

壹 重要研究成果

一、海洋魚類資源調查評估與管理之研究

臺灣周邊海洋生態長期測站之建置與國際合作(III)

嚴國維、黃仕豪、胡家維、潘佳怡、曾秀茹、邱詠傑、陳佳香
海洋漁業組

長期監測生態環境資訊可用於深入理解生態系統的長期變化，有助於說明生態系統結構及生物多樣性的演變，於生態系統的發展及穩定性具有極大幫助。若此資訊加入國際長期生態研究網 (International Long-Term Ecological Research, ILTER) 藉國際學術網路運作，更能促進跨國、跨地區和跨學科之環境科學研究合作，以制定更有效的保護和管理策略。然而，在整合各國所建資料之過程也發現，各國、各區域及各領域之資料描述及格式迥異，這個問題恐造成整合不利。

ILTER 於 1995 年建立了一個東亞及太平洋區域網路，目前成員由臺灣、日本、南韓、馬來西亞、菲律賓、泰國、中國及澳洲等 8 國所組成。在 2018 年 ILTER 年會上，率先其他區域達成共識，由韓國 Eco-Bank 著手整合區域之資料描述及格式。本計畫也順勢而生，並與農業部農業試驗所合作，建立我國周邊海洋生態之長期測站接軌 ILTER。

本 (112) 年度具體完成 4 種營養鹽資料的解析與上傳及 EML Metadata 的建構二項重大任務 (圖 1)。(1)資料彙整與上傳：整合本所自 2003 年起採集海水樣本進行之亞硝酸鹽、硝酸

鹽、磷酸鹽及矽酸鹽 4 種等營養鹽測定值，利用統計軟體 R 初步進行資訊篩選彙整後，按年上傳至本所建立的臺灣周邊海洋生態長期測站資料庫 (圖 2)，本次整理之營養鹽資料共計 66,060 筆，包含亞硝酸鹽 14,506 筆、硝酸鹽 17,184 筆、磷酸鹽 17,202 筆及矽酸鹽 17,168 筆。(2)Metadata 建構與上傳：本研究透過 R 語言的 emld package (Version: 0.5.1) 建立上述 4 種營養鹽 EML 2.2 版本之 Metadata 上傳測站，並於檔案中註記採樣方法、分析方法、單位及引用格式等，可為未來使用的科學家省去許多困擾。

Name	File type	Size	Download
Nitrate_2003.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2004.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2005.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2006.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2007.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2008.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2009.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2010.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2011.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2012.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2013.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2014.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2015.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2016.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download
Nitrate_2017.csv	CSV (5.2 KB)	5.2 KB	Download

圖 2 按年上傳 4 種不同營養鹽至資料庫平臺之頁面

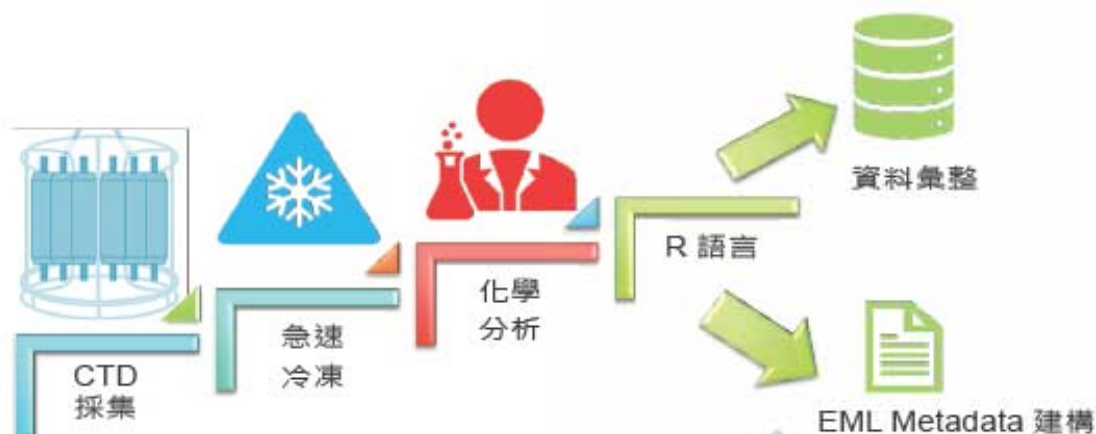


圖 1 營養鹽長期測站數據建置工作示意圖

氣候變遷下臺灣周邊海域漁場環境變動之研究

嚴國維、曾秀茹、黃仕豪、黃鼎傑、邱詠傑、潘佳怡、陳佳香
海洋漁業組

臺灣漁業面臨全球環境變遷、海洋生態惡化及漁業資源銳減等多重挑戰。氣候變遷導致魚群分布和洄游路徑的改變，進而影響漁場分布，對漁業資源產生深遠的影響。海水溫鹽等水團特性則成為漁場和漁期變動的關鍵因素。為因應此情勢，本計畫延續本所於 2003 年啟動之「臺灣周邊海域漁場環境監測」計畫，透過在周邊海域設置 62 個測站，定期收集水溫、鹽度、營養鹽、葉綠素、浮游動物等漁場環境資訊。該計畫旨在建立長期資料庫，深入瞭解臺灣周邊海域的水文、海況及漁業生物時空分布，以揭示影響漁業資源變動的機制，提供解決對策，並減緩氣候變遷對漁業的影響。

本 (112) 年度計畫除持續針對 2023 年臺灣周邊海域不同季節進行監測外，為了解極端氣候事件（如強降雨）對於周邊海域的影響，也於帶來強降雨的卡努颱風接近臺灣期間前後，分別進行一次監測任務，本年度共完成 5 個航次。經由科學魚探畫面可以輕易發現，卡努颱風前後，水體總反射強度在水層出現顯著的差異（圖 1）。

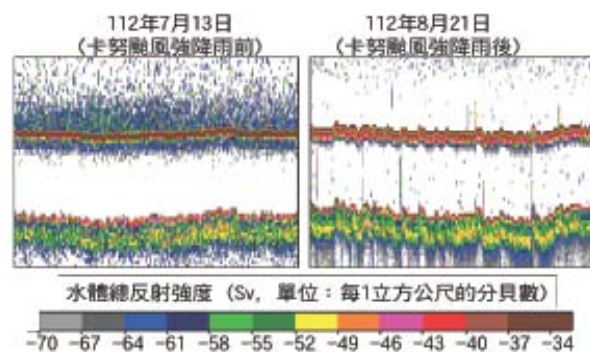


圖 1 颱風強降雨前後科學魚探畫面差異比較

此外，為了解臺灣周邊海域生態系統養分供給的長期變動趨勢，本年度分析 2005—2022 年硝酸鹽在不同季節的變動趨勢。研究

結果顯示（圖 2），硝酸鹽在冬季除東部分測站略為上升、西南部少數測站持平外，北、中及東南部下降趨勢較為其他季度明顯。春季除西北、中部少部分區域微幅下降外，其餘區域微幅上升，尤其在東北湧昇區之測站有較顯著的上升趨勢。夏季在西北部苗栗外海有顯著下降趨勢，東部除花蓮溪口外測站微幅上升外，從臺東至宜蘭近海區域有微幅下降，西南靠近高雄測站也有微幅下降趨勢。秋季硝酸鹽除少數零星區域微幅下降外，多數區域趨勢為上升，該季的上升趨勢也是強度及涵蓋區域最廣的一個季度。

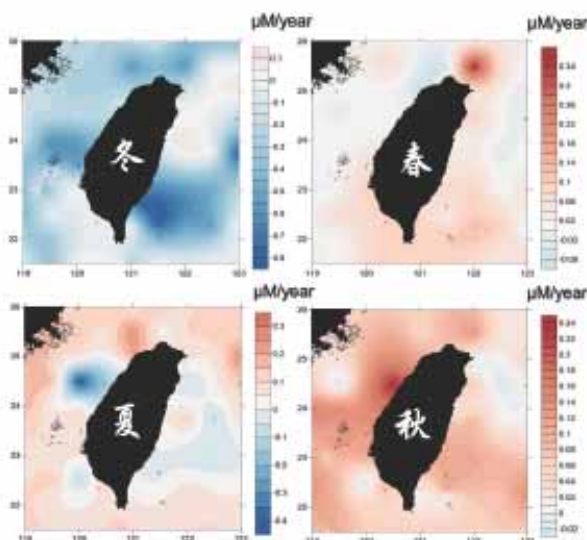


圖 2 2005-2022 年不同季度硝酸鹽年變動趨勢分析結果

前揭結果確定，臺灣周邊海域漁場營養鹽年間變動趨勢之存在空間與季節差異。由颱風前後監測，也發現強降雨對於海洋生態系統造成衝擊。氣候變遷無論在長期趨勢或短期極端事件上均對我國漁場造成影響，持續的監測任務可提供更多科學數據，用以支持漁業永續及保障國人糧食安全。

在離岸風機場域與漁場之共生經營模式研究— 臺灣西部海域漁獲物種群聚分析

胡家維、邱詠傑、莊世昌、李茂榮、蔡孟昌、張可揚
海洋漁業組

豐富的離岸風能為我國推動再生能源發展之優勢，為了持續關注海洋漁場環境變化與風場建置之間的交互關係，本計畫對於臺灣西部潛力風場海域設置 13 處底拖網測站，以試驗船進行底拖網實驗，以了解魚類物種生物相變化，並收集漁業樣本戶調訪資料，希冀透過長期的漁業試驗及漁獲物種樣本收集，對於風場建置生命週期的漁場變化進行掌握及分析。

截至 2023 年為止，本計畫共執行 7 航次試驗船底拖網試驗，總累積完成鑑定 24,005 尾生物資料（魚類 81 科 174 種、甲殼類 10 科 29 種、頭足類 5 科 11 種）（圖 1）。

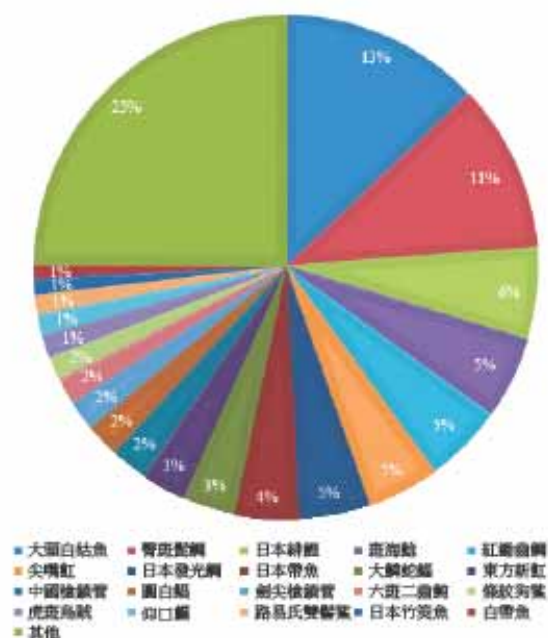


圖 1 試驗船漁獲物種組成

綜觀整體漁獲物種組成，在漁獲量百分比中，主要漁獲物種以大頭白姑魚（13%）、腎斑鰨（11%）、日本鯉（6%）、斑海鯰、紅魴為主；年間之主要漁獲組成變化大（圖 2）。

觀察生物多樣性指數分布並透過非度量

多維度分析（nMDS）進行群聚分析，在年間的漁獲物種組成分析中，發現雲彰隆起海域漁獲物種組成與北部海域測站不同。

另外收集樣本戶調訪資料，包含新竹、苗栗、臺中及彰化刺網樣本戶共 46 戶，分析其漁獲物種之群聚關係（圖 3），發現物種組成存在調訪縣市別之差異，而在年間之變動並不明顯，只有苗栗地區調訪資料，相比於其他縣市，有較明顯之年間差異。整體試驗船拖網資料及樣本戶調訪資料皆顯示苗栗外海海域漁獲物種組成較其他縣市有顯著之年間變化。

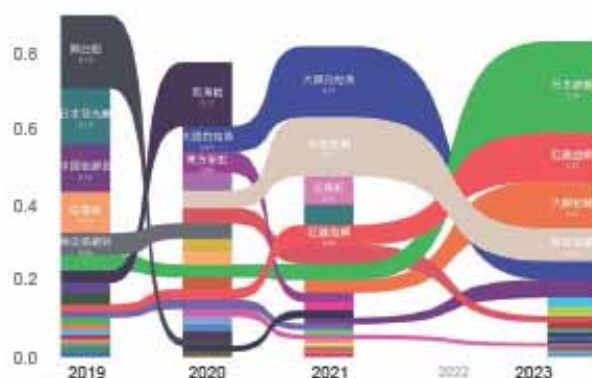


圖 2 漁獲物種年間組成變化

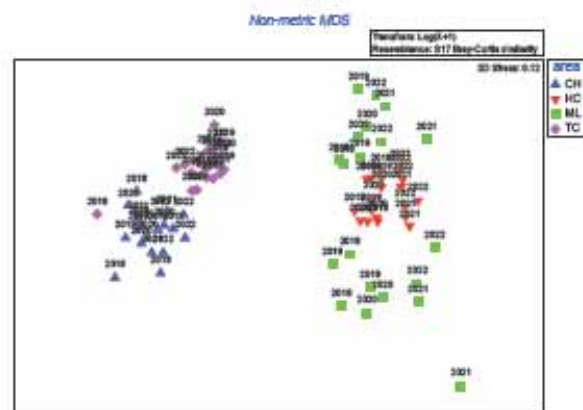


圖 3 新竹(HC)、苗栗(ML)、臺中(TC)及彰化(CH)刺網漁獲物種群聚分析

宜蘭灣花腹鯖產卵場聲學調查

陳瑞谷、黃鼎傑、陳人裕、張海龍
海洋漁業組

鯖鱈是臺灣沿近海主要漁業資源，因過漁徵候出現而導入管理措施。本所自 110 年導入日魚卵生產模式 (daily egg production method, DEPM) 與科學魚探 (scientific echosounder) 進行宜蘭灣產卵場海域花腹鯖 (*Scomber australasicus*) 產卵親魚量推估，期望藉這兩種非漁業依賴方法來永續利用此漁業資源。

本所自 2020—2023 年共收集鯖魚成魚樣本 3637 尾，其中 61.7% 來自扒網，一支釣 16.9%，為主漁法累積達 78.6% 樣本數；其餘來自延繩釣者、定置網與白帶魚一支釣，另有 5 尾為曳繩釣捕獲之花腹鯖。鯖魚樣本種類 91.1% 為花腹鯖；白腹鯖則由一支釣、白帶魚一支釣混獲與定置網捕獲。分析於蘇澳外海作業之一支釣漁獲，在 2020—2022 年間，白腹鯖所佔比例在 17—30%，但 2023 年卻驟減至 1.4%。

在 2020/2021 扒網捕獲花腹鯖體重較 2022、2023 年大，這點在雌雄兩性別皆有相同趨勢 (圖 1)，經檢定顯示，雌雄魚在 2021 年取得樣本皆顯著大於 2022、2023 年間。呈水卵雌魚會被扒網、延繩釣與白帶魚一支釣混獲捕抓到，尤以扒網為主，出現產後濾泡比例亦以這三種夜間作業漁法較高，經卡方檢定發現夜間作業漁法會比日間作業之一支釣有顯著較高機率捕抓到繁殖活躍個體。

2023 年釣獲對象皆為花腹鯖，釣獲水深均於中表層 (50 m 以淺)。其中 50 m 以上之 TS 分布在三種頻率在 -46 及 -38 dB 有較高之分布。

以科學魚探進行穿越線調查，將花腹鯖主要釣獲水層進行分析 (圖 2)，結果顯示蘇澳港外東南側有較高之密度分布，整體之 NASC 在不同頻率間分別為 38 kHz: 14,873.99 m^2/nm^2 ; 120 kHz: 11,571.95 m^2/nm^2 ; 200 kHz: 9,285.60 m^2/nm^2 ，平均為 22.276 m^2/nm^2 。

將聲學結果經換算得知，現存量介於 8,836—13,144 公噸。調查期間之魚探資料透過關係式轉換，評估體長介於 34—40 cm。

科學魚探與日魚卵生產模式兩種非漁業依賴方法經本所試用，除已能推估花腹鯖資源量，確認其實用性外，在大量高頻率的參數取得過程也可以加深對於目標魚種生殖生物與生殖生態學上的認識，助益資源保育。

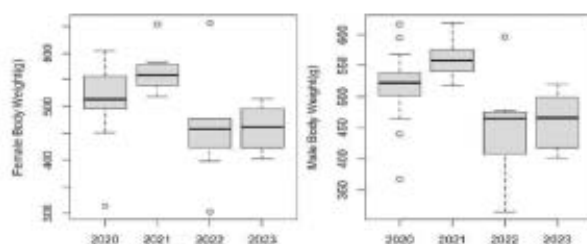


圖 1 近兩年扒網捕獲之花腹鯖體重顯著小於 2021 年

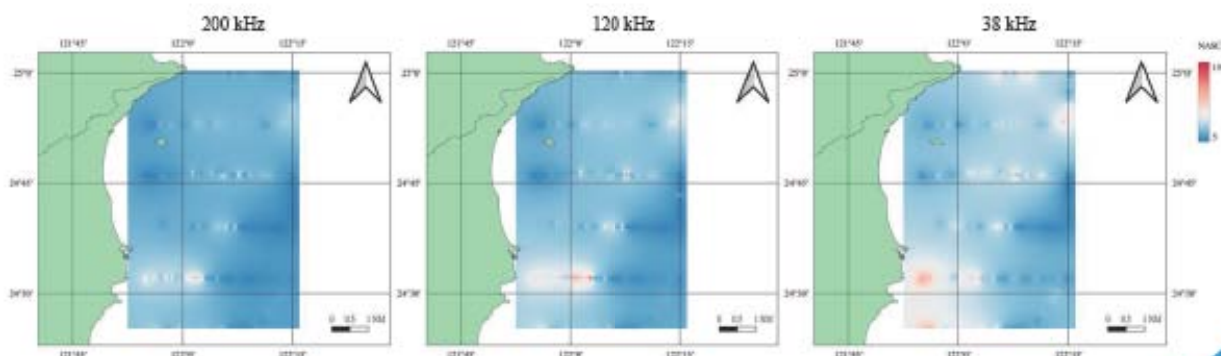


圖 2 科學魚探推估之花腹鯖密度分布

臺灣周邊海域馬加鰭屬魚類與海洋環境因子關係之研究

陳律祺、張可揚
海洋漁業組

根據漁業統計年報資料顯示，近年來馬加鰭屬魚類產量都呈現相對較低的情況，而總產值平均每年可貢獻新臺幣約 6 億元左右。由以上結果可知，臺灣沿近海馬加鰭屬漁業可貢獻不少的漁產量及產值，但變動趨勢明顯呈現逐年下降之狀況。為因應未來馬加鰭屬魚類漁產量可能長期處於低水準之狀況，因此需有相關之資料及建議供漁政主管機關參考，以減緩或避免以該屬魚類作為主要漁獲對象之漁民生計產生衝擊。據此，本研究透過解析標本船漁撈日誌及航程紀錄資料搭配港口查報之資料，應用物種分布模式中的泛加乘模式究明臺灣周邊海域馬加鰭屬魚類與海洋環境因子之關係。

本研究蒐集及彙整 2017–2019 年 101 艘刺網漁船漁業活動資料，其中包含 40 艘漁撈日誌資料及 61 艘航程紀錄器結合港口查報資料。研究期間，總計紀錄漁獲康氏馬加鰭 (*Scomberomorus commerson*) 共有 16,040 筆資料，而臺灣馬加鰭 (*Scomberomorus guttatus*) 則有 4,003 筆資料；總計漁獲 392,043.6 kg 之康氏馬加鰭及 7,456.2 kg 的臺灣馬加鰭。由康氏馬加鰭及臺灣馬加鰭漁獲率時空間變動結果顯示，調查期間臺灣周邊海域康氏馬加鰭主要漁獲季節大致上秋冬季，高漁獲率出現在臺灣西北海域及西南海域；而臺灣馬加鰭漁獲率高峰則主要出現在春初的季節，高漁獲率主要出現在臺灣東北海域及中南部海域 (圖 1)。

本研究以刺網的漁獲資料進行康氏馬加鰭及臺灣馬加鰭之泛加乘模式分析。將漁獲資料作為應變數，而不同的時間因子 (月)、空間因子 (經度及緯度) 及海洋環境因子 (海表溫度、鹽度、高度及葉綠素甲濃度) 則作為連續變數，並以平滑函數將各項因子平滑化，以變異解釋度及 AIC 值作為最適模式選擇之標準。

由分析結果表明 (圖 2)，康氏馬加鰭漁獲率在海表溫度 20–22°C、低海表葉綠素甲濃度及海表高度 0.5–0.7 m 間有較高之漁獲率，與海表鹽度無相關；臺灣馬加鰭漁獲率與海表溫度高於 23°C 及海表鹽度於 33.5–34.3 psu 呈負相關、海表高度呈現正相關，但與海表葉綠素甲濃度無相關。

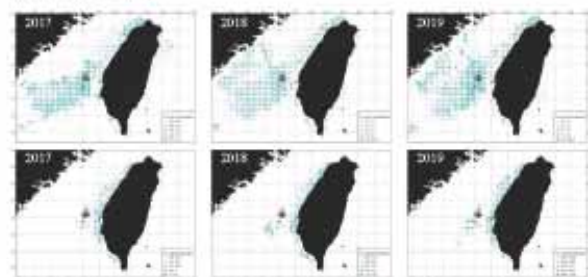


圖 1 2017–2019 年康氏馬加鰭(上)及臺灣馬加鰭(下)漁獲率時空分布圖

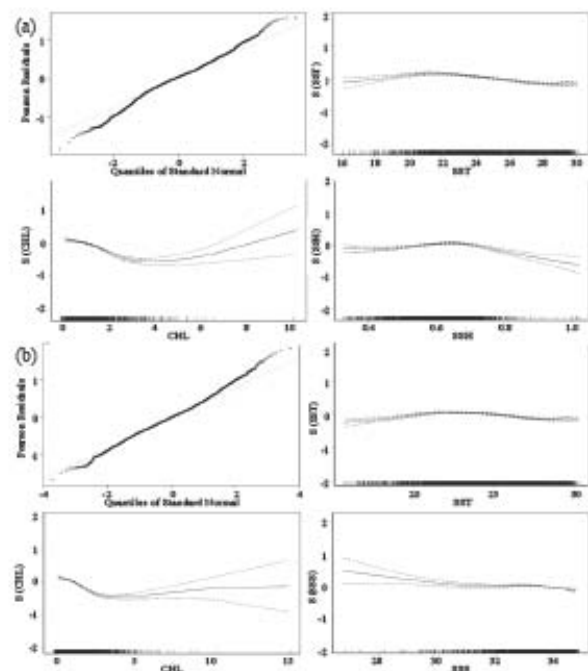


圖 2 康氏馬加鰭(a)及臺灣馬加鰭(b)最適模式之常態機率圖及各項環境因子(SST: 海表溫度、SSS: 海表鹽度、SSH: 海表高度、CHL: 海表葉綠素甲濃度)對漁獲率影響變動

臺灣沿近海南海帶魚之生殖生物學研究

吳允暉¹、鄭力綺²、金建邦¹、黃鼎傑¹、陳人裕¹、羅方君¹¹海洋漁業組、²沿近海漁業生物研究中心

2022 年帶魚屬 (*Trichinurus*) 魚類產量佔全國沿近海漁業總產量 7%，為僅次於鯖科 (41%)、鯷科 (14%) 的第三重要經濟性魚種。主要作業漁法以一支釣 (59%)、延繩釣 (11%)、扒網 (10%) 及拖網 (9%) 為主。我國沿近海帶魚屬魚類共有日本帶魚 (*Trichinurus japonicus*)、南海帶魚 (*T. nanhaiensis*) 及白帶魚 (*T. lepturus*)，三者可依鰓耙數鑑定 (王，2022)。廣泛分布於臺灣沿近海域。本研究蒐集臺灣海域帶魚進行物種組成分析，並針對第二優勢種的南海帶魚進行生殖生物學研究。

本計畫採樣期間自 2019 年 11 月至 2023 年 10 月，總共蒐集日本帶魚 10,249 尾 (72.4%)、南海帶魚 3,753 尾 (26.5%)、白帶魚 142 尾 (1.0%)。日本帶魚在全臺灣北、南、東各分區均有超過 48% 以上的佔比，尤其是在北部區域有高達 94% 佔比，南海帶魚在西部、南部有 75% 及 49% 佔比 (圖 1)。

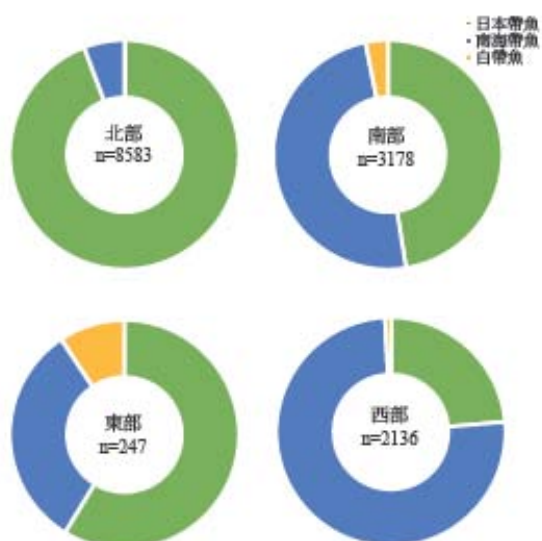


圖 1 臺灣沿近海帶魚屬物種組成分布

南海帶魚生殖生物學研究總計採集雌魚 1,969 尾，雄魚 1,761 尾，雌雄性比為 52.8% (雌魚數/(雌魚+雄魚))。經由生殖腺指數 GSI 及各月生殖腺成熟比例推估，南海帶魚 GSI 指數在 4-6 月出現較高值。北部族群繁殖高峰在 4-6 月、南部在 3-5 月。南部較北部提早約 1 個月開始成熟 (圖 2)。50% 性成熟肛前長 (PL) 雌性為 423.6 mm、雄性為 326.0 mm (圖 3)。

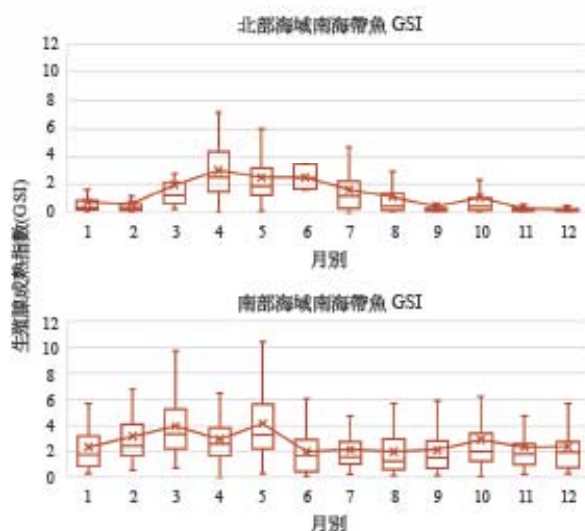


圖 2 南海帶魚雌魚生殖腺成熟指數月別變化

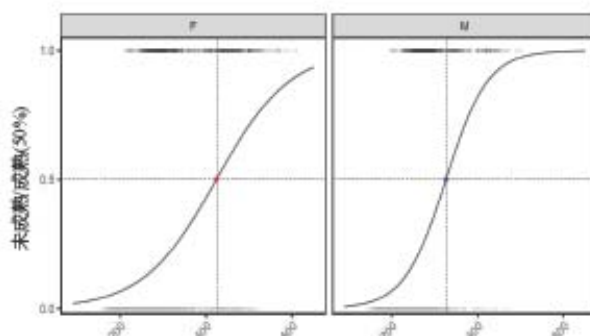


圖 3 南海帶魚雌雄魚 50% 性成熟體長(左：雌魚；右：雄魚)

氣候變遷下臺灣北部海域鎖管資源漁場偏移解析

張可揚、陳人裕、劉康熙
海洋漁業組

本研究針對劍尖槍鎖管 (swordtip squid, *Uroteuthis edulis*) 進行年間資源波動趨勢預測及漁海況預報，並將漁海況預報資訊以衛星通訊方式即時傳送至棒受網作業漁船，供船長作業參考。

研究結果顯示，2023 年鎖管資源量較 2022 年為高，符合年初之預測結果。在此情境下，比較有無接收本所漁海況資料漁船之 CPUE 並無明顯差異。進一步比較有無接收即時漁海況資料樣本船之 CPUE，結果顯示有接收即時漁海況資料漁船其 CPUE 較未接收即時漁海況資料者高 24%，顯示即時漁海況資料的提供，有助提高漁船作業 CPUE。本研究開發之漁船作業資訊收集系統除可即時傳送漁海況預測資料，本 (112) 年度亦開發回傳船位資訊功能。結果顯示漁船之作業多集中在潮境海域，顯示潮境為鎖管主要漁場。2023 年 8 月中度颱風卡努途經臺灣北部海域，造成路過海域的湧升現象，本研究獲得的船位資料可即時顯示漁船在颱風過境後，前往該海域作業之現象，此一功能未來將有助即時分析漁船作業特性，並將該因素納入漁海況預測模式之因子。

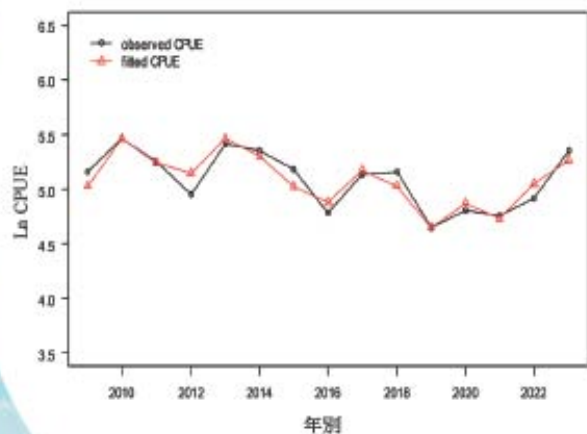


圖 1 臺灣北部海域 2023 年 *Uroteuthis edulis* 年度資源指標 (Ln CPUE) 均值較 2022 年為上升，與預測結果相符

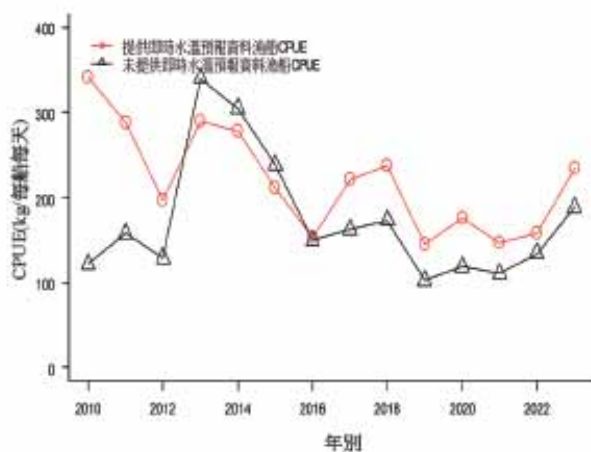


圖 2 本研究傳送之即時漁海況資料對漁船單位努力漁獲量之比較，2023 年資料顯示有接收者較未接收者高 24%

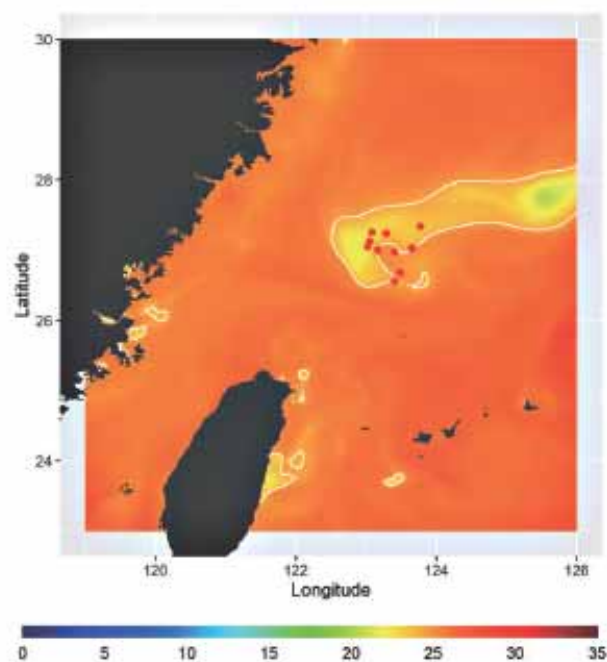


圖 3 2023 年 8 月中度颱風卡努途經臺灣北部海域，造成路過海域的湧升現象，漁船在颱風過境後，前往該海域作業之現象

臺灣北部海域蟹類漁業資源生態研究(III)

莊世昌、陳均龍、金建邦、葉欣柔
海洋漁業組

臺灣北部海域蟹籠漁業於2016—2023年的產量比較，以2022年834公噸最低，產值估計為新臺幣44,846萬元，與2021年45,133萬元、2020年44,270萬元相較，無明顯降低。另往年以9—12月間為產量高峰，但在2021—2023年開始，在5—8月的產量及產值皆較高，9—12月則持平，顯示螃蟹產季可能往前推移(圖1)。

為瞭解臺灣北部海域蟹籠漁船之作業模式，隨民間漁船出海作業，記錄其作業流程、作業時間、作業地點、漁獲種類等。新北市的蟹籠漁船以CT2、CT3為主，CT2船的作業位置大多位於沿岸3浬內，作業時間約1天；CT3船的作業位置於近海12—30浬處(靠近海峽中線)，作業時間約7天。漁船自龜吼漁港出發，至萬里、野柳、基隆外海執行蟹籠作業，每站作業時間約35—50分鐘，作業線如圖2。蟹籠布放大致為南北向，每條主繩結附100—110籠。因CT2船隻之噸位與空間較小，船上配置為1名船長與4名外籍漁工(圖3)。

漁獲的螃蟹種類與布籠地點有明顯的關係，當布放地點較靠近岸、礁石較多的區域，捕獲種類以普泳蟬、日本龍蝦、雷福氏裸胸鯙等為主，而在離岸較遠、沙泥底的區域，捕獲種類便以紅星梭子蟹、鋪斑蟬等為主。其他漁獲種類尚有其他蟹類、天竺鯛、軟絲、花枝、海馬、章魚、石斑、木瓜螺、寄居蟹、刺河豚等，具經濟價值者會被留下，其他拋回海中。

籠具漁獲的萬里蟹的數量佔9成以上，選擇性高，同時混獲的魚蟹類等拋回海中的存活率高，因此是對環境相對友善的漁法。漁工經訓練後，對於捕獲的螃蟹均能配合漁業管理政策，汰選掉體型較小或抱卵母蟹等，養成良好的漁撈作業慣性。回港後大部分的螃蟹會交給合作的餐廳，數量較多時則交由周邊漁港的攤位販賣，訪問其他船長也表示，新北市萬里、

富基所捕獲的活蟹有9成以上都是在地消費販賣。

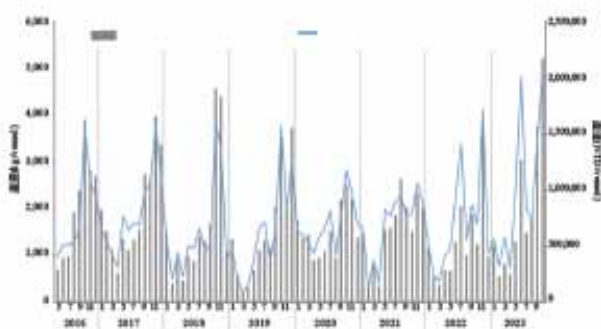


圖1 北部蟹籠漁業2016-2023年產量與產值之月別變動



圖2 新北市CT2蟹籠漁船作業地點



圖3 隨蟹籠漁船出海作業調查

東港正櫻蝦資源量變動與海洋環境變遷之研究

金建邦、張可揚、楊雨濤、莊世昌、蕭聖代
海洋漁業組

正櫻蝦 (*Sergia lucens*) 俗稱花殼、櫻花蝦具成群習性，臺灣以東港及宜蘭龜山島海域為主要分布範圍，作業漁期分別為 11 月至隔年 5 月及 2-7 月。漁業統計年報顯示正櫻蝦產值佔沿岸漁業 11%，說明正櫻蝦漁業對於沿岸漁業的重要性，且正櫻蝦為少數可以直接利用的浮游動物，其生命週期短，資源量容易受到環境變動的影響，本研究結合資料，探討環境變動與漁獲量間的相關性，找出影響漁獲量波動之環境因子。模式估計預期得知東港正櫻花漁業漁場受氣候變遷之變動趨勢，此結果可提供產業界做相對應之應變與調適，以及漁業管理之參考。

樣本船資料分析結果顯示，東港櫻花蝦漁業漁獲櫻花蝦比例在 2010-2022 年間佔總漁獲量 55.19%，最低為 2011 年的 40.65%，最高為 2018 年間的 74.11%，2021 年與 2022 年則略高於平均，分別為 61.11% 與 62.84%。主要混獲漁種為七星底燈籠魚。東港櫻花蝦漁業單位努力漁獲量 (CPUE) 最高為 2014 年的 32.59 kg/hr，2010-2014 年間為稍微上升之趨勢。2015-2022 年則為下降之趨勢，但整體來說還保持平穩，最低為 2020 年的 12.67 kg/hr 與 2021 年的 12.91 kg/hr，2022 年則回升到 21.81 kg/hr，平均為 22.77 kg/hr (圖 1)。月別分析則指出，東港櫻花蝦季將結束的 5 月 CPUE 的 16.90 kg/hr 為最低，1 月的 31.33 kg/hr 為最高，整體趨勢由漁季開始的 11 月往上升，以 1-2 月為最高之後逐步下降至漁季結束。

模式結果顯示，混合層深度時的水溫、混合層深度、經度與緯度各因子對模式有顯著貢獻。模式 R 平方為 0.215，可解釋變異為 41.8% ($n = 4013$)。櫻花蝦資源量在混合層水溫 24.9-26.1°C (95% CI) 為最高，結果並顯

示，當水溫達到 30°C 或以上時，正櫻蝦漁業的 CPUE 會有大幅度降低情況發生 (圖 2)。戴等人於 2020 年則指出，海表水溫以及高雄地區風速風向交感效應對於正櫻蝦漁業 CPUE 具顯著影響，然此研究模式解釋度僅為 12.5%，遠較本研究為低。標準化後之年間 CPUE 則顯示自 2015-2018 年本資源變動為上下起伏，2019-2021 年則為下降之趨勢，但在 2022 年開始回升，未來資源狀況仍須要進一步之監控。

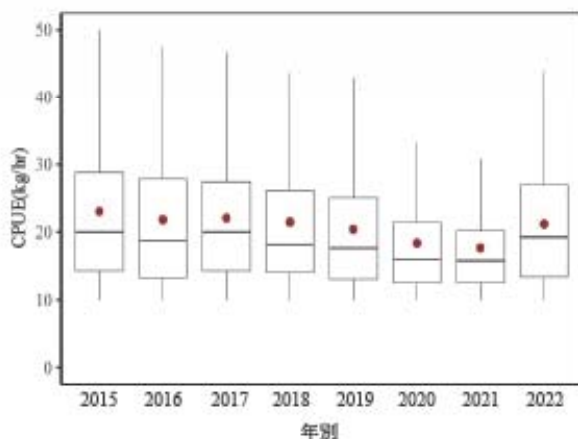


圖 1 東港正櫻蝦漁業 2015-2022 年單位努力漁獲量

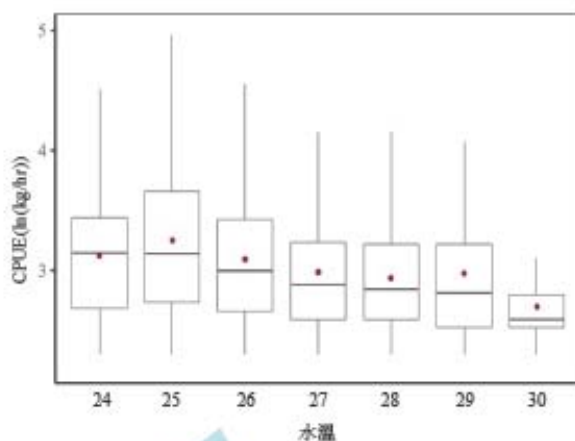


圖 2 東港正櫻蝦漁業單位努力漁獲量與水溫關係

臺灣重要經濟性海洋捕撈魚類之碳足跡資訊研究

金建邦、莊世昌、陳均龍、蕭聖代
海洋漁業組

2021 年巴黎協定 (Paris Agreement) 正式啟動，各國都相繼提出相對應節能減碳的政策來減緩氣候變遷所造成的影響，新一世代的綠色工業革命也隨之到來。海洋捕撈漁業的減排作為是維持糧食生產，達成「2050 農業淨零碳排」政策的關鍵策略。減少碳排通常需仰賴碳足跡的計算及監測，以找尋有效之關鍵作為。在本 (2023) 年度針對定置網漁業及萬里蟹籠漁業沿近海捕撈漁業之漁獲量與碳排放量資料及變動趨勢，建立各漁業相對應碳足跡計算技術，作為產業減碳之科學數據基礎。

本研究將利用問卷與市場資料進行臺灣近海重要經濟性海洋捕撈魚類資料庫之建構，分析萬里蟹籠漁業與苗栗竹南定置網漁業在年間、月別、作業海域與不同船隻大小之漁獲組成，漁獲量與碳排放量變化情況。並估算漁產品的碳足跡生命週期，包括生產、加工、包裝、運輸、消費以及廢棄等各個環節中所產生的溫室氣體排放量。

蟹籠漁業主要以紅星梭子蟹 (*Portunus sanguinolentus*) 及繡斑蟊 (*Charybdis feriatus*) 為主要漁獲物，產品碳足跡排放量為每公斤 19.249 kg CO₂e，其中 93% 為原料取得階段所排放，4% 為製造階段，2% 為使用階段，1% 為廢棄處理階段所排放 (圖 1)。主要排放來源為往返漁場及作業時所使用之漁船乙級柴油，目標碳排總量為每公斤漁獲物 17.959 kg CO₂e。然本漁業在盛漁期 1 月及 9-12 月所使用油料之排放量僅為 10.41-14.75 kg CO₂e，漁獲量較少的 4-7 月則排放量高達 23.77-58.71 kg CO₂e。若能於 4-7 月減少作業次數或是改變漁法與目標魚種，如底延繩釣等作業方式，應能適當減少碳排放量。

定置網漁業主要以日本竹筴魚、白帶魚、杜氏叫姑魚及藍圓鰐等中表層小型魚類為

主。相較於蟹籠漁業其漁獲量較大，因此碳足跡也較低。平均每公斤漁獲物二氧化碳排放當量為 2.686 kg CO₂e。其中原料取得階段佔 19%，製作階段佔 66%，配銷階段佔 0.15%，使用階段佔 13%，廢棄階段佔 2% (圖 2)。排放源較大的來源來自於用電，包括製冰，照明與抽水馬達及其他用電，平均每公斤漁獲物會排放 1.475 kg CO₂e。也因定置網漁業漁獲量大，漁場離岸近，且作業漁船皆使用小型舢舨，每公斤漁獲漁船用油排放量僅為 0.520 kg CO₂e。

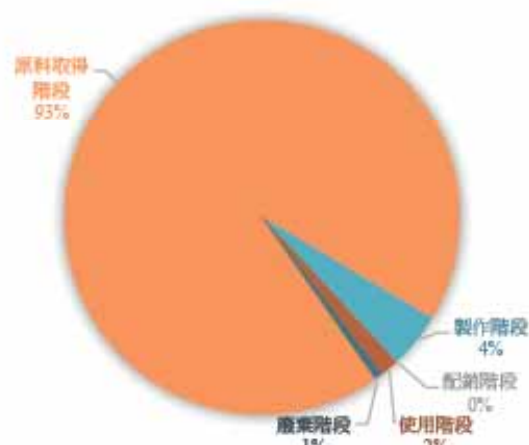


圖 1 萬里蟹籠漁業生命週期各階段碳足跡比例

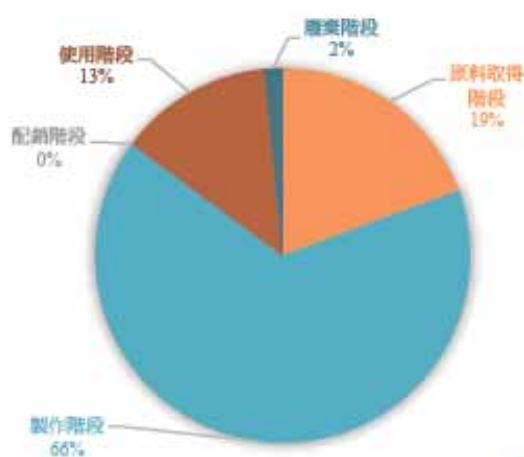


圖 2 苗栗竹南定置網生命週期各階段碳足跡比例

牡蠣產地鑑別技術之研發 (I)

蕭聖代¹、林以芯¹、周芷瑩²、高翊峰²、吳思儀²、葉駿達²、陳文君²

¹海洋漁業組、²水產加工組

農漁產品的產地鑑識是一個重要的議題，因為消費者越來越關心他們所購買的食品的來源和品質。而牡蠣為臺灣重要的經濟性貝類，根據漁業署 2012-2021 年統計資料顯示，牡蠣平均年產量約 22,600 公噸，產值約可達新臺幣 38 億元。近年來業者由東南亞進口牡蠣到消費市場有逐年增加的趨勢，又以越南進口的數量為最。目前國產牡蠣產銷履歷及溯源規範尚未能普及，因而不肖業者將進口牡蠣混充國產販售，嚴重影響本國牡蠣業者的權益。加上臺灣未來加入跨太平洋夥伴全面進步協定 (CPTPP)，開放自由貿易後，臺灣本土蚵產業將面臨衝擊，因而須推行產地地銷，促進市場區隔。

本研究利用牡蠣體易受環境影響特性作為鑑識牡蠣產地之依據，以同位素比值質譜儀 (IRMS) 建置穩定同位素資料庫及以感應耦合電漿質譜儀 (ICP-MS) 分析 14 種多重元素，進行牡蠣之產地辨識。本 (112) 年度共取得國產牡蠣樣本 380 件，包含國內彰化芳苑、雲林臺西及口湖、嘉義布袋及東石、臺南七股、北門、安平及安南、澎湖菜園，同時跨國蒐集共 215 件境外牡蠣樣本，建立牡蠣多重元素之產地資料庫後進行傳統統計分類方法 LDA (Linear Discriminant Analysis) 統計式分析。結果顯示，各產地間元素含量皆具有顯著差異 ($p < 0.05$)，且影響判別函數之主要因子為 As 及 Cd，其資料庫原始組成正確分類率為 97.5%，交叉驗證後驗證組正確分類率亦為 96.5%，表示所建置之資料庫可正確判別牡蠣產地，並將牡蠣區分為臺灣產或越南產 (圖 1)。而由建置的牡蠣之碳、氮、氫、氧等四種穩定同位素指紋圖譜資料庫分析，初步結果顯示該資料庫對於辨別本土或進口牡蠣之鑑別率為 92% (圖 2)。另外，本計畫也完成開發鑑定葡萄牙牡蠣

及太平洋牡蠣之 PCR 種類鑑定技術 1 式，經由利用即時定量聚合酶連鎖反應技術 (圖 3)，可明確鑑別臺灣常見牡蠣種類。

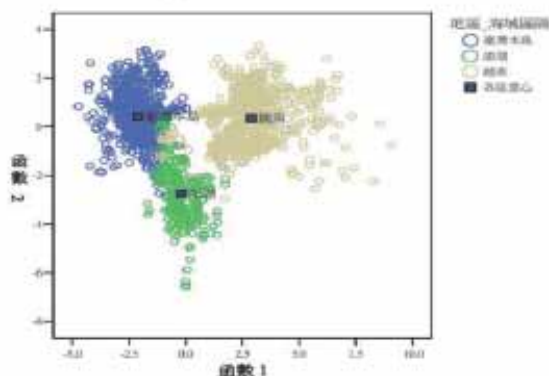


圖 1 牡蠣產地資料庫典型判別函數散布圖

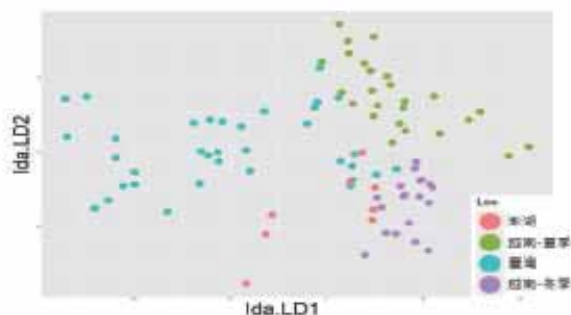


圖 2 牡蠣穩定同位素比值之線性判別分析圖

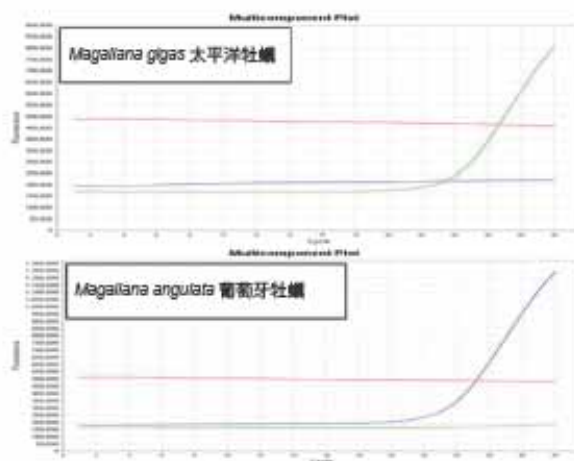


圖 3 利用即時定量聚合酶連鎖反應技術 (qPCR) 快速鑑定牡蠣種類

臺灣西南海域眼眶魚生殖特性研究

何珈欣、吳伊淑、鄭力綺、黃星翰、陳秋月、黃婉綺、楊錦樺、翁進興
沿近海漁業生物研究中心

眼眶魚 (*Mene maculata*) (圖 1)，英文名 Moon fish，屬於眼鏡魚科眼眶魚屬，體型高且側扁，近似三角形，腹部彎曲大腹緣薄而銳利因此又俗稱為皮刀魚。在臺灣周邊海域均可發現，主要分布於臺灣西南及澎湖海域。漁期週年，盛漁期從 10 月至翌年 4 月。眼眶魚漁獲量 2015 年達 8,359 公噸，2018–2019 年降至未達 1,000 公噸，2020 年增加至 3,685 公噸。顯示近年來漁獲量大幅變動，未來資源變動狀況需持續觀察。國內眼眶魚資源變動或生物學相關研究甚少，主要集中於 1990 年以前，因此本文以臺灣西南海域眼眶魚為研究對象，進行生殖生物學研究，以確立生殖期及性成熟體長。



圖 1 眼眶魚(*Mene maculata*)

臺灣西南海域眼眶魚樣本採集自 2021 年 1 月至 2023 年 10 月，雌魚 GSI 月平均值 0.56–5.82，自 3 月起 0.68 逐月上升，5–6 月維持在 3 左右，7 月因天候關係，船隻未出港作業因此未採集到樣本，8 月 GSI 值達最高 5.82，9 月後逐月下降至 12 月 0.59 (圖 2)。各生殖腺成熟階段於各月份所佔之比例變化如圖 3 所示，雌魚於 1–4 月未出現性成熟個體，4 月開始出現已成熟個體佔 16%，5 月已成熟比例增加至 62%，6 月已成熟比例些微下降至 31%，8–10 月皆有已成熟個體，又以 8 月達最高佔 85%。其中 4–6 月、9、11 月皆有排卵後個體，以 6 月達最高佔 36%。綜上觀察，推估臺灣澎湖海域眼眶魚之生殖期在 5–10 月，高峰為 8–9 月，雌魚 50% 性成熟體長為 180.1 mm FL。

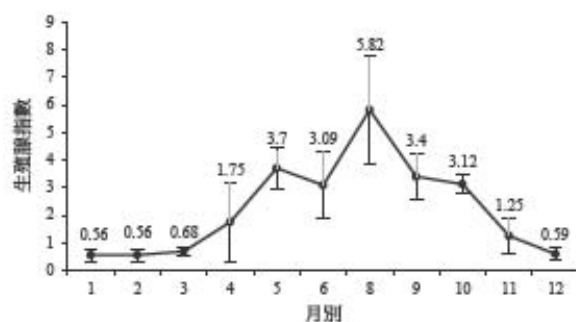


圖 2 雌性眼眶魚生殖腺指數月別變動

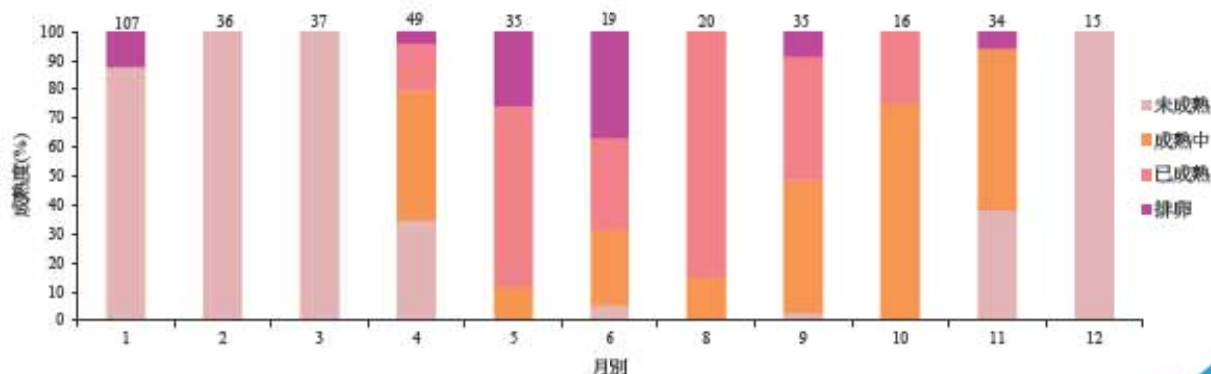


圖 3 雌性眼眶魚成熟度月別變化(數字代表樣本數)

臺灣西南海域經濟性魚種資源指標建立

陳郁凱、何珈欣、賴繼昌、吳伊淑、黃建智、黃星翰、陳秋月、翁進興
沿近海漁業生物研究中心

我國西南海域由於拖網漁業長期高度的漁獲壓力，底棲漁業資源如何永續利用已成為重要的課題。本研究針對重要魚種進行單位努力漁獲量 (CPUE) 標準化，建立資源豐度指標以掌握底棲魚類資源之長期變動情形，並逐步建立主要漁獲物種之生殖生物學及產卵場等族群生活史參數，提供資源評估及管理規範擬定之重要參考依據。

利用 2013–2022 年高雄蚵仔寮漁港港口查報單船拖網漁獲紀錄進行分析，有查報紀錄之單拖漁船有 52 艘，其中 26 艘船漁獲佔總漁獲量 70%，作業天數亦佔 70% 以上，為主力的常態作業漁船，本研究乃以 26 艘常態漁船計算歷年各主要漁獲物種之名目 CPUE。結果顯示，刺鰩、帶魚屬、大棘大眼鯛、黑鰻的名目 CPUE 呈下降趨勢 (圖 1 a-d)，以上佔總漁獲 17.4%；鎖管科、日本竹筴魚、日本金梭魚、長體蛇鯔、吉打副葉鰱、粗紋鰻則無明顯的趨勢 (圖 1 e-j)，年間微幅波動約略持平 (佔總漁獲 34.5%)；而星雞魚、花尾胡椒鯛、紅鰻齒鯛、真烏賊則是呈現上升的趨勢 (圖 1 k-n)，佔 10.9%；以上 14 種佔蚵仔寮歷年單拖總漁獲量的 62.8%。

利用泛線性模型 (generalized linear model,

GLM) 建立刺鰩與大棘大眼鯛標準化單位努力漁獲量，兩者均以年別、漁船別、海表水溫、葉綠素甲等為模式選定因子，模式總解釋率分別為 57.6% 及 47%。標準化後 CPUE 年間變化趨勢與名目 CPUE 相近且較為平緩，刺鰩資源量於 2013–2014 年達高峰後逐年下降，2018–2020 年維持低點，近年微幅上升；大棘大眼鯛於 2014 年達高峰後持續下降，2019–2021 年略為回升，2022 年仍呈下降趨勢 (圖 2)。

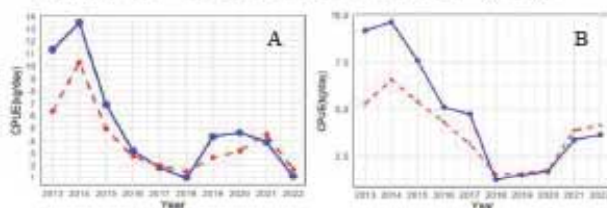


圖 2 2013-2022 年名目 CPUE 與 GLM 模型估算 CPUE 趨勢之比較(A：大棘大眼鯛；B：刺鰩)

由主要漁獲魚種之長期 CPUE 變動趨勢發現，近十年來的漁獲壓力大致上維持穩定，部分魚種資源呈持續下降趨勢，然亦有部分魚種呈上升趨勢，顯示不同的魚種在相同的漁獲壓力下，其族群反應可能有所差異，原因仍不明，未來仍須持續建立西南海域沿近海漁業觀測資料，掌握資源長期變動情形。

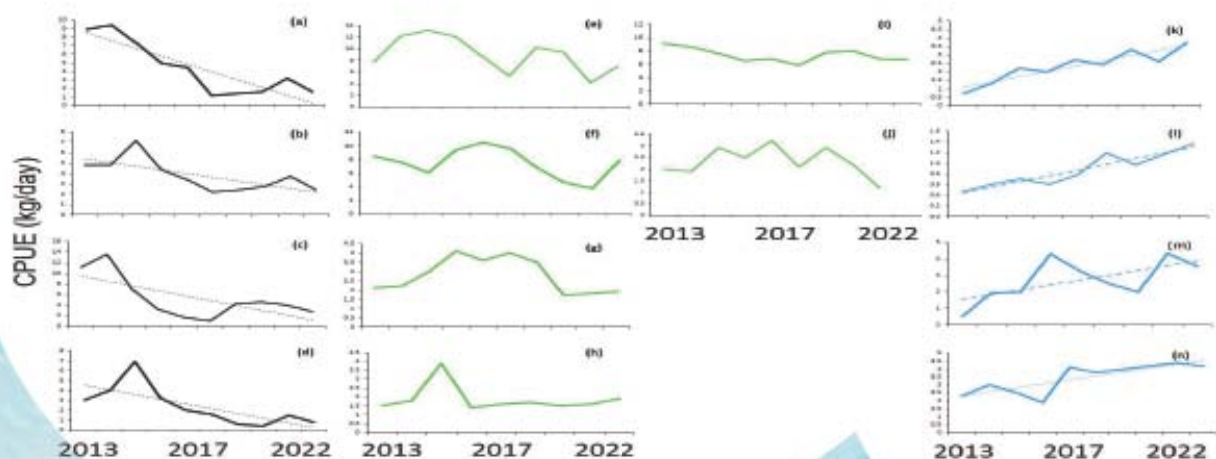


圖 1 2013-2022 年蚵仔寮主要魚種單位努力漁獲量變化

臺灣沿近海烏魚漁場變動之研究

張致衡、黃建智、黃星翰、賴繼昌、翁進興
沿近海漁業生物研究中心

烏魚 (鰻, *Mugil cephalus*) 廣泛分布於全球熱帶與溫帶海域，為臺灣沿近海域冬季重要經濟魚種，每年 11 月至翌年 1 月，隨著中國沿岸流至臺灣鄰近海域進行產卵洄游，冬至前後 10 天為主要盛漁期。本研究運用 HYCOM 高解析海洋數值模式日別資料進行不同環境因子資料套疊分析，包含海表面溫度 (SST) 及海表面鹽度 (SSS)，運用漁業署 VDR 資料共計 148 艘樣本船，時間為 11 月底至翌年 1 月第 4 週間逐週變化。完成 2017–2022 年漁汛期 SST 及 SSS 逐週別網格化漁場單位努力漁獲量 (CPUE) 變動解析，並繪製為逐週漁場時空變動圖集。

逐週漁場 SST 環境變動結果顯示，每年於汛期大多始於 11 月第 4 週，在 12 月第 1 週 (圖 1) 若馬祖海域 SST 已達 20–22°C 則有先頭魚群；而 12 月第 2–3 週依該年水溫 20–22°C 南下情況，魚群將自臺灣海峽北部延伸至中部以北海域；2018 聖嬰年為例外，水溫 20–22°C 於 12 月第 4 週始南下。

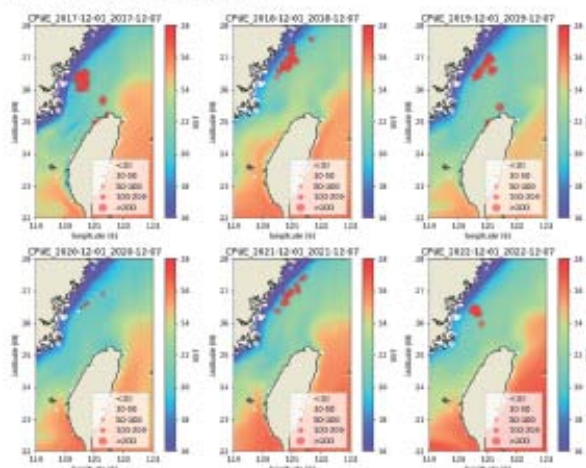


圖 1 2017-2022 年汛期 12 月第 1 週之 SST 漁場分布

每年主要漁獲期集中在 12 月第 3–4 週 (圖 2)，並依據中國沿岸流逼近臺灣海峽北部沿岸程度，魚群會分支為兩個方向，第一支主要沿著臺灣西部海岸朝向中南部；另一支則沿

著臺灣北部海岸至東北部海域。每年漁汛期能否延續至翌年 1 月第 1 週 (圖 3) 將影響當年度總捕獲量，若西海岸沿岸 SST 仍維持與前一年 12 月第 4 週相當 20–22°C 環境，則魚群仍會靠近竹苗以南至中南部；以及東北角與龜山島海域，如 2017–2019 年、2021 年，並依後續水溫 20–22°C 環境維持時間長短影響該年汛期長度。倘若翌年 1 月第 1 週，西海岸沿岸 SST 無法維持在 20–22°C，如 2020 及 2022 年汛期，則在 1 月第 2 週後續之漁獲狀況就會較差，該年度汛期往往就此結束。

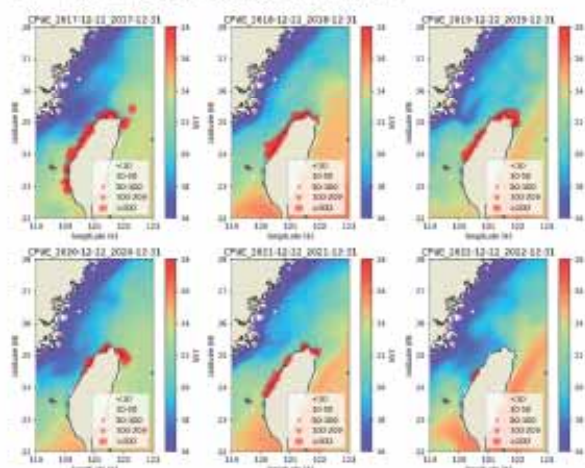


圖 2 2017-2022 年汛期 12 月第 4 週之 SST 漁場分布

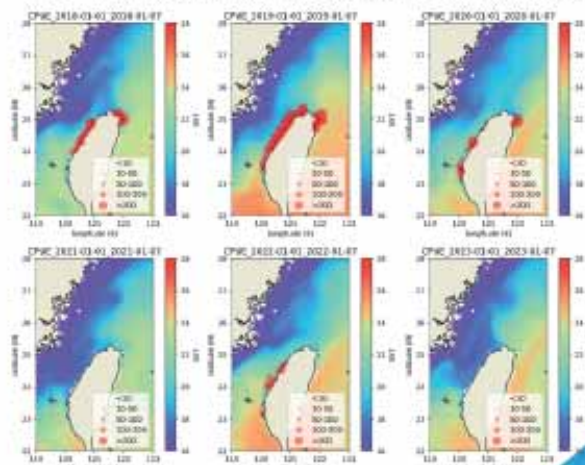


圖 3 2017-2022 年汛期翌年 1 月第 1 週之 SST 漁場分布

因應氣候變遷與淨零排放我國境內養殖漁業生產調適行動方案研擬

賴繼昌¹、侯清賢²、鄧澤宇²、歐姿辰²、盧韻存²

¹沿近海漁業生物研究中心、²國立高雄科技大學漁業科技與管理系

為有效因應氣候風險，需由不同參與者共同參與及實現多元的措施，故於氣候變遷的調適政策回應時，如何選取因地適宜的調適措施，成為政策規劃程序中需投入相對時間、人力成本等均為調適需考量之重要關鍵議題。

本計畫綜整過往年度文獻蒐整與利害關係人訪查調適策略與選項結果，並依據聯合國糧食及農業組織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)、氣候變遷相關財務揭露建議 (Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD) 等國際因應氣候變遷調適規劃組織之分類原則，將其選項屬性區分為軟與硬的調適選項，並進行調適規劃與建議 (圖 1)。

針對不同氣候情境分析結果進行氣候調適選項的壓力測試，協助考量在更長的時間尺度下，規劃具有保留彈性的選項與定期監測等調適配套措施。此外，調適選項制定時，嘗試納入利害關係人認知與接受度進行考量，藉納入風險評估的過程所排列的氣候相關風險的優先順序，提高未來產業對調適政策的接受度 (圖 1)，建立氣候變遷情境下具體可行調適措

施與方案，以及規劃具有彈性的調適選項與納入調適選項優先評比機制，研擬調適路徑。

根據本年度的研究成果顯示，面對未來的氣候升溫情境時 (+1.5 與 +2.0°C)，臺灣養殖業因應氣候變遷潛在風險，進而衍伸的重大轉型風險議題包括：政策法制、技術進步、市場變化與品牌信譽；重大物理風險則分為立即性風險 (如：漁港和水產養殖設施的損壞，影響加工廠與供應鏈之運營，導致生產能力下降) 與長期性風險 (如颱風個數增加和模式的變化將可能造成產業生產衝擊，例如：因無法出海進行捕撈作業，將可能對其供應鏈產生影響)。

為解決產業未來可能面臨的重大轉型風險與物理風險，建議未來調適政策規劃可參考各國調適策略規劃；面臨+1.5°C暖化情境時，漁政管理單位與產業需關注的調適議題應朝向無碳經濟過渡之永續發展，其+2.0°C 情境時，則需關注天然災害能力抵禦能力，如：獲得新銷售管道的機會增加、開發和提供具有抵禦異常天氣事件能力的產品和服務、創造潛在的新投資機會、天然魚苗採捕量減少，並轉向發展人工魚苗等。



鬼頭刀族群動態解析及生態習性之研究

林憲忠¹、江偉全¹、王勝平²、何源興¹¹東部漁業生物研究中心、²國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系

鬼頭刀 (*Coryphaena hippurus*) 為高度洄游性魚種之一，廣泛分布於世界三大洋之熱帶及亞熱帶海域，臺灣主要由東部沿近海延繩釣漁業漁獲為主。鬼頭刀漁獲體長分布明顯月別變動，且夏季漁獲體長皆大於冬季 (圖 1)。由彈脫型衛星標識器結附於鬼頭刀魚體紀錄 42

天的移動行為顯示向北移動 (圖 2)，垂直移動深度由表層至水深 250 m，主要棲息於表層溫度 (SST) 21.0–30.5°C 之間，夜間棲息深度較白天廣泛，主要於混合層 (MLD) 內活動 (圖 3)。本研究之結果提供建立資源評估所需的生態數據，使該物種達可持續利用之目的。

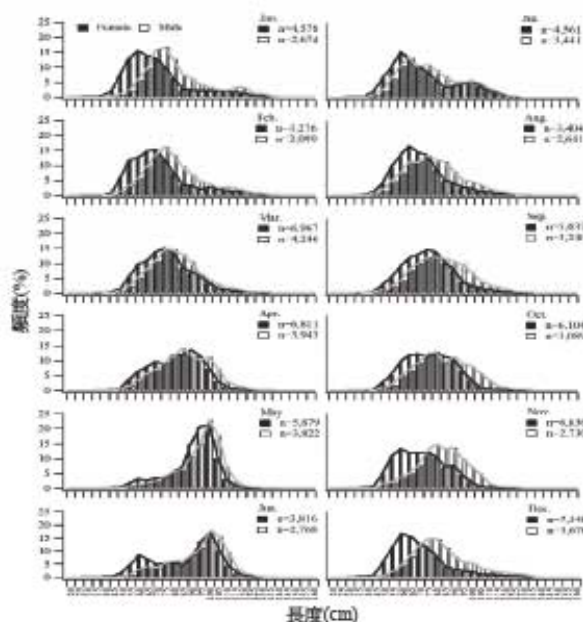


圖 1 2003-2023 年新港魚市場雌雄鬼頭刀月別漁獲體長頻度分布

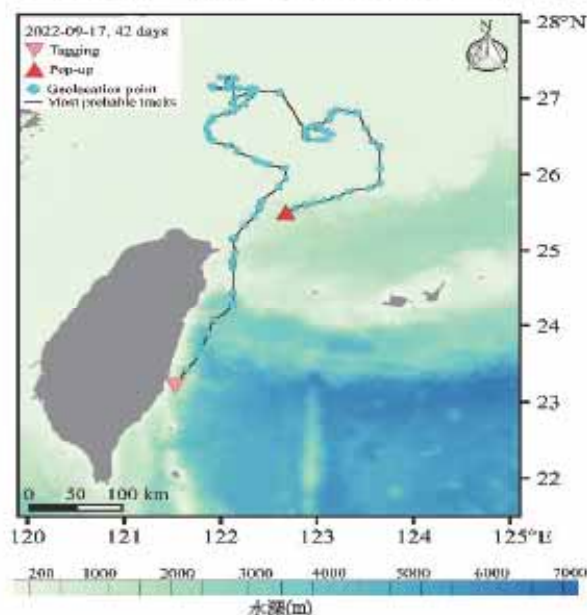


圖 2 彈脫型衛星標識器標識魚鬼頭刀魚體背部紀錄鬼頭刀水平移動路徑

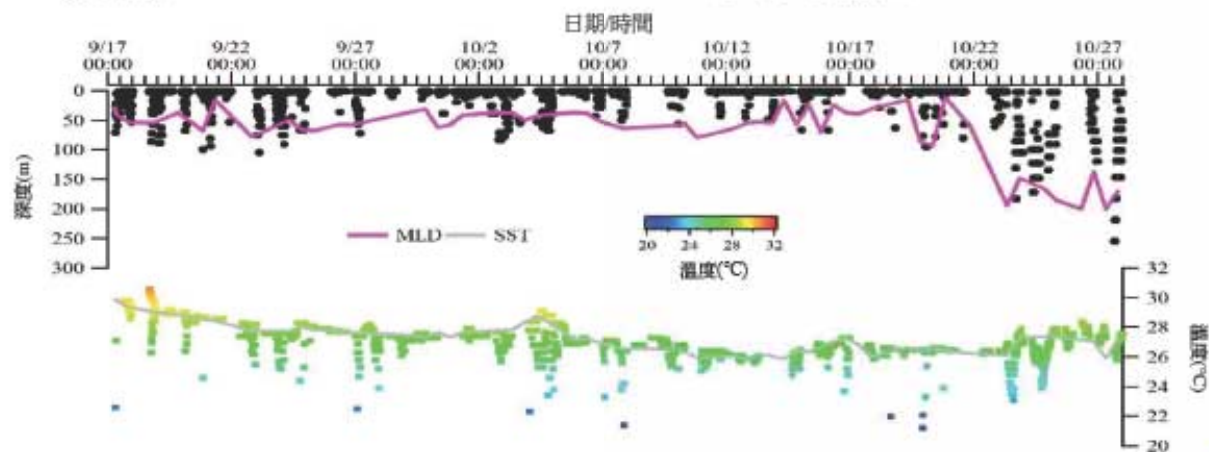


圖 3 2022 年 9 月 17 日利用彈脫型衛星標識器標識鬼頭刀魚體背部，共記錄 42 天鬼頭刀垂直棲息深度、溫度、表層溫度及經歷海域之混合層深度變化之時間序列

西北太平洋劍旗魚晝夜深潛行為模式解析

江偉全、林憲忠、許紅虹
東部漁業生物研究中心

劍旗魚 (*Xiphias gladius*) 為高度洄游重要經濟性魚種，廣泛分布於南、北緯 45 度的溫熱帶海域，且出現在高緯度地區的劍旗魚往往體型較大，因此其移動特徵為漁業管理重要之課題。本研究利用彈脫型衛星標識器 (PSAT) 結附於 3 尾劍旗魚魚體上 (圖 1)，共記錄 15、20 及 229 天移動行為特徵 (表 1)。



圖 1 針對鮪延繩釣漁船混獲之劍旗魚進行配置衛星標識器

劍旗魚未發現具有季節性移動特性，標放之個體分別往東海、南中國海及菲律賓方向移動 (圖 2)，深潛深度可達 915 m (溫度 4.9°C)，白天與夜晚深潛行為具顯著性差異，白天偏好在 400 m 以深水域，夜晚則上浮至混合層至 100 m 以淺海域 (圖 3)，推測劍旗魚隨著深海散射層餌料晝夜垂直運動有關，棲息海域以中表層大洋為主，且隨著魚體增長深潛能力增加。

劍旗魚的大眼睛具有獨特的適應性肌肉，可以將大腦和眼睛加熱到比環境水溫高出 15°C 的溫度，提供卓越的視敏度來促進在黑暗的冷水域中攝食成功率，劍旗魚因此可以深潛至較深的水層及掠食更多樣餌料種類。目前對

表 1 3 尾標識之劍旗魚之資料表

衛星標識器序號	標識器型號	標放日期	估計魚體重量(kg)	追蹤天數	直線距離(km)
#143509	PTT-100	2016/03/23	180	229	738
#45922	X-tag	2017/12/27	150	15	1,605
#45924	X-tag	2018/01/15	60	20	392

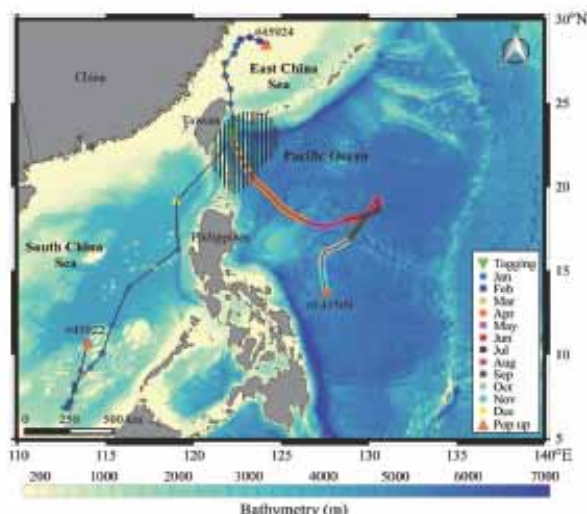


圖 2 3 尾標識之劍旗魚野放地點(橘色三角形)、推估移動路徑(圓圈與黑色線)及個月別棲息海域(黑色直條紋為臺東縣新港籍鮪延繩釣漁船作業海域)

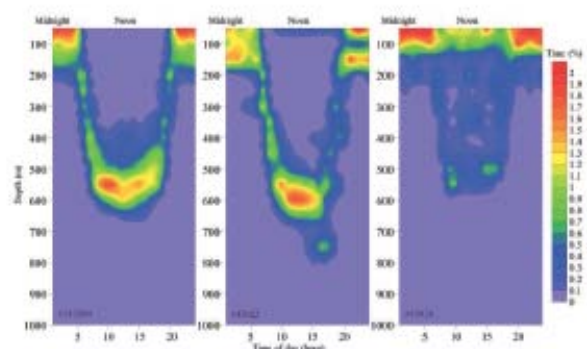


圖 3 3 尾標識之劍旗魚棲息深度熱點(由標識器回傳資料中，將水溫使用每 1 小時以 2 m 深度的間隔進行累積機率估算 1 天 24 小時別之累積機率)

於旗魚生物學和生活史研究有很大部分是透過電子式標識器技術所解析而來，電子標識器記錄資料提供長久以來欠缺的生態訊息，補足族群動態模式建構的生態參數缺口。

鰻魚洄游產卵之生態資源研究

周爰瑛

東部漁業生物研究中心

鰻魚是一種高度洄游性魚種，其棲息海域與洄游路徑經常跨越各沿海國家經濟海域，然而，該族群結構與生態習性的探討一直是漁業科學研究的一大挑戰。在這方面，標識放流研究成為探索魚群動態、分布特徵與漁撈行為對魚群影響的最佳方法。目前，標識器已被應用於鰻魚、鯊魚、海龜和海洋哺乳動物等物種，主要追蹤技術包括衛星遙測和聲學標記。隨著電磁技術的進步，發報器的重量也精簡到不到 1.4 g。然而，對於應用於鰻魚仔稚魚的生物追蹤，標識器目前仍然受限於大小、高死亡率和低回收率的問題。

耳石是魚類生長過程中形成的碳酸鈣結晶，其具有易於收集和保存的特點，其化學成分可記錄水文環境的特徵，並提供大量動物在自然環境中生物間及環境與生物間互動的訊息。這些訊息揭示了魚類的遷移路線、覓食行為和能源消耗模式，因此對於進行鰻魚的仔稚魚洄游產卵研究具有極大的潛力。

本計畫在農業部農業菁英計畫的資助下赴英國南安普敦大學海洋與地球科學學院進修博士學位課程。在研究期間，發現使用耳石氧同位素結合海洋環流模型進行鰻魚仔稚魚洄游研究會面臨以下困難：(1)無法取得精確的氧同位素地理位置地圖，並且對於跨越大的熱和/或鹽度梯度的使用受限；(2)同位素分析成本高，且難以區分數值的微小差異。目前該技術尚未廣泛應用於仔稚魚個體洄游行為研究，因此透過以海洋環流模型建立幼體洄游模型結合耳石氧同位素，對於鰻魚仔稚魚追蹤的可行性進行預測。

研究結果顯示，模擬鰻魚仔稚魚洄游運動有利於預測是否能使用高分辨率耳石分析去區分特定的時間的仔稚魚產卵環境 (圖 1)，有利於節省人力物力，並提高該分析之效能。本研究提出使用耳石 $\delta^{18}\text{O}$ 研究鰻魚仔稚魚洄游之潛力和局限性。此方法亦可直接轉移至日本鰻及其他有浮游期的仔稚魚研究。

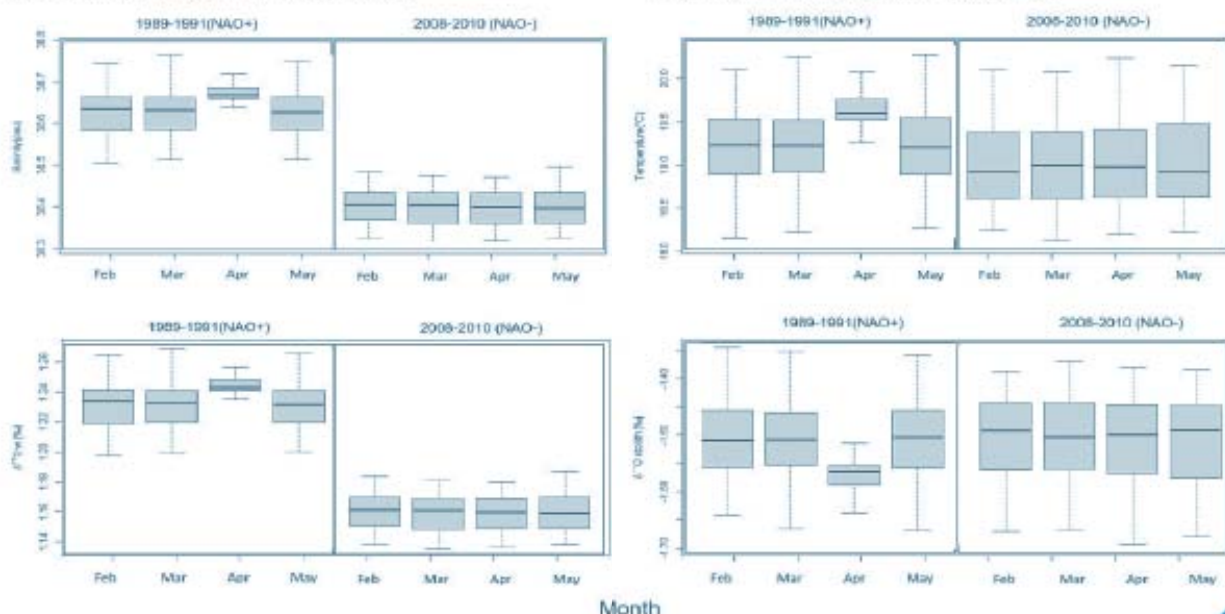


圖 1 鰻魚產卵場環境特徵

氣候變遷對於海洋洄游性魚類食物網之動態模型預測— 以太平洋海域翻車魷科魚種為例

張景淳、江偉全、瑪蓋巴然、許紅虹、吳瑞賢、林憲忠、劉祐瑜、張慕璿
東部漁業生物研究中心

翻車魷科魚種 (*Moridae*) 因其生長速度緩慢與其高混獲率等因素，翻車魷 (*Molamola*) 與其他同科魚種在 2015 年被國際自然保護聯盟分別列入瀕危物種紅色名錄的易危與無危等級魚種。本研究藉由解析其食物網結構與營養階層動態，可了解該魚類移動、攝食行為及生活史，對其進行有效的漁業管理。

許多研究探討翻車魷科魚種的移動行為特徵發現翻車魷移動能力強，常有大規模的遷移行為，平均移動速度為每日 20–30 km，其移動與水溫、湧升流 (基礎生產力) 有關，翻車魷會移動至湧升流區進行攝食。因翻車魷科魚種大量的攝食膠質浮游動物 (Gelatinous zooplankton, 例如水母等)，在大洋性食物網中的生態棲位特別 (Roach, 2003)，故其相關生態學與生物學研究也非常重要。本計畫擬以同位素分析與貝氏混合模型 (Bayesian mixing model) 解析西太平洋海域翻車魷科魚種在不同地區的攝食情形與營養位階動態，並比較西

太平洋海域的翻車魷科魚種食物鏈結構。本研究採樣地點包括日本海域、臺灣海域與赤道附近海域之翻車魷科魚種樣本與其餌料生物樣本，採樣時間從 2020 年 1 月至 2023 年 12 月。

研究結果指出翻車魷屬的穩定氮同位素值在赤道海域最高，其次為臺灣，日本海域的翻車魷穩定氮同位素值最低。本研究將模擬的穩定氮同位素值與實際採樣的氮同位素值進行比較，發現模擬數值與實際採樣測定之數值一致，然而有幾個樣本所測定的穩定氮同位素值高於模擬的數值。進一步使用胺基酸複合物同位素進行聚類分析結果顯示 (圖 1)，依據來源胺基酸可將翻車魷分成兩群，一群主要棲息海域為日本地區，另一群主要棲息海域為臺灣海域，其中有 2 尾在日本海域捕捉之翻車魷被分到臺灣海域群，推測該翻車魷可能來自不同海域。此研究指出翻車魷在西北太平洋的遷移行為頻繁，了解其在不同海域中的攝食行為動態有助於翻車魷保育政策的擬定。

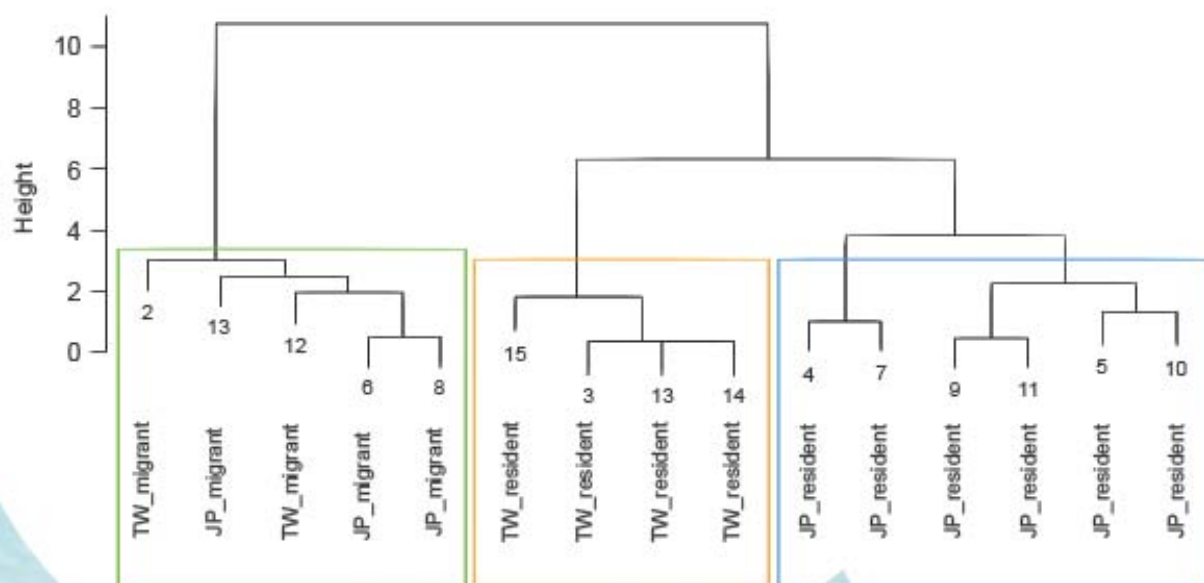


圖 1 利用聚類分析解析翻車魷屬魚種來源胺基酸

臺灣淺灘周邊海域環境監測及浮游動物多樣性調查

陳佩函、陳瑞谷、葉宇庭、劉祐瑜、林綉美、莊美英、歐麗榛、謝恆毅
澎湖漁業生物研究中心

浮游動物是海洋生態系中數量最多、物種最繁雜之一群，由於個體體積小、生命週期短、易受環境影響且游泳能力弱，因此，海域中浮游動物之組成與分布模式，與當地海洋環境的變動有著相當大的關係。

本研究以每季進行1次之頻率，運用本所海安號試驗船於臺灣淺灘周邊海域設置之固定測站進行採集及探測。採樣方式以船尾水平拖曳浮游生物採集網進行樣本採集，同時利用攜帶式溫深鹽探測儀獲取各測站之水文環境資料及浮游動物、魚卵及仔稚魚等基礎資料。

由臺灣淺灘周邊海域浮游動物組成季節變化比例圖結果可知(圖1)，春季組成以橈足

類、有尾類、毛顎類、頭足綱為主，夏季以橈足類、枝角類、腹足類、水母類，秋季則以橈足類、有尾類、蝦類幼生、蟹類幼生、海樽類，冬季則以橈足類、毛顎類、有尾類為主，橈足類在各季節各測站皆佔比最高。

進一步去分析該海域各季節浮游動物平均豐度變化發現(圖2)，以夏季最高，其次是秋季，春季與冬季平均值明顯降低。此外，由臺灣淺灘周邊海域魚卵豐度變化圖結果發現，魚卵的平均豐度春季時最高，冬季時為最低(圖3)。

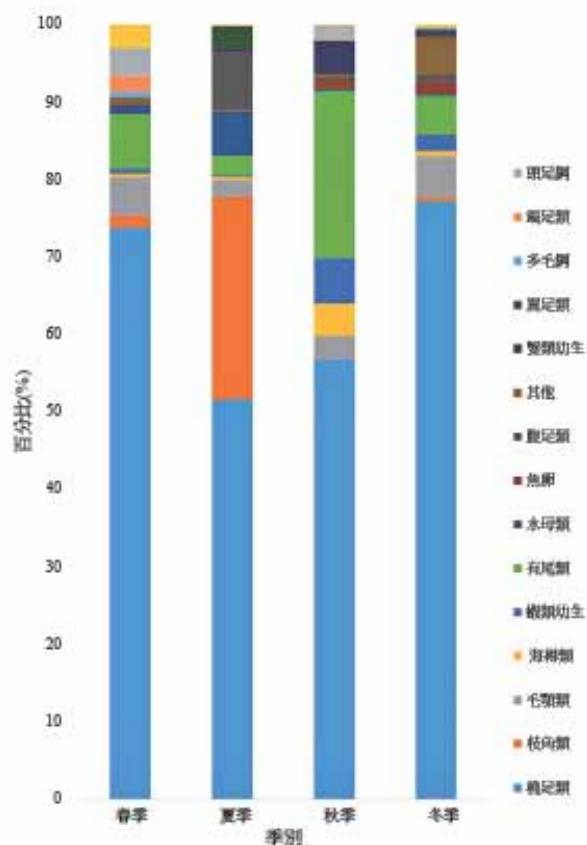


圖1 臺灣淺灘周邊海域浮游動物組成季節變化比例

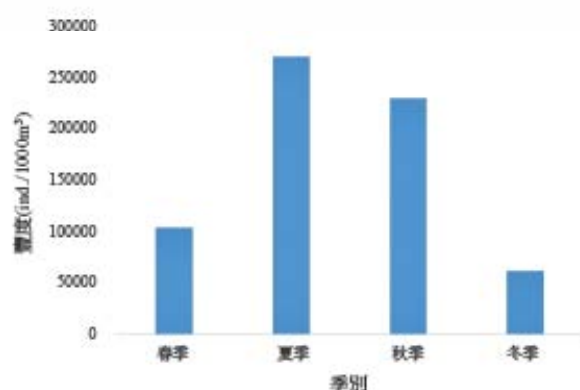


圖2 臺灣淺灘周邊海域測站浮游動物平均豐度變化

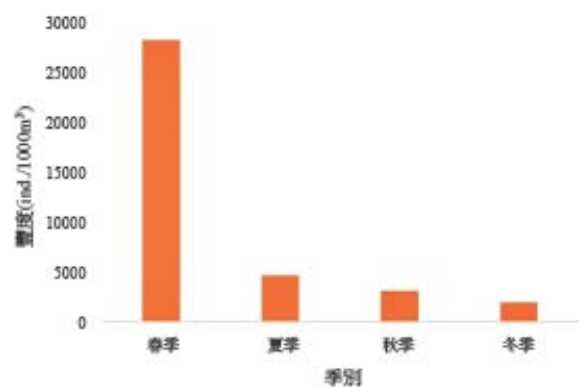


圖3 臺灣淺灘周邊海域測站魚卵豐度變化

二、漁業資源復育與回復技術

陸棚性魚介類增裕技術之建立(III)

葉信明¹、翁進興²、林峰右³、黃侑勛⁴、黃星翰²、陳陽德⁵、黃建智²、何珈欣²、莊世昌⁶、吳伊淑²、徐華遜²、陳秋月²、陳羿惠²、黃婉綺²、鄭明忠⁴、黃維能⁵、朱永桐³、邱沛盛³、黃政軒³、鄭力綺²、林瑋琪²、邱俊豪⁴、林承澤⁵

¹水產試驗所、²沿近海漁業生物研究中心、³海水養殖研究中心、⁴東部漁業生物研究中心、⁵東港養殖研究中心、⁶海洋漁業組

為增裕臺灣周邊海域漁業資源，本研究以陸棚性魚介類為目標進行繁養殖技術之開發，包含黑鰓 (*Atrubucca nibe*)、密點少棘胡椒鯛 (*Diagramma pictum*)、旭蟹 (*Ranina ranina*)、黃背牙鯛 (*Dentex hypselosomus*)、日本馬頭魚 (*Branchiostegus japonicus*) 等，在 5 種目標物種的繁殖技術上分別有不同的進展。

本 (112) 年度有關誘導黑鰓的產卵與仔稚魚培育技術，已取得最適的操作模式。4 月中旬以延繩釣釣取種魚，釣獲後魚體經減壓與注射魚用人絨毛膜促性腺激素 (HCG) 可於 1 天內產卵。仔稚魚以 26°C 培育相較於 24°C 有更大的機會度過開鰓期。黑鰓受精至孵化過程之各階段如圖 1。

密點少棘胡椒鯛在魚苗培育試驗結果顯示，水溫 24–30°C 的孵化率顯著高於 21°C 及 33°C，而孵化後的魚苗畸形率在 24°C 及 30°C 間沒有顯著差異。鹽度 30 及 40 psu 的孵化率顯著高於 20 psu。沒有投餵任何餌料生物的魚苗在孵化後第 5 天全數死亡。孵化後第 9 天，投餵輪蟲、輪蟲 + 橈足類無節幼生及投餵橈足類無節幼生的組別，魚苗存活率沒有顯著差異。最後，進行 4 批次的魚苗生產，共收成 35–2187 尾魚苗 (育苗存活率 0.19–4.05%)。

旭蟹的研究上，本年度掌握 5–6 月抱卵期於澎湖採集野生種蟹 3 批次，漁船進港後直接載運，運送存活率分別為 92%、60% 及 75%。以水溫 23.4–29.1°C、鹽度 30.2–35.3 psu 培育抱卵種蟹。9 隻抱卵種蟹平均每隻產出 123,260 隻蟹苗。蟹苗培育至眼幼蟲第三期 (Z3)，因附著寄生物而逐漸死亡。蟹苗放流試驗結果，包裝運送前先投予餌料，48 小時後投餵組存活率

(54.30%) 明顯高於未投餵組 (12.69%)。

透過黃背牙鯛及日本馬頭魚種魚的持續採集，共蓄養黃背牙鯛 43 尾及日本馬頭魚 18 尾。黃背牙鯛每年 1–5 月為主要繁殖期，本種為先雌後雄魚種，體長約 22 cm 以下 90% 為雌魚。本研究對黃背牙鯛進行人工授精前期試驗，受精卵可發育至胚體成形 (圖 2)。另外以濃度 15% 的 DMSO 作為抗凍劑，將黃背牙鯛精液以液態氮冷凍保存於麥管 (straw) 中，做為未來試驗材料。

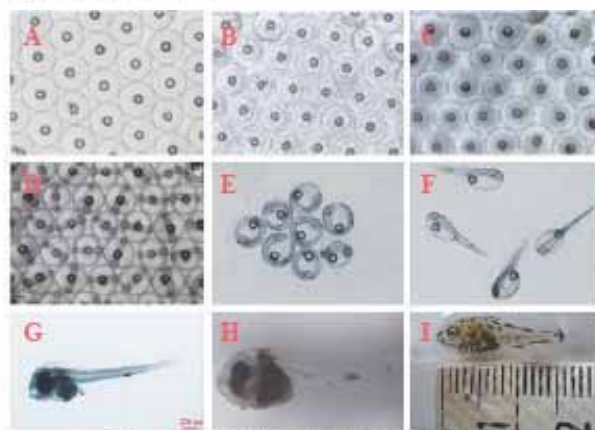


圖 1 黑鰓受精至孵化過程之各階段

A: 受精卵為浮性透明卵，卵徑 0.82 ± 0.05 mm; B: 8 細胞期; C: 囊胚期; D: 眼胞形成並具體節; E: 胚體延長並覆蓋卵黃五分之四; F: 24°C 下，20 hr 59 min 孵化，仔魚平均全長為 2.6 ± 0.10 mm; G: 3 日齡魚苗已開始攝食輪蟲; H: 19 日齡魚苗攝食豐年蝦，體長 7.1 mm; I: 25 日齡魚苗攝食人工飼料，體長 18 mm



圖 2 黃背牙鯛受精卵

大洋性魚類增裕技術之研究(III)

吳瑞賢¹、何珈欣²、許鐘鋼³、朱永桐⁴、邱沛盛⁴¹東部漁業生物研究中心、²沿近海漁業生物研究中心、³澎湖漁業生物研究中心、⁴海水養殖研究中心

本研究經由漁船以延繩釣方法採集鬼頭刀 (*Coryphaena hippurus*) 野生種魚。種魚經過馴養後自然產下浮性受精卵。受精卵收集後置於室內水槽孵化。孵化後第3日齡開始投餵輪蟲及藻水，第6日齡開始兼投橈足類幼生，第10日齡起投餵橈足類幼蟲及成蟲。第20日齡起額外投入少量鰹粉，並需注意水質變化及清除水底殘餌。第30日齡時已經可以完全接受人工配合飼料 (圖1)，魚群中較大型個體開始出現殘食小型個體現象，必須將其隔離飼養。第45日齡仔魚之體色及斑紋已與成魚一致，並移至室外池飼養。第75日齡體長已達15–18 cm，此時魚群中陸續出現尾鰭受傷致死個體，發生原因尚有待釐清。



圖1 完全食用人工飼料之鬼頭刀稚魚

2021年11月從澎湖定置網購置杜氏鰺 (*Seriola dumerili*) 成魚，體重 689 ± 157 g，尾叉長 36.1 ± 2.3 cm，飼養於澎湖中心室內10噸圓形桶內，以鰹魚及小管進行投餵。待魚隻成長後再移至20噸圓形桶，並定時開啟增氧機，防止缺氧狀況產生。2022年5月海溫回升後，將魚隻移至五德箱網養殖區由業者代為蓄養。

85尾杜氏鰺經過室內6個月養殖，體重達 $1,401 \pm 233$ g，尾叉長 44.2 ± 2.4 cm，體重及尾叉長增加713 g及8.1 cm，增重率達104.9%。2023年11月 (魚齡31個月) 抽樣撈捕6尾，

體重達 7.53 ± 0.27 kg，尾叉長 74.3 ± 1.8 cm。估計杜氏鰺養殖3年可達性成熟成為種魚。

調查野生捕獲之杜氏鰺之生殖腺指數，1–2月雌雄魚 GSI 均低於1；3月雌雄魚 GSI 均高於2，為最高峰。4月海象差，樣本數少。5月雌魚 GSI 平均值維持2.47，6月雌魚 GSI 降至1.17，顯示繁殖季結束 (圖2)。

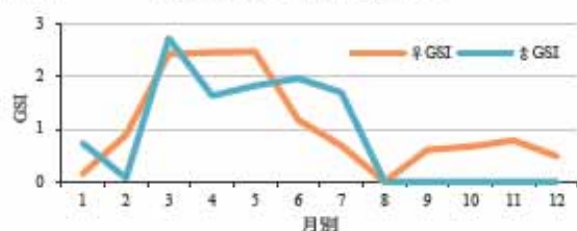


圖2 2023年野生杜氏鰺之 GSI 月變化(n=235)

康氏馬加鰹 (*Scomberomorus commerson*) 受精卵於2023年4–5月透過海上捕撈種魚並採集新鮮精液及成熟卵粒透過人工授精獲得。進一步將150,000粒受精卵移入800,000 L水泥池進行培育，剛孵化魚苗體全長為 2.28 ± 0.17 mm，魚苗在孵化後第2天開始攝食橈足類。孵化後第13天，體全長達 14.69 ± 0.26 mm，此時投餵四絲馬鰕 (*Eleutheronema tetradactylum*)、銀紋笛鯛 (*Lutjanus argentimaculatus*) 及密點少棘胡椒鯛 (*Diagramma pictum*) 的魚苗。孵化後第37天，體全長達 117.91 ± 16.18 mm (圖3)。



圖3 康氏馬加鰹魚苗孵化第37天

定棲性魚介類增裕技術之研究(III)

王俊堯¹、白志年²、黃慶輝³、城振誠¹、陳東本¹、鄭維毅¹、吳玉霞¹、陳彥愷¹、
曹鈺萌¹、黃志弘¹、楊順德²、謝恆毅¹

¹澎湖漁業生物研究中心、²淡水養殖研究中心、³水產養殖組

澎湖地區重要之定棲型介貝物種資源如遠海梭子蟹 (*Portunus pelagicus*)、水晶鳳凰螺 (*Strombus canarium*)、銀塔鐘螺 (*Tectus pyramis*) 及白棘三列海膽 (*Tripneustes gratilla*) 等及彰化縣獨特的美食奧鰍蜆 (*Upogebia edulis*) 資源，因長期過度捕撈以及棲地破壞，導致天然種群密度銳減，本計畫於 2021–2024 年執行期間，將完成重要定棲型魚貝物種人工繁殖技術開發及精進，並瞭解棲地特性進行種苗放流增裕野外資源，以加速其資源復育的效率。

鑑於遺傳多樣性與資源評估在永續漁業管理上的重要性，以 DNA 分子標記科學技術輔以標識放流方式，掌握放流物種種群的來源與種魚的遺傳資訊，評估天然野外捕撈族群的遺傳結構及放流效益，亦為本計畫目標之一。

計畫執行期間，各年度針對遠海梭子蟹、水晶鳳凰螺及銀塔鐘螺之長期樣區族群量調查結果如表 1，除吉貝測站的銀塔鐘螺族群量降低外，各測站之資源量有增加之趨勢；從銀塔鐘螺 Cytochrome b (Cytb) 基因型在野生個體及人工繁殖個體差異來評估放流成效，2022 年青灣放流之人工繁殖銀塔鐘螺稚螺，於 2023 年調查分析佔該地區成螺族群比例為 30.15%，而 2022 年評估放流之水晶鳳凰螺苗在野外族群佔比為 34.1%，初步結果呈現出放流之螺貝苗約有 3 成入添至野外族群。

表 1 銀塔鐘螺、水晶鳳凰螺及遠海梭子蟹 2021、2022 及 2023 年資源量之比較表

物種	調查海域	2023 年資源量	2022 年資源量	2021 年資源量
銀塔鐘螺	吉貝	9.5 顆/次	9.8 顆/次	18.3 顆/次
	青灣	34.8 顆/次	24.3 顆/次	18.5 顆/次
水晶鳳凰螺	青灣	0.06 顆/m ²	0.06 顆/m ²	0.035 顆/m ²
	大倉	11.2 CPUE	10.3 CPUE	4.7 CPUE
遠海梭子蟹	青灣	4.0 CPUE	7.0 CPUE	1.6 CPUE
	大倉	4.0 CPUE	7.0 CPUE	1.6 CPUE

資源量較高以紅字顯示；CPUE: Catch Per Unit Effort 單位努力漁獲量；單位：個體數/網次/100m

在種苗培育及放流方面，本 (112) 年度共計放流 1,112,931 隻/顆 (遠海梭子蟹 21 萬隻、水晶鳳凰螺 38.9 萬顆、銀塔鐘螺 50 萬顆、白棘三列海膽 1 萬顆及鰍蜆 3,931 隻) (圖 1)，較 2022 年 (651,801 隻/顆) 及 2021 年 (421,547 隻/顆) 有大幅成長，顯示種苗量產技術逐年精進之成效。為探究遠海梭子蟹最佳繁殖時機及體型，以獲致育苗的突破，本年度進行其成熟特性調查。調查顯示，遠海梭子蟹成熟生殖高峰期為 3–4 月，次高峰期 6–7 月，各月雌蟹生殖腺與體重比 (GSI) 變化如圖 2；體型較大之抱卵母蟹 (體重 300 g 以上) 孵化蟹苗之存活率明顯優於中型 (體重 200–300 g) 及小型 (體重低於 200 g) 抱卵母蟹 (圖 3)。



圖 1 自行培育遠放流體型標準之種苗(左：白棘三列海膽苗；右：銀塔鐘螺苗)



圖 2 遠海梭子蟹雌蟹生殖腺與體重比值(GSI)月別變化

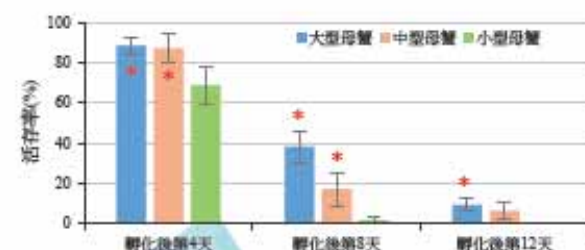


圖 3 不同體型抱卵母蟹孵化後子代之存活率比較

三、海洋與漁業碳匯技術及效益評估研究

建立海洋人工表層藻床碳匯量測方法

潘佳怡¹、任吳佳²、何東垣³、胡家維¹、嚴國維¹、黃仕豪¹

¹海洋漁業組、²國立臺灣大學地質學系、³中央研究院環境變遷研究中心

大型海藻生長快速、光合作用效率高，作為增加海洋碳匯的可能性受到國際的廣泛關注，有鑑於我國土地及海岸面積有限，若要增加人工碳匯量應於開放水域發展建立離岸人工藻床養殖海藻。然而目前國際無統一調查方法，國內海洋環境多變，藻種多樣，尚需海洋碳匯參數背景值之完整基礎調查，並研究評估後續臺灣各海域藻類養殖碳匯能力。本計畫於 2023 年先進行臺灣周邊海洋漁場的碳通量調查方法建立並獲取基線資料，有助於評估適合海藻養殖的潛在區域。

本 (112) 年度搭乘水試一號試驗船分別於冬季 2 月 7 日至 3 月 9 日期間完成 59 測站調查，夏季航次於 8 月 17-29 日間完成 52 測站調查，包含溫鹽、營養鹽濃度、浮游植物豐度、溶解態有機碳/氮濃度、有機氮同位素組成、懸浮顆粒態有機碳/氮濃度、有機氮同位素組成及硝酸鹽氮同位素組成檢測。

營養鹽為藻類成長必需條件，結果顯示(圖 1)，冬季東海陸棚和臺灣海峽北部的表層營養鹽較高，夏季除臺灣北部地區其它各處表層營養鹽都很低。更深水域顯示臺灣東岸、西南岸的近岸區湧升將深處營養鹽帶到較淺的水層，冬夏無明顯區別。

透過量測海水溶解態無機碳 (DIC) 和總鹼度 (TA) 可計算二氧化碳分壓 ($p\text{CO}_2$) 呈現水

團碳匯能力，結果顯示(圖 2)，表層 DIC 濃度在臺灣海峽北側最高，在南海北部最低，與溫度有明顯關係，顯示其受控於溫度對於二氧化碳溶解度的影響。而臺灣海峽水團含有較高的 DIC，但是 TA 並沒有同比增高，使得臺灣海峽北部表水整體偏酸性，抗酸化能力最低。

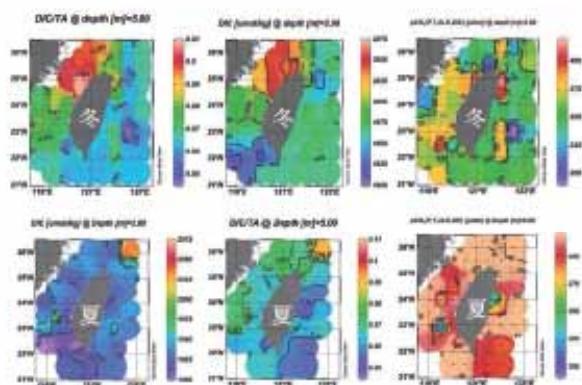


圖 2 2023 年冬、夏季表層 DIC、DIC/TA、 $p\text{CO}_2$ 分布情形

冬季臺灣周邊海域表層碳化學主要受到物理作用影響，與大氣中的二氧化碳接近平衡或略低於大氣分壓。而夏季臺灣周邊海域表層海水碳化學的季節變化亦主要受到物理作用影響，由於表層海水溫度上升(圖 3)，二氧化碳溶解度下降，DIC 濃度下降，而 $p\text{CO}_2$ 上升，相對於大氣二氧化碳分壓，臺灣周邊海域變為二氧化碳源 (net CO_2 source)。

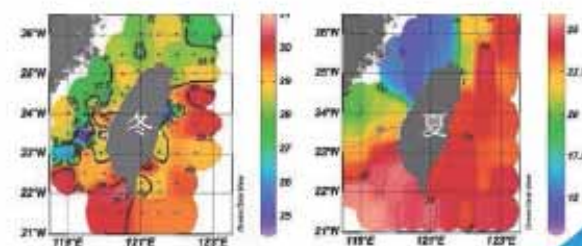


圖 3 2023 年冬、夏季表層海水溫度分布情形

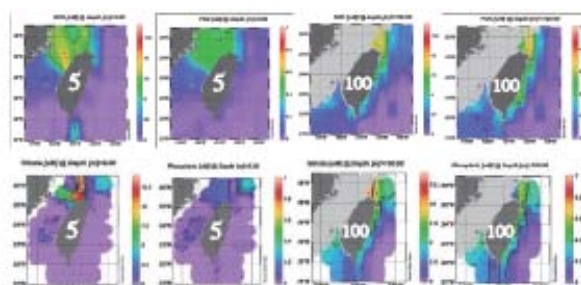


圖 1 2023 年冬季表層(5 米)及 100 米深營養鹽(上)、夏季表層(5 米)及 100 米深營養鹽(下)

海域建置人工藻床技術及藻類應用效益評估

潘佳怡¹、張芸甄¹、周立進²、黃欣梅²、張至維²、藍揚麒³、
張晏璋⁴、陳文君⁴、胡家維¹

¹海洋漁業組、²國家海洋研究院、³沿近海漁業生物研究中心、⁴水產加工組

本計畫嘗試於開放海域進行大型海藻養殖達成負碳排目標，藉由海藻之光合作用固碳增加人工碳匯量。於海水養殖研究中心七股建立陸域藻類養殖設施提供穩定藻源，並於苗栗龍鳳漁港外海風機場域中設置海洋人工表層藻場，開發開放海域大藻養殖技術鏈。本計畫亦進行市面藻類產品及本所養殖藻類之成分分析、復水率分析、固色分析等，並希望以藻場養殖藻種開發應用取代國外進口之高碳足跡商品。

在臺灣西部海域採集 48 種原生種大型海藻，將採集的新鮮藻體移至陸域水槽內馴化。篩選出 8 種較適合生長的原生種大型海藻培育，其中長莖葡萄蕨藻 (*Caulerpa lentillifera*) 俗稱海葡萄，生長快速且具有經濟價值，選為主要量化對象，提供海上養殖投放 (圖 1)。



圖 1 陸域培育水槽及陸域量化之長莖葡萄蕨藻

以本所水試二號試驗船於苗栗離岸風場風機基座之間，距離龍鳳漁港約 2.56 海里處 (24°42' N, 120°49' E)，設置 1 組 50 × 50 m 大小的水面浮式海藻養殖設施 (圖 2)，藻場所在處深度為 21–24 m 深，結構本身為軟式隨流變形。本養殖設施於 8 月及 9 月先後經歷兩個中度颱風後仍完整無受損。



圖 2 苗栗龍鳳漁港外海風機場域中之實驗藻場

於藻場進行不同藻種之養殖試驗，利用萬年網製作夾片投放粗龍鬚菜 (*Gracilaria firma*)、可食龍鬚菜 (*Gracilaria edulis*)、粗硬毛藻 (*Chaetomorpha crassa*)、穗狀魚棲苔 (*Acanthophora spicifera*) 及長莖葡萄蕨藻於海上藻場觀察生存情形 (圖 3)。其中長莖葡萄蕨藻成長過重若不採收可能隨海流脫離藻場，但留存之單一樣本最大增重可達 950 g (調查間隔 45 天)，其餘留存樣本平均增重量為 345 g，另外粗龍鬚菜樣本全數活存。高溫海水環境成功創造人工藻場，顛覆過去認為臺灣周邊海洋環境無法養殖大型海藻之觀念。



圖 3 於海洋藻場觀察之藻類生長情形
由左至右為穗狀魚棲苔、長莖葡萄蕨藻及粗龍鬚菜

多營養階及漁電共生養殖模式增匯技術開發

吳育甄¹、李曜辰²、劉于溶¹、莊傑元¹、楊少鈞³、林峰右¹、胡益順¹、洪澍薇¹、
許晉榮¹、楊順德²、林幸助³

¹海水養殖研究中心、²淡水養殖研究中心、³國立中興大學

複合式漁業養殖系統利用傳統單一物種養殖搭配其他處理措施，形成資源再利用、節約能源與創造更佳收益的養殖方式。本研究進行海水多營養階（虱目魚、龍鬚菜及青蟹）、淡水多營養階（金目鱸、吳郭魚及浮萍）與漁電共生複合式養殖（龍虎斑）模式這三類養殖系統進行碳通量研究。使用浮體罩蓋法測量魚塢水體與大氣介面的二氧化碳、甲烷與氧化亞氮通量，並根據魚塢水體表層的溶氧量變化計算系統呼吸量、總基礎生產量與淨系統代謝量，再藉由收集土壤沉積物估算以沉積物形式輸出魚塢水體的碳。藉由量測魚塢水體生物代謝、甲烷與氧化亞氮通量、土壤沉積導致的碳交換量，並納入養殖生物的飼料及水體交換的途徑，計算各魚塢的碳通量能力，建立多營養階與漁電共生複合式養殖系統的碳收支模式及養殖週期的碳排係數。

初步試驗結果顯示，養殖期間各魚塢的水體多為溫室氣體的排放源，海水多營養階虱目魚池（C）與龍鬚菜/青蟹混養池（C）的碳通量則分別為 -0.0133 kg C 與 -0.0016 kg C ；池水循環（T）碳通量為 -0.0138 kg C （表 1）。淡水多營養階金目鱸池（C）與吳郭魚池（C）的碳通量則分別為 -0.0076 kg C 與 -0.0002 kg C ；池水循環（T）在養殖期間的碳通量為 -0.0090 kg C （表 2）。二氧化碳、甲烷與氧化亞氮三種溫室氣體中二氧化碳的影響較大。進、排水操作雖然對於漁電共生複合式養殖系統各魚塢的影響不大，但排水操作可能會導致多營養階複合式養殖系統中各魚塢的顆粒性有機碳輸出。本研究嘗試建立各魚塢的碳收支模式，發現多營養階複合式養殖系統中各魚塢皆為碳源，但進行水體循環的多營養階複合式養殖系統仍可能提高魚塢水體 0.001 kg C 的碳通量。

飼料投入量與土壤沉積量在魚塢碳收支中佔比最大，水體浮游藻類對於水體的碳吸存則有貢獻。進、排水導致的碳通量佔比皆小於 1%，可忽略不計。在不同的光電板使用情境下，漁電共生複合式養殖系統中有架設光電板的魚塢皆會提高魚塢水體的碳匯量，其中太陽能板發電對於碳匯量的貢獻最大（表 3）。本研究的結果呈現了多營養階與漁電共生複合式養殖模式的碳排放現況，可提供後續我國 2040 農業淨零排放目標路徑規劃。

表 1 海水多營養階系統魚塢水體之碳通量與碳排放係數

組別	碳通量 (kg C)	碳排係數 ($\text{t CO}_2\text{e ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$)	面積 (ha)
虱目魚池/藻蟹混養池 池水循環 (T)	-0.0138	-0.7088	0.155
虱目魚池 (C)	-0.0133	-0.8170	0.12
龍鬚菜/青蟹混養池 (C)	-0.0016	-0.4043	0.035

表 2 淡水多營養階系統魚塢水體之碳通量與碳排放係數

組別	碳通量 (kg C)	碳排係數 ($\text{t CO}_2\text{e ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$)	面積 (ha)
金目鱸池/浮萍吳郭魚混養池 池水循環(T)	-0.0090	-3.2106	0.0192
金目鱸池(C)	-0.0076	-3.8339	0.0135
吳郭魚池(C)	-0.0002	-0.2512	0.0067

表 3 不同使用情境下漁電共生複合式養殖系統各魚塢水體之碳通量與碳排放係數。光電板使用情境 (Energy) 分為賣電 (sell)、發電自用且有儲能 (store)、發電自用但無儲能 (none)

組別	碳通量 (kg C)	碳排係數 ($\text{t CO}_2\text{e ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$)	面積 (ha)
C	-18.9563	-1.6414	0.096
sell T1	13.0673	1.1315	0.096
sell T2	24.1026	2.0870	0.096
store T1	-2.1509	-0.1862	0.096
store T2	-6.2641	-0.5424	0.096
none T1	-6.1222	-0.5301	0.096
none T2	-10.2354	-0.8863	0.096

建立復育海草床增匯方法學及增匯誘因機制之研究

沈宜樂、葉宇庭、陳俊廷、游庭于、高瑞壕、蔡莉芸、謝恆毅
澎湖漁業生物研究中心

本研究以國際碳認證體系及國內「濕地碳匯功能調查標準作業程序」為基礎，針對復育海草床區增匯的方法進行實作與確認（圖 1、2），並提出更具效率或提高準確度的調查方法。同時也建議針對在亞潮帶所復育的海草床，應增加復育海草床海域海水化學特性之監測，有助了解海草碳匯之路徑，進而提升碳匯之效益。

2023 年 6—8 月間於澎湖通梁海草復育區完成 100 m² 海草的移植，所移植的海草種類為單脈二藥草、卵葉鹽草及甘草等 3 種混植，其比例依序為 60%、30% 及 10%。生物擾動是

造成海草移植初期脫落的主因（圖 3）。改善此現象可於海草移植後，使用剪刀將地上部的葉片剪除，可降低被生物擾動的頻率。海草移植後，生物多樣性組成與豐度都有提高的現象。

此外也辦理「重光海草床復育—打造海洋生物一個家」活動，偕同社區民眾至「澎湖重光海草復育示範區」進行海草復育及海草復育區導覽，由重光里長與社區理事長帶領社區民眾共計有 61 人參與，全程也完成了海草移植面積 30 m²。未來可藉由海草移植技術推廣至社區，並媒合企業參與 ESG（圖 4）。



圖1 海草床增匯方法學-海草覆蓋度調查



圖2 海草床增匯方法學-海草庇護高度調查



圖3 臭都魚啃食海草對初移植的海草擾動影響大



圖4 「重光海草床復育活動—打造海洋生物一個家」之專題演講辦理情形

四、農業循環減碳產業場域輔導示範

花蓮立川漁場低碳循環產業鏈建構

謝易叡¹、郭喬培²、王庭玫³、何源興¹

¹東部漁業生物研究中心、²淡水養殖研究中心、³水產加工組

花蓮縣立川漁場目前為國內蜆類養殖大宗，除蜆類養殖外，亦有生產魚類相關產品，該場域水產類剩餘資材大宗主要有兩種，蜆殼以及加工魚片後剩餘之內臟、魚頭及魚骨等，貝殼去化部分本所已有相關技術可將二枚貝殼進行加工，並開發多元產品，貝殼粉也可應用在養殖池改善水質等；而魚類加工剩餘物本所也發展水解等相關技術，可將該資材轉換為魚油、水解蛋白、骨渣等型式再利用。因此本計畫透過 SWOT 分析可行性與發展性，選擇花蓮縣立川漁場協助建立農業循環示範場域，在地去化一方面減少副產物處理運輸等成本，另一方面可降低生產時之碳足跡。

場域之加工魚種有吳郭魚和龍虎斑等，包含魚頭、魚尾、魚骨和內臟，加工剩餘物均能以蛋白酶有效水解，水解液的總氮量平均約為 7 mg/ml。本 (112) 年度設置 100 L 水解槽於立川示範場 (圖 1)，吳郭魚剩餘物能於 3 小時完全水解，且水解過程無腥臭異味。進一步分析立川黃金蜆池優勢微藻和光合菌，共計鑑定出 7 種綠藻、1 種矽藻和 2 種光合菌，而小球藻為四季皆出現的優勢微藻。選取小球藻進行水解魚蛋白液培養試驗，以水解魚蛋白作為氮源 (最終氮含量 20 mg/L) 培養，藻類增殖效果與培養基 Bold basal 相近。以上述藻水投餵黃金蜆，成長表現、蜆肉一般成分和水質含氮廢物與慣行方法無明顯差異，顯示水解魚蛋白液適合作為藻類培養的氮源。

以蜆殼為原料，萃取蜆殼珍珠層 (Hypostracum, Pearl layer) 並進行美白功效評估 (圖 2)，透過萃取技術可得萃完蜆精之蜆殼 (CF2) 萃取物中的可溶性蛋白質含量約為 99.48 mg/100g 蜆殼，其肽含量約為 15 mg/100g 蜆殼。在體外抑制酪胺酸酶活性試驗中，濃度 10–20 mg/ml 的蜆殼萃取物對酪胺酸

酶具有 25–32% 之抑制效果。在細胞黑色素抑制試驗中，以老鼠黑色素瘤細胞 B16-F10 評估蜆殼萃取物抑制黑色素生成之效果，結果顯示，在濃度 1,000 µg/ml 下可抑制 B16-F10 細胞之黑色素生成，減少 14% 黑色素含量。另以紫外線照射人類真皮纖維母細胞 HS68 600 秒，會使細胞活存率下降至 64.8%，而在照射前添加濃度 1,000、2,000 µg/ml 之 CF2 萃取物與對照組相比可增加 16.2–18.4% 的細胞活存率 (圖 3)，初步結果顯示黃金蜆殼萃取物具有光傷害保護效果。



圖 1 100 L 水解槽於場域利用測試



圖 2 以蜆殼胨肽進行精華液試作品

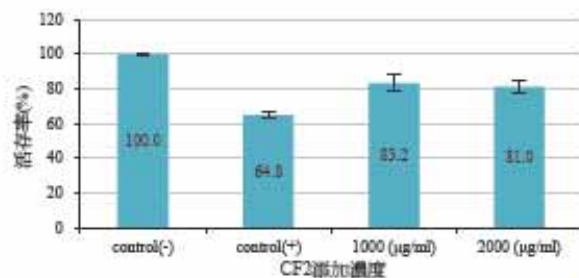


圖 3 立川萃完蜆精之黃金蜆殼萃取物對人類真皮纖維母細胞 HS68 之活存率

澎湖縣牡蠣殼資源材料化利用示範場域

呂逸林、雷晏青、謝恆毅
澎湖漁業生物研究中心

牡蠣養殖是澎湖縣主要的漁業項目，每年平均產值約為新臺幣 4.5—5.1 億。但在當地每年也產生約 2,000 公噸的牡蠣殼，目前已堆積約有 60,000 公噸的農業廢棄物。由於牡蠣殼主要由碳酸鈣 (CaCO_3) 所組成，為極具潛力的資源材料，但因澎湖地屬離島，考量運送成本與碳足跡等問題，如何在當地資源化，並發展應用方式，除了符合循環經濟的精神，亦可達到減少碳排的目的。

本計畫為解決澎湖牡蠣殼廢棄物問題，並

推廣應用方法，本研究分析評估澎湖牡蠣殼的產地及廢棄牡蠣殼的類型，2023 年依西嶼鄉牡蠣殼生產樣態規劃設計一條年處理量超過 300 公噸的牡蠣殼資源化產線 (圖 1、2)，可將牡蠣殼轉換成 3 種規格牡蠣殼粉資材 (圖 3)，並導入應用技術，如鹼激發和 3D 列印等方法，做為水泥替代、水下復育材料、非結構性建材應用 (圖 4) 及農業資材等用途。希望最終達到循環經濟的目標，並解決現階段牡蠣殼廢棄物的問題。



圖 1 牡蠣殼資源化產線-粗碎機



圖 2 牡蠣殼資源化產線-烘箱



圖 3 三種不同規格的牡蠣殼粉資材



圖 4 非結構性建材應用-牡蠣殼壁磚

五、水產養殖模式及技術開發

淡水魚塢耐候生態養殖模式之建立(III)

李曜辰、黃德威、陳雨農、楊順德

淡水養殖研究中心

受溫室效應影響，臺灣未來受強颱、乾旱及極端氣候事件的機率提高，水產養殖業的發展應考慮如何因應氣候變遷之影響。生態養殖利用不同養殖物種互補的概念，增加資源利用率，降低水產養殖對環境之影響。藉由生態養殖模式可以避免單一物種集約式養殖的缺點，產生的副產物也可拿來做其他利用。這樣的模式除能節省水資源、提升飼料利用率外，也可降低水產養殖產業對環境的衝擊。

浮萍為小型浮水植物，前期研究發現將養殖池結合浮萍生產，除了可以淨化水質外，額外收成的浮萍也可做其他用途。考量氣候變遷影響，未來氣溫升高及極端氣候事件發生頻率增加將是全球課題，本研究試驗浮萍覆蓋養殖池水表對水溫的影響，結果顯示在高溫期浮萍覆蓋養殖池水表可以有效降低水溫（圖 1）。

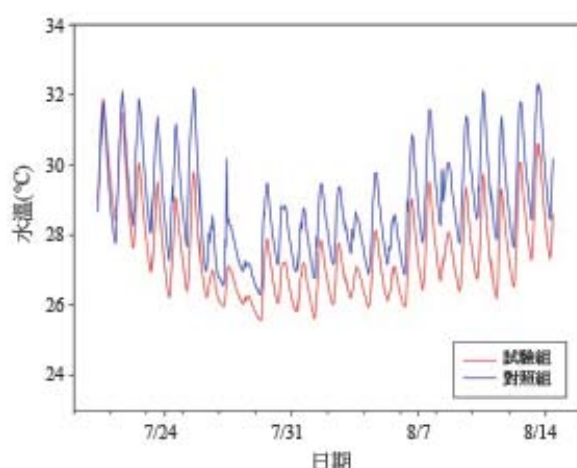


圖 1 高溫期浮萍 50% 覆蓋對於水溫之影響

除了降低水溫外，浮萍行光合作用會由大氣中吸收二氧化碳，並合成醣類蓄積於體內，藉由估算養殖週期生產的浮萍生物量可初步評估其碳吸收能力。利用養殖池中水萍 (*Spirodela polyrhiza*) 及青萍 (*Lemna minor*)

的相對生長速率 (relative growth rate, RGR)、每單位水體表面積可以生長的浮萍量及浮萍的含碳量，估算養殖環境下水萍吸收大氣中二氧化碳之能力（表 1）。水萍的二氧化碳吸收速率為 86–342 g C/m²/yr，青萍的二氧化碳吸收速率為 134–378 g C/m²/yr，兩者的差異與浮萍的生長速率、植物體大小及植物體含碳量有關。

養殖過程中浮萍不斷增生，由於浮萍生長周期短，若未能有效收成利用，消長的浮萍可能對水質造成影響，前期研究試驗以水萍鮮品部分取代飼料投餵吳郭魚的效果，顯示在一定比例下對魚隻生長無負面影響，可以降低整體飼餵成本。除了蛋白質及醣類等營養物質外，浮萍也含有類黃酮等機能性成分，本 (112) 年度針對養殖池生產的水萍機能性成分進行分析，結果顯示除了類黃酮外，水萍也含有花青素及木犀草苷等成分（表 2）。因此，不論作為人類食用或飼料添加劑，浮萍皆有其開發之潛力。

表 1 不同浮萍之碳吸收能力

	水 萍	青 萍
乾品碳含量(%)	42.85	32
相對生長速率(g.g ⁻¹ .day ⁻¹)	0.013-0.049	0.05-0.118
碳吸收速率(g C/m ² /yr)	86-342	134-378

表 2 養殖魚塢生產之浮萍機能性成分含量

水萍機能性成分	溼重(mg/100g)
總類黃酮	13,239.2
總花青素苷	133.88
總花青素	26.44
木犀草苷	43.29

大口湯鯉繁殖技術開發(III)

陳冠如、莊凱婷、陳念慈、阮文淵、楊順德
淡水養殖研究中心

鑒於養殖物種多樣化的需求、大口湯鯉本身的高經濟價值，以及為避免過度捕撈可能威脅野生大口湯鯉族群，許多研究團隊希望能藉由人為生產魚苗來增加養殖產業的可行性，以利建立相關產業鏈、提高養殖漁民收益以及可藉由生產魚苗放流來挹注天然族群量。

淡水養殖研究中心竹北試驗場曾在 2004 年時進行大口湯鯉對環境適應的研究，探討大口湯鯉對於水溫與鹽度的調適，試驗結果顯示大口湯鯉為廣溫、廣鹽性；另在 2006 年將大口湯鯉馴化於不同鹽度 (0、5、10、15 及 20 psu)，結果發現蓄養 6 週後，在不同鹽度蓄養下雌魚卵巢已接近成熟，卵徑大小無顯著差異，雌魚經促性腺激素注射後可順利誘導產卵，但雄魚精巢則尚未發育成熟。另花蓮縣水培所亦曾進行大口湯鯉繁殖研究，將成魚養於半淡海水並注射激素來刺激種魚卵巢成熟，試驗後將種魚解剖觀察雌魚卵巢內有部分成熟卵粒，但雄魚精巢沒有發育；2007 年將種魚養在純海水中達 1 年之久，仍無法繁殖成功。本中心於 2022 年以人工激素注射方式，成功誘導種魚產卵、產精並孵化出魚苗，本計畫基於

之前研究成果，持續進行種魚培育及建立大口湯鯉之穩定繁殖與魚苗培育技術。

本 (112) 年度大口湯鯉在 9 月開始，雄魚可不經激素注射採得精液 (圖 1)，部分雌魚生殖腺也發育成熟，種魚進行人工誘導繁殖時，先行抽取雌魚卵粒量測，挑選生殖腺發育成熟之大口湯鯉，採腹腔注射方式注射激素，以 GnRHa 混和 domperidone 注射，人工繁殖獲得受精卵及魚苗 14 萬尾 (圖 2、3)，但僅存活數天，未來將掌握人工繁殖魚苗的時機，並持續加強餌料生物培育，以育成魚苗。

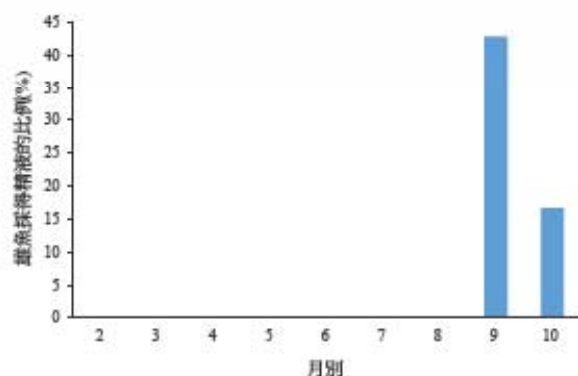


圖 1 大口湯鯉雄魚不經激素注射可採得精液的比例 (n=7)



圖 2 大口湯鯉雌魚產出浮性卵，受精率約 80-90%



圖 3 魚苗孵化後約 3 天開口，體長 2.21-2.38 mm，口徑 0.10-0.18 mm

脂鯉科淡水觀賞魚阿氏霓虹脂鯉繁殖技術開發

蕭玉晨、陳念慈、陳冠如
淡水養殖研究中心

2022 年本團隊著重於透過進一步的環境調控，以不同的水質調整提高小型脂鯉科的繁殖頻次及孵化率，並整合先前試驗資訊將其彙整規劃為完整的養殖量產模式，成功紀錄閃光直線脂鯉 (*Moenkhausia pittieri*) 試驗，以天然材質降酸改變水質刺激種魚繁殖，共生產三批 F₁ 子代。2023 年則著重於市場熱門品種之阿氏霓虹脂鯉 (*Paracheirodon axelrodi*) (市場俗名為紅蓮燈)，過去主要分布在南美亞馬遜河流域，野生品種供應來源包括巴西跟哥倫比亞。近年來主要透過印尼人工繁殖，根據業界統計，2020–2022 年印尼出口至臺灣年度進口額度約 130 萬尾，平均每月均有 11 萬尾的需求量，幾乎可說是大街小巷水族市場都會出現的熱門魚種，然而其繁殖條件多為水族玩家流通訊息，其繁養殖技術缺乏明確的系統化資訊。若能建立繁養殖技術也可提供業界強化生產體系，達到自產自銷之效益，也期望未來可逐

步建立穩定繁殖模式改良其品質，提高小型脂鯉科於觀賞市場之產業價值。

針對野生環境可判斷因雨季與旱季水位及水質變化是誘使其觸發繁殖的主要因素，隨機篩選成熟體型 2.5–3.0 cm，穩定養殖達 1 年以上之種魚進行配對繁殖，並利用每週 1 次更換水質，水溫設定在 25°C，反覆換水進行水質條件震盪，導電度由 11–357 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，pH 由 4.0–8.5 反覆震盪 15–19 次 (圖 1)，成功刺激種魚產出 3 批次卵粒，單次卵數 15–101 顆不等；平均卵徑為 1 mm，在水溫 25°C 的情況下約 24–30 小時孵化，魚苗平均體長為 2.89 mm。30 hph (hour post-hatching) 的魚苗已具微弱游動能力，約 120 hph 部分魚苗已開口需額外投餵 (圖 2)。本年度雖然透過水質調控成功刺激種魚繁殖，然而受精率仍偏低，以目前成功繁殖紀錄受精孵化大約在 26–38%，如何提高種魚受精率及維持良好水質孵育魚苗是未來的關鍵。

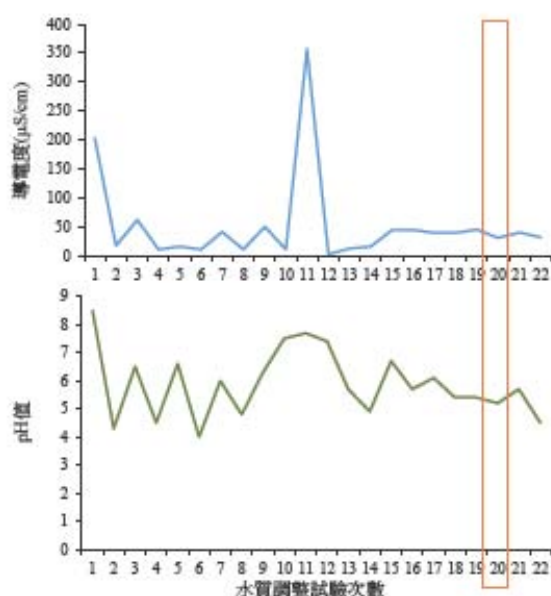


圖 1 導電度(上)及 pH(下)震盪，紅框為繁殖成功之水質條件

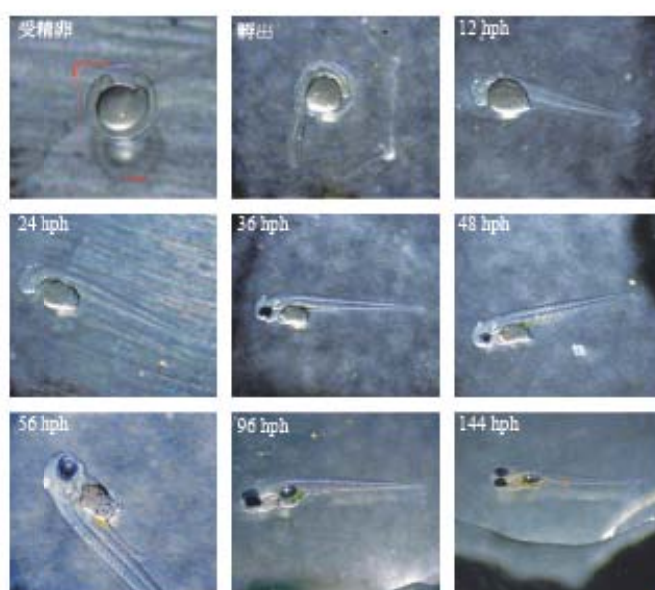


圖 2 阿氏霓虹脂鯉魚苗孵化發育紀錄

優質午仔魚苗量產再現性及種苗健康度評估

朱永桐、邱沛盛、張哲誠、張丁仁、吳承懷、黃建維、許晉榮
海水養殖研究中心

午仔魚（四絲馬鮫，*Eleutheronema tetradactylum*）是臺灣重要養殖魚類，已成功建立完全養殖技術。根據 FAO 統計資料顯示，全世界主要養殖國家為臺灣，養殖產量佔全球養殖產量 98%。2020 年產量為 12,583 公噸，產值為新臺幣 28.6 億，達歷史高點，後因外銷市場萎縮 2022 年產量則降為 12,123 公噸，產值新臺幣 17.4 億。目前午仔魚苗種雖然供應充足，但通常品質良莠不齊且不穩定，影響養殖成果。因此優質健康的午仔魚苗對於午仔魚養殖產業至關重要。

本研究旨在進行量產再現性及種苗健康度評估。本年度共進行 7 次育苗生產試驗，育苗設施為室內及戶外 RC 池，面積為 20、250 及 350 m²；受精卵的來源為屏東及高雄民間業者及少部分中心自行生產。收穫魚苗平均體長為 17.29 ± 1.72—37.29 ± 4.33 mm，育

苗天數為 17 天到 30 天不等，育苗率為 13.33—23.00%，平均育苗率為 18.35 ± 3.27% (表 1)。

魚苗品質分析在型態上各批次魚苗體長在 17.11—35.31 mm，體重在 0.04—0.28 g，肥滿度在 0.50—0.71%，各組均無畸形現象發生。在鰓寄生蟲檢驗分析上，於第 3 批次檢測分析到鰓部有卵圓鞭毛蟲輕微感染，感染率為 23%，同樣的在午仔魚常見的 5 種病原菌分析上也發現到有哈維氏弧菌 (*Vibrio harveyi*) 感染。除此之外，其他各批次魚苗均無寄生蟲及 5 種常見病原菌的發生。在溫度的耐性分析上，低溫的半致死時間 (LT₅₀) 介於 1.22—6 hrs 間，高溫 LT₅₀ 在 0.44—39.8 hrs 間，低鹽 LT₅₀ 在 3.62—29.92 hrs 間。各批次魚苗在蕃養期間內的活存率與分析項目，僅在病原因子上有明顯的關係存在 (表 2)。

表 1 2023 年午仔魚苗育成果

日期	型 式	面積 (m ²)	放卵數 (萬顆)	收成尾數 (萬尾)	收穫體長 (mm)	收穫體重 (g)	育苗率 (%)	育苗天數 (天)	卵 來 源
5/18	室內 RC 池	20	20	4.6	27.53±1.71	0.19±0.05	23.00	27	屏東
5/18	室內 RC 池	390	55	11.8	37.29±4.33	0.35±0.14	21.40	30	屏東
7/12	室內 RC 池	20	9	1.6	24.31±1.54	-	17.78	22	彌陀
7/12	室內 RC 池	20	9	1.2	21.35±1.35	-	13.33	25	彌陀
8/9	室內 RC 池	20	0.84	0.14	35.31±1.07	0.28±0.05	16.65	21	本所
8/30	室內 RC 池	20	3.28	0.55	26.97±2.71	0.14±0.06	16.61	17	本所
10/17	室外 RC 池	250	30	5.9	34.54±4.70	0.30±0.11	19.67	29	屏東

表 2 午仔魚苗病原分析

項 目	批 次							
	1	2	3	4	5	6	7	8
車輪蟲(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
卵圓鞭毛蟲(%)	0.00	0.00	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
白點蟲(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
美人發光桿菌	-	-	-	-	-	-	-	-
弗氏弧菌	-	-	-	-	-	-	-	-
哈維氏弧菌	-	-	+	-	-	-	-	-
海豚鏈球菌	-	-	-	-	-	-	-	-
無乳鏈球菌	-	-	-	-	-	-	-	-
活存率(%)	98.4	100	82.4	98.7	91.8	95.6	100	99.6

註：+ 代表病原 PCR 檢測呈陽性反應；- 代表病原 PCR 檢測呈陰性反應

畜牧業剩餘物在文蛤養殖之應用

周昱翰、徐捷、薛守志、許晉榮

海水養殖研究中心

畜牧放流水是畜牧廢水經三段式處理系統處理後仍富含有機成分及氮、磷、鉀等植物可利用養分的資源。在農業方面已將這些畜牧廢水作為「農業資源與資材」施灌農田，不僅可提供作物生長之需及改善土壤理化性質，更可節省農業用水及施肥成本。在文蛤養殖上是否也能應用畜牧業剩餘物培養藻類投餵文蛤尚待探討。本(112)年度應用畜牧業剩餘物來培養藻類進行飼育試驗，藻類可作為文蛤的食物，促進文蛤生長。

畜牧業剩餘物之氮 560 mg/L、總磷 9.6 mg/L 而培養藻類的配方(每公升海水添加硫酸銨 60 mg + 尿素 30 mg + 過磷酸鈣 30 mg)氮為 131 mg/L、總磷 22.9 mg/L 相比氮高出 4.27 倍而總磷只有 0.42 倍(表 1)。因此實驗以海水：放流水 = 4：1，另外每公升培養液添加過磷酸鈣 30 mg 培養綠藻，成功在實驗室培養擬球藻，且擬球藻由室內培養後很容易擴培到室外池(C1 及 C2 室外藻類培養池)。7-10 天葉綠素甲濃度最高可達 700 $\mu\text{g/L}$ (圖 1)。在光合菌培養試驗發現只使用畜牧業剩餘物加 1 倍的海水無法培養光合菌；以魚溶漿補足總有機碳量才能正常培養光合菌。

試驗池池底底土整平及清除雜物後，3/15 每池施茶粕 5 kg 加水發酵，4/25 放養平均體重 1.57 ± 0.12 g 的文蛤苗，每池 4,800 粒進行

飼育試驗。2 池投餵以畜牧業剩餘物培養的綠藻為處理 A 組、2 池投餵人工飼料及畜牧業剩餘物培養的綠藻為處理 B 組及 2 池投餵人工飼料為處理 C 組共分為 3 組二重複進行文蛤成長試驗。在文蛤的飼育試驗發現有投餵以畜牧業剩餘物培養的綠藻水的試驗池池水的藻類較濃。而投餵綠藻水時會將營養鹽帶入造成試驗池水的氨-氮、亞硝酸-氮及磷酸的濃度顯著高於未添加的試驗池。投餵以畜牧業剩餘物培養的綠藻水的處理組(A 組及 B 組)文蛤的成長優於只投餵人工飼料的 C 組。但可能氨-N 及弧菌量較高而影響文蛤的活存率(表 2)。

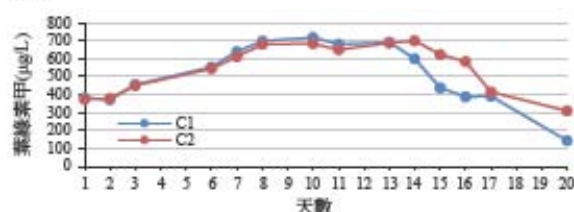


圖 1 畜牧業剩餘物培養藻類試驗

表 2 以畜牧業剩餘物進行文蛤養殖 6 個月試驗結果

處理組	A	B	C
112/4/25 文蛤平均初重(g)	1.57±0.12	1.57±0.12	1.57±0.12
放養量(粒)	4,800	4,800	4,800
112/10/25 文蛤平均重量(g)	5.15±0.42 ^b	5.60±0.67 ^a	3.86±0.09 ^c
平均活存率(%)	66.3±19.9 ^b	74.2±4.9 ^a	76.1±8.9 ^a

表 1 畜牧業剩餘物之 N 與 P 成分分析

檢測項目	厭氧且固液分離處理後的水	曝氣處理過的放流水	農用肥料配方*	魚溶漿配方**
鹽度(psu)	5	5	10	4
pH	8	8	6	5.5
氨氮(mg/L)	610	560	131	N
亞硝酸(mg/L)	12.7	12.0	0.09	N
硝酸(mg/L)	1.0	2.1	0	N
總磷(mg/L)	11.0	9.6	22.9	N
總有機碳(mg/L)	248	240.5	50.8	442

*農用肥料配方為 0.06 g 硫酸銨、0.03 g 尿素和 0.03 g 過磷酸鈣加入 1 L 蒸餾水

**魚溶漿配方為 0.5 g 魚溶漿加入 1 L 蒸餾水

牡蠣附苗及養殖技術精進暨養殖水域水質環境監測

李忠憲、邱允志、陳燈煌、許晉榮
海水養殖研究中心

牡蠣養殖為臺灣西部沿海重要之經濟產業，臺灣以葡萄牙牡蠣 (*Magallana angulata*) 為主，受氣候變遷影響海洋環境及人為因素如海岸抽砂工程等干擾，影響牡蠣養殖區環境。本試驗研究對牡蠣養殖區水環境、牡蠣形質、肥滿度、附生生物種類與數量、養殖密度與空殼率等進行調查與分析，找出影響牡蠣成長與開殼的可能原因，並以數值模式模擬浮游期牡蠣幼生之擴散與傳輸，預測最佳採苗時間及最佳附苗水層分布。此外，為提升養殖效益，開發牡蠣單體養殖技術，亦參考太平洋牡蠣 (*M. gigas*) 試驗流程，對葡萄牙牡蠣進行多倍體測試。

本研究於雲嘉南牡蠣養殖區進行水質及水中懸浮粒子組成分析結果均在正常範圍內，平時應注重管理 (如適時的疏密與增加水流順暢度) 或策略性的改變養殖地點 (如中蚵後移至較外海水流較強的區域養殖)，維持良好的生長環境與空間，可降低牡蠣的死亡風險。養殖密度不可過高，建議吊掛的串數 < 7 串/m²。牡蠣濕重達 25 g 以上，體型越大，空殼率越高 (圖 1)，放置越久死亡風險越大。

本研究長期監測雲林沿海牡蠣眼點幼生密度，以數值模式預報秋季雲林沿海最佳牡蠣採苗時機自 9 月 25 日起 (圖 2)，本所已將預報公告漁民週知，蚵民回報牡蠣附苗狀況與預期吻合，雲林採苗區如臺西、溪仔崙、金湖、臺子等最佳之採苗高程為 +25 至 -125 cm 不等 (平均海平面，以基隆臺灣水準原點為基準)。

參照延繩 (longline) 釣方式以吊掛籠具養殖牡蠣，單體牡蠣充分成長，可耐受颱風侵襲並能終年作業；將單體牡蠣蓄養於改良軟籠，其成長與殼形上均未較硬籠遜色且更耐風浪，而在單體牡蠣殼表面清洗機具的清洗

潔淨度，以毛錕與高壓水柱沖洗法顯著優於傳統式桶槽式。

以葡萄牙牡蠣進行受精卵極體釋放時間測試 (圖 3)，利用細胞鬆弛素 (CB) 對極體釋放進行抑制，發現 CB 抑制 PB1 誘發三倍體牡蠣苗能有較好的誘發率及活存率，建議以 0.5 mg/L 之 CB 濃度於受精後下藥作用 20 分鐘，能有最好的誘發率。

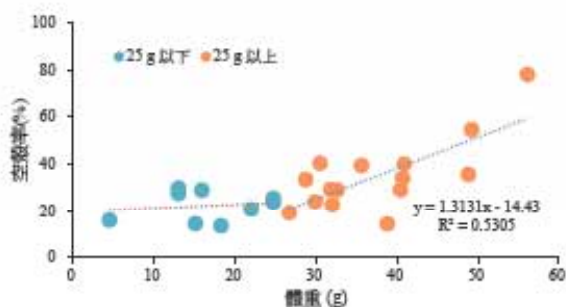


圖 1 牡蠣 25 g 以上，空殼率與大小成正相關

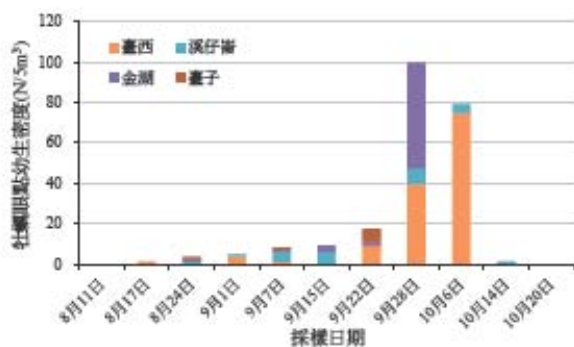


圖 2 2023 年秋季採苗期雲林沿海牡蠣眼點幼生密度監測結果

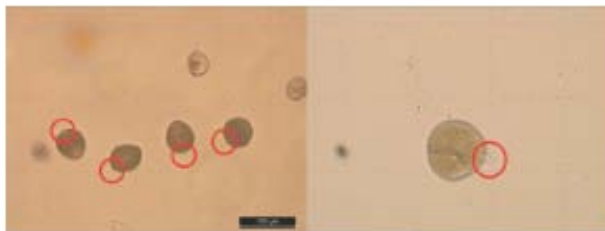


圖 3 葡萄牙牡蠣受精卵觀察第一極體(PB1)及第二極體(PB2)之產出時間(左：受精後 6 及 8 分鐘觀察到 PB1 釋出；右：受精後 36 分鐘觀察到 PB2 釋出)

建立臺灣養殖漁業碳排係數

謝淑秋¹、楊少鈞²、黃致中¹、胡依婷¹、林幸助²、許晉榮¹¹ 海水養殖研究中心、² 國立中興大學

全球暖化以及氣候變遷威脅不斷增加，主要源自於溫室氣體濃度快速累積，全球農業的溫室氣體排放占總量約四分之一。近來水產養殖技術不斷發展，其產量已經超越沿海捕撈漁業，成為重要水產蛋白質來源，國內水產養殖面積約 4 萬公頃，年產量 30 萬公噸，產值新臺幣 300 億，然而臺灣水產養殖生產過程之溫室氣體排放尚未被仔細研究量測過，尚缺各種水產養殖之排放係數，亟需補齊國內本土資料以銜接國際趨勢。

本計畫主要根據養殖水域生態系統學理依據，建立可實際應用於國內養殖案場的本土排放係數，本 (112) 年度以臺灣海水養殖面積最大的文蛤 (*Meretrix taiwanica*) 及虱目魚 (*Chanos chanos*) 為測量養殖周期碳收支的目標物種。使用浮體罩蓋法測量魚塢水體與大氣介面的二氧化碳、甲烷與氧化亞氮通量，並根據魚塢水體表層的溶氧量變化計算系統呼吸量、總基礎生產量與淨系統代謝量，再

藉由收集土壤沉積物估算以沉積物形式輸出魚塢水體的碳。最後，考慮水體生物代謝、甲烷通量與土壤沉積造成魚塢的碳交換量，初步計算各魚塢的碳通量能力。

研究結果顯示，虱目魚和文蛤養殖池水體與大氣介面的平均二氧化碳當量的總溫室氣體通量分別為 -1.057 與 -0.304 gCO₂e m⁻² d⁻¹ (表 1)。嘗試建立各魚塢的碳收支 (CB = IW + GPP + FD - GHG - SA - ER - OW)，兩種養殖物種的魚塢在養殖期間皆為碳源而非碳匯，且飼料投入與土壤沉積分別在碳輸入與輸出途徑中佔比較大，但水體浮游藻類對於水體的碳吸存仍有貢獻 (表 2)。最後計算出虱目魚與文蛤單位養殖生物產量的碳排放係數分別為 0.095 與 0.102 kg CO₂e/kg，即每公斤漁獲量所排放的二氧化碳當量。此排放係數可用於計算未來單一物種養殖的碳排量，提供了未來單一物種養殖魚塢減碳及碳匯的基線資料。

表 1 虱目魚與文蛤養殖系統各魚塢水體與大氣介面之二氧化碳當量(CO₂ flux)、甲烷通量(CH₄ flux)、氧化亞氮通量(N₂O flux)及二氧化碳當量的總溫室氣體當量(Total CO₂e flux)

物種	組別	Total CO ₂ e flux (g m ⁻² d ⁻¹)	CO ₂ flux (mmol m ⁻² d ⁻¹)	CH ₄ flux (μmol m ⁻² d ⁻¹)	N ₂ O flux (μmol m ⁻² d ⁻¹)
文蛤	對照組	0.512±0.494 ^a	12.313±11.381 ^a	-92.052±140.729 ^a	0.868±3.887 ^a
	T1	-1.038±0.613 ^b	-20.695±12.883 ^b	-87.468±121.233 ^a	-7.450±9.330 ^b
	T2	0.126±0.374 ^{bc}	3.512±7.749 ^c	-88.138±164.868 ^a	0.818±5.740 ^a
虱目魚	對照組	-1.020±4.130 ^a	-19.880±95.390 ^{ab}	-19.970±17.950 ^a	-11.660±40.520 ^a
	T1	-1.640±0.790 ^b	-30.540±16.460 ^c	-208.840±623.870 ^b	-14.560±24.710 ^a
	T2	-0.350±1.630 ^a	3.060±12.950 ^a	-24.910±29.570 ^a	-38.180±134.600 ^a
	T3	-1.180±1.460 ^{ab}	-20.640±25.860 ^{bc}	-30.670±43.000 ^a	-21.570±40.360 ^a

表 2 虱目魚與文蛤養殖系統各魚塢碳收支

物種	組別	CB	GPP	ER	GHG	SA	FD	IW	OW
文蛤	對照組	-0.658±0.187	0.175±0.076	-0.185±0.077	-0.001±0.002	-0.537±0.159	-	-	-
	T1	-0.872±0.342	0.73±0.75	-0.64±0.78	-0.005±0.004	-0.850±0.325	0±0	0.00001	-0.00002
	T2	-0.627±0.221	1.74±0.64	-1.72±0.78	-0.001±0.002	-0.578±0.220	0±0	0.00001	-0.00003
虱目魚	對照組	0.444±0.149	0.093±0.058	-0.102±0.068	-0.005±0.010	-0.372±0.138	-	-	-
	T1	-1.271±3.129	4.13±2.31	-4.36±2.79	-0.010±0.008	-1.830±3.052	0.680	0.00001	-0.00003
	T2	-1.750±1.676	4.71±2.74	-4.88±3.36	-0.018±0.024	-1.868±1.666	0.262	0.00001	-0.00001
	T3	-0.855±0.965	3.47±2.04	-3.69±2.62	-0.011±0.016	-1.199±0.976	0.456	0.00001	-0.00001

魚塭結合浮動型太陽光電設施之減碳養殖模式

張秉宏、蘇瑋揚、黃柏元、葉俊億、許晉榮

海水養殖研究中心

近年來節能減碳被高度重視，利用不同水產生物的種類，使用不同的綠能設施進行水產養殖的共構模式，已經是全球未來漁業糧食與綠能發展的趨勢。

本研究模擬 0%、50% 及 70% 的遮蔽率下，以浮動型光電結合虱目魚養殖方式，分析並比較成長、肥滿度及水質因子之差異。結果顯示，遮蔽率 0% 組體長為 36.0 cm，體重為 479.2 g，肥滿度為 1.03；遮蔽率 50% 組體長為 35.8 cm，體重為 539.4 g，肥滿度為 1.17；遮蔽率 70% 組體長為 35.8 cm，體重為 486.6 g，肥滿度為 1.06。

比較成長曲線組間差異不明顯 (圖 1)，比較體重及肥滿度，實驗期間 2023 年 6—11 月，遮蔽率 50% 組顯著高於其餘兩組，具有顯著差異 (圖 2)。實驗期間水質條件皆在合理範圍。浮動型太陽光電設施能夠有效調節養

殖池水溫及鹽度使其維持在較低值 (圖 3)；然而，浮筏遮蔽陽光，降低光合作用效率，會導致水中溶氧較低，酸鹼值亦然；ORP 部分則不受遮蔽率影響。在 3 種遮蔽率下，各組水質條件在合理範圍內，證明浮動型太陽光電下方養殖虱目魚的可行性。其中，遮蔽率 50% 組，虱目魚最終肥滿度 1.17 及體重 539.4 g 顯著高於 0% 組肥滿度 1.03 及體重 479.2 g，表明遮蔽率 50% 條件下養殖虱目魚，能夠獲得較佳的成長效果。臺灣擁有漁電共生的條件，可利用範圍廣大的水產養殖面積進行漁電共生 (圖 4)，具有後續發展的潛力。

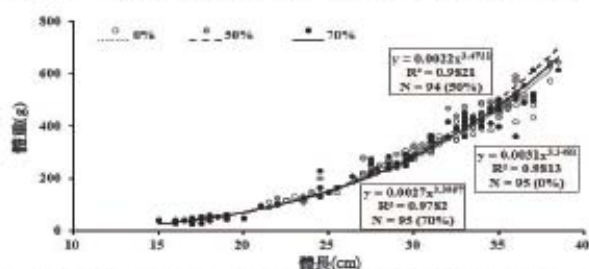


圖 1 比較遮蔽率 0、50、70% 的模擬浮動太陽光電系統中的每月波動，各處理組虱目魚養殖的生長曲線

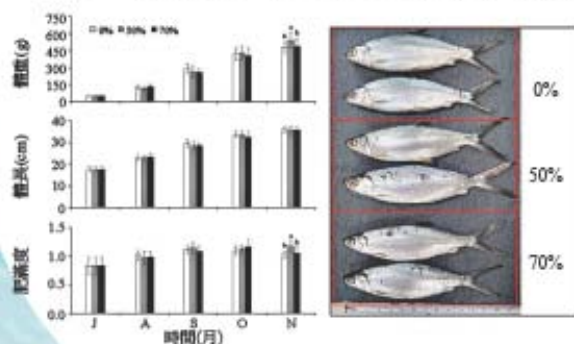


圖 2 在遮蔽率為 0、50、70% 的模擬浮式太陽光電水產養殖下，虱目魚的成長差異

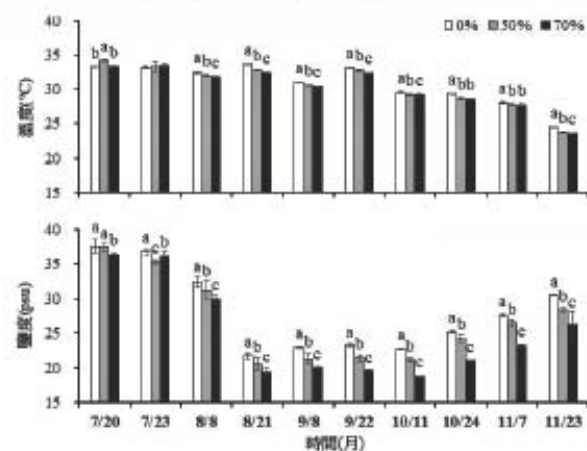


圖 3 在遮蔽率為 0、50、70% 的模擬浮式太陽光電水產養殖下，虱目魚養殖溫度(上)及鹽度(下)月變化

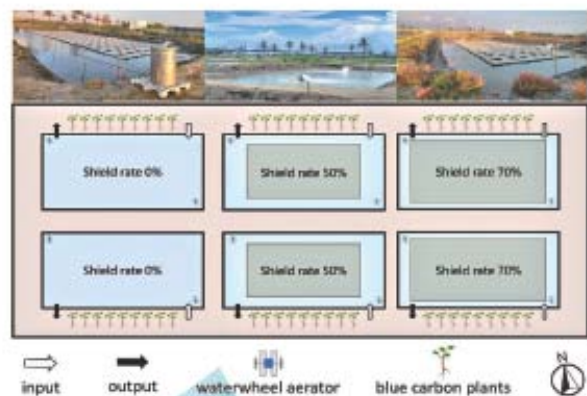


圖 4 魚塭結合浮動型太陽光電設施之養殖池示意圖

農業生態系長期生態監測—水產養殖

蘇義哲、許自研、吳豐成
東港養殖研究中心

本研究運用自動物聯網傳感器自動收集臺南北門區（9月新增）、高雄永安區及屏東枋寮鄉養殖漁村6處監測站，收集水溫、溶氧、酸鹼值（pH）、氧化還原電位（ORP）、鹽度等水質資料，將監測期間所得數據轉換成 EML 格式，上傳資料庫進行長期存儲，另定期彙整鄰近地區氣象資料，並以雲端攝影機持續收集現場影像，供極端天氣發生時進行追溯分析。

在溶氧監測過程發現溶氧深受日照、降雨及大氣壓力等天氣影響且具有日週期性，當溫度越高時，可能導致水中生物呼吸頻率增加，進而導致水中的溶氧量降低。在水溫監測方面，水溫與氣溫具高度的關連性，高屏地區夏季氣溫相近，水溫差異不大，1—2月寒流期間高雄永安地區及屏東枋寮地區最低氣溫約為13—16℃之間，水溫也隨之降低，由於寒流持續時間不長且無伴隨大量降雨，水溫的變動不如氣溫那麼大，對測站養殖池的水溫影響不大。7月杜蘇芮颱風以及10月小犬颱風侵臺，路徑接近高雄及屏東地區，兩地區之觀測站水溫隨著強風、降雨及日照減少而降低（圖1）。酸鹼值監測方面，各監測站雖有日變化週期，

但平均來看皆維持在7.5—8之間，對養殖生物來說較為穩定安全；氧化還原電位監測方面，除人為操作擾動水體導致急降以外，各監測站平均值皆落在350—450 mV等範圍內；鹽度監測方面，養殖池鹽度的變化主要受水源鹽度影響，連續降雨或長時間日照蒸發作用會導致鹽度發生變化，永安地區1—5月間因降水量少且補水頻率低，導致監測站鹽度高達50 psu，隨著降雨量增加，永安長期生態監測站點的鹽度才降低；枋寮區雖降雨量少但換水頻繁，養殖池鹽度變化不大；在雲端攝影機監控方面，可透過遠端監控功能查閱天氣狀況、水車啟動及現場環境變化，做為養殖管理與追溯分析參考；設置現場水質資訊看板則可供管理人員即時瞭解水質狀況，並作為教材結合社區生態導覽，推廣養殖智慧化、科學化等觀念予從業人員或社會大眾。執行過程發現許多待改善問題，例如硬體設備功能限制、人員清潔操作熟練度等，未來將持續與廠商、社區人員共同討論研商，優化數據品質，作為未來分析不同養殖漁村水質長期生態變化趨勢及預警減災之參考資料。

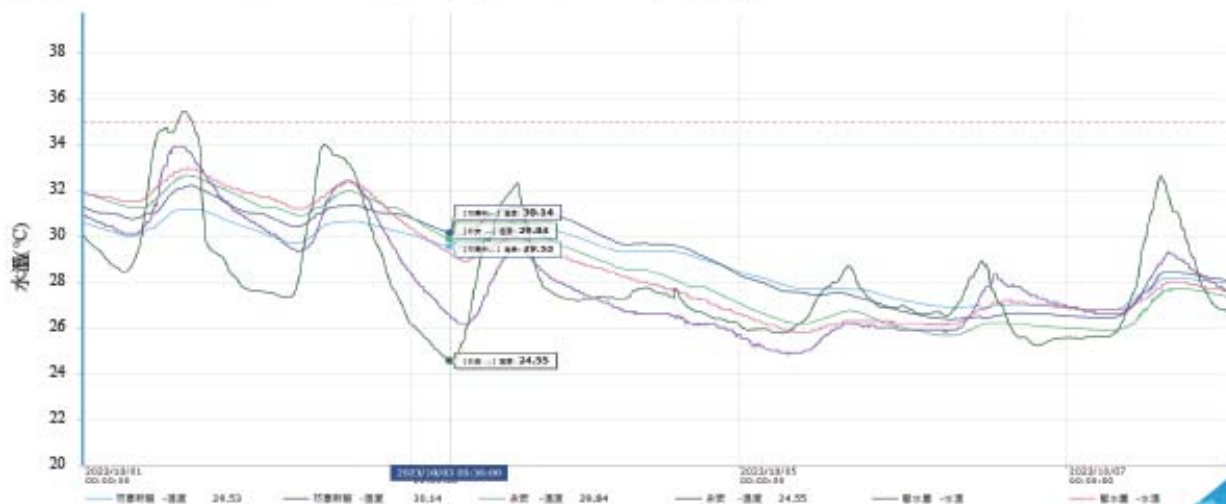


圖1 颱風期間水溫隨著強風、降雨及日照減少而驟降

午仔魚品項團隊輔導成效

陳陽德、周瑞良、李彥宏、吳豐成
東港養殖研究中心

午仔魚（四絲馬鮫，*Eleutheronema tetradactylum*）為國內近兩年養殖產量成長最多的海水魚，近年養殖漁民為了追求產量與養殖收益，提高午仔魚放養密度，且為了縮短養殖時間每天密集投餌，加上午仔魚貪食導致好發細菌性腸炎；而高密度養殖也造成午仔魚過於密集產生損傷案例頻傳，亦容易爆發弧菌、鏈球菌等細菌性疾病。

本計畫由水試所與獸醫研究所組成技術服務團隊，至養殖現場訪視輔導午仔魚養殖業者（圖 1），根據訪談午仔魚養殖產業上主要遭遇問題來自於養殖管理與疾病兩大方面，而午仔魚疾病經調查主要為細菌性疾病，可經由養殖管理技術的改善來減少。本（112）年度訪視 17 家午仔魚繁養殖業者，共輔導 35 場次，也從中挑選 5 家養成場作為示範戶，透過專家建議、益生菌使用與養殖管理改善等方面提供輔導，輔導部分場域之養殖育成率甚至高達 92.6%，初步收益可達到每分地 29.57 萬元，而示範戶中最高收益可達到每分地 39.86 萬元，養殖效益較往年高了 10% 以上，我們也將彙整相關收益資料做為未來推廣講習的資料。

藉由辦理 3 場技術講習或座談交流會（圖 2），宣導適當養殖密度、減少用藥的午仔魚安全養殖觀念；此外，技術團隊輔導午仔魚養殖業者投資申請建立水產品初級加工場（圖 3），也於 2023 年 12 月獲得認證。



圖 2 技術團隊至屏東縣下埔頭養殖區進行午仔魚養殖技術推廣座談



圖 1 技術團隊至午仔魚養成場進行訪視與技術輔導



圖 3 技術團隊輔導養殖業者進行水產品初級加工場申請與認證

提升午仔魚低溫耐受力研究

周芷儀、郭錦朱、周瑞良、張博淵、周子遠
東港養殖研究中心

午仔魚（四絲馬鮫，*Eleutheronema tetradactylum*）是我國重要的高經濟養殖魚類之一，但午仔魚有不耐低溫緊迫，遇寒害易大量死亡的養殖困境。因此，本研究旨在篩選出能在氣象低溫特報發布後9天內提高午仔魚對低溫緊迫耐受力之營養添加物。

試驗主要分為兩個部分，第一部分以添加試藥級添加物與鰾粉製成飼料，進行急降溫緊迫試驗，以篩選出在短時間內提升午仔魚對冷緊迫耐受力之營養添加物。第二部分以商用飼料製作的原物料取代試藥級添加物，並依午仔魚所需配製蛋白質與脂質的半純化飼料，以確認更換不同添加物純度及飼料製作對提升午仔魚對冷緊迫耐受力之影響，並節約飼料成本。

第一部分進行有效之添加物篩選，選做試驗用的營養素添加物有維生素C及膽鹼，分別投餵午仔魚3-9天後，進行低溫緊迫試驗，結果發現午仔魚飼料中補充膽鹼2.4%投餵9天、3.6%投餵5天及4.8%投餵3天，皆可有效提升午仔魚對低溫緊迫的耐受力（ $p <$

0.05），抗寒力增強26%以上。另，若補充維生素C 0.8-3.2%投餵7天及0.4%投餵9天，同樣有效提升午仔魚對冷緊迫的耐受力（ $p < 0.05$ ），耐寒力增強27%以上。

第二部分進行商用原物料及飼料製作對提升午仔魚對冷緊迫耐受力之影響試驗，依投餵試藥級添加物的試驗結果配製含膽鹼及維生素C的飼料，另增加試驗配製核苷酸飼料，分別投餵午仔魚3-9天後，以14℃進行低溫緊迫處理，試驗結果（圖1），3.6%膽鹼飼料投餵5天或7天、4.6%膽鹼飼料投餵3天，1.6%維生素C飼料投餵7天，以及投餵0.6%核苷酸飼料9天，皆可有效提升午仔魚對低溫緊迫的耐受力（ $p < 0.05$ ），抗寒力增強30%以上。

綜上試驗結果配合成本效益分析（表1），推薦在寒流來之前，投餵每公斤增加成本4.2元的3.6%膽鹼飼料5天，即可提高午仔魚對低溫耐受力38%；另亦可使用每公斤增加成本5.4元的4.6%膽鹼飼料3天，即可提高午仔魚對低溫耐受力31%，以此操作可得最佳養殖成效。

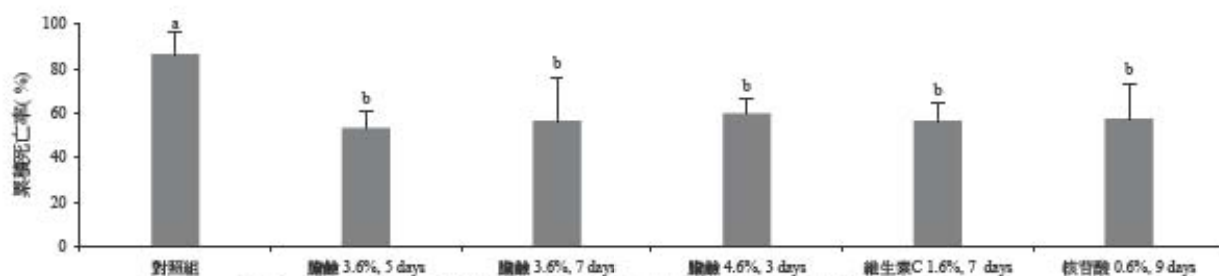


圖1 午仔魚經耐低溫緊迫試驗後表現最佳的5個處理組之累計死亡率

表1 午仔魚經耐低溫緊迫試驗後表現最佳的5個處理組之飼料添加物成本計算及相對存活率

	相對存活率(%)	食品添加物價格(unit: NT\$/kg diet)
膽鹼 3.6%, 5 days	38.46	4.176
膽鹼 3.6%, 7 days	34.62	4.176
膽鹼 4.6%, 3 days	30.77	5.336
維生素C 1.6%, 7 days	34.62	8
核苷酸 0.6%, 9 days	33.33	9.6

屏東海域海門冬養殖技術開發(III)—鹽度及營養鹽之影響

許自研、張軒銘、蘇義哲、陳陽德、王淑欣、吳豐成
東港養殖研究中心

紅藻類之海門冬 (*Asparagopsis taxiformis*) 現已被證實能作為飼料添加物以有效降低反芻動物排放甲烷，如未來各國政府為因應淨零排放之全球目標，欲將畜牧業生產之外部成本內部化，進行碳稅(費)徵收，畜牧業者將可能採取相應措施，以減少碳稅(費)等額外支出，屆時將有大量的海門冬飼料添加物使用需求。

我國屏東海域產有海門冬，目前由於人工商業養殖技術尚未確立，主要為季節性採集野生藻體進行加工，產量及品質較不穩定。本計畫擬採集我國屏東地區海門冬藻種進行馴養，並透過試驗確立適宜溫度、光照、鹽度及營養鹽等培養條件，以建立海門冬人工繁養殖技術，由於海門冬擴大培養過程極易受到雜藻

污染，對於生長相當不利，如未來要進行商業化培養，第一步得先克服該項課題。

本研究實驗結果顯示，鹽度 (15、25、35、45 psu) 對於海門冬的生長影響不大，應可透過調節適應機制順利活存 (圖 1)；另營養鹽配方部分，無論添加三種 (F/2、W、PES) 任一配方皆有助於海門冬生長 (圖 2)，至於三種濃度部分 (0.5、1、1.5 倍) 試驗來看皆無顯著差異 (圖 3、4)，因此考慮到成本、穩定度，建議添加 PES 配方 0.5 倍的標準添加濃度即可，以目前初步觀察結果，如能確保海門冬培養密度及提供適當養分加速海門冬增殖速率，應可確保其優勢地位，抑制其他雜藻生長，未來將繼續測試觀察，盼能早日完成試量產目標。

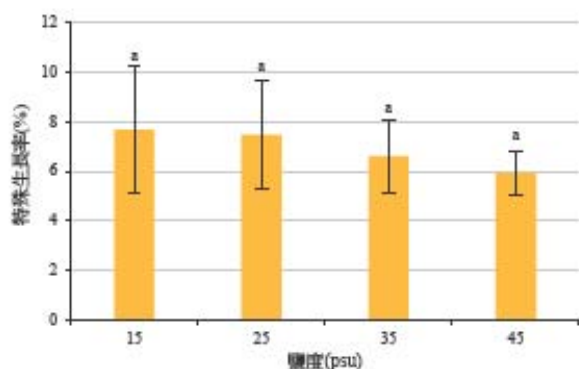


圖 1 海門冬在不同鹽度培養之影響

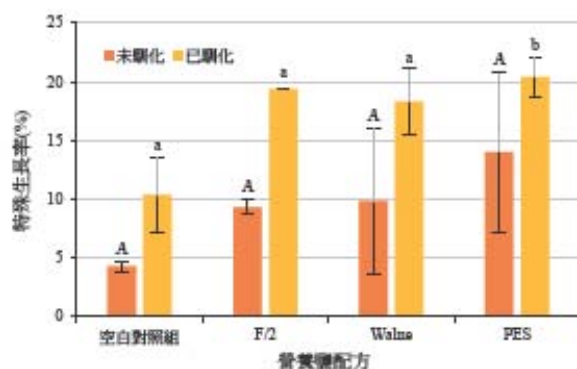


圖 2 馴化與營養鹽配方對海門冬成長之影響

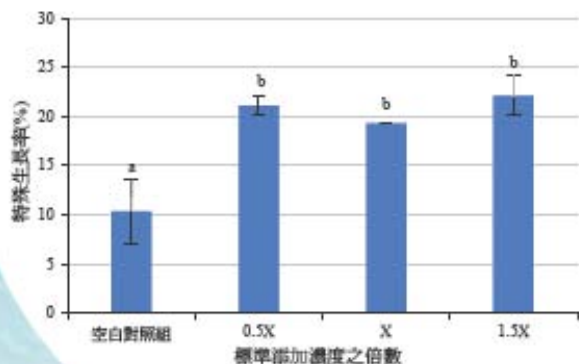


圖 3 配方 F/2 不同濃度下對海門冬成長之影響

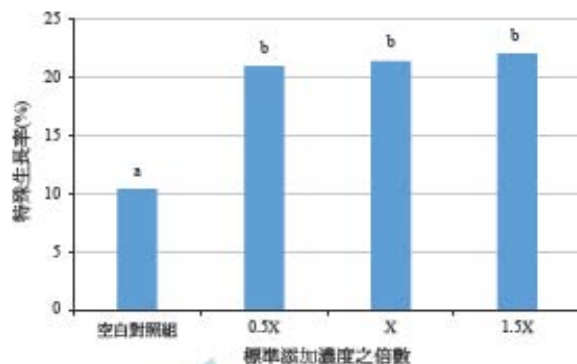


圖 4 配方 PES 不同濃度下對海門冬成長之影響

海木耳生產模組碳捕捉效益評估及其低碳產品之加工利用

許自研、張軒銘、陳陽德、王淑欣、吳豐成
東港養殖研究中心

本計畫探討陸上海木耳 (*Sarcodia suae*) 養殖模組生產過程之各季節環境與水質條件 (光照強度、pH、溫度、氨氮、亞硝酸鹽氮、硝酸鹽氮、正磷酸鹽) (圖 1) 與海木耳產量、品質之關係，結果顯示全年各月份生產速率起伏較大，範圍自 3.19–7.53%，生產速率的波動受多種變數影響，故在戶外大規模養殖海木耳雖然可行，但難以保持穩定的生產速率；海木耳商業規模量產模組 (以每個月生產 1 噸鮮藻估算) 每年平均 CO_2 捕捉能力可達 1,142.86 kg CO_2 (圖 2)，為實現更高的碳捕捉效果，仍需優化培養條件，並擴大養殖規模；至於海木耳等海藻作為生產過程碳排放較低的蛋白料源之加工應用可行性，如體外消化率、胺基酸組成以及作為植物肉料源等 (圖 3)，經試驗結果已確認其發展潛力具正面意義 (表 1)。



圖 3 含 10% 海木耳之料塊(上)及海木耳擬真蝦(下)

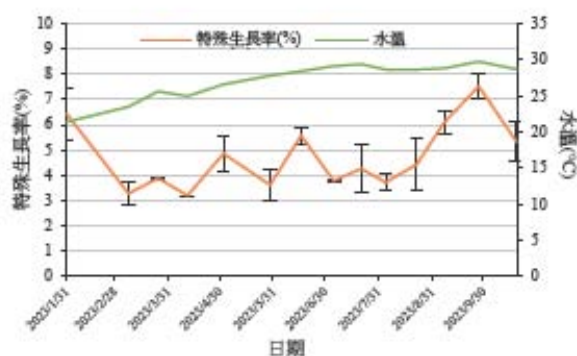


圖 1 水溫與海木耳成長之關係

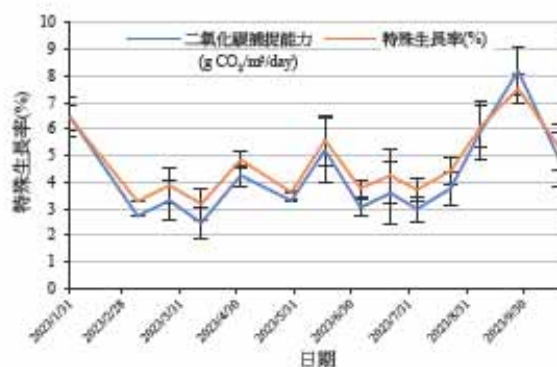


圖 2 海木耳養殖過程單位水體二氧化碳捕捉能力

表 1 三種擬真蝦與白蝦質構分析比較表

樣本	硬度(N)	彈性(s)	咀嚼性(Ns)	粘聚性	回復性
海木耳擬真蝦	43.17±4.07	0.68±0.07	16.26±6.12	0.54±0.18	0.51±0.09
好滋味櫻花大明蝦	65.07±1.41	0.70±0.03	27.77±4.10	0.61±0.06	0.47±0.04
禧羊羊素大蝦	50.00±2.44	0.75±0.04	19.62±0.56	0.61±0.08	0.57±0.02
白蝦	64.42±2.84	0.51±0.02	15.59±1.89	0.43±0.02	0.29±0.03

大齒斑鰆養殖技術開發(II)

陳玉萍、蔡明恆、何源興
東部漁業生物研究中心

全世界鰾形目(Pleuronectiformes)魚類共有10科169屬約736種，淡、海水皆有。目前臺灣周邊已發現的鰾形目魚類經統計有8科39屬約93種，佔全世界的13%。然而目前國內除了進行牙鰾的繁養殖研究外，尚未有其他鰾形目魚類之研究。因此本計畫將進行臺灣周邊海域常見的大齒斑鰆(*Pseudorhombus arsius*)養殖試驗研究。大齒斑鰆(圖1)為臺灣周邊海域常見之鰾形目魚類，主要分布於西南沿岸。肉質細緻，最大體型可達45 cm，市場上價格可達每公斤200元以上，具經濟價值之物種。



圖1 大齒斑鰆(*Pseudorhombus arsius*)

本(112)年度收集大齒斑鰆進行培育、生殖腺採樣及養殖相關試驗。大齒斑鰆使用流水式養殖，水溫為22–26℃，皆可攝食人工配合飼料。大齒斑鰆與韓國牙鰾魚肉成分分析結果(表1)，顯示野生大齒斑鰆因攝食生鮮魚蝦，其蛋白質含量高於攝食人工配合飼料的牙鰾。另外，在粗脂肪分析中，兩者含量偏低，可能為兩者皆屬於幼魚階段導致。大齒斑鰆生殖腺取樣結果顯示雌魚生殖腺指數(GSI)介於0.45–8.45%；雄魚生殖腺指數介於0.04–0.51%(圖2)。生殖腺組織切片結果，精巢未發育，卵巢同一時間可出現發育較成熟卵細胞及未發育卵細胞，推測為分批產卵物種。大齒斑

鰾底質試驗(表2)，以鋪設底質環境有較佳增重率(45.4±4.2%)。密度試驗(表3)以5 ind./m²有最佳增重率(45±9.4%)。

表1 大齒斑鰆與韓國牙鰾魚肉成分分析結果

	大齒斑鰆	牙鰾
水分(%)	77.4	79.9
粗蛋白質(%)	19.7	17.9
粗脂肪(%)	0.6	0.4
灰分(%)	1.6	1.2
碳水化合物(%)	0.7	0.6
熱量(kcal/100g)	87	77.6

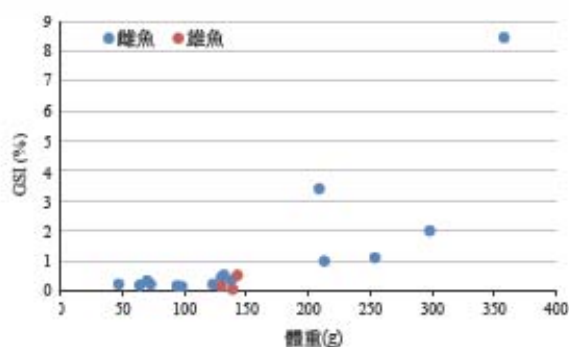


圖2 大齒斑鰆生殖腺取樣結果

表2 不同底質條件其大齒斑鰆成長結果

	對照組	鋪設底砂
平均初重(g)	137.7±15.1	137.0±12.4
平均末重(g)	180.6±13.8	203.0±18.7
增重率(%)	32.7±2.9	45.4±4.2

表3 不同密度培育條件下大齒斑鰆成長結果

	5 ind./m ²	10 ind./m ²	15 ind./m ²	20 ind./m ²
平均初重(g)	209.8±15.9	206.0±14.2	205.7±20.2	214.2±12.1
平均末重(g)	304.0±29.6	276.3±11.9	262.0±10.9	261.5±14.7
增重率(%)	45±9.4	34±7.8	27±13.4	22±4.5

飄浮蝴蝶魚之繁殖技術開發

鄭明忠、許紅虹、江玉瑛、何源興
東部漁業生物研究中心

本研究以建立飄浮蝴蝶魚 (*Chaetodon vagabundus*) (圖 1) 之人工繁殖技術，包括：親魚養成、養殖環境建立、馴餌方式及生殖生物學等，期能透過人工繁殖方式，減少珊瑚礁魚類受人為捕捉壓力。

實驗過程每週至鄰近魚市場收集拍賣蝴蝶魚樣本，進行生殖生物學研究，將收集過程中死亡之個體記錄體重、體長、全長、性別及生殖腺重等形質特徵 (GSI 計算公式為：生殖腺重/體重 $\times 100\%$)，透過性腺剖檢研究發現，飄浮蝴蝶魚種魚體長達 11 cm 開始生殖腺發育，利用收集生殖腺組織，取約 0.5 cm 固定於 10% 中性福馬林，經脫水、清洗、浸潤、包埋、



圖 1 飄浮蝴蝶魚(*Chaetodon vagabundus*)

切片及染色處理後封蓋 (mounting)，做成組織切片標本以利觀察 (圖 2)。記錄 5—9 月雌魚飄浮蝴蝶魚進入生殖季節，此時雌魚 GSI 為 0.82—1.60，卵發育進入第三卵黃球期，卵徑約 460 μm 以上並觀察到生殖細胞達到成熟的水卵期階段。雄魚在 5—8 月收集樣本中可發現成熟精細胞 GSI 值為 0.2—1.0。

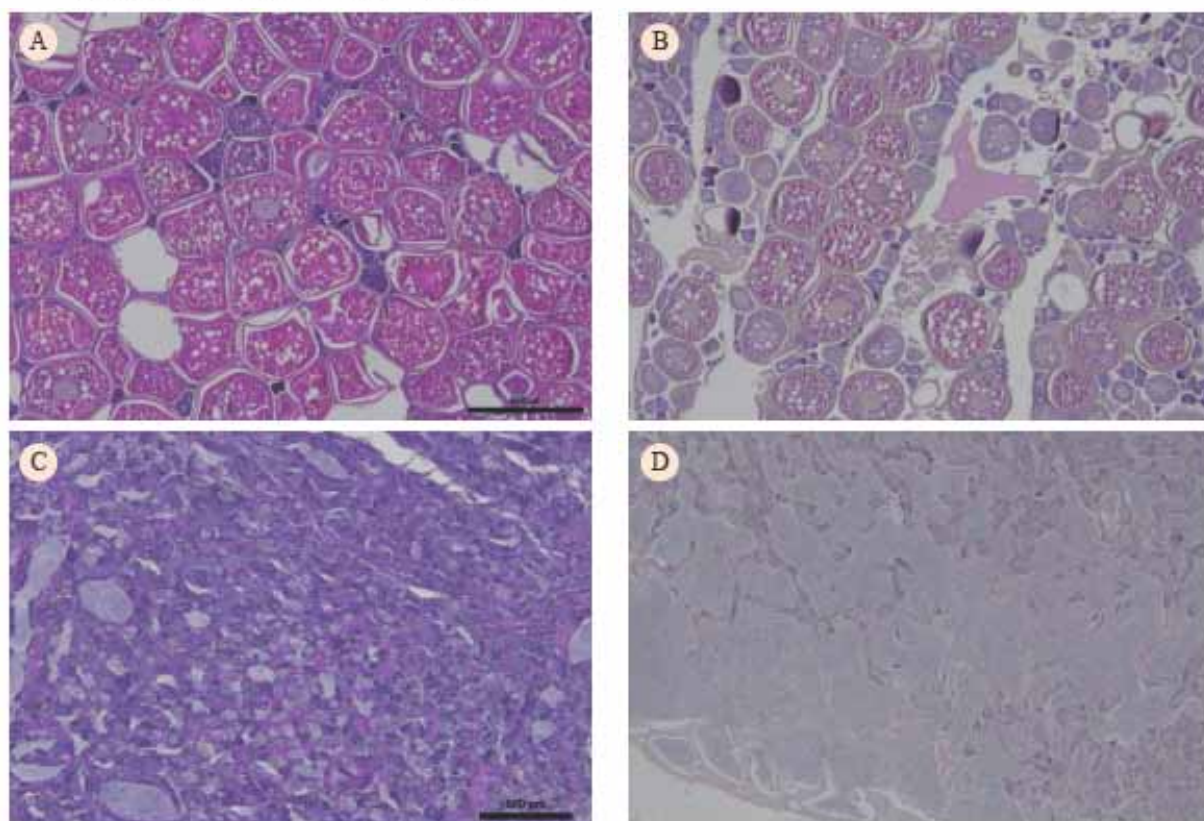


圖 2 由組織切片觀察卵巢樣本中的卵細胞發育情形

A：5 月收集雌魚樣本中可發現卵黃生成卵細胞階段；B：9 月雌魚可見生殖腺達到成熟的水卵期階段；C：雄魚樣本 5-6 月採集發現部分精細胞生成屬成熟中期階段；D：8 月樣本中可見雄魚成熟精子形成

發光二極體於龍蝦養殖之應用

謝易叡、黃君毅、田伶任、何源興
東部漁業生物研究中心

現在臺灣活龍蝦供給多由野生採捕或進口，2020 年活龍蝦進口量達 500 公噸以上，龍蝦相關製品進口量也居高不下。龍蝦完全養殖受限於浮游苗週期長及殘食嚴重等問題，產量無法大量提升，且國外稚蝦捕獲量亦有下降的趨勢。配合國家再生能源政策漁電共生，其中設施型漁電共生（室內養殖）因光電板可設置面積較大且可阻擋室外不安定之因素，逐漸被業界重視，在有限的面積下如何提升生物產量成為重要課題。過去研究中指出適合波長之照明對養殖生物成長表現、免疫能力及環境方面具有正面效果，本（112）年度以龍蝦作為試驗物種進行趨光行為及成長表現測試。

使用不同波長 LED 進行趨光試驗，首先為 4 種不同光源龍蝦偏好結果（6 隻/批次），有隔板的狀態下（圖 1A），龍蝦停留在紅光（波長：654 nm）時間為 70%，其次為綠光（波長：517 nm）14%（圖 1B）；而無隔板的狀態下，同樣地停留於紅光之時間最長（61%）。但在前述試驗狀態下，觀察到龍蝦具有團體移動的特性，因此本研究為將此影響降低，後續試驗改為每次使用 1 隻龍蝦進行測試。進行同樣試驗但每次僅放入 1 隻龍蝦，結果顯示可能具有個體偏好差異，但一般狀態下紅光對龍蝦之刺激較小（圖 2）。為更詳細了解龍蝦對光之反應，測試雙邊與單側光源之試驗，雙邊光源之條件下，選擇停留於紅光下之時間高於其他光線；而在單邊光源之試驗下，除紅光及綠光外所有龍蝦皆遠離燈源，顯示出龍蝦偏暗環境之特性。接著進行不同波長之龍蝦養殖試驗，結果顯示藍光（波長：457 nm）成長較差，其體長與體重於試驗 8 週後較小，然未有顯著差異（ $p > 0.05$ ）。活存率方面，在試驗進行 3-4 週時出現大量死亡，因試驗進行 3-4 週時出現較大量之脫殼行為，可能使其相互殘食，導致活存

率大幅下降（圖 3）。然而整體脫殼率（Average daily number of moults (AMD) $\times$ lobster⁻¹ $\times$ day⁻¹）各組間未有太大差異，結果顯示，藍光似乎會阻礙成長及降低龍蝦活存率。

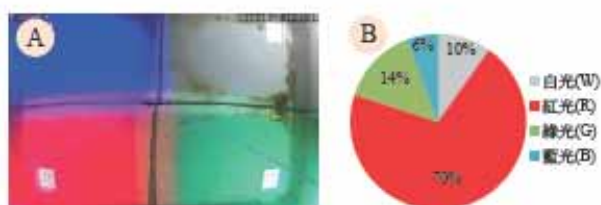


圖 1 趨光試驗(有隔板)(A)與龍蝦停留時間比例(B)

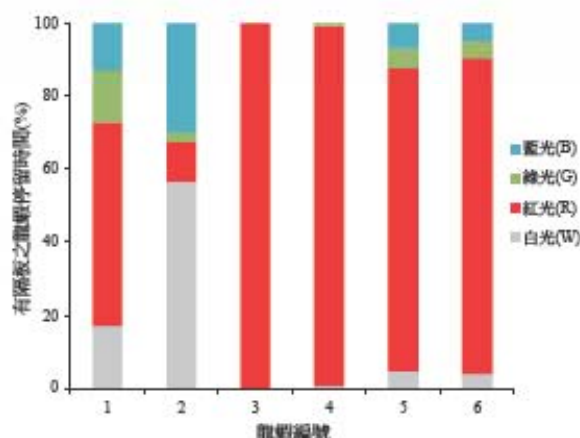


圖 2 單隻龍蝦於不同光源之停留時間

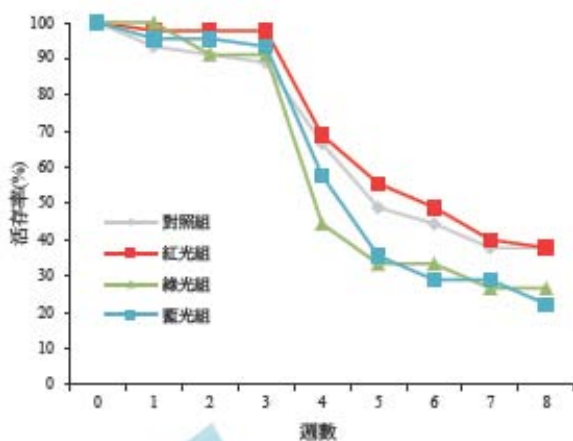


圖 3 不同波長飼養下龍蝦之活存率

趨化蕨藻天然物成分檢測及萃取液應用性開發

李沛珊、黃君毅、何源興
東部漁業生物研究中心

臺灣東部原住民稱趨化蕨藻為海葡萄或 muli (moli)，顯示此藻很受海岸阿美族的青睞。本研究進行藻原收集 (圖 1)、培養、天然物成分種類與含量檢測及粗萃取液抗氧化和抗發炎能力分析。

趨化蕨藻馴化 1-2 週後，固定在蘭花網上，以 FRP 桶培育 2.5 個月後，直立枝由 2.5 cm 成長到 12.5 cm (圖 2、3)。由營養成分分析結果發現，在 17 種水解胺基酸分析方面，含量最高的前兩名是麩胺酸 (13,017 mg/kg 藻粉) 和天冬胺酸 (10,061 mg/kg 藻粉)，而海藻常見的甲硫胺酸及胱胺酸，含量分別為 1,631 及 450 mg/kg 藻粉；在胺基酸組成分面，與人類相關比較重要的不飽和脂肪酸為 α -次亞麻油酸 (ALA)、花生四烯酸 (AA 或 ARA)、二十碳五烯酸 (EPA) 及二十二碳六烯酸 (DHA)，含量

依序為 9.62、4.68、16.74 及 9.08%，並含有多種礦物質如鈉、鉀、鎂、鐵、磷、錳、鉻、硼、鋁、鋅、銅、鈷及硒。

趨化蕨藻經由 5 種不同方式 (室溫組、液態氮組、低熱組、高溫組及高溫高壓組) 提取之粗萃取液，最後的體積皆約為 90 ml，經檢測發現趨化蕨藻經由高溫高壓提取之粗萃取液，具較高的總酚含量 25.68 ± 2.31 mg 葡萄糖/g 藻粉、還原力 0.71 ± 0.03 mg 維生素 C/g 藻粉及清除超氧陰離子能力 $71.12 \pm 4.96\%$ (表 1)；經由細胞試驗綜合比較，高溫高壓組有比較好的保護效果，且對 $200 \mu\text{M H}_2\text{O}_2$ 傷害的保護能力優於 $0.5 \mu\text{g LPS}$ 。本研究發現趨化蕨藻含有好的天然成分，經由簡單的高溫高壓方式所提取的粗萃取液有不錯的抗氧化及抗發炎能力，應可作為臺東特色食材使用。

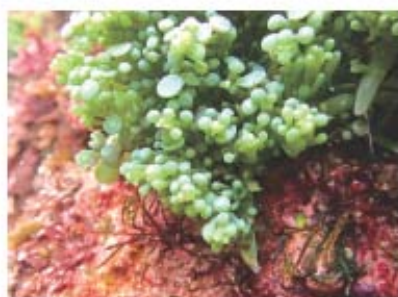


圖 1 野生的趨化蕨藻



圖 2 趨化蕨藻培養情形



圖 3 採集(上)和培養藻體(下)之比較

表 1 趨化蕨藻粗萃取液之總醣量、總酚量及抗氧化能力檢測結果

檢測項目 萃取組別	總醣量(mg 葡萄糖/g 藻粉)	總酚量(mg 沒食子酸/g 藻粉)	還原力(mg 維生素 C/g 藻粉)	超氧陰離子清除率(%)	DPPH 自由基捕捉率(%)	亞鐵離子螯合率(%)
室溫組	7.71 $\pm$ 0.52	0.89 $\pm$ 0.03	0.20 $\pm$ 0.01	51.98 $\pm$ 6.40	42.53 $\pm$ 1.25	40.64 $\pm$ 1.23
液態氮組	5.98 $\pm$ 1.10	0.77 $\pm$ 0.02	0.14 $\pm$ 0.02	34.10 $\pm$ 3.81	47.46 $\pm$ 0.76	24.58 $\pm$ 2.16
低熱組	11.35 $\pm$ 0.96	0.94 $\pm$ 0.02	0.25 $\pm$ 0.04	56.52 $\pm$ 3.65	50.68 $\pm$ 0.97	35.51 $\pm$ 3.20
加熱組	12.91 $\pm$ 0.60	0.80 $\pm$ 0.01	0.26 $\pm$ 0.01	69.98 $\pm$ 5.41	52.78 $\pm$ 0.75	19.26 $\pm$ 1.61
高溫高壓組	25.68 $\pm$ 2.31	0.85 $\pm$ 0.01	0.71 $\pm$ 0.03	71.12 $\pm$ 4.96	45.58 $\pm$ 0.79	76.25 $\pm$ 0.64

開發重要養殖水產低碳排飼料與養殖技術之研發建立

黃侑勛、李沛珊、何源興
東部漁業生物研究中心

在水產養殖的溫室氣體排放量中，超過 50% 是來自於飼料製成，其包括飼料原料的產生、飼料混合及運輸等過程。例如鱸魚的碳足跡中，飼料佔了 65%。投餵率的變化會影響魚類生長和魚體營養組成；飽餵或過度投餵會導致飼料浪費和養殖水質過營養而損害魚類健康；投餵量過少會中斷正常的成長以及存活率下降。飼料不只在整體養殖過程的碳足跡佔比高，在養殖經營管理中的經濟成本比重也屬大宗。所以最佳的每日飼料攝取量有益於減少飼料浪費，最大限度地減少碳足跡和水污染，並降低水產養殖生產的經濟成本。另外關於海藻萃取物對水產生物之成長效果及免疫提升亦有許多研究已證實；本 (112) 年度試驗主要探討飼料中添加海木耳藻添加物及益生菌對龍虎斑 (*Epinephelus fuscoguttatus* × *E. lanceolatus*) 成長及免疫效果提升之影響，並且希望進一步估算因為養殖過程中提升飼料轉換率所能達

到之減少二氧化碳排放之效益；依據本年度試驗數據，推論於一般飼料中添加海木耳添加物對龍虎斑之成長效果有顯著影響，且確可顯著提升龍虎斑之非特異免疫能力；另外本計畫試驗結果顯示在飼料中添加海木耳添加物及 D5 益生菌，亦可有效提升龍虎斑之成長效果與非特異免疫能力，並不會產生拮抗作用，但考慮添加物均會增加養殖成本之因素，建議可選擇添加海木耳添加物，且添加濃度為 2 g/kg 飼料，投餵 4–8 週即可有效提升成長效果及免疫指標數據。另根據現行龍虎斑養殖模式，使用本計畫試驗飼料添加物，可提升 1–7% 之飼料效率，若以提升 1% 飼料效率推估，可減少飼料用量 300 kg/公頃，以國內石斑魚養殖模式，放養 30,000 尾/公頃，生產石斑魚每公斤產生 5.83 kg CO₂e，以養成體型 600–800 g 計算，應用海木耳發酵物投餵每公頃約可減少 350 kg CO₂e。

表 1 龍虎斑成長表現數值

龍 虎 斑	初 重(g)	末 重(g)	增重率(%)	SGR(%)	活存率(%)	飼料轉換率
對 照 組	16.8±1.64	29.83±5.54	92.22±2.52 ^b	0.77±0.16 ^b	94±2 ^a	1.53±0.71 ^b
A (0.2% Seaweed)	16.4±1.85	37.43±4.96	138.47±2.37 ^a	1.03±0.12 ^a	97±1 ^a	1.10±0.27 ^a
B (0.4% Seaweed)	16.9±2.01	35.29±3.90	117.69±2.01 ^{ab}	0.92±0.12 ^{ab}	97±1 ^a	1.22±0.26 ^a
C (0.2% Seaweed+0.1%Probiotics)	16.2±1.15	38.86±5.37	151.77±3.82 ^a	1.09±0.18 ^a	97±1 ^a	1.00±0.24 ^a
D (0.4% Seaweed+0.1%Probiotics)	16.5±1.37	37.86±4.34	142.48±4.02 ^a	1.04±0.20 ^a	96±1 ^a	1.04±0.22 ^a

數值為平均值±標準差；樣本數=50；不同字母間表示組間有顯著差異 ($p < 0.05$)

表 2 龍虎斑非特異免疫能力數值

龍 虎 斑	吞噬細胞活性 (μl)	溶菌酶活性 (Lysozyme)(μU/ml)	超氧歧化酶濃度 (SOD)(U/ml)	穀胱甘肽濃度 (GPx)(units/ml)
對 照 組	86.27±1.25 ^a	91.43±0.05 ^b	63.34±2.10 ^a	2.22±0.03 ^b
A (0.2% Seaweed)	65.20±7.95 ^a	107.04±0.03 ^a	52.75±1.04 ^a	3.15±0.06 ^a
B (0.4% Seaweed)	85.01±1.67 ^a	118.37±0.09 ^a	40.76±0.87 ^a	3.92±0.05 ^a
C (0.2% Seaweed+0.1%Probiotics)	77.75±2.24 ^a	91.44±0.06 ^b	60.54±0.36 ^a	1.89±0.01 ^b
D (0.4% Seaweed+0.1%Probiotics)	79.87±0.66 ^a	95.69±0.04 ^b	61.42±2.02 ^a	2.09±0.03 ^b
對 照 組 (4 週)	109.06±2.35 ^b	85.43±5.02 ^b	358.76±36.18 ^b	3.80±0.24 ^b
A (0.2% Seaweed)	118.58±5.75 ^a	126.18±0.77 ^a	242.89±20.00 ^b	4.91±0.07 ^a
B (0.4% Seaweed)	116.09±5.30 ^a	147.48±13.06 ^a	120.81±24.32 ^b	4.66±0.02 ^a
C (0.2% Seaweed+0.1%Probiotics)	117.43±1.74 ^a	129.97±10.48 ^a	591.63±35.99 ^a	5.52±0.03 ^a
D (0.4% Seaweed+0.1%Probiotics)	112.51±2.71 ^a	140.63±4.69 ^a	580.35±69.96 ^a	5.31±0.04 ^a
對 照 組 (8 週)	90.88±1.38 ^a	69.07±7.62 ^b	1.25±3.83 ^b	4.34±0.04 ^a
A (0.2% Seaweed)	89.72±0.02 ^a	88.68±9.53 ^{ab}	21.02±21.37 ^b	3.68±0.04 ^b
B (0.4% Seaweed)	116.09±5.30 ^a	88.78±6.87 ^{ab}	11.13±6.71 ^b	3.08±0.05 ^b
C (0.2% Seaweed+0.1%Probiotics)	117.43±1.74 ^a	106.73±9.70 ^a	15.82±13.55 ^b	3.97±0.09 ^b
D (0.4% Seaweed+0.1%Probiotics)	112.51±2.71 ^a	77.52±8.32 ^{ab}	168.75±28.38 ^a	2.81±0.04 ^b

數值為平均值±標準差；樣本數=3；不同字母間表示組間有顯著差異 ($p < 0.05$)

水產品淨零排放知識觀念推廣及輔導執行

楊一男、何源興

東部漁業生物研究中心

全球為有效共同遏制地球暖化趨勢，係於 2015 年全球氣候高峰會通過強化《聯合國氣候變化綱要公約》的《巴黎協定》，爾後，各國陸續制定降低溫室氣體排放的國家策略。我國宣示將於 2050 年達到淨零排放的政策目標，農業部更前瞻性地宣示將於 2040 年提早達成農業淨零。爰此，農業部正如火如荼推動農業與漁業碳定量方法學、減碳與增匯方法學，以及碳管理相關計畫。本中心遂執行農業部「淨零排放知識觀念推廣及輔導執行」計畫項下「水產品淨零排放知識觀念推廣及輔導執行」，旨在強化綠色消費的概念，推廣碳有價化，培育水產碳科學與碳管理等面向人才的期盼，打造從生產端到消費端之友善地球的水產永續經營與產業革新，鼓勵並協助水產業者邁向淨零轉型，建構國家淨零政策共同發展藍圖中不可或缺的一環。

本計畫透過宣導會、教育訓練、農民學院等方式培訓農漁民與農企業淨零排放相關知識、技術、政策規劃等資訊，逐步布建淨零轉型之政策誘因機制說明及輔導，蒐集國內外淨零排放最新資訊，協助評估水產業投入減碳生產之經濟效益與碳定價效益，開創新型態水產業永續經營管理策略，並依序開辦有關國際與國內氣候變遷因應法發展沿革、組織型碳盤查、產品型碳盤查、自然碳匯與海洋藍碳學理、自然碳匯與 ESG (社會和公司治理) 媒合平台等課程。

本計畫已於本 (112) 年度完成水產相關企業與廠商訪視達 7 家，涵蓋雲林縣文蛤繁殖業者、高雄市藻類貿易商、宜蘭縣九孔養殖公司、屏東縣石斑魚養殖場、臺北市漁電共生公司、臺東縣白蝦產銷班、臺中市漁機具製造與營銷商等，質性研究結果可見，水產相關從業人員對於淨零排放皆多所知悉，青年者尤其表

達濃厚興趣，唯普遍認為，現階段缺乏明確切入點，亟需政府提供碳信用額度認證與核發制度相關資訊。

本計畫已於全國漁事推廣員及產銷班業務輔導人員在職教育訓練中開辦「水產品淨零排放講習」(圖 1)，涵蓋中華民國全國漁會、全國各縣市區漁會共 35 個漁會團體，以及 4 個地區養殖發展協會、行銷部門人員。藉由與漁業團體和相關法人的互動交流，增強水產淨零知識擴散的縱深，俾利提升水產從業人員碳意識，以及投入生產供應鏈中各項減碳措施的意願。本年度亦建立水產與農企業淨零排放認知與輔導需求調查工具達 3 式，以及建置臺灣海洋碳匯、水產淨零等人才諮詢資料庫。未來執行計畫，將更著重具有企業規模，或者經營進出口貿易的水產業者，輔導業者具備自主性組織型碳盤查的能力，並協助產品型碳盤查，找出水產品生產管理之碳排放熱點，有效抑制溫室氣體排放，以符合未來市場的綠色採購需求。

同時，我們將持續掌握國際公約與聯合國氣候變遷大會 (COP) 最新決議更迭、國內關於氣候法管制與修法進度、相關主管機關的行政命令，力求更有效媒合法規架構與科技研發，增進產、官、學、研互相切磋交流，通過公私協力，早日達成農業部 2040 淨零排放目標。



圖 1 水產品淨零排放講習

養殖魚介類因應氣候變遷之調適管理策略

邱俊豪¹、劉嫻玟²、楊明樺³、何源興¹

¹ 東部漁業生物研究中心、² 淡水養殖研究中心、³ 東港養殖研究中心

氣候變遷帶來的影響除年均溫上升外，亦造成極端氣候發生頻率增加且幅度增強之現象，本計畫旨在針對高經濟養殖物種進行因應調適試驗，以降低天災損失。

石斑魚：年均溫不斷上升下，缺乏田野數據以達到適地適養之評估，本 (112) 年度針對東部地區之水氣象進行綜合分析，在水泥建材以及鋪墊防水地膜 (HDPE) 之魚池於照光下有不同溫度差異，於 6—9 月高溫期間水泥池平均月水溫低於地膜池 1.5°C，但地膜池與光照度的相關係數 (R^2) 高，近 80% (77.35)，意即降低光吸收可以有效減少夏季時地膜池的水溫上升幅度，約 11,203 Lux 即可降低 1°C 升溫幅度 (圖 1)。本年最高氣溫發生在 8 月 6 日的 33.5°C 而最高水溫 (表層) 發生在 8 月 28 日下午 2 時的 35.30°C。

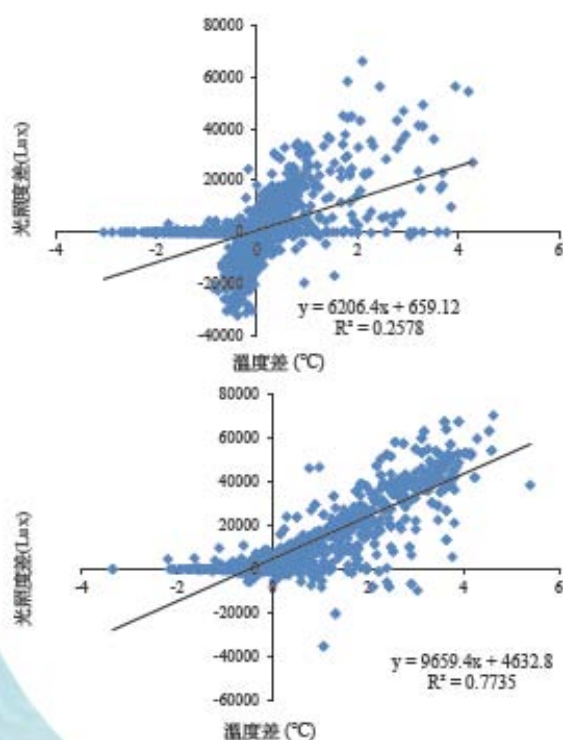


圖 1 光照度對水泥池(上)及地膜池(下)水溫之影響

虱目魚：在飼料中補充油脂所製之耐寒飼料投餵虱目魚 8 週，於水溫 15°C 進行 48 小時低溫挑戰試驗，第 24 小時，平均累計冷昏迷率：對照組為 $37.5\% \pm 0.06$ ，試驗組 1 (魚油 + 亞麻仁油) 為 $21\% \pm 0.06$ ，試驗組 2 (魚油 + 亞麻仁油 + 卵磷脂) 為 $16.5\% \pm 0.12$ ；第 48 小時平均累計冷昏迷率 (含死亡率)：對照組為 $58.5\% \pm 0.12$ ，試驗組 1 為 $33.5\% \pm 0.12$ ，試驗組 2 為 $19\% \pm 0.08$ ，結果顯示耐寒飼料組皆可延緩魚隻進入冷昏迷。在血液參數部分，低溫挑戰後第 1 小時，各組平均皮質醇含量，對照組為 22.9 ppb，試驗組 1 為 14.7 ppb，試驗組 2 為 10.5 ppb，耐寒飼料可降低皮質醇分泌量；血糖部分，低溫挑戰後第 24 小時，對照組為 62.85 μM ，試驗組 1 為 34.54 μM ，試驗組 2 為 12.58 μM ，綜合以上，耐寒飼料可減少魚隻低溫時的緊迫，不須產太多能量以渡過低溫環境，且可延緩進入冷昏迷的時間，其中又以含有卵磷脂的耐寒效果較佳。

白蝦：為因應極端氣候短時間強降雨所導致水質溫鹽等快速變化，引起白蝦緊迫及感染疾病死亡，造成育成率偏低，養殖效益差等問題，需加強蝦苗體質及適應力。以種蝦母蝦不剪眼柄的自然方式生產體質強健的耐候蝦苗，並進行養殖評估。結果母蝦不剪眼柄對於生育、子代蝦苗培育、中間育成及蝦苗在急性溫度與鹽度緊迫的活存率均較剪眼柄組稍佳，但差異不顯著。2 組蝦苗於宜蘭進行養殖驗證，結果不剪眼柄組經過 2 個月中間育成的產量及活存率稍佳，但差異不顯著。2 組蝦苗另於 4 m^2 與 100 m^2 池槽進行養成試驗，結果不剪眼柄組的產量及飼料效率 (FCE) 稍佳，但差異亦不顯著。本次試驗的蝦苗來自種蝦生育前期，未來可於種蝦生育中後期體質及營養較差時再次探討子代質量及育成的表現。

荊眼刺尻魚繁殖技術開發(III)

許鐘鋼、劉素華、許秀媛、郭聿理、蘇認忠、劉高文

澎湖漁業生物研究中心

刺尻魚屬 (*Centropyge* spp.) 是最受歡迎和交易量最大的海水神仙魚之一。主要是因為成魚顏色鮮豔且體型小，蓄養空間較不受限。因刺尻魚屬的受精卵徑及孵化後體全長較其他海水魚為小，故育苗養殖之困難度很高，目前仍無法進行商業生產。本研究以荊眼刺尻魚 (*Centropyge acanthops*) 作為研發刺尻魚屬育苗養殖技術之基礎，進行其繁殖技術之探討。

將荊眼刺尻魚種魚蓄養在 250 L 的圓形產卵桶中，雌雄配對比為 1:1。以自行配製之人工飼料投餵，每日收集卵粒，並將受精卵進行育苗養殖試驗。2023 年荊眼刺尻魚種魚之產卵期從 7 月 1 日至 11 月 20 日 (143 天)，共產卵 130 天，合計卵數 401,017 顆 (80.20 g)，其中受精卵 129,812 顆 (32.37%)，日平均產卵數 $3,085 \pm 1,398$ 顆。產卵期間之養殖水溫 $22.5 - 27.7^{\circ}\text{C}$ (圖 1)。

試驗期間共有 18 對種魚產卵，其中 13 對產卵量超過 10,000 顆，此 13 對種魚產卵量總計 381,993 顆，佔總產卵量 95.26%。其中以第 10 對種魚產卵 66,490 顆最多，其次為第 12 對產卵 44,364 顆。受精率以第 10 對的 52.14% 最

高，第 7 對的 8.17% 最低。日均產卵數以第 10 對的 511 ± 239 顆最多，第 13 對的 134 ± 62 顆最少。荊眼刺尻魚卵粒是由種魚在不經激素催熟自發產卵獲得，水溫控制在 $26.0 - 26.5^{\circ}\text{C}$ 進行孵化。

本 (112) 年度以纖毛蟲及牡蠣受精卵為荊眼刺尻魚育苗開口之餌料生物，第 3 天起開始投餵橈足類幼生，並以純化的橈足類完成荊眼刺尻魚育苗餌料生物序列試驗，完整建立其育苗養殖技術。目前育苗天數已經超過 15 個月，魚苗全長超過 40 mm (圖 2)，但存活率仍低。



圖 2 荊眼刺尻魚人工養殖 15 個月，體長 40-60 mm

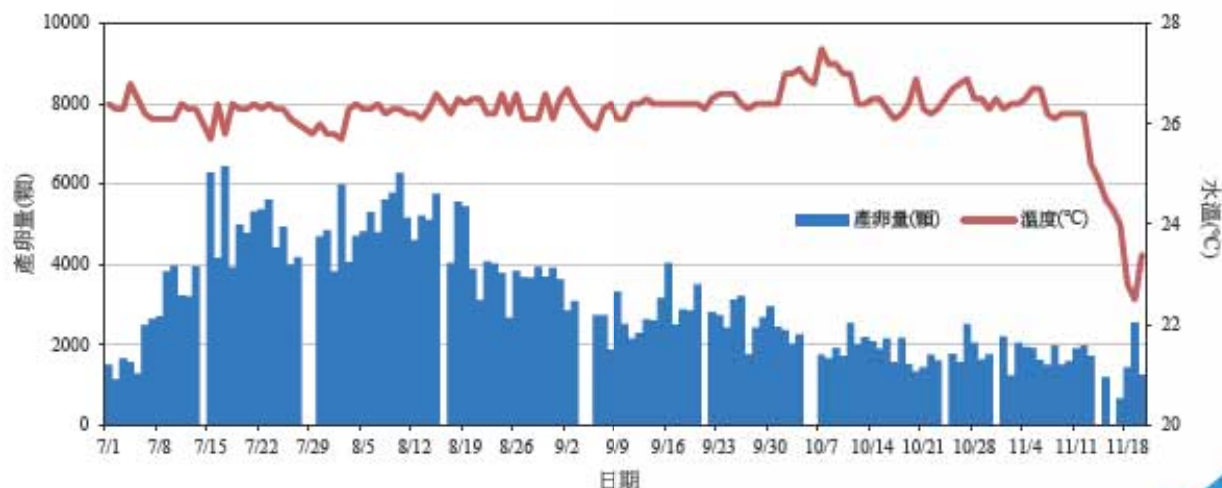


圖 1 2023 年荊眼刺尻魚種魚產卵結果

短腕岩蝦蝦苗培育技術開發

城振誠、吳玉霞、湯慕婷、陳昱瑾、謝恆毅
澎湖漁業生物研究中心

短腕岩蝦 (*Periclimenes brevicarpalis*) 是一種可與海葵共生的海水觀賞蝦。其特徵為全身透明，眼柄上面白色、下面透明，兩眼柄連成一條白線，尾扇為白色，末端有五個鑲褐色邊的橘黃色斑點。因全身透明所以稱為透明海葵蝦 (glass anemone shrimp)，也因為尾扇末端有五個橘黃色斑點像孔雀開屏也稱雀尾海葵蝦 (peacock-tail anemone shrimp)。短腕岩蝦的體型適中、外型亮麗 (圖 1)，可飼養在小型水族缸，也適合與其它觀賞生物混養。在水族市場逐漸精緻化、生態化與小型化的趨勢中，短腕岩蝦是一種有商業價值的觀賞蝦。因此，為了滿足市場的需求，又不影響野外族群數量，人工繁殖是未來提供海水觀賞蝦的趨勢。

為了開發量產技術，本試驗先建立人工繁

殖的相關條件，探討種蝦生殖週期及孵化時間與水溫的關係，初期蝦苗餌料密度、餵食時機、溫度及鹽度對成長及活存的影響。初步結果顯示種蝦生殖週期及孵化時間與水溫呈負相關。初期蝦苗 (孵化後 6 天) 的餌料密度以豐年蝦無節幼蟲 4 隻/ml 以上有較佳活存率及成長。延遲 1 天投餌不利蝦苗活存。溫度方面，蝦苗在 24–33°C 的水溫環境下活存率較佳，而成長則以 27–33°C 較佳。鹽度方面，蝦苗在 19–34 psu 的鹽度下其活存率較佳，而成長則以 19–39 psu 較佳。綜合以上，本研究顯示短腕岩蝦蝦苗培育在 27–33°C，鹽度 19–34 psu，孵化後即時餵食 4 ind./ml 以上豐年蝦，可以在孵化後 15–43 天發現變態為底棲性的後期蝦苗 (圖 2)。



圖 1 短腕岩蝦的公蝦(左)與母蝦(右)



圖 2 短腕岩蝦的後期蝦苗

馬糞海膽成長飼料開發

邱韻霖、林慧秋、廖紫嬌、許雅筑、陳穎茶、謝恆毅
澎湖漁業生物研究中心

白棘三列海膽 (*Tripneustes gratilla*) 又稱馬糞海膽，在臺灣為主要的食用海膽之一，人工繁養殖技術已有學術單位及私人養殖場進行開發，但海膽在野外主要食源為大型海藻常有季節性豐歉，在商業模式的利用上有所限制。因此海膽配合飼料的開發關係著海膽養殖產業的發展 (圖 1)。



圖 1 馬糞海膽攝食配合飼料

馬糞海膽因移動速度及進食速率緩慢，故飼料須具備沉降且不易潰散等特性，本飼料配方經穩定性試驗可於 72 小時仍維持固有形狀，於 72 小時平均耗損為 $11.04 \pm 1.13\%$ ，且經海膽攝食仍不易潰散。

大型海藻及配合飼料餵食馬糞海膽成長試驗結果顯示，試驗初期平均體長 23.37 ± 0.31 mm，給予不同蛋白質配比之配合飼料，經 11 個月投餵各組平均體長可達 70.99 ± 0.60 mm— 73.65 ± 0.93 mm 間，經統計以配合飼料餵食其成長率 (GR、SGR)、蛋白質效率比 (PER) 及表觀消化率 (ADC) 各飼料組間無顯著性差異，但與馬尾藻相比仍還有努力的空間；馬糞海膽成長速率受溫度及成長階段體型限制，以配合飼料餵食其穩定生長溫度於 $20-25^{\circ}\text{C}$ ，當體長 40 mm 前會快速成長，平均每月生長速率達 13.15 ± 1.68 mm，但當體長 40 mm 後逐漸變緩為每月 4.94 ± 1.2 mm，且體型達 70 mm 時，其生長速率僅剩 1.21 ± 0.59 mm。

蛋白質含量會影響海膽的攝食量多寡，雖低含量蛋白質之飼料相對成本較低，但飼養過程的總體被攝食量卻較多，並經飼料攝取量換算成本，15%、20%、25% 及 30% 分別依序為 19.28、19.84、19.57 及 19.25 元/顆；並考量飼料轉換率 (FCR) 及存活率，以 30% 的蛋白質人工飼料表現較好，分別為 2.04 ± 0.04 、 $62.5 \pm 3.61\%$ ，因此後續馬糞海膽人工飼料建議以 30% 蛋白質配比效益最佳 (表 1)。

表 1 以 15-30% 蛋白質濃度配合飼料餵食馬糞海膽成長相關指標

	馬尾藻	15% 蛋白質	20% 蛋白質	25% 蛋白質	30% 蛋白質
起始體長(mm)	22.94 ± 1.60^a	23.30 ± 1.99^a	23.31 ± 1.37^a	23.52 ± 1.32^a	23.77 ± 1.61^a
最終體長(mm)	82.86 ± 3.99^a	70.99 ± 4.78^b	73.53 ± 4.43^b	73.63 ± 2.98^b	73.39 ± 5.09^b
體長成長率(%)	260.00 ± 9.46^a	204.62 ± 4.07^b	215.50 ± 5.56^b	213.1 ± 3.86^b	208.74 ± 3.00^b
日成長率(%day ⁻¹)	0.38 ± 0.01^a	0.33 ± 0.00^b	0.34 ± 0.01^b	0.34 ± 0.00^b	0.34 ± 0.00^b
總攝食量(g)	3165.37 ± 127.36	133.98 ± 8.03	129.15 ± 5.75	119.83 ± 7.99	110.72 ± 12.87
飼料轉換率	42.73 ± 17.54^b	2.54 ± 0.05^a	2.23 ± 0.35^a	2.33 ± 0.10^a	2.04 ± 0.04^a
蛋白質效率比	26.96 ± 11.07^a	2.22 ± 0.31^b	2.15 ± 0.36^b	1.68 ± 0.07^b	1.61 ± 0.03^b
表觀消化率	-	68.16 ± 0.35^b	69.29 ± 1.57^b	73.05 ± 0.77^a	70.29 ± 1.23^{ab}
存活率(%)	57.50 ± 10.61	45 ± 4.24	58.33 ± 1.15	51.67 ± 1.15	62.5 ± 3.61

六、重要水產生物育種

臺灣產養殖文蛤及中華文蛤內轉錄間隔區序列資料之研究

宋嘉軒¹、何欣玗¹、顏絲葭¹、陳高松¹、蕭聖代²

¹技術服務組、²海洋漁業組

文蛤是臺灣產值及產量最高的養殖二枚貝，主要養殖地區集中於彰、雲、嘉、南沿海，近5年平均產量為5.16公萬噸，平均產值達新臺幣42.62億元（圖1）。



圖1 2022年主要養殖縣市文蛤產量與產值

一般認為臺灣常見的文蛤是由日本引進的麗文蛤 (*Meretrix lusoria*)，經過本所海洋漁業組蕭聖代及莊世昌二位博士的研究發現，應是屬於臺灣的原生種，在淡水河口為主要的原棲地，並且正式更名為臺灣文蛤 (*M. taiwanica*)。

本 (112) 年度研究持續分析不同地區養殖文蛤的物種現況及遺傳多樣性，並利用內轉錄間隔區序列資料分析，瞭解在主要臺灣養殖文蛤與中華文蛤的差異。

本年度分析 90 個養殖文蛤樣品，分別來自彰化、雲林及嘉義地區，以 *cox2* 為目標基因進行種類鑑定及演化樹分析，顯示養殖文蛤種類屬於臺灣文蛤。在淡水野外文蛤的部分，分析樣本數 28 個，利用 *cox2* 為目標基因進行種類鑑定，結果顯示同樣屬於臺灣文蛤。在中華文蛤部分，樣品購買自於廈門、青島、丹東、南通，經 *cox2* 基因鑑定結果屬於中華文蛤 (*M. petechialis*)。

進一步檢視 *cox1* 序列單倍型網絡分析的結果（圖2），淡水、彰化、嘉義、臺南4個地

區整體共有 39 個單倍型，彼此間都有共有與獨有的單倍型，其中有 1 種單倍型出現在 4 個地點，有 1 個單倍型出現在 3 個地點，有 6 個單倍型在 2 個地點出現。顯示地理上位置的不同尚未對各地的文蛤產生明顯的地理隔離，彼此仍有一定程度的基因流動。

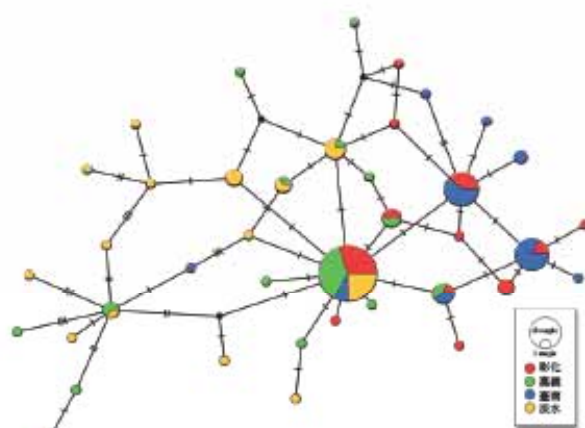


圖2 *cox1* 基因序列單倍型網絡分析
紅色：彰化、綠色：嘉義、藍色：臺南、黃色：淡水

利用 Shannon diversity index 進行不同地區文蛤內轉錄間隔區的遺傳多樣性分析，結果顯示臺灣文蛤與中華文蛤間可以發現到的 Amplicon Sequence Variants (ASV) 的種類及組成不同，可以明顯的進行區分（圖3）。

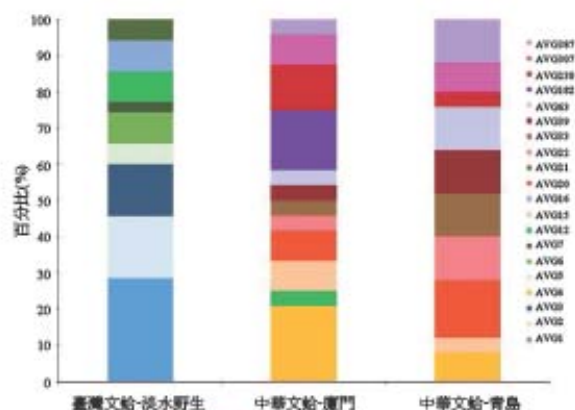


圖3 臺灣文蛤及中華文蛤內轉錄間隔區之 ASV 組成

海水吳郭魚之育種與型質選拔技術建立

杜金蓮、朱惠真、金映玥、黃奕瑄、游慕、曾福生
水產養殖組

本研究目的為海水吳郭魚之選育，本(112)年度確立吳郭魚耐鹽及成長目標篩選流程，耐鹽性狀以配對所得之魚苗，以 6 psu/day 的速度將鹽度升高至 33 psu，選留適應 33 psu 超過 6 天的個體作為海水個體留種，成長性狀則以 6 月齡時成長快、慢之族群互為對照族群進行成長標誌之選殖，並應用於後續成長選育，另針對 TFS 品系制定標準飼育流程；利用所建立之育種流程所選育之尼羅吳郭魚及海水吳郭魚，為育種重要之資材，除了性狀穩定，且可穩定遺傳給子代(圖 1)。



圖 1 目前已育成具穩定耐鹽性狀之海水吳郭魚，大小可以紅磚(長度 23 cm)作比對

重要性狀的遺傳改良已從傳統育種轉向分子標誌輔助育種和基因組選擇或兩者的結合。然而在進行這些研究之前，需先選育可穩定遺傳之研究資材，為獲得具備特定性狀的吳郭魚品系，現行國際主流作法利用估計遺傳參數並製定育種計畫，以獲得特定品系提供耐鹽吳郭魚研究和育種的起始材料，有了這些起始材料，經逐步進行基礎群建立、擴群後，再透過系譜管理並引入現代科技(如分子標誌輔助選拔(marker-assisted selection, MAS))方可有效獲得目

標族群。

因此為進行未來之精準育種，本計畫於完成參照族群後，方進行全基因組定序、組裝基因組作為後續育種之參考，標的為 TFS F₁₅ 母魚，全基因組覆蓋度高達 100 倍，組裝出基因體大小為 1.0 Gb，預測約有 33,199 Gene models，可轉譯出 51,118 個蛋白質，可將這些基因體分成 23 個連鎖群，其中 N50 為 40.6 Mb，基因組核心基因群完整度 BUSCO 高達 93%，轉錄體之核心基因群完整度高達 89%(圖 2)。核心基因群(Benchmarking Universal Single-Copy Orthologs, BUSCO)主要是透過構建資料庫，用於評估基因組組裝、轉錄組組裝、基因注釋、蛋白集的完整性，是一種評估工具。

目前本所選育固定之吳郭魚為育種重要之資材，就目前組裝之尼羅吳郭魚及海水吳郭魚之核心基因組分別為 98.4% 及 93%，其中尼羅吳郭魚基因組之核心基因群完整度高達 98.4%，高於馬理蘭大學發表之 97.8%，基因片段長度或完整度都相當具有可信度，整合現有生物技術、參照動物配種管理及大數據訊息等技術後，可有效進行吳郭魚精準育種，以因應產業之需求。

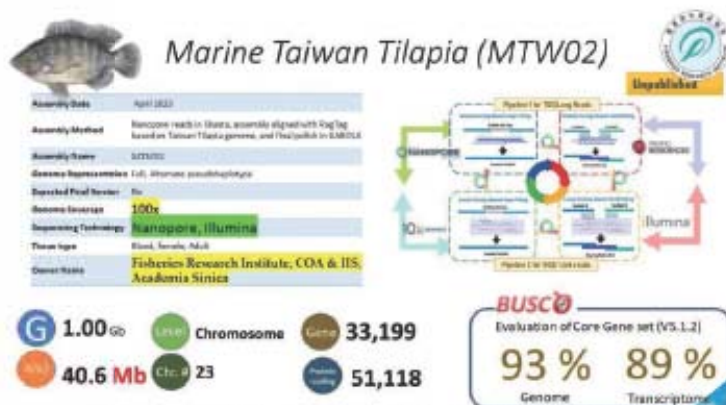


圖 2 海水吳郭魚之全基因定序後之基因體組裝結果

水產重要貝類分子育種之研究

朱惠真、杜金蓮、金映玥、陳又新、黃奕瑄、游蓁、曾福生
水產養殖組

文蛤為臺灣重要之養殖物種，本試驗研究旨在測試一對一繁殖文蛤技術之可行性，並針對 4 個微衛星基因座 (microsatellite loci) 進行遺傳變異分析。3 組單一文蛤配對中，僅殼斑型 (公) 配黑殼型 (母) 有子代留存下來。在殼長及殼寬之殼形質分析中，一共有 4 種殼色的幼貝活存下來，其中殼長之淡殼型幼苗皆大於其他殼色之幼苗 (表 1)，表明此配對方式可成功穩定的培育幼苗，後續可以利用這樣的配對方式來建立文蛤基礎群。4 種微衛星測試結果發現，HC31、HC32 及 HC34 為符合哈溫平衡定律 (Hardy-Weinberg Equilibrium law) 之微衛星基因座 (表 2)，且這 3 個基因座和殼色的表現有相關性，可以作為後續育種的篩選引子。

表 1 文蛤子代殼形質分析

	總數	殼長(mm)	殼寬(mm)	殼寬/殼長比
殼紋型(TC)	56	3.92±0.91 ^a	3.56±0.77 ^{ab}	0.912
殼斑型(BS)	114	3.51±0.88 ^b	3.34±0.22 ^{ab}	0.965
深殼型(DF)	95	3.32±0.87 ^b	2.92±0.84 ^a	0.875
淡殼型(WS)	54	4.10±0.95 ^a	3.85±0.77 ^b	0.949
殼紋型(TC)	56	3.92±0.91 ^a	3.56±0.77 ^{ab}	0.912

利用文蛤一對一繁殖方式建立之參照群子代，3 月齡時以淡殼型的文蛤成長最為顯著

表 2 微衛星基因座分析

引物名稱	N _a	N _e	H _o	H _e	HW _E
HC31	2	1.918	0.397	0.479	0.065
HC32	2	1.567	0.405	0.362	0.196
HC33	3	2.009	0.362	0.502	0.000***
HC34	2	1.187	0.172	0.158	0.310
Average	2.25	1.670	0.334	0.375	
St dev	0.250	0.187	0.055	0.079	

4 組微衛星基因座在 95% 信賴區間下，HC31、HC32 及 HC33 符合哈溫平衡定律，表中***代表統計值具顯著差異，不符合哈溫平衡定律

九孔部分本團隊利用所研發之 RAPD P3 引子進行九孔遺傳變異追蹤，經比較 F₁、F₂ 及 F₃ 三個世代，主要的 1.0 kb、0.8 kb、0.65 kb 擴增帶於大部分個體均有，且可擴增 5-9 條基因多型性擴增帶，僅小部分個體出現不同深淺擴增帶或遺漏之狀況，表示其遺傳變異仍可維持 (圖 1)。為了解 108 品系之現場養殖狀況，將 F₃ 放養於共 11 個不同環境，經量測其 7 月齡及 9 月齡之殼長，顯示於不同飼育環境間有顯著差異 (圖 2)，惟 108 品系 F₃ 成長雖略低於現有市面上流通之九孔，然其活存率達 7.5-8 成，遠優於現有之九孔，綜合遺傳變異追蹤結果與現場養成評估，可做為提供種貝場做為改良現有種貝，進而改善現有養殖狀況。

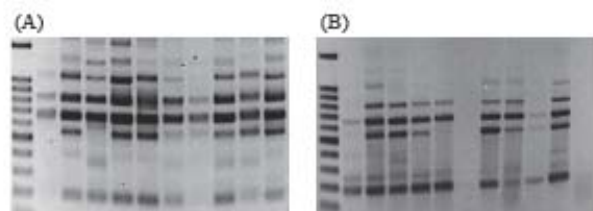


圖 1 九孔樣本之遺傳歧異度追蹤結果
A 為 108 品系 F₂ 子代利用 RAPD 方法進行條帶分析，B 為 108 品系 F₃ 子代

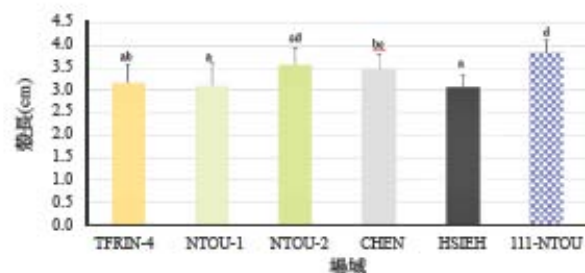


圖 2 108 品系 F₃ 子代在不同地區之成長差異
TFRIN-4、NTOU-1、CHEN、HSIEN 及 111-NTOU 分別表示九孔培養於基隆總所、2023 年海大白蝦混養殖、宜蘭九孔養殖業者及 2022 年海大白蝦混養殖，以 2022 年海大白蝦混養殖成長最佳

振興臺灣九孔養殖產業—種苗培育與不同品系研發

杜金蓮¹、徐德華²、張詠政²、王彙喬³、冉繁華²¹水產養殖組、²國立海洋大學水產養殖系、³國立海洋大學海洋觀光管理學士學位學程

臺灣九孔是重要經濟軟體動物，年產量從1993年開始快速成長，2000年為臺灣九孔產業最輝煌時期，年產量可達約2,500公噸，產值超過12億元。2003年起臺灣九孔因病害問題，產量明顯下滑，至2012年年產量僅剩不到50公噸（圖1）。

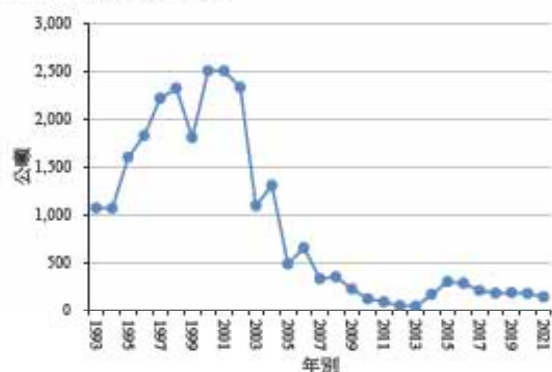


圖1 1993-2021年臺灣養殖九孔產量(資料來源：漁業統計年報(1993-2010)；新北市政府(2011-2021))

研究指出，造成2003年九孔冬季大規模死亡主要的病毒為鮑（類）疱疹病毒 (Abalone Herpes Virus, AbHV) 及鮑肌肉萎縮症病毒 (Abalone Shriveling syndrome-associated Virus, AbSV)。考量臺灣九孔小型化及冬季疾病問題，2010年臺灣開始從日本引進九孔與本土九孔雜交，試圖增加基因多樣性並改善冬季低水溫期死亡問題，經過幾年的發展，九孔的產量稍有起色，但受到中國低價鮑魚的影響，產量僅約100-200公噸。

目前業者及研究單位已引入臺灣野生九孔及印尼九孔進行

品種改良。但由於氣候變遷及極端氣候的影響，夏季高溫、冬季低溫及水溫劇烈變化，併發疾病問題，對保種、選種及育種造成重大挑戰。本計畫除開發九孔品系外，定期搭配疾病監控、產業調查及專家輔導，以期改善臺灣九孔養殖產業之困境。

國立臺灣海洋大學與本所研究團隊合作下，已建立九孔108品系，本計畫持續追蹤其成效並進行品系之保種、中間育成與種貝培育以期提升種原與種貝量，本(112)年度已完成培育殼長8mm九孔育成苗超過15,000顆提供給新北市資源復育園區及業者進行培育。2022年培育且已提供至新北市海洋資源復育園區之108品系已進行篩選，選育成長較快並兼具抗逆境之個體約400顆(2%)，可供業者實際進行配種使用（圖2）。

計畫期間與6戶九孔養殖樣本戶進行環境與疾病調查，並輔導建立疾病防治觀念與育種技術。另外亦輔導東北角九孔養殖結合戶外海洋教育、生態旅遊及兼營休閒漁業，以期帶動傳統九孔養殖轉型及水產品加值，達成地方產業永續發展。

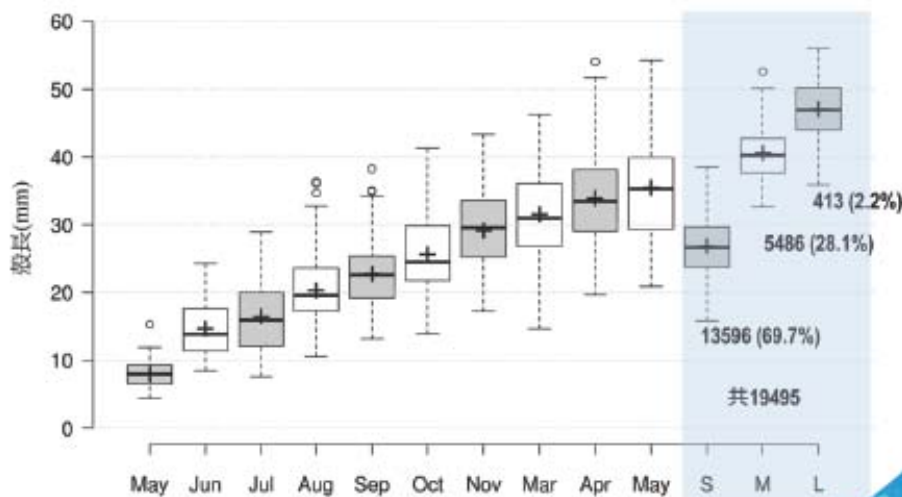


圖2 2022年培育之108品系於2023年篩選之結果

臺灣養殖香魚遺傳變異調查

陳又新、杜金蓮、朱惠真、黃奕瑄、游蓁、曾福生
水產養殖組

香魚 (*Plecoglossus altivelis*) 為宜蘭縣養殖產業重要的經濟魚種之一，魚苗及成魚產量皆為全國之冠。本試驗利用隨機擴增多型性引子建立香魚之 DNA 圖譜，進行遺傳變異調查。收集來自於宜蘭香魚場及新竹香魚場之檢體共 70 個樣本進行分析。使用 80 組隨機擴增多型性引子進行 PCR 及電泳測試，選取適合之 6 組引子進行分析，總共產生 84 條條帶，38

條多型性條帶，46 條非多型性條帶，多型性條帶比率為 45.23% (圖 1)。使用非加權組平均法 (unweighted pair group method with arithmetic mean, UPGMA) 分析香魚 DNA 指紋相似度，於遺傳相似度大約 0.13 可將香魚分成兩組群 (圖 2)，推測養殖香魚彼此遺傳距離接近，親緣性較高，有近親之可能。

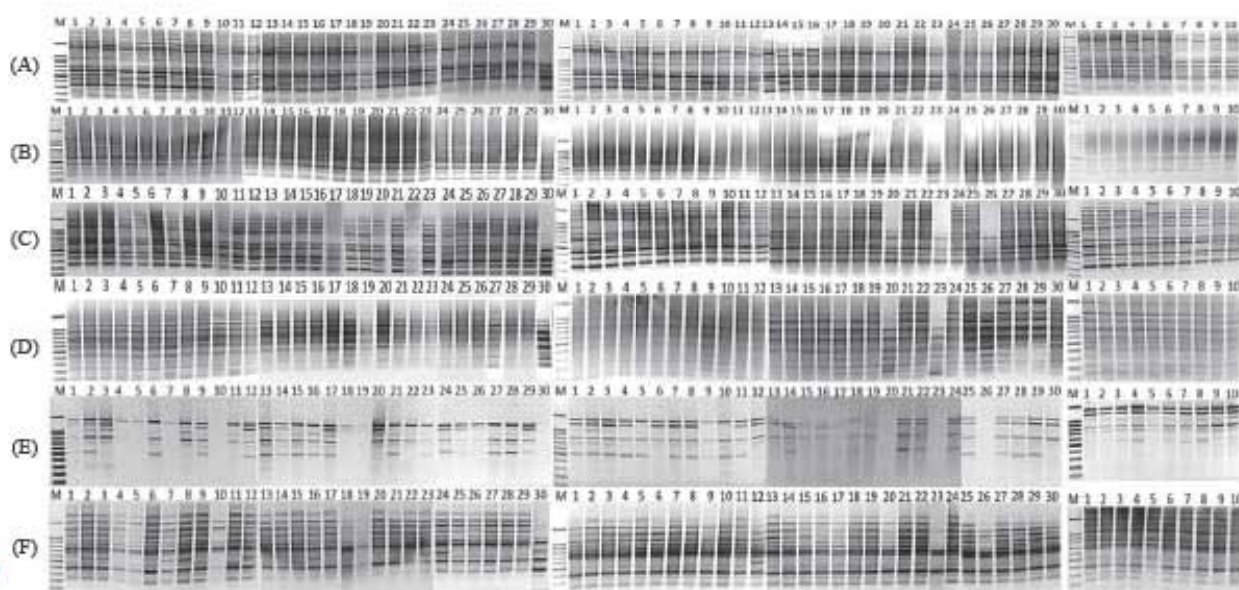


圖 1 使用 6 組 RAPD primer (圖中 A 至 F 表示基因座 3、5、7、8、9 及 12) 及 70 個香魚樣本進行 PCR 及電泳呈像，其中基因座 9 號在 70 個樣本中有較顯著的差異，其餘的 5 個基因座在 70 個樣本中僅有些微的差異

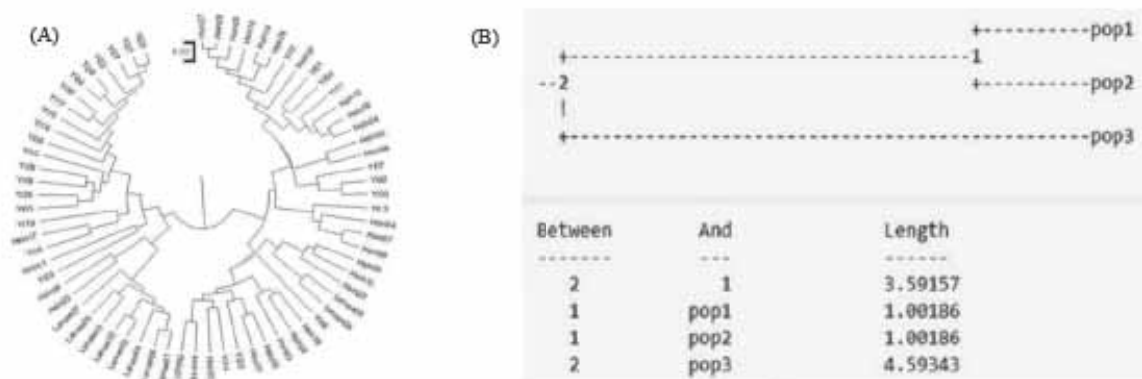


圖 2 使用 UPGMA 法進行 3 個不同地區香魚樣本之歸群分析，其中圖 A 為個體的樣本歸群分析，遺傳相似度大約 0.13 可以區分為 2 群；圖 B 是以 popgene 進行 3 個區域的香魚作為歸群分析，結果亦是相同的

超雄性紅色吳郭魚之選育－YY 種魚之篩選

張凱傑、陳榮華、王俐文、楊順德
淡水養殖研究中心

紅色吳郭魚 (*Oreochromis spp.*) 是早期在臺南地區發現的莫三比克吳郭魚 (*O. mossambicus*) 突變種，經過本所不斷的育種後，本 (112) 年度將針對淡水養殖研究中心保存之 R3 type I 品系作為本研究的試驗魚種，以培育超雄性紅色吳郭魚 (圖 1)。

紅色吳郭魚苗在以含雌性激素 (17α -ethynylestradiol, 17α -EE) 100 mg/kg 的飼料連續餵食 60 天，養成至性成熟後，利用分子標記輔助，配合子代試驗，可成功篩選出紅色變性雌魚 ($XY\Delta\phi$)。據此將篩選之變性雌魚與正常雄魚 (XY) 配對，理論上子代中會有 25% 的魚苗具有 YY 性染色體的超雄性魚。

試驗前挑選變性雌魚種魚 20–25 尾，雄性種魚 10–13 隻，以雌雄 1 對 1 或 2 對 1 方式，分成 5 組進行配對，待 5 組試驗組子代經 6–8 個月飼育至體重約 50 g 以上時，可從生殖孔外觀判斷性別並計算其雌雄比例後，利用先前經驗證之性別相關分子標記 (UNH898 的特定分子量在家系中可達 95% 以上雄性率，視為與雄性決定區域連鎖，藉此判斷為基因型 Y)，進行上述雄性紅色吳郭魚子代的基因型測定，檢視是否符合預期子代有 25% 目標基因型 YY。試驗結果顯示 5 組試驗組中，皆可篩選出基因型為 YY 之紅色吳郭魚雄魚，在經由外觀挑選體型較佳，總計共得 20 尾超雄性紅

色吳郭魚，並另外放至蓄養池單獨蓄養。YY 超雄性魚 (YY♂) 與正常雌魚 (XX) 交配生產的子代，理論上 100% 皆為染色體 XY 的雄性魚。

本 (112) 年度亦針對超雄性紅色吳郭魚進行子代試驗，以雌雄 1 對 1 方式與正常雌魚配對繁殖，試驗組共分為 10 組，對照組為正常雄魚及雌魚配對組，共計 2 組，繁殖出的子代以雌雄比 1:1 的期望值進行卡方分析 (chi-square analysis)。結果顯示，在 10 組試驗組中，其卡方值介於 66–351.41 之間，與期望值有非常顯著的差異 ($p < 0.001$)，且子代雄性率介於 89.68–100% 之間，故可判定此 10 組試驗組之雄性種魚皆為具有 YY 性染色體的超雄性紅色吳郭魚，其中有 9 尾子代之雄性比例在 91.28–100% 之間，有 7 尾子代之雄性比例高於 95%，2 尾子代之雄性比例為 100%；對照組方面，在 2 組試驗組中，其子代雄性率介於 35.92–43.50% 之間。

綜上所述，未來將透過已建立的超雄性紅色吳郭魚選育技術與分子標記輔助育種，篩選出超雄性紅色吳郭魚變性雌魚 ($YY\Delta\phi$) 品系，目前藉由分子標記輔助已經可以縮短 7–8 年傳統選育的時間，盼能將此技術繼續利用在篩選目標研究魚隻，以維繫超雄性紅色吳郭魚品系，並建立量產及技術移轉項目。



圖 1 超雄性紅色吳郭魚

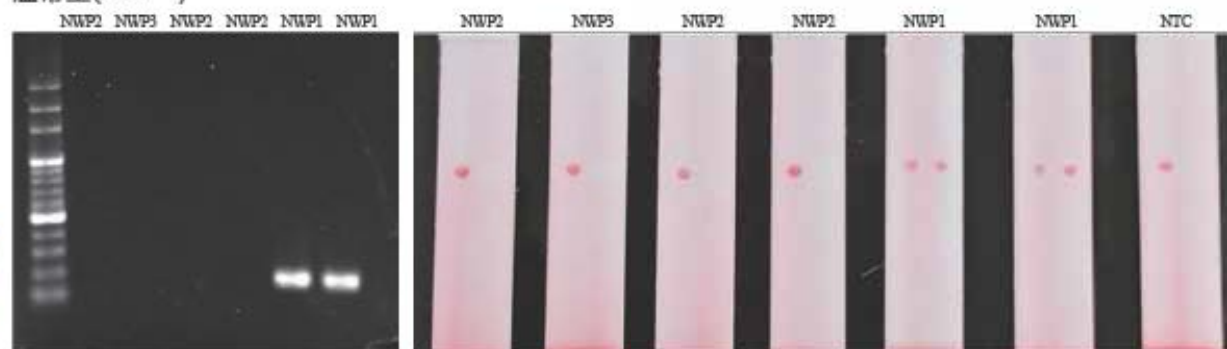
提升臺灣烏魚耐候韌性養殖之分子鑑定技術應用 (III)

劉恩良、蘇慧敏、楊順德
淡水養殖研究中心

本計畫全程目標在因應氣候變遷所造成烏魚苗系群來源之不確定性，藉由分子生物鑑定技術有助於烏魚養殖產業之基盤韌性，減少因異常氣候對資源不確定性之衝擊。過去 2 年，我們完成臺灣南北養殖場採集養殖成烏共 1,000 尾之樣品，經 DNA 分析結果顯示 98% 為黑潮型 (NWP2)，1% 強為溫帶型 (NWP1)，1% 弱為熱帶型 (NWP3)，意味臺灣養殖烏魚的系群大多為黑潮型。本計畫今 (112) 年度目標在建立試紙型的快速檢測技術。本技術係利用 RPA (recombinase polymerase amplification) 原理，藉由三種酶 (重組酶、單鏈 DNA 結合蛋白酶和鏈置換 DNA 聚合酶) 協同作用，反

應溫度在 37–42°C，於 20 分鐘之內獲得可檢出擴增產物。目前已完成 NWP1 與 NWP3 之 RPA 與試紙檢測技術。NWP2 樣品雖未能直接檢出，但可由 NWP1 與 NWP3 之 RPA 與試紙檢測結果間接得知 (圖 1)。藉由此一檢測技術建立，未來可以延伸到其他具有經濟價值的分子標記，或針對民間養殖尚有許多未明的系群或相似種建立快速鑑定的技術。本研究除對未來高經濟價值的烏魚人工魚苗發展有助益之外，對每個隱蔽物種的野生烏魚系群進行地理和時間研究調查，可以支持臺灣的烏魚漁業資源管理達到永續的目標。

溫帶型(NWP1)



熱帶型(NWP3)

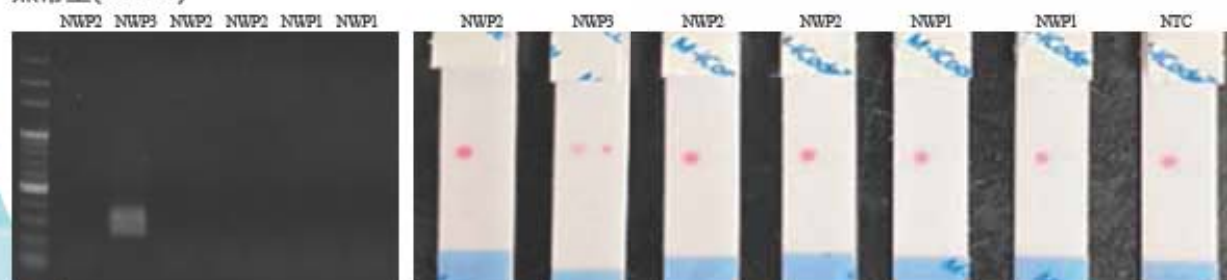


圖 1 烏魚系群 NWP1 與 NWP3 核酸鑑定試紙與洋菜膠電泳對照圖

圖左為烏魚 DNA 經 RPA 反應後之電泳圖；圖右為烏魚 DNA 經 RPA 反應後之試紙呈色結果(NTC: No template control)

臺灣養殖與野生亞洲蜆遺傳多樣性之研究

郭喬培、劉清碩、楊順德

淡水養殖研究中心

養殖蜆近年出現成長緩慢和死亡率高的問題，為釐清養殖種苗的遺傳多樣性，本計畫收集新竹、苗栗、彰化、高雄和臺東亞洲蜆野生族群，以及彰化、雲林和花蓮養殖亞洲蜆，共計 8 個族群、192 個樣品，進行表現型和基因型分析。

外觀型態計算殼長/殼寬、殼長/殼高、殼寬/殼高，多變量變異數分析結果顯示，不同地區族群的外觀型態有顯著差異 ($p < 0.05$)；內殼依據顏色和花紋可分為 14 型 (圖 1)，養殖和野生族群的內殼表現型有明顯不同，養殖族群僅有 5 種表現型，野生則有出現 13 種，顯示野生族群的表現型多樣性較高。

分析 COI 序列進行演化樹分析，結果顯示，臺灣整體可視為一個系群，不同地區族群間的分化程度低，顯示地理隔離效應低，並與中國和日本族群有明顯差異。

COI 單倍型分析結果顯示，共可分為 39 個單倍型，養殖族群的單倍型數量、單倍型多樣性、平均核苷酸差異數和核苷酸多樣性均較野生族群低，且以花蓮養殖族群最低。分析族群間的遺傳變異，族群間的分化指數介於輕度族群分化 ($0.05 \leq F_{st} < 0.15$) 至中度族群分化 ($0.15 \leq F_{st} < 0.25$)，整體而言，不同族群間的分化程度低，顯示地理隔離效應低，與演化樹分析結果相同。

單倍型網絡分析不同地區亞洲蜆族群的起源和散布 (圖 2)，所有族群具有相同的起源 (Haplotype 1)，且養殖族群的散佈程度較野生族群小，顯示臺灣不同縣市族群的蜆均來自相同祖先，而養殖族群的散佈程度較小，與養殖族群的內殼表現型種類較低的結果相符，後續可評估引入現有養殖內殼表現型以外的個體作為種貝。

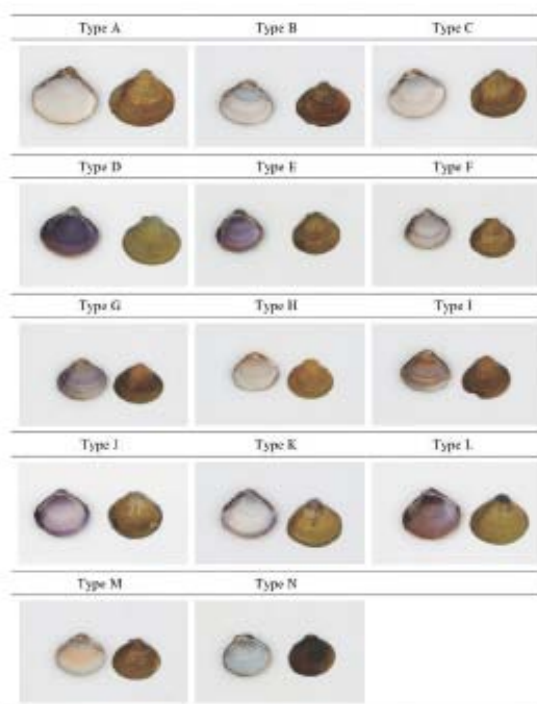


圖 1 依據內殼顏色和花紋區分為 14 個表現型

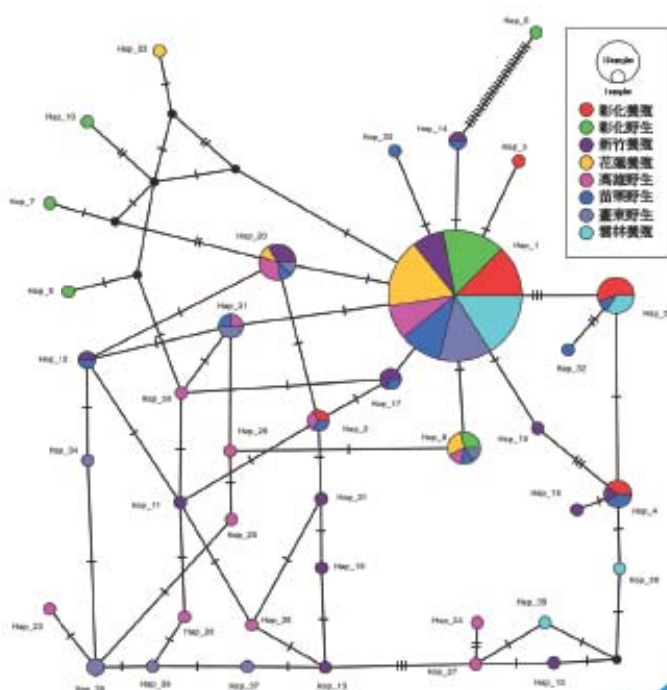


圖 2 COI 基因型單倍型網絡

精準農業生物技術水產生物田間隔離試驗與強化風險評估技術平台(III)

謝淑秋、劉于溶、胡依婷、林宏傑、黃致中、許晉榮
海水養殖研究中心

本計畫主要目標是基因改造水產生物田間試驗設施的營運管理，發揮基因改造水產生物田間隔離設施之效能，提供完善之隔離場地供基因改造水產生物在研發或未上市前進行風險評估管理，應持續維護各項養殖隔離設施及功能之確效，以達到真正的安全控管；及充實各項基因轉殖水產生物安全風險評估資訊，進行基因改造觀賞魚入侵實驗，以評估對生存力和生殖體發育等適應性狀與相關生態環境間可能之影響。

本 (112) 年度進行基因改造水產生物不慎逃逸或引入自然族群環境是基因改造生物重要的生態風險評估項目，本研究藉由觀察基因改造斑馬魚 (基改型紅色螢光斑馬魚, G) 與野生族群魚群 (包括非基因改造斑馬魚、菊池氏細鯽、臺灣石鮒和高體鰱魮) 在水族缸或自然溪流模擬環境中的成長表現、攝食行為和體色變化 (圖 1)，及分析基改型紅色螢光斑馬魚從養殖系統逃逸後，與近緣種非基因改造馬魚雜交或自交所產生子代的孵化率、活存率、遺傳率和生殖腺發育情形，以了解基改型紅色螢光斑馬魚外流至自然環境進而對野生族群的影響。

研究結果顯示在兩種模擬環境試驗中，基改型紅色螢光斑馬魚與野生族群中的非基因改造斑馬魚 (野生型斑馬魚, W) 之成長皆無顯著差異 (圖 2)，在自然溪流環境組魚群有搶

食情形且體色較鮮豔 (深)；另 4 種配對組合之生殖試驗：(1)W(♂) × W(♀)、(2)G(♂) × W(♀)、(3)W(♂) × G(♀) 及 (4)G(♂) × G(♀)，顯示產生基因型子代的遺傳率在 W × W、W × G 和 G × W 配對組為 0%，而 G × G 配對組高達 94.76% (表 1)，在野生型 (WW-w)、中間型 (GW-gw)、基因型 (GG-g) F₁ 子代生殖腺發育情形無顯著差異。此項研究所建立之方法及試驗數據，可作為未來實際進行基因改造水產生物田間試驗生物安全風險評估之參考。



圖 1 試驗環境
(A)模擬自然溪流環境；(B)無造景裸缸環境

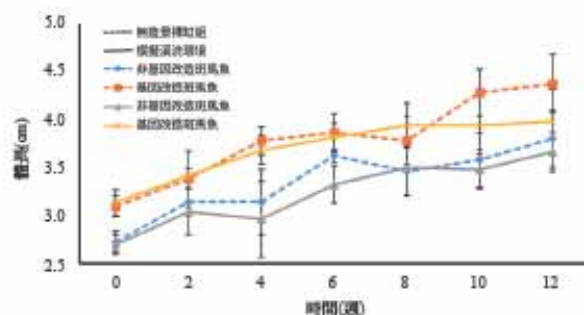


圖 2 非基因改造斑馬魚和基因改造斑馬魚分別於模擬自然溪流環境(實線)和無造景裸缸環境組(虛線)的成長表現

表 1 四種配對組合之生殖試驗繁殖配對組 F₁ 子代之孵化率、活存率及遺傳率

配對組合 (♂×♀)	孵化率(%)	活存率(%)	遺傳率			
			非基因改造型(w) (%)	中間型(gw) (%)	基因改造型(g) (%)	黃化型(y) (%)
W×W	75.63±7.62	68.65±0.67	100.00	-	-	-
G×W	60.36±24.59	80.03±12.60	22.74	77.26	-	-
W×G	72.23±12.28	67.14±27.34	49.85	50.15	-	-
G×G	43.20±23.69	85.49±5.59	-	-	94.76	5.24

牡蠣人工苗量產技術開發(III)

邱允志、李忠憲、陳燈煌、許晉榮
海水養殖研究中心

為建立牡蠣人工苗生產環境基礎資料，開發臺灣產牡蠣苗最適量產技術，本研究以不同附苗密度及附苗溫度進行探討，瞭解牡蠣附苗環境參數之關係。以人工培育方式進行牡蠣苗串量產；又以雲林、嘉義及臺南牡蠣養殖區為田間試驗樣點，進行牡蠣人工苗串及天然牡蠣苗串成長及活存率記錄及觀察。

附苗密度試驗，以 1、3、5、10 ind./ml 不同密度眼點幼生進行，於水槽中放置附苗用空殼串進行附苗試驗觀察（圖 1）。牡蠣附苗密度試驗顯示，以 1 ind./ml 附苗密度組別，每一母殼平均 33 顆附苗量；在 3 ind./ml 試驗組別，其母殼平均有 55 顆附苗量；5 及 10 ind./ml 實驗組其附殼密度分別平均高達 72 及 147 顆附苗量。然而，最適附苗密度以 1—3 ind./ml，每一母殼有 30—60 顆的附苗量為牡蠣人工附苗最佳，超過 5 ind./ml 的密度則易產生過多附苗，導致蚵苗的成長競爭。

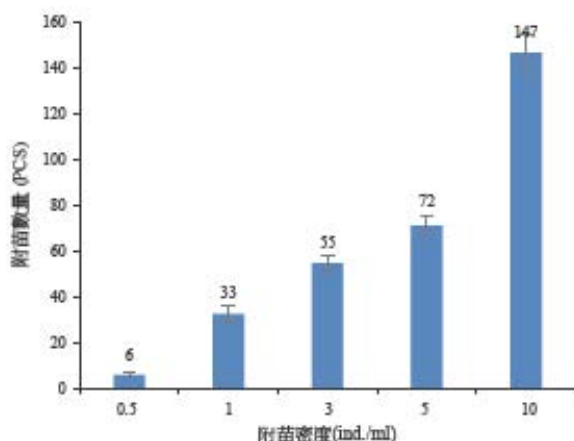


圖 1 牡蠣人工苗附苗密度試驗

牡蠣附苗溫度試驗，則以 2 ind./ml 的密度進行，溫度設定以 15、20、25、30°C 試驗組進行附苗試驗。不同溫度附苗溫度實驗下，附苗條件於 25°C 以上可正常完成附苗。如溫度

低於 20°C 以下附苗數量則逐漸下降或附苗時間延長、附苗量低等情況發生，水溫低於 15°C 牡蠣附苗會導致無法順利附苗（表 1）。

表 1 牡蠣苗附苗溫度試驗

時間 (hr)	溫度 (°C)			
	15	20	25	30
6	2±0.87	9±2.61	31±2.93	38±2.66
12	4±1.65	14±1.87	34±1.73	34±2.85
24	0	15±1.71	32±1.98	40±1.77
48	0	11±1.24	3±1.94	0

於臺西試驗場內進行牡蠣人工苗培育作業，以 10 噸水槽進行牡蠣人工苗蓄養，4 噸玻璃纖維桶槽 (FRP) 進行附苗，順利完成量產作業，苗串則於 6 月進行田間試驗。以雲林、嘉義及臺南牡蠣養殖區為試驗樣點，牡蠣人工苗串及天然牡蠣苗串進行成長及活存率比較，每月進行採樣記錄及觀察，記錄成長及活存情形。結果顯示不同牡蠣養殖地區成長有顯著差異（圖 2），但牡蠣人工苗在天然海域能夠良好成長，未來持續進行牡蠣人工苗及量產相關研究，提供完整之牡蠣量產研究。

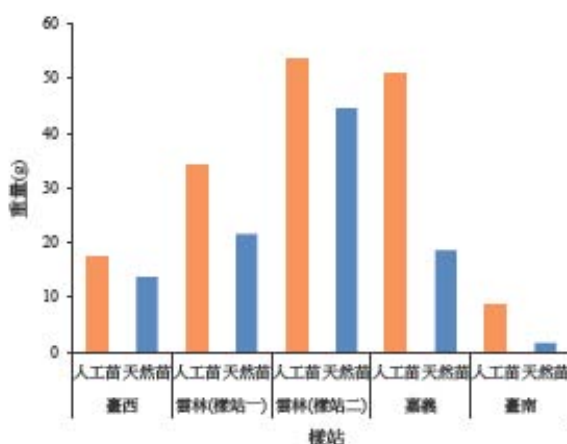


圖 2 牡蠣苗田間試驗比較

馬祖淡菜苗鑑種及養殖技術之開發

林志訓¹、宋嘉軒²、陳蒼木¹、許益誠¹、陳燈煌¹、許晉榮¹

¹ 海水養殖研究中心、² 技術服務組

馬祖是臺灣淡菜主要來源地，該地所出產之淡菜成員，具有育成率佳品質良好之特性，依 2021 年漁業統計年報，連江縣淡菜養殖面積為 91.78 公頃，生產量約達 186 公噸，產值約新臺幣 3,162 萬元，主要供應臺灣內需市場使用。本計畫執行馬祖淡菜鑑種，利用分子鑑定技術，分析馬祖養殖淡菜種類，確立馬祖淡菜品系。針對連江縣政府報告，該縣每年淡菜種苗需求為 350 萬顆，本計畫評估從淡菜孵化育成至 2 cm 所需時間，並評估生產 350 萬顆種苗所需面積，可協助評估中間育成部分所需時間、養殖面積及相關營運成本，供馬祖地區欲投入此產業漁民做參考，並建立完整淡菜養殖產業。

經分子鑑定技術鑑定比對結果，本次分析的馬祖產淡菜種類屬於絲綢殼菜蛤 (*Mytilus coruscus*) (中國稱厚殼貽貝) (圖 1)，此結果和科普認為的紫殼菜蛤 (*Mytilus edulis*) 和綠殼菜蛤 (*Perna viridis*) 不同 (圖 2)。

評估從孵化育成至 2 cm 所需時間及評估生產 350 萬顆種苗所需面積結果，按照臺灣常見同科的條紋殼菜蛤 (*Mytella strigata*) 來推估，長 × 寬為 60 × 10 cm 飼料袋平均可附著 1,500 顆 (圖 3)，每平方公尺放 20 個附著器則有 15,000 顆，1,000 m² 可附著 1,500 萬顆淡菜苗；附苗完成後淡菜長至 0.1–0.2 cm，推估活存率 50% 淡菜幼苗為 750 萬顆；待移至室外池養殖 (2 分地)，推估活存率 70% 淡菜幼苗為 525 萬顆；當成長至 1 cm，移至 1 甲地養殖池繼續養殖，推估活存率 90% 淡菜幼苗為 472.5 萬顆。綜上評估，要生產 350 萬顆 2 cm 淡菜苗約需 2 公頃面積 (圖 4)。所需時間評估按照觀察文蛤池引水溝渠引入的條紋殼菜蛤約 4–6 個月可長至 2 cm，推估淡菜從孵化至成長至 2 cm 需 6 個月時間。



圖 1 馬祖淡菜



圖 2 馬祖淡菜 DNA 分子鑑定比對



圖 3 淡菜苗附著



圖 4 淡菜養殖場規劃

午仔魚鑑種及精液冷凍保存技術開發

李彥宏、蘇義哲、林承澤、蔡欣諫、鄭又瑄
東港養殖研究中心

午仔魚（四絲馬鰱，*Eleutheronema tetradactylum*）為臺灣海水魚養殖重要魚種之一，屏東縣佳冬及枋寮為主要養殖生產區。2020 年馬鰱科魚類的產值就佔內陸養殖漁業總產值的 10.5%（漁業統計年報，2021），2022 年午仔魚產量已達 12,123 公噸，產值新臺幣 17 億多元。午仔魚繁殖業者以自行繁殖的魚苗培育成種魚，長久下來有近親繁衍疑慮，因此需進行午仔魚育種研究，建立精子種原冷凍保存，進行選育優良午仔魚子代，有利於午仔魚養殖產業之永續發展。

首先進行午仔魚種魚蕃養，選擇 3 年齡雌、雄種魚 1 批，蕃養於 50 噸圓形泥池中，進行繁殖試驗。另外，進行午仔魚精子凍結保存，作為育種繁殖與保種蕃養之用。目前已保種 4 批午仔魚種魚（4 和 5 年齡 200 尾及 2 批 1 年多齡子代 100 尾，4 和 5 年齡魚可自行繁殖產卵，體重約 2–4 kg。在精子冷藏保存上，以 Hanks 及 DMEM 兩種擴展液最好，再以 1:1 比例分別與抗凍劑 5% Propylene Glycol (P), Dimethyl Sulfoxide (D) 混合，進行液態氮凍結保存，在不同時間解凍後，其精子活存率表現（圖 1），對照組前 3 日活存率仍為 70%，之後變成 0%，其他組別以 FP 組（DMEM-F12 擴展液 + 5% Propylene Glycol）最好，於凍結 90–180 天後，精子活存率仍有 70%，此條件為最好的冷凍保存條件。目前抗凍保存 5 尾午仔魚精液，可作為人工繁殖之精子種原。在魚苗培育及養殖試驗方面，進行 2 次魚苗培育，受精卵均為所內種魚繁殖而來，餌料生物依序為輪蟲、橈足類及豐年蝦，之後，再投餵粉狀及粒狀人工飼料馴養，育成率約 20–40%。幼魚培育 3 個月可以成長到 15 g，每批次篩選體型大之幼魚 50 尾，做為子代保種之用。在親緣分子標記篩選及鑑定部分，本研究設計了 5 組物

種專一性引子，皆能明確判別四絲馬鰱與多鱗四絲馬鰱兩個物種，有相當強的專一性及重複性表現。自 2022 年 2 月至 2023 年 12 月，共分析採樣 46 尾養殖與 35 尾野生午仔魚，在親緣關係分析上，比對 COI 基因序列相似度，養殖午仔魚為四絲馬鰱（*E. tetradactylum*, ET），野生午仔魚為多鱗四絲馬鰱（*E. rhadinum*, ER），採樣屏東地區 4 家繁殖場生產之午仔魚苗分析，經親緣關係分析均為四絲馬鰱，養殖午仔魚與野外捕獲午仔魚確為不同種。另外，多鱗四絲馬鰱有不同胸鰭顏色（黃色及黑色），因此胸鰭顏色無法作為品種判定上的指標（圖 2）。

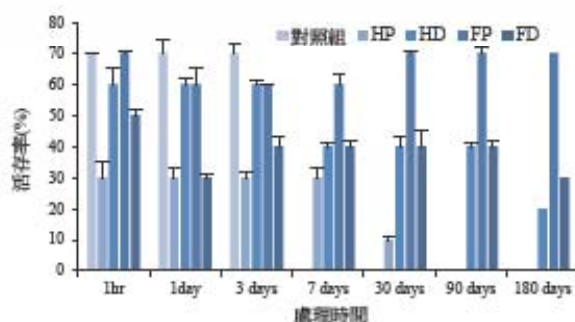


圖 1 午仔魚精液冷凍保存試驗
精液以 HEPES(H) 及 DMEM-F12(F) 二種擴展液 3 倍稀釋，再以 1:1 比例分別與抗凍劑 5% Propylene Glycol (P), Dimethyl Sulfoxide (D) 混合，進行液態氮凍結保存，並分別於不同時間解凍，其精子活存率表現



圖 2 野外捕獲多鱗四絲馬鰱(A)與東港中心蕃養之四絲馬鰱(B)

因應極端氣候下經濟性蝦類耐受性品系之篩選

劉冠甫、余淑楓、葉怡均、蘇義哲、吳豐成
東港養殖研究中心

草蝦養殖在臺灣已有悠長的歷史，近因人工繁殖成功致使蝦苗品質良莠不齊，加以環境惡劣，終於 1988 年爆發大量死亡現象，往後雖改養數種蝦類，但往往重蹈覆轍，近年加上因氣候變遷，致使在極端氣候下蝦類養殖產業雪上加霜；依據財富商業洞察調查報告，全球蝦市場從 2021 年的 338.1 億美元，推估於 2028 年增至 536.3 億美元，激增近 60%。白蝦 (*Litopenaeus vannamei*)、淡水長臂大蝦 (*Macrobrachium rosenbergii*) 與草蝦 (*Penaeus monodon*) 是臺灣蝦類養殖的三大主力，目前 3 種經濟性蝦種，種蝦的來源除草蝦尚以天然種蝦為主，白蝦與淡水長臂大蝦之種原除部分進口外，主要是靠養殖過程中從池中篩選，導致白蝦與淡水長臂大蝦種原品質不穩定與帶原性比率偏高，致使養殖的活存率變化極大。因此，在已建立之 SPF 繁養技術上進行選育工作是目前解決養殖不穩定之首要工作，培育出具有特性與對環境極端變化耐受性高之 SPR (specific pathogen resistant) 或 SPT (specific pathogen tolerant) 種原，建立有特性之種原庫，以提供業者使其在繁養殖時能提高活存率與成功率，除此之外，爾後能引進其他族群來擴增基因多樣性。

本試驗主要工作項目就本中心現保種之白蝦與草蝦品系進行繼代繁殖，且各批次蝦苗進行水溫與鹽度變化之耐受性比較篩選，以便能達到去蕪存菁之效。淡水長臂大蝦則進行種原之引進與 SPF 篩選，另保種之種原進行利用單核苷酸多態性 (SNP) 建立基因型和外表型的關聯性，遺傳分子標記輔助選拔 (MAS) 標記，以利進行育種與繼代培育。白蝦進行繼代種苗間緊迫耐受性評估，本 (112) 年度以標示編號 B112、V109 與 K110 系群進行耐受性評估，各系群間在水溫逆境耐受性試驗活存率在

15°C 時以 K110 系群表現最佳 (圖 1)，在鹽度逆境耐受性試驗中，B112、V109 系群活存率表現最佳。草蝦種原繼代保存與種苗緊迫耐受性評估以臺灣族群 F₃ 為對象，共生產 5 批繼代，其中二批為臺灣與泰國雜交標示為 TTm3-15 與 TTm3-16，臺灣族群標示為 Tm3-13、Tm3-15、Tm3-16，經水溫逆境耐受性試驗，Tm3-16 與 TTm3-16 較其他組有顯著差異，在鹽度試驗中亦 Tm3-16 與 TTm3-16 與其他三組有顯著差異 ($p < 0.05$) (圖 2)。淡水長臂大蝦種原收集與繼代繁殖，已收集 SPF 之淡水長臂大蝦 3 個種原與繼代繁殖。白蝦及淡水長臂大蝦，有關增重分子標記篩選，白蝦內 MMD2 基因，可分為 AA/AG/GG 三種基因型，淡水長臂大蝦體內凝集素 3 (lectin 3) 基因 3'，可分為 TT/TG/GG 三種基因型。

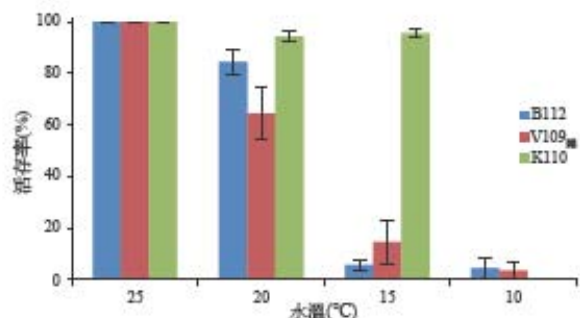


圖 1 白蝦三品系蝦苗對水溫緊迫因子的活存耐受性評估 ($m \pm SD$, %)

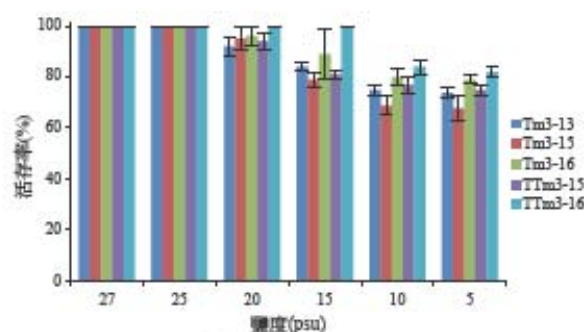


圖 2 草蝦蝦苗對鹽度緊迫因子的活存耐受性評估 ($m \pm SD$, %)

七、水產益健飼料及餌飼料之開發與應用研究

應用複合益生菌強化白蝦成長與健康之飼料研發

黃美瑩、陳凱琳、曾福生

水產養殖組

本研究探討益生菌 *Leuconostoc mesenteroides* B4 + 葡聚糖 + *Bacillus pumilus* D5 及 *L. mesenteroides* B4 + 葡聚糖 + *B. pumilus* D5 + *B. subtilis* N4 對於白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 成長、水質、免疫及抗病之影響。

白蝦分別餵飼：(1)對照組、(2)添加 *L. mesenteroides* B4 (10^7 CFU/g) + 葡聚糖 (0.05%) + *B. pumilus* D5 (10^7 CFU/g) (B4 + D5)、(3)添加 *L. mesenteroides* B4 (10^7 CFU/g) + 葡聚糖 (0.05%) + *B. pumilus* D5 (10^7 CFU/g) + *B. subtilis* N4 (10^7 CFU/g) (B4 + D5 + N4) 之飼

料 8 週。結果顯示，蝦隻餵飼各組飼料自第 2 週起到第 8 週，在統計上，試驗組蝦隻之增重率、飼料效率及水質與對照組沒有顯著差異 ($p > 0.05$)。白蝦餵飼各組飼料 4 週，以腸炎弧菌 (*Vibrio parahaemolyticus*) 攻擊後，餵飼 *L. mesenteroides* B4 + 葡聚糖 (0.05%) + *B. pumilus* D5 (B4 + D5) 之飼料的蝦隻存活率顯著高於對照組 ($p < 0.05$)。

本研究顯示，*L. mesenteroides* B4 + 葡聚糖 + *B. pumilus* D5 (B4 + D5)，有助於提升白蝦抵抗弧菌之感染。

表 1 白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 分別餵飼對照組、添加乳酸菌 *Leuconostoc mesenteroides* B4 + 葡聚糖 + *Bacillus pumilus* D5 (B4 + D5) 或 *L. mesenteroides* B4 + 葡聚糖 + *B. pumilus* D5 + *B. subtilis* N4 (B4 + D5 + N4) 試驗組之飼料 8 週之成長表現

	對照組	B4+D5	B4+D5+N4
初始體重(g)	1.31±0.04 ^a	1.33±0.07 ^a	1.33±0.05 ^a
最終體重(g)	8.49±0.12 ^a	8.67±0.34 ^a	9.76±1.51 ^a
增重率(%)	549.50±22.05 ^a	553.51±16.52 ^a	638.10±130.88 ^a
飼料效率(%)	47.69±2.43 ^a	52.34±2.22 ^a	58.51±10.14 ^a

具有不同上標字母的行差異顯著($p < 0.05$)

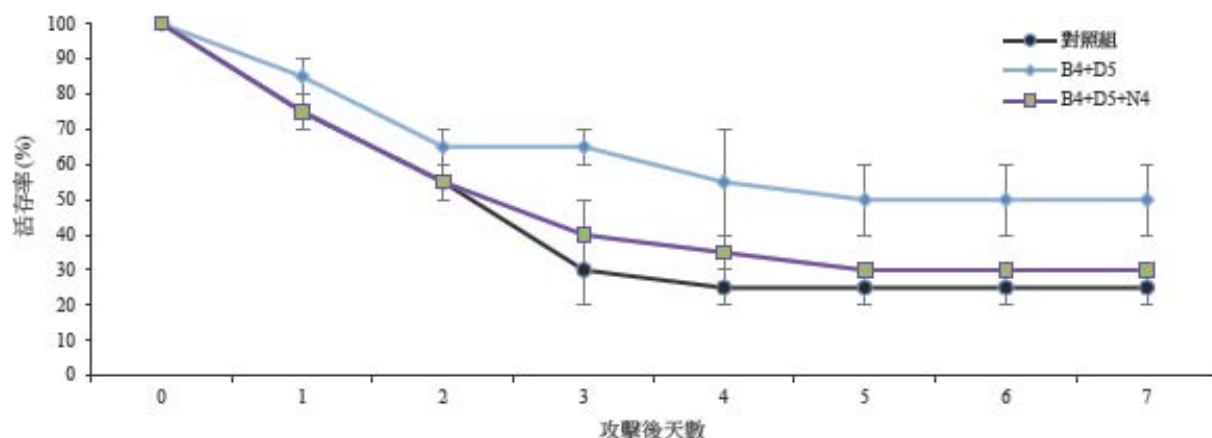


圖 1 白蝦分別餵飼對照組、添加乳酸菌 *L. mesenteroides* B4 + 葡聚糖 + *B. pumilus* D5 (B4 + D5) 或 *L. mesenteroides* B4 + 葡聚糖 + *B. pumilus* D5 + *B. subtilis* N4 (B4 + D5 + N4) 試驗組之飼料，4 週後以腸炎弧菌攻擊後觀察 7 天之存活率，並以不同英文標記顯著性差異 ($p < 0.05$)

淡水經濟魚種益健飼料最適應用研究(III)

陳建彰¹、劉婉玟¹、謝豐群¹、黃美瑩²、周瑞良³、蘇慧敏¹、郭喬培¹、楊順德¹

¹淡水養殖研究中心、²水產養殖組、³東港養殖研究中心

目前養殖業者施用益生菌的方式，多以拌合吸附於飼料後投餵，但也因而致使微生物添加物的高流失性及增加業者的人力成本，其便利性、劑量、有效生物活性及養殖成效不一。因此，探討複合機能益生菌以飼料包覆技術並經活性確效產製之益健飼料，應用於淡水經濟魚種養殖，並依其養殖成效確立複合型益生菌添加飼料技術套組。整合相關產業包含保健飼料添加業者及飼料廠確立益健飼料商業化生產製程，量產含益生菌短小芽孢桿菌 *Bacillus pumilus* D5 及腸膜明串珠菌 *Leuconostoc mesenteroides* B4 含葡聚糖益健飼料。

與吳郭魚及金目鱸養殖業者合作建置益健飼料驗證場域及示範場域合計 7 場。養殖結果顯示，使用益健飼料可以有效提升吳郭魚及金目鱸的均重、日增重及日成長率 (圖 1)。腸道菌相分析結果顯示，試驗組菌群豐富度及多樣性指數較高，有益菌相關桿菌屬的比例提升，另水體菌相中的致病菌比例較低 (表 1)。試驗組腸絨毛的發育良好，其排列緊密且高度增加。養殖成效分析結果顯示，投餵益健飼料有較佳的產量、活存率及飼料效率，進而提升單位面積收益 (表 2)。

益健飼料技術套組完成產業化驗證，將持續推廣成果，逐步達成友善養殖及永續經營，提升國際市場地位，增加產業競爭力。

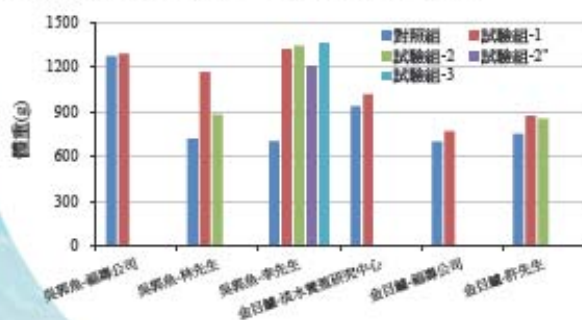


圖 1 吳郭魚及金目鱸成長收成體重分析

表 1 微生物菌相分析

腸道菌群	對照組	試驗組
雙歧桿菌屬(<i>Bifidobacterium</i>)	339(0.467%)	460(1.75%)
芽孢桿菌屬(<i>Bacillus</i>)	0(0%)	122(0.47%)
魯梅利桿菌屬(<i>Rummeliibacillus</i>)	0(0%)	24(0.09%)
乳桿菌屬(<i>Lactobacillus</i>)	1(0.003%)	63(0.24%)
黃桿菌屬(<i>Flavobacterium</i>)	37(0.14%)	33(0.13%)
水體菌群	對照組	試驗組
鏈球菌屬(<i>Streptococcus</i>)	314(1.07%)	4(0.0013%)
黃桿菌屬(<i>Flavobacterium</i>)	66(0.22%)	0(0%)
雙歧桿菌屬(<i>Bifidobacterium</i>)	15(0.05%)	460(1.75%)
乳桿菌屬(<i>Lactobacillus</i>)	39(0.013%)	0(0%)

數字代表細菌菌群中的有效讀序，括號中的數字代表在各組中的相對豐度

表 2 金目鱸養殖成效分析

淡水養殖研究中心(金目鱸)	對照組	試驗組
魚塭面積(公頃)	0.015	0.015
飼養密度(萬尾/公頃)	4.00	4.00
放養數量(尾)	600	600
放養重量(kg)	3	3
放養日期	112/04/28	112/04/28
收穫日期	112/11/15	112/11/15
養殖天數	200	200
收成總重(斤)	652	774
收成總重(kg)	391	464
收成均重(g)	936	1,015
單位面積產量(kg/公頃)	26,073	30,941
收成尾數	418	457
活存率(%)	69.64	76.21
總餵食飼料(kg)	453	510
飼料效率 FE	0.86	0.90
售價(元/斤)	55	55
A 銷售總收入	35,851	42,544
B 飼料成本(56.5 元/kg)	25,595	28,917
C 魚苗成本(5 元/尾)	3,000	3,000
淨收益(A-B-C)	7,256	10,627
單位面積收益(元/公頃)	483,745	708,482

建立益健飼料益生菌功能驗證平台

楊順德¹、劉佩紋¹、孫于琰²、孫玉苓²

¹淡水養殖研究中心、²財團法人農業科技研究院

本計畫委由財團法人農業科技研究院協助執行，本 (112) 年度目標為配合「水產益健飼料之製程與最適應用研究」計畫之子項計畫中所開發之 *Bacillus pumilus* D5 益健飼料進行益生菌種類確認、有效含菌量、儲存時效菌數變化、儲存溫度菌數變化及對養殖生物效能之分析，並建立前述檢測技術平台及標準操作程序，以確立相關驗證項目，作為未來相關驗證服務平台驗證標準一致化建立基礎。

益健飼料益生菌有效含量檢測：針對本所提供含 *B. pumilus* D5 之白蝦益健飼料進行分析，*B. pumilus* D5 平均菌量為 3.0×10^6 CFU/g，與飼料初始添加量 1.5×10^7 CFU/g 差異不大；而在飼料中可純化出三種外觀不同之菌株進行菌種鑑定，結果顯示分別為 *B. pumilus* D5、*B. paramycooides* 及 *B. velezensis*，其中以 *B. pumilus* D5 為最主要菌種。

益健飼料益生菌之耐高溫能力檢測：將含 *B. pumilus* D5 之白蝦益健飼料在 95°C 下維持 20 秒，並以乾浴槽作為加熱器材以此條件進行耐高溫測試，飼料降溫後進行菌株活化及塗盤，計算有效菌量，結果顯示 *B. pumilus* D5 平均菌量為 6.5×10^5 CFU/g，較未加熱組有略微減少約一個對數值。

益健飼料益生菌儲架能力檢測：以 4°C 及 40°C 作為儲藏溫度，持續 90 天，每 30 天進行 1 次採樣及活性測試。結果顯示，在 30 天 4°C 及 40°C 之平均菌量分別為 7.1×10^5 及 7.4×10^5 CFU/g，在第 60 天平均菌量分別為 8.2×10^5 及 9.3×10^5 CFU/g，在 90 天後平均菌量分別為 1.4×10^6 及 8.3×10^5 CFU/g，與初始菌量 3.0×10^6 CFU/g 相比各組都只出現少量菌量下降 (圖 1)。

益健飼料益生菌效能檢測：將已投餵 2 週 *B. pumilus* D5 益健飼料之白蝦，以造成白蝦早死病之腸炎弧菌 VP_{AHPND} 進行浸泡感染，感染

後 24 小時對照組及 D5 組活存率分別為 86.7 及 96.7%，明顯可見對照組蝦隻活動力與食慾差，D5 組多數蝦隻仍正常活動及攝食，感染後 48 小時的活存率分別為 78.7 及 91.3%，對照組活力仍然不佳，感染後 72 小時活存率分別為 65.3 及 84.7%，以上兩組間活存率雖無顯著差異 ($p = 0.1096$)，但有食用益健飼料的白蝦活動力與食慾皆較對照組佳 (圖 2)。

標準作業程序建立：完成建置益生菌有效含菌量、益生菌耐高溫能力、益生菌效能 (腸道菌相)、益生菌儲架能力之標準作業程序共 4 件。



圖 1 益健飼料益生菌儲架能力檢測



圖 2 白蝦浸泡感染試驗建置

海水經濟魚蝦益健飼料最適應用研究

周瑞良、鄭世榮、黃維能、周芷儀
東港養殖研究中心

水產養殖是臺灣重要的經濟活動，許多水產養殖戶為增加單位面積的產值收益，進一步提高放養魚蝦的密度，同時為了縮短養殖時間而密集投餌，因而常造成養殖環境惡化，魚蝦生長壓力高漲，導致魚蝦體弱，此時當遇到天候變化或環境因子突變，就造成魚蝦罹病或死亡。為處理並減少魚蝦罹病的情況，許多養殖戶會將抗生素拌合飼料投餵治療，導致藥物濫用情形嚴重，嚴重危及食用者安全及造成整體養殖環境的惡化。抗生素雖可以抑制病原菌防止疾病產生，然而過度廣泛的使用會造成耐藥菌株的產生與二次感染等問題，抗生素亦會殘留於養殖生物體內或環境中，使用抗生素造成的問題已經受到國際社會普遍的關注與擔憂，歐盟自 2006 年已全面禁止抗生素作為飼料添加物的使用。因此，本研究目標是積極建構海水魚蝦安全零藥殘養殖模式並輔導養殖戶，以提升養殖效益達產業之永續。

本計畫建立益健飼料乳化包覆技術，將複合益生菌經油水乳化以後噴方式附著於水產飼料。經由驗證場域投餵白蝦及午仔魚益健飼料進行整體效果評估，試驗結果顯示乳酸菌 *Leuconostoc mesenteroides* B4、芽孢桿菌

Bacillus pumilus D5 等益生菌及所產生之益菌質 (prebiotics) 添加於飼料中，可提升午仔魚活存率 (表 1)。配合田間試驗推廣，強化養殖及投餌管理技術，積極推廣海水經濟魚蝦益健飼料 (圖 1)，持續講習推廣技術擴散達 10 家以上，整體技術擴散面積達 20 公頃以上。

表 1 午仔魚投餵益健飼料 4 週後以發光桿菌浸泡(濃度 10^7 CFU/ml，浸泡 4 小時後緩慢流水，水溫 28°C) 攻毒之活存率

	益健飼料組	對照組
活存率(%)	73.33 $\pm$ 2.74 ^a	30.00 $\pm$ 2.09 ^b

綜上試驗結果證實益生菌可藉由乳化包覆技術有效維持益生菌活性，為飼料製作建立添加複合微生物製劑之益健飼料的最佳製程，並可避免飼料製造過程高溫高壓破壞益生菌活性。添加複合微生物製劑之益健飼料，應用於商業性飼料製造，方便養殖業者投餵使用，經由驗證場域投餵白蝦及午仔魚進行益健飼料養殖成效評估，可有效降低養殖風險。在示範推廣驗證場域，益健飼料應用於白蝦及午仔魚養殖，皆有較佳之活存率、收穫量及飼料轉換率，同時可有效減少疾病發生降低養殖風險，提升養殖成效 10% 以上。

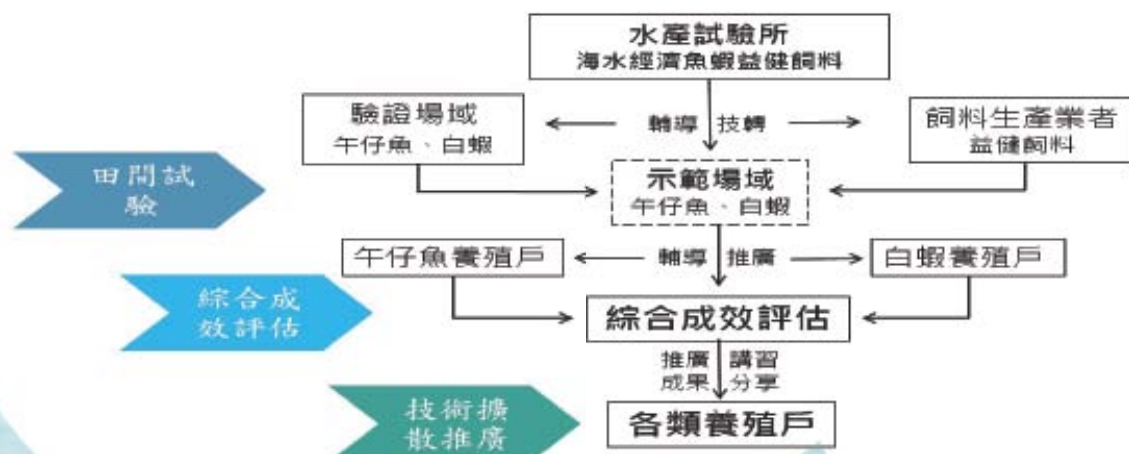


圖 1 益健飼料乳化包覆技術推廣

微藻滋養餌料生物對於午仔魚育苗之影響研究

陳陽德、許自研、王淑欣、王鐘慶、吳豐成

東港養殖研究中心

午仔魚（四絲馬鮫，*Eleutheronema tetradactylum*）為臺灣重要的養殖魚種，近年因大量養殖種苗需求大增，近期養成業者反映魚苗放養後，活存降低，懷疑是魚苗培育階段，育苗環境不佳或投餵不乾淨且不營養的餌料生物引起。而國內餌料生物商業生產模式主要採用魚漿、飼料、雞糞施作肥份（凹肥），於戶外大面積培養，雖然在成本與量產效率上可以取得較好的效益，但餌料生物的品質、營養價值與疾病帶原等無法兼顧，因此如何提高餌料生物的品質、營養與減少病原攜帶是午仔魚育苗成功率提高重要的課題。

滋養是提高餌料生物品質與營養最簡單的方法，本研究收集產業生產的餌料生物進行營養成分分析，利用微藻滋養後比較其營養價值差異，並進行午仔魚苗培育。結果發現產業生產的餌料生物其主要種類為 S 型輪蟲（*Brachionus rotundiformis*）與短角異劍水蚤（*Apocyclops royi*）。在營養成分分析中產業生產的餌料生物其粗蛋白含量皆可高於 43% 以上，惟 S 型輪蟲的重要高度不飽和脂肪酸含量

(DHA 與 EPA) 較低，可以分別透過微藻（擬球藻與等鞭金藻）滋養 2 小時即可提升 EPA 及 DHA 將近 2 倍的含量（表 1），但短角異劍水蚤則無法因微藻滋養而顯著提升其營養成分含量，後續使用滋養後產業生產之餌料生物進行午仔魚苗培育（表 2），以擬球藻滋養組其活存最高可達 $30.71 \pm 8.09\%$ ，等鞭金藻滋養組次高，可達 $27.89 \pm 5.98\%$ ，無滋養對照組則僅有 $13.36 \pm 0.94\%$ ，體長表現上也是以擬球藻滋養組最高（ $18.0 \pm 0.9 \text{ mm}$ ），等鞭金藻滋養組次之（ $17.2 \pm 0.6 \text{ mm}$ ），無滋養對照組最差（ $16.1 \pm 0.9 \text{ mm}$ ），顯示產業生產餌料生物如能經過微藻短時間滋養可顯著提升午仔魚育苗成功率。

表 2 產業餌料生物經微藻滋養後培育午仔魚苗之活存與體長表現

	活存率(%)	體長(mm)
對照組	13.36 ± 0.94^b	16.1 ± 0.9^b
擬球藻組	30.71 ± 8.09^a	18.0 ± 0.9^a
等鞭金藻組	27.89 ± 5.98^{ab}	17.2 ± 0.6^{ab}

數值右上方英文字母不同即表示數值間達顯著差異($p < 0.05$)

表 1 產業生產之 S 型輪蟲經微藻滋養後營養成分變化

時間(hr)	處理	粗蛋白(%)	粗脂質(%)	總脂肪酸(%)	EPA(%)	DHA(%)
0	起始	47.410 ± 0.186	3.600 ± 0.109	2.249 ± 0.018	0.104 ± 0.006	0.036 ± 0.003
2	對照組	47.377 ± 0.509	3.582 ± 0.010	2.069 ± 0.025	0.077 ± 0.036	0.044 ± 0.017
	擬球藻組	45.257 ± 0.225	5.654 ± 0.133	3.510 ± 0.013	0.209 ± 0.001	0.040 ± 0.001
	等鞭金藻組	46.238 ± 0.048	5.361 ± 0.198	2.488 ± 0.013	0.135 ± 0.007	0.065 ± 0.003
6	對照組	46.430 ± 0.128	3.529 ± 0.008	1.656 ± 0.014	0.040 ± 0.005	0.010 ± 0.001
	擬球藻組	46.341 ± 0.049	6.673 ± 0.153	3.864 ± 0.092	0.249 ± 0.004	0.028 ± 0.001
	等鞭金藻組	50.561 ± 0.183	5.601 ± 0.161	2.340 ± 0.080	0.108 ± 0.014	0.070 ± 0.012
24	對照組	44.637 ± 0.486	3.516 ± 0.543	1.372 ± 0.056	0.028 ± 0.012	0.011 ± 0.002
	擬球藻組	51.213 ± 0.162	6.893 ± 0.181	3.028 ± 0.047	0.377 ± 0.009	0.029 ± 0.001
	等鞭金藻組	53.950 ± 0.282	6.042 ± 0.391	2.219 ± 0.035	0.062 ± 0.001	0.079 ± 0.002

添加海藻發酵物之益健飼料應用研究

黃侑勛¹、易琮凱²、蔡慧君²、何源興¹

¹東部漁業生物研究中心、²水產加工組

臺灣水產養殖產業在魚類部分除了石斑魚以外，鱸魚為較大規模發展的物種之一，石斑魚及鱸魚養殖產業受鏈球菌及弧菌感染影響，為相當重要之細菌性病原。本研究希望以蘇氏海木耳製作藻類發酵萃取物作為飼料添加物以開發益健飼料配方（圖 1），增強魚隻非特異性免疫能力，降低養殖過程中因細菌性疾病所產生之死亡情形，並且藉由實測示範場域之建置及養殖輔導，將本計畫之益健飼料配方推廣至養殖產業，最終達成建構安全且高效率的綠色水產養殖體系。本（112）年度計畫執行成果主要探討飼料中添加海木耳發酵物對吳郭魚及白蝦成長及免疫效果提升之影響（表 1、2）。試驗分為 2 部分，試驗 1 結果顯示在吳郭魚飼料中添加不同益生菌（F1、D5）製成之海木耳發酵物對吳郭魚之飼料轉換率有顯著影響，在投餌對照組及試驗飼料（添加以 F1 益生菌發酵之海木耳）12 週後，飼料轉換率（FCR）的部分，試驗組為 1.09 ± 0.30 ，而對照組為 1.47 ± 0.20 ，即試驗組每生產 1 kg 吳郭魚需要 1.09 kg 飼料，而對照組則需要 1.47 kg 飼料，試驗組飼料轉換率優於對照組；12 週後改投餌添加以 D5 益生菌發酵之海木耳益健飼料，飼料轉換率試驗組為 1.56 ± 0.24 ，而對照組為 1.93 ± 0.18 ，即試驗組每生產 1 kg 吳郭魚需要 1.56 kg 飼料，而對照組則需要 1.93 kg 飼料，試驗組飼料轉換率優於對照組；添加海木耳藻渣發酵物亦可顯著提升吳郭魚之非特異免疫能力以及提高活存率，溶菌酶活性（Lysozyme）、超氧歧化酶濃度（SOD）及活存率等各項數據均以試驗組為最佳且顯著優於對照組；試驗 2 以本計畫添加海木耳發酵物之益健飼料投餌白蝦，結果與試驗 1 相似，於白蝦飼料中添加海木耳發酵物對白蝦之成長效果有顯著影響，且確可顯著提升非特異免疫能力。

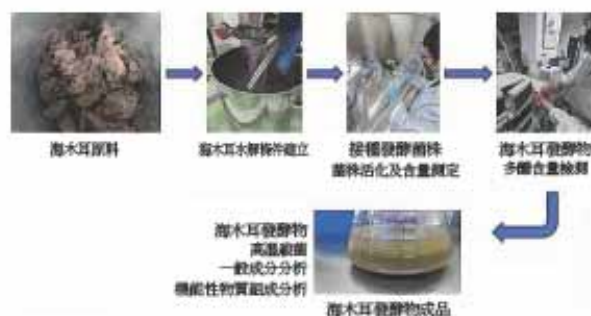


圖 1 海木耳發酵物製備過程及相關檢驗

表 1 白蝦成長效果-F1

	益健飼料組 (2 g/kg 飼料)	對照組
放養密度(ind./m ²)	166	166
初重(g)	0.028±0.002	0.028±0.002
末重(g)	17.15±0.49	13.96±0.33
飼養天數	60	55
活存率(%)	77.16	49.45
收穫量(kg/m ²)	3.42	1.78
飼料轉換率(%)	1.14±0.24*	1.62±0.19

白蝦田間實測-麗島白蝦養殖場

數值為平均數±標準差

*表示益健飼料組數值顯著優於對照組數值($p < 0.05$)

表 2 吳郭魚成長效果-F1

	益健飼料組 (2 g/kg 飼料)	對照組
放養密度(ind./m ²)	34.5	28.2
初重(g)	800	880
末重(g)	1190.5±49.01	1191.5±32.51
飼養天數	90	90
活存率(%)	100	100
收穫量(kg/m ²)	41.06	33.56
飼料轉換率(%)	1.09±0.30*	1.47±0.20

吳郭魚田間實測-立川漁場

數值為平均數±標準差

*表示益健飼料組數值顯著優於對照組數值($p < 0.05$)

八、水產生物病害及免疫技術與疫病防治檢測

國產牡蠣寄生性有害生物之監測與防治策略之探討研究

黃淑敏、洪煜翔、曾福生

水產養殖組

牡蠣為臺灣重要的經濟性貝類，為因應臺灣未來加入 CPTPP 後開放自由貿易，對臺灣國產牡蠣產業造成之衝擊，運用即時監測服務例行至國內重要牡蠣養殖產區，包含臺南市安平外海、七股潟湖、嘉義縣布袋近海、東石外傘頂洲、雲林縣口湖臺子近海、臺西五條港近海與彰化王功等地區，執行現場牡蠣養殖環境與牡蠣寄生性附生物之監測，用以協助釐清分析造成近年來國內產量降低的原因。

本計畫完成牡蠣養殖水體微生物環境、水溫及牡蠣死亡率等監測與分析，初步發現養殖牡蠣區域之微生物量受季節之影響，以 6—9 月牡蠣體內總生菌數及弧菌數受到夏季高溫之影響，高於年度之年平均值。以斯皮爾曼相關性分析，顯示高海溫與高牡蠣死亡率具有極顯著的正相關 ($r = 0.5, p = 0.007$)。同時自牡蠣監測場中進行類馬爾太蟲 (*Marteilioides chungmuensis*) PCR 檢測分析，結果顯示 PCR 檢出陽性率與牡蠣死亡率之間達到顯著的正相關 ($r = 0.45, p = 0.02$)。初步結果顯示，牡蠣之死亡率，除了高水溫外，類馬爾太蟲的感染亦可能為原因之一。

牡蠣寄生性附生物之鑑定種類與數量調查顯示：(1) 蚵岩螺 (*Reishia clavigera*) 於 2—10 月皆可檢出個體，在彰化、雲林及嘉義地區具有高盛行率分別為 1.62%、1.19% 及 0.72%，其中於雲林地區之牡蠣造成打洞之侵入率為 0.46% (圖 1)，初步建議有效處置作為，以水力沖洗牡蠣，或進行移至流水較強勁的地區 (外海) 進行養殖。(2) 綠殼菜蛤 (*Perna viridis*) 於 2—10 月皆可檢出個體，其中在雲林、彰化及嘉義地區具有較高盛行率分別為 33.30%、30.15% 及 22.68%，皆在牡蠣體外附生，未侵入牡蠣體內，屬於食物與生長空間競爭性之附生生物種類，建議後續可評估是否推廣為另一

種經濟貝種之用途。(3) 沙蠶科 (*Nereididae* sp.) 於 2—10 月皆可檢出個體，在臺南、彰化、嘉義及雲林地區具有高盛行率分別為 6.56%、3.38%、2.33% 及 1.42%，大部分在牡蠣體外附生，少數具鑽孔性，造成牡蠣內腔蚵蛇產生 (圖 2)，建議防治作法為仿照國外將牡蠣離水乾燥 1 天。(4) 以竹野近方蟹 (*Hemigrapsus takanoi*) 及小相手蟹 (*Nanosesarma minutum*) 為主要附生種類，於 2—10 月皆可檢出個體，在彰化、臺南、雲林及嘉義地區具有高盛行率分別為 6.32%、6.10%、2.33% 及 1.37%，大部分在牡蠣體外附生，但少部分個體會入侵牡蠣體內並不造成牡蠣之危害。



圖 1 蚵岩螺於牡蠣外殼上打洞(紅色箭頭)



圖 2 沙蠶個體會入侵牡蠣體內排出排遺，牡蠣將排遺進行鈣化修復，形成牡蠣內腔蚵蛇產生(紅色箭頭)

文蛤養殖安全衛生與健康管理之建立(III)

黃淑敏、洪煜翔、曾福生
水產養殖組

文蛤 (*Meretrix taiwanica*) 為臺灣重要養殖貝類之一，近年來養殖過程中常因養殖環境惡化或突然發生死亡使得產量極不穩定。本研究為長期例行監控文蛤養殖池塘水質參數、微氣候條件與池水環境之微生物量 (圖 1)，用以因應氣候變遷之挑戰，以預警式之防治減少養殖戶之損失。



圖 1 長期例行監控文蛤養殖池塘水質參數、微氣候條件與池水環境之微生物量，以預警式之防治減少養殖戶之損失

經收集與分析今年田間養殖池水溫，微氣候站及水質監測系統 2023 年夏季水溫高於 35℃ 之日天數，於永興地區測得 33 天、口湖地區測得 31 天，高溫季節皆分布於 6—9 月間，最高水溫發生於 8 月，分別於永興地區測得 36.5℃、口湖地區測得 36.2℃。2023 年池水溫度相較 2022 年之最高水溫降低 0.17—0.5℃；月均溫降低 0.09—1.84℃ 不等。微氣候資料顯示，日累積降雨量都未達到大雨等級的降雨量。

夏季高溫期間 (5—10 月)，水溫高，相對文蛤體內之弧菌數亦高，兩者之間達到高度極顯著正相關性 ($r = 0.7$ ，顯著性 $p < 0.001$)；水溫高，相對養殖文蛤發生排精卵現象亦高 (圖

2)，兩者之間達到中度顯著正相關性 ($r = 0.55$ ，顯著性 $p < 0.05$)；水溫高，相對文蛤池中藍綠藻濃度亦高，兩者之間達到低度顯著正相關性；水溫高，相對文蛤池中水質 pH 數值亦高，兩者之間達到低度顯著正相關性 ($r = 0.39$ ，顯著性 $p < 0.05$)。

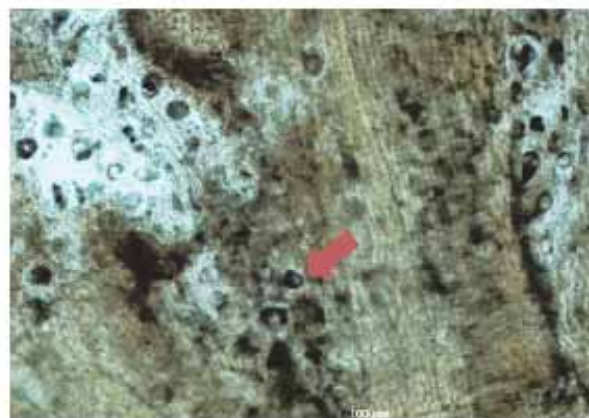


圖 2 夏季高溫中常見文蛤生理調適反應引起之排精卵現象，因濾食行為造成大量未成熟卵子卡在鰓部

文蛤養殖池水水質對微生物量與文蛤生理反應之相關性分析結果顯示，文蛤池中 H_2S 與文蛤池中弧菌數，兩者之間達到中度顯著正相關性 ($r = 0.45$ ，顯著性 $p < 0.05$)；文蛤池總氮值高與池中弧菌數，兩者之間達到中度顯著正相關性 ($r = 0.44$ ，顯著性 $p < 0.05$)；文蛤體內之弧菌數高，相對養殖文蛤發生排精卵現象亦高，兩者之間達到中度顯著正相關性 ($r = 0.54$ ，顯著性 $p < 0.05$)。分析結果顯示，文蛤池中弧菌數高，與水質參數中之 pH 值、 H_2S 數值高、藍綠藻濃度高及總氮值高有關，因此建議可從平常水質管理策略中，控制池中 pH 值、總氮值、硫化氫及藍綠藻濃度，可相對降低文蛤池中弧菌量之量，進而降低養殖文蛤發生排精卵之現象。

運用全球海洋微生物調查資料庫解析文蛤養殖環境微生物結構與功能之研究

黃慶輝、吳嘉哲
水產養殖組

在我國，文蛤作為重要的養殖貝類已有數十年的歷史。然而，每年的 3、6 和 9 月，文蛤死亡率常呈偏高情況。初步的推測認為，這可能是由於季節變換導致氣溫劇變、養殖密度過高、水質惡化或疾病等因素所致。為深入了解這些情況，本研究計畫定期採集文蛤養殖池水樣本，並嘗試運用新型的定序技術來分析水中微生物的組成，配合全球海洋微生物調查資料庫，以探討菌相變化與時間的相互關係。

本研究使用 PacBio 定序方式對文蛤養殖池水樣品進行分析，以解析其菌相組成與時間關係 (圖 1)，6 月 8 日之後厚壁菌門 (Firmicutes) 物種數量顯著增加，尤其是 *Tumebacillus soli* 及 *Neobacillus bataviensis*。同時，利用海洋生物多樣性資料和菌相功能資料，分析池水中的核酸序列，以瞭解文蛤養殖季節性損失的原因。此外，透過定序技術，本研究還將深入解

析文蛤養殖池中微生物的組成，包括物種鑑定和菌相代謝功能的預測等，完成相關分析 1 式。對於雲林文蛤養殖池的資料而言，BioENV 測試顯示，溫度、鹽度、pH 值和溶氧等多重環境因子與菌相呈現顯著相關。同時，由 FAPROTAX 菌群功能預測顯示，隨著養殖時間的推移，固氮作用細菌的比例減少，而脫氮及硝酸鹽呼吸相關的細菌比例則增加。

運用定序菌相結果進行 db-RDA 分析 (圖 2)，不同顏色的點代表不同日期的樣本群 (Group)，並以紅色代表為統計上具有顯著性影響的環境因子，箭頭長度顯示環境因子對細菌物種影響程度，箭頭間夾角可代表環境因子之間的相關性，銳角為正相關；鈍角為負相關。菌相中與環境因子有明顯相關的菌種有：(1)*Tumebacillus soli* (溫度、溶氧、亞硝酸根離子)、(2)*Neobacillus bataviensis* (pH、鹽度)、(3)*Parasynecococcus marenigrum* (磷酸根離子)、(4)*Ilumatobacter fluminis* (磷酸根離子)。

本 (112) 年度於養殖場實地進行水質樣本與採集，瞭解養殖現況，並將菌相比例消長配合環境因子分析，瞭解兩者之間的關係，探討實地養殖過程中之菌相變化。但本年度發生養殖戶後續配合度降低或是提早收成以致於樣本收集時間較短等問題，需再加強與養殖戶之聯繫瞭解養殖戶狀況，改善樣本收集效率。

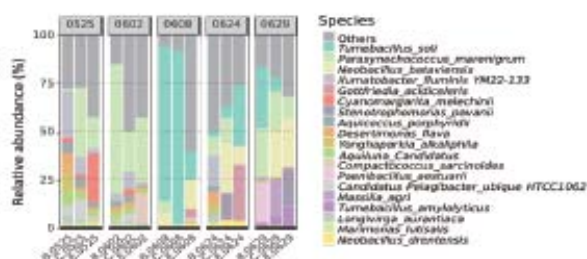


圖 1 雲林 3 文蛤池時間序列菌相分析，上方灰色空格內數字為日期，右邊為顏色所對應之細菌物種，橫軸為 3 文蛤池時間序列，縱軸為相對豐富度

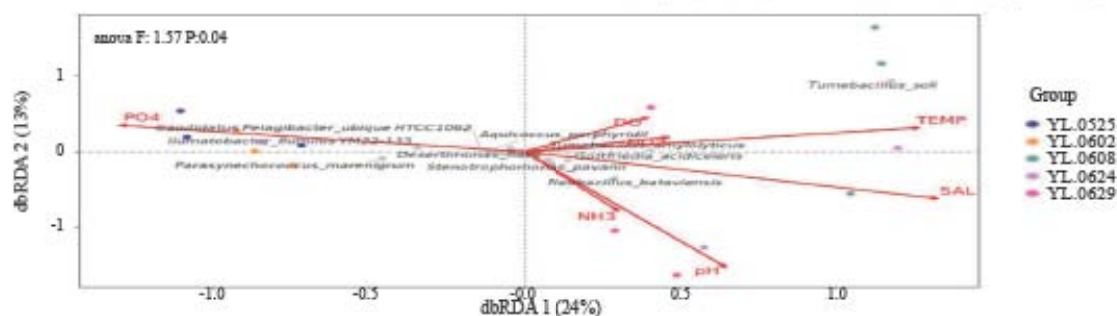


圖 2 運用定序菌相結果進行 db-RDA 分析，其為線性模型，評估組間環境因子與物種關聯，橫軸與縱軸表示不同之線性組合係數(dbRDA1 及 dbRDA2)以及解釋變異量百分比

¹淡水養殖研究中心、²水產試驗所

養殖魚類投餵水產益健飼料之細菌性病原調查

劉佩玟¹、黃美瑩²、陳建彰¹、林佳勳¹、謝豐群¹

¹淡水養殖研究中心、²水產養殖組

本計畫主要目標為驗證含有益生菌 *Bacillus pumilus* D5 之益健飼料，在環境較為複雜的民間驗證場對特定病原菌控制的效果（圖 1），2023 年吳郭魚與金目鱸驗證場共計 6 處，而本（112）年度持續監測以包覆技術產製之益健飼料中益生菌的活性，以有效維持益生菌在飼料造粒後之品質。

特定病原菌控制效果：吳郭魚驗證場，平均可減少腸道鏈球菌數 82.2%，減少腸道弧菌數 86.7%；產氣單胞菌部分，平均減少肝臟菌數 90.5%、減少脾臟菌數 97.6% 及減少腸道菌數 88.85%。金目鱸驗證場，鏈球菌部分，平均可減少肝臟菌數 98.9%，減少脾臟菌數 99.9%，減少腸道菌數 92.2%，然而 3 處中有 1 處鏈球菌反而增加約 1 個對數值；弧菌部分，平均可減少肝臟菌數 92.85%、減少脾臟 22.1% 及腸道 79.7%；產氣單胞菌部分，平均減少肝臟菌數 61.5%、減少脾臟菌數 75.8% 及減少腸道菌數 98.65%，而 3 處有 1 處平均菌數反而增加約 2 個對數值（圖 2、3）。目前試驗結果以應用在吳郭魚控制病原菌能力較佳，推測可能因為鱸魚腸道中消化酵素與吳郭魚不同所致，未來會持續追蹤。

優勢病原菌監測：吳郭魚正常魚 2—11 月間，優勢病原菌以產氣單胞菌屬為主，且以 *Aeromonas veronii* 較常分離到，其次是 *Plesiomonas shigelloides*；金目鱸正常魚 4—9 月間，優勢病原菌也以 *A. veronii* 為主。

抗生素敏感性試驗：以 10 種抗生素進行紙錠擴散試驗，驗證場的對照組與試驗組之病原菌敏感性狀況無差異，但經調查養殖業者常使用的抗生素有 Amoxicillin、Oxytetracycline、Florfenicol 及 Licomycin，在所蒐集的產氣單胞菌發現，有 100% 的菌株對 Amoxicillin 與 Licomycin 已具抵抗性；而在鏈球菌中以

Lactococcus lactis subsp. *lactis*、*Enterococcus faecalis* 和 *E. faecium* 較常分離到，*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 有 78.3% 以上菌株對 Licomycin 具抵抗性；*Enterococcus* spp. 有 53.3% 菌株對 Amoxicillin 仍具敏感性，73.3% 菌株對 Doxycycline 具敏感性，其餘抗生素多介於中間敏感與抵抗性。

益健飼料中益生菌之活性：檢測 2 家飼料廠所製益健飼料共 27 批，其所含 *B. pumilus* D5 皆可達 10^6 CFU/g，*L. mesenteroides* B4 菌數均低於檢測極限，以包覆技術添加其他 *Bacillus* spp. 菌數也可達預期菌量 10^6 CFU/g；亦完成 6 批鱸魚飼料在 50°C 儲藏條件下 1—3 個月，其活性仍可維持 10^6 CFU/g。



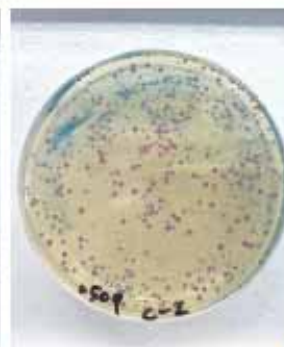
圖 1 定期至民間驗證場採樣



圖 2 實驗室內進行細菌培養



對照組



試驗組

圖 3 投餵益健飼料後腸道中鏈球菌情形

文蛤池中入侵胎貝之防治(III)

林志訓、陳蒼木、許益誠、陳燈煌、許晉榮
海水養殖研究中心

文蛤為臺灣重要之養殖物種，近年來胎貝入侵文蛤池情況嚴重，急需進行入侵胎貝的防治研究。在 2021、2022 年已進行化學和物理防治阻絕胎貝浮游苗進入文蛤養殖池，本 (112) 年度以文蛤池中混養魚、蝦、貝等生物進行生物防治。

蝦類防治以文蛤池中常見混養白蝦、草蝦、沙蝦、斑節蝦和鬚鬚蝦為實驗物種，實驗方法為將胎貝孵化後 24 小時，長成 D 型期浮游苗時，放入水族箱內，實驗組投放蝦苗 (5、10、50 隻)，對照組不放其他生物，讓蝦苗攝食胎貝浮游苗，白蝦對胎貝浮游苗可減少 99% 以上 (圖 1)，草蝦、沙蝦、斑節蝦及鬚鬚蝦實驗與對照組無顯著差異；文蛤池中如需混養蝦類，建議以白蝦為主。

針對胎貝浮游苗進入文蛤池後，研究放置附著物讓其附著，再移出文蛤池中，實驗以木頭、塑膠、飼料袋等材質，放入有胎貝 D 型期浮游苗 FRP 水桶中，附著 1 個月後，

將投入物取出，計算附著在材質上胎貝稚苗數量，並觀察不同環境位置 (上層、中層、下層，水流強、中、無) 等之附著情形。以木頭和飼料袋較好，塑膠材質效果較差；在水體上層和下層附著數量較多，水體中層略差，水流強弱影響部分以水流大和無水流附著能力較好，水流小部分略差 (圖 2)。

魚、蟹類對胎貝攝食移除試驗，在 2 噸養殖池中放入 2 cm 文蛤 100 顆，2 cm 條紋殼菜蛤 100 顆，實驗分別投放黑鯛、黃錫鯛、黃鰻鯪及鋸緣青蟹等小苗 10 隻，分別於第 1、4、10、20、30 天觀察條紋殼菜蛤減少情形，實驗期間觀察文蛤成長及活存情形。魚類部分對條紋殼菜蛤攝食率約 22—27% (圖 3 及圖 4 左)，且相對的文蛤也受到影響，鋸緣青蟹部分 (圖 4 右) 投放 1 天後條紋殼菜蛤攝食率 100%，文蛤死亡率 99%。故使用魚、蟹類進行胎貝攝食移除，建議應「謹慎使用」。

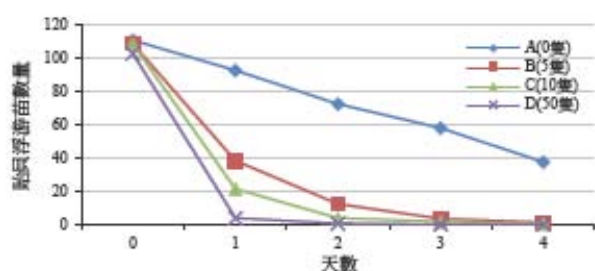


圖 1 白蝦對胎貝浮游苗攝食情形

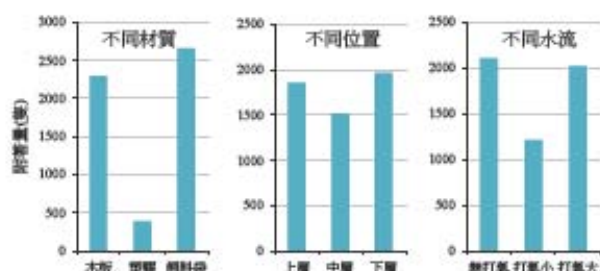


圖 2 不同材質、位置和水流強弱對胎貝浮游苗附著數量

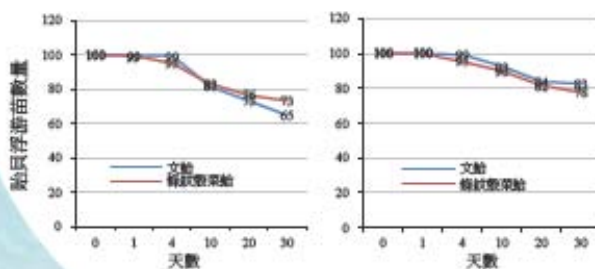


圖 3 黃鰻鯪(左)、黃錫鯛(右)對胎貝攝食情形

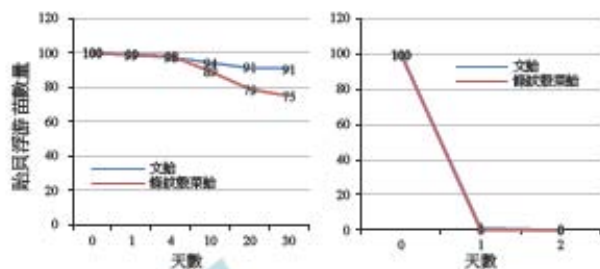


圖 4 黑鯛(左)、鋸緣青蟹(右)對胎貝攝食情形

應用益生菌強化文蛤免疫力之研究(III)

張素容、黃致中、張哲誠、許晉榮
海水養殖研究中心

文蛤 (*Meretrix* spp.) 是臺灣養殖重要物種，容易在劇烈氣候下大量死亡。許多報導都顯示文蛤養殖池添加益生菌，可增加養殖成功的機率，本研究擬以已建立文蛤免疫力因子來作為文蛤健康指標，探討施用光合菌對文蛤免疫力的影響，另監測養殖池水質的變化，協助建立文蛤健康養殖模式。

試驗所使用之光合菌的培養採用目前海水中心推廣之培養模式，採開放式露天方式培養，營養來源為魚溶漿。經分離鑑定主要的光合菌種為 1 種紫硫菌 (*Marichromatium purpuratum*) 和 2 種非紫硫菌 (*Rhodovulum marinum*、*R. sulfidophilum*)。本年度選定 2 池臺南七股龍山民間文蛤養殖池，面積為 1.1 和 1.4 公頃，水深約 30–90 cm，養殖密度為 100 萬粒/公頃。養殖模式為不使用水車、一般養殖過程不施肥。試驗實施後，2 池分別施用 (A 池) 或不施用光合菌 (B 池)，光合菌使用的頻度為每 2 週施用 1–10 ppm。

試驗採樣期間為 2023 年 1–10 月，在此試驗期間之水溫、鹽度變化分別為 15–35°C、28–40 psu。A 池和 B 池的氨氮、亞硝酸濃度分別在 0.01–0.35 mg/L、0.03–0.22 mg/L 和 0.02–0.96 mg/L、0.03–0.18 mg/L。在 4–7 月與 9 月，B 池的氨氮濃度明顯高於 A 池。

每月採集文蛤 30 顆文蛤進行免疫力分析。在血球相方面，A 池和 B 池中文蛤平均血球數範圍在 $1.49–8.63 \times 10^6$ hemocytes/ml 和 $1.42–7.11 \times 10^6$ hemocytes/ml；在進入夏季高水溫期，A 池文蛤的血球數明顯高於 B 池。A 池和 B 池四種血球 LEG、SEG、H 和 BLC 的範圍分別為 0.54–2.29% 和 0.57–5.83%、40.71–73.25% 和 39.83–69.62%、23.42–56.42% 和 27.00–51.50%、0.95–3.60% 和 1.17–2.93%。A 池文蛤的在任何季節 SEG 血

球數皆高於 B 池、LEG 和 H 則較低，BLC 無顯著差異。在細胞性免疫力的影響方面，B 池文蛤對中性紅的攝取能力高於 A 池；在 2–7 月，A 池文蛤的吞噬作用的能力明顯高於 B 池；產生活性氧離子的能力也有相同的趨勢。

對臺灣的水產養殖產業而言，文蛤的健康種苗育成或解決季節性大量死亡的對策，都是重要的課題。因此，文蛤免疫功能及季節變化、緊迫和益生菌的使用對免疫力之影響，可作為上述研究的參考。本次研究發現，每 2 週施用 1–10 ppm 光合菌，池水的氨氮較低，有改善水質的效果；而在夏天文蛤血球數、SEG 較多、吞噬作用和活性氧產生的能力亦較高。施用光合菌的養殖池中，文蛤的血球細胞之中性紅攝取低，顯示血球細胞膜較穩定。因此推測田間施用光合菌對文蛤免疫力應有正面的影響。



圖 1 光合菌養殖池與 2 種光合菌

九、水產品安全及加值技術與產業經濟研究

烏魚加工產品開發—烏魚肉乾條

郭柏昇

水產加工組

烏魚 (*Mugil cephalus*) 為我國冬季重要的漁獲物，依據 2022 年漁業統計年報資料顯示，年產量達 2,187 公噸，食用歷史悠久。在每年冬至前後的數十天，成熟的烏魚會從大陸沿岸南下洄游至臺灣西南沿海產卵，因此烏魚又被漁民稱做「信魚」。由於烏魚的經濟價值高，所以烏魚又有「烏金」之稱。然而在市面上烏魚的加工多為烏魚子，佔比高達 99%，代表消費者最常食用的烏魚加工品為烏魚子，而烏魚肉（俗稱烏魚殼）相關加工相當稀少。所以本計畫利用烏魚肉進行加工品開發（烏魚肉乾條），不僅能夠提升產品多元化，也能提升其附加價值。

首先，烏魚有魚腥味問題，導致部分消費者接受度不高。因此利用官能品評做進行探討市售產品魚腥味分數呈現（1 分為感受度最低，9 分為最高），結果顯示（圖 1）原料組成魚肉的肉乾條產品（品牌 2、3），平均分數落在 3.0 分以下，表示產品呈現的魚腥味不高。本 (112) 年度所實驗烏魚，發現官能品評分數達 5.3 分，因此降低魚腥味為加工需要注意的重點。另外烏魚收成多為 12 月產卵季前後，脂肪含量高，在加工製成後易產生油耗味問題，因此將烏魚烘烤後進行官能品評測驗，並且與市售肉乾條進行比較，結果顯示市售產品平均分數落在 3.2 分以下，但烏魚分數達 6.6 分，表示後續加工處理，油耗味須留意並改善。

為探討添加鹽、薑汁、酸等不同物質，對

去除腥味的效果。經官能品評結果得知（圖 2），在添加薑汁及酸組別，伴隨著比例提升，受試者在魚腥味、油耗味評分皆有下降的趨勢。當比例達 10%，在魚腥味或是油耗味，皆有明顯改善。因此利用薑汁或酸可做為去腥、去油耗味的方法。

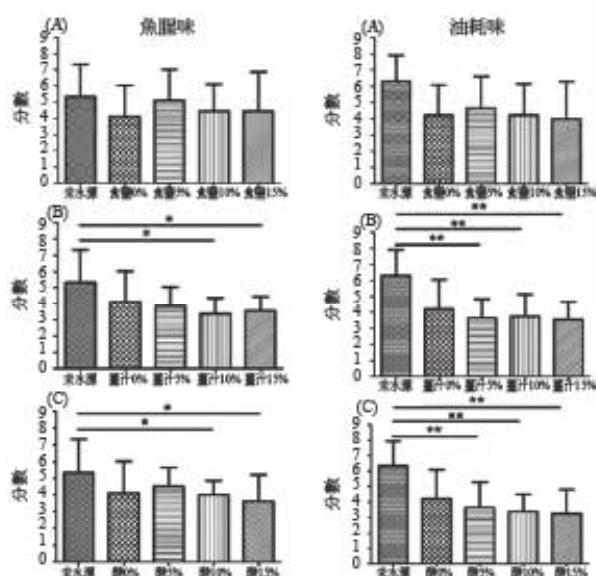


圖 2 不同組別比例對魚腥味及油耗味影響(n=9)
A：食鹽組；B：薑汁組；C：酸組

接著，將烏魚肉進行切條，並針對烘烤完整性、時間以及水活性相關進行探討。結果顯示烘烤條件以 160°C 較為合適。在烘烤成品可以發現（圖 3），烘烤後形狀完整且不易破碎，整體賣像佳，色澤也焦黃，因此適合做為後續產品開發。



圖 3 烏魚肉乾條成品

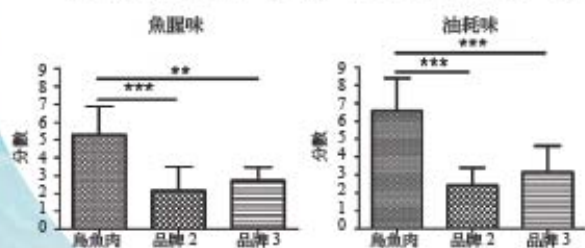


圖 1 烏魚肉與市售產品比較魚腥味及油耗味(n=7)

應用麒麟菜水解物作為保骨料源之研究

易琮凱、杜明杰、余皓偉、蔡慧君

水產加工組

鋸齒麒麟菜 (*Eucheuma serra*) 為臺灣大宗食用藻類，組成分富含多醣、蛋白質及鈣質等，文獻顯示有助於延緩骨質流失，本研究嘗試分離鋸齒麒麟菜酵素水解物中多醣與蛋白質，探討其對骨質保健的作用機轉。

在促進人類造骨細胞 (MG-63) 增生試驗中，細胞培養液分別以未添加 (control) 或添加未水解麒麟菜 (UE)、麒麟菜水解物 (EH)、水解麒麟菜蛋白質萃取物 (EP) 及其醣類萃取物 (ES) 等，分別與 MG-63 共培養，另 10 nM 骨三醇 (Calcitriol) 作為對照組，利用胸腺嘧啶的類似物溴化去氧尿苷 (BrdU) 標定細胞核酸合成的含量，來評估此等萃取物對細胞增生的影響，結果 (圖 1) 顯示添加 UE 組 (91.7%) 顯著抑制 MG-63 生長 ($p < 0.05$)，而 EH (133.0%)、EP (135.6%)、ES (130.5%) 及 Calcitriol (115.3%) 卻有促進作用，但各組間無顯著差異，表示麒麟菜水解物或水解物中所分離的蛋白質或醣類，皆能促進造骨細胞的增生作用。

在抑制噬骨細胞活性試驗中，於細胞培養期間加入分化劑 (RANKL 和 M-CSF) 來誘導 RAW 264.7 分化為成熟噬骨細胞，而成熟噬骨細胞會分泌抗酒石酸磷酸酶 (Tartrate resistant acid phosphatase, TRAP) 來水解骨基質，試驗探討麒麟菜酵素水解物各成分對 TRAP 活性之影響，結果 (圖 2) 顯示未分化之噬骨細胞 TRAP 活性為 16.3%，而分化後成熟噬骨細胞 TRAP 活性 (100%)，分別添加 UE、EH、EP、ES 或 Calcitriol 組 TRAP 活性分別為 99.7%、52.5%、53.9%、28.2% 及 35.9%，表示除 UE 組外，各組皆具顯著差異 ($p < 0.05$)，顯示麒麟菜水解物，或其蛋白質或多醣萃取物皆能有效抑制噬骨細胞轉為成熟噬骨細胞之作用，緩解骨基質中鈣磷礦化物的流失。

綜合試驗結果可知，麒麟菜酵素水解物中多醣與蛋白質皆同時具有促進造骨細胞增生與抑制噬骨細胞成熟分化之功效，可作為後續開發為骨質保健產品的參考依據。

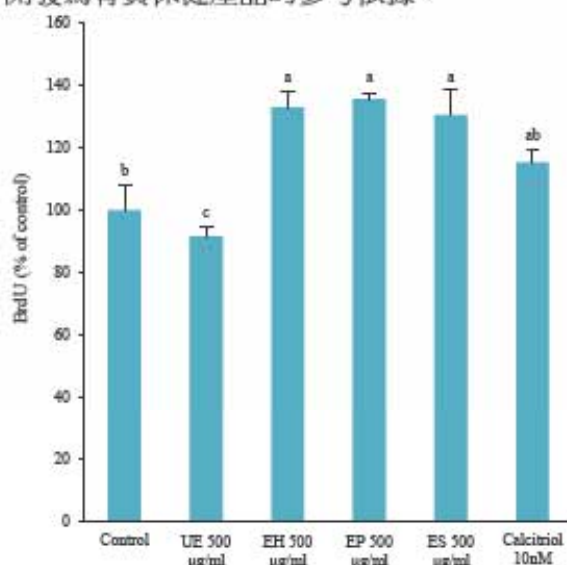


圖 1 麒麟菜對 MG63 人類造骨細胞之增殖影響

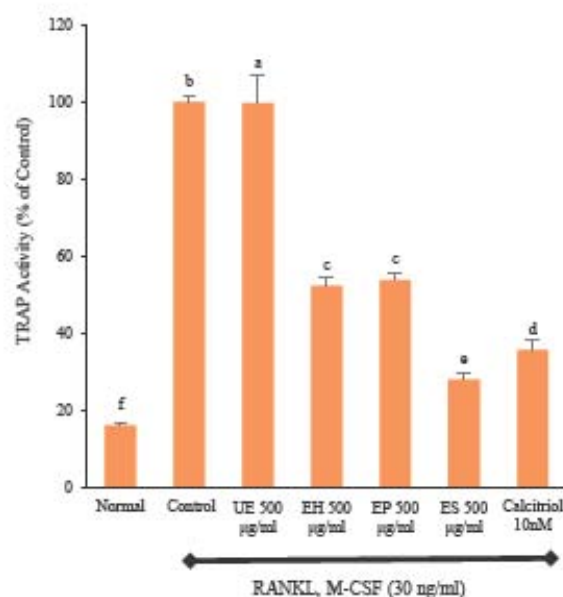


圖 2 麒麟菜對噬骨細胞 TRAP 活性影響

紅葡萄藻機能性成分作為傷口癒合素材之應用研究(III)

易琮凱¹、杜明杰¹、余皓偉¹、黃君毅²、李沛珊²、何源興²、蔡慧君¹

¹水產加工組、²東部漁業生物研究中心

紅葡萄藻 (*Botryocladia leptopoda*) 富抗氧化能力，在先前研究中發現紅葡萄藻機能性成分可加速纖維細胞遷移，具傷口修復之潛力，而表皮細胞過快的癒合速度會導致皮膚肥厚型疤痕組織生成，因此本年度探討紅葡萄藻機能性成分對抑制肥厚性疤痕生成的效用，應用於肌膚保養與傷口癒合等產品，以擴展紅葡萄藻的應用層面。

紅葡萄藻乙醇萃取物 (FE) 及紅葡萄藻渣之乙醇萃取物 (AE) 分別以劑量 250 $\mu\text{g/ml}$ 、1,000 $\mu\text{g/ml}$ 進行疤痕淡化試驗，將人類增生性纖維母細胞 (HSF) 與膠原蛋白溶液、1 ng/ml TGF- β 1 共培養，形成等面積仿生疤痕，並另以未加入 TGF- β 1 誘導疤痕增生處理作為負控制組，而添加 1 ng/ml TGF- β 誘導但未添加樣品者作為正控制組，並視其疤痕面積為 100%，另以 10 mM 市售淡疤藥物 (6-疊氮基-己酸) 作為試驗之參考對照組，結果 (圖 1) 發現試驗添加紅葡萄藻萃取物後，於 24 小時後以影像分析軟體 image J 進行疤痕面積計算，結果顯示負控制組疤痕面積為 83.36%；加入市售淡疤藥物的參考對照組疤痕面積為 68.50%，而添加 250 $\mu\text{g/ml}$ 紅葡萄藻萃取物 FE、AE 時則分別為控制組的 67.30%、71.14%，無論 FE 和 AE 同市售藥品皆具有淡化疤痕增生組織的作用。

究其原因，係因 TGF- β 1 可誘導纖維細胞過度的細胞外基質 (ECM) 沉積，而產生纖維化疤痕並觀察到肥厚組織中 α -SMA mRNA 的過度表現。因此當以 TGF- β 1 誘導 HSF 增生後，再分別加入紅葡萄藻機能性成分 FE、AE 與 1 mM 市售藥物，於 48 小時後分析對 α -SMA 表現之影響，並以未添加 TGF- β 1 組別作為負控制組，結果顯示 TGF- β 1 誘導 HSF 中 α -SMA mRNA (圖 2) 表現為控制組 1.36 倍，市售藥物為控制組 0.25 倍，而添加 250 $\mu\text{g/ml}$

紅葡萄藻萃取物時 FE、AE 時則為控制組的 0.69 倍、0.46 倍，表示其可阻礙 TGF- β 1 引發的纖維化。

綜上所述，紅葡萄藻機能成分具有阻斷人類增生性纖維母細胞纖維化之效果，並具抑制形成疤痕的潛力，在肌膚保養與傷口癒合可能皆具有開發的潛力。

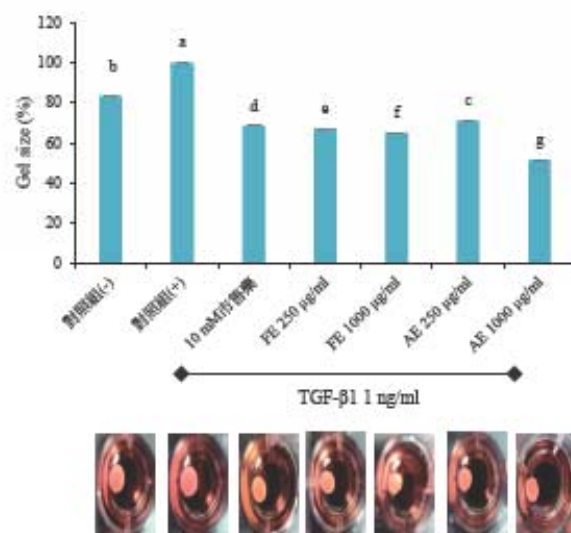


圖 1 紅葡萄藻植化素對 HSF 之收縮試驗

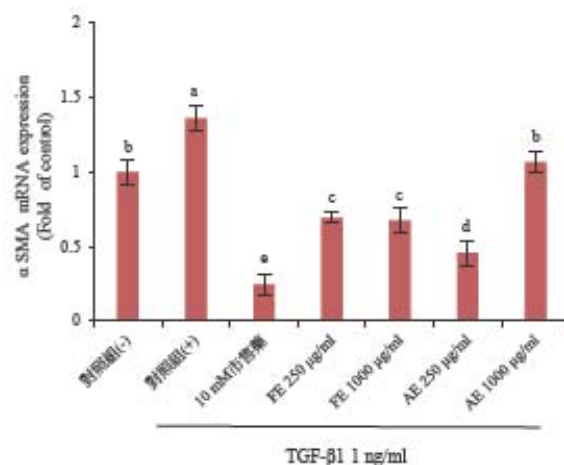


圖 2 紅葡萄藻植化素對 HSF 中 α -SMA mRNA 表現量分析

建立午仔魚架售期評估模組之研究

潘宜庭、劉漢威、蔡慧君

水產加工組

水產品貯運需搭配冷鏈以維持鮮度和品質，然目前研究仍缺乏有關冷鏈運輸下大宗養殖漁獲架售期的評估探討資料，故本研究以午仔魚 (*Eleutheronema tetradactylum*) 作為模式魚，建立架售期之評估模組。

將午仔魚樣品貯存於不同溫層 (25、15、7 及 1°C) 下，並於不同時間點取樣並檢測 pH 值、總生菌數 (total viable count, TVC)、揮發性鹽基態氮 (volatile basic nitrogen, VBN)、硫巴比妥酸價 (thiobarbituric acid value, TBARS) 及 K 值等品質指標，結果顯示樣品之品質變化 (圖 1)，TVC、VBN 及 K 值在室溫及冷藏下其數值皆隨時間延長而增加，可作為品質判定之指標，而 TBARS 及 pH 值與貯藏時間未呈現線性相關，則皆不適合作為保存期限評估指標。

利用動力學之作圖法來判斷品質指標之反應級數，結果顯示午仔魚的 TVC、VBN 及 K 值之變化，以零級動力學線性迴歸擬合度較一級和二級線性迴歸更佳。繪製阿瑞尼斯曲線圖，三種品質指標皆具有高判定係數 ($R^2 > 0.75$) (圖 2)。

將動力學相關參數與可接受限值導入保存期限方程式，建立剩餘保存期限模組，TVC、VBN 及 K 值之反應活化能為 142.61、80.76 及 87.70 (kJ/mol)，另以 25、15 及 7°C 等溫層下之 TVC 值來建立預測方程式並推估保存期限 (表 1)，其活化能為 56.81 (kJ/mol)，在 7°C 所預測之保存期限為 9.65 天較實際觀察剩餘保存天數少 19.58%，亦對應該模組係以較嚴苛條件建立，應用於冷藏下預測保存期限更具食品安全性。本研究建立架售期之評估模組可適用於冷藏貯藏或經歷離鏈後的午仔魚剩餘保存期限評估，研究成果可作為產業評估漁產品剩餘架售期之參考。

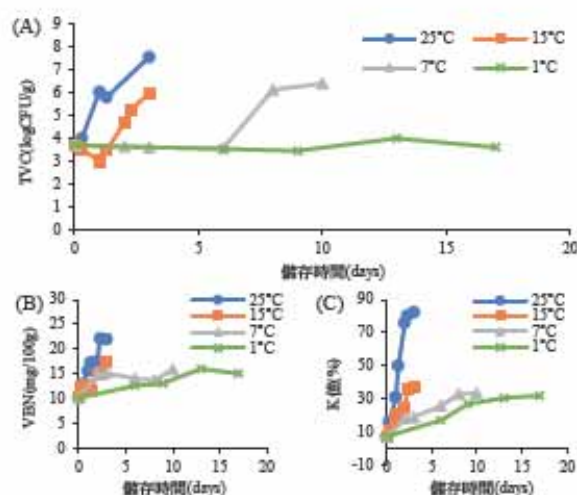


圖 1 在 25、15、7、1°C 下儲藏之午仔魚的 TVC(A)、VBN(B) 及 K 值(C) 變化

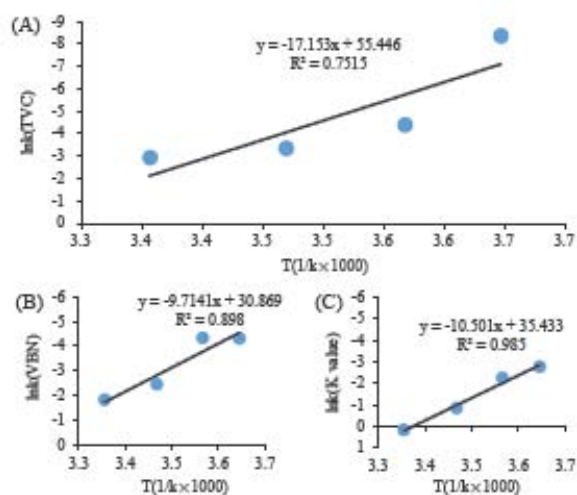


圖 2 阿瑞尼斯曲線圖

表 1 總生菌變化的數據在 7°C 下推估保存期限預測方程式

品質指標	動力學參數		溫度 (°C)	預測架售期(days)	實際架售期(days)
	指前因子 k_0	活化能 E_a (kJ/mol)			
TVC	5.47×10^8	56.81	7	9.65	12

牡蠣風味品質因子探討及分級標準之建立

高翊峰¹、周芷瑩¹、吳思儀¹、葉駿達¹、方銘志²、張麗緹²、廖玉芊²、蔡慧君¹

¹水產加工組、²國立臺灣海洋大學食品科學系

為解析國產牡蠣之特徵風味成分並據此建立分級標準，本計畫分別採樣 2023 年 1、3、5、7 及 9 月之臺灣產區牡蠣樣本，並分析其鮮度品質-揮發性鹽基態氮 (VBN)、風味前驅物質-肝醣、味覺因子-核苷酸、游離胺基酸及嗅覺因子-揮發性化合物。結果顯示所有樣品之 VBN 皆低於 25 mg/100g，顯示新鮮佳。肝醣分析結果顯示呈現季節性差異，其中以 5-7 月時肝醣含量最高 (圖 1)。

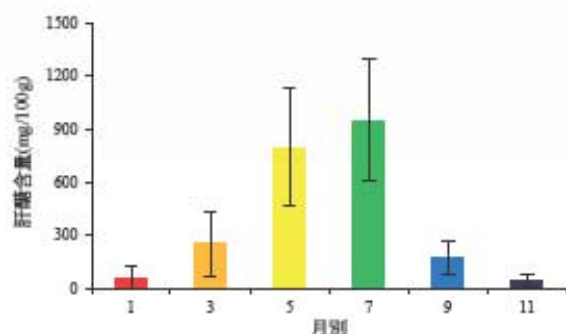


圖 1 牡蠣肝醣含量檢測結果

牡蠣中游離胺基酸以 Alanine、Glycine、Aspartic acid、Glutamic acid 含量較高，其中 Glutamic acid 換算 TAV (註：人體味覺感受閾值) 後大於 1，表示為牡蠣主要鮮味提供物質。另以 PCA 分析顯示不同產地牡蠣之胺基酸組成亦具有差異，且主要差異胺基酸亦為 Glutamic acid (圖 2)。

分析牡蠣氣味，結果顯示新鮮熟牡蠣氣味組成包含(E, Z)-2,6-Nonadienal、(Z)-4-Heptenal、Methional、2-Acetyl-1-pyrroline 及 Benzaldehyde (表 1) 等 42 種活性分子，其中為 4-Heptenal、2-Acetyl-1-pyrroline、Nonanal、1-Octen-3-ol、2-Nonenal、2,6-Nonadienal，這些關鍵氣味化合物賦予牡蠣具有海鮮香味，以及非常多的青草味、草腥味、油脂味、淡米香、蕎麥香等香氣。

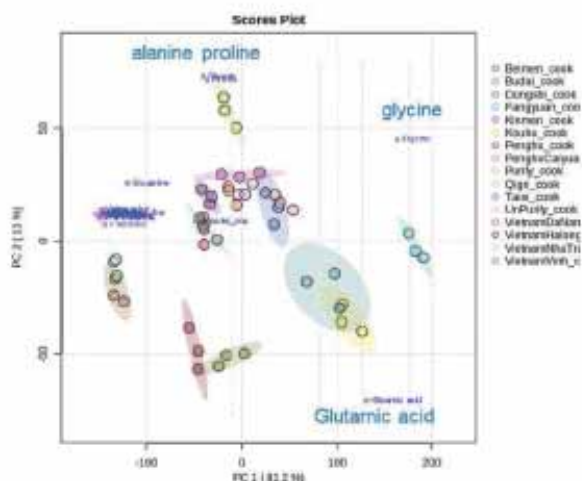


圖 2 PCA 分析不同產地牡蠣中胺基酸含量之差異

表 1 牡蠣氣味前 5 大組成

化合物分子	嗅覺描述	不同萃取法之稀釋因子		
		SPME	SPME	SPME
(E,Z)-2,6-Nonadienal	青草味	1,024	200	16
(Z)-4-Heptenal	青草味	512	200	4
Methional	熟馬鈴薯	512	200	8
2-Acetyl-1-pyrroline	爆米花	256	200	4
Benzaldehyde	杏仁蕎麥	128	2	1

透過偏最小平方迴歸分析 (PLSR) 法連結官能品評喜好度指標，得出 Alanine、Glycine、Proline、Serine、Glutamic acid、Aspartic acid、1-Octen-3-ol 及 (E)-2-Nonenal 的含量越高，對牡蠣整體的喜好度會增加，並據此訂定牡蠣風味建議指標值 (表 2)，可作為牡蠣風味分級判斷之參考依據。

表 2 牡蠣良好風味建議指標值(單位 mg/100g)

指標成分	背景值(平均值)	建議值
Alanine	71±20	91
Glycine	79±25	103
Proline	43±19	61
Serine	12±5	17
Glutamic acid	74±33	107
Aspartic acid	25±12	37
1-Octen-3-ol	1,159±273	1,432
(E)-2-Nonenal	67±21	88

藻類利用的低碳排製程之研究

張晏璋、高翊峰、何晨瑩、陳文君、吳思儀、易琮凱、蔡慧君
水產加工組

為減少氣候變遷所帶來的衝擊，許多國家提出「2050 淨零排放」的宣示與行動。雖然藻類碳匯並無相關方法學，且本土藻類資源產業鏈的整合與利用仍有待開發，但藻類於海洋碳匯仍有一定發展潛力。本計畫首先利用密閉生態缸系統建立藻類二氧化碳吸收/排放量測方法(圖1)，每次利用20 g 濕藻進行1-1.5 小時光及暗反應，觀測其二氧化碳吸收及排放速率。並以12 小時光照/黑暗估算其淨反應。



圖1 利用生態缸建立藻類CO₂量測方法

結果顯示，8 種藻類二氧化碳吸收與排放效率之淨反應(g CO₂/100g 藻/天)以紅藻較佳，前三大分別為可食龍鬚菜(-2.10)、優美石花菜(-1.97)、粉葉馬尾藻(-1.90)，而長莖葡萄蕨藻效率較差(-0.27 至 -0.37)(表1)。

本研究為建立本土養殖藻類產品碳足跡盤查之模式。結果顯示，藻類乾燥產品(石蓴

及滄苔)於實驗室乾燥製程計算碳足跡總合約0.76 kg CO₂e/23g/包(淨重及包材45 g)，大部分的碳足跡為乾燥用電(48.78%)。仿魚卵膠囊其碳足跡總和為0.12 kg CO₂e/30g/瓶，其中大約69.6% 的碳足跡來自於玻璃包裝。此外，建立利用馬尾藻與裙帶菜褐藻萃取多醣之技術，結果顯示，裙帶菜多醣萃取率為67.4% 優於馬尾藻45.6%，剩餘副產物可製成海苔醬(圖2)。本計畫建立以生態缸量測藻類碳排之實驗室型模式，可供後續海洋碳匯藻種選擇參考，另分析各項階段生產製程可能之碳排，則作為後續減碳製程開發之依據。

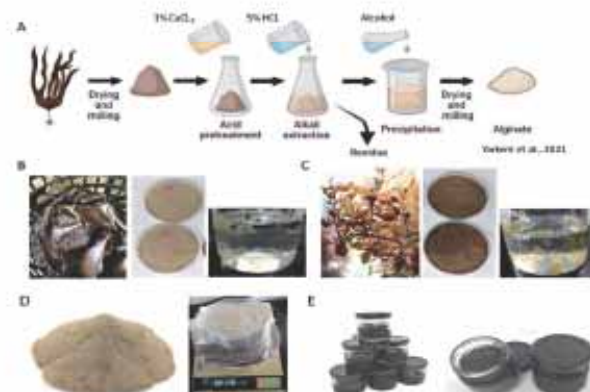


圖2 馬尾藻與裙帶菜分離海藻酸鈉多醣可行性評估
A：本研究分離方法；B：利用裙帶菜進行分離；C：利用馬尾藻進行分離；D：分離出之海藻酸鈉；E：剩餘副產物開發成海苔醬

表1 本研究利用生態缸估算出藻類之淨反應

種類	淨反應 (g CO ₂ /100g 藻/天)	平均光反應 (ppm/分/20g)	吸收 g CO ₂ /天 (12 hr 光照/100g)	平均暗反應 (ppm/分/20g)	排放 g CO ₂ /天 (12 hr 暗/100g)
可食龍鬚菜	-2.10	-24.3	-2.13	0.32	0.03
優美石花菜	-1.97	-26.7	-2.33	4.12	0.36
粉葉馬尾藻	-1.90	-25.2	-2.21	3.51	0.31
石蓴	-1.64	-22.1	-1.93	3.31	0.29
粗龍鬚菜	-1.60	-19.4	-1.70	1.09	0.10
魚棲苔	-1.18	-13.4	-1.18	-0.06	-0.01
紅葡萄藻	-1.07	-10.6	-0.93	-1.60	-0.14
長莖葡萄蕨藻(七股)	-0.37	-3.6	-0.31	-0.69	-0.06
長莖葡萄蕨藻(澎湖)	-0.27	-3.7	-0.32	0.57	0.05

國產牡蠣低溫保存及加工利用之研究

高翊峰¹、何晟瑩¹、謝昌衛²、張兆凱²、梁佩蓉²、蔡慧君¹

¹ 水產加工組、² 國立中興大學食品暨應用生物科學系

牡蠣是一種濾食性動物，本土牡蠣產區集中於彰化、雲林、嘉義及臺南等縣市之河口或沿近海域，雖受惠於河川上游營養鹽的供給及豐富的微藻供應鏈，造就肥美的國產牡蠣，然地狹人稠所產生的污染也直接或間接影響帶殼牡蠣產品的衛生安全。另一方面，國產牡蠣主要產季為 5—9 月，然牡蠣清肉市場需求多集中於年節，因此急需開發能改善凍藏牡蠣品質的冷凍技術，以調節淡季牡蠣清肉市場的需求。

針對國產帶殼牡蠣衛生安全的改善，本研究利用紫外線燈、冷卻系統及循環過濾槽組裝 60 L 的微型淨化系統 (圖 1B)，對 8.5 kg 國產單顆帶殼牡蠣 (圖 1A)，進行 0—120 小時之淨化，並探討淨化 72 小時前後，對冷藏下帶殼牡蠣保鮮期之影響。結果顯示，淨化處理前帶殼牡蠣總生菌數及腸炎弧菌，分別為 1.63×10^5 CFU/g 及 $> 1,100$ MPN/g，大腸桿菌群、大腸桿菌及沙門氏菌則皆為陰性，淨化處理 96 小

時後有助於減少帶殼牡蠣總生菌數及腸炎弧菌數。進一步於 4°C 儲藏實驗中發現，淨化 72 小時之帶殼牡蠣相較於未淨化組，冷藏期限可由 12.3 天延長至 33.4 天，並符合公告冷凍鮮魚介類限量標準，顯示淨化有助於延長帶殼牡蠣的冷藏架售期。

在牡蠣清肉冷凍技術的改良上，配合冷凍製程，本研究導入天然抗凍劑的預處理技術，分析不同預處理條件下凍藏 0—9 個月後牡蠣的品質。結果顯示，牡蠣清肉凍藏前先以天然抗凍劑預處理，可縮短凍結時通過最大冰晶生成帶之時間，同時改善凍藏 0—9 個月後之解凍損耗；提升牡蠣清肉保水力；降低脂質氧化並維持牡蠣口感、質地及色澤。

上述結果顯示，淨化處理國產帶殼牡蠣能延長冷藏之架售期，而牡蠣清肉冷凍前先以天然抗凍劑預處理，則可提升凍藏後牡蠣清肉的品質，創造國產牡蠣之獲利空間。



圖 1 建立一微型淨化系統，進行牡蠣衛生安全之確效 (A：國產單顆帶殼牡蠣；B：組裝之微型淨化系統)



圖 2 淨化後之半殼國產牡蠣產品

石斑魚加工剩餘物為保健品之利用研究

高翊峰¹、陳奕鳴²、蔡宗佑²、林怡玲³、陳億乘³、蔡慧君¹

¹水產加工組、²輔仁大學食品科學系、³國立臺灣大學動物科學技術學系

石斑魚為我國大宗養殖漁獲物，然伴隨新冠肺炎疫情肆虐以及外銷中國市場受阻，嚴重衝擊國內石斑魚產業供應鏈，面對供銷以活魚型態為主的中國市場，業者紛紛先以延養因應，並配合政策另拓銷美、澳、日、韓等地。然，為供應符合不同海外市場需求之魚排規格，大量加工後的魚頭、中骨亟待能有效加值利用。

本研究分別利用石斑魚頭開發調節血脂與心血管保護功效之水解胜肽 (Grouper Head-Hydrolysates, GHHs) 及利用石斑魚骨開發強化肌力之支鏈胺基酸水解液 (Grouper Bone-Branched Chain Amino Acid, GH-BCAA)。在 GHHs 製程開發上，以商用蛋白水解酵素，反應溫度 50°C 下水解 2 小時，為較適條件，產率為 12.64%，以先導型工廠 (30 公升級) 生產 GHHs，在生化試驗中顯示具提升抗氧化能力 ($p < 0.05$)，添加濃度 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上 GHHs 能抑制約 37% 胰脂解酶活性，並能結合 60% 以上的膽酸，顯示 GHHs 能偕同抗氧化壓力、調節三酸甘油酯分解與抑制膽固醇

吸收之功效。

在石斑魚骨的利用上，以高效液相層析分析 GH-BCAA 水解液中白胺酸 (Leu)、異白胺酸 (Ile) 和纈胺酸 (Val) 等支鏈胺基酸含量分別為 $603 \pm 57 \mu\text{g}/\text{ml}$ 、 $260 \pm 26 \mu\text{g}/\text{ml}$ 和 $644 \pm 64 \mu\text{g}/\text{ml}$ ；取低、中、高劑量及對照組小鼠進行肌耐力動物試驗。結果顯示，小鼠前支抓力明顯由對照組的 $122.7 \pm 11.7 \text{ g}$ 提升至中劑量組的 $148.0 \pm 6.9 \text{ g}$ 及高劑量組的 $176.3 \pm 8.5 \text{ g}$ ，分析實驗老鼠肌肉代謝相關血液生化指標，顯示餵食低、中、高劑量 GH-BCAA，可顯著調降血液中乳酸 (Lactate)、血氨 (Ammonia) 及肌酸激酶 (Creatine kinase) 含量 ($p < 0.05$)，並且對血醣濃度無顯著性影響，GH-BCAA 配方經產品試製打樣後，已於輔仁新創商業股份有限公司實體、網路上架展售 (圖 1)。

石斑魚頭及魚骨是加工取魚片後的剩餘資材，藉由本研究建立石斑魚機能性胜肽先導工廠量產技術及支鏈胺基酸保健產品開發，不僅能妥處加工後的剩餘資源，更為國產石斑魚多元加值與利用注入新的藍海商機。



圖 1 石斑魚加工剩餘物為保健品之利用研究

低耗能新穎冷凍技術對漁獲保鮮品質之研究

林禹承¹、王上達²、吳亭潔²

¹水產加工組、²國立臺灣海洋大學

近年來，臺灣的大宗養殖漁業，尤其是石斑魚和午仔魚，面臨了非關稅性障礙的困擾，導致傳統仰賴活魚出口的養殖漁業受到嚴重影響，在無法立即進行活魚出口的情況下，必須考慮以冷凍加工來延長魚體的保存期，但傳統冷凍加工耗時長、耗能多且冷凍產品品質差，考量以上情形，本研究導入高壓靜電場及脈衝電場輔助傳統冷凍，以改善水產品品質。研究利用分以 2.5、3.5、4.5 kV/cm 的脈衝電場及高壓靜電場來輔助傳統冷凍時，其中 2.5 kV/cm 和 3.5 kV/cm 的組別能夠顯著縮短龍虎斑魚肉冷凍至 -5°C 所需時間，相較於傳統冷凍法，經脈衝電場與高壓靜電場輔助後，最高可分別縮短 15.67 及 10.08% 的冷凍時間 (表 1)。

表 1 龍虎斑魚肉冷凍至 -5°C 所需時間相較於傳統冷凍所縮短之百分比

電壓大小 (kV/cm)	高壓靜電場	脈衝電場
對照組	100%	100%
2.5	-7.75%	-14.38%
3.5	-10.08%	-15.67%
4.5	+1.55%	+32.68%

冷凍魚片經組織切片後，發現 3.5 kV/cm 電場冷凍下處理相較對照組有較小的冰晶 (圖 1)。同時脈衝電場或靜電場所輔助冷凍之樣品亦具有顯著較少的滴液損失及蒸煮損失，顯示其對細胞破壞性較低，另電場處理並未促使脂質氧化指標 (硫巴比妥酸, TBARS) 產生變化。

最終將電場輔助冷凍之魚肉進行質地分析，結果顯示，無論是脈衝電場或高壓靜電場處理組，其烹煮後魚肉質地則接近鮮魚，經感官品評分析後，則發現經 2.5 kV/cm 的脈衝電場處理便能發現較高的龍虎斑魚肉整體接受

性 (圖 2)，表示具較佳風味。

綜上結果顯示，本研究建立之電場及參數，可有效提升冷凍水產品品質，且不影響脂質氧化，並可提升感官之風味品質。

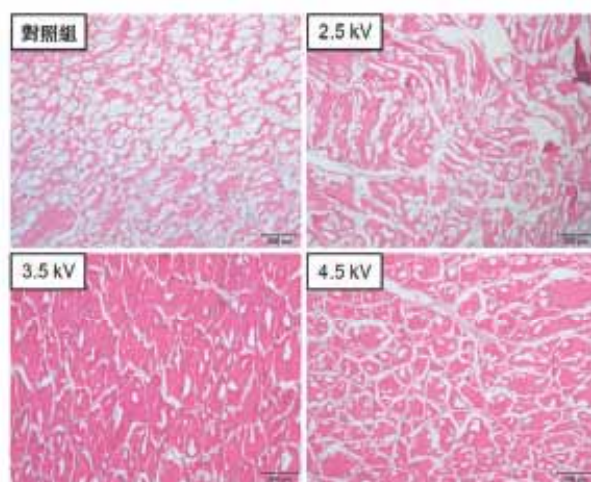


圖 1 電場輔助冷凍龍虎斑魚肉之組織切片

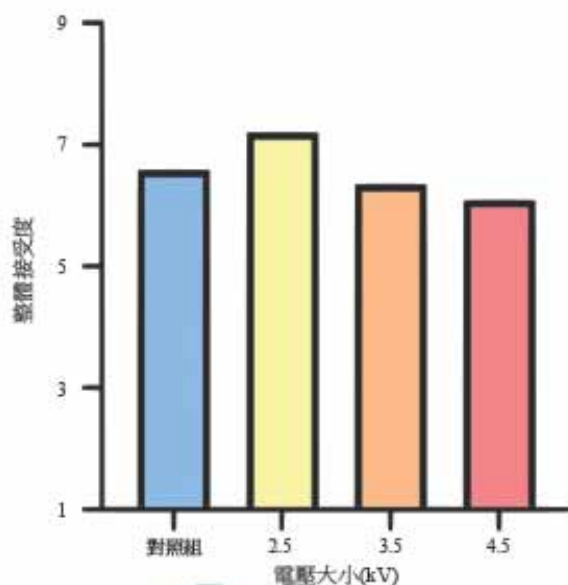


圖 2 脈衝電場輔助冷凍龍虎斑魚肉感官品評

水產調味煮製品之研發

林禹承¹、杜中菁¹、陳冠文²¹水產加工組、²國立臺灣海洋大學食品科學系

捕撈漁業與養殖漁業對我國民生經濟做出許多貢獻，近年食品業開始關注永續發展趨勢，而最重要的即為減少食物浪費，綜合市場及產業現況，本研究針對午仔魚次級品及四破魚小體型魚等非市售體型魚，研發全魚可食之即食產品，以減少加工副產物產生。本計畫結合不同的欄柵技術（調整水活性與高溫高壓加熱），開發方便食用的即食產品，以拓展午仔魚及四破魚的通路銷售，並希冀提升消費者多元選擇而增加食魚量。

採用鰓蓋脫落或脊椎側彎之午仔魚次級品，探討不同加熱條件處理（I、II、III）對午仔魚骨之影響，質地分析結果顯示，I、II組之硬度由加熱前之 259.31 N/cm^2 下降至 $34-48 \text{ N/cm}^2$ （表 1），其魚骨質地符合「銀髮友善食品」對容易咀嚼食品之規定（ $< 50 \text{ N/cm}^2$ ）。

表 1 殺菌對午仔魚魚骨質地之影響

殺菌條件	硬度 hardness (N)	內聚性 cohesiveness	咀嚼度 chewiness (N×s)
未殺菌	259.31	-	-
I	48.36 ± 6.70^a	0.24 ± 0.03^b	6.28 ± 2.36^a
II	34.35 ± 4.53^a	0.19 ± 0.01^a	6.42 ± 0.55^a
III	68.24 ± 6.21^b	0.30 ± 0.04^c	13.96 ± 5.47^b

a、b 平均值 $\pm$ SD同一列中不同字母的數值差異顯著 ($p < 0.05$)

四破魚經三清後進行定型處理，可使終產品具有完整之型態，再經過佃煮及加熱處理後，發現其硬度由未殺菌生鮮組之 64.4 N/cm^2 下降至 6.10 N/cm^2 （表 2），其魚骨質地亦符合銀髮友善食品之規範。

建立魚骨軟化加工條件後，利用欄柵技術分別開發為佃煮午仔魚及甘露煮四破魚兩項產品（圖 1），其中午仔魚採用輪切來解決次級品賣相不佳之問題，而四破魚則經定型處理來

改善其易碎的特性，以保持體型完整。本次開發之甘露煮四破魚及佃煮午仔魚成本分別為 0.31 元/g 及 0.28 元/g （表 3），而一同品評之市售競品定價分別為 0.93 元/g 及 1.11 元/g ，顯示本研究開發之產品具有市場競爭性。

表 2 殺菌對四破魚魚骨質地之影響

殺菌條件	硬度 hardness (N)	內聚性 cohesiveness	咀嚼度 chewiness (N×s)
未殺菌-生鮮	64 ± 0.48^a	0.61 ± 0.06^a	31.9 ± 2.92^a
殺菌-生鮮	31.1 ± 3.33^b	0.49 ± 0.02^a	11.7 ± 1.03^b
未殺菌-佃煮	28.7 ± 0.73^c	0.51 ± 0.01^a	11.5 ± 0.62^b
殺菌-佃煮	6.10 ± 0.93^d	0.19 ± 0.01^b	0.42 ± 0.05^c

a、b 平均值 $\pm$ SD ($n = 5$)同一列中不同字母的數值差異顯著 ($p < 0.05$)

圖 1 佃煮午仔魚(左)及甘露煮四破魚(右)

表 3 產品成本分析

品名	佃煮午仔魚	甘露煮四破魚
型態	包裝/真空包裝/ 開封即食	包裝/真空包裝/ 開封即食
價格	\$ 50.7/180g	\$ 31/100g
價格比較	\$ 0.28/g	\$ 0.31/g
保存方式	常溫	常溫

綜上結果顯示，本研究利用規格外或次級品之魚貨，研發全魚可食且可常溫流通的調理食品，不僅可減少水產資源的浪費，其開發之製程亦可供業者參考。

帶骨水產調理食品之研發

陳威宇、蔡慧君

水產加工組

由 2021 年漁業年報得知，國內漁獲總量達 97.6 萬公噸，加工利用約 30%，其中魚骨佔魚體重 10–15%，推估一年可產生 2.9–4.4 萬公噸加工剩餘物。魚骨在加工過程不僅不易完全去除，直接丟棄更易導致環境污染與浪費。研究顯示魚骨主要由水分、無機質與有機質(膠原蛋白) 組成。本研究以不同的軟化條件結合熱處理帶骨魚肉，同時提高有機質與無機質溶解度以改善魚骨硬度，並建立標準製程來研發帶骨水產調理新品(圖 1)，不僅解決生鮮漁獲供應市場過於集中之問題，同時提高水產品利用率。

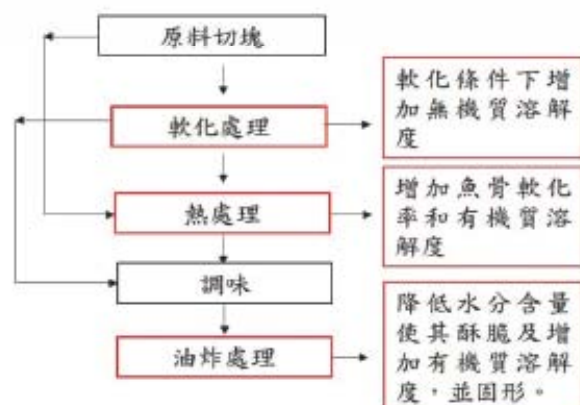


圖 1 帶骨魚塊開發流程

將帶骨石斑魚及白帶魚分別經軟化處理(對照組)；熱處理(A 組)；及軟化結合不同熱處理時間(B-H 組)之各組別分析骨硬度，結果如表 1 所示，石斑魚與白帶魚兩者起始硬度相差 7 倍以上，其中石斑魚經 F 條件處理後其魚骨硬度由 > 343 降至 22.64 ± 3.50 N；而白帶魚以 B 條件處理後其魚骨硬度由 55.19 ± 0.04 降至 8.47 ± 0.06 N，顯示藉由軟化結合熱處理可達到加乘之效果，且顯著降低魚骨硬度。

採軟化及熱處理之帶骨白帶魚和石斑魚再油炸，因魚肉蛋白發生變性，溶出魚皮及魚

骨中的膠原蛋白，並使魚肉水分散失導致兩組產品(圖 2)之得率為 65 及 58%。

由本研究製成之帶骨水產調理食品與清肉相比不僅能有效提高 5–70 倍鈣含量及增加 50% 水產利用率，同時能降低 35–70% 處理成本(表 2)，故以軟化結合熱處理之加工方式來開發新型態的帶骨水產調理食品，可提供業者降低水產剩餘物之利用方式，並提供消費大眾食用水產加工品的新選擇。

表 1 軟化結合熱處理對魚骨硬度之影響

石斑魚骨硬度(N)		白帶魚骨硬度(N)	
對照組	> 343	對照組	55.19 ± 0.04^a
A	160.22 ± 22.51^a	A	18.22 ± 1.58^b
B	99.51 ± 9.61^b	B	8.47 ± 0.06^c
C	72.55 ± 8.37^c	G	9.20 ± 0.26^c
D	54.74 ± 8.62^c	H	9.60 ± 0.25^c
E	30.21 ± 5.18^d		
F	22.64 ± 3.50^d		



圖 2 帶骨水產調理食品(左)石斑魚；(右)白帶魚

表 2 帶骨水產調理食品效益評估

	鈣含量 (mg/100g)	成本 (元/kg)	利用 (%)
石斑魚清肉	11	800	46
帶骨石斑魚塊	776	522	78
白帶魚清肉	5	463	55
帶骨白帶魚	25	120	84

邊角肉開發水產加工品之品質研究

王庭玫、高堂穎、陳文君、蔡慧君

水產加工組

近年國內養殖石斑魚多以活魚形式外銷，或以急速冷凍鮮魚、冷凍切片等未經調理狀態出售，加工製品種類不多，且石斑魚加工所產生的剩餘物，約佔全魚之 40—60%，為有效提升其利用率及附加價值，本研究利用石斑魚加工剩餘物（邊角肉）為原料，導入重組技術與膨發技術開發中度水活性食品（intermediate moisture food, IMF）及膨發食品（puffed food）等即食休閒食品，並藉由降低產品的水活性而達到延長保存期限的效果。

使用 a-e 組黏合劑配方試製重組魚肉（圖 1），結果顯示重組魚肉之硬度（hardness）為 39.8—52.7 g，彈性（springiness）為 0.93—0.97，內聚性（cohesiveness）為 0.39—0.55，其中使用 b-e 組黏合劑具有較高之內聚性與彈性，而在經蒸煮後 a 組（未添加黏著劑）之重組魚肉結構鬆散易碎，至於 c、d、e 組黏著劑之重組魚肉結構較綿密，不易碎開，此顯示添加黏著劑有助於魚肉間發生交聯反應以提升其內聚力，且具有較佳之魚肉品質。另以 a、c、e 組黏著劑配方，經低溫膠化、中溫熟成、高溫烘烤等加工後製成厚片重組魚肉乾（圖 2），其水分含量為 13.00—15.63%，水活性為 0.66—0.74，屬於中度水活性食品。在儲藏試驗中，以真空包裝於 25°C 下儲藏 6 個月期間，重組魚肉乾之總生菌數皆 < 100 CFU/g，而金黃色葡萄球菌、沙門氏菌皆未檢出，且魚肉乾之水分含量皆 < 25%、水活性皆 < 0.80，亦符合「優良畜禽產品驗證基準」對肉乾之規定。另官能品評結果則顯示以 e 組重組魚肉乾之整體接受度為最佳（6.5 分）。

另將石斑魚邊角肉透過乾燥處理後取出以直火拌炒至鬆散製成石斑魚粉。以添加 a%（低比例）、b%（高比例）之石斑魚粉，分別與糯米與玉米碎依特定比例混合後，透過擠壓機

製成膨發魚餅（圖 3），結果顯示使用 a% 之石斑魚粉配方可成功製成口感酥脆之片狀、管狀膨發魚餅，其水分含量為 4.25—4.70%，水活性為 0.17—0.33，屬於低水活性食品。在儲藏試驗中，以真空或充氮包裝後可於 25°C 下儲藏至少 6 個月，此外與原味膨發餅相比可提升 6.09% 蛋白質、3.51% 脂肪含量並經官能品評結果顯示，膨發魚餅之整體接受度佳（6.5 分）。



圖 1 使用 a-e 組黏著劑之重組魚肉成型情形



圖 2 使用 a、c、e 組黏著劑所製成之重組石斑魚肉乾



圖 3 片狀膨發魚餅(左)、管狀膨發魚餅(右)

友善銀髮石斑魚豆腐產品開發

邱韻霖、廖紫嫣、林慧秋、許雅筑、陳穎茶、謝恆毅
澎湖漁業生物研究中心

農業部統計，2021 年臺灣石斑魚年產量約 1 萬 7 千公噸，但石斑魚因外銷受阻，導致內滯量過剩影響漁民生計；經國發會預估臺灣將於 2025 年即將邁入超高齡社會，且 65 歲以上長者中 12.8% 有吞嚥困難，34% 有肌少症問題。而魚肉為優質蛋白質來源，故藉由加工技術進行質地修飾，開發友善銀髮產品，透過龍虎斑的利用來增加產品應用及內銷需求，以減少石斑魚銷售問題。

為有效利用食材，以龍虎斑進行取肉率分析，其取肉率於 31—35% 間，且不會因體型及養殖方式而有差異，而為減少養殖成本及風險，建議加工利用以市售體型 1—2 kg 作為開發對象。

石斑魚豆腐（圖 1）開發，藉由均質化技術使魚肉溶於豆漿中，並以不同配比研製，經分析各組粗蛋白質含量為市售嫩豆腐的 2 倍，介於 9.51—11.40% 間，且營養密度提升 28%（表 1），且為符合現行臺灣飲食製備指引草案分級標準，經質構分析除 C 組外均符合第四級「不須咬細泥食」級別（圖 2），並考量高齡組群蛋白質需求性，以 D 組別作為官能品評的配方。



圖 1 石斑魚豆腐

表 1 石斑魚豆腐不同配方成分分析

組別	水分	灰分	粗蛋白質	粗脂肪	碳水化合物
A	82.79±0.20 ^a	0.97±0.07 ^a	9.51±0.12 ^c	4.13±0.37 ^a	2.60±0.51 ^a
B	84.91±0.33 ^a	0.86±0.10 ^a	9.27±0.08 ^c	3.29±0.07 ^b	1.66±0.30 ^{ab}
C	82.69±0.25 ^b	0.93±0.08 ^a	11.40±0.10 ^a	3.87±0.42 ^{ab}	1.10±0.10 ^{ab}
D	85.03±0.17 ^a	0.77±0.11 ^a	10.18±0.12 ^b	3.65±0.26 ^{ab}	0.43±0.29 ^c
市售嫩豆腐	89.8	0.6	4.9	3.0	1.6
市售雞蛋豆腐	84.6	1.2	6.9	4.6	2.7

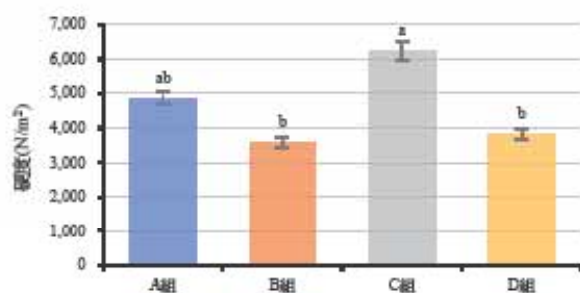


圖 2 不同配比石斑魚豆腐質構分析

不同年齡層對食物的喜好性有所差異，且長者們的攝食量與家庭共餐與否具有相對關連性，故將官能品評分成 31—40、41—50、51—65 及 65 歲以上 4 個年齡級距，以了解不同年齡組成家庭的接受度，並以 9 分制嗜好性評分法進行分析，其結果顯示喜好度會隨年齡層的增加而有上升的趨勢，且在 65 歲以上組群均給予 8 分以上的肯定（圖 3），顯示本產品的開發除能增加長者們的營養需求外，亦可提供他們享受飲食的樂趣及家庭共餐新選擇。

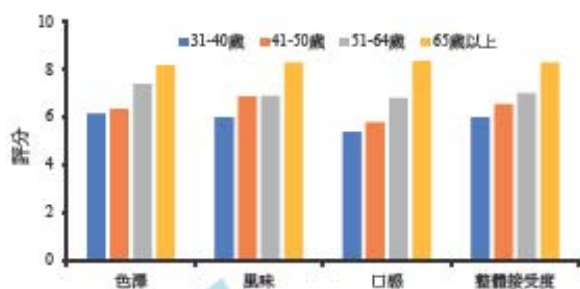


圖 3 石斑魚豆腐官能品評

澎湖紫菜加工食品開發

林慧秋、邱韻霖、廖紫嬌、許雅筑、陳穎茶、謝恆毅
澎湖漁業生物研究中心

壇紫菜 (*Neoporphyra haitanensis*) 舊稱長葉紫菜 (*Porphyra dentate*)，為可食性紅藻，含豐富蛋白質、多醣及許多營養成分，具有免疫及抗氧化等生理活性。本中心進行澎湖紫菜成分分析，樣品計有 7 組：講美養殖 1 期及 2 期，白坑養殖 1 期及 2 期，花嶼及姑婆嶼野生紫菜及進口養殖紫菜，結果顯示粗蛋白含量以講美 1 期 31.54 ± 0.17 g/100g 紫菜為最高，其次為進口養殖紫菜；粗脂肪含量以講美 1 期 0.48 ± 0.03 g/100g 紫菜為最高，其次是進口養殖、白坑養殖 2 期及姑婆野生紫菜 (表 1)。紫菜膳食纖維含量高低依序為白坑 2 期 > 姑婆嶼野生 > 講美 2 期 > 進口養殖 > 講美 1 期 > 花嶼野生 > 白坑 1 期。紫菜脂肪酸相對含量分析結果顯示亞麻油酸只有講美 1、2 期及白坑 1 期養殖紫菜有，且以白坑 1 期 11.81% 含量較

高。花生四烯酸含量以白坑 2 期 15.34% 含量最高，全部紫菜樣品皆含有高含量 EPA，其中姑婆及花嶼野生紫菜 EPA 含量 45.57 及 43.42 % 最高。

各項游離胺基酸含量高低依序為講美 1 期 1,932 > 花嶼 1,712 > 姑婆 1,532 > 白坑 1 期 1,334 > 講美 2 期 795 > 白坑 2 期 773 > 進口 128 mg/100g。紫菜鈣含量普遍都很高，其中以講美 2 期 6,140 mg/kg 為最高，鐵含量以花嶼 696 mg/kg 為最高。澎湖是臺灣地區紫菜的產量與產值均居最大的地區，因此本研究利用紫菜機能性物質開發 3 種紫菜產品，分別是減鹽紫菜醬、紫菜燕麥千層棒休閒食品及紫菜鮮味調味粉 (圖 1)，經過官能品評結果反應頗佳，希望能開發紫菜產品更優質及精緻化，促進產業持續發展。

表 1 紫菜一般成分分析(g/100g)

	水分	灰分	粗蛋白質	粗脂肪	碳水化合物
講美養殖 1	5.87 ± 0.02^c	9.10 ± 0.10^a	31.54 ± 0.17^a	0.48 ± 0.03^a	53.00 ± 0.35^f
講美養殖 2	5.53 ± 0.02^d	7.62 ± 0.14^c	22.31 ± 0.07^b	0.37 ± 0.13^{ab}	64.16 ± 0.24^c
白坑養殖 1	8.97 ± 0.01^a	6.78 ± 0.08^b	21.86 ± 0.05^f	0.22 ± 0.03^c	62.17 ± 0.15^d
白坑養殖 2	4.69 ± 0.14^e	6.30 ± 0.07^f	22.26 ± 0.04^b	0.25 ± 0.05^{bc}	66.51 ± 0.11^a
花嶼野生	7.89 ± 0.18^f	7.33 ± 0.32^b	24.78 ± 0.07^d	0.27 ± 0.03^c	59.73 ± 0.12^b
姑婆野生	3.15 ± 0.12^b	8.62 ± 0.09^d	22.73 ± 0.04^c	0.22 ± 0.03^{bc}	65.28 ± 0.07^a
進口養殖	8.93 ± 0.04^a	8.62 ± 0.09^b	29.71 ± 0.01^b	0.35 ± 0.10^b	52.38 ± 0.08^g



圖 1 利用紫菜機能性物質開發 A：減鹽紫菜醬、B：紫菜鮮味調味粉、C：紫菜燕麥千層棒休閒食品等 3 種紫菜產品

長松藻酵素水解活性成分及其應用

林慧秋、邱韻霖、廖紫嫻、許雅筑、陳穎茶、謝恆毅
澎湖漁業生物研究中心

長松藻 (*Codium cylindricum*) 為常見松藻屬綠藻，文獻指出長松藻具有抑制肥胖，炎症和血管生成的作用。本年度計畫測定長松藻抗肥胖細胞試驗，利用 3T3-L1 細胞以不同樣品長莖葡萄蕨藻水萃取 (CLW)、長松藻水萃取 (CCW)、長松藻 V 酵素水解 (CCV) 和對照組 (市售褐藻糖膠產品) 處理後測定脂肪生成標誌物，包含 C/EBP- β 、C/EBP- α 、PPAR- γ 、FAS

及 AP2。結果顯示通過 Real-time PCR 處理 24 小時確定的脂肪生成標誌物 CCW 中 C/EBP- β 、C/EBP- α 及 AP2 之 CT 值 (Cycle Threshold Value) 優於對照組，在處理 48 小時後，CCW 在 C/EBP- β 較其他組具有較低的脂肪生成標誌物，顯示 CCW 具有較佳的脂肪抑制生成效果。綜合結果顯示，長松藻水萃取具有開發作為脂肪抑制生成之保健產品潛力。

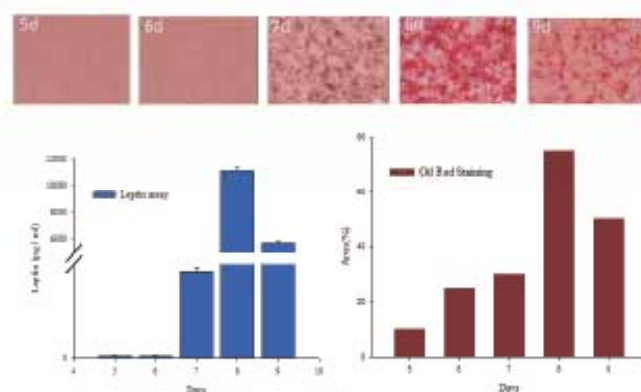


圖 1 培養 3T3-L1 細胞並添加 MDI 培養基以誘導分化。收集脂肪細胞並評估用於後續測定。採用瘦素和油紅染色監測分化率及使用 MDI 誘導分化和處理的 3T3-L1 前脂肪細胞的油紅染色(5-9d, d 代表天數)

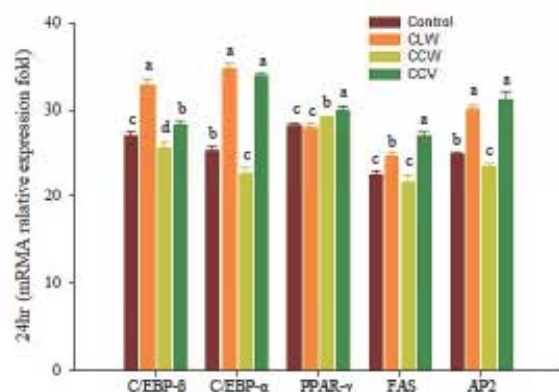


圖 2 通過 Real-time PCR 處理 24 小時後用所示的不同樣品中脂肪生成標誌物。3T3-L1 細胞中的分子分化標誌物(包括 C/EBP- β 、C/EBP- α 、PPAR- γ 、FAS、AP2)

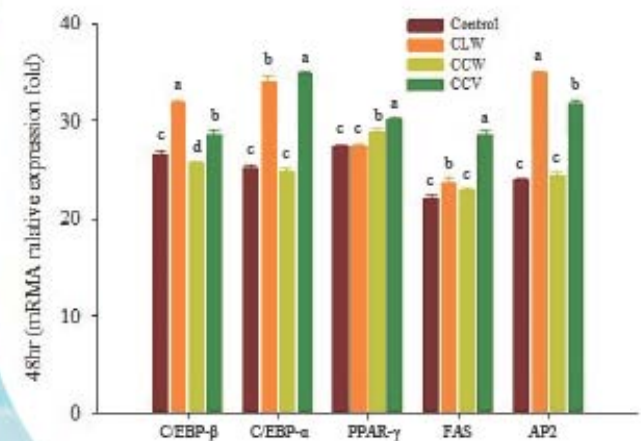


圖 3 通過 Real-time PCR 處理 48 小時後用所示的不同樣品中脂肪生成標誌物

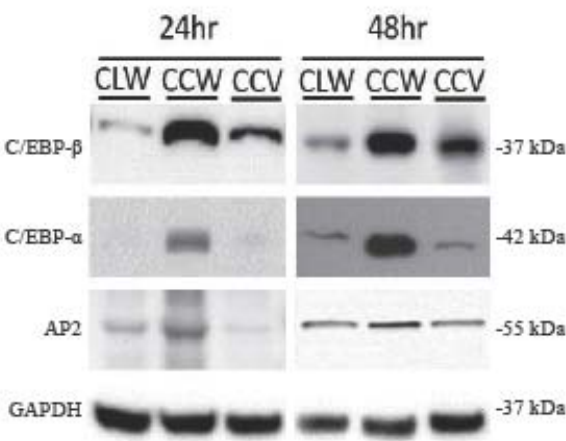


圖 4 樣品加入誘導細胞 24 和 48 小時後，通過西方墨漬法測定的脂肪生成標誌物(C/EBP- β 、C/EBP- α 和 AP2)