

アマゴ全雌魚の養殖実用化試験について

福田 富男・山野井英夫

Putting All-female Amago Salmon *Oncorhynchus rhodurus* to Use in a Practical Farming Pond

Tomio FUKUDA and Hideo YAMANOI

キーワード：アマゴ，全雌魚，養殖，バイテク

既報¹⁾で述べたように，アマゴ *Oncorhynchus rhodurus* は岡山県北の山間渓流域の最も重要な養殖魚と言える。その雄は1年目から性成熟が始まり，これに伴い罹病しやすく，体色が黒ずんで，いわゆる「さび」た状態となり，商品価値が低下してしまう。一方，雌は1年目は性成熟しないために生産性，商品価値共に高く，全雌生産の技術開発が望まれている。

室内レベルでの全雌生産は可能²⁻⁶⁾となったが，養殖現場における実用化試験は，実施されていなかった。このため，全雌魚の養殖場レベルでの実用化について検討したので報告する。

報告に先立ち，試験全体に多大の協力をいただいた右手養魚センターの田殿忠清氏はじめ職員の皆様に深謝の意を表す。

材料と方法

試験は岡山県勝田郡勝田町右手にある右手養魚セン

ターで実施した。

飼育池の大きさなどを表1にまとめた。

全雌魚作出に用いた性転換雄は1988年10月に採卵，媒精した全雌魚にテストステロンによる雄性化などを実施して作出し，水産試験場魚病指導センターの水槽で，飼育していたものである。使用個体は8尾で，平均体長269.3mm，平均体重388.9gであった。腹部圧迫では採精できなかった個体も含まれているため，実際に使用した個体は2，3個体と推定される。

雌は右手養魚センターで飼育していた通常雌で'88年10月に採卵，媒精し飼育していたものである。使用した個体は25尾で平均体長312.3mm，平均体重593.0gであった。

全雌魚の採卵，媒精は'90年10月29日に実施した。採卵は雌の腹部を開腹し，採精は雄の腹部圧迫による搾出法を採用した。媒精は洗浄後の卵に直接に精液を注ぐ乾導法を用いた。水温は11.5℃であった。その後の検卵，

表1 飼育水槽などの大きさ

水槽名/測定項目	縦	横	直径	高さ	水深	水量*	内径 (m) 備考
ふ化場							
ふ化槽	1.67	0.45	—	0.29	0.23	—	4槽に分離
	0.33	0.45	—	0.29	0.23	0.034	1槽分
餌付槽	1.78	0.87	—	0.61	0.46	0.71	角落とし
稚魚池							
餌付池	1.9	1.1	—	0.45	0.3	0.63	
丸池	—	—	3.5	1.0	0.5	4.81	
熊谷池							
3, 4, 7, 9, 10号	10.0	2.5	—	1.0	0.75	16.77	角落とし
下丸池(8角形)	—	—	7.4	1.0	0.65	27.95	8角形
津谷池							
3, 7号	8.9	2.55	—	1.0	0.7	15.08	角落とし

*kl

餌付、飼育などの管理は養殖場での一般的な方法によった。

結果と考察

1. 精巣内精子の利用

性転換雄は、雄性ホルモンで人為的に雄化させたためか、腹部圧迫で正常に採精できない個体も多く、場合によってはこれらがかなりの高率になることもある。原因としては輸精管の発育不全あるいは完全に欠如していることなどがあげられる。

そこで、必要に応じて開腹し、精巣内の精子を利用することが求められる。

一般的に、精巣内で精子は既に形態的には完成しているが、そのままでは粘性が高いため使用が困難であり、また、運動性が付与されておらず、そのままでは受精率が非常に低い。粘性を低くするためには、人工精漿（以下ASPと呼ぶ）が用いられる。また、運動性は輸精管内に排精され、その中に留まる比較的短時間内に付与され、特に高pH状態が必要とされている⁷⁾。

表2に人工精漿の組成⁷⁾を示した。比較的良好に使用される高橋・森沢（便宜的にASPTと呼ぶ）と鈴木（ASPS）の組成を示した。本試験にはASPTを使用した。

表3にまとめた方法により精巣内精子の活性化をはかり、試験に使用した。以後、正常に搾出される精子に対

して、この活性化した精子を精巣内精子と呼ぶことにする。精巣内精子を採取した個体は2個体であり、各々体長370mm（体重900g）、339mm（590g）であった。

精巣内精子で媒精した群も順調に発育し、正常精子媒精群との差は認められず、その有効性が確認された。しかし、顕微鏡下で精子の運動性を試験した際に、精子提供個体によって、運動性に大きく差が認められた。このため、複数個体分の精巣を抽出し、それらをまとめて使用するのが実用的と考えられる。

2. 飼育経過など

飼育期間中の水温変化を図1に、飼育の概略を表4に示した。

飼育水温は、2月に最低で約2℃前後、9月に最高で18℃前後を示した。

全雌魚は'90年10月29日に採卵・媒精し、約5万粒作出した。対照魚は10月23日に約12万粒採卵し、媒精した。発眼は全雌魚が11月24日で積算温度は288.0℃であった。一方、対照魚は11月19日に発眼し、積算温度は311.0℃に達した。その後は順調にふ化、成長し'91年4月21日に稚魚池から育成池に移した時点で、全雌魚は約3万6千尾が生残していた。4、5月に対照魚も含め伝染性腭

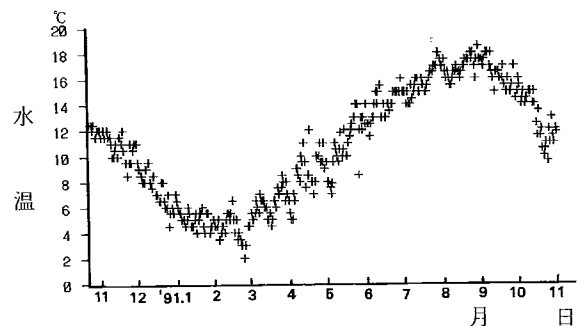


図1 飼育水温の変化

表2 人工精漿の組成
(g/1,000ml 蒸留水)

薬品\種類	高橋・森沢	鈴木
NaCl	7.60	4.68
KCl	2.98	3.73
CaCl ₂	0.37	0.37
MgCl ₂	0.30	0.38
NaHCO ₃	0.21	4.20
略 称	ASPT	ASPS

表3 精巣内精子活性化の方法

1. pH 9.5に調節したASPを準備する、pHは1NのNaOHで調節する
2. 精巣を摘出し、ASPで丁寧に洗浄し、糞尿、血液などを除去する
3. 更にシャーレ上で、可能な限り汚物を除去する、太い血管はハサミで切除する
4. 1ml ASP/1g 精巣重の割合でASPを添加する
5. 精巣をハサミで可能な限り小片に切り刻む
6. 試験官などに移し変え、試験官ミキサーで10~60秒間混合する
7. 約3分間静置し、その上澄み液を採取する
8. 更にそれをASPで5倍に希釈する
9. 10~13℃で2~3時間放置する
10. 運動性が付与されたかどうかを確認した後利用する
11. 5~6℃の冷蔵庫内で2、3日は保存可能である

表4 全雌魚飼育試験概略

年月日	水温 (°C)	飼育記録その他		
		全雌魚	対照魚	備考
'90. 10. 23	12. 0		対照採卵120, 000粒	
10. 29	11. 5	全雌作出50, 000粒		
11. 19	11. 0		対照発眼 (積算温度311. 0°C)	
11. 22	9. 5		検卵終了	
11. 24	8. 5	全雌発眼 (積算温度288. 0°C)		
11. 25	9. 5	発検卵1, 200×10枚		
11. 26	11. 0	検卵終了 4. 0 kg ÷ 0. 1 g = 40, 000粒		
11. 29	11. 0		第2回検卵20枚	
12. 01	11. 0	検卵13枚, 死卵156	検卵20枚	
12. 05	8. 5	検卵13枚, 死卵81	対照100%ふ化 (積算温度470. 0°C)	対照発眼からふ化まで積算温度 159. 0°C, 全雌発眼からふ化まで 積算温度186. 0°C
12. 14	8. 5	全雌100%ふ化 (積算温度462. 5°C)		
'91. 1. 04	5. 5		餌付槽出	
1. 08	5. 0		浮上始まる	
1. 12	5. 5	餌付槽出		
1. 17	5. 5		全部浮上する, 餌付1日6回	
1. 20	5. 5	浮上始まる		
1. 27	5. 5	全部浮上する		
2. 05	8. 5	塩水浴	塩水浴	水深3 cm (塩2 kg) 20分
3. 15	5. 0	第1回選別0. 5 g	第1回選別0. 65 g	
3. 22	6. 0	掃除	掃除	
3. 27	8. 5		第2回選別	
3. 30	8. 0	第2回選別 掃除	掃除	
4. 10	8. 0	サンプリング50尾	サンプリング50尾	
4. 20	8. 0	サンプリング50尾	サンプリング50尾	
4. 21	7. 0	稚魚池から熊谷池3号, 4号へ 体重1. 45 g, 36, 000尾	体重1. 45 g	
4. 28	9. 5	死魚が見られる		
5. 04	7. 5	死魚数増す		死亡魚持ち帰り
5. 08	11. 0	死魚約1, 500尾, IHNらしい		
5. 12	10. 5		死魚数増す1, 000尾	
5. 15	10. 5	サンプリング50尾	サンプリング50尾	
5. 16	12. 0		約1, 200尾	
5. 17	10. 0	死魚数少なくなった		
5. 22	12. 5	1日50尾程度		
5. 23	13. 0		少し減る約500尾	
5. 25	14. 0	生存数約2万粒		
7. 01	15. 0	飼料No. 4号, 2P混合		
7. 10	15. 0		セッコウ症テラマイシン投薬	
7. 15	15. 0	サンプリング50尾	サンプリング50尾	
7. 24	16. 5	飼料2P45g, 10号池に分槽	飼料2P50g	
7. 28	17. 0	朝雨にごり給餌出来ず		
8. 17	16. 5	サンプリング40尾	サンプリング40尾	
8. 19	17. 0		下丸池へ	
8. 28	16. 0	3号4号選別9号池へ		合計3. 4. 9. 10号池
8. 30	18. 5	10号選別9号池へ		
9. 04	17. 5	掃除	掃除	
9. 07	18. 0		販売を開始する	
9. 16	16. 0	販売を開始する		
9. 18	16. 0	サンプリング50尾	サンプリング40尾	
10. 19	12. 0		ほぼ販売終了	
10. 20	10. 5		残りは津谷池へ移動	
10. 28	11. 5	ほぼ販売終了		

臓壊死症 (IPN), セッソウ病などで多少死亡したが, 大事には至らなかった。

全雌魚は9月16日から10月28日にかけて, 対照魚は9月7日から10月19日にかけて販売し, 試験を終了した。

3. 全雌魚, 対照魚の成長比較

媒精, ふ化および標本採集などの年月日, ふ化後の経過日数, 概略経過月数などについて表5にまとめた。また, 全雌魚, 対照魚の調査年月日別の体長について表6, 体重について表7にまとめた。また, '91年10月7日の標本について全雌魚と対照魚の比較写真を写真1に示した。

全雌魚と対照魚の標本採集日は毎回同じであるが, 採卵, 媒精日が異なるためふ化日が異なり, ふ化後の経過日数 (以後DAHと呼ぶ) が異なってくる。採集日で全雌魚と対照魚の体長をもとに成長を比較すると, 最初は対照魚の方が大きく, 特にDAH100頃までが顕著である。この傾向はDAH200頃まで続き, 雌雄の判別が可能になった8月17日以降は, 全雌魚に比較し対照魚の雄が大きいと言える。しかし, 対照魚の雌と全雌魚の間では差が認められない。

一方, 標本の採集日における比較ではなく, DAHをもとにその体長を比較すると, DAH100までは, やはり対照魚が大きい, DAH150~180はむしろ全雌魚の方が大きくなる。DAH200以後は対照魚と全雌魚の間に大きな差は認められないが, 全体としてはやはり対照魚の方がやや大きいと言える。この差は無区分の中に雄が含まれていることが関係していると推察され, 最終的にDAH300付近では対照魚の雄が, 全雌魚と比較し大型となる。

飼育期間中の体長, 体重についての分散を, 全雌魚, 対照魚間で比較検討した。飼育の中, 終期になると販売が開始され, 結果として水槽に小型群あるいは大型群が残存するため, 一般に分散は大きくなる。しかし, 全雌魚, 対照魚とも大差は認められず, 少なくとも販売開始までは, 差は認められないと言える。

これらのことをまとめて検討すると, 販売開始直後の9月18日までは, 全雌魚と対照魚の間に成長差はなく, 特に対照魚の雌と全雌魚の成長は同一と考えられる。

表5 測定時の経日, 経月など

年月日	全雌魚		対照魚		備考
	経日 (日)	経月 (か月)	経日 (日)	経月 (か月)	
'90. 10. 23			媒精		
10. 29	媒精				
12. 05			ふ化43	1.4	
12. 14	ふ化46	1.5			
'91. 1. 30	47	1.6	56	1.9	ふ化日以降の日数, 月数
2. 10	58	1.9	67	2.2	
2. 20	68	2.3	77	2.6	
3. 02	78	2.6	87	2.9	
3. 12	88	2.9	97	3.2	
3. 27	103	3.4	112	3.7	
4. 08	115	3.8	124	4.1	
4. 22	129	4.3	138	4.6	
5. 15	152	5.1	161	5.4	
6. 15	183	6.1	192	6.4	
7. 15	213	7.1	222	7.4	
8. 17	246	8.2	255	8.5	
9. 18	278	9.3	287	9.6	
10. 07	297	9.9	306	10.2	

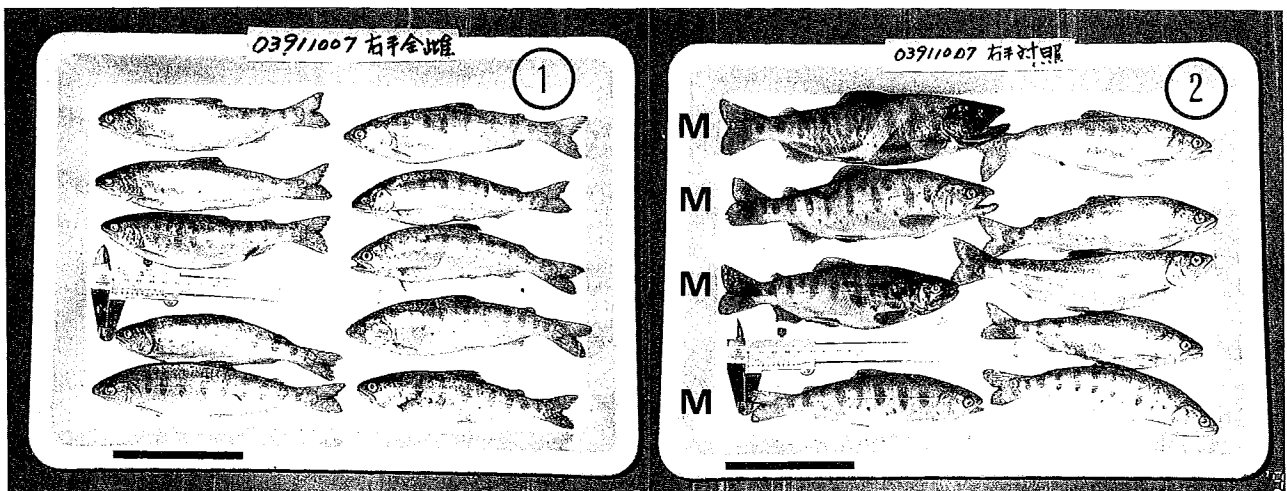


写真1 全雌魚と対照魚の比較 (1991年10月7日)

① 全雌魚 ② 対照魚 M; 雄
横バーは10cmを示す

表8 全雌魚生産、販売などに関する調査結果

調査項目	結果など
調査年月日	1991年11月7日
対象者	右手養魚センター：飼育、販売担当者
1) 飼育作業全般の 労力、コストなど	
池 替 え	労力、コストとも差がない
投 餌	8月頃になると雄は餌を食べなくなるが、相変わらず餌食いが良くて勢いが良かった。良く食べるので投餌が楽だった。結果として時間の節約になり、コスト・ダウンにつながった。
池 掃 除	労力は大差がないが、餌食いが良い結果として、投餌時間の節約になった。また、飼育水槽の底掃除もあまり必要なく、結果としてコスト・ダウンになった。
投 薬	労力、コストとも大差ない。
耐 病 性	大差ない。
飼育中の選別	全雌魚の大きさが揃うため選別の手間が省けたので、コスト・ダウンになった。
販 売 時	雌雄の選別も不要だし、大きさも揃っているので労力が省け、コスト・ダウンになった。
2) 販売後の状況	
販 売 地 域	岡山県英田郡美作町湯郷
販 売 箇 所 数	2か所
販 売 場 所	ゴルフ場、鮮魚店
成 品 の 人 気	姿がきれいであり、なかなか好評であった。味については、特に変わった評価は無い。
3) 全体的な感想	
	<ul style="list-style-type: none"> ・投餌、池掃除、選別等で手間が省けコスト・ダウンにつながった点は高く評価される。 ・もし、可能なら今後も実施しても良い。 ・性転換雄の委託飼育については、莫大な金額が必要なら別だが、無償で引き受けても良いくらいの好成績だったと感じている。 ・要望があれば県下全域分の性転換雄を飼育しても、良い様な気がする。しかし、その際は基金を作って、実施するのが良いと思う。

4. 雌化率について

雌雄の判別が可能になった8月以降の全雌魚の雌化率は100%であり、全雌化は成功したと言える。しかし、各飼育池に非常に比率は小さく無視できる程度ではあるが、外見的に雄と判別できる個体が出現した。

飼育中の飛び跳ね、選別時の手違いなどで対照魚が混入した可能性が高いが、自然に性転換した可能性もある。

そこで雄と思われる個体を雄とし、通常の雌と交配して得られた群を継続飼育した。雌雄が判別可能になった段階で性比を調査した結果は、雌雄ほぼ50%であり、自然性転換の可能性は否定された。

このように、細心の注意をはらいながら分離飼育しても、他の群が混入することが推察され、全雌魚の有効利用、バイテク魚の逸散などを防ぐためには、飼育に際して更なる注意が必要と思われる。

5. 全雌魚生産、販売などについて

養魚場の飼育および販売担当者からの聞き取り調査をもとに全雌魚の有効性などについて検討した。調査結果を表8にまとめた。

全体的には投餌、池掃除の労力が削減でき、また飼育

中の選別や販売時の選別などが不要になり、これも労力の削減になったと言え、結果としてコスト・ダウンにつながったと言える。

比較的大きさもそろい、赤点や姿が美しかったため、販売後の人気が高いなど、商品価値の向上も認められた。生産者もかなり満足のいく結果と受け取っており、全雌生産に必要な性転換雄の飼育に関して、かなり、理解を示している。全体的には、生産実用化の目安が立ったと言えよう。

6. 今後の試験および全雌魚養殖の実用化について

試験の結果、全雌魚と対照魚を比較した場合、雌の成長は同一と考えられ、コスト・ダウン、商品価値の向上などの点で全雌魚の優位性が浮き彫りにされたと言える。生産現場でも好評であり、今後、全雌魚生産の普及を図る必要がある。但し、飼育期間を通じ雄の方が成長もやや速く、最終的にも大型となるため、養殖場としては早期に出荷するためには雄も必要となる。従って、必要に応じて一部全雌を生産するのが、より実用的と言える。

全雌魚生産に不可欠な性転換雄の飼育について、当面

は水産試験場など公的な機関で継代飼育していく必要があるが、将来的には、全雌を必要とする養魚場で独自に飼育するのが妥当と言える。更に、基金などを設立して一括飼育し、必要に応じて県下に配布するのが適当であると考えられる。

その際、ホルモン処理が必要となるが、注意をはらって実行すれば特に問題はなく、技術的にも比較的単純で、高価な器具も必要とせず、取り立てて障害とはなり得ない。

本試験では大きな被害を及ぼすまでには至らなかったが、全雌魚、対照魚共に病気により、一部の魚が死亡した。三倍体魚は病気に強く、特に伝染性造血器壊死症（IHN）耐性が高いと言われているため⁸⁻¹⁰⁾、今後は全雌三倍体魚の養殖実用化試験を実施する必要がある。また、本試験では実施できなかったが、食味試験を是非実施する必要がある。

要 約

1. 養殖に有利なアマゴの全雌魚飼育の実用化について試験した。
2. 県北の養魚場を試験の場所に選定した。
3. 輸精管を欠如する性転換雄も、精巣から採精し、運動性を付与することで、有効に利用できることが確認された。
4. 一部病死したが、全雌魚、対照魚とも比較的順調に生育し、販売することができた。
5. 全雌魚と対照魚の成長は大差なく、特に対照魚の雌とは同一と考えられる。雄はやや成長が速い。
6. 雌化率は100%であったが、飼育、選別の過程で対照魚も一部混入した可能性が示唆された。

7. コスト・ダウン、商品価値の向上などで全雌魚の有用性が認められ、養殖実用化の目安が立った。
8. 引き続き大型魚の生産、耐病性を有する魚の作出などを検討するため、全雌三倍体魚の生産実用化試験を実施する必要がある。

文 献

- 1) 福田富男・直原治子, 1995: 雄性ホルモン処理によるアマゴの性転換雄作出方法, 岡山水試報, 10, 109-110
- 2) 山本章造, 1987: アマゴの全雌生産に関する研究-I 希釈精子の遺伝的不活性化条件の検討, 岡山水試報, 2, 62-65
- 3) ———, 1987: ——— -II 高温刺激による染色体倍数化条件の検討と雌性発生二倍体魚の作出, 同誌, 2, 66-72
- 4) ———, 1988: ——— -III 精子の大量不活性化法の検討, 同誌, 3, 79-81
- 5) ———, 1988: ——— -IV 雌性発生二倍体魚の効率的な作出条件, 同誌, 3, 82-85
- 6) 山本章造・安家重材, 1989: ——— -V 第1卵割阻止によるアマゴの雌性発生二倍体魚の作出, 同誌, 4, 93-96
- 7) 稲荷森輝明・宇部 稔, 1986: サケ科魚類精液の液状保存, 岩手県内水面水産指導所年報, 昭和61年度, 23-35
- 8) 川嶋尚正・鈴木雄策・高瀬 進・青木一永・阪上雄康, 1988: ニジマス3倍体魚のIHN耐病性, 静岡水試事業報告, 昭和62年度, 307-310
- 9) 津村祐司, 1990: 全雌三倍体ニジマスのIHN耐病性の検討, 滋賀県醒井養鱒場業務報告, 昭和63年度, 41-47
- 10) 細谷久信・小島将男・山田和雄・土屋文人, 1989: ニジマス2倍体魚と3倍体魚のIHNウイルスに対する感受性の比較, 新潟県内水面水産試験場調査研究報告, 15, 35-39