

金門國家公園貨輪擱淺地區潮間帶動物 資源監測計畫

成果報告

金門國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 106 年 4 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

金門國家公園貨輪擱淺地區潮間帶動物 資源監測計畫

成果報告

受委託者：民享環境生態調查有限公司

研究主持人：謝宗宇

協同主持人：邱郁文、吳欣儒

金門國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 106 年 4 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

目次	I
表次	II
圖次	III
摘要	IV
ABSTRACT.....	VII
第一章 計畫主旨	1
第二章 計畫目標及工作項目	3
第三章 計畫主題背景及有關研究	5
第一節 計畫背景.....	5
第二節 環境背景及有關研究	6
第四章 調查方法	17
第一節 研究執行策略	17
第二節 潮間帶動物資源調查監測及分析	18
第五章 研究結果	23
第一節 現地環境描述	23
第二節 現地調查結果	26
第三節 討論.....	45
第六章 結論與建議事項	49
第一節 結論.....	49
第二節 建議事項.....	49
附錄一 潮間帶樣站環境照.....	51
附錄二 潮間帶生物照片	57
附錄三 期初工作會議審查意見回覆及辦理情形	59
附錄四 期末審查會議記錄及委員意見回覆.....	61
參考書目	71

表次

表 2-1、執行進度及完成之工作項目	4
表 3-1、古崗海岸底棲動物物種清單(資料來源: 邱 2015)	8
表 3-2、「食品中污染物質及毒素衛生標準」草案中對重金屬含量之相關規範 ..	15
表 3-3、「食品中污染物質及毒素衛生標準」草案中對 PHAs 之相關規範	15
表 5-1、本研究測站之座標位置(座標系統 WGS84)	24
表 5-2、本研究各次調查日期	24
表 5-3、本研究大垵及古崗垵礁岩地形之潮間帶動物清單	29
表 5-4、本研究大垵及古崗垵礁岩地形之潮間帶動物生物量	34
表 5-5、本研究大垵及歐厝沙灘地形之潮間帶動物清單(a)豐度和(b)生物量	39

圖次

圖 3-1、古崗海岸及擱淺船隻位置示意圖.....	5
圖 3-2、金門濕地動植物資源調查(2013)調查樣站位置(古崗海岸潮間帶).....	6
圖 3-3、2013 年 10 月 31 日，本研究團隊調查古崗西海岸(古崗垵)現地照片.....	7
圖 4-1、本計畫工作實施流程圖.....	17
圖 4-2、調查樣點位置示意圖.....	18
圖 4-3、指標生物研擬方針示意圖.....	21
圖 5-1、測站位置圖.....	25
圖 5-2、測站 A-2 大垵峽角區域目測正常與表面覆蓋焦油的龜足茗荷.....	25
圖 5-3、礁岩區測站群聚分析圖.....	40
圖 5-4、礁岩區測站多元尺度分析圖.....	41
圖 5-5、測站 A-1 大垵岩礁區優勢累積圖(ABC curve).....	42
圖 5-6、測站 A-2 大垵峽角區優勢累積圖(ABC curve).....	43
圖 5-7、測站 CS 古崗垵 (優勢累積圖(ABC curve).....	44

摘要

關鍵詞：潮間帶、底棲動物、古崗、洩油事件

一、研究緣起

金門為一大陸型島嶼，地理位置鄰近中國大陸九龍江口的廈門海灣，具有相當豐富且與台灣本島有不同的生物資源及廣大之沿海濕地生態系。然而 2016 年 9 月莫蘭蒂颱風影響金門甚鉅，其中陸籍貨輪(港泰台州號)擱淺古崗地區，且油料外漏，造成周遭潮間帶汙染，影響當地生物。為能瞭解古崗地區潮間帶動物受油汙影響情形，本計畫即辦理該區域生物資源監測。

二、研究方法

本研究除進行洩油現場的潮間帶底棲無脊椎動物之定量調查和普查外，並藉由古崗潮間帶動物資源文獻彙整、研提合適指標物種、監測調查等，以了解本次油汙事件對古崗潮間帶動物族群組成之影響，並提出未來持續監測之指標物種建議。

調查範圍為古崗坵至歐厝一帶，依海岸棲地性質不同分為岩礁區及沙灘區進行調查。岩礁區調查測站包括：洩油地點的大坵峽角(測站 A-2)、東側的大坵岩礁區(測站 A-1)；沙灘區測站則為大坵沙灘(測站 A-3)及歐厝沙灘(測站 B)。並以古崗坵作為岩礁及沙灘的對照樣站(測站 CS)。定量方式採拉穿越線進行採樣方框採集，計算單位面積內的各種底棲無脊椎動物的個數及生物量

已於 2016 年 12 月 9 日至 13 日、2017 年 1 月 3 至 7 日，以及 2 月 28 日至 3 月 4 日，共進行三次現場定量調查及普查。

三、重要發現

洩油現場的測站 A-2 至 2017 年 3 月 4 日調查時仍發現有殘油附著的生物如龜足茗荷等，其他測站則無。礁岩區的普查結果顯示，岩礁區以測站 A-1 種類最多計有 5 門 38 科 61 種，洩油現場測站 A-2 為 3 門 28 科 38 種，對照組古崗坵(測站 CS)為 3 門 22 科 34 種為最少。與 2013 年的普查結果比較，古崗較 2013 年的 3 門 28 科 41 種為少，

且當時紀錄屬常見的瘤珠螺於本計畫中亦無發現。顯示古崗垵可能亦有受到擾動。由豐度生物量優勢累進圖分析得知在測站 A-1 和對照測站 CS 有干擾逐漸降低的趨勢。而洩油地點的測站 A-2 的底棲無脊椎動物的生物豐度和生物量最低。整體而言，蚵岩螺於各測站的低潮區皆皆常見，因此建議可針對蚵岩螺做為生物指標物種做後續分析；而瘤珠螺為金門潮間帶廣布常見物種，過去亦常見於古崗垵，雖不見於本調查中的古崗垵測站，但在其他測站尚有發現瘤珠螺的幼貝，故建議可將瘤珠螺選做為環境指標生物，藉由瘤珠螺的族群動態來檢視環境的變動狀況。沙灘區的兩測站(測站 A-3 及 B)則共記錄有 3 門 7 科 8 種，花蛤為主要優勢生物，衛氏毛帶蟹則在歐厝地區亦屬常見。然而，受一定人為採捕干擾，可能影響採樣結果。

四、主要建議事項

建議一：立即可行建議—古崗及歐厝地區之花蛤資源量基線建立及檢體採集

主辦單位：金門國家公園管理處

協辦單位：社區 NGO 團體、學術機構

可委託社區 NGO 團體進行長期的古崗及歐厝地區的花蛤資源量的基線調查。用當地慣用的花蛤耙採及貝類，並以手持式 GPS 紀錄拖曳長度以計算採集面積。進而得到單位面積之資源量。並留取適當的個體數量送於管理處作檢體保存，供後續重金屬或有機汙染物之檢驗之用。

建議二：立即可行建議—古崗及歐厝地區之可食性潮間帶海產之有機及重金屬汙染物檢測

主辦單位：金門縣水產試驗所

協辦單位：學術機構、金門國家公園管理處

由於食用安全為當地居民最關心之議題。藉由相關毒物之檢驗，除可釐清居民之疑慮，並根據結果進行後續措施擬定。

建議三：中長期建議－建立指標生物系統及生物指標

主辦單位：金門水產試驗所或金門國家公園管理處

協辦單位：學術機構

基於了解洩油對海洋生態的損害影響範圍和機制，要建立洩油污染損害進行基礎資料，為洩油的生態損害評估方法。洩油的海洋生態影響，除了以單一污染物對單一物種的影響，需要進一步了解多個污染物對洩油地區生態系統的影響。因此在管理和決策過程，應建立對生態系統結構和功能的深入瞭解，進行全面量化和綜合的資料收集。建立指標生物系統及生物指標，可以做為後續追蹤監測的依據。

建議四：中長期建議－海岸生物納入長期監測對象以做為基線資料

主辦單位：金門國家公園管理處

協辦單位：學術機構、金門縣水產試驗所

目前金門國家公園管理處已針對水獺、鸞、鳥類等重要生物資源進行長期的監測和追蹤。但在潮間帶部分，除了部分濕地鳥類及鸞外，其他之潮間帶生物並未涵蓋其內。由於鸞分布於特定區域，鳥類亦有其熱點。當其餘地點發生如本次事件時，則將因缺乏基礎資料而無法立即經由數據分析釐清影響程度，進而影響到後續追蹤、管理乃至求償等。本研究除建議在古崗地區可以蚵岩螺、瘤珠螺和花蛤做為監測對象外。建議在金門國家公園範圍內之其他海岸地區應選處代表地點及監測生物，作為基線資料，以利長期監測及後續追蹤。

ABSTRACT

Keywords: intertidal zone, intertidal benthos, Gugang, oil spill

1. Introduction

Kinmen is continental islands located near the estuary of the Jiulong River in China, Xiamen Bay. There are high biodiversity and rich biological resources with coastal wetland environments around Kinmen. However, Typhoon Meranti invaded Kinmen in September, 2016 and caused a huge influence to Kinmen. A cargo ship which anchored in Xiamen was drifting to and stranded at Daan coastal, south of Gugang, Kinmen. The accident caused an oil spill. The habitat and organisms of intertidal were polluted and injured. In order to understand the influence of the intertidal fauna caused by the oil spill accident, this biological resources monitoring plan was taken and carried out.

2. Research methods

This survey took qualitative and quantitative methods to investigate the Gugang intertidal benthic community. And we also compared the survey results with the past literature reviewed to understand the oil spill accidents and their subsequent effects of intertidal benthos, finding out the potential indicators species and proposing suggestions about surveys methods and other suggestions for subsequent monitoring.

Survey area were from Gugang to Oucuo coastal and classified into two main types of habitats, rocky reefs and sandy beach. Two rocky reef stations and two sandy stations were set. The rocky reef stations including the eastern rocky reef area of Daan (Station A-1) and promontory of Daan where the oil spilled (Station A-2). The two sandy stations are the beach of Daan (Station A-3) and Oucuo. (Station B). The Gugangan (Station CS) was taken as a control station to be compared. Quantitative method of this study was transect line with quadrat sampling, and the abundance and biomass of each species per unit area were calculated.

Total of three surveys were conducted during 12 to 14 September 2016, 3 to 8 January and

28 February to 5 March 2017.

3. The important results

There were some organisms, such as *Capitulum mitella*, still covered by oil and tar residue at A-2 station where the oil splash. The richest of species numbers were recorded at A-1 station with 5 phyla 38 families 61 species. The other two rocky reef stations were recorded 3 phyla 28 families 38 species at A-2 station and 3 phyla 22 families 34 species. CS station was the most poor in species richness. Comparing with study of Gugangan intertidal fauna in 2013, the species number in this study was fewer than that in 2013 (28 families 41 species). Moreover, the common species, *Lunella granulata*, was disappear in Gugangan. It seems the Gugangan was also affected. By analysis of ABC curve (Abundance Biomass Comparison curve), the negative interference tends to decrease. The lowest abundance and biomass were at A-2 station. However, we suggest *Thais clavigera*, was common in the low tidal region among three stations, as one of the biological indicator for oil pollution, and *C. mitella* as ecology monitoring target.

4. Some major suggestions

(1) Immediate Feasibility Advice – To establish the baseline of clam resources and to collect the samples from Gugang and OuCuo Area

The organizer: Kinmen National Park

The co-organizer: Academic institutions, local non-governmental organization (NGO)

Entrust the local NGO to conduct long-term investigation of the clam resources and baseline data in Gugang and OuCuo Area. Collect shellfish with local traditional clam collectors and record the drag length with hand-held GPS to calculate the sampling area in order to get the shellfish resources per unit area. The clams were collected and preserved for heavy metals or organic pollutants examined.

(2) Immediate Feasibility Advice –Detection of trace organic and heavy metal pollutants in edible Intertidal organisms of Gugang and OuCuo Area

The organizer: Kinmen County Fisheries Research Institute, FPG.

The co-organizer: Kinmen National Park, Academic institutions

For the issue of food safety, it is necessary to examine the shellfish toxicants to clarify the concerns of the residents. And follow the results to develop and generate strategy.

(3) Medium - long term recommendations – To establish the systems of biological indicators and indicator organism.

Sponsor: Kinmen County Fisheries research Institute or Kinmen National Park

Co-organizer: Academic institutions,

In order to understand the mechanism of the damage caused by oil spill to marine ecology and to establish the basic data of oil spill damage to evaluate the damage of oil spill to marine ecology. In addition to the effects of single contaminants on a single species, the effects of multiple contaminants on the ecosystems need to be further understood. Therefore, in the management and decision-making process, the more detail information of the structure and function of ecosystems should be necessary. The comprehensive and integrated data collection should be carried out to establish the systems of biological indicators and the indicator organisms can be used as monitoring the effect of the accidents in the future.

(4) Medium- long term recommendations - Coastal organisms are included in the long-term monitoring target to establish the baseline data

Sponsor: Kinmen National Park

Co-organizer: academic institutions, Kinmen County Fisheries research Institute

The important animal resources in NKP such as otters, horseshoe crabs and birds have been monitoring and tracking long-term monitoring. But in the intertidal zone, in addition to some wetland birds and horseshoe is distributed in a specific area or the hot spots, the other intertidal creatures have not been concerned. When the accident occurred, the basic information is important for data analysis to clarify the extent of the impact, thus affecting the follow-up, management and even claims. In addition the *Thais* sp., *Lunella* sp. and *Ruditapes* sp. are as the objects for monitoring in future In Gugang. It is recommended that other coastal areas within the Kinmen National Park should be selected more locations and organism for monitoring as baseline data for long-term monitoring and follow-up.

第一章 計畫主旨

金門為一大陸型島嶼，地理位置鄰近中國大陸九龍江口的廈門海灣，具有相當豐富且與台灣本島不同的生物資源及廣大之沿海濕地生態系。然而 2016 年 9 月莫蘭蒂颱風影響金門，其中陸籍貨輪港泰海運擱淺古崗地區，船體破損油料外漏，造成周遭潮間帶汙染，影響當地生物。為能瞭解古崗地區潮間帶動物受油汙影響情形，本計畫即辦理該區域生物資源監測。

金門國家公園貨輪擱淺地區潮間帶動物資源監測計畫

第二章 計畫目標及工作項目

壹、計畫目標

1. 建立潮間帶合適之指標物種監測模式。
2. 了解古崗地區潮間帶動物資源變動情形。
3. 研擬後續潮間帶保育策略及評估可行性。

貳、計畫工作項目

1. 進行金門潮間帶相關動物資源文獻蒐集。
2. 針對古崗地區周邊潮間帶動物進行資源普查，了解潮間帶生物現況。
3. 研提合適之指標監測物種，並於古崗地區周邊進行監測，藉由指標物種族群變動了解貨輪擱淺及油污對於周遭生態環境之影響。
4. 調查資料納入營建署內生物多樣性地理資訊系統資料庫。

參、執行進度說明

1. 完成金門潮間帶相關動物資源文獻蒐集。
2. 完成針對古崗地區周邊潮間帶動物進行資源 3 次普查(2016 年 12 月、2017 年 1 月及 2017 年 3 月)，包括船隻擱淺事件地點的大垵海岸，及其東側岩礁區和歐厝沙灘，以及西側的古崗垵。
3. 於本報告書第五章第三節初步研提合適之指標監測物種，並針對古崗地區周邊進行監測，藉由指標物種族群變動了解貨輪擱淺及油污對於周遭生態環境之影響。
4. 調查資料納入營建署內生物多樣性地理資訊系統資料庫。

表 2-1、執行進度及完成之工作項目

工作項目	2016 年			2017 年			
	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
1.金門潮間帶動物資源文獻蒐集	■	■	■	■	■	■	
2.研提古崗潮間帶監測物種			■				
3.古崗潮間帶普查(1 次)			■				
4 指標物種族群監測(3 次)			■	■	■		
5.提送工作執行計畫書	※						
6.期末報告							※
7.成果報告							※
8.調查資料上傳資料庫							■

註：
 本案總執行時程自決標日起至民國 106 年 4 月 30 日止。
 各期工作時程與交付項目說明如下：
 I. 第一期：契約簽訂後，檢送工作計畫書經審查通過後，撥付契約年度預算金額總價百分之三十。
 II. 第二期：於 2017 年 4 月 15 日前交付期末報告書 10 份，並出席機關舉行之期末審查會議，經審查通過後，於 2017 年 4 月 30 日前修正完成送交書面成果報告 30 份及相同內容電子檔光碟 2 份(含(1)成果報告書 word 檔及 pdf 檔；(2)期中、期末簡報 ppt 檔；(3)投稿國家公園學報 word 檔或本處電子報稿件 word 檔)。完成驗收後，檢據辦理結算撥付尾款(契約年度預算金額總價百分之七十)。

第三章 計畫主題背景及有關研究

第一節 計畫背景

2016年9月14至15日，莫蘭蒂颱風影響金門甚鉅，其中一艘停泊廈門之4萬噸的陸籍貨輪港泰台州號擱淺於古崗地區(座標約為北緯24度38分70秒、東經118度32分61秒，圖3-1)且油料外漏。環保署、海岸巡防署、金門縣政府、金門國家公園等有關單位，清除油污並防止污染擴散；肇事貨輪之停泊港的行政單位，廈門市海事局亦派遣工作船抽取船上殘油及廢油水等。截至9月23日及24日環保署之新聞稿，經空拍和現勘確認，岸際和沙灘區域已無新增油污情形，而後續交通部港務局亦積極監督擱淺貨輪拖救相關作業施工(行政院環保署，2016)。然同月底，梅姬颱風再次侵襲金門，使得船身破洞再次洩油(吳，2016)；之後於10月中亦有洩油消息傳出(董&陳，2016)。

古崗潮間帶海岸在洩油事件後，包括岩礁和沙灘區遭受油污污染。黑色黏稠的油污覆蓋於岩礁上及混於沙灘內(陳&陳，2016)，棲息於此地的潮間帶動物皆可能直接受到油污覆蓋或間接因棲地破壞使環境劣化，導致虛弱或死亡。

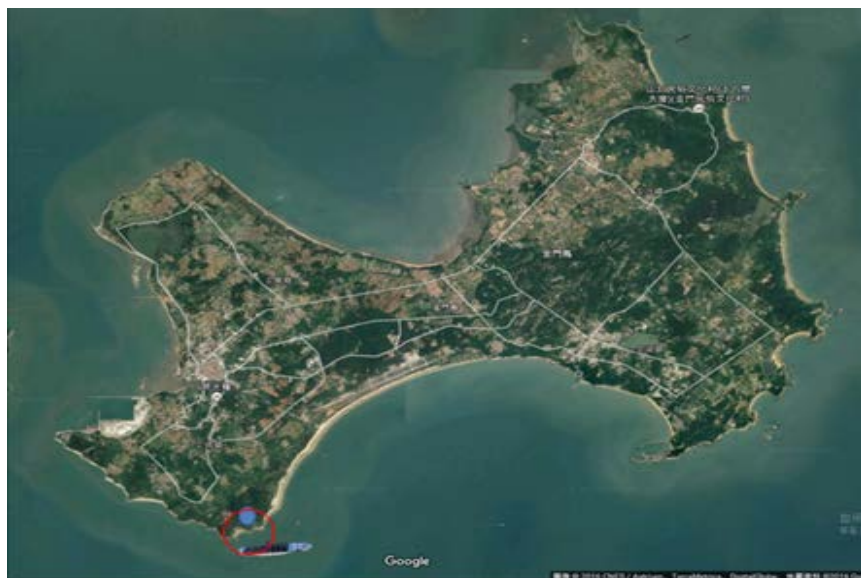


圖 3-1 106 年古崗海岸及擱淺船隻位置示意圖

第二節 環境背景及有關研究

壹、金門(古崗)潮間帶生態系研究回顧

金門國家公園管理處曾於 2013 年委託本工作團隊邱郁文執行「金門濕地動植物資源調查(3/3)」，其中潮間帶底棲動物普查於 2013 年及 2014 年執行完畢。共完成調查 21 個潮間帶樣站，每處進行至少的一次的底棲物種普查。樣站包含金門本島的慈湖海堤外、北山海堤、古寧頭、浦邊、金沙溪口、塘頭、馬山海灘、后嶼坡、獅山海灘、新頭、歐厝沙灘、古崗、夏墅、建功嶼和海濱公園，以及烈嶼的南山頭、鳥嘴尾、上林海灘、雙口、黃厝貓公石海岸，以及檳榔嶼，位置如圖 3-2 所示。其中 2013 年調查樣站中，鄰近本次油汙事件地點的位於 2016 年 9 月陸籍貨輪(港泰海運)擱淺處的西方，即古崗湖西側海岸的古崗測站，明確地點名稱為古崗坵(狗崗坵)，或稱金湯港。

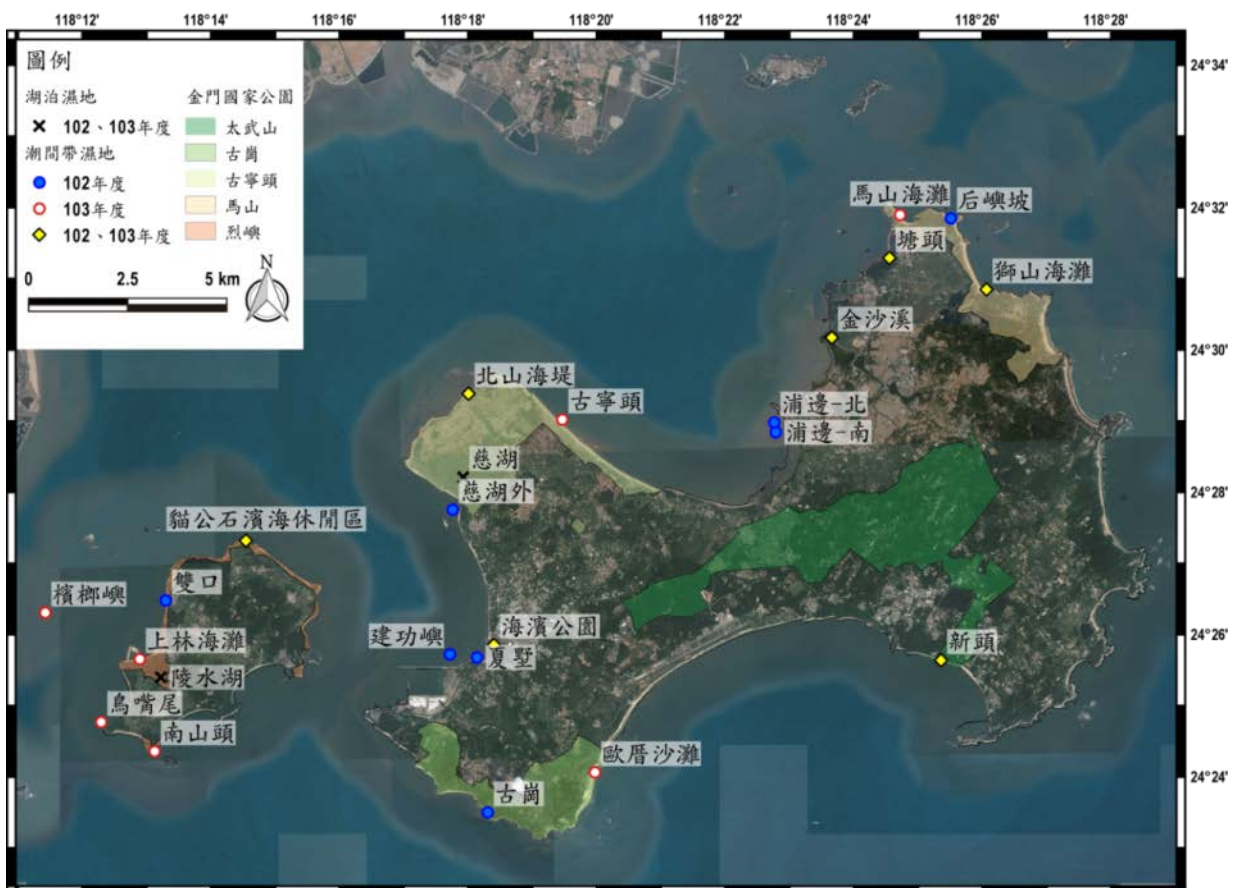


圖 3-2、金門濕地動植物資源調查(2013)調查樣站位置(古崗海岸潮間帶)

古崗坵海岸棲地類型包括沙灘及沙灘東側以大型石塊及少量礫石灘為主的岩礁礫灘混合區，坡度較為陡峭；西側主要為坡度較為平緩的礫石灘。整體而言是岩礁、礫灘和沙灘的複合型棲地（圖 3-3），與古崗最南端的油汙地點棲地環境相似。

依本工作團隊於 2013 年 10 月 31 日在古崗(古崗垵)潮間帶普查，共發現底棲動物 3 門 6 綱 28 科 41 種。以沙灘的衛氏毛帶蟹和角眼沙蟹、泥沙混合棲地的乳白招潮蟹、稍偏好硬底質中低潮區的蚵岩螺，與高潮區的顆粒玉黍螺等為主(見表 4-1)。



圖 3-3、2013 年 10 月 31 日，本研究團隊調查古崗西海岸(古崗垵)現地照片

表 3-1、古崗海岸底棲動物物種清單(資料來源: 邱 2015)

分類地位 種類	出現* 頻率	潮位 分佈	微棲地 類型
刺細胞動物門 Cnidaria			
珊瑚蟲綱 Anthozoa			
海葵目 Actiniaria			
海葵科 Actiniidae			
Actiniidae spp. 海葵科一種	O	中低	硬底質
節肢動物門 Arthropoda			
顎足綱 Maxillopoda			
無柄目 Sessilia			
笠藤壺科 Tetracitidae			
<i>Tetracita japonica</i> 日本笠藤壺	A	高中	硬底質
<i>Tetracita squamosal</i> 鱗笠藤壺	A	高中	硬底質
鎧茗荷目 Scalpelliformes			
指茗荷科 Pollicipidae			
<i>Capitulum mitella</i> 龜足茗荷	R	高中	硬底質
軟甲綱 Malacostraca			
端足目 Amphipoda			
螺羸蜚科 Corophiidae			
<i>Corophium</i> sp. 螺羸蜚	A	高中	沙
十足目 Decapoda			
活額寄居蟹科 Diogenidae			
<i>Clibanarius</i> sp. 細螯寄居蟹一種	C	中低	泥、沙
毛帶蟹科 Dotillidae			
<i>Dotilla wichmanni</i> 衛氏毛帶蟹	A	高中	沙、泥
酋婦蟹科 Eriphiidae			
<i>Eriphia smithi</i> 司氏酋婦蟹	C	高中	岩
方蟹科 Grapsidae			
<i>Grapsus albolineatus</i> 白紋方蟹	O	中	硬底質
<i>Metopograpsus quadridentatus</i> 四齒大額蟹	C	中	岩、沙、礫
<i>Pachygrapsus crassipes</i> 粗腿厚紋蟹	O	中	岩、沙、礫
沙蟹科 Ocypodidae			
<i>Ocypode stimpsoni</i> 斯氏沙蟹	O	高	沙
<i>Ocypode ceratophthalmus</i> 角眼沙蟹	A	高	沙
<i>Uca lactea</i> 乳白招潮蟹	A	高中	沙、泥
豆蟹科 Pinnotheridae			
Pinnotheridae sp. 豆蟹科一種	R	中低	牡蠣殼內
梭子蟹科 Portunidae			
<i>Scylla paramamosain</i> 擬穴青蟳	R	中低	沙泥
<i>Parasesarma pictum</i> 斑點擬相手蟹	C	高	泥
<i>Nanosesarma</i> sp.1 小相手蟹一種	O	高	泥
弓蟹科 Varunidae			
<i>Gaetice depressus</i> 平背蜞	C	中低	沙、礫
<i>Hemigrapsus sanguineus</i> 肉球近方蟹	R	中	沙、泥、礫
<i>Hemigrapsus penicillatus</i> 絨毛近方蟹	C	中	沙、泥、礫
扇蟹科 Xanthidae			
<i>Leptodius sanguineus</i> 肉球皺蟹	R	高中	岩、礫
軟體動物門 Mollusca			

分類地位 種類	出現* 頻率	潮位 分佈	微棲地 類型
多板綱 Polyplacophra			
新石蠶目 Neoloricata			
石蠶科 Chitonidae			
<i>Liolophura japonica</i> 大駝石蠶	O	高中	岩、硬底質
腹足綱 Gastropoda			
笠螺目 Patellogastropoda			
花笠螺科 Nacellidae			
<i>Cellana toreuma toreuma</i> 花笠螺	O	高	岩、硬底質
青螺科 Lottiidae			
<i>Nipponacmea schrenckii</i> 花青螺	O	中	岩、硬底質
<i>Patelloida saccharina</i> 鵝足青螺	R	高中	岩、硬底質
古腹足目 Vetigastropoda			
蝾螺科 Turbinidae			
<i>Lunella granulate</i> 瘤珠螺	O	中低	硬底質、砂礫
鐘螺科 Trochidae			
<i>Monodonta labio</i> 草蓆鐘螺	O	中低	岩、硬底質
蜆螺目 Neritimorpha			
蜆螺科 Neritidae			
<i>Nerita japonica</i> 花斑蜆螺	O	低	岩、硬底質、礫
盤足目 Discopoda			
玉黍螺科 Littorinidae			
<i>Echinolittorina malaccana</i> 顆粒玉黍螺	A	高、潮上	岩、硬底質
<i>Echinolittorina radiata</i> 輻射玉黍螺	C	高、潮上	岩、硬底質
<i>Littoraria sinensis</i> 中華玉黍螺	O	中低	岩、硬底質
<i>Littorina brevicula</i> 短玉黍螺	R	高中低	岩、硬底質
法螺科 Ranellidae			
<i>Gyrineum natator</i> 美珠翼法螺	R	中低	岩、礫石
新腹足目 Neogastropoda			
骨螺科 Muricidae			
<i>Thais clavigera</i> 蚶岩螺	A	高中低	岩、硬底質、蚶架
縮眼目 Systellommatophora			
石礪科 Onchidiidae			
<i>Onchidium verruculatum</i> 石礪	R	高中	沙、礫、泥
基眼目 Basommatophora			
松螺科 Siphonariidae			
<i>Siphonaria laciniosa</i> 花松螺	R	高	岩、硬底質
雙殼綱 Bivalvia			
翼形亞綱 Mytiloida			
殼菜蛤科 Mytilidae			
<i>Septifer virgatus</i> 紫孔雀殼菜蛤	O	中低	岩、礫、硬底質
魁蛤目 Arcoida			
魁蛤科 Arcidae			
<i>Barbatia cometa</i> 窄鬚魁蛤	O	中低	岩、礫、硬底質
牡蠣目 Ostreoida			
牡蠣科 Ostreidae			
<i>Crassostrea angulate</i> 葡萄牙牡蠣		高中低	岩、硬底質
<i>Saccostrea echinata</i> 黑緣牡蠣	C	中低	岩、硬底質
<i>Saccostrea kegaki</i> 刺牡蠣	C	高中低	岩、硬底質
簾蛤目 Veneroida			

分類地位 種類	出現* 頻率	潮位 分佈	微棲地 類型
斧蛤科 Donacidae			
<i>Donax cuneatus</i> 楔形斧蛤		中	沙
船蛤科 Trapezidae			
<i>Trapezium sublaevigatum</i> 無光船蛤		中低	礫(牡蠣混居)

註*:出現頻率，R：稀有；O：偶見；C：常見；A：豐富。

貳、洩油事件及相關文獻分析

(一)「港泰台州號」擱淺事件及處理過程

2016年9月15日凌晨，四萬多噸的大陸籍貨輪「港泰台州號」，遭強烈颱風莫蘭蒂從廈門漂流到金門古崗海岸後擱淺。船身左右舷共出現3個破洞，殘油被風浪衝擊後被海水帶出，汙染金門沿岸海域。經中央與地方政府緊急處理後，清除沙灘及礁岩間的油汙。沙灘上油泥清除完畢後，並持續進行礁岩區油汙清理工作。應變廠商已於9月21日完成船體破損勘查作業，廈門市海事局派遣「寶裕洲海01」及「寶裕洲海02」兩艘工作船於21日6點自廈門港出發，22日清晨開始殘油抽除的準備工作，於22日配合潮汐情形以快乾水泥進行初步補漏工作。岸際清汙部分，清除超過約10,030公斤含油水廢棄物。環保局人員預防性佈放索狀吸油棉250米，另於事故船附近礁岩放置索狀吸油棉180米吸附漲潮時礁岩縫流出油汙，避免油水擴散。每日應變中心仍派員持續進行清洗礁岩上殘油作業及事故船附近海域水質監測。動員金門海巡隊巡防艇、IRB充氣式橡皮艇、重型沙灘車、高壓清洗機、金門海巡隊及岸巡隊、消防局、環保局。鋪設固體填充式攔油索280公尺、索狀吸油棉330公尺、充氣式攔油索480公尺、片狀吸油棉5箱，自17日起至20日止共計動員426人次參與擱淺應變作業。(資料來源：行政院環境保護署，2016)

(二)洩油事件對海岸生態的影響

過去台灣曾有許多船難洩油事件，其中希臘籍阿瑪斯號貨輪2001年在墾丁海域擱淺，為龍坑生態保護區的生態帶來浩劫(邵，2001)。2003年環保署向挪威法院提出賠償訴訟，成為台灣首宗跨國訴訟的油汙事件。

以下彙整五大有關海域油汙洩油事件對海洋生物及生態之影響。海洋石油汙染包括船舶廢油，另外在原油運送、油田探勘、原油提煉中由於不當管理或意外事件，而造成油汙外洩，汙染整片海域(王等，2009)。再者為了清除油汙，致有除油劑的使用，因其亦有毒性，亦將不利水生生物。石油等汙染，將危害海洋資源，影響生態平衡。石油中含有數百種化合物，主要由烷烴、芳香烴及環烷烴組成，約佔石油含量50%~98%，簡稱為石油烴，

其餘為非烴類含氧、含硫及含氮化合物。

貨輪外洩的洩油在海洋環境中主要以漂浮在海面的油膜、溶解分散態(包括溶解和乳化狀態)、凝聚態殘餘物(包括海面漂浮的焦油球以及在沉積物中的殘餘物)等三種形式存在。而洩油，因其物理影響和化學毒性，會導致海岸帶初級生產力降低，植物枝葉枯萎，濕地侵蝕，從而嚴重危害海岸帶生態。具體生態影響如下：

1.影響光合使用。石油汙染破壞海洋固有的 CO₂ 吸收機制，形成碳酸氫鹽和碳酸鹽，緩衝海洋酸鹼值，從而破壞了海洋中氧氣及二氧化碳的平衡；油膜使透入海水的太陽輻射減弱，分散和乳化油侵入海洋植物體內，破壞葉綠素，阻礙細胞正常分裂，堵塞植物呼吸孔道。以上因素會破壞海洋食物網的中心環節—浮游植物光合作用，進而破壞食物鏈，導致生物死亡(景等，2008)。

2.毒化作用。芳烴(PAHs)做為海洋環境最嚴重的有機汙染物，廣泛分布於海洋環境中，由於其潛在毒性、致癌性及致畸變作用，對人類健康和生態環境具有很大潛在危害。石油洩漏到海面，數小時後即發生光化學反應，生成醜、酮、醇、酚、酸和硫的氧化物等，對海洋生物有很大危害。而慢性石油汙染的生態學危害更難以評估。由於向海洋排放的含有汙油廢水的比重大於海水，以及洩漏後油滴會黏附在海洋懸浮微粒上並隨微粒沉落海底，這些有毒物質常常沿海底流動，汙染了海底底質和生物等，使生物大量死亡，破壞了海洋生物多樣性。石油汙染物進入海洋環境會對水生生物的生長、繁殖以及整個生態系統發生巨大的影響(趙及楊，1997)。石油亦能滲入海濱維管束植物如大米草和紅樹等植物的體內，改變細胞滲透性，甚至使其死亡。汙染物中的毒性化合物可以改變細胞活性，使藻類等浮游生物急性中毒死亡。當海洋中石油品質濃度在 10.4~10.3 mg/L 時，可以對魚卵和魚類的早期發育產生影響(萬，1986)。

石油中所含多環芳香烴在平台或排汙源附近，生物體受影響程度比較嚴重，表現在生理代謝異常、組織生化改變等，從而擾亂物種生物繁殖，改變生物群落的生態結構和生活特性。有些改變可能是不可逆或致死性的。烴類經過生物富集和食物鏈傳遞能進一步加劇危害，危害人體健康。被汙染海域內的魚、蝦等生物體內的致癌物濃度明顯增高。

3.消耗海水中的溶解氧，導致海洋生態系統失衡。油膜覆蓋影再充氧作用(Reoxygenation)；石油分解，消耗水中溶解氧，亦造成海水缺氧，引起海洋中大量藻類和微生物死亡。厭氧生物大量繁衍，海洋生態系統的食物鏈遭到破壞，從而導致整個海洋生態系統的失衡(張等，2005)。

4.引發海洋赤潮。在石油污染嚴重的海區，赤潮的發生概率增加，雖然赤潮發生機制尚無定論，但必須考慮石油烴類的影響。研究指出高濃度石油烴可對海洋浮游植物生長產生抑制作用，低濃度石油烴可產生促進作用(沈等，2006)。石油污染對海洋浮游生物的影響，包括多種海洋浮游生物的生長、分布、營養吸收、光合作用及浮游植物參與二甲基硫(DMS)的產生過程，可以引發赤潮。例如，大陸渤海赤潮好發水域往往也是石油烴高濃度區，主要包括萊州灣、渤海灣、遼東灣等沿岸水域。

5.危害海洋漁業資源，破壞濱海濕地資源。魚、蝦、蟹、龜等海洋生物的行為，例如覓食、歸巢、交配、遷徙等，都是靠某些烴類來傳遞資訊的；但油膜分解所產生的某些烴類可能與海洋動物的化學資訊和化學結構相同或類似，從而會影響到這些動物的正常行為。例如油汙會改變某些魚類的洄游路線。海水中油的品質濃度為 0.1 mg/L 時，孵出的魚苗大都有缺陷；海洋石油污染使石油黏附在魚卵和魚鰓上，使魚類大量死亡(周等，2016)。中國在近岸海域實施的貽貝監測計畫結果顯示，2007 年中國近岸海域鉛、鎘、砷、石油烴和 DDT 在部分貝類體內的殘留程度出現超過標準的現象(阮，2008)。其中長江口、廣西、萊州灣和渤海灣近岸海域貝類體內的石油烴殘留濃度均呈現上升態勢。許多海鳥也因為翅膀黏附石油而不能飛行或在海中浮游以及食用被石油污染的魚蝦而生病死亡。

(三)洩油事件所引發重金屬污染物累積效應

洩油事件所引發的危害問題，包括海洋、淡水及陸地的污染，如海洋油汙污染，會對環境造成高度的重金屬污染，也會人類健康所造成的影響。Osuji and Onojak (2004)以奈及利亞尼日河三角洲的原油洩油事件為例，偵測出微量重金屬包括鎳(Ni), 鈮(V), 銅(Cu), 鉻(Cd)及鉛(Pb)的對環境的污染。此外 Ahmad Dasuki et al (2015)彙整重大的油汙事件對發現油汙污染事件後，最常被檢測出的微量重金屬為鉛(Pb) > 鎳(Ni) > 鈮(V) > 鋅(Zn) > 鉻(Cd)，而這些重金屬可能都會影響到健康，嚴重甚至致癌。因此，偵測環境中重金屬在生物體中累積，將是進一步偵測的方向。

潮間帶海域環境發生洩油事件後，洩油所造成的重金屬及其化合物在環境裡是具蓄積性的有毒物質，容易於在海洋生物體內積累。重金屬污染物在海洋生物體內達到一定的濃度，對動物生理會產生不良影響，甚至導致死亡。海水中過量的重金屬，除了直接危害養殖生物外，還可經生物累積和食物鏈傳遞，由海產品進入人體並造成危害(阮，2008;陳等，2011)。而特別是軟體動物，對重金屬具有很高的積累能力因此，因此，可以作為後續監測

的生物。Kostas (1996)針對重金屬對海洋環境的影響進行研究，經由貽貝和牡蠣體內的重金屬含量，發現海洋生物尤其是軟體動物對重金屬具有很高的累積能力，可以做為海洋污染監測的指標生物。

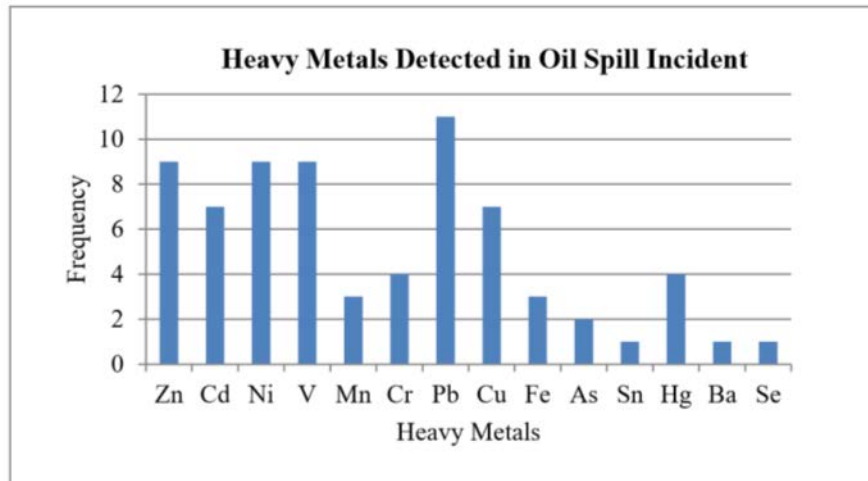


Figure 2. Frequencies of Heavy Metals Detected in Oil Spill Incident

圖取自 Ahmad Dasuki et al (2015)Malaysian Journal of Analytical Sciences, Vol 19 No 6 (2015): 1348 – 1360

在國內目前的食用安全規範上，在 2016 年 7 月衛福部食藥署預告訂定之「食品中污染物質及毒素衛生標準」草案，對食品中重金屬之限量於草案中之附表一已訂有相關規範，詳見表 3-2。

(四)洩油事件所引發石油烴汙染物累積效應

海上洩油污染物的成分複雜，包括如原油主要是各種烷烴、環烷烴、芳香烴的混合物。進入水體的洩油可經由物理、化學和生物過程發生變化。相對分子品質低的烴類(C1 ~ C10)通過蒸發進入大氣，然後通過光化學氧化作用分解。相對分子品質較大的烴類通過水體中懸浮粒子吸附、沉降等過程進入沉積物中。水體中的石油烴和沉積物中的石油烴被初級生物吸收，石油中的重金屬和多環芳烴(PHAs)有機物就會在整個海洋食物鏈中累積和放大(王等 2008)。海洋貝類因其特殊的生活習性和攝食途徑，對石油烴有著高度的累積能力，因此洩油事件對海洋貝類品質安全的具有相當程度的影響(李等 2015)。由於石油是一種複雜的混合物，主要由碳鏈長度不等的烴類物質構成，如烷烴、芳烴和脂環烴等。此外，還含有少量其他有機物，如瀝青質、樹脂類等。其中有 2 000 多種毒性大且疑有危害健康效

應的有機物質，如苯系化合物、多環芳烴中的菲、蔥、芘及酚類等。石油能溶於有機溶劑卻不溶于水，但可與水形成穩定的乳狀液，濃度較低時許多組分能溶入水中(李，2007)。因此，洩油事件所造成的油污染對海洋生態系統極具破壞性，對海洋生物的生長、生存、繁殖及品質等都造成嚴重影響(夏，2002)。如吳等(2017)以受到洩油污染的潮間帶大型底棲動物無齒螳臂相手蟹進行研究及健康風險評估，發現其體內總石油烴(TPH: total petroleum hydrocarbon) 含量分佈及動態變化發現洩油事故造成的沉積物污染是影響生物體內 TPH 累積的一個重要因素。因此，日後須建立總石油烴(TPH: total petroleum hydrocarbon)對底棲生物的影響背景資料。

在國內目前的食用安全規範上，在 2016 年 7 月 4 日衛福部預告訂定之「食品中污染物質及毒素衛生標準」草案中(部授食字第 1051301274 號)，僅在除了洩油事件所造成的汙染外，亦可能由食品加熱過程中產生的多環芳香族碳氫化合物 (PAHs) 上，於草案之附表三有對貝類有相關規範，詳見表 3-3。

(五)重要漁業生物-花蛤受洩油汙染之影響

李等(2015)指出，海洋石油汙染對海洋生態系統極具破壞性，對海洋生物生長、生存、繁殖及品質等都造成嚴重影響。海洋貝類由於其味道鮮美、營養價值較高而深受人們的喜愛。依據水試所 2012 年調查研究報告顯示，有關金門海域重要的漁業生物花蛤族群分布，成功至古崗潮間帶海域以尚義之密度 67.75 ind./m² 最高，其次為歐厝 52.75 ind./m²，再次為泗湖 35.5 ind./m²，族群密度最低之海域為成功海域 2 ind./m²，報告中並指出成功海灘之族群量大量銳減，可能與底質粒徑變細、採集頻率過高、採集過多成熟種貝、人為活動影響等數個可能原因有關(金門縣水產試驗所，2013)。

花蛤這一類的濾食性生物對洩油石油烴和一些重金屬離子具有較強的吸附累積能力(李等，2015)。過去研究指出，石油烴可抑制雙殼類的免疫力，增加疾病的好發性，對貝類養殖將造成危害(孫等，2013)。而有害物質會在貝類體內積累和殘留，並經由食物鏈進入人體，危害人體的健康與安全(吳等，2008)。而受石油烴汙染的海域，其生態環境和水產品的品質已開始受到關注。墨西哥灣洩油事件對當地生態環境造成嚴重影響，大量海龜和魚死亡，油膜入侵了當地濕地，各種生物遭受滅頂之災。而中國大陸在《2013 年中國海洋環境狀況公報》指出，2010 年大連新港“7•16”油汙染事發，以海域生物進行海域環境現況調查，發現持續呈現改善狀態，沉積物中石油類含量有所下降；浮游植物和浮游動物生物多樣性較上年分別上升 15%和 17%，其中底棲生物的生物多樣性指數亦呈現恢復態勢；

潮間帶生物群落明顯恢復，受損的白脊藤壺、太平洋牡蠣、短玉黍螺、菲律賓簾蛤仔和緣管澚苔、孔石蓴等原有優勢種群已恢復到正常水準。

表 3-2、「食品中污染物質及毒素衛生標準」草案中對重金屬含量之相關規範

	無機砷 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	總 汞 (mg/kg)	甲基汞 (mg/kg)
1.藻類	1.0	1.0	1	0.5	-
2.魚類	0.5	0.3	0.3	-	-
2-1 鯊、旗、鮪、油魚	-	-	-	-	2
2-2 特定魚類*	-	-	-	-	1
2-3 其他魚類	-	-	-	-	0.5
3.貝類	0.5	2	2	-	0.5
4.頭足類(不含內臟)	0.5	0.3	2	-	0.5
5.甲殼類之可食肌肉	0.5	0.5	0.5	-	0.5
6.其他水產動物	0.5	0.3	0.3	-	0.5

*特定魚類：鱈魚、鯉魚、鯛魚、鮫魚、魚、鮫鱈魚、嘉鱻魚、比目魚、烏魚、魷魚、帶魚、鯨、魷、烏鰂、鰻、鱒魚、金錢魚、鰻魚、梭子魚

(資料來源：衛生福利部之「食品中污染物質及毒素衛生標準」草案，本研究整理)

表 3-3、「食品中污染物質及毒素衛生標準」草案中對 PHAs 之相關規範

	苯(a)駢芘(μg/kg)	4PAHs(μg/kg)
雙殼貝類 (新鮮、冷藏或冷凍)	5.0	30

(資料來源：衛生福利部之「食品中污染物質及毒素衛生標準」草案，本研究整理)

第四章 調查方法

第一節 研究執行策略

本計畫之主要工作項目，除成果上傳營建署內資料庫外，主要為古崗潮間帶動物資源文獻彙整、研提合適指標物種、監測調查等，以了解本次油污事件對古崗潮間帶動物族群組成之影響，並提出未來持續監測之指標物種建議（圖 4-1）。

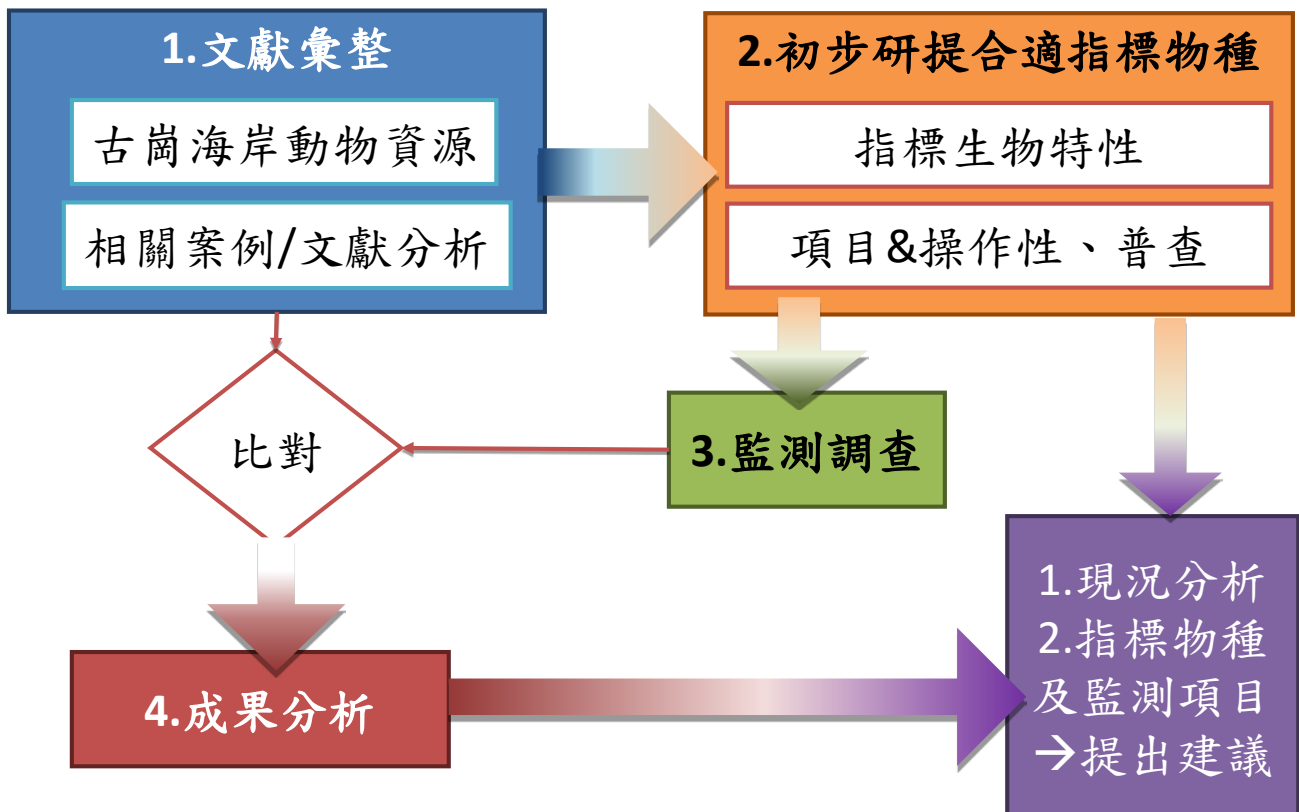


圖 4-1、本計畫工作實施流程圖
(資料來源：本研究繪製)

第二節 潮間帶動物資源調查監測及分析

壹、計畫執行樣區劃設及調查頻度

本計畫擬針對古崗貨輪擱淺洩油區域進行潮間帶生態調查。將於擱淺點、其西方與東方岩礁及沙灘共劃設四個樣區，進行潮間帶動物資源監測。

調查自 2016 年 12 月起至 2017 年 4 月進行，頻度包括潮間帶普查 1 次及指標物種族群監測 3 次。

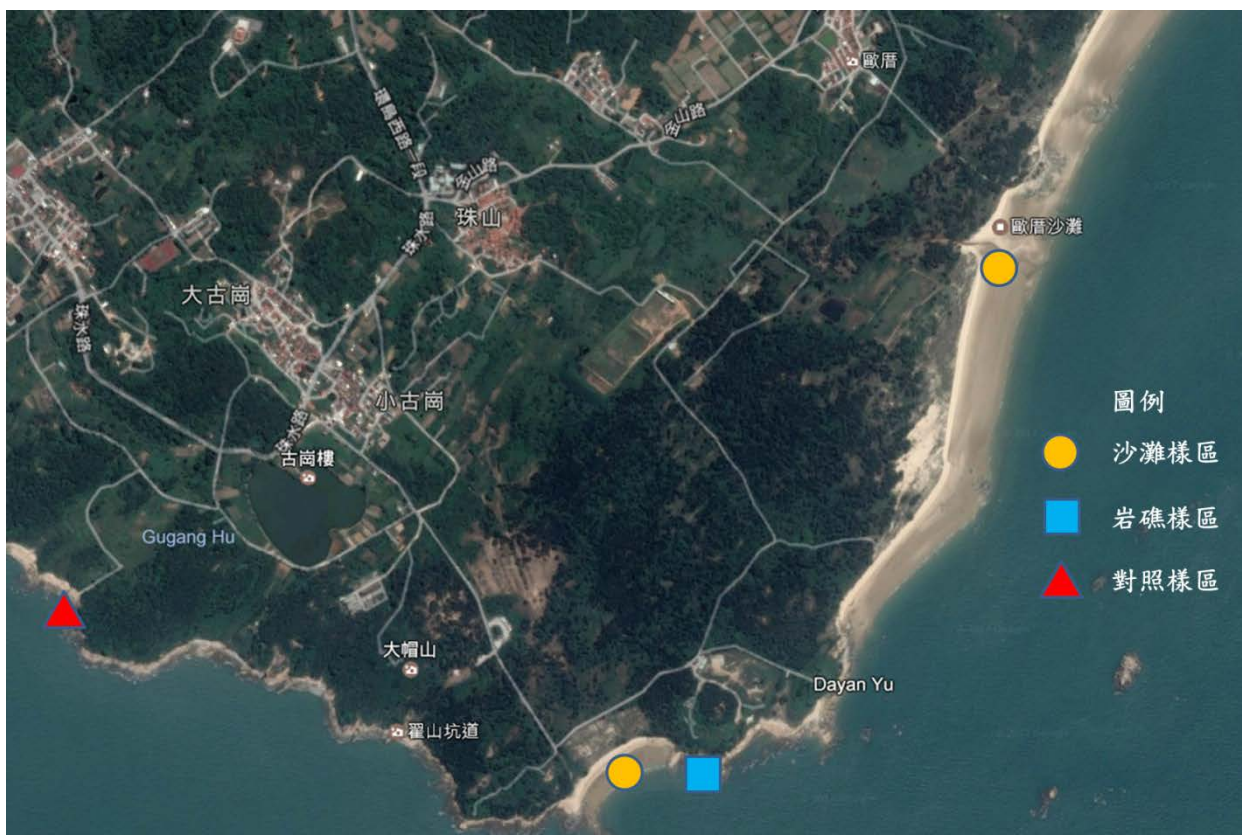


圖 4-2、調查樣點位置示意圖（岩礁樣區為船舶擱淺位置）
（資料來源：本研究繪製）

貳、潮間帶動物定性普查方法：

在劃設四個樣區內分別以目視、徒手撿拾以及逢機挖掘的方式，進行潮間帶動物普查，現地針對出現物種記錄並拍照。由於潮間帶調查必須涵蓋高潮區至低潮區的範圍，而低潮區需於乾潮時、海水退去才會露出灘地，故調查時間點必須配合當日當地之潮汐。本研究皆選擇乾潮之前後各 2 小時內進行，以涵蓋乾潮時露出的低潮區灘地。每測站之調查範圍，

沿著海岸線、從低潮區至高潮區約 100 m² 左右之區域。進行方式由 2 至 4 人以徒手目視撿拾方式，並輔以簡單工具之方式進行採樣調查，記錄調查低潮位至高潮位範圍內所有之底棲動物活體物種、普遍度及豐度等級。非活體生物，如死亡已久只剩空殼的螺殼、亞潮帶波浪推送上岸的死貝、無肉組織的藤壺殘骸等皆不予記錄，以正確反應棲息於該潮間帶的現存物種，避免亞潮帶打上來的空殼或沉積層半化石貝類等造成物種的時空錯置。

參、潮間帶指標物種族群監測：

進行指標物種族群監測必須進行定量調查，各種底棲生物因習性不同，例如有喜好棲息於岸邊的表棲性海蜷，亦有喜好埋藏在底土內的內棲性花蛤或小眼花簾蛤，活動能力強的蟹類等，故需要針對不同習性的底棲生物進行定量調查設計。

軟底質之沙灘部分暫以二枚貝做為監測對象。以鏟和篩網刮取固定面積之底質表土，以獲得表棲性底棲生物；挖掘底土過篩，以獲取內棲性底棲生物。由於所採集到的底棲生物來自於不同之採樣方法，故以個體數/次的單位漁獲努力量表示之。隔 15 公尺，以 50 公分寬花蛤扒進行採樣，自高潮線為穿越線起點，由高依序向中低潮為進行採樣，以衛星定位測量採樣路徑，換算面積並記錄，撿拾所有採獲二枚貝。

岩礁區以腹足類為監測對象，調查時利用穿越線調查法進行採樣，各樣點選取三條穿越線，每條穿越線至少間隔 15 公尺，並於每條穿越線上高、中、低各取一 1 m x 1 m 的採樣方格，採集框內所有腹足類攜回鑑定並秤重。若現場單位面積內的小個體種類如小藤壺等之數量太多且不好取得時，則再進行第二次抽樣，即於該樣框內再逢機選取 2-3 重複之固定面積的子樣框，紀錄面積及取得樣品，以回推原樣框之個體數及生物量。若攜回實驗室後因樣本數量高需分樣時，則均勻混和後平鋪於托盤上並劃分成數等分，再選取適量之標本進行分析。

將所得實驗之種類數、個體數及重量將標準化為單位面積之個體數及生物量，並進行群聚變化分析。在調查時，除目標生物腹足類外，其他大型表覆型底棲動物亦進行數量計算。

肆、生物標本之鑑定與分析：

所記錄之種類依據邵廣昭等主編的「2008 台灣物種多樣性 II. 物種名錄」及「台灣物種

名錄 2010」(邵等, 2008 & 2010)、中央研究院生物多樣性研究中心之台灣貝類資料庫 (<http://shell.sinica.edu.tw/>)、賴(1996 & 1998)、謝等(2006)、陳與李(2007)、Abbott and Dance(1986)、Debelius(1996)、Debelius and Kuitert(2007)、Gosliner et al. (2008)、Nakano(2004)、Okutani(2000, 2006a, 2006b)、Ono(1999, 2004)、Suzuki(2000)和 Takamasa(2003)進行名錄製作。

伍、數據分析:

資料將計算生物種類、豐度、密度與生物量，而多樣性指數分析則採用 Shannon-Wiener diversity index (H')，均勻度指數則採用 Pielou's Evenness Index (J')如下：

(1)Shannon-Wiener diversity index (H')

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

P_i ：為 i 種生物之個體數佔所有種類總個體數之比例

S ：種類數

H' 指數可綜合反映一群聚內生物種類之豐富程度及個體數在種間分配是否均勻。此指數越大時表示此地群落之物種越豐富，即各物種個體數越多越均勻，也代表此群落歧異度較大；若此地群落只由一物種組成則 H' 值為 0。通常成熟穩定之生態系擁有較高的歧異度，且高歧異度對生態系的平衡有利，因此藉由歧異度指數的分析，可以得知調查區域是否為穩定成熟之生態系。

(2)Pielou's Evenness Index (J')

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

S ：為所出現的物種總數

J' 指數數值範圍為 0~1 之間，表示的是一個群落中全部物種個體數目的分配狀況，即為各物種個體數目分配的均勻程度。當此指數愈接近 1 時，表示此調查環境的各物種其個體數越平均，優勢種越不明顯。

最後，將根據各種型態的棲地之物種所佔百分比，以 Primer 6.0 繪製成優勢物種累進

圖(Dominance curve)，以分析並探討，各種型態的棲地之生物群聚組成與優勢物種之差異比較(田等，2006)。

陸、指標生物方法：

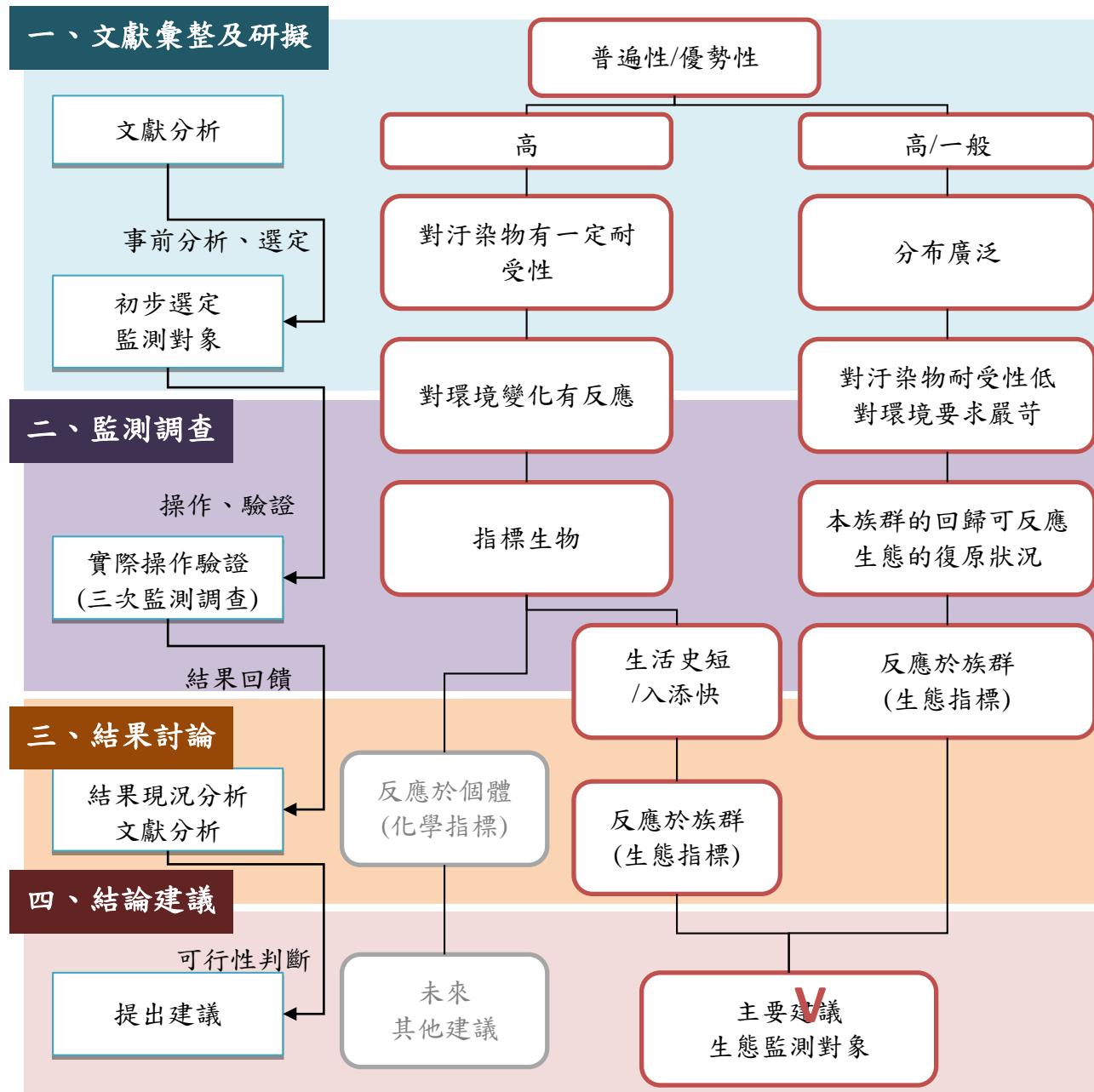


圖 4-3、指標生物研擬方針示意圖
(資料來源：本研究繪製)

本計畫之主要目標為了解古崗油汙洩漏對潮間帶動物造成的影響現況分析，評估本次油汙汙染事件對古崗潮間帶生物的干擾情況。並針對本案油汙事件後續潮間帶動物資源監測提出建議，並研提合適之潮間帶指標生物。本計畫研提潮間帶指標生物分針詳見圖 4-3。

第五章 研究結果

第一節 現地環境描述

肇事船隻「港泰台州號」擱淺地點位於古崗地區古崗湖的東南側大垵海岸，座標約為北緯 24 度 38 分 70 秒、東經 118 度 32 分 61 秒，即最往南突出處為一兩邊大型礁岩形成的峽角(測站 A-2，本報告後續簡稱為大垵峽角區)(圖 5-1、附錄一、表 5-1)。峽角中間為一小塊沙灘灘地，兩側及外側為岩礁礫石混和區；大垵峽角之西側為沙灘地形(測站 A-3，本報告後續簡稱為大垵沙灘區)，往東則為礁岩海岸(測站 A-1 大垵岩礁區)。船隻擱淺地點恰位於此峽角處，此峽僅於乾潮時露出可連接其東西兩側潮間陸地，故一般僅能藉由乾潮時進出，或經由後方的垃圾掩埋場山壁靠海入口處進入。此本研究於第一次調查 2016 年 12 月 9 日測量大垵岩礁區(測站 A-1)乾潮時的潮間帶長度，即高潮線至低潮線，約在 35 公尺左右；大垵沙灘區域之潮間帶長度則約在 87 公尺。

東側的歐厝海灘，位於大垵地區之東方的一片完整帶狀的沙灘海岸，為著名的觀光遊憩區域。此處潮間帶長，高潮線至低潮線之距離約在 200 公尺以上，與大垵沙灘相比為一個廣闊平緩的海岸灘地。

本研究對照組(測站 CS)之設置地點則選於同位於古崗地區的古崗垵，即舊金湯港。此處位於大垵海岸之西北方，古崗湖的西側。除面海方向不同外，大致上與船隻擱淺的大垵峽角區域相似，兩側亦為岩礁礫石區，中間有部分沙灘灘地，潮間帶長度約在不足 50 公尺。

整體而言，目測檢視各個潛在受污染區域，以大垵峽角區的油汙殘留較為明顯，除了岩礁上有油漬外，至 2017 年 3 月初之調查，仍可發現有部分的生物表面附有焦油(圖 5-2)，如日本笠藤壺和龜足茗荷等，零星發生在此區；其餘大垵地區，可觀察到岩礁上之油漬外，在三次調查的過程，以目測檢視皆無發現表面被焦油覆蓋嚴重之生物。

表 5-1、本研究測站之座標位置(座標系統 WGS84)

測站名稱	代號	東經	北緯
大垵岩礁	A-1	118.329131	24.388301
大垵沙灘	A-3	118.325826	24.387917
大垵峽角	A-2	118.327017	24.387772
歐厝沙灘	B	118.335833	24.401672
古崗垵	CS	118.308830	24.392203

(資料來源：本研究)

表 5-2、本研究各次調查日期

測站名稱	代號	調查日期		
		第一次	第二次	第三次
大垵岩礁	A-1	20161212	20170104	20170302
大垵峽角	A-2	-	20170107	20170304
大垵沙灘	A-3	20161213	20170106	20170301
歐厝沙灘	B	20161211	20170105	20170303
古崗垵	CS	20161210	20170103	20170228

(資料來源：本研究)

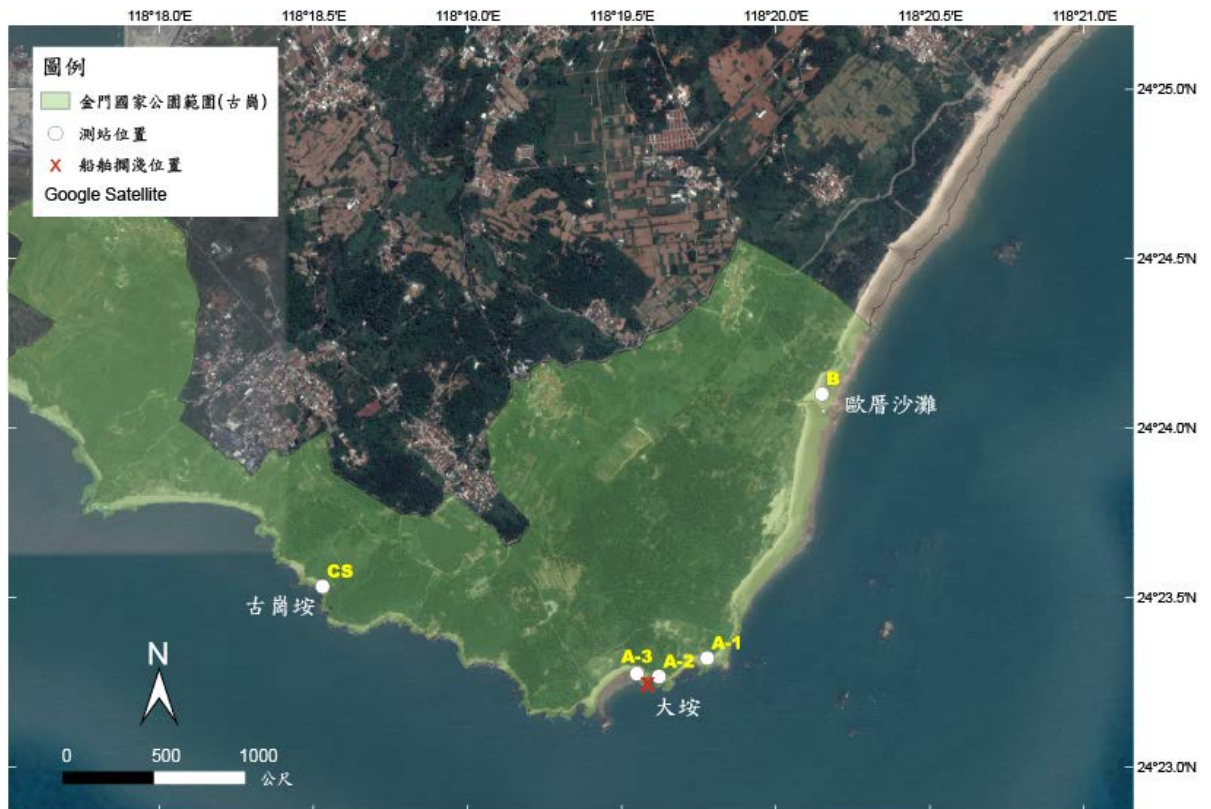


圖 5-1、測站位置圖
(資料來源：本研究繪製)

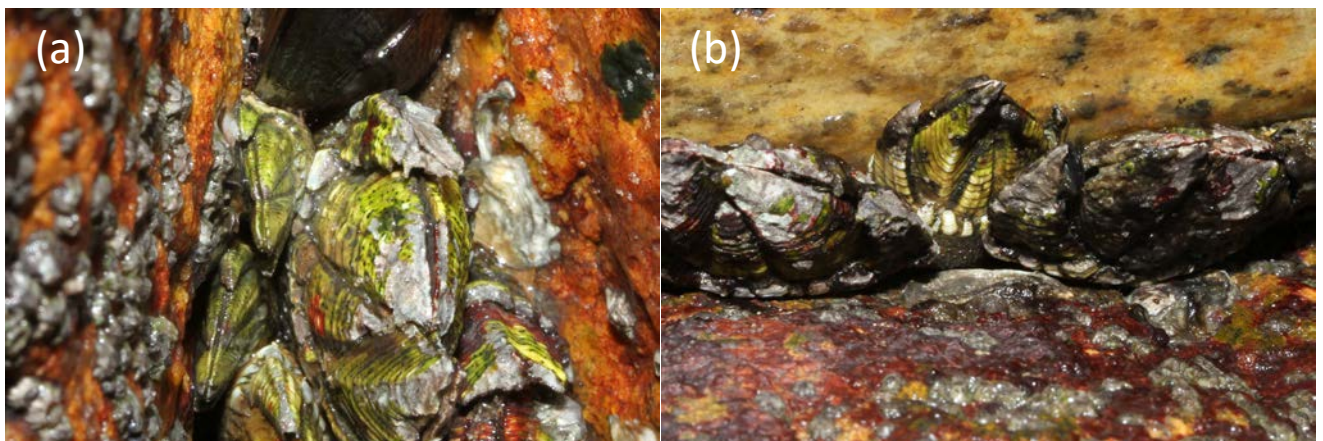


圖 5-2、測站 A-2 大坡峽角區域目測(a)正常(b)與表面覆蓋焦油的龜足茗苳
(資料來源：本研究)

第二節 現地調查結果

壹、岩礁區普查

大垵岩礁(測站 A-1)、大垵峽角(測站 A-2)和古崗垵(測站 CS)，三區岩礁地形測站共記錄到 5 門 8 綱 42 科 68 種的潮間帶動物(表 5-3)。包括環節動物門的多毛綱、星蟲動物門、節肢動物門的顎足綱和軟甲綱、軟體動物門的多板綱、腹足綱和雙殼綱，以及刺胞動物門的珊瑚蟲綱等潮間帶無脊椎動物。

岩礁區域之普查結果大垵岩礁(測站 A-1)共計有 5 門 38 科 61 種，大垵峽角(測站 A-2)為 3 門 28 科 38 種，古崗垵(測站 CS)則為 3 門 22 科 34 種。以大垵岩礁(測站 A-1)的無脊椎動物最多，較大垵峽角(測站 A-2)和古崗垵(測站 CS)多近 20 種。在大垵岩礁區低潮區的岩石下紀錄到穗軟珊瑚(Nephtheidae)、偏口蛤(Chamidae)等，白天之低潮區亦有發現一個手掌大小的中華蝾螺(*Turbo chinensis*)的活體個體。潮間帶無脊椎動物明顯較其他兩個測站為多。

除了種類上的多寡外，這三處測站礁岩區的生物組成大致相同。高潮位區多主要分布為玉黍螺科波部飛碟玉黍螺(*Peasiella habei*)和粗紋玉黍螺(*Littoraria scabra*)、輻射玉黍螺(*Echinolittorina radiata*)和小藤壺科的物種(*Chthamalida* spp.)所組成。波部飛碟玉黍螺體型大小多在 2 mm 左右，主要棲息於岩礁表面由小型藤壺所組成的立體空間中。故本研究發現的波部飛碟玉黍螺，常可在體型小、群聚的小藤壺科的空殼內，或是小藤壺科生物個體間一同發現。由於兩者體型皆小，故若有分布之區域，單位面積的數量極為可觀。

中潮區則開始出現青鬚魁蛤(*Barbatia virescens*)、蚵岩螺(*Reishia clavigera*)、網紋松螺(*Siphonaria japonica*)、青螺科(Lottiidae)等螺貝類，但分布並不均勻。在多數的大型石塊表面上仍以小藤壺科生物和波部飛碟玉黍螺數量較為可觀，而在岩縫中則可發現青鬚魁蛤、紫孔雀殼菜蛤(*Septifer virgatus*)等貝類，無小藤壺科生物附著的岩礁表面或凹處有積水的石塊上則以青螺科和網紋松螺、牡蠣科等生物為主。

低潮區的可受海浪飛沫噴濺到之大型礁石上之高處，可發現為數可觀日本笠藤壺(*Tetraclita japonica japonica*)，在附近常可發現數量不少、可以藤壺為食的蚵岩螺。低處仍有不少的青螺科和網紋松螺等。

貳、岩礁區定量調查

由於潮間帶之生物分布並不是均勻散布，在定量調查的時候。在兩條側線的相同潮位樣框，盡量選擇覆蓋生物較不一樣的樣框進行採樣，再以平均值計算。以降低採樣所可能造成的誤差。

岩礁區域之定量查結果大坵岩礁(測站 A-1)共計有 4 門 33 科 51 種，大坵峽角(測站 A-2)為 3 門 25 科 35 種，古崗坵(測站 CS)則為 3 門 21 科 32 種(表 5-3)。以大坵岩礁(測站 A-1)的無脊椎動物最多，與普查結果相同。

在平均豐度和生物量部分，經 ANOVA 檢定後，各測站間並無顯著差異(P 值皆>0.1)。雖然在統計上豐度並無顯著差異，但大致上以大坵岩礁的豐度和生物量(測站 A-1)的 $11,789.7 \pm 24,919.5 \text{ ind/m}^2$ 、 $589.0 \pm 761.8 \text{ g/m}^2$ 最高，以大坵峽角(測站 A-2) $1,372.3 \pm 24,919.5 \text{ ind/m}^2$ 、 $78.3 \pm 83.7 \text{ g/m}^2$ 最低(表 5-3、表 5-4)。

利用群聚分析(Cluster)及多元尺度分析(MDS)，依相似度 50%可分出主要四群及其他(圖 5-3、圖 5-4)，包括皆以高潮區組成的 Group 1，以輻射玉黍螺為主(貢獻度 42.44%)；Group 2，2017 年的 3 月大坵岩礁區(測站 A-1)中低潮區，以網紋松螺、小藤壺科 sp.及日本笠藤壺為主(貢獻度累積 60%)；Group 3 則以中潮區的古崗坵(測站 CS)為主，以波部飛碟玉黍螺、小藤壺科 sp.、粗紋玉黍螺構成(貢獻度累積 62%)；Group 4 則為古崗的低潮區及大坵兩測站的中潮區為主，以波部飛碟玉黍螺、小藤壺科 sp.和細彫蓮花青螺為主(貢獻度累積 60%)。

整體而言，從群集分析及多元尺度分析圖來看，三次調查、三個測站，分群並不算太明顯，主要造成生物分布差異的因素仍以為潮位為主。主要欲探討的船隻擱淺位置大坵峽角(測站 A-2)，在分群中皆散落至各不同群中，顯示 A-2 測站之組成，與其他測站並無太大差異。然而，須注意到，在分群中，大坵岩礁(測站 A-1)和古崗坵(測站 CS)，多數在相同的潮位下可各自分在一群，即相同潮位的測站，多可分在同一群。唯獨目標測站 A-2(大坵峽角)，零散分在不同群間，即組成變動亦可能較大及生物分布不均之現象。配合種類數及豐度之數據結果，從測站 A-2(大坵峽角)的低種類數、豐度等，顯示擱淺地點的大坵峽角(測站 A-2)狀況確實可能較大坵岩礁(測站 A-1)和古崗坵(測站 CS)為差。

利用豐度-生物量優勢累進圖分析(圖 5-5、圖 5-6、圖 5-7)，可藉由豐度和生物量優勢生物的累進的曲線高低變化來反映該生態系的擾動程度大小。一般而言，在一穩定的環境中，可支持大大小小的不同生物存在，包括生活史較長的、個體稍大的物種，此時依生物量優勢排序及累進百分比可高於豐度的優勢排序(W 成正值)；而在環境不穩定擾動大時，

通常因環境無法支持生活史長、個體大的物種，或是因經過事件或環境擾動導致生物的大量死亡，其後因生活史短或生殖策略為 R 選擇生物的補充群大量入添，使得在豐度的優勢累進百分比上會較生物量高(W 成負值)。但若是此地因物種數和整體豐度低，使得在優勢累進上因資料少而使得 W 值時常劇烈上下變化，亦應視為不穩定的狀態。

故，測站 A-1(圖 5-5)各潮位從 2016 年 12 月至 2017 年 3 月三次調查皆往正值靠近，測站 A-2 雖然從 2016 年 12 月至 2017 年 1 月 W 值有下降的狀況，但至 3 月亦稍回升。顯示大坵岩礁區的環境趨向穩定，以及 2017 年 1 月至 3 月的環境是趨於穩定。雖然測站 A-2 無第一次(2016 年 12 月)之資料，但從其他兩站在 2017 年 1 月至 3 月皆趨向穩定時，測站 A-2 之 W 值卻往負值方向移動。配合測站 A-2 之低豐度、物種數來看，顯示趨向負值的測站 A-2 環境並不穩定，顯示仍有擾動。

參、沙灘區域現地調查結果

大坵沙灘(測站 A-3)、歐厝沙灘(測站 B)，及古崗之沙灘區(測站 CS)皆有進行普查。惟測站 CS 並未記錄到任何潮間帶動物，因此後續討論及分析僅針對前兩測站—大坵沙灘(測站 A-3)及歐厝沙灘(測站 B)進行。

大坵沙灘(測站 A-3)共記錄到 3 門 6 科 6 種，歐厝沙灘(測站 B)則記錄到 2 門 3 科 5 種。兩測站皆以花蛤為發現率最高的生物。

在大坵沙灘(測站 A-3)部分，主要以花蛤及半紋斧蛤為主要棲息生物，在此處的高、中、低潮區，皆有機會採獲花蛤，惟每次調查所發現到的位置和數量有所不同。第一次調查明顯較多，可發現到約 7.1 ind./m²的花蛤，然而後續隨調查次數而減少。此外，在此處低潮區亦可挖掘到頑強黎明蟹等甲殼類動物(表 5-4)。

歐厝沙灘(測站 B)，亦以花蛤為主要生物，此處腹地廣闊，在靠近歐厝沙灘入口處的岩礁旁的沙灘，有許多的衛氏毛帶蟹，但相對的花蛤便比較少；在其他遼闊的沙灘，花蛤隨機分布，第一次調查僅有 0.33 ind./m²的花蛤豐度，但在第三次調查 2017 年 3 月則可記錄到 2.8 ind./m²的花蛤數量。三次調查皆在現場看到零星在此採集貝類的遊客或漁民，以及沙灘上有以扒花蛤的專業工具刮扒過的痕跡。除了花蛤外，亦有發現一個活體的錐螺。由於此區海灘布滿錐螺的空殼，研判應為從亞潮帶打上來的個體(表 5-4)。

表 5-3(續 1)、本研究大垵及古崗垵礁岩地形之潮間帶動物清單

測站 月份 潮位	單位: ind./m ²																(普查)																																				
	A-1 (大垵岩礁)				A-2(大垵峽角)				CS (古崗垵)																																												
	2016.12			2017.01			2017.03			平均	2017.01			2017.03			平均	2016.12			2017.01			2017.03			平均	A-1	A-2	CS																							
高	中	低	高	中	低	高	中	低	高		中	低	高	中	低	高		中	低	高	中	低	高	中	低	平均		平均	平均																								
Eriphiidae 酋婦蟹科																																																					
<i>Eriphia</i> sp.																																																					
酋蟹屬 sp.							6			0.7																									V																		
Sesarmidae 相手蟹科																																																					
<i>Nanosarma minutum</i>																																																					
小型小相手蟹	2			12			2			6	2.4	10			2			2.0	16															1.8	V	V	V																
Grapsidae 方蟹科																																																					
<i>Gaetice depressus</i>																																																					
平背蟊											4						0.7																			V																	
<i>Hemigrapsus penicillatus</i>																																																					
絨毛近方蟹																																				V																	
Alpheidae 鼓蝦科																																																					
<i>Alpheus</i> sp.																																																					
鼓蝦 sp.											2						0.3																			V																	
(Isopoda) (等腳類)																																																					
<i>Isopoda</i>																																																					
等腳類							75			8.3	44			7.3	24			10																		3.8	V	V	V														
Mollusca 軟體動物門																																																					
Chitonidae 石蠶科																																																					
<i>Acanthopleura</i> sp.																																																					
海膽石蠶屬 sp.																																							V														
<i>Liolophura japonica</i>																																																					
大駝石蠶				4			4			0.9	4			0.7	20																					2.2	V	V	V														
<i>Acanthochitona</i> sp.																																																					
毛膚石蠶屬 sp.	6						12			2	2.2	2			0.3	2																					0.2	V	V	V													
Nacellidae 花笠螺科																																																					
<i>Cellana toreuma toreuma</i>																																																					
花笠螺				60						6.7																												V															
Lottiidae 青螺科																																																					
<i>Lottia tenuisculpta</i>																																																					
細彫蓮花青螺	24			50			6			90	2	19.1			152			6			28			52			39.7			96			16			6			206			30			184			59.8			V	V	V
<i>Nipponacmea schrenckii</i>																																																					
花青螺	30						8			2			4.4	2			2			0.7			2																		2			0.4			V	V	V				
<i>Patelloida lentiginosa</i>																																																					
雀斑青螺				6						25			3.4						6			6																		1.3			V	V									
<i>Patelloida saccharina</i>																																																					
鵝足青螺	46			6						79			14.6						96			6												2			11.6			V	V												
<i>Patelloida striata</i>																																																					
射線青螺							12			850			95.8																					2			0.2			V	V												

表 5-3(續 2)、本研究大垵及古崗垵礁岩地形之潮間帶動物清單

測站	A-1 (大垵岩礁)													A-2(大垵峽角)						CS (古崗垵)						單位: ind./m ²											
	2016.12			2017.01			2017.03			平均	2017.01			2017.03			平均	2016.12			2017.01			2017.03			平均	(普查)									
	高	中	低	高	中	低	高	中	低		高	中	低	高	中	低		高	中	低	高	中	低	高	中	低		A-1	A-2	CS							
Turbinidae 螺螺科																																					
<i>Lunella granulata</i> 瘤珠螺	14	8		2			10			3.8	30			4			5.7													V	V	V					
<i>Turbo chinensis</i> 中華螺螺																												V									
Trochidae 鐘螺科																																					
<i>Monodonta labio</i> 草蓆鐘螺																												0.2	V	V							
Neritidae 蜆螺科																																					
<i>Nerita albicilla</i> 漁舟蜆螺	6	2								0.9	2									0.3	2			0.2	V	V	V										
<i>Nerita insculpta</i> 虛線蜆螺																												V	V								
Batillariidae 小海蠔科																																					
<i>Batillaria multiformis</i> 多型海蠔																												V									
<i>Batillaria sordida</i> 黑瘤海蠔	24									2.7	2									0.3							V	V									
Littorinidae 玉黍螺科																																					
<i>Echinolittorina radiata</i> 輻射玉黍螺	2,226			682			1,214			458.0	264			316			96.7	900	1,156			626	212			1,262	386			504.7	V	V	V				
<i>Littoraria scabra</i> 粗紋玉黍螺	270			22			28	25			38.3	216	4			8	575			133.8	278	381			24	462	2			28	354			169.9	V	V	V
<i>Littoraria undulata</i> 波紋玉黍螺																												V									
<i>Littorina brevicula</i> 短玉黍螺	66			106	25			82	75	25			42.1	32	8			375			69.2			2			16			50			7.6	V	V	V	
<i>Nodilittorina pyramidalis</i> 顆粒玉黍螺	200			30			108			37.6	4			6									1.7	62			508	2			126			77.6	V	V	V
<i>Nodilittorina vidua</i> 台灣玉黍螺																												V									
<i>Peasiella habei</i> 波部飛碟玉黍螺	20	875			2	14,525			2	1,900	75			1,933.2	196	528			1,275	719			453.0	4,024	4,456	326			4,050	1,892	26	7,042	560	2,486.2	V	V	V
Vermetidae 蛇螺科																																					
Vermetidae sp. 蛇螺科 sp.																												2.8	V								
Ranellidae 法螺科																																					
<i>Gyrineum natator</i> 美珠翼法螺																												1.8	V	V							

表 5-3(續 3)、本研究大垵及古崗垵礁岩地形之潮間帶動物清單

測站	單位: ind./m ²																			(普查)																						
	A-1 (大垵岩礁)									A-2(大垵峽角)						CS (古崗垵)																										
	月份	2016.12			2017.01			2017.03			平均	2017.01			2017.03			平均	2016.12			2017.01			2017.03			平均	A-1	A-2	CS											
潮位	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高		中	低	高	中	低	高		中	低	高	中	低	高	中	低	高		中	低												
Eulimidae 瓷螺科																																										
<i>Eulimidae</i> sp.																																										
瓷螺科 sp.										8							1.3										V															
Muricidae 骨螺科																																										
<i>Cronia margariticola margariticola</i>										2																V																
稜結螺										0.2																V																
<i>Rapana venosa venosa</i>										2																V																
紅皺岩螺										0.2																V																
<i>Reishia clavigera</i>	24	156				62	12				34	76				40.4	12	6				14	126				26.3	14				44				38	32	8	15.1	V	V	V
蚵岩螺																																										
Buccinidae 峨螺科																																										
<i>Cantharus cecillei</i>										4																V																
塞西雷峨螺										0.4																V																
Onchidiidae 石磺科																																										
<i>Onchidium verruculatum</i>										140																0.2	V	V	V													
石磺										15.6							6													1.0				2				0.2	V	V	V	
Siphonariidae 松螺科																																										
<i>Siphonaria japonica</i>										28				26				1,433	900				265.2	8	2				20	5.0	72	32				20	16	50	21.1	V	V	V
網紋松螺										0.9																V	V															
<i>Siphonaria laciniosa</i>										2				6													V	V														
花松螺																																										
Mytilidae 殼菜蛤科																																										
<i>Lithophaga</i> sp.										25																V																
石蜆屬 sp.										2																V																
<i>Perna viridis</i>										2				6													V	V														
綠殼菜蛤										1.1																V	V															
<i>Septifer virgatus</i>										2				6													V	V														
紫孔雀殼菜蛤										1.1																V	V															
<i>Vignadula atrata</i>	38				6	25				7.7				22				2	58				13.7	80	2,175				90	210	2	90	52	299.9	V	V	V					
黑蕎麥蛤																																										
Arcidae 魁蛤科																																										
<i>Arcidae</i> sp.										6																V																
魁蛤科 sp.										0.7																V																
<i>Barbatia virescens</i>	10	18				42	6				12	8				10.7				8	2				1.7	4				24	6				3.8	V	V	V				
青鬚魁蛤																																										
Isognomonidae 障泥蛤科																																										
<i>Isognomonidae</i> sp.										25																8.9	V	V														
障泥蛤科 sp.										2.8																8.9	V	V														

表 5-3(續 4)、本研究大垵及古崗垵礁岩地形之潮間帶動物清單

測站	單位: ind./m ²																								(普查)																							
	A-1 (大垵岩礁)									A-2(大垵峽角)						CS (古崗垵)																																
	2016.12			2017.01			2017.03			平均	2017.01			2017.03			平均	2016.12			2017.01			2017.03			平均	A-1	A-2	CS																		
	高	中	低	高	中	低	高	中	低		高	中	低	高	中	低		高	中	低	高	中	低	高	中	低																						
Ostreidae 牡蠣科																																																
<i>Saccostrea cucullata</i>																																																
僧帽牡蠣	2									0.2							0.3	34	6				52	48	12	16.9	V	V																				
<i>Saccostrea echinata</i>																																																
棘牡蠣											2						0.3	96	10			14	4				13.8	V	V	V																		
<i>Saccostrea mordax</i>																																																
黑齒牡蠣	2			2						0.4				2			0.3	20			4						2.7	V	V	V																		
Chamidae 偏口蛤科																																																
Chamidae sp.																																																
偏口蛤科 sp.																												V																				
Turtoniidae 迷你蛤科																																																
<i>Turtonia minuta</i>																																																
(迷你蛤科的一種)	16									1.8				2			0.3	16				8				2.7	V	V	V																			
Carditidae 算盤蛤科																																																
<i>Cardita leana</i>																																																
灰算盤蛤				2						0.2																			V																			
Veneridae 簾蛤科																																																
<i>Gomphina aequilatera</i>																																																
花蛤																																														V		
<i>Irus mitis</i>																																																
百合簾蛤				2						0.2																			V																			
Gastrochaenidae 開腹蛤科																																																
Gastrochaenidae sp.																																																
開腹蛤科 sp.				2						0.2																			V																			
Cnidaria 刺胞動物門																																																
Nephtheidae 穗軟珊瑚科																																																
Nephtheidae sp.																																																
穗軟珊瑚科 sp.																																														V		
海葵目 Actiniaria spp.																																																
數量小計(N)	2,904	1,182	450	886	77,066	1,043	1,470	15,182	5,924	11,789.7	922	756	80	330	4,773	1,373	1,372.3	16,470	9,360	1,546	1,158	9,712	5,648	1,444	10,292	1,420	6,338.9	V	V	V																		
種數小計(S)	11	12	16	13	16	18	8	13	18	51	7	12	12	3	14	14	35	16	16	8	3	14	15	5	13	10	32	61	38	34																		
歧異度指數(H')	0.93	1.07	1.75	0.92	0.52	1.02	0.70	0.80	1.26		1.52	1.01	1.99	0.20	1.26	1.45		1.05	1.54	0.73	0.77	1.06	1.08	0.49	0.97	1.34																						
均勻度指數(J')	0.39	0.43	0.63	0.36	0.19	0.35	0.33	0.31	0.44		0.78	0.41	0.80	0.19	0.48	0.55		0.38	0.55	-	0.70	0.40	0.40	0.30	0.38	0.58																						

(資料來源：本研究)

表 5-4、本研究大垵及古崗垵礁岩地形之潮間帶動物生物量

測站	A-1(大垵岩礁)									A-2(大垵峽角)						CS(古崗垵)											
	2016.12			2017.01			2017.03			平均	2017.01			2017.03			平均	2016.12			2017.01			2017.03			平均
	高	中	低	高	中	低	高	中	低		高	中	低	高	中	低		高	中	低	高	中	低	高	中	低	
Annelida 環節動物門																											
Hesionidae 海女蟲科																											
Hesionidae sp.																											
海女蟲科 sp.																											
0.006																											
0.001																											
Nereididae 沙蠶科																											
Nereididae sp.																											
沙蠶科 sp.																											
0.002																											
1.775																											
0.197																											
0.086																											
0.014																											
15.375																											
0.724																											
1.789																											
Eunicidae 磯沙蠶科																											
Lysidice sp.																											
襟松蟲屬 sp.																											
0.164																											
0.828																											
0.110																											
Polynoidae 多鱗蟲科																											
Polynoidae sp.																											
多鱗蟲科 sp.																											
0.002																											
0.000																											
Sipuncula 星蟲動物門																											
(星蟲動物)																											
Sipuncula sp.																											
星蟲 sp.																											
38.775																											
0.992																											
4.419																											
Arthropoda 節肢動物門																											
Pollicipidae 指荖荷科																											
<i>Capitulum mitella</i>																											
龜足荖荷																											
9.512																											
2.632																											
9.580																											
2.414																											
119.661																											
19.944																											
3.750																											
8.916																											
1.082																											
1.528																											
Chthamalidae 小藤壺科																											
Chthamalidae sp.																											
小藤壺科 sp.																											
0.628																											
1.125																											
0.268																											
436.200																											
0.248																											
120.925																											
35.350																											
66.083																											
3.190																											
24.125																											
2.554																											
4.978																											
79.776																											
5.250																											
3.568																											
93.712																											
34.224																											
32.912																											
7.944																											
28.598																											
Tetraclitidae 笠藤壺科																											
<i>Tetraclita japonica</i>																											
日本笠藤壺																											
3.326																											
9.000																											
123.504																											
192.000																											
36.426																											
13.708																											
2.285																											
9.590																											
2.616																											
1.356																											
Balanidae 藤壺科																											
<i>Amphibalanus</i> sp.																											
紋藤壺屬 sp.																											
0.516																											
0.057																											
<i>Fistulobalanus albicostatus</i>																											
白脊管藤壺																											
0.964																											
0.107																											
Diogenidae 活額寄居蟹科																											
<i>Pagurus angustus</i>																											
窄小寄居蟹																											
10.732																											
104.868																											
12.844																											
3.572																											
0.595																											

單位: g/m²

表 5-4 (續 1)、本研究大坵及古崗坵礁岩地形之潮間帶動物生物量

	單位: g/m ²																																													
	A-1								A-2						CS																															
	2016.12			2017.01			2017.03		平均	2017.01			2017.03			平均	2016.12			2017.01			2017.03			平均																				
	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低																			
Pinnotheridae 豆蟹科																																														
Pinnotheridae sp.																																														
豆蟹科 sp.	16.500																								1.833																					
Eriphiidae 酋婦蟹科																																														
Eriphia sp.																																														
酋蟹屬 sp.	0.140								0.016																																					
Sesarmidae 相手蟹科																																														
Nanosarma minutum																																														
小型小相手蟹	0.046			0.216			0.094		0.054		0.046		0.214			0.092			0.051			0.368			0.041																					
Grapsidae 方蟹科																																														
Gaetice depressus																																														
平背蜞	4.712												0.785																																	
Alpheidae 鼓蝦科																																														
Alpheus sp.																																														
鼓蝦 sp.	0.340												0.057																																	
(Isopoda) (等腳類)																																														
Isopoda																																														
等腳類	75.000								8.333		0.164						0.027		0.080		0.038						0.013																			
Mollusca 軟體動物門																																														
Chitonidae 石鱉科																																														
Liolophura japonica																																														
大駝石鱉	1.112						11.722						1.426		2.532			0.422			2.610			0.290																						
Acanthochitona sp.																																														
毛膚石鱉屬 sp.	0.806			1.860			0.210		0.320		0.378			0.063			0.158						0.018																							
Nacellidae 花笠螺科																																														
Cellana toreuma																																														
toreuma																																														
花笠螺	30.000								3.333																																					
Lottiidae 青螺科																																														
Lottia tenuisculpta																																														
細彫蓮花青螺	0.606			0.398			0.232		1.884		0.070		0.354		1.960		0.060		1.442		1.056		0.753		0.776		0.434		0.056		1.558		480.000		4.026		54.094									
Nipponacmea schrenckii																																														
花青螺	7.126			3.054			1.778		1.329		0.436		0.278		0.119						0.606						0.232						0.093													
Patelloida lentiginosa																																														
雀斑青螺	0.260			20.950			2.357																		0.222						0.252						0.053									
Patelloida saccharina																																														
鵝足青螺	8.144			1.598			76.774		9.613		18.304																		0.048						0.118						2.052					

表 5-4 (續 2)、本研究大垵及古崗垵礁岩地形之潮間帶動物生物量

	單位: g/m ²																																
	A-1									A-2									CS														
	2016.12			2017.01			2017.03			平均			2017.01			2017.03			平均			2016.12			2017.01			2017.03			平均		
	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低			
<i>Patelloida striata</i> 射線青螺									0.374	850.000	94.486																		4.490	0.499			
Turbinidae 螺螺科																																	
<i>Lunella granulata</i> 瘤珠螺		15.420	6.992			15.882		1.634			4.436			5.910						1.712	1.270												
Trochidae 鐘螺科																																	
<i>Monodonta labio</i> 草蓆鐘螺														1.326		1.304				0.438			4.196							0.466			
Neritidae 蜆螺科																																	
<i>Nerita albicilla</i> 漁舟蜆螺		25.950	9.216							3.907		10.670								1.778			5.758							0.640			
<i>Nerita insculpta</i> 虛線蜆螺												1.100								0.183													
Batillariidae 小海蠔科																																	
<i>Batillaria sordida</i> 黑瘤海蠔			17.456							1.940		7.340								1.223													
Littorinidae 玉黍螺科																																	
<i>Echinolittorina radiata</i> 輻射玉黍螺	40.358			6.584			29.274			8.468	3.528			15.672					3.200	13.172	8.169		28.494	3.062		54.834	7.880		12.846				
<i>Littoraria scabra</i> 粗紋玉黍螺	7.012			0.436			0.970	0.300		0.969	4.366	0.078		0.184	7.925				2.092	1.368	3.370		1.370	4.802	0.006	1.924	5.166		2.001				
<i>Littoraria undulata</i> 波紋玉黍螺				0.082						0.009																							
<i>Littorina brevicula</i> 短玉黍螺	1.470			2.578	0.300		4.504	2.850	25.000	4.078	0.572	0.102			13.000				2.279			0.022		0.274			0.500		0.088				
<i>Nodilittorina pyramidalis</i> 顆粒玉黍螺	6.462			0.556			1.808			0.981	0.114			0.070					0.031	0.802			10.264	0.014		7.742		2.091					
<i>Nodilittorina vidua</i> 台灣玉黍螺							0.014			0.002																							
<i>Peasiella habei</i> 飛碟玉黍螺屬的一種	0.016	0.875		0.004	13.625		0.002	5.675	75.000	10.577	0.450	0.892			2.675	1.119	0.856	3.152	6.587	0.248			6.518	1.400	0.044	14.160	0.526		3.626				
Vermetidae 蛇螺科																																	
Vermetidae sp. 蛇螺科 sp.										176.325																							
Ranellidae 法螺科																																	
<i>Gyrineum natator</i> 美珠翼法螺		7.222			17.140					2.707																							

表 5-4 (續 3)、本研究大坵及古崗坵礁岩地形之潮間帶動物生物量

	單位: g/m ²																													
	A-1									A-2						CS														
	2016.12			2017.01			2017.03			平均	2017.01			2017.03			平均	2016.12			2017.01			2017.03			平均			
	高	中	低	高	中	低	高	中	低		高	中	低	高	中	低		高	中	低	高	中	低	高	中	低				
Eulimidae 瓷螺科																														
Eulimidae sp.																														
瓷螺科 sp.																														
Muricidae 骨螺科																														
<i>Cronia margariticola</i>																														
<i>margariticola</i>																														
稜結螺																														
<i>Rapana venosa subsp.</i>																														
<i>venosa</i>																														
紅皺岩螺																														
<i>Reishia clavigera</i>																														
蚵岩螺	42.654	335.742		97.952	10.154		77.694	124.480		76.520	18.278	21.232		36.916	119.978		32.734	5.348		21.436				59.434				132.558	12.212	25.665
Buccinidae 峨螺科																														
<i>Cantharus cecillei</i>																														
塞西雷峨螺																														
Onchidiidae 石磺科																														
<i>Onchidium verruculatum</i>																														
石磺																														
Siphonariidae 松螺科																														
<i>Siphonaria japonica</i>																														
網紋松螺	0.904			0.408			126.676	900.000		114.221	0.192	0.028		0.474			0.116	0.824	0.438					0.518				3.972	4.452	1.134
<i>Siphonaria laciniosa</i>																														
花松螺																														
Mytilidae 殼菜蛤科																														
<i>Lithophaga</i> sp.																														
石蜆屬 sp.																														
<i>Septifer virgatus</i>																														
紫孔雀殼菜蛤																														
<i>Vignadula atrata</i>																														
黑蕎麥蛤	3.876			0.296	0.025					0.466	0.152			0.270	0.352		0.129	0.560	105.814					3.754	1.454	0.016	1.334	0.272	12.578	
Arcidae 魁蛤科																														
Arcidae sp.																														
魁蛤科 sp.																														
Arcidae 魁蛤科																														
<i>Barbatia virescens</i>																														
青鬚魁蛤	18.862	54.714		48.246	32.828		8.432	67.686		25.641				8.140	0.616		1.459	4.024						17.250	2.718					2.666
Isognomonidae 障泥蛤科																														
Isognomonidae sp.																														
障泥蛤科 sp																														

表 5-4 (續 4)、本研究大垵及古崗垵礁岩地形之潮間帶動物生物量

	單位: g/m ²																										
	A-1									A-2									CS								
	2016.12			2017.01			2017.03			平均	2017.01			2017.03			平均	2016.12			2017.01			2017.03			平均
	高	中	低	高	中	低	高	中	低		高	中	低	高	中	低		高	中	低	高	中	低	高	中	低	
Ostreidae 牡蠣科																											
<i>Saccostrea cucullata</i>																											
僧帽牡蠣			0.720						0.080								4.104	1.008				0.348			1.264	0.196	
<i>Saccostrea echinata</i>																						18.968	0.082				
棘牡蠣										0.204				0.034	3.096	2.136											2.698
<i>Saccostrea mordax</i>																											
黑齒牡蠣		11.742		29.460					4.578						0.022	0.004			115.180			0.836					12.891
Turtoniidae 迷你蛤科																											
<i>Turtonia minuta</i>																											
小杜冬蛤	0.056								0.006					0.008	0.001	0.048						0.024					0.008
Carditidae 算盤蛤科																											
<i>Cardita leana</i>																											
灰算盤蛤			5.540						0.616																		
Veneridae 簾蛤科																											
<i>Irus mitis</i>																											
百合簾蛤			2.902						0.322																		
Gastrochaenidae 開腹蛤科																											
Gastrochaenidae sp.						0.194			0.022																		
開腹蛤科 sp.						0.194			0.022																		
生物量小計	77.0	149.7	924.5	16.8	694.0	458.9	38.6	505.9	2,435.5	589.0	12.7	33.2	45.9	15.9	217.4	144.8	78.3	127.0	306.8	34.3	40.1	161.1	106.3	64.6	682.5	34.5	173.0

(資料來源：本研究)

表 5-5、本研究大坵及歐厝沙灘地形之潮間帶動物清單(a)豐度和(b)生物量

(a)物種清單與豐度	單位: ind./m ²						普查			
	A-3 (大坵沙灘)			B (歐厝)			A-3	B		
	2016.12	2017.01	2017.03	2016.12	2017.01	2017.03				
Annelida 環節動物門										
Amphinomidae 仙蟲科										
Amphinomidae sp.										
仙蟲科 sp.	0.3								V	
Arthropoda 節肢動物門										
Dotillidae 毛帶蟹科										
<i>Dotilla wichmanni</i>										
衛氏毛帶蟹	0.5		0.1	0.6					V	V
Matutidae 黎明蟹科										
<i>Matuta victor</i>										
頑強黎明蟹	0.1								V	
Mysidae 糠蝦科										
Mysidae sp.										
糠蝦科 sp.	0.1								V	
Mollusca 軟體動物門										
Donacidae 斧蛤科										
<i>Chion semigranosus</i>										
半紋斧蛤	0.7	0.8	0.4	0.02		0.95		V	V	
Veneridae 簾蛤科										
<i>Gomphina aequilatera</i>										
花蛤	7.1	3.3	2.25	0.16		1.4		2.75	V	V
<i>Meretrix lusoria</i>										
文蛤			0.01		0.02					V
Turritellidae 錐螺科										
Turritella sp.										
錐螺									V	

(a)生物量

單位: g./m²

	A-3 (大坵沙灘)			B (歐厝)			
	2016.12	2017.01	2017.03	2016.12	2017.01	2017.03	
Annelida 環節動物門							
Amphinomidae 仙蟲科							
Amphinomidae sp.							
仙蟲科 sp.	0.05						
Arthropoda 節肢動物門							
Dotillidae 毛帶蟹科							
<i>Dotilla wichmanni</i>							
衛氏毛帶蟹	0.10		0.03	0.13			
Matutidae 黎明蟹科							
<i>Matuta victor</i>							
頑強黎明蟹	0.57						
Mysidae 糠蝦科							
Mysidae sp.							
糠蝦科 sp.	0.00						
Mollusca 軟體動物門							
Donacidae 斧蛤科							
<i>Chion semigranosus</i>							
半紋斧蛤	0.12	0.10	0.04	0.01		0.07	
Veneridae 簾蛤科							
<i>Gomphina aequilatera</i>							
花蛤	14.24	5.45	8.09	0.33		2.78	7.16
<i>Meretrix lusoria</i>							
文蛤			0.03		0.64		

(資料來源：本研究)

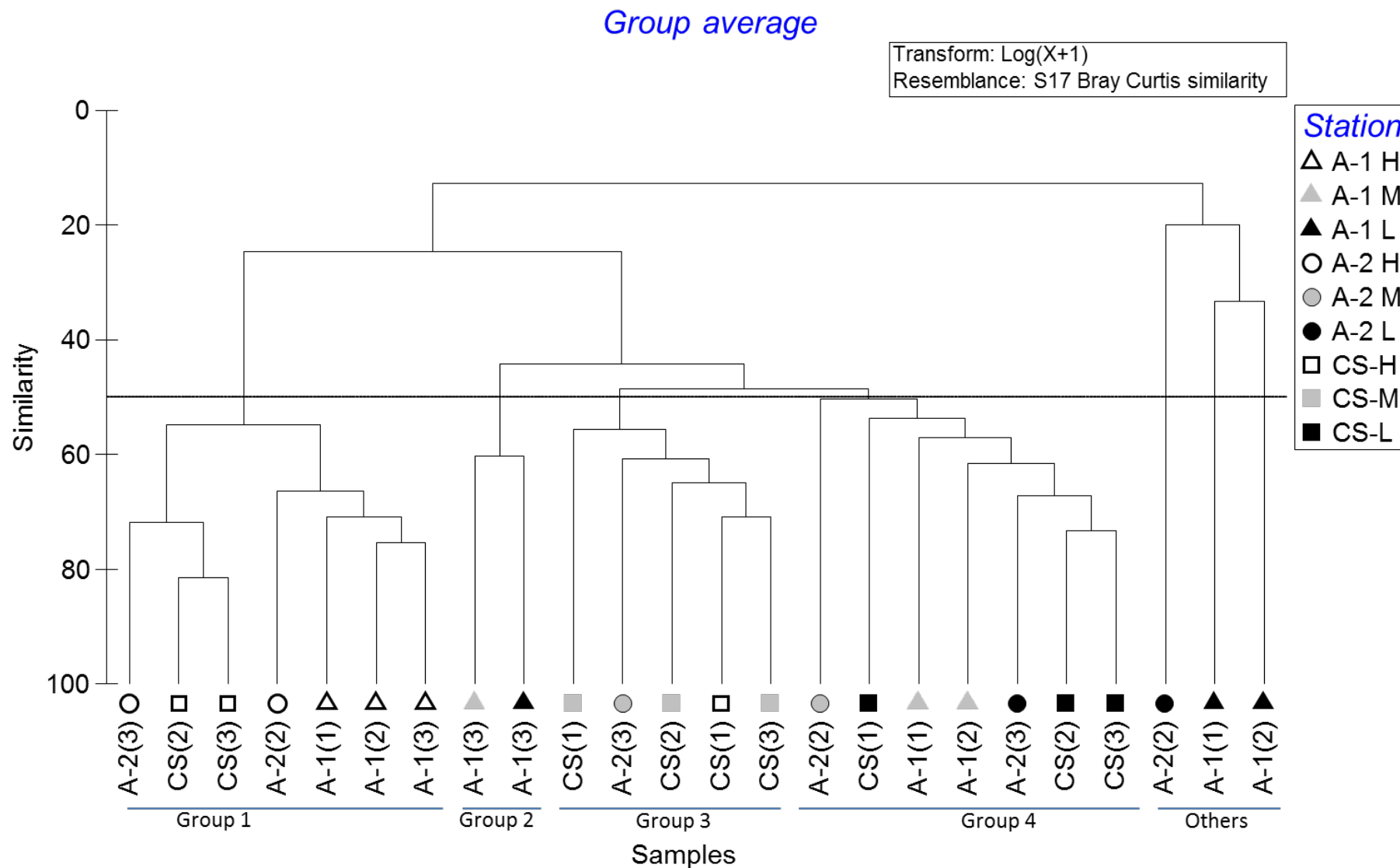


圖 5-3、礁岩區測站群聚分析圖 (A-1: 大垵岩礁測站、A-2: 大垵峽角測站、CS: 古崗垵測站、(1):2016 年 12 月、(2)2017 年 1 月、(3)2017 年 3 月) (資料來源: 本研究)

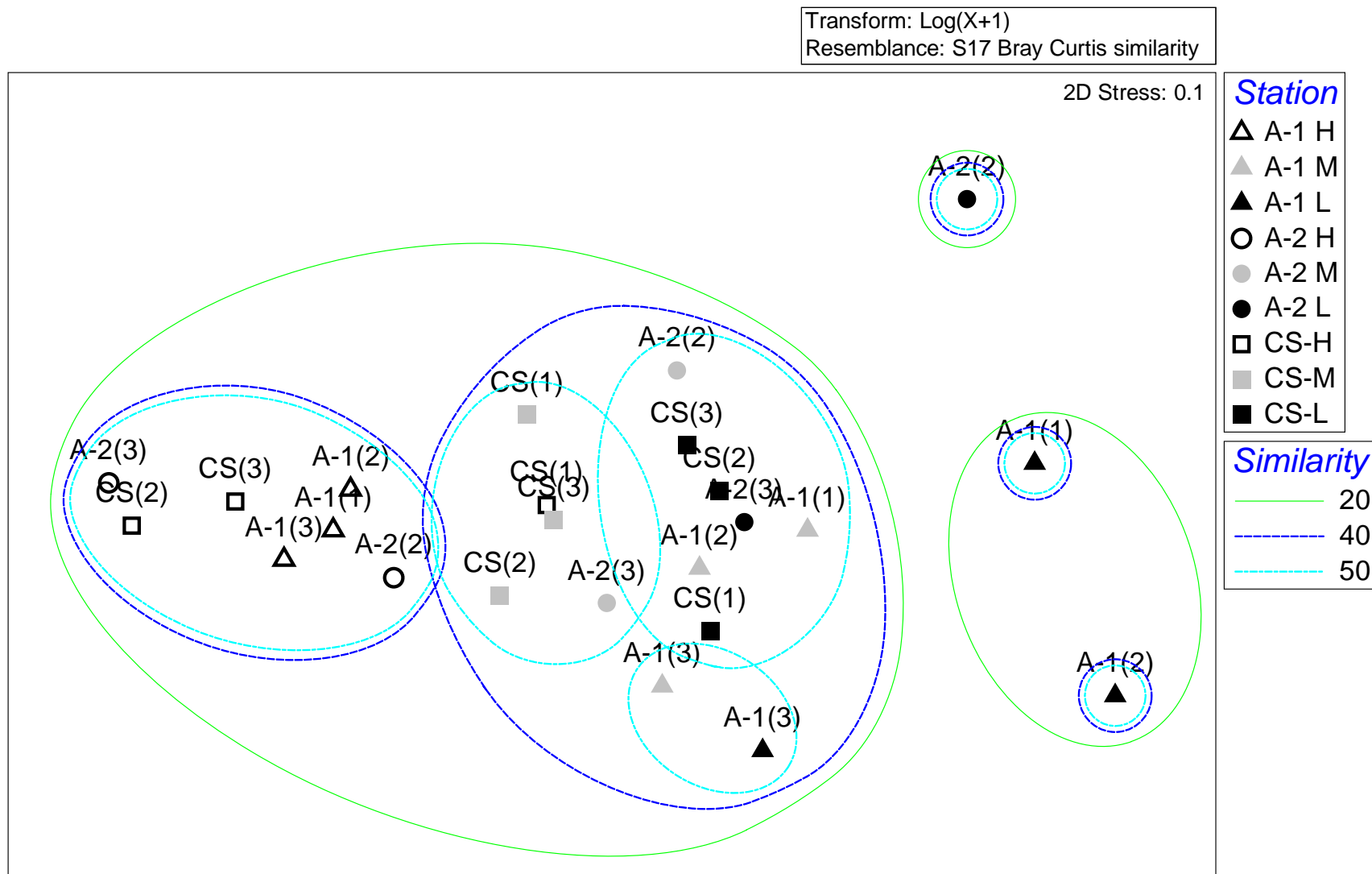


圖 5-4、礁岩區測站多元尺度分析圖 (A-1: 大坵岩礁測站、A-2: 大坵峽角測站、CS: 古崗坵測站、(1):2016 年 12 月、(2)2017 年 1 月、(3)2017 年 3 月) (資料來源: 本研究)

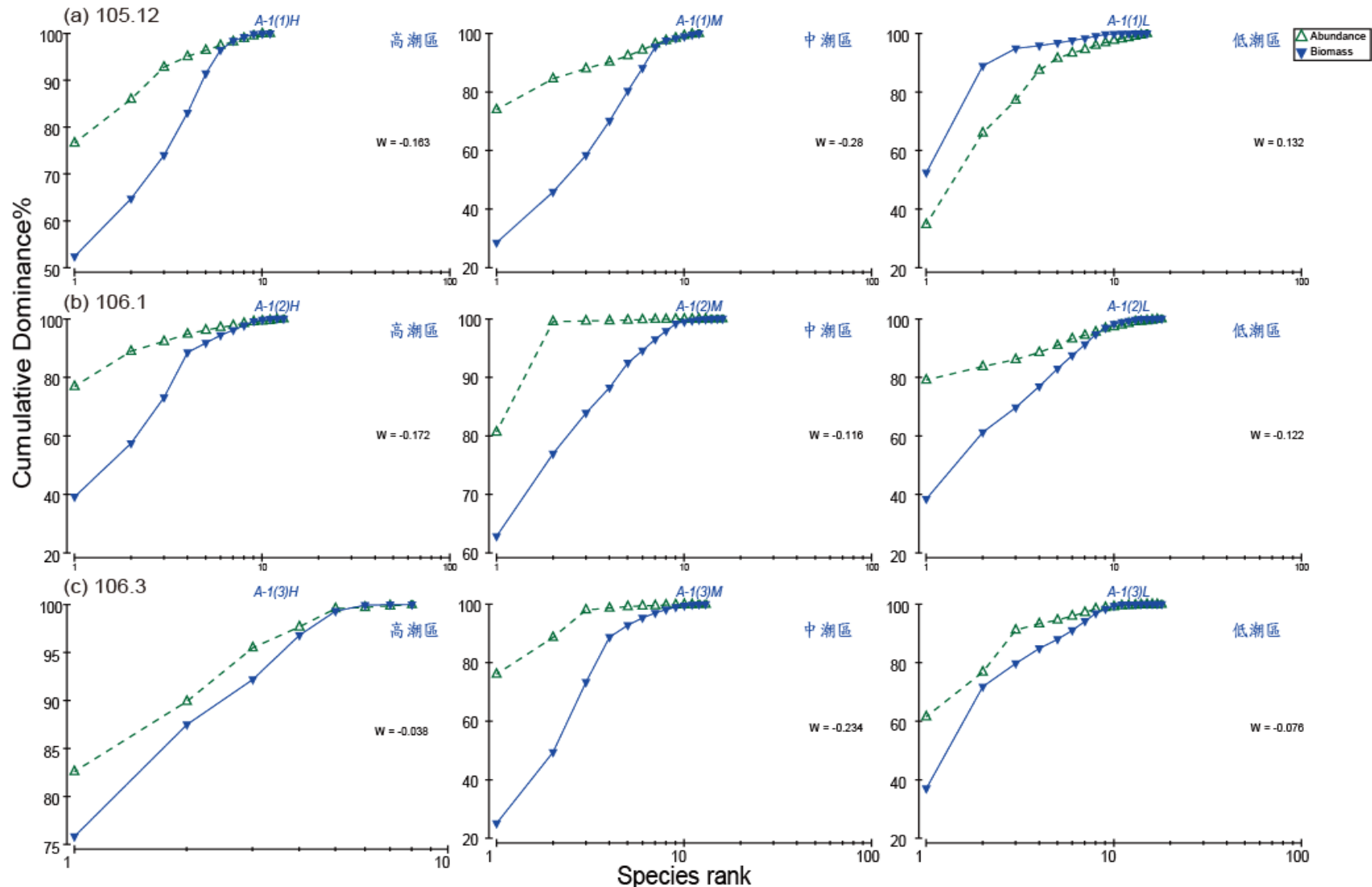


圖 5-5、測站 A-1 大坵岩礁區 (a)2016 年 12 月(b)2017 年 1 月及(c) 3 月優勢累積圖(ABC curve)
(資料來源：本研究)

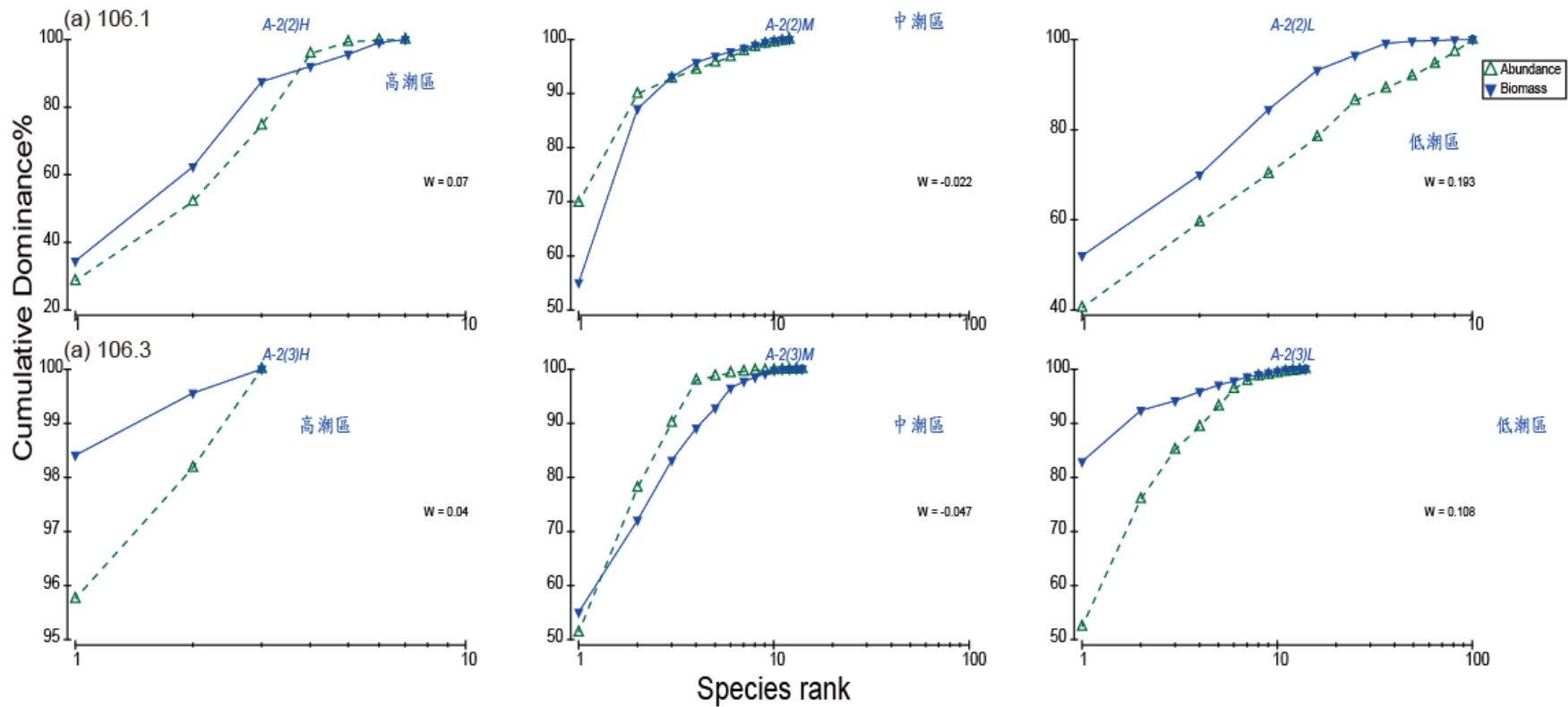


圖 5-6、測站 A-2 大坵峽角區 (a) 2017 年 1 月及(b) 3 月優勢累積圖(ABC curve)
(資料來源：本研究)

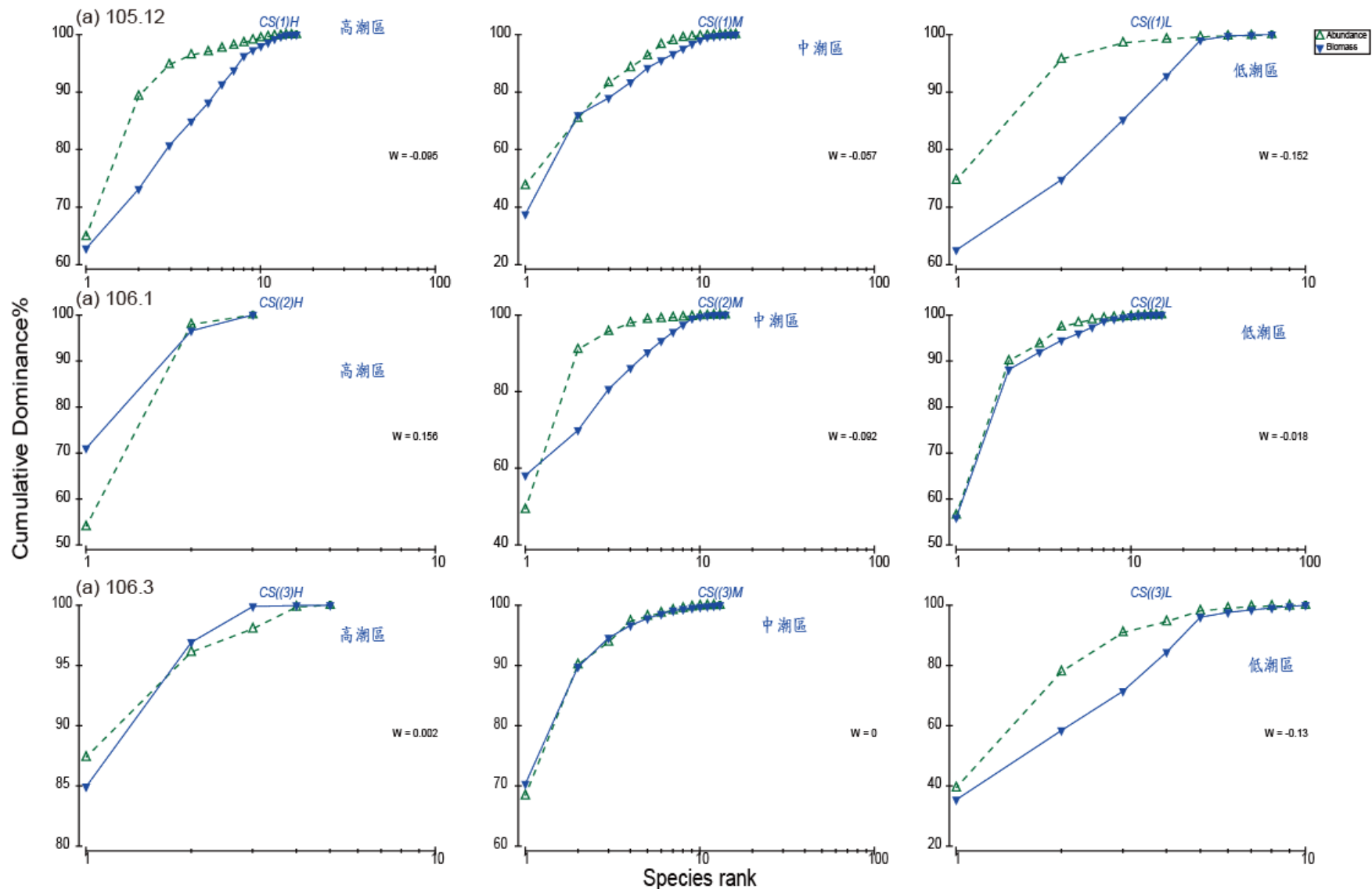


圖 5-7、測站 CS 古崗坵 (a)2016 年 12 月(b)2017 年 1 月及(c) 3 月優勢累積圖(ABC curve)
(資料來源：本研究)

第三節 討論

壹、大垵事件地點的現況差異與問題

從第三章之背景資料中，已回顧了古崗垵的普查(表 3-1)。雖然無定量資料，但從普查資料，可發現物種數和常見種類的變化。在 2013 年至 2015 年的金門國家公園濕地動植物調查的計畫中，以瘤珠螺為各海岸最常見的物種。在當時的古崗普查結果(表 3-1)，瘤珠螺亦被分在常見，但這三次的古崗垵岩礁區調查(測站 CS)中，並無紀錄到瘤珠螺的分布(表 5-3)；另外，該計畫中亦有在古崗垵沙灘區發現衛氏毛帶蟹和沙蟹等沙灘區的生物，但本研究的三次調查中亦完全沒有紀錄到。雖然有可能為調查季節的變動，但亦有可能古崗垵亦有受到一定程度的環境擾動。但目前並無其他基線資料和證據可進一步分析或解釋原因。

船隻擱淺滲油地點為大垵的峽角地區(測站 A-2)，整個大垵海岸(測站 A-1、測站 A-2 到測站 A-3)的岩石上，皆仍看出在大潮的高潮線處有汙染沾黏的現象。在這些三處測站，除了測站 A-2 仍有生物和岩塊可目測看出表面有較厚的凝結之焦油覆蓋，其餘地區的油漬相當薄，並未如測站 A-2 的明顯。

然而，在 A-2 測站除了在物種數和豐度上較其他相鄰的岩礁型測站為少外，在組成上似乎並沒有太大的差異。從古崗垵普查的前後結果，以及洩油現場大垵三個測站比較，有可能這些地區一同遭受了相同的干擾，但亦不能排除古崗垵當時未受到油汙的影響。

從定量調查的結果可知道，在這些岩礁型的測站，最主要的生物多為附著性的藤壺，以及棲息於藤壺上的飛碟玉黍螺或其他小型玉黍螺等。在調查中採樣的過程中發現，若石塊上附著有許多的死亡藤壺殘留下的空殼時，包括一些石塊目測有染油漬沾汙的藤壺空殼時，這些藤壺殼非常容易被破壞剝落而露出下方的未受焦油覆蓋或油漬染色的石塊。推測，這些 R 選擇、短生活史的生物雖然可能是受到汙油事件影響而死亡，但也同時也遮蔽保護了原本的基質，並藉由 R 選擇、短生活史的策略重新快速入添。因此使得棲息於小藤壺上的波部飛碟玉黍螺和小藤壺科 sp. 成為最優勢物種。

從目前所蒐集到的資訊為止，我們僅能得知大垵地區甚至古崗垵地區有受到干擾，並疑似呈現受干擾的狀態，並以大垵東側的岩礁區(測站 A-1)的環境較趨於穩定。

大垵沙灘於 2016 年 12 月調查時，剛好適逢中華電信海底電纜施工，有工作船及怪手於沙灘的潮間帶及亞潮帶進行施作。是否因而導致影響大垵沙灘(測站 A-3)區之後第二次及第三次調查的花蛤豐度下降，雖不可知，但亦不能排除。歐厝沙灘則是持續有人為的花蛤捕捉，而可能致使採獲的數量較不穩定，因為現場採樣人員並無從得知此處在採樣日前幾天，此是否有被採捕過。

貳、後續監測的可行性及監測物種建議

從岩礁區定量調查中，已初步可利用群聚分析(cluster)和 ABC curve 來看潮間帶生物受干擾的狀況。但在實際執行時，相當耗採樣、鑑種分樣及分析之能量。若後續非委託給相關學術單位進行調查時，改由社區自主長期觀測，則此操作方法則不易達成目標，建議應以指標生物進行發現頻率之定量調查。而在沙灘區域的監測上，由於本研究使用穿越線的方式進行採樣，然而可能部分地區因重複採集，而影響調查結果。因此建議在方法上進行調整。岩礁區之監測指標生物和沙灘區監測的方法調整建議如後：

1. 岩礁區的瘤珠螺—生態指標生物

本研究之調查結果，以及依 2013 年至 2015 年金門國家濕地動植物資源調查成果，建議之指標物種為岩礁區為整體金門海岸常見的瘤珠螺。期以瘤珠螺發現頻率的恢復情況，作為環境改善的指標。在本研究於大垵岩礁區定量調查和普查時，有發現為量很少瘤珠螺成體個體，單次單一測站皆約不足 5 顆，且亦有發現小個體的瘤珠螺幼貝，顯示瘤珠螺有重新入添的現象。因此選瘤珠螺之生態定量調查的指標物種。

2. 沙灘區的花蛤—生態指標生物

大垵沙灘和歐厝沙灘，最主要的優勢物種即為花蛤。花蛤為濾食性，容易在第一時間的環境改變而受影響，生殖策略屬 R 選擇型，生長快又快速入添的特性，其生活史最多可達四年，非一年生，能夠反應一定環境時間長度的變化。上述花蛤的現況及特性都適合做為沙灘區的生態指標物種。然而，由於幾次調查花蛤，皆發現於沙灘區，尤其歐厝沙灘，常有人為干擾致使無法知道本次調查的區塊是否已被挖掘過，而影響到數據之真實性。因此建議，改採手持式 GPS 航跡定軌道，紀錄以專用的花蛤爬過的區塊的長度，並計算單位面積內所調查到的花蛤數量。此方法亦較拉穿越線定量較貼近漁民採捕之習慣，且機動性

高，涵蓋範圍廣，較可消弭人為採捕的干擾。

3. 岩礁區的蚵岩螺及沙灘的花蛤—重金屬及石油烴汙染生物指標

本次調查範圍內的優勢物種之一的蚵岩螺(*Thais clavigera*)，屬軟體動物門、腹足綱、新腹足目、骨螺科，本種在西太平洋沿岸均有分布，在金門縣生活在礁岩區或潮間帶的岩縫間。因其採捕方便，而苦中帶甘風味鮮甜，為金門在地居民和遊客食用的海鮮之一，具有經濟價值。而蚵岩螺本身高營養價高，所含必需氨基酸組成接近 FAO 及 WHO 的優良蛋白質理想模式，在粗脂肪中可檢測出 14 種脂肪酸，不飽和脂肪酸占脂肪酸的比例較高，因此為本區海域潮間帶，除花蛤外之重要漁業生物。

本樣區內蚵岩螺廣泛分布，近年來中國沿海海域，受到經濟發展所產生的工業廢水、生活污水排入沿近海以及海域作業船隻的增多，海洋污染如重金屬污染日趨嚴重，導致水產品的重金屬含量增加，相關研究指出大陸沿海的可食用蚵岩螺 (*Thais* spp)，同樣也造成重金屬污染，研究指出蚵岩螺鎘和鉻受到兩種海洋重金屬污染物影響，產生急性毒性以及長期生物蓄積和生物放大，因此可以做為污染海區重金屬在生物體內的累積的參考。陳及湯(2009)參考了 3 個評估標準包括:1. 全國海岸帶汙染調查推薦使用的“海洋生物(軟體動物)汙染評價標準”；2. 澳洲國家衛生和醫學研究理事會制定的人體消費衛生標準; 3. 香港公眾健康與市政服務條例中對偽劣食品管理的規定(PHMSO)，整理出以下的重金屬含量指標，並提出建議軟體動物重金屬安全含量：

軟體動物評估標準 (單位： $\mu\text{g/g}$)

參照標準	元素						
	As	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Sn
海洋生物汙染評價標準[1]	10	15	10	250	100	5.5	-
人體消費衛生標準[2]	1.5	1.0	1.5	150	100	0.2	-
香港標準[3]	10	2	6	-	-	-	230

注：“-”表示尚未有此項目標準；香港標準為香港海產品中重金屬允許的最高含量限制。

(資料來源：陳及湯, 2009)

依據這個標準，陳及湯(2009)以湛江海域的蚵岩螺為樣本，分析肌肉組織、肝臟及性腺中的 8 種重金屬(As、Pb、Ni、Cd、Cu、Zn、Sn 及 Fe)含量進行了測定分析，瞭解海洋污染對蚵岩螺同屬的“蝸敵荔枝螺”(*Thais gradata*)的影響，結果顯示蝸敵荔枝螺之重金屬含量及分佈情況，顯示其食用安全品質，發現除錫含量低於“香港標準”外，砷、鉛、鎳、

鎘、銅和鋅的含量均高於“海洋生物污染評價標準”或“人體消費衛生標準”。因此，對於沿近海域海域受重金屬元素含量和污染程度，顯示蚵岩螺屬(*Thais* spp.)的物種，可以用來評估重金屬含量及污染程度。

同樣之方式亦適用於歐厝沙灘和大垵沙灘的花蛤(*Gomphina aequilatera*)。由於花蛤為當地有在食用的重要貝類，因此在居民有食用安全疑慮下，亦應針對花蛤及其他可食性海產，如海藻等進行重金屬及石油烴污染的監測。

在金門縣政府水試所所提供在 2016 年 11 月 1 日及 12 月 7 日的採樣中，分別在翟山海岸沙灘、后湖海濱公園沙灘區，仍可檢測到 1.10 至 2.93 mg/g dry weight 的礦物性油脂(資料來源：金門水試所提供)。因次雖然目測無法區別沙灘區是否仍有污染。但棲息於其上之生物，仍可能有食用上的疑慮有待釐清。

由於本次洩油事件污染區域海域，未曾進行海洋環境調查，雖然缺乏潮間帶重金屬污染現狀的全面瞭解，但是，先期可以參考孫等(2015)以及鄧等(2008)在中國沿海所完成的近海調查中，以大陸鄰近具有代表性的沿海海島潮間帶進行分析和評估的資料，做為金門海島潮間帶貝類體中重金屬的污染程度之對照資料，進一步了解後續潮間帶生態環境控制污染措施的輔佐依據。

第六章 結論與建議事項

第一節 結論

海洋洩油污染會造成生態破壞和經濟損失，因此洩油事件發生後，了解洩油對各種海洋生物的影響及物種族群損害的研究是必要的。而石油污染對海洋環境造成危害，並在海洋生物體中生物積累，也會對水產生物造成不利影響。

目前初步從生態的定量調查及後續分析中可看出大垵、古崗地區的潮間帶生物確有受到環境擾動的狀況。事件地點的大垵東側岩礁區已有稍回復的現象，擱淺洩油的大垵峽角仍不穩定，生物種類較少，呈現不穩定的現象，且看得到受油汙覆蓋的生物，包含可食的龜足茗荷等。但由於缺乏先前的生態基礎資料比較，無法釐清受干擾程度之多寡。故建議後續應持續進行相關的背景資料蒐集並持續監測。

第二節 建議事項

建議一：立即可行建議—古崗及歐厝地區之花蛤資源量基線建立及檢體採集

主辦單位：金門國家公園管理處

協辦單位：社區 NGO 團體、學術機構

可委託社區 NGO 團體進行長期的古崗及歐厝地區的花蛤資源量的基線調查。用當地慣用的花蛤耙採及貝類，並以手持式 GPS 紀錄拖曳長度以計算採集面積。進而得到單位面積之資源量。並留取適當的個體數量送於管理處作檢體保存，供後續重金屬或有機汙染物之檢驗之用。

建議二：立即可行建議—古崗及歐厝地區之可食性潮間帶海產之有機及重金屬汙染物檢測

主辦單位：金門縣水產試驗所

協辦單位：學術機構、金門國家公園管理處

由於食用安全為當地居民最關心之議題。藉由潮間帶動植物，包含螺貝類、藻類等相關毒

物之檢驗，除可釐清居民之疑慮，並根據結果進行後續措施擬定。

建議三：中長期建議— 建立指標生物系統及生物指標

主辦單位：金門縣水產試驗所或金門國家公園管理處

協辦單位：學術機構、環保局

海上洩油事故日益頻繁，污染規模也不斷擴大，造成了嚴重的生態破壞和巨大的經濟損失，然而基於了解洩油對海洋生態的損害影響範圍和機制，必須要對洩油污染損害進行基礎資料建立，為洩油的生態損害評建立基礎。洩油的海洋生態影響，除了以單一污染物對單一物種的影響，可能的話，需要進一步了解多個污染物對洩油地區生態系統的影響。因此在管理和決策過程，考慮到的不應該只是洩油對某幾個物種的影響或某方面的產出影響，而應該建立在對生態系統結構和功能的深入瞭解之上，進行全面量化和綜合的資料收集。建立指標生物系統及生物指標，可以做為日後後續追蹤監測的依據。

建議四：中長期建議— 海岸生物納入長期監測對象以做為基線資料

主辦單位：金門國家公園管理處

協辦單位：學術機構、金門縣水產試驗所

目前金門國家公園管理處已針對水獺、鸞、鳥類等重要生物資源進行長期的監測和追蹤。但在潮間帶部分，除了部分溼地鳥類及鸞外，其他之潮間帶生物並未涵蓋其內。由於鸞分布於特定區域，鳥類亦有其熱點。當其餘地點發生如本次事件時，則將因缺乏基礎資料而無法立即經由數據分析釐清影響程度，進而影響到後續追蹤、管理乃至求償等。本研究除建議在古崗地區可以蚵岩螺、瘤珠螺和花蛤作為監測對象外。建議在金門國家公園範圍內之其他海岸地區應選處代表地點及監測生物，作為基線資料，以利長期監測及後續追蹤。

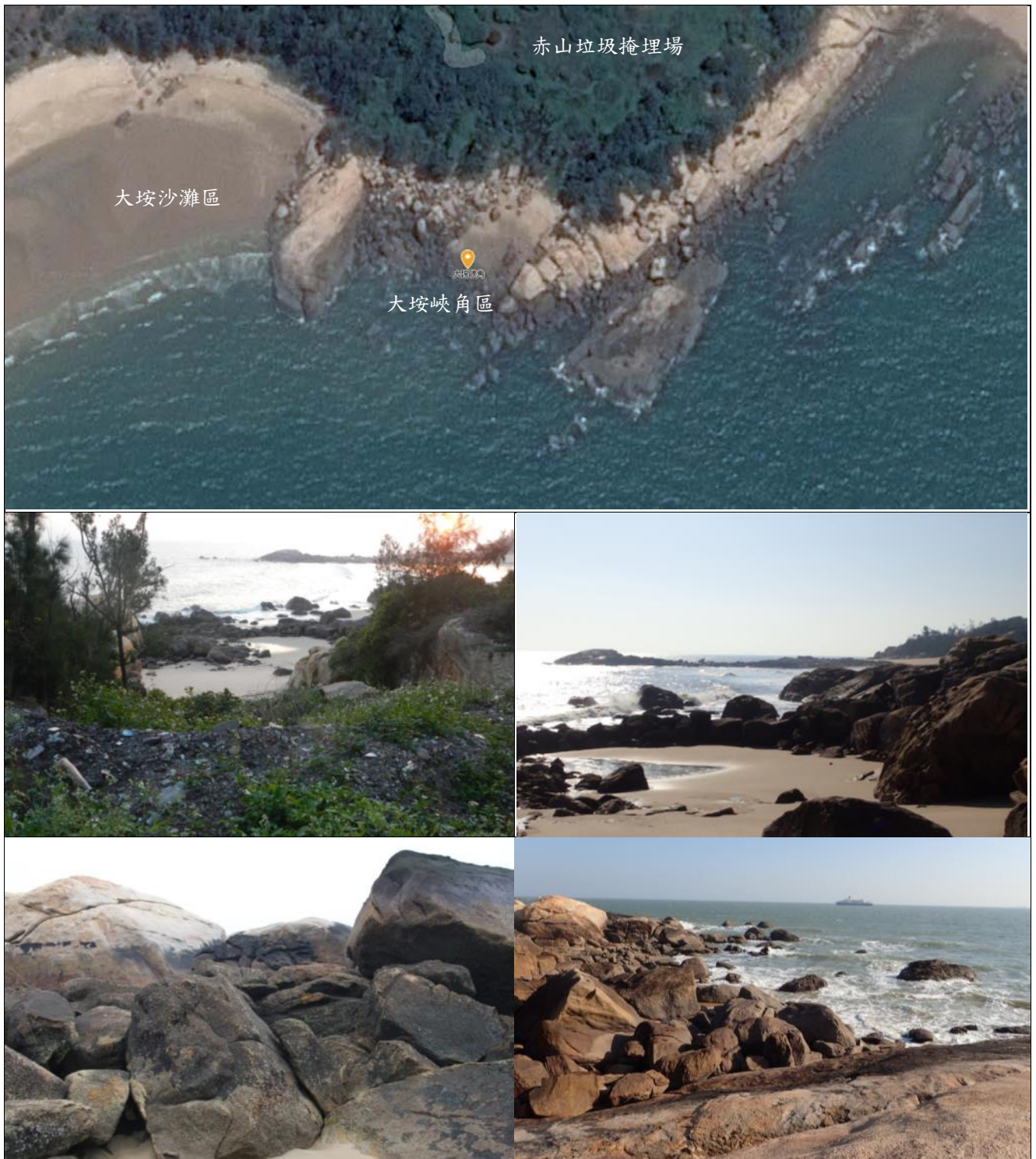
附錄一 潮間帶樣站環境照

1. 測站 A-1 大坵岩礁區



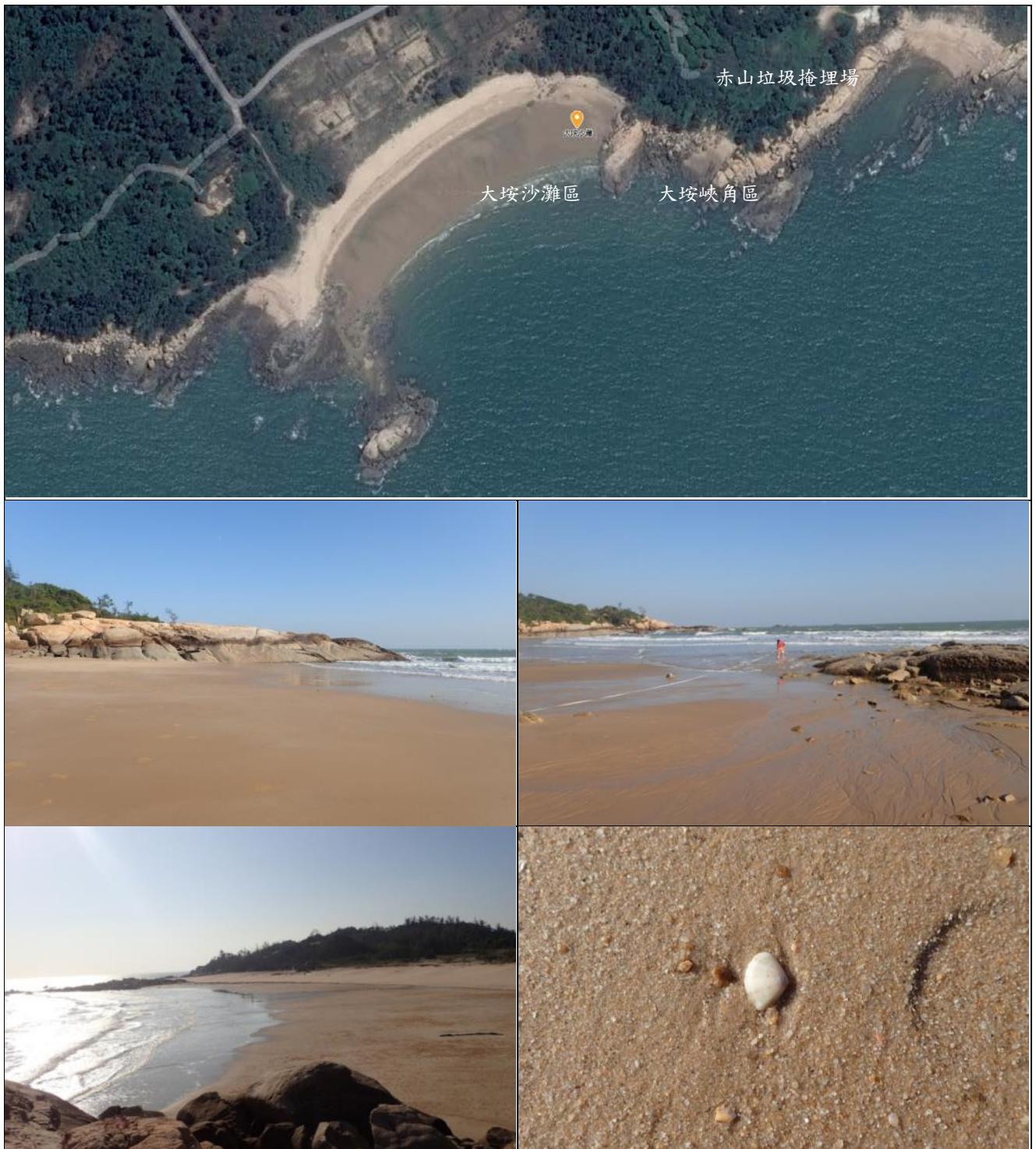
(資料來源:本研究)

2. 測站 A-2 大垵峽角區



(資料來源:本研究)

3. 測站 A-3 大坵沙灘區



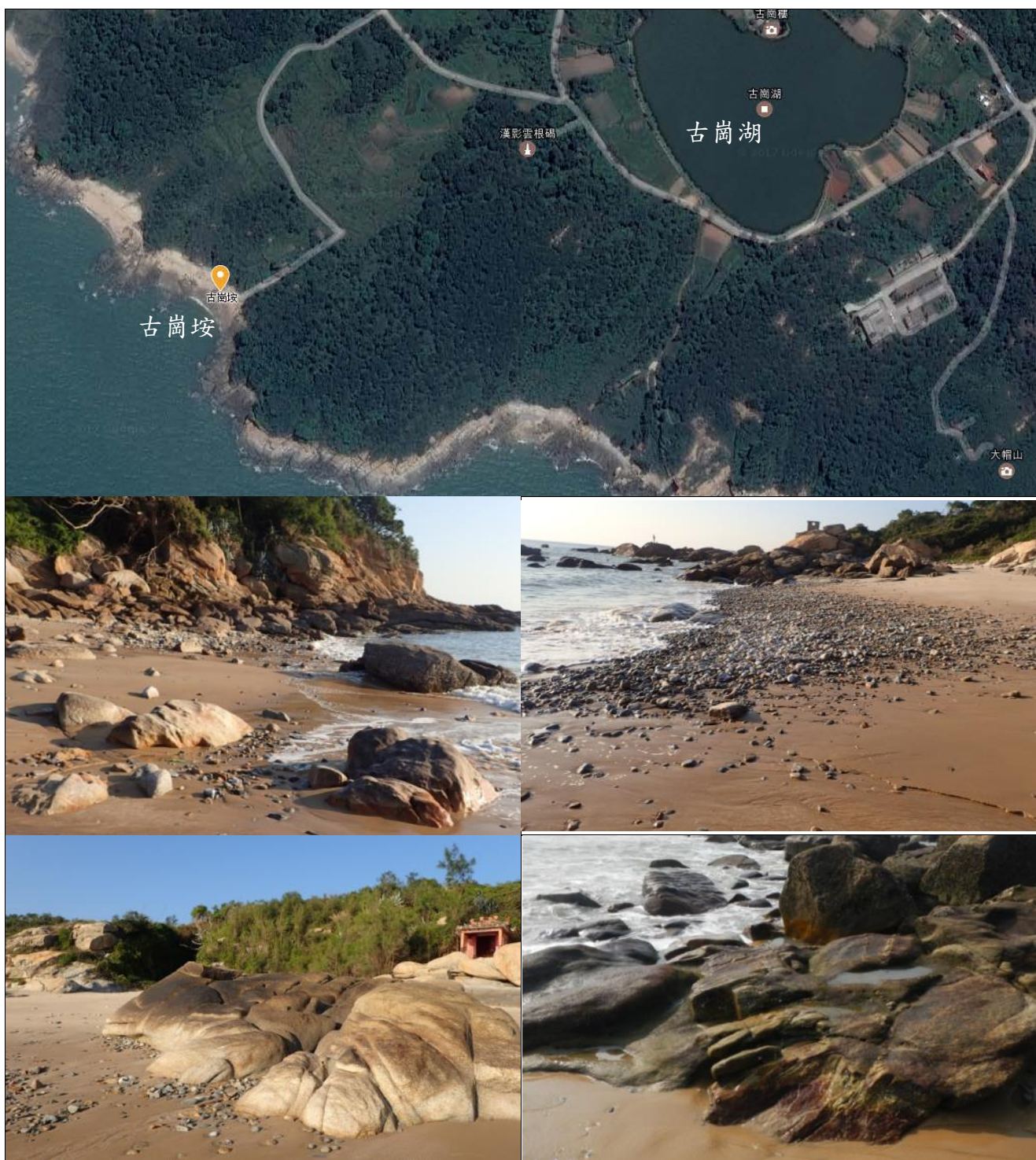
(資料來源:本研究)

4. 測站 B 歐厝沙灘



(資料來源:本研究)

5. 對照組測站 CS 古崗垵



(資料來源:本研究)

附錄二 潮間帶生物照片



被殘油覆蓋的日本笠藤壺(測站 A-2)



正常的日本笠藤壺(測站 A-2)



於測站 A-1 低潮區發現的穗軟珊瑚



低潮區常見聚集在一起的蚶岩螺



測站 A-3 大坵沙灘上正在濾食的花蛤



中華蠓螺



從岩壁上刮下來的小藤壺科個體和波部飛碟玉黍螺



藤壺空殼中的玉黍螺 *Phabei* 和粗紋玉黍螺

(資料來源:本研究)

附錄三 期初工作會議審查意見回覆及辦理情形

委員意見	意見回覆及辦理情形
1.針對潮間帶調查應配合氣象局資料及現地狀況，避免潮汐延誤調查。	原則上將以氣象局公布的潮汐預報時間為準，並於調查作業前一日前往當地，並於作業當日前乾潮前兩小時左右開始由高潮帶往低潮帶進行調查，避免受潮汐影響而延誤。
2.調查樣點及周遭地名應詳細標示及記錄，以供後續參考使用。	調查樣區之經緯度將以 GPS 進行定位並標定座標(WGS84)，以供後續參考。
3.後續應依規定申請採集證及穿著本處採集規定之背心。	每次調查皆遵照相關規定進行採集申請並著背心以確保調查人員安全。
4.指標物種選擇花蛤是否合適?	指標物種選擇要以族群有適當數量，且對於油污及毒性有反應之物種，初步規劃以花蛤或蚵岩螺等為主，後續以現地調查結果進行調整。
5.應提供物種移地復育之保育策略。	將先比對不同區域物種組成，評估不至於造成原生態影響後，選擇相似之棲地環境進行移地復育。
6.本案如何訂定調查範圍及調查頻度?	依據油污可能影響之範圍，並針對不同底質—沙灘軟底質及硬底質進行調查；每樣區設有重複。除定量調查外，亦同時執行普查，以利與過往普查資料比對。目前將調查頻度訂為約每 2 月進行 1 次，並將於期末成果階段進行評估，若頻度不足將建議於後續計畫調整。
7.如何對照貨輪擱淺前後潮間帶物種差異?	已蒐集過去相關文獻紀錄，將以周遭翟山及歐厝過往調查結果做為背景資料，比較本計畫現場調查現況差異，並評估貨輪擱淺影響。
8.後續應評估當地復育狀況。	針對該區域物種觀察有無繁殖情形或小型個體入添，方能了解油污影響及復原情形。
9.有關物種之異地保育應有合適之挑選。	利用過去文獻紀錄比對本計畫調查結果，尋找生物組成相似的地方或者棲地結構與古崗相似地點進行異地保育。
10.應說明指標物種選擇條件	初步先挑選海岸優勢/常見物種做為指標物種，隨著現場調查分析成果，目標將從廣泛轉而單一，如初步類群二枚貝(花蛤等共棲種)至特定物種的判定。 另外除了考慮目標生物特性外，後續操作之便利性及代表性功能亦將列入考量。
11.如何確認貨輪擱淺前後及油污對於潮間帶物種影響?	已蒐集過去相關文獻紀錄，將以周遭翟山及歐厝過往調查結果做為背景資料，比較本計畫現場調查現況差異，並評估貨輪擱淺影響。比對古崗地區先前的普查資料結果顯示，古崗地區之沙灘部分本研究皆未調查到任何生物，卻於 2013 年的金門濕地動植物資源調查的研究中有紀錄到衛氏毛帶蟹，顯示確有影響，而在金門普遍岩礁區常見的瘤珠囉，在本研究中的大垵調查中亦不常發現，但在定量調查中有發現小型入添枝個體。顯示有擾動後從新入添的可能。

<p>12. 後續應提供相關科學及文獻資料，讓民眾可了解本案調查結果及擱淺影響。</p>	<p>條列參考文獻及來源，以提供有關單位及民眾相關參考資訊來源。</p>
<p>13. 應訪談現場工作人員，以了解相關處理方式。</p>	<p>謝謝委員建議，並謹遵辦理。於 2016 年 12 月初次調查，於大垵沙灘有遇到當地居民，亦有進行電話的意見諮詢。</p>
<p>14. 後續結果應能說明貨輪擱淺對於當地影響及復原情況。</p>	<p>針對該區域物種觀察有無繁殖情形或小型個體入添，方能了解油污影響及復原情形。目前初步由有小個體的花蛤和瘤珠螺等，表示此區仍有小個體的入添。並利用豐度和生物量累積優勢曲線圖(ABC curve)等變化，以及配合群聚分析和多元尺度分析之分群現象來看，可看出部分測站(測站 A-1)大垵東垵的岩礁區有擾動降低的現象，而主要的船隻擱淺地點，其優勢取線圖上下擾動，加上物種少、豐度較低，可能仍處於一個擾動的狀況，即恢復狀態未如其東側的大垵岩礁區塊來得良好。惟皆缺乏背景資料，若須明確的恢復情況，則有賴於未來之持續監測。</p>

附錄四 期末審查會議記錄及委員意見回覆

金門國家公園貨輪擱淺地區潮間帶動物資源監測計畫

期末審查會議紀錄

- 一、 時間：106年4月24日(星期一)下午14時
- 二、 地點：本處第一會議室
- 三、 主席：謝處長偉松 記 錄：黃啟俊
- 四、 出(列)席人員：詳簽到簿
- 五、 主席致詞：(略)
- 六、 業務單位報告：(略)
- 七、 受託單位簡報：(略)
- 八、 出席人員意見：
 - (一) 金門縣政府建設處樊科長德正：
 1. 報告書撰寫及用語應加強檢視，如空拍、吸油棉條、署內、測站編號等錯誤應予修正。
 2. 需考量生物季節性變動及人為干擾情形。
 3. 殘油之地點後續應持續進行生物重金屬檢測。
 4. 近年來可能因全球暖化影響導致紫菜及石花菜等數量有減少趨勢。
 - (二) 古崗社區發展協會董理事森堡：
 1. 生物指標建議應包含動植物及藻類，如紫菜、石花等。
 2. 調查過程應加強與在地居民溝通聯繫。
 3. 建議應對於該區域食安提出評估。
 - (三) 社團法人金門縣野鳥學會莊委員西進：
 1. 摘要頁：
 - (1) 指述金門與台灣本島分屬不同生物地理分布區應再確認(P.1亦同此指述)。金門與台灣的生物相於區域內的生物相彼此是有些差異，但就大觀世界生物分布區的劃分，似乎仍是納入同一生物地理區(東洋區)的範疇。
 - (2) 三、重要發現仍有殘油宜列出所見的時間點，龜足茗荷若以常用龜爪藤壺中文名較易讓閱讀者得知，且可與其他種類的藤壺呼應，請審酌。
 - (3) 本次2016年12月普查與2013年10月31日古崗垵的普查結果是不同月份的比較，季節性有別，宜加以說明。大、小潮汐可見生物多寡有別，調查日期宜以載明，俾便查明潮汐影響。
 2. P.4表2-1執行進度及完成之工作項目載明於2016年11月進行普查及研提監測物種，於2016年11月、2017年1

- 月及3月進行3次族群監測，而P.26-36表5-1-2-3調查清單第一次資調查卻是2016年12月。經簡報得知，第一次調查應是2016年12月，請再予確認。
3. P.6 第五行…以及烈嶼南山頭、鳥嘴尾……黃厝海洋，以及離島烈嶼及檳榔嶼。前、後同屬烈嶼樣點，應可歸納在一起。
 4. P.12 港泰台州號貨輪擱淺時間應在2016年9月15日凌晨，9月15日中秋節清晨貨輪即已擱淺在大垵海岸，並非9月15日的中秋夜，請再查證確認。
 5. P.15 圖4-1 成果成分析項目包括1.現況分析、2.指標物種及監測項目，據此最後提出建議。
 6. P.17 採樣路徑、三條穿越線及各樣點（採集框）的衛星定位測量（GPS）資料宜建立，裨益今後再行監測之依據。三條穿越線之位置圖請如同簡報以GOOGLE地圖示出。於採集框內採集物種秤重鑑定後是否再行放回，關係影響再次調查該樣框的族群數量。附著性的藤壺等數量極大，其生物量（重量）應為估算所得，估算方法宜予敘明，其他蚵岩螺等亦同。族群數量龐大，若採集框內全部採集掘取，可能影響該框內的族群生物量的可信度。
 7. P.21 大垵海岸應在古崗湖的東南側，指述為南側有誤；測得乾潮時各區潮間帶的長度宜載明是大潮、中潮或小潮時測量所得，因調查日期大、小潮不同，潮間帶長度差別頗大。
 8. P.23，由礁岩區普查與定量調查結果顯示，並未記錄並建立A1、A2的多種海綿、蘚苔動物、各種棘皮動物的海膽、海參、海羊齒，以及低潮帶潮池間脊索動物的海鞘及魚類資料，可能未能掌握在大潮期間及時進行調查，殊為可惜。再以本次呈現物種多樣性不足的資料，可能造成後續再行調查結果會有物種增多的誤解，建請於報告中適切說明。
 9. P.24…從測站A2(大垵峽角)的低種類數、豐富度等，顯示擱淺地點的大垵峽角(測站A2)狀況確實可能較大垵岩礁(測站A1)和古崗垵(測站CS)為差。原因可能是油污之前既有同此差異的狀況，並非該測站前後比較，據此不足以表示是油污所致。測站A2(大垵峽角)與大垵峽角(測站A2)之表示方式宜前後一致。

10. P. 25 居民於沙灘挖掘採食花蛤等貝類是影響調查數據的原因，取樣少也是原因之一。
11. P. 42 古崗按於 102~104 的調查記錄所見瘤珠螺和衛氏毛帶蟹，而於本次調查卻未發現，可能是調查期間有別的季节性現象，請再查明此前的調查確認，也可能是大環境的變化所致。最後一行的 105 年 12 月應再確認。年分建議統一使用西元或民國。
12. P. 43 貳、溢油事件所引發重金屬污染累積效應、P. 44 參、溢油事件所引發石油烴污染累積效應，兩項皆係引述文獻資料，並未針對本次油污事件的狀況作討論，建請移至 P. 12 相關文獻分析為宜。而本節的討論或可調閱水試所與環保局相關調查的資料加以敘說。
13. 內文字句有誤植或疏漏之處，請再檢視補正，如上傳屬（署）內、累積（積）等。溢油、洩油、漏油建請統一用詞。
14. 古崗大坵海岸油污問題須歷經很長時間才能自然恢復，於尚未提出後續計劃期間，建議管理處提供經費委託社區巡查監測，一經發現當地生態異狀就可立即回報，而後再委員請專家學者前來研議，如此較符合實際效益，亦可增強社區關心在地環境，彼此營造更緊密的夥伴關係。
15. 受託單位可提供本次調查所得圖照，再由管理處印製大坵海岸生物多樣性與生態看板，提供於古崗社區活動中心懸掛展示。藉展現本次調查成果俾能拉近居民對環境與國家公園之距離。

(四) 金門縣環保局吳約用人員佳崙：

本案並無呈現與石油等礦物性油質殘留相關調查及趨勢。

(五) 金門縣水產試驗所陳技士盈廷：

水試所截至 105 年 12 月為止相關礦物性油質調查顯示已趨穩定或無發現。

(六) 邱課長天火：

1. P42 以 R 選擇對於說明油污後藤壺及玉黍螺為新優勢物種似乎無直接關聯。
2. P45 為何選擇瘤珠螺?監測物種選擇依據?
3. P46 為國外評估標準，P49 有關建議二、三國內是否有制定檢驗項目及相關標準?
4. P. 8 表 3-1，出現頻率 O A R C 為何?建議應於表說說明。

5. 建議調查方法應補充調查位置代號、座標資料等(P16)。

(七) 蘇秘書承基：

生物族群數量可能受季節性及石油影響。

(八) 謝處長偉松：

1. 報告建議事項可供相關權責單位辦理。

2. 本案保存之冷凍樣本後續可與水試所合作檢測。

九、 結論：

本案期末審查原則通過，請受託單位依會議紀錄之上開意見修

正，依契約及時程辦理。

十、 散會(16:00)。

出席人員意見	意見回覆及辦理情形
金門縣政府建設處 樊科長德正	
1. 報告書撰寫及用語應加強檢視，如空拍、吸油棉條、署內、測站編號等錯誤應予修正。	<p>謝謝委員指正。以將相關用語修正，如 p.5 的空派已修正為空拍，p.10 等之相關吸油棉條、吸油棉索等，已統一修正為索狀吸油棉，p.26 之古崗按測站代號已修正為測站 CS。另外，亦已確認專用名詞，如原復氧作用已修正為再充氧作用，部分有疑義的物種中文名稱，已加註學名避免造成混淆(p.47)。</p>
2. 需考量生物季節性變動及人為干擾情形。	<p>在歐厝沙灘、大垵沙灘等，花蛤的採獲量確實可能受到人為干擾，如本成果報告第五章第三節第壹點(p.46)所述。雖然季節性因素，會影響生物的群聚組成，如生殖季的生殖群聚及補充群入添等。</p> <p>然而，在古崗按沙灘三次調查中未發現的衛氏毛帶蟹、瘤珠螺等，在相同季節的其他區域仍有出現。如歐厝沙灘的衛氏毛帶蟹在特定區域依然數量可觀，瘤珠螺在大垵海岸的兩個測站雖然數量少但仍有紀錄。</p> <p>在過去的研究經驗中，於季節相近的 2013 年 11 月 1 日的夏墅海岸、11 月 2 日的金沙鎮后嶼坡以及 2014 年 2 月 23 日的金沙鎮獅山海岸、2 月 24 日的塘頭等，亦皆有發現瘤珠螺(邱，2015)。因此，雖然季節性可能會影響瘤珠螺是否有生殖或入添的大量群聚現象，但並非特定季節出現之物種。</p> <p>此外，雖然可食用貝類—瘤珠螺在古崗按雖然亦有可能因人為干擾—如採集等而消失，但衛氏毛帶蟹、沙蟹等則並非食用對象。因此從古崗按衛氏毛帶蟹、瘤珠螺的消失來看，仍因視為一個應注意的警示現象。</p>
3. 仍殘留之石油影響後續應持續進行重金屬檢測	<p>三次調查採集之樣品已冷凍留樣保存，後續亦已建議請相關單位做後續的污染物分析(P.49 之建議二)。</p>
古崗社區發展協會 董理事森堡	
1. 生物指標建議應包含動植物及藻類，如紫菜、石花等。	<p>本計畫生物指標的選定，主要為反映海岸若遭受污染時，可藉由該生物的組成變化，立即反應環境改變程度。因此，有明顯季節性出現消長的藻類較不合適。因為污染或干擾發生在藻類缺乏的夏季，便無法藉由數據比較得知環境及生物群聚的受損程度。而選擇之瘤珠螺等，為一年四季於金門各岩礁海岸皆可見，於多處屬常見的物種；且移動能力緩慢，但補充快速。因此在干擾事件發生時，瘤珠螺等第一時間可能受影響而死亡、族群量下降，且金門各海岸皆有瘤珠螺分布，等到衝擊事件過後環境恢復時，來自海中的其他鄰近區域的瘤珠螺幼苗便可入添補充事件地點，且隨著時間而恢復族群量。</p> <p>這三次調查時間為 2016 年的 12 月 9-13 日、2017 年的 1 月 3-7 日，以及 2 月 28-3 月 4 日，所發現的藻類主要為石蓴屬(<i>Ulva</i> spp.) 和部分海蘿屬(<i>Gloiopeltis</i>)的種類，分布零星。亦留取部分藻類備用。藻類為本次污染事件地點大垵地區居民所關心的目標資源，包括油污事件後的食用安全等。因此建議後續相關單位，能針對本議題進行食用海產的污染追蹤並共佈相關資料，以釐清居民疑慮。</p>

<p>2. 調查過程應加強與在地居民溝通聯繫。</p>	<p>謝謝委員指正並提供和補充當地的潮間帶生物的重要資訊。未能有更多與社區夥伴的深入溝通，而僅就現場油污位置指引進行一次的電話訪談詢問，感謝社區夥伴提供重要資如下。</p> <p>由電話的詢問過程，本計畫目的在於了解事件發生後以底棲動物反應環境所發生的影響，而部分居民則較關注經濟水產的利用影響。如當地傳統都會到大垵海岸採集貝類，至於冬季至春季時亦會採集藻類，除自家食用外，部分亦出售貼補家用。因此，是希望著眼在油污事件對經濟性物種所造成的傷害、經濟損失及食用安全的問題。</p> <p>因為本計畫的目標為油污事件對潮間帶動物生態上造成的影響，因此採樣方法及對象上不分是否具食用性、重要性經濟物種進行目的性採樣，而是採取拉穿越線和採樣方框，逢機且盡量涵蓋到不同潮位及微棲地的方式進行調查。</p> <p>為讓計畫能解決事件發生後所衍生的狀況，本計畫除依期初工作會議之建議地將採集之潮間帶螺貝類標本冷凍保存以留做後續相關單位進行汙染檢測用外；亦針對居民所在意的藻類進行額外的採集留樣。惟三次調查所發現的藻類分布零星、不太豐富，所留取的額外標本亦有限。</p>
<p>3. 建議應對於該區域食安提出評估。</p>	<p>已於本報告之建議二(p.49)提出。</p>
<p>社團法人金門縣野鳥學會 莊委員西進</p>	
<p>1(1) 指述金門與台灣本島分屬不同生物地理分布區應再確認(P.1 亦同此指述)。金門與台灣的生物相於區域內的生物相彼此是有些差異，但就大觀世界生物分布區的劃分，似乎仍是納入同一生物地理區（東洋區）的範疇。</p>	<p>物地理分區是指動物類型的物種總體組成，在歷史因素和生態因素共同作用下形成的地理分布模式，世界自然基金會（WWF）將陸地及淡水劃分為以下八個生物地理分布區，台灣被包括在東洋區內的中國南部分區，和印度次大陸、東南亞。</p> <p>而金門潮間帶物種為海洋生物的物種，海洋生物分布受到洋流影響，近年來分子生物的應用在生物地理的研究，也陸續說明許多物種在海峽兩側在遺傳上有分化的現象。因此為了文內將改成動物相組成取地理區用字。</p> <p>因此，金門的海洋生物物種組成，及部分生物遺傳組成都有分化的現象，為求表達明確將生物地理區修正為物種組成。</p>
<p>1(2) 重要發現仍有殘油宜列出所見的時間點，龜足茗荷若以常用龜爪藤壺中文名較易讓閱讀者得知，且可與其他種類的藤壺呼應，請審酌。</p>	<p>在摘要頁中的重要發現已加註日期，詳見 p.IV。另，由於過去常稱為龜爪藤壺的正式中文名為龜足茗荷，並公告於 TaiBNET(臺灣物種名錄)上(http://taibnet.sinica.edu.tw/)，即本計畫依合約規定須上傳至”國家公園生物多樣性地理資訊系統”所依循的名錄網頁。因此為避免同種而有兩項稱呼，以及考量報告內容與資訊系統登載資料的一致上，本報告撰寫時，仍以龜足茗荷稱之。</p>
<p>1(3) 本次 2016 年 12 月普查與 2013 年 10 月 31 日古崗垵的普查結果是不同月份的比較，季節性有別，宜加以說明。大、小潮汐可見生物多寡有別，調查日期宜以載明，俾便查明潮汐影響。</p>	<p>雖然兩次古崗的普查月份不同，氣候溫度不同，但撇除本次計畫無發現生物的沙灘區外，在棲地類型以礫石、岩礁為主的區域，皆以高潮區玉黍螺科、中低潮區為蚵岩螺為多的型態。</p> <p>各次調查時間已表列，詳見表 5-2(p.24)。</p>

<p>2. 期末報告 P.4 表 2-1 執行進度及完成之工作項目載明於 2016 年 11 月進行普查及研提監測物種，於 2016 年 11 月、2017 年 1 月及 3 月進行 3 次族群監測，而 P.26~36 表 5-1-2-3 調查清單第一次資調查卻是 2016 年 12 月。經簡報得知，第一次調查應是 2016 年 12 月，請再予確認。</p>	<p>正確之普查月份為 2016 年 12 月。執行進度說明之錯誤已修正 (p.3)。</p>
<p>3. 期末報告 P.6 第五行…以及烈嶼南山頭、烏嘴尾……黃厝海洋，以及離島烈嶼及檳榔嶼。前、後同屬烈嶼樣點，應可歸納在一起。</p>	<p>已按委員建議修正，請見本成果報告第 6 頁。</p>
<p>4. P.12 港泰台州號貨輪擱淺時間應在 2016 年 9 月 15 日凌晨，9 月 15 日中秋節清晨貨輪即已擱淺在大垵海岸，並非 9 月 15 日的中秋夜，請再查證確認。</p>	<p>已修正，請見本成果報告第 10 頁。</p>
<p>5. P.15 圖 4-1 成果分析項目包括 1.現況分析、2.指標物種及監測項目，據此最後提出建議。</p>	<p>已修正，請見本成果報告第 17 頁。</p>
<p>6. 期末報告 P.17 採樣路徑、三條穿越線及各樣點(採集框)的衛星定位測量(GPS)資料宜建立，裨益今後再行監測之依據。三條穿越線之位置圖請如同簡報以 GOOGLE 地圖示出。於採集框內採集物種秤重鑑定後是否再行放回，關係影響再次調查該樣框的族群數量。附著性的藤壺等數量極大，其生物量(重量)應為估算所得，估算方法宜予敘明，其他蚵岩螺等亦同。族群數量龐大，若採集框內全部採集掘取，可能影響該框內的族群生物量的可信度。</p>	<p>由於每次採集後之標本，為了冷凍留樣之用，並未放回。且刮下之附著性藤壺，亦無法放回。故每次採集之穿越線及樣框並非同樣的位置，而是遵行逢機採樣的精神進行選點化樣框。</p> <p>且由於潮間帶生物並非均勻分布，因此整體而言不同穿越線及樣框設立的目的，在於能盡量涵蓋到不同的微棲地，包括高、中、低潮區，以及平整附有生物的岩面，或是有魁蛤、佛手的岩縫，長有藻類或礫灘……等不同類型的環境，以消弭或降低生物分布不均而可能帶來採樣偏差，也是一個重複採樣增加樣框數，以降低誤差的方法。也因此不會衍生採後沒有釋回標本，而產生該框族群量估算可信度之問題。</p> <p>因此每條穿越線、每次採樣和樣框位置都是略有落差，並非相同位置，因此雖而法提供樣框 GPS 點位，但能提供測站之 GPS 點位，做為參考。</p>

<p>7. 期末報告 P.21 大垵海岸應在古崗湖的東南側，指述為南側有誤；測得乾潮時各區潮間帶的長度宜載明是大潮、中潮或小潮時測量所得，因調查日期大、小潮不同，潮間帶長度差別頗大。</p>	<p>大垵海岸之描述已修正為古崗湖的東南側，請見第 23 頁。 測量潮間帶長度的日期為 2016 年 12 月 9 日的下午乾潮時段。當日為上弦月後兩天，應屬小潮末段。根據中央氣象局之公布之水頭潮汐表，乾潮為下午 13:04 分，潮高為-159 cm。</p>
<p>8. 期末報告 P.23，由礁岩區普查與定量調查結果顯示，並未記錄並建立 A1、A2 的多種海綿、蘚苔動物、各種棘皮動物的海膽、海參、海羊齒，以及低潮帶潮池中脊索動物的海鞘及魚類資料，可能未能掌握在大潮期間及時進行調查，殊為可惜。再以本次呈現物種多樣性不足的資料，可能造成後續再行調查結果會有物種增多的誤解，建請於報告中適切說明。</p>	<p>本計畫三次調查於 A1、A2 測站，確實未發現棘皮動物的海膽、海參、海羊齒等。魚類部分，為退潮時於 A1 測站的沙灘區有發現四齒鮪科的魚類數尾，然而並非受困或棲息於潮池中之魚類，而為隨潮水漲退自由進出的個體。 採樣日期的選擇，主要需考量作業的可行性。由於每次採樣約莫 4-5 天，一個測站即需一天的潮水，又因冬季之日出日沒時間，大潮時的最大滿潮多在入夜或天未明時，不利於做定量調查。因此盡量挑選潮差尚可且能作業的天亮時段進行。 舉例來說，如 2016 年的 12 月調查為 12 月 9 日至 12 月 13 日，而 12 月 9 日雖屬小潮，但其白日乾潮為下午 13:04 分，潮高為-159 cm，至 12 月 13 日即為大潮，滿月的前一日，其乾潮時段為下午 17:25，潮差-175 cm。上述潮水皆在白日，且最後一日的乾潮尚可從滿潮時開始做起，隨潮水退去做低潮帶至天黑。而真正滿月大潮的 12 月 14 日當日，兩個乾潮時間分別為 05:46 和 18:15。其中 05:46 後即開始漲潮，當日日出時間為 06:42，因此在大潮漲得快特性，又日出時間晚於乾潮近一個小時，判斷此時段作業時間不足亦不適合作業；而另一個乾潮為 18:15 分，然當日 17:21 已日沒，故作業時間不太充足。 基於上述因素，而未能每次皆選於大潮時作業。但在 12 月和 1 月皆有進行夜間的普查，彌補白日不足之部分。</p>
<p>9. 期末報告 P.24，從測站 A2(大垵峽角)的低種類數、豐富度等，顯示擱淺地點的大垵峽角(測站 A2)狀況確實可能較大垵岩礁(測站 A1)和古崗垵(測站 CS)為差。原因可能是油污之前既有同此差異的狀況，並非該測站前後比較，據此不足以表示是油污所致。測站 A2(大垵峽角)與大垵峽角(測站 A2)之表示方式宜前後一致。</p>	<p>本段文字描述即是這三次調查結果的現況比較陳述，A2 測站結果確實較其他測站生物量及豐度狀況差，為一個基本的現況描述，並未直接推論結果是由油污造成這測站間的差異。在文字描述的部分 A2(大垵峽角)與大垵峽角(測站 A2)的表達方式已統一。</p>
<p>10. P.25 居民於沙灘挖掘採食花蛤等貝類是影響調查數據的原因，取樣少也是原因之一。</p>	<p>人為採捕確實會影響調查結果。而原先調查方式為穿越線配合採樣方框，進行較為細緻的調查，可發現不足 3 mm 的幼貝，是傳統花蛤耙難以捕獲和發現漁獲採捕的對象；但缺點是對整個歐厝沙灘來說，所調查之面積相對較小，即取樣比例偏少。 因此，對於降低人為干擾和補足採樣之努力量上，在後續調查建議，提出以傳統花蛤耙配合 GPS 紀錄行跡換算面積進而推算花蛤密度的方式，來降低採樣偏差增加代表性。</p>

<p>11. P.42 古崗垵於 102~104 的調查記錄所見瘤珠螺和衛氏毛帶蟹，而於本次調查卻未發現，可能是調查期間有別的季节性現象，請再查明此前的調查確認，也可能是大環境的變化所致。最後一行的 105 年 12 月應再確認。年分建議統一使用西元或民國。</p>	<p>雖然季節性因素，會影響生物的群聚組成，如生殖季的生殖群聚及補充群入添等。然而，在古崗垵沙灘三次調查中未發現的衛氏毛帶蟹、瘤珠螺等，在相同季節的其他區域仍有出現。如歐厝沙灘的衛氏毛帶蟹在特定區域依然數量可觀，瘤珠螺在大垵海岸的兩個測站雖然數量少但仍有紀錄。在過去的研究經驗中，於季節相近的 2013 年 11 月 1 日的夏墅海岸、11 月 2 日的金沙鎮后嶼坡以及 2014 年 2 月 23 日的金沙鎮獅山海岸、2 月 24 日的塘頭等，亦皆有發現瘤珠螺(邱，2015)。因此，本物種並非是特定季節性出現的物種，雖然季節可能會影響瘤珠螺是否有生殖群聚或入添大量補充群的現象。此外，雖然可食用貝類—瘤珠螺在古崗垵雖然亦有可能因人為干擾—如採集等而消失，但衛氏毛帶蟹、沙蟹等則並非食用對象，有消失的現象。因此從古崗垵衛氏毛帶蟹、瘤珠螺的消失來看，仍因視為一個須注意的警示現象。</p> <p>年份表示方式，已依委員意見統一改為西元年。</p>
<p>12. P.43 貳、溢油事件所引發重金屬污染累積效應、P.44 參、溢油事件所引發石油烴污染累積效應，兩項皆係引述文獻資料，並未針對本次油污事件的狀況作討論，建請移至 P.12 相關文獻分析為宜。而本節的討論或可調閱水試所與環保局相關調查的資料加以敘說。</p>	<p>依委員意見，將”貳、溢油事件所引發重金屬污染累積效應”和”溢油事件所引發石油烴污染累積效應”前移至文獻分析處之第三章第二節第貳點之”(三)洩油事件所引發重金屬污染累積效應”(p.12)和”(四)洩油事件所引發石油烴污染累積效應”(p.13)。</p>
<p>13. 內文字句有誤植或疏漏之處，請再檢視補正，如上傳屬(署)內、累績(積)等。溢油、洩油、漏油建請統一用詞。</p>	<p>謝謝委員指正。已將相關錯字修正(p.17 的”署”、p.27 的累”積”等)，並統一將 oil spill 以洩油稱之。</p>
<p>15. 受託單位可提供本次調查所得圖照，再由管理處印製大垵海岸生物多樣性與生態看板，提供於古崗社區活動中心懸掛展示。藉展現本次調查成果俾能拉近居民對環境與國家公園之距離。</p>	<p>本計畫相關之採樣照片，可提供於管處供後續使用。</p>
<p>金門縣環保局 吳佳嶧約用人員</p>	
<p>本案並無呈現與石油等礦物性油質殘留相關調查及趨勢</p>	<p>本計畫無進行石油等礦物性油質殘留調查。</p>
<p>金門縣水產試驗所 陳盈廷技士</p>	
<p>水試所截至 105 年 12 月為止相關礦物性油質調查已趨穩定或無發現。</p>	<p>謝謝水試所提供重要資訊。</p>
<p>金門國家公園管理處 邱課長天火</p>	

1. P42 以 R 選擇對於說明油汙後藤壺及玉黍螺為新優勢物種似乎無直接關聯。	<p>R 選擇主要再解釋藤壺和玉黍螺的生殖策略，為較偏向機會主義的生殖策略，即多半個體小、繁殖力高、生活史較短，能產下數量可觀的後代，讓在環境變動和掠食者的壓力下而有高死亡率子代，尚有部分子代個體仍存活，增加整體族群能有延續的機率。</p> <p>由於 R 選擇生殖策略的物種，能產下較多的子代，有些海洋性生物的幼苗甚至可容忍較長的浮游期，至環境合適的地區才開始沉降、變態和成長。因此偏向 R 選擇的飛碟玉黍螺和小藤壺，可能在海中本來就有其幼苗存在，因此在本次油汙事件擾動後，有可能再快速入添、著苗、進而在數量上成為優勢種。</p>
2. P45 為何選擇瘤珠螺?監測物種選擇依據?	<p>生態監測對象之選擇依據見圖 4-3(p.21)。</p> <p>瘤珠螺主要為金門各礁岩海岸常見的物種，分布廣泛。在本次事件地點中，雖然沒有瘤珠螺的基線資料數量可供比較，但在事件地點有發現數量稀少的瘤珠螺，且多為幼貝。推測本區域瘤珠螺可能受到環境擾動或人為干擾而減少，但持續有補充群進入。因此在現有的資料中，以瘤珠螺作為後續監測物種是較為可行的操作方式。</p>
3. 期末報告中 P46 為國外評估標準，P49 有關建議二、三國內是否有制定檢驗項目及相關標準?	<p>原期末報告之相關段落於本成果報告已移置第三章第二節第貳點之第(三)、(四)段中。</p> <p>關於國內是否有相關檢驗項目和標準部分，在 2016 年 7 月衛福部預告訂定「食品中污染物質及毒素衛生標準」草案中有相關規範，並將此規範之相關檢定項目和標準表列於本成果報告中，詳見第 15 頁之表 3-2 和表 3-3。</p>
4. P.8 表 3-1, 出現頻率 O A R C 為何?建議應於表說說明。	已於表格處用註釋方式說明，詳見 p.10。
5. 建議調查方法應補充調查位置代號、座標資料等 (P16)	已補充座標位置和代號資訊於表 5-1(p.24)。
蘇秘書承基	
生物族群數量可能季節性及石油影響。	<p>生物族群數量確實可能受到季節性和石油的影響，但計畫工作期程無法客觀進行季節評估。並礙於除了古崗垵有過去之普查資料，其他礁岩區並無基線資料可供比對。因此在解釋和比較結果上，都必須交叉比對，考量各種因素，並配合各種生物不同的習性或特性進行間接的解釋和推論。例如，在衛氏毛帶蟹，藉由歐厝仍有許多的衛氏毛帶蟹，消除月份是造成同月普查的古崗垵沒有的疑慮。但在部份的生物數量上，確實無法釐清季節所造的影響。</p>

參考書目

一、生物名錄及鑑定參考

- 中央研究院之台灣魚類資料庫 <http://fishdb.sinica.edu.tw/> (2016)
- 中央研究院生物多樣性研究中心之台灣貝類資料庫 <http://shell.sinica.edu.tw/> (2016)
- 台灣生物多樣性入口網 <http://taibif.tw/> (2016)
- 賴景陽。1988。貝類(台灣自然觀察圖鑑)。渡假出版社有限公司。
- Abbott, R.T. and S. P. Dance. 1986. Compendium of seashells. Odyssey Publ., Hong Kong.
- Allen GR., R. Steene 1998. Indo-Pacific coral reef field guide. Tropical Reef Research.pp378.
- Carmelo R. Tomas. 1996. Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. San. Diego. 598 pp.
- Carmelo R. Tomas. 1997. Identifying Marine Phytoplankton. San Diego. 858 pp.
- Gosliner TM., DW. Behrens and GC. Williams. (1996). Coral Reef Animals of the Indo-Pacific: Animal Life from Africa to Hawaii Exclusive of the Vertebrates. .Sea Challengers. pp:314.
- Habe, T. 1977. Systematics of Mollusca in Japan: Bivalvia and Scaphopoda. Hokuryukan, Co. Ltd., Tokyo.
- Habe, T. 1989. Colored illustrations of the shells of Japan, vol. 2. Hoikusha, Osaka, Japan.
- Habe, T. and K. Ito. 1991. Shells of the world in color, vol. 1: the northern pacific. Hoikusha, Osaka, Japan.
- Habe, T. and S. Kosuge. 1991. Shells of the world in color, vol. 2: The tropical Pacific. Hoikusha, Osaka, Japan.
- Hadfield, M. G. 1976. Molluscs associated with living tropical corals Micronesica 12:133-148
- Kira, T. 1989. Colored illustrations of the shells of Japan, vol. 1. Hoikusha, Osaka, Japan.
- Lai, K.Y. 1986. Marine gastropods of Taiwan (I). Taiwan Museum Publ., Taipei, Taiwan.
- Lai, K.Y. 1987. Marine gastropods of Taiwan (II). Taiwan Museum Publ., Taipei, Taiwan.
- Lai, K.Y. 1990. Mollusks from Taiwan (I). Taiwan Museum Publ., Taipei, Taiwan.
- Lai, K.Y. 1998. Mollusks from Taiwan (II). Taiwan Museum Publ., Taipei, Taiwan.
- Nishimura S. 1992 Guide to seashore animal of Japan with color picture and keys Vol(I,II). Hoikusha Publishing Co., Ltd..
- Okutani, T. 1996. Illustrations of animals and plants (VIII): Shells. Sekaibunsha, Tokyo.
- Okutani, T. 2000. Marine mollusks in Japan. Tokai Univ., Tokyo.
- Springsteen, F.J. and P.M. Leobrera. 1986. Shells of the Philippines. Carfel Seashell Museum, Manila, Philippines.

二、溢油對生態環境影響

- Ahmad Dasuki Mustafa, Hafizan Juahir1, Kamaruzzaman Yunus, Mohammad Azizi Amran. (2015). oil spill related heavy metal: a review. Malaysian Journal of Analytical Sciences Vol 19 No 6 (2015): 1348 - 1360 article/20161021-taiwan-oil-spill/article/new/20160930/959619/content/%E9%87%91%E9%96%80%E9%BB%91%E6%BD%AE
- 王志霞，劉敏燕(2008)。溢油對海洋生態系統的損害研究進展。水道港口。29(5):367-371。
- Kostas D D. (1996). Variability of metal concentrations in oyster tissue and implications to biomonitoring. Marine Pollution Bulletin, 32(11):794-801.
- Onojake Mudiaga and Osuji Leo C. (2004) Trace Metals Geochemistry of Crude Oils from Umutu/Bomu Fields in South West Niger Delta Nigeria Energy and Environment Research 1(1):1708-1715.
- 王傳遠，賀世傑，李延太，侯西勇，楊翠雲 (2009)中國海洋溢油污染現狀及其生態影響研究。海洋科學。16(1):45-52。
- 田勝豔，於子山，劉曉收，張志南，林巋璿，劉廷志 (2006) 豐度/生物量比較曲線法監測大型底棲動物群落受污染擾動的研究。海洋通報。25(1)92-96。

行政院環境保護署。2016。「港泰台洲號」貨輪擱淺專區網頁(2016.11 vision)。

<http://www.epa.gov.tw/lp.asp?CtNode=35259&CtUnit=2883&BaseDSD=7&mp=KongTT>

吳伯揚。2016。「梅姬害它撞出大洞 擱淺金門貨輪又漏油」。蘋果日報電子報，刊登時間 2016 年 9 月 30 日 22:07。 <http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/>

吳健，譚娟，黃沈發，吳建強，沙晨燕，唐浩，王敏* (2017)溢油污染潮間帶大型底棲動物體內總石油烴含量及風險動態 37(1): 381-387。

吳興偉，徐豔東，湯憲春 (2008) 海洋溢油事故對漁業資源影響損害研究。齊魯漁業。25(7):46-47。

李靜，宮向紅，喬丹，王斌，韓典峰，張秀珍(2015)石油污染對海洋貝類食品安全性影響研究進展。中國漁業品質與標準。5(1):35-41。

李麗和(2007)石油烴污染場地風險評價及案例研究。北京。化工大學。

沈南南，李純厚，王曉偉(2006)石油污染對海洋浮游生物的影響。生物技術通報。26:96-99。

阮金山(2008)廈門貝類養殖區海水、沉積物和養殖貝類體內重金屬含量的初步研究熱帶海洋學報。27(5):47-54。

周政權，李曉靜，陳琳琳，劉欣，李寶泉(2016)蓬萊 19-3 平臺溢油事故對渤海大型底棲生物群落結構的長期影響。廣西科學院學報。322:92-100。

邱郁文(2015)金門濕地動植物資源調查(3/3)成果報告。金門國家公園管理處委託辦理報告。237 頁。

邵廣昭 (2001)海難洩油對海洋生態的衝擊及其調查研究 - 國家政策研究基金會。永續(研)090-004 號(2001/3/19)。

夏北成(2002)環境污染物生物降解。北京: 化學工業出版社。

孫元敏,馬志遠,黃海萍(2015)我國海島潮間帶貝類體中重金屬含量及其評價。中國環境科學。35(2): 574~578。

孫冰，高志鷹，朱小梅，秦薇，楊世莉，嚴志宇，李躍全，薑宏偉 (2013) 溢油對菲律賓蛤仔急性毒理效應研究。海洋環境科學。32(6)-880-888。

張靜，胡梅生，湯保貴(2005)溢油污染對湛江生態和經濟的影響與對策。湛江海洋大學學報。25(2): 77-81。

陳宜清，林建任 (2007) 探討以生態指標應用於海岸油污染之環境敏感度的設定。第 29 屆海洋工程研討會論文集。頁數:469-474。(國立成功大學 2007 年 11 月) Proceedings of the 29th Ocean Engineering Conference in Taiwan National Cheng Kung University, November 2007.

陳清香，楊文，初慶柱。(2011)湛江碓洲島海域 19 種貝類食用部位的重金屬含量及評價。生態環境學報。20(1): 175-180。

陳道海, 湯志玲.(2009) 礪敵荔枝螺體內 8 種金屬元素含量及評價。水產科學。18(2): 93-96.

陳寧，陳添寶。2016。「金門黑潮」。文章刊於電子媒體「我們的島」網站(2016.10 月 vision); 影音傳播刊於 2016 年 9 月 26 日 22:00，公共電視頻道。 <http://ourisland.pts.org.tw/>

景偉文，楊桂朋，康志強 (2008) 海洋溢油污染對生物群落和種群的影響及生態系統的恢復。海洋湖沼通報。1:80-88。

萬邦和 (1986) 海洋石油污染及其危害。海洋環境科學。5(3):52-63。

董森堡，陳虹瑾。2016。金門油汙追蹤報導「污染金門的大陸貨輪，11 月初拖走的承諾會不會又跳票?」。端傳媒電子新聞，刊登日期 2016 年 10 月 21 日。 <https://theinitium.com/>

趙雲英，楊慶霄(1997)溢油在海洋環境中的風化過程。海洋環境科學。16(1):45-52。

鄧利，林少錚，張慧敏，丘紅梅，申治國(2008)。深圳市潮間帶動物體內的重金屬含量。熱帶海洋學報。27(1)60-64。