

## 第三章 日本鰻傳統軟池養殖之管理

國立中山大學海洋資源系 陳一鳴

### 一、由養鰻史探討台灣養鰻池之發展緣由

我國在台灣之養鰻可追溯到日據時代已有有關位單位引進日本的技術試圖在本省養殖，但至光復為止均未能成功。由台灣光復至一九五二年間，雖有禮聘當時日本鰻魚權威松井魁博士來台指導，但也未能突破。至一九五七年郭河先生由日本進修返台後重新開始測試，改善了誘餌及飼養管理等方法，而終於找出適宜本省之日本鰻養殖方法。經過多年來的研究機關及民間的養殖業者不斷的引進新的養殖技術及加以改善使其落地生根，而使我們的養鰻技術不但不落後於養鰻大國之日本，且我國之產量更凌駕日本之上而成爲「養鰻王國」。由養鰻史中可知我國養鰻之模式幾乎均由日本之模式發展而成，故由日本養鰻池模式的發展中即可瞭解本省之軟池及硬池之由來。

日本養鰻歷史悠久，始於一八七九～一八九九年間，在東京、靜岡、愛知、三重縣等地開始，當時的池堤是用土築，池水是引用河川水，因爲冬季寒冷，鰻魚會潛伏於池底淤泥中冬眠，故池底也爲泥沙底，即本省所謂之「軟池」。但因成鰻之養殖池較大且時間較長，常因池水受風之影響而形成浪衝打池堤，而使池堤受損，因而有人開始使用磚塊覆在土堤上以擋風浪。但磚塊易碎裂，且鰻魚易躲入裂縫裡，而發

展出用水泥板塊(40~50×70~100cm)覆蓋，甚至於用鋼筋混凝土做堤一勞永逸。在鰻苗培育池中爲了捕撈容易，且池子也較小，故有較多的業者使用磚塊砌成與池底垂直之池壁以減少土堤之斜面所佔掉的空間。此外，爲了提高鰻苗之存活率及成長速度，而改抽地下水，以流水的方式排出池中之廢物，爲了有利於池中廢物之排出而將池壁及池底均用鋼筋混凝土構成。該等養鰻池均設在室外，爲了同以後所發展出的室內養鰻做區別而被稱爲「露天養鰻」。此雖然已構成了本省所謂之「硬池」，但上述之原因還不足於促進本省硬池之發展。實事上一九七一年日本發展出所謂的「溫室養鰻」，即在冬季採用了池水加溫設備，使鰻魚不再有冬眠現象，進而大幅度的縮短了養殖期，且冬季也可引誘鰻魚覓食，而減少其死亡率。該「溫室養鰻」之產量較「露天養鰻」高出二倍以上。爲了保持池水水溫，而水交換率愈大，則熱的損耗也愈大，因此每天換水率則控制在池水量10%左右。爲了有效的能將池中沈積的廢物排出，而池底均採用了水泥底，因而發展至今可以很容易的將溫室蔬菜或溫室養花場改爲溫室養鰻場，即將溫室內底泥挖掉，沿著挖出的四邊豎起鍍鋅板作爲池壁，再以PE膠布覆蓋於池中注入水後即可養鰻。溫室養鰻池均較小三〇〇~五〇〇m<sup>2</sup>。小池子之優點除了冬季易調整水溫外，在突發性病害時易於隔離；投餌與收成之工作較易操作；易於分養可減少養殖期個個體大小的差異性。本省的硬池則採用了日本溫室養鰻中一些優點，再配合本省的地理特性發展而成。採用日本的優點的最主要是單位面積生產量高。而本省因爲河川水量並不穩定，故使用河川水爲養殖用水則會造成很大的困擾。一般養鰻戶均選擇地下水豐富之地區做爲養鰻用水，當發覺日本溫室養鰻使用大量換水方式則可有效的提高生產量，且無須考慮像日本溫室養鰻的保溫問題，故而發展出本省之「硬池養鰻」，即池壁以磚塊或水泥漿砌成，池底則以碎石或基配鋪設。但近年來因超抽地下水，而造成地層下陷之社會問題。政府目前也在提倡養殖用水再循環利用，而緩和地層下陷之問題。但事實上民間養鰻中已有發展出一種所謂「封閉式養鰻法」以解決缺水之問題。

## 二、封閉式鰻法之簡介

封閉式鰻是在一九八〇年於高雄縣茄萣鄉地區開始而發展至湖內鄉等地區，因為該區均少淡水之地下水，據筆者之調查常抽到之地下水鹽度在五~一〇ppt左右，而以往的報告中也指出在鹽分較高的水中養鰻易感染赤點病，故該區均不使用這種鹽度較高之水來做養殖。其養殖水源主要是利用前期養殖收成時要排放的水經過淨化後再使用，養殖期間碰到雨季則雨水為其補助水源，若無雨水則澆灌圳之水或其它養鰻池收成時之排放水經淨化後均做為養殖用水。因為水源不足，且水質又不好，故並不適合於鰻線之養殖，放養時均以一〇〇~二〇〇尾/公斤之鰻苗，每公頃放養一〇萬尾左右，每年在春季三~四月間開始放養，十一月左右開始作第一次收成，即將該飼育了六~七個月左右，體型已達二〇〇~三〇〇克的鰻魚先收成，數量約為池中之半數。剩餘未達到市場體型之個體，則再移入原放養池一半面積的池中繼續養殖三~四個用後達二〇〇~三〇〇克者再出售，未達市場體型者還有一成左右，則再移入更小的池中或同其它池中之小個體合併一起繼續飼育至市場所須之體型。若活存率在七~八成則每公頃年產量可達一五噸左右。

封閉式養鰻之用水則在三~四月間放鰻苗時用上季收成時之剩餘水淨化後引入池中，水深約一公尺，至五~六月份雨季時，因為灌溉用水也充裕，故引入灌溉渠之水，不但使養殖池注滿水，還會將淨化池也注滿水，以做日後的補充水源，此時養殖池水深為二公尺，有的池水水深可達三公。前述之淨化池並無固定的池子，只要未放養魚的池子均可做為淨化及儲水用。若池均放養魚，則夏季無雨水且蒸發量較大，須要補充水源時，只有等待引入其它養殖池在收成時排出之水。當自己養殖場收成時無空池可儲水時，也是將收成池之池水用水泵分配注滿其它的池子，例如有五個同樣大的池子，其中有一個池子要收成，其它池子可以容納三〇公分水深之水量，則收成池之池水將有一·二公尺水深之水量可分配到其它池子，剩餘的水則排掉。若還有未達市場體之個體須要放養時，待整池過後即由其它池子將水引回。若此時還有其它池子也可收成則即可將要收成之池水引入，以滿足該池子的需求水量。因為收成後養殖數量即減少，相對的養殖面積也可縮減，故正在養魚池子的水量(水深)並不會縮減，只是空池量會隨時間增多而已。養殖期間當池子

水色呈現不佳時，養殖戶也會利用水泵與水色較佳池子對調以利「作水」。有時也會將池底易堆積有機物的地方用沈水馬達抽取將其排出，再引入水色佳的池水以穩定水質，「封閉式養鰻」並非像止（靜）水式養殖，而其池水是動的；但也非像流水式那樣有新鮮乾淨的水可以更換，其以雨水、灌溉渠水及養殖後的剩餘水經淨化後重覆使用。

封閉式養鰻演變發展至今主要之特色有下列幾點：

- (1)使用的是傳統軟池，主要是築池成本較低，且池子設計的可以較大，小的池子也有○·三公頃，大的可以超過一公頃。池子較大則有利於水質穩定，但不利於收成時之捕獲。
- (2)使用傳統軟池，其底為泥底，對穩定水質有相當大的緩衝作用，即砂泥底可有效的吸附沈積的廢物，也可緩和廢物分解後溶回水中之速度，故可使水質變化速度緩慢，而有利於鰻魚之適應。
- (3)池水較深，以往養鰻水深均在一公尺左右，硬池流水式養鰻也有人比照日本溫室養鰻為了池水能有效的交換，而將水深維持在六○公分左右。當無水可交換時，相同的養殖池面積下，水體積較多（即水深較深）則有助於穩定水質，封閉式養鰻池不只是利用了此觀念，更利用季節之配合，即在三~四月間放鰻苗，因為個體較小，水量也較少（約一公尺水深），還可以維持鰻魚成長。至五~六月雨季時則增加其水量可緩衝因為魚體成長而帶給單位水體之壓力。
- (4)淨化水質，雖然前面提到雨季時可增加水量以緩和單位水體所受之壓力，但此後可能無水可換，且池子也已達到滿水位，為了能維持養殖池水良好則最好是有一個空池做為淨化水質用，即將部份養殖池水引入淨化池，再加入地特松（Trichlorphone）及四級胺類（BKC）殺菌除藻，一天後使水能達透明狀最佳，再等數日待淨化水產生微綠色時，即可將此淨化水再引回養殖池中，在引水時盡可能不要攪動到淨化池池底，且千萬不可將淨化池池底的水引入養殖池。當淨化池水移出後應將該池底沈積的有機物排出，再進行晒池、整地之工作，以備下次的淨化工作。

### 三、封閉式養鱘法與浮性飼料

封閉式養鱘目前已逐漸改用浮性飼料者較使用傳統的粉狀飼料者為多，據筆者詢訪得知其原因浮性飼料之餌料係數（換肉率）一般為一·三～一·八之間，而粉狀飼料則為一·五～二·〇之間，由郭河先生處所提供之資料如下：

餌料種類	餌料係數	餌料單價	餌料成本
浮性飼料	1.2~1.6	32 (元)	38.4~51.2
粉狀飼料	1.5~2.5	30	45.0~75.0
下雜魚餌料	7.0~13	10	70.0~130.0

註：(1)本表均以鱘魚增重一公斤計算。

(2)浮料及粉料應須另外添加維他命、魚油5~7%，增重每公斤需5元併計。

雖然浮性飼料的單價較粉狀飼料略高，但因為浮性飼料換率較高，故每增加一公斤鱘魚的飼料成本還是浮性飼料較低。下雜魚的價格並不穩定有時單價也會落到五元以下，以成本分析上來看在五元以下，則使用下雜魚較有利可圖，但下雜魚的品質並不穩定，而且保存不易，必須要有冷凍庫才可以保存。此由餌料係數上可知下雜魚至少要七公斤才能換成一公斤的鱘魚重，即有近六公斤下雜魚留在池底或池水中，這些幾乎是有機物的物質分解時將會對水質造成莫大的影響，在養鱘池無水可換的情況下則影響會更大，故封閉式養鱘業者似乎均無人用下雜魚做為餌料。同樣的情形粉狀飼料之換肉率較浮性飼料低，並非粉狀飼料營養較差，主要是因為粉狀飼料在水中的散失率較高。相對的有人認為浮性飼料的營養較粉狀飼料差，因為加工的過程中浮性飼料會用到高壓高溫的過程，在學理上會破壞營養的成分，尤其以往在硬池中使用浮性飼料，鱘魚成長之效果均不佳。但在郭河先生提供的資料中是在小面積每日換水量二倍的流水池中，浮性飼料的換肉率可達一·一六及一·二五（一九九〇年測試），此以顯示目前浮性飼料已有改進。使用浮性飼料

另外一些優點是可減省人力及時間，因為不須要像粉狀飼在使用前還須要加水攪拌成麵糰狀，且搬運上也較省力。投餌面積較粉狀飼料大，可使鰻魚均能攝取到食物，成長體型較能一致，一般投餌區均會用紗網在池水上層至水表上幾十公分處，兩端連接池壁圍成一個適當大小的投餌區，此可避免因風的帶動而使浮性飼料散到整個池子，無法控制投餌量，且因有紗網圍住當有殘餌時也易於撈取，可以減少水質污染。但浮性飼料也並不是全無缺點，當想要在飼料中添加物質，尤其在鰻魚生病須要在飼料中添加藥物，則浮性飼料就較粉狀飼料不方便，故在封閉式養鰻業者中還是有為數不少的人使用粉狀飼料。

#### 四、軟池養鰻池之水質管理

養殖池之水質測定項目中應以測定溶氧量為首要，因水中溶氧不足養殖生物首先先會窒息而死，甚至於水中其他的生物均會受氧氣多寡之影響，因而延伸出產生之化學物質也有所不同。尤其封閉式養鰻池不像流水式的池子有新鮮且充滿氧氣的水可交換，其溶氧的來源主要是靠池水藻類之光合作用、水車或曝氣裝置之運轉、風帶動水面的波動使大氣中的氧氣溶入等三作用。鰻魚可以用封閉式的方法飼育，其主要原因也是因為鰻魚對氧氣的耐性較強，鰻在溶氧飽和度32%時（即25℃，約2.6 ppm）耗氧量才會降低，鰻魚不太會動。溶氧飽和度10%時（即25℃，約0.8 ppm），還可以忍受半天以上的時間不死亡。一般藻類繁殖良好的池子，在中午十二點至下午三點左右水中溶氧會達到最高點，而在黎明時溶氧會最低，故監測日出前之溶氧量是很重要的一件工作。一般投餌餵食的工作也均在天亮後不久，據筆者的調查投餌時溶氧飽和度在20%（即25℃，約1.6ppm）而無其他水質影響，鰻魚則可以正常攝食。

封閉式養鰻池中之溶氧主要由於藻類的光合成作用而產生，約佔八成左右，而養鰻池中氧氣消耗之比例如下表所示：

鰻	14.7%
藻類	47.8%
底泥	35.9%
散失至空氣	1.6%

由此可知藻類是池中氧氣最主要之生產者，也是最大的消費者。若藻類繁殖良好，雖然白天可以大量的生產氧氣，但相對的夜間也會大量消耗氧氣，對鰻魚造成壓迫，則對養殖鰻魚並沒有利。一般池水的透明度維持在二〇公分前後即可。若藻類繁殖密度太高，一般均以換水的方式可降低藻類濃度，而封閉式養鰻因無水可換，通常均以殺藻劑來降低藻類濃度。殺藻劑最好使用四級胺類（BKC）因為不會殘留，切勿使用硫酸銅、有機銅、孔雀綠、甲基藍等含重金屬的殺藻劑，以免重金屬累積在水或底泥中，以後甚至於會累積在鰻魚體內。

藻類雖然是養鰻池中主要的生產者，但在封閉式養鰻池因為藻類濃度較高，且池水較深，而導致光線無法達到底層，如果池水不動，底層易產生缺氧的情形，故封閉式養鰻池必須配有水車，通當一公頃配置五~七台。日間也須起動水車，一方面帶動水流使上、下水層中氧氣能夠均勻，另一方面也可將水中過飽和狀況下的氧氣使其散失至空氣中。夜間起動水車，可使空氣中的氧氣溶入水中，以免水中缺氧。水車即然可以帶動水流，則可以利用該水流聚集有機物，以便排出，故水車在池中放置的位置須要考慮，一般會以池水流動能成一個圓形的方式做水車的按放，如此可以使有機物沈集在此圓形水流的中央底層，再以用沈水馬達將聚集的有機物排出，以利保持水質。

在養鰻測定pH值，可視養殖池水之綜合反應，pH值之測定有兩種方式，一種是直接現場將感應探針放入池水中測定，另一種是將池水放入容器中充分曝氣後再測定（即非直接測定）。前者可直接反應出當時水中的pH，而後者則反應出水中真正酸鹼度。在藻水較濃的封閉式養鰻池，因光合作用的原因，白天直接測定pH會升高，而夜間pH又會降低。白天有時pH會升到一〇左右，到不必擔心，此表示藻類繁殖良好，只要起動水車，就可緩和pH之上升，甚至於pH還會下降。夜間因為呼吸作用

pH會下降，一般會在pH六·八左右，但因為池水、底質不同，而無法一概而論。但每天日夜間均在固定的時候直接現場測定則有助於水質的判斷，即比較每日夜間固定時候的pH值，則應該在正負〇·二~〇·三的變化範圍。若某日pH值下降幅度較大，或連續數日來pH值一直呈下降狀況，此表示將會有「倒藻」的情形產生，應該要提早處理，以免水質惡化。

非直接測定池水之pH，主要是利用曝氣使水中之二氧化碳等氣體與空氣達成平衡後再測定，故如此測得之pH值可代表池水之真正pH值。一般養殖池水飼育較久又未能換水的情況，因有機物的累積，池水就逐漸趨向酸性，用直接測定法又因藻類的濃度較高會受藻類的影響不易看出，而會判斷錯誤。若池水有偏向酸性可用消石灰( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )或碳酸鈣等藥物去改善。用該等藥物時必須先要知道池水本身是硬水還是軟水，若為軟水則易形成磷酸鈣等物質沈澱，而水中缺少了磷酸根離子則很容易產生「倒藻」的現象，故使用時需要小心。

水溫的高低變化不只是對養鰻，對其它的養殖生物均會有影響，除了溫室養鰻可以用人為的方式來控制溫度外，一般露天的養鰻則隨氣溫而變，本省屬於亞熱帶區，尤其在南部地區鰻魚在冬季一樣可以成長，除非有寒流來臨鰻魚才會停止攝食。鰻魚除了會受到過高溫(34℃以上)或過低溫(10℃以下)之影響而不攝食外，還會受到日夜溫差變化大小的影響，一般春夏、秋冬季節交替時，日夜間的溫差變化幅度較大，大的時候可以達到7~8℃，故水溫也受其影響有較大的變化，因而鰻魚也會有食慾不振的現象。在封閉式養鰻池因水深較深，在理論上一樣大的池子水深較深者則有利於穩定水溫，而大的池子也較小的池子有利於穩定水溫。此外，封閉式養鰻池子水色較濃，即藻類較濃的池子也有利於水溫之穩定。據筆者之調查水色好的封閉式養鰻池一天內的水溫變化均會小於2℃。若想知道到池水水溫一天內之變化，可以利用「高低自記溫度計」置於池水裡，每日在投餌前可以觀察一下，若水溫差大於4℃時則要考慮投餌量是否應該減少。水溫差變化大不只是會直接影響鰻魚，也會產生間接的影響，此因為池水中的藻類也會受到溫差過大的影響，而藻類成長的好壞則又會影響到鰻魚的緣故。

以上所提到的溶氧量、pH、水溫是養殖池水質項目中最基本的因素，也最易於影響養鰻成功的要件，應該要有效的掌控。其它的水質項目還有很多，但測驗所得的值，均只能知其果，而不一定能知其因。此測驗的值對鰻魚的影響則可以說是後知後覺，而不見得能先做預防。但反過來看，我們為何要測定水質？答案相信是因為怕水質惡化。而水質為何惡化呢？那是因為有機物的累積而來。該有機物由何處而來？答案已在前面章節所談的飼料中有提到，即便是浮性飼料在最好的餌料係數也只是一·二，換句話來說所用的飼料中約有20%未被鰻魚利用，而留在池水或池底中。以每公頃放養十萬尾，若每尾重一〇〇公克，以體重2%為每日的投餌量，而未被鰻魚利用的量以20%來計算，則每日會有四〇公斤的飼料未被利用，而留在池水或底泥中。故日積月累則那有水質不會惡化。以日本溫室養鰻的成果來說，投餌後兩個小時換掉池水兩倍的水量，可降低污濁負荷量之3/5，一般若以流水式的方式每日連續的換掉六~七倍的水量才有可能將污濁負荷量降低至5%以下。故投餌時如何不使其產生殘餌是很重要的事情，除了選用不易產生殘餌之飼料外，投餌時也應該先評估鰻魚攝食的狀況，以免投餌過量。即便是嚴格的控制殘餌，但我們無法控制鰻魚的排遺及排泄，這些有鰻魚排出的物質雖會被細菌分解成為無機物，而再被藻類吸收利用，但封閉式養鰻池因缺水可交換，藻類過濃時則需要使用殺藻劑來抑制藻類成長，而殺死的藻類則會沈集在底表，自然死亡的藻類也會集在底表，而其它浮游動物等死亡也都會沈集在底表，故前面已經提到可利用水車排列能使沈集物聚集，而效排出，則有利於保持水質良好。

封閉式養鰻並不是在強調完全不換水，而是期望養殖鰻魚在達成收成前可在同一個水體內飼育。污濁負荷量則與水體成正比，故一樣大小的池子水較深則較有利。污濁負荷量與給餌量也成正比，而給餌同又同放養尾數成正，故放養密度低則較有利於維持池水長久。

## 五、軟池養鰻其它之管理

養殖之管理其目的不外乎希望能降低成本，以便利於市場之競爭，

而軟池養鰻的成本結構則鰻苗為40%，飼料25%，水電費7%，其它（含工資、藥品、租地、折舊、修繕、利息、雜項等）28%，雖然每一養殖戶並不相同，但大致均可知鰻苗所佔的比例很大。由屏東縣某軟池養鰻戶分析如下表所示：

鰻苗單價(元)	育成率(%)	損益(萬元)
10	80	+ 307
	70	+ 159
	65	+ 87
11	80	+ 215
	70	+ 70
	65	- 4
12	80	+ 124
	70	- 21
	65	- 96

鰻苗為每公斤100尾

販售時鰻魚為每公斤4尾，單價以220元計

由上表可知鰻魚的存活率會影響其受益非常大，尤其在鰻苗價格高漲時。若存活率過底則不但無法賺到錢還會賠錢。今年鰻苗高漲到六〇元之單價，則存活率就更會影響其成本。

雖然從成本分析上來看封閉式養鰻法對換水式的軟池養鰻在飼料及水電上也省不了多少（因所佔百分比不高），但能省則省，故筆者還是大薦「封閉式養鰻法」，此因為目前在本省已有八〇〇餘公頃的面積在使用該方式養鰻，而並非只是學術理論而已。從另一個角度來看，目前的淡水養鰻，不能被國人所接受是因為大量抽取地下水，而造成地層下陷之元凶之一，而封閉式養鰻並未使用地下水來養鰻，故為了使本省的養鰻能永續發展，封閉式養鰻法是一條可行之路。