

## 漁業がアユ資源に与える影響の解明－Ⅱ

### アユ種苗の由来判別とその利用

原 徹, 齊藤 薫

Probe of effect on resources of ayu (*Plecoglossus altivelis*) by fishery-II

The method of origin of the introduced populations of ayu and application of the method

TORU HARA AND KAORU SAITOU

産卵期に降下するアユをとらえる漁法(ヤナ、瀬張り網等)は、大量の産卵親魚を漁獲するため天然資源に悪影響を与えている可能性がある。また、琵琶湖産アユや継代数の多い人工産アユ等の放流種苗と天然遡上アユの交配により、天然アユ資源に悪影響を及ぼす可能性が考えられる。

そのため、ヤナや瀬張り網により、どの程度の天然アユが漁獲され、また、上流域に放流された種苗がどの程度下流まで降下し、どの程度の割合で漁獲されてくるかを把握するために、アユ種苗の判別方法の確立が必要である。

前報<sup>1)</sup>では、6種類のアユ種苗についてアロザイム分析と側線上横列鱗数を組み合わせた方法による由来判別を試みたが、判別できなかった。

本報では、5種類のアユ種苗について側線上横列鱗数、下顎側線孔およびアロザイム分析を組み合わせることによる由来判別を検討するとともに、その方法により長良川で各漁法(友釣り、ヤナおよび瀬張り網)で採捕したアユの判別を試みたので報告する。

### 放流種苗の概要

2004年に長良川の郡上漁業協同組合(以降、郡上漁協と称する)管内に放流されたアユ種苗は4種類で、放流量は、琵琶湖産アユが5,755kg(約581,000尾)、(勸岐)岐阜県魚苗センター(以降、魚苗センターと称する)産人工産アユ(海産系非継代、琵琶湖産系継代)が10,500kg(1,050,000尾)、海産アユ(和歌山産)が1,000kg(125,000尾)で、放流尾数割合では、琵琶湖産アユが33.1%、魚苗センター産人工産アユ(海産系非継代、琵琶湖産系継代)が59.8%、海産アユが7.1%であった。

### 方 法

#### 供試魚

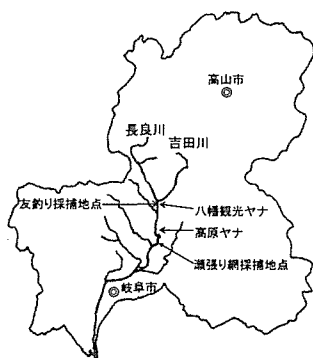
アユ種苗の判別方法の検討には、第1表に示した放流種苗および長良川への天然遡上アユ(以降、長良川天然遡上アユと称する)を供試した。放流種苗は、長良川上中流域を管轄する郡上漁協管内に放流された4種類を供試する予定であったが、魚苗センター産琵琶湖産系人工産アユについてはサンプリングできなかったため、前年度採取して凍結保存していたサンプルを供試した。長良川天然遡上アユは、3月30日に長良川河口堰左岸階段式

第1表 アユ種苗供試魚の平均被鱗体長と平均体重

種 苗	採 集 日	供試尾数	平均被鱗体長(cm±SD)	平均体重(g±SD)
琵琶湖産アユ	2004.5.10	30尾	9.77±0.43	12.64±1.79
長良川天然遡上アユ	2004.3.30	50尾	9.77±0.93	11.21±4.12
海産アユ	2004.5.15	50尾	8.42±6.80	8.51±2.48
魚苗センター産海産系非継代人工産アユ	2004.5.10	30尾	6.98±0.48	3.30±0.70
魚苗センター産琵琶湖産系非継代人工産アユ	2003.2.26	50尾	7.51±0.54	5.08±1.16

魚道で採捕したものを用いた。

長良川で友釣り、ヤナ、瀬張り網の各漁法により採捕された魚を供試魚とした。採捕地点概況図を第1図に示した。友釣り採捕魚は、吉田川合流点(河口より約109km)から八幡観光ヤナ(河口より約108km)の間で採捕したものをを用いた。ヤナ採捕魚は、八幡観光ヤナ(河口より約108km)、高原ヤナ(河口より約97km)の2統のヤナで採捕したものをを用いた。瀬張り網採捕魚には、美濃市立花地先(河口より約78km)の長良川中央漁業協同組合(以降、長良川中央漁協と称する)管内で採捕したものをを用いた。



第1図 採捕場所概況図

### 分析方法

#### 形態的特徴の把握

背鰭第5条から側線までの側線上横列鱗数(以降、側線上横列鱗数と称する)を計数するとともに、下顎側線孔の配列を調べた。

#### 遺伝的特徴の把握

アロザイム分析を行った。アロザイム分析は、水平式デンプンゲル電気泳動法で行い、デンプンゲルの作製や諸酵素の染色法は、Mashiko・Numachi<sup>3)</sup>、沼知<sup>4)</sup>に従った。アユではglucosephosphate isomeraseとmannosephosphate isomeraseの2酵素に関与する3遺伝子座のうち、*Gpi-1*および*Mpi*の2遺伝子座の対立遺伝子頻度で、海産アユと琵琶湖産アユの間に明瞭な差がみられるとされていることから<sup>5)</sup>、これら2遺伝子座の対立遺伝子頻度を調べた。

#### 混合率の推定

混合率の推定は谷口<sup>5)</sup>に従った。琵琶湖産、海産の混合率をそれぞれ $Y_L$ 、 $Y_M$ 、そして琵琶湖産、海産および採捕魚の遺伝子頻度をそれぞれ $P_L$ 、 $P_M$ 、 $P_0$ とすると、混合率 $Y_L$ 、 $Y_M$ は次式で算出されるため、*Gpi-1*および*Mpi*それぞれの混合率を算出し、両者の平均値を混合率とした。

$$Y_L = (P_0 - P_M) / (P_L - P_M), Y_M = (P_0 - P_L) / (P_M - P_L)$$

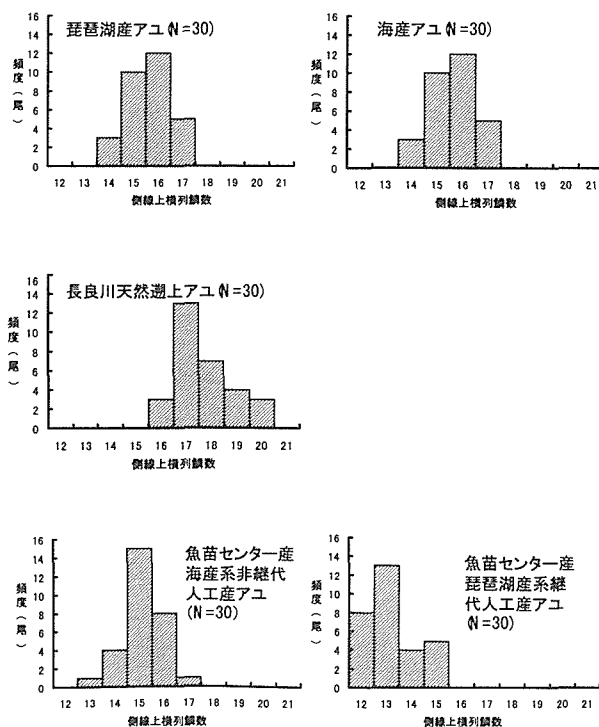
## 結果および考察

### 1. アユ種苗の判別方法の検討

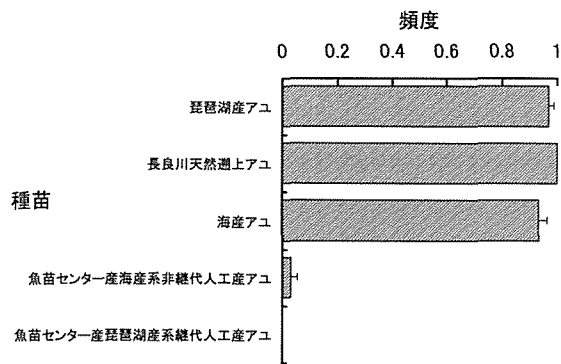
供試した放流種苗と天然遡上アユの計量形質を第1表に示した。

各種苗の側線上横列鱗数のヒストグラムを第2図に示した。魚苗センター産琵琶湖産系人工産アユの側線上横列鱗数が他の種苗に比べてやや少ないものの、どの種苗も重なり合う部分が多く、これら5群の種苗が混在している場合、側線上横列鱗数での判別はできないと考えられた。

各種苗の下顎側線孔の正列魚の出現頻度を第3図に示した。天然遡上アユの下顎側線孔は縦2列に4対規則正しく整列しているのに対して、人工産アユでは列や数が不揃いなものがみられるとされている<sup>2)</sup>、琵琶湖産アユ、長良川天然遡上アユおよび海産アユは下顎側線孔が正列している魚(以降、下顎側線孔正列魚と称する)の出現頻度が非常に高かった。しかし、魚苗センター産海産系非継代人工産アユの下顎側線孔正列魚出現頻度は非常に低く、魚苗センター産琵琶湖産系継代人工産アユには下顎側線孔正列魚は全くみられなかった。これらのことから、下顎側線孔を調べることにより、下顎側線孔の不揃いな魚(以降、下顎側線孔非正列魚と称する)を魚苗センター産人工産アユ(海産系非継代、琵琶湖産系継代)と推定することができると考えられた。

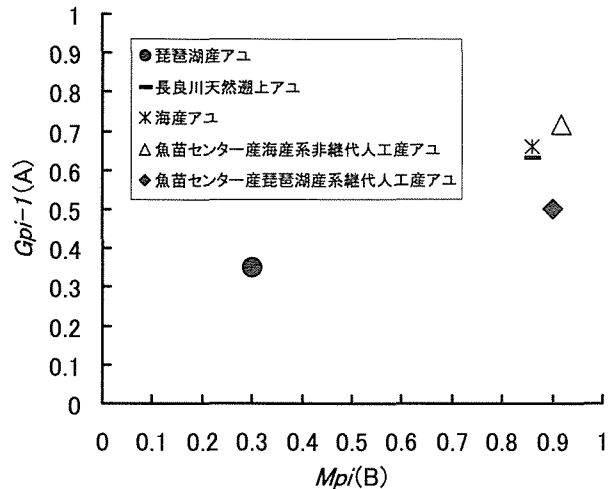


第2図 放流種苗および天然遡上アユの側線上横列鱗数

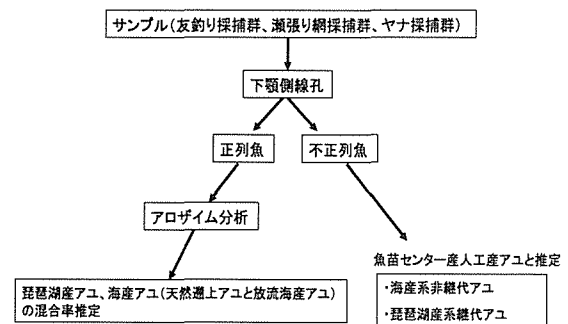


第3図 各種苗の下顎側線孔正列魚の出現頻度 (各種苗 N=30)

得られた各遺伝子頻度を第2表に、 $Gpi-1(A)$ および $Mpi(B)$ の対立遺伝子頻度に関する各放流種苗および天然遡上アユの関係を第4図に示した。各種苗間の対立遺伝子頻度の違いをG検定により検定した結果、琵琶湖産アユと他の4種類の種苗との間にそれぞれ有意差が認められた( $df=1, p=0.002 \sim 1.27 \times 10^{-16}$ )。天然遡上アユと海産アユ、魚苗センター海産系非継代人工産アユとの間にはそれぞれ有意差が認められなかった( $df=1, p < 0.05$ )。魚苗センター産琵琶湖産系人工産アユは、長良川天然遡上アユとの間に有意差は認められなかったが( $df=1, p < 0.05$ )、海産アユおよび魚苗センター海産系非継代人工産アユとの間にはそれぞれ有意差が認められた( $df=1, p=0.016 \sim 0.023$ )。琵琶湖産アユを除く3種類の種苗の対立遺伝子頻度と天然遡上アユの頻度は比較的近い値であったため、この5群が混在している場合、採捕魚をアロザイム分析のみでそれぞれの種苗に判別することはできないと考えられた。しかし、琵琶湖産アユについては、その対立遺伝子頻度は他の種苗のそれと大きく異なるため、下顎側線孔正列魚の $Gpi-1(A)$ および $Mpi(B)$ の対立遺伝子頻度から谷口<sup>5)</sup>に従い、琵琶湖産アユと海産系アユ(長良川天然遡上アユおよび海産アユ)の混合率を推定する



第4図  $Gpi-1(A)$ および $Mpi(B)$ における放流種苗と長良川天然遡上アユの関係



第5図 下顎側線孔とアロザイム分析を組み合わせたサンプル解析の流れ

ことができると考えられた。

以上の結果から、第5図に示したフローに従い、下顎側線孔とアロザイム分析を組み合わせ、友釣り採捕魚、ヤナ採捕魚および瀬張り網採捕魚における魚苗センター産人工産アユ(海産系非継代、琵琶湖産系継代)、琵琶湖産アユ、海産系アユ(長良川天然遡上アユおよび海産アユ)の混合率を推定した。

第2表 放流種苗および長良川天然遡上アユの $Gpi-1$ および $Mpi$ の遺伝子頻度

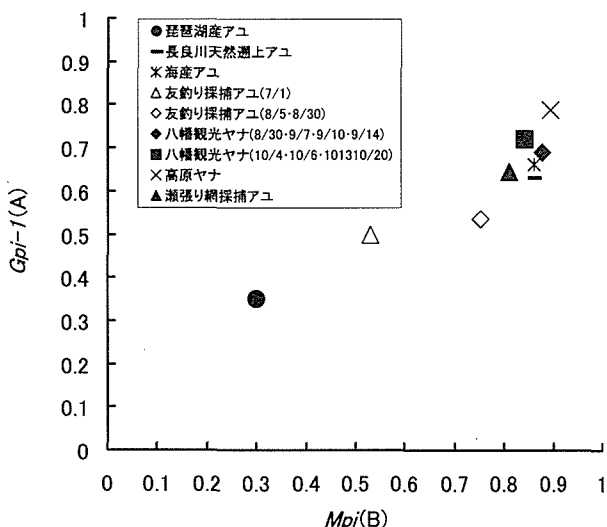
供試魚	個体数	$Gpi-1$				$Mpi$		
		A	B	C	D	A	B	C
琵琶湖産アユ	30	0.350	0.000	0.650	0.000	0.067	0.300	0.633
長良川天然遡上アユ	50	0.630	0.000	0.360	0.010	0.020	0.860	0.120
海産アユ	50	0.660	0.000	0.330	0.010	0.020	0.860	0.120
魚苗センター産海産系非継代人工産アユ	30	0.717	0.000	0.283	0.000	0.033	0.917	0.050
魚苗センター産琵琶湖産系継代人工産アユ	50	0.500	0.000	0.500	0.000	0.000	0.900	0.100

第3表 各採捕群の平均被鱗体長と平均体重

種 苗	採 捕 日	供試尾数	平均被鱗体長(cm±SD)	平均体重(g±SD)
友釣り採捕アユ	2004.7/1	35尾	14.45±1.97	43.93±19.96
友釣り採捕アユ	2004.8/5・8/30	23尾	16.32±1.61	70.80±21.26
八幡観光ヤナ採捕アユ	2004.8/30・9/7・9/10・9/14	60尾	14.45±1.97	43.93±19.96
八幡観光ヤナ採捕アユ	2004.10/4・10/6・10/13・10/20	58尾	16.32±1.61	70.80±21.26
高原ヤナ採捕アユ	2004.10/9	50尾	16.56±0.66	58.75± 6.99
瀬張り網採捕アユ	2004.10/11	39尾	16.87±1.29	58.66±16.32

第4表 各採捕群における下顎側線孔正列魚と不正列魚の割合

種 苗	採 捕 日	供試尾数	下顎側線孔正列魚	下顎側線孔不正列魚
友釣り採捕群	2004.7/1	35尾	18尾(51.4%)	17尾(48.6%)
友釣り採捕群	2004.8/5・8/30	23尾	14尾(60.9%)	9尾(39.1%)
八幡観光ヤナ採捕群	2004.8/30・9/7・9/10・9/14	60尾	37尾(61.7%)	23尾(38.3%)
八幡観光ヤナ採捕群	2004.10/4・10/6・10/13・10/20	58尾	25尾(43.1%)	33尾(56.9%)
高原ヤナ採捕群	2004.10/9	50尾	28尾(56.0%)	22尾(44.0%)
瀬張り網採捕群	2004.10/11	39尾	21尾(53.8%)	18尾(46.2%)



第6図  $Gpi-1(A)$ と $Mpi(B)$ における各種苗と各採捕群下顎側線孔正列魚の関係

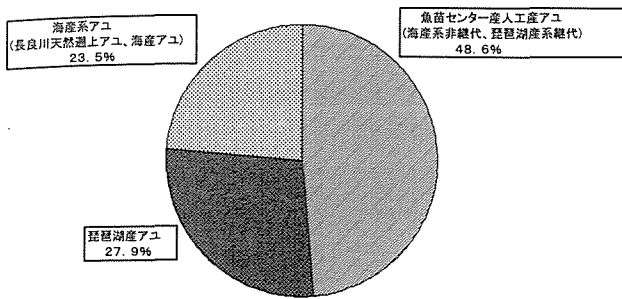
## 2. 各漁法採捕魚の混合率推定

第3表に示した友釣り採捕魚、ヤナ採捕魚および瀬張り網採捕魚における魚苗センター産人工産アユ(海産系非継代、琵琶湖産系継代)、琵琶湖産アユ、海産系アユ(長良川天然遡上アユおよび海産アユ)の混合率を推定した。

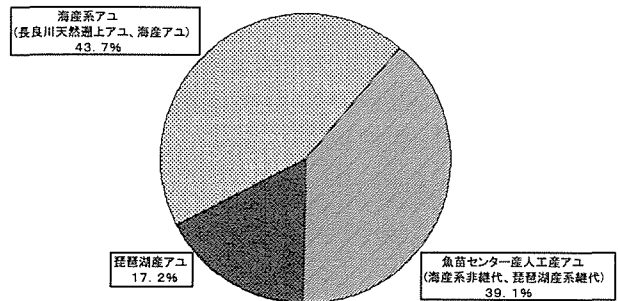
各採捕群の下顎側線孔の正列魚と非正列魚の割合を第4表に示した。各採捕群の下顎側線孔非正列魚を魚苗センター産人工産アユ(海産系非継代、琵琶湖産系継代)と推定した。各採捕群の下顎側線孔正列魚のアロザイム分析から得られた $Gpi-1(A)$ および $Mpi(B)$ における各種苗

との関係を第6図に示した。各種苗と友釣り採捕魚2群の対立遺伝子頻度の違いをG検定により検定した結果、7月1日友釣り採捕群と3種類の種苗との間にそれぞれ有意差が認められた( $df=1$ ,  $p=0.047\sim 0.0009$ )。8月5日と30日友釣り採捕群と長良川天然遡上アユおよび海産アユとの間には有意差が認められなかったが( $df=1$ ,  $p=0.48\sim 0.28$ )、琵琶湖産アユとの間に有意差が認められた( $df=1$ ,  $p=0.0006$ )。友釣り採捕魚2群における琵琶湖産アユの混合率を推定したところ、7月1日友釣り採捕群で54.2%( $Gpi-1(A)$ で49.2%、 $Mpi(B)$ で59.3%)、8月5日と30日友釣り採捕群で28.3%( $Gpi-1(A)$ で36.9%、 $Mpi(B)$ で19.6%)と推定された。また、各種苗と八幡観光ヤナ採捕2群、高原ヤナ採捕群および瀬張り網採捕群の対立遺伝子頻度の違いをG検定により検定した結果、八幡観光ヤナ2群、高原ヤナ採捕群および瀬張り網採捕群と長良川天然遡上アユおよび海産アユとの間にはそれぞれ有意差が認められなかったが( $df=1$ ,  $p=0.08\sim 0.9$ )、琵琶湖産アユとの間にはそれぞれ有意差が認められた( $df=1$ ,  $p=2.72\times 10^{-13}\sim 0.0002$ )。

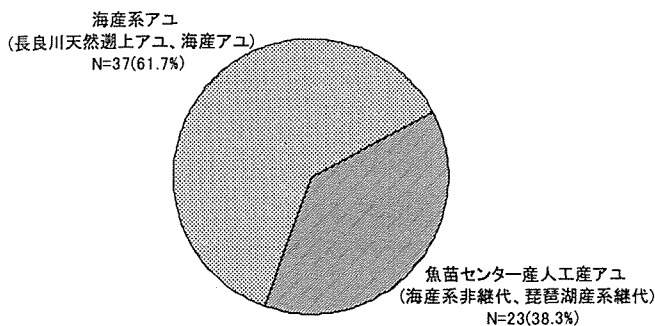
以上の結果から、各採捕群における魚苗センター産人工産アユ(海産系非継代、琵琶湖産系継代)、琵琶湖産アユ、海産系アユ(長良川天然遡上アユおよび海産アユ)の混合率を推定した。7月1日友釣り採捕群を第7図、8月5日と30日友釣り採捕群を第8図に示したが、1996年に郡上漁協管内で行った友釣り採捕魚のアロザイム分析結果<sup>9)</sup>と同様に、漁期後半に琵琶湖産アユの割合が低くな



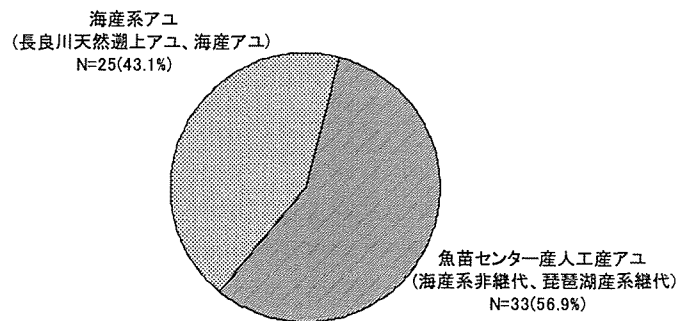
第7図 7月1日友釣り採捕魚における各種苗の推定割合



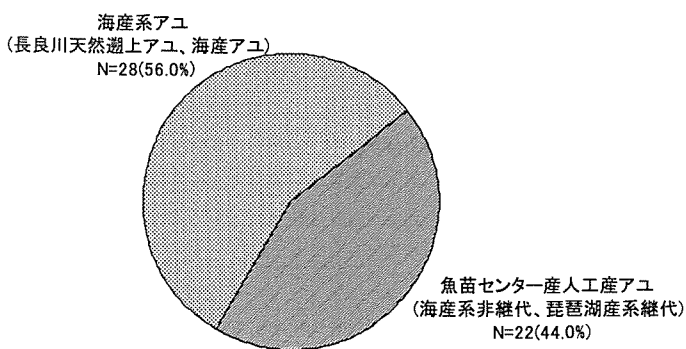
第8図 8月5日・30日友釣り採捕魚における各種苗の推定割合



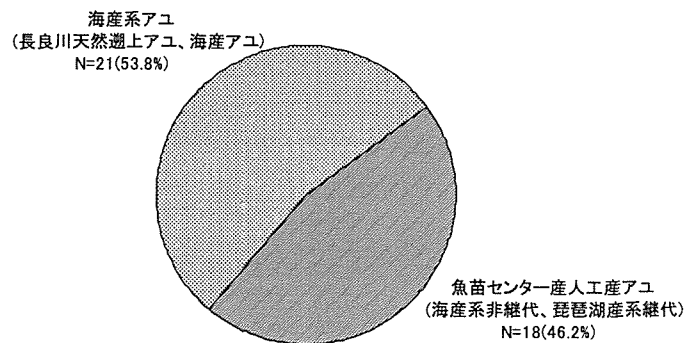
第9図 八幡観光ヤナ8月30日・9月7日・10日・14日採捕群における各種苗の推定割合



第10図 八幡観光ヤナ10月4日・6日・13日・20日採捕群における各種苗の推定割合



第11図 高原ヤナ採捕群における各種苗の推定割合



第12図 瀬張り網採捕群における各種苗の推定割合

る傾向がみられた。また、八幡観光ヤナ8月30日と9月7日と10日と14日採捕群を第9図、八幡観光ヤナ10月4日と6日と13日と20日採捕群を第10図、高原ヤナ採捕群を第11図、瀬張り網採捕群を第12図にそれぞれ示した。2003年のヤナ採捕魚<sup>1)</sup>および2002年のヤナ採捕魚<sup>8)</sup>のアロザイム分析結果と同様に琵琶湖産アユはほとんど混入していないと考えられた。

## 要 約

1. 5種類のアユ種苗について下顎側線孔とアロザイム分析を組み合わせるによる由来判別を検討し、その方法によって長良川で各漁法(友釣り、ヤナおよび瀬張り網)で採捕したアユの判別を試みた。
2. 琵琶湖産アユ、長良川天然遡上アユおよび海産アユ

は下顎側線孔正列魚の出現頻度が非常に高かったが、魚苗センター産人工産アユ(海産系非継代、琵琶湖産系継代人工産アユ)には、下顎側線孔正列魚の出現頻度は非常に低く、下顎側線孔を調べることにより魚苗センター産人工産アユの判別が可能と考えられた。

3. 下顎側線孔正列魚のGpi-I(A)およびMpi(B)の対立遺伝子頻度から、琵琶湖産アユと海産系アユ(長良川天然遡上アユおよび海産アユ)の混合率を推定することが可能と考えられた。
4. 友釣り採捕魚は、7月1日友釣り採捕群で54.2%、8月5日と30日友釣り採捕群で28.3%と推定され、漁期後半に琵琶湖産アユの割合が低くなる傾向がみられた。
5. 2統のヤナおよび瀬張り網採捕には、琵琶湖産アユはほとんど混入していないと考えられた。

## 文 献

- 1) 原 徹, 松田宏典. 漁業がアユ資源に与える影響の解明, 長良川のヤナで採捕されたアユの種類. 岐淡水研報 2005; 50: 17-24.
- 2) 清田季義. 海産系人工産アユの下顎側線孔の欠損について. 熊本県水産研究センター研究報告 2002; 5: 39-41.
- 3) Mashiko K, Numachi K. Genetic evidence for

the presence of distinct fresh-water prawn (*Macrobranchium nipponense*) population in a single river system. *Zool. Sci.* 1993; 10(1): 161-167.

- 4) 沼知健一. 昭和61~63年度海洋生物集団の識別等に関する先導的評価手法の開発事業報告書, アイソザイムによる魚介類の集団解析, (株)日本水産資源保護協会, 東京. 1989; 28-47.
- 5) 谷口順彦, 関 伸吾. 昭和61~63年度海洋生物集団の識別等に関する先導的評価手法の開発事業報告書, アイソザイムによる魚介類の集団解析, (株)日本水産資源保護協会, 東京. 1989; 113-118.
- 6) 谷口順彦, 高橋勇夫. 生化学遺伝標識によるアユ放流種苗の追跡について, 那賀川での調査事例. 月刊海洋. 1989; 21(5): 270-276.
- 7) 原 徹, 斉藤 薫, 武藤義範. アユ資源の増殖に関する研究-II, 長良川における産卵親魚の種類について. 岐水試研報 1996; 41: 7-12.
- 8) 原 徹, 松田宏典. 平成14年度第3回アユ種苗総合対策事業検討委員会資料, 2003.
- 9) 原 徹, 岡崎 稔, 一柳哲也. アユ資源の増殖に関する研究-IV, 長良川上流域におけるアユの種類別漁獲状況について. 岐水試研報 1998; 43: 1-7.