

壹、重要研究成果 一、海洋魚類資源調查評估與管理之研究

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、邱詠傑、潘佳怡、陳佳香
海洋漁業組

臺灣漁業正面臨全球環境變遷、海洋生態惡化及漁業資源減少等多重挑戰。氣候變遷已顯著改變魚群分布及洄游路徑，影響漁場位置及資源，並可能對臺灣周邊海域造成深遠影響。本計畫自 2003 年起推動「臺灣周邊海域漁場環境監測」，透過 62 個測站的長期觀測，定期收集水溫、鹽度、營養鹽、葉綠素及浮游動物等環境數據，建立長期資料庫，並深入探討水文、海況及生物的時空變化機制，為漁業資源管理提供科學依據。

2024 年計畫於 8、11 及 12 月完成 3 航次漁場監測以充實資料庫。本年度除針對不同季節進行環境監測外，也特別分析了湧昇區域浮游動物與環境因子的交互作用。結果顯示，過去二十年間，水溫變化在不同測站呈現多樣化的反應模式，且氣候變遷已顯著影響深層與表層水溫。

2024 年研究顯示，臺灣周邊海域水溫變化受氣候變遷影響，呈現多樣化的反應模式，澎湖周邊海域第 43 測站尤為明顯。由圖 1 可見，往年表層海水較少見到高於 28°C 的海溫，在 2018 年起陸續出現。此外，在 2023 年初亦出現本研究期間之最低紀錄，低於 17.5°C 的低溫。這些現象說明，氣候變遷改變了不同水層的熱分布特性。

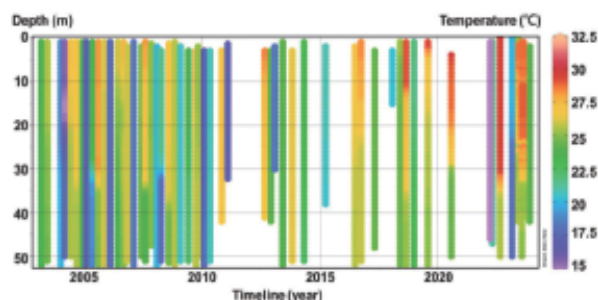


圖 1 第 43 測站海水分層溫度時序分布

此外，本研究利用廣義累加模型 (GAM) 探討浮游動物豐度與環境因子的非線性關係。研究結果顯示，蟹科蚤狀幼體在 GAMs 的模型表現較佳，其中該類物種與葉綠素甲濃度及矽酸鹽濃度有顯著的負相關 (圖 2)。可能反映其對浮游植物組成和餌料結構變化的敏感性。當這兩項因子濃度升高時，蟹幼體可能面臨餌料競爭加劇、環境壓力增加以及間接生態效應的多重挑戰。進一步推測可以通過更多水文數據與生態學實驗來驗證。

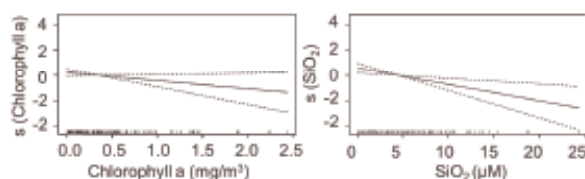


圖 2 蟹科蚤狀幼體與葉綠素甲濃度及矽酸鹽濃度有顯著的負相關

此外，本研究沒有發現湧昇強度與各浮游動物豐度變動存在顯著相關。這個成果顯示湧昇流對不同浮游動物類群的影響機制可能極為複雜且多層次，也強調可能需要更大規模與更長時間序列的觀測數據，結合更高解析度的時空分析方法，才能全面揭示湧昇對浮游生態系統的整体影響。

隨著全球氣候變遷對海洋系統造成的壓力日益加劇，這些監測數據與科學分析將成為支持漁業永續發展的重要基石，協助漁業管理者在變動的環境中作出更為明智的決策，確保臺灣漁業資源具備足夠的適應能力，減輕氣候變遷對海洋資源帶來的負面影響，並維護區域內海洋生態系統的平衡與穩定。

宜蘭灣花腹鯖現存量及時空分布變動調查

莊家纘¹、黃鼎傑¹、周爰琪²、嚴國維¹、林翰揚¹、黃仕豪¹、李茂熒¹、陳人裕¹、藍裕翔¹、張海龍¹
¹ 海洋漁業組、² 東部漁業生物研究中心

鯖鱈漁業為我國產量最大之沿近海漁業資源，以非漁業依賴 (fishery-independent) 調查評估宜蘭灣鯖魚產卵季資源狀況及未來趨勢。2021—2023 年魚探聲學調查發現蘇澳及龜山島周邊有明顯群聚現象。2024 年除全測線密度提高外，探測水域東北方較往年有更高的密度 (圖 1)；另推論 2024 年 3/24—3/29 宜蘭灣實際調查海域之鯖魚現存量約 12,407 公噸。比對近 4 年魚探推估資源量與南方澳鯖魚漁獲拍賣量，結果顯示兩者為正相關。

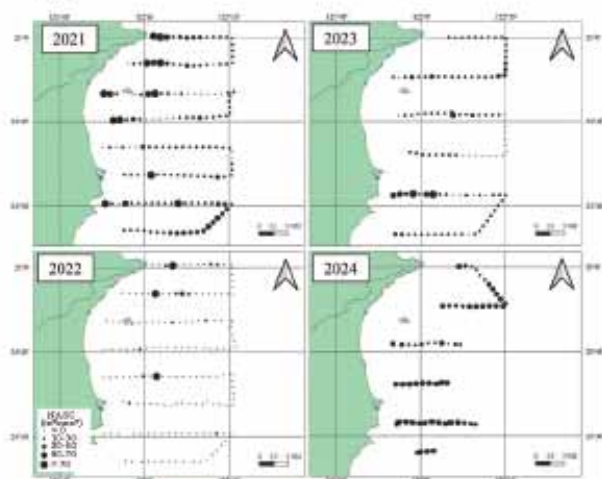


圖 1 魚探聲學調查花腹鯖空間分布

自 2024 年 1—5 月間在宜蘭灣捕獲的鯖魚中採集 30 個矢狀耳石樣本，透過耳石同位素等參數進行換算，進而推估宜蘭灣鯖魚所經歷的溫度和野外的代謝率，期能瞭解宜蘭灣鯖魚族群狀況。冬季樣本體長範圍為 295—362 mm，而春季樣本的體長範圍為 304—345 mm，分析耳石年輪定齡結果，估計年齡在 1—3 歲。冬季平均回推溫度為 20°C，春季平均回推溫度為 24°C，野外代謝率分別為 289.97 及 291.6 mgO₂·kg⁻¹·hr⁻¹。

分析生殖生物學及魚卵採集結果，2020—2024 年期間取得鯖魚成魚生殖生物學參數發現，

2022—2023 年取得花腹鯖 (*Scomber australasicus*) 尾叉長顯著小於 2020—2021 年間取得樣本；2024 年 1—2 月平均體長較小，3—5 月平均體長則逐漸增大，1—5 月之平均體長則與 2023 年無明顯差異。2024 年 3 月於宜蘭灣進行魚卵採集，結果顯示龜山島東南東方 12 哩處 (第 9 測站) 及紅火心海域內 (第 15 測站) 為魚卵出現熱點 (圖 2)。日魚卵生產法 (daily egg production method, DEPM) 分析結果，推估 3 月底宜蘭灣實際調查海域範圍之鯖魚產卵群約 12,235 公噸。將出現產後濾泡 (POFs) (圖 3) 的母魚視為當日產卵個體，由於產後濾泡會在卵巢內存在超過 24 小時，產卵個體數需除以 2 再除以總樣本數後即為當日產卵比例 (S)。分析卵巢切片結果顯示，1—5 月產卵季節平均當日產卵比例 (S) = (POFs) ÷ 2 days = 0.16。

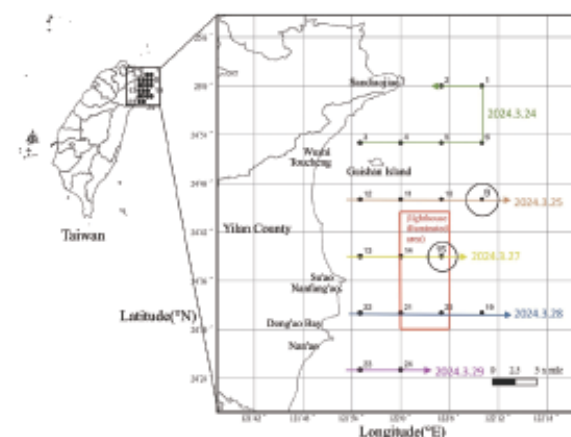


圖 2 魚卵採樣搭配聲學調查，第 9、15 測站為魚卵採樣熱點，紅框範圍為紅火心海域

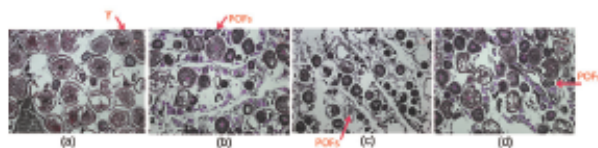


圖 3 具備成熟卵黃 (Y) (a) 及形成產後濾泡 (POFs) (b, c, d) 階段之鯖魚樣本卵巢切片

臺灣沿近海南海帶魚之年齡成長研究

吳允暉¹、鄭力綺²、金建邦¹、黃鼎傑¹、吳依淑²、陳人裕¹、羅方君¹

¹ 海洋漁業組、² 沿近海漁業生物研究中心

2024 年帶魚屬 (*Trichiurus*) 魚類產量佔全國沿近海漁業總產量 7.3%，為僅次於鯖科 (53.1%)、鰆科 (10.2%) 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 (*Trichiurus japonicus*)、南海帶魚 (*T. nanhaiensis*) 及白帶魚 (*T. lepturus*)，三者可依鰾耙數目區別 (王，2022)。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 2024 年 10 月，總共蒐集帶魚屬魚類樣本共 18,954 尾，日本帶魚佔 68.9%、南海帶魚 29.6%、白帶魚 1.5%。

南海帶魚生殖生物學研究，總計採集雌魚 3,164 尾，雄魚 2,431 尾，性別不明 12 尾，雌雄性比為 56.6% (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 1)，50% 性成熟肛前長 (PL) 雌性為 394.0 mm、雄魚為 322.4 mm (圖 2)。年齡成長研究利用南海帶魚耳石作為判讀依據 (圖 3)，共處理耳石樣本 589 個，雌魚最大 6 歲，雄魚 5 歲，1—2 歲魚比例最高。雄魚

的成長參數 $PL_{\infty} = 658.91 \text{ mm}$ 、 $k = 0.256$ 、 $c_g = 1.319$ ，雌魚的成長參數 $PL_{\infty} = 680.39 \text{ mm}$ 、 $k = 0.281$ 、 $c_g = 1.299$ 。

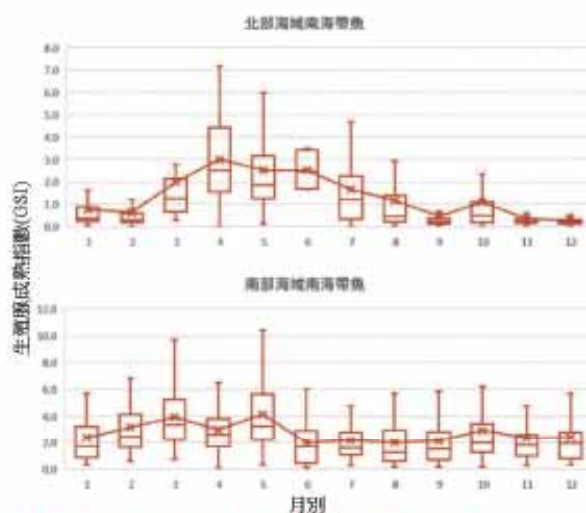


圖 1 南海帶魚雌魚生殖腺成熟指數月別變化

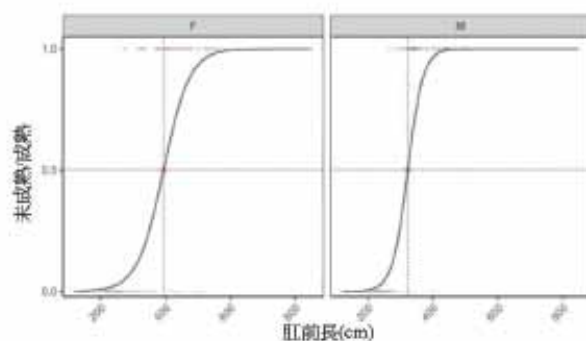


圖 2 南海帶魚雌雄魚 50% 性成熟體長 (左：雌魚；右：雄魚)



圖 3 南海帶魚耳石縱切剖面

臺灣北部海域拖網漁業資源監測

柯慧玲、林翰揚、莊世昌、李茂熒、張可揚
海洋漁業組

本研究利用漁業署提供 2023 年的港口查報資料及航程記錄器 (VDR) 數據，分析臺灣北部拖網漁業概況，以宜蘭縣單船拖網與雙船拖網作業探討臺灣北部拖網漁業的種類組成、分布及現況，進一步建立長期監測系統，提供資源管理與保育政策的參考。

分析結果顯示，臺灣北部拖網漁業作業模式因地區而異。新北市作業型態（作業航次 357 筆）以短期 1—2 天為主（佔 93.8%），另有平均作業天數約 7 天（佔 6.2%）的長期型態；基隆市（作業航次 422 筆）作業天數以 3—10 天為主（佔 85.5%）；宜蘭縣（作業航次 7,878 筆）CT3 漁船多為當日往返作業型態（佔 91.9%），2—7 日者較少（佔 4.3%），CT4 與 CT5 漁船每航次作業天數平均為 3 天（佔 3.7%）；新竹市（作業航次 111 筆）作業模式亦多為當日往返型（佔 54.9%）。整體而言，宜蘭縣的拖網漁船數量及作業頻率最高，為北部海域主要的拖網作業區域。

在宜蘭縣單船拖網與雙船拖網的月平均漁獲量比較中，雙船拖網顯著高於單船拖網，並於 12 月達到全年最高 (702.41 kg/day)，經 t 檢定結果顯示，兩種漁法平均漁獲量具有顯著差異 ($t = 0.0014, p < 0.05$) (圖 1)；而單船拖網的漁獲量 3—

4 月期間最低，主要因部分漁船轉作櫻花蝦拖網作業。漁獲組成方面，單船拖網以長角鬥士赤蝦、日本竹筴魚與下雜魚為主要漁獲，而雙船拖網則以帶魚、日本竹筴魚與下雜魚為主。群聚非度量多維尺度分析 (MDS) (圖 2)，單船與雙船拖網的漁獲組成呈現分群現象，但未達顯著差異 (Global $R = 0.321$)。季節性漁獲組成方面亦無顯著差異 (Global $R = 0.037$)，由於兩者優勢漁獲相同，故群聚組成無顯著變化。在作業效率方面，單船拖網每網次平均作業時間為 4 小時 18 分，而雙船拖網為 1 小時 48 分，顯示雙船拖網的作業效率較高。作業範圍方面，單船拖網主要集中於宜蘭至新北外海一帶，而雙船拖網則集中於宜蘭至龜山島周邊海域。

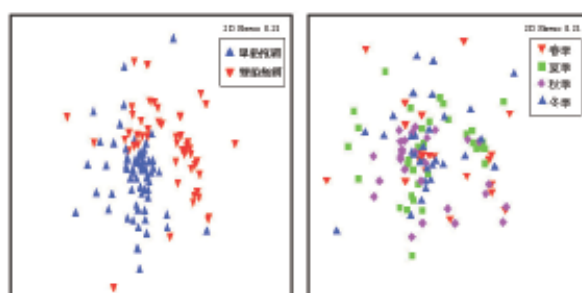


圖 2 單船及雙船拖網 MDS 分析圖

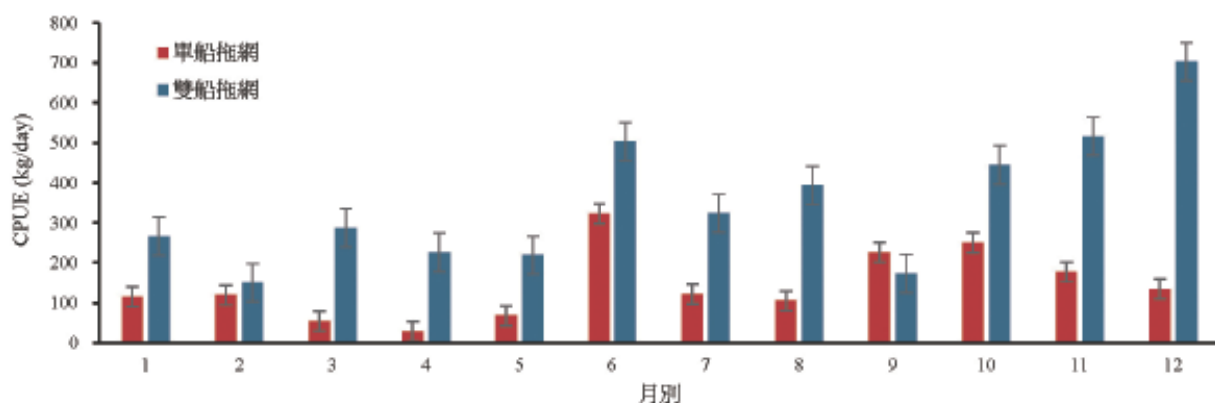


圖 1 宜蘭縣單船拖網與雙船拖網平均漁獲量月別變化

臺灣海域斑節蝦之族群遺傳調查

莊世昌、蕭聖代、林以芯
海洋漁業組

本研究針對臺灣沿近海斑節蝦（日本對蝦，*Penaeus japonicus*）進行族群遺傳調查，新北市的龜吼、富基漁港、宜蘭縣大溪漁港、蘇澳的南寧魚市、苗栗縣與臺南請塢仔港拖網船長協助採樣、澎湖縣的馬公漁港等地收集樣本，以粒線體 COI 序列作為標記，增幅出斑節蝦 COI 片段長均為 505 bp，分析其遺傳多樣性與族群結構。研究結果顯示，臺灣產斑節蝦各族群的基因多樣性均高於 0.9（圖 1），苗栗族群的遺傳多樣性最高，而臺南族群則最低，各族群的平均基因多樣性未達顯著差異（ $p > 0.05$ ），顯示遺傳結構穩定。

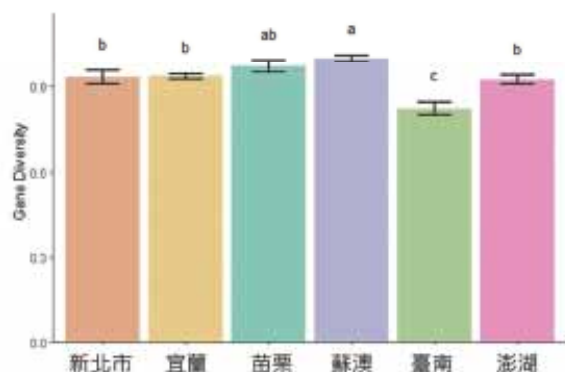


圖 1 臺灣沿近海斑節蝦族群基因多樣性

在單倍型 (haplotype) 分析中，共發現 19 個單倍型，不同地區族群共享共同基因型，顯示族群間遺傳連通性高。單倍型頻度的直條圖（圖 2）與最小關聯網圖（圖 3）之結果進一步顯示，族群間基因型的相似性顯著，並且族群內基因型多樣性較高，族群之間沒有地理區隔，遺傳連通性高。苗栗及宜蘭族群的單倍型種類最多，顯示出其潛在的基因庫特性，而臺南族群的單倍型種類則相對較少。

將樣本以採樣區域分為臺灣北部海域、臺灣中南部海域及澎湖離島等三群，透過分子變方分

析 (AMOVA) 評估臺灣沿近海斑節蝦族群間的遺傳結構，結果顯示，分群間的遺傳歧異度比例極低，且統計結果不具顯著性（F 值 = -0.0255, $p = 0.98$ ）。Fst 值的分析結果顯示，多數地區的遺傳分化值呈現負值，進一步支持遺傳相似度較高的結論。推測其遺傳連通性受日本對蝦幼生浮游階段擴散的影響，臺灣沿近海日本對蝦族群在遺傳結構上未顯現明顯的地理區隔。

本研究提供臺灣沿近海斑節蝦族群遺傳結構現況的重要參考，建議未來應加強樣本覆蓋範圍，並結合多基因組分析與環境數據，以支持臺灣沿岸產之斑節蝦的資源管理。

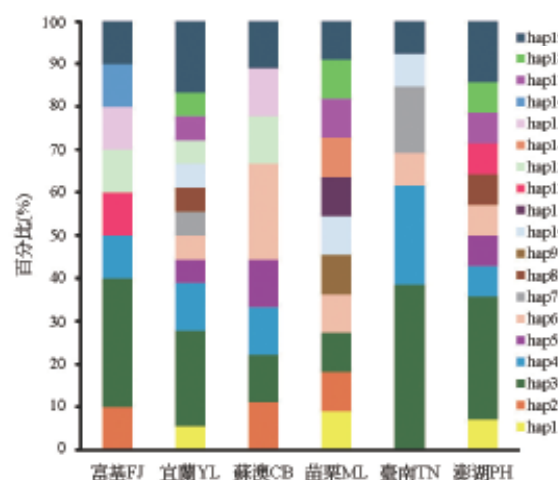


圖 2 臺灣沿近海斑節蝦族群之 COI 單倍型 (haplotype) 頻度分布

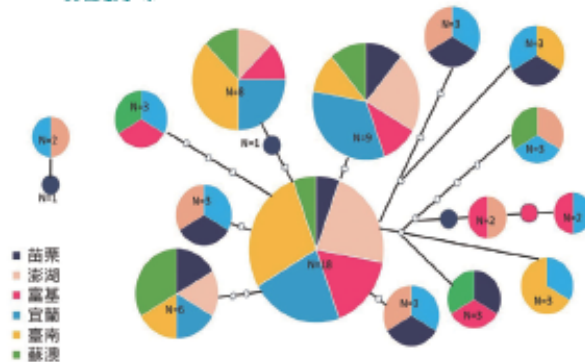


圖 3 臺灣沿近海斑節蝦之最小關聯網狀圖 (MSN)

臺灣北部海域蟹類漁業資源管理評估

莊世昌、陳均龍、金建邦、葉欣柔
海洋漁業組

本研究探討於 2016－2024 年間臺灣北部海域的螃蟹資源之時空分布變動，利用長期監測研究資料進行管理建議之分析。新北市的蟹籠漁業於 2023 年的產量與產值皆為歷年新高，顯示整體的螃蟹資源穩定，並得益於消費地價格上漲，推高蟹籠漁業的產值（圖 1）；另由年間產量與 CPUE 來看（圖 2），鑼斑蟳 (*Charybdis feriatus*) 與紅星梭子蟹 (*Portunus sanguinolentus*) 的漁獲量尚為平穩，但普泳蟳 (*Charybdis natator*) 則明顯下滑。

由產季來看，鑼斑蟳主要在 5－7 月與 10－11 月，以夏秋季為主，而近 3 年則往前移至 5－

7 月為主；紅星梭子蟹則在 9 月後進入高峰至隔年 1 月，以秋冬季為主；普泳蟳亦自 9 月開始出現至隔年 1 月，於 4－8 月幾乎無漁獲，近 3 年的漁獲量也很少。

由平均漁獲頭胸甲寬來看，紅星梭子蟹的年間變動約為 121.36－134.55 mm，鑼斑蟳在 99.26－105.36 mm，普泳蟳在 75.88－86.34 mm，故近年的平均漁獲體長無明顯變動。

漁獲作業位置最北可達北緯 27 度近東海處，最南可達北緯 23 度，約嘉義外海與澎湖海域，而自 2023 年開始漁船便逐漸集中在北緯 26 度的西北漁場（圖 3），經與船長調訪，主要原因大致為：(1) 西北漁場的漁獲較好；(2) 近年油價上漲，開船到較遠的地方捕蟹，花費的時間與金錢不划算。在蟹籠漁船的作業過程中，環境水溫可能影響漁獲量，夏季刺河豚入籠能造成螃蟹逃避、中國拖網漁船對西北漁場的棲地干擾與籠具破壞，都可能為重要影響因子。

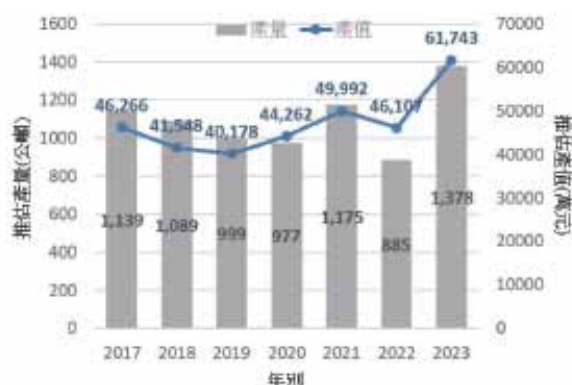


圖 1 北部蟹籠漁業 2017-2023 年產量與產值年別變動

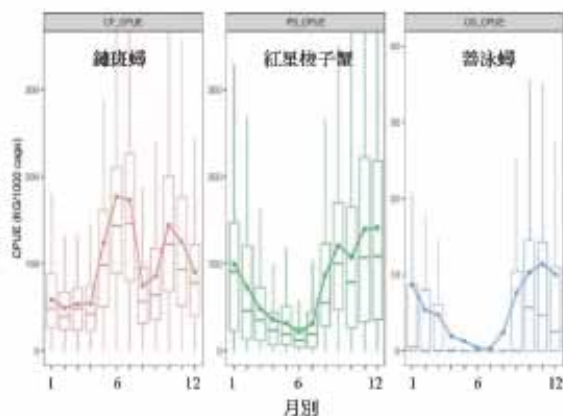


圖 2 北部蟹籠漁業 2017-2023 年各別蟹種月別 CPUE 變動

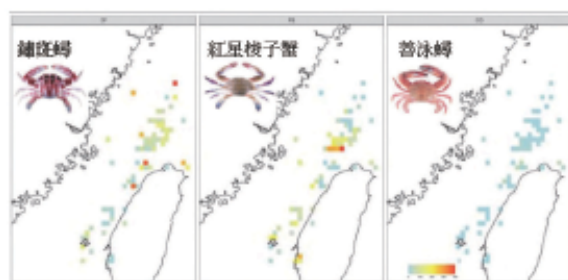


圖 3 北部蟹籠漁業各別蟹種之漁獲位置與 CPUE

對於目前的資源管理策略，由於北部海域的螃蟹資源仍趨平穩，建議可以維持現狀，但也不宜再擴大努力量。另外隨著近年的氣候變遷趨勢日漸明顯，未來應加強探討漁獲量與漁場位置之變化。

牡蠣產地鑑別技術之研發 (II)

蕭聖代¹、張晏璋²、林以芯¹、陳文君²、葉駿達²、鄭富允²、彭鈺婷²

¹ 海洋漁業組、² 水產加工組

隨著臺灣積極準備加入跨太平洋夥伴全面進步協定 (CPTPP)，自由貿易的開放將對本土牡蠣產業帶來潛在挑戰。為因應可能的衝擊，政府推動地產地銷策略，期望促進市場區隔，增強本土牡蠣的競爭力。根據 2023 年漁業統計年報，該年度臺灣牡蠣產量約 16,115 公噸，產值高達新臺幣 41 億元。然而，進口牡蠣總量達 6,653 公噸，總值約 8.94 億元，其中來自越南的進口量為 4,065 公噸，佔總進口量的 61.1%，但總值僅 3.86 億元，顯示越南牡蠣價格顯著低於國產牡蠣。這引發外界對低價越南牡蠣可能被混充為高價臺灣牡蠣販售的質疑，對產業造成潛在威脅。

為解決此問題，本所自 2022 年建置穩定同位素及多重元素指紋圖譜資料庫，作為區分國產與進口牡蠣的依據，藉以保障消費者及蚵農的權益。為提升牡蠣溯源系統的準確性，本計畫持續收集國內外牡蠣樣品，建立長期監測資料，包括 DNA、多重元素及穩定同位素等數據。同時，透過優化資料庫與分析方法，進一步縮短鑑定流程與時間，提升判別結果的準確性與代表性，最終形成標準化的產地辨識技術，為未來牡蠣溯源政策的實施提供堅實依據。

本研究於 2024 年 1 – 10 月共取得國產牡蠣樣本 198 件，同時跨國蒐集共 120 件越南牡蠣樣本 (圖 1)。利用牡蠣易受環境影響之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 (圖 2)。目前資料庫共累計 2,790 筆牡蠣之多重元素資料，以傳統統計分類方法 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

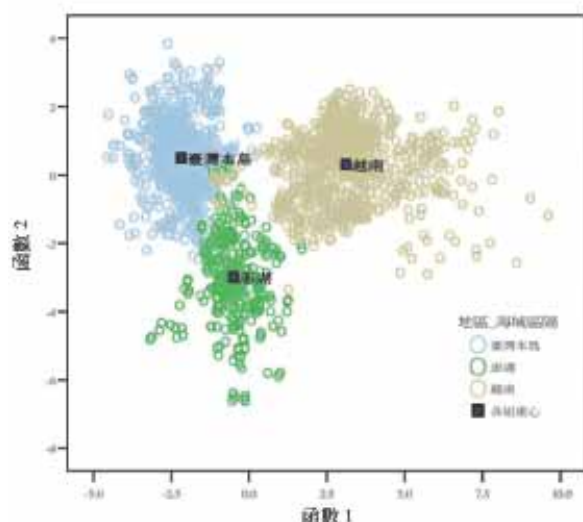


圖 1 牡蠣產地資料庫典型判別函數散佈圖

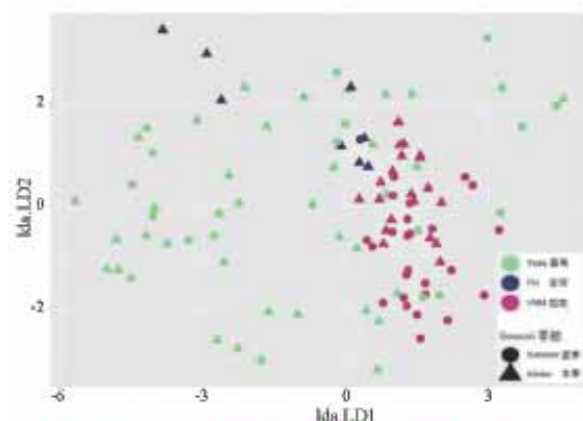


圖 2 牡蠣穩定同位素比值之線性判別分析圖

影響判別函數之主要因子為砷 (As) 及鎘 (Cd)，其資料庫原始組成正確分類率為 97.1%，交叉驗證後驗證組正確分類率亦為 97.0%，表示所建置之資料庫可正確預測牡蠣產地，並將牡蠣區分為臺灣或境外。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臺灣產與越南產可顯示出分群，整體正確判別率為 88.9%。

以生態系為基礎的潮間帶棲地復育之示範場域

蕭聖代¹、莊世昌¹、吳瑞賢²、許嘉閔²、鄭明忠²、江玉瑛²、董家宏²、李任棋²、范氏碧²

¹ 海洋漁業組、² 東部漁業生物研究中心

本計畫嘗試復育北部潮間帶的鐘螺族群，以從底層營養階層，強化海洋資源的整體結構，進而促進沿岸漁業資源的穩定性。在過去調查資料與訪談顯示，北海岸曾有豐富的黑鐘螺 (*Chlorostoma argyrostoma*) 族群，在新北三芝區曾為重要採捕漁業對象。本所於 2024 年進行北海岸潮間帶生態調查 (海洋漁業組執行) 與血斑鐘螺 (*Trochus stellatus*) 繁養殖技術開發 (東部漁業生物研究中心執行)。

在新北三芝區潮間帶調查，共計有螺貝類 9 科 13 種、甲殼類 8 科 17 種，共採集 2,022 隻，其中數量最多的螺貝類為黑瘤蟹守螺 (*Chelyomorus humilis*) (佔總數量的 43.77%)，次之為僧帽牡蠣 (*Saccostrea cucullata*) (佔總數量的 18.30%)，第三為草蓆鐘螺 (*Monodonta labio*) (佔總數量的 10.48%)。多樣性指數 (包含物種豐富度、均勻度、香農指數及辛普森指數等) 在三季間的差異不大 (圖 1)，比較 2020 年與 2024 年的螺貝類種類組成相近，而在歸群分析與空間排序多元尺度 (圖 2) 分析等結果皆顯示年間差異，並且也未能再發現黑鐘螺，僅採得草蓆鐘螺，因此過去數量頗豐的黑鐘螺在三芝區潮間帶可能已經絕跡。

由於鐘螺屬於刮食礁岩表面微藻為生的習性，因此種螺主要蓄養在戶外九孔池中，考量留住其自然排放之精卵而將換水量降低，但在夏季池溫過高而全數死亡，僅室內桶槽及加蓋九孔池有活存下來。置於換水量較大的露天養殖魚池混養的血斑鐘螺活存狀況最佳，並且自然繁殖出大量的幼螺 (圖 3)。本次試驗之乾出法以參考銀塔鐘螺 (*Tectus pyramis*) 試驗之陰乾 3 小時，再併用東部傳統九孔催卵之日曬法，以達到刺激排卵的

效果，結果並未有排出精卵的現象，種螺也有少部分個體死亡，故有待未來進行實驗再試條件。本研究初步歸納鐘螺的人工繁殖方式以營造自然環境繁殖為佳，只要營養足夠，在合適的溫度與日照週期下，應可自然繁殖後再行採收貝苗。

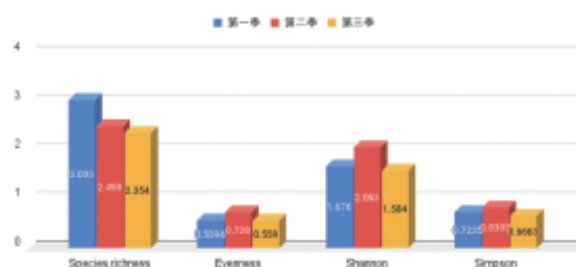


圖 1 2024 年北海岸三芝區潮間帶調查之多樣性指數

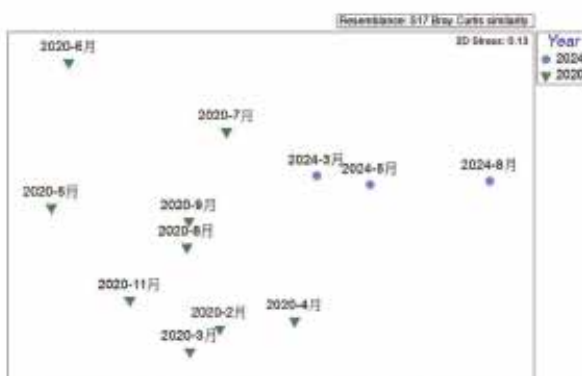


圖 2 2020 年與 2024 年潮間帶螺貝類種類組成空間排序調查之多元尺度分析

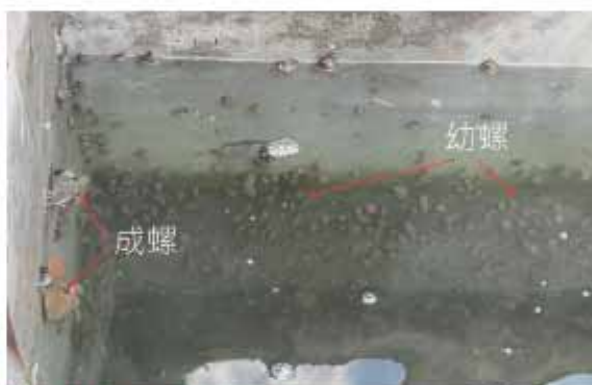


圖 3 自然繁殖的血斑鐘螺

在離岸風機場域與漁場之共生經營模式研究浮游生物群聚分析

胡家維、邱詠傑、莊世昌、李茂熒、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，本年度研究分析 2016－2023 年彰化地區一個監測測站（東經 120 度，北緯 24 度）之浮游生物組成資料，以了解該海域浮游生物群聚變化。

該監測測站位於彰化外海雲彰隆起海域，於 2016－2023 年間，本所以水試一號試驗船進行浮游生物採集，透過 330 μm 的浮游生物採集網 (ORI net) 進行收集，並將樣本以 2% 福馬林固定，帶回實驗室進行鑑定。物種組成圓餅圖顯示，該監測測站主要浮游生物為哲水蚤 (55%)、劍水蚤 (20%)、毛顎類 (7%)，上述三種物種佔總物種比例 82% (圖 1)。

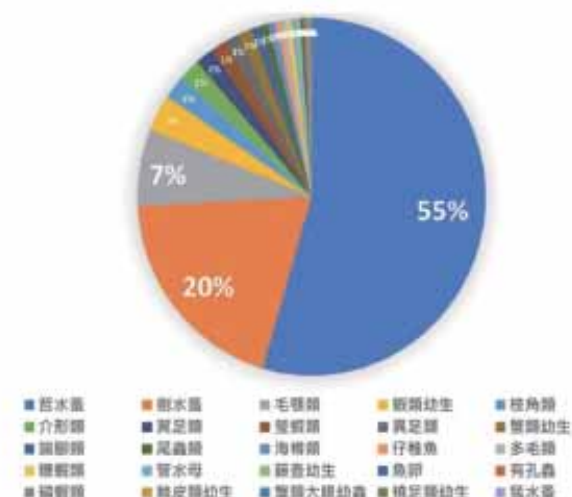


圖 1 浮游生物生物量組成

觀察 2016－2023 年間浮游生物物多樣性指數變化，結果顯示在 2018 年香農指數 (Shannon-Wiener Index) 為 1.98 與均勻度指數 (Pielou's Evenness Index) 為 0.66，是歷年最高值，兩指數趨勢相似，但在 2019 年後些微下降，而豐富度指數 (Margalef's Richness Index) 則在 2018 年

3.06 有逐漸上升，整體趨勢在 2022 年有最高值 3.86。

進一步透過相似度分析，了解物種組成群聚變化，經過觀察，當生物物種組成在相似度為 75% 以下，可以分為兩群，一群為 2016－2021 年，一群為 2022－2023 年 (圖 2)；並且在 nMDS 群聚分析中，stress value 為 0.02，其分群與上述群聚分析大致符合，整體組成結果顯示，2016－2021 年，物種組成較相似，而 2022 年後，物種組成較不相同 (圖 3)。本研究初步對該海域浮游生物群聚性進行分析，漁場環境與離岸風機的變化關係仰賴長期監測，透過長期調查對於漁場變化可以提供科學參考數據。

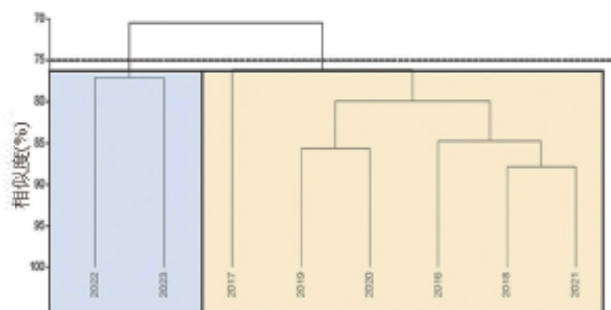


圖 2 2016-2023 年浮游生物群聚分析

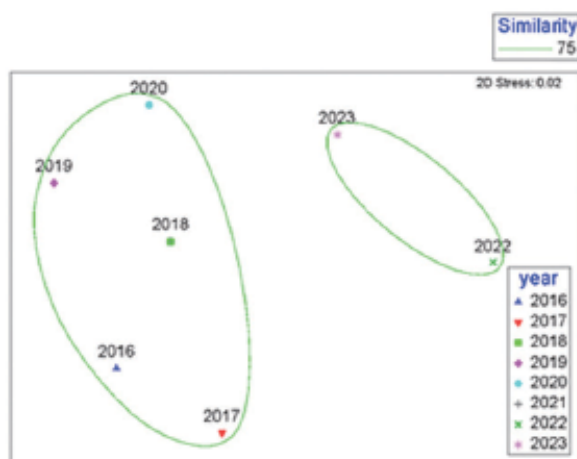


圖 3 浮游生物相似度分析及 nMDS 群聚分析

氣候變遷下臺灣重要漁業資源漁場偏移解析

張可揚¹、張致銓²、曾振德³、黃星翰²、黃建智²

¹ 海洋漁業組、² 沿近海漁業生物研究中心、³ 水產試驗所

本研究進行劍尖槍鎖管 (swordtip squid, *Uroteuthis edulis*)、烏魚 (grey mullet, *Mugil cephalus*) 兩種漁業資源漁海況速預報，並藉由物聯感測技術開發自動化漁船作業資訊收集系統，提供速預報資料服務漁民。

臺灣北部海域劍尖槍鎖管資源波動趨勢模型預測 2024 年資源變化趨勢為下降，與實際評估一致。鎖管漁業漁海況預報透過衛星即時傳送每日漁海況資料格式，完成於本年 4 – 10 月每日發送漁海況資料。結果顯示，有無接收即時漁海況資料樣本船 CPUE 則有不同，有接收者較未接收者高 8.4% (圖 1)。

在烏魚漁業方面，針對 2014 – 2022 年烏魚汛期之資源與環境動態資料解析，結果顯示冬季臺灣沿近海域在海面溫度 (SST) 逐週變動會影響漁場變動，而在漁季前期 11 月第 4 週 (Nov_W4) 至 12 月第 3 週 (Dec_W3)，以北緯 24 – 28 度，SST 之 19.5 – 21.5°C 等溫區間可作為漁場判斷基準。而漁季中後期 12 月第 3 週 (Dec_W3) 至翌年 1 月第 4 週 (Jan_W4)，以北緯 22 – 26 度，SST 之 20 – 22°C 等溫區間可作為漁場判斷基準 (圖 2、3)。

在烏魚漁海況速報服務方面，完成 2023 年烏魚汛期 (2023 年 11 月至 2024 年 1 月) 之烏魚

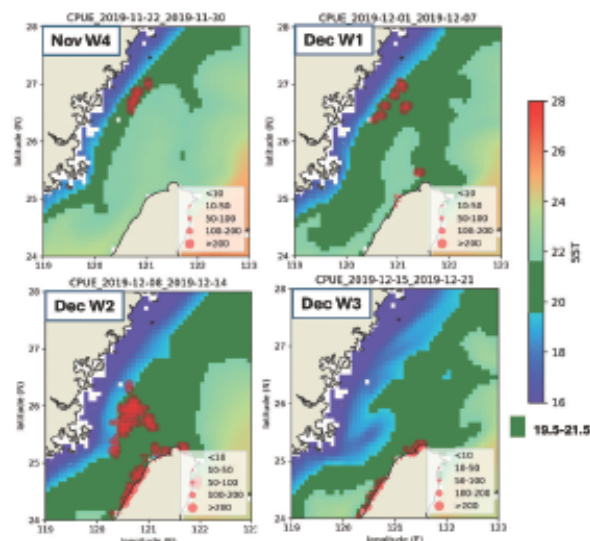


圖 2 2019 年烏魚漁季前期之 SST 漁場分布

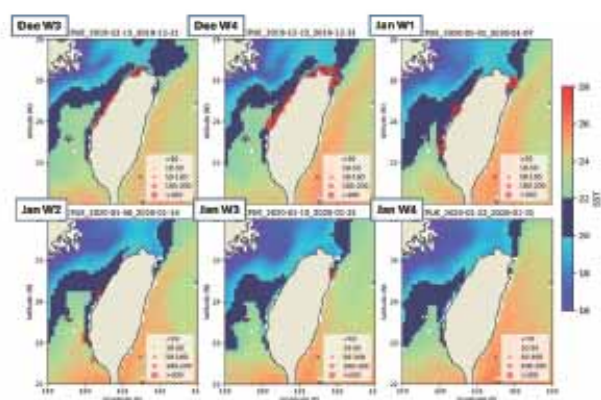


圖 3 2019 年烏魚漁季後期之 SST 漁場分布

漁海況速報發布，以每 4 – 7 日 1 報之頻率共發布 12 次速報，為漁民提供精確捕撈建議。

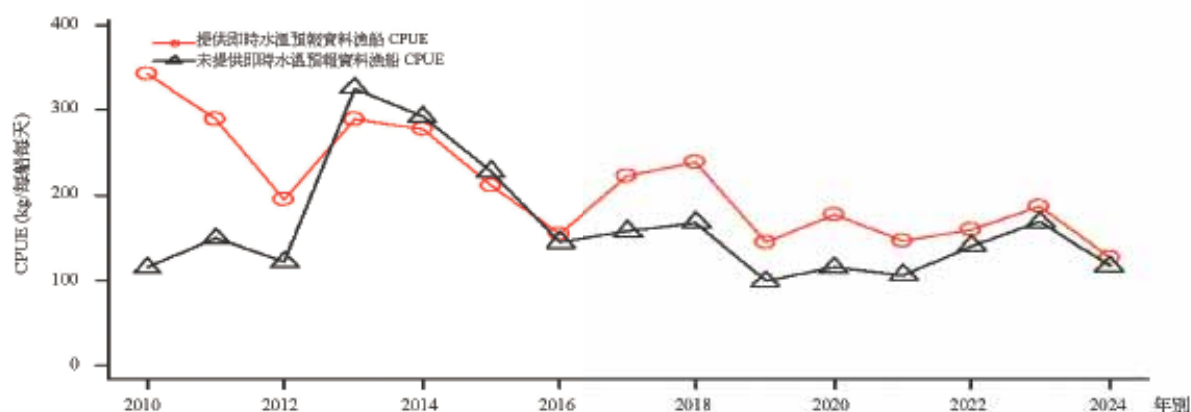


圖 1 鎖管樣本船試驗組與對照組年度漁獲量比較

臺灣西南海域眼眶魚年齡成長研究

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

眼眶魚 (*Mene maculata*)，俗稱皮刀，廣泛分布於印度 - 西太平洋的熱帶及亞熱帶海域，為臺灣扒網漁業主要的漁獲物種。其年產量於 1995 – 1997 年均低於 1,000 公噸，1999 年後開始增加，除 2003 年外，至 2012 年間介於 1,110 – 2,224 公噸。2013 年自 5,188 公噸大幅度增加至 2015 年的 8,359 公噸，隨後在 2018 – 2019 年下降至 696 – 985 公噸。於 2020 年短暫上升至 3,685 公噸後，2021 年又開始下降，至 2023 年僅 897 公噸。鑒於該魚種漁獲量年間變動大，其生物參數建立日益重要。

本研究於 2021 年 1 月至 2024 年 10 月在臺灣周邊海域採集 4,030 尾樣本進行生物參數分析。整合生殖腺指數及成熟度月別變化，該魚種生殖期為 3 – 11 月，5 – 6 月為生殖高峰。比較脊椎骨與耳石等年輪判讀結果，其平均百分比誤差指數及變異係數分別為 1.11、0.77 及 0.6、0.01%，以耳石有較佳的判讀精準度。耳石明暗帶形成週期為 1 年，暗帶主要生成於 3 – 11 月，以 6 月為高峰，與生殖期相符 (圖 1)。隨機取 657 尾 (雌魚 328 尾、雄魚 295 尾，無法辨識性別者 34 尾) 樣本進行年齡判讀與成長參數估算，以范氏成長方程式有最佳套適度，經檢定雌、雄魚成長曲線無顯著差異 ($p > 0.05$)，所得極限體長 (L_{∞})、成長係數 (K) 及體長為 0 之年齡 (t_0) 分別為 212.05

mm FL、0.505 yr^{-1} 、-0.887 yr (圖 2)。依據體長一年齡對照表，在研究海域的捕獲個體以 3⁺yr 比例最高 (27.30%)，其次為 2⁺yr (24.40%)，4⁺yr (14.72%) 位居第三。另，依據臺灣西南海域扒網漁船航跡紀錄及漁獲量資料顯示，眼眶魚漁獲高峰出現在春、夏季，春季漁獲重心分布於臺南及屏東海域，夏季向南偏移至高雄外海，秋、冬季漁獲量則大幅度下降，漁場零星分布於屏東及臺南外海 (圖 3)。該研究結果可作為後續漁業資源管理政策擬定參考。

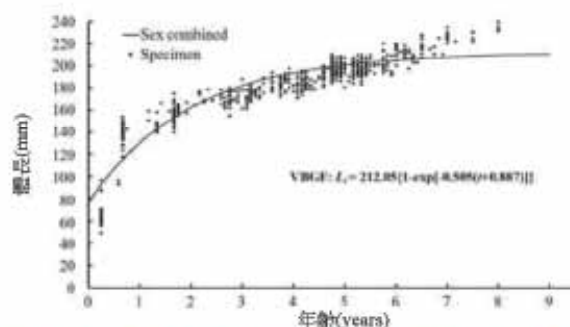


圖 2 以 von Bertalanffy growth function (VBGF) 估算之眼眶魚成長曲線圖 (n=657)

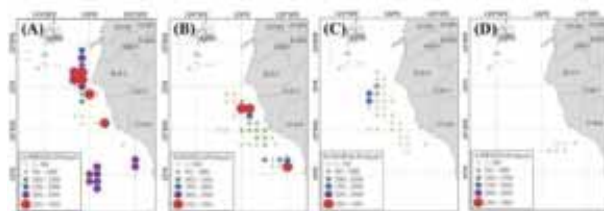


圖 3 2022 年臺灣西南海域眼眶魚 (A：春季；B：夏季；C：秋季；D：冬季) 漁場分布圖

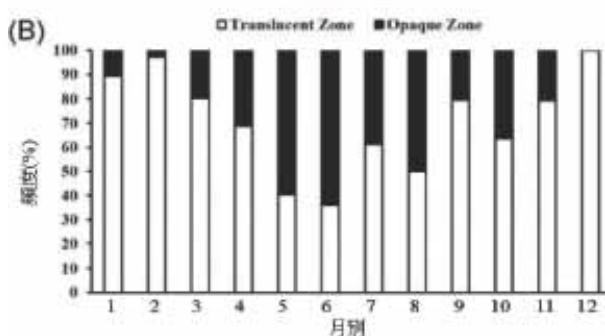


圖 1 眼眶魚耳石 (A：年輪結構及；B：邊緣明暗帶月別頻度分布圖)

臺灣西南海域不同網目規格的底拖網漁獲效能比較

陳郁凱、吳伊淑、陳秋月、黃婉琪、楊錦樺、吳浩祥、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。底拖網為作業效率相當高的漁法，但選擇性較低，因此如何減少幼魚的混獲使資源能合理利用，為拖網漁業的研究重點之一。早期國內曾進行相關研究，然過去魚種組成及體型大小與現今已大不相同，已不敷現今管理需求。為此，本研究擬建立擴大底拖網袋網網目與漁獲逃逸量之數據，提供未來網目規格限制的參考。

本研究租用漁船於高雄蚵仔寮外海按季執行底拖網試驗，每航次進行3網次，共完成12網次試驗，作業水深多集中於120 m，最深約170 m。作業係以外網法進行試驗，袋網使用4 cm的網目，並在袋網外結附目大2 cm之覆蓋網，船速保持3.5—4.0節進行拖曳，起網後記錄袋網及覆蓋網中漁獲物體長及體重，藉以觀察漁獲物由袋網逸出至覆蓋網之比率。

蚵仔寮個別網次袋網與覆蓋網漁獲重量百分比如圖1所示，冬季有2網次、春季有1網次，共3網次完全無漁獲逃逸至外網。在季節性的部分，冬、春、夏、秋各航次總漁獲量分別為98.5、158.8、154.5及270 kg，平均逃逸率則分別為0.1、0.26、0.26及0.12（圖2），以春季及夏季的逃逸率較高，顯示此時期有較高的混獲。將全年所有網次合併，總漁獲量為681.8 kg，覆蓋網漁獲共123.4 kg，整體逃逸率為18.1%。在魚種組成部分，將全年各航次合併依漁獲量排序（圖3），整體漁獲共計183類別，前五優勢魚種依序為真鯨（10.0%）、日本帶魚（7.6%）、日本發光鯛（7.6%）、南海帶魚（6.2%）、七星底燈魚（6.1%），前20種合計佔總漁獲80.3%；漁獲中蝦、蟹類佔比低。

本研究提供擴大底拖網網目之逃逸率初步數據供參，就季節面而言，於夏季實施擴大網目對於減少下雜魚最為有效。未來將繼續進行網目試驗，增加樣本數並掌握年間差異，以提高試驗數據之代表性。



圖1 各網次袋網與覆蓋網之漁獲重量及百分比

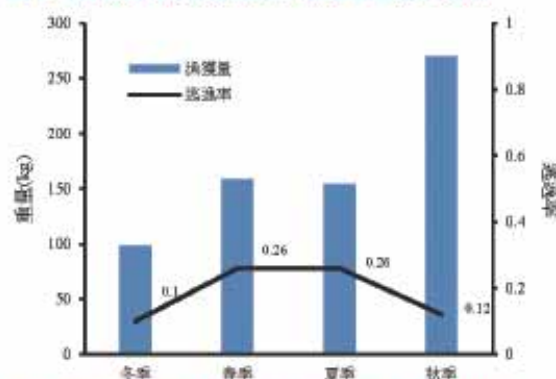


圖2 各季節漁獲量及逃逸至覆蓋網漁獲量百分比



圖3 蚵仔寮全年各航次合併之魚種組成

因應氣候變遷調適策略之水產研究計畫的探討

楊清閔

沿近海漁業生物研究中心

水產業是容易受到氣候變遷影響的產業，倘若未適切地實施對氣候變遷負面影響的減災與防災，漁場環境的永續資源、食物的穩定供給、傳統漁村的經濟生活等，將會遭受威脅與障害。面對氣候變遷的風險與不確定因素下，調適策略極為重要，臺灣漁業與水產養殖業必須滾動式檢討因應調適的措施，維持水產品的穩定生產，以短期減損、中期預防、長期永續為目標，積極運用「調適」(adaptation) 與「減緩」(mitigation) 兩大策略，提昇臺灣漁業與水產養殖業的調適能力、強化韌化、降低脆弱度，建構出更具韌性與永續性的生產體系。

第 1 階段依據本所與漁業署於 2020 年共同討論「暖化情境對漁業之影響及因應調適作為」為基礎進行盤點，挑選受衝擊較明顯的水產物品

項，並區分為海洋漁業與水產養殖業兩部分，海洋漁業以烏魚、櫻花蝦、鎖管、黑鮪、秋刀魚等 5 品項，水產養殖業以牡蠣、文蛤、石斑、虱目魚、白蝦、午仔魚、烏魚、吳郭魚等 8 品項，說明我國產業受氣候變遷影響之現況、產量情況、未來的預測以及風險評估方式，簡列於圖 1、2。

第 2 階段因應氣候變遷調適策略的本所研究成果，聚焦於養殖漁業十大物種，直接面對漁民，獲得產業問題點，並盤點對產業困境之解方研擬，反應所需。表 1 以牡蠣產業為例，本所於 2023 年初組成牡蠣工作小組，運用所內外的「群戰力」合作，讓不同領域的專家貢獻己力，突破研究困境，進行相關研究並盤點解方研擬構想，建構更具韌性的生產體系。



圖 1 海洋漁業的影響與預測



圖 2 養殖漁業的影響與預測

表 1 水產試驗所對牡蠣養殖產業困境之解方研擬

已有研究成果	進行中技術精進、研發與困境解方	共同參與政策討論解方
1. 人工附苗 2. 單體牡蠣 3. 產地辨識 4. 牡蠣殼應用 5. 苗期預測 6. 籠式單體養殖 7. 水質檢測 8. 牡蠣商品打樣 9. 生技產品	1. 人工苗 (活存率提高) 2. 三倍體研發 (品質提昇) 3. 養殖法精進 (單體、籠式、延繩式) 4. 生物防治 (蚵螺與被覆物移除) 5. 苗期預測 (附苗穩定) 6. 長期監測水質 (環境監控) 7. 加工品研發 (附加價值) 8. 分段式養殖 (因應颱風、風險) 9. 優質品種的保種 (生產穩定) 10. 困境自然解方 (NbS, 規劃中) 11. 鮮蚵商品 (延長保存期間)	1. 產地鑑別法 (保護國產) 2. 冷鏈示範 (品質提升) 3. 產銷履歷 (溯源、品質) 4. 生食級精進 (提升價值) 5. 帶殼牡蠣 (區隔市場) 6. 環保材質 (友善環境) 7. 勞力鬆綁 (降低成本) 8. 產業關懷 (反應問題)

西北太平洋紅肉旗魚移動型態特徵解析

江偉全、林憲忠、許紅虹、瑪蓋巴然、賴韋豪
東部漁業生物研究中心

紅肉旗魚 (*Kajikia audax*) 是高度洄游性魚種，廣泛分布於太平洋熱帶、亞熱帶和溫帶水域。本研究利用臺灣東部傳統鏢旗魚方式將衛星標識紀錄器配置於 5 尾紅肉旗魚身上，標放於臺灣東部海域。標識器配置於魚體時間為 32 – 150 天 (5 尾總計 450 天紀錄資料)，標識器分別在南海和東海彈脫魚體 (圖 1)，標放位置至標識器彈脫魚體直線距離為 870 – 2,005 km (移動速度每天約 9 – 30 km) (表 1)。紅肉旗魚白天棲息深度平均值為 37 ± 35 m，大多棲息在表面至混合層海域，偶爾表現出日曬行為。夜間棲息深度平均值僅在 17 ± 27 m，特別偏好表層。紅肉旗魚移動行為有明顯日夜垂直洄游模式，通常在日出和日落時段下降和上升，此時段深度變化幅度大。追蹤期間，記錄紅肉旗魚棲息深度由表水層至 217 m 深，棲息水溫為 14.4 – 34.5°C，但下潛深度似乎限制在水溫與海面溫度 (SST) 差異 8°C 範圍內，即使在 24 – 35°C 的海表溫度時也如此 (表 2)。紅

肉旗魚偏好棲息於表水層，這使得牠們容易被表層作業漁法所漁獲。解析紅肉旗魚的垂直棲所偏好特徵有助於評估漁具對其衝擊性及如何降低混獲，同時深入了解紅肉旗魚洄游行為和漁業相互作用，將可提供漁業管理策略擬定之重要科學依據。

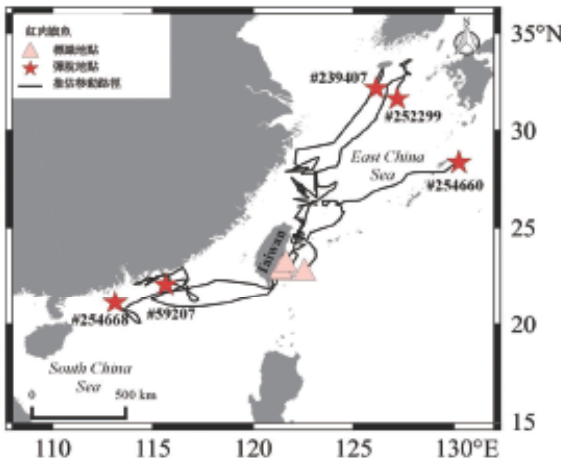


圖 1 5 尾標識之紅肉旗魚標識野放地點 (粉色三角形)、推估移動路徑 (黑色線) 及標識器彈脫魚體位置 (紅色星形)

表 1 5 尾標識之紅肉旗魚之資料表

衛星標識器序號	衛星標識器型號	估計魚體重量 (kg)	追蹤天數	直線距離 (km)
#59207	PTT-100	70	66	2,005
#239407	PSATFLEX	30	105	945
#254660	Mini-PAT	80	97	1,070
#254668	Mini-PAT	70	32	870
#252299	Mini-PAT	50	150	1,138

表 2 5 尾標識之紅肉旗魚白天與夜間棲息深度與溫度

紅肉旗魚編號	白天深度 (m)	夜間深度 (m)	白天溫度 (°C)	夜間溫度 (°C)
MLS #59207	0-178 (46.9±47.4)	0-86.1 (10.5±19.1)	15.6-28.4 (24.3±2.3)	23.5-29.3 (25.7±1.1)
MLS #239407	0-114 (37.4±24.6)	0-129.5 (12.3±18.5)	17.6-29.5 (25.7±2.2)	17.3-30.0 (27.3±1.9)
MLS #254660	0-206 (26.3±24.1)	0-127.5 (4.6±12.6)	17.5-28.9 (26.4±1.2)	20.6-28.6 (26.8±1.0)
MLS #254668	0-217 (53.8±50.2)	0-198.0 (29.9±34.7)	14.4-34.5 (24.9±4.2)	15.4-33.2 (27.1±3.3)
MLS #252299	0-173 (38.6±31.1)	0-144.0 (28.4±30.3)	15.2-32.0 (25.8±3.3)	16.1-31.6 (26.5±3.2)
Grand Average	0-217 (36.5±35.1)	0-198.0 (16.9±27.1)	14.4-34.5 (25.8±2.9)	15.4-33.2 (26.8±2.4)

臺灣東部海域鬼頭刀深潛行為與其環境因子的關聯性分析

林憲忠、江偉全、何源興
東部漁業生物研究中心

2024 年本研究利用衛星標識器 (PSAT) 標放 3 尾鬼頭刀 (*Coryphaena hippurus*)，分別記錄 9、13 及 12 天的移動行為資料，根據水平移動顯示，標放後鬼頭刀主要向北移動 (圖 1)，棲息深度與環境溫度介於 0 – 183.5 m 及 18.1 – 31.4°C (圖 2)。鬼頭刀棲息深度與溫度似乎會隨著混合層深度 (MLD) 有所變化，且棲息溫度幾乎於混合層溫度 (MLT) 之內 (圖 2)。根據鬼頭刀棲息深度及溫度分別與 MLD 及 MLT 之間的相差顯示，鬼頭刀棲息深度與 MLD 之間相差分布於 -100 – 100 m，且主要分布於正值，表示鬼頭刀棲息深度幾乎於混合層之上 (圖 3)。再根據棲息溫度與 MLT 之間相差分布顯示，兩者相差介於 -5 – 5°C，雖然鬼頭刀有時棲息溫度會低於 MLT，但主要分布限制於 -3°C，且最高頻度分布幾乎於正 1°C (圖 3)，表示鬼頭刀垂直移動棲息溫度幾乎於 MLT 內活動，垂直移動深度幾乎不超過混合層深度，且棲息溫度高於混合層溫度，可知鬼頭刀垂直移動受混合層之影響與限制。本研究之結果提供鬼頭刀垂直移動分布模式，建立資源評估及漁業管理所需的生態基礎訊息。

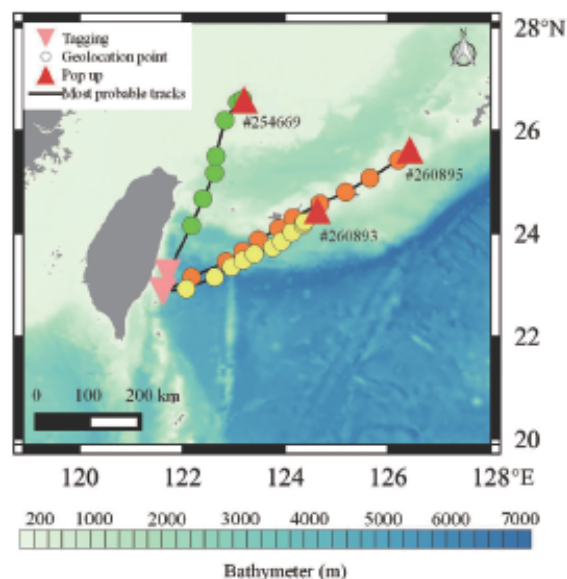


圖 1 鬼頭刀標放與彈脫及水平移動

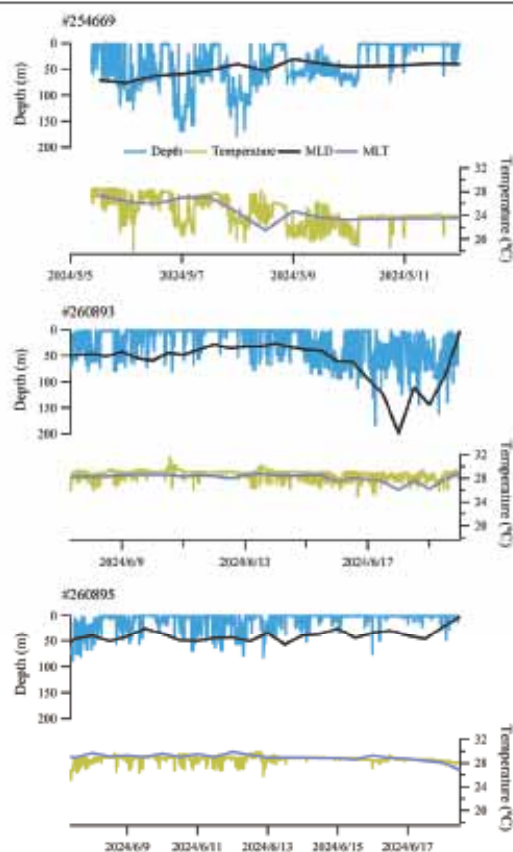


圖 2 鬼頭刀垂直移動深度和溫度與混合層深度及溫度之時間序列

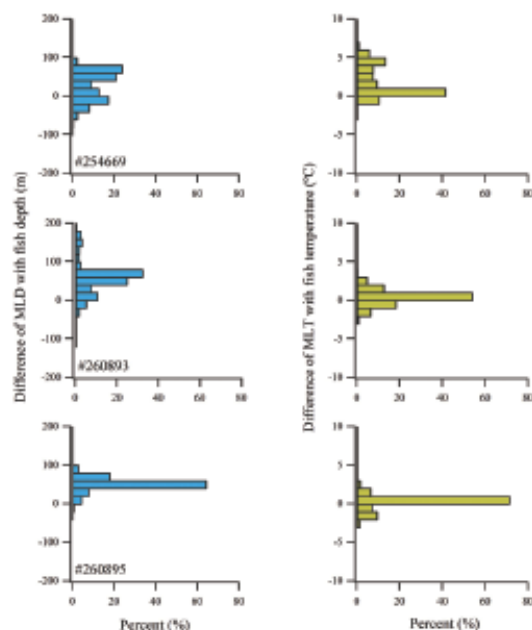


圖 3 鬼頭刀移動棲息深度和溫度與混合層深度及溫度之相差關係

臺灣淺灘周邊海域環境監測及浮游動物多樣性調查 (III)

陳瑞谷、葉宇庭、劉祐瑜、林綉美、歐麗榛、莊美英
澎湖漁業生物研究中心

臺灣海峽南端地形變化複雜，尤以臺灣淺灘為大片水深淺於 20 m 之淺灘，致使黑潮支流與南海水團在此消長，素為澎湖重要漁場之一。本計畫確認臺灣淺灘東北海域有定常性湧昇，當西南風盛行之夏季湧昇強度最大，此時主要以南海北部水團為主，但在冬春之際則有較高鹽海水由呂宋海峽流入，致使水文環境出現月別變化(圖 1)。從表層水溫 / 鹽度分布顯示，在 2022 年 6 月表水溫 / 鹽度較 2023 年較早上升 / 降低，顯示南海水團在 2022 年較早影響臺灣淺灘海域。橈足類為臺灣淺灘海域優勢動物性浮游生物，魚卵豐度在春季最高，仔稚魚豐度則在夏季出現高峰。仔稚魚以鯉科 (Mullidae) 最多，特別是日本鯉 (*Upeneus japonicus*)，其與鯖科 (Scombridae) 偏好不同的水文環境 (圖 2)。整體而言，浮游動

物或仔稚魚分布可由部分水文環境特性或差異來解釋，但仍需進一步分析。推測是水文環境有循環消長，但生物一年僅一榮枯所致。

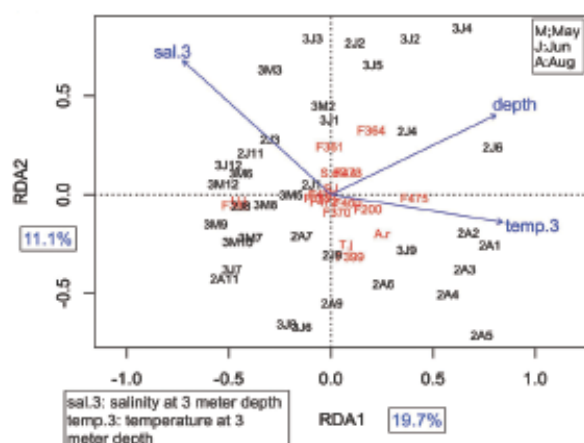


圖 2 以 RDA 分析 2022 與 2023 年 5-8 月仔稚魚分布顯示，鯖科 F475 與鰹科 F382 出現在相反的水文環境中，而鯉科 F364 出現在 5/6 月深水站高鹽區 (3M3:2023.05, st3; $p < 0.01$, adjR² = 0.251)

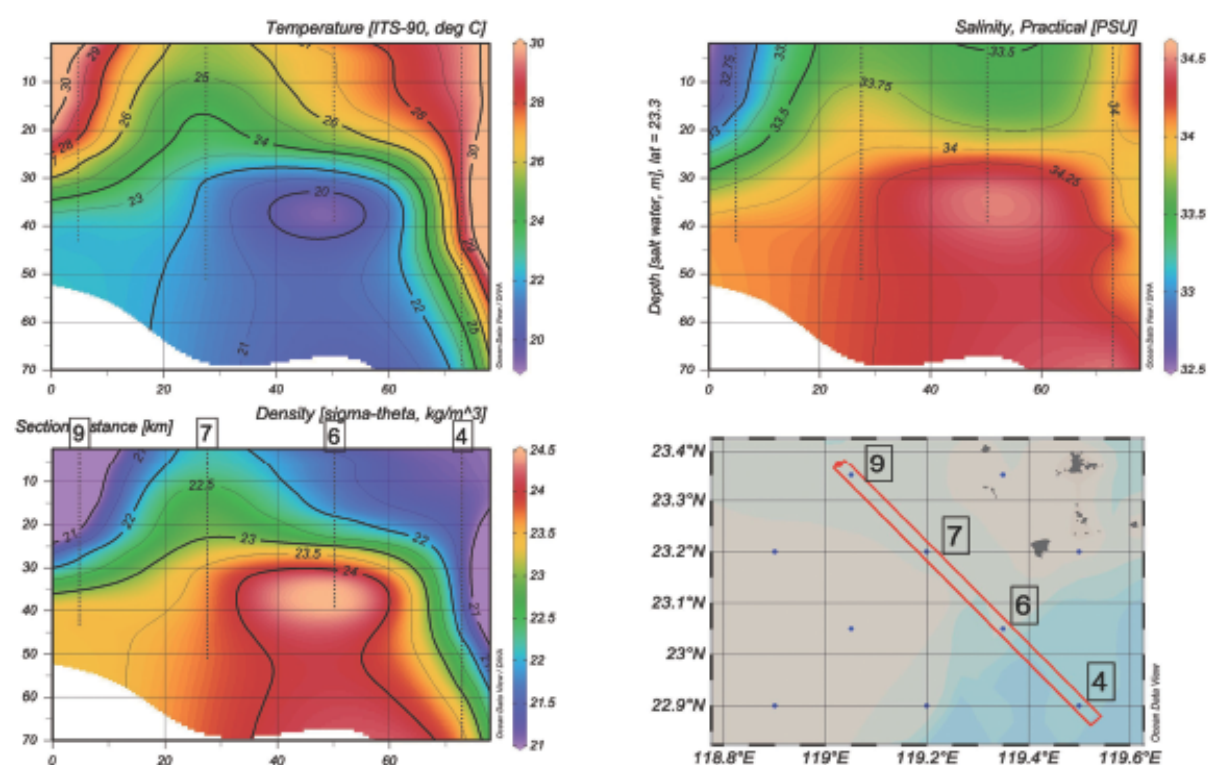


圖 1 以澎南水道穿越線顯示臺灣淺灘東北海域 2023 年 6 月湧昇現象

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 (IV)

賴繼昌¹、李彥宏²、吳育甄³、陳玉萍⁴、邱沛盛³、吳允暉⁵

¹ 沿近海漁業生物研究中心、² 東港養殖研究中心、³ 海水養殖研究中心、⁴ 東部漁業生物研究中心、

⁵ 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，逐年設定進度發展新興物種繁養殖技術。

有關黑鰓的受精卵取得與仔稚魚培育技術，2024 年已透過種魚在人工環境蓄養超過 1 年後於繁殖期自然產卵。收集超過 1,000 g 的卵粒，培育 20,000 尾以上的魚苗，成功育成約 1,000 尾幼魚。分別於 6、7 月在屏東及臺東海域各放流 300 尾魚苗 (圖 1)。本新式魚種繁養殖技術在 2024 年成功完成授權予養殖業者。



圖 1 屏東及臺東放流黑鰓魚苗

密點少棘胡椒鯛也藉由持續累積育苗經驗及透過反應曲面法分析最佳培育條件，得知在光照強度 1,530.5 lux、微藻濃度 100 μ l/250 ml 及放卵密度 250 eggs/L 的培育條件下，可獲得最佳孵化率 90.30% 及最低畸形率 4.76%。2024 年成功培育並收成約 27,000 尾魚苗，其中 2,000 尾於 7 月與黑鰓共同於臺東海域進行放流，使資源回歸海

域。

旭蟹在 2024 年進行 4 批次種蟹採集。除了採集的野生種蟹孵化約 92,000 隻蟹苗外；原本蓄養在人工環境超過 1 年的雌蟹也有 5 隻首度抱卵，並孵化約 91,400 隻蟹苗。蟹苗最長的培育記錄為孵化後第 21 天。另外由蟹苗運輸試驗結果得知，餵食和水質對蟹苗的活存率有明顯影響。運輸前的餵食有助於讓蟹苗在 24 小時的運輸期間保持較高的活存率，而 48 小時後受水質影響將會導致活存率大幅下降。

黃背牙鯛 2024 年完成了 195 尾的種魚採集，1—4 月進行人工授精試驗 4 批次，成功取得受精卵，受精率介於 0.3—2.0%。4 月時更換較大的水槽蓄養種魚，於水表直接撈取到 5 g 受精卵。以上受精卵孵化後培育最多至第 7 天，仔魚全長達 3.1 mm (圖 2)，完成建立黃背牙鯛人工培育前期技術。

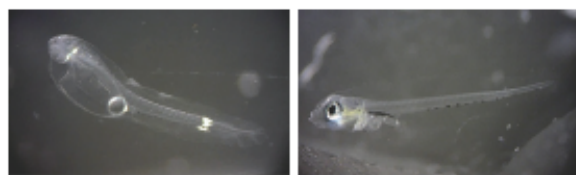


圖 2 剛孵化的黃背牙鯛 (左) 及其後開眼仔魚 (右)

日本馬頭魚種魚在 2024 年持續採集 46 尾，並進行 3 批次精液採集，完成精子凍結試驗。稀釋液最佳比例為精巢重 (g) 與 Hank's solution 1:1 的比例，此結果與新鮮精液無顯著差異。若稀釋比例越高則精子活力越低。而濃度 10—15% 的 DMSO 或甘油皆可做為馬頭魚冷凍精液之抗凍劑使用。

透過本計畫之執行成果可作為逐步進展新興海域魚種繁養殖技術之參考，提升我國在魚種繁養殖技術的競爭力，並藉由增殖技術的開發使資源回歸海洋，提升海洋漁業資源。

大洋性魚類增裕技術之研究 (IV)

吳瑞賢¹、何珈欣²、許鐘綱³、朱永桐⁴

¹ 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

2023 年自臺東縣成功鎮外海延繩釣捕獲鬼頭刀 (*Coryphaena hippurus*) 種魚所繁殖之子代作為 2024 年度 F₁ 種魚。收集 F₁ 受精卵以過篩及清洗方式除去雜質，靜置於海水中除去下沉壞卵。將受精卵移至 0.5 噸 FRP 桶中，以打氣方式孵化。魚苗孵化後第 3 日齡卵黃囊消失，開始投餵輪蟲及滴灌藻水，第 6 日齡體色轉黑，開始兼投橈腳類幼生，第 10 日齡起投餵橈腳類幼蟲及成蟲。第 20 日齡起體側出現數條橫紋 (圖 1)，第 30 日齡時已經可以完全接受人工配合飼料。稚魚成長至約 15 cm 後，室內池空間開始不足，水質管理困難，因此將其移至室外 150 噸圓形水泥池中。6 月齡已達 40 cm，經解剖卵巢已明顯看見卵粒。之後開始以溢流管方式導引表面水至架設於陰井中的收集網進行收集。收集 F₂ 受精卵同 F₁ 處理方式。室內池以 0.5 噸 FRP 長方桶培養，每桶約可產出 400 尾以上魚苗，本年度已陸續產出 2,400 尾以上 F₂ 魚苗。此為在臺灣首次發表的鬼頭刀完全養殖紀錄。

康氏馬加鰭 (*Scomberomorus commerson*) 受精卵於 2023 年 4—5 月經由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。觀察其成長情形如下：康氏馬加鰭第 1 年成長迅速 (5—12 月)，第 2 年則趨緩。在受精卵孵化後 32 天體長便成長至 11.83 ± 1.11 cm，體重成長至 12.30 ± 3.77g，孵化後第 48 天 (DAH 48) 體長則成長至 24.53 ± 1.38 cm，體重為 98.24 ± 15.17 g；第 3 個月體長則成長至 42.77 ± 2.11 cm，體重為 563.83 ± 50.71 g；孵化後第 11 個月體長成長為 66.00 ± 3.46 cm，體重為 2.57 ± 0.35 kg，第 18 個月則成長至 78 cm，體重為 6.1 kg。圖 2 為孵化第 11 個月康氏馬加鰭蓄養情形。



圖 1 鬼頭刀稚魚第 20 日齡起體側出現數條橫紋



圖 2 康氏馬加鰭魚苗蓄養 11 個月

2024 年調查澎湖海域野生捕獲之杜氏鰺 (*Seriola dumerili*) 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 4，為最高峰。4 月海象差，樣本數少。5 月雌魚 GSI 平均值低於 2，6 月雌雄魚 GSI 降至 1 以下，顯示繁殖季結束。澎湖五德箱網養殖之杜氏鰺由澎湖鎖港定置網捕獲，蓄養在 8 × 8 × 5 m 的箱網中，經 3—7 年養殖後，體重 6.65—20.32 kg。2024 年 2 月 5 日起陸續將杜氏鰺種魚移至室內 40 m³ 產卵池，進行交配及卵粒收集。至 5 月 14 日止，種魚經 20 次激素誘發後共產卵 7 次，產卵量 3,146.9 g，受精率 87.69% (2,759.5 g) (表 1)。

表 1 2024 年杜氏鰺種魚之產卵結果

催熟日期	產卵日期	產卵池	產卵量 (g)	受精卵 (g)	受精率 (%)	水溫 (°C)
2/16	2/18	M1-1	215.6	152.1	70.55	23.4
	2/19	M1-1	412.1	265.1	64.33	22.9
2/27	2/29	M1-2	512.5	477.3	93.13	22.5
3/05	3/07	M1-3	380.7	361.2	94.88	24.1
		M2-1	1,159.6	1,097.3	94.63	23.0
3/15	3/17	M1-4	259.4	251.3	96.88	23.7
		M2-2	152.7	133.7	87.56	23.6
3/22	3/24	M1-5	54.3	21.5	39.59	23.7
	未產	M2-3				23.1
4/08	未產	M2-4				25.7
		M3-1				25.6
4/12	未產	M2-5				25.4
		M3-2				25.4
4/25	未產	M2-6				25.4
4/26	未產	M3-3				25.3
		M4-1				25.3
4/30	未產	M3-4				25.3
		M4-2				25.1
5/03	未產	M2-7				25.4
5/14	未產	M3-5				25.4
		M4-3				25.2
			3,146.9	2,759.5	87.69	

定棲性魚介類增裕技術之研究 (IV)

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

2021－2024 年澎湖海域資源調查結果 (表 1)，銀塔鐘螺 (*Tectus pyramis*) 2024 年姑婆嶼資源量較前年度略微提高、相較 2021－2022 年低，青灣去年 CPUE 較 2023 年減少、相較 2021－2022 年高，推測兩海域資源量尚維持平穩；吉貝嶼 2024 年資源量較 2023 年大幅下滑，且近 4 年逐年下降，推測野外族群面臨較大生存壓力。白棘三列海膽 (*Tripneustes gratilla*) 2024 年於金嶼平均分布密度 0.001 顆 /m²，相較前 3 年平均密度明顯大幅下滑；長碑礫蛤 (*Tridacna maxima*) 僅於 2022－2023 間有少數發現紀錄；澎湖小章魚 (*Octopus sp.*) 2021－2024 年間平均漁獲努力量均低於 1 隻 /h 以下，上揭物種調查結果資源量均有明顯低下狀況，亟須採取資源復育保護手段，以維護漁業資源永續。

在種苗培育放流層面，2024 年種苗培育放流共計 1,490,431 隻 (顆)，包含水晶鳳凰螺

(*Strombus canarium*) 稚螺 707,000 顆、遠海梭子蟹 (*Portunus pelagicus*) 稚蟹 310,000 隻、銀塔鐘螺稚螺 150,000 顆、白棘三列海膽苗 20,000 粒、長碑礫蛤苗 1,000 顆、美食奧螯蛄蝦 (*Upogebia edulis*) 蝦苗 2,431 隻及象牙鳳螺 (*Babylonia areolata*) 稚螺 300,000 顆。

為評估建立白棘三列海膽及遠海梭子蟹種苗放流效益，藉由分子輔助遺傳標記技術，分析野外與人工繁殖個體遺傳結構差異；結果顯示與野生族群相比，遠海梭子蟹繁殖個體其單倍型多樣性 (h) 及核苷酸多樣性 (π) 均較低，AMOVA 及 Fst 分析指出兩群有顯著差異 ($p < 0.05$)，顯示兩群遺傳距離很遠；白棘三列海膽與野生族群相比，繁殖個體其單倍型多樣性 h 較高，核苷酸多樣性 π 則較低，AMOVA 及 Fst 分析指出兩群有顯著差異 ($p > 0.05$)，顯示兩群沒有明顯分化。

表 1 2021-2024 年銀塔鐘螺、白棘三列海膽、澎湖小章魚及長碑礫蛤資源調查結果

物種	海域	年 別				平 均	單 位
		2024	2023	2022	2021		
銀塔鐘螺	姑婆嶼	23.0±4	21.0±8	28.0±11.4	33.8±16.1	26.5±5.7	顆 / 次
	吉貝嶼	3.3±2.1	9.5±7.2	13.0±9.5	18.3±15.2	10.2±6.2	
	青灣	27.0±6.1	34.8±3.9	24.3±4	18.5±9.5	26.2±6.8	
	重光	0	0	0	0	0	
	南海	0	0.5±0.6	3.3±2.3	0.8±0.5	1.2±1.5	
白棘三列海膽	金嶼	0.001±0.002	0.009±0.009	0.013±0.006	0.008±0.003	0.08±0.005	顆 / m ²
澎湖小章魚	岐頭	0.56	0.62	0.63	0.21	0.51	隻 / h
長碑礫蛤	南海	0	2	3	0	1.3±1.5	顆

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增碳匯量測方法 (II)

潘佳怡¹、任昊佳²、何東垣³、胡家維¹、周晏羽¹、黃仕豪¹、陳凱樂²、李佳佳²、陳安²

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

大型海藻被視為增加海洋碳匯的重要項目之一，然國際現有大藻碳匯數據僅有 Krause-Jensen and Duarte (2016) 研究所指全球天然藻床的淨初級生產量 (NPP) 的 11.3% 可達到碳封存效果，而日本目前的研究顯示，整體而言日本的天然藻床可以達到碳封存的總比例約佔 NPP 的 6.3%。參考兩者差距甚大，顯見不同海域應建立當地所屬模式，才能獲得可信數據，建立相關管理措施，有效推動海洋增匯。大藻碳匯包含顆粒態有機碳 (POC) 及溶解態有機碳 (DOC) 兩項，本計畫就本所於苗栗營運之人工藻場，調查相關參數。

本研究採集分層海水送研究室檢測藻場內外 6—7 月的 DOC 變化，發現藻場內外的 DOC 含量無明顯差別，這和 DIC/TA 項目無差異結果相似，可能受到藻場規模、藻量和流速的影響，而無法測量到這些差異 (圖 1)。

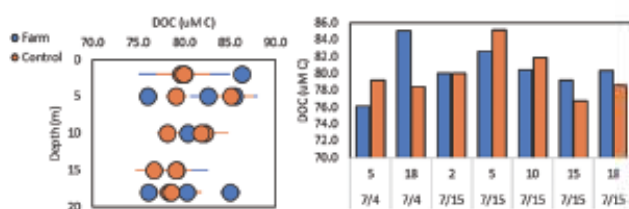


圖 1 藻場內外溶解態有機碳濃度變化

在 6—9 月期間，分 5 次同時在藻場內及對照組布放網狀和管狀沉積物收集器，以了解大藻釋放 POC 之沉降情形，每次布放時間為 2—3 週。對比藻場內外管狀沉積物收集器的樣本，可以發現藻場內的沉降顆粒中有本所投放的海藻，在 850—1,700 m 範圍內佔比明顯 (圖 2)。

為了解海藻在藻場下方水體以及表層沉積物中的保存和分解狀況，於 7/15—8/26 日期間，將 6 種海藻每種 3 組 (50 g) 的樣本裝在紗袋中固

定在藻場下方沉積物表層，分期回收量測樣本重量。由結果可知，6 種海藻的藻體迅速降解，除孔石蓴外，其它 5 種大藻在 1 週後的藻種降低約一半，而除龍鬚菜以外的 5 種大藻在第 3 週已經全部消失。考量苗栗外海水團推送速度，本地大藻產生之 POC 傳送到深海保存之機率極低。

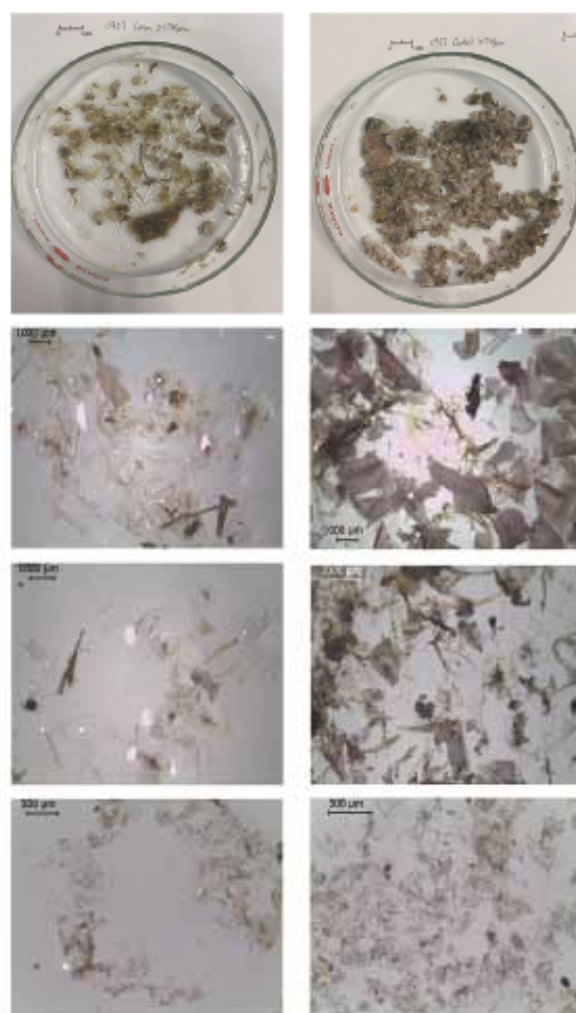


圖 2 藻場內外 8/26-9/7 之間投放管狀沉積物收集器收集樣本照片。左側為藻場內，右側為藻場外 150 m 處，由上而下為大於 1,700、850-1,700、500-850 m 和小於 500 m 共 4 組

海域建置人工藻床技術及藻類應用效益評估 (II)

潘佳怡¹、周立進²、周晏羽¹、胡家維¹、黃欣梅²、張至維²、藍揚麒³

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

本計畫開發開放海域養殖大藻技術，希望藉由大範圍海藻生長吸收二氧化碳，作為我國碳匯項目之一。2024 年 (1) 增進改良建立於海水養殖研究中心七股陸域藻類養殖設施 (圖 1)，以提升大藻之生產能量，避免氣候事件影響陸域藻場運作；(2) 依據陸域大藻成長情形篩選並提供海洋藻場養殖物種；(3) 比對陸域及海洋藻場水文資料分析影響海洋藻場大藻成長之因素。

2024 年養殖羽藻、長莖葡萄藻、粗硬毛藻、蘇氏海木耳、錐尖擬紅翎藻及粗龍鬚菜等藻類，並使用夾片及網筒兩種養殖工具進行試驗

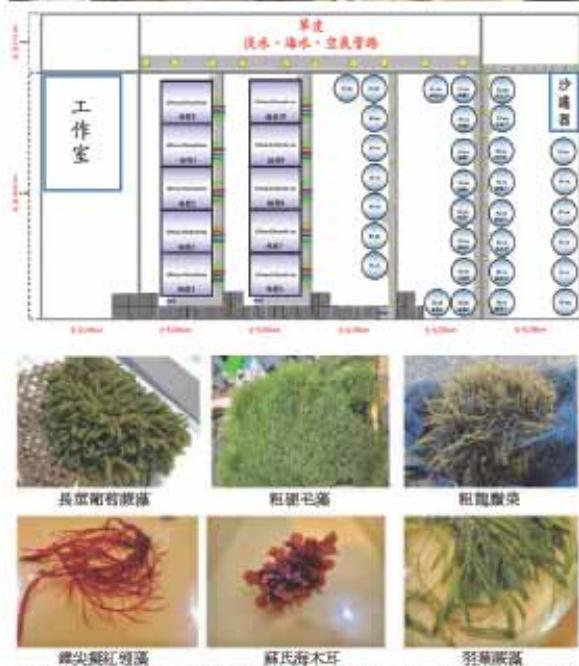


圖 1 本所七股大藻陸域養殖設施配置，改良養殖設備

(圖 2)。其中以粗龍鬚菜及粗硬毛藻兩種成長最佳，粗龍鬚菜 8/6 投放 14 個 1 kg 樣本，至 8/27 平均增重至 1.199 kg，惟後續 9/7 維持在平均 1,200 g；粗硬毛藻 6/20 - 26，150 片之夾片樣本平均增重至 216 g，6/26 - 7/4 網筒之 1 組樣本，自 300 g 增重至 569 g，為本年度最大增重 (圖 3)。

檢測本所陸域養殖及海洋藻場大藻，檢測主要元素及碳氮同位素組成，獲得各物種之 TC (%) 及含水量。將結果與前述海上養殖增重紀錄進行計算，推估本藻場粗龍鬚菜之負碳量達 21 gCO₂/m²/year，粗硬毛藻之負碳量達 1,140 gCO₂/m²/year。

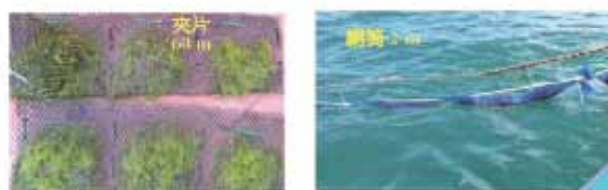


圖 2 人工藻場海藻分夾片養殖 (左) 和網筒養殖 (右) 兩種

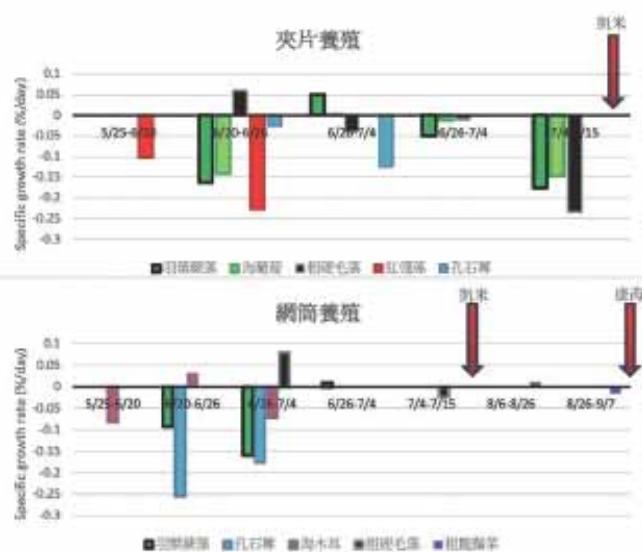


圖 3 人工藻場海藻成長速度，分夾片養殖和網筒養殖兩種 (7 月凱米颱風和 9 月康芮颱風對藻場造成了破壞性損傷，藻場於凱米颱風過後重新布放)

多營養階及漁電共生養殖模式增匯技術開發 (II)

吳育甄¹、李曜辰²、劉于溶¹、薛守志¹、楊少鈞³、林峰右¹、胡益順¹、洪澍薇¹、黃莞苓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。本研究以海水多營養階（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）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與飼料投入導致的碳通量，並納入設備耗電量與光電板發電量，計算各魚塢的碳匯（或碳排）能力，嘗試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碳排係數。

結果顯示，不同養殖物種與不同養殖操作對於多營養階複合式養殖系統中各魚塢水體淨系統代謝量並無明顯影響，且各魚塢在養殖期間皆為異營系統。光電板的架設對於放養龍虎斑魚塢溶氧代謝量亦無明顯影響。在養殖期間，海水多營養階養殖系統各魚塢的溫室氣體通量介於 3.89 – 19.73 g CO₂e m⁻² d⁻¹ 之間（表 1），其中二氧化碳通量在總溫室氣體通量中佔比最大，但氧化亞氮通量在多營養階複合式養殖系統仍有重要影響。淡水多營養階複合式養殖系統各魚塢的溫室氣體通量介於 40.45 – 207.34 g CO₂e m⁻² d⁻¹ 之間（表 2）。漁電共生養殖系統各魚塢的溫室氣體通量介於 7.24 – 9.87 g CO₂e m⁻² d⁻¹ 之間（表 3）。

在多營養階複合式養殖系統中，各魚塢水體的溶解性有機碳濃度在養殖期間逐漸上升。漁電共生複合式養殖系統中各魚塢水體的溶解性有機碳與無機碳濃度則皆有逐漸下降的趨勢。在碳收

支的結果中，各魚塢的碳主要以土壤沉積的形式輸出，顯示土壤沉積量在魚塢碳輸出途徑中的重要性，浮游生物的總基礎生產量雖是重要的碳輸入途徑，但系統呼吸量抵銷了此途徑的碳匯能力。因此，若要提高魚塢的碳匯能力，建議可搭配其他養殖模式提高飼料的利用效率，或調整飼料中的養分比例。此外，若可妥善利用土壤沉積物，或可成為魚塢的碳匯。漁電共生養殖模式不能產生碳匯，但確實具有減碳效益。倘若自發自用，則有望大幅降低養殖生產中養殖設備耗電所產生的碳排放量。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 農業淨零碳排目標路徑規劃。

表 1 海水多營養階系統之溫室氣體通量與碳排放係數

組別	溫室氣體通量 (g CO ₂ e m ⁻² d ⁻¹)	碳排係數 (t CO ₂ e ha ⁻¹ yr ⁻¹)	面積 (ha)
青蟹池池水循環	19.73	0.17	0.12
龍鬚菜池池水循環	3.89	0.16	0.12
青蟹池	17.24	0.14	0.12
龍鬚菜池	5.52	-0.03	0.12

表 2 淡水多營養階系統之溫室氣體通量與碳排放係數

組別	溫室氣體通量 (g CO ₂ e m ⁻² d ⁻¹)	碳排係數 (t CO ₂ e ha ⁻¹ yr ⁻¹)	面積 (ha)
鱸魚池池水循環	207.34	70.76	0.014
浮萍吳郭魚混養池池水循環	131.47	2.42	0.005
鱸魚池	172.85	69.58	0.014
吳郭魚池	40.45	6.12	0.007

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溫室氣體通量與碳排放係數

組別	溫室氣體通量 (g CO ₂ e m ⁻² d ⁻¹)	碳排係數 (t CO ₂ e ha ⁻¹ yr ⁻¹)	面積 (ha)
對照池	9.87	0.16	0.096
環狀光電池	7.24	0.17	0.096
矩形光電池	9.10	0.047	0.096

精進復育海草床增匯技術

冼宜樂、葉宇庭、許思婕、楊子泰、鍾冠翔、謝恆毅
澎湖漁業生物研究中心

本所過往開發之海草床復育方法大致可分為「根狀莖法」、「草塊移植法」及「種子法」等 3 大類，其中又以「根狀莖法」移植效果最佳成本也最低。但生物與海流的擾動，使初移植的植株脫落率高，影響移植海草擴散的效能。本計畫藉由改良「根狀莖法」以提升海草移植效率及避免植株與人力的浪費。

本試驗使用單脈二葉草 (*Halodule uninervis*) 進行移植試驗，分成「剪葉組」、「遮蔽組」、「剪葉+遮蔽組」及「對照組」等 4 組 (圖 1)，自 2024 年 8 月 7 日移植，每間隔 10 日進行量測植株脫落數量等。經 50 日後，對照組植株脫落率 $73.3 \pm 12.2\%$ ，顯示移植初期常有植株大量流失的現象，造成人力與植株浪費；而「遮蔽組」與「剪葉+遮蔽組」2 組之脫落率分別為 $2.7 \pm 4.6\%$ 及 $5.3 \pm 2.3\%$ ，可有效阻隔生物及海流的擾動，降低植株脫落率與增加覆蓋率；已剪除地上部的「剪葉組」移植初期生長較對照組慢，加上植株

未遮蔽，無法有效阻隔生物與海流擾動，使其植株脫落率為 4 組最高，達 $81.3 \pm 10.1\%$ (圖 2)。

從結果顯示，以「根狀莖法」進行海草復育時，可採用改良的「遮蔽」或「剪葉+遮蔽」這兩方式進行，可大幅降低植株的脫落率。

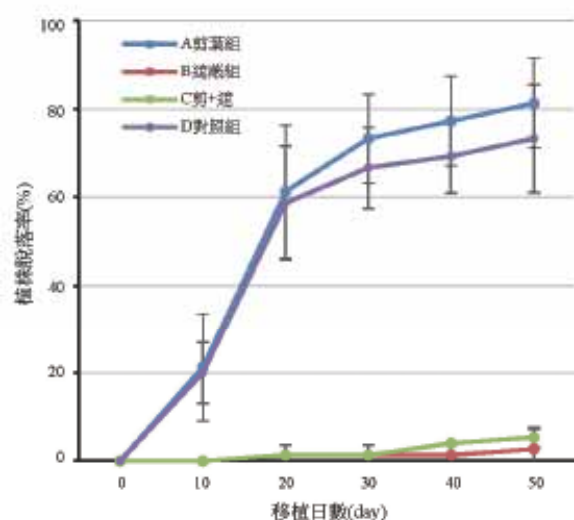


圖 2 海草移植 50 日各組間植株脫落率變化

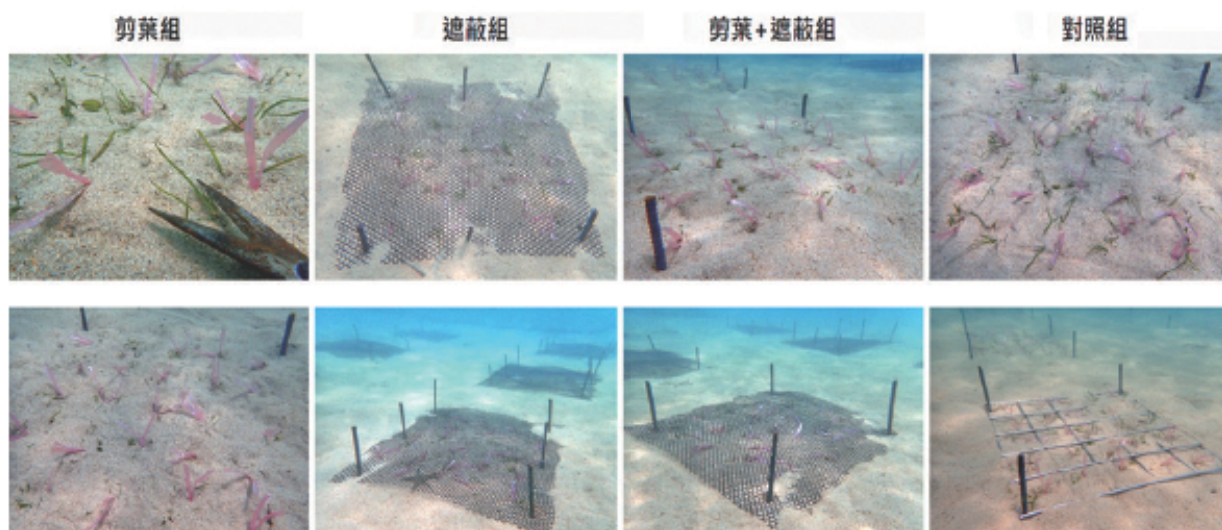


圖 1 海草復育技術精進試驗各組之樣態

四、循環農業減碳科技與產業場域輔導

花蓮立川漁場低碳循環產業鏈建構 (II)

謝易叡¹、郭裔培²、王庭孜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最大國內蜆類養殖場域，該場域水產類剩餘資材主要是蜆殼及加工魚片後剩餘之內臟這兩大宗。本年計畫主要為利用蛋白酶水解處理立川漁場的魚類加工剩餘物，並分析二氧化碳排放量及應用於蜆育肥的效果；其二為萃取完蜆精後之蜆殼利用於自發性熱源包開發。

第一部分結果，魚類加工剩餘物水解過程，二氧化碳濃度隨時間呈正相關 ($p < 0.05$)，換算每公斤臺灣鯛和金目鱸加工剩餘物的水解碳排放量分別為 9.45 和 16.84 mole CO₂e (圖 1)，設備電力的碳排放當量為 3.95 mole CO₂e。黃金蜆育肥實驗 I 使用小球藻 (*Chlorella sorokiniana*, CS)、水解魚蛋白 (fish protein hydrolysate, FPH) 和沼澤紅假單胞菌 (*Rhodospseudomonas palustris*, RP) 每日投餵蜆，沼澤紅假單胞菌可提升蜆的肝醣及鮮味胺基酸 (牛磺酸、麩氨酸和天門冬胺酸) 含量，但水解魚蛋白則無增進品質效果，水質分析和碳排放部分，各組間差異不明顯。而實驗 II 比較魚類加工剩餘物自然發酵與水解魚蛋白作為藻類營養源對蜆育肥的影響，兩者主要的差異為有機氮和總葉綠素甲，水解魚蛋白於投放後會快速提高總氮，並隨時間逐漸降低，總葉綠素甲濃度保持相對穩定範圍；加工剩餘物組則是隨自然發酵，總氮呈現先上升後下降趨勢，總葉綠素甲濃度較不穩定，其餘蜆品質指標、空氣 / 池水的二氧化碳和底土碳儲量，兩組間無顯著差異 ($p < 0.05$)。

蜆殼再利用方面，因黃金蜆殼的主要成分為碳酸鈣，應用層面廣泛，為提升水產剩餘資材之經濟價值，同時為解決二枚貝殼佔空間及汙染等問題，本項目重點為萃取蜆精後剩餘之蜆殼，導入改質技術與配方調整後製成 3 種不同規格 30、

60 及 90 g 之自發性熱源包 (圖 2)，測試其分別發熱不同重量之調理包發熱溫度變化情形，並建立蜆殼發熱包規格說明。根據實驗結果顯示，3 種不同規格之自發性熱源包，在發熱反應後可使市售調理包品溫維持於適口溫度 50 – 60°C 下至少 20 分鐘，具有導入露營族市場之潛力。

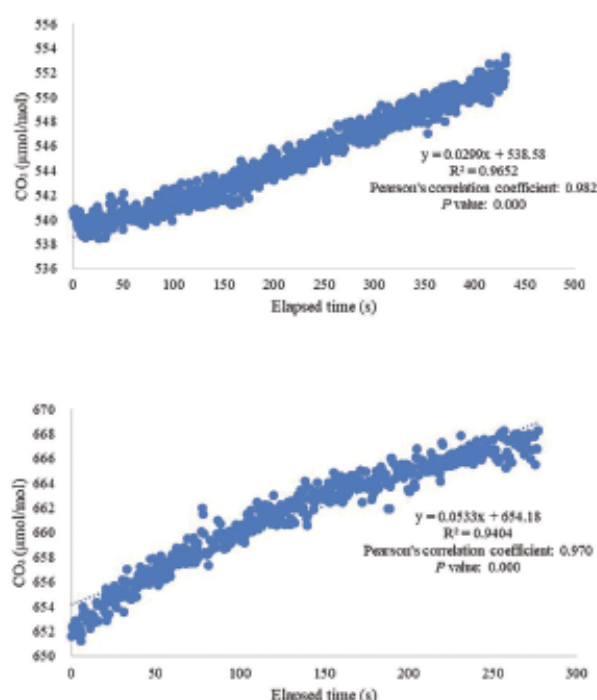


圖 1 不同魚種剩餘物水解過程碳排放 (上：臺灣鯛；下：金目鱸)

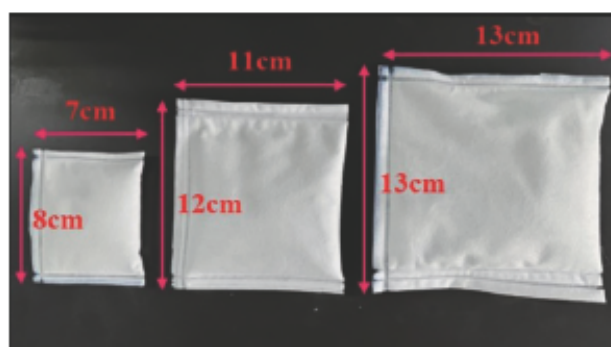


圖 2 不同規格之自發性熱源包試作品

澎湖縣牡蠣殼資源材料化利用示範場域 (II)

呂逸林、陳久林、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之一，每年產值約新臺幣 4.5 — 5.1 億元。但同時也產生約 2,000 公噸的廢棄牡蠣殼。牡蠣殼主要由碳酸鈣 (CaCO_3) 所組成，為極具潛力的資源材料，在當地資源化並發展應用，除了符合循環經濟的精神，並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，於 2023 年完成移動式的資源化示範場域，並就牡蠣殼料源管理需求，請西嶼鄉公所設計考量納入牡蠣殼暫置場管理辦法。西嶼鄉公所於 2024 年完成「澎湖縣西嶼鄉公所辦理廢棄牡蠣殼暫置及處理方式自治條例」

訂定，且暫置場亦已開始營運 (圖 1)。另就資源化示範場域產線調整優化，2024 年增加進料、秤重包裝與污染防治設施等 (圖 2)，牡蠣殼資源化年處理量超過 300 公噸，並與西嶼鄉公所合作，處理暫置場堆置約 100 — 150 公噸的牡蠣殼。為擴大在地應用，本計畫以牡蠣殼粉結合鹼激發方法，設置 1 處水下復育礁體 (圖 3)、文創商品和非結構性建材等，同時辦理牡蠣殼資源化應用方式推廣工作坊 (圖 4)。牡蠣殼資源化後應用減碳效益評估，建立澎湖牡蠣殼循環經濟的基礎。



圖 1 西嶼鄉牡蠣殼暫置場現況



圖 2 牡蠣殼生產秤重包裝設備



圖 3 青灣水下布放 H 型礁體



圖 4 西嶼鄉公所辦理牡蠣殼應用工作坊

五、水產繁養殖模式及技術開發

淡水魚塭耐候生態養殖模式之建立 (IV)

李曜辰、黃德威、李明燦、陳雨農、楊順德
淡水養殖研究中心

相較於集約式的單養養殖模式，結合不同養殖生物的複合式生態養殖模式對環境變化有更高的韌性。水產養殖結合植物栽培的複合式生產模式除了可以減少養殖排放水對環境的影響外，也可以促進資源循環利用、並利用植物收穫做為額外收益增加整體獲利。

浮萍類已被廣泛利用在淨化處理不同產業的排放水，包含工業、畜牧、家庭及養殖排放水等。為利用浮萍類淨化養殖排放水，本研究以七星鱸 (*Lateolabrax japonicus*) 養殖結合水萍 (*Spirodela polyrrhiza*) 生產，並試驗三種複合式養殖系統的運作效益。三種系統分別為參考一般業界或野外水域較常出現的情境，直接將浮萍類培養在養殖池水表之複合式養殖系統 (系統一)、參考業界部分案場設有蓄水池，於蓄水池內培養浮萍類結合鱸魚養殖池之半循環式系統 (系統二)，以及參考 Velichkova (2013) 及 Paolacci (2022) 之研究，以試驗系統模擬全循環式養殖系統 (系統三)。藉由比較各系統的魚苗購置成本、飼料總投餵量、魚隻 / 浮萍類收成產量等參數來評估效益 (表 1)。結果顯示系統三養殖物種的飼養量及成長受到限制，經計算後不符合效益成本。考慮浮萍類在養殖期間的生長狀態，在養殖動物活存率相同的情境下系統二的整體經濟效益應優於系統一。

計畫執行過程發現高溫期浮萍類容易感染蟲害，若不能及時處理，反而造成水質惡化。在蓄水池中培養浮萍類可以在遭遇蟲害時，以不影響養殖動物的前提下進行處置，因此系統二的浮萍類產量及水質維持能力皆優於系統一。考量養殖模式的經濟及耐候效益，建議未來複合式養殖模式以蓄水池培養浮萍類結合水產養殖池較為適宜。

除了比較不同複合式養殖模式的浮萍類生產效益外，2024 年也針對浮萍類池水的二氧化碳吸收 / 排放進行研究，利用罩蓋法量測浮萍類日夜的二氧化碳吸收 / 排放。結果顯示，水萍的碳吸收速率約為 16.47 克碳 / 平方公尺 / 月，紫萍 (*Landoltia punctata*) 的碳吸收速率約為 14.8 克碳 / 平方公尺 / 月，顯示浮萍類池水為二氧化碳吸收匯。本研究顯示，浮萍類會利用大氣中的二氧化碳或水中溶解性碳作為碳骨架合成蛋白質，可以降低養殖魚塭的二氧化碳排放。

表 1 不同複合式生態養殖系統效益分析

	系統一	系統二	系統三
魚塭面積 (m ²)	63	131	21.6
飼養密度 (尾 / m ²)	7	7	5
放養數量 (尾)	464	906	108
放養重量 (kg)	13.4	27.9	3.9
養殖天數	177	177	148
收成總重 (kg)	133.8	200.9	17.5
收成均重 (g)	370.5	395.4	175
單位面積產量 (kg/m ²)	2.1	1.5	0.8
收成尾數	361	508	100
活存率 (%)	78	56	93
總餵食飼料 (kg)	142.4	197.5	16.4
飼料效率 (FE)	0.84	0.88	0.83
售價 (元 / kg)	111.1	111.1	111.1
A 銷售總收入	14,860	22,316	1,944
B 飼料成本 (40 元 / kg)	5,696	7,900	655
C 魚苗成本 (10 元 / 尾)	4,640	9,060	1,080
淨收益 (A-B-C)	4,524	5,356	209
單位面積收益 (元 / m ²)	71.8	40.9	9.7
浮萍類單位產量 (g/m ²)	2,827	10,848	566

養殖光電自電自用模組開發

梁晏甄¹、黃侑勛²、白志年¹、楊順德¹

¹淡水養殖研究中心、²東部漁業生物研究中心

隨著全球能源價格上升及氣候變遷帶來的挑戰，傳統養殖模式因依賴大量能源（如水泵、增氧設備、控溫系統等）導致電力需求龐大，加上供電不穩定問題，使得養殖場面臨能源成本上漲和營運困難。因此，本計畫將探討具成本效益和環境友善的能源解決方案。

本計畫於本中心及東部漁業生物研究中心，分別安裝一組約 5 kW 發電容量的太陽能光電系統。主要設施包括 9 片 540 W 的太陽能模組。本模組之控制器採用太陽能 220 V 直流電 (DC) 和市電 220 V 交流電 (AC) 的雙電源供應模式，為養殖設施提供穩定電力 (圖 1)。

本模組採用串聯 9 片 40 V 的光電模組形成 360 V 的整體配置，降低電壓差異引起的能源損耗，並簡化結構提高 7% 效率。模組控制器具備廣泛的電壓容許範圍，如缺相情況時，仍能維持養殖設施的正常運作。藉此降低養殖業者對市電之依賴，減少運營成本，同時減輕我國電力電網之負擔。

根據中央氣象署資料，2023 年臺中地區全年日照時數 2079.8 小時，臺東地區 1799.9 小時。在試驗期間 (113 年 9 - 10 月)，鹿港與知本地區的日均發電量可達 16 kWh 以上。此結果顯示，日照時數雖是影響發電量的重要因素，但透過系統優化，仍能在不同條件下穩定輸出能源。

本模組除具備自電自用功能外，亦整合智慧節能技術，並具高度擴充性，可選配水質監測與監視設備，以滿足養殖現場需求。

本模組配置之養殖設備包含兩台節能水車與一台鼓風機 (圖 1)。透過控制馬達轉速與更換節能馬達，可有效降低能耗。試驗結果顯示，節能馬達驅動水車每日可節省 0.5 kWh，且水車與鼓

風機皆可依環境條件調整轉速。當節能馬達轉速降至 50% 時，相較於傳統馬達可節省近九成電力。

本模組若應用於 1 公頃養殖池 (如東部白蝦養殖)，相對於使用市電之傳統水車，每年可節省 30,000 仟瓦用電量，減少 15,000 kg 二氧化碳當量，有助於實現低碳養殖目標。

目前已有 8 個團體參訪該模組，顯示業界對此模組具有一定程度的興趣 (圖 2)。希望未來可進一步擴大應用範圍，並針對不同養殖設備進行適應性優化，提升方案的普適性和可行性。

總結來說，本模組的技術優勢：(1) 雙電源供應模式，確保養殖設施穩定運行；(2) 高效能太陽能模組，透過優化結構，提升能源利用率；(3) 節能設備應用，DC 馬達具備更低耗能。本計畫成功展示太陽能光電系統結合 DC 節能馬達在養殖場中的應用，不僅實現能源自給和節能減排，還增強了養殖設施應對極端天氣的能力。



圖 1 養殖光電自電自用模組之裝置設置圖



圖 2 屏東九如水產養殖協會參訪本所自電自用模組

阿氏霓虹脂鯉繁殖及育苗技術開發

蕭玉晨、陳念慈、陳冠如
淡水養殖研究中心

本研究延續 2023 年試驗以水質條件震盪刺激阿氏霓虹脂鯉 (*Paracheirodon axelrodi*) (市場俗名紅蓮燈) 種魚繁殖，2024 年著重比較不同種魚配對數量，嘗試單對繁殖、1 雌 2 雄組、1 雄 2 雌組、2 雌 2 雄組及多對配對組比較不同配對數量繁殖頻率的差異。結果顯示單對繁殖組上半年繁殖 17 次，下半年截至 11 月止僅繁殖 1 次；1 雄 2 雌組上半年繁殖 13 次，下半年則毫無繁殖紀錄；1 雌 2 雄組上半年繁殖 5 次，2 雌 2 雄組全年均無繁殖紀錄；多對配對組上半年繁殖高峰以 3—5 月為主，繁殖 19 次，下半年至 11 月有 3 次繁殖紀錄。

種魚活餌餵食試驗，選用活餌 A 及活餌 B 分別單餵後選 2 雌 2 雄種魚配對，均無繁殖現象；混合活餌 A 及活餌 B 投餵後得到 9 次的繁殖紀錄，總產卵量為 303 顆，平均受精率為 60%，孵化率為 93%，未來持續試驗活餌混餵的種類及適用比例以估算繁殖成本。

目前魚苗孵化仍以手工吸取缸底卵粒的效果較好，紅蓮燈平均單次產卵 10—70 顆。種魚交配後將卵粒噴出，沉降試驗缸底再人工取出孵化，既方便汰除白化未受精卵，又能有效提高孵化率達 80—95%。魚苗孵化平均 24—30 小時，破卵後體長 2.5—2.9 mm，於孵化 4—5 天後可

開始投餵草履蟲 (約 180 μm)；第 10 天左右口部結構更加成熟，可轉換為輪蟲主食 (150—350 μm)；孵化後 20 天投餵豐年蝦無節幼蟲 (400—500 μm)；28 天後以浮性飼料馴餌 (圖 1)。截至 2024 年 11 月止共繁殖成功 67 批次，包括不同配對數量及不同活餌混餵試驗，並完成魚苗孵育之餌料序列 (圖 2)，成功育苗 F_1 子代超過 500 尾。受精率從 26% 有效提升至 53%，並透過人工孵化有效提高孵化率達 89%，記錄繁殖頻率推算繁殖季節，估算魚苗口徑後建立其餌料序列，提高魚苗活存率，目前育成 4 成左右。希望能彙整試驗資料後建立其穩定量產技術，並推廣業界，促進淡水觀賞魚的產業發展。

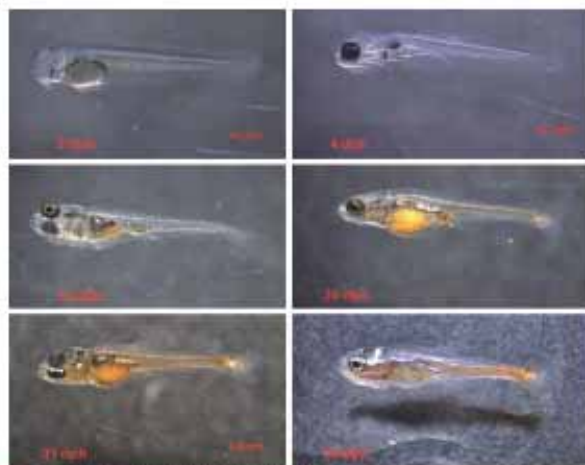


圖 1 魚苗不同階段發育情形

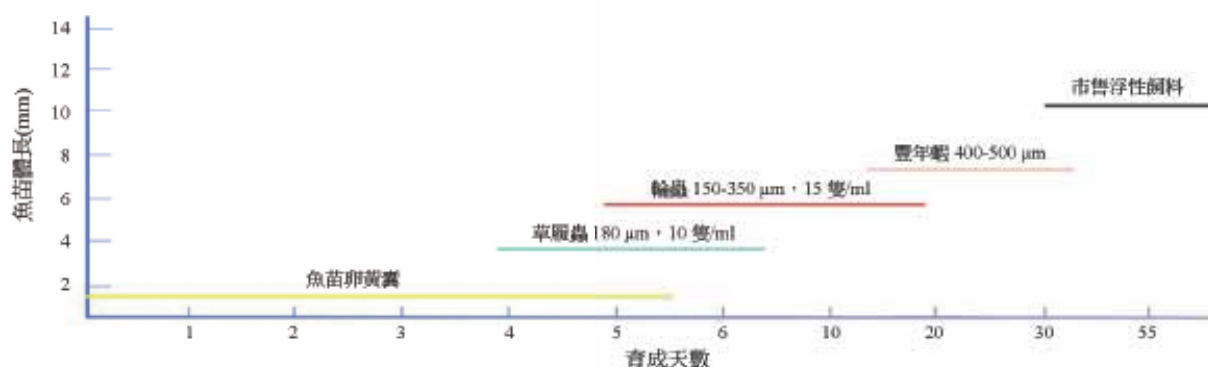


圖 2 阿氏霓虹脂魚苗餌料序列

大口湯鯉繁養殖技術開發 (IV)

陳冠如、陳富美、莊凱婷、陳念慈、阮文淵、楊順德
淡水養殖研究中心

大口湯鯉 (*Kuhlia rupestris*) 是臺灣原生種，為溪流釣友的夢幻魚種，在商業利用上，為高價的觀賞魚亦可作為食用魚，價值不菲。建立大口湯鯉之穩定繁殖魚苗及培育技術，將可作為因應氣候變遷耐候之養殖魚種，另在目前漁電共生室內設施型養殖的新模式下，相對應的養殖魚種必須符合經濟效益，除目前吳郭魚、金目鱸、白蝦外等水產養殖十大市值及現有養殖物種外，更需研發新興養殖物種以增加養殖物種多樣化，大口湯鯉由於其淡、海水皆可養殖且具高經濟價值，將可成為設施型養殖物種。本年度在大口湯鯉繁殖及培育過程，發現生殖腺發育成熟的雌雄種魚在體型上明顯呈現二型性，以雌魚體型較大 (圖 1)；其中雄魚在淡水養殖研究中心的室內蓄養池培育下，生殖腺可以發育成熟，不須經激素注射

即可採得精液 (圖 2)；雌魚則仍需藉由外源性激素的誘導注射才可產卵；經由人工繁殖操作，雌魚累計產卵量逾 35 萬粒，其中受精卵約 20 萬粒，魚苗孵化約 5 萬尾 (圖 3)，僅活存 8 天，魚苗培育過程觀察到魚苗攝食，消化道中有餌料生物跡象 (圖 4)，未來將持續加強魚苗及餌料生物培育，以育成魚苗。

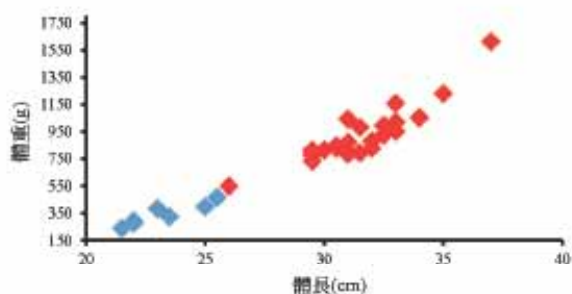


圖 1 大口湯鯉種魚在體型上明顯呈現二型性，以雌魚體型較大 (藍點為雄魚；紅點為雌魚)

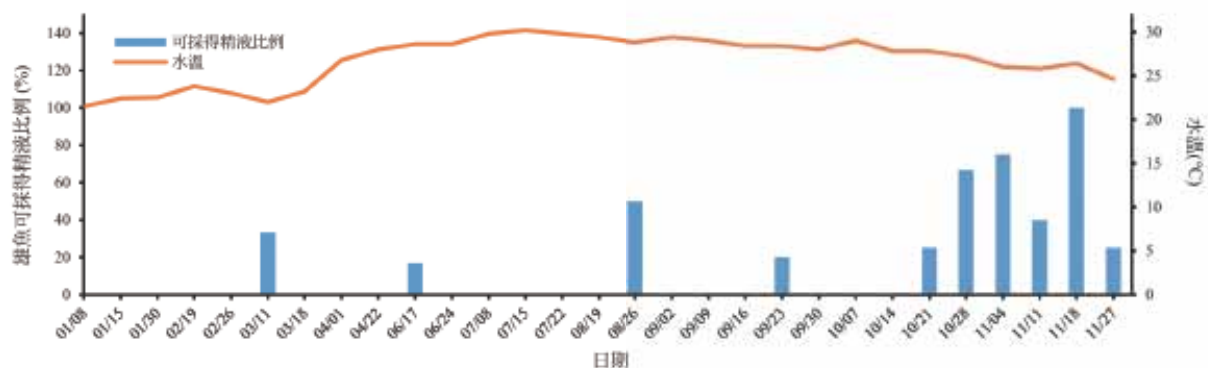


圖 2 大口湯鯉雄魚在 2024 年不經激素注射可採得精液比例

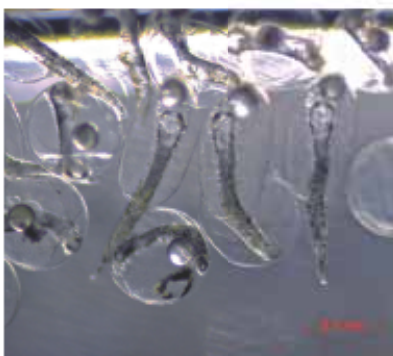
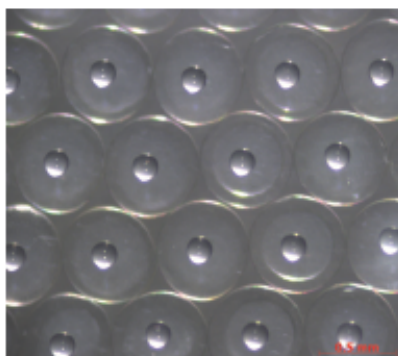


圖 3 雌魚經誘導注射後約 53 小時產卵 (左：受精卵；右：孵化中魚苗)



圖 4 大口湯鯉魚苗第 8 天

芳苑文蛤養殖用水監測計畫

黃瀛生、張凱傑、阮文淵、林佳勳、謝豐群、楊順德
淡水養殖研究中心

本研究全年監測彰化芳苑地區的大排水質，分別於八洲排水、海尾一排水、海尾二排水及十三戶二排水設立5個水道採樣點（圖1）。採樣時機集中於大潮前後，並運用主成分分析（PCA）解析水質主要影響因子，同時檢測弧菌濃度、農藥殘留及重金屬等指標，建立綜合性水質管理評估機制。

研究結果顯示，樣站1和樣站2在PCA分析圖中位於負值區域，與正磷酸鹽（PO₄）、生化需氧量（BOD）及化學需氧量（COD）向量方向一致，反映出有機污染及優養化問題顯著，污染源主要來自畜牧場及農田排水。樣站1的污染程度最高，樣站2次之。相較之下，樣站3、4、5位於正值區域，靠近溶解氧（DO）及鹽度（Sal）向量，顯示水質相對良好，污染影響輕微（圖2）。在特定指標檢測方面，弧菌濃度全年110次檢測結果均未超過10³ CFU/ml，確保養殖水體安全；10次農藥檢測未發現殘留；重金屬每季檢測結果均符合國家標準。研究團隊即時將檢測數據傳送至養殖業者，幫助其掌握水質動態並調整管理策略，提升養殖效益與水質安全。



圖1 樣站位置

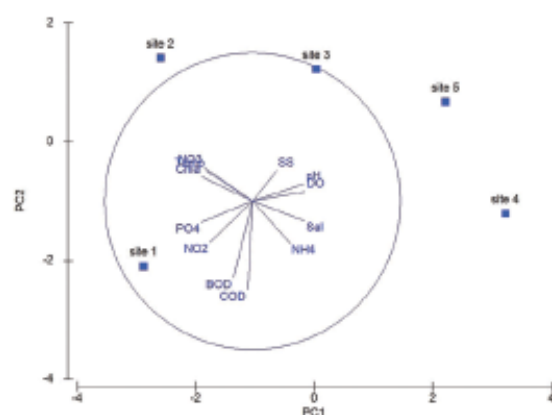


圖2 PCA分析後各樣站分布圖

為提升養殖業者的數據應用能力，本研究舉辦了兩次養殖講習會，針對水質數據解讀、換水時機、消毒操作及颱風後應對措施進行實務培訓，幫助業者面對極端氣候下的挑戰。颱風過後的水質監測顯示，所有樣站BOD及COD濃度大幅上升且下降緩慢，顯示當地海域海水自淨作用不佳，需加強應急管理。綜合分析提出改善建議，包括加強畜牧場廢水處理、增設其它水源引水方法及制定颱風後應急方案，並持續進行重金屬及弧菌監測，為區域水質管理與永續發展提供科學依據與實務策略。

建立臺灣養殖漁業碳排係數 (II)

謝淑秋¹、李曜辰²、楊少鈞³、黃致中¹、胡依婷¹、楊順德²、許晉榮¹、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

全球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，我國水產養殖產業興盛，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 億元，然而因應氣候變遷之影響，臺灣尚缺各種水產養殖生產過程之溫室氣體排放係數，亟需補齊本土排放係數，以評估臺灣水產養殖產業的溫室氣體排放量，俾利銜接國際趨勢。

本計畫主要根據養殖水域生態系統學理，建立可實際應用於國內養殖案場的本土排放係數，本研究針對海水養殖的龍虎斑 (*Epinephelus fuscoguttatus* × *E. lanceolatus*) 和淡水養殖的淡水長臂大蝦 (*Macrobrachium rosenbergii*) 兩種養殖物種建立其養殖週期的碳排放係數，因石斑魚主要產地集中於屏東縣、高雄市和臺南市，佔臺灣石斑魚陸地養殖魚塭面積高達 9 成，淡水長臂大蝦主要產地為屏東縣，其生產量佔全臺 8 成以上，故 2024 年龍虎斑和淡水長臂大蝦分別選定屏東縣枋寮鄉 (FL)、林邊鄉 (LB) 和新埤鄉 (SB)、新園鄉 (SY) 的養殖業者作為該產業之代表模式，並根據水體與大氣介面的溫室氣體 (甲烷和氧化亞氮) 通量測量計算碳排放係數。

結果顯示，在龍虎斑養殖期間，各魚塭二氧

化碳當量的平均總溫室氣體通量介於 153.80 – 894.73 kgCO₂e/ha/yr (表 1)，顯示各魚塭水體皆為溫室氣體排放源，其中氧化亞氮通量的佔比大於甲烷通量；在淡水長臂大蝦養殖期間，各魚塭二氧化的平均總溫室氣體通量介於 424.77 – 3,138.95 kgCO₂e/ha/yr (表 2)，顯示各魚塭水體皆為溫室氣體排放源，其中甲烷通量佔比大於氧化亞氮通量。最後，本研究根據二氧化的平均總溫室氣體通量的結果計算龍虎斑和淡水長臂大蝦單位產量的碳排係數，發現每收穫 1 kg 的水產品分別會排放 0.0054 – 0.0057 kg 和 0.07 – 1.08 kg 二氧化的溫室氣體。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塭減碳及碳匯的基線資料。

表 1 龍虎斑養殖系統魚塭水體與大氣介面之溫室氣體排放係數

養殖池	碳排係數	
	kgCO ₂ e/kg/ 養殖週期	kgCO ₂ e/ha/yr
FL_T1	0.0054	894.73
FL_T2	尚未收穫	309.74
FL_T3	尚未收穫	186.60
LB_T1	0.0057	153.82
區間	0.0054-0.0057	153.80-894.73

表 2 淡水長臂大蝦養殖系統魚塭水體與大氣介面之溫室氣體排放係數

養殖池	碳排係數			
	kgCO ₂ e/kg/ 養殖週期		kgCO ₂ e/ha/yr	
	第一輪	第二輪	第一輪	第二輪
SB	無收成數據	停止監測	1,320.69	停止監測
SY1	0.32	0.24	704.10	1,584.21
SY2	0.51	0.07	1,099.49	424.77
SY3	1.08	0.09	3,138.95	505.05
區間	0.07-1.08		424.77-3,138.95	

魚塭結合浮動型太陽光電設施之減碳養殖模式 (II)

張秉宏、蘇瑋揚、黃柏元、葉俊億、許晉榮
海水養殖研究中心

綠色能源、節能減碳及太陽光電議題受到國際的重視，利用養殖面積轉型為漁電共生減碳模式具有發展潛力。其中浮動型太陽光電不改變地貌、具有彈性，適合漁電共生發展 (圖 1)。本研究模擬浮動型太陽光電在不同遮蔽率 0%、50% 及 70%，分析並比較成長、肥滿度及水質因子之差異。結果顯示：放養初體長為 4.8 cm。0% 組最終體長為 17.2 cm，體重為 102.8 g，肥滿度為 1.92；50% 組最終體長為 16.6 cm，體重為 76.6 g，肥滿度為 1.60；70% 組最終體長為 18.5 cm，體重為 111.2 g，肥滿度為 1.74。

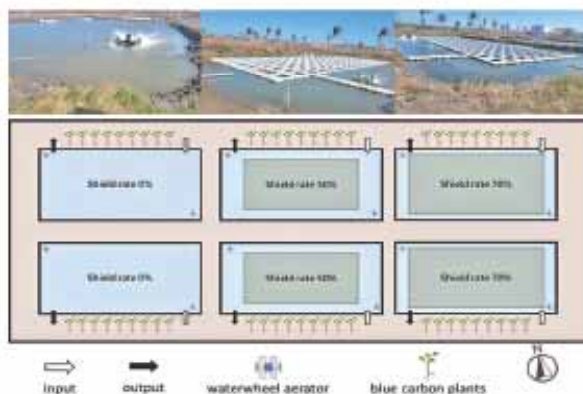


圖 1 魚塭結合浮動型太陽光電設施之養殖池示意圖

成長曲線顯示，各組間差異不明顯 (圖 2)，最終體長，遮蔽率 70% 組，具有較佳的表現，最終肥滿度，遮蔽率 0% 組，具有較佳的表現。養殖期間水質在合理範圍 (圖 3)。

浮動型太陽光電設施水溫及鹽度穩定 (圖 4)。溶氧 3 組差異不明顯。酸鹼值部分，具有遮蔽的試驗組略低於 0% 的對照組。氧化還原電位 (ORP) 部分則不受遮蔽率影響。在不同遮蔽率下，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龍虎斑的可行性。其中，根據成長曲線 (圖 2) 及最終體重 (圖 3) 的結果推斷，在不同遮蔽

率的養殖條件下，對於龍虎斑的生長不會造成影響。臺灣擁有漁電共生的條件，可利用廣大的水產養殖面積進行漁電共生，具有發展的潛力。

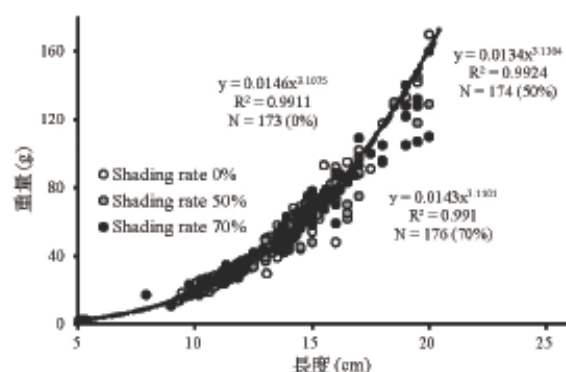


圖 2 模擬浮動太陽光電結合龍虎斑養殖，遮蔽率 0、50 和 70% 的生長曲線

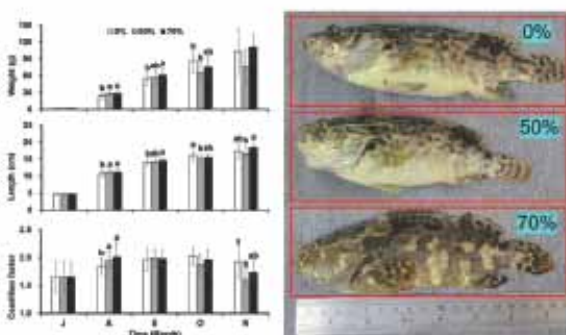


圖 3 模擬浮動太陽光電結合龍虎斑養殖，遮蔽率 0、50 和 70% 龍虎斑的成長差異

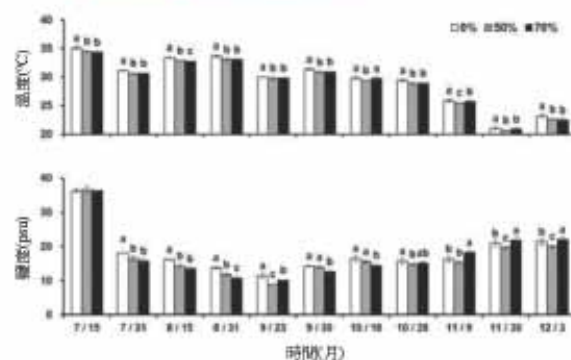


圖 4 模擬浮動太陽光電結合龍虎斑養殖，遮蔽率 0、50 和 70% 的溫度及鹽度月變化

單體牡蠣立體式及多營養階層養殖管理技術建立

邱允志、李忠憲、許晉榮
海水養殖研究中心

近年臺灣受氣候變遷影響，經常有致災性豪雨及異常氣溫等情況產生，致使貝類養殖產業受衝擊以致養成率不佳。本研究建構室內單體牡蠣渠道式養殖系統，針對室內單體牡蠣養殖設施的應用性，開發設施型貝類生產技術和相關應用參數資料，透過多營養階養殖方式，建立混合養殖管理技術。利用室外白蝦池作為天然藻源提供給牡蠣養殖模組，將養殖設施與室外養殖池串聯形成一個互利的養殖系統。

建立室內單體牡蠣養殖系統，並利用戶外白蝦養殖池作為天然藻源，供應牡蠣養殖模組，以建構多營養階養殖模式，並蒐集設施型貝類生產的相關應用參數。試驗結果顯示，在渠道養殖試驗中，牡蠣的最佳平均成長可達 36.74 ± 6.30 g，活存率最高達 87.50%，最低亦達 73.70%，日成長率為 $22.04 \pm 18.17\%$ 。研究結果顯示，室內設施養殖能促進牡蠣穩定生長，並有效降低氣候變遷所帶來的影響（圖 1）。

戶外白蝦養殖池內的微細藻類提供了牡蠣養殖系統的天然飼料，並經由循環機制迴流至白蝦養殖池，在養殖期間發揮水質淨化與穩定作用，試驗白蝦總體成長重量平均達 14 g，日成長率為

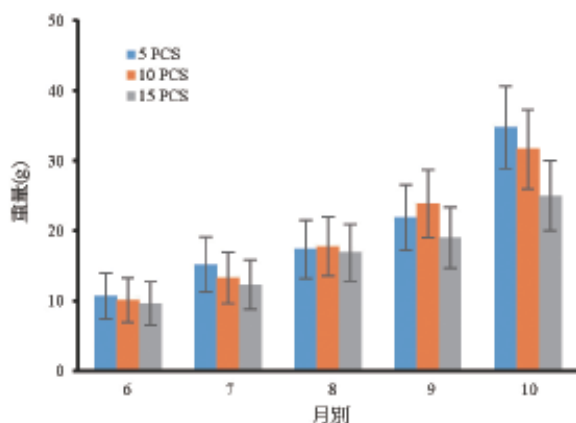


圖 1 渠道養殖牡蠣成長

$9.90 \pm 3.17\%$ （圖 2）。試驗期間水質監測結果亦顯示氨氮濃度未超過標準（圖 3）。然而，隨著養殖時間延長，池底環境逐漸劣化，特別是在白蝦接近收成規格時，底泥中的有害物質累積量增加，後續受颱風影響，低氣壓導致水中氨氮濃度驟升，導致白蝦死亡。此外，養殖池的優勢藻種亦從矽藻逐漸轉變為藍綠藻。

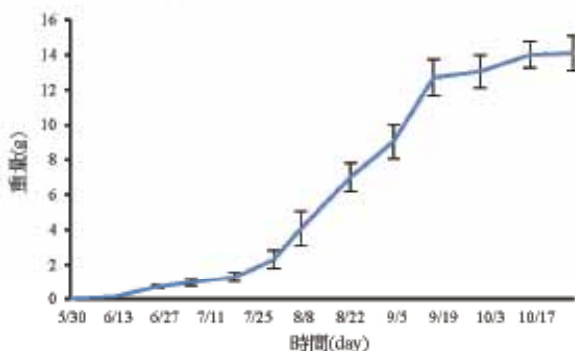


圖 2 白蝦養殖成長率

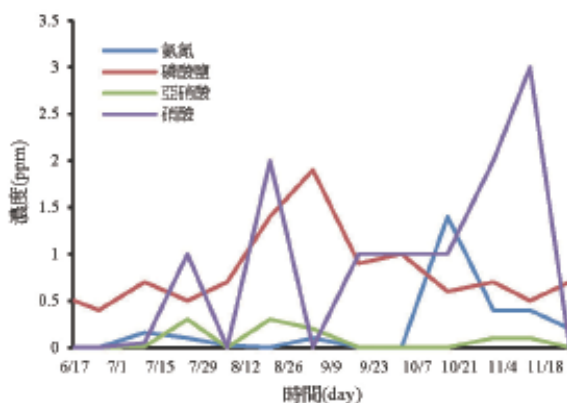


圖 3 戶外白蝦養殖池水質測定

2024 年首次嘗試綜合生產模式，雖然尚未達成正向經濟效益，但整體生產執行評估顯示該模式具備潛在發展空間。未來將透過系統化調整與養殖參數改善，以進一步提升效益，為多營養階養殖模式的可行性提供更具體的經濟數據依據。

多倍體牡蠣優良種苗之開發及其產業化技術之建構

余冠霖、陳燈煌、謝淑秋、許晉榮
海水養殖研究中心

牡蠣俗稱蚵或是蜆，屬世界重要之養殖貝類。臺灣之牡蠣養殖產業可追溯自 200 多年前；依據 2011 漁業統計年報，牡蠣年產量可達 3 萬 4 千公噸，產值約為新臺幣 32 億元。葡萄牙牡蠣 (*Magallana angulata*) 為臺灣主要的養殖牡蠣物種，但近年因受到極端氣候或疾病之影響造成臺灣產附苗率不佳與成貝死亡高的現象頻傳，致牡蠣苗體不足與產量降低。

本研究旨在開發出四倍體牡蠣並使其與二倍體交配，產生 100% 的三倍體後代。本年度目標係以生產出三倍體種貝，俾作為次年生產四倍體貝苗基礎。

在牡蠣受精卵第一極體與第二極體釋放比例上，於水溫 27°C 環境中，葡萄牙牡蠣的受精卵於受精後第 6 分鐘釋放第一顆第一極體；於受精後第 22 分鐘第一極體的釋放比例達 50%。另在受精後第 21 分鐘觀察到第一顆第二極體釋放，並於受精後 50 分鐘第二極體釋放量達 50% (圖 1)。

相較於無添加細胞鬆弛素 B 之對照組，添加細胞鬆弛素 B (0.5 mg/L) 之實驗組，於受精後 8 分鐘使用藥劑抑制極體釋放，實驗組其第一極體釋放比例於受精後 20 分鐘前皆低於 10%，並於受精後 21 分鐘後得逐漸上升，但在受精後 36 分鐘時才屆 50% 的釋放比例，並於受精後 25 分鐘時

第一極體達到 50% 的釋放比例。結果顯示細胞鬆弛素 B 確實有效抑制受精卵排放極體，但因為對操作者和環境具有相當的污染性，國外已鮮少使用該藥物。

在誘發多倍體的試驗上，使用細胞鬆弛素 B (CB) (1 mg/L) 於水溫 27°C 環境中，抑制牡蠣受精卵排放第二極體排放，藥物使用時機為，受精後 20 分鐘 (PF20)，藥物作用時間為 15 分鐘，其三倍體誘發率為 16.12%；該批次貝苗附苗後數量約 359 顆，平均殼長為 7 cm。另使用以 6-二甲基氨基嘌呤 (6-DMAP) (450 $\mu\text{mol/L}$) 抑制牡蠣受精卵排放第二極體排放，藥物使用時機為受精後 20 分鐘 (PF20)，藥物作用時間 10 分鐘，三倍體誘發率分別為 39.66% 及 38.53% (表 1)。上述三批苗體正蓄養在本所海水養殖研究中心臺西試驗場內，以利 2025 年進行四倍體誘發實驗。

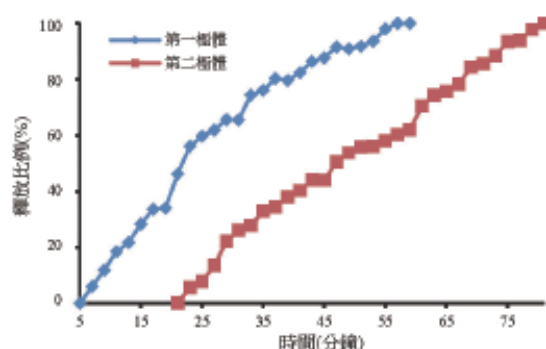


圖 1 葡萄牙牡蠣魚水溫 27°C 時，受精卵第一及第二極體釋放比例

表 1 使用細胞鬆弛素 B 或 6-二甲基氨基嘌呤誘發二倍體牡蠣受精卵，於附苗前 (15D) 浮游苗 (Larvae) 之活存率、二倍體、三倍體與非整倍體之百分比

	誘發日期	孵化率 (%)	活存率 (%)	二倍體 (%)	三倍體 (%)	非整倍體 (%)
細胞鬆弛素 B	7/18	31.20	0.16	77.42	16.12	6.45
6-二甲基氨基嘌呤	9/20	52.51	21.75	7.57	39.66	52.77
6-二甲基氨基嘌呤	10/14	48.92	7.96	16.30	38.53	45.17

牡蠣養殖水域水質環境監測暨養殖技術精進

李忠憲¹、邱允志¹、陳淑美²、董哲煌²、許晉榮¹

¹海水養殖研究中心、²國立嘉義大學

牡蠣係臺灣重要的養殖貝類之一，依據 2023 年漁業統計臺灣海面養殖牡蠣產量達 16,055 公噸，其產值達新臺幣 40.8 億元，但相較於 2018 年之產量 22,035 公噸，其年生產量減少約 37.2%，可能係受到天然附苗率不佳、附生動物叢生、疾病爆發甚是氣候變遷之等因素影響，但經本所初步研究發現，造成牡蠣死亡之原因可能非單一因子所致。

本研究旨在監測臺灣主要牡蠣養殖水域的水質、當地浮游植物、附生生物量、生殖腺肥滿度及比較牡蠣天然苗與人工苗成長等調查，藉此找出影響牡蠣生長條件；另藉由小規模試驗生物絮團使用於單體牡蠣上市前育肥，以替代育肥時人工藻類之消耗量。

2024 年以雲林（口湖）、嘉義（布袋）及臺南（安南及安平）四地為採樣點，並吊掛本所培育的人工苗與臺西鄉生產的天然苗，其水質監測分析結果共 305 筆，其中各樣點的水質監測結果如表 1，其樣點間水質結果並無差異且無異常。而在

表 1 2024 年雲林、嘉義、臺南各樣點水質監控數據

檢測項目	分析結果	檢測項目	分析結果
水溫 (30 cm 下水層) (°C)	21.0-33.9	氨氮 (ppm)	0.000-0.223
水溫 (150 cm 下水層) (°C)	20.6-33.3	硝酸氮 (ppm)	0.123-0.594
鹽度 (psu)	31.0-35.0	TCBS 菌數 (CFU/ml)	0-2,567
溶氧 (30 cm 下水層) (ppm)	7.4-11.2	懸浮固體量 (ppm)	1.0-36.0
溶氧 (150 cm 下水層) (ppm)	6.4-12.4	藻類豐度 (cell/L)	213-10,807
pH	8.1-8.4	葉綠素甲 (ppb)	0.674-19.210

表 2 2024 年雲嘉南海域田間試驗人工苗與天然苗成長參數分析結果

	雲林		嘉義		安平	
	天然苗	人工苗	天然苗	人工苗	天然苗	人工苗
平均濕重 (g)	24.45 ^a (12.20)	23.70 ^a (8.00)	23.62 ^a (6.83)	22.89 ^a (8.11)	33.81 ^a (10.74)	39.82 ^b (13.96)
肥滿度 (%)	6.36 ^b (1.59)	6.30 ^b (1.82)	5.49 ^a (1.02)	5.60 ^{ab} (0.93)	7.76 ^c (1.53)	7.89 ^c (1.20)
空殼率 (%)	12.10 ^{ab} (10.05)	9.71 ^{ab} (7.98)	13.41 ^{ab} (11.25)	1.88 ^a (4.22)	13.80 ^{ab} (12.93)	20.87 ^b (28.59)

數據以平均值 (SD) 表示，不同字母代表相同項目、不同樣區牡蠣間有顯著差異 ($p < 0.05$)

牡蠣生物體分析上共採集了 172 筆數據，其重要結果如：(1) 發現牡蠣可能受到強降雨導致排放生殖腺致肥滿度不高；(2) 在雌性牡蠣生殖腺中發現類馬爾太蟲寄生，且以臺南及嘉義地區較為嚴重；(3) 牡蠣濕重倘高於 35 g 以上，體型越大，空殼率越高。所以建議中蚵吊掛時，可採以每平方公尺少於 7 串之吊掛密度為佳，以降低空殼率；(4) 依據田間試驗結果顯示：牡蠣人工苗的成長濕重顯著高於天然苗，但肥滿度及空殼率與人工苗及天然苗則無顯著差異 (表 2)。

利用生物絮團使用於單體牡蠣育肥之試驗上，結果顯示碳氮比以 9:1，所產生的團絮顆粒大小較能符合牡蠣攝食顆粒大小及團絮上粗蛋白之可利用性。並依其碳氮比培養絮團，以設置不同梯度之藻類比例，實驗結果以每日維持系統內 25% 等鞭金藻 + 75% 生物絮團，並維持碳氮比為 9:1，對於單體牡蠣體增重、存活率及肥滿度具最佳之效益。

文蛤青蟹生態綜合養殖技術開發

吳育甄、薛守志、林峰右、林志訓、洪澍薇、胡益順、許晉榮
海水養殖研究中心

本計畫為建立文蛤 (*Meretrix taiwanica*) 及擬穴青蟹 (*Scylla paramamosain*) 最適混合養殖之生產模式。進行青蟹攝食貝類習性試驗，評估三個成長體型之青蟹對文蛤及文蛤養殖池中常見的入侵貝類 (如似殼菜蛤 *Mytilopsis sallei*、條紋殼菜蛤 *Mytella strigata* 及綠殼菜蛤 *Perna viridis*) 之攝食喜好，探討文蛤與青蟹混養，並防治入侵貝類之可行性，並建立最佳的養殖組合模式。

擬穴青蟹體型分別為 (甲殼寬 5.8 ± 0.6 cm、 8.1 ± 0.6 cm、 11.5 ± 1.8 cm) 對 4 種貝類 (文蛤、綠殼菜蛤、似殼菜蛤、條紋殼菜蛤) 攝食行為及偏好。結果顯示，青蟹的捕食能力與其體型呈正相關，體型較大的青蟹能捕食更大且殼厚的獵物，而小型青蟹則偏好小型及殼薄的貝類。無論體型大小，青蟹皆優先捕食體型較小的貝類，其中對似殼菜蛤表現出顯著攝食偏好。在青蟹攝食文蛤及似殼菜蛤的試驗結果，3 個體型青蟹皆偏好攝食似殼菜蛤 (殼長 1.9 cm)，其次為小體型文蛤 (殼長 1.5 cm)，攝食文蛤數量皆顯著少於似殼菜蛤 (圖 1)。

青蟹體組成與風味胺基酸分析結果 (表 1、2)，餌料種類對青蟹的一般體組成無顯著影響，但攝食魚肉與似殼菜蛤的青蟹，甜味與苦味胺基酸含量較文蛤組高，攝食貝類的青蟹增重率及肝體指數較一般攝食魚肉組低。

青蟹的捕食選擇受體型與貝類殼特性影響，這對蟹貝混養系統的模式開發具有重要意義。可利用殼厚、體型大的貝類減少捕食壓力，並將薄殼、小型貝類作為青蟹的餌料物種，滿足其捕食需求的同時改善水質並平衡養殖系統。研究發現可為建立青蟹與貝類的生態混養

模式提供了科學依據，有助於推動水產養殖業的綠色發展與永續經營。

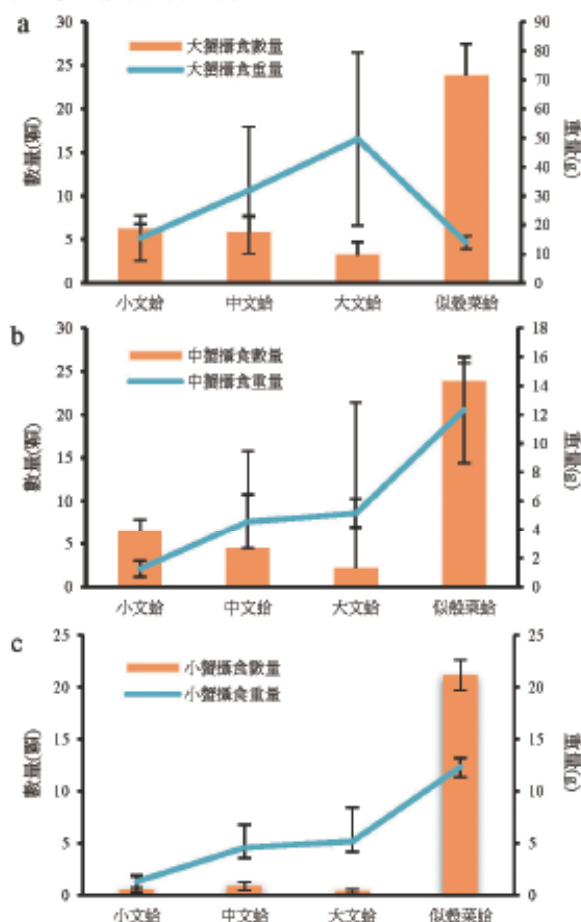


圖 1 青蟹攝食文蛤及似殼菜蛤的數量及重量 (a: 大體型青蟹; b: 中體型青蟹; c: 小體型青蟹)

表 1 青蟹攝食不同貝類體組成分

樣本名稱	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	水分 (%)	粗灰分 (%)
似殼菜蛤	14.5±1.52	1.5±1.51	80.9±3.27	2.2±0.18
條紋菜蛤	13.3±1.25	1.8±0.97	81.5±3.43	1.9±0.24
文蛤	14.3±0.83	3.6±0.76	78.5±0.28	2.0±0.36
鯉魚肉	13.8±0.78	2.7±1.28	80.0±3.37	2.0±0.45

表 2 攝食不同餌料青蟹之增重率、肝體指數、生殖腺指數

	似殼菜蛤	條紋菜蛤	文蛤	鯉魚肉
增重率 (%)	2.4±0.9 ^a	3.4±1.7 ^a	3.0±1.9 ^a	17.1±26.8 ^b
肝體指數 (%)	2.5±1.4 ^a	3.1±1.1 ^a	2.9±1.1 ^a	4.7±1.4 ^b
生殖腺指數 (雄)	0.2±0.2	0.3±0.3	0.5±0.4	0.5±0.3
生殖腺指數 (雌)	2.9±1.6	3.4±1.0	4.6±1.3	4.8±1.3

文蛤分段養殖標準化技術之研究

林志訓、邱沛盛、謝淑秋、陳蒼木、許益誠、許晉榮
海水養殖研究中心

近年文蛤死亡原因，不外乎極端氣候及養殖管理所致，進而造成養殖環境不佳，水質或底質惡化，文蛤生活受到緊迫進而死亡。而各種因素所造成死亡，最終必定是底質、水質不佳導致文蛤死亡。目前漁民放養文蛤苗體型，從 1,000 粒/斤、700 粒/斤到 500 粒/斤都有，視漁民養殖習慣及養殖池環境而定；養殖體型成長至 120 粒/斤、60 粒/斤至 40 粒/斤時，是最容易大量死亡時期，也就是放養時間約 7—10 個月，推究其原因主要是從整池完開始放養時水質底質環境都是良好的，隨著養殖時間加長，底質環境逐漸惡化，單位面積生物負載量增加，此時如氣候條件稍有變異，很容易造成水質底質惡化，文蛤就大量死亡。本實驗擬放養較大體型的文蛤苗，將養殖收穫時間縮短至 6 個月，在文蛤池中底質水質惡化前即採收，藉以提高文蛤活存率，增加漁民收益。

蓄養：購入文蛤苗 (600 粒/斤)，暫養一段



圖 1 採樣文蛤

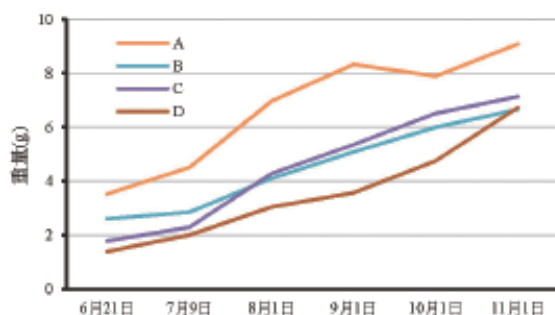


圖 3 文蛤重量變化

時間後，篩分出不同大小放入實驗池 (1 分地) 中養殖，在 4 池 1 分地 (1,000 m²) 文蛤池中放入 8 萬顆文蛤苗，文蛤苗體重分別為 A 組 3.53 g、B 組 2.61 g、C 組 1.79 g、D 組 1.40 g (170、230、335、430 粒/斤)。

每月採樣文蛤 (圖 1) 測量重量、活存率。每周檢測水質溫度、鹽度、溶氧、酸鹼值、氨-氮值、亞硝酸、底土氧化還原電位 (圖 2)。4 池 1 分地 (1,000 m²) 文蛤池實驗 5 個月後，各組平均重量為 A 組 9.09 g、B 組 6.67 g、C 組 7.14 g、D 組 6.74 g (66、90、84、89 粒/斤) (圖 3)，A—D 組各組活存率分別為 92、85、49、88% (圖 4)。結果顯示，以較大文蛤苗養殖，要達採收體型估計 A 組需 6 個月，B、C、D 組需 8 個月；A、B、D 組活存率為 85—92%，C 組活存率為 49%；和民間業者比較，有 3/4 機率高於民間養殖業者，1/4 機率和民間養殖業者一樣，未來可依此方向推廣民間。



圖 2 水質檢測儀器

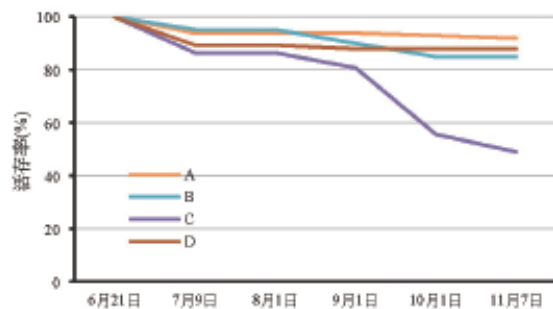


圖 4 文蛤活存率變化

農業生態系長期生態監測—海洋生態與水產養殖

許自研¹、嚴國維²、蘇義哲¹、潘佳怡²、曾秀茹²、陳陽德¹、吳豐成¹

¹ 東港養殖研究中心、² 海洋漁業組

過去3年已成功建置海洋區域長期生態監測站分層溫度、鹽度及葉綠素甲資料庫，為深入了解海洋環境動態與生態系統變化奠定了堅實基礎。2024年計畫持續維護並優化資料庫運作，整合並上傳前一年度的數據。同時，建置4種營養鹽資料庫，並完成國內外合作資訊交流平台的架設(圖1)。本研究將進一步促進數據的共享與跨領域協作，支持永續海洋管理與未來的生態研究。

本研究運用自動物聯網傳感器自動收集臺南市北門區、高雄市永安區及屏東縣枋寮鄉養殖漁村共計8處監測站水質即時資料，包括水溫、溶氧、酸鹼值(pH)、氧化還原電位(ORP)、鹽度，並以雲端攝影機持續收集現場影像，另定期彙整鄰近地區氣象資料，以供極端天氣發生時進行追溯分析(圖2)。2024年1月寒流期間臺南北門最低氣溫約10—12°C，高雄永安及屏東枋寮地區水溫也隨之降低，但由於比熱的關係水溫的變動不如氣溫那麼大，且因寒流持續時間不長且無大量降雨，對測站養殖池的水溫影響不大，幸無災害發生。2024年7/22—26凱米颱風、9/29—10/4山陀兒颱風以及10/29—11/1康芮颱風侵臺，路徑接近高雄及屏東地區，可以發現觀測站點水溫隨著強風、降雨及日照減少而降低。

2024年新設定時自動截圖上傳至資料庫功能



圖3 新增【自動截圖上傳資料庫功能】

(圖3)，在雲端攝影機監控方面，可透過遠端視訊功能查閱天氣狀況(如陰雨)、機械運轉(水車啟動)及現場環境變化，做為養殖管理與追溯分析參考，並藉由設定閾值警示使用者關注水質的變化；緊急狀況也同時被攝影畫面及水質參數記錄下來；同時可抓取鄰近氣象站氣候資訊，一併呈現於水質資訊介面上，方便使用者直接了解當下氣候現況，全面更新水質資訊看板，可供人員瞭解水質狀況，結合社區生態導覽，推廣養殖智慧化、科學化等教材予從業人員或社會大眾。



圖1 臺灣周邊海域漁場環境監測資料庫維護



圖2 水質監測數據介面新增【鄰近氣象站數據】

站名	儀器編號	上傳時間	最新上傳時間	備註
北門區	0910000000000000	2024/11/18 18:00:00	2024/11/18 18:00:00	上傳成功
永安區	0910000000000000	2024/11/18 18:00:00	2024/11/18 18:00:00	上傳成功
枋寮鄉	0910000000000000	2024/11/18 18:00:00	2024/11/18 18:00:00	上傳成功
枋寮鄉	0910000000000000	2024/11/18 18:00:00	2024/11/18 18:00:00	上傳成功
枋寮鄉	0910000000000000	2024/11/18 18:00:00	2024/11/18 18:00:00	上傳成功
枋寮鄉	0910000000000000	2024/11/18 18:00:00	2024/11/18 18:00:00	上傳成功
枋寮鄉	0910000000000000	2024/11/18 18:00:00	2024/11/18 18:00:00	上傳成功
枋寮鄉	0910000000000000	2024/11/18 18:00:00	2024/11/18 18:00:00	上傳成功
枋寮鄉	0910000000000000	2024/11/18 18:00:00	2024/11/18 18:00:00	上傳成功
枋寮鄉	0910000000000000	2024/11/18 18:00:00	2024/11/18 18:00:00	上傳成功

輔導建構漁電共生室內設施白蝦養殖示範場

楊明樺、陳俊安、陳盈達、利淑如、吳豐成
東港養殖研究中心

目前國內白蝦 (*Penaeus vannamei*) 產量約 1 萬公噸，尚不足國人需求，每年需進口冷凍白蝦 3—4 萬公噸。傳統戶外養蝦不論專養與混養皆因疾病頻繁，難以落實生物安全。近年來能源業者響應政府綠能政策，陸續建構室內設施白蝦養殖場，然室內養蝦為新型態，能源業者或養殖業者欠缺相關技術與信心，初步養殖成效不佳，同時引起社會大眾對漁電共生政策可行性的質疑。為解決上述問題，於西部地區漁電共生室內設施白蝦養殖場建立示範場，協助解決生產過程養殖技術問題，建立生物安全規範，使穩定生產並藉由公司內部不同案場複製應用來擴大輔導效益。計畫輔導重點項目如圖 1。

計畫初期經由公開徵求計有 2 家公司參與建立漁電共生室內設施白蝦養殖示範場。2 家示範場 (A 場及 B 場) 均位於嘉義縣義竹鄉，前者有 18 口養殖池，面積共 5,373 m^2 ，先前已有養殖實例。後者於 2024 年 4 月初步建設完工，然循環水系統尚未架設，有 6 口養殖池，面積共 4,452 m^2 。計畫期間前者因蓄水空間不足，後者因缺水及颱風過後池子受損，因此 2 場均只使用半數池子做為養殖池。計畫期間共訪視 2 家示範場 13 場次，其中包括 2 家的蝦苗場，除了解養殖情形及技術交流，也協助水質與疾病檢測分別為 128 與 136 件次，並推廣節水養殖技術應用。2 家示範場共同遭遇的主要問題為水源氨氮偏高 (10—15 mg/l)，需於蓄水池處理 2 週以上才能勉強使用，使每日換水量限制在 4.2% 與 2.4%。

2 家示範場 (圖 2) 養殖期間均能落實蝦苗、水源、養殖環境及人員的生物安全管理，因而能有效預防疾病，經養殖前、中、後期抽樣檢測均未有特定病原檢出。A 場使用越南進口蝦苗，養殖期間 7/27—11/8，密度 217 尾/ m^2 ，平均養殖

天數 102 天，收成均重為 $20.5 \pm 4.8 \text{ g}$ ，成長率為 $1.4 \pm 0.4 \text{ g/週}$ ，活存率為 $47.9 \pm 20.2\%$ ，產量為 $2.1 \pm 0.8 \text{ kg/m}^2$ ，相較於前一年單位面積產量提升 39%。B 場第 1 期 (5/6—6/17) 養殖失敗，第 2 期放養泰國進口蝦苗，養殖期間 8/20—12/26，密度 121 尾/ m^2 ，平均養殖天數 128 天，收成均重為 $13.2 \pm 0.5 \text{ g}$ ，成長率為 $0.72 \pm 0.03 \text{ g/週}$ ，活存率為 $93.0 \pm 8.5\%$ ，產量為 $1.5 \pm 0.2 \text{ kg/m}^2$ 。B 場因光電板遮蔽率較高，導致室內透光率較低，室內池水溫相較於 A 場低 2—3 $^{\circ}\text{C}$ ，又放養期程較晚，養殖後期遇冬天低溫，成長較慢，收成規格較小。本年度 2 場均完成 1 次順利養殖，後續 2 場為克服安全用水 (無特定病原、氨氮) 水量不足問題，將配合省水養殖模式改善養殖場曝氣量，並承租鄰近室外池做為蓄水池，提高蓄水及水質處理量能，徹底解決地下水氨氮及鐵質過高的問題，並加強建構循環水設備節省用水與降低對外界水源的依賴，期能使案場全數養殖池運轉並穩定生產，進而使產量加倍。



圖 1 計畫輔導重點項目



圖 2 示範場 A (左圖) 及示範場 B (右圖) 養殖池樣貌

午仔魚品項團隊輔導成效 (II)

陳陽德、周瑞良、李彥宏、吳豐成
東港養殖研究中心

午仔魚(四絲馬鰕, *Eleutheronema tetradactylum*)，為近年來國內養殖產量成長最為顯著的海水魚種。但由於養殖漁民為追求利潤通常以高密度養殖進行放養，導致常有疾病爆發，並衍生出濫用抗生素延伸出的藥殘問題，影響食品安全與消費者信心。

為確保午仔魚養殖產業的永續發展，本所與獸醫研究所聯合組成午仔魚品項技術服務團隊，深入養殖場實地訪視與輔導業者。根據訪談結果，午仔魚養殖產業主要面臨的挑戰來自養殖管理與疾病控制，其中疾病多為細菌性感染，可透過提升養殖管理技術有效減輕影響。2024 年午仔魚品項技術服務團隊共訪視 22 家繁養殖業者，提供 45 場次輔導，並選定 10 家養成場作為示範戶，透過專家建議、益生菌應用與管理優化進行技術提升。示範場的養殖育成率均達 78% 以上，收益每分地超過新臺幣 31 萬元，最高可達 75.86 萬元，整體養殖效益較去年提升 20% 以上 (表 1)。

此外，為推廣安全養殖觀念，團隊舉辦 3 場技術講習與座談會，強調適當養殖密度與減少藥物使用的重要性，促進午仔魚產業的穩定發展。

此外，品項團隊亦利用溝通平台協助 3 次颱風 (凱米、山陀兒、康芮) 侵襲災害損失調查，並於颱風過境後緊急出動至養殖場域了解損害情形 (圖 1)，協助養殖戶進行風災養殖管理減少損失。



圖 1 技術團隊颱風災後進行堤岸取水管線受損勘查並訪視養殖戶

表 1 技術隊輔導核心示範場域之養殖收益表

示範戶	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
面積 (分)	5	4	2.8	4	5	4	6	3.5	3.7	3.6
密度 (萬隻 / 分)	1.6	1.2	1.8	1.5	1.2	2	1.5	1.7	1.9	1.7
放養數 (萬尾)	8	5	5	6	6	8	9	6	7	6
苗源	佳冬謝姓	佳冬謝姓	佳冬謝姓	枋寮吳姓	枋寮吳姓	枋寮吳姓	枋寮吳姓	佳冬林姓	佳冬林姓	佳冬林姓
放養日期	3/6	3/8	3/23	3/5	3/6	3/21	3/5	3/21	3/20	3/8
收穫日期	10/22	10/8	11/5	11/2	10/12	11/6	11/9	11/10	11/6	11/10
養殖天數	230	214	227	242	220	230	249	234	231	247
罹病次數	0	0	0	1	0	2	2	1	1	2
收成總重 (斤)	34,200	22,900	21,200	24,800	26,500	32,100	33,500	26,100	29,600	22,500
收成均重 (兩)	7.5	8.1	7.5	7.8	8.5	8.2	7.1	8.5	8.3	7.6
總飼料量 (kg)	34,200	21,100	33,000	23,800	24,220	57,200	52,400	46,800	48,200	38,200
飼料轉換率 (%)	1.67	1.54	2.59	1.60	1.52	2.97	2.61	2.99	2.71	2.83
活存率 (%)	91.2	90.5	90.5	84.8	83.1	78.3	83.9	81.9	81.5	78.9
售價 (元 / 斤)	150	170	145	145	175	150	138	155	153	145
A 銷售總收入	5,130,000	3,893,000	3,074,000	3,596,000	4,637,500	4,815,000	4,623,000	4,045,500	4,528,800	3,262,500
B 飼料成本 (元)	1,710,000	1,055,000	900,000	1,190,000	1,211,000	2,860,000	2,620,000	2,340,000	2,410,000	1,910,000
C 魚苗成本 (元)	80,000	50,000	50,000	60,000	60,000	80,000	90,000	60,000	70,000	60,000
收益 (A-B-C) (元)	3,340,000	2,788,000	2,124,000	2,346,000	3,366,500	1,875,000	1,913,000	1,645,500	2,048,800	1,292,500
收益 (萬元 / 分地)	66.80	69.70	75.86	58.65	67.33	46.88	31.88	47.01	55.37	35.90

大齒斑鯆繁殖技術開發 (III)

陳玉萍、蔡明恆、黃雅嬪、何源興
東部漁業生物研究中心

大齒斑鯆 (*Pseudorhombus arsius*) 又名大齒鰾、破板、大齒扁魚、地魚、地寶、扁魚等 (圖 1)，為臺灣周邊海域常見之鰾形目魚類，臺灣主要分布於西部、北部及澎湖海域，屬於熱帶及暖溫帶底層海魚。大齒斑鯆於臺灣全年皆有產，使用刺網、拖網或延繩方式捕獲，雖然具經濟價值，但未有繁殖相關試驗研究，因此，本試驗將收集西部及澎湖海域的種原，進行養殖及繁殖試驗，未來可以更進一步與牙鰾種原進行雜交，冀望可開發新物種養殖，提高水產養殖業者的產業競爭力。



圖 1 大齒斑鯆在有眼側布有許多環紋及小暗點並於側線上明顯有 2 個黑斑

因所內養殖的大齒斑鯆種原已達繁殖體型，因此於 2024 年 1 月開始於飼料中額外添加魚油、卵磷脂、維生素 A、C 及 E 等強化飼料營養。經過 4 個月投餵後，可發現數尾魚隻腹部膨脹，推測為雌魚且生殖腺發育中 (圖 2)。5 月 20 日使用激素進行人工催熟試驗，本次試驗使用人類絨毛膜促性腺激素 (Human chorionic gonadotropin, HCG) 與促黃體激素釋放激素 (luteinising hormone-releasing hormone, LHRH-A2) 進行混合注射，注射劑量分別為 1,000 IU 與 60 μg 。經過人工注射催熟魚隻會於養殖池中觀察魚類行為並於出水口處架設網目進行收精卵收集。試驗研究

發現注射激素魚隻經 24 小時後，其腹部生殖腺更為明顯膨大，但未排卵 (圖 3)。經過 48 小時後，雌魚開始排卵，可於出水口處收集到卵粒。此次產卵共計 3 天，收集到 50.3 g 卵粒。大齒斑鯆卵屬於浮性卵，卵徑平均為 $847 \pm 27.11 \mu\text{m}$ (圖 4)。卵粒經顯微鏡檢查發現細胞未分裂及發育。



圖 2 大齒斑鯆生殖腺發育時腹部膨脹情形



圖 3 經激素注射後其生殖腺明顯膨大

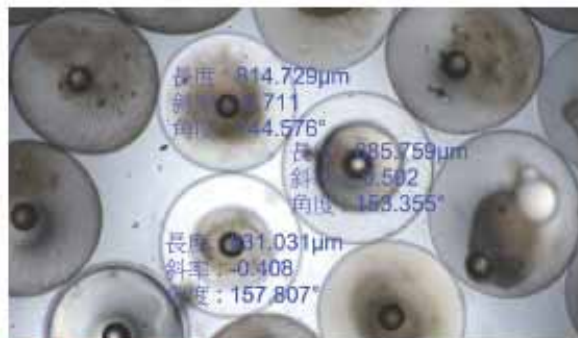


圖 4 大齒斑鯆受精卵

飄浮蝴蝶魚之繁殖技術開發 (III)

鄭明忠、江玉瑛、何源興
東部漁業生物研究中心

2024 年完成飄浮蝴蝶魚 (*Chaetodon vagabundus*) 人工馴餌，並以 12 噸 FRP 桶循環水系統創建適宜的生殖環境。經過數天的環境適應與定時投餌訓練，魚群開始對餌料變得敏感，並於 1 週後接受人工配合餌料及自行調配餌料。本研究建立飄浮蝴蝶魚的生殖腺指數，觀察到其開始成熟，並收集成熟個體。2024 年 4 月，在人工水槽中首次觀察到其自然產卵。

種魚生殖調控每批次獲得受精卵約 0.8 – 1.2 g，利用懸浮法將死卵去除後計算受精率平均為 32%，孵化率 79%。受精卵為分離、圓球形之浮

性透明卵，但多量受精卵聚集時，顏色為淡黃色，受精卵平均卵徑為 0.64 ± 0.09 mm，具單一油球，油球平均直徑為 0.15 ± 0.05 mm。受精卵之胚胎發育過程如圖 1 所示，水溫在 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，鹽度介於 32 – 33 psu 下，受精後 45 分鐘為 4 細胞期；1 小時為 16 細胞期；3 小時 10 分鐘為桑葚期 (morula stage)；11 小時 20 分鐘可發現眼胞內晶體及尾部形成並與卵黃分離；約 18 小時胚體孵化，平均全長為 1.52 ± 0.05 mm，仔魚體呈透明狀，軀幹部有黑色素分布，此時仔魚具卵黃囊懸浮性於中上水層。

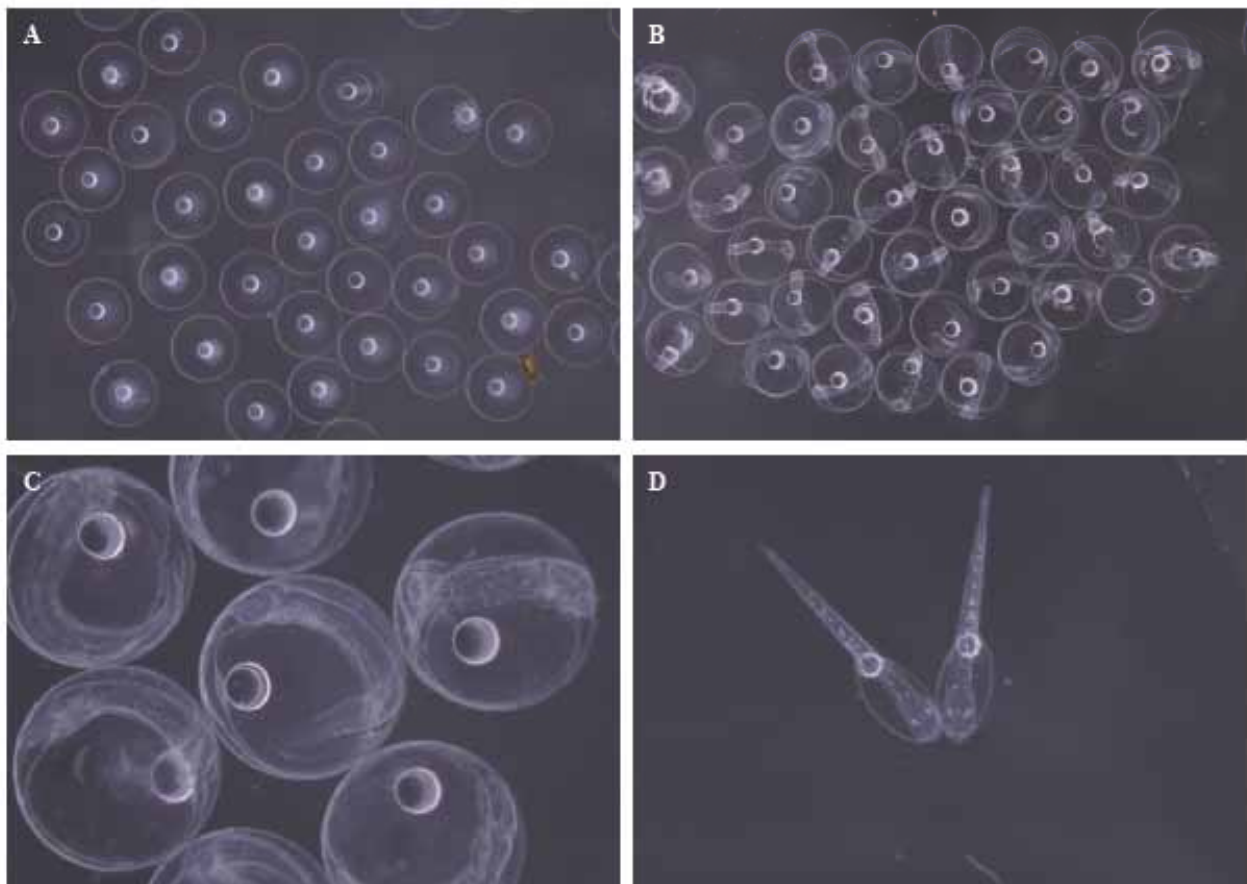


圖 1 飄浮蝴蝶魚胚胎發育 (A：桑葚期；B：胚體型成期；C：孵化前 2 小時；D：孵化後仔魚)

皮絲藻培養技術開發

李沛珊、黃君毅、許耕禎、何源興
東部漁業生物研究中心

皮絲藻 (*Dermonema* spp.) 因其特殊的外型而被臺灣東部原住民暱稱為鹿角菜。本研究進行皮絲藻原收集 (圖 1)、實驗室環境培養、粗成分種類、粗萃取液總醣與總酚含量檢測及抗氧化能力分析。



圖 1 野生皮絲藻種原

將皮絲藻馴化後，於錐形瓶中以不同光照及溫度條件培養 2 週後，以 25°C、2,500 – 3,500 lux 間成長最佳 (表 1)；粗成分分析結果顯示，其中所含粗蛋白以及粗脂肪含量較高 (分別為

表 1 溫度、光照之成長實驗結果

光照量 (Lux)	日成長率 (%)	增重率 (%)
3,500-2,500 低	4.1	33
6,500-5,500 中	2.8	21
9,500-10,500 高	2.7	19

24.8 及 1.8%) (表 2)。

另將皮絲藻烘乾脫水後磨碎，以 3 種不同方式 (常溫組、95°C 高溫組及高溫高壓組) 提取粗萃取液，分別分析其總醣、總酚、自由基捕捉率、亞鐵離子螯合力、還原力及超氧陰離子清除率等抗氧化能力指標，結果如表 3 所示，可發現總酚與自由基捕捉率以常溫組為佳 (分別為 66.58 mg/ml、72%)；其餘總醣、亞鐵離子螯合力、還原力及超氧陰離子清除率皆以 95°C 組為佳 (分別為 2.72 mg/ml、73%、2.96、72%)。

本研究發現皮絲藻含有好的天然成分，經簡單高溫方式所提取之萃取液也含良好之抗氧化能力，具成為臺東特色食材之潛力。

表 2 皮絲藻之粗成分

	熱量 (kcal/100g)	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	碳水化合物 (%)	水分 (g/100g)	灰分 (%)
皮絲藻	215.4	24.8	1.8	42.8	6.8	25.5

表 3 總醣、總酚及各抗氧化能力各組平均

	總醣 (mg/ml)	總酚 (mg/ml)	自由基捕捉率 (%)	亞鐵離子螯合力 (%)	還原力	超氧陰離子清除率 (%)
常溫	1.52	66.58	72	66	2.93	72
高溫高壓	2.25	61.53	67	50	2.88	70
95°C	2.72	51.36	51	73	2.96	72

水產品淨零排放知識觀念推廣及輔導 (II)

楊一男、何源興
東部漁業生物研究中心

隨著全球氣候變遷的挑戰日益嚴峻，農業部於近年來積極推動水產業的永續發展，本計畫為重點項目之一。水產業在臺灣經濟中佔有重要地位，但隨極端天氣、環境污染、疾病爆發、土地資源分配、資源耗竭等問題，讓傳統經營方式倍感壓力。本計畫旨在透過推廣科學管理及技術創新，落實水產業生產的環境友好與永續經濟效益。藉由淨零知識推廣與實地輔導，敦促臺灣水產業朝向永續轉型。

本所在 2024 年中取得豐碩的成果，為臺灣水產業的淨零轉型知識拓展發展奠定了重要基礎，主辦或協辦淨零推廣活動達 11 場次 (表 1)，活動安排依據各縣市產業特色、自然條件、人文社會，與地方產官學研及 NGOs 公私協力 (Public-Private Partnerships)，盡力觸及產業多元行動網路中所有利害關係人，講題涵蓋國內外氣候法規、水產品碳足跡計算、農業部淨零政策與措施、海洋藍碳與自願減量方法學、國內外碳交易制度、再生能源與漁業、水產品加工碳管理、碳標籤第三方查證流程等 (圖 1)，並透過網路社群將訊息擴散，裨益強化農業部推動相關減碳技術與作業法規的教育與培訓範圍，並廣納民間意見作為政府施政參考。同時，勤於下鄉走入生產基地，足跡遍及基隆市、桃園縣、臺中市、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、臺南市、高雄市、屏東縣、臺東縣與宜蘭縣等縣市，完成訪視超過 45 家水產企業或生產者，針對個案實地輔導淨零轉型競爭策略，以確保國家淨零排放目標能逐步達成。經由各方的共同努力，產業需求的跨域觀點，區域治理與產業永續目標實踐，解析在地產業中人與自然關係與互動，我們期盼臺灣的水產業將能夠在守護海洋與沿岸社區環境的同時，實現經濟的穩定增長，

共同達成臺灣淨零排放的目標。

表 1 2024 年主辦或協辦淨零推廣活動

活動日期	活動名稱	舉辦地點
04/10	水產品碳足跡講習入門班 - 北部場	水產試驗所 (基隆)
05/06	國際氣候法與漁業永續發展政策	水產試驗所 (基隆)
05/17	南區漁業青年淨零座談會	林邊區漁會
05/24	海洋藍碳 × 自然解方 × 企業 ESG 學術論壇	國立臺東大學
05/30	水產綠色低碳供應鏈講習會	彰化縣福興鄉農會
07/11	碳定價、碳交易：臺灣農業碳權發展現況講習會	嘉義縣東石鄉公所
08/05	水產品碳足跡盤查與輔導實務工作坊	屏東縣枋寮鄉新龍社區發展協會
08/30	農業部淨零對策與行動：水產淨零發展趨勢	知本種原庫
09/27	水產碳管理培訓營	國立高雄科技大學楠梓校區
10/23	農漁產品碳足跡盤查暨臺灣水產淨零政策指南	南市區漁會
11/22	農業部 2040 淨零政策指南	工業技術研究院 (新竹)



圖 1 本所張錦宜所長主持淨零推廣活動，民眾參與踴躍

養殖魚介類因應氣候變遷之調適管理技術 (II)

邱俊豪¹、劉嫻姣²、楊明樸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

聯合國政府間氣候變化專門委員會 (IPCC) 的報告指出，21 世紀全球溫度已於第二個十年上升了 1.1°C，溫度上升的幅度及速度比原先擬定 21 世紀上升 1.5°C 還來得更劇烈，若減少碳排的力道不足可能還會修正至 2°C，除全球年均溫上升外，發生氣候異常的頻率也逐年增加，例如熱潮以及強降雨發生頻率增加。本研究模擬石斑魚、虱目魚及白蝦養殖之極端逆境，為減少損害提出管理調適。

石斑魚：監測 100 噸水泥池及（水泥）地膜池有無遮陽共 4 種室外魚塭養殖池之田野數據，每日最高水溫發生於 13—17 時，且 6—9 月之均溫皆達 30°C 以上；遮陽可減少日均溫約 1°C，但最高溫紀錄各組相同；水泥池及地膜池於 ORP 及生菌數上皆無顯著差異 ($p > 0.05$)；石斑魚成長率在水泥池組、水泥池遮陽組、地膜池組及地膜池遮陽組分別為 124.2、112.8、105.7 及 110.0%，以水泥池之養殖效益較佳。水族缸模擬高溫試驗，對照組、實驗組 (33、35 及 37°C) 於蓄養 4 個月後之日成長率分別為 2.10、1.46、1.61 及 1.48 (g weight gain/day)，實驗組攝餌量約為對照組之 70%，攝餌時間以下午為主。

虱目魚：配製虱目魚耐寒飼料，油脂含量為 2% 魚油、1% 亞麻仁油、1% 大豆卵磷脂和補充 0.1% 維生素 C，投餵不同週數後進行 15°C 低溫逆境試驗，結果顯示，投餵 1 週後死亡率即有所降低，投餵 4 週時減少的死亡率最多，可達 30.56%；耐寒飼料可降低血漿中皮質醇，投餵 2 週可顯著減少，減緩低溫緊迫 ($p = 0.002$) (圖 1)，而血糖濃度以試驗組略高於對照組，推測血糖升高可提供糖解作用料源，產生 ATP 提供魚體低溫時抗寒的能量；投餵富含不飽和脂肪酸的耐寒飼料 1 週可以增加虱目魚背肌的粗脂肪，增加其低

溫時細胞膜的流動性與提供能量，綜合結果，以投餵 4 週之耐寒效果較佳。此外，短期投餵 3.6% 膽鹼也具耐寒的潛力，投餵 9 天可減少 22.22% 之死亡率。

白蝦：為避免強降雨及疾病風險建立白蝦中間育成 2 階段生產模式，測試蝦苗中間育成密度 1,500、3,000、4,500 及 6,000 隻 /m²，蝦苗隨蓄養密度增加，成長情形顯著下降。4 種密度的活存率無顯著差異，均達 8 成以上。產量以 3,000 隻 /m² 組顯著最高，達 1.35 kg/m²，其餘各組無顯著差異，均達 1 kg/m² 以上。業者可視養殖場條件如總養殖數量、中間育成池槽面積大小、養成蝦苗規格與蓄養時間長短等選擇合適蓄養密度。蝦苗經過中間育成後未於短期內呈現成長補償效應，但收成時均重、活存率、產量及肥滿度均高於直接養成組，可有效降低變動成本、增加產量及提升售價。產業應用方面，輔導 2 家業者應用中間育成的 2 階段生產模式，結果分別使育成率提升 15.4 與 9.0% (圖 2)。

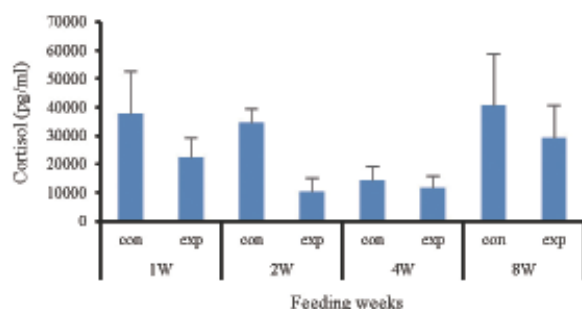


圖 1 15°C 低溫挑戰第 1 個小時虱目魚血漿皮質醇含量 ($p = 0.002$, * 統計上具顯著差異)



圖 2 南部 2 處白蝦養殖場推廣應用中間育成技術

刺尻魚屬繁養殖技術開發

許鐘綱、劉素華、許秀媛、郭聿琄、蘇鯤忠、劉高文
澎湖漁業生物研究中心

刺尻魚屬 (*Centropyge* spp.) 因色彩鮮豔，成魚體型相對較小，能快速適應養殖環境而深受水族玩家青睞。然而，刺尻魚屬的育苗養殖非常困難，目前仍是商業生產的主要障礙。本計畫以荊眼刺尻魚 (*C. acanthops*) (圖 1) 及多彩刺尻魚 (*C. multicolor*) (圖 2) 種魚養殖為重點，包括篩選健康的種魚、培育及配對，以提供繁殖試驗進行。

荊眼及多彩刺尻魚雌雄種魚配對性比為 1:1，養殖在 250 L 的圓形 PP 產卵桶中，以自行配製之人工飼料投餵，逐日收集並計算其產卵量。荊眼刺尻魚產卵期自 2024 年 6 月 8 日至 11 月 16 日 (162 天)，共產卵 150 天，總產卵數 565,682 顆 (88.39 g)，其中受精卵 327,280 顆 (57.86%)，日均產卵數 $3,771 \pm 1,518$ 顆 (圖 3)。多彩刺尻魚產卵期自 7 月 2 日至 11 月 16 日 (138 天)，共產卵

113 天，總產卵數 15,207 顆，其中受精卵 10,167 顆 (66.86%)，日均產卵數 135 ± 149 顆 (圖 4)。受精卵是由配對種魚自發產卵收集獲得，水溫控制在 $25.3 - 27.2^{\circ}\text{C}$ 下孵化。

共有 12 對荊眼刺尻魚種魚產卵量超過 1 萬顆，此 12 對種魚產卵 541,660 顆，佔總產卵量 95.75%。其中 F7 組種魚產卵 87,160 顆最多，其次為 F15 組產卵 64,250 顆。受精率以 F7 組的 82.92% 最高。日均產卵數以 F7 組的 585 ± 261 顆最多。



圖 1 荊眼刺尻魚



圖 2 多彩刺尻魚



圖 3 2024 年荊眼刺尻魚種魚產卵結果

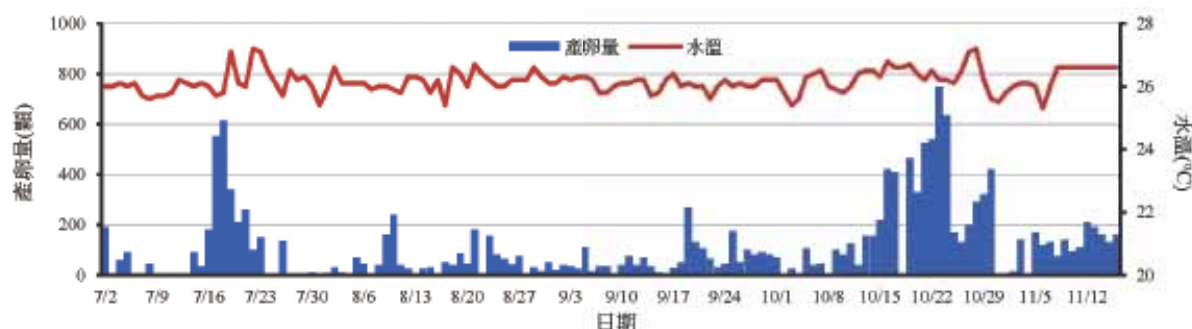


圖 4 2024 年多彩刺尻魚種魚產卵結果

短腕岩蝦量產技術開發

城振誠、吳玉霞、謝恆毅
澎湖漁業生物研究中心

短腕岩蝦 (*Periclimenes brevicarpalis*) 是一種棲息在熱帶瀉湖、海灣和珊瑚礁中與海葵共生的蝦種，也稱為海葵蝦。短腕岩蝦體型適中、外型亮麗，可飼養在小型水族缸，也適合與其它觀賞生物混養，是一種有商業價值的海水觀賞蝦。為不影響野外族群數量，人工繁殖並量產是未來滿足市場需求的趨勢。

短腕岩蝦與海葵共生，為了開發短腕岩蝦量產技術，在海葵未能量產前，減少短腕岩蝦對海葵的依賴是首要目標。另一方面，應用前期探討孵化時間與水溫關係的結果，及初期蝦苗（蚤狀幼體第一期至第四期）在不同溫度、鹽度、餌料密度及餵食時機對成長及活存的影響，所建立最適育成條件（27 – 33°C，鹽度 19 – 34 psu，孵化後即時餵食 4 隻 /ml 以上豐年蝦）做為量產的依據。並利用相關蝦類的種蝦及蝦苗培育技術，控制環境使種蝦持續產卵孵化，讓蝦苗在良好的環境及餌料的控制下成長，穩定的產出稚蝦。

結果顯示在 25 – 30°C 環境下蝦苗最快變態時間與水溫有關，而變態期間長短與水溫無明顯關係。蝦苗可以在孵化後 14 – 44 天 (DPH) 發現變態為底棲性的後期蝦苗，而後期蝦苗 90% 會在 16 – 30 DPH 出現 (圖 1)。稚蝦 45 DPH 的平均活存率為 $11.9 \pm 6.8\%$ 。利用馴餌以無海葵的方式培育 2 個月，將短腕岩蝦稚蝦培育為成蝦。本研究達成短腕岩蝦可以在無海葵的情況下完全養殖，並且建立量產技術 (圖 2)。

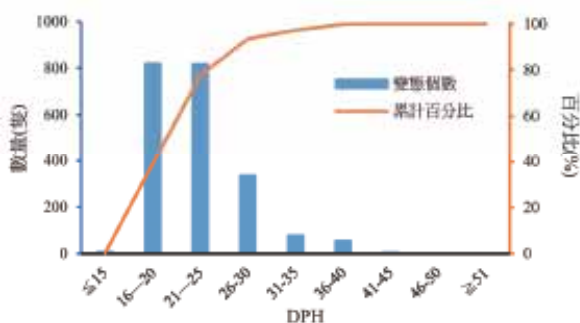


圖 1 短腕岩蝦幼苗變態時間及數量累積



圖 2 量產無海葵培育的短腕岩蝦

白棘三列海膽框籃式養殖與增艷飼料應用研究

邱韻霖、廖紫嫻、林慧秋、許雅筑、陳穎棻、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，具有快速生長的特性。養殖密度與產業獲利率呈正相關，但由於海膽主要依賴養殖容器的表面積生長，因此本研究採用框籃式養殖系統進行試驗 (圖 1)。從直徑 1 cm 的幼海膽開始，經過 9 個月養殖，可達 6 cm 的目標體型。研究發現，養殖密度過高會降低海膽的生長效率及存活率，因此在不更換養殖容器的條件下，建議最佳養殖密度為 64 顆 /m²。此外，當海膽生長至 5 cm 且餵食人工飼料時，其生殖腺發育較餵食馬尾藻者更快，但容易因氣候環境變化或人為擾動誘發排精卵，進而導致水質惡化並提高死亡風險。因此，養殖過程須特別注意環境管理，以確保水質穩定。

商業上海膽生殖腺的色澤為判定販售價值的條件之一。本研究透過調整人工飼料增艷配方，有效提升海膽生殖腺的色澤 (圖 2)。試驗結果顯示，餵食增艷飼料 1 – 1.5 個月後，經△E2000 色差公式計算，生殖腺色澤與標準色卡 NCS S 0570-Y20R 及 NCS S 0570-Y30R 的差異可降低至 15 以下。當增艷配方比例達 100% 以上時，超過 50% 的受試者判定其生殖腺色階為高品質。此外，經禁食 2 週後，再餵食人工飼料 1.5 個月，海膽的生殖腺指數 (GSI) 可由 5.11 ± 1.26% 提高至 10.17 ± 1.3%，顯示增艷飼料可有效提升生殖

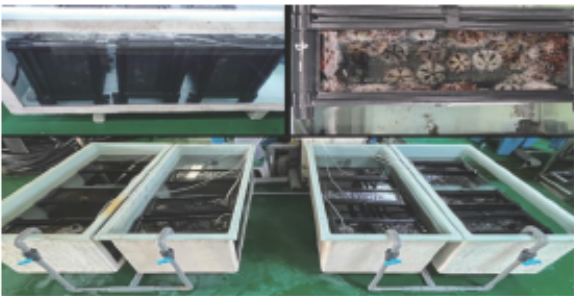


圖 1 馬糞海膽框籃式養殖系統

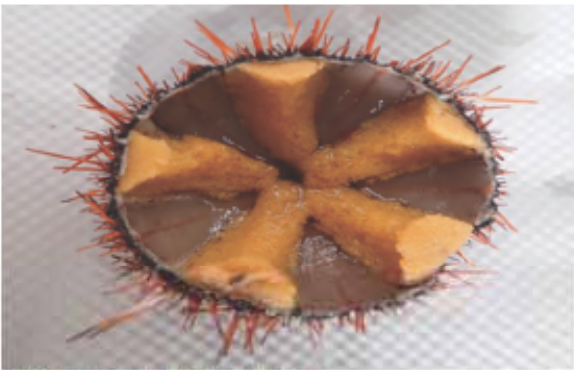


圖 2 增艷飼料餵養海膽生殖腺

腺發育。

透過 9 分制的盲測評估發現，增艷配方 150% 以上的海膽在外觀與質地優於餵食馬尾藻者，雖風味仍以馬尾藻較佳，但整體接受度僅相差 0.08 分，顯示增艷飼料可有效提升市場競爭力 (表 1)。未來可採兩階段飼養策略，成長期間餵養成長飼料以提升生長效率，上市前 1.5 個月改餵增艷飼料，確保生殖腺色澤符合市場標準，提高養殖效益與經濟價值。

表 1 馬糞海膽官能品評

	品評項目	馬尾藻	原飼料	50%增艷	100%增艷	150%增艷	200%增艷
外觀 (用眼睛主觀判斷)	色澤	6.80	5.07	6.07	5.73	5.47	6.27
	外型 (飽滿程度、尺寸)	5.13	6.00	4.87	5.40	7.00	6.60
	紋理 (生殖腺中線分辦程度)	5.67	6.07	5.20	5.47	6.20	6.40
	質地 (表面顆粒感)	5.47	5.93	5.20	5.47	6.47	6.40
	結實度 (牢固 / 柔軟)	5.14	6.36	5.14	5.29	6.93	6.36
質地組織 (品嚐後判斷)	口感	5.83	5.25	5.17	5.75	6.17	5.92
風味 (品嚐後判斷)	甘甜味	6.46	5.31	5.23	5.92	6.08	5.54
	鹹度	6.31	5.15	5.23	5.85	5.92	5.31
	腥味	5.62	5.00	5.15	5.46	5.69	5.46
	濃郁度	6.46	5.77	5.23	5.62	5.92	5.46
整體接受度	依外觀、質地及風味綜合評分	6.54	5.23	5.23	5.62	6.46	5.62

六、重要水產生物育種

臺灣產野外與養殖文蛤遺傳歧異度之分析

宋嘉軒¹、何欣珏¹、顏綵霞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 5.28 萬公噸，平均產值達新臺幣 43.68 億元 (圖 1)。

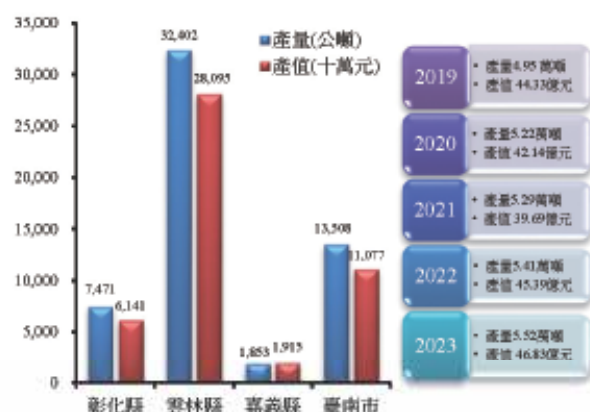


圖 1 2023 年主要養殖縣市文蛤產量與產值

表 1 2024 年文蛤族群 *cox1* 序列之遺傳多樣性分析

族群	個體數 n	多型性位點 (S)	單倍型數目	單倍型多樣性 Hd (±標準差 SD)	核苷酸多樣性 π (±標準差 SD)	Tajima's D 檢測	Fu and Li's D 檢測
淡水野外	45	22	14	0.684 (0.076)	0.0023 (0.0006)	-2.34**	-3.61**
彰化養殖	27	14	9	0.561 (0.114)	0.0024 (0.0011)	-2.11*	-2.65*
嘉義養殖	30	15	13	0.779 (0.077)	0.0040 (0.0007)	-1.15	-1.21
臺南養殖	26	21	8	0.742 (0.064)	0.0042 (0.0012)	-1.90*	-1.78

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

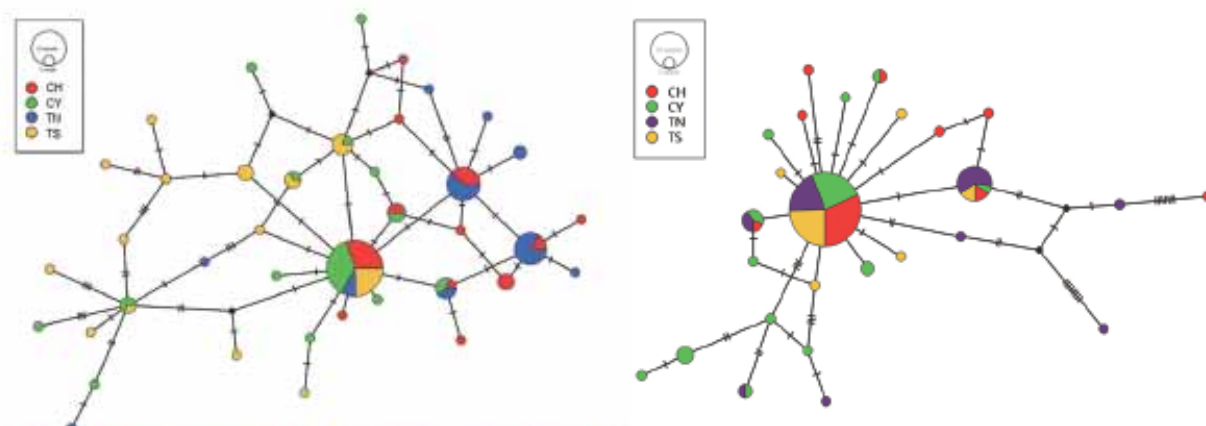


圖 2 2023 年 (左) 及 2024 年 (右) 文蛤族群 *cox1* 序列之單倍型網絡分析 (CH:彰化;CY:嘉義;TN:臺南;TS:淡水)

開發龍虎斑核酸鑑定技術

宋嘉軒、何欣玗
技術服務組

石斑魚是臺灣重要養殖海水魚種，龍虎斑因為成長快速、育成率高及肉質細緻，成為市場上的主力魚種。龍虎斑是雌性老虎斑 (*Epinephelus fuscoguttatus*) 和雄性龍膽 (*E. lanceolatus*) 的人工雜交魚種 (圖 1)。雖然龍虎斑在外部型態上和老虎斑及龍膽具有差異，但如果是魚片或魚塊等加工產品時則無法判別，必須搭配 DNA 序列資料才可進行鑑別。然而，龍虎斑的粒線體基因序列與老虎斑基因序列的相似度很高，容易造成誤判及增加了鑑別的困難。

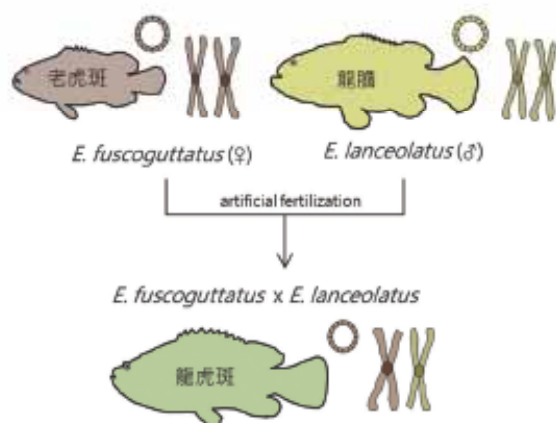


圖 1 龍虎斑培育示意圖

利用聚合酶鏈鎖反應 (polymerase chain reaction, PCR) 技術進行檢測技術開發，挑選核基因區域設計 PCR 引子，偵測極限可達 100 pg gDNA 濃度。在老虎斑及龍膽樣品的 PCR 產物只有分別為 800 bp 和 650 bp 產物，在龍虎斑的樣品可偵測到以上兩種長度的 PCR 產物 (圖 2)。

本研究也開發龍虎斑物種高度專一性的粒線體 PCR 引子，PCR 偵測極限達 100 pg gDNA 濃度 (圖 3)，對其他石斑魚無非專一性的反應。搭配上上述結果即可快速及正確的進行龍虎斑的鑑定 (圖 4)。

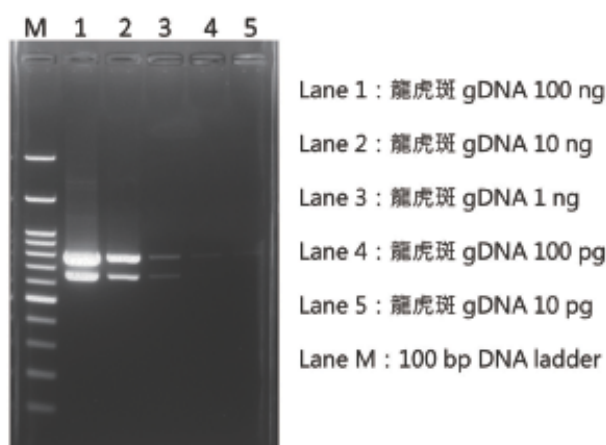


圖 2 核基因引子 PCR 檢測極限測試

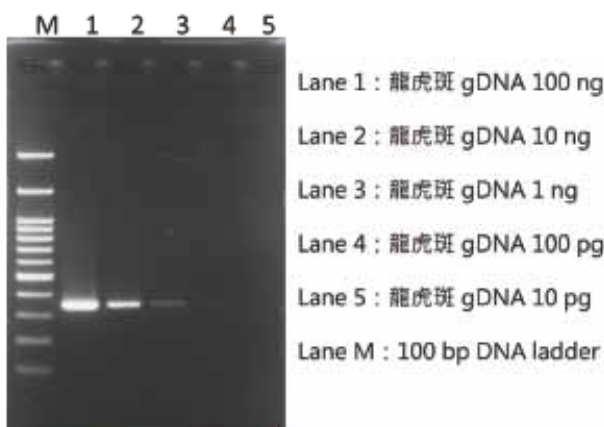


圖 3 粒線體引子 PCR 檢測極限測試

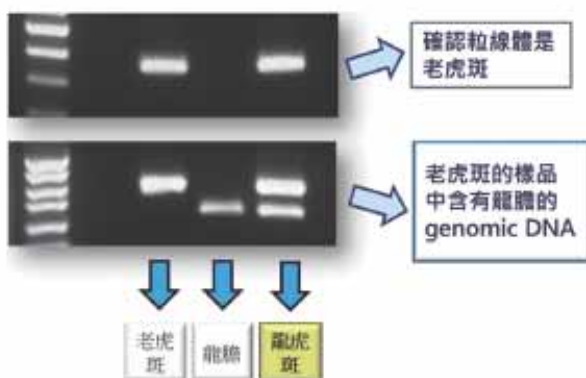


圖 4 龍虎斑 PCR 檢測鑑定示意圖

東北角野生九孔遺傳結構及棲地保種之研究

金映玥、杜金蓮、曾福生
水產養殖組

本研究旨為了解東北角野生九孔 (*Haliotis diversicolor*) 環境與遺傳資源之現況，並探究九孔棲地移植方法。本研究於 2022 年夏季及 2023 年春季於東北角海域潛水普查，並擇定 1 地點 (代號 A) 作為試驗場地 (圖 1)，定期使用穿越線及樣框調查該地點的大型海藻覆蓋率，以同心圓方式調查野生九孔量。結果顯示，調查期間大型海藻覆蓋率平均約為 10.22%，並隨夏季水溫升高及颱風影響而降低；野生九孔平均尋獲量約為 4.75 顆 (圖 2)。另於 2023 年及 2024 年在 A 地點進行小規模九孔棲地移植試驗 (圖 3)，並初步建立九孔移植前中後的方法。2023 年結果顯示，A 地點歷經 5 個颱風干擾後仍有找到移植的九孔，回捕率約 4.4%，且個體皆明顯成長，顯示本研究棲地移植方法具體可行。然而，2024 年試驗因遭遇強烈凱米重創東北角海域，導致回捕率僅 0.4%。

遺傳背景部分則使用微衛星 DNA (Microsatellite DNA/SSR) 分子標記技術對採捕的野生九孔及養殖九孔 (108 品系與業者提供的養殖貝) 進行 DNA 擴增、差異性選殖及定序分析，初步結果顯示 4 組 SSR 分子標記擴增訊號穩定具再現性，且符合哈溫平衡定律 (Hardy-Weinberg equilibrium)，而野生九孔可能出現中等程度的基

因多樣性下降情形，且有別於養殖九孔，存在較高比例且擴增訊號較強的特有對偶基因，未來可能可作為追蹤不同來源九孔之間基因交流之指標。



圖 1 試驗地點 (A) 之水下地貌，海灣內有向外海延伸的礁盤，以及獨立的大礁石與中型的石塊及沙地構成



圖 3 2023 年 (上圖) 及 2024 年 (下圖) 九孔棲地移植後之水下追蹤結果

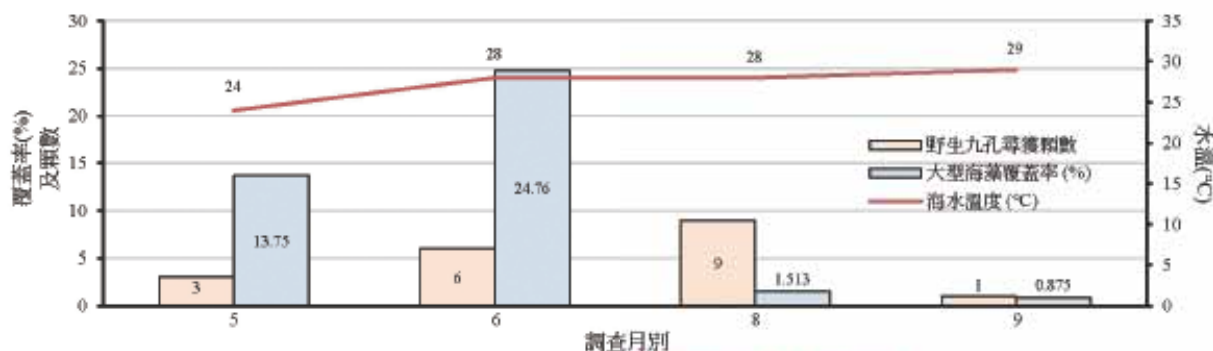


圖 2 2024 年 5-9 月於試驗地點 (A) 之大型海藻覆蓋率、水溫及野生九孔數量調查結果

建立九孔遺傳管理方法

杜金蓮、金映玥、黃奕瑄、游蓁、曾福生
水產養殖組

面臨水產養殖物種的種種挑戰，除了積極提升養殖相關技術及改善養殖生態環境，針對養殖物種近親退化現象，使用雜交技術培育新品種為養殖貝類育種的重要方法 (You et al., 2009; Xu et al., 2009; Luo et al., 2010; Zhang et al., 2012)。然而，如果養殖觀念不改變，無論引入多少次優良的種貝，最終亦將落入一再出現近親衰退之窠臼。

本計畫為本所研究團隊與國立臺灣海洋大學共同合作執行，自 108 年起收集非人工養殖之野生九孔與現有之九孔進行雜交以改良現有養殖九孔，此品系於 F_2 世代起命名為 108 品系；本年度計畫目標在於追蹤分析歷年 108 品系九孔之成長狀況及開發分子標誌以進行九孔育種之遺傳管理。

經 3 年連續紀錄 108 品系不同世代於 7 月齡及 9 月齡九孔之成長狀況 (圖 1)，113 年 7 月齡 F_3 及 F_4 的成長顯著慢於 111 年之 F_2 及 112 年之 F_3 ，係因高水溫影響，待其適應環境後，9 月齡長勢即無顯著差異，因此，推估此 3 世代之成長狀況相對穩定且趨勢一致。另於飼育過程之存活率達 7.5 – 8 成，優於現有之商用養殖九孔。

本年度利用早年於日本九孔選殖之微衛星序列，設計特異性引子，對 108 品系九孔進行 PCR 擴增分析，其結果表現明確之多態性，以 GA-4 進行核心區 251 bp 段之選殖進行序列比對，TC

與 AC 之重複次數分布範圍為 0 – 10 次及 9 – 52 次 (圖 2)，顯示重複次數已和當年日本九孔不同，有明顯變異，此序列之變異與日本九孔之微衛星序列差異的原因可能是因 DNA 複製滑動 (replication slippage)、突變速率高、基因組結構差異及不對等重組 (unequal crossing over) 等因素所導致。研究結果顯示，RAPD 適用於早期遺傳結構分析，微衛星可提供後期選育用。通過本計畫建立科學的遺傳管理方法可持續育種體系，改善商用苗種品質，協助產業面對環境變遷挑戰。

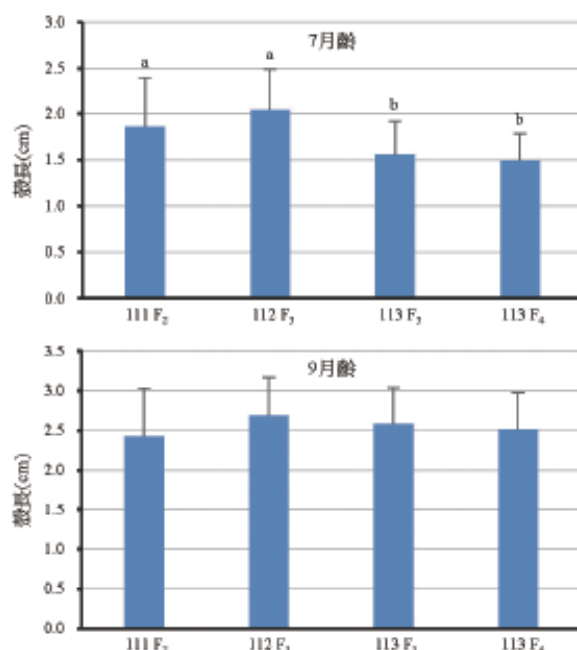


圖 1 108 品系不同世代之 7 月齡及 9 月齡成長比較



圖 2 以 GA-4 引子比對 108 品系九孔之微衛星序列差異

振興臺灣九孔養殖產業—種苗培育與不同品系研發 (II)

杜金蓮¹、王瀚睿²、張詠政²、涂智欽²、王彙喬²、冉繁華²、徐德華²

¹ 水產養殖組、² 國立臺灣海洋大學

臺灣九孔為重要的經濟性貝類，其產業在 2000 年達到巔峰，年產量高達 2,500 公噸，產值超過新臺幣 12 億元。然而，自 2003 年以來，九孔養殖產業遭受鮑（類）疱疹病毒及鮑肌肉萎縮症病毒等疫情衝擊，導致產量大幅下滑。為了提升九孔的抗病能力並改善冬季低水溫導致的高死亡率，臺灣自 2010 年開始引進日本九孔與本土九孔進行雜交，期望透過基因多樣性提升存活率。經過多年努力，九孔產量雖有所回升，然而，受中國市場低價鮑魚競爭影響，目前年產量僅在 100 – 200 公噸。

在國立臺灣海洋大學與本所研究團隊的合作下，2024 年已成功培育出九孔 108 品系的 F₄ 世代超過 15,000 顆。而 2023 年培育的 108 品系，本團隊透過兩階段培育試驗評估九孔的生長與適應性：第一階段：種苗放養於未遮黑網的室外九孔池，模擬溫差較大的自然逆境。第二階段：移入室內養殖池，進一步進行精細化管理與成長監測（圖 1）。



圖 1 在新北市資源復育園區進行的養殖試驗

在第二階段室內養殖試驗中，研究團隊選擇殼長超過 5 cm 的個體進行為期 6 個月的培育。結果顯示九孔 108 品系的存活率約為 70%，整體表現較佳。商業品系存活率介於 45 – 71%。本試驗結果有助於評估不同品系與來源的九孔之生長與適應性，並為種苗選育提供科學依據（圖 2）。

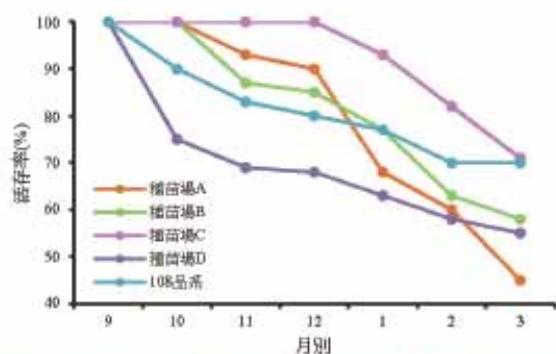


圖 2 2023 年 9 月至 2024 年 3 月九孔室內養殖試驗中各品系的存活率

此外，研究團隊利用次世代分子標記技術 ISSRseq，對 108 品系與商業品系進行遺傳分析與比較。結果顯示商業品系大多非純系，基因組內存在一定程度的遺傳混合，顯示不同來源的種苗可能經過多代雜交。而 108 品系則表現出較高的遺傳純度，並且與現有商業品系相比，展現明顯不同的遺傳背景（圖 3）。

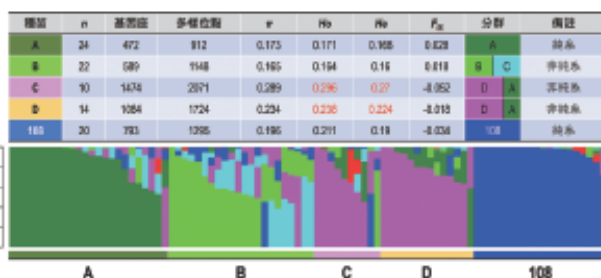


圖 3 戶外無遮蓋養殖進行 108 品系抗逆篩選

近年來，受氣候變遷與極端氣候影響，如夏季高溫、冬季低溫及水溫劇烈變化，養殖過程中易發生疾病問題，對九孔養殖產業構成重大挑戰。本計畫除九孔品系開發外，更結合產業轉型與加值發展，輔導東北角九孔養殖業者結合戶外海洋教育、生態旅遊，並推動休閒漁業，以帶動傳統九孔養殖產業的轉型升級，提升水產品價值，進一步實現地方產業永續。

水產重要貝類分子育種之研究 (II)

朱惠真、呂子玄、曾福生
水產養殖組

臺灣文蛤產業的產值及產量均是貝類之冠，近 5 年平均年產值均達新臺幣 40 – 50 億元，佔貝類總產值的 50%，但年產量因氣候變遷及養殖管理而不穩定。2021 – 2023 年臺灣西部較少颱風登陸，文蛤的收成量十分穩定；2024 年 7 – 11 月颱風相繼登陸帶來致災性雨量，文蛤池的鹽度遽降造成文蛤大量暴斃，收成量創新低。養殖管理部分，臺灣文蛤繁殖採種貝租賃方式，繁殖場向業者租借種貝，待繁殖完畢後即送往市場販售，以至於種貝未留存，每年的文蛤遺傳特性不盡相同，幼貝活存率不穩定，優良遺傳特性也未能代代留傳，文蛤產業需從最根本的「種原」進行育種改良。

2023 年本研究找到成長及高活存率相關的基因座 HC31。以一公貝配一母貝的繁殖方式進行

通徑檢驗，結果顯示 6 月齡殼長 (0.498) 及 9 月齡殼寬 (0.610) 對活體重有直接影響 (表 1)，證明殼長是文蛤育種的指標值。殼長與殼色分析顯示淺殼色文蛤相對於斑殼色及深殼色文蛤在殼長有顯著差異，顯示淺色文蛤應具有一定的成長優勢；3 種殼色 3 – 9 月齡文蛤在 HC31 基因座 250/250 基因型比例皆比 236/250 及 236/236 基因型高 (表 2)。基因型比例分布顯示隨著月齡增加 HC31 基因座 250/250 基因型比例也有增加趨勢，使用 SPSS 進行殼長分析，具有 250/250 基因型文蛤及殼長和 236/236 及 236/250 均有顯著差異 (表 3) (檢定結果 $p < 0.05$)，顯見 250/250 基因型和成長有顯著相關，後續育種策略上可以 250/250 基因型當育種指標基因。

表 1 以通徑分析檢驗文蛤活體重和殼長、殼寬及殼高之相關性

月齡	參數	相關係數	直接作用 (direct effect)	間接作用 (indirect path coefficient)			
				總和	殼長	殼寬	殼高
6	殼長	0.957**	0.498*	0.459	-	0.180	0.279
	殼寬	0.938**	0.422*	0.516	0.296	-	0.220
	殼高	0.949**	0.470*	0.479	0.210	0.269	-
9	殼長	0.925**	0.501**	0.424	-	0.178	0.246
	殼寬	0.877**	0.610**	0.227	0.103	-	0.214
	殼高	0.885**	0.370*	0.515	0.310	0.205	-

* 表示具相關性；** 表示具高度相關性

表 2 以微體體 HC31 分析殼色及基因型的相關性

參數 / 殼長 (mm)	基因型 (250/250)	比例 (%)	基因型 (236/250)	比例 (%)	基因型 (236/236)	比例 (%)
淺殼色文蛤	14.52±1.20 ^a	25	16.65±1.01	7	-	2
斑殼色文蛤	13.26±1.57 ^b	22	12.31±0.43	3	-	1
深殼色文蛤	11.83±1.23 ^c	15	-	0	-	0
總 計	-	62	-	10	-	3

表 3 以 4 種不同的微體體分析不同月齡的文蛤幼貝及基因型的比例分布

繁殖基因型	基因座 HC31			基因座 HC32		基因座 HC34		基因座 HC35	
	236/236	236/250	250/250	250/250	272/250	240/240	240/260	187/187	187/-
2 月齡	0.10	0.20	0.57	0.73	0.27	0.94	0.06	0.53	0
3 月齡	0.06	0.14	0.62	0.84	0.16	0.90	0.10	0.63	0.30
6 月齡	0.02	0.10	0.60	0.83	0.17	0.67	0.13	0.39	0.10
9 月齡	0	0.05	0.78	0.81	0.19	0.82	0.17	0.67	0.33

文蛤基因體之解析研究

黃慶輝、吳嘉哲
水產養殖組

文蛤 (Hard clam) 屬於軟體動物門 (Mollusca)、雙殼綱 (Bivalvia)、簾蛤目 (Veneroida)、簾蛤科 (Veneridae)、文蛤屬 (*Meretrix*)。根據漁業統計年報資料顯示，臺灣文蛤養殖產量每年約 5 萬公噸，產值每年超過新臺幣 50 億元，成為內陸養殖最重要的貝類之一，近年來本所研究持續進行相關品系之選育計畫，本計畫也希望能夠配合相關的計畫，進行文蛤基因體之解析，建立育種所需之基因背景參考資料，後續與選育至一定程度之文蛤品系的遺傳背景做定序與比較，瞭解選育效果。

為建立目前篩選文蛤之遺傳背景資料，挑選合作養殖戶場品系篩選中之健康文蛤個體，解剖取樣進行 DNA 及 RNA 萃取及品質確認，將萃取好之 DNA 製備成長片段 (PacBio) 定序用核酸庫 (library)，於 PacBio Sequel 2 上進行 SMRT 定序，第 1 次數據總產出為 161.13 Gb raw data，4.63 Gb Hi-Fi reads，本次數據觀察到大量定序片段長度較短，並且沒有達到 Hi-fi reads 的準確度，觀察 reads 的長度分布，疑似有定序提早結束的現象。第 2 次定序成功產出為 13.12 Gb Hi-Fi reads，平均讀長 14,223 也是第 1 次定序之約 2 倍 (表 1)。基因組組裝之前，根據 k-mer 分析估算了基因體大小和基因體雜合度。使用 Falcon 軟體和 PacBio 平台數據，組裝文蛤基因組片段 (contigs)，再結合 Illumina HiSeq 之定序資料，進行校正與補正後，目前資料所能組裝的最佳情況文蛤基因體的大小預估在 1.2 – 1.3 Gb 之間，目前所獲得之定序資料大約為文蛤基因體之 10X 左右，一般而言要組裝全基因組需要至少 30 – 40X，目前情況至少需要再 2 – 3 次定序。另定序完成之短片段轉錄體序列運用其他已有基因組資料之軟體動物，

以 Nr database (blast) 進行物種基因分類 (圖 1)，另運用 SwissProt 資料庫、GO、KEGG、BLASTp 等分析方式進行同源基因預測及功能性基因預測。

本研究希望能夠持續累積養殖文蛤序列資料，後續能成為未來文蛤品種培育重要的背景資料，改善臺灣文蛤養殖現況，使其更具高生產效益。

表 1 本年度研究 2 次長片段定序結果之比較

樣本	HiFiReads (#)	HiFiYield (nt)	平均長度
Xie0203_foot (1 st)	626,900	4,630,000,000	7,390
Xie0906_gill (2 nd)	935,961	13,312,315,936	14,223

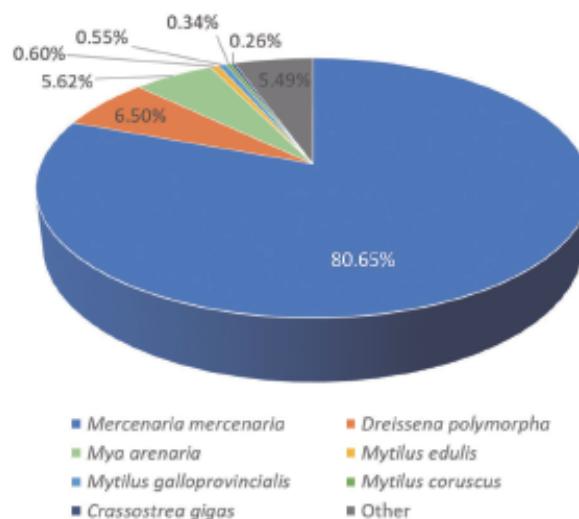


圖 1 文蛤轉錄體序列在 Nr database 下有 8 成以上 (80.65%) 之基因序列與櫻桃寶石簾蛤 (*Meretrix mercenaria*) 最為相似，其餘則為斑馬貽貝 (*Dreissena polymorpha*, 6.50%) 及大海蟬蛤 (*M. arenaria*, 5.62%) 等，顯示目前櫻桃寶石簾蛤之功能性基因資料庫資料較為完整

超雄性紅色吳郭魚之選育—YY 種魚之篩選 (IV)

張凱傑、陳榮華、王俐文、楊順德
淡水養殖研究中心

本中心種原庫目前保存 3 種紅色吳郭魚品系 (R1、R2 及 R3)，以 7 種限制酶分析其 D-loop 片段，並以 MAGAX32 軟體找出限制酶切位後，選擇親緣較接近尼羅吳郭魚的 R3 (type I) 品系作為後續培育超雄性紅色吳郭魚的試驗魚種。

2024 年利用前一年度獲得之超雄性紅色吳郭魚 (YY)，篩選外觀體型可順利排精個體，與紅色吳郭魚雌魚 (XX) 配對繁殖，並進行子代的育成及雄性率分析，以雌雄 1 對 1 方式進行配對方式，試驗組共分為 10 組，控制組為正常雄魚 (XY) 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，結果顯示，在 10 組試驗組中，子代雄性率介於 89.68 – 100% 之間，與期望值有非常顯著差異 ($p < 0.001$)，故可判定此 10 組試驗組雄性種魚皆為具有 YY 性染色體的超雄性紅色吳郭魚，其中有 9 尾子代雄性比率在 91.28 – 100% 之間，有 7 尾子代雄性比例高於 95%，2 尾子代雄性為 100%；控制組方面，在 2 組試驗組中，其子代雄性率介於 35.92 – 43.50% 之間 (表 1)。

為了能延續並量產超雄性紅色吳郭魚，本年度另外將超雄性紅色吳郭魚 (YY) 與變性紅色吳郭魚雌魚 (XY $\triangle$ ♀) 進行配對繁殖，繁殖的子代以雌性素 (17 α -EE) 處理剛開口攝食的魚苗，再利用分子標記篩選出超雄性變性雌魚 (YY $\triangle$ ♀)。累計至今年底共培育超雄性紅色變性雌魚計 150 尾以上。

超雄性變性雌魚 (YY $\triangle$ ♀) 經養成 7 – 8 個月性成熟後，與超雄性紅色吳郭魚以雌雄 1 對 1 方式配對繁殖，繁殖出的子代 100% 皆為超雄性紅色吳郭魚，即能以此方式量產並延續超雄性紅色吳郭魚種原。

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。目前已利用分子標記輔助育種縮短 7 – 8 年傳統選育的時間，建立超雄性吳郭魚品系及選育技術，並於本年度成功篩選出超雄性紅色吳郭魚變性雌魚 (YY $\triangle$ ♀) 品系，預計於 2025 年開設技術授權，以供業者生產高雄性比例紅色吳郭魚種苗。

表 1 超雄性吳郭魚 (YY) 與正常雌魚 (XX) 配對之子代雄性比率

No.	雄 魚	雌 魚	總數量	雄性率 (%)
1	238	4	242	98.35
2	134	11	145	92.41
3	66	0	66	100
4	85	0	85	100
5	405	19	424	95.52
6	247	4	251	98.41
7	302	11	313	96.49
8	314	30	344	91.28
9	77	3	80	96.25
10	252	29	281	89.68
11	251	326	577	43.50
12	213	380	593	35.92

顯著水準 $p = 0.001$

應用 SNP 技術分析國內外養殖吳郭魚差異之研究

張凱傑、陳榮華、王俐文、楊順德
淡水養殖研究中心

尼羅吳郭魚 (*Oreochromis niloticus*) 為世界上重要的經濟性魚類之一，其年產量也在臺灣養殖魚種中名列第一，然而，隨著貿易自由化趨勢的發展，若其他國家的吳郭魚進入臺灣市場，消費者很難辨認其真正的產地，無法溯源的商品也降低該商品的可信度與價值。本研究目的在利用 SNPs 生物晶片，盼能篩選出具有地區特異性的分子標記，開發出能有效鑑別不同產地吳郭魚產品之快速檢測技術。

本研究共採樣 304 件國內樣本，超過 10 種以上吳郭魚品系；國外以進口吳郭魚條凍及魚片產品為主，共計 200 件樣本。在全基因 SNP 晶片分析上取得 350 筆吳郭魚生物晶片資料與 90 筆吳郭魚 NGS 資料，資料經整併與篩選程序，第一次 QC 去除貢獻度低、資料缺失多的 SNPs 位點，共獲得 28,969 高品質 SNPs 以進行主成分分析及 K-means cluster 分群分析；第二次 QC (LD pruning) 篩選出連鎖不平衡區域代表 SNPs 位點，有效縮減 SNPs 位點數，最終獲得 8,728 高品質 SNPs 以進行染色體圖譜及演化樹等分群分析，並繪製分群圖以解讀材料來源與特性。

主成分分析顯示大部分養殖吳郭魚樣本皆與臺灣商業種血緣相近。染色體圖譜經 LD pruning 篩選，得到高品質的 8,728 SNPs，將 SNPs 位點繪製染色體圖譜上，可發現 8,728 SNPs 位點均可均勻的分布於 22 對染色體上。演化樹可明顯分為 13 群，另外可以看出臺灣連鎖超市之冷藏或冷凍魚片的來源，與臺灣養殖場一致，顯示目前臺灣主要販售吳郭魚冷藏或冷凍魚片來自國內生產。遺傳背景以 K-means cluster 分析，以 k=12 可有效將樣本資料分為 12 群，現行臺灣、中國與東南亞商業品種的遺傳背景可明確區隔，根據此結

果看出不同國家或來源的遺傳背景不同做出具鑑別性的 DNA 條碼 (DNA barcode)。國內外吳郭魚樣本共 149 筆資料，以全部 53,264 SNPs 位點進行交集分析，可明確將不同國家養殖吳郭魚做出區隔，除了臺灣繁殖魚苗場 (Farm 1, 2, 4, 5) 及臺灣連鎖超市外，不同地區吳郭魚至少有 150 個特有的 SNPs 位點，後續可作為 DNA barcode 使用，鑑別不同地區的養殖吳郭魚 (圖 1)，唯臺灣繁殖魚苗場 (Farm 1, 2, 4, 5) 及臺灣連鎖超市因混雜導致 SNPs 位點數量較低，可藉由將臺灣連鎖超市另外建立藉以提升 SNPs 位點數。

即使是不同國家所養殖的吳郭魚在基因層面上同質性較高，如面對逆境環境時可能較易受影響，由此更顯本所淡水種原庫的重要性，目前本所淡水種原庫所保種的吳郭魚在基因上較具高異質性。未來應用 DNA barcode 更有效鑑別國內外吳郭魚產品，需定期進行樣本蒐集並更新，蒐集更多國家異地養殖場魚隻，樣本分布範圍越廣，應用性及準確性將會越高。

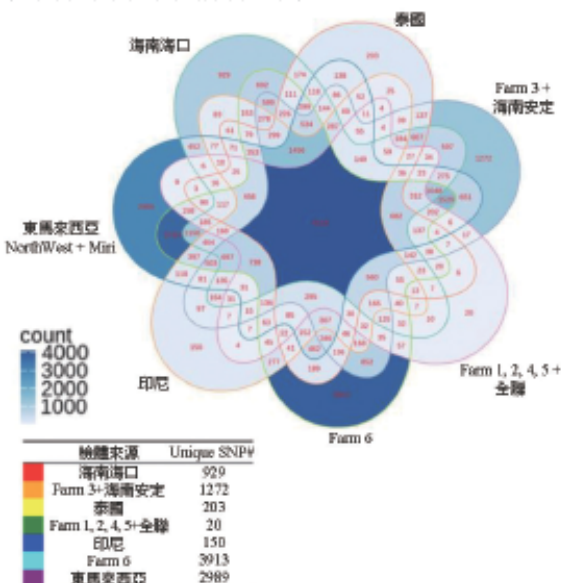


圖 1 建立不同地區養殖吳郭魚的 DNA 條碼

提升臺灣烏魚耐候韌性養殖之分子鑑定技術應用 (IV)

劉恩良、蘇慧敏、黃德威、楊順德
淡水養殖研究中心

烏魚在臺灣沿海漁業與養殖業具有高度經濟價值，素有烏金之稱。近年因全球氣候變遷，大氣與海洋溫度明顯影響魚類洄游，在臺灣鄰近西北太平洋海域烏魚有三大系群（溫帶型 NWP1、黑潮型 NWP2、熱帶型 NWP3），主要活動在各自對應水溫的生態海域，而臺灣目前養殖烏魚苗的來源皆為野生撈捕，在氣候變遷成為影響全球生態環境的壓力下，為確保烏魚養殖產業面臨氣候變遷所造成烏魚苗的永續適性養殖，與對應高結子率的分子標記做為未來人工繁殖種魚的選育有其重要性。

2024 年已完成烏魚苗 11 批次篩選，共 660

個烏魚苗 DNA 樣品的收集與篩選，結果皆為黑潮型 (NWP2) 魚苗，並未發現其他溫帶型與熱帶型烏魚苗 (圖 1)。

此外，依循 NWP1 與 NWP3 鑑定試紙研發方式，針對烏魚粒線體上的專一性序列進行引子設計。在 NWP2 烏魚粒線體上 3 個位置設計引子，經 RPA 條件修飾後，雖對 NWP1 具專一性，但對 NWP3 卻不具專一性 (圖 2)。經 RPA 條件修飾後引子產生專一性的改變，而無法呈現原 NWP2 的專一性。未來我們會針對基因體上的序列去設計足以區分 NWP1 與 NWP3 的新引子來測試。

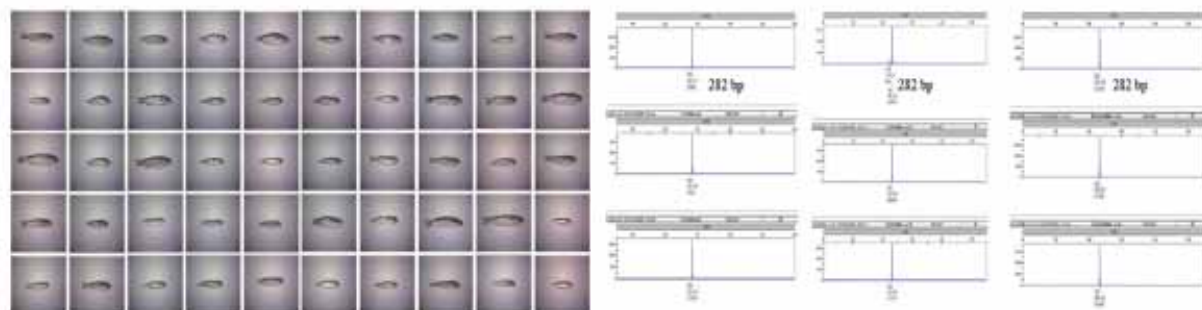


圖 1 烏魚苗與烏魚鱗核酸萃取後核酸聚合酶反應 (PCR) 鑑定結果。本年度收集與篩烏魚苗 DNA 樣結果皆為黑潮型 (NWP2)，PCR 產物經毛細管電泳可於 282 bp 位置出現 NWP2 專一性吸收峰

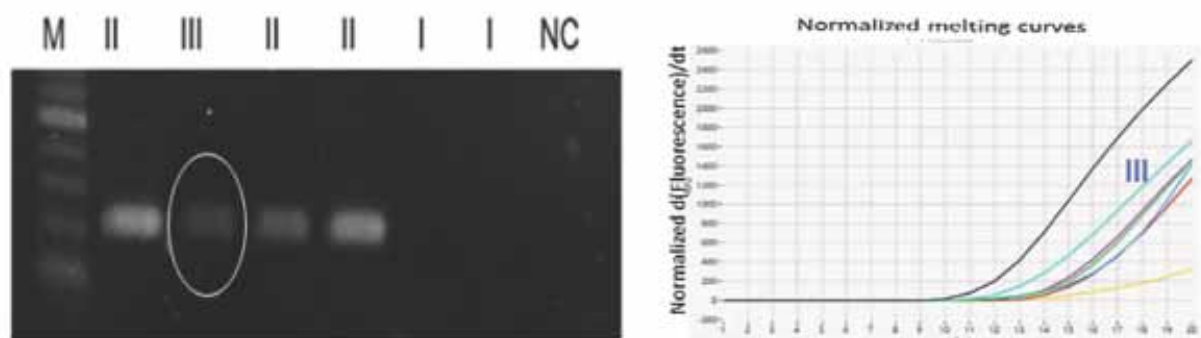


圖 2 新設計 NWP2 引子，經 RPA 條件修飾後，雖對 NWP1 具專一性，但對 NWP3 卻不具專一性 (白色圓圈所示)。M：DNA 分子量標準物；I：NWP1；II：NWP2；III：NWP3；NC：no template control

提升臺灣養殖蜆抗逆境耐受性之研究

郭裔培、康世霖、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產業問題，為釐清養殖種苗的遺傳多樣性，本計畫自 2023 — 2024 年共累計採集 11 個野生族群及 2 個養殖族群，範圍涵蓋新竹、苗栗、彰化、雲林、高雄、臺中、南投、花蓮及臺東。外殼幾何型態分析顯示，野生族群的外殼型態多樣性較高；COI 演化樹分析顯示，蜆的不同地區族群未形成獨立演化支 (clade)。

單倍型網路分析共可分為 55 個單倍型，單倍型 1 佔比高達 63.78%，其次為單倍型 5 (5.49%)。依據不同地區族群區分，彰化 and 花蓮養殖族群的單倍型數量分別為 5 和 2 個單倍型，野生族群則以高雄阿公店溪、臺東成功、苗栗公館和新竹竹北水試所的單倍型種類較多，數量分別為 16、14、12 和 11 個單倍型。依據野生和養殖來源區分，55 個單倍型中，養殖族群僅有 5 個單倍型 (佔比 9.09%)，其餘 50 個單倍型皆僅出現於野生族群。

自收集的野生族群中依據外殼型態和顏色篩選出 WW 和 WP 兩個品系 (圖 1)，與現行養殖品系 (COM) 相比，WW 和 WP 呈狹長橢圓形型態，WW 外殼為亮黃至土黃色、內殼呈白色，WP 外殼為深棕至黑色、內殼呈藍紫色。利用幾何型態分析繪製主成分圖，WW 和 WP 的外殼型態相似，並與 COM 區分為不同分群。殼長、殼寬和殼高量測結果顯示，三者間的殼長 / 殼寬以及殼長 / 殼高比有顯著差異 ($p < 0.05$)，兩者比值排序為 $WP > WW > COM$ 。

升溫緊迫試驗條件為：每日投餵 5×10^4 cell/ml 小球藻 (*Chlorella sorokiniana*) 適應於 28°C 1 週，試驗前 3 天每天升溫 2°C (升溫速率 1°C/ 每小時)，第 3 天溫度達 34°C 後，改以每 2 天升

溫 1°C。不同品系蜆的活存率曲線圖 2 所示，COM、WW 和 WP 品系的大量死亡時間點分別為第 10、12 和 14 天，高溫耐受性由高至低依序為 $WP > WW > COM$ ($p < 0.05$)。



圖 1 COM(A)、WW(B) 和 WP(C) 品系

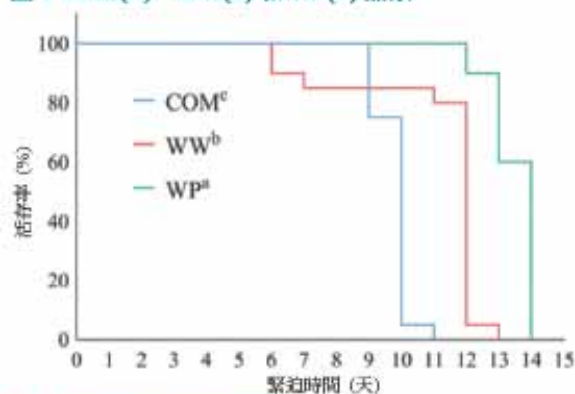


圖 2 升溫緊迫活存率曲線

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 (IV)

謝淑秋、劉于溶、胡依婷、黃致中、許晉榮
海水養殖研究中心

本計畫主要為提供完善之隔離場地，供基因轉殖水產生物在研發或未上市前進行田間試驗，並精準評估基因改造水產生物科技之生態環境風險及生物安全檢測能力。除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外，同時充實各項基因改造水產生物安全風險評估資訊，評估模擬基因改造水產生物外流至野生棲地的潛在風險來源。

幾十年來，世界各國皆致力於發展基因改造生物之生物安全性與風險評估體系，分析其可能逸出之途徑及所造成之可能的危害與影響等，設計出風險評估之模式。對於基因改造魚隻流入自然生態環境後，與原溪流環境物種之行為觀察，已有許多相關的獵物－掠食者間之躲避和掠食行為等試驗。本研究共分為3種掠食試驗（表1），以臺灣原生溪流魚種七星鯢（*Channa asiatica*）為掠食者，藉由觀察掠食者對於3種不同獵物（野生型斑馬魚、基因改造紅色螢光斑馬魚和臺灣鬚鯢（*Candidia barbata*）體表型態的掠食結果計算選擇性指數，探討獵物的體表顏色或紋路差異是否影響被捕食機率，以了解當基因改造紅色螢光斑馬魚不慎外流至自然溪流環境對臺灣原生溪流族群的影響（圖1）。

研究結果顯示在3種獵物組合的選擇性試驗中（表2），相較於其他兩種獵物基因改造紅色螢光斑馬魚為七星鯢優先選擇攝食的獵物對象；在

體色影響試驗中，同樣發現相較於體色較暗的野生型斑馬魚，七星鯢對於具鮮豔體色的基因改造紅色螢光斑馬魚具偏好選擇性；在體表紋路影響試驗中，則發現具有橫向條紋的野生型斑馬魚和本地物種體表無紋路的臺灣鬚鯢，七星鯢對於野生型斑馬魚具偏好選擇性。

表1 非基因臺灣原生溪流魚種七星鯢 (CA) 對於3種不同獵物 - 基因改造紅色螢光蛋白 (RFP)、野生型斑馬魚 (WT) 和臺灣鬚鯢 (CB) 的行為反應和掠食試驗魚隻配對表 (每種試驗類型進行三重複)

試驗名稱		掠食者	獵 物			試驗時間
		CA	RFP	WT	CB	
行為軌跡分析試驗		1	1	1	1	1小時
試驗掠食	掠食選擇性	1	4	4	4	7天
	體色影響掠食	1	6	6	-	7天
	體表紋路影響掠食	1	-	6	6	3天

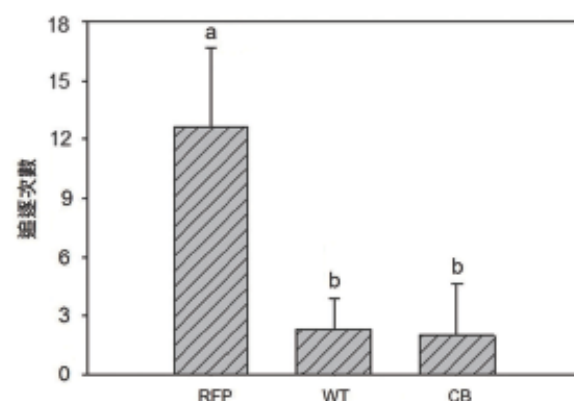


圖1 臺灣原生溪流魚種七星鯢 (掠食者) 對於3種獵物 - 基因改造紅色螢光斑馬魚 (RFP)、野生型斑馬魚 (WT) 和臺灣鬚鯢 (CB) 平均發動追逐的次數

表2 臺灣原生溪流魚種七星鯢對於3種不同獵物的選擇性指數

獵物物種	選擇性指數		
	掠食選擇性試驗 *	體色影響試驗 **	體表紋路影響試驗 **
野生型斑馬魚	0.183±0.024	0.302±0.145	1±0
基因改造紅色螢光斑馬魚	0.489±0.094	0.693±0.145	
臺灣鬚鯢	0.083±0.118		0±0

*：指數值大於0.33 (1/獵物種數) 表具偏好選擇，小於0.33 表明排斥選擇

**：指數值大於0.5 (1/獵物種數) 表具偏好選擇，小於0.5 表明排斥選擇

牡蠣人工苗量產技術開發 (IV)

邱允志、李忠憲、許晉榮
海水養殖研究中心

本研究探討以人工育苗技術生產單體牡蠣苗的最佳模式，並採用化學與物理處理方法進行比較，分析各方法的優缺點。透過此研究，期望能提升單體牡蠣苗的生產技術，進而符合養殖產業的實際需求與操作標準，為相關領域提供更具效率與實用性應用。

嘗試以物理及化學處理方式進行單體牡蠣生產。使用腎上腺素處理之化學試驗組及附著基質（牡蠣殼粉、文蛤殼粉及活性碳）的物理處理組進行試驗。

以腎上腺素處理之化學試驗組，依不同濃度進行誘發試驗，經藥劑處理 1 小時後計算其產生率，各組別計算的產生率分別為 0.05 mM 組為 81%、0.1 mM 組為 86.3% 及 0.2 mM 組為 85.6%。透過化學處理的產生率皆可達到 80% 以上。腎上腺素處理之眼點幼苗，飼養 1 週後計算活存率，0.05 mM 組及 0.1 mM 組活存率分別為 8%、11%，0.2 mM 組則僅有 0.5%。

使用附著基質的物理組，牡蠣貝苗成長速度則較快速。化學處理之單體牡蠣苗活存比例則偏低，使用腎上腺素誘導直接變態的貝苗，目前尚有高死亡率與成長緩慢等問題（表 1）。透過不同養殖方式培育單體幼苗，篩選 5 ± 1 g 之牡蠣稚貝，置入 30×15 cm 的塑膠方形籃中。分別放置於室內立體式養殖系統及戶外池，每 2 週進行測量成長及活存比例。

在 6 週的成長試驗中，室內養殖（圖 1）與室外養殖（圖 2），物理處理組成長未有差異，化學處理組因受到腎上腺素誘導的影響而直接變態為

貝苗，飼養 1 週後個體大小（380 — 420 μm ）小於物理處理組（560 — 700 μm ）。

物理附著相關研究顯示，附著基質最好選擇深顏色及低反射基質，但在本實驗結果之表現上，活性碳組卻未有較佳之附著性產生，推測可能基質粗糙度和材質上的選擇要大於基質顏色，並且對於附著基質具一定的選擇性。

腎上腺素處理的單體牡蠣苗可以直接使牡蠣幼苗直接變態形成單體，但需要從 350 — 400 μm 開始培養，存在著高死亡率、生長緩慢等情形。成長試驗中，腎上腺素處理組的牡蠣苗成長率最差僅 0.86%，其死亡率與成長緩慢等問題推測可能與腎上腺素之副作用具一定關聯性，未來持續進行追蹤及化學試驗。

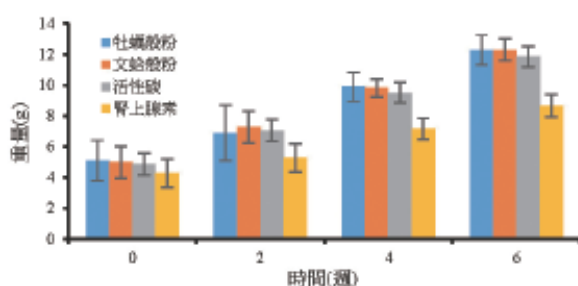


圖 1 室內立體式養殖成長率

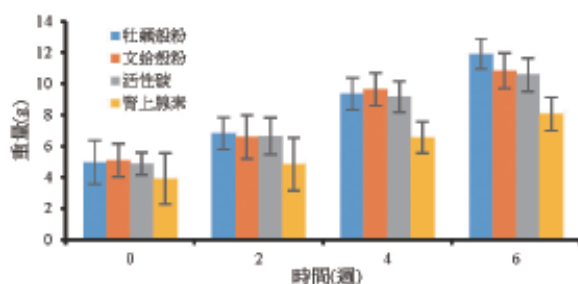


圖 2 室外立體式養殖成長率

表 1 化學、物理試驗

處理組別	0.05 mM	0.1 mM	0.2 mM	牡蠣殼粉	文蛤殼粉	活性碳
單體產生率 (%)	81.0	86.3	85.6	30.6	12.8	9.5
活存率 (%)	8	11	0.5	13.3	3.6	7.5

文蛤選育技術之開發

林峰右¹、林志訓¹、吳育甄¹、宋嘉軒²、劉勁甫¹、胡益順¹、許晉榮¹

¹ 海水養殖研究中心、² 技術服務組

本研究旨在提升文蛤的選育效率並同步開發相關核心技術，以積極應對環境變遷對文蛤養殖所帶來的挑戰。研究中，我們成功建立了一套完整的育肥技術體系，不僅將文蛤的肥滿度顯著提升了 2.75%，更重要的是，試驗結果顯示育肥後肥滿度與生殖腺指數間存在顯著正相關性，這為未來基於肥滿度進行早期選拔提供重要的科學依據。試驗透過對雲林臺西鄉 (n = 618)、新北市淡水 (n = 402) 及臺南將軍收購之韓國文蛤 (*Meretrix lamarckii*) (n = 489) 共進行 4 批次採集、6 次例行性採樣，試驗樣本數據收集共 1,509 個體。完成文蛤重要體表性狀鑑別之初步研究包含：重量、殼長、殼寬、殼高，並完成肥滿度及生殖腺指數分析共 120 筆資料。

圖 1 呈現新北市淡水區域 (A) 及雲林臺西鄉養殖場 (B) 文蛤殼長與體重的相關性分析，比對殼長、殼寬、殼高及體重等形態參數後，確認殼長與體重之間存在顯著的統計學相關性。進一步比較淡水野生群體與臺西養殖成員的差異，結果顯示兩者在形態特徵上存在明顯區別；針對淡水野生文蛤，其殼長與體重的相關曲線顯示出較大的重量區間差異，分析指出這與其較高的含水量

及殼重標準差的顯著差異有關，反映出野生種貝在規格上的不一致性及臺西鄉養殖場馴化及人為批次篩選後結果。然而圖 1 中的橢圓形區域代表我們所建立的體表性狀篩選標準參數，這項技術可作為未來文蛤選育過程中判斷優良個體的有效方法。

表 1 呈現育肥實驗中在育肥前後的數據差異比較；結果顯示，文蛤總重量在育肥後顯著增加 (經獨立樣本 t 檢定, $p < 0.05$)，證實本實驗所建立的育肥技術具有顯著效果，並能有效提升生殖腺指數。本試驗成功開發了一套結合形態特徵快速篩選與完整育肥技術，不僅能及時輔助種貝的初步篩選，更能於特定時間及環境參數下顯著提升文蛤的肥滿度，進而提高其商品價值，這項整合性的技術為文蛤選育提供了重要的技術支持。

表 1 試驗中育肥前後數據差異比較 (n=200)

	總重 (kg)	肥滿度 (%)	溼重 GSI (%)	乾重 GSI (%)
育肥前	9.45 kg ^a (200 顆)	3.82±1.1 ^a	3.9±2.8 ^a	5.01±3.8 ^a
育肥後	11.40 kg ^b (175 顆)	6.57±0.7 ^b	10.8±2.9 ^b	11.50±2.2 ^b

數值為 10 次重複的平均值 ± SE；上標字母相同表示差異不顯著 ($p > 0.05$)

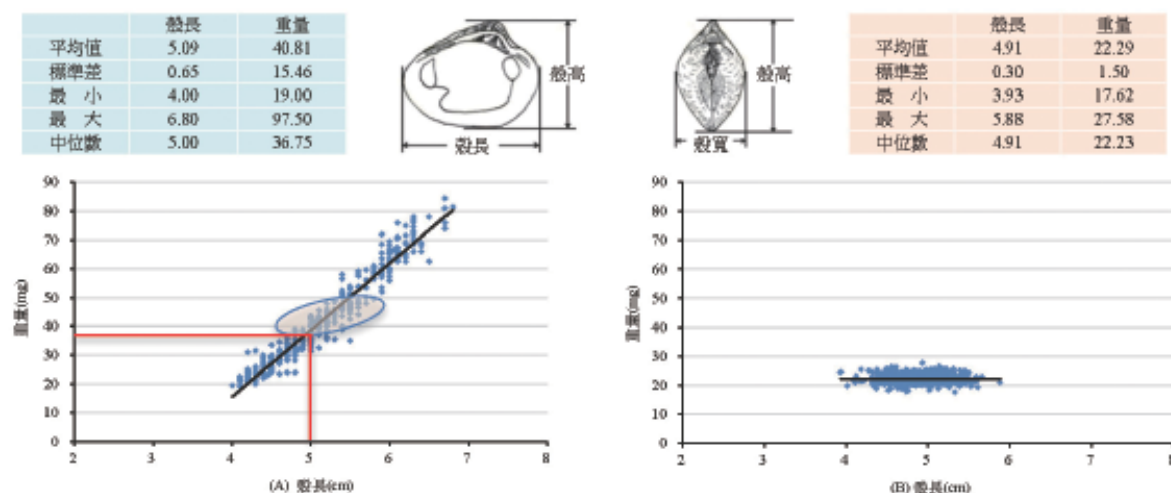


圖 1 新北市淡水區域 (A) 及雲林臺西鄉 (B) 文蛤殼長與體重相關性分析

因應極端氣候下經濟性蝦類耐受性品系之篩選 (II)

劉冠甫、葉怡均、蘇義哲、翁識博、許月娥、吳豐成
東港養殖研究中心

白蝦 (*Penaeus vannamei*)、淡水長臂大蝦 (*Macrobrachium rosenbergii*) 與草蝦 (*Penaeus monodon*) 是臺灣蝦類人工養殖的三大主力，目前 3 種蝦種，草蝦養殖已有悠長的歷史，於 1988 年爆發大量死亡現象，後雖然曾改善數種蝦類，如紅尾蝦、白蝦、金剛蝦（非洲族群草蝦）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；但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%；目前臺灣 3 種經濟性蝦種，種蝦的來源除草蝦尚以天然種蝦為主外，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，爾使養殖的活存率變化極大。因此，本中心在已建立之 SPF 繁養殖技術上，進行選育工作是目前解決種原品質不穩定之首要工作，期能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，亦引用分子標記作為品系之鑑別與標示，爾後希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有保種之白蝦與草蝦品系進行繼代繁殖且各批次蝦苗進行溫、鹽度變化之耐受性比較篩選，以便能達到去蕪存菁，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準則。

白蝦進行繼代蝦苗間在緊迫環境中耐受性評估，2024 年以七品系中四品系進行，編號 V109 水溫逆境耐受性在 10°C 條件下活存率為 $93.33 \pm 1.92\%$ 較其他品系有極顯著差異 ($p < 0.05$)，鹽度逆境耐受性試驗中，在 5 psu 時，以 S101 的 $81.10 \pm 5.57\%$ 活存率較其他品系有極顯著差異 ($p < 0.05$)。草蝦臺灣族群 F₄ 蝦苗經水溫逆境耐受性試驗，水溫差 17°C (27 → 10°C) 時，Tm4-5 與另兩組間平均活存率有極顯著差異 ($p < 0.05$)，在鹽度逆境耐受性試驗，鹽度差 25 psu (30 → 5 psu) 時，Tm4-5 與另兩組間平均活存率有極顯著差異 ($p < 0.05$) (圖 1、2)。淡水長臂大蝦目前共保存 4 個族群，其中三個品系為臺灣地區收集，另一品系來自印尼。利用次世代定序針對不同特性之蝦類進行基因體分析建立遺傳標記輔助選拔標記。

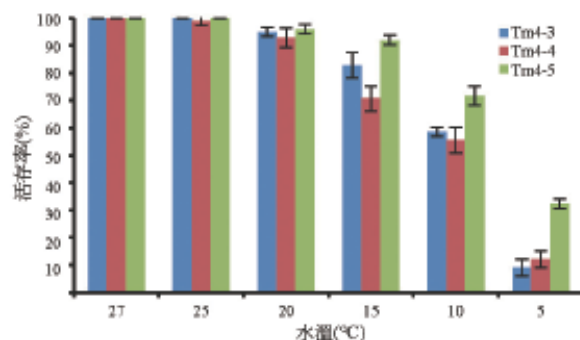


圖 1 草蝦蝦苗對水溫緊迫因子的活存耐受性評估 (m±SD, %)

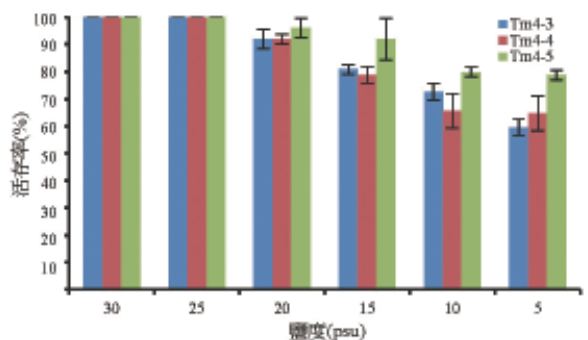


圖 2 草蝦蝦苗對鹽度緊迫因子的活存耐受性評估 (m±SD, %)

建立優質午仔魚種苗生產技術之研究

陳陽德¹、朱永桐²、許自研¹、邱沛盛²、王淑欣¹、王鐘慶¹、許晉榮²、吳豐成¹

¹ 東港養殖研究中心、² 海水養殖研究中心

午仔魚(四絲馬鰕, *Eleutheronema tetradactylum*) 為臺灣重要養殖魚種, 近年來產量大幅成長, 已成為屏東地區主要養殖魚類, 魚苗需求同步增加。此外, 午仔魚因養殖效益佳, 也具備在臺南等南部地區發展的潛力, 透過中、低密度無用藥的安全養殖模式, 有望進一步提升產量與品質。本計畫聚焦於優質魚苗生產技術開發, 研究投餵以益生菌與微藻複合模式滋養之餌料來提升魚苗營養與健康, 並開發大型苗(越冬苗)中間育成生產技術, 以強化午仔魚養殖產業的競爭力。

研究顯示使用兩種微藻(等鞭金藻與擬球藻)與兩種市售芽孢桿菌屬(*Bacillus* spp.) 益生菌複合

滋養產業生產之餌料生物後進行午仔魚苗培育, 確實可以提高育苗活存率約 10% (表 1), 而在後續的中間育成試驗中, 投餵芽孢桿菌屬益生菌滋養產業生產短角異劍水蚤, 可攜帶益生菌進入魚苗體內, 對於後續中間育成活存率有顯著幫助(表 2)。

在午仔魚苗室內 FRP 桶槽中間育成, 分別以每日投餵 2、3、4 餐進行餵食頻率對其成長影響試驗, 結果顯示以每日 4 餐的成長及活存最佳, 顯示餵食頻率可減少相互攻擊殘食現象提高活存及成長效果(表 3)。另, 室外型中間育成, 以塑膠箱網進行養殖試驗以每只箱網 2,000 尾的活存率最高(表 4)。

表 1 複合滋養餌料生物運用午仔魚育苗之影響

處理組別	活存率(%)	體長(mm)	腸道優勢菌群
對照組	19.35±1.73 ^a	19.1±0.09 ^a	<i>Vibrio cholerae</i> , <i>Salinivibrio</i> sp.
等鞭金藻與益生菌 A	26.76±2.95 ^{ab}	16.9±0.3 ^b	<i>Bacillus pumilus</i>
等鞭金藻與益生菌 B	29.34±2.91 ^a	14.9±0.08 ^b	<i>Bacillus velezensis</i> strain DH8043
擬球藻與益生菌 A	26.00±0.32 ^{ab}	18.5±0.08 ^a	<i>Bacillus pumilus</i>
擬球藻與益生菌 B	29.26±2.45 ^a	15.3±0.19 ^b	<i>Bacillus velezensis</i> strain DH8043

表 2 產業餌料生物經複合性滋養後培育午仔魚苗經中間育成之影響

處理組別	活存率(%)	體長(mm)	體重(g)
對照組	0	0	0
等鞭金藻與益生菌 A	35.3±4.93 ^a	2.00±0.21 ^a	0.25±0.06 ^a
等鞭金藻與益生菌 B	27.5±3.54 ^a	1.79±0.05 ^a	0.19±0.01 ^a
擬球藻與益生菌 A	31.33±2.08 ^a	1.84±0.16 ^a	0.2±0.04 ^a
擬球藻與益生菌 B	28.33±11.71 ^a	1.80±0.18 ^a	0.18±0.04 ^a

表 3 投餵頻率對午仔魚苗中間育成的影響

餵食頻率(餐/日)	初體長(cm)	初體重(g)	結束體長(cm)	結束體重(g)	活存率(%)
2	2.61±0.21	0.15±0.04	5.12±0.81	0.95±0.24	52.23
3	2.61±0.21	0.15±0.04	6.17±0.44	1.51±0.81	68.25
4	2.61±0.21	0.15±0.04	6.81±0.31	3.74±0.43	86.03

表 4 室外箱網中間育成密度試驗

密度(尾/箱網)	初體長(cm)	初體重(g)	結束體長(cm)	結束體重(g)	活存率(%)
1,000	3.14±0.23	0.19±0.02	6.82±0.53	3.78±0.43	46.00±5.29
2,000	3.14±0.23	0.19±0.02	7.37±0.46	5.42±0.54	66.67±5.86
3,000	3.14±0.23	0.19±0.02	7.22±0.71	5.51±1.43	54.33±6.03

養殖白蝦品系檢定與養殖特性分析

邱俊豪、楊一男、何源興
東部漁業生物研究中心

白蝦 (*Penaeus vannamei*) 為臺灣十大經濟養殖物種之一，其苗多以採購國外蝦苗居多，近年養殖業者認為採購之蝦苗於放養後有參差不齊的狀況，期本所能協助釐清品系間的差異及確定苗商提供蝦苗有無混雜一事。故本研究將利用試驗場域之室外 30 噸水泥池進行東部地區常見且可以取得之蝦苗品系進行隔離單養，紀錄各品系蝦苗之養殖特性，並採樣送生技公司進行品系檢驗，篩選分析各品系之基因特性，以提供產業蝦苗選擇之依據。

此次研究共進行兩批次養殖試驗，第一批次養殖臺灣蝦 (T)、泰國 CP 蝦 (CP)、泰國日夜快 A 苗商 (SyAquaA, SA) 及泰國日夜快 B 苗商 (SyAquaB, SB)，養殖期間為 2024 年 4—8 月，每個月之成長紀錄如表 1，最終之養殖結果如表 2；第二批次養殖臺灣蝦 (T) 及泰國日夜快 (SA、SB) 三種品系蝦，養殖期間為 2024 年 9 月至 2025 年 1 月，每個月之成長紀錄如表 3，最終之養殖結果如表 4。夏冬兩季所採收之體重有明顯之差異，第一批次之泰國日夜快其成長與臺灣組具顯著差異 ($p < 0.05$)，以單位面積產量 (kg/m^2) 皆以日夜快組為優，但第一批次 SA 組優於 SB 組，而第二批次以 SB 組優於 SA 組。

品系檢定結果顯示，以 1,248,404 筆 SNPs 進行 principal component analysis 可區分出 SyAquaA、SyAquaB、SIS 及 CP 這 4 家種蝦公司品系，以 phylogenetic analysis 分析再精簡之 SNPs 10,902 筆進行親緣分析，並以 circular tree 呈現。臺灣蝦與泰國 CP 蝦皆分析為 CP 資料庫，SA 親緣關係較 SB 組更近於 SyAqua 資料庫而 SB 較接近 SIS 資料庫。本年度研究顯示不同蝦苗品系其養殖特性具有差異性，且於不同季節進行蓄

養亦有不同之成果，於基因鑑定其親緣關係亦發現 SA 及 SB 雖仍為日夜快資料庫，但在基因上已有些許差異性，此結果亦可能是影響養殖差異之原因，期此結果能提供業界對品系選擇之參考依據。

表 1 每個月各組白蝦均重 (g) 每次隨機測量 20 尾以上

養殖時間	T	CP	SA	SB
1 個月	1.1±0.6 ^a	1.8±0.5 ^b	3.0±0.9 ^a	1.9±0.6 ^b
2 個月	6.2±2.1 ^d	8.7±2.7 ^e	15.4±3.9 ^a	11.0±1.5 ^b
3 個月	11.4±3.9 ^e	15.0±4.2 ^b	21.1±6.7 ^a	16.6±3.8 ^b
4 個月	16.0±6.3 ^c	23.8±5.2 ^b	33.3±4.8 ^a	25.4±4.5 ^b

同列數值右上方英文字母不同表示數值間達顯著差異 ($p < 0.05$)

表 2 各組白蝦以 3,000 隻/ m^2 蓄養於 30 m^2 水泥池中 120 日之成長、產量及飼料轉換率表現情形，每種處理二重複

	T	CP	SA	SB
初重 (g)	0.01±0.001	0.01±0.001	0.01±0.001	0.01±0.001
末重 (g)	16.0±6.3	23.8±5.2	33.3±4.8	25.4±4.5
存活率 (%)	17.5	30.5	45.3	61.7
單位面積產量 (kg/m^2)	0.28	0.73	1.51	1.57
飼料轉換率 (%)	5.95	2.30	1.10	1.06

表 3 每個月各組白蝦均重 (g) 每次隨機測量 20 尾以上

養殖時間	T	SA	SB
1 個月	5.5±1.1 ^a	5.8±0.8 ^a	4.1±1.2 ^b
2 個月	10.6±1.5 ^{ab}	11.7±1.2 ^a	9.6±1.6 ^b
3 個月	14.9±3.2 ^{ab}	16.7±2.5 ^a	13.9±3.4 ^b
4 個月	17.9±2.5	19.4±2.6	18.1±5.1

同列數值右上方英文字母不同表示數值間達顯著差異 ($p < 0.05$)

表 4 各組白蝦以 3,000 隻/ m^2 蓄養於 30 m^2 水泥池中 120 日之成長、產量及飼料轉換率表現情形，每種處理二重複

	T	SA	SB
初重 (g)	0.01±0.001	0.01±0.001	0.01±0.001
末重 (g)	17.9±2.5	19.4±2.6	18.1±5.1
存活率 (%)	16.8	58.1	49.1
單位面積產量 (kg/m^2)	0.30	1.14	0.90
飼料轉換率 (%)	3.33	0.89	1.13

七、水產益健飼料及餌飼料之開發與疫病之監測

臺灣養殖牡蠣重要疫病之監測

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，新的農業政策為提升國產牡蠣之產業競爭力，並回應牡蠣生產業者提出之訴求，協助釐清與分析造成近年來國內產量降低的原因。長期目標以建立國內牡蠣生產環境背景之疫病監測資訊，以利強化本地牡蠣養殖產業的競爭力。

本計畫以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、雲林縣口湖台子近海與臺西五條港近海等地區，提供自種苗田間放養到最終育成，監測本島主要牡蠣養殖區內，牡蠣放養後之成長狀況、肥滿度、活存率及水體環境水質條件等基礎數據，同時分析國際間重要牡蠣疫病之盛行率，預期建立疫病流行之預警機制，適時達到減損或生產方法調適管理，協助養殖戶增加收益。

本計畫於2024年9月前共計採樣為19場次，其中類馬爾太蟲病 (*Marteilioides chungmuensis*, MC) 陽性場次為11場，平均場次陽性率為57.89%，主要分布於臺南市南區、安平區、安南區、嘉義縣東石、布袋地區及雲林縣金湖地區，其分別之場次陽性率為100、71.42、50、50、33.33及25%。此外，牡蠣疱疹病毒-1 (*Ostreid*

herpesvirus-1, OsHV-1) 共計檢測19場，僅有1場為陽性場，陽性率為5.56%，樣品來自於3月之臺南市安平區新進牡蠣苗場。其餘牡蠣之原蟲性疾病，包含牡蠣波納米亞蟲病 *Bonamiosis* (*Bonamia exitiosa*、*B. ostreae*)、牡蠣馬爾太蟲病 *Marteiliosis* (*Marteilia refringens*)、派金蟲 *Perkinsosis* (*Perkinsus marinus*、*P. olseni*) 在19場次之牡蠣樣品中皆為未檢出 (表1)。

2024年9月後至12月底為2024年牡蠣幼苗新育孵苗季度開始，共計採樣20場次，其中7場次為中蚵苗場，在7場中蚵養殖蚵場中，類馬爾太蟲病之檢出陽性場數為5場，檢出陽性率為71.42%，主要分布於臺南七股區、嘉義布袋及東石地區，此外13場牡蠣幼苗新育孵苗場，牡蠣體內之類馬爾太蟲病、牡蠣疱疹病毒及牡蠣之原蟲性疾病，包含牡蠣波納米亞蟲病 (*B. exitiosa*、*B. ostreae*)、牡蠣馬爾太蟲病 (*M. refringens*)、派金蟲 (*P. marinus*、*P. olseni*) 皆為未檢出。2024年本所臺西試驗場人工孵育新苗，在7項牡蠣重要疾病亦皆為未檢出。2024年調查結果顯示，國產牡蠣之中蚵與成蚵其主要受到感染之病原仍以類馬爾太蟲病為主；而牡蠣疱疹病毒仍只侷限於蚵苗階段之感染。

表1 2024年9月前國產牡蠣重要疫病監測結果

地區	場次	MC		OsHV-1		Perkinsosis		Bonamiosis		Marteiliosis
		陽性數	(%)*	陽性數	(%)*	<i>P. olseni</i>	<i>P. marinus</i>	<i>B. exitiosa</i>	<i>B. ostreae</i>	<i>M. refringens</i>
臺南市南區	2	2	40-80	0	0	0	0	0	0	0
臺南市安平	6	5	0-40	1	80	0	0	0	0	0
臺南市安南	2	1	0-60	0	0	0	0	0	0	0
嘉義布袋	3	1	0-80	0	0	0	0	0	0	0
嘉義東石	2	1	10-60	0	0	0	0	0	0	0
雲林金湖	4	1	0-100	0	0	0	0	0	0	0
總計	19	11		1						
蚵棚陽性率		57.89%		5.56%						

* PCR 檢測方法

淡水經濟魚種益健飼料最適應用研究 (IV)

陳建彰¹、劉嫻玟¹、謝豐群¹、黃美瑩²、周瑞良³、蘇慧敏¹、郭裔培¹、楊順德¹¹淡水養殖研究中心、²水產養殖組、³東港養殖研究中心

養殖業者施用益生菌的普遍方式是拌合並吸附於飼料的方式投餵，然而，此方式導致微生物添加物流失率高，並增加業者的人力成本，使得益生菌施用的便利性、劑量控制、有效生物活性及養殖成效變異大。

為此，本研究探討以複合機能益生菌搭配飼料包覆技術，並經活性驗證後產製之「益健飼料」應用於淡水經濟魚種養殖，進一步依養殖成果確立複合型益生菌添加飼料的技術套組。此外，整合保健飼料添加業者及飼料廠，確立益健飼料的商業化生產流程，並量產含有短小芽孢桿菌 *Bacillus pumilus* D5 及腸膜明串珠菌 *Leuconostoc mesenteroides* B4 (含葡聚糖) 的益健飼料。

與吳郭魚及金目鱸 (*Lates calcarifer*) 養殖業者合作，建置共計 7 處益健飼料驗證與示範場域。金目鱸養殖池分成對照組、試驗組 -1 及試驗組 -2，試驗組均餵食益健飼料，其中試驗組 -2 每隔 10 天定期向池水中添加 D5 及液化澱粉芽孢桿菌 (*B. amyloliquefaciens*)，養殖結果顯示，金目鱸的平均體重提升 5.04% (圖 1)，且 D5 能夠在養殖水體及腸道中穩定保持活性，同時降低池中鏈球菌數量。此外，金目鱸示範場域的養殖成效顯示，飼料效率提升 9%，單位面積產量增加 8.8% 以上。在吳郭魚驗證場域的養殖結果中，活存率達 93 – 97%，飼料效率為 0.7 (表 1)，顯示其有助於降低養殖成本並提升養殖收益。

益健飼料技術套組已順利完成產業化驗證，合作飼料廠已開始商業化生產吳郭魚及鱸魚益健飼料。該飼料含有其自行研發的芽孢桿菌 *Bacillus* sp. 及本所技術轉移的益生菌株 D5，出廠時菌數皆達 10^6 CFU/g。

預計全年可生產 1.3 萬公噸益健飼料，並應

用於超過 400 公頃的水產養殖面積。未來將持續推廣與產業擴散，提升養殖動物健康，減少抗生素使用，以實現友善養殖與永續經營，進一步增強產業競爭力。

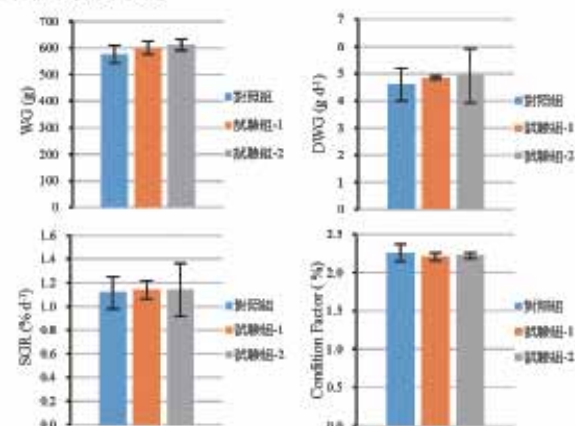


圖 1 金目鱸成長效能分析

表 1 吳郭魚益健飼料示範場域養殖成效分析

試驗組	李先生 吳郭魚養殖場	林先生 吳郭魚養殖場
魚塭面積 (公頃)	0.80	1.00
飼養密度 (萬尾 / 公頃)	3.94	3.23
放養數量 (尾)	31,500	32,340
放養重量 (kg)	157.50	990.00
放養日期	112/11/17	113/03/31
收穫日期	113/09/20	113/11/06
養殖天數	308	220
收成總重 (斤)	61,095	54,773
收成總重 (kg)	36,657	32,864
收成均重 (g)	1,250	1,030
單位面積產量 (kg / 公頃)	45,821	32,864
收成尾數	29,326	31,534
活存率 (%)	93.10	97.51
總餵食飼料 (kg)	53,200	45,348
飼料效率 (FE)	0.69	0.70
售價 (元 / 斤)	42	42
A 銷售總收入	2,565,990	2,300,466
B 飼料成本 (23 元 / kg)	1,223,600	1,043,004
C 魚苗成本 (0.5 元)	15,750	90,552
淨收益 (A-B-C)	1,326,640	1,166,910
單位面積收益 (元 / 公頃)	1,658,300	1,166,910

建立益健飼料益生菌功能驗證平台 (II)

楊順德¹、劉嫻嫻¹、林學廉²、孫玉苓²、黃致憲²

¹淡水養殖研究中心、²財團法人農業科技研究院

本計畫延續 2023 年建立的益健飼料益生菌功能驗證平台，針對市售益生菌飼料進行檢測，以驗證所設立測試項目的適用性及可靠性；同時新增水質測試項目，評估益生菌對養殖環境水質的改善效果，並建立海水魚投餵益健飼料對免疫功能調節的檢測方法，進一步完善產品驗證流程及相關標準作業程序，為未來驗證平台提供更全面的檢測參考。

益健飼料及市售飼料益生菌之耐高溫能力檢測：以 95°C、20 秒加熱處理兩種飼料，評估益生菌存活量。結果顯示，益健飼料加熱後的有效菌量為 $9.78 \pm 0.91 \times 10^5$ CFU/g，活存率高達 $96.83 \pm 0.91\%$ ；而市售飼料加熱後菌量降至 $2.63 \pm 0.21 \times 10^3$ CFU/g，活存率僅 $43.29 \pm 0.21\%$ ，顯示其製程能更有效保護益生菌。

益健飼料及市售飼料之益生菌儲架能力檢測：飼料分別在室溫 ($40 \pm 5^\circ\text{C}$) 及低溫 ($4 \pm 2^\circ\text{C}$) 環境下，儲存 3 個月內益生菌數量與活存率的變化，益健飼料在 40°C 下 30、60 及 90 天有效菌量平均為 $8.84 \times 10^5 - 9.60 \times 10^5$ CFU/g，在 4°C 下則為 $9.58 \times 10^5 - 1.06 \times 10^6$ CFU/g，顯示菌量穩定；而市售飼料在 40°C 下有效菌量顯著下降，30、60 及 90 天後分別為 1.67×10^3 、 5.27×10^2 及 4.13×10^3 CFU/g，4°C 下也呈現下降趨勢，顯示溫度與時間對其活存率影響較大，而市售飼料存放 30 天後，有效菌量起伏不定，較不適合長期保存，故將益生菌以後包覆方式產製之益健飼料，具儲存穩定性 (圖 1)。

益健飼料投餵海水魚之益生菌效能 (免疫) 檢測：以金目鱸 (*Lates calcarifer*) 為試驗物種，投餵益健飼料，試驗組及對照組的吞噬率分別為 $48.14 \pm 9.21\%$ 及 $38.36 \pm 4.81\%$ ，吞噬指數分別為

1.64 ± 0.21 及 1.39 ± 0.06 ，呼吸爆活性 (OD 630 nm) 則分別為 0.28 ± 0.06 及 0.14 ± 0.03 ，試驗組免疫指數皆顯著高於對照組，顯示益生菌能有效提升非特異性免疫力。

益健飼料益生菌效能 (水質淨化能力) 檢測：比較兩種菌粉產品 (短小芽孢桿菌 *Bacillus pumilus* D5 與液化澱粉芽孢桿菌 *B. amyloliquefaciens*) 在不同濃度 ($10^2 - 10^5$ CFU/ml) 下對氨氮 (3 ppm) 與亞硝酸 (5 ppm) 水溶液的影響，結果顯示，二種菌之各組別在 7 天內對亞硝酸 - 氮濃度 ($5.34 \pm 0.10 - 5.45 \pm 0.18$ mg/L) 皆無明顯變化；氨氮 - 氮濃度則皆逐漸下降，第 7 天降至 $1.86 \pm 0.16 - 2.38 \pm 0.05$ mg/L。

標準作業程序及表單建置：已完成「保 (益) 健飼料添加物中益生菌效能 (免疫) 測試」、「水質益生菌效能測試」之標準作業程序 2 件，以及「試驗物質與對照物質管理」、「試驗委託管理」等相關表單 3 件。

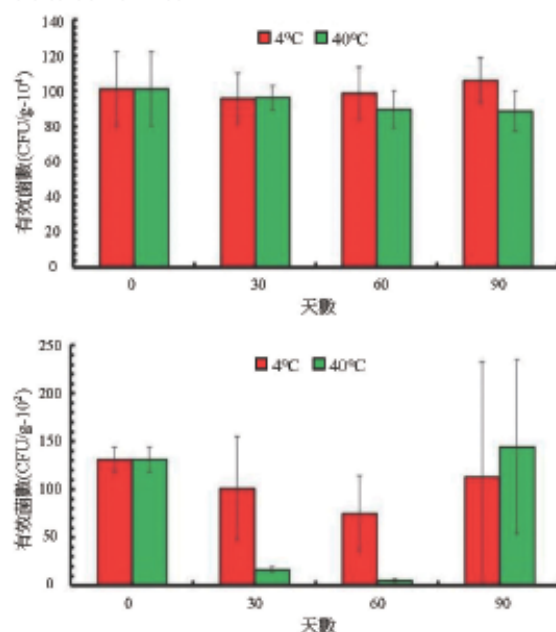


圖 1 益健飼料 (上) 及市售飼料 (下) 之益生菌儲架能力檢測

昆蟲蛋白作為水產飼料源之研究

郭裔培、康世霖、楊順德
淡水養殖研究中心

2021 年修正的「可供給家畜、家禽、水產動物之飼料」法規已開放植物性飼料以外餵養，黑水虻 (*Hermetia illucens*) 可使用於水產動物飼料，本計畫透過魚類副產物作為黑水虻幼蟲的營養基質，改善其限制性營養成分。

黑水虻幼蟲的營養成分可以透過營養基質調控，魚類加工剩餘物基質物性不佳，直接投餵會造成黑水虻幼蟲的活存率和成長表現顯著降低 ($p < 0.05$)，將不同比例的鯉魚加工剩餘物搭配黃豆渣投餵黑水虻，鯉魚加工剩餘物含量 50% 以下的組別，活存率皆可達 80% 以上，但鯉魚加工剩餘物含量提升至 67% 時，活存率會降低至約 30%。依據增重率進行折斷線迴歸分析，最佳魚類加工剩餘物比例為 49.26%。

依據折斷線迴歸結果，魚類副產物和黃豆渣的比例設定為 1:1，分別以黃豆渣、臺灣鯛 + 黃豆渣和鯉魚 + 黃豆渣作為黑水虻幼蟲的營養基質，三種基質餵養的黑水虻活存率、平均末重、

增重率和特定成長率均無顯著差異 ($p > 0.05$)，但攝食量和飼料轉換率兩者皆以臺灣鯛組最高、黃豆渣次之、鯉魚最低 ($p < 0.05$)，蛋白質利用率則是兩種魚類加工剩餘物顯著低於黃豆渣組 ($p < 0.05$)。

分析蟲體的一般成分 (表 1)，黃豆渣和鯉魚組的一般成分相近 (粗蛋白約 35%、粗脂質約 30%)，臺灣鯛組的粗蛋白和粗脂質含量分別為 28% 和 43%，顯示以臺灣鯛加工剩餘物餵養會顯著改變蟲體的一般成分 ($p < 0.05$)。

市售脫脂黑水虻粉的第一限制性胺基酸為甲硫胺酸 (20.48%)，本實驗以不同基質餵養黑水虻，所有組別的甲硫胺酸化學分數均優於市售脫脂黑水虻粉；蟲體脂肪酸組成則明顯受到基質影響 (圖 1)，必須 n-3 脂肪酸以鯉魚組為最佳 (3.50% EPA 和 2.05% DHA)，其次為臺灣鯛組 (0.84% EPA 和 0.18% DHA)。

表 1 以不同基質餵養黑水虻幼蟲乾物一般成分

一般成分 (%)	黃豆渣	臺灣鯛 + 黃豆渣	鯉魚 + 黃豆渣
灰分	5.40±0.23 ^b	4.48±0.03 ^c	6.66±0.12 ^a
粗蛋白	36.05±1.04 ^a	28.24±0.54 ^b	35.50±0.70 ^a
粗脂質	31.63±0.60 ^b	43.61±1.69 ^a	29.83±0.53 ^b

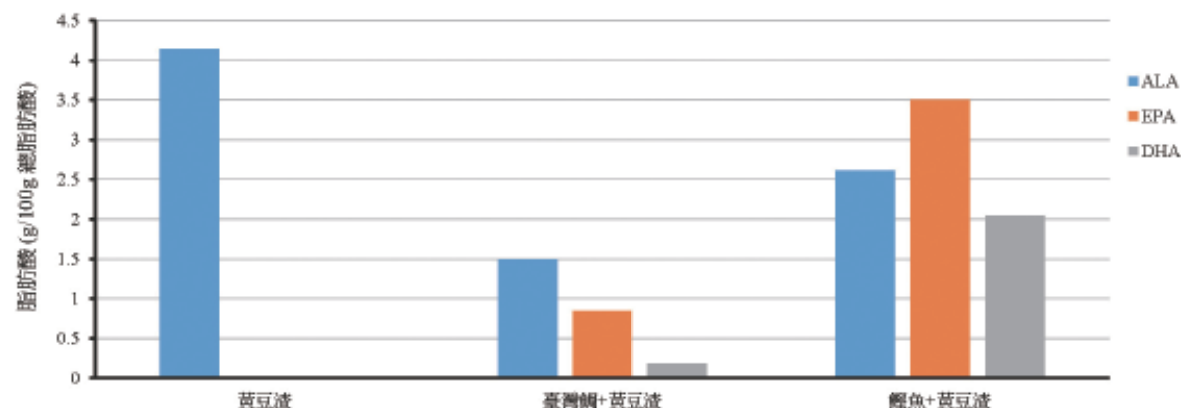


圖 1 以不同基質餵養黑水虻幼蟲脂肪酸組成

養殖魚類投餵水產益健飼料之細菌性病原調查 (II)

劉娟玟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，在民間業者使用下對病原菌控制的效果。2024 年金目鱸、午仔魚與白蝦實證場域共計 8 處 (圖 1)，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。

病原菌控制效果：使用益健飼料可減少午仔魚腸道約 92% 的弧菌，以及減少池水中 86% 的弧菌 (圖 2)；白蝦部分，已全面使用益健飼料故無對照組，試驗組除了微孢子蟲檢驗呈現陽性之白蝦肝胰臟的弧菌數高達 2.77×10^5 CFU/g 之外，其餘月份弧菌數落在 $2.17 \times 10^4 - 2.17 \times 10^5$ CFU/g，養殖期間皆無發病；金目鱸部分，使用益健飼料可減少腸道約 89% 的產氣單胞菌 (*Aeromonas* spp.)，以及分別減少池水中 10% 的弧菌及 77% 的產氣單胞菌。

優勢病原菌監測：在 2024 年 3 - 9 月的監測期間，健康午仔魚的體內以發光桿菌 (*Photobacterium damsela* subsp. *damsela*) 為優勢菌，其次是弧菌屬；健康白蝦體內以腸炎弧菌為優勢菌；6 月雲林麥寮金目鱸發病魚之優勢病原菌為奴卡氏菌 (*Nocardia* spp.)，其餘月份正常鱸魚優勢菌為產氣單胞菌及弧菌屬。

午仔魚使用益健飼料後菌群輪廓：以屬於 Actinobacteriota 的 PeM15 最多 (40.16%)，屬於 Fusobacteriota 的 *Cetobacterium* spp. 次之 (20.67%)，接著依序是屬於 Proteobacteria 的 *Methylobacterium*-*Methylorubrum* (16.51%)、*Photobacterium* spp. (6.14%)、Bacteroidota 的 *Muribaculaceae* spp. (1.87%) 等，在 Alpha 多樣性指數方面，有使用益健飼料的 Chao1 值、Shannon 值和 Simpson 值皆較對照組高，代表腸道中微生物豐度、多樣性與均勻度較高。

抗生素敏感性試驗：從養殖現場分離的優勢病原菌株，使用 10 種抗生素進行紙錠擴散試驗，結果顯示，超過 50% 的弧菌和產氣單胞菌對氟甲磺氯黴素 (Florfenicol)、歐索林酸 (Oxolinic Acid) 和脫氧羧四環黴素 (Doxycycline) 具藥物敏感性。

益健飼料中益生菌活性：分析三家飼料公司以包覆技術產製之益健飼料共 21 批次，德亨工業股份有限公司午仔魚、斑節蝦、石斑魚及虱目魚飼料中，*B. pumilus* D5 維持 10^5 CFU/g，液化澱粉芽孢桿菌 (*B. amyloliquefaciens*) 維持 10^5 CFU/g；三和水產斑節蝦飼料中，*B. pumilus* D5 維持 $10^4 - 10^5$ CFU/g，*B. amyloliquefaciens* 維持 $10^4 - 10^6$ CFU/g；福壽實業股份有限公司吳郭魚與鱸魚飼料中，*B. pumilus* D5 維持 $10^6 - 10^7$ CFU/g，*Bacillus* sp. 維持 $10^4 - 10^7$ CFU/g，儲存 1 - 3 個月後，*B. pumilus* D5 菌數仍維持 $10^5 - 10^7$ CFU/g。



圖 1 定期至白蝦擴散場採樣

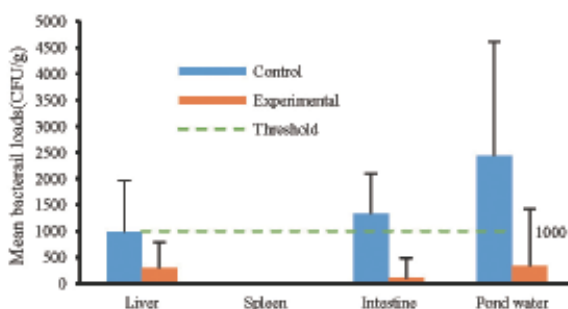


圖 2 益健飼料對午仔魚弧菌的抑菌結果

海水經濟魚蝦益健飼料最適應用研究 (IV)

周瑞良、周芷儀、鄭世榮、黃維能、吳豐成
東港養殖研究中心

養殖戶為提高產值逐漸提高放養密度，且為縮短養殖時間密集投餌，導致魚苗腸道壓力大，為治療腸炎通常將抗生素拌合飼料投餵，致使藥物濫用情形嚴重。抗生素雖可抑制病原菌防止疾病產生，然而過度使用造成耐藥菌株的產生與二次感染等問題。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) 為有效之生物殺菌劑，可藉由乳化包覆技術添加於飼料中，本研究已建立添加多功能複合微生物製劑之益健飼料的最佳製程，可應用於商業性飼料製程中，以達方便投餵目的。

積極輔導暨推廣海水魚蝦益健飼料，已完成午仔魚及白蝦示範場域建置各 2 處，擴散推廣各 5 戶，總面積達 20.6 公頃，提供技術服務包含強化養殖操作及投餌管理技術，協助養殖戶提升水質控管能力，改善並減少養殖期間遭遇的困難，

養殖效益增加 10% 以上。2021 – 2024 年午仔魚及白蝦擴散推廣總面積達 53.1 公頃，可減少午仔魚罹病率平均約 65%，可減少抗生素使用量每公頃約 9 kg (依常態放養量每公頃 12 萬尾活存率 80%，產量： $12 \text{ 萬} \times 0.8 \times 0.3 \text{ kg} = 28.8 \text{ 公噸}$ ，平均用藥之魚重量取中間值 14.4 公噸，飼料量： $\text{FCR } 1.5 \times 28.8 = 43.2 \text{ 公噸}$ ，抗生素用量：每公斤飼料 3 g， $14.4 \text{ 公噸} \times \text{投餵量 } 2\%$ ，每批次約 3 次以上罹病率，每次罹病拌藥飼料量： $14.4 \times 0.02 = 0.288 \times 5 \text{ 天} = 1.44 \text{ 公噸飼料} = 1,440 \text{ kg 飼料} \times 0.003 \text{ kg} = 4.32 \text{ kg 抗生素} \times \text{減 } 2 \text{ 次罹病} = 8.64 \text{ kg}$)。添加複合微生物製劑之益健飼料已應用於商業性飼料製造，在午仔魚示範場及擴散場域，不只方便投餵，且有較佳之活存率及養殖收益，可有效減少疾病發生，降低養殖風險，提升養殖成效，增加漁民收益 (表 1)。

表 1 2024 年午仔魚示範場及擴散驗證場效益評估

室外池	示範場 1	示範場 2	擴散場 1	擴散場 2	擴散場 3	擴散場 4	擴散場 5	對 照
面積 (公頃)	2.2	2.5	1.8	2.6	1.8	2.3	2.0	0.6
密度 (隻/㎡)	15	16	12	12	20	18	17	15
放養數 (萬隻)	33	40	22	32	36	42	34	9
放養日期	3/5	3/6	3/8	3/6	3/21	3/23	3/6	3/6
收穫日期	11/2	10/22	10/8	10/12	11/6	11/5	11/10	11/20
養殖天數	242	231	214	220	230	227	222	8.5
罹病次數	0	1	0	2	1	0	1	5
收成總重 (斤)	136,420	171,000	100,790	141,200	144,500	178,100	147,930	16,060
收成均重 (兩)	7.8	7.5	8.1	8.5	8.2	7.5	8.5	7.0
總飼料量 (kg)	130,960	171,340	93,120	128,770	154,326	166,700	158,870	2,230
飼料轉換率 (%)	1.60	1.67	1.54	1.52	1.78	1.56	1.79	1.81
活存率 (%)	84.8	91.2	90.5	83.1	78.3	90.5	81.9	40.8
售價 (元/斤)	145	150	170	175	150	145	155	120
A 銷售總收入	19,780,900	25,650,000	17,134,300	24,710,000	21,675,000	25,824,500	22,929,150	1,927,200
B 飼料成本 (元)	6,821,000	8,550,000	5,039,500	7,060,000	7,225,000	8,905,000	7,396,500	1,395,290
C 魚苗成本 (元)	330,000	400,000	220,000	320,000	360,000	420,000	340,000	90,000
收益 (A-B-C) (元)	12,629,900	16,700,000	11,874,800	17,330,000	14,090,000	16,499,500	15,192,650	441,910
收益 (萬元/分地)	57.4	66.8	66.0	66.7	78.3	71.7	76.0	7.4

耐緊迫午仔魚飼料添加物開發與應用

李彥宏、郭錦朱、杜信旻、蔡欣諫
東港養殖研究中心

午仔魚(四絲馬鰕, *Eleutheronema tetradactylum*)是我國重要的經濟養殖魚類之一，主要養殖生產區為屏東縣佳冬及枋寮。2023年午仔魚產量已達12,711公噸，產值新臺幣23.7億元，目前已發展成完全養殖產業。午仔魚不耐低溫緊迫，遇寒害易大量死亡，因此，本研究旨在篩選能提高午仔魚對低溫緊迫耐受力之營養添加物，於寒害發布時在短時間內提供抗寒保護力達10%以上。

午仔魚苗是本中心自行繁殖，蓄養在1.8噸FRP桶，採流水、飽食方式養殖5—12個月。模擬10天氣象預報，測試在低溫緊迫處理前投餵添加不同劑量色胺酸(tryptophan)營養素的鰕魚(午仔魚)粉供試飼料數日，以寒害死亡率來判定色胺酸劑量及投餵天數對午仔魚耐寒力增強的效果。試驗色胺酸0、1.7、3.4、5.1及6.8%加入鰕魚(午仔魚)粉飼料中製成供試飼料，投餵午仔魚(均重 83.1 ± 1.6 g)7天，進行急降溫 14°C 低溫緊迫處理7分鐘；結果如圖1，色胺酸5.1及6.8%添加組皆能有效提高魚對低溫緊迫的耐受力，保護力分別提升30及39% ($p < 0.05$)；另外從 25°C 緩降溫模式降至 14°C 試驗，結果如圖2所示，色胺酸5.1%組，保護力提升33% ($p < 0.05$)。投餵5天組，以 14°C 進行急降溫處理7分鐘，僅6.8%添加組能有效提高低溫緊迫之耐受力35% (圖3)。

飼料中補充功能性營養素對水產動物的健康管理是一種具有前景的養殖策略。當午仔魚面臨寒流來襲預報時，可於飼料中分別添加色胺酸5.1%投餵午仔魚7天或6.8%投餵5天，皆可有效在7天內提升午仔魚對冷緊迫的耐受力，耐寒力增強30%以上。故未來寒流預報發布時，若於飼料中補充色胺酸投餵5—7天，雖養殖成本增加約0.25元/kg魚，但可減少午仔魚寒害之損失。

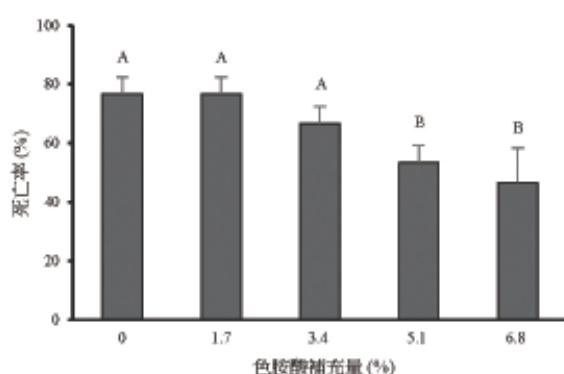


圖1 午仔魚餵食不同劑量色胺酸添加物7天後，快速降溫至 14°C 、7分鐘之寒害死亡率

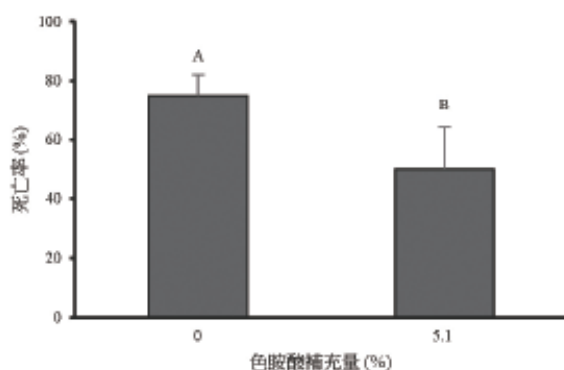


圖2 午仔魚餵食5.1%色胺酸添加物7天後， 25°C 緩降溫至 14°C 之寒害死亡率

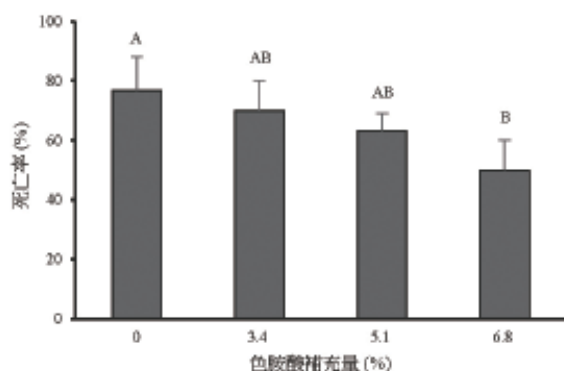


圖3 午仔魚餵食不同劑量色胺酸添加物5天後，快速降溫至 14°C 、7分鐘之寒害死亡率

添加海藻發酵物之益健飼料應用研究 (IV)

黃侑勳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

臺灣水產養殖產業發展受細菌性病原鏈球菌及弧菌感染所影響。本研究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，增強養殖水產物非特異性免疫能力，希望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。

2024 年試驗主要在探討飼料中添加海木耳發酵物對七星鱸 (*Lateolabrax japonicus*)、龍虎斑 (*Epinephelus fuscoguttatus* × *E. lanceolatus*)、吳郭魚 (*Oreochromis niloticus*) 及白蝦 (*Penaeus vannamei*) 成長及免疫效果提升之影響。試驗結果顯示，在水產飼料中添加 0.2% 海木耳發酵物對鱸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 0.2% 之海木耳發酵物) 12 週後，飼料轉換率 (FCR) 的部分，試驗組為 0.90 ± 0.09 ，對照組為 1.20 ± 0.24 。白蝦及吳郭魚田間測試投餌添加海木耳發酵物飼料後，亦有相同促進成長之效果 (表 1、2)。飼料中添加海木耳發酵物亦可顯著提升鱸魚、龍虎斑、吳郭魚及白蝦之非特異免疫能力以及提高活存率，總血球數 (total haemocyte count)、溶菌酶活性 (lysozyme)、呼吸爆 (OD) 及活存率等各項數據均以試驗組較佳且顯著優於對照組。

本年度計畫執行成果總結如後所述，成功建立海木耳發酵條件—發酵添加 10% *Bacillus pumilus* D5 菌株至海木耳水解液，24 小時內生產出漂浮生物膜，總糖含量顯著降低且菌量增長至 $7 \log \text{CFU/ml}$ ，顯示 D5 菌株能有效利用海木耳多醣為養分；海木耳益健飼料的成分與增強效果—添加 0.2% 海木耳發酵液至水產飼料配方中，能

提升白蝦、吳郭魚及龍虎斑的體組成中氨基酸含量，並顯著增強非專一性免疫反應 (如溶菌酶活性和呼吸爆) 和白血球數量。成本效益與環保影響—使用海木耳益健飼料對成本的影響微小，每公斤飼料成本增加僅 0.02 元，顯示其具備經濟和環境友善的應用潛力。

表 1 益健飼料 - 白蝦田間實測 - 麗島白蝦養殖場

	益健飼料組	對照組
放養密度 (尾 / 公頃)	200,000	200,000
初重 (g)	0.028 ± 0.002	0.028 ± 0.002
末重 (g)	25.98 ± 1.35	26.85 ± 1.96
飼養天數	100	120
活存率 (%)	74.16	72.38
收穫量 (kg/m^2)	1895.4	1799.4
飼料轉換率 (%)	1.39	1.45

表 2 益健飼料 - 吳郭魚田間實測 - 立川漁場

	益健飼料組	對照組
放養密度 (尾 / 公頃)	30,000	30,000
初重 (g)	$1,018.78 \pm 108.34$	$1,001.38 \pm 105.36$
末重 (g)	$1,450.83 \pm 132.25$	$1,310.88 \pm 118.69$
飼養天數	90	90
活存率 (%)	100	100
收穫量 (kg/m^2)	4.35 ± 0.18	3.93 ± 0.62
飼料轉換率 (%)	1.19 ± 0.3	1.37 ± 0.31

開發重要養殖水產低碳排飼料與養殖技術之研發建立 (II)

黃侑勛、李沛珊、何源興
東部漁業生物研究中心

水產養殖的溫室氣體排放量超過 50% 是來自於飼料製成，含括飼料原料的產生、飼料混合及運輸等過程的碳排放 (MacLeod et al., 2017)。例如鱸魚的碳足跡中，飼料佔了 65% (Diken and Bahriolu, 2023)。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。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及生存率下降。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。

迄今為止，水產養殖產業的溫室氣體排放研究鮮少，國內尚缺乏多樣水生動物物種養殖的碳排放調查數據以及減少溫室氣體排放策略研究。因此本計畫希以大宗養殖物種之鱸魚、石斑魚以及白蝦作為試驗標的，進行飼料添加及蛋白需求等養殖試驗，探討食品資源永續利用與零廢棄為

主要目的，結合跨領域合作並開發低碳水產飼料，建立水產養殖產業在低碳排之飼養新模式，且可應用於其他水產養殖物種，達到水產養殖產業減少溫室效應之目的。

2024 年試驗結果，推論於水產養殖過程中，飼料投餵會增加養殖水體中的碳含量。因此，本試驗旨在確定最佳投餵量，以減少飼料浪費。此外，飼料中的氮源約 20% 最終會以氣體形式釋放大氣中，其中包括氧化亞氮。本試驗使用氣密式測定槽收集氣體，並利用溫室氣體分析儀進行監測。研究發現，在控制飼料投餵管理的情況下，投餵量最多的組別其係氧化亞氮從養殖水體溢散至空氣中之系統，因此鱸魚低碳投餵建議量為體重 6%；龍虎斑的試驗結果顯示在不同組別之間，以投餵體重比例 6% 之試驗組，其成長效果較其他組別為佳，且溫室氣體排放量亦低於其他組別，因此建議龍虎斑投餵量為魚體重 6% (表 1、2)。

表 1 8 週後試驗飼料下龍虎斑成長表現數值

	初重 (g)	末重 (g)	重量 (%)	日成長率 (% day ⁻¹)	飼料轉換率 (%)	活存率 (%)
3% BW	55±10.49	102.05±10.93	87.60±16.19	1.74±0.24	0.59±0.06	100
4% BW	55±10.49	103.22±9.40	90.14±19.53	1.78±0.28	0.88±0.08	100
5% BW	55±10.49	113.11±17.14	106.72±8.41	2.02±0.11	1.11±0.17	100
6% BW	55±10.49	138.01±25.04	151.22±2.43	2.56±0.03	0.96±0.18	100
7% BW	55±10.49	132.22±15.78	142.67±17.91	2.46±0.2	1.44±0.17	100

表 2 12 週後試驗飼料下金目鱸成長表現數值

	初重 (g)	末重 (g)	重量 (%)	日成長率 (% day ⁻¹)	飼料轉換率 (%)	活存率 (%)
4% BW	6.95±0.19	48.28±5.68 ^a	596.07±97.30 ^a	1.97±0.15 ^a	0.97	93
5% BW	7.08±0.12	58.32±2.53 ^{ab}	724.51±45.11 ^{ab}	2.15±0.06 ^{ab}	1.01	93
6% BW	6.74±0.33	66.79±4.83 ^b	893.34±103.87 ^b	2.34±0.11 ^b	0.95	100
7% BW	7.01±0.77	73.26±10.21 ^b	955.25±212.86 ^b	2.39±0.20 ^b	0.99	100

每列上標不同英文字母的均值明顯不同 ($p < 0.05$)

八、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－香酥魚皮

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 2023 年漁業統計年報資料顯示，烏魚扣除魚卵部分，其餘相關的加工產品僅有調味乾製品（如烏魚仔），不僅種類少且加工總值僅佔臺灣水產加工製品（新臺幣 2.5 億元）的 8%，表示其開發利用度低，因此增加烏魚加工品品項及漁獲物全魚利用性，擴大產業附加價值、刺激消費成長及提升國人食魚量為重要的議題。

本研究進行魚皮加工時，係先分切再油炸，伴隨著油溫越高 (130°C 上升至 170°C) 則油炸後的產品顏色越深。烏魚皮進行油炸後之外觀形狀與市售產品外觀相仿，皆呈現片狀 (圖 1)。因此若要固定香酥烏魚產品的外觀形狀，則須於原料取得後先進行分切處理，再以油炸定型以確保成品的外觀。

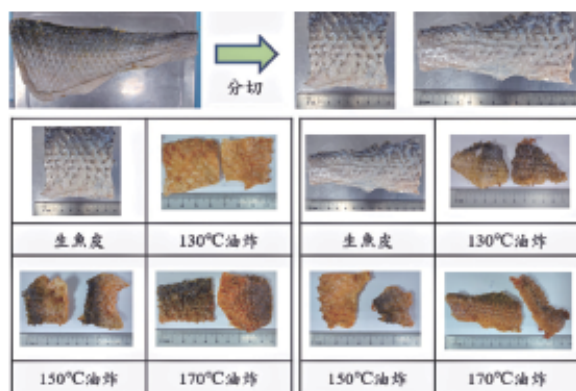


圖 1 烏魚皮分切圖及不同溫度油炸成品圖

從表 1 可得知，油炸魚皮物理性質部分伴隨著油炸溫度提升至 170°C，產品硬度從 60 N 上升至 243 N、酥脆性從 33 peak 上升至 105 peak，該結果跟市售產品相仿（市售產品為 100 – 160 peak 之間）。此外產品的水活性隨油炸溫度增加由 0.9 降至 0.6；水分含量由 13.4% 降至 0.2%，該條件符合低水活性食品標準，以利後續產品儲藏。

表 1 不同油炸溫度對魚皮之水分含量、水活性、酸鹼度和物理性質之影響

	130°C	150°C	170°C
水分含量 (%)	13.4±0.1	10.6±0.2	0.2±0.0
水活性 (Aw)	0.9±0.01	0.8±0.02	0.6±0.02
酸鹼度 (pH)	6.3±0.1	6.2±0.1	5.9±0.1
硬度 (N)	60±8	103±13	243±25
酥脆性 (peak)	33±7	83±9	105±14

本次實驗中開發四種口味 (圖 2)，其官能品評結果顯示在一致的加工條件下，各組之間的硬度 (5.1 – 5.2 分) 及脆度 (5.8 – 5.8 分) 的品評分數差異度小，表示不同口味的產品不影響受試者的口感。另外風味部分，以椒鹽口味及洋蔥口味的整體接受度較高 (分數達 5.3 分以上)，因此選定該兩項口味來開發為最終產品 (圖 3)。

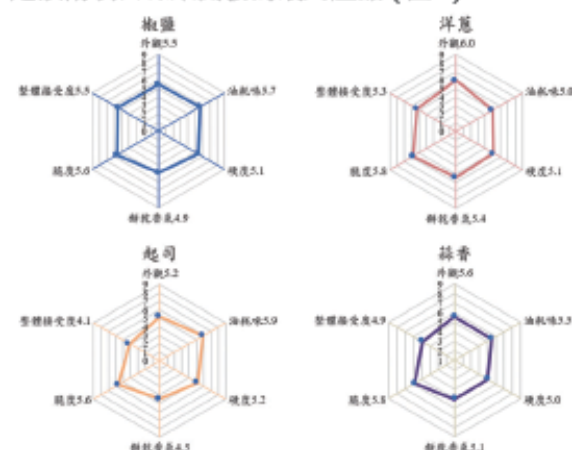


圖 2 香酥魚皮不同口味官能品評數值



圖 3 香酥魚皮成品

利用石斑魚開發多元常溫調理食品

潘宜庭、杜中菁、洪祥瑞、劉漢威、蔡慧君
水產加工組

石斑魚魚排產品因份量適中且經去骨處理，深受小家庭喜愛。然而，魚排加工過程中所產生的副產物高達 43%，換算後每年約累積 4,464 公噸剩餘物。因此為有效利用這些副產物，本研究選用龍虎斑的魚骨架為原料，開發色澤乳白且富含膠質的常溫魚湯調理食品，並探討不同烹煮壓力對湯品濃度、色澤及營養成分的影響。

結果顯示，相較於高壓 (70 kpa, 113.1°C) 烹煮，常壓烹煮的魚湯具較佳的乳化性，呈現更純白的色調，且 L 值 (亮度) 與白度 (whiteness) 均較高。隨著烹煮時間延長，魚湯的白度顯著提升：常壓烹煮 1 小時的白度為 37.97，至第 2 小時增加至 47.20，第 3 小時達 63.36，隨後增白速率趨緩，第 4 小時之白度為 64.59 (表 1)。相較之下，高壓烹煮雖可快速將魚肉煮散，卻未觀察到乳化現象，湯色呈深黃色並帶有透明感，且底部沉積大量糊狀凝聚物。此外，經特定高壓條件處理的魚湯，即使後續再以常壓烹煮，亦無法恢復乳化狀態，顯示高壓可能破壞魚湯的乳化系統，導致無法呈現牛乳般的色澤，因此在魚湯製程中應謹慎應用高壓處理。

水溶性蛋白質含量分析結果顯示，常壓烹煮的魚湯其水溶性蛋白量隨烹煮時間每小時約增加 1.5 倍，從 1 小時的 105.25 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 增至第 4 小時的 289.46 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (圖 1)。此外，對魚湯進行 18 種水解胺基酸分析結果顯示，湯品中含 6 種人體無法自行合成的必需胺基酸及 7 種非必需胺基酸，其中含量最高的依序為甘胺酸、麩胺酸、離胺酸與天門冬胺酸 (圖 2)，其中甘胺酸與離胺酸可增添湯品的甜味與柔和感，而麩胺酸與天門冬胺酸則可提供鮮味，使風味更為豐富。各項胺基酸量均隨烹煮時間增加，顯示湯品的營養與風味同步

提升。

根據文獻，不同魚種的營養成分在烹煮過程中的釋放速率各異，因此，針對烹煮溫度、時間及水分含量等參數，仍需進一步研究其對魚湯營養萃取效率的影響，以優化烹調條件，避免營養成分達萃取飽和狀態而增加不必要的烹煮成本。

表 1 常壓與高壓 (加壓 70 kpa) 烹煮於不同時間下魚湯色澤變化

組別		L*	a*	b*	白度
常壓	1 小時	38.05	-1.19	-2.87	37.97
	2 小時	47.29	-2.15	-2.32	47.20
	3 小時	63.44	-2.29	-0.86	63.36
	4 小時	64.67	-2.30	-0.01	64.59
高壓	1 小時	30.91	-0.56	-0.89	30.90
	2 小時	32.33	-0.62	-1.12	32.32
	3 小時	36.65	-0.79	-1.01	36.63

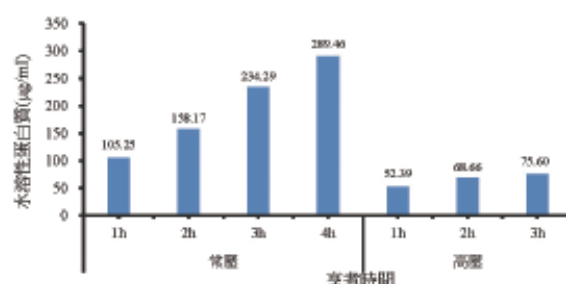


圖 1 常壓與高壓於不同烹煮時間下魚湯水溶性蛋白質含量變化

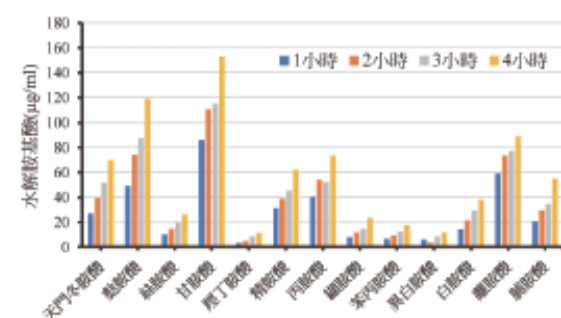


圖 2 常壓烹煮 4 小時內魚湯之水解胺基酸含量

水解石斑魚頭與裙帶菜作為膳食補充品提升肌耐力之研究

易琮凱、杜明杰、蔡慧君

水產加工組

石斑魚加工副產物約 43%，包含魚頭 15%、魚鰭 6%、中骨 12% 和內臟 10%，其中魚頭仍有約 20% 魚肉可資利用，而裙帶菜 (*Undaria pinnatifida*) 目前尚缺乏高值的利用方式，然文獻顯示兩者皆有助於提升肌耐力，因此本研究建立水解石斑魚頭與裙帶菜之較適製程，探討其對地塞米松 (dexamethasone, Dex) 所誘導肌肉萎縮的影響。

以 7 週齡 C57BL/6 雄性小鼠進行動物試驗，分別管餵 Control、Dex、Sea、Pep、Mix 等組別，並以白胺酸 (Leu) 作為正控制組，當中 Sea、Pep、Mix、Leu 四組，分別管餵 200 mg/kg 體重的裙帶菜水解物、石斑魚頭水解物、石斑魚頭與裙帶菜複合水解物、白胺酸；Control、Dex 兩組則以蒸餾水替代，自第 8 週起，除 Control 組外每日通過腹腔注射 20 mg/kg 體重之地塞米松持續 14 天，試驗期間體重紀錄如圖 1 所示，各試驗組小鼠當注射地塞米松後，除 Control 組外，各組別體重呈現下降趨勢，然第 10 週時 Mix、Leu 之小鼠體重皆下降趨緩並與 Dex 呈現顯著差異。

前肢懸吊試驗 (圖 2) 係將小鼠以前肢抓握方式懸掛，並記錄維持時間，結果顯示 Dex 組懸吊時間由 300 秒下降至 91 秒，然裙帶菜水解物 (Sea) 與石斑魚頭與裙帶菜複合水解物 (Mix) 組之懸吊時間與 Control 及 Leu (正控制組) 皆未呈現顯著差異，表示石斑魚頭與裙帶菜複合水解物對於小鼠抓力的維持具有作用。以 H&E 染色分析小鼠腓腸肌肌纖維形態 (圖 3)，在 Control 組中，肌纖維排列整齊且均勻，呈現健康的形態，Dex 組肌纖維呈現較為不規則形狀且出現斷裂。

綜合試驗結果顯示，地塞米松會使小鼠體重及前肢抓力下降，肌纖維組織呈現片斷化，而食

用石斑魚頭與裙帶菜複合水解物 (Mix) 則不僅可改善體重流失與提升懸吊時間，同時呈現比其他處理組更為完整的肌纖維，表明水解石斑魚頭與裙帶菜之複合物應用於肌耐力提升較具發展潛力。

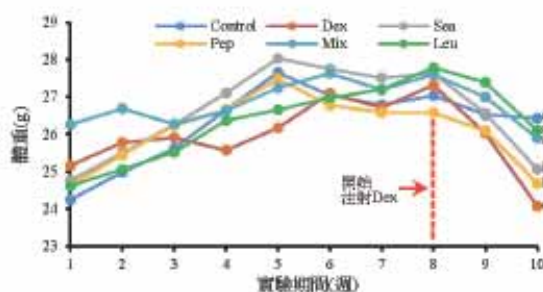


圖 1 實驗期間小鼠的平均體重 (不同的標記表示與 Dex 組具有顯著差異)

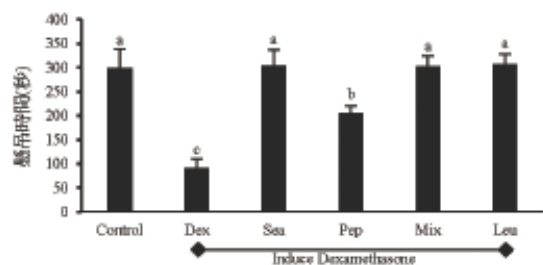


圖 2 裙帶菜與石斑魚頭水解物對小鼠前肢懸吊之影響

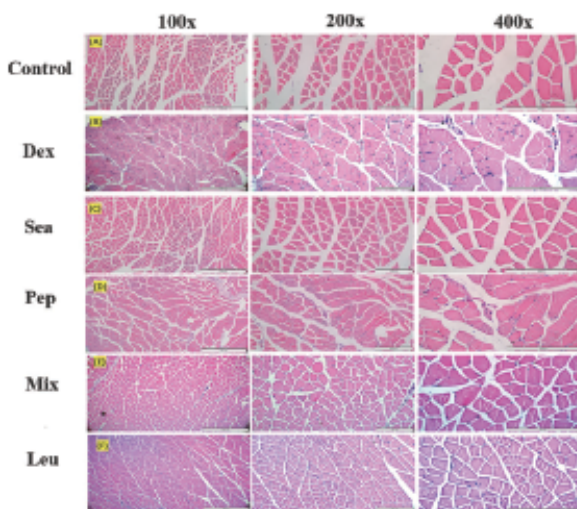


圖 3 橫切腓腸肌的代表性 H&E 染色結果

北部地區國產水產品食農教材開發及推廣之研究

張晏瑋¹、林如萍²、余佳玟²、陳文君¹、蔡慧君¹

¹ 水產加工組、² 國立臺灣師範大學幼兒與家庭科學學系家庭研究與發展中心

本計畫以「國產農漁畜產品教材—白蝦」為基礎，由水產試驗所與國立臺灣師範大學家庭研究與發展中心共同合作，針對國民小學學生設計白蝦課程教案手冊（圖 1），並實際於基隆成功國小進行試行，以期提供更實用且具科普功能的教學資源。本研究於 2024 年 5—6 月間，在基隆成功國小選定四年級學生進行為期 4 週的「食農（魚）教育—白蝦」教案試行，每週 2 小時，合計 8 小時（表 1）。內容包含了認識蝦與白蝦的基本知識、白蝦的選購及食用，並結合學校午餐發展主題菜色「南瓜蝦仁通心粉」等課程活動及實作體驗，試行結果顯示成效良好（圖 2）。相關推行經驗已融入食農教育共同培訓課程，並於同年 8 月 29 日舉辦了一場種子講師培訓活動，為學校

或社區教師提供推廣此教材的實務經驗分享。本教材旨在強化食農（魚）教育的應用，提升民眾與學童對國產農漁畜產品及健康飲食重要性的認識。

表 1 白蝦教案試行架構

週次	授課老師	教學主題及內容
1	陳怡君 張晏瑋	1-1 認識在地漁業：了解基隆在地環境及魚市場。 1-2 認識蝦與白蝦：了解市面上有那些蝦類，其來源為捕撈或養殖方式。
2	陳怡君 張晏瑋	2-1 食健白蝦：認識白蝦的構造，如何挑選。 2-2 白蝦好好吃：學習剝蝦並品嘗原味。川燙白蝦，烹調體驗。
3	游文寬	3-1 蝦在變身：蝦仁保存與烹調方式、蝦的加工與食安，基隆蝦文化。烹煮體驗：川燙蝦餃。 3-2 金多蝦：臺灣「蝦」飲食文化，午餐體驗：南瓜蝦仁通心粉（菜單設計：蕭清月）。
4	陳怡君 游文寬	4-1 畫說白蝦：學習成果 4 格漫畫、回顧與總結。



圖 1 白蝦課程教案手冊。未來老師可利用教案示例手冊推動白蝦等水產品的食農教育，並結合營養午餐及實作活動



教師增能研習



認識蝦與白蝦



白蝦好好吃



回顧與總結

圖 2 白蝦教案校園試行教學實錄

紅葡萄藻機能性成分作為傷口癒合素材之應用研究 (IV)

易琮凱¹、杜明杰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

隨著深層海水陸上海藻養殖模式的建立，臺灣的紅葡萄藻 (*Botryocladia leptopoda*) 養殖技術日漸成熟，產量也趨於穩定，然而目前仍缺乏可增加其經濟價值的後端加工技術。先前研究已成功萃取紅葡萄藻的植化素，並證實其具有提高細胞活力、促進表皮細胞再生的特性，2024 年以體外細胞模式，探討紅葡萄藻機能性成分對高糖環境中的傷口癒合速度，以擴展紅葡萄藻的應用層面。

透過人類真皮母細胞 (Hs68) 與真皮微血管內皮細胞 (HDMEC) 分層共培養建立體外試驗平台，並以 50 mmol/L 高濃度葡萄糖 (HG) 誘使傷口癒合速度下降，在成長期 (G0/G1) 的細胞佔比分析中 (圖 1)，以控制組作為 100% 時，HG 組為 113.9%，顯示高糖環境會使細胞停滯在生長期，而添加 1,000 $\mu\text{g/ml}$ 紅葡萄藻植化素 (FE) 時其 G0/G1 期細胞數為 95.9%，表示 FE 可縮減細胞成長期並加速進入細胞分裂期，且隨濃度上升呈劑量依賴性。

Endothelial nitric oxide synthase (eNOS)，是存在內皮細胞中的酵素，磷酸化後參與調節血管張力、抑制平滑肌收縮以及血小板凝集等作用，並促進血管內皮生長因子表現，由圖 2 可知，eNOS 受到高糖抑制為控制組的 89.1%，而 FE 62.5 – 1,000 $\mu\text{g/ml}$ 添加後為 119.61%、153.64%、84.07%。另 p-eNOS 同樣受到高糖抑制為控制組的 92.86%，而不同濃度的 FE 添加後為 116.57、110.99、122.55%，顯示 FE 有利傷口養分的輸送，加速血管新生。進一步將 HDMEC 接種至含有凝膠支架的血管形成小孔培養器材中，培養 24 小時，以顯微鏡 (4X) 觀察內皮細胞形成之管狀網絡，並將形成之格數量化如圖 3，結果

顯示控制組形成 61 個格子 (number of cells)，HG 組形成 36 個格子，而 FE 62.5 – 1,000 $\mu\text{g/ml}$ 添加後格子數分別上升為 45、55、72，各組別間皆具顯著差異，表示高糖環境下血管形成受阻，而 FE 可調升血管形成速率。

綜合上述細胞試驗結果，紅葡萄藻植化素具加速傷口癒合及肌膚修復特性使其在保健與保養品市場具有廣泛的應用前景。本所透過技術授權，已開發出紅葡萄藻亮白膠囊等多項肌膚保養品，期望藉此建構紅葡萄藻養殖與加值利用的產業經濟鏈，進一步促進產業的發展與繁榮。

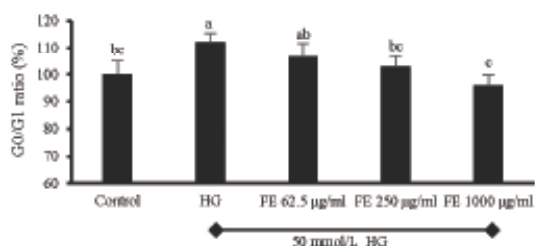


圖 1 G0/G1 期細胞佔比分析

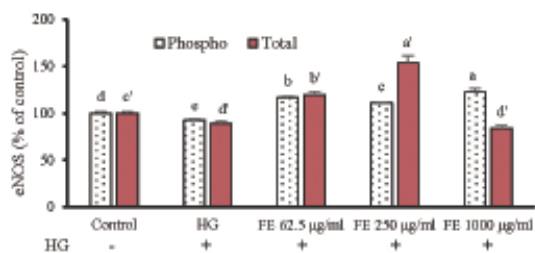


圖 2 高糖環境下紅葡萄藻植化素對 eNOS 含量及其磷酸化影響

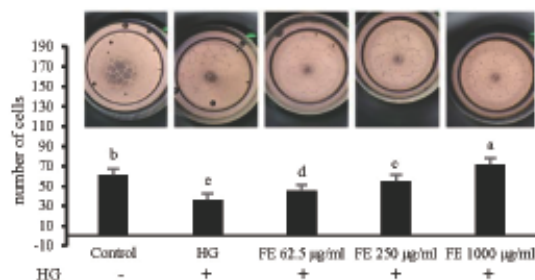


圖 3 人類真皮微血管內皮細胞血管生成測定

不同開殼法對牡蠣品質影響之研究

高翊峰¹、何晟瑩¹、張兆凱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

本土漁村人口老化，導致勞動力下降，牡蠣剝殼仰賴人工及技術，現地訪查蚵嫂、地方漁會、設備廠商、加工業者及學者專家，近年雖已有高壓加工技術 (high pressure processing, HPP) 導入產業，惟因牡蠣產季與產量的不穩定，加上生產成本仍高，少見 HPP 處理之國產牡蠣上市。本研究分析全球專利技術之發展，比較不同輔助開殼技術對牡蠣品質之影響，藉此開發簡易輔助型牡蠣開殼裝置，期能降低長期剝殼對蚵嫂之職業傷害，並提升國產牡蠣品質。

自全球專利資料庫中檢索 146 篇輔助開殼資料，其中 13 篇為有效專利，包含 7 件機械力輔助、4 件高壓加工、2 件熱力及 1 件微波輔助開殼，據此等專利實驗設計並比較傳統刀具 (T)、火炬輔助 (H)、微波輔助 (M) 及冷凍/解凍輔助 (F) 開殼之牡蠣清肉品質，顯示火炬輔助開殼在滴液損失 (2.94%)、殼蓋殘肉率 (0.58%) 及總體耗損 (3.52%) 最低；總生菌數、腸炎弧菌數、沙門氏菌及李斯特菌等衛生指標皆符合生鮮即食水產品規範。風味上，依呈味胺基酸及肝醣含量分析顯示，以火炬輔助組牡蠣與傳統刀具開殼組較相似。質構上則以微波輔助開殼對牡蠣質地影響較大，包含牡蠣閉殼肌的硬度、彈性、聚合性、黏著性、咀嚼性及回復性皆顯著增加 ($p < 0.05$)。進一步分析閉殼肌的熱變性，發現牡蠣具有白肌與透明肌兩種閉殼肌 (圖 1)，其熱轉變溫度分別在 45 – 50°C 及 65 – 75°C (圖 2)；利用火炬加熱閉殼肌外側殼面 25 秒，內側閉殼肌升溫至 88.4°C，並促使閉殼肌脫離殼面。進一步開發砂輪機造口及反覆式電動破殼機等簡易、經濟型省工裝置 (圖 3) 可減少 1/3 以上傳統刀具開殼之施力。

綜上所述，以火炬輔助開殼，殼蓋殘肉率最

少，牡蠣清肉品質較佳，若能佐以砂輪機造口或反覆式電動破殼機等簡易、經濟型省工裝置開殼，除能降低蚵嫂長時間作業之職業傷害，亦能提升國產牡蠣清肉品質。

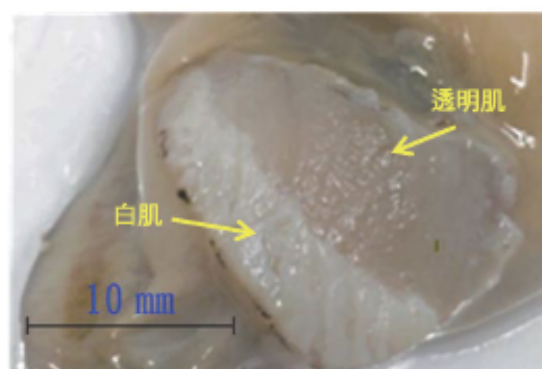


圖 1 牡蠣含白肌與透明肌兩種閉殼肌

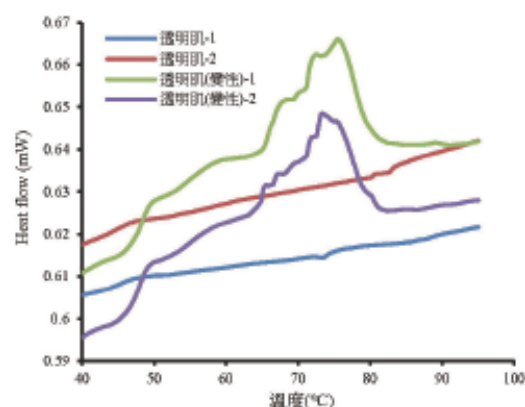


圖 2 牡蠣閉殼肌之熱變特性分析

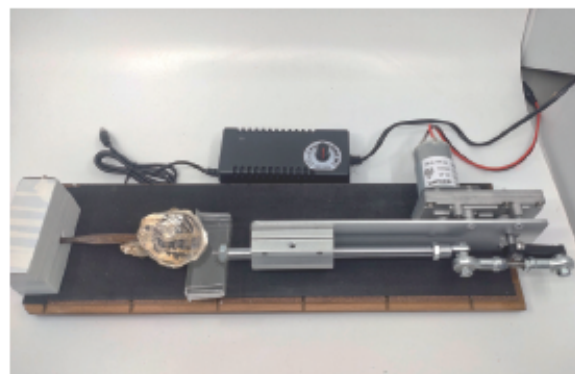


圖 3 開發簡易、經濟、省工之牡蠣輔助開殼裝置

微加工處理對生鮮二枚貝類風味影響之研究

高翊峰¹、方銘志²、張麗緹²、周芷瑩¹、何晟瑩¹、蔡慧君¹

¹水產加工組、²國立臺灣海洋大學水產食品科學系

牡蠣及淡菜是臺灣重要養殖經濟貝類，因應跨太平洋夥伴全面進步協定 (Comprehensive and Progressive Agreement for Trans-Pacific Partnership, CPTPP) 經濟貿易開放水產品進口的衝擊，提升本土牡蠣的品質與風味及解析馬祖淡菜的特色苦味是本研究的主要目的。

本研究利用臺灣東部知本的表層海水與深層海水淨化國產牡蠣 (圖 1)。結果顯示在溢流深層海水 (OF/DS)、循環深層海水 (CS/DS)、循環深層海水加 UV 處理 (CS/DS/UV) 及循環表層海水加 UV 處理 (CS/SS/UV) 四個組別，以 CS/DS/UV 組淨化處理 48 小時，其總生菌數 $< 4 \log \text{CFU/g}$ ，弧菌數 $< 3 \text{ MPN/g}$ ，而腸炎弧菌及沙門氏菌則未檢出，符合生鮮即食水產品的標準，且保留較多的麩胺酸 (Glu) 及天門冬酸 (Asp) 等鮮甜味胺基酸及帶有蘑菇味的 1-Octen-3-ol 及青草味 (E,Z)-2,6-Nonadienal 等揮發性氣味分子，是國產新鮮牡蠣的特色風味。

在馬祖淡菜苦味物質的調查及探討影響苦味的加工條件上發現，淡菜的苦味物質幾乎分布於所有的器官組織，以 pH 3、100°C 沸水汆燙 2 分

鐘或 600 MPa 高靜水壓處理 3 分鐘皆能有效破壞淡菜的苦味，經由高解析質譜儀解明淡菜苦味分子係由一群含有胺基、磷酸基團、硝酸酯等結構的化合物所組成 (圖 2)。

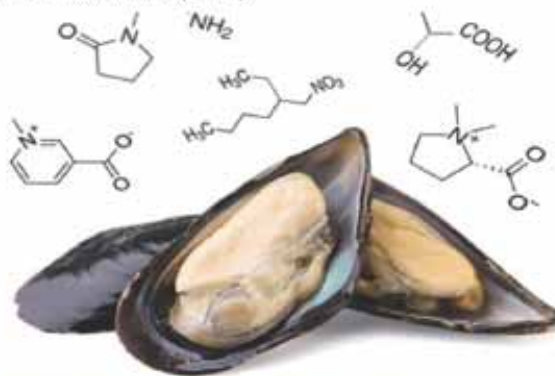


圖 2 利用高解析質譜解明淡菜苦味分子

綜上所述，國產牡蠣以循環深層海水加 UV 處理 48 小時，不僅有效提升衛生品質，並保留較多牡蠣風味，為較適的淨化條件；而馬祖淡菜的苦味分子結構參與调控人體消化道中味覺感知受器 (bitter taste-sensing type 2 receptors, TAS2Rs)，並具調節人體血液中升醣酵素、平滑肌舒張等生理代謝功效，未來可利用此等苦味成分開發機能食品，以提升國產淡菜的產業價值。



圖 1 利用海洋深層水探討牡蠣較適化淨化條件

以反芻動物離體模擬系統評估藻類對生物甲烷生成之影響

林幼君¹、許自研²、李育靜³、蔡慧君¹

¹ 水產加工組、² 東港養殖研究中心、³ 畜產試驗所動物營養組

反芻動物腸胃道發酵所產生的甲烷為農業生產過程其溫室氣體排放的主要來源之一，因此迫切的需要制定適當的策略來減緩甲烷生成。由於海藻具有豐富的營養價值亦有抑制甲烷生成之潛力，在動物飼養之應用備受關注，因此本研究探討不同地區之國產藻類對於反芻動物離體發酵生成甲烷之影響。試驗收集 20 項不同地區藻類，經乾燥磨粉後以添加 5% 海藻乾物於泌乳牛完全混合日糧 (total mix ration, TMR) 為基礎飼糧之離體發酵系統中，模擬瘤胃發酵 1 天，並以氣相層析儀進行甲烷、二氧化碳及揮發性脂肪酸 (volatile fatty acids, VFAs) 等指標分析。與 TMR 基礎飼糧處理組相比，添加 5% 海門冬處理可顯著抑制甲烷生成，甲烷濃度及甲烷產量分別為 0.1% 及 0.03 mg/g，可抑制 99.78% 甲烷產量，且人工養殖之四分孢子體 (tetrasporophyte) 海門冬亦具明顯的抑制效果 (表 1)。此外，國產養殖藻類如紅寶菜 (*Halymenia macrocarpa*)、海葡萄 (*Caulerpa lentillifera*)、麒麟菜 (*Eucheuma* sp.) 與穗狀魚棲苔 (*Acanthophora spicifera*) 等亦皆具抑制甲烷之潛力，可抑制瘤胃甲烷生成至 $11.94 \pm 0.18 - 12.34 \pm 0.65$ CH₄ mg/g TMR (表 2)。綜觀上述，透由不同海藻原料組合配方有望降低反芻動物瘤胃體外發酵甲烷產量，而海門冬減量使用並搭配不同藻類組合仍具溫室氣體減量作用，其瘤胃菌相多樣

性與組成較未受影響，未來可作為減碳策略，達到甲烷減排目的並降低對動物生產的不良影響。

表 2 以體外模擬系統評估不同地區藻類對反芻動物腸胃道溫室氣體生成之影響

Group ^b	CH ₄ , %	CH ₄ , mg/g
Total mixed ration (TMR)-1	12.75±0.32	13.43±0.86
Total mixed ration (TMR)-2	13.80±0.28	15.95±0.43
<i>Ulva Lactuca</i>	12.21±0.29	12.19±0.55
<i>Agardhiella subulate</i>	12.17±0.11	12.12±0.37
<i>Sarcodia montagneana</i>	12.53±0.29	12.36±0.39
<i>Halymenia macrocarpa</i>	12.27±0.19	11.94±0.18*
<i>Gracilariopsis lemaneiformis</i>	12.12±0.08	11.88±0.56
<i>Porphyra</i> sp.	12.36±0.12	12.40±0.37
<i>Ulva lactuca</i>	12.76±0.17	13.04±0.30
<i>Sargassum hemiphyllum</i> var	12.70±0.22	12.57±0.58
<i>Caulerpa microphyta</i>	12.37±0.09	12.10±0.19*
<i>Ulva meridionalis</i>	14.62±0.19	16.21±0.69
<i>Rhizoclonium</i> sp.	14.04±0.36	14.90±1.07
<i>Agardhiella subulate</i>	13.35±0.46	14.41±0.11
<i>Eucheuma</i> sp.	12.42±0.43	12.34±0.65 ^{ab}
<i>Caulerpa lentillifera</i>	11.95±0.46	12.16±0.25 ^{***}
<i>Botryocladia leptopoda</i>	14.47±1.01	15.78±1.64
<i>Sarcodia montagneana</i>	14.75±0.21	17.00±0.40
<i>Agardhiella subulate</i>	13.36±0.53	14.31±0.98
<i>Acanthophora spicifera</i>	12.26±0.31	12.32±0.56 ^{***}
<i>Ulva lactuca</i>	11.81±0.23	12.26±0.96 ^{ab}

不同上標大寫字母表示與 TMR-1 (* $p < 0.05$)、TMR-2 (## $p < 0.01$, ### $p < 0.001$) 相比差異顯著

表 1 添加 5% 海門冬配子體與四分孢子體海門冬對反芻系統體外系統甲烷產生的抑制效果

	完全混合日糧 (TMR)	<i>Asparagopsis taxiformis</i> ^b				
		配子體	四分孢子體			
			Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Gas, ml/g	153.81	85.90**	78.00**	93.30***	118.33***	112.17***
CH ₄ , %	13.29	0.10	0.23	0.25	8.07	7.98
CH ₄ , mg/g	13.68	0.03	0.12	0.15	6.20	5.67

不同上標大寫字母表示與 TMR (** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$) 相比差異顯著

低耗能新穎冷凍技術對漁獲保鮮品質之研究 (II)

林禹承¹、王上達²、許紫柔²、蔡慧君¹

¹ 水產加工組、² 國立臺灣海洋大學

臺灣水產業之活魚出口高度依賴特定國家的市場，當政策變動或雙邊貿易受阻時，將嚴重影響水產品之產銷平衡，為應對市場變遷，水產業需發展冷鏈技術以延長保存期。傳統技術存在冷凍時間長、能耗高、環境負擔重及冰晶生成影響魚肉品質等問題。因此本研究開發脈衝電場輔助冷凍並盤查臺灣新穎冷凍技術如電磁場輔助、液態氮、超低溫與微震波輔助冷凍，評估其在水產品加工中的應用，提供科學依據以供業者參考。

本研究成功開發結合高壓脈衝與冷凍腔室的脈衝電場輔助冷凍試量產設備（圖 1）。實驗顯示，3.5 kV/cm 電場可將冷凍時間縮短至 21 分鐘（對照組 36 分鐘），並可有效降低滴液損失與蒸氣損失，保持魚肉保水性與細胞結構完整性，減少冰晶損傷，提升冷凍品質。

本研究另比較不同冷凍技術對水產品品質的影響，尋找兼具高效能、低碳排與維持高品質的方法。研究顯示，超低溫冷凍與液態氮快速冷凍法的冷凍速率最快，可於 3 分鐘內通過最大冰晶生成帶，前者保水性佳，能耗低，適用於處理小批量水產品；後者能耗最低，但碳排放量高，其量體適合處理大批量生產。電磁場冷凍能維持產

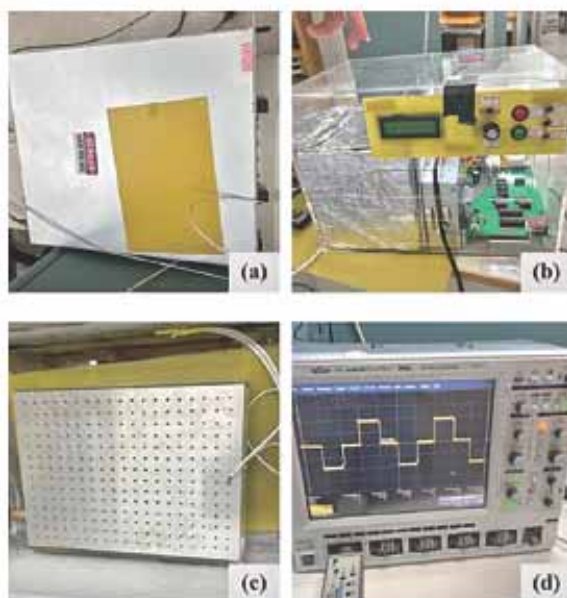


圖 1 脈衝電場儀器元件圖
(a) 直流電源供應器；(b) 高壓脈衝產生組；(c) 針狀電極及處理腔室；(d) 示波器

品的良好質地但耗能過大導致成本較高，適用於高價值且質地易受冷凍影響之水產品。微震波冷凍可提升冷凍速率並減少組織破壞，但對質地與氧化影響較大。傳統排風式冷凍效率最低，僅適合短期儲存。脈衝電場則冷凍滴液損失低，接近新鮮樣品，並能減少冰晶損害，適合高品質水產品（表 1）。

表 1 各冷凍技術之耗能比較

	批次冷凍時間 (分鐘)	批量 (kg)	溫室氣體排放 (kg CO ₂ e/kg)	加工成本 (新臺幣 / 每公噸產品)
液態氮 IQF	480	6,000	1.155	14,012.65
微震波冷凍	60	100	0.043	194.81
電磁場輔助冷凍	120	300	0.327	1,470.56
超低溫冷凍	40	80	0.048	215.05
排風式冷凍	120	240	0.042	189.75
脈衝電場輔助冷凍	20	10	0.198	300.37

*IQF 每公斤產品使用 1 L 液態氮進行冷凍，液態氮的碳排指數為 1.44 kg CO₂e/kg，價格為 14 元 / kg

開發類魚漿製程及品質研究

潘宜庭、劉漢威、蔡慧君
水產加工組

傳統魚漿製程中的漂洗處理，能去除腥味和影響凝膠的物質，但會導致水資源浪費、環境汙染及水溶性營養流失。若不經漂洗處理，魚漿製品則會出現凝膠強度低、口感差及顏色深等問題。本研究以國產烏魚為原料，優化傳統魚漿的加工技術，並分析其製品品質，期為產業提供新穎性魚漿製造之參考。結果顯示，烏魚魚肉漂洗次數越多，其魚凝膠的色澤與凝膠強度逐次改善。漂洗 1 次可提升亮度 (L 值) 由 70.66 ± 0.59 增至 74.41 ± 1.74 及減少紅色色澤 (a 值) 由 2.97 降至 1.60。漂洗 2 次能顯著提升烏魚凝膠的物理性質 (表 1)，包括硬度、內聚性、膠著性、咀嚼性及回彈性等，而漂洗 3 次對烏魚魚漿品質的改善幅度有限，且魚肉損失率增至 32.34%，成本大幅上升。

計畫另探討磷酸鹽、蛋清粉、大豆蛋白、豌豆蛋白、酵素製劑、醋酸澱粉、羥丙基澱粉、樹薯澱粉及玉米澱粉共計 9 種添加物單方對烏魚魚漿製品品質之改善情形，結果顯示僅以磷酸鹽、大豆蛋白及酵素製劑能顯著提升烏魚凝膠的物理性質和凝膠強度，但單一添加物對整體彈性提升

有限。進一步改以組合添加物配方後，結果如表 2 顯示，以 T1T3T5 組 (磷酸鹽、大豆蛋白、酵素製劑) 效果最佳，次為 T3T5 組 (大豆蛋白、酵素製劑)，均可將魚膠的曲折度提升至 AA 級 (對摺 2 次不龜裂)。

目前市售魚漿產品多以添加磷酸鹽類來提升保水性與彈性，但由於近年來消費者對磷酸鹽添加物的接受度降低，本計畫所開發的不含磷酸鹽的複方添加物 (T3T5 組)，可應用於烏魚魚漿如魚丸等煉製品製作 (圖 1)，為市場需求提供創新及健康化的解決方案。



圖 1 烏魚魚丸試製品

表 1 水漂次數對烏魚凝膠之物理性質與凝膠強度的影響

樣品	硬度	內聚性	膠著性	咀嚼性	回彈性	凝膠強度
未漂洗	$1,631.61 \pm 60.20^b$	0.65 ± 0.01^b	$1,057.90 \pm 57.69^b$	936.00 ± 46.45^b	0.29 ± 0.01^b	63.03 ± 9.81^b
漂洗 1 次	$1,756.07 \pm 95.29^b$	0.68 ± 0.01^{ab}	$1,193.74 \pm 77.13^b$	$1,066.36 \pm 76.03^b$	0.32 ± 0.01^{ab}	65.49 ± 9.77^b
漂洗 2 次	$2,671.83 \pm 96.93^a$	0.67 ± 0.03^{ab}	$1,793.67 \pm 95.12^a$	$1,595.93 \pm 105.20^a$	0.31 ± 0.02^{ab}	83.66 ± 2.14^a
漂洗 3 次	$2,796.93 \pm 151.19^a$	0.69 ± 0.02^a	$1,936.82 \pm 147.69^a$	$1,757.75 \pm 136.93^a$	0.33 ± 0.01^a	95.56 ± 4.40^a

表 2 烏魚魚漿添加複方添加物於對其凝膠之物理性質與凝膠強度的影響

樣品	硬度	內聚性	膠著性	咀嚼性	回彈性	凝膠強度
T0 對照組	$2,395.54 \pm 117.57^d$	0.52 ± 0.05^e	$1,251.33 \pm 160.00^d$	$1,114.57 \pm 137.57^d$	0.23 ± 0.03^d	159.35 ± 18.54^d
T1T3 (磷酸鹽 / 大豆蛋白)	$2,738.12 \pm 105.65^c$	0.75 ± 0.01^b	$2,054.15 \pm 92.29^c$	$1,859.76 \pm 84.10^c$	0.38 ± 0.003^c	106.49 ± 8.97^c
T1T5 (磷酸鹽 / 酵素製劑)	$3,551.73 \pm 107.88^a$	0.81 ± 0.01^a	$2,862.28 \pm 80.35^a$	$2,662.34 \pm 82.89^a$	0.44 ± 0.004^b	283.57 ± 26.35^b
T3T5 (大豆蛋白 / 酵素製劑)	$3,087.28 \pm 205.12^b$	0.83 ± 0.01^a	$2,550.54 \pm 183.47^b$	$2,352.77 \pm 177.83^b$	0.47 ± 0.01^a	266.51 ± 29.18^{bc}
T1T3T5 (磷酸鹽 / 大豆蛋白 / 酵素製劑)	$3,193.44 \pm 124.23^b$	0.84 ± 0.01^a	$2,673.47 \pm 119.79^{ab}$	$2,491.77 \pm 113.11^{ab}$	0.49 ± 0.01^a	337.66 ± 25.51^a

開發易食水產調理與休閒食品

林幼君¹、宋文杰²、陳建利²、林禹承¹、蔡慧君¹

¹水產加工組、²國立臺灣海洋大學

現代消費習慣傾向便利與多樣化之食品，其中調理食品市場穩定成長。然而目前水產加工品市佔比仍偏低，開發多元化、拆封即食或簡易加熱即可食用之水產調理食品將成為未來的發展趨勢。本研究分別針對鬼頭刀、鯉魚、青鱗魚等非市售體型魚及利用鯉魚剩餘物進行產品開發，期能朝向全魚利用技術以產出新穎的易食水產品。

為強化魚骨軟化技術於產業之適用性，使用鯉魚及青鱗魚為模式魚，以不同處理壓力（50—70 kPa）、時間（40—80 分鐘）及軟化液（白醋或鹽酸）進行處理。結果顯示，鯉魚及青鱗魚經不同軟化液及高壓熱處理後，鯉魚之脊椎骨硬度下降至 2.64 N/cm²（表 1）；青鱗魚在保持魚體完整性下，硬度下降至 0.42 N/cm²，兩者魚骨皆軟化至可直接食用程度。

將鬼頭刀魚排導入舒肥烹調法，於固定殺菌

值下調整溫度（65—75°C）與加熱時間。結果顯示，鬼頭刀魚排（圖 1）在較低的處理溫度下，具質地較軟（4.7 N/cm²）及較佳的保水性。



圖 1 舒肥鬼頭刀產品加熱前（左）及加熱後（右）

另針對鯉魚剩餘物之利用，研究利用鯉魚取魚排後之殘肉及魚骨，經熬煮去腥後製作 3 種不同風味之調理包。熬煮所剩餘之魚骨經烘乾磨粉後與全脂牛乳及不同糖類進行混和，接種乳酸桿菌株 *Lactobacillus plantarum* NT0U 315 與 *L. acidophilus* NT0U 316 進行發酵（表 2）。結果顯示，以葡萄糖結合魚骨粉配方之產酸效果最佳，於發酵 24 及 48 小時有效降低 pH 值並提升滴定酸度，其總生菌數於任何條件下皆可達到 1,000 萬以上 CFU/ml，符合優酪乳 CNS 3058 規定。

本計畫以開發簡單易食之水產加工品，有效提高水產品利用率及附加價值，增進漁民及加工業者之收益，並提供消費者多元化產品選擇。

表 1 鯉魚及青鱗魚軟化後硬度

		硬度 (N/cm ²)		
		脊椎骨	肋骨	肌間骨
鯉魚	白醋 10%	7.01	7.69	0.25
	白醋 15%	8.21	3.94	0.21
	白醋 20%	2.64	2.32	-
青鱗魚	水煮	2.57	-	-
	白醋 15%	0.57	-	-
	鹽酸 0.15%	0.42	-	-

表 2 發酵優格總乳酸菌數變化之情形

碳源 / 魚骨粉添加量	<i>Lactobacillus acidophilus</i> NT0U 316	<i>Lactobacillus acidophilus</i> NT0U 315
37°C/24 hr/1×10 ⁸ CFU/ml (總乳酸菌菌數)		
未添加 /5%	19±4	21±5
蔗糖 /5%	42±5	43±3
葡萄糖 /5%	48±7	47±7
37°C/48 hr/1×10 ⁸ CFU/ml (總乳酸菌菌數)		
未添加 /5%	121±14	101±22
蔗糖 /5%	246±23	235±25
葡萄糖 /5%	282±17	247±31

常溫易食魚排之研發

杜中菁、洪祥瑀、劉漢威、蔡慧君
水產加工組

由於飲食習慣的轉變和烹飪的困難，臺灣許多人減少了對魚類的食用量。計畫的目標是解決因不喜歡吃魚、擔心魚刺以及嫌料理繁瑣與解決鮮魚產品體積龐大和攜帶不便等問題，本研究研發常溫易食魚排，預期效益將有助於改善國人的食魚習慣，促進水產多元化發展，提升水產品的附加價值，期能推動臺灣水產業的蓬勃發展。

學者指出，魚肉加熱的過程中會使膠原蛋白溶出和肌原纖維蛋白變性，致使肉質變硬，因此本試驗將不同種類魚肉及常見搭配烹調之蔬菜在固定包裝樣態下，施行後殺菌處理，再依照殺菌後魚肉外觀的完整度與肉質結實度進行原料選擇。試驗結果顯示，經封袋殺菌後，部分蔬菜的口感較軟爛，且無原有的爽脆感，例如玉米和金針菇等，依此來進行配料蔬菜種類的挑選 (表 1)。

表 1 適合封袋殺菌之魚種與蔬菜選別

魚品項	試做	可&不可	蔬菜品項	試做	可&不可
寶石鱸	✓	✓	紅蘿蔔	✓	✓
金目鱸	✓	✓	白蘿蔔	✓	✓
鱸鰻	✓	X	蓮藕	✓	✓
龍虎斑	✓	✓	杏鮑菇	✓	✓
紅魷魚	✓	X	甜玉米	✓	X
鱈魚	✓	X	玉米	✓	X
午仔魚	✓	✓	玉米筍	✓	X
鯖魚	✓	✓	竹筍	✓	✓
老鰻	✓	X	金針菇	✓	X
鬼頭刀	✓	✓	馬鈴薯	✓	✓
台灣鯖魚	✓	✓	樹薯	✓	✓
香魚	✓	✓	香菇	✓	✓

本研究產品 pH 值在龍虎斑 + 蓮藕為 6.2、金目鱸 + 紅蘿蔔為 6.0 及寶石鱸 + 海帶為 6.5，均符合法規所定義之低酸性 ($\text{pH} > 4.6$) 食品，拆封後可即食不須復熱，且為真空包裝，故依其規定進行殺菌條件之探討 (圖 1)。根據實驗結果顯示，浸泡液比例對魚排具有較佳呈味；經殺菌值測試，真空包裝即食魚排使用水淋式殺菌釜在溫度 121°C 、時間 15 分鐘時 F0 值為 3 以上，符合食

品罐頭衛生標準對低酸性罐頭之要求條件。感官分析顯示 (圖 2)，每組別皆可被受試者接受。真空包裝之易食魚排 (圖 3) 不但可以提供食用方便性，更具有運輸便利及較長之架售期，具有提升水產品多元發展與促進國人食用水產品頻率之潛力。

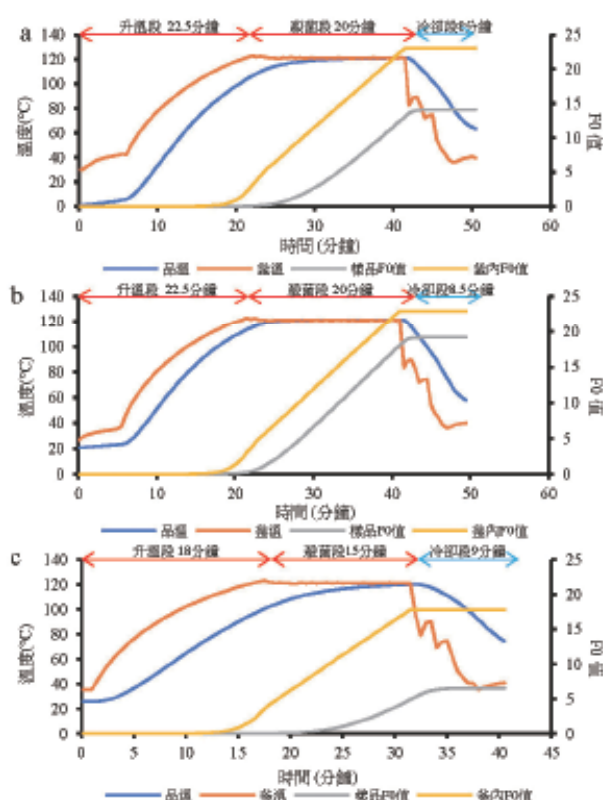


圖 1 水淋式殺菌釜殺菌值測試 (a: 龍虎斑第 1 次過殺; b: 鯖魚第 1 次過殺及; c: 龍虎斑和鯖魚調整殺菌時間)

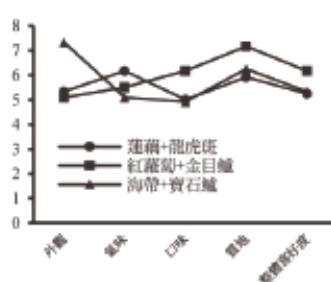


圖 2 感官分析結果



圖 3 常溫易食魚排

複合式即食水產品之開發與研究

王庭玖¹、高堂穎¹、吳思節²、蔡慧君¹

¹水產加工組、²國立臺灣大學

臺灣東部海域海洋環境多樣且有黑潮經過進而形成洄游性魚類之漁場，洄游性魚類包括鯷魚、鯖魚及鬼頭刀等，富含豐富的 EPA、DHA 及多種營養素，營養價值高。本研究選用鯷魚、鯖魚及鬼頭刀為原料，結合多樣化蔬果，開發複合式即食休閒食品，研發魚餅乾、魚脆片與重組魚肉乾，藉由降低產品的水活性以達到延長保存期限的效果。

利用鯷魚搭配豆皮、杏鮑菇、洋蔥及花椰菜等原料，經真空微波乾燥技術製成鯷魚餅乾（圖 1），其水分含量為 4.9%，水活性為 0.4，屬於低度水活性食品。在儲藏期間，魚餅乾之脂質氧化程度皆在可接受範圍內（ $< 8 \mu\text{g/g}$ ），且總生菌數均未檢出，應可於室溫下儲藏至少 8 個月。在官能品評結果顯示，整體接受度為 6.3 分，顯示其酥脆的口感符合消費者期待。此外，鯷魚餅乾具有高蛋白（15.3 g/100g）與低糖（1.8 g/100g）的優勢，符合大多數消費者對於酥脆零食的期待。

利用鬼頭刀結合麥片與紅龍果、香蕉等水果，經壓製乾燥技術製成鬼頭刀脆片（圖 1），其水分含量為 3.4%，水活性為 0.3，屬於低度水活性食品。在儲藏期間，魚脆片之脂質氧化程度低（ $< 8 \mu\text{g/g}$ ），且總生菌數均未檢出，應可於室溫下儲藏至少 8 個月。在官能品評結果顯示，魚脆片的整體接受度達 5.5 分。此外鬼頭刀脆片具有低脂（3.4 g/100g）與低糖（1.6 g/100g）的優勢，可提供健康導向消費者對休閒食品的新選擇。

利用鬼頭刀、鯷魚與鯖魚為原料，添加由百香果殼製成之百香果果膠作為黏著劑（圖 2），經低溫乾燥與高溫烘烤後製成重組魚肉乾（圖 3）。結果顯示，添加百香果果膠後可有效改善重組魚肉乾的口感，其水分含量為 8.26 — 11.46%，水活性為 0.80，屬於中度水活性食品。在儲藏期間，

鬼頭刀重組魚肉乾之總生菌數、金黃色葡萄球菌、沙門氏菌皆未檢出，且符合「優良畜禽產品驗證基準」對肉乾之規定（水分需 $< 25\%$ 、水活性需 < 0.8 ），可於室溫下儲藏至少 6 個月。在官能品評結果顯示，鬼頭刀重組魚肉乾的整體接受度最佳（7.3 分），具有導入休閒食品市場之潛力。



圖 1 鯷魚餅乾與鬼頭刀脆片



圖 2 百香果殼製成之百香果果膠



圖 3 添加百香果果膠製成之鬼頭刀重組魚肉乾

石斑魚蛋白棒產品開發

邱韻霖、廖紫嫻、林慧秋、許雅筑、謝恆毅
澎湖漁業生物研究中心

臺灣於 2025 年邁入超高齡社會，65 歲以上長者中有 34.1% 面臨肌少症問題。隨著年齡增長，肌肉質量逐漸流失，因此優質蛋白質的攝取至關重要。臺灣素有「石斑魚王國」之稱，石斑魚富含支鏈胺基酸，是極佳的蛋白質來源。透過加工技術開發石斑魚蛋白棒，不僅可提升國產水產品的加值利用，亦能簡化食魚的繁瑣過程，提供高齡者營養補充的新選擇。

本研究以維也納香腸為基礎，開發高蛋白質含量的石斑魚蛋白棒，並避免使用澱粉作為填充劑。經喜好性分析發現，當動物性油脂添加量達 25%，可顯著提升蛋白棒的風味與口感，同時降低魚類的特殊腥味，提高消費者接受度（圖 1）。

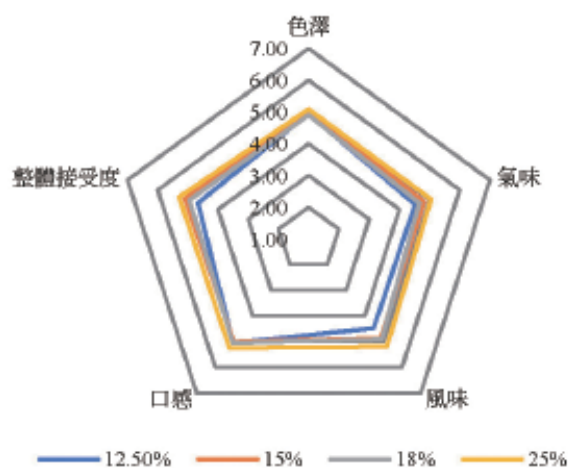


圖 1 不同油脂比例喜好性分析

使用全石斑魚製作的蛋白棒（圖 2），其蛋白質含量高於兩顆雞蛋（ $16.77 \pm 0.10\%$ ），但製作成本達 60.74 元/100g。為滿足市場需求，本研究引



圖 2 石斑魚蛋白棒

入臺灣常見的大宗漁獲鯉魚作為部分替代來源，結果顯示，以鯉魚部分取代石斑魚後，不僅將成本降至 40.90 元/100g，混合製成的魚蛋白棒粗蛋白質含量（ $20.69 \pm 0.22\%$ ）亦高於純石斑魚蛋白棒（表 1）。

為進一步提升石斑魚的營養價值，本研究採用高壓蒸煮技術軟化魚骨，並經細微化研磨後添加至蛋白棒中。官能評估結果顯示，當魚骨鈣粉添加量超過 3%，會產生明顯的細粉感，影響接受度，因此設定 3% 為最佳添加量，使產品鈣含量達 559 mg/100g，符合衛福部「高鈣產品」的營養標準。

石斑魚蛋白棒質地均勻，適合作為高齡者的正餐或日常蛋白補充品，並可同時補充鈣質，減少骨質流失。此外，產品開發了香蔥與黑胡椒風味，讓消費者在補充營養的同時，也能享受美味與飲食樂趣。

表 1 石斑魚蛋白棒一般成分分析及成本

組別	水分 (%)	灰分 (%)	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	碳水化合物 (%)	成本 (元/100g)
全石斑魚	57.37 ± 0.85^a	2.03 ± 0.06^a	16.77 ± 0.10^a	20.86 ± 0.79^a	2.97 ± 1.36^a	60.74
石斑魚 + 鯉魚	54.30 ± 1.09^b	2.01 ± 0.08^a	20.69 ± 0.22^a	18.14 ± 0.72^b	4.87 ± 1.50^a	40.90

長松藻水萃取物抗肥胖動物試驗之功效

林慧秋、邱韻霖、廖紫嫻、許雅筑、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。先前研究利用 3T3-L1 細胞以不同長松藻水解萃取物樣品處理後測定脂肪生成標誌物，結果以長松藻水萃取物 (CCW) 較其他組具有較少的脂肪生成標誌物，顯示其具有較佳的脂肪抑制生成效果。本年度進行 CCW 抗肥胖動物試驗，實驗共分 5 組：(1)Control；(2)CCW-H (長松藻水萃取物高劑量 75 mg/300 μ l)；(3)CCW-M (長松藻水萃取物中劑量 50 mg/300 μ l)；(4)CCW-L (長松藻水萃取物低劑量 25 mg/300 μ l)；(5)CCP (長松藻粉 50 mg/300 μ l)；(6)CLW (長莖葡萄蕨藻水

萃取物 50 mg/300 μ l)。實驗動物以高熱量飼料誘發實驗動物之肥胖症後，投與受試物，並利用各種評估指標判定 (體重、血液生化值、組織包埋、石蠟切片及 HE 染色)。結果顯示 CCW-L 實驗後第 8 週體重增加百分比為 $22.53 \pm 5.02\%$ ，比對照組小鼠之體重增加 $35.26 \pm 6.49\%$ 明顯減少許多 (圖 1)。CCW-L 組血清中之 ALT (血清轉胺酶)、AST (天門冬胺酸轉胺酶) (圖 2)、腹部脂肪重量 (圖 3) 以及肝臟中脂肪滴之堆積 (圖 4)，相較於其他測試組別亦具有較佳之抑制脂肪生成效果。其作用機制值得後續探討。

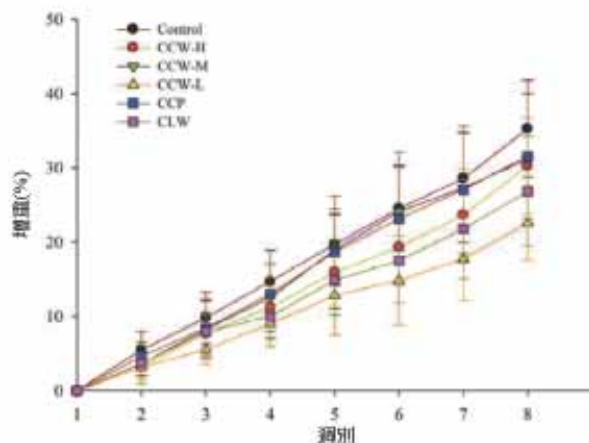


圖 1 CCW 動物試驗期間體重增加百分比

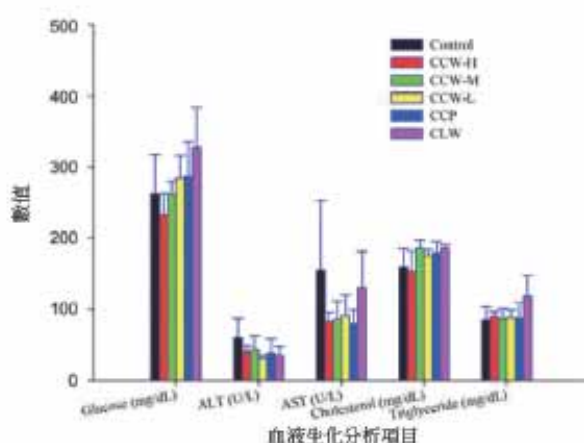


圖 2 CCW 動物試驗結束後之血液生化分析

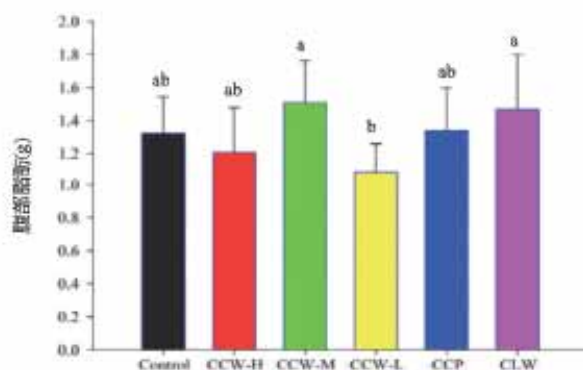


圖 3 CCW 動物試驗結束後小鼠右側腹部脂肪重量

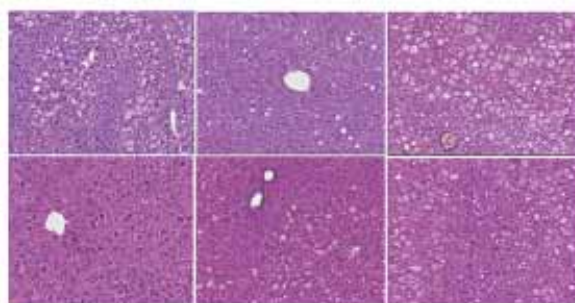


圖 4 CCW 動物試驗結束後肝臟組織切片染色

九、資通訊技術於水產的應用研究

漁業領域專案管理與績效蒐整計畫

陳威克¹、何淑真¹、李宜映²、林詒悅²、蔡惠萍¹

¹ 技術服務組、² 社團法人台灣農業科技資源運籌管理學會

漁業科技研發綱要計畫涵蓋多元主題，包括水產養殖、漁業資源調查、病害防治及水產品加工等，細部計畫超過百項，旨在以科技研發與創新推動臺灣漁業的永續發展。為有效管理各細部計畫的推動，採用系統化的管理實有其必要，為此本計畫透過多項績效管理工具，進行整體策略分析、效益評估及技術成果展示，促使研發成果轉化為產業應用，提升漁業科技技術研發之實效。

本年度順利達成多項目標，包括綱要計畫成果的彙整與績效管理，並成功舉辦大型技術媒合會。在成果彙整方面，透過維運線上管考平台，解決過往重複填報及資料催收的問題，顯著提高資料整合效率。計畫團隊也深入分析並盤點資料，確保各細部計畫與綱要目標緊密結合。

在促進產業應用方面，2024年5月28日舉辦「漁業科技成果媒合要領與溝通技巧實務研習營」。課程結合行銷4P理論，上午進行理論講解與案例分享，下午則透過情境模擬增進實務操作能力(圖1)。專家詳細講解技術媒合策略與方法，並分享多個成功案例，幫助研究人員將科研成果轉化為產業價值，強化技術推廣效能。

此外，為展現綱要計畫成果並促進學術與產業交流，於2024年11月5日舉行「漁業科技成果發表暨技術媒合會」，集中展示25項高潛力技術，吸引逾百名業界人士參與。活動設計包括技術授權儀式、海報及圖卡展示、現場主題報告及分組討論媒合等多項橋段，展示技術如白蝦設施化養殖技術、水產病原鏈球菌快速檢測套組與紅葡萄藻應用技術等(圖2、3)。參與者透過交流與討論，深入了解技術應用潛力，並洽談後續合作方案，成功促進技術與產業需求的對接，有助於提升市場應用的可行性，推動科研成果轉化促進產業升級。



圖2 漁業科技成果發表暨技術媒合會現場活動



圖1 學員於情境模擬時積極交流並與專家進行討論



圖3 漁業科技成果發表暨技術媒合會現場大合照

推動農業創新育成跨域合作及多元服務

林芳安、何欣珏、蔡惠萍
技術服務組

113 年度本所創新育成中心新增 5 家業者進駐，累計輔導 50 家水產業者。本年度本所與農業部所屬創新育成中心共辦理 4 場工作小組會議，討論創新育成業務、計畫分工及作業要點，並整合 5 個單位（農業試驗所、林業試驗所、畜產試驗所、水產試驗所及財團法人農業科技研究院）之創新育成中心資源，聯合辦理標竿學習、創育機構交流、招商、展售及教育訓練等，積極培育與輔導進駐之農企業。

透過辦理「標竿學習企業參訪交流」及「創育機構經驗交流分享」等活動，前者帶領農企業廠商參訪「第九屆科技農企業菁創獎」得獎廠商，從而汲取經驗進而達到企業共好之成效（圖 1）；後者藉由和臺東大學育成中心深度交流，擴大並且串接彼此的資源網絡，進一步提升各自輔導量能（圖 2）。

育成成效推廣宣傳方面，假國立臺灣科學教育館辦理「113 年度農業創新育成中心聯合畢業成果發表會」，展現進駐廠商經技術輔導後之創新商品，邀請農業科技司李司長紅曦為畢業廠商頒獎（圖 3）及祝福，並透過餐聚交流引介各方資源導入育成輔導體系，增加育成中心能見度並同時發揮育成網絡平臺效應。

為強化育成廠商行銷能量，113 年度協助廠商將商品上架至「臺大實驗林推廣中心」實體門市、「台灣好農」及「i 郵購」等電商通路，並參加「2024 農畜聯合開放日」，期望透過多元銷售通路促進廠商品牌及商品之曝光率，藉由參與展售活動讓育成廠商進行通路驗證，了解其商品之市場接受度，有助於後續產品改善，進而開發更貼近消費市場期待的新產品。



圖 1 113 年度農業創新育成中心標竿學習企業參訪交流活動合照



圖 2 113 年度創育機構經驗交流分享活動合照



圖 3 113 年度農業創新育成中心聯合畢業成果發表會活動合照

全國智慧型即時養殖洞察系統建置與場域驗證

王郁峻、蔡惠萍
技術服務組

臺灣土地面積有限，發展再生能源必須結合多元用途。其中，在水產養殖領域已推動多處「漁電共生」場域，強調以養殖為主、綠能為輔的發展模式。然而，養殖事實查核仰賴專業監督與人力，但地方政府在漁業管理的人力相對不足，導致查核工作面臨挑戰。為支持政府漁政效率，本研究整合現有各類智慧養殖設備，以實現科學化的養殖事實查核。

2024 年研發成果包括：(1) 結合全國養殖數據資料串流模組，完善 API 介接功能及新增縣市、廠商名稱欄位，並維持資料串流服務，包括 MQTT 及 FTP 資料串流服務、定時抓取水質資料，資料庫持續介接資料維持運作；(2) 結合水產品登錄系統資料串流模組，介接光電場在水產品產銷履歷資訊系統填報的資料，並將數據做成視覺化折線圖；(3) 建立人工智慧養殖行為分析模組，於實驗場域安裝攝影機以即時觀測養殖場情況，系統將自動監測並標示出人出現的位置，亦可透過時間點抓取人流；(4) 建立洞察系統觀測儀表板，在儀表板中除了可以看到該區域目前天

氣、降雨機率、相對溼度、風向等天氣狀況，以及水質資料，並且在畫面中加入警示標籤，若是設備連線斷線或者尚未設置重要設備，將顯示通知，亦預設場域即時影像區塊，以因應政策滾動更新 (圖 1)；(5) 與 3 家民間漁電共生公司，建立共 5 場示範場域，養殖物種以虱目魚、烏魚及白蝦為試驗物種，安裝智慧化設備，即時收取投餌量、水質及用電量等養殖參數，介接進養殖洞察系統進行分析 (圖 2)。

2025 年規劃結合本所淡水、海水及東港養殖研究中心尋找更多適合的民間漁電共生業者，進行不同養殖物種的養殖參數收集，持續改善並優化洞察系統觀測儀表板使用介面。



圖 2 漁電共生示範場域



圖 1 洞察系統觀測儀表板

智慧養殖技術延伸與擴散應用 (II)

王郁峻、蔡惠萍
技術服務組

全球水產養殖業面臨極端氣候、環境變遷與疾病等風險挑戰，人口高齡化與人力短缺問題導致經驗傳承出現斷層，成為產業發展亟需克服的難題。本研究前期已運用資通訊技術、物聯網、雲端運算及大數據分析，結合智能互聯概念，開發多項智慧化養殖技術。今年度的目標則著重於協助傳統水產養殖業加速自動化與智慧化進程，推動產業向智能化養殖邁進。

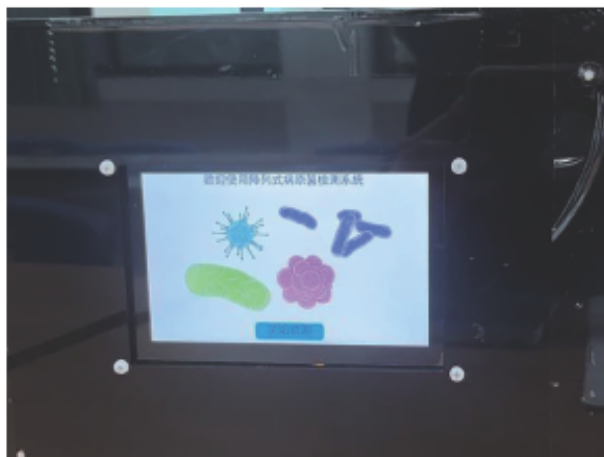
2024 年研發成果：(1) 陣列式光學數位病原菌檢測系統，本系統可同步檢測 9 個不同水域或是同水域不同區域之樣本，且兼具體積小及精確的病原菌濃度，亦成功結合物聯網，進而製作出可顯示濃度的 APP (圖 1)；(2) 開發文蛤品質 (活動力 / 鮮度) 篩選演算法，本演算法可預測文蛤的死亡可能時間，精確度達 95%，此演算法未來可以整合機電團隊，落地擴散文蛤產銷應用機會；(3) 間捕式餌料生物 (輪蟲) 培育系統導入自動化物聯網模組設計，提升系統的空間利用率及導入自動化物聯網模組，利用重力進行排水，並設置自動投餌、換水及收穫等自動化模組，提升系統整體規劃，不僅可儲存更多的水量，亦容許更高

的輪蟲養殖密度，藉自動化物聯網模組，可透過手機 APP 監控系統各項功能和設定控制參數。生產成本大幅降低，僅約市售輪蟲價格的 11%，本件成果產出已提交申請發明專利；(4) 水產養殖智能加值服務系統 (鱸魚、臺灣鯛) 促成 1 案資料驅動類型企業聯盟，藉由 2023 年完成開發之加值服務系統進行升級，除原有之餌料投餵記錄外，另以 API 呼叫養殖戶場域所持有之智慧養殖設備參數進行服務再加值，完成與民間業者共享數據，並持續擴充服務內容；(5) 開發水產養殖省工器械餌料均勻灑布機構，本機構針對國內大部分中小型養蝦池之投料需求做設計，結合市售不同投料機優點，並可依據不同階段的白蝦成長狀況，調整包含餌料粒度、投放方式、投放頻率及時段等，可進行各種客製化設定。

推廣智慧養殖漁業技術部分，2024 年 10 月 17 - 19 日假臺北世貿一館參與「台灣創新技術博覽會 (創博會)」，以本所研究成果，作為參展推廣內容，吸引參展之養殖業者亦或其他領域之潛在業者，增進互動與促進交流，成功推廣養殖技術。



圖 1 陣列式光學數位病原菌檢測系統



養殖漁業中小微企業或農民團體數位轉型輔導計畫 (IV)

林志遠¹、陳炤堅²

¹ 技術服務組、² 台灣農業資訊科技發展協會

臺灣近年來隨著智慧農業發展逐漸成熟，農業邁進數位轉型世代，藉由推動串接輔導小微型漁企業或團體之數位行銷能量，以水產品品牌故事為出發點，提供業者商品電商上架服務，協助水產養殖業者發展電子商務，進行數位行銷，使消費受眾更了解產品，且業者無須投入大量行銷成本，即可建立自我品牌，同時可精準投遞給目標客群達成行銷目的。

配合行政院推動雲世代產業數位轉型策略，農業部執行「農業數位基盤星點輔導與推動計畫」，建置「雲市集—農業館」，其中方案內容含農業數位生產管理方案、雲端辦公協作方案、雲端企業資源整合方案、資訊安全方案、雲端POS多元整合方案、雲端進銷存管理方案、客戶關係管理(CRM)方案及多元數位行銷方案。其中，本計畫近3年已完成「養殖漁業數位轉型之資訊與作業管理軟體」及「水產品數位轉型行銷工具軟體」兩項雲端軟體之開發與技轉，並上架至雲市集。

數位轉型推動策略中須了解產業需求，針對產業擬解決問題及作業流程，掌握產業最迫切需處理的問題，再思考數位科技導入應用的可能性。另分析現況盤點業者現階段數位化程度、資

通訊導入項目、資料處理應用狀況及深入了解業者目前可投入數位轉型的人力資源後，可協助規劃數位轉型策略、設計數位服務架構及規劃導入作業時程與服務資源類型。

2024年計畫成果包括：(1)輔導業者導入雲世代產業雲端應用服務，串接養殖漁業端點資訊服務串聯及數位輔導167家，促案申請績效指標達成率151%。(2)補強養殖生產管理或銷售數位科技2項。(3)2021—2024年間共辦理11場次基盤星點推廣活動，合計參與人1,235人次，協助輔導水產養殖業者申請基盤星點計畫補助，申請雲市集服務達100%。(4)輔導水產養殖業者促進數位軟硬體累計投資智慧農業相關技術研發及設備達新臺幣598萬元。(5)建構應用數位銷售系統、創新品牌及農漁產品數位商品化及上架(圖1)，增加潛在客戶數10%以上。促進數位軟硬體投資500萬元。(6)開發水產品數位行銷APP工具，經統計網站點擊數24,855人次；網站會員人數1,258人次；每月平均造訪8,285人次；平均瀏覽時間2分11秒、瀏覽頁次5.41頁；瀏覽方式包含電腦瀏覽50.97%、手機瀏覽49.03%；行銷管道直接搜尋28.7%、自然搜尋67.92%。



圖1 「漁仕海鮮」與「買魚去」電商平台合作

創新水產養殖長效感測晶片及智慧排汙之驗證

林志遠
技術服務組

近年來漁業養殖已藉由導入感測監測設備協助管理者掌握環境變異與魚隻活動狀態。本計畫應用感測技術、電控系統、資料分析、AI 影像辨識等技術，驗證由工研院開發之養殖環境長效感測模組、晶片式養殖精準投餵系統、晶片內建智慧排汙系統等設備，包含長效溶氧感測模組量測精準度範圍與清潔效期之延長、養殖精準投餵模型與專家間之電腦學習準確度、晶片內建智慧排汙系統除泥效果與機構合適性等之驗證，並協助工研院擴大推廣民間場域之應用（圖 1）。

2024 年重要研究成果：(1) 建置兩處民間養殖漁場（臺南四草、新竹竹北），整備工作包含整池清池作業、布設箱網圍網與棧道等設施、進排水與供氧設施作業、機電通訊網路與 CCD 等建置作業、進苗與馴餌作業、日常餵飼與生物量測管理等。(2) 完成工研院長效溶氧感測模組之實驗室部分符合量測範圍 0 – 20 mg/L、精準度 ± 0.5 mg/L 之規格，現場測試部分連續 7 日記錄溶氧數據，比較與第三方市售感測模組的數據，顯示工研院長效 DO 設備展現了更高的穩定性與準確性。(3) 完成工研院精準投餵系統於所設定的石斑魚養

殖場中與養殖專家進行 6 個回合比較，平均投餵時間和投餵量誤差為 2.1 分鐘和 0.1 kg，平均誤差為 6.9%，符合精準投餵模型準確度 $\geq 90\%$ 驗證標準。(4) 完成工研院之養殖環境自動智慧清汙設備清淤能力驗證。使用竹北養殖場域水泥池進行水下清汙設備模擬測試，結果顯示清汙前底泥厚度平均約為 2.9 cm，清汙後底泥厚度降低至約 0.6 cm，準確度達 90% 以上，滿足清淤驗證的需求，另估算清淤效能約為每小時 4 kg 的處理量。(5) 針對 DO 水質感測、精準投餵系統和智慧清淤系統三大核心技術，進行目標市場問卷調查，以探索智慧養殖技術的市場需求及晶片開發成本與規格評估，並進行國內外競品比較、SWOT 分析、五力分析等，供工研院進行晶片系統開發前之成本、規格競爭力評估參考。

工研院的產品因結合 AI 和自動化在技術上具有創新性，但也面臨市場既有產品較大競爭。智慧系統晶片因成本高，故未來研發重點在於降低單片成本並提升系統穩定性，以便提高市場接受度。

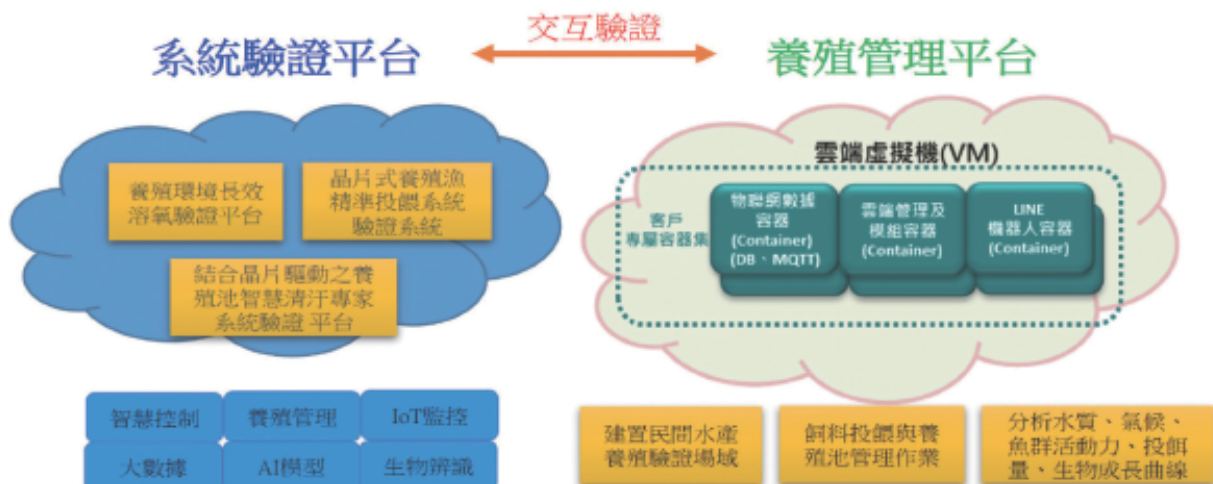


圖 1 農工合作驗證系統架構

智慧水下影像及 AIoT 水質環境監控系統—輔助白蝦養殖管理 (II)

葉怡均¹、范植軒²、柯思羽¹、林如謙¹、楊明樺¹、吳豐成¹

¹ 東港養殖研究中心、² 工業技術研究院中分院

為加速智慧系統在蝦類養殖產業落實應用，本所與工業技術研究院共同合作開發智慧水下影像及水質環境監控整合性系統，並應用在白蝦 (*Penaeus vannamei*) 養殖管理，可遠端以電腦或手機即時監控白蝦在水中健康狀態及養殖水質參數，並進階的自動化反饋系統，強化白蝦養殖過程管理，有效提升產能及節省養殖成本。

本智慧養殖系統水下攝影機可提供清晰水下彩色影像，即時觀察白蝦活動力、成長狀態並具有辨識數量及殘餌等功能 (圖 1)；水質監控系統可依使用者經驗或參考專家建議設定上下警示值，當量測值超過預先設定上下限值，系統除了會發出警訊外並具有警報功能，可自動透過 Line 傳遞訊息予使用者，透過自動警報系統可以提升養殖管理的容錯率。此外，本系統也可透過後端參數設定進一步即時反饋作動設備，包括自動排水及啟動備用鼓風機功能，即時做出因應使整體養殖過程維持良好水質並確保供氧無虞 (圖 2)。

本年度試驗組藉由智慧化系統及自動化設備的輔助，相較於傳統養殖模式的對照組，白蝦成長率提升 4%，育成率提升 10%，產量提升 15%，飼料效率 (FE) 提升 10%，生產每公斤白蝦

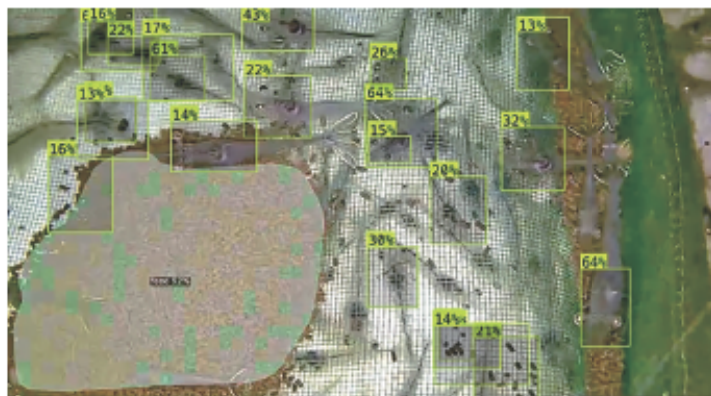


圖 1 藉由水下影像辨識技術，使系統能夠精準監測餌料分布

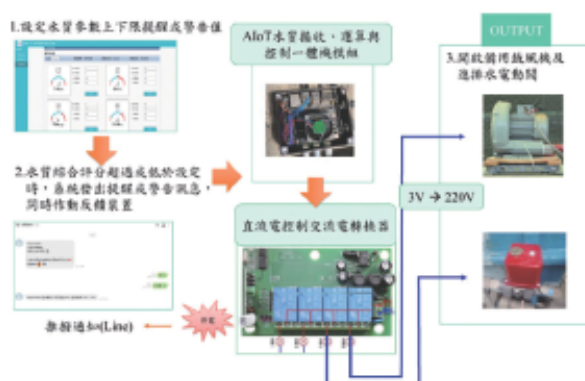


圖 2 水質環境監控系統具告警功能及作動反饋設備

的用水量節省 71%，同時自動化設備每個月節省約 30 小時的養殖人員管理作業 (表 1)。整體而言，智慧養殖系統應用於白蝦養殖管理，可有效提升產能並節省飼料及水資源的使用，透過智慧化管理，可減少勞力投入並增加生物安全，進一步加速白蝦養殖產業邁向科技化與高效能發展。

表 1 白蝦在智慧系統輔助下以密度 200 隻 /m² 養殖 153 日的表現情形

	智慧設備	傳統對照	效益 (%)
密度 (隻 /m ²)	200	200	
初重 (g)	0.005	0.005	
末重 (g)	21.5±1.1	22.3±0.1	
成長率 (g/W)	0.98±1.06	1.02±0.07	4
活存率 (%)	77.9±4.3	85.4±2.5	10
產量 (kg/m ²)	3.3±0.0	3.8±0.1	15
產量 (kg/m ²)	3.7±0.0	4.2±0.1	14
飼料效率 (FE)	0.52±0.00	0.56±0.01	10
換水率 (%/d)	19.9±1.2	6.5±0.2	67
用水量 (ton/kg shrimp)	8.2±0.5	2.4±0.1	71