

金門海域漁業生態環境水質與生物體

重金屬監測計劃

(成果報告)



沿岸水質監測



海上土壤採集

委託單位：金門縣水產試驗所
委託單位主持人：柯逢樟 所長
委託單位執行人員：張寶仁 課長
受託單位：國立高雄海洋科技大學
受託單位主持人：黃春蘭 水產養殖系副教授
受託單位執行人員：黃春蘭

中華民國 102 年 12 月 17 日

摘要

本計畫利用金門水產試驗所試驗船進行九龍江口至金門之間的海域和大小金門沿岸之水樣、沈積物及生物體之監測調查，以了解金門鄰近海域之環境品質現況及影響環境品質之因子。

本計畫執行期間自 2013 年 05 月至 12 月，針對水樣、沈積物與生物體進行四次調查，分別於 06 月 06~08 日、07 月 28~31 日、9 月 23~25 日和 10 月 26~28 日完成四次採樣與現場監測。水質分析項目包括水溫、鹽度、溶氧量、pH 值、濁度、氨氮、亞硝酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽、汞、砷、鎘、鉻、銅、鎳、鉛及鋅等十八項。生物體和沈積物之分析項目包括汞、砷、鎘、鉻、銅、鎳、鉛及鋅等八項。

金門海域之水質大部分符合海域水質標準，但有部分測站 pH 值及溶氧量不符合標準。沿岸海水磷酸鹽含量沿岸大於海上的，推測島上活動對其影響較大。目前沈積物均沒有汞、砷、鎘和鎳污染的問題，而鉛、銅、鋅和鉻則有不同程度的污染，鉛和銅的污染較為明顯，鋅和鉻的污染則較為輕微。沈積物重金屬污染問題由海上來的比島上本身的污染問題嚴重一些。牡蠣和花蛤之各項重金屬以 2009 年的污染潛力均達最高峰，然後逐年降低，顯示重金屬污染已有明顯改善，管理單位的用心值得肯定，應持續努力。一般來說，目前在金門食用金門牡蠣並不會超過重金屬容許攝取建議量。花蛤之各項重金屬含量均未超過參考限值，安全無虞，但部分牡蠣之銅、砷與鋅含量則有受污染之虞，其中在湖下、上林、浯江溪口、瓊林和洋山等地區，需要持續加強管理。若能有效減少沈積物重金屬的污染是可以有效控制住生長於其環境中的牡蠣重金屬污染。建議需要雙管齊下，除了金門政府應該嚴格管理島內居民的污染排放外，並且應透過與對岸中國政府協商或提出強烈要求，必需控制污染源的排放，積極作有效之管理。

Abstract

This project use the research ship of Kinmen Fisheries Research Institute to measure and survey the water samples, sediments and organisms between Jiulong River Estuary(九龍江口) to Kinmen and the coast around Lesser Kinmen and Greater Kinmen. It is used to understand the environmental quality of Kinmen adjacent waters of the current situation and the impact of environmental quality factors.

Implementation period of the project is from May to December, 2013. Four measurements are executed according to water samples, sediments and organisms. The onsite sampling and monitoring dates are June 6-8, July 28-31, September 23-25 and October 26-28. Analysis of Water quality are covering water temperature, salinity, dissolved oxygen, pH, turbidity, ammonia, nitrite, nitrate, phosphate, silicate, mercury, arsenic, cadmium, chromium, copper, nickel, lead and zinc, total of eighteen items. Analysis of organisms and sediments are covering mercury, arsenic, cadmium, chromium, copper, nickel, lead and zinc, total of eight items.

Most of water quality at Kinmen waters is within the standard. However, the pH, salinity and dissolved oxygen from some of samples are disqualify. Compare to offshore water, coastal water has higher phosphate concentration, presumably due to a greater impact of its activities of the island. At present, sediments are no mercury, arsenic, cadmium and nickel pollution, but lead, copper, zinc and chromium have different level of pollution. Lead and copper pollutions are more common and serious, and zinc and chromium pollutions are relatively minor. The heavy metal pollutions of sediment caused from the offshore are more severe than from the island. Potential contamination of heavy metal in oyster and clam reached to the peak in 2009, and then, gradually decreased every year. The improvement of heavy metal pollution indicates the management team's effort is effective and encouraged. In general, the current Golden Gate eating oysters acceptable intake does not exceed the recommended amount of heavy metals. At present, heavy metals of all clam samples don't exceed the reference values, so they are no safety concerns. However, the contamination of copper, arsenic and zinc in oyster are still quite common. Especially at location of Hu Hsia (湖下), San Lin(上林), Wu Jiang River estuary(浯江溪口), Chiung Lin (瓊林)and Yang Shan(洋山), which require continuously to strengthen management.

目錄

壹、前言.....	1
1.1 計畫緣起.....	1
1.2 計畫目標及效益.....	1
貳、文獻回顧.....	2
參、材料與方法.....	4
3.1 執行方法及步驟.....	4
3.2 前置作業.....	5
3.3 樣品採集、製備及保存.....	14
3.4 樣品分析.....	16
肆、結果.....	18
4.1 現場水文監測.....	23
4.1.1 PH 值.....	23
4.1.2 鹽度.....	24
4.1.3 溶氧量.....	26
4.1.4 水溫.....	27
4.1.5 濁度.....	29
4.2 水質分析.....	30
4.2.1 氨氮.....	30
4.2.2 亞硝酸鹽氮.....	31
4.2.3 硝酸鹽氮.....	31
4.2.4 磷酸鹽.....	33
4.2.5 矽酸鹽.....	34
4.2.6 海水重金屬分析.....	35
4.3 沈積物重金屬分析.....	37
4.4 生物體重金屬分析.....	40
伍、討論.....	51
5.1 水質時間與空間變化.....	51
5.2 水質與海洋氣象之關係.....	52
5.3 變異分析.....	54
5.4 沈積物富集因子.....	55
5.5 生物體污染潛力.....	58
5.6 健康風險評估.....	60
5.7 重金屬相關性.....	61
5.8 沈積物與生物體重金屬含量變化趨勢.....	62
陸、結論與建議.....	63
柒、參考文獻.....	64

期中審查會議-委員意見與答覆	174
期末審查會議-委員意見與答覆	179
附錄一	183
附錄二	184
附錄三	184

表目錄

表 15 現場採樣與水文調查紀錄表-沿岸(第一次).....	67
表 16 現場採樣與水文調查紀錄表-海上(第一次).....	68
表 17 現場採樣與水文調查紀錄表-沿岸(第二次).....	69
表 18 現場採樣與水文調查紀錄表-海上(第二次).....	70
表 19 現場採樣與水文調查紀錄表-沿岸(第三次).....	71
表 20 現場採樣與水文調查紀錄表-海上(第三次).....	72
表 21 現場採樣與水文調查紀錄表-沿岸(第四次).....	73
表 22 現場採樣與水文調查紀錄表-海上(第四次).....	74
表 23 金門海域水樣營養鹽分析結果-沿岸(第一次).....	75
表 24 金門海域水樣營養鹽分析結果-海上(第一次).....	76
表 25 金門海域水樣營養鹽分析結果-沿岸(第二次).....	77
表 26 金門海域水樣營養鹽分析結果-海上(第二次).....	78
表 27 金門海域水樣營養鹽分析結果-沿岸(第三次).....	79
表 28 金門海域水樣營養鹽分析結果-海上(第三次).....	80
表 29 金門海域水樣營養鹽分析結果-沿岸(第四次).....	81
表 30 金門海域水樣營養鹽分析結果-海上(第四次).....	85
表 31 金門海域水樣重金屬分析結果-沿岸(第一次).....	83
表 32 金門海域水樣重金屬分析結果-海上(第一次).....	84
表 33 金門海域水樣重金屬分析結果-沿岸(第二次).....	85
表 34 金門海域水樣重金屬分析結果-海上(第二次).....	86
表 35 金門海域水樣重金屬分析結果-沿岸(第三次).....	87
表 36 金門海域水樣重金屬分析結果-海上(第三次).....	88
表 37 金門海域水樣重金屬分析結果-沿岸(第四次).....	89
表 38 金門海域水樣重金屬分析結果-海上(第四次).....	90
表 39 沉積物重金屬含量各種標準	91
表 40 金門海域沉積物重金屬分析結果-沿岸(第一次).....	92
表 41 金門海域沉積物重金屬分析結果-海上(第一次).....	93
表 42 金門海域沉積物重金屬分析結果-沿岸(第二次).....	94
表 43 金門海域沉積物重金屬分析結果-海上(第二次).....	95
表 44 金門海域沉積物重金屬分析結果-沿岸(第三次).....	96
表 45 金門海域沉積物重金屬分析結果-海上(第三次).....	97
表 46 金門海域沉積物重金屬分析結果-沿岸(第四次).....	98
表 47 金門海域沉積物重金屬分析結果-海上(第四次).....	99
表 48 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第一次).....	100
表 49 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第一次).....	101

表 50 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第二次).....	102
表 51 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第二次).....	103
表 52 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第三次).....	104
表 53 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第三次).....	105
表 54 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第四次).....	106
表 55 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第四次).....	107
表 56 金門海域水樣營養鹽分析品保品管-沿岸和海上(第一次).....	108
表 57 金門海域水樣營養鹽分析品保品管-沿岸和海上(第二次).....	108
表 58 金門海域水樣營養鹽分析品保品管-沿岸和海上(第三次).....	109
表 59 金門海域水樣營養鹽分析品保品管-沿岸和海上(第四次).....	109
表 60 金門海域水樣重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第一次).....	110
表 61 金門海域水樣重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第二次).....	110
表 62 金門海域水樣重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第三次).....	111
表 63 金門海域水樣重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第四次).....	111
表 64 金門海域沉積物重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第一次).....	112
表 65 金門海域沉積物重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第二次).....	112
表 66 金門海域沉積物重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第三次).....	113
表 67 金門海域沉積物重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第四次).....	113
表 68 金門海域生物體重金屬分析品保品管-沿岸(第一次).....	114
表 69 金門海域生物體重金屬分析品保品管-沿岸(第二次).....	114
表 70 金門海域生物體重金屬分析品保品管-沿岸(第三次).....	115
表 71 金門海域生物體重金屬分析品保品管-沿岸(第四次).....	115
表 72 2013 年和 1995、2007~2011 年金門海域磷酸鹽之變化.....	116
表 73 2007~2011 年金門海域磷酸鹽之變化(A).....	117
表 74 2007~2011 年金門海域磷酸鹽之變化(B).....	118
表 75 2007~2011 年金門海域調查水質因子之變化.....	119
表 76 2007~2011 年金門海域調查採樣日期與當月海洋氣象統計紀錄.....	120
表 77 2007~2011 年金門海域各海象因子相關性.....	121
表 78 2007~2011 年金門海域各水質與海象因子間相關性-沿岸.....	121
表 79 2007~2011 年金門海域各水質與海象因子間相關性-海上.....	121
表 80 金門各測站水文因子之變異率-沿岸.....	122
表 81 金門各測站水文因子之變異指數-沿岸.....	122
表 82 金門各測站水文因子之變異率-海上.....	123
表 83 金門各測站水文因子之變異指數-海上.....	123
表 84 富集因子分級表.....	124
表 85 金門沿岸沉積物富集因子分佈-汞.....	125
表 86 金門沿岸沉積物富集因子分佈-砷.....	125
表 87 金門沿岸沉積物富集因子分佈-鎘.....	126

表 88	金門沿岸沉積物富集因子分佈-鉻.....	126
表 89	金門沿岸沉積物富集因子分佈-銅.....	127
表 90	金門沿岸沉積物富集因子分佈-鉛.....	127
表 91	金門沿岸沉積物富集因子分佈-鎳.....	128
表 92	金門沿岸沉積物富集因子分佈-鋅.....	128
表 93	金門海上沉積物富集因子分佈-汞.....	129
表 94	金門海上沉積物富集因子分佈-砷.....	129
表 95	金門海上沉積物富集因子分佈-鎘.....	130
表 96	金門海上沉積物富集因子分佈-鉻.....	130
表 97	金門海上沉積物富集因子分佈-銅.....	131
表 98	金門海上沉積物富集因子分佈-鉛.....	131
表 99	金門海上沉積物富集因子分佈-鎳.....	132
表 100	金門海上沉積物富集因子分佈-鋅.....	132
表 101	金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-汞.....	133
表 102	金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-砷.....	133
表 103	金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-鎘.....	134
表 104	金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-鉻.....	134
表 105	金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-銅.....	135
表 106	金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-鉛.....	135
表 107	金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-鎳.....	136
表 108	金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-鋅.....	136
表 109	2013 年和 2007~2011 年金門沿岸生物體污染潛力(%).....	137
表 110	2013 年和 2007~2011 年金門沿岸生物體污染潛力年度變化.....	138
表 111	2013 年和 2007 年~2011 年金門沿岸生物體之重金屬超標率(%)-花蛤.....	138
表 112	2013 年牡蠣之各種金屬生物濃縮係數(BCFs).....	139
表 113	每人每日重金屬容許攝取量及平均食用貝類之最高容許濃度.....	139
表 114	金門海域各水質因子相關係數—沿岸(第一次).....	140
表 115	金門海域各水質因子相關係數—海上(第一次).....	141
表 116	金門海域各水質因子相關係數—沿岸及海上(第一次).....	142
表 117	金門海域各水質因子相關係數—沿岸(第二次).....	143
表 118	金門海域各水質因子相關係數—海上(第二次).....	144
表 119	金門海域各水質因子相關係數—沿岸及海上(第二次).....	145
表 120	金門海域各水質因子相關係數—沿岸及海上(第一次).....	144
表 121	金門海域各水質因子相關係數—沿岸(第二次).....	145
表 122	金門海域各水質因子相關係數—海上(第二次).....	146
表 123	金門海域各水質因子相關係數—沿岸及海上(第二次).....	147
表 124	金門海域各水質因子相關係數—沿岸(第三次).....	148
表 125	金門海域各水質因子相關係數—海上(第三次).....	149

表 126	金門海域各水質因子相關係數－沿岸和海上 (第三次).....	150
表 127	金門海域各水質因子相關係數－沿岸(第四次).....	151
表 128	金門海域各水質因子相關係數－海上(第四次).....	152
表 129	金門海域各水質因子相關係數－沿岸和海上(第四次).....	153
表 130	金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸 (第一次).....	154
表 131	金門海域沉積物各重金屬相關係數－海上 (第一次).....	154
表 132	金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸及海上 (第一次).....	154
表 133	金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸(第二次).....	155
表 134	金門海域沉積物各重金屬相關係數－海上(第二次).....	155
表 135	金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸及海上(第二次).....	155
表 136	金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸(第三次).....	156
表 137	金門海域沉積物各重金屬相關係數－海上(第三次).....	156
表 138	金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸及海上(第三次).....	156
表 139	金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸(第四次).....	157
表 140	金門海域沉積物各重金屬相關係數－海上(第四次).....	157
表 141	金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸及海上(第四次).....	157
表 142	金門海域生物體各重金屬相關係數－沿岸 (第一次).....	158
表 143	金門海域生物體各重金屬相關係數－沿岸 (第二次).....	158
表 144	金門海域生物體各重金屬相關係數－沿岸 (第三次).....	159
表 145	金門海域生物體各重金屬相關係數－沿岸 (第四次).....	159
表 146	金門海域海水、沉積物和生物體各重金屬相關係數.....	160
表 147	金門海域沉積物和生物體各重金屬趨勢斜率值.....	161
表 148	金門海域沉積物和生物體各重金屬趨勢斜率值相關性.....	161

圖目錄

圖 1 採樣測站地圖.....	8
圖 2 工作流程圖	9
圖 3 金門海域水文因子變化圖(沿岸).....	162
圖 4 金門海域水文因子變化圖(海上).....	163
圖 5 金門海域海水營養鹽變化圖(沿岸).....	164
圖 6 金門海域海水營養鹽變化圖(海上).....	165
圖 7 金門海域磷酸鹽含量時間與空間變化圖	166
圖 8 2013 年和 2007~2011 年金門海域磷酸鹽含量趨勢圖	166
圖 9 金門各測站現場監測水質數據之變異率圖(沿岸).....	167
圖 10 金門各測站現場監測水質數據之變異指數圖(沿岸).....	167
圖 11 金門各測站現場監測水質數據之變異率圖(海上).....	167
圖 12 金門各測站現場監測水質數據之變異指數圖(海上).....	167
圖 13 2013 年和 2007~2011 年金門海域生物體重金屬污染潛力趨勢圖	168
圖 14 2013 年和 2007~2011 年金門海域生物體重金屬污染潛力變化圖	169
圖 15 2013 年和 2007~2011 年金門海域生物體重金屬超標率變化圖	170
圖 16 2013 年和 2007~2011 年金門海域沉積物重金屬含量變化趨勢圖(沿岸).....	171
圖 17 2013 年和 2007~2011 年金門海域沉積物重金屬含量變化趨勢圖(海上).....	172
圖 18 2013 年和 2007~2011 年金門海域生物體重金屬含量變化趨勢圖	173

壹、前言

1.1 計畫緣起

金門緊臨廈門，位於九龍江口要衝，由於西扼金廈海域出口，國際人士曾譽為「亞洲的直布羅陀」。近年來廈門經濟特區及海滄工業區等的迅速發展，而九龍江為中國福建省第二大江，年平均流量達 $187\text{m}^3/\text{sec}$ ，僅次於閩江。根據相關研究顯示，九龍江輸出大量含有各種污染物質的江水至金門週邊海域，尤其每年農曆 4 月至 8 月間最為嚴重，吹起的西南季風把廈門海上數以萬噸的垃圾吹到金門來，嚴重污染金門附近海域環境品質與沙灘景觀，對金門環境所造成之影響絕不可忽略(陳鎮東等人，1995、2003)。另外，大陸在金門海域附近大肆辦理抽沙，以致於近兩年古寧頭及洋山海域頻傳牡蠣死亡或養成率不佳等情況，此是否與海域環境及水質有關，爰提出本計畫研究釐清。

1.2 計畫目標及效益

根據本計畫委託調查需求書所要求之主要目的是在於持續進行金門附近海域環境品質調查監測以利政府決策單位能即時掌握海洋環境品質，以確保海洋資源之永續利用與做為環境品質之有效管理之參考依據。預期達到以下四個目標：

- (一) 調查金廈海域及金門沿岸的水質及沈積物現況資料，並比較分析近年來之變化趨勢，以了解環境污染現況及變化，提出因應建議，做為決策單位作為擬訂對策之參考依據。
- (二) 持續調查了解金門附近海域水質和沈積物在年度的變化，評估對金門海域水質及沈積物的衝擊。
- (三) 調查金門花蛤、牡蠣測站重金屬污染現況，以了解環境是否污染，及追蹤瞭解可能污染源，並分析歷年檢體重金屬檢測結果之變化情形，以供決策單位作環境改善或輔導養殖業者之參考依據。
- (四) 調查金門浯江溪口重金屬是否污染，對其生物環境棲地現況，及監測瞭解可能污染源，並分析重金屬檢測結果之變化情形，以建議相關單位對環境改善之參考對策。

貳、文獻回顧

金門隸屬福建省，位於福建東南沿海的九龍江口外，四面環海，地處東經 $118^{\circ}08'06''$ ～ $118^{\circ}31'01''$ ，北緯 $24^{\circ}09'48''$ ～ $24^{\circ}34'16''$ ，距台灣約 150 海浬，包括金門本島(大金門)、烈嶼(小金門)、大膽、二膽、獅嶼、猛虎嶼、草嶼、后嶼、東碇島、復興嶼等十二個大小島嶼，星羅棋布，如眾星拱月，總面積 150.456 平方公里。本島島形中狹，約 3 公里，東西端較寬，約 18 公里，誠如金錠狀。金門屬亞熱帶海洋性氣候，統計其 1954 年至 1985 年共 32 年之氣象資料，全年降雨量多在四至九月，年平均溫為 21.1°C ，年平均降雨量約 1049.4 毫米(mm)，蒸發量卻高達 1684 毫米，金門的氣候受到中國東南地區和中國沿岸流的影響，冬季乾冷、春季多霧、夏季有西南氣流及颱風帶來較多的雨量(綠的環境，2013)。

根據金門縣政府所公布統計資料於 2012 年 12 月之現住人口為 113,111 人，而 2013 年 10 月增加為 119,534 人，人口數增加率為全國之冠，可能與金門縣實施社會福利好有關，目前包括有家戶配酒、金酒三節回饋提酒券、教育津貼、離島機票八折優待等等，皆是吸引外來人口來金門落戶的誘因(金門縣政府民政局資料，2013、金門無線島論壇，2009)。

金門具有非常獨特與豐富的觀光資源，如不可抹滅的歷史痕跡與戰役史蹟、舉世聞名的金門高粱酒、豐富多變的海岸景觀與人文史蹟、獨特的地方風格與豐沛的藝術生命力等等，於 1995 年成立了我國第六座國家公園，積極發展觀光，帶動地區經濟繁榮，居民生活水準提昇，然而對環境品質的衝擊與要求亦無可避免地隨之而來。(金門縣政府全球資訊網，2008、2004 金門縣環境保護計畫報告)

金門本島西北部及南部海岸，有狹隘的隆起海岸平原，海岸曲折如谷灣，其東岸、西南岸及烈嶼的東北至東南的花崗片麻岩丘陵地海岸，都被海水侵蝕出局部的崖面與平台，呈現出地質構造和風化剖面，並可見花崗片麻岩被岩脈侵入的景象。入侵的岩脈包括有偉晶花崗岩、石英岩、煌斑岩等，呈現出豐富多變的天然地形景觀。主峰為太武山，氣勢雄偉，獨冠嶼上。島上無巨川長流，浯江溪、金沙溪均為涓涓細流，源短量小。金門沿海潮差超過 5 米，有長達數公里寬之潮間帶，潮水自然起落，其水流可排除含有有機物質的污水，也同時帶來富含天然餌料的新鮮海水，對於沿海水產動植物養殖非常重要(金門縣政府全球資訊網，2013)。

金門附近海域水質大部分符合海域水質標準，其中以水中鹽度較值得注意。金門沿岸海水之鹽度較一般海水之鹽度變化起伏大，2005~2013 年金門沿岸和海上各測站之鹽度有普遍偏低的情形，有不少是低於正常海域 33.0~35.0psu 的範圍，而 2005 年 8 月在金門后江灣外曾出現 30.1psu 的低值，顯示金門沿岸有大量淡水注入，其水質易受附近環境的影響(行政院環保署全國環境水質監測資訊網，2005~2013)。

由於金門地處九龍江口，九龍江所輸出的淡水對金門沿岸海域的影響，故而鹽度較臺灣海峽其他地區為低，平均鹽度約 28.03 ~31.40 psu。鹽度由貴山經黃埔、慈堤、古寧頭至瓊林，有隨距離九龍江漸遠而鹽度遞增之趨勢(陳鎮東等，1994)。金門海域海水之營養鹽與鹽度的負相關性良好，也就是當鹽度越小時，營養鹽的含量越高(陳鎮東等，2003)。另外，金門本島沿岸海水的硝酸鹽、亞硝酸鹽以及矽酸鹽等營養鹽含量均比海上的為低，顯示營養鹽的主要來源是九龍江。九龍江輸出極大量的營養鹽及有機物質，最高值出現在九龍江口的右岸，離九龍江口愈遠濃度越低，但金門海域仍在受影響區之區域以內。(陳鎮東、陳孟仙，2007)。酒廠之酒糟廢水加上鳥糞，為金門水域磷酸鹽之重要污染來源(陳鎮東等，1994)。金門海域磷酸鹽含量比台灣東部花蓮和平海域平均含量(0.016 mg/L)高出相當多(鄭火元等，2004)。但金門海域磷酸鹽含量近年來有逐年降低的趨勢，顯示其優養化的情形已獲有效控制了(黃春蘭等，2011)。

海域環境中的重金屬大都是來自陸源的污染物，而這些陸源污染物，除來自工業、農業或礦業的產程外，亦會存在人畜的排泄物中。由於生物不具代謝某些元素，如鎘及鉛等的的能力，這些金屬元素的濃度雖不見得會對生物造成立即的毒害，但其一旦自環境中吸收便積存於其體中，再經由食物鏈的關係，影響到人類的健康。另外，有些元素如銅及鋅等，雖生物具有代謝能力，但若在毫無管制或處理下，大量排放到水域環境中，亦會使得生物無法自體調節因而造成毒害(陳鎮東等，2003)。從 2007 年至 2011 年研究顯示，金門海域沈積物各重金屬含量變化降低趨勢一致性很高，除了砷較不明顯外，其餘均有降低趨勢，其中以鋅、鉻和鎳降低最為明顯。牡蠣與沿岸沈積物的重金屬含量變化趨勢有很高的相關性，顯示若能有效減少沈積物重金屬的污染是可以有效控制生長於其環境中的牡蠣之重金屬污染(黃春蘭，2011)。

叁、材料與方法

3.1 執行方法及步驟

本計劃於大小金門島沿岸及附近海域範圍規劃設置沿岸測站 10 處、海上測站 8 處和生物體測站 8 處。每個沿岸和海上測站現場以多功能水質儀測量水溫、溶氧量、鹽度、pH 值和濁度等水文數據，並採集水樣及沈積物。生物體樣品則於沿岸測站附近取得或購買，除尚義(C1)與昔果山(C2)取花蛤(*Gomphina aequilatera*)外，其餘測站均取常見牡蠣，如大牡蠣(*Crassostrea gigas*)、黑緣牡蠣(*Ostrea nigromarginata* Sowerby)、刺牡蠣(*Saccostrea kegaki*)及黑齒牡蠣(*Saccostrea mordax*) (巫文隆, 2006)。各測站分佈地圖如圖 1 所示，採樣測站之樣品種類清單資料如表 1 和表 2 所示。計畫執行期間自 2013 年 5 月至 12 月，水樣、沈積物與生物體均進行四次調查，目前已完成四次調查，分別於第一次 6 月 06 日~08 日、第二次 7 月 28 日~31 日、第三次 9 月 23 日~25 日及第四次 10 月 26 日~28 日。其中，水質分析項目包括水溫、鹽度、溶氧量、pH 值、濁度、氨氮、亞硝酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽、汞、砷、鎘、鉻、銅、鎳、鉛及鋅等十八項。生物體和沈積物之分析項目包括汞、砷、鎘、鉻、銅、鎳、鉛及鋅等八項。

本計畫延續往年的採樣標準作業(SOP)，採分工模式。事前由本校擬定一套完整且細膩的調查採樣前置作業、現場採樣計劃及分析工作內容。每次採樣調查前，由本校準備妥當所有樣品容器及貼上標籤，並將多功能水質儀完成校正，以空運寄至金門。現場監測水質與採樣工作由助理及金門水試所人員執行，採樣結束後以快速低溫宅急便將所有樣品寄回學校，再依環保署公告之各項標準分析方法進行分析。工作流程圖如圖 2 所示。主要工作流程部分包括：採樣前置作業、樣品採集、製備及保存、樣品分析、出具報告、報告說明和樣品廢棄等，詳細步驟與規範如下面說明。

3.2 前置作業

本計劃之採樣前置作業流程之一般規範要求與步驟說明如下：

3.2.1 出發前準備：

- (a) 人力分配、現場採樣人員先期講習及訓練。
- (b) 按本計畫調查項目，列出調查採樣現場需要之樣品容器與樣品保存一覽表和採樣所需雜項器材與藥品一覽表如如表 3 和表 4 所示。
- (c) 印妥正確之空白現場監測及採樣記錄表，如表 5 和表 6 所示。
- (d) 印製正確標籤。標籤範例，如表 7 所示。準備所需的各式採樣瓶，貼上標籤。
- (e) 逐一清點並裝箱，採樣瓶依測站整理(不要以分析項目整理，以免在採樣現場忙著找瓶子)。
- (f) 將所有的器材與藥品空運至金門。

其中，樣品容器與標籤之規範與作法如下：

3.2.2 標籤的製作

製作清楚之標籤，如表 7。標籤內容包括計劃名稱、採樣日期、樣品編號(依水樣來源(海上或沿岸)-測站號樣-次別、品種類之原則編號)、測站地名、樣品種類、容器種類與大小、保存方法和檢驗項目(含各項目所需的水樣量及保存期限)等。其中各檢驗項目所需的容器種類與大小、水樣量、保存期限及保存方法均依照表 3 所示之各種水質分析項目的採樣及保存方法所要求。不同分析項目但其保存方法與容器種類相同的水樣可裝在同一容器中，合併計算所需的容器體積。

3.2.3 樣品容器之清洗與標示

水樣瓶以聚乙烯(P.E.)塑膠瓶或血清瓶為主，其處理步驟為：裝滿水放置一星期，再以中性肥皂粉刷洗、自來水刷洗、浸稀硝酸 2~3 天，最後，再以自來水及逆滲透(RO)水沖洗並晾乾。

3.2.4 樣品容器之裝箱整理

將所需的各種樣品容器依測站號碼順序以冰保整理成箱，箱外標明測站號碼，依表 3 和表 4 所列清點所有採樣與調查所需之器材與藥品，以方便作業。

表 1 沿岸之水樣、沈積物和生物體採樣測站清單

測站 編號	地名	經度 (E118 ⁰)	緯度 (N24 ⁰)	沿岸 (Coast)			樣品編號規則
				水樣 (Water)	沈積物 (Sediment)	生物體 (Biological Sample)	
C1	尚義	23.000'	26.000'	○	△	★	C1-1W表示第一次調查之尚義海水樣品；C5-2S表示第二次調查之北山沈積物樣品；C3-1B表示第一次調查之洋山牡蠣樣品；以此類推。 ☆：表牡蠣。 ★：表花蛤。
C2	昔果山	24.700'	24.300'	○	△	★	
C3	洋山	23.736'	29.587'	○	△	☆	
C4	瓊林	22.037'	27.649'	○	△	☆	
C5	北山	18.602'	29.382'	○	△	☆	
C6	湖下	18.054'	27.359'	○	△	☆	
C7	上林	13.460'	25.655'	○	△	☆	
C8	浯江溪口	18.407'	25.738'	○	△	☆	
C9	料羅礦區	26.541'	24.678'	○	△	X	
C10	青嶼	25.473'	31.556'	○	△	X	
共計				10	10	8	

除C1與C2取花蛤(*Gomphina aequilatera*)為樣品外，其餘測站均取常見牡蠣，如大牡蠣(*Crassostrea gigas*)、黑緣牡蠣(*Ostrea nigromarginata* Sowerby)、刺牡蠣(*Saccostrea kegaki*)及黑齒牡蠣(*Saccostrea mordax*)為樣品。

表 2 海上之水樣和沈積物採樣測站清單

測站 編號	地名	經度 (E118 ⁰)	緯度 (N24 ⁰)	海上 (Sea)		樣編號規 則
				水樣 (<u>W</u> ater)	沈積物 (<u>S</u> ediment)	
S1	后湖	24.3'	22.0'	●	▲	S1-1W表 示第一次 調查之后 湖海上樣 品； S5-2S表示 第二次調 查之北山 海上沈積 物樣品； 以此類 推。
S2	母嶼	27.0'	24.0'	●	▲	
S3	田埔	30.0'	30.0'	●	▲	
S4	馬山	24.3'	32.2'	●	▲	
S5	北山	17.7'	29.9'	●	▲	
S6	上林	10.8'	25.6'	●	▲	
S7	青嶼	8.5'	22.0'	●	▲	
S8	古崗	18.8'	22.8'	●	▲	
共計				8	8	

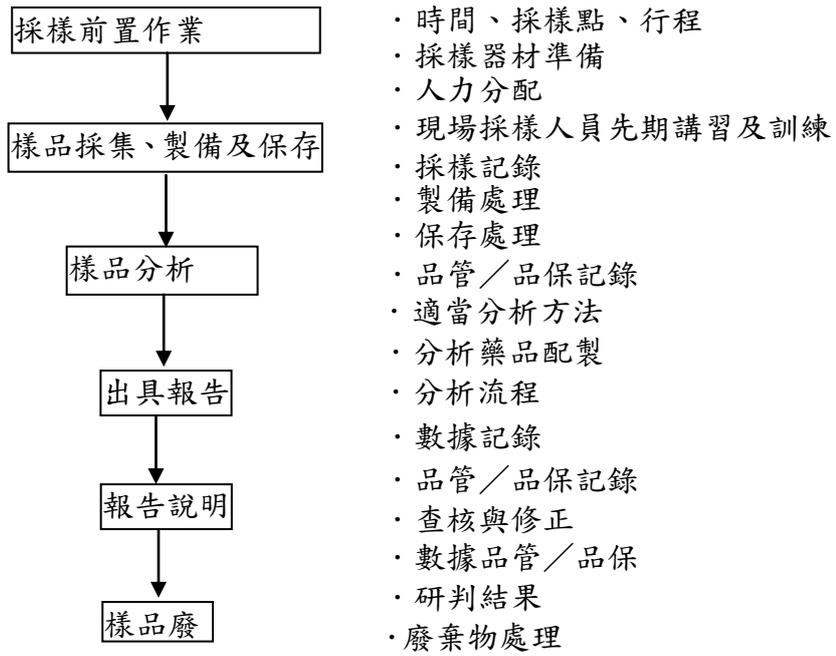


圖 2 工作流程圖

表 3 樣品容器與樣品保存一覽表

標籤	容器種類	容器體積	採樣後之處理方式	分析項目	個數	最長保存期限
A	以 1+1 硝酸洗淨之塑膠瓶	0.25 升	加低汞含量硝酸使水樣之 pH<2, 4°C 冷藏	汞	20	儘速分析
				砷、鎘、鉻、銅、鎳、鉛和鋅		180 天
B	塑膠瓶	0.12 升	加硫酸使水樣之 pH<2, 暗處, 4°C 冷藏。	氨氮	20	7 天
C	塑膠瓶	0.6 升	水樣原液 4 °C 冷藏	硝酸鹽、亞硝酸鹽	20	48 小時
				矽酸鹽		28 天
D	以 1+1 硝酸洗淨之塑膠瓶	0.12 升	加濃硫酸使水樣 pH=1.5~2.0, 4°C 冷藏	磷酸鹽	20	48 小時
E	封口袋	5 號		沈積物重金屬	18	
F	封口袋	5 號		生物體重金屬	8	

表 4 採樣所需雜項器材與藥品一覽表

名 稱	個 數	備 妥 請 打 「 V 」
多功能水質儀(含pH、DO、鹽度、水深、水溫、濁度，要事前校正)	1 台	
冰保(樣品瓶)	2 個	
器材箱(60升橘色桶)	1 個	
記錄板(含現場記錄紙)	1 個	
採水器	1 隻	
採泥器	1 隻	
塑膠水桶	2 個	
繩子	2 條	
防水褲	2 件	
超純濃硝酸	1 瓶	
濃硫酸	1 瓶	
RO水	1 瓶	
有色膠帶標籤	一些	
小剪刀	1 隻	
油性筆	2 隻	
相機	1 台	
GPS	1 台	
衛生紙	1 包	
工作手套	5 雙	
乳膠手套	10 雙	
塑膠滴管	5 個	
塑膠燒杯(500mL)	2 個	
挖土手鏟	1 隻	
封口袋(5號、9號、10號)	各約50個	
雨衣(視天氣)	2 件	

表 5 金門海域漁業生態環境水質與生物體重金屬監測計劃

現場採樣與水文調查記錄表 (沿海)

採樣日期：____ 年 ____ 月 ____ 日 採樣次別：第 ____ 次

採樣人員：

樣品編號	地點	採樣日期	採樣時間	經緯度		潮汐	現場測試					樣品					
				經度	緯度		水溫 (°C)	pH	鹽度 (psu)	溶氧 (mg/L)	濁度 (NTU)	水樣				沈積物	生物體
				E 118 ⁰	N 24 ⁰							A	B	C	D		
C1-n	尚義																
C2-n	昔果山																
C3-n	洋山																
C4-n	瓊林																
C5-n	北山																
C6-n	湖下																
C7-n	上林																
C8-n	浯江溪口																
C9-n	料羅礦區																×
C10-n	青嶼																×

樣品編號：沿海(C)測站-次別(n)水樣(w) 生物體(b)：除尚義和昔果山為花蛤外，其餘均為牡蠣

樣品監控：水樣分析(A)重金屬，(B)氨氮，(C)硝酸鹽氮/亞硝酸鹽氮和矽酸鹽，(D)磷酸鹽

特殊狀況描述：

表 6 金門海域漁業生態環境水質與生物體重金屬監測計劃

現場採樣與水文調查記錄表(海上)

採樣日期：_____年____月_____日 採樣次別：第_____次

採樣人員：

船長： 船員：

出入海港口： 海上作業時間：

樣品編號	地點	採樣日期	採樣時間	經緯度		現場測試						樣品						
				經度 E 118 ⁰	緯度 N 24 ⁰	水溫 (°C)	pH	鹽度 (psu)	溶氧		濁度 (NTU)	透明度 (m)	水樣				沈積物	
									mg/L	%			A	B	C	D		
S1-n	后湖																	
S2-n	母嶼																	
S3-n	田埔																	
S4-n	馬山																	
S5-n	北山																	
S6-n	上林																	
S7-n	青嶼																	
S8-n	古崗																	

樣品編號：海上(S)測站-次別(n)-水樣(w)

樣品監控：水樣分析(A)重金屬，(B)氨氮，(C)硝酸鹽氮/亞硝酸鹽氮和矽酸鹽，(D)磷酸鹽。

乙類海域水標準：pH 值 7.5~8.5，溶氧量≥5.0 mg/L。超過水質標準之數據，畫以”底線”來表示。

特殊狀況描述：

表 7 樣品標籤範例

102 金門海域漁業生態環境水質與生物體重金屬監測計劃 樣品編號：C2-1W 採樣日期：102.06.08 採樣地點：昔果山 樣品種類：沿岸海水 容器種類：PE瓶0.25 升 (ICP、Hg分析儀) 保存方法:加超純濃硝酸約1 mL使pH≤2，4 °C 冷藏 分析項目：As、Cd、Cr、Cu、Ni、Pb、Zn(180D)、Hg(儘快)

樣品編號規則為「沿岸/海上-測站編號-採樣次別水樣/沈積物/生物體」，其中，沿岸(Coast)、海上(Sea)、水樣(Water)、沈積物(Sediment)和生物體(Biological)均以其英文之第一個字母為其代號，例如 C2-1W 表示第一次採樣測站 2 昔果山之沿岸水樣，S4-2S 表示第二次採樣測站 4 馬山之沈積物； C8-3B 表示第三次採樣測站 8 浯江溪口之生物體。以此類推。

3.3 樣品採集、製備及保存

由於金門海域沿岸潮間帶範圍很廣，潮差相當大，不論海上或沿岸採樣均需事先查看漲退潮時間，規劃妥當各測站之採樣時間，採樣時需依照規劃時程才可順利進行採樣工作。

海上採樣作業與現場水文測量均以金門水試所試驗船進行，沿岸採集則開車至岸邊進行。各測站均以衛星定位儀(GARMIN GPS 12XL)確認採樣點。採集各測站水體之表層水水樣(水深 1 公尺以內)和海底之沈積物。每梯次另外選取一個沿岸測站(測站 C1 尚義)和一個海上測站(測站 S1 后湖)重覆採樣做為品保品管樣品，每次共計採集 44 個沿岸水樣、10 個沿岸沈積物樣品與 8 個生物體樣品；以及 36 個海上水樣與 8 個海上沉積物樣品。

3.3.1 海上採樣：

◆ 出海前

- (a) 出海當天依約定時間至出海地點。
- (b) 冰桶裝妥足量碎冰。
- (c) 將所需器材與藥品搬上船。依表 3 和表 4 樣品容器一覽表和調查採樣現場需要準備之器材和藥品清單，如水樣瓶、水質儀、水桶、採泥器、衛星定位儀、相機、封口塑膠袋、藥品及雜物等。

◆ 出海中

- (a) 將採水器、繩索及加重鉛塊裝置妥當。採水器使用乾淨之塑膠桶採集海上和沿岸之表層水。
- (b) 將採泥器及繩索裝置妥當。將綁有繩索之管錨採樣器(新型第 169993 號專利)丟入海底中，靠海流力量或船隻慢速移動拉動管錨採樣器採取沉積物樣品。
- (c) 船航行中，取出水桶及欲達測站之樣品瓶(注意不要拿錯瓶子)。
- (d) 船行駛至測站，以衛星定位儀定位確定後，開始採樣(水樣和沈積物)和以水質儀直接放入海中測量該測站之水文資料(水溫、溶氧量、pH 值、鹽度、濁度)，過程中並拍照。
- (e) 裝水樣。水樣採取後，由於水之物理、化學以及生物因子的變化，有些水樣內的成分可能改變，因此必須儘速處理。採完水樣後，依表 3 各種水質檢驗項目的採樣及保存方法表作適當處理，採得之水樣依保存方式的不同分裝於不同的水樣瓶中。測重金屬含量之水樣需加入低汞含量濃硝酸約 1 mL 使水樣 $\text{pH} \leq 2$ ；裝測氨氮之水樣，需注意避免有氣泡，且加入濃硫酸使水樣之 $\text{pH} \leq 2$ 。測磷酸鹽之水樣加入濃硫酸使水樣之 pH 值 1.5~2.0。而測其他項目之水樣以原樣裝瓶。將所有水樣放入有碎冰之樣品箱中並帶回實驗室，存放於冰箱中冷藏備用之。然後於保存期限內，儘快完成分析。
- (f) 船行駛至下個測站，重複採樣及現場監測步驟。
- (g) 完成所有的海域採樣及現場監測後，收拾器材，回航。

◆ 回航上岸後

- (a) 將所有的器材和樣品搬上岸，以車運送到水試所。
- (b) 在水試所中須做以下事情：
水質儀電纜線和繩索浸泡淡水。
以乾抹布擦乾水質儀。
以淡水沖洗採泥器。

3.3.2 沿岸採樣：

- (a) 開車將所需器材與藥品攜帶至測站岸邊。所需器材與藥品同海上採樣。
- (b) 以水桶至潮間帶中取水至岸上。採樣者行走時腳步需站穩，注意安全。
- (c) 以水質儀插入水桶中，測定水文資料。
- (d) 裝水樣。同海上採樣之裝水樣步驟。
- (e) 以採泥器或手鏟採集沈積物。
- (f) 車行駛至下個測站，重複採樣及測定步驟。
- (g) 完成所有的岸邊採樣及測定後，收拾器材，回水試所。

3.3.3 生物體採樣：

開車至測站附近，牡蠣向該採樣測站附近業者(通常現剝)購買，而花蛤則在測站之潮間帶自行採集。

3.3.4 運送樣品：

結束所有調查採樣行程後，將所有的樣品與水質儀以低溫宅急便運回學校實驗室。

3.4 樣品分析

3.4.1 樣品處理：

回到實驗室後，樣品處理順序如下：

- (a)生物體樣品放入冷凍庫中冷凍。
- (b)水樣放入冰箱冷藏。
- (c)沉積物冷凍乾燥。為了避免自然風乾(環保署公告測定土壤各重金屬之保存方法，如 S310.62C、S320.60T、S321.60T)時受到落塵或人為污染，改以冷凍乾燥方式乾燥沉積物樣品。用 20 目(孔徑為 0.84 mm)尼龍或聚乙烯篩過篩，混合均勻後，貯存於塑膠罐或玻璃罐中密封備用之。
- (d)水樣硝酸鹽與亞硝酸鹽、磷酸鹽含量測定，均需在 48 小時內完成。
- (e)生物體冷凍乾燥。
- (f)沉積物和生物體以石墨消化爐酸消化成液體，過濾以備用之。
- (g)水樣氨氮含量測定，需在 7 天內完成。
- (h)水樣矽酸鹽含量測定，需在 28 天內完成。
- (i)水樣、生物體和沈積物之汞含量分析。
- (j)水樣、生物體和沈積物之其餘各項重金屬含量分析。

3.4.2 樣品分析：

◆水質分析：

水質分析項目包括水溫、鹽度、溶氧量、pH 值、濁度、氨氮、亞硝酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽、汞、砷、鎘、鉻、銅、鎳、鉛及鋅等十八項。各項分析均依環保署公告之方法為主，方法如下：

- (01)水溫：現場 YSI 多功能水質儀直接測定。
- (02)鹽度：現場 YSI 多功能水質儀直接測定。
- (03)溶氧量：現場 YSI 多功能水質儀直接測定。
- (04)pH 值：現場 YSI 多功能水質儀直接測定。
- (05)濁度：現場 YSI 多功能水質儀直接測定。
- (06)氨氮：依環保署水質檢驗法(NIEA W437.52C)流動注入靛酚分析法測定。
- (07)硝酸鹽/亞硝酸鹽：依環保署水質檢驗法(NIEA W436.51C)鎘還原流動注入分析法測定。
- (08)磷酸鹽：依環保署水質檢驗法(NIEA W427.53B)分光光度計／維生素丙法
- (09)矽酸鹽：依環保署水質檢驗法(NIEA W450.50B) 鉬矽酸鹽比色法測定。

(10) 鎘、鉻、銅、鉛、鎳、砷和鋅：依環保署水質檢驗法(NIEA W311.52C)感應耦合電漿原子發射光譜法測定。

(11) 汞：依環保署水質檢驗法(NIEA M318.01C)固體與液體樣品中總汞檢測方法—熱分解汞齊原子吸收光譜法測定。

◆生物體重金屬分析：

牡蠣或花蛤樣品冷凍乾燥後，以先經環保署環境生物檢測方法—熱板消化(NIEA C303.03C)酸性消化後，再以感應耦合電漿原子發射光譜法測定鎘、鉻、銅、鉛、鎳、砷和鋅。汞則冷凍乾燥後以汞分析儀測定。

◆沉積物重金屬分析：

沉積物樣品冷凍乾燥後，先經環保署公告之廢棄物及底泥中金屬檢測方法—酸消化法(NIEA M353.01C)酸性消化後，再以感應耦合電漿原子發射光譜法測定鎘、鉻、銅、鉛、鎳、砷和鋅。汞則冷凍乾燥後以汞分析儀測定。

水樣、沈積物和生物體等樣品之重金屬分析所使用之儀器包括石墨消化爐(SYSTEMATIC DS-360)、PE Optima 2100 型感應耦合電漿光譜儀(ICP-OES)和汞分析儀(NIC MA-n 型)。

肆、結果

我國環保署於 2001 年 12 月 26 日 (90) 環署水字第 0081750 號公告海域環境分類及海洋環境品質標準。依據海域之最佳用途，涵容能力及水質狀況，我國訂定台灣地區沿海海域範圍及海域分類如表 8 所示。而基於保護人體健康，將海洋環境品質標準分成甲、乙、丙等三類海域環境。甲類海域為適用於一級水產用水、二級水產用水、工業用水、游泳及環境保育。乙類海域為適用於二級水產用水、工業用水及環境保育。丙類海域為適用於環境保育。而一級水產用水為指可供嘉臘魚及紫菜類培養用水之水源。二級水產用水為指虱目魚、烏魚及龍鬚菜培養用水之水源。工業用水為指可供冷卻用水之水源。

金門海域並無被公告適用於那一類海域水質標準，故本研究參考行政院環保署全國環境水質監測資訊網，採用乙類海域水質標準作參考依據。本報告所做水質分析項目的水質標準如表 9 所示。

表 8 台灣地區沿海海域範圍及海域分類

海域範圍	水體分類	 <p>source: 全國環境水質監測網</p>
鼻頭角向彭佳嶼延伸至高屏溪口向琉球嶼延伸線間海域	甲	
高屏溪口向琉球嶼延伸至曾文溪口向西延伸線間海域	乙	
曾文溪口向西延伸線至王功漁港向西延伸線間海域	甲	
王功漁港向西延伸線至鼻頭角向彭佳嶼延伸線間海域	乙	
澎湖群島海域	甲	
備註：海域水體內的河川、區域排水出海口或廢水管線排放口，出口半徑 2 公里內得列為次一級之水體。		

Source: 海域環境分類及海洋環境品質標準(環署水字第 0081750 號)

表 9 海域環境品質水質標準

水質項目	甲類	乙類	丙類
pH值	7.5~8.5	7.5~8.5	7.0~8.5
溶氧量 (mg/L)	≥ 5.0	≥ 5.0	≥ 2.0
氨氮 (mg/L)	0.30	-	-
總磷* (mg/L)	0.050	-	-
汞 (mg/L)	0.002		
砷 (mg/L)	0.050		
鎘 (mg/L)	0.010		
六價鉻* (mg/L)	0.050		
銅 (mg/L)	0.030		
鉛 (mg/L)	0.100		
鋅 (mg/L)	0.500		

*註:本報告水質分析項目為磷酸鹽和總鉻。

source: 海域環境分類及海洋環境品質標準(環署水字第0081750號)

採樣調查日期第一次為 2013 年 6 月 6 日~8 日，第二次為 2013 年 7 月 28 日~31 日，第三次為 2013 年 9 月 23 日~25 日，第四次為 2013 年 10 月 26 日~28 日。根據中央氣象局所提供之雨量資料，採樣調查前七天和採樣調查期間之降雨量如表 10 所示。第一次採樣調查前有少許雨量 (6 月 3 日~5 日)降雨分別為 3.2mm、6.2mm 及 4.5mm，而採樣當日則無下雨；第二次採樣調查前有少許雨量 (7 月 25 日、7 月 26 日)降雨分別為 0.1mm 及 28mm，而採樣當日則無下雨；第三次採樣調查前有少許雨量 (9 月 22 日)降雨為 16.4mm，而採樣當日(9 月 23 日)則有 0.2mm 降雨量；第四次採樣調查前與採樣日當天均無降雨現象。

表 10 採樣調查前五天和採樣調查期間之降雨量(mm)

		採樣前					採樣日			
第一次	日期	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5	6/6	6/7	6/8	-
	降雨量	-	-	3.2	6.2	4.5	-	-	-	-
第二次	日期	7/23	7/24	7/25	7/26	7/27	7/28	7/29	7/30	7/31
	降雨量	-	-	0.1	28	-	-	-	-	-
第三次	日期	9/18	9/19	9/20	9/21	9/22	9/23	9/24	9/25	-
	降雨量	-	-	-	-	16.4	0.2	-	-	-
第四次	日期	10/21	10/22	10/23	10/24	10/25	10/26	10/27	10/28	-
	降雨量	-	-	-	-	-	-	-	-	-

註: 無降雨以『-』表示。

source: 交通部中央氣象局。

根據環保署 2010 年 3 月 5 日公告(環檢一字第 0990000919 號函)之檢測報告位數表示規定整理如表 11 所示以供參考。其中由於沈積物與生物體重金屬含量分析方法將環保署公告之方法略加以改良，使用先進之冷凍乾燥機、石墨消化爐和感應耦合電漿光譜儀(ICP)，其分析程序為樣品前處理以冷凍乾燥後，經微波消化成液體後，再以感應耦合電漿原子發射光譜儀測定砷、鎘、鉻、銅、鉛、鎳和鋅含量，而分析汞則是將樣品經冷凍乾燥後直接以汞分析儀測定。各重金屬含量之檢測報告位數表示則參考相近之環保署公告方法，如 NIEA M104.01C，最小表示位數為小數點以下三位，最多有效位數為三位。

表 11 檢測報告位數表示規定

方法編號	檢測項目	檢測方法名稱	檢測報告位數表示		
			單位	最小表示位數	最多有效位數
【水樣】					
NIEA W217.51A	水溫	水溫檢測方法	°C	小數點下一位	三位
NIEA W424.52A	pH 值	水中氫離子濃度指數測定法-電極法	-	小數點下一位	三位
NIEA W455.50C	溶氧	水中溶氧檢測方法-電極法	mg/L	小數點下一位	三位
NIEA W447.20C	鹽度	水中鹽度檢測法-導電度法	psu	小數點下一位	三位
NIEA W437.52C	氨氮	水中氨氮之流動注入分析法-靛酚法	mg/L	小數點下二位	三位
NIEA W436.51C	硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮	水中硝酸鹽氮及亞硝酸鹽氮之鎘還原流動注入分析法	mg/L	小數點下三位	三位
NIEA W427.53B	磷酸鹽	水中磷檢測方法-分光光度計/維生素丙法	mg/L	小數點下三位	三位
NIEA W450.50B	矽酸鹽	水中矽酸鹽檢測方法-鉬矽酸鹽比色法	mg/L	小數點下三位	三位
NIEA W311.52C	砷、鎘、鉻、銅、鉛、鎳、鋅	水中金屬及微量元素檢測方法-感應耦合電漿原子發射光譜法	mg/L	小數點下三位	三位
NIEA M318.01C	汞	水中汞檢測方法-冷蒸氣原子吸收光譜法	mg/L	小數點下三位	三位
【沈積物、生物體】					
NIEA M104.01C	砷、鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅	感應耦合電漿原子發射光譜法	mg/kg	小數點以下二位	三位
NIEA M318.01C	汞	固體與液體樣品中總汞檢測方法—熱分解汞齊原子吸收光譜法	mg/kg	小數點以下三位	三位

2013年11月22日為最新所有衛生署公告之食品重金屬標準整理如表12所示以供參考。

表 12 衛生署公告之食品重金屬標準

類別	元素 (ppm)							
	鉛	銅	鎘	鋅	汞	砷	銻	錫
包裝飲用水	0.05	1.0	0.005	5.0	0.001	0.01		
盛裝飲用水	0.05	1.0	0.005	5.0	0.01	0.05		
飲料類	0.3	5.0		5.0	0.01	0.2	0.15	250(罐裝)
冰類	0.1	1.0	0.005	5.0	0.001	0.1		
魚蝦類(非洄游性)					0.5 (甲基汞)			
魚蝦類(洄游性)					2.0 (甲基汞)			
食用綠藻 (含製品，乾重)*	20					2		
食用油脂	0.1	0.4			0.05	0.1		
金屬罐裝之罐頭	1.5							250
玻璃瓶裝之罐頭	0.1	0.4				0.1		0.05
食米	0.2		0.4		0.05			
蛋類	2.0	8.0						
食鹽	2.0	2.0	0.2		0.1	0.2		
牛羊豬及家禽可食性 內臟	0.5							
植物可食性根	0.3							
卵磷脂**	10/40					3		

*食用綠藻：重金屬:20 ppm 以下(以 Pb 計)、砷：2 ppm 以下(以 As 計)。

**卵磷脂：砷：3ppm 以下（以 As 計）、重金屬：40ppm 以下（以 Pb 計）、鉛：10ppm 以下。

[source: <http://www.mohw.gov.tw> 食品衛生管理法之食品衛生標準，2013/11/22 整理資料]

表 13 水產動物類公告之食品重金屬標準

類別	元素(mg/kg)		
	甲基汞	鎘	鉛
鯨、鯊、旗、鮪魚、油魚	2.0	0.3	0.3
鱈魚、鯉魚、鯛魚、鮫魚、 鮫鱈魚、嘉鱘魚、比目魚、 烏魚、魷魚、帶魚、鯨、 魷、烏鰂、鰻、鱈魚、金 錢魚、鰻魚、梭子魚	1.0		
其他魚類	0.5		
貝類	0.5	2.0	2.0
頭足類（去除內臟）	0.5	2.0	1.0
甲殼類	0.5	0.5	0.5

註：上述重金屬含量以濕重計。
source: <http://mohwlaw.mohw.gov.tw> 食品衛生管理法之水產動物類衛生標準，
2013/11/22 整理資料。

表 14 各國之魚類重金屬標準

國別	元素(mg/kg)					
	Hg	As	Cd	Cu	Pb	Zn
日本	註 ^{1*}		1.0			
中國	0.3	0.5				
美國	0.5	1.4				
加拿大				30.0	10.0	
澳洲						150
英國				100	2.0	

註^{1*}：日本規定>1.0mg/kg 之魚類佔 20% 以上之水域禁止捕魚。
註：上述重金屬含量以濕重計。
Source: 廖一久等，基隆河整治區段之水族生態調查及魚類資源復育計畫報告書，1996。

本報告之各原始數據與討論整理之各表和圖摘要如下：表 15~表 22 為第一次~第四次現場採樣與水文監測數據。表 23~表 38 為第一次~第四次監測沿岸和海上之水質分析數據。表 39 為沉積物重金屬含量的各種標準，表 40~表 47 為第一次~第四次監測沿岸和海上之沉積物分析數據。表 48~表 55 為第一次~第四次監測沿岸生物體重金屬含量濕重和乾重數據。另外，表 56~表 71 分別為第一次~第四次之水樣、沈積物和生物體的各项分析品保品管數據。

表 72~表 77 為分別討論與文獻比較沿岸生物體各重金屬各次與平均含量、超過參考限值標準之次數以及污染潛力。另外表 78~表 84 為以 Excel 軟體統計各水質因子間之相關係數。表 85~表 90 為沉積物各重金屬間之相關係數。而表 91~表 96 為生物體各重金屬間之相關性。

圖 3~圖 10 為以 Excel 軟體繪製各水質因子變化圖。

4.1 現場水文監測

4.1.1 pH 值

pH 值具有重要的水文地球化學意義，它對元素的遷移和轉化具有顯著的影響。一般正常海水的 pH 值在 7.8~8.2 之間，而乙類海域標準為 7.5~8.5。水中藻類和植物行光合作用使其繁生，會消耗水中具酸性的二氧化碳含量，因而造成 pH 值升高，相反地，不論動物或植物均須行呼吸作用，會產生二氧化碳，而造成水體 pH 值降低。然其一旦受廢污水污染時，其 pH 範圍的變動很大，會直接影響生物的生長，化學物質的沉澱與溶解、廢水的處理等(黃春蘭，2003)。

第一次調查(2013 年 6 月 6 日~8 日)，現場監測數據如表 15 和表 16 所示。金門海域沿岸各測站之 pH 值介於 8.1~8.3，平均值為 8.2 (± 0.1)。整體而言，除尚義(C1)、上林(C7)、浯江溪口(C8)測站 pH 值均為 8.3 較正常海域 pH 值稍高外，金門海域沿岸 pH 值大多在正常海域範圍內(7.8~8.2)。海上各測站之 pH 值介於 7.7~8.3，平均值為 8.0 (± 0.2)，此次調查之海上 pH 值(7.7~8.3)，大致正常穩定均符合乙類海域標準(7.5~8.5)。

第二次調查(2013 年 7 月 28 日~31 日)，現場監測數據如表 17 和表 18 所示。金門海域沿岸各測站之 pH 值介於 8.3~8.7，平均值為 8.5 (± 0.1)。此次調查所有測站之 pH 值均高於正常海域範圍，且有昔果山(C2)、湖下(C6)和青嶼(C10) 3 個測站之 pH 值分別為 8.6、8.7、8.6 高於乙類標準 8.5。海上各測站之 pH 值介於 6.2~8.2，平均值為 7.8(± 0.6)，此次監測除田埔(S3)測站 pH 值為 6.2(經重覆驗證，數據無誤)外，其餘測站均於正常海域範圍內；

此次調查之沿岸測站 pH 值略為高於乙類海域標準 8.5，推測可能為現正值夏季沿岸藻類較多，且採樣時間為下午 2:00~4:00 時段，藻類行光合作用消耗二氧化碳形成氧氣，使得海水 pH 值略為上升。而海上測站田埔(S3) pH 值為 6.2，極有可能受到污染影響，值得深入探討。

第三次調查(2013 年 9 月 23 日~25 日)，現場監測數據如表 19 和表 20 所示。金門海域沿岸各測站之 pH 值介於 7.9~8.2，平均值為 8.1 (± 0.1)。海上各測站之 pH 值介於 8.0~8.2，平均值為 8.2 (± 0.1)，此次調查之沿岸及海上 pH 值，大致正常穩定均符合乙類海域標準(7.5~8.5)。

第四次調查(2013 年 10 月 26 日~28 日)，現場監測數據如表 21 和表 22 所示。金門海域沿岸各測站之 pH 值介於 7.9~8.6，平均值為 8.3 (± 0.2)。海上各測站之 pH 值介於 7.8~8.4，平均值為 8.3 (± 0.2)，此次調查之沿岸及海上 pH 值，大致正常穩定均符合乙類海域標準(7.5~8.5)。

以 2013 年 6 月、7 月、9 月和 10 月共四次調查結果來看，可得知金門附近海域之 pH 值穩定性較差，顯示其海域承受污染函容情況不佳，且監測地點非常靠近金門本島及中國大陸，而四次調查 pH 值之標準標差，海上測站(0.2、0.6、0.1、0.2)，明顯大於沿岸測站(0.1、0.1、0.1、0.2)，因而推測 pH 值受到大陸地區污染影響大於金門本島污染影響。

4.1.2 鹽度

鹽度主要受洋流、降雨量、蒸發和陸地排水的影響，季節性變化並不明顯，海洋鹽度等值線大致與海岸線平行。海水的鹽度直接反應其物理性質，如密度、比熱和聲光等，對藻類的合成反應，海洋生物之分佈、生長、繁殖等亦有重大之影響，因此鹽度是瞭解海水物理性質之最基本資料。一般海域海水鹽度範圍為 33.0~35.0 psu。

第一次調查(2013 年 6 月 6 日~8 日)，現場監測數據如表 15 和表 16 所示。沿岸各測站之鹽度介於 29.6~34.4 psu，平均值為 32.7 (± 1.6) psu，其中有 4 處測站鹽度低於一般海域鹽度(33.0 psu~35.0 psu)，分別為昔果山(C2)32.8 psu、湖下(C6) 30.7 psu、上林(C7) 29.6 psu 及浯江溪口(C8) 31.3 psu。海上各測站之鹽度介於 27.1~34.3 psu，平均值為 31.5 (± 2.3) psu，其中有 6 處測站鹽度低於一般海域鹽度(33.0 psu~35.0 psu)，分別為后湖(S1) 31.8 psu、母嶼(S2) 32.6 psu、北山(S5) 31.6 psu、上林(S6)29.8 psu、青嶼(S7) 27.1 psu 及古崗(S8)31.0psu。

第二次調查(2013年7月28日~31日)，現場監測數據如表17和表18所示。沿岸各測站之鹽度介於27.1~37.6 psu，平均值為31.8 (± 2.9) psu，其中有6處測站鹽度低於一般海域鹽度(33.0 psu~35.0 psu)，分別為尚義(C2)32.3 psu、昔果山(C2)30.7 psu、北山(C5)32.4 psu、湖下(C6)29.3 psu、上林(C7)30.5 psu、浯江溪口(C8)27.1 psu及青嶼(C10)30.9 psu。海上各測站之鹽度介於27.5~33.1 psu，平均值為31.1 (± 1.9) psu，其中有6處測站鹽度低於一般海域鹽度(33.0 psu~35.0 psu)，分別為后湖(S1) 32.0 psu、母嶼(S2) 31.5 psu、北山(S5) 29.9 psu、上林(S6)30.1 psu、青嶼(S7) 27.5 psu及古崗(S8)31.6 psu。

第三次調查(2013年9月23日~25日)，現場監測數據如表19和表20所示。沿岸各測站之鹽度介於30.6~33.8 psu，平均值為33.2 (± 0.9) psu，其中只有上林(C7)測站鹽度為30.6低於一般海域鹽度(33.0 psu~35.0 psu)。海上各測站之鹽度介於21.6~34.0 psu，平均值為31.2 (± 4.5) psu，其中有3處測站鹽度低於一般海域鹽度(33.0 psu~35.0 psu)，分別為上林(S6) 27.3 psu、青嶼(S7) 21.6 psu及古崗(S8) 32.7 psu。

第四次調查(2013年10月26日~28日)，現場監測數據如表21和表22所示。沿岸各測站之鹽度介於33.3~36.0 psu，平均值為34.0 (± 0.8) psu，其中只有洋山(C3)測站鹽度為36.0高於一般海域鹽度(33.0 psu~35.0 psu)。海上各測站之鹽度介於29.8~34.0 psu，平均值為32.8 (± 1.3) psu，其中有3處測站鹽度低於一般海域鹽度(33.0 psu~35.0 psu)，分別為后湖(S1) 32.6 psu、青嶼(S7) 29.8 psu及古崗(S8) 32.8 psu。

沿岸測站上林(C7)四次調查範圍為29.6 psu~34.4 psu，平均值為31.3 (± 2.1) psu與浯江溪口(C8)為27.1 psu~33.9 psu，平均值為31.4 (± 3.1) psu，除大部分較一般海域鹽度(33.0 psu~35.0 psu)低了許多外，變化也相當大標準偏差分別為2.1與3.1，其地理位置分別接近中國九龍江口與浯江溪口，推測因受到大量的淡水注入造成。洋山(C3)四次調查分別為34.4 psu、37.6 psu、33.4 psu和36.0 psu，除第三次調查鹽度稍低外，洋山測站均為該次調查鹽度最高之測站，推測因該測站海域較封閉，尤為第二次調查時正值夏季高溫蒸發水量大，因而造成鹽度偏高，而第三次調查時適逢降雨，因而造成鹽度較其餘三次調查來得低。

而海上測站青嶼其四次調查範圍為 21.6 psu ~29.8 psu，平均值為 26.5 (± 3.5) psu，較一般海域鹽度(33.0 psu~35.0 psu)低了許多，其地理位置接近中國九龍江口，推測主要受到大量的淡水注入造成，此結果與 2007 年中山大學所進行之研究相符，青嶼受九龍江水影響甚為明顯(金門縣水產試驗所歷年研究計畫摘要彙編，1992~2011)。且今年兩次調查發現田埔(S7)其四次調查範圍為 33.1 psu ~34.3 psu，平均值為 33.8 (± 0.5) psu，與 2009~2011 年金門相關調查發現，離大陸較遠的東邊或北邊海域之鹽度會較離大陸較近的西邊或南邊海域稍高的現象(黃春蘭，2009~2011)。符合科氏力的原理，為位於北半球的河川離開港灣後會緊貼右岸流動；九龍江的水流出河口後，推論應該會向右流動，即是九龍江的南岸會有較多的淡水訊號(陳鎮東，2007)。

4.1.3 溶氧量

水中的溶氧可能來自大氣的溶解，人為的曝氣以及水生植物的光合作用。氧在水中的溶解度有限，在 20 °C 的純水中飽和溶解氧僅有 9.2 mg/L，實際水中的溶氧，則受水溫、水中生物的多寡等因素的控制，變動很大。一般污染的水，由於有機物為細菌所分解，需要耗用大量水中的溶氧，而使水中溶氧缺乏，對於水體的自淨作用，魚類的生長，水的利用影響極大，是水污染的一項重要的指標，水中含有較高溶氧，表示水質純淨，並有助於氮氮之硝化作用。此外，一般水體須保持一定的溶氧量水準，以提供魚類及其他水中生物良好的存活和生長環境，正常海域溶氧量需 ≥ 5.0 mg/L。

第一次調查(2013 年 6 月 6 日~8 日)，現場監測數據如表 15 和表 16 所示。沿岸各測站之溶氧量介於 4.1~7.3mg/L，平均值為 5.6 (± 1.2) mg/L，有 4 處測站溶氧量低於一般海域範圍 5.0 mg/L，分別為尚義(C2)4.2 mg/L、昔果山(C2)4.1 mg/L、洋山(C3)4.4mg/L 及浯江溪口 4.9 mg/L。海上各測站之溶氧量介於 5.3~7.3mg/L，平均值為 6.1 (± 0.7) mg/L，全部海上測站之溶氧量，均符合一般海域範圍溶氧量 ≥ 5.0 mg/L。

第二次調查(2013年7月28日~30日)，現場監測數據如表17和表18所示。沿岸各測站之溶氧量介於5.3~7.2mg/L，平均值為5.9(±0.6)mg/L，全部沿岸測站之溶氧量，均符合一般海域範圍溶氧量 ≥ 5.0 mg/L。海上各測站之溶氧量介於5.0~7.6mg/L，平均值為6.5(±0.9)mg/L，全部海上測站之溶氧量，均符合一般海域範圍溶氧量 ≥ 5.0 mg/L。

第三次調查(2013年9月23日~25日)，現場監測數據如表19和表20所示。沿岸各測站之溶氧量介於3.3~3.9mg/L，平均值為3.7(±0.2)mg/L，全部沿岸測站之溶氧量，均低於一般海域範圍溶氧量 ≥ 5.0 mg/L。海上各測站之溶氧量介於3.3~4.2mg/L，平均值為3.9(±0.3)mg/L，全部海上測站之溶氧量，均低於一般海域範圍溶氧量 ≥ 5.0 mg/L。

第四次調查(2013年10月26日~28日)，現場監測數據如表21和表22所示。沿岸各測站之溶氧量介於4.8~8.4mg/L，平均值為7.5(±1.0)mg/L，除料羅礦區(C9)測站4.8mg/L低於一般海域範圍溶氧量 ≥ 5.0 mg/L外，其餘測站均符合一般海域範圍溶氧量 ≥ 5.0 mg/L。海上各測站之溶氧量介於7.8~8.9mg/L，平均值為8.3(±0.4)mg/L，全部海上測站之溶氧量，均符合一般海域範圍溶氧量 ≥ 5.0 mg/L。

沿岸測站，經四次調查發現昔果山、尚義、洋山、浯江溪口及料羅礦區等測站，其溶氧量較低，需稍加注意；海上測站第一次、第二次和第四次調查，其溶氧量均符合一般海域溶氧量 ≥ 5.0 mg/L。

4.1.4 水溫

水溫可影響水的密度、粘性、蒸氣壓、表面張力等物理特性，在化學方面則可影響微生物的活動及生化反應的速率等，因此對於水質優劣的研判，是一關鍵必要的檢驗項目。一般而言，表面海水的溫度變化，主要是受制於洋流和當地的氣候，除非有其他特殊因素的影響，大多隨季變化(陳鎮東等，1994)。另外，在沿岸的海域，水溫也會受陸域淡水注入量所影響。水體的密度受鹽度與溫度所影響，由陸地注入的淡水與海水的混合需要有動力存在。兩者的混合程度則決定於淡水的注入量與潮汐或風力等可加注的動力。通常，魚類及其他水生動物的體溫無法自行控制，而是會隨著環境溫度而變。溫度上昇時會增加代謝速度及其活動性，同時並會增加對水中溶氧的消耗量，也會加快水中含氮廢物及二氧化碳的生成。在最適當溫度範圍內，溫度越高，水生動物攝食越旺盛，新陳代謝越強，成長也較快。但是過高的水溫亦會造成水域生物相之大改變(黃春蘭，2003)。

第一次調查(2013年6月6日~8日)，現場監測數據如表15和表16所示。沿岸各測站之水溫介於27.4~34.8°C，平均值為29.8(±2.0)°C，此次監測以洋山(C3)測站34.8°C為最高，而以青嶼(C10)測站的27.4°C為最低。海上各測站之水溫介於25.5~27.4°C，平均值為26.6(±0.6)°C，其中以青嶼(S7)測站27.4°C為最高，而以田埔(S3)測站25.5°C為最低。

第二次調查(2013年7月28日~30日)，現場監測數據如表17和表18所示。沿岸各測站之水溫介於31.2~37.7°C，平均值為34.9(±2.2)°C，其中以瓊林(C4)測站37.7°C為最高，而以尚義(C2)測站31.2°C為最低。海上各測站之水溫介於25.7~29.2°C，平均值為27.5(±1.3)°C，其中以北山(S5)測站29.2°C為最高，而以田埔(S3)測站25.7°C為最低。

第三次調查(2013年9月23日~25日)，現場監測數據如表19和表20所示。沿岸各測站之水溫介於27.0~28.8°C，平均值為28.1(±0.5)°C，其中以洋山(C3)測站28.8°C為最高，而以上林(C7)測站27.0°C為最低。海上各測站之水溫介於26.9~28.4°C，平均值為27.3(±0.5)°C，其中以上林(S1)測站28.4°C為最高，而以后湖(S1)測站26.9°C為最低。

第四次調查(2013年10月26日~28日)，現場監測數據如表21和表22所示。沿岸各測站之水溫介於20.2~25.0°C，平均值為22.6(±1.5)°C，其中以上林(C7)測站25.0°C為最高，而以青嶼(C10)測站20.2°C為最低。海上各測站之水溫介於20.9~22.6°C，平均值為22.0(±0.6)°C，其中以青嶼(S7)測站22.6°C為最高，而以后湖(S1)測站20.9°C為最低。

四次監測結果皆顯示，金門海域之水溫隨季節而變化，水溫與監測時間與季節有很大的關係，氣溫若較低水溫相對偏低。

4.1.5 濁度

水中之濁度是由於水中存在之懸浮固體如泥土、泥沙，微小之有機物或無機物，浮游生物以及其它需用顯微鏡才可看到的微小生物等所引起。水體中懸浮物的質與量會受水流所影響，水流能傳送、分解及改變顆粒結構。體積大且密實的懸浮顆粒較容易沈澱。水流可減少顆粒的沈澱並能將已沈澱的顆粒再帶上水體中。水體的化學特性，特別是鹽度，可藉由凝聚和沈澱作用而影響水中之濁度，此現象對河口區沈積物的傳送尤為重要(黃春蘭，2004)。

第一次調查(2013年6月6日~8日)，現場監測數據如表15和表16所示。各測站之濁度介於2.3~641 NTU，平均值為130(±208) NTU，其中以浯江溪口(C8)測站640 NTU為最高，洋山(C3)測站328 NTU次之。海上各測站之濁度介於1.7~5.6 NTU，平均值為3.4(±2.0) NTU。海上各測站之海水均非常清澈。

第二次調查(2013年7月28日~31日)，現場監測數據如表17和表18所示。各測站之濁度介於7.8~158 NTU，平均值為48.2(±46.3) NTU，其中以青嶼(C10)測站158 NTU為最高，北山(C5)測站97.1 NTU次之。海上各測站之濁度介於1.2~3.5 NTU，平均值為2.3(±0.8) NTU。

第三次調查(2013年9月23日~25日)，現場監測數據如表19和表20所示。各測站之濁度介於27.3~154 NTU，平均值為75.4(±38.3) NTU，其中以湖下(C6)測站154 NTU為最高，浯江溪口(C8)測站107 NTU次之。海上各測站之濁度介於12.3~97.0 NTU，平均值為43.7(±33.0) NTU。

第四次調查(2013年10月26日~28日)，現場監測數據如表21和表22所示。各測站之濁度介於19.6~140 NTU，平均值為59.1(±41.1) NTU，其中以瓊林(C4)測站140 NTU為最高，上林(C7)測站98.1 NTU次之。海上各測站之濁度介於5.0~23.3 NTU，平均值為9.0(±5.8) NTU。

經四次調查發現在金門本島北邊海灣之洋山、瓊林、北山、青嶼等測站，濁度較高，需稍加注意。

4.2 水質分析

4.2.1 氨氮

氨氮是生物活動及含氮有機物分解的產物，可表示受污染的程度。海域以近岸較高遠岸較低，因為近岸水深較淺，陽光充足，水中生物較多，排泄物及生物屍體量相對也較多。海域氨氮變化快且範圍大，因此當海洋生態環境急劇變化時，常使氨氮發生異常。

第一次調查(2013年6月6日~8日)，分析數據如表23和表24所示，而品保品管數據如表56所示。沿岸各測站水樣之氨氮含量介於0.06~0.29 mg/L，平均值為0.16 (± 0.07) mg/L。而海上各測站水樣之氨氮含量則介於0.08~0.32 mg/L，平均值為0.17 (± 0.08) mg/L。

第二次調查(2011年7月28日~31日)，分析數據如表25和表26所示，而品保品管數據如表57所示。沿岸各測站水樣之氨氮含量介於0.15~1.50 mg/L，平均值為0.35 (± 0.41) mg/L，其中以尚義(C1)測站1.50 mg/L為最高，上林(C7)測站0.29 mg/L次之。而海上各測站水樣之氨氮含量則介於0.22~0.73 mg/L，平均值為0.33 (± 0.16) mg/L，其中以青嶼(S7)測站0.73 mg/L為最高，田埔(S3)測站0.30 mg/L次之。

第三次調查(2011年9月23日~25日)，分析數據如表27和表28所示，而品保品管數據如表58所示。沿岸各測站水樣之氨氮含量介於0.23~0.63 mg/L，平均值為0.37 (± 0.12) mg/L，其中以尚義(C1)測站0.37 mg/L為最高，瓊林(C4)測站0.51 mg/L次之。而海上各測站水樣之氨氮含量則介於0.22~0.32 mg/L，平均值為0.27 (± 0.04) mg/L，其中以上林(S6)測站0.32 mg/L為最高，古崗(S8)測站0.31 mg/L次之。

第四次調查(2011年10月26日~28日)，分析數據如表29和表30所示，而品保品管數據如表59所示。沿岸各測站水樣之氨氮含量介於0.24~0.63 mg/L，平均值為0.40 (± 0.13) mg/L，其中以昔果山(C2)測站0.63 mg/L為最高，尚義(C1)和瓊林(C4)測站0.51 mg/L次之。而海上各測站水樣之氨氮含量則介於0.20~0.38 mg/L，平均值為0.28 (± 0.06) mg/L，其中以上林(S6)測站0.38 mg/L為最高，田埔(S3)測站0.35 mg/L次之。

第二次調查之海水中氨氮含量較第一次調查時稍高，其中有幾個高處，如在近金門本島南邊海域尚義(C1)測站，與中國九龍江口的小金門西邊海域青嶼(S7)測站，可能是人類活動所造成，須加以注意。

4.2.2 亞硝酸鹽氮

亞硝酸鹽是氨及有機氮分解氧化的中間產物，是致癌物質或導致藍嬰症的因子。在厭氧情況下，也為硝酸鹽還原的中間產物。通常未被污染水中的亞硝酸鹽自然濃度很低，約 0.01 mg/L 左右，是為水中植物的營養鹽之一。當亞硝酸鹽濃度過高、異常或變化過劇時，常為水域生態環境惡化之表徵(黃春蘭，2003)。

第一次調查(2013 年 6 月 6 日~8 日)，分析數據如表 23 和表 24 所示，而品保品管數據如表 36 所示。沿岸各測站水樣之亞硝酸鹽氮含量，部份含量低於偵測極限以「ND」表示，沿岸各測站水樣含量為 ND~0.088mg/L，平均值為 0.022 (± 0.037) mg/L，其中分別以洋山(C3)和湖下(C6)含量 0.088 mg/L 為最高。海上各測站水樣之亞硝酸鹽氮含量介於 ND~0.050mg/L 平均值為 0.006 (± 0.018) mg/L，其中除母嶼(S2) 0.050 mg/L 外其餘測站均為 ND。

第二次調查(2013 年 7 月 28 日~31 日)，分析數據如表 25 和表 26 所示，而品保品管數據如表 37 所示。沿岸各測站水樣之亞硝酸鹽氮含量為 ND~0.085mg/L，平均值為 0.013 (± 0.027) mg/L。海上各測站水樣均為 ND。

第三次調查(2013 年 9 月 23 日~25 日)，分析數據如表 27 和表 28 所示，而品保品管數據如表 58 所示。沿岸各測站水樣之亞硝酸鹽氮含量為 ND~0.045mg/L，平均值為 0.008 (± 0.017) mg/L。海上各測站水樣均為 ND。

第四次調查(2013 年 10 月 26 日~28 日)，分析數據如表 29 和表 30 所示，而品保品管數據如表 59 所示。沿岸各測站水樣之亞硝酸鹽氮含量為 ND~0.047mg/L，平均值為 0.008 (± 0.017) mg/L。海上各測站水樣均為 ND。

四次調查不論沿岸或海上測站，海水之亞硝酸鹽氮含量均相當低。

4.2.3 硝酸鹽氮

硝酸鹽為各種形態中最穩定的含氮化合物，也是含氮有機物經氮化及硝化作用後之最終氧化產物。在溶氧量足夠的水中(如一般海水)之無機氮，通常以硝酸鹽(NO_3^-)佔較大的比例。亞硝酸鹽可經氧化而生成硝酸鹽，在缺氧環境下，亦可受微生物的作用而還原為亞硝酸鹽。

水域中硝酸鹽的來源主要為生物代謝的分解、氧化以及陸源逕流之補給，其濃度隨著浮游植物量、光合作用強弱、生物群落的活動狀況、污染物的多寡及污染時間的長短而有所變化。此一現象不僅可以反映水中生物的活動規律，而且有助於瞭解水文及水系的混合情形。如水中光合作用旺盛，葉綠素含量增多時，硝酸鹽（及其它的營養鹽）因被浮游性植物利用而減少，反之營養鹽則增加。另外，當硝化作用遠大於脫氮作用時，硝酸鹽將不斷累積過量，使水質呈營養化，造成浮游性植物大量繁生，當浮游性植物數量超過環境所能負荷時，反而是營養鹽不足，或是浮游性植物受到緊迫後釋出毒性物質，使得大部份浮游性植物突然間相繼死亡，隨後這些死亡的浮游性植物被好氣性細菌分解而消耗大量的氧氣，於是水中溶氧量急劇的銳減，造成水中生物莫大的傷害。當環境不佳時，尤其是水中溶氧量降低時，硝酸鹽會再還原成有毒性的氮及亞硝酸鹽，不但直接的對水生物形成危害，也使得藻類大量繁生，如此惡性循環(黃春蘭，2003)。

第一次調查(2013年6月6日~8日)，分析數據如表23和表24所示，而品保品管數據如表56所示。沿岸各測站水樣之硝酸鹽氮含量介於0.010~0.216 mg/L，平均值為0.077 (± 0.069) mg/L。海上各測站水樣之硝酸鹽氮含量介於0.054~0.103 mg/L，平均值為0.094 (± 0.017) mg/L。

第二次調查(2013年7月28日~31日)，分析數據如表25和表26，而品保品管數據如表57所示。沿岸各測站水樣之硝酸鹽氮含量介於0.006~0.188 mg/L，平均值為0.047 (± 0.053) mg/L。海上各測站水樣之硝酸鹽氮含量介於0.091~0.395 mg/L，平均值為0.160 (± 0.099) mg/L。

第三次調查(2013年9月23日~25日)，分析數據如表27和表28，而品保品管數據如表58所示。沿岸各測站水樣之硝酸鹽氮含量介於0.012~0.121 mg/L，平均值為0.040 (± 0.032) mg/L。海上各測站水樣之硝酸鹽氮含量介於0.102~0.305 mg/L，平均值為0.155 (± 0.066) mg/L。

第四次調查(2013年10月26日~28日)，分析數據如表29和表30，而品保品管數據如表59所示。沿岸各測站水樣之硝酸鹽氮含量介於0.016~0.151 mg/L，平均值為0.043 (± 0.040) mg/L。海上各測站水樣之硝酸鹽氮含量介於0.125~0.263 mg/L，平均值為0.164 (± 0.046) mg/L。

4.2.4 磷酸鹽

海水中之磷酸鹽多來自陸地水所輸入，河口及沿岸水域常含有磷量過多的現象，可能導致赤潮的發生(黃春蘭，2003)。

第一次調查(2013年6月6日~8日)，分析數據如表23和表24所示，而品保品管數據如表56所示。沿岸各測站水樣之磷酸鹽含量介於0.008~0.025 mg/L，平均值為0.017 (± 0.005) mg/L。海上各測站水樣之磷酸鹽含量介於0.016~0.024 mg/L，平均值為0.018 (± 0.003) mg/L。

第二次調查(2013年7月28日~31日)，分析數據如表25和表26所示，而品保品管數據如表57所示。沿岸各測站水樣之磷酸鹽含量介於0.042~0.124 mg/L，平均值為0.065 (± 0.025) mg/L，其中以尚義(C1) 0.124 mg/L為最高、昔果山(C2) 0.054 mg/L次之。海上各測站水樣之磷酸鹽含量介於0.000~0.007 mg/L，平均值為0.002 (± 0.003) mg/L。

第三次調查(2013年9月23日~25日)，分析數據如表27和表28所示，而品保品管數據如表58所示。沿岸各測站水樣之磷酸鹽含量介於0.019~0.041 mg/L，平均值為0.028 (± 0.007) mg/L，其中以洋山(C3) 0.041 mg/L為最高、青嶼(C10) 0.033 mg/L次之。海上各測站水樣之磷酸鹽含量介於0.008~0.031 mg/L，平均值為0.018 (± 0.008) mg/L，其中以母嶼(S2) 0.031 mg/L為最高、上林(S6) 0.028 mg/L次之。

第四次調查(2013年10月26日~28日)，分析數據如表29和表30所示，而品保品管數據如表59所示。沿岸各測站水樣之磷酸鹽含量介於0.021~0.038 mg/L，平均值為0.029 (± 0.007) mg/L，其中以尚義(C1) 0.038 mg/L為最高、瓊林(C4) 0.036 mg/L次之。海上各測站水樣之磷酸鹽含量介於0.013~0.029 mg/L，平均值為0.021 (± 0.005) mg/L，其中以母嶼(S2) 0.029 mg/L為最高、上林(S6) 0.026 mg/L次之。

四次調查其海水中磷酸鹽含量，均是沿岸測站含量大於海上測站含量，因而推測陸域活動對其影響較大。而沿岸測站中又以尚義(C1)與昔果山(C2)兩測站變化最大，其磷酸鹽含量於第二次調查時明顯升高，推測與酒廠之排放水有關，此現象與先前研究相符，陳鎮東教授已於1994年研究指出，金門水域磷酸鹽含量以酒廠之酒槽廢水和鳥糞為重要污染來源(金門縣水產試驗所歷年研究計畫摘要彙編，1992~2010)。

4.2.5 矽酸鹽

水域中矽酸鹽來源受地球化學與生物過程等影響，主要是因陸地岩石風化、剝蝕和土壤的流失，由河川帶來或空飄砂土分解釋放出來。海水在河口或內灣矽酸鹽濃度亦較海洋中高(黃春蘭，2004)。

第一次調查(2013年6月6日~8日)，分析數據如表23和表24所示，而品保品管數據如表56所示。沿岸各測站水樣之矽酸鹽含量介於0.106~0.645 mg/L，平均值為0.261 (± 0.158) mg/L。海上各測站水樣之矽酸鹽含量介於0.153~0.291 mg/L，平均值為0.194 (± 0.050) mg/L。

第二次調查(2013年7月28日~31日)，分析數據如表25和表26所示，而品保品管數據如表57所示。沿岸各測站水樣之矽酸鹽含量介於0.165~1.83 mg/L，平均值為0.730 (± 0.501) mg/L。海上各測站水樣之矽酸鹽含量介於ND~0.785 mg/L，平均值為0.386 (± 0.240) mg/L。

第三次調查(2013年9月23日~25日)，分析數據如表27和表28所示，而品保品管數據如表58所示。沿岸各測站水樣之矽酸鹽含量介於0.175~0.913 mg/L，平均值為0.345 (± 0.223) mg/L。海上各測站水樣之矽酸鹽含量介於0.131~0.232 mg/L，平均值為0.171 (± 0.034) mg/L。

第四次調查(2013年10月26日~28日)，分析數據如表29和表30所示，而品保品管數據如表59所示。沿岸各測站水樣之矽酸鹽含量介於0.149~0.561 mg/L，平均值為0.311 (± 0.129) mg/L。海上各測站水樣之矽酸鹽含量介於0.119~0.242 mg/L，平均值為0.178 (± 0.042) mg/L。

4.2.6 海水重金屬分析

重金屬在天然水體中微量存在，通常並不是以金屬的狀態存在，而是形成金屬鹽，並且大部份會在水中解離成離子的狀態。又即使形成金屬鹽，如果是難溶性的話，就會變成以懸浮固體(Suspended Solid, S.S.)成分存在，因為絮凝、沉澱等作用，而慢慢沉降到水體底部，因此大部份重金屬存在於水底沈積物中，一般在水底沈積物中重金屬濃度比在水體中高幾個數量級。水體底部的重金屬也會因生化作用而重回水體之中。

重金屬污染具有來源廣、殘毒時間長、有累積性、會沿食物鏈進行『生物轉移濃縮作用』、污染後不易立即發覺、及難以恢復等特點，對人們健康有長遠不良影響，因此，被公認為水域中最危險的一類污染物。重金屬在生物間透過食物鏈的關係，一些與生物的生活沒有關連或多餘的物質也會被傳送而逐漸濃縮，人類在此種食物鏈的過程中經常都是居於最高的位置；特別是來自自然界中的魚貝類在濃縮比方面來說其潛在的危害最為重要；因此，水域中重金屬含量的控制最值得我們重視。

各類海域之重金屬含量，不論甲類、乙類或丙類之標準均相同，含量標準分別如下：汞 0.002、砷 0.050、鎘 0.010、六價鉻 0.050、銅 0.030、鉛 0.100 和鋅 0.500 mg/L 等。

海水樣品中，砷、鎘、鉻、銅、鉛、鎳、鋅等 7 項元素分析，是先使用石墨消化爐 (SYSTEMATIC DS-360) 進行樣品酸消化後，再以感應耦合電漿光譜儀 (ICP-OES, PE Optima 2100 型) 進行分析，其中所分析之鉻為總鉻，而非僅六價鉻。汞元素則直接以汞分析儀 (NIC MA-n 型) 進行分析，其中所分析之汞為總汞，而非僅甲基汞。

第一次調查(2013 年 6 月 6 日~8 日)，分析數據如表 31 和表 32 所示，而品保品管數據如表 60 所示。沿岸各測站水樣之汞、砷、鎘、鉻、銅、鉛、鎳和鋅含量均為 ND。海上各測站水樣之汞、砷、鎘、鉻、銅、鋅含量均為 ND。

第二次調查(2013 年 7 月 28 日~31 日)，分析數據如表 31 和表 32 所示，而品保品管數據如表 61 所示。沿岸各測站水樣之汞、砷、鎘、鉻、銅、鉛、鎳和鋅含量均為 ND。海上各測站水樣之汞、砷、鎘、鉻、銅、鋅含量均為 ND。

第三次調查(2013年9月23日~25日)，分析數據如表35和表36所示，而品保品管數據如表62所示。沿岸各測站水樣之汞、鎘、鉻、銅、鉛和鎳含量均為ND，砷含量介於ND~0.027 mg/L，平均值為0.010 (±0.013) mg/L，鋅含量介於0.017~0.035 mg/L，平均值為0.025 (±0.007) mg/L。海上各測站水樣之汞、鎘、鉻、銅、鉛和鎳含量均為ND，砷含量介於ND~0.014 mg/L，平均值為0.002 (±0.005) mg/L，鋅含量介於ND~0.040 mg/L，平均值為0.018 (±0.017) mg/L。

第四次調查(2013年10月26日~28日)，分析數據如表37和表38所示，而品保品管數據如表59所示。沿岸各測站水樣之汞、鎘、鉻、銅、鉛和鎳含量均為ND，砷含量介於ND~0.032 mg/L，平均值為0.009 (±0.012) mg/L，鋅含量介於ND~0.019 mg/L，平均值為0.013 (±0.007) mg/L。海上各測站水樣之汞、砷、鎘、鉻、銅、鉛和鎳含量均為ND，鋅含量介於ND~0.019 mg/L，平均值為0.007 (±0.008) mg/L。

四次調查無論沿岸或海上測站之7種金屬(汞、砷、鎘、鉻、銅、鉛和鋅)含量均未超過乙類海域標準，鎳雖無法規管制但四次調查均為ND。

4.3 沈積物重金屬分析

由於各地地表組成成分有很大之差異性，也就是各地土壤或水體沈積物之重金屬含量的背景值有很大的不同，因此各國對於其很難像水體訂出一套明確之標準。我國環保署目前尚未對水體沈積物重金屬含量訂出標準值，而美國對沈積物或海拋物則有多個管轄單位訂有多種標準，而各種標準之間有很大的差異值，例如表 39 中列有 Marine sediment quality standards、Criteria for maximum allowable concentrations in dredged material、Guidelines for classification of Great Lakes Harbor sediments、Interim criteria for in-water disposal of dredged sediments、Sediment quality criteria 和 Sediment quality guidelines 等六種標準(鄭火元等，2003)。在無簡單明確的標準做為污染判斷依據的情形下，以當地之背景值做為判斷污染與否之基準，若該地區從未做過背景值調查，則應以長期監測變化是否有增高趨勢做為判斷有無遭受到重金屬污染之依據。

另外，根據 Long et.al, 1995 文獻所述，海域沈積物重金屬對生物毒性影響最小參考值(ERL) 鎘 1.2 mg/kg、鉻 81 mg/kg、銅 34 mg/kg、鉛 ND 和鋅 150 mg/kg；海域沈積物重金屬對生物毒性影響中間參考值(ERM) 鎘 9.6 mg/kg、鉻 370 mg/kg、銅 270 mg/kg、鉛 ND 和鋅 410 mg/kg。

本報告之沉積物係以環保署於 2012 年 1 月 4 日所訂(環署土字第 1000116349 號)，底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法中之重金屬上限值標準做為標準，汞 0.87 mg/kg、砷 33.0 mg/kg、鎘 2.49 mg/kg、鉻 233 mg/kg、銅 157 mg/kg、鉛 161 mg/kg、鎳 80.0 mg/kg 及鋅 384 mg/kg。

沈積物樣品中，砷、鎘、鉻、銅、鉛、鎳、鋅等 7 項元素分析，是先使用冷凍乾燥機(kingmech FD3-12P)進行樣品乾燥後，經石墨消化爐(SYSTEMATIC DS-360)進行樣品酸消化後，再以感應耦合電漿光譜儀(ICP-OES, PE Optima 2100 型)進行分析，其中所分析之鉻為總鉻，而非僅六價鉻。汞元素則直接以汞分析儀(NIC MA-n 型)進行分析，其中所分析之汞為總汞，而非僅甲基汞。

第一次調查(2013年6月6日~8日)，分析數據如表40和表41所示，而品保品管數據如表64所示。沿岸測站沉積物之汞、砷、鎘、鎳含量均為ND。鉻含量介於3.16~25.2 mg/kg，平均值為14.5 (± 7.38) mg/kg。銅含量介於28.2~59.4 mg/kg，平均值為43.2 (± 11.6) mg/kg。鉛含量介於9.0~26.3 mg/kg，平均值為19.5 (± 4.61) mg/kg。鋅含量介於7.05~65.6 mg/kg，平均值為24.6 (± 18.9) mg/kg。所有樣品之各項金屬含量均未超過標準限值。

海上測站沉積物之汞、砷、鎘、鎳含量均為ND。鉻含量介於21.3~75.2 mg/kg，平均值為34.5 (± 17.0) mg/kg。銅含量介於35.3~73.4 mg/kg，平均值為50.2 (± 11.9) mg/kg。鉛含量介於11.3~23.5 mg/kg，平均值為15.3 (± 4.01) mg/kg。鋅含量介於18.5~40.2 mg/kg，平均值為29.9 (± 8.36) mg/kg。所有樣品之各項金屬含量均未超過標準限值。

第二次調查(2013年7月28日~31日)，分析數據如表42和表43所示，而品保品管數據如表65所示。沿岸測站沉積物之汞、砷、鎘、鎳含量均為ND。鉻含量介於14.9~36.8 mg/kg，平均值為29.1 (± 5.70) mg/kg。銅含量介於27.2~65.3 mg/kg，平均值為46.1 (± 10.6) mg/kg。鉛含量介於11.3~25.4 mg/kg，平均值為19.2 (± 4.42) mg/kg。鋅含量介於0.66~33.8 mg/kg，平均值為9.19 (± 10.7) mg/kg。所有樣品之各項金屬含量均未超過標準限值。

海上測站沉積物之汞、砷、鎘、鎳含量均均為ND。鉻含量介於25.0~73.5 mg/kg，平均值為35.9 (± 15.6) mg/kg。銅含量介於37.3~93.4 mg/kg，平均值為56.9 (± 16.2) mg/kg。鉛含量介於9.63~21.4 mg/kg，平均值為14.5 (± 4.36) mg/kg。鋅含量介於12.5~45.5 mg/kg，平均值為29.6 (± 12.1) mg/kg。所有樣品之各項金屬含量均未超過標準限值。

第三次調查(2013年9月23日~25日)，分析數據如表44和表45所示，而品保品管數據如表66所示。沿岸測站沉積物之汞、砷、鎘、鎳含量均為ND。鉻含量介於9.11~20.2 mg/kg，平均值為15.6 (± 3.53) mg/kg。銅含量介於23.7~66.4 mg/kg，平均值為40.9 (± 13.7) mg/kg。鉛含量介於12.0~25.3 mg/kg，平均值為18.0 (± 4.32) mg/kg。鋅含量介於12.7~50.6 mg/kg，平均值為23.9 (± 10.8) mg/kg。所有樣品之各項金屬含量均未超過標準限值。

海上測站沉積物之汞、砷、鎘、鎳含量均為ND。鉻含量介於25.0~75.5 mg/kg，平均值為35.1 (± 16.9) mg/kg。銅含量介於40.3~83.4 mg/kg，平均值為54.6 (± 12.6) mg/kg。鉛含量介於10.4~18.5 mg/kg，平均值為15.0 (± 2.79) mg/kg。鋅含量介於10.3~40.3 mg/kg，平均值為17.5 (± 17.5) mg/kg。所有樣品之各項金屬含量均未超過標準限值。

第四次調查(2013年10月26日~28日)，分析數據如表46和表47所示，而品保品管數據如表67所示。沿岸測站沉積物之汞、砷、鎘、鎳含量均為ND。鉻含量介於10.1~35.2 mg/kg，平均值為24.4 (± 8.60) mg/kg。銅含量介於26.3~60.3 mg/kg，平均值為43.3 (± 11.2) mg/kg。鉛含量介於13.0~29.4 mg/kg，平均值為20.0 (± 5.01) mg/kg。鋅含量介於3.94~41.2 mg/kg，平均值為19.8 (± 10.3) mg/kg。所有樣品之各項金屬含量均未超過標準限值。

海上測站沉積物之汞、砷、鎘、鎳含量均為ND。鉻含量介於27.2~70.5 mg/kg，平均值為39.8 (± 14.1) mg/kg。銅含量介於45.0~95.4 mg/kg，平均值為57.0 (± 16.0) mg/kg。鉛含量介於11.4~19.5 mg/kg，平均值為14.9 (± 2.39) mg/kg。鋅含量介於10.5~47.5 mg/kg，平均值為18.0 (± 18.5) mg/kg。所有樣品之各項金屬含量均未超過標準限值。

四次調查其沉積物之汞、砷、鎘、鎳含量均為ND，而鉻、銅、鉛及鋅含量雖均有檢出，但均未超過標準限值。

4.4 生物體重金屬分析

由於生物種類繁多，不同種類生物體對各種元素(當然包括各種重金屬)的自然累積能力不同。不同魚貝種類之重金屬含量有很大的差異性存在，無法以如「水質標準」一樣，訂出「生物標準」。世界各國規定之項目與限值不一，而且有的以「乾重」計，有的以「濕重」計，有的則未標明以「乾重」或「濕重」計。故本報告將分別列出牡蠣和花蛤濕重和乾重之元素分析結果。

不同元素對生物的作用或毒性各不相同，有的元素即使只微量存在也有毒，如鎘；而銅、鋅、鉻等元素在適當的濃度下是無毒的，相反地，對人體和生物生長是有益的。有無毒性是一個相對的概念，毒性很強的元素，在天然水背景值並無毒性，但必需元素如銅超過生物的必需量就會產生毒害作用。一般而言，生物效應和元素存在的濃度有關。

水產生物具有蓄積各式污染物質的能力，牠們一旦持續生活於污染的水域環境中，污染物質即會被蓄積於體內各器官；而生物體對重金屬蓄積的途徑主要有三種：(1)經由生物的呼吸作用自水體進入生物體中，產生生物濃縮(Bioconcentration)效應。(2)經由攝食含重金屬的食餌或對污染底泥的利用，吸收其中的金屬元素而產生生物蓄積作用(Bioaccumulation)。(3)經由食物鏈累積轉移，產生生物放大作用(Biomagnification)(洪英女，2003)。

本計畫所分析之各項金屬元素之污染來源以及對人體與生物的影響說明如下：

4.4.1 汞(Hg)

汞為全球第一級之污染物質，在水域中污染最廣泛的一種重金屬毒物。歷年來汞中毒事件在日本(水俣病)、伊拉克、巴基斯坦、新墨西哥以及美國等地均曾發生過，而人類受有機汞及無機汞的累積性中毒傷害，是公害污染中極重要的部份，不可等閒視之。

水域內的汞污染主要來自農工業的含汞廢水、廢氣及廢渣。加熱辰砂(HgS)，便可得到汞金屬， $\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$ 。汞也存在於煤炭中，其含量少於 1 mg/kg，但是就美國年產 6 億噸煤，以 Hg 0.1 mg/kg 計算，則燃燒這麼多煤，就有 12 萬磅汞逸散至空氣中，因此燒煤對汞污染的重要性很顯著。

汞主要用於汞合金、電池、燈光等，而防治魚病或人用含汞藥物，也是汞污染的重要原因。

汞是累積性毒物。水體內的汞會在生物體內累積，並沿食物鏈逐漸聚集。汞的累積濃縮途徑為：微生物 → 浮游生物 → 小蝦 → 小魚 → 大魚 → 水鳥或人類，其累積濃度可至原來的數十萬倍。例如：汞的含量，一般水產生物體多在 0.01~0.20 mg/kg 之間，但鮪魚和旗魚與深海魚貝類等大型魚類之肌肉則不乏超過 4 mg/kg 者，比初等的浮游生物高出很多，其原因為其肉食性強，由食物鏈而逐漸蓄積汞之故。魚類聚集汞的能力，在制訂漁業水質標準時，常按一千倍計。汞對人體健康傷害極大。無機汞傷害之主要器官為腎臟，有機汞則會危害中樞神經系統，一般而言有機汞對人體危害較大。汞之中毒可分為急性中毒與慢性中毒，可能導致死亡，前者主要包括消化器障礙如噁心、嘔吐及慢性下痢，肝、腎發生障礙如蛋白尿、血尿，以及口腔障礙如口內炎、牙齒脫落及不尋常流口水等；後者主要有神經質（失眠、精神不集中、記憶力不良）、精神異常、頭痛、手顫、味覺異常、智力，視力及語言能力等受損等。致癌性方面，目前仍無證據顯示汞會致癌。汞鹽之致死量為 1 g，暴露極限為 0.01 mg/L，在血中濃度不得高於 0.1 µg/mL。

4.4.2 砷(As)

砷對人體來說，砷化物為毒性甚強的物質，其危險性主要來自砷濃度過高的飲用水，但真正聚集在其它生物體內的砷不是很毒的，對魚類及其它水生生物致死濃度較高，例如：以 Na_3AsO_4 作除草劑清除湖泊中的水生雜草時，濃度高達 10 mg/L，也未見損及魚類。如果人們食入三氧化二砷(俗稱砒霜)約一小時，會發生吞嚥困難、劇烈腹痛、灼熱感、冷顫、眩暈等急性中毒現象；如果長期暴露在砷污染環境中，不論濃度高低，砷化氫易與血紅素結合，導致溶血性中毒。砷對人體的長期危害主要包括烏腳病、癌症(尤其是皮膚癌、肺臟癌及膀胱癌)、心臟病、糖尿病與高血壓。

4.4.3 鎘(Cd)

鎘不是生命所必需之元素，為有名的累積性毒物，水生生物從水中聚集鎘的倍數高達數千至一萬以上。在工業上普遍應用於合金的鑄造和電鍍，其它用在陶磁業、鍛鐵、鎘蒸氣燈、器械防鏽、電池、油漆以及鋼鐵方面的器材。在焊接、熔煉過程中往往吸入產生的氣膠性鎘。以動物實驗顯示出呼吸道對鎘的吸收很高，而小顆粒容易沉積在下呼吸道的黏膜內。鎘中毒症狀有胃腸機能障礙、骨骼病變、高血壓、男性無生殖力、血管疾病、頭痛、頭暈及呼吸困難。慢性中毒則有缺鐵性貧血，最常見於骨骼症徵，在日本稱為「痛痛病」，牙齒有特殊外觀，干擾肝功能，並可能引起前列腺癌及肺氣腫等。鎘對魚類與水生生物的毒性亦很大，其致死濃度約小於 0.03 mg/L。

4.4.4 鉻(Cr)

鉻是維持正常醣代謝的必須元素，缺鉻時，生物體可出現生長發育不良、生命期限縮短、醣代謝低下。不過根據研究鉻之吸收率一般在 1~10 %，其餘大部分隨代謝物排出體外。

4.4.5 銅(Cu)

銅是生命必須的一種金屬元素，已知有三十多種蛋白質及酵素含有銅，對紅血球之增殖的造血過程、細胞的繁殖、發育、酵素的活性及某些內分泌機能都有重要影響。治療貧血時與鐵混合使用，不易蓄積體內，很少引起慢性中毒。生物缺銅時，將導致貧血及腹瀉等疾病。成人每天約需 1~2 毫克銅。人體缺乏銅時會引起貧血或骨骼缺陷，但超量時，則會嚴重危害生物體的生理機能。

在國內外，銅鹽（主要是硫酸銅）被廣泛用來防治魚病，消除某些有害的藻類，去除池水中的不佳氣味成分，避免魚蝦類因為攝入這些有機物質，導致肉質風味的改變與控制部分魚病的蔓延。防治魚病及有害藻類所使用之銅鹽劑量，隨水質的不同而有不同。但是過多的游離銅在水域中的擴散，會造成水生動物的毒害。

4.4.6 鉛(Pb)

鉛不是生命所必需之元素，為最著名的累積性毒害物質。鉛廣泛使用於工業方面諸如鉛蓄電池、磁釉器及橡膠工業染色、漆料、汽油、焊劑、鉛管、金屬合金鑄造、煉鋼、殺蟲劑及除草劑製造業等。其中，硫化鉛是商業上鉛最主要的來源。而碳酸鉛及鉻酸鉛均用於油漆及塗料上、四氧化三鉛(紅鉛)為鋼鐵之防銹劑。又四乙基鉛為汽油抗震添加劑。生活中的鉛來源包括：鉛製罐頭、燃燒的含鉛汽油、銹蝕的自來水鉛管、濫服中藥的鉛丹及硃砂及受鉛污染土壤所產生的農作物(含鉛稻米即其中之一)等。鉛進入人體後能累積在各部組織，如肝、肺、腎、腦及骨骼等，同時抑制酵素系統、破壞造血功能，並且有取代骨骼中鈣的傾向。在軟組織與血液的半衰期約二十至三十天，如沈積在骨骼形成動態平衡，半衰期就長達二十年以上。

4.4.7 鎳(Ni)

鎳污染之主要來源來自礦山、電鍍、金屬表面處理及金屬精煉工廠等廢水。鎳為人體必要之微量元素，人體消化道對鎳之吸收能力偏低，不易累積在組織中。世界衛生組織(WHO)認為鎳會造成過敏性病徵，如皮膚炎，但主要是經由皮膚接觸而非食入。除了皮膚疾病外，可能還會造成下痢、體重減輕、肝臟機能之損害，另外在高濃度下對動物之致癌性已被證實，但對於人類仍不甚明確，美國環保署將其致癌性列為 D 類。

4.4.8 鋅(Zn)

鋅為生物體代謝酵素之必須元素之一，其具有與體內蛋白質及核酸甘之代謝有關，缺乏可能引起外傷不易復原或生長發育不良等特殊的生理功能，但超量時，則會對生物體造成危害。

我國衛生署公告之水產品重金屬含量標準如下：非洄游魚蝦類甲基汞含量為小於 0.5 mg/kg，洄游魚蝦類甲基汞含量為小於 2.0 mg/kg，食用綠藻(乾重)砷含量為小於 2 mg/kg，食用綠藻(乾重)鉛含量為小於 20 mg/kg。2013 年 8 月 14 日為最新所有衛生署公告之食品重金屬標準整理如表 12 所示以供參考。另外，根據 1996 年廖一久等人對基隆河整治區段之水族生態調查及魚類資源復育研究計劃報告書內所引用之食用生物體重金屬含量(濕重)建議標準值：銅為小於 30 mg/kg、鉛為小於 2 mg/kg、鎘為小於 1 mg/kg。而國外則有日本規定鎘含量為小於 1 mg/kg；英國規定銅為小於 100 mg/kg，而鉛為小於 2 mg/kg；加拿大規定銅為小於 30 mg/kg，而鉛為小於 10 mg/kg；澳洲也規定銅為小於 30 mg/kg，而鋅為小於 150 mg/kg。美國及加拿大規定魚肉中汞含量不得超過 0.5 mg/kg，而瑞典規定超過 1 mg/kg 時不准捕魚，義大利規定超過 0.7 mg/kg，日本規定超過 1 mg/kg 之魚類佔 20% 以上之水域禁止捕魚。美國規定砷的食品安全值為 1.4 mg/kg。中國食品重金屬標準為汞為小於 0.3 mg/kg，砷為小於 0.5 mg/kg。

綜合我國及世界各國之規定或建議值作為本報告所有受檢牡蠣和花蛤等生物體樣品重金屬濕重含量分析採用之參考限值標準為：汞 0.5 mg/kg、砷 1.4 mg/kg、鎘 1 mg/kg、銅 30 mg/kg、鉛 2 mg/kg 和鋅 150mg/kg。

生物體樣品中，砷、鎘、鉻、銅、鉛、鎳、鋅等 7 項元素分析，是先使用冷凍乾燥機(kingmech FD3-12P)進行樣品乾燥後，經石墨消化爐(SYSTEMATIC DS-360)進行樣品酸消化後，再以感應耦合電漿光譜儀(ICP-OES, PE Optima 2100 型)進行分析，其中所分析之鉻

為總鉻，而非僅六價鉻。汞元素則直接以汞分析儀(NIC MA-n 型)進行分析，其中所分析之汞為總汞，而非僅甲基汞。

第一次調查(2013年6月6日~8日)，濕重含量和乾重含量分析數據如表48和表49，而品保品管數據如表68所示。沿岸各測站牡蠣和花蛤之含水率介於78.0~85.2%，平均值為81.7(±2.8)%。

生物體濕重之鎘含量均低於偵測極限(ND)。

生物體濕重之汞含量介於0.002~0.011 mg/kg，平均值為0.005(±0.003) mg/kg。其中以洋山(C3)牡蠣汞含量0.011 mg/kg，最高，其次依序為湖下(C6) 0.005 mg/kg、瓊林(C4) 0.004 mg/kg、浯江溪口(C8) 0.003 mg/kg、北山(C5) 0.002 mg/kg及上林(C7) 0.002 mg/kg。所有測站均有檢出汞含量，但均未超過參考標準0.5 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤汞含量分別為0.010 mg/kg、0.006 mg/kg，其汞含量均未超過參考標準0.5 mg/kg。

生物體濕重之砷含量介於0.771~1.53 mg/kg，平均值為1.20(±0.255) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣砷含量1.53 mg/kg，最高，其次依序為上林(C7) 1.53 mg/kg、浯江溪口(C8) 1.38 mg/kg、洋山(C3) 1.37 mg/kg、北山(C5) 1.25 mg/kg、上林(C7) 1.23、瓊林(C4) 1.19 mg/kg。所有測站均有檢出砷含量，只有上林(C7)超過參考標準1.4 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤砷含量分別為0.771 mg/kg、0.885 mg/kg，其砷含量均未超過參考標準1.4 mg/kg。

生物體濕重之鉻含量介於10.8~15.0 mg/kg，平均值為12.6(±1.54) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣鉻含量15.0 mg/kg，最高，其次依序為北山(C5) 14.2 mg/kg、瓊林(C4) 13.9 mg/kg、洋山(C3) 11.9 mg/kg、上林(C7) 11.5 mg/kg及浯江溪口(C8) 11.5 mg/kg，所有牡蠣測站均有檢出鉻含量。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤鉻含量分別為12.3 mg/kg、10.8 mg/kg。

生物體濕重之銅含量介於17.2~51.3 mg/kg，平均值為28.5(±11.9) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣銅含量51.3 mg/kg，最高，其次依序浯江溪口(C8) 37.0 mg/kg、上林(C7) 34.4 mg/kg、洋山(C3) 28.3 mg/kg、瓊林(C4) 22.0 mg/kg、北山(C5) 19.5 mg/kg。所有測站均有檢出銅含量，且湖下(C6)、浯江溪口(C8)及上林(C7)超過參考標準30.0 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤銅含量分別為18.2 mg/kg、17.2 mg/kg，其銅含量均未超過參考標準30.0 mg/kg。

生物體濕重之鉛含量介於 0.114~0.774 mg/kg，平均值為 0.540 (± 0.238) mg/kg。其中以北山(C5)牡蠣鉛含量 0.774 mg/kg，最高，其次依序為北山(C5) 0.774 mg/kg、湖下(C6) 0.772 mg/kg、上林(C7) 0.675 mg/kg、瓊林(C4) 0.671 mg/kg、洋山(C3) 0.519 mg/kg、浯江溪口(C8) 0.517 mg/kg。所有測站均有檢出鉛含量，但均未超過參考標準 2.0 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤鉛含量分別為 0.114 mg/kg、0.278 mg/kg，其銅含量均未超過參考標準 30.0 mg/kg。

生物體濕重之鎳含量介於 0.303~0.581 mg/kg，平均值為 0.426 (± 0.100) mg/kg。其中以浯江溪口(C8)牡蠣鎳含量 0.581 mg/kg，最高，依序為湖下(C6) 0.516 mg/kg、瓊林(C4) 0.386 mg/kg、上林(C7) 0.362 mg/kg、浯江溪口(C8) 0.353 mg/kg、北山(C5) 0.303 mg/kg。而尚義(C1)及昔果山(C2)鎳含量分別為 0.382 及 0.523 mg/kg，所有測站均有檢出鎳含量。

生物體濕重之鋅含量介於 5.49~200 mg/kg，平均值為 86.9 (± 67.3) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣鋅含量 200 mg/kg，最高，依序為浯江溪口(C1) 148 mg/kg、上林(C7) 114 mg/kg、洋山(C3) 96.9 mg/kg、北山(C5) 62.0 mg/kg、瓊林(C4) 60.2 mg/kg，所有測站均有檢出鋅含量，且湖下(C6)超過參考標準 150 mg/kg。而尚義(C1)及昔果山(C2)鋅含量分別為 7.77 及 5.49 mg/kg，其鋅含量均未超過參考標準 150 mg/kg。

第二次調查(2013年7月28日~31日)，濕重含量和乾重含量分析數據如表 50 和表 51，而品保品管數據如表 69 所示。沿岸各測站牡蠣和花蛤之含水率介於 81.3~87.8%，平均值為 85.0 (± 2.0)%。

生物體濕重之鎘含量均低於偵測極限 (ND)。

生物體濕重之汞含量介於 0.001~0.010 mg/kg，平均值為 0.004 (± 0.003) mg/kg。其中以洋山(C3)牡蠣汞含量 0.010 mg/kg，最高，其次依序為上林(C7) 0.004 mg/kg、瓊林(C4) 0.003 mg/kg、浯江溪口(C8) 0.003 mg/kg、北山(C5) 0.002 mg/kg 及湖下(C6) 0.001 mg/kg。所有測站雖均有檢出汞含量，但均未超過參考標準 0.5 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤汞含量分別為 0.009 mg/kg、0.004 mg/kg，其汞含量均未超過參考標準 0.5 mg/kg。

生物體濕重之砷含量介於 0.881~2.20 mg/kg，平均值為 1.40 (± 0.505) mg/kg。其中以上林(C7)牡蠣砷含量 2.20mg/kg，最高，其次依序為浯江溪口(C8) 2.03 mg/kg、瓊林(C4) 1.70 mg/kg、北山(C5) 1.18 mg/kg、湖下(C6) 1.13 mg/kg、洋山(C3) 1.09 mg/kg。所有測站均有檢出砷含量，其中有上林(C7)、浯江溪口(C8) 和瓊林(C4)共 3 測站超過參考標準 1.4 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤砷含量分別為 0.985 mg/kg、0.881 mg/kg，其砷含量均未超過參考標準 1.4 mg/kg。

生物體濕重之鉻含量介於 1.79~5.94 mg/kg，平均值為 4.61 (± 1.28) mg/kg。其中以浯江溪口(C8)牡蠣鉻含量 5.94 mg/kg，最高，其次依序為瓊林(C4) 5.48 mg/kg、洋山(C3) 4.97 mg/kg、上林(C7) 4.91 mg/kg、湖下(C6) 4.44 mg/kg 及北山(C5) 4.05 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤鉻含量分別為 5.31 mg/kg、1.79 mg/kg，所有測站均有檢出鉻含量。

生物體濕重之銅含量介於 5.88~36.1 mg/kg，平均值為 18.0 (± 10.3) mg/kg。其中以浯江溪口(C8)牡蠣銅含量 36.1 mg/kg，最高，其次依序為上林(C7) 28.6 mg/kg、北山(C5) 20.2 mg/kg、瓊林(C4) 18.9 mg/kg、洋山(C3) 13.6 mg/kg、湖下(C6) 13.2 mg/kg。所有測站均有檢出銅含量，且浯江溪口(C8)超過參考標準 30.0 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤銅含量分別為 7.66 mg/kg、5.88 mg/kg，其銅含量均未超過參考標準 30.0 mg/kg。

生物體濕重之鉛含量介於 0.141~0.601 mg/kg，平均值為 0.368 (± 0.149) mg/kg。其中以浯江溪口(C8)牡蠣鉛含量 0.601 mg/kg，最高，其次依序為上林(C7) 0.462 mg/kg、湖下(C6) 0.424 mg/kg、北山(C5) 0.398 mg/kg、瓊林(C4) 0.382 mg/kg、洋山(C3) 0.358 mg/kg。所有測站均有檢出鉛含量，但均未超過參考標準 2.0 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤鉛含量分別為 0.141 mg/kg、0.178 mg/kg，其銅含量均未超過參考標準 30.0 mg/kg。

生物體濕重之鎳含量介於 0.303~0.581 mg/kg，平均值為 0.426 (± 0.100) mg/kg。其中以浯江溪口(C8)牡蠣鎳含量 0.327 mg/kg，最高，依序為上林(C7) 0.311 mg/kg、瓊林(C4) 0.308 mg/kg、北山(C5) 0.221 mg/kg、洋山(C3) 0.193 mg/kg、湖下(C6) 0.184 mg/kg。而尚義(C1)及昔果山(C2) 鎳含量分別為 0.293 及 0.253 mg/kg，所有測站均有檢出鎳含量。

生物體濕重之鋅含量介於 6.02~223 mg/kg，平均值為 95.6 (± 78.1) mg/kg。其中以浯江溪口(C8)牡蠣鋅含量 223 mg/kg，最高，依序為上林(C7) 187 mg/kg、北山(C5) 113 mg/kg、瓊林(C4) 101 mg/kg、洋山(C3) 70.3 mg/kg、湖下(C6) 58.7 mg/kg，所有測站均有檢出鋅含量，且上林(C7)及浯江溪口(C8)超過參考標準 150 mg/kg。而尚義(C1)及昔果山(C2)鋅含量分別為 6.59 及 6.02 mg/kg，其鋅含量均未超過參考標準 150 mg/kg。

第三次調查(2013年9月23日~25日)，濕重含量和乾重含量分析數據如表52和表53，而品保品管數據如表70所示。沿岸各測站牡蠣和花蛤之含水率介於79.3~92.4%，平均值為85.4(±3.9)%。

生物體濕重之汞含量介於0.001~0.008 mg/kg，平均值為0.004(±0.003) mg/kg。其中以洋山(C3)牡蠣汞含量0.008mg/kg，最高，其次依序為湖下(C6) 0.005 mg/kg、瓊林(C4) 0.002 mg/kg、浯江溪口(C8) 0.002 mg/kg、北山(C5) 0.001 mg/kg及上林(C6) 0.001 mg/kg。所有測站雖均有檢出汞含量，但均未超過參考標準0.5 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤汞含量分別為0.008 mg/kg、0.003 mg/kg，其汞含量均未超過參考標準0.5 mg/kg。

生物體濕重之砷含量介於0.716~1.77 mg/kg，平均值為1.27(±0.421) mg/kg。其中以瓊林(C4)牡蠣砷含量1.77mg/kg，最高，其次依序為湖下(C6) 1.57 mg/kg、上林(C7) 1.52 mg/kg、浯江溪口(C8) 1.52 mg/kg、洋山(C3) 1.44 mg/kg、北山(C5) 0.716 mg/kg。所有測站均有檢出砷含量，其中有洋山(C3)、瓊林(C4)、湖下(C6)、上林(C7)、浯江溪口(C8)共5測站超過參考標準1.4 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤砷含量分別為0.725 mg/kg、0.906 mg/kg，其砷含量均未超過參考標準1.4 mg/kg。

生物體濕重之鎘含量介於0.162~0.537 mg/kg，平均值為0.359(±0.141) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣鎘含量0.537mg/kg，最高，其次依序為上林(C7) 0.531 mg/kg、瓊林(C4) 0.405 mg/kg、洋山(C3) 0.398 mg/kg、浯江溪口(C8) 0.364 mg/kg及北山(C5) 0.283 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤鎘含量分別為0.162 mg/kg、0.190 mg/kg，所有測站均有檢出鎘含量。

生物體濕重之鉻含量介於0.064~3.01 mg/kg，平均值為0.557(±0.996) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣鉻含量3.01mg/kg，最高，其次依序為上林(C7) 0.390 mg/kg、北山(C5) 0.310 mg/kg、瓊林(C4) 0.235 mg/kg、浯江溪口(C8) 0.214 mg/kg及洋山(C3) 0.168 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤鉻含量分別為0.064 mg/kg、0.068 mg/kg，所有測站均有檢出鉻含量。

生物體濕重之銅含量介於3.53~88.5 mg/kg，平均值為31.0(±28.6) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣銅含量88.5mg/kg，最高，其次依序為洋山(C3) 50.2 mg/kg、上林(C7) 42.9 mg/kg、浯江溪口(C8) 24.3 mg/kg、瓊林(C4) 18.9 mg/kg、北山(C5) 15.2 mg/kg。所有測站均有檢出銅含量，其中有洋山(C3)、湖下(C6)和上林(C7)共3測站超過參考標準30.0 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤銅含量分別為3.53 mg/kg、4.34 mg/kg，其銅含量均未超過參考標準30.0 mg/kg。

生物體濕重之鉛含量介於 0.124~0.675 mg/kg，平均值為 0.368 (± 0.172) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣鉛含量 0.675mg/kg，最高，其次依序為瓊林(C4) 0.489 mg/kg、上林(C7) 0.459 mg/kg、浯江溪口(C8) 0.379 mg/kg、洋山(C3) 0.303 mg/kg、北山(C5) 0.280 mg/kg。所有測站均有檢出鉛含量，但均未超過參考標準 2.0 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤鉛含量分別為 0.124 mg/kg、0.238 mg/kg，其銅含量均未超過參考標準 30.0 mg/kg。

生物體濕重之鎳含量介於 0.306~1.62 mg/kg，平均值為 0.515 (± 0.451) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣鎳含量 1.62 mg/kg，最高，依序為上林(C7) 0.481 mg/kg、洋山(C3) 0.383 mg/kg、北山(C5) 0.353 mg/kg、瓊林(C4) 0.318 mg/kg、浯江溪口(C8) 0.313 mg/kg。而尚義(C1)及昔果山(C2) 鎳含量分別為 0.306 及 0.342 mg/kg，所有測站均有檢出鎳含量。

生物體濕重之鋅含量介於 9.57~319 mg/kg，平均值為 121 (± 105) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣鋅含量 319 mg/kg，最高，依序為上林(C7) 189 mg/kg、洋山(C3) 186 mg/kg、浯江溪口(C8) 97.5 mg/kg、瓊林(C4) 84.9 mg/kg、北山(C5) 74.8 mg/kg，所有測站均有檢出鋅含量，且洋山(C3)、湖下(C6) 及上林(C7)共 3 測站超過參考標準 150 mg/kg。而尚義(C1)及昔果山(C2)鋅含量分別為 9.57 及 10.6 mg/kg，其鋅含量均未超過參考標準 150 mg/kg。

第四次調查(2013年10月26日~28日)，濕重含量和乾重含量分析數據如表 54 和表 55，而品保品管數據如表 71 所示。沿岸各測站牡蠣和花蛤之含水率介於 78.7~90.0 %，平均值為 86.4 (± 3.6)%。

生物體濕重之汞含量介於 0.001~0.007 mg/kg，平均值為 0.002 (± 0.002) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣汞含量 0.007mg/kg，最高，其次為洋山(C3)、北山(C5)及上林(C6)均為 0.002 mg/kg 次之。所有測站雖均有檢出汞含量，但均未超過參考標準 0.5 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤汞含量分別為 0.001 mg/kg、0.002 mg/kg，其汞含量均未超過參考標準 0.5 mg/kg。

生物體濕重之砷含量介於 0.942~2.15 mg/kg，平均值為 1.4 (± 0.414) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣砷含量 2.15mg/kg，最高，其次依序為瓊林(C4) 1.81 mg/kg、浯江溪口(C8) 1.46 mg/kg、北山(C5) 1.36 mg/kg、上林(C7) 1.36 mg/kg、洋山(C3) 1.16 mg/kg。所有測站均有檢出砷含量，其中有瓊林(C4)、湖下(C6)、浯江溪口(C8)共 3 測站超過參考標準 1.4 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤砷含量分別為 0.942 mg/kg、0.953 mg/kg，其砷含量均未超過參考標準 1.4 mg/kg。

生物體濕重之鎘含量介於 0.252~0.944 mg/kg，平均值為 0.476 (± 0.221) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣鎘含量 0.944mg/kg，最高，其次依序為瓊林(C4) 0.628 mg/kg、上林(C7) 0.473 mg/kg、洋山(C3) 0.425 mg/kg、北山(C5) 0.400 mg/kg 及浯江溪口(C8) 0.399 mg/kg。尚義(C1) 及昔果山(C2)花蛤鎘含量分別為 0.288 mg/kg、0.252 mg/kg，所有測站均有檢出鎘含量。

生物體濕重之鉻含量介於 0.089~3.04 mg/kg，平均值為 0.619 (± 0.987) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣鉻含量 3.04 mg/kg，最高，其次依序為北山(C5) 0.482 mg/kg、瓊林(C4) 0.394 mg/kg、上林(C7) 0.367 mg/kg、洋山(C3) 0.265 mg/kg 及浯江溪口(C8) 0.219 mg/kg。尚義(C1) 及昔果山(C2)花蛤鉻含量分別為 0.089 mg/kg、0.096 mg/kg，所有測站均有檢出鉻含量。

生物體濕重之銅含量介於 2.14~90.7 mg/kg，平均值為 39.5 (± 28.6) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣銅含量 90.7mg/kg，最高，其次依序為北山(C5) 56.5 mg/kg、上林(C7) 45.0 mg/kg、洋山(C3) 43.9 mg/kg、瓊林(C4) 39.6 mg/kg、浯江溪口(C8) 35.9 mg/kg。所有測站均有檢出銅含量，全部 6 測站均超過參考標準 30.0 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤銅含量分別為 2.14 mg/kg、2.47 mg/kg，其銅含量均未超過參考標準 30.0 mg/kg。

生物體濕重之鉛含量介於 0.120~0.824 mg/kg，平均值為 0.414 (± 0.207) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣鉛含量 0.824 mg/kg，最高，其次依序為瓊林(C4) 0.519 mg/kg、洋山(C3) 0.429 mg/kg、北山(C5) 0.417 mg/kg、浯江溪口(C8) 0.400 mg/kg、上林(C7) 0.365 mg/kg。所有測站均有檢出鉛含量，但均未超過參考標準 2.0 mg/kg。尚義(C1)及昔果山(C2)花蛤鉛含量分別為 0.120 mg/kg、0.237 mg/kg，其銅含量均未超過參考標準 30.0 mg/kg。

生物體濕重之鎳含量介於 0.325~1.57 mg/kg，平均值為 0.607 (± 0.403) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣鎳含量 1.57 mg/kg，最高，依序為瓊林(C4) 0.672 mg/kg、上林(C7) 0.511 mg/kg、北山(C5) 0.505 mg/kg、洋山(C3) 0.442 mg/kg、浯江溪口(C8) 0.424 mg/kg。而尚義(C1)及昔果山(C2) 鎳含量分別為 0.325 及 0.406 mg/kg，所有測站均有檢出鎳含量。

生物體濕重之鋅含量介於 8.65~531 mg/kg，平均值為 165 (± 163) mg/kg。其中以湖下(C6)牡蠣鋅含量 531 mg/kg，最高，依序為北山(C5) 190 mg/kg、上林(C7) 167 mg/kg、瓊林(C4) 154 mg/kg、洋山(C3) 142 mg/kg、浯江溪口(C8) 122 mg/kg，所有測站均有檢出鋅含量，且瓊林(C4)、北山(C5)、湖下(C6)及上林(C7)共 4 測站超過參考標準 150 mg/kg。而尚義(C1)及昔果山(C2)鋅含量分別為 8.65 及 8.81 mg/kg，其鋅含量均未超過參考標準 150 mg/kg。

綜合四次調查，共分析 24 個牡蠣樣品，其汞、鎘、鉛含量雖部份有檢出，但均未超過參考標準；鉻、鎳含量均有檢出，但無參考標準可以參照；而砷、銅及鋅含量均有檢出，且砷共有 12 次超過參考標準 1.4 mg/kg，其超標測站分別為瓊林(C4)、湖下(C6)及浯江溪口(C8)各超標 3 次，上林(C7)超標 2 次及洋山(C3)超標 1 次；而銅共有 12 次超過參考標準 30.0 mg/kg，其超標測站分別為湖下(C6)、上林(C7)及浯江溪口(C8)各超標 3 次，洋山(C3)、瓊林(C4)及北山(C5)各超標 1 次；而鋅共有 11 次超過參考標準 150 mg/kg，其超標測站分別為湖下(C6)及上林(C7)各超標 2 次，洋山(C3)超標 1 次，瓊林(C4)、北山(C5)及浯江溪口(C8)各超標 1 次。

伍、討論

5.1 水質時間與空間變化

根據今年(2013年)及2007~2011年(黃春蘭等, 2007~2011)。本研究室所做之金門海上和沿岸環境調資料以及文獻(陳鎮東等, 1994; 鄭火元等, 1999~2004)上資料進行分析比較, 以探討金門海域之水文因子與營養鹽含量之時間與空間變化, 如圖3~圖6和表72所示。

比較本研究室調查2007~2011, 2013年的金門海域(由600個數據所統計)和1999~2004年的台灣東部花蓮和平海域(由810個數據所統計)之pH值(鄭火元等人, 2000~2004)。金門海域範圍為5.71~9.18, 而花蓮和平海域範圍為7.54~8.62。今年調查之pH值範圍沿岸測站為7.91~8.71, 海上測站為6.23~8.43; 而2007~2011年調查沿岸測站之pH值範圍為5.77~9.18, 海上測站為5.71~9.08。今年pH值最低值出現在第二次調查(7月28日)田埔(S3)海上測站的6.23, 而最高值出現在第二次調查(7月30日)湖下(C6)沿岸測站的8.71。2007~2011年, 最低值出現在2010年第二次調查(6月7日)海上測站青嶼, 5.71, 而最高值出現在2009年第四次調查(11月19日)洋山沿岸測站, 9.18。一般正常海水pH值範圍在7.50~8.40(廖榮文, 1995)。金門海域的pH值範圍明顯比花蓮和平海域範圍大許多, 也超出一般正常海水pH值範圍。顯示金門海域海水對酸鹼的緩衝能力較弱, 承受污染涵容能力較一般正常海域差。今年四次調查pH值之標準標差, 海上測站(0.20、0.64、0.07、0.23), 明顯大於沿岸測站(0.07、0.13、0.09、0.17), 顯示海上pH值穩定性比沿岸的來得小。由於金門地處中國九龍江口, 相當靠近中國大陸, 因而推測pH值受到大陸地區排放水影響大於金門本島排放水的影響。由於金門離中國實在太近, 中國政府與人民對環境保護與管理尚有很大努力的空間, 每年由中國有數百噸甚至上千噸垃圾以及工業污染懸浮微粒漂流及飄散到金門海域及陸域, 嚴重影響金門環境品質。為了改善金門環境品質, 建議需要雙管齊下, 除了金門政府應該嚴格管理島內居民的污染排放外, 並且應對中國提出強烈要求必需嚴格約束以減少污染。

統計2007~2011, 2013年沿岸各測站的磷酸鹽含量(480個數據)變化, 如圖7和圖8所示。由圖顯示磷酸鹽含量有逐年降低的趨勢, 其中以瓊林(C6)降得最為明顯。而沿岸測站磷酸鹽含量大於海上測站的含量, 因而推測島內活動對其影響較大。

由2007~2011年數據統計(因今年測站有些不同, 另外統計)探討磷酸鹽含量的地區變化如表72~表74所示。由表顯示, 位於金門本島北邊的安歧、龍口和瓊林等測站平均磷酸鹽含量分別為0.103、0.096和0.147 mg/L, 為最高的三個測站。整體磷酸鹽含量平均為0.071

mg/L，比台灣東部花蓮和平海域平均磷酸鹽含量為 0.016 mg/L(鄭火元等，2004)高出相當多，是否為生活污水或其他原因所造成，值得進一步探討原因，以提供決策單位擬訂有效管控對策。

另外，探討酒廠排放水是否會提昇該測站的磷酸鹽含量？根據陳鎮東等人於 1994 年 1 月的報告認為酒糟廢水加上鳥糞為磷酸鹽的重要污染來源。而由表 73 與表 74 顯示，金寧酒廠和金城酒廠測站 2007~2011 年平均磷酸鹽含量分別為 0.057 和 0.064 mg/L，並沒明顯比其他測站來得高，表示酒廠對其酒糟廢水水質管控已改善。

探討近年來北山及洋山海域頻傳牡蠣死亡或養成率不佳等情況是否與海域環境及水質有關？陳孟仙等多位學者曾於 2011 年 6 月 9 日現場訪查北山海域，探討牡蠣收成不佳原因歸納出(1)受天候環境影響：水溫較低、久未降雨和營養鹽較為不足。(2)因遭泥砂掩埋：對岸海岸開發頻繁、河川水的沖刷和海域抽砂(黃春蘭等，2011)。根據中央氣象局資料，統計其 1954 年至 1985 年共 32 年之氣象資料，全年降雨量多在四至九月，年平均降雨量約 1049.4 mm。2011 年全年總雨量只有 777.2 mm 雨量，1~5 月的總雨量為 147.4 mm，為 2010 年同期的 32.4%，降雨量明顯異常，而今年(2013 年)1 月~12 月 11 日總雨量為 1345.6 mm，比年平均降雨量略多(中央氣象局全球資訊網)。今年海上各測站的濁度均相當低，而沿岸各測站的濁度亦未有明顯異常，再檢驗其他水質因子，也沒有明顯證據可以推論造成牡蠣死亡或養成率不佳的原因。

5.2 水質與海洋氣象之關係

針對 2007~2011 年本研究室所進行之金門海上和沿岸之各項水質因子數據(共 20 次調查)以及金門地區各項海洋氣象因子數據進行統計分析，以探討水質與海洋氣象之關係如表 75~表 79 所示。

各項水質因子之海上數據係採當次環繞大金門和小金門海域之海上 12 個測站之平均值，而沿岸數據則採當次大金門和小金門海岸上 20 個測站之平均值，如表 75 所示(黃春蘭等，2007~2011)。各項海洋氣象暨海洋水文因子數據資料，除平均海面氣壓之數據資料來自中央氣象局金門氣象站外，其觀測位置為緯度 24° 24'27" N，經度 118° 17'21" E，其餘氣象數據資料(平均風速、平均風級、海水溫度、海面氣溫和波高等)之數據資料均來自中

央氣象局海象中心，其觀測位置為緯度 24° 22'46" N，經度 118° 24'48" E，金門料羅灣港南岸碼頭(金門水試所，2012)，數據為採樣日期當月之月平均，如表 76 所示。

平均海面氣壓、平均風速、平均風級、海水溫度、海面氣溫和波高等各項海象因子彼此間之相關性如表 77 所示。由結果顯示，各項海象因子彼此間有相當的相關性，其中平均風速對平均風級之相關性最高，其相關係數高達 0.9946，其次為海水溫度對海面氣溫，其相關係數高達 0.9558，其他彼此正相關者依次為平均風速對波高，相關係數為 0.7732、平均海面氣壓對波高，相關係數為 0.7511、平均對波高，相關係數為 0.7403、平均風級對平均海面氣壓，相關係數為 0.6080 和平均風速對平均海面氣壓，相關係數為 0.6015。而負相關性最大為海面氣溫對平均海面氣壓，相關係數為 -0.8534，其次為海水溫度對平均海面氣壓，其相關係數為 -0.7770，其他彼此負相關者依次為海水溫度對平均風級，相關係數為 -0.4369、海水溫度對平均風速，相關係數為 -0.4168、海面氣溫對平均風級，相關係數為 -0.3842、海水溫度對波高，相關係數為 -0.3672、海水溫度對波高，相關係數為 -0.3558，而負相關性最低者為海面氣溫對平均風速，相關係數為 -0.3497。

針對各項水質因子(水溫、pH、鹽度、溶氧和濁度)對各項海象因子(平均海面氣壓、平均風速、平均風級、海水溫度、海面氣溫和波高)進行相關性分析，結果如表 78 和表 79 所示。不論沿岸或海上，本研究室所調查之水溫對海象中心所調查之海面氣溫與海水溫度均有極高之相關性，顯示兩單位調查之水溫結果相當一致，沿岸相關係數分別為 0.9248 和 0.8529，而海上相關係數則分別為 0.9602 和 0.9223。沿岸水溫對海水溫度相關性略低，推測沿岸各測站受陸地環境影響因素較複雜。不論沿岸或海上，鹽度對海面氣溫與海水溫度亦有相當之相關性，沿岸相關係數分別為 0.6314 和 0.6043，而海上相關係數則分別為 0.5541 和 0.4747。另外，平均海面氣壓和波高對 pH 亦均有正相關，沿岸相關係數分別為 0.5354 和 0.4633，而海上相關係數則分別為 0.3175 和 0.3408，沿岸相關性略高於海上相關性。海水溫度對濁度也有正相關，沿岸相關係數為 0.3617，而海上相關係數為 0.3168，沿岸正相關性也略高於海上。平均海面氣壓對水溫和鹽度則均有明顯負相關，沿岸相關係數分別為 -0.8581 和 -0.4384，而海上相關係數則分別為 -0.7338 和 -0.4147，沿岸負相關性略高於海上。平均風速和平均風級對各項水質因子均無明顯之相關性。

綜合以上分析結果顯示，風速對風級和海水溫度對海面氣溫極度高相關外，風速、風級和海面氣壓對波高亦有相當的正相關，而海面氣溫和海水溫度對海面氣壓和波高亦均有相當明顯的負相關。由以上相關性分析可說明，溫度較低時，氣壓較高、風較大、波浪較高、海

水 pH 較高而濁度略較低的現象。溫度高，水份蒸發量多，因而提昇了海水鹽度。由於沿岸受陸域環境影響較多，各項因子間之正相關性或負相關性均比海上複雜些。

5.3 變異分析

變異率(variable rate)是指一組數據的變異數對其平均值的百分比。變異率愈高表示各數據間的差異大，對環境因子而言表示環境的穩定性較低。變異指數(variable index)是將變異率經標準化(normalize)計算後所得的值。由各項水質因子的變異指數可以提供該地區水質因子對環境的敏感性以及對污染的耐受度等之環境訊息。變異指數愈大顯示該水質因子對環境的敏感性愈大而對污染的耐受度愈小。

金門沿岸與海上之各項現場監測之水質的變異率和變異指數如表 80~表 83 及圖 9~圖 12 所示。

今年(2013 年)金門沿岸四次現場水質調查中，沿岸的變異率大小順序為濁度>溶氧>水溫>鹽度>pH 值。和往年一般，濁度的變異率最大，其範圍為 44.9 ~ 132 %，總平均為 84.1%，其中超過 100% 為浯江溪口(C8)132%、洋山(C3)112% 共二測站之變異率較大，而以昔果山(C2) 44.9% 相對地穩定。也和往年一般，變異率第二大的為溶氧量，其範圍為 27.0 ~ 38.4 %，總平均為 31.6%，各測站之變異率差距不大。變異率第三大的為水溫，範圍為 12.6~23.2%，總平均為 17.9 %，各測站之變異率差距不大，水溫之變化受季節影響較測站位置影響來得明顯一些，其中以青嶼(C10) 23.2%、瓊林(C4) 20.3%和北山(C5) 20.9%之變異率較大。變異率第四大的為鹽度，範圍為 0.955~9.79%，總平均為 4.29%，鹽度之變異率以浯江溪口(C8) 9.79% 和上林(C7)6.84%之變異率較大，推測因受到浯江溪和中國九龍江大量的淡水注入造成。變異率最小的為 pH 值，範圍為 1.15~3.58%，總平均為 2.32%，比起 2011 年的 0.593~8.54%，總平均為 3.68% 來得小一些，也就是表示今年的 pH 值穩定性較高，pH 值範圍沿岸測站為 7.91~8.71，算是在(或接近)正常海域範圍(7.50~8.40)。pH 值之變異率以上林(C7) 3.58%及湖下(C6) 3.53% 之變異率較大，而北山(C5) 1.15% 相對變異率較小。

今年(2013 年)金門海上四次現場水質調查中，海上的變異率大小順序為濁度>溶氧>pH 值>水溫>鹽度。與沿岸相同，仍以濁度的變異性最大，範圍為 88.2 ~ 164%，總平均為 123%，較 2009 年的變異率範圍(範圍為 53.9 ~ 88.3%，總平均為 66.0%)高許多，顯示其濁度非常地不穩定。其中超過 100%有馬山(S4)164%、北山(S5)155%、田埔(S3)140%、后湖(S1) 131%、母嶼(S2)106% 共五測站之變異率較大，而以上林(S6)88.2%相對變異率較小。變異率第二大的為溶氧，範圍為 25.8~36.9%，總平均為 30.4%，各測站之變異率差距不大，其中以田埔(S3) 36.9%之變異率最大，而青嶼(S7) 25.8 %則變異率較小。沿岸變異率最小的 pH 值在海上卻成變異率第三大的，範圍為 0.50~13.1%，總平均為 3.8%，其中以田埔(S3) 13.1%之變異率最大，其 pH 值最低值出現在第二次調查(7 月 28 日)的 6.23，明顯低於正常海水，而古崗(S8) 0.505%則變異率較小，相對地較為穩定。變異率第四大的為水溫，範圍為 7.89~12.3%，總平均為 10.2%，各測站之變異率差距不大，水溫之變化受季節影響較測站位置影響來得明顯一些，其中以北山(S5) 12.3 %之變異率最大，而田埔(S3) 7.89 %則變異率較小。變異率最小的為鹽度，範圍為 1.05~6.25%，總平均為 3.04 %，其中以北山(S5) 6.24%之變異率最大，而后湖(S1) 1.05%則相對變異率最小。

五項水文因子(pH、鹽度、溶氧、水溫及濁度)之平均變異指數如表 81 及表 83 所示，其沿岸之變異指數範圍為 0.960~1.70，其中不穩定前三名分別為浯江溪口(C8) 1.70、湖下(C6) 1.50 和上林(C7) 1.39 等，而以北山(C5)0.960 變異指數最小，表示該地區對環境的敏感性較小而對污染耐受度較大，故相對地其環境較為穩定。海上之平均變異指數範圍為 0.903~1.78，其中不穩定前三名分別為田埔(S3)1.78%、北山(S5)1.63%和上林(S6)1.35%，而以古崗(C8) 0.903 變異指數最小，表示該地區對環境的敏感性較小而對污染耐受度較大，故相對地其環境較為穩定。

5.4 沈積物富集因子

在環境地球化學研究中，常要處理兩種異常，一種是自然異常，即由於該區的區域地球化學背景引起的，該異常反映的是元素的富集信息，並可能成為資源勘查的有利地區。另外一類異常則是由人類活動引起的，該類異常反映的是環境污染信息。在一些人類活動強烈的區域，自然異常與人為異常往往同時存在，因此要判斷環境污染狀況，從自然異常中分離人為異常是十分重要的(滕彥國，2002)。換句話說，沈積物中是否有重金屬污染不能單

獨以濃度高低來判斷，因為沈積物中重金屬濃度高低除了取決於污染程度外，亦與其來源背景值、沈積物組成、有機質含量及顆粒大小等因素有關(許峻嵐，2000)。

富集因子(Enrichment Factor, EF)即是用來判斷異常反映是自然異常或人為異常的重要參數，其基本含義是將樣品中元素的濃度與參比元素的濃度進行對比。選擇某一元素作為參比元素，如 Fe、Al、Ti、Sc、Zr 等地球化學性質穩定的元素，被測元素如為 M，則可求出顆粒物中各被測元素對參比元素的比值，即相對濃度(M/Fe)顆粒物；同樣可求得地殼中相應元素的比值(M/Fe)地殼。將此兩比值相除，即得該被測元素的富集因子(EF)。本報告選用最常見且最容易取得的鐵元素作為參比元素。富集因子之計算公式為：

$$EF = \frac{\left(\frac{M_i}{Fe_i}\right)}{\left(\frac{M_c}{Fe_c}\right)}$$

M_i ：為樣品中某一元素之平均濃度

Fe_i ：為樣品中鐵元素之平均濃度

M_c ：為地殼中某一元素之平均濃度

Fe_c ：為地殼中鐵元素之平均濃度

根據計算結果之 EF 值可推斷該元素的污染狀況。根據富集因子的大小，將元素的污染程度分為 5 個級別，如表 84 所示(Sutherland, 2000)。如 $EF < 1$ ，表示此元素主要來源於地殼、土壤，並無污染， $1 < EF < 2$ 為輕微污染；若 EF 遠大於 1(取 > 10 更為可靠)，則此元素基本上來自人為活動污染，如 $2 < EF < 5$ 為中度污染， $5 < EF < 20$ 為顯著污染， $20 < EF < 40$ 為強烈污染，而 $EF > 40$ 則為極強污染。

計算金門沿岸和海上沈積物之汞、砷、鎘、鉻、銅、鉛、鎳、鋅等重金屬富集因子(EF)值如表 85~表 100 所示。以四次調查之平均值來討論，其中不論沿岸和海上各測站沈積物之汞、砷、鎳和鎳 EF 值均小於 1，顯示目前沈積物沒有汞、砷、鎳和鎳污染的問題。平均 EF 值由高而低依序為海上鉛(43.2) > 海上銅(36.2) > 海上鋅(18.2) > 海上鉻(14.1) > 沿岸鉛(11.1) > 沿岸銅(5.95) > 沿岸鉻(2.18) > 沿岸鋅(1.45)，沿岸沈積物之鉛、銅、鋅和鉻的平均 EF 值均比海上的明顯來得低。

沿岸全部測站沈積物的鉛之 EF 值均超過 2，均屬於中度污染等級(2~5)至強烈污染等級(20~40)。屬於屬於中度污染等級(2~5)的測站有四個，分別為尚義(C1)2.58、昔果山(C2)2.97、

料羅礦區(C9)4.35 和瓊林(C4)4.73 等；顯著污染等級(5~20)有四個測站，分別為北山(C5)5.22、浯江溪口(C8)5.61、洋山(C3)6.53 和青嶼(C10)19.3；屬於強烈污染等級(20~40)的測站有二個，分別為上林(C7)20.7 和湖下(C6)38.5。

沿岸沈積物的銅，屬於輕微污染等級(1~2)至強烈污染等級(20~40)。屬於輕微污染等級(1~2)的測站有三個，分別為尚義(C1)1.29、料羅礦區(C9)1.46 和昔果山(C2)1.84；屬於中度污染等級(2~5)的測站有四個，分別為浯江溪口(C8)2.55、洋山(C3) 2.60、北山(C5)2.72 和瓊林(C4)3.03；屬於顯著污染等級(5~20) 的測站有三個，分別為青嶼(C10)12.4、上林(C7)13.3 和湖下(C6)18.3。

依污染情況地區分佈來看，與海上沈積物污染很類似，沿岸沈積物的鉛和銅污染等級相關性很高，測站順序只是略有前後，其中以尚義(C1)、昔果山(C2)和料羅礦區(C9) 等南邊沿岸污染度均較低，而上林(C7)和湖下(C6)則污染度均較高。

沿岸沈積物的鋅，屬於無污染等級(<1)至顯著污染等級(5~20)。屬於無污染等級(<1) 的測站有五個，分別為尚義(C1)0.26、浯江溪口(C8)0.58、料羅礦區(C9)0.64、昔果山(C2)0.79 和洋山(C3)0.85；屬於輕微污染等級(1~2)的測站有二個，分別為瓊林(C4)1.10 和北山(C5)1.43；屬於中度污染等級(2~5)的測站有二個，分別為上林(C7)2.37 和青嶼(C10)3.67；屬於顯著污染等級(5~20) 的測站只有一個，為湖下(C6)10.1。

沿岸沈積物的鉻，屬於無污染等級(<1)至中度污染等級(2~5)。屬於無污染等級(<1) 的測站有七個，分別為尚義(C1)0.30、昔果山(C2)0.43、洋山(C3)0.59、瓊林(C4)0.71、料羅礦區(C9)0.71、浯江溪口(C8)0.75 和北山(C5)0.93 等；屬於中度污染等級(2~5)的測站有三個，分別為上林(C7)3.25、青嶼(C10)3.29 和湖下(C6)3.51。

海上全部測站沈積物的鉛和銅之 EF 值均超過 5，均屬於顯著污染等級(5~20)至極強污染等級強烈污染等級(>40)。鉛屬於顯著污染等級(5~20)的測站由小而大依序為馬山(S4)13.8、后湖 (S1)14.0 和母嶼(S2) 17.6 等；屬於極強污染等級(>40)的測站分別為北山(S5)45.2、青嶼(S7)48.9、上林(S6)59.4、古崗(S8)68.4 和田埔(S3)78.2 等。銅屬於顯著污染等級(5~20)的測站依序為馬山(S4)9.64、后湖 (S1)13.1 和母嶼(S2) 18.9 等；屬於強烈污染等級(20~40)的測站依序為北山(S5)30.9 和上林(S6)38.5；屬於極強污染等級(>40)的測站有青嶼(S7)47.5、田埔(S3)47.6、古崗(S8)83.2 等。依污染情況地區分佈來看，鉛和銅相關性極高，測站均一樣，只是順序略有前後，屬於顯著污染等級各有三個測站，而屬於強烈污染等級和極強污染等級各有五個測站，其中以古崗(S8)和田埔(S3)之鉛和銅污染最為嚴重。

海上沈積物中之鋅，田埔(S3)、馬山(S4)和北山(S5)等北邊海域均無污染；而屬於顯著污染等級(5~20)或強烈污染等級(20~40)有四個測站，分別為上林(S6)12.9、古崗(S8)25.1、母嶼(S2)26.8和青嶼(S7)37.1；屬於極強污染等級(>40)只有一個測站，后湖(S1)43.4。

海上全部測站沈積物的鉻之EF值均超過2，均屬於中度污染等級(2~5)、顯著污染等級(5~20)或強烈污染等級(20~40)。屬於屬於中度污染等級(2~5)的測站有二個，分別為馬山(S4)2.70和后湖(S1)3.57等；屬於顯著污染等級(5~20)有五個測站，分別為母嶼(S2)6.45、北山(S5)12.6、田埔(S3)15.4、青嶼(S7)16.6和上林(S6)16.8等；強烈污染等級(20~40)的測站只有一個，古崗(S8)39.0。

綜合以上的分析，顯示目前金門海上及沿岸的沈積物均沒有汞、砷、鎘和鎳污染的問題。而鉛、銅、鋅和鉻則有不同程度的污染。鉛和銅的污染較為普遍也較為嚴重，鋅和鉻的污染則較為輕微。其中海上沈積物污染程度比沿岸的明顯許多，顯示金門海域沈積物重金屬污染問題由海上來的比島上本身的污染問題嚴重一些，建議應透過與對岸中國政府協商，控制污染源的排放。海上沈積物以古崗(S8)海域附近最需要注意，污染最為嚴重，鉛和銅的污染均屬於極強污染等級，而鋅和鉻的污染均屬於強烈污染。田埔(S3)、后湖(S1)、青嶼(S7)和上林的沈積物污染則亦需注意。沿岸沈積物以湖下(C6)和上林(C7)污染程度較高，值得注意。

5.5 生物體污染潛力

為了表達生物體受到污染的程度與機率多寡，本報告針對各重金屬元素自行定義其「生物體污染潛力%=(生物體含量/參考限值)×100%」和「超標率%=(污染潛力%值大於100%的個數/總樣品數)×100%」。若污染潛力超過100%表示超過參考值，表示該元素已受污染了。污染潛力值越高，表示可能受污染的程度越高。超標率是用來表示所受檢樣品中超過參考限值樣品數之比率。超標率越高，表示受污染的機率越高。

所有生物體(牡蠣和花蛤)各重金屬平均含量、生物體污染潛力以及超標率與測站整理如表101~表114所示。金門沿岸各測站生物體之污染潛力隨時間的變化圖，如圖13~圖15和表109和表110所示。鉻和鎳因無參考限值標準，不列入統計。

探討今年(2013)生物體各測站四次調查重金屬之污染潛力。花蛤各項重金屬均無超標。牡蠣污染潛力前三高者分別為湖下(C6) 銅(203%)>湖下(C6) 鋅(185%)>上林(C7) 銅(126%)。也就是說湖下(C6) 銅平均含量已達參考限值的 2.03 倍。而超過 100%者還有瓊林(C4) 砷(115%)、湖下(C6) 砷(114%)、浯江溪口(C8) 砷(114%)、上林(C7) 砷(113%)、洋山(C3) 銅(113%)、浯江溪口(C8) 銅(111%)和上林(C7) 鋅(110%)等。若不分測站，各元素總平均污染潛力由高而低順序為銅(97.6%)>砷(94.1%)>鋅(78.2%)>鉛(21.1%)>鎘(20.9%)>汞(0.8%)。不分元素，各測站以湖下(C6) 平均污染潛力最高，達 95.6%，其次是上林(C7)的 66.3%，再其次是浯江溪口(C8)的 61.2%。

探討生物體(牡蠣和花蛤)各項重金屬污染潛力歷年變化情形，如表 110 和圖 14 所示。發現 2009 年的污染潛力均達最高峰，分別為銅 468%、砷 147%、鎘 122%、鉛 65.4%、汞 4.6% 和鋅 335%，然後逐年降低，今年分別為銅 97.6%、砷 94.1%、鎘 20.9%、鉛 21.1%、汞 0.8% 和鋅 78.2%。

金門沿岸所生產之牡蠣和花蛤的各項重金屬超標次數和超標率如表 111~表 115 和圖 15 所示。今年除了牡蠣之汞含量與往年一樣均無超標樣品外，鎘和鉛亦均無超標樣品。與往年有較大差別的是砷，年平均超標率達 50%，個別測站則以瓊林(C4)、湖下(C6)和浯江溪口(C8) 牡蠣之砷超標率較高，均為 75%(4 個樣品有 3 個超標)，而 2011 年沒有樣品砷超標，2007~2011 年之總平均超標率為 16.1%，顯示今年之牡蠣砷含量需要再密切追蹤。雖然今年牡蠣之銅年平均超標率仍有 50%，個別測站則以湖下(C6)、上林(C7) 和浯江溪口(C8) 牡蠣之銅超標率較高，均為 75%，不過自 2009 年之年超標率達 95% 的高峰已逐年下降，顯示銅污染狀況在改善之中。鋅的平均超標率為 45.8%，個別測站則以湖下(C6)和上林(C7) 牡蠣之鋅超標率較高，均為 75%，較需要注意。

綜合以上討論，花蛤之各項重金屬及牡蠣之汞、鎘和鉛並無任何測站之平均污染潛力超過 100%，均無污染之虞。超過 100%者則有銅、砷和鋅等三個元素之湖下(C6)、上林(C7)、浯江溪口(C8)、瓊林(C4)和洋山(C3)等五個測站。銅、砷與鋅其受污染的情形相當普遍，尤其在湖下、上林、浯江溪口、瓊林和洋山等地區，需要持續加強管理。生物體(牡蠣和花蛤)各項重金屬污染潛力歷年變化情形，2009 年的污染潛力均達最高峰，然後逐年降低，明顯改善許多，顯示管理單位的用心值得肯定，再繼續努力。

推斷牡蠣有砷、銅和鋅污染現象，須加強管理。

5.6 健康風險評估

生物濃縮因子(bioconcentration factor, BCF)，生物體內累積的污染物濃度與沉積物中累積的污染物濃度之比值稱為BCDs，其計算公式如下：

生物濃縮因子(BCFs)=生物體內累積的污染物濃度/沉積物中累積的污染物濃度

各種生物對不同的金屬元素皆有不同的生物濃縮因子，但一般而言海產類的生物對重金屬的生物濃縮因子遠較陸域生物高。若一種類的生物對某一種的金屬元素有特別高的累積能力，則該生物可做為這種金屬元素的污染指標生物。

由表 116 所示，牡蠣體內銅與鋅元素之生物濃縮因子最高，且皆出現在瓊林(C4)、北山(C5)、湖下(C6)及浯江溪口(C8)。

依國人平均體重 60 公斤換算，聯合國糧農組織與世界衛生組織(FAO/WHO)建議每人每日重金屬容許攝取建議量 (Acceptable Daily Intake, A.D.I.) 汞 13.7 μg 、砷 120 μg 、鎘 50 μg 、鉻 50~200 μg 、銅 12000 μg 、鉛 214.3 μg 、鎳 100-300 μg 和鋅 45000 μg (邱雅琦等，2007、趙，2006)。以國內學者飲食狀況調查顯示，國人每日平均食用貝類約 28 g(濕重)(游壽崇，2003、趙宇瑞，2006)。若換算成牡蠣和花蛤之最高重金屬容許濃度則為汞 0.49 mg/kg、砷 4.29 mg/kg、鎘 1.79 mg/kg、鉻 1.79~7.14 mg/kg、銅 429 mg/kg、鉛 7.65 mg/kg、鎳 3.57~10.7 mg/kg 和鋅 1607 mg/kg。每人每日重金屬容許攝取量及平均食用貝類之最高容許濃度如表 117 所示。

本年度(2013 年)四次分析之各牡蠣樣品重金屬含量範圍與平均值分別為汞 0.00~0.01 mg/kg，平均值 0.004 mg/kg、砷 0.72~2.20 mg/kg，平均值 1.32 mg/kg、鎘 0.00~0.94 mg/kg，平均值 0.21 mg/kg、鉻 0.06 ~15.04 mg/kg，平均值 4.60 mg/kg、銅 2.14~90.75 mg/kg，平均值 29.30 mg/kg、鉛 0.11~0.82 mg/kg，平均值 0.42 mg/kg、鎳 0.18~1.62 mg/kg，平均值 0.45 mg/kg 和鋅 5.49~530.53 mg/kg，平均值 117.00 mg/kg。所有牡蠣樣品之汞、砷、鎘、銅、鉛、鎳和鋅等均明顯低於貝類最高容許濃度，而鉻有部分牡蠣樣品超過貝類最高重金屬容許濃度 7.14 mg/kg，但平均值並未超過，也就是目前一般食用金門牡蠣並不會超過重金屬容許攝取建議量，除非是食用超級大量才會有重金屬過量之虞。

5.7 重金屬相關性

沿岸與海上每次調查之各水樣重金屬含量的相關係數如表 118~表 129 所示，為方便比較各水質因子間之的關係以及沿海與海上水質趨勢差異。變異率是以變異性對平均值之比值。其中較值得探討的是有明顯正相關或負相關者(其相關係數 >0.4 ，或 <-0.4)，或者變異性較小與變異率較低者，重點討論如下：

【沈積物】

沿岸與海上每次調查之沈積物各重金屬相關係數如表 130~表 141，為方便比較沈積物各重金屬間之的關係以及沿海與海上重金屬含量趨勢差異。

金門沿岸和海上各地沈積物，除了汞、砷和鎘含量很低，無法列入統計外。各種重金屬(鉻、銅、鉛、鎳和鋅)含量彼此間均有正相關，其中銅與鉻均為正相關，最高達 0.92，表示若沈積物之銅含量高，鉻含量亦高之機率非常大。

【生物體】

沿岸每次調查之生物體各重金屬相關係數如表 142~表 145，金門沿海各地牡蠣和花蛤等生物體，除汞對各種金屬(砷、鎘、鉻、銅、鉛和鋅)多為負相關，及砷對鎘有明顯負相關外。各種重金屬(鉻、銅、鉛、鎳和鋅)含量彼此間均有正相關，其中以鋅對砷之相關性最高，各次之相關係數均超過 0.60，平均高達 0.83，變異率僅 16.9%，表示若生物體之鋅含量高，砷含量亦高之機率非常大。

【海水、沈積物和生物體】

再進一步探討金門海域水樣、沈積物和生物體等三者(水樣對沈積物、水樣對生物體和沈積物對生物體)重金屬含量彼此之相關性。表 146 中，銅之沈積物對生物體重金屬含量彼此之相關係數四次均呈現正值，銅的相關係數分別為 0.63、0.28、0.14 和 0.44。鉛之沈積物對生物體重金屬含量彼此之相關係數四次均呈現正值，鉛的相關係數分別為 0.50、0.58、0.69 和 0.72。正值相關係數表示沈積物之銅、鉛含量愈高，生長於其中之生物體的銅、鉛含量也會愈高，很需要被重視。而水樣對沈積物、水樣對生物體重金屬含量彼此之相關係數正負值變化相當大，推測由於水樣流動性大，重金屬濃度往往偏低，有許多數據是低於偵測極限($<ND$)，在統計上較無法呈現其所代表的意義。

5.8 沈積物與生物體重金屬含量變化趨勢

探討 2013 年和 2007~2011 年金門海域沈積物和牡蠣之各重金屬次平均含量的變化，如圖 16~圖 17 和圖 18 所示。由含量變化與時間之趨勢線的斜率可了解變化趨勢。斜率為正值，表示有增加的趨勢，而其值愈正，表示含量增加愈明顯。相反地，斜率為負值，表示有降低的趨勢，而其值愈負，表示含量降低愈明顯。若斜率很接近 0，表示含量並不隨時間有明顯變化。表 147 為金門海域沈積物和生物體(牡蠣和花蛤)之各重金屬含量變化趨勢線的斜率值。表 148 為沉積物與生物體趨勢斜率相關性。

沈積物(海上與沿岸)和生物體之汞、砷、鎘等以及沈積物(海上)和生物體之鉻和鉛等元素的變化斜率值均很接近 0，表示含量並不隨時間有明顯變化。斜率值正值或負值較大者討論如下：

鋅和鎳汞、砷、鎘等元素之沈積物(海上與沿岸)和生物體之變化斜率值均為負值，尤其生物體的鋅斜率值為 -7.691，表示生物體的鋅含量隨時間變化降低最多，其次為海上沈積物的鋅斜率值為 -2.577。

較值得注意的沈積物之斜率值正值為沿岸的銅、鉛和鉻以及海上的銅。沿岸的斜率值分別為銅 1.002、鉛 0.549 和鉻 0.352，而海上的銅斜率值為 1.002。

另外，探討沈積物和生物體重金屬變化趨勢的相關性問題。由表 148 顯示，不分重金屬種類，生物體對海上沈積物與沿岸沈積物含量變化趨勢線之斜率的相關性均很高，相關係數高達 0.794 與 0.517，而海上沈積物與沿岸沈積物彼此相關係數更高達 0.893。

綜合以上討論，生物體的鋅含量有大幅降低趨勢，其他元素則無明顯變化趨勢；海上沈積物的鋅含量也有相當的降低趨勢，但銅含量則有上昇趨勢；沿岸沈積物的鋅和鎳含量略有降低趨勢，但銅、鉛和鉻含量則有上昇趨勢，值得注意。若能有效減少沈積物重金屬的污染是可以有效控制住生長於其環境中的牡蠣重金屬污染，加強管制力道有其必要性。

陸、結論與建議

1. 金門海域之水質大部分符合海域水質標準，但有部分測站 pH 值、鹽度及溶氧量不符合標準。建議需要雙管齊下，除了金門政府應該嚴格管理島內居民的污染排放外，並且應對中國提出強烈要求必需嚴格約束以減少污染。
2. 沿岸海水磷酸鹽含量大於海上的，推測島上活動對其影響較大。
3. 統計 2007~2011 年調查金寧酒廠和金城酒廠測站之磷酸鹽含量，結果顯示並沒明顯比其他測站來得高，表示酒廠對其排放水水質管控尚屬合宜。
4. 水文與海象之關係，當溫度較低時，氣壓較高、風較大、波浪較高、海水 pH 較高、鹽度較低而濁度略低。
5. 目前金門海域沈積物均沒有汞、砷、鎘和鎳污染的問題。而鉛、銅、鋅和鉻則有不同程度的污染。鉛和銅的污染較為明顯，鋅和鉻的污染則較為輕微。
6. 若能有效減少沈積物重金屬的污染是可以有效控制住生長於其環境中的牡蠣重金屬污染，加強管制力道有其必要性。
7. 沈積物重金屬污染問題由海上來的比島上本身的污染問題嚴重一些，建議應透過與對岸中國政府協商，控制污染源的排放。
8. 目前一般食用金門牡蠣並不會超過重金屬容許攝取建議量，除非食用非常大量。
9. 花蛤之所有重金屬均未超過參考限值，安全無虞，但部分牡蠣之銅、砷與鋅含量則有受污染之虞，其中在湖下、上林、浯江溪口、瓊林和洋山等地區，需要持續加強管理。
10. 牡蠣和花蛤之各項重金屬以 2009 年的污染潛力均達最高峰，然後逐年降低，顯示重金屬污染已有明顯改善，管理單位的用心值得肯定，應持續努力。

柒、參考文獻

- (1) 陳鎮東、陳朝金、王冰潔和林志明，金門週邊海域水質、水文與沈積物調查—(I)，金門縣水產試驗所，1995。
- (2) 陳鎮東、陳孟仙，福建九龍江對金門海域水質、底泥及牡蠣之影響，金門縣水產試驗所，2003。
- (3) 黃春蘭、翁自保、張寶仁，金門週邊海域環境、生物體及沈積物重金屬調查，金門縣水產試驗所，2011。
- (4) 黃春蘭、楊國誠、張寶仁，金門週邊海域環境、生物體及沈積物重金屬調查，金門縣水產試驗所，2010。
- (5) 黃春蘭、楊國誠、張寶仁，金門週邊海域環境、生物體及沈積物重金屬調查，金門縣水產試驗所，2009。
- (6) 黃春蘭、楊國誠、張寶仁，金門週邊海域環境、生物體及沈積物重金屬調查，金門縣水產試驗所，2008。
- (7) 黃春蘭、楊國誠、張寶仁，金門週邊海域環境、生物體及沈積物重金屬調查，金門縣水產試驗所，2007。
- (8) 陳鎮東、陳朝金、王巧萍、王冰潔，金門地區沿岸水質現況，金門縣水產試驗所，1994。
- (9) 巫文隆，金門地區軟體動物相調查，金門國家公園管理處，2006。
- (10) 廖一久、郭慶老、曾萬年、黃士宗、吳繼倫、王佳惠、王友慈，基隆河整治區段之水族生態調查及魚類資源復育研究計畫報告書，1996。
- (11) 陳鎮東、陳孟仙，金廈週邊海域及九龍江下游之水質及底泥變遷研究，金門縣水產試驗所，2007。
- (12) 鄭火元、沈建全、陳志遠、黃春蘭，花蓮和平火力發電廠附近海域及河川生態調查，和平火力發電廠，2004。
- (13) 滕彥國、度先國、倪師軍和張成江，攀枝花工礦區土壤重金屬人為污染的富集因子分析，中圖分類號 X53，文獻標識碼 A，文章編號 1008-n81X(2002) 01-0013-04。
- (14) 陳志峰，高雄港區沈積物及底層水中重金屬之分佈探討，2005。
- (15) 洪英女，雲林海域底拖漁獲物體內重金屬含量之研究，2003。
- (16) 黃春蘭，“水質學”，藝軒出版社，2003。
- (17) 金門縣水產試驗所歷年研究計畫摘要彙編，2000~2010。
- (18) 朱思妤，典寶溪流域水體及底泥中微量元素濃度之空間與時間變異研究，2008。
- (19) 沈建全、黃春蘭、林啟燦，前鎮河環境監測計畫報告，高雄市政府下水道工程處，2004。
- (20) 許峻嵐，高屏海域沈積物重金屬之分佈與污染史，2000。
- (21) 陳英成，利用蝦殼移除水中砷污染之研究，2004。
- (22) 鄭火元、沈建全、陳志遠、黃春蘭，花蓮和平火力發電廠附近海域及河川生態調查，和平火力發電廠，2000。
- (23) 鄭火元、沈建全、陳志遠、黃春蘭，花蓮和平火力發電廠附近海域及河川生態調查，和平火力發電廠，2001。

- (24) 鄭火元、沈建全、陳志遠、黃春蘭，花蓮和平火力發電廠附近海域及河川生態調查，和平火力發電廠，2002。
- (25) 鄭火元、沈建全、陳志遠、黃春蘭，花蓮和平火力發電廠附近海域及河川生態調查，和平火力發電廠，2003。
- (26) 鄭火元、沈建全、陳志遠、黃春蘭，花蓮和平火力發電廠附近海域及河川生態調查，和平火力發電廠，2004。
- (27) 廖榮文，“海洋學概論”，p.235，徐氏基金會，1995。
- (28) 吳春吉，竹科放流水中銅及砷來源追蹤分析及其對香山海域養殖區牡蠣影響之探討，2006。
- (29) 趙守瑞，淡水河區域貽貝重金屬含量研究，2006。
- (30) 游壽崇，彰化縣境內牡蠣重金屬含量分析研究，2003。
- (31) 杜中菁，不同產區與季節之牡蠣重金屬含量分析，2006。
- (32) 吳冠霖，台灣地區養殖水產品微量重金屬分析，2007。
- (33) 邱雅琦、張美華、施如佳、陳石松、高雅敏、周秀冠、鄭守訓、鄭秋真、周薰修，食米中重金屬(鎘、汞、鉛)含量之調查，藥物食品檢驗局調查研究年報，25：P. 238 - 245，2007。
- (34) 林浩潭，重金屬對作物生育之影響，2013。
- (35) 蔡宛君、王維賢，彰化沿海區域環境及生物體重金屬含量之研究，2010年。
- (36) 慧技科學，YSI-6 series 中文操作手冊，P.16-18，2013。
- (37) CHAFFEE MA， HOFFMAN JD， TIDBALL RR， et al. CHAFFEE MA, HOFFMAN JD, TIDBALL RR, et al. Discriminating between natural and anthropogenic anomalies in the surficial environment in Yellowstone National Park, Idaho, Montana, and Wyoming[R]. In: WANTY RB, MARSH SP, GOUGH LP, eds. In: WANTY RB, MARSH SP, GOUGH LP, eds. Program with Abstracts, 4th International Symposium on Environmental Geochemistry: US Geological Survey Open-File Report, 1997, 16: 106. Program with Abstracts, 4th International Symposium on Environmental Geochemistry: US Geological Survey Open-File Report, 1997, 16: 106.
- (38) CHAFFEE MA， CARLSON RR. CHAFFEE MA, CARLSON RR, Environmental geochemistry in Yellowstone National Park: Distinguishing natural and anthropogenic anomalies[J]. Environmental geochemistry in Yellowstone National Park: Distinguishing natural and anthropogenic anomalies[J]. Yellowstone Science, 1998, 6(2): 29.
- (39) ANSARI AA， SINGH IB， TOBSCHALL HJ. ANSARI AA, SINGH IB, TOBSCHALL HJ. Importance of geomorphology and sedimentation processes for metal dispersion in sediments and soils of the Ganga Plain: identification of geochemical domains[J]. Importance of geomorphology and sedimentation processes for metal dispersion in sediments and soils of the Ganga Plain: identification of geochemical domains[J]. Chemical Geology, 2000, 162: 245-266.
- (40) SUTHERLAND RA. SUTHERLAND RA, Bed sediment-associated trace metals in an urban stream, Oahu, Hawaii[J], Environmental Geology, 2000, 39(6): 611-627.
- (41) 金門縣烈嶼鄉卓環國民小學「綠的環境」網站，2013/11/22 整理資料，網址：<http://www.jhes.km.edu.tw/2005/cont01/cont1-02.htm>。
- (42) 金門縣政府民政處，2013/11/22 整理資料，網址：http://www.kinmen.gov.tw/Layout/sub_A/NodeTree.aspx?path=12616
- (43) 金門無線島論壇，2009/7/16 報導，網址：<http://bbs.km-airnet.net/redirect.php?tid=676&goto=lastpost>

- (44)金門縣政府全球資訊網，2013/11/22 整理資料，網址：
http://www.kinmen.gov.tw/Layout/main_ch/index.aspx?frame=17
- (45)行政院環保署，全國環境水質監測資訊網，2013/11/22 整理資料，網址：
<http://wq.epa.gov.tw/WQEPA/Code/Default.aspx?Water=Sea>。
- (46)台灣貝類資料庫，2013/11/22 整理資料，網址：
<http://shell.sinica.edu.tw/chinese/classification.php?id=14>
- (47)維基百科，2013/9/20 整理資料，網址：
<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%B0%8F%E9%87%91%E9%96%80>
- (48)交通部中央氣象局，2013/11/22 整理資料，網址：
<http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/dailyPrecipitation/dP.htm>
- (49)行政院衛生署，食品衛生管理法之食品衛生標準，2013/11/22 整理資料，網址：
<http://www.mohw.gov.tw>。
- (50)金門縣水產試驗所，2013/11/22 整理資料，網址：
http://www.kinmen.gov.tw/Layout/sub_A/index.aspx?frame=89
- (51)行政院農委會漁業署 2002/4/15 新聞稿「香山牡蠣重金屬含量明顯下降」。

表 15 現場採樣與水文調查紀錄表-沿岸(第一次)

採樣日期： 102 年 06 月 06、08 日

採樣次別：第 1 次

採樣人員： 黃春蘭、林宜芬、曾智

採樣調查與氣候			
日期	6/6	6/7	6/8
天候	晴	晴	陰

樣品編號	地點	採樣日期	採樣時間	經緯度		潮別	現場測試					樣品						
				經度	緯度		水溫 (°C)	pH	鹽度 (psu)	溶氧		濁度 (NTU)	水樣				沈積物	生物體
				E 118°	N 24°					mg/L	%		A	B	C	D		
C1-1	尚義	6/6	15:58	23.000'	26.000'	退潮	29.5	8.30	33.1	<u>4.2</u>	63.2	13.8	√	√	√	√	√	√
C2-1	昔果山	6/6	17:00	24.700'	24.300'	退潮	28.7	8.20	32.8	<u>4.1</u>	63.5	16.5	√	√	√	√	√	√
C3-1	洋山	6/8	10:51	23.736'	29.587'	漲潮	34.8	8.10	34.4	<u>4.4</u>	75.2	328	√	√	√	√	√	√
C4-1	瓊林	6/8	11:06	22.037'	27.649'	漲潮	29.2	8.20	33.6	5.7	81.6	17.6	√	√	√	√	√	√
C5-1	北山	6/8	11:26	18.602'	29.382'	漲潮	29.6	8.20	33.7	7.2	99.5	8.20	√	√	√	√	√	√
C6-1	湖下	6/8	11:40	18.054'	27.359'	漲潮	29.3	8.10	30.7	5.9	87.3	42.9	√	√	√	√	√	√
C7-1	上林	6/8	13:31	13.460'	25.655'	漲潮	30.1	8.30	29.6	5.0	78.4	195	√	√	√	√	√	√
C8-1	浯江溪口	6/6	14:20	18.407'	25.738'	退潮	30.6	8.30	31.3	<u>4.9</u>	-	641	√	√	√	√	√	√
C9-1	料羅礦區	6/7	14:20	26.541'	24.678'	退潮	28.5	8.20	33.7	7.0	112	2.30	√	√	√	√	√	X
C10-1	青嶼	6/7	14:40	25.473'	31.556'	退潮	27.4	8.20	34.0	7.3	105	38.0	√	√	√	√	√	X
平均值							29.8	8.21	32.7	5.6	85.1	130						

樣品編號：沿岸測站-次別(水樣 W/沈積物 S/生物體 B)

生物體(B)：除尚義(C1)與昔果山(C2)為花蛤外，其餘均為牡蠣

樣品監控：水樣分析(A)重金屬，(B)氨氮，(C)硝酸鹽氮/亞硝酸鹽氮和矽酸鹽，(D)磷酸鹽

乙類海域水質標準：pH 值 7.5~8.5，溶氧量≥5.0mg/L。超過標準之數據，畫以“底線”來表示。

特殊狀況描述：。

表 16 現場採樣與水文調查紀錄表-海上(第一次)

採樣日期： 102 年 06 月 07、08 日 採樣次別：第 1 次
 採樣人員： 黃春蘭、林宜芬、曾智
 船長： _____ 船員： _____
 出入海港口： 新湖漁港 出入海時間： 07:00~12:00 氣候： 晴

採樣調查與氣候			
日期	6/7	6/8	
天候	晴	陰	

樣品編號	地點	採樣日期	採樣時間	經緯度		潮別	現場測試					樣品					
				經度	緯度		水溫 (°C)	pH	鹽度 (psu)	溶氧		濁度 (NTU)	水樣				沈積物
				E 118°	N 24°					mg/L	%		A	B	C	D	
S1-1	后湖	6/8	09:03	24.300'	22.000'	漲潮	26.2	8.10	31.8	5.6	80	5.4	√	√	√	√	√
S2-1	母嶼	6/7	07:30	27.000'	24.000'	漲潮	26.5	8.25	32.6	6.6	96	2.0	√	√	√	√	√
S3-1	田埔	6/7	08:11	30.000'	30.000'	漲潮	25.5	8.09	34.3	5.3	77.8	3.6	√	√	√	√	√
S4-1	馬山	6/7	09:02	24.300'	32.200'	漲潮	26.2	7.94	33.9	5.3	76.7	5.6	√	√	√	√	√
S5-1	北山	6/7	09:37	17.700'	29.900'	漲潮	27.3	7.70	31.6	7.3	109.0	1.7	√	√	√	√	√
S6-1	上林	6/7	10:14	10.800'	25.600'	漲潮	26.6	7.72	29.8	6.0	90.4	2.1	√	√	√	√	√
S7-1	青嶼	6/7	11:07	8.500'	22.000'	漲潮	27.4	8.03	27.1	6.5	95.2	1.9	√	√	√	√	√
S8-1	古崗	6/8	11:20	18.800'	22.800'	漲潮	26.8	8.12	31.0	6.6	96.8	4.5	√	√	√	√	√
平均值							26.6	7.99	31.5	6.1	90.2	3.4					

樣品編號：海上測站-次別(水樣 W/沈積物 S/生物體 B)

樣品監控：水樣分析(A)重金屬，(B)氨氮，(C)硝酸鹽氮/亞硝酸鹽氮和矽酸鹽，(D)磷酸鹽

乙類海域水質標準：pH 值 7.5~8.5，溶氧量 ≥ 5.0mg/L。超過標準之數據，畫以“底線”來表示。

特殊狀況描述： _____

表 17 現場採樣與水文調查紀錄表-沿岸(第二次)

採樣日期： 102 年 07 月 30 日

採樣次別：第 2 次

採樣人員： 林宜芬、曾智

採樣調查與氣候			
日期	7/30		
天候	晴		

樣品編號	地點	採樣日期	採樣時間	經緯度		潮別	現場測試					樣品						
				經度	經度		水溫 (°C)	pH	鹽度 (psu)	溶氧		濁度 (NTU)	水樣				沈積物	生物體
				E 118°	N 24°					mg/L	%		A	B	C	D		
C1-2	尚義	7/30	16:35	23.000'	26.000'	漲潮	31.2	8.44	32.3	5.9	95	7.8	√	√	√	√	√	√
C2-2	昔果山	7/30	16:25	24.700'	24.300'	漲潮	31.4	<u>8.57</u>	30.7	6.7	108	7.9	√	√	√	√	√	√
C3-2	洋山	7/30	15:04	23.736'	29.587'	漲潮	37.0	8.36	37.6	5.4	98.4	37.4	√	√	√	√	√	√
C4-2	瓊林	7/30	15:23	22.037'	27.649'	漲潮	37.7	8.33	34.1	5.3	93.5	36.3	√	√	√	√	√	√
C5-2	北山	7/30	15:33	18.602'	29.382'	漲潮	36.2	8.37	32.4	5.4	94.0	97.1	√	√	√	√	√	√
C6-2	湖下	7/30	15:48	18.054'	27.359'	漲潮	35.6	<u>8.71</u>	29.3	5.4	93.5	51.8	√	√	√	√	√	√
C7-2	上林	7/30	17:55	13.460'	25.655'	漲潮	33.3	8.41	30.5	6.1	100.5	16.8	√	√	√	√	√	√
C8-2	浯江溪口	7/30	16:06	18.407'	25.738'	漲潮	35.8	8.45	27.1	5.9	97.7	37.7	√	√	√	√	√	√
C9-2	料羅礦區	7/30	14:09	26.541'	24.678'	漲潮	34.3	8.32	33.1	7.2	126.5	31.7	√	√	√	√	√	X
C10-2	青嶼	7/30	14:35	25.473'	31.556'	漲潮	36.1	<u>8.59</u>	30.9	5.8	98.6	158	√	√	√	√	√	X
平均值							34.9	8.46	31.8	5.9	101	48.2						

樣品編號：沿岸測站-次別(水樣 W/沈積物 S/生物體 B)

生物體(B)：除尚義(C1)與昔果山(C2)為花蛤外，其餘均為牡蠣

樣品監控：水樣分析(A)重金屬，(B)氨氮，(C)硝酸鹽氮/亞硝酸鹽氮和矽酸鹽，(D)磷酸鹽

乙類海域水質標準：pH 值 7.5~8.5，溶氧量≥5.0mg/L。超過標準之數據，畫以“底線”來表示。

特殊狀況描述：。

表 18 現場採樣與水文調查紀錄表-海上(第二次)

採樣日期： 102 年 07 月 28、29 日 採樣次別：第 2 次
 採樣人員： 林宜芬、曾智
 船長： _____ 船員： _____
 出入海港口： 新湖漁港 出入海時間： 07:00~12:00 氣候： 晴

採樣調查與氣候			
日期	7/28	7/29	
天候	晴	晴	

樣品編號	地點	採樣日期	採樣時間	經緯度		潮別	現場測試					樣品					
				經度	經度		水溫 (°C)	pH	鹽度 (psu)	溶氧		濁度 (NTU)	水樣				沈積物
				E 118°	N 24°					mg/L	%		A	B	C	D	
S1-2	后湖	7/29	16:53	24.300'	22.000'	漲潮	27.4	8.16	32.0	5.0		2.8	√	√	√	√	√
S2-2	母嶼	7/28	13:14	27.000'	24.000'	漲潮	28.3	7.96	31.5	7.0		2.1	√	√	√	√	√
S3-2	田埔	7/28	13:57	30.000'	30.000'	漲潮	25.7	<u>6.23</u>	33.1	6.0		1.9	√	√	√	√	√
S4-2	馬山	7/28	14:47	24.300'	32.200'	漲潮	26.0	7.79	33.1	7.6		2.5	√	√	√	√	√
S5-2	北山	7/28	15:20	17.700'	29.900'	漲潮	29.2	7.95	29.9	6.8		3.2	√	√	√	√	√
S6-2	上林	7/28	16:14	10.800'	25.600'	漲潮	27.6	8.00	30.1	7.1		1.3	√	√	√	√	√
S7-2	青嶼	7/28	14:13	8.500'	22.000'	漲潮	28.9	8.01	27.5	6.6		1.2	√	√	√	√	√
S8-2	古崗	7/29	16:20	18.800'	22.800'	漲潮	27.1	8.11	31.6	5.6		3.5	√	√	√	√	√
平均值							27.5	7.78	31.1	6.5		2.3					

樣品編號：海上測站-次別(水樣 W/沈積物 S/生物體 B)

樣品監控：水樣分析(A)重金屬，(B)氨氮，(C)硝酸鹽氮/亞硝酸鹽氮和矽酸鹽，(D)磷酸鹽

乙類海域水質標準：pH 值 7.5~8.5，溶氧量 ≥ 5.0mg/L。超過標準之數據，畫以“底線”來表示。

特殊狀況描述： _____

表 19 現場採樣與水文調查紀錄表-沿岸(第三次)

採樣日期： 102 年 09 月 23、24 日

採樣次別：第 3 次

採樣人員：曾智

採樣調查與氣候			
日期	9/23	9/24	
天候	雨	晴	

樣品編號	地點	採樣日期	採樣時間	經緯度		潮別	現場測試					樣品						
				經度	經度		水溫 (°C)	pH	鹽度 (psu)	溶氧		濁度 (NTU)	水樣				沈積物	生物體
				E 118°	N 24°					mg/L	%		A	B	C	D		
C1-3	尚義	9/23	17:00	23.000'	26.000'	漲潮	28.3	8.08	33.4	<u>3.9</u>	59.3	49.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C2-3	昔果山	9/23	14:46	24.700'	24.300'	漲潮	27.9	8.21	33.6	<u>3.8</u>	58.1	27.3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C3-3	洋山	9/23	15:58	23.736'	29.587'	漲潮	28.8	8.01	33.4	<u>3.7</u>	58.0	53.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C4-3	瓊林	9/23	15:48	22.037'	27.649'	漲潮	28.5	8.10	33.3	<u>3.9</u>	59.1	34.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C5-3	北山	9/23	15:25	18.602'	29.382'	漲潮	28.2	8.20	33.4	<u>3.6</u>	57.4	85.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C6-3	湖下	9/23	15:09	18.054'	27.359'	漲潮	27.9	8.09	33.4	<u>3.6</u>	55.1	153.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C7-3	上林	9/23	16:20	13.460'	25.655'	漲潮	27.0	7.91	30.6	<u>3.8</u>	55.3	100.9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C8-3	浯江溪口	9/23	15:00	18.407'	25.738'	漲潮	28.6	8.05	33.2	<u>3.3</u>	50.6	106.9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C9-3	料羅礦區	9/23	13:50	26.541'	24.678'	漲潮	27.6	7.98	33.8	<u>3.9</u>	59.5	62.8	✓	✓	✓	✓	✓	X
C10-3	青嶼	9/23	16:08	25.473'	31.556'	漲潮	28.4	8.04	33.4	<u>3.8</u>	58.3	80.2	✓	✓	✓	✓	✓	X
平均值							28.1	8.07	33.2	3.7	57	75.4						

樣品編號：沿岸測站-次別(水樣 W/沈積物 S/生物體 B)

生物體(B)：除尚義(C1)與昔果山(C2)為花蛤外，其餘均為牡蠣

樣品監控：水樣分析(A)重金屬，(B)氨氮，(C)硝酸鹽氮/亞硝酸鹽氮和矽酸鹽，(D)磷酸鹽

乙類海域水質標準：pH 值 7.5~8.5，溶氧量≥5.0mg/L。超過標準之數據，畫以“底線”來表示。

特殊狀況描述：。

表 20 現場採樣與水文調查紀錄表-海上(第三次)

採樣日期： 102 年 09 月 24、25 日

採樣次別：第 3 次

採樣人員：曾智

船長： 船員：

出入海港口：新湖漁港、九宮碼頭 出入海時間：12:00~16:00 氣候：晴

採樣調查與氣候			
日期	9/24	9/25	
天候	晴	晴	

樣品編號	地點	採樣日期	採樣時間	經緯度		潮別	現場測試					樣品					
				經度	經度		水溫 (°C)	pH	鹽度 (psu)	溶氧		濁度 (NTU)	水樣				沈積物
				E 118°	N 24°					mg/L	%		A	B	C	D	
S1-3	后湖	9/25	08:34	24.300'	22.000'	漲潮	26.9	8.20	33.3	<u>3.9</u>	59	84.5	✓	✓	✓	✓	✓
S2-3	母嶼	9/24	12:57	27.000'	24.000'	漲潮	27.4	8.16	33.6	<u>4.2</u>	64	16.2	✓	✓	✓	✓	✓
S3-3	田埔	9/24	13:30	30.000'	30.000'	漲潮	27.3	8.23	34.0	<u>3.3</u>	49.3	42.0	✓	✓	✓	✓	✓
S4-3	馬山	9/24	14:41	24.300'	32.200'	漲潮	27.2	8.23	33.8	<u>3.9</u>	69.1	97.0	✓	✓	✓	✓	✓
S5-3	北山	9/24	15:18	17.700'	29.900'	漲潮	27.4	8.23	33.7	<u>4.1</u>	59.5	58.0	✓	✓	✓	✓	✓
S6-3	上林	9/25	06:26	10.800'	25.600'	漲潮	28.4	8.13	27.3	<u>3.7</u>	54.6	12.3	✓	✓	✓	✓	✓
S7-3	青嶼	9/25	06:57	8.500'	22.000'	漲潮	26.9	8.03	21.6	<u>4.1</u>	57.0	15.7	✓	✓	✓	✓	✓
S8-3	古崗	9/25	07:55	18.800'	22.800'	漲潮	27.0	8.16	32.7	<u>3.8</u>	57.8	24.2	✓	✓	✓	✓	✓
平均值							27.3	8.17	31.2	3.9	59	43.7					

樣品編號：海上測站-次別(水樣 W/沈積物 S/生物體 B)

樣品監控：水樣分析(A)重金屬，(B)氨氮，(C)硝酸鹽氮/亞硝酸鹽氮和矽酸鹽，(D)磷酸鹽

乙類海域水質標準：pH 值 7.5~8.5，溶氧量 ≥ 5.0mg/L。超過標準之數據，畫以“底線”來表示。

特殊狀況描述：。

表 21 現場採樣與水文調查紀錄表-沿岸(第四次)

採樣日期： 102 年 10 月 26、27 日

採樣次別：第 4 次

採樣人員：曾智

採樣調查與氣候			
日期	10/26	10/27	
天候	晴	晴	

樣品編號	地點	採樣日期	採樣時間	經緯度		潮別	現場測試					樣品						
				經度	經度		水溫 (°C)	pH	鹽度 (psu)	溶氧		濁度 (NTU)	水樣				沈積物	生物體
				E 118°	N 24°					mg/L	%		A	B	C	D		
C1-4	尚義	10/26	17:13	23.000'	26.000'	漲潮	21.9	8.35	33.4	8.1	116	23.3	√	√	√	√	√	√
C2-4	昔果山	10/26	16:58	24.700'	24.300'	漲潮	21.1	8.37	33.4	8.4	116	20.4	√	√	√	√	√	√
C3-4	洋山	10/26	15:45	23.736'	29.587'	漲潮	24.4	8.38	36.0	7.4	107	71.2	√	√	√	√	√	√
C4-4	瓊林	10/26	15:33	22.037'	27.649'	漲潮	23.1	8.40	34.6	7.9	112	140	√	√	√	√	√	√
C5-4	北山	10/26	16:04	18.602'	29.382'	漲潮	21.4	8.36	33.7	8.2	113	78.0	√	√	√	√	√	√
C6-4	湖下	10/26	16:15	18.054'	27.359'	漲潮	23.0	8.39	33.8	8.0	114	40.1	√	√	√	√	√	√
C7-4	上林	10/27	16:11	13.460'	25.655'	漲潮	25.0	8.62	34.4	7.3	109	98.1	√	√	√	√	√	√
C8-4	浯江溪口	10/26	16:25	18.407'	25.738'	漲潮	23.1	8.37	33.9	7.5	107	79.3	√	√	√	√	√	√
C9-4	料羅礦區	10/26	14:50	26.541'	24.678'	漲潮	22.6	7.94	33.3	4.8	67.2	20.6	√	√	√	√	√	X
C10-4	青嶼	10/26	15:15	25.473'	31.556'	漲潮	20.2	8.24	33.3	7.9	100	19.6	√	√	√	√	√	X
平均值							22.6	8.34	34.0	7.5	106	59.1						

樣品編號：沿岸測站-次別(水樣 W/沈積物 S/生物體 B)

生物體(B)：除尚義(C1)與昔果山(C2)為花蛤外，其餘均為牡蠣

樣品監控：水樣分析(A)重金屬，(B)氨氮，(C)硝酸鹽氮/亞硝酸鹽氮和矽酸鹽，(D)磷酸鹽

乙類海域水質標準：pH 值 7.5~8.5，溶氧量≥5.0mg/L。超過標準之數據，畫以“底線”來表示。

特殊狀況描述：。

表 22 現場採樣與水文調查紀錄表-海上(第四次)

採樣日期： 102 年 10 月 27 日

採樣次別：第 4 次

採樣人員： 曾智

船長： _____ 船員： _____

出入海港口： 新湖漁港、九宮碼頭 出入海時間： 06:00~16:00 氣候： 晴

採樣調查與氣候			
日期	9/24	9/25	
天候	晴	晴	

樣品編號	地點	採樣日期	採樣時間	經緯度		潮別	現場測試					樣品					
				經度	經度		水溫 (°C)	pH	鹽度 (psu)	溶氧		濁度 (NTU)	水樣				沈積物
				E 118°	N 24°					mg/L	%		A	B	C	D	
S1-4	后湖	10/27	07:30	24.300'	22.000'	漲潮	20.9	7.75	32.6	7.8	108	23.3	✓	✓	✓	✓	✓
S2-4	母嶼	10/27	14:15	27.000'	24.000'	漲潮	22.5	8.39	33.0	8.4	116	5.0	✓	✓	✓	✓	✓
S3-4	田埔	10/27	13:07	30.000'	30.000'	漲潮	22.5	8.41	33.6	8.4	118.4	7.0	✓	✓	✓	✓	✓
S4-4	馬山	10/27	12:28	24.300'	32.200'	漲潮	22.2	8.43	33.4	8.6	118.5	7.0	✓	✓	✓	✓	✓
S5-4	北山	10/27	11:28	17.700'	29.900'	漲潮	21.7	8.41	34.0	8.9	121.6	7.0	✓	✓	✓	✓	✓
S6-4	上林	10/27	09:44	10.800'	25.600'	漲潮	21.8	8.33	33.2	8.1	113.7	7.7	✓	✓	✓	✓	✓
S7-4	青嶼	10/27	08:58	8.500'	22.000'	漲潮	22.6	8.30	29.8	7.9	109.3	7.4	✓	✓	✓	✓	✓
S8-4	古崗	10/27	07:56	18.800'	22.800'	漲潮	22.1	8.20	32.8	8.1	112.5	7.9	✓	✓	✓	✓	✓
平均值							22.0	8.28	32.8	8.3	115	9.0					

樣品編號：海上測站-次別(水樣 W/沈積物 S/生物體 B)

樣品監控：水樣分析(A)重金屬，(B)氨氮，(C)硝酸鹽氮/亞硝酸鹽氮和矽酸鹽，(D)磷酸鹽

乙類海域水質標準：pH 值 7.5~8.5，溶氧量 ≥ 5.0mg/L。超過標準之數據，畫以“底線”來表示。

特殊狀況描述： _____

表 23 金門海域水樣營養鹽分析結果-沿岸(第一次)

採樣日期: 102 年 06 月 06、07、08 日

樣品編號	項目	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
		乙類海域水質標準	-	-	-	-
地點	偵測極限	-	0.026	-	-	0.090
C1-1	尚義	0.29	ND	0.071	0.016	0.183
C2-1	昔果山	0.12	ND	0.042	0.014	0.195
C3-1	洋山	0.06	0.088	0.022	0.014	0.286
C4-1	瓊林	0.14	0.040	0.087	0.025	0.363
C5-1	北山	0.25	ND	0.216	0.018	0.645
C6-1	湖下	0.14	0.088	0.184	0.008	0.28
C7-1	上林	0.09	ND	0.058	0.020	0.28
C8-1	浯江溪口	0.22	ND	0.054	0.019	0.157
C9-1	料羅礦區	0.12	ND	0.010	0.015	0.106
C10-1	青嶼	0.16	ND	0.022	0.023	0.117
平均值		0.16	0.022	0.077	0.017	0.261
標準偏差		0.07	0.037	0.069	0.005	0.158
最小值		0.06	ND	0.010	0.008	0.106
最大值		0.29	0.088	0.216	0.025	0.645

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示 無數據者以「-」表示

表 24 金門海域水樣營養鹽分析結果-海上(第一次)

採樣日期: 102 年 06 月 07、08 日

樣品編號	項目	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
		乙類海域水質標準	-	-	-	-
地點	偵測極限	-	0.026	-	-	0.090
S1-1	后湖	0.17	ND	0.103	0.017	0.233
S2-1	母嶼	0.23	0.050	0.054	0.023	0.291
S3-1	田埔	0.14	ND	0.095	0.018	0.172
S4-1	馬山	0.15	ND	0.103	0.016	0.163
S5-1	北山	0.08	ND	0.103	0.016	0.221
S6-1	上林	0.32	ND	0.091	0.024	0.15
S7-1	青嶼	0.10	ND	0.103	0.017	0.16
S8-1	古崗	0.15	ND	0.103	0.016	0.163
平均值		0.17	0.006	0.094	0.018	0.194
標準偏差		0.08	0.018	0.017	0.003	0.050
最小值		0.08	ND	0.054	0.016	0.153
最大值		0.32	0.050	0.103	0.024	0.291

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示 無數據者以「-」表示

表 25 金門海域水樣營養鹽分析結果-沿岸(第二次)

採樣日期: 102年 07月 30日

樣品編號	項目	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
	乙類海域水 質標準		-	-	-	-
地點	偵測極限	-	0.026	-	-	0.090
C1-2	尚義	1.50	ND	0.188	0.124	1.25
C2-2	昔果山	0.23	ND	0.054	0.093	1.83
C3-2	洋山	0.27	ND	0.006	0.042	0.165
C4-2	瓊林	0.18	ND	0.059	0.049	0.433
C5-2	北山	0.21	0.032	0.042	0.066	0.679
C6-2	湖下	0.15	ND	0.022	0.057	0.441
C7-2	上林	0.29	0.011	0.010	0.054	0.407
C8-2	浯江溪口	0.18	0.085	0.022	0.051	0.576
C9-2	料羅礦區	0.19	ND	0.054	0.046	0.478
C10-2	青嶼	0.27	ND	0.014	0.066	1.04
平均值		0.35	0.013	0.047	0.065	0.730
標準偏差		0.41	0.027	0.053	0.025	0.501
最小值		0.15	ND	0.006	0.042	0.165
最大值		1.50	0.085	0.188	0.124	1.83

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示 無數據者以「-」表示

表 26 金門海域水樣營養鹽分析結果-海上(第二次)

採樣日期: 102 年 07 月 28、29 日

樣品編號	項目	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
		乙類海域水質標準	-	-	-	-
地點	偵測極限	-	0.026	-	-	0.090
S1-2	后湖	0.22	ND	0.123	0.006	0.209
S2-2	母嶼	0.27	ND	0.148	0.001	0.452
S3-2	田埔	0.30	ND	0.091	0.000	0.263
S4-2	馬山	0.23	ND	0.115	0.000	0.396
S5-2	北山	0.29	ND	0.395	0.007	0.388
S6-2	上林	0.31	ND	0.099	0.000	0.595
S7-2	青嶼	0.73	ND	0.176	0.000	0.785
S8-2	古崗	0.29	ND	0.131	0.000	ND
平均值		0.33	-	0.160	0.002	0.386
標準偏差		0.16	-	0.099	0.003	0.240
最小值		0.22	ND	0.091	0.000	ND
最大值		0.73	ND	0.395	0.007	0.785

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示 無數據者以「-」表示

表 27 金門海域水樣營養鹽分析結果-沿岸(第三次)

採樣日期: 102 年 09 月 23、24 日

樣品編號	項目	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
		乙類海域水 質標準	-	-	-	-
地點	偵測極限	-	0.026	-	-	0.090
C1-3	尚義	0.63	ND	0.121	0.031	0.231
C2-3	昔果山	0.33	ND	0.032	0.030	0.255
C3-3	洋山	0.31	ND	0.012	0.041	0.347
C4-3	瓊林	0.51	ND	0.041	0.034	0.269
C5-3	北山	0.34	0.035	0.053	0.020	0.241
C6-3	湖下	0.25	ND	0.023	0.028	0.259
C7-3	上林	0.41	ND	0.023	0.019	0.913
C8-3	浯江溪口	0.28	0.045	0.020	0.020	0.536
C9-3	料羅礦區	0.23	ND	0.055	0.024	0.221
C10-3	青嶼	0.37	ND	0.017	0.033	0.175
平均值		0.37	0.008	0.040	0.028	0.345
標準偏差		0.12	0.017	0.032	0.007	0.223
最小值		0.23	ND	0.012	0.019	0.175
最大值		0.63	0.085	0.121	0.041	0.913

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示 無數據者以「-」表示

表 28 金門海域水樣營養鹽分析結果-海上(第三次)

採樣日期: 102 年 09 月 24、25 日

樣品編號	項目	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
		乙類海域水質標準	-	-	-	-
地點	偵測極限	-	0.026	-	-	0.090
S1-3	后湖	0.27	ND	0.152	0.008	0.232
S2-3	母嶼	0.22	ND	0.133	0.031	0.135
S3-3	田埔	0.30	ND	0.119	0.011	0.177
S4-3	馬山	0.22	ND	0.125	0.014	0.165
S5-3	北山	0.25	ND	0.305	0.022	0.131
S6-3	上林	0.32	ND	0.102	0.028	0.153
S7-3	青嶼	0.30	ND	0.190	0.013	0.171
S8-3	古崗	0.31	ND	0.115	0.020	0.201
平均值		0.27	-	0.155	0.018	0.171
標準偏差		0.04	-	0.066	0.008	0.034
最小值		0.22	ND	0.102	0.008	0.131
最大值		0.32	ND	0.305	0.031	0.232

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示 無數據者以「-」表示

表 29 金門海域水樣營養鹽分析結果-沿岸(第四次)

採樣日期: 102 年 10 月 26、27 日

樣品編號	項目	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
	乙類海域水 質標準		-	-	-	-
地點	偵測極限	-	0.026	-	-	0.090
C1-4	尚義	0.51	ND	0.151	0.038	0.253
C2-4	昔果山	0.63	ND	0.029	0.026	0.261
C3-4	洋山	0.46	ND	0.016	0.037	0.361
C4-4	瓊林	0.51	ND	0.036	0.036	0.290
C5-4	北山	0.35	0.029	0.049	0.025	0.263
C6-4	湖下	0.33	ND	0.031	0.021	0.260
C7-4	上林	0.42	ND	0.025	0.021	0.503
C8-4	浯江溪口	0.24	0.047	0.025	0.024	0.561
C9-4	料羅礦區	0.26	ND	0.050	0.026	0.213
C10-4	青嶼	0.31	ND	0.017	0.031	0.149
平均值		0.40	0.008	0.043	0.029	0.311
標準偏差		0.13	0.017	0.040	0.007	0.129
最小值		0.24	ND	0.016	0.021	0.149
最大值		0.63	0.085	0.151	0.038	0.56

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示 無數據者以「-」表示

表 30 金門海域水樣營養鹽分析結果-海上(第四次)

採樣日期: 102 年 10 月 27 日

樣品編號	項目	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
		乙類海域水質標準	-	-	-	-
地點	偵測極限	-	0.026	-	-	0.090
S1-4	后湖	0.26	ND	0.192	0.013	0.242
S2-4	母嶼	0.24	ND	0.153	0.029	0.139
S3-4	田埔	0.35	ND	0.140	0.021	0.183
S4-4	馬山	0.24	ND	0.145	0.017	0.197
S5-4	北山	0.27	ND	0.263	0.025	0.119
S6-4	上林	0.38	ND	0.125	0.026	0.139
S7-4	青嶼	0.20	ND	0.170	0.018	0.211
S8-4	古崗	0.29	ND	0.125	0.021	0.197
平均值		0.28	-	0.164	0.021	0.178
標準偏差		0.06	-	0.046	0.005	0.042
最小值		0.20	ND	0.125	0.013	0.119
最大值		0.38	ND	0.263	0.029	0.242

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 31 金門海域水樣重金屬分析結果-沿岸(第一次)

採樣日期: 102年06月06、07、08日

樣品編號	項目	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	銅 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎳 (mg/L)	鋅 (mg/L)
	乙類海域 水質標準		0.002	0.050	0.010	0.050	0.030	0.100	-
地點	偵測極限	0.005	0.018	0.007	0.007	0.015	0.014	0.009	0.009
C1-1	尚義	ND							
C2-1	昔果山	ND							
C3-1	洋山	ND							
C4-1	瓊林	ND							
C5-1	北山	ND							
C6-1	湖下	ND							
C7-1	上林	ND							
C8-1	浯江溪口	ND							
C9-1	料羅礦區	ND							
C10-1	青嶼	ND							
平均值		—	—	—	—	—	—	—	—
標準偏差		—	—	—	—	—	—	—	—
最小值		ND							
最大值		ND							

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 32 金門海域水樣重金屬分析結果-海上(第一次)

採樣日期: 102 年 06 月 07、08 日

樣品編號	項目	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	銅 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎳 (mg/L)	鋅 (mg/L)
	乙類海域 水質標準		0.002	0.050	0.010	0.050	0.030	0.100	-
地點	偵測極限	0.005	0.018	0.007	0.007	0.015	0.014	0.009	0.009
S1-1	后湖	ND							
S2-1	母嶼	ND							
S3-1	田埔	ND							
S4-1	馬山	ND							
S5-1	北山	ND							
S6-1	上林	ND							
S7-1	青嶼	ND							
S8-1	古崗	ND							
平均值		—	—	—	—	—	—	—	—
標準偏差		—	—	—	—	—	—	—	—
最小值		ND							
最大值		ND							

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 33 金門海域水樣重金屬分析結果-沿岸(第二次)

採樣日期: 102 年 07 月 30 日

樣品編號	項目	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	銅 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎳 (mg/L)	鋅 (mg/L)
		乙類海域 水質標準	0.002	0.050	0.010	0.050	0.030	0.100	-
地點	偵測極限	0.005	0.018	0.007	0.007	0.015	0.014	0.009	0.009
C1-2	尚義	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C2-2	昔果山	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C3-2	洋山	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C4-2	瓊林	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C5-2	北山	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C6-2	湖下	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C7-2	上林	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C8-2	浯江溪口	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C9-2	料羅礦區	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C10-2	青嶼	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
平均值		—	—	—	—	—	—	—	—
標準偏差		—	—	—	—	—	—	—	—
最小值		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
最大值		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 34 金門海域水樣重金屬分析結果-海上(第二次)

採樣日期: 102 年 07 月 28、29 日

樣品編號	項目	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	銅 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎳 (mg/L)	鋅 (mg/L)
	乙類海域 水質標準		0.002	0.050	0.010	0.050	0.030	0.100	-
地點	偵測極限	0.005	0.018	0.007	0.007	0.015	0.014	0.009	0.009
S1-2	后湖	ND							
S2-2	母嶼	ND							
S3-2	田埔	ND							
S4-2	馬山	ND							
S5-2	北山	ND							
S6-2	上林	ND							
S7-2	青嶼	ND							
S8-2	古崗	ND							
平均值		—	—	—	—	—	—	—	—
標準偏差		—	—	—	—	—	—	—	—
最小值		ND							
最大值		ND							

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 35 金門海域水樣重金屬分析結果-沿岸(第三次)

採樣日期: 102 年 09 月 23、24 日

樣品編號	項目	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	銅 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎳 (mg/L)	鋅 (mg/L)
		乙類海域 水質標準	0.002	0.050	0.010	0.050	0.030	0.100	-
地點	偵測極限	0.005	0.018	0.007	0.007	0.015	0.014	0.009	0.009
C1-3	尚義	ND	0.022	ND	ND	ND	ND	ND	0.019
C2-3	昔果山	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.019
C3-3	洋山	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.027
C4-3	瓊林	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.020
C5-3	北山	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.027
C6-3	湖下	ND	0.027	ND	ND	ND	ND	ND	0.035
C7-3	上林	ND	0.023	ND	ND	ND	ND	ND	0.021
C8-3	浯江溪口	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.035
C9-3	料羅礦區	ND	0.026	ND	ND	ND	ND	ND	0.017
C10-3	青嶼	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.027
平均值		—	0.010	—	—	—	—	—	0.025
標準偏差		—	0.013	—	—	—	—	—	0.007
最小值		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.017
最大值		ND	0.027	ND	ND	ND	ND	ND	0.035

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 36 金門海域水樣重金屬分析結果-海上(第三次)

採樣日期: 102 年 09 月 24、25 日

樣品編號	項目	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	銅 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎳 (mg/L)	鋅 (mg/L)
	乙類海域 水質標準		0.002	0.050	0.010	0.050	0.030	0.100	-
地點	偵測極限	0.005	0.018	0.007	0.007	0.015	0.014	0.009	0.009
S1-3	后湖	ND	0.014	ND	ND	ND	ND	ND	0.018
S2-3	母嶼	ND	0.036						
S3-3	田埔	ND	0.030						
S4-3	馬山	ND	0.024						
S5-3	北山	ND							
S6-3	上林	ND	0.040						
S7-3	青嶼	ND							
S8-3	古崗	ND							
平均值		—	0.002	—	—	—	—	—	0.018
標準偏差		—	0.005	—	—	—	—	—	0.017
最小值		ND							
最大值		ND	0.014	ND	ND	ND	ND	ND	0.040

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 37 金門海域水樣重金屬分析結果-沿岸(第四次)

採樣日期: 102 年 10 月 26、27 日

樣品編號	項目	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	銅 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎳 (mg/L)	鋅 (mg/L)
	乙類海域 水質標準		0.002	0.050	0.010	0.050	0.030	0.100	-
地點	偵測極限	0.005	0.018	0.007	0.007	0.015	0.014	0.009	0.009
C1-4	尚義	ND	0.013						
C2-4	昔果山	ND							
C3-4	洋山	ND	0.016						
C4-4	瓊林	ND	0.020	ND	ND	ND	ND	ND	0.019
C5-4	北山	ND	0.018						
C6-4	湖下	ND	0.019	ND	ND	ND	ND	ND	0.019
C7-4	上林	ND	0.018						
C8-4	浯江溪口	ND	0.020	ND	ND	ND	ND	ND	0.012
C9-4	料羅礦區	ND	0.018						
C10-4	青嶼	ND	0.032	ND	ND	ND	ND	ND	ND
平均值		—	0.009	—	—	—	—	—	0.013
標準偏差		—	0.012	—	—	—	—	—	0.007
最小值		ND							
最大值		ND	0.032	ND	ND	ND	ND	ND	0.019

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 38 金門海域水樣重金屬分析結果-海上(第四次)

採樣日期: 102 年 09 月 24、25 日

樣品編號	項目	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	銅 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎳 (mg/L)	鋅 (mg/L)
	乙類海域 水質標準		0.002	0.050	0.010	0.050	0.030	0.100	-
地點	偵測極限	0.005	0.018	0.007	0.007	0.015	0.014	0.009	0.009
S1-4	后湖	ND	0.013						
S2-4	母嶼	ND							
S3-4	田埔	ND							
S4-4	馬山	ND	0.020	ND	ND	ND	ND	ND	0.019
S5-4	北山	ND							
S6-4	上林	ND	0.019	ND	ND	ND	ND	ND	0.011
S7-4	青嶼	ND							
S8-4	古崗	ND	0.020	ND	ND	ND	ND	ND	0.015
平均值		—	0.009	—	—	—	—	—	0.007
標準偏差		—	0.012	—	—	—	—	—	0.008
最小值		ND	0.011						
最大值		ND	0.032	ND	ND	ND	ND	ND	0.019

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 39 沉積物重金屬含量各種標準

Pulisher	Metal (mg/kg dry weight)								
	Hg	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	Mn
台灣底泥限值 ¹	0.87	33	2.49	233	157	161	80	384	-
Washington State Department of Ecology ²	0.4	57	5	260	390	450	-	410	-
U.S.EPA ²	1	3	6	25	25	40	20	90	300
Ontario Ministry of Environment ²	0.12	5.5	1	31	25	31	31	110	457
Wisconsin Department of Natural Resources ²	0.1	10	1	100	100	50	100	100	-
Beak Consultants Ltd ²	0.6	17	2.5	85	85	55	92	143	1200
Federal Water Quality Administration ²	1	-	-	-	-	50	-	50	-

資料來源：

¹底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法(2012)

²鄭火元等人，花蓮和平火力發電廠附近海域及河川生態調查，P.5-21、P.5-136，2003。

表 40 金門海域沉積物重金屬分析結果-沿岸(第一次)

採樣日期: 102 年 06 月 06、07、08 日

樣品編號	項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	台灣底泥 限值		0.87	33.0	2.49	233	157	161	80
地點	偵測極限	0.005	0.90	0.35	0.35	0.75	0.70	0.45	0.45
C1-1	尚義	ND	ND	ND	7.31	28.8	17.3	ND	11.7
C2-1	昔果山	ND	ND	ND	6.05	31.2	9.00	ND	29.0
C3-1	洋山	ND	ND	ND	16.3	45.7	26.3	ND	22.4
C4-1	瓊林	ND	ND	ND	25.2	59.4	20.3	ND	49.1
C5-1	北山	ND	ND	ND	16.3	38.3	19.3	ND	22.1
C6-1	湖下	ND	ND	ND	3.16	59.1	23.2	ND	65.6
C7-1	上林	ND	ND	ND	15.1	48.7	19.1	ND	8.56
C8-1	浯江溪口	ND	ND	ND	25.2	41.5	23.2	ND	15.0
C9-1	料羅礦區	ND	ND	ND	15.1	28.2	19.2	ND	7.05
C10-1	青嶼	ND	ND	ND	15.2	51.2	18.1	ND	15.1
平均值		—	—	—	14.5	43.2	19.5	—	24.6
標準偏差		—	—	—	7.38	11.6	4.61	—	18.9
最小值		ND	ND	ND	3.16	28.2	9.00	ND	7.05
最大值		ND	ND	ND	25.2	59.4	26.3	ND	65.6

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 41 金門海域沉積物重金屬分析結果-海上(第一次)

採樣日期: 102 年 06 月 07、08 日

樣品編號	項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	台灣底泥 限值		0.87	33.0	2.49	233	157	161	80
地點	偵測極限	0.005	0.90	0.35	0.35	0.75	0.70	0.45	0.45
S1-1	后湖	ND	ND	ND	21.3	47.1	11.3	ND	40.2
S2-1	母嶼	ND	ND	ND	28.6	48.3	13.6	ND	27.9
S3-1	田埔	ND	ND	ND	25.5	54.1	23.5	ND	ND
S4-1	馬山	ND	ND	ND	28.1	55.9	18.1	ND	ND
S5-1	北山	ND	ND	ND	31.5	35.3	11.5	ND	ND
S6-1	上林	ND	ND	ND	35.1	37.1	16.1	ND	18.5
S7-1	青嶼	ND	ND	ND	30.3	50.2	13.3	ND	35.6
S8-1	古崗	ND	ND	ND	75.2	73.4	15.2	ND	27.3
平均值		—	—	—	34.5	50.2	15.3	—	29.9
標準偏差		—	—	—	17.0	11.9	4.01	—	8.36
最小值		ND	ND	ND	21.3	35.3	11.3	ND	18.5
最大值		ND	ND	ND	75.2	73.4	23.5	ND	40.2

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 42 金門海域沉積物重金屬分析結果-沿岸(第二次)

採樣日期: 102 年 07 月 29、30 日

樣品編號	項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	台灣底泥 限值		0.87	33.0	2.49	233	157	161	80
地點	偵測極限	0.005	0.90	0.35	0.35	0.75	0.70	0.45	0.45
C1-2	尚義	ND	ND	ND	27.1	37.8	15.0	ND	3.82
C2-2	昔果山	ND	ND	ND	14.9	37.8	11.3	ND	5.11
C3-2	洋山	ND	ND	ND	29.7	49.7	25.4	ND	17.2
C4-2	瓊林	ND	ND	ND	31.9	65.3	22.3	ND	18.4
C5-2	北山	ND	ND	ND	36.8	41.9	18.1	ND	33.8
C6-2	湖下	ND	ND	ND	27.3	54.2	25.1	ND	2.69
C7-2	上林	ND	ND	ND	31.6	51.7	17.2	ND	5.99
C8-2	浯江溪口	ND	ND	ND	29.2	45.5	21.2	ND	0.657
C9-2	料羅礦區	ND	ND	ND	30.3	27.2	17.7	ND	3.06
C10-2	青嶼	ND	ND	ND	32.2	50.0	18.3	ND	1.14
平均值		—	—	—	29.1	46.1	19.2	—	9.19
標準偏差		—	—	—	5.70	10.6	4.42	—	10.7
最小值		ND	ND	ND	14.9	27.2	11.3	ND	0.657
最大值		ND	ND	ND	36.8	65.3	25.4	ND	33.8

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 43 金門海域沉積物重金屬分析結果-海上(第二次)

採樣日期: 102 年 07 月 28、29 日

樣品編號	項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	台灣底泥 限值		0.87	33.0	2.49	233	157	161	80
地點	偵測極限	0.005	0.90	0.35	0.35	0.75	0.70	0.45	0.45
S1-2	后湖	ND	ND	ND	29.2	54.2	10.3	ND	45.5
S2-2	母嶼	ND	ND	ND	31.9	57.3	9.63	ND	25.9
S3-2	田埔	ND	ND	ND	29.4	55.3	21.4	ND	ND
S4-2	馬山	ND	ND	ND	25.0	56.9	19.2	ND	ND
S5-2	北山	ND	ND	ND	28.4	37.3	13.5	ND	ND
S6-2	上林	ND	ND	ND	34.1	47.0	15.1	ND	12.5
S7-2	青嶼	ND	ND	ND	35.6	53.8	10.3	ND	34.6
S8-2	古崗	ND	ND	ND	73.5	93.4	16.2	ND	29.3
平均值		—	—	—	35.9	56.9	14.5	—	29.6
標準偏差		—	—	—	15.6	16.2	4.36	—	12.1
最小值		ND	ND	ND	25.0	37.3	9.63	ND	12.5
最大值		ND	ND	ND	73.5	93.4	21.4	ND	45.5

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 44 金門海域沉積物重金屬分析結果-沿岸(第三次)

採樣日期: 102 年 09 月 23、24 日

樣品編號	項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	台灣底泥 限值		0.87	33.0	2.49	233	157	161	80
地點	偵測極限	0.005	0.90	0.35	0.35	0.75	0.70	0.45	0.45
C1-3	尚義	ND	ND	ND	9.11	23.7	12.0	ND	12.7
C2-3	昔果山	ND	ND	ND	16.1	35.1	13.3	ND	20.9
C3-3	洋山	ND	ND	ND	15.3	35.1	20.4	ND	21.4
C4-3	瓊林	ND	ND	ND	20.2	66.4	25.3	ND	32.1
C5-3	北山	ND	ND	ND	15.3	33.4	13.1	ND	20.2
C6-3	湖下	ND	ND	ND	13.2	41.1	20.1	ND	50.6
C7-3	上林	ND	ND	ND	13.2	43.7	19.2	ND	19.5
C8-3	浯江溪口	ND	ND	ND	20.2	44.5	22.4	ND	16.0
C9-3	料羅礦區	ND	ND	ND	19.2	26.2	16.7	ND	27.1
C10-3	青嶼	ND	ND	ND	14.2	60.2	17.3	ND	18.1
平均值		—	—	—	15.6	40.9	18.0	—	23.9
標準偏差		—	—	—	3.53	13.7	4.3	—	10.8
最小值		ND	ND	ND	9.1	23.7	12.0	ND	12.7
最大值		ND	ND	ND	20.2	66.4	25.3	ND	50.6

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 45 金門海域沉積物重金屬分析結果-海上(第三次)

採樣日期: 102 年 09 月 24、25 日

樣品編號	項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	台灣底泥 限值		0.87	33.0	2.49	233	157	161	80
地點	偵測極限	0.005	0.90	0.35	0.35	0.75	0.70	0.45	0.45
S1-3	后湖	ND	ND	ND	25.0	50.2	13.5	ND	40.3
S2-3	母嶼	ND	ND	ND	35.0	56.2	10.4	ND	29.7
S3-3	田埔	ND	ND	ND	26.3	56.3	18.5	ND	ND
S4-3	馬山	ND	ND	ND	27.0	50.9	17.2	ND	ND
S5-3	北山	ND	ND	ND	25.4	40.3	14.6	ND	ND
S6-3	上林	ND	ND	ND	36.1	49.0	16.1	ND	10.3
S7-3	青嶼	ND	ND	ND	30.6	50.8	12.3	ND	39.6
S8-3	古崗	ND	ND	ND	75.5	83.4	17.1	ND	20.3
平均值		—	—	—	35.1	54.6	15.0	—	17.5
標準偏差		—	—	—	16.9	12.6	2.8	—	17.5
最小值		ND	ND	ND	25.0	40.3	10.35	ND	10.3
最大值		ND	ND	ND	75.5	83.4	18.50	ND	40.3

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 46 金門海域沉積物重金屬分析結果-沿岸(第四次)

採樣日期: 102 年 10 月 26、27 日

樣品編號	項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	台灣底泥 限值		0.87	33.0	2.49	233	157	161	80
地點	偵測極限	0.005	0.90	0.35	0.35	0.75	0.70	0.45	0.45
C1-4	尚義	ND	ND	ND	10.1	35.8	13.0	ND	3.94
C2-4	昔果山	ND	ND	ND	19.9	29.4	15.3	ND	18.1
C3-4	洋山	ND	ND	ND	11.7	47.7	29.4	ND	13.1
C4-4	瓊林	ND	ND	ND	29.2	60.3	21.3	ND	16.4
C5-4	北山	ND	ND	ND	30.9	45.9	19.1	ND	30.7
C6-4	湖下	ND	ND	ND	25.2	43.2	26.1	ND	19.7
C7-4	上林	ND	ND	ND	30.1	59.1	16.3	ND	11.9
C8-4	浯江溪口	ND	ND	ND	20.2	46.5	22.2	ND	19.7
C9-4	料羅礦區	ND	ND	ND	31.3	26.3	19.7	ND	23.1
C10-4	青嶼	ND	ND	ND	35.2	39.0	17.3	ND	41.2
平均值		—	—	—	24.4	43.3	20.0	—	19.8
標準偏差		—	—	—	8.60	11.2	5.0	—	10.3
最小值		ND	ND	ND	10.1	26.3	13.0	ND	3.94
最大值		ND	ND	ND	35.2	60.3	29.4	ND	41.2

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 47 金門海域沉積物重金屬分析結果-海上(第四次)

採樣日期: 102 年 10 月 27 日

樣品編號	項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	台灣底泥 限值		0.87	33.0	2.49	233	157	161	80
地點	偵測極限	0.005	0.90	0.35	0.35	0.75	0.70	0.45	0.45
S1-4	后湖	ND	ND	ND	27.2	56.2	15.2	ND	47.5
S2-4	母嶼	ND	ND	ND	35.9	50.3	11.4	ND	23.9
S3-4	田埔	ND	ND	ND	49.4	56.2	19.5	ND	ND
S4-4	馬山	ND	ND	ND	29.0	50.9	15.2	ND	ND
S5-4	北山	ND	ND	ND	33.4	47.3	13.6	ND	ND
S6-4	上林	ND	ND	ND	36.1	45.0	15.1	ND	10.5
S7-4	青嶼	ND	ND	ND	36.6	54.8	13.3	ND	38.6
S8-4	古崗	ND	ND	ND	70.5	95.4	16.1	ND	23.3
平均值		—	—	—	39.8	57.0	14.9	—	18.0
標準偏差		—	—	—	14.1	16.0	2.39	—	18.5
最小值		ND	ND	ND	27.2	45.0	11.4	ND	10.5
最大值		ND	ND	ND	70.5	95.4	19.5	ND	47.5

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示

無數據者以「-」表示

表 48 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第一次)

採樣日期: 102 年 06 月 06、07、08 日

—濕重含量(mg/kg)—

樣品編號	項目	含水率 (%)	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	參考限值 標準		0.5	1.4	1.0	-	30	2.0	-	150
C1-1	尚義	84.4	0.010	0.771	ND	12.3	18.2	0.11	0.38	7.77
C2-1	昔果山	83.7	0.006	0.885	ND	10.8	17.2	0.28	0.52	5.49
C3-1	洋山	83.0	0.011	1.37	ND	11.9	28.3	0.52	0.58	96.9
C4-1	瓊林	78.7	0.004	1.19	ND	13.9	22.0	0.67	0.39	60.2
C5-1	北山	78.9	0.002	1.25	ND	14.2	19.5	0.77	0.30	62.0
C6-1	湖下	78.0	0.005	1.53	ND	15.0	<u>51.3</u>	0.77	0.52	<u>200</u>
C7-1	上林	81.8	0.002	1.23	ND	11.5	<u>34.4</u>	0.68	0.36	114
C8-1	浯江溪口	85.2	0.003	1.38	ND	11.5	<u>37.0</u>	0.52	0.35	148
平均值		81.7	0.005	1.20	—	12.6	28.5	0.540	0.426	86.9
標準偏差		2.8	0.003	0.25	—	1.54	11.9	0.238	0.100	67.3
最小值		78.0	0.002	0.77	0.00	10.8	17.2	0.114	0.303	5.49
最大值		85.2	0.011	1.53	0.00	15.0	51.3	0.774	0.581	200

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示。

無數據者以「-」表示。

超過標準之數據，畫以“底線”來表示。

表 49 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第一次)

採樣日期: 102年06月06、07、08日

—乾重含量(mg/kg)—

樣品編號	項目	含水率 (%)	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	偵測極限		0.005	1.8	0.7	0.7	1.5	1.4	0.9	0.9
C1-1	尚義	84.4	0.063	4.94	ND	78.7	117	0.733	2.45	49.8
C2-1	昔果山	83.7	0.038	5.43	ND	66.0	106	1.70	3.21	33.6
C3-1	洋山	83.0	0.064	8.06	ND	70.0	167	3.06	3.43	572
C4-1	瓊林	78.7	0.019	5.58	ND	65.1	103	3.15	1.81	283
C5-1	北山	78.9	0.011	5.91	ND	67.2	92.4	3.66	1.43	293
C6-1	湖下	78.0	0.022	6.93	ND	68.2	233	3.50	2.34	909
C7-1	上林	81.8	0.009	6.74	ND	63.1	189	3.70	1.98	628
C8-1	浯江溪口	85.2	0.017	9.36	ND	77.7	251	3.50	2.39	1001
平均值		81.7	0.03	6.62	—	69.5	157	2.88	2.38	471
標準偏差		2.8	0.02	1.49	—	5.74	62.0	1.08	0.672	367
最小值		78.0	0.01	4.94	0.00	63.1	92.4	0.733	1.43	33.6
最大值		85.2	0.06	9.36	0.00	78.7	251	3.70	3.43	1001

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示。

無數據者以「—」表示。

表 50 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第二次)

採樣日期: 102 年 07 月 28、29 日

—濕重含量(mg/kg)—

樣品編號	項目	含水率 (%)	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	參考限值 標準		0.5	1.4	1.0	-	30	2.0	-	150
C1-2	尚義	84.3	0.009	0.985	ND	5.31	7.66	0.141	0.293	6.59
C2-2	昔果山	83.8	0.004	0.881	ND	1.79	5.88	0.178	0.253	6.02
C3-2	洋山	86.6	0.010	1.09	ND	4.97	13.6	0.358	0.193	70.3
C4-2	瓊林	84.5	0.003	<u>1.70</u>	ND	5.48	18.9	0.382	0.308	101
C5-2	北山	87.8	0.002	1.18	ND	4.05	20.2	0.398	0.221	113
C6-2	湖下	86.5	0.001	1.13	ND	4.44	13.2	0.424	0.184	58.7
C7-2	上林	84.7	0.004	<u>2.20</u>	ND	4.91	28.6	0.462	0.311	<u>187</u>
C8-2	浯江溪口	81.3	0.003	<u>2.03</u>	ND	5.94	<u>36.1</u>	0.601	0.327	<u>223</u>
平均值		85.0	0.004	1.40	—	4.61	18.0	0.368	0.261	95.6
標準偏差		2.0	0.003	0.505	—	1.28	10.3	0.149	0.056	78.1
最小值		81.3	0.001	0.881	0.00	1.79	5.88	0.141	0.184	6.02
最大值		87.8	0.010	2.20	0.00	5.94	36.1	0.601	0.327	223

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示。

無數據者以「-」表示。

超過標準之數據，畫以“底線”來表示。

表 51 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第二次)

採樣日期: 102 年 07 月 28、29 日

—乾重含量(mg/kg)—

樣品編號	項目	含水率 (%)	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	偵測極限		0.005	1.8	0.7	0.7	1.5	1.4	0.9	0.9
C1-2	尚義	84.3	0.055	6.29	ND	33.9	48.9	0.903	1.87	42.1
C2-2	昔果山	83.8	0.027	5.46	ND	11.1	36.4	1.10	1.57	37.3
C3-2	洋山	86.6	0.071	8.12	ND	37.0	101	2.67	1.44	523
C4-2	瓊林	84.5	0.022	11.0	ND	35.5	123	2.47	1.99	654
C5-2	北山	87.8	0.018	9.67	ND	33.1	165	3.25	1.81	924
C6-2	湖下	86.5	0.011	8.38	ND	33.0	98.5	3.15	1.37	437
C7-2	上林	84.7	0.023	14.4	ND	32.1	187	3.02	2.04	1221
C8-2	浯江溪口	81.3	0.015	10.9	ND	31.7	193	3.21	1.75	1191
平均值		85.0	0.03	9.27	—	30.9	119	2.47	1.73	629
標準偏差		2.0	0.02	2.86	—	8.2	59.4	0.948	0.248	462
最小值		81.3	0.01	5.46	ND	11.1	36.4	0.903	1.37	37.3
最大值		87.8	0.07	14.4	ND	37.0	193	3.25	2.04	1221

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示。

無數據者以「-」表示。

表 52 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第三次)

採樣日期: 102 年 09 月 23 日

—濕重含量(mg/kg)—

樣品編號	項目	含水率 (%)	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳	鋅
	參考限值 標準		(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
			0.5	1.4	1.0	-	30	2.0	-	150
C1-3	尚義	84.4	0.008	0.725	0.162	0.064	3.53	0.124	0.306	9.57
C2-3	昔果山	83.5	0.003	0.906	0.190	0.068	4.34	0.238	0.342	10.6
C3-3	洋山	88.7	0.008	<u>1.44</u>	0.398	0.168	50.2	0.303	0.383	186
C4-3	瓊林	79.3	0.002	<u>1.77</u>	0.405	0.235	18.9	0.489	0.318	84.9
C5-3	北山	92.4	0.001	0.716	0.283	0.310	15.2	0.280	0.353	74.8
C6-3	湖下	83.7	0.005	<u>1.57</u>	0.537	3.01	<u>88.5</u>	0.675	1.62	<u>319</u>
C7-3	上林	85.6	0.001	<u>1.52</u>	0.531	0.390	<u>42.9</u>	0.459	0.481	<u>189</u>
C8-3	浯江溪口	85.3	0.002	<u>1.52</u>	0.364	0.214	24.3	0.379	0.313	97.5
平均值		85.4	0.004	1.27	0.359	0.557	31.0	0.368	0.515	121.3
標準偏差		3.9	0.003	0.421	0.141	0.996	28.6	0.172	0.451	104.5
最小值		79.3	0.001	0.716	0.162	0.064	3.53	0.124	0.306	9.57
最大值		92.4	0.008	1.77	0.537	3.01	88.5	0.675	1.62	319

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示。

無數據者以「-」表示。

超過標準之數據，畫以“底線”來表示。

表 53 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第三次)

採樣日期: 102年 09月 23日

—乾重含量(mg/kg)—

樣品編號	項目	含水率 (%)	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	偵測極限		0.005	1.8	0.7	0.7	1.5	1.4	0.9	0.9
C1-3	尚義	84.4	0.051	4.64	1.04	0.409	22.6	0.794	1.96	61.3
C2-3	昔果山	83.5	0.020	5.49	1.15	0.414	26.3	1.44	2.07	64.1
C3-3	洋山	88.7	0.070	12.7	3.52	1.49	443	2.68	3.38	1639
C4-3	瓊林	79.3	0.009	8.58	1.96	1.14	91.5	2.36	1.54	410
C5-3	北山	92.4	0.013	9.48	3.74	4.10	202	3.71	4.68	991
C6-3	湖下	83.7	0.030	9.65	3.29	18.5	543	4.14	9.95	1954
C7-3	上林	85.6	0.008	10.6	3.69	2.71	298	3.19	3.34	1313
C8-3	浯江溪口	85.3	0.013	10.3	2.47	1.45	165	2.57	2.13	661
平均值		85.4	0.027	8.93	2.61	3.77	224	2.61	3.63	887
標準偏差		3.9	0.023	2.68	1.12	6.06	191	1.11	2.75	710
最小值		79.3	0.008	4.64	1.04	0.409	22.6	0.794	1.54	61.3
最大值		92.4	0.070	12.7	3.74	18.4	543	4.14	9.95	1953

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示。

無數據者以「-」表示。

表 54 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第四次)

採樣日期: 102年 10月 26日

—濕重含量(mg/kg)—

樣品編號	項目	含水率 (%)	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	參考限值 標準		0.5	1.4	1.0	-	30	2.0	-	150
C1-4	尚義	85.6	0.001	0.942	0.288	0.089	2.14	0.120	0.325	8.65
C2-4	昔果山	86.0	0.002	0.953	0.252	0.096	2.47	0.237	0.406	8.81
C3-4	洋山	89.5	0.002	1.16	0.425	0.265	<u>43.9</u>	0.429	0.442	142
C4-4	瓊林	85.1	0.001	<u>1.81</u>	0.628	0.394	<u>39.6</u>	0.519	0.672	<u>154</u>
C5-4	北山	88.4	0.002	1.36	0.400	0.482	<u>56.5</u>	0.417	0.505	<u>190</u>
C6-4	湖下	78.7	0.007	<u>2.15</u>	0.944	3.04	<u>90.7</u>	0.824	1.57	<u>531</u>
C7-4	上林	90.0	0.002	1.36	0.473	0.367	<u>45.0</u>	0.365	0.511	<u>167</u>
C8-4	浯江溪口	88.0	0.002	<u>1.46</u>	0.399	0.219	<u>35.9</u>	0.400	0.424	122
平均值		86.4	0.002	1.40	0.476	0.619	39.5	0.414	0.607	165
標準偏差		3.6	0.002	0.414	0.221	0.987	28.6	0.207	0.403	163
最小值		78.7	0.001	0.942	0.252	0.089	2.14	0.120	0.325	8.65
最大值		90.0	0.007	2.15	0.944	3.04	90.7	0.824	1.57	531

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示。

無數據者以「-」表示。

超過標準之數據，畫以“底線”來表示。

表 55 金門海域生物體重金屬分析結果-沿岸(第四次)

採樣日期: 102 年 10 月 26 日

—乾重含量(mg/kg)—

樣品編號	項目	含水率 (%)	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	偵測極限		0.005	1.8	0.7	0.7	1.5	1.4	0.9	0.9
C1-4	尚義	85.6	0.009	6.56	2.00	0.618	14.85	0.836	2.26	60.1
C2-4	昔果山	86.0	0.017	6.82	1.80	0.690	17.68	1.69	2.91	63.1
C3-4	洋山	89.5	0.018	11.0	4.04	2.52	417	4.07	4.20	1349
C4-4	瓊林	85.1	0.008	12.1	4.20	2.64	265	3.47	4.50	1032
C5-4	北山	88.4	0.015	11.7	3.45	4.16	488	3.60	4.36	1635
C6-4	湖下	78.7	0.033	10.1	4.42	14.2	425	3.86	7.37	2487
C7-4	上林	90.0	0.018	13.5	4.70	3.66	448	3.63	5.09	1667
C8-4	浯江溪口	88.0	0.017	12.2	3.33	1.83	300	3.34	3.54	1022
平均值		86.4	0.017	10.5	3.49	3.79	297	3.06	4.28	1164
標準偏差		3.6	0.008	2.55	1.08	4.40	188	1.16	1.55	822
最小值		78.7	0.008	6.56	1.80	0.618	14.9	0.836	2.26	60.1
最大值		90.0	0.033	13.5	4.70	14.2	488	4.07	7.37	2487

含量小於偵測極限(MDL)者以「ND」表示。

無數據者以「-」表示。

表 56 金門海域水樣營養鹽分析品保品管-沿岸和海上(第一次)

採樣日期: 102 年 06 月 06、07、08 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
	偵測極限		0.026			0.090
沿岸	線性係數(R)	0.9986	0.9972	0.9967	0.9969	0.9956
	重複相對偏差(%)	1.0	0.0	3.3	0.0	6.8
	查核回收率(%)	82.0	117	106	102	96.2
	標準添加回收率(%)	92.6	104	99.7	88.4	92.8
海上	線性係數(R)	0.9986	0.9972	0.9967	0.9969	0.9956
	重複相對偏差(%)	0.6	0.6	0.4	5.7	4.4
	查核回收率(%)	110	103	104	98.7	83.5
	標準添加回收率(%)	90.2	105	106	92.8	97.3

表 57 金門海域水樣營養鹽分析品保品管-沿岸和海上(第二次)

採樣日期: 102 年 07 月 28、29、30 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
	偵測極限		0.026			0.090
沿岸	線性係數(R)	0.9962	0.9951	0.9973	0.9964	0.9973
	重複相對偏差(%)	1.2	2.3	3.6	0.0	8.2
	查核回收率(%)	97.8	83.5	96.8	88.2	90.6
	標準添加回收率(%)	97.3	90.3	85.2	85.6	99.2
海上	線性係數(R)	0.9962	0.9951	0.9973	0.9964	0.9973
	重複相對偏差(%)	0.9	3.5	1.6	3.6	7.3
	查核回收率(%)	101	99.6	99.2	99.2	94.2
	標準添加回收率(%)	92.8	93.5	101	89.2	80.2

表 58 金門海域水樣營養鹽分析品保品管-沿岸和海上(第三次)

採樣日期: 102 年 09 月 23、24、25 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
		偵測極限		0.026		
沿岸	線性係數(R)	0.9976	0.9952	0.9977	0.9979	0.9966
	重複相對偏差(%)	1.5	0.0	5.4	5.0	5.8
	查核回收率(%)	81.5	117	96.2	92.3	98.2
	標準添加回收率(%)	95.0	104	92.7	98.3	95.0
海上	線性係數(R)	0.9976	0.9952	0.9977	0.9979	0.9966
	重複相對偏差(%)	1.6	0.0	1.4	5.9	3.9
	查核回收率(%)	85.3	83.0	94.5	97.7	83.5
	標準添加回收率(%)	92.2	85.3	93.6	98.8	96.3

表 59 金門海域水樣營養鹽分析品保品管-沿岸和海上(第四次)

採樣日期: 102 年 10 月 26、27 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	PO ₄ ⁻³ -P (mg/L)	SiO ₂ (mg/L)
		偵測極限		0.026		
沿岸	線性係數(R)	0.9957	0.9951	0.9973	0.9953	0.9955
	重複相對偏差(%)	3.9	3.6	0.0	8.3	3.3
	查核回收率(%)	102	96.8	85.2	87.9	100
	標準添加回收率(%)	83.4	85.2	87.4	92.2	89.9
海上	線性係數(R)	0.9957	0.9951	0.9973	0.9953	0.9955
	重複相對偏差(%)	1.9	8.0	0.0	8.3	3.3
	查核回收率(%)	103	90.2	89.2	97.9	100
	標準添加回收率(%)	109	91.6	85.6	90.2	99.0

表 60 金門海域水樣重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第一次)

採樣日期: 102 年 06 月 06、07、08 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	銅 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎳 (mg/L)	鋅 (mg/L)
偵測極限		0.005	0.018	0.007	0.007	0.015	0.014	0.009	0.009
沿岸	線性係數(R)	0.9995	0.9999	0.9998	1.0000	1.0000	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.							
	查核回收率(%)	95.0	101	93.1	94.0	95.6	100	96.5	99.6
	標準添加回收率(%)	94.6	95.3	99.6	99.2	98.7	93.7	101	105
海上	線性係數(R)	0.9995	0.9999	0.9998	1.0000	1.0000	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.							
	查核回收率(%)	90.3	99.0	98.2	99.5	99.3	103	103	96.3
	標準添加回收率(%)	91.0	95.3	89.3	95.5	99.1	95.1	105	98.2

不可適用(Not Applicable)以「N.A.」表示。無數據者以「—」表示。

表 61 金門海域水樣重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第二次)

採樣日期: 102 年 07 月 28、29、30 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	銅 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎳 (mg/L)	鋅 (mg/L)
偵測極限		0.005	0.018	0.007	0.007	0.015	0.014	0.009	0.009
沿岸	線性係數(R)	0.9995	0.9999	0.9998	1.0000	1.0000	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.							
	查核回收率(%)	95.0	93.1	94.9	90.5	91.1	101	92.2	90.1
	標準添加回收率(%)	90.5	89.1	92.6	88.6	94.2	95.5	94.5	96.5
海上	線性係數(R)	0.9995	0.9999	0.9998	1.0000	1.0000	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.							
	查核回收率(%)	105	92.4	93.3	93.1	92.4	103	92.4	90.3
	標準添加回收率(%)	102	92.1	91.5	92.3	94.8	95.9	101	95.5

不可適用(Not Applicable)以「N.A.」表示。無數據者以「—」表示。

表 62 金門海域水樣重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第三次)

採樣日期: 102 年 09 月 23、24、25 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	銅 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎳 (mg/L)	鋅 (mg/L)
偵測極限		0.005	0.018	0.007	0.007	0.015	0.014	0.009	0.009
沿岸	線性係數(R)	0.9997	0.9999	0.9999	0.9999	0.9995	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.	8.1	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	8.3
	查核回收率(%)	99.5	108	110	117	102	111	113	105
	標準添加回收率(%)	96.1	92.3	94.8	90.6	103	86.5	86.8	93.9
海上	線性係數(R)	0.9997	0.9999	0.9999	0.9999	0.9995	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.	3.3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.1
	查核回收率(%)	100	109	110	117	104	108	113	111
	標準添加回收率(%)	93.7	86.2	88.0	85.2	97.6	84.6	81.3	90.6

不可適用(Not Applicable)以「N.A.」表示。無數據者以「—」表示。

表 63 金門海域水樣重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第四次)

採樣日期: 102 年 10 月 26、27 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	汞 (mg/L)	砷 (mg/L)	鎘 (mg/L)	鉻 (mg/L)	銅 (mg/L)	鉛 (mg/L)	鎳 (mg/L)	鋅 (mg/L)
偵測極限		0.005	0.018	0.007	0.007	0.015	0.014	0.009	0.009
沿岸	線性係數(R)	0.9997	0.9999	0.9999	0.9999	0.9995	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.	1.2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3.0
	查核回收率(%)	98.3	114	113	101	104	119	114	102
	標準添加回收率(%)	99.5	92.3	93.4	114	103	101	116	92.9
海上	線性係數(R)	0.9997	0.9999	0.9999	0.9999	0.9995	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.	2.9	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	2.8
	查核回收率(%)	97.1	116	113	92.8	105	104	107	109
	標準添加回收率(%)	92.5	90.7	92.6	93.9	95.3	90.9	88.7	92.8

不可適用(Not Applicable)以「N.A.」表示。無數據者以「—」表示。

表 64 金門海域沉積物重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第一次)

採樣日期: 102 年 06 月 06、07、08 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
偵測極限		0.005	0.90	0.35	0.35	0.75	0.70	0.45	0.45
沿岸	線性係數(R)	0.9993	0.9999	0.9998	0.9995	1.0000	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.	N.A.	N.A.	5.3	6.0	3.6	N.A.	8.0
	查核回收率(%)	88.1	80.1	89.5	89.1	88.5	99.1	87.3	90.5
	標準添加回收率(%)	92.5	91.6	90.3	84.6	87.6	89.3	86.1	102
海上	線性係數(R)	0.9993	0.9999	0.9998	0.9995	1.0000	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.	N.A.	N.A.	7.1	7.2	4.4	N.A.	0.9
	查核回收率(%)	85.5	92.6	96.5	90.7	86.5	98.3	89.6	92.6
	標準添加回收率(%)	83.2	90.5	96.4	92.6	88.4	83.9	96.5	92.2

不可適用(Not Applicable)以「N.A.」表示。無數據者以「—」表示。

表 65 金門海域沉積物重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第二次)

採樣日期: 102 年 07 月 28、29、30 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
偵測極限		0.005	0.90	0.35	0.35	0.75	0.70	0.45	0.45
沿岸	線性係數(R)	0.9993	0.9999	0.9998	0.9995	1.0000	0.9998	0.9987	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.	N.A.	N.A.	1.6	3.3	5.6	N.A.	0.8
	查核回收率(%)	86.1	87.3	90.1	89.5	82.4	81.4	88.2	101
	標準添加回收率(%)	85.4	88.5	90.0	81.1	85.4	83.7	89.1	108
海上	線性係數(R)	0.9993	0.9999	0.9998	0.9995	1.0000	0.9998	0.9987	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.	N.A.	N.A.	2.6	3.9	4.6	N.A.	1.7
	查核回收率(%)	85.1	88.3	87.1	90.1	83.5	89.5	105	101
	標準添加回收率(%)	85.6	87.4	88.9	92.3	90.7	81.7	107	104

不可適用(Not Applicable)以「N.A.」表示。無數據者以「—」表示。

表 66 金門海域沉積物重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第三次)

採樣日期: 102 年 09 月 23、24、25 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
偵測極限		0.005	0.90	0.35	0.35	0.75	0.70	0.45	0.45
沿岸	線性係數(R)	0.9997	0.9999	0.9999	0.9999	0.9995	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.	N.A.	N.A.	5.1	8.4	4.7	N.A.	2.3
	查核回收率(%)	84.3	81.8	80.3	95.2	89.1	99.3	85.6	110
	標準添加回收率(%)	85.2	86.7	92.1	80.6	83.5	84.2	83.2	90.3
海上	線性係數(R)	0.9997	0.9999	0.9999	0.9999	0.9995	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.	N.A.	N.A.	3.2	1.1	5.7	N.A.	2.8
	查核回收率(%)	83.7	90.6	97.3	92.0	86.0	96.2	87.6	93.5
	標準添加回收率(%)	81.3	95.5	92.1	95.1	87.7	91.3	80.6	92.4

不可適用(Not Applicable)以「N.A.」表示。無數據者以「—」表示。

表 67 金門海域沉積物重金屬分析品保品管-沿岸和海上(第四次)

採樣日期: 102 年 10 月 26、27 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
偵測極限		0.005	0.90	0.35	0.35	0.75	0.70	0.45	0.45
沿岸	線性係數(R)	0.9997	0.9999	0.9999	0.9999	0.9995	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.	N.A.	N.A.	5.7	1.1	3.7	N.A.	9.0
	查核回收率(%)	108	104	88.5	90.1	102	81.9	104	99.2
	標準添加回收率(%)	99.5	101	90.3	83.7	90.4	88.1	80.4	90.7
海上	線性係數(R)	0.9997	0.9999	0.9999	0.9999	0.9995	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	N.A.	N.A.	N.A.	5.5	2.0	2.2	N.A.	5.3
	查核回收率(%)	96.2	88.1	103	92.8	90.5	104	107	109
	標準添加回收率(%)	91.7	108	110	117	88.2	91.1	103	105

不可適用(Not Applicable)以「N.A.」表示。無數據者以「—」表示。

表 68 金門海域生物體重金屬分析品保品管-沿岸 (第一次)

採樣日期: 102 年 06 月 06、07、08 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
偵測極限		0.005	1.8	0.7	0.7	1.5	1.4	0.9	0.9
沿岸	線性係數(R)	0.9993	0.9999	0.9998	0.9995	1.0000	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	8.5	0.1	N.A.	2.3	1.5	6.3	3.9	1.4
	查核回收率(%)	89.3	103	88.3	85.1	84.1	110	98.2	86.3
	標準添加回收率(%)	88.7	100	80.7	81.3	81.4	100	110	88.5

不可適用(Not Applicable)以「N.A.」表示。無數據者以「—」表示。

表 69 金門海域生物體重金屬分析品保品管-沿岸 (第二次)

採樣日期: 102 年 07 月 28、29 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
偵測極限		0.005	1.8	0.7	0.7	1.5	1.4	0.9	0.9
沿岸	線性係數(R)	0.9993	0.9999	0.9998	0.9995	1.0000	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	1.3	9.1	N.A.	1.5	2.2	5.1	1.6	5.9
	查核回收率(%)	81.1	103	88.0	84.0	81.5	111	88.6	85.0
	標準添加回收率(%)	81.9	101	80.1	82.5	82.4	112	87.2	88.9

不可適用(Not Applicable)以「N.A.」表示。無數據者以「—」表示。

表 70 金門海域生物體重金屬分析品保品管-沿岸 (第三次)

採樣日期: 102 年 09 月 23、24、25 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	偵測極限	0.005	1.8	0.7	0.7	1.5	1.4	0.9	0.9
沿岸	線性係數(R)	0.9997	0.9999	0.9999	0.9999	0.9995	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	7.9	5.8	3.8	6.1	1.1	9.8	2.0	2.9
	查核回收率(%)	92.4	114	91.0	111	102	107	109	104
	標準添加回收率(%)	105	97.2	112	107	104	109	105	97.5

不可適用(Not Applicable)以「N.A.」表示。無數據者以「—」表示。

表 71 金門海域生物體重金屬分析品保品管-沿岸 (第四次)

採樣日期: 102 年 10 月 26、27 日

—品保品管數據—

類別	分析項目	汞 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)
	偵測極限	0.005	1.8	0.7	0.7	1.5	1.4	0.9	0.9
沿岸	線性係數(R)	0.9997	0.9999	0.9999	0.9999	0.9995	0.9998	0.9999	0.9998
	重複相對偏差(%)	0.9	2.2	0.0	0.8	0.4	8.6	0.1	2.9
	查核回收率(%)	92.1	114	83.1	109	88.3	107	83.9	115
	標準添加回收率(%)	109	106	92.1	109	114	120	116	109

不可適用(Not Applicable)以「N.A.」表示。無數據者以「—」表示。

表 72 2013 年和 1995、2007~2011 年金門海域磷酸鹽之變化

測站編號	測站	站平均(mg/L)						
		2013	2011	2010	2009	2008	2007	1995
C4-W	瓊林	0.036	0.038	0.029	0.027	0.146	0.481	0.143
C5-W	北山	0.032	0.038	0.028	0.000	0.037	0.234	0.069
C6-W	湖下	0.029	0.044	0.031	0.008	0.031	0.097	0.080
C7-W	上林	0.029	0.026	0.028	0.000	0.088	0.077	0.083
總平均		0.032	0.037	0.029	0.009	0.076	0.222	0.094
標準偏差		0.003	0.008	0.001	0.013	0.054	0.186	0.033

註:

(1)單位為: mg/L。

(2)資料來源: 陳鎮東等人, 金門週邊海域水質、水文與沉積物調查-(I), 金門縣水產試驗所, 1995。

(3)黃春蘭等人, 金門週邊海域環境、生物體集沉積物重金屬調查監測計畫期末報告, 2007~2011。

表 73 2007~2011 年金門海域磷酸鹽之變化(A)

表 74 2007~2011 年金門海域磷酸鹽之變化(B)

表 75 2007~2011 年金門海域調查水質因子之變化

表 76 2007~2011 年金門海域調查採樣日期與當月海洋氣象統計紀錄

次別	年度	調查日期	平均海面氣壓 (hPa)	海面風		海水 溫(°C)	海面氣溫 (°C)	波高 (cm)
				平均風速(m/s)	平均風級			
1	2007	5/1~5/3	1010.9	4.1	2.9	21.1	22.7	53.4
2		7/31~8/2	1007.3	4.4	3.0	24.8	26.9	63.3
3		10/2~10/4	1015.3	8.5	4.7	22.5	23.6	142.5
4		12/5~12/7	1020.8	6.9	4.0	15.8	16.4	114.7
5	2008	3/23~3/25	1018.3	5.2	3.4		14.5	90.4
6		6/5~6/10	1008.3	5.1	3.3	27.4	25.3	79.8
7		9/22~9/25	1008.9	5.2	3.2	28.2	28.1	92.2
8		11/10~11/13	1020.4	7.9	4.5	22.9	20.4	131.7
9	2009	5/4~5/8	1012.4	5.1	3.3	22.8	22.5	76.8
10		7/6~7/16	1007.2	5.0	3.3	28.2	28.0	80.3
11		9/28~10/2	1010.1	6.9	4.0	29.1	28.8	104.5
12		11/17~12/14	1020.5	7.3	4.1	20.8	19.1	132.5
13	2010	4/15~4/19	1018.0	7.7	4.5	15.9	16.2	92.1
14		6/7~6/10	1009.4	8.9	4.9	23.5	24.0	75.2
15		8/19~10/5	1009.0	4.7	3.1	28.6	28.3	66.7
16		11/21~11/24	1019.9	7.4	4.3	19.0	19.4	132.2
17	2011	5/9~5/13	1011.0	4.8	3.1	21.4	22.3	76.1
18		8/3~8/8	1006.3	4.6	3.0	26.8	28.0	71.5
19		10/11~10/17	1016.3	8.5	4.6	23.3	23.6	145.0
20		11/14~11/18	1017.7	7.3	4.1	20.6	21.4	135.2

資料來源: 海洋氣象統計紀錄資料來源為「金門地區海洋氣象暨海洋水文統計資料彙編【民國 91 年~100 年】」, p.83~85, 金門水試所 2012 年

表 77 2007~2011 年金門海域各海象因子相關性

	平均海面氣壓	平均風速	平均風級	海水溫度	海面氣溫	波高
平均海面氣壓	1.0000					
平均風速	0.6015	1.0000				
平均風級	0.6080	0.9946	1.0000			
海水溫	-0.7770	-0.4168	-0.4369	1.0000		
海面氣溫	-0.8534	-0.3497	-0.3842	0.9558	1.0000	
波高	0.7511	0.7732	0.7403	-0.3558	-0.3672	1.0000

表 78 2007~2011 年金門海域各水質與海象因子間相關性-沿岸

沿岸 v.s.	平均海面氣壓	平均風速	平均風級	海水溫度	海面氣溫	波高
水溫	-0.8581	-0.3392	-0.3660	0.8529	0.9248	-0.3353
pH	0.5354	0.0663	0.0540	-0.3135	-0.2864	0.4633
鹽度	-0.4384	0.0553	0.0415	0.6043	0.6314	-0.0587
溶氧	0.1672	0.1788	0.2316	-0.3763	-0.3550	-0.1118
濁度	-0.0336	-0.1106	-0.1200	0.3617	0.2626	0.0553

資料來源：黃春蘭等人，金門週邊海域環境、生物體集沉積物重金屬調查監測計畫期末報告，2007~2011。

表 79 2007~2011 年金門海域各水質與海象因子間相關性-海上

海上 v.s.	平均海面氣壓	平均風速	平均風級	海水溫度	海面氣溫	波高
水溫	-0.7338	-0.2072	-0.2512	0.9223	0.9602	-0.1350
pH	0.3175	-0.0637	-0.0868	-0.2068	-0.0770	0.3408
鹽度	-0.4147	-0.0496	-0.0452	0.4747	0.5541	-0.2061
溶氧	-0.0199	-0.0024	0.0542	-0.2610	-0.2403	-0.4187
濁度	-0.0397	-0.0864	-0.0611	0.3168	0.1886	-0.0095

資料來源：黃春蘭等人，金門週邊海域環境、生物體集沉積物重金屬調查監測計畫期末報告，2007~2011。

表 80 金門各測站水文因子之變異率-沿岸

變異率 (%)	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	平均
	尚義	昔果山	洋山	瓊林	北山	湖下	上林	浯江 溪口	料羅 礦區	青嶼	
水溫	14.7	16.1	18.3	20.3	20.9	17.9	12.6	17.9	17.0	23.2	17.9
pH 值	1.85	2.08	2.26	1.62	1.15	3.53	3.58	2.08	2.23	2.80	2.32
鹽度	1.53	4.11	5.16	1.75	1.82	6.81	6.84	9.79	0.955	4.15	4.29
溶氧量	35.2	38.4	31.0	29.2	32.8	31.8	27.0	32.8	28.5	29.1	31.6
濁度	78.1	44.9	112	98.2	59.7	75.7	70.9	132	86.5	83.0	84.1

表 81 金門各測站水文因子之變異指數-沿岸

變異率 (%)	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
	尚義	昔果山	洋山	瓊林	北山	湖下	上林	浯江 溪口	料羅 礦區	青嶼
水溫	0.823	0.899	1.02	1.13	1.17	1.00	0.703	0.998	0.950	1.30
pH 值	0.796	0.897	0.975	0.699	0.497	1.52	1.55	0.899	0.961	1.21
鹽度	0.357	0.958	1.20	0.407	0.424	1.59	1.59	2.28	0.222	0.966
溶氧量	1.11	1.22	0.981	0.924	1.04	1.01	0.854	1.04	0.903	0.922
濁度	0.929	0.534	1.337	1.168	0.710	0.900	0.843	1.56	1.03	0.987
平均變 異指數	1.00	1.13	1.38	1.08	0.960	1.50	1.39	1.70	1.02	1.35

表 82 金門各測站水文因子之變異率-海上

變異率 (%)	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	平均
	后湖	母嶼	田埔	馬山	北山	上林	青嶼	古崗	
水溫	11.9	9.91	7.89	8.66	12.3	11.4	10.3	9.54	10.2
pH 值	2.56	2.20	13.1	3.55	3.87	3.18	1.71	0.505	3.84
鹽度	1.05	2.31	1.70	1.07	6.24	5.25	4.35	2.35	3.04
溶氧量	29.3	26.7	36.9	33.9	29.8	30.4	25.8	30.1	30.4
濁度	131	106	140	164	155	88.2	102	96.1	123

表 83 金門各測站水文因子之變異指數-海上

變異率 (%)	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	后湖	母嶼	田埔	馬山	北山	上林	青嶼	古崗
水溫	1.16	0.97	0.77	0.85	1.20	1.12	1.00	0.93
pH 值	0.666	0.574	3.42	0.925	1.01	0.829	0.447	0.132
鹽度	0.346	0.759	0.560	0.353	2.05	1.73	1.43	0.773
溶氧量	0.966	0.880	1.22	1.12	0.981	1.00	0.849	0.992
濁度	1.069	0.865	1.14	1.34	1.26	0.717	0.832	0.782
平均變異指數	1.05	1.01	1.78	1.14	1.63	1.35	1.14	0.903

表 84 富集因子分級表

EF	級別	污染程度
<2	1	EF<1 為無污染， 1<EF<2 為輕微污染
2~5	2	中度污染
5~20	3	顯著污染
20~40	4	強烈污染
>40	5	極強污染

表 85 金門沿岸沉積物富集因子分佈-汞

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
C1	尚義	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	昔果山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C3	洋山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C4	瓊林	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C5	北山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C6	湖下	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C7	上林	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C8	浯江溪口	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C9	料羅礦區	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C10	青嶼	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 86 金門沿岸沉積物富集因子分佈-砷

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
C1	尚義	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	昔果山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C3	洋山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C4	瓊林	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C5	北山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C6	湖下	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C7	上林	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C8	浯江溪口	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C9	料羅礦區	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C10	青嶼	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 87 金門沿岸沉積物富集因子分佈-鎘

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
C1	尚義	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	昔果山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C3	洋山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C4	瓊林	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C5	北山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C6	湖下	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C7	上林	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C8	浯江溪口	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C9	料羅礦區	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C10	青嶼	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 88 金門沿岸沉積物富集因子分佈-鉻

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
C1	尚義	0.16	0.61	0.20	0.23	0.30
C2	昔果山	0.18	0.45	0.49	0.61	0.43
C3	洋山	0.52	0.95	0.49	0.38	0.59
C4	瓊林	0.67	0.85	0.54	0.77	0.71
C5	北山	0.61	1.38	0.57	1.16	0.93
C6	湖下	0.64	5.56	2.68	5.14	3.51
C7	上林	2.19	4.57	1.90	4.36	3.25
C8	浯江溪口	0.79	0.92	0.64	0.64	0.75
C9	料羅礦區	0.45	0.90	0.57	0.93	0.71
C10	青嶼	2.06	4.38	1.93	4.79	3.29
平均		0.83	2.06	1.00	1.90	1.45

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 89 金門沿岸沉積物富集因子分佈-銅

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
C1	尚義	1.17	1.54	0.97	1.46	1.29
C2	昔果山	1.72	2.09	1.94	1.62	1.84
C3	洋山	2.67	2.90	2.05	2.78	2.60
C4	瓊林	2.86	3.15	3.20	2.91	3.03
C5	北山	2.61	2.86	2.27	3.13	2.72
C6	湖下	21.9	20.1	15.2	16.0	18.3
C7	上林	12.8	13.6	11.5	15.5	13.3
C8	浯江溪口	2.38	2.61	2.55	2.67	2.55
C9	料羅礦區	1.52	1.47	1.42	1.42	1.46
C10	青嶼	12.7	12.4	14.9	9.64	12.4
平均		6.23	6.26	5.60	5.72	5.95

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 90 金門沿岸沉積物富集因子分佈-鉛

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
C1	尚義	3.11	2.70	2.16	2.34	2.58
C2	昔果山	2.19	2.75	3.23	3.72	2.97
C3	洋山	6.76	6.53	5.25	7.56	6.53
C4	瓊林	4.30	4.73	5.36	4.52	4.73
C5	北山	5.79	5.43	3.94	5.73	5.22
C6	湖下	37.8	41.0	32.8	42.6	38.5
C7	上林	22.1	19.8	22.1	18.8	20.7
C8	浯江溪口	5.85	5.34	5.64	5.59	5.61
C9	料羅礦區	4.55	4.20	3.96	4.67	4.35
C10	青嶼	19.7	19.9	18.9	18.9	19.3
平均		11.2	11.2	10.3	11.4	11.1

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 91 金門沿岸沉積物富集因子分佈-鎳

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
C1	尚義	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	昔果山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C3	洋山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C4	瓊林	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C5	北山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C6	湖下	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C7	上林	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C8	浯江溪口	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C9	料羅礦區	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C10	青嶼	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 92 金門沿岸沉積物富集因子分佈-鋅

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
C1	尚義	0.38	0.12	0.41	0.13	0.26
C2	昔果山	1.26	0.22	0.91	0.79	0.79
C3	洋山	1.03	0.79	0.98	0.60	0.85
C4	瓊林	1.86	0.70	1.22	0.62	1.10
C5	北山	1.18	1.81	1.08	1.64	1.43
C6	湖下	19.1	0.78	14.7	5.74	10.1
C7	上林	1.77	1.24	4.03	2.46	2.37
C8	浯江溪口	0.68	0.03	0.72	0.88	0.58
C9	料羅礦區	0.30	0.13	1.15	0.98	0.64
C10	青嶼	2.94	0.22	3.53	8.00	3.67
平均		3.05	0.60	2.88	2.18	2.18

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 93 金門海上沉積物富集因子分佈-汞

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
S1	后湖	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S2	母嶼	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S3	田埔	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S4	馬山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S5	北山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S6	上林	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S7	青嶼	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S8	古崗	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 94 金門海上沉積物富集因子分佈-砷

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
S1	后湖	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S2	母嶼	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S3	田埔	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S4	馬山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S5	北山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S6	上林	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S7	青嶼	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S8	古崗	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 95 金門海上沉積物富集因子分佈-鎘

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
S1	后湖	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S2	母嶼	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S3	田埔	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S4	馬山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S5	北山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S6	上林	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S7	青嶼	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S8	古崗	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 96 金門海上沉積物富集因子分佈-鉻

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
S1	后湖	2.96	4.06	3.48	3.78	3.57
S2	母嶼	5.62	6.26	6.87	7.05	6.45
S3	田埔	12.0	13.9	12.4	23.3	15.4
S4	馬山	2.78	2.47	2.67	2.87	2.70
S5	北山	13.4	12.1	10.8	14.2	12.6
S6	上林	16.7	16.2	17.2	17.2	16.8
S7	青嶼	15.1	17.8	15.3	18.3	16.6
S8	古崗	39.8	38.9	40.0	37.3	39.0
平均		13.5	14.0	13.6	15.5	14.1

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 97 金門海上沉積物富集因子分佈-銅

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
S1	后湖	11.9	13.7	12.7	14.2	13.1
S2	母嶼	17.2	20.4	20.0	17.9	18.9
S3	田埔	46.4	47.4	48.2	48.2	47.6
S4	馬山	10.0	10.2	9.15	9.15	9.64
S5	北山	27.2	28.8	31.1	36.5	30.9
S6	上林	32.1	40.6	42.3	38.9	38.8
S7	青嶼	45.5	48.8	46.0	49.7	47.5
S8	古崗	70.7	90.0	80.3	91.9	83.2
平均		32.6	37.5	36.2	38.3	36.2

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 98 金門海上沉積物富集因子分佈-鉛

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
S1	后湖	12.6	11.5	15.0	16.9	14.0
S2	母嶼	21.4	15.1	16.2	17.8	17.6
S3	田埔	88.6	80.7	69.8	73.6	78.2
S4	馬山	14.3	15.2	13.6	12.0	13.8
S5	北山	39.1	45.9	49.6	46.2	45.2
S6	上林	61.3	57.5	61.3	57.4	59.4
S7	青嶼	52.9	40.9	48.9	52.9	48.9
S8	古崗	64.2	68.5	72.6	68.3	68.4
平均		44.3	41.9	43.4	43.2	43.2

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 99 金門海上沉積物富集因子分佈-鎳

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
S1	后湖	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S2	母嶼	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S3	田埔	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S4	馬山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S5	北山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S6	上林	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S7	青嶼	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S8	古崗	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 100 金門海上沉積物富集因子分佈-鋅

樣品編號	地點	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
S1	后湖	40.2	45.5	40.3	47.5	43.4
S2	母嶼	27.9	25.9	29.7	23.9	26.8
S3	田埔	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S4	馬山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S5	北山	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S6	上林	18.5	12.5	10.3	10.5	12.9
S7	青嶼	35.6	34.6	39.6	38.6	37.1
S8	古崗	27.3	29.3	20.3	23.3	25.1
平均		18.7	18.5	17.5	18.0	18.2

富集因子 (EF) 1<EF<2:輕微污染 2<EF<5:中度污染 5<EF<20:顯著污染
20<EF<40:強烈污染 EF>40:極強污染

表 101 金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-汞

汞 (mg/kg)	C1-B	C2-B	C3-B	C4-B	C5-B	C6-B	C7-B	C8-B	次平均	參考 限值
	尚義	昔果山	洋山	瓊林	北山	湖下	上林	浯江溪口		
第一次	0.010	0.006	0.011	0.004	0.002	0.005	0.002	0.003	0.005	0.5
第二次	0.009	0.004	0.010	0.003	0.002	0.001	0.004	0.003	0.004	污染潛 力(%)
第三次	0.008	0.003	0.008	0.002	0.001	0.005	0.001	0.002	0.004	0.8
第四次	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.007	0.002	0.002	0.002	
站平均	0.007	0.004	0.008	0.003	0.002	0.005	0.002	0.002	0.004	

註: 超過參考限值以"底線"來標示。

表 102 金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-砷

砷 (mg/kg)	C1-B	C2-B	C3-B	C4-B	C5-B	C6-B	C7-B	C8-B	次平均	參考 限值
	尚義	昔果山	洋山	瓊林	北山	湖下	上林	浯江溪口		
第一次	0.771	0.885	1.37	1.19	1.25	<u>1.53</u>	1.23	1.38	1.20	1.4
第二次	0.985	0.881	1.09	<u>1.70</u>	1.18	1.13	<u>2.20</u>	<u>2.03</u>	1.40	污染潛 力(%)
第三次	0.725	0.906	<u>1.44</u>	<u>1.77</u>	0.72	<u>1.57</u>	<u>1.52</u>	<u>1.52</u>	1.27	94.1
第四次	0.942	0.953	1.16	<u>1.81</u>	1.36	<u>2.15</u>	1.36	<u>1.46</u>	1.40	
站平均	0.856	0.906	1.26	1.62	1.13	1.59	1.58	1.60	1.32	

註: 超過參考限值以"底線"來標示。

表 103 金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-鎘

鎘 (mg/kg)	C1-B	C2-B	C3-B	C4-B	C5-B	C6-B	C7-B	C8-B	次平均	參考 限值
	尚義	昔果山	洋山	瓊林	北山	湖下	上林	浯江溪口		
第一次	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
第二次	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	污染潛 力(%)
第三次	0.162	0.190	0.398	0.405	0.283	0.537	0.531	0.364	0.359	20.9
第四次	0.288	0.252	0.425	0.628	0.400	0.944	0.473	0.399	0.476	
站平均	0.112	0.110	0.206	0.258	0.171	0.370	0.251	0.191	0.209	

註: 超過參考限值以"底線"來標示。

表 104 金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-鉻

鉻 (mg/kg)	C1-B	C2-B	C3-B	C4-B	C5-B	C6-B	C7-B	C8-B	次平均	參考 限值
	尚義	昔果山	洋山	瓊林	北山	湖下	上林	浯江溪口		
第一次	12.3	10.8	11.9	13.9	14.2	15.0	11.5	11.5	12.627	-
第二次	5.31	1.79	4.97	5.48	4.05	4.44	4.91	5.94	4.610	污染潛 力(%)
第三次	0.064	0.068	0.168	0.235	0.310	3.008	0.390	0.214	0.557	-
第四次	0.089	0.096	0.265	0.394	0.482	3.037	0.367	0.219	0.619	
站平均	4.43	3.18	4.32	4.99	4.76	6.38	4.29	4.46	4.60	

註: 超過參考限值以"底線"來標示。

表 105 金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-銅

銅 (mg/kg)	C1-B	C2-B	C3-B	C4-B	C5-B	C6-B	C7-B	C8-B	次平均	參考 限值
	尚義	昔果山	洋山	瓊林	北山	湖下	上林	浯江溪口		
第一次	18.2	17.2	28.3	22.0	19.5	<u>51.3</u>	<u>34.4</u>	<u>37.0</u>	28.5	30.0
第二次	7.66	5.88	13.6	18.9	20.2	13.2	28.6	<u>36.1</u>	18.0	污染潛 力(%)
第三次	3.53	4.34	50.2	18.9	15.2	<u>88.5</u>	<u>42.9</u>	24.3	31.0	97.6
第四次	2.14	2.47	43.9	<u>39.6</u>	<u>56.5</u>	<u>90.7</u>	<u>45.0</u>	<u>35.9</u>	39.5	
站平均	7.88	7.49	34.0	24.9	27.9	61.0	37.7	33.3	29.3	

註：超過參考限值以"底線"來標示。

表 106 金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-鉛

鉛 (mg/kg)	C1-B	C2-B	C3-B	C4-B	C5-B	C6-B	C7-B	C8-B	次平均	參考 限值
	尚義	昔果山	洋山	瓊林	北山	湖下	上林	浯江溪口		
第一次	0.114	0.278	0.519	0.671	0.774	0.772	0.675	0.517	0.540	2.0
第二次	0.141	0.178	0.358	0.382	0.398	0.424	0.462	0.601	0.368	污染潛 力(%)
第三次	0.124	0.238	0.303	0.489	0.280	0.675	0.459	0.379	0.368	21.1
第四次	0.120	0.237	0.429	0.519	0.417	0.824	0.365	0.400	0.414	
站平均	0.125	0.233	0.402	0.515	0.467	0.674	0.490	0.474	0.423	

註：超過參考限值以"底線"來標示。

表 107 金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-鎳

鎳 (mg/kg)	C1-B	C2-B	C3-B	C4-B	C5-B	C6-B	C7-B	C8-B	次平均	參考 限值
	尚義	昔果山	洋山	瓊林	北山	湖下	上林	浯江溪口		
第一次	0.38	0.52	0.58	0.39	0.30	0.52	0.36	0.35	0.426	-
第二次	0.29	0.25	0.19	0.31	0.22	0.18	0.31	0.33	0.261	污染潛 力(%)
第三次	0.31	0.34	0.38	0.32	0.35	1.62	0.48	0.31	0.515	-
第四次	0.32	0.41	0.44	0.67	0.51	1.57	0.51	0.42	0.607	
站平均	0.327	0.381	0.400	0.421	0.346	0.973	0.416	0.354	0.452	

註：超過參考限值以"底線"來標示。

表 108 金門沿岸生物體各測站重金屬平均含量-鋅

鋅 (mg/kg)	C1-B	C2-B	C3-B	C4-B	C5-B	C6-B	C7-B	C8-B	次平均	參考 限值
	尚義	昔果山	洋山	瓊林	北山	湖下	上林	浯江溪口		
第一次	7.77	5.49	96.9	60.2	62.0	<u>200</u>	114	148	86.9	150
第二次	6.59	6.02	70.3	101	113	58.7	<u>187</u>	<u>223</u>	95.6	污染潛 力(%)
第三次	9.57	10.6	<u>186</u>	84.9	74.8	<u>319</u>	<u>189</u>	97.5	121	78.2
第四次	8.65	8.81	142	<u>154</u>	<u>190</u>	<u>531</u>	<u>167</u>	122	165	
站平均	8.15	7.72	124	100	110	277	164	148	117	

註：超過參考限值以"底線"來標示。

表 109 2013 年和 2007~2011 年金門沿岸生物體污染潛力(%)

年度	次別	調查日期	汞	砷	鎘	銅	鉛	鋅	次平均
2007	1	5/1~5/3	4.8	16.5	34.1	<u>136</u>	11.3	72.2	45.9
	2	7/31~8/2	1.8	<u>131</u>	12.6	47.6	32.8	43.7	44.9
	3	10/2~10/4	4.7	97.4	59.3	<u>111</u>	0.0	<u>115</u>	64.5
	4	12/5~12/7	4.9	0.0	63.0	88.6	64.7	78.2	49.9
2008	5	3/23~25	6.0	0.0	89.4	<u>184</u>	90.5	198	94.7
	6	6/5~10	0.3	69.6	189	518	2.3	382	194
	7	9/22~25	0.6	<u>389</u>	<u>158</u>	<u>404</u>	<u>124</u>	<u>283</u>	<u>226</u>
	8	11/10~11/13	5.1	0.0	32.8	102	11.6	96.6	41.3
2009	9	5/4~5/8	0.9	<u>523</u>	<u>176</u>	<u>471</u>	<u>63.4</u>	<u>146</u>	<u>230</u>
	10	7/6~7/16	8.5	0.0	46.2	554	0.2	161	128
	11	9/28~10/2	0.9	0.0	<u>116</u>	<u>434</u>	<u>104</u>	<u>146</u>	<u>133</u>
	12	11/17~12/14	8.3	67.0	<u>148</u>	<u>411</u>	94.4	<u>147</u>	<u>146</u>
2010	13	4/15~4/19	4.2	11.6	0.0	<u>314</u>	0.0	<u>123</u>	75.5
	14	6/7~6/10	1.0	235	66.7	<u>120</u>	0.0	84.8	84.5
	15	8/16~10/5	1.2	8.6	61.4	<u>124</u>	21.9	<u>110</u>	54.6
	16	11/22~11/24	1.1	<u>234</u>	80.7	<u>248</u>	6.7	<u>184</u>	<u>126</u>
2011	17	5/9~5/13	0.2	0.0	0.0	<u>216</u>	0.0	<u>113</u>	54.9
	18	8/3~8/8	0.2	0.0	0.0	<u>183</u>	0.0	<u>108</u>	48.4
	19	10/11~10/17	0.2	0.0	0.0	<u>140</u>	0.0	63.4	33.9
	20	11/14~11/18	0.2	0.0	0.0	<u>148</u>	0.0	<u>101</u>	41.5
2013	21	6/6~6/8	1.1	85.7	0.0	95.0	27.0	57.9	44.4
	22	7/28~7/31	0.9	99.9	0.0	60.1	18.4	63.8	40.5
	23	9/23~9/25	0.7	90.9	35.9	<u>103</u>	18.4	80.9	55.0
	24	10/26~10/28	0.5	99.8	47.6	<u>132</u>	20.7	<u>110</u>	68.4
總平均			2.4	89.9	59.1	<u>223</u>	29.6	<u>128</u>	

註: 超過 100%以"底線"來標示。

表 110 2013 年和 2007~2011 年金門沿岸生物體污染潛力年度變化

污染潛力 (%)	銅	砷	鎘	鉛	汞	鋅
2013 年	97.6	94.1	20.9	21.1	0.8	78.2
2011 年	180	0.0	0.0	0.0	0.8	106
2010 年	204	123	51.4	6.7	1.9	128
2009 年	468	147	122	65.4	4.6	335
2008 年	311	122	119	55.2	2.8	240
2007 年	94.9	62.0	39.8	25.1	4.0	77.2
總平均	226.0	91.3	58.7	28.9	2.5	160.8

表 111 金門沿岸牡蠣重金屬含量超過參考限值之次數

類別	測站編號	地點	超標率(%)	元素						超標樣品總數
				汞	砷	鎘	銅	鉛	鋅	
牡蠣	C3-B	洋山	16.7	0	1	0	1	0	2	4
	C4-B	瓊林	20.8	0	3	0	1	0	1	5
	C5-B	北山	8.3	0	0	0	1	0	1	2
	C6-B	湖下	37.5	0	3	0	3	0	3	9
	C7-B	上林	33.3	0	2	0	3	0	3	8
	C8-B	浯江溪口	29.2	0	3	0	3	0	1	7
	超標樣品總數			0	12	0	12	0	11	樣品總數
	超標率(%)			0.0	50.0	0.0	50.0	0.0	45.8	24

表 112 金門沿岸花蛤重金屬含量超過參考限值之次數

類別	測站編號	地點	超標率(%)	元素						超標樣品總數
				汞	砷	鎘	銅	鉛	鋅	
花蛤	C1-B	尚義	0	0	0	0	0	0	0	0
	C2-B	昔果山	0	0	0	0	0	0	0	0
	超標樣品總數			0	0	0	0	0	0	樣品總數
	超標率(%)			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8

表 113 2007~2011 年金門沿岸牡蠣重金屬含量超過參考限值之次數

類別	測站編號	地點	超標率(%)	元素						超標樣品總數
				汞	砷	鎘	銅	鉛	鋅	
牡蠣	C3-B	洋山	24.0	0	7	5	17	2	15	46
	C4-B	瓊林	21.4	0	4	7	15	4	11	41
	C5-B	北山	25.5	0	5	6	17	5	16	49
	C6-B	湖下	19.8	0	4	4	15	1	14	38
	C7-B	上林	19.3	0	3	5	14	3	12	37
	C8-B	浯江溪口	26.0	0	8	5	18	4	15	50
	超標樣品總數			0	31	32	96	19	83	樣品總數
	超標率(%)			0.0	16.1	16.7	50.0	9.9	43.2	192

表 114 2013 年和 2007 年~2011 年金門沿岸生物體之
重金屬超標率(%)-牡蠣

牡蠣	汞	砷	鎘	銅	鉛	鋅	平均
2013 年	0.0	<u>50.0</u>	0.0	<u>50.0</u>	0.0	45.8	24.3
2011 年	-	0.0	0.0	<u>82.6</u>	0.0	<u>55.2</u>	27.6
2010 年	0.0	<u>53.8</u>	5.1	<u>94.9</u>	0.0	<u>74.4</u>	38.0
2009 年	0.0	30.0	<u>72.5</u>	<u>95.0</u>	42.5	<u>95.0</u>	55.8
2008 年	0.0	34.2	<u>60.5</u>	<u>89.5</u>	34.2	<u>76.3</u>	49.1
2007 年	-	27.0	2.7	<u>51.4</u>	5.4	40.5	25.4
總平均	0.0	32.5	23.5	77.2	13.7	64.5	36.7

註: 超過 50% 以"底線"來標示。

表 115 2013 年和 2007 年~2011 年金門沿岸生物體之
重金屬超標率(%)-花蛤

花蛤	汞	砷	鎘	銅	鉛	鋅	平均
2013 年	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2011 年	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2010 年	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
2009 年	0.0	25.0	25.0	25.0	0.0	25.0	16.7
2008 年	0.0	12.5	50.0	25.0	25.0	25.0	22.9
2007 年	-	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
總平均	0.0	12.5	12.5	8.3	4.2	8.3	7.7

註: 超過 50% 以"底線"來標示。

表 116 2013 年牡蠣之各種金屬生物濃縮係數(BCFs)

測站編號	地點	汞	砷	鉻	鎘	銅	鉛	鎳	鋅
C1-B	尚義	-	-	-	-	-	-	-	-
C2-B	昔果山	-	-	-	-	-	-	-	-
C3-B	洋山	-	-	-	-	-	-	-	-
C4-B	瓊林	0.001	0.564	0.074	0.825	6.43	0.105	0.144	26.5
C5-B	北山	0.001	0.337	0.049	0.518	6.43	0.090	0.082	29.0
C6-B	湖下	0.002	0.418	0.090	1.04	16.1	0.072	0.269	90.2
C7-B	上林	-	-	-	-	-	-	-	-
C8-B	浯江溪口	0.002	0.584	0.078	0.971	8.50	0.091	0.213	75.4
總平均		0.001	0.476	0.07	0.839	9.36	0.090	0.177	55.3

表 117 每人每日重金屬容許攝取量及平均食用貝類之最高容許濃度

元素	容許量(µg/人/天)	平均食用貝類之最高容許濃度(mg/kg)
汞 ^{\$}	13.7	0.49
砷 [*]	120	4.29
鎘 [#]	50	1.79
鉻 [#]	50~200	1.79~7.14
銅 [#]	12000	429
鉛 [#]	214.3	7.65
鎳 [#]	100-300	3.57~10.7
鋅 [#]	45000	1607

^{\$}: 邱雅琦等, 食米中重金屬(鎘、汞、鉛)含量之調查, 藥物食品檢驗局調查研究年報, 25: P. 238 - 245, 2007。
^{*}: 林浩潭, 重金屬對作物生育之影響, 2013。
[#]: 蔡宛君、王維賢, 彰化沿海區域環境及生物體重金屬含量之研究, 2010。

表 118 金門海域各水質因子相關係數－沿岸(第一次)

	水溫	pH	鹽度	溶氧	濁度	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ⁻³ -P	SiO ₂	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
pH	-0.28																
鹽度	0.07	-0.36															
溶氧	-0.50	-0.21	0.27														
濁度	0.57	0.25	-0.31	-0.37													
NH ₃ -N	-0.31	0.50	0.09	0.09	-0.04												
NO ₂ ⁻ -N	0.57	-0.80	0.02	-0.16	0.07	-0.45											
NO ₃ ⁻ -N	-0.10	-0.21	-0.21	0.28	-0.25	0.42	0.22										
PO ₄ ⁻³ -P	-0.24	0.48	0.20	0.24	0.06	0.14	-0.47	-0.25									
SiO ₂	0.19	-0.21	0.09	0.23	-0.20	0.22	0.16	0.80	0.07								
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
銅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鋅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 119 金門海域各水質因子相關係數－海上(第一次)

	水溫	pH	鹽度	溶氧	濁度	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ⁻³ -P	SiO ₂	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
pH	-0.35																
鹽度	-0.78	0.21															
溶氧	0.84	-0.21	-0.45														
濁度	-0.55	0.31	0.49	-0.66													
NH ₃ -N	-0.25	-0.07	-0.02	-0.24	-0.10												
NO ₂ ⁻ -N	-0.04	0.53	0.19	0.26	-0.33	0.31											
NO ₃ ⁻ -N	0.15	-0.43	-0.20	-0.16	0.41	-0.50	-0.96										
PO ₄ ⁻³ -P	-0.12	-0.01	-0.09	-0.00	-0.49	0.88	0.58	-0.76									
SiO ₂	-0.03	0.39	0.30	0.32	-0.18	0.06	0.79	-0.69	0.27								
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
銅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鋅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 120 金門海域各水質因子相關係數—沿岸及海上(第一次)

	水溫	pH	鹽度	溶氧	濁度	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ⁻³ -P	SiO ₂	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
pH	0.36																
鹽度	0.15	0.24															
溶氧	-0.41	-0.29	-0.09														
濁度	0.63	0.32	-0.05	-0.40													
NH ₃ -N	-0.24	0.02	-0.00	0.01	-0.06												
NO ₂ ⁻ -N	0.52	0.09	0.14	-0.15	0.16	-0.24											
NO ₃ ⁻ -N	-0.19	-0.23	-0.21	0.27	-0.29	0.24	0.07										
PO ₄ ⁻³ -P	-0.25	0.03	0.02	0.22	-0.01	0.40	-0.29	-0.26									
SiO ₂	0.32	0.19	0.19	0.15	-0.06	0.13	0.28	0.63	0.05								
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
銅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鋅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 121 金門海域各水質因子相關係數—沿岸 (第二次)

	水溫	pH	鹽度	溶氧	濁度	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ⁻³ -P	SiO ₂	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
pH	-0.20																
鹽度	0.27	-0.56															
溶氧	-0.61	-0.08	-0.15														
濁度	0.52	0.26	-0.06	-0.31													
NH ₃ -N	-0.58	-0.06	0.10	-0.00	-0.29												
NO ₂ ⁻ -N	0.19	-0.11	-0.57	-0.12	0.03	-0.19											
NO ₃ ⁻ -N	-0.58	-0.14	0.09	0.12	-0.38	0.90	-0.20										
PO ₄ ⁻³ -P	-0.77	0.26	-0.14	0.14	-0.20	0.82	-0.20	0.83									
SiO ₂	-0.70	0.40	-0.28	0.39	-0.04	0.38	-0.15	0.47	0.81								
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
砷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
鎘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
鉻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
銅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
鉛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
鎳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 122 金門海域各水質因子相關係數－海上 (第二次)

	水溫	pH	鹽度	溶氧	濁度	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ⁻³ -P	SiO ₂	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
pH	0.61																
鹽度	-0.82	-0.45															
溶氧	0.11	0.05	-0.14														
濁度	-0.05	0.23	0.40	-0.41													
NH ₃ -N	0.45	0.09	-0.82	0.09	-0.57												
NO ₂ ⁻ -N	-	-	-	-	-	-											
NO ₃ ⁻ -N	0.70	0.25	-0.43	0.14	0.38	0.09	-										
PO ₄ ⁻³ -P	0.45	0.28	-0.07	-0.34	0.51	-0.29	-	0.69									
SiO ₂	0.48	0.14	-0.70	0.62	-0.82	0.68	-	0.11	-0.20								
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
砷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
鎘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
鉻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
銅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
鉛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
鎳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 123 金門海域各水質因子相關係數－沿岸及海上(第二次)

	水溫	pH	鹽度	溶氧	濁度	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ⁻³ -P	SiO ₂	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
pH	0.65																
鹽度	0.15	-0.15															
溶氧	-0.45	-0.21	-0.18														
濁度	0.68	0.40	0.05	-0.37													
NH ₃ -N	-0.16	0.03	-0.05	0.01	-0.21												
NO ₂ ⁻ -N	0.35	0.18	-0.41	-0.18	0.20	-0.16											
NO ₃ ⁻ -N	-0.55	-0.27	-0.20	0.32	-0.47	0.36	-0.27										
PO ₄ ⁻³ -P	0.63	0.59	0.07	-0.29	0.41	0.40	0.17	-0.34									
SiO ₂	0.17	0.35	-0.27	0.21	0.20	0.39	0.01	-0.06	0.69								
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
砷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
鎘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
鉻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
銅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
鉛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
鎳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 124 金門海域各水質因子相關係數—沿岸 (第三次)

	水溫	pH	鹽度	溶氧	濁度	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ⁻³ -P	SiO ₂	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
pH	0.35																
鹽度	0.64	0.57															
溶氧	-0.33	-0.18	-0.05														
濁度	-0.25	-0.24	-0.28	-0.58													
NH ₃ -N	0.12	0.06	-0.18	0.44	-0.44												
NO ₂ ⁻ -N	0.30	0.28	0.06	-0.78	0.30	-0.25											
NO ₃ ⁻ -N	-0.02	0.20	0.21	0.39	-0.33	0.67	-0.08										
PO ₄ ⁻³ -P	0.58	0.08	0.44	0.34	-0.48	0.23	-0.58	-0.05									
SiO ₂	-0.51	-0.59	-0.93	-0.22	0.31	0.01	0.15	-0.31	-0.49								
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
銅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鋅	0.36	0.08	0.08	-0.87	0.77	-0.45	0.55	-0.49	-0.14	0.07	-	-	-	-	-	-	-

表 125 金門海域各水質因子相關係數－海上 (第三次)

	水溫	pH	鹽度	溶氧	濁度	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ⁻³ -P	SiO ₂	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
pH	0.01																
鹽度	-0.10	0.93															
溶氧	-0.18	-0.35	-0.20														
濁度	-0.36	0.68	0.54	-0.06													
NH ₃ -N	0.21	-0.43	-0.51	-0.56	-0.50												
NO ₂ ⁻ -N	-	-	-	-	-	-											
NO ₃ ⁻ -N	-0.19	0.09	-0.03	0.45	0.17	-0.24	-										
PO ₄ ⁻³ -P	0.66	-0.14	0.01	0.39	-0.59	-0.17	-	-0.02									
SiO ₂	-0.53	0.01	0.06	-0.31	0.33	0.37	-	-0.36	-0.71								
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
銅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鋅	0.64	0.20	0.20	-0.28	-0.08	-0.13	-	-0.62	0.34	-0.22	-	-	-	-	-	-	-

表 126 金門海域各水質因子相關係數—沿岸和海上 (第三次)

	水溫	pH	鹽度	溶氧	濁度	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ⁻³ -P	SiO ₂	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
pH	-0.20																
鹽度	0.24	0.30															
溶氧	-0.36	-0.04	-0.23														
濁度	0.06	-0.18	0.36	-0.39													
NH ₃ -N	0.37	-0.26	0.00	0.00	-0.15												
NO ₂ ⁻ -N	0.37	0.01	0.11	-0.53	0.34	-0.06											
NO ₃ ⁻ -N	-0.55	0.49	-0.24	0.48	-0.35	-0.20	-0.27										
PO ₄ ⁻³ -P	0.75	-0.31	0.23	0.13	-0.16	0.34	-0.15	-0.44									
SiO ₂	0.01	-0.62	-0.01	-0.28	0.42	0.23	0.27	-0.47	-0.04								
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
銅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鋅	0.53	-0.04	0.26	-0.47	0.29	-0.06	0.29	-0.57	0.29	0.13	-	-	-	-	-	-	-

表 127 金門海域各水質因子相關係數－沿岸(第四次)

	水溫	pH	鹽度	溶氧	濁度	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ⁻³ -P	SiO ₂	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
pH	0.43																
鹽度	0.74	0.43															
溶氧	-0.27	0.69	0.06														
濁度	0.58	0.55	0.60	0.15													
NH ₃ -N	-0.03	0.40	0.19	0.50	0.06												
NO ₂ ⁻ -N	-0.04	0.07	-0.11	0.10	0.24	-0.49											
NO ₃ ⁻ -N	-0.21	-0.12	-0.38	0.07	-0.29	0.25	-0.11										
PO ₄ ⁻³ -P	-0.10	-0.11	0.34	0.15	0.07	0.43	-0.32	0.42									
SiO ₂	0.70	0.57	0.42	0.01	0.54	-0.14	0.54	-0.24	-0.31								
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
銅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鋅	0.68	0.12	0.39	-0.33	0.55	-0.25	0.06	0.12	-0.11	0.29	-	-	-	-	-	-	-

表 128 金門海域各水質因子相關係數－海上(第四次)

	水溫	pH	鹽度	溶氧	濁度	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ⁻³ -P	SiO ₂	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
pH	0.77																
鹽度	-0.26	0.21															
溶氧	0.26	0.73	0.65														
濁度	-0.83	-0.96	-0.09	-0.58													
NH ₃ -N	-0.15	0.10	0.56	0.04	-0.06												
NO ₂ ⁻ -N	-	-	-	-	-	-											
NO ₃ ⁻ -N	-0.41	-0.11	0.11	0.39	0.22	-0.33	-										
PO ₄ ⁻³ -P	0.36	0.63	0.35	0.46	-0.69	0.33	-	-0.03									
SiO ₂	-0.21	-0.68	-0.50	-0.68	0.65	-0.34	-	-0.23	-0.92								
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
砷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
鎘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
鉻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
銅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
鉛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
鎳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
鋅	-0.41	-0.34	0.18	-0.22	0.34	0.05	-	-0.39	-0.47	0.42	-	-	-	-	-	-	-

表 129 金門海域各水質因子相關係數—沿岸和海上(第四次)

	水溫	pH	鹽度	溶氧	濁度	NH ₃ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ⁻³ -P	SiO ₂	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
pH	0.47																
鹽度	0.41	0.34															
溶氧	-0.30	0.45	-0.08														
濁度	0.54	0.31	0.56	-0.20													
NH ₃ -N	0.09	0.32	0.47	0.11	0.38												
NO ₂ ⁻ -N	0.04	0.10	0.11	-0.05	0.37	-0.20											
NO ₃ ⁻ -N	-0.33	-0.20	-0.47	0.43	-0.62	-0.41	-0.30										
PO ₄ ⁻³ -P	0.13	0.27	0.51	-0.09	0.35	0.57	-0.05	-0.34									
SiO ₂	0.63	0.27	0.38	-0.28	0.71	0.19	0.58	-0.57	0.04								
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎘	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉻	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
銅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉛	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鎳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鋅	0.43	-0.05	0.40	-0.39	0.54	0.08	0.16	-0.38	0.01	0.43	-	-	-	-	-	-	-

表 130 金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸 (第一次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	-	-				
銅	-	-	-	0.23			
鉛	-	-	-	0.40	0.48		
鎳	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	-0.23	0.66	0.16	-

表 131 金門海域沉積物各重金屬相關係數－海上 (第一次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	-	-				
銅	-	-	-	0.68			
鉛	-	-	-	-0.03	0.32		
鎳	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	0.14	0.16	-0.58	-

表 132 金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸及海上 (第一次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	-	-				
銅	-	-	-	0.54			
鉛	-	-	-	-0.21	0.22		
鎳	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	-0.11	0.37	-0.03	-

表 133 金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸(第二次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	-	-				
銅	-	-	-	0.27			
鉛	-	-	-	0.46	0.59		
鎳	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	0.47	0.20	0.17	-

表 134 金門海域沉積物各重金屬相關係數－海上(第二次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	-	-				
銅	-	-	-	0.89			
鉛	-	-	-	0.04	0.17		
鎳	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	0.34	0.36	-0.73	-

表 135 金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸及海上(第二次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	-	-				
銅	-	-	-	0.75			
鉛	-	-	-	-0.02	0.09		
鎳	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	0.43	0.39	-0.43	-

表 136 金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸(第三次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	-	-				
銅	-	-	-	0.37			
鉛	-	-	-	0.58	0.69		
鎳	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	0.12	0.20	0.40	-

表 137 金門海域沉積物各重金屬相關係數－海上(第三次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	-	-				
銅	-	-	-	0.92			
鉛	-	-	-	0.21	0.27		
鎳	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	0.12	0.16	-0.72	-

表 138 金門海域沉積物各重金屬相關係數－沿岸及海上(第三次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	-	-				
銅	-	-	-	0.73			
鉛	-	-	-	-0.11	0.25		
鎳	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	-0.07	0.04	0.01	-

表 139 金門海域沉積物各重金屬相關係數—沿岸(第四次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	-	-				
銅	-	-	-	0.14			
鉛	-	-	-	-0.14	0.28		
鎳	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	0.73	-0.18	0.03	-

表 140 金門海域沉積物各重金屬相關係數—海上(第四次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	-	-				
銅	-	-	-	0.88			
鉛	-	-	-	0.43	0.29		
鎳	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	-0.07	0.23	-0.34	-

表 141 金門海域沉積物各重金屬相關係數—沿岸及海上(第四次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	-	-				
銅	-	-	-	0.72			
鉛	-	-	-	-0.28	-0.07		
鎳	-	-	-	-	-	-	
鋅	-	-	-	0.10	0.05	-0.05	-

表 142 金門海域生物體各重金屬相關係數－沿岸 (第一次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	0.45	-				
銅	-	0.79	-	0.32			
鉛	-	0.82	-	0.63	0.52		
鎳	-	0.13	-	-0.14	0.21	-0.18	
鋅	-	0.91	-	0.38	0.97	0.66	0.11

表 143 金門海域生物體各重金屬相關係數－沿岸 (第二次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-						
鎘	-	-					
鉻	-	0.57	-				
銅	-	0.91	-	0.57			
鉛	-	-0.17	-	-0.56	-0.16		
鎳	-	-0.73	-	-0.45	-0.90	0.17	
鋅	-	0.91	-	0.54	1.00	-0.19	-0.89

表 144 金門海域生物體各重金屬相關係數－沿岸 (第三次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	0.19						
鎘	0.25	-0.82					
鉻	-0.08	0.33	0.59				
銅	-0.16	0.59	0.84	0.84			
鉛	0.33	0.79	0.89	0.77	0.80		
鎳	-0.13	0.32	0.58	1.00	0.86	0.75	
鋅	-0.07	0.62	0.89	0.81	0.99	0.83	0.82

表 145 金門海域生物體各重金屬相關係數－沿岸 (第四次)

	汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳
砷	-0.66						
鎘	-0.78	-0.95					
鉻	-0.96	0.80	0.90				
銅	-0.69	0.84	0.86	0.80			
鉛	-0.77	0.93	0.95	0.86	0.93		
鎳	-0.93	0.86	0.95	0.99	0.81	0.90	
鋅	-0.87	0.87	0.94	0.95	0.94	0.94	0.95

表 146 金門海域海水、沉積物和生物體各重金屬相關係數

相關係數		汞	砷	鎘	鉻	銅	鉛	鎳	鋅
第一次	海水 vs. 沈積物	-	-	-	-	-	-	-	-
	海水 vs. 生物體	-	-	-	-	-	-	-	-
	沈積物 vs. 生物體	-	-	-	-0.08	0.63	0.50	-	0.39
第二次	海水 vs. 沈積物	-	-	-	-	-	-	-	-
	海水 vs. 生物體	-	-	-	-	-	-	-	-
	沈積物 vs. 生物體	-	-	-	0.67	0.28	0.58	-	-0.00
第三次	海水 vs. 沈積物	-	-	-	-	-	-	-	-0.41
	海水 vs. 生物體	-	-	-	-	-	-	-	-0.60
	沈積物 vs. 生物體	-	-	-	-0.21	0.14	0.69	-	0.73
第四次	海水 vs. 沈積物	-	-	-	-	-	-	-	-0.08
	海水 vs. 生物體	-	-	-	-	-	-	-	-0.60
	沈積物 vs. 生物體	-	-	-	0.26	0.44	0.72	-	0.36

表 147 金門海域沉積物和生物體各重金屬趨勢斜率值

斜率值	沉積物		生物體
	海上	沿岸	
汞	-0.004	-0.001	-0.001
砷	-0.003	-0.016	-0.029
鎘	-0.030	-0.028	-0.007
鉻	0.071	0.352	0.100
銅	1.002	1.002	-1.674
鉛	0.097	0.549	-0.039
鎳	-0.729	-0.279	-0.029
鋅	-2.577	-0.778	-7.691

表 148 金門海域沉積物和生物體各重金屬趨勢斜率值相關性

	沿岸	海上	生物體
沿岸	1.000		
海上	0.893	1.000	
生物體	0.517	0.794	1.000

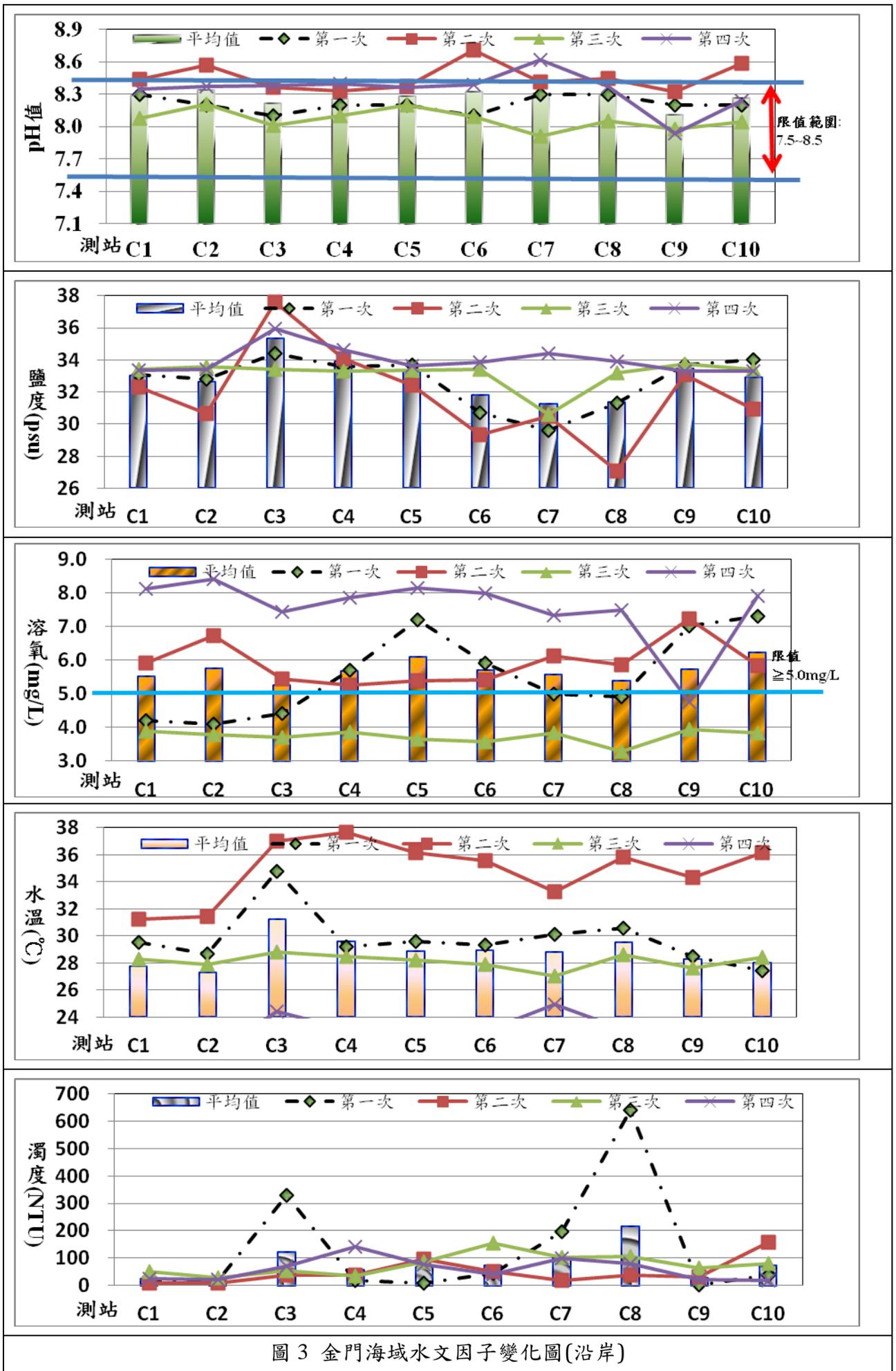


圖 3 金門海域水文因子變化圖(沿岸)

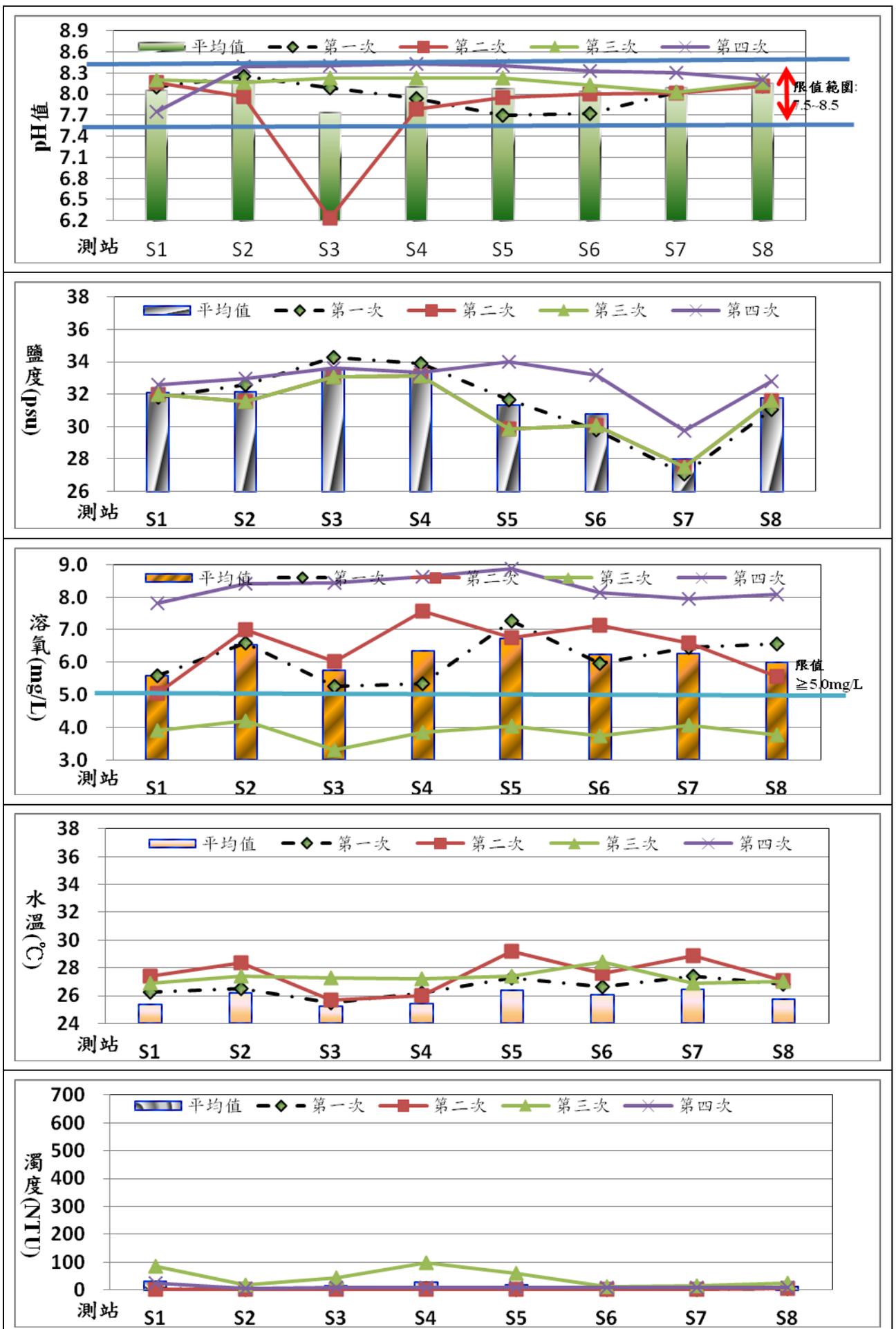


圖 4 金門海域水文因子變化圖(海上)

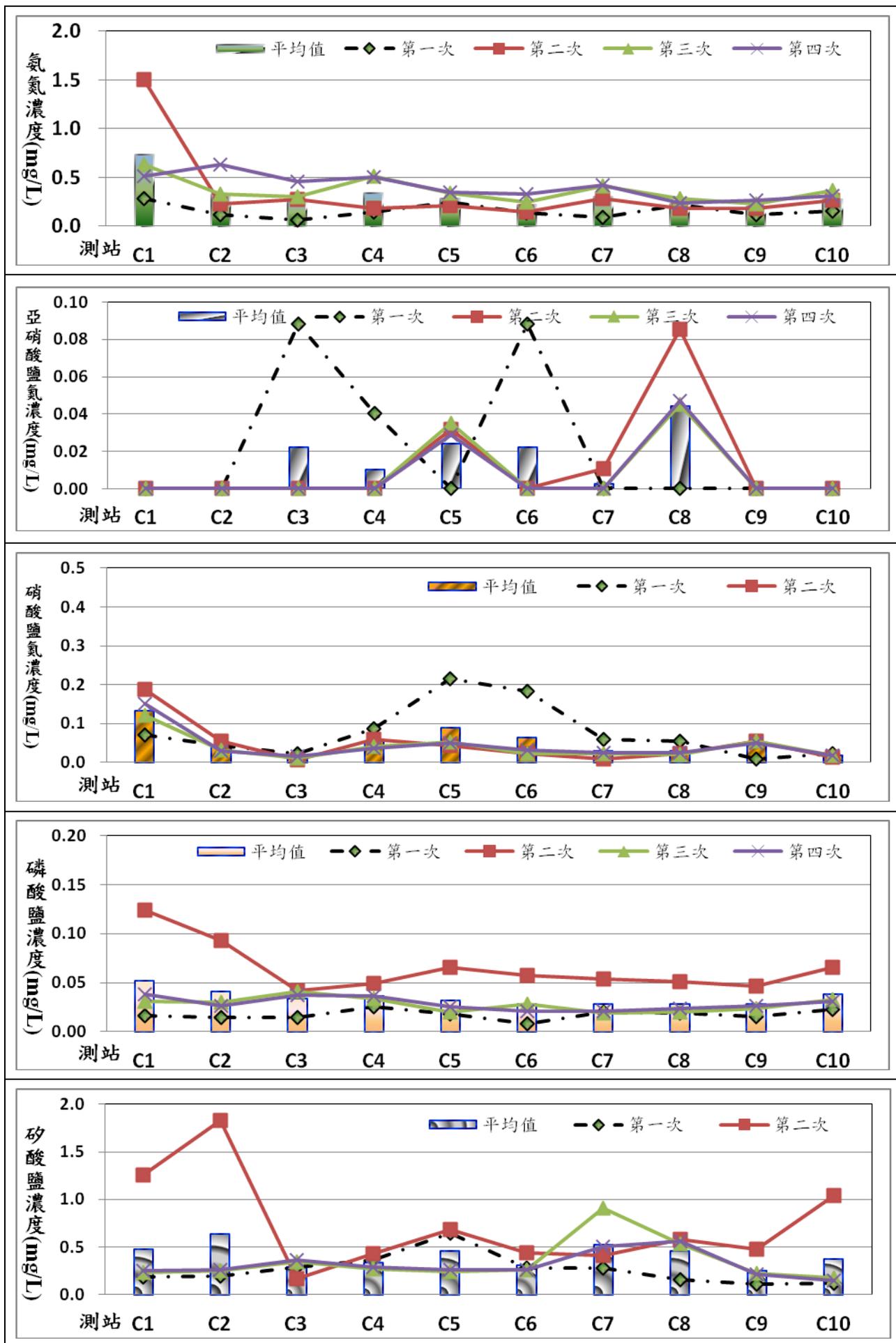


圖 5 金門海域海水營養鹽變化圖(沿岸)

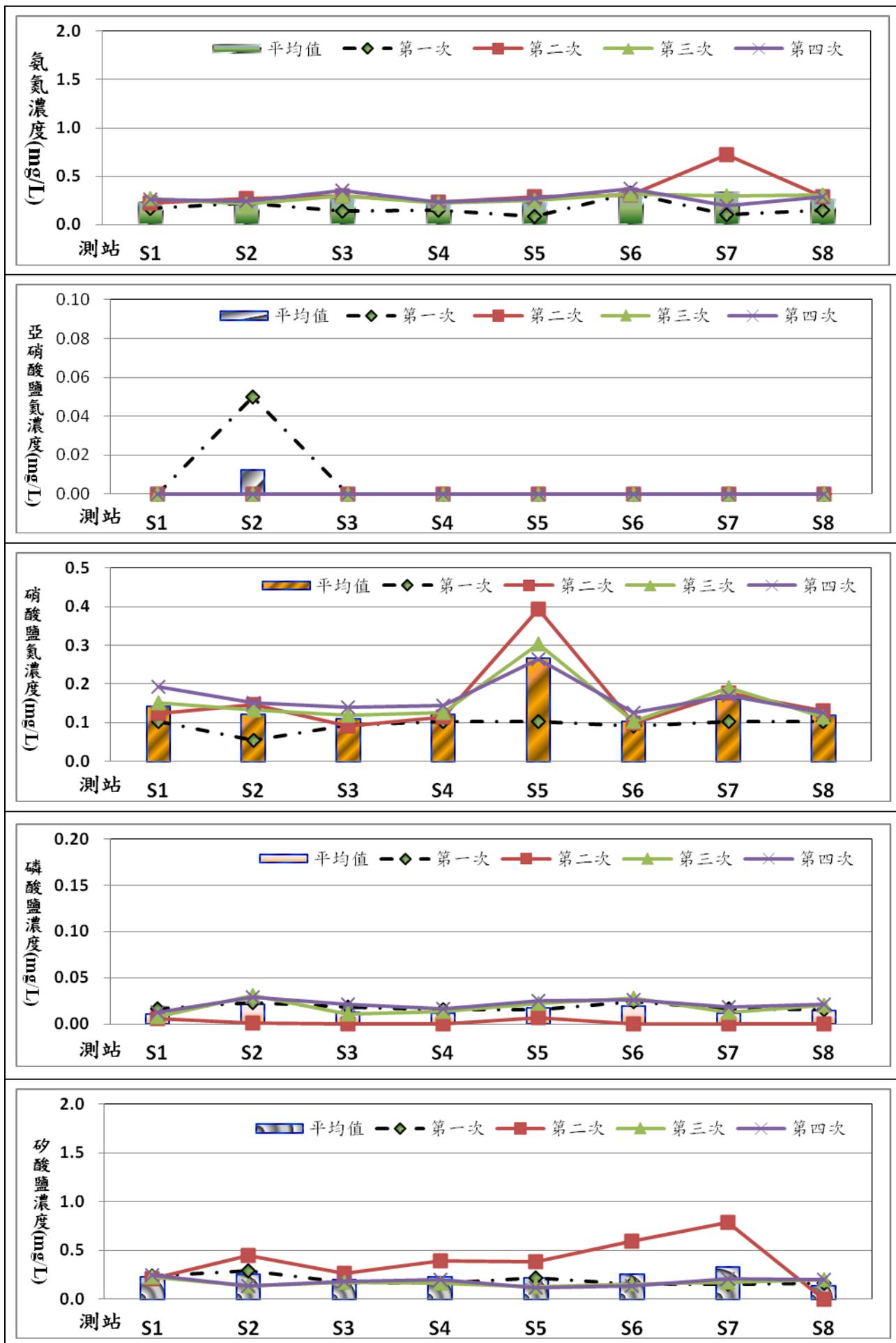


圖 6 金門海域海水營養鹽變化圖(海上)

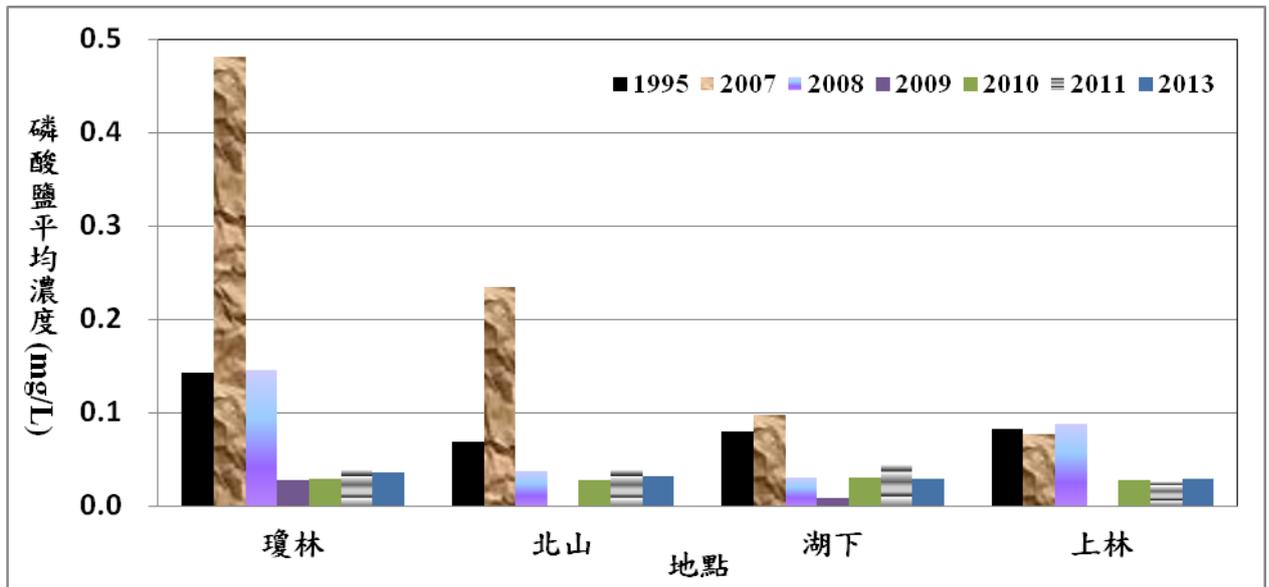


圖 7 金門海域磷酸鹽含量時間與空間變化圖

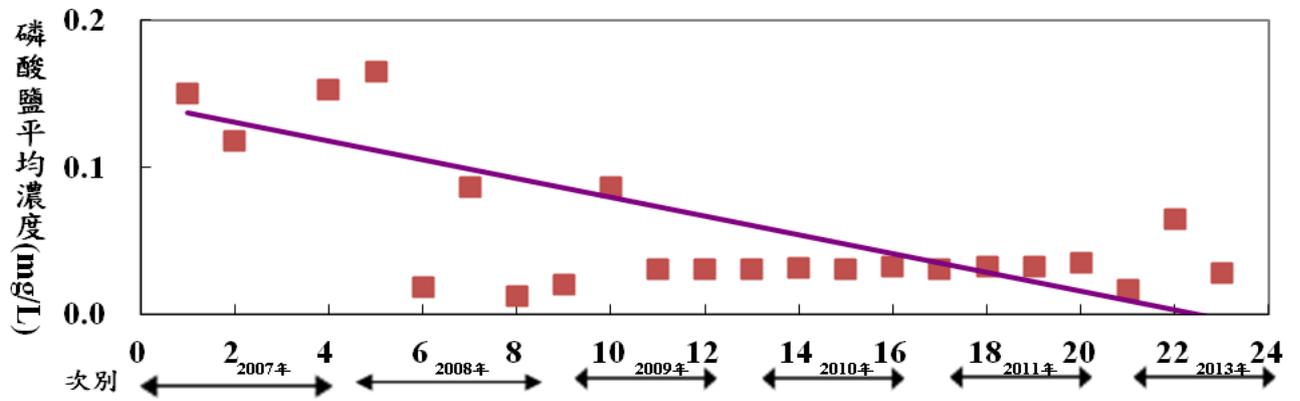


圖 8 2013 年和 2007~2011 年金門海域磷酸鹽含量趨勢圖

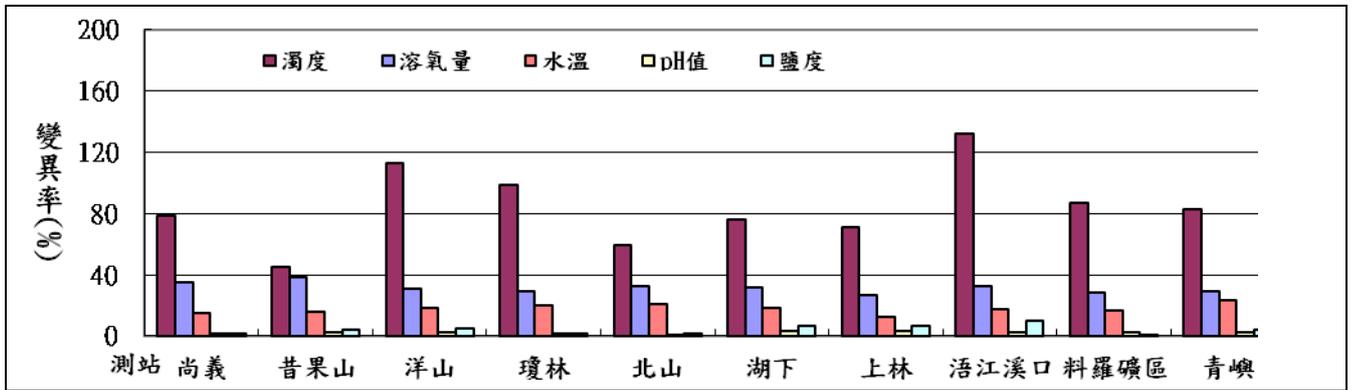


圖 9 金門各測站水文因子之變異率圖(沿岸)

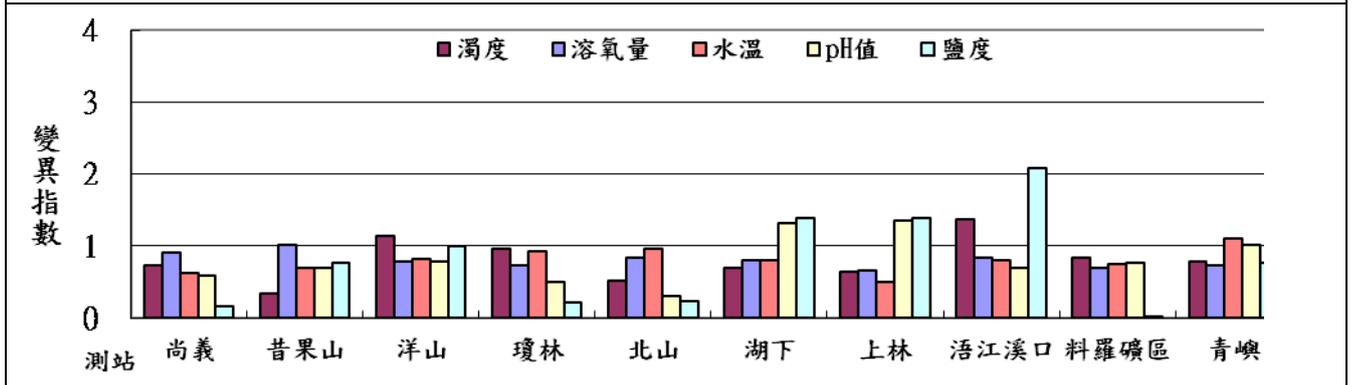


圖 10 金門各測站水文因子之變異指數圖(沿岸)

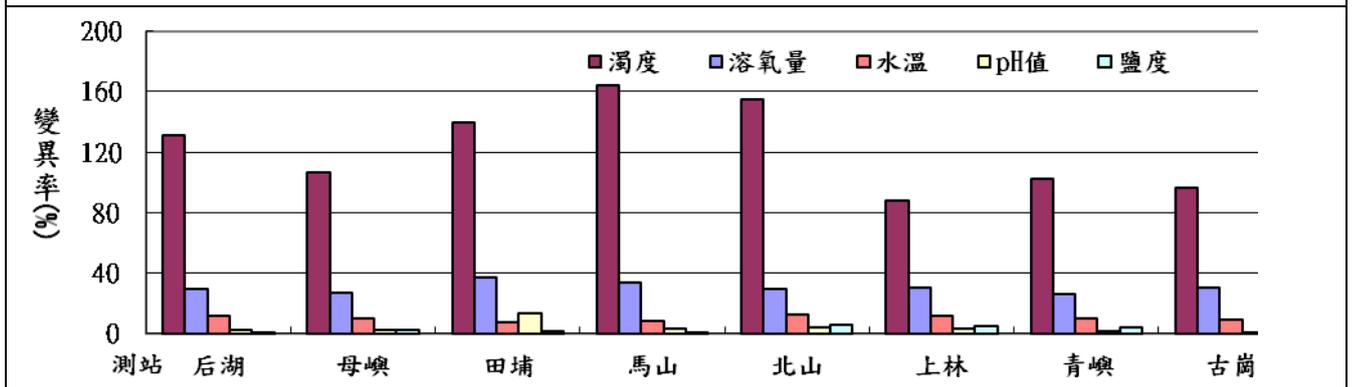


圖 11 金門各測站水文因子之變異率圖(海上)

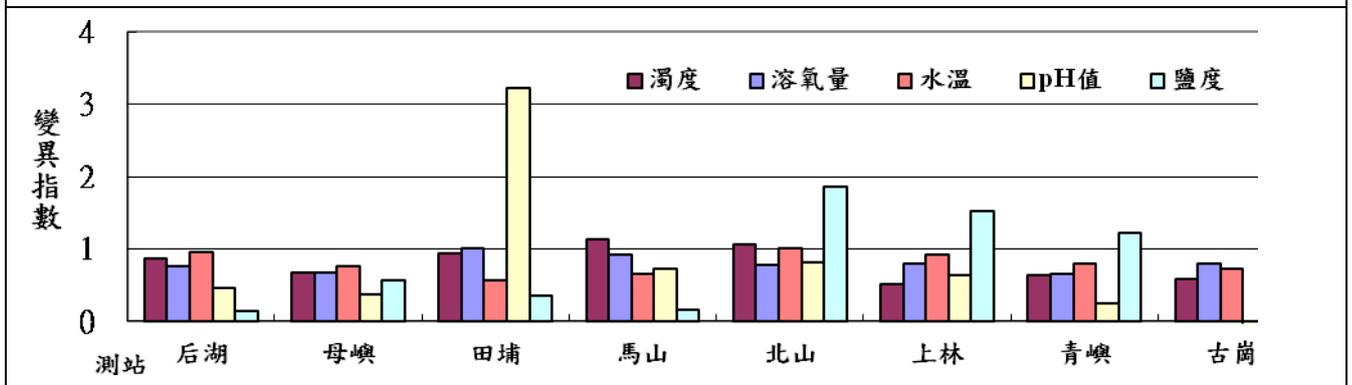


圖 12 金門各測站水文因子之變異指數圖(海上)

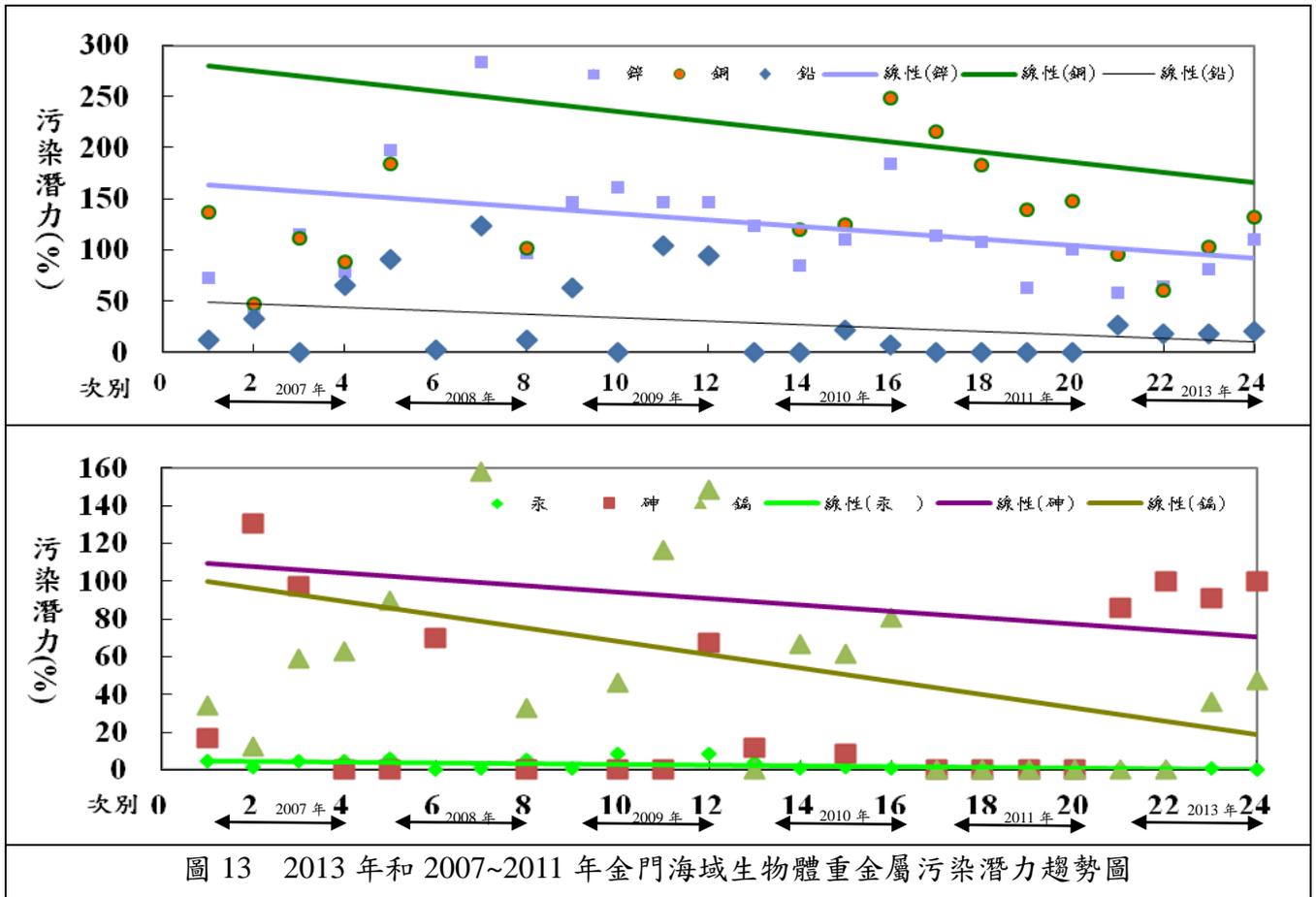


圖 13 2013 年和 2007~2011 年金門海域生物體重量金屬污染潛力趨勢圖

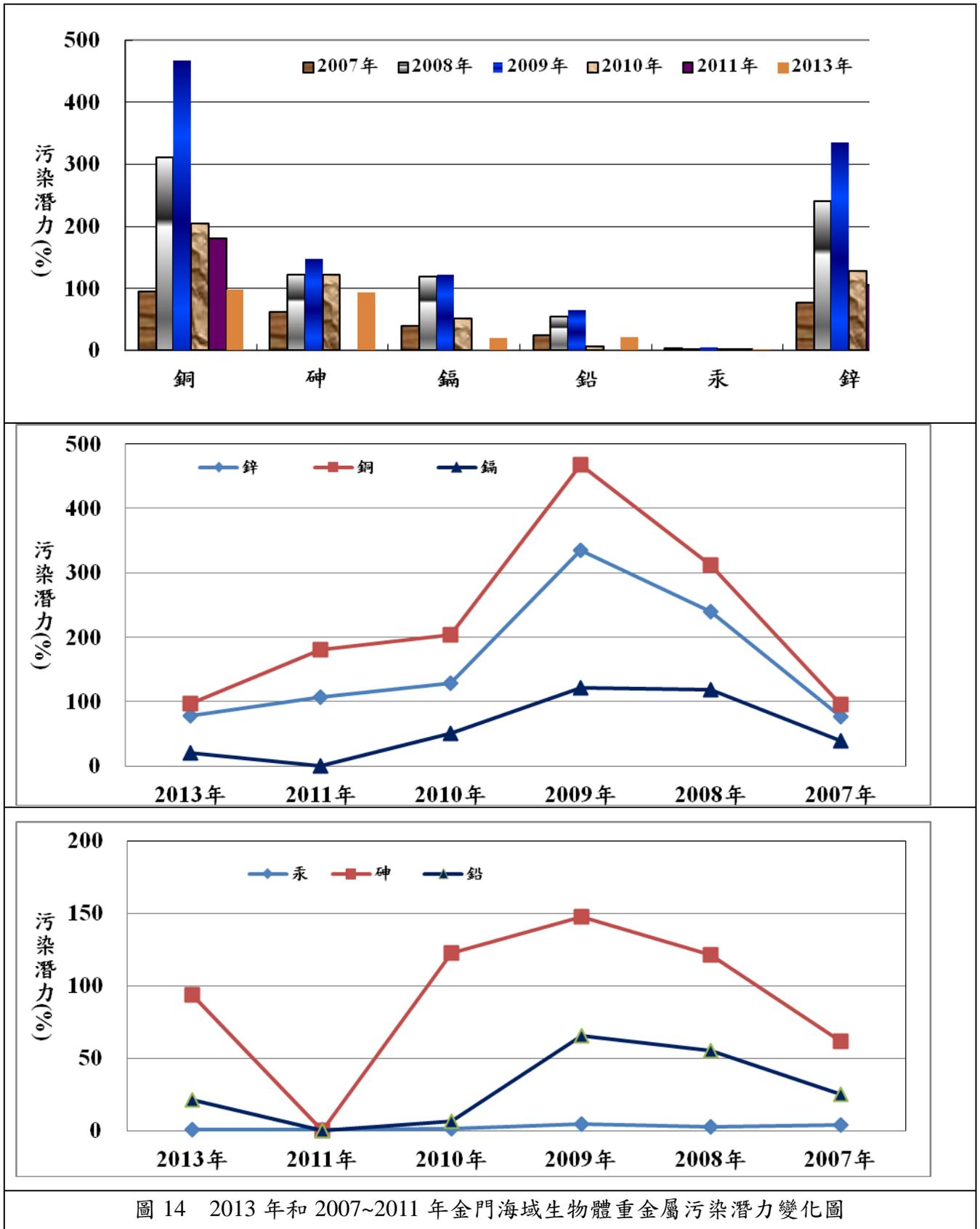


圖 14 2013 年和 2007~2011 年金門海域生物體重金屬污染潛力變化圖

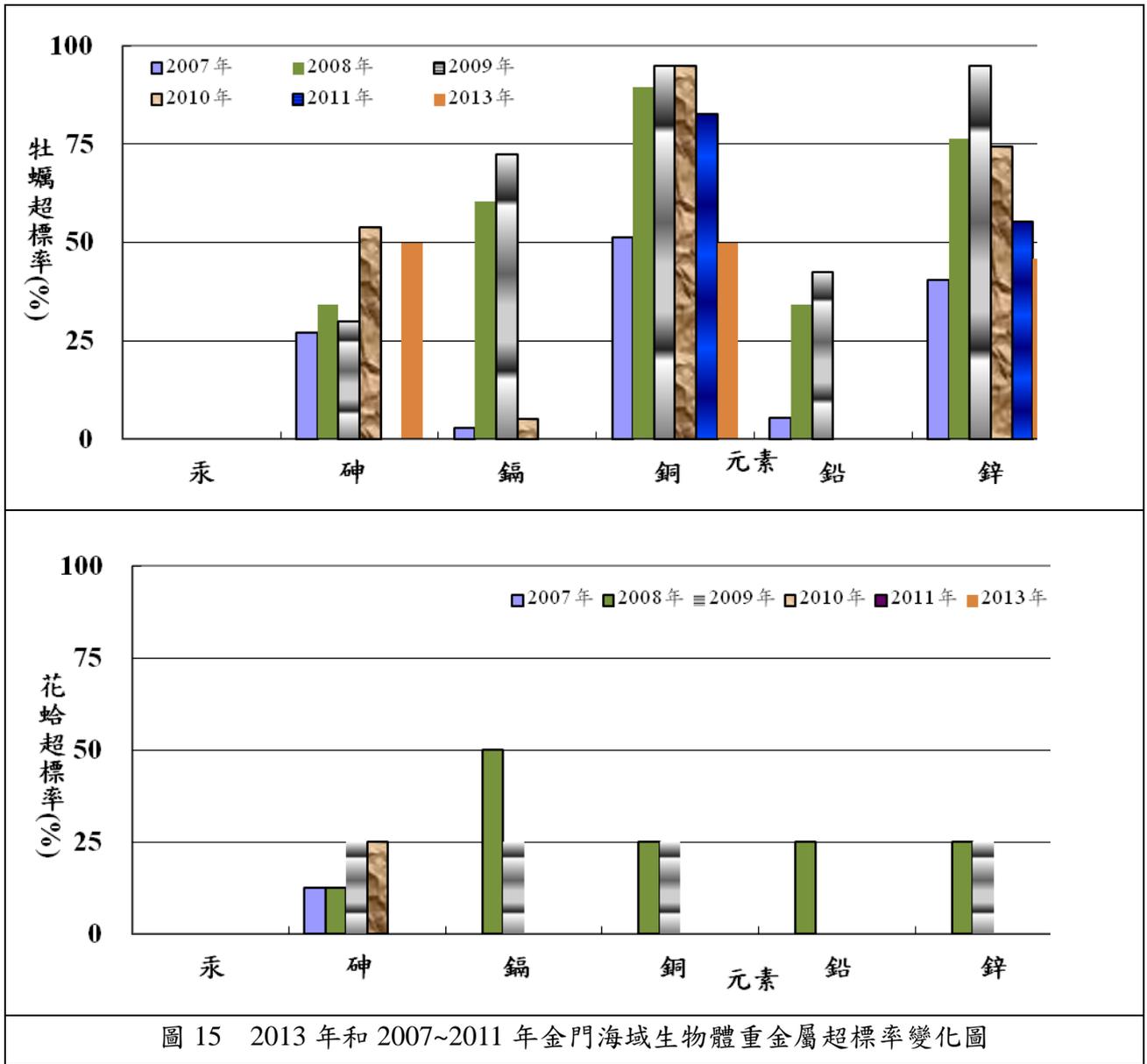


圖 15 2013 年和 2007~2011 年金門海域生物體重金屬超標率變化圖

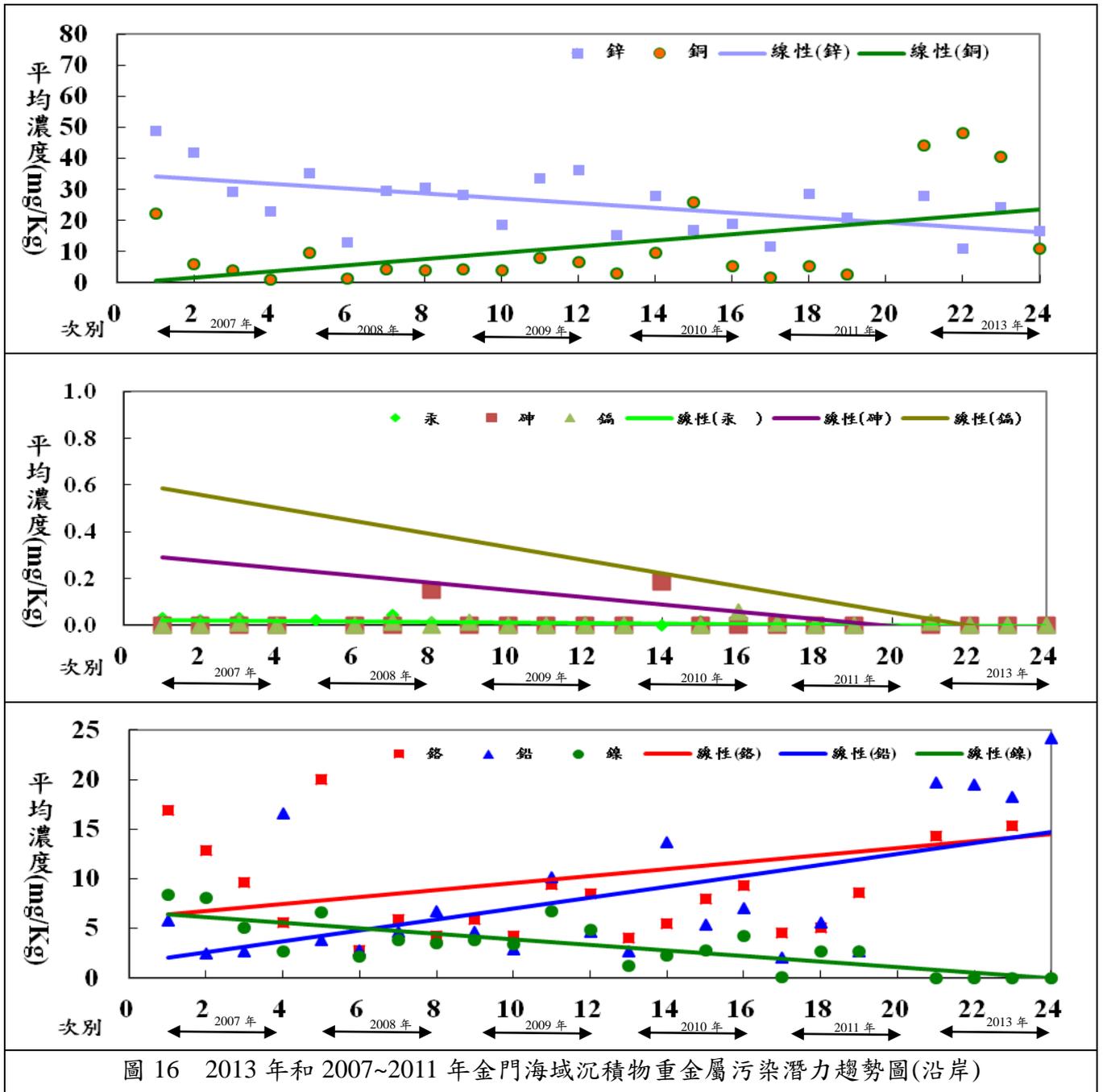


圖 16 2013 年和 2007~2011 年金門海域沉積物重金屬污染潛力趨勢圖(沿岸)

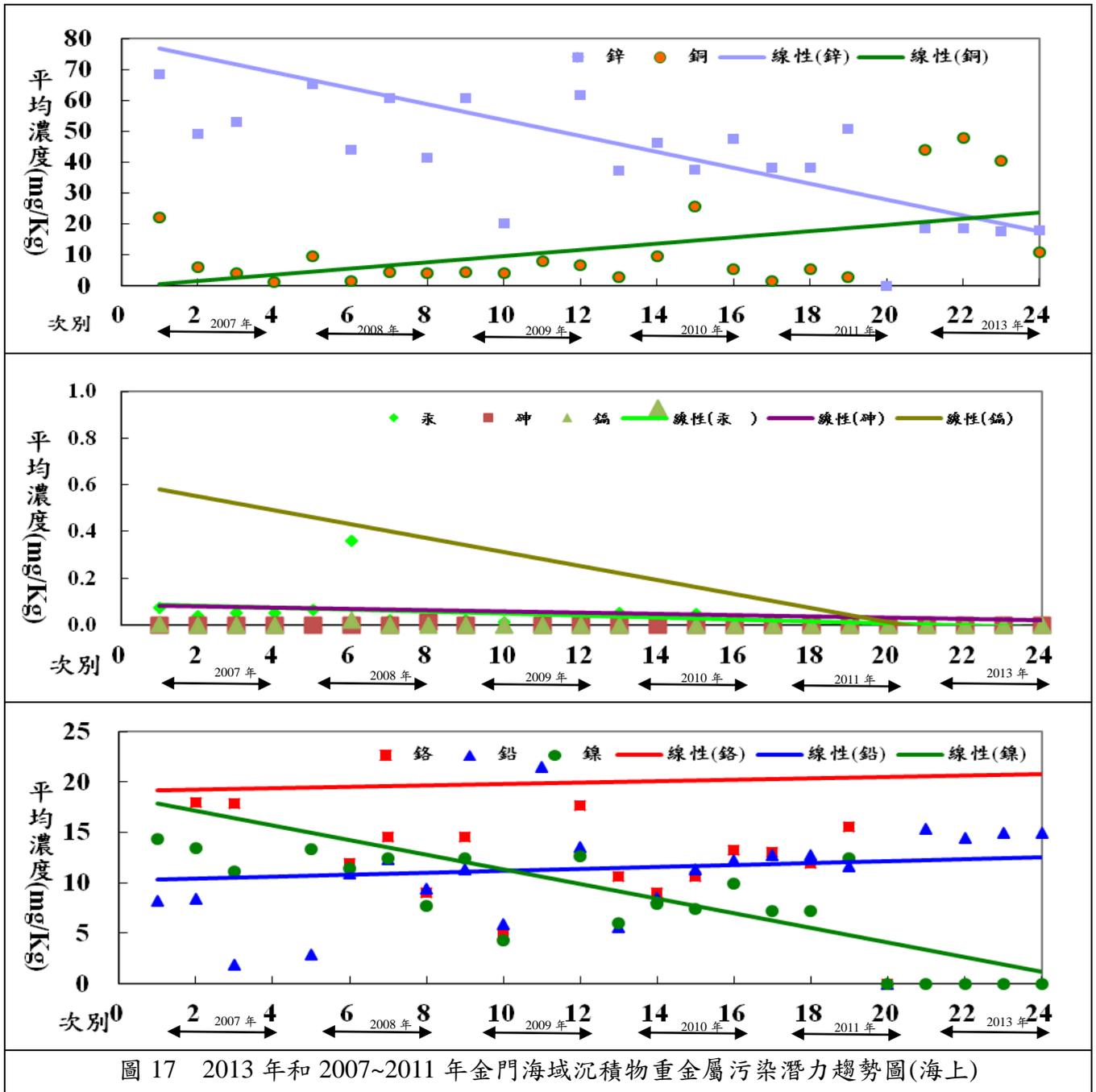
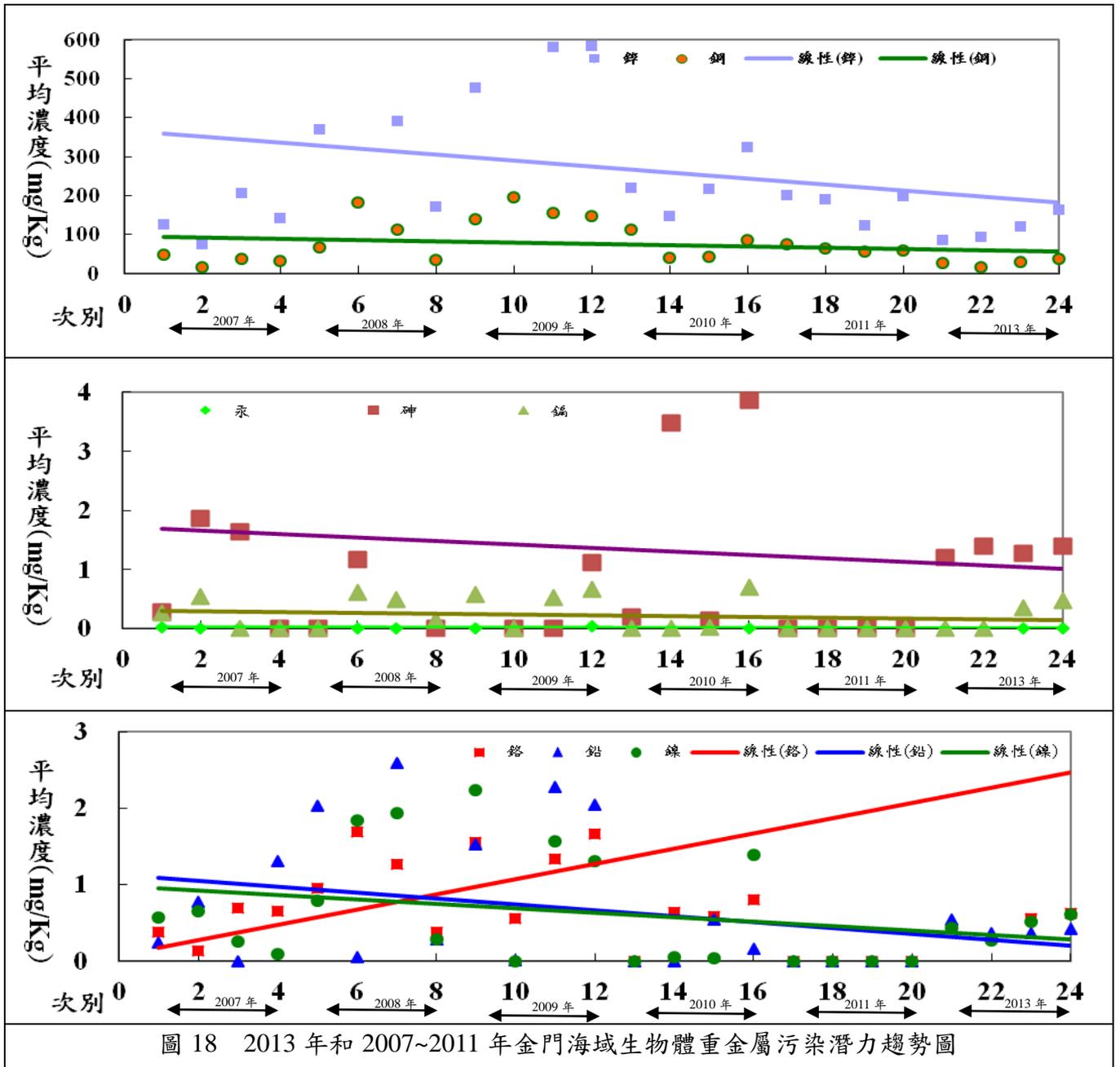


圖 17 2013 年和 2007~2011 年金門海域沉積物重金屬污染潛力趨勢圖(海上)



期中審查會議-委員意見與答覆

項次	委員意見	答覆
楊忠盛委員意見:		
1	第 22 頁，表 12 建議加入水產動物衛生標準，作為調查分析生物體重金屬污染現況。	已於報告內增加水產動物衛生標準(表 13)以作為生物體重金屬污染現況指標。
2	Surfer 繪圖為將各測站之檢測值以差分形式產生濃度等線圖，建議是否應將海象條件一併納入分析？	謝謝委員指教，將於期末報告將海象條件一併納入分析。
3	有關國際間針對水產動物之重金屬濃度限值或建議值各有不一，而金門地區民眾及觀光客常採集水產動物食用，是否將國內、外文獻數據彙整，並提出建議攝食量供相關單位擬定管制及改善之策略。	已將各國水產動物之重金屬濃度限值彙整(表 14)。
4	報告中未依據歷年監測數據變化分析金門地區之污染潛勢，請補充。	已於結果與討論中補充探討。
5	海水之背景值建議參考環保署之環境品質倉儲系統海域水質監測資料，令環檢所於 102 年 4 月 15 日進行 10 點次生物及沉積物重金屬檢測，其檢測數據提供卓參。	感謝楊委員提供資料，已於結果與討論中加入探討。
6	由於已知檢測 Pb 及其他重金屬未分析，建議承辦單位依合約規定辦理。	由於儀器故障導致部分樣品 As、Pb、Ni 元素未及時完成分析，將會於期末報告提供完整數據。
7	針對磷酸鹽偏高，初判是為酒廠排放水所致，建議可否平行比對酒廠放流水水質。	謝謝委員指教。陳鎮東教授於 1994 年即提出酒廠之酒糟廢水為重要污染源，詳見報告中之文獻回顧部分。
8	針對建議第 1 點，加強廈門週邊與金門本島污染排放之管控，可否具體說明為宜。	雙邊政府共同研擬減少與管控污染源與污染量之具體方案，並建立互相通報機制。
9	針對建議第 3 點提到銅鋅污染問題，其可能來源為何？請說明之。 建議貴團隊去比對金門土壤重金屬濃度。	污染來源除金門本島人畜排泄物污染外，根據陳鎮東與陳孟仙教授於 2002 年研究指出在接近九龍江口有較高值，顯示九龍江亦為重要污染來源。
10	海域沉積物濃度與牡蠣體內濃度是否能比對，請納入討論。	將於期末報告中完整呈現。
11	品保品管分析未完成部分是否會補齊？	由於儀器故障導致部分樣品 As、Pb、Ni 元素未及時完成分析，故相關之品保品管也未完成，將會於期末報告提供完整數據。

期中審查會議-委員意見與答覆(續)

項次	委員意見	答覆
翁自保委員意見:		
1	第 1 頁, 前言部分提及金門年平均降雨量數據的起迄時間未標出。	已補充。
2	第 2 頁, 抽砂部分與委託嘉義大學的結果不同, 請比較說明。	2011 年 6 月 9 日貴所邀請, 陳孟仙、黃榮富及黃春蘭等三學者到古寧頭海域會勘, 探討牡蠣死亡嚴重的問題, 共同研究牡蠣死亡原因之一為受天候環境影響: 由於前一年冬天水溫較低, 久未降雨營鹽較不足, 原因之二因遭泥砂掩埋, 會勘現場, 目睹中國的抽砂船正在作業, 海面相當混濁。
3	計畫目標沒有在報告提及, 請補充。	會將於期末報告達成計劃目標。
4	第 5 頁及第 45 頁座標位置不吻合, 且第 45 頁經度標示 2 次, 請修正。	已修正。
5	海上的測點與岸邊的測點位置近, 應加註不同。	測點分別以開頭 C 表沿岸測點, 開頭 S 表海上測點來區別。
6	表 5、表 6、表 7 的表頭有誤; 表 5 的 C9 與 C10 標是相反; 表 6 的樣品監控, 本計畫未測油脂, 請修正。	已修正。
7	圖 1 的 S7 及 C10 皆標示青嶼, 請修正錯誤。	S7 及 C10 分別為海上及岸邊青嶼測點, 並無錯誤。
8	有關金酒公司磷酸鹽部分, 應收集資料佐證。	將收集更多相關資料於期末報告呈現。
9	第 15 頁, 生物體採樣係向業者購買, 請確認其來源是否為採樣區域。	已確認, 分別向該採樣測點區域內之採牡蠣業者購買(有的是現剝的)。
10	第 21 頁, 本計畫使用方法係為改良環保署之公告方式, 會不會造成未來比對上有問題。	改良環保署公告方式是可改善其品保品管, 所有數據需通過嚴格品保品管程序方認可。
11	第 24 頁, 北山及上林測站之 pH 值標準是否有誤?	乙類海域 pH 值標準確為 7.5~8.5 無誤。
12	第 24 頁, 田埔的位置外來影響不大, 其測得數據為 pH 值 6.2, 是否為操作問題?	已再確認, 數據無誤。
13	第 26 頁, 金門在九龍江北邊, 請確認。	金門在九龍江口。
14	第 27 頁, C10 與 S7 數據相同, 是否有誤?	C10 與 S7 水溫均為 27.4°C 無誤。
15	請補充歷年討論。	已於結果與討論中加入探討。

期中審查會議-委員意見與答覆(續)

項次	委員意見	答覆
翁自保委員意見:		
16	使用總鉻或六價鉻，與歷年使用之標準應一致。	歷年均使用總鉻。
17	報告中多使用黃老師自己先前的研究報告，請參考其他學者之研究。	謝謝委員指教，將多收集資料進行研究。
18	第 40 及 41 頁，汞是否有超標，請確認。	生物體中汞含量，均未有超標現象。
19	銅的採樣點請確認是否正確。	已確認修正。
20	採樣品放置時間過久是否對結果有影響？	樣品處理與分析均依品保品管規範進行，無放置過久之虞慮。
21	表 13，漲退潮結果會有不同，是否未來採樣可一致。	沿岸採樣均於高潮時採集海水樣品，而於低潮時採集沉積物樣品。
22	表請增加平均值，才能與本文內容一致。	已增加平均值項目。
23	調查表表頭請加註日期。	已於表頭加註採樣日期。
24	第 70~85 頁所執行之 pH 等等之所謂等線圖均不宜如此繪法，如第 71 頁鹽度不能用等線圖處理，如不可能出現鹽度 22psu 等。第 73 頁，水溫也是一樣的問題，出現 16°C 不合理，宜作修正。	已將所有等線圖刪除，並將於期末報告中綜合討論。
25	圖 17、圖 18、圖 23-a 及圖 24-a，等線圖沒有數據	
26	有關生物體內重金屬含量，以一個點推全區是否太過武斷？是否有其必要性？	
鄭蘭妮委員意見:		
1	第 21 頁，使用之公告方法非最新，本計畫之檢測分法請確認其正確性。	已更新。
2	重金屬的參考標準來源為何處？請提供文獻或補充說明方法。	於內文 p.35、 p.36 及 p.42 中已有敘述。
3	第 2 頁的計畫緣起有提到古寧頭及洋山之影響，但於文中未提及。	古寧頭及洋山於 2011~2012 年發生牡蠣大量死亡的現象，故有做本計畫之必要性，將於期末報告做一完整之探討。
4	同一機器為何有部分檢測，部份不能檢測之情形發生？	因儀器受到干擾後造成故障之情況，使部份元素則因品保品管未符合標準，所以未能使用其分析數據，故部份元素未完成分析。

期中審查會議-委員意見與答覆(續)

項次	委員意見	答覆
柯逢樟委員意見:		
1	有關金門海域漁業生態環境水質與生物體重金屬監測之採樣測站，歷年來所做採樣位置是否相同，各測點採樣時間是否同為漲潮或退潮，因漲潮流將外海較清澈海水帶往內灣，而退潮流將內灣較混濁之海水(含內陸注入淡水)推往外海，並在古崗外海、北碇島東南側海面有形成潮面(水面有漂流物及形成兩邊不同色)，故所採水樣是否影響分析結果。	部分採樣位置相同。 由於採樣時間受制於出海時間與沿岸交通及人員調配，各測站採樣時間要完全同為漲潮或退潮有實務上之困難，只能盡量一致來減少潮汐所造成之誤差。
2	地區於 102 年 7 月 19 日西馬隆颱風過後之低氣壓滯留，於清晨 4-5 時於地區發生豪大雨達 150 毫米以上(短時間驟雨)，至第二次採樣沿岸測站之鹽度、營養鹽類比外海測站偏低，是否有影響，請可能是長期蓄積陸上之營養鹽類，藉此次大雨沖刷入海所造成沿岸測站之鹽度偏低、營養鹽偏高。	謝謝委員寶貴訊息。比較第一次和第二次水質數據，第二次的鹽度沿岸和海上分別為 31.8 和 31.1psu。均略小於第一次的 32.7 和 31.5psu，而營養鹽中以磷酸鹽、矽酸鹽和氮氣第二沿岸數據均較第一次明顯高出許多，受颱風大雨沖刷之可能性相當高。
3	有關 pH 值第二次調查結果海上測站(田埔)測值過低，是否受大陸抽砂船在該海域抽洗砂造成或該處北端礁岩區為砲兵實彈射擊彈著區爆炸所釋放物質。	謝謝委員寶貴訊息。委員之推測不無道理，但因無抽砂和砲兵實彈射擊確實資料，仍需再進一步確認，才能判斷田埔 pH 值過低的真正原因。
4	有關地區測站之水質、沉積物之重金屬均未檢出或超標，而生物體牡蠣之銅、鋅污染機率以浯江溪口最大，報告第 63 頁第一次採樣乾重含量:銅 37.0 mg/kg、鋅 148 mg/kg；第二次採樣乾重含量:銅 193 mg/kg、鋅 1191 mg/kg，是否受採樣前一週豪雨抽刷影響，可能污染來源為何，可否從源頭追蹤。	委員看錯數據了。第一次乾重含量：銅 251mg/kg、鋅 1001mg/kg，兩次數據差異並無太大，而且第二次還略低於第一次的。

期中審查會議-委員意見與答覆(續)

項次	委員意見	答覆
業務單位意見：		
1	報告格式請依契約及工作計畫書方式撰寫。	謝謝業務單位，已依指示修正。
2	第 10 頁，採樣所需雜項器材與藥品一覽表與工作計畫書第 13 頁不符，應全為貴校所準備。	已修正。
3	委託單位主持人有誤，請更正。	已修正。

期末審查會議-委員意見與答覆

項次	委員意見	答覆
楊忠盛委員意見:		
1	評選委員意見、期中報告委員審查意見應於文章前面或文章後面呈現，俾利了解報告是否有修正，建議補列。	謝謝委員指教，已修正。
2	第 3 頁第二段所述，「酒廠之酒糟廢水加上鳥糞，為金門水域磷酸鹽之重要來源。」，這是引用 1994 年資料，目前酒廠廢水並無違法排放，建議引用較新資料或此文獻不要引用，以免產生誤解。	謝謝委員指教。
3	第 4 頁建議文章格式編排一致，建議重新編排，以利閱讀。	已依委員指示辦理。
4	第 33 頁所述海水中磷酸鹽含量升高推測是與酒廠排放有關，此問題已於期中報告審查時提及，但是貴單位不知是否有平行比對，若僅用舊有文獻推測，恐怕會有問題，建議貴單位仔細評估，以免造成酒廠聲譽受損。另外 p52 又提及酒廠對其酒糟廢水水質管控已改善，兩段敘述似乎不太對得上。	只是推測可能的原因，除了酒糟廢水外，是否還有其他原因，有待了解。
5	第 50 頁推斷牡蠣有砷、銅和鋅汙染需加強管理，請問污染可能來源為何？	僅就檢測結果建議需加強管理，污染可能來源需另進一步研究。
6	第 51 頁涵容能力的涵寫錯了，p51 及 52 表?? 到底是多少，請重新檢視。	謝謝委員指教，已修正。
7	第 58 頁金門海域沉積物重金屬汙染問題由海上來的比島上本身污染問題嚴重一些...，請問一般台灣海域狀況為何?是否可探討?	需另做探討。
8	第 63 頁結論與建議第 9 點銅鋅受污染情形仍相當普遍，請問其污染源為何?貴團隊是否有比較金門土壤的濃度?另外以金門的濃度與台灣地區其他縣市比較差異為何?	污染源為何需另進一步研究。以後有機會再將金門土壤與台灣甚至世界其他地區土壤進行比較。
9	貴單位承接水試所計畫已有數年，請問金門地區牡蠣及花蛤生物體對重金屬生物濃縮係數為何?可否計算出來?	生物濃縮係數如報告表 112 所示。
10	第 65 頁格式及編碼建議重新編排。	已依委員指示辦理。

期末審查會議-委員意見與答覆(續)

項次	委員意見	答覆
楊忠盛委員意見:		
11	第 157 頁至第 172 頁圖很模糊，建議重新繪製，以利閱讀。	謝謝委員指教，已修正。
12	第 165 頁圖 12 磷酸鹽含量趨勢圖，請問做這張圖的目的為何?相關性不好，可以看出甚麼趨勢嗎?	由趨勢線可了解有逐年下降之趨勢。
巫文隆委員意見:		
1	<p>期末報告內之錯誤已修正在該原稿上，請參酌。如字體(P.37)或其他文獻缺失之問題等，略述如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 第 1 頁，「根據相關研究顯示」，請加註文獻。 2. 第 3 頁，(陳鎮東等，1994)，文獻欠缺。 3. 第 6 頁，牡蠣及花蛤請使用學名。 4. 第 29 頁，「…北邊海灣之洋山」，請刪除多於標點符號。 5. 第 52 及 53 頁，「表??」處，請修正。 6. 第 55 頁，最後一段請加原因及討論。 7. 第 56 頁，(滕，2002)，請修正。 	謝謝委員指教，已修正。
2	第 1 頁前言第 9-10 行，近兩年古寧頭與洋山頻傳牡蠣死亡……，爰提出本計畫研究釐清。→本期末報告是否有提出任何釐清緣由。	2011 上半年之水溫較低、久未降雨(1~5 月總雨量為 2010 年同期的 32.4%)和營養鹽較為不足，而且因對岸海岸開發頻繁，海域抽砂而生長中之牡蠣遭泥砂掩埋而造成死亡，今年則未有明顯異常現象。
3	第 6 頁牡蠣與花蛤，請附上各自之學名，以茲統一。	已補充。
4	第 52 頁上第 12 行，如表??所示。其??請修正。	謝謝委員指教，已修正。
5	第 53 頁上第 2 行，如表??和表??所示。其??請修正。	謝謝委員指教，已修正。
6	第 55 頁最後一段「海上……相較穩定」可以就相關文獻加以討論。	已補充。

期末審查會議-委員意見與答覆(續)

項次	委員意見	答覆
巫文隆委員意見:		
7	報告內文有但參考文獻未列入。如陳鎮東等 2002。黃春蘭 2004、2012。us. EPA 1989，1977。Anon，1973。Persaud et al.，1989。Hart et al.，1988。Long et al.，1995 等；也有參考文獻有但文之中卻找不到。及參考文獻格式問題請修正。	謝謝委員指教，已修正。
8	生物體只選了 2 種，原因是什麼？	經費與時間有限。
9	金門海上污染較陸上嚴重，是否有中國地區海域之污染監測結果來參照。	以後有機會將進一步研究。
鄭蘭妮委員意見:		
1	請在第 66 頁至第 73 頁的表 15~22 中，附加現場 YSI 多功能水質儀器的校正數據，以了解 pH、DO、鹽度等 5 項現場檢驗數據的準確性。	如附件一所示。
2	第 56 頁中富集因子的計算，其參比元素有寫到鋁也有寫到鐵，請釐清。	謝謝委員指教，已修正。
3	第 63 頁結論與建議的第 2、4 文字敘述語義不明確，請修正。	謝謝委員指教，已修正。
4	第 157 頁至第 164 頁的曲線圖可多加一條標準（參考）限值的線，使曲線能更明確一目了然。	謝謝委員指教，已修正。
翁自保委員意見:		
1	濁度方面再多做說明，進一步瞭解大陸造路問題是否有影響。	今年海上各測站的濁度均相當低，並無明顯證據顯示中國造路而有影響。
2	期中報告意見回覆須放入報告內。	謝謝委員指教，已修正。

期末審查會議-委員意見與答覆(續)

項次	委員意見	答覆
柯逢樟委員意見:		
1	金門青嶼與廈門青嶼的標示須做區別。	文內已有標明金門沿岸之青嶼編號為 C10，而廈門青嶼編號為 S7。
2	酒廠是否有汙染問題?	就 2007~2011 年之統計結果而言，酒廠的汙染貢獻並不明顯
業務單位意見:		
1	報告內容須呈現重點，且內文格式請修正，如標題寫法以「壹、一、(一) 1. (1) a. (a)」為序。	謝謝業務單位，已依指示修正。
2	何謂「超標」其依據何來？標準在哪裡？名詞用詞須改善。	P.43 第二段即有說明本報告所採用之參考標準值及引用之來源。
3	請於 12/15 前做結報，並將資料、領據等送至本所。	謝謝業務單位，已依指示辦理。
4	報告封面加日期，書背要寫年度及計畫名稱	謝謝業務單位，已依指示辦理。
5	請研擬一份計畫新聞稿供參。	謝謝業務單位，已依指示辦理。
6	期中期末委員意見及回覆要附於修正版中。	謝謝業務單位，已依指示修正。

附錄一、YSI 多功能水質儀校正方式

1、溫度/導電度電極：

- (1)溫度部分：溫度電極係以高感度熱敏電阻製成，故不需校正，僅需將溫度電極外部金屬氧化部分以砂紙拋光即可。
- (2)導電度部分：
 - a. 選定適當原廠標準校正液來進行校正，標準液適合範圍：
 - 蒸餾水，使用 1ms/cm 導電度標準液。
 - 一般淡水，使用 10ms/cm 導電度標準液。
 - 海水，使用 50ms/cm 導電度標準液。
 - b. 將乾淨電極放入導電度溶解液中，至少一分鐘，等溫度達到平衡後，選 Calibrate→Conductivity→Spcond 校正，輸入校正值，按 Enter 鍵，大約等 30~60 秒後數字不再跳動後，再按 Enter 鍵，即完成校正動作。

2、溶氧電極：

放入 1/8 吋(約 0.5CM 深，此值為建議值)的水在於校正杯內，將 DO 電極放入，並確定 DO 電極和溫度電極沒有浸在水中，不需旋緊並留一縫隙，使水氣得以跑出，約 10 分鐘等溫度平衡時，則水氣可達成飽和，此時以下列方式實施校正。

- (1)先進入"Sonde Menu"內。
- (2)選擇 Advanced 進入 Setup 內消去"Autosleep RS-232"後跳回"Sonde Menu"畫面下。
- (3)選擇 Calibrate 進入 Dissolved Oxy。
- (4)選擇 DO%後輸入氣壓值，待三分鐘左右數值穩定後即可按下 Calibrate 完成校正。

3、深度：矯正水平面上之大氣壓力為零點，所測水壓即可求得水深。

- (1)依次進入 Calibrate →Pressure-Abs。
- (2)輸入氣壓。
- (3)按下 calibrate 即完成校正。

4、pH 電極：

pH 電極之校正方式與坊間 pH Meter 相同，唯須注意保存時需將電極浸於水中，若長時間保存時需將電極浸於 3% KCL 溶液中，千萬不要浸於蒸餾水或純水中以免電極內電解液因滲透壓而漏出。

- (1)先將乾淨電極放入 pH 7 Buffer Solution 待一分鐘後達成平衡。
- (2)選擇 Calibrate 進入 ISE1 pH，選擇三點(3- Point)校正。
- (3)以三點校正為例:輸入 7.0 後按 Enter 鍵，待數值穩定後鍵 Enter 跳出。
- (4)清洗後再將電極放入 pH 4 Buffer Solution 後重複步驟(3)。
- (5)清洗後再將電極放入 pH 10 Buffer Solution 後重複步驟(3)即完成校正。

5、濁度校正：

- (1)用 0 NTU(蒸餾水)進行校正。
- (2)選擇 Calibrate 進入 Turbidity 後選擇 1- Point。
- (3)將電極浸入蒸餾水中，輸入 0 值按 Enter 待一分鐘後達成平衡即完成校正。

附錄二、國際貝類監測平均值與台灣各地平均值比較

Region	Cd	Cu	Pb	Zn
	mg/Kg			
Tainan	0.64±0.17	10.2±5.13	0.90±0.00	47.7±21.1
Yun-Lin	0.42±0.31	82.8±89.0	0.59±0.12	186±58.9
Chiayi	0.42±0.19	33.6±25.0	0.63±0.11	121±45.0
Matsu	1.07±0.34	57.1±14.9	2.75±0.00	220±30.3
Keelung	0.35±0.15	16.6±2.22	2.96±0.00	122±41.4
International Average value*	0.80	32.0	0.50	320

註*: 聯合國「國際貝類監測計畫(World Mussel Watch)」數據

source: 杜中菁(2006)

附錄三、各國際組織中微量元素之食用限值(mg/kg wet wt.)

Standard	Hg	As	Cd	Cu	Se	Zn	Reference
ANZFA	0.5	1.0*	0.2 [#]	10	1.0	150	Mcperson(2001)
		20	2.0 ⁺	70 ⁺		50	Mortimer(2000)
MAFF				20			Sally et al. (1996)
NHMRC	0.5		0.2	10	2.0	150	Sharif et al. (1993)
US FDA	1.0	76 [#]	3.0 [#]				Jewett et al. (2000)

註：

(1)ANZFA : Australian and New Zealand Food Standards.

(2)MAFF : Ministry of Agriculture Fisheries and Food.

(3)NHMRC : National Health and Medical Research Council of Australia.

(4)US FDA : United States Food and Drug Administration.

*=Inorganic only ; #=Level of concern for Crustaceans ; +=Level of concern for Molluscs.

source:吳冠霖(2007)