

成長優良系アユ作出に関する研究—Ⅶ*¹

藤井久之, 檜山晃晴*²

目 的

養殖アユの生産性の向上は現在までのところ, 飼料や飼育環境を工夫することにより行われているが, 安定した生産を確保するためには, 品種改良により作出した優良系統を用いて生産の増大を図る必要がある。アユの成長に関する育種学的研究では, これまでに選抜育種法により成長性が遺伝形質であり, 体重により選抜された大方向群は切断型選抜により継代を重ねるほど成長は改良されるが, その効果は1代目で最も大きく2代目以降は緩やかになること,¹⁾ また雑種強勢効果の発現を目的とし2系統の大方向群の交雑により作出した交雑群の成長は従来の大方向群より若干優れているか又は同じ程度であり, 明確な雑種強勢効果はみられないことがわかった。²⁾ 本年度は前年度²⁾ に行った交雑群の成長についての再試験を行い, また成長優良系アユの場外飼育試験を併せて行った。本研究は, 高成長優良品種の育種を目的に, 独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所の委託により「水産生物育種の効率化基礎技術の開発」として実施したものである。

材料および方法

交雑群の特性評価

(1)混合飼育 供試魚は平成13年10月20日から11月10日にかけて採卵し, 種苗生産を行った5群の人工種苗で, 内訳は表1に示した5代目大方向群(以下5代目とする), 5代目無選抜群(以下無選抜群とする), 4代目×9代目(F1), 10代目大方向群(以下10代目とする), 4代目×海産(F1)である。これら5群の人工種苗を用い, 1群当たり60尾をピットタグで個体標識した。各群は平均体重を6.7~6.8gにそろえ群間の平均体重に有意差がでないように調整した。試験は6月20日から9月18日まで30m²(10×3×0.8m)の屋外池で行った。

表1 試験に用いた供試魚

供試魚	採卵月日	親 魚		親魚の選抜
		♀	♂	
5代目大方向群	H13/10/20 ~ 0/26	4代目大方向群	4代目大方向群	4代目大方向群を体重による上位20%の切断型選抜で再選抜
5代目無選抜群	10/24	4代目無選抜群	4代目無選抜群	4代目無選抜群を無作為抽出
10代目大方向群	10/21 ~ 10/25	9代目大方向群	9代目大方向群	9代目大方向群を体重による上位20%の切断型選抜で再選抜
4代目×9代目(F1)	10/20 ~ 10/26	4代目大方向群又は9代目大方向群	4代目大方向群又は9代目大方向群	4代目、9代目大方向群とも体重による上位20%の切断型選抜で再選抜
4代目×海産(F1)	10/27 ~ 11/10	4代目大方向群又は海産	4代目大方向群又は海産	4代目大方向群は体重による上位20%の切断型選抜で再選抜

* 1 平成14年度「水産生物育種の効率化基礎技術の開発」事業費(独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所委託事業)による

* 2 現 海草振興局農林水産普及課 勤務

(2)分離飼育 供試魚は混合飼育と同様の5群で、1群当たり200尾を用い、各群の平均体重を7.0～7.2gにそろえ群間の平均体重に有意差がでないように調整した。試験は6月29日から9月24日まで10m² (2×5×0.35m)の屋外池5面で行った。また、8月27日、9月21日、10月3日、10月16日に各群から雌雄各10尾ずつについて生殖腺指数(生殖腺重量/体重×100)を調べた。これらはいずれも自然日長下で飼育した。

(3)大規模試験 供試魚は5代目、無選抜、4代目×9代目(F1)の3群で、平均体重7.0～7.6gの各群3,000尾ずつを用い、6月13日から9月8日まで100m² (10×10×0.7m)の八角形屋外池で混合飼育した。各群は識別のため、5代目は脂鰭カット、無選抜は無標識、4代目×9代目(F1)は腹鰭カットをした。

成長優良系アユの場外飼育試験 成長優良系アユを実際のアユ養殖現場に近い環境で飼育した場合の飼育特性を検討するため、4代目×9代目(F1)を河川放流用種苗の育成を主業務として行っている河川漁協に飼育依頼した。試験は3月16日から8月19日まで100m²の八角形屋外池で行った。

結果および考察

交雑群の特性評価

(1)混合飼育 飼育結果を表2に、各群の平均体重の推移を図1に示した。試験終了時の平均体重

表2 混合飼育結果

項目	5代目大方向群	5代目無選抜群	10代目大方向群	4×9代目(F1)	4代目×海産(F1)
開始時体重(g)	6.69 ± 0.41 ^a	6.77 ± 0.38 ^a	6.75 ± 0.37 ^a	6.78 ± 0.38 ^a	6.75 ± 0.35 ^a
変動係数(%)	6.06	5.68	5.41	5.63	5.20
最大(g)	7.56	7.65	7.52	7.48	7.45
最小(g)	5.91	6.06	6.03	6.00	6.13
肥満度	12.47	12.13	12.54	12.54	13.39
4週目体重(g)	19.44 ± 2.64 ^{ab}	17.02 ± 1.90 ^c	19.41 ± 1.90 ^{ab}	19.78 ± 2.15 ^a	16.43 ± 1.28 ^c
変動係数(%)	13.60	11.18	9.76	10.87	7.81
最大(g)	25.65	21.05	24.21	24.11	20.86
最小(g)	10.16	12.54	15.02	15.50	14.38
肥満度	14.79	13.44	14.02	14.03	14.49
補正日間成長率(%)	3.90	3.36	3.75	3.88	3.29
8週目体重(g)	46.82 ± 5.84 ^{ab}	41.04 ± 5.06 ^c	47.67 ± 4.84 ^a	49.10 ± 5.60 ^a	37.81 ± 3.73 ^d
変動係数(%)	12.48	12.33	10.16	9.87	9.87
最大(g)	62.41	50.73	58.75	60.32	46.98
最小(g)	31.44	29.23	33.99	36.20	28.50
肥満度	14.84	13.74	14.21	14.36	14.42
補正日間成長率(%)	3.91	3.91	4.00	4.02	3.80
12週目体重(g)	96.57 ± 11.60 ^{bc}	87.82 ± 10.12 ^d	100.46 ± 8.84 ^{ab}	103.65 ± 10.8 ^a	79.63 ± 9.12 ^e
変動係数(%)	12.01	10.12	8.84	10.44	11.46
最大(g)	125.99	107.28	114.93	122.59	95.37
最小(g)	59.58	64.91	81.10	73.15	51.82
肥満度	15.94	14.62	14.91	15.19	15.16
補正日間成長率(%)	1.92	2.02	1.98	1.96	1.97
全期間の補正日間成長率(%)	1.93	1.89	1.93	1.94	1.86

* 異なる符号(abcd)で各群間に有意差が認められることを示す

は4代目×9代目(F1)＞10代目＞5代目＞無選抜群＞4代目×海産(F1)の順であった。2系統の大方向群の交雑により作出した4代目×9代目(F1)の成長は、10代目とは有意差がみられず、5

代目とは有意差がみられるが、その差はわずかであり成長についての明確な雑種強勢効果は認められなかった。次に、継代数の異なる10代目と5代目では有意差が認められるほどの成長差はなかった。

また、大方向群と海産の交雑である4代目×海産(F1)は明らかに大方向群より成長が劣った。これより、成長優良系の作出には両親とも大方向群を用いなければならぬと考えられる。前年度の同様

の試験では3代目×8代目(F1) > 9代目 > 4代目 > 8代目×海産(F1) > 3代目×海産(F1) > 無選抜 > 海産の順であり、²⁾ 大方向群と海産の交雑であるほぼ8代目×海産(F1), 3代目×海産(F1)の結果が違うが、その他の大方向群, 大方向群の交雑により作出した交雑群の成長は同じ傾向であった。

(2)分離飼育 飼育結果を表3に、各群の平均体重の推移を図2に示した。試験終了時の平均体重

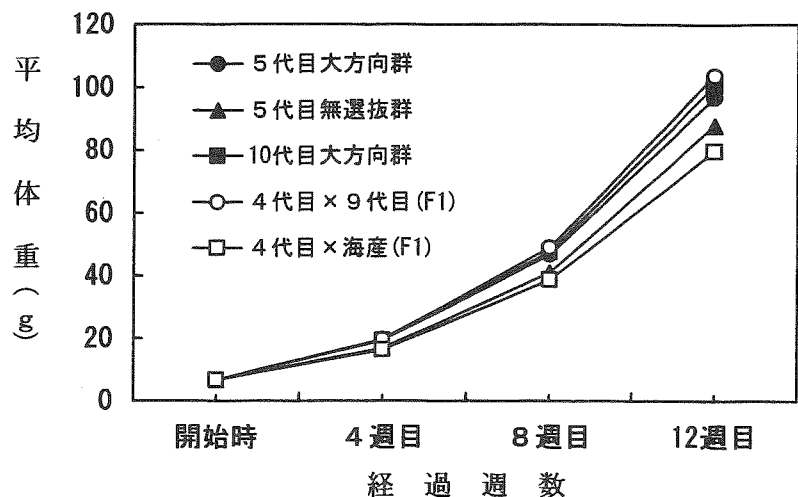


図1 混合飼育における各群の平均体重の推移

表3 分離飼育結果

項目	5代目大方向群	無選抜群	10代目大方向群	4代目×9代目(F1)	4代目×海産(F1)
開始時体重(g)	7.01 ± 0.99 ^a	7.21 ± 1.46 ^a	6.94 ± 0.74 ^a	7.05 ± 0.97 ^a	7.16 ± 1.17 ^a
変動係数(%)	14.14	20.25	10.71	13.83	16.31
最大(g)	8.99	10.72	9.25	8.87	10.44
最小(g)	5.05	4.12	5.44	5.05	5.06
肥満度	12.46	12.46	12.26	12.12	12.80
4週目体重(g)	17.63 ± 2.23 ^{ab}	17.92 ± 2.41 ^a	16.11 ± 1.84 ^b	18.23 ± 1.95 ^a	16.66 ± 2.17 ^b
変動係数(%)	12.66	13.45	11.42	10.67	13.02
最大(g)	22.24	24.60	20.32	22.63	24.19
最小(g)	12.33	14.13	11.31	13.97	12.87
肥満度	14.53	13.72	13.24	13.64	14.17
補正飼料効率(%)	126.3	124.8	110.2	133.3	111.1
日間給餌率(%)	2.8	2.8	3.0	2.8	3.0
日間成長率(%)	3.59	3.55	3.32	3.69	3.32
8週目体重(g)	37.94 ± 4.46 ^b	35.97 ± 5.07 ^b	36.23 ± 3.25 ^b	40.92 ± 3.98 ^a	32.39 ± 5.23 ^c
変動係数(%)	11.75	14.10	8.97	9.72	16.14
最大(g)	51.34	50.81	44.15	49.01	49.57
最小(g)	29.87	28.13	0.32	32.46	24.10
肥満度	14.36	13.93	13.44	14.06	14.27
補正飼料効率(%)	86.8	75.8	94.0	93.5	71.0
日間給餌率(%)	3.12	3.27	3.03	3.03	3.35
日間成長率(%)	2.71	2.48	2.85	2.84	2.38
12週目体重(g)	76.43 ± 6.82 ^b	71.93 ± 7.72 ^c	76.58 ± 6.20 ^b	87.49 ± 7.01 ^a	64.63 ± 8.49 ^d
変動係数(%)	8.92	10.73	8.10	8.01	13.13
最大(g)	94.32	93.53	92.56	102.35	81.26
最小(g)	60.56	56.00	63.42	71.33	47.13
肥満度	15.68	14.95	14.77	15.56	14.90
補正飼料効率(%)	81.8	80.5	90.1	92.3	79.8
日間給餌率(%)	2.13	2.14	2.06	2.04	2.15
日間成長率(%)	1.74	1.72	1.85	1.88	1.72
全期間の補正飼料効率(%)	84.5	80.2	89.5	92.9	77.1
日間成長率(%)	1.88	1.84	1.88	1.92	1.80

* 異なる符号(abcd)で各群間に有意差が認められることを示す

は4代目×9代目(F1) > 10代目 > 5代目 > 無選抜群 > 4代目×海産(F1)の順であり、混合飼育と同様の結果であった。前年度の同様の試験では、9代目 > 4代目 > 3代目×8代目(F1) > 無選抜 > 海産 > 8代目×海産(F1) > 3代目×海産(F1)の順であり、交雑群である3代目×8代目(F1)が本年度の結果と異なっている。これは、飼育環境の違い等が原因と考えられる。

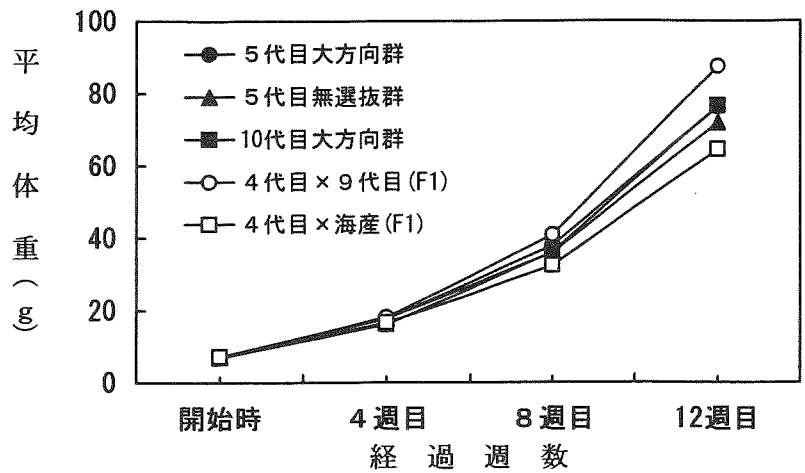


図2 分離飼育における各群の平均体重の推移

次に、雌の生殖腺指数及びその

変動係数の推移を図3に、雄の生殖腺指数及びその推移を図4に示した。これより、雌の成熟は8月下旬以降進み、成熟の進行及びその変動について群間の差はみられなかった。終了時の10月16日に各群の生殖腺指数は19.6%~23.8%であり、産卵直前のアユの生殖腺指数として十分な値であり、また変動係数は7.1~15.3でありちらばりが少ない結果となった。一般に雌の成熟が一時期に集中す

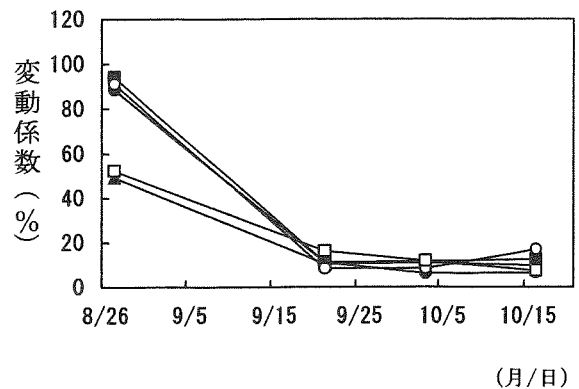
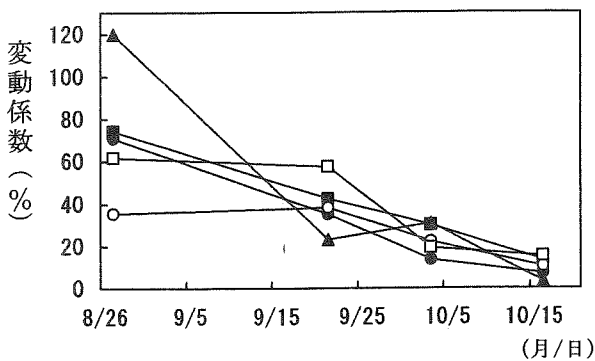
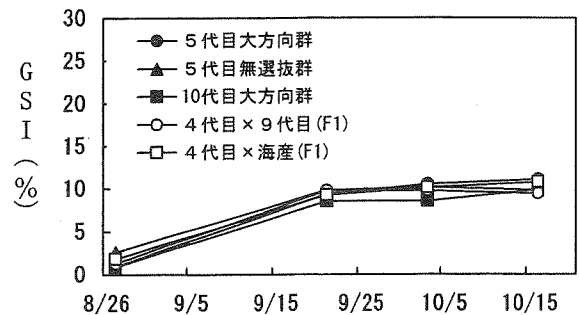
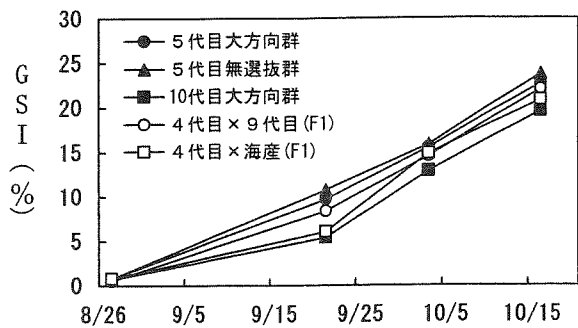


図3 分離飼育時における各群の雌の生殖腺指数及びその変動係数の推移

図4 分離飼育時における各群の雄の生殖腺指数及びその変動係数の推移

ることは、子持ちアユの生産において有利であり、本試験で用いたいずれの系統も十分子持ちアユの生産にも利用できると思われる。雄の成熟は8月下旬以降進み、9月下旬以降生殖腺指数は増加しなかった。雄の成熟の進行及びその変動について群間の差はみられなかった。以上より、成長優良系アユの成熟状況は通常的人工アユと特に異なるところはなく、子持ちアユとしての利用も十分可能であると考えられる。

また、本試験で用いた5代目大方向群、5代目無選抜群、4代目×9代目(F1)を供試魚として系統間のストレスに対する応答性を比較した試験では、4代目×9代目(F1)が急性ストレスに対してはあまり応答しないが、密度ストレスのような長期的なストレスに対しては他の系統より早く応答して適応する特徴があるという結果が出ている。^{*3} 高成長以外にストレス耐性を併せ持つのであれば、養殖用種苗として利用するには極めて有利であり、今後この点についての検討が必要である。

(3)大規模試験 飼育結果を表4に、各群の体重の推移を図5に示した。平均体重は4週目では明瞭

表4 大規模試験の結果

項目	5代目大方向群	5代目無選抜群	4代目×9代目(F1)
開始時体重(g)	6.99 ± 1.31 ^a	7.62 ± 2.12 ^b	7.36 ± 1.38 ^b
変動係数(%)	18.76	27.77	18.73
最大(g)	13.41	13.21	13.03
最小(g)	4.12	2.64	3.89
肥満度	12.39	12.31	12.33
4週目体重(g)	17.20 ± 2.66 ^a	16.38 ± 3.49 ^a	18.18 ± 2.41 ^b
変動係数(%)	15.45	21.33	15.97
最大(g)	25.68	24.98	24.33
最小(g)	10.59	8.17	10.01
肥満度	16.32	16.12	15.97
8週目体重(g)	37.20 ± 4.40 ^a	33.82 ± 6.04 ^b	38.48 ± 4.85 ^a
変動係数(%)	11.83	17.87	12.62
最大(g)	50.58	48.31	50.67
最小(g)	27.78	11.77	27.94
肥満度	15.29	14.66	14.65
12週目体重(g)	58.09 ± 6.09 ^a	51.13 ± 7.30 ^b	60.79 ± 7.01 ^c
変動係数(%)	10.48	13.85	11.53
最大(g)	76.90	72.43	79.95
最小(g)	43.91	26.41	37.76
肥満度	14.53	13.85	14.13

* 異なる符号(abc)で各群間に有意差が認められることを示す

な差はなく、8週目から差が拡大し、12週目で4×9代目(F1)＞5代目＞無選抜となり、混合飼育、分離飼育と同じ結果となった。4×9代目(F1)と5代目では有意差はみられるもののその差はわずかで、混合飼育、分離飼育と同様、明確な雑種強勢効果はみられなかった。

試験終了時の各群200尾について5g毎にみた体重組成を図6に示した。5代目、4×9代目(F1)はモードを中心にまとまっているのに対し、無選抜群はこれまでと同様²⁾小方向に裾の長い分布を示

* 3 益本俊郎：未発表。

した。

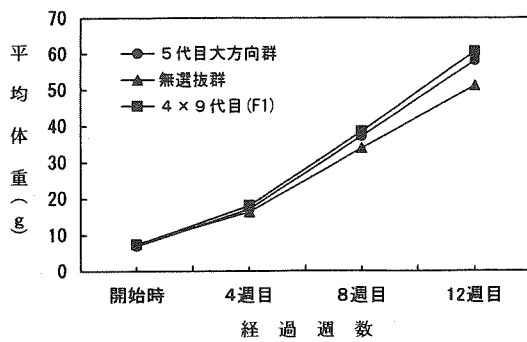


図5 大規模試験における各群の平均体重の推移

成長優良系アユの場外飼育試験 飼育結果を表5に示した。前年度はボケ病が発生したので、本年度は給餌率を低めにして飼育したところボケ病は発生せず、経過は順調であった。飼育担当者によると20~30gを超えてからの成長が通常の種苗に比べて成長がよく、体形も他機関の人工種苗よりも優れているということであった。対照区を設けていないので明確な比較はできないが、補正飼料効率、補正日間成長率はこれまでの大方向群の飼育結果¹⁾と比べても遜色のないと考えられる。また、人工種苗は海産に比べ産卵期間が一時期に集中するため、子持ちアユの生産にも有利であるということであった。

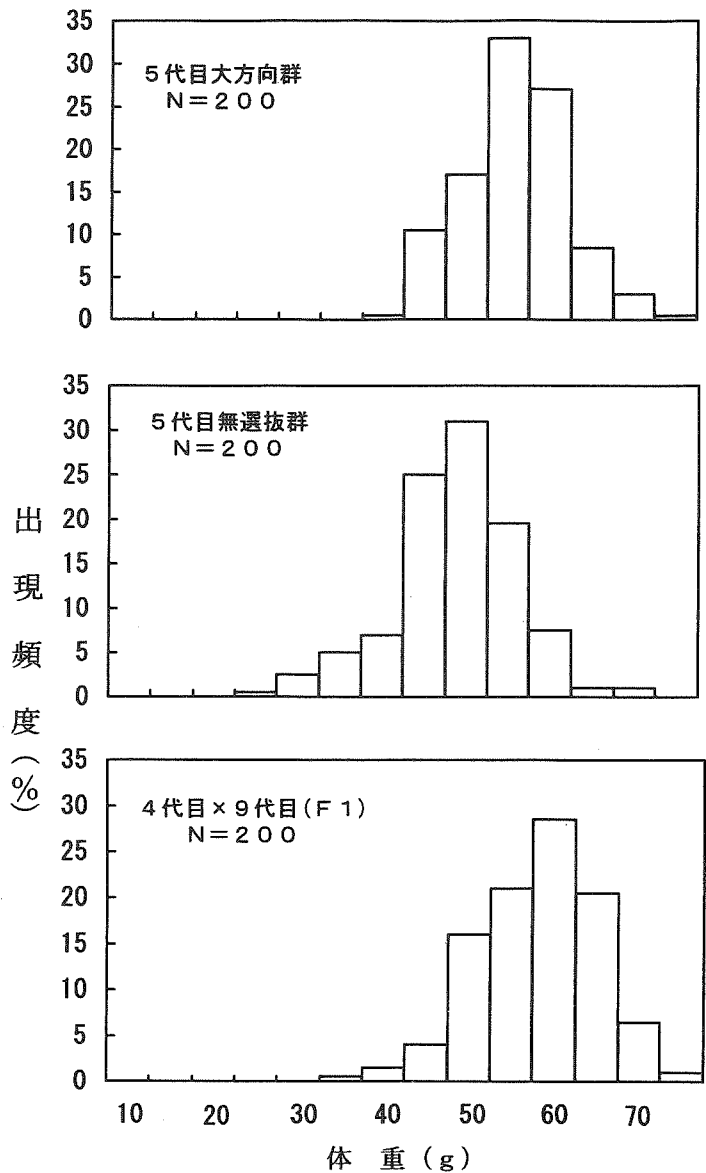


図6 大規模試験終了時の各群の体重組成

表5 場外試験の飼育結果

項目	開始時	31日目	60日目	95日目	122日目	157日目
体重(g)	1.12 ± 0.55	3.23 ± 1.16	10.13 ± 2.23	25.46 ± 4.50	46.34 ± 7.96	79.84 ± 13.14
尾数	19,600	19,600	19,500	19,400	19,300	—*
変動係数(%)	48.93	36.05	22.00	17.68	17.18	16.46
最大(g)	3.80	7.00	17.20	38.31	65.2	107.32
最小(g)	0.29	0.95	4.61	15.28	29.71	55.36
肥満度	10.37	12.55	14.01	15.90	15.66	16.24
補正飼料効率(%)	—	102.0	119.5	96.4	75.8	—*
補正日間給餌率(%)	—	3.06	2.98	2.54	2.82	—*
補正日間成長率(%)	—	3.12	3.56	2.45	2.13	—*

* 140日目に出荷のため雌雄選別を行い、以後雌雄別々の池で飼育をしたため不明

要 約

- (1) 5代目大方向群, 5代目無選抜群4代目×9代目(F1), 10代目大方向群, 4代目×海産(F1)の5群を用いて混合飼育と分離飼育を行い, 成長を比較したところ, 次の結果が得られた。
 - ・2系統の大方向群の交雑により作出した交雑群である4代目×9代目(F1)の成長は従来方向群である5代目, 10代目に比べ大きな差はなく明確な雑種強勢効果はみられなかった。
 - ・5代目と10代目の成長は10代目が5代目に比べてわずかに優れていた。しかし, その差は有意差はみられるものの実用上問題になるようなものではなかった。
 - ・大方向群と海産を交雑した4代目×海産(F1)の成長は明らかに無選抜群よりも劣った。
 - ・5群の生殖腺指数を調べたところ, 成熟の進行及びその個体間の変異について群間の差はみられず, 通常の人工種苗と特に差はなかった。
- (2) 5代目大方向群, 5代目無選抜群, 4代目×9代目(F1)を用いて, 実用規模の100m(10×10×0.7m)の八角形屋外池で混合飼育し, 成長を比較したところ, 結果は混合飼育, 分離飼育の結果と同じであった。
- (3) 4代目×9代目(F1)の場外飼育試験を行ったところ, 20~30gを超えてからの成長が通常の種苗に比べて成長がよく, 体形も他機関の人工種苗よりも優れているということであった。産卵期間が海産に比べ一時期に集中するため, 子持ちアユの生産にも有利であるということであった。

文 献

- 1) 辻村明夫, 藤井久之: アユの有用形質の遺伝性検出評価に関する研究(H4~8年度), 平成8年度和歌山県内水面漁業センター事業報告, 22, 9-26(1997).
- 2) 藤井久之, 田上伸治, 岩橋恵洋: 成長優良系アユ作出に関する研究-V, 平成13年度和歌山県農林水産総合技術センター内水面漁業センター事業報告, 27, 1-9(2002).