

五、水產繁養殖模式及技術開發

淡水魚塢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，可以降低養殖魚塢的二氧化碳排放。

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
魚塢面積 (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