

餌料生物新思維

■ 朱永桐 · 陳陽德 · 張丁仁 · 梁貴龍
邱靜山 · 吳承憬 · 黃政軒 · 葉信利

**培育優質健康的石斑種苗是發展石斑養殖很重要的一環，
而大量培養優質餌料生物的技術
是建立優質種苗大量生產系統的主要關鍵。**

依據2010年的聯合國糧食及農業組織報告，2009年全球捕撈漁業的產量達9千萬公噸，但世界人口持續增加，加上水產食品有益健康的意識高漲，全球對水產食品的需求不斷攀升。然而海洋漁業所能提供的幾乎已達極限，今後必須依賴水產養殖才能滿足人類對水產食品的廣大需求，因此水產養殖已成為解決人類水產食品不足的最大寄望。

水產養殖對全球水產食品供應的比重將與日俱增，而水產種苗能否適時充分供應，對水產養殖的發展具關鍵性的影響。水產種苗產業是水產養殖產業的火車頭，因此掌握重要水產生物種原以發展高科技水產種苗產業，有很大的商機。

石斑魚是棲息於珊瑚礁的底棲性高經濟魚類，由於中國經濟發達，石斑魚市場需求量增加，但過度的捕撈已使多種石斑瀕臨絕種，如藍身石斑魚和鞍帶石斑魚（龍膽石斑）都已列入「瀕危」或「易危」品種。台灣是世界第二大石斑魚養殖國，農委會也因此把石斑魚產值倍增計畫列入「精緻農業方案」，希望在2013年能達成目標。

**海洋漁業所能提供的幾乎已達極限，
今後必須依賴水產養殖才能滿足人類對水產食品的廣大需求，
因此水產養殖已成為解決人類水產食品不足的最大寄望。**

■ 台灣水產種苗產業雖已相當發達，但仍有不少問題亟待解決，譬如建立餌料生物生產系統以利大量生產優質水產種苗，和有效防制疾病的發生，都是目前重要的課題。

最近已把石斑列入兩岸經濟合作架構協議早收清單中，政府也期許台灣成為石斑魚王國，甚至躍升為全球最大出口地。這些舉動鼓舞了石斑產業界，不論是經濟上或生態維護上，石斑魚繁殖生產都應是當今值得投資的行業之一。

培育優質健康的石斑種苗是發展石斑養殖很重要的一環，而大量培養優質餌料生物技術是建立優質種苗大量生產系統的主要關鍵。

產業現況

石斑魚是我國養殖產業中持續維持高價且高利潤的種類。近十年石斑魚的種苗生產技術已有突破性的發展，主要歸功於種魚的自然產卵和餌料生物大量培養等關鍵技術的確立。從種魚養成，經自然產卵、育苗、養成等階段，可說已達到「完全養殖」的產業目標。

目前台灣海水魚養殖業的專業分工已相當徹底，專門照顧種魚和生產受精卵的種魚場主要分布在屏東地區，負責培育白身魚苗的育苗場主要分布在台南地區，負責培育大型苗的中間育苗場主要分布在高雄地區，而成魚場則在高屏地區。

台灣石斑成魚養殖在屏東地區以硬池（池壁是混凝土或砌磚）較多，也有部分土池，高雄地區多是土池。屏東每分地放養量為7,000~10,000尾，高雄每分地放養量為4,000~5,000尾。過去兩地存活率可達60~70%，目前因氣候多變和環境惡化造

成疾病爆發，平均存活率降至60%以下。

台灣水產種苗產業雖已相當發達，但仍有不少問題亟待解決，譬如建立餌料生物生產系統以利大量生產優質水產種苗，和有效防制疾病的發生，都是目前重要的課題。

餌料生物

石斑魚種苗生產雖已達商業化量產規模，但生產穩定性低，原因是魚苗小又脆弱，且有鰭變態和餌料營養問題。近年更受神經壞死病毒和虹彩病毒感染，使總育苗率不超過1%。而在育苗開始時就遭遇初次攝餌成功與否的困難，主要是餌料大小、嗜口性和營養問題。

輪蟲應用於海產魚類種苗生產始於1960年代末、1970年代初，當時日本學者首先認識到輪蟲，尤其是壺形輪蟲可以做為海產魚類仔魚的適當開口餌料。當他們把壺形輪蟲成功地應用於嘉鱻種苗的規模化生產後，輪蟲就成了所有海產魚類種苗生產通用的必要餌料生物。迄今為止，用輪蟲做為開口餌料成功地進行種苗生產的海產經濟魚類至少已達六十餘種。

目前，大多數海產魚類的種苗生產初期以輪蟲做為開口餌料，投餵輪蟲時間的長短常因魚苗種類的不同而異。下一階段的餌料生物則是橈足類或豐年蝦。

魚苗能攝取的餌料大小是由口徑決定的，同

種魚類口徑的大小和體長相關，不同魚類的口徑有相當大的差異。雖然魚苗的口徑大小決定了所能攝取餌料的最大尺寸，但在自然狀態下，魚苗所攝取餌料的平均直徑通常小於口徑的二分之一。海洋中魚苗所攝取的餌料常隨著自身的增長而增大。人工育苗狀態下，投餵的餌料也必須逐漸增大，以使魚苗能以最大的速率成長。

石斑苗體長和口徑又較一般海水魚苗小，因此增加了石斑魚苗育成的困難度。目前國內以易取得的牡蠣受精卵為石斑類魚苗的開口餌料，石斑白身苗育苗的餌料系列依序是牡蠣受精卵、輪蟲、橈足類或豐年蝦等。

顛覆傳統

目前台灣蝦苗生產需用的餌料生物是微藻和豐年蝦，魚苗生產則是微藻、輪蟲、橈足類及豐年蝦。魚苗生物餌料的培養傳統上以藻類為主，然而在產業上要以微藻系統培養供應足量的初期餌料是有困難的，目前業界多以下雜魚肉為基質發酵生產輪蟲和橈足類，這方法既不衛生且易帶雜菌。

國內石斑苗生產方式有戶外型和室內型兩種模式。戶外型魚苗生產以自然滋生的浮游生物為第一次攝餌餌料，並隨魚苗成長補充輪蟲、橈足類和人工飼料。室內型魚苗生產所使用的輪蟲、橈足類都採人工供給投餵方式，餌料來源是生物餌料供應業者。投餵過程中若購入的輪蟲、橈足類未處理乾淨，可能因夾帶病毒、細菌或寄生蟲而感染養殖魚苗或汙染水

質，不僅影響現階段魚苗的存活，也會影響下一階段的養成，以致中間育成及成魚養殖存活率下降至平均不到50%。

目前業界生物餌料生產的方法既不衛生且易帶雜菌，不乾淨的餌料可能是石斑感染病原的途徑之一。因此，想育苗成功，首要條件就是有大量乾淨餌料生物的供應。

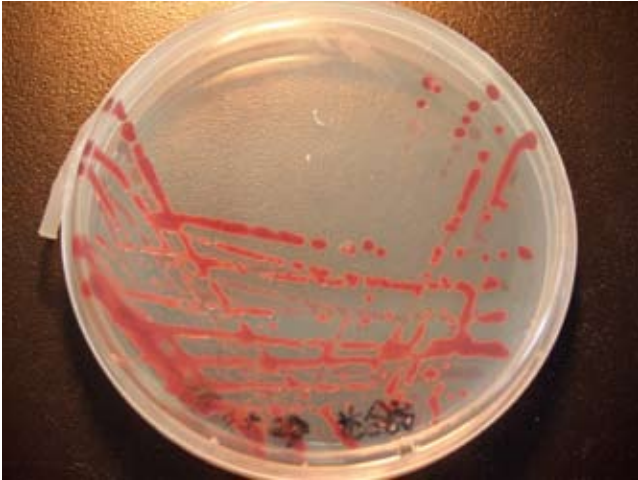
水產試驗所海水繁養殖研究中心為了克服以微藻方式生產生物餌料的供應不足問題，於1990年起，從田間養殖池中分離純化一株光合細菌菌株，並開始進行菌株的培養條件探討，和應用於石斑魚種苗生產過程的相關研究。此外，以這光合細菌液取代原微藻培養輪蟲的生產系統，並於室外池（25m×30m×1.8m）建立乾淨餌料生物量產系統。以目前建構的室外量產模式，每公噸光合細菌液約可生產溼重1公斤的輪蟲，每日約可生產100公斤，能充分提供石斑苗量產所需的初期餌料。

什麼是光合細菌

光合細菌是對能進行光合作用而不產氧的原核生物的總稱，是地球上最早出現且有原始光能合成體系的原核生物。它廣泛存在於自然界中，在腐敗有機物質濃度高的水域中更是常見，具有固氮、產氫、固碳、脫硫等能力，可氧化分解硫化氫、胺類和多種毒物。

利用厭氧進行光合作用的光合細菌主要分為4類，即綠色含硫菌、綠色非硫菌、紫色含硫菌和紫色非硫菌。目前海水繁養殖研究中心分離純化出的菌株就屬於紫色非硫菌，是紅螺菌

目前生物餌料生產的方法既不衛生且易帶雜菌，不乾淨的餌料可能是石斑感染病原的途徑之一。因此，想育苗成功，首要條件就是有大量乾淨餌料生物的供應。



分離純化的光合細菌菌落



戶外量產光合細菌

科的*Rhodovulum sulfidophilum*。

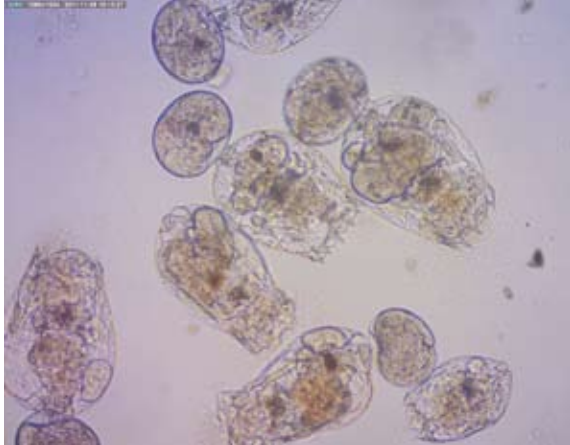
光合細菌都是革蘭氏陰性菌，有單細胞和多細胞，形態多樣有半環狀、桿狀、球狀、螺旋狀和卵圓狀。在運動方面，有利用鞭毛運動的，有滑行運動的，或者不運動的。一般細胞直徑大小是 $0.5\sim 5\ \mu\text{m}$ ，主要以二分分裂方式繁殖，少數是出芽生殖。

光合細菌的特性與應用

營養豐富 光合細菌是一種營養豐富、價值高的細菌，菌體蛋白質含量高，是良好蛋白質來源。以海水繁養殖研究中心保有的*Rhodovulum sulfidophilum*來說，粗蛋白含量達到60.22%，粗脂肪含量8.19%，並含有豐富的胺基酸、葉酸、維生素B群，尤其是維生素B12、類胡蘿蔔素和生物

光合細菌*Rhodovulum sulfidophilum*及其培養的輪蟲、橈足類的一般成分

近似組成 (%)	<i>Rhodovulum sulfidophilum</i>	輪蟲	橈足類
粗蛋白 (%)	60.22	67.33	57.93
粗脂肪 (%)	8.19	10.00	8.38
灰分 (%)	31.59	22.66	33.69



以光合細菌培養生產的輪蟲



以光合細菌培養生產的橈足類



由光合細菌所培育的輪蟲的採收

素，還有生理活性物質輔酶Q。

具淨化水質能力 在養殖池中，魚蝦等水產的養殖密度通常遠高於自然界，大量的魚蝦排泄物和殘餌滯留在養殖水體中會沉入養殖池底部，在腐敗菌的作用下產生各種有毒、惡臭物質（如氨、硫化氫、胺等），使水體嚴重汙染，養殖生物生長受到阻礙，甚至死亡。在管理上，通常採取適當換水和水循環過濾的方法解決這問題。但換水不僅增加養殖成本，且常會破壞水中的最適餌料微生物群落。光合細菌對各種有機物質、氨、胺、硫化氫等有極強的利用能力，能有效降低這些汙染物質的濃度。

具抑菌能力 海水繁養殖研究中心曾進行光合細菌對病原菌抑制能力的研究，並探索其對點帶石斑魚養殖環境中水質和育成的影響。試驗結果顯示，光合細菌濃度 10^4 CFU / ml對病原菌*Vibrio alginolyticus*、*V. anguillarum*、*V. parahaemolyticus*有抑制能力。此外，定期添加光合細菌於石斑魚養殖池水的試驗結果顯示，可有效降低池水中氨—氮和亞硝酸—氮的濃度。

直接做為餌料和飼料添加劑 光合細菌個體小，營養豐富，可以做為浮游生物（例如輪蟲、橈足類、豐年蝦等）的餌料，而這些浮游生物又是水產生物幼體的開口餌料，因此在食物鏈中有非常好的營養傳遞作用。水體中的光合細菌越多，浮游生物的生長越旺盛，水產生物的增產效果就越明顯。

海水繁養殖研究中心曾利用光合細菌進行輪蟲增殖培養試驗，以菌體濃度 3.97×10^6 CFU / ml稀釋批次培養方式培育輪蟲。在一周後，以15%的效果最佳，可在接種後第7天達483隻 / ml，顯示光合細菌濃度對輪蟲培養確有增殖效果，且在添加光合細菌液後，觀察到光合細菌有促進水中較小型原生動物等增生的效果。

把光合細菌液添加在不同初期餌料中，做為鞍帶石斑開口餌料的試驗結果，顯示光合細菌液



把光合細菌應用於石斑魚育苗後的魚苗捕獲



應用光合細菌生產的七星斑苗



應用光合細菌生產的龍膽石斑苗

對於石斑魚初次攝食有正面的效果。投飼牡蠣受精卵和輪蟲組，在魚苗孵化後7天（DAH7）的存活分別是47和28%，而光合細菌液和輪蟲混合投飼的存活效果明顯提高，是試驗組中最好的，DAH7的存活率尚有57%。近幾年來，海水繁養殖研究中心應用光合細菌於點帶石斑、龍膽石斑、七星斑、油斑等石斑類的育苗生產，育苗存活率約可提升8~37.5%。

乾淨餌料生物量產系統

海水繁養殖研究中心由田間養殖池中分離純化出的光合細菌菌株，對寒、暑、烈日和暴雨的耐性很強，受天候的影響不大。中心已先後完成菌株適當培育環境的建立，應用於輪蟲培養的初步試驗，菌體和餌料的營養成分和應用於石斑苗的培育，證實這菌株可應用在石斑魚育苗過程中，尤其是菌株的營養成分高，具抑菌和抗病毒效果及水質處理功能，很適合應用在產業上。

基於目前產業的生產方式不衛生且有傳播病原的疑慮，綜合利用光合細菌的優點，生產乾淨未帶病毒的餌料，是亟待推廣發展的方法。

未來海水繁養殖研究中心擬整合先前建立的關鍵技術，並以生物安全概念，配合完善的養殖管理技術，建立量產模場技術。期以整場輸出方式推廣技轉民間，解決目前產業石斑育苗存活率低下和不穩定的問題，以提升漁民收益，拓展市場及增加國際競爭力。

朱永桐·陳陽德·張丁仁·梁貴龍
邱靜山·吳承憬·黃政軒·葉信利

行政院農委會水產試驗所海水繁養殖研究中心