

養殖產業之新契機 - 循環水養殖系統

林淑真立德管理學院 陳建銘地層下陷防治服務團

一、前言

沿海地區位於灌溉尾閘，水源嚴重不足，復以工商產業發達、人口日益增加及河川水質污染嚴重下，進而求助水質較穩定之地下水，嚴重超抽地下水導致地層下陷之結果。行政院農業委員會表示，近年來國內鰻魚養殖產業，除在國際市場面臨中國大陸、日本與馬來西亞搶購鰻苗與競銷成鰻之壓力外，在國內更面臨社會大眾對產業超限利用水土資源之質疑，因此如何協助業界營造台灣鰻魚產業永續經營之環境，向為該會努力之目標。

水產養殖主要是一種在水體中進行生物生產的經濟行為，而循環水養殖則是以水處理的方式控制水體的水質，使生物生產得以順利進行，同時大幅減少流水式養殖或止水式養殖必須經常大量換水的缺失。水處理的方式不論是水溫調控，pH 值調控，固體及溶解性廢物的去除或殺菌處理，其處理成本與水體的大小成正比。為求單位生物生產量所需之水體能儘量的減少，以降低水處理設備投資及營運成本，高效率的超集約養殖為最經濟可行的養殖方式，此為一般飼養水生生物的節水方式，如傳統的水色培養、混養，水族館的維生系統或工業廢水處理等技術難以取代的主要原因。超集約循環水養殖系統除可對水體進行處理外，其附帶效益有減少土地的使用，容易進行水質監控、投餌及收穫分級處理的自動化，容易進行魚病防治及大幅減少養殖廢水量與處理成本等。

農委會指出，室內循環水養殖系統係於 80 年代歐洲國家開始發展後，在國內即迅速被利用於鰻魚養殖，並由於自動控制技術的導入，養殖漁業亦進入自動化生產階段。而且以自動化循環水養殖系統養殖歐洲鰻，其存活率高達 90% 以上，可同時解決國內現存日本鰻苗缺乏及歐洲鰻於傳統室外養殖池存活率偏低的兩大難題。基此，該會於民國 82 年補助台灣省水產試驗所自丹麥引進系統，經研究試養歐洲鰻成功，於 84 年開始推廣工作，同時進行系統及週邊設備之本土改良，目前已輔導國內 10 家養殖場設置大小系統約 30 套，總年產量 400 餘公噸。

另農委會鑑於以此等系統養鰻，養成每公斤鰻魚用水量僅 0.5 立方公尺以下，較傳統室外養鰻平均 10 立方公尺之用水量可節約用水 95%以上，而養殖密度亦為傳統室外養鰻之 17 倍以上，即用地需求亦可節約 95%以上，因此農委會將繼續補助輔導業者設置室內自動化超高密度循環水養殖系統，以持續擴大計畫成效，促進養殖產業合理利用水土資源。

二、循環水系統概論

循環水系統是以水處理的方式控制水體的水質，使生物生產得以順利進行，同時大幅減少傳統流水式養殖或止水式養殖必須經常大量換水的缺失。由於傳統室外養殖池因天候條件變化無法控制、大面積養殖池之「水力條件」不易控制及養殖池自然水體「自淨能力」有限等不利於高密度養殖之因素，因此，循環水養殖之目的為使室外養殖池行高密度養殖循環水養殖。而循環水養殖系統之發展目標有下列幾點(2)：

- (一) 提高養殖作業之可控性。
- (二) 增加養殖生產之穩定性。
- (三) 突破冬天水溫低之限制。
- (四) 提高養殖密度以符合經濟性。
- (五) 於水源缺乏或無乾淨水源地區從事養殖。
- (六) 減少引用外在水源，降低引進病原之風險。
- (七) 提高養殖密度，不需提高相對量之用藥量。
- (八) 減少養殖場排污處理費用。

循環水養殖基本原則為功能分離，系統中主要單元為養殖池、水處理設備及水質調整與迴流設備。至於各單元之功能簡述如下：

(一) 養殖池：主要提供養殖生物棲息及攝食之用。

(二) 水處理設備：將養殖池水中之污染物依物理、化學或生物方式處理之。其處理的程序為污水由池內流出



固體物去除 溶解性有機物與氨去除 脫氣(CO₂)處理 脫硝處理。

(三) 水質調整設備：PH 值調整 水溫調整 消毒 溶氧濃度調整。

(四) 迴流設備：則是將所處理、調整後之水迴流至養殖池中。

一般而言，循環水系統可分為簡易循環水系統及過濾循環水系統兩大類，至於此兩類之特性分述如下(4)：

(一) 簡易循環水系統：此一用水系統大多是應用於室外養殖，採「綜合養殖」之方式，乃利用生物「食性」之互補特性，達到循環之效果。即甲生物吃剩之食物或排泄物作為乙生物之食物或營養來源。常見之方式是將兩種以上不同食性之水產品「混養」在同一個池子。例如：吳郭魚與蜆混養、蝦與文蛤混養、蟬與龍鬚菜混養。

(二) 過濾循環水系統：利用一些輔助設施，有效處理養殖用水，以達到穩定水質及降低養殖成本的目的，常見的有：

1. 物理過濾：以「機械過濾」較為常用，利用濾網將飼料殘餌及魚蝦糞便等「有機顆粒」濾除，並有「自動清洗裝置」將污泥濃縮收集(如：微粒過濾機)，可達到環保署之水產養殖業放流水標準。

2. 微生物處理：利用微生物(如硝化細菌)在濾材表面附著形成「生物膜」，將水中毒性較強之「氨態氮」及「磷酸鹽」的去除，可達到淨化水質與底質的目的。常見微生物處理法的淨化設備有：(1) 毛刷(2) 生物濾床及(3) 生物旋轉盤(塑膠球)。

在過濾循環水中其過濾方式可分為下列 3 種的組合(4)：

(三) 自動控制設備：自動投餌機、自動增氧錐、臭氧氧化劑量自動控制器、自動控溫設備及水質自動監測與警報裝置。



三、國內使用循環水養殖案例介紹

目前循環水養殖系統已應用於鰻魚、吳郭魚、比目魚、魚之養殖上，同時於鱸魚及鮭魚等種苗之培育亦具有相當成效。國內已有商業化系統應用於養殖歐洲鰻上，部份則應用在香魚及吳郭魚養殖，尚在研究試驗中的有草蝦及石斑魚苗的培育。

(一) 台灣省水產試驗所之室內超集約循環水養殖系統(3)

基於鰻魚養殖在我國養殖產業的重要性及目前面臨淡水資源及日本鰻苗嚴重不足等問題，台灣省水產試驗所自民國 79 年至 84 年間，針對鰻魚養殖研發了兩套實驗級超集約循環水養殖系統，並引進兩套商業級自動化超集約循環水養殖系統，分別試養日本鰻及歐洲鰻，成效頗為良好。目前正積極推廣養殖技術，輔導民間企業進行經營管理。

室內循環水養殖系統通常由一般熟知之養殖池、固體物去除設備、生物處理裝置等所組成。而所謂自動化超集約養殖系統除了上述單元外，尚加入增氧裝置、殺菌及自動控制設備等。自動化超集約養殖系統之鰻魚放養密度為 100 公斤/噸水，本省之傳統式室外養鰻池者約為 2-3 公斤/噸水；生產每公斤鰻魚用水量則分別為 0.7 噸及 20-30 噸。前者較後者在養殖密度及用水效率上均大幅提昇，養殖密度約提昇為 35-50 倍，而單位生產用水量則僅為 1/30-1/40，對於目前水產養殖之用水問題提供極佳的解決對策。

(二) 雲林縣水井養殖漁業生產區

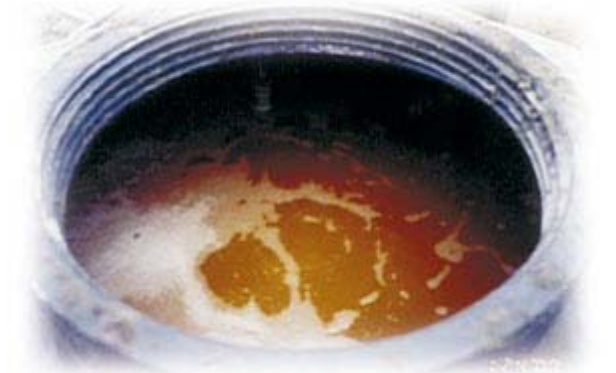
雲林縣水井養殖漁業生產區內引進「生物處理法」循環水系統，係利用水車等工具於養殖池內形成環繞式低流速水流，將污水集中至水池中央，魚池中央埋設抽取管路，將污水抽至池旁之淨水系統中，淨水系統除包含過濾、沈澱池等設備外另有培菌箱，利用培養之菌類降低污水中之氮氮，以淨化水質後直接再排入養殖池中循環使用。本區自 88 年 10 月啟用養殖白蝦至今成果尚佳，且安然度過該年發生的寒害，換水量相當低，幾乎不需排水，只需填補因入滲或蒸發所損失之水分。所投資之設備每公頃約需 200 萬元，因初期投資成本高，大都以養殖高經濟水產品為標的。



▲ 圖 5 生產區主委向服務團成員說明「生物處理法」循環水系統使用程序

(三) 中華生技股份有限公司

中華生技擁有的生物科技養殖核心技術包括生物過濾、生物製劑、特殊抗體飼料配方、室內、室外養殖技術，強調採用的是高密度、高水位而且不換水的養殖方式。由於人口劇增



以及土地開發利用的因素，致使海域與地下水的污染日益嚴重，為避免換水時所抽取或引用的水源不乾淨，導致魚蝦不適及養殖池的生態平衡改變，進而誘發魚蝦疾病的發生。因此，中華生技養蝦從引水進入蝦池至水穩定之後，除了補充蒸發量所損失的水份外即不再更換水，降低不可預測的因素，以提升養殖的成功率。而養殖過程中所產生的有機污染，則利用定時添加生物製劑來維持池水的自淨能力。池中的有益菌種分解有機物的方式，是利用由細菌分泌出來的分解酵來分解有機物之後予以利用。分解出來的酵主要包括水解酵、蛋白質分解酵、多醣酵、脂肪酵、核酸酵等，因此細菌將池中的有機物或是毒性的氨、硫化氫等無機物分解利用形成菌體，來完成池底有機物廢物的分解與達成池水的自淨能力。其養殖成果為：該公司在屏東滿州鄉九棚廠養殖石斑魚，該地在冬季氣候非常的溼冷且風勢強勁，然九棚廠能夠全年全天候生產石斑魚自 3 寸苗到成魚，最近的記錄則有在 10 個月內 65 噸水可生產約 12,000 尾 600 公克的石斑成魚約重 70 噸。而在屏東縣崁頂鄉港東場為該公司室外科技化高密度蝦類養殖中心，主要養殖草

▲ 圖 6 「生物處理法」循環水系統中之培菌箱

蝦、斑節蝦、以及高品質海水魚。87年4月於面積1.4公頃養殖場高密度放養65萬尾草蝦，成功收獲9.438公噸，存活率72.6%，接著在88年3月，以0.4公頃面積放養50萬尾白蝦，收獲3.919公噸（10公克/每尾），存活率78.4%，1999年10月以1.8公頃放養草蝦100萬尾，於2000年3月收獲4.2公噸（7.5公克/每尾），存活率56%。

(四) 養殖漁業在面對加入WTO後及東南亞、大陸養殖業的威脅，如何在現有的環境下尋找契機，以生物科技方法養殖將是未來趨勢，其他循環水養殖顯著成效地區：

1. 宜蘭縣-金車企業：規模最大之循環水養殖場，養殖鰻魚、蝦。
2. 屏東縣-新埤鄉福晉水產公司：紅色吳郭魚高密度循環水養殖
3. 台南縣-北門鄉厚生養殖場：室內歐洲鰻高密度循環水養殖。
4. 花蓮縣-壽豐鄉立川漁場：採用科技養殖鰻魚與香魚。

四、結語

循環水養殖理論上有其優勢存在，然若將其大量推廣至產業界仍有其困難點，本章節即是根據成功大學水工所地層下陷防治服務團成員至各養殖漁業生產區拜訪，有關漁民對循環水養殖主題所提出之資料彙整而得，俾供相關單位參考，以提升其效能。茲將各反應意見綜整如下：

1. 簡易循環水系統的貯水池其水質不易控制，容易優養化，且循環水之出水量不足以供給所需，大部分僅於種苗養殖業者採用。
2. 過濾式循環水系統，設備昂貴且政府祇補助購買設備的經費，初期投資成本過高，後續設備的維修及使用後所遭遇問題的輔導補助為一問題所在。
3. 建議政府能於發放循環用水補助款後，定期派員追蹤輔導業者使用此項設施成效，並對業者使用設施時所遇問題進行研究改進，使循環用水的推動及使用效率能更提升並造福廣大養殖業者。

參考資料：

1. 中華生技股份有限公司全球資訊網 (2002),
<http://www.hi-q.com>。
2. 王世經、張銘智 (2002), 超集約室外循環水系統養殖日本鰻, 金車關係事業全球資訊網,
<http://www.kingcar.com.tw>。
3. 農漁牧產業自動化全球資訊網 (2002), <http://agriauto.ame.ntu.edu.tw>。
4. 財團法人農業工程研究中心 (1998), 「新世紀養殖漁業系列報導(2)—循環水養殖模式與成效」, 行政院農業委員會, 87 農建—2.2—漁—03。
5. 行政院農業委員會 (1997), 飼料營養雜誌第 10 期, p.103。



▲ 圖 7 「生物處理法」循環水系統利用水車形成環繞式低流速水流, 將污水集中至水池中央