

利用附著生物減少吳郭魚池的飼料投餵

楊順德¹、黃德威¹、周瑞良²、溫鈺涓¹

¹ 水產試驗所淡水繁養殖研究中心、² 東港生技研究中心

前言

隨著全世界水產養殖業的勃蓬發展，目前全球已有超過一半的食用水產品來自於水產養殖，但由於集約養殖方式急速擴增，對於養殖業的負面報導時有所聞，例如破壞天然棲地、使用有害的化學物和藥物殘留以及影響生態環境等，也是養殖業必須面對的永續發展課題。解決這些問題最好方法是發展對環境友善的操作模式，其中有機水產養殖正逐漸受到矚目。據估計全球已有超過 5,000 萬公頃的農地從事有機農業（約 3,300 萬公頃是牧草地），其中有機水產養殖至少佔 3 萬公頃以上；而聯合國糧農組織的一項研究顯示，全球有機水產養殖產量在 2030 年預計將可達 120 萬噸，約佔全球水產養殖總產量的 0.6%。

有機水產養殖的基本準則，是維護水生環境及其周邊水域與陸地的生態系，鼓勵使用副產物和再生資源作為餌料來源，提高生產過程的生物循環再生，禁止使用基因改造原料、合成肥料、化學製劑與抗生素等，以減少養殖排放水及廢棄物對環境的衝擊。換言之，有機養殖的精神是無荷爾蒙、無抗生素、無基因改造產品、重視動物福利且使用永續利用資材的養殖模式。傳統慣行的養殖方式需投入大量的飼料供養殖動物生長，但

有機水產飼料只能使用非基因改造的有機作物，並使用經認可的水產加工廢棄副產物以強調資源循環利用；這些有別於傳統飼料的配方和調製方式，使得有機水產飼料的價格高出 1.5–2 倍，再加上放養密度的減少，都將壓縮有機養殖的獲利空間；因此，研究節省成本又符合有機規範的養殖模式更形重要。本研究運用提高有機養殖池天然生產力的方式，在水體中投入可增加附著表面積的資材，增加生物膜和附著性生物的滋生，作為吳郭魚天然餌料，減少飼料的投餵量，以期減少成本支出。

材料與方法

本試驗係首次依循有機養殖通用準則，建立有機試驗池，由於國內並無前例可循，因而參考國外報告 (Milstein et al., 2008, 2009)，並與以色列 Dr. Sheenan Harpaz 研討後設定執行目標，相關試驗設計包括先期池塘整備、魚苗育成、有機飼料製備及提高池塘天然生產力等。在先期作業方面，將約 100 m² 之土池先以未受污染之紅土進行客土，再栽種植被護堤，俟池塘底土與水質穩定後始放養試驗魚。

試驗分為對照組、有機養殖組及有機池編織袋組，有機的兩組共四口試驗池，每池

放養吳郭魚 250 尾、草魚 10 尾，每平方公尺之放養密度約為 0.25 kg 左右；另以約 110 m² 之水泥池二口為對照組，各放養 500 尾吳郭魚，每平方公尺之放養密度約為 0.47 kg，操作方式則依照一般的養殖方法進行。

有機池編織袋組係於有機池中架設 50 m² 之白色塑膠編織袋，藉由附著藻菌滋生，作為有機池魚的輔助餌料，以降低飼料投餵量。為瞭解附著生物的增生效果，將 10 × 5 cm 之編織塑膠條置於有機池中讓藻菌附著，周遭包圍塑膠網以免池魚啃食影響數據；試驗開始後，每 2 週取出 3 片以水刷洗，將刷除物定容並均勻取樣，測定以此方式所增加的天然生產力。

試驗用魚係淡水繁養殖研究中心自行繁殖之魚苗，經人工飼料育苗成長至 90–180 g 左右，再隨機分配至各池塘。試驗期間共 10 週，養殖期間平均水溫 $24.81 \pm 1.54^{\circ}\text{C}$ ，對照組和有機養殖組魚的每日餵食量約為魚體總重的 2.5–3.0%，而有機池編織袋組的試驗魚，投餵量約為上述兩組的 70%；每 2 週秤重 1 次，藉以修正飼料投餵量。

有機池魚係投餵有機飼料，配方以有機全脂黃豆、有機大麥及有機麵粉為主要原料，以半商業化雙軸膨發造粒機製成沉性飼料；對照組池魚則投餵與有機飼料同配方但為一般原料之飼料，兩種飼料的一般成分組成如表 1 所示。

表 1 試驗飼料的成分分析

一般成分(%)	有機組飼料	對照組飼料
水分	11.79	10.78
粗蛋白質	29.34	28.99
粗脂質	9.97	10.60
灰分	6.71	6.81

結果與討論

經 10 週的養殖試驗結果如表 2 所示，各組吳郭魚的平均末重、增重率、比成長率並無顯著差異，而魚體對飼料的利用則有明顯的影響，有機池架編織袋組的飼料投餵量雖約為其它兩組的 70%，但飼料效率卻較高。雖然有機養殖準則的限制要比一般優良養殖認證 (good aquaculture practice) 還要嚴格，但由本試驗的成長效能來看，有機養殖的效率並不比一般操作方式差。再則，吳郭魚應該是經營有機淡水養殖的最佳候選魚種，因為此魚種食性兼具雜食與草食，其人工飼料可完全不用魚粉，有機吳郭魚價格會比一般吳郭魚高，不僅提升產品品質，也會有全球性的市場。

飼料投餵是養殖過程不可或缺的一環，但由於全球水產養殖的快速發展對魚粉需求日增，為減少海洋資源的消耗，因此有機養殖的原則是鼓勵使用不依賴海洋魚類的飼料，而且減低這一類動物性蛋白源亦可減緩對環境的衝擊。本次試驗之飼料未使用動物性蛋白源，只用黃豆、大麥及麵粉等植物性來源，對照組飼料和有機組飼料的配方與製程相同，差別在於主要原料是否為有機來源，由養殖結果顯示，飼料原料的來源並不影響成分組成或養殖成果，但初步估計，有機飼料的成本較一般飼料高出一半上的成本，所以需探討降低有機生產成本的方式，例如善加利用農產副產物或提高池塘的天然生產力。

為求節省飼料成本和提高有機生產效益，本試驗探討在有機池中架設白色塑膠編織袋，增加附著藻菌滋生的面積，作為有機

池魚的輔助餌料，以降低飼料投餵量(圖1)。塑膠編織袋與坊間飼料袋的材質相同，因而在實際操作上可將廢棄飼料袋編結利用，符合有機農法廢物利用的精神；由圖2發現，隨著置放時間加長，編織袋上所附著的藻菌生物重量增加，因此試驗期間有機飼料的投餵量約為一般飼料的70%左右(表2)，而各組池魚的成長卻無明顯差異且無池魚死亡，尤其和完全投餵有機飼料組相較，在有機池中架設白色塑膠編織袋可有效減少飼料的使用量，換算池中附著生物的乾物重，約可增加數10 kg的池魚餌料。水中附著生物是由附著在粘多醣基質上的動植物有機體的組合，許多研究指出，池塘中投入介質讓附著生物增長，可提高池魚生產量。在養殖水體中投入附著資材，可增加生物膜和附著生物的滋生而提高天然生產力，並減少有機飼料的使用量，以此作法在魚體的成長、收成和單位產量效果明顯，甚至可以得到較好的飼料效率。

結語

本研究依據國外通用的有機養殖標準，開發吳郭魚混養的仿有機養殖管理模式，並

探討在養殖池中投入可提高附著表面積的資材，增加生物膜和附著性生物的滋生作為吳郭魚天然餌料的效果。結果顯示只要有良好的養殖條件與管理方式，有機養殖的效率並不比一般操作方式差，而在有機池中架設與飼料袋相同材質之塑膠編織袋，可增加附著藻菌滋生的面積，並成為池魚的輔助餌料，有效降低飼料投餵量。

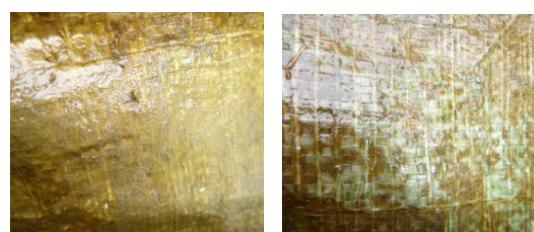


圖1 塑膠編織袋附著藻菌(左)及魚隻啃食痕跡(右)

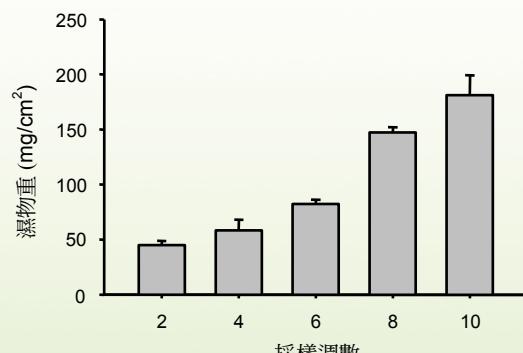


圖2 有機池中塑膠編織袋上附著生物的增長情形

表2 不同養殖方式對吳郭魚成長效能與飼料利用之影響

	對照池	有機池	有機池架編織袋
放養密度 (kg/m ²)	0.47	0.24	0.22
每池放養尾數	500	250	250
初重 (g/尾)	104.83±7.51	105.11±3.41	98.86±3.17
末重 (g/尾)	223.95±8.84	216.20±4.81	215.85±6.43
增重率 (%)	113.63±23.78	105.68±4.08	118.33±12.76
飼料攝取量 (g/尾)	198.27±8.58 ^b	198.87±3.35 ^b	144.33±3.52 ^a
飼料效率 (%)	59.97±5.64 ^a	59.00±1.24 ^a	76.68±4.94 ^b

平均值 ± 標準差，標有不同英文字母者表有顯著差異 ($p < 0.05$)