

櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)

野生種魚觀查與人工繁養殖試驗

林培旺 吳祥堅

雪霸國家公園管理處研究報告

中華民國八十四年四月

# 目 錄

摘 要.....	1
一、前言 .....	2
二、材料與方法 .....	4
三、結果 .....	7
四、討論 .....	11
五、參考文獻 .....	15
六、誌謝 .....	21

## 相片目錄

相片一	人工授精 .....	22
相片二	受精卵 .....	22
相片三	剛孵化之仔魚帶著臍囊 .....	23
相片四	臍囊消失後之仔魚 .....	23
相片五	元月八日放流之仔稚魚全長約3.1公分 ...	24
相片六	三月九日仔稚魚全長約5.0公分 .....	24
相片七	剛孵出之豐年蝦無節幼蟲 .....	25
相片八	媒體記者前來拍攝魚苗放流作業 .....	25

## 摘 要

於一九九四年九月至十一月間，於七家灣溪和武陵溪一號壩以下之流域，進行鮭魚生殖行為觀察和投網捕撈種魚，檢視成熟情形，並以人工注射方式催熟採卵，同時進行受精卵孵化和仔稚魚飼養觀察。櫻花鉤吻鮭雄魚比雌魚先成熟，產卵行為集中在十月下旬至十一月上旬，在十月上旬以前或十一月中旬之後，可能比較不適合進行人工繁殖。以四倍種魚體重之虹鱒腦下垂體和每公斤魚體重用 1.0 毫升之人工荷爾蒙(*Ovaprim*)混合製成懸浮液，並施以雌魚腹腔注射，七小時後進行第二劑注射，於第二針之後 65 小時，開始可擠出卵粒，以乾導法進行人工授精，受精卵在水溫  $12.5 \pm 0.5$  °C 孵化所需時間約三十四天，孵化初期至眼點出現時，受精卵死亡率為 6.2 %，但在發眼至孵化之期間，則魚卵漸感染水黴菌，以甲基藍 10ppm 濃度，可有效抑制水黴菌感染，提高孵化率，仔稚魚在水溫  $11.4 \pm 0.6$  °C，以豐年蝦之無節幼蟲足量餵食，並添加少許人工飼料，十天之後則添加水蚤，然後隨著成長逐漸以天然之水生昆蟲取代人工培養之餌料生物，仔稚魚自十二月七日全長 2.0 公分左右，飼養至三月九日全長為 5.0 公分，活存率 80.5 %，此方法可供日後大量人工繁殖魚苗之參考。

## 一、前言

櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)是屬於鮭形目(Salmoniformes)鮭科(Salmonidae)鉤吻鮭屬(*Oncorhynchus*)(或稱大麻哈魚屬)(沈, 1993),本屬英文名為太平洋鮭(Pacific salmon),分佈於北太平洋沿岸及部份北極海地區,包括中國東北、日本、韓國、西伯利亞、加拿大、美國阿拉斯加及加州地區,一般為溯河洄游魚,只有少數是陸封型。而*Oncorhynchus masou*即為其中一種,此種又被分為四亞種,只分佈在亞洲的日、韓、中國東北及台灣(Numachi et al., 1990),而台灣是陸封型鮭分佈之最南限。櫻花鉤吻鮭在1917年被發現後,就有許多不同的名稱(Behnke et al., 1962; 鄧, 1959; 大島, 1936, 1934; Jordan & Osima, 1919), Watanabe & Lin (1985)認為台灣鱒與日本櫻鱒仍有些差異,乃命名為*Oncorhynchus masou formosanus*,也就是目前所延用的名稱。

有關櫻花鉤吻鮭的習性和生態學之研究,過去都有學者加以探討(陳, 1994; 曾, 1994; 吳, 1994; 林 et al., 1993; 詹 & 吳, 1992; 戴, 1992; 林 & 張, 1990; 林 et al., 1991, 林 et al., 1989; 張, 1989; 鄭 & 張, 1988, 1989; 林, 1988; 林 et al., 1988; 郭, 1988; 莊, 1988; 呂 & 汪, 1987; 鄭, 1987; 楊 et al., 1986; 林 & 梁, 1986; 楊 & 林, 1986; 鄧, 1959; 輿儀 & 中村, 1938; 上野, 1937; 大島, 1936, 1955; )。Hiroshi(1990)曾指出,日本櫻鮭 *On-*

*corhychus masou* 由於受到溪流環境改變，如人為設施阻絕魚隻洄游，水資源利用使水流量降低，及稚魚的捕捉等，族群量已嚴重受影響，以放流剛孵化仔魚是促使資源恢復的有效方法，對現有資源的保育和管理，是資源復育成功的最重要因素。日本對鉤吻鮭屬(*Oncorhynchus*)的魚類進行人工繁殖，皆有很好的成功經驗。而國內有關櫻花鉤吻鮭繁養殖之研究並不多(余 et al., 1987; 余 et al., 1985, 1986)，過去在人工繁殖過程中，受精和孵化皆有不錯之成效，在孵化後之仔魚飼養至體長4.2公分左右時，其活存率為49.79%(以餌料試驗中最佳之一組計算)，初期餌料生物以孑孓為佳，但要大量培育則有待進一步試驗。有鑒於此，本試驗乃針對仔稚魚之培育作進一步之探討，並對野外種魚進行觀察和人工催熟試驗，期能更確立整個櫻花鉤吻鮭人工繁養殖技術。

## 二、材料與方法

### (一)野外種魚觀察與人工繁殖試驗

一九九四年九月、十月、十一月，於七家灣溪和武陵溪一號壩以下之流域，進行鮭魚生殖行觀察和投網捕撈種魚，檢視雌魚腹部膨大情形，雄魚則輕壓泄殖孔附近，檢視精液流出情形，檢視後除了人工繁殖需要者，其餘皆立即放回溪中。

#### 1. 人工催熟

於一九九四年十月七日和十四日分別由七家灣溪二號壩以下和武陵溪，以投網捕撈五對種魚(七日捕捉兩對，十四日捕捉三對)，四尾雄魚體重在96公克-132公克，一尾則體重425公克，雌魚體重在215公克-302公克。十月七日所捕獲之兩對種魚，雌魚施以懸浮液注射，注射部位是在背鰭下側之背部肌肉。懸浮液是以四倍魚體重之虹鱒腦下垂體，研磨後再以每公斤魚體重用0.5毫升量之人工荷爾蒙(*Ovaprim*)混合，製成注射懸浮液。雄魚則以每公斤魚體重用0.3毫升量之人工荷爾蒙(*Ovaprim*)注射，注射部位與雌魚相同，所注射之懸浮液視需要，以0.9% *NaCl* 溶液混合稀釋後使用。注射後的種魚，被放入水泥中的箱網(75CM×45CM×40CM)，水位高40公分，水流速為15.5 L/MIN，水溫12.5°C。十月十四日所捕獲的三對種魚，雌魚施以懸浮液注射，注射部位在泄殖孔前方之腹腔。懸浮液中虹鱒腦下垂體之使用量相同，人工荷爾蒙(*Ovaprim*)用量加倍。雄魚以每公斤魚體重用0.5毫升量之

人工荷爾蒙(*Ovaprim*)，實施腹腔注射。注射後的種魚，將其放入水泥池中(6.3m×0.5m×0.5m)，水位高40公分，流速15.5 L./MIN，水溫12.5°C，水池上方以塑膠網覆蓋。

## 2. 人工授精和受精卵孵化

採卵(精)方法是以腹部擠壓法將卵(精)擠出，採乾導法人工授精，受精卵經清水重複洗過後，均勻撒佈在孵化籃上，孵化籃是以市場上所販賣之塑膠籃(40CM×30CM×8CM)上鋪一層尼龍網所製成，孵化籃會浮於水層上方，以流水方式孵化，孵化前期，隨時檢除死卵，不用藥物控制水黴菌，至孵化末期，視需要以甲基藍(*Methylblue*)抑制水黴菌感染魚卵，消毒方法是以10ppm高濃度甲基藍，浸泡5-10分鐘方式進行，最後計算受精卵之孵化率。

### (二) 仔稚魚的飼養

剛孵化之仔魚臍囊仍在，不攝食，大約經過18天之後仔魚臍囊漸消失後，餵予足量之剛孵化的豐年蝦*Artemia salina nauplii*和人工飼料(表一)，十天之後則添加水蚤(*Daphnia spp*)，再經二十天後則以天然的水生昆蟲漸漸取代人工培養的餌料生物。初期仔魚仍飼養在孵化籃內，然後隨著成長情形，則移入水泥池(6.3m×0.5m×0.5m)中飼養，觀察記錄仔魚成長情形。



表一 人工飼料成分

---

粗蛋白	>	44%
粗脂肪	>	3%
粗灰份	<	16.5%
粗纖維	<	1.2%
水份	<	13%
鹽酸不溶物	<	2%

---

### 三、結果

#### (一)野外種魚觀察與人工繁殖試驗

一九九四年九月下旬，在七家灣溪四號壩附近，發現櫻花鉤吻鮭已有配對掘巢的行為，但三號壩以下和武陵溪一號壩以下區域，仍未發現明顯之配對掘巢行為，九月三十日在七家溪兆豐橋附近和農場場部下方二百公尺附近，進行投網捕撈，檢視種魚成熟情形，所捕獲之二尾雄魚，經輕壓泄殖孔附近，皆有少許白色精液流出，而三尾雌魚，其腹部並無明顯膨脹和柔軟現象，泄殖孔並沒有特別紅腫現象，乃將魚檢視後立即放回原地。十月七日再次投網捕撈種魚，地點相同，共捕獲二尾雄魚、三尾雌魚，雄魚體型不大，體重在一百公克左右，輕壓泄殖孔附近，即有白色精液流出，而三尾雌魚中，僅有兩尾之泄殖孔較紅，腹部並沒有特別腫脹現象，另一尾較瘦且無成熟產卵跡象，乃立即放回溪流中。將所捕獲之兩對種魚，用塑膠袋運回復育中心，於十月八日凌晨兩點實施第一針注射，於十二小時後，觀察種魚情形，其腹部已明顯腫脹，但泄殖孔並沒有明顯紅凸現象，乃實施第二針注射。於十月九日上午六時(十六小時後)，檢查種魚，其腹部腫脹更大，且泄殖孔紅凸現象極為明顯，擠壓腹部時，卻沒有卵粒出來，乃放回箱網中，於十月九日下午六時(第二針之後28小時)，再次檢視種魚，情況相同，推測此現象可能是種魚成熟度不是很好，或注射劑量不足，或環境不適應，然為顧及此種魚類之珍貴性，乃將種魚全部放至較適宜產卵之二號壩附近溪中。由檢視結果可知，雄魚似乎比雌魚來得

先成熟。十月九日當天在武陵溪一號壩和億年橋之間，已經觀察鮭魚有產卵情形，惟產卵地點為溪邊緩水之砂質地，因為次日即將有颱風來襲，且水量已逐漸增大，乃將12顆情況較好之卵粒撈回復育中心，進行孵化，已變白的卵則留在原地。

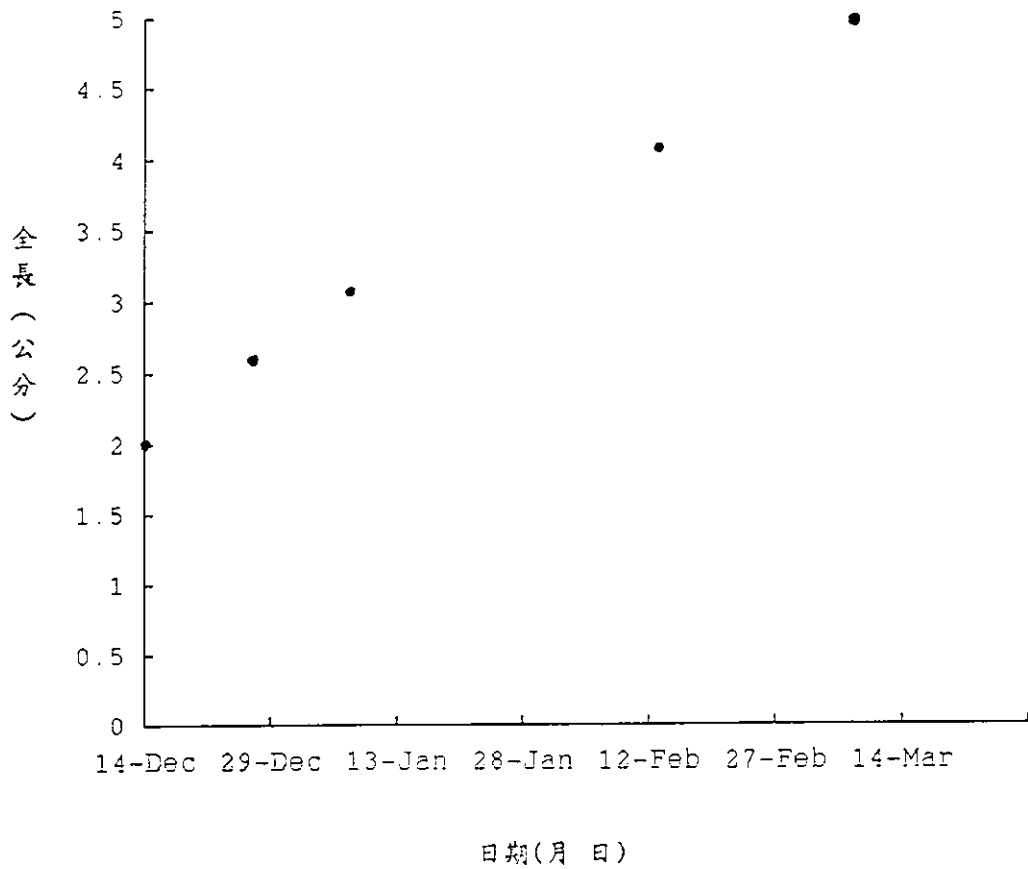
十月十四日於七家灣溪之兆豐橋附近，和武陵溪之億年橋以上區域，再度進行種魚捕撈工作，共捕獲三尾雄魚和四尾雌魚，其中一尾雌魚腹部柔軟，但無明顯膨脹，而泄殖孔處紅凸，判斷可能已經產過卵，乃放回原處，將三尾腹部略有膨脹之雌魚和三尾雄魚，用塑膠袋運回復育中心，於十月十五日凌晨一時許，進行第一針注射，於注射後七小時(十月十五日早上八時)觀察時，發現雌魚腹部皆已腫脹，其中一尾泄殖孔紅凸明顯，但仍未能擠出卵粒，遂進行第二針注射，注射後每隔八小時進行檢視，於十月十八日凌晨一時許檢視時，先前較成熟之雌魚，已能順利擠出卵粒，並將三尾雄魚精液各壓出一點，直接順著碗口留入碗內卵中，三尾雄魚精液流入碗中的位置不同，然後輕輕搖動碗，使其授精均勻，然後加入清水洗滌卵粒，重複三次後，將卵輕倒入孵化籃中，並用羽毛撥開聚集之卵粒，使其均勻散佈在網上，為避免擠卵時，造成種魚之體內組織(卵巢)受傷，擠壓力量需適可而止，如此雖可能無法將雌魚體內卵粒全數擠出，不過可確保種魚繼續活存，此尾種魚計採得218粒卵。十月十八日早上八時許，進行另二尾雌魚之擠卵和授精，其中一尾採得192粒卵，另一尾體型較小，只採得108粒卵，不過可以感覺到最小

型之雌魚，其腹內仍有許多卵粒，可能採卵時間稍早了些。三尾種魚總共採得卵粒有518顆，卵粒呈淡黃色，卵徑在0.5cm左右。十月十九日上午八時，進行受精卵檢視，518粒卵中僅有一粒變白，受精率近100%，孵化時水溫在 $12.5^{\circ}\text{C} + 0.5^{\circ}\text{C}$ ，在十一月三日已開始可看到眼點，此時受精卵死亡之數共計32粒(9粒，11粒，12粒)，約佔6.2%。在十一月二十一日時，受精卵開始陸續孵化，總計孵化出之仔魚有305尾，孵化率58.9%。在發眼至仔魚孵出期間，魚卵漸漸感染水黴菌，初期並未用甲基藍，然而發現感染速率愈來愈快，方於十一月十四日起，每日進行魚卵消毒。剛孵化之仔魚體長約1.5公分，還帶有長約0.5公分之臍囊，此時靜靜躺著，不太游動，亦不攝食，隨著時間，臍囊漸漸縮小，魚體漸漸成長，游動能力愈來愈強，在十二月十日時，臍囊已吸收差不多了，此時游動力強，並開始投餵餌料。仔魚孵出後至開始餵餌期間僅有13尾死亡(4尾，5尾，4尾)。

## (二)仔稚魚的飼養

仔稚魚在十二月十四日量得全長在2.0公分左右，開始以足量餌料餵食，試驗期間水溫在 $11.4 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ ，十二月二十八日測得平均全長 $2.6 \pm 0.2$ 公分，一九九五年元月八日測得平均全長 $3.1 \pm 0.3$ 公分，二月十四日平均全長為 $4.1 \pm 0.3$ 公分，三月九日平均全長為 $5.0 \pm 0.4$ 公分。因人力嚴重不足，乃於元月八日將268尾稚魚放流至武陵溪一號壩以上之地區，此時魚苗身體已有七至八個櫻花鉤吻鮭特有之橢圓型斑紋出現，活動力強，只要有人影出現，它即刻游離。剩下15尾魚苗，

仍留於池中繼續飼養觀察，計算活存率為92.8%。至三月九日試驗結束時所飼養之15尾魚苗，有2尾死亡，活存率86.7%。整個飼養過程之活存率為80.5%。仔稚魚成長情形如圖一。



圖一 仔稚魚成長情形

#### 四、討論

七家灣溪自武陵吊橋以下河段，因與遊憩及農業用地毗鄰，水中的磷酸鹽和硝酸鹽早已超過未受污染河流之標準(林，et al., 1988)，部份河段之大腸菌群，在夏天仍超過甲類河川之水質標準，生化需氧量在部份河段有短暫上升到4ppm之現象，金屬含量之增加，似與農業活動有關，在滄浪亭附近之水域，於五月份時，水溫已達16.4°C，賓館附近由於有勝溪之21.9°C之溪水匯流結果，造成該區水溫達17.6°C(陳，1994)，而櫻花鉤吻鮭適合棲息之水溫，通常均在10-15°C間，過去大甲溪上游之高山地質，均由易於剝削的黏板岩和砂岩所形成，河床甚少泥質，如逢豪雨，溪水漲滿，溪水仍為清冽，河床兩岸樹木繁茂，水量週年充沛，水溫均在16°C以下(夏季)，所以櫻花鉤吻鮭能夠繁殖而生存(鄧，1959)，水溫為影響種魚成熟和產卵之主要因素(吳，1991)，而七家灣溪之水溫，於五月份時，由較上游吊橋附近的13.6°C，逐漸升高至下游滄浪亭附近之16.4°C(陳，1994)夏天時水溫將達更高，本次野外種魚檢視結果，較早配對掘巢行為是在七家灣溪上游地區，檢視雌魚腹部時，水溫較低之武陵溪下游種魚似乎比七家灣溪下游者來得早熟，此結果是否是七家灣溪下游地區之水溫，在某些月份裡已超過其適溫範圍，而影響其產卵時間，湯等(1987)發現陸封性香魚*Plecoglossus altivlis*之生殖周期隨緯度及海拔高低而異，緯度愈高，海拔愈高生殖周期起始月份亦較早，又水溫太高，會引起產卵受阻現象。余等(1987)發現七家灣溪下游很少種魚，可能是由於下游

岸邊森林多被砍伐而日照過長所致。湯等(1987)發現香魚生殖周期主要受光照周期和水溫影響，短日照可促進生殖腺成熟，長日照會抑制生殖腺成熟，以竹北和馬陵兩地之香魚來比較，以平均水溫較低，日照時間較短且弱之馬陵者生長較快、成熟起始時間和結束時間亦較竹北早。由此推之，鮭魚之成熟，可能亦受日照時間影響。林等(1989)認為櫻花鉤吻鮭的生殖場偏向低流速與淺水域，底質石長徑約在1.6至10公分。Orcutt et al.(1968)認為在流速慢時，魚卵比較容易產在所需之石縫裡。是否是因為種魚在七家灣溪下游，不易找到適當產卵地點，而影響其產卵時間，因檢視魚隻數量不多，有待進一步探討。本次檢視種魚時，發現雄魚比雌魚先熟，湯等(1987)對陸封型香魚進行研究時，亦發現雄魚先成熟，雌魚晚熟。觀察本次野外種魚產卵行為，發現集中在十月下旬和十一月上旬，十一月下旬已幾乎看不見。日本陸封性櫻鮭的生殖期，是由十月下旬至十一月上旬，而十月25日至十一月5日為產卵盛期(木村，1972)，鄧(1959)指出櫻花鉤吻鮭產卵時期約在十月上旬至十一月下旬之間。林等(1989)指出民國七十七年櫻花鉤吻鮭的生殖期是十月上旬至十一月下旬。而余等(1987)指出成熟櫻花鉤吻鮭在十月初開始築巢，十月中旬開始產卵，至十月底大部份種魚概已產完卵。此與本次野外種魚檢視結果相似，故若要進行人工繁殖試驗，不宜在十一月份進行，以免找不到合適之種魚。

十月八日所注射之兩尾種魚，雖於十月九日注射第二劑，但仍無法擠出卵粒，可能是使用之劑量不足或種魚成熟度

不是很好，因為在第一針注射後十二小時，其腹部雖有明顯脹大，但仍未有柔軟情形，泄殖孔亦無紅凸現象，而第二針之後十六小時，發現種魚腹部腫脹極明顯，泄殖孔有紅凸現象，應已近產卵時候，但未能產卵，依照余等(1986)若種魚情況良好，注射第一針之後六小時即可採卵。余等(1987)亦曾於十月初開始試捕種魚並實施人工繁殖，但經催熟後依然未能順利採卵。由此可知，人工繁殖時間，於十月中旬開始實施，可能較可得到預期之效果。

十月十五日進行注射之三尾種魚皆能順利產卵，外表成熟度較佳之種魚，優先產卵，較小體型之種魚最後產卵，且擠卵作業時，可以感覺較小體型之種魚腹部仍留有許多卵粒，但不易擠出，只擠出約半數卵粒，且孵化率較差，可能是較小體型之種魚，其成熟度尚未達完全階段。本次人工繁殖採卵時間，雖然在注射第一針之後72至80小時方採得卵粒，但卵質皆良好，並沒有如Nomura et al. (1974)所描述之過熟卵情形發生，所以注射之劑量應屬適當。

余等(1987)指出，自受精至孵化，平均水溫 $11.8^{\circ}\text{C}$ 時需三十八天，平均水溫在 $10.7^{\circ}\text{C}$ 時需四十二天。本次受精卵在水溫 $12.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 孵化所需時間約三十四天，由此可知受精卵在適溫範圍內，水溫愈高，孵化所需時間愈少。本次魚卵在發眼至仔魚孵出期間，魚卵漸漸感染水黴菌，為觀察水黴菌感染之情形，初期並未用甲基藍來控制，結果發現感染速率愈來愈快，為避免孵化率降低，乃於後期進行魚卵消毒，林等(1989)曾發現野外死亡之魚卵，上方多感染水黴。本研究



中曾採集野外卵粒，亦發現野外有白色死卵，而帶回孵化之12顆卵，在未使用甲基藍消毒情況下，有七顆卵孵出仔魚。由此可知，在自然狀況下，因為底質等種種因素下，魚卵並非都能孵化成功，余等(1987)認為下雨時大量雨水拌合泥漿流入七家灣溪，溪水濁度由0.48NTU上升至39-48NTU，不但妨礙受精卵孵化，且會使稚魚、成魚窒息憋死。Hausle & Coble (1976)認為細砂會使魚卵透氧速率降低，並會影響魚隻行爲。Shirazi & Seim(1981)認為細砂會影響魚卵正常代謝和氧氣進入。林等(1989)認為長徑在1.6公分以下和細砂組成之底質，魚卵的存活率不及1%。而人工繁殖孵化時，使用甲基藍來控制水黴菌，使孵化率大大提高，是否會造成族群品質降低之不良影響？仍有待進一步探討。

在仔稚魚的飼養，以豐年蝦為初期餌料。十天之後再添加水蚤，發現魚隻攝食情況良好，飼養至元月八日測得全長為3.1公分，活存率為92.8%。余等(1987)以八種不同餌料進行試驗，發現以孑孓最適合仔魚攝食，其飼養至二月三日，測得體長為2.8公分，活存率為77.94%，若以鰻魚飼料餵食，則活存率僅10.78%，平均體長為2.42公分，孑孓在冬季低水溫期的培育很困難。故以水蚤來飼養仔魚，似乎比較可行。稚魚達全長三公分以上時，活動力很強，以水蚤和天然捕獲之水虫(*Rhithrogena* spp)餵食，成長情況良好，至三月九日測得體全長達五公分，整個飼養過程之活存率達80.5%，故本次試驗所採用之方式，應可作為爾後大量繁殖魚苗之參考依據。

## 五、參考文獻

### (一)中日文部份

- 大島正滿，1919，台灣產鱒の新種に就て，台灣博物學會會報第四十號，PP：10-11。
- 大島正滿，1934，冰河問題に關する生物學的寄與，植物及動物，（4）：337-439。
- 大島正滿，1936，大甲溪の鱒に關する生態學的研究，植物及動物學會會報，4：337-349。
- 大島正滿，1955，就生物學上所見的台灣，台灣科學，9：44-48。
- 上野益三，1937，台灣大甲溪鱒食性寄生蟲，台灣博物學會會報，27：153-159。
- 木村清朗，1972，ヤマメの産卵習性について，魚類學雜誌 19（2）：111-119。
- 呂光洋、汪靜明，1987，武陵農場河域之原產種魚類生態之初步研究，農委會76年生態研究第010號，86頁。
- 余廷期、賴仲義、吳聲森，1985，櫻花鉤吻鮭繁殖試驗，農委會74年生態研究第003號，14頁。
- 余廷期、賴仲義、吳聲森，1986，櫻花鉤吻鮭繁殖試驗，農委會75年生態研究第003號，22頁。

余廷期、賴仲義、黃長俊、楊明道，1987，櫻花鉤吻鮭繁殖試驗，農委會76年生態研究第006號，41頁。

林曜松、梁世雄，1986，鮭鱒魚類生態，農委會林業特刊第九號，PP：21-38。

林曜松，1988，櫻花鉤吻鮭的保育歷程，大自然，21：35-37。

林曜松、曹先紹、張崑雄、楊平世，1988，櫻花鉤吻鮭生態之研究(二)族群分布與環境因子間關係之研究，農委會77年生態研究第012號，93頁。

林曜松、曹先紹、張崑雄，1989，櫻花鉤吻鮭之生殖生態與行為研究，農委會78年生態研究第008號，18頁。

林曜松、曹先紹、張崑雄，1989，櫻花鉤吻鮭的生態與保育，國立台灣大學系生態研究室，12頁。

林曜松、張崑雄，1990，台灣七家灣溪櫻花鉤吻鮭族群生態與保育，農委會79年生態研究第001號，40頁。

林曜松，1991，溪流棲地一去不復返—櫻花鉤吻鮭的生態與保育，科學月刊22(12)：925-929。

林曜松、張崑雄、詹榮桂，1991，台灣大甲溪上游產陸封性鮭魚的現況，農委會林業特刊第39號，PP：166-172。

林曜松、曹先紹、莊鈴川、戴永禎，1993，櫻花鉤吻鮭棲地之調查研究(1)—以七家灣溪上游、雪山溪為主，台灣省農林廳林務局保育研究系列—82—07號，40頁。

- 吳祥堅，1991，非洲塘虱魚，*Clarias fariiepinus*，生殖週期和人工繁養殖之研究，中華民國駐沙烏地阿拉伯漁技團，利雅得，P：56。
- 吳祥堅，1994，國寶魚—櫻花鉤吻鮭（台灣鱒），雪霸國家公園簡訊1（春季號）。
- 吳祥堅，1994，國寶魚—櫻花鉤吻鮭（台灣鱒），雪霸國家公園簡訊2（夏季號）。
- 吳祥堅，1994，櫻花鉤吻鮭，雪霸國家公園，台中縣 P：31。
- 莊鈴川，1988，櫻花鉤吻鮭（*Oncorhynchus masou formosanus*）資源生物學的基礎研究，台大漁業科學研究所碩士論文，92頁。
- 陳弘成，1994，溪流水源水質監測系統之規劃與調查—武陵地區，雪霸國家公園管理處，73頁。
- 張石角，1989，櫻花鉤吻鮭保護區規劃，農委會78年生態研究第010號，78頁。
- 曾晴賢，1994，櫻花鉤吻鮭族群調查及觀魚台附近河床之改善研究，雪霸國家公園管理處，24頁。
- 湯弘吉、彭弘光、余廷基，1987，養殖環境對香魚之生殖周期、性腺成熟及卵質之影響，中央研究院動物所與農委會漁業處合辦「魚類生殖與內分泌之基礎及應用」研討會論文專集，PP：249-262。
- 郭俊銘，1988，大甲溪兒女的心聲，大自然，21：30-32。

- 楊平世、林曜松、黃國靖、梁世雄、謝森和、曾晴賢，1986，武陵農場河域之水棲昆蟲相及生態調查，農委會林業特刊第九號，PP：14-20。
- 詹見平、吳世霖，1992，台灣生物地理區南北過渡區的魚類生態，中國水產月刊，478：5-59。
- 與儀喜宣、中村廣司，1938，台灣高地產鱒（櫻花鉤吻鮭），天然紀念物調查報告第五輯，台灣總督府內務局，32頁（林曜松譯，1986，農委會林業特刊第九號，PP：1-14）。
- 鄧火土，1959，台灣高地產陵封鮭魚的形態與生態，台灣省水產試驗所報告，PP：77-82。
- 鄭枝修、張瑞欣，1988，櫻花鉤吻鮭魚道勘查規劃第一報，農委會77年生態研究第011號，66頁。
- 鄭枝修、張瑞欣，1989，櫻花鉤吻鮭魚道勘查規劃第二報，農委會78年生態研究第007號，74頁。
- 鄭明能，1987，太魯閣國家公園區櫻花鉤吻鮭高山魚類自然環境資源生態，內政部營建署，台北 P：43。
- 戴永禎，1992，台灣櫻花鉤吻鮭之族群生態學研究，國立台灣學動物學研究所博士論文，台北 P：121。

(二)西文部份：

- Behnke , R.J. , T.P.Koh , and P.R.Needham.** 1962 , Status of the landlocked salmonid fishes of Formosa with a review of *Oncorhynchus masou* ( Brevoort ) .Copeia 2 : 400-407 .
- Hausle , D.A. , and D.W. Coble ,** 1976 , Influence of sand in redds on survival and emergence of Brook trout. ( *Salvelinus fontinalis* ) Trans. Am. Fish. Soc. 105 ( 1 ) : 57-63 .
- Numachi , K.I. , T.Kobayashi , K.H.Chang , and Y.S.Lin.** 1990 , Genetic identification and differentiation of the Formosan landlocked salmon , *Oncorhynchus masou formosanus* , by restriction analysis of mitochondrial DNA. Bull. Inst. Zool. , Academia Sinica 29 ( 3 , suppl ) : 61-72 .
- Nomura , M. , K. Sakai , and F. Takashima ,** 1974 , The over-ripening phenomenon of Rainbow trout—I. Bull. of the Japanese Society of Scientific Fisheries 40 ( 10 ) : 977-984 .
- Mayama , H. ,** 1990 , Masu salmon propagation in Hokkaido , Japan. Bull. Inst. Zool. Academia Sinica 29 ( C3 , Supplement ) : 95-104 .
- Orcutt , L.R. , B.R. Pullian. , and A. Arp. ,** 1968 , Characteristics of steelhead trout redds in Idaho streams. Trans. Am. Fish. Soc. 97 : 42-45 .
- Shirazi , M.A. , and W.K. Seim ,** 1981 , Stream system evaluation with emphasis on spawning habitat for salmonid. Water resources research. 17 ( 3 ) : 592-594 .

**Watanabe , M. , and Y.I.Lin.** 1985 , Revision of the Salmonid fish  
in Taiwan. Bull. Biogeogr. Soc. Japan 40 : 75-84 .

## 六、誌謝

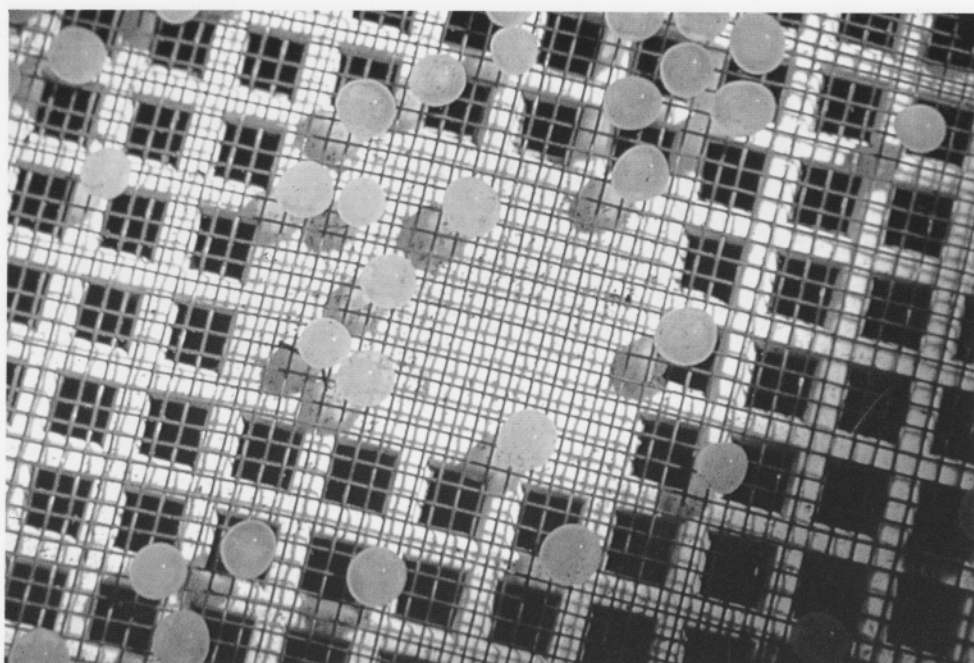
本研究試驗承蒙台灣大學漁業試驗所陳弘成教授、清華大學曾晴賢講師、水產專家陳懸弧先生親臨協助指導，水產試驗所鹿港分所余延基分所長、水產試驗所竹北分所劉富光分所長、黃家富先生，大霸養鱒場彭武權先生、海洋大學郭金泉教授等，提供寶貴經驗，黃家富先生提供水蚤，本處彭副處長茂雄、許技士晉榮、王榮光先生和各課室同仁多方協助，謹此特申謝忱。

由於本處剛成立不久，業務繁多，本研究報撰寫和參考資料之蒐集皆在斷續中作業，疏漏之處敬請先進不吝指正。

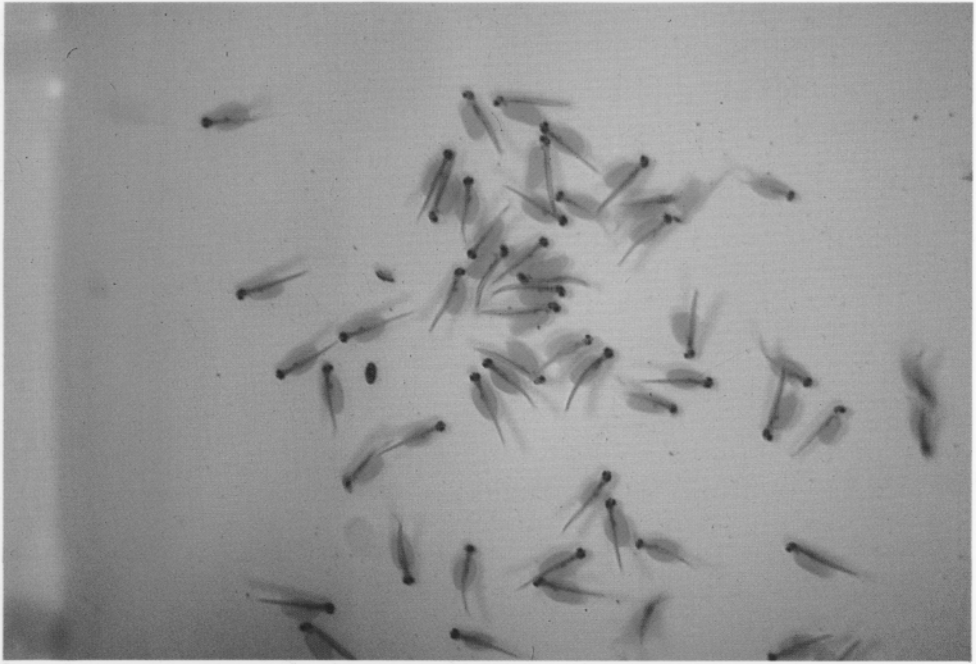




相片一 人工授精



相片二 受精卵



相片三 剛孵化之仔魚帶著臍囊



相片四 臍囊消失後之仔魚



相片五 元月八日放流之仔稚魚全長約3.1公分



相片六 三月九日仔稚魚全長約5.0公分



相片七 剛孵出之豐年蝦無節幼蟲。



相片八 媒體記者前來拍攝魚苗放流作業