

海産アユとアユ人工種苗の行動特性

相川英明

Behavioural characteristics of amphidromous and hatchery-reared Ayu,
Plecoglossus altivelis

Hideaki AIKAWA*

緒言

アユは内水面漁業、遊漁の重要な対象魚種であり、盛んに種苗放流が行われているが、近年は放流効果と種苗性との関係に関心が持たれている。

放流効果を向上させるためには放流したアユが漁場に定着し、とりわけ友釣りでの漁獲を期待する場合は、なわばりを形成する必要がある。

内田¹⁾はとびはね行動を示す種苗は遡上率が高く、放流後の遡上性が強いほど再捕率が高いことを、Tsukamoto et al.²⁾もとびはね率の高い種苗は再捕率が高いことを報告している。

一方で人工種苗は生産地によって遊泳力²⁾や放流後の分散³⁾などの行動特性が異なることから、各県の研究機関においては自県産の種苗のなわばり行動、とびはね率等の種苗性の評価が行なわれている⁴⁻⁶⁾。

そこで本研究においても本県産人工種苗を評価することを目的として、海産と継代数の異なる人工種苗のとびはね行動、なわばり行動および遊泳力の比較試験を行った。

材料および方法

供試魚

供試魚は2007年3月に相模川河口で採捕し、内水面試験場(以下、当场とする。)で試験開始まで飼育した海産アユ(以下、海産とする。)2004年3月に相模湾で採捕し、当场で4代継代した人工種苗(以下、4代とする。)および当场で30代継代している人工種苗(以下、30代とする。)を用いた(表1)。

とびはね試験

とびはね試験装置は塚本⁷⁾にならって、底面積1m²(0.80×1.25m)、水深15cmの水槽を作成し、同水面上20cmの位置から直径2.5cmのパイプで0.6L/秒の落水刺激を与えた。供試魚をとびはね試験装置(図1)に收容し、5cmの段差を飛び越えて、別の水槽に移動したアユをとびはねた個体とし、收容24時間後のとびはね率((とびはねた個体数/收容個体数)×100)を算出した。とびはね行動は環境要因に影響を受けることから⁷⁾実施にあたっては4代と30代を混養することにして、5月25日~5月31日に4代と30代をそれぞれ100尾ずつ同時に收容し、3回実施した。6月6日~6月15日

表1 供試魚の大きさ(n=30)

試験項目	試験年月日	系統	体長(cm)	体重(g)
とびはね	2007,5,25~5,31(4代と30代)	海産	6.7±1.6	3.2±0.8
	2007,6,6~6,15(海産と30代)	4代	6.5±0.8	3.4±0.4
なわばり	2007,7,23~7,30(4代と30代)	30代	6.6±0.9	3.5±0.4
		海産	8.4±0.2	6.6±0.3
遊泳力	2007,8,1~8,9(海産と30代)	4代	8.4±0.4	8.3±1.4
		30代	8.4±0.4	7.8±1.0
遊泳力	2007,8,10(海産と30代)	海産	8.5±3.2	8.3±1.2
	2007,8,14(4代と30代)	4代	9.2±1.6	10.2±1.7
	2007,8,17(海産と4代)	30代	8.5±1.7	8.4±1.4

数値は平均値±標準偏差

図1 とびはね試験装置(塚本⁷⁾)

に海産と30代の組み合わせで同様に3回実施した。供試魚の体長を測定し、各系統の平均値を比較した。水温はヒーターにより加温し、15℃に設定した。なお、30代については標識として脂鱗を切除した。

なわばり試験

ガラス水槽(60cm×30cm×36cm)に付着藻類を繁茂させた植木鉢を1つ設置し、体長差を1%以下⁸⁾に揃えた各系統1尾ずつを収容して試験を実施した。水槽は20ℓの井戸水をかけ流しとし、収容24時間後になわばり個体数を調べ、なわばり個体の出現率(なわばり個体数/組数×100)を算出した。4代と30代との組み合わせの試験は7月23日から7月30日に30組60個体を用いて、海産と30代との組み合わせの試験は8月1日から8月9日に同様に実施した。なお、30代については標識として脂鱗を切除した。

遊泳力試験

人工水路(長さ1.5m、幅15cm、傾斜1/50)にポンプで注水し(図2)、流速は電磁流速計(KENEK製、VP3000)で測定した。供試魚を収容してから20分程度は、流速20cm/秒程度の穏やかな流れとし、供試魚の遊泳が安定した時点で、70cm/秒にして試験を開始した。遊泳が持続できず水路の下流側の金網にアユが張り付くまでの時間を記録するとともに、そのアユの体長を測定した。8月14日に海産と30代の組み合わせをそれぞれ30尾ずつ同時に収容して実施し、8月17日に4代と30代との組み合わせで同様に実施した。

遊泳力についてはTsukamoto et al.²⁾に従い、体長で補正した遊泳力(遊泳時間(秒)×流速(cm/秒)/体長(cm))を各個体ごとに算出し、各試験日ごとに平均値を比較した。なお、開始から3,600秒の時点で試験を終了し、3,600秒を超えて遊泳した個体の遊泳時間は3,600秒とした。



図2 人工水路

表2 とびはね率(%)

試験年月日	水温(℃)	海産	4代	30代
2007,5,25	15.8		88	83
2007,5,29	15.9		96	91
2007,5,30	15.4		95	90
2007,6,6	15.1	95		90
2007,6,12	15.2	95		81
2007,6,15	15.2	88		69

* : 有意差あり(χ²検定 P<0.01)

結果

とびはね試験

海産と30代および4代と30代の組み合わせ試験について体長の平均値を比較したところ、各組み合わせとも体長に有意差はなかった(t検定、P>0.01)(表1)。海産と30代のとびはね率では6月6日は有意差は認められないものの海産のとびはね率の高い傾向が見られ、6月12日および6月15日では海産が有意に高かった(χ²検定、P<0.01)。一方、4代と30代を組み合わせた3回の全ての試験で、とびはね率に有意差は認められなかった(χ²検定、P>0.01)(表2)。

表3 なわばり個体の出現率(%)

試験年月日	海産	4代	30代
2007,7,23~7,30	-	16.7	56.7*
2007,8,1~8,9	43.3	-	36.7

* : 有意差あり(χ²検定 P<0.01)

表4 遊泳力の比較

試験年月日	海産	4代	30代
2007,8,10	2158 ± 783 ^a		1433 ± 812 ^b
2007,8,14	2207 ± 821 ^a	1361 ± 664 ^b	
2007,8,17		1014 ± 494	1142 ± 624

a, b : 異なる符号間で有意差あり(t検定 P<0.01)

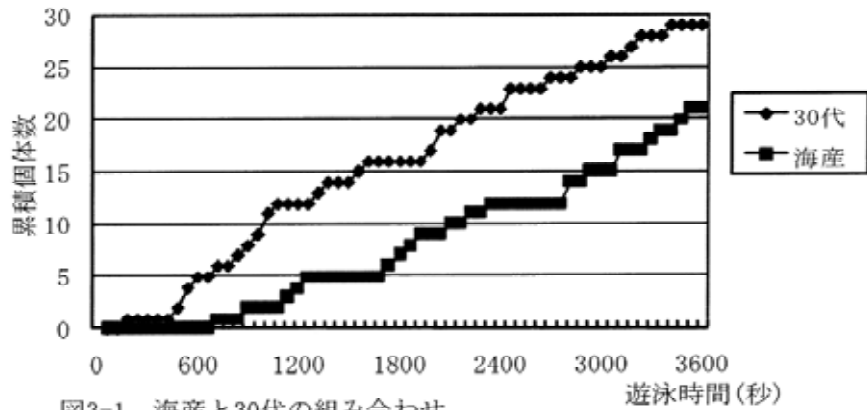


図3-1 海産と30代の組み合わせ

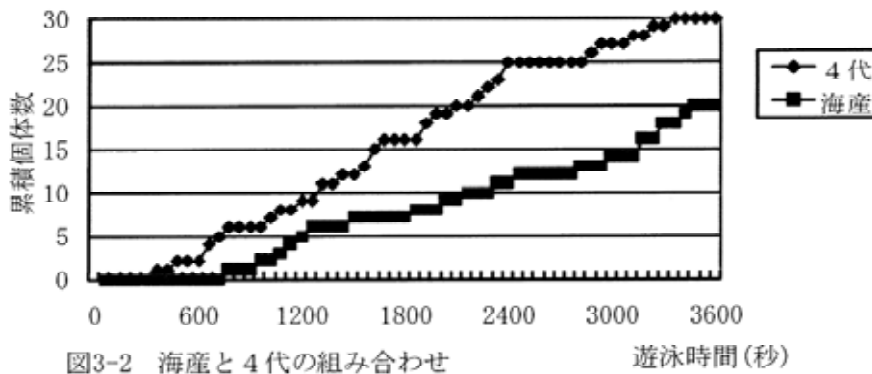


図3-2 海産と4代の組み合わせ

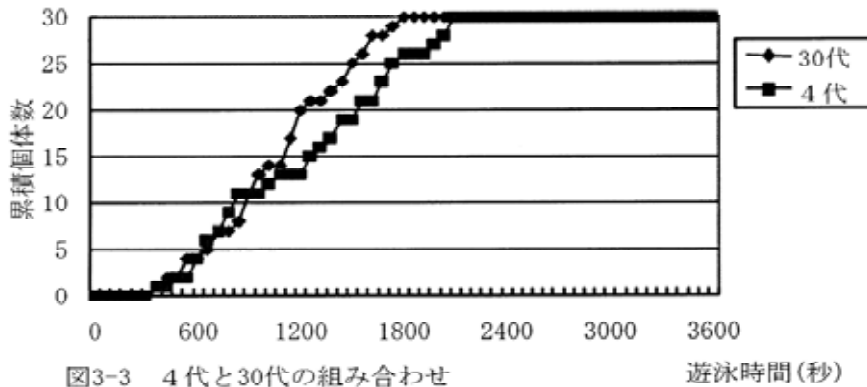


図3-3 4代と30代の組み合わせ

なわばり試験

海産と30代との組み合わせでは、なわばり個体の出現率は海産は43.3%で、30代は36.7%となり有意差はなかった (χ^2 検定、 $P > 0.01$)。一方、4代と30代との組み合わせでは、なわばり個体の出現率は4代が16.7%に対し、30代は56.7%となり有意に高かった (χ^2 検定、 $P < 0.01$) (表3)。

遊泳力試験

各試験日について遊泳終了個体数と遊泳時間を表すと図3のようになった。海産と30代の組み合わせでは海産は9尾(30%)が3,600秒まで残ったが、30代は1尾(3.3%)だった(図3-1)。海産と4代の組み合わせでは海産は10尾(33%)が3,600秒まで残り、4代は0尾(0%)であった(図3-2)。4代と30代の組み合わせでは4代および30代とも3,600秒まで遊泳する個体は存在せず、30代は1,800秒の時点で、4代は2,100秒で遊泳個体数が0となった(図3-3)。遊泳力については、海産は4代および30代よりも有意に高く(t検定、 $P < 0.01$)、4代と30代の間には有意差は無かった(t検定、 $P > 0.01$) (表4)。

考 察

アユの種苗放流について、活発にとびはね行動を示す種苗は遡上率、再捕率がともに高く¹⁾、人工種苗に比べて海産のとびはね率が有意に高いこと⁵⁾が報告されている。本研究においても30代に比べ海産のとびはね率が高かった。継代数の異なる人工種苗では継代数の少ない種苗のとびはね率の高いことが報告されているが^{4, 9)}、ここでは継代数の異なる4代と30代のとびはね率には有意差が認められず、30代は継代数の少ない人工種苗と同等のとびはね率を示した。本研究で用いた人工種苗の前年のとびはね率でも3代に比べ29代が高かったことから¹⁰⁾、30代の遡上性は海産より劣るものの、継代数の少ない人工種苗とは同等の遡上性を持つことが考えられた。

田中⁵⁾は海産と人工種苗のなわばり能力をアユの模型に対する攻撃回数で調べ、海産と人工種苗のなわばり能力に差がないと報告している。本研究でも同様に海産と30代とのなわばり能力の差は見られなかった。人工種苗のなわばり能力は継代数の多い種苗が優れることが報告されており⁴⁾、本研究の30代も同様になわばり能力が高かった。友釣りでの漁獲を期待する場合は、定着したアユがなわばりを形成する必要であるが、30代は海産と同等のなわばり能力を持ち、継代数の少ない人工種苗より優れる結果となった。

種苗の遊泳力は人工、琵琶湖、河川産(海から遡上してきたアユ)の順に優れていること¹¹⁾、人工種苗は海産に比べ赤筋の割合が大きく持続的遊泳力が優れていること¹²⁾、人工種苗は遊泳力に差はないが河川で定

位する能力と流速の小さい部分を選んで遡上する能力が劣っていること¹³⁾が報告されている。これらの報告では人工種苗の遊泳力は琵琶湖、海産に劣らないとされているが、本研究の人工水路を用いた試験では30代は海産に比べ遊泳力が劣っていた。

本研究の結果を整理すると表5のとおりとなり、海産はとびはね行動、なわばり行動および遊泳力の全ての項目において他の人工種苗に比較して優れていた。30代はなわばり行動では海産と同等であったが、とびはね行動および遊泳力は海産と比較して劣っていた。4代は海産と比較して全ての項目で劣っており、とびはね行動および遊泳力は30代と同等であった。

なわばり能力については30代の人工種苗と海産は同程度で遊泳力、とびはね行動については海産が優れていた。

表5 アユの行動特性と種苗の順位

順位	とびはね	なわばり	遊泳力
1	海産	海産・30代	海産
2	4代・30代	4代	4代・30代

人工種苗の遊泳力については流速馴致による再捕率の向上⁶⁾や飼育時の水流により赤筋の発達することが示唆されていることから¹²⁾、今後、池の流速などの飼育方法の見直しにより30代の遊泳力の改善が期待される。

一方、種苗生産の上では本県では1採卵日あたり卵数600~700万粒が必要で¹⁵⁾、30代は1採卵日に量産規模の卵数が得られる特性があるが、海産親魚は排卵期の同調性が低く得られる卵数も少ないこと¹⁴⁾等から種苗生産への導入は課題が多い。

ところで、飼育環境と種苗性の関係については、種苗の胸腺の大きさは飼育水温の影響を受けることが明らかにされ¹⁶⁾、人工種苗の耳石の一部が欠損しその環境要因が指摘されている¹⁷⁾。低水温、低給餌率で飼い上げた方が種苗性に優れる傾向にあり¹⁸⁾、飽食、高水温の環境下での飼育による遡上性の低下が示唆され⁶⁾、種苗の質の向上には種苗の行動特性と併せて初期の環境要因の解明が必要と指摘されている²⁾ことから、今後、海産と同等の遊泳力、とびはね行動を得られるような飼育環境を明らかにする必要がある。

また、同様に当場の発眼卵を受け入れアユの種苗生産を行う神奈川県内水面種苗生産施設は100t/池と大規模な飼育池であるため、本研究の実験魚とは初期の飼育環境が異なることが推察されるので、今後、これらの飼育環境と種苗性についても検討する必要がある。

要約

アユの種苗性を評価することを目的として、海産アユと内水面試験場産の人工種苗についてとびはね試験、なわばり試験および遊泳力試験を実施した。海産はとびはね行動、なわばり行動および遊泳力の全ての項目で人工種苗に比較して優れていた。30代目の人工種苗はなわばり行動では海産と同等であったが、とびはね行動および遊泳力は海産と比較して劣っていた。4代目の人工種苗は海産と比較して全ての項目で劣っており、とびはね行動および遊泳力は30代目と同等であった。

謝辞

実験魚の採集に協力していただいた蓑宮敦技師、山本裕康技能技師、実験魚の飼育管理をしていただいた原かよ子氏、奥村守氏に深謝申し上げます。また、湘南地域農政総合センターの渡邊芳明主査には本研究について有益な助言をいただき心から御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 内田和男(1990)：アユの種苗性と遡河行動，水産増殖，38，210-211．
- 2) Tsukamoto, K., S. Masuda, M. Endo and T. Otake (1990)：Behavioural Characteristics of ayu, *Plecoglossus altivelis*, as Predictive Indices Stocking Effectiveness in Rivers, Nippon Suisan Gakkaishi, 56, 1177-1186．
- 3) 益田信之・猿渡実・塚本勝巳・武田年秋・石田力三(1981)：人工種苗アユの孵化場の違いが放流後の分散と定着に及ぼす影響，日本水産学会誌，47，1093．
- 4) 米山洋一・細谷久信・大塚修・藤田利昭・星野正邦・佐藤義昭(1997)：飼育継代数の異なるアユ人工種苗の放流効果について，新潟県内水面水産試験場調査研究報告書，22，25-33．
- 5) 田中英樹(2007)：アユの放流用種苗としての適正を調べる，全国湖沼河川養殖研究会 アユ資源研究会報告書(平成18年度)，44-45．
- 6) 石田力三(1989)：人工採苗アユ生産の歴史と現状，さかな(東海区水産研究所業績C集)，42，2-13．
- 7) 塚本勝巳(1988)：アユの回遊メカニズムと行動特性，「現代の魚類学(上野輝彌・沖山宗雄編)」，朝倉書店，東京，100-113．
- 8) Keiichirouh IGUCHI(1996)：Sexual asymmetry in competitive in the immature ayu, *Plecoglossus altivelis*, J. Ethol, 14, 53-58．
- 9) 石川義美・米山洋一・渡辺昭・佐藤義昭(1991)：アユ種苗生産事業-人工種苗の種苗性について，新潟県栽培漁業センター業務・研究報告書，14，62-63．
- 10) 神奈川県(2006)：平成18年度神奈川県水産技術センター業務概要，55．
- 11) 大分県内水面漁業試験場(1983)：河川漁場の有効利用に関する研究，昭和57年度指定調査研究総合助成事業報告書，14-17．
- 12) 谷口順彦(2006)：人工種苗の健苗性向上について，日本水産資源保護協会月報，499，3-10．
- 13) 塚本勝巳・益田信之・森由基彦・梶原武(1979)：放流時における人工種苗アユの分散，日本水産学会誌，45，1365-1370．
- 14) 石川義美・米山洋一・渡辺昭・佐藤義昭(1991)：アユ種苗生産事業-養成アユ親魚の成熟と排卵について-2，新潟県栽培漁業センター業務・研究報告書，14，53-57．
- 15) 相川英明(2007)：孵化器によるアユ卵の孵化管理の簡略化，神奈川県水産技術センター研究報告書，2，67-71．
- 16) 原日出夫・山本充孝・村木誠一・三輪理(2006)：飼育水温および飼育密度がアユの胸腺の発達に与える影響，日本水産学会誌，72，182-185．
- 17) 井塚隆(2001)：海産アユと人工採苗アユの耳石形態の差異について，神奈川県水産総合研究所研究報告書，6，11-21．
- 18) 吉澤和俱(2005)：アユ，「淡水増養殖システム2(隆島史夫・村井衛編)」，恒星社厚生閣，東京，83-101．