

公開

密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：090103F102

行政院農業委員會漁業署九十七年度科技計畫研究報告

計畫名稱：**室內自動化養殖系統開發研究 (第1年/全程1年)**
(英文名稱) **Development of an indoor automatic re-circulating system for culturing grouper fingerlings**

計畫編號：97農科-9.1.3-漁-F1(2)

全程計畫期間：97年7月1日至97年12月31日

本年計畫期間：97年7月1日至97年12月31日

計畫主持人：劉擎華

執行機關：國立台灣海洋大學

合作機關：國立台灣大學



一、中文摘要：

石斑室內育苗為了加強攝食以避免殘食，於箱網進行育苗，須耗用大量人力及時間，本試驗以改進點帶石斑種苗育成技術為目標，開發糞便殘餌自動收集裝置，並將其導入本實驗室之標準養殖流程中，藉此節省換水及抽底所消耗的人力及時間。第一階段設計裝置及測試。第二階段於原有之系統加裝糞便殘餌收集裝置，進行水質與生物參數方面之調查。試驗期間A(裝收集器)B(無收集器)組魚隻皆無疾病發生，而B組水質明顯劣於A組。各項結果表示，此收集裝置能有效移除糞便及殘餌，至少能延遲一天以上不換水，節省人力及時間50%以上。

二、英文摘要：

In order to avoid cannibalism between grouper (*Epinephelus coioides*) from larvae to fingerling stage, cages in indoor system are used by enhancing the amount of feed intake. In this method water must be changed often in order to maintain it with high quality characteristics, due to this process long time and hand labor is needed. This study was conducted to develop a collector for feces and feed residues to save time and labor during the process. This project includes the cooperation of Yuan-Nan Chu, professor of National Taiwan University, an expert in automatic processes who designed and evaluated the collector, and our laboratory were responsible for testing the facility and developing a standard operation procedure (SOP) for culturing fingerling. The first part was to design and modify the collector, in which the airlift principle was used to remove feces and feed residues to be filtered in a box. The relation between air volume and flow rate was determined in order to take a reference to extend the facility in the future. The second part consists in two investigations in order to understand the differences between water quality and fish condition, with or without using the collector for the semi-circulation system developed by our laboratory. First investigation lasted for 24 hours and fish were fed to satiation, B treatment (without using collector) showed the double ammonia concentration than A treatment (using collector), but this difference was no significant for the nitrite concentration between two treatments. The second investigation lasted for 48 hours and fish were fed with a fixed ratio, the results showed that the total number of bacteria, concentration of ammonia and solid suspended in water of treatment B were higher than the same parameters measured in treatment A. There were no diseases observed during the experiment and treatments. Based on the above results, we can conclude that the usage of the collector in a semi-intensive system not only can remove feces and residues effectively but also reduce the daily cleaning and labor routine saving 50% of the labor time.

三、計畫目的：

近年來台灣迅速成為亞太水產種苗供應國，也是全世界能夠商業生產石斑魚苗的重要國家之一，目前石斑種苗生產仍居領先地位，可成功的生產數種石斑種苗以提供國內外養殖使用。雖然石斑的繁殖及育成技術早已發展多年，但仍無法有效解決病毒危害、高殘食性、成長緩慢及飼料接受性不佳等問題，使得育成時間過長、投入過多人力及育苗成本，且仍無法大量生產。殘食問題，可藉由提高投餵頻度使石斑感到飽食，不斷的篩選分養等方法獲得解決，因此箱網為解決體型差異所引起的殘食現象不可或缺的工具，惟箱網會阻斷水流迴轉至中央集污的傳統方法，使得去除固體物質必須依靠大量人力，根據以往的養殖經驗，若能自水體中完全移除排泄物級殘餌，可增加放養密度五倍，且水質優良能避免環境壓力造成病害的爆發。本研究擬以本實驗室開發之石斑育苗流程，配合具機械自動化學者朱元南並探詢業者實際操作需求，共同研發石斑魚白身苗到2~3吋魚苗的自動化水處理及收集糞便殘餌的裝置，並以此推廣於產業，解決水質不穩造成疾病爆發，造成嚴重死亡及耗費大量人力的問題，進而能大量穩定的生產2~3吋石斑魚苗。完成室內自動化收集糞便及殘餌設備應用於石斑魚苗培育試驗，並建立操作的標準流程。

四、重要工作項目及實施方法：

- 1.設計新的收集糞便及殘餌設備。
- 2.製作收集殘餌糞便設備的原型。
- 3.使用本實驗室設計的系統及加上新的糞便殘餌收及設備，以已本實驗開發的標準育苗流程，測試殘餌糞便收集設備的效果。
- 4.依據本實驗室歷年來開發飼料之經驗配製飼料，與一般商用飼料比較對本系統水質之影響。
- 5.觀察設備運作情形，測定水質，紀錄人力使用情形，活存及成長以為修改設備的依據。
- 6.探詢實際從事室內育苗業者的需求，以為設計系統之參考並於於新設計的系統中培育石斑魚苗，以測試結果提供系統設計者，據此參考並修改系統。
- 7.解決可能遭遇之困難，建立標準的飼育流程。
- 8.根據使用結果再修改設計並申請專利。

1.2.項由台大朱元南教授負責。 3.4.5.7項由本人負責。 第6.8項由兩人共同負責

五、結果與討論：

1.收集方式尚可改進，未來應嘗試使用抽水馬達取代空氣動力。2.本試驗的2噸的圓形FRP養殖槽，其空間無法有效容納收集器，未來應使用長形水道狀養殖槽或改變收集器之形狀，與業者合作於大型的養殖場測試其功效。3.養殖箱網最好加蓋以防止石斑跳出，系統進水孔應防止跳出之石斑被吸入造成管路阻塞。4.良好的循環系統，有利於水質穩定，並能減少人力及時間。5.以馴餌技術及優質飼料儘早取代生鮮餌料，減少病源侵入，降低可溶性物質的污染。6.適時使用篩網分養魚苗，避免其體長差距達20%以上，勿在飽食期間篩苗，篩苗期間動作應迅速細膩，避免對魚苗產生更大的緊迫。

六、結論

經過三次修正後改良裝置以確定其規格，使用較細的pvc管能減少空氣的虛耗，由出氣量與出水量關係可得公式 $b=1.227a-19.381$ (a =水流輸出量， b =打氣量)，此結果於往後規劃生產線時有利於了解成本的支出以及集污的效能。

原有之系統加裝糞便殘餌收集裝置，進行水質與生物參數方面之調查。試驗分為24hr大量投餵飼料(150g/4次/day)及48hr適量投餵(70g/3次/day)兩部分。在24hr部分，總氨氮含量無裝置組B高於有裝置組A兩倍以上，而亞硝酸-氮則無顯著差異；在48hr部分，懸浮固物、總氨氮B組的濃度高於A組，亞硝酸-氮、硝酸-氮的濃度並無顯著差異，在生菌數方面48hr內A組略低於B組，試驗期間AB組魚隻皆無疾病發生，而B組水質明顯劣於A組。各項結果表示，此收集裝置能有效移除糞便及殘餌，至少能延遲一天以上不換水，節省人力及時間50%以上。

七、參考文獻：

- 王涵生 (1997)，石斑魚*Epinephelus*人工繁殖研究的現狀與存在問題。大連水產學院學報，12(3):44-51。
- 林琳 (1997)，世界水產發展趨勢與種苗發展。水產種苗，11:P40-44。
- 陳健初 (1981)水質分析。國立台灣海洋大學，基隆，P5-P7、P85-P99頁。
- 陳炯宏 (1997)，點帶石斑魚(*Epinephelus coioides*)殘食行為的探討。國立中山大學碩士論文，高雄，P43頁。
- 許晉榮 (1999)，魚苗生產過程中的殘食。中國水產月刊第564期，P3~14。
- 呂明毅、劉擎華 (2000)，石斑魚的養殖生物學之研究。石斑魚繁養殖技術改進與疾病防治研討會，P24-33。
- 劉擎華、鄭安倉、蔡賢築，(2000)，維生素C在水產養殖物之應用。養魚世界，275:14-17。
- 曾國鋒、蘇惠美、邱義雄、藍大為，(2001)，循環水系統培育石斑魚苗。石斑魚繁養殖技術改進與疾病防治研討會。P48-57。國立台灣海洋大學水產養殖系。
- 張福平 (2001)，石斑魚養殖現況與展望。水產種苗，八月，第38期。
- 呂明毅、劉擎華、方力行，(2002)，海水魚種苗培育的問題與展望-以石斑魚及比目魚為例，中國水產月刊，591: 39-45。
- 鄭安倉、蔡賢築、劉擎華 (2003)，集約式高育成率石斑魚苗養殖 (I) —魚苗之馴餌。養魚世界，第314期，14-17頁。
- 鄭安倉、蔡賢築、劉擎華 (2003)，集約式高育成率石斑魚苗養殖 (II) —系統設計重點。養魚世界，第315期，14-17頁。
- 鄭安倉、蔡賢築、劉擎華 (2003)，集約式高育成率石斑魚苗養殖 (III) —魚苗飼育及管理。養魚世界，第316期，頁22-26。
- 張賜玲 (2005)，優良種苗(魚)的辨識與生產。水產種苗品質認證輔導人員訓練課程，7-19頁。
- 鄭安倉、蔡賢築、劉擎華 (2005)，高育成率之龍膽石斑苗育成系統、操作流程及病毒防治技術研發與建立。養魚世界，第338期，18-23頁。
- Collaborative APEC Grouper Research and Development Network.,2000.
Regional workshop on sustainable seafarming and grouper aquaculture.
- Fukuda Y., Nguyen H.D., Furuhaashi M. and Nakai T., 1996. Mass mortality of culture sevenband grouper, *Epinephelus septemfasciatus*, associates with viral nervous necrosis. *Fish Patholo.*, 31:165-170.
- Hecht, T., Pienaar, A.G., 1993. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. *J. World Aquacult. Soc.*, 24:246-261.
- Leu, M.Y., Liou, C.H., 1992. Substitution of live foods with a micro-coated diet in the feeding of larval silver bream, *Sparus sarba* (Forsskal) : note on swim bladder inflation, *J. Fish. Soc. Taiwan*, 19(1): 33-41.
- Leu, M.Y., Liou, C.H. and Wu, C.H., 1991. Feasibility of using micro-coated diet fed to larval yellow-finned black porgy, *Acanthopagrus latus*. *J. Fish. Soc. Taiwan*. 18(4): 287-294.
- Sakakura, Y., Tsukamoto, K., 1997. Effects of water temperature and light intensity on aggressive behavior in juvenile yellowtails. *Fish. Sci.*,63:42-45.
- Smith, C., Reay. P., 1991. Cannibalism in teleost fish. *Rev Fish Biol Fish*1:41-64

Watanabe, W.O., Ellis, S.C., Ellis, E.P., Lopez, V.G., Bass, P., Ginoza, J., Moriwake, A., 1996. Evaluation of first-feeding regimens for larval Nassau grouper *Epinephelus striatus* and preliminary pilot-scale culture through metamorphosis. *Journal of the World Aquaculture Society* 27, 323-331.

Watanabe, K., Suzuki, S., Nishizawa, T., Suzuki, K., Yoshimizu, M., Ezura, Y., 1998. Control strategy for viral nervous necrosis of barfin flounder. *Fish Pathol* 33: 445-446.

公 開
 密件、不公開

執行機構(計畫)識別碼：090103F102

行政院農業委員會漁業署九十七年度科技計畫研究報告

計畫名稱： 室內自動化養殖系統開發研究(第1年/全程1年)
(英文名稱) Development of an indoor automatic re-circulating system for culturing grouper fingerlings

計畫編號：97農科-9.1.3-漁-F1(2)

全程計畫期間：97年7月1日至97年12月31日

本年計畫期間：97年7月1日至97年12月31日

計畫主持人： 劉擎華

執行機關： 國立台灣海洋大學

合作機關： 國立台灣大學

目錄

中文摘要	3
英文摘要	3
一、前言	4
二、材料方法	4
三、結果	5
四、討論	6
五建議與檢討	7
六、參考文獻	7
附圖	9

摘要:

石斑室內育苗為了加強攝食以避免殘食，於室內池中放置箱網進行育苗，養殖過程須常換水以維持水質，故須耗用大量人力及時間，為提升養殖技術及節省人力，本試驗以改進點帶石斑種苗育成技術為目標，與台大朱元南教授合作，開發糞便殘餌自動收集裝置，並將其導入本實驗室之標準養殖流程中，藉此節省換水及抽底所消耗的人力及時間。第一階段設計裝置及測試，經過三次改良，成功的利用氣流牽引的力量，將糞便殘餌從收集器底部帶出，留在收集盒中，並畫出打氣量與出水量之關係圖，以為往後研究大型的裝置的參考。第二階段於原有之系統加裝糞便殘餌收集裝置，進行水質與生物參數方面之調查。試驗分為 24hr 大量投餵飼料 (150g/4 次/day) 及 48hr 適量投餵 (70g/3 次/day) 兩部分。在 24hr 部分，總氨氮含量無裝置組 B 高於有裝置組 A 兩倍以上。在 48hr 部分，懸浮固物、總氨氮 B 組的濃度高於 A 組，亞硝酸-氮、硝酸-氮的濃度並無顯著差異，在生菌數方面 48hr 內 A 組略低於 B 組，試驗期間 AB 組魚隻皆無疾病發生，而 B 組水質明顯劣於 A 組。各項結果表示，此收集裝置能有效移除糞便及殘餌，至少能延遲一天以上不換水，節省人力及時間 50% 以上。

Abstract:

In order to avoid cannibalism between grouper (*Epinephelus coioides*) from larvae to fingerling stage, cages in indoor system are used by enhancing the amount of feed intake. In this method water must be changed often in order to maintain it with high quality characteristics, due to this process long time and hand labor is needed. This study was conducted to develop a collector for feces and

feed residues to save time and labor during the process. This project includes the cooperation of Zhu Yuan, professor of National Taiwan University, an expert in automatic processes who designed and evaluated the collector, and our laboratory were responsible for testing the facility and developing a standard operation procedure (SOP) for culturing fingerling. The first part was to design and modify the collector, in which the airlift principle was used to remove feces and feed residues to be filtered in a box. The relation between air volume and flow rate was determined in order to take a reference to extend the facility in the future. The second part consists in two investigations in order to understand the differences between water quality and fish condition, with or without using the collector for the semi-circulation system developed by our laboratory. First investigation lasted for 24 hours and fish were fed to satiation, B treatment (without using collector) showed the double ammonia concentration than A treatment (using collector), but this difference was no significant for the nitrite concentration between two treatments. The second investigation lasted for 48 hours and fish were fed with a fixed ratio, the results showed that the total number of bacteria, concentration of ammonia and solid suspended in water of treatment B were higher than the same parameters measured in treatment A. There were no diseases observed during the experiment and treatments. Based on the above results, we can conclude that the usage of the collector in a semi-intensive system not only can remove feces and residues

effectively but also reduce the daily cleaning and labor routine saving 50% of the labor time.

前言：

近年來台灣迅速成為亞太水產種苗供應國，也是全世界能夠商業生產石斑魚苗的重要國家之一，目前石斑種苗生產仍居領先地位，可成功的生產數種石斑種苗以提供國內外養殖使用。雖然石斑的繁殖及育成技術早已發展多年，但仍無法有效解決病毒危害、高殘食性、成長緩慢及飼料接受性不佳等問題，使得育成時間過長、投入過多人力及育苗成本，且仍無法大量生產。殘食問題，可藉由提高投餵頻度使石斑感到飽食，不斷的篩選分養等方法獲得解決，因此箱網為解決體型差異所引起的殘食現象不可或缺的工具，惟箱網會阻斷水流迴轉至中央集污的傳統方法，使得去除固體物質必須依靠大量人力，根據以往的養殖經驗，若能自水體中完全移除排泄物級殘餌，可增加放養密度五倍，且水質優良能避免環境壓力造成病害的爆發。本研究擬以本實驗室開發之石斑育苗流程，配合具機械自動化學者朱元南並探詢業者實際操作需求，共同研發石斑魚白身苗到2-3吋魚苗的自動化水處理及收集糞便殘餌的裝置，並以此推廣於產業，解決水質不穩造成疾病爆發，造成嚴重死亡及耗費大量人力的問題，進而能大量穩定的生產2-3吋石斑魚苗。

材料方法：

一、裝置之設計與改良：

本試驗所使用之糞便殘餌收集裝置以PVC塑膠材料製成，為能使裝置有效率的收集糞便殘餌以及節省電力消耗，將裝置進行數次的改良並測試其出氣量與出水量之關係，最後決定管路口徑為1英吋並外接收集盒，使受氣流牽引出之糞便殘餌方

便做觀察及清洗。裝置於水體兩噸水體的FRP桶，使用三個收集裝置，養殖使用圓型箱網並且以兩台小型鼓風機為打氣動力。基礎養殖系統為96年農委會委託計畫所新開發之養殖循環水系統，特點如下：
1. 馬達為1馬力陸上型馬達，以增加系統處理的水流量。
2. 高大的滴流式濾床(50*80*100) 2-g，增加了生物濾床的處理總面積。
3. 借助於生物濾床的重力差，將濾袋升高，吊掛於養殖槽上，增加濾袋的過濾效果。
4. 使用大型的落地式蛋白質除沫器。於養殖操作時紀錄A組(有裝置組)和B組(無裝置)操作所消耗之時間以進行比較。

二、養殖試驗：

本試驗自高雄縣選購點帶石斑白身苗共3500尾。魚苗待買入後放養於新建立之自動化循環水系統。試驗全期系統中水溫控制在 30 ± 1 °C、每日維持至少20小時光照。飼料方面，其配方參考91及92年農委會委託計劃(石斑魚人工飼料開發之研究)而設計，含蛋白質50%、脂質8%以及碳水化合物16%，且配合點帶石斑苗不同成長階段之適口性，製作成0.8-5.0mm的飼料粒徑，每天投餵量為魚體總重的8-10%，於魚苗成長至適合體型與適應環境後，開始進行養殖試驗

24小時飽食投餵試驗：

A、B組各自選取魚苗1450-1500尾，大小約為1-2吋分養在三個箱網置放於有循環水系統的兩噸原型FRP桶中，並維持總重7000g的生物量，每日投為5餐，一餐150g，並於24小時間，以1、3、5、7、9、16、20、24的間隔進行採樣並進行水質分析，試驗期間循環水溫維持在27-30 °C。實驗期間A、B組各做三重複，每24小時換水後即為一重複組別的起始。每個時間點所採集的試水以1μm濾膜過濾並

保存在4°C 冰箱，並依據 Phenolhypochlorite method(Solorzano, 1969)測定水中氨-氮，依據 Wood-Armstrong-Richard 法測定水中亞硝酸-氮。

48 小時定量投餵試驗：

A、B 組使用同一養殖系統以消除基本養殖系統本身的變因，選取魚苗 700 尾，大小約為 2-3 吋並維持總重 7000g 的生物量，每日投餵三餐，一餐 70g(總體重 3%)，實驗期間 A、B 組各做 4 重複，每 48 小時換水後即為一重複組別的起始，A 組每 6 小時清洗一次收集盒，B 組為避免水質過於惡化於 24 時進行一次抽底。實驗於 48 小時間，以 0、2、4、6、8、10、12、16、20、24、28、32、40、48 的間隔進行採樣並進行水質分析，以 0、6、12、18、24、32、40、48 的間隔進行採樣並進行水中總生菌數之採樣、以 0、8、16、24、32、40、48 的間隔進行採樣並進行水中總懸浮固物之採樣，試驗期間循環水維持在 27-30°C。水中總氨氮以及亞硝酸-氮測定法同上，水中之硝酸-氮濃度則是以 Phenoldisulfonic acid 法測定。

水中總生菌數之調查使用 TSA 所做成之培養基，採取之試水稀釋 20 倍之後以 50ul 進行劃菌，紀錄單位使用 CFU/ml。水中懸浮固物則以抽器瓶將 1000ml 試水通過 5C 濾紙進行過濾，將大於 2mm 之顆粒留在濾紙上，並以 100 度烘乾 2 小時於恆重釜內進行冷卻並稱重紀錄單位為 mg。試驗期間以相機每 12 小時拍攝水底糞便累積形，以觀察裝置發揮收集功能與否。

結果：

裝置改良上，經過三次修正後以確定其規格，使用較細的 pvc 管能減少空氣的虛耗，由圖一出氣量與出水量關係圖上顯示最後修改的成果在效能上有明顯的提升，

能順利的利用打氣的力量牽引水流輸出，並可得公式 $b=1.227a-19.381$ (a =水流輸出量， b =打氣量)，此結果於往後規劃生產線時有利於了解成本的支出以及集污的效能。圖 2 為三次改良時的簡圖。

24 小時飽食投餵試驗(圖 3、4)，水中總氨氮濃度(圖 3)的測定上可發現 B 組氨氮累積迅速明顯高出 A 組許多。B 組於 10hr 時到達最高峰 0.85ppm，24 小時為 0.55ppm A 組氨氮累積較緩慢，最高只有在第 5 小時達 0.25ppm，24 小時為 0.18ppm。至於在亞硝酸-氮濃度(圖 4)上則無顯著差異。A、B 組起始為 0.2ppm 於 12 小時到達高峰 0.9ppm 並在之後趨於穩定。

48hr 定量投餵試驗方面(圖 5-9)，水中總氨氮濃度(圖 5)的測定上 B 組氨氮累積迅速，起始值為 0.1ppm，於 6 小時後達到最高 0.38ppm，6-32 小時間維持 0.32-0.28ppm 於 32 小時後漸趨下降，48 小時濃度為 0.11ppm。A 組氨氮累積緩慢，起始值為 0.1ppm，4-16 小時濃度為 0.1-0.14ppm，16-48 小時間維持低濃(0.1ppm 以下)，48 小時濃度為 0.067ppm，全程濃度 A 組明顯低於 B 組。亞硝酸-氮濃度(圖 6)上則無顯著差異，A、B 全程由起始(0hr)0.023ppm 上升至最高 0.4ppm(32 hr)。總氨氮及亞硝酸-氮的累積趨勢與 24 小時飽食投餵實驗的相似。

硝酸-氮濃度方面(圖 7)，A、B 組起始為 0.050ppm，並隨著時間而逐漸增加濃度，於 48hr 到達最高 0.25ppm，由圖之趨勢來看，硝酸-氮濃度 A、B 組並無顯著差異。

總菌數方(圖 8)面，起始組因長時間通入臭氣，結果顯示生菌數初始值為 0，其餘時間點中，B 組在 6 小時總菌數為 2450CFU/ml，並隨時間增加，40 小時達最高 37640CFU/ml，A 組在 6 小時總菌數為 1680CFU/ml，並隨

時間增加，並於 40 小時達最高 27885CFU/ml。

總懸浮固物方面(圖 9)，A、B 組全程並無明顯的累積或降低之趨勢起始組為 150mg 左右，自水進入養殖槽後，B 組全程懸浮固物在 300-500mg/L 這範圍間，而 A 組則在 200-300mg/L 之間，低於 B 組。

圖 10 為整理拍攝水底情形照片，依序為 0、12、24、36、48，B 組明顯在水底累積許多污物，A 組則因裝置儀除了糞便殘餌，底部較 B 組乾淨許多。

討論：

裝置設計與改良：

共歷經三次主要修改，測試期間以 5 吋點帶石斑試養於裝置中觀察裝置收集糞便效果。

開始的設計收集盤與裝置連在一起，以第一代而言，管路過粗(1.5 吋)會虛耗打氣，圓錐盤上有糞便殘留，打氣位置過高造成死角，且底部管路水平的部分造成糞便殘餌嚴重累積，收集盤的拆卸裝置過於疏鬆造成漏水，且使用不鏽鋼網做成之收集盒無法有效留住污物，反而因透水性不足造成糞便殘餌被沖回系統中，第二代做出許多改進，並且嘗試加大圓錐盤(一代直徑 50cm，二代直徑 60cm)，

以及把管路改為 3/4 吋，底部管路改成傾斜，打氣部位在裝置最下方，此修正使得污物不再殘留在圓錐盤上並且出水量比第一代強很多，但依然有若干缺點需修正，例如 3/4 吋 PVC 管重心及結構不穩且裝置加大反而不便操作，底部管路不再有污物殘留，但仍有許多糞便殘留在底部打氣石的附近，且氣流會往網箱網區流動，造成打氣的損耗，而且收集盤效果依然不佳，即使提高收集盤周圍高度糞便依然會被過大水流衝回系統，綜合以上經驗，於第三代改良時，圓錐盤採用原來規格(直徑 50

cm)，管路管徑改用 1 吋，並將打氣方向改為傾斜通入，氣流便不會留置箱網區，且於打氣石周圍以濾網包覆，糞便殘餌不再沉積，最後收集盒改為外接，即與裝置分離直接以軟水管做連接，如此使得裝置的設置更有機動性，並且將收集盒的過濾材料改為高網目的手抄網，透水性大增，水流經氣流推動後，成功帶出糞便殘餌留在網上，不再沖回系統。

24 小時飽食投餵試驗以及 48hr 定量投餵試驗：

結果可看出此裝置能成功的移除糞便殘餌且有降低氨氮的效果，A 組的濃度比 B 組低了兩倍不止，且 B 組因糞便殘留底部造成氨氮累積非常迅速，A 組則非常緩慢甚至無變化，而在亞硝酸-氮、亞硝酸-氮的表現上則無影響。這些是正常的，因為硝酸、亞硝酸濃度的增加與系統生物濾床的硝化細菌才有直接的關係，兩組系統在硝酸、亞硝酸濃度並無不同表示試驗進行時背景相同、系統處理能力相等，另外硝酸的趨勢為隨著時間增加濃度逐漸累積，代表系統硝化菌菌像穩定，持續的代謝亞硝酸而產生硝酸，意即本實驗室所開發之養殖系統對水質有一定的處理能力。

總懸浮固物方面可看出 A 組 SS 明顯低於 B 組，說明裝置的效果，可將污物未大量溶散水中前移出，值得思考是否可進一步更換過濾的材質(更細網目)以及加大容納面積，以加強減少懸浮物的效果。總菌數的表現方面 A 組略低於 B 組，此結果顯示移除糞便殘餌對淨化水質，降低細菌生長有一定作用，未來對大型更高密度的養殖規模，能防止細菌性疾病的發生。

A 組生菌數略低於 B 組，但短時間內效果不明顯，是因為基礎養殖系統有發揮一定的作用，加以本實驗室以往所開發的前期水處理能有效的移除水中細菌，使得

A、B組的菌數都偏低，固細菌在系統中必須從幾乎為0的數量開始繁殖。

綜觀全程，裝置對水處理確實有幫助且系統中各污染指標如總氮、亞硝酸氮、總菌數皆偏低，表示本實驗室以往開發之循環水處理系統以及水處理方式非常成功。

本裝置在水質處理上不但能移除60%以上之糞便殘餌，NH₃濃度較無裝置者低一半以上，確實可幫助系統淨化水質，換水時間可延遲一倍(每日換水延遲為兩日換水)，能達到至少節省人力50%的目標。試驗期間，幾乎無魚苗死亡，在活存率的表現與本實驗室以往結果相同，至少80%以上。

建議與檢討：

1. 收集方式尚可改進，未來應嘗試使用抽水馬達取代空氣動力。2. 本試驗的2噸的圓形FRP養殖槽，其空間無法有效容納收集器，未來應使用長形水道狀養殖槽或改變收集器之形狀，與業者合作於大型的養殖場測試其功效。3. 養殖箱網最好加蓋以防止石斑跳出，系統進水孔應防止跳出之石斑被吸入造成管路阻塞。4. 良好的循環系統，有利於水質穩定，並能減少人力及時間。5. 以馴餌技術及優質飼料儘早取代生鮮餌料，減少病原侵入，降低可溶性物質的污染。6. 適時使用篩網分養魚苗，避免其體長差距達20%以上，勿在飽食期間篩苗，篩苗期間動作應迅速細膩，避免對魚苗產生更大的緊迫。

參考文獻：

王涵生 (1997), 石斑魚 *Epinephelus* 人工繁殖研究的現狀與存在問題。大連水產學院學報, 12(3):44-51。
林琳 (1997), 世界水產發展趨勢與種苗發

展。水產種苗, 11:P40-44。

陳炯宏 (1997), 點帶石斑魚 (*Epinephelus coioides*) 殘食行為的探討。國立中山大學碩士論文, 高雄, P43頁。

陳健初 (1981) 水質分析。國立台灣海洋大學, 基隆, P5-P7、P85-P99頁。

許晉榮 (1999), 魚苗生產過程中的殘食。中國水產月刊第564期, P3 ~14。

呂明毅、劉擎華 (2000), 石斑魚的養殖生物學之研究。石斑魚繁養殖技術改進與疾病防治研討會, P24-33。

劉擎華、鄭安倉、蔡賢築, (2000), 維生素C在水產養殖物之應用。養魚世界, 275:14-17。

曾國鋒、蘇惠美、邱義雄、藍大為, (2001), 循環水系統培育石斑魚苗。石斑魚繁養殖技術改進與疾病防治研討會。P48-57。國立台灣海洋大學水產養殖系。

張福平 (2001), 石斑魚養殖現況與展望。水產種苗, 八月, 第38期。

呂明毅、劉擎華、方力行, (2002), 海水魚種苗培育的問題與展望-以石斑魚及比目魚為例, 中國水產月刊, 591: 39-45。
鄭安倉、蔡賢築、劉擎華 (2003), 集約式高育成率石斑魚苗養殖 (I) - 魚苗之馴餌。養魚世界, 第314期, 14-17頁。

鄭安倉、蔡賢築、劉擎華 (2003), 集約式高育成率石斑魚苗養殖 (II) - 系統設計重點。養魚世界, 第315期, 14-17頁。

鄭安倉、蔡賢築、劉擎華 (2003), 集約式高育成率石斑魚苗養殖 (III) - 魚苗飼育及管理。養魚世界, 第316期, 頁22-26。

張賜玲 (2005), 優良種苗(魚)的辨識與生產。水產種苗品質認證輔導人員訓練課程, 7-19頁。

鄭安倉、蔡賢築、劉擎華 (2005), 高育成率之龍膽石斑苗育成系統、操作流程及病毒防治技術研發與建立。養魚世界, 第338

期，18-23頁。

Collaborative APEC Grouper Research and Development Network., 2000.

Regional workshop on sustainable seafarming and grouper aquaculture.

Fukuda Y., Nguyen H.D., Furuhashi M. and Nakai T., 1996. Mass mortality of culture sevenband grouper, *Epinephelus septemfasciatus*, associates with viral nervous necrosis. *Fish Pathol.*, 31:165-170.

Hecht, T., Pienaar, A.G., 1993. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. *J. World Aquacult. Soc.*, 24:246-261.

Leu, M.Y., Liou, C.H., 1992. Substitution of live foods with a micro-coated diet in the feeding of larval silver bream, *Sparus sarba* (Forsskal) : note on swim bladder inflation. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 19(1): 33-41.

Leu, M.Y., Liou, C.H. and Wu, C.H., 1991. Feasibility of using micro-coated diet fed to larval yellow-finned black porgy, *Acanthopagrus latus*. *J. Fish. Soc. Taiwan*. 18(4): 287-294.

Sakakura, Y., Tsukamoto, K., 1997. Effects of water temperature and light intensity on aggressive behavior in juvenile yellowtails. *Fish. Sci.*, 63-42-45.

Smith, C., Reay, P., 1991. Cannibalism in teleost fish. *Rev Fish Biol Fish* 1:41-64

Watanabe, W.O., Ellis, S.C., Ellis, E.P., Lopez, V.G., Bass, P., Ginoza, J., Moriwake, A., 1996. Evaluation of first-feeding regimens for larval Nassau grouper *Epinephelus striatus* and preliminary pilot-scale culture through metamorphosis. *Journal of the World Aquaculture Society* 27, 323-331.

Watanabe, K., Suzuki, S., Nishizawa, T., Suzuki, K., Yoshimizu, M., Ezura, Y., 1998. Control strategy for viral nervous necrosis of barfin flounder. *Fish Pathol* 33: 445-446.

圖 1、打氣量與輸出水量

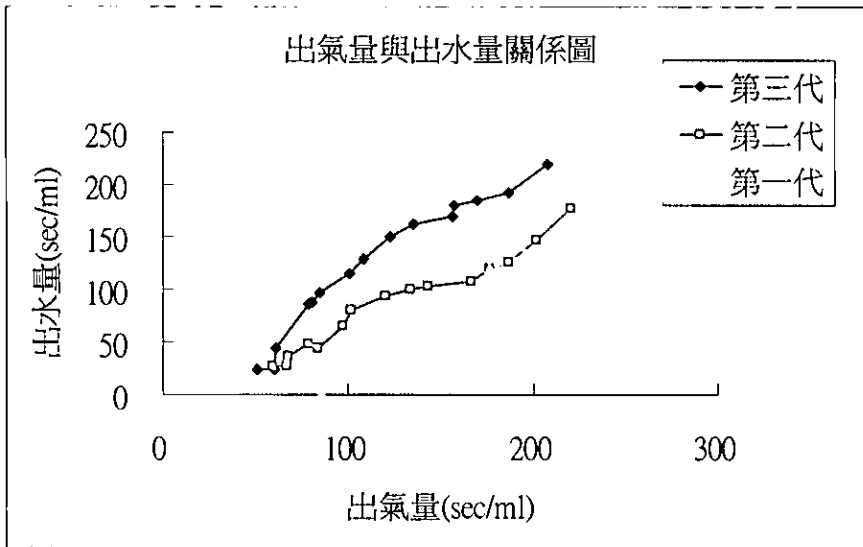
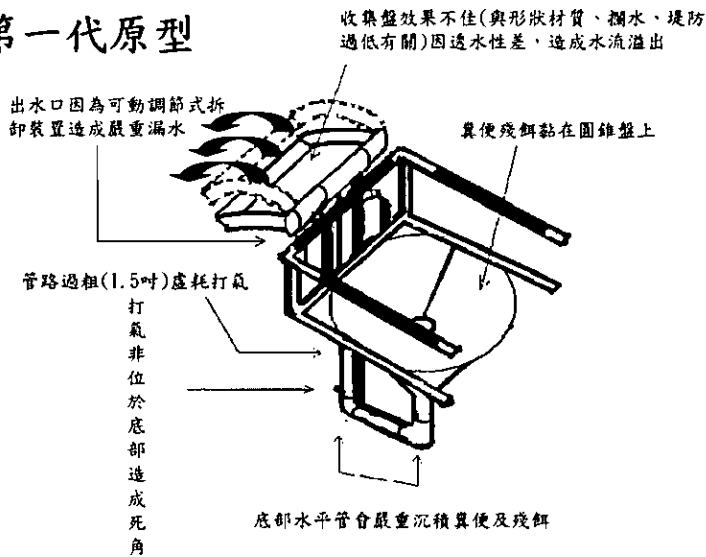


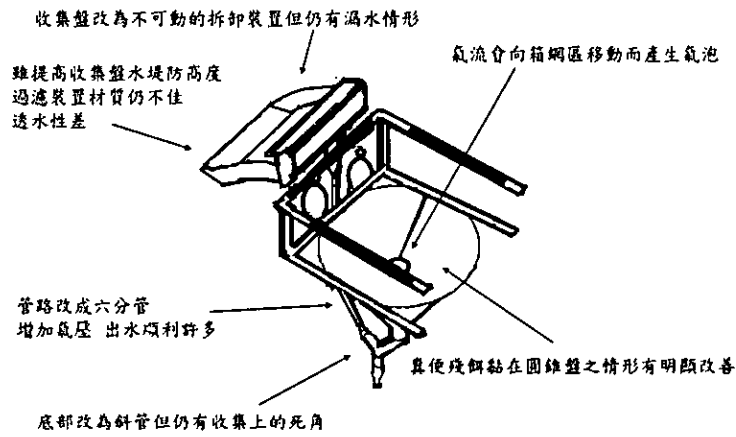
圖 2、裝置改良過程簡圖

2-1

第一代原型



第二代原型



• 第三代收集裝置修改 - 改用固定式收集盤

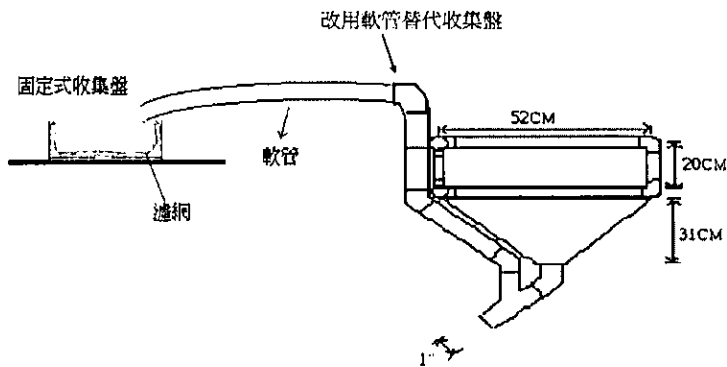


圖 3、24 小時飽食投餵實驗 NH₃ 濃度累積

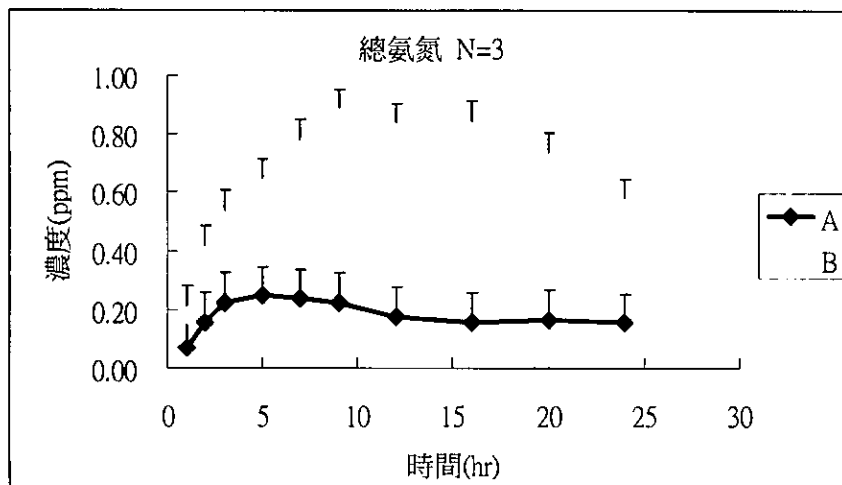


圖 4、24 小時飽食投餵實驗亞硝酸-氮濃度累積

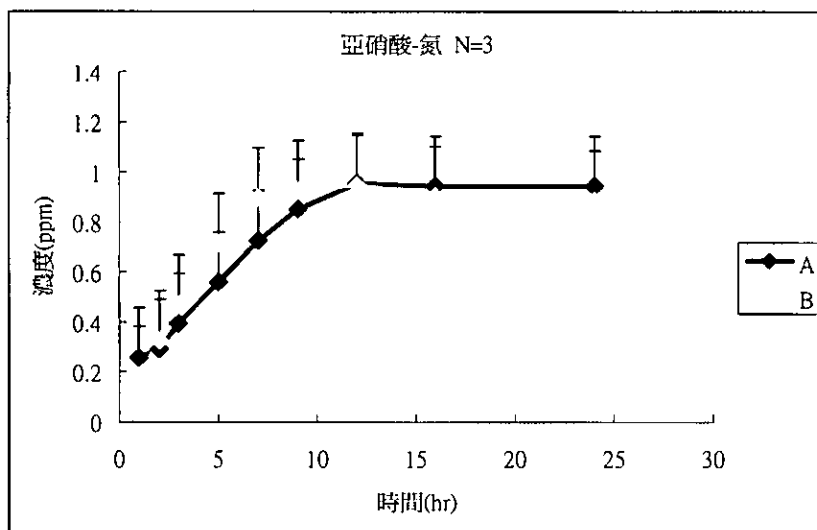


圖 5、48 小時定量投餵實驗 NH₃ 濃度累積

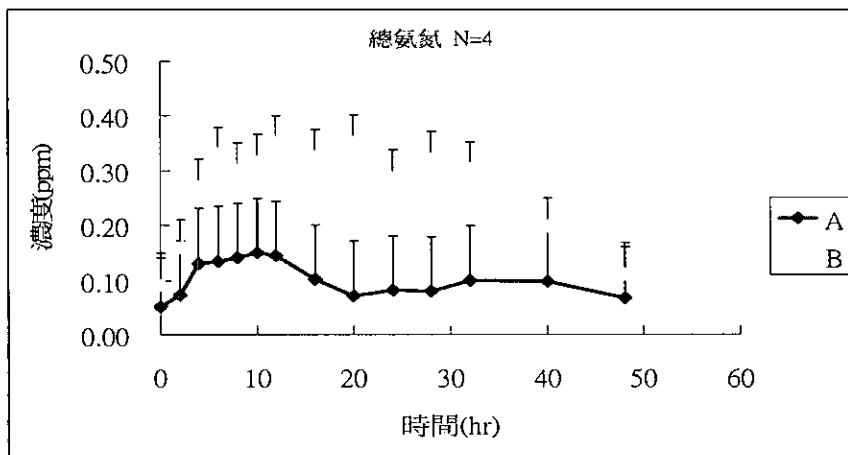


圖 6、48 小時定量投餵實驗亞硝酸-氮濃度累積

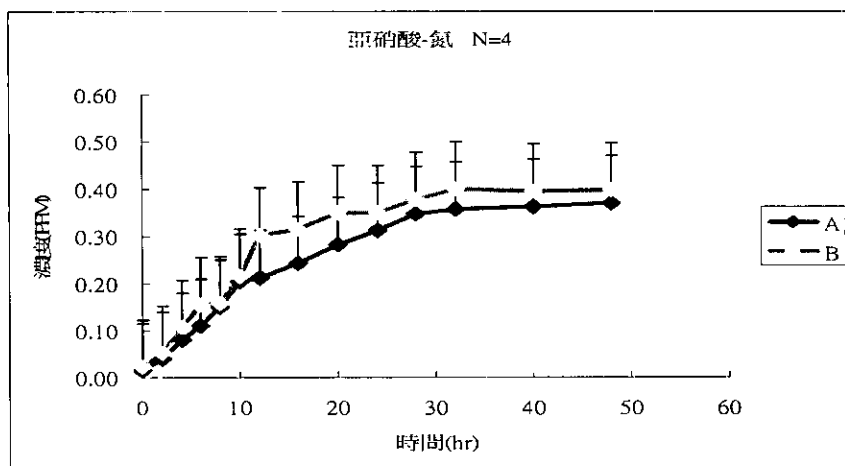


圖 7、48 小時定量投餵實驗硝酸-氮濃度累積

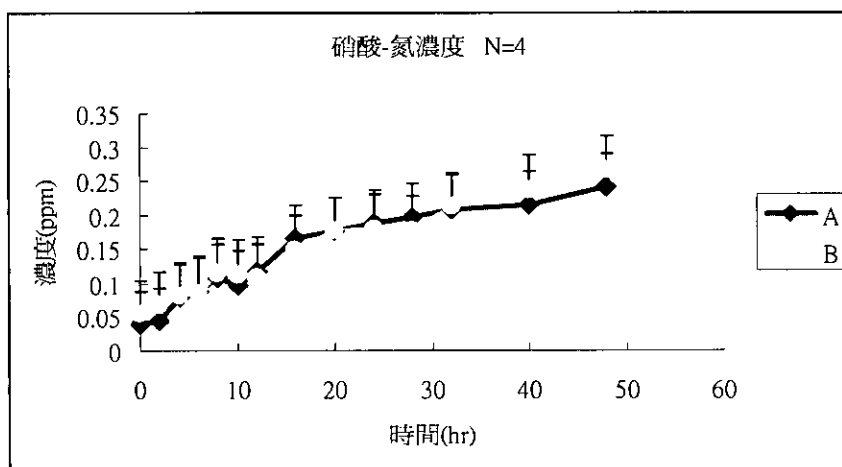


圖 8、48 小時定量投餵實驗總生菌數

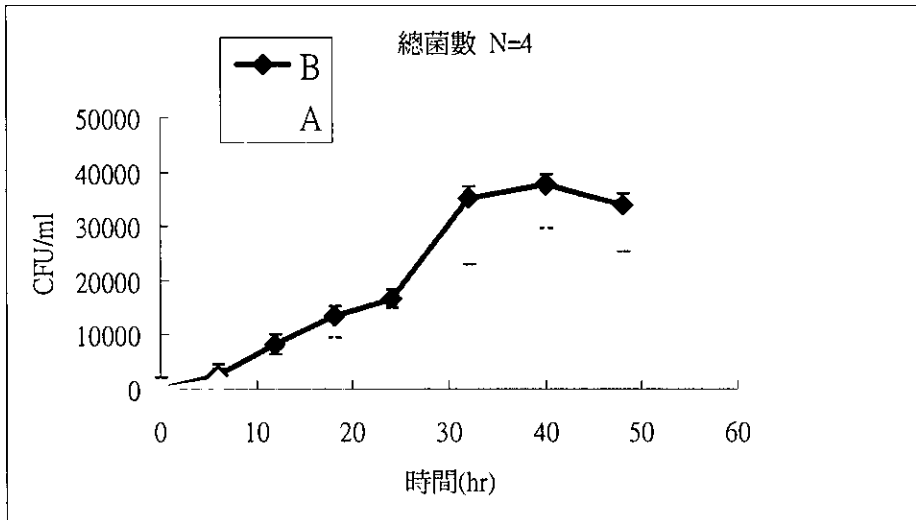


圖 9、48 小時定量投餵實驗總懸浮固物

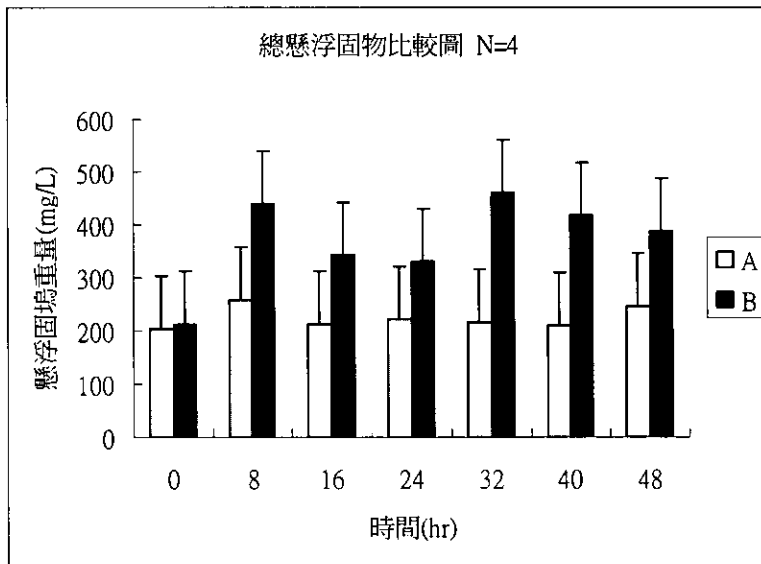


圖 10、水底污物殘留狀況

水底污物殘留狀況

