

第四章 石斑魚中間育成技術與管理

一、前言

根據聯合國世界糧農組織 (FAO) 的調查，2011-2012 年間全球石斑魚產量，臺灣僅次於中國，居於世界第二，但產值卻為世界第一，顯示臺灣養殖技術領先各國，可以生產出高品質的石斑魚 (葉等，2011)。石斑魚養殖產業上在臺灣呈現高度分工，除了石斑魚育苗 (卵到白身苗)、成魚養殖兩大階段外，相較於其他養殖魚種多了中間育成階段 (葉等，2011)。這是因為石斑魚育苗收成後的白身苗 (七、八分至 1 寸苗) 尚處於幼魚期，對於環境的適應能力不佳，加上彼此間的殘食嚴重，如果直接放入養殖池養成至成魚，養成率往往不高，所以需要先經由 1-2 個月專業養成至 5 寸苗後，再進行後續成魚養殖，會使得漁民有較低的損失。以臺灣石斑魚養殖三大階段來說，中間育成可以說是剛接觸石斑魚養殖的新手較容易入門的階段，主要由於育苗階段雖資金成本需求較低，但技術門檻及風險較高；成魚養殖階段，雖然技術門檻較低，但其要求的資金門檻極高；而中間育成階段，不管在技術、資金成本皆居中，較易達到門檻。

目前臺灣石斑魚的中間育成養殖模式可以分為室外土池箱網養殖 (圖 4-1) 與室內小水體養殖 (圖 4-2)。室外土池箱網養殖的優點為：養殖設施少，養殖成本較為低；

養殖水體大，較不需要進行換池。而缺點則為：易受到天氣、水質等環境因素影響，養殖環境較不穩定，養殖管理操作上較為不



圖 4-1 石斑魚中間育成室外土池箱網養殖，箱網上附有防鳥網



圖 4-2 室內石斑魚中間育成場

易，在防疫的管理方面也更為困難，相對地，養殖密度較低。而室內箱網養殖的優點為：較不易受到外界環境因素影響，養殖環境穩定度較高，養殖管理操作也較為簡單，單人作業容易，養殖密度通常也較高。缺點則為：養殖設施相對要求較多，成本相對提高。因為養殖水體小，水質一旦產生變化，換池頻率往往會較為頻繁。目前臺灣石斑魚中間育成廠大多為室內小水體養殖，加上利用循環水系統養殖，可達到用水量降低、消毒防疫設施化等效果，已獲得不小的進展。本篇內容主要以室內小水體養殖為主，探討石斑魚中間育成階段的養殖管理，分述養殖環境管理、馴餌與投餵策略管理、殘食行為探討與防範、疾病管理方面。

二、中間育成養殖環境管理

(一) 石斑魚中間育成室內養殖的設備

石斑魚中間育成室內養殖的建築物並沒有特定的要求，主要能夠遮風避雨即可。以臺灣目前的中間育成場來說，鐵皮屋、塑膠溫室、或者是水泥磚造房（圖 4-3）皆可



圖 4-3 各式石斑魚中間育成房舍

以作為中間育成場的房舍，惟若使用鐵皮屋或者是塑膠溫室者，特別需要考量通風與散熱，避免室內溫度過高或通風不良，造成養殖魚與工作人員的不適，特別是塑膠溫室，應加裝黑色遮陽網，以避免太陽直射的問題（圖 4-4）。



圖 4-4 塑膠溫室的黑色遮陽網可用於穩定室內溫度，減少陽光直射的高溫問題

中間育成室內的養殖池大小要求，大至 30 公噸水用的水泥池，小至 100 L 的 FRP 桶槽（圖 4-5）皆可使用。但其注排水系統需要妥善設計，特別是水泥池池底傾斜角度需要特別注意，避免形成排水不良的狀況，以免對於後續的清池消毒與養殖管理造成困擾。由於石斑魚的中間育成階段經常需要篩選、換池，故備有 2—3 個可以輪替的養殖池或桶槽，對於後續的養殖管理會有非常大的幫助。

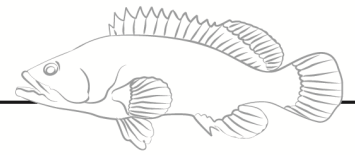


圖 4-5 室內中間育成養殖池大小，無太多限制

(二) 石斑魚中間育成水質需求

石斑魚中間育成各項水質條件基本要求如下：(1)水溫：以 20–30℃ 為佳，對於高溫，石斑魚尚可適應，但低於 20℃ 時攝餌的行為會降低，低於 15℃ 則會造成石斑魚幾乎不進食，亦會發生休克昏迷 (葉等，2011)；(2)鹽度：20–35 psu 都可，不似育苗期需要 25 psu 以上，中間育成期間魚隻適應能力較佳；(3)溶氧：含量需要達 5 mg/L 以上；(4)酸鹼值：pH 8–9；(5)氨氮與亞硝酸氮：本所海水繁養殖研究中心 (以下簡稱本中心) 對於石斑魚 2 寸苗進行氨氮與亞硝酸進行緊迫實驗，發現其可以忍受高濃度的亞硝酸氮與氨氮，魚隻的攝食也沒有受到明顯的影響；短時間的緊迫並沒有造成死亡，但長時間處於緊迫下，還是有可能對於

魚體的成長產生影響，故氨及亞硝酸的濃度亦不能太高，最好分別在 0.1 及 1 ppm 以下 (葉等，2011)。

(三) 打氣設備與水處理系統的建置

由於室內養殖通常利用小箱網進行石斑魚蓄養，造成單位面積的養殖密度非常高，一旦氧氣不足馬上會造成大量死亡，在本中心中間育成試驗中，以缺氧造成的死亡為最多，養殖管理上除了需要加設鼓風機打氣設備外，特別需要注意突發狀況的發生，如颱風天停電、電力設備跳電等，建議需裝設備有不斷電系統的打氣機組 (圖 4-6)，以備不時之需，若養殖地區為時常有供電不穩定的區域，則發電機組的設置為必要的，以免意外發生損失慘重。



圖 4-6 具備不斷電系統的打氣機

室內小水體養殖由於養殖密度較高，通常使用流水式或者是循環式的養殖方式，前者主要使用於水源取得容易的地區；後者則使用地理位置取水不易的地區，以中間育成防疫的重要性，皆需要建置水處理系統，一

般中間育成水處理系統可以分為過濾沉澱、消毒、生物性淨化、供應氧氣四大步驟，若為循環水系統，則需要增加養殖回流水先行進行懸浮物或者是排泄物分離步驟，並加強生物性淨化的效能。以本中心開發的水處理系統來說明（圖 4-7）。

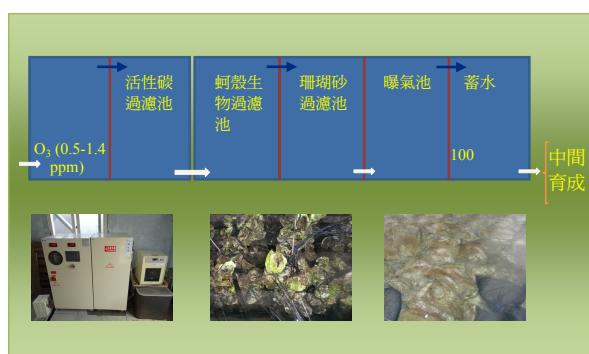


圖 4-7 本中心的用水臭氧消毒系統

一開始的過濾沉澱利用砂濾機（圖 4-8）配合儲水槽進行原水的初步處理，消毒則目前中心內有使用三種方式進行（圖 4-9），一為紫外線消毒，特點為設置較為簡單、成本較低，但其燈管壽命與功率較無法負荷大量供水；一為臭氧殺菌，特點為適用大水量、成本較高、需要較高的能量消耗，



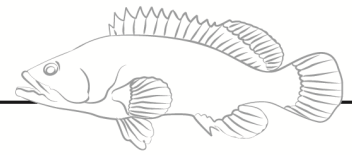
圖 4-8 自動逆洗砂濾桶



圖 4-9 本中心使用的三種消毒設備。左上：紫外線殺菌器；右上：海水電解器；下：臭氧殺菌器

消毒過後的水會有殘留問題，需要進一步過濾曝氣使用；最後則為目前新興的海水電解器，特點與臭氧殺菌系統相似，但能量消耗較低，一樣有殘留問題。後兩者的殘留問題皆可經由曝氣與活性碳吸附後去除，因其較適用於處理大水量的特性，為目前主流的消毒方式（周，2011）。

生物性淨化主要是利用硝化細菌的硝化作用去除水中有毒含氮廢物，如氨氮、亞硝酸氮，轉化為無毒的硝酸氮，生物性淨化池主要提供硝化細菌附著、生存的環境，一般外界大多使用生物濾材等，而本中心則是利用本所研發的燒烤牡蠣殼進行吊掛，給予硝化細菌附著的空間，使用效果不錯，成本較低。一般而言，水處理系統使用時，最不願意見到的便是污染與產生藻類（圖



4-10)，前者需要注意原水與循環水水源是否為乾淨，後者是盡量減少處理系統直接照射陽光，如水處理系統可以建置於室內遮蔽處則盡量建於室內，如若不行則可以利用遮蔽率高的遮陽網覆蓋（圖 4-11），避免直接陽光照射。



圖 4-10 本中心使用吊掛的燒烤牡蠣殼做為生物濾材，提供硝化細菌附著



圖 4-11 戶外水處理系統應做好遮陽工作，避免產生藻類

(四) 養殖前環境準備工作

石斑魚白身苗時期到 2—3 寸時，為神經壞死病毒的好發時期，所以這段時間的養殖環境管理，更著重於防疫方面，一般而言養殖前的準備工作主要為：

1. 養殖池的清洗與消毒

養殖池於每次養殖或者是換池後，應進行清洗，清洗的重點為將池壁上的附著性生物，如藤壺 (barnacle)、管蟲 (tube worm) 等（圖 4-12）盡最大能力的清除，以避免其夾帶病原菌進入。清洗完畢後，盡量讓養殖

池乾燥 1—2 天後再進行消毒工作。消毒可以利用漂白水或市售的消毒劑噴灑（圖 4-13），或者是直接注水入池之後，加入漂白水進行池子的浸泡消毒，24 小時後將水排除，再用乾淨海水沖洗過後，乾燥，注水準備養殖。

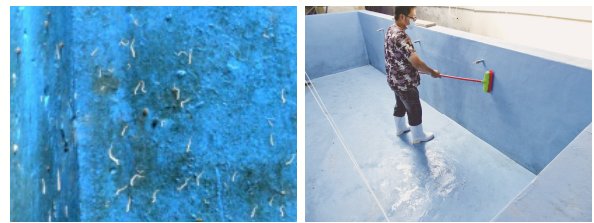


圖 4-12 養殖池壁上的附著物(藤壺、管蟲)，易攜帶病原(左)；養殖池放養前需要清洗並移除附著物(右)



圖 4-13 養殖池放養前的消毒為防疫不可缺少的步驟

2. 養殖器具的清洗與消毒

每一批養殖中間育成魚苗為了達到防疫的目的，盡量能夠使用獨立的養殖器具，如箱網、網具等。如不可避免需要使用相同養殖器具，更需要於每次使用後進行消毒，避免病毒或者是病菌經由養殖器具進行傳播，器具的消毒與清洗可以使用漂白水進行浸泡 12 小時後，一樣利用乾淨的淡水沖洗避免漂白水殘留，再放置於烈日下曝曬或風乾 24 小時即可。

(五) 檢疫

當每一批魚苗要進入中間育成的養殖池時，都應該要進行檢疫的工作，需要使用獨立進排水的養殖池進行對水，並放養一至兩天，觀察魚隻的健康情形，主要觀察魚隻的游泳行為是否有異常、魚體表是否有傷害、是否有大規模死亡的情形、或者魚隻食慾不佳等，都代表該批魚隻健康情形不佳，都需考慮是否讓其進入養殖系統中飼養。由於室內小水體養殖通常會使用循環水系統，一旦帶有病原的生病魚隻進入養殖系統中，對於循環系統的汙染必須全盤清洗與消毒才能去除，此外，病毒也可能藉由循環系統傳染到其他健康魚身上，造成損失，所以檢疫的工作是不能省略，以免造成全場養殖魚的大量死亡的悲劇。

三、馴餌與投餵策略

從育苗場購買之白身苗，一般都還是以活餌料生物為主要食物，石斑魚中間育成為了餌料取得與管理的方便考量，以人工飼料為主要投餵餌料，而讓石斑魚白身苗適應人工飼料的過程即為馴餌。人工餌料與餌料生物（豐年蝦等）主要的差異在於堅硬度，一般而言石斑魚若習慣於軟性的餌料或飼料，對於較為硬質的飼料就不會進行攝食，所以在馴餌的策略上通常是利用石斑魚白身苗的搶食行為（圖 4-14），將石斑魚白身苗以較高密度養殖在同一個箱網中，先以餌料生物（例如豐年蝦）投餵，投餵方式為一次少量投入，迫使石斑魚白身苗進行爭搶，

以此模式投餵 2—3 天後，即可在餌料生物中，混合小量人工飼料（要注意適口性）共同投餵（圖 4-15）。當石斑魚白身苗習慣爭搶食物後，對於任何進入箱網中，合乎其適口性的飼料或餌料，都會進行爭搶，而後餌料中逐漸增加人工飼料之比例，到最後完全以人工飼料取代餌料生物，即可以完成馴餌的過程。切記完成馴餌後，勿再以餌料生物進行餵食，因為一旦再以餌料生物餵食後，石斑魚白身苗又會開始習慣攝食軟性餌料生物，會使得整個馴餌又要重新操作。影響馴餌成功與否的因素，主要為石斑魚搶食行為的出現與否，所以一般馴餌時的箱網養殖



圖 4-14 石斑魚的搶食行為

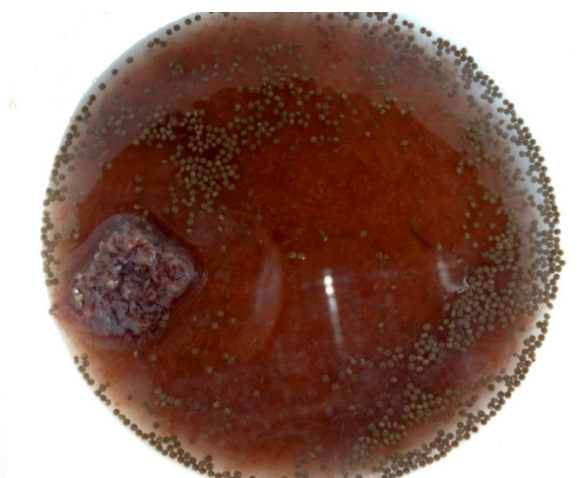
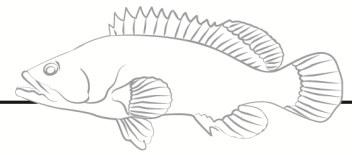


圖 4-15 人工飼料混和冷凍豐年蝦進行馴餌餵食



密度都必須要達到一定的數字，以本中心的研究為例，以一個 $1.2 \times 0.9 \times 0.6$ m 箱網，進行馴餌時大都會養殖 2,000–3,000 隻石斑魚白身苗，以達到搶食行為的產生，馴餌成功後，需要立即降低養殖密度，以減少後續殘食或者是弱勢魚競爭不到食物的情形發生。但放養密度依舊不能太低，維持搶食行為對於後續飼料的投餵是非常有幫助的，亦可以增加石斑魚苗索餌的意願。

一般而言石斑魚中間育成的投餵策略主要是以 1 天 4–5 餐，每次投餵到魚隻不再索餌為止 (Kayano et al., 1993)，如此高的投餵頻率主要是由於石斑魚苗很容易互相殘食 (許等, 2002)，一旦處於饑餓狀態，很容易互相攻擊，造成兩隻石斑魚一起死亡，增加養殖損失，相關殘食的探討會在後面章節詳述。

每天早上天亮即可進行第一次投餵，通常第一次投餵的索餌情形會較為踴躍，一靠近箱網即會發現魚隻已浮上水面等待餵食，投餵方式依舊是一次少量引發搶食，可以提高石斑魚的索餌意願，當魚隻漸漸沉底，不再索餌時即停止投餵，10–20 分鐘後將沒有吃完的殘留飼料撈除即可。一般石斑魚苗吃飽後，大約 2–3 小時可以消化完畢，所以餐與餐間隔 2–3 小時，投餵前可以觀察魚隻腹部是否鼓起、魚隻是否浮上水面等待、或者是直接投放少量飼料觀察索餌情形，來判定是否進行投餵。每天黃昏前進行最後一次投餵，由於下一餐間隔時間較久，本次盡量讓魚隻吃飽，每餐投餵後可以記錄投餵的飼料量，可以藉由石斑魚索餌的

情形來進行魚隻健康與否的評估。

由於石斑魚苗吃多排泄也多，且其糞便會有附著性，不容易經由排放換水清除，故視其排泄物的多寡與養殖水體大小，每天甚至於每餐過後，都需要進行抽底工作 (圖 4-16)，以免過度污染水質，一般可以於餵食後 1 小時進行抽底工作，此時大約為飼料已進入石斑魚消化道中，可避免石斑魚苗受到驚擾吐出飼料。



圖 4-16 石斑魚苗的排泄物，有黏性，易附著於池底不易清除(左)；每日需視情況進行抽底，避免水質遭受污染(右)

四、殘食行為探討與防範

石斑魚的殘食開始於幼魚期。以本中心在點帶石斑魚苗的經驗，仔魚殘食始自平均體長 1.6 cm 時，但它發生較頻繁之時，應是在變態後，背、腹鰭棘已完全縮短 (即俗稱的“收翅”)，沉底，約 2.5 cm (即俗稱的八分苗) 以後。基本上，持續整個中間育苗階段，大概到 2 寸苗左右，都可以看到殘食行為 (Hseu et al., 2003)。根據觀察，點帶石斑、鞍帶石斑與棕點石斑殘食者多半是由

頭部將犧牲者咬住，再將犧牲者以水平方式完全吞噬入腹中；如果吞噬失敗，就是兩者皆死亡的慘劇（圖 4-17），這種情形較常見於棕點石斑（Hseu et al., 2003; 2004; 2007a）。根據這個殘食模式，殘食者要能將犧牲者完全吞噬，嘴寬至少必須相等或高於犧牲者的體高才有可能。我們藉由量測石斑外表型值發現，在點帶及鞍帶石斑中間育苗階段，石斑魚苗理論上只要比牠的犧牲者大約 30% 左右，就可將其吞噬（Hseu et al., 2003; 2004）。我們利用鞍帶石斑魚苗配對檢驗上述實驗所得之體長關係方程式發現，發生殘食的配對，除少數例外，殘食者對犧牲者的體長比例要相等於或大於我們由關係式所推得之值才會發生；少數例外則發生在魚體較小時，其數據也相當接近推測值。我們由上述實際觀察及回歸模型也發現，石斑魚苗的殘食發生率會隨著魚體增長而逐漸降低，到了育苗後期，殘食往往多發生在體型差異較大的情況下（Hseu et al., 2007b）。

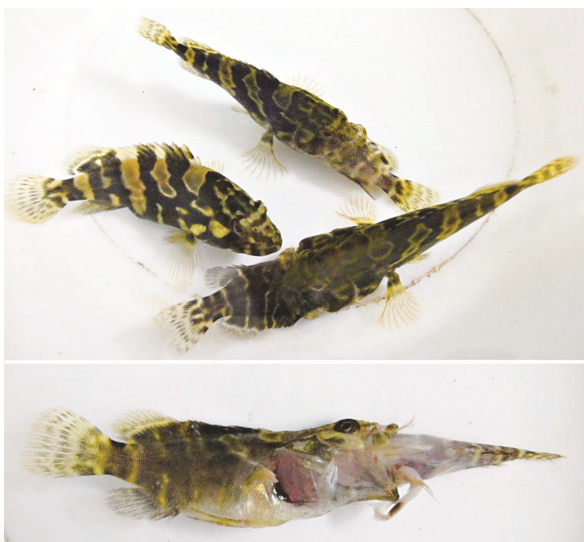
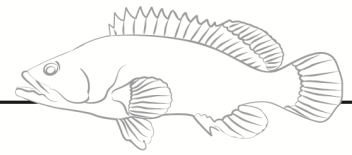


圖 4-17 石斑魚的殘食行為，極易造成雙亡情形

對石斑魚苗而言，抑制殘食最有效的的方法應是定期分級（Hseu, 2004）（圖 4-18），在育苗期間，約每 3 天使用篩網分級 1 次。篩網邊框多加保麗龍、泡棉等物質，可以浮在水中。將魚苗連水倒至相鄰浮性網目內篩選，便可因網目大小不同而將體型不均的魚苗依次分級。不過，分級事實上很耗時耗力，有時還會對石斑魚苗造成壓迫及機械性傷害，特別是對還未完全變態的「白身仔」魚苗，牠們對人為操作的耐受性較低，因此分級也會造成某些損失，此亦是必需考慮之處（Doi et al., 1991; Lim, 1993; Liao et al., 2001）。此外，由於棕點石斑殘食者即使體型差異不足以吞噬犧牲者，仍會進行殘食（Hseu et al., 2007a），因此定期分級對牠所產生的抑制效果較小。



圖 4-18 各式篩網(上)；使用篩網定期分級(下)



除了利用篩網篩選外，由於魚苗成長快，在相對體重上會比成魚消耗較多的飼料，因此餵食的頻率必須比成魚來得高。以我們養殖的經驗，在育苗期，1 天餵食 4 次以上，的確有助於降低石斑魚苗的殘食率。有些研究者認為提供遮蔽物可以降低石斑魚苗的殘食率，但對遮蔽物的種類、規格及效果卻未詳細說明 (Fukuhara, 1988; Doi et al., 1991)。我們也嘗試提供遮蔽物 (牡蠣殼及磚塊) 給點帶石斑魚苗，但卻未發現魚苗的殘食率有受到影響，倒是發現提供遮蔽物會造成魚苗聚集，反而可能提高殘食的機會 (許等，2002; Takeshita and Soyano, 2008)。

五、石斑魚中間育成疾病管理

石斑魚疾病管理大都以「預防勝於治療」的觀念為最高指導原則，中間育成階段亦是如此，以目前室內小水體中間育成的模式，更優於防疫的處理，從前面章節的放養前養殖池清洗消毒、養殖用品的清洗消毒以及水處理消毒，到魚苗進入養殖池後的檢疫等，都是防疫工作不可或缺的步驟。另外，養殖 SPF 石斑魚苗以及虹彩病毒 (grouper iridovirus, GIV)、神經壞死病毒 (nervous necrosis virus, NNV) 疫苗的使用 (圖 4-19)，則是近期石斑魚養殖防疫的一大趨勢，相關石斑魚疾病防疫將會在後續章節詳細說明。本篇主要以中間育成期間的魚體健康評估為其主要內容，而中間育成期間魚體是否健康，主要利用觀察魚體的行為、魚體表面是否有所損傷及索餌意願進行評估。



圖 4-19 人工注射 GIV 疫苗(上)；使用自動注射機注射 GIV 疫苗(下)

發生以下情形時，通常代表石斑魚健康發生問題：(1)一般情況下，石斑魚在箱網中會有緊貼在箱網壁上或者是群體行動進行索餌或躲避 (圖 4-20)。沒有受到驚擾時，不會做衝刺等快速移動的行為，當觀察到魚體游泳行為有差異，如螺旋形的游泳、亂衝、磨擦小箱網或者是浮頭等，皆代表魚體發生狀況，通常為魚體受到病毒、寄生蟲等侵擾；(2)如觀察到魚體上有傷口或者是有發紅潰爛現象，通常代表有殘食行為發生或者是細菌感染，可能需要進行篩選分池等動作；(3)正常的石斑魚寸苗索餌的意願非常高，通常會有在群體聚集在水面等待餵食的現象，一旦發現索餌意願降低，甚至於不吃時，代表魚體不健康或者是環境改變造成緊迫等情況發生。



圖 4-20 一般情況下，石斑魚在箱網中會聚集於底部網壁

一般而言，以石斑魚索餌意願降低為魚體發生問題時最早出現的狀況，所以每日餵食觀察期索餌情形、紀錄餵食的飼料量，對於石斑魚健康掌控與疾病防治有很大的幫助。發生上述情況時，盡量將發生狀況的魚隻分開蓄養，並且將其送至各地的家畜疾病防治所，由專業的獸醫師進行檢查與提供治療建議，切勿自行用藥，以免得不償失。

六、結語

石斑魚中間育成產業的獲利高低與育成率成正比，而良好的養殖管理則為提高育成率的不二法門。但以防疫隔離的室內養殖設施模式，搭配正確的防疫觀念進行養殖管理，每日細心照料與觀察，定時篩選分養，確實可以提高育成率，總而言之，石斑魚中間育成雖然入門門檻較低，但養殖成功與否，取決於養殖管理的好壞與用心程度。

參考文獻

- 周信佑 (2011) 由水消毒及洗卵之健康管理建立石斑魚病毒之防除策略。2010 石斑魚精緻養殖研討會論文集，43-47。
- 許晉榮、黃鵬鵬、丁雲源 (2002) 餵食策略及遮蔽物對石斑魚苗殘食之影響。水產研究，10(1&2): 31-40。
- 葉信利、朱永桐、林峰右 (2011) 石斑魚養殖健康管理與發展策略。2010 石斑魚精緻養殖研討會論文集，1-8。
- Doi, M., M. N. Munir, N. L. Nik Razali and T. Zulkifli (1991) Artificial propagation of the grouper, *Epinephelus suillus* at the Marine Finfish Hatchery in Tanjong Demong, Terengganu, Malaysia. Department of Fisheries, Ministry of Agriculture, Kuala Lumpur.
- Fukuhara, O. (1989) A review of the culture of grouper in Japan. Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab., 22: 47-57.
- Hseu, J. R. (2004) The separating effect of graders used in grouper larviculture. J. Fish. Soc. Taiwan, 31: 67-71.
- Hseu, J. R., H. F. Chang and Y. Y. Ting (2003) Morphometric prediction of cannibalism in larviculture of orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*. Aquaculture, 218: 203-207.
- Hseu, J. R., P. P. Hwang and Y. Y. Ting (2004) Morphometric model and laboratory analysis on intracohort cannibalism in giant grouper *Epinephelus lanceolatus* fry. Fish. Sci., 70: 482-486.
- Hseu, J. R., W. B. Huang and Y. T. Chu (2007a) What causes cannibalization-associated suffocation in cultured brown-marbled grouper, *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskal, 1775)? Aquacult. Res., 38: 1056-1060.
- Hseu, J. R., P. S. Shen, W. B. Huang and P. P. Hwang (2007b) Logistic regression analysis applied in cannibalism of giant grouper *Epinephelus lanceolatus* fry. Fish. Sci., 73: 472-474.
- Kayano, Y., S. Yao, S. Yamamoto and H. Nakagawa (1993) Effects of feeding frequency on the growth and body constituents of young red-spotted grouper, *Epinephelus akaara*. Aquaculture, 110: 271-278.
- Liao, I. C., H. M. Su and E. M. Chang (2001) Techniques in finfish larviculture in Taiwan. Aquaculture, 200: 1-31.
- Lim, L. C. (1993) Larviculture of the greasy grouper *Epinephelus tauvina* F. and the brown-marbled grouper *E. fuscoguttatus* F. in Singapore. J. World Aquacult. Soc., 24: 262-274.
- Takeshita, A. and K. Soyano (2008) The effect of artificial refuge on mortality by cannibalism in the juvenile orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*. Aquacult. Sci., 56: 255-256. (in Japanese with English abstract)