前進水產飼料新科技

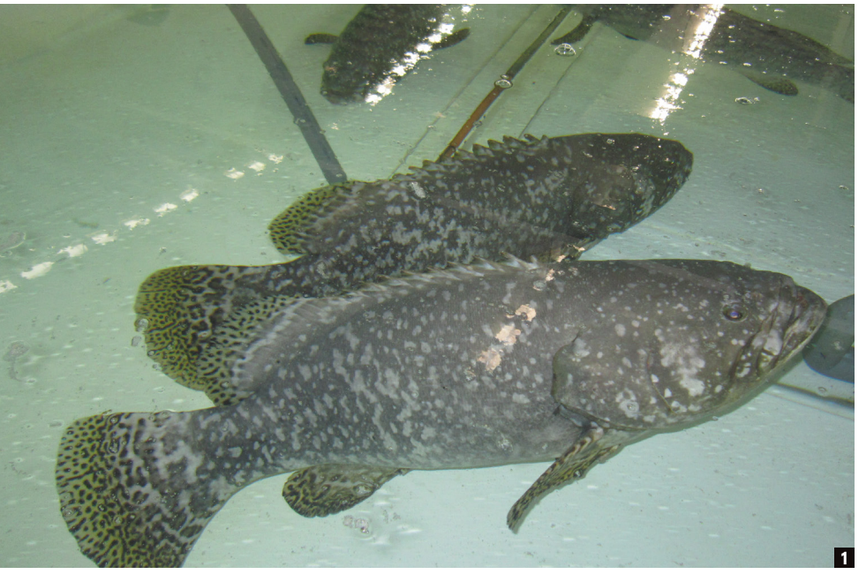
臺灣水產飼料及添加物的發展趨勢

文・圖／洪維君　國立成功大學政治系政治經濟研究所博士候選人
農業生物技術研究中心研究人員
陳宗嶽　國立成功大學生物科技與產業科學系特聘教授兼主任
農業生物技術研究中心主任

聯合國於2015年9月通過《2030年可持續發展議程》，該議程為漁業和水產養殖業對糧食安全和營養所做的貢獻，以及在自然資源利用方面的行為規範設定了目標，以確保在經濟、社會和環境各方面實現可持續發展。依據聯合國糧食及農業組織（簡稱糧農組織，FAO）的統計（FAO，2016），水產養殖產業成為全球發展最快速的食物生產領域，2014年水產養殖產業對人類水產品消費的貢獻首次超越野生水產品捕撈業。水產養殖產業是亞洲地區國家的重要經濟收入來源，過去20年亞洲占世界水產養殖食用魚產量的89%，但由於缺乏適合的水產配方飼料，侷限亞洲區發展中國家水產養殖的產量。臺灣四面環海，海水養殖漁業非常發達，養殖技術一流，在亞太地區的水產養殖食用魚產量占有一席之地，而臺灣水產養殖產業能夠持續的增長，則受惠於近十年來水產配方飼料產業的發展，二者倚起相輔相成之效。

生技飼料添加物是未來智慧水產養殖，以及產業永續發展的重要關鍵。（攝影／李文揚）

趨勢篇



1 石斑魚養殖是高經濟價值產業。
2 左圖為製作飼料用的下雜魚，右圖為投餵石斑魚的魚料巴郎和青灰。

捨棄下雜魚，邁入科技創新 臺灣水產飼料的演進

臺灣的海水養殖漁業發達，其中石斑魚養殖因掌握全方位養殖技術，在逾40年的發展過程中，養殖技術與魚品品質在亞太地區傲視群倫。其飼料發展轉型大致可分為三個階段：

一、傳統飼料階段

此時期養殖石斑魚是以下雜魚投餵。下雜魚為捕撈漁業的混獲（bycatch），其來源主要為底拖捕撈漁船所得的副漁獲或小魚。漁民將下雜魚賣給養殖業者直接作為魚料餵食飼養魚，或是製成魚粉、魚油供作飼料的原料使用。此種生餌投餵方式雖然對肉食性魚種有誘引性高、適口性佳的優點，但卻容易導致水中有機質過多、水質惡化、水體缺氧等缺點，若使用在海水箱網養殖或魚塭，會產生嚴重的自我汙染，導致飼養魚疫病叢生及低存活率，中國、日本、馬來西亞等國的海水箱網養殖均已發生此類問題（Halwart et al., 2010；洪玉靖、陳宗嶽，2011a）。

二、配方飼料階段

飼料是養殖漁民的最主要開銷，以養殖石斑魚為例，約占臺灣養殖漁戶經營成本的45%（劉擎華、陳清春，2009）。若有恰當的飼料管理，則能降低養殖成本和改善養殖環境，讓養殖魚群健康成長。糧農組織呼籲各國政府應鼓勵養殖業者使用配方飼料，以降低使用原料魚可能對環境造成的不利影響。由此可知發展適當的商業配方飼料以取代下雜魚作為養殖魚類的糧食已是全球趨勢。

表一、不同種類飼料比較

類型 / 項目	顆粒魚糧		雜魚	植物性飼料
	乾式	溼式	副漁獲或小魚	麵粉、麥糠、米糠、雜草、鼓渣、花生麩
儲存	於有蓋陰涼處可儲存二至三個月。✓✓✓	於-20℃低溫可儲存約一星期，否則應立即使用。✗		於有蓋陰涼處可儲存二至三個月。✓✓✓
衛生	膨化過程能消滅大部分細菌，含水量低（約10%），可防止細菌滋生。✓✓✓	急凍處理能消滅部分細菌，含水量約35%，但由於混入了雜魚，容易變壞，所以必須妥善冷藏。✓	含水量高（約70%），容易滋生大量細菌或寄生蟲。✗✗	未經防腐處理但含水量低，如適當儲存則不易滋生細菌或發霉。✓✓✓
營養	可按養殖品種的需要加入動物或植物性蛋白質、魚油或其他脂肪、複合維生素和礦物質，營養豐富，能有效改善魚類的健康。✓✓✓		營養未必符合各類養魚的需求，容易令飼養魚營養不良，降低其抵抗力及增加感染疾病的機會。✗✗✗	
環境汙染和影響	使用大小及密度合適的顆粒魚糧能減少流失，可顯著減低殘餌對養殖環境的汙染。✓✓✓		雜魚大小不一，流失量大（約40%），會汙染海床及水質。✗✗✗	部分粉狀飼料懸浮於水中會令水質變壞。✗✗

資料來源／香港漁農自然護理署《魚類飼料管理》，2008。（國立成功大學農業生物技術研究中心整理。）

香港特別行政區的漁農自然護理署（2008）將飼料分為顆粒魚糧、雜魚和植物性飼料；顆粒魚糧又可分為乾式和溼式兩種。從多方比較結果來看（表一），以乾式顆粒魚糧在各方面表現較突出，且乾式顆粒魚糧可按魚類不同的營養需求及成長階段配製，對環境的影響亦最低。學者劉擎華（水產種苗，2011）將飼料區分為生餌、粉狀飼料、溼性飼料、沉性飼料和浮性飼料，針對價格及方便性、適口性、營養添加、環境汙染和保存期限等條件比較各型飼料的優缺點（表二）。劉擎華表示生餌誘引性高、適口性佳，但營養成分變化大而不易均衡，且有難以保存、殘餌極易

適用不同成長階段魚隻的顆粒飼料。

表二、各型飼料的優缺點比較

優缺點	生餌	粉狀飼料	溼性飼料	沉性飼料	浮性飼料
價格及方便性	+	++	+	+++	+++
適口性	+++	++	+++	+	++
營養添加	+++	++	+++	+	+
環境汙染	+++	++	+++	+	–
保存期限	–	++	+	+++	+++

資料來源／水產種苗月刊160期，2011。

汙染水質等問題。溼性飼料適口性佳，但須現場製作，製程耗時，且有殘餌汙染水質的情形。相較之下，人工飼料投餵方便，水中安定性佳，經過良好馴化的石斑，對人工飼料攝食情況也相當踴躍。二者的比較結果均肯定使用配方飼料的價值性與經濟效益（洪玉靖、陳宗嶽，2011b、2011c）。

三、飼料添加物的研發及應用階段

國外研究指出，過去飼料產業所發展的改善飼料轉換率之技術，主要可概分成下列幾項目標：（一）均衡飼料的營養素：依養殖物種調配適當蛋白質、油脂比例等（Glencross et al., 2007）；（二）增加動物的消化吸收率：如添加蛋白質分解酵素、纖維分解酵素等（Drew et al., 2005）；（三）添加益生菌或益生素：維持動物腸道健康，增加整體養分吸收比率（Merrifield et al., 2010）。但上述的改善飼料轉換效率成效皆低於5%，且這些改良方法已遇瓶頸，短期內難出現革命性發展。

基於上述，近年來，飼料添加物之研發有朝向機能性飼料發展的趨勢，亦即在提供飼料所需營養素之外，再賦予提高飼料產品附加價值的「功能性添加物質」，例如提升抗病能力、抗逆境或是增豔表現等。以高級石斑魚種東星斑來說，顏色越紅越受消費者喜愛，因此有些業者會在配方飼料中加入含有胡蘿蔔素的添加物，嘗試增加其紅色的鮮豔度，以符合消費者的喜好。

另一項飼料添加物研發趨勢，則立基於養護海洋環境，以減緩消耗魚類資源為考量，尋求植物性蛋白取代動物性蛋白供給源。藻類是水體環境中分布最廣的蛋白質供給源，且本身具有培植方便、誘引魚隻攝食等優點，同時又可避免因大量使用大豆蛋白而導致的人類糧食安全危機。因此，未來的配方飼料添加物的應用，藻類飼料添加物預計將扮演重要角色。

野生東星斑的體色較紅，養殖的東星斑則顏色較淺且分歧，故有些業者會嘗試以含胡蘿蔔素添加物的機能性飼料增豔紅色。

飼料添加技術發展的瓶頸與轉機

解決水產養殖魚類的糧食安全危機即是在解決大部分的人類糧食短缺危機。在傳統的飼料製作上，魚粉於商業配方飼料成分中占有相當重要的地位，是其中的動物性蛋白質來源。但由於海洋漁業資源的日益匱乏，導致國際魚粉價格飆漲，魚粉價格在2008年至2010年間平均價格從1,355美元上漲到1,940美元，連帶拉抬水產養殖業的成本與價格，尋找魚粉的替代品成為配方飼料研發的一項重要任務。

因改變飼料配方伴隨著原料變化的成本震盪，在正常養殖操作下無法達到有效的利益增加時，便衍生出許多違法用藥的問題，像是己烯雌酚（diethylstilbestrol, DES）及近年廣受爭議的瘦肉精（乙型受體素，β-adrenergic agonist）就是明顯例子，其對人體皆會造成危害。

此外，過去臺灣石斑魚養殖產業為了降低病害，業者頻繁地使用大量的抗生素，包含氟甲磺氯黴素、氟滅菌、羥四環黴素等，同時也使用治療性藥品如磺胺劑、呋喃劑，以及大量的水質消毒處理劑如福馬林、螯合銅劑、甲基藍、孔

雀綠等，然而卻伴隨著肉品藥物殘留量管控與容易造成多種人體副作用的食安疑慮，以及抗藥或耐藥性微生物廣泛出現，對環境產生衝擊，使得施予藥物以處理水產養殖生物疾病的方法逐步被抵拒或禁止（洪玉靖、陳宗嶽，2011a）；無獨有偶，透過化學藥物以求快速增進動物的蛋白質合成速率，有效增大動物肌肉的策略，同樣隱藏著食安疑慮，開始受到消費市場的嚴格檢視。由此可見，如何在消費者可接受及低生產成本的前提下，有效調節魚體的生長、抗病、抗逆境的生理機制，並避免大量化學生長激素或藥物的濫用，走向無抗養殖，是現有飼料添加技術發展的瓶頸，亦是未來水產飼料添加物研發所必須改善的整體性問題。

在食品安全和環境保護的趨勢之下，水產養殖業逐漸走向無抗養殖。（攝影／林韋言）

生技飼料技術，臺灣飼料添加物的開發優勢

以生物科技製造的商用配方飼料，可以降低飼料轉換率，同時又具備高消化率，已受到水產養殖產業興盛國家的重視並加以研究，而生技飼料添加物的研發是未來智慧水產養殖與產業永續發展的重要關鍵。臺灣近年來產學界積極投入生技飼料技術的研發，冀望開發更趨天然的物質做為機能性飼料添加物，促進其功能性在未來可由單一項目走向綜合多元，而這樣的技術已可預期。這對於未來水產養殖產能、全球糧食短缺問題及環境的永續經營，皆有正面的經濟效益影響，也將推動臺灣在國際競爭中更具有優勢地位。（參考文獻請逕洽作者）

獅馬肥料
獅馬微量元素
高品質鉗合態微量元素
有效預防維量元素缺乏

肥進（微）字第0560042號
4-41雜項次量微量要素肥料
登記成分：水溶性氧化鎂 3.3%
水溶性硼 0.5%
水溶性錳 4.0%
水溶性鉬 0.1%
全鋅1.5%(15000 mg/kg)
全銅1.5%(15000 mg/kg)

肥進（微）字第0560048號
4-41雜項次量微量要素肥料
登記成分：水溶性氧化鎂 1.2%
水溶性硼 1.5%
水溶性錳 3.0%
水溶性鉬 0.05%
水溶性鐵 4.0%
全鋅4.0%(40,000mg/kg)
全銅0.5%(5,000mg/kg)

王馬企業有限公司 電話：07-6975560 網址：www.horse-lion.com.tw