

鹿港與香山地區牡蠣與沈積物及懸浮物重金屬相關性之研究調查

* 林曉武、魏慶琳、龔國慶

一、前言：

香山，鹿港地區經去年初步研究顯示此二地區有重金屬污染之可能，故此一年度針對此二地區之沉積物與牡蠣之重金屬含量加以研究分析，期能更進一步尋出此地區之污染現況與可能之污染源。

二、實驗方法與步驟：

1.採樣：

香山，鹿港地區採樣點如圖1，圖2，其中香山採集24站沉積物與牡蠣，牡蠣採集與沉積物採集點都是相同地區，即牡蠣採集點之正下方採集沉積物。鹿港地區採樣區預定採集30站沉積物與牡蠣，然而鹿港地區之牡蠣架上之牡蠣多不繼續生存，在所有的蚵架上只採集到兩站。(參看圖1與2)

2.保存：

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。

3.粹取與分析：

* 國立臺灣大學海洋研究所副教授

沉積物金屬粹取是以1 N HCl經16小時粹取。粹取液以離心機再經400rpm經15分鐘後，取出過濾，置於塑膠瓶內，分別取出直待以原子析光儀(Hitachi 8100z)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 Fe, Mn, Cu, Zn, Pd, Cd之濃度。

三、研究成果：

1. 香山地區

香山地區沉積物重金屬(活性部分)含量列於表一，其含量分布則繪於圖3至圖8。

鐵含量在所採樣的24站內，其濃度變化在4.01—11.4mg/g，平均值為 6.78 ± 2.53 mg/g，從其分布趨勢(圖3)，除了鄰近小溪出口處值較高外，低潮線附近諸站其鐵含量均較低，而鐵含量較高區出現於防波堤外北北東附近，最高值可達11.4mg/g。

錳含量之濃度變化範圍為30.7—49.7ppm，平均值為 251 ± 133 ppm，低錳含量之區域位於採樣區域之西側，而近岸區之錳含量則較接近平均值；最高值497ppm則位於廢棄蚵架之中心，另一高值則位於現生蚵架之中心。(圖4)

銅含量之濃度化範圍為0.183—4.43ppm，平均值為 1.91 ± 3.57 ppm，高銅含量之區域位於現生蚵架之中央區域，近岸區域除鄰近小溪出口處亦呈現高值外，其銅含量較接近總平均值。(圖5)

鋅含量之濃度變化範圍為17.1—83.2ppm，平均值為 36.8 ± 19.8 ppm，

高鋅含量出現之區域位於現在蚵架之中央區域另一高值區則出現於鄰近小溪出口處，近岸區域鋅含量則較平均值為低。(圖6)

鉛含量之濃度變化範圍大 $4.85-20.1\text{ppm}$ ，平均值為 $9.85\pm 4.14\text{ppm}$ ，高鉛含量出現之區域則位於現生蚵架之中央與西側區域與與及鄰近小溪出口處，近岸區域之鉛含量則接近總平均值。(圖7)

鎘含量之濃度變化範圍則從低於偵測值至 99.5ppm ，平均值為 $26.6\pm 29.3\text{ppm}$ ，高鎘含量出現之區域則位於現生蚵架之中央與及鄰近小溪出口處，其餘近岸區域之鎘含量則遠低於平均值。(圖8)

2.鹿港地區

鹿港地區沉積物採樣位置如圖2，重金屬資料列於表二，現生蚵架多位於新彰濱工業區北側，原有蚵架多已廢棄不用。

沉積物內鐵含量範圍為 $3.83-16.4\text{mg/g}$ ，平均值為 $9.30\pm 3.55\text{mg/g}$ ，高鐵值區出現於洋仔厝溪流與彰濱工業區側河道，低鐵值區則位於採樣區之西側，亦即靠海區域，鹿港區域之鐵含量較諸香山地區為高，其中平均值較香山高約30%左右。(圖9)

沉積物內錳含量範圍為 $112-432\text{ppm}$ ，平均值為 $237\pm 84\text{ppm}$ ，高錳值區出現在洋仔厝溪與彰濱工業區東側河道內，而低錳值區則出現在採樣區之西側靠海區域；鹿港地區沉積物之錳平均值與香山地區類似。(圖10)

沉積物內銅含量為 $0.144-223\text{ppm}$ ，平均值為 $19.7\pm 39.9\text{ppm}$ ，高銅值區出現在洋仔厝溪與彰濱工業區田側河道內，而低錳值區則出現在採樣區之西側靠海區域，此區域之平均銅含量較諸香山地區高約10倍以上，尤其是出現在洋仔厝溪上部溪流處之最高值更是其最低值之1000倍以上。(圖11)

沉積物內鋅含量範圍為 $21.0-58.6\text{ppm}$ ，平均值為 $224\pm 224\text{ppm}$ ，高鋅

值區出現在洋仔厝溪，而低鋅值區則出現在採樣區之西側靠海區域；鹿港區域之鋅含量較諸香山地區為高，香山地區之平均值為3.68ppm較鹿港之平均值低約6倍。(圖12)

沉積物內鉛含量範圍為4.66–27.1ppm，平均值為 13.0 ± 6.1 ppm，高鉛值區出在洋仔厝溪與彰濱工業區東側河道，而低鉛值區則出現在採樣區之西側靠海區域鹿港地區之平均鉛含量較香山地區略高。(圖13)

沉積物內鎘含量範圍從小於偵測值至3.31ppm，其平均值為 0.739 ± 0.907 ppm，高鎘值區出現在洋仔厝溪與彰濱工業區東側河道內，而鎘低值區則出現在採樣區域西側靠海區域，鹿港地區之鎘平均含量約較香山地區高約30倍左右。(圖14)

3. 牡蠣金屬含量

香山地區24站採樣站內其中12站有現生牡蠣，3站廢棄蚵架，6站沿岸採集沉積物；鹿港地區30站採樣站內，只有2站仍有現生牡蠣，其餘多已廢棄(蚵架多殘破不用)，且新殖蚵架已改移至新彰濱工業區北側區域。

鹿港與香山二地區金屬含量與牡蠣單體體重成正比例關係，(圖15)，亦即牡蠣個體體重愈重，其內所含金屬含量愈高。

個體所含總銅，鋅量，香山地區值較低且亦與個體體重成正比，惟與鹿港地區個體所含總銅量比較，香山地區變化較集中，且香山地區之牡蠣，其銅、鋅含量亦較鹿港低。香山地區個體鉛含量隨個體體重之增加而迅速增加，而鹿港之含量／體重之相關性較差，但亦呈正相關關係，值得注意的是香山地區之牡蠣個體體重雖較輕，但是其內鉛含量則為鹿港內地區牡蠣之4倍左右，香山地區之牡蠣個體鎘含量亦與個體體重呈正比，鹿港地區鎘含量分布範圍變化較大，最高濃度較香山地區為高，但與同體重之香山牡蠣比較，香山地區則高約1–2倍左右。

四、討 論

1. 沉積物重金屬濃度之相關性：

鹿港與香山地區沉積物內之Cd, Pb均與鋅含量呈正比例關係(圖16), Cd/Zn 之相關係數則高達0.83, Pb/Zn為0.76(鹿港), 0.82(香山), 鹿港之銅鋅比則呈二種相關關係, 其原因為何, 則仍待研究, 但可能顯示有二種不同之沉積物重金屬(Cu與Zn)來源。

鹿港地區之鎘含量其高, 其最高值與美國波士頓港內值(NOAA, 1991)類似。

鹿港與香山地區沉積物內之重金屬含量除鉛以外, 均以鹿港地區為高, 鉛含量則香山地區之分布值類似於鹿港, 但需注意的是, 香山地區之沉積物主要是以沙為主(黃, 1992), 而鹿港地區則以泥, 粉沙為主, 故而以未經含泥量校正過後之濃度來作比較, 雖然鹿港較高, 但香山地區之銅, 鎘, 鉛濃度亦可能高於鹿港地區, 尤其是鉛雖未經校正, 其值已與鹿港地區類似, 故實際上可能高出鹿港甚多。

2. 牡蠣重金屬濃度之相關性：

鹿港與香山地區牡蠣之Cu, Pb, Cd均與呈正相關關係(圖17), 其中Cu/Zn正相關係最佳, 其相關係數皆大於0.80以上, 這種Cu/Zn之正比例關係與白等(1990)及魏等(1991)所報導之牡蠣Cu/Zn關係極為類似, 唯鹿港地區銅, 鋅濃度關係向右偏移, 即Zn濃度可能較高, 此種趨勢在Cd/Zn與Pb/Zn之相關圖中亦可觀察出, 值得注意的是香山地區牡蠣之鉛濃度高出鹿港濃度甚高, 此種濃度變化關係可能與香山地區沉積物中鉛含量甚高有關。

五、結 論

1. 鹿港地沉積物之Cu, Zn, Cd濃度高出香山地區甚多；
2. 香山地區沉積物之Pb濃度異常高；
3. 香山地區牡蠣Pb濃度亦高出鹿港；
4. 鹿港與香山地區之牡蠣Cu/Zn亦呈正相關關係。

參 考 文 獻

黃國書(1990)臺灣西海岸沉積物重金屬之分布與控制機制，台大海研所碩士論文。

白書禎與龔國慶(1990)水污染影響魚產品品質調查(二)期末報告，26P.P.

魏慶琳與林曉武(1991)水污染影響魚產品品質調查(三)期末報告，47P.P.

NOAA(1991) National Status and Trend Program, Second Summary of data on Chemical Contaminants in sediments from the National status and Trends Program, 29 P. P.

表一 香山地區沈積物重金屬含量

| Station | Fe(mg/g) | Mn(ppm) | Cu(ppm) | Zn(ppm) | Cd(ppb) | Pb(ppm) |
|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 4.01 | 265 | 0.183 | 17.7 | 12.9 | 5.60 |
| 2 | 4.68 | 295 | 0.189 | 19.6 | 4.61 | 5.35 |
| 3 | 4.59 | 325 | 0.208 | 23.0 | 12.9 | 6.44 |
| 4 | 4.37 | 289 | 0.235 | 19.9 | 2.81 | 5.90 |
| 5 | 4.35 | 367 | 0.307 | 22.0 | 12.3 | 6.35 |
| 6 | 5.68 | 321 | 0.865 | 33.9 | 31.5 | 8.87 |
| 7 | 7.74 | 250 | 1.46 | 45.7 | 37.2 | 12.3 |
| 8 | 8.67 | 373 | 2.02 | 55.4 | 47.6 | 13.6 |
| 9 | 9.88 | 422 | 2.33 | 66.3 | 99.5 | 14.4 |
| 10 | 11.4 | 422 | 2.18 | 59.5 | 52.4 | 14.2 |
| 11 | 11.3 | 71.1 | 2.00 | 69.2 | 57.9 | 10.6 |
| 12 | 9.32 | 68.2 | 2.41 | 61.5 | 38.3 | 16.4 |
| 13 | 5.11 | 62.8 | 0.358 | 24.1 | 10.0 | 8.07 |
| 14 | 4.78 | 30.7 | 0.251 | 22.4 | 8.88 | 6.45 |
| 15 | 11.8 | 47.4 | 4.43 | 83.2 | 6.63 | 20.1 |
| 16 | 7.54 | 165 | 0.974 | 21.8 | 7.66 | 9.79 |
| 17 | 4.79 | 168 | 0.775 | 22.2 | 7.18 | 8.87 |
| 18 | 4.46 | 311 | 1.50 | 22.3 | 6.45 | 8.60 |
| 19 | 6.30 | 420 | 0.518 | 30.0 | 6.60 | 9.31 |
| 20 | 7.16 | 497 | 0.504 | 37.3 | 13.0 | 11.0 |
| 21 | 7.02 | 185 | 0.528 | 38.8 | 94.8 | 7.96 |
| 22 | 8.44 | 216 | 1.79 | 52.1 | 67.1 | 16.3 |
| 23 | 4.84 | 217 | 2.45 | 18.0 | <DL | 5.29 |
| 24 | 4.40 | 232 | 1.20 | 17.1 | <DL | 4.85 |
| Aveg. | 6.78 | 251 | 1.91 | 36.8 | 26.6 | 9.85 |
| S.D | 2.53 | 133 | 3.57 | 19.8 | 29.3 | 4.14 |

表二 鹿港地區沈積物重金屬含量

| Station | Fe(mg/g) | Mn(ppm) | Cu(ppm) | Zn(ppm) | Cd(ppm) | Pb(ppm) |
|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 3.83 | 168 | 0.144 | 21.0 | <DL | 9.29 |
| 2 | 4.61 | 154 | 0.497 | 26.6 | 0.014 | 4.66 |
| 3 | 6.27 | 193 | 12.7 | 52.7 | 0.099 | 8.82 |
| 4 | 4.32 | 111 | 1.42 | 37.9 | 0.033 | 4.69 |
| 5 | 9.47 | 222 | 4.28 | 198 | 0.407 | 11.9 |
| 6 | 12.0 | 309 | 2.17 | 133 | 0.393 | 12.1 |
| 7 | 12.4 | 299 | 6.80 | 232 | 0.506 | 15.6 |
| 8 | 13.0 | 308 | 2.82 | 148 | 0.328 | 12.1 |
| 9 | 7.82 | 138 | 10.7 | 114 | 0.199 | 11.0 |
| 10 | 8.40 | 181 | 1.08 | 109 | 0.191 | 8.25 |
| 11 | 4.87 | 117 | 5.92 | 74.6 | 0.067 | 8.15 |
| 12 | 8.18 | 139 | 8.39 | 90.9 | 0.201 | 9.41 |
| 13 | 15.8 | 350 | 35.0 | 477 | 3.01 | 27.1 |
| 14 | 7.76 | 180 | 6.51 | 106 | 0.173 | 10.1 |
| 15 | 9.27 | 233 | 9.40 | 140 | 0.435 | 10.4 |
| 16 | 5.28 | 218 | 2.79 | 30.3 | 0.012 | 5.71 |
| 17 | 6.50 | 157 | 33.8 | 151 | 0.438 | 11.8 |
| 18 | 7.54 | 176 | 16.7 | 115 | 0.351 | 9.61 |
| 19 | 7.87 | 209 | 29.1 | 148 | 0.398 | 11.2 |
| 20 | 9.92 | 268 | 18.2 | 449 | 1.23 | 15.7 |
| 21 | 10.4 | 295 | 13.9 | 360 | 0.879 | 15.1 |
| 22 | 5.20 | 218 | 1.81 | 35.4 | 0.024 | 5.32 |
| 23 | 7.70 | 193 | 31.5 | 198 | 0.547 | 12.0 |
| 24 | 12.8 | 337 | 3.59 | 202 | 0.473 | 14.8 |
| 25 | 15.0 | 436 | 7.88 | 301 | 2.24 | 21.0 |
| 26 | 8.90 | 203 | 21.1 | 120 | 0.376 | 13.3 |
| 27 | 16.4 | 393 | 27.7 | 977 | 3.31 | 25.3 |
| 28 | 13.8 | 327 | 24.4 | 709 | 2.25 | 20.8 |
| 29 | 10.9 | 264 | 27.8 | 381 | 1.07 | 18.6 |
| 30 | 12.9 | 319 | 223 | 586 | 1.78 | 25.6 |
| Aveg. | 9.30 | 237 | 19.7 | 224 | 0.739 | 13.0 |
| S.D | 3.55 | 84 | 39.9 | 224 | 0.907 | 6.1 |

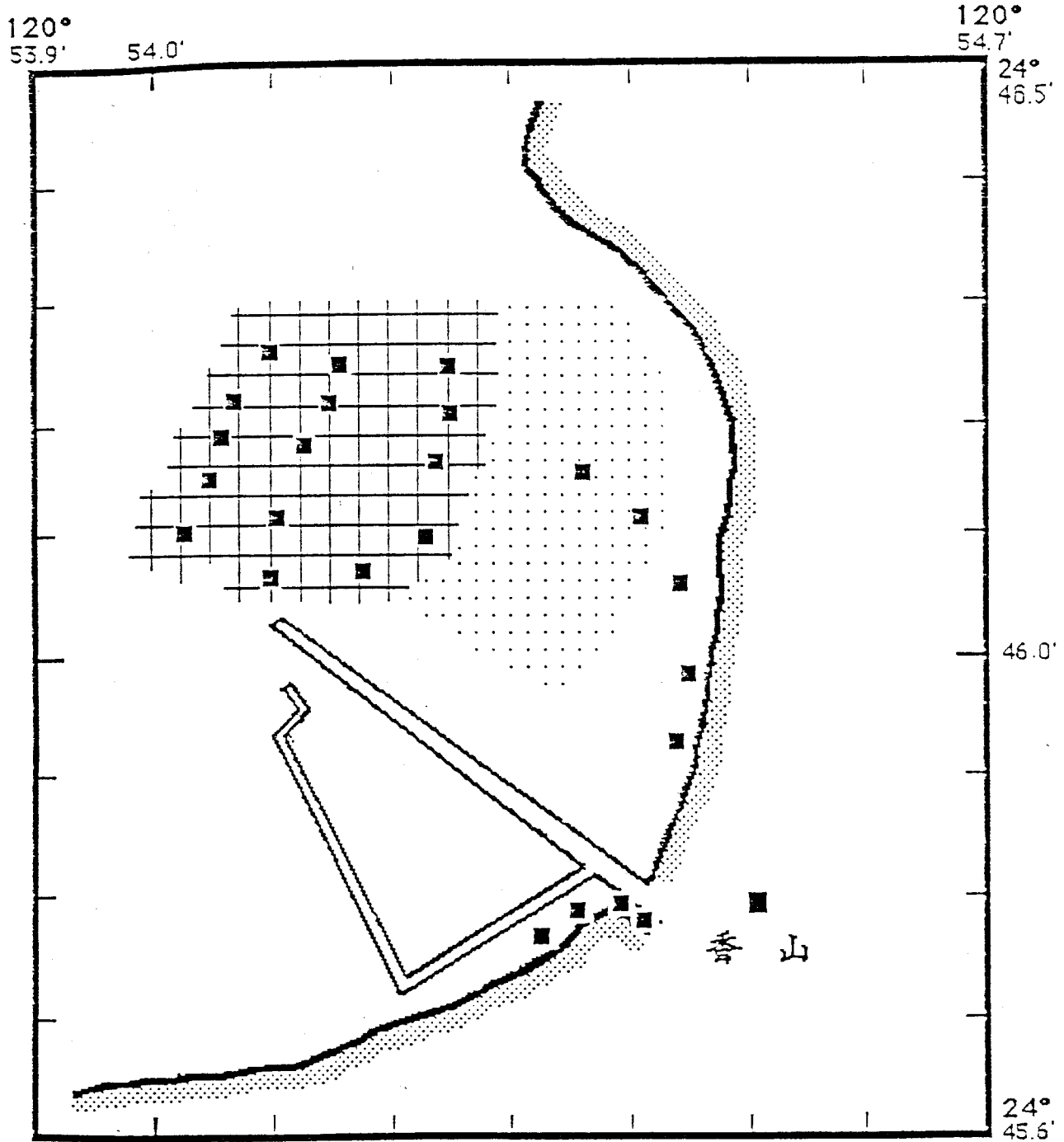


圖1 香山地區採樣位置

■ 沈積物

⊠ 蚵架(現生)

⋯ 蚵架(廢棄)

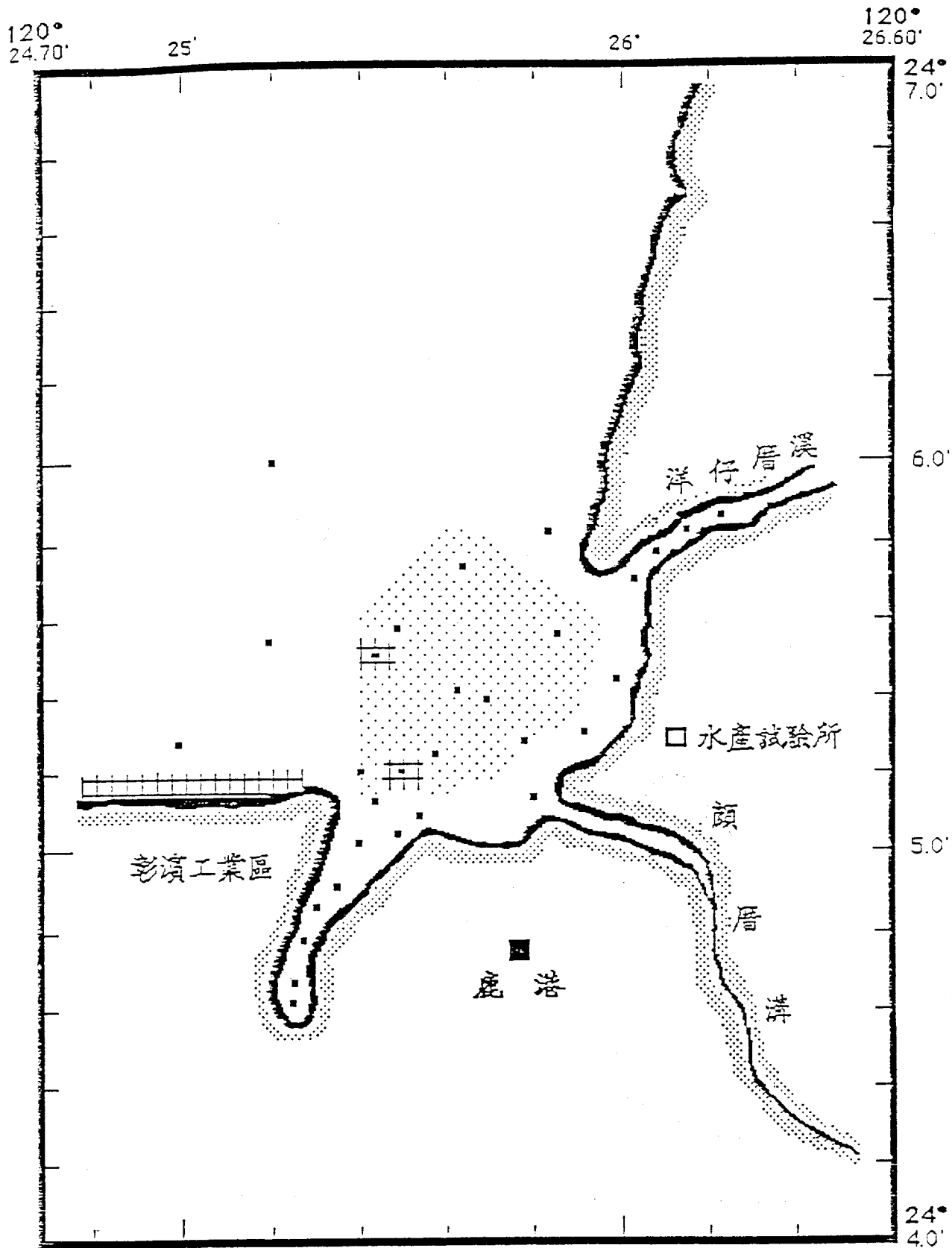


圖2 鹿港地區採樣位置

■ 蚵架(現生) □ 蚵架(廢棄)

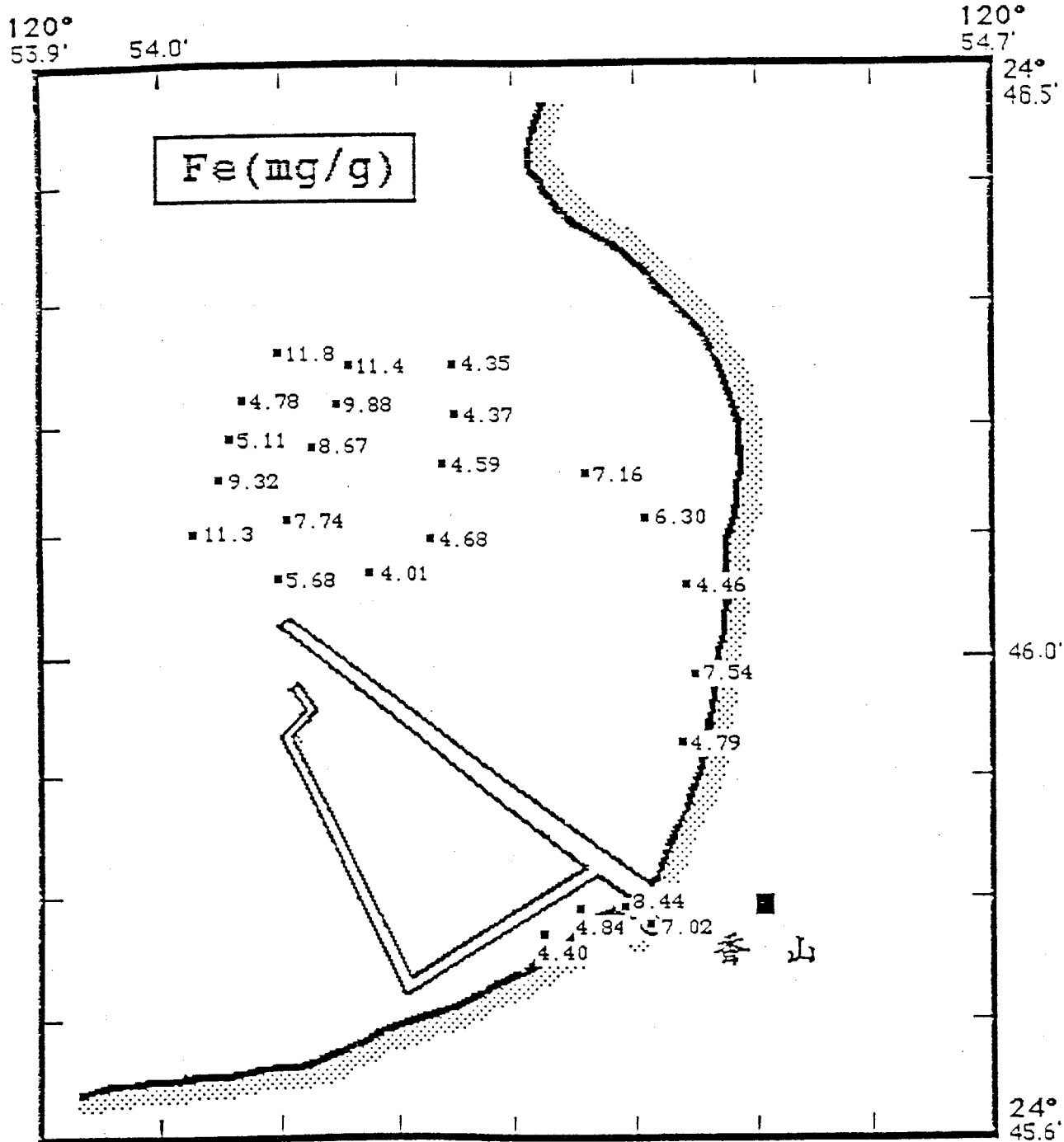


圖3 香山地區沈積物重金屬Fe分佈

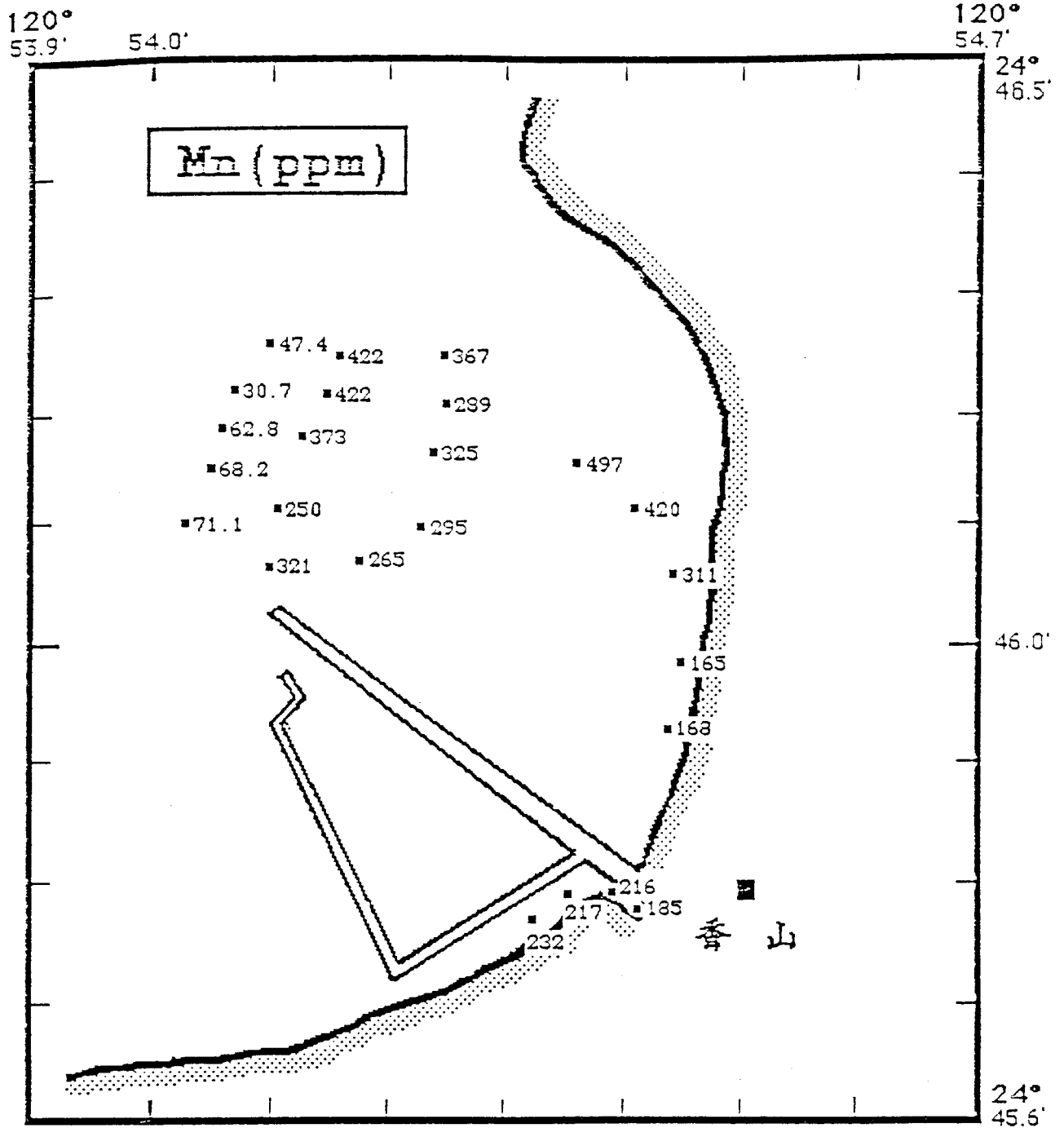


圖4 香山地區沈積物重金屬Mn分佈

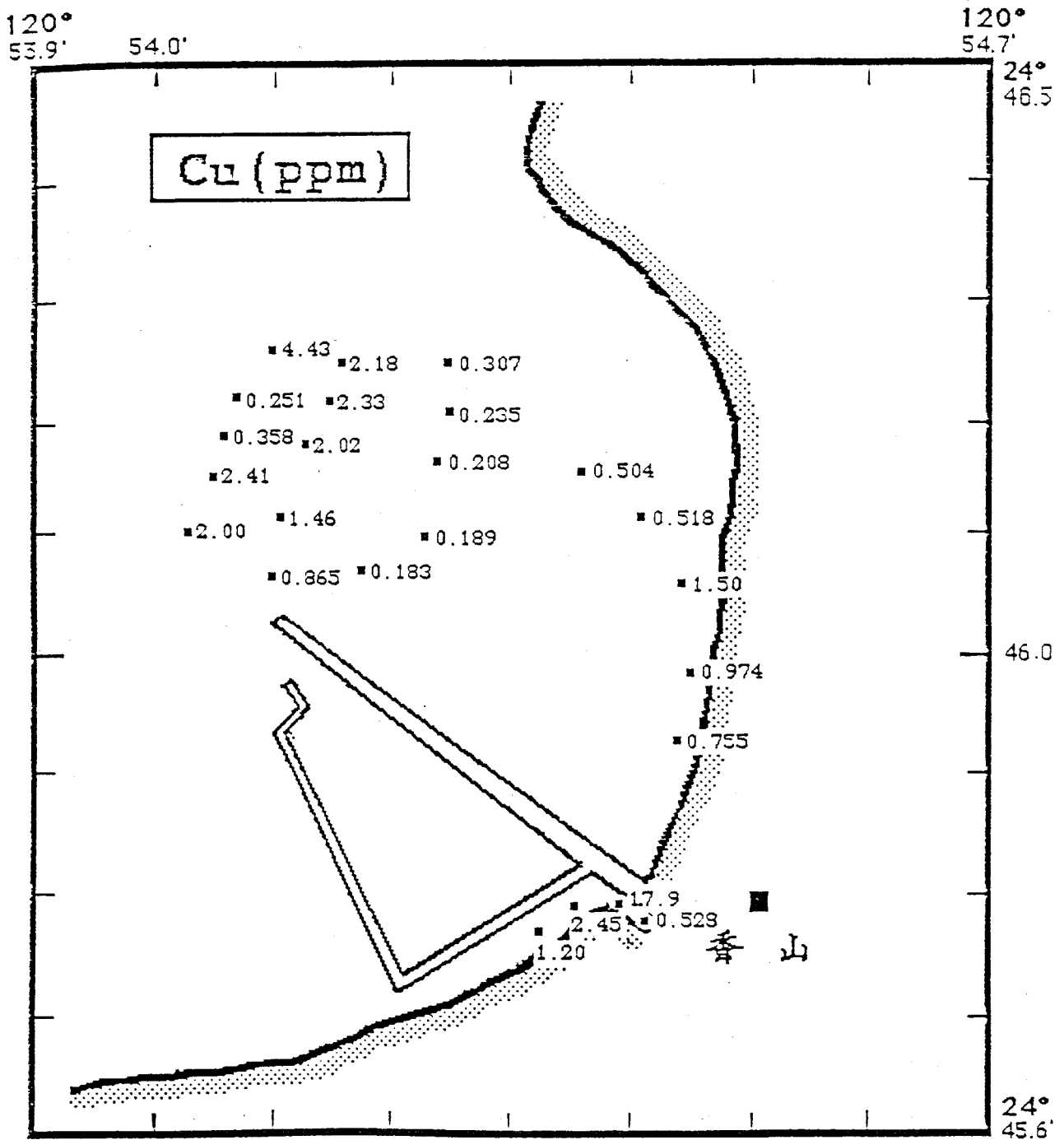


圖5 香山地區沈積物重金屬Cu分佈

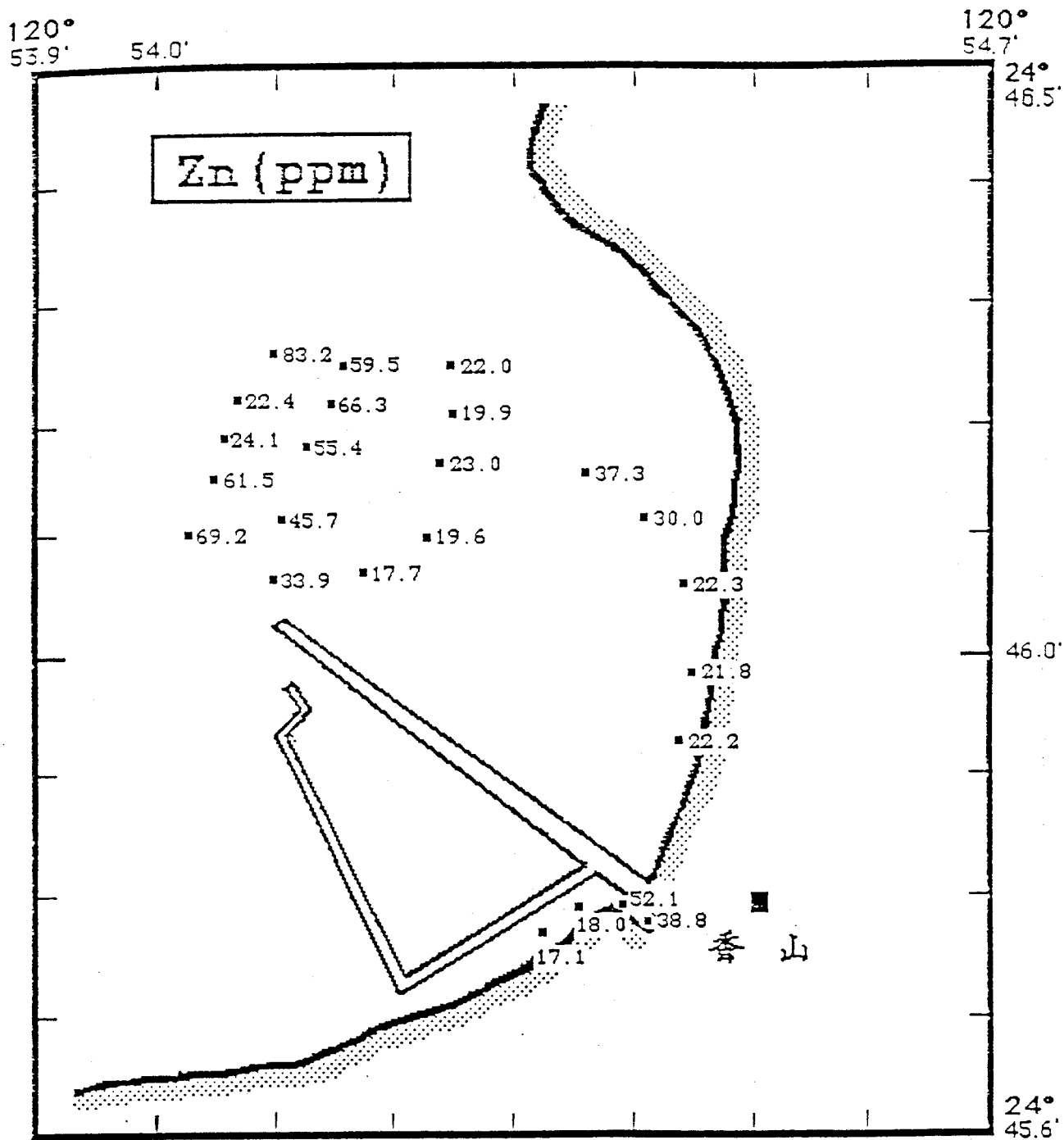


圖6 香山地區沈積物重金屬Zn分佈

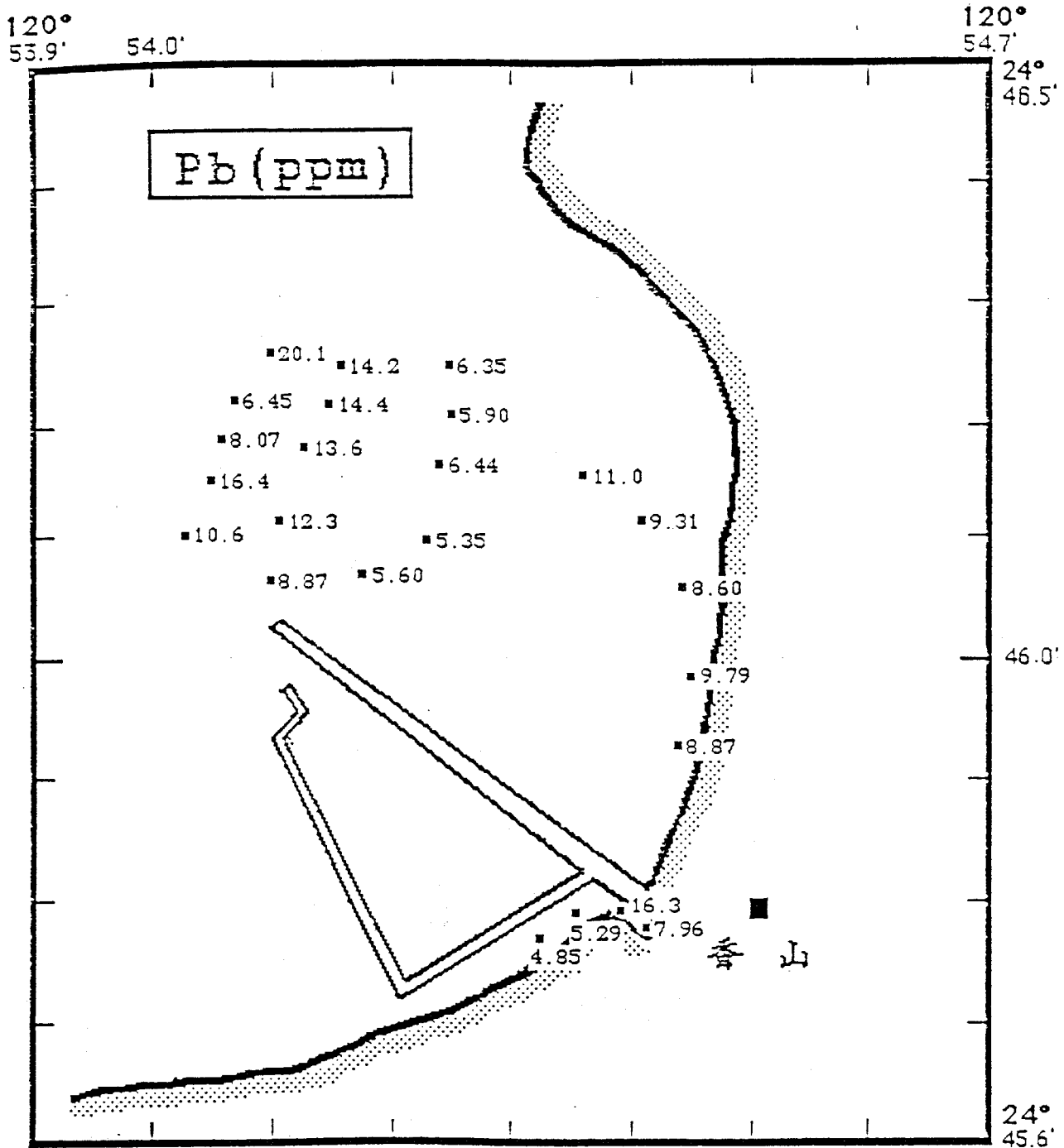


圖7 香山地區沈積物重金屬Pb分佈

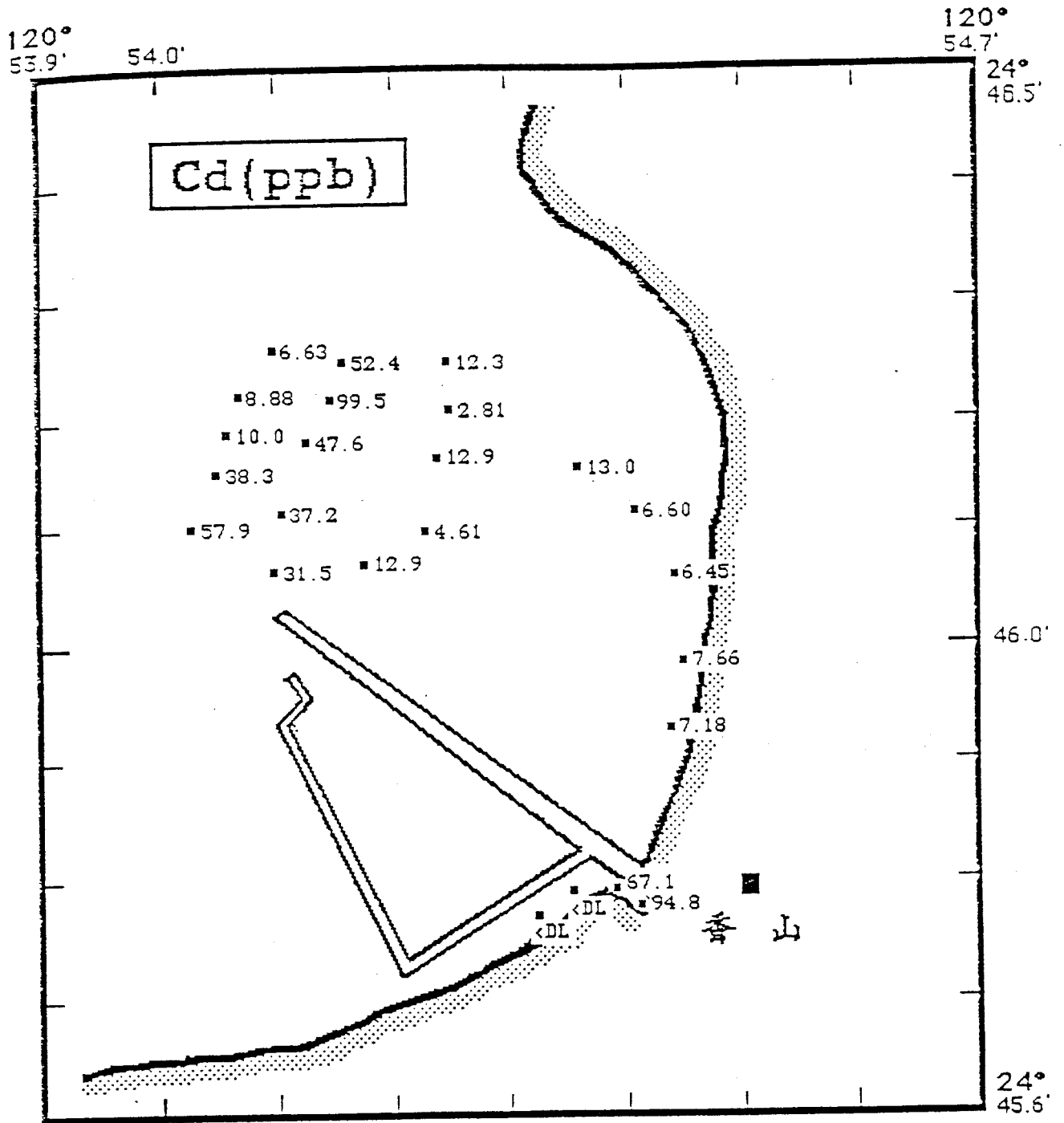


圖8 香山地區沈積物重金屬Cd分佈

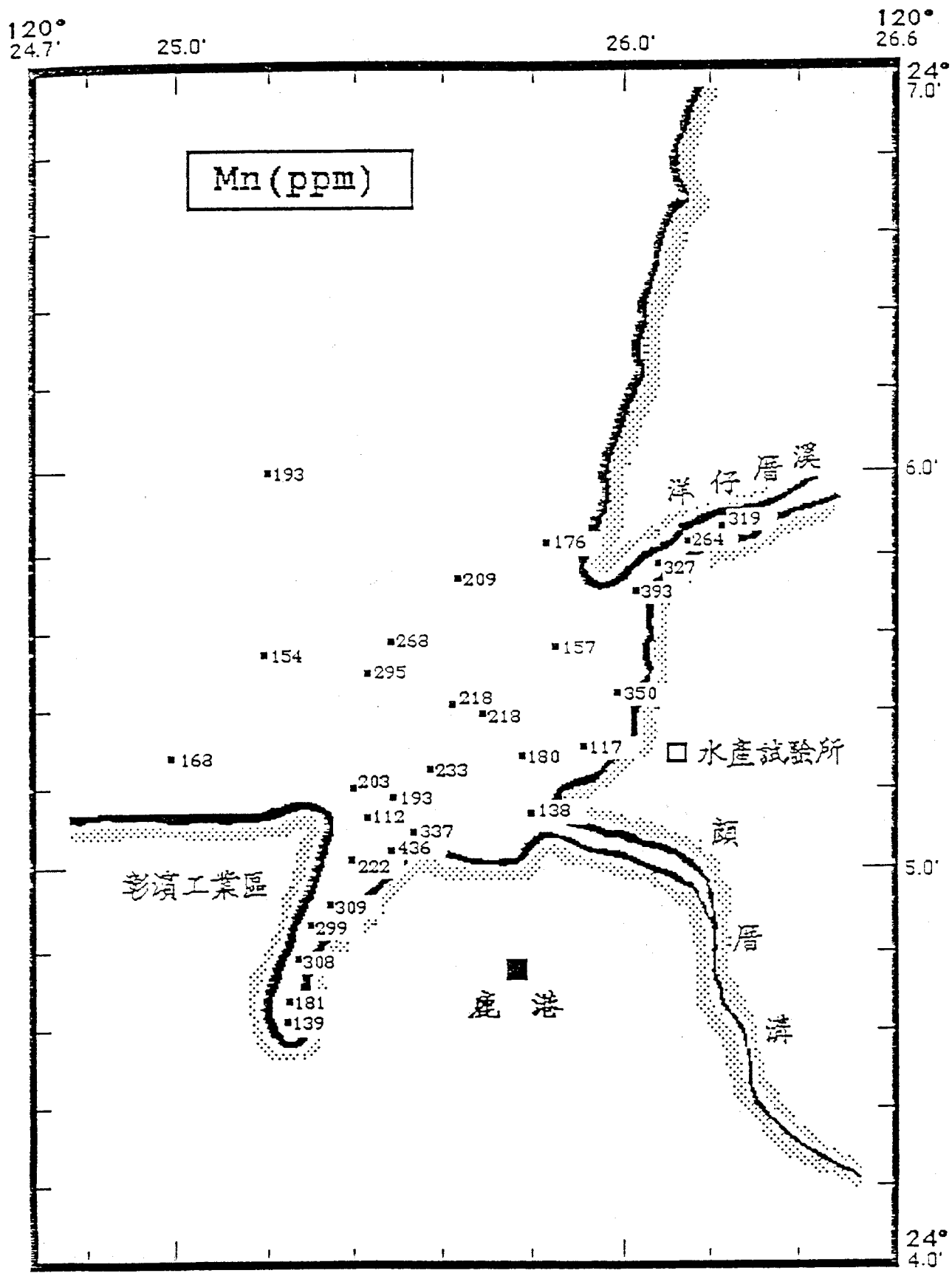


圖10 鹿港地區沈積物重金屬Mn分佈

120°
24.7'

25.0'

26.0'

120°
26.6'

24°
7.0'

Cu(ppm)

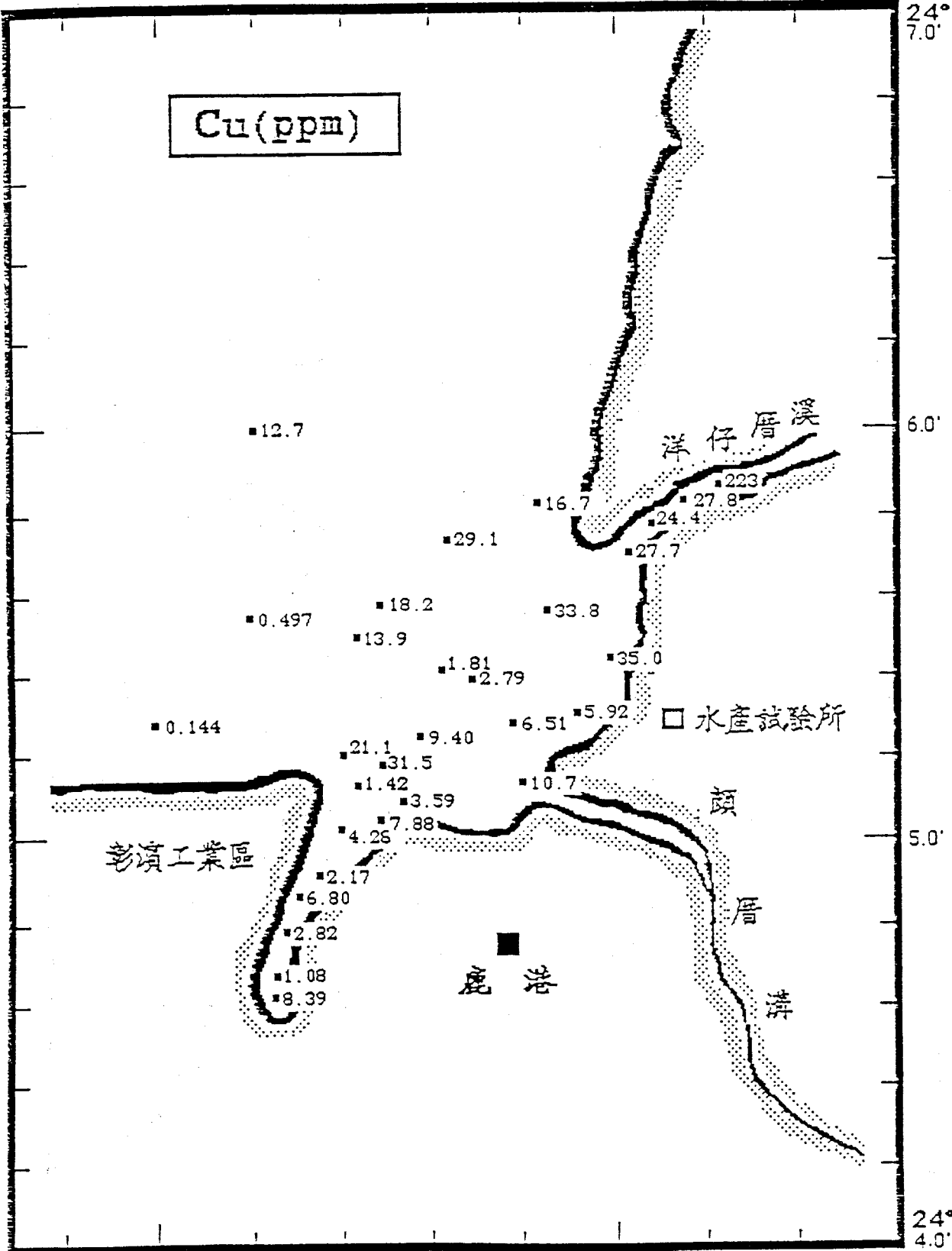


圖11 鹿港地區沈積物重金屬Cu分佈

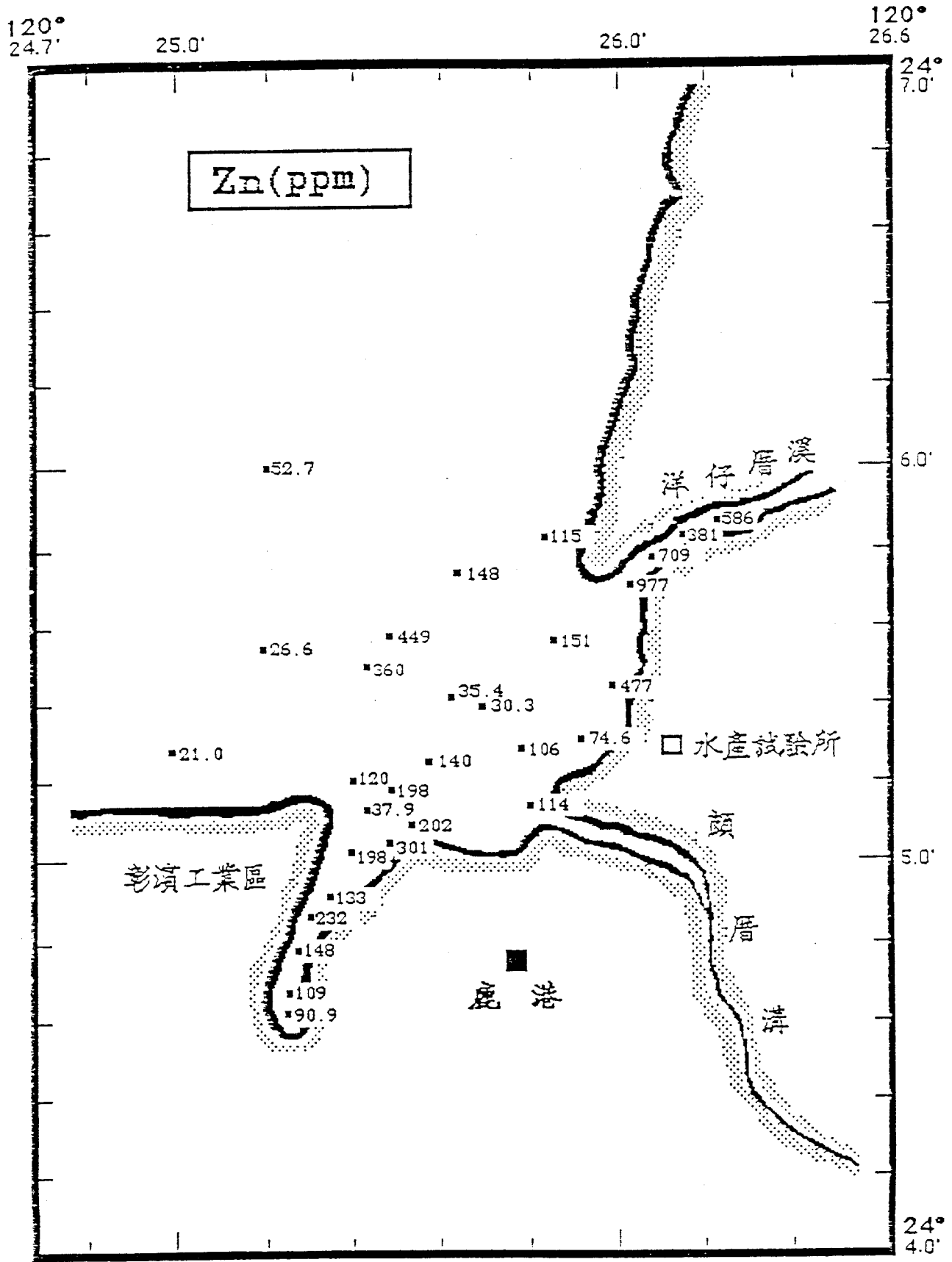


圖12 鹿港地區沈積物重金屬Zn分佈

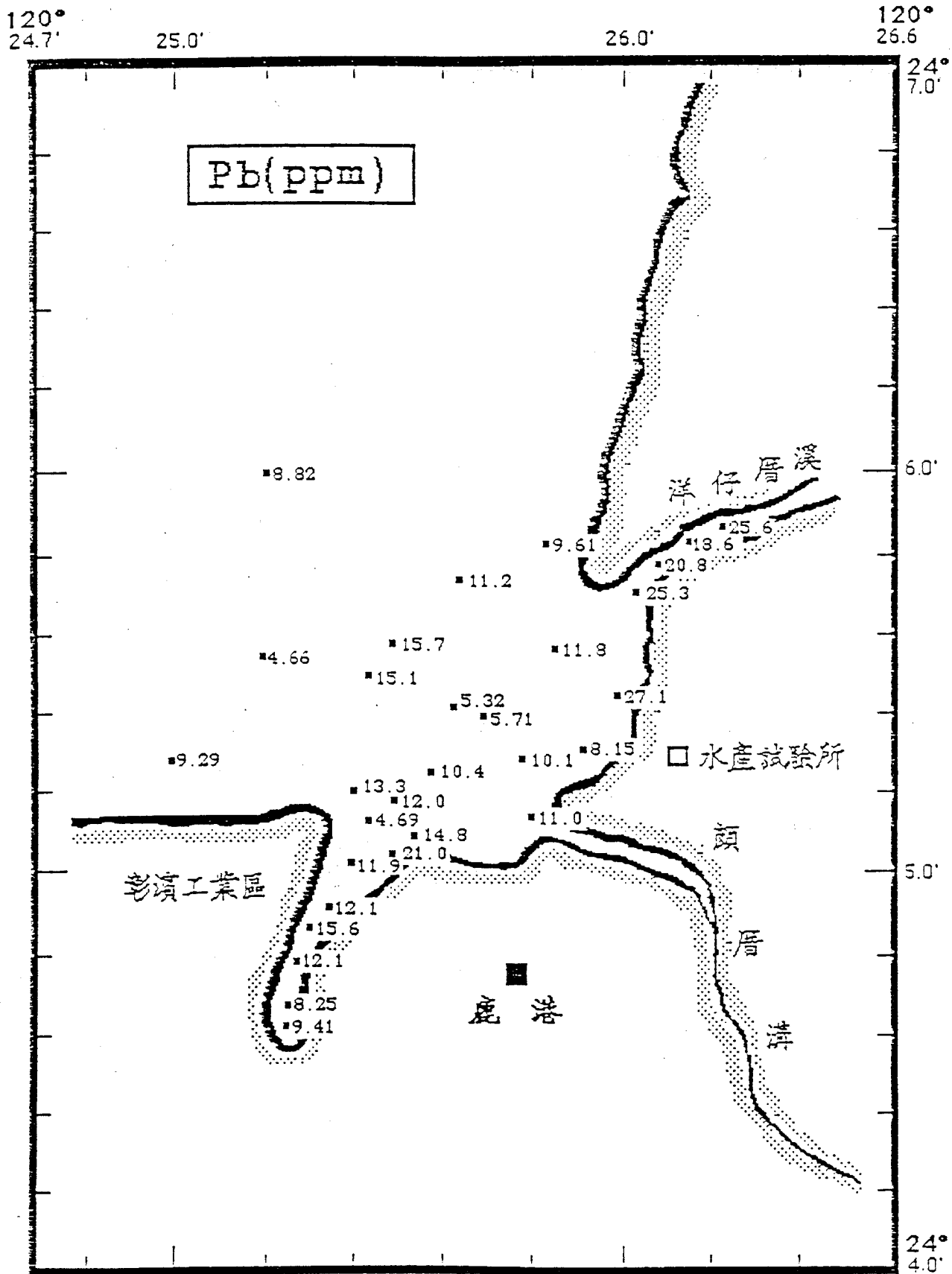


圖13 鹿港地區沈積物重金屬Pb分佈

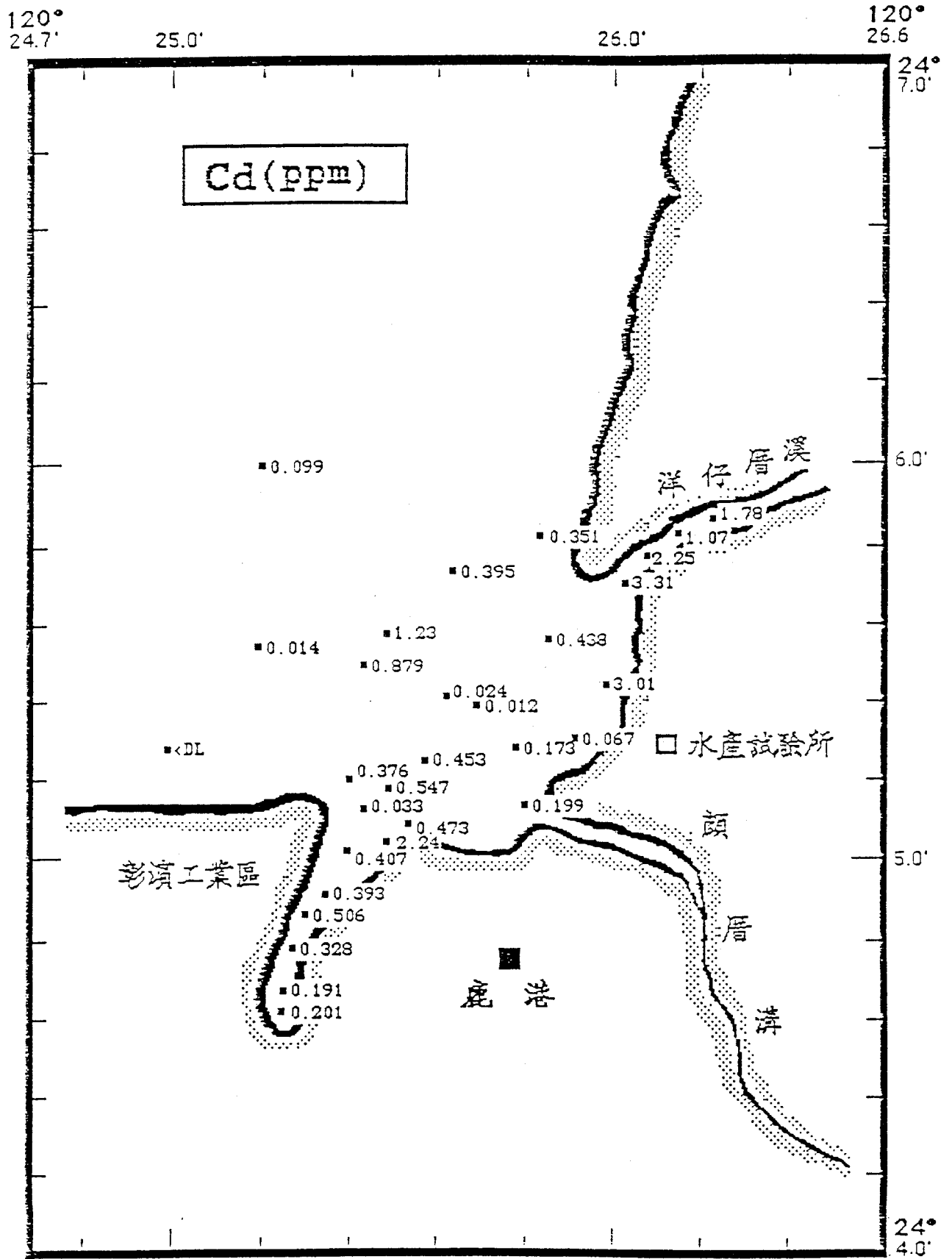


圖14 鹿港地區沈積物重金屬Cd分佈

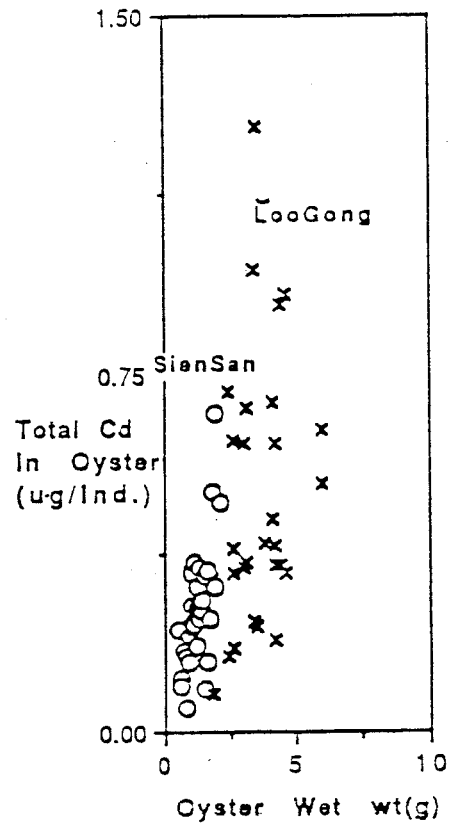
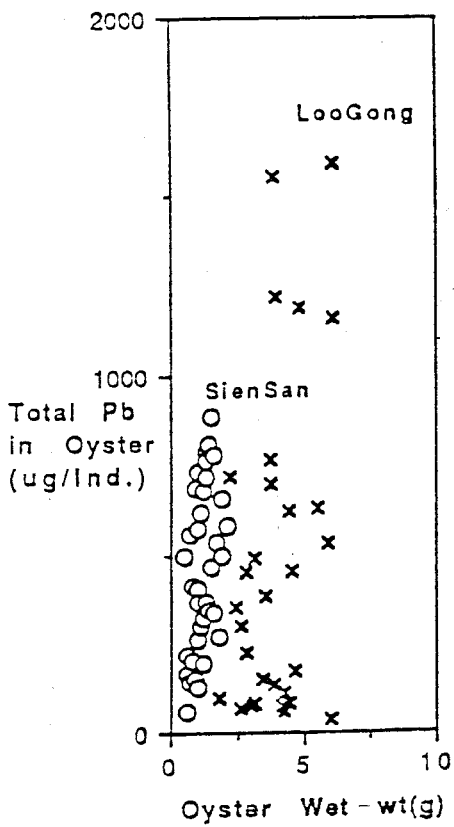
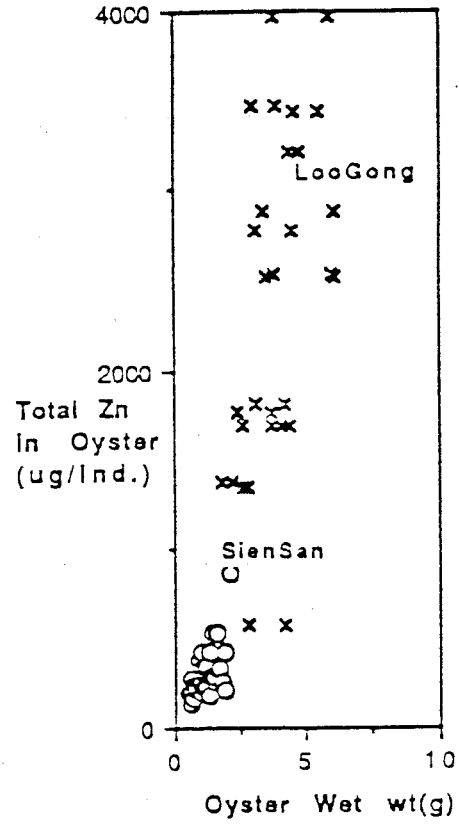
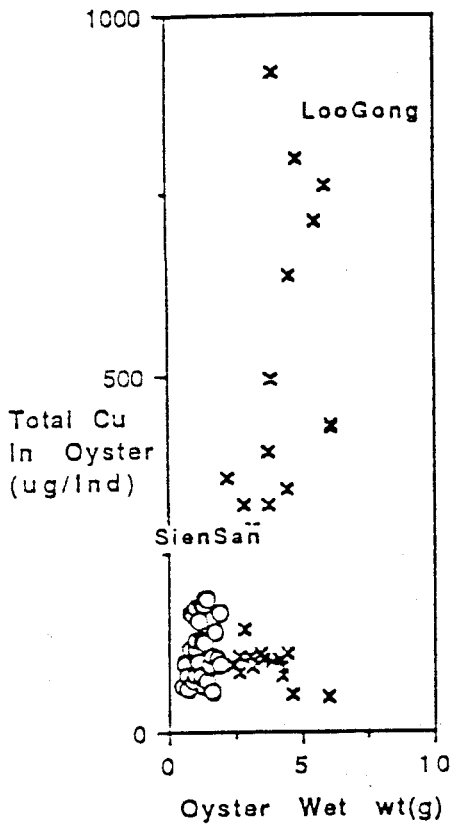


圖15 鹿港香山牡蠣Cu、Zn、Pb、Cd與體重之相互關係

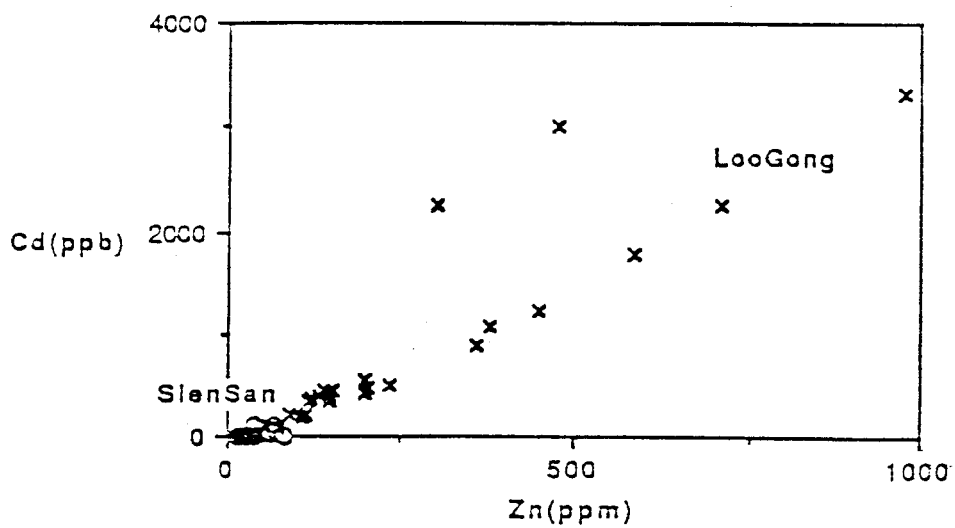
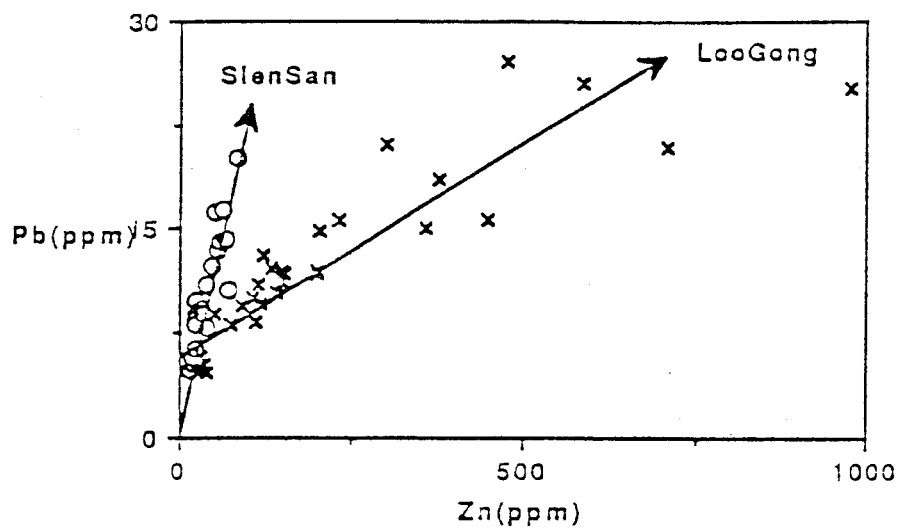
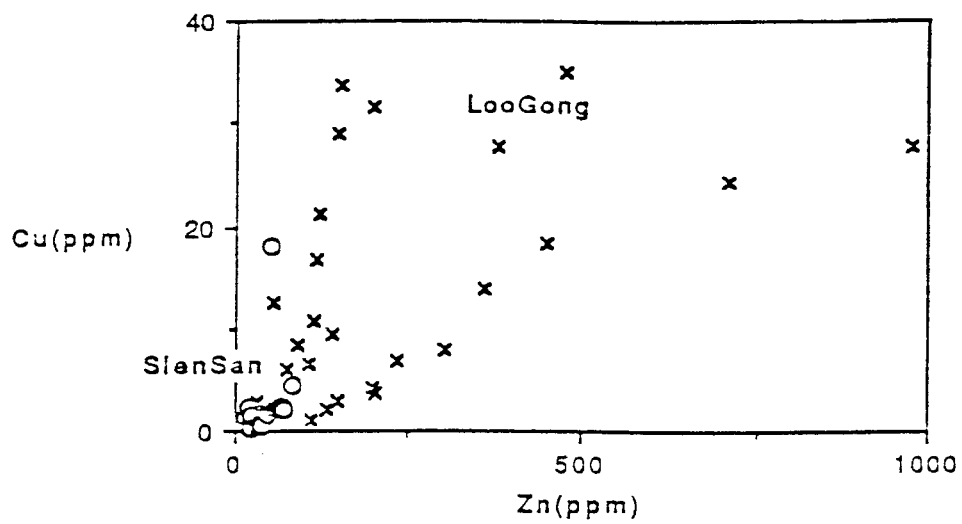


圖16 鹿港香山沈積物Cu/Zn、Pb/Zn、Cd/Zn之相互關係

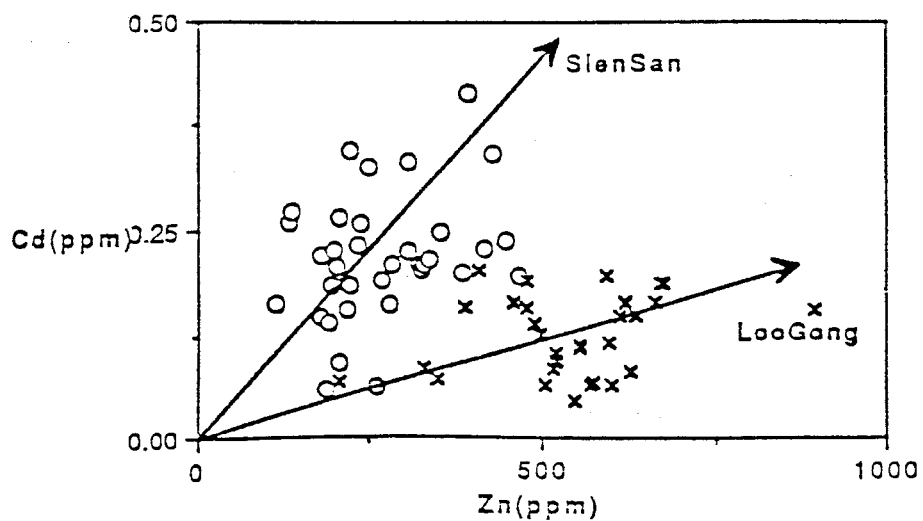
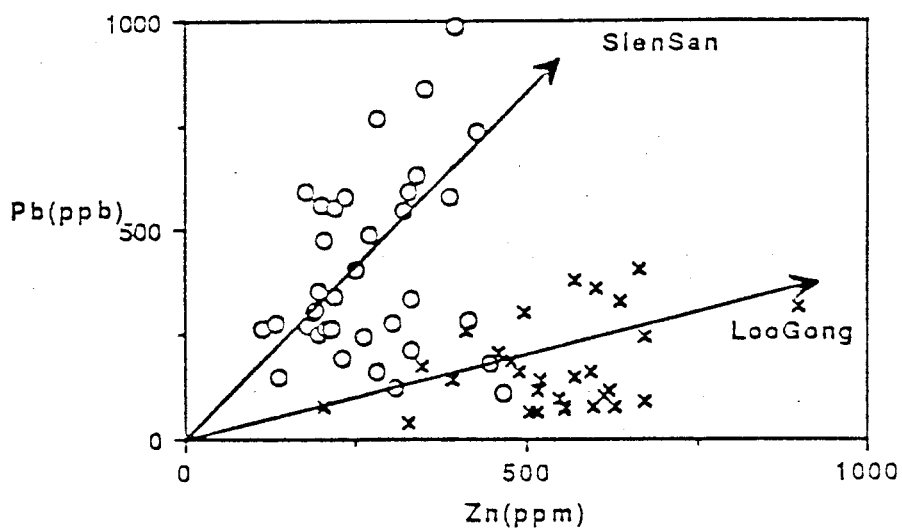
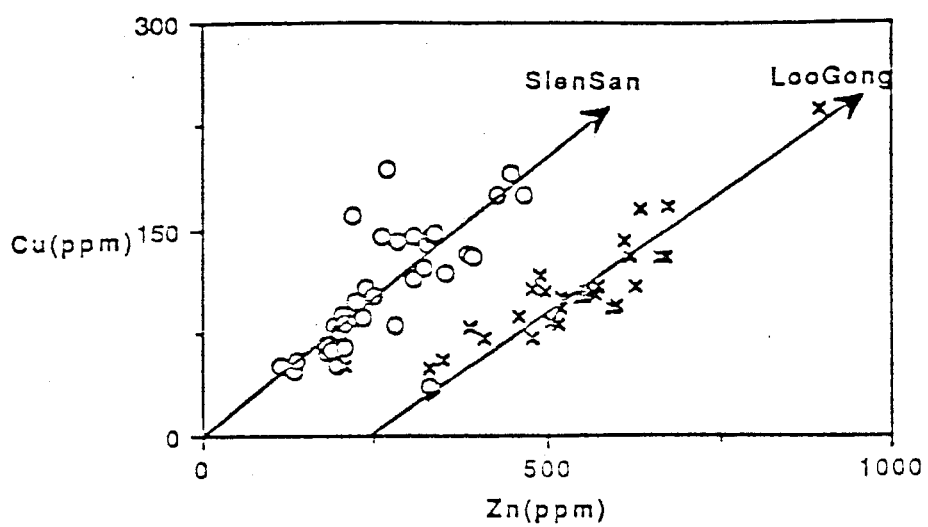


圖17 鹿港香山牡蠣Cu/Zn、Pb/Zn、Cd/Zn之相互關係