

第八章 水試所石斑魚育苗模場介紹

一、前言

石斑魚為臺灣重要的海水養殖經濟魚種，2015 年產量達到 2.4 萬噸，產值達到 70 億元，為養殖產值第一的魚種，然而全世界石斑魚產業仍受病毒性疾病（神經壞死病毒 NNV、虹彩病毒 TGIV）影響，使得魚苗育成率低約僅達到 3—5%，嚴重影響石斑魚產業穩定。此外現階段臺灣養殖方式多數仍是傳統露天魚塢養殖方式，受洪水、寒害及疾病影響甚大。

養殖模場技術為近年來世界水產養殖發展的新趨勢，利用設施化養殖提供防疫功能，搭配良好繁養殖技術與標準化養殖管理，減少疾病入侵與天災造成環境劇變，達到穩定生產種苗甚至於成魚養成，已開始運用於鮭魚等高經濟價值魚種（賴，2009）。

本所海水繁養殖研究中心也希望能夠藉由模場技術建立來達到穩定生產石斑魚苗的目的，所以開始整合以往建立之關鍵技術，建構具防疫隔離功能之繁養殖生產設施，進行健康優質石斑種魚培育及育種，期能以模場整廠輸出方式推廣至石斑魚產業。

海水繁養殖研究中心—石斑魚模場硬體設備（圖 8-1）興建開始於 2010 年，至 2014 年完成整體硬體設備，包含主體建築、水處理系統、維生系統等，並於 2015 年開始結合硬體設備與先前研究成果（如

生物防疫、健康種魚培育、受精卵生產與操作、乾淨餌料生物生產等關鍵技術），進行育苗模場生產技術開發，目前已進行兩年的育苗生產。本篇將以本所育苗模場實際生產狀況為例，分別針對石斑魚育苗模場規劃、育苗生產技術、影響育苗模場成功率因素等方面進行探討，俾利大家得以了解這種新型的生產技術。



圖 8-1 石斑魚模場建築，左至右分別為中間育成場、育苗場、養成場

二、石斑魚育苗模場規劃

（一）育苗模場介紹與環控措施

本中心石斑魚育苗模場規劃為室內育苗場，場內設置有 10 個 50 噸圓形育苗池，為水深 2 米的水泥池（圖 8-2），進水統一由模場水塔利用高低位，排水則每池中兩根排水管，排入育苗場中的排水道排出；養殖池上方屋頂為 PC 透明塑膠浪板，主要為了冬

季低溫期保溫作用，測量養殖池水溫在冬季的確也都可以維持在 22°C 以上，不需要另外使用加溫棒等加溫措施，可作為冬季育苗場域。因應夏季高溫降溫舉措，育苗場上方有設置屋頂排熱窗（圖 8-3），可藉由打開窗戶將室內熱氣排出，此外也增設室內遮陽網（圖 8-4），作為管控室內溫度與育苗池水色調整的主要手段，可將夏季育苗池水溫維持於 30°C 左右，不致影響育苗生產工作。



圖 8-2 石斑魚育苗模場 50 噸育苗池



圖 8-3 育苗場屋頂以透明浪板覆蓋，並增設屋頂排熱窗進行溫度調節



圖 8-4 育苗場室內以遮陽網進行溫度與光線調節，可以用於穩定養殖溫度與水色控制

(二) 育苗模場防疫措施

本育苗場防疫主要為人員進出防疫設施、養殖用水防疫設施、物品防疫設施三個部分：(1)人員進出防疫設施：本場設置有人員進出檢疫區（圖 8-5），人員進入時須於此處進行消毒換裝工作，清洗雙手、更換入場雨鞋、消毒鞋底（使用漂白水）、與登記管制等步驟。(2)養殖用水防疫設施：本石斑魚模場所有養殖用海水皆是經過海水電解消毒系統過濾消毒（圖 8-6），該系統每小時可處理 100 噸海水，供應整個石斑魚模場場區使用，養殖用水處理程序為沉澱、過濾、海水電解（有效氯濃度 2 ppm）、混合、



圖 8-5 石斑魚育苗模場人員檢疫區

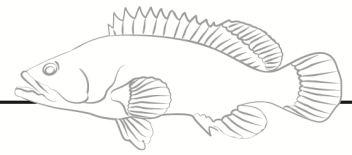


圖 8-6 石斑魚模場電解水消毒過濾系統

曝氣、蓄水；育苗過程中，也使用電解海水進行洗卵與餌料生物清洗。(3)物品防疫設施：育苗場中設置有物品清洗區，育苗場使用的物品皆在育苗場中使用，不得移出或移入育苗場，本區使用電解海水與自來水進行物品消毒。

(三) 維生設備與育苗池供氧管線

石斑魚模場主要供氧由 2 台魯式鼓風機交替使用組成，育苗場養殖池供氧管線則使用 PE 打氣管與打氣石組成，為使育苗池溶氧充足，每池設置有 12 個打氣管，中間使用尼龍塑膠繩固定（圖 8-7）平均分散，打氣石離底部約為 5–10 cm，避免打氣時將池底沉積物擾動，另外因應颱風天或停電等緊急情況發生，育苗場裝設發電機的緊急打氣設備，以備不時之需。

三、石斑魚育苗模場生產技術

(一) 放養前環境準備工作

育苗模場生產放養前的準備與一般石斑魚白身苗或中間育成放養準備一致，主要



圖 8-7 育苗模場水池打氣管設置，使養殖水體都能獲得充足溶氧

為養殖池的清洗消毒與養殖器具的清洗消毒兩大方面：

1. 育苗模場養殖池清洗與消毒

主要利用高壓水柱（圖 8-8）清洗後，將水排乾，如時間允許再以日照曬乾消毒 1 周；如為接續式養殖，則使用注水後以二氧化氯添加浸泡一天，在使用清水清洗確保無殘留後再進行後續養殖動作。

2. 模場養殖器具的清洗與消毒

消毒方式以日曬或者是消毒水（二氧化氯）浸泡，育苗時期使用最頻繁的器具為浮游生物網與養殖池的打氣管與打氣石，前者務必做到每批次放養不混用，且接觸到場

外餌料生物過濾者，務必做到每次消毒與不直接接觸育苗池水體為佳；後者則每批次使用後需要整個拆下來浸泡消毒，以避免病原殘留等問題。



圖 8-8 育苗模場水池於放養前以高壓水柱進行清洗

(二) 石斑魚卵洗卵

一般認為魚卵經過消毒劑浸泡清洗後，可以去除卵膜上的病毒帶原，減少垂直感染機率（周，2011），除此之外，對於模場（50 噸水體育苗池），在洗卵過程中多次清洗分離，更可以確保經過長途運送或不當包裝操作造成的壞卵得以分離，避免進入育苗池中污染水質，影響後續育苗成功率，所以是石斑魚育苗模場生產重要的一環。

在先前洗卵試驗中測試過市售二氧化氯（0.5 ppm、1 ppm、2 ppm、5 ppm）、模場電解水（混合槽流出餘氯測試約為 1 ppm）等幾種消毒劑對於魚卵孵化率是否有所影響，結果顯示現使用 2 ppm 以下市售二氧化氯、以及模場電解水其對於受精卵孵化率並無顯著影響（圖 8-9），其後續一些育成率也沒有影響，所以在育苗模場洗卵流程中，選用模場電解水來做為洗卵的消毒劑。

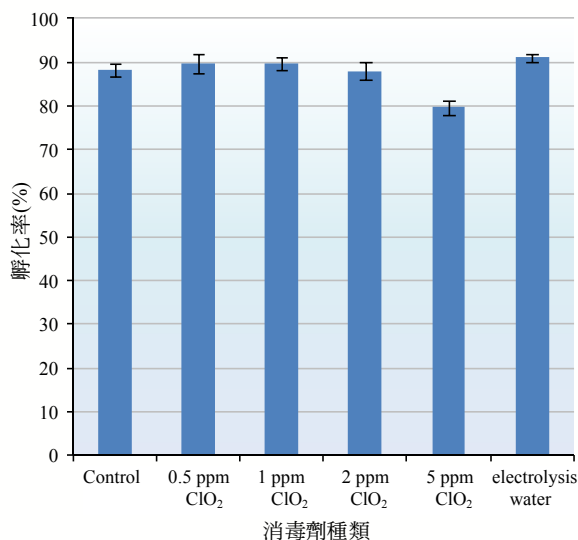


圖 8-9 洗卵消毒劑對於孵化率的影響

育苗模場洗卵流程（圖 8-10）為受精卵先置於孵化桶內，利用比重分離法將死卵沉澱與雜物清除，以 100 網目撈取發育正常卵粒，再以乾淨海水（鹽度 32 psu）清洗後，以模場電解水系統生產之電解海水進行浸泡 10 分鐘後，放置於乾淨海水流水處理 10 分鐘，即完成洗卵步驟（圖 8-11），洗卵後需要分離部分卵粒進行孵化率評估，以了解該批魚卵品質與好壞。

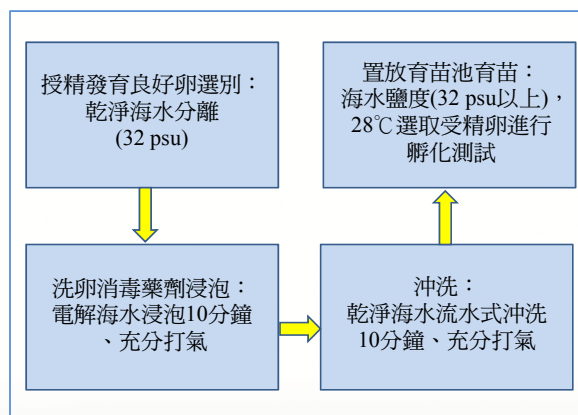


圖 8-10 育苗模場洗卵流程示意圖

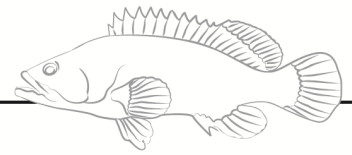


圖 8-11 育苗模場洗卵實際操作情形
(上：以比重法初步分離浮沉卵；左下：以電解海水進行浸泡 10 分鐘，右下：以乾淨海水流水清洗 10 分鐘)

(三) 魚卵放養

本育苗模場為清水式育苗，所有海水皆經過海水電解消毒，再為育苗池注水時依然會使用浮游生物網 300 目進行海水過濾，以避免是否有其他生物進入育苗池中，放養前每池注水 7 分滿，適當調解打氣氣泡頻率與大小，即可進行魚卵放養，放養密度為每池放養 80 g 石斑魚卵，即一噸水放養 1.6 g 魚卵，待魚苗開始攝食與餌料生物投餵 1—2 天後，緩慢將水注滿。

此舉主要是為了因應清水式育苗，開口其餌料是否充提供給魚苗過料（即開口攝食）為育苗成功關鍵因素之一，故在餌料生物投餵上再開口初期相較於肥水式育苗投餵更多的餌料生物，容易造成初期養殖池內餌料生物密度過高，往往會造成多餘餌料生物死亡導致水質變化，或者是魚苗攝食到死亡餌料生物營養不足的情形，所以藉由放養水量多寡來調解魚苗開口攝食的放養密度，藉此提高魚苗過料成功率，也可減少餌

料生物投餵過多情形發生。

放養完畢後，每天需要進行魚苗孵化與發育觀察，利用白碗或燒杯（圖 8-12）進行採集估算育苗池中魚苗量，並使用顯微鏡進行鏡檢了解其發育狀況。

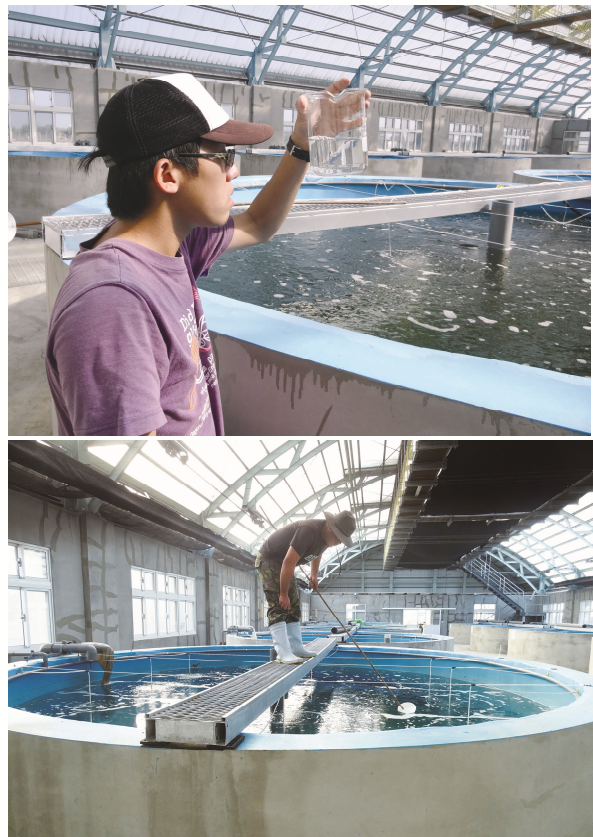


圖 8-12 每日需觀察魚苗成長與活動情形
(上：初期因魚苗透明且活動力較低，可以用燒杯採集觀察；下：後期則以白色塑膠碗進行觀察)

(四) 育苗初次投餵

石斑魚育苗模場之魚苗餌料序列大致為牡蠣受精卵、輪蟲、橈足類等，一般而言，在水溫 28℃ 的孵化環境下，魚苗約在孵化後 2—3 天開口攝食，此時使用燒杯進行魚苗觀察，簡單分辨所謂三點黑（即兩眼黑色加上腹部黑色）搭配魚苗是否有垂直游泳能力（即魚苗是否會於燒杯底部游泳動

作)，或者是直接使用顯微鏡進行觀察開口狀況，如確定開口則須立即進行餌料生物投餵，如延遲投餵會讓魚苗因內部營養（卵黃囊、油滴）消耗殆盡過度飢餓，就算魚苗還沒死亡也不會再攝食，導致活存率降低。

第一次投餵以牡蠣受精卵搭配輪蟲進行，牡蠣受精卵製備（圖 8-13）挑選當天採收之肥滿度高新鮮牡蠣，將牡蠣生殖腺刺破擠出精卵後，放置在 120 目浮游生物網上置於電解海水中打氣進行授精，約 5－10 分鐘移除牡蠣等大型沉澱物，再移除打氣靜置 2 分鐘，將上層多餘的海水與泡沫倒掉，補充新海水後持續打氣混合，再次移除上層海水與泡沫，補充新海水即可進行餵食。

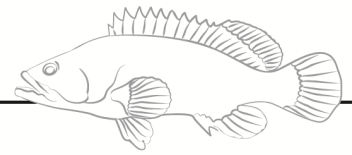


圖 8-13 牡蠣受精卵製備方式

輪蟲來源則是由本中心發展的乾淨餌料生物系統（圖 8-14）量產而來，使用 250 目浮游生物網收集後，以 150 目浮游生物過濾大型浮游生物，再以乾淨海水進行清洗後，即可進行餵食。



圖 8-14 乾淨生物餌料量產系統，可穩定提供輪蟲與橈足類作為石斑魚育苗模場生產的餌料生物



牡蠣受精卵的投餵次數僅需要 2—3 次，主要功能為提供魚苗過料的小型餌料生物，孵化後 3—4 天多數魚苗已可攝食輪蟲，即可以輪蟲為主要投餵餌料生物。投餵後 1 小時可以使用燒杯或鏡檢進行魚苗觀察，如正常攝餌的魚苗可看到其腹部隆起，在顯微鏡下可以看到消化道中有牡蠣受精卵或輪蟲。

一般而言，沒有正常過料的魚苗會在孵化後 5—7 天內死亡，魚苗死亡後會在打氣平緩水面上聚集後，所以通常可以在這段期間進行觀察，了解育苗過料成功與否，也可以盡量撈除死亡的魚苗避免污染水源。

(五) 育苗投餵管理

魚苗的投餵管理非常重要，主要是因為過多的餌料生物會影響與壓迫魚苗，如競爭水中溶氧、死亡後影響水質等，而投餵管理主要藉由觀察育苗池中的餌料生物變化與魚苗發育狀況而定，每天投餵前以燒杯或透明玻璃杯觀察池中餌料生物狀況，如果餌料生物量仍然很多則不進行投餵；投餵後先觀察池中餌料生物量，投餵 2 小時後觀察餌料生物的減少量，可以藉此了解魚苗攝餌狀況，也可藉由觀察投餵時魚苗是否有攝食情形來增加或減少投餵量。

除了使用燒杯觀察等，也要注意水面上是否有漂浮的浮游生物屍體，如有發現可能原因是由於投餵量過多沒有攝食而死亡，一般而言，在魚苗初期容易發生投餵過量情形，導致餌料生物死亡影響水質或餌料生物因沒有飢餓營養價值下降，魚苗攝食後沒有獲得足夠營養等情形發生，因此育苗模場初

期，在育苗池中添加光合菌，主要可以做為餌料生物的餌料與保持水質功能，添加量約為每噸水 20 cc 光合菌液，對於初期餌料生物穩定有極大影響。

魚苗孵化後 10—14 天，開始進行發翅需要較大量的氧氣，魚苗會聚集於打氣石附近，此時開始攝食橈足類，育苗模場橈足類供應依舊為乾淨生物餌料量產系統提供，使用 120 目的浮游生物網收集，再以 50 目浮游生物過濾其他大型浮游生物，以乾淨海水進行清洗後即可投餵，投餵橈足類時期，通常魚苗攝食量大，開始需要增加投餵量與次數，以避免魚苗因搶不到餌料造成個體差異導致後續殘食問題發生。

一般建議育苗後期，投餵次數至少每天兩次，在視投餵過後的餌料量觀察追加投餵，且每次投餵以多點投餵，可以減少魚苗因搶食不均造成的個體成長差異，如果情況允許，早上投餵的時間以天亮即可以投餵，可以減少魚苗殘食的情形。

(六) 育苗收成

魚苗經過收翅期（約孵化後 28—30 天），此時體長約為 1.5 cm，俗稱「紅頭」，魚苗開始會互相殘食（在本所育苗模場觀察到較早的殘食行為），此時育苗池水中的含氮廢物與池底廢物累積達到一定量，必須要進行收成，以經驗上來說建議大部分魚體達到 1.5 cm 以上，即可進行收成，此時全池魚苗皆已收翅完成，不會因突出的鰭條卡住網目而受傷死亡。

如太晚進行收成，當有魚苗達到 2 cm 以上，此時體色出現條紋，俗稱「哈紋」，

則此時殘食問題會造成重大損失，我們的經驗上，曾經因為晚了 3—4 天收成，導致最後因此損失近 6 成魚苗。

育苗模場收成情形如圖 8-15，育苗池排放半池水量，使用圍網模式進行第 1 次收成，後續池底排乾後進行剩餘魚苗收獲，收獲後魚苗進入中間育苗場進行分級篩選，以避免殘食問題。一般而言，育苗模場生產 1 批次周期約 45—50 天，包含育苗與放養前後環境消毒整理，育苗周期約 35—40 天，視水溫與魚苗生長情形而定，環境消毒整理約需 10 天，大約每兩個月生產一批魚苗。

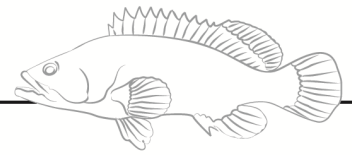
四、影響育苗模場成功率因素探討

(一) 石斑魚卵品質

石斑魚卵品質是影響育苗成功率與否的關鍵因素，一般而言，以目前產業買賣受精卵皆是發育中之胚胎期，但因為種魚培育好壞、種魚產卵環境、與運送過程得當與否等因素，其受精卵的孵化情形也有所差異，一般認為良好的受精卵應可達到 80% 以上的孵化率，所以在育苗模場生產加入了洗卵步驟，除了可以對於疾病進行防疫，也是避



圖 15 上：育苗模場收成情形；左下：收成後進行魚苗分篩；右下：育苗池收成後池底情形



免運送過程產生的壞卵進入到育苗池中影響水質；除此之外，對於孵化情形的評估，可以對於種魚場進行受精卵好壞的評估，可以依此選擇品質較好的種魚場，也可以在孵化不佳時，以此數據對於種魚場進行通知甚至於獲得補償。

(二) 育苗池水質

育苗池水質是育苗模場生產養殖管理重要的一環，對於石斑魚育苗水質要求大致如下：

鹽度：石斑魚育苗池水適合鹽度為 28—35 psu，在經驗中鹽度高於 35 psu，對於石斑魚卵的孵化率會降低、後續魚苗發育會有所減緩；鹽度低於 32 psu，雖然不會對孵化率有所影響，但會影響石斑魚卵的上浮，導致魚卵沉降到池底導致魚卵壞死。

溫度：石斑魚苗育苗池水適合的溫度為 26—32℃，水溫高於 32℃，容易造成魚卵白化、影響孵化率；低於 26℃，容易造成石斑魚苗發育遲緩，容易導致魚苗內源性營養消耗殆盡，仍未發育到開口階段，導致石斑魚苗過料失敗，以模場規劃中，可以在每年 3—11 月達到育苗室適合水溫，相較於戶外育苗池有較長的育苗生產時間。

溶氧：溶氧一般都維持在 4 ppm 以上，基本上只要妥善分布打氣管，大都可以達到，但這邊需要注意的是石斑魚苗非常脆弱，打氣氣泡過大容易造成水體擾動，導致魚苗發生所謂的上浮死亡，所以在打氣氣泡需要盡量細小且綿密。

含氮廢物：育苗池水中的含氮廢物（氨氮、亞硝酸氮）需要完全沒有，模場用水經

過處理後基本上不會有，但隨著開始投餵餌料生物後，育苗池水會開始累積含氮廢物，應對方式就是在養殖初期添加光合菌液進行轉化；後期累積速度加快則進行流水，在魚苗大發翅期（約為魚苗孵化後 15—20 天），開始補充乾淨海水與排放下層水，藉此移除育苗池中的含氮廢物。

(三) 餌料生物充足與否

餌料生物穩定提供為育苗模場生產重要一環，主要因為育苗模場生產為清水式育苗，先前特別提到關於魚苗的初次投餵提供充足的餌料生物讓魚苗過料的方法，而後續餌料生物投餵管理影響魚苗成長，育苗初期投餵視池中餌料生物量補充，中期（孵化後 7—14 天）則投餵次數約每天 1 次，到後期（孵化後 14 天以後）魚苗攝食量變大，投餵次數改為每天 2 次（上下午各一），每次餵食完一小時可以進行魚苗與餌料生物觀察，了解攝食情形。

餌料生物投餵不只需要量充足，也需要提供適合且營養的餌料生物，所以在餌料序列的轉換也需要特別注意，如魚苗多數可攝食橈足類時，需要開始搭配投餵橈足類，輪蟲的投餵量逐日可以減少，兩者比例可以慢慢調整，但不可馬上停止，以避免成長較慢的魚苗因適口性問題導致飢餓死亡；而育苗初期提供光合菌液進入育苗池中，可以使育苗池中的餌料生物有充足營養，避免魚苗死亡。

(四) 魚苗殘食

殘食一直是石斑魚繁殖過程造成損失的一大問題點，以育苗模場生產小型水體且

水色較清的環境更容易發生，魚苗約在收翅後體長約 1.2 cm (孵化後 20 天以後) 開始容易互相殘食，如不注意可能會在幾天後損失多數魚苗，特別是因為殘食出現個體差異大的魚苗，則損失速度會加快，而因應的方法在初期利用充足的餌料生物投餵使魚苗成長平均減少個體差異，後期則是提早收穫進行分類篩選，實際操作方式為在初期餌料從輪蟲轉換成投餵橈足類時，盡量以多數魚隻大小作為依據，避免過早轉換餌料，藉此平均魚苗大小，主要因為體型大的魚苗會追體型小的魚苗，導致小魚苗搶不到食物，個體差異會更加擴大；相較於土池養殖魚苗成長至 2 cm (7-8 分) 以上才開始進行收穫，育苗模場養殖到魚苗收翅完成，達到 1.5 cm (5-6 分) 魚苗時即進行收穫，開始進行分類篩選，可有效減少殘食造成的損失。

五、結語

以模場設施搭配乾淨生物餌料量產系統、與石斑魚育苗相關技術結合，發展育苗模場生產技術，在近年的試驗中，已可穩定生產點帶石斑魚苗，育成率達到 10% 以上，我們也嘗試運用在鞍帶石斑與龍虎斑(雜交斑)等其他魚種，獲得不錯效果，也持續將部分技術包裝成技術轉移，希望未來能推廣給民間業者，達到產業升級，提升國內石斑魚產業競爭力。

參考文獻

- 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。
- 曾文陽 (2009) 石斑魚養殖學。高雄市，前程出版社，348 pp。
- 賴珪光 (2009) 台灣水產生物工廠暨設施養殖的發展潛能。農業生技產業季刊, 19: 68-73。
- 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 石斑魚類精緻養殖研討會論文集, 1-8。
- 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 石斑魚類精緻養殖研討會論文集, 43-47。
- 朱永桐、陳陽德、張丁仁、梁貴龍、邱靜山、吳承憬、黃政軒、葉信利 (2012) 餌料生物新思維。科學發展, 473: 14-19。
- 朱永桐 (2012) 光合成菌應用於石斑魚類種苗生產-乾淨餌料生物量產系統介紹。石斑魚實用繁殖手冊，中華民國水產種苗協會，6-15。
- 鄭金華 (2012) 安全繁殖技術。科學發展, 473: 20-25。
- 王雲新 (2015) 石斑魚高效養殖實用新技術。中國，海洋出版社，166 pp。
- 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, 41 pp.
- Fukuhara, O. (1989) A review of the culture of grouper in Japan. Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab., 22: 47-57.
- 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.