

金門海域水質沉積物與牡蠣等 生物體重金屬測定調查

第二季報告

委託單位：	金門縣水產試驗所
委託單位主持人：	楊文璽所長
委託單位執行人員：	李佳發課長
受託單位：	環虹鋁騰科技股份有限公司
受託單位主持人：	蕭淑娟
受託單位執行人員：	張偉軍

目錄

壹、前言	1
一、研究背景	1
二、計畫目的	1
貳、基本資料蒐集分析	3
一、氣象	3
二、海象	4
三、生物體	4
參、工作步驟與方法.....	6
一、先期準備作業.....	6
二、採樣作業規劃.....	6
三、採樣前置作業.....	8
四、現場採樣作業.....	10
五、分析作業	12
六、數據彙整評析	13
肆、分析結果與討論.....	14
一、海域水質分析.....	14
二、水質重金屬	17
三、沉積物重金屬.....	18
四、生物體中重金屬.....	18
伍、結論	20

陸、參考文獻.....	21
-------------	----

表目錄

表 2- 1 金門浮標每月海水表面溫度統計表 (2010-2018).....	23
表 2- 2 金門降雨量統計表(2010-2018).....	24
表 2- 3 金門風速統計表 (2006-2018)	25
表 2- 4 金門水頭每月潮位統計表 (2003-2017).....	26
表 2- 5 門料羅灣每月潮位統計表 (2001-2017).....	27
表 2- 6 金門牡蠣養殖方式及特性概況表.....	28
表 3- 1 採樣地點座標.....	29
表 3- 2 執行時間規劃.....	29
表 3- 3 海域水質樣品容器分類統計表	30
表 3- 4 海域沉積物樣品容器分類統計表.....	31
表 3- 5 海域生物體(牡蠣)樣品容器分類統計表	32
表 3- 6 海域生物體(花蛤)樣品容器分類統計表	32
表 3- 7 樣品保存方法一覽表	33
表 3- 8 海域水質採樣器材設備清點檢查表	34
表 3- 9 海域沉積物採樣器材設備清點檢查表.....	35
表 3- 10 海域水質與沉積物之各項檢測方法一覽表.....	36
表 3- 11 生物體之各項檢測方法一覽表.....	37

表 4- 1 108 年田浦海域水質調查結果	38
表 4- 2 108 年尚義海域水質調查結果	39
表 4- 3 108 年埔頭海域水質調查結果	40
表 4- 4 108 年洋山海域水質調查結果	41
表 4- 5 108 年湖下海域水質調查結果	42
表 4- 6 108 年北山海域水質調查結果	43
表 4- 7 108 年大嶝島外側海域水質調查結果	44
表 4- 8 沉積物重金屬含量的各種標準	45
表 4- 9 「海域環境分類及海洋環境品質標準」中重金屬標準值	45
表 4- 10 108 年田浦海域沉積物調查結果	46
表 4- 11 108 年尚義海域沉積物調查結果	47
表 4- 12 108 年埔頭海域沉積物調查結果	48
表 4- 13 108 年洋山海域沉積物調查結果	49
表 4- 14 108 年湖下海域沉積物調查結果	50
表 4- 15 108 年北山海域沉積物調查結果	51
表 4- 16 108 年大嶝島外側海域沉積物調查結果	52
表 4- 17 108 年馬山海域沉積物調查結果	53
表 4- 18 行政院環保署「底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法」	54

表 4- 20 108 年 6 月金門生物體重金屬濃度.....	55
表 4- 21 水產動物類的衛生標準(中華民國 107 年 05 月 08 日衛生福利部授食 字第 1071300778 號令訂定)	56

壹、前言

一、研究背景

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，尤其每年國曆 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(楊逸萍等人，1996；陳鎮東等人，1992、1995、2002)。另大陸在金門海域附近大肆抽沙，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，此得金門縣水產試驗所與學術單位共同研究釐清，爰提出「金門海域水質沉積物與牡蠣等生物體重金屬測定調查」計畫。

本計畫之調查範圍以大小金門島沿岸及附近海域範圍，監測分為沿岸海域與海上海域兩部份，規劃設置沿岸測站埔頭海域、湖下海域、北山海域、洋山海域、田浦海域、尚義海域 6 處與海上測站埔頭海域、湖下海域、北山海域、洋山海域、田浦海域、尚義海域、馬山海域與大嶝島外側海域(金門-泉州航道)8 處(圖 3-1)，進行海域水文現場監測、水質和沈積物採樣分析比對。另生物體則為牡蠣、花蛤進行重金屬分析。

針對各海域的水質、沉積物及生物體中重金屬的分析，可了解重金屬含量的分布與生物體中重金屬含量的相關性，也可針對不同地區之不同養殖方式對於環境水域的影響作比較。將上述的數據比較統整後，除了可做為日後環境監測的參考外，也可將此研究數據提供給相關單位在環境污染改善及養殖業者方式改善上作為參考依據。

二、計畫目的

本計畫之主要目的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，確保海洋資源之永續利用與做為環境品質有效管理之參考依據。預期達到以下三個目標：

- (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，做為決策單位擬訂對策之參考依據。
- (二) 調查金門花蛤、牡蠣體內重金屬濃度變化，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。
- (三) 近年來泉州的電鍍業興起，由於電鍍業必須以大量的水作為作業的介面，這些使用過後的水往往會含有許多有毒的重金屬（如鎳、鋅、銅等），甚至有劇毒的氰化物。不但如此這些廢水還呈強酸、強鹼的狀態。電鍍廢水是否流向金門海域也將成為監測重點。

貳、基本資料蒐集分析

本計畫主要是研究海域水質環境及沉積物與生物體間之相關性。而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。另外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。

針對本計畫則是先行針對金門海域水文與牡蠣養殖方式及花蛤採集區域做資料收集，之後則在針對收集到相關資料與本次計畫所測得之數據做整理分析，對於初步收集到之概況如下：

一、氣象

(一) 表水溫

金門與廈門、同安，緯度相同，均屬於亞熱帶海洋性氣候，夏季七、八、九月海水溫度最高約 29.8℃，十二月至翌年三月間，海水月均溫皆低於 20℃，尤以二月份最低平均約 14.7℃，統計全年平均海水溫度約 21.4℃。(表2-1)

(二) 蒸發及降雨量

金門降雨在時間上分配不均，且其潛在蒸發量高，使得金門呈現出半乾旱的現象。以平均狀況來看，全年雨量稀少，平均年降雨量不足 1100 公釐，而且分布不均，每年 4 月至 7 月為雨季，10 月至翌年 2 月為旱季，平均相對濕度 77%，境內沒有高山，因此大陸東北季風直接吹襲，全年蒸發量高達 1098.7mm (表2-2)，故島上地表水資源條件相當嚴苛。(金門縣政府，歷年金門氣象資料)

(三) 風速

金門全年平均風速約 2.9 米/秒(表2-3)，且冬季風速高於夏季。另參考金門縣政府「金門縣后江灣人工島海域環境基本監測調查計畫」於后江灣外海水深 5 公尺佈設資料浮標所測得之四季風玫瑰圖(圖 2-1)可知，除夏季以南南西、南風為主，其餘季節以東北、東南東為主。

二、海象

(一) 海流

影響金門周邊海域之水流主要有海流與潮流，在海流方面主要有中國大陸沿岸流與台灣海峽海流兩種。中國大陸沿岸流在東北季風期間，渤海黃海海水冷卻，成為西南流而流出，因而擴散至台灣海峽。另外台灣海峽海流冬夏差異極大，夏季因有西南風之助，海峽全體為黑潮支流而北上，冬季則海峽北部海面因有東北季風，黑潮支流流至澎湖附近與北方來之大陸沿岸流會合後往西流入南海。

(二) 潮流

金門周邊海域受潮流影響最大，在海岸附近因受地形之影響，在海峽、港灣及河口等處能形成潮差很大之漲落現象，其潮差於台中港類似，潮汐有二次高潮及二次低潮，顯示本海域屬於半日潮型態(85年金門地區周邊海域之海潮流初探。潮流於金烈水道於以南漲潮為西向，以北漲潮為西北向，退潮為東南向；翟山一帶為西向；料羅灣內漲潮為西北向，退潮為東南向。相關海潮流狀況，如圖 2-2所示 (流速 $1 \text{ kn} = 0.514 \text{ m/sec}$)。

(三) 潮汐

金門有兩長期潮位監測站，一設置於水頭，另一設置於料羅灣，兩測站之長期潮位統計資料彙整如表2-4和表 2-5所示。就測站位置之分佈可推測，全島平均潮差介於4.14~4.30m 之間。根據潮汐能量分類，屬大潮差(meso-tidal)能量。(小潮差(microtidal, 小於 2 公尺)、中潮差(mesotidal, 2-4 公尺)及大潮差(macrotidal, 大於 4 公尺)。

三、生物體

(一) 牡蠣

金門四面環海，而在西、北海岸，有一大片潮間帶，水淺浪低、海流平緩，由路上沖刷而下的泥沙，容易淤積在沿岸的海棚上，形成一大片潮間帶，向為海藻及魚介貝類優良棲息場所，自古居民築海為田，從事養殖、漁撈，蚵田從東北角的青嶼、官澳、西園、沙美、洋山、呂厝、劉澳、浦邊、中蘭、瓊林、後沙，隴口、中西堡、安歧、林厝、南北山、湖下、后浦、夏墾、后豐港、水頭；加上烈嶼的黃厝、西方、下田、雙口、中墩、上林、上庫等幾個村莊，蚵田的數量尤以古寧頭南山、北山的千頃石蚵林(蚵都)最為壯觀。民國七十四年，金門縣水產試驗又引

進深水棚架式養殖法，因所需資本稍鉅且地區潮差大、流速強，棚架固定不易，遇有颱風侵襲時養殖設施易遭壞，嚴重減弱蚵民投資意願，目前已無棚架式養殖。

民國七十七年，金門縣水產試驗所開始推廣平掛式牡蠣養殖法，於適當間格使用竹材製成棚架，間距約二至三公尺，自台灣地區引進「秋苗」進行掛養，十至二十個母殼，每串約可收穫蚵肉一公斤半。至今推廣養殖面積達七公頃，平均每公頃產量達一萬七千公斤，時間上與地區自行附著的「春苗」錯開，使得地區四季均能吃到新鮮美味的海蚵，廣為蚵民接受。針對金門主要養蚵方式與分布區域整理如表2-6所示。

(二) 花蛤

和北岸后江灣相背的南岸料羅灣是一個很大的黃金沙灘海岸，由西南角的赤山角一直延伸到東南角的料羅，平沙直敘，相當壯觀美麗。料羅灣不只漂亮，水質也相當清澈，加上金門並無太多的污染，因此成了很挑生長環境的花蛤的家。花蛤金門人稱做“沙歲（閩南話）”，意指塞在沙裏的意思。這花蛤只要有污染的水域就很難存活，因此后江灣的泥灘就看不到，本來台灣西部海灘也有，經不起環境污染，現在已經難以尋覓。

參、工作步驟與方法

本章節依據計畫工作流程擬定工作步驟與執行方法，並分成先期準備作業、採樣作業、分析作業、查核作業、數據審核及數據彙整評析等，有關各項作業說明分述於下列各小節。

一、先期準備作業

本計畫預定於 108 年 1-3 月、4-6 月、7-9 月、10-12 月，每三個月各執行乙次海域水質、沉積物及生物體監測調查工作，本專案現勘小組將依據計畫委託技術服務需求書之七處調查海域於採樣執行前進行現場勘察，以期掌握各監測站間之相關位置及採樣路線。

二、採樣作業規劃

本計畫海域水質、沉積物及生物體之採樣工作預定於 108 年 1-3 月、4-6 月、7-9 月、10-12 月，每三個月各執行乙次，監測分為沿岸海域與海上海域兩部份，規劃設置沿岸測站埔頭海域、湖下海域、北山海域、洋山海域、田浦海域、尚義海域 6 處與海上測站埔頭海域、湖下海域、北山海域、洋山海域、田浦海域、尚義海域、馬山海域與大嶝島外側海域(金門-泉州航道)8 處，進行海域水文現場監測、水質和沈積物採樣分析比對，監測地點座標如表 3-1，與 107 年座標相同。其中有關海域水質及沉積物之海域採樣作業，係由金門縣水產試驗所之金門號試驗船暨船員出海進行海域水文現場監測與採樣工作。在生物體採樣作業部分則是由環虹鋸騰負責採樣。生物體部份除於尚義測站採取原生花蛤外，其餘 5 測站將與該測站附近養殖戶直接採買牡蠣。各測站地點如圖 3-1 所示。本計畫執行時間自 108 年 1 月至 12 月，水樣、沉積物、生物體均進行 4 次調查。(實際採樣日期視當月天候進行調整，但會於當月完成採樣。)水質分析項目：水溫、pH 值、溶氧量、濁度、鹽度、氨氮、亞硝酸鹽氮、硝酸鹽氮、矽酸鹽、磷酸鹽及重金屬(汞、砷、鎘、鉻、銅、鉛、鎳、鋅)等十八個項目。沉積物分析項目將著重於重金屬部份，分析項目包括：汞、砷、鎘、鉻、銅、鉛、鎳、鋅及等八個項目。生物體監測將以沿岸養殖業之牡蠣與原生花蛤進行檢測分析項目：汞、砷、鎘、鉻、銅、鉛、鎳、鋅等八個項目重金屬。計畫執行時間規劃如表 3-2 所示。

本計畫採樣作業規劃架構如圖 3-2 所示，整個作業規劃簡單分為品質保證與品質管制兩大作業體系，針對硬體設備、人員管理、現場量測、作業系統等

項目，作更精密之規劃，使整個採樣作業符合規格化、表格化、制式化、標準化、簡單化之要求。

(一) 採樣人員編組

有關本計畫採樣人員編組說明於下：

1. 現場採樣負責人：負責督導與安排採樣工作，採樣人員之訓練、調派以及採樣技術支援，並與主管單位連繫協調採樣作業事宜。
2. 現場採樣組：負責執行採樣工作、現場測量與記錄、樣品分裝與保存、樣品清點檢查與樣品寄運等工作。
3. 支援採樣組：任務同現場採樣組，適時支援採樣工作。
4. 後勤支援組：負責樣品標籤電腦製作、樣品容器準備、補充與接樣等作業。

(二) 採樣行程與樣品運送規劃

1. 海域水質及沉積物

由貴所之金門號試驗船預定於 108 年 1-3 月、4-6 月、7-9 月、10-12 月份針對沿岸測站(埔頭海域、湖下海域、北山海域、洋山海域、田浦海域及尚義海域計有 6 處)與海上測站(埔頭海域、湖下海域、北山海域、洋山海域、田浦海域、尚義海域、馬山海域與大嶝島外側海域(金門-泉州航道)計有 8 處)執行海域水質與沉積物採樣，各梯次採樣當日之採集樣品由現場採樣組以海運方式寄送至高雄實驗室。

2. 生物體

由環虹鯤騰負責採樣，預定於 108 年 1-3 月、4-6 月、7-9 月、10-12 月份針對沿岸測站(埔頭、北山、南門、后沙、西園及尚義海域計有 6 處)執行生物體採樣，當日之採集樣品由採樣人員包裝後，當日冷藏宅配或隨採樣人員空運回台。

採樣地點規劃：

類別	測站	埔頭	湖下	北山	洋山	田浦	尚義	大嶝島	馬山
水質	海上	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	X
	沿岸	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	X	X
類別	測站	埔頭	湖下	北山	洋山	田浦	尚義	大嶝島	馬山
沉積物	海上	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	沿岸	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	X	X

類別	測站	埔頭	北山	南門	后沙	西園	尚義
牡蠣	沿岸	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	X
花蛤	沿岸	X	X	X	X	X	⊙

⊙：表示該項目於採樣地點進行採樣

X：表示該採樣地點無該項目樣品可採樣

三、採樣前置作業

採樣前置作業計有：樣品容器分類統計、樣品標籤製作、採樣器材洗滌與防污、樣品容器洗滌、採樣器材設備清點檢查、採樣品管樣品及採樣器材設備清點檢查等。有關採樣作業之各項前置作業內容說明如下：

(一) 樣品容器分類統計

依據本計畫檢驗項目之樣品保存方法、保存期限、樣品體積與樣品容器種類予以分類統計後，建立海域水質、沉積物與生物體樣品容器之分類統計表(詳見表 3-3 ~ 表 3-6)。此作業方式將有助於採樣人員在外部作業時，不會因人為疏失造成瓶組不夠或樣品量不足，同時依類別分類保存減少保存不當等作業疏失。

(二) 樣品標籤製作

樣品標籤製作主要目的為減少採樣人員於現場填寫樣品標籤工作，以避免現場作業疏失。基本上，此作法藉由電腦統一作業，可於計畫執行前，先查核校對所有樣品標籤之內容，以確保採樣分裝保存之品質。本計畫所需之樣品標籤均以電腦製作，樣品標籤格式及列印內容說明如下：

樣品標籤上須列印之資料說明於下：

計畫名稱：列印「金門海域水質沉積物與牡蠣等生物體重金屬測定調查」。

1. 採樣日期：列印「採樣日期(年/月/日)」。
2. 測站編號：列印「測站編號」。
3. 樣品編號：

(1)海域水質：列印「LS-KMSE-(n)」表示，其中；「LS」表示海域水質樣品，「KMSE」表示金門縣尚義等七海域，「n」表示第 n 個海域水質測站之樣品(n：1~12)。

(2)海域沉積物：列印「SD-KMSE-(n)」表示，其中；「SD」表示海域底質樣品，「KMSE」表示金門縣尚義等七海域，「n」表示第 n 個海域沉積物測站之樣品(n：1~12)。

(3)生物體(牡蠣)：列印「OY-KMSE-(n)」表示，其中；「OY」表示牡蠣，「KMSE」表示金門縣尚義等五海域，「n」表示第 n 個沿岸測站之樣品(n：1~5)。

(4)生物體(原生花蛤)：列印「CL-KMSE-(1)」表示，其中；「CL」表示花蛤，「KMSE」表示金門縣尚義海域，

4. 分析項目：列印「樣品分析項目」。
5. 容器代號：列印「樣品分裝容器代號」。
6. 保存方法：列印「樣品保存方法」(詳見表 3-7)。
7. 採樣人員：採樣人員於完成樣品分裝保存作業後，填入採樣員之「個人代碼」。

(三) 採樣器材洗滌與防污

本計畫海域水質與沉積物採樣所需器材與設備(如定深採水器、抓泥器、拖泥器等)於採樣出發前，均先以自來水清洗後，並浸入無磷清潔劑清洗，再的去離子水或蒸餾水洗淨後晾乾備用。採樣人員於每個採樣點執行採樣完畢後，均需將採樣器以去離子水或蒸餾水乾淨，並於下一個採樣點執行採樣前，需再以該採樣點之海水潤洗二~三次後，才能採集待測樣品。

(四) 樣品容器洗滌

本計畫各類樣品容器均由專人負責依環保署規定的洗滌方式清洗，有關各類樣品容器的洗滌方法說明於下；

1. 重金屬樣品容器：聚乙烯塑膠如容器(PE)附螺旋蓋必須先以 1：1 之硝酸洗劑洗淨後，再以 RO 水沖淨，晾乾加蓋備用。
2. 其他一般項目樣品容器：聚乙烯塑膠容器(PE)附螺旋蓋先以無磷清潔劑清洗除去油質或有機物，以自來水沖淨後，再的去離子水沖洗，晾乾加蓋備用。

(五) 採樣品管樣品

為確保樣品品質，於採樣時將配合採取以下適當之採樣品管樣品；

1. 野外空白樣品：將不含待測物且類似樣品基質的樣品(如試劑水)於實驗室配製，裝入樣品瓶密封後，攜至採樣地點，曝露於相同採樣狀況下(如打開瓶蓋、加入保存劑等)，再與採樣之樣品一同攜回檢測。現場空白樣品之檢測項目以「重金屬」為主。原則上；執行海域水質與沉積物採樣時，於每一個採樣測站均須準備一個野外空白樣品。分析時機為當待測樣品發生異常測值時，則由分析主管判定後決定是否需執行分析，以釐清是否有採樣地點之環境污染情形發生。
2. 設備空白樣品：採樣前，應對採樣設備(如定深採水器、抓泥器、拖泥器等)做一設備空白，其方法是將試劑水導入清潔之採樣設備，再將試劑水移入樣品瓶中，依規定加入保存劑後，密封之，再與樣品一起攜回實驗室。分析時機為當待測樣品發生異常測值時，則由分析主管判定後決定是否需執行分析，可用於判知採樣設備是否污染情形。設備空白樣品之檢測項目以「重金屬」為主為主。本計畫於執行海域水質與沉積物採樣時，於每一個採樣測站點均須準備執行設備空白樣品備用。
3. 運送空白樣品：不含待測物之試劑水，於實驗室配置裝入樣品瓶密封後，攜至現場再與其它採集之樣品送回實驗室檢測，過程中均不打開，可用於判知運送過程之污染情形。運送空白樣品之檢測項目以「重金屬」為主。原則上；執行海域水質、沉積物與生物體採樣時，於每一採樣工作日須準備一個運送空白。分析時機為當待測樣品發生異常測值時，則由分析主管判定後決定是否需執行分析，以釐清是否於運送過程有污染情形發生。

(六) 樣器材設備清點檢查

採樣人員於各類採樣出發前，依據本計畫各類採樣器材設備清點檢查表(表 3-8~表 3-9)，針對該梯次採樣所需攜帶之個人工作配備、採樣器材、現場測量儀器、樣品保存藥劑、樣品容器等項目逐一進行清點準備。

四、現場採樣作業

(一) 海域水質與沉積物採樣

本計畫海域水質現場採樣作業程序，主要參考環保公告「河川、湖泊及水庫水質採樣通則(NIEA W104.51C)」相關規定執行海域水質採樣工作，而海域沉積物現場採樣作業程序，主要參考環保署公告「底泥採樣方法(NIEA S104.32B)」相關規定執行海域底質採樣工作。本計畫海域現場採樣之作業流程如圖 3-3 所示。

有關海域水質與沉積物之現場採樣作業程序說明如下：

1. 確認採樣地點：採樣人員到達各測站後，需以 G.P.S.定位測站位置，以確認採樣地點。
2. 現場準備作業：由採樣小組負責人執行各項現場工作分工分派，記錄採樣點附近環境現況，以及準備該採樣點所需採樣設備/器材與現場測量儀器。
3. 現場測量儀器校正：依計畫需求執行現場測量項目之各測量儀器現場校正作業，並記錄校正結果。
4. 樣品採集作業：
 - (1) 海域水質：使用定深採樣器(Niskin採樣器)採集各測站之表層水樣〔即採水面下1公尺處之水樣〕。
 - (2) 海域沉積物：使用適當底質採樣器(抓泥器或拖泥器)採集各測站之表層沉積物樣品〔即採0~15公分處之底質樣品〕。
5. 現場測量作業：將採集之水樣裝取適當樣品於燒杯中，以校正好的測量儀器進行水溫、pH、鹽度、溶氧量之現場測量，並記錄測量結果。
6. 樣品分裝保存作業：將採集之海域水質與底質樣品分裝於事前準備好之樣品容器，依環保署公告各類水質檢測項目樣品之保存方法進行樣品加藥保存。
7. 樣品清點檢查作業：於該測站採樣完畢後，立即清點檢查所採集樣品數量，並填寫樣品監控。

(二) 生物體採樣

有關生物體調查之採樣作業說明如下：

1. 牡蠣與原生花蛤：與測站附近養殖戶直接購買。
2. 生物體採樣完成後將冷藏保存當天以宅配寄回環虹鋸騰或是由採樣人員以行李托運方式帶回公司。

五、分析作業

本計畫海域水質與沉積物之樣品分析作業係依據環保署最新公告之各檢測方法執行。生物體之樣品則依據衛福部食藥署最新公告之各檢測方法執行。

(一) 分析方法

有關本計畫海域樣品分析之各檢測方法說明如下。

1. 水質與沉積物分析

送經環保署認證之檢測單位進行檢驗。水質與沉積物部份依照環保署公告之公告方法進行前處理與分析檢驗(表 3-10)。

2. 生物體

檢體於當日採集/購買後，將以夾鏈袋/無菌採樣帶進行包存並以低溫保存方式隨採樣人員於當日一同託運回台灣並立即寄送於各實驗室進行分析。檢體前處理方式與分析方法整理於(表 3-11)。

(二) 分析作業管理

本計畫分析作業從計畫執行前之分析工作評估、樣品接收與登錄、分析工作分派、分析工作監控、分析品管監控以至分析完成後之分析數據登錄等工作均須一套健全而完善之管理，其內容說明於下：

1. 樣品接收與登錄

由接樣負責人員登錄各梯次採集運回的樣品數量，並將待測樣品依其檢測項目分類存放於樣品冷藏庫中。

2. 計畫管理

實驗室依計畫要求評估計畫樣品分析工作之負荷，以確認計畫所需硬體設備充足

3. 分析工作分派

由實驗室樣品分派主管排定分析人員編組，記錄本計畫編號、分析項目、及各批次運回樣品數量，依據各類樣品之有效保存期限進行樣品分析工作的分派，並填寫製作各分析人員的工作分派/查核。

4. 分析工作監控

由計畫品保工程師登錄分析工作分派與完成情形，以及查核分析期限與完成分析樣品數量是確實無誤。

5. 分析品管監控

由實驗室品管師回報工作分派/查核表，並回報異常問題修正措施，以及查核品管管制圖。

6. 分析報告管理

由計畫品保工程師登錄分析結果總表，登錄分析人員、原始數據記錄本編號與頁碼，以管制報告之時效性。

六、數據彙整評析

監測結果之分析評估，乃監測計畫瞭解現況環境污染之最主要指標，因此須掌握整個監測作業相互間之互動關係，從過去歷次監測結果及監測站之特性，分析探討監測結果之影響，進一步建議相關單位對環境改善之參考對策。本計畫數據彙整工作除了相關監測結果彙整外，主要工作內容說明如下：

- (一) 彙整本計畫各項監測作業之監測結果總表，表列出之各檢測項目之測值範圍及平均值統計結果。
- (二) 將各項監測結果與相關之法規標準比較，列出不合格項目。
- (三) 彙整監測結果，製作隨時間、空間變化之趨勢圖。與歷年監測結果比較，篩選偏高測值，並了解歷年之變化趨勢。

肆、分析結果與討論

本次報告為民國 108 年 5 月份之採樣結果。採樣地點分為沿岸海域與海上海兩部份，沿岸測站埔頭海域、湖下海域、北山海域、洋山海域、田浦海域、尚義海域 6 處與海上測站埔頭海域、湖下海域、北山海域、洋山海域、田浦海域、尚義海域、馬山海域與大嶝島外側海域(金門-泉州航道)8 處，進行海域水文現場監測、水質和沈積物採樣分析比對。另外生物體牡蠣、花蛤則是採樣進行重金屬之分析。分析結果如下：

一、海域水質分析

海域水質分析部分分為：水溫、pH、鹽度、溶氧量、濁度、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、(正)磷酸鹽、氨氮與重金屬(鉻、鎳、銅、鋅、砷、鎘、汞、鉛)個分析結果如下：

(一) 水溫

108 年 5 月沿岸 6 處測站之水溫介於 25.6°C~29.4°C，平均 27.1±1.31°C，海上 7 處測站之水溫介於 25.5°C~27.6°C，平均 26.8±0.72°C(表 4-1 ~ 表 4-7)。另參考中央氣象局統計 99 年~107 年金門浮標測得的歷年水溫統計圖，皆落於歷年水溫範圍內(表 2-1)，海水溫度屬正常的氣候變化。

(二) 氫離子濃度指數(pH)

水體的分布和變化對於生物圈的發展演化具有重大意義，其中水體氫離子濃度指數 (pH 值) 的恆定性又是其中的關鍵。大部分的水生生物均對水環境中 pH 值的變動相當敏感，研究指出，當 pH < 5 時魚群將會相繼死去。海水 pH 值因季節和區域的不同而不同：夏季時，由於增溫和強烈的光合作用，使上層海水中二氧化碳含量和氫離子濃度下降，於是 pH 值上升，即鹼性增強，冬季時則相反，pH 值下降。在溶解氧高的海區，pH 值也高；反之，pH 值就低。108 年 5 月沿岸 6 處測得之水質 pH 值為 7.9~8.2，平均為 8.1±0.10。海上 7 處測站測得之水質 pH 值為 8.1~8.3，平均為 8.2±0.07(表 4-1 ~ 表 4-7)。其測定結果皆符合環保署於 107 年 2 月 13 日發布修正「海域環境分類及海洋環境品質標準」中第 5~6 條「甲(乙)類海域海洋環境品質標準」中氫離子濃度指數(pH)7.5~8.5 之標準值。

(三) 鹽度

海水中溶有許多無機鹽類，鹽類含量即為鹽度。海水鹽度的高低隨海域、季節的變化而異，一般而言，一千公克的海水中含有三十至三十五公克的鹽類。雖然，鹽度隨地域不同而有差異，但是各地海水中，各種鹽類的比例均極為相似。108年5月沿岸6處測站測得之海水鹽度為24.2~32.8 psu，平均為 30.3 ± 3.27 psu。海上7處測站測得之海水鹽度為30.2~33.3 psu，平均為 31.9 ± 1.27 psu(表4-1 ~ 表4-7)。由於科氏力的關係，位於北半球的河川離開港灣後會緊貼右岸流動；因此九龍江的水流出河口後，會向右流動，使得最接近九龍江的埔頭/湖下/北山測站會有鹽度較低。

(四) 溶氧量

溶氧量(Dissolved Oxygen)，係水域中所含氧氣之溶解量，一般來自空氣中氧之供給，或水中植物，如植物性浮游生物底大型底棲植物之光合作用產生之氧氣。其含量隨著水溫、大氣壓力及海水之鹽度而異。海水主要的氧氣來源有二：海水表面的空氣擴散作用將氧溶解於海水；海洋植物的光合作用。這兩個過程都只發生在表層海水，並解釋了在表層海水超過5ml/L的高濃度溶氧量。溶氧量隨水溫之增高而降低；水溫降低，其溶氧量則會增高。大氣壓力愈低，其溶氧量則亦隨之降低。108年5月沿岸6處測站測得之海水溶氧量為5.3~6.5 ppm，平均為 5.9 ± 0.45 ppm。海上7處測站測得之海水溶氧量為5.2~8.3 ppm，平均為 6.3 ± 1.02 ppm(表4-1 ~ 表4-7)。皆在甲類海域海洋環境品質標準5.0以上。

(五) 濁度

海水濁度變化受天候影響明顯，但高濁度的海域主要都與河川的注入有關。雨季降雨後濁度在一星期內會明顯下降，多數都會回復一般天候之濁度。海水濁度的影響因素很多，可能是工廠廢水排放、觀光景點開發後的海岸變遷造成，可能是因為暴雨沖刷，河川帶來大量的沉積物，當然也可能根本就是自然沈積造成的。如果海水過於混濁，陽光照射到海水中的量就會減低，連帶的影響到海水中的浮游生物，甚至是整個生態系統。108年5月沿岸6處測站測得之海水濁度為5.2~170 NTU，平均為 65.7 ± 63.77 NTU，以湖下的170 NTU最高。海上7處測站測得之海水濁度為4.1~7.2 NTU，平均為 5.4 ± 1.03 NTU，以大嶼島的7.2 NTU最高。整體來說，沿岸測站由於受到波浪沖擊陸地的影響，造成海水擾動混濁的情形較海上表層海水強烈，因此沿岸測站所測得的濁度較海上測站高(表4-1 ~ 表4-7)。

(六) 硝酸鹽氮

硝酸鹽氮為氮循環中硝化作用的最終產物，因此硝酸鹽氮可表示水體曾遭受污染的程度。河川、湖泊或水庫中硝酸鹽氮含量過高時，常易造成藻類大量繁殖，使得水體呈優養化現象。108年5月沿岸6處測站測得之海水硝酸鹽氮為0.1~2.18ppm，平均為 0.5 ± 0.82 ppm，以湖下的2.18ppm最高。海上7處測站測得之海水硝酸鹽氮為0.02~0.3ppm，平均為 0.2 ± 0.12 ppm。而參考行政院環保署公布的飲用水水質標準第三條第三項化學性標準中的第(二)項中的硝酸鹽氮最高限值為10.0ppm，金門海域過去的測值皆遠低於此限值(表4-1~表4-7)。

(七) 亞硝酸鹽氮

水中之氮以亞酸鹽形態存在者稱為亞硝酸鹽氮。亞硝酸鹽氮之形成主要是在好氧環境下，硝化菌族群的亞硝酸菌群將氨氮轉換變成亞硝酸鹽氮。因亞硝酸鹽氮易再被氧化成硝酸鹽氮，因此，當水中溶氧不虞匱乏時，亞硝酸鹽氮在水中存在的時間相當短暫。108年5月沿岸6處測站測得之海水亞硝酸鹽氮為0.01~0.12ppm，平均為 0.04 ± 0.05 ppm。海上7處測站測得之海水亞硝酸鹽氮為N.D.~0.04ppm，平均為 0.03 ± 0.01 ppm。而參考行政院環保署公布的飲用水水質標準第三條第三項化學性標準中的第(一)項中的亞硝酸鹽氮最高限值為0.1ppm，金門海域的測值皆低於此限值(表4-1~表4-7)。

(八) 磷酸鹽

水中的磷幾乎全部以磷酸鹽(phosphate)型式存在，為構成土壤養分及動植物原生質的要素。磷是植物生長的重要養分，當過量的磷進入水體，將造成藻類大量繁殖及死亡，並會因其腐敗分解大量耗氧，導致水中溶氧耗盡，形成優養化現象。108年5月沿岸6處測站測得之海水磷酸鹽為0.024~0.315ppm，平均為 0.09 ± 0.11 ppm。海上7處測站測得之海水磷酸鹽為0.02~0.071ppm，平均為 0.03 ± 0.02 ppm。(表4-1~表4-7)。

(九) 矽酸鹽

自然水體矽主要來源為矽酸鹽與矽酸鹽礦物的水解。當風化釋放的 H_4SiO_4 很高時可以生成 SiO_2 沉澱，結晶與無定形之 SiO_2 亦可以溶解，又不同溫度溶解度亦有影響，如25°C為6.0ppm而84°C為26ppm。在天然水體中 SiO_2 含量高於石英平衡時的含量而低於無定形 SiO_2 ，大部分情況介於1至30ppm之間；少數區域可以達到100ppm。在某些極端情況下如溫度較高間歇性溫泉中 SiO_2 含量則高達762至804ppm。在表層

海洋水 SiO_2 含量低於 1ppm，湖水中 SiO_2 亦不高係因生物吸收作用有關，一般矽被積聚生物貝殼及骨骼中。108 年 5 月沿岸 6 處測站測得之海水矽酸鹽氮為 0.392~2.99ppm，平均為 1.4 ± 1.01 ppm。海上 7 處測站測得之海水矽酸鹽為 0.214~1.42ppm，平均為 0.7 ± 0.48 ppm (表 4-1 ~ 表 4-7)。

(十) 氨氮

一般而言，水體中之氨氮主要係由生物之排泄物、生物屍體及有機底泥物質所分解而來，一般於近岸海域水深較淺、陽光充足且水生生物較多，相對的排泄物與屍體亦較多；因此，近岸水域之氨氮濃度一般較遠岸水域為高。108 年度 5 月沿岸 6 處測站測得之海水氨氮為 0.04~0.56ppm，平均為 0.15 ± 0.20 ppm。海上 7 處測站測得之海水氨氮為 N.D.~0.09ppm，平均為 0.06 ± 0.02 ppm。(表 4-1 ~ 表 4-7)。

(十一) 重金屬

由於重金屬大多具有強烈的毒性，對人體之健康會造成相當大的威脅，尤其生物體內的代謝作用有時並無法將重金屬完全排出體外，易形成生物累積作用。若經過食物鏈之連續交互作用，當到達人類食用時，生物體內的含量可能已為水體含量的數十倍，此一生物累積之特性將使重金屬的危險性相形提高，二仁溪口的綠牡蠣事件即為一典型範例；因此，對於海域水、底質中重金屬含量做長期監測確實有其必要性。

海域底質管理方面，因我國目前並無相關之沉積物、底泥管制標準，因此參考其他國家沉積物重金屬含量的標準作為比較的參考值(表 4-8)。

參考環保署於 107 年 2 月 13 日發布修正「海域環境分類及海洋環境品質標準」中第四條：保護人體健康之海洋環境品質標準，適用於甲、乙、丙三類海域環境，其水質項目及標準值中重金屬的標準值(表 4-9)，108 年度 5 月份金門海域的重金屬都符合其標準。

二、水質重金屬

108 年 5 月海上 7 處的重金屬濃度鉻、鎘、汞皆低於定量極限(鉻：0.0025 ppm、鎘：0.0001 ppm、汞：0.0004 ppm)，砷的部份濃度在 0.0011~0.0015 ppm，皆遠低於 0.05 ppm。鉛的部份濃度在 0.0002~0.0004ppm，皆遠低於 0.01 ppm。銅的濃度則是在 0.0007~0.0024 ppm，皆遠低於 0.03 ppm。鎳的濃度則是在 0.0014~0.004 ppm。鋅的部分

則是在 N.D.~0.0003 ppm，也皆低於 0.5 ppm 的標準(表 4-1~表 4-7)。在沿岸部分，108 年 5 月銻、鎘、汞皆低於定量極限(銻：0.0025 ppm、鎘：0.0001 ppm、汞：0.0004 ppm)，砷的部份濃度在 0.0012~0.0054 ppm，皆遠低於 0.05 ppm。鉛的部份濃度在 N.D.~0.0006 ppm，皆遠低於 0.01 ppm。銅的濃度在 0.0003~0.001 ppm，皆遠低於 0.03 ppm。鎳的濃度則是在 N.D.~0.0004 ppm。鋅的部分則是在 N.D.~0.0017ppm，也皆遠低於 0.5 ppm 的標準(表 4-1~表 4-6)。

三、沉積物重金屬

108 年度 5 月 8 處海域的沉積物重金屬濃度除鎘低於定量極限外，其餘元素濃度分別為銻：4.22~32.1ppm，以湖下的 32.1 ppm 較高、鎳：N.D.~25ppm，以湖下的 25 ppm 最高、銅：N.D.~13.7ppm，以湖下的 13.7ppm 最高、鋅：8.26~96.5 ppm，以湖下的 96.5ppm 最高、砷：N.D.~9.55 ppm，以埔頭的 9.55 ppm 最高、汞：N.D.~0.226 ppm，以埔頭的 0.226 ppm 最高、鉛：9.3~37.1 ppm，以湖下的 37.1 ppm 最高(表 4-10~表 4-17)。參考環保署公布的「底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法」(表 4-18)皆低於下限值。而在 108 年度 5 月 6 處沿岸的沉積物重金屬濃度鎘、汞同樣低於定量極限外，其餘元素濃度分別為銻：7.84~38.3 ppm，以北山的 38.3 ppm 較高、鎳：N.D.~21.6 ppm，以北山的 21.6 ppm 最高、銅：N.D.~12.1 ppm，以北山的 12.1 ppm 最高、鋅：11.2~77.2 ppm，以北山的 77.2 ppm 最高、砷：N.D.~7.5 ppm，以北山的 7.5 ppm 最高、鉛：N.D.~28.5 ppm，以北山的 28.5 ppm 最高(表 4-10~表 4-17)。參考環保署公布的「底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法」(表 4-18)皆低於下限值。

四、生物體中重金屬

本次計畫生物體中重金屬的測定調查分為牡蠣與花蛤，測站共有埔頭、洋山、北山、南門、下埔下與尚義六處。牡蠣部分目前為埔頭、北山、南門、后沙、西園，花蛤部分為尚義。

108 年 5 月的牡蠣重金屬含量，銻：0.1~0.22 ppm，以后沙的 0.22 ppm 較高、鎳：0.16~0.36 ppm，以埔頭的 0.36 ppm 較高、銅：25.9~56.9 ppm，以南門的 56.9 ppm 較高、鋅：86.7~161.5 ppm，以埔頭的 161.5 ppm 較高、總砷：2.00~3.35 ppm，以后沙的 3.35 ppm 較高、鎘：0.33~0.63 ppm，以

埔頭的 0.63 ppm 較高、總汞：N.D.~0.11 ppm，僅北山第二季有檢出，但低於甲基汞之衛生標準，後續將持續觀察、鉛：0.19~0.27 ppm，以南門的 0.19 ppm 較高。在花蛤部分，其重金屬含量皆較牡蠣含量低(表 4-19~表 4-20)。目前國內針對水產動物類的衛生標準(中華民國 102 年 08 月 20 日部授食字第 1021350146 號令修正)只針對鉛、鎘與甲基汞做規範，其項目與類別如(表 4-21)。整體來說埔頭、洋山、北山、南、下埔下與尚義六處的牡蠣與花蛤其鉛、鎘、汞(總汞)皆低於衛生標準規範。

伍、結論

本次調查金門水質與沉積物符合我國甲(乙)類海水標準，108年5月數據與過去相比較也無特別明顯之變化。水質與沉積物的重金屬濃度監測，並無觀察到異常偏高的現象。在牡蠣與花蛤中重金屬部份，其重金屬濃度與去年調查結果比較並無特別高的趨勢，符合食用安全標準。

陸、參考文獻

1. 張寶仁、陳朝金，金門地區沿岸海域水文基礎調查，1995。
2. 張寶仁，金門地區南海域水文調查(I)，1995。
3. 柯逢樟、陳朝金，金門地區周邊海域之海潮流初探，1996。
4. 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，2002。
5. 黃春蘭、楊誠國、張寶仁，金門周邊海域環境、生物體及沉積物重金屬調查監測計畫，2008。
6. 黃春蘭、王漢文、張寶仁，金門周邊海域環境、生物體及沉積物重金屬調查監測計畫，2009。
7. 黃春蘭、王漢文、張寶仁，金門周邊海域環境、生物體及沉積物重金屬調查監測計畫，2010。
8. 鄭明清、翁自保、張寶仁，金門海域漁業生態環境水質與生物體重金屬監測調查研究，2012。
9. 黃偉柏，金門沿海淤泥沉積對牡蠣養殖生產區之影響初步評析，2014。
10. 陳孟仙、楊文璽、張寶仁，金門縣瓊林等五海域水質沉積物與牡蠣等生物體重金屬測定調查，2016。
11. 行政院環境保護署，全國環境水質監測資訊網。
12. 中央氣象局海象中心。
13. 衛生福利部食品藥物管理署法規資訊。
14. Analysis of Foods for As, Cd, Cr, Hg and Pb by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS), CFSAN/ORS/DBC/CHCB April 25, 2011.
15. John Cheng, Susan C. Hight High Performance Liquid Chromatographic Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometric Determination of Methylmercury and Total Mercury in Seafood, Version 1 (June 2008).
16. Bruno Lemos Batista, Jairo L. Rodrigues, Samuel S. de Souza, Vanessa C. Oliveira Souza, Fernando Barbosa Jr. (2004) Mercury speciation in seafood samples by LC-ICP-MS with a rapid ultrasound-assisted extraction procedure: Application to the determination of mercury in Brazilian seafood samples.

17. Nabawi, A. E., Heinzow, B. and Kruse, H. (1987) As, Cd, Cu, Pb, Hg and Zn in fish from the Alexandria region, Egypt. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 39, 889-897.
18. Tsen, J. H. (1996) Investigation on the heavy metal contents of fishes from fish market of Taichung Port. *Nutritional Sciences Journal*, 21, 177-188.
19. Marine sediment quality standards (U.S.EPA, 1989)
20. Guidelines for classification of Great Lakes Harbor sediments (U.S.EPA, 1977)
21. Sediment quality criteria (Persaud et al., 1989)
22. Sediment quality guidelines (Hart et al., 1988)
23. Interim criteria for in-water disposal of dredged sediments (Sullivan et al., 1985)
24. Criteria for maximum allowable concentrations in dredged material (Anon, 1973)

表 2- 1 金門浮標每月海水表面溫度統計表 (2010-2018)

月份	最高海溫 (°C)	最高溫發 生年	平均海溫 (°C)	最低海溫 (°C)	最低溫發 生年
1	15.6	2017	13.3	10.6	2011
2	14.7	2013	13.2	11.9	2012
3	16.9	2017	15.4	13.9	2011
4	21.1	2017	19.3	17.1	2010
5	25.7	2017	23.4	21.8	2010
6	27.9	2016	26.7	24.3	2010
7	29.8	2014	28.6	27.5	2011
8	29.1	2012	28.6	27.7	2015
9	28.9	2017	27.4	26.2	2015
10	26.0	2017	24.2	22.9	2010
11	22.1	2015	20.5	18.9	2010
12	17.4	2016	15.7	14.4	2013

資料來源 :交通部中央氣象局

表 2- 2 金門降雨量統計表(2010-2018)

月份/項目	平均溼度 (%)	降雨量 (mm)	蒸發量 (mm)	日照時數 (hr)
1	71.8	46.1	64.2	123.8
2	75.6	60.6	57.1	92.3
3	75.1	65.2	73.2	100.8
4	79.1	114.2	77.1	113.5
5	84.4	186.4	84.0	110.0
6	86.7	121.3	96.1	159.4
7	83.3	120.4	128.3	253.5
8	81.5	104.0	124.3	221.7
9	75.6	107.7	119.3	185.1
10	67.0	32.8	125.0	179.3
11	71.8	64.2	81.9	132.3
12	67.8	60.2	68.2	123.9

資料來源 :金門縣政府，歷年金門氣象資料。

表 2- 3 金門風速統計表 (2006-2018)

月份	最多風向(360degree)	平均風速 (m/s)
1	50	3.4
2	60	3.1
3	60	3.1
4	50	2.6
5	60	2.4
6	220	2.5
7	230	2.3
8	230	2.3
9	60	2.9
10	50	3.8
11	50	3.3
12	50	3.6

資料來源 :金門縣政府，歷年金門氣象資料。

表 2-4 金門水頭每月潮位統計表 (2003-2017)

月份	最高高潮位 暴潮位 (m)	最高天文潮 (m)	平均高潮位 (m)	平均潮位 (m)	平均低潮位 (m)	最低天文潮 (m)	最低低潮位 (m)
1	3.204	2.42	2.163	-0.006	-2.17	-2.807	-3.262
2	2.907	2.379	2.09	-0.048	-2.128	-2.73	-3.131
3	3.013	2.394	1.613	-0.138	-1.972	-2.636	-2.968
4	3.031	2.423	2.097	-0.12	-2.196	-2.742	-3.179
5	3.066	2.35	2.138	-0.069	-2.151	-2.841	-3.211
6	3.096	2.345	2.168	-0.05	-2.244	-2.903	-3.295
7	3.403	2.467	2.101	-0.081	-2.29	-2.867	-3.321
8	3.154	2.756	2.214	0.014	-2.218	-2.804	-3.028
9	3.77	2.922	2.392	0.151	-2.125	-2.573	-3.211
10	3.546	2.952	2.473	0.241	-1.981	-2.637	-3.046
11	3.248	2.795	2.341	0.134	-2.091	-2.695	-3.18
12	3.199	2.589	2.246	0.068	-2.147	-2.806	-3.034
全年	3.77	2.569	2.167	0.018	-2.136	-2.759	-3.321

資料來源 :交通部中央氣象局

表 2- 5 門料羅灣每月潮位統計表 (2001-2017)

月份	最高高潮位 暴潮位 (m)	最高天文潮 (m)	平均高潮位 (m)	平均潮位 (m)	平均低潮位 (m)	最低天文潮 (m)	最低低潮位 (m)
1	2.825	2.317	2.087	0.019	-2.266	-2.651	-3.272
2	2.762	2.331	1.958	-0.022	-2.235	-2.603	-3.081
3	2.683	2.36	1.175	-0.097	-1.752	-2.507	-3.095
4	2.815	2.352	1.921	-0.091	-2.246	-2.615	-3.146
5	2.814	2.275	2.014	-0.046	-2.171	-2.699	-3.189
6	2.704	2.247	1.997	-0.051	-2.357	-2.739	-3.288
7	2.532	2.35	1.91	-0.086	-2.474	-2.731	-3.168
8	2.74	2.571	1.976	-0.015	-2.348	-2.661	-3.002
9	3.003	2.721	2.14	0.11	-2.172	-2.481	-2.716
10	3.115	2.772	2.345	0.207	-2.002	-2.519	-2.823
11	3.071	2.665	2.202	0.109	-2.172	-2.603	-3.248
12	2.867	2.339	2.12	0.16	-2.233	-2.557	-3.094
全年	3.115	2.329	1.964	0.052	-2.172	-2.524	-3.288

資料來源 :交通部中央氣象局

表 2-6 金門牡蠣養殖方式及特性概況表

名稱	主要分布區域	特徵 目前養殖數量	養殖方式
石條式	北岸和西海岸：金城南門、湖下、古寧頭、隴口、后沙、瓊林、劉澳、呂厝、洋山、西園、官澳，及烈嶼的上林、黃埔、雙口、西口等地區	金門地區最傳統的養殖方式	將花崗岩裁成約高1 米、寬30 公分、厚10 公分的石條，並於蚵田立石採苗，採到之蠣苗就地繼續養成，若蠣苗過密，需適當進行人工稀疏，以利成長。
插筴式	津門、南門、湖下、隴口、瓊林、浦邊、呂厝、西園，及烈嶼的湖下、上林、西口等地區	增加單位面積的養殖產量。102 年度補助 95 人，共 77,100 支	竹子或塑膠支採苗養殖，適用於風平浪靜、流速緩慢、軟泥或泥沙底質的潮間帶
垂下式	金湖鎮的復國墩、峰上、料羅、新湖漁港、金城鎮的水頭，烈嶼鄉東崗等海域	於較深海域放養，目前已無養殖	以竹支搭設棚架，可用保麗龍或其他浮具為浮材，並錨碇固定於海面。適用於退潮時水深4m 以上的穩靜內灣
平掛式	金城鎮南門、金寧鄉的湖埔、安岐、隴口、金湖鎮的瓊林、金沙鎮的劉澳、呂厝、洋山、西園，及烈嶼的上林等	減少養殖空間及人力耗損，106 年 92 戶 36,750 串	每公頃一百個養蚵架，每架面積30*3公尺，蚵串橫掛於棚架之間。適用於海灘坡度較小、干潮露空時間短，底質為泥或此沙泥、風平浪靜的場地
延繩式	小金門西側海域	於較深海域放養	

表 3- 1 採樣地點座標

監測站		108 年本次採樣座標		107 年採樣座標	
		經度	緯度	經度	緯度
尚義海域	沿岸	118°22'35.0"E	24°26'04.4"N	118°22'35.0"E	24°26'04.4"N
	海上	118°22'24.2"E	24°25'23.0"N	118°22'24.2"E	24°25'23.0"N
田浦海域	沿岸	118°27'53.4"E	24°28'51.9"N	118°27'53.4"E	24°28'51.9"N
	海上	118°29'04.4"E	24°28'26.0"N	118°29'04.4"E	24°28'26.0"N
洋山海域	沿岸	118°23'42.0"E	24°29'25.8"N	118°23'42.0"E	24°29'25.8"N
	海上	118°22'16.0"E	24°30'43.4"N	118°22'16.0"E	24°30'43.4"N
北山海域	沿岸	118°18'14.3"E	24°29'10.3"N	118°18'14.3"E	24°29'10.3"N
	海上	118°17'48.7"E	24°29'51.0"N	118°17'48.7"E	24°29'51.0"N
湖下大橋	沿岸	118°18'08.5"E	24°27'20.4"N	118°18'08.5"E	24°27'20.4"N
	海上	118°17'26.6"E	24°27'35.9"N	118°17'26.6"E	24°27'35.9"N
埔頭海域	沿岸	118°14'38.4"E	24°26'57.1"N	118°14'38.4"E	24°26'57.1"N
	海上	118°15'56.9"E	24°27'53.8"N	118°15'56.9"E	24°27'53.8"N
大嶝島海域	海上	118°19'44.6"E	24°30'09.5"N	118°19'44.6"E	24°30'09.5"N
馬山海域	海上	118°24'23.4"E	24°32'11.7"N	118°24'23.4"E	24°32'11.7"N

表 3- 2 執行時間規劃

類別	採樣測站	規劃內容	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
水質 / 沉積物	沿岸和海上	採樣規劃	◎	◎			◎	◎			◎	◎	
		採樣 檢測		◎			◎	◎	◎	◎		◎	◎
牡蠣 / 花蛤	沿岸養殖業	採樣規劃	◎	◎			◎	◎			◎	◎	
		採樣 檢測		◎	◎		◎	◎	◎	◎		◎	◎
期中報告		期中摘要與工作報告提出						◎					
		期中報告						◎					
		提送期中報告						◎					
期末報告		期末摘要與工作報告提出											◎
		期末報告											◎
		提送期末報告											◎

表 3-3 海域水質樣品容器分類統計表

計畫名稱：金門海域水質沉積物與牡蠣等生物體重金屬測定調查。

序號	檢測項目	體積 (mL)	保存方法 /期限	容器種類	容器代號	各採樣點之樣品容器類別統計			
						代號	容器	體積	數量 (個)
1	水溫	1000	現場測定	PE	-	a	PE	500 mL	1
2	pH	300	現場測定	PE	-	b	PE	1 L	1
3	鹽度	500	現場測定	PE	-	c	PE	500 mL	1
4	溶氧量	300	現場測定	GB	-	d	PE	2 L	1 (品管：+ 2)
5	濁度	100	R/48小時(註)	PE	a	e	PE	1 L	1
6	硝酸鹽氮	100	R/48小時(註)	PE	b	f	PE	1 L	1
7	亞硝酸鹽氮	100	R/48小時(註)	PE					
8	磷酸鹽	100	R/48小時(註)	PE		(一)保存方法代號說明： 1.R：樣品 4±2°C·暗處冷藏。 2.SA：每 1L 水樣加入 1.5 mL 濃硫酸·使 pH<2。 3.NA：每 1L 水樣加入 2.0mL 濃低汞硝酸·使 pH<2。 4.F2：水樣以過濾金屬之濾膜過濾。			
9	矽酸鹽	100	R/7天	PE					
10	氨氮	250	SA-R/7天	PE	c				
11	鉛,鎘,鉻,銅,鋅,鎳	2000	F2-NA-R/6月	PE	d				
12	砷,汞	1000	F2-NA-R/14天	PE	e				
13	異常測值確認用樣品	1000	R	PE	f				
						(二)容器種類代號說明： 1.GB：BPD 玻璃容器。 2.PE：塑膠容器。			

【採樣注意事項】：

1、分析品管樣品準備說明：

(1)樣品數量加採：

各梯次海域水質採樣，須於「第 1 測站及第 11 測站」，須於樣品容器代號「e、h」加採「2 個」樣品，以做為「添加樣品分析、添加重複樣品分析」之用。樣品容器代號「k」多準備「1 個」樣品，以做為「樣品重複分析」之用。

(2)樣品容器加大：

各梯次海域水質採樣，須於「第 1 測站及第 11 測站」之下列樣品容器加大尺寸，以做為「添加樣品分析、添加重複樣品分析」之用。〔b：1L→2L〕

2、採樣品管樣品：

(1)運送空白：

海域水質採樣時，各組於每一個採樣工作日，均需準備「1 個」運送空白樣品〔LS-KMSE-運白-日期〕，分析項目為「鉛,鎘,鉻,銅,鋅,鎳」、「砷,汞」。

(2)野外空白：

海域水質採樣時，於每一個採樣測站，均需準備「1 個」野外空白樣品〔LS-KMSE-野白-(n)〕，分析項目為「鉛,鎘,鉻,銅,鋅,鎳」、「砷,汞」。

(3)設備空白：

海域水質採樣時，於每一個採樣測站，均需準備「1個」設備空白樣品〔LS-KMSE-設白-(n)〕，分析項目為「鉛,鎘,鉻,銅,鋅,鎳」、「砷,汞」。

註：因航空公司不運送海水樣品，因此海水樣品將以海運方式運送回台灣，在檢測項目濁度、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、磷酸鹽部分會超過 48 小時時效，檢測數據僅供參考。

表 3-4 海域沉積物樣品容器分類統計表

計畫名稱：金門海域水質沉積物與牡蠣等生物體重金屬測定調查。

序號	檢測項目	重量(g)	保存方法/期限	容器種類	容器代號	各採樣點之樣品容器類別統計			
						代號	容器	重量(g) 容積(OZ)	數量(個)
1	鉛,鎘,鉻,銅,鋅,鎳 砷,汞	600	R/180天 (Hg) R/28天	PEB	a	a	PEB	600g	1
						(一)保存方法代號說明： 1.R：樣品 4±2°C，暗處冷藏。			
						(二)容器種類代號說明： 1.PEB：塑膠夾鏈袋。			

【採樣注意事項】：

1、採樣品管樣品：

(1)運送空白：

海域沉積物採樣時，各組於每一個採樣工作日，均需準備「1個」運送空白樣品，分析項目為「鉛,鎘,鉻,銅,鋅,鎳,砷,汞」。

(2)野外空白：

海域沉積物採樣時，於每一個採樣測站，均需準備「1個」野外空白樣品，分析項目為「鉛,鎘,鉻,銅,鋅,鎳,砷,汞」。

(3)設備空白：

海域沉積物採樣時，於每一個採樣測站，均需準備「1個」設備空白樣品，分析項目為「鉛,鎘,鉻,銅,鋅,鎳,砷,汞」。

表 3- 5 海域生物體(牡蠣)樣品容器分類統計表

計畫名稱：金門海域水質沉積物與牡蠣等生物體重金屬測定調查。

序號	檢測項目	重量(g)	保存方法/期限	容器種類	容器代號	各採樣點之樣品容器類別統計			
						代號	容器	重量(g) 容積(OZ)	數量(個)
1	鉛,鎘,鎘,銅,鋅,鎳 砷,汞	100	冷藏 /180天	PEB	a	a	PEB	No.11	20

表 3- 6 海域生物體(花蛤)樣品容器分類統計表

計畫名稱：金門海域水質沉積物與牡蠣等生物體重金屬測定調查。

序號	檢測項目	重量(g)	保存方法/期限	容器種類	容器代號	各採樣點之樣品容器類別統計			
						代號	容器	重量(g) 容積(OZ)	數量(個)
1	鉛,鎘,鎘,銅,鋅,鎳 砷,汞	100	冷藏 /180天	PEB	a	a	PEB	No.11	5

表 3-7 樣品保存方法一覽表

(一)海域水質：

檢測項目	樣品量 (mL)	樣品容器 類別	保存方法	保存期限
水溫	1000	塑膠容器	現場測定	立刻分析
pH	300	塑膠容器	現場測定	立刻分析
鹽度	500	塑膠容器	現場測定	立刻分析
溶氧量	300	BOD 瓶	現場測定	立刻分析
濁度	100	塑膠容器	原樣·暗處 4±2°C 冷藏	48 小時(註)
硝酸鹽氮	100	塑膠容器	原樣·暗處 4±2°C 冷藏	48 小時(註)
亞硝酸鹽氮	100	塑膠容器	原樣·暗處 4±2°C 冷藏	48 小時(註)
磷酸鹽	100	塑膠容器	原樣·暗處 4±2°C 冷藏	48 小時(註)
矽酸鹽	100	塑膠容器	原樣·暗處 4±2°C 冷藏	7 天
氨氮	250	塑膠容器	水樣加濃硫酸·使 pH<2· 暗處·4±2°C 冷藏	7 天
重金屬 (鉛,鎘,鎘,銅,鋅,鎳)	2000	塑膠容器	水樣加濃低汞硝酸·使 pH<2· 暗處·4±2°C 冷藏	180 天
重金屬 (砷,汞)	1000	塑膠容器	水樣加濃低汞硝酸·使 pH<2· 暗處·4±2°C 冷藏	汞：14 天 其餘：180 天

註：因航空公司不運送海水樣品，因此海水樣品將以海運方式運送回台灣，在檢測項目濁度、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、磷酸鹽部分會超過 48 小時時效，檢測數據僅供參考。

(二)海域沉積物：

檢測項目	樣品量 (g)	樣品容器 類別	保存方法	保存期限
重金屬	600	塑膠容器	原樣·4±2°C 冷藏	汞：28 天 其餘：180 天

(三)沿岸生物體：

檢測項目	樣品量 (g)	樣品容器 類別	保存方法	保存期限
重金屬	100	塑膠夾鏈袋	原樣·冷藏	180 天

表 3- 8 海域水質採樣器材設備清點檢查表

計畫名稱：金門海域水質沉積物與牡蠣等生物體重金屬測定調查。

清點人員：· 日期：年月日。

確認人員：· 日期：年月日。

序號	清點檢查項目	準備	確認	序號	清點檢查項目	準備	確認
(一)採樣設備與器材：				(二)樣品保存作業之器材與藥劑：			
1	全球定位系統(G.P.S.)			1	濃硫酸(樣品保存用)		
2	採樣人員之工作帽/安全鞋/工作手套			2	濃低汞硝酸(樣品保存用)		
3	混合水樣用之塑膠桶 (20L)			3	pH 校正用之標準液(pH=4.00)		
4	水樣測量用之燒杯與量筒			4	pH 校正用之標準液(pH=7.00)		
5	水質採樣器(定深採水器、採樣桶)			5	pH 校正用之標準液(pH=10.00)		
6	樣品冷藏用之冰櫃 (內需放置冰塊)			6	pH 查核用之標準液(pH=6.00)		
7	pH 試紙			7	pH 查核用之標準液(pH=9.00)		
8	拭鏡紙與洗滌瓶			8	導電度校正用標準液(1413 μ mho/cm)		
9	工具箱/急救箱			9	低濃度導電度查核用標準液 (147 μ mho/cm · at 25°C)		
10	數位照相機/電池/記憶卡/白板			10	一般濃度導電度查核用標準液 (1413 μ mho/cm · at 25°C)		
11	各項現場記錄表格			11	高濃度導電度查核用標準液 (12880 μ mho/cm · at 25°C)		
12	樣品容器與標籤、封條			12	氧化還原電位標準液(校正測試用)		
13	備用樣品容器與標籤 (1 組)			13			
14	運送空白樣品 (重金屬)			14			
15	野外空白樣品 (重金屬)			15			
16	設備空白樣品 (重金屬)			16			
17	設備洗滌用之去離子水			17			
18	無磷清潔劑			18			
(三)現場測量儀器設備：							
1	導電度計(1)〔編號：〕 〔電極常數：()〕 溫度補償換算係數：()〕 〔與溫度計比對之誤差：°C〕			5	導電度計(2)〔編號：〕 〔電極常數：()〕 溫度補償換算係數：()〕 〔與溫度計比對之誤差：°C〕		
2	pH 計(1)〔編號：〕 〔斜率()，零點電位()mV〕 〔與溫度計比對之誤差：°C〕			6	pH 計(2)〔編號：〕 〔斜率()，零點電位()mV〕 〔與溫度計比對之誤差：°C〕		
3	溫度計(1)〔編號：〕			7	溫度計(2)〔編號：〕		
4	溶氧計〔編號：〕 〔攜出前飽和溶氧測值：()ppm， 飽和度()% · at ()°C · 斜率()〕。 〔與溫度計比對之誤差：°C〕			8			

註：清點人員與確認人員依據各項清點檢查項目，於清點檢查正確後，在各類別的欄位內打勾。

現場審查人員：· 日期：年月日。

公司審查人員：· 日期：年月日。

表 3-9 海域沉積物採樣器材設備清點檢查表

計畫名稱：金門海域水質沉積物與牡蠣等生物體重金屬測定調查。

清點人員：· 日期：年月日。

確認人員：· 日期：年月日。

序號	項目名稱	準備	確認
(一) 一般器材與設備：			
1	全球定位系統(G.P.S.)		
2	數位照相機(含電池/記憶卡)		
3	涉水衣		
4	救生衣		
5	測距儀器		
6	重錘 + 繩尺或超音波測深儀(測量水深用)		
7	急救藥箱		
8	交通警示椎(含連桿)		
9	其他(說明：)		
(二) 採樣器材與設備：			
1	<input type="checkbox"/> 塑膠採樣鏟· <input type="checkbox"/> 不銹鋼採樣鏟		
2	<input type="checkbox"/> 採樣杓		
3	<input type="checkbox"/> 抓泥器(輕型：淺水區用)· <input type="checkbox"/> 抓泥器(重型：深水區用)		
4	<input type="checkbox"/> 拖泥器		
5	<input type="checkbox"/> 活塞式採樣器		
6	<input type="checkbox"/> 重力岩心採樣器(含襯管、套蓋)		
7	<input type="checkbox"/> 溼式底泥採樣器		
8	不銹鋼刮杓		
9	不銹鋼盤(樣品混合用)		
10	現場記錄表格是否齊全		
11	樣品容器是否齊全(含備用樣品容器)		
12	採樣品管樣品(重金屬)： <input type="checkbox"/> 運白、 <input type="checkbox"/> 野白、 <input type="checkbox"/> 設白		
13	樣品標籤與樣品封條是否齊全		
14	樣品冷藏櫃(含冷藏用冰塊)		
(三) 測量儀器：			
1	氧化還原電位計〔電極編號：〕		
2	氧化還原電位標準液(校正測試用)		

註：準備/確認人員須依據各項欄位逐一檢查確認後，須於各項清點欄位內打勾「√」以示正確無誤。

現場審查人員：· 日期：年月日。

公司審查人員：· 日期：年月日。

表 3- 10 海域水質與沉積物之各項檢測方法一覽表

序號	檢測項目	檢測方法名稱 (檢測方法代碼)
一、 海域水質：		
1	水溫	水溫檢測方法 (NIEA W217.51A)
2	pH	電極法 (NIEA W424.52A)
3	鹽度	導電度法 (NIEA W447.20C)
4	溶氧量	電極法 (NIEA W455.52C)
5	濁度	濁度計法 (NIEA W219.52C)
6	硝酸鹽氮	銅還原流動分析法(NIEA W436.52C)
		離子層析法(NIEA W415.53B)
7	亞硝酸鹽氮	比色法(NIEA W418.53C)
8	磷酸鹽	分光光度計/維生素丙法 (NIEA W427.53B)
9	矽酸鹽	鉬矽酸鹽比色法 (NIEA W450.50B)
10	氨氮	靛酚法(NIEA W437.52C)
11	鉛,鎘,鉻,銅,鋅,鎳	APDC 整合 MIBK 萃取原子吸收光譜法 (NIEA W309.22A)
12	砷	批次式氫化物原子吸收光譜法 (NIEA W435.53B)
		自動化連續流動式氫化物原子吸收光譜法 (NIEA W434.54B)
13	汞	冷蒸氣無焰式原子吸收光譜法 (NIEA W330.52A)
二、 海域沉積物：		
1	鉛,鎘,鉻,銅,鋅,鎳	酸消化法 (NIEA M353.01C) / 感應耦合電漿原子發射光譜法 (NIEA M104.02C)
2	砷	砷化氫原子吸收光譜法 (NIEA S310.64C)
3	汞	冷蒸氣原子吸收光譜法 (NIEA M317.03B)
三、 沿岸生物體:		
1.	重金屬(鉛,鎘,鉻,銅,鋅,鎳、砷及汞)	重金屬總則 (衛生福利部 103 年 8 月 25 日部授食字第 1031901169 號公告修正

註、NIEA 為行政院環保署公告之檢測方法。

表 3- 11 生物體之各項檢測方法一覽表

項目	方式	牡蠣	花蛤
重金屬	前處理方式	檢體經超純水清洗沖去泥沙後均質，秤取 1g 置於微波消化瓶中，加入 6ml 硝酸/1.5ml 過氧化氫/0.2ml 內標溶液後以微波消化器進行消化，冷卻後以超純水定量至 20mL。	
	檢驗方式	實驗中同步加入試劑空白樣品，並執行基質添加 2 重複來確保實驗的精確度與準確度。並依衛福部重金屬總則 (衛生福利部 103 年 8 月 25 日部授食字第 1031901169 號公告修正方法以感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS, Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer) 進行分析。	

表 4- 1 108 年田浦海域水質調查結果

分析項目	單位	標準	海上調查時間	沿岸調查時間
			108.06.05	108.06.04
水溫	℃	-	25.5	25.6
pH	-	-	8.2	8.1
鹽度	psu	-	33.3	32.8
溶氧量	ppm	-	6.5	6.1
濁度	NTU	-	5.2	5.2
硝酸鹽氮	ppm	-	0.07	0.07
亞硝酸鹽氮	ppm	-	<0.01	0.01
磷酸鹽	ppm	-	0.015	0.024
矽酸鹽	ppm	-	0.297	0.392
氨氮	ppm	-	0.05	0.08
鎘	ppm	0.005	<0.0001	<0.0001
銅	ppm	0.03	0.0007	0.0003
鉛	ppm	0.01	0.0004	ND
鋅	ppm	0.5	0.0002	<0.001
鉻	ppm	0.05(六價鉻)	<0.0025	<0.0025
鎳	ppm	0.1	0.0037	<0.0002
砷	ppm	0.05	0.0013	0.0017
汞	ppm	0.001	<0.0004	ND

表 4- 2 108 年尚義海域水質調查結果

分析項目	單位	標準	海上調查時間	沿岸調查時間
			108.06.05	108.06.04
水溫	°C	-	27.4	26.8
pH	-	-	8.3	8.2
鹽度	psu	-	32.6	31.9
溶氧量	ppm	-	8.3	6.3
濁度	NTU	-	4.9	28
硝酸鹽氮	ppm	-	0.02	0.15
亞硝酸鹽氮	ppm	-	<0.01	0.02
磷酸鹽	ppm	-	0.020	0.037
矽酸鹽	ppm	-	0.214	0.531
氨氮	ppm	-	0.06	0.09
鎘	ppm	0.005	<0.0001	<0.0001
銅	ppm	0.03	0.0009	0.0004
鉛	ppm	0.01	0.0003	ND
鋅	ppm	0.5	0.0002	0.0012
鉻	ppm	0.05(六價鉻)	<0.0025	<0.0025
鎳	ppm	0.1	0.0024	0.0002
砷	ppm	0.05	0.0011	0.0018
汞	ppm	0.001	<0.0004	ND

表 4- 3 108 年埔頭海域水質調查結果

分析項目	單位	標準	海上調查時間	沿岸調查時間
			108.06.05	108.06.04
水溫	℃	-	27.2	29.4
pH	-	-	8.1	7.9
鹽度	psu	-	30.7	28.9
溶氧量	ppm	-	6.4	5.7
濁度	NTU	-	6.0	100
硝酸鹽氮	ppm	-	0.25	0.38
亞硝酸鹽氮	ppm	-	0.03	0.04
磷酸鹽	ppm	-	0.041	0.053
矽酸鹽	ppm	-	1.29	2.24
氨氮	ppm	-	0.04	0.04
鎘	ppm	0.005	<0.0001	<0.0001
銅	ppm	0.03	0.0007	0.0007
鉛	ppm	0.01	0.0004	0.0003
鋅	ppm	0.5	ND	0.0017
鉻	ppm	0.05(六價鉻)	<0.0025	<0.0025
鎳	ppm	0.1	0.0014	0.0004
砷	ppm	0.05	0.0014	0.0054
汞	ppm	0.001	ND	ND

表 4- 4 108 年洋山海域水質調查結果

分析項目	單位	標準	海上調查時間	沿岸調查時間
			108.06.05	108.06.04
水溫	℃	-	27.1	26.7
pH	-	-	8.2	8.1
鹽度	psu	-	32.7	32.2
溶氧量	ppm	-	5.3	5.3
濁度	NTU	-	5.6	11
硝酸鹽氮	ppm	-	0.07	0.10
亞硝酸鹽氮	ppm	-	0.02	0.01
磷酸鹽	ppm	-	0.025	0.065
矽酸鹽	ppm	-	0.456	1.31
氨氮	ppm	-	0.05	0.05
鎘	ppm	0.005	<0.0001	<0.0001
銅	ppm	0.03	0.0008	0.0005
鉛	ppm	0.01	0.0004	ND
鋅	ppm	0.5	ND	0.0013
鉻	ppm	0.05(六價鉻)	<0.0025	<0.0025
鎳	ppm	0.1	0.0040	0.0003
砷	ppm	0.05	0.0013	0.0012
汞	ppm	0.001	ND	<0.0004

表 4- 5 108 年湖下海域水質調查結果

分析項目	單位	標準	海上調查時間	沿岸調查時間
			108.06.05	108.06.04
水溫	℃	-	26.5	27.7
pH	-	-	8.2	8.1
鹽度	psu	-	30.8	24.2
溶氧量	ppm	-	6.3	5.7
濁度	NTU	-	4.5	170
硝酸鹽氮	ppm	-	0.30	2.18
亞硝酸鹽氮	ppm	-	0.03	0.12
磷酸鹽	ppm	-	0.044	0.054
矽酸鹽	ppm	-	0.982	2.99
氨氮	ppm	-	0.06	0.56
鎘	ppm	0.005	<0.0001	<0.0001
銅	ppm	0.03	0.0024	0.0010
鉛	ppm	0.01	0.0004	ND
鋅	ppm	0.5	0.0003	0.0013
鉻	ppm	0.05(六價鉻)	<0.0025	<0.0025
鎳	ppm	0.1	0.0110	0.0004
砷	ppm	0.05	0.0014	0.0023
汞	ppm	0.001	ND	<0.0004

表 4- 6 108 年北山海域水質調查結果

分析項目	單位	標準	海上調查時間	沿岸調查時間
			108.06.05	108.06.04
水溫	℃	-	27.6	26.4
pH	-	-	8.1	8.1
鹽度	psu	-	30.2	31.7
溶氧量	ppm	-	6.2	6.5
濁度	NTU	-	4.1	80
硝酸鹽氮	ppm	-	0.30	0.24
亞硝酸鹽氮	ppm	-	0.04	0.04
磷酸鹽	ppm	-	0.063	0.315
矽酸鹽	ppm	-	1.42	1.18
氨氮	ppm	-	0.09	0.05
鎘	ppm	0.005	<0.0001	<0.0001
銅	ppm	0.03	0.0008	0.0006
鉛	ppm	0.01	0.0004	0.0006
鋅	ppm	0.5	ND	0.0012
鉻	ppm	0.05(六價鉻)	<0.0025	<0.0025
鎳	ppm	0.1	0.0016	0.0004
砷	ppm	0.05	0.0015	0.0014
汞	ppm	0.001	ND	<0.0004

表 4- 7 108 年大嶝島外側海域水質調查結果

分析項目	單位	標準	海上調查時間
			108.06.05
水溫	°C	-	26.5
pH	-	-	8.2
鹽度	psu	-	32.9
溶氧量	ppm	-	5.2
濁度	NTU	-	7.2
硝酸鹽氮	ppm	-	0.09
亞硝酸鹽氮	ppm	-	0.02
磷酸鹽	ppm	-	0.02 1
矽酸鹽	ppm	-	0.574
氨氮	ppm	-	<0.04
鎘	ppm	0.005	<0.0001
銅	ppm	0.03	0.0015
鉛	ppm	0.01	0.0002
鋅	ppm	0.5	ND
鉻	ppm	0.05(六價鉻)	<0.0025
鎳	ppm	0.1	0.0015
砷	ppm	0.05	0.0012
汞	ppm	0.001	<0.0004

表 4- 8 沉積物重金屬含量的各種標準

Publisher	Metal (ug/g dry weight)								
	Hg	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn	Mn
Washington State Department of Ecology ¹	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 ³	0.12	5.5	1	31	25	31	31	110	457
Beak Consultants Ltd. ⁶	0.6	17	2.5	85	85	55	92	143	1200
Wisconsin Department of Natural Resources ⁴	0.1	10	1	100	100	50	100	100	-
Federal Water Quality Administration ⁶	1	-	-	-	-	50	-	50	-

資料來源:

¹Marine sediment quality standards (U.S.EPA, 1989)

²Guidelines for classification of Great Lakes Harbor sediments (U.S.EPA, 1977)

³Sediment quality criteria (Persaud et al., 1989)

⁴Sediment quality guidelines (Hart et al., 1988)

⁵Interim criteria for in-water disposal of dredged sediments (Sullivan et al., 1985)

⁶Criteria for maximum allowable concentrations in dredged material (Anon, 1973)

表 4- 9 「海域環境分類及海洋環境品質標準」中重金屬標準值

水質項目		標準值 (ppm)
重金屬	鎘	0.005
	鉛	0.01
	六價鉻	0.05
	砷	0.05
	汞	0.001
	硒	0.01
	銅	0.03
	鋅	0.5
	錳	0.05
	銀	0.05
	鎳	0.1

*資料來源：環保署於107年2月13日發布修正「海域環境分類及海洋環境品質標準」

*保護人體健康之海洋環境品質標準，適用於甲、乙、丙三類海域環境

表 4- 10 108 年田浦海域沉積物調查結果

分析 項目	下限值 ppm	定量極限 ppm	海上調查時間	沿岸調查時間
			108.06.05	108.06.04
鎳	0.65	0.25	ND	ND
鉻	76.0	2.5	4.22	8.58
銅	50.0	2.5	<2.5	<2.5
鎳	24.0	2.5	<2.5	4.67
鉛	48.0	2.5	9.30	6.92
鋅	140	2.5	8.26	12.0
砷	11.0	0.5	6.38	6.24
汞	0.23	0.1	ND	<0.1

註: 1. 檢測數據位數之表示，依環保署公告 99 年 3 月 5 日環檢一字第 0990000919 號「檢測報告位數表示規定」。

表 4- 11 108 年尚義海域沉積物調查結果

分析 項目	下限值 ppm	定量極限 ppm	海上調查時間	沿岸調查時間
			108.06.05	108.06.04
鎳	0.65	0.25	ND	<0.25
鉻	76.0	2.5	28.1	8.23
銅	50.0	2.5	12.1	ND
鎳	24.0	2.5	19.8	<2.5
鉛	48.0	2.5	31.3	16.6
鋅	140	2.5	78.4	11.2
砷	11.0	0.5	6.48	<2.5
汞	0.23	0.1	<0.1	ND

註: 1. 檢測數據位數之表示，依環保署公告 99 年 3 月 5 日環檢一字第 0990000919 號「檢測報告位數表示規定」。

表 4- 12 108 年埔頭海域沉積物調查結果

分析 項目	下限值 ppm	定量極限 ppm	海上調查時間	沿岸調查時間
			108.06.05	108.06.04
鎳	0.65	0.25	ND	ND
鉻	76.0	2.5	27.1	23.6
銅	50.0	2.5	10.5	2.66
鎳	24.0	2.5	21.5	3.44
鉛	48.0	2.5	32.2	10.9
鋅	140	2.5	69.3	14.2
砷	11.0	0.5	9.55	4.46
汞	0.23	0.1	0.226	ND

註: 1. 檢測數據位數之表示，依環保署公告 99 年 3 月 5 日環檢一字第 0990000919 號「檢測報告位數表示規定」。

表 4- 13 108 年洋山海域沉積物調查結果

分析 項目	下限值 ppm	定量極限 ppm	海上調查時間	沿岸調查時間
			108.06.05	108.06.04
鎳	0.65	0.25	ND	ND
鉻	76.0	2.5	29.1	17.8
銅	50.0	2.5	11.2	5.03
鎳	24.0	2.5	19.5	9.43
鉛	48.0	2.5	29.9	20.3
鋅	140	2.5	75.7	37.8
砷	11.0	0.5	7.67	5.70
汞	0.23	0.1	<0.1	ND

註: 1. 檢測數據位數之表示，依環保署公告 99 年 3 月 5 日環檢一字第 0990000919 號「檢測報告位數表示規定」。

表 4- 14 108 年湖下海域沉積物調查結果

分析 項目	下限值 ppm	定量極限 ppm	海上調查時間	
			108.06.05	108.06.04
鎳	0.65	0.25	ND	ND
鉻	76.0	2.5	32.1	7.84
銅	50.0	2.5	13.7	2.55
鎳	24.0	2.5	25.0	2.75
鉛	48.0	2.5	37.1	7.31
鋅	140	2.5	96.5	17.6
砷	11.0	0.5	5.54	<2.5
汞	0.23	0.1	<0.1	ND

註: 1. 檢測數據位數之表示，依環保署公告 99 年 3 月 5 日環檢一字第 0990000919 號「檢測報告位數表示規定」。

表 4- 15 108 年北山海域沉積物調查結果

分析 項目	下限值 ppm	定量極限 ppm	海上調查時間	沿岸調查時間
			108.06.05	108.06.04
鎳	0.65	0.25	ND	ND
鉻	76.0	2.5	21.1	38.3
銅	50.0	2.5	6.74	12.1
鎳	24.0	2.5	15.7	21.6
鉛	48.0	2.5	24.5	28.5
鋅	140	2.5	54.5	77.2
砷	11.0	0.5	4.94	7.50
汞	0.23	0.1	<0.1	<0.1

註: 1. 檢測數據位數之表示，依環保署公告 99 年 3 月 5 日環檢一字第 0990000919 號「檢測報告位數表示規定」。

表 4- 16 108 年大嶝島外側海域沉積物調查結果

分析 項目	下限值 ppm	定量極限 ppm	海上調查時間
			108.06.05
鎳	0.65	0.25	ND
鉻	76.0	2.5	22.0
銅	50.0	2.5	5.45
鎳	24.0	2.5	13.3
鉛	48.0	2.5	28.5
鋅	140	2.5	55.9
砷	11.0	0.5	6.20
汞	0.23	0.1	<0.1

註: 1. 檢測數據位數之表示，依環保署公告 99 年 3 月 5 日環檢一字第 0990000919 號「檢測報告位數表示規定」。

表 4- 17 108 年馬山海域沉積物調查結果

分析 項目	下限值 ppm	定量極限 ppm	海上調查時間
			108.06.05
鎳	0.65	0.25	ND
鉻	76.0	2.5	21.0
銅	50.0	2.5	9.65
鎳	24.0	2.5	16.2
鉛	48.0	2.5	25.5
鋅	140	2.5	63.6
砷	11.0	0.5	<2.5
汞	0.23	0.1	0.104

註: 1. 檢測數據位數之表示，依環保署公告 99 年 3 月 5 日環檢一字第 0990000919 號「檢測報告位數表示規定」。

表 4- 18 行政院環保署「底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法」

底泥品質項目	上限值 (ppm)	下限值 (ppm)
鉻 (Cr)	233	76.0
鎳 (Ni)	80.0	24.0
銅 (Cu)	157	50.0
鋅 (Zn)	384	140
砷 (As)	33.0	11.0
鎘 (Cd)	2.49	0.65
汞 (Hg)	0.87	0.23
鉛 (Pb)	161	48.0

表 4- 19 108 年 6 月金門生物體重金屬濃度

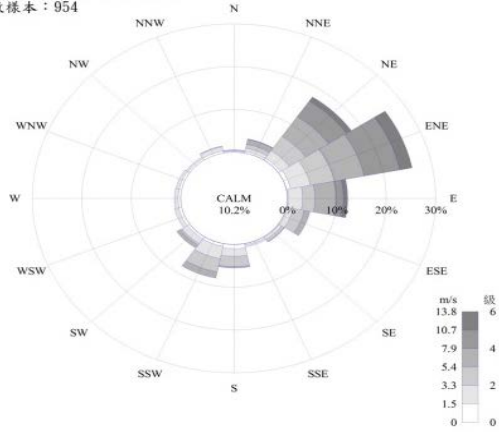
項目 (ppm)		鉻	鎳	銅	鋅	總砷	鎘	總汞	鉛
地點	定量極限	0.10	0.04	0.80	0.04	0.40	0.02	0.04	0.02
埔頭-牡蠣		0.19	0.36	56.1	162	2.28	0.63	ND	0.25
北山-牡蠣		0.17	0.26	46.1	123	3.28	0.40	0.11	0.27
南門-牡蠣		0.10	0.21	56.9	151	2.00	0.36	ND	0.19
后沙-牡蠣		0.22	0.26	25.9	86.7	3.35	0.44	ND	0.40
西園-牡蠣		0.10	0.16	35.1	93.2	3.02	0.33	ND	0.20
尚義-花蛤		ND	0.29	4.8	9.6	1.58	0.22	ND	0.03

含量小於定量極限以「ND」表示

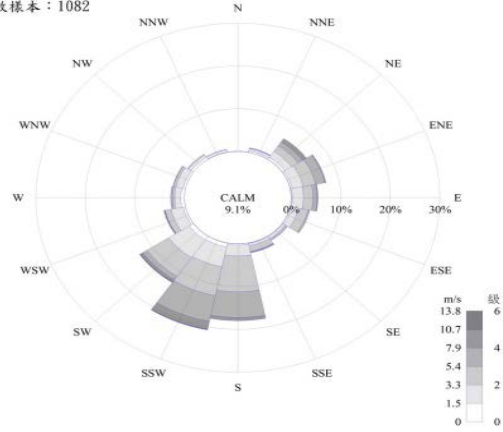
表 4- 20 水產動物類的衛生標準(中華民國 107 年 05 月 08 日衛生福利部授食
字第 1071300778 號令訂定)

類別\項目	甲基汞	鎘	鉛
鯨、鯊、旗、鮪魚、油魚	2 ppm 以下	0.05~0.25 ppm 以下	0.3 ppm 以下
鱒魚、鯉魚、鯛魚、鯰魚、 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	1ppm 以下		
其他魚類	0.5 ppm 以下		
貝類	0.5 ppm 以下	1 ppm 以下	1.5 ppm 以下
頭足類 (去除內臟)	0.5 ppm 以下	1 ppm 以下	0.3 ppm 以下
甲殼類	0.5 ppm 以下	0.5 ppm 以下	0.5 ppm 以下

測站名稱：后江灣資料浮標
資料時間：2013/03-2013/05
有效樣本：954



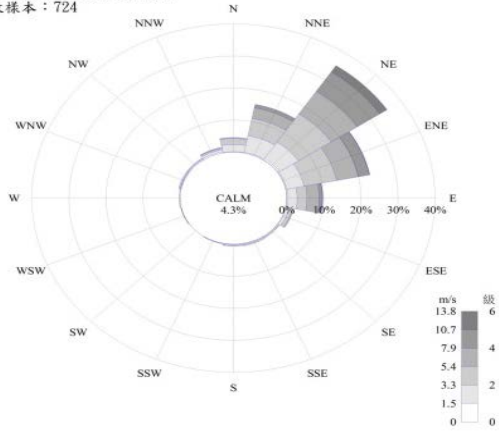
測站名稱：后江灣資料浮標
資料時間：2013/06-2013/08
有效樣本：1082



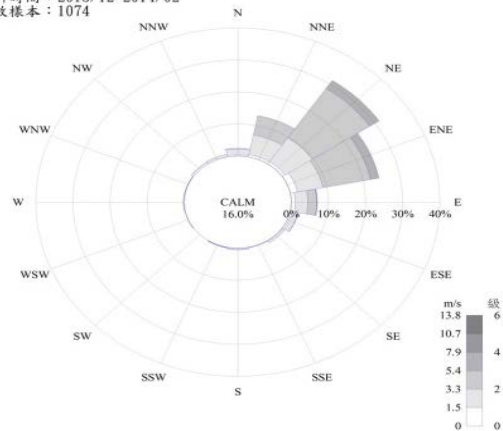
春季

夏季

測站名稱：后江灣資料浮標
資料時間：2013/09-2013/11
有效樣本：724



測站名稱：后江灣資料浮標
資料時間：2013/12-2014/02
有效樣本：1074

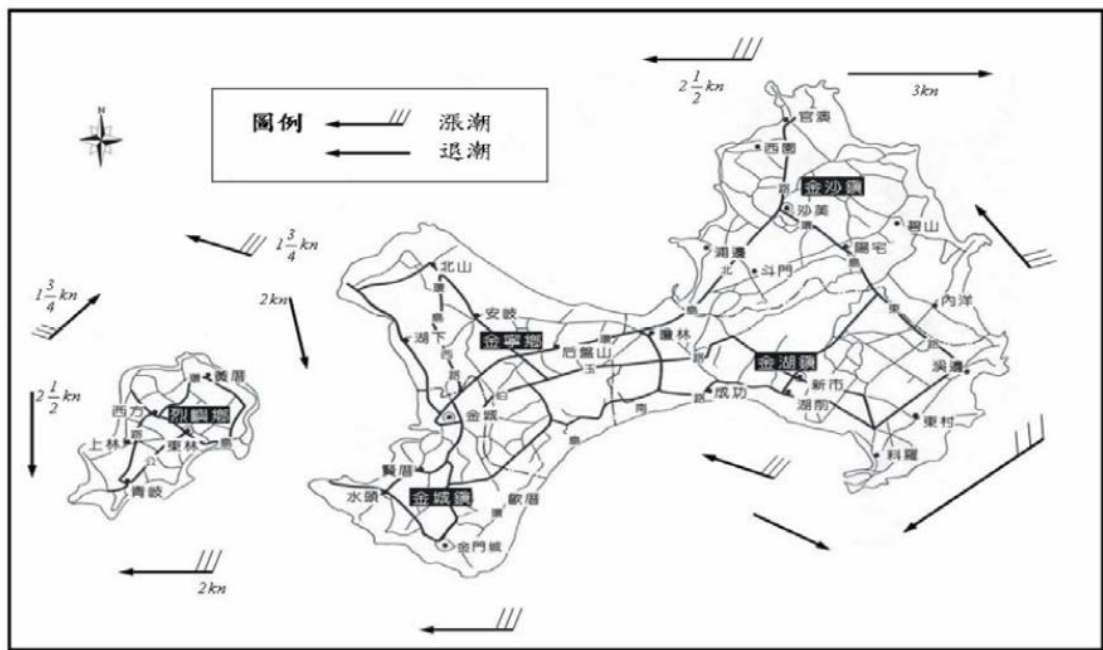


秋季

冬季

資料來源：金門縣政府，金門縣后江灣人工島海域環境基本監測調查計畫，103年。

圖 2- 1 后江灣資料浮標風玫瑰圖



資料來源：「金門海岸防護對策暨漁村海岸復育可行性研究 (1/3)」，民國 94 年。

圖 2- 2 金門潮流流速及流向



圖 3- 1 採樣測站地點

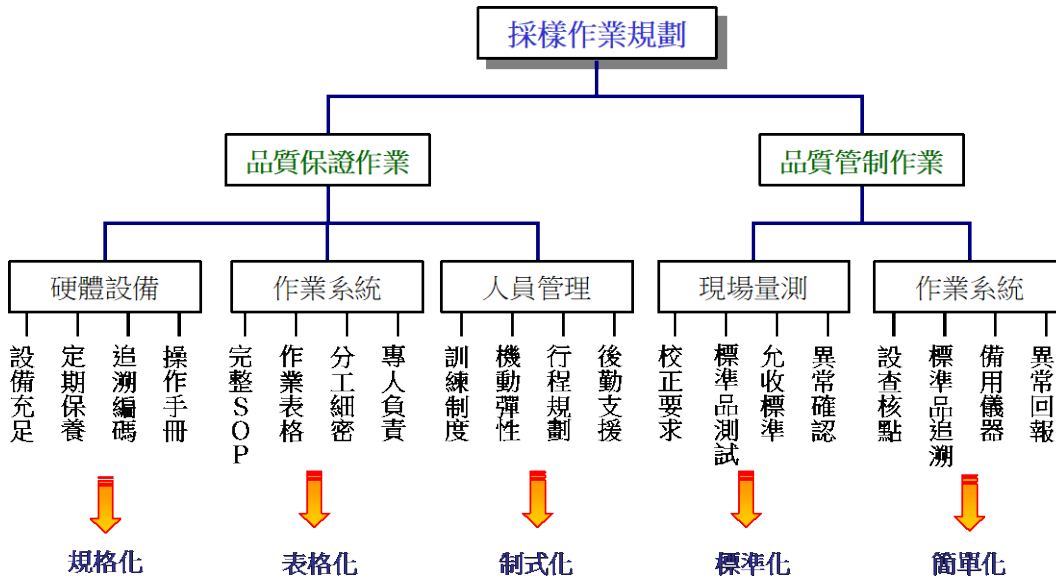


圖 3- 2 採樣作業規劃架構

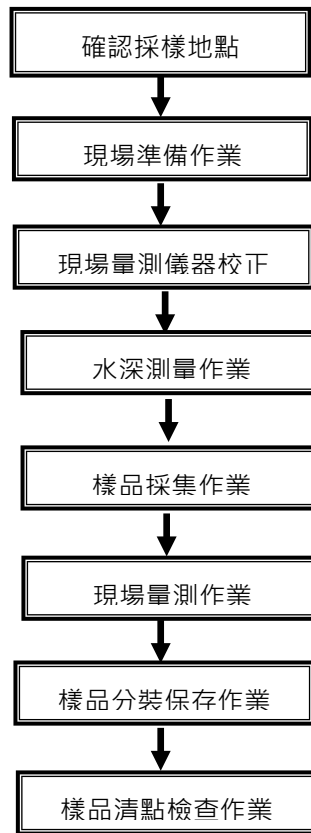


圖 3- 3 海域現場採樣作業程序流程圖