

ニジマス・ヤマメ全雌三倍体魚の飼育特性

大森 明・茅根 正洋*・山口 安男**・佐藤 陽一

1. はじめに

現在、サケ・マス類においては、染色体操作技術を用いた新魚種開発の試みが各地で行われ、新たな養殖対象種として取り入れられ、特産種として地域の発展に貢献するまでになっている。本県においては、1985年から成熟期のサケ・マス類に特徴的な体色劣化等の商品価値の低下を防ぐために、不妊となる全雌三倍体魚を作出するための取り組みが行われ、現在、ニジマス全雌三倍体魚、ヤマメ全雌三倍体魚の種苗生産が可能となり、一部分譲を始めるまでに至っている。

今後、これらの魚種を普及し、地域の特産種として定着させていくためには、飼育における利点や問題点、製品としての特徴等を業界へPRしていく必要がある。本県における三倍体魚の特性評価については、高島(1990)によってヤマメ三倍体魚の成長、成熟状況、一般体成分について報告されている。本試験では種苗生産が可能となった全雌三倍体魚の飼育特性に重点を置き、全雌魚、通常魚と同一条件で飼育を行った場合、また、三倍体魚と通常魚を同じ池で飼育を行った場合のそれぞれの特性の相違について検討を行ったので報告する。

2. 方 法

(1) ニジマス三倍体魚と通常魚の混養飼育試験

供試魚は、1988年12月、里美支場で継代飼育されたニジマス親魚を用いて人工受精を行い、三倍体魚については、吸水10分後に26℃で20分間温度処理を行い第二極体放出阻止によって倍数化したものを用いた。

1989年6月、三倍体魚と通常魚それぞれ63尾に群識別を行うための焼き入れ標識(山口:1993)を施して同じ池に放養し混養試験を開始した。飼育池は魚体の成長に合わせ2m²~60m²のコンクリート池を使

用し、注水は2回転/時間とした。用水は河川水を用い、給餌は飽食量まで配合飼料を与えた。四半期毎に体長、体重、歩留まりを、成熟期には魚体成分(水分、蛋白、脂肪、脂肪塊重量割合、可食部割合等)を測定し、1992年12月まで試験を行った。なお、魚体成分は背側の正肉を用いて分析を行った。また、脂肪塊重量については、内臓に付着している脂肪の塊を削り取り、内臓重量に占める脂肪塊重量で示した。可食部割合は魚体重に占める三枚卸しの魚肉重量の割合で示した。

(2) ヤマメ三倍体魚と通常魚の混養飼育試験

供試魚は、1988年11月、里美支場で継代飼育されたヤマメ親魚を用いて人工受精を行い、三倍体魚については吸水5分後に28℃で20分間温度処理を行って作出したものを用いた。

1989年9月、三倍体魚44尾、通常魚45尾にニジマスと同様に焼き入れ標識を施して同じ池に放養し混養飼育試験を開始した。飼育池は2m²~60m²のコンクリート池を使用し、注水は2回転/時間とした。用水は河川水を用い、給餌は飽食量まで配合飼料を与えた。四半期毎に体長、体重を測定し1990年9月まで行った。また、ヤマメ三倍体魚の成長と生存期間を見るために、1991年3月、混養飼育試験に使用した2+三倍体魚ヤマメ14尾を2m²のFRP水槽に収容し飼育を開始した。

(3) ニジマス全雌三倍体魚、全雌魚、通常魚の単独飼育試験

供試魚は、1993年12月、親魚3尾から採卵した卵を用いて、通常魚区は雄魚3尾を用いて受精したもの、全雌魚区は17- α -メチルテストステロンを用

* (財)茨城県栽培漁業協会 **茨城県水産試験場

いて性転換させた雄魚3尾を用いて受精したもの、全雌三倍体魚区は全雌魚区の受精卵を用いて8℃で10分間吸水を行った後、26℃で20分間の温度処理を行って作出したものをを用いた。なお、性転換雄魚は1989年に通常魚に17- α -メチルテストステロンを投与して、後代検定を行って作出した魚のF2を用いた。

1994年3月、全雌三倍体魚区、全雌魚区、通常魚区とも197尾を別々の池へ放養し試験を開始した。毎月1回、各区の尾数、総体重、給餌量を測定し、飼育1年以降は毎月の測定の他に、四半期毎に個別別の体長、体重を測定した。用水は河川水を用い、給餌はライトリッツの給餌率表に従って配合飼料を与えた。飼育水槽は2m²と5m²のコンクリート製池を成長に応じて仕切を入れて使用し、注水は2回転/時間とした。試験は1995年12月まで行った。

(4) ヤマメ全雌三倍体魚、全雌魚、通常魚の単独飼育試験

供試魚は1992年10月、親魚3尾から採卵した卵を用いて、通常魚区は雄3尾を用いて受精を行ったもの、全雌区は17- α -メチルテストステロンを用いて性転換させた雄魚3尾を用いて受精を行ったもの、全雌三倍体魚区は全雌魚区の受精卵を用い、14℃で15分間吸水を行った後、28℃で15分間の温度処理を行ったものをを用いた。なお、性転換雄魚は、1990年に雌性発生魚に17- α -メチルテストステロンを投

与して作出した魚のF1を用いた。

1992年12月、全雌三倍体魚区は143尾、全雌魚区、通常魚区はそれぞれ150尾を別々の池へ放養し、ニジマスの単独飼育試験と同様の項目を測定した。給餌はライトリッツの給餌率表に従って配合飼料を与え、用水は1993年3月までは地下水、4月以降は河川水を用いた。飼育水槽についてもニジマスと同様のものをを用いた。

3. 結果

(1) ニジマス三倍体魚と通常魚の混養飼育試験

ニジマス三倍体魚と通常魚の混養飼育試験における平均体重、平均体長の測定結果、および測定間の日間成長率について表1に、また、年級別にまとめた1年間の日間成長率と飼育期間を通した日間成長率について表2に、平均体重の推移について図1に示した。平均体重の推移については、1⁺の6月までは両区とも差はみられなかったが、1⁺の9月になると通常魚が三倍体魚を上回るようになった。しかし、3⁺の3月から通常魚で体重の停滞がみられるようになり、3⁺の12月には三倍体魚が上回った。年級別の日間成長率についてみると0⁺までは三倍体魚、1⁺から2⁺までは通常魚、3⁺では三倍体魚が良く、飼育期間を通しては三倍体魚が良い結果となった。飼育期間中のへい死魚数は三倍体魚が26尾、通常魚が29尾で、飼育開始時からの生残率についてみると、三倍体魚が

表1 ニジマス三倍体魚と通常魚の混養飼育試験

年.月.日	飼育 日数	三倍体魚					通常魚				
		飼育 尾数	斃死 数	平均体 重(g)	平均体 長(cm)	日間成長 率(%/日)	飼育 尾数	斃死 数	平均体 重(g)	平均体 長(cm)	日間成長 率(%/日)
1989.6.30		63	0	6.1	-		63	0	8.2	-	
1989.9.18	80	63	0	75	15.4	3.14	63	0	75	15.4	2.77
1989.12.8	81	61	1	176	20.9	1.05	63	0	178	21.0	1.07
1990.3.23	105	48	8	232	23.3	0.26	49	8	238	23.5	0.28
1990.6.19	88	47	1	381	27.0	0.56	47	2	380	27.2	0.53
1990.9.18	91	47	0	875	34.8	0.31	46	1	929	35.6	0.98
1990.12.13	86	45	2	1129	38.2	0.30	42	4	1207	38.9	0.30
1991.3.14	91	39	0	1198	38.7	0.07	35	1	1247	38.9	0.04
1991.6.24	102	38	1	1511	42.2	0.23	35	0	1626	42.6	0.26
1991.9.18	86	38	0	2013	45.4	0.33	33	2	2216	46.3	0.36
1991.12.16	89	38	0	2282	47.8	0.14	33	0	2478	48.0	0.13
1992.3.12	86	32	0	2279	48.3	-0.00	27	0	2434	48.6	-0.02
1992.6.25	105	28	4	2332	49.2	0.02	23	4	2347	49.0	-0.03
1992.9.16	83	17	5	2558	51.0	0.11	11	6	2566	49.4	0.11
1992.12.18	93	13	4	2770	52.1	0.09	10	1	2655	49.9	0.04

表2 ニジマスの年級別日間成長率

測定日	年級	日間成長率(%/日)	
		三倍体魚	通常魚
1989.12	0+	2.09	1.91
1990.12	1+	0.50	0.52
1991.12	2+	0.19	0.20
1992.12	3+	0.05	0.02
計		0.48	0.46

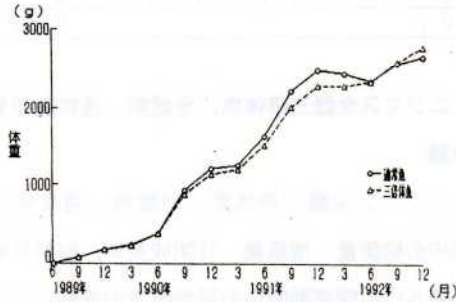


図1 ニジマス三倍体魚・通常魚の体重の推移

63.5%，通常魚が54%となり三倍体魚が良い結果となった。なお、生残率については、魚体成分を測定するため両方の試験区から計24尾を取り上げたため、これを除いて算出した。

次に、魚体成分について表3に、粗脂肪の変化について図2に示した。粗脂肪については、1990年12月(1+)までは三倍体魚、通常魚とも雄の脂肪が多

表3 体成分の分析結果

年.月.日	区分	水分 (%)	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	灰分 (%)	脂肪塊割合 (%)	可食部割合 (%)
1990.3.23	三倍体魚雌	77.1	16.2	3.1	2.3	-	61.7
	三倍体魚雄	75.3	16.2	5.3	2.6	-	57.8
	通常魚雌	77.0	16.7	2.6	2.3	-	59.3
	通常魚雄	75.8	16.2	4.3	2.4	-	56.5
1990.12.13	三倍体魚雌	75.3	18.7	3.3	2.2	22.0	69.7
	三倍体魚雄	74.4	17.9	5.3	1.5	7.6	64.6
	通常魚雌	76.2	18.2	2.9	1.5	7.1	58.0
	通常魚雄	75.5	18.1	4.7	1.4	3.6	62.5
1991.12.16	三倍体魚雌	71.5	19.7	7.5	2.8	42.3	69.8
	三倍体魚雄	73.6	18.5	6.8	2.0	10.7	63.6
	通常魚雌	74.9	19.3	4.6	2.0	3.0	56.5
	通常魚雄	76.3	17.9	4.1	1.9	7.5	62.8
1992.6.25	三倍体魚雌	-	-	-	-	63.1	67.5
	三倍体魚雄	-	-	-	-	8.3	61.6
	通常魚雌	-	-	-	-	24.6	69.1
	通常魚雄	-	-	-	-	2.1	62.2
1992.12.18	三倍体魚雌	-	-	-	-	60.2	66.1
	三倍体魚雄	-	-	-	-	5.5	61.2
	通常魚雌	-	-	-	-	2.6	53.7
	通常魚雄	-	-	-	-	0.0	60.3

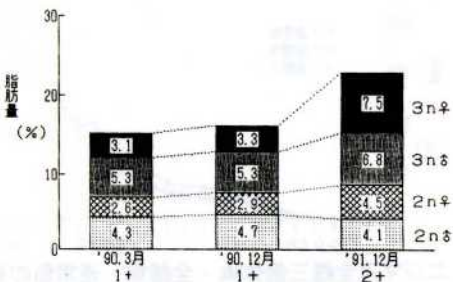


図2 ニジマス通常魚・三倍体魚の粗脂肪の変化

かったが、1991年12月(2+)になると通常魚雄以外は増加し、特に三倍体魚雌は2倍以上の増加が認められた。また、可食部の割合についてみると、成熟期に当たる12月には三倍体魚雌の割合が高く、通常魚雌で低い結果となり、生殖腺が発達しないことで、肉質が低下しない特徴が認められた。内臓中の脂肪塊の割合については、三倍体魚雌では、年々脂肪の割合が多くなり60%を越えるまでになった。通常魚雌では成熟期以外では20%を越えるまでになったが、成熟期になると減少し、脂肪が蓄積される現象は見られなかった。雄の場合は三倍体魚が通常魚よりやや高く推移するが10%より低い場合が多く季節変化は見られなかった。

(2) ヤマメ三倍体魚と通常魚の混養飼育試験

三倍体魚と通常魚の混養飼育試験における平均体重、平均体長の測定結果、および測定間の日間成長率と飼育期間を通した日間成長率について表4に示した。成長は1989年12月では通常魚が良く、1990年6月では両区とも差はなかったが、9月になると通常魚が三倍体魚を大きく上回る結果となった。また、この時点で、外観からの判断によって雌雄別に体重測定を行い、その組成について図3に示した。平均体重は

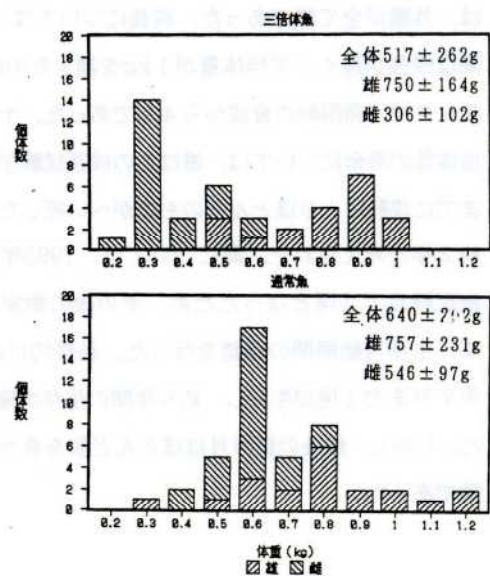


図3 ヤマメ三倍体魚・通常魚の雌雄別体重組成

表4 ヤマメ三倍体魚と通常魚の混養飼育試験

年.月.日	飼育 日数	三倍体魚			通常魚				
		飼育 尾数	平均体 重(g)	平均体 長(cm)	日間成長 率(%/日)	飼育 尾数	平均体 重(g)	平均体 長(cm)	日間成長 率(%/日)
1989.9.18		44	82	16.2	45	82	16		
1989.12.8	81	43	96	17.5	0.19	45	100	17.5	0.25
1990.6.19	193	43	302	24.7	0.59	45	315	25.4	0.59
1990.9.18	91	43	513	28.9	0.58	45	640	31.2	0.78
'89.9~'90.9	365				0.50				0.56

表5 ヤマメ三倍体魚の成長試験

年.月.日	飼育 日数	飼育 尾数	平均体 重(g)	平均体 長(cm)	日間成長 率(%/日)
1991.3.14		14	337	26.2	
1991.6.24	102	14	470	29.9	0.33
1991.9.18	86	13	645	32.3	0.37
1991.12.16	89	13	633	33.1	-0.02
1992.3.12	86	12	675	33.5	0.07
1992.6.25	105	11	864	35.5	0.24
1992.9.16	83	10	1007	37.7	0.18
1992.12.18	93	9	1047	38.2	0.04
1993.3.17	89	4	1160	40.2	0.12
1993.6.16	91	3	1346	42.5	0.16
1993.9.29	105	2	1740	44.0	0.24

三倍体魚の雌が306g, 雄が750g, 通常魚の雌が546g, 雄が757gで, 雄については三倍体魚, 通常魚とも同様な値となったが, 雌については三倍体魚が通常魚より低い値となった。三倍体魚の成長が通常魚を下回ったのは, 三倍体魚雌の成長が悪かったことに起因していると考えられた。飼育期間中の生残率については, 三倍体魚で1尾へい死しただけで, 三倍体魚97.7%, 通常魚100%であった。

次に, 三倍体魚の成長試験における平均体重, 平均体長の測定結果, および測定間の日間成長率について表5に示した。成長試験に用いた三倍体魚14尾は, 外観が全て雌であった。成長については, 2+以降は成長が遅く, 平均体重が1kgを越えたのは1992年9月で, 発眼卵の育成から4年であった。ヤマメ三倍体魚の寿命については, 雄はこの成長試験が始まるまでに成熟によりほとんどのものがへい死したため, 約2年と考えられた。雌については, 1993年9月の測定時点で2尾となったため, その後の測定は行わず, 生存可能期間の確認を行った。最終的には1995年7月まで1尾が生存し, 約6年間の生存が確認された。しかし, 最後の数カ月はほとんど餌を食べない状態であった。

(3) ニジマス全雌三倍体魚, 全雌魚, 通常魚の単独飼育試験

ニジマス全雌三倍体魚, 全雌魚, 通常魚の飼育期間中の給餌量, 増重量, 日間成長率, 餌料効率について表6に, 飼育期間中の平均体重の推移について図4に, 0+と1+の12月における体重組成について図5に示した。各試験区の体重の変化についてみると, 全雌魚は1+の7月を除いては飼育期間を通して最も高く推移した。全雌三倍体魚は1+の5月までは通常魚よりやや高く, 6月~8月は通常魚を下回り, 9月以降は通常魚とほぼ同様に推移した。しかし, 12月になると体重の増加はあまりみられず最も低くなった。飼育期間を通しての成長率と餌料効率については, 全雌三倍体魚が全雌魚, 通常魚より劣る結果となった。また, 体重組成から各試験区の成長のばらつきについ

表6 ニジマス全雌三倍体魚, 全雌魚, 通常魚の単独飼育試験結果

項目	'94.3月~'95.12月		
	通常魚	全雌魚	全雌3n魚
飼育日数(日)	648		
開始時平均体重(g)	0.1	0.1	0.1
終了時平均体重(g)	406.3	449.2	356.6
給餌量(g)	73245	93410	60290
捕正増重量(g)	49304	61740	39097
日間成長率(%/日)	1.28	1.3	1.26
餌料効率(%)	67.3	66.1	64.8

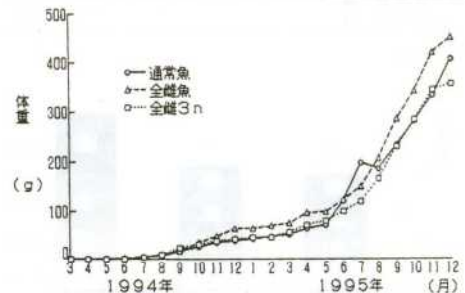


図4 ニジマス全雌三倍体魚・全雌魚・通常魚の単独飼育による体重の推移

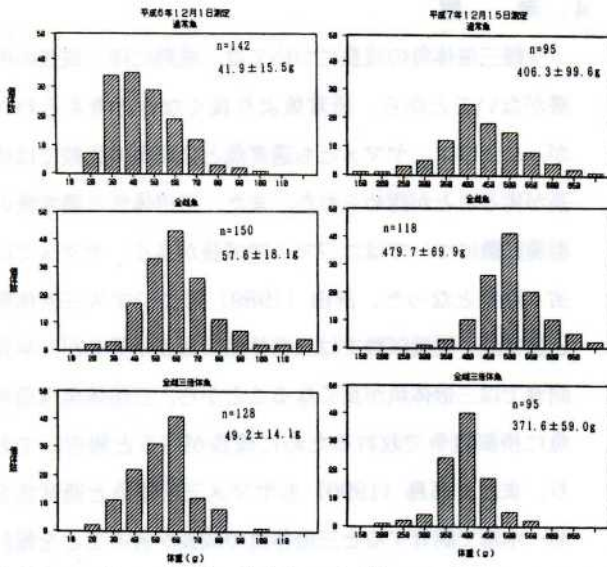


図5 ニジマス全雌三倍体魚・全雌魚・通常魚の単独飼育による体重組成

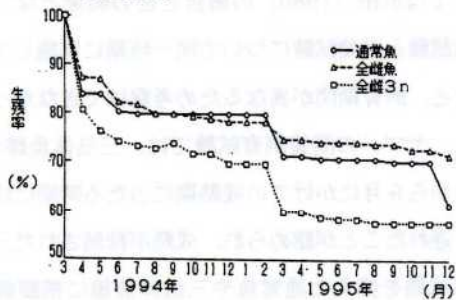


図6 ニジマス全雌三倍体魚・全雌魚・通常魚の単独飼育による生残率

てみると、0⁺時点では全雌魚で大きかったが、1⁺になると通常魚で大きくなり、全雌三倍体魚は常に少ない結果となった。

次に飼育期間中の生残率の推移について図6に示した。飼育開始後1ヶ月で全雌三倍体魚19.3%、全雌魚12.7%、通常魚16.2%の減少があり、その後も僅かではあるが減少が続き、1⁺の3月に再び大きく減少した。通常魚は12月にも減少し、最終的な生残率は全雌三倍体魚57%、全雌魚71%、通常魚62%であった。

(4) ヤマメ全雌三倍体魚、全雌魚、通常魚の単独飼育試験

飼育試験は1994年10月までの計画で実施したが、1994年6月以降へい死魚が多くなったため試験を中止した。このため、報告は1994年5月までのデータ

表7 ヤマメ全雌三倍体魚・全雌魚・通常魚の単独飼育試験結果

項目	'92.11月~'94.5月		
	通常魚	全雌魚	全雌3n魚
飼育日数(日)	528		
開始時平均体重(g)	0.1	0.1	0.1
終了時平均体重(g)	250	238.8	191.7
給餌量(g)	43266	42960	34308
補正増重量(g)	27809	28196	21608
日間成長率(%/日)	1.48	1.47	1.43
餌料効率(%)	64.3	65.6	63

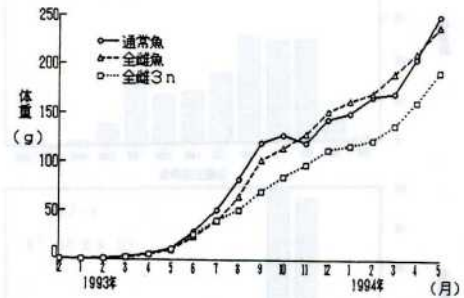


図7 ヤマメ全雌三倍体魚・全雌魚・通常魚の単独飼育による体重の推移

を用いた。

ヤマメ全雌三倍体魚、全雌魚、通常魚の飼育期間中における給餌量、増重量、日間成長率、餌料効率について表7に、飼育期間中の平均体重の推移について図7に、0⁺の9月における体重組成について図8に示した。平均体重についてみると、全雌三倍体魚は飼育期間を通して全雌魚、通常魚より低く推移した。また、全雌魚は0⁺の10月までは通常魚より低く推移したが、11月になると通常魚に成長の停滞がみられ、全雌魚が通常魚を上回るようになった。しかし、1⁺の5月には再び通常魚を下回った。飼育期間を通じた成長率と餌料効率については、ニジマスと同様に全雌三倍体魚が劣る結果となった。また、体重組成についてみると、全雌三倍体魚では136尾中120g以上の大型の個体12尾についてサビがわずかに認められ、これらの魚は全て雌で生殖腺は発達していた。本県において実施している倍数化処理の三倍体魚作出割合は約90%であることから、倍数化処理されなかった約10%が成熟したと考えられた。全雌魚では成長の良い140g程度の個体で成熟が認められ、その出現割合は約30%であった。通常魚については0⁺で成熟したのは雄だけで雌の成熟は認められなかった。体重の組成

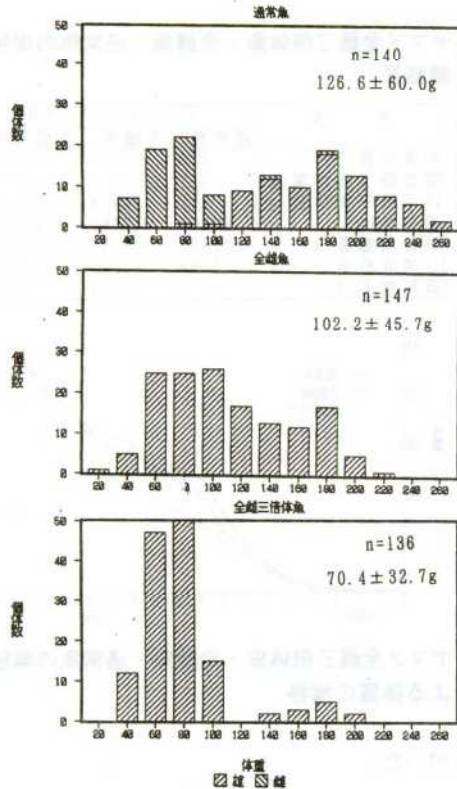


図8 ヤマメ全雌三倍体魚・全雌魚・通常魚の単独飼育による体重組成

から成長のばらつきについてみると、全雌三倍体魚で少なく、全雌魚、通常魚と大きくなった。

次に生残率について図9に示した。通常魚は0+の10月以降生残率は減少し5月には62%となった。全雌三倍体魚、全雌魚は1994年4月までは90%以上の生残があったが、5月になると減少し、全雌三倍体魚で88%、全雌魚で86%となった。通常魚で悪かった原因として、成熟した雄のへい死が多かったことによると考えられた。また、5月に全区で減少したことは病気によると考えられた。

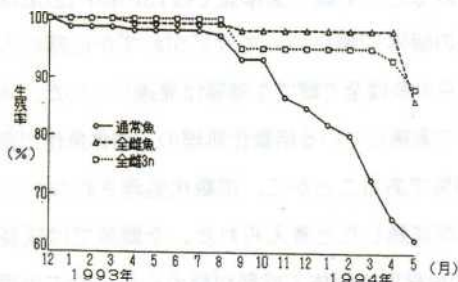


図9 ヤマメ全雌三倍体魚・全雌魚・通常魚の単独飼育による生残率

4. 考 察

全雌三倍体魚の成長については、成熟に伴う成長の停滞がないことから、通常魚より良くなると考えられたが、ニジマス、ヤマメとも通常魚と全雌魚の比較では成長が劣ることが認められた。また、三倍体魚と通常魚の混養試験についてはニジマスで成長が良く、ヤマメでは劣る結果となった。沢田 (1989) はニジマス三倍体魚と通常魚の混養試験では三倍体魚の成長が劣るが、単独飼育では三倍体魚が良くなることから、三倍体魚は通常魚に摂餌競争で敗れるために成長が劣ると報告しており、また、高島 (1990) もヤマメ三倍体魚と通常魚を同一水槽で飼育すると三倍体魚の成長が劣ることを報告している。今回の飼育試験では、ニジマスの飼育結果については沢田 (1989) の報告と逆の結果となったが、単独試験と混養試験について同一時期に実施していないこと、飼育期間が異なるため考察はできなかった。しかし、ヤマメの混養飼育試験では、三倍体魚雌が1+の6月から9月にかけての成熟期に当たる時期に成長が著しく遅れたことが認められ、成熟が抑制された三倍体魚雌は成熟を控えた通常魚や三倍体魚雄に摂餌競争で敗れ、成長が遅れたのではないかと推測された。また、ヤマメ全雌三倍体魚は単独試験においても成長率、餌料効率が悪かったが、通常魚、全雌魚と体重の組成について比較すると、通常魚の雌のモードが80g、全雌魚の成熟しない個体のモードが80~100gとなり、全雌三倍体魚のモードとほぼ等しくなることが認められ、全雌三倍体魚では、通常魚の雄や全雌魚の成熟群のようなトビ群が出現しないことから成長が悪くなると考えられた。

また、ヤマメ全雌魚については、通常魚雌が0+で成熟しないため、全雌魚でも0+では成熟しないと考えていた。しかし、今回の単独飼育試験において、雌だけで飼育すると成長の良い個体が出現して成熟することが認められた。また、成熟した個体のモードについてみると、全雌魚の成熟群、通常魚の雄、全雌三倍体魚中の倍数化されずに成熟した魚とほぼ同じであった。全雌魚で成熟個体が出現し通常魚で出現しないのは、通常魚雌の成長が悪いため成熟できなかったと思われ、成長が成

熟要因の一つとして考えられた。しかし、桂（1993）は飽食給餌を行った0+通常魚雌と0+で成熟した全雌魚の成長パターンが似ているにもかかわらず、通常魚雌で成熟する個体が出現しなかったことから、成長が0+で雌の成熟を誘導するとは考えにくいとしている。全雌三倍体魚と全雌魚を比較すると、同じ単一性の魚種であるにもかかわらず、全雌魚ではトビ群が出現し、全雌三倍体魚ではトビ群の出現がみられなかった。トビの出現は周りのものより体を大きくすることで優位に立ち、自分の子孫を残そうとする生物の本能であり、このことを考えると全雌三倍体魚では成熟が抑制されているためにトビの出現がなかったと考えられ、また、通常魚では、雄が優位に立つことで雌の成熟が抑制されているのではないかと考えられ、全雌魚では、雄がいないために成長の良い個体が現れて成熟が起こったのではないかと考えられた。

ニジマスの単独飼育試験については、成熟についての確認を行わなかったが、全雌三倍体魚は1+で体重のばらつきが小さくなることからヤマメと同様のことが言えるのではないかと考えられた。

全雌三倍体魚の生残率については、ニジマスでは飼育当初のへい死が多かったこともあり飼育期間を通して最も悪く、ヤマメでは0+8月までは最も良く、その後も全雌魚に続いて良い結果となり、ニジマスとヤマメでは異なる結果となったことから、考察はできなかった。

以上、全雌三倍体魚の成長の特性について述べたが、ヤマメ、ニジマスとも全雌三倍体魚はトビ群の出現がないことから、そろって成長するため、選別作業の軽減が期待できると思われた。

次に、ヤマメ大型魚の生産の可能性についてみると、6年間の飼育で1.7kgのヤマメが生産できた。しかし、1kg程度のもを刺身商材として利用することを考えた場合、育成するのに4年かかったことから、成長を早めるための適正な給餌量の検討や飼育条件の改善が必要とされた。

また、三倍体魚のヤマメの外観についてみると、パーマークが消失し銀毛となっているものが多数認められ

た。本県で養成しているヤマメは系統選抜によりパー系が固定され、銀毛個体はほとんど出現しないものである。しかし、三倍体魚にすると雌のほとんどが銀化するようになり、ヤマメとしての商品価値がなくなるという問題が生じた。原因については考察できないが、本県における養殖はヤマメが中心であることから、ヤマメ全雌三倍体魚の普及を考えた場合、早急に解決すべき課題として残された。

肉質としての脂肪量や歩留まりについては、ニジマス三倍体魚雌は周年歩留まりが良いものの、脂肪については2+で多くなることから、3年以上の飼育を行う必要が認められた。また、内臓中の脂肪塊割合が増加する傾向がみられたが、この脂肪の由来については不明であるが、仮にこの脂肪を解消できるような飼料や飼育条件の開発が進めば成長や肉質の改善につながるのではないかと思われた。

最後に、今回の三倍体魚の飼育試験で明らかになった「大型魚の育成が可能」、「成長が揃う」、「肉質として脂肪が多く歩留まりが良い」という魚の長所としての特性が、養殖業者にとってどのような利点となるのか、ヤマメを中心に本県のサケ・マス養殖業の現状と併せて考えてみることにした。

本県のサケ・マス養殖業界は、水量が豊富にとれる場所が少ないこともあり、専業者は少なく、食堂、釣り堀等との兼業や庭先で趣味の延長で養殖を行っている業者が大部分を占めている。このため、三倍体魚の特性の1つである「大型魚の育成」という点については、池に余裕がある専業者以外では利点を活かすことはできないと考えられた。また、「成長が揃う」という点については、選別作業の軽減化につながり専業者にとって非常に有用な特性となるが、兼業者においても利点となるものの、食堂等で自家消費する場合は成長の良いものから順に利用するため通常魚や全雌魚の方が利用しやすいと考えられた。「肉質」については、歩留まりが良いことは利点となるが、脂肪量が増加するまでに長期間の飼育が必要なことから、大型魚の育成と同様に兼業者には利点とならないと考えられた。以上のことから、全

雌三倍体魚の長所としての特性は、専業業者にとっては利用できる点があるが、兼業業者にとっては利用する点が少ない魚種であると思われた。しかし、成長が遅いことと、銀毛が多くなるという欠点を考えると、現時点では専業業者にとっても利用できる魚種ではないと考えられた。

今まで全雌三倍体魚を作出することを目標に取り組んできたが、今後は今回の試験で問題となった銀毛や成長の問題に取り組むとともに、これらの欠点が解決された場合でも全雌三倍体魚が本県の養殖業者の経営にとって必要な魚種となり得るのか、一方的な押しつけになっていないか、もう一度養殖業者側に立って見つめることが必要であろう。

参考文献

- 桂 和彦 (1993) : 染色体操作によるヤマメ全雌魚生産と特性評価, 水産育種, 19, 11-19
- 沢田守伸 (1989) : 三倍体ニジマスの作出とその特性—総説—, 栃木県水産試験場研究報告, 10, 1-12
- 高島葉二他 (1990) : ヤマメの三倍体魚についてII, 産卵期の一般成分, 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 26, 22-35
- 山口安男 (1993) : 焼き入れ標識法の有効性について, 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 29, 112-117

付表1 ニジマス全雌三倍体魚, 全雌魚, 通常魚の単独飼育試験結果

項目	区分	84.3.10	84.4.15	84.5.12	84.6.14	84.7.15	84.8.12	84.9.14	84.10.14	84.11.15	84.12.15	85.1.17	85.2.13	85.3.15	85.4.14	85.5.15	85.6.15	85.7.14	85.8.11	85.9.14	85.10.14	85.11.11	85.12.18
飼育日数		36	27	33	30	32	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	31	29	28	34	33	27	35
総重計 (g)	通常魚	19.7	40.9	84	240	700	1400	2750	4200	5589	6050	6600	7300	6832	8400	9000	14600	23900	21200	26500	30400	36000	38600
	全雌魚	19.7	48.5	114	325	865	1700	2700	5500	7350	9685	9800	10680	10719	13800	13700	16750	20500	27500	38000	43800	53700	56600
	全雌3n	19.7	34.6	69	225	690	1300	3500	4350	5384	5800	6250	6300	6484	8100	8800	10500	12700	16900	23400	28000	34000	35300
飼育数 (尾)	通常魚	197	165	157	157	157	157	157	157	157	157	157	157	134	134	127	121	121	115	114	108	108	55
	全雌魚	197	172	171	162	161	157	157	156	155	154	154	154	144	144	140	137	137	133	133	128	128	126
	全雌3n	197	158	150	146	144	143	143	141	141	137	137	137	115	115	110	106	106	102	99	99	99	59
死亡数 (尾)	通常魚	0	32	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	17	0	1	0	0	0	1	0	0	13
	全雌魚	0	25	1	9	1	1	1	1	1	1	0	0	19	0	2	1	0	1	0	2	0	2
	全雌3n	0	38	9	4	2	1	0	2	0	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
サンプリング数	通常魚	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	6	0	6	0	0
	全雌魚	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	3	0	3	0	0
	全雌3n	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	3	0	3	0	0
給餌量 (g)	通常魚	112	91.8	126	506	1020	2664	1806	2060	1693	1683	1683	969	1324	1251	2068	2600	4973	10700	9922	10830	8056	8780
	全雌魚	112	128	170	684	1260	3293	1764	2704	2242	2242	2242	1640	1936	1864	3080	3620	5705	9180	12914	15523	11628	11721
	全雌3n	112	97.2	102	468	1000	1933	2286	2140	1679	1679	1045	1137	1224	2024	2340	3074	5680	7898	9557	7410	7405	7405
平均体重 (g)	通常魚	0.1	0.2	0.5	1.5	4.5	8.9	17.5	26.8	35.6	38.5	42	46.5	51	62.7	70.9	120.7	187.5	184.3	232.5	281.5	333.3	406.3
	全雌魚	0.1	0.3	0.7	2	5.4	10.8	17.2	35.3	47.4	62.9	63.6	69.4	74.4	95.8	97.9	122.3	148.6	206.8	285.7	342.2	419.5	449.2
	全雌3n	0.1	0.2	0.5	1.5	4.8	9.1	24.5	30.9	38.2	42.3	45.6	46	56.4	70.4	80	99.1	119.8	165.7	229.4	282.8	343.4	356.5
増重量 (g)	通常魚	21.2	43.1	156	460	700	1350	1450	1389	461	550	700	700	468	1568	600	5600	9300	-2700	5300	3900	5600	2600
	全雌魚	28.8	65.5	211	540	835	1000	2800	1850	2335	115	880	880	39	3081	100	3050	3750	7000	10500	5800	9900	2900
	全雌3n	14.9	34.4	156	465	700	1350	1450	1034	416	450	50	50	184	1616	700	1700	2200	4200	6500	4600	6000	1300
補正増重量 (g)	通常魚	28	43	167	465	700	1350	1450	1389	461	550	700	700	468	1568	1096	6324	9300	-1594	5533	5589	6000	7882
	全雌魚	36	66	229	545	878	1000	2835	1897	2398	115	880	880	783	3081	292	3417	3750	7827	10500	5800	9900	2900
	全雌3n	23	39	162	475	619	2200	912	1034	585	450	50	50	1425	1616	1100	2096	2200	4863	6500	5448	6000	1300
日間成長率 (%/日)	通常魚	1.93	3.39	3.33	3.54	2.44	2.05	1.42	0.89	0.26	0.26	0.38	0.32	0.31	0.69	0.40	1.72	1.70	-0.25	0.68	0.58	0.63	0.57
	全雌魚	3.05	3.14	3.18	3.20	2.48	1.41	2.40	0.92	0.94	0.03	0.32	0.32	0.23	0.84	0.07	0.72	0.69	1.16	0.95	0.55	0.75	0.20
	全雌3n	1.93	3.39	3.33	3.75	2.28	3.00	0.77	0.66	0.34	0.23	0.03	0.03	0.68	0.74	0.41	0.69	0.65	1.16	0.96	0.63	0.72	0.11
飼料効率 (%)	通常魚	24.6	46.9	132.1	91.8	68.6	50.7	80.3	67.4	27.2	32.5	32.5	72.2	53.2	125.3	53.0	243.2	187.0	-14.9	55.8	51.6	69.5	89.8
	全雌魚	32.4	51.7	184.7	79.7	69.7	30.4	160.7	70.2	107.0	5.1	53.7	40.4	165.3	94.4	9.5	94.4	65.7	85.3	81.3	48.4	85.1	32.4
	全雌3n	20.1	40.0	158.8	101.4	61.9	113.8	39.9	48.3	34.9	26.8	4.8	125.3	132.0	54.3	54.3	89.6	71.6	85.6	82.3	57.0	81.0	17.6
平均水温 (°C)	河川水	5.7	10	13.2	15.7	18.5	17.7	15.1	10.9	7.2	4.1	2.6	3.4	6.5	10.2	12	14.4	16.9	17.3	14.1	10.9	6.8	6.8

増重量: 測定時総重量 - 前測定総重量

補正増重量: (総死魚数 + サンプル魚数) * 平均体重 + 増重量

日間成長率: 10g (平均体重 / 前日平均体重) * 2.3 * 100

飼料効率: 補正増重量 / 給餌量 * 100

付表2 ヤマメ全雌三倍体魚、全雌魚、通常魚の単独飼育試験結果

項目	区分	92.11.30	92.12.15	93.1.14	93.2.15	93.3.15	93.4.15	93.5.14	93.6.14	93.7.15	93.8.12	93.9.20	93.9.20	93.10.15	93.11.12	93.12.17	94.1.14	94.2.15	94.3.15	94.4.18	94.5.12
飼育日数		15	30	31	29	31	31	31	31	31	28	39	39	25	28	35	28	32	28	34	24
総重量 (g)	通常魚	15	245	460	1800	4250	7500	12150	17728	12047	12050	11345	11400	11400	11400	11400	12400	10260	9700	10750	10750
	全雌魚	15	210	395	820	3580	6000	9650	15021	10257	11200	12500	13900	14850	14850	14850	15600	16235	16700	16000	16000
	全雌3n	14.3	30	395	835	3740	5800	7350	9578	7014	8300	9500	10300	10700	10700	10700	11200	11730	12500	13800	13800
飼育数 (尾)	通常魚	150	148	147	147	147	147	146	140	100	94	87	79	76	76	74	91	85	85	79	67
	全雌魚	150	150	149	149	149	149	149	147	100	97	97	91	91	91	91	91	85	85	77	72
	全雌3n	150	143	143	143	143	143	143	136	100	97	97	91	91	91	91	91	85	85	77	72
死亡率 (尾)	通常魚	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	全雌魚	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	全雌3n	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
サンプリング	通常魚	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
集数 (尾)	通常魚	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	全雌魚	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	全雌3n	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
給餌量 (g)	通常魚	48.3	96.6	600	533	2400	3588	4880	9360	2000	3670	2380	1746	2068	2280	2280	2688	2860	3420	3640	3640
	全雌魚	48.3	96.6	600	533	2226	2532	4028	8210	2000	3874	2840	2232	2684	2860	2860	3420	3420	3420	3420	3420
	全雌3n	48.3	96.6	600	533	2184	3192	2920	6250	2000	3236	2640	1184	1364	1544	1544	1544	1544	1544	1544	1544
平均体重 (g)	通常魚	0.1	0.3	3.1	12.2	28.9	51	83.2	126.6	120.5	128.2	130.4	144.3	150	167.6	171	206.4	250	250	250	250
	全雌魚	0.1	0.2	2.6	5.5	10.2	24	40.3	64.8	102.2	115.5	128.9	152.7	163.2	171.4	191	211.4	238.8	238.8	238.8	238.8
	全雌3n	0.1	0.2	2.8	5.8	26.2	40.6	51.4	70.4	70.1	85.6	97.9	113.2	117.6	123.1	138	162.3	191.7	191.7	191.7	191.7
増重量 (g)	通常魚	25	44	215	490	3300	3250	4650	5578	3	-705	55	0	1000	-2140	-560	1050	1050	1050	1050	1050
	全雌魚	15	84	185	425	2760	2420	3650	5371	943	1300	1400	950	750	635	465	-700	-700	-700	-700	-700
	全雌3n	15.7	39	195	440	2905	2060	1550	2228	1286	1200	800	400	500	530	770	1300	1300	1300	1300	1300
補正増重量 (g)	通常魚	25	45	215	490	3300	3250	4733	6338	772	208	1209	450	1335	254	2123	2050	2050	2050	2050	2050
	全雌魚	15	84	185	425	2760	2420	3650	5575	1290	1300	2316	950	750	1781	1733	2166	2166	2166	2166	2166
	全雌3n	16	39	195	440	2905	2060	1550	2721	1543	1200	1479	400	500	1358	2068	2259	2259	2259	2259	2259
日間成長率 (%/日)	通常魚	7.32	2.31	3.25	2.17	2.78	1.83	1.75	1.08	0.05	0.06	0.29	0.14	0.35	0.07	0.55	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	全雌魚	4.62	4.62	1.75	2.21	2.76	1.67	1.70	1.17	0.49	0.39	0.48	0.24	0.15	0.39	0.30	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
	全雌3n	4.62	3.05	3.22	2.48	2.80	1.41	0.84	0.81	0.78	0.48	0.41	0.14	0.14	0.41	0.48	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
飼料効率 (%)	通常魚	51.8	46.3	68.2	35.8	81.7	159.5	137.5	97.0	38.6	5.7	50.8	25.8	64.6	11.1	76.4	51.3	51.3	51.3	51.3	51.3
	全雌魚	31.1	87.0	40.7	30.8	124.0	95.6	90.6	67.9	64.5	33.6	81.6	42.6	27.9	62.3	50.7	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0
	全雌3n	32.5	40.4	55.5	73.3	139.8	64.5	53.1	43.5	77.1	37.1	56.0	33.8	36.7	88.0	67.2	86.9	86.9	86.9	86.9	86.9
平均水温 (°C)	地下水	9.5	9.2	8.7	8.3	5.4	9.2	15.5	16.1	12.3	10.1	5.6	4.7	2.8	3.6	5.7	10	10	10	10	10

増重量：測定時総重量 - 前回測定総重量
 補正増重量：(総死魚数 + サンプリング魚数) * 平均体重 + 増重量
 日間成長率：10g (平均体重 / 前回平均体重) * 2.3 * 100
 飼料効率：補正増重量 / 給餌量 * 100