

# 條石鯛養殖試驗及低溫耐受性探討



林翌涵、邱韻霖、歐俊龍、謝恆毅、蔡萬生

水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

## 前言

條石鯛 (*Oplegnathus fasciatus*) 分類上為條鰭魚綱 (Actinopterygii)、新鰭魚亞綱 (Neopterygii)、鱸形目 (Perciformes)、鱸亞目 (Percoidei)、石鯛科 (Oplegnathidae)。體黃褐色，含體側及頭部眼帶，共有 7 條黑色橫帶，外型上極易辨識，全世界共記錄 1 屬 7 種，台灣有 1 屬 2 種，分別為條石鯛及斑石鯛 (*O. punctatus*)。石鯛在台灣俗稱海膽鯛、黑嘴、硬殼仔，主要分布於太平洋和印度洋沿岸，包括台灣、日本、韓國、中國、夏威夷等熱帶、亞熱帶的沿近海礁岩岸及珊瑚礁區，屬肉食性，具堅硬之齒板，在野外主要以海膽、藤壺、甲殼類等底棲無脊椎生物為食。此魚種因數量稀少，在日本素有夢幻魚之稱，野生魚的行情每台斤在新台幣 1,000 元以上，在餐廳屬於高檔海鮮。

條石鯛在日本、韓國及中國已可人工養殖，所以相關的研究報告不少，但都著重在生物、生理、餌料營養及疾病部分的探討。Fukuhara and Ito (1978) 描述了魚種的鰭條、鱗片等形態特徵；其後則發現在人為養殖環境下，條石鯛常會出現脊椎骨異常的畸形魚及其體側條紋等的變化 (Fukuhara et al., 1980)。魚苗的培育常常有許多關鍵技術，特

別是育苗時期的餌料、餌料生物的滋養、飼料的營養成分及水質變化等 (Tachibana et al., 1997)。另外疾病通常是造成養殖魚種死亡的主因，特別是病毒性的疾病。Jung and Oh (2000) 的報告指出，條石鯛的病毒性感染疾病主要為虹彩病毒 (iridovirus)，而且各階段的魚都有感染可能，病徵有體色變黑，食慾不振，活動力不佳，脾臟和肝臟會有腫大的情況，養殖時感染病毒的死亡率達六成以上。近期的研究主要有胚胎發育 (He et al., 2011)，以及條石鯛跟斑石鯛不同種的雜交生殖及受精率 (Shimada et al., 2009) 的探討等。但在台灣則少有相關研究報告。此魚種對低溫環境極具耐受性，因此就其人工繁養殖現況及可否作為冬天低水溫期之養殖對象進行初步探討。

## 材料與方法

### 一、孵化、育苗及成長記錄

受精卵孵化成仔魚 48—60 小時後，投餵牡蠣受精卵作為開口餌料生物，並添加少量擬球藻 (*Nannochloropsis* sp.) 穩定水質。牡蠣受精卵連續投餵 3 天後，轉換成輪蟲 (rotifer)，連續投餵 14 天，此期間採止水式育苗，並於每日早上及下午添加藻水維持水

色。第 12 天起，開始混和投餵橈足類 (copepod)，並視池底狀況進行抽底，以維持池底清潔並防範有機物等有害物質的累積。俟餌料生物完全以橈足類為主後，改採流水式育苗，並開始投餵滋養過的豐年蝦 (artemia) 無節幼蟲。第 26 日後，以半浮性人工飼料開始馴餌，並記錄其體長，之後再以沉性人工飼料為主。其後每 50 日測量體長 1 次。

## 二、低溫耐受性試驗

選取本次培育之仔魚，進行溫度耐受性試驗。實驗前 1 週，先行將實驗魚放入 250 L FRP 桶槽中馴養，水溫控制於 26°C，鹽度則維持在 33–34 psu。

試驗時，桶槽水溫由 26°C 開始，每小時降溫  $2 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，當魚隻開始出現喪失平衡情況時，取 1 隻放至恢復區 (水溫 26°C)，觀察其是否可以活存並恢復正常泳動。如果可以恢復正常，即判定該溫度為該魚隻急速降溫耐受極限溫度，並在魚體開始出現喪失平衡後，改為每小時降溫  $1^\circ\text{C}$ 。實驗組及對照組各有 20 隻仔魚，採三重複，對照組是在溫度  $26 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，鹽度 33–34 psu 之穩定環境下飼養。

## 結果

### 一、育苗及成長記錄

受精卵約 25 小時後開始孵化，第 2 天以滴流方式添加綠藻水 (擬球藻) 穩定水質，能見度維持在 50–60 cm 左右。第 3 天為魚苗開口攝食時刻，於清晨起，採少量多餐方式投餵牡蠣受精卵。待過料成功後，餌料隨

魚苗成長轉換成輪蟲、橈足類、豐年蝦無節幼蟲。當餌料轉換成橈足類為主時，水質管理以流水方式不再添加藻水，並開始抽底去除底部排泄物及有機物質。當其體表開始出現條紋時，以半浮性微粒飼料進行馴餌，300 g 卵育苗 1 個月，共培育出 4,000 餘隻的白身魚苗。養成階段各時期之魚苗形態如圖 1。育苗期間投餵策略及水質控制如表 1，生長曲線如圖 2 所示。

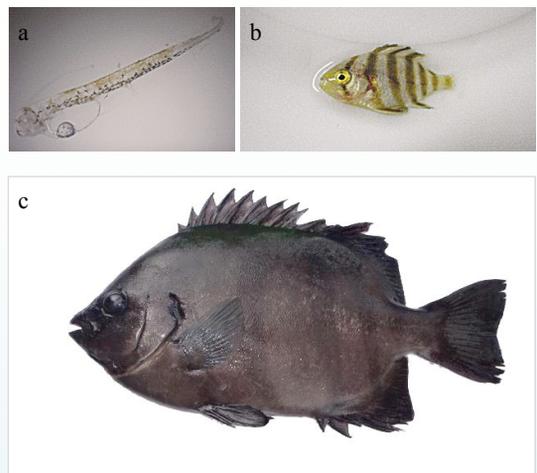


圖 1 不同時期的條石鯛。a：剛孵化的魚苗；b：1 個月後的仔魚，平均體長 1.3 cm (n = 50)；c：人工飼養 250 天後，平均體長 21.83 cm，平均體重 285.4 g (n = 50)

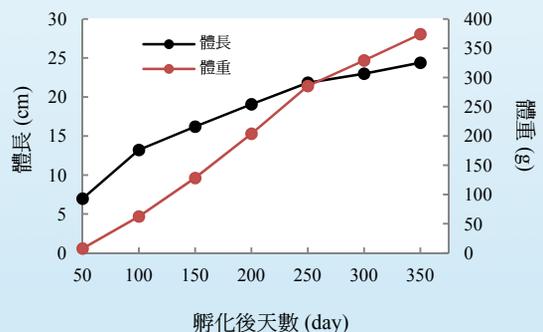


圖 2 條石鯛生長曲線

表 1 條石鯛育苗時期餌料投餵及水質管理

年齡(天數)	餌料	水質管理
1-2		過濾海水
3-5	牡蠣受精卵	添加綠藻水
6-19	輪蟲	添加綠藻水
17-27	橈足類	流水
21-27	豐年蝦	流水
26-	人工飼料	流水

## 二、低溫耐受性試驗

第一次試驗：條石鯛大小 2-3 吋，當水溫降至 11°C 第 1 個小時後，開始有魚隻出現喪失平衡情形，隨著時間越長，比例越高，但一直到第 24 小時後，皆未有死亡狀況發生，且分別在第 1 小時、第 6 小時及第 24

小時將出現異常的仔魚移回觀察組（水溫 26°C）時，皆能回復正常游動行為。然當水溫降至 10°C，第 12 小時魚隻開始出現死亡，第 24 小時實驗魚全數死亡。不過，在 10°C 時出現異常之魚隻，於第 1 小時至第 6 小時期間移回觀察組，魚隻仍可回復正常游動行為。

第二次試驗：條石鯛大小 4-5 吋，水溫降至 11°C 第 1 小時，魚隻開始有喪失平衡情況，但在第 24 小時後，才有死亡狀況發生；水溫降至 10°C，在第 11 小時後開始有魚隻死亡，第 24 小時後實驗魚隻全部死亡。

綜觀兩種不同魚體大小之實驗結果，耐受低溫的程度大致相同（表 2）。

表 2 條石鯛低溫耐受性的反應

水溫(°C) \ 反應	喪失平衡	死亡	回復(活存)
26-12	否	否	
11	是 (6 小時之後)	否	是
10	是 (1 小時之後)	是 (6 小時之後)	是 (6 小時之前)

## 討論

台灣目前鹹水養植物種有虱目魚、烏魚、七星鱸、石斑魚、午仔魚、黑鯛、黃錫鯛、黃鰭鯛、銀紋笛鯛、赤鰭笛鯛、嘉鱻、黃臘鰱、黑斑紅鱸、鮑魚、海鱸、紅甘等，而其中石斑魚、海鱸、紅甘及鯛科魚類是箱網養殖之主要魚種。養殖期程是養植物種主要的考慮因素之一，海鱸 FCR (feed conversion ratio) 約 2.2 上下，1 年可長 3.5-

6 kg (Benetti et al., 2010)。俗稱「菜斑」的瑪拉巴石斑及點帶石斑，養殖 1-1.5 年可達上市體型 1 斤。鯛科魚類 1-1.5 年可長 1-1.5 斤之間，但這都跟放養密度、飼料種類、養殖環境息息相關。本試驗結果，飼養於 30 噸 HDPE 桶槽的條石鯛，放養密度每噸水在 10-15 隻間，飼養 350 天平均體重約 370 g。

飼料成本一向是水產養殖上最主要的支出，一般而言約佔養殖成本的六成以上 (Chong, 1993)。條石鯛的 FCR 在 1.1-1.8 之

間 (Lim and Lee, 2009), 依不同階段的幼魚、成魚和飼料組成而異。本次實驗係以市售石斑魚沉性飼料餵養, 粗蛋白含量為 46%、粗脂質 10%, 再額外添加綜合維他命及維他命 C 在飼料中混合投餵。養殖過程中, 以人工飼料為主, 偶而以蝦肉、牡蠣及其他生鮮餌料為輔, 以避免因寡食造成營養性的疾病。養殖期間, 全程採流水方式, 並視池底狀況做清池刷底的工作。對肉食性魚種來說, 飼料成本會隨蛋白質比例的增加而遞增, 肉食性魚類蛋白質來源主要為魚粉, 但隨著水產原物料價格的攀升, 以植物性蛋白取代動物性蛋白成為未來趨勢。在條石鯛飼料組成中, Lim and Lee (2009) 報告中指出, 以植物性蛋白大豆粉 20–30% 的比例取代魚粉, 能有效的被條石鯛所吸收, 如此也增添了其未來成為新興養殖魚種的優勢。

水溫變化是魚類常見的緊迫因子, 急劇的溫度變化很容易影響其生理機能, 嚴重時更會造成生物的死亡。因此每有寒流侵襲之際, 驟降的水溫常導致養殖生物大量死亡。陸上的養殖池, 可以搭建防風棚、挖防寒渠、抽地下水、闢越冬溝來抵禦寒害, 但海面的箱網卻沒有有效的避寒方式, 故只能慎選養殖魚種。溫度變化常常會影響或限制生物的生理及行為反應, 不管高溫、低溫, 對魚類而言都是緊迫。魚類在遭受溫度刺激後, 在適應過程中, 依不同階段將緊迫反應分為反抗期 (resistance)、適應期 (adaptation) 及衰竭期 (exhaustion), 每個階段的反應各異。反抗期指的是個體在遭受緊迫因子刺激時, 生物產生迴避的行為藉以逃離此環境所給予的壓迫。適應期指生物經由生理的調節及代謝

的補償作用, 達到新的恆定狀態。衰竭期指的是長期處於緊迫狀態下, 魚類已經無法調節生理機制, 或喪失生理上的行為反應, 對環境的抵抗力變低, 進而造成個體死亡 (Pickering, 1981)。本研究的觀察重點為第三級反應, 也就是衰竭期後續行為反應及是否能夠回復正常的生理狀態, 結果不同體型仔魚的表現均相當類似, 當水溫降到 16°C 時, 魚隻的鰓蓋活動開始減緩, 且其群游的行為由中層開始轉移至上層並保持停留狀態; 水溫降至 11°C 的第 6 小時後, 開始會有魚隻出現平衡喪失的情況, 對外界的反應明顯遲緩; 24 小時後, 尚未有魚隻死亡, 且回復到原始 26°C 皆能正常游動。然, 當水溫降至 10°C 時, 所有魚隻皆出現平衡喪失行為, 黏膜明顯脫落; 至第 11 小時後, 開始死亡, 24 小時內, 全數死亡。此低溫試驗結果顯示, 條石鯛耐受極限溫度為 11°C, 且至少可耐受 24 小時。

在全球氣候變遷影響下, 澎湖 2008 及 2011 年冬天, 出現歷年來少見的淺海寒災。受到冬季強勁的東北季風及持續性的低溫海水影響, 不管是澎湖海域的野生魚類, 或是箱網養殖魚類都傳出大量凍死的災情。據澎湖縣政府統計, 2008 年寒害對養殖漁業與天然漁業資源造成的損失高達 3,000 多公噸, 預估災損超過新台幣 1 億 8 千萬元; 2011 年也造成超過 8 千萬元的損失。兩次寒害凍死的魚類多達 64 科 183 種 (Hsieh et al., 2008; 呂, 2012), 但其中未見石鯛科魚種, 此也呼應了本試驗的結果, 即石鯛可耐受澎湖冬季的低溫海水, 有潛力成為未來海洋箱網養殖的新興對象魚種之一。