

臺灣西南沿海牡蠣與沈積物及懸浮物 重金屬相關性之研究調查

* 林曉武

引言：

牡蠣是臺灣西海岸所產之高經濟魚產品，每年民生消耗量亦高，但隨著西海岸之人口快速增加與高度工業化，牡蠣污染之可能性亦隨之增加，甚而可能產生綠牡蠣事件；本計畫之目地即在了解牡蠣—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。

* 臺灣大學海洋研究所

實驗方法：

採樣：

香山、台西、鹿港、布袋地區採樣圖如圖一，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)，與約三十隻牡蠣。

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)；再以瑪瑙研鉢研磨均勻，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(經峻洗)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)後置入恆溼乾燥器除溼，直待金屬粹取。

粹取與分析：

懸浮物，沉積物金屬粹取是以1N HCl經16小時粹取；粹取液以離心機再經4000rpm經15分鐘，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原子析光儀火焰及石墨爐反析出Cu、Zn、Pb、Cd之濃度。

結果：(表1至表5)

(1)牡蠣：

香山牡蠣(表1.a)採集平均重量為 1.79 ± 0.976 g，其銅濃度介於55.1~619ppm，平均值為 240 ± 199 ppm；而鋅濃度介於87.9~576ppm之間，平均值為 251 ± 153 ppm。

台西牡蠣(表2.a)樣品平均重量為 2.36 ± 1.04 g，其銅濃度介於4.13~137ppm，平均值為 42.3 ± 41.4 ppm，而鋅濃度介於24.1~293ppm之間，平均濃度為 103 ± 72.8 ppm。

鹿港牡蠣(表3.a)樣品平均重量為 1.88 ± 1.05 g，其銅濃度介於1.29~210ppm之間，平均值為 91.8 ± 96.0 ppm，而鋅濃度介於58.9~607ppm之間，平均濃度為 272 ± 189 ppm。

布袋牡蠣(表4.a)樣品平均重量為 2.05 ± 1.62 g，其銅濃度介於5.88~221ppm之間，平均濃度為 90.4 ± 73.0 ppm，而鋅濃度介於39.4~427ppm之間，平均濃度為 177 ± 119 ppm。

(2)懸浮物：

香山懸浮物(表1.b)懸浮物重量介於0.081~0.17g/L，其平均懸浮物量為 0.040 ± 0.53 g/L，其銅濃度介於26.8~110ppm，而銅平均濃度為 48.0 ± 20.1 ppm，鋅濃度介於87.2~1050ppm之間，平均值為 199 ± 268 ppm。

台西懸浮物(表2.b)含量介於0.008~0.18g/L，平均懸浮物含量度為 0.056 ± 0.053 g/L，其銅濃度介於0.236~41.9ppm，而平均濃度為 11.9 ± 14.3 ppm，其鋅濃度介於10.5~547ppm之間，其平均值為 115 ± 169 ppm。

鹿港懸浮物(表3.b)含量介於0.0176~0.52g/L，平均懸浮物含量為 0.104 ± 0.114 g/L，銅濃度介於3.34~64.4ppm之間，平均銅濃度為 34.3 ± 26.9 ppm，鋅濃度介於33.8~271ppm之間，平均濃度為 130 ± 72.5 ppm。

布袋懸浮物(表4.b)含量介於0.01~0.081g/L，平均懸浮物含量為 $0.030 \pm$

0.0267g/L，其銅濃度介於3.92~28.0ppm，平均銅濃度為 12.7 ± 6.63 ppm，其鋅濃度介於41.7~175.3ppm之間，而鋅平均濃度為 77.0 ± 40.0 ppm。

(3)沉積物：

香山沉積物(表1.C)鐵平均濃度為 5.88 ± 1.66 mg/g，平均錳濃度為 0.322 ± 0.587 ppm，平均銅濃度為 9.77 ± 18.8 ppm，平均鋅濃度為 0.334 ± 0.203 ppm。台西沉積物(表2.C)平均鐵濃度為 10.9 ± 1.34 mg/g，平均錳濃度為 0.395 ± 0.161 ppm，平均銅濃度為 18.4 ± 6.30 ppm，平均鋅濃度為 0.465 ± 0.060 ppm。鹿港沉積物(表3.C)平均鐵濃度為 5.24 ± 1.79 mg/g，平均錳濃度為 0.176 ± 0.072 ppm，平均銅濃度為 7.05 ± 7.83 ppm，平均鋅濃度為 0.332 ± 0.200 ppm。

布袋沉積物(表4.C)平均鐵濃度為 12.8 ± 6.87 mg/g，平均錳濃度為 0.383 ± 0.0969 ppm，平均銅濃度為 8.26 ± 6.84 ppm，平均鋅濃度為 0.388 ± 0.177 ppm。

討論：

A. 牡蠣與懸浮物金屬含量關係：

牡蠣為濾食性生物，水體中懸浮顆粒所含金屬極易經由消化管道而進入牡蠣體內，部份金屬(如Cu, Zn等)為牡蠣本身生長所必需，故可藉由懸浮物而進入牡蠣體內。

本年度分析結果顯示牡蠣之Cu/Zn關係在香山(圖2)，台西(圖4)，鹿港(圖6)，布袋(圖8)呈頗良好之線性關係，此種Cu/Zn之線性在前2年即已觀察到，顯示研究分析之四個地區Cu與Zn在牡蠣體內呈互動之遞增減，值得注意的是懸浮物之Cu與Zn在香山(圖3)，台西(圖5)，鹿港(圖7)，布袋(圖9)亦同樣的呈良好之線性關係，顯示懸浮物之Cu與Zn與牡蠣體之Cu與Zn有密切之關

係。事實上懸浮物所含之Cu與Zn似可直接控制牡蠣體之Cu與Zn含量。圖10與11顯示Cu與Zn在布袋地區牡蠣體與懸浮物之濃度隨著時間之變化關係頗為類似；唯限於採樣次數與分析時間之限制，若能每月份採樣分析，應可更加了解二者之互動。事實上水體內所含懸浮物上之Cu與Zn之多寡對於牡蠣有相當大之控制，圖12與圖13是各地區全年度之牡蠣與懸浮物之相關性之比較，仔細比較二圖可看出除了香山地區之部份牡蠣Cu含量異常偏高外，牡蠣之Cu/Zn關係與懸浮物之Cu/Zn關係之斜率幾乎完全一致。故養殖區域之水體內所含懸浮物Cu與Zn可控制牡蠣之Cu與Zn含量。

B. 地區性之差異：

香山、鹿港地區在本年度之牡蠣分析含量偏高，此與前二年指出可能與此二地區之鄰近污染源有關，且並未隨著時間而改善。但更值得注意的是布袋地區之牡蠣Cu與Zn含量之快速增加，且已接近鹿港之程度，由於此年度採樣時，布袋地區正擴建海堤，可能導致水體所含之懸浮物大量增加而造成，故而養殖地區於工程施工時宜密切注意懸浮物之變化，以免導致牡蠣金屬含量增加造成損失。

結論：

1. 牡蠣體與懸浮物之Cu/Zn含量呈密切之正關係。
2. 鹿港、香山地區牡蠣體Cu、Zn含量異常高(綠牡蠣)。
3. 布袋地區Cu/Zn含量快速增加，似與工程施工有關。

Table 1.a Siensan Oyster

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
10.1	1.261	55.10	113.57
10-2	1.208	87.31	136.90
11-1.1	0.980	182.15	205.27
11-1.2	1.210	212.08	236.96
11-1.3	1.030	204.50	251.57
11-1.4	0.560	78.99	271.19
11-1.5	1.200	92.71	170.50
11-2.1	1.480	105.56	262.39
11-2.2	1.510	220.96	301.49
11.2-3	1.430	149.58	283.00
11.2-4	1.770	147.36	318.59
11-2.5	1.720	124.13	195.83
12-1.1	1.750	265.46	168.17
12-1.2	1.660	221.17	131.16
12-1.3	1.510	279.98	154.63
12-1.4	1.520	223.22	147.17
12-1.5	1.180	405.24	240.87
12-2.1	1.590	229.60	189.02
12-2.2	1.600	268.06	246.01
12-2.3	1.530	76.06	87.90
12.2-4	1.490	590.46	395.22
12-2.5	1.370	440.48	300.72
3-1.1	2.025	323.531	308.445
3-1.2	4.370	189.256	200.217
3-1.3	1.659	289.835	270.108
3-1.4	1.929	474.539	424.637
3-1.5	3.576	510.590	575.929
3-2.1	1.220	310.613	408.737
3-2.2	0.890	244.404	323.286
3-2.3	0.924	197.399	309.390
3-2.4	0.825	329.412	446.016
3-2.5	1.851	89.098	142.915
4-1.1	2.014	221.659	199.572
4-1.2	1.238	331.314	348.708
4-1.3	3.331	436.063	405.061
4-1.4	2.561	58.362	90.042
4-1.5	2.921	445.429	522.865
4-2.1	1.489	437.278	303.558
4-2.2	1.056	202.391	152.980
4-2.3	1.462	618.569	444.094
4-2.4	1.381	447.831	336.562
4-2.5	1.180	92.633	94.000
5-1.1	3.261	304.148	361.985
5-1.2	2.638	176.107	173.155
5-1.3	3.101	271.024	296.082
5-1.4	3.088	247.097	238.952
5-1.5	2.492	301.759	
5-2.1	2.741	83.321	123.373
5-2.2	2.599	87.870	114.693
5-2.3	1.902	133.897	170.735
5-2.4	2.901	172.335	262.288
5-2.5	3.142	195.587	330.702

Table 1.b Siensan Particle

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
10-1.1	0.15	42.79	96.77
10-1.2	0.17	36.76	78.18
10-1.3	0.15	42.88	94.99
10-2.1	0.04	53.81	118.83
10-2.1	0.04	48.02	112.99
10-2.2	0.04	44.62	99.74
11-1.1	0.02	71.13	359.83
11-1.2	0.02	62.22	262.22
11-1.3	0.03	55.15	165.44
11-2.1	0.03	54.66	305.47
11-2.1	0.01	52.63	175.44
11-2.2	0.02	50.93	134.26
12-1.1	0.03	65.22	133.54
12-1.2	0.02	56.03	142.24
12-1.3	0.02	61.40	131.58
12-2.1	0.03	32.47	107.14
12-2.2	0.03	40.54	91.22
12-2.3	0.04	27.03	91.89
3-1.1	0.016	35.296	194.444
3-1.2	0.019	61.571	797.368
3-1.3	0.018	109.873	1050.847
3-2.1	0.057	32.997	265.018
3-2.2	0.070	26.765	140.086
3-2.3	0.067	28.726	138.599
4-1.1	0.057	33.050	221.441
4-1.2	0.042	45.775	223.934
4-1.3	0.048	39.019	189.834
4-2.1	0.031	61.845	268.371
4-2.2	0.039	48.763	195.652
4-2.3	0.026	71.641	202.703
5-1.1	0.057	33.050	221.441
5-1.2	0.042	45.775	223.934
5-1.3	0.048	39.019	189.834
5-2.1	0.031	61.845	268.371
5-2.2	0.039	48.763	195.652
5-2.3	0.026	71.641	202.703

Table 2.a Siensan Oyster

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
10-1	1.884	4.13	24.14
10-2	1.497	39.27	97.28
11-1.1	2.400	81.62	127.79
11-1.2	1.450	62.06	154.45
11-1.3	1.180	77.36	158.77
11-1.4	0.970	77.09	152.23
11-1.5	1.370	105.45	132.64
11-2.1	2.950	11.38	59.99
11-2.2	1.610	39.56	79.81
11-2.3	1.610	10.46	60.85
11-2.4	1.700	14.84	59.72
11-2.5	1.520	10.24	43.30
12-1.1	2.710	13.75	36.95
12-1.2	1.660	23.68	52.24
12-1.3	1.930	29.45	70.43
12-1.4	1.420	17.90	31.25
12-1.5	1.360	96.88	120.32
12-2.1	2.720	25.42	56.56
12-2.2	2.940	29.42	57.35
12-2.3	2.640	53.17	104.18
12-2.4	2.210	32.15	83.95
12-2.5	2.090	28.53	50.31
3-1.1	2.695	55.166	147.029
3-1.2	2.761	41.662	102.672
3-1.3	2.399	75.978	192.192
3-1.4	3.064	31.772	80.271
3-1.5	4.854	55.060	129.840
3-2-1	2.533	33.935	132.675
3-2.2	3.011	23.304	124.256
3-2.3	3.897	9.004	74.354
3-2.4	1.974	80.429	249.074
3-2.5	2.867	66.088	149.567
4-1.1	4.208	78.364	165.986
4-1.2	2.798	54.394	83.640
4-1.3	2.751	54.622	130.894
4-1.4	2.669	60.688	124.122
4-1.5	2.602	53.234	217.898
4-2.1	3.363	5.597	38.078
4-2.2	2.447	38.456	155.041
4-2.3	1.780	29.956	76.370
4-2.4	3.919	20.015	83.114
4-2.5	3.200	19.611	85.982
5-1.1	4.067	97.261	209.135
5-1.2	1.732	137.244	293.193
5-1.3	1.750	25.297	85.366
5-1.4	2.467	32.904	89.294
5-1.5	2.071	55.580	129.477
5-2.1	1.878	24.889	69.436
5-2.2	1.954	27.922	105.477
5-2.3	4.769	20.150	67.378
5-2.4	2.953	13.634	62.739
5-2.5	2.638	28.555	84.561

Table 2.a TaiSie Particle

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
10-1.1	0.04	8.45	50.70
10-1.2	0.03	11.07	44.28
10-1.3	0.03	9.26	43.21
10-2.1	0.01	—	12.35
10-2.1	0.02	4.50	22.48
10-2.2	0.03	7.00	10.50
11-1.1	0.06	19.67	81.97
11-1.2	0.07	21.74	85.60
11-1.3	0.08	17.86	84.18
11-2.1	0.14	21.04	65.92
11-2.1	0.18	22.53	62.09
11-2.2	0.17	22.45	75.01
12-1.1	0.03	6.99	73.43
12-1.2	0.04	12.66	91.14
12-1.3	0.03	7.69	119.23
12-2.1	0.01	7.41	88.89
12-2.2	0.03	15.21	68.44
12-2.3	0.01	8.33	121.21
3-1.1	0.013	14.966	78.358
3-1.2	0.012	27.445	546.610
3-1.3	0.015	41.856	410.959
3-2.1	0.008	32.475	393.750
3-2.2	0.015	20.260	210.000
3-2.3	0.010	20.511	394.737
4-1.1	0.010	8.745	120.000
4-1.2	0.010	8.955	75.758
4-1.3	0.009	13.451	260.870
4-2.1	0.009	5.717	116.667
4-2.2	0.010	4.485	139.175
4-2.3	0.011	4.227	40.541
5-1.1	0.013	0.392	23.077
5-1.2	0.010	0.610	29.126
5-1.3	0.014	0.788	32.374
5-2.1	0.018	0.236	16.854
5-2.2	0.009	0.978	32.609
5-2.3	0.010	0.402	46.392

Table 3.a LooGong Oyster

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
10-10	0.745	26.78	89.44
11-1.1	1.510	160.37	344.90
11-1.2	1.810	154.36	439.05
11-1.3	1.310	143.30	380.75
11-1.4	0.930	199.51	598.07
11-1.5	0.930	154.16	445.97
11-2.1	2.690	73.85	243.63
11-2.2	0.770	80.85	257.47
11-2.3	1.000	104.91	295.22
11-2.4	0.590	53.07	201.12
11-2.5	0.550	121.36	331.03
12-1.1	3.600	163.13	166.28
12-1.2	2.030	157.64	329.59
12-1.3	1.860	67.05	192.52
12-1.4	1.970	71.95	111.51
12-1.5	2.120	179.41	218.78
12-2.1	1.970	123.99	243.08
12-2.2	1.900	98.51	158.93
12-2.3	1.270	210.47	244.50
12-2.4	1.210	32.10	58.88
12-2.5	1.280	66.92	113.35
3-1.1	1.730	95.146	371.601
3-1.2	1.780	173.004	607.394
3-1.3	1.931	18.332	213.479
3-1.4	1.318	170.532	576.455
3-1.5	2.086	109.448	476.433
3-2.1	1.533	64.671	283.197
3-2.2	2.062	109.015	397.422
3-2.3	1.370	46.502	245.808
3-2.4	1.369	1.293	95.098
3-2.5	1.901	92.168	
4-1.1	2.167	29.144	152.659
4-1.2	2.668	20.382	122.732
4-1.3	1.777	44.425	163.596
4-1.4	1.777	22.712	142.011
4-1.5	3.683	12.384	105.241
4-2.1	2.909	65.574	366.977
4-2.2	1.908	52.414	292.729
4-2.3	1.427	57.108	263.350
4-2.4	1.630	61.350	247.285
4-2.5	1.506	46.727	221.148
5-1.1	2.688	65.904	279.306
5-1.2	3.196	60.196	216.217
5-1.3	2.852	70.366	302.860
5-1.4	3.380	85.996	309.300
5-1.5	1.593	144.193	479.553
5-2.1	2.385	27.680	134.538
5-2.2	3.376	62.169	331.562
5-2.3	2.677	49.803	207.372
5-2.4	3.061	84.538	370.211
5-2.5	3.621	88.587	397.734

Table 3.b LooGong Particle

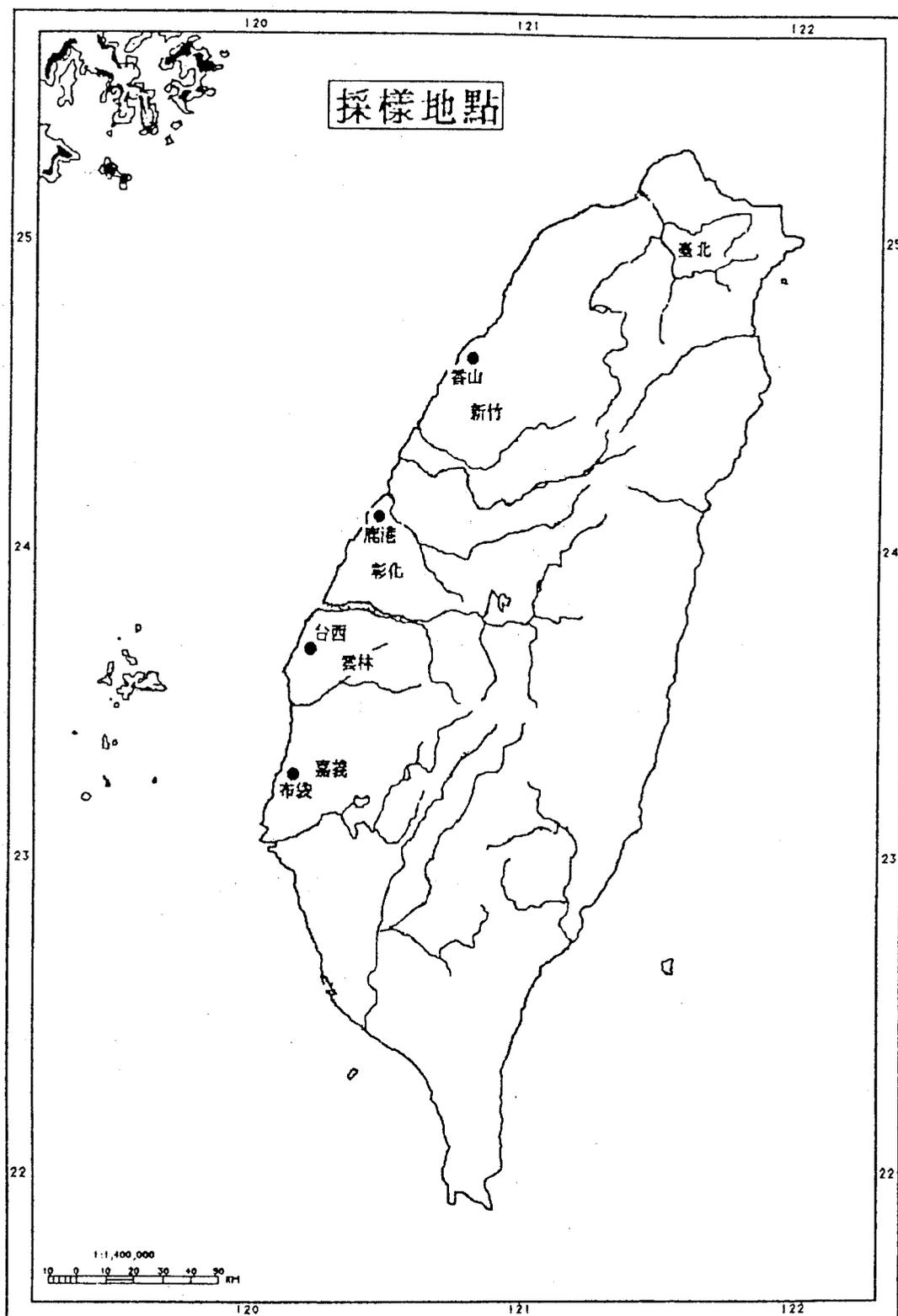
Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
10-1.1	0.52	36.14	99.45
10-1.2	0.08	36.99	103.58
10-1.3	0.08	40.95	110.96
10-2.1	0.01	31.75	126.98
10-2.1	0.20	5.46	33.75
10-2.2	0.06	10.80	50.93
11-1.1	0.02	49.08	153.37
11-1.2	0.02	48.91	141.30
11-1.3	0.08	55.34	185.77
11-2.1	0.23	45.55	88.04
11-2.1	0.10	47.85	129.19
11-2.2	0.16	48.44	120.46
12-1.1	0.10	31.51	94.54
12-1.2	—	—	—
12-1.3	0.31	20.19	66.43
12-2.1	0.14	25.02	86.87
12-2.2	0.12	23.43	92.05
12-2.3	0.08	16.95	90.80
3-1.1	0.034	5.518	88.077
3-1.2	0.054	13.850	93.750
3-1.3	0.055	14.408	85.009
3-2.1	0.027	6.852	98.677
3-2.2	0.057	13.702	91.944
3-2.3	0.060	12.456	88.087
4-1.1	0.031	3.339	224.522
4-1.2	0.026	58.212	270.588
4-1.3	0.027	48.686	215.867
4-2.1	—	9.940	130.159
4-2.2	0.070	27.828	172.414
4-2.3	0.023	64.368	269.737
5-1.1	0.025	56.769	145.749
5-1.2	0.103	19.499	100.583
5-1.3	0.018	59.778	161.932
5-2.1	0.071	28.571	117.483
5-2.2	0.033	53.717	155.015
5-2.3	0.024	57.884	149.378

Table 4.a BooDai Oyster

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
10-1	1.223	5.88	11.78
10-2	—	—	—
11-1.1	1.380	34.54	85.03
11-1.2	1.210	18.24	55.73
11-1.3	1.170	61.47	131.27
11-1.4	0.960	21.62	282.33
11-1.5	0.620	5.91	39.39
12-1.1	2.520	89.44	75.85
12-1.2	1.760	94.67	77.63
12-1.3	2.290	171.48	150.35
12-1.4	2.070	124.93	119.77
12-1.5	1.840	111.63	90.49
4-1.1	2.509	93.176	176.819
4-1.2	1.576	64.989	178.601
4-1.3	2.180	164.008	312.942
4-1.4	1.739	116.642	225.573
4-1.5	1.477	87.680	222.006
4-2.1	2.379	144.208	224.823
4-2.2	1.866	105.663	275.597
4-2.3	2.240	58.403	138.685
4-2.4	1.869	221.059	339.679
4-2.5	1.287	195.968	343.355
5-1.1	1.372	109.789	301.283
5-1.2	0.906	145.215	427.229
5-1.3	2.152	139.461	400.419
5-1.4	1.592	60.218	129.839
5-1.5	1.246	172.607	407.445
5-2.1	3.372	86.852	164.868
5-2.2	5.881	88.669	122.968
5-2.3	5.330	96.494	204.944
5-2.4	4.379	119.409	189.447
5-2.5	5.415	99.727	226.588

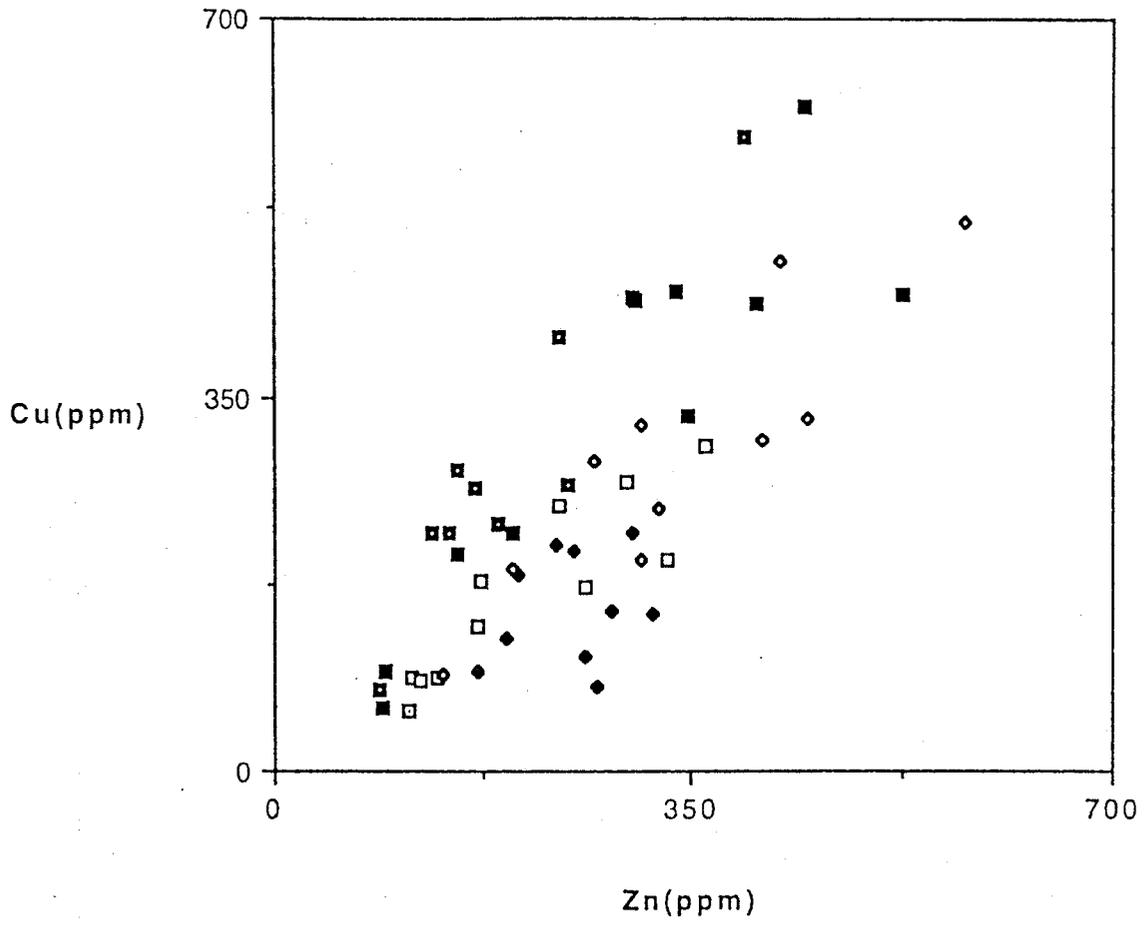
Table 4.b BooDai Particle

Month-sample	wt(g)	Cu(ppm)	Zn(ppm)
10-2.1	0.02	8.77	48.25
10-2.1	0.01	—	41.67
10-2.2	0.03	3.92	43.14
11-1.1	0.02	10.20	56.12
11-1.2	0.02	9.35	107.48
11-1.3	0.02	15.08	95.48
11-2.1	0.02	10.20	56.12
11-2.1	0.02	9.35	107.48
11-2.2	0.02	15.08	95.48
12-2.1	0.04	12.35	79.01
12-2.2	0.04	7.04	72.77
12-2.3	0.04	9.09	75.00
4-1.1	0.022	23.859	68.182
4-1.2	0.015	28.013	175.325
4-1.3	0.025	19.207	101.594
4-2.1	0.056	17.705	88.551
4-2.2	0.081	15.800	90.741
4-2.3	0.078	15.893	88.575
5-1.1	0.012	13.183	48.780
5-1.2	0.011	15.292	66.372
5-1.3	0.012	8.717	61.475
5-2.1	0.027	14.745	60.886
5-2.2	0.026	14.806	64.706
5-2.3	0.026	12.983	57.471



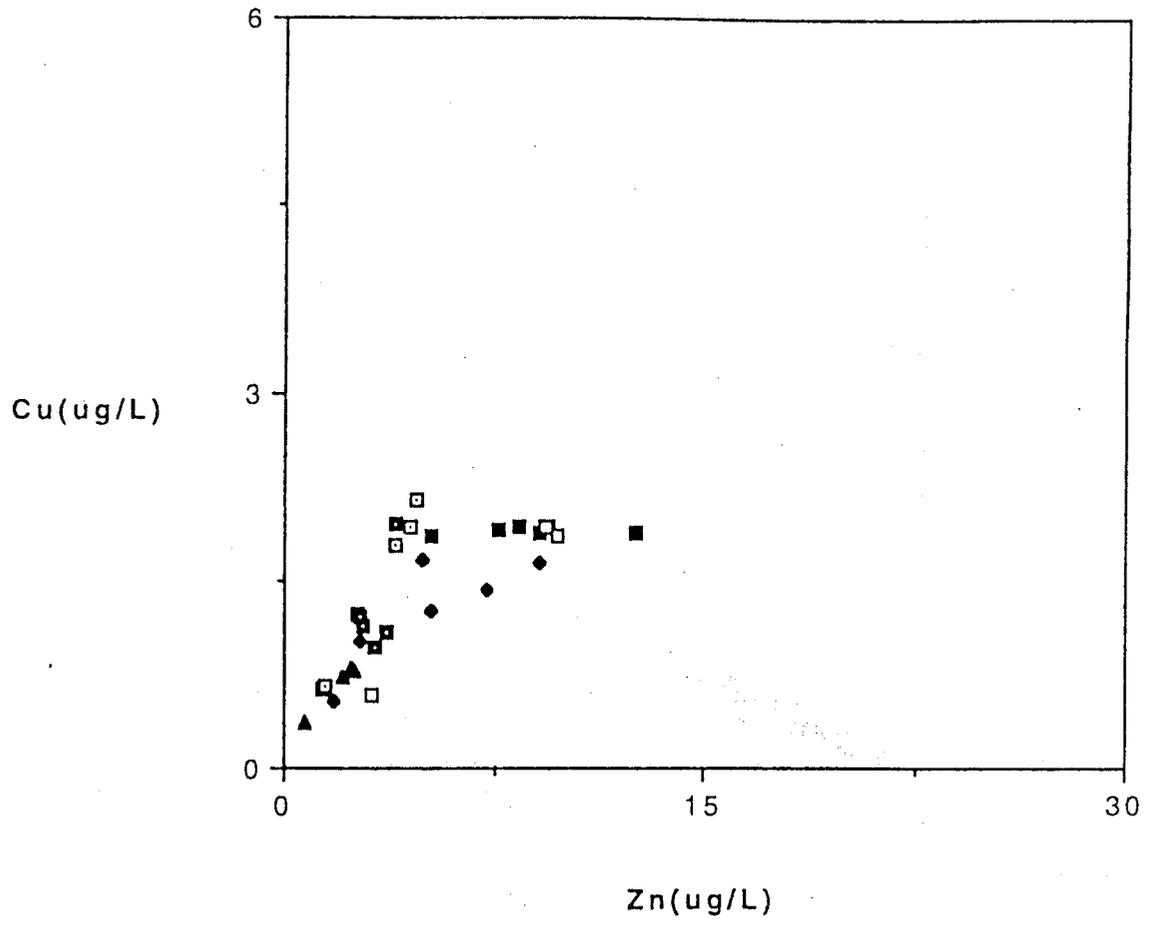
圖一 採樣地點

Cu/Zn in Siensan Oyster



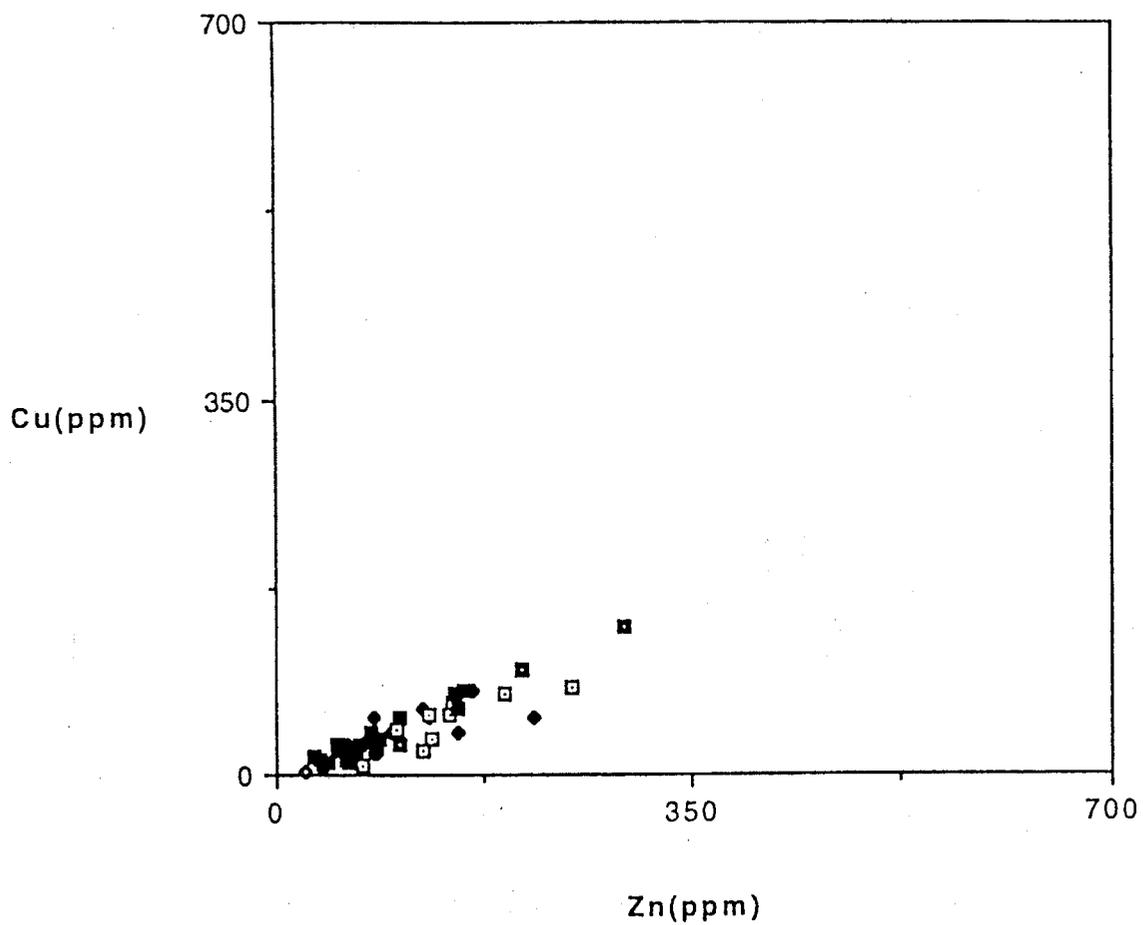
圖二 牡蠣於香山地區之銅鋅線性相關性

Cu/Zn in Siensan Suspended Particle



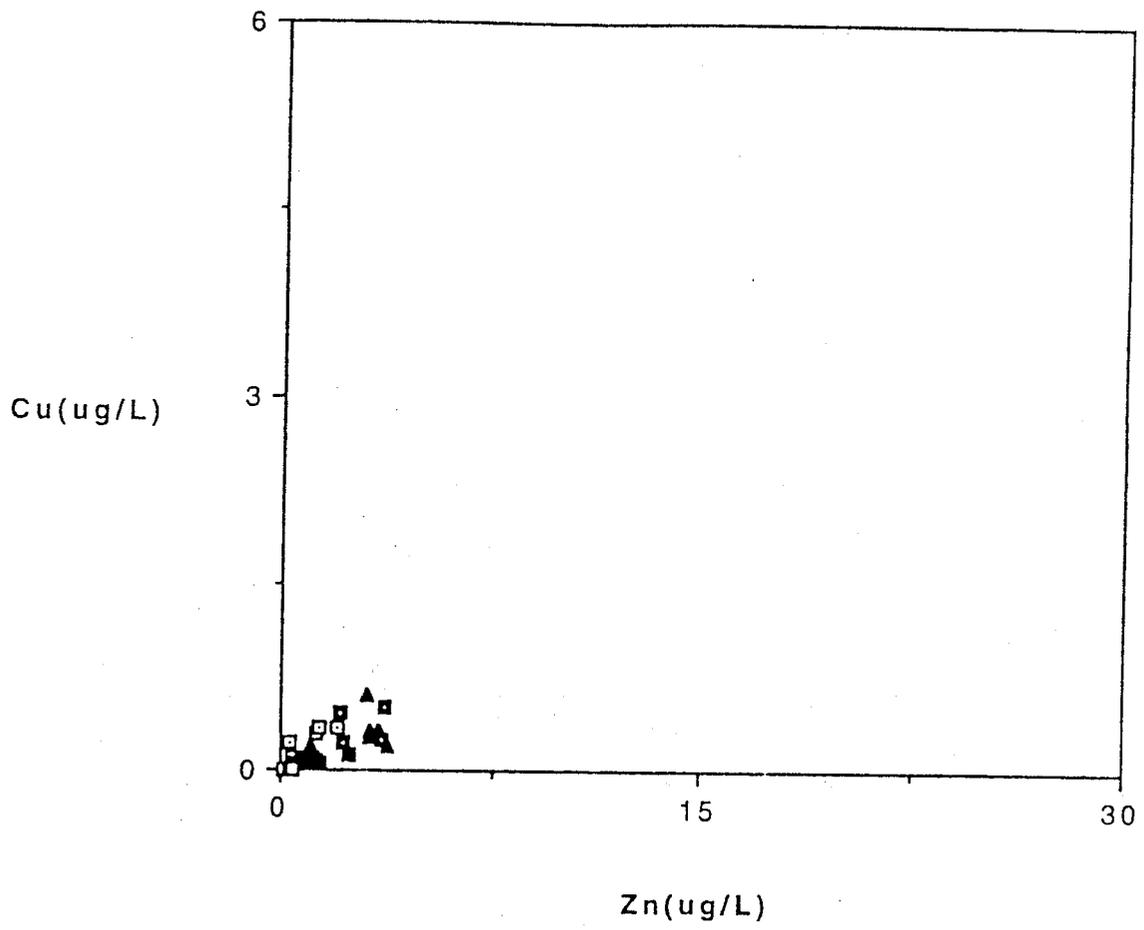
圖三 懸浮物於香山地區之銅鋅線性關係

Cu/Zn in Taisie Oyster



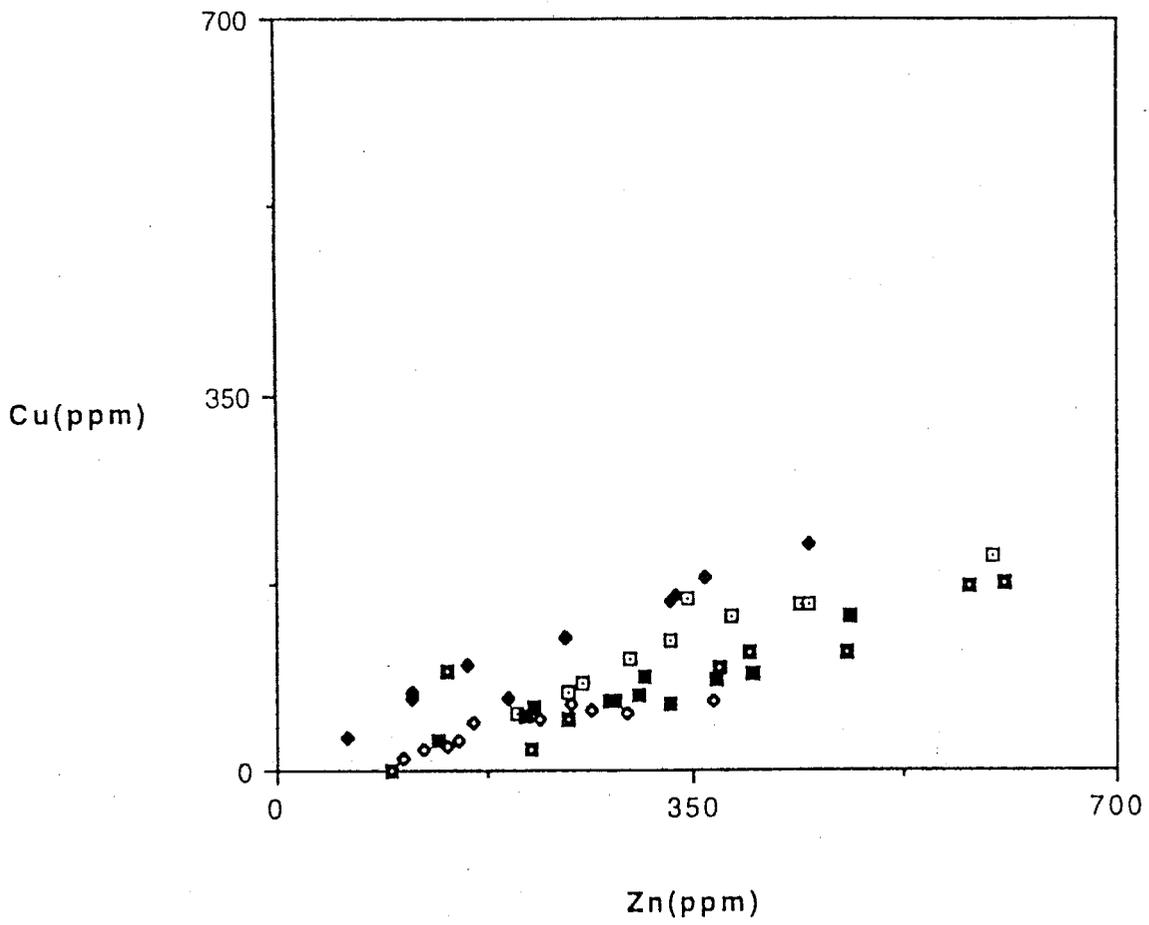
圖四 牡蠣於台西地區之銅鋅線性相關性

Cu/Zn in Taisie Suspended Particle



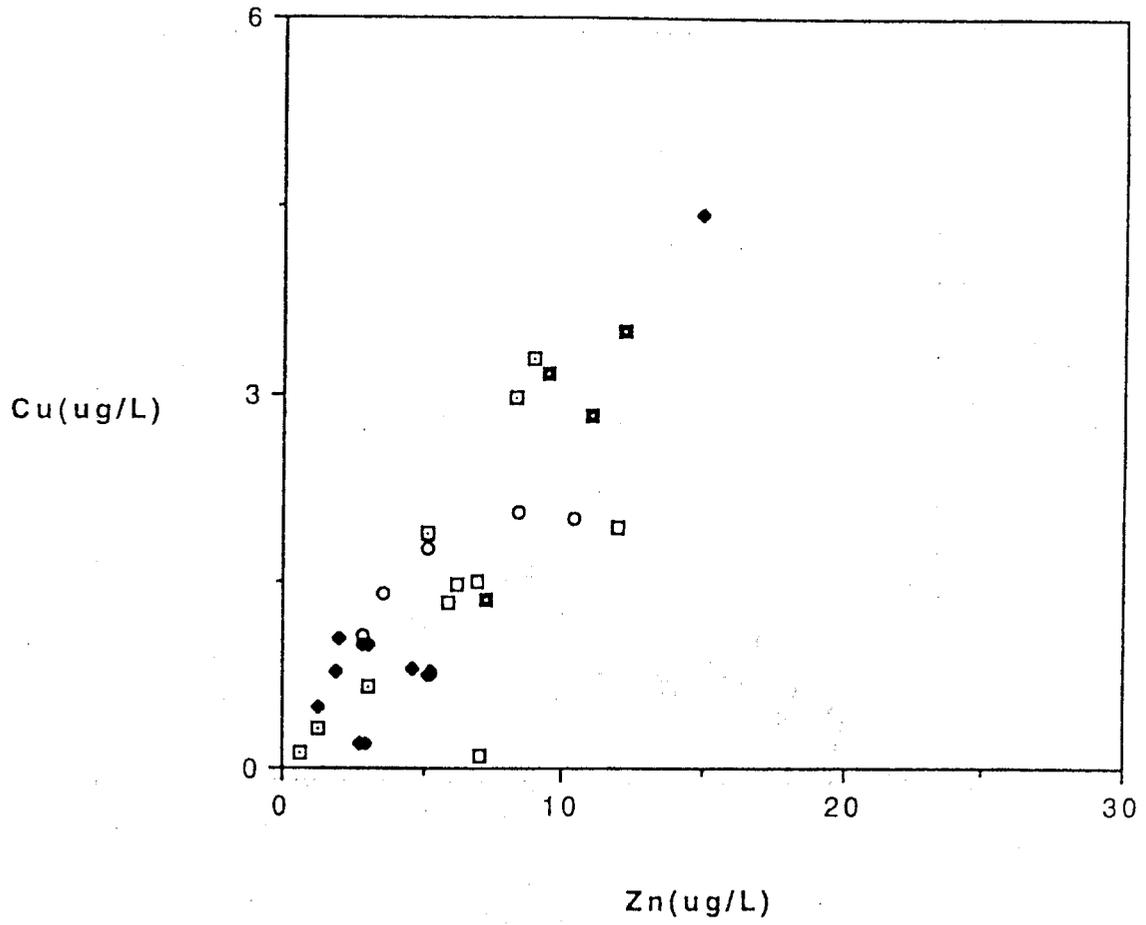
圖五 懸浮物於台西地區之銅鋅線性關係

Cu/Zn in Loogong Oyster



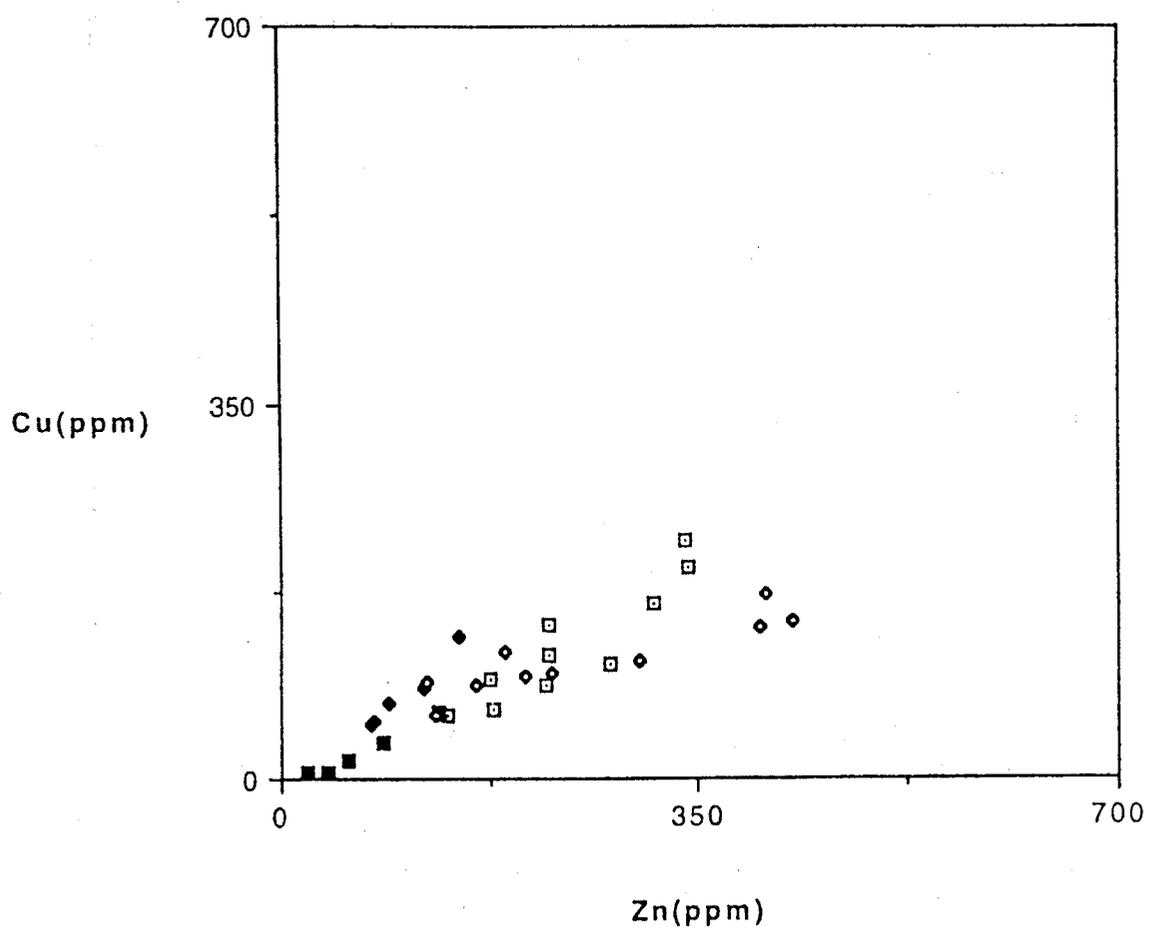
圖六 牡蠣於鹿港地區之銅鋅線性相關性

Cu/Zn in Loogong Suspended Particle



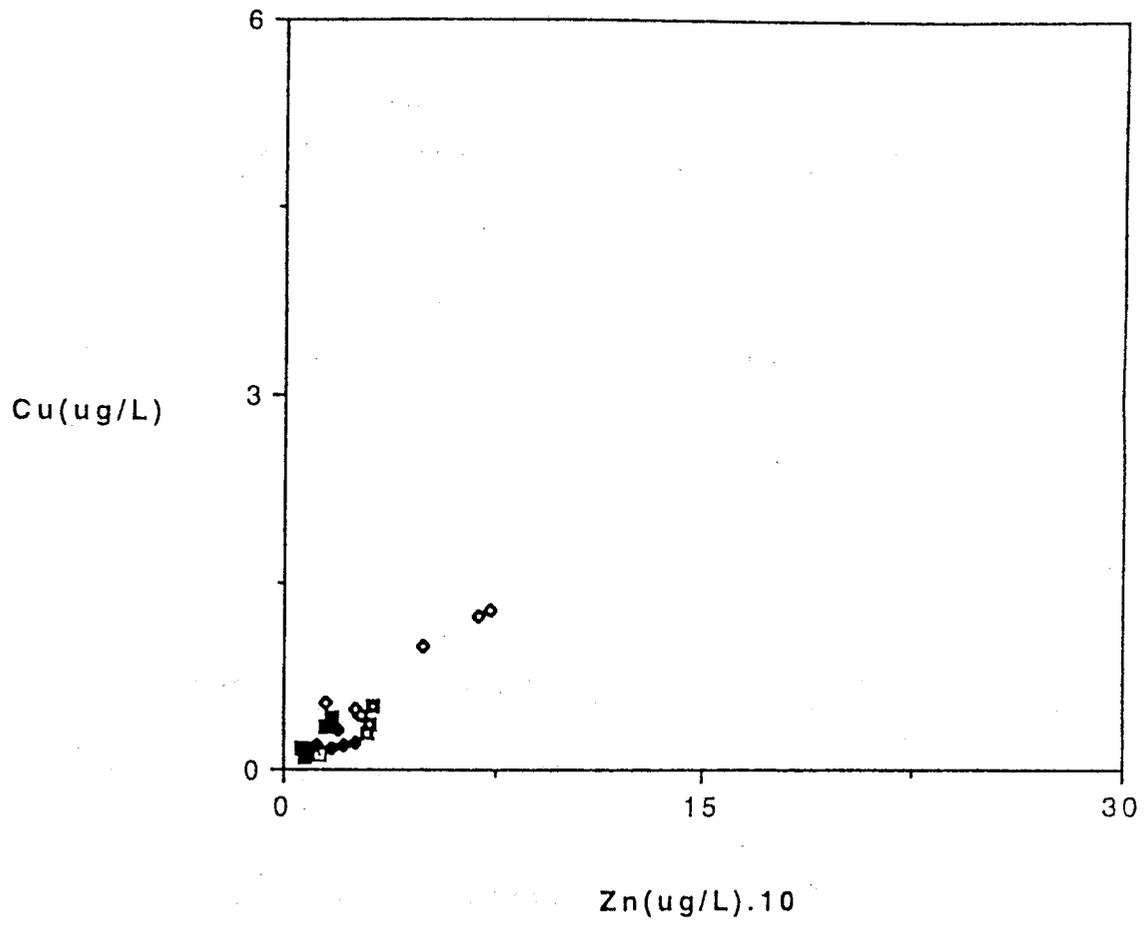
圖七 懸浮物於鹿港地區之銅鋅線性關係

Cu/Zn in Boodai Oyster

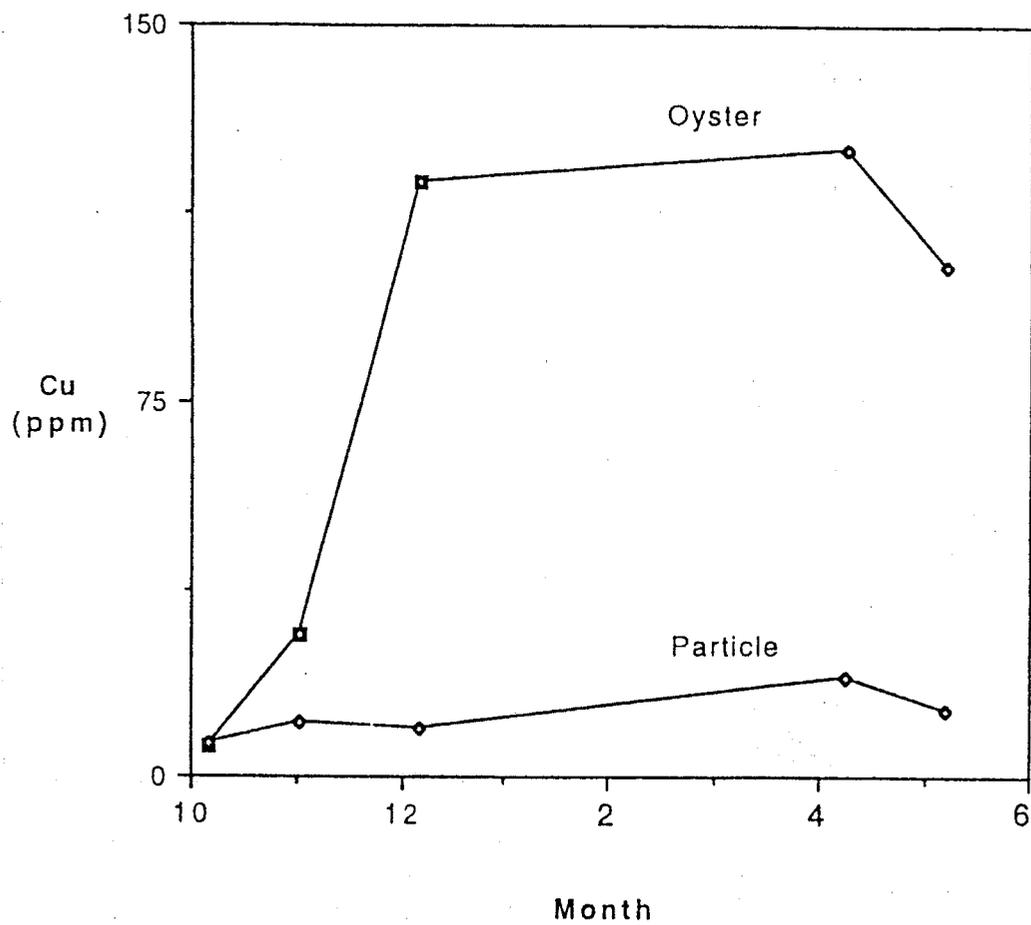


圖八 牡蠣於布袋地區之銅鋅線性相關性

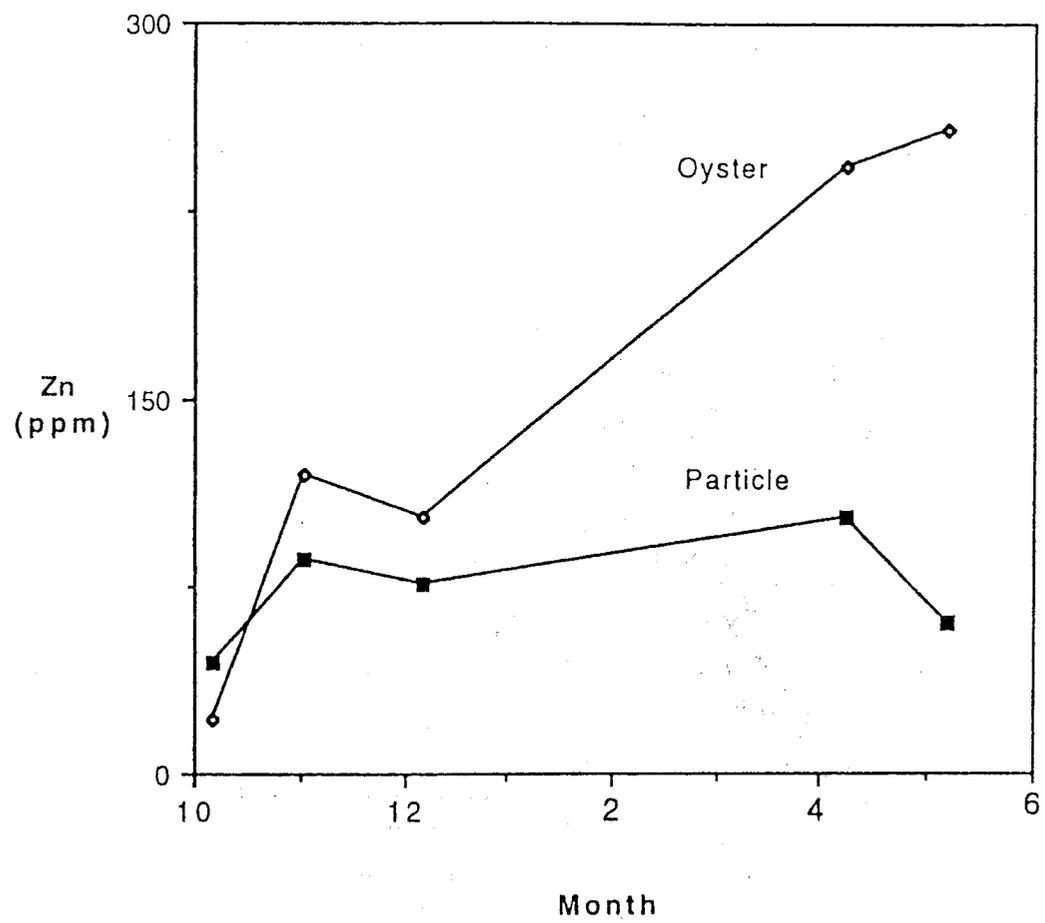
Cu/Zn in Boodai Suspended Particle



圖九 懸浮物於布袋地區之銅鋅線性關係

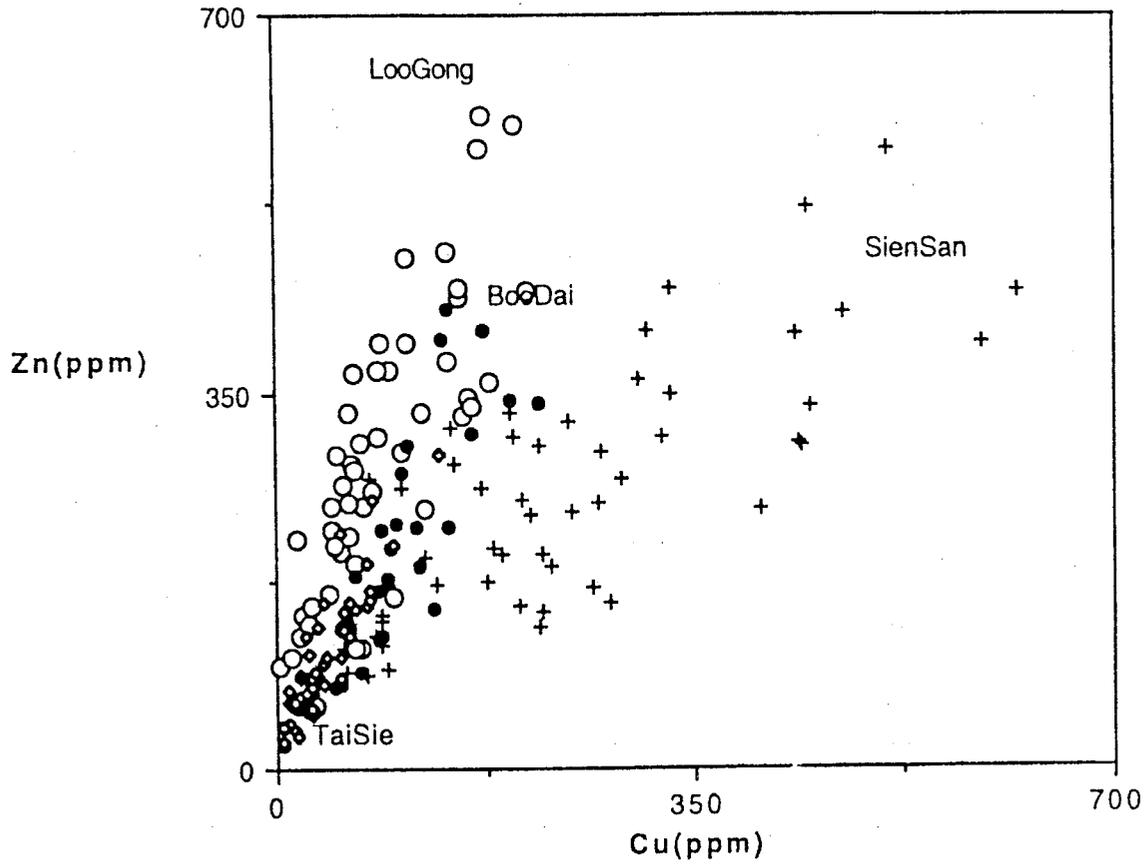


圖十 布袋地區牡蠣銅濃度與懸浮物銅濃度隨時間之相關變化



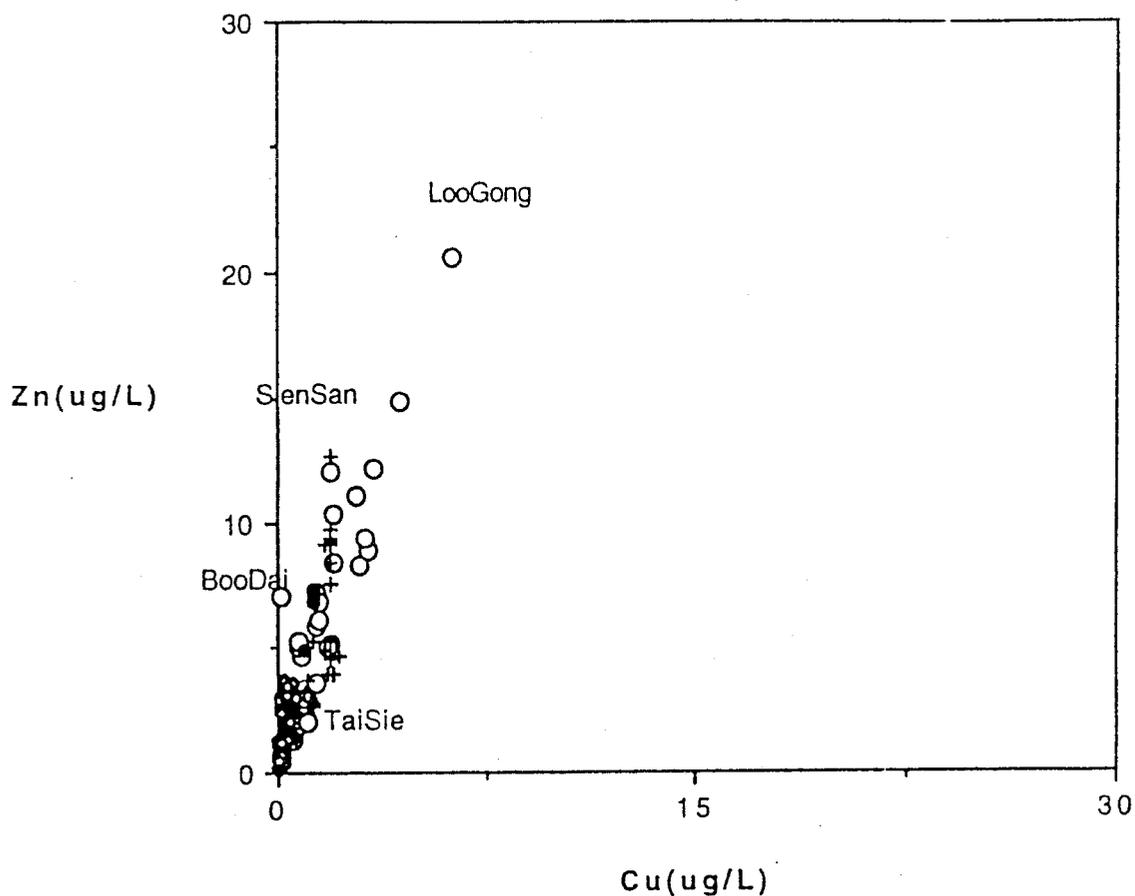
圖十一 布袋地區牡蠣鋅濃度與懸浮物鋅濃度隨時間之相關變化

Variation of Oyster Cu/Zn
in
the Study Areas



圖十二 牡蠣銅鋅濃度整年度于調查地區之相關變化

Variation of Suspended Particle Cu/Zn
in
the Study Areas



圖十三 懸浮物銅鋅濃度整年度于調查地區之相關變化