

石斑魚中間育成—健康度評估技術建立

林峰右、吳育甄、黃致中、葉信利

水產試驗所海水繁養殖研究中心

前言

石斑魚繁養殖技術日趨成熟，種苗生產已達商業化量產規模，由種魚培育、人工催熟、魚苗孵化、培育至養成出售達完全人工養殖。高產值及高經濟效益之特性，促使石斑魚產量及市場需求大幅度的成長，帶動石斑魚養殖產業蓬勃發展，成為臺灣、中國及東南亞各國重要的養殖魚種。近年來臺灣石斑魚產業因氣候變遷、飼料成本提高、疾病及國際市場競爭等問題，造成價格下跌，降低臺灣漁民養殖的意願。綜觀養殖產業的發展，無論朝向種類多樣化，或是致力於單一物種的養殖開發，養殖技術如培育健康的種魚、開發優質飼料、良好的水質環境管理及疾病的防治等，皆是成功養殖的根本。

魚隻一旦經過捕撈及運送所產生的緊迫，容易引發細菌性或病毒性的疾病，魚隻健康度的各項表徵，同樣影響其對於放養環境的適應能力，及後續是否有良好的活存表現。相關研究報告指出，魚隻在標識後放流並追蹤其成效，結果發現魚隻會因為密度、水溫、鹽度、pH 值的改變而影響其活存率(中野，1989)，由此可知魚隻在放流時除需考量適合的生態環境外，魚隻本身的健康與否，影響放流後所產生之效益；也有報告指

出，在高水溫、鹽度、離水暴露於空氣或飢餓等緊迫試驗後，分析魚隻血液各項參數及魚體組成分，皆可發現受緊迫後魚隻的成長及生理值所出現的變化，分析解讀這些資訊，來了解魚體的綜合表現及健康狀態，利用驗證試驗更進一步確認其健康程度，是非常重要的程序(丸山等，1986；中野，1989；北島，1993)。

許多的研究指出，優質魚苗的判定內容可分為三大部分，(1)魚苗行為：泳姿、活力及索餌情況、有無群聚現象；(2)魚苗外觀：體型完整性、體表有否損傷，表皮黏液分泌是否正常、鰭條是否完整無充血、眼睛有否白濁、骨骼是否彎曲、體色是否正常；(3)生理表現：呼吸頻度及攝食狀況，內臟器官是否有病變及腹水現象(中野，1989；鄭，2010)。

選擇優質、健康、無病原的魚苗，做好完善的養殖管理及提早預防疾病發生，是減少損失提高養殖收益的主要關鍵之一。本研究是藉由培育優良種苗為出發點，建立「健康度評估技術」，並且整合出一套魚苗健康度指標判別模式，導入管理學評量模式，客觀快速的篩選石斑魚苗，以提升養殖活存率，達到降低投資風險，提高養殖收益的目的。

石斑魚健康度評估技術制定原則

利用管理學概念，魚隻健康度評估分為「預備」、「執行」、「記錄」及「回饋及反思」四個階段。第一階段「預備」是依期望得到的成果，訂定判別項目，建立質與量的標準，就石斑魚而言，應先徹底了解魚隻特質及特性，依魚隻對不同環境的適應程度、攝食馴養的掌握程度及對某些危害性疾病的預防，決定適當的評估指標。第二階段「執行」，分階段進行評估，再將綜合評估所得的分數作分級，並提出問題加以修正，不斷反覆多次進行試驗。第三階段「記錄」，從水質監控、篩選、分養、餵食管理、疾病防治，到進行評估的時間、地點和方法，每一次評估試驗期間詳實記錄，也要將魚隻反應如實呈現。從採樣到檢測作系統化的記錄，才能顯現評估結果的價值，作為後續養殖策略之參考應用。最後階段「回饋及反思」，將所得到的評估結果同時追蹤魚隻健康狀況，檢驗是否與結果有一致性。如評估結果與魚隻後續蓄養所表現的健康情形不同，需要反思檢討可能產生誤差的原因，進行回溯修正，以提昇整體評估成效。

健康度判定評估方法

建立健康度評估項目參數，依據石斑魚特性、疾病防治及養殖經驗來制定，再將每個檢測項目予以權重分配比例分數，透過多批次魚隻的驗證，進行評量項目及權重分數的調整修正，確立評估方法的可信性，藉以得到準確度高的健康度判定結果。

根據上述原則建立三階段的評量表單，其中主要分為五個大項來進行魚隻健康度評估，三階段評量敘明如下：

一、健康度綜合評量表

包含「魚隻基本資料」、「水質測定」、「外部型態觀察」、「疾病檢測」及「攝食指標」(表 1)。首先記錄待測石斑魚苗及養殖環境「基本資料」；接著進行「水質測定」，項目包括氨態氮 (NH_4^+) 與亞硝酸 (NO_2^-) 等；最後取 10 隻石斑魚進行各項參數評量。「外部型態觀察」：內容包含魚隻平衡力、體表色澤、魚鰭及體型觀察；「疾病檢測」：以顯微鏡鏡檢體表及鰓絲，解剖確認內臟組織是否正常，以檢測試劑進行病毒篩檢；「攝食指標」：將該批魚隻蓄養至隔天，觀察其魚隻攝食量及攝食比例。

二、健康度評分

就「水質測定」、「外部型態觀察」、「疾病檢測」及「攝食指標」四大項目進行評分，將魚隻依照表格內各個評量細項進行檢測後，魚隻呈現的狀態給予配分，評量後得分再依所佔的分數百分比加權，加總得分。

三、分數考核表

將評估結果分為 A、B、C、D、E 5 個分級，並定義各級別魚隻之健康度 (表 2)，就評估魚隻所得分數檢測落點，了解魚隻的健康狀況。

驗證試驗應用

魚隻評分後，驗證評量的準確性，利用建立之健康度判定評估方法進行評估，已經判定評估之魚隻依結果分組，進行石斑魚苗

環境耐受性的驗證實驗，將結果彙整後與前述建立之參數所得結果做為評比，更進一步

確立健康度評估參數及分數配比之準確性。試驗魚隻進行健康度判定，將點帶石斑

表 1 適用於石斑魚苗的健康度綜合評量表

一、水質測定標準：(佔考核分數 10 分) (共 5 項)

評 分 項 目	得 分
完全正常	<input type="checkbox"/> 10
2 項以下指標不在範圍內	<input type="checkbox"/> 5
3 項指標不在範圍內	<input type="checkbox"/> 3
4 項以上指標不在範圍 0	<input type="checkbox"/> 0
合計：	

二、外部型態評量：(佔考核分數 20 分) (共 4 項)

評 分 項 目	得 分
完全無異狀	<input type="checkbox"/> 20
1-5 隻有異狀；輕微有異	<input type="checkbox"/> 15
6-10 隻有異狀；異常	<input type="checkbox"/> 10
11-19 隻異狀；不正常	<input type="checkbox"/> 5
20 隻以上異狀；嚴重異常	<input type="checkbox"/> 0
合計：	

三、疾病性檢驗：(佔考核分數 50 分) (共 4 項)

評 分 項 目	項 次	得 分
病毒	快速檢驗試劑 <input type="checkbox"/> 合格 30 <input type="checkbox"/> 不合格 0 NNV：GIV	
寄生蟲	<input type="checkbox"/> 正常 10 <input type="checkbox"/> 部分異常 5 <input type="checkbox"/> 嚴重異常 0	
體表檢測	<input type="checkbox"/> 正常 5 <input type="checkbox"/> 1-3 隻異常 3 <input type="checkbox"/> 4-6 隻異常 2 <input type="checkbox"/> 7 隻以上異常 0	
內臟檢測	<input type="checkbox"/> 正常 5 <input type="checkbox"/> 1-3 隻異常 3 <input type="checkbox"/> 4-6 隻異常 2 <input type="checkbox"/> 7 隻以上異常 0	
合計：		

四、攝食指標：(佔考核分數 20 分) (共 2 項)

評 分 項 目	項 次	得 分
攝餌量	<input type="checkbox"/> 完全無異狀 10 <input type="checkbox"/> 攝食量減少 5 <input type="checkbox"/> 完全不攝食 0	
攝食比例	<input type="checkbox"/> 完全無異狀 10 <input type="checkbox"/> 1-3 隻無攝食 8 <input type="checkbox"/> 4-6 隻無攝食 5 <input type="checkbox"/> 7 隻以上無攝食 0	
合計：		

表 2 分數考核表為依健康度判定評估結果分級定義各級別魚隻健康情形

分級	分 數	說 明
A	91-100 分	優：魚隻健康度優良，無任何疾病病徵，外部型態正常，攝餌意願及攝食量正常。
B	71-90 分	標準：無病毒感染，可能有寄生蟲或細菌性等病症，或外部型態及生理指標稍差，魚隻健康度佳，養殖環境改善，可回復至健康狀態。
C	61-70 分	合格：可能帶原病毒、病原菌或感染寄生蟲等疾病之魚隻，經過環境改善，魚隻可回復至健康狀態。
D	51-60 分	不合格：帶原病毒、病原菌或感染寄生蟲等疾病之魚隻，經由後續環境改善及標準操作程序，魚隻大都能回復健康並正常攝食。
E	50 分以下	淘汰：帶原病毒、病原菌或感染寄生蟲等疾病嚴重之魚隻，影響其外部型態及生理指標，對於環境耐受性差。

依健康度判定評量流程，進行評分，並分 B 級 (71—90 分)、C 級 (61—70 分)、D 級 (51—60 分) 等三個級別，每組各 10 隻魚，3 重複進行試驗。

一、試驗一：低溫耐受性試驗

進行魚隻急速降溫試驗，將魚隻直接放入預先降溫之 10℃ 海水，當魚隻呈現鰓蓋外翻、腹部朝上時，即停止低溫緊迫，並移至 25℃ 室溫水體，記錄魚隻回復平衡的比例及 24 小時後回復攝食的比率。

二、試驗二：低鹽度耐受性試驗

將魚隻由海水移至 0 psu 水體，當魚隻呈現鰓蓋外翻、腹部朝上時，即停止低鹽度緊迫，並移至 30 psu 海水水體，記錄魚隻回復平衡比例及 24 小時後回復攝食率。

三、試驗三：高氨濃度耐受性試驗

將魚隻由含氨 0 ppm 的海水中，移至配製氨態氮 (NH_4^+) 濃度 40 ppm 的海水中，當魚隻呈現鰓蓋外翻、腹部朝上時，即停止高氨濃度緊迫，並移至含氨 0 ppm 的水體，記錄魚隻回復平衡比例及 24 小時後回復攝食率。

B、C、D 三個級別試驗魚隻中，當任一

級別的魚隻在耐受性試驗中呈現鰓蓋外翻、腹部朝上時，為耐受性試驗停止的時間點。

結果

一、評量表及評分表權重分配比例建立

「健康度綜合評量表」除了魚隻基本資料外，依據試驗結果建立權重比例有 4 個主要的指標鑑別類項，每項有數個評估小項，依據各項試驗結果，確立了各項判定指標項目的權重比例，(1)水質測定標準：主要測定項目為氨態氮 (NH_4^+)、亞硝酸 (NO_2^-)，佔 10%；(2)外部型態觀察：包括魚隻平衡力、體表色澤黏液、魚鱗、魚鰭完整度及體型，佔 20%；(3)疾病檢測：有 4 項，包括病毒檢測、寄生蟲、體表檢測、內臟檢測，佔 50%；(4)攝食指標：記錄魚隻攝食量及攝食比例，佔 20%。經加權後計算所得分數建立分數考核表，分為五級，A 級 (91—100 分)、B 級 (71—90 分)、C 級 (61—70 分)、D 級 (51—60 分)、E 級 (50 分以下)；並依照魚隻狀態進一步作說明，使評估人能更快速了解魚隻健康情形。

針對不同養殖場區之多批次石斑魚進行健康度判定評量，追蹤魚隻後續養殖結果，經判定為 D 級的魚隻，後續的養殖過程中，皆有較高的疾病感染率及死亡率；評量結果在 C 級以上的魚隻，則有較高的活存率（表 3）。

二、驗證試驗結果

試驗一低溫耐受性試驗結果發現，B、C、D 級 3 組魚隻，在 10℃ 的水溫下，很快就失去平衡，鰓蓋明顯外翻，並有往上衝的行為。將三組魚隻移回室溫池水中，D 組魚隻回復比例只有 23%，B 組及 C 組健康度較佳的魚隻之回復比例則達 100% 及 90%，經過 24 小時餵食觀察，D 組低健康度組完全不

攝食，B 組及 C 組攝食比例分別為 93% 及 63%（圖 1）。

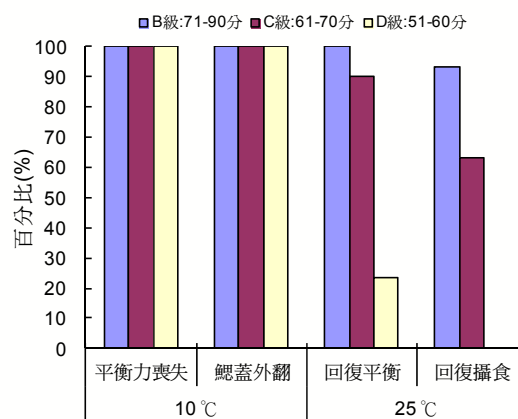


圖 1 浸泡低水溫環境及回復室溫水體環境石斑魚行為表現

表 3 多批次不同養殖場區之石斑魚健康度評估養殖結果

養殖場	批 次	魚 種	體 型	評 估 級 別	追 蹤 3 個 月 續 養 殖 情 形
養殖場 1	1	點帶石斑	3 吋	E	感染病毒，全部死亡
	2	點帶石斑	3 吋	C	車輪蟲感染，60% 活存
養殖場 2	1	點帶石斑	3 吋	B	90% 以上活存
	2	點帶石斑	3 吋	B	90% 以上活存
	3	瑪拉巴石斑	3 吋	B	90% 以上活存
	4	點帶石斑	3 吋	C	90% 以上活存
養殖場 3	1	鞍帶石斑	5 吋	B	90% 以上活存
	2	鞍帶石斑	5 吋	C	80% 活存，感染細菌性疾病
養殖場 4	1	鞍帶石斑	5 吋	D	爆發疾病，全部死亡
養殖場 5	1	點帶石斑	5 吋	D	80% 活存，感染魚虱
養殖場 6	1	鞍帶石斑	5 吋	A	100% 活存，健康度佳
養殖場 7	1	點帶石斑	5 吋	D	60% 活存，攝食率持續不佳
海水中心	1	鞍帶石斑	3 吋	B	90% 以上活存
	2	鞍帶石斑	5 吋	B	90% 以上活存
	3	點帶石斑	5 吋	B	90% 以上活存

試驗二低鹽度耐受性試驗結果，在 0 psu 環境下，D 組的魚隻全數失去平衡，C 組為 30%，B 組則維持正常。魚隻在低鹽度環境中有體色明顯變淡現象。在回復平衡比例及回復攝食比例方面，B、C 兩組皆較 D 組高 (圖 2)。

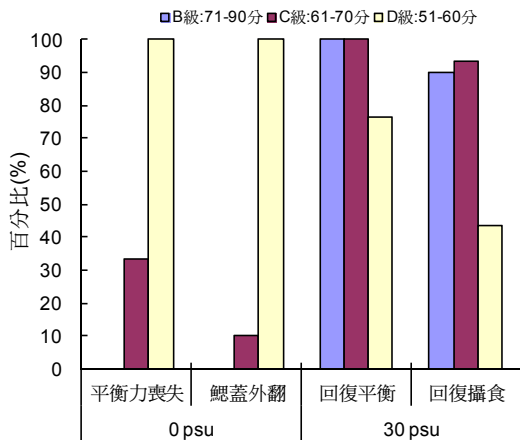


圖 2 浸泡低鹽度 (0 psu) 水體及回復於海水 (鹽度 30 psu) 水體石斑魚的行為表現

試驗三高氨濃度耐受性試驗結果，水中 NH_4^+ 濃度達 40 ppm 時，D 組的全部魚隻很快的達到喪失部分平衡期時，且在行為表現上魚隻喪失部分平衡期前表現全身抽搐往水表面衝，鰓蓋外翻後短時間即翻肚，同時間 B、C 兩組魚隻則仍正常。在回復比例部分，B、C 兩組魚隻 100% 回復，D 組僅 60% 回復，回復攝食比例 B、C 兩組分別為 90% 及 100%，D 組為 70% (圖 3)。

三個緊迫試驗結果發現，魚隻健康度較佳者，評估結果分數較高，對於環境耐受力及回復力有較佳表現，試驗結果與評估考核分析結果一致，B 組及 C 組健康度明顯較 D 組佳。

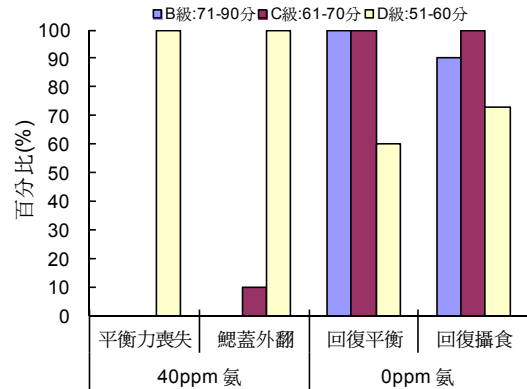


圖 3 浸泡 NH_4^+ 高濃度 (40 ppm) 海水及回復於無氨 (0 ppm) 海水石斑魚的行為表現

結語

石斑魚健康度評估技術建立是依據石斑魚的生物特性，進行各項評估參數選定，其各階段評量表評估項目之訂定，是經過審慎的考量。由魚隻型態、行為觀察，至疾病診斷檢測技術，乃至最後的攝食表現，其配分權重到後續多批次的試驗及驗證，考量所建立的評估表單流程需能快速便利操作，同時能得到高度準確性的評估結果。

藉由石斑魚健康度評量模式衡量和評比每批魚苗成長階段性表現，協助預防培育時疾病及其他因素造成健康度不佳的可能性，評估結果可作該批魚苗養殖管理調整的依據，並提高工作效率。評估方法之建立著重於幫助培育人員順利提升魚苗育成率。藉由客觀評量方法是許多科學領域挑選優質目標的評定模式，若能建立完整的評量方式來判別魚苗優劣，不僅可提升研究人員未來執行相關實驗準確度，減少操作誤差及魚隻個體間生物差異，更可應用於產業提高收益、降低成本增加競爭力，不失為一個良好策略。