

第九章 垂直型水產養殖在石斑魚中間育成 及疾病觀察的應用

蕭世民¹、梁麗麗¹、何芝葶¹、黃清龍²、謝欣蓓²、王慧婷²

高雄海洋科技大學¹ 水產養殖系暨研究所、² 海洋生物技術系暨研究所

一、前言

垂直型水產養殖系統以淺水養殖槽的設計及槽內生態結構的安排促成循環水養殖系統在空間及水體上的立體 (3D) 利用。以岩礁為棲地或在水底棲息的水生物，包括魚類及蝦類等，在具有特定生態結構的養殖水槽中，可生活在十分淺的水中。現有數據顯示白蝦 (*Litopenaeus vannamei*)、莫三比克吳郭魚 (*Oreochromis mossambicus*)、青斑 (*Epinephelus coioides*) 及鞍帶石斑 (*E. lanceolatus*) 等生物均可生活在水深僅 4 – 15 cm 的環境，分別成長至每尾 25 g、500 g、1,600 g、2,500 g 或更大。

此淺水養殖的扁平水槽可上下推疊，構成一個垂直型，以 3D 方式利用空間的多層次養殖系統。此系統可用商業型零組件做為支撐材料，AABSLab 已發展出可快拆快組的各種垂直型養殖設施，曾運用在教室、實驗室、試量產工廠及活體運輸與展示，除供師生及廠商養成優質魚蝦外，亦嘗試運用在養殖魚的治病及免疫處理。

此多層次養殖設施的每層淺水槽中具有可更換的生態結構，當該結構為多層時，魚類可分層居住其中，以 3D 方式利用水體。一個多孔的生態裝置提供給石斑魚降

低緊迫及殘食機率的棲息環境，魚的群聚行為從緊密聚集改為單層次或多層次分散棲息。循環水在紫外線殺菌燈的使用下，以即時 PCR 絕對定量技術檢測，曾記錄鞍帶石斑小魚的頭部或眼球的神經壞死病毒 (nervous necrosis virus, NNV) 含量逐漸減低的現象。在以細密濾材進行物理過濾情況下，魚體上的寄生蟲在兩個月內可充分移除。

AABSLab 準備以此多層次養殖系統及即時 PCR 絕對定量系統為工作平台，在與其它實驗室合作的情況下，試驗下列四個步驟，以達到供應優質抗病幼魚的目標。(1) 病原檢疫：以即時 PCR 絕對定量系統篩選低病原或無病原之卵、白身苗或幼魚，使其儘早進入 AABSLab 的垂直系統，在育成過程中監控魚體病原之變化。(2) 疫苗免疫：以疫苗浸泡白身苗，幼魚口服或注射疫苗等方式進行免疫處理，增強魚隻抵抗特定病原的免疫力。(3) 免疫促進劑餵食：飼料中添加免疫促進劑餵食幼魚，以增強魚隻一般性主動免疫能力。(4) 魚病治療：使用抗菌蛋白質的注射或餵食，進行病魚的治療，以降低病原量而增加育成率。

本工作報告描述第一步驟的病原檢疫與垂直養殖的成果。

二、結果

(一) 環境因素

養殖過程歷經冬天及夏天，槽內的平均水溫為 21 – 31°C (圖 9-1)，pH 維持在 6 – 8.5，溶解氧維持在 4.5 – 6.5 mg/L。

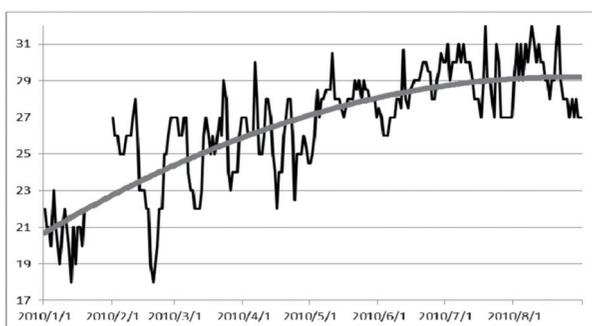


圖 9-1 2010 年 1-9 月的水溫 (°C) 變化

(二) 垂直型養殖系統養成青斑小魚

青斑小魚在 2010 年 1 月 29 日購入，在淺水槽養殖 144 天，平均個體重量由 39 g 成長至 139 g (圖 9-2)，活存率 95%，收成時，體重分布多在 101 – 200 g，但仍有超過 10% 的小魚成長較快，達 201 – 350 g (圖 9-3)。

(三) 垂直型養殖系統養成鞍帶石斑

1. 魚苗：兩批鞍帶石斑小魚 A 及 B 組

A 組：2009 年 7 月購入之寸苗，推測為 5 月孵出之魚苗；B 組：2009 年 8 月 7 日購入之白身苗，推測為 6 月孵出之魚苗。

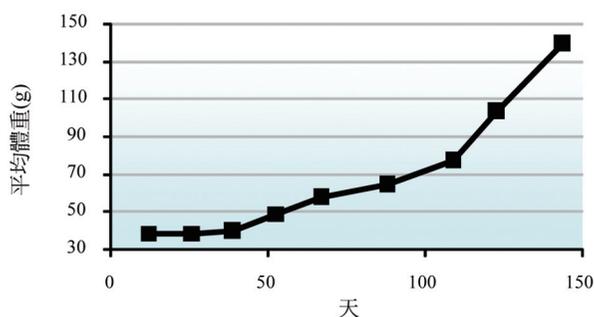


圖 9-2 2010 年 2 月到 6 月青斑小魚的成長曲線

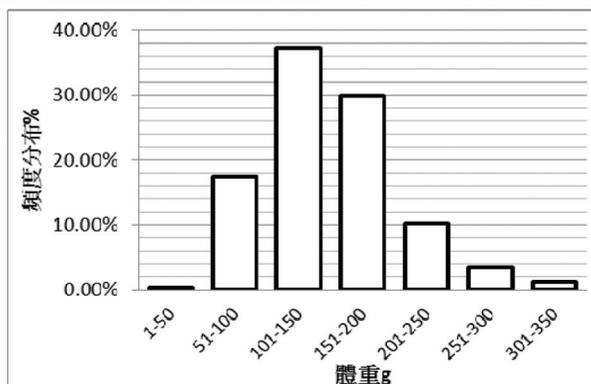


圖 9-3 39 g 青斑小魚養殖 144 天後的體重分布 (n = 311)

2. 體重測量

此兩組鞍帶石斑小魚 A 及 B 組在度過幼魚階段後，自 2009 年 10 月 13 日起，經常採樣以測量體重，A 組在 10 月齡 (3 月 23 日) 及 14 月齡 (7 月 27 日及 8 月 4 日) 時，所有魚體測量體重；B 組在 9 月齡 (3 月 23 日) 及 13 月齡 (7 月 27 月至 8 月 4 日) 時，所有的魚體也測量體重。

3. 成長與體重分布

A 組飼養 7 個月後，10 月齡的體重分布在 154 – 510 g 之間 (n = 26)，體重最大的魚是最小魚的 3.3 倍重量，至 14 月齡，魚群體重分布擴大到 286 – 1,400 g (n = 24)，體重最大的魚是最小魚的 4.9 倍重量，魚體大小不均的現象增加 (圖 9-4)。

B 組飼養 6 個月後，9 月齡的體重分布在 27 – 180 g 之間 (n = 69)，體重最大的魚是最小魚的 6.8 倍，至 13 個月齡，魚群體重分布擴大到 85 – 850 g (n = 60)，體重最大的魚是最小魚重的 10 倍重量，魚體大小不均的現象也增加 (圖 9-5)。

A 組在 10 月齡依體重大於 300 g 的 12 尾及小於 300 g 的 14 尾分為兩批 Aa 及 Ab，分養在不同的淺水槽，B 組在 9 月齡也依體

重大於 100 g 的 28 尾及小於 100 g 的 41 尾各分為 Ba 及 Bb 兩批，分養在不同的淺水槽，成長紀錄呈不同的曲線 (圖 9-6 及 9-7)。

(四) 石斑魚體長與體重的相關變化

青斑與鞍帶石斑的體長與體重循著指數型的曲線而有相關的變化 (圖 9-8 及 9-9)。體重同為 600 g 時，青斑的體長為 32 cm，而鞍帶石斑為 29 cm，體型較為肥滿。

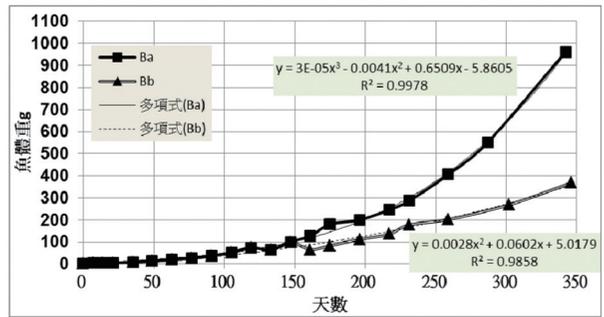


圖 9-7 B 組鞍帶石斑在 9 月齡依體重分養成 Ba 及 Bb 兩群，大型魚 Ba 循多項式成長，小型魚 Bb 也循另一個多項式成長

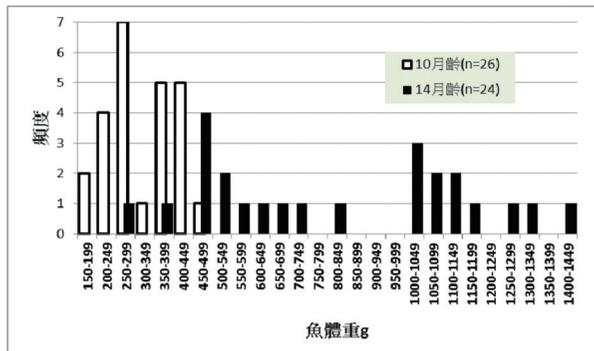


圖 9-4 A 組鞍帶石斑從 10-14 月齡成長為體重不均的族群

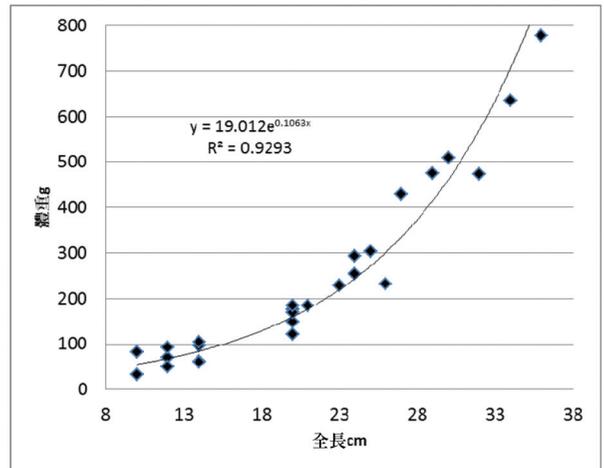


圖 9-8 青斑體重與體長的指數型相關變化

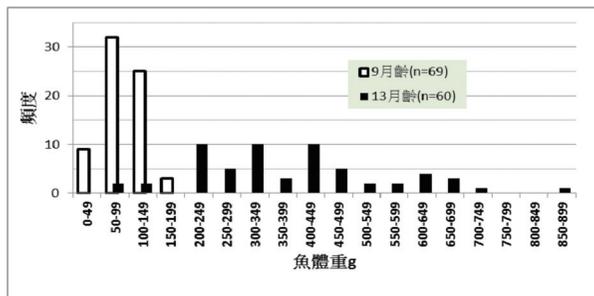


圖 9-5 B 組鞍帶石斑從 9 - 13 月齡成長為體重不均的族群

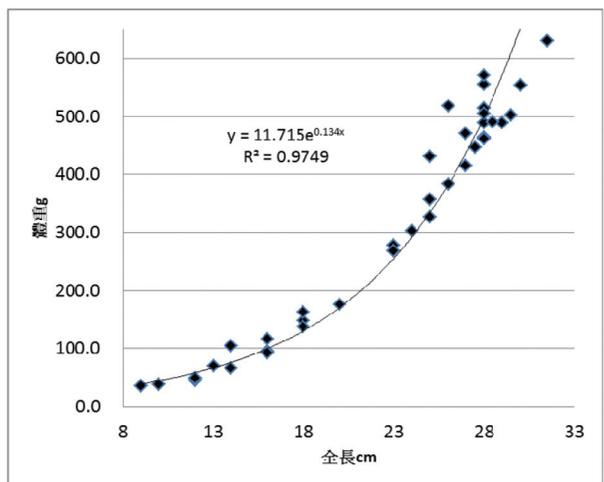


圖 9-9 鞍帶石斑體重與體長的指數型相關變化

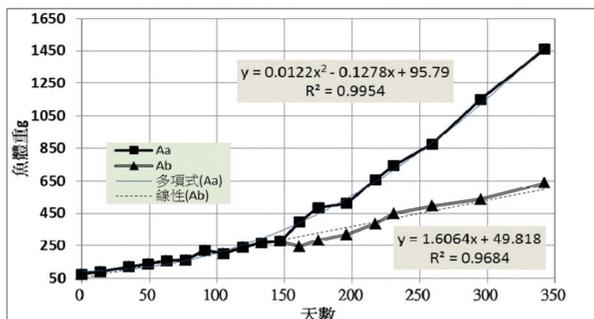


圖 9-6 A 組鞍帶石斑在 10 月齡依體重分養成 Aa 及 Ab 兩群，大型魚 Aa 循多項式成長，小型魚 Ab 循線性公式成長

(五) 病毒及弧菌感染的發病觀察

2009 年多次引入青斑及鞍帶石斑幼魚到實驗室，未有爆發疾病而大量死亡的現

象，如 2009 年 8 月 7 日購入之 B 組鞍帶石斑，70 尾白身苗移入淺水養殖槽後兩個月，以即時 PCR 絕對定量技術測量其頭部的神經壞死病毒量，三尾魚的含量都很低（表 9-1）。

然而 2010 年再度多次引入青斑及鞍帶石斑幼魚到實驗室並進行野外調查，爆發疾病而大量死亡的現象則經常出現。

8 月 7 日在屏東林邊的養殖場，取得一批養殖戶稱為「黑條」的發病鞍帶石斑小魚（圖 9-10），移入垂直養殖系統後，活存的魚均躺臥槽底並陸續死亡，8 月 13 日，經病毒檢測，魚的眼球含大量 NNV 病毒，部分含虹彩病毒（表 9-2）。

9 月起，分別引進青斑小魚及鞍帶石斑小魚各三批。其中兩批青斑小魚在引進前已在養殖場爆發疾病，移入垂直養殖系統後



圖 9-10 養殖戶稱為「黑條」的發病鞍帶石斑小魚

60 天的觀察期間，未爆發疾病。

第一批幼魚購自台南四草許養殖戶（40 天齡白身魚苗），出貨前 20 天爆發疾病，幼魚數目由 2,500 尾減至 7 月 31 日購進時的 245 尾（活存率 9.8%），移入垂直養殖系統後活力良好，能攝食人工幼苗飼料（洪國）。第二批幼魚購自枋寮王養殖戶（45 天齡白身魚苗），出貨前 25 天爆發疾病，幼魚數目由 8 萬尾減至 11 月 16 日購進時的 6,800 尾（活存率 8.5%），移入垂直養殖系統後活力良好，能攝食人工幼苗飼料（洪國），但 NNV 病毒檢測值仍偏高（表 9-3）。

但其它四批（青斑一批及鞍帶石斑三批）購入前是否爆發疾病的情況不明，移入垂直養殖系統後 60 天的觀察期間，均爆發疾病。發病前，青斑及鞍帶石斑幼魚會表現出躲藏在生態結構下的行為（圖 9-11），飼食飼料（長龍及洪國）的能力良好，但若躲藏行為消失，則幼魚出現發病的徵兆。



圖 9-11 未發病的石斑幼魚會明顯表現躲藏在生態結構下的行為

表 9-1 70 尾鞍帶石斑白身苗移入淺水養殖槽兩個月後的神經壞死病毒檢測

日期	長度 (cm)	NNV* copies	魚的狀况
2009/10/20	3.6-4.3	$6.0 \times 10^2/\text{head}$	飼養兩個月後，受驚嚇，跳出淺水槽死亡
		$3.2 \times 10^2/\text{head}$	
		$4.3 \times 10^2/\text{head}$	

* nervous necrosis virus 神經壞死病毒

表 9-2 林邊一魚苗場黑變鞍帶石斑小魚移入淺水養殖槽後的病毒檢測

日期	長度 (cm)	NNV* copies	虹彩病毒 Δ	魚 的 狀 況
2010/8/13	6.2	$5.1 \times 10^{10}/\text{eye}$	+	8 月 7 日 由 屏 東 林 邊 一 魚 苗 場 帶 回， 身 體 已 黑 變， 魚 先 躺 臥 而 逐 日 死 亡
	6.5	$4.1 \times 10^{10}/\text{eye}$	+	
	6.0	$4.5 \times 10^{10}/\text{eye}$	-	
	5.7	$1.6 \times 10^{10}/\text{eye}$	-	
	5.7	$1.1 \times 10^{10}/\text{eye}$	-	
	5.0		-	

* nervous necrosis virus Δ PCR 檢測：+ 陽性，- 陰性

表 9-3 枋寮王養殖戶白身魚苗移入淺水養殖槽後的病毒檢測採樣

日期	長度 (cm)	NNV copies	魚 的 狀 況
2010/11/19	3.0	$7.3 \times 10^5/\text{head}$	活力良好，能攝食人工幼苗飼料 (洪國)
	2.8	$7.2 \times 10^5/\text{head}$	
	3.1	$6.7 \times 10^8/\text{head}$	
	4.2	$4.3 \times 10^9/\text{eye}$	
	3.8	$3.0 \times 10^6/\text{eye}$	
	3.6	$6.6 \times 10^9/\text{eye}$	

發病的徵兆依序為：(1) 失去躲藏能力；(2) 失去攝食能力；(3) 逐漸死亡。鞍帶石斑在這個階段體色明顯變黑。部分青斑及鞍帶石斑在倒臥一到兩個月後逐漸復原 (圖 9-12)。

這四批魚的發病觀察：第一批，3 cm 青斑魚苗 700 尾，於 7 月 31 日自台南引進，10 天後開始發病，病死魚的 NNV 病毒量高達 6.7×10^{10} copies/eye，部分帶有虹彩病毒，沒有發病的魚則繼續成長，在 9 月初成長至 7 - 9 cm 長，仍具有高量 NNV 病毒並部分帶有虹彩病毒 (表 9-4)，弧菌則沒有檢出，兩個月後活存率不到 20%。第二、三及第四批，5 - 10 cm 鞍帶石斑小魚於 9 - 10 月間陸續購入，在觀察期間，三批魚皆

發病，多數體色變黑並倒臥，第 39 - 59 天清點，活存率在 13 - 28% (表 9-5)。



圖 9-12 發病的鞍帶石斑小魚有長期躺臥的現象，部分在 1-2 個月後復元

表 9-4 台南購入之白身苗移入淺水養殖槽後的病毒檢測

日期	長度 (cm)	NNV copies/eye	虹彩病毒 Δ	弧菌 Δ	魚 的 狀 況
2010/8/20	4.0	5.4×10^{10}	-		由台南帶回，無明顯黑變，逐漸死亡
	3.4	3.7×10^{10}	-		
	4.5	7.9×10^8	-		
	5.2	6.7×10^{10}	+		
2010/9/3	4.1	1.2×10^9	-	-	未發病，活力正常
	4.0	1.1×10^8	-	-	
	4.0	1.1×10^8	-	-	
2010/9/3	7.5	7.3×10^9	-	-	
	9.0	5.5×10^7	+	-	
	7.7	1.5×10^{10}	+	-	

* nervous necrosis virus Δ PCR 檢測：+ 陽性，- 陰性

表 9-5 2010 年購入三批 5-10 cm 鞍帶石斑小魚的發病情形

來源	購入日期	購入尾數	清點日期	觀察天數	活存尾數	倒臥尾數	活存率
林園吳太太	9月10日	196	11月3日	54	44	0	22.4%
布袋楊先生	9月25日	316	11月3日	39	42	9	13.3%
佳冬陳先生	10月13日	301	11月25日	43	85	19	28.2%

三、討論

(一) 垂直養殖中間育成

1. 在移入的初期若沒有爆發疾病，青斑及鞍帶石斑小魚可在淺水養殖槽持續成長，活存率在 80 – 90% 以上，由於易於觀察及測量，可篩選快速成長的個體。
2. 幼魚在進入中間育成的早期，經常因爆發疾病而大量死亡，如何提高幼魚在這個階段時的抗病力是重要的課題。
3. 若青斑苗育成至體長 9 cm，可自然具有抗病能力，從白身苗起算，中間育成的時間估計長達 100 天。鞍帶石斑苗育成至體長 15 – 25 cm，若可自然

具有抗病能力，從白身苗起算，中間育成的時間需長達 150 – 250 天。

4. 若疫苗注射能使青斑及鞍帶石斑小魚提早具充分的抗病力，中間育成的時間可以縮短。

(二) 優質幼魚的供應體系

為穩定石斑魚養殖漁業的獲利機會，目前池塘養殖石斑魚在放養後活存率過低（青斑約 30%，鞍帶石斑約 10%）的現象需大幅改善。以 AABSLab 養殖平台，搭配病原檢疫系統、疫苗免疫、免疫促進劑餵食及抗菌蛋白質治療等處理，期望能進一步建立優質幼魚的供應體系。