

「經濟魚種調查暨海洋牧場示範區可行性先期評估」
成果報告

計畫主持人：張懿 副教授（成功大學/海洋科技與事務研究所）

執行單位：財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會

2019 年 11 月

摘要

金門海域主要經濟魚類多元但缺乏科學調查資料庫，且金門沿近海漁獲量逐年枯竭。本計畫為建立金門海域經濟魚類生物資料庫及研擬資源復育策略，遂結合金門縣水產試驗所研究船，進行定點刺網魚類生物採樣及單體牡蠣養殖實驗，分析站點間之魚類資源時空變動及評估建構海洋牧場之可行性。

計畫執行截至 2019 年 11 月止，生物採樣調查共建立有效物種樣本數 4792 筆，鑑定後確定記錄物種數共 179 種。金門周邊海域主要是以第三季(7-9 月)有較多之物種個體數，而經濟魚種方面，則以叫姑魚類(俗名春子)及尖頭曲齒鮫為主。生物歧異度指標顯示 4 月至 9 月為當地魚類歧異度較高季節，而均勻度則無明顯時空變化。

為了增加海洋魚類資源量，本研究於 2018 年 5 月起進行單體牡蠣養殖，實驗期間結果顯示，相較於當地傳統潮間帶插筴式牡蠣養殖，實驗組牡蠣之殼長體重關係式差異顯著，模式預測確立單體養殖方式可養成大體型牡蠣，而肥滿度相對高於對照組(增加 13%-84%)，顯示此區間環境適合牡蠣生長育肥。此外，本研究亦比較實驗場域中牡蠣養殖區與非養殖區之魚類聚集組成，水下攝影及蛇籠採樣結果顯示，單體牡蠣養殖區域聚集金錢魚、臭肚魚及蝦類等經濟魚種，且牡蠣養殖籠具上隨季節不同附著許多原生藻類及軟體生物，營造魚類友善棲息環境。新湖漁港外海實驗場域為例，進行單體牡蠣養殖之產量推估可達 35 公噸，預期可創造淨收入約 1,100 萬元。

馬尾藻研究方面，目前水試所以海上吊養方式養殖，在 2-3 個月短期間無法獲得產量與經濟效益。而在養殖期間，遭遇到颱風、海流、水中懸浮物質、其他附著生物等各種非人為因素，仍需要透過中央氣象局預報及隨機注意海面的變化，觀察藻體有脫落時，必要時移到室內養殖魚塭或室內養殖場，等海面狀況好在移出去，盡量減少馬尾藻苗的損失，以評估種苗效益需求。未來將著重於馬尾藻的

有性生殖技術之研發，以大量生產藻苗繩，為「海中造林」營造及增加海洋生物棲息環境場域。

綜上所述，單體牡蠣及藻類養殖為媒介不僅可明確提升牡蠣產量，更可聚集多樣海洋生物及魚介類，營造魚類棲地復育當地魚類資源，創造海洋牧場效益。因此，單體牡蠣養殖模式未來應積極導入當地，與潮間帶牡蠣養殖方式成為互補，不僅創造另一型式之牡蠣養殖產業，更能達到提升金門海洋漁業資源之目標。

目錄

摘要	I
目錄	III
圖目錄	V
表目錄	IX
一、 前言	1
二、 研究材料與方法:	11
2-1 金門周邊漁業調查生物熱點分析	11
2-2 圖鑑建立	14
2-3 海洋牧場建立可行性評估	15
2-3-1 單體牡蠣養殖試驗方法	15
2-3-2 前期單體牡蠣養殖試驗結果(2018年5月至2019年3月)	19
2-3-3 今年度單體牡蠣養殖改良(2019年5月至11月)	19
2-4 藻體研究(水試所提供)	22
2-4-1 水質調查與藻體採集:	22
2-4-2 馬尾藻基質前製作業:	23
三、 研究結果與討論	28

3-1 金門周邊漁業調查生物熱點分析成果	28
3-1-1 季別生物多樣性指數	38
3-1-2 金門沿海地區物種正名及圖鑑建立	45
3-2 單體牡蠣養殖成果	50
3-2-1 養殖實驗過程	50
3-2-2 養殖實驗數據	58
3-2-3 單體牡蠣養殖產量推估—以新湖漁港外海浮繩為例	67
3-3 藻體成果(水試所提供)	69
四、 結論與建議	71
4-1 金門周邊漁業調查生物熱點分析	71
4-2 海洋牧場可行性評估	73
五、 參考文獻	77
六、 期中審查意見回復	81
七、 期末審查意見回復	86

圖目錄

圖 1 2003-2017 年金門縣各漁業別產量變動圖	6
圖 2 2003 年漁獲物種組成(單位：公噸).....	7
圖 3 2017 年漁獲物種組成(單位：公噸).....	7
圖 4 海上牡蠣養殖之方式.....	8
圖 5 金門區漁會成功箱網培育約四十萬粒單體牡蠣.....	8
圖 6 刺網採樣測站分佈圖.....	12
圖 7 紀錄生物基礎參數.....	12
圖 8 進行生物圖鑑拍攝.....	14
圖 9 金門地區魚種圖鑑建立.....	14
圖 10 單體牡蠣養殖過程(本研究攝於 2018 年 5 月 28 日).....	17
圖 11 金門地區傳統插筴式養殖示意圖.....	18
圖 12 量測牡蠣左殼長示意圖(賴，2006).....	18
圖 13 比較實驗組與對照組殼長及體重關係(2018 年 5 月試驗至 2019 年 3 月).....	20
圖 14 各月份實驗組單體牡蠣左殼長及重量變化(2018 年 5 月試驗至 2019 年 3 月)	20
圖 15 單體牡蠣養殖籠內有發現龍鬚菜生成，吸引魚類覓食(右).....	21
圖 16 新式單體牡蠣養殖網.....	21
圖 17 金門潮間帶（翟山坑道、峰上）	22

圖 18 野生中國半葉馬尾藻 (<i>S.hemiphyllum</i> var. <i>Chinense</i>)	23
圖 19 中國半葉馬尾藻幼苗.....	23
圖 20 棉繩 (直徑 3 mm)	24
圖 21 黑格網 (孔徑為 1 cm)	24
圖 22 棉繩 (直徑 3 mm)	25
圖 23 棉繩 (直徑 3 mm)	25
圖 24 馬尾藻培育板.....	26
圖 25 暫養馬尾藻培育板.....	26
圖 26 海上吊掛馬尾藻苗繩.....	27
圖 27 海上吊掛馬尾藻培育板.....	27
圖 28 2017 年至 2019 年十大經濟物種與整體捕獲個體數比例圓餅圖.....	37
圖 29 2017 年至 2019 年金門海域生物多樣性指數歧異度指標 H' 季別空間分布情形.....	39
圖 30 2017 年至 2019 年金門海域生物多樣性指數均勻度指標 J 季別空間分布情形.....	42
圖 31 本研究建立之金門沿海物種圖鑑.....	45
圖 32 (A)單體養殖籠及(B)新式養殖網生長情形，(C)網具上覆滿麥桿蟲 (本研究攝於 2019 年 5 月 31 日).....	52
圖 33 (A)先將傳統插筴式養殖之牡蠣撥為單體(B)放入養殖網袋內(C)網口使用	

束帶封住(D)由水試所人員協同綁於外海藻繩上蓄養 (本研究攝於 2019 年 5 月 31 日).....	52
圖 34 大量藤壺及淡菜附於籠具上(本研究攝於 2019 年 7 月 4 日).....	53
圖 35 單體牡蠣表面附著淡菜(左)及扁蟲入侵(本研究攝於 2019 年 7 月 4 日).....	53
圖 36 水下攝影幼魚啄食網具上之附著物(本研究攝於 2019 年 7 月 4 日).....	53
圖 37 清除外部附著物(左)更新網具(右)(本研究攝於 2019 年 7 月 4 日).....	54
圖 38 水試所於 2018 年 11 月佈放之蚵串 (本研究攝於 2019 年 7 月 4 日).....	54
圖 39 8 月網具附著情形(A)為 7 月清除附著物之網具(B)為 7 月未取回上岸之籠具(本研究攝於 2019 年 8 月).....	54
圖 40 單體牡蠣生長情況(本研究攝於 2019 年 8 月).....	55
圖 41 (A)養殖網袋內發現蠕類(B)養殖裝置吸引魚苗駐足(C)養殖裝置外發現龍鬚菜的一種(本研究攝於 2019 年 8 月).....	55
圖 42 (A)單體牡蠣有蚵岩螺入侵之跡象(B)扁蟲(本研究攝於 2019 年 9 月).....	55
圖 43 (A)新式養殖網內發現臭肚魚苗以及(B)金錢魚(本研究攝於 2019 年 9 月).....	56
圖 44 (A)將插筴式牡蠣分為單體(B)單體牡蠣放入夾層網袋內(本研究攝於 2019 年 10 月).....	56
圖 45 水下攝影畫面(本研究攝於 2019 年 10 月).....	56
圖 46 蛇籠佈放以了解單體養殖網具附近之聚魚效果(水試所提供).....	57

圖 47 蛇籠捕獲金錢魚及臭肚(水試所提供).....	57
圖 48 單體牡蠣養殖網具內發現臭肚魚(本研究攝於 2019 年 11 月).....	57
圖 49 插筴式對照組 6 月至 11 月成長參數變化圖.....	59
圖 50 單體牡蠣養殖籠實驗組 6 月至 8 月成長參數變化圖.....	59
圖 51 新式單體牡蠣養殖網 6 月至 11 月成長參數變化圖.....	60
圖 52 不同組別各月份平均成長參數變化圖.....	61
圖 53 對照組牡蠣左殼與體重關係圖.....	62
圖 54 實驗組_單體養殖籠牡蠣左殼與體重關係圖.....	63
圖 55 實驗組_新式單體養殖網牡蠣左殼與體重關係圖.....	63
圖 56 肥滿度之施作(A)濕肉(B)乾肉.....	66
圖 57 單體牡蠣養殖產量推估.....	68
圖 58 網路銷售平台廣島牡蠣售價:(a)馬祖魚鋪 460 元/公斤(b)松果購物 480 元/ 公斤.....	68
圖 59 海上栽培 1 個月後，馬尾藻苗繩均無生長.....	69
圖 60 海上栽培 1 個月後，馬尾藻培育板均無生長.....	70
圖 61 金門物種基礎生物資料庫.....	72
圖 62 冷休克處理技術實驗結果.....	74

表目錄

表 1 2017 年金門金門縣漁業別產量產值統計表.....	4
表 2 2017 年金門縣主要魚類生產量統計表.....	5
表 3 比較 2003 年前 5 大物種與 2017 年漁獲之變化(單位；公噸).....	6
表 4 目標海域測量之水質基礎數據.....	22
表 5 測站經緯度.....	29
表 6 金門作業海域樣本蒐集紀錄魚種中文名(金門俗名)及學名.....	30
表 7 2017 年至 2019 年各測站季別捕獲魚介貝類個體數(單位：尾).....	34
表 8 2017 年至 2019 年各季捕獲主要物種(單位：尾).....	35
表 9 2017 年至 2019 年十大經濟魚種季別個體數(單位:尾).....	36
表 10 對照組模式摘要與參數估計值.....	64
表 11 單體牡蠣養殖死亡率.....	65
表 12 對照組與實驗組肥滿度 CI 比較表.....	66
表 13 單體牡蠣養殖產量試驗空間點位(水試所提供).....	67
表 14 觀察不同生物出現時間.....	76

一、前言

金門沿岸魚類調查較有系統之文獻可追溯至 1990 年楊鴻嘉編輯的「金門沿海魚介類圖說」，爾後金門國家公園管理處於 2001 年委調查縣內河口及淡水魚類，共紀錄魚類 25 科 39 屬 47 種，其中純淡水魚有 8 科 13 屬 13 種。2013 年則再委託執行金門潮間帶底棲生物調查，於慈湖潮間帶共紀錄 10 科 16 種魚類，15 科 29 種底棲生物。前述調查聚焦於沿岸河口棲地之生物多樣性調查，但對於經濟魚類資源之時空分佈或變動尚無深入探討。

根據漁業署 2017 年統計年報得知(表 1)，金門縣漁獲年產量 220 公噸，其中產量最大宗者為淺海養殖(77 公噸)，近海刺網(65 公噸)次之。而金門縣主要魚類產量統計顯示(表 2)，牡蠣(77 公噸)最多，次要種類有石首魚類(34 公噸)、鰻科(21 公噸)、鱸魚(20 公噸)及其他甲殼類(12 公噸)等。金門地區漁業統計數據分為近海漁業、海面養殖、沿岸漁業及內陸養殖，比較漁業署提供最早之 2003 年漁獲統計年報得知(圖 1)，該年度金門縣沿近岸漁業合計產量為 642 公噸，然而資料顯示當時牡蠣養殖產量高達 223 公噸(表 3)，佔全體漁獲產量的 1/2。至 2017 年漁獲總量降為 220 公噸，淺海養殖(牡蠣)則降為 77 公噸，可見金門縣沿近海漁業產量明顯銳減，牡蠣養殖仍貢獻 1/3 以上之產量。2003 年紀錄的魚種共 29 種(圖 2)，於 2017 年之統計年報共記錄 27 種(圖 3)。漁獲量與物種下降可能與中小型拖網漁業沒落有關，而漁業資源與漁業型態改變，亦是影響金門漁村發展的重要課題，值得相關單位關注。

為了增加海洋魚類資源量，1974 年日本首創以種苗放流的方法期待增加漁業資源。日本學者 Matuda(1992)研究指出，雖然種苗放流後的數年增加了漁獲量，但考量投入的成本與種苗存活率，並未達到增加經濟效益的目標。2000 年後許多研究指出，海洋牧場的成功不只是將各種不同的魚介貝類種苗後放流至開放水域，更要同時兼顧棲地生態系的復育(Mustafa et al., 2004; Bell et al., 2008)。

法國於 1995 年起利用沿海放養貽貝，藻類附著於貽貝養殖設施，營造多元棲地環境，不僅直接提高貝類收穫量，更間接提高其他魚類產量(Alban and Boncoeur, 2008)。

在臺灣與金門地區，海上貝類養殖最大宗的物種是牡蠣，然而，金門當地的傳統養殖方式生產的牡蠣個體較小，殼長通常小於 10 公分，因此產業競爭力不高。國內餐飲市場碳烤牡蠣盛行，個體大於 10 公分的帶殼單體牡蠣行情上漲，每台斤售價介於 50-80 元之間，其利潤超過傳統蚵串收購價格(平均每台斤 20-25 元)。而國內亦有業者自日本、韓國及澳洲等地進口單體牡蠣，每台斤市場價格約在 150-180 之間，每年進口約 2500 多噸的單體帶殼牡蠣，產值約 1 億新台幣(戴仁祥、葉信利，2017)。

單體牡蠣養殖是指牡蠣發育從附著的稚貝階段開始，經人工方式使稚貝單顆分離，再以籠具或適當容器蓄養，提供充足空間供牡蠣個體持續生長。形成單體牡蠣的方式主要有兩種，一是物理方法，在牡蠣苗附著後，以人工或機械方式將苗從附著基取下繼續蓄養；其二是化學方式，以人工繁殖於眼點幼生階段加入藥物(腎上腺素等)，使幼生不附著而直接成單顆狀態成長。(戴仁祥、葉信利，2012)

根據 Doiron (2008)指出，加拿大 New Brunswick 地區，單體取苗為物理方式，養殖期間其密度將會限制成長，必須階段性分篩並增加籠具，而適合海上牡蠣養殖之方式有二，分別為延繩養殖及燈籠網(圖 4)。金門區漁會於 2004 年由臺灣引進單體牡蠣，此單體幼苗為臺灣水產試驗所研發，並成功以塑膠箱形式養殖成功，培育大型單體牡蠣(圖 5)。本研究於 2018 年度訪談當時參與養殖之漁民得知，該次養殖雖然成功，但後期因颱風影響而損失，而且當時養殖過程是由化學方式取得殼長約 1cm 的 3 倍體人工苗，放入較密的籃子後結附海上蓄養，但籃子過密而容易附著其他海洋生物而不利牡蠣成長，因此必須定期將籃子取出上岸清洗，再視個體成長情況，將大體型的牡蠣再分裝至新籃子。漁民認為整體而言，單體牡蠣養殖是金門極具潛力的養殖產業，但過去的養殖模式不適

合當地漁民，原因在於金門無法生產人工單體牡蠣苗，再者，定期清洗籃子附著物及分裝程序需要大量人力，對人口老化及漁業缺工的金門是最大挑戰，因此，該項單體牡蠣養殖僅於過去執行一次。

臺灣本島牡蠣養殖亦有相同經驗，根據余廷基及施志民(1994)比較單體牡蠣及傳統平掛式養殖之經濟效益，其中最大之差異為，單體牡蠣養殖節省剝肉工資並且提高牡蠣本身之價值，雖養殖期程較久，但平均利潤仍高於一般傳統養殖。因此，行政院水產試驗所多年來亦致力於單體牡蠣育成，2017年與台西鄉蚵農合作養殖，成功養出生蠔級的「黃金生蠔」，個體殼長介於12-15公分，若未來進入量產，將可帶動傳統漁業新契機(張朝欣，2017)。該項養殖過程是挑選大個體之2倍體牡蠣進行繁養殖，再於實驗池中放入傳統空殼蚵串進行人工附苗，幼苗附著成功後再交由漁民移至海上蓄養。該方法有別過去3倍體單體養殖方式，考慮漁民操作習慣仍保持傳統方法，但可獲得較大牡蠣個體。然而，隨著水產試驗所研究人員退休而無法持續提供漁民所需的人工蚵苗，該項養殖方式已終止。

綜上所述，金門地區的漁業資源持續下降，牡蠣養殖將是維持當地漁業經濟的發展重點，然而，養殖模式必須克服上述人工育苗及繁瑣的中間育成操作方式；此外，若要有效提昇當地漁業資源，必須配合棲地營造，才能提升環境生態系的穩定。因此，本研究將以牡蠣做為媒介，改良海上單體牡蠣養殖模式，藉由牡蠣養殖設施吸引魚群，不僅直接創造牡蠣養殖效益，更期望營造真正的海洋牧場。為此，本研究將先確立金門周邊海域漁業資源多樣性及空間分佈，以利漁業管理策略規劃，再與牡蠣養殖區域進行比對，評估海洋資源之差異。計畫研究目的有三：

1. 建置金門周邊經濟魚種生物資料庫及分析物種多樣性。
2. 主要經濟魚種基礎生物學分析。
3. 選擇特定海域進行單體牡蠣養殖實驗，評估海洋牧場可行性。

表 1 2017 年金門金門縣漁業別產量產值統計表

金門縣漁業別產量產值統計表		
漁業別	產量(公噸)	價值(千元)
近海中小拖網	13	2,484
近海刺網	65	10,489
沿岸刺網	41	6,995
沿岸一支釣	3	12,737
淺海養殖	77	27,331
鹹水魚塢	16	6,519
淡水魚塢	5	463
總計	220	67,030

(資料來源: 漁業署 2017 年漁業統計年報)

表 2 2017 年金門縣主要魚類生產量統計表

魚類產量統計表			
魚類別	產量(公噸)	魚類別	產量(公噸)
牡蠣	77	真鯛	3
石首魚	34	馬鮫科	2
鱸科	21	黃背牙鯛	2
鱸魚	20	鯖科	2
其他甲殼類	12	馬加鱈	1
凡納對蝦	9	遠海梭子蟹	1
鯊魚類	8	黑棘鯛	1
其他鯛	6	鰻	1
鎖管	4	帶魚屬	1
其他海水魚	3	刺鰩	1
總計：220			

(資料來源：漁業署 2017 年漁業統計年報)

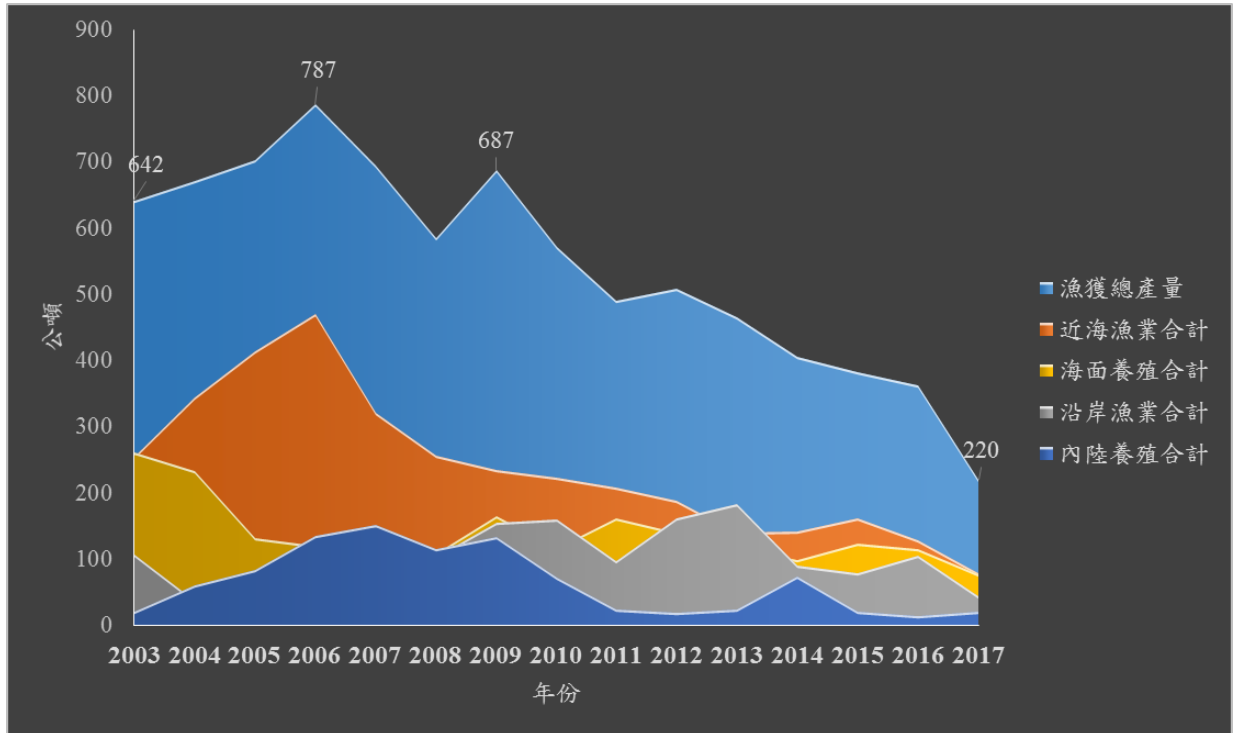


圖 1 2003-2017 年金門縣各漁業別產量變動圖

(資料來源: 漁業署漁業統計年報)

表 3 比較 2003 年前 5 大物種與 2017 年漁獲之變化(單位: 公噸)

年分	2003	2017
牡蠣	223	77
石首魚	61	34
其他魚類	44	3
文蛤	38	
真鯛	29	3

(資料來源: 漁業署漁業統計年報)

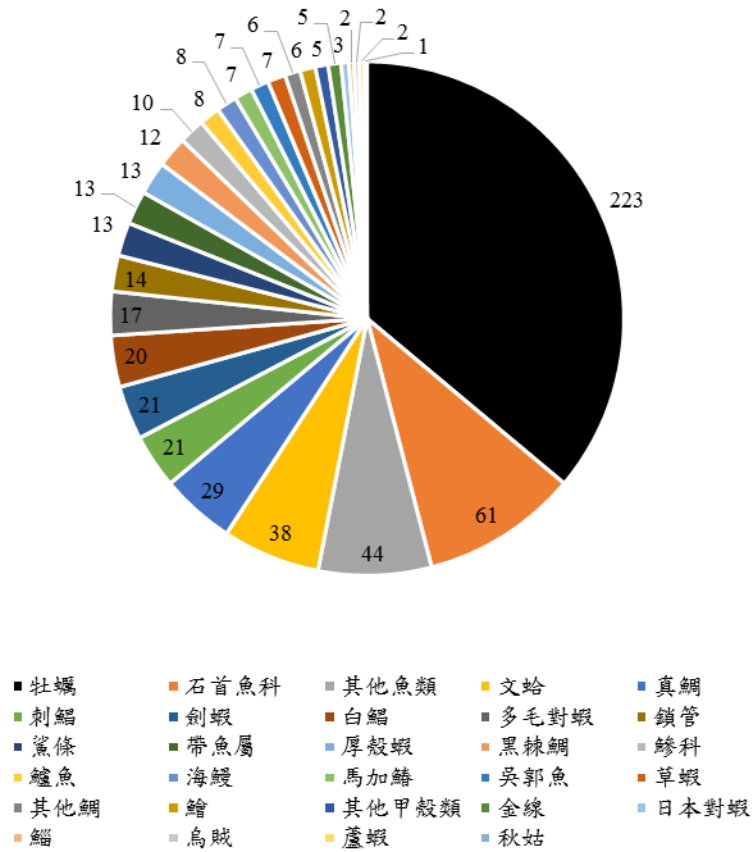


圖 2 2003 年漁獲物種組成(單位：公噸)
(資料來源：漁業署漁業統計年報)

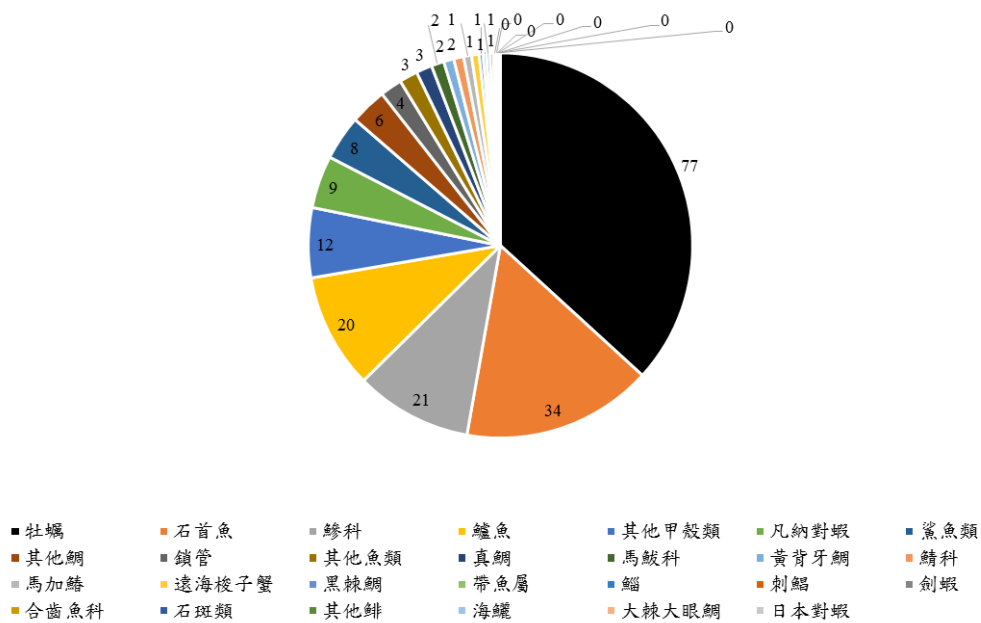


圖 3 2017 年漁獲物種組成(單位：公噸)
(資料來源：漁業署漁業統計年報)

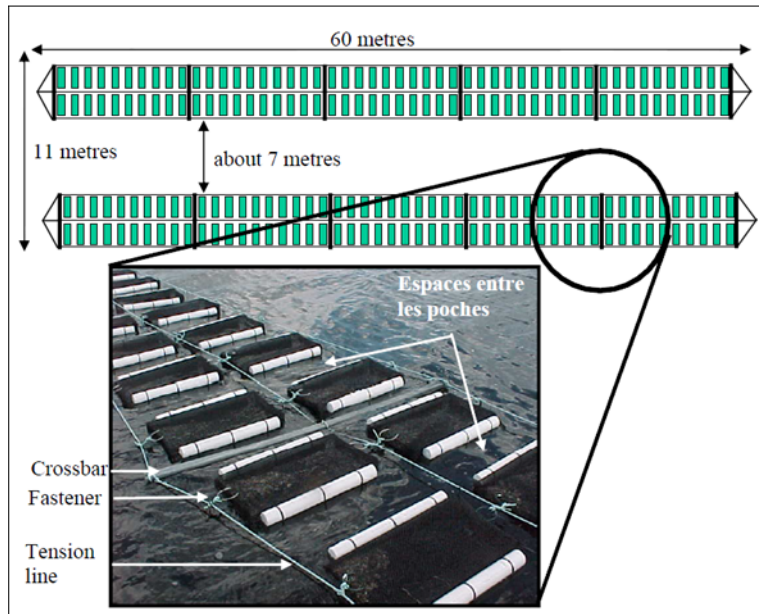


圖 4 海上牡蠣養殖之方式
(圖片來源: Doiron, 2008)



圖 5 金門區漁會成功箱網培育約四十萬粒單體牡蠣
(圖片來源: 金門日報, 2004)

藻類廣泛存在於全世界的海洋與淡水環境中，是天然水域主要基礎生產者，也是食物鏈中重要的一環。在擁有地球 70 % 面積且資源豐富的海洋生態系統內，海藻透過光合作用吸收二氧化碳、生產氧氣、改善水質對其生態平衡與穩定具重大影響力（黃，2006）。它們更是許多海洋動物之食物，同時又是棲息、產卵和避難的處所，對沿岸漁業資源之保育有極大貢獻（江永棉，1990）。除此之外，海藻本身富含維生素，營養物質及功能性生理活性物質，可應用於食物、飼料、肥料、醫藥、食品添加、提煉海藻膠及替代能源等，是頗具開發潛力之資源（黃，2003；Bénédicte et al., 2018）。

海藻分布甚廣，寒帶至熱帶均可發現海藻的蹤跡，主要生長區域是潮間帶到亞潮帶區域。我國藻類資源豐富，又因地理位置不同，海藻群落分布也不同，熱帶海藻多出現在小琉球、綠島與蘭嶼，亞熱帶海藻分布主要在北海岸。熱帶和亞熱帶的海藻種類可在澎湖群島、龜山島等地發現（Chang and Tseng, 2010）。目前台灣確定的海藻種類約 600 種（Lewis and Norris, 1987；江等，1990；黃，2003），其中澎湖紀錄種約有 108 種以上（徐等，2011）。

近期金門較為完整的海藻種類與分布資料，是由王瑋龍教授（2008）與海洋大學藻類研究中心陳衍昌教授（2013）等團隊進行金門沿岸海藻資源的調查報告，結果發現在潮間帶採樣區分別記錄了 57 與 28 種海藻。金門海藻資源除應就原海藻棲地予以保育，以維持沿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。鑒於此，為著重生態與兼顧生物多樣性，可藉由藻類人工育種與養殖或栽培建立人工藻場等方式，促進海洋資源的永續發展。

海藻是海洋環境中的重要基礎生產者，大面積的藻場或海藻林，可作為各種海洋生物的棲息場所，並可作為食物來源，可以吸引眾多海洋生物覓食與棲息，是海洋生物重要的產卵場與棲息躲避場所，除了天然形成的藻場外，亦可以人為方式產生人工藻場。目前金門的人工藻場是以海帶為主，但受海水溫度影響只限冬、春兩季，無法整年度皆有藻場，為建立連續性之藻場，必須採用適合夏、秋兩季養殖之藻種。2014 年金門縣水產試驗所委託國立澎湖科技大學團隊執行海

藻保種技術及金門海域海藻物種相之調查研究，共發現 4 門 23 科 46 種海藻，綠藻 5 科 14 種，褐藻 5 科 9 種，紅藻 11 科 21 種，藍綠藻 2 科 2 種，這些藻類中，馬尾藻在夏、秋季皆有發現蹤跡，故本計畫擬使用馬尾藻作為目標藻種，另為避免外來種入侵影響本地生態環境，故僅使用本地品種海藻作為人工藻場之主要藻種來源，以期達到海洋生物多樣性之目的。

二、 研究材料與方法:

2-1 金門周邊漁業調查生物熱點分析

由於金門海域之主要經濟魚類多元且尚無完整資料庫，本研究根據前述漁業統計年報主要漁獲種類及 2017 年度之調查結果，特定義本計畫所調查之金門縣主要經濟魚類包含下列十種：白鯧(*Stromateidae spp.*)、大黃魚(*Larimichthys crocea*)、小黃魚(*Larimichthys polyactis*)、馬加鱈(*Scomberomorus spp.*)、黃鰭棘鯛(*Acanthopagrus latus*)、黑棘鯛(*Acanthopagrus schlegelii*)、四絲馬鮫(*Eleutheronema spp.*)、日本花鱸(*Lateolabrax japonicus*)、叫姑魚(*Johnius spp.*)及沙條(包括尖頭曲齒鮫(*Rhizoprionodon acutus*)，條紋狗鯊(*Chiloscyllium plagiosum*)、沙拉真鯊(*Carcharhinus sorrah*))等。計畫執行將結合金門縣水產試驗所研究船，進行定點刺網魚類生物採樣，分析站點間之魚類資源分佈與季節變動。採樣方式以三層刺網二張結附一起(每張網約 2 公尺高 200 公尺長，中間網目 2.4 吋，外層網目 7.8 吋)，結附浮球以底刺網方式作業，放置約 1 小時後收回，並觀察漁獲種類。採樣頻率為每樣點每月採樣一次，採樣點位如圖 6 所示，再進行季別魚類資源熱點動態分析。漁獲物帶回工作站後再進行鑑種及成長參數量測(圖 7)。

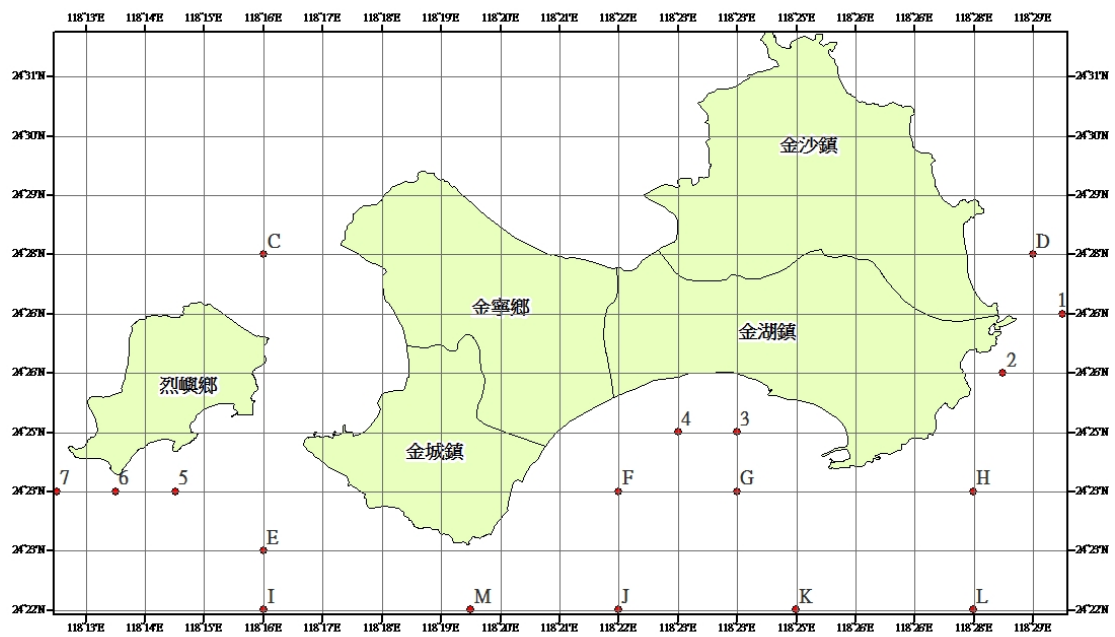


圖 6 刺網採樣測站分佈圖



圖 7 紀錄生物基礎參數

樣本生物學參數量測則以記錄每一種魚之種名(及中文名)、體長、體重。如有上述十大主要經濟魚種，將另行解剖量測生殖生物學參數，包含去內臟重、肝重、生殖腺重及性別判斷。逐步建立相關漁業生物資料，並保留生殖腺組織。非經濟魚種將判定正確種名後，拍攝高解析影像，做為未來建立圖鑑之用。量測後之所有魚體及經濟物種之生殖腺組織交由水產試驗所全權處理。

利用前述海上調查結果建置地理資訊系統 GIS 資料庫，計算各季生物歧異度指標及均勻度指標等，以究明魚類資源熱點之生物多樣性分佈，計算公式分別如下：

1. 歧異度(diversity)指標主要用於比較同一地區物種群聚結構在不同時間上的變化，或在同一時期不同地區間物種組成之差異，本研究以常見之Shannon and Weaver (1963)多樣性指標 H' 來估計，計算公式如下：

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \times \log_2 P_i \quad P_i = \frac{n_i}{N}$$

H' ：歧異度指標

N ：該測站所有物種之數量

n_i ：種類 i 於該測站之數量

s ：該測站物種種類數

2. 均勻度指標 Evenness (Pielous, 1966)，主要是指物種間數量的接近程度，若均勻度指數越高，則表示生物在各種類的數量分佈越均勻，計算公式如下：

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad H'_{\max} = \log_2 S$$

H' ：Shannon diversity index

S ：該測站物種種類數

再以空間分析模組進行漁獲量內插 (Kriging Interpolation) 分析魚類資源熱點，據此確立其時空變動。

2-2 圖鑑建立

經濟魚種將判定正確種名後，拍攝高解析影像，做為未來建立圖鑑之用，本研究室使用 canon700D 單眼相機，配合 T5 燈光架進行拍攝(圖 8)，魚體的樣本利用蟲針進行展緒固定後方可拍攝，本實驗不使用福馬林進行緒條固定，希望可以減少傳統樣本處理方式對於環境所造成的汙染。回至研究室後，透過 Adobe photoshop lightroom5 進行光影調整、去除蟲針遮蔽及去背景處理，建立物種圖資庫(圖 9)。



圖 8 進行生物圖鑑拍攝

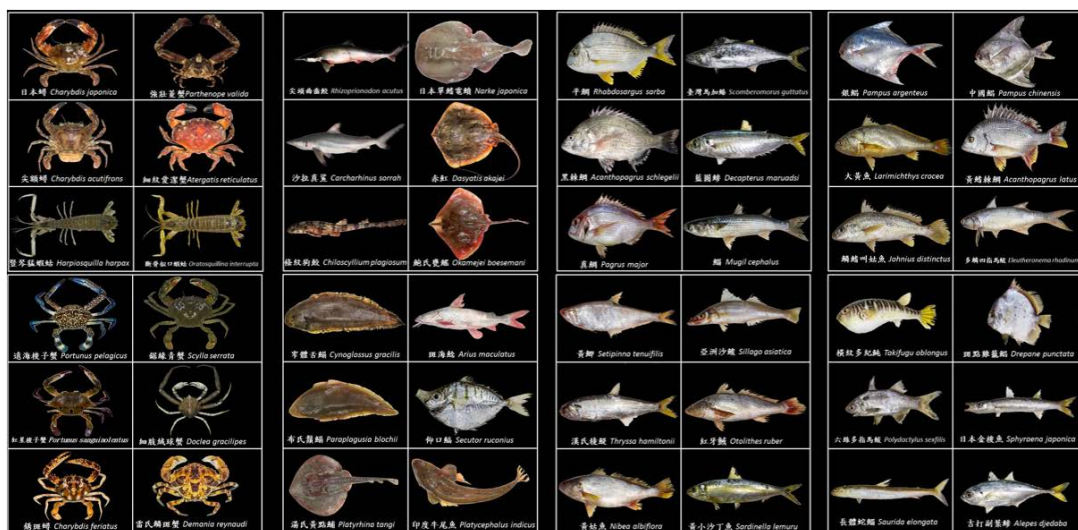


圖 9 金門地區魚種圖鑑建立

2-3 海洋牧場建立可行性評估

2-3-1 單體牡蠣養殖試驗方法

本研究於 2018 年 5 月進行第一次單體牡蠣放養，養殖方式如圖 10，首先將蚵串分為單體後，進行一個月一次之量測，實驗組塑膠籠尺寸為長寬高 60*50*8cm，每籠隨機抽樣 30 顆進行殼體參數測量，本次試驗共放置 5 組塑膠籠，並於每月購買一般養殖方式(插筵式，如圖 11)之牡蠣進行對照組之殼體參數量測(與實驗組相同抽樣 30 顆)。估算其成長曲線，探究轉型海上牡蠣殖之經濟效益及可行性。

根據楊(2012)指出，牡蠣生長狀況藉由調查牡蠣殼體測定、牡蠣死亡率及肥滿度等進行評估分析。根據 2018 年試驗結果得知，單體養殖成長速度較一般養殖方式快，但發現隨季節更替，藤壺、扁蟲及蚵岩螺入侵容易造成牡蠣死亡，故今年將採加深牡蠣養殖深度至水面下 2 米，並設計新型網具進行試驗比較。本研究預計每月進行乙次之採樣(肥滿度則為 1 季乙次)，彙整上述牡蠣成長參數測定，其參數包括左殼之殼寬及殼重，其詳細方法如下所述。

1. 牡蠣殼體測定：

牡蠣為軟體動物門雙殼綱，主要由左右兩殼組成，右殼稱上殼，小而扁平，形似蓋狀，左殼稱下殼，較大而深。楊(2012)指出牡蠣的殼體成長比例以左殼先長，而本研究上年度(107)之量測結果與文獻一致，牡蠣殼體成長表現以左殼大於右殼大於殼寬大於殼高，故未來後續分析將藉由左殼長及殼重進行相關分析。量測方式利用游標卡尺測量其長度(圖 12)，左殼長為牡蠣殼蓋兩點距離最長處(賴，2006；楊，2012)。

2. 牡蠣死亡率：

將每個月在不同地區所採集牡蠣分別進行牡蠣空殼計數，而牡蠣空殼之定義，以牡蠣中開殼者為主。牡蠣死亡率計算如下式。

$$\text{牡蠣死亡率}\% = (\text{牡蠣空殼數} / \text{牡蠣個體數}) \times 100\%$$

3. 牡蠣肥滿條件指數 CI 值(Condition Index)：

由於肥滿度之測量需要將牡蠣剝開，避免因採樣頻率過高造成實驗組總量過少，故採樣頻率調整為每季採樣乙次。牡蠣之肥滿度量測之操作步驟為，先以紙巾擦拭牡蠣多餘水分，接著秤其總重；剝開牡蠣，量測肉重；再使用烘箱以 80°C 烘乾 48 小時，取出後放置乾燥器皿冷卻，以秤量得乾重；由總重扣除組織濕重得殼重，而其肥滿度計算方式如下式：(賴，2006；楊，2012；盧，2012)

$$\text{牡蠣肥滿度 CI} = \frac{\text{牡蠣軟體組織乾重(g)} \times 1000}{\text{牡蠣殼重(g)}}$$



圖 10 單體牡蠣養殖過程(本研究攝於 2018 年 5 月 28 日)

(A)將蚶串分為單體，量測後置入單體籠內，(B)水試所船員協助掛於(C)藻繩上



圖 11 金門地區傳統插筴式養殖示意圖
(資料來源：金門縣海洋教育資源中心)

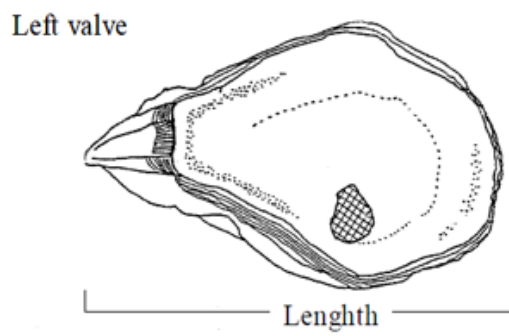


圖 12 量測牡蠣左殼長示意圖(賴，2006)

2-3-2 前期單體牡蠣養殖試驗結果(2018 年 5 月至 2019 年 3 月)

根據去年本研究於金門之單體牡蠣養殖研究結果(圖 13)，實驗組單體牡蠣左殼及重量之分析，其成長曲線方程式為 $y = 4.1862e^{0.0301x}$ ，成長速率為 0.0301；對照組 $y = 4.0931e^{0.0271x}$ ，成長速率為 0.0271。相比實驗組及對照組，可以更明顯看出實驗組之成長速率高於對照組。圖 14 為本研究於 2018 年 5 月開始架設單體牡蠣養殖所記錄之牡蠣左殼長及重量變化，以時序列來看，殼長與重量成正比關係，5-9 月海水較暖牡蠣成長較快速，10 月開始入秋後，成長較緩慢並趨於穩定。以新湖漁港外海浮繩為例，進行單體牡蠣養殖之產量推估，產量約可達 35 公噸，該數據可供未來在實際作業上，相關產量提供重要的參考依據。

去年架設單體牡蠣養殖實驗後，實驗過程中發現藤壺、扁蟲及蚵岩螺之入侵有季節上之差異，藤壺主要出現於架設實驗後 6 至 9 月期間；扁蟲於 10 月開始大量出現至最後一次 11 月之採樣仍有其蹤跡；蚵岩螺則於 8 月及 11 月時出現，主要發現時已造成牡蠣殼體有孔洞。

另外本研究去年養殖試驗期間，發現籠內有龍鬚菜之附著，並觀察到有魚類正在覓食之現象(圖 15)，代表海洋牧場雛形之產生，未來不僅可提供單體牡蠣直接收成，更可間接型成漁場供一支釣業者利用。

2-3-3 今年度單體牡蠣養殖改良(2019 年 5 月至 11 月)

前期實驗已掌握不同牡蠣養殖籠具之優缺點，故本年度設計新式養殖網，以塑膠網片及聚氯乙稀管材縫製而成，相較於先前之設計有更多孔洞，以利內外水體之交換增加牡蠣濾食效益。新增之牡蠣養殖網如圖 16 所示，中蚵撥離後置於網中，每月量測蚵體之殼長及重量。本研究預計將放置 10 串，每串 3 層，進行養殖試驗，並同步比較去年養殖籠與新式養殖網之成長差異。

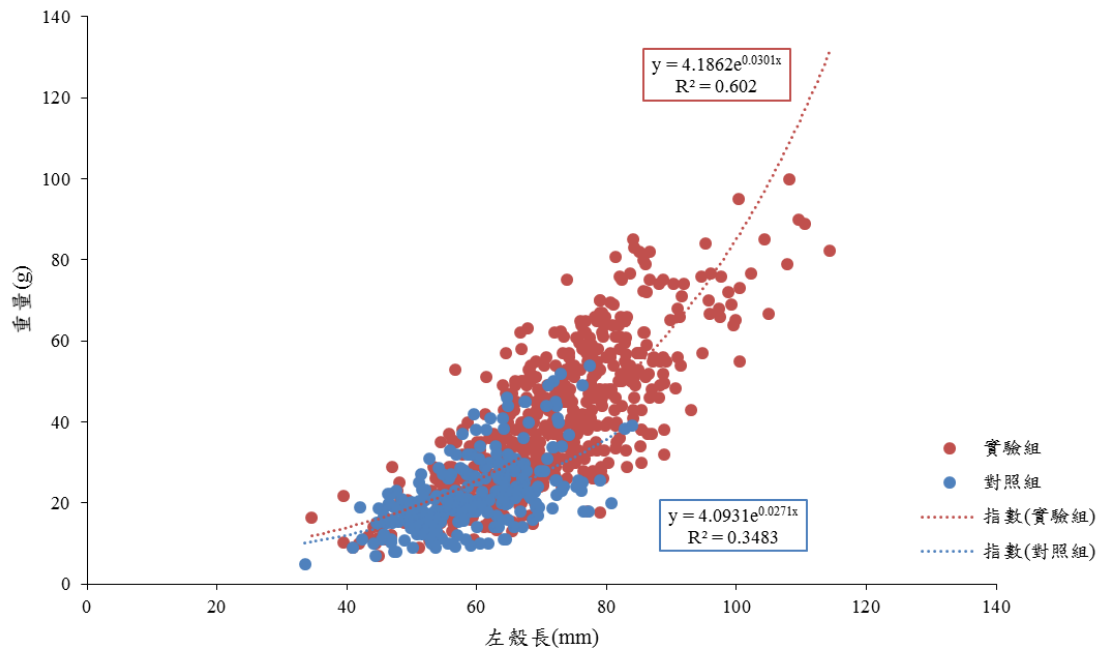


圖 13 比較實驗組與對照組殼長及體重關係(2018 年 5 月試驗至 2019 年 3 月)

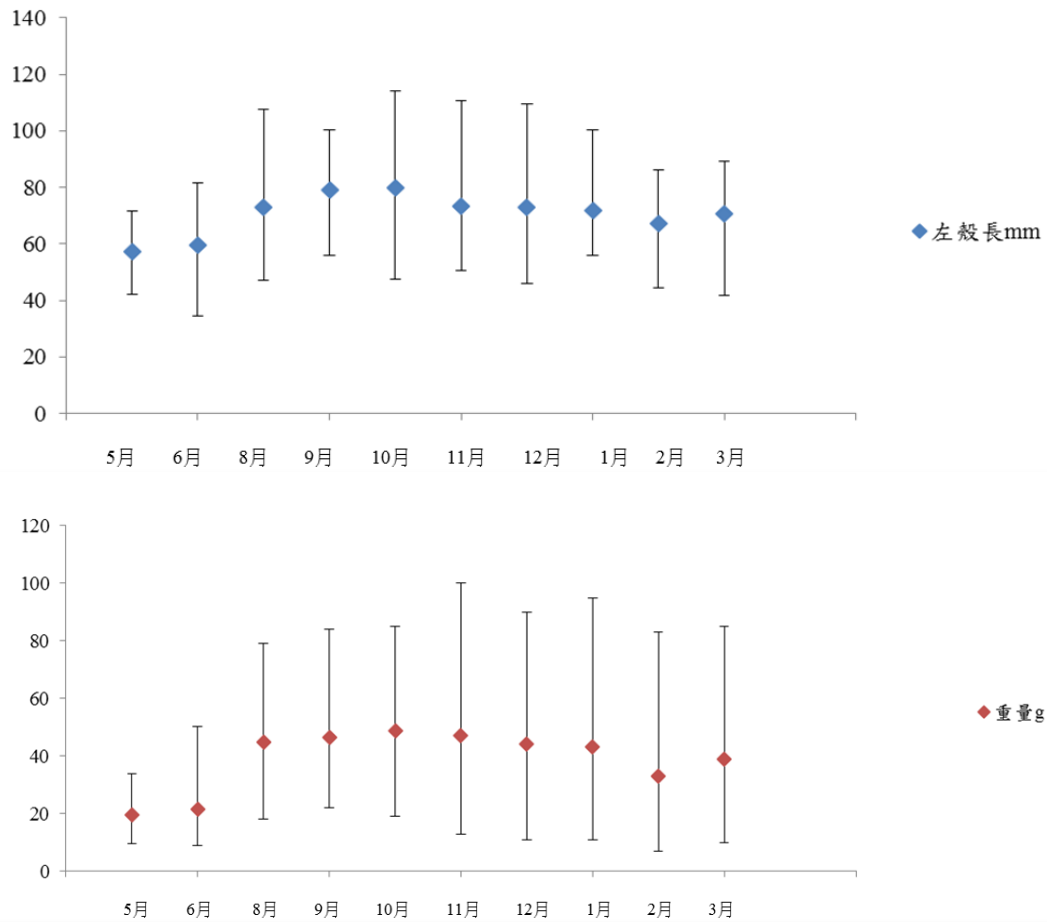


圖 14 各月份實驗組單體牡蠣左殼長及重量變化(2018 年 5 月試驗至 2019 年 3 月)



圖 15 單體牡蠣養殖籠內有發現龍鬚菜生成，吸引魚類覓食(右)



圖 16 新式單體牡蠣養殖網

2-4 藻體研究(水試所提供)

2-4-1 水質調查與藻體採集：

為順利執行計畫，擬於春、秋季進行基礎水質調查，以檢測目標海域之水溫與鹽度表 4，並作為養殖目標藻種之環境數據。由於目標海域之水質數據適合使用馬尾藻，因此在 7-10 月至潮間帶（翟山坑道、峰上）採集中國半葉馬尾藻（*S.hemiphyllum* var. *chinense*），在礁岩上採集天然野生的藻體，採集完畢帶回金門水產試驗所進行實驗前處理，放置於圓型 1 噸 FRP 桶內，每分鐘流量 50 L 流水式蓄養，以避免藻體於密閉空間釋放多酚而導致死亡，暫養條件為天然海水及自然光照(圖 17 至圖 19)。

表 4 目標海域測量之水質基礎數據

鹽/溫度 季節	鹽 度	水 溫
春季	30.1 psu	平均 15.7°C
秋季	30.6 psu	平均 29.6°C



圖 17 金門潮間帶（翟山坑道、峰上）



圖 18 野生中國半葉馬尾藻 (*S.hemiphyllum* var. *Chinense*)



圖 19 中國半葉馬尾藻幼苗

2-4-2 馬尾藻基質前製作業：

使用棉繩、束帶及一卷黑格網（孔徑 1 cm）自製馬尾藻附著基質。裁剪一條棉繩約 3 公尺長，組成正方型網片（長 20 cm×寬 20cm）；該上下層網（孔徑 1 cm）以 PE 材質所製的塑膠方格網覆蓋之養殖模組構造，將兩片重疊並以束帶固定網片並作為固定塑膠網片之作用(圖 20 及圖 21)。



圖 20 棉繩（直徑 3 mm）



圖 21 黑格網（孔徑為 1 cm）

1. 馬尾藻藻苗繩前製作業：

將裁剪 3 公尺長的棉繩（直徑 3 mm），採用夾苗法將中國半葉馬尾藻（*Sargassum hemiphyllum* var. *chinense* J.Agardh）的藻苗繫於藻繩上，並將馬尾藻幼苗進行夾苗至棉繩繩股間，每 10 公分將馬尾藻幼苗夾至棉繩內，每 1 條藻繩平均 30 株幼苗【7 月：45 公尺（馬尾藻幼體 2,250 株）與 10 月：60 公尺（馬尾藻幼體 1,800 株）】。馬尾藻幼苗附著器夾苗至棉繩間繩股間，附著器要露出棉繩外，以利生長並確保種苗不易脫落【圖 22 及圖 23】。



圖 22 棉繩（直徑 3 mm）



圖 23 棉繩（直徑 3 mm）

2. 馬尾藻培育板前製作業：

將馬尾藻幼生葉狀體的附著器夾至繩股間隙後露出附著器，即完成馬尾藻苗繩，以利使藻體能攀附至棉繩能快速生長。備妥黑格網（20 cm × 20 cm）做為馬尾藻苗繩之組合培育板之海上栽培試驗。黑格網（20 cm × 20 cm）與前製作業夾好的馬尾藻苗繩，將馬尾藻藻繩捆繞在黑格網片上，並以尼龍札線帶固定藻繩，即完成馬尾藻培育板【8 月：30 公尺（馬尾藻幼體 1,550 株）】。製作完成十組馬尾藻培育板，蓄養至 1 噸 FRP 桶內，隔日觀察藻體之生長情形【圖 24 及圖 25】。



圖 24 馬尾藻培育板



圖 25 暫養馬尾藻培育板

3. 馬尾藻藻苗繩與培育板海上栽培試驗：

實驗用馬尾藻藻苗繩與培育板置入 2L 整理箱內，在移送過程中，用塑膠袋蓋住，防止藻體脫水死亡，製作好的兩組馬尾藻藻苗繩與培育板運送至新湖漁港港口，在港口的水試所參號船筏上進行拆苗繩作業。執行人員將馬尾藻繩合併為一條藻繩，並利用尼龍扎線帶固定，防止繩索脫落。馬尾藻培育板繫於主繩上（每間格約 10-15cm）吊掛作業，預備放入海面上栽培，培養深度約 40-50cm，並在主繩上用束帶固定浮球，防止『馬尾藻藻苗繩與培育板』下沉。養殖期間為 4

個月，每個月測量藻體長度 (ND=30)，實驗三重覆，亦測量藻體長度，截至 10 月 12 日已完成 3 場次夾苗作業，並觀察其拍照記錄馬尾藻藻苗繩與培育板生長情形，培養條件：自然水溫、自然光照【圖 26 及圖 27】。



圖 26 海上吊掛馬尾藻苗繩



圖 27 海上吊掛馬尾藻培育板

三、 研究結果與討論

3-1 金門周邊漁業調查生物熱點分析成果

金門水試所於 2017 年 4 月開始進行金門周邊漁業生物調查，本研究自 2018 年 5 月參與計畫執行及生物樣本分析。研究海域內共規劃 18 處採樣站(經緯度如表 5)。截至 2019 年 11 月之調查，有效物種樣本數共 4792 筆，鑑定後確定記錄物種數共 179 種(詳如表 6)。

海上調查頻度為每一測站每月採樣一次，並進行季別分析，本研究四季定義 S1 第一季為每年之 1、2 及 3 月，S2 第二季為每年 4、5 及 6 月，S3 第三季為每年 7、8 及 9 月，S4 第四季為每年 10、11 及 12 月。

表 7 為 2017 年至 2019 年各測站季別捕獲魚介貝類個體數，測站個體數量前三名依序為 G 站、E 站及 4 號站，而捕獲數量最多之季節以每年第二以及第三季為主，其中 2018 年第三季有最高紀錄個體數 1255 個。

表 8 為 2017 年至 2019 年各季捕獲主要物種依序為叫姑魚類(春子)、沙條、黃小沙丁魚、斷脊似口蝦蛄以及三疣梭子蟹，而主要漁期也是第二及第三季，其餘季節所獲得之樣本數較少。

本研究所設定的十大經濟魚種如下：白鯧(*Stromateidae spp.*)、大黃魚(*Larimichthys crocea*)、小黃魚(*Larimichthys polyactis*)、馬加鱈(*Scomberomorus spp.*)、黃鰭棘鯛(*Acanthopagrus latus*)、黑棘鯛(*Acanthopagrus schlegelii*)、四絲馬鮫(*Eleutheronema spp.*)、日本花鱸(*Lateolabrax japonicus*)、叫姑魚(*Johnius spp.*)及沙條(尖頭曲齒鮫 *Rhizoprionodon acutus*, 條紋狗鯊 *Chiloscyllium plagiosum*, 沙拉真鯊 *Carcharhinus sorrah*)。表 9 為 2017 年至 2019 年十大經濟魚種季別個體數，採獲主要種類依序為叫姑魚類(春子)佔整體漁獲個體數之 15%，沙條佔整體漁獲個體數之 10%，白鯧佔整體漁獲個體數 3%，而小黃魚以及大黃魚皆佔整體漁獲個體數之 1%，捕獲漁期主要也是以第二與第三季為主。在十大經濟魚種之

捕獲比例上，約占總漁獲個體數之 31% (圖 28)。

綜觀上述資料，可發現金門地區主要是以第三季即 7、8 與 9 月有較多之物種個體數，而經濟魚種方面，則以叫姑魚類及尖頭曲齒鮫為主。

表 5 測站經緯度

測站	緯度			經度		
	度	分	秒	度	分	秒
C	24	28	0	118	16	0
D	24	28	0	118	29	0
E	24	23	0	118	16	0
F	24	24	0	118	22	0
G	24	24	0	118	24	0
H	24	24	0	118	28	0
I	24	22	0	118	16	0
J	24	22	0	118	22	0
K	24	22	0	118	25	0
L	24	22	0	118	28	0
M	24	22	0	118	19	30
1	24	27	0	118	29	30
2	24	26	0	118	28	30
3	24	25	30	118	24	0
4	24	25	30	118	23	0
5	24	24	30	118	14	30
6	24	24	0	118	13	30
7	24	24	30	118	12	30

表 6 金門作業海域樣本蒐集紀錄魚種中文名(金門俗名)及學名

中文名	學名	中文名	學名	中文名	學名
黃鰭棘鯛 (黃翅)	<i>Acanthopagrus latus</i>	日本蟳 (九斗仔)	<i>Charybdis japonica</i>	日本關公蟹	<i>Dorippe japonica</i>
黑棘鯛 (黑頰)	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	晶瑩蟳 (九斗仔)	<i>Charybdis lucifera</i>	斑點雞籠鯛	<i>Drepane punctata</i>
臺灣棘鯛 (黑頰)	<i>Acanthopagrus taiwanensis</i>	善泳蟳 (九斗仔)	<i>Charybdis natator</i>	綿蟹	<i>Dromia dehaani</i>
吉打副葉鰩	<i>Alepes djedaba</i>	東方蟳 (九斗仔)	<i>Charybdis orientalis</i>	長鯽魚	<i>Echeneis naucrates</i>
克氏副葉鰩	<i>Alepes kleinii</i>	蟳屬	<i>Charybdis spp.</i>	多鱗四指馬鮫 (午魚)	<i>Eleutheronema rhadinum</i>
脊尾近蝦蛄 (蝦蛄)	<i>Anchisquilla fasciata</i>	棘角魚 (角魚)	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	赤點石斑魚 (朱繪)	<i>Epinephelus akaara</i>
七刺栗殼蟹	<i>Arcania heptacantha</i>	條紋狗鯊 (狗鯊)	<i>Chiloscyllium plagiosum</i>	青石斑魚 (繪魚)	<i>Epinephelus awoara</i>
十一刺栗殼蟹	<i>Arcania undecimspinosa</i>	黃金鰭魷 (魷魚)	<i>Chrysochir aureus</i>	斑帶石斑魚 (繪魚)	<i>Epinephelus fasciatomaculosus</i>
斑海鯰 (成魚)	<i>Arius maculatus</i>	刀鱗	<i>Coilia nasus</i>	隆線強蟹	<i>Eucrate crenata</i>
花冠海燕	<i>Asterina coronata</i>	鑲邊海星	<i>Craspidaster hesperus</i>	太陽強蟹	<i>Eucrate solaris</i>
細紋愛潔蟹	<i>Atergatis reticulatus</i>	大鱗舌鯛 (牛舌)	<i>Cynoglossus arel</i>	強蟹類	<i>Eucrate spp.</i>
赤蛙螺 (苦螺)	<i>Bufo nana</i>	窄體舌鯛 (牛舌)	<i>Cynoglossus gracilis</i>	紅鋤齒鯛 (飯仔)	<i>Evynnis cardinalis</i>
泥螺 (肉螺)	<i>Bullacta exarata</i>	格氏舌鯛 (牛舌)	<i>Cynoglossus kopsii</i>	雙刺靜蟹	<i>Galene bispinosa</i>

中文名	學名	中文名	學名	中文名	學名
逍遙饅頭蟹	<i>Calappa philargius</i>	利達舌鰨	<i>Cynoglossus lida</i>	橫帶棘線牛尾魚 (竹甲)	<i>Grammoplites scaber</i>
沙拉真鯊	<i>Carcharhinus sorrah</i>	赤魷	<i>Dasyatis akajei</i>	日本燕魷	<i>Gymnura japonica</i>
真蝦次目	<i>Caridea</i>	黃魷	<i>Dasyatis bennettii</i>	臀斑髭鯛	<i>Hapalogenys analis</i>
尖額蟬	<i>Charybdis acutifrons</i>	尖嘴魷	<i>Dasyatis zugei</i>	黑鰭髭鯛	<i>Hapalogenys nigripinnis</i>
安紋蟬	<i>Charybdis amboinensis</i>	藍圓鯨	<i>Decapterus maruadsi</i>	印度鎌齒魚 (絲定)	<i>Harpadon nehereus</i>
雙斑蟬	<i>Charybdis bimaculata</i>	雷氏鱗斑蟹	<i>Demania reynaudi</i>	豎琴猛蝦蛄	<i>Harpiosquilla harpax</i>
銹斑蟬 (花蟹)	<i>Charybdis feriatus</i>	細肢絨球蟹	<i>Doclea gracilipes</i>	日本猛蝦蛄	<i>Harpiosquilla japonica Manning, 1969</i>
顆粒蟬	<i>Charybdis granulata</i>	日本絨球蟹	<i>Doclea japonica</i>	長香螺	<i>Hemifusus colosseus</i>
赫氏蟬	<i>Charybdis hellerii</i>	羊毛絨球蟹	<i>Doclea ovis</i>	雙角互敬蟹	<i>Hyastenus diacanthus</i>
長魷	<i>Ilisha elongata</i>	華南骨螺	<i>Murex aduncospinosus</i>	哈氏彷彿對蝦	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>
中華鬼魷	<i>Inimicus sinensis</i>	寶島骨螺	<i>Murex trapa</i>	矛型擬對蝦	<i>Parapenaeus lanceolatus</i>
皮氏叫姑魚	<i>Johnius belangerii</i>	日本單鰭電鱔	<i>Narke japonica</i>	布氏鬚鯛	<i>Paraplagusia blochii</i>
杜氏叫姑魚	<i>Johnius dussumieri</i>	細紋玉螺	<i>Natica lineata</i>	長手菱蟹	<i>Parthenope longimanus</i>
叫姑魚	<i>Johnius grypotus</i>	黃姑魚	<i>Nibea albiflora</i>	強壯菱蟹	<i>Parthenope valida</i>
大鼻孔叫姑魚	<i>Johnius macrorhynchus</i>	長蛸	<i>Octopus variabilis</i>	對蝦科	<i>Penaeidae</i>
叫姑魚類	<i>Johnius sp.</i>	鮑氏甕鰻	<i>Okamejei boesemani</i>	日本對蝦	<i>Penaeus japonicus</i>
月尾兔頭魷	<i>Lagocephalus lunaris</i>	何氏甕鰻	<i>Okamejei hollandi</i>	長毛對蝦	<i>Penaeus penicillatus</i>
懷氏兔頭魷	<i>Lagocephalus wheeleri</i>	口蝦蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	白姑魚	<i>Pennahia argentata</i>
大黃魚 (紅花)	<i>Larimichthys crocea</i>	口蝦蛄屬	<i>Oratosquillina .sp</i>	大頭白姑魚	<i>Pennahia macrocephalus</i>
小黃魚 (紅花)	<i>Larimichthys polyactis</i>	葛氏似口蝦蛄	<i>Oratosquillina gravieri</i>	白姑魚類	<i>Pennahia sp.</i>

中文名	學名	中文名	學名	中文名	學名
漢氏勞綿蟹	<i>Lauridromia dehaani</i>	無刺似口蝦蛄	<i>Oratosquillina inornata</i>	食蟹荳齒蛇鰻 (圓骨栓)	<i>Pisodonophis cancrivorus</i>
黑斑笛鯛	<i>Lutjanus johnii</i>	斷脊似口蝦蛄	<i>Oratosquillina interrupta</i>	印度牛尾魚 (竹甲)	<i>Platycephalus indicus</i>
紅線黎明蟹	<i>Matuta planipes</i>	中華虎頭蟹	<i>Orithyia sinica</i>	中國黃點鮪	<i>Platyrrhina sinensis</i>
頑強黎明蟹	<i>Matuta victor</i>	紅牙鰾	<i>Otolithes ruber</i>	湯氏黃點鮪	<i>Platyrrhina tangi</i>
大甲鱈	<i>Megalaspis cordyla</i>	真鯛	<i>Pagrus major</i>	六絲多指馬鮫	<i>Polydactylus sexfilis</i>
大海鯧	<i>Megalops cyprinoides</i>	銀鯧	<i>Pampus argenteus</i>	梭子蟹科	<i>Portunidae</i>
椰子渦螺	<i>Melo melo</i>	中國鯧	<i>Pampus chinensis</i>	矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatoides</i>
刀額新對蝦	<i>Metapenaeus ensis</i>	灰鯧	<i>Pampus cinereus</i>	遠海梭子蟹 (青腳蟹)	<i>Portunus pelagicus</i>
周氏新對蝦	<i>Metapenaeus joyneri</i>	北鯧	<i>Pampus punctatissimus</i>	紅星梭子蟹 (三日蟹)	<i>Portunus sanguinolentus</i>
中華單棘魷	<i>Monacanthus chinensis</i>	顆粒關公蟹	<i>Paradorippe granulata</i>	三疣梭子蟹 (東崗蟹)	<i>Portunus trituberculatus</i>
長鰭莫鯧 (紫魚)	<i>Moolgarda cunnesius</i>	牙魷	<i>Paralichthys olivaceus</i>	刺鯧	<i>Psenopsis anomala</i>
鯧 (箭頭仔)	<i>Mugil cephalus</i>	角突仿對蝦	<i>Parapenaeopsis cornuta</i>	滑鱗斑魷	<i>Pseudorhombus levisquamis</i>
灰海鰻 (虎鰻)	<i>Muraenesox cinereus</i>	長角仿對蝦	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	聲蟹屬一種	<i>Psopheticus sp.</i>
平鯛	<i>Rhabdosargus sarba</i>	鬼石狗公	<i>Scorpaenopsis cirrosa</i>	日本竹筴魚	<i>Trachurus japonicus</i>
斑紋琵琶鱗 (龍紋鯊)	<i>Rhinobatos hynnicephalus</i>	毒擬魷	<i>Scorpaenopsis diabolus</i>	多紀魷屬	<i>Takifugu sp.</i>
薛氏琵琶鱗	<i>Rhinobatos schlegelii</i>	鋸緣青蟹	<i>Scylla serrata</i>	黃鰭多紀魷	<i>Takifugu xanthopterus</i>

中文名	學名	中文名	學名	中文名	學名
尖頭曲齒鮫	<i>Rhizoprionodon acutus</i>	石狗公	<i>Sebastiscus marmoratus</i>	漢氏稜鯤	<i>Thryssa hamiltonii</i>
松葉倒棘牛尾魚	<i>Rogadius asper</i>	仰口鰻	<i>Secutor ruconius</i>	長領稜鯤	<i>Thryssa setirostris</i>
雜色角孔海膽	<i>Salmacis sphaeroides</i>	杜氏鰺	<i>Seriola dumerili</i>	併額蟹屬一種	<i>Tiarinia sp.</i>
黃小沙丁魚 (青鱗)	<i>Sardinella lemuru</i>	黃鯽 (黃脊)	<i>Setipinna tenuifilis</i>	褐帶鶉螺	<i>Tonna sulcosa</i>
長體蛇鰻	<i>Saurida elongata</i>	褐臭肚魚 (油尾仔)	<i>Siganus fuscescens</i>	日本竹筴魚	<i>Trachurus japonicus</i>
金錢魚	<i>Scatophagus argus</i>	亞洲沙鰲 (梭穿)	<i>Sillago asiatica</i>	彎角鷹爪蝦	<i>Trachysalamsvia curvirostris</i>
鱗鰭叫姑魚	<i>Johnius distinctus</i>	日本沙鰲 (梭穿)	<i>Sillago japonica</i>	穆克鰓鱈	<i>Tranchinotus blochii</i>
白腹鯖	<i>Scomber japonicus</i>	凹陷管鞭蝦	<i>Solenocera koelbeli</i>	朱帶魚	<i>Trichiurus brevis</i>
康氏馬加鱈	<i>Scomberomorus commerson</i>	日本金梭魚	<i>Sphyraena japonica</i>	白帶魚	<i>Trichiurus lepturus</i>
臺灣馬加鱈	<i>Scomberomorus guttatus</i>	油魷	<i>Sphyraena pinguis</i>	錐螺	<i>Turritella terebra</i>
日本馬加鱈	<i>Scomberomorus niphonius</i>	三棘鱸	<i>Tachypleus tridentatus</i>		

表 7 2017 年至 2019 年各測站季別捕獲魚介貝類個體數(單位：尾)

測站別	2017S2	2017S3	2017S4	2018S1	2018S2	2018S3	2018S4	2019S1	2019S2	2019S3	2019S4	總計
1	40	23			9	57	11	24	3	24	1	192
2	38	18	4		12	65	7	9	5	94	無漁獲	252
3	73	66	6	1	25	32	18	1	13	95	無漁獲	330
4	65	28	5	1	72	83	22	2	2	79	2	361
5	29	30	4		33	68	無法作業	1	22	31	無法作業	218
6	18	31	2		18	10	8	1	18	10	無法作業	116
7	19	27	3		11	25	5	無法作業	5	20	無法作業	115
C	12	29	4	2	10	12	4	2	4	9	13	101
D	20	9	5		7	12	無法作業	2	4	14	無漁獲	73
E	54	40	2	14	179	70	3	6	74	47	20	489
F	48	16	16	1	19	116	2	3	7	101	2	331
G	14	12	2	2	27	358	13	10	14	91	4	547
H	48	18	2	8	52	58	14	7	28	51	35	321
I	31	76	1	6	42	84	18	11	37	37	3	346
J	30	51	7	4	15	56	11	9	13	52	10	258
K	14	13	3	4	21	73	15	8	43	38	9	241
L	29	11	3	2	12	21	52	3	9	22	24	188
M	38	38	6		44	55	21	11	15	73	4	305
總計	620	536	75	45	608	1255	224	110	316	888	127	4784

表 8 2017 年至 2019 年各季捕獲主要物種(單位：尾)

季別	2017S2	2017S3	2017S4	2018S1	2018S2	2018S3	2018S4	2019S1	2019S2	2019S3	2019S4	總計
叫姑魚類	86	78	3	1	3	122	85	10	34	94	35	551
尖頭曲齒鮫	108	38			45	101	7		10	111	2	422
斷脊似口蝦蛄	41	85	3	2	49	106		1	7	42	5	341
黃小沙丁魚					1	264				38		303
三疣梭子蟹	29	30	2		73	85	3			53		275
印度鎌齒魚	14	12			3	88	4	1	1	62		185
黃鯽	81	3	1	1	28	22	5	5	15	16		177
斑海鯰	27	11	3		6	44	2	32	19	28	3	175
寶島骨螺					88	5		4	27	20		144
口蝦蛄	10	11	4	3	15	29			5	17	1	95
日本蟬	17	22			1	35	2			17		94
斑紋琵琶鱸	28	9	1		20	5	8	3	4	3		81
北鯧					4	7	3		15	49		78
鏽斑蟬	18	22			5	9	9	1	3	5		72
葛氏似口蝦蛄					2	16	1		17	33		69
細肢絨球蟹					2	14	1	5	22	20		64
遠海梭子蟹	4	24			2	17	2		4	6	1	60
豎琴猛蝦蛄	6	9	4		1	4	6	1	10	18		59
雙刺靜蟹						15	6	6	3	22	3	55
橫紋多紀魷	1					2	9	2	36			50

表 9 2017 年至 2019 年十大經濟魚種季別個體數(單位:尾)

季別	2017S2	2017S3	2017S4	2018S1	2018S2	2018S3	2018S4	2019S1	2019S2	2019S3	2019S4	總計(尾)
叫姑魚類	86	80	3	1	60	144	85	10	34	94	35	632
沙條	114	39	1		50	106	11	2	11	115	4	453
白鯧	10	4			7	13	7		17	72		130
小黃魚			2		1	26	4	1		10		44
大黃魚	11				1	12	1			1	3	29
馬加鱈	1	2		1	3	7	3	1		2		20
黑鯛	1	5	2		1	1	1	1		4		16
午仔魚						1	10			1		12
黃鰭棘鯛	1			1		6				2		10
總計	224	130	8	3	123	316	122	15	62	301	42	1346

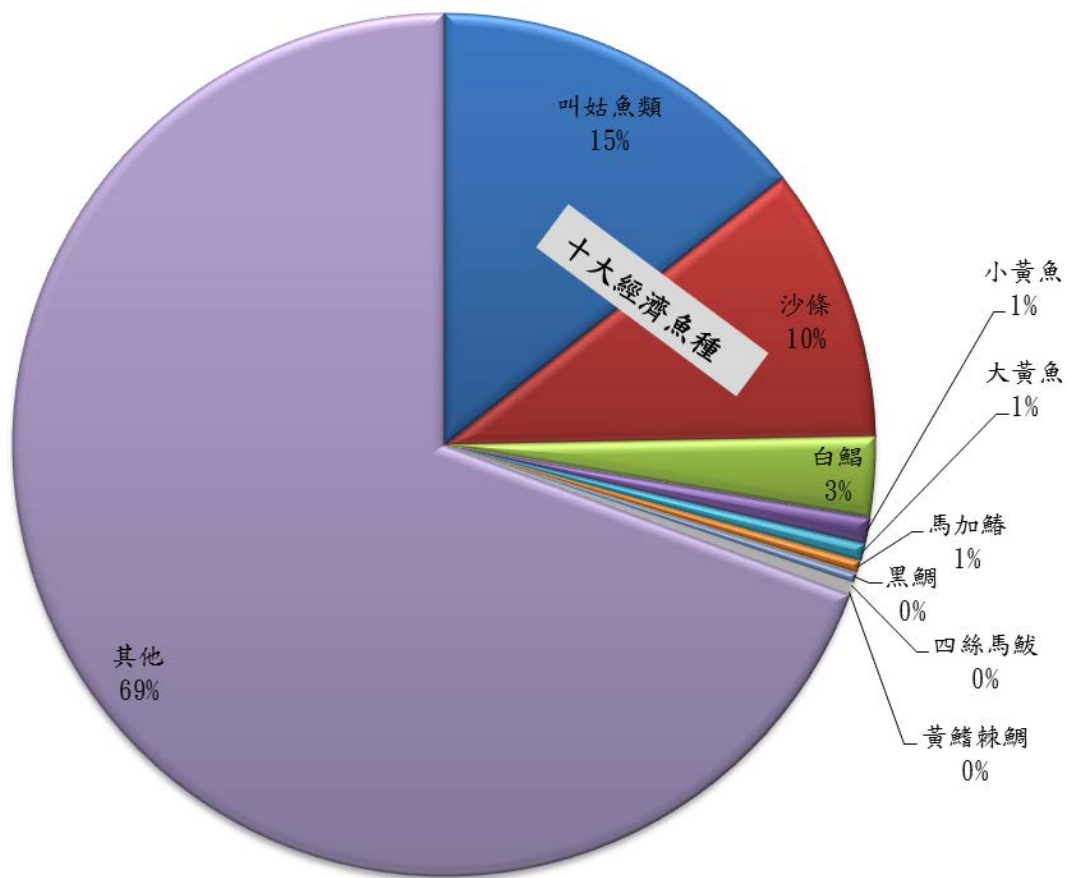


圖 28 2017 年至 2019 年十大經濟物種與整體捕獲個體數比例圓餅圖

3-1-1 季別生物多樣性指數

每月各站之漁獲資訊建檔後以匯入地理資訊系統(ArCGIS 10)，繪製金門地區生物多樣性指標空間分佈及季節變化分析，其結果如下：

1. 歧異度指標 H'：

圖 29 比較季別之 Shannon and Weaver (1963) 歧異度指標，2017 年第 2 季 E 站點有較高歧異度，2017 年第 3 季，歧異度指標分布較高的為 2 站，2017 年第 4 季，歧異度指標分布較高的為 F 站，因海象因素，於 2018 年第 1 季，有些許測站無法完成作業，故指標空間分佈圖無法完全呈現。2018 年第 2 季 I 站與第 2 站有較高歧異度指標，2018 年第 3 季中，其測站歧異度皆較高於其他季節，2018 年第四季，則以第 3 測站歧異度最高，2019 年第 1 季 J 站指數最高，第 2 季 M 測有較高之歧異度指標，2019 年第 3 季以 F 站最高，2019 年第 4 季，則是以 C 站最高。

2. 均勻度指標 J(Evannes)：

圖 30 為歷年各季均勻度指標空間分佈圖。2017 年第 2 季，均勻度以 C 站 K 站為高，2017 年第 3 季，G 佔有較低的均勻度，2017 年第 4 季均勻度高值廣泛分布於金門周邊海域，但第 4 測站與第 I 站有較低的均勻度指標，而在 2018 年因海象因素，第 1 季有些許測站無法完成作業，2018 年第 2 季中，均勻度較高，2018 年第 3 季 G 站均勻度較低，第 4 季測站間高低值落差分布較為明顯。2019 年第 1 季於第 3 站、第 5 站、第 6 站以及第 7 站之均勻度指標較低，2019 年第 2 季各測站之指數略增，第 3 季均勻度除了第五站較低，其於測站較高，2019 年第 4 季，均勻度以測站 3、4、F 與 G 為較高。

綜觀上述比較，歧異度指標方面，明顯觀察出 4 到 9 月為金門地區魚類歧異度較高的季節，而 10 月至翌年 3 月，因金門地區海況較差，導致可採樣之測站較少。另外在均勻度方面，則無明顯的時空分布變化。

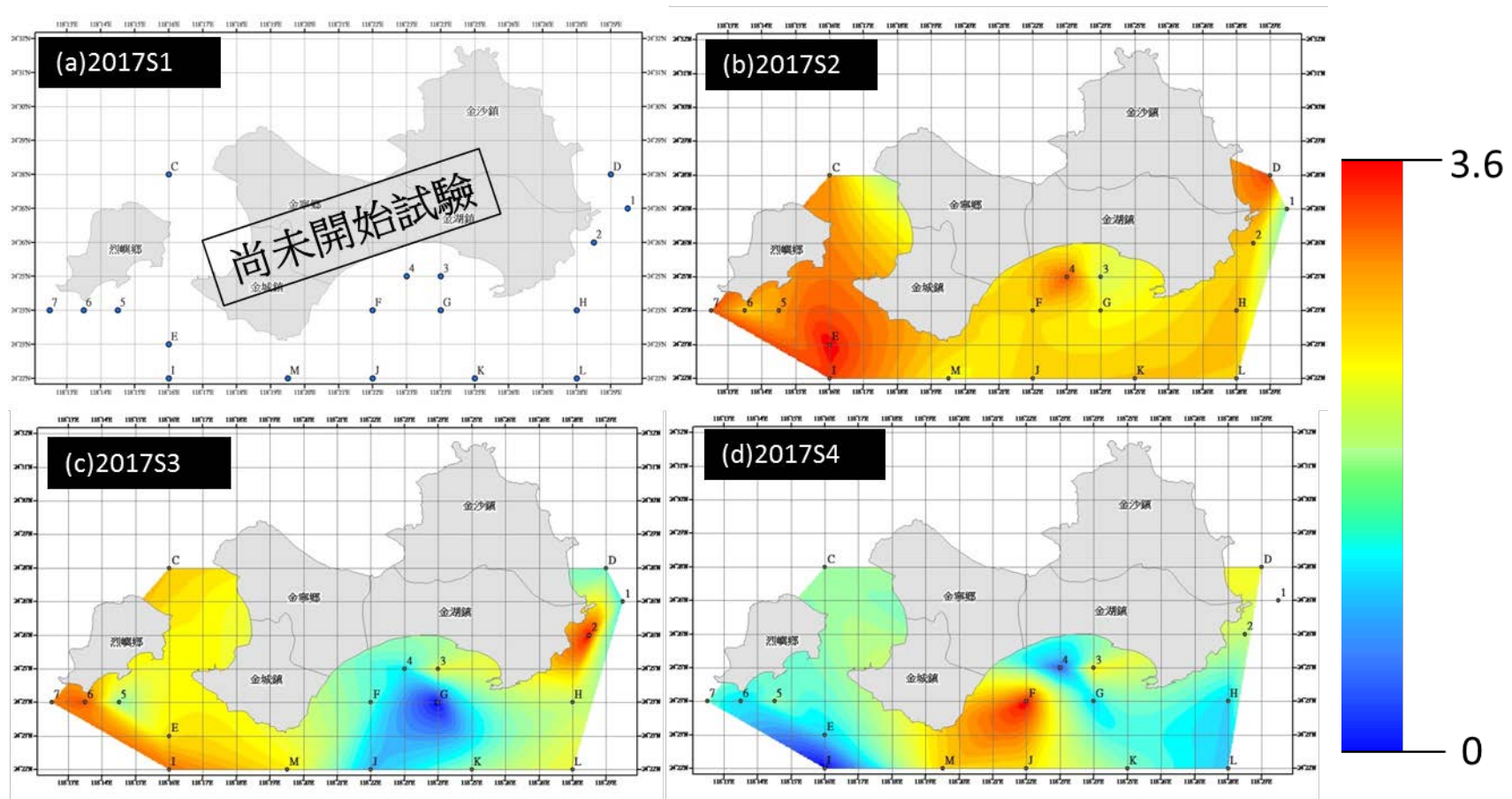


圖 29 2017 年至 2019 年金門海域生物多樣性指數歧異度指標 H' 季別空間分布情形

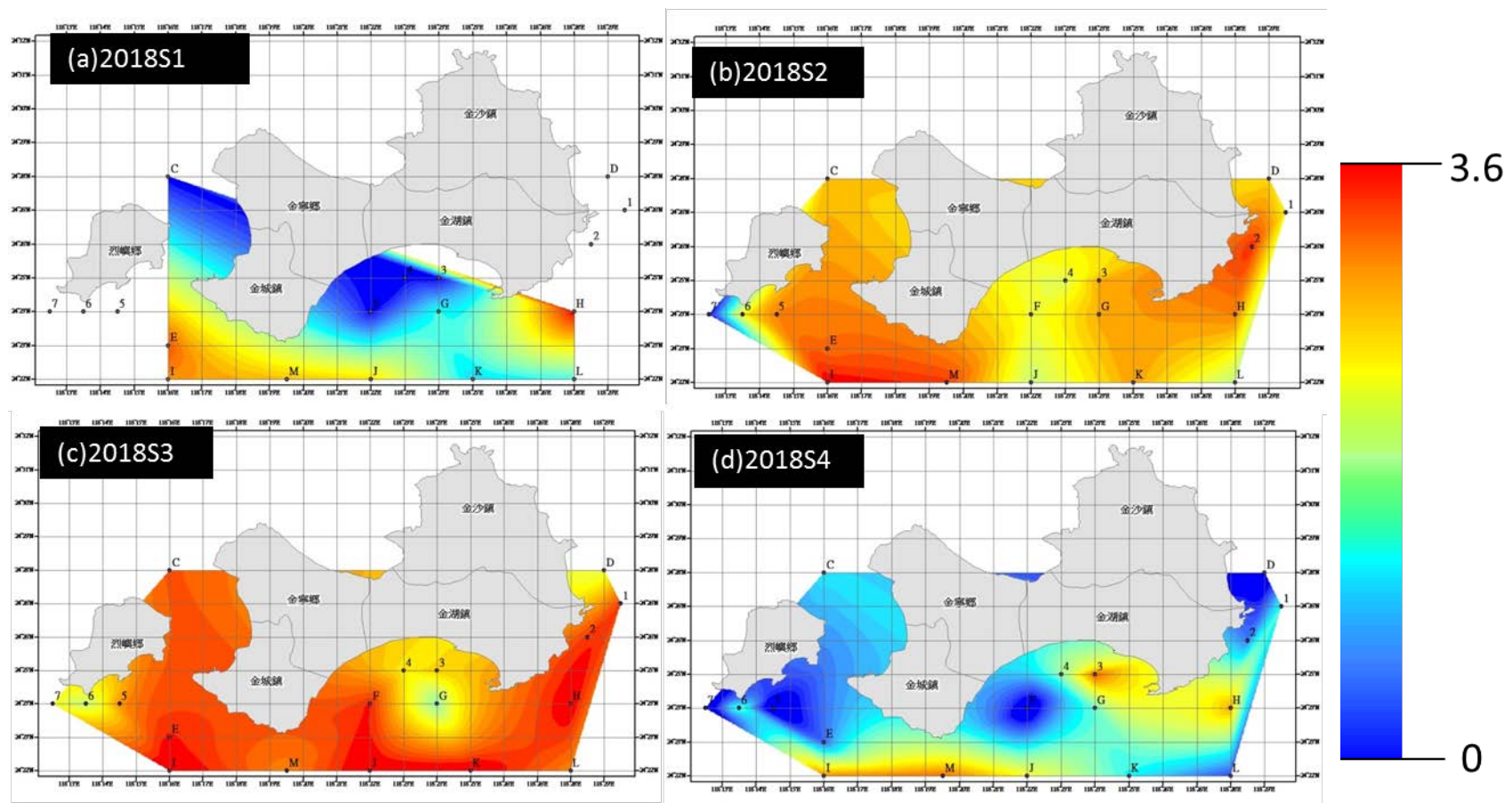


圖 29(續) 2017 年至 2019 年金門海域生物多樣性指數歧異度指標 H' 季別空間分布情形

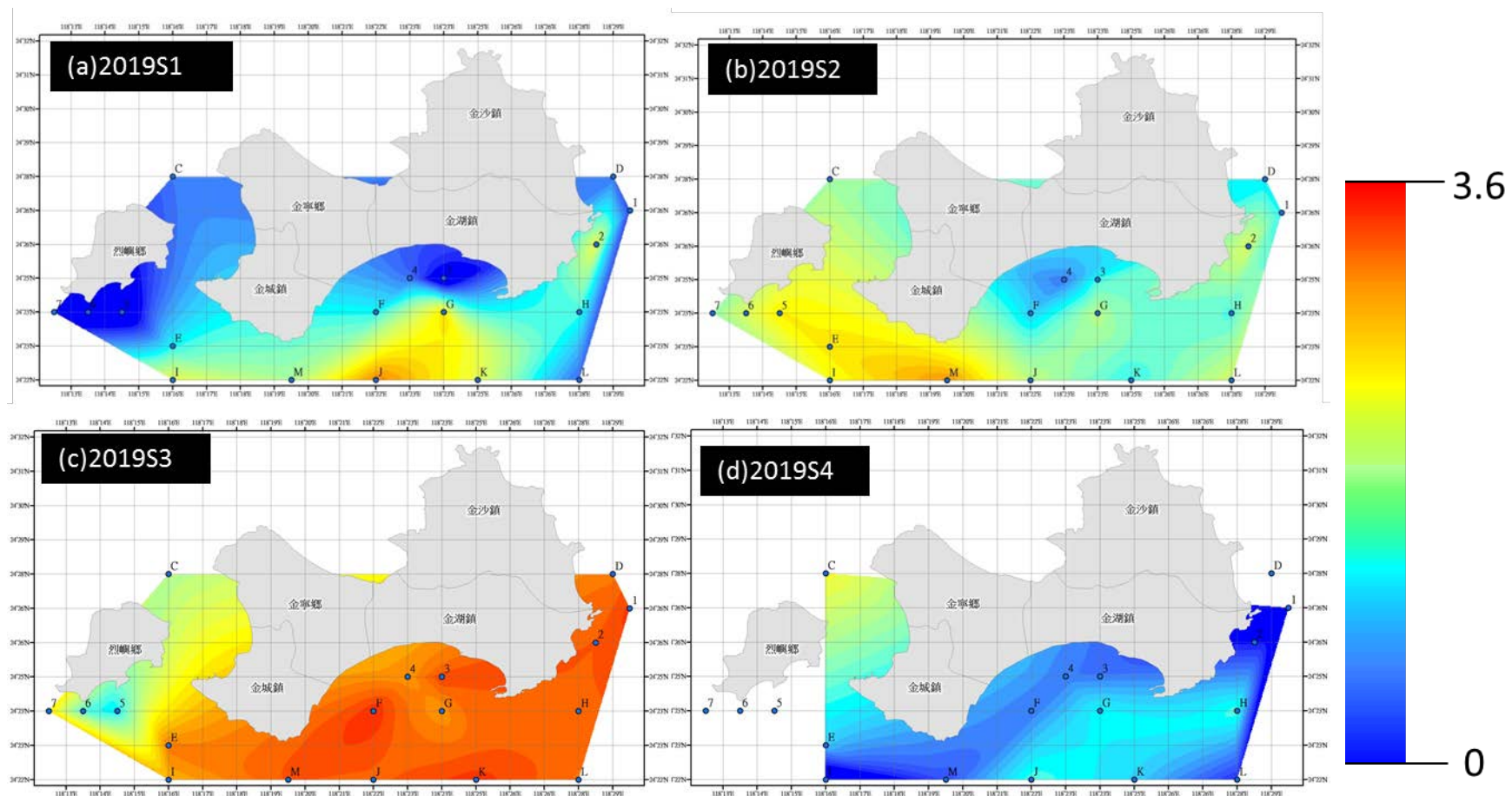


圖 29(續) 2017 年至 2019 年金門海域生物多樣性指數歧異度指標 H' 季別空間分布情形

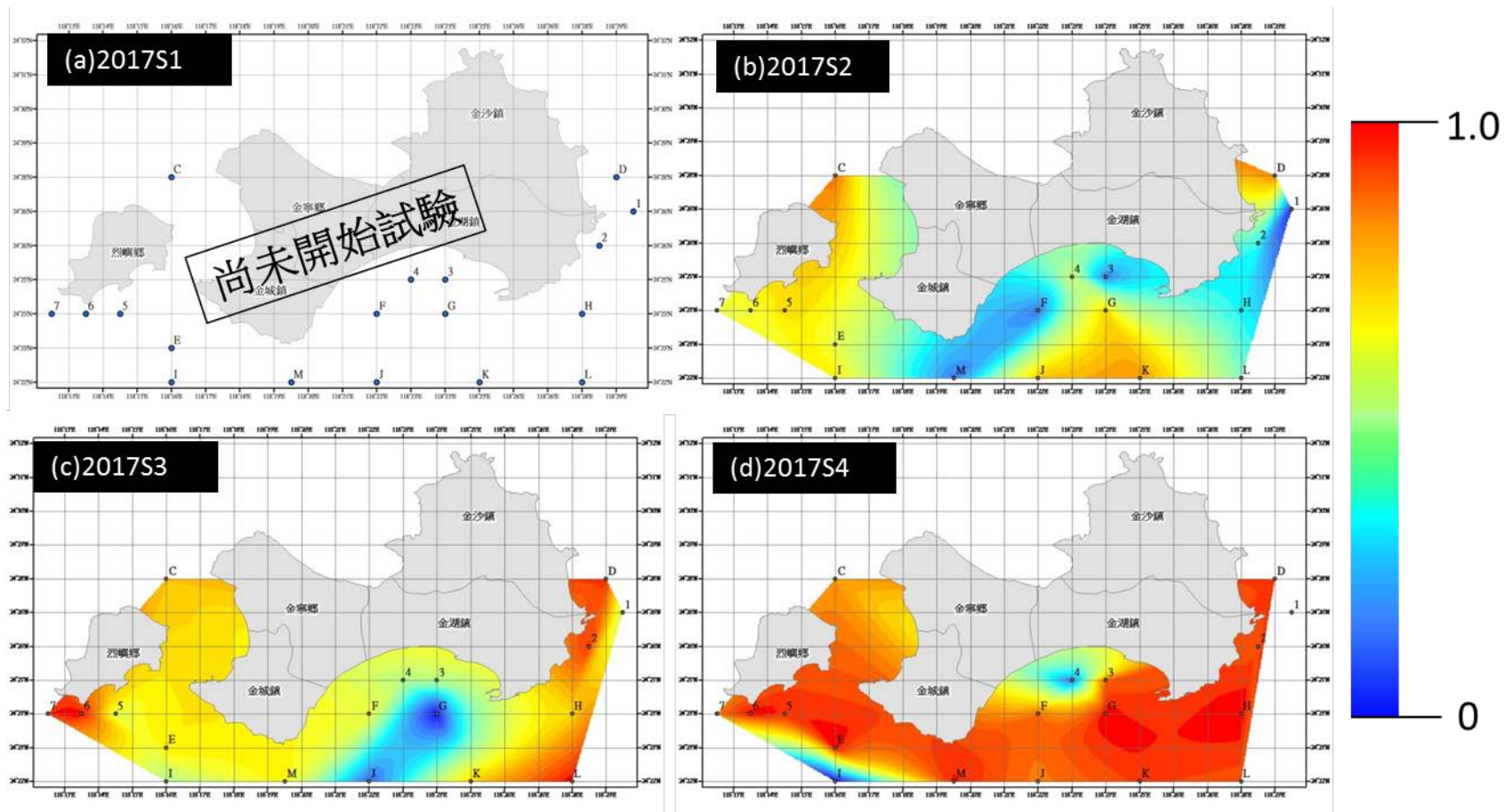


圖 30 2017 年至 2019 年金門海域生物多樣性指數均勻度指標 J 季別空間分布情形

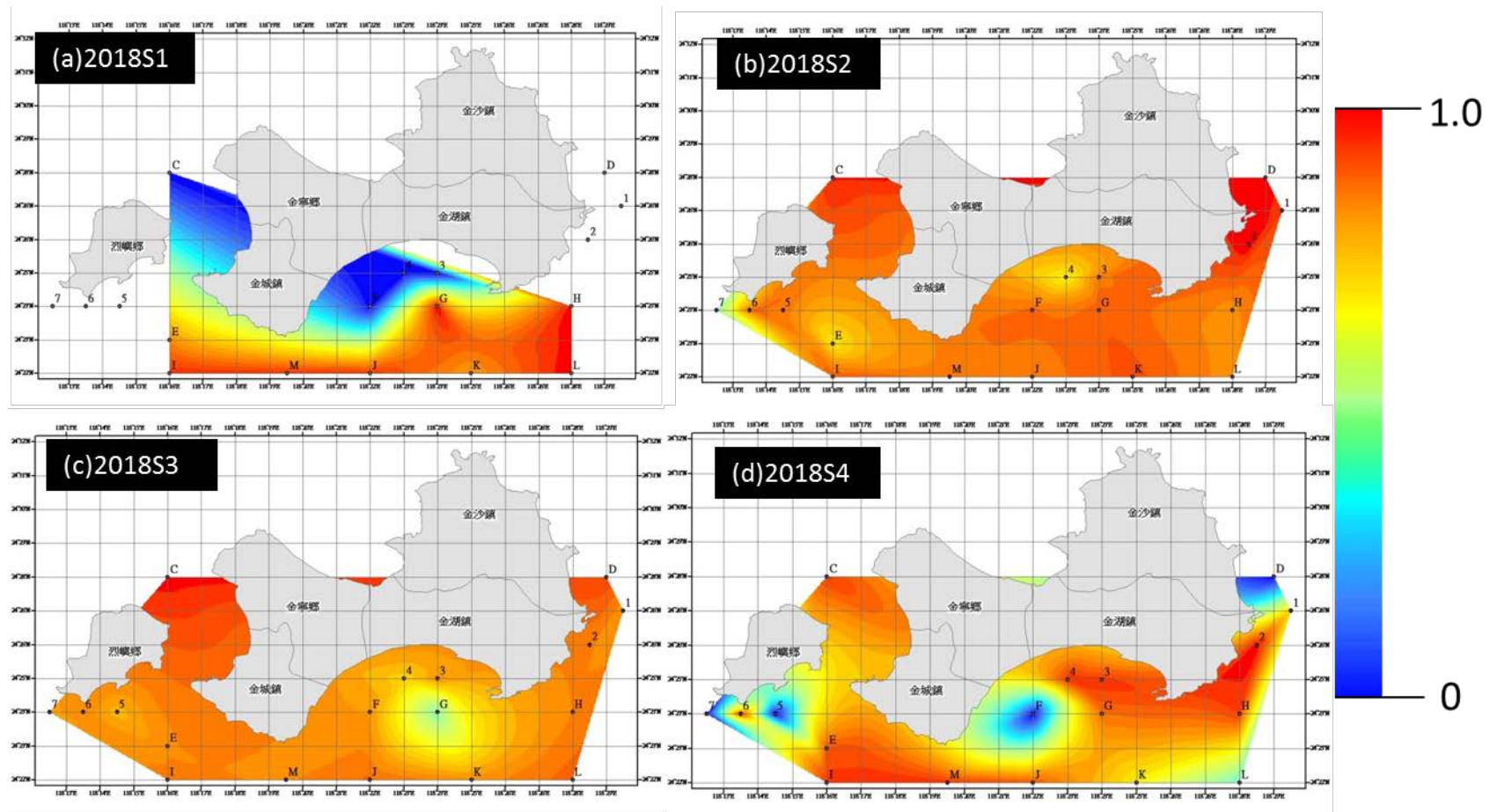


圖 30(續)2017 年至 2019 年金門海域生物多樣性指數均勻度指標 J 季別空間分布情形

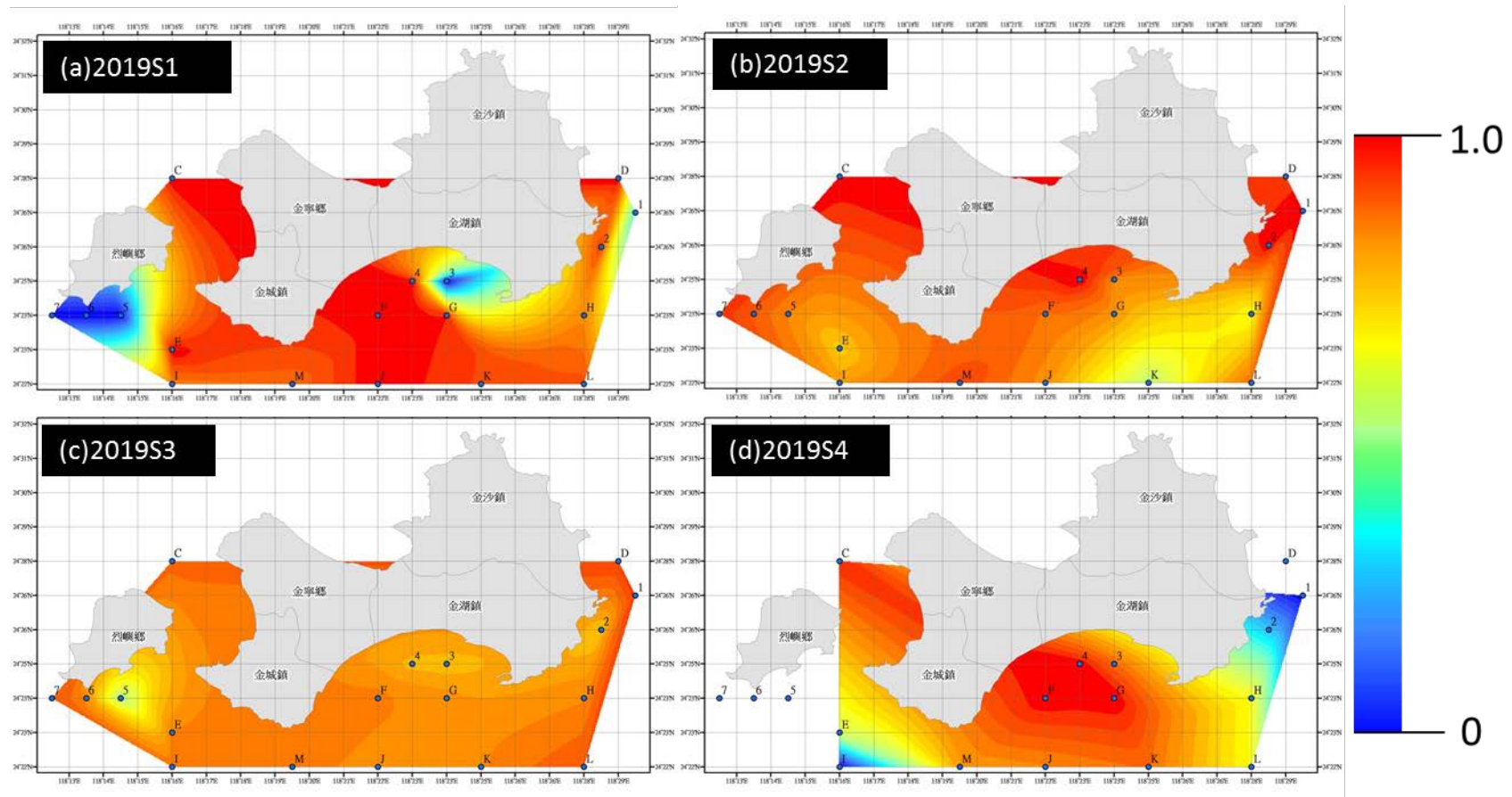


圖 30(續)2017 年至 2019 年金門海域生物多樣性指數均勻度指標 J 季別空間分布情形

3-1-2 金門沿海地區物種正名及圖鑑建立

截至目前為止，已完成 60 種經濟與非經濟魚種圖鑑建立(圖 31)。

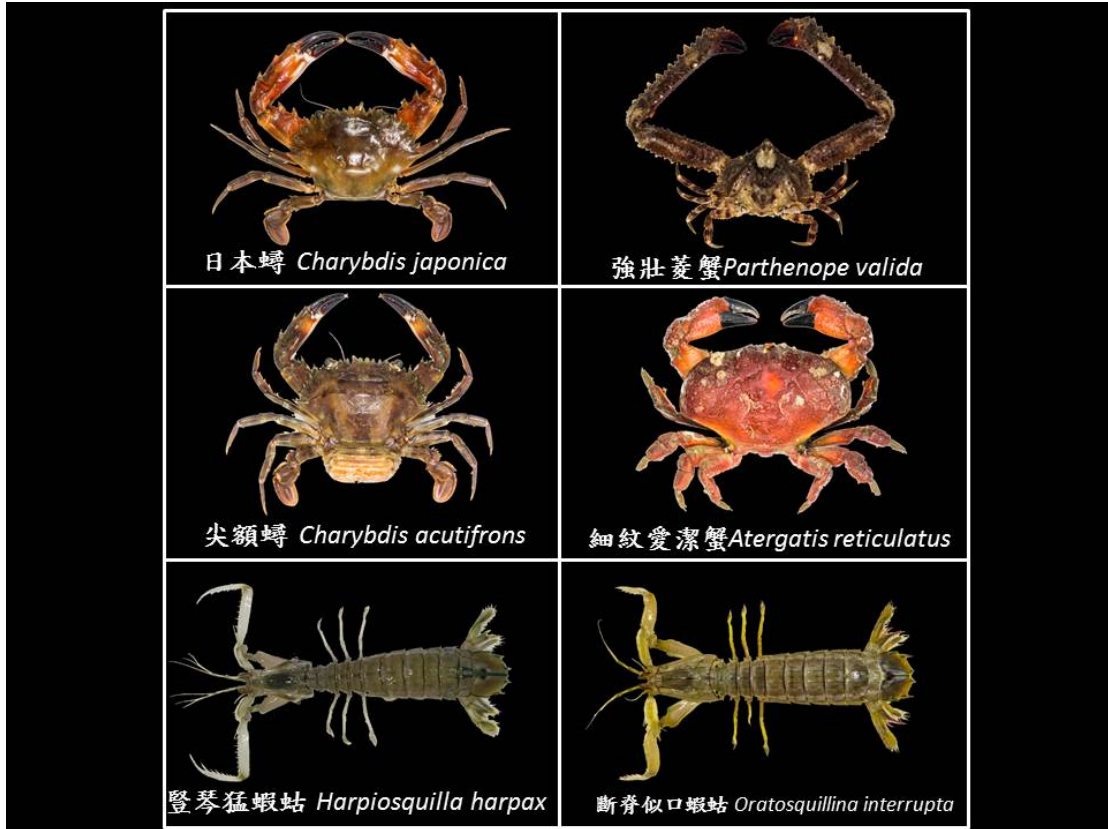


圖 31 本研究建立之金門沿海物種圖鑑

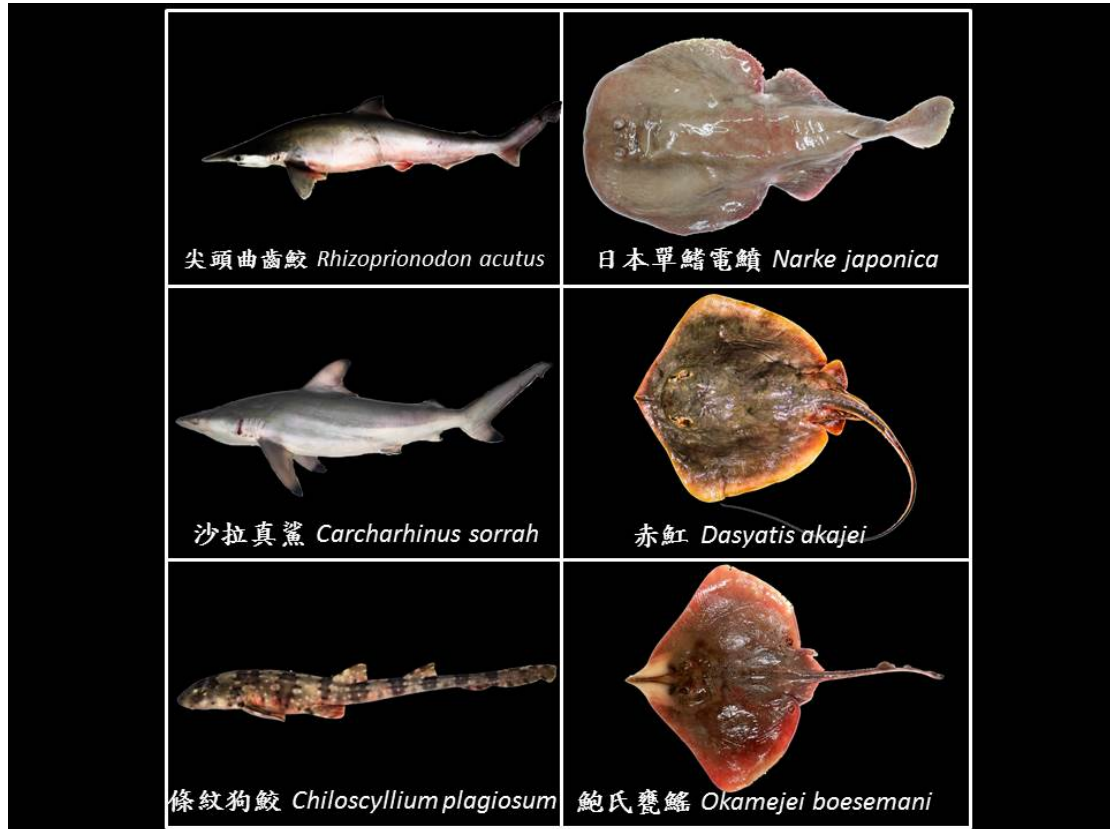


圖 31(續)本研究建立之金門沿海物種圖鑑

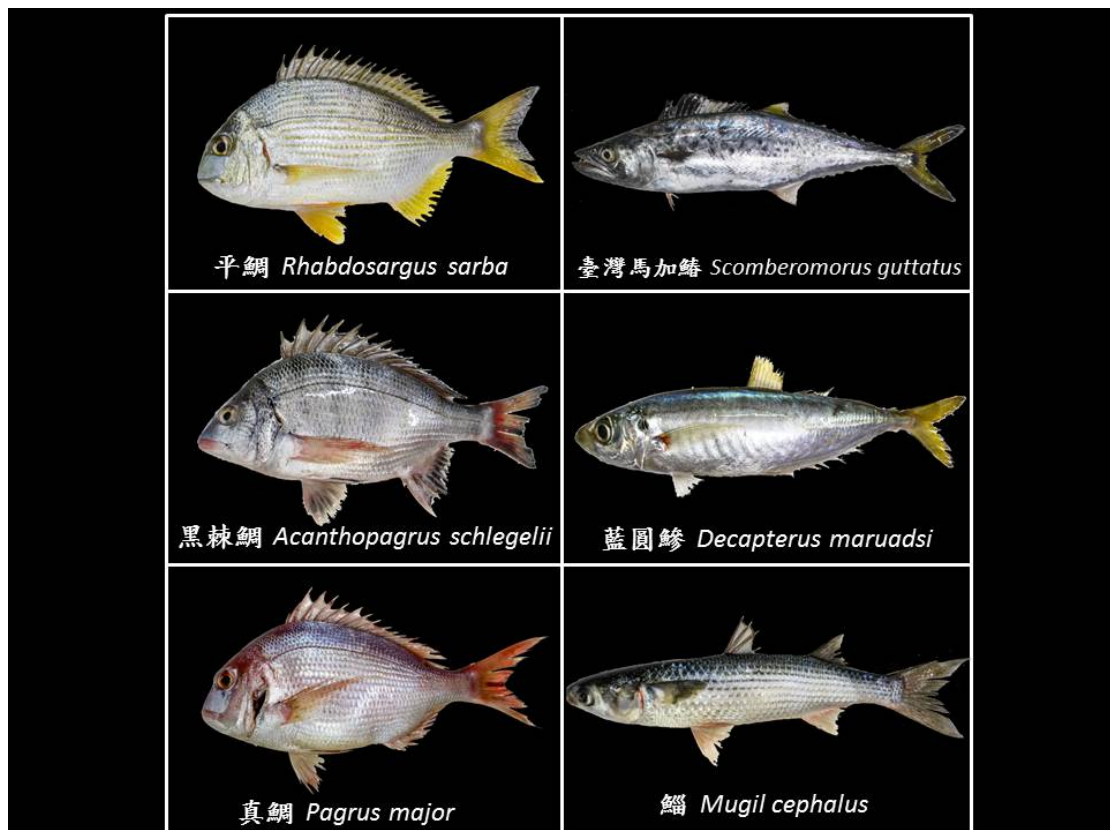


圖 31(續)本研究建立之金門沿海物種圖鑑



圖 31 (續)本研究建立之金門沿海物種圖鑑

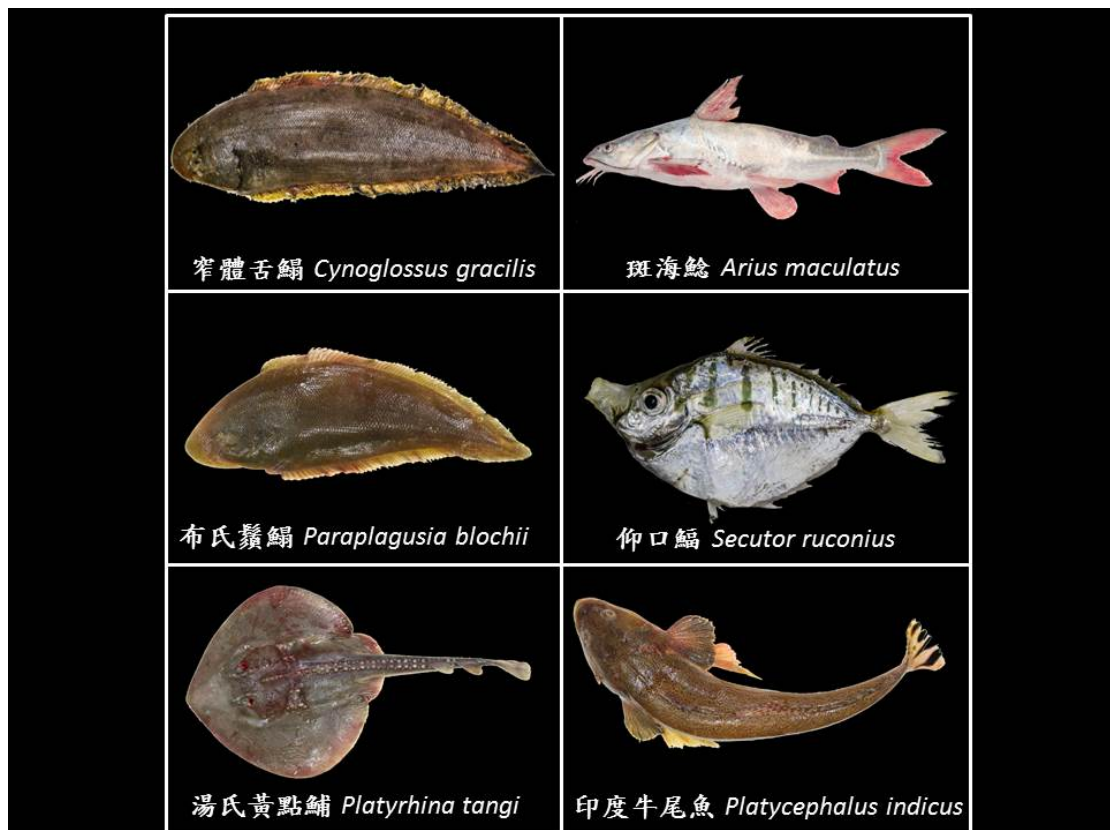


圖 31 (續)本研究建立之金門沿海物種圖鑑



圖 31 (續)本研究建立之金門沿海物種圖鑑



圖 31 (續)本研究建立之金門沿海物種圖鑑

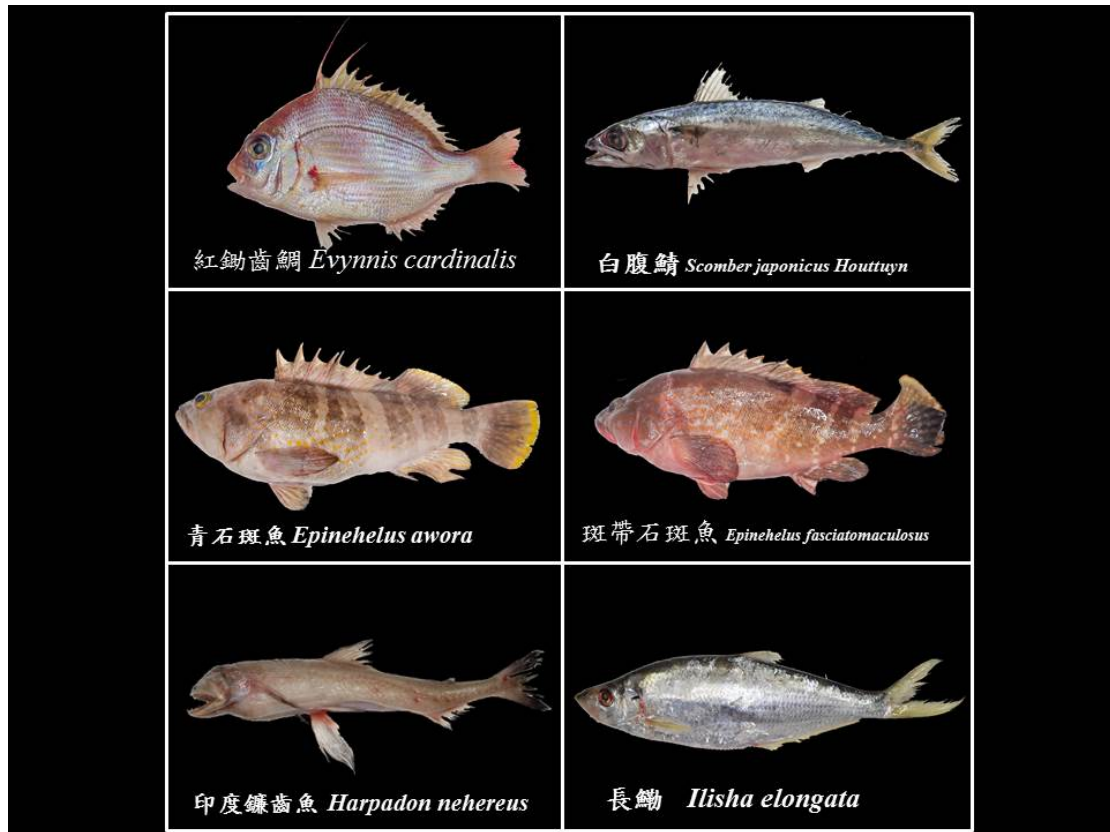


圖 31 (續)本研究建立之金門沿海物種圖鑑



圖 31 (續)本研究建立之金門沿海物種圖鑑

3-2 單體牡蠣養殖成果

3-2-1 養殖實驗過程

延續 2018 年之單體養殖籠，本研究團隊於 2019 年度 3 月佈放新式養殖網，除持續探討單體牡蠣及插筵式養殖之效益外，另進行兩者成長差異之比較。本年度各月養殖記錄如下：

1. 2019 年 6 月：

本團隊於 2019 年 3 月佈放新式養殖網及單體養殖籠，5 月底新計畫開始執行，試驗過程如圖 32，圖 32 (A)為延續去年之單體養殖籠，其上蓋附有蚵苗；圖 32 (B)及(C)則為新式養殖網，網具上覆滿麥桿蟲等端足類，此生物富含魚蝦幼苗初期發育最需要的不飽和脂肪酸，且根據文獻，在野生魚種的食性研究中，亦發現海鯽科、石鱸科、隆頭魚科與海龍科等 30 公分以下的個體有攝食麥桿蟲的行為(Wood, 2009)。本月加入新型之養殖網進行試驗，操作過程如圖 33，除養殖裝置與前次養殖籠不同外，其他過程皆一致。

2. 2019 年 7 月：

發現籠具及網具外皆附有大量之藤壺及淡菜苗(圖 34)，部分單體牡蠣殼上亦有藤壺及淡菜附著(圖 35)，此月已可觀察到扁蟲侵害，相較於去年實驗，扁蟲有提早出現之跡象。此次藉由水下攝影發現，網具四周吸引大量幼魚群聚，並啄食網具上之附著物(圖 36)。

本月清除外部附著物及更新網具後，再掛回藻繩上蓄養(圖 37)。另外，比較 2018 年 11 月由水試所佈放之蚵串(圖 38)可以明顯看出，結球狀牡蠣外部之附著藤壺、淡菜等生物，密度高於本研究實驗之單體牡蠣。其成長參數比較詳如 3-2-2 內容。

3. 2019 年 8 月：

由於 7 月時因天候關係部分網具未取回觀察，故仍有部份新式養殖網及養殖籠於 8 月時發現密集附著物情形。圖 39A 為 7 月新佈放之網具，續養一個月後附著物數量明顯低於 7 月之網具(圖 39B)，由此可以推估 6-7 月為淡菜附苗盛行時節。圖 40 為 8 月單體牡蠣生長情況，本月相較 7 月，扁蟲數量增高。

此次實驗過程養殖裝置內發現蠕類，其體長已大於網袋之網目，並於水下攝影發現大量魚苗啄食養殖裝置之附著物，另外於去年 9 月才出現之龍鬚菜已於本月發現生長於裝置外。

4. 2019 年 9 月：

由於颱風影響，結附於藻繩上之新式養殖網，多數網具遭颱風破壞，只餘 3 組，而塑膠養殖籠則全數掉落。少數牡蠣發現蚵螺入侵之跡象，另外亦有發現扁蟲(圖 42)。新式養殖網內發現臭肚魚苗及金錢魚苗(圖 43)。

5. 2019 年 10 月：

與前次相同情況，颱風影響導致風浪過大，網具全部遺失，為使單體牡蠣養殖實驗觀察結果能夠於期末完整呈現，本月重新架設共 13 組新式養殖網，由於購買之插筵式牡蠣殼體較小，為避免分單體後之牡蠣掉出網具外，故於各網具內置入網目小之網袋(圖 44)。

針對評估海洋牧場可行性，本研究透過水下攝影，預了解其聚魚效果，但因水體濁度高，無法辨別是否有魚苗靠近(圖 45)，故於 10 月 24 日及 10 月 30 日兩日，於網具附近及無網具處綁附蛇籠(圖 46)，以比較兩地之聚魚效果。佈放蛇籠結果，靠養殖網具處捕獲 1 尾金錢魚、2 尾臭肚及 1 尾蝦，而無網具處則無漁獲。

6. 2019 年 11 月：

牡蠣持續成長，仍有少量扁蟲出現，此次於網具內發現臭肚魚數尾，其體長已大於網目(圖 48)，代表透過佈設單體養殖網具設施，對於聚魚之效果是顯著的。

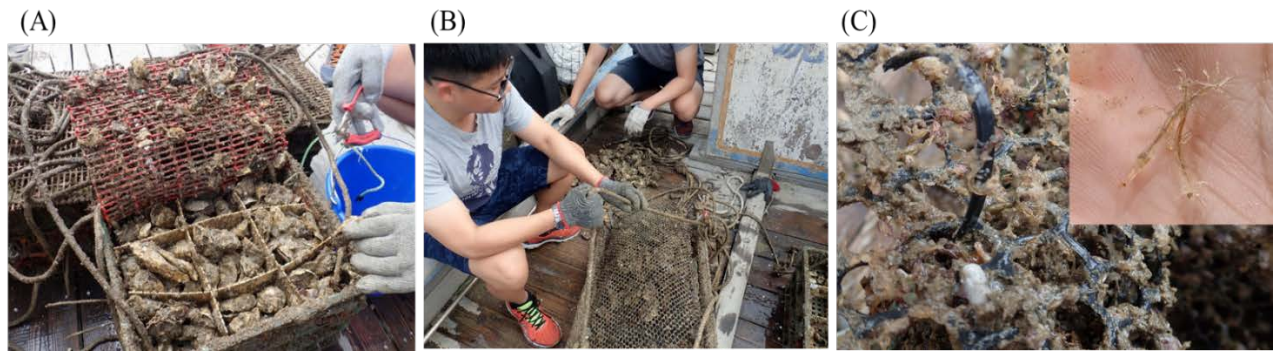


圖 32 (A)單體養殖籠及(B)新式養殖網生長情形，(C)網具上覆滿麥桿蟲 (本研究攝於 2019 年 5 月 31 日)



圖 33 (A)先將傳統插筭式養殖之牡蠣撥為單體(B)放入養殖網袋內(C)網口使用束帶封住(D)由水試所人員協同綁於外海藻繩上蓄養 (本研究攝於 2019 年 5 月 31 日)

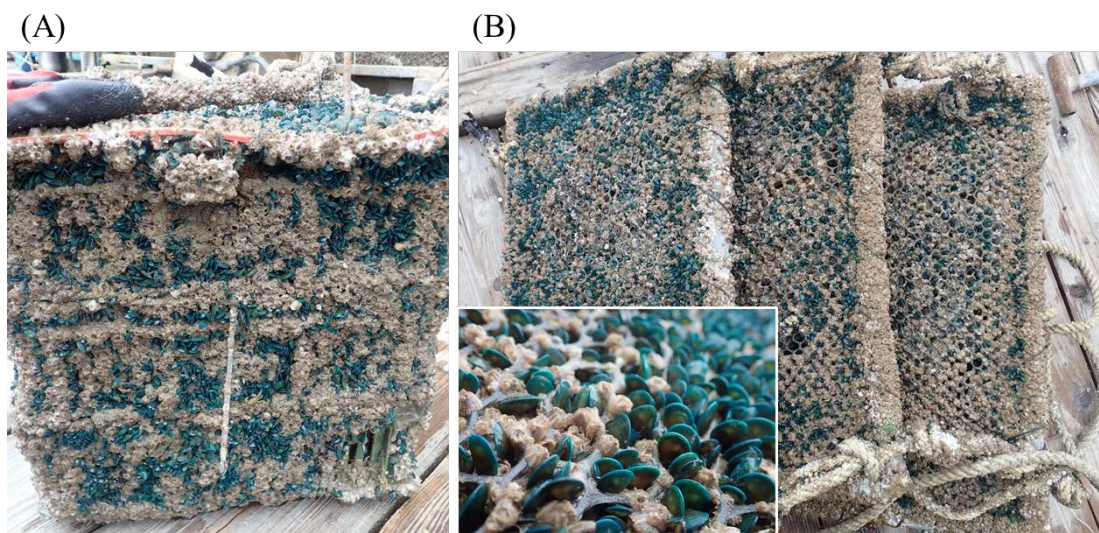


圖 34 大量藤壺及淡菜附於籠具上(本研究攝於 2019 年 7 月 4 日)



圖 35 單體牡蠣表面附著淡菜(左)及扁蟲入侵(本研究攝於 2019 年 7 月 4 日)



圖 36 水下攝影幼魚啄食網具上之附著物(本研究攝於 2019 年 7 月 4 日)



圖 37 清除外部附著物(左)更新網具(右)(本研究攝於 2019 年 7 月 4 日)



圖 38 水試所於 2018 年 11 月佈放之蚶串 (本研究攝於 2019 年 7 月 4 日)

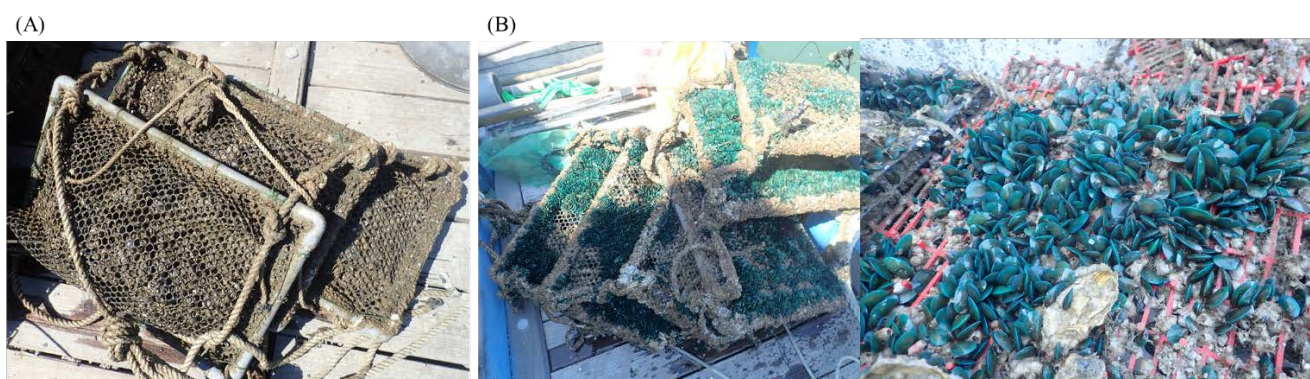


圖 39 8 月網具附著情形(A)為 7 月清除附著物之網具(B)為 7 月未取回上岸之籠具(本研究攝於 2019 年 8 月)



圖 40 單體牡蠣生長情況(本研究攝於 2019 年 8 月)

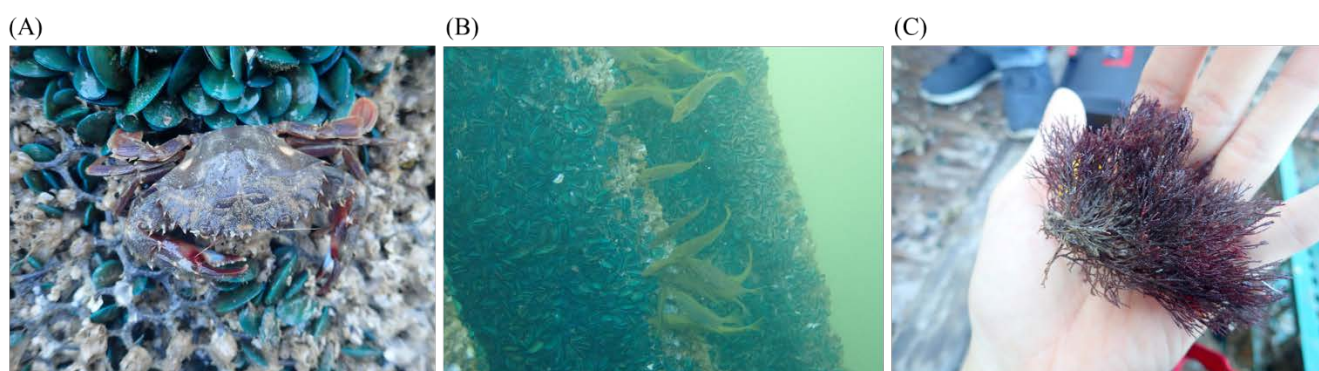


圖 41 (A) 養殖網袋內發現蟬類(B) 養殖裝置吸引魚苗駐足(C) 養殖裝置外發現龍鬚菜的一種(本研究攝於 2019 年 8 月)

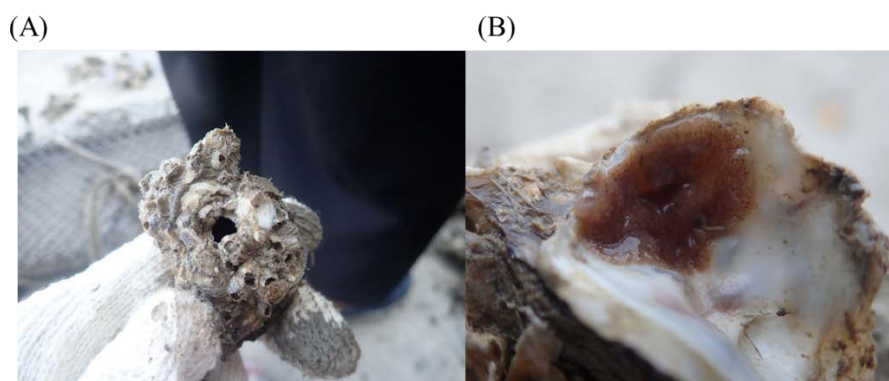


圖 42 (A) 單體牡蠣有蚵岩螺入侵之跡象(B) 扁蟲(本研究攝於 2019 年 9 月)

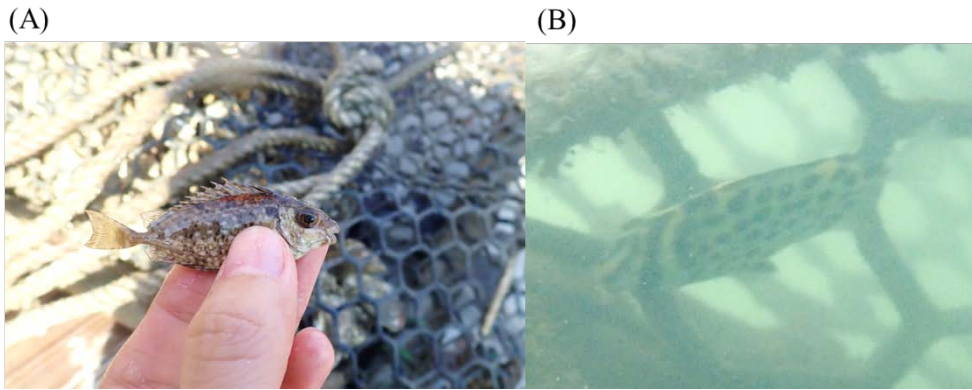


圖 43 (A)新式養殖網內發現臭肚魚苗以及(B)金錢魚(本研究攝於 2019 年 9 月)

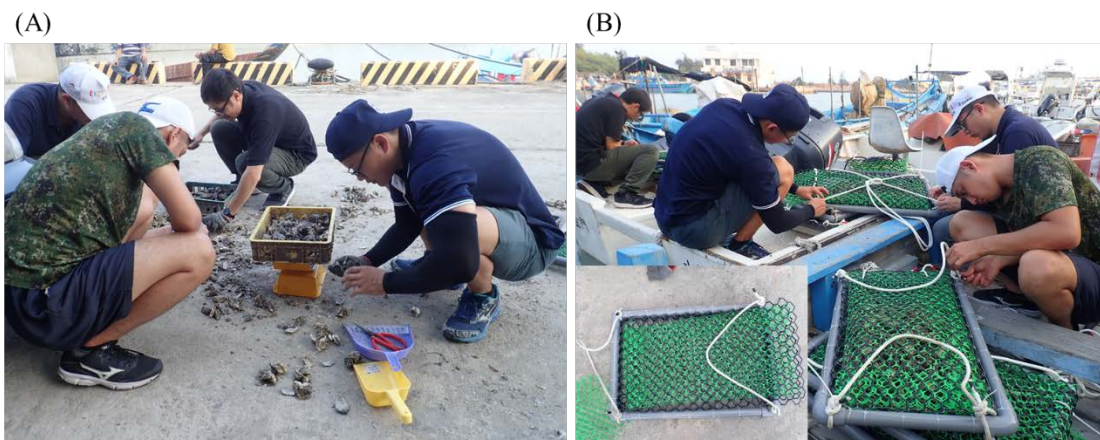


圖 44 (A)將插筵式牡蠣分為單體(B)單體牡蠣放入夾層網袋內(本研究攝於 2019 年 10 月)



圖 45 水下攝影畫面(本研究攝於 2019 年 10 月)



圖 46 蛇籠佈放以了解單體養殖網具附近之聚魚效果(水試所提供)



圖 47 蛇籠捕獲金錢魚及臭肚(水試所提供)



圖 48 單體牡蠣養殖網具內發現臭肚魚(本研究攝於 2019 年 11 月)

3-2-2 牡蠣養殖實驗

為同步比較去年養殖籠與新式養殖網之成長差異，往後實驗組之參數分析分為養殖籠及新式養殖網，對照組則為當地傳統插筵式養殖之牡蠣。由於今年受颱風影響，導致從去年開始佈放之養殖籠於今年 9 月全數掉落，而今年新增之新式養殖網亦於隔月全數遺失，因養殖參數資料蒐集不連續，且考量到在比較不同養殖設施時，需挑選相同時間進行比較，故僅能呈現目前所記錄之連續數據區間，養殖籠為今年 6 月至 8 月；新式養殖網則為今年 6 月至 9 月。而於 10 月初新增之 13 組新式養殖網其成長變化則另外呈現。

1. 各月份之殼長及重量成長變化

圖 49 為本研究今年度截至 11 月插筵式對照組之成長參數，殼長及殼重未隨時間增加，可能為新加入之牡蠣系群，導致平均值與最大最小值皆變小。圖 50 為養殖籠之成長參數，雖依平均值來看成長幅度不大，但其最大值有增加之趨勢。圖 51 新式養殖網於 9 月時，成長參數下降，其原因可能為風浪關係，導致網具內牡蠣滾動互相碰撞而造成殼緣磨損，而於 10 月重新架設 13 組新式養殖網，數據顯示至 11 月殼長及殼重其平均值有明顯之增加。

另外水試所於 2018 年 11 月進行外海蚶串試養(圖 38)，本研究 2019 年 7 月量測其中一蚶串成長參數，並與當月對照組及實驗組(養殖籠與新式養殖網)成長參數相比較，其成果如圖 49、圖 50 及圖 51，蚶串之成長變化明顯低於本研究之實驗組，且與插筵式對照組平均值一致。

總結各組別之平均成長變化(圖 52)，6 月至 8 月各組別之殼長及殼重皆有明顯之增加，9 月則因風浪影響，造成網具內牡蠣互相敲擊、磨損，導致成長參數量測結果有下降之趨勢，10 月至 11 月成長參數則呈現上升之趨勢，顯示此區間環境適合牡蠣生長。

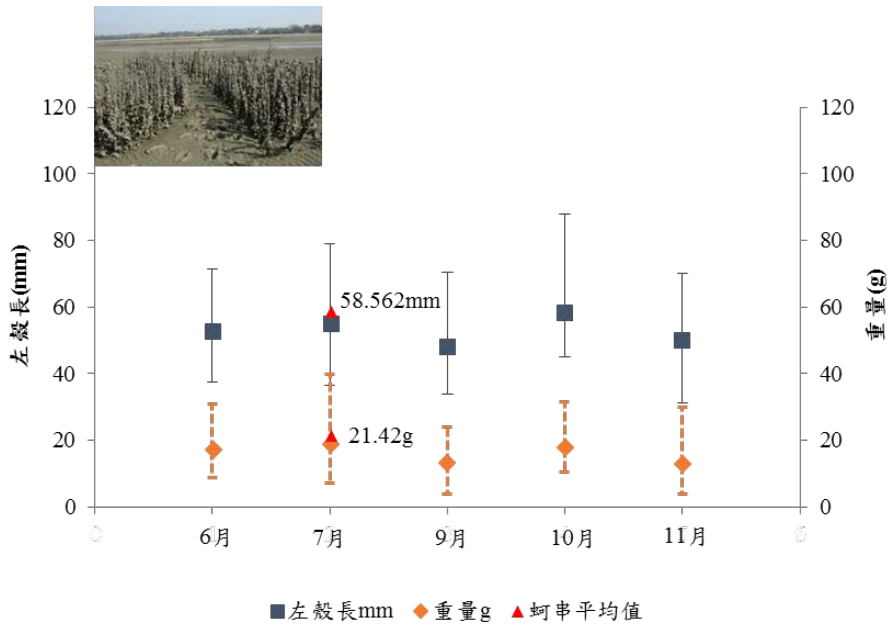


圖 49 插筭式對照組 6 月至 11 月成長參數變化圖

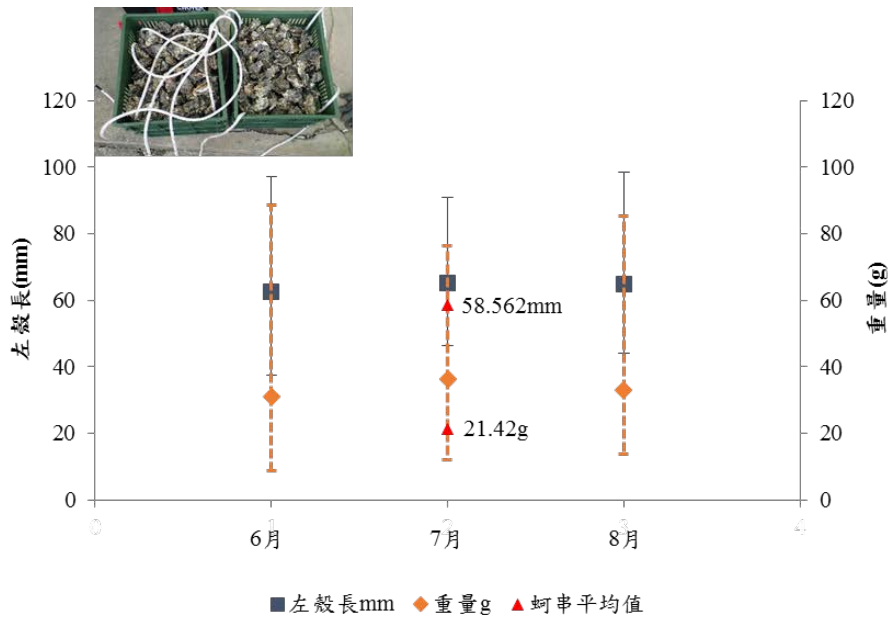


圖 50 單體牡蠣養殖籠實驗組 6 月至 8 月成長參數變化圖

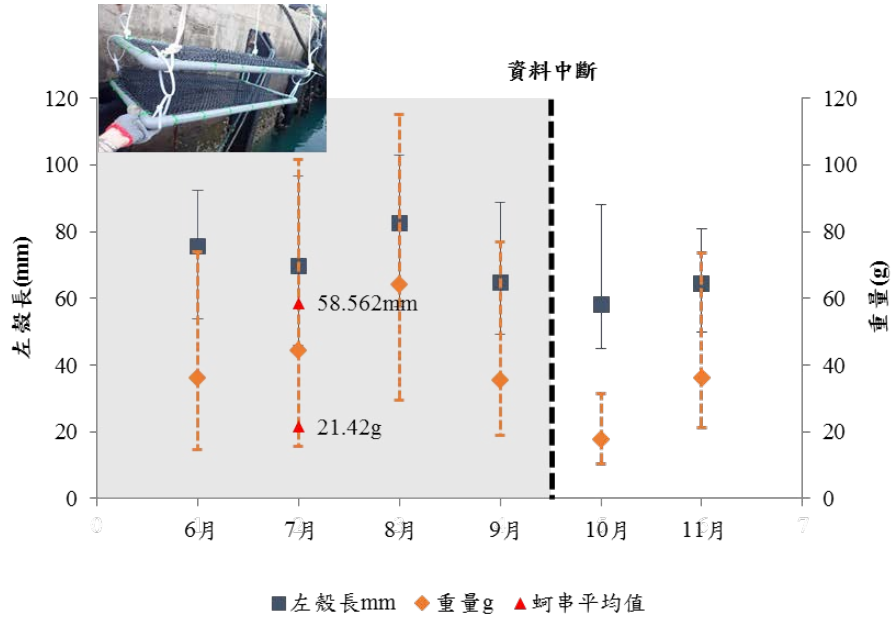


圖 51 新式單體牡蠣養殖網 6 月至 11 月成長參數變化圖

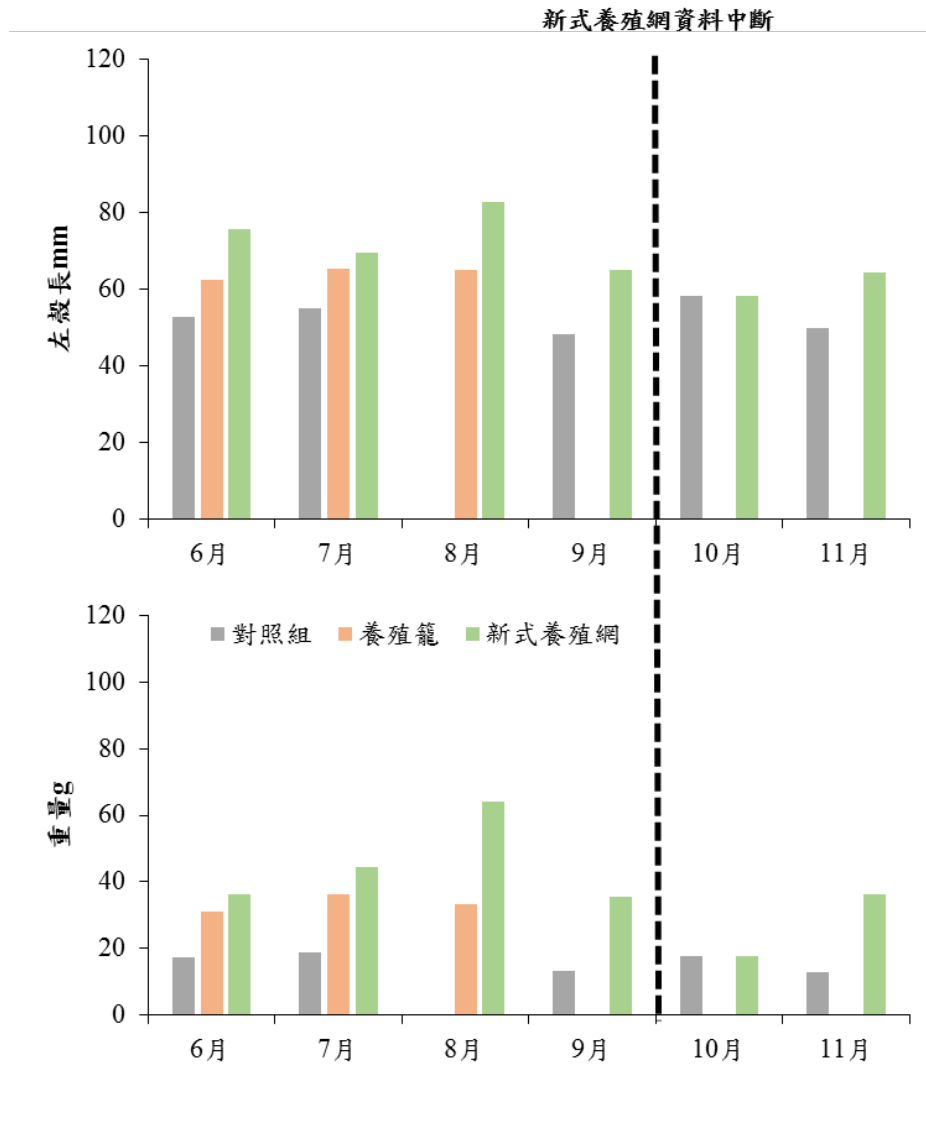


圖 52 不同組別各月份平均成長參數變化圖

2. 單體牡蠣重量與左殼之關係

圖 53 為對照組一般養殖方式之牡蠣左殼及重量分析，其成長曲線方程式為 $y = 3.0226e^{0.0318x}$ ，成長速率為 0.0318；圖 54 為實驗組單體養殖籠牡蠣左殼與體重關係式 $y = 2.8079e^{0.0355x}$ ，成長速率 0.0355；圖 55 則為新式單體養殖網牡蠣左殼與體重關係，其方程式為 $y = 2.9031e^{0.0352x}$ ，成長速率為 0.0352。養殖籠與新式養殖網之成長速率大致相同，最後為插筵式對照組。

針對 R-square 值較低之對照組進行探討，進行不同方程式之迴歸統計分析 (表 10)，可看出殼長及重量之 R-square 值介於 0.4 至 0.5 之間，而造成 R-square 值偏低之結果，可能因牡蠣為不規則生長，會有左殼較長但重量輕，或左殼較短重量卻重等情形發生，但依照迴歸分析統計結果來看，本研究使用之指數模式，顯著性 p 值 < 0.001 ，代表此迴歸模型顯著，具有預測能力。

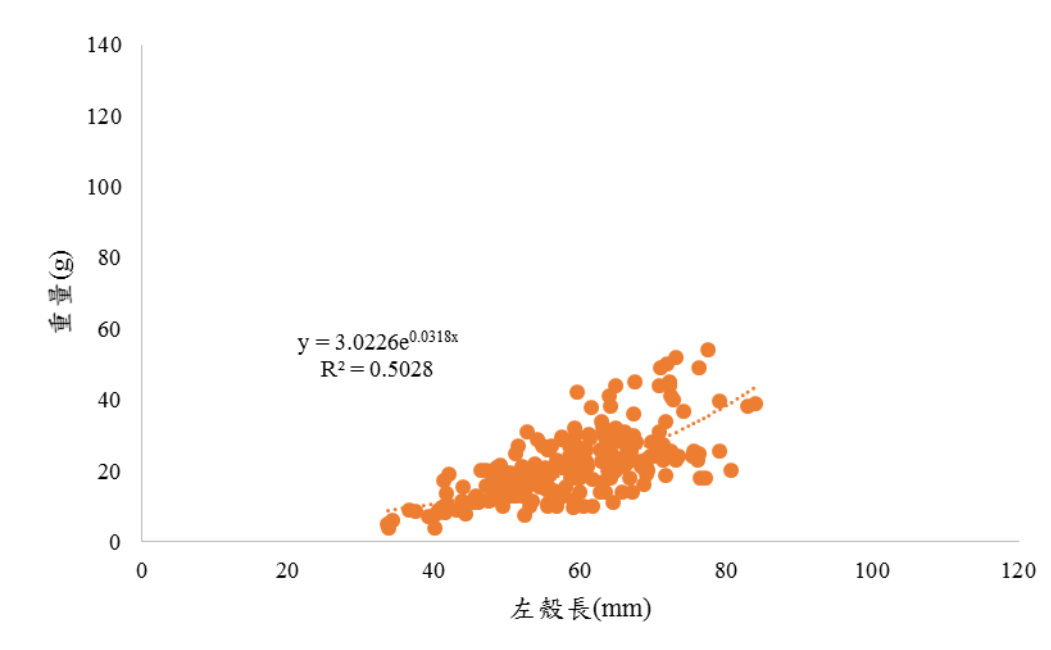


圖 53 對照組牡蠣左殼與體重關係圖

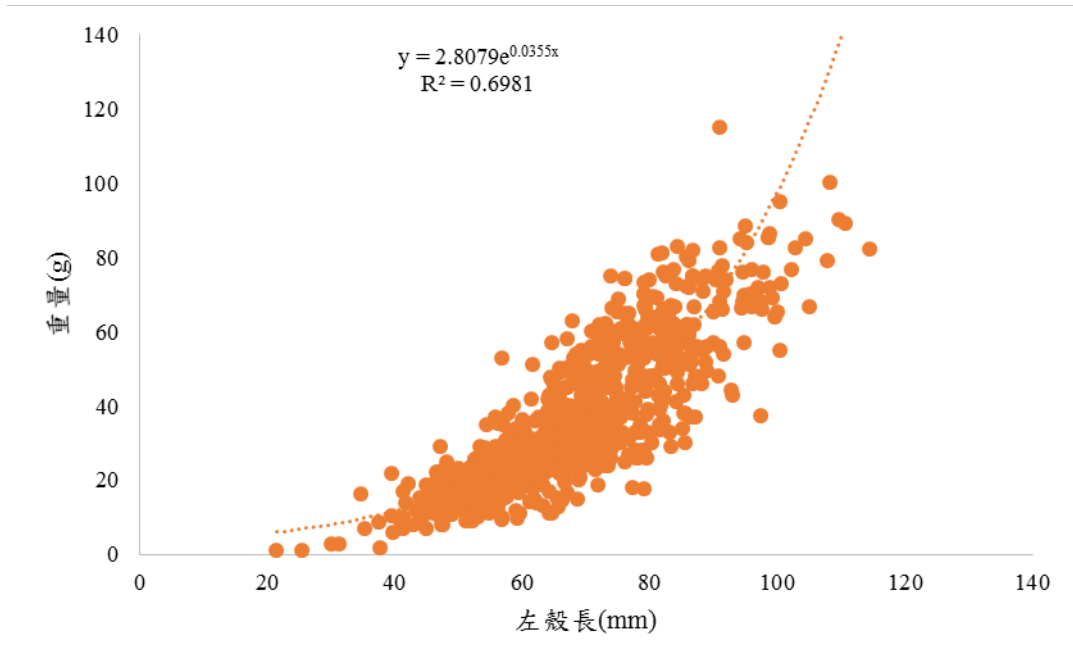


圖 54 實驗組_單體養殖籠牡蠣左殼與體重關係圖

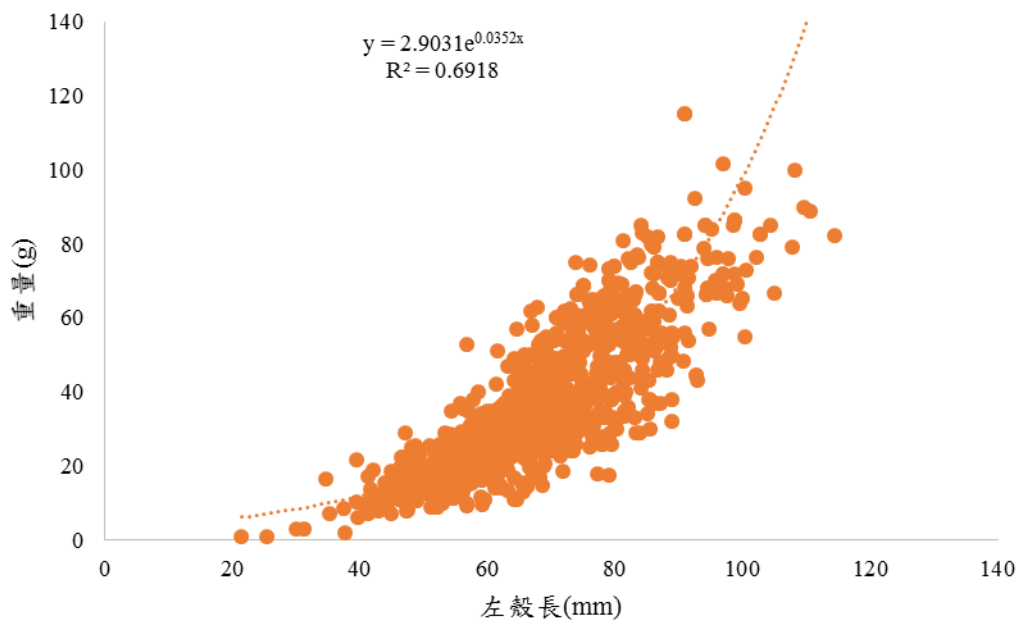


圖 55 實驗組_新式單體養殖網牡蠣左殼與體重關係圖

表 10 對照組模式摘要與參數估計值

依變數:重量g

方程式	模式摘要					參數估計值			
	R 平方	F	df1	df2	顯著性	常數	b1	b2	b3
線性	.442	236.897	1	299	.000	-13.670	.587		
對數	.438	232.645	1	299	.000	-110.663	32.401		
二次方	.443	118.373	2	298	.000	-18.970	.776	-.002	
三次方	.447	80.132	3	297	.000	29.370	-1.888	.046	.000
複合	.505	305.116	1	299	.000	2.949	1.032		
S	.547	360.711	1	299	.000	4.631	-96.127		
成長	.505	305.116	1	299	.000	1.082	.032		
指數	.505	305.116	1	299	.000	2.949	.032		

自變數是 左殼長mm。

3. 單體牡蠣死亡率

單體牡蠣死亡率如表 11，5 月底開始架設實驗，6 月養殖籠死亡率為 39.66% 高於新式養殖網之死亡率 15.96%；7 月養殖籠之死亡率為 34% 較新式養殖網高 (24.07%)；而至 8 月則為新式養殖網(45.59%)死亡率高於養殖籠(9.22%)，此月發現大量開殼牡蠣，主要因扁蟲侵入導致死亡。9 月開始養殖籠因風浪大掉落，故往後死亡率皆以新式養殖網呈現，而 9 月至 11 月，牡蠣死亡率隨時間下降許多。

表 11 單體牡蠣養殖死亡率

Month	Group	死亡率
6 月	養殖籠	39.66%
	新式養殖網	15.96%
7 月	養殖籠	34.00%
	新式養殖網	24.07%
8 月	養殖籠	9.22%
	新式養殖網	42.59%
9 月	新式養殖網	23.23%
10 月	新式養殖網	10.69%
11 月	新式養殖網	6.12%

4. 牡蠣肥滿度比較

9月及11月隨機挑選實驗組與對照組各6顆牡蠣進行比較(圖 56)。對照組及實驗組之肥滿度比較如表 12，顯示利用單體牡蠣養殖方法其肥滿度皆高於對照組，而其11月增加84.33%，代表11月為適合採收單體牡蠣之月份。

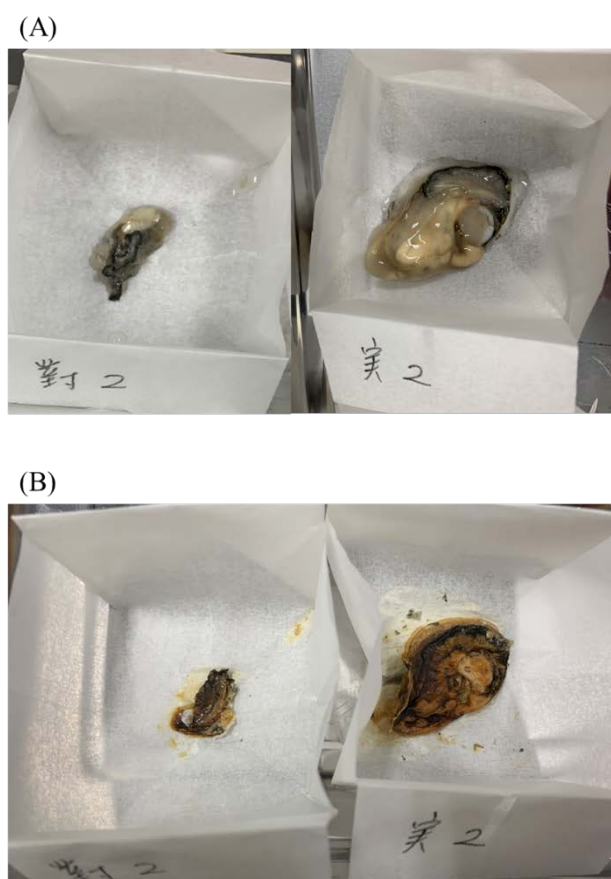


圖 56 肥滿度之施作(A)濕肉(B)乾肉

表 12 對照組與實驗組肥滿度 CI 比較表

採樣 月份	對照組 CI 值	實驗組 CI 值	增減率 (%)	實驗組 養殖期程
9月	44.89±7.16	51.07±13.53	13.77%	2018.05 ~ 2019.9
11月	24.57±5.97	45.29±10.88	84.33%	2019.10 ~ 2019.11

3-2-3 單體牡蠣養殖產量推估—以新湖漁港外海浮繩為例

依據金門縣水試所提供試驗空間分布表 13，將空間點位匯入地理資訊系統並透過 google Earth 呈現，如圖 57 為一個長寬邊分別為 340 公尺及 260 公尺之多邊形，其可進行牡蠣養殖之場址範圍為 92426 平方公尺，其外海浮繩每一條約 340 公尺，平行於海岸佈設，依照每組間隔 3 公尺，換算可養殖之單體牡蠣組數約 112 組，其中每一組包含三層籠，因此一共可養殖 336 籠，又 1 籠可養殖牡蠣數量約 44.1 顆，可換算一條纜繩可養殖 14,817.6 顆，且本試驗截至目前為止之平均收成牡蠣重量約 47.25g/顆，換算可生產總產量為 700 公斤。而每條浮繩因航行安全約間隔 5 公尺，因此總共可以佈設約 50 條，綜上所述，該海域約可生產約 35 公噸之單體牡蠣，參考網路銷收平台之廣島帶殼牡蠣平均售價為 470 元/公斤(圖 58)。總收入為 1,645 萬元，養殖籠成本為 300 元/籠，全海域共 16,800 個養殖籠，扣除養殖網具成本共 504 萬，淨收入約 1,100 萬元，該數據可供未來在實際作業上，相關產量提供重要的參考依據。

表 13 單體牡蠣養殖產量試驗空間點位(水試所提供)

station	lon	lat
A	118.407203°	24.431155°
B	118.405785°	24.429014°
C	118.402907°	24.430771°
D	118.404339°	24.432761°

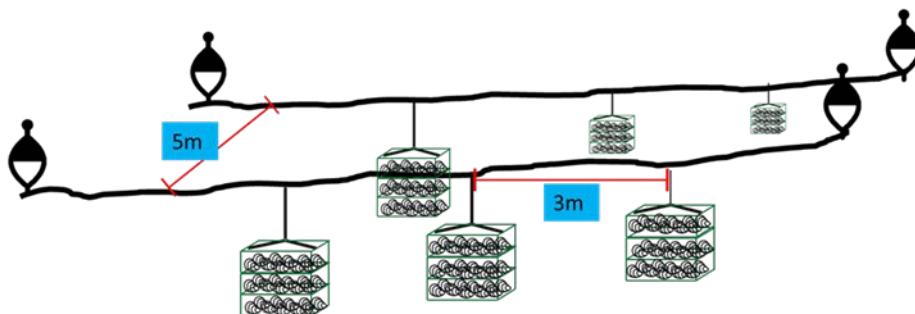
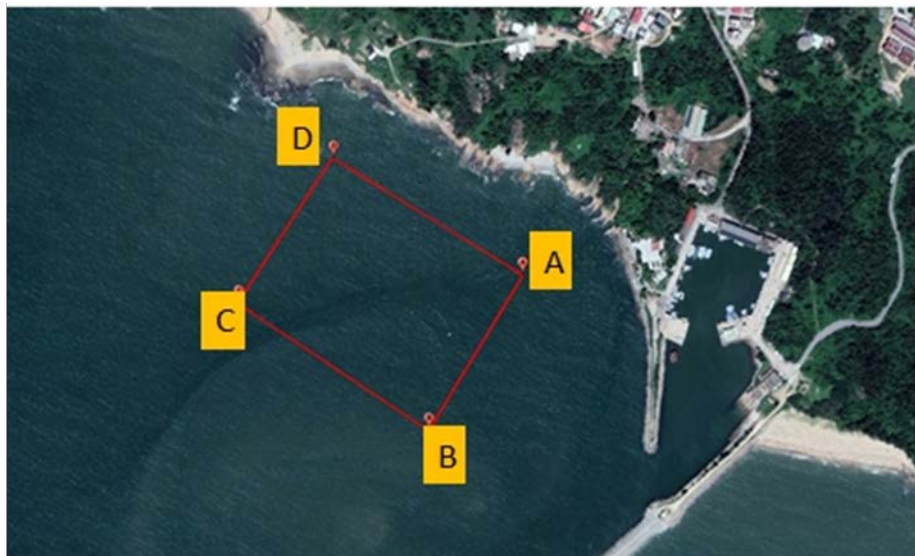


圖 57 單體牡蠣養殖產量推估

(a)

(b)

圖 58 網路銷售平台廣島牡蠣售價:(a)馬祖魚鋪 460 元/公斤(b)松果購物 480 元/公斤

3-3 藻體成果(水試所提供)

本研究目前採用兩種方式馬尾藻藻苗繩與培育板，從潮間帶採收中國半葉馬尾藻幼體（含附著器），進行夾苗並製成苗繩及培育板，長度個別於，將中國半葉馬尾藻（*Sargassum hemiphyllum* var. *chinense* J.Agardh）的藻苗繫於主繩上，並掛養苗繩長度於金門縣金湖鎮新湖漁港之外側海域，觀察藻苗繩與培育板在海域栽培之生長情形。截至 07 月 01 日至 10 月 12 日止，已完成三次海上吊掛作業地點於新湖漁港海域，各別吊掛 45 公尺（馬尾藻幼體 2,250 株）、30 公尺（馬尾藻幼體 1,550 株）及 60 公尺（馬尾藻幼體 1,800 株）之馬尾藻苗繩，勘查二次（7 月及 8 月）海域栽培苗繩結果發現，均被泥沙與懸浮物質所覆蓋，導致藻體無法行光合作用，造成海藻無法順利成長【圖 59 及圖 60】。



圖 59 海上栽培 1 個月後，馬尾藻苗繩均無生長



圖 60 海上栽培 1 個月後，馬尾藻培育板均無生長

四、 結論與建議

4-1 金門周邊漁業調查生物熱點分析

結論如下：

1. 2017 年 4 月到 2019 年 11 月止，金門測站水域捕獲物種共計 4792 筆，鑑定後確定記錄物種數共 179 種。針對前述十大經濟魚種另有進行解剖及其參數記錄，並建立基礎生物資料庫，其中含生殖腺重、去內臟重及肝重等，非十大魚種則進行體長及體重之量測(圖 61)，未來可提供相關單位進行後續分析研究。
2. 2017 年至 2019 年各季捕獲主要物種依序為春子(叫姑魚)、沙條、黃小沙丁魚、斷脊似口蝦蛄以及三疣梭子蟹，而主要漁期也是第二及第三季，其餘季節所獲得之樣本數較少。十大經濟魚種季別個體數，採獲主要種類依序為春子，佔總體漁獲個體數之 15%，沙條佔整體漁獲個體數之 10%，白鯧佔整體漁獲個體數 3%，而小黃魚以及大黃魚皆佔整體漁獲個體數之 1%，捕獲漁期主要也是以第二與第三季為主。在十大經濟魚種之捕獲比例上，約佔總漁獲個體數之 31%。金門地區主要是以第三季即 7、8 與 9 月有較多之物種個體數，而經濟魚種方面，則以叫姑魚類及尖頭曲齒鮫為主。
3. 歧異度指標方面，明顯觀察出 4 到 9 月為金門地區魚類歧異度較高的季節，而 10 月至翌年 3 月，因金門地區海況較差，導致可採樣之測站較少。另外在均勻度方面，則無明顯的時空分布變化。而一般來說，熱帶與亞熱帶海域其歧異度指標 H' 會高於高緯度海域，而均勻度指標 J' ，則是以高緯度海域會高於熱帶與亞熱帶海域，但台灣地處海洋地形豐富，洋流匯聚，因此就台灣地區討論其歧異度指標與均勻度指標之間的關係，並無顯著性。
4. 由於物種之獲取漁法為刺網，漁獲物易受網目所纏絡，人員取下時容易造成物種外觀有殘缺，以致部分物種無法拍攝，雖鑑定確認物種數共 179 種，但

實際僅完成並建立圖鑑共 60 種。

年	採樣月份	採樣日期	站點名稱	照片編號	物種名(中文)	學名	尾叉長/體長 (cm)	體重(g)	去內臟重(g)	肝重(g)	生殖腺重(g)	性別 (M/F)
107	5	21	J	1	三疣梭子蟹	Portunus trituberculatus	14	101				
107	5		J	2	口蝦姑	Oratosquilla oratoria	10.6	12				
107	5		J	3	斷脊似口蝦姑	Oratosquillina interrupta	9.8	16				
107	5		J	4	口蝦姑	Oratosquilla oratoria	9.6	12				
107	5		J	5	長額梭螺	Thryssa setirostris	16	50				
107	5		M	1	三疣梭子蟹	Portunus trituberculatus	14.8	122				
107	5		M	2	三疣梭子蟹	Portunus trituberculatus	14.3	136				
107	5		M	3	三疣梭子蟹	Portunus trituberculatus	14	152				
107	5		M	4	三疣梭子蟹	Portunus trituberculatus	10.2	80				
107	5		M	5	葛氏似口蝦姑	Oratosquillina gravieri	13.1	19				
107	5		M	6	岩尾近蝦姑	Anchisquilla fasciata	11.8	15				
107	5		M	7	口蝦姑	Oratosquilla oratoria	10	15				
107	5		M	8	斷脊似口蝦姑	Oratosquillina interrupta	13.2	25				
107	5		M	9	口蝦姑	Oratosquilla oratoria	11.9	15				
107	5		M	10	尖頭曲齒鮫	Rhizoprionodon acutus	65.8	846	762	30.76		M
107	5		M		網邊海星	Craspidaster hesperus						
107	5		M		顆粒鬃公蟹	Paradorippe granulata						
107	5		I	1	大鼻孔出姑魚	Johnius macrorhynchus	17.5	81	69	1.41	2.23	M
107	5		I	2	尖頭曲齒鮫	Rhizoprionodon acutus	57	682	574	42.32		M
107	5		I	3	斑海蛇	Arius maculatus	28.3	351				
107	5		I	4	尖頭曲齒鮫	Rhizoprionodon acutus	54.1	533	453	24.27	5.445	F
107	5		I	5	三疣梭子蟹	Portunus trituberculatus	12.3	89				
107	5		I	6	錢斑鱒	Charybdis feriatus	9	63				
107	5		I	7	斷脊似口蝦姑	Oratosquillina interrupta	12.3	22				
107	5		I	8	斷脊似口蝦姑	Oratosquillina interrupta	9.3	13				

圖 61 金門物種基礎生物資料庫

4-2 海洋牧場可行性評估

1. 單體牡蠣養殖

單體牡蠣養殖之死亡率於 6 月及 7 月養殖籠之死亡率較新式養殖網高，至 8 月則為新式養殖網死亡率高於養殖籠，此月發現大量開殼牡蠣，主要因扁蟲侵入導致死亡。建議與此時節可將牡蠣拉至岸上曝曬，或是浸泡淡水來避免扁蟲危害，而根據蕭等(2013)指出，亦可利用冷休克處理技術，將外殼附著大量生物的牡蠣，浸泡於 -19°C 的濃鹽水中 1 分鐘，將附著生物全數除去(圖 62)。另亦可仿照海上箱網養殖去除寄生蟲之方式，於工作船中設置淡水艙，以 1 噸淡水加入 25 公斤生石灰之比例，將牡蠣籠具置入約十分鐘去除扁蟲及其他寄生蟲。另外，實驗進行亦發現 6 月至 9 月淡菜及藤壺大量出現，將網具包覆，除利用大網目之網具蓄養外，建議可定時透過高壓水柱之清洗減少其附著。

新式養殖網於 9 月時，成長參數下降，其原因可能為風浪關係，導致網具內牡蠣滾動互相碰撞而造成殼緣磨損，因此於颱風期間，需研擬相關應變措施，如移至港內等，減少牡蠣碰撞或是網具受損之情形。10 月至 11 月之成長數據顯示，此歷程成長有明顯增加之趨勢，可階段性進行分篩並增加籠具，以利單體牡蠣成長。肥滿度分析顯示相較於對照組而言，籠具養殖之牡蠣之肥滿度較佳，顯示 10 月至 11 月環境適合牡蠣成長。

而水試所於 2018 年 11 月所綁附之蚶串，本研究 2019 年 7 月量測其中一蚶串成長參數得知，蚶串之殼長體重明顯低於本研究之實驗組，且與插筴式對照組平均值相近，顯示於研究場域使用籠具進行牡蠣養殖較為適合。另外比較實驗組單體養殖籠與新式單體養殖網及對照組(當地插筴式養殖)之重量與左殼關係可發現，養殖籠與新式養殖網之成長速率大致相同，為插筴式對照組則較低。使用單體牡蠣之養殖方式可提升 11.64% 產量。

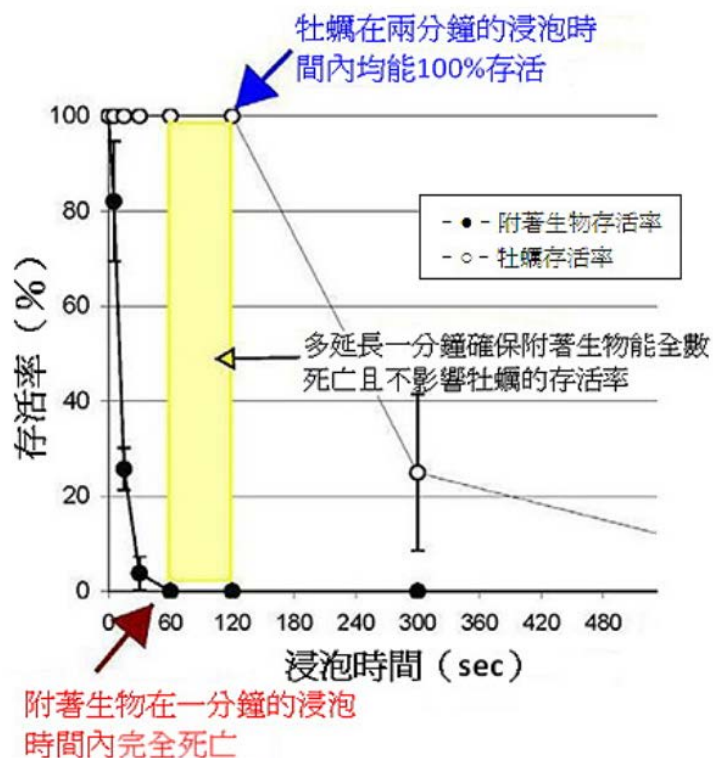


圖 62 冷休克處理技術實驗結果

資料來源：水產試驗所(2013)

2. 藻類養殖

馬尾藻海上養殖試驗 1-4 個月，因其生長受到限制，導致基底能照射到的陽光受限，影響生長，甚至白化潰爛，生長停滯。所以養成一定時間後，視其成長及養殖狀況需全部收成，然後重新栽種，以待下一次觀察。而依本次馬尾藻養殖試驗觀察結果，採用繩索夾苗及網片之模式養殖均不佳，其操作便利性、日常管理上對馬尾藻生長等情況還需要再評估。

海上栽培養殖馬尾藻過程中因光照強度太強導致矽藻及其它動物寄生，直接影響藻體生長，也造成日常養殖及人力管理上的不便，而夏季豔陽時應採收過程中需要移入養殖池上方加裝遮陽網，減少矽藻及其它動物的寄生。

養殖過程中會有其他附著藻和海葵或其他附著生物附著於藻體，所以應在養殖前期與養殖期間挑除，減低其影響馬尾藻生長之可能性。提升清洗與管理模式，

是往後需克服之要點，以增加產量與生態復育的價值。

馬尾藻是以營養繁殖方式進行養殖，養成技術門檻相對較低，低成本且對環境友善，是適合於夏、秋季養殖之物種。目前馬尾藻以海上吊養方式養殖，在 2-3 個月短期間無法獲得產量與經濟效益。而在養殖期間，遭遇到颱風、海流、水中懸浮物質、其他附著生物等各種非人為因素，仍需要透過中央氣象局預報及隨機注意海面的變化，觀察藻體有脫落時，必要時移到室內養殖魚塭或室內養殖場，等海面狀況好在移出去，盡量減少馬尾藻苗的損失，以評估種苗效益需求。







本計畫目標為建立人工藻場，期許能維護海洋生物多樣性與提升生物誘集之目的。未來將著重於馬尾藻的有性生殖技術之研發，以大量生產藻苗繩，為「海中造林」營造及增加海洋生物棲息環境場域，達到復育海洋漁業資源與海洋環境之間取得平衡，是一個非常重要的課題。

3. 棲地營造

本年度單體牡蠣養殖之過程發現，扁蟲入侵由去年 10 月提早至 7 月；淡菜及藤壺於 7 月開始大量附著，龍鬚菜也提早至 8 月出現，網具內亦可發現許多小型生物(如蝦苗、蟹苗、魚苗等，表 14)。採樣期間 6 月觀察網具上佈滿麥桿蟲(圖 32C)，並捕捉到魚類啄食養殖裝置之影像(圖 36 及圖 41)，魚類有棲息於陰影處及漂浮物附近之特性，附著於網具上之生物亦能成為魚類之餌料，以吸引魚群聚集。

而為瞭解聚魚效果，本研究利用架設蛇籠方式，比較架設養殖裝置前後之聚魚情形，於單體養殖區域附近捕獲金錢魚、臭肚魚及蝦，而無網具處則無漁獲。另外 11 月網具內發現臭肚魚數尾，其體長已大於網目，種種跡象皆顯示單體籠之架設可幫助建立海洋牧場，營造良好棲地環境。

表 14 觀察不同生物出現時間
(紅線 6 月後為今年度計畫開始之月份)

物種名	2018年							2019年								
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
 藤壺																
 淡菜																
 扁蟲																
 蚶岩螺																
 小型生物																
 龍鬚菜一種																

綜上所述，本研究之實驗場域，以單體牡蠣養殖為媒介不僅可明確提升牡蠣產量、肥滿度及成長速率，牡蠣籠具及藻類蓄養更可聚集多樣海洋生物及魚介類，營造魚類棲地達到海洋牧場效益。此外，根據漁民反饋，插筴牡蠣養殖方式於每年農曆 4 至 5 月前必須全數採收，否則牡蠣將開殼死亡，無法同單體方式蓄養甚久，其原因目前未知。因此，單體牡蠣養殖模式未來應積極導入當地，與潮間帶牡蠣養殖互補，不僅創造另一型式之牡蠣養殖產業，更能達到提升海洋漁業資源之目標。

五、 參考文獻

中文

1. 陳章波、蔡萬生、陳春輝、許慧文(1989)，澎湖牡蠣之養殖：重量及肥滿度的變化，農委會漁業特刊第 17 號。
2. 余廷基、施志民(1994)，單體牡蠣養殖技術之建立-IV，農委會補助計畫。
3. 江永棉、王瑋龍、黃淑芳(1990)，臺灣海藻簡介。臺灣省立博物館，臺北市，第 22 頁。
4. 黃淑芳(2003)，台灣東北角海藻圖錄。國立臺灣博物館出版，臺北市，第 49 頁。
5. 何雲達、黃麗月、陳鴻議、周麗梅、林明男(2004)，貝類育肥及衛生處理自動化系統之研發，水產試驗所九十三年度年報。
6. 翁碧蓮(2004)，金門區漁會成功箱網培育約四十萬粒單體牡蠣，金門日報。
7. 賴蕙蘭(2006)，台灣養殖牡蠣殼空腔化測量方法之研究，碩士論文，國立中山大學，高雄。
8. 黃淑芳(2006)，臺灣產蕨藻屬之分類及分布研究（科技政策中心編號：RG9513-1889）。國立臺灣博物館植物學組。 15 頁。
9. 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。
10. 徐振豐、張睿昇、周立進、吳烈慶(2011)澎湖的海藻與生活利用。湖縣政府文化局，澎湖縣，第 44 頁。
11. 連江縣政府(2012)，馬祖海域魚類圖鑑。
12. 戴仁祥、葉信利(2012)，單體牡蠣養殖簡介，漁業推廣 295 期，行政院農委會漁業署。
13. 楊天成(2012)，台灣西南海域長牡蠣成之研究，碩士論文，國立高雄海洋科

- 技大學，高雄。
14. 盧佳綺(2012)，台西及七股地區葡萄牙牡蠣生長及生殖，碩士論文，國立中山大學，高雄。
 15. 邱韻霖、謝恆毅(2012)，海中螳螂—麥桿蟲，行政院水產試驗所澎湖海洋研究中心。
 16. 陳衍昌、張睿昇、徐振豐、周立進(2013)，金門海域經濟海藻調查與生物技術保種之可行性評估。金門縣水產試驗所委託研究報告。104 頁。
 17. 蕭聖代、莊世昌、吳繼倫(2013)，有效去除牡蠣殼上附著生物的新方法—「冷休克技術」，行政院農業委員會水產試驗所電子報，第 85 期，2013 年 5 月。
 18. 金門縣水產試驗所(2013)，102 年度金門石蚶歷史調查研究成果報告。
 19. 行政院農業委員會漁業署(2015)，臺灣常見經濟性水產動植物圖鑑。
 20. 戴仁祥、葉信利(2017)，貝類養殖產業：從蚵仔煎到法式生蠔，《科學發展》2017 年 7 月，535 期，18 ~ 20 頁。
 21. 張朝欣 (2019/06/07)。產研合作 雲林黃金生蠔養殖成功。中時電子報。取自 <https://www.chinatimes.com/realtimenews/20170607005715-260405?chdtv>。

英文

1. Alban, F., Boncoeur, J. (2008). Sea-ranching in the Bay of Brest (France): technical change and institutional adaptation of a scallop fishery. *FAO Fish Tech Pap* 504: 41.
2. Ah Yong, S.T., Chan, T.Y. and Liao, Y.C.. (2008). A Catalog of the Mantis Shrimps (Stomatopoda) of Taiwan. National Taiwan Ocean University, Keelung.
3. Bell, J.D., Leber, K.M., Blankenship, H.L., Loneragan, N.R., Masuda, R. (2008). A new era for restocking, stock enhancement and sea ranching of coastal fisheries resources. *Rev Fish Sci* 16 1-3: 1-9.
4. Bénédicte C., Thomas, W., Reddy, C. R. K., 2018. *Protocols for Macroalgae Research*. CRC Press, London pp. 4-10.

5. Chang, J. S., and Tseng, C. C. 2010. Effects of recent ecological events on the distribution and growth of macroalgae in marine waters around Taiwan. 水研センター研報, 32, 11-17.
6. Doiron, S. (2008). Reference manual for oyster aquaculturist. Shippagan, N.B. New Brunswick Department of Agriculture, Fisheries and Aquaculture. 76 pp.
7. Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C. (1996). Introduction to Quantitative Genetics, 4th ed. Longman. England. 459 pp.
8. Garcia, S.M. and Grainger, R.J.R. (2005). Gloom and doom? The future of marine capture fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences* 360: 21-46.
9. Jackson, J.B.C., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J.A., Hughes, T.P., Kidwell, S., Lange, C.B., Lenihan, H.S., Pandolfi, J.M., Peterson, C.H., Steneck, R.S., Tegner, M.J. and Warner, R.R. (2001). Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293: 629-638.
10. Matsuda, Y. (1992). Marine ranching in Japan – from salmon to red sea bream. In: Yamamoto, T. and Short, K. (eds.), *International Perspectives on Fisheries Management Systems Developed in Japan*. National Federation of Fisheries Cooperative Associations and Japan International Fisheries Research Society, Tokyo, Japan.
11. Moksness, E. and Stole, R. (1997). Larviculture of marine fish for sea ranching purposes; is it profitable? *Aquaculture*. 155, 341-353.
12. Pauly, D., Christensen, V., Guenette, S., Pitcher, T.J., Sumaila, U.R., Walters, C.J., Watson, R. and Zeller, D. (2002). Towards sustainability in world fisheries. *Nature* 418: 689-695.
13. Lewis, J. E., and Norris J. N. 1987. *A History and Annotated Account of the*

- Benthic Marine Algae of Taiwan. *Marine Sciences*, 29, 1-38.
14. Svasand, T., Kristiansen, T.S., Pedersen, T., Salvanes, A.G.V., Engelsen, R., Navdal, G. and Nodtvedt, M. (2000). The enhancement of cod stocks. *Fish and Fisheries* 1: 173-205.
 15. Tilseth, S. (1994). Overview of sea ranching of Atlantic cod and review of the Norwegian sea ranching program. In: Noshov, T. and K. Freeman, Eds. *Marine Fish Culture and Enhancement: Conference Proceedings, 4-6 October 1993, Seattle, Washington. (WSG-WO 94-1)*. Seattle, Washington: University of Washington, Washington Sea Grant Program. 37- 38.
 16. Pandora Wadsworth, Alan E. Wilson, William C. Walton (2019). "A meta-analysis of growth rate in diploid and triploid oysters" *Aquaculture* 499:9-16.
 17. Woods, C. M. C. (2009) . "Caprellid amphipods: An overlooked marine finfish aquaculture resource?" *Aquaculture* 289 (3) : 199.

參考網站

臺灣魚類資料庫. <http://fishdb.sinica.edu.tw/chi/home.php>

臺灣蟹類總名錄. http://web.nchu.edu.tw/~htshih/crab/cb_list.htm


臺灣貝類資料庫. http://shell.sinica.edu.tw/chinese/index_c.php

金門日報. <https://www.kmdn.gov.tw/1117/1271/1272/119561/>

六、 期中審查意見回復

序號	審查意見	機關回復
1	內容疏漏需要修正的地方，18 頁去背處理應為去背景處理；第 26 頁倒數第 2 行漁”貨” 個體數應為獲，第 35 頁後那些歧異度的圖測站點太小看不出來，是否將高值測點特別指出來；第 51 頁圖 34、35、36 與文字敘述所標示圖 30、31、32 有誤；第 53 頁第 2 行，”教” 新式養殖網高應為較。	1.遵照委員建議進行修改。 2.生物多樣性指標之單圖放大，將於期末報告完整呈現。
2	經濟魚種調查部分，有幾個季節沒有漁獲物，是真的無魚還是網具操作的過程造成，是刺網未展開的問題？	由於本研究之經濟魚種調查交由金門水試所採樣，根據研究船人員所述，各站漁法及投網方式皆準確掌握海流方向且佈放時間短，故無漁獲紀錄皆為實際狀況非網具操作問題。
3	表 7 裡面有 2019 年第三季資料，是否有執行？未在資料中有找到執行第三季之情況。	關於 2019 第 3 季，7、8 月已經執行且生物調查資料已納入期中報告，唯，有待 9 月執行後方可完成季別資料再繪圖，將於期末報告呈現。
4	從 2017 年至今，魚種似乎有變遷的跡象，目前資料雖不夠多，但建議未來資料庫的累積，在魚種的變遷是否有特別情況，可以進行季節性變化的分析，來檢視沿近海資源變動的情況。	針對經濟魚種部分，物種的年際差異僅有 3 年，若未來能繼續收集，將可呈現魚種組成之更替。
5	白鯧於金門本地與臺灣本島的品種是否相同？白鯧在未來可能是被重視的漁獲，於金門當地漁獲具季節性且有固定體長大小，在未來調查可做為參考依據資料。	根據目前採樣結果，常出現之白鯧種為北鯧、銀鯧、鏞鯧、中國鯧、灰鯧等。本研究雖將本述魚種合計於圓餅圖中呈現，但實際上於紀錄表中皆依外部形態細分正確物種，但是否與臺灣周邊海域產之魚種一致，未來將蒐集保留樣本提供給相關單位進行分析。

6	牡蠣成長方面，雖然做成長曲線，雖有差異，建議未來資料充足應做檢定，新的養殖方式主要是有什麼目的，是改善操作實用性或提高成長率及降低死亡率，於期末報告時應清楚的說明，並在結果應證是否有確實的效果，其改變養殖深度的差異是否有效果。	有關牡蠣放養深度比較，本計畫執行之初採取分層比較設計，但實驗過程中，因天候與人為因素，不斷遺失牡蠣籠具，造成數據無法呈現，故本計畫最終採表層蓄養為主。
7	第 7 頁 牡蠣 77 公噸是肉重或帶殼重？	漁業年報上的金門牡蠣產量，應為帶殼重。
8	第 8 頁第 1 行 附著性藻類怎麼增加貽貝的產量；1、濾食性，2、覆蓋性不良影響。魚類產量具經濟效率嗎？第 12 行 ---均勻廣闊成長---，？	「均勻廣闊地生長」為引用文獻內之敘述，請參考戴仁祥、葉信利(2012)，但為避免修辭爭議，已適度改寫。
9	第 9 頁第 6 行 水產試驗所單體牡蠣的育成有相關的報告？(不見相關的文獻)黃金生蠔有做單體培育？(不見相關文獻)為何要強調二倍體？何謂慣性養法？	過去金門漁會有使用基因 3 倍體養殖單體牡蠣，但目前方式使用一般 2 倍體，因二者使用幼苗有所差異故詳細說明。有關文獻部分，水產試驗所幾乎發布形式為網頁或新聞，並未輸出成期刊或雜誌，但已補列電子新聞出處。文詞已適度修改。
10	沒有依過去試驗遇到的問題做回顧，並提出擬解決的方法與前人處理的方法。	有關法國養殖牡蠣的管理方式，並未登載在文獻中，但有在網頁搜尋到，法國養殖方式會不定期回收，在用滾輪洗殼，但會造成殼變厚而不長長。國內現階段未有相關機械，且有關單體牡蠣養殖之實務操作甚少文獻，故本研究僅盡量蒐集國內外相關資訊，尚無法進行比較分析。
11	第 12 頁 牡蠣產量主要來自那種養殖方式未敘述，過去文蛤的來源？	此段資料為參考漁業署之漁業統計年報，該資料並未細分養殖方式，故本報告亦無法敘明。
12	第 14 頁 Doiron 有敘述管理的方法嗎？	請參考第 8 頁，「單體取苗為物理方式，養殖期間其密度將會限制成長，必須階段性分篩並增加籠具」。
13	第 15 頁第 1 行 如何才算是完整的資料庫？	本研究完整資料庫是指採樣及量測數據方法統一且持續更新之生物調查資料庫，因金門過去未有系統化的漁業

		生物資料收集，故報告中特別強調本研究之貢獻。
14	第 15 頁第 15 行 何謂成長參數？(成長是變數，參數為常數，參考用的，描述總體的特性)於結果並沒有呈現。其 H' 與 J' 的關係並沒有討論。	<p>成長參數乃漁業資源評估領域中之專有名詞，在漁業資源評估裡面，確實把成長數據輸入成長方程式形成曲線，資源學將相關數據定義為參數使用，可能是領域及想法不同，並無不妥。</p> <p>H' 與 J' 之相互討論將於期末報告中詳細說明。</p>
		 <p>台灣海域紅肉旗魚之年齡與成長研究 Age and growth of striped marlin (Kajikia audax) in waters off Taiwan 許文龍, 碩士 指導教授: 孫志輝 繁體中文 DOI: 10.6342/NTU.2010.02603 紅肉旗魚; 年齡; 成長; 鱗; 耳石; striped marlin; age; growth; spine; otolith</p> <p>摘要 本研究利用透視法進行紅肉旗魚年齡與成長研究，並輔以耳石輪齒層轉譯中第一輪形成之位置。自2004年11月至2010年4月間於黃海、東台灣和新港島門橋共量測1,416尾紅肉旗魚體長資料，體長共量測731尾，體長範圍介於92至220.5公分，體重共量測558尾，體重範圍介於95至220公分，性別未知的有127尾。將所量測的體長與體重資料經likelihood ratio test檢定後，得知取樣區尾長與體重關係在增加時並無顯著差異($P > 0.05$)，因此合併體長與體重資料為$W = 4.65 \times 10^{-6} L^{3.16}$，發達後期H'值平均0.17度，其中雄魚體長291度，雌魚體長226度，已換輪齒層，亦換到發達後期化後計量之標本，共有447尾標本成功可讀，其中雄魚241尾，約佔總數83%，APE為8.96%，CV為11.80%；雌魚206尾，約佔總數91%，APE為7.61%，CV為11.54%。雌性與雄性的平均標準齡皆為6度，發達後期一半所形成之輪齒數與輪齒形成期在連續成長分析後得知紅肉旗魚在標準10月至標準11月間形成一輪齒。</p> <p>成長參數之推估分別利用Fraser-Lee's與Monastyrsky 兩種紅肉旗魚連續各年齡的推估體長，經計算並納入Standard von Bertalanffy 與generalized von Bertalanffy 成長方程式以評估在標準法推估體長之準確性，結果顯示以Monastyrsky法推估之體長較generalized von Bertalanffy 成長方程式所推估之體長較為準確，而所推估出來的體長與連續成長方程式模型之平方和及分析比較顯示成長參數推估，得知連續成長之成長並無顯著差異($P > 0.05$)，建議合併之成長方程式為$(1) 263.44(1 \pm 0.04)(1 \pm 2.05)(t \pm 0.40) + 12.05$</p>
15	第 15 頁 沒有敘述管理的方法。沒有敘述附著物發展的情形，且插筭式的牡蠣不是好的對照，因為海域不同。應該在同一吊架上掛養牡蠣串。	試養的籠具有發現附著物附蓋死亡現象，有發現到透水率低的籃裝牡蠣死亡率比網裝的還低，以此排除缺氧死亡之可能性，未來可能會在調整及研究。水試所於相同纜繩上掛養牡蠣串，於7-8月時有測量牡蠣串，並進行比較。(詳第49頁)。
16	第 15 頁第 15 行 生殖生物學沒有做實際成果呈現。	本研究針對生殖生物學之解剖量測為協助水試所取樣，工作項目主要為紀錄並建立資料庫，做為未來漁業資源評估研究之用，實際分析並非本研究之工作項目故未呈現其結果。
17	第 19 頁倒數 1-4 行，牡蠣殼體成長表現以左殼大於右殼...，用發現為奇怪的敘述	已修改。
18	第 20 頁 應該做迴歸檢定可行性，因為牡蠣殼的變異很大(見 P24 之	將於期末呈現統計分析結果。

	F23 之 R 平方值很小)	
19	圖 11 應用自己的照片，才能呈現現況。	該圖僅說明實驗用牡蠣來源，目前金門潮間帶插筴式養殖方式仍舊如此，並無變化。
20	第 23 頁第 3 行，左殼與重量的關係圖不能做為成長率。 0.0301 與 0.0271 二個數據由此圖看不到(這種成長率很低) 第 6 行 殼長與重量成正比關係是無意義的敘述。 第 8 行 應該敘述如何估算。且是濕重或全重。 第 14 行 看圖有矛盾的敘述(龍鬚菜在內，魚在外) 第 17 行 應該有不同深度與不同密度的處理	1.本研究根據相關前人文獻之分析方式，皆以殼長及重量做為成長變化之呈現。 2. 殼長與重量成正比關係為闡述實驗參數之結果，並非無意義。 3.本研究現階段皆以全重做為估算。 4.龍鬚菜會吸引魚類靠近覓食，照片所呈現雖為籠內龍鬚菜之照片，但仍有發現籠外亦有龍鬚菜之生成，且因養殖裝置有孔洞，籠內龍鬚菜會隨孔洞生長至籠外，並無矛盾。
21	應做 H' 與 J' 意義的呈述。	兩者生物多樣性指標之意義請參考第 17 頁之敘述。
22	第 43 頁「同時」之前是否漏了一些敘述？	遵照委員建議進行修改。
23	第 43 頁第 19 行沒有種類與數量的呈述。	由於魚苗體型過小，無法判別種類及數量。
24	第 43 頁第 23 行小節內容？	詳如 3-2-2 小節內容。
25	籠具幾乎被蓋滿了。應該做附著物發展的觀察，做為管理的依據。	養殖換籃的養殖操作模式，因目前方法還在嘗試，可能在期末報告後建立流程之具體描述。
26	第 49 頁第 5 行不應用參數。第 8 行沒有數據的呈現。	請參閱第 14 點之答覆。
27	第 50 頁 圖 32、33 三角形不見。	已修正。
28	第 51 頁第 2 行 圖 30 是相片。第 3 行圖 31、32 為何殼長與體重能做關係計算？且 0.0325 沒有呈現，也不知是殼長或體重(肉重或全重)。而這種成長率是否很低？	1.已修正。 2.本研究參照前人前人研究(楊, 2012; Pandora et al., 2019)，針對牡蠣成長參數之分析，皆使用殼長與體重之關係呈現，其中體重為全重。
29	圖 34 的意義？	進行實驗組之分析必須要有背景值之對照(即對照組)，對照組是在需要進行對比的科學實驗中，起輔助、對比之用。

30	第 54 頁第 4 行數據缺。第 24 行 傳統養殖為石條養殖。	1.此行敘述之重點為，本研究已經建立金門物種之生物資料庫，並提供給水試所進行後續分析，並非敘述數據結果。 2.已修改為「當地插筭式養殖」。
31	第 55 頁第 4 行如何確認扁蟲為主要原因，應嘗試做討論。	由於發現開殼牡蠣內有扁蟲正在侵蝕之現象(詳如圖 24、圖 29)，故推測為扁蟲為造成牡蠣死亡之原因。
32	貽貝養殖之可行性?	由於計畫主軸為單體牡蠣養殖，目前推估附苗期為 6-7 月，未來相關單位可以評估淡菜養殖之可行性。
33	討論牡蠣養殖之困難與擬解決之道	由於目前為期中階段，待地 4 季採樣結束，未來將在期末一併統整敘述。
34	解決扁蟲問題。	建議未來可提高預算購買高壓水注幫浦，以去除殼體上之扁蟲及藤壺。
35	牡蠣跟海藻的聚魚效果是否能提供相關數據，審計單位指示計畫執行示範區時，須提供聚魚是否有具體幫助。	海洋牧場聚魚的量化部分，可能透過 ROV 或潛水觀測方式，須拉測線並經水下拍攝，透過後續人工判讀鑑種後進行量化評估效益，將再與水試所討論船次配合執行之可能。
36	是否跟在地漁民解說執行海洋牧場之好處，有相關數據與在地漁民解說，對未來推廣海洋牧場與執行有幫助。	本年度與漁會配合進行海洋牧場之推廣，將持續與各方合作走入社區進行推廣。
37	經濟魚種調查部分，在未來是否可以與漁業統計資料與漁民卸魚的資料做相關配合，更能夠反映金門海域的漁業資源情況。	漁業署已於 107 年度起要求各地區漁會協助建置完整之卸魚聲明，未來漁會之資料可與本研究之資料整合。
38	目前累積圖鑑與資料，如未來出版圖鑑，是否以金門在地俗名敘述。	魚種的俗名需要金門話來敘述，跟臺灣差異很大，可能要跟當地漁民一一確認，為便於資料彙整，現階段本研究仍以學名為主，當地俗名將逐步補充。

七、 期末審查意見回復

序號	審查意見	機關回復
1	本計畫之標題是「經濟種調查暨海洋牧場示範區可行性先期評估」但從你的報告中卻沒有提及海洋牧場的可行性報告。	已補充資料於 3-2-3 及結論中。
2	海洋牧場的架構設想為何？預定地點在那裡？	<ol style="list-style-type: none"> 1. P3 本研究將以牡蠣做為媒介，改良海上單體牡蠣養殖模式，藉由牡蠣養殖設施吸引魚群，不僅直接創造牡蠣養殖效益，更期望營造真正的海洋牧場。為此，本研究將先確立金門周邊海域漁業資源多樣性及空間分佈，以利漁業管理策略規劃，再與牡蠣養殖區域進行比對，評估海洋資源之差異。 2. 預計以金門新湖漁港西側之海帶藻繩為預定地。
3	若海洋牧場單只有單體牡蠣養殖，那聚魚的效果會有效嗎？	本計畫欲透過單體牡蠣養殖試驗所產生之設施所營造之環境聚魚，目前聚魚效果雖無法量化，但吸引魚類覓食之證據明確。
4	第 1 頁第 11 行—確定最早的金門漁業統計年報為 2003 年？	根據漁業署 2019 年 2 月釋出之資訊，最少年報為民國 92 年(2003)，而目前漁業署線上更新(2019 年 9 月)後，目前開放下載資料則為民國 99 年(2010)爾後之漁獲年報。
5	第 2 頁第 2 行—海洋牧場的規模與經濟效益；建議將 P65 之英文參考文獻 8(Moksness and Stole, 1997)的結果與討論做介紹。有無海洋牧場建立成功的例子？	參考內文 P1 倒數第三行，海洋牧場成功案例甚多，故本研究主要以目前研究中碰到的問題進行討論。
6	第 2 頁第二段，單體牡蠣如要做為生蠔，必需有乾淨的水域淨化牡	生蠔是手掌大小體型之牡蠣統稱，但要達到生食等級則是另一項議題，非

	蠣。所以金門有這個條件嗎？	本團隊研究之方向。
7	Doiron(2008)有管理附著生物的方法嗎？目前看來掛養牡蠣受附著生物的影響最大。	附著物的管理，主要是法國及西班牙進行牡蠣養殖的海洋牧場，但他們環境比較像台灣七股潟湖，沒有浪大的問題，操作為透過人力將牡蠣取回後水柱沖完再重新掛養，但金門於外海比較不可行，增設高壓水柱可能對船體也不適合。本研究於今年之試驗將網框的網目變大後，附著率降低，有可能是網框內有魚在裡面生存，啄食附著生物，使附著率降低。
8	第 3 頁第二段與本計畫無關。	於期中審查意見回復中，委員提及：「第 9 頁第 6 行水產試驗所單體牡蠣的育成有相關的報告？(不見相關的文獻)黃金生蠔有做單體培育？(不見相關文獻)為何要強調二倍體？何謂慣性養法？」故當時完成相關資料補充。
9	第 3 頁之三—應依過去的計畫執行結果陳述遇到的問題，而本年度因應相關的問題，預計如何決解。	前言主要為陳述動機及目的之章節，過去計畫執行之問題及相關因應請參閱 2-3-2 及 2-3-3 兩章節之敘述。
10	第 11 頁第 7 行—Shannon and Weaver index 是單一群聚的物種數與各族群個體數的關係，沒有時間的因素也沒有不同地的比較。	本研究做法為根據水試所每季所捕獲之物種，計算各站點之歧異度指標，並匯入地理資訊系統，其研究方法請參閱 2-1 內容。
11	第 17 頁第 4 行—0.0301 與 0.0271 不能做為成長率；該二數為體重與殼長相關式的係數，只是型質的特徵值。而且沒有時間的因素在裡面。	根據水產資源學中，體重與體長之迴歸式： $W = qL^b$ ，取自然對數後轉換為線性方程式後，其中 b 為斜率，即代表成長速率，請委員參考 Michael King 執筆的 Fisheries Biology, Assessment and Management 一書。
12	第 17 頁第二、三段藤壺、扁蟲及蚵岩螺希望有數據呈現。	本研究目前僅呈現牡蠣養殖觀察紀錄及數據，藤壺、扁蟲及蚵岩螺之數據建議未來相關單位可納入研究中。
13	第 18 頁—圖 14 之 Y 軸說明缺	Y 軸資訊在圖中右側:左殼長 mm、重量 g
14	第 21 頁第 1 行之 27%(應為 31%)是否有誤？	已更正為 31%。

15	第 27 頁 表八之沙條與白鯧不在表七？	於表 7 為魚類物種之細項，表 8 為經濟魚種之通稱，本研究沙條包含尖頭曲齒鮫、沙拉白眼鮫，白鯧包含北鯧、銀鯧、鑷鯧、中國鯧、灰鯧等。
16	第 30 頁第六行歧異度較高之唯 2 站為哪二站？	文中 2 為編號 2 之測站，並非兩站。
17	第 31-33 頁圖右側是否缺 H' scale。圖說明不全。	已修正。
18	第 34-36 頁圖說明金門地區以金門地區涵蓋較廣，應為海域較佳。	已修正。
19	第 42 頁第二段，--網具上覆滿麥桿蟲等端足類---。是否有大量魚類出現？	養殖籠在收回過程中，離開水面時，魚類有游泳能力，除非體型大於網目，不然皆無法量化魚類，僅能透過蛇籠與影像進行紀錄。
20	第 42 頁 最末段，蚵串也有藤壺與淡菜附生，會造成牡蠣大量死亡嗎(三種養殖方法的各別活亡率需呈現)。在台灣，這種狀況較少，所以表示金門海域掠食附生生物的魚類可能不多。	有關蚵串的死亡率，因為現在已無結付蚵串，可能無法推估，蚵串附著很多藤壺及有機質，因為沒有相關的調查，很難判定為何可以生長這麼密集到包住蚵體，但同時間點單體牡蠣無此問題，推測可能為蚵體在網內滾動，造成蚵體無附著，該海域可能不適合傳統養法，故使用籠子進行養殖較可行。
21	第 43 頁 淡菜似乎沒被附著物影響，是否具有經濟價值嗎？可以改轉養殖淡菜？	馬祖海域有成功之淡菜養殖案例，然本研究團隊現階段是以牡蠣為主，未來相關養殖項目有待進一步探究。
22	第 50 頁 標題的參數可改為數據。第二段，插筴式的大牡蠣可能被採走了？各階段的體重與殼長應做統計平均差異檢測。串養牡蠣與單養牡蠣是否同種？應表殖各種養殖方式牡蠣的初始大小、最終大小、與活存率。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 參照委員建議修正。 2. 訪問提供插筴式牡蠣之漁民表示，插筴式養殖牡蠣長到每年農曆 4 月就會死亡，其原因目前未知，故漁民於 4 月前皆會採收上岸。 3. 目前養殖之種類為葡萄牙牡蠣。 4. 本研究初使養殖階段，不論對照組或實驗組皆使用同時期插筴式養殖之牡蠣，即一開始之牡蠣皆來自同一群體，表示其各項數值均無顯著差異。
23	第 57 頁串養牡蠣的活存是否受附著	本研究並未進行串養牡蠣之死亡率估

	生物的影響？表 10 沒有串養牡蠣的生活存率。	算，未來建議相關單位可同步進行串養之試驗。
24	第 57 頁如何確認扁蟲造成大量死亡？9 月至 11 月牡蠣死亡率逐漸下降的可能原為何為？	可在牡蠣殼內發現為數眾多之扁蟲，並且紀錄到正在掠食牡蠣之扁蟲，故推測此生物之出現為牡蠣大量死亡之原因，而 9 至 11 月死亡率下降，其原因亦與扁蟲數量多寡有關，於此其間扁蟲較少。
25	第 58 頁表 11 增減率數據運算有誤，13.77%與 84.33%如何得到的？缺串養蚵的肥滿度數據。應該有每組試驗牡蠣初始與最後的肥滿度數據。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 增減率代表利用單體方式養殖可以增減多少比例之肥滿度，依據本研究之成果，代表以單體養殖相較插洪式養殖可以增加 13.77%(9 月)與 84.33%(11 月)的肥滿度。 2. 肥滿度之量測只取 9 月及 11 月之樣本，故無初始數據。而最後之肥滿度，因實驗仍在進行，故無法呈現。 3. 團隊沒有進行串養牡蠣之測量。
26	第 59 頁第一段，部分生物學數據沒呈現。	本研究團隊皆已將相關樣本收集保存與水試所內，本研究之研究範圍並無包含分析生殖腺、去內臟重、肝重等，未來待相關研究團隊進行呈現。
27	第 59 頁之 3，該期間為何金門海域的魚類歧異度會較高？本項為何有最後四行的敘述？	<ol style="list-style-type: none"> 1. 推測為夏季期間，基礎生產力較高之緣故，建議未來相關單位可搭配遙測數據及研究船採集浮游生物等，分析金門海域之基礎生產力。 2. 委員於期中審查意見第 14 項對於生物多樣性指標有相關疑慮，故進行相關資料補充。
28	第 60 頁之 5，可能原因為何？	年際間水溫變化。
29	第 60 頁之 7 之 1 怎麼推測新群的加入？	由於殼體比上一個月測量的平均值還要小，故推測為加入群。
30	第 61 頁之表 12 的蚵岩螺是否放錯圖？	已修正。
31	第 61 頁之 2 高壓水柱可行嗎？2-2 可行嗎？	參考國外案例，確實可透過高壓水柱進行清理。

32	第 63 頁許多參考文獻不見於內文被引用。	已修正。
33	可否加入養殖大型藻類聚魚的相關研究，審計單位指示計畫執行示範區時，推廣海帶養殖是否有聚魚的舉證，是否對漁民有具體幫助，以利未來推廣養殖。	謝謝委員，本研究已加入水試所相關研究成果於本報告書中。
34	經濟魚種調查部分以往皆透過試驗船，在未來是否可以透過漁民捕捉的資料或地點調查，更能夠反映金門海域的漁業資源情況。	本研究於研究初期，的確有拜訪過地方漁民，然而金門漁民少，配合意願不高，未來建議相關單位可與漁會共同合作紀錄海域之漁業狀況。
35	單體牡蠣養殖試驗，考量各方面成本支出，是否能讓漁民養殖獲利之可行性。	經估算後確實可增加收益，詳細說明請參閱 3-2-3。
36	是否能提供承辦課這邊相關新聞稿，發表這兩年示範區之成果。	目前建議是等到 2020 年初，可將養殖的 13 串單體牡蠣成長到一定的可觀量後，紀錄完整數據及成果，始可提供新聞稿。
37	由於刺網造成魚體破損不完整，未來是否透過漁船海釣獲取更多生物體照片，增加累積量促使編列新的金門當地經濟魚種圖鑑。	如有足夠之經費支持下，未來可向海釣漁民購買魚體進行紀錄，以建立金門海域完整之圖鑑。
38	與集美大學進行相關研究，是否透過新的進度及資訊交流，來增進金門在地生態了解及參考。	本研究團隊已集美大學研究人員取得聯繫，非常樂意提供相關數據與集美大學進行學術交流。
39	金門東南及西南角海域為歧異度的熱點，造成這個特性的原因為何？	目前僅針對水試所捕獲之物種進行歧異度指標呈現，其特性原因有待未來持續研究探討。
40	淡菜、藤壺增加這麼多會有什麼方式處理，雖然養殖成果不佳，但小金門檳榔嶼也養得很好，是否有什麼條件差異造成。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議於附著高峰期進行高壓水柱清理。 2. 未來可編列相關預算至檳榔嶼進行相關之考察，並且增加生地化研究，以釐清其差異。
41	是否可以透過對岸養殖的地形或物理條件，來作為分析判斷金門合適的養殖牡蠣區域，養殖牡蠣牧場是否能提供劃設區域的建議。	地環環境與海況確實影響養殖設施及牡蠣成長，但本研究尚未蒐集大陸相關研究，將待未來金門縣落實推廣牡蠣單體養殖時，將盡全力協助蒐集各方資訊協助規劃最適場域。

42	摘要中，倒數第 2 行，有善棲息環境-->修改為"友善，單體籠-->修改為"籠具"。	已修正。
43	第 57 頁第 1 行與第 2 行，"養殖"籃"-->修改為"養殖籠"。	已修正。
44	圖 6 中的採樣點標示，有英文字母與數字兩種，請說明其差異。	測站在當初選定後，經過兩次之調整，故透過不同編碼紀錄。
45	第 11 頁第 2 段第 1 行，"計算各季魚類多樣性指數及均勻度指標"，但後續所列的計算公式為"歧異度指標"與"均勻度指標"，並不相符，請修正。	已修正。
46	結果部分有關經濟性魚類的分布變化，建議進一步與以往的資料比較，探討本年度是否有所變化。	2017 年至 2019 年本研究調查結果，金門海域受到天氣之影響，主要漁期集中在夏季為主，以第三季即 7、8 與 9 月有較多之物種個體數，而經濟魚種方面，則以叫姑魚類及尖頭曲齒鮫為主。本研究研究期程為兩年，環境尺度較小，目前觀察並無明顯之變化，建議未來相關單位持續監測，將環境尺度增大，以利觀察金門地區生物之變化。
47	建議說明養殖實驗參數的比較，其比較基礎是否相同。如第 50 頁的養殖實驗參數中，雖然實驗組的成長狀況均優於對照組，但其比較基礎是否相同？是否養殖初始，實驗組與對照組的各項數值均無顯著差異？	本研究初使養殖階段，不論對照組或實驗組皆使用同時期插篋式養殖之牡蠣，即一開始之牡蠣皆來自同一群體，表示其各項數值均無顯著差異。
48	本計畫已累積具一致性且有效的科學資料進行分析，建議後續持續執行，將來方能擬訂永續的資源管理策略。	謝謝委員肯定。
49	單體牡蠣養殖現今面臨最大問題為藤壺的大量附著，今年夏季金門周邊沿岸潮間帶的附著量也很龐大，使用水沖需要設備及勞力，可能執行上難以施行。	謝謝委員建議，使用水沖為現今最直接之方式，如何結合相關工業工程機械，取代人力，為未來重要整合方向。

50	如果未來新湖漁港西側海域設為單體牡蠣試驗養殖區，會採用浮動式養殖，可能要重新規劃母架及錨定，估計可乘載及掛養數量。	謝謝委員建議，相關海洋設施有待未來與金門水試所共同研擬養殖設施。
----	---	----------------------------------