	2.41	25.8
12-1.1	1.05	263	1.16	25.7
12-1.2	1.14	240	1.86	24.6
12-1.3	1.10	269	0.99	23.9
12-2.1	1.16	288	1.64	25.2
12-2.2	1.27	275	1.48	28.1
12-2.3	1.25	270	0.83	27.6
1-1.1	1.29	411	1.31	33.0
1-1.2	1.22	365	1.55	30.5
1-1.3	1.34	407	1.71	34.1
1-2.1	0.95	231	1.75	24.0
1-2.2	0.98	255	1.05	26.4
1-2.3	0.93	249	0.78	24.0
2-1.1	1.31	411	1.38	34.2
2-1.2	1.34	446	2.59	35.9
2-1.3	1.27	371	0.89	32.3
2-2.1	0.95	239	0.69	24.5
2-2.2	0.92	242	0.91	23.9
2-2.3	0.91	242	0.53	23.33
3-1.1	1.43	383	2.52	37.7
3-1.2	1.37	398	1.88	36.5
3-1.3	1.54	419	4.01	40.7
3-2.1	1.01	278	1.93	27.5

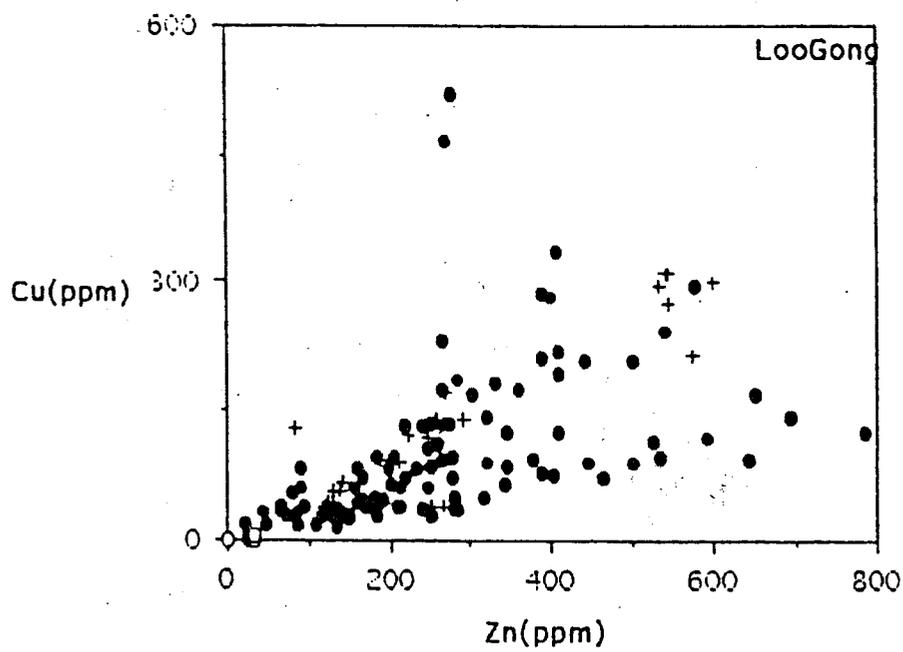
3-2.2	1.10	290	0.81	28.7
3-2.3	1.07	264	0.46	27.6
4-1.1	1.36	327	3.15	34.8
4-1.2	1.44	374	0.17	36.5
4-1.3	1.42	347	3.70	36.5
4-2.1	1.24	321	1.06	30.6
4.2-2	1.00	213	1.16	24.6
4.2.3	1.15	362	3.27	29.9



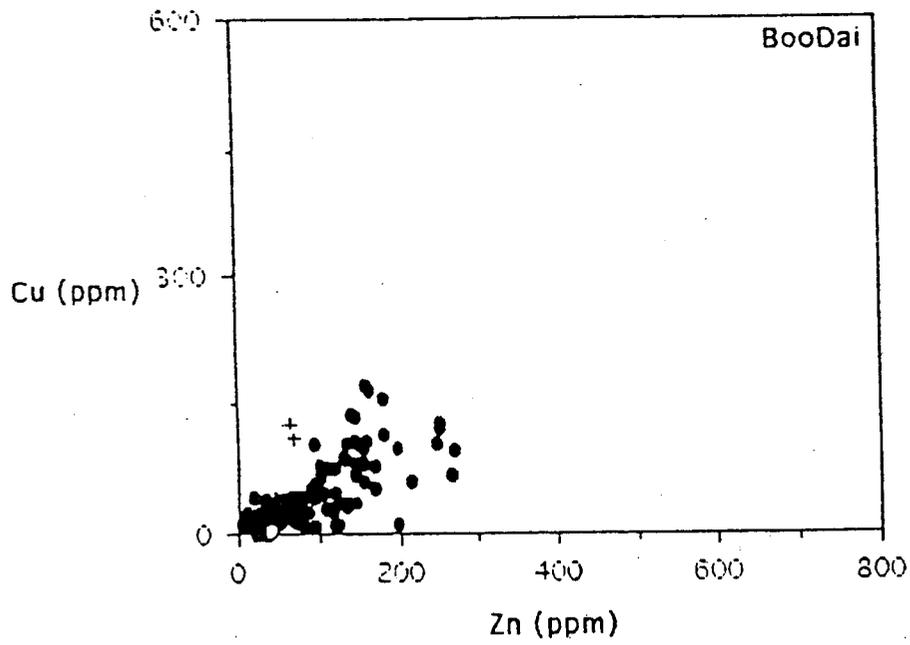
圖一 採樣地點



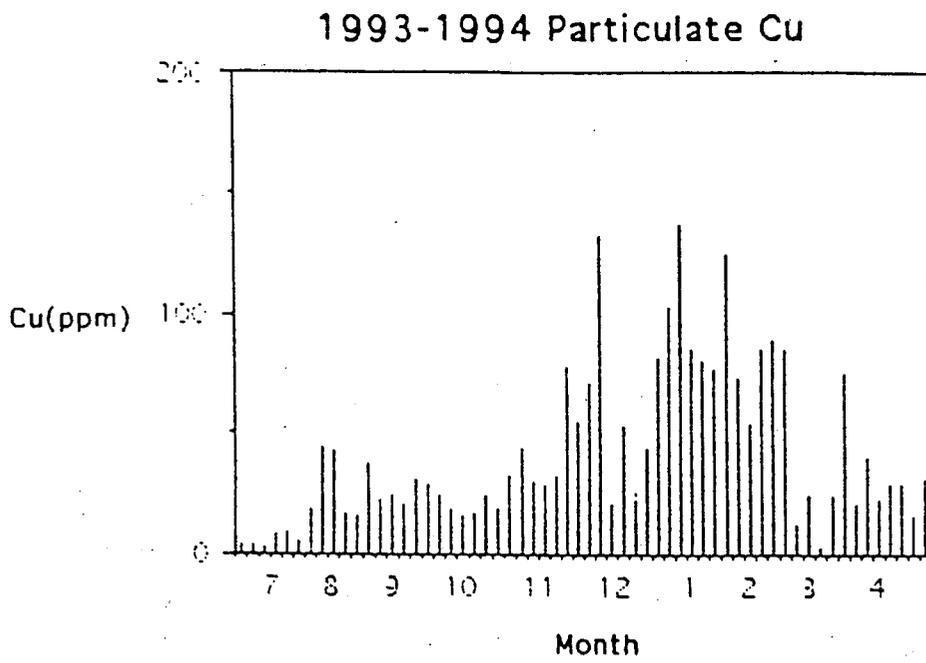
圖二 香山地區全年牡蠣(·)、懸浮物(+)與沈積物(○)銅與鋅之關係



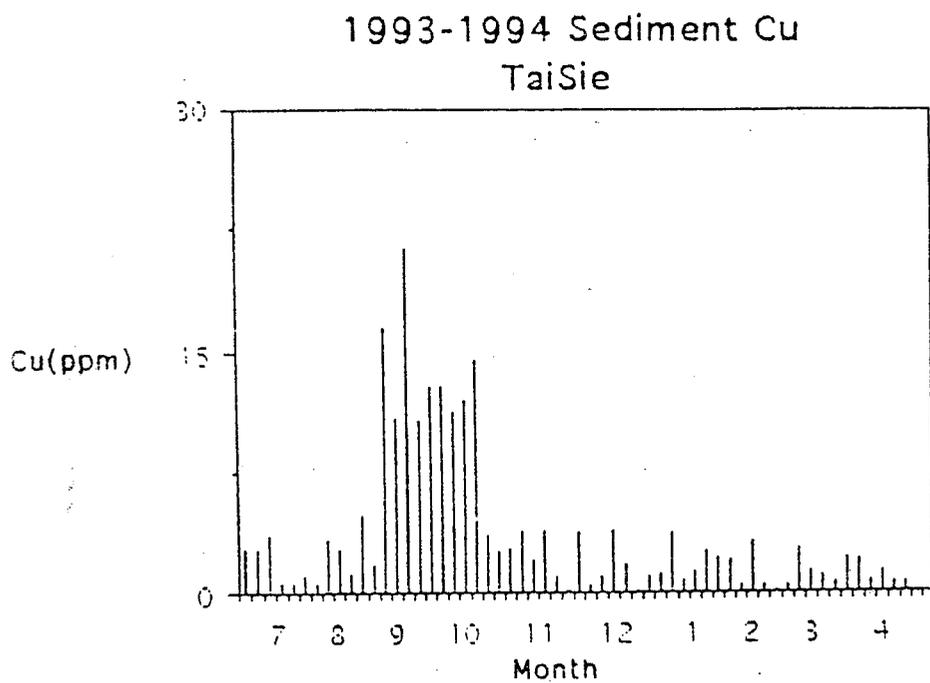
圖三 鹿港地區全年牡蠣(•)、懸浮物(+)與沈積物(◦)銅與鋅之關係



圖五 布袋地區全年牡蠣(•)、懸浮物(+)與沈積物(◦)銅與鋅之關係



圖七 台西地區全年懸浮物銅隨時間變化之關係



圖八 台西地區全年沈積物銅隨時間變化之關係