

金門縣水產試驗所委託計畫

計畫名稱:

金門海域經濟海藻調查與生物技術保種之可行性評估

期末報告

執行單位

國立臺灣海洋大學藻類資源應用研發中心

研究人員

國立臺灣海洋大學藻類資源應用研發中心 陳衍昌、張睿昇

國立澎湖科技大學水產養殖系 徐振豐、周立進

金門水產試驗所

中華民國一〇二年十一月

金門海域經濟海藻調查與生物技術保種之可行性評估期末報告

摘要

本計畫為執行數種海藻的保種技術及瞭解金門海岸之經濟海藻資源變動。針對三種經濟海藻，石蓴、紫菜與海帶進行人工保種培養實驗。其中石蓴可利用原生質體的方式予以保種，而長葉紫菜則是以殼孢子世代的絲狀體作為保種來源，海帶則需以藻體組織中的單室孢子囊釋放出遊走孢子後所得到的雌、雄配子體進行保種。目前石蓴與紫菜都有由澎湖科技大學水產養殖系所提供之藻種種苗，置於金門水試所之保種室中，海帶則待水試所相關設備與低溫培養箱設置後，即可移轉

潮間帶調查顯示，金門海岸潮間帶的海藻可達二十種以上。其中冬季的海藻以紫菜與青海菜為主，春季則是海蘿，春季末鐵釘菜、羊栖菜與鼠尾藻成為潮間帶最常見到的大型褐藻，低潮帶則以具石灰質之珊瑚藻類為主，夏、秋兩季的金門海岸並不利於大多數的海藻生長，海藻種類明顯減少；整體而言，春季仍是金門海藻的最佳生長時機；就海藻覆蓋率而言，具經濟價值的海藻覆蓋率較少超過10%，亦即不適合以天然採收方式收穫金門海域的海藻資源，主要原因還是海岸地質結構所呈現的片麻花崗岩，不利於海藻的附著與生長所致，加上近岸水質較為混濁，且常伴隨泥質，都是海岸潮間帶海藻生長受到限制的因素。未來如需有效開發金門海藻資源，以室內人工保種，再進行室外苗繩吊掛培育會是較佳的海藻人工養殖方式。

關鍵字: 經濟海藻、保種、季節性

目錄

摘要

表目錄.....	4
圖目錄.....	5
壹、前言.....	9
(一) 研究背景	9
(二) 計畫目的	10
(三) 計畫目標	10
貳、三種海藻屬的生物特性、生活史與培育背景.....	13
參、材料與方法	18
肆、結果.....	24
伍、討論.....	34
(一) 海藻保種技術	34
(二) 潮間帶海藻相調查.....	36
陸、結論.....	38
謝辭.....	38
參考文獻.....	38
附錄.....	381
期中報告審查意見回覆.....	96
期末審查會議紀錄暨審查意見回覆.....	100

表目錄

表 1、金門東部海岸 2-5 月各調查測站及其他地點普查、採樣日期及當日退潮時間與潮差*	42
表 2、金門東部海岸 7-10 月各調查測站及其他地點普查、採樣日期及當日退潮時間與潮差*	43
表 3、金門東部海岸 2 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/02/21-23)	44
表 4、金門東部海岸 4 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/04/11-13)	45
表 5、金門東部海岸 5 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/05/23-24)	46
表 6、金門東部海岸 7 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/07/04-06)	47
表 7、金門東部海岸 8 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/08/19-21)	48
表 8、金門東部海岸 9 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/09/14-16)	49
表 9、金門東部海岸 10 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/10/20-22)	49

圖目錄

圖 1、金門地理位置圖(資料來源:金門縣政府)。	50
圖 2、石蓴(<i>Ulva lactuca</i>)的生活史(資料來源: Graham et al., 2008)。	50
圖 3、長葉紫菜(<i>Porphyra dentata</i>)的生活史(資料來源:Hori, 1993)。	51
圖 4、海帶外部型態及其部位名稱(成熟海帶中帶部應具有為縱溝構造，但金門養殖之海帶仍屬稚嫩期，縱溝尚未出現)。	52
圖 5、海帶縱切面之組織與構造(1. 表皮；2. 外皮層；3. 內皮層；4. 髓部)。	52
圖 6、海帶(<i>Laminaria japonica</i>)的生活史(資料來源: Hori, 1993)。	53
圖 7、石蓴原生質體之分離與純化過程。	54
圖 8、長葉紫菜絲狀體之分離與純化過程。	55
圖 9、海帶癒傷組織絲狀體之培養與純化過程。	56
圖 10、培養由組織切片獲得單室孢子囊，可產生雌、雄配子體。	57
圖 11、海帶雌、雄配子體之保種與受精後之葉狀體發育	58
圖 12、海帶附著器之生長組織培養。	59
圖 13、金門東部海岸潮間帶海藻相調查地點及其位置，由上而下依序為:青嶼、田浦、復國墩及峰上，scale=2km。	60
圖 14、青嶼測站海岸地形圖，及其座標位置(24°31'13.68"北，118°25'43.05"東)，上圖 scale =0.1km；下圖則為上圖方框之放大圖。	61
圖 15、青嶼海岸退潮後露出大片沙灘地，圖中右側礁岩區即是調查地點。	62
圖 16、青嶼海岸退潮後的沙灘地，亦有泥質(顏色較暗處)混雜於潮間帶。	62
圖 17、青嶼海岸的水質混濁，除沙地外也可見到泥質懸浮顆粒。	63
圖 18、青嶼低潮帶礁石上，以牡蠣(石蚶)為主要的附著生物。	63
圖 19、青嶼潮間帶中潮帶，2 月可見到較大面積的青海菜生長。	63
圖 20、青嶼潮間帶高潮帶，2 月以頭髮菜及長葉紫菜為優勢藻種。	63
圖 21、青嶼海岸潮間帶調查。	63
圖 22、青嶼低潮帶退潮時，可見到礁塊間有沙地露出。	63
圖 23、七月青嶼低潮帶退潮時，礁岩上的海藻種類少。	64
圖 24、青嶼夏季的潮間帶寬廣，以沙質海岸為主，另有部分泥質灘地。	64
圖 25、2013 年 2-10 月青嶼測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)變化。	64
圖 26、田埔測站海岸地形圖，及其座標位置(24°28'52.09"北，118°27'52.56"東)，上	

圖 scale =0.1km；下圖則為上圖方框之放大圖。	65
圖 27、田浦測站左側之調查樣區，潮間帶寬廣。	66
圖 28、田浦測站右側之調查樣區，左(圖上方)右(圖下方)兩大礁石間有一沙灘地。	66
圖 29、以橫截線及樣框進行田浦潮間帶海藻覆蓋率調查。	67
圖 30、不易附著海藻的片麻花崗岩，在珊瑚藻成為表面基質後，可提供鼠尾藻 或其他海藻附著。	67
圖 31、田浦 2 月潮間帶的中潮帶，以海蘿為優勢藻種。	67
圖 32、田浦海岸偶而可見到異枝軟骨凹頂藻生長。	67
圖 33、田浦 4 月潮間帶因潮差較大，低潮帶可見到剛成群萌發的鐵釘菜幼苗。	67
圖 34、田浦 4 月潮間帶的紫菜因受到降雨影響，黑紫色藻體有褪色現象。	67
圖 35、田埔低潮帶於夏季大退潮時，偶可見到網球藻的生長。	68
圖 36、田浦 8 月低潮線附近以珊瑚藻為主要的藻種。	68
圖 37、田埔潮間帶地形起伏，退潮後之平緩區域易因蓄積海水而有海藻聚集生 長。	68
圖 38、2013 年 2-10 月田埔測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)變化。 .	68
圖 39、復國墩測站海岸地形圖，及其座標位置(24°26'50.04"北，118°28'29.99"東)， 上圖 scale =0.1km；下圖則為上圖方框之放大圖。	69
圖 40、復國墩測站右側之潮間帶調查樣區，前方海域為漁船出入航道。	70
圖 41、復國墩測站左側之潮間帶調查樣區，為一較平靜的內灣海域。	70
圖 42、復國墩測站右側礁塊表面傾斜平坦，但坡度較陡，海藻不易附著。	71
圖 43、復國墩測站面海左側礁石起伏較劇烈，易形成潮池，提供海藻生長。 71	
圖 44、復國墩右側礁石上，潮間帶佈滿小藤壺，2 月可見海蘿夾雜生長其中。	71
圖 45、低潮帶潮池中可見到屬於珊瑚藻的異邊孢藻生長。	71
圖 46、4 月復國墩測站已可見到羊栖菜於低潮帶的潮池邊萌發。	71
圖 47、4 月復國墩測站潮間帶海藻種類豐富，長枝沙菜與石蓴混生於低潮帶。	71
圖 48、8 月起復國墩中、高潮帶可見到巨大鞘絲藻(藍綠藻)附生於礁石上。 ...	71

圖 49、10 月復國墩測站受颱風影響，步道基座損壞，無法進行調查。.....	71
圖 50、2013 年 2-10 月復國墩測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)變化。(10 月因橋墩基座損毀，無法進行覆蓋率調查。).....	72
圖 51、峰上測站海岸地形圖，及其座標位置(24°25'57.75"北，118°27'44.87"東)，上圖 scale =0.1km；下圖則為上圖方框之放大圖。	73
圖 52、峰上測站左側之潮間帶調查樣區，礁石表面起伏，形成較多潮池。	74
圖 53、峰上測站右側之潮間帶調查樣區，地形較為陡峭。	74
圖 54、峰上測站潮間帶地形起伏較大，易形成潮池提供海藻生長環境。	75
圖 55、2 月峰上測站中潮帶亦佈滿小藤壺，夾雜生長其中的海蘿為主要優勢海藻。	75
圖 56、4 月退潮後峰上中潮帶可見到牡蠣附著，刺沙菜(顏色深黑)則大量混生其中，圖後方的綠色海藻為石蓴。	75
圖 57、4 月峰上中潮帶無牡蠣附著區域，則以海蘿為主要優勢藻種。	75
圖 58、峰上測站潮池中以各類珊瑚藻較為常見，亦提供做為海膽生活的環境。	75
圖 59、峰上測站小潮池周圍，因殼狀珊瑚藻成為新基質，提供羊栖菜(黃褐色葉狀體)等其他海藻附著的空間。	75
圖 60、峰上測站夏季退潮後的潮差較大，可見到低潮線附近大片浪花藻與零星分布的異枝軟骨凹頂藻。	76
圖 61、峰上測站的鼠尾藻大都分布於中潮帶，受陽光照射與退潮影響，藻體中半部以上斷裂，無法繼續生長。	76
圖 62、峰上測站 8 月潮間帶潮池邊的羊栖菜，因退潮失去水分而導致藻體乾枯萎縮。	76
圖 63、峰上測站 8 月以後中、低潮帶的礁石上，不易發現有海藻分布。	76
圖 64、2013 年 2-10 月峰上測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)變化。 .	76
圖 65、2013 年 2 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。	77
圖 66、2013 年 4 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。	77
圖 67、2013 年 5 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。	

.....	78
圖 68、2013 年 7 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。	78
.....	78
圖 69、2013 年 8 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。	79
.....	79
圖 70、2013 年 9 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。	79
.....	79
圖 71、2013 年 10 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。	
(復國墩因橋墩基座損毀，無法進行覆蓋率調查。)	80

壹、前言

(一) 研究背景

金門位於福建東南方，九龍江口外，以金門島及烈嶼二主要島嶼為中心，週圍有數個島礁環繞，屬於典型的大陸沿岸島嶼(圖 1)。金門所屬島嶼地理位置的緯度雖與台灣中部相當，但因屬亞熱帶季風氣候，一年四季的氣溫較臺灣本島略低，年均溫約為攝氏 20 度，屬於冬季乾冷、春季多霧的氣候特色。全年降雨時間多發生在四至八月，夏末秋初之季伴隨偶而造訪的颱風，年平均降雨量不足 1000 公厘，較台灣本島低。島嶼雖四面環海，但海域受到大陸沿岸冷流的影響，海水均溫較低，平均年均溫為攝氏 19 度 (陳等人，1994)；此外，受到九龍江帶來的有機物質與泥沙底質在廈門灣口沉澱堆積的影響，加上近年來對岸的海砂挖採作業，使得島嶼沿岸的水質較為混濁，相對影響海藻在潮下帶生長時光合作用的進行。

除低水溫與光照因素外，底質結構也是影響金門海藻相及其分布的重要因素。金門的海岸地質結構東西兩岸略有不同，東側屬於片麻花崗岩，岩石表面光滑；西側則有較多土壤，底質結構上較不利於海藻附著。由於生長環境條件的不同，金門海域的海藻相與台灣恆春半島及澎湖南方熱帶珊瑚礁海域之海藻相差異極大，但與台灣北部及馬祖海域的藻種組成相比較，可發現同屬於亞熱帶海域或暖溫帶海域的藻種。根據王瑋龍 (2008) 對金門沿岸海藻資源調查的結果顯示，共記錄了 57 種海藻，其中有不少頗具經濟價值的海藻，如紫菜，羊栖菜，海蘿與蜈蚣藻等種類，金門與台灣北部的海岸都有發現；此外，由於海水溫度較低，金門也有適合溫帶海域生長的海帶，鼠尾菜及刺松藻等具有食用、藥用等不同開發價值的經濟藻類，這些種類在台灣及澎湖海域均未曾有過發現的記錄。

由於金門海岸過去受到軍事管制，對於這些具經濟價值的海藻利用非常有限。除了採收石花菜、海蘿及紫菜等具有食用價值外，另外沿岸居民也會採收馬尾藻等不具食用的種類，作為養豬飼料使用(呂，2005)。近年來，金門水產試驗所藉由對岸所提供的海帶幼苗，於海域進行放苗栽培獲得不錯成效，不論品質或口感都得到金門在地居民的極高評價，顯見金門地區特殊的海域環境，對海藻資源仍具有開發的潛力(翁等人，2010)。然而，隨著金門海岸的開發與環境變遷，金

門海藻資源除應就原海藻棲地予以保育，以維持其海藻與近岸的生物多樣性及生態環境外，也應朝海藻資源研發與永續利用的方向發展。鑒於以上，對於具有經濟價值之藻種，可依不同商業性質開發，藉由藻類生物技術，例如：人工育種、養殖與栽培、保種等方式，提供海藻產業原料的穩定來源，藉此創造金門獨特海藻相關產業及增進金門海藻相關水產品的開發與利用。

(二) 計畫目的

海藻種類繁多，用途各有不同，為避免因特定市場需求所造成的供需失衡與生態環境破壞，應採取計畫性的保種與繁殖技術建立，以解決天然採收導致而成的海藻生物多樣性降低及資源匱乏等問題。然許多經濟大型藻類的一般傳統人工養殖方式，首先需採集足夠成熟的配子體（gametophyte），並促使其釋放配子（gamete），再收集這些配子或所結合成之結合子（zygote），於室內培養，待其越冬休眠後，再置於強光下，以促使其釋放孢子（spore），然後再將孢子附著於網繩上，使其萌發成葉狀體，轉殖於海邊或魚池內培養，最後收成成熟之葉狀體，這些工作是十分耗費時間及人力的。故本計劃除針對金門近岸之經濟藻種進行資源量調查，選擇適合金門海域可大量養殖之海藻種類外，擬以藻類生物技術來解決費時與人力不足問題，嘗試以無性生殖方式縮短培育時間，並培養具經濟價值之藻體其可長久保存之絲狀體階段，達到播種後直接大量繁殖成葉狀體的目的。

(三) 計畫目標

本年度初步規劃，擬針對金門海岸的經濟藻種石蓴（*Ulva lactuca*）、長紫菜（*Porphyra dentata*）與海帶（*Saccharina japonica*, 原學名 *Laminaria japonica*）等三種海藻，先行評估以生物技術完成保種，並轉移至金門水試所之可行性，經過技術之訓練及轉移，未來擬再以金門水試所為育種中心，尋求發展成野外人工大量繁殖技術。同時尋找適合海藻人工養殖的海岸場地 2-3 處，以進行該棲地海藻資源調查及上述三種海藻養殖之可行性評估。選擇此三類海藻的主要原因如下：

1. 石蓴(*Ulva lactuca* L.)

目前金門水試所正在飼養皺紋盤鮑(*Haliotis discus hannai*，俗稱翡翠九孔鮑)，當餵食石蓴後，可轉換石蓴的色素至其外殼上，藉由呈現的翡翠色

彩提高其經濟價值，也可以解決皺紋盤鮑的飼料來源。然而根據過去的調查結果，石蓴僅在青嶼，料羅灣及翟山等三處有記錄，且族群量不大（王，2008）。其中，石蓴之保種技術，目前已由海洋大學台灣藻類資源應用研發中心主任陳衍昌教授獲得專利，可藉此計畫進行專利技術轉移或以其他保種方式進行。

2. 長葉紫菜(*Porphyra dentata*)

金門沿岸海域有礁石環境，即可見到野生的紫菜，包括荷葉紫菜(*P. crispata*)、長葉紫菜(*P. dentata*)、圓葉紫菜(*P. angusta*)等，但大都以天然採收方式，產量有限。其中，長葉紫菜的人工養殖已普遍見於大陸沿岸，而澎湖地區長葉紫菜人工養殖的經驗也已發展多年過去金門也曾有過紫菜養殖。以金門海域現況，可重新考慮紫菜人工養殖，提高金門地區的水產養殖產業。通常採集栽培筏架的紫菜葉狀體作為藻種，但受到產量、品質及對環境適應能力降低的影響，優良品種之紫菜保種工作，便成為提供紫菜固定品質與產量的重要基礎。因此除維持舊有之殼孢子絲狀體世代之保種工作，另需針對獨立生活之絲狀體或從葉狀體細胞取得不同形式之育苗細胞（例如：單孢子 monospore），建立保種技術，藉此提高栽培網架上的收成率。

3. 海帶(*Saccharina japonica*)

金門與馬祖是目前中華民國所屬海域中具有可以培育海帶之環境。過去金門水試所嘗試購買海帶幼苗後，於金門新湖漁港外海進行野外海帶養殖，雖無法達到海帶最成熟的時期，但其由幼苗成長至稚嫩期僅需 5 個月左右，且獲得民眾爭相詢問搶購，不失為一具有養殖潛力的水產品。但由於過去大陸沿岸的海帶養殖係在秋季海水溫度降至 20℃時，利用成熟的海帶種苗採集孢子，再將孢子附著於筏架的基質（繩索）上，附著後的孢子會萌發成海帶幼苗。目前雖已發展可度過夏季之海帶藻苗，但須提供 5-10℃低溫育苗環境，還需避免種苗受到其他微藻污染，如此一來對水試所之需耗費大量電力與人力管理工作。因此有必要透過不同方式之保種技術(如無性生殖之配子體保種)，提供未來做為人工養殖的種源，並解決前述問題。

4. 棲地調查

由於石蓴與紫菜可在退潮後的潮間帶環境生長，藉由棲地環境調查，優先選擇適合之礁岩海岸，且未受到陸源排放廢水干擾之海域進行未來放養栽培的評估。海帶則因藻體較大，需另覓潮間帶以外水域較深之礁岩底質水域，目前水試所放養栽培地點為本島南岸東側新湖漁港外的淺水域，水深約 8-10 米。

貳、三種海藻屬的生物特性、生活史與培育背景

(一)、石蓴 (*Ulva*)

石蓴是綠藻門(Chlorophyta)、石蓴綱(Ulvophyceae)、石蓴目(Ulvales)、石蓴科(Ulvaceae)、石蓴屬(*Ulva*)，為海岸最常見到的綠藻類海藻，外形多變，在潮間帶的分布位置也不相同。例如:牡丹菜 (*Ulva conglobata*) 通常分布在潮間帶的高潮帶，一般石蓴 (*Ulva lactuca*) 則廣泛分布於潮間帶，部分種類生長於潮下帶。目前較少被直接食用，大都作為肥料或飼料之用。但由於石蓴生活史短，繁殖、生長速度快，除上述用途外，現正積極轉換石蓴作為生質酒精能源的材料。

石蓴生活史較複雜，具有藻體外型相同，但染色體套數卻有單套（配子體，gametophyte）與雙套（孢子體，sporophyte）的差別，亦即屬於同型世代交替的生活史。成熟的孢子體，除基部外，全部細胞均可形成孢子囊。孢子母細胞經減數分裂，形成單倍體具 4 根鞭毛的游動孢子（zoospore）。孢子成熟後脫離母體，游動一段時間後，附著在岩石上，2~3 天後萌發成配子體，在形成配子之前的階段為無性生殖。成熟的配子體產生許多同型具兩根鞭毛的配子，有大小之分，大小配子結合後形成接合子。數天後即萌發成孢子體，此一經過結合產生孢子體的階段屬於有性生殖（如圖 2）。

由於石蓴生活史中並無絲狀體世代，並無絲狀體組織可作為保種之用，需以原生質體做為細胞保種的方式。因此本研究會以纖維酵素將石蓴藻體細胞的細胞壁予以溶解，使其成為僅有細胞膜之原生質體，再進行保種。原生質體的培養是以類似植物單細胞的培養方法，以稍加改良之細胞培養基，並考慮原生質體的獨特要求。而原生質體不具細胞壁，培養時容易因細胞較脆弱影響存活率。

(二)、紫菜 (*Porphyra*)

紫菜屬於紅藻門(Rhodophyta)、紅藻綱(Rhodophyceae)、頭髮菜亞綱(Bangiophycidae)、頭髮菜目(Bangiales)、頭髮菜科(Bangiaceae)、紫菜屬(*Porphyra*)，屬於溫帶至亞熱帶海域的海藻，通常分布於潮間帶上部至飛沫帶，冬季為主要生長季節。紫菜可說是全球產值最高的栽培海藻種類，其中又以日本、韓

國及中國大陸為主要的養殖栽培區。台閩地區以澎湖為主要養殖地點，其餘大都藉由季節性採收野生紫菜，提供在地食用為主。一般日常生活中常被食用的紫菜大都是經由進口方式而來。

紫菜生活史中包含兩個主要階段，一是肉眼可見的葉狀體世代，另一是絲狀體世代（亦即殼孢子世代，concoecelis stage），如圖 3 所示。紫菜葉狀體成長時，先端細胞會轉變成生殖細胞，位於雌配子體造果器中的雌配子在經過雄配子接合受精後，便成群存在於葉狀體邊緣形成斑點，稱為成熟斑。當紫菜完全成熟時，成熟斑即破裂並釋放出果孢子，一旦果孢子釋放，藻體即因受到破壞開始分解。單獨游離的果孢子，選擇附著於具石灰質的貝殼上，隨後經由分裂形成產生絲狀體。當秋天外界環境的溫度開始下降，絲狀體的側枝會形成棍棒狀或瘤狀的肥大藻絲，此即為殼孢子囊。殼孢子囊內會產生一個殼孢子，此時的殼孢子尚未形成細胞壁，以原生質體方式存在於孢子囊中，直到成熟釋放後，球狀的殼孢子會發育成葉狀體幼苗，約 10-15 天即可以肉眼觀察，約一個月後便可形成成熟之藻體，此藻體即是一般所熟知的紫菜。此外，部分紫菜種類會在殼孢子發育成葉狀藻體幼苗時，會有釋放出單孢子的現象，這些單孢子有會附著於基質上，發育成葉狀藻體。

紫菜絲狀體在生長過程中需要適宜且避免直射的光照環境，故培養室宜東西走向，以利光線進入。隨著絲狀體生長條件的不同，窗戶透光需做調整。首先，選擇藻體較大，色澤良好且生殖特徵明顯者，將藻體剝碎，置入紗布中與海水中扭擠，形成果孢子液。為節省空間及人力等問題，可將上述濾液倒入滅菌後之裝有營養劑之三角錐瓶中，即可使濾液中的果孢子發育成圓球絲狀體，而絲狀體在營養劑與適度光照及溫度的控管下，可維持長久保存；或當需要大量培育時，可以分裝方式，提供足夠的絲狀體藻苗。

因此，傳統的紫菜保種方式係先採收成熟紫菜，進行果孢子釋出與採集後，集中培育使其發育成絲狀體，並在適當條件下發展出殼孢子世代；為減少果孢子所需要的牡蠣殼與置放空間，可利用裝有培養液的三角錐瓶，保存果孢子，並使其在瓶中成長成絲狀體。此方式不僅可以在室內快速獲得所需之絲狀體，並可維持此絲狀體型態不會轉變成葉狀體，達到控制保種、穩定來源的目的。在果孢子轉變成為殼孢子時，可透過溫度、光照強度及時間、

水流狀況、營養鹽濃度等因素，對殼孢子進行發育控制(江、周，1977；蔡等人，1988)。

單孢子的收集及培育則是另一可行的保種及快速培育方式。單孢子細胞育苗技術是利用幼小葉狀體大量釋放單孢子，再予以採收的方式進行，但目前僅條斑紫菜（*Porphyra yezoensis*）較能夠以此方式發展出大量養殖的模式，相較於金門與澎湖地區較常見的長紫菜則有待進一步的研究，尋找出可提高附苗率的方式。

(三)、海帶(*Laminaria* and *Saccharina*)

海帶的分類地位，屬於異鞭毛藻門(Heterokontophyta)的褐藻綱(Phaeophyta)，海帶目(Laminariales)，海帶科(Laminariaceae)。目前從粒線體基因組、葉綠體 *rbcL* 基因序列、核糖體 ITS 序列的相似性和發育的相關研究，將海帶屬區分為 *Laminaria* 與 *Saccharina* 兩類群，其中過去習慣以 *Laminaria japonica* 作為學名的海帶，因此被歸類至 *Saccharina* 屬(Lane, 2006)。原海帶屬約有 26 種品系被確認，而 *Saccharina* 則有 21 種，大都分布於溫帶-暖溫帶海域，主要分布在北太平洋與大西洋(Guiry & Guiry, 2013)。海帶屬通常分布於潮下帶，並依海水透明度與地形呈自然垂直分布。以附著器定棲於低潮線下 2-5 米的岩石上，不耐高溫與裸露出水面，冬春季為其生長旺盛期。亞洲地區的海帶原以日本北海道、韓國及俄羅斯等北太平洋海域為生長區域，中國大陸於 1944 年引進海帶移植至山東煙台成功後，在 1946-1957 年間，陸續將海帶養殖業向南方發展，目前年產量已達到全球總產量的 90%，而由海帶提煉的褐藻膠則約佔全球的 60%，是中國大陸海水養殖品產量排名的第四位(許等人，2013)。

海帶(*Saccharina japonica*, as *Laminaria japonica*)是亞洲地區的重要經濟海藻之一，除一般日常生活中的食用價值外，還可提煉其中一如碘、甘露醇、褐藻多糖與褐藻酸等成分，作為醫藥與化工製品之用。近年來，大陸各式淺海養殖面積雖逐漸擴大，但也受到陸源汙染物質大量流入海洋的影響，嚴重威脅近岸的生態環境，間接影響淺海養殖水產品的收穫。但隨著海帶養殖產業的發展，不僅可以嘗試吸收海域中過多的營養鹽，也可藉由海中造林的概念，重新創造海洋動物的棲地及削減大氣中的二氧化碳濃度，減緩溫室效應。

海帶的孢子體可明顯區分成葉狀體、柄與附著器(圖 4)。褐色帶狀的葉狀體，革質、無分枝，表面柔滑且富有光澤。成熟藻體葉片中央有兩條平行縱向的淺溝，淺溝中間較厚的部分為中帶部，淺溝外側的厚度較中帶部薄，且有波浪狀；由於金門養殖的海帶藻體尚未達到成熟階段，還屬於薄嫩期，因此未有淺溝之部位產生。海帶幼期的柄為圓柱狀，與葉狀體連接部則呈扁圓狀，而另一端則向基部不斷延伸出叉狀分枝的圓柱狀假根，而假根前端有附著基質的組織，藉此形成假根狀的附著器。藻體縱切後，可見到表皮、外皮層、內皮層及髓部等組織構造(圖 5)。

海帶的生活史是由肉眼可見的孢子體世代與需透過顯微鏡觀察的配子體世代相互交替所組成。具有高經濟價值，且藻體巨大的孢子體，是作為人工栽培的極佳選擇，但要能夠實施大面積的養殖，則需透過人工育苗保種配子體的方式。其中，孢子體成長時，主要依賴柄與葉片交接處的生長組織不斷的成長所致，光線、水溫及水中的營養鹽是影響其成長的主要因素，通常需要經過幼齡期、凹凸期、薄嫩期，才會達到厚成期與成熟期，最後隨著孢子釋放、細胞老化進入衰老期(許等人，2013)。通常天然野生海帶這樣的成長時間約需兩年，但以人工養殖的海帶則只有一年的成長期。海帶的配子體則是由海帶孢子體所釋放的孢子而來，當海帶於厚成期與成熟期時，海帶葉片表面會佈滿孢子囊(但通常一年生的海帶，其孢子囊大都分布於葉狀體基部)，當孢子囊壁破裂，便會釋放出單細胞的遊走孢子，經過 2-3 小時的游動，隨即附著於基質上成為胚孢子。附著 4 小時後的胚孢子開始萌發，並伸出萌發管，再經過 2-3 天便形成配子體。

配子體有雌、雄之分，配子體大小由 1 至數個細胞構成。雌配子體形成卵囊後，每一卵囊僅生成一個卵子，隨著卵囊壁破裂、無細胞壁的球形卵子會附著於卵囊頂端，等待雄配子前來受精。雄配子體上的每個細胞則都可產生雄配子囊，並在囊細胞壁破裂後釋放出雄配子，當其與卵子受精後，便完成受精作用。受精後的新細胞成為合子，並生成細胞壁，隨即開始成長，發育成孢子體(

圖 6)。

由上述生活史過程中，要能夠達到有效保種目的，需藉由分離海帶雌、

雄配子體，並以人工培育環境，延長配子體成長時間，使配子體持續進行無性生殖。而海帶之絲狀體（無性繁殖）培養方式，首先切取含有單室孢子囊群之海帶藻體(即孢子體，sporophyte)，使其在培養液中大量釋放遊走孢子，將含有大量孢子之培養液置入一定培養條件下產生雌、雄配子體所形成的絲狀藻球，將雌、雄絲狀藻球獨立分離培養，雌雄配子不會形成精、卵，但可以長期保存。或是將由受精卵萌發的小藻體培養在合適環境下使其去分化成絲狀體亦是另一個快速的方法。

選擇成熟具有釋放孢子的海帶種苗，置入水溫約 12-13°C 的水池中進行洗刷與孢子釋放的刺激，將藻體表面清洗乾淨之藻體至於水溫控制在 12°C 以下的育苗池中，經過約 1.5-2 小時，即可開始準備讓遊走孢子釋放至水體中，再予以收集置入滅菌之三角錐瓶內。培養溫度為 10-15°C，光照強度為 30-40 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，光週期為 14L：10D，並定期更換營養劑。採用上述方法可抑制配子體排卵受精而形成孢子體，並且可在錐形瓶中快速生長成絲狀藻球，予以長期保存。

叁、材料與方法

本計畫除提供金門水產試驗所海藻保種技術的相關方法，另針對石蓴、紫菜與海帶等三類海藻的人工養殖栽培海域，進行棲地環境調查。以下分別就保種技術方法與潮間帶棲地調查方法予以說明：

(一). 海藻人工養殖基本方法(Chapman, 1973)：

1. 野外採集成熟藻體，以濕紙巾包裹，置於保冷之冰箱，迅速送回實驗室。
2. 採回之藻類先以乾淨之海水小心清洗，以去除外面之小動物及附著之其他藻體。
3. 將藻體培養於滅菌之海水中，並添加 GeO_2 （每升海水 1c.c.飽和 GeO_2 溶液）培養一星期。光度為 $200 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，光週期 12L：12D，以去除矽藻類之附著。
4. 以光學顯微鏡檢視藻體，檢查在葉狀體邊緣的幾列細胞是否形成孢子囊或配子囊。
5. 在實驗室中將成熟之藻體，以陰暗法加以刺激，即將藻類以淡水洗淨後擦拭乾淨，再以乾淨海水沖洗，重覆多次後，將藻體以含海水之濕紙巾包裹置於陰涼黑暗處 1 小時後，再放入乾淨海水內靜置一晚。隔天更換新鮮的海水，以透明之容器（例如：玻璃燒杯）培養前述之藻類，並在一側照射光線（以 60W 之燈泡照射）。
6. 約隔 1~2 小時即可在燒杯水溶液表面向光之區域看見呈霧狀之配子或孢子群，以滴管吸取這些配子或孢子。
7. 將這些配子或孢子置於事先纏有直徑一公分之棉繩的鐵架於 150L 之培養缸內，含有 100L 之海水，上置日光燈，光度為 $100 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，光週期 12L：12D，以使其附著於棉繩上。
8. 待苗繩（棉繩）上長出小葉狀體（約 5mm 長）即可移至海邊大量培養。
9. 抽取人工繁殖之藻苗的附著器，於顯微鏡下用解剖切傷其組織，使其產生愈合組織並再度切傷。重覆此實驗直至誘發出其絲狀體。

10. 分離絲狀體於低光度下養殖確保其不會分化成葉狀體，低光照的條件隨保種對象的不同而有差異。
11. 誘發絲狀體長成葉狀體以應用於大量養殖。

(二). 保種海藻之培養技術

由於各藻種之不同世代取得方式及其作為保種的細胞不同，為逐步建立金門水試所之藻類種原庫，本計畫初步以擬保種之海藻種類包括石蓴、紫菜與海帶等，各藻種於實驗室之培養方式與步驟分述如下：

1. 石蓴人工種苗技術(圖 7，A-H)：

(1)石蓴原生質體製備:

藻體清洗乾淨後以拭鏡紙吸乾水分，藻體切碎至約 1~2mm 大小，切完之藻體將其稱約 0.05 克重，一同放入滅過菌含有 10 ml 酶解液的培養皿中，鋁箔紙包裹或關閉燈源，置於迴轉式震盪器(HITACHI TS-520)，黑暗下以 20℃，轉速約為 50-60rpm/min 進行藻體之酶解。

(2)石蓴種苗來源及培養：

本次種苗保存試驗以培養 1~2 個月的石蓴原生質體再生路徑中之各式細胞型態，如類癒傷組織或原始型作為種苗來源。培養於含有 PES 海水溶液的培養瓶(Flask T-25)，再移置梯溫培養箱，保存條件為溫度 15℃，光週期 12L：12D，光照度 $54 \mu \text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。

(3)石蓴藻苗種源保存試驗：

將藻苗種源直接放入含有 PES 海水溶液的培養瓶(Flask T-25)內，分別置於 15℃ 及 20℃ 梯溫培養箱，控制光週期 12L：12D，光照度 $54 \mu \text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，每五天更換一次培養液，並每天觀察保存之種源是否具有活性及再生情形。

(4)石蓴原生質體再生最適條件選定：

培養石蓴原生質體，實驗溫度為 20 及 25 °C，光照週期 8 L：16 D。光照強度為 $20 \mu \text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，實驗進行三重複。每 10 天換一次培養液。以倒立顯微鏡(Nikon ECLIPSE TE2000-S)觀察並記錄原生質體再

生絲狀體結果。

2. 長葉紫菜育苗技術(圖 8, A-H):

(1)實驗用藻體來源及處理:

採集成熟的長葉紫菜(*Porphyra dentata*)葉狀體，以新鮮的海水維持潤濕，避免藻體脫水乾燥死亡，並置入低溫保溫箱(4℃)中，維持藻體顏色鮮豔，儘速帶回研究室進行清洗與蓄養。

(2) PES 營養劑之製備:

抽取經砂層過濾去除有機物質與雜質之海水，以鹽度曲折計(D9WT-SA10)測量鹽度，並加入蒸餾水調整鹽度為 $33\pm 1(\text{‰})$ ，將過濾海水裝入血清瓶(1L)，放入 ALP 自動高壓滅菌器(型號 CL-32L)，溫度 121℃，大氣壓力 1.1atm，滅菌處理 20 分鐘。待冷卻後，移至無菌操作臺內，利用水流抽氣機過濾去除結晶物，減低細菌之產生。過濾完的無菌海水，再度裝進新的無菌血清瓶(1 L)內，並添加 PES 營養劑(Provasoli, 1968，見附錄一) 後，放置於 10℃ 冷藏櫃(AL-800)中備用。

(3)藻體之清洗與消毒:

將野外採回之長葉紫菜成熟葉狀體，先以柔軟毛刷刷洗藻體表面，再利用過濾滅菌海水輕輕沖洗葉狀體，隨後，將葉狀體浸泡於 1%的 Betadine(KI-I2)中約 30 秒，以清除藻體表面的原生動物及細菌，再以滅菌海水重複沖洗數次，減少 Betadine(KI-I2)的殘留，最後利用解剖顯微鏡(OLYMPUS SZ51)檢查葉狀體表面的附著物是否清除乾淨。清洗完畢後的葉狀體置於滅菌海水中備用。

(4)果孢子再生絲狀體:

(4-1)獲得紫菜果孢子之方法:

將經清洗消毒處理後的長葉紫菜葉狀體，同時將雌雄配子體放入至 90 × 15 mm 培養皿內，添加 40 ml PES 海水培養液後，進行果孢子釋放試驗。隔日以倒立顯微鏡觀察有無釋放果孢子，再將已釋放果孢子的葉狀體取出。

(4-2)果孢子再生絲狀體最適條件選定：

培養果孢子及原生質體，實驗溫度為 20 及 25 °C，光照週期 8 L：16 D。光照強度為 $20 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，實驗進行三重複。每 10 天換一次培養液。以倒立顯微鏡(Nikon ECLIPSE TE2000-S)觀察並記錄長葉紫菜的果孢子再生絲狀體結果。

3. 海帶育苗技術：

目前以人工方式於室內培育海帶幼苗，大都採用夏苗的方式進行，以自然光、低溫、流水等方法進行培育。除了以夏苗作為海帶育苗的來源外，另可透過將雌、雄配子分離，進行無性繁殖培養。採集成熟海帶孢子體所釋放的孢子，培養於適當容器後 7-10 天，即可辨識其中的雌、雄配子體。在攝氏 18-20 度、長光照的環境中，可抑制配子體成熟產生配子，但配子體細胞仍能分裂成長，形成較大個體，此時便可進行雌、雄配子體細胞的分離工作。

(1) 藻體癒傷組織培養(圖 9、A-F):

- a. 將新鮮海帶藻體表面的黏液擦拭乾淨，切成約 3 公分見方藻塊，置於裝有 1%洋菜培養基之培養皿中培養，使其產生絲狀組織。
- b. 培養條件：分別於 10、15、20、25、30 等 5 種不同溫度(°C)；光照強度為 $20 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ；光週期：12L：12D，等條件下，進行癒傷組織培養。
- c. 觀察藻體絲狀體產生狀況。

(2) 雌、雄配子體細胞分離(圖 10、A-H)

- a. 先取部分培養於水溫 12-15°C 之海帶藻體，進行切片觀察是否有單室孢子囊的組織。
- b. 如有單室孢子囊，顯示其有可能發育成配子體。以刀片輕刮具有單室孢子囊之細胞團塊，使其培養於 PG 培養液(含 GeO_2 ，見附錄一)，待其發育成配子體。
- c. 取成熟之配子體團塊於玻片上，以顯微鏡觀察其中之雌、雄混合

生長之細胞團塊，再移入裝有消毒培養液的培養皿中稀釋細胞濃度。吸取部分細胞液，以鏡檢方式篩選、分離其中的雌、雄配子細胞。再將此細胞移入已滅菌之過濾海水之培養皿中，使其重新附著。(由於雌、雄配子體已具受精能力，並發育成葉狀體，故此一步驟的操作時間不宜太長)

- d. 經 3-4 天，確認配子體細胞是否已附著，倒入含有氮鹽 4ppm，磷鹽 0.4ppm 之 PG 培養液(含 GeO_2)，進行培養，即完成雌、雄配子體的保種工作。

(3) 雌、雄配子體之保存(圖 11、A-H)

- a. 分別將裝有雌配子體與雄配子體的錐形瓶，置於長光照(不能低於 12 小時)、溫度 18°C 的環境中，如此可避免其配子體成熟。
- b. 配子體細胞會不斷成長，經一段時間後則須以分苗方式，另外儲存於其他裝有培養液之錐形瓶中，分裝時需注意避免汙染。

(4) 以附著器上部之 haptera 組織為保種來源(圖 12、A-F)

- a. 擷取海帶藻體附著器與柄部位間的組織(稱為 haptera)，經消毒清洗後，置於含 GeO_2 的 PG 培養液中(見附錄一)。
- b. 於溫度 12°C ，光照 1514Lux，光週期 12L:12D 之培養箱中培養，觀察 haptera 組織所產生的新細胞及其保存之可能性。

(三)、海藻棲地調查：

受限於底質結構海岸地形及潮汐時間等因素，本研究擬於每 4-6 星期進行一次潮間帶海藻資源調查與覆蓋率監測估算。各採樣地點依高潮位，中潮位及低潮位以 50 公分 × 50 公分的方框進行採樣調查，每潮位視海岸環境狀況逢機採取至少 10-15 個樣本，記錄方框面積內的大型海藻種類及其相對覆蓋等級(如附錄二)，再換算其平均覆蓋率，受限於海岸潮汐時間，各樣框除現場記錄藻種外，另以拍照方式取得樣框資料，再於電腦前進行估算分析。

各潮間帶之石蓴與紫菜藻體，除嘗試採回作為絲狀體之保種材料外，其他藻體製成臘葉標本，並拍照存檔作為棲地海藻資源記錄。

海藻覆蓋率的估算(附錄二)：

記錄 50×50 公分樣框中出現的大型藻類(尤其是經濟海藻種類)名稱，並計算其所佔據的方格數(F)及每一個種類在 25 個小框內的所屬之優勢等級，以得到其覆蓋率(Saito and Adobe, 1970; English et al., 1994)。計算公式如下：

每一樣框單一種海藻的覆蓋率 (C)

$$C = \frac{\sum [\text{各等級的小樣框數 (F)} \times \text{該等級的百分評比 (M)}]}{\text{小樣框數的總和 (25)}}$$

(四)、重要儀器及設備之配合使用情形

1. 小溫室兩間(分別為自然光及人造光源)，可以作為藻類養殖及培苗用。
2. 藻類實驗室一間(設備有滅菌釜，顯微鏡，植物培養箱，無菌操作台等)，可以作為藻類生物技術操作。
3. 另需有低溫冷凝器，光度計，鹽度計等可監測培養環境之水溫、光照與海水鹽度。

肆、結果

(一)、保種海藻之培育與保存

A. 石蓴原生質體保種

(1). 不同培養天數及滲透溶劑下原生質體之存活率：

將分離出的原生質體培養在 0.8M 的海水甘露醇溶液中，活存率皆比海水山梨醇高。從第四天開始逐漸降低滲透壓之海水甘露醇溶液，活存率最佳，達 $48.4 \pm 2.9\%$ ，其次是第八天才逐漸降低滲透壓之組別，為 $11.66 \pm 0.55\%$ ，超過八天之原生質體活存率則都很低；而直接將滲透壓降低至 0M 的方法，存活率最高僅有 $7.3 \pm 1.2\%$ ，為第八天培養基直接更換為海水之組別，與其它培養天數相比，並無顯著差異(徐，2011)。

(2). 小量培養絲狀體

運用在國立澎湖科技大學 MS-213 研究室培養絲狀體，最佳培養條件為 20~23 °C、短光照(8L：16D)、光照度 $20 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 進行絲狀體擴大生產。取鮮重 0.1 g 的絲狀體，。裝入 20 公升窄口瓶打氣擴大培養約 30 天，石蓴絲狀體增重為 2 g 左右(圖 7-h)。

B. 長葉紫菜絲狀體保種

(1)果孢子再生絲狀體：

紫菜絲狀體對於溫度的適應性較廣，在 5~30°C 的環境下皆可保存於裝有培養液之錐形瓶內，因此可置於一般的培養室內。但要達到大量的增殖，則需在適宜的培養條件下，通常在 20-25°C，光照強度 1300~2500 lux，光照週期 12L:12D 的環境，可快速增殖。根據前人研究(廖、江，1978)顯示，當果孢子附著萌發後，第一個月應保持在室溫 20°C，光照強度 3000~4000 lux，光照週期 12L:12D，使絲狀體充分生長後，再回復至室溫，使殼孢子囊形成。

長葉紫菜果孢子於 20 及 25°C 培養 30 天後，20°C 果孢子再生絲狀體比率較高為 95.67% 為本試驗當中再生比率最高者；25°C 的果孢子再生絲

狀體比率為 91.33%。在 20 與 25 °C 下培養果孢子絲狀體，僅以簡易的液態培養即可長期維持其絲狀體狀態。

(2)絲狀體的培養管理

培養絲狀體的過程中，培養條件是隨自然條件而需做調整。

1. 更換培養液:更換培養液對絲狀體的生長發育具有明顯的促進作用。果孢子培養後二十天後便更換第一次培養液，之後每隔 15~20 天更換一次。
2. 調節光照:絲狀體生長期對光量需求較大，因此應提供 2500~3000 lux 之光照強度，當絲狀藻體開始膨大時，再予以減少光照強度至 1000~1500 lux 之光量。殼孢子形成後，光量應再減少至 500 lux 左右。
3. 夏季保種時。水溫不宜高過 30°C。

C. 海帶配子體育苗與保種

金門海岸雖可進行海帶的養殖，但由於低水溫的時期較短，無法提供海帶藻體成長至成熟的階段，目前經由人工栽培所採收的海帶藻體大都屬於稚嫩期，所以藻體內還不易見到成熟的部位可釋放出遊走孢子。不過本研究發現，將稚嫩期的海帶藻體培養於低水溫的環境中，可使其部分組織逐漸成熟產生單室孢子囊，而單室孢子囊便有機會釋放出遊走孢子，再發育成熟的雌、雄配子體。將釋放的孢子，培養於適當容器後 7-10 天，即可辨識其中的雌、雄配子體。在 18-20°C 的培養環境中，可抑制配子體成熟產生配子，但配子體細胞仍能分裂成長，形成較大個體，若未能有效控制溫度，則易於低溫環境迅速釋放出雌、雄配子進行受精結合，或於較高溫之環境下不利於存活。當可分辨雌、雄配子體時，便可進行雌、雄配子體細胞的分離、挑選工作，藉此取得單一雌、雄配子體，進行純化保種。本研究為使海帶的保種方式得以順利建立，分別嘗試以癒傷組織、雌雄配子體及附著器上部之 *haptera* 等構造，作為組織保種及轉換成葉狀體之可能性。其結果如下:

(1) 藻體癒傷組織培養

由金門水試所協助取回之人工栽培之海帶，於藻體上部、中部與下部各切片 3 公分見方藻體數片，置於培養基培養，初期可見到絲狀構造的產生。但可能因藻體尚未達到成熟期，切片組織於培養兩個月後，任一培養溫度均使藻體逐漸泛白，而無法繼續存活。顯示癒傷組織的培養方式並不適合取得保種之組織或細胞。

(2) 雌、雄配子體細胞分離

1. 藉由雌、雄配子體的保種方式，目前已可予以單獨分離置於錐形瓶中培養。然而此一保種之藻苗的成長速度稍慢，目前還無法有效量產，提供固定的附苗藻源。而雌、雄配子體的錐形瓶，應置於長光照(不能低於 12 小時)、攝氏 18 度的環境中，如此可避免其配子體成熟。
2. 培養錐形瓶之配子體細胞會不斷成長，經一段時間後則須以分苗方式，另外儲存於其他裝有培養液之錐形瓶中，分裝時需注意避免汙染。

(3) 附著器上部之 haptera 組織

由於 haptera 組織具有許多生長細胞，生長力旺盛，因此由此部位獲得的海帶組織經培養後，不僅維持原本之存活狀態，還可以產生數種不同新組織的形成，有的組織僅增生相同組織，並未有其他新的構造產生；有的則會萌發出新的葉狀體，還有延伸出絲狀構造，形成絲狀體藻團(圖 12)。其中產生的原因仍待進一步的實驗研究，而所形成的不同保種形式，也有待持續進行，以確定其成為未來最佳的保種方式。

(二)、潮間帶海藻分布與覆蓋率

為瞭解金門沿岸之海藻於潮間帶的覆蓋率變化，本計畫於 102/02/21-23 進行採樣地點初勘，同時根據過去的海藻相調查資料(王，2008)，選定青嶼、田浦、復國墩及峰上等四處海藻種類較多之礁石海岸地點，作為本年度金門東部海岸的調查位置(圖 13)。潮間帶海藻普查除上述之樣區外，也至其他地

點(包括湖下、新湖漁港、金城沙灘及北山蟹保育區等處)進行普查，藉此觀察未來可進行潮間帶調查之地點(表 1)；而潮間帶海藻覆蓋率的估算每間隔 4~6 週進行一次，各次調查工作分別於 2/21-23, 4/11-13, 5/23-25, 7/4-6, 8/19-21, 9/14-16, 10/20-22 等時間，完成七次採樣工作及覆蓋率估算分析，當日採樣之退潮時間及潮差如表 1 及表 2 所示。

採樣調查工作進行時，均選定該調查時段之大退潮時間，藉由潮間帶露出海水較大範圍的面積，可以得到較完整之潮間帶海藻種類與分布狀況。由於進行海岸環境現勘時，發現海岸潮間帶地形崎嶇不平，海藻塊狀分布明顯，為避免取樣不足，無法得到較具代表性之數據，故本計畫分別於各測站海岸選擇高潮帶、中潮帶及低潮帶三個區域，以平行海岸線方式於各區域重新增設 3-5 條 20 公尺橫截線，並於橫截線上每間隔 5 公尺記錄置放樣框中出現之海藻種類，以拍照方式存檔，故每一測站之高、中、低潮位都至少有 18 個採樣樣框照片可供估算分析，較原先規劃各潮位僅 6 個樣框增加 2.5 倍的採樣頻度，以求得更精準的平均覆蓋率。

攜回室內的照片檔案以電腦進行樣框內海藻種類鑑定與覆蓋率判讀、評估，藉此獲得各海藻種類於潮間帶的分布狀況及其於不同潮位的覆蓋率(%)。以下分別就各採樣地點之潮間帶環境、海藻種類及覆蓋率變動予以說明：

A. 青嶼

青嶼海岸於退潮時，可見到較大片之沙灘地，並延伸至 100 公尺外之岩礁塊(圖 14-16)。露出沙灘地上之小型岩塊，可見到浒苔覆蓋生長。越過沙地淺灘之礁石區，低潮線附近的水質混濁，礁岩上以牡蠣為主要的附著生物(圖 17, 18)，海藻覆蓋率不高(介於 0~5.25%之間)。2 月共記錄 6 種海藻，包括綠藻 3 種，紅藻 3 種，出現在樣框中的海藻以綠藻為主，但覆蓋率均小於 1%(表 3，中潮帶之礁石上有較大面積的礁膜(青海菜)生長，另可見到牡丹菜及石蓴分布其中(圖 19)；高潮帶以頭髮菜與長葉紫菜為優勢藻種(圖 20)。4 月則僅記錄 3 種海藻，包括綠藻 1 種，紅藻 2 種，覆蓋率稍有增加，中、高潮帶覆蓋率較高，分別為 3.37%及 3.89%，以刺沙菜及石蓴較占優勢，低潮帶覆蓋率僅 1.68%，可能與接近泥沙底層有關(表 3；圖 22)。5 月共記錄 3 種海藻，包括綠藻 2 種，紅藻 1 種，高、中潮帶覆蓋率較 4 月減少，低潮帶則稍有增加，

覆蓋率依序為 0.65%、0.93%及 2.68%，低潮帶以石蓴較為常見(表 4)。

7 月僅記錄 1 種海藻，屬於紅藻類的刺沙菜，覆蓋率自高潮帶至低潮帶依序為 5.11%、0.04%及 0.06%，是各次調查中種類數最少的月份(表 6)。8 月則記錄 4 種海藻，包括綠藻 1 種，紅藻 3 種，雖種類稍有增加，但各潮帶覆蓋率與前一月份相當，由高潮帶至低潮帶依序為 0.92%、3.12%及 5.25%，以中、低潮帶的刺沙菜較為常見(表 7)。9 月共記錄 4 種海藻，包括綠藻 1 種，紅藻 2 種及藍綠藻 1 種，集中生長於中、低潮帶，覆蓋率自高潮帶至低潮帶依序為 0.00%、1.03%及 3.84%(表 8)。10 月記錄 2 種海藻，包括，紅藻 1 種，藍綠藻 1 種，都生長於低潮帶，覆蓋率合計為 0.87%，是青嶼測站各月份調查結果中，海藻覆蓋率最低的月份(表 9)。

相較於王(2008)的調查結果，本調查地點本年度同月份的海藻種類明顯偏少，由於潮間帶可見到泥沙殘留於礁石上的痕跡，不知是因為季節因素影響，抑或受到海岸泥沙附著的影響，原先記錄的藻種中常見的蜈蚣藻(*Grateloupia filicina*)與馬尾藻(*Sargassum* spp.)均未發現(圖 23)。此測站之海藻種類與覆蓋率之季節性變動顯示，種類組成隨著季節變化而有不同，冬春之際可見到較豐富綠藻，如牡丹菜與許苔等，而屬於紅藻的紫菜與頭髮菜也是冬春時期常見於高潮帶的藻種。各月份的種類數介於 1-6 種之間，但覆蓋率均不高，調查期間的覆蓋率未超過 6%；7-8 月轉變成以刺沙菜較為常見。刺沙菜藻體不大，通常依附於礁岩表面的凹縫處，或附著性底棲生物(如藤壺、牡蠣)外殼上，在台灣本島也是夏季較佔優勢的藻種。由於青嶼的潮間帶寬廣，且以沙質海岸為主，未來可考慮作為紫菜養殖區(圖 24)。本測站各月份之海藻種類與覆蓋率之變動如圖 25 所示。

B. 田浦

田浦突出於金門東側海岸，與北碇相望，最主要基盤岩為黑色的片麻岩，潮間帶偶而可見到沙地夾雜於岩塊環境中(圖 26-28)。2 月共記錄 8 種海藻，包括綠藻 3 種，褐藻 1 種，紅藻 4 種，但覆蓋率不高，平均覆蓋率不及 1%(表 2)；中、高潮帶以長葉紫菜較占優勢，偶而可見到鼠尾藻零星分布於中潮帶(圖

29)。鼠尾藻是金門潮間帶海岸最大型的海藻，藻體長約 15-25 公分並非附著於花崗岩上，而是以殼狀珊瑚藻為附著基質，此因殼狀珊瑚藻緊貼於花崗岩生長後，隨者藻體死亡所留下的鈣化組織，重新提供附著的基質所致。

4 月記錄 9 種海藻，包括綠藻 2 種，褐藻 1 種，紅藻 6 種，覆蓋率明顯增加，高、中、低潮帶的海藻覆蓋率依序為 3.73%、2.73%及 7.40%，中潮帶礁石上亦佈滿小藤壺，夾雜海蘿生長其中(圖 30)；低潮帶以鼠尾藻(藻體長度可達 55-65 公分)與小珊瑚藻較佔優勢，覆蓋率也較高，偶而有異枝軟骨凹頂藻生長於潮池邊(表 3; 圖 31)。4 月潮間帶因潮差較大，露出範圍較大的低潮帶，可於低潮線發現剛成群萌發的鐵釘菜幼苗(圖 32)；原本中、高潮帶較佔優勢的紫菜，則因受到下雨的影響，藻體有泛白的現象(圖 33)。

5 月記錄 16 種海藻，包括綠藻 1 種，褐藻 5 種，紅藻 10 種，覆蓋率明顯增加，高、中、低潮帶的海藻覆蓋率依序為 3.02%、20.55%及 46.49%。本月份之潮差又較 4 月增加，故低潮線附近可記錄較多種海藻，以紅藻及褐藻為主，其中紅藻除有覆蓋率較高的珊瑚藻外，另以浪花藻最為常見，褐藻則以雙叉網地藻為主，此兩種類在前二次調查並未發現，主要是因其分布於低潮線附近，若潮間帶較短，則不易露出於潮間帶(表 4)。

7 月記錄 5 種海藻，包括褐藻 2 種，紅藻 3 種，除高潮帶的覆蓋率有增加外，種類數與中、低潮帶覆蓋率均較前次調查減少，高、中、低潮帶的海藻覆蓋率依序為 13.75%、15.84%及 21.89%。各潮帶的優勢藻種亦不相同，高潮帶以鼠尾藻為主、中潮帶則是有較豐富的鐵釘菜生長、低潮帶則是以刺沙菜較佔優勢。原先 5 月於低潮線附近生長的浪花藻與雙叉網地藻，本月份的調查已不見蹤跡，但低潮線以下仍有網球藻零星生長，礁石表面則以珊瑚藻為主要的海藻種類(圖 35, 36)。

8 月記錄 6 種海藻，包括褐藻 2 種，紅藻 4 種，覆蓋率變動不一，高、中、低潮帶的海藻覆蓋率依序為 11.08%、41.67%及 16.07%。中潮帶的覆蓋率最高是因為幾種優勢藻類的出現所致，包括鐵釘菜、小珊瑚藻及角石藻等，其覆蓋率均超過 10%；低潮帶附近則以脆叉節藻及小珊瑚藻為主。

9 月記錄 4 種海藻，包括綠藻 1 種，褐藻 1 種，紅藻 2 種，覆蓋率明顯

減少，高、中、低潮帶的海藻覆蓋率依序為 0.02%、1.34%及 2.40%，以低潮帶為海藻生長分布的主要區域。10 月記錄 3 種海藻，包括褐藻 2 種，藍綠藻 1 種，高、中、低潮帶的海藻覆蓋率依序為 0.00%、8.21%及 8.86%，種類數雖減少，但覆蓋率較前次明顯增加，主要是因為本月份中、低潮帶覆蓋較多的巨大鞘絲藻，本種藻類外型與生長方式類似頭髮菜，但顏色偏暗黑色，不似頭髮菜為暗紅色，且巨大鞘絲藻的主要生長季節是夏、秋較炎熱之季節，而非頭髮菜生長的冬季。

此測站之海藻種類與覆蓋率之季節性變動顯示，種類組成隨著季節變化而有不同。各月份的海藻種類介於 3-16 種之間，以 5 月的種類數最高，而潮間帶的海藻覆蓋率有明顯的季節性差異，除 8 月外，大都是低潮帶>中潮帶>高潮帶，但各潮帶的高峰期並不一致，低潮帶以 5 月為高峰期，中潮帶是 8 月，高潮帶則是在 7-8 月，主要原因是各潮帶高峰期的優勢藻種及其生長分布不同所致。5 月低潮帶以小珊瑚藻為主，8 月的中潮帶則是以鐵釘菜及珊瑚藻類為優勢，而 7-8 月的高潮帶覆蓋率變化則是由原先生長良好的鼠尾藻，在生長停滯，並逐漸斷裂脫落後，露出較大面積的殼狀珊瑚藻所致，而這些珊瑚藻的覆蓋率也因缺少鼠尾藻的遮陰屏障，在 9 月之後明顯減少(表 4，圖 37)。本測站各月份之海藻種類與覆蓋率之變動如圖 38 所示。

C. 復國墩

復國墩位於金門島東側呈半島型礁石海岸，由溪邊聚落東北方向的道路前往，沿途兩邊略可瞧見紅土層的地質景觀(圖 39-41)。本測站以越過景觀橋下之礁岩為採樣地點，右側礁岩地形雖較平坦，但坡度較陡(圖 42)；左側礁石起伏較大，可見到潮池分布其中(圖 43)。2 月共記錄了 7 種，包括綠藻 2 種及紅藻 5 種，以海蘿及異邊孢藻較為常見，但海藻覆蓋率不高，不及 1% (表 2；圖 44 **錯誤! 找不到參照來源。**, 45)；4 月海藻種類增加至 10 種，包括綠藻 2 種，褐藻 2 種，紅藻 6 種，覆蓋率亦明顯增加，高、中、低潮帶的海藻覆蓋率依序為 7.19%、11.35%及 8.92%，以中潮帶最高(表 3)。其中最具優勢的海藻是刺沙菜，低潮帶附近仍可見到少數的長葉紫菜與海蘿分布，低潮帶則有發現剛萌發之羊栖菜(圖 46, 47)。5 月海藻種類維持 10 種，包括綠藻 2

種，褐藻 3 種，紅藻 5 種，中、潮帶覆蓋率較上月減少，高、中、低潮帶的海藻覆蓋率依序為 0.78%、6.56%及 11.12%，以低潮帶最高，海藻種類以具石灰質之珊瑚藻為主，覆蓋率較高的種類為異邊孢藻(表 4)。

7 月海藻種類減少至 5 種，包括綠藻 1 種，褐藻 1 種，紅藻 3 種，高、中、低潮帶的海藻覆蓋率依序為 0.35%、2.34%及 10.45%，以低潮帶最高，優勢的海藻種類仍以具石灰質之珊瑚藻為主，覆蓋率較高的種類為脆叉節藻(表 4)。8 月海藻種類維持 5 種，包括褐藻 1 種，紅藻 4 種，高潮帶已無見到任何藻類生長、中、低潮帶的海藻覆蓋率為 10.98%及 43.94%，仍以具石灰質之脆叉節藻為主要優勢藻種，伴隨其他珊瑚藻生長，為復國墩海岸海藻覆率最高的月分(表 4)。9 月海藻種類僅剩 1 種藍綠藻—巨大鞘絲藻，且分布於高、中潮帶，低潮帶並無發現海藻生長，高、中潮帶的海藻覆蓋率依序為 11.59%及 5.64%，以高潮帶最高，主要是因為巨大鞘絲藻的絲狀藻體大面積生長有關(表 4, 圖 48)。10 月則因橋墩受損，無法前往原先之調查地點進行樣框估算(圖 49)。

此測站之海藻種類與覆蓋率之季節性變動顯示，種類組成隨著季節變化而有不同。各月份的海藻種類介於 1-10 種之間，以 4-5 月的種類數最高，但並未反應在該二次調查的海藻覆蓋率上，應與海岸較為陡峭，導致退潮時的潮間帶呈現較大面積的乾燥區域，而海藻大都集中生長於小潮池周圍有關；各月份潮帶的海藻覆蓋率大都低於 12%，季節性差異不大，僅有 8 月的低潮帶有一特別的海藻覆蓋率高峰，主要是脆叉節藻大量生長於低潮帶所致。復國墩潮間帶右側(靠近外海)為陡坡地形，中、低潮線之礁岩上佈滿小型藤壺，不利於大型海藻附著，2、4 兩月的調查均顯示僅海蘿可以生長於佈滿藤壺的空隙基質上；潮間帶左側因(靠近陸地)地形起伏較大，潮池較多，可於春季見到石蓴與長枝沙菜分布(圖 47)，但 9 月則是有較大面積的巨大鞘絲藻覆蓋於高潮帶之礁石上，可能與此處礁石上有較多泥質有關，為四處採樣地點較特別之處。本測站各月份之海藻種類與覆蓋率之變動如圖 50 所示。

D. 峰上

峰上海岸的岩石亦以片麻岩為主，潮間帶因地形起伏較大，中、低潮帶

有較多的潮池分布(圖 51-54)。2 月潮間帶海藻共記錄 8 種，包括綠藻 3 種，紅藻 5 種，以生長於高潮帶的長葉紫菜較為常見，中、低潮帶海藻種類較多，但覆蓋率均偏低，潮間帶海藻覆蓋率不及 1%(表 2)。中潮帶礁石上亦佈滿小藤壺，夾雜生長其中的海蘿為主要優勢海藻(圖 55)。4 月海藻種類計有 10 種，包括綠藻 2 種，褐藻 2 種，紅藻 6 種，為四調查測站中海藻種類最多的一站，海藻覆蓋率除較 2 月高外，也是各測站 4 月海藻覆蓋率最高的樣點，潮間帶高、中、低的海藻覆蓋率依序為 2.83%、12.59%及 17.31%(表 3)。中、高潮帶較優勢之海藻以刺沙菜為主(圖 56)，亦常見到海蘿的分布(圖 57)，低潮帶則是以小杉藻與數種珊瑚藻為優勢藻種(圖 58, 59)。5 月海藻種類記錄 19 種，包括綠藻 4 種，褐藻 6 種，紅藻 9 種，種類數明顯增加，但僅低潮帶覆蓋率較上月明顯提升，潮間帶高、中、低的海藻覆蓋率依序為 1.79%、13.86%及 23.28%(表 4)，低潮帶可見到以浪花藻最具優勢，其次可見到異枝軟骨凹頂藻(圖 60)。

7 月海藻種類仍維持 10 種類，包括褐藻 3 種，紅藻 7 種，中、低潮帶覆蓋率較上月略微減少，高、中、低潮帶的海藻覆蓋率依序為 3.61%、11.38%及 14.42%，以低潮帶最高；中潮帶以鐵釘菜及鼠尾藻較豐富，低潮帶則是以具石灰質之珊瑚藻為主，覆蓋率較高的種類為脆叉節藻(表 4)。8 月海藻種類減少至 5 種，包括褐藻 1 種，紅藻 4 種，以低潮帶具石灰質之珊瑚藻為優勢種類，高、中、低潮帶的海藻覆蓋率依序為 5.42%、0.89%及 19.08%，其中屬於殼狀珊瑚藻的角石藻覆蓋率最高，應與原先生長其上的大型海藻斷裂脫落有關(表 4，圖 61)，此外羊栖菜也應受到陽光照射，而有藻體萎縮現象(圖 62)。9 月海藻種類僅有 2 種，包括，紅藻 1 種，藍綠藻 1 種，潮間帶的海藻生長集中於高、中潮帶，高、中、低潮帶的海藻覆蓋率依序為 7.10%、4.44%及 0.49%，以高潮帶最高，是因為中、高潮帶有較豐富的巨大鞘絲藻生長所致(表 4)。10 月海藻種類則有 3 種，包括綠藻、褐藻及藍綠藻各 1 種，高、中、低潮帶的海藻覆蓋率依序為 1.83%、1.46%及 3.90%，以低潮帶最高，原先在高、中潮帶有較高覆蓋率的巨大鞘絲藻，本月已明顯減少，且已開始有牡丹菜出現於潮間帶，顯示本測站不同月份的海藻季節性分布(表 4)。

此測站之海藻種類與覆蓋率之季節性變動顯示，種類組成有明顯的季節

變化，並於春夏之際達到高峰。各月份的海藻種類介於 2-19 種之間，變異度為四測站中最大，以 5 月的種類數最高。除高潮帶外，中、低潮帶的海藻覆蓋率有隨著種類數的增加而上升的趨勢，高潮帶主要是因為 9-10 月巨大鞘絲藻的優勢生長，而有不一致的覆蓋率變動。整體而言，本測站 8 月以後之中、低潮帶的礁石上，並不易有海藻出現(圖 63)。本測站各月份之海藻種類與覆蓋率之變動如圖 64 所示。

為瞭解四測站間，海藻種類數與覆蓋率的差異，上述四測站於同月份之海藻種類及總覆蓋率的比較如圖 65 至錯誤! 找不到參照來源。1 所示。4 月的海藻種類數較 2 月多，潮間帶海藻覆蓋率亦明顯增加，5 月田埔與峰上兩側站種類數與覆蓋率又較 4 月明顯增加，青嶼和復國墩兩測站則較無明顯差異，7 月各測站的海藻種類與覆蓋率大都呈現減少狀態，而 8-10 月的海藻種類數也未再有明顯增加，僅是受到巨大鞘絲藻的出現，而影響中、高潮帶的海藻覆蓋率變化。

伍、討論

(一). 海藻保種技術

就石蓴而言，過去由於潮間帶極為普遍，族群量也相當豐富，加上其利用價值不高，並無需要藉由保種方式轉換成人工栽培。但近年來，石蓴已逐漸朝向生質能源的材料發展，由於所需藻體量較大，天然採收不僅費時，也容易受到季節性產量的變動的影響，同時也破壞環境景觀的整體性。故實有必要透過保種技術、提供研究材料穩定來源，是未來取得大量石蓴原料的較佳方式。

由於水試所擬以石蓴作為養殖翡翠鮑的飼料，但經過這幾個月野外調查，金門東部海岸四個測站的石蓴雖都有分布，但覆蓋率均不高，不適合以天然採收方式取得大量藻體。雖然湖下海岸於 4 月時會有大量的浒苔漂至海岸堆積，可供撿拾利用，但仍無法提供較長時間的飼料來源，對於翡翠鮑的生長恐產生一定程度的影響。因此，透過石蓴保種技術的方式，可隨時將保種的胚苗，轉換成養殖時所需的材料。由於石蓴並無絲狀體階段，因此過酵素水解細胞壁後所得到的原生質體細胞，是最容易、最方便的保種技術。

目前在澎湖利用保種之石蓴藻苗，可以流水大量栽培石蓴附繩苗於室外水泥池 60 天(4 月至 5 月)，培養藻苗測得平均水溫 22.21~24.99 之間，藻繩上的石蓴藻苗再生成多葉葉狀體長度達 15 倍以上(徐，尚未發表)。但室外水泥池的海水常帶有懸浮砂質顆粒會覆蓋整個種苗繩，使得光線無法照射石蓴幼苗，可能導致生長緩慢，附著器難牢固附著等問題。加上池中雜藻的競爭、藻食性動物的掠食等因素，使得藻苗急速消逝。目前石蓴保種技術雖已可有效達到大量栽培的目的，但種苗於野外飼養的掌握與照顧時機，仍需要相關實驗的進行與探討，使石蓴的人工養殖產業達到新的里程碑。

石蓴原生質體一旦脫離細胞壁很容易遭受滲透壓、溫度及機械性損傷等外加之緊迫，尤其是以滲透壓緊迫影響最大(Chen, 1988)，也就是對滲透壓極為敏感。培養在 0.8M 的海水甘露醇溶液中，在第四天後逐漸降低滲透壓活存率最高，在八天後降低滲透壓原生質體之存活率就逐漸降低，因培養天數過長，原生質體細胞壁已再生完成，等滲透溶質對原生質體變為高張溶液，在 Reddy et al. (1989)及 Reddy and Fijita (1991)的報告中指出，原生質體長期培養於高滲透壓(0.2-0.8M)之溶液中，會影響原生質體之分裂，造成細胞結構異常。

培養基加入甘露醇、山梨醇、右旋糖、蔗糖、及 NaCl 對初期原生質體再生並沒有什麼影響，但如果持續的加入，則會抑制正常的生長，可能是在高滲透濃度環境中，細胞質中的無機離子鹽濃度變高，因此抑制了各種細胞的生長過程，例如光合作用及呼吸作用等(Chen and Chiang, 1994)。因此，原生質體之滲透壓必須逐步降低，讓其慢慢適應才能提高活存率。Chen (1998)表示原生質體培養於 0.85M 甘露糖醇-PES 培養液五天再轉移至 PES 培養液中可以獲得最高比值(61.3%)的細胞團。由於培養 1-4 天的原生質體細胞壁尚未再生完全，並將其移入低滲透壓的環境中，因此喪失活性甚至死亡，原生質體如果培養於 0.85M 甘露糖醇-PES 中超過五天，細胞團之再生率亦下降(Chen, 1994)。因此必須注意初期培養液之滲透壓，否則原生質體即會破裂或死亡。

紫菜的種苗培育與養殖栽培在澎湖已有一段歷史，天然藻體採收後的傳統育苗、放苗及栽培技術已相當成熟。但由於受限於空間、費時與人力負荷等因素，保種技術通常僅有水產研究單位的相關實驗室，會以裝有培養液之三角錐形瓶進行絲狀體保種。此一方式除可確定來源穩定，也可避免絲狀體直接發育成葉狀體，減少所需的培育空間。只需在進行育種時，將絲狀體附著於棉繩上，在低溫、低光照環境下，即可誘發其萌發成葉狀體。除此之外，紫菜絲狀體的保存還可依據所欲附苗的數量，提供所需的原料。相較於石蓴與海帶兩種人工繁殖藻種，紫菜的人工養殖經驗豐富，目前經過野外環境的初步調查，金門東部四處採樣地點均有野生紫菜的生長，但數量有限。建議水試所未來可透過紫菜保種機制，提供做為養殖筏之子菜種苗來源，初步建置養殖筏之地點，可選在青嶼海岸，不過根據年度的海岸潮間帶調查，低潮帶之水質較混濁，退潮後，礁岩表面可見到泥層覆蓋，且此處海岸之管轄單位與管理方式，亦有待進一步討論。

目前金門縣水產試驗所已可透過海帶繁殖苗，使其野放於外海並發育成孢子體。冬季金門海域的水溫約為攝氏 13 度，可使孢子體快速成長達 1.5 公尺長，但由於此時的孢子體仍屬脆嫩期，藻體表面往往還無法達到佈滿孢子囊的成熟階段，隨著四月以後海水溫度逐漸升高，孢子體葉片前端開始潰爛，因此必須面臨採收，而無法更進一步有效取得成熟海帶的孢子，以便持續進行使其發育成雌、雄配子體及後續的種苗培育工作。因此如何透過其他有效方式，取得大量釋放的海帶孢子，是目前海帶保種上最大的課題。

本研究初步已可透過培養單室孢子囊之方式，使其產生並釋放出遊走孢子，再經過約 1-2 周的培養，便可產生配子體。再藉由分離海帶雌、雄配子體予以單獨培養後，即可達到海帶保種的目的。但諸多文獻顯示，雌、雄配子體都可以無性生殖方式直接發育成孢子體，只是孢子體無法如經過受精後產生的藻體那般健壯，較無經濟價值。因此目前大多數的海帶人工繁殖，仍是以天然採收成熟藻體後，利用其雌、雄配子體所釋放的雌雄配子結合，作為育苗的來源。但金門受限於海域低水溫的時期較短，培育的海帶上無法達到成熟階段，便須因水溫升高導致的藻體前緣腐爛而予以採收。因此透過人工收集雌、雄配子的工作，予以大量培育後再予以混合受精，產生葉狀藻苗，應是較可行的方式。

此外，由於海帶配子體適應的溫度範圍介於攝氏 13-19 度的範圍，高於攝氏 20 度極容易造成配子體死亡。因此，未來海帶保種的低溫環境建置有其必要性，不論是低溫培養箱或是低溫培養室(圖 11)，都是培育海帶配子體度過夏天的基本條件，如此方能作為後續雌、雄配子受精後，發育成為成熟孢子體的重要關鍵。建議水試所應添購相關低溫培養設備，以利保種之海帶絲狀體得以存活。

(二). 潮間帶海藻相調查

目前已完成三次調查結果與分析工作。從金門東部海岸四處調查地點潮間帶的海藻相顯示，底質對於海藻種類的分布與覆蓋率有較大的影響。由於花崗片麻岩並不容易使海藻附著，野外調查發現，2 月僅在各測站之高潮帶發現較多的紫菜分布，中、低潮帶的藻類則是零星生長其中；4 月各測站潮間帶的海藻覆蓋率介於 1.68% - 17.31%，雖較 2 月上升，但明顯有集中生長，形成塊狀分布(patch)的現象，主要是因為潮間帶中部的岩石上，退潮後如有海水流過或形成淺池，較容易有表覆型的珊瑚藻覆蓋其上，當珊瑚藻死亡後，其石灰質往往可以成為其他藻類的附著基質，造成潮間帶海藻集中生長，而有分布不均的現象，如鼠尾藻、羊栖菜、石蓴等種類都喜歡選擇有石灰質的基質做為附著位置。5 月各測站潮間帶的海藻種類數較前兩次調查明顯增加，尤以田浦與峰上兩測站都記錄超過 10 種以上的海藻，覆蓋率介於 0.65% - 46.69%，變異較 4 月調查結果大，主要是因為本月份潮差較大，露出較大面積的低潮帶所致，其中屬於紅藻的浪花藻與珊瑚藻，以及褐藻的雙叉網地藻都大量分布於低潮線附近，而此現象並未在復國墩與青嶼兩測站出現，顯見此四測站海藻生長與分布情況並不一致。整體而言，金門

東部海岸除不易附著是海藻覆蓋率較低的原因外，金門海岸的水質混濁度高，此可由退潮後岩石表面留下泥層得知，多少也會影響潮間帶海藻的生長。

相較於王(2008)調查的結果，本計畫於本年度前三次於青嶼與田浦兩處海岸的調查種類數略有偏低，其中王(2008)於該年度 4 月記錄的數種蜈蚣藻，本季並未於此兩處海岸發現。但峰上測站的種類數則有增加，其中又以小杉藻的覆蓋率最高，達 6.74%，顯見潮間帶海藻群聚組成變動明顯，且有年間變化的差異。

潮間帶調查的結果顯示，金門冬季野生的紫菜覆蓋率尚佳，或許可以考慮未來在人力物力配合下，透過水試所的保種技術，提供藻苗進行小規模人工紫菜養殖，且可有效利用金門冬季海域捕撈作業空檔時間，轉換成為在地居民取得水產資源收穫的對象。目前以青嶼海岸有較廣大的潮間帶灘地，較適合作為紫菜養殖筏設置的地點，但附近水質中含泥量略高，如規畫此處作為紫菜養殖場，有必要對水質條件進行長期監測，避免影響紫菜的品質。

除了紫菜外，冬春交替之際，潮間帶中部可見到海蘿密布生長，且生長期可達 2 個月以上(2 月開始萌芽，5 月底已較少發現)。本種藻類食用性高，但因藻體較小，採收不易，未來可再思考其經濟用途及相關栽培方式。再者，金門的銅藻、羊栖菜等大型褐藻，生長旺盛期從 5 月開始，此兩種經濟價值較高的海藻，未來也可藉由保種及栽培技術進行人工繁殖，除可營造海域生態環境，增加海域生物多樣性，也可削減海域過多的營養鹽。至於潮間帶其他海藻的生長情況，其中鼠尾藻在臺灣本島並無發現，為溫帶海域之藻種，但該藻種對金門夏季氣候有較強的適應能力，是金門海岸主要之多年生藻種，未來可藉由後續積極開發此海藻之附加經濟價值後，嘗試做為金門特有之海藻資源品種。

本研究發現金門海岸潮間帶的海藻種類雖僅有數十種，且隨著海藻一年生的特性，而有明顯的季節性生長。但調查結果顯示，部分具有經濟價值之藻種，如紫菜、海蘿、羊栖菜、青海菜等，都已是目前市場上頗具價值之經濟海藻，未來可針對此類之海藻予以較完整之生理、生態研究，尋求最適合之養殖方式。

陸、結論

本計畫保種之三種海藻，目前石蓴可利用原生質體的方式予以保種、長葉紫菜則是以殼孢子世代的絲狀體作為保種來源，而海帶則需以組織中的單室孢子囊釋放出遊走孢子後所得到的雌、雄配子體進行保種。由於海帶的保種條件較石蓴與紫菜嚴苛，待金門縣水試所相關設備與低溫保存環境建置完成後即可轉移。另就野放之海域，紫菜可選擇青嶼或類似之沙岸面積較大之海岸作為紫菜養殖筏設置之場域；石蓴繩苗則可選擇復國墩漁港另側之淺灣海域做為吊掛培育之場域；海帶則因需要較水深超過 10 米之水域，建議仍維持在新湖漁港外之近岸海域以垂掛苗繩方式培養。

潮間帶調查顯示，冬季的海藻以紫菜與青海菜為主，春季則是海蘿，春季末鐵釘菜、羊栖菜與鼠尾藻成為潮間帶最常見到的褐藻，低潮帶則以具石灰質之藻類為主，夏、秋兩季的金門海岸並不利於大多數的海藻生長，整體而言，春季仍是金門採收海藻的最佳時機；就海藻覆蓋率而言，具經濟價值的海藻覆蓋率較少超過 10%，亦即不適合以天然採收方式收穫海藻資源，主要還是因為海岸地質結構所呈現的片麻花崗岩，不利於海藻的附著與生長，加上近岸水質較為混濁，且常伴隨泥質，都是海岸潮間帶海藻生長受到限制的因素。未來如需有效開發金門海藻資源，以室內人工保種，再進行室外養殖仍是較佳的方式。

謝辭

本計畫承蒙金門水產試驗所提供經費與人力、交通工具與實驗場地等支援，在此深表謝意。

參考文獻

- Chapman, A.R.O (1973). Methods for macroscopic algae. *In*: J.R. Stein ed. Handbook of Phycological Methods: Culture Methods and Growth Measurements. Cambridge University Press, 87-104 pp.
- Chen, C.S. and J.F. Shyu (1994). Regeneration of protoplasts from the brown alga, *Endarachne binghamiae* (Phaeophyta; Ectocarpales, Scytosiphonaceae). Botanical Bulletin of Academia Sinica, 35, 189-193.

- Chen, C.Y. and J.F. Shyu (1994). Isolation of protoplasts from four species of brown algae, Bot. Bull. Acad. Sin, 35, 95-104.
- Chen, Y.C. and Y.M. Chiang (1994). Isolation and regeneration of protoplasts of *Monostroma latissimum* Wittrock (Monostromataceae, Chlorophyta), Bot. Bull. Acad. Sin, 35, 45-51.
- Chen, Y.C. (1998) Development of protoplasts from holdfasts and vegetative thalli of *Monostroma latissimum* (Chlorophyta, Monostromataceae) for algal seed, Phycol, 34, 1075-1081.
- Dai, J., Y. Zhen., W. Liu., Z. Bao., B. Han., S. Shen and L. Zhou (2004). Seedling production using enzymatically isolated thallus cells and its application in *Porphyra* cultivation. J. Phycol 512, 129-131.
- Graham L.E., J. M. Graham and L.W. Wilcox (2008). Algae. Prentice-Hall, Inc. 616 pp.
- Guiry, M.D. & G.M. Guiry (2013). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>
- Hiraoka, M. and N. Oka (2008). Tank cultivation of *Ulva prolifera* in deep seawater using a new “germling cluster” method. Journal of Applied Phycology, 20, 97-102.
- Hori, T. (1993a). An illustrated atlas of the life history of algae, vol. 1. Green algae. Uchida Rohakuho Publishing Co. Tokyo. 367pp.
- Hori, T. (1993b). An illustrated atlas of the life history of algae, vol. 2. Brown and Red algae. Uchida Rohakuho Publishing Co. Tokyo. 345pp.
- Lane, C.E., C. Mayes, L.D. Druehl and G.W. Saunders (2006). A multi-gene molecular investigation of the kelp (Laminariales, Phaeophyceae) supports substantial taxonomic re-organization. Journal of Phycology 42: 493-512.
- Provasoli, L. (1968). Media and products for the cultivation of marine algae. In Watanabe, A. and Hattori, A. [Eds.] Culture and Collections of Algae. Jap Soc. Plant Physiol. Tokyo, pp. 63-75.
- Reddy C. R. K., S. Migita and Y. Fujita (1989). Protoplast isolation and regeneration of three species of *Ulva* in axenic culture, Botanica. Marina, 32, 483-490.
- Reddy, C. R. K. and Y. Fujita (1991). Regeneration of planlets from *Enteromorpha* (Ulvales, Chlorophyta) protoplasts in axenic culture, J. Appli. Phycol, 3, 265-275.
- Reddy, C. R. K., S. Dipakkore, R. Kumar, B. Jha and D. P. Cheney (2006). An improved enzyme preparation for rapid mass production of protoplast as seed stock for aquaculture of macrophytic marine green algae. Aquaculture, 260, 290-297.
- Reddy, C. R. K., S. Migita and T. Fugita (1989). Protoplast isolation and regeneration of

- three species of *Ulva* in axenic culture. *Botanica marina*, 32, 483-490.
- Sahoo, D., B. Pooja and K. Neetu (2006). Developmental studies in *Porphyra vietnamensis*: A high-temperature resistant species from the Indian Coast. *Journal of Applied Phycology*, 18, 279-286.
- Uppalapati, S. R. and Y. Fujita (2002). A simple method for mass isolation of protoplasts from species of *Monostroma*, *Enteromorpha* and *Ulva* (Chlorophyta, Ulvales). *Journal of Applied Phycology*, 14, 165-168.
- Wang, J., Z. Jianyi, Z. Wei, J. Peng, Q. Song and P. Xu. (2010) Early development patterns and morphogenesis of blades in four species of *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*, 22, 279-303.
- 王仁瓊(1976)。台灣產紫菜之研究。國立臺灣大學海洋研究所碩士論文，台北市。
- 王瑋龍(2008)。金門地區海藻資源調查。金門國家公園管理處委託研究報告，54頁。
- 石秀娟(1999)。裂片石蓴(*Ulva fasciata*)原生質體之種子化及其發育型態超微構造之研究。國立臺灣海洋大學，基隆市。
- 江永棉、周應浩 (1977)。長葉紫菜(*Porphyra dentata* Kjellman)之培養-絲狀體越冬培養及殼孢子放出之條件。 *Journal of the Fisheries Society of Taiwan* , 5(2) : 91-97。
- 呂金誠、歐辰雄、劉思謙、曾彥學 (2005)。金門地區民俗植物調查。金門國家公園管理處委託研究報告。
- 李大鵬、蘆永紅、吳超 (2002)。海帶遺傳育種及育苗生物技術歷史及現狀。 *生物學通報* , 37(8)1-3。
- 邵魁雙、王金霞、周百成 (2004) 孔石蓴外植體再生及發育途徑的研究。 *海洋科學* , 28(6) : 46-50。
- 翁碧蓮、蔡家蓁、李增汪 (2010)。金門水試所養殖海帶大豐收，金門漁業，388 : 22-23。
- 張全勝 (2004)。海帶細胞工程育苗的生產應用研究。中國海洋大學海洋生物學碩士論文，青島市。
- 張全勝、羅世菊 (2006)。海帶種質保存技術的研究現狀和發展前景。 *水產科技情報* , 33(2) : 61-63。
- 張澤宇、范春江、曹淑青、由學策、甦延明 (2000)。利尻海帶的室內培養與栽培的研究。 *大連水產學院學報* , 15(2) : 103-107。
- 許璞、張學成、王素娟、朱建一(2013)。中國主要經濟海藻繁殖與發育，中國農業出版社，191 頁。

- 陳衍昌(1988)。裂片石蓴原生質體之製備及再生-滲透壓、溫度、震盪速率及時間對於產率、再生率關係之探討。國立臺灣海洋大學水產養殖研究所碩士論文，基隆市。
- 陳鎮東、陳朝金、王巧萍、王冰潔 (1994)。金門地區沿岸水質現況。金門縣水產試驗所研究報告。
- 馮蕾、唐學璽、張培玉 (2005)。海帶育種育苗技術研究進展。科學技術與工程，5(8)：491-459。
- 楊官品、李曉捷、叢義週、曲善村、李志凌、張壯志、羅世菊 (2007)。海帶配子體無性繁殖(克隆)技術研究與應用進展。科學技術與工程，5(8)：492-495。
中國海洋大學學報。37(4)：569-572。
- 廖金鳳、江永棉 (1978)。杉葉紫菜絲狀體生長之研究。Journal of the Fisheries Society of Taiwan，6(2)：59-65。
- 劉東超、趙素芬、謝青明 (2006)。馬尾藻池塘人工養殖技術初步研究。中國水產。6(1)：63-64。
- 蔡萬生、劉繼源、林綉美(1988)。澎湖紫菜養殖。澎湖：臺灣省水產試驗所澎湖分所。
- 戴繼勳、崔竟進、韓寶芹、劉濤、歐毓麟、庄岩 (2000)。海帶雄配子體單性生殖葉狀體的特性。海洋學報，19(2)：20-24。
- 繆國榮 (1984)。海帶的發生和人工的種苗培育。海洋出版社，222 頁。

表 1、金門東部海岸 2-5 月各調查測站及其他地點普查、採樣日期及當日退潮時間與潮差*

	青嶼	田浦	復國墩	峰上	湖下海堤	新湖漁港	金城海濱	北山
調查日期	2013/02/21	2013/02/21	2013/02/22	2013/02/22	2013/02/23	2013/02/22		
退潮時間(潮差)	14:48 (-77cm)	14:48(-77cm)	15:53(-98cm)	15:53(-98cm)				
調查工作	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶普查 大量許苔	海帶養殖區 採收海帶 潮間帶普查		
調查日期	2013/04/13	2013/04/11	2013/04/13	2013/04/12		2013/04/12		
退潮時間(潮差)	07:35(-192cm)	06:30(-217cm)	07:35(-192cm)	07:03(-206cm)				
調查工作	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查		海帶養殖區 採收海帶		
調查日期	2013/05/24	2013/05/24	2013/05/23	2013/05/23	2013/05/24		2013/05/24	2013/05/24
退潮時間(潮差)	15:12(-258cm)	15:12(-258cm)	16:23(-234cm)	16:23(-234cm)				
調查工作	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶普查		潮間帶普查 長松藻	潮間帶普查 長松藻、銅藻

*當日退潮時間與潮差資料來源:中央氣象局 102 年潮汐表

表 2、金門東部海岸 7-10 月各調查測站及其他地點普查、採樣日期及當日退潮時間與潮差*

	青嶼	田浦	復國墩	峰上
調查日期	2013/07/06	2013/07/05	2013/07/04	2013/07/06
退潮時間(潮差)	17:09 (-240cm)	16:22(-228cm)	15:29(-217cm)	17:09(-240cm)
調查工作	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查
調查日期	2013/08/21	2013/08/21	2013/08/19	2013/04/20
退潮時間(潮差)	18:11(-277cm)	18:11(-277cm)	16:25(-250cm)	17:23(-250cm)
調查工作	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查
調查日期	2013/09/14	2013/09/14	2013/09/15	2013/09/16
退潮時間(潮差)	13:04(-219cm)	13:04(-219cm)	14:07(-234cm)	15:27(-250cm)
調查工作	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查
調查日期	2013/10/20	2013/10/20	2013/10/21	2013/10/22
退潮時間(潮差)	06:53(-255cm)	15:12(-255cm)	16:23(-252cm)	16:23(-245cm)
調查工作	潮間帶 樣框調查	潮間帶 樣框調查	橋墩損毀 無法採樣	潮間帶 樣框調查

表 3、金門東部海岸 2 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/02/21-23)

中文名	學名	青嶼			田埔			復國墩			峰上		
		高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶
綠藻													
浒苔	<i>Enteromorpha prolifera</i>	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
牡丹菜	<i>Ulva conglobata</i>	0.02	0.01	0.00	0.03	0.08	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
石蓴	<i>Ulva lactuca</i>	0.08	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.11	0.06
青海菜	<i>Monostroma nitidum</i>	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
褐藻													
鼠尾藻	<i>Sargassum thunbergii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
紅藻													
長葉紫菜	<i>Porphyra dentata</i>	0.02	0.03	0.00	0.32	0.04	0.00	0.04	0.01	0.00	0.28	0.00	0.00
海蘿	<i>Gloiopeltis furcata</i>	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.33	0.34	0.50	0.05	0.00	0.11	0.08
小杉藻	<i>Chondracanthus intermedius</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.35	0.00	0.10	0.00	0.00	0.60	0.04
刺沙菜	<i>Hypnea spinella</i>	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01
異邊孢藻	<i>Marginisporum aberrans</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.11	0.10	0.00	0.00	0.00
小珊瑚藻	<i>Corallina pilulifera</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.11
總覆蓋率(%)		0.12	0.13	0.03	0.40	0.43	0.77	0.81	0.74	0.15	0.39	0.94	0.30
種類數		3	5	2	3	7	5	5	5	2	3	6	5

表 4、金門東部海岸 4 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/04/11-13)

		青嶼			田埔			復國墩			峰上		
中文名	學名	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶
綠藻													
許苔	<i>Enteromorpha prolifera</i>	0.00	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.94	0.00	0.00
牡丹菜	<i>Ulva conglobata</i>	0.00	0.00	0.00	2.41	0.90	0.04	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00
石蓴	<i>Ulva lactuca</i>	1.80	1.08	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	2.81	1.61
褐藻													
葉狀鐵釘菜	<i>Ishige sinicola</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
鼠尾藻	<i>Sargassum thunbergii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	3.42	0.00	0.00	3.22	0.00	0.00	0.00
羊栖菜	<i>Sargassum fusiformis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.16	0.00	0.00	0.16
紅藻													
長葉紫菜	<i>Porphyra dentata</i>	0.00	0.03	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	2.49	0.28	0.00	0.00
海蘿	<i>Gloiopeltis furcata</i>	0.00	0.00	0.00	0.02	0.30	0.33	0.00	0.50	0.34	0.44	1.23	0.14
小杉藻	<i>Chondracanthus intermedius</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.35	0.00	0.10	0.00	0.00	0.60	6.74
刺沙菜	<i>Hypnea spinella</i>	2.09	2.26	0.61	0.00	0.26	0.00	6.59	10.59	1.57	1.61	4.73	0.54
異邊孢藻	<i>Marginisporum aberrans</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.11	0.29	0.00	0.00	0.00
小珊瑚藻	<i>Corallina pilulifera</i>	0.00	0.00	0.00	0.45	0.49	3.20	0.00	0.00	0.00	0.23	1.37	3.25
珊瑚藻的一種	<i>Corallina</i> sp.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.85	4.08
異枝軟骨凹頂藻	<i>Chondrophycus intermedius</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.06	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00
總覆蓋率(%)		3.89	3.37	1.68	3.73	2.73	7.40	7.19	11.35	8.92	3.83	12.59	17.31
種類數		2	3	2	5	7	6	2	5	9	6	6	8

表 5、金門東部海岸 5 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/05/23-24)

中文名	學名	青嶼			田埔			復國墩			峰上		
		高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶
綠藻													
浒苔	<i>Enteromorpha prolifera</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
牡丹菜	<i>Ulva conglobata</i>	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.12	0.43
石蓴	<i>Ulva lactuca</i>	0.63	0.92	1.97	0.15	0.10	0.00	0.03	0.53	0.37	0.86	1.37	1.77
縊叉松藻	<i>Codium contractum</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
褐藻													
囊藻	<i>Colpomenia sinuosa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01
小海帶	<i>Petalonia binghamiae</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03
葉狀鐵釘菜	<i>Ishige sinicola</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	7.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00
雙叉網地藻	<i>Dictyota dichotoma</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	3.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.92
鼠尾藻	<i>Sargassum thunbergii</i>	0.00	0.00	0.00	1.94	0.41	0.17	0.00	0.72	0.00	0.00	2.76	0.00
羊栖菜	<i>Sargassum fusiformis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	1.37	0.00
紅藻													
海蘿	<i>Gloiopeltis furcata</i>	0.00	0.00	0.00	0.08	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
小杉藻	<i>Chondracanthus intermedius</i>	0.00	0.00	0.71	0.85	0.00	0.00	0.00	0.15	0.15	0.49	0.76	0.65
長枝沙菜	<i>Hypnea charoides</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
刺沙菜	<i>Hypnea spinella</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.55	4.68	0.79	0.00	0.17	1.05
浪花藻	<i>Portieria hornemannii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
異邊孢藻	<i>Marginisporum aberrans</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	0.00	0.00	4.74	0.00	0.00	0.98
脆叉節藻	<i>Amphiroa fragile</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	3.35	8.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
小珊瑚藻	<i>Corallina pilulifera</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	26.08	0.00	0.29	1.77	0.00	3.07	13.63
珊瑚藻的一種	<i>Corallina</i> sp.	0.00	0.00	0.00	0.00	8.73	4.26	0.00	0.15	3.29	0.00	3.78	2.15
龍鬚菜的一種	<i>Gracilaria</i> sp.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
崗村凹頂藻	<i>Laurencia okamurai</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
總覆蓋率(%)		0.65	0.93	2.68	3.02	20.55	46.49	0.78	6.56	11.12	1.79	13.86	23.28
種類數		2	2	2	4	10	10	3	7	7	4	11	14

表 6、金門東部海岸 7 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/07/04-06)

中文名	學名	青嶼			田埔			復國墩			峰上		
		高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶
綠藻													
石蓴	<i>Ulva lactuca</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00
褐藻													
葉狀鐵釘菜	<i>Ishige sinicola</i>	0.00	0.00	0.00	1.85	14.84	0.00	0.00	0.00	2.49	0.00	3.50	0.00
鼠尾藻	<i>Sargassum thunbergii</i>	0.00	0.00	0.00	6.86	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	1.62	3.50	0.51
羊栖菜	<i>Sargassum fusiformis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	0.00
紅藻													
小杉藻	<i>Chondracanthus intermediu</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00
浪花藻	<i>Portieria hornemannii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.96
刺沙菜	<i>Hypnea spinella</i>	0.06	0.04	5.11	0.00	0.00	0.00	0.31	0.47	0.00	1.03	0.21	0.07
脆叉節藻	<i>Amphiroa fragile</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	21.21	0.00	0.61	5.95	0.96	0.86	11.76
小珊瑚藻	<i>Corallina pilulifera</i>	0.00	0.00	0.00	2.41	0.00	0.55	0.00	1.26	1.88	0.00	1.21	0.48
珊瑚藻的一種	<i>Corallina</i> sp.	0.00	0.00	0.00	2.63	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.49
崗村凹頂藻	<i>Laurencia okamurai</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
總覆蓋率(%)		0.06	0.04	5.11	13.75	15.84	21.89	0.35	2.34	10.45	3.61	11.38	14.42
種類數		1	1	1	4	3	3	1	3	7	3	9	7

表 7、金門東部海岸 8 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/08/19-21)

		青嶼			田埔			復國墩			峰上		
中文名	學名	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶
綠藻													
條浒苔	<i>Ulva clathrata</i>	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
石蓴	<i>Ulva lactuca</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
褐藻													
葉狀鐵釘菜	<i>Ishige sinicola</i>	0.00	0.00	0.00	0.52	12.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.84
鼠尾藻	<i>Sargassum thunbergii</i>	0.00	0.00	0.00	0.75	0.39	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
羊栖菜(鹿尾菜)	<i>Hizikia fusiformis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29	0.64	0.00	0.00	0.00
紅藻													
浪花藻	<i>Portieria hornemannii</i>	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
脆叉節藻	<i>Amphiroa fragile</i>	0.00	0.00	0.00	1.94	0.47	6.56	0.00	0.00	33.54	0.00	0.00	4.99
刺沙菜；鹿角沙菜	<i>Hypnea spinella</i>	0.00	2.14	2.42	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25	0.00	0.11	0.86	0.07
小珊瑚藻	<i>Corallina pilulifera</i>	0.00	0.00	0.87	1.32	14.89	5.62	0.00	4.61	3.61	0.00	0.00	4.48
新角石藻	<i>Neogoniolithon</i> sp.	0.00	0.05	1.05	6.30	13.60	1.96	0.00	2.83	6.14	5.31	0.03	7.71
藍綠藻													
巨大鞘絲藻	<i>Lyngbya majuscula</i>	0.92	0.92	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
總覆蓋率(%)		0.92	3.12	5.25	11.08	41.67	16.07	0.00	10.98	43.94	5.42	0.89	19.08
種類數		1	4	4	6	6	6	0	4	4	2	2	5

表 8、金門東部海岸 9 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/09/14-16)

中文名	學名	青嶼			田埔			復國墩			峰上		
		高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶
綠藻													
牡丹菜	<i>Ulva conglobata</i>	0.00	0.38	0.21	0.02	1.04	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
褐藻													
鼠尾藻	<i>Sargassum thunbergii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
紅藻													
刺沙菜；鹿角沙菜	<i>Hypnea spinella</i>	0.00	0.42	1.67	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
小珊瑚藻	<i>Corallina pilulifera</i>	0.00	0.00	1.96	0.00	0.30	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
藍綠藻													
巨大鞘絲藻	<i>Lyngbya majuscula</i>	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	11.59	5.64	0.00	7.10	4.44	0.00
總覆蓋率(%)		0.00	1.03	3.84	0.02	1.34	2.40	11.59	5.64	0.00	7.10	4.44	0.49
種類數		0	3	3	1	2	4	1	1	0	1	1	1

表 9、金門東部海岸 10 月各測站海藻種類及其覆蓋率(調查時間:2013/10/20-22)

中文名	學名	青嶼			田埔			復國墩			峰上		
		高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶	高潮帶	中潮帶	低潮帶
綠藻													
牡丹菜	<i>Ulva conglobata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	0.00	0.00	0.35
褐藻													
葉狀鐵釘菜	<i>Ishige sinicola</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	5.72	0.26	-	-	-	0.00	0.00	0.00
鼠尾藻	<i>Sargassum thunbergii</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.32	-	-	-	0.00	0.00	1.56
紅藻													
刺沙菜；鹿角沙菜	<i>Hypnea spinella</i>	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	0.00	-	-	-	0.00	0.00	0.00
小珊瑚藻	<i>Corallina pilulifera</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	0.00	0.00	0.00
藍綠藻													
巨大鞘絲藻	<i>Lyngbya majuscula</i>	0.00	0.00	0.18	0.00	1.08	7.29	-	-	-	1.83	1.46	1.99
總覆蓋率(%)		0.00	0.00	0.87	0.00	8.21	8.86	na	na	na	1.83	1.46	3.90
種類數		0	0	2	0	3	3	na	na	na	1	1	3



圖 1、金門地理位置圖(資料來源:金門縣政府)。

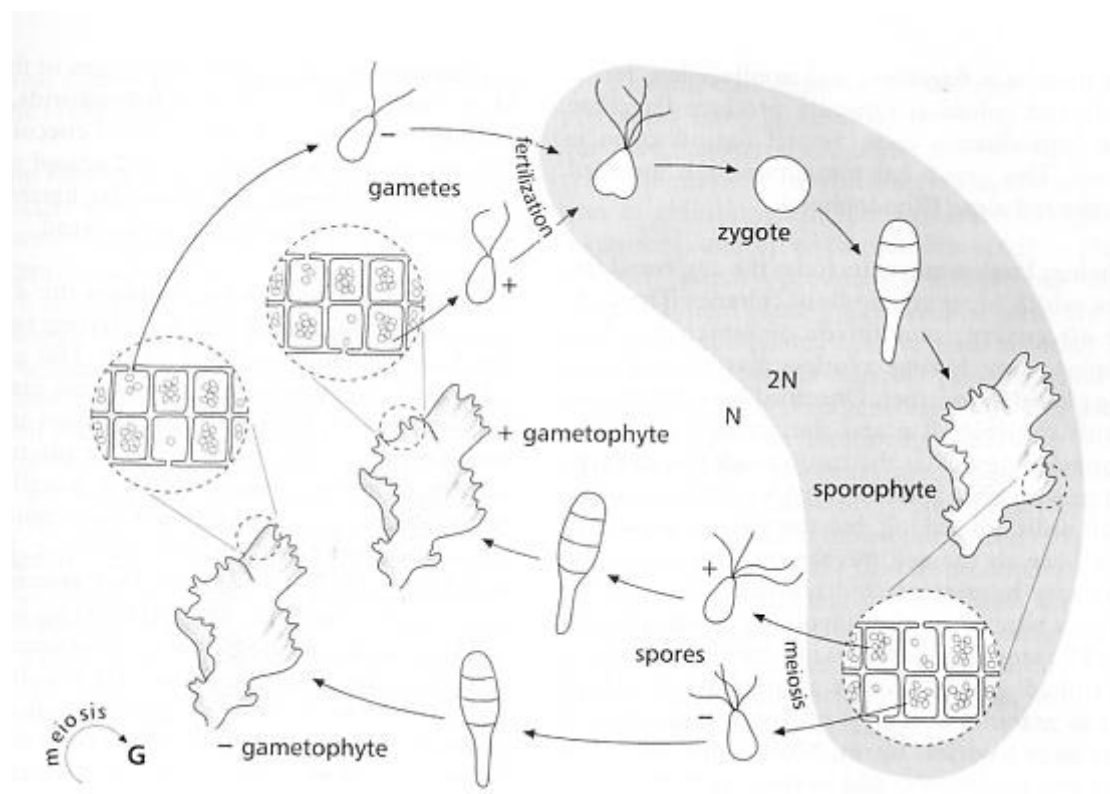


圖 2、石蓴(*Ulva lactuca*)的生活史(資料來源: Graham et al., 2008)。

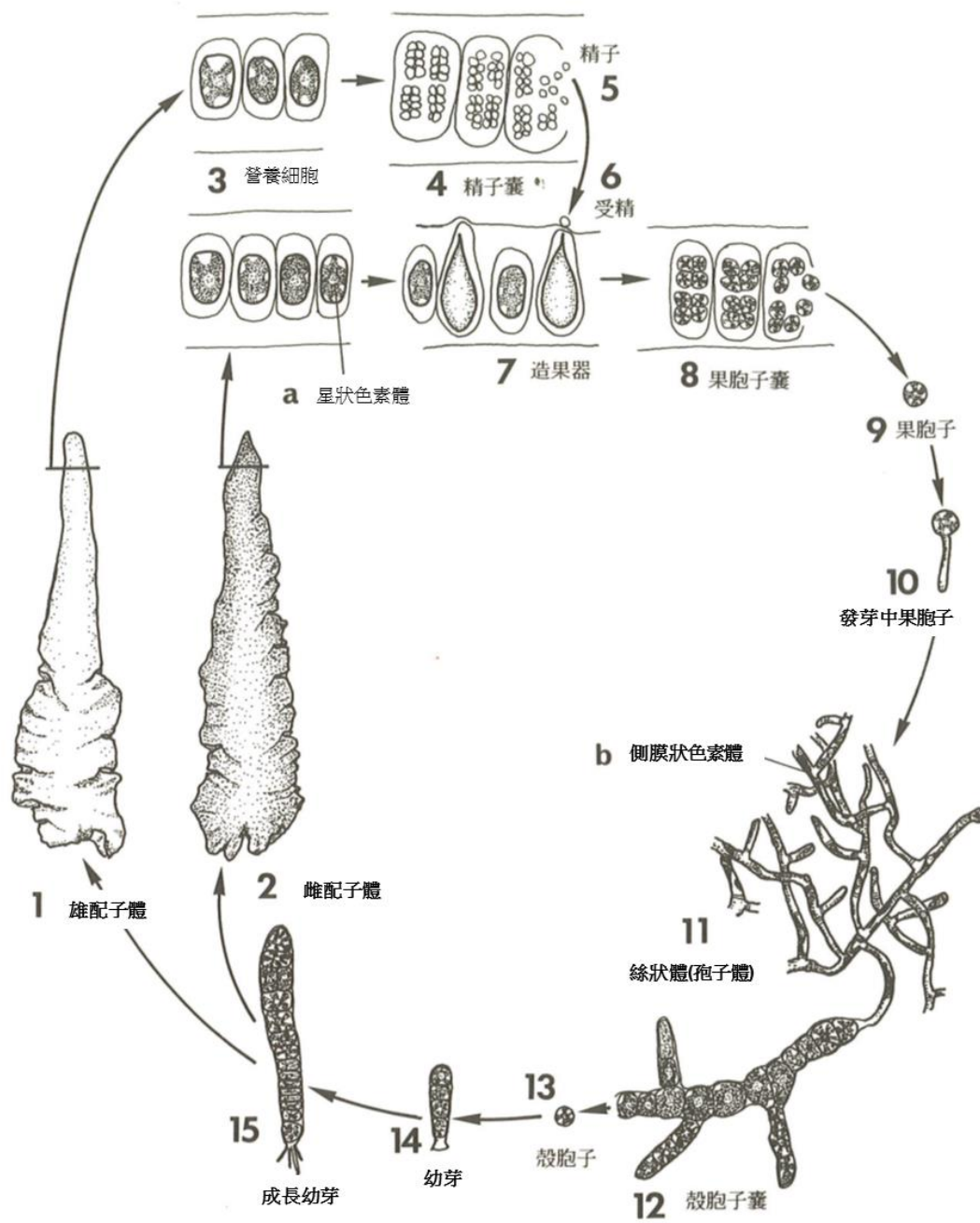


圖 3、長葉紫菜(*Porphyra dentata*)的生活史(資料來源:Hori, 1993)。

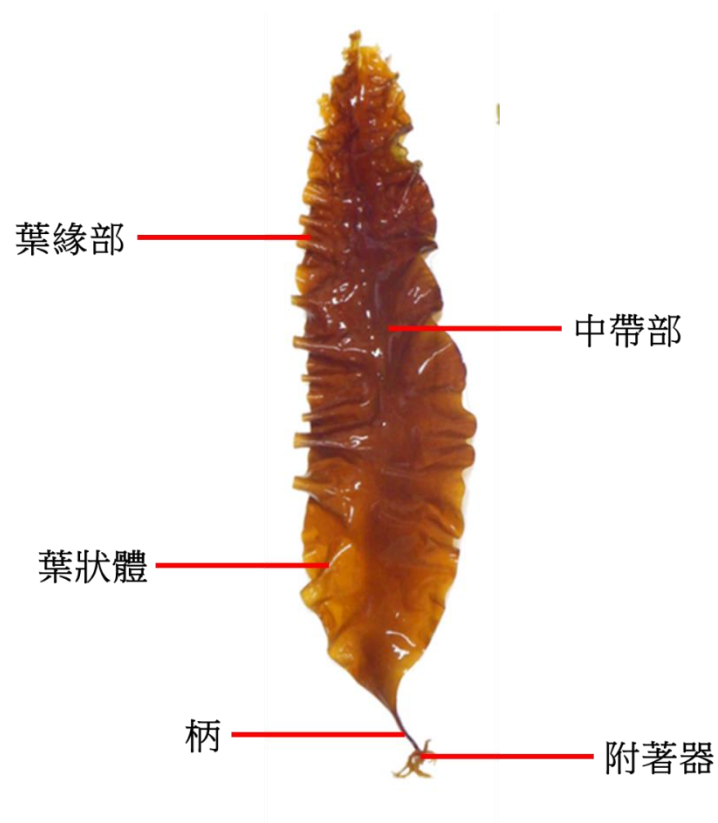


圖 4、海帶外部型態及其部位名稱(成熟海帶中帶部應具有為縱溝構造，但金門養殖之海帶仍屬稚嫩期，縱溝尚未出現)。

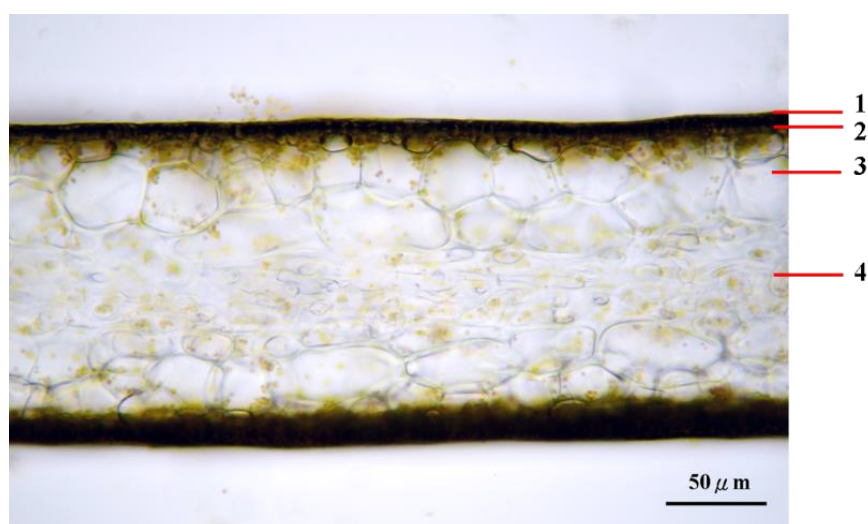


圖 5、海帶縱切面之組織與構造(1. 表皮；2. 外皮層；3. 內皮層；4. 髓部)。

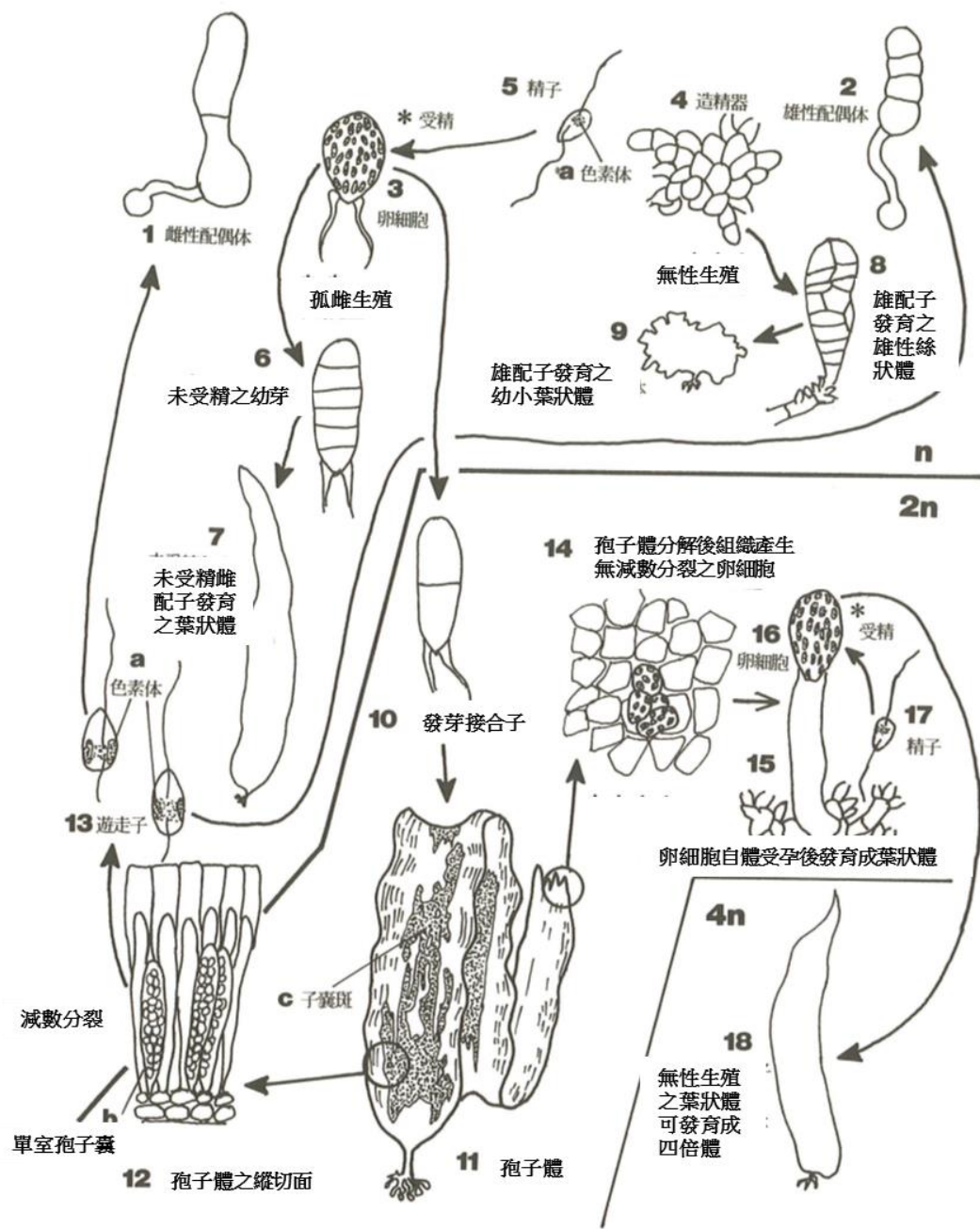


圖 6、海帶(*Laminaria japonica*)的生活史(資料來源: Hori, 1993)。

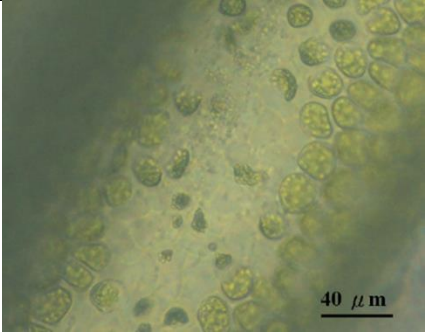
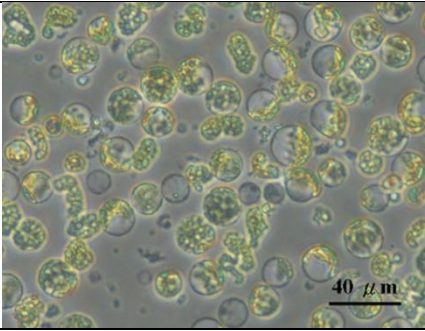
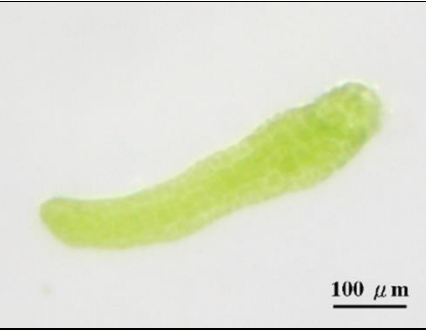
	
A. 挑選健康的石蓴葉狀體。	B. 分離石蓴葉狀體之原生質體。
	
C. 酶解 1 個小時，石蓴之葉狀體細胞。	D. 酶解 3 個小時後，原生質體由葉體邊脫出。
	
E. 離心後，純化石蓴原生質體。	F. 單一純化培養 30 天的石蓴原生質體。
	
G. 培養 60 天後石蓴大量生長幼生葉狀體。	H. 擴大培養石蓴絲狀體當作種苗化生產來源。

圖 7、石蓴原生質體之分離與純化過程。

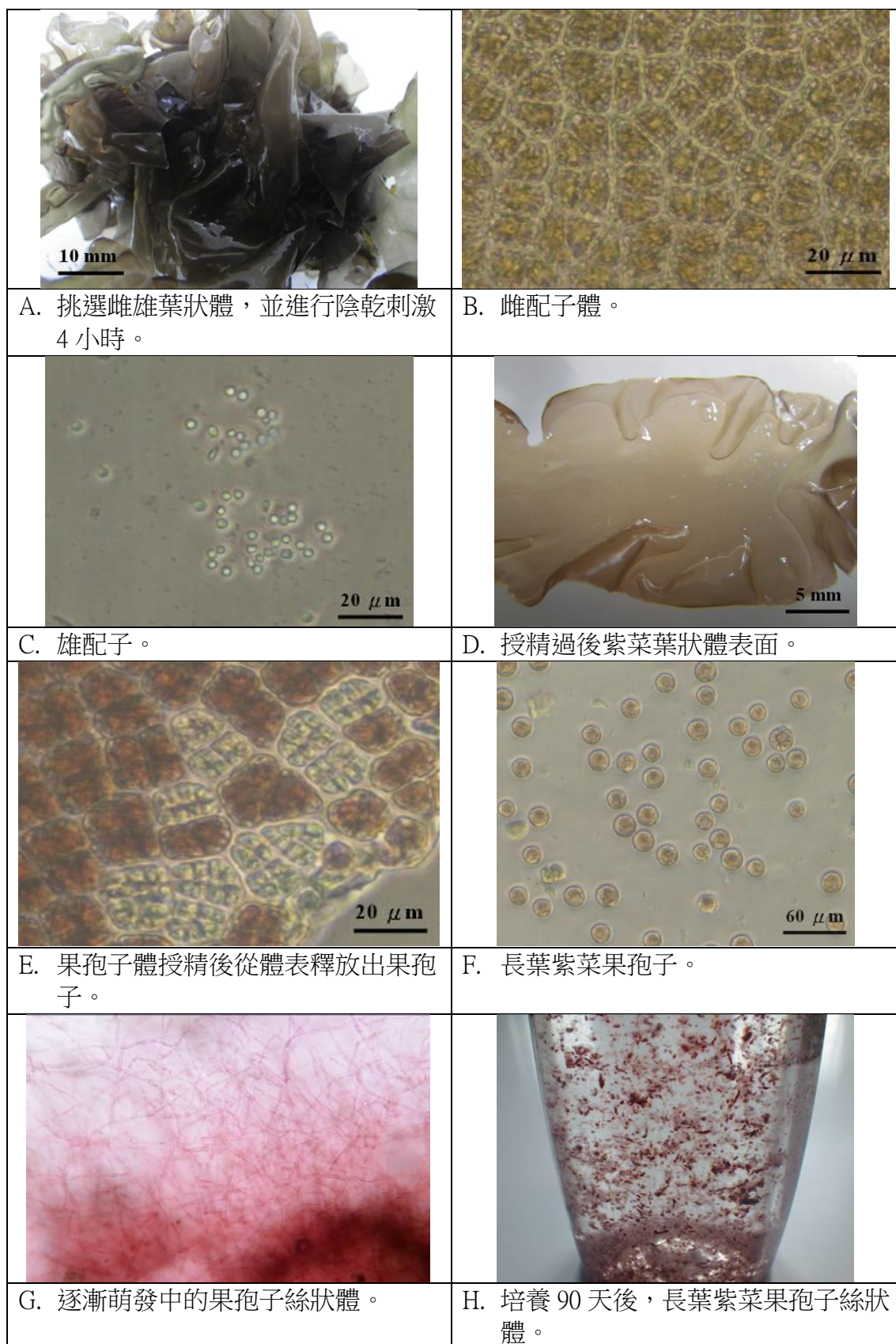


圖 8、長葉紫菜絲狀體之分離與純化過程。

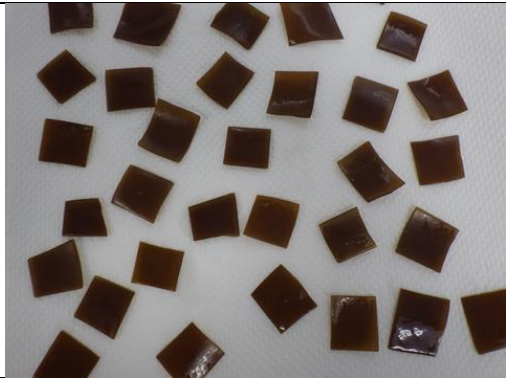
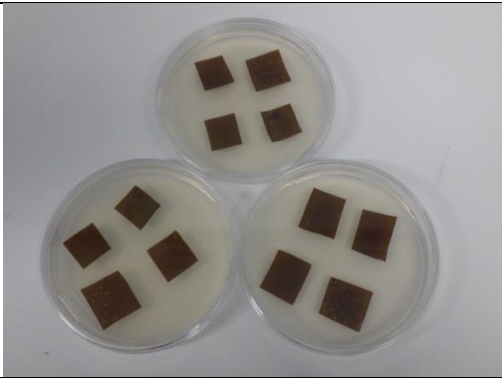
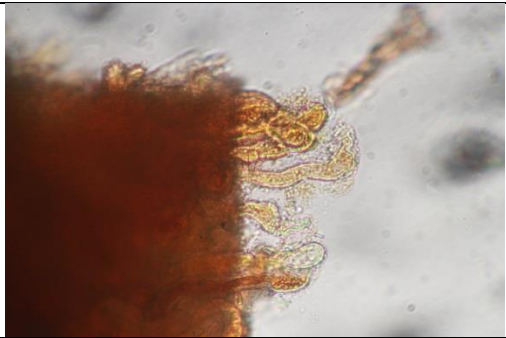
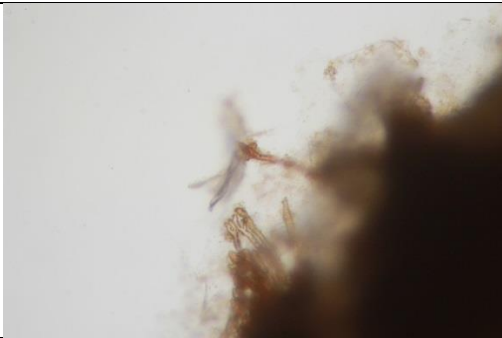
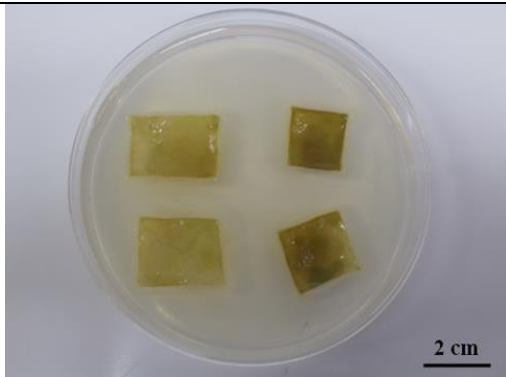
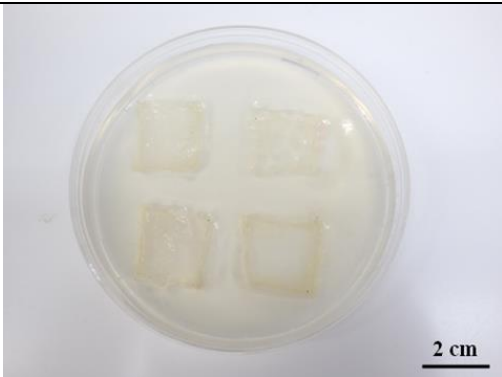
	
	
	

圖 9、海帶癒傷組織絲狀體之培養與純化過程。

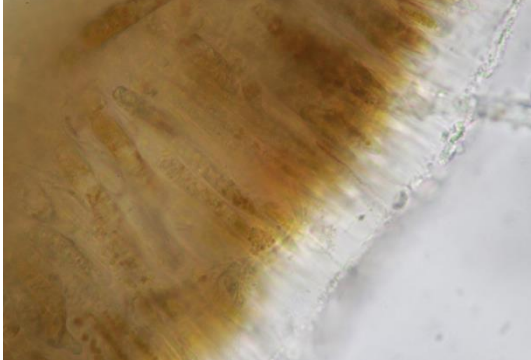
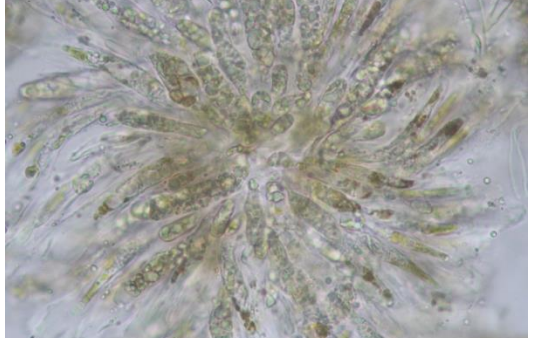
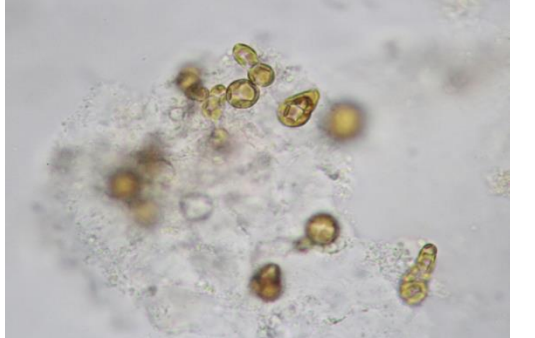
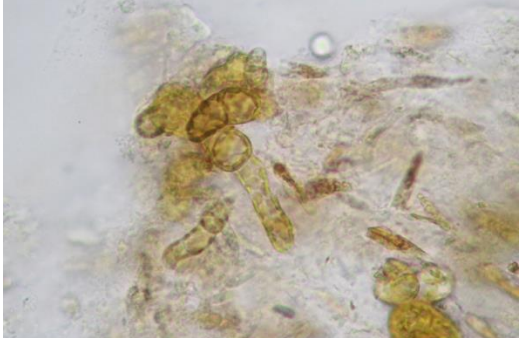
	
A. 擷取馴養於攝氏 15 度冷水環境之海帶藻體片段。	B. 進行切片觀察。
	
C. 觀察藻體表層，並刮取單室孢子囊。	D. 培養單室孢子囊於營養劑中，使其釋放出遊走孢子。
	
E. 培養於攝氏 12 度的配子體，生長速度較慢(06/05)。	F. 培養於攝氏 18 度的配子體，生長速度較快(06/05)。
	
G. 由配子體發育而成的雌配子體	H. 由配子體發育而成的雄配子體

圖 10、培養由組織切片獲得單室孢子囊，可產生雌、雄配子體。

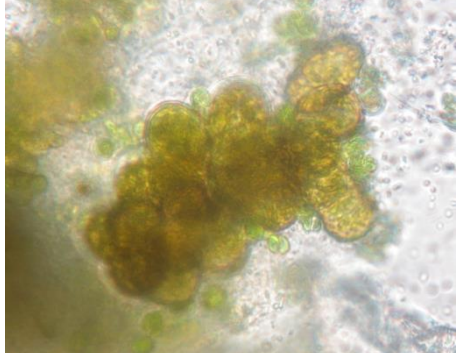
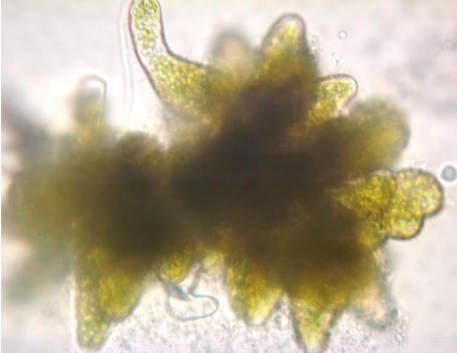
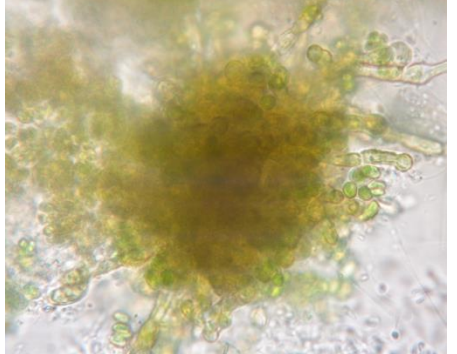
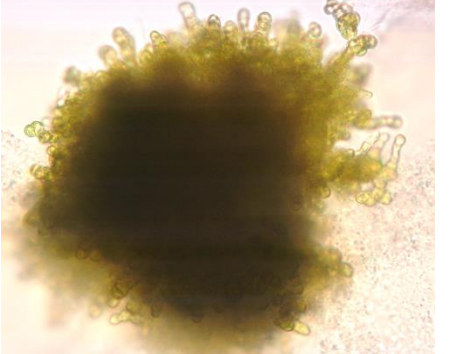
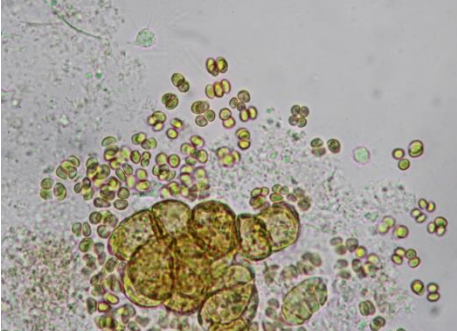
	
A. 培養於攝氏 15 度之雌配子體，不斷分裂成長(08/10)。	B. 成長中的雌配子體藻團(09/15)。
	
C. 培養於攝氏 15 度之雄配子體，不斷分裂成長(08/10)。	D. 成長中的雄配子體藻團(09/15)。
	
E. 保存三個月，於低溫環境下之的配子體藻團。	F. 將雌配子體與雄配子體之培養液混和，可完成受精。
	
G. 受精後發育而成的海帶葉狀體幼苗。	H. 成長中的海帶葉狀體幼苗。

圖 11、海帶雌、雄配子體之保種與受精後之葉狀體發育

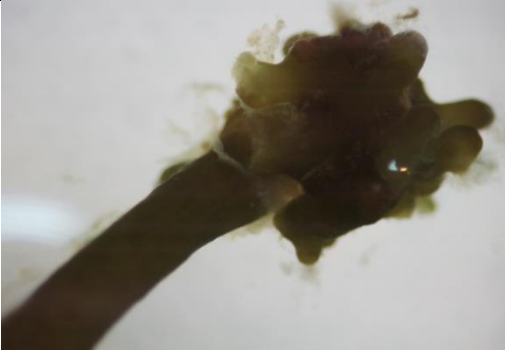
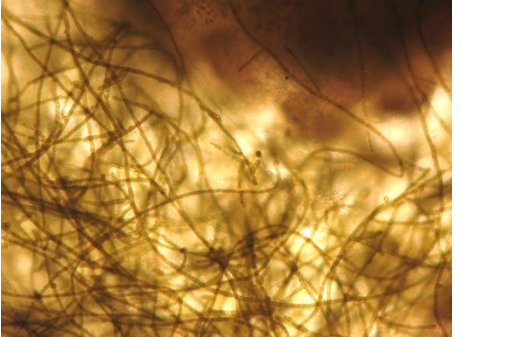
	
A. 擷取海帶附著器與柄之間的組織 (haptera) (04/16)。	B. 培養中的海帶 haptera 組織(04/16)。
	
C. 培養 5 個月後的 haptera，長出新的組織細胞(09/13)。。	D. 新的 haptera 組織(09/13)。
	
E. 培養 5 個月後的 haptera，可長出新的葉狀構造(09/13)。	F. 培養 5 個月後的 haptera，也可以長出新的絲狀組織(09/13)。

圖 12、海帶附著器之生長組織培養。

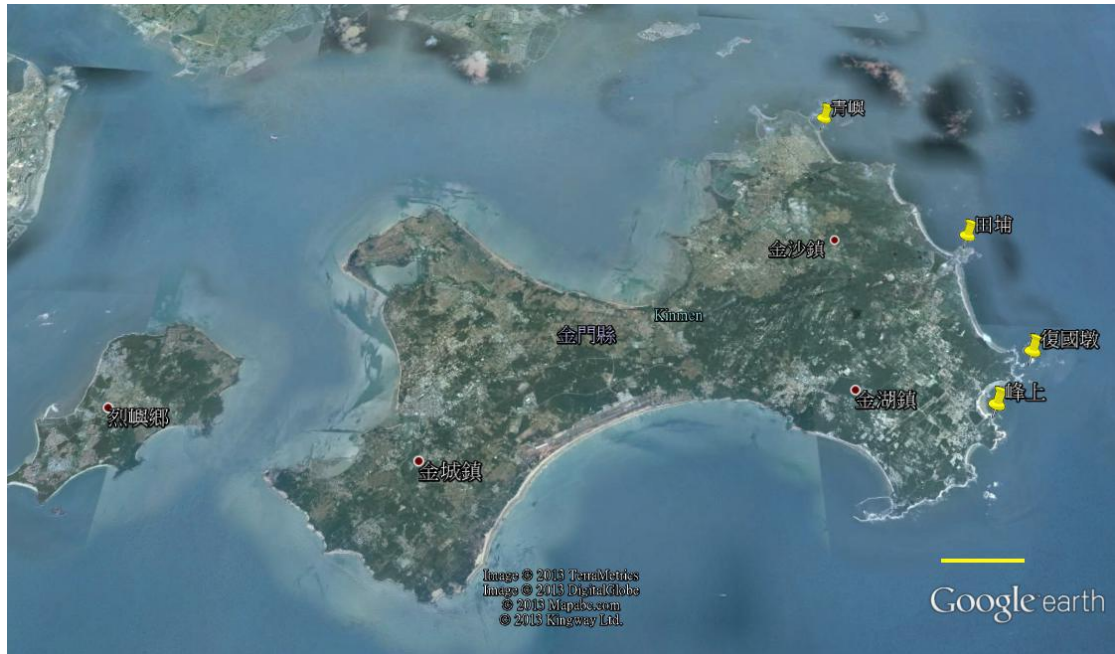


圖 13、金門東部海岸潮間帶海藻相調查地點及其位置，由上而下依序為:青嶼、田埔、復國墩及峰上，scale=2km。

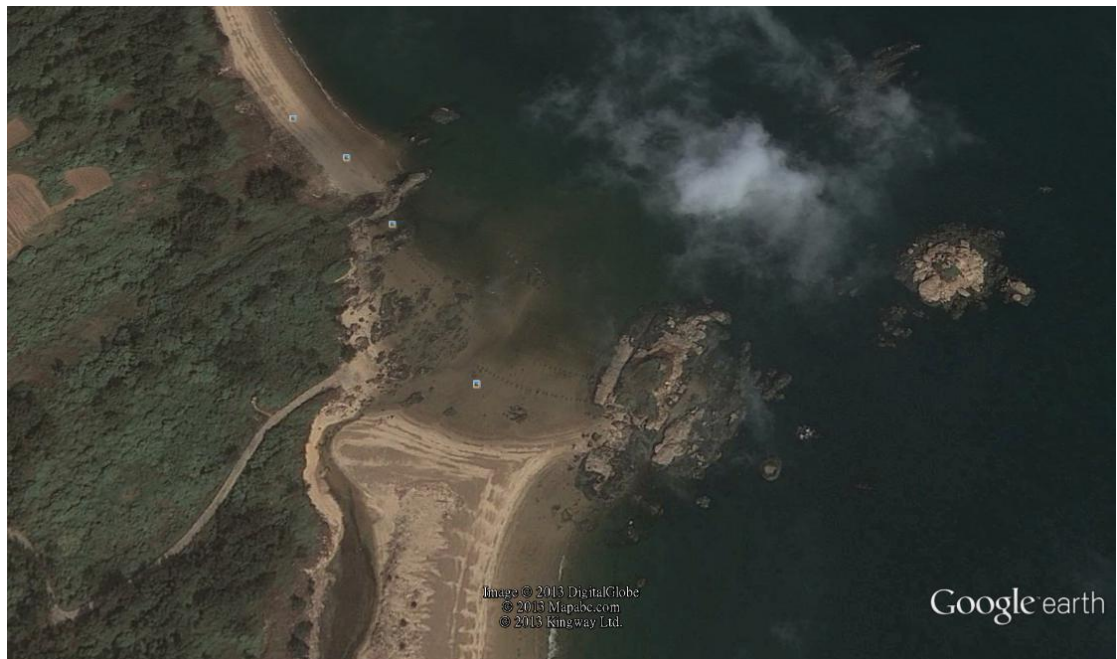


圖 14、青嶼測站海岸地形圖，及其座標位置(24°31'13.68"北，118°25'43.05"東)，上圖 scale =0.1km；下圖則為上圖方框之放大圖。



圖 15、青嶼海岸退潮後露出大片沙灘地，圖中右側礁岩區即是調查地點。



圖 16、青嶼海岸退潮後的沙灘地，亦有泥質(顏色較暗處)混雜於潮間帶。



圖 17、青嶼海岸的水質混濁，除沙地外也可見到泥質懸浮顆粒。



圖 18、青嶼低潮帶礁石上，以牡蠣(石蚶)為主要的附著生物。



圖 19、青嶼潮間帶中潮帶，2 月可見較大面積的青海菜生長。



圖 20、青嶼潮間帶高潮帶，2 月以頭髮菜及長葉紫菜為優勢藻種。



圖 21、青嶼海岸潮間帶調查。



圖 22、青嶼低潮帶退潮時，可見到礁塊間有沙地露出。



圖 23、七月青嶼低潮帶退潮時，礁岩上的海藻種類少。



圖 24、青嶼夏季的潮間帶寬廣，以沙質海岸為主，另有部分泥質灘地。

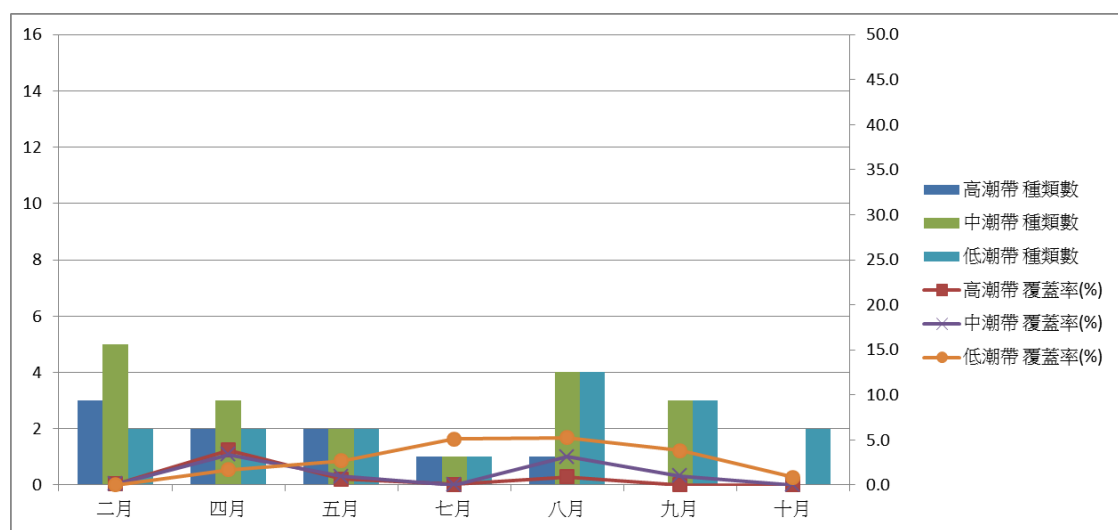


圖 25、2013 年 2-10 月青嶼測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)變化。



圖 26、田埔測站海岸地形圖，及其座標位置(24°28'52.09"北，118°27'52.56"東)，上圖 scale =0.1km；下圖則為上圖方框之放大圖。



圖 27、田浦測站左側之調查樣區，潮間帶寬廣。



圖 28、田浦測站右側之調查樣區，左(圖上方)右(圖下方)兩大礁石間有一沙灘地。



圖 29、以橫截線及樣框進行田浦潮間帶海藻覆蓋率調查。



圖 30、不易附著海藻的片麻花崗岩，在珊瑚藻成為表面基質後，可提供鼠尾藻或其他海藻附著。



圖 31、田浦 2 月潮間帶的中潮帶，以海蘿為優勢藻種。



圖 32、田浦海岸偶而可見到異枝軟骨凹頂藻生長。



圖 33、田浦 4 月潮間帶因潮差較大，低潮帶可見到剛成群萌發的鐵釘菜幼苗。



圖 34、田浦 4 月潮間帶的紫菜因受到降雨影響，黑紫色藻體有褪色現象。



圖 35、田埔低潮帶於夏季大退潮時，偶可見到網球藻的生長。



圖 36、田浦 8 月低潮線附近以珊瑚藻為主要的藻種。



圖 37、田埔潮間帶地形起伏，退潮後之平緩區域易因蓄積海水而有海藻聚集生長。

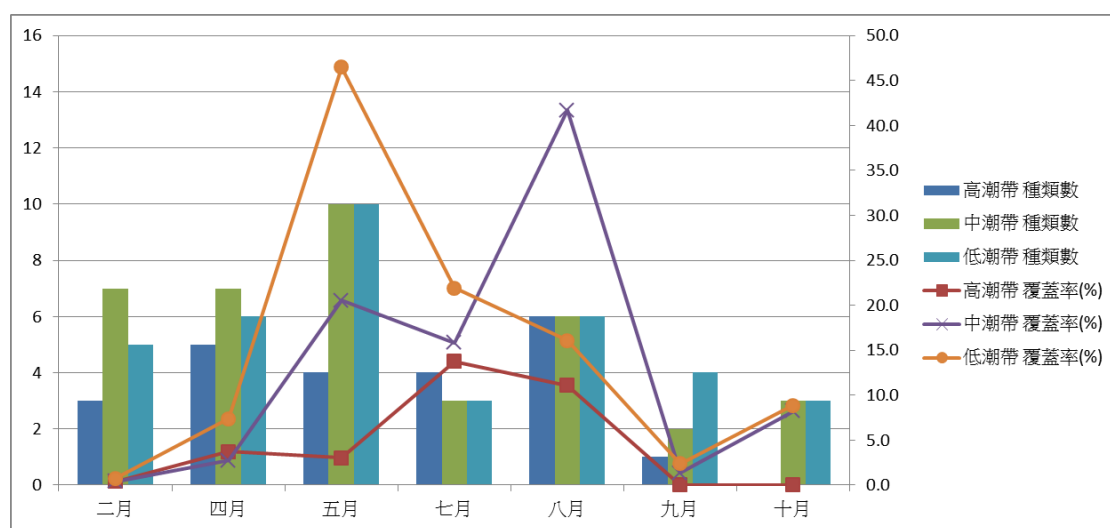


圖 38、2013 年 2-10 月田埔測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)變化。

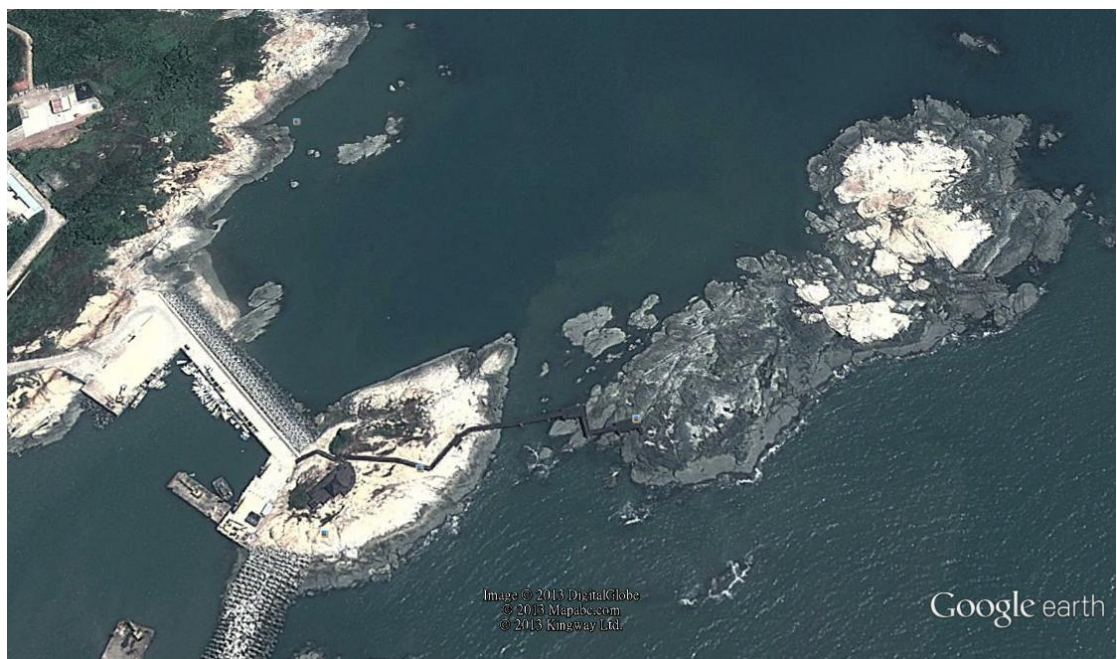


圖 39、復國墩測站海岸地形圖，及其座標位置(24°26'50.04"北，118°28'29.99"東)，上圖 scale =0.1km；下圖則為上圖方框之放大圖。



圖 40、復國墩測站右側之潮間帶調查樣區，前方海域為漁船出入航道。



圖 41、復國墩測站左側之潮間帶調查樣區，為一較平靜的內灣海域。



圖 42、復國墩測站右側礁塊表面傾斜平坦，但坡度較陡，海藻不易附著。



圖 43、復國墩測站面海左側礁石起伏較劇烈，易形成潮池，提供海藻生長。



圖 44、復國墩右側礁石上，潮間帶佈滿小藤壺，2 月可見海蘿夾雜生長其中。



圖 45、低潮帶潮池中可見到屬於珊瑚藻的異邊孢藻生長。



圖 46、4 月復國墩測站已可見到羊栖菜於低潮帶的潮池邊萌發。



圖 47、4 月復國墩測站潮間帶海藻種類豐富，長枝沙菜與石蓴混生於低潮帶。



圖 48、8 月起復國墩中、高潮帶可見到巨大鞘絲藻(藍綠藻)附生於礁石上。



圖 49、10 月復國墩測站受颱風影響，步道基座損壞，無法進行調查。

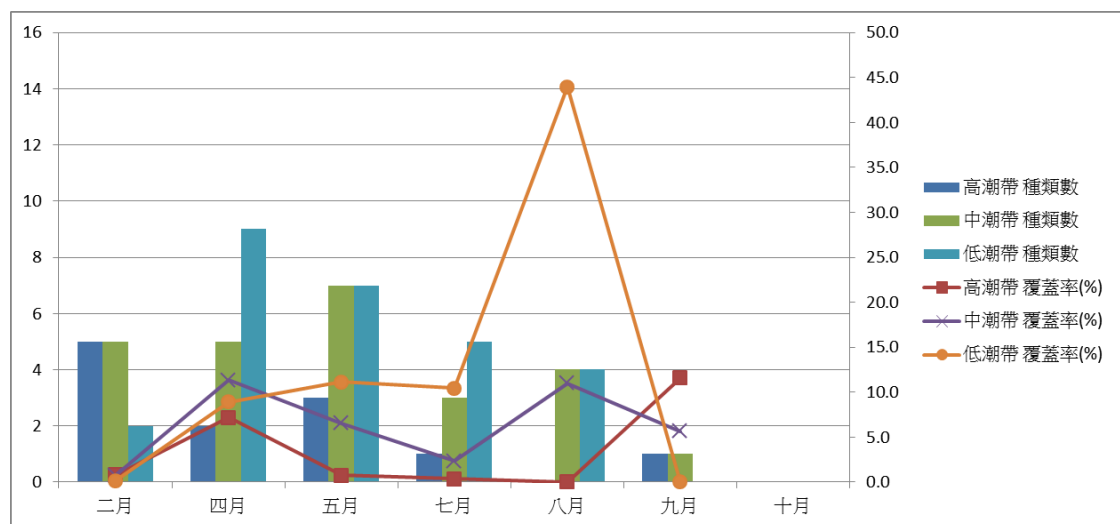


圖 50、2013 年 2-10 月復國墩測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)變化。(10 月因橋墩基座損毀，無法進行覆蓋率調查。)

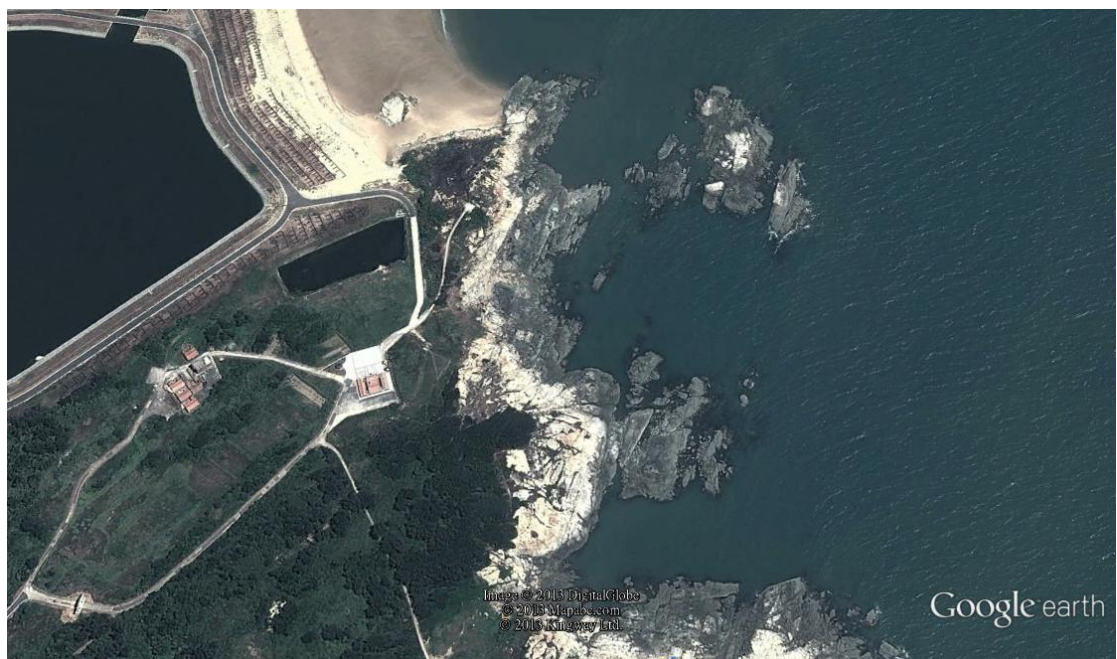


圖 51、峰上測站海岸地形圖，及其座標位置(24°25'57.75"北，118°27'44.87"東)，上圖 scale =0.1km；下圖則為上圖方框之放大圖。



圖 52、峰上測站左側之潮間帶調查樣區，礁石表面起伏，形成較多潮池。

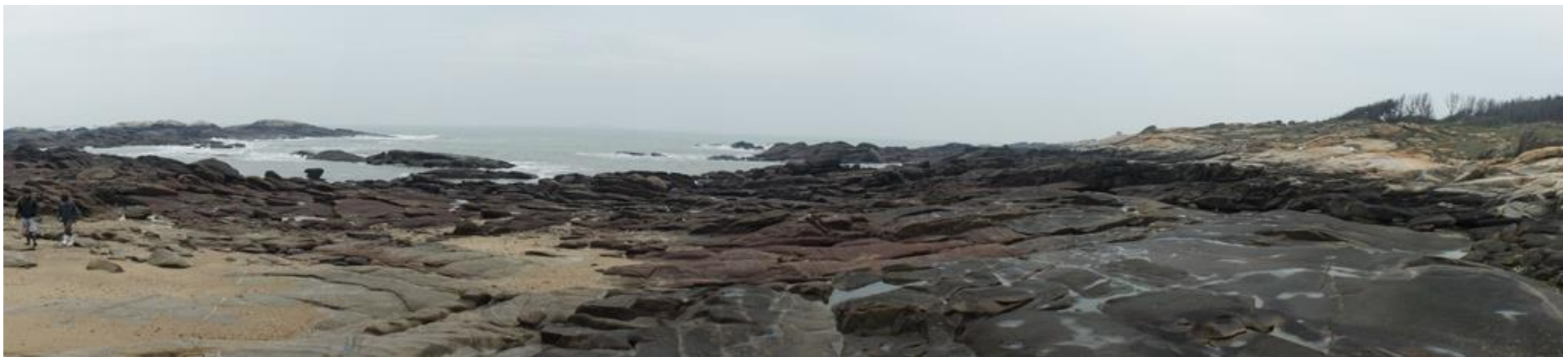


圖 53、峰上測站右側之潮間帶調查樣區，地形較為陡峭。

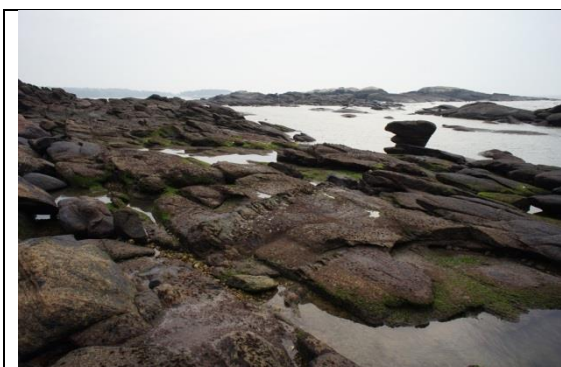


圖 54、峰上測站潮間帶地形起伏較大，易形成潮池提供海藻生長環境。



圖 55、2 月峰上測站中潮帶亦佈滿小藤壺，夾雜生長其中的海蘿為主要優勢海藻。



圖 56、4 月退潮後峰上中潮帶可見到牡蠣附著，刺沙菜(顏色深黑)則大量混生其中，圖後方的綠色海藻為石蓴。



圖 57、4 月峰上中潮帶無牡蠣附著區域，則以海蘿為主要優勢藻種。



圖 58、峰上測站潮池中以各類珊瑚藻較為常見，亦提供做為海膽生活的環境。



圖 59、峰上測站小潮池周圍，因殼狀珊瑚藻成為新基質，提供羊栖菜(黃褐色葉狀體)等其他海藻附著的空間。



圖 60、峰上測站夏季退潮後的潮差較大，可見到低潮線附近大片浪花藻與零星分布的異枝軟骨凹頂藻。



圖 61、峰上測站的鼠尾藻大都分布於中潮帶，受陽光照射與退潮影響，藻體中半部以上斷裂，無法繼續生長。



圖 62、峰上測站 8 月潮間帶潮池邊的羊栖菜，因退潮失去水分而導致藻體乾枯萎縮。



圖 63、峰上測站 8 月以後中、低潮帶的礁石上，不易發現有海藻分布。

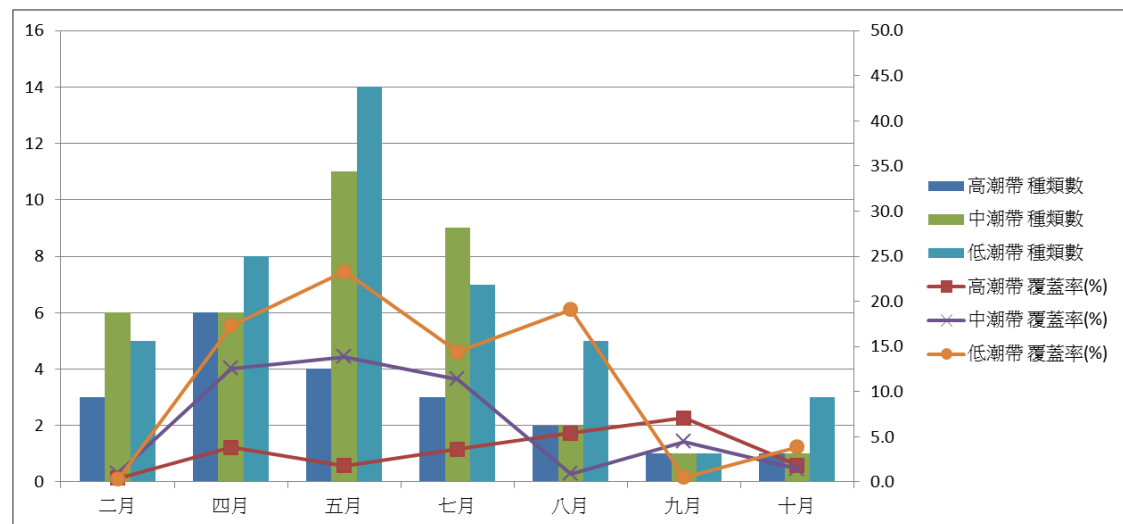


圖 64、2013 年 2-10 月峰上測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)變化。

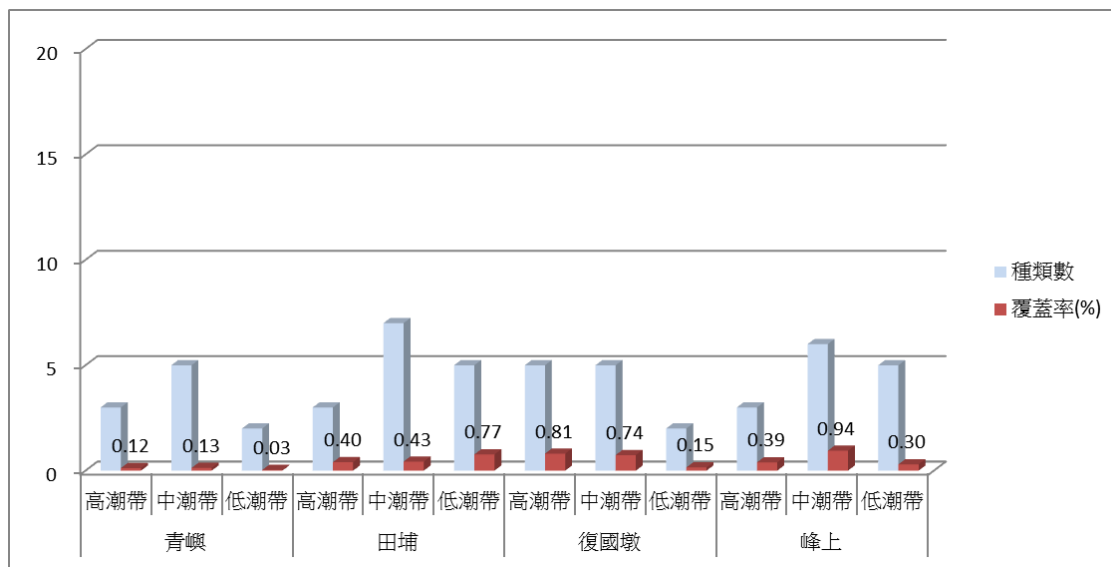


圖 65、2013 年 2 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。

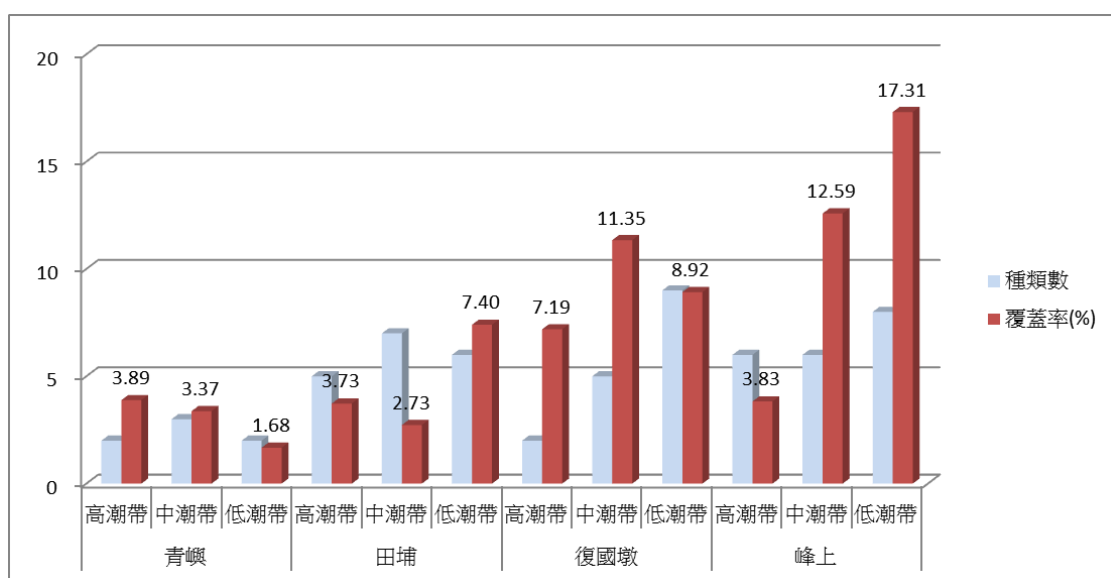


圖 66、2013 年 4 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。

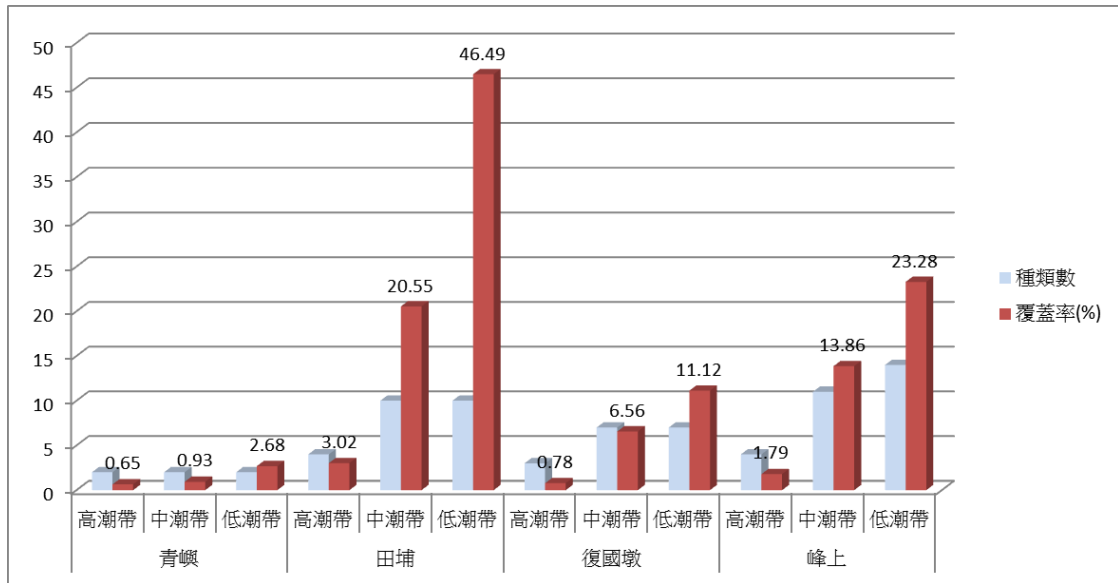


圖 67、2013 年 5 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。

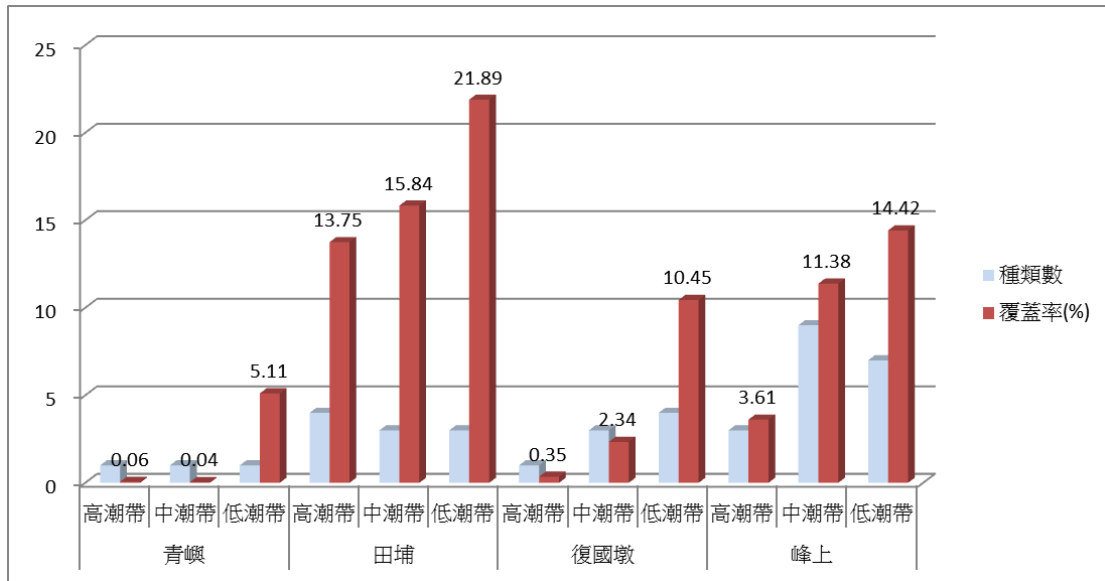


圖 68、2013 年 7 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。

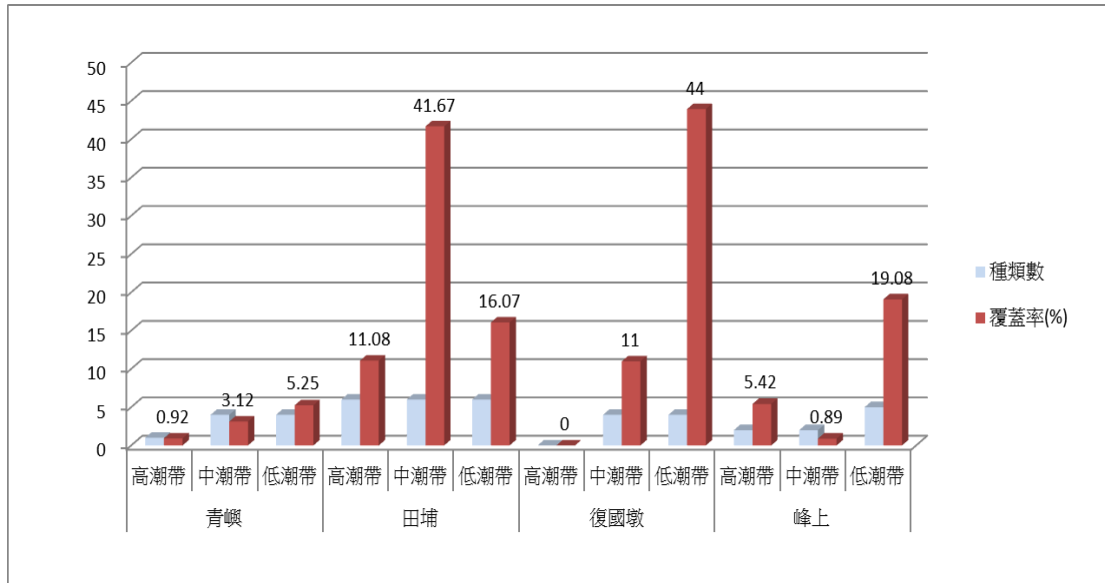


圖 69、2013 年 8 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。

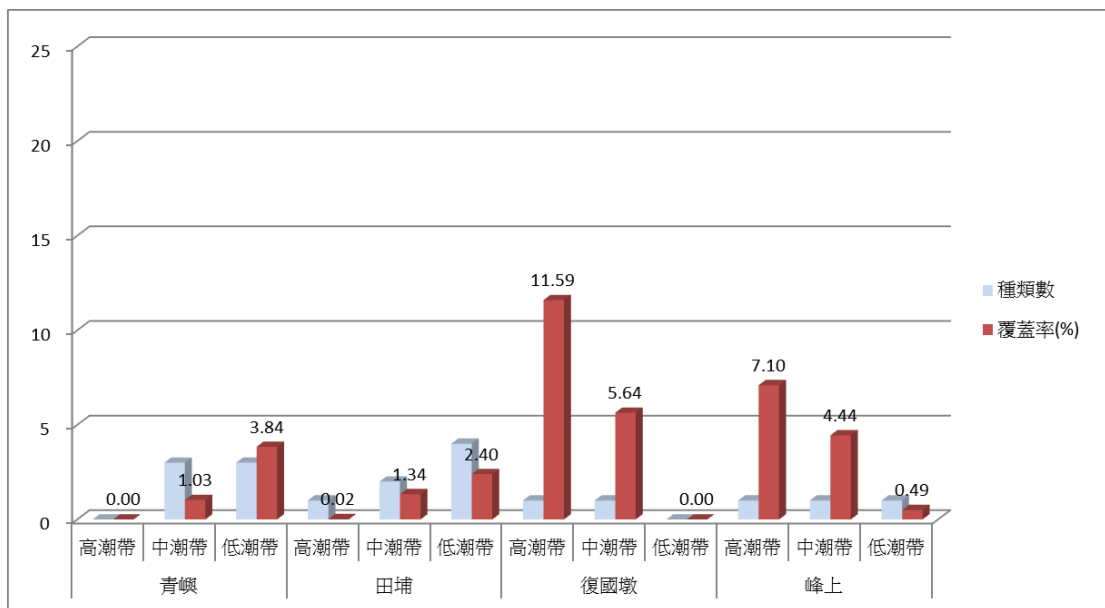


圖 70、2013 年 9 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。

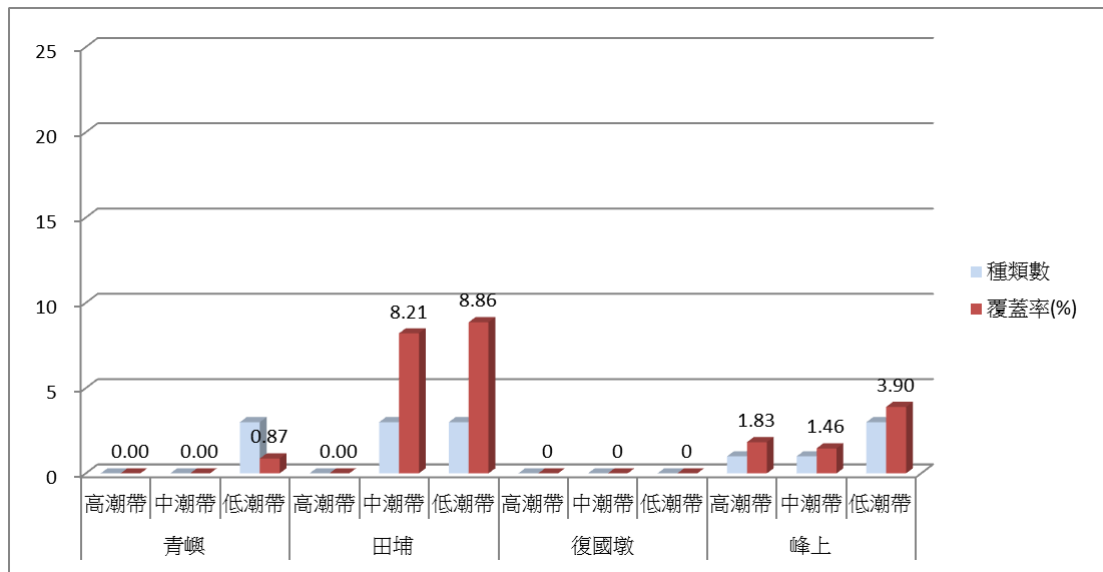


圖 71、2013 年 10 月金門東部海岸各測站潮間帶之海藻種類數及其總覆蓋率(%)。
(復國墩因橋墩基座損毀，無法進行覆蓋率調查。)

附錄

附錄 一

本研究使用之營養劑配方

1. PES(Provasoli's enriched seawater)培養液(含氮鹽)配方(Provasoli, 1968)

NaNO ₃	350	mg
Na ₂ glycerophosphate	50	mg
EDTA-Fe-Na	18.85	mg
P II mater	25	ml
Vitamin B ₁₂	10	μg
Thiamine	0.5	mg
Biotin	5	μg
Tris buffer (Sigma Co.)	500	mg
H ₂ O	100	ml

*PES 營養劑須將 pH 調製成 7.8

2. PG35‰ + GeO₂ 營養劑配方

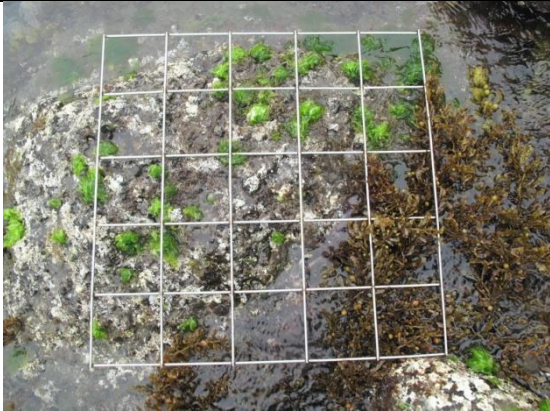
NaNO ₃	7.5	g
NaH ₂ PO ₄	5.6	g
Na ₂ EDTA	4.36	g
FeCl ₃ · 6H ₂ O	3.15	g
CuSO ₃ · 5H ₂ O	0.01	g
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	0.022	g
CoCl ₂ · 6H ₂ O	0.01	g
MnCl ₂ · 4H ₂ O	0.18	g
NaMoO ₄ · 2H ₂ O	0.0063	g
Biotin	0.001	g
Vitamin B12	0.001	g
Thiamin HCl	0.2	g
Distill water	1L	

*另為防止附著矽藻的產生，添加 GeO₂ 溶液(4 g/L dH₂O)

附錄 二

潮間帶樣框海藻覆蓋率估算優勢等級之百分評比參考圖表

等級	覆蓋面積估算	相對於覆蓋基質的百分比 (%)	百分比評分% (M)
5	1/2 - 全部	50-100	75
4	1/4 - 1/2	25-50	37.5
3	1/8 - 1/4	12.5-25	18.75
2	1/16 - 1/8	6.25-12.5	9.38
1	少於 1/16	<6.25	3.13
0	沒有出現	0	0

	
使用樣框進行海藻覆蓋率調查	優勢等級之百分評比參考圖

附錄 三

金門東部海岸潮間帶常見的海藻

金門東部海岸調查的海藻種類，分別屬於綠藻、褐藻與紅藻三大類:

綠藻:

牡丹菜(*Ulva conglobata* Kjellm.)

分類地位:綠藻門，石蓴目，石蓴科，石蓴屬 俗稱: 岩頭青、蠣菜

形態特徵:藻體翠綠色、膜狀叢生、高 1.2-3 公分，藻體由兩層細胞組成，基部由營養細胞延伸成絲狀後，重疊成小盤狀固著器。藻體自葉緣向基部深裂成許多裂片，相互重疊，宛如牡丹花而得名。

生態分布:分布於潮間帶中、高潮帶的岩石上，可忍受較長時間的退潮，整年可見，但以春季為主要盛產期。

經濟價值:可供食用，或做飼料。



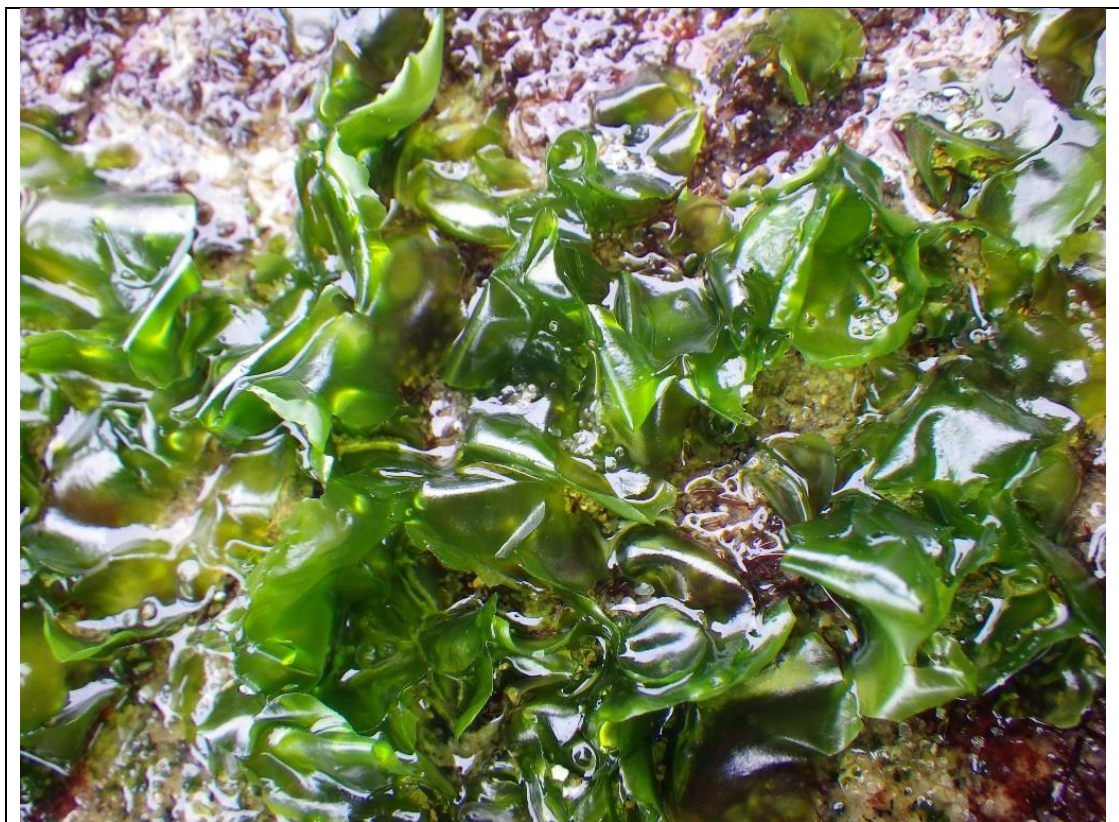
石蓴(*Ulva lactuca* Linnaeus)

分類地位:綠藻門，石蓴目，石蓴科，石蓴屬 俗稱:海青菜

形態特徵:藻體由淺綠至翠綠色，膜質、叢生，藻體較牡丹菜大，且富變化，小則 3-5 公分，大可達 20 公分以上，邊緣呈現波浪狀，

生態分布: 生長在中、低潮帶至潮下帶二米深的礁岩上，隨水流的急緩外型略有變化，在靜水域可長成較寬較大之葉面，繁盛期在二~四月。

經濟價值:食用、肥料、飼料、藥用(下水利尿、傷口處理、退燒降火、驅蟲劑、降血壓、降膽固醇)、生產甲烷、海岸鏽汙染指標。



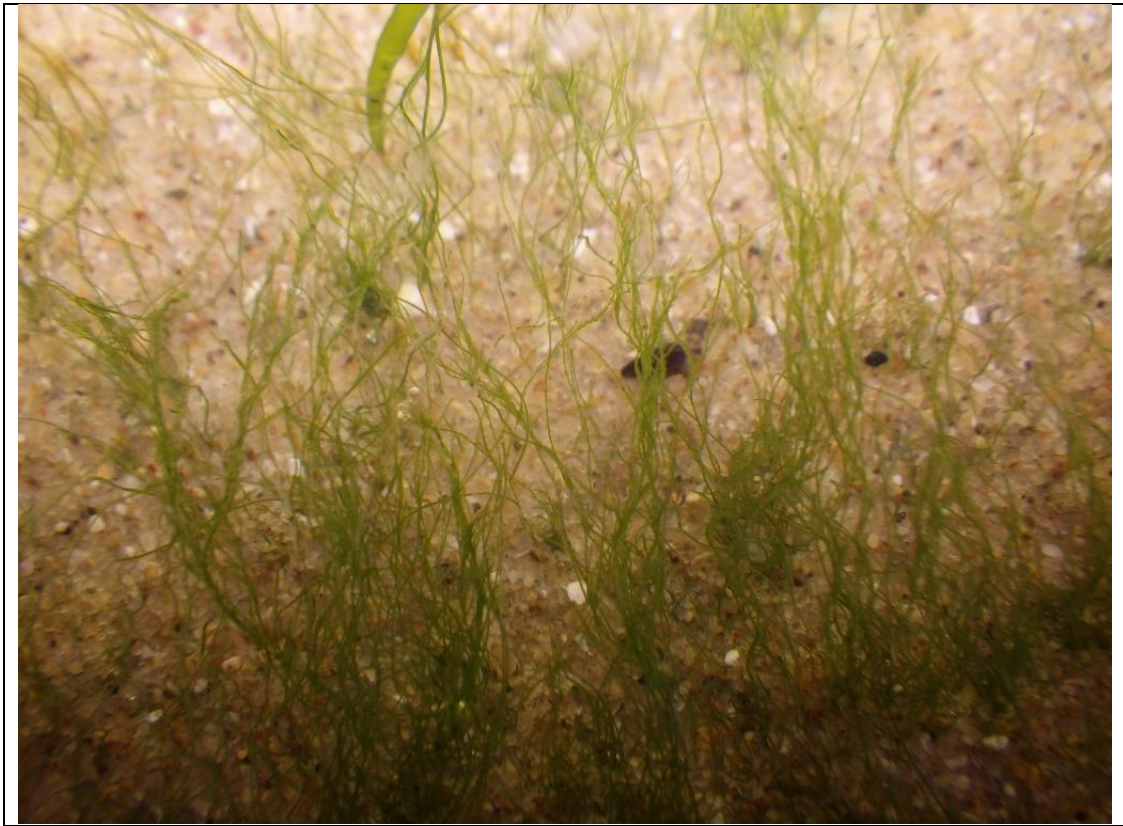
浒苔(*Ulva prolifera* (Muller) J.Agardh)

分類地位: 綠藻門, 石蓴目, 石蓴科, 石蓴屬, 本種類過去為浒苔屬(*Enteromorpha*), 現已與石蓴屬合併。 俗稱: 石髮

形態特徵: 藻體草綠色, 管狀, 膜質, 由單層細胞組成之中空管狀體, 高約 5-20 公分。主枝明顯, 分枝多且細長, 茂密叢生, 每一分枝由基部至頂端直徑相同。

生態分布: 以潮間帶中上部為主要分布區域, 偶而可見於泥灘地上。全年可見, 生長盛期在 12 月至次年 4 月。湖下

經濟價值: 可食用或加工製成海苔花生中的海苔粉。



礁膜(*Monostroma nitidum* Wittrock)

分類地位:綠藻門、石蓴目、礁膜科、礁膜屬， 俗稱青海菜

形態特徵: 藻體黃綠色或淡黃色，膜質，葉片狀、單層細胞，柔軟黏滑易破碎，

體高約 10~20 公分，基部有附著器。邊緣波狀，有皺摺或不規則裂開。

生態分布: 生長在風浪小或靜水區之潮間帶中、上部礫岩上或石沼中，退潮後，

藻體會緊黏基質上。生長季為 1-5 月，3-4 月為繁盛期。

經濟價值: 可食用或加工製成海苔醬，為澎湖地區主要天然採收之藻種。也可作為飼料、肥料、藥用(清熱化痰、利用解毒、降膽固醇)等用途。



褐藻

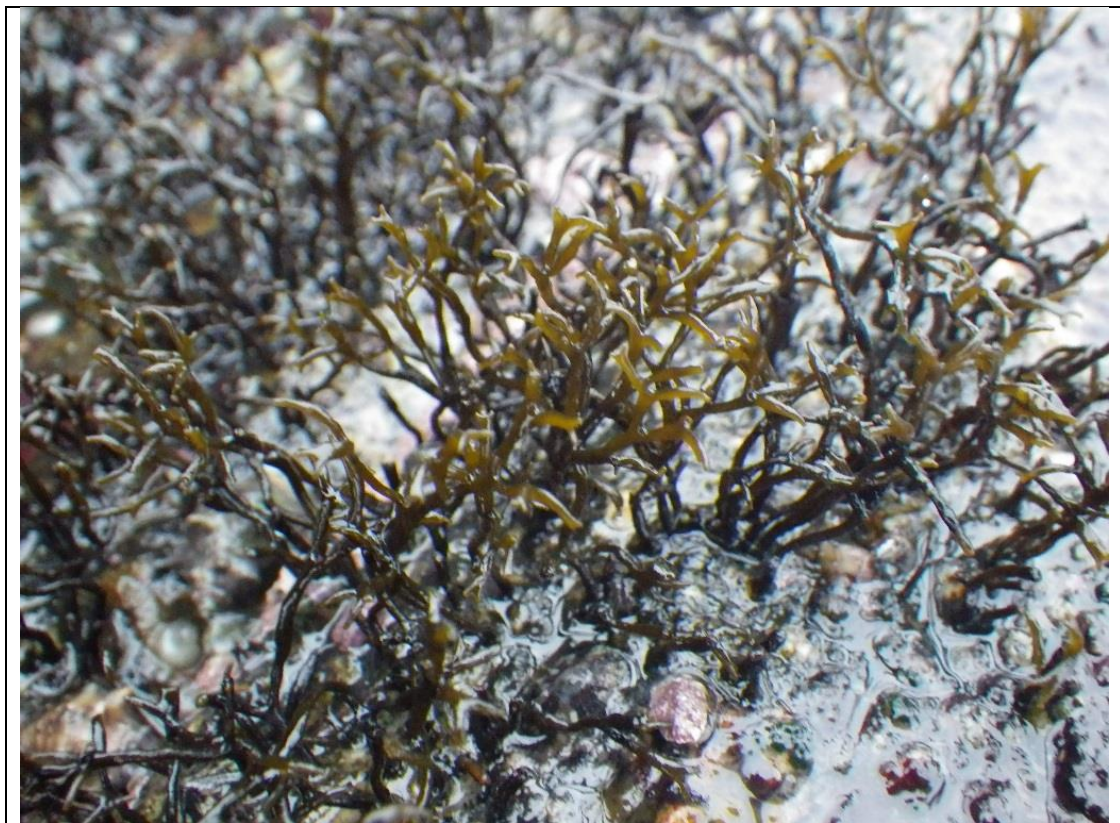
鐵釘菜(*Ishige okamurai* Yendo)

分類地位: 褐藻門、索藻目、鐵釘菜科、鐵釘菜屬，俗名:鐵線草、剪刀菜

形態特徵: 藻體黑褐色、乾藻後呈現黑色，質地堅硬如革質，如敲入石頭上的鐵釘，故名。藻體直立、叢生，高約 2-4 公分，直徑 0.1-0.2 公分，呈不規則叉狀分枝。分枝扁平圓柱狀，偶有扭曲，分枝頂端扁圓、顏色較淺，基部具一小型盤狀固著器。藻體縱切面顯示具有厚皮層，並有垂直排列之小細胞，髓部則由錯縱交織的絲狀細胞緊密排列。

生態分布: 本種類為太平洋西部特有的亞熱帶性海藻，台灣東北角、馬祖與金門潮間帶中部之礁岩上可見。生長時間

經濟價值: 可供食用、但具有較高的藥用價值，可預防甲狀腺腫大及驅蛔蟲之用。



羊栖菜(*Sargassum fusiformis* (Harvey) Setchell)

分類地位: 褐藻門、鹿角菜目、馬尾藻科、馬尾藻屬 俗名: 鹿尾菜

形態特徵: 藻體黃褐色，肉質感，高約 3-10 公分，部分藻體可達 45 公分。主軸圓柱狀，直徑約 0.2-0.3 公分。主軸上分枝互生，末端膨大，長短不一，但均以棍棒狀為主。

生態分布: 本種類為北太平洋西部海域特有的暖溫帶藻種，過去以馬祖及金門為主要分布地點。但目前台灣本島北海岸及東北角均可發現定棲的族群。以低潮帶為主要生長區域，金門海岸則可見到羊栖菜與鼠尾藻共用附著點。

經濟價值: 可食用，日本常可見到以羊栖菜作為醃漬小菜。



鼠尾藻(*Sargassum thumbergii* (Mert.) O' kuntze)

分類地位: 褐藻門、鹿角菜目、馬尾藻科、馬尾藻屬，俗名:老鼠尾

形態特徵: 藻體黑褐色，高約 11-75 公分，主幹粗壯，成圓柱狀，再生出數條主枝，上覆蓋如鱗狀小葉，與一般馬尾藻外型有明顯差異。

生態分布: 本種類為北太平洋西部海域特有的暖溫帶藻種，全年可見，以 3-7 月為主要的生長季，冬季藻體較短，分布於潮間帶中、高潮帶有海水蓄積處。

經濟價值: 可做藥用與沼氣發酵原料，也可提煉褐藻膠，或將藻體燒成灰提取氯化鉀。



紅藻

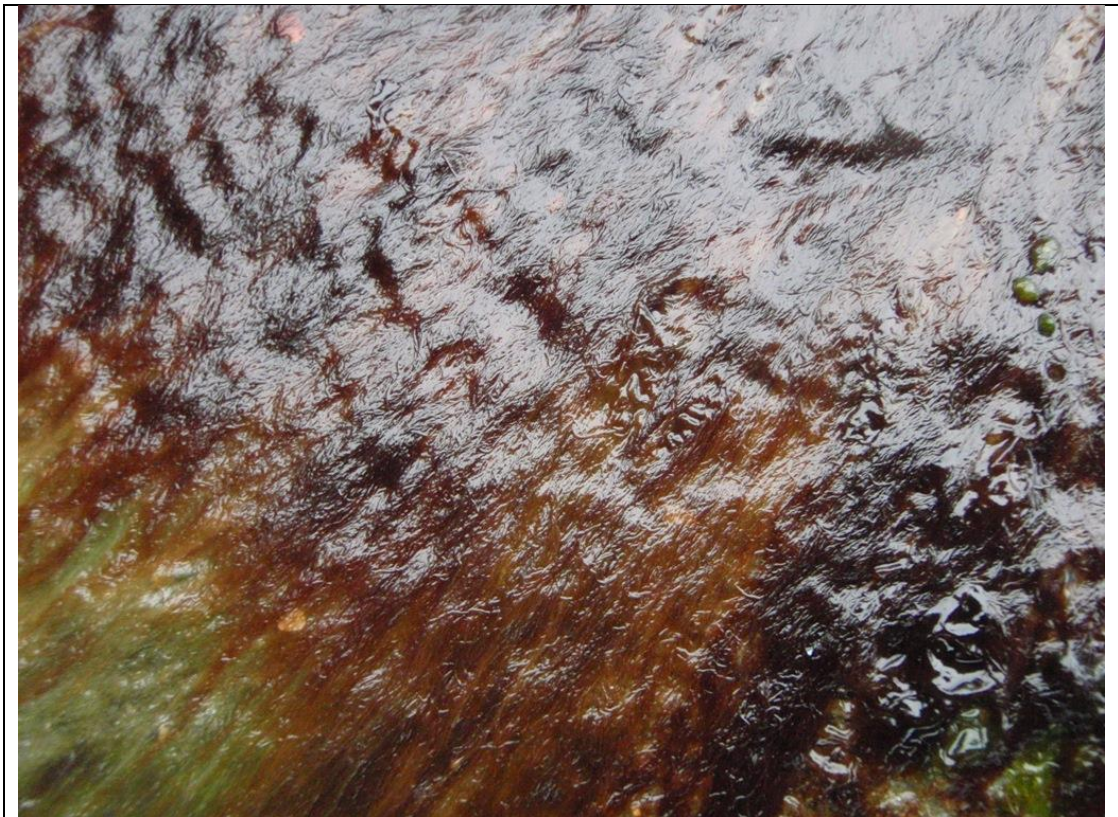
頭髮菜(*Bangia atropurpurea* (Roth) C.Agardh)

分類地位:紅藻門、頭髮菜目、頭髮菜科、頭髮菜屬 俗稱:紅毛菜

形態特徵: 藻體暗紅色，柔軟光滑，乾燥時呈現光澤。藻體為不分枝、單條的絲狀體，叢生，一般長約 3-15 公分。基部為單層細胞，中上部則為多列細胞。

生態分布: 生長在有風浪沖擊之飛沫帶或高潮帶的岩石上，乾燥時會緊黏附在基質上。10 月開始萌發，12 至年 2 月為主要生長季。

經濟價值:可食用，藥用。



長葉紫菜(*Porphyra dentata* Kjellman)

分類地位: 紅藻門、頭髮菜目、頭髮菜科、紫菜屬

形態特徵: 藻體紫紅色，薄膜葉狀，單層細胞厚，長帶形或披針形，長約 10~15 公分，寬 2—4 公分，基部具盤狀固著器。

生態分布: 生長在海浪沖擊之中、高潮帶附近的岩礁上，生長季很短，自冬季至初春，11 月是繁盛期。

經濟價值: 可食用或作為肥料、飼料、藥用(抗菌、調整甲狀腺疾病、洩火降血壓、治淋巴結核)等功能，另可萃取藻紅素及紫菜素(porphyrin)。



海蘿(*Gloiopeltis furcata* (Postels et Ruprechr) J.Agardh)

分類地位: 紅藻門、隱絲藻目、內枝藻科、海蘿屬 俗稱:紅菜、鹿角叉

形態特徵: 藻體紫紅色或紅褐色，軟骨質，圓柱狀或稍扁壓，不規則叉狀分枝，分枝基部縊縮，盤狀固著器，叢生，高約 3~7 公分。藻體單軸型，橫切面中軸細胞絲多屈曲，老藻體中軸細胞不明顯，呈現空狀。

生態分布: 為暖溫帶海域之海藻，耐乾燥，主要生長在風浪大之中、高潮帶之岩石上。多年生，生長旺季為 3~5 月。

經濟價值: 可食用、藥用，或作為印花漿膠質原料。



小杉藻(*Chondracanthus intermedius* (Suringar) Hommersand)

分類地位: 紅藻門、杉藻目、杉藻科、杉藻屬 俗稱:海茶米、茶米菜

形態特徵: 藻體紫紅色或暗紫色，偶有光澤，軟骨質，分枝扁圓或披針形，常捲曲如雞爪狀，或相互重疊匍匐生長，或叢生成不規則團塊，體高約 2~4 公分。

生態分布: 生長潮間帶中部至低潮線附近礁石上，全年均可見。

經濟價值: 可食用。



異枝軟骨凹頂藻(*Chondrophycus intermedius* (Yamada) Garbary&Harper)

分類地位:

形態特徵: 藻體紫紅色或青黑色，硬軟骨質，主軸圓柱狀，不規則分枝，小枝由各方向長出，愈近頂端愈密，形成複總狀分枝，體高約 15 cm。末端小枝棍棒狀，頂端鈍平。藻體下部有匍匐狀枝形成。

生態分布: 生長於低潮線附近石沼或至潮下帶 4 公尺深礁岩上，全年可見。

經濟價值: 食用、飼料、藥用(抗菌)。



異邊胞藻(*Marginisporum aberrans* (Yendo) Johhansen et Chihara)

分類地位: 紅藻門, 珊瑚藻目, 珊瑚藻科, 邊胞藻屬

形態特徵: 藻體灰紅色, 厚石灰質, 高 4-10 公分, 羽狀分枝, 小羽枝對生在同一平面, 主枝分節清晰, 藻體上部節間部扁平, 矢箭形, 兩緣薄, 有中肋狀突起, 兩側似翼狀張開, 枝端鈍圓, 藻體下部節間部則有點圓柱形。節間常有不定枝, 常成群叢生如花朵般。

生態分布: 生長於潮間帶中、下部潮池中。全年均可見。

經濟價值: 造礁及改善土質酸鹼度。



期中報告審查意見回覆

黃榮富委員意見： 1. 結果一、二之內容較屬前言或材料與方法部分，建議做調整。 2. 附錄為本研究之調查部分，建議納入本文“結果”中呈現。 3. 文獻格式寫法應一致。 4. 調查之藻類分布地，是否應同時進行環境因子的調查，以提供後續養殖區域之選擇。 5. 大型對岸漂移的藻類是否也列入記錄？ 6. 保種過程，有無對基因多樣性保種考慮，是否有可能在保種過程發生基因多樣性變少的問題？	回覆： 1. 感謝委員建議指正，因計畫部分內容屬於保種技術轉移，故相關方法以研究結果方式呈現，會再修正調整。 2. 感謝委員建議指正，附錄內容係以圖鑑方式呈現經濟藻種之生態照及外觀介紹，納入結果恐影響內容閱讀，建議維持此排版方式。 3. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 4. 感謝委員建議，目前僅針對環境底質提出文字說明，養殖區域的選擇可依據潮間帶調查結果作為選擇參考。 5. 感謝委員建議指正，大陸漂過來的大型藻類，僅列入海藻相組成，除非有定棲附著，才會列入覆蓋率調查記錄。 6. 感謝委員建議指正，本研究的保種海藻種類都以現有水域的藻種為主，目前並無基因多樣性保種之考量。保種目的除作為繁養殖之種源外，也就區域之海藻種類可能因環境改變消失預做準備。未來也可考慮引進台灣本島之相同藻種增加基因多樣性。
楊誠國委員意見： 1. 石蓴在早期金門很多。石蓴養殖方式用繩索是很好的方式。現今天然環境大面積附著少。 2. 紫菜水試所已經作了 20-30 年，保種是以野外採集方式保種。紫菜的養殖區以金烈水道為主，只是後來因為水溫升高、水體汙濁度升高，導致越來越不好養。 3. 海帶非金門原生種，海帶用途範圍廣，大陸連江縣有海帶利用製冰器來降低水溫進行保種。以上供參。	回覆： 1. 感謝委員建議與鼓勵。 2. 感謝委員建議。從潮間帶調查顯示，青嶼、田浦、復國墩與峰上等地點於 2 月都還有明顯的分布。未來可嘗試做為保種來源與養殖地點的選擇。 3. 感謝委員建議。金門有養殖海帶的天然條件，近年嘗試附苗收成效果亦佳，是考慮可作為保種的對象。然低溫環境確實是海帶保種的重要關鍵，會於期末提供評估報告。
董倫如委員意見：	回覆：

1. 試驗中石蓴與紫菜採自澎湖是否同種？ 2. 四個測站如何設置 3. 石蓴苗如何野放？以原生質體作保種如何附著苗？ 4. 大量養殖海帶是否影響地區之原生藻？ 5. 海帶低溫期保種問題，成本高，金門要年底水溫才會變低。5 月份以後就沒辦法再繼續養殖海帶，養殖期間短。 6. 海帶雌雄配子如何分離，形式絲狀體。 7. 金門有沒有辦法發展其他高經濟價值的藻種，像是海葡萄，金門有沒有可能可以發展生產？ 8. 調查測量 10 個點都是附著性藻類，金門有一種藻叫做「羊栖菜」可以長很高，自然環境下從岩壁上生長，未來可否也使用繩子方式來進行養殖？ 9. 有岩礁的地方，海況海流特別強，用繩子的方式來養殖，使否有適合的條件？	1. 感謝委員建議指正，石蓴與紫菜均屬同種，但有生長地點上之差異。 2. 感謝委員建議指正，依據先前所調查的海藻分布地點，並選擇交通工具可抵達之區域設置。 3. 感謝委員建議指正，附於繩索上之石蓴，可以懸掛方式置於淺水域。將苗繩至於裝有海水之容器中，倒入石蓴原生質體溶液，待其附著即可進行野放。 4. 感謝委員建議。海帶養殖以懸掛方式置於水深至少 10 米之海域，對於近岸礁石上之海藻生長影響不大。 5. 感謝委員建議。海帶養殖從附苗至收成約 3-4 個月，時間雖不長，但因藻體脆嫩口感佳，頗受採買民眾好評。保種成本評估於期末提出報告說明。 6. 感謝委員建議指正，海帶雌雄配子可經由顯微鏡觀察，雌配子體形成卵囊後，每一卵囊僅生成一個卵子，隨著卵囊壁破裂、無細胞壁的球形卵子會附著於卵囊頂端，等待雄配子前來受精。雄配子體細胞數多，每個細胞則都可產生雄配子囊。只要不受精，維持低溫環境，便可延長配子體成長時間，使配子體持續進行無性生殖，維持絲狀體狀態。 7. 感謝委員建議。目前根據調查，潮間帶海藻除紫菜外，另有海蘿與數種馬尾藻具有經濟價值，未來可嘗試開發其用途。海葡萄屬熱帶藻種，適合生長於珊瑚礁之沙地環境。金門海岸可能無法提供合適之養殖環境，但可嘗試以養殖池方式培養。 8. 感謝委員建議。羊栖菜即是一種可食用之馬尾藻，未來可嘗試作為保種之材料。 9. 感謝委員建議。從潮間帶調查地點，除海流強勁外，也受東北季風影響，建議選擇較平靜之內灣，以小規模之網架做為養殖方式。
--	---

張寶仁課長意見： 1. 本計畫選這 4 個地點調查，因計畫係屬長年分段型的，預計採 3 年時間來調查。 2. 未來計畫將走向開發經濟性的藻種利用。	回覆： 1. 感謝課長建議。本年度選擇四處地點的主要原因是因潮間帶調查必須考慮漲退潮時間，且每次退潮時間僅能完成 1-2 處地點，加上每月大退潮時時間僅有兩 3-4 天，故先選擇此四個地點，以利計畫進行。 2. 配合計畫辦理。
翁自保所長意見： 1. 目前地區經濟海藻種類與歷史記錄之變遷與趨勢，似應該在本研究中說明。 2. 期中報告之後下階段之研究重點，應予說明。 3. 海帶育苗技術，依據中國大陸研究報告，其配子體生長最適溫度為 15℃，而 561Ux 為配子體停止生長的照度，提供研究參考。 4. P18，敘述青嶼二月份共記錄九種海藻，但表二低、中、高潮帶，實際出現藻種為六種，而非九種，本報告說明是否有誤，請校正；其他地點亦同。 5. P18 第一段第三行說明完成三次採樣，包括 5/23-25，但報告未見本次調查記錄與分析。 6. 有關表二，其記錄方式，是否將海藻隸屬「門」，加以區別，以利非專業人員之閱讀參考。 7. 有關三種海藻之保種，雖可在海洋大學實驗室完成，但如何技術移轉予水試所，並培養其專業技術能力，仍為本計畫之重點，請完成技術移轉。 8. 有關 P23 水試所之保存環境建置，如何建置，請委託單位提出完整建議。 9. 有關海帶保種，受託單位係以療傷組織絲狀體培養，如何做保種，應協助水試所建立此項技術。 10. 目前潮間帶藻類調查，僅針對東半島四個測站，西半島之調查在表一雖有安排，但並不完整，是否應補	回覆： 1. 感謝鈞長建議，遵照辦理，於期末報告補充說明相關歷史記錄。 2. 感謝鈞長建議，接下來之研究重點除進行潮間帶調查外，並進行海帶養殖之後續階段，已敘述於第 23 頁，會再加強補充說明。 3. 感謝鈞長建議。 4. 感謝鈞長建議指正，筆誤已修正。 5. 感謝鈞長建議指正。因採樣完後之照片估算分析工作約需 2-3 星期，趕不及將結果附於期中報告內，會於期中報告修正時將資料補足。 6. 感謝鈞長建議，遵照辦理並修正。 7. 感謝鈞長建議，遵照辦理。 8. 感謝鈞長建議，遵照辦理，並於期末報告時完成保種空間建置規畫說明。 9. 以癒傷組織作為保種方式，是因為目前的新鮮海帶樣本仍未達到成熟期，無法得到雌、雄配子體進行分離培養。而癒傷組織所產生的絲狀體是否能夠發展成葉狀體，會在期末報告提出說明。 10. 感謝鈞長建議，選擇東部四測站主要係因為受到漲退潮影響調查時間所致，目前每個測站約需 1.5-2 小時的採樣時間。西部及其他區域海岸則利用空檔時間檢視漂至高潮帶的海藻藻體，以利後續二階段調查參考。最後完成金門的海藻資源量與分布。 11. 感謝鈞長建議，遵照辦理。目前均有針對調查樣區進行海藻全面普查，除樣框可供估算覆蓋率外，其

足，以完整呈現金門經濟海藻之分布狀況與資源量，並能比較東西半島之藻類分布。 11. 為完整呈現金門實際之經濟海藻種類，各測站除了於調查覆蓋區分析其藻種，其他非覆蓋區是否亦應瞭解是否有無其他藻種。 12. 本案既係在調查經濟藻種，故除在瞭解覆蓋率，亦應推估自然的產量。 13. 期末報告能否以總表顯示和月之調查成果，與藻相變動情形。 14. 覆蓋率與底質是否有相關性，能否比較？以釐清金門岩岸與沙岸藻類與資源量之不同。 15. P52 與 54 頁，敘述不完整，請補正。 16. 經濟藻種的量是否有多到可以採收利用的價值？方便推廣。	餘藻種組成會隨樣區一併呈列。 12. 感謝鈞長建議，自然產量須以收穫方式估算，當覆蓋率轉變成產量的換算，必須將單位面積的海藻刮下秤重。因本次是以不破壞現場方式來調查，較無法換算。 13. 感謝鈞長建議，遵照辦理，於期末報告改變藻相覆蓋率變動呈現方式。 14. 覆蓋率與底質雖有關，但主要是因為藻種附著與否所致，沙地上不易提供海藻附著位置，故海藻大都以漂浮擱淺的種類為主，並未列入覆蓋率計算，僅能提供藻種組成。 15. 感謝鈞長建議指正，遵照辦理並修正。 16. 感謝鈞長建議，期末報告會針對石蓴、紫菜與海帶三種海藻提出養殖採收之評估報告。
--	---

期末審查會議紀錄暨審查意見回覆

金門縣水產試驗所辦理「金門海域經濟藻類調查資源量與其生物技術保種之可行性評估計畫」委託專業服務之期末審查會議記錄表

壹、日期：102 年 11 月 14 日

貳、時間：上午 10 時 00 分

參、地點：本所二樓會議室

肆、主持人：柯代理所長逢樟

紀錄：謝蕙卉

伍、列席廠商：

國立臺灣海洋大學

陸、審查委員：

邱天火委員

巫文隆委員

柒、業務單位：

張寶仁課長

捌、委員審查意見：

一、邱天火委員意見：

1. 經濟藻類在本計畫涵蓋石蓴、長紫菜、海帶三種，是否還有未發現之品種？諸如除食用、藥用外，其他可提供之工業、化學等，此等物種可能更具有經濟價值。
2. 保種最佳的方式又能兼顧其遺傳性基因不致劣化，其優點考量因素繁殖快、數量多，最重要保種階段(過程)請補充。
3. 本案計畫目標其中之一要尋找適合海藻人工養殖海岸場地 2 至 3 處的標準如何？應切實分析舉例。因金門水試所會考量物力、財力、人力，才能擬定出具體可行性方案。

二、巫文隆委員意見：

1. 報告書之物種名稱前後要一致，同時要正確，避免混用。
2. 本文內容與參考文獻不一致，請修正且統一格式。
3. 第 7 頁，有關海帶在金門的評價，請提供參考依據。
4. 第 8 頁，計畫目的是資源量調查或是海藻調查？野外放養的點？九孔鮑或是翡翠九孔鮑？並請注意學名問題。
5. 第 9 頁，提及專利部分，此計畫是否會提供使用？
6. 第 10 頁，水域較深是多深？
7. 圖 2 及圖 3 為日文，請翻成中文，方便業務單位使用。
8. 圖 6 的 R.D.代表的意思為何？
9. 第 12 頁，光召集溫度請修正成光「照」「及」溫度。
10. 第 13 頁，第一行的文獻依據，請補充文獻。
11. 第 13 頁，海羊請修正海「洋」。
12. 第 14 頁與圖 6 的對應請標示。
13. 第 14 頁及第 11 頁的 sporophyte 的中文翻譯不同，請說明。
14. 第 16 頁，光度單位請確認；另 60W 照射的距離多遠？
15. 第 17 頁，低光度是多少？請補充數據。
16. 第 18 頁，3.海帶育苗技術(圖 9、A-F)請移至(1)藻類癒傷組織培養後面。
17. 結果與討論部分，寫法請注意。

18. 第 23 頁，石蓴絲狀體增重為” 2g 倍” 表示?中段依據前人研究，請寫參考文獻。
19. 第 24 頁，江志勤?培養於低溫環境，請補充說明。
20. 第 26 頁，海藻覆蓋率不高，請提供數據。另請說明與王(2008)結果不同的原因。
21. 第 35 頁，若水試所短期內無設備，應如何協助技術轉移?
22. 第 47 頁，金門地圖請標經緯度。
23. 圖 4 的 4、5 是否有誤?請確認。
24. 圖請加比例尺。

三、柯逢樟代理所長意見：

1. 金門紫菜有幾種?冬天是長型，與春天的是否為不同種。
2. 調查過程是否有看到銅藻?
3. 金門藻類出現最多是冬末開始，有發現石花菜嗎?有可能會被漁民挖走。
4. 石蓴在青嶼等有發現，在田埔有發現綠色的藻類，是否為石蓴?是否在潮池中?
5. 冬天地區紫菜、海帶培育，可否再給予協助?
6. 可否補充 11、12 月資料，讓資料更完整。

四、國立臺灣海洋大學回復意見：

1. 藻類最主要可發展成替代能源，目前已有專利，可協助與專利所有人來說明。
2. 藻類開採的點，可能以海中造林的發展方式。
3. 金門取得之海帶苗可能已有耐熱基因，待確認。
4. 海帶的大小不是主要的問題，只要量夠多、適口，即可發展。
5. 有關建議養殖區，紫菜部分建議卿與，但要注意泥質部分；海帶部分，新湖漁港適合避東北季風，復國墩漁民採收作業方便。
6. 有關錯誤部分會改正。
7. 文中「資源量」可能改成「覆蓋率」表示。
8. 紫菜專利部分，未在本計畫中使用。
9. 提供的協助沒有期限，但涉及專利部分會提供無爭議方式進行。
10. 地圖會補上經緯度。
11. 紫菜有至少 3 種。
12. 銅藻部分都是以漂浮方式來沿海。
13. 石花菜在調查過程中有發現，礁石上可能被漁民刮走，石花菜目前人工繁養殖仍未突破。
14. 田埔的綠色藻類可以以照片方式協助鑑種。
15. 11 月至明年 1 月資料會補齊。

玖、主席決議

本期末審查報告，請依審查委員意見修正，並以附於修正版本後，本案修正後通過。

期末報告審查意見回覆

五、邱天火委員意見： 1. 經濟藻類在本計畫涵蓋石蓴、長紫菜、海帶三種，是否還有未發現之品種？諸如除食用、藥用外，其他可提供之工業、化學等，此等物種可能更具有經濟價值。 2. 保種最佳的方式又能兼顧其遺傳性基因不致劣化，其優點考量因素繁殖快、數量多，最重要保種階段(過程)請補充。 3. 本案計畫目標其中之一要尋找適合海藻人工養殖海岸場地 2 至 3 處的標準如何？應切實分析舉例。因金門水試所會考量物力、財力、人力，才能擬定出具體可行性方案。	海洋大學回覆: 1. 感謝委員建議，目前經濟藻類的利用除了食用與藥用之外，另已開發部分海藻萃取其中之天然物質，應用在健康食品、化妝品、醫療等用途上。而本研究中所要培育的石蓴則是作為皺紋盤鮑的食物，未來如有大量的產量可考慮轉化成為生質能源的原料。 2. 感謝委員建議指正，保種階段已修正補充。 3. 感謝委員建議指正，經調查四處海岸潮間帶的海藻相，以田埔及峰上兩處海岸的藻類相較豐富，故暫不考慮將此兩處海岸規劃成海藻放養區域；青嶼近岸有大片沙地，可考慮於秋季以筏架方式作為長葉紫菜的養殖區域，但區域範圍的歸屬與水中含泥量須併入考量。復國墩則可選擇漁港另側之淺灣，作為石蓴苗繩放養地點。目前水試所的海帶繩放養以新湖漁港外海水深約 8 米的近岸海域，建議維持現狀。
六、巫文隆委員意見： 1. 報告書之物種名稱前後要一致，同時要正確，避免混用。 2. 本文內容與參考文獻不一致，請修正且統一格式。 3. 第 7 頁，有關海帶在金門的評價，請提供參考依據。 4. 第 8 頁，計畫目的是資源量調查或是海藻調查？野外放養的點？九孔鮑或是翡翠九孔鮑？並請注意學名問題。 5. 第 9 頁，提及專利部分，此計畫是否會提供使用？ 6. 第 10 頁，水域較深是多深？ 7. 圖 2 及圖 3 為日文，請翻成中文，方便業務單位使用。 8. 圖 6 的 R.D.代表的意思為何？ 9. 第 12 頁，光召集溫度請修正成光「照」「及」溫度。	海洋大學回覆: 1. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 2. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 3. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 4. 感謝委員建議指正，本計畫執行主要目的為提供保種技術，並針對近岸具經濟價值的海藻種類進行資源調查，以考慮未來這些保種海藻可放養之地點。放養地點已於上述回覆。另有關九孔鮑之正式中文名及學名已修正。 5. 感謝委員建議指正，文中所提及之石蓴養殖專利為本計畫主持人海大水產養殖系陳衍昌教授所擁有，未來有需要可再向陳教授提出技術轉移合作。而本計畫另以澎科大徐振

10.第 13 頁，第一行的文獻依據，請補充文獻。 11.第 13 頁，海羊請修正海「洋」。 12.第 14 頁與圖 6 的對應請標示。 13.第 14 頁及第 11 頁的 sporophyte 的中文翻譯不同，請說明。 14. 第 16 頁，光度單位請確認；另 60W 照射的距離多遠？ 15. 第 17 頁，低光度是多少？請補充數據。 16. 第 18 頁，3.海帶育苗技術(圖 9、A-F)請移至(1)藻類癒傷組織培養後面。 17. 結果與討論部分，寫法請注意。 18. 第 23 頁，石蓴絲狀體增重為” 2g 倍”表示？中段依據前人研究，請寫參考文獻。 19. 第 24 頁，江志勤？培養於低溫環境，請補充說明。 20. 第 26 頁，海藻覆蓋率不高，請提供數據。另請說明與王(2008)結果不同的原因。 21. 第 35 頁，若水試所短期內無設備，應如何協助技術轉移？ 22. 第 47 頁，金門地圖請標經緯度。 23. 圖 4 的 4、5 是否有誤？請確認。 24. 圖請加比例尺。	豐教授之原生質體養殖，作為本計畫之保種方式。 6. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 7. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 8. 感謝委員建議指正，R.D 代表減數分裂，已加入中文修正。 9. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 10. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 11. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 12. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 13. 感謝委員建議指正，遵照辦理並統一修正為孢子體。 14. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正光度單位。另 60W 光照距離為 25 公分。 15. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。因此處內容為一般性之基本保種方式敘述，故低光照的條件隨保種對象的不同而有差異。若以紫菜為例，建議低光照之光度應低於 $100 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-2}$。 16. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 17. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 18. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 19. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正錯字。 20. 感謝委員建議指正，遵照辦理並補充覆蓋率資料。與王(2008)調查結果有異的原因，是並未發現之前所記錄之藻種，可能與海岸泥質覆蓋礁石表面有關。 21. 感謝委員建議指正，有關石蓴、紫菜之種苗可隨時透過澎湖科技大學之徐振豐教授之種苗提供，另海帶之保種幼苗須置於低溫培養箱。待
--	---

	金門水試所購置相關設備即可移植保種幼苗。另可委請金門水試所同仁至澎湖科技大學或海洋大學學習保種技術。 22. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正地圖經緯度。 23. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。 24. 感謝委員建議指正，遵照辦理並修正。
七、柯逢樟代理所長意見： 1. 金門紫菜有幾種?冬天是長型，與春天的是否為不同種。 2. 調查過程是否有看到銅藻? 3. 金門藻類出現最多是冬末開始，有發現石花菜嗎?有可能會被漁民挖走。 4. 石蓴在青嶼等有發現，在田埔有發現綠色的藻類，是否為石蓴?是否在潮池中? 5. 冬天地區紫菜、海帶培育，可否再給予協助? 6. 可否補充 11、12 月資料，讓資料更完整。	海洋大學回覆: 1. 感謝柯代理所長建議指正，金門潮間帶的紫菜根據王(2008)僅記錄 1 種長葉紫菜(<i>Porphyra dentate</i>)。本研究則另外記錄了荷葉紫菜(<i>P. crispata</i>)與圓紫菜(<i>P. angusta</i>)兩種。但此兩種生長季節較短，尤其前者生活在高潮帶以上，未在調查樣框中出現。 2. 感謝柯代理所長建議指正，四處調查測站僅在峰上有見到漂流藻體，未見到附著於礁石上之藻體。另 5 月份之調查於北山海岸有見到部分銅藻漂流於近岸海面或被遺留在潮間帶。 3. 感謝柯代理所長建議指正，金門的海藻種類以五月最高。可見到小石花菜，但可見到漁民以鐵耙自礁石上刮除痕跡。石花菜並非生長於潮池中，而是低潮帶之礁石表面。 4. 感謝柯代理所長建議指正，待水試所提供相關照片後協助辨認。田埔之潮池中確實可見到石蓴。以五月較常見。 5. 感謝柯代理所長建議指正，澎科大徐振豐教授已應允會提供後續養殖相關協助。 6. 感謝柯代理所長建議指正，已規劃 11-12 月採樣時間，並於調查結束後提供完整數據資料。