

金門（國家公園）濱海潮間帶動物相調查研究

期末報告

委託單位：金門國家公園管理處

執行單位：中國生物學會

計畫主持人：陳章波

中華民國八十六年 1 月

目錄

序論

1. 慈湖底棲生態
2. 金門國家公園沙泥灘潮間帶貝類資源保育
3. 金門縣牡蠣養殖變遷與問題探討
4. 平掛式牡蠣養殖死亡原因勘查
5. 金門潮間帶常見兩種環節多毛類
6. 蟹
7. 金門地區稚蟹的分佈調查
8. 保育建議
9. 附錄

序論

陳章波

中央研究院動物研究所

金門在民國八十一年十一月間解除戰地政務，八十四年五月行政院核定通過「金門國家公園計畫」，於八十四年十月成立國家公園管理處。金門國家公園區域範圍包括下列五個區域：古寧頭區、太武山區、古崗區、馬山區及列嶼區；其中有多處特別景觀區與濱海潮間帶生物資料有密切關係。但由於金門長期處於戰地前線，海岸資源一直沒有足夠的資料以為景觀區管理之參考依據，是以金門國家公園管理處委託中國生物學會進行研究，調查研究金門國家公園及其鄰近地區濱海潮間帶動物相，以為國家公園生物資源庫之一環及永續經營管理參考之用。

本研究在執行上有以下幾點特色：

1. 研究人力之本土化：關切濱海潮間帶動物資源者，除國家公園之經營管理者外，尚包括教育界、水產界人士、當地一般民眾及遊客，更有自然界的鳥獸等。因此邀請金門當地的上述資源使用者同時參與濱海潮間帶動物相的調查研究，為本計畫人力配置的一大考量。本計畫邀請金門水試所成員及金門高中與台灣本島相關青年學者一齊合作、以落實資源研究人力本土化。
2. 縮短研究調查至實用的時程：以往台灣環境調查研究的步驟常是先做物種的採集、分類鑑定之後，才做生態定量調查，再做環境因子相關分析。這一流程短則3-5年，長則10來年，以致於要做使用及管理之規畫時，已經事過境遷，又得重頭來。有了以往的失敗經驗，本調查研究盡力避免落入舊規，而且力求與金門國家公園管理處配合，集中調查研究最迫切的課題（如：慈湖、鶯、鄉土教育等）。
3. 研究及推廣並進：金門環境變遷快速，已不容保育工作按部就班一步一步的走了。因此一面調查，一面推廣以喚醒金門人的環保意識：人人可作環保尖兵，可為自己家園努力做調查研究。這一年期間金門國家公園管理處一共舉行三場相關的活動：「85年金門國家公園戶外教學教師研習會」、「金門國家公園及鄰近水

域動物資源之調查研究與應用研討會」、「金門縣 85 年度中小學教師鄉土生物保育研究方法研討會」，可說是努力有加。本計畫研究人員也全力參與，為大家的家園而努力。

4. 保育為重但兼顧資源之合理應用：海域資源傳統以漁業為重，而海濱則以牡蠣養殖為大宗，但牡蠣養殖會阻礙海流，牡蠣濾食產生擬糞，而使得海灘泥濘化，不便於其他海邊活動。金門傳統之石條式牡蠣養殖是否為最能與環境共存的資源使用方式，及是否值得以文化資產的方式保存都是值得研究的。可惜本報告在這方面還沒有足夠的數據能夠做深入的分析。

本報告分為三個單元：調查研究、圖片解說、及保育建議。由於採集工作受到天候、海防及人力的種種限制成果並不多，加上濱海無脊椎動物種類繁多，分類鑑定不易（許多動物類別因為國內尚未有任何專家能夠做分類上的鑑定），因此本報告中有許多物種寫不出學名，只能用俗名來稱呼之。這是本研究報告的一大缺失。但俗名的使用已經足夠大家來認識它、關愛它。本報告也沒有辦法回答金門海濱有多少種無脊椎動物？由多年的野外工作經驗，可以看出金門海濱仍然是處於未開發的處女地：沒有污染、物種類別多。這是金門人可引以為傲的或是因禍得福吧！也是金門國家公園管理處未來發展的重點之一，是以本報告提出一些保育建議以為大家共同努力。

感謝金門國家公園管理處委託這個調查研究，讓台灣客又看到沒有污染的海灘，亮麗的白雲，清新的空氣，及那麼多熟知，但在台灣以尋覓不可得的無脊椎動物們。

慈湖底棲生態

劉弼仁¹ 謝蕙蓮¹ 林志國² 陳朝金² 陳章波¹

1. 中央研究院動物研究所

2. 金門水產試驗所

摘要

金門慈湖原為一個開放性的海灣，自民國 58 年後，築慈堤將海灣圍起，成為獨特的海水湖，現有許多水鳥棲息。本研究於 1996 年 2、5、8、11 月乘坐小舢舨，選取 12 個測站，以採泥器(grab)採取湖底沉積物，對慈湖的底棲環境背景與底棲動物進行初步的調查。包括水深分布、沉積物的粒度大小(grain size)、粉泥/黏土含量(silt/clay content)、篩選度(sorting coefficient)、鹽度、全氮(TN)、全碳(TC)和全有機碳含量(TOC)等環境因子，以及生物種類與密度，並進一步分析環境與生物因子之空間分布特徵與相互間的關係，以做為金門國家公園管理處規劃水鳥公園的參考。

四季調查結果顯示，慈湖的相對深度以湖的東半側較淺，水深 1m 淺以內，湖中央及湖西側(慈堤東側)較深，水深平均約 1.2m。沉積物的粒徑大小的分布特徵呈東西走向的分布，湖中間及東半側較粗，為砂質性底質，往周圍漸細的趨勢，至湖的西北側和西南側最細，為泥質底質。而粒徑越大，粉泥/黏土含量、全氮與全有機碳含量百分比則越少(Spearman's correlation, $p < 0.01$)。粒徑大小、粉泥/黏土含量、全氮與全有機碳含量百分比在慈湖間的分布有差異。在篩選程度方面，普遍都不佳，表示沉積物粒徑組成的異質性(heterogenous)很高，屬於擾動性(disturbance)低的沉積環境。在沉積物的鹽度方面，沉積物鹽度介於 24~35.5‰ 間，底質環境全屬於鹹水環境，而鹽度大小在季節間有差異。

在生物相方面，四季計採到端腳類、二枚貝、腹足類、其它種類的軟體動物、貧毛類、多毛類、帶形動物、海鞘、蝦、蟹、紐形動物、星蟲和蛭等 13 類動物，類群歧異度指數(H')和均勻度指數(J')顯示慈湖的物種具有豐富的多樣性。在季節上，生物種類及密度在季節間有差異。在環境因子和生物因子間的分析顯示端腳類、端腳類、二枚貝偏向棲息在顆粒較大、粉泥/黏土含量較低、全氮、全有機碳含量較低的砂質海床(canonical correlation, $p < 0.05$)。

前言

金門位於福建省東南沿海九龍江口的廈門灣內，鄰近大陸，為典型的大陸性東南沿海的島嶼。其動、植物幾乎全源自大陸華南，自然環境與大陸華南較相似，而與臺灣的差異較大。金門的自然生態曾經歷兩次重大的改變，第一次在十七世紀中葉，鄭成功在金門大規模伐木，製造戰船(雷，1995)影響所及，金門風沙為患；第二次是在民國38年政府遷臺後，為固守金門，特在全島進行全面的造林和興建人工水體(雷，1995)，以掩蔽軍事據點並徹底解決風沙災害。同時，金門亦實施戰地政務，維持金門在一種低度開發的狀態。清淨的海灣、遼闊的海域，蘊育出豐富的海洋生物，提供鳥類充足的食物；再加上島上茂密的林木，和廣泛散布的陸上水體，可供鳥類棲居，使得金門成為一個適合鳥類棲息的环境。目前計記錄到18目、50科、125屬、237種的鳥類(莊，1995)，其中以水鳥為主、陸鳥較少，叢爾小島的金門宛如鳥類的天堂。

但自1993年11月7日解除戰地政務後，大量的觀光客開始擁入。商人大肆開發土地，興建旅館和休閒設施，以從事商業性的活動來迎接觀光客。而這些人為的活動除了製造大量的垃圾和消耗大量的水資源外，使金門的景觀與地貌正快速的改變。此外，通宵不眠的霓虹燈所造成的光污染，也影響鳥類的棲居，使得鳥類的棲所逐漸被破壞而減少，金門的生態環境正面臨第三次的改變。

慈湖原為一個開放性的海灣，位於金門本島西北側，地處金寧鄉的湖下、西浦頭到南山間。民國58年後，築慈堤將海灣圍起，成為獨特的海水湖(金門縣志，1992)。其東西向寬約1800公尺，南北長約1500公尺，面積約270公頃。當地的居民可在湖中進行捕魚、釣魚和遊憩戲水。本區有許多水鳥棲息，目前記錄有180餘種的鳥類(莊，1995)，其間有為數三千多隻的鷓鴣停棲，更有數以千計的雁鴨群聚，是金門擁有野鳥最多的濕地，也是極佳的賞鳥地點。金門國家公園為保有鳥類這項特殊的自然景觀，特將慈湖劃設為鳥類特別景觀區，除了保護鳥類資源外，尚兼顧漁業利用，並適當的開放賞鳥與觀光。而特別景觀區的設立必須先了解鳥類棲地的生態環境，對棲地環境進行調查，獲得足夠的資料與資訊，才能做適當的規劃與環境評估。

本研究的目的針對鳥類棲息的慈湖，進行湖底沉積物的物理、化學和生物因子的定量調查。物性分析包括水深分布、沉積物的粒徑大小(grain size)、粉泥/黏土含量(silt/clay content)、篩選度(sorting coefficient)、鹽度；化性分析包括全氮(TN)、全碳(TC)和全有機碳含量(TOC)百分比；而生物因子則包括底棲生物的種類和密度。同時分析環境與生物因子之空間分布特徵與相互間的關係，此項調查結果可供金門國家公園管理處規劃水鳥公園時的參考依據。

材料與方法

一、沉積物的採樣

1996年2月28日、5月30日、8月27日、11月14日，於金門慈湖乘坐水試所的小舢舨，對湖底沉積物進行底土樣品及生物樣品的採樣。利用具有衛星定位、魚群探測和航跡顯示三項功能的儀器(RAYTHEON ECHOSTAR-790)，在慈湖進行定位和測量水深；同時取三條橫截線(transect line)，選取12個採樣站(圖1)，每個採樣站以方形採泥器(0.15x0.15m²)採取湖底沉積物。每個樣站各取樣四次，一個樣品以兩個50ml的小罐收集，一份固定在5%的中性海水福馬林，做為沉積物的粒徑分析；另一份則冷藏帶回實驗室，做沉積物的有機物含量分析和沉積物鹽度的測量。其餘三個樣品則經0.62mm的網目篩選後，合併作為一個生物樣品，放入塑膠罐收藏，經0.2%PPOX(2-phenoxyethanol)麻醉液麻醉15分後，再固定於10%的中性海水福馬林內，做為生物種類的鑑定和計量用。底棲動物密度的換算為，採得的生物量/各測站總採樣的面積。

二、沉積物的分析

(一)物性分析

將採得的泥樣先以漚篩法過篩，再以定量吸管法(pipette method)進行平均粒徑與篩選程度的分析(Buchanan and Kain, 1971; Hsieh and Chang, 1991; 謝等, 1993)。沉積物的物理特性以粒度大小中間值(median ϕ)及篩選係數(sorting coefficient)來界定，其計算方式參考謝等(1993)的方法。據此，中間度之值可對照粒度分類表(Folk, 1966)得出沉積物之粒度類別，類別分為粗砂、中度粗砂、細砂、極細砂及泥五級；而篩選係數可對照篩選分級表(Folk, 1966)，得出篩選程度分為極佳、佳、中度佳、尚佳、不佳五級。沉積物的鹽度測量是以濾紙將採得的沉積物中所含的水份濾出，用鹽度計測之。

(二)化性分析

將採得的沉積物先經冷凍乾燥，然後再以研鉢及杵研磨均勻，取一部份的沉積物以氮、碳元素分析儀(Fisons NA-1500 Element Analyzer)分析沉積物中全氮(TN)、全碳(TC)含量百分比。一部份的沉積物經鹽酸處理，去除無機碳後，以Horiba EMIA-510 Element Analyzer分析沉積物中全有機碳(TOC)含量百分比。

(三)底棲無脊椎動物組成與群聚分析

在實驗室中，先將生物自沉積物中挑選出來，進行分類，然後保存在70%的酒精中，接著在顯微鏡下鑑定生物的種類並計數數量。群聚特徵以種歧異度指數(H')及均勻指數(J')表示。H'、J'數值愈大，表示種類愈豐富，各族群數量之相對分布均勻，無優勢性存在，污染程度相對較低。

群聚特徵間、環境特徵間以及兩者間的相關關係分析，係以斯皮耳曼等級相關分析(Spearman's rank correlations)(Sokal & Rohlf, 1981)及多變數分析法之正典相關分析法(canonical correlations)(Digby & Kempton, 1987)來分析各生物群聚密度與物理及化學因子之相關性，以判斷影響無脊椎動物群聚分布的關鍵因子。

結果

(一)相對深度

慈湖的相對深度分布並不均勻(圖 1)，以湖的東半側較淺，水深 1m 淺以內，淺的地方可露出水面。湖中央及湖西側(慈堤東側)較深，水深平均約 1.2m，最深達 1.8m 深。

(二)沉積物的物性分析

慈湖沉積物粒徑的分布變化(grain size)如下：2 月時，湖的南側(測站 3)、中央(測站 8)、東側(測站 6、7)和東北側(測站 12)的粒徑較粗(圖 2)，粒徑皆大於 0.21mm(表 1-1)，而向湖的東南和西側遞減，至湖的西南(測站 1、2)和西北側(測站 10)降至 0.03mm 以下(表 1-1)。5 月時，湖的東側(測站 5、6)的粒徑較粗(圖 2)，粒徑皆為 0.23mm(表 1-2)，向湖的西側遞減。除了在湖北側(測站 11)的粒徑又變粗外，至湖的西南(測站 1、2)和西北側(測站 10)降至 0.03mm 以下(表 1-2)。8 月時，湖中央(測站 8)、北側(測站 11)和東側(測站 7)的粒徑最粗(圖 2)，粒徑皆大於 0.22mm(表 1-3)，而向四周遞減，至湖的南(測站 3)、西南(測站 1、2)和西北側(測站 10)降至 0.05mm 以下(表 1-3)。11 月時，湖的東側(測站 6)和東北側(測站 12)的粒徑最粗(圖 2)，粒徑皆為 0.18mm(表 1-4)，而向湖的西側和西南側遞減，至湖的西南側(測站 1、2)降至 0.04mm 以下(表 1-4)。

慈湖沉積物粒徑的分布特徵為湖的東半側(測站 5、6、7、12)、湖中央(測站 8、11)及湖西側(測站 9)較粗(圖 6-1)，粒徑介於 0.125~0.25mm 間(表 1)，屬於細砂性(fine sand)的底質；而往湖的南側偏東(測站 4)、南側(測站 3)、西南側(測站 1、2)和西北側(測站 10)較細，粒徑分別介於 0.0625~0.125mm 和 0.0039~0.0625mm 間(表 1)，屬於極細砂(fine sand)和粉泥性(silt sand)的底質。沉積物粒徑的分布呈東西走向分布(圖 2)；湖中間及東半側較粗，往周圍漸細的趨勢，至湖的西北側和西南側最細。粉泥/黏土含量的分布特徵則與粒徑分布相反(圖 3，圖 6-3)，泥質性底質(測站 1、2、3、10)的粉泥/黏土含量高於 60%(表 1)，而砂質性底質(測站 4、5、6、7、8、9、11、12)皆低於 60%。顯示沉積物的粒徑大小和粉泥/黏土含量在慈湖間的分布有差異。

沉積物的篩選程度，普遍都不佳(表 1；圖 6-2)，表示沉積物粒徑組成的異質性(heterogenous)很高，擾動性低(disturbance)。而在沉積物的鹽度方面，四季各測站的沉積物鹽度介於 24~35.5‰ 間(表 1；圖 6-4)，顯示底質環境全屬於鹹水環境。在各

季方面，在 2 月時，各測站的沉積物鹽度介於 28.5~32.5‰ 間(表 1-1)，而 5 月時則普遍下降，大部份介於 24~30‰ 間(表 1-2)，8 月時又上升，介於 26~30‰ 間(表 1-3)，到 11 月時更上升到 30~35.5‰ 間(表 1-4)。顯示沉積物的鹽度在季節間有差異。

(三)沉積物的化性分析

慈湖沉積物中全有機碳(TOC)含量百分比的分布變化如下：2 月時，湖西半側的全有機碳含量(測站 1、2、9、10、11)較高(圖 4)，均高於 0.7%(表 1-1)，而東半側的較低。5 月時，湖的南側(測站 3、4)、西南側(測站 1、2)和西北側(測站 10)較高(圖 4)，均高於 0.6%(表 1-2)。8 月時，湖的東側(測站 6)、東南側(測站 5)、南側(測站 3、4)、西南側(測站 1、2)、西側(測站 9)和西北側(測站 10)較高(圖 4)，均高於 0.6%(表 1-3)。11 月時，以湖的東南側(測站 5)、南側(測站 3、4)和西南側(測站 1、2)較高(圖 4)，均高於 0.6%(表 1-4)。全氮(TN)含量百分比的分布與全有機碳含量百分比的分布相似(圖 5)，而此兩者各季節的分布又與沉積物粒徑的分布相反(圖 2)，但與粉泥/黏土含量的分布(圖 3)相似。

沉積物中全有機碳含量百分比的分布特徵為湖的西南側(測站 1、2)最高(圖 7-1)，含量均高於 0.8%(表 1)；湖的南側(測站 3)、南側偏東區(測站 4)、西側(測站 9)和西北側(測站 10)次之，含量介於 0.4~0.9% 間；而在湖的中央(測站 8)、東側(測站 7、12)最低，含量低於 0.6%。沉積物中全有機碳含量百分比的分布在慈湖間有差異。而沉積物中全氮含量百分比的分布特徵為湖的西南側(測站 1、2)最高(圖 7-2)，含量高於 0.10%(表 1)，而在湖的中央(測站 8)、東側(測站 7、12)最低，含量低於 0.07%。沉積物的全氮含量百分比的分布在慈湖間也有差異。

(四)底棲動物的組成與分布

2 月時共採到端腳類(amphipoda)、螃蟹稚生(decapoda)、二枚貝(bivalvia)、腹足類(gastropoda)、貧毛類(oligochaeta)、多毛類(polychaeta)、帶形動物(phoronida)等 7 類底棲無脊椎動物(表 2-1)，以端腳類佔最大的比例，其次為多毛類(表 3-1；圖 8-1)。多毛類有 14 科 21 種(表 4-1)，以膜片稚齒蟲(*Prionospio membranacea*)和雙形擬單指蟲(*Cossurella dimorpha*)佔大部份；二枚貝有 7 種(表 5-1)，以簾蛤科的貝(*Veneridae* sp.)及小花眼簾蛤(*Ruditapes variegatus*)佔大部份；腹足類有 9 種(表 6-1)，以燒酒海螵(*Batillaria zonalis*)、鐵尖海螵(*Cerithidae djadjariensis*)、栓海螵(*Cerithidae cingulata*)佔大部份；而端腳類、貧毛類、帶形動物和螃蟹，則尚無法辨別種類。在分布上，端腳類、多毛類、腹足類和二枚貝在每個測站均有分布(表 2-1)，但貧毛類只出現在湖中央(測站 8)、北側(測站 11)及東側(測站 6、7)、東北側(測站 12)。

5 月時共採到端腳類、蝦(shrimp)、螃蟹稚生、二枚貝、腹足類、其它種類的軟體動物、蛭(leech)、貧毛類、多毛類、帶形動物和星蟲(sipuncula)等 11 類底棲無脊椎動物(表 2-2)，以端腳類和多毛類佔大部份(表 3-2；圖 8-2)。多毛類有 16 科 23 種(表

4-2)，以偽纓女蟲屬(*Pseudopolydora* sp.)和膜片稚齒蟲佔大部份；二枚貝有 5 種(表 5-2)，以歪簾蛤(*Anomalocardia squamosa*)和簾蛤科的貝佔大部份；腹足類有 7 種(表 6-2)，以栓海螵和燒酒海螵佔大部份。在分布上，多毛類在每個測站均有分布，而端腳類除在第 10 站，腹足類在第 1 站沒有分布外，其餘每個測站均有分布(表 2-2)；而二枚貝未出現在測站 1、2、10，但貧毛類只出現在湖東側(測站 7)、西側(測站 9)和東北側(測站 12)。

8 月時共採到端腳類、蝦、二枚貝、腹足類、其它種類的軟體動物、紐形動物(nemertea)、貧毛類、多毛類、帶形動物和海鞘(tunicate)等 10 類底棲無脊椎動物(表 2-3)，以腹足類佔最大的比例，多毛類次之(表 3-3；圖 8-3)。多毛類有 11 科 16 種(表 4-3)，以雙形擬單指蟲和等齒角沙蠶(*Ceratonereis burmensis*)佔大部份；二枚貝有 2 種(表 5-3)，以歪簾蛤佔大部份；腹足類有 7 種(表 6-3)，以燒酒海螵和栓海螵佔大部份。在分布上，多毛類在每個測站均有分布，而腹足類在第 1 站沒有分布外，其餘每個測站均有分布(表 2-3)，而二枚貝未出現在測站 1、2、3、4、10，但貧毛類只出現在湖東側(測站 5、6)、北側(測站 11)和東北側(測站 12)。

11 月時共採到端腳類、二枚貝、腹足類、其它種類的軟體動物、貧毛類、多毛類、帶形動物和海鞘等 8 類底棲無脊椎動物(表 2-4)，以腹足類佔最大的比例，多毛類次之(表 3-4；圖 8-4)。多毛類有 12 科 16 種(表 4-4)，以膜片稚齒蟲和日本稚齒蟲(*Prionospio japonica*)佔大部份；二枚貝有 2 種(表 5-4)，以歪簾蛤佔大部份；腹足類有 6 種(表 6-4)，以燒酒海螵和栓海螵佔大部份。多毛類和腹足類在每個測站均有分布(表 2-4)，而二枚貝未出現在測站 1、2、3、4，但貧毛類只出現在湖東側(測站 5)、西北側(測站 10)和北側(測站 11)。

四季的群聚種類以 5 月時最多(表 2)，有 11 類，2 月時最少，只有 7 類。多毛類的種類也以 5 月時最多(表 4)，有 23 種，8 月和 11 月最少，但也有 16 種。二枚貝的種類在 2 月時最多(表 5)，有 7 種，但 8 月和 11 月都只有 2 種。腹足類的種類在 2 月時最多(表 6)，有 9 種，11 月最少，但也有 6 種。在分布上，多毛類和腹足類的分布廣泛，整個慈湖都有，而貧毛類只分布在慈湖中央以北的地區，二枚貝則不易出現在泥質性的底質上(測站 1、2、3、10)。

(五)底棲動物的密度變化

底棲動物的密度季節變化如下：在 2 月時最高(圖 9)，密度可高達 14725 隻/每平方公尺(測站 7)(表 2-1)，最低的也有 3007 隻/每平方公尺(測站 2)。5 月的密度略低於 2 月的，但也有 14696 隻/每平方公尺(測站 4)(表 2-2)，最低的則下降到 1126 隻/每平方公尺(測站 3)。8 月的密度則明顯的下降，最高只有 2148 隻/每平方公尺(測站 7)(表 2-3)，最低的只有 133 隻/每平方公尺(測站 3)。11 月的密度則略微上升，最高的有 3007 隻/每平方公尺(測站 11)(表 2-4)，但最低的只有 119 隻/每平方公尺(測站 2)。底棲動物的密度變化在季節間有差異。

端腳類的密度季節變化特徵如下：在2月時最高(圖10)，密度可高達11837隻/每平方公尺(測站7)(表2-1)，最低的也有652隻/每平方公尺(測站1)。5月的密度低於2月的，最高為10874隻/每平方公尺(測站4)(表2-2)，但有些地方的只有0(測站10)。8月的密度則明顯的下降，僅有14.8(測站3)和29.6隻/每平方公尺(測站12)(表2-3)，其餘的密度均為0。11月的密度也僅有14.8隻/每平方公尺(測站4, 5)(表2-4)，其餘的均為0。端腳類的密度變化在季節間有差異。

多毛類的密度季節變化也是在2月最高(圖13)，最高有3437隻/每平方公尺(測站1)(表4-1)；最低的也有563隻/每平方公尺(測站3)。5月的密度下降，最高只有2844隻/每平方公尺(測站4)(表4-2)，最低也有489隻/每平方公尺(測站6)。8月則明顯下降，密度最高只有667隻/每平方公尺(測站7)(表4-3)，最低為44隻/每平方公尺(測站6和9)。11月的密度又略為上升，最高為785隻/每平方公尺(測站11)(表4-4)，最低為74隻/每平方公尺(測站2)。多毛類的密度變化也有季節間的差異。

二枚貝的密度季節變化也是在2月時最高(圖11)，最高的密度有637隻/每平方公尺(測站8)(表5-1)，最低的只有14.8隻/每平方公尺(測站1、2、4)。5月的密度也低於2月的，最高為519隻/每平方公尺(測站11)(表5-2)，但有3個測站的為0(測站1、2、10)。8月的密度則明顯的下降，最高的僅有74.1隻/每平方公尺(測站6、11)(表5-3)，而有5個測站的密度均為0(測站1、2、3、4、10)。11月的密度則略為上升，但最高只有163隻/每平方公尺(測站11)(表5-4)，而仍有4個測站的密度為0(1、2、3、4)。二枚貝的密度變化有季節間的差異和地理分布的差異。

腹足類的密度季節變化與前面幾種相反(圖12)，2月時的密度最高有904隻/每平方公尺(測站5)(表6-1)，最低的只有44隻/每平方公尺(測站1)。而5月時的密度最高有2385隻/每平方公尺(測站11)(表6-2)，但在測站1的密度為0。8月時的密度有1585隻/每平方公尺(測站11)(表6-3)，測站1的密度仍為0。11月的密度有1956隻/每平方公尺(測站11)(表6-4)，最低的只有44隻/每平方公尺(測站2)。腹足類的密度變化有地理分布的差異。

(六)底棲動物群聚分布的多樣性(biodiversity)

類群歧異度指數值(H')多在0.6以上(圖14-1)，最高達1.23(5月，測站5)，均勻度指數(J')多在0.2以上(圖14-2)，最高達0.47(2月，測站11)，顯示慈湖的種類豐富，無優勢種，污染程度相對較低。在分布方面，類群歧異度指數值和均勻度指數以湖的西南側(測站1、2)、南側(測站3)和南側偏東區(測站4)較低，甚至為0(8月，測站1)。而在季節方面，類群歧異度指數值和均勻度指數在2月和5月時較高，8月時下降，11月時又上升，群聚分布的多樣性在季節間有差異。

(七)沉積物環境因子間之相互關係

以斯皮耳曼等級相關分析得知慈湖各季、各測站沉積物的物理、化學因子間的

相互關係，在 2、5、8、11 月四季(表 7)，除了 2 月、5 月的粒徑大小和全氮含量間，以及 11 月的粉泥/黏土含量與全氮含量間沒有顯著相關外，沉積物的粒徑大小和粉泥/黏土(圖 15-1)、全有機碳(圖 15-2)、全氮含量(圖 15-3)等皆呈負相關，而粉泥/黏土含量與全有機碳(圖 16-1)、全氮含量(圖 16-2)呈正相關，全有機碳與全氮含量呈正相關(圖 16-3)。這些相關顯示沉積物的顆粒越大，所含的粉泥/黏土、全有機碳和全氮含量就越低，而粉泥/黏土含量越多，所含的全有機碳、全氮含量就越高。

(八)生物族群因子間之相互關係

以斯皮耳曼等級相關分析得知慈湖各季、各測站沉積物的生物族群因子間的相互關係，只有在 5 月時，二枚貝的密度和腹足類的密度呈顯著正相關(表 8-2)，以及 11 月時，二枚貝的密度和腹足類、多毛類的密度呈顯著正相關(表 8-4)，腹足類的密度和多毛類的密度呈顯著正相關，其餘的生物族群因子均沒有顯著的相關性。

(九)生物族群與環境因子間相互關係

以斯皮耳曼等級相關分析得知慈湖各季、各測站沉積物的生物族群與環境因子間相互關係，端腳類只有在 2 月時，其密度和粒徑大小呈正相關(表 9-1)，而與粉泥/黏土、全有機碳、全氮含量等呈負相關。二枚貝在 5 月時，其密度與粉泥/黏土、全有機碳、全氮含量呈負相關(表 9-2)；8 月時，其密度則與粒徑大小呈正相關(表 9-3)，而與粉泥/黏土含量呈負相關；11 月時，其密度與粉泥/黏土、全有機碳含量呈負相關(表 9-4)。腹足類在 5、8 月時，其密度另與粒徑大小呈正相關(表 9-2、9-3)，而與粉泥/黏土含量呈負相關；而 8 月時，其密度尚與全氮含量呈負相關(表 9-3)。多毛類則與任何環境因子間均沒有顯著的相關性。

以正典相關分析得出粉泥/黏土、全碳、全氮含量間呈正相關(canonical correlation, $p < 0.05$ ，圖 17)，而與粒徑大小間呈負相關，意指粒徑越大，粉泥/黏土、全碳、全氮含量就越低。端腳類、二枚貝與腹足類的密度與粒徑大小呈正相關，而與粉泥/黏土、全氮、全有機碳含量呈負相關，顯示端腳類、二枚貝與腹足類偏向分布在粒徑較大的海床，而粒徑較大的海床，其粉泥/黏土、全氮含量、全有機碳含量則較低。

討論與建議

(一)環境因子

由於慈湖原本是個海灣，灣口在西南方向，因此海灣的西南方向比較深，而東側靠岸的地方比較淺。自築堤圍成湖後，由慈湖的相對深度分布顯示，湖的東半側較淺，湖中央及湖西側(慈堤東側)較深，整個慈湖仍維持海灣的分布特性，是否有逐漸淤積、變淺的現象，由目前的資料並無法判斷。

進一步由沉積物的篩選度來推斷慈湖的沉積環境。沉積物的篩選度很好，代表

粒徑組成的同質性高，組成的粒徑大小大致相似，是波浪、水流作用較強的地方(Gray, 1981)；而篩選度不佳，代表粒徑組成的異質性很高，組成的粒徑大小很不一致，屬於波浪和水流作用較弱，擾動較低的沉積環境。慈湖周圍的環境並沒有淡水河川注入，但周圍的水塘與養殖池則可將水排入湖內，而西南側築有慈堤將湖水與外面海水隔離，僅在慈堤南端留有寬約一米的水閘，可與外界海水相通。由慈湖沉積物的篩選度都非常不佳(表 1)的資料得知，慈湖內的波浪和水流的作用不強，並沒有明顯受到堤外海水潮汐和波浪的影響。在沉積物的粒徑分布方面，粒徑分布呈現湖中間及東半側較粗，至湖的西北側和西南側較細的分布，並沒有明顯的季節間的差異，即使 7 月底賀伯颱風的作用，對底質也沒有明顯的影響。而由於慈湖是擾動較低的沉積環境，此種分布是否是原本海灣的特性，或是由風向、風速及相對水深的不同，改變了慈湖的沉積環境所致，由目前的資料並無法明確判斷。在沉積物的鹽度方面，慈湖為一個封閉性的人工潟湖，並沒有像封閉性的潮池或潟湖的海水與沉積物鹽度均較一般海岸高的現象，卻有季節間的差異，這可能與周圍淡水的排入、水閘海水的交換、降雨(如 5、6 月的梅雨季，7、8 月的颱風帶來大量的與雨水)及蒸發量在各季節不同的影響所致。

沉積物的全有機碳、全氮含量的分布主要受到沉積物粒徑大小和粉泥/黏土含量的影響。顆粒較大的沉積物，其粉泥/黏土含量、全氮和全有機碳含量較顆粒小的低，這是因為等體積的沉積物，粒徑大的表面積小於粒徑小的，而顆粒的表面積越大，能附著的有機質越多之故。顯示慈湖沉積物的全有機碳、全氮含量的分布是一種物理現象，並沒有出現明顯的污染源。

(二) 群聚生物組成、密度與多樣性

在一個高度污染的地區，污染會導致生物種類變少，生物族群的密度降低(Coull & Wells, 1981)，只剩優勢種易生存，類群歧異度指數和均勻度指數因而降低。而慈湖的底棲動物的種類相當多，有端腳類、二枚貝、腹足類、其它種類的軟體動物(如裸鰓類)、貧毛類、多毛類、帶形動物、海鞘、蝦、蟹、紐形動物、星蟲和蛭等，類群歧異度指數和均勻度指數也很高，顯示慈湖的物種豐富，沒有優勢種出現，是污染程度低的海水湖。在季節變化上，由於 7 月底有賀伯颱風的影響，再加上只有一年四季的觀察，對於底棲動物的種類、密度、類群歧異度指數和均勻度指數在春夏比較高，秋冬比較低的現象，並無法判斷是由於季節的影響，亦或是颱風的作用，必須對慈湖進行長期的環境監測，才能有進一步的了解。

(三) 群聚分布與環境因子間之相互關係

沉積物的粒徑大小影響底棲生物的分布。因為顆粒較小的泥質海床所含的有機質較高，使得顆粒間的空隙較緊密，缺乏水流循環，造成底質缺氧，生物較不易棲居於此種棲地上(Rhoads, 1970; Rhoads and Young, 1970)。而慈湖的端腳類、二枚貝與腹足類的密度與粒徑大小呈正相關，而與粉泥/黏土、全氮、全有機碳含量呈負相

關，顯示端腳類、二枚貝與腹足類偏向棲息在顆粒較大的砂質海床。這結果與基隆河的底棲生物的分布相似(謝，1996)。

(四)建議

雖然慈湖沒有明顯受到污染，但周圍有養豬戶、養殖戶的存在，因此仍須對養豬戶、養殖戶排放的廢水、附近民生的排放水進行監測，以防大量未處理的污水流入湖內，污染環境。而透過對環境的監測，比較沉積物的有機物含量變化，並比較生物類群歧異度指數和均勻度指數的變化，可以了解慈湖底棲環境變化的情形。由資料顯示沉積物的粒徑大小影響底棲動物、全氮和全有機碳含量的分布，而粒徑大小呈東西向的分布，或許可將測站由12站減化至6站，東半側、中央、西半側各2站，並縮減採樣時間的間距，以利長期監測的進行。

除了瞭解慈湖的底棲環境外，對慈湖及其周圍的環境進行調查亦是非常重要的。譬如，調查慈湖的初級生產量、漁獲量，周圍養殖池利用慈湖的情形，慈湖周圍樹木砍伐的情形，鳥類棲所的地區及範圍，以及釣魚、划船、在湖內設置流刺網、袋袋網或圍網，進行捕魚、養蝦等活動。因為周圍環境與慈湖間是息息相關的，同樣會影響到慈湖的底質環境與鳥類的棲息。對這些環境與活動有進一步的了解，我們才能設立並規劃保護區(完全不能開發)、鄰界區(有條件低度的開發)和緩衝區(可開發)，而有助於水鳥公園的規劃。

設置鳥類的保護區最重要的目的就是保護鳥類的棲所。所以必須考慮到逐漸增加的人為活動與人為設施如何影響到鳥類的活動。金門逐漸增多的餐飲業、旅館業和遊憩業，其燈火通明所造成的光污染皆會影響鳥類棲息，因此，必須限制這些行業進駐慈湖周圍，以免造成慈湖人來了，鳥走了的遺憾。

參考文獻

- 金門縣志。1992。金門縣政府發行。金門縣立社會教育館編印。
- 莊西進。1995。金門鳥類世界。內政部營建署金門國家公園管理處發行 31 頁。
- 雷鴻飛。1995。海上有仙鄉-金門的地理。大自然 48: 10-15。
- 謝蕙蓮、黃守忠、李坤瑄、陳章波。1993。湖間帶底棲生態調查法。Chinese Bioscience 36(2): 71-80。
- 謝蕙蓮。1996。基隆河之監測(底棲生物部分)。淡水河底泥及生物相監測期中報告。行政院環境保護署。
- Buchanan J.B. and J.M. Kain. 1971. Measurement of the physical and chemical environment. *In*: Methods for the study of marine benthos, International Biological Program Handbook. no. 16, pp. 30-58, Ed. by N. A. Holme and A. D. McIntyre. Oxford and Edinburgh: Blackwell Scientific Publications.
- Coull, B.C. and J.B.J. Wells. 1981. Density of mud-dwelling meiobenthos from three sites in the Wellington Region. N.Z.J. Mar. Freshwat. Res. 15: 411-415.

- Digby, P.G. and R.A. Kempton. 1987. Multivariate analysis of ecological communities. Chapman and Hall, Ltd, London.
- Folk, R.L. 1966. A review of grain-size parameters. *Sedimentology*. 6: 73-93.
- Gray, J.S. 1981. The ecology of marine sediments. Cambridge University Press, NY, pp. 11-19.
- Hsieh, H.L. and K.H. Chang. 1991. Habitat characteristics and occurrence of the spionid *Pseudopolydora* sp. on the tube-caps of the onuphid *Diopatra bilobata* (Polychaeta: Spionidae, Onuphidae). *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 30(4): 331-339.
- Rhoads, D.C. 1970. Mass properties, stability, and ecology of marine muds related to burrowing activity. *J. Geol. Spec. Issue* 3: 391-406.
- Rhoads, D.C. and D.K. Young. 1970. The influence of deposit-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. *J. mar. Res.* 28:150-178.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 1981. *Biometry*. W.H. Freeman and Co., San Francisco.

謝辭

本次調查得以順利完成要感謝中研院動物所助理同仁陳瑞賓、范嵐楓、趙及銘、譚志宜、王家玲、陳明輝、蔡佩玲、謝雅慧，臺灣大學漁業科學研究所碩士班學生吳貞儀、楊小慧的合作與協助。此外，特別感謝金門水試所全體同仁在金門給予的協助；臺灣大學海洋研究所劉康克教授、助理顧靜心在有機物分析上的協助；臺灣大學動物系陳俊宏副教授和博士班學生邱郁文先生在軟體動物標本鑑定的協助。

本研究為金門國家公園濱海潮間帶動物相調查之計劃成果之一。

表1、金門慈湖各測站沉積物物理、化學之特性。

		採樣時間: 1996年2月28日											
		測站											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-1	粒徑												
	grain size (mm)	0.01	0.03	0.35	0.07	0.07	0.22	0.36	0.23	0.13	0.03	0.04	0.21
	粉泥/黏土含量												
	silt/clay(%)	88.8	63.2	11.0	46.0	44.0	21.4	13.4	17.9	24.8	64.5	54.9	16.5
	篩選度												
	sorting coefficient	1.7	2.9	1.7	2.9	2.8	2.2	2.0	2.5	2.8	2.9	2.9	2.1
	底土鹽度												
	sediment salinity(%)	30.0	28.5	32.5	31.5	28.5	30.5	32.0	30.5	31.5	30.5	30.0	31.0
	全氮含量												
	TN (%)	0.14	0.10	0.04	0.06	0.10	0.09	0.06	0.03	0.07	0.08	0.09	0.02
	全有機碳含量												
	TOC (%)	1.08	0.85	0.39	0.53	0.63	0.59	0.52	0.26	0.74	0.73	0.81	0.22
1-2	粒徑												
	grain size (mm)	0.02	0.03	0.05	0.10	0.23	0.23	0.18	0.16	0.16	0.02	0.26	0.11
	粉泥/黏土含量												
	silt/clay(%)	91.7	84.9	67.4	40.0	20.4	20.9	19.5	28.1	20.6	81.3	14.9	31.4
	篩選度												
	sorting coefficient	1.5	1.6	2.5	2.6	1.9	2.0	2.5	2.5	2.8	1.9	1.9	2.6
	底土鹽度												
	sediment salinity(%)	35.5	25.0	25.5	30.0	27.0	25.0	26.0	24.5	27.5	27.5	25.0	28.0
	全氮含量												
	TN (%)	0.15	0.12	0.11	0.07	0.05	0.08	0.02	0.04	0.03	0.13	0.04	0.04
	全有機碳含量												
	TOC (%)	0.93	0.82	0.60	0.71	0.37	0.44	0.33	0.22	0.35	0.80	0.26	0.35

續表1、金門慈湖各測站沉積物物理、化學之特性。

1-3		採樣時間: 1996年8月27日												
		測站	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
粒徑	grain size (mm)	0.02	0.02	0.03	0.09	0.19	0.19	0.22	0.23	0.23	0.08	0.05	0.22	0.18
粉泥/黏土含量	silt/clay(%)	93.4	96.0	90.7	56.9	29.9	30.0	20.4	22.9	59.1	72.6	17.9	25.7	
篩選度	sorting coefficient	1.3	1.0	1.1	2.0	1.9	2.0	1.8	1.9	2.1	1.7	1.8	2.1	
底土鹽度	sediment salinity(%)	30.0	28.0	30.0	26.0	28.0	27.0	25.0	29.0	30.0	28.0	29.0	30.0	
全氮含量	TN(%)	0.13	0.14	0.29	0.10	0.10	0.13	0.06	0.05	0.11	0.10	0.04	0.06	
全有機碳含量	TOC(%)	0.82	1.01	0.87	0.71	0.63	0.80	0.40	0.28	0.60	0.69	0.28	0.40	
1-4		採樣時間: 1996年11月14日												
粒徑	grain size (mm)	0.02	0.04	0.02	0.06	0.11	0.18	0.12	0.10	0.13	0.11	0.13	0.18	
粉泥/黏土含量	silt/clay(%)	88.9	75.8	86.1	51.3	34.1	24.5	31.2	43.8	37.2	32.8	24.8	35.2	
篩選度	sorting coefficient	1.6	2.1	1.6	2.6	2.7	2.3	2.7	2.4	2.6	2.4	2.5	2.1	
底土鹽度	sediment salinity(%)	30.0	28.0	30.0	26.0	28.0	27.0	25.0	29.0	30.0	28.0	29.0	30.0	
全氮含量	TN(%)	0.13	0.11	0.12	0.11	0.10	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.06	0.04	
全有機碳含量	TOC(%)	0.96	0.82	0.91	0.78	0.61	0.53	0.46	0.50	0.54	0.43	0.42	0.43	

表2、金門慈湖各測站底棲無脊椎動物密度變化。

生物類別	採樣時間: 1996年2月28日														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean	S.E.	%
端腳類 amphipoda	651.9	1629.6	6859.3	5777.8	3125.9	1570.4	11837.0	6340.7	4903.7	2163.0	903.7	3155.6	4076.5	898.1	63.9
螃蟹類 decapoda	0	0	0	0	0	0	0	0	29.6	0	0	0	2.5	2.4	0.04
二枚貝 bivalvia	14.8	14.8	325.9	14.8	118.5	59.3	355.6	637.0	44.4	148.1	340.7	251.9	193.8	53.3	3.0
腹足類 gastropoda	44.4	59.3	637.0	681.5	903.7	888.9	88.9	488.9	237.0	666.7	444.4	770.4	492.6	87.8	7.7
貧毛類 oligochaete	0	0	0	0	0	44.4	88.9	14.8	0	0	29.6	14.8	16.0	7.5	0.3
多毛類 polychaeta	3437.0	1288.9	563.0	1570.4	977.8	1022.2	2325.9	2148.1	1363.0	1925.9	1733.3	666.7	1585.2	222.7	24.9
帶形動物 phoronid	0	14.8	0	0	14.8	0	29.6	0	0	14.8	0	0	6.2	2.7	0.1
未知	0	0	0	0	0	0	0	29.6	0	0	0	0	2.5	2.4	0.04
總和	4148.1	3007.4	8385.2	8044.4	5140.7	3585.2	14725.9	9659.3	6577.8	4918.5	3451.9	4859.3	6375.3	935.3	100.0

生物類別	採樣時間: 1996年5月30日														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean	S.E.	%
端腳類 amphipoda	29.6	14.8	88.9	10874.1	1111.1	163.0	5407.4	1940.7	118.5	0	400.0	948.1	1758.0	899.5	41.5
蝦 shrimp	0	0	0	44.4	0	0	0	0	0	0	0	0	3.7	3.5	0.1
螃蟹類 decapoda	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	14.8	0	44.4	6.2	3.7	0.1
二枚貝 bivalvia	0	0	14.8	44.4	14.8	29.6	163.0	133.3	177.8	0	518.5	133.3	102.5	40.8	2.4
腹足類 gastropoda	0	14.8	133.3	829.6	607.4	785.2	1303.7	429.6	607.4	311.1	2385.2	548.1	663.0	181.8	15.7
軟體動物 other mollusca	0	0	0	0	0	0	14.8	14.8	0	0	0	14.8	3.7	1.9	0.1
蛭 leech	0	0	0	14.8	0	0	14.8	0	0	0	0	0	2.5	1.6	0.1
貧毛類 oligochaete	0	0	0	0	0	0	44.4	0	14.8	0	0	29.6	7.4	4.1	0.2
多毛類 polychaeta	1955.6	1733.3	888.9	2844.4	963.0	488.9	2651.9	1422.2	2222.2	992.6	1318.5	2355.6	1653.1	210.0	39.0
帶形動物 phoronid	0	0	0	44.4	118.5	14.8	148.1	0	14.8	0	0	29.6	30.9	13.9	0.7
星蟲 sipuncula	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	0	29.6	0	3.7	2.5	0.1
總和	1985.2	1763.0	1125.9	14696.3	2814.8	1481.5	9748.1	3940.7	3185.2	1318.5	4651.9	4103.7	4234.6	1118.5	100.0

單位: 隻/每平方公尺

續表2、金門慈湖各測站底棲無脊椎生物密度變化。

生物類別	採樣時間: 1996年8月27日												%			
	測站	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	mean	S.E.
端腳類	amphipoda	0	0	14.8	0	0	0	0	0	0	0	0	29.6	3.7	2.5	0.4
蝦	shrimp	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	1.2	1.2	0.1
二枚貝	bivalvia	0	0	0	0	14.8	74.1	44.4	14.8	14.8	0	74.1	14.8	21.0	7.7	2.5
腹足類	gastropoda	0	29.6	44.4	903.7	800.0	666.7	1422.2	474.1	118.5	355.6	1585.2	948.1	612.3	149.2	71.6
軟體動物	other mollusca	0	0	0	14.8	0	0	0	29.6	0	0	0	0	3.7	2.5	0.4
紐形動物	nemertea	0	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.1
貧毛類	oligochaete	0	0	0	0	29.6	14.8	0	0	0	0	14.8	29.6	7.4	3.3	0.9
多毛類	polychaeta	311.1	133.3	59.3	59.3	177.8	44.4	666.7	237.0	44.4	103.7	355.6	207.4	200.0	49.9	23.4
帶形動物	phoronid	0	0	0	14.8	14.8	0	0	0	0	0	14.8	0	3.7	1.9	0.4
海鞘	tunicate	0	0	14.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.1
總和		311.1	163.0	133.3	992.6	1037.0	800.0	2148.1	755.6	192.6	459.3	2044.4	1229.6	855.6	189.7	100.0

生物類別	採樣時間: 1996年11月14日												%			
	測站	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	mean	S.E.
端腳類	amphipoda	0	0	0	0	14.8	14.8	0	0	0	0	0	0	2.5	1.6	0.2
二枚貝	bivalvia	0	0	0	0	88.9	74.1	59.3	44.4	14.8	133.3	163.0	29.6	50.6	15.3	4.3
腹足類	gastropoda	74.1	44.4	637.0	814.8	1466.7	903.7	844.4	1037.0	103.7	725.9	1955.6	459.3	755.6	157.1	64.5
軟體動物	other mollusca	0	0	0	14.8	14.8	0	0	14.8	0	0	14.8	0	4.9	2.0	0.4
貧毛類	oligochaete	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	14.8	59.3	0	7.4	4.8	0.6
多毛類	polychaeta	118.5	74.1	148.1	177.8	429.6	385.2	370.4	577.8	207.4	355.6	785.2	325.9	329.6	56.8	28.1
帶形動物	phoronid	0	0	0	0	14.8	0	133.3	0	14.8	29.6	29.6	0	18.5	10.5	1.6
海鞘	tunicate	0	0	0	14.8	0	14.8	0	0	0	0	0	0	2.5	1.6	0.2
總和		192.6	118.5	785.2	1037.0	2044.4	1377.8	1407.4	1674.1	340.7	1259.3	3007.4	814.8	1171.6	228.9	100.0

單位: 隻/每平方公尺

表3、金門慈湖各測站底棲無脊椎動物組成百分比。

生物種類	採樣時間：1996年2月28日												
	測站	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
端腳類	amphipoda	15.7	54.2	81.8	71.8	60.8	43.8	80.4	65.6	74.5	44.0	26.2	64.9
螃蟹類	decapoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0
二枚貝	bivalvia	0.4	0.5	3.9	0.2	2.3	1.7	2.4	6.6	0.7	3.0	9.9	5.2
腹足類	gastropoda	1.1	2.0	7.6	8.5	17.6	24.8	0.6	5.1	3.6	13.6	12.9	15.9
貧毛類	oligochaeta	0	0	0	0	0	1.2	0.6	0.2	0	0	0.9	0.3
多毛類	polychaeta	82.9	42.9	6.7	19.5	19.0	28.5	15.8	22.2	20.7	39.2	50.2	13.7
帶形動物	phoronid	0	0.5	0	0	0.3	0	0.2	0	0	0.3	0	0
未知		0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0
總和		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

生物種類	採樣時間：1996年5月30日												
	測站	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
端腳類	amphipoda	1.5	0.8	7.9	74.0	39.5	11.0	55.5	49.2	3.7	0	8.6	23.1
蝦	shrimp	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0
螃蟹類	decapoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	1.1	0	1.1
二枚貝	bivalvia	0	0	1.3	0.3	0.5	2	1.7	3.4	5.6	0	11.1	3.2
腹足類	gastropoda	0	0.8	11.8	5.6	21.6	53.0	13.4	10.9	19.1	23.6	51.3	13.4
軟體動物	other mollusca	0	0	0	0	0	0	0.2	0.4	0	0	0	0.4
蛭	leech	0	0	0	0.1	0	0	0.2	0	0	0	0	0
貧毛類	oligochaeta	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0.7
多毛類	polychaeta	98.5	98.3	78.9	19.4	34.2	33.0	27.2	36.1	69.8	75.3	28.3	57.4
帶形動物	phoronid	0	0	0	0.3	4.2	1.0	1.5	0	0.5	0	0	0.7
星蟲	sipuncula	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.6	0
總和		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

續表3、金門慈湖各測站底棲無脊椎動物組成百分比。

		採樣時間：1996年8月27日											
生物種類		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
端腳類	amphipoda	0	0	11.1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4
蝦	shrimp	0	0	0	0	0	0	0	0	7.7	0	0	0
二枚貝	bivalvia	0	0	0	0	1.4	9.3	2.1	2.0	7.7	0	3.6	1.2
腹足類	gastropoda	0	18.2	33.3	91.0	77.1	83.3	66.2	62.7	61.5	77.4	77.5	77.1
軟體動物	other mollusca	0	0	0	1.5	0	0	0	3.9	0	0	0	0
紐形動物	nemertea	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0
貧毛類	oligochaete	0	0	0	0	2.9	1.9	0	0	0	0	0.7	2.4
多毛類	polychaeta	100.0	81.8	44.4	6.0	17.1	5.6	31.0	31.4	23.1	22.6	17.4	16.9
帶形動物	phoronid	0	0	0	1.5	1.4	0	0	0	0	0	0.7	0
海鞘	tunicate	0	0	11.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
總和		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

		採樣時間：1996年11月14日											
生物種類		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
端腳類	amphipoda	0	0	0	1.4	0.7	0	0	0	0	0	0	0
二枚貝	bivalvia	0	0	0	0	4.3	5.4	4.2	2.7	4.3	10.6	5.4	3.6
腹足類	gastropoda	38.5	37.5	81.1	78.6	71.7	65.6	60.0	61.9	30.4	57.6	65.0	56.4
軟體動物	other mollusca	0	0	0	1.4	0.7	0	0	0.9	0	0	0.5	0
貧毛類	oligochaete	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0	1.2	2.0	0
多毛類	polychaeta	61.5	62.5	18.9	17.1	21.0	28.0	26.3	34.5	60.9	28.2	26.1	40.0
帶形動物	phoronid	0	0	0	0	0.7	0	9.5	0	4.3	2.4	1.0	0
海鞘	tunicate	0	0	0	1.4	0	1.1	0	0	0	0	0	0
總和		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

表4-1、金門慈湖各測站多毛類密度變化。

採樣時間：1996年2月28日

生物種類	測站												mean	S.E.	%		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
Capitellidae																	
<i>Notomastus</i>	0	0	29.6	0	0	0	59.3	74.1	29.6	0	0	44.4	19.8	7.5	1.2		
<i>Capitella</i> sp.C	74.1	0	14.8	0	0	0	74.1	0	29.6	0	0	0	16.0	7.9	1.0		
Cossuridae																	
<i>Cossurella dimorpha</i>	1659.3	163.0	0	207.4	74.1	14.8	0	0	0	59.3	29.6	0	184.0	129.8	11.6		
<i>Glycinde gurjanovae</i>	74.1	74.1	103.7	133.3	148.15	133.3	192.59	266.67	88.9	14.8	44.4	88.9	113.6	18.8	7.2		
Hesionidae																	
Hesionid sp.	0	0	0	14.8	29.6	0	0	14.8	14.8	44.4	0	0	9.9	4.0	0.6		
Lumbrineridae																	
<i>Lumbrineris longisforlia</i>	0	0	14.8	88.9	148.1	0	74.1	177.8	59.3	44.4	266.7	74.1	79.0	22.7	5.0		
Maldanidae																	
<i>Axiobella</i> sp.	0	0	14.8	14.8	0	0	0	251.85	148.15	0	44.4	14.8	40.7	21.7	2.6		
Nephtyidae																	
Nephtyid sp.	0	14.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.1		
Nereidae																	
<i>Ceratonereis burmensis</i>	0	29.6	88.9	59.3	103.7	355.6	311.1	296.3	14.8	14.8	44.4	148.1	122.2	35.3	7.7		
<i>Ceratonereis erythraeensis</i>	0	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.1		
Onuphidae																	
Onuphid sp.	0	0	0	0	0	0	0	14.815	0	0	0	0	1.2	1.2	0.1		
Opheliidae																	
<i>Armandia intermedia</i>	0	0	14.8	0	0	14.8	14.8	118.5	0	0	0	0	13.6	9.3	0.9		
<i>Ophelina</i> sp.	0	0	0	0	14.8	29.6	0	0	0	14.8	14.8	0	6.2	2.7	0.4		
Sabellidae																	
<i>Laonome</i> sp.	0	14.8	14.8	0	0	0	29.6	14.8	59.3	0	0	0	11.1	5.0	0.7		
<i>Prionospio japonica</i>	0	14.8	29.6	29.6	14.8	192.6	770.4	222.2	44.4	44.4	44.4	29.6	119.8	59.9	7.6		
<i>Prionospio membranacea</i>	1363.0	533.3	103.7	755.6	222.2	281.5	488.9	192.6	414.8	1244.4	918.5	29.6	545.7	121.4	34.4		
<i>Prionospio sexoculata</i>	0	0	44.4	59.3	0	0	133.3	192.6	59.3	14.8	88.9	0	49.4	17.2	3.1		
<i>Polydora</i> sp.A	0	29.6	29.6	74.1	192.6	0	74.1	59.3	14.8	44.4	0	14.8	44.4	14.9	2.8		
<i>Pseudopolydora</i> sp.B	192.59	296.3	29.6	88.9	0	0	29.6	0	44.4	163.0	44.4	14.8	75.3	26.0	4.8		
Syllid sp.A	0	0	0	14.815	0	0	59.3	88.9	0	14.8	29.6	14.8	18.5	7.8	1.2		
Terebellidae																	
<i>Amatea</i> sp.A	74.1	118.5	29.6	29.6	29.6	0	0	163.0	340.7	207.4	163.0	192.6	112.3	28.9	7.1		
總和	3437.0	1288.9	563.0	1570.4	977.8	1022.2	2325.9	2148.1	1363.0	1925.9	1733.3	666.7	1585.2	222.7	100.0		

單位：隻/每平方公里

表4-2、金門慈湖各測站多毛類密度變化。

採樣時間：1996年5月30日

生物種類	測站												mean	S.E.	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Capitellidae	14.8	29.6	0	14.8	14.8	0	44.4	14.8	59.3	14.8	74.1	74.1	29.6	7.4	1.8
<i>Notomastus</i>															
<i>Capitella</i> sp.C	0	0	0	1881.5	0	0	948.15	0	14.8	0	0	0	29.6	161.4	14.5
Cirratulidae	29.6	0	44.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.2	4.1	0.4
<i>Tharyx</i> sp.															
Cossuridae	829.6	281.5	103.7	29.6	0	0	0	0	0	14.8	29.6	0	107.4	66.8	6.5
<i>Cossurella dimorpha</i>															
Goniadidae	0	29.6	118.5	29.6	0	29.6	103.7	118.5	29.6	0	148.1	59.3	55.6	14.6	3.4
<i>Glycinde gurjanovae</i>															
Hesionidae	14.8	29.6	0	14.8	0	29.6	74.1	44.4	44.4	14.8	14.8	14.8	24.7	5.9	1.5
<i>Hesionid</i> sp.															
Lumbrineridae	14.8	44.4	29.6	118.5	74.1	44.4	177.8	118.5	74.1	88.9	59.3	251.9	91.4	18.7	5.5
<i>Lumbrineris longiforlia</i>															
Maldanidae	0	0	0	0	0	0	0	222.22	222.22	0	44.4	207.4	58.0	26.8	3.5
<i>Axiobella</i> sp.															
<i>Maldanid</i> sp.A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	1.2	1.2	0.1
Nephtyidae	14.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.1
<i>Nephtyd</i> sp.															
Nereididae	0	0	14.8	88.9	296.3	74.1	118.5	148.1	266.7	14.8	370.4	385.2	148.1	40.0	9.0
<i>Ceratonereis burmensis</i>															
Onuphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	0	2.5	1.6	0.1
<i>Onuphid</i> sp.															
<i>Ophelina</i> sp.	0	14.8	0	0	0	0	14.8	0	14.8	0	29.6	29.6	8.6	3.2	0.5
Polynoidae	0	0	14.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.1
<i>Polynoid</i> sp.															
Sabellidae	0	14.8	0	0	0	0	0	14.8	29.6	14.8	0	14.8	7.4	2.8	0.4
<i>Laonome</i> sp.															
<i>Prionospio japonica</i>	14.8	14.8	0	29.6	192.6	118.5	133.3	0	44.4	0	88.9	148.1	65.4	18.8	4.0
Prionospio membranacea	711.11	414.81	340.74	296.3	103.7	88.9	325.93	162.96	148.15	370.37	59.259	385.19	284.0	51.1	17.2
<i>Prionospio sexoculata</i>	0	0	0	0	0	14.8	59.3	29.6	74.1	0	44.4	14.8	19.8	7.3	1.2
<i>Polydora</i> sp.A	0	0	0	44.4	14.8	0	29.6	14.8	29.6	0	0	0	11.1	4.3	0.7
<i>Polydora</i> sp.B	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	14.8	0	2.5	1.6	0.1
<i>Pseudopolydora</i> sp.B	281.5	755.6	163.0	296.3	222.2	74.1	577.8	296.3	740.7	311.1	311.1	459.26	374.1	59.8	22.6
<i>Syllid</i> sp.A	0	0	0	0	0	0	14.8	14.8	14.8	0	14.8	44.4	8.6	3.7	0.5
<i>Amacana</i> sp.A	29.6	103.7	59.3	0	44.4	0	29.6	222.2	400.0	148.15	0	222.22	104.9	34.0	6.3
Terebellidae	1955.6	1733.3	888.9	2844.4	963.0	488.9	2651.9	1422.2	2222.2	992.59	1318.5	2355.6	1653.1	210.0	100.0
總和															

單位：隻/每平方公里

表4-3、金門慈湖各測站多毛類密度變化。

生物種類	測站												mean	S.E.	%			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
Capitellidae																		
<i>Notomastus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	103.7	0	0	17.3	10.3	8.6		
<i>Capitella</i> sp.C	0	0	0	14.8	29.6	44.4	0	0	0	0	0	0	0	7.4	4.1	3.7		
<i>Tharyx</i> sp.	0	0	14.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.6		
Cossuridae	296.3	133.3	14.8	14.8	14.8	0	0	14.8	14.8	14.8	0	0	0	43.2	24.2	21.6		
<i>Glycinde thimorpha</i>																		
<i>Glycinde gurjanovae</i>	0	0	0	0	14.8	0	14.8	0	0	0	14.815	0	0	3.7	1.9	1.9		
Lumbrineridae	14.8	0	14.8	0	0	0	88.9	0	0	14.8	29.6	103.7	22.2	10.0	11.1			
<i>Lumbrineris longifolia</i>																		
Maldanidae	0	0	0	0	0	0	0	14.8	0	0	14.8	0	0	2.5	1.6	1.2		
<i>Axiobella</i> sp.																		
<i>Ceratonereis burmensis</i>	0	0	0	29.6	44.4	0	192.59	0	0	0	133.33	44.4	37.0	17.3	18.5			
Nereidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.6		
<i>Polynoid</i> sp.																		
<i>Laonome</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	14.8	14.8	0	14.8	0	0	3.7	1.9	1.9		
Sabellidae	0	0	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.6		
<i>Aonides</i> sp.																		
<i>Prionospio japonica</i>	0	0	0	0	44.4	0	148.1	44.4	0	0	14.8	0	0	21.0	12.0	10.5		
<i>Prionospio membranacea</i>	0	0	14.8	0	14.8	0	59.3	103.7	0	14.8	0	29.6	19.8	8.8	9.9			
<i>Prionospio sexoculata</i>	0	0	0	0	0	0	59.3	44.4	0	0	29.6	0	11.1	5.8	5.6			
<i>Polydora</i> sp. A	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	14.8	0	0	2.5	1.6	1.2			
Syllidae	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	29.6	0	14.8	4.9	2.7	2.5			
<i>Syllid</i> sp. A																		
總和	311.1	133.3	59.3	59.3	177.8	44.4	666.7	237.0	44.4	103.7	355.56	207.4	200.0	49.9	100.0			

單位：隻/每平方公尺

表4-4、金門慈湖各測站多毛類密度變化。

採樣時間：1996年11月14日

生物種類	測站												mean	S.E.	%			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
Capitellidae																		
<i>Notomastus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	44.4	74.1	14.8	12.3	6.5	3.7			
<i>Capitella</i> sp.C	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.4			
Cosurridae	88.9	59.3	59.3	103.7	0	0	14.8	88.9	59.3	0	14.8	0	40.7	11.1	12.4			
<i>Cosurrella dimorpha</i>																		
<i>Glycera subaenea</i>	0	0	14.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.4			
<i>Glycinde gurjanovae</i>	0	0	0	14.8	14.8	0	0	29.6	0	0	14.8	0	6.2	2.7	1.9			
Goniadidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	0	1.2	1.2	0.4			
<i>Hesionid</i> sp.																		
Lumbrineridae	14.8	0	29.6	0	14.8	0	29.6	14.8	14.8	59.3	103.7	14.8	24.7	8.3	7.5			
<i>Lumbrineris longiforlia</i>																		
<i>Axiobella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	44.4	0	0	0	44.4	0	7.4	4.8	2.2			
Maldanidae	0	0	0	0	29.6	237.0	14.8	59.3	0	88.9	103.7	133.3	55.6	20.4	16.9			
<i>Ceratonereis burmensis</i>																		
<i>Ophelina</i> sp.	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.4			
<i>Laonome</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	0	1.2	1.2	0.4			
Sabellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63.0	21.7	19.1			
<i>Prionospio japonica</i>																		
<i>Prionospio membranacea</i>	14.8	0	14.8	59.259	59.259	74.1	88.9	207.4	74.1	74.1	222.2	88.9	81.5	19.1	24.7			
<i>Prionospio sexoculata</i>	0	0	0	0	0	14.8	29.6	14.8	0	0	29.6	29.6	9.9	3.6	3.0			
<i>Pseudopolydora</i> sp.B	0	14.8	29.6	0	0	0	14.8	29.6	14.8	0	0	14.8	9.9	3.2	3.0			
<i>Syllid</i> sp.A	0	0	0	0	44.4	0	0	0	0	14.8	59.3	29.6	12.3	5.7	3.7			
總和	118.5	74.1	148.1	177.8	429.6	385.19	370.37	577.78	207.41	355.56	785.19	325.9	329.6	56.8	100.0			

單位：隻/每平方公里

表5、金門慈湖各測站二枚貝密度變化。

採樣時間：1996年2月28日																
種類	測站	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean	S.E.	%
至厝蛤	<i>Anomalocardia squamosa</i>	14.8	0	44.4	14.8	103.7	14.8	148.1	14.8	14.8	0	44.4	14.8	35.8	12.5	18.5
小花眼簾蛤	<i>Ruditapes variegatus</i>	0	0	266.7	0	0	0	0	518.5	0	0	0	0	65.4	44.8	33.8
簾蛤科	Veneridae sp.	0	14.8	14.8	0	14.8	14.8	177.8	103.7	14.8	148.1	266.7	222.2	82.7	26.8	42.7
竹蛏	<i>Solen</i> sp.	0	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.6
Mytilidae	<i>Musculista</i> sp.	0	0	0	0	0	14.8	14.8	0	14.8	0	14.8	0	4.9	2.0	2.5
薄殼蛤	<i>Laternula anatina</i>	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.6
斧蛤科	Donacidae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	14.8	2.5	1.6	1.3
採樣時間：1996年5月30日																
種類	測站	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean	S.E.	%
至厝蛤	<i>Anomalocardia squamosa</i>	0	0	0	0	14.8	14.8	44.4	59.3	163.0	0	281.5	74.1	54.3	23.8	53.0
小花眼簾蛤	<i>Ruditapes variegatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2
簾蛤科	Veneridae sp.	0	0	14.8	44.4	0	0	103.7	44.4	0	0	237.0	0	37.0	19.5	36.1
斧蛤科	Donacidae sp.	0	0	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2
滿月蛤	Lucinidae sp.	0	0	0	0	0	14.8	14.8	0	14.8	0	0	59.3	8.6	4.8	8.4
採樣時間：1996年8月27日																
種類	測站	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean	S.E.	%
至厝蛤	<i>Anomalocardia squamosa</i>	0	0	0	0	14.8	74.1	44.4	14.8	14.8	0	74.1	0	19.8	7.9	94.1
簾蛤科	Veneridae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	1.2	1.2	5.9
採樣時間：1996年11月14日																
種類	測站	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean	S.E.	%
至厝蛤	<i>Anomalocardia squamosa</i>	0	0	0	0	88.9	74.1	44.4	44.4	14.8	133.3	118.5	14.8	44.4	13.4	87.8
簾蛤科	Veneridae sp.	0	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	44.4	14.8	6.2	3.7	12.2

單位：隻/每平方公尺

表6、金門慈湖各測站底棲腹足類密度變化。

種類	測站	採樣時間：1996年2月28日														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean	S.E.	%
燒酒海蝨	<i>Batillaria zonalis</i>	0	0	325.9	192.6	370.4	355.6	74.1	414.8	163.0	192.6	340.7	651.9	256.8	52.6	52.1
拴海蝨	<i>Cerithidae cingulata</i>	44.4	29.6	133.3	118.5	266.7	400.0	14.8	0	44.4	148.1	14.8	59.3	106.2	33.2	21.6
鐵尖海蝨	<i>Cerithidae djadjarjensis</i>	0	14.8	118.5	325.9	251.9	133.3	0	59.3	0	311.1	74.1	44.4	111.1	33.5	22.6
鐵紋螺科	<i>Reticunassa fratercula</i>	0	0	0	0	0	0	0	14.8	14.8	0	0	0	2.5	1.6	0.5
笠螺	<i>Cellana toreuma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	1.2	1.2	0.3
頂蓋螺科	<i>Calyptraeidae</i>	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	14.8	14.8	0	3.7	1.9	0.8
Rissoidae	<i>Rissoina materinsulae</i>	0	0	0	14.8	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.3
Buccinidae	<i>Polita fumosus</i>	0	14.8	59.3	14.8	0	0	0	0	0	0	0	0	7.4	4.8	1.5
Neritidae	<i>Neritina oualaniensis</i>	0	0	0	14.8	0	0	0	0	0	0	0	14.8	2.5	1.6	0.5

種類	測站	採樣時間：1996年5月30日														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean	S.E.	%
燒酒海蝨	<i>Batillaria zonalis</i>	0	14.8	14.8	429.6	177.8	311.1	207.4	192.6	281.5	74.1	651.9	177.8	211.1	52.7	31.8
拴海蝨	<i>Cerithidae cingulata</i>	0	0	118.5	325.9	355.6	385.2	977.8	44.4	14.8	103.7	385.2	59.3	230.9	78.0	34.8
鐵尖海蝨	<i>Cerithidae djadjarjensis</i>	0	0	0	44.4	0	74.1	103.7	88.9	177.8	59.3	133.3	88.9	64.2	15.8	9.7
鐵紋螺科	<i>Reticunassa fratercula</i>	0	0	0	0	14.8	0	0	0	29.6	59.3	14.8	14.8	11.1	5.0	1.7
頂蓋螺科	<i>Calyptraeidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	44.4	0	0	0	0	3.7	3.5	0.6
Rissoidae	<i>Rissoina materinsulae</i>	0	0	0	29.6	59.3	14.8	0	59.3	103.7	0	1185.2	207.4	138.3	92.7	20.9
Neritidae	<i>Neritina oualaniensis</i>	0	0	0	0	0	0	14.8	0	0	14.8	14.8	0	3.7	1.9	0.6

單位：隻/每平方公尺

續表6、金門慈湖各測站底棲腹足類密度變化。

採樣時間：1996年8月27日

種類	測站	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean	S.E.	%
燒酒海螵	<i>Batillaria zonalis</i>	0	0	14.8	311.1	207.4	148.1	518.5	207.4	14.8	118.5	888.9	281.5	225.9	71.9	36.9
拴海螵	<i>Cerithidae cingulata</i>	0	29.6	0	340.7	355.6	296.3	577.8	148.1	14.8	14.8	281.5	237.0	191.4	51.6	31.3
鐵尖海螵	<i>Cerithidae djadjarjensis</i>	0	0	14.8	177.8	148.1	207.4	251.9	29.6	59.3	177.8	177.8	429.6	139.5	35.2	22.8
織紋螺科	<i>Reticunassa fratercula</i>	0	0	0	44.4	0	0	14.8	0	0	44.4	29.6	0	11.1	5.0	1.8
頂蓋螺科	Calyptraeidae	0	0	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	1.2	1.2	0.2
Rissoidae	<i>Rissoina materinsulae</i>	0	0	14.8	29.6	88.9	14.8	59.3	59.3	29.6	0	207.4	0	42.0	16.5	6.9
Neritidae	<i>Neritina oualaniensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	1.2	1.2	0.2

採樣時間：1996年11月14日

種類	測站	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mean	S.E.	%
燒酒海螵	<i>Batillaria zonalis</i>	29.6	0	325.9	325.9	488.9	237.0	370.4	370.4	59.3	370.4	1007.4	237.0	318.5	73.5	42.2
拴海螵	<i>Cerithidae cingulata</i>	44.4	44.4	148.1	281.5	725.9	444.4	251.9	325.9	29.6	192.6	414.8	118.5	251.9	56.7	33.3
鐵尖海螵	<i>Cerithidae djadjarjensis</i>	0	0	103.7	133.3	237.0	207.4	148.1	266.7	0	44.4	311.1	103.7	129.6	29.9	17.2
織紋螺科	<i>Reticunassa fratercula</i>	0	0	0	14.8	0	0	14.8	29.6	0	29.6	14.8	0	8.6	3.2	1.1
頂蓋螺科	Calyptraeidae	0	0	0	0	14.8	0	0	0	0	0	0	0	1.2	1.2	0.2
Rissoidae	<i>Rissoina materinsulae</i>	0	0	59.3	59.3	0	14.8	59.3	44.4	14.8	88.9	207.4	0	45.7	16.4	6.0

單位：隻/每平方公尺

表7、慈湖沉積物物理、化學環境因子間之相關關係(Spearman's correlation)

7-1						Feb. 1996
	粒徑大小	篩選度	粉泥/黏土含量	全有機碳含量	全氮含量	
粒徑大小	1.00					
篩選度	-0.46	1.00				
	ns					
粉泥/黏土含量	-0.97	0.49	1.00			
	**	ns				
全有機碳含量	-0.79	0.36	0.84	1.00		
	*	ns	**			
全氮含量	-0.66	0.24	0.73	0.88	1.00	
	ns	ns	*	**		
7-2						May. 1996
	粒徑大小	篩選度	粉泥/黏土含量	全有機碳含量	全氮含量	
粒徑大小	1.00					
篩選度	0.21	1.00				
	ns					
粉泥/黏土含量	-0.92	-0.36	1.00			
	**	ns				
全有機碳含量	-0.76	-0.50	0.82	1.00		
	*	ns	*			
全氮含量	-0.69	-0.66	0.83	0.90	1.00	
	ns	ns	**	**		
7-3						Aug. 1996
	粒徑大小	篩選度	粉泥/黏土含量	全有機碳含量	全氮含量	
粒徑大小	1.00					
篩選度	0.47	1.00				
	ns					
粉泥/黏土含量	-0.95	-0.49	1.00			
	**	ns				
全有機碳含量	-0.83	-0.55	0.87	1.00		
	*	ns	**			
全氮含量	-0.82	-0.41	0.88	0.91	1.00	
	*	ns	**	**		
7-4						Nov. 1996
	粒徑大小	篩選度	粉泥/黏土含量	全有機碳含量	全氮含量	
粒徑大小	1.00					
篩選度	0.42	1.00				
	ns					
粉泥/黏土含量	-0.85	-0.53	1.00			
	**	ns				
全有機碳含量	-0.72	-0.41	0.80	1.00		
	*	ns	*			
全氮含量	-0.84	-0.43	0.70	0.88	1.00	
	**	ns	ns	**		

表內數字為相關係數(r)

*: p<0.01, **: p<0.001, ns: 無顯著相關, "-": 負相關

表8、慈湖各類族群密度間之相關關係(Spearman's correlation)

8-1		Feb. 1996			
	端腳類	二枚貝	腹足類	多毛類	
端腳類	1.00				
二枚貝	0.46 ns	1.00			
腹足類	0.09 ns	0.10 ns	1.00		
多毛類	-0.11 ns	0.08 ns	-0.60 ns	1.00	
8-2		May. 1996			
	端腳類	二枚貝	腹足類	多毛類	
端腳類	1.00				
二枚貝	0.60 ns	1.00			
腹足類	0.69 ns	0.77 *	1.00		
多毛類	0.43 ns	0.34 ns	0.19 ns	1.00	
8-3		Aug. 1996			
	端腳類	二枚貝	腹足類	多毛類	
端腳類	1.00				
二枚貝	-0.15 ns	1.00			
腹足類	0.04 ns	0.68 ns	1.00		
多毛類	-0.07 ns	0.24 ns	0.37 ns	1.00	
8-4		Nov. 1996			
	端腳類	二枚貝	腹足類	多毛類	
端腳類	1.00				
二枚貝	-0.03 ns	1.00			
腹足類	0.32 ns	0.74 *	1.00		
多毛類	0.06 ns	0.87 **	0.92 **	1.00	

表內數字為相關係數(r)

*: $p < 0.01$, **: $p < 0.001$, ns: 無顯著相關, "-": 負相關

表9、慈湖各類族群密度與環境因子間之相關關係(Spearman's correlation)

9-1		Feb. 1996			
	端腳類	二枚貝	腹足類	多毛類	
粒徑大小	0.76 *	0.63 ns	0.23 ns	-0.28 ns	
篩選度	-0.25 ns	-0.23 ns	0.09 ns	-0.05 ns	
粉泥/黏土含量	-0.76 *	-0.61 ns	-0.28 ns	0.42 ns	
全有機碳含量	-0.74 *	-0.59 ns	-0.51 ns	0.33 ns	
全氮含量	-0.76 *	-0.51 ns	-0.25 ns	0.22 ns	
9-2		May. 1996			
	端腳類	二枚貝	腹足類	多毛類	
粒徑大小	0.59 ns	0.70 ns	0.79 *	-0.19 ns	
篩選度	0.50 ns	0.69 ns	0.45 ns	0.46 ns	
粉泥/黏土含量	-0.59 ns	-0.81 *	-0.86 **	0.02 ns	
全有機碳含量	-0.62 ns	-0.86 **	-0.61 ns	-0.08 ns	
全氮含量	-0.69 ns	-0.91 **	-0.69 ns	-0.36 ns	
9-3		Aug. 1996			
	端腳類	二枚貝	腹足類	多毛類	
粒徑大小	-0.17 ns	0.79 *	0.79 *	0.38 ns	
篩選度	0.08 ns	0.51 ns	0.47 ns	-0.29 ns	
粉泥/黏土含量	0.03 ns	-0.81 *	-0.90 **	-0.49 ns	
全有機碳含量	0.02 ns	-0.62 ns	-0.69 ns	-0.47 ns	
全氮含量	0.15 ns	-0.54 ns	-0.81 *	-0.56 ns	
9-4		Nov. 1996			
	端腳類	二枚貝	腹足類	多毛類	
粒徑大小	-0.13 ns	0.70 ns	0.47 ns	0.66 ns	
篩選度	0.45 ns	0.30 ns	0.34 ns	0.39 ns	
粉泥/黏土含量	0.06 ns	-0.71 *	-0.43 ns	-0.60 ns	
全有機碳含量	0.26 ns	-0.73 *	-0.41 ns	-0.64 ns	
全氮含量	0.26 ns	-0.68 ns	-0.35 ns	-0.60 ns	

表內數字為相關係數(r)

*: p<0.01, **: p<0.001, ns: 無顯著相關, "-": 負相關

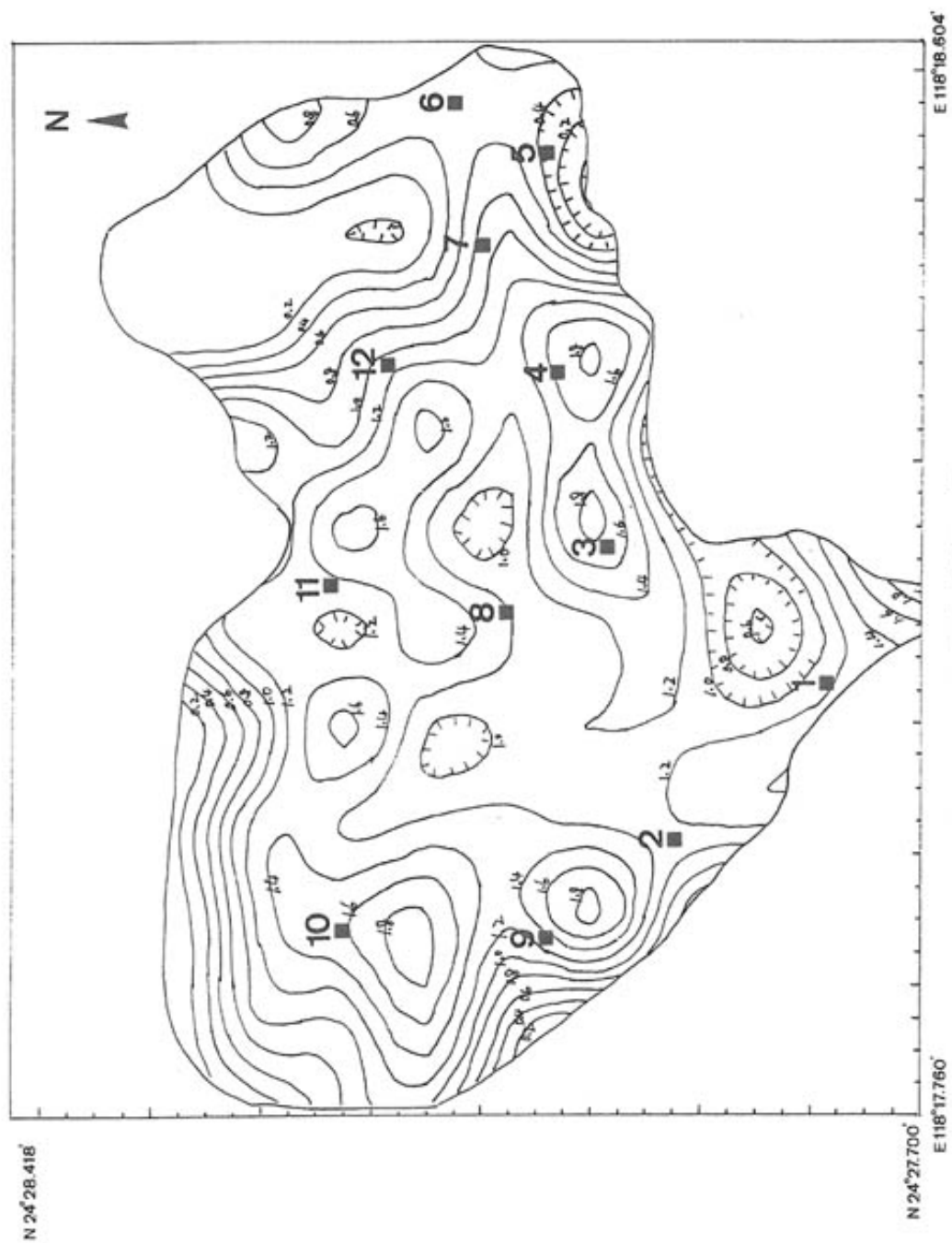


圖 1、慈湖的相對水深分布及各測站的位置圖。(單位：米)

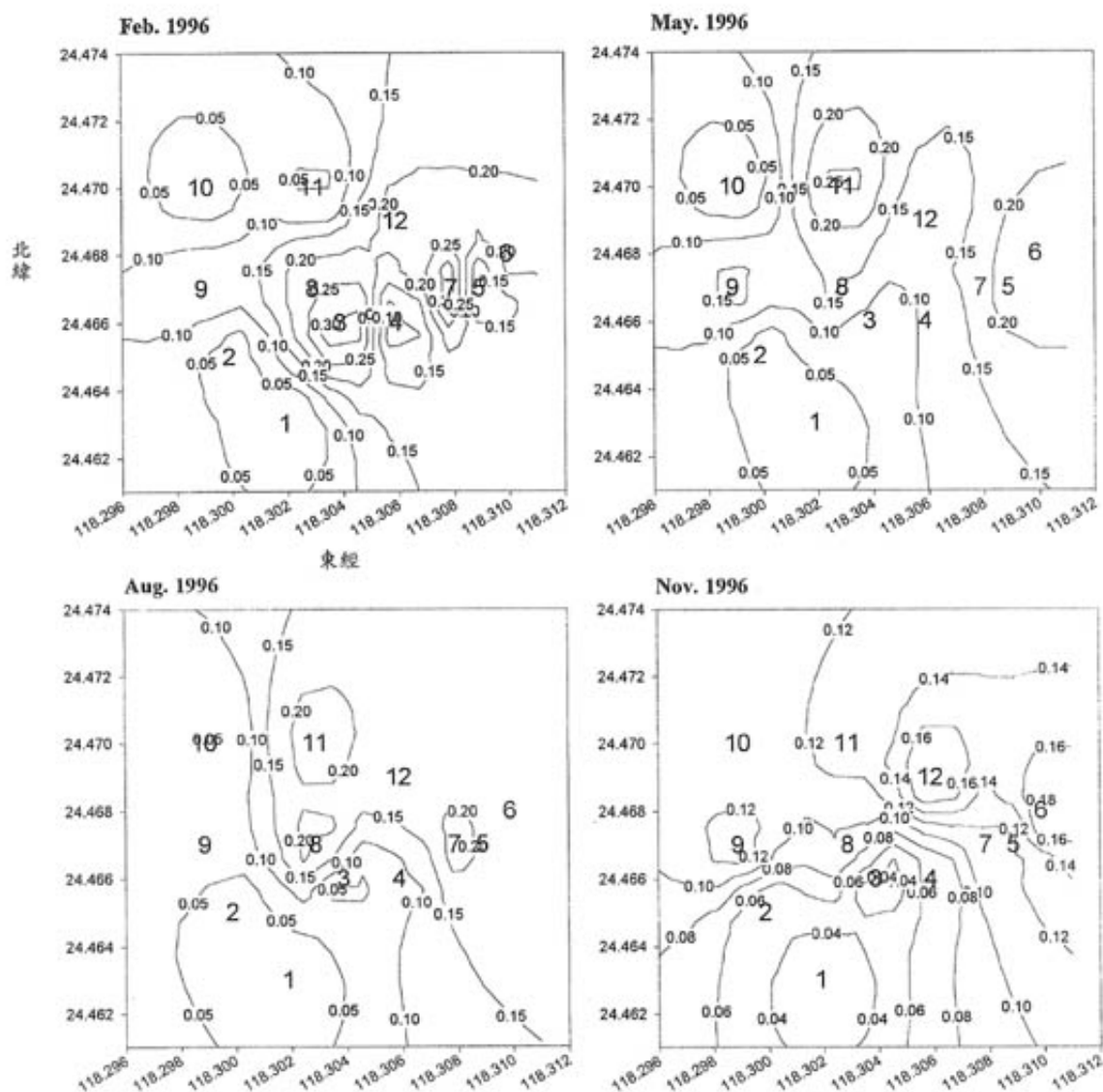


圖2、金門慈湖沉積物在2、5、8、11月的粒徑大小(grain size, mm)分布圖。

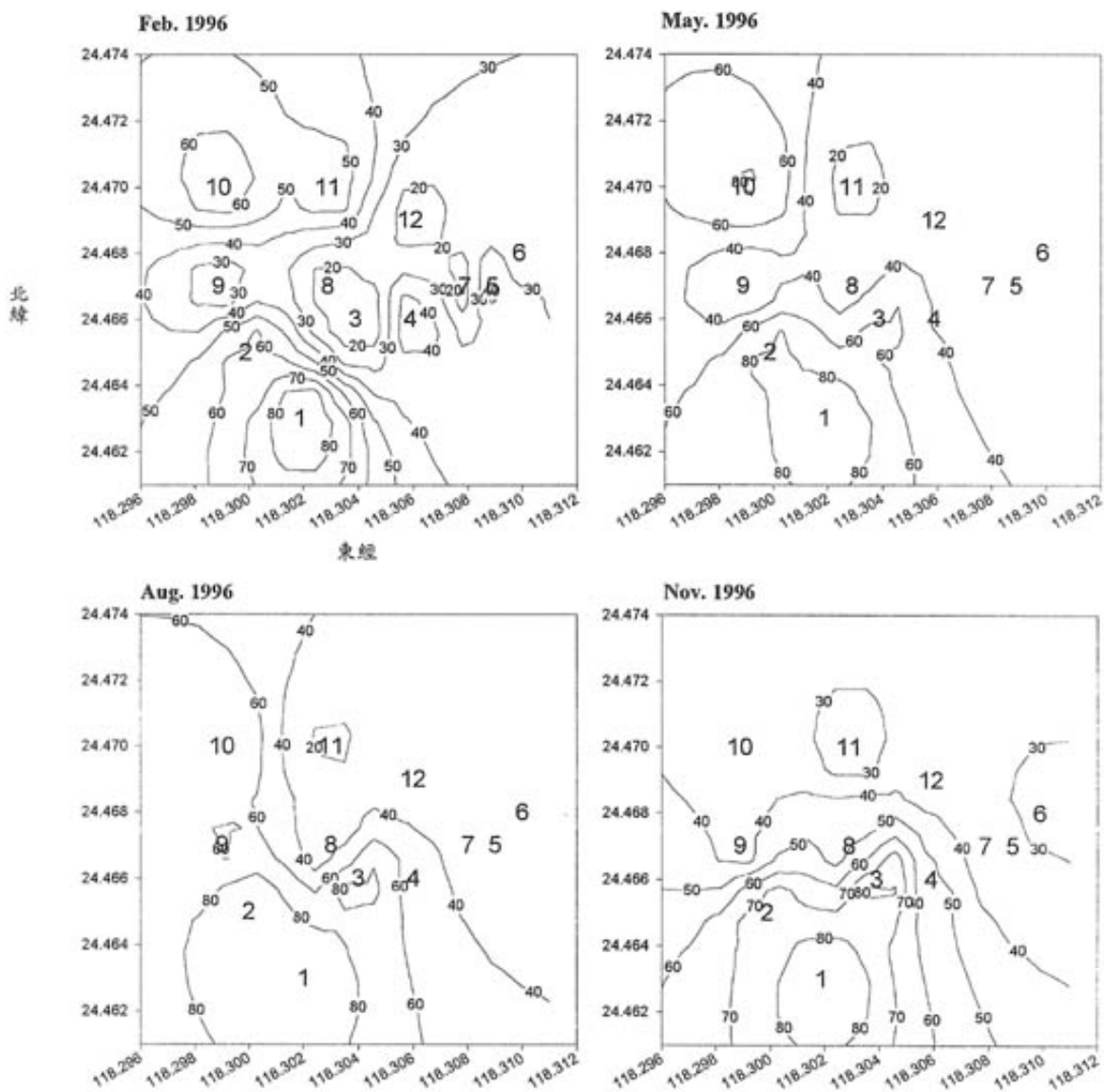


圖3、金門慈湖沉積物在2、5、8、11月的粉泥/黏土含量百分比 (silt/clay content %) 分布圖。

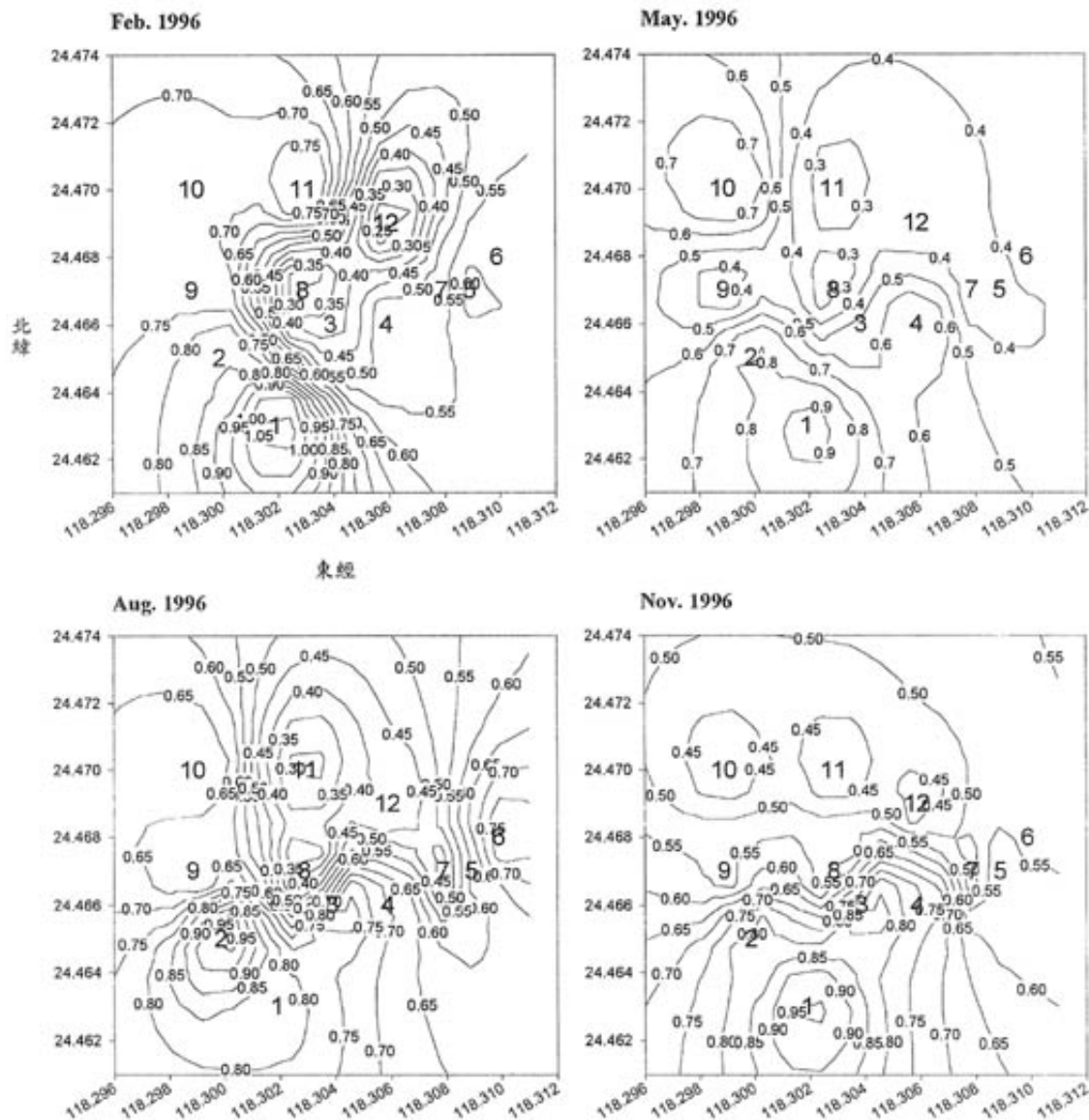


圖4、金門慈湖沉積物在2、5、8、11月的全有機碳含量百分比 (TOC%)分布圖。

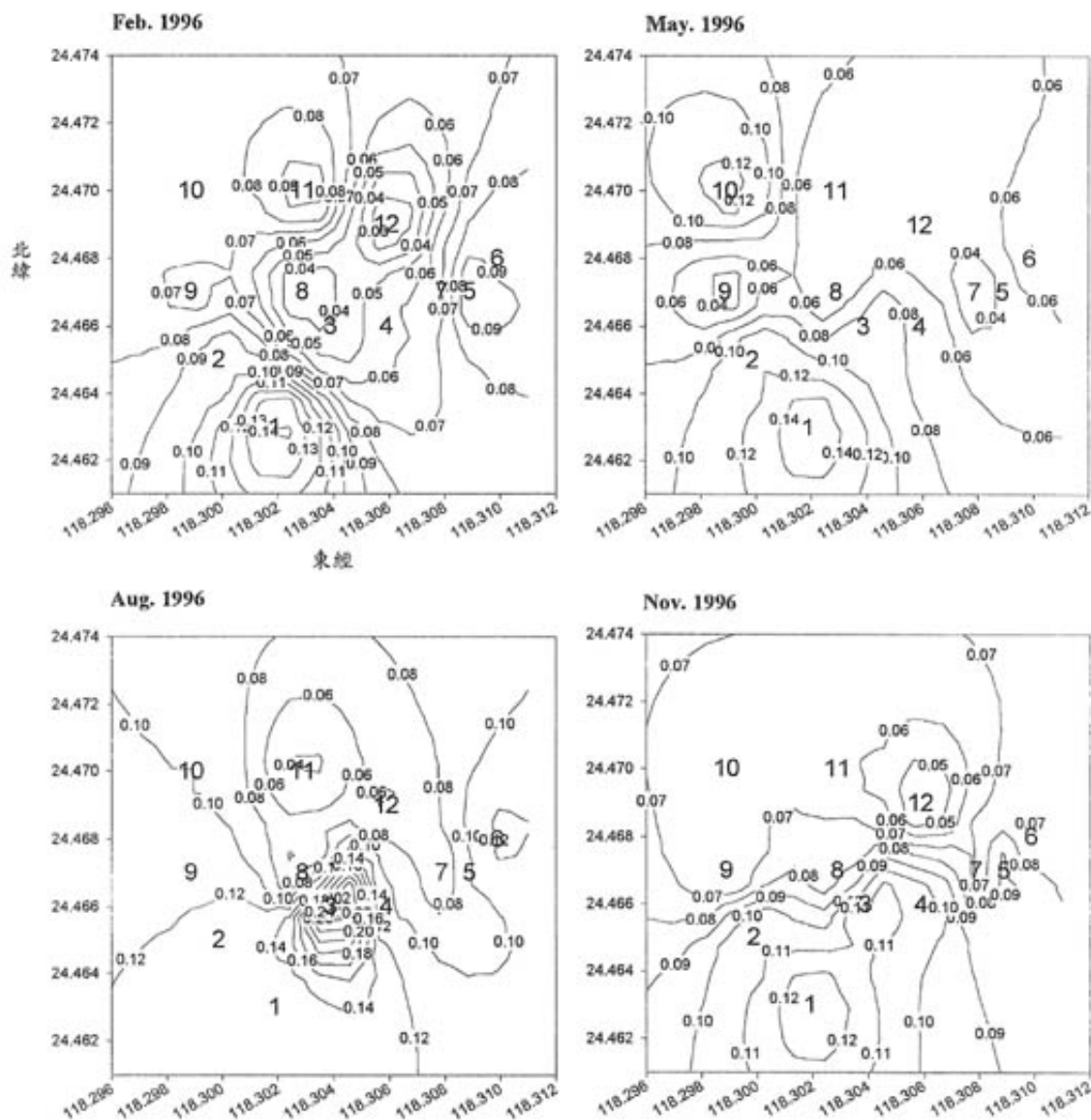


圖5、金門慈湖沉積物在2、5、8、11月的全氮含量百分比(TN%)分布圖。

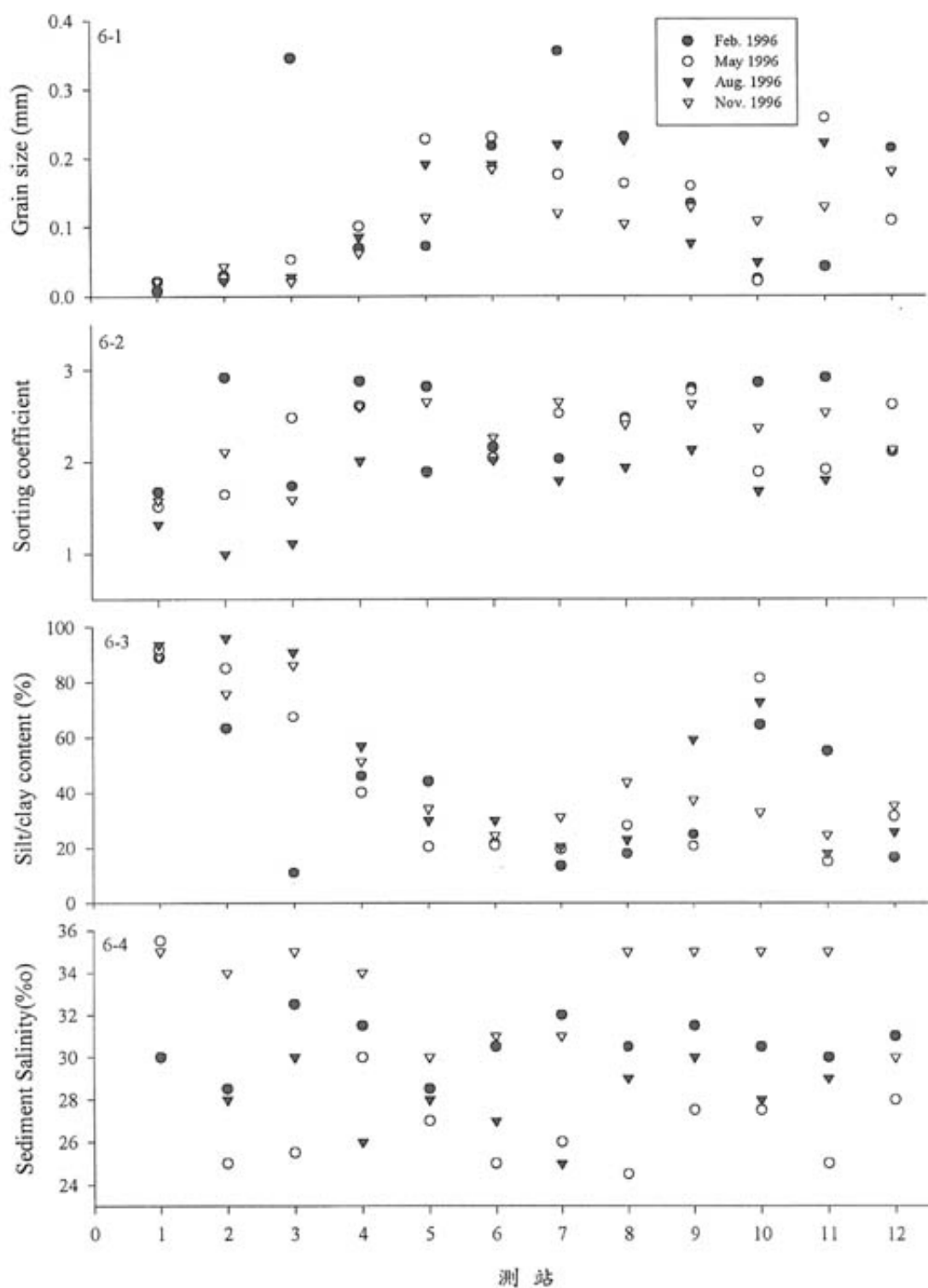


圖6、金門慈湖各測站沉積物的(1)粒徑大小(grain size)、(2)粉泥/黏土含量百分比(silt/clay content %)、(3)篩選度(sorting)和(4)底質鹽度(sediment salinity)變化。

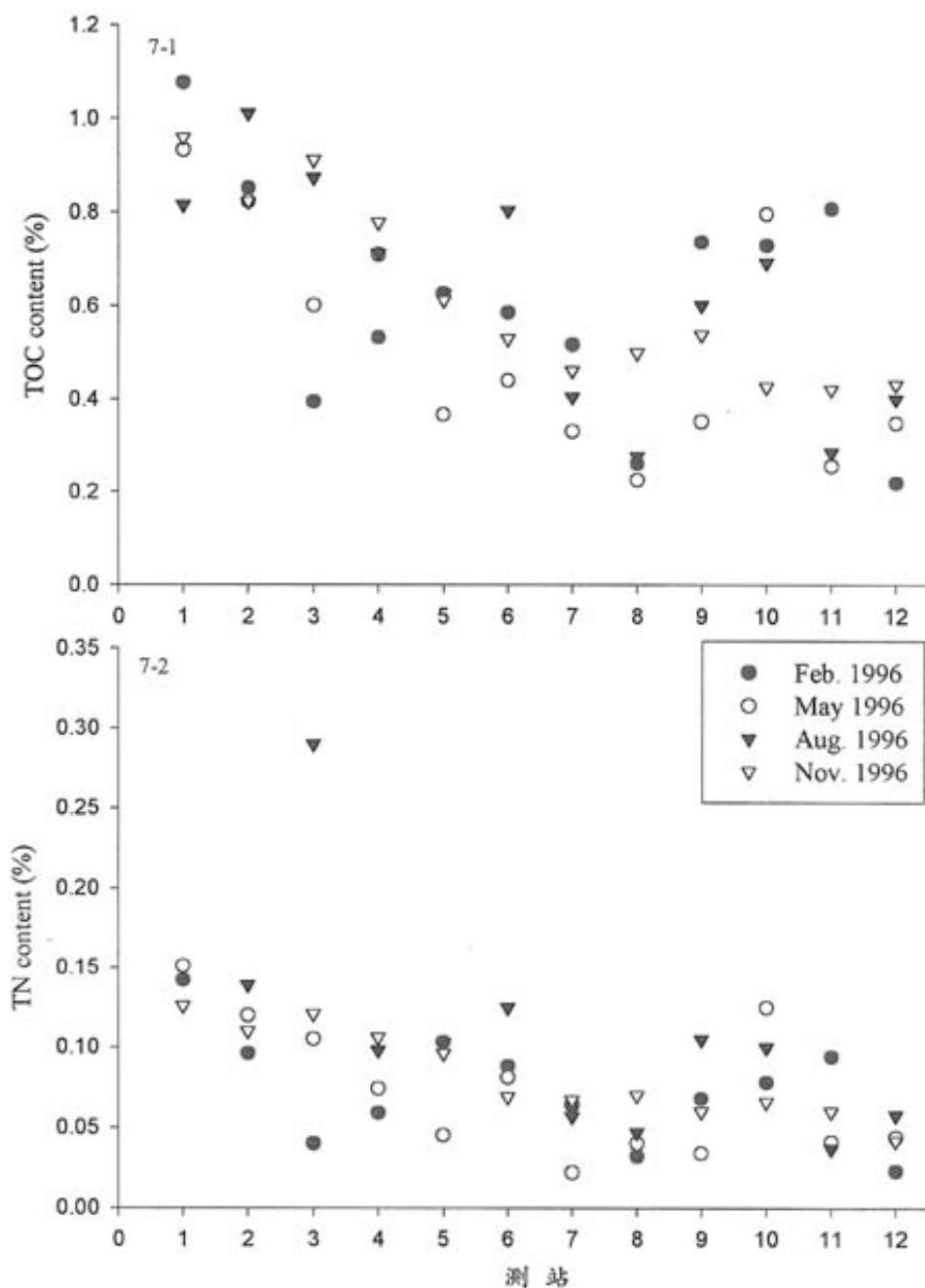


圖7、金門慈湖各測站沉積物的(1)全有機碳含量百分比 (TOC%)和(2)全氮含量百分比(TN%)變化。

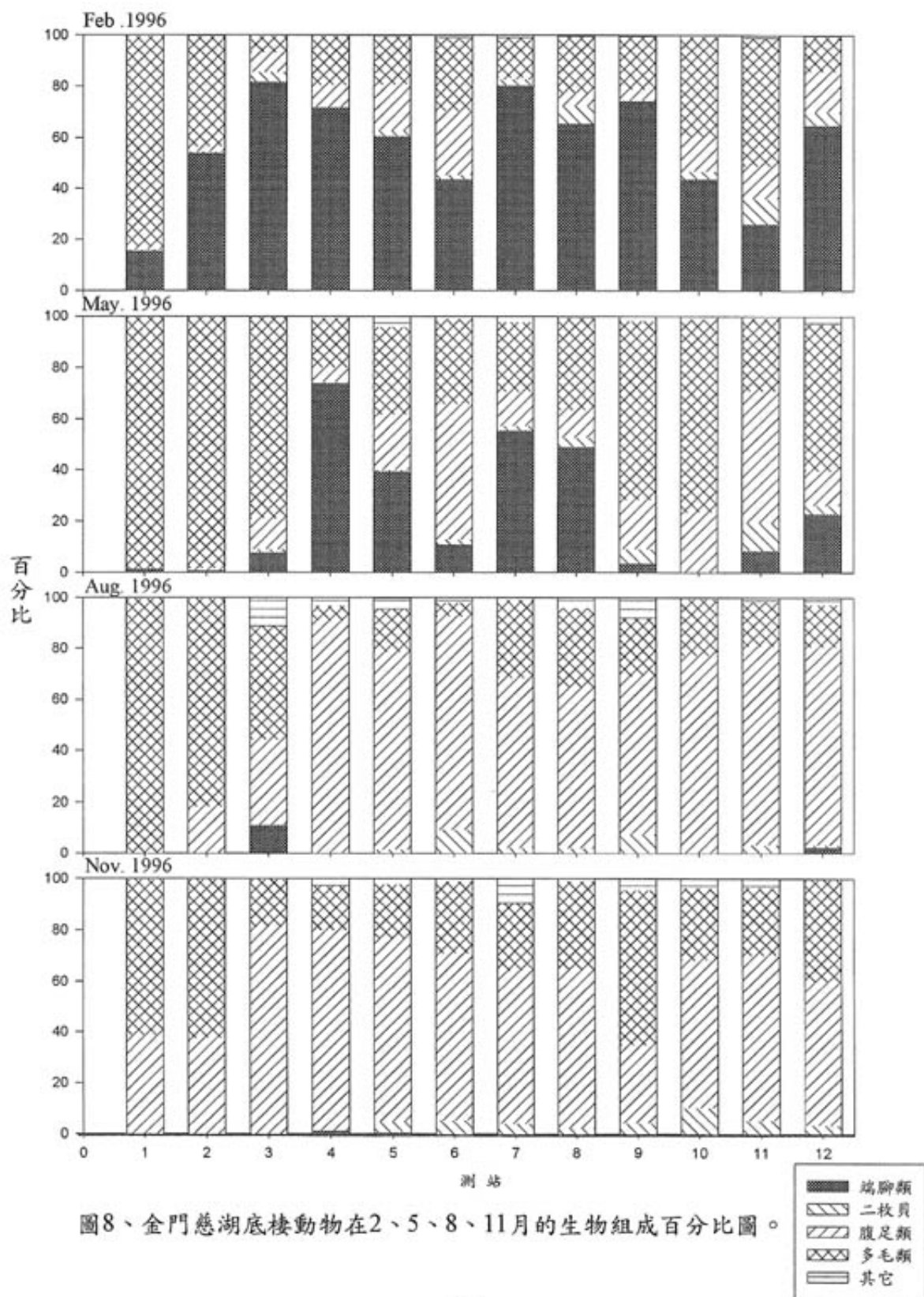


圖8、金門慈湖底棲動物在2、5、8、11月的生物組成百分比圖。

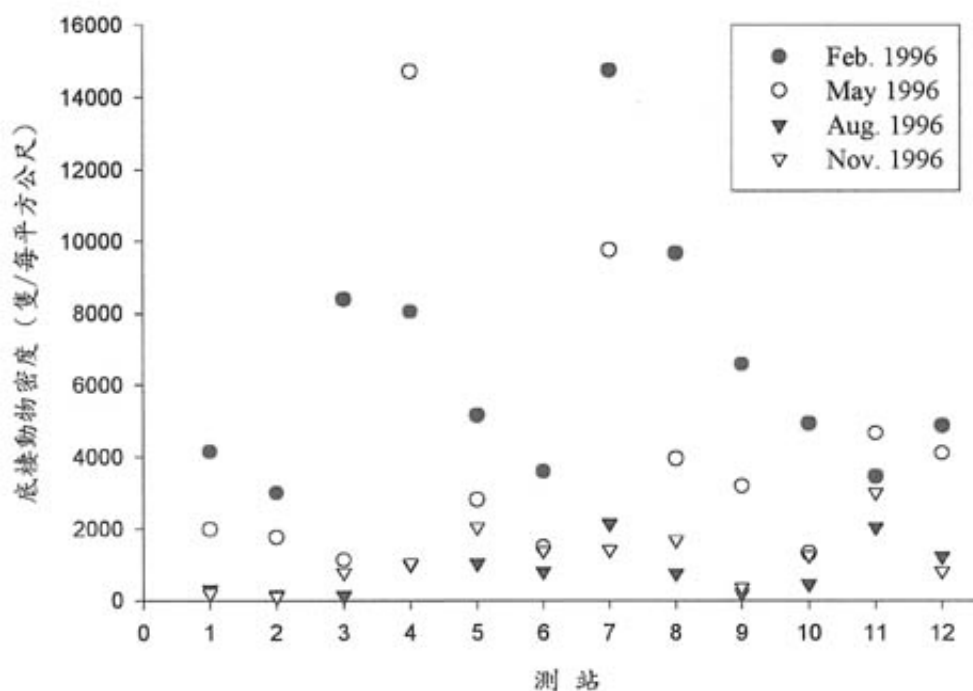


圖9、金門慈湖各測站底棲動物群聚密度變化。

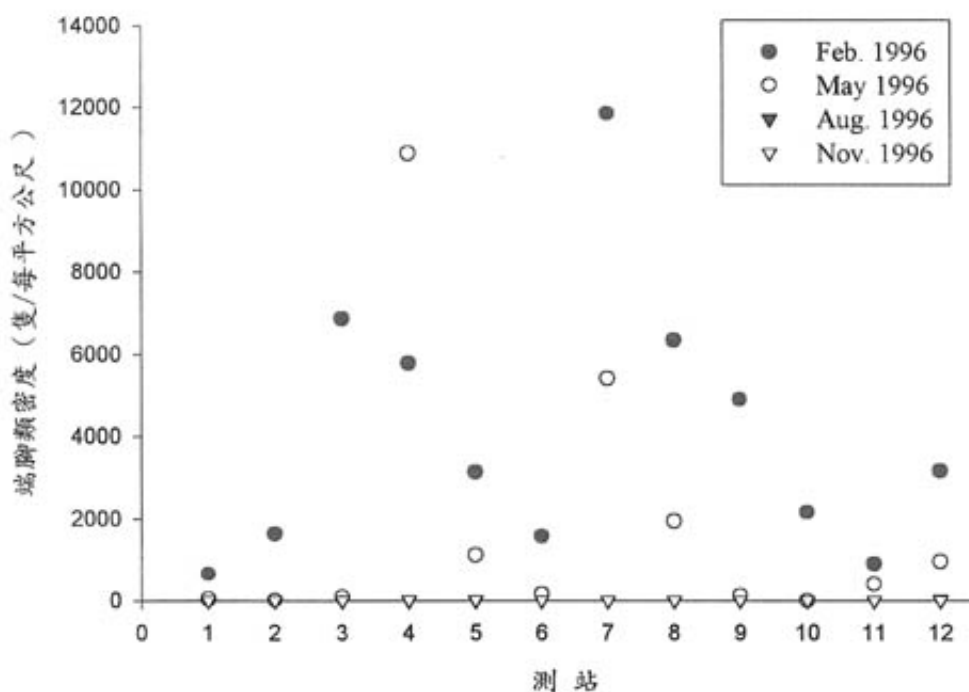


圖10、金門慈湖各測站端腳類(amphipoda)的密度變化。

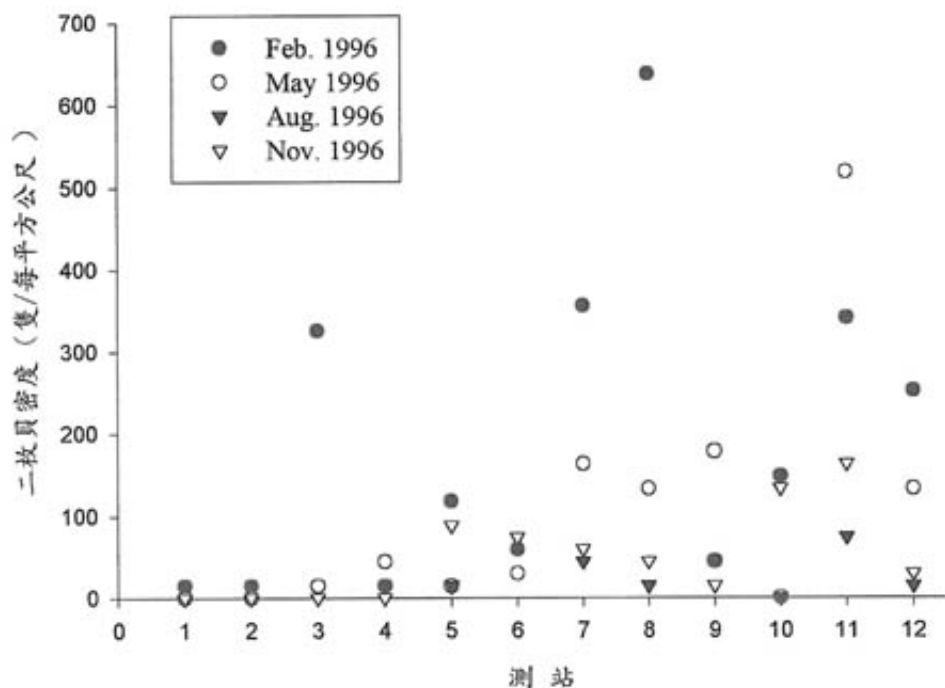


圖11、金門慈湖各測站二枚貝(bivalvia)的密度變化。

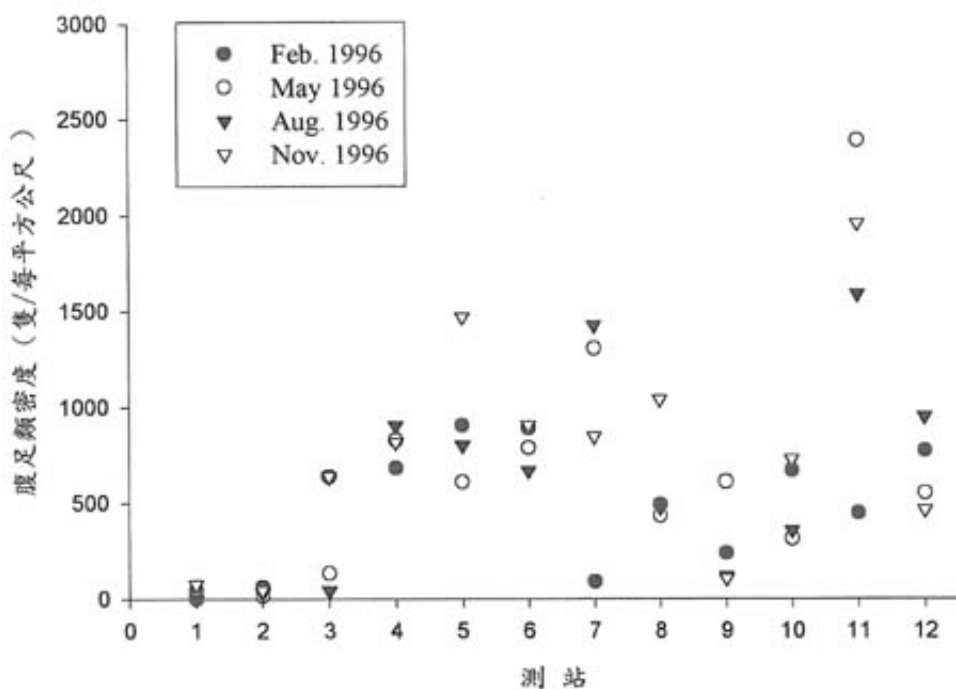


圖12、金門慈湖各測站腹足類(gastropoda)的密度變化。

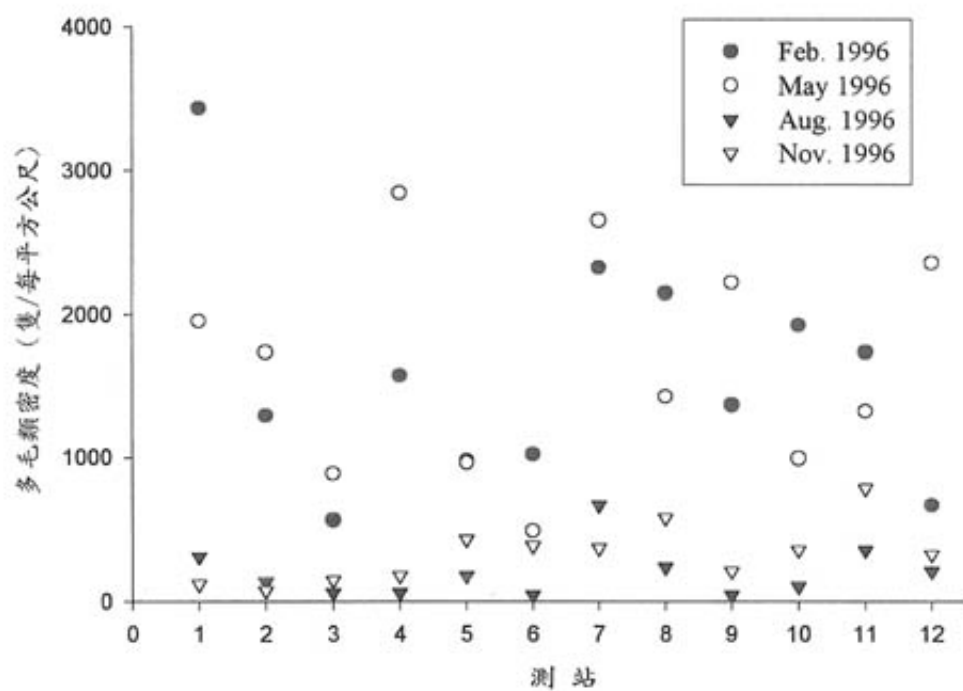


圖13、金門慈湖各測站多毛類(polychaete)的密度變化。

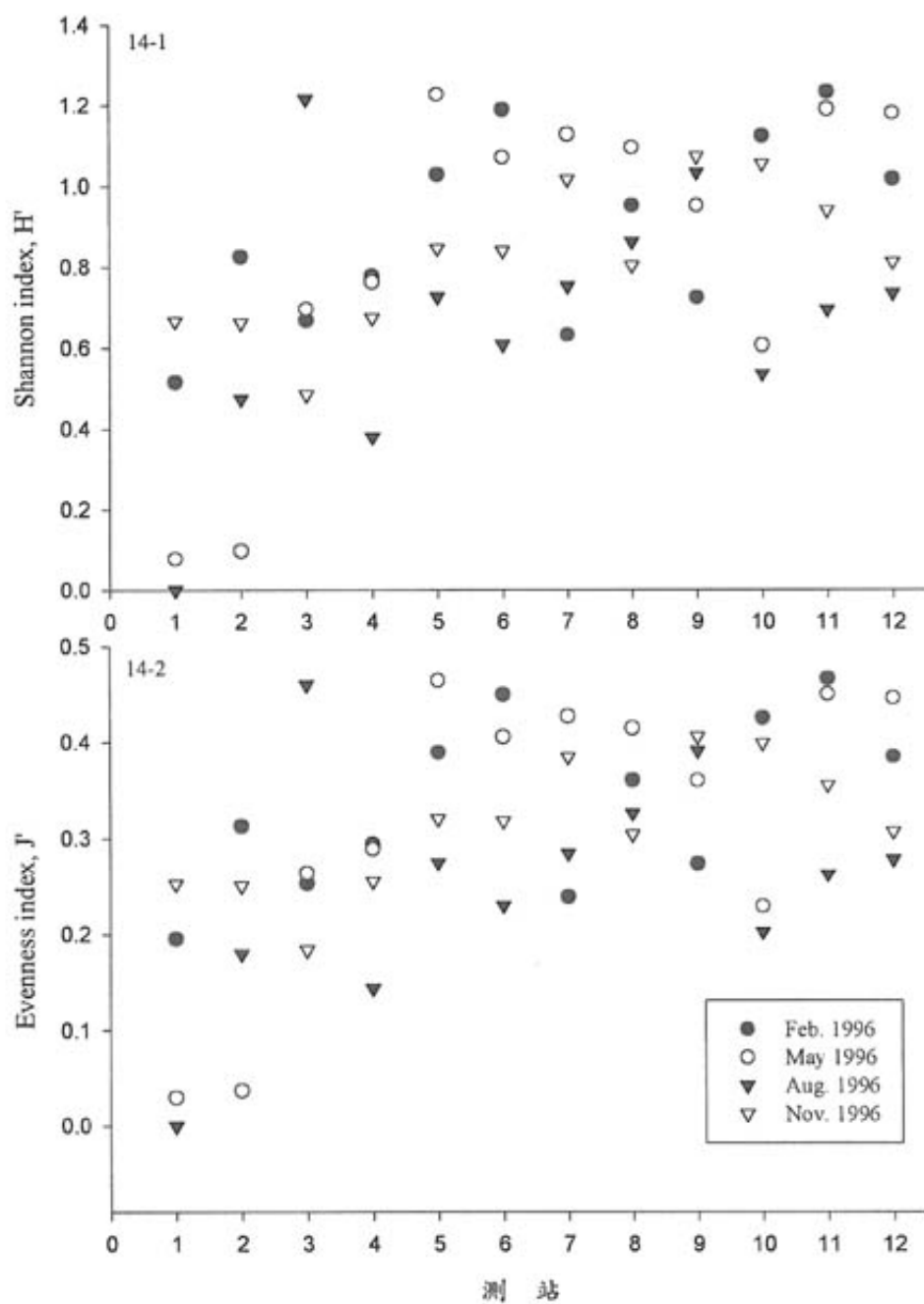


圖14、金門慈湖各測站之(1)類群歧異度指數(Shannon index, H')與(2)均勻度指數(Evenness index, J')的變化。

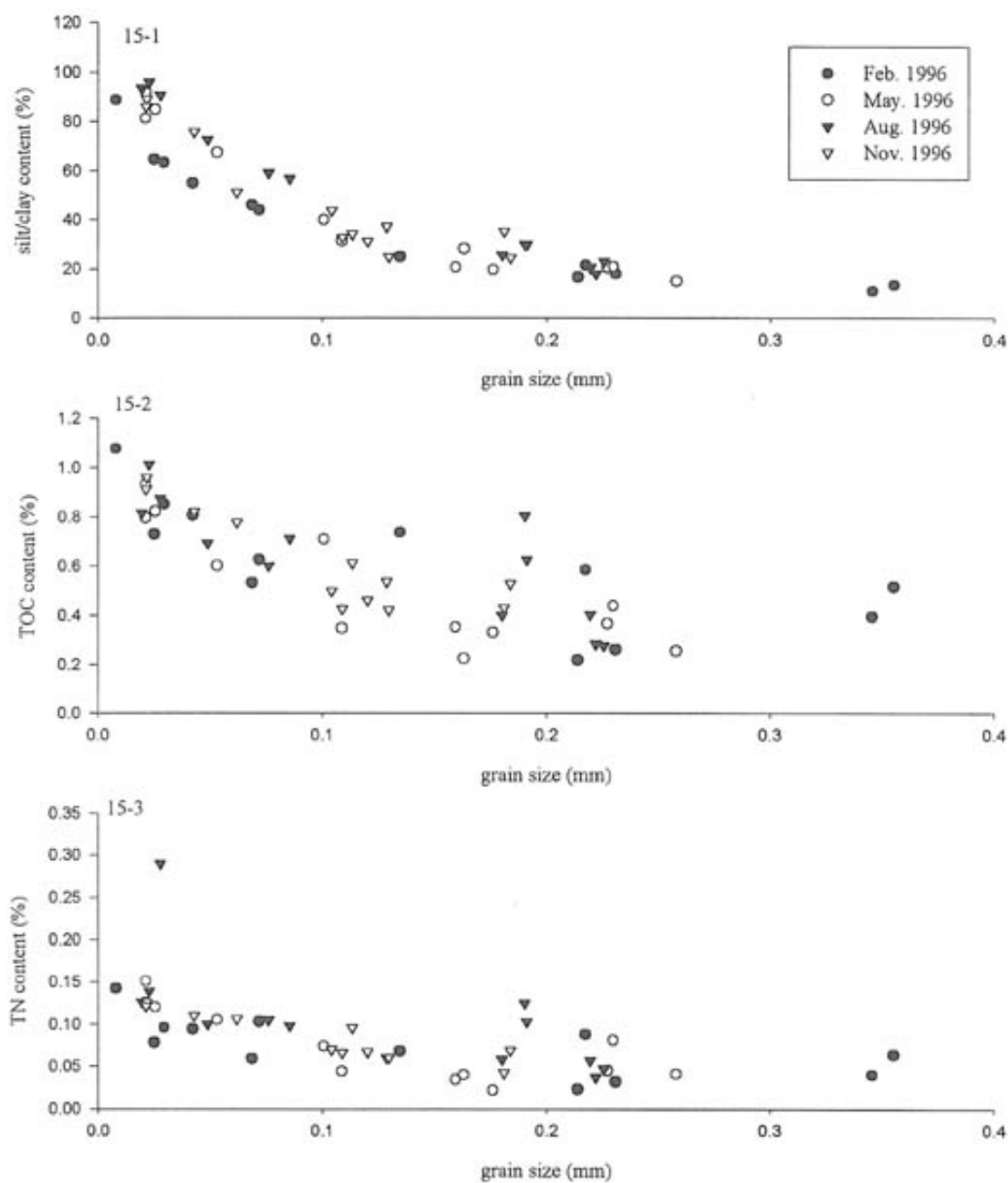


圖15、金門慈湖沉積物的粒徑大小(grain size)與(1)粉泥/黏土含量百分比(silt/clay content %)、(2)全有機碳含量百分比(TOC %)及(3)全氮含量百分比(TN %)之間的相關關係圖。

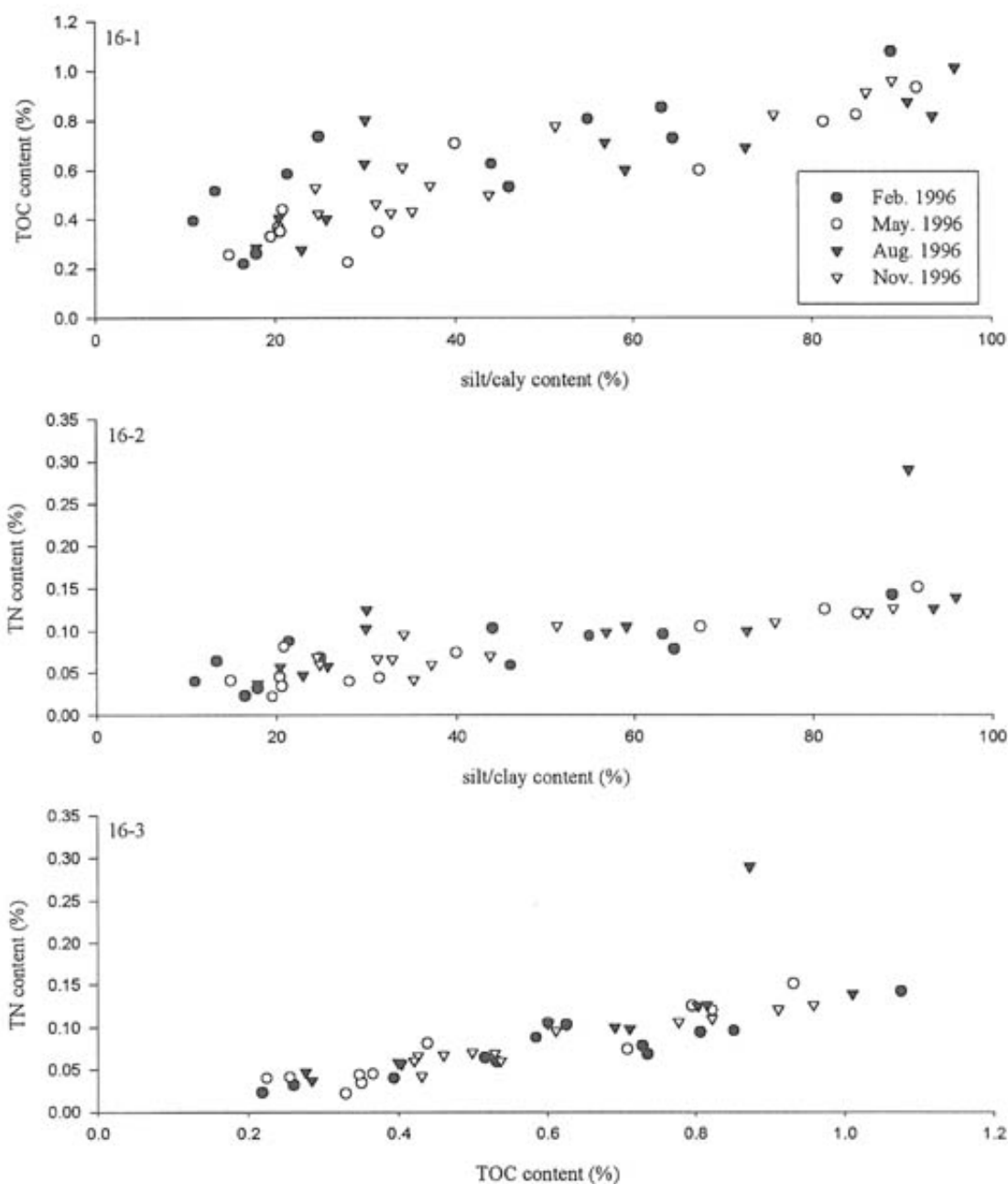


圖16、金門慈湖沉積物的粉泥/黏土含量百分比(silt/clay content %)與(1)全有機碳含量百分比(TOC %)、(2)全氮含量百分比(TN %), 以及(3)全有機碳含量百分比與全氮含量百分比之間的相關關係圖。

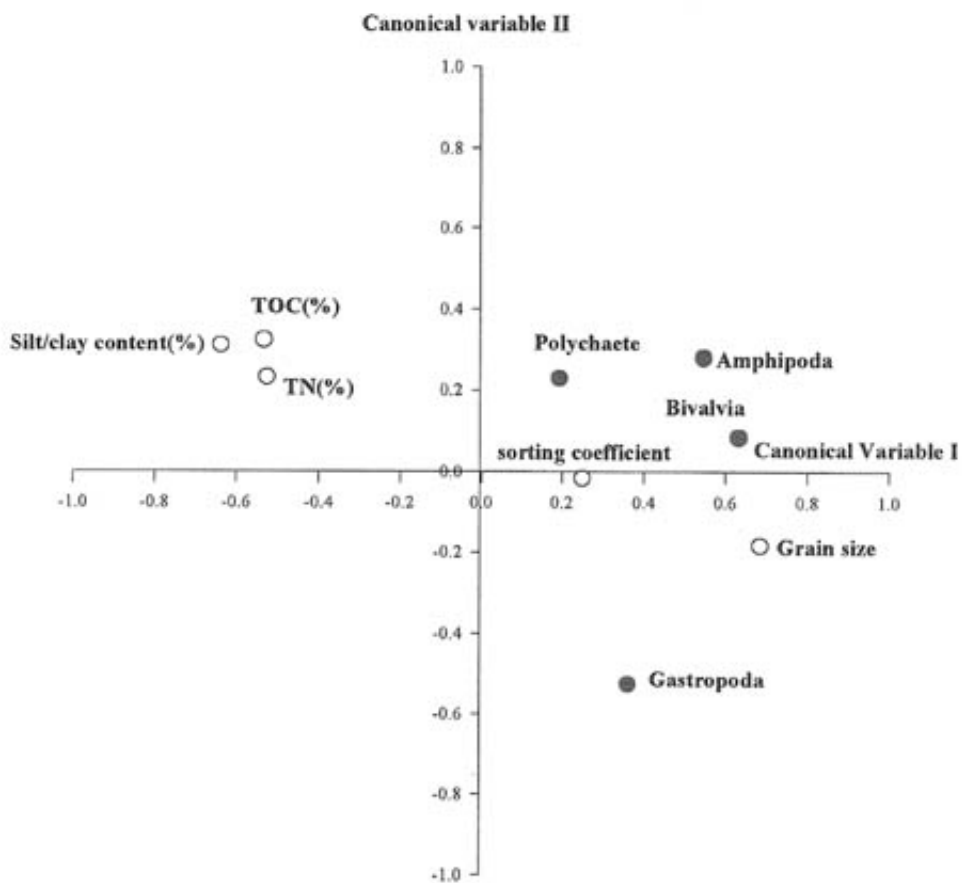


圖17、生物因子和環境因子間的正典相關分析圖。
(canonical correlations , $p < 0.05$)

金門國家公園沙泥灘潮間帶貝類資源保育

陳俊宏

國立台灣大學動物學系

摘要

金門水頭、浯江溪口、慈湖、湖下、北山等地區之沙泥灘潮間帶由於豐富營養鹽，再加上特殊地理環境，孕育出豐富貝類資源，依民國 85 年一年的調查，共計發現 4 綱 29 科 46 屬 58 種，其中包括台灣、澎湖沒有或數量極少的虎斑玉螺、蝸螺、捻螺、泥螺及囊螺。由於過去 40 年限制開發保存下來的這塊濕地淨土，正隨著開發的腳步，面臨日趨嚴重的棲地破壞。為了使金門居民瞭解生活於此沙泥灘潮間帶貝類的珍貴，特別針對較具特色的金門貝類，如：虎斑玉螺、蚵螺、石疊螺、蝸螺、珠螺、黑口玉黍螺、燒酒海蟾螺、泥螺、囊螺、環文蛤及海氏凱地蛤等介紹其分類地位、分佈、外形大小特徵及生態習性。希望藉此能吸引更多人對這些貝類的好奇與喜愛，進一步瞭解與保護牠們，最後達到永續利用的目標。

一、前言

金門的地緣位置靠近大陸，與台灣本島、澎湖群島相隔台灣海峽，且緯度較高，溫度、濕度等較似大陸型氣候，與台灣本島的海島型氣候明顯不同，因而孕育出不同的動物相，但部份生物尤其是海洋生物因黑潮及親潮的關係，又有其相似性。過去金門因戰地政務，限制開發的結果，無心插柳的為野生動物保留下一塊淨土。為了避免重蹈台灣開發污染對野生動物生存所造成傷害的覆轍，原本可藉此教育金門全體居民對週遭野生動物的認同與了解，秉著愛鄉愛土的精神，投入保護牠們生存權利的工作。可惜，隨著戰地政務的解除，開放觀光的結果，垃圾量激增，只顧經濟發展而不顧生態環境破壞歷史，以悄悄在金門重演，各項建設對野生動物的棲地的破壞與日俱增，尤其以沙泥灘因不似沙灘尚可供游泳戲水，被誤為利用率極低的惡地，而加以破壞：浯江溪口被當垃圾傾倒場，且浯江溪即將加蓋，這勢必將改變浯江溪口的生態環境；水頭即將興建港口，油污垃圾若無法管制，將對鄰近的后豐港造成衝擊；北山附近海岸現因軍事管制破壞尚少，但隨著開放的壓力日爭，還能維持多久，實難預料。潮間帶及河口等濕地，隨著國內外相關研究的推展，已瞭解這些地區絕不是經濟開發的絆腳石。因為河口沙泥灘是很多魚蝦貝類產卵及幼生孵化成長的主要地區，是整個生態環境重要的一環。因此，如何加強解說教育（譬如：提供沙泥灘潮間帶貝類資源解說資料）及增加解說設施，使百姓確實瞭解沙泥灘的生態功能。在能夠欣賞沙泥灘潮間帶的美之後，自然不會再將之視為惡地，而加以破壞。

二、金門潮間帶地形景觀與貝類分佈

金門島主要由花崗岩所組成，海岸未見珊瑚成礁。全島的潮間帶，可能因對岸諸河流沈積物的影響，海岸多以沙岸為主，西北邊潮間帶如：水頭、浯江溪口、慈湖、湖下、北山等為砂泥灘，泥的成分頗多且夾雜部份白色瓷土；東邊復國墩、溪邊及田埔等則為花崗岩岸；南邊料羅灣則為砂岸。因地形不同，所能提供的生存空間大不相同，又因所含的營養鹽不同，所以所孕育出的海洋生物種類差異頗大。軟體動物是除了昆蟲外，演化最成功的動物，牠們分佈各處，除了天空之外，陸域、淡水溪流湖泊、潮間帶、海面及深海底，都有牠們的蹤跡。以金門潮間帶為例：南岸多為沙岸，潮間帶的貝類相簡單，多以雙殼貝為主；東邊岩岸腹足綱以笠貝、蛇螺及石蟹居多，雙殼貝則以附著性的貽貝為主；而西北邊泥灘地為金門主要牡蠣養殖區，除了泥沙夾帶豐富的養分外，養殖牡蠣所必須的支架、石柱等提供很多附著空間，因而沙泥灘貝類相相當複雜，除了有沙岸的雙殼貝及岩岸的蜆貝外，還有很多夾雜在牡蠣間的附著性貝類。

三、金門沙泥灘貝類資源保育

依現行通用之無脊椎動物分類準則，軟體動物屬於軟體動物門（Phylum Mollusca）。下分七個綱，分別為腹足綱（Class gastropoda）、雙殼綱（Class Bivalvia）、多板綱（Class Polyplacophora）、掘足綱（Class Scaphopoda）、頭足綱（Class Cephalopoda）、單板綱（Class Monoplacophora）及無板綱（Class Aplacophora）。其中除了無板綱外，大多有碳酸鈣外骨骼（Ruppert and Barnes, 1994），因此，廣義的說都屬於「貝類」。然因，單板綱數量極少且多分布於深海，而頭足綱的碳酸鈣外骨骼多已退化且少於潮間帶生活，所以，不屬於此次調查收集的對象。所以此次調查收集的潮間帶「貝類」對象，包括腹足綱（Class gastropoda）、雙殼綱（Class Bivalvia）、多板綱（Class Polyplacophora）及掘足綱（Class Scaphopoda）等四綱。腹足綱（Class gastropoda）分前鰓亞綱（Subclass Prosobranchiata）、後鰓亞綱（Subclass Opisthobranchiata）及有肺亞綱（Subclass Pulmonata），其中以前鰓亞綱（又分原始腹足目、中腹足目、新腹足目）為主要「貝類」收集對象；雙殼綱（Class Bivalvia）則分原鰓亞綱（Subclass Protobranchia）、瓣鰓亞綱（Subclass Lamellibranchia）及隔鰓亞綱（Subclass Septibranchia）（Ruppert and Barnes, 1994）。其中以瓣鰓亞綱（又分多齒目、異柱目、分齒目、異齒目、合齒目、異韌帶目）為主要「貝類」收集對象（Ruppert and Barnes, 1994）。多板綱（Class Polyplacophora）動物俗稱石鱉，而掘足綱（Class Scaphopoda）動物俗稱齒貝或象牙貝，亦為「貝類」收集對象。

從民國 85 年在水頭、浯江溪口、慈湖、湖下及北山所採的貝類標本顯示，金門沙泥灘潮間帶軟體動物共有 4 綱 29 科 46 屬 58 種。其中雙殼綱的雙殼貝主要有環文蛤、海瓜子、牡蠣及貽貝（淡菜）；腹足綱的蝸貝則以石疊螺、美螺、珠螺、玉黍螺、玉螺、蚵螺、燒酒螺及蟹螺為主；多板綱的石鱉及掘足綱的象牙貝亦有採獲。可能由於海流的關係，金門潮間帶貝類相與台灣北部及西部沿海潮間帶貝類有頗高相似性（譚等，1980；賴，1988；胡、陶，1995），尤其是上述主要種如環文蛤、海瓜子、燒酒螺、蚵螺、珠螺、石疊螺、玉黍螺、玉螺及蟹螺等；但有數種螺類如泥螺（*Bullacta exarata*）、囊螺（*Retusa borneensis*）及捻螺（*Pupa* sp.），台灣本島似未曾有發現記錄。由於金門的地緣位置靠近大陸，因此，如虎斑玉螺、蝸螺、泥螺等在全門數量極豐富，在福建、浙江亦有分佈（王，1988），反而在台灣本島或澎湖不是數量極少就是未曾發現。當然也有可能是因為，金門島海岸管制較嚴，破壞較少，因而保存了較完整的貝類相，反觀台灣本島及澎湖河口泥灘地則多已嚴重污染，相信這應也是造成貝類相差異的可能原因之一。

四、金門沙泥灘貝類解說

以下針對數種較具特色的金門貝類，分別為虎斑玉螺、蚵螺、石疊螺、蝸螺、珠螺、黑口玉黍螺、燒酒海蝨螺、泥螺、囊螺、環文蛤及海氏凱地蛤等介紹其分類地位、分佈、外型大小特徵及生態習性。

虎斑玉螺 (*Natica tigrina*) :

玉螺屬於軟體動物門、腹足綱、中腹足目、玉螺科、玉螺屬的貝類。牠的螺塔低，殼口廣，整個殼體呈半球形，殼體頗厚實。當牠們潛砂時會伸出外套膜覆蓋整個殼體，使殼體不會磨損或被其他動物附生，因此，活貝的殼體相當光鮮。玉螺多生活於砂泥灘地，是肉食性貝類，牠們碰到其他貝類如文蛤時會以牠們的齒舌在文蛤的殼上鑽洞來獵食。金門目前已知有兩種玉螺，分別為虎斑玉螺 (*Natica tigrina*) 及攪綠玉螺 (*Natica lurida*)，兩者的生活環境相同，從北山、浯江溪口到水頭的砂泥灘地都有分布。虎斑玉螺殼為白色底有排列整齊的明顯黑斑，腹足呈白色，數量較多，而攪綠玉螺數量較少，殼體較小為橄欖綠色，腹足呈白色略帶紅褐色斑點。牠們在產卵時，會將產出的卵與細砂混合，形成帶狀卵條，並圍呈環狀，俗稱「砂碗」。目前金門從五月到十月均可在北山、浯江溪口及水頭等的砂泥灘地發現兩種砂碗，形狀及顏色都不一樣：一種裹灰色細沙且環形較結實，有可能是攪綠玉螺的卵；而另一種裹黃色粗沙且環形較鬆散，則可能是虎斑玉螺的卵。

虎斑玉螺在金門俗稱「花螺」是金門相當普遍的食用貝類，被揀拾的數量相當驚人，尤其在開放觀光後，隨著觀光客的湧入，相信捕捉量定是有增無減。另外，浯江溪口被當垃圾傾倒場；而水頭即將興建港口，這對虎斑玉螺族群造成什麼影響，還有待調查研究。由於，虎斑玉螺是金門特產，澎湖及台灣本島都相當罕見。攪綠玉螺則在澎湖及台灣本島分佈相當普遍。為了落實永續經營的理念，實有加以研究調查虎斑玉螺族群數量、棲地、生殖季、生活史等基本資料之必要，以便制訂管理規則來限定捕抓數量及季節等。

蚵螺 (*Thais clavigera*)

蚵螺屬於軟體動物門、腹足綱、新腹足目、骨螺科、小岩螺屬，顧名思義與蚵(牡蠣)關係密切。蚵螺呈菱形，外殼灰色，殼內為亮麗的橘紅色，殼高約4公分，是肉食性貝類，會以牠們的齒舌在牡蠣的殼上鑽洞來獵食 (Lin and Hsu, 1979)，因蚵螺以牡蠣為食 (不論是養蚵或石蚵)，所以蚵螺一定是附在牡蠣上，少在光禿的岩石上，更不會在沙泥地上。蚵螺在澎湖及台灣的牡蠣養殖區的分佈也相當普遍 (Lin and Hsu, 1979；賴，1988；胡、陶，1995)，一般是被視為有害貝類 (胡，1976)。蚵螺除了人類之外，似乎沒有天敵，因此數量頗多，目前尚無絕種之虞 (劉、陳，1992)，然而沿海潮間帶污染日益嚴重，牡蠣養殖面積受限，會造成蚵螺族群數量減少。事實上蚵螺的肉質口感不差，在海產資源漸減的今日，蚵螺早晚會成為餐廳中的美食。如能儘早加以

注意牠們的族群數量變化、加強瞭解牠們的生活史，對日後海產資源的維護當有助益。

石疊螺 (*Monodonta labio*)

石疊螺又名疊牆螺，屬於軟體動物門、腹足綱、原始腹足目、鐘螺科疊螺屬。殼高一般小於兩公分，外型呈典型螺旋狀，殼口呈圓形，活體會有黃褐色半透明角質口蓋，因殼體外型有褐色或橄欖綠如砌磚牆的雕刻，因而得名。石疊螺多附著在岩石或固體表面，因此以岩岸較多，但也可能因附著在牡蠣等固體表面而出現在沙岸。石疊螺在台灣本島、澎湖及金門多相當普遍（譚等，1980；賴，1988；胡、陶，1995），可供食用，但除沿岸居民會撿拾外，少有商業價值。

蝓螺 (*Umbonium thomas*)

蝓螺屬於軟體動物門、腹足綱、原始腹足目、鐘螺科、蝓螺屬。蝓螺外殼光滑，因花紋、顏色漂亮多變在金門俗稱「美螺」，蝓螺殼高低於1公分，直徑小於1.5公分，活體有黃褐色半透明角質口蓋與石疊螺相似。多生活在潮溝附近的沙地裡，個體雖小但仍有被捕食的壓力。據說二十多年前仍遍佈金門沿岸，且數量驚人，近年來則數量銳減，恐有絕種之餘。因蝓螺在台灣本島及澎湖的數量極少（賴，1988；胡、陶，1995），因此有必要對金門的蝓螺族群數量、棲地、生殖季、生活史等基本資料加以研究調查。

珠螺 (*Lunella coronata*)

珠螺屬於軟體動物門、腹足綱、原始腹足目、蝶螺科、蝶螺屬。目前在台灣及澎湖已知的兩個亞種瘤珠螺 (*Lunella coronata granulata*) 及珠螺 (*Lunella coronata coreensis*)，在金門目前只發現有珠螺而無瘤珠螺。珠螺的名稱來源，可能是因為牠們有碳酸鈣質的半球型口蓋，狀似一顆珠子塞在殼口。珠螺外殼表面粗造，顏色及花紋多變化，一般殼高和直徑都在2公分左右，但個體大小有愈來愈小的趨勢。珠螺的生態環境與分佈和石疊螺相近，一定附在岩石或固體表面。目前在台灣本島、澎湖及金門岩岸海邊都還相當普遍（譚等，1980；賴，1988；胡、陶，1995），是海產店主要食用螺類，惟近來數量明顯下降。但牠們族群數量、棲地、生殖季、生活史等基本資料極度缺乏，有待調查。

黑口玉黍螺 (*Littorina melanostoma* Gray)

黑口玉黍螺屬軟體動物門、腹足綱、中腹足目、玉黍螺科、玉黍螺屬（王，1988）。黑口玉黍螺外型呈水滴狀，殼高約1.2公分，淺黃色外殼，有淺而明顯的螺紋，內唇略帶黑色，故得名。黑口玉黍螺與一般玉黍螺一樣，喜

歡棲息於高潮區，但一般玉黍螺多棲息於岸邊岩壁上，而黑口玉黍螺則常見於紅樹林的植株上。因此，在金門，浯江溪口是牠們的主要棲息地。

燒酒海螵螺 (*Batillaria zonalis* (Bruguere))

燒酒海螵螺屬軟體動物門、腹足綱、中腹足目、海螵螺科、海螵螺屬。燒酒螺呈塔狀有瘤狀縱肋，殼高約3公分，黑色外殼，有細螺肋，縫合線下通常有明顯的白色環帶，外唇薄後端凹陷，內有黑褐色細紋。燒酒海螵螺大量分佈在台灣及澎湖的沙泥灘，常聚集呈帶狀或片狀。因常被用醬油、醋和酒為佐料製成小吃，故俗稱「燒酒螺」(賴，1988；胡、陶，1995)。燒酒海螵螺在金門的數量也很多，廣佈於水頭至北山一帶的沙泥灘。

泥螺 (*Bullacta exarata*)

泥螺屬軟體動物門、腹足綱、後鰓亞目、阿梯螺科、泥螺屬(王，1988)。此螺在台灣及澎湖都無分佈記錄，在金門的分佈目前僅知在北山、浯江溪口及水頭。依大陸資料，此螺在東南沿海分佈甚廣，日本亦有發現，然因資料不足，此螺的分類仍須再確認。泥螺顧名思義多在泥灘地活動，一般在爬行時外表裹上一層泥，形成極佳保護色。泥螺殼高約1.5公分，殼寬約1公分，殼白色半透明，肉體也呈白色無法全部縮入殼內。85年10月底在水頭曾發現產卵個體，卵囊成透明球狀略帶土黃色，裡面一顆顆卵清晰可見，以一細柄附著於泥地上，確實生殖資料有待進一步調查。

囊螺 (*Retusa borneensis*)

囊螺軟體動物門、腹足綱、後鰓亞目、囊螺科、囊螺屬(王，1988)。此螺在台灣及澎湖亦無分佈記錄，在金門的分佈與泥螺相同，在北山、浯江溪口及水頭均有發現。依大陸資料，此螺分佈於太平洋區域，然因資料不足，此螺的分類與泥螺相同仍須再確認。囊螺亦多在泥灘地活動，但不會裹上泥。囊螺殼高約0.8公分，殼寬約0.4公分，殼白色半透明有淺黃色殼皮，但因肉體呈黑色，所以活貝略呈黑色。有聚集現象。

環文蛤 (*Cyclina sinensis*)

環文蛤屬於軟體動物門，雙殼綱、異齒亞目、簾蛤科、環文蛤屬。殼呈圓形，殼高約4公分，有明顯細輪肋但無放射肋(賴，1988；胡、陶，1995)。左右兩殼各具主齒3枚。外殼白色或淺黃色在殼緣有紫紅色環為其特徵，故俗稱「赤嘴仔」。環文蛤多生活於沙泥淺灘，在台灣、澎湖及金門的水頭、浯江溪口、北山均有分佈，為重要食用貝類。

海氏凱地蛤 (*Katelysia hiantina*)

海氏凱地蛤屬於軟體動物門，雙殼綱、異齒亞目、簾蛤科、凱地蛤屬。殼略呈三角形，殼高約3公分，有明顯粗輪肋但無放射肋。左右兩殼各具主齒3枚。外殼白色或淺黃色。澎湖有生產（胡、陶，1995），金門目前在浯江溪口及北山沙泥灘皆有發現，數量相當多。

參考文獻

- 王如才。1988。中國水生貝類原色圖鑑。浙江科學技術出版社，杭州 255 頁。
- 胡忠恆、陶錫珍。1995。台灣現生貝類彩色圖鑑。國立自然科學博物館，台中 483 頁。
- 胡舜智。1976。牡蠣的養殖。淺海完全養殖。徐氏基金會出版 1-92 頁。
- 董聿茂等。1991。浙江動物誌，軟體動物篇。浙江科學技術出版社，杭州 370 頁。
- 劉莉蓮、陳昭倫。1992。台灣產蚶岩螺（*Thais clavigera* Kuster）性比的改變。台灣水產學會刊 19：85-87。
- 賴景陽。1979。台灣的貝類。自然科學文化事業公司，台北 197 頁。
- 賴景陽。1988。貝類。渡假出版社有限公司，台北 197 頁。
- 譚天錫、王繼忠、陳俊宏。1980。台灣東北角岩岸潮間帶腹足綱及雙殼綱貝類相。貝類學報 7:33-71。
- Lin, Y. S. and C. J. Hsu, 1979. Feeding, reproduction and distribution of oyster drill, *Purpura clavigera* (Kuster). Bull. Inst. Zool., Academic Sinica, 18: 21-27.
- Dance, S. P., 1992. Shells. Dorling Kindersley, London. pp. 256.
- Ruppert, E. E. and R. D. Barnes, 1994. The molluscs. In "Invertebrate Zoology" 6th ed., Chap. 10, pp. 361-499. Saunder College Publishing, Ford Worth, New York.

金門縣牡蠣養殖變遷與問題探討

陳朝金 林明德

金門縣水產試驗所

壹.前言

牡蠣是一種對鹽份、溫度適應性很廣的二枚貝類，幾乎分佈於全世界熱帶、寒帶的廣闊區域裡；外型右殼小而薄，左殼大且呈凸形，表面凹凸不平，以左殼附著堅硬物體表面，個體經由鰓的纖毛運動，使周圍的水域經鰓絲間過濾，攝取浮游生物而成長。牡蠣肉質甜美，營養價值很高，素有海牛乳之稱，含有水份70%至80%、蛋白質9%至10%、脂肪3%至4%、碳水化合物5%至6%，除了鈣質與維生素A比牛奶低之外，其它成份皆比牛奶高，且牡蠣肉是動物蛋白質中，唯一屬於鹼性的食品，不但可以生吃，或以各種方式料理熟食外，還可以晒成蚵乾及作成蠔油貯藏。其左殼可為採苗母殼，右殼及小形殼磨碎，作為家禽飼料中鈣質添加物，或可燒煉成石灰作為消毒、施肥、建築之用(1993，話說金門牡蠣養殖)。

金門地區臨介大陸，受兩方雨水灌注，底質泥沙，有機物質豐盛，且潮差大，潮間帶廣，乾潮時海床裸露長達4-5小時，可直接吸收陽光促進低等生物繁殖與有機物分解，故餌料豐富，牡蠣生長快速，又工業污染無多，是發展牡蠣養殖之場所。

貳.歷史沿革

一. 石條式牡蠣養殖

金門養殖牡蠣已有二百多年歷史，傳統養殖方式均是以石條式蚵石養殖為主——將蚵石或斜靠成堆或各自獨立植於養殖場，於立夏蚵苗自行附苗於蚵石上，幼蚵攝食水中天然藻類成長。本縣於民國20年左右曾有二百餘萬條蚵石的記錄，以金寧鄉古寧村居多，其主要分佈在西北海岸線之西園、官澳、浦邊、呂厝、劉澳、洋山、瓊林、安美、古寧、湖埔、金水、上林、黃埔、雙口等潮間帶（如圖一），然因歷經戰亂，蚵石損失甚大（1983，吳）。

二. 插筴式牡蠣養殖

石條式牡蠣養殖單位面積產量低，養殖管理費時費力並非理想生產模式。有鑑於此，金門水試所於民國六十五年由農復會補助自台灣引進竹子插架式牡蠣養殖。這是台省傳統牡蠣養殖方式，為以刺竹、麻竹頭配合海灘深淺插植於潮間帶自行附苗成長，後因竹子不耐使用，約兩年即需更新，蚵民意願不高；復於民國73、74年引進塑膠蚵支養殖，因不需在蚵支上使用母殼，操作省時省力，頗受一般蚵民喜愛，至民國84已推廣塑膠蚵支95萬支（含蚵民增購部份），養殖面積約15餘公頃，主要分佈在南門、湖下、嘵口、瓊林、浦邊、呂厝、西園、上林、西口等地(如圖二)。

三. 椿柱平掛式牡蠣養殖

椿柱平掛式牡蠣養殖始自民國72年，該法為適應較強水流可防止夏季魚類噬食蚵肉，但在養殖期間應選擇適當場地打椿，底質以砂泥底或粘土為主，每架30公尺長，3公尺寬，橫椿距2公尺，縱椿距1.5公尺，椿柱上端綁結四分鋼筋或PVC管做橫樑。每公頃設置100架(如圖三)，使用直徑12公分，高100公分水泥椿3,300支，橫樑9,000公尺，掛養蚵串2萬2千串，每串長2公尺，掛母殼10至15個，漁民仍感初期投資經費無法負荷，操作亦甚費力，養殖意願不濃。

四. 深水棚架式牡蠣養殖

民國74年金門水試所引進深水棚架式養殖法及民國76年引進浮筒延繩式養殖法在金烈海域試行深水牡蠣養殖，經實驗後因耗資甚鉅且因潮差過大，棚架固定不易，在颱風侵襲時養殖設施易遭損壞，因此沒有推廣業者養殖(如圖四、五)。

五. 平掛式牡蠣養殖

民國77年開始，金門水試所為調節地區夏季蚵產市場、提升牡蠣產量、減少人力耗廢、節省養殖時間，改為使用樹木、尼龍繩等材質降低養殖成本，每架30公尺×3公尺，每公頃設置100架，掛養蚵苗1萬1千串，蚵串橫掛於棚架之間，蚵串之長短約為3公尺，其間以18至20個母殼(如圖六)。由於本縣使用之平掛式牡蠣蚵苗係由台省附苗後運抵地區掛養，故較地區石條式牡蠣肥滿，水試所近年來持續推廣平掛式牡蠣養殖至今已推廣30餘萬串，其養殖海域主要分佈在金城(南門、水頭)、金寧(湖埔、安岐、嘵口)、金湖(瓊林)、金沙(洋山、呂厝、劉澳)、烈嶼(上林)等潮間帶(如圖七)，推廣面積達10多公頃，平均每公頃產量達1萬5千公斤。

參. 遭遇問題探討

金門現今牡蠣養殖分佈於地區北海岸潮間帶 — 官澳、西園、營山、劉澳、呂厝、浦邊、瓊林、后沙、嘵口、安岐、古寧、湖下、后豐港、水頭、烈嶼的上

林、黃埔、雙口等。近年雖然水試所積極推廣高產量之平掛式牡蠣養殖，然產量卻不見提升反而逐年有減少趨勢，據金門地區統計年報顯示，牡蠣產量已由民國 71 年產 1255 公噸至民國 81 年減為 521 公噸，究其原因有以下幾點：

- (一) 工商業發達，工資昂貴，農漁村人口不耐於傳統生產方式，競相流向城市或台灣就業，地區產生嚴重勞力不足的問題。
- (二) 牡蠣養殖資材之石條、蚵支等長期置於蚵田，乏人管理，且部份蚵床因石條、蚵支放置過密，潮流不能暢通，底盤升高，致泥漿雜物大量附著，藻類、藤壺繁生，餌料生物缺乏，影響蚵苗附著生長，又內陸部份所養的牡蠣乾出時間較長，水溫昇高，成長緩慢甚而死亡(1991，研究報告)。
- (三) 蚵田蚵螺生長甚多，嚴重為害牡蠣生長，蓋因蚵螺可分泌化殼液，將牡蠣殼溶破而食其肉，致發生暴斃。
- (四) 蚵床底部腐植土增厚，影響牡蠣生長，且部分地區家庭廢水直接排放入海，對其生長不無影響。

肆.解決方法

- 一. 針對牡蠣產量由 71 年的 125 萬餘公斤，減至 81 年的 52 萬餘公斤，積極推廣平掛式牡蠣養殖代替傳統石條式養殖以減少勞力、時間的耗費。
- 二. 每月配合潮汐派員至牡蠣養殖區進行生長情形、水質、病蟲害、水流觀察記錄與養殖輔導。
- 三. 宣導蚵民疏解掛養間距，淘汰部份舊資材，以免堆積阻礙水流，影響牡蠣生長。
- 四. 籌定計劃（如扁蟲、蚵螺之病敵害調查；牡蠣養殖之種類及分佈等）建立數據資料以利學術上之研究。

牡蠣養殖是最合乎經濟效益，自然法則的無投餌式養殖，既無須各式養殖機械，亦無庸擔心有任何社會成本之減耗，開拓淺海牡蠣養殖，不但可以增加沿海漁民收益，並可提供高品質蛋白質來源，充裕國民營養，希冀經由相關單位的策劃、技術引進改良，為金門牡蠣產量再創新高。

伍.參考文獻

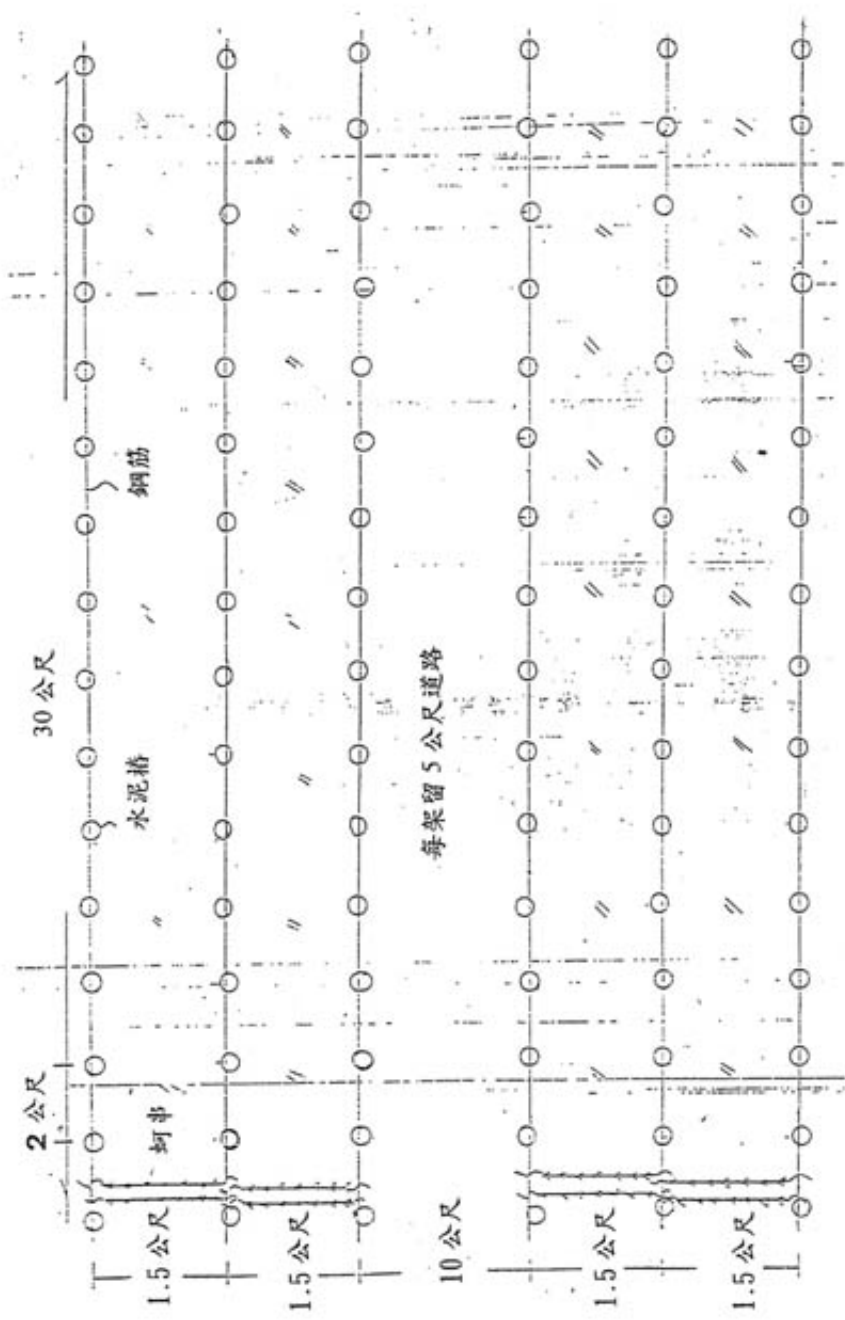
- 吳允田。1983。金門漁業調查報告。金門水試所。
- 陳明月。1991。金門沿海養殖牡蠣死亡原因調查。金門水試所 1991 年研究報告。
- 林志國。1993。話說金門牡蠣養殖。金門季刊。金門縣政府。
- 曾榕新。1977。牡蠣之養殖。水產養殖要覽。漁社科學叢書 p 1009-1029。



圖一、石條式牡蠣養殖分佈圖



圖二、插架式牡蠣養殖分佈圖



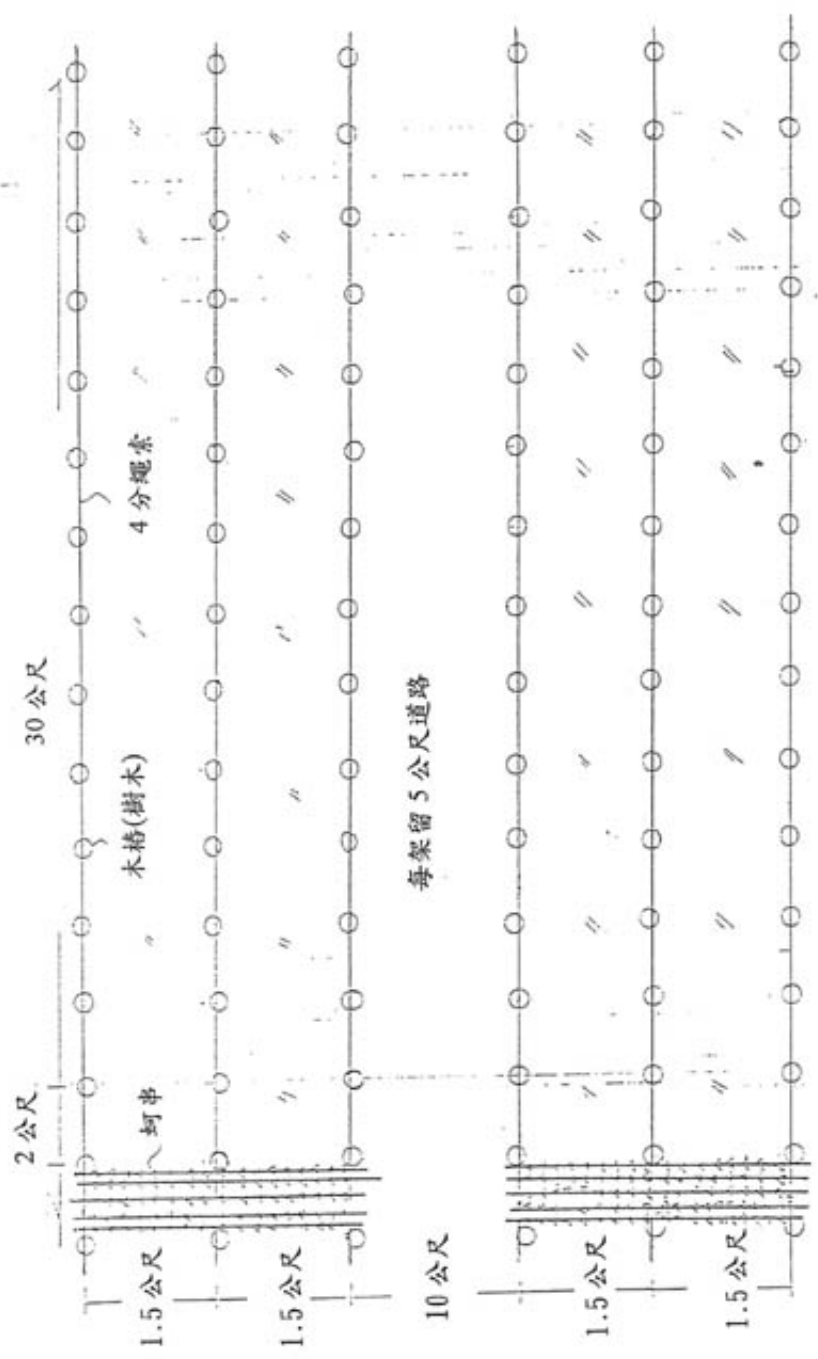
圖三、民國七十二年格柱平掛式牡蠣養殖架設平面圖



圖四、民國七十六年引進之深水棚架式牡蠣養殖



圖五、深水棚架式遭受颱風侵襲損壞之情形



圖六、目前推廣之平掛式蜘蛛養殖架設平面圖



圖七、平掛式牡蠣養殖平面圖

平掛式牡蠣養殖死亡原因勘察

陳朝金 林明德

金門縣水產試驗所

前言

牡蠣為金門地區最重要之淺海養殖漁業，由於臨介大陸，受兩方雨水灌注，天然環境得天獨厚，加上無工業污染，是發展牡蠣養殖之好場所。近年來更引進台省所附之蚵苗進行平掛式養殖，成長快速，所養殖之牡蠣較金門原有的為大且肥滿，故蚵民擴大生產。牡蠣養殖過程中，因為敵害及其他因素；其成活率不會達到百分之百，普通都會有或多或少零星死亡，但是85年8月從水頭一帶延伸至湖下、安岐、嘴口，牡蠣遂漸開殼死亡，尤以水頭一帶最為嚴重，幾乎全軍覆沒。此種異常現象影響牡蠣生產，使業者幾乎血本無歸，莫不為此憂心忡忡，乃致有關單位的重視。為協助漁民解決此一問題，乃由水試所派員前往調查，尋求牡蠣死亡原因，以謀求改善方法。

勘察情形

水試所於84年8月31日至9月14日配合大潮至洋山、呂厝、瓊林、嘴口、安岐、南山、北山、湖下、下埔下、南門、水頭等海域（如記錄表）牡蠣養殖場勘察牡蠣死亡情形，其結果如下：

1. 各海域深水養殖之牡蠣死亡較嚴重（平均每叢僅活存3-4粒或7-8粒不等），距低潮線上較遠步近岸之淺灘海域，所養殖之牡蠣死亡甚少，幾近無死亡。
2. 扁蟲之為害，造成牡蠣開口死亡嚴重

根據文獻記載，雨量少之高鹹高水溫時易於大量發生扁蟲為害，就其具有附著性之生態而言，似在內灣、沿岸牡蠣養殖及垂下式養殖等為其最適宜之棲息場所。又扁蟲食害牡蠣之方式通常為貝殼間侵入食害。本次勘察由養殖戶在剖殼取肉時，常可發現每粒牡蠣中有2-4隻不等之扁蟲為害。

3. 蚵螺之為害

蚵螺平常散棲在蚵殼上，緊緊吸住蚵殼表面，以吐出的化殼液將牡蠣的殼鉗破取食。蚵螺在鹽分較高之區域常大量繁生，其為害率高達 30 % 左右。

4. 其他敵害

其他敵害如：黑鯛、黃鰱、鯽魚、花身雞魚、蜆等魚介類利用牡蠣在開口濾食時，侵入殼中攝食，致牡蠣死亡。

5. 濁度偏高

水的混濁度與沙粒數（成正比）、透光度（成反比）及含氧量（成反比）等，因此，混濁度愈高，生物愈難生存，尤以牡蠣為甚，因牡蠣是以粘液膜及纖毛擺動水流後，用鰓濾過水中之食物為生，混濁度大且溫度高時，牡蠣很快即窒息或餓死。經勘察地區牡蠣養殖區大多底質為爛泥地，風浪大時混濁度高，經測定海水混濁度為 135-461 FtU 間，濁度偏高（正常濁度在 90 FtU 以下）。

6. 掛養高度及間距對牡蠣成長之影響

平掛式牡蠣養殖一般掛養高度以離地 60 公分，掛養間距在 30 公分為宜，而所勘察之養殖區大部份掛養高度均低於 60 公分，間距亦未達 30 公分造成養殖過密，又養殖期間未加整理，牡蠣部份垂於地下致生長不良，抵抗力降低，遇環境之激變等，極易發生死亡。

結論

綜合上述之勘察結果顯示本次平掛式牡蠣養殖區以深水之養殖受害較為嚴重，究其主因有以下幾點：

一. 養殖水深與溫度：為乾潮時邊緣水域水溫高（正值夏季高水溫期），漲潮時致牡蠣無法承受高溫而開殼死亡。

二. 夏季雨量少，牡蠣生長不易，加上扁蟲大量繁生，扁蟲吸食蚵肉，致牡蠣死亡。

三. 掛養高度及間距過密，致水流不易暢通，攝食困難，影響牡蠣生長。

至於是否尚有其他致死因素，有待今後繼續探討及追蹤。

金門潮間帶常見兩種環節多毛類

謝蕙蓮

中央研究院動物研究所

摘要

在金門慈湖於 1996 年 2 月 - 1996 年 11 月的定量調查中，共計採得多毛類 (polychaete) 3052 隻蟲，分屬於 17 科 23 屬 27 種。每平方公尺平均密度為 942 隻蟲。雖然種名尚需確認，但由本次調查發現，慈湖多毛類種類組成相當豐富。在類別的組成上，海稚蟲科 (Spionidae) 的種類最為豐富，有 7 種，數量也最多，占全部多毛類總數量的 48%；這五種是 *Aonides* sp.，*Prionospio* cf *membranacea*，*Prionospio japonica*，*Prionospio* cf *sexoculata*，*Pseudopolydora* sp.，*Polydora* sp.A 及 *Polydora* sp.B。數量次多之科別為單指蟲科 (Cossuridae)，有單一種 *Cossurella dimorpha*，占全部多毛類總數量之 10%。再次為沙蠶科 (Nereidae)，有 2 種，為 *Ceratonereis burmensis* 及 *Ceratonereis erythraeensis*，沙蠶合計占多毛類總數量之 9.6%。再次為小頭蟲科 (Capitellidae)，占多毛類總數量之 9.1%。在本次的調查中發現，多毛類及端腳類的數量在底棲無脊椎動物群聚中是最優勢的兩類類群。牠們的族群數量與種類多樣性對棲息在慈湖的鳥類群聚有何食物鏈上的相關性，值得規劃研究。另在湖下，北山、浯江溪口之潮間帶亦做定量或定性之採樣。湖下之灘地，在高潮帶為沙地，低潮區為泥，棲地較北山、浯江溪口單純。北山高潮帶區域有石塊、岩塊、粗沙及泥底質，並有小塊面積為海草覆蓋。浯江溪口在高潮區為沙灘，間有石塊，低潮區為泥灘，且有海草。本文在多毛類相之介紹，以歐努菲蟲科之巢沙蠶及螯龍介蟲科之葉螯蟲為例，描述其生態習性、形態、及分類鑑定之依據。由於多毛類相豐富，種類鑑定工作持續進行中。期望依此模式逐步描述金門沿海地區之多毛類相。

一、前言

環節動物多毛類在海洋底棲環境中，無論在數量上或種類多樣性上，都是海洋無脊椎動物中最優勢的一群。廣泛分布於海洋、河口、沿海濕地、沼澤地，一些種類亦能生存於淡水的環境。Barnes (1987) 指出，在淺海、大陸棚斜坡及深海海底的環境中，多毛類佔了底棲動物群聚的 40%-80%。而在臺灣沙、泥棲地、河口環境，多毛類亦是最主要的一群動物，其組成比例常佔有該棲地整個底棲群聚的 85% 以上（例如曾文溪河口，作者尚未發表資料；淡水河口紅樹林沼澤地，Hsieh 1995）。多毛類在沈積底土裡活動，包括造管、築穴、攝食、呼吸、排遺等，一方面引導水流進入沈積底土深層，使海床底部有氧，另一方面，攝取水層中懸浮顆粒，或掉落在海床表面或埋在海床底土裡的有機碎屑顆粒，而使得體系中顆粒性有機物質進一步分解。牠們的活動不僅影響沈積底質的物理性狀、化學性狀，並在利用、代謝、分解有機碎屑的同時，讓體系潔淨，物質循環，能量流通；而且多毛類直接攝取水層或沈積底質裡的碎屑顆粒，利用其中之有機物質，將其轉換成自身之組織，提供為體系之次級生產量。牠們所提供之次級生產量，是許多魚、水鳥等高階消費者賴以生存的食物來源，因此在水域生態體系的功能運作上，多毛類是不可忽視的一環。在生態體系之能量流程上，多毛類位居起承轉合的地位。多毛類與底棲生態的關係，包括如何影響底土的物理化學性質，已在作者發表的「臺灣多毛類研究之回顧及其在環保應用之展望」一文中有詳細的說明（謝，1990）。

底棲環境中另外兩大類動物，軟體動物和甲殼動物，大都因經濟因素而受到人們重視。多毛類並非高經濟性有食用價值的動物。但多毛類中，有些種類確是地方居民的食物，例如磯沙蠶科 (Eunicidae) 漂蠶屬 (*Palola*) 的種類，生殖時群游水中的個體常被南太平洋波里尼西亞島嶼的原住民撈捕，當做佳餚 (Gathof, 1984)。沙蠶科的多毛類，特別是生殖成熟的個體，亦為中國大陸福建、廣東、廣西及日本、東南亞一帶沿海居民所喜食 (吳等, 1981)。多毛類與經濟相關的事件，尚有在本省宜蘭地區及中國大陸珠江下游、閩江口沿岸稻田，曾發現過沙蠶入侵啃食稻根，危及稻作 (鄧及劉, 1951；吳等, 1981)。近年來，多毛類在人類的休閒生活中逐漸佔有一席之地，那就是人們的海釣活動常以多毛類做為活餌，且需求日益增加。在本省所使用的多毛類釣餌有兩大類，一類俗稱「青蟲」，是沙蠶科 (Nereidae) 的多毛類，另一類俗稱「紅蟲」，是磯沙蠶科 (Eunicidae) 的多毛類。往昔在本省西部沙、泥灘地有專門從事採捕這兩類多毛類的行業，可見族群量不小。但因沿岸泥灘地、濕地飽受污染破壞，或用為填海造陸而被填埋，連帶著棲息於此的這些多毛類族群生機也遭受嚴重壓抑。

金門沿岸地區，雖然已面臨土地開發、經濟利用的壓力，但尚屬低污染以及較少受到人為干擾，通常在這類地區，有較豐富的、較多樣的海洋生物資源，而

金門地區鳥類資源豐富，是大家有目共睹的。累積之研究資料顯示，底棲無脊椎動物的分布，決定岸鳥覓食區的分布。且對在灘地覓食的水鳥而言，多毛類、端腳類、貧毛類等，是其主要食物（陳與陳，1994；蔡與陳，1994；陳與林，1995），可見底棲群聚在維繫鳥類資源永續上的重要性。而金門沿岸地區底棲無脊椎動物相未曾有系統詳實的調查，底棲群聚究竟與鳥類棲地有何關連，又是否提供鳥類為食物，都尚待釐清。本研究之目的，即在探討金門地區沿岸潮間帶底棲環境的棲地特性、底棲群聚的種類組成及族群量的時空變化，以為金門國家公園管理處規劃棲地保育措施之用。所得結果亦具鄉土教育及人文涵養的功能。本研究分兩部分，一為慈湖底棲生態研究，屬時、空上定量分析；一為金門潮間帶地區多毛類動物多樣性的研究，著重多毛類相的定性調查。本報告內容針對多毛類的一般形態特徵，以及在沙灘上常見大型之巢沙蟹及葉螯蟲的形態、生態習性做描述。慈湖底棲生態研究另在本論文集之「慈湖的底棲無脊椎動物生態」一文中更有更進一層的分析及討論。

二、多毛類的一般形態

多毛類的一般生物習性與形態已於謝（1990）一文中描述。本文再就重點扼要補充如下。

多毛類屬環節動物門的一個綱，外部形態與貧毛綱的蚯蚓相似，但大多數的多毛類頭部有附肢，身體有色素，常呈現漂亮的顏色，並且以海洋為棲息大本營。多毛類是相當古老的一群生物，在地球上出現的年代可追溯至前寒武紀至寒武紀（Fauchald，1974）。在那時期，多毛類的演化進行快速，到了古生代的中期，大多數科（Family）的演化已經完備（Fauchald，1984）。也因此在今多毛類的分類上，目（Order）的歸類並不具太多的種源意義（Fauchald，1977）。換言之，各科的形態特徵相當明確，科與科間的特徵容易區分開來。

根據 Fauchald（1977）的報告，已描述過的多毛類約有 8000 多種，分別屬於 81 個科，但新種仍持續增加中。多毛類是多體節的環節動物，左右體側有成對的疣足（parapodium）、剛毛結構特異；雖然剛毛並非多毛類所特有，但其形態、構造與其它無脊椎動物所具有的剛毛差異甚大；多為雌雄異體，生殖組織分布在大部分的體節上；而在環節動物的另兩大類（貧毛類及蛭類）生殖組織只分布在極少數的特定體節上。

現在用傳統分類學上所使用的重要形質來進一步描述多毛類，這些形質包括下列形態學及解剖學上的特徵。

口前葉（prostomium）：是身體最前端的構造，位於口的前方。此葉或具有附肢，依種類而定。附肢包括觸角（antenna）以及觸鬚（palp）等。腦神經可分布於此葉。

圍口葉 (peristomium) : 位於口前葉後方, 是一圍繞口的構造。此葉常與一或數個身體前端的體節癒合, 而與口前葉共同形成頭部。圍口葉亦有附肢, 包括圍口鬚 (peristomial cirrus) 或觸手鬚 (tentacular cirrus) 等。

咽喉 (pharynx) : 多數多毛類的咽喉可翻出於口外。咽喉可分為兩大類, 一為盤狀肌質咽喉, 另一為軸狀肌質咽喉。咽喉上的顎 (jaw)、齒 (tooth) 及其他幾丁質的構造是分類上屬及種的判斷依據。

疣足 (parapodium) : 疣足位於體節兩側, 為足狀的突起、具有剛毛。疣足可分為雙葉形 (biramous) 及單葉形 (uniramous)。雙葉形的疣足具有背腹兩葉 (notopodium 和 neuropodium)。單葉形的疣足只具有腹葉 (neuropodium)。疣足上面另有鰓和一些舌葉狀或鬚狀構造。疣足、鰓以及這些舌葉狀或鬚狀的形態和構造, 都是屬別或種別的特徵。

剛毛 (seta) : 剛毛為外胚層的衍生物, 每一根剛毛由單一個剛毛細胞 (chaeto-blast) 以及數個側細胞 (lateral cell) 分泌而形成。剛毛的化學成分為糖蛋白類, 含有幾丁質與蛋白質。剛毛的形式非常多, 其微細構造為種的鑑定依據。利用顯微鏡或掃描電子顯微鏡對剛毛做仔細的觀察, 是多毛類種別判定不可缺少的步驟。

三、多毛類的一般習性

多毛類以海洋為棲息的大本營, 上至水層, 下至底土都有牠們的蹤跡。以成體棲所而言, 絕大多數的多毛類營底棲生活, 只有少數種類在水層中終生浮游。不論是硬質海底 (例如岩石、珊瑚礁等) 或軟質海底 (例如沙泥地), 多毛類都是很常見的動物。多毛類的棲息方式, 概略有如下數種: (1) 浮游而生 (pelagic living), 終生在水層生活; (2) 表層而居 (surface dwelling), 在岩石、礁石、沙、泥底質表層的洞穴而居; (3) 築穴而居 (burrowing), 在沙、泥底質內構築蟲穴而居; (4) 築管而居 (tube-dwelling), 蟲體分泌粘液, 粘附沙泥顆粒形成沙泥質管, 而有的分泌鈣質或膜質蟲管; (5) 鑽孔而居 (boring), 蟲體利用機械或化學作用, 鑽入珊瑚骨骼或貝殼內而居; 及 (6) 共生或寄生 (commensal or parasitic living), 多毛類與其他多毛類、蟹類、棘皮動物的海膽、海參等動物共生而居。寄生性的多毛類不多, 有外寄生, 也有內寄生的種類。

多毛類有肉食性、草食性、雜食性或碎屑食性。在碎屑食性中, 有的多毛類取食懸浮在水層中的食物 (suspension feeder), 而有的則在底土表層或底土中取食 (deposit feeder)。有不少的多毛類是頭朝下而棲於穴內或管中, 因此能在底土內取食。這些在底土表層或底土內取食的行為, 對底質環境的物理化學性質有極重要的影響 (參見謝, 1990)。

四、慈湖多毛類相

慈湖定量採樣方法、測站分布、分析等在本論文集之「慈湖的底棲無脊椎動物生態」一文中詳盡敘述，本文僅就慈湖的多毛類相做一初步介紹。

慈湖於1996年2月—1996年11月的採樣中，共計採得多毛類17科，23屬27種，平均每平方公尺有942隻蟲（表一）。在17科的多毛類中，以海稚蟲科（*Spionidae*）的種類最多，有7種，而數量上則佔整個多毛類群聚總和的48%。在各種相對數量的排序上，海稚蟲科之膜片稚齒蟲（*Prionospio cf membranacea*）數量最多，佔第一位（24.7%），次為一種偽才女蟲屬（*Pseudopolydora sp.B*，12.2%）、單指蟲科（*Cossuridae*）之變形擬單指蟲（*Cossurella cf dimorpha*，10.0%）、沙蠶科（*Nereidae*）之等齒角沙蠶（*Ceratonereis burmensis*）占9.6%。數量最多的這四種多毛類合計的數量佔整個多毛類群聚的56.5%（表一）。由相對數量來看，多毛類群聚無優勢種存在，種多樣性高。

五、金門潮間帶多毛類相

金門潮間帶的採樣地點包括北山、浯江溪口、湖下。初步所得資料顯示，多毛類種類相當豐富。因為臺灣地區多毛類相研究報告極少，參考文獻極為缺乏，目前種類鑑定陸續在進行中，但需花費相當多的時間與專業知識。本文先就沙灘上常見之大型巢沙蠶（*Diopatra*）及葉螿蟲（*Amphitrite*）的一般習性、形態、鑑定時所用形質說明如下。

巢沙蠶之一般習性

巢沙蠶常見於中、高潮位沙質灘地，為管棲性。牠們的管子是蟲體分泌粘液，粘附許多顆粒、雜物而成。尤其裸露於沙地表面的一截蟲管，常彎成煙囪狀，大而突出（圖1~圖3）。粘附的雜物，包括泥、沙、貝殼碎片、植物殘枝、人類產製之尼龍線、碎布條…等等。凡是在其棲地出現，蟲體能擷取得到，搬得動的塊狀、條狀物體，都可能被巢沙蠶拿來構築露在沙上的那截蟲管。

裸出的煙囪狀的彎曲蟲管，具有輔助捕捉食物的功能亦有避敵的功能（如鳥之捕食）。巢沙蠶為管棲，活動時，只有身體前端爬出，遇有驚擾，迅速縮回管內。研究發現，蟲管上生長著豐富的微細藻類、微小動物群（*meiofauna*）及附生的小型動、植物，巢沙蠶就近以這些生物為食（*Mangum et al.*, 1968）。巢沙蠶也會捕捉活的或剛死亡的動物（*Fauchald & Jumars*, 1979）。

巢沙蠶蟲管並不代表每根裡面都有蟲。如果露出的蟲管堅實，有彈性，管內有蟲的機率比較高。巢沙蠶頭部有感覺器官，口內有角質化的上、下顎，因此能嚼食動、植物碎片。在野外，退潮時，可以鮮蚶肉、貝肉、蝦肉等，放在巢沙蠶的棲管開口附近，誘引牠們出來覓食，觀察牠們的覓食行為。如果管內有蟲，放下餌物後，靜待一會兒，數秒鐘內，巢沙蠶就會爬出，在管口附近擺動觸角，探尋食物的方位，然後伸出身體前端，往外爬，捕捉到食物後（圖4），迅速縮回

管內。如果水層厚度足夠讓巢沙蠶活動，蟲體不致於完全乾出，可用餌誘蟲索食，測驗蟲的拉力與耐力（圖 5，6）。

巢沙蠶之形態

巢沙蠶（*Diopatra bilobata* Imajima, 1967）屬歐勞菲蟲科（Onuphidae），巢沙蠶屬（*Diopatra*），是金門北山、湖下、水頭等地潮間帶高、中潮位沙灘上大型的管棲多毛類。棲管露出沙地上之煙囪狀部分，長約 3-5cm，寬約有 5mm-1cm。體型大小隨個體成長而有不同。本文所報告的蟲隻寬約 4-6mm，長約有 10-12cm。

巢沙蠶的口前葉近似卵圓形，有 1 對短圓錐形的前觸鬚（frontal palps）與 5 根觸角（antennae）。觸角基部有 9-10 個環輪（ceratophore），遠端有漸漸尖細的柱體（style）（圖 7）。圍口葉背部有一對短觸手鬚（tentacular cirrus）（圖 7）。鰓始於第 4-5 體節，止於第 55 體節左右，鰓絲細長，呈螺旋排列（圖 8）。

前 5 個體節上的疣足有長指狀背鬚與腹鬚（dorsal and ventral cirrus）（圖 9）；後剛葉（post-setal lobe）二枚，錐形，上葉長於下葉（圖 9）；至第 6 體節以後僅有一枚後剛葉。前剛葉（pre-setal lobe）分叉，呈二齒狀。指狀腹鬚止於第 5 體節，至第 6 體節呈墊狀。背鬚、腹鬚及後剛葉上葉都有暗色斑（圖 9）。

前 5 個體節疣足上有三種剛毛，包括簡單型剛毛（simple stae），簡單雙齒中鉤剛毛（simple bidentate hooded hook）（圖 11），以及偽複型中鉤剛毛（bidentate pseudocompound hooded hook）（圖 12）。從第 6 體節始，這些中鉤狀剛毛為許多毛翅狀剛毛（limbate seta）所取代（圖 13）。刷狀剛毛（或梳狀剛毛，pectinate seta）始於第 6 體節疣足，每一疣足具 4-9 根不等，遠端略呈斜坡，有 23-29 個小齒（圖 14）。亞足刺（subacicular hook），黃褐色，始於第 16-18 疣足，雙齒，具中（圖 15）。足刺剛毛（acicula）遠端尖細彎曲（圖 16）。

口器由上顎（maxilla）及下顎（mandible）所組成。上顎角質化，黃褐色，由左邊 5 塊，右邊 4 塊所構成。上顎基（carrier）寬圓。上顎 I 為鐮刀形，上顎 II 有 7-8 個小齒，上顎 III 僅存於左側，有 6 個小齒，上顎 IV 左側有 7 個小齒，右側有 12 個小齒，而上顎 V 有 1 個小齒（圖 10）。下顎 H 型，基部角質黑色，前端切割面鈣化，白色（圖 10）。

襟首葉螿蟲之一般習性

襟首葉螿蟲（*Amphitrite lobocephala* Hsieh 1994）為管棲性多毛類，棲管突出於砂灘表面約 1-2 公分，在管口處有砂粒組成扇形樹枝狀的分枝結構（圖 24）。

這種扇形樹枝狀的管口具有拌住水中食物顆粒、支持觸手進行濾食、在退潮時將管口封閉，以及具有擬態保護的作用（Watson, 1890）。襟首葉螿蟲常形成蟲數不等的群集，呈現聚集型的分布，在台灣西岸潮間帶沙灘地最為明顯。在金門潮間帶區域，個體單獨分布或少數幾隻聚一起。大部份的螿龍介蟲科（Terebellidae）為碎屑食性（Fauchald and Jumars, 1979），利用頭部前端的觸手揀取沉落在底質表面的食物顆粒。也可將觸手伸出在水中攝取懸浮顆粒。

襟首葉螿蟲之形態

在分類特徵上，螿龍介蟲體前端具許多不能縮入口的有溝觸手，口前葉、圍口葉常癒合而形成觸手葉（tentacular lobe）。軀幹部可分為兩區，前區（胸區）較粗大，疣足雙葉型。有時具腹腺墊。鰓和側葉（lateral lobe）常位於前三個體節上。背剛毛毛翅狀（limbate capillary）、腹剛毛齒片狀（uncini），齒片具單排齒或主齒上方具密集的細齒。後區（腹區）體節多，無背足葉和背剛毛或僅具不發達的小背足葉，但具腹足葉和腹齒片。尾節無剛鬚。

螿龍介蟲科分為四亞科。葉螿蟲亞科（Amphitritinae）體前端無外伸的吻，鰓樹枝狀 2-3 對，很少呈鬚狀或無鰓。常有眼點。胸區腹腺墊明顯，背剛毛毛翅狀，末端平滑或有細齒緣。齒片始於第 5-6 節，齒片雙排或交替排列。

襟首葉螿蟲（*Amphitrite lobocephala* Hsieh, 1994）屬螿龍介蟲科，葉螿蟲亞科，葉螿蟲屬（Hsieh, 1994），是金門浯江溪口、水頭等地潮間帶高、中潮位沙灘上大型管棲多毛類。棲管呈 U 字型膜質蟲管，約為蟲體的兩倍長，外附砂粒，貝殼碎片及雜物等，顯示蟲體會選擇較大的顆粒來構築蟲管。蟲體長約 2-7cm，寬約 2-3mm。

襟首葉螿蟲活個體背面呈淡綠色，腹腺墊呈紅色，胸區疣足邊緣呈棕色。全身各處有分泌黏液的構造。口前葉具有一片較大、向前端突出的 U 型上唇及較小的舌狀下唇（圖 17）。圍口節較其它體節為短，前緣厚，形成領狀，絲狀口觸手位於此處（圖 17）。側葉二對，位在第 1、3 節（圖 17-18），圍口節側葉呈鈍三角形，在腹面中線相連，呈 V 字型。第 3 節側葉四邊形，由體側呈斜角長出來。圍口節側葉較第三節側葉為大。

在稚生期圍口節前端外側有 2-3 個眼點，但成體時消失。第 2 節到第 4 體節背部有三對鰓（圖 19-20）。鰓為樹枝狀構造，具有許多微細分枝，呈螺旋排列（圖 20）。

胸區有背疣足 17 對，呈方形，位第 4 節到第 20 節。背剛毛毛翅狀，尖端具有非常細的鋸齒狀緣（圖 21, 23）。胸區齒片為頭型（avicular uncini）（圖 21）。腹疣足分布自第 5 節至尾節，齒片初呈單排排列，自第 11 節則呈背對背，雙排排列在胸節的體節上。腹節之齒片亦為頭型，自第 21 節始再度呈單排排列。

腹疣足呈些微隆起，在胸節處橫向延長(圖 18)，在腹節呈縱向延長，葉狀，邊緣有齒片嵌入(圖 22)。齒片具一大齒，上方有數排小齒(圖 21)。

腹墊 V 字型構造，前緣呈弧狀，自第 3 節延長至胸區末端，之後呈線條狀連續至前腹區(圖 18)，尾節無鬚(圖 22)。

六、參考文獻

- 吳寶鈴、孫瑞平、楊德漸。1981。中國近海沙蠶科研究。海洋出版社，北京 共 228 頁。
- 陳思理、林曜松。1995。關渡沼澤泥灘冬季底棲動物與岸鳥之空間分布。第二屆海岸及溼地生態保育研討會論文集。中華民國野鳥學會 113-118 頁。
- 陳思理、陳章波。1994。底棲無脊椎動物群聚研究於海岸溼地鳥類保護區規劃之角色。海岸溼地生態及保育研討會論文集。中華民國野鳥學會 144-154 頁。
- 鄧火土、劉肅雍。1951。禾蟲(鹽水蜈蚣)之研究。四十年度臺灣省水產試驗所試驗報告 1-3 頁。
- 鄧火土、劉肅雍。1951。禾蟲(鹽水蜈蚣)的生活史及生活習性。四十年度臺灣省水產試驗所試驗報告 第 4 頁。
- 蔡嘉揚、陳炳煌。1994。以覆網實驗研究濱鵲之覓食生態。海岸溼地生態及保育研討會論文集。中華民國野鳥學會 46-67 頁。
- 謝蕙蓮。1990。臺灣多毛類研究之回顧及其在環保應用之展望。生物科學 33 (1): 19-33。
- Barnes, R. D. 1987. Invertebrate Zoology, 5th Edition. Saunders College Publishing, Philadelphia, 893pp.
- Fauchald, K. 1974. Polychaete phylogeny: a problem in prostome evolution. Syst. Zool. 23: 493-506.
- Fauchald, K. 1977. The Polychaete worms: Definitions and keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles, 188pp.
- Fauchald, K. 1984. Polychaete distribution patterns, or: can animals with palaeozoic cousins show large-scale geographic patterns? Proceeding of the first international polychaete conference, Sydney. (P. A. Hutchings, ed.). The Linnean Society of New South Wales, p.1-6.
- Fauchald, K. & P. A. Jumars 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. Oceanogr. Mar Biol. Ann. Rev. 17:193-284.
- Gothof, J. M. 1984. Taxonomic guide to the polychaetes of the northern Gulf of Mexico, vol VI, Chapter 40, Family Eunicidae. p.40-1-40-31. Uebelacker, J. M. & P. G. Johnson (eds). Final Report to the Minerals Management Service, Contract 14-12-001-29091. Barry A. Vittor &

Associates , Inc. Mobile , Alabama.

Hsieh , H. L. 1994.

Hsieh , H. L. 1995. Spatial and temporal patterns of polychaete communities in a subtropical mangrove swamp: influences of sediment and microhabitat. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 127: 157-167.

Imajima , M. 1967. Errant Polychaetous annelids from Tsukumo Bay and vicinity of Noto Peninsula , Japan. *Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo* , 10 (4) : 403-441.

Mangum , C. P. , S. L. Santos and W. R. Rhodes , Jr. 1968. Distribution and feeding in the onuphid polychaete , *Diopatra cupera* (Bosc) . *Mar. Biol.* 2: 33-40.

Watson , A. T. 1890. The tube-building habits of *Terebella littoralis*. *J. R. Microsc. Soc.* 10:684-689.

謝辭：

作者感謝中研院動物所同仁陳章波研究員在研究計劃規劃上的協調，助理劉弼仁、譚志宜、范嵐楓、王家玲、趙及銘、陳碧玉、蔡佩玲以及金門水試所同仁在採集作業、標本蒐集上的協助。本計劃為金門國家公園資助之「金門（國家公園）濱海潮間帶動物相調查」之一部分。

表 1：金門慈湖多毛類組成（平均值：個體數/m²）

Polychaeta 多毛綱					
Family (科)	species (種)	俗名	平均值 (mean)	標準誤差 (S.E.)	%
Capitellidae	<i>Notomastus</i> sp.	背刺蟲屬	19.8	7.5	1.2
小頭蟲科	<i>Capitella</i> sp.C	小頭蟲屬	16.0	7.9	1.0
Cossuridae	<i>Cossurella</i> cf <i>dimorpha</i>	雙形擬單指蟲	184.0	129.8	11.6
單指蟲科					
Goniadidae	<i>Glycinde</i> cf <i>gurjanovae</i>	寡節角吻沙蠶	113.6	18.8	7.2
角吻沙蠶科					
Hesionidae	Hesionid sp.		9.9	4.0	0.6
海女蟲科					
Lumbrineridae	<i>Lumbrineris</i> cf <i>longifolia</i>	長葉索沙蠶	79.0	22.7	5.0
索沙蠶科					
Maldanidae	<i>Axiothella</i> sp.	幅乳蟲屬	40.7	21.7	2.6
竹節蟲科					
Nephtyidae	Nephtyid sp.		1.2	1.2	0.1
齒吻沙蠶科					
Nereidae	<i>Ceratonereis burmensis</i>	等齒角沙蠶	122.2	35.3	7.7
沙蠶科	<i>Ceratonereis erythraeensis</i>	紅角沙蠶	1.2	1.2	0.1
Onuphidae	Onuphid sp.		1.2	1.2	0.1
歐努菲蟲科					
Opheliidae	<i>Armandia</i> cf <i>intermedia</i>	中阿曼吉蟲	13.6	9.3	0.9
海蛎科	<i>Ophelina</i> sp.	海蛎屬	6.2	2.7	0.4
Sabellidae	<i>Laonome</i> sp.	石環蟲屬	11.1	5.0	0.7
環匙蟲科					
Spionidae	<i>Prionospio japonica</i>	日本稚齒蟲	119.8	59.9	7.6
海稚蟲科	<i>Prionospio</i> cf <i>membranacea</i>	膜片稚齒蟲	545.7	121.4	34.4
	<i>Prionospio</i> cf <i>sexoculata</i>	稚齒蟲	49.4	17.2	3.1
	<i>Polydora</i> sp. A	才女蟲屬	44.4	14.9	2.8
	<i>Pseudopolydora</i> sp. B	偽才女蟲屬	75.3	26.0	4.8
Syllidae	Syllid sp. A		18.5	7.8	1.2
裂蟲科					
Terebellidae	<i>Amaeana</i> sp.A	似螫蟲屬	112.3	28.9	7.1
螫龍介科					
和			1585.2	222.7	100.0

圖說：

圖 1：巢沙蠶 (*Diopatra bilobata*) 露出在沙地上的棲管前端，外覆碎貝殼。

圖 2：巢沙蠶之棲管前端，煙囪狀，亦粘附有碎貝殼。

圖 3：巢沙蠶之棲管從底質裡被挖出，顯示露出在沙上的部分粘附了碎貝殼、植物枝條等雜物，而築在沙層底質裡的部分長而彎曲。右下角為鑷子。

圖 4-6：巢沙蠶在野外的覓食行為連續記錄。身體前端的構造，觸角、環輪、鰓、疣足清晰可見。箭頭指示 (→) 蝦的附肢，已被巢沙蠶咬住。

圖 7：巢沙蠶 (*Diopatra bilobata*) 之身體前端。刻度：1mm。

圖 8：巢沙蠶疣足上的鰓。鰓絲排列成螺旋狀，此部分取自第 20 疣足。刻度：1mm。

圖 9：巢沙蠶之第 2 體節上的疣足，前面觀。刻度：1mm。

圖 10：巢沙蠶之口器，a：上顎，背面觀；b：下顎，背面觀。刻度：1mm。

圖 11：巢沙蠶的剛毛。a：簡單型剛毛；b，c：中鈎剛毛。取自第 2 疣足。刻度：0.1mm。

圖 13：巢沙蠶之毛翅狀剛毛。a：取自第 20 疣足；b：取自第 21 疣足。刻度：0.1mm。

圖 14：巢沙蠶之刷狀剛毛，取自第 20 疣足。刻度：0.1mm。

圖 15：巢沙蠶之亞足刺剛毛，取自第 20 疣足。刻度：0.1mm。

圖 16：巢沙蠶之足刺剛毛。a：取自第 20 疣足；b：取自第 6 疣足。刻度：0.1mm。

圖 17：襟首葉螫蟲，體前端背面觀，部份口觸手已被除去以顯示圍口節及圍口節側葉，鰓亦由基部剪斷以顯示第二對側葉，阿拉伯數字 3、4，為第 3、第 4 體節。

圖 18：襟首葉螫蟲，體前端腹面觀，阿拉伯數字 3、4，為第 3、第 4 體節。

圖 19：襟首葉螫蟲，體前端側面觀，阿拉伯數字 3、4、5，為第 3、4、5 體節，羅馬數字 I、II、III，顯示 3 對鰓。

圖 20：襟首葉螫蟲，第一對右鰓，由後面觀之。

圖 21：襟首葉螫蟲，a.毛翅狀背剛毛。b.齒片(腹剛毛)正面觀。c.齒片(腹剛毛)側面觀。

圖 22：襟首葉螫蟲，體尾端側面觀。

圖 23：襟首葉螫蟲，a-c.毛翅狀剛毛之微細構造(掃描電子顯微鏡觀察)，圖片顯示剛毛尖端之細微鋸齒狀緣。

圖 24：襟首葉螫蟲 (*Amphitrite lobocephala*) 之蟲管開口處。



1



4



2



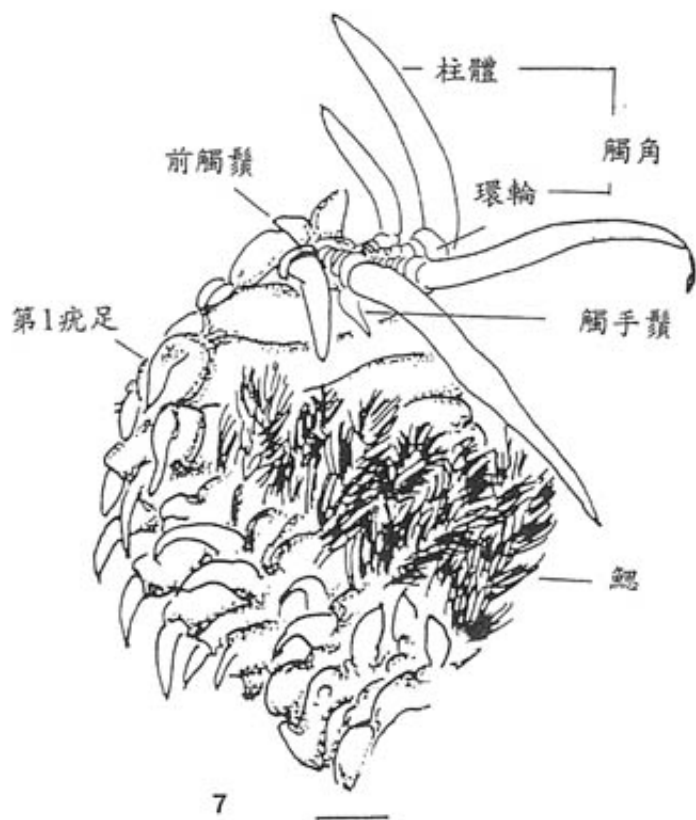
5

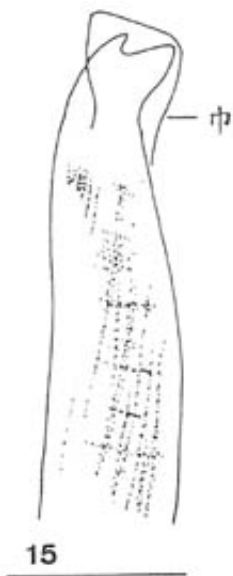
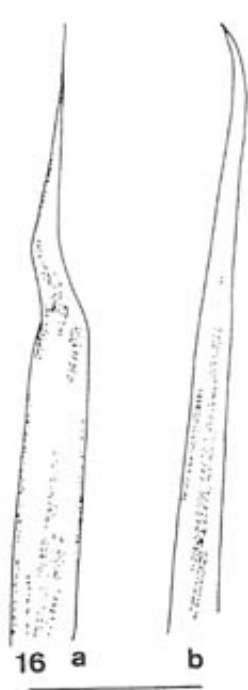
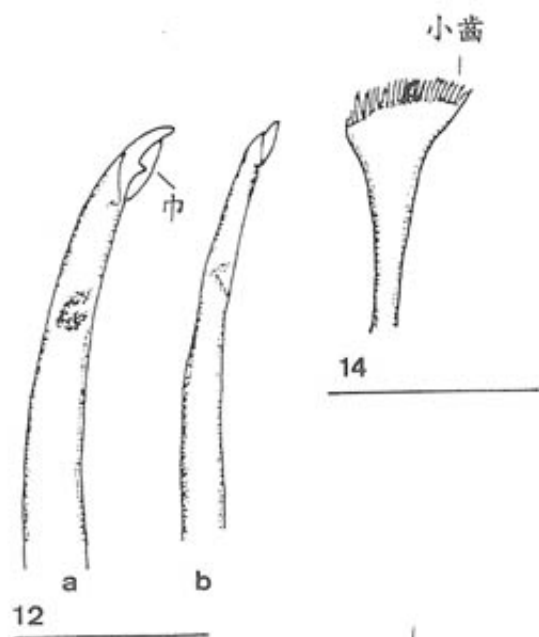
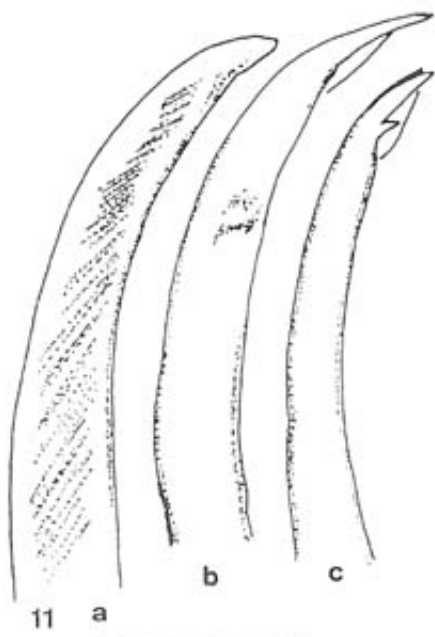


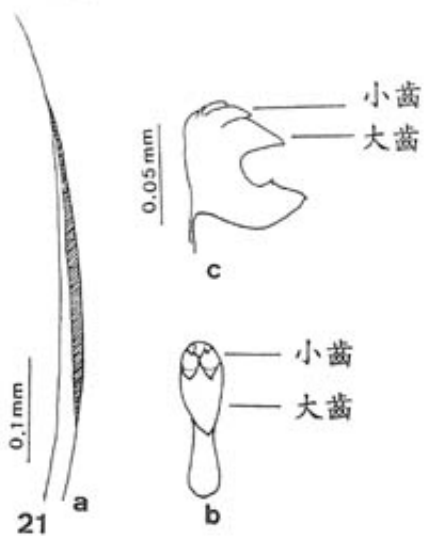
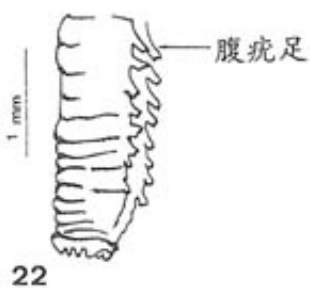
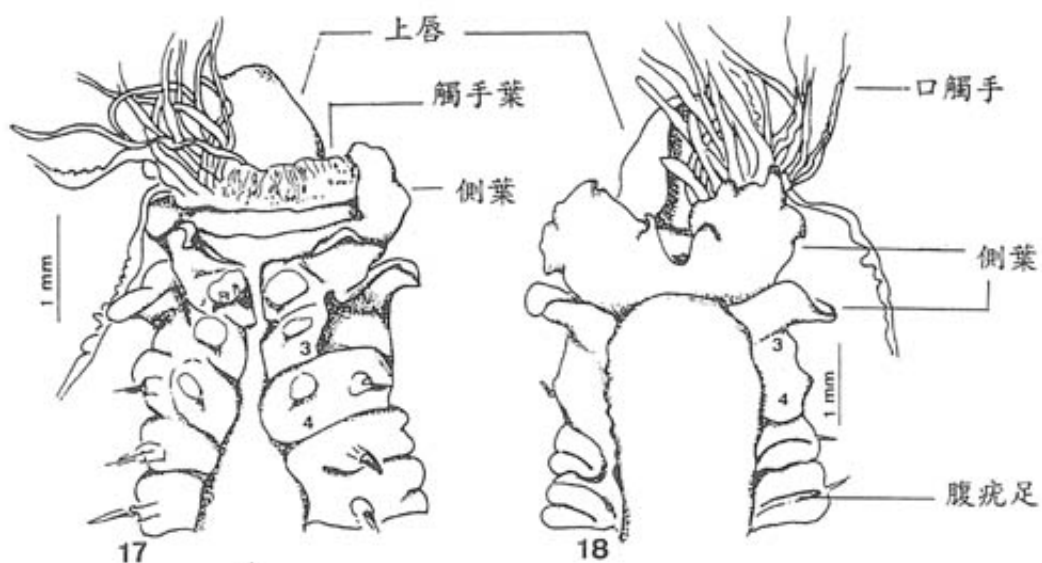
3



6







蟹

譚志宜¹、陳朝金²、陳章波^{1,3}

¹中央研究院動物研究所

²金門水產試驗所

³國立臺灣大學漁業科學研究所

摘要

蟹的祖先出現於古生代泥盆紀，形態至今沒有多大的改變，故稱為活化石。蟹是海洋底棲無脊椎動物，屬節肢動物門，肢口綱，劍尾目。現生種的蟹分為四種，分屬在二亞科之下，它們分別是：(1)美洲蟹(*Limulus polyphemus*)，分布於北美東部緬因州海岸至墨西哥灣；(2)中國蟹(*Tachypleus tridentatus*)，分布於日本、中國長江以南的海岸，以及越南、菲律賓、婆羅州和印尼沿海；(3)南方蟹(*Tachypleus gigas*)，分布於印度、新加坡、婆羅州以及印尼沿海；(4)圓尾蟹(*Carcinoscorpius rotundicauda*)，分布於孟加拉、泰國、印尼及婆羅州。蟹具有一個很重的幾丁質身體，由三部分構成：(1)頭胸部：沒有觸角，腹面有六對附肢，第一對較小，叫螯肢，為攝食用；第二至第六對為大型步足。除了最後一對外，雌體其餘的附肢皆有螯，最後一對步足末端長有5個扁平、可活動的突起物，在前進時可用來清除泥沙。在頭胸甲背面生有一對複眼及單眼，其複眼是研究視覺系統很好的材料，人類不僅從中更加瞭解視覺的運作過程，也更清楚明白其他無脊椎動物的光反應機制。(2)腹部：背甲邊緣有六對棘，腹面有六對附肢，第一對為生殖用之生殖脣，後五對為由薄板構成作為呼吸用的書鰓。(3)尾節：可在身體意外被翻面時，幫助其再翻轉回來。肛門位於腹部與尾節連接處的腹面。蟹雌雄成體的形態不同，雌大雄小，雄蟹常伏身於雌蟹之上，如影隨形，直到死為止都在一起行動，因此民間稱其為「鴛鴦魚」；又因其外形長相，也稱為「馬蹄蟹」或「鋼盔魚」。以廣泛分布於我國的中國蟹為例，其第二性徵明顯，雄性個體頭胸甲前緣兩側各有一凹陷處，且第二及第三對胸部附肢特化為鉤子狀；雌蟹腹部背甲邊緣的棘後三對特別短小。另外，在生殖脣的背面有一對生殖乳突，雄蟹的乳突較小，雌蟹的較大，亦可作為區別雌雄的依據。

蟹居住於沙質淺水海域，晝伏夜出，常爬行或潛行於泥沙中。它的棲息地點與年齡有關，通常幼體生活於沙灘，隨著年齡的增長，逐漸游向近海。蟹於

冬天時會遷徙至較深的海域，直到來年春天水溫升高時，再遷往淺水域覓食及產卵。鰲為雜食動物，吃食軟體、環節、腕足、腔腸動物，以及多毛類、星蟲等，同時也吃有機碎屑和藻類。鰲的循環系統很發達，血液由身體背面的心臟打入動脈，循環全身後由腹部的血管竇收集，匯入書鰓，血液就在那裏進行氣體交換變成充氧血。近年來醫學上發現用鰲血液製成試劑，可供檢驗內毒素的存在與否，是一種簡易、靈敏、快速、可靠的方法，各國紛紛把它應用於醫學、藥學，還有罐頭和食品的檢驗上。

分布於中國沿海的鰲於每年4-5月向淺海移動進行生殖洄游，在朔月或滿月的大潮來臨時，成對的鰲即靠近陸岸潮間帶附近，選擇氧氣充足，通風良好，以及能夠充分受到太陽熱的地方掘沙產卵，實施體外受精，受精卵就在此種天然的孵卵場裏孵化。中國鰲的卵在室溫下需經50天以上才會孵化為一齡幼蟲，是四種鰲中發育時間最長的。第一年夏天受精、孵化的中國鰲，到第二年夏天會連續蛻三次皮，第三年夏天蛻二次皮，第四年之後每年的夏天都會再蛻一次皮；如此雄鰲與雌鰲分別要到第13及第14年始達性成熟。目前鰲的人工受精技術已經很完備，健康的卵受精成功率幾乎可達100%。鰲的成長慢，生活史長，需經十多次蛻皮才能長成成體；而其在製備醫學檢驗試劑和在神經生理、生化與演化的研究地位上，也扮演了非常重要的角色，對人類貢獻良多。鰲的資源量在臺灣已漸趨稀少，又會受到污染及棲地破壞的威脅，因此如何及早採取行動保護現有族群，防止棲地被無規劃、無限制地破壞利用，以及開始人工養殖技術的研究、推廣生態保育教育等，就顯得格外重要。

前言

蟹("horseshoe crab" or "king crab" or "Xiphosura")的祖先出現於古生代的泥盆紀，形態至今仍保持原始類型，沒有多大的改變，故稱為活化石。它比人類更早出現於地球上，但數量卻越來越少，分布區域也越來越窄。從前臺灣西海岸的沙灘有許多蟹，如今是見不可得；澎湖三十年前也有很多，現在也只是偶爾一見；倒是目前在金門還有不少蟹的蹤跡。這種族群消失的現象，跟臺灣本島、澎湖和金門的開發程度正好成正比，如此預估，金門的蟹也快沒有辦法生活下去了。所以瞭解它們、保育它們是我們應有的擔當。以下便就蟹的分類、形態、生理、生態、生殖等方面加以介紹，並提出保育的建議。

蟹的分類

蟹是海洋底棲無脊椎動物，屬節肢動物門，肢口綱(Merostomata)，劍尾目(Xiphosura)；目前世界上所生存的劍尾類動物，除蟹以外別無他種。Sekiguchi (1988)將現生種的蟹分為四種，分屬在二亞科之下(表一)(中文名稱除「美洲蟹」採用劉(1991)的用法，其餘採用黃(1994)的命名)：

1. 美洲蟹(*Limulus polyphemus* Linnaeus, 1758)：大型蟹，身體為綠褐色至黑褐色，分布於北美東部緬因州海岸至墨西哥灣。平均體長(包括尾節)雄蟹為356.5公釐，雌蟹為437.9公釐；頭胸甲最大寬度雄蟹為177.4公釐，雌蟹為213.9公釐。雄性個體第一對步足(即第二對胸部附肢)特化為鉤子狀。
2. 中國蟹(*Tachypleus tridentatus* Leach, 1819)：大型蟹，灰綠色，分布於日本、中國長江以南海岸(包括浙江寧波、廣東、廣西、香港、臺灣和海南沿海)，以及越南、菲律賓、婆羅州和印尼沿海。平均體長(包括尾節)雄蟹為509.0公釐，雌蟹為600.4公釐；頭胸甲最大寬度雄蟹為244.2公釐，雌蟹為278.4公釐；在北婆羅州甚至曾經採到體長達685公釐的雄蟹與850公釐的雌蟹。雄性個體頭胸甲前緣兩側各有一凹陷處，且第一及第二對步足特化為鉤子狀；雌蟹腹部背甲邊緣的棘在尾節以下的三對短而小，以免妨礙雄蟹的伏身擁抱(表二)。
3. 南方蟹(*Tachypleus gigas* Müller, 1785)：中型蟹，灰綠色，分布於印度沿海、新加坡、婆羅州以及印尼。平均體長(包括尾節)雄蟹為331.6公釐，雌蟹為422.2公釐；頭胸甲最大寬度雄蟹為163.0公釐，雌蟹為210.0公釐。雄體第一及第二對步足特化為鉤子狀；腹部背甲邊緣的棘在雄體皆等長，但雌蟹後三對已退化。
4. 圓尾蟹(*Carcinoscorpius rotundicauda* Latreille, 1802)：小型蟹，深綠至綠褐色，分布於孟加拉、泰國、印尼及婆羅州。喜歡居住於鹽度較低的河

口，同時具有溯河而上的習性。平均體長(包括尾節)雄蟹為283.7公釐，雌蟹為296.6公釐；頭胸甲最大寬度雄蟹為128.7公釐，雌蟹為133.8公釐。雄性第一及第二對步足特化為鉤子狀；雌蟹背甲邊緣的棘後三對也較短。

另外在黃宗國(1994)所編著「中國海洋生物種類與分布」一書中，還列出了第五種蟹—黃蟹(*Tachypleus* sp.)，分布於中國的廣西沿海，只是在其他分類及研究文獻上並未見提及。

目前在蟹的族群演化及類緣關係的研究方面，有用人工雜交胚胎比較其發育狀況和血藍蛋白(hemocyanins)組成成分(Sekiguchi & Sugita, 1980)，及用分子生物技術中的核苷酸定序(Avise *et al.*, 1994)等方法。

蟹的形態

蟹具有一個很重的幾丁質身體，由三個部分構成(圖一)：呈鋼盔狀的頭胸部(cephalothorax or prosoma)，長有銳棘的腹部(abdomen or opisthosoma)，以及尾節(俗稱劍尾)(telson or tail spine)；其中頭胸部與腹部，和腹部與尾節的連接處都有如關節般可自由彎曲。以下分別加以詳細介紹(余和陳, 1987；陳, 1993；Pechenik, 1991；Ruppert & Barnes, 1994)：

1. 頭胸部：頭胸部癒合為一馬蹄狀的背甲，自前緣至左右兩側呈半圓形，沒有觸角(antennae)，腹面有六對附肢，口就位於附肢的基部。第一對附肢較小，叫螯肢(chelicerae)，由三節組成，為攝食用；第二至第六對為大型步足(walking legs)，除了最後一對外，雌體其餘的附肢皆有螯(圖版一a)，而雄性的第一、第二對步足發展成為強壯的鉤爪(圖版一b)，用以挾住雌體(美洲蟹僅第一對步足特化為鉤子狀)；第五對步足末端長有5個扁平、可活動的突起物(圖版一c)，在前進時可用來清除泥沙。蟹在頭胸甲兩側有一對複眼及單眼，我們目前對眼睛以及無脊椎動物光反應的認識，大部分就是來自於蟹眼睛的研究。
2. 腹部：背甲邊緣有六對棘，腹面有六對附肢，第一對為生殖用之生殖脣(genital opercula)(圖版一d)(脣，音同演)，生殖孔(gonopores)就開口於生殖脣的背面(圖版一e-f)；後五對附肢為由150~200片薄板(lamellae)構成作為呼吸用的書鰓(book gills)。
3. 尾節：蟹身體末端退化為一尖刺狀的尾節，不具任何防禦功能，而在身體意外被翻面時，可幫助其再翻轉回來。肛門位於腹部與尾節連接處的腹面。

鰲雌雄成體的形態不同，雌大雄小，一旦結成夫妻後，雄鰲常伏身於雌鰲之上(圖版二a)，如影隨形，直到死為止都會行動在一起，因此民間稱其為「鰲鴛魚」；又因其特殊的外形長相，也稱為「馬蹄蟹」或「鋼盔魚」。以廣泛分布於我國的中國鰲為例，其第二性徵明顯，雌性個體頭胸甲前緣呈圓弧形(圖版二b)，腹部背甲邊緣的棘後三對特別短小；雄性個體前緣兩側各有一凹陷處(圖版二c)，第二及第三對胸部附肢特化為鉤子狀(圖版一b)，但這些性徵在其最後一次蛻皮達到成體以前，並不會出現。另外，在生殖腺的背面有一對生殖乳突(genital papillae)，乳突的尖端為生殖孔，雄鰲的乳突較小(圖版一e)，雌鰲的較大(圖版一f)，亦可作為區別雌雄的依據，這個分辨特徵甚至在幼蟲期也一樣有效(Sekiguchi, 1988)。

根據鄧(1987)的說法，鰲尾節的稜線上於夏季活動期會長出棘來，而冬天因潛入底泥中冬眠，這時並不會長棘(圖二)，情況有如樹木的年輪，所以可依此推斷鰲的年齡，且為目前推測年齡的唯一依據；但體型小者棘不顯著，此法並不適用。

生理與生態

鰲居住於沙質淺水海域，晝伏夜出，常爬行於沙灘低洼坑穴中，也常利用其銳利的頭胸甲將全身潛埋於泥沙裏。它的棲息地點與年齡有關，通常幼體生活於沙灘，隨著年齡的增長，逐漸游向近海(余和陳, 1987)。鰲於冬季會遷徙至較深的海域，直到來年春季水溫升高時，再遷往淺水域覓食和產卵 (Sekiguchi, 1988)。

鰲為雜食動物，吃食軟體動物、環節動物、腕足動物、腔腸動物、多毛類以及昆蟲等，也吃有機碎屑和藻類。由口(圖版二d-e)所攝入的食物先後經過食道、嗉囊(crop)，以及砂囊(gizzard)，砂囊中有小齒狀突起(denticles)，並附有強有力的肌肉，可以將食物磨碎。之後，太大和無法消化的顆粒會由食道反芻吐出，而有用的食物則進入胃和小腸(兩者合稱中腸, midgut)，食物在此經酵素作用被分解、吸收，剩下的殘渣通過直腸後由肛門排出(Ruppert & Barnes, 1994)。

鰲的循環系統很發達，血液由身體背面的心臟打入動脈，循環全身後由腹部的血管竇(sinuses)收集，匯入書鰓，血液就在那裏進行氣體交換變成充氧血。鰲的書鰓會運動，一方面可鼓動水流流經鰓內薄板，另一方面也可將血擠入薄板以便進行氣體交換。鰲血液中含有血藍蛋白(hemocyanins)及變形細胞(amebocytes)，血藍蛋白為含銅的攜氧蛋白質，充氧時藍色，缺氧時無色；變形細胞的作用則在使血液凝結。因為從大個體的鰲體內可抽取大量的血液，所以生理學家及生物學家很喜歡用它來作為研究血藍蛋白和其他血液成分的材料。(Ruppert & Barnes, 1994；Sekiguchi, 1988)。

蟹的肉、生殖腺和卵雖然可食，但不宜吃太多，否則易發生類似組織胺中毒現象，使皮膚上出現紅斑，奇癢無比(鄧, 1987)；且蟹血液內含銅，食用過量也會中毒(劉, 1991)。關於蟹的排泄作用，它具有特殊的腺體，開口位於最後一對步足的基部，稱為基節腺(coxal glands)，當其生活於低鹽度的海水中時可製造出稀釋的尿液，以調節體內的滲透壓(Ruppert & Barnes, 1994)。

日本曾經調查過其沿海蟹族群體內重金屬、有機化合物，以及殺蟲劑的含量，發現在蟹的內臟、鰓及卵中，前述有些物質含量很高，將會對其生存造成嚴重威脅，必須立刻採取對策防止蟹的滅絕(Kannan *et al.*, 1995)。

蟹的生殖行為

分布於中國沿海的蟹於每年11月開始由淺海游向深水區越冬，翌年4-5月再向淺海移動進行生殖洄游(余和陳, 1987)。蟹的生殖行為和月亮週期、潮高及日照有關(Barlow *et al.*, 1986; Howard *et al.*, 1984)，其中視覺扮演了很重要的角色，因為雄蟹能夠利用視覺找到雌蟹(Barlow *et al.*, 1982)。在春夏朔月或滿月的大潮來臨時，成對的蟹即靠近陸岸潮間帶附近，雌蟹用胸肢挖掘底沙成穴，每穴深約6-11厘米，於是沙中的空氣就變成小氣泡出現於水面，然後雌蟹會將自己埋進沙中產卵，接著雄蟹用它第一對步行足抓住雌蟹背甲的後緣，隨即排精於卵上實施體外受精(余和陳, 1987; 鄧, 1987; Cavanaugh, 1975)。穴中的卵常覆有2公分厚的泥沙層，埋卵的地方除大潮外不會受到水浸，具備了氧氣充足，通風良好，以及能夠充分受到太陽熱的條件，卵就在這種天然的孵卵場裏孵化。通常每穴產卵100-630粒，最多可達1000餘粒，卵呈淡黃色，圓球形，卵徑約4毫米(余和陳, 1987)。雌蟹卵巢內通常有10,000-15,000個卵，若以每處平均產卵500個來算，則至少要產20-30處；又蟹一晚可產卵4-5處，所以其餘的卵是在同一次大潮期間內每晚都來產卵，或是要等到下次大潮才再來產卵，目前還是一個謎(鄧, 1987)。

Penn及Brockmann在1994年的調查研究中發現，不同地區的蟹族群所選擇產卵的潮位也各不同，原因和當地沙灘的物理因子有關，因為不同潮位的沙灘有不同的含氧量(oxygen concentration)、氧化還原能力(redox potential)及溫度；蟹卵的發育速率會隨此三者的增加而增加，蟹便會選擇其卵能夠順利發育之地產卵。卵在沙粒太細且排水不佳的低潮位沙灘無法發育，而在比較乾燥且排水良好的高潮位沙灘發育良好，所以蟹就會選擇後者做為產卵場所。另外，蟹的卵本身可為某些海鳥的食物；在美國東部德拉威州和新澤西州的海岸，每年春天都會有大量的蟹來此沙灘產卵，同時也會有數十萬海鳥來捕食蟹的卵，以補充能量並增加脂肪，作為遷徙之用(Castro & Myers, 1993)。

在野外觀察到的雌雄比例平均為1比10，不曾見過落單的雌蟹，只是偶爾有一隻雌蟹背上附有2至3隻雄蟹的情形。落單的雄蟹會靠近成對的雌雄蟹，企圖

將雌蟹背上的雄蟹頂開，並且彼此用尾節刺對方，但是已配對的雄蟹並不會因此而被趕走(Cavanaugh, 1975)。落單的雄蟹也會在其他已配對的雌蟹產卵後，釋放精子於其產卵的沙穴中。經過抽取遺傳物質DNA進行基因型比對的結果，發現51%的受精卵為附於雌蟹背上的雄蟹所受精，而落單的雄蟹也能使40%的受精卵受精(Brockmann, 1994)。

Loveland和Botton在1992年的調查中發現，配對的蟹背甲寬度比例平均為0.78(雄/雌)，已配對的雄蟹和落單的雄蟹之間在形態和身體大小上的差異並不顯著，並且雌雄在配對時所做的選擇，完全與頭胸部背甲的寬度無關。

蟹的發育與成長

早在十九世紀及本世紀50年代以前，蟹的胚胎發育就被學者研究過，只是礙於卵黃體積太大，製作石臘組織切片不易，所以一直無法發表從受精至孵化的完整發育過程及圖版。直到1960年後，Sekiguchi採用了一種特殊的染色方法，才得以觀察到中國蟹胚胎的連續發育過程(圖三)(Sekiguchi, 1988)，之後其他種蟹的胚胎發育也陸續被觀察及研究。中國蟹的卵在室溫下需經50天以上才會孵化為一齡幼蟲，是四種蟹中發育時間最長的，但是在30°C的溫度下只需要43天。初孵化的幼蟲為一齡幼蟲，長約7毫米，無突出的尾節，形似三葉蟲，故稱為三葉幼蟲(trilobites)，尾節要到二齡幼蟲時才會長出。第一年夏天受精、孵化的中國蟹，到第二年夏天會連續蛻皮三次，以四齡幼蟲渡過第二個冬天；第三年夏天時再蛻二次皮，第四年之後每年的夏天都會蛻一次皮(圖四)；蟹幼年時生長較快，成熟後增長緩慢，雄蟹以及雌蟹分別要到第13年及14年始達性成熟。

分布在日本的中國蟹(*T. tridentatus*)，當幼生孵化後短時間內並不會離開其孵化的巢穴，通常會在裏面渡過一個冬天，而且在這段時間內有可能不需要任何食物的供應，直到第二年春天或夏天才會離開，並選擇在附近不遠處棲住。幼蟹於漲潮時會將身體埋於海底泥沙中，當退潮後才爬到潮池中覓食；隨著年齡的增長，蟹會逐漸遷徙到較深的水域中活動。(Sekiguchi, 1988)。

蟹的人工繁殖

目前蟹的人工受精技術已經很完備，健康的卵受精成功率幾乎可達100%，由人工繁殖方法所得到的受精卵不但可以提供作為胚胎學的研究之用，飼育所得的幼蟲還可野放至海中以維持蟹的野外族群量。今將蟹的人工繁殖方法簡介如下(Sekiguchi, 1988)：

1. 選取精子：將雄蟹用海水洗淨，用解剖小刀在頭胸部背甲的內弧面劃一開口，以手指在周圍用力施壓，從開口處吸取擠出的體液50毫升裝在燒杯中，於顯微鏡下檢驗是否有游動的精子。依此步驟選出擁有游動精子的雄蟹。

2. 取卵：將雌蟹用海水洗淨，在頭胸甲的內弧面剪出一個1平方公分左右的開口，若卵巢內有很多成熟的卵，便會從傷口被擠出；此步驟為要確定卵巢內有足夠成熟的卵可供人工受精使用。將選好的雌蟹用解剖刀切開頭胸部附肢的基部，把血放出，再用海水洗淨。切除腹面的表皮，將卵取出放在盛有海水的塑膠容器內，輕微搖盪洗卵，挑出碎屑及不成熟的卵，如此重覆4-5次，直到容器內海水澄清為止。卵中殘留的雌蟹體液可能會抑制精子的活動，所以要儘量沖洗乾淨。將洗淨的卵平鋪於塑膠盤中，量不宜過多，以免影響往後的發育速率。
3. 取精子及受精：將選好的雄蟹由頭胸部附肢基部至背甲邊緣切開4-5公分，把精子連同體液一同擠至裝有海水的燒杯中，攪拌均勻後倒入盛卵的塑膠盤中。取出的精子與卵應儘快受精，因為放置的時間越長受精率就越低。由雄蟹單邊生殖腺取出的精子可以使由雌蟹單邊生殖腺取出的卵受精。
4. 受精卵的處理：受精後40-60分鐘更換一次海水，之後每天換水兩次，並且隨時除去不成熟的卵及組織碎片。

目前，有一種電刺激的方法，可誘引蟹排放配子。以11伏特的電極刺激蟹的生殖孔(gonopores)，可使美洲蟹(*L. polyphemus*)排放精子及卵，一隻擁有90,000個卵的雌美洲蟹一次可排放200~500個卵，可是在其他亞洲蟹身上卻無法誘引出太多的精子和卵，甚至有時排不出任何配子。雖然電刺激的方法對亞洲蟹不太有效，也無法於一次取得大量的配子，但是有很多優點，例如處理方便、時間短，可持續重覆獲得同一隻蟹的精子或卵，並且不用傷害或殺死蟹就可取得配子，所以是一項值得研究發展的技術。

資源與應用

自從1928年Hartline指出蟹(*Limulus polyphemus*)的兩側複眼是研究視覺系統很好的材料後，蟹的眼睛開始廣泛地被研究；人類不僅從中更加瞭解視覺(甚至其他感覺)的運作過程，也更清楚明白其他無脊椎動物的光反應機制(Smith *et al.*, 1995)，目前甚至有用電腦模擬神經網路來研究蟹的視覺引導行為的機制(Barlow *et al.*, 1993)。蟹腦中二十四小時的生理時鐘於夜晚輸出神經訊息到兩側複眼，造成眼睛結構與功能的改變，使其視網膜在夜間的感受度增強(Barlow, 1982)，這種改變對蟹在夜間進行的生殖行為非常重要，因為雄蟹能夠利用視覺找到雌蟹，而且在生殖季時可能也需要倚靠視覺遷徙至產卵地(Barlow, 1986)。這項發現不但使蟹的視覺系統提供了研究神經系統影響動物行為的最佳材料，同時也成為大腦能夠調控視網膜敏感度的最佳例子(Barlow *et al.*, 1977；Barlow, 1982；Barlow *et al.*, 1985)。

近年來醫學上發現將革蘭氏陰性菌(gram-negative bacteria)注入蟹體，可引起致命的凝血反應，所以用蟹血液中所含的蛋白質，可供檢驗內毒素的存在與否。內毒素為某些革蘭氏陰性菌外細胞膜(outer membranes)的成分(即脂多糖，lipopolysaccharide)，人體血液中如混有極微量，即可致人於死。用蟹血變形細胞溶解物(amebocyte lysate)製成試劑檢驗內毒素，僅費一小時即可知道結果，是一種簡易、靈敏、快速、可靠的方法，於是各國紛紛把它應用於醫學、藥學，還有罐頭和食品的檢驗上。目前美國已有大藥廠抽取蟹的血液製造此種試劑出售，可見蟹也是一種維護人們性命的重要動物(胡等, 1986)。

根據廈門水產學院對蟹的養殖方法、合理的抽血量及抽血間隔時間所作的研究調查，蟹在溶氧為0.5-7毫克/升的海水中就能生存，但對它較合適的範圍是2毫克/升以上，放養密度每平方公尺以不超過2隻為佳。蟹不宜在低鹽度水域中生活，在正常海水中其存活率及血細胞數都最高，其中又以夏季水溫回升、蟹的活動量和攝食量增大時血細胞數最多。關於抽血製備試劑的間隔時間以60天為最好(胡等, 1986)。

目前蟹血液在內毒素所引起的病症上的診斷(Yoshida *et al.*, 1994)與機制(Shigenaga *et al.*, 1993)，還有其對內毒素的中和作用(Fletcher *et al.*, 1993)，仍然持續在研究中，人工合成代用品(Kloczewiak *et al.*, 1994)及培養蟹血變形細胞的培養基(Srimal, 1993)若能成功地被開發，將對醫藥學上的應用與蟹族群的維護有正面的幫助。

另外，蟹血液中的血藍蛋白，即使是在缺氧的環境下，運送氧的效率仍然很高(Kobayashi *et al.*, 1995)。蟹體液中的蛋白酶抑制素(proteases inhibitor, 即alpha-2-macroglobulin)，是研究無脊椎動物如何清除對體內組織有害的蛋白酶(Melchior *et al.*, 1995)的良好材料。以上都是蟹在生理上特殊，且經常被研究的課題。

研究與保育

蟹的成長慢，生活史長，需經十多次蛻皮才長成成體；而其在製備醫學檢驗試劑及在神經生理、生化與演化的研究地位上，也扮演了非常重要的角色，對人類貢獻良多。八十四年十月底在金門浯江溪口外潮間帶，發現眾多背甲寬度小於8公分的個體，選取蟹分布較多之區域計算其族群密度的結果，每平方公尺約有5.2隻。

蟹的資源量在臺灣已漸趨稀少，又會受到污染及棲地破壞的威脅，因此如何及早採取行動保護現有族群，防止棲地被無規劃、無限制地破壞利用，以及開始人工養殖技術的研究、推廣生態保育教育等，就顯得格外重要。以下提出幾點保育對策以供參考：

(1)進行野外蟹的分布及族群量的調查，並長期追蹤監測，掌握其族群動態；同時研究產於金門、澎湖等地蟹的分類、食性和生殖、生態行為，以便徹底做好蟹資源的保護與復育。

(2)根據本土蟹的分布調查資料，在其族群的主要分布地區劃定自然保護區，區內禁止進行任何破壞或污染棲地的活動，並根據族群量調查結果制定合理的捕撈定額；繁殖季節嚴禁捕捉爬行於潮間帶泥沙灘上的幼蟹。

(3)蟹的棲地及產卵地有限，生殖期又局限於短暫的季節，因此勢必難以提供足夠的生物量抽取蟹血製備生物試劑，以及進行胚胎發育和成體的各項研究。所以應及早進行蟹的生活史、人工受精與飼育方法的研究，以便有計畫地用人工方法培育幼蟹，然後可野放或提供做為學術和經濟之用。事實上，在日本岡山一處蟹的保育中心 (Kasaoka Horseshoe Crab Preservation Center, Okayama)，已經成功地做到用人工受精培育中國蟹至一齡幼蟲，再野放至海中的工作，對蟹的保育幫助很大；並且也能夠在實驗室中從受精卵開始將蟹飼育至第八年(Sekiguchi, 1988)，這些經驗與技術很值得在臺灣發展。

(4)加強生態保育教育的推廣與落實，舉辦自然生態活動，使國人更加認識蟹，也更瞭解它們所生活的環境。

參考文獻

- 余友茂、陳祥才。(1987)。「蟹」。中國名貴珍稀水生動物 p.18-20。浙江科學技術出版社。
- 胡晴波、江福來、鄭金寶及蔡榮成。(1986)。「蟹的人工飼養技術初步研究」。甲殼動物學論文集 p.347-348。科學出版社(中國北京)。
- 陳義。(1993)。無脊椎動物比較形態學 p.491-492。杭州大學出版社。
- 黃宗國。(1994)。中國海洋生物種類與分布 p.482。國家海洋局管理監測司。海洋出版社(中國北京)。
- 鄧火土。(1987)。「蟹(蟹屬魚)」。鹹水及淺海養殖資料彙集 p.436-439。
- 劉瑞玉。(1991)。「蟹」。中國大百科全書 p.562-563。中國大百科全書出版社(中國北京)。
- Awise, J. C., W. S. Nelson and H. Sugita (1994) A speciation history of "living fossils": molecular evolutionary patterns in horseshoe crabs. *Evolution* 48(6): 1986-2001.
- Barlow, R. B., Jr. (1982) Seasonal changes in the circadian modulation of sensitivity of the *Limulus* lateral eye. *Biol. Bull.* 163: 380.
- Barlow, R. B., Jr. (1983) Circadian rhythms in the *Limulus* visual system. *J. Neurosci.* 3:856-870.







- Barlow, R. B., Jr., S. J. Bolanowski, Jr. and M. L. Brachman (1977) Efferent optic nerve fibers mediate circadian rhythms in the *Limulus* eye. *Science* 197:86-89.
- Barlow, R. B., Jr., L. C. Ireland and L. Kass (1982) Vision has a role in *Limulus* mating behavior. *Nature* 296: 65-66.
- Barlow, R. B., Jr., E. Kaplan, G. H. Renninger and T. Saito (1985) Efferent control of circadian rhythms in the *Limulus* lateral eye. *Neurosci. Res.*, Suppl. 2:565-578.
- Barlow, R. B., Jr., M. K. Powers, H. Howard and L. Kass (1986) Migration of *Limulus* for mating: relation to lunar phase, tide height, and sunlight. *Biol. Bull.* 171: 310-329.
- Barlow, R. B., Jr., R. Prakash and E. Solessio (1993) The neural network of the *Limulus* retina: from computer to behavior. *Amer. Zool.* 33: 66-78.
- Brockmann, H. J. (1994) Sperm competition in horseshoe crabs (*Limulus polyphemus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 35(3): 153-160.
- Castro, G. and J. P. Myers (1993) Shorebird predation on eggs of horseshoe crabs during spring stopover on Delaware Bay. *Auk* 110(4): 927-930.
- Cavanaugh, C. M. (1975) Observations on mating behavior in *Limulus polyphemus*. *Biol. Bull.* 149:419-453.
- Fletcher, M. A., T. M. McKenna, J. L. Quance, N. R. Wainwright and T. J. Williams (1993) Lipopolysaccharide detoxification by endotoxin neutralizing protein. *J. Surgical Res.* 55(2): 147-154.
- Howard, H. A., R. W. Fiordalice, M. D. Camara, L. Kass, M. K. Powers and R. B. Barlow, Jr. (1984) Mating behavior of *Limulus*: relation to lunar phase, tide height and sunlight. *Biol. Bull.* 16: 527.
- Kannan, K., Y. Yasunaga, H. Iwata, H. Ichihashi, S. Tanabe and R. Tatsukawa (1995) Concentrations of heavy metals, organochlorines, and organotins in horseshoe crab, *Tachypleus tridentatus*, from Japanese coastal waters. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 28(1): 40-47.
- Kloczewiak, M., K. M. Black, P. Loiselle, J. M. Cavaillon and N. Wainwright (1994) Synthetic peptides that mimic the binding site of horseshoe crab antilipopolysaccharide factor. *J. Infectious Diseases* 179(6): 1490-1497.
- Kobayashi, M., K. Kitayama, M. Watanabe and N. Makino (1995) The oxygen transport efficiency of arthropod hemocyanins. *Zool. Sci. (Tokyo)* 12(3): 271-276.
- Loveland, R. and M. L. Botton (1992) Size dimorphism and the mating system in horseshoe crabs, *Limulus polyphemus* L. *Anim. Behav.* 44: 907-916.
- Melchior, R., J. P. Quigley and P. B. Armstrong (1995) Alpha-2-macroglobulin-mediated clearance of proteases from the plasma of the American horseshoe crab, *Limulus polyphemus*. *J. Biol. Chem.* 270(22): 13496-13502.

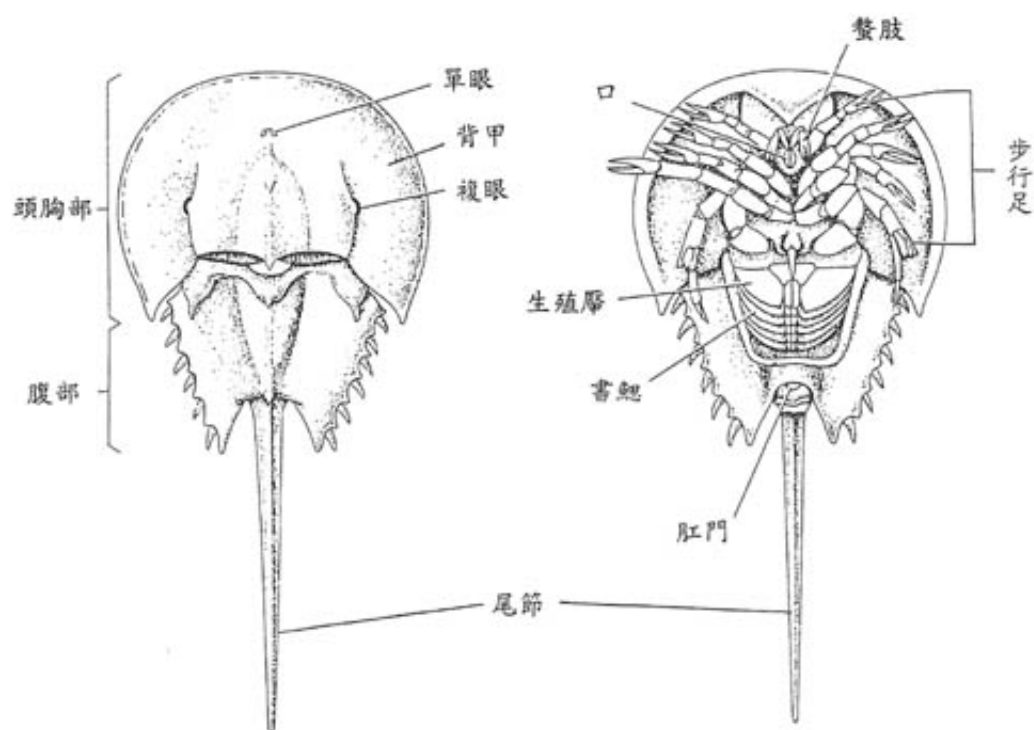
- Pechenik, J. A. (1991) Biology of the invertebrates. Wm. C. Brown Publishers, Iowa. p.350-351.
- Penn, D. and H. J. Brockmann (1994) Nest-site selection in the horseshoe crab, *Limulus polyphemus*. Biol. Bull. 187(3): 373-384.
- Ruppert, E. E. and R. D. Barnes (1994) Invertebrate zoology, sixth edition Saunders College Publishing p.620-623.
- Sekiguchi, K (1988) Biology of horseshoe crabs. Science House Co., Ltd. Tokyo. pp.428.
- Sekiguchi K. and H. Sugita (1980) Systematics and hybridization in the four living species of horseshoe crabs. Evolution 34(4): 712-718.
- Shigenaga, T., Y. Takayenoki, S. Kawasaki, N. Seki, T. Muta, Y. Toh, A. Ito and S. Iwanaga (1993) Separation of large and small granules from horseshoe crab (*Tachypleus tridentatus*) hemocytes and characterization of their components. J. Biochemistry (Tokyo) 114(3): 307-316.
- Smith W. C., R. M. Greenberg, B. G. Calman, M. M. Hendrix and L. Hutchinson (1995) Isolation and expression of an arrestin cDNA from the horseshoe crab lateral eye. J. of Neurochemistry 64(1): 1-13.
- Srimal, S. (1993) A medium for in vitro culture of amebocytes of horseshoe crab *Carcinoscorpius rotundicauda* Latreille. Indian J. Exp. Biol. 31(12): 982-986.
- Yoshida, M., Y. Obayashi, H. Tamura, S. Tanaka, T. Kawai, S. Sakamoto and Y. Miura (1994) Diagnostic and prognostic significance of plasma endotoxin determination in febrile patients with haematological malignancies. European J. Cancer 30A(2): 145-147.

表一、蟹的分類地位 (參Sekiguchi, 1988)

Pylum	Arthropoda
Subphylum	Chelicerata
Class	Merostomata 肢口綱
Subclass	Xiphosura
Order	Xiphosura 劍尾目
Family	Limulidae
Subfamily	Limulinae
	<i>Limulus polyphemus</i> 美洲蟹
Subfamily	Tachypleinae
	<i>Tachypleus gigas</i> 南方蟹
	<i>Tachypleus tridentatus</i> 中國蟹
	<i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> 圓尾蟹

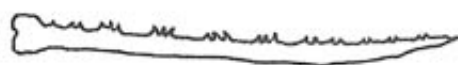
表二 雌雄外觀上的差異 (引自鄧 1987)

	雌	雄
體型	大	小
頭胸部	 <p>圓型 略狹長</p>	 <p>有凹痕及縱皺 略寬闊</p>
腹部	 <p>略狹長 有六對棘， 後三對短小</p>	 <p>略寬闊 有六對棘</p>
胸肢	 <p>鉤子型</p>	 <p>第二及第三對胸肢成鉤子型</p>

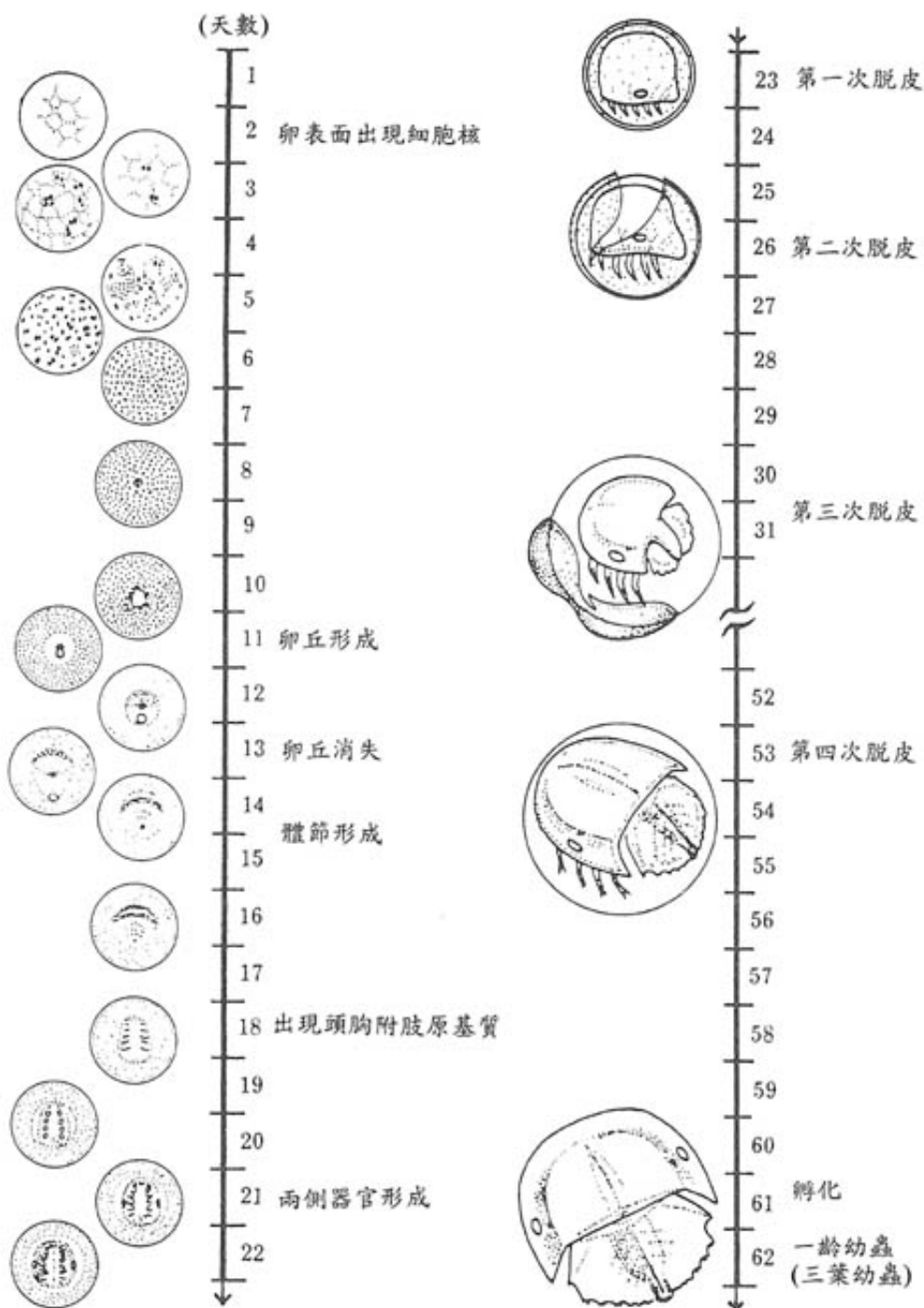


圖一、蟹 (*Limulus polyphemus*) (取材自Pechenik, 1991)

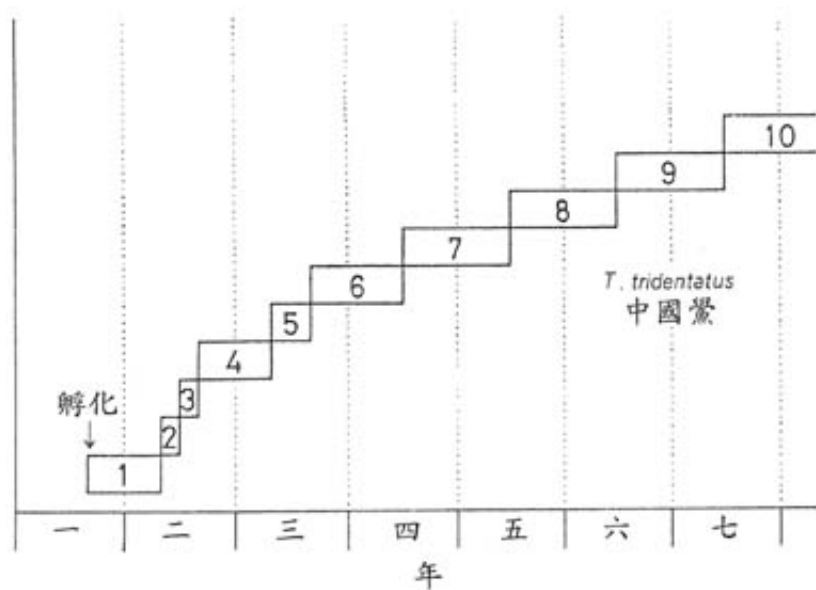
尾節上棘與棘的間隔可以用來推斷年齡



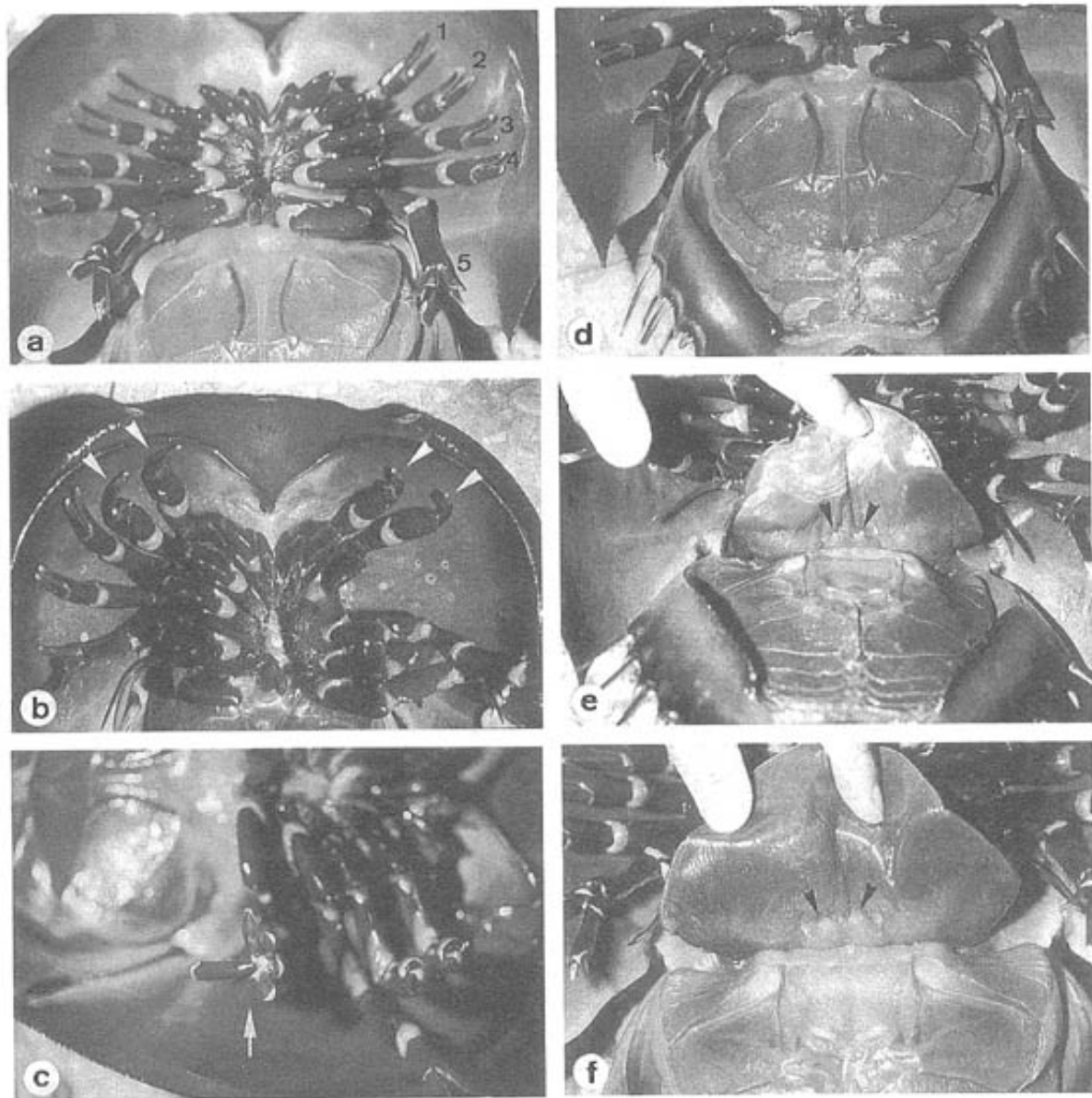
圖二、蟹的尾節 (取材自鄧, 1987)



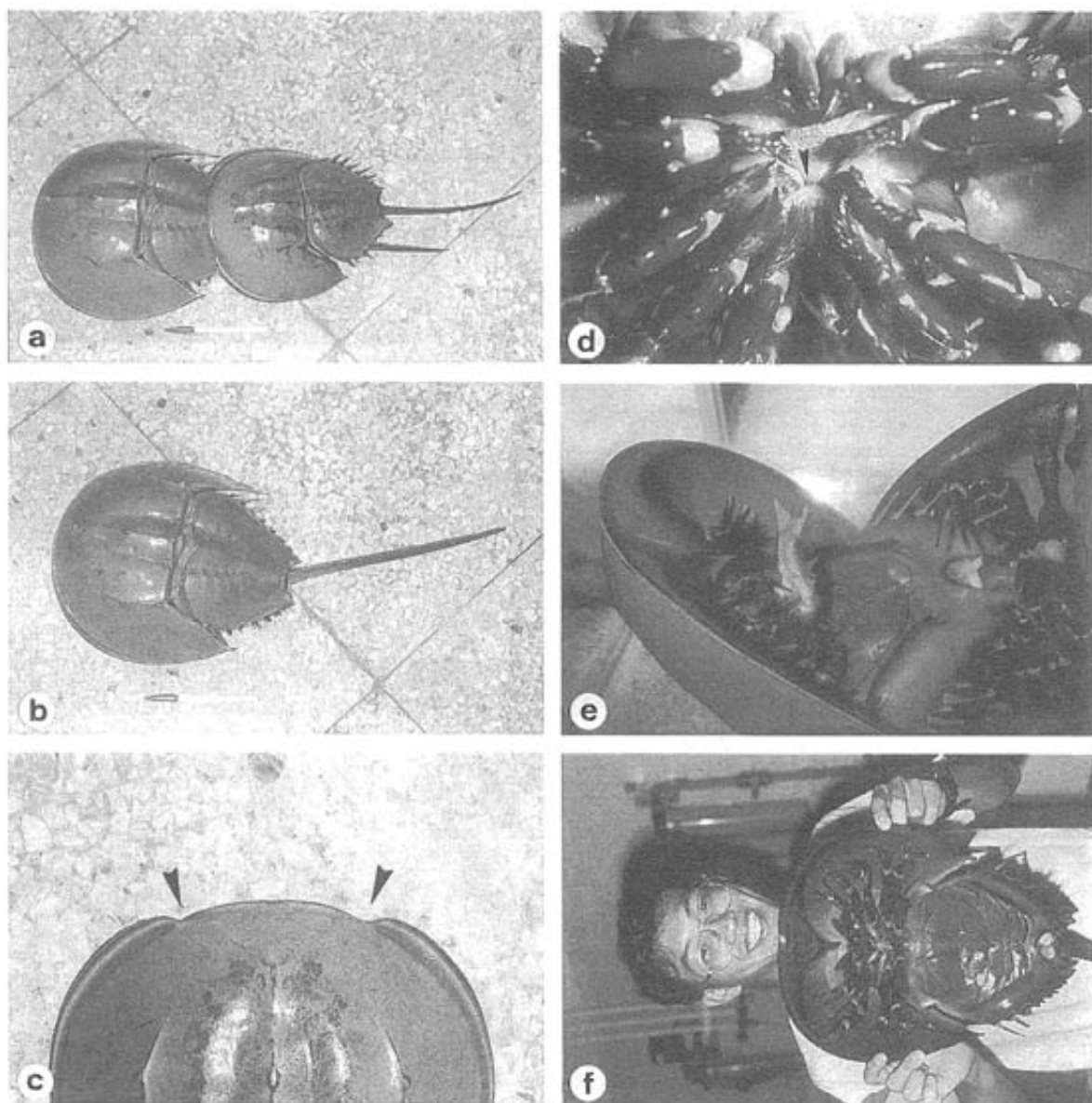
圖三、中國蠶(*Tachypleus tridentatus*)的胚胎發育 (取材自Sekiguchi, 1988)



圖四、中國蠶(*Tachypleus tridentatus*)的蛻皮與成長。
 數目字代表幼蟲齡數。(取材自Sekiguchi, 1988)



圖版一：(a)雌蟹的五對步足。除最後一對外，第一至第四對步足皆有螯。(b)雄蟹的第一、第二對步足發展成沒有螯的鉤爪。(c)第五對步足。末端有5個扁平、可活動的突起物，在前進時可用來清除泥沙。(d)蟹的腹部，第一對附肢為生殖脣。(e)翻開雄蟹的生殖脣，可見微突起的生殖乳突，乳突的尖端為生殖孔。(f)雌蟹的生殖乳突。



圖版二：(a)配對的雌雄蟹。(b)雌性個體頭胸甲前緣呈圓弧形。(c)雄性個體頭胸甲的前緣兩側各有一凹陷處。(d)蟹的口，位於頭胸部附肢的基部。(e)飼養於實驗室水族箱，被翻面並被餵食小魚的雌蟹。右方為擁抱雌蟹的雄蟹。(f)雌蟹的腹面。

金門地區稚蟹的分布調查

陳章波¹ 林振國² 莊西進³

¹ 中央研究院動物研究所 ² 金門水試所 ³ 金門高中

研究期間一直聽說有位金門教師曾經研究過蟹，但未能找到此文獻。直至11月中旬辦理「金門縣85年度中小學教師鄉土生物保育研究方法研討會」才得到報告。綜合本調查研究及上述文獻，整理如下：

一. 稚蟹只分布在泥灘地

根據金城國中黃雪蔭教師第36屆「金門地區蟹的觀察與研究」的報告，稚蟹分布在金門面對廈門的泥灘地。由水頭、后豐港、浯江溪口、慈湖外海、古寧頭、噶口、雞髻頭都有。但底質為砂質或砂岩交錯的地區，如：田埔港、田墩、溪邊、前鋒港、漁村港、泗湖歐厝、金湯港等地就沒有。

二. 稚蟹終年出現

成蟹出現於每年5月到8、9月間，東北季風起即消聲匿跡。而稚蟹則一直都生長在泥灘地，只是冬季潛伏較深，只有出太陽氣溫回升的日子才可以在地面看到它們。今年金門高中學生也證實這個現象。

三. 產卵在潛沙洲

母蟹於大潮（農曆初一、十五）清晨或傍晚，游向岸邊，產卵於泥灘間少數的只有大退潮時才會露出的潛沙洲，卵產在5公分深的沙中。卵直徑約0.3公分，淡褐色，一次產卵百餘顆。

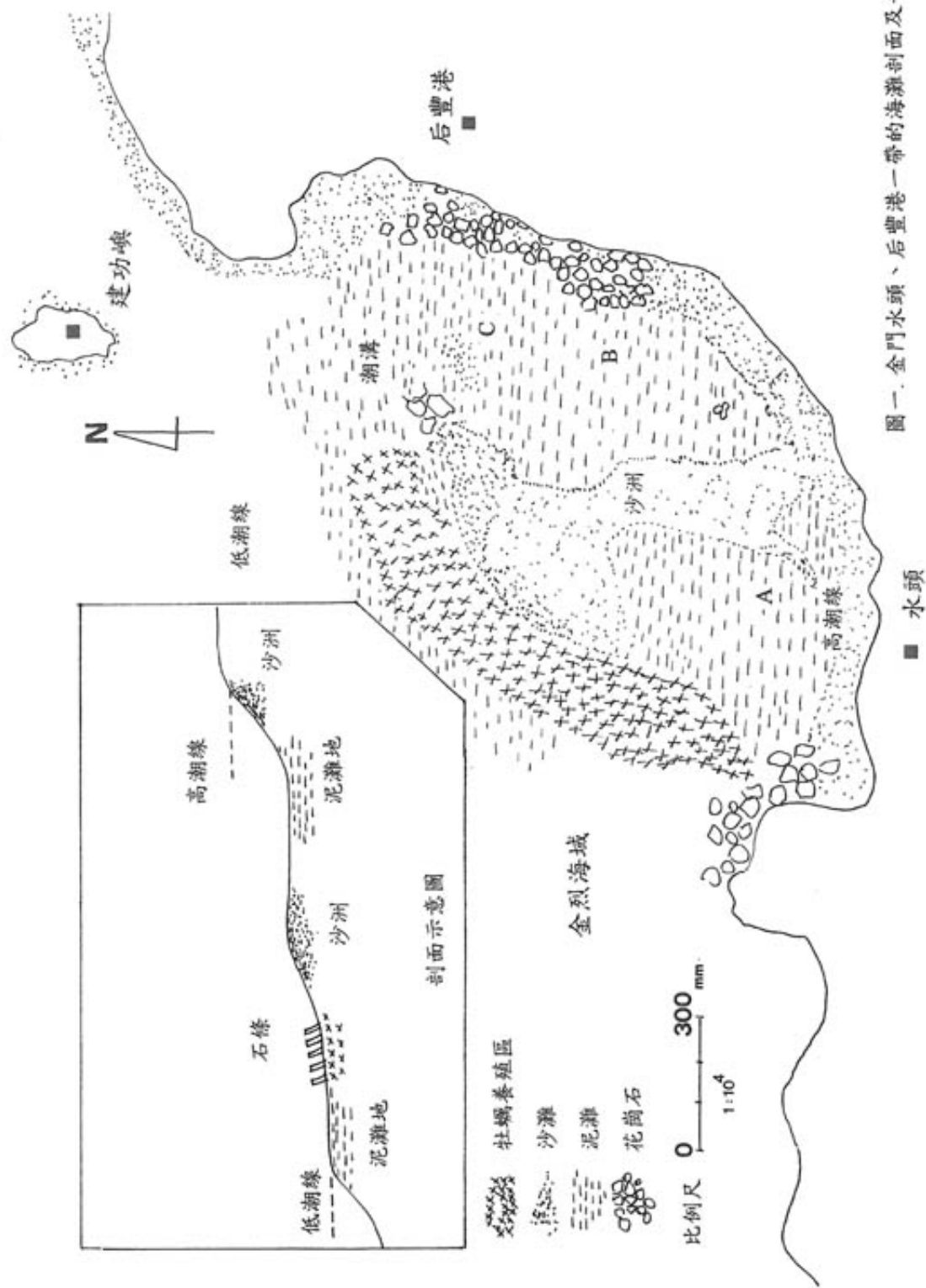
四. 稚蟹的微棲地空間分布

本調查研究，於8月27日在水頭、后豐港（圖一）發現體長1公分到8公分大小不等的稚蟹（圖二），在高潮線附近泥灘地的小稚蟹，以1公分大小的為主，而在中潮線沙地潮溝（潮水退去時的水道）可以發現二群大小分離的稚蟹，

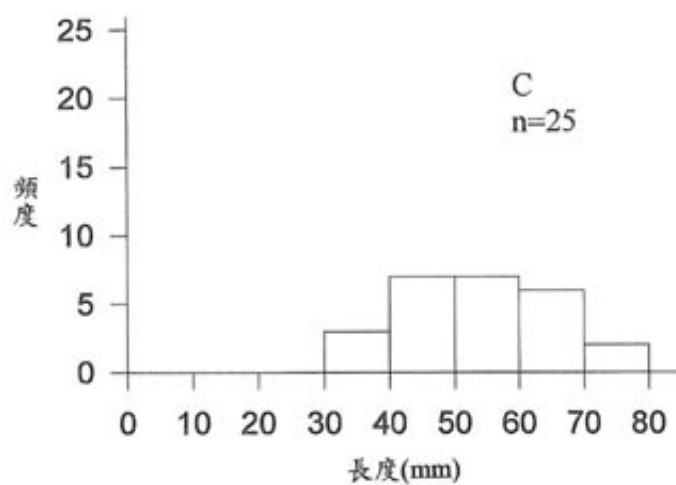
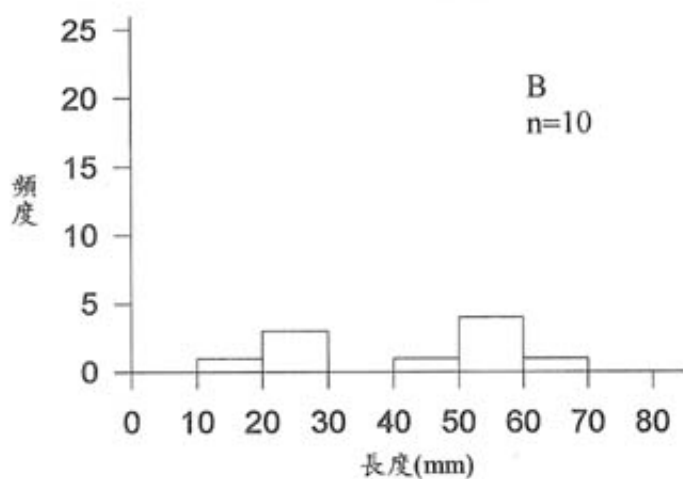
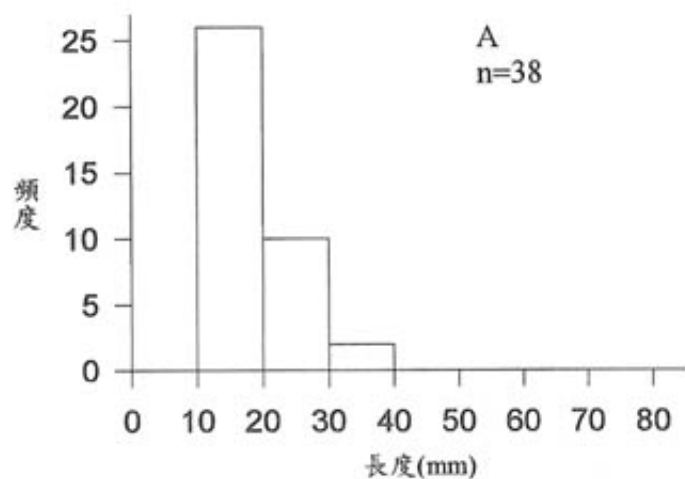
一為 1-3 公分，另一為 4-7 公分，前者以 2-3 公分為主，後者以 5-6 公分為主。在更靠近海的沙質潮溝中為 3-8 公分大小的稚蟹。由以上的數據可知小稚蟹分布在泥灘地，而大稚蟹則逐漸向海遷移。

五. 推測蟹生活史：

金門地區蟹的生活史大致如下，農曆 5 月~8 月在大潮黃昏之時，母蟹及雄蟹集體上游潮間帶的潛沙洲產卵（可能是低潮區的沙洲，尚有待查證）。卵孵化之後，漂至高潮的泥灘地，變態下來，過底棲的生活，以泥灘上之細小生物或碎片為食。長大至 4-5 公分隨水流逐漸遷移到沙為主的地區，至 10 公分上下就離開潮間帶到外海。晚夏才產卵孵化的稚蟹可以潛伏在低潮線潮間帶過冬，天氣好時會爬出攝食。



圖一. 金門水頭、后豐港一帶的海灘剖面及平面圖。



圖二. 金門水頭蟹體長頻度分布圖。

保育建議

陳章波

中央研究院動物研究所

1. 蟹的保育

蟹是少數幾種生活在海濱又容易看到的大型無脊椎動物。由於其生活史中母蟹產卵於高潮帶的沙灘中，因此很容易受到人類各種行為（如捕撈、污染、棲地破壞）所迫害而中斷其生活史，所以蟹是海濱灘地是否健康的很敏銳的指標生物之一。此外蟹具有學術上、經濟上的價值，更是地球上遠比人類更早的居民之一，所以有活化石之稱。

蟹在台灣海峽的分布範圍越來越窄了：30年前蟹在台灣西海岸已不多見了，20年前澎湖海濱還不少蟹，但現今也不見了。由此變遷可以預估最近金門的快速開發必然會破壞海濱棲地，而造成蟹之絕跡。又以往金門漁民只捕撈成蟹，但現今由於小學之教學需求及民眾之好奇，而有市場：稚蟹也被大量捕撈空運台灣。蟹的危機及保育工作更是迫在眉前。

保育工作首要知道金門地區蟹的生活史，在那兒產卵？卵要多久孵化？稚蟹住那兒？吃什麼？長到多大才離開海灘？本計畫只完成稚蟹的分布，確定稚蟹分布在潮間帶高潮帶附近泥灘地，個體長大再往低潮線的沙地移動，但還不知道產卵場在那裡？最近金門高中學生在冬天繼續相關的調查，有新的發現。冬天出太陽氣溫高時，可以在低潮線沙地找到爬行的稚蟹（8-9公分體長）。天冷時，蟹就潛藏在3-4公分深的地底。又探訪得老漁民知道產卵場的特徵。這是蟹的保育研究有了一絲生機。

由於成蟹生活在水深的外海，但游回到海邊產卵，根據此生活史，保育的要領有：

- (1) 禁漁：產卵期不得捕捉成蟹。可由縣政府依漁業管理辦法制訂並執行之。

(2) 設棲地保護區。依最適宜的產卵場及稚蟹的育成場設定之。目前以水頭、后豐港一帶最為適當，可由縣政府主動向中央管理單位農委會提出。

(3) 增列蟹為保育類動物。要有詳細進一步的研究資料才得以依野生動物保育法向農委會提出申請之。

這些方法多涉及民眾認知上的改變及地方發展之權益，因此要多加宣導、研究，在共識之下才得以順利推行。

2. 石條式牡蠣養殖文化資產

金門海濱以石條式的牡蠣養殖最具文化特色，這些石條的大小、形狀、來源、製作過程、排列方式、安置位置，管理、及漁民的進出走道，都是很值得金門國家公園加以重視的。整理發掘這種草根性、活生生的文化，正是以文化為重點的金門國家公園的未來重點工作之一。此外石條也是景觀之一，而且是泥灘地上唯一的硬底質，不僅使得棲地呈現多樣性，也因提供棲地為許多生物所附著而提升了生物歧異度。因此宜盡早加以規畫，以便將來海防開放之後，石條式牡蠣養殖成為有效的文化、生物景觀之一。

3. 慈湖單一用途 — 水鳥保護區

本研究對慈湖底棲生態做了一年四季的調查，資料尚不夠充實，但可看出底質變化非常不規則，可能因為慈湖水淺，漁民飼養二枚貝而時時捕撈、攪動。

早年台灣水庫多做多重用途的規畫，所謂地盡其利的理想規畫。但各用途之間常常造成相互干擾而得不到預期的成果。最近台北翡翠水庫的單一用途，就易於管理。慈湖湖光水色，林木草澤，再加上水鳥已是百看不厭。實不宜做多樣化的活動，宜以水鳥野地為主旨的規畫，才便於管理及永續的保育。漁民之生計或許可以以雇工方式委請管理慈湖邊的環境。

4. 浯江溪口的自然教室

浯江溪口如同大戶人家的後花園，是成市中難得擁有的，那麼近又那麼寧靜，多樣化的野趣，有紅樹林、水鳥、彈塗魚、招潮蟹等等。不僅是學生安全又方便的學習地點，也是成人在忙碌的生活中，獲得片刻舒解融入大自然的好地方。家庭廢水之污染防治；發展大眾運輸或寧靜的電動機車的推廣，才能同時兼顧生活的方便及生活品質的提升。

5. 金門國家公園管理處

金門要永續，要能提升居民的生活品質，首要條件為自然資源的維護及不可超限使用，是以除了要瞭解自然資源之外，更要有共識要過什麼樣的生活？要怎樣來使用資源？才得以規畫合理之使用及管理。在高唱提升人民生活品質及在民主開放多元化的社會走向中，國家公園的興衰是個很重要的指標。管理處擔當了走入社會、喚起社會大眾的重要角色。

(1) 國家公園管理處宜責無旁貸，盡早導引民眾在享受金門環境之美的同時要思考金門環境空間（environmental space）承載量的有限性及脆弱性，才不至於殺雞取卵，從根本上毀了金門。台灣當前的生活品味是否值得金門人追求？歐美先進國家後現代化的追求簡樸、超越物慾、擺脫為物所控的生活觀念是否值得追求呢？簡單的說李總統所倡的心靈改革也是金門人首要思考的切身問題。

(2) 管理處宜多支持鼓勵民間的相關活動，要多加強培養當地人才。可成立各類成長隊、讀書會、志工營以從心改革，從自身做到大環境的改善；營造與大自然結合的社區，讓生活品味提升，具有文化層面的內涵。

(3) 提醒觀光客多做比較：金門、澎湖、台灣的差異是怎樣造成的？近代的工業開發與環境破壞具有高度的依存性。低度開發、維持高品質的自然環境就是落後嗎？請觀光客愛惜金門，不要污染金門。

(4) 管理處宜主動與金門官方、民間、媒體等等溝通，以民主的方式獲得共識，才易於推行保育工作。

附錄、金門國家公園潮間帶無脊椎動物相

學名	中文名稱	採集地點
Phylum Annelida 環節動物門		
Class Polychaeta 多毛綱		
Family Ampharetidae 雙楯蟲科		
<i>Ampharetid</i> sp.		浯江溪口
Family Capitellidae 小頭蟲科		
<i>Capitella</i> sp.C	小頭蟲屬	慈湖
<i>Notomastus</i> sp.	背蚓蟲屬	慈湖
<i>Capitellid</i> sp.		浯江溪口
Family Cossuridae 單指蟲科		
<i>Cossurella</i> cf <i>dimorpha</i>	雙形擬單指蟲	慈湖
Family Eunicidae 磯沙蠶科		
<i>Marphysa sanguinea</i>	岩蟲	北山
Family Glyceridae 吻沙蠶科		
<i>Glycerid</i> sp.		浯江溪口
Family Goniadidae 角吻沙蠶科		
<i>Glycinde</i> cf <i>gurjanovae</i>	寡節角吻沙蠶	慈湖
Family Hesionidae 海女蟲科		
<i>Hesionid</i> sp.		慈湖
Family Lumbrineridae 索沙蠶科		
<i>Lumbrineris</i> cf <i>longifolia</i>	長葉索沙蠶	慈湖
Family Maldanidae 竹節蟲科		
<i>Axiiothella</i> sp.	幅乳蟲屬	慈湖
Family Nephtyidae 齒吻沙蠶科		
<i>Nephtyid</i> sp.		慈湖
Family Nereidae 沙蠶科		
<i>Ceratonereis burmensis</i>	等齒角沙蠶	慈湖
<i>Ceratonereis erythraeensis</i>	紅角沙蠶	慈湖
<i>Perinereis camiguinnoides</i>	彎齒圍沙蠶	北山
<i>Nereid</i> sp.		浯江溪口
Family Onuphidae 歐努菲蟲科		
<i>Diopatra biolobata</i> (Imajima)	巢沙蠶	北山、浯江溪口、湖下、水頭
<i>Onuphis</i> sp.	歐努菲蟲屬	浯江溪口、北山
<i>Onuphid</i> sp.		慈湖
Family Opheliidae 海蛹科		
<i>Armandia</i> cf <i>intermedia</i>	中阿曼古蟲	慈湖
<i>Ophelina</i> sp.	海蛹屬	慈湖
Family Pectinariidae 筆帽蟲科		
<i>Pectinaria</i> sp.	筆帽蟲屬	浯江溪口

附錄(續)、金門國家公園潮間帶無脊椎動物相

學名	中文名稱	採集地點
Family Poecilochaetidae 雌毛蟲科		
<i>Poecilochaetus</i> sp.	雌毛蟲屬	北山
Family Sabellidae 纓蟲科		
<i>Laonome</i> sp.	石纓蟲屬	慈湖
Family Siponidae 海稚蟲科		
<i>Aonides</i> sp.	稚蟲屬	北山
<i>Prionospio japonica</i>	日本稚齒蟲	慈湖
<i>Prionospio cf membranacea</i>	膜片稚齒蟲	慈湖
<i>Prionospio cf sexoculata</i>	稚齒蟲	慈湖
<i>Polydora</i> sp.A	才女蟲屬	慈湖
<i>Pseudopolydora</i> sp.B	偽才女蟲屬	慈湖
Family Syllidae 裂蟲科		
Syllid sp.A		慈湖
Family Terebellidae 螿龍介科		
<i>Amaeana</i> sp.A	似螿蟲屬	慈湖、北山、浯江溪口
<i>Amaeana</i> sp.C	似螿蟲屬	北山、浯江溪口
<i>Amphitrite lobocephala</i> (Hesih)	襟首葉螿蟲	北山、浯江溪口、湖下、水頭
<i>Neoleprea</i> sp.	新螿蟲屬	浯江溪口
Class Oligochaeta 貧毛綱		慈湖
Class Hirudinea 蛭綱(leech)		慈湖
Phylum Mollusca 軟體動物門		
Class Gastropoda 腹足綱		
Family Patellidae 笠螺科		
<i>Cellana radiata</i> (Born)	車輪螺	浯江溪口、北山
<i>Cellana toreuma</i>	花笠螺	慈湖
Family Acmaeidae 青螺科		
<i>Patelloida (Chiazacmaea) pygmaea</i> (Dunker)	矮擬帽貝	北山
Family Trochoidae 鐘螺科		
<i>Monodonta labio</i> (Linnaeus)	石疊、花採螺 (單齒螺)	北山、水頭
<i>Umbonium thomasi</i> (Grosse)	托氏蝸螺	浯江溪口、湖下
Family Turbinidae 蝾螺科		
<i>Lunella coronata granulata</i> (Gmelin)	瘤珠螺(粒花冠小月螺)	浯江溪口、北山、水頭
Family Neritidae 蜆螺科		
<i>Clithon oualaniensis</i> (Lesson)	奧萊彩螺	浯江溪口
<i>Nerita (Ritena) yoldi</i> (Recluz)	齒紋蜆螺	浯江溪口、北山、水頭
<i>Neritina oualaniensis</i>		慈湖

附錄(續)、金門國家公園潮間帶無脊椎動物相

學名	中文名稱	採集地點
Family Naticidae 玉螺科		
<i>Natica lurida</i> (Philippi)	攪綠玉螺	湖下
<i>Natica tigrina</i> (Roding)	虎斑玉螺	浯江溪口、水頭
Family Nassariidae 織紋螺科		
<i>Nassarius dealbatus</i> (A. Adams)	秀麗織紋螺	浯江溪口、北山、湖下、水頭
<i>Nassarius nodifer</i>	粗肋織紋螺	水頭
<i>Reticunassa fratercula</i>		慈湖
Family Littorinidae 玉黍螺科		
<i>Granulilittorina exigua</i> (Dunker)	細粒玉黍螺	田埔
<i>Littorina brevicula</i> (Philippi)	短濱螺	田埔、料羅(礦區)
<i>Littorina melanostoma</i> (Gray)	黑口玉黍螺	浯江溪口
<i>Littorina undulata</i> (Gray)	波紋玉黍(濱)螺	北山、料羅(礦區)
Family Potamididae 海捲螺科		
<i>Batillaria zonalis</i> (Bruguere)	燒酒海捲	北山、水頭、慈湖
<i>Cerithidae cingulata</i>	栓海捲	慈湖
<i>Cerithidae djadjariensis</i>	鐵尖海捲	慈湖
Family Muricidae 骨螺科		
<i>Thais clavigera</i> (Kuster)	蚵岩螺	北山、水頭
Family Pyramidellidae 塔螺科		
<i>Tiberia pulchella</i> (A. Adams)	優美方口螺	田埔
Family Siphonariidae 松螺科		
<i>Siphonaria</i> sp.	菊花螺屬	北山
Family Turritellidae 錐螺科		
<i>Turritella terebra</i> (Linnaeus)	錐螺	北山
Family Acteonidae 拾螺科		
<i>Pupa</i> sp.	拾螺屬	水頭
Family Retusidae 囊螺科		
<i>Retusa (Coelophysis) boenensis</i> (A. Adams)	婆羅囊螺	北山、水頭
Family Atyidae 阿地螺科		
<i>Bullacta exarata</i> (Philippi)	泥螺	北山、水頭、浯江溪口
Family Calyptraeidae 頂蓋螺科		
<i>Calyptraeidae</i> sp.		慈湖
Family Rissoidae		
<i>Rissoina materinsulae</i>		慈湖
Family Buccinidae 峨螺科		
<i>Pollia fumosus</i>	小黃峨螺	慈湖
Class Bivalvia 雙殼綱		
Family Arcidae 魁蛤科		
<i>Barbatia decussata</i> (Sowerby)	布紋蚶	北山

附錄(續)、金門國家公園潮間帶無脊椎動物相

學名	中文名稱	採集地點
Family Arcidae 魁蛤科		
<i>Barbatia virescens</i> (Reeve)	青鬚魁蛤	北山
<i>Anadara granosa</i> (Linnaeus)	血蚶	浯江溪口
Family Mytilidae 殼菜蛤科		
<i>Septifer virgatus</i> (Wiegmann)	條紋隔胎貝	北山
<i>Adula strata</i> (Lischke)		北山
<i>Musculus senhousei</i> (Benson)	凸殼肌蛤	湖下
<i>Perna viridis</i> (Linnaeus)	綠殼菜蛤	慈湖口
Family Ostreidae 牡蠣科		
<i>Ostrea nigromarginata</i> (Sowerby)		北山、水頭
<i>Ostrea</i> sp.		浯江溪口
<i>Placuna placenta</i> (Linnaeus)	海月	北山
<i>Musculista</i> sp.	肌蛤屬	慈湖
Family Trapeziidae 船蛤科		
<i>Trapezium</i> (<i>Neotrapezium</i>) <i>libratum</i> (Reeve)	紋斑梭蛤	北山
Family Mesodesmatidae 中帶蛤科		
<i>Atactodea striata</i> (Gmelin)	環紋堅石蛤	北山
Family Veneridae 簾蛤科		
<i>Dosinia</i> (<i>Phacosoma</i>) <i>japonica</i> (Reeve)	日本鏡蛤	浯江溪口
<i>Cyclina sinensis</i> (Gmelin)	環文蛤	浯江溪口、北山
<i>Katelysia hiantina</i>	海氏凱地蛤	浯江溪口、北山
<i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams & Reeve)	菲律賓蛤仔	浯江溪口、北山、慈湖口
<i>Ruditapes variegatus</i>	小花眼簾蛤	慈湖
<i>Tapes turgida</i> (Lamarck)	鈍縱錦蛤	浯江溪口
<i>Callista erycina</i> (Linnaeus)	棕帶仙女蛤	北山
<i>Meretrix lusoria</i> (Roeding)	文蛤	水頭
<i>Chione</i> (<i>Clausinella</i>) <i>isabellina</i> (Philippi)	伊薩伯雪蛤	北山
<i>Anomalodiscus squamosa</i> (Linnaeus)	歪簾蛤	慈湖口
Family Tellinidae 櫻蛤科		
<i>Angulus vestalioides</i> (Yokoyama)	披角櫻蛤	北山
<i>Tellina virgata</i> (Linnaeus)	散紋櫻蛤	浯江溪口
Family Solenidae 塏蛤科		
<i>Solen arcuatus</i> (Tchang & Hwang)	彎竹塏	北山
Family Laternulidae 薄殼蛤科		
<i>Laternula anatina</i>	薄殼蛤	慈湖
Family Lucinidae 滿月蛤科		
Lucinid sp.		慈湖
Family Donacidae 斧蛤科		
Donacid sp.		慈湖

附錄(續)、金門國家公園潮間帶無脊椎動物相

學名	中文名稱	採集地點
Class Polyplacophora 多板綱		
Family Acanthochitonidae 毛石蠶科		
<i>Acanthochiton achaetes</i> (Gould)		北山
Family Chitonidae 石蠶科		
<i>Liolophura</i> sp.	花棘石蠶屬	北山
Family Ischnochitonidae 薄石蠶科		
<i>Ischnochiton comptus</i> (Gould)	花斑銹石蠶	浯江溪口
Class Scaphopoda 掘足綱		
Family Dentaliidae 角貝科		
<i>Fissidentalium vernedei</i> (Sowerby)	大角貝	北山
Phylum Arthropoda 節肢動物門		
Class Cirripedia 蔓足綱		
	龜爪	大嶼
Class Malacostraca 軟甲綱		
Order Amphipoda 端腳目		
		慈湖
Class Merostomata 肢口綱		
Family Limulidae		
<i>Tachypleus tridentatus</i>	中國蟹	水頭、后豐港、浯江溪口、古寧頭、嶼口、雞髻頭
Phylum Echinodermata 棘皮動物門		
Class Crinoidea 海百合綱		
	海羊齒	水頭
Class Echinoidea 海膽綱		
	海錢	水頭、湖下、浯江溪口
Class Holothurioidea 海參綱		
	海參	水頭
Subclass Ophiuroidea 蛇尾亞綱		
	陽燧足	水頭
Phylum Brachiopoda 腕足動物門		
Order Lingalida 海豆芽目		
	海豆芽	北山、浯江溪口
Phylum Cnidaria 腔腸動物門		
Class Scyphozoa 傘水母綱		
	水母	慈湖
Class Anthozoa 珊瑚綱		
	海葵	湖下、北山、浯江溪口、水頭
	海筆	水頭
Phylum Phoronid 帶形動物門		
		慈湖
Phylum Sipuncula 星蟲動物門		
		慈湖
Phylum Nemertea 紐形動物門		
		慈湖
Subphylum Urochordata 尾索動物亞門		
Class Ascidiacea 海鞘綱		
	海鞘	慈湖