

匙吻鱔養殖生物學之研究

詹凱翔¹、葉信利²、羅秀婉^{1,3}、廖文亮^{1,3,4}

¹ 國立臺灣大學漁業科學研究所

² 行政院農委會水產試驗所海水繁殖研究中心

³ 國立臺灣大學生命科學系

⁴ 國立臺灣大學漁業推廣委員會

一、前言

匙吻鱔 paddlefish (*Polyodon spathula*) 因為前吻長的像鴨嘴所以又叫做鴨嘴鱔。匙吻鱔屬於北美洲特有種的大型淡水魚類，重量可達 90 公斤，長度為 1.8 公尺，主要分布於密西西比河的主流域及支流，還有其他的 22 個洲 (Graham, 1997)。匙吻鱔的成魚常見於水流緩慢河流中且餌料豐富的水域中，很少會出現在小支流。由於攔河築壩、開挖河道以及工、農業污染等因素的影響，匙吻鱔在美國的資源分佈區明顯減少，因此美國積極採取保護和增殖措施。自 1970 年以來，放流大量的匙吻鱔苗種於許多河流、水庫及湖泊以彌補自然繁殖數量的不足 (Stech *et al.*, 1999)。1992 年美國魚類和野生生物協會將其列入國際貿易瀕臨絕種的魚類 (Graham, 1997)。

匙吻鱔喜歡棲息在水體的上層，性情溫馴，對於溫度的適應力強，屬於廣溫性魚類，即使水面結冰或高溫 33°C 的水中仍可生存 (Xong *et al.*, 2008)。一般認為溫度在 15~27°C 對匙吻鱔的成長有較佳的影響，不過竹北水試所曾經以體重為 30 公克的匙吻鱔，在 18°C、23°C、28°C 的水溫中測試不同水溫對匙吻鱔成長的影響，經過 10 週的試驗，結果顯示 28°C 環境下匙吻鱔成長較佳 (林 *et al.*, 2008)。匙吻鱔因為沒有吳郭魚等魚種浮頭的行為，所以對於溶氧

的需求比一般的魚要來的高，不能低於 2 ppm，一般建議溶氧在 3 ppm 以上較好 (Mims, 2001)。

匙吻鱔繁殖在美國大多採取野生的族群做為繁殖的種魚，美國南部約需要 7~9 年的時間匙吻鱔才能性成熟，在美國北部地區則性成熟時間需要更久的時間，約需要 10~14 年。雌魚體型較大而雄魚較小，約只有雌魚的三分之一或二分之一。不過發情的雄魚在頭部和吻部有追星狀突起，在自然的環境匙吻鱔繁殖季節為 3 月底至 6 月初，當水溫接近 16°C 時，便可產卵和排精，受精卵黏附在石礫或其他物體上孵化，經 7 天左右孵出魚苗。成熟的卵巢占體重的 15%~25%，成熟卵呈灰黑色，卵徑為 2~215 mm (Mims, 2001)。

匙吻鱔因為是間歇性產卵，即每隔 20~30 分鐘產卵一次，從開始產卵到產卵結束需 8~10 小時，所以使用擠卵等方式收集卵，往往會耗費相當多的人力和時間。因此為了在短時間將匙吻鱔的卵取出，較佳的方法是直接剖腹取卵，其好處是可以在短時間將卵全部取出，不過手術後的匙吻鱔復原和存活率都較低 (Conte *et al.*, 1988)。另一種方法為小型手術，則是直接切開泄殖孔約 1~3 公分的切口，再直接將卵擠出，存活率較剖腹高 (Stech *et al.*, 1999)。9~36 公斤的雌魚平均每尾魚可取出 7~30 萬顆卵。卵取出後可立即做受精並且攪動一段時間，以提高受精率。受精卵要經過脫粘度後再轉入孵化器中孵化。當水溫在 12~14°C 時，孵化時間為 10~12 天；當水溫 15~16°C 時，需 6~8 天；孵化最適水溫 18~20°C，需 5~7 天 (Mims, 2001)。

匙吻鱔魚苗的培育可以分為兩種，一種是在池塘中培養，另一種為在培育水槽中培育。使用池塘培育魚苗是在過去常用的方法，主要是經由施肥，而產生許多的生物餌料提供給魚苗攝食 (Geiger *et al.*, 1985)。而早期匙吻鱔的發展也是像大多數已經商業化的魚種類似使用池塘育苗 (Michaletz *et al.*, 1982; Burke and Bayne, 1986)。不過池塘培育匙吻鱔魚苗的存活率變化很大，有報告中指出平均存活率為 9.7%，另有報告存活率平均為 16.0% (Michaletz *et al.*, 1982)，

也有報告存活率平均為 9%~58% (Semmens, 1982)。實驗中使用三種不同的有機肥料，其中使用米糠做為有機肥的組別對於匙吻鱘的成長最好，存活率平均也有 77% (Mims *et al.*, 1991)。不過大多數的學者認為池塘中天然餌料生物和溶氧難以控制，所以育苗的風險較為高，且由於匙吻鱘的幼魚大多浮在水面上警覺性又低，常常會被野鳥獵食而導致存活率下降。匙吻鱘魚苗在 FRP 桶中培育，可以提升成活率。因剛開口的魚苗攝食能力弱，魚苗開口第一天必須有足夠的餌料保障，因此必需有專用餌料培育池培育浮游動物，以保障隨時可撈取餌料生物投餵，此外還可補充些微顆粒配合飼料以避免天然餌料的不足。魚苗初始放養密度為 2 尾/公升為宜。魚體長度達到 4~5 公分時，則應將水槽中的魚及時降低飼養密度。培育槽的水溫最適為 20~24°C，水槽中的水深可隨魚苗不斷長大，而逐漸加深。水槽應經常清洗，保持良好的水質。如發現池中魚苗有“咬尾”現象，應為魚密度過高或餌料不足造成，需增加餌料和水量，並將大小魚分開降低飼養密度 (Mims, 2001)。使用水槽培育魚苗存活率一般會比池塘高，不過在同時間的收穫體型都略小於池塘。在餌料的選擇上使用水蚤、豐年蝦、及人工飼料餵食剛孵化的匙吻鱘苗，結果顯示餵食活水蚤的存活和成長最佳 (Webster *et al.*, 1991)。

在美國匙吻鱘魚的育成主要可以分為兩種，其中一種是在大型的蓄水池或者水庫內放養，另外一種則是和鯰魚混養 (Mims and Shelton, 1995 ; Onders *et al.*, 2001)。水庫一般有儲水、調節防洪、發電等作用，而其水域面積廣大，含有許多天然的餌料生物，非常適合匙吻鱘的放養，由於水庫放養的匙吻鱘密度為每公頃 10~20 尾，所以天然餌料非常充足，在阿拉巴馬及肯塔基洲平均 18 個月可以達 4.5 公斤，而且匙吻鱘透過流刺網的捕捉起捕率高達 90% (Onders *et al.*, 2001)。因此在水庫放養匙吻鱘是生產魚子醬非常經濟而有效率的一種方式。而與鯰魚混養其密度就比水庫放養系統高出許多，混養系統一般每公頃放養 12,500 隻的鯰魚可以放養 75 隻的匙吻鱘，於肯塔基洲經過 12 個月後可以達 3.2 公斤。實驗曾經以 20 公

克左右的匙吻鱚分別餵食浮性鱒魚飼料和浮性鯰魚飼料，經過 97 天的時間，結果顯示雖然投餵不同的飼料其成長和存活無顯著性差異 (Onders *et al.*, 2008)。

台灣從 2000 年就有業者從美國引進發眼卵，在台北縣（現稱新北市）三峽地區蓄養，由於台灣養殖戶對於匙吻鱚的養值觀念和其他鱚魚種類相同養法，認為要冷水 18°C 以下，且要流水式的養殖，常常導致匙吻鱚成長緩慢，跟史氏鱚或者西伯利亞鱚比較下就顯得沒有任何的優勢，而有漸漸地被淘汰的趨勢。近年有業者將匙吻鱚轉移雲林飼養，在育成的階段效果極佳卻面臨一些問題。在育苗部分，由於一般引進美國發眼卵大多是 5~6 月，雲林地區水溫偏高，需要使用冷卻機降溫來孵化匙吻鱚卵，其孵化率比起三峽地區用天然泉水孵化的明顯較低；在雲林地區孵化後的餌料生物提供則是較三峽地區優渥，所以在雲林地區一旦孵化後其存活率就相當的高，而三峽地區則是因為餌料生物難以無限量供應，而常常有互相咬食的現象發生。但不管如何，在此兩地生產的魚苗供貨都還不是很穩定。在育成階段台灣可說是剛開始起步所以面臨許多問題，台灣沒有像美國或者大陸有許多水庫可以用來放養匙吻鱚，所以在育成方面大多考慮池塘為主。在單養的飼料選擇上，就遇到很大問題。一般匙吻鱚的育苗階段大多會用浮性鱒魚飼料或者浮性鰻魚飼料來做為馴餌飼料，然後就持續的餵食經過育成階段直到收穫。近年來飼料價格不斷提升，餵食高蛋白質含量的飼料對於成本負擔是相當大的。雖然實驗顯示可以用蛋白質含量為 33.8% 鯰魚飼料替代蛋白質含量為 43.6% 鱒魚飼料，以節省成本 (Onders *et al.*, 2008)，在台灣目前並沒有界於蛋白質 30%~40% 的浮性飼料，所以飼料的選擇仍有待探討。混養部分，台灣鯰魚的養殖戶並不多，無法將匙吻鱚和鯰魚做為混養，必須另尋其他的魚種。台灣以吳郭魚、鰻魚、虱目魚為養殖的最大宗，養殖戶也為最多，所以如果要以混養對象來考慮也應以上述三種為主。不過在台灣南部的魚塢大多是抽取地下水來飼養這些魚，近年來由於地下水被海水入侵，要抽取出純淡水已經漸漸困難，而這三種魚對於鹽度的耐受性高，就算是在半淡

鹹水的環境下仍然可以存活並成長，但是匙吻鱔對於鹽度的耐受性目前還不明，所以是否適合台灣的水質鹽度環境和上述的三種魚混養還有待探討。此外在匙吻鱔餵食次數和餵食時間點上，也沒有人做過相關的研究，所以為了促進匙吻鱔在台灣養殖的推廣，針對不同地區環境及不同的操作方法有其研究的必要性。

二、探討水深對匙吻鱔攝食之影響

本實驗的魚為從美國進口發眼卵自行孵化培養，孵化後以水蚤及豐年蝦培養直到可以完全攝食吳郭魚浮性飼料，飼養於5.8×4.4×0.9公尺的室內水泥池中。實驗前先絕食1週後隨機選取匙吻鱔的初始平均體重約15g，每組10尾，水深分為40、60及80公分三組，室內水泥池分隔一半成二重複。每日投餵的飼料量固定為10顆，在投餵後的1個小時檢查並計數，以此為依據匙吻鱔是否有進食，實驗時間為7天，實驗溫度平均為 $27.0\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ 。結果顯示水深40、60及80公分三組，分別殘餌數量為3/140、2/140及2/140顆飼料，各組無顯著性差異。

三、探討投餵次數對匙吻鱔攝食及成長之影響

本實驗的魚為從美國進口發眼卵自行孵化培養，孵化後以水蚤及豐年蝦培養直到可以完全攝食吳郭魚浮性飼料，飼養於5.8×4.4×0.9公尺的室內水泥池中。實驗前先絕食1週後隨機選取匙吻鱔的初始平均體重 $5.1\pm 0.1\text{g}$ ，每組5尾，水深為60公分，室內水泥池分隔一半成二重複。實驗溫度平均為 $22.0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。每天投餵次數分為2、4、6及8次，投餵後1個小時，撈取殘餌計數，並記錄是否有魚隻死亡，實驗時間為10天，在實驗結束後秤重以評估成長。

經 10 天飼養後，每天投餵 2、4、6 及 8 次的各組，最終體重以餵食 6 次和餵食 8 次的組別其兩者為 11.5 ± 0.7 g 與 11.5 ± 0.4 g 無顯著性差異；但與每天餵食 4 次和 2 次組別其體重為 9.6 ± 0.6 g 與 7.1 ± 0.7 g 有顯著差異。故每天餵食 4 次和每日餵食 2 次的組別其最終體重有顯著性差異。在每次殘餌數目和殘餌率上，以每天餵食 2 次的組別其殘餌數目和殘餌率為最多，分別為 35.1 ± 2.7 顆和 $70.3\pm 5.3\%$ ，和其他各組比較有顯著性差異。其次為每天餵食 4 次的組別，殘餌數目和殘餌率分別為 9.2 ± 0.1 顆和 $36.9\pm 0.4\%$ ，和其他各組比較也有顯著性差異。在每天餵食 6 次和 8 次的組別，其每次餵食的殘餌數目兩者是沒有顯著性差異的，為 1.6 ± 0.2 顆和 1.6 ± 0.1 顆，不過在殘餌率部分每天餵食 6 次組別為 $9.5\pm 1.3\%$ 和每日餵食 8 次組別的 $13.2\pm 0.9\%$ 有顯著性差異，和其他兩組也有顯著性差異。飼料換肉率 2.74~3.14%，4 組無顯著性差異，存活率 4 組皆為 100%。

四、探討不同鹽度對匙吻鱔存活之影響

本實驗的魚為從美國進口發眼卵自行孵化培養，孵化後以水蚤及豐年蝦培養直到可以完全攝食吳郭魚浮性飼料，實驗飼養於藍色平底圓型的FRP桶，內徑85公分，深度為70公分，水深保持在60公分。實驗前先絕食1週後隨機選取匙吻鱔的初始平均體重 5.0 ± 0.1 g，每組5尾，二重複。實驗溫度平均為 $26.0\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ 。第一階段實驗鹽度設定為5、10、15、20 ppt等4組。開始後的第1 h、第2 h、第3 h、第4 h、第5 h、第6 h、第12 h、第24 h、第48 h、第96 h觀察每個FRP桶試驗魚的活動和死亡情況，記錄死亡時間及死亡尾數，並及時取出死魚。試驗魚的行為反應分析，參考Zhuang *et al.*, (2003)的研究方法。試驗開始後，觀察試驗魚在不同鹽度下的行為反應及其出現的時間進行詳細記錄。第二階段實驗為以不同的增加鹽度方法直到10 ppt，分為逐步增加鹽度，每天增加1 ppt；階段性增加鹽度，在第1天加至4 ppt，適應3天後增加3 ppt，再3天增加3 ppt；突然增

加鹽度，每5天增加5 ppt，鹽度到10 ppt後持續飼養觀察存活直到第15天，整個實驗過程每天少量投餵飼料並且記錄，如果不進食則取除，每天依實驗設計的鹽度換水1/3。

第一階段的實驗結果詳細觀察了匙吻鱔對鹽度適應的行為，在10、15、20 ppt組別，均會依序出現以下的行為：1.緩慢繞養殖FRP桶游動。2.快速游動，甚至衝撞養殖FRP桶。3.活動明顯減弱，慢慢下沉到FRP桶底部，並且慢慢失去平衡。4.停止活動死亡。匙吻鱔在5 ppt的鹽度環境下適應良好，在96小時內沒有異狀發生，也沒有魚隻死亡；在10 ppt的鹽度環境下，匙吻鱔在第4個小時後明顯可以觀察匙吻鱔的不正常游動，游速加快且衝撞FRP桶，持續2個小時後，匙吻鱔的活動明顯下降，並且泳層明顯下降，幾乎貼近池底，不過仍然偶有活動，持續一段時間後，就開始陸續死亡，在48小時觀察就發現匙吻鱔全數死亡；而在15 ppt鹽度環境下，匙吻鱔在第3個小時後明顯可以觀察到，匙吻鱔的不正常游動，游速加快，持續2個小時後，匙吻鱔的活動明顯下降，持續一段時間後，就開始陸續死亡，在第12小時就觀察到匙吻鱔全數死亡；在20 ppt鹽度環境下，過不久匙吻鱔就開始不安躁動，維持約2個小時後，匙吻鱔變得非常的虛弱，幾乎不游動，再經過2個小時後，匙吻鱔全數死亡。第二階段的實驗結果：匙吻鱔透過三種不同的方式增加鹽度，直到10 ppt鹽度；逐步增加鹽度中，匙吻鱔存活率為100%沒有任何魚隻的死亡，且整個實驗過程，匙吻鱔皆有攝食的情形；在階段性增加鹽度中，匙吻鱔在7 ppt的鹽度時狀況良好，且皆有攝食，但是增加到10 ppt後，開始發現魚隻躁動，在第10天剩7隻存活，第11天剩4隻存活，第12天剩下1隻存活，第13天所有魚隻皆已死亡，且在第9天開始匙吻鱔已經不再攝食；而突然增加鹽度中在5 ppt的環境內匙吻鱔狀況良好，但在第10天增加到10 ppt後，匙吻鱔就不再攝食，且開始躁動，第11天存活8隻，第12天剩下4隻，第13天全數死亡。

五、探討商業飼料對於匙吻鱔成長及存活之影響

本實驗的魚為從美國進口發眼卵自行孵化培養，孵化後以水蚤及豐年蝦培養直到可以完全攝食吳郭魚浮性飼料，飼養於5.8×4.4×0.9公尺的室內水泥池中。實驗前先絕食1週後隨機選取匙吻鱔的初始平均體重約20 g，每組10尾，水深為80公分，室內水泥池分隔一半成二重複。分別餵食鰻魚浮性飼料、吳郭魚浮性飼料和虱目魚浮性飼料，每天餵食6次，從早上11點開始到晚上9點，每間隔2小時餵食1次。實驗溫度平均為 $27.0\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ ，實驗共進行120天。

實驗所使用的飼料，鰻魚浮性飼料粗蛋白質為45%（高蛋白組），粗脂肪為11%；吳郭魚浮性飼料粗蛋白質為28%（中蛋白組），粗脂肪為6%；虱目魚浮性飼料粗蛋白質為24%（低蛋白組），粗脂肪為6%。經120天的飼養後，成長的結果最終體重以餵食鰻魚飼料的高蛋白組的體重為 587 ± 43 g，顯著高於餵食吳郭魚飼料的中蛋白組體重為 518 ± 35 g，飼養虱目魚的低蛋白組體重為 508 ± 19 g，以中蛋白組和低蛋白組的最終體重是無顯著性差異，不過在0~60天時，高蛋白組和中蛋白組及低蛋白組在體重無顯著差異。飼養90天時，高蛋白組的體重就顯著高於中蛋白組和低蛋白組，而中、低蛋白組兩者則是沒有顯著性差異。高蛋白組增重率為 $2779\pm 25\%$ ，顯著高於中蛋白組的 $2433\pm 24\%$ 和低蛋白組的 $2396\pm 5\%$ ，而中蛋白組和低蛋白組無顯著性差異。在120天的實驗中各組存活率皆為100%。

六、結語

匙吻鱔喜歡棲息在水體的上層，性情溫馴，對於溫度的適應力強，屬於廣溫性魚種，是一種非常適合推廣的一種魚類，即使水面結冰或高溫33°C的水中仍可生存，以約28°C成長較佳。因為匙吻鱔魚苗對於水深要求不高，只需要40公分以上即可正常的攝食，水深可隨魚苗不斷長大而逐漸加深，適合室內循環水養殖。可以耐受水中5~10 ppt的鹽度，非常適合在中南部地區與其他魚種的混養。匙吻鱔的初始平均體重 5.1 ± 0.1 g，每天投餵次數分為2、4、6及8次，結果以每天6次為最佳，如能以自動投餌機配合將節省些人力。匙吻鱔的初始平均體重約20 g，投餵鰻魚浮性飼料粗蛋白質為45%（高蛋白組），吳郭魚浮性飼料粗蛋白質為28%（中蛋白組），虱目魚浮性飼料粗蛋白質為24%（低蛋白組）三種飼料。結果以鰻魚浮性飼料對於匙吻鱔的成長效果最佳，而投餵次數以每天6次為最佳。飼料實驗飼養120天後，匙吻鱔的存活率為100%，在過去的文獻中也顯示匙吻鱔在育成的階段存活率非常的高，且匙吻鱔的成長快速，在本實驗中僅需要120天就可以接近可上市的體型約600 g，在飼養於室外的池塘中，因為水溫等環境因子及浮游動物的營養補充，成長還有機會能更快，實在是值得發展的一種魚類。最後，感謝雲林地區的鄭董提供場地及魚苗以完成本研究。

參考文獻

- 林天生、楊順德、吳尊德、劉富光。2008。水溫對匙吻鱔成長之影響。水試專訊，21:5-8。
- Burke, J.S. and Baylre, D.R. 1986. Impact of paddlefish on plankton and water quality of catfish ponds. Prog. Fish-Cult., 48: 177-183.
- Conte, F.S., Doroshov, S.I., Lutes, P.B. 1988. Hatchery Manual for the White Sturgeon *Acipenser transmontanus*(Richardson) with application to other North American Acipenseridae. Publication 3322. Division of Aquaculture and Natural Resources, University of California, Oakland, California, USA.
- Graham, L.K., 1997. Contemporary status of the North American paddlefish, *Polyodon spathula*. Environ. Biol. Fish., 48: 279–289
- Geiger, J.G., Turner, C.J., Fitzmayer, K. and Nichols, W.C. 1985. Feeding habits of larval and fingerling striped bass and zooplankton dynamics in fertilized rearing ponds. Prog. Fish. Cult., 47: 211-223.
- Mims, S.D., Clark, J.A., Tidwell, J.H. 1991. Evaluation of three organic fertilizers for paddlefish, *Polyodon spathula*, production in nursery ponds. Aquaculture, 99 : 69–82.
- Mims, S.D., Shelton, W.L. 1995. A method for irradiation of shovelnose sturgeon, *Scaphirhynchus platorynchus* milt to induce gynogenesis for paddlefish, *Polyodon spathula*. In: Zhou, Y., Zhou, H., Yao, C., Lu, Y., Hu, F., Cui, H., Din, F. (Eds.), Proceedings of the 4th Asian Fishery Forum. Beijing, People's Republic of China, pp. 395–397.

- Mims, S. D. 2001. Aquaculture of paddlefish in the United States. *Aquat. Living Resour.*, 14 : 391–398.
- Michaletz, P.H., Rabeni, C.F., Tzyior, W.W. and Kusseii, I .M. 1982. Feeding ecology and growth of young-of-the-year Paddlefish in hatchery ponds. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 111: 700-709.
- Onders, R.J., Mims, S.D., Wang, C., Pearson, W.D. 2001. Reservoir ranching of paddlefish. *N. Am. J. Aquac.*, 63:179–190.
- Onders, R.J., Mims, S.D., Dasgupta, S. 2008. Growth, condition, and size distribution of paddlefish , *polyodon spathula*, juveniles reared in ponds at three densities. *Aquac. Soc.*, 39: 565-571.
- Stech, L., Linhart, O., Shelton, W.L., Mims, S.D. 1999. Minimally invasive surgical removal of ovulated eggs from paddlefish. *Aquac. Int.*, 7:129–133.
- Semmens, K.J., 1982. Production of fingerling paddlefish (*Polyodon spathula*) in earthen ponds. MS. thesis. Auburn University, Auburn, AL, 54 pp.
- Webster, C.D., Mims, S.D., Tidwell, J.H. and Yancey D.H., 1991. comparison of live food organisms and prepared diets as first food for paddlefish, *Polyodon spathua*(walbaum), fry. *Aquac. Fish. Manag.*, 22: 155-163.
- Xong, B.X., Mei, X.H., Dai, Z.G. 2008. Review on introduction of Paddlefish (*Polyodon spathula*)into China for 20 Years. *Freshwater Fish.*, 38:70-73.
- Zhuang, P., Kynard, B., Zhang, L.Z. 2003. Comparative onto genetic behavior and migration of Kaluga, *Huso dauricus*, and Amur Sturgeon, *Acipenser schrenck ii*, from the Amur River. *Environ. Biol. Fish.*, 66 :37- 48.

附錄（圖）

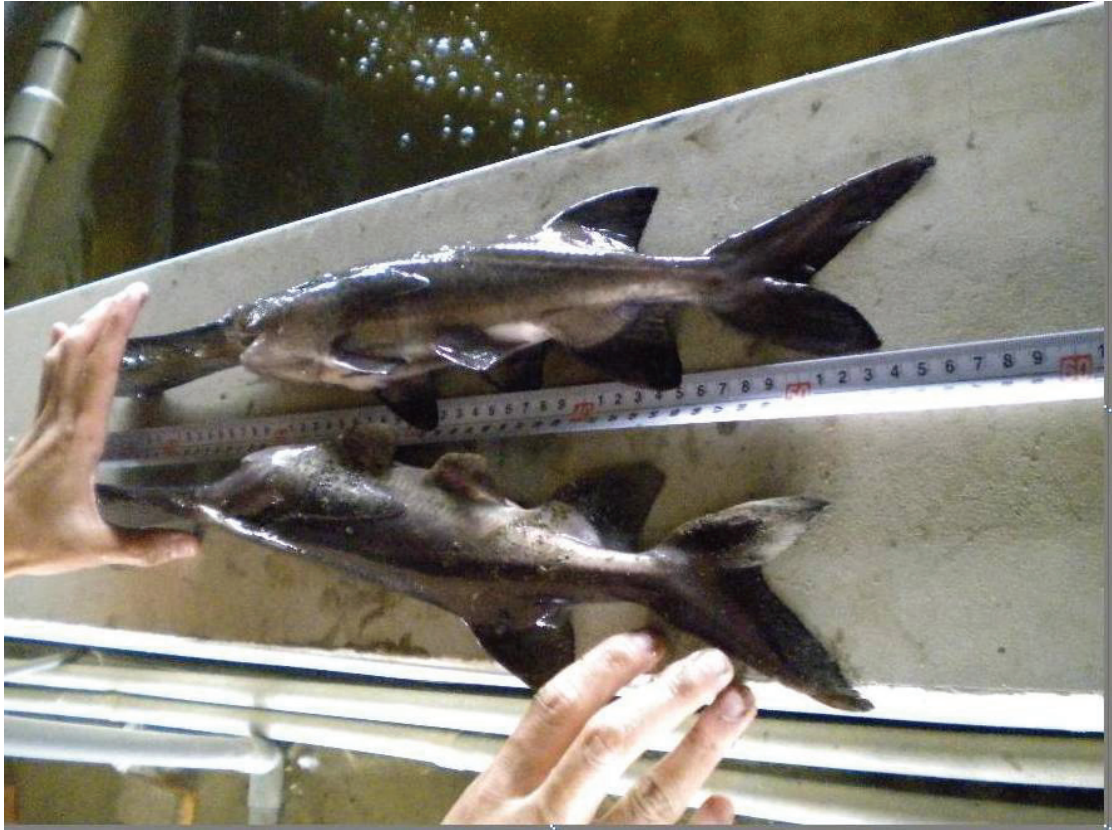


圖 1. 商業飼料飼養 120 天後的匙吻鱔平均體重 550~580 克。