

アマゴ全雌三倍体魚の養殖実用化試験について

福田 富男・山野井英夫

Putting Triploid 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，三倍体魚，養殖，バイテク

既報¹⁾でアマゴ *Oncorhynchus rhodurus* 全雌魚の養殖場レベルでの飼育実用化について試験し，実用化の目安が得られたことを報告した。本報では，引き続き全雌魚の養殖実用化の中で，大型魚生産の有効性，耐病性種苗の生産などを検討するため，全雌三倍体魚の養殖実用化試験を実施した。

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。

全雌三倍体魚作出に用いた性転換雄は1989年10月13日に採卵・媒精，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，飼育を継続していたものである。使用個体は4尾で，平均体長267.0mm，平均体重432.1gであった。腹部圧迫により，採精できなかった個体も含まれている。

使用雌は右手養魚センターで飼育していた通常雌で'89年10月に採卵・媒精し飼育を継続していたものである。使用した個体は10尾で平均体長305.7mm，平均体重581.1gであった。

全雌三倍体魚の採卵・媒精は'91年10月31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。三倍体化は媒精10分後から15分間28℃の水に浸す，加温処理法を採用した。採卵・媒精時の水温は12.0℃であった。その後の検卵，餌付，飼育などの管理は養殖場で一般的に採用されている方法によった。

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

結果と考察

1. 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2に示した。

飼育水温は、2月に最低で約2℃前後、8月に最高で18℃前後を示した。

全雌三倍体魚は'91年10月31日に採卵・媒精し、約2万粒作出した。対照魚は10月24日に約13万粒採卵し、媒精した。発眼は全雌三倍体魚が11月30日で積算温度は301.5

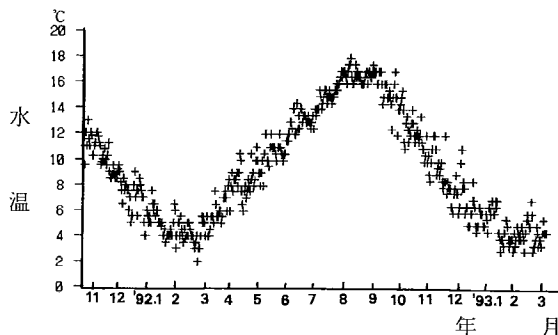


図1 飼育水温の変化

表2 全雌三倍体魚飼育試験概略

年月日	水温(°C)	飼育記録		その他	
		全雌三倍体魚	対照魚	備	考
'91. 10. 24	11.0		採卵・媒精, 130,000粒		
10. 31	12.0	作出, 20,000粒			
11. 23	8.5		発眼, 積算温度330.55°C		
11. 30	9.3	発眼, 積算温度301.56°C			
12. 01	9.5	洗卵・検卵, 死亡卵1,200粒			
12. 03	8.2				魚病指導センターに部標本移動
12. 14	5.0	洗卵・検卵, 死亡卵1,100粒	洗卵・検卵, 死亡卵350粒		
12. 21	5.5		ふ化を始める		
12. 25	8.0	ふ化を始める	100%ふ化(積算温度567.8°C)	対照魚発眼からふ化まで積算温度248.2°C	
12. 26	7.5			全三魚発眼からふ化まで積算温度212.7°C	
12. 29	5.0	100%ふ化(積算温度514.3°C)			
12. 30	4.0				
'92. 1. 06	7.5	ふ化盆洗浄 死魚150尾	ふ化盆洗浄 死魚100尾		
1. 15	5.0		餌付槽出		
1. 18	4.0	餌付槽出			初回サンプリング
1. 31	6.0	浮上を始める	浮上を始める		
2. 01	4.0				サンプリング2回目
2. 06	4.0	餌付開始	餌付開始		
2. 11	4.5				稚魚全体にCフィード100リケンにオイル添加
2. 15	4.0				サンプリング3回目
3. 01	5.0				サンプリング4回目
3. 15	7.5				サンプリング5回目
3. 18	5.5	1号, 2号の2池に分ける			
3. 28	6.0	大小バラツキがある			
4. 01	8.0				サンプリング6回目
4. 16	8.0		餌付槽から稚魚池丸池1号へ		
4. 23	8.5	餌付槽から稚魚池丸池3号へ			
5. 10	10.0		熊谷池10号へ出す 1.7g 20,000尾 餌料稚魚1号-2号混合		
5. 11	10.0				
5. 12	9.5	熊谷池4号へ出す 2g 16,000尾			
5. 13	11.0	餌料稚魚2号			
5. 18	11.0		大小差があり選別		
8. 14	16.5		選別1号, 5号		
8. 19	16.0	2, 3, 4号の3池に移動			
8. 21	16.0	サンプル50尾	サンプル50尾		
10. 06	11.5	販売開始			全三魚飼育槽にも雄が認められる? 対照魚, 約4割が雄である
10. 09	13.5		販売開始		
'93. 1. 17	4.5	津谷池3号へ	津谷池7号へ		
2. 12	5.0	選別200尾			料理店用
2. 19	5.5		選別50kg		放流用(対照魚)
2. 27	4.0	選別200尾			料理店用
3. 05	3.5	ヤマメ荘へ50kg出荷			飼育用(全三魚)
3. 08	4.5		選別		放流用(対照魚)
3. 09	4.5		ほぼ終了		
3. 12	4.5	保存用を残してほぼ終了			

℃であった。一方、対照魚は11月23日に発眼し、積算温度は330.5℃に達した。その後は順調にふ化、成長し全雌三倍体魚は'92年7月23日に稚魚丸池3号へ、5月12日に熊谷池4号へ移して、飼育を継続した。その時点では2g/尾で、約16,000尾生残していた。対照魚は4月16日に稚魚丸池1号、5月10日に熊谷池10号へ移動させた。その時点で1.7g/尾で、約20,000尾であった。対照魚は他の池にも分槽しているが、この10号池を対照魚として、その後の試験に利用した。

全雌三倍体魚は10月6日から、対照魚は10月9日から販売し、3月上旬にほぼ試験を終了した。

全体的には、順調に飼育試験が実施されたと言え、特に大きな病気も起こらなかった。三倍体魚は二倍体に比較し伝染性造血器壊死症 (IHN) 耐病性が高い³⁻⁶⁾とする報告と、ほとんど差は認められないとする報告⁷⁾がある。そのため、今回の試験ではIHN耐病性もあわせて試験する計画であったが、前述したようにIHNの発病が見られなかったため、この点については明らかにすることができず、今後の課題として残された。しかし、後述表6に示すように、対照魚は鰓病とせつそう病に罹病したが、全雌三倍体魚は罹病しなかったことで耐病性が高い可能性も残されている。また、もし全雌三倍体魚の耐病性が高いとしても、三倍体魚作出時の温度処理により、ある程度の卵が死滅し減耗するので、三倍体魚作出の損益を考慮する必要がある。

2. 全雌三倍体魚と対照魚の成長比較

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3にまとめた。また、全雌三倍体魚、対照魚の調査年月日別の体長について表4、体重について表5にまとめた。

標本採集日は毎回同じであるが、全雌三倍体魚と対照魚では採卵・媒精日が異なるため、ふ化日が異なり、結果としてふ化後の経過日数(以後DAHと呼ぶ)も異なってくる。しかし、その差は4日であり、DAHと採集日で比較した結果、ほとんど差が認められなかったため、ここではDAHをもとに検討を進めた。

体長について、DAH100までは対照魚の方が大きく、成長が速いと言えるが、その後DAH200付近まではほとんど同じであり、それ以後は全雌三倍体魚の方が対照魚(雌雄とも)より大きくなったと言える。但し、両群とも成品として販売が開始されると、通常大きい個体から選別販売されるため、結果として小型個体が残存していた可能性が高い。雄は成長が速いため、特にこのよう

な結果になりやすい。そこで、'92年8月21日と販売が開始される直前の9月18日の結果を比較すると、やはり全雌三倍体魚の方が対照魚に比較し体長、体重ともに大きく、統計的にも有意の差が認められる。体長について具体的な数値を示すと、8月21日における全雌三倍体魚の平均値とその95%信頼幅は134.9±3.81mmであり、対照魚雄は106.9±5.85mm、対照魚雌は105.3±3.40mmとなる。同様に9月18日は、全雌三倍体魚133.4±4.00mm、対照魚雄121.0±15.64mm、対照魚雌128.0±6.70mmとなる。

以上、全体をまとめてみると、全雌三倍体魚の方が成長がよく、しかも大型魚となり、初期の目的は達成されたと言える。しかし、成品としての適当な大きさもあるため、必ずしも大型個体が優良と言うわけではない。また、大型にすると分散が大きくなり個体の大小差が生じてしまう。そのため、販売に際しては結局選別が必要となり、選別が不要と言う全雌魚の大きな利点が損なわれてしまう可能性も高い。これも損益を考慮しながら利用していく必要がある。

表3 測定時の経日、経月など

年月日	全雌三倍体魚		対照魚		備考
	経日 (日)*	経月 (か月)	経日 (日)*	経月 (か月)	
'91. 10. 24			媒精		
10. 31			媒精		
12. 25			ふ化62	2.1	
12. 29	ふ化59	2.0			
'92. 1. 18	20	0.7	24	0.8	ふ化日 以降の 日数、 月数
2. 01	34	1.1	38	1.3	
2. 15	48	1.6	52	1.7	
3. 01	63	2.1	67	2.2	
3. 15	77	2.6	81	2.7	
4. 01	94	3.1	98	3.3	
4. 15	108	3.6	112	3.7	
5. 15	138	4.6	142	4.7	
6. 15	169	5.6	173	5.8	
7. 15	199	6.6	203	6.8	
8. 21	236	7.9	240	8.0	
9. 18	264	8.8	268	8.9	
10. 22	298	9.9	302	10.0	
11. 19	326	10.9	330	11.0	
12. 22	359	12.0	363	12.1	
'93. 1. 21	389	13.0	393	13.1	
2. 19	418	13.9	422	14.1	

*DAH

3. 全雌三倍体魚生産、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三倍体魚の有用性などについて検討した。調査結果を表6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いえ、結果としてコスト・ダウンにつながったといえる。加えて、対照魚は鰓病とせつそう病に罹病し、投薬などの必要があったが、全雌三倍体は罹病しなかったため、全雌三倍体の方がコストが更になくなったと言える。

全雌三倍体は比較的大きさもそろい、姿、形は対照魚と差がないため全体的に好評であった。生産者も満足していく結果と受け取っているが、既報¹⁾で試験した全雌魚の方が採卵時の生残率などの点で実用性が高いと評価している。

大型魚の利用については、刺身用に利用すれば人気が出るかも知れないとしながらも、同一の期間ではニジマ

ス*Salmo mykiss*の方が大型に成長するため、飼育期間、生残数などの点でニジマスに比較し、特筆すべき利点はないとしている。そのため、翌年の通常魚(対照魚)の成品ができるまでの期間に刺身用として利用するのが実際的と考えている。

4. 食味試験結果

食味試験に用いた試験魚は全雌三倍体魚32個体(平均体長199.8mm, 平均体重118.8g)、対照魚32個体(200.9mm, 123.4g)であった。

回答の総数は62件で、男性42件、女性14件であった。回答は複数にわたる選択もあるため、件数の合計は必ずしも回答数と一致しない。20才代が19件、以下30才代15件、40才代14件、50才代12件、70才代2件であった。

結果を表7に示した。調理方法では塩焼きが最も多いが、この調理方法は魚の味を比較するには素焼きに次いで適しているため結果も信頼できると言えよう。回答は曖昧な点が多いが、魚の外観、味、臭いなどでは全雌三

表6 全雌三倍体魚生産、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	1993年3月12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、コストともに差がない。
投 餌	投餌に対する労力は大差ないが、餌食いが良いため結果としてコスト・ダウンになった。
池 掃 除	労力は大差ないが、餌食いが良いため飼育水槽が汚れず、結果としてコスト・ダウンになった。
投 薬	実施していない。
耐 病 性	全雌三倍体魚が比較的強かった。対照魚が鰓病とせつそう病に罹病し、塩水浴を実施した。結果として全雌三倍体魚の方が、コストは安くなった。
飼育中の選別	全雌三倍体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	選別の労力が省けたため、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	約10か所
販 売 場 所	ゴルフ場、料亭、旅館、ホテルなど
成 品 の 人 気	全体として、従来通りであり、特に変わった評価は無い。
3) シーズン後の利用について	
利 用	翌年の通常の成品ができるまでの期間に刺身用として、利用できる。
大 型 魚	利用できる。50尾程度、残してニジマス、イワナと一緒に飼育する予定で、どこまで大型化するか、また、味についても確かめたい。
4) 全体的な感想	
	<ul style="list-style-type: none"> ・大きさが揃い、姿、形は従来大差ないため、全体的には、良かったと言える。 ・特に選別時の時間が削減され、結果としてコスト・ダウンにつながったと言える。 ・1994年に試験生産した全雌魚の方が、全雌三倍体魚よりも、実用性が高いように思う。 ・今後の問題として、大型のものを生産し、刺身用にすれば人気も出るかも知れないが飼育期間、生残数などの点で、ニジマスに比較し特筆すべき利点は無いように思われる。

表7 食味試験結果 %

項目	全雌三倍体魚	対照魚
魚の外観		
色がきれい	60.6*	59.3
色が汚い	9.1	14.8
姿が美しい	0.0	7.4
差なし	3.0	3.7
その他	27.3	14.8
調理方法		
刺身	9.4	10.3
素焼き	6.3	31.0
塩焼き	65.6	51.8
その他	18.7	6.9
香辛料など		
醤油	44.5	22.2
ポン酢	33.3	44.5
その他	22.2	33.3
味		
美味しい	66.7	65.4
美味しくない	13.3	21.5
判らない	20.0	13.1
差なし	0.0	0.0
その他	0.0	0.0
臭い他		
いい香り	15.0	16.7
特に気にならない	80.0	75.0
臭い	5.0	8.3
差なし	0.0	0.0
その他	0.0	0.0
肉の軟硬		
硬い	4.5	32.0
軟らかい	72.8	68.0
差なし	4.5	0.0
その他	18.2	0.0

*全雌三倍体魚に対して、項目の各々に与えられた回答の%を示す。対照魚についても同様である。

倍体魚、対照魚の差は認められず、区別ができないことが分かる。肉の軟硬に関して、対照魚の方が硬いとする回答がやや多いが、軟らかいとする回答では差がないため、やはり全雌三倍体魚と対照魚との間には、差がないとするのが妥当と考えられる。

5. 今後の考え方について

全雌魚、全雌三倍体魚の今後の養殖実用化について、問題点などを検討する。

全雌魚の利点は、既報¹⁾で述べたように飼育、販売などの多方面で省力化につながり、成品としての品質向上も認められた。全雌三倍体魚の利点は、上記に加え成長

が速く、大型個体が作出できることである。また、耐病性も高い可能性を秘めている。一方では作出時の減耗、大型個体であるが故の不利益なども内在している。従って、これらの損益を考慮しながら、全雌魚、全雌三倍体魚、通常魚を生産することが必要である。全体的にバイテク魚は、利点の方が多くその養殖普及を図ることが必要と考えられる。

今後バイテク魚の養殖を希望する個々の養魚場で、全雌生産に不可欠な性転換雄の飼育を実施することも可能と考えられる。しかし、性転換を誘発するホルモン処理については比較的簡単な技術とは言え、ある程度の知識を必要とするため、民間養殖場の1~2か所を決めて、実施するのが好ましいと考えられる。しかし、最初の性転換雄は水産試験場から、提供する必要があるため、体制が確立するまでは性転換雄の作出、飼育を水産試験場で繰り返しておく必要がある。

民間養殖場で性転換雄を飼育する経費については、必要としている養魚場を中心に基金を作り運営にあたるのも一つの方法ではないかと考えられる。

バイテク魚の市場普及に際しては、消費者の動向をよく把握する必要があり、特別なイメージをもたれないようにする必要がある。食味試験の結果が示すように、特に宣伝しなければ、全雌三倍体魚と通常魚の区別は困難と思われる。しかし、優れたネーミングによりかえって商品価値が向上する例も認められ、一考を要する。その際、特別な遺伝子を用いるとか、遺伝子自体にも操作していないので、基本的には全く問題にならない点を強調すべきである。三倍体化も単に温水に浸すだけであり、全く、無害である点を強調する。また、自然界にも多くの三倍体が存在し、ホルモン処理にしても、種無しスイカのホルヒチン処理、種無しブドウのジベレリン処理の方がはるかに劇薬を使用していることなども説明することも効果的かも知れない。

既報¹⁾で述べたように、かなり、注意をはらって飼育していても、飼育池間で混入が認められた。従って、飼育に際しては更なる注意を払い、事故等も含め天然域に逸散しないようにすることが、是非必要となる。当然、河川放流用には用いるべきではない。

要 約

1. 養殖に有利なアマゴの全雌三倍体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. 全雌三倍体魚、対照魚とも順調に生育し、販売する

ことができた。

4. 全雌三倍体魚は対照魚に比較し、成長も速く、大型魚となる。
5. 成品としての適当な大きさなども考慮し、全雌三倍体作出の損益を十分検討しながら利用することが必要と言える。
6. コスト・ダウン、商品価値の向上などで全雌三倍体魚の有用性が認められたが、全雌魚もほぼ同様の結果を示すため、両者の長所を検討しながら利用する必要がある。
7. 大型魚の利用については、翌年の通常魚（対照魚）の成品ができるまでの期間に刺身用として利用するのが効果的と考えられる。
8. 食味試験の結果、全雌三倍体魚、対照魚の差は認められなかった。
9. 得られた結果を総合し、バイテク魚養殖実用化について考察を加えた。

文 献

- 1) 福田富男・山野井英夫, 1995: アマゴ全雌魚の養殖実用化について, 岡山水試報, 10, 111-117
- 2) 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
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 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
- 6) 田原偉成・細江 昭・山本 聡, 1992: 全雌三倍体魚の飼育特性, 長野県水産試験場事業報告, 平成2年度, 1