

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