

## 重要種苗対策調査 (海産アユ種苗回帰率向上総合検討調査)

中田 尚宏・戸田久仁雄・相澤 康

### はじめに

アユ (*Plecoglossus altivelis altivelis*) のように川で産卵し、海域で初期の成長をする両側回遊型の魚は、仔魚の海への降下や幼稚魚の河川への遡上の時に、自然や人工の様々な阻害要因の影響を受ける。従来、神奈川県下の漁業協同組合では琵琶湖産アユ種苗に依存した放流を実施してきた。しかし、最近になって、河川に放流された琵琶湖産アユは再生産に関与しない可能性があるとの報告<sup>1)</sup>がなされた。一方、海産アユ種苗の漁獲量が全国的に減少して、種苗放流費用が増大したことによって、海産アユの回帰率(遡上率)の向上が希求されている。

当場ではアユ仔稚魚の降海・遡上生態に関する研究として、仔アユの降下量、海域分布、遡上量の実態を明らかにした<sup>2), 3), 4)</sup>。しかし、これらの研究が行われたのは天然遡上アユの少ない時代であり、神奈川県における天然遡上アユの資源量は1990(H2)年以降、高い水準が続いている。この機会に、アユの降下、海域分布、遡上の実態を再確認し、回帰(遡上)を阻害する要因を明らかにして、天然アユ資源を有効に活用できる方策のマニュアル化が重要である。

このため、本研究は水産庁の委託を受け、全国内水面漁連内の検討委員会と山形・富山・和歌山・宮崎および本県で、1992年から5か年計画で実施される。1992年(H4)の結果は全国内水面漁業協同組合連合会(1993)<sup>5)</sup>に掲載された。

### 調査方法

#### 知見の整理

神奈川県の内水面ならびに相模湾における過去のアユ再生産に関する報告リストを作成した。

#### 産卵場・仔魚降下量

アユの産卵親魚の成熟・産卵場の調査を、1992(H4)

年9月10・17日、10月12・26・30日、11月1・10・19・26・28日に、相模川で実施した。産卵親魚は釣、投網で採取されたものを利用した。産卵場は産卵適地と判断される場所で、底石の産着卵を観察するとともに、砂礫をホルマリン固定して持ち帰り、アユ卵の有無を確認した。

アユの降下仔魚の採集は神川橋下流(第1図)で、1992年9月17日、10月26日、11月4・5・16・26日、12月14日に実施した。採集には口径30cm プランクトンネット(GG38)が3個使用され、1992年10月26日だけは、濾水量の比較のため、口径50cm プランクトンネット(GG38)も使用された。また、1992年11月16日には戸沢橋下流でも採集を実施した。

また、相模川のアユ仔魚降下量の推定には県企業庁城山事務所寒川出張所の河川流量データを参考にした。

#### 仔・稚魚分布量

アユの仔・稚魚の分布を調べるため、1992年12月22日、1993年3月4日に相模川の汽水域で、1993年1月26日、2月4・16日に相模湾の茅ヶ崎港とその付近の海岸で、曳網と投網を行い、仔魚を採集した。

#### 標識試験

アリザリン コンプレクソン(以下 ALC と呼ぶ)への浸漬、耳石の蛍光反応の確認など初歩的な標識実験を行った。1992年10月2日に採卵・人工授精したアユの発眼卵を、10月12日に、濃度200ppm の ALC に24時間浸漬し、ふ化後仔魚の飼育を継続して、耳石の取出しと蛍光反応の確認を実施した。

### 調査結果

#### 神奈川県におけるアユ資源の生態

アユの生活史は、第1表の報告リストからまとめると、相模川では10月から11月に三川合流地点から神川橋下流にかけて、浮き石の瀬で、夕方から夜半かけて産卵が行われる。産着卵は約半月で、産卵と同様に、夕方から夜



第1表 神奈川県下におけるアユの再生産に関する文献

| 著者・年          | 標 題                                            | 内 容           | 文 献・ 頁                   |
|---------------|------------------------------------------------|---------------|--------------------------|
| 神奈川県 (1959)   | 相模川水系におけるアユの産卵期について                            | 産卵場、産卵期、魚体    | 神、相模川水系における漁業実態調査報告      |
| 石田力三 (1964)   | アユの産卵生態－Ⅳ 産卵水域と産卵場の地形                          | 産卵場、地形        | 日本水産学会誌30 (6) 478-485    |
| 小川良徳ほか (1967) | 相模湾における海産稚アユに関する研究－Ⅰ<br>相模川流下仔アユについて           | 相模川河口流下量と海域分布 | 本曾三川河口資源調査報告 No.4175-189 |
| 安部直哉ほか (1968) | 1966年10月－1967年1月における酒匂川のアユ稚魚<br>及び卵の降海状況調査     | 流下状況          | 神淡水試報告 No.5 50-110       |
| 松浦秀喜ほか (1969) | 相模湾における海産稚アユに関する研究－Ⅰ<br>相模川における昭和42年の流下仔アユについて | 流下量と日周・時季的变化  | 水産増殖16 (5) 279-284       |
| 城糸義興ほか (1970) | 相模湖 (人工湖) における「仔アユ」の生息について                     | シラスアユの確認、成長   | 神淡水試報告 No.8 95-102       |
| 石崎博美ほか (1970) | 相模川水系におけるアユ仔魚及び卵の降海状況調査－Ⅰ                      | 流下状況          | 神淡水試報告 No.8 115-134      |
| 村山隆夫ほか (1970) | 酒匂川におけるアユ仔魚及び卵の降海状況調査－Ⅱ                        | 流下状況          | 神淡水試報告 No.8 135-147      |
| 松浦秀喜ほか (1972) | 相模湾産稚アユ資源総合調査報告書                               | 稚仔アユの分布、成長    | 神水試資料 No.192             |
| 小林良雄ほか (1980) | あゆ種苗生産開発試験事業調査報告書                              | 津久井湖の湖産あゆ     | 神、昭和54年度水産庁委託報告1-32      |
| 安藤 隆ほか (1981) | あゆ種苗生産開発試験事業調査報告書                              | 津久井湖の湖産あゆ     | 神、昭和55年度水産庁委託報告1-29      |
| 作中 宏ほか (1983) | 相模川におけるアユの天然そ上量調査                              | そ上量           | 神淡水試報告 No.19 37-44       |
| 作中 宏 (1984)   | 相模川におけるアユの天然そ上量調査－Ⅱ                            | そ上量           | 神淡水試報告 No.20 46-48       |
| 作中 宏ほか (1984) | 丹沢湖の魚類資源 (ペヘレイを主として)                           | 漁獲調査、湖産アユ     | 神淡水試報告 No.20 49-66       |
| 作中 宏ほか (1985) | 相模川におけるアユの天然そ上量調査－Ⅲ                            | そ上量           | 神淡水試報告 No.21 45-52       |
| 山本正一 (1985)   | 酒匂川におけるアユの産卵場調査                                | 産卵場、底質        | 神淡水試報告 No.21 71-79       |
| 作中 宏ほか (1986) | 相模川におけるアユの天然そ上量調査－Ⅳ                            | そ上量           | 神淡水試報告 No.22 42-46       |
| 石崎博美ほか (1986) | 海産稚アユの資源生態に関する研究                               | 流下量、稚仔アユの海域分布 | 神淡水試昭和60年度指定研究報告1-35     |
| 石崎博美ほか (1987) | アユ稚仔魚の降海・遡上生態に関する研究                            | 遡上、流下、海域分布、日令 | 神淡水試昭和61年度地域重要報告1-32     |
| 石崎博美ほか (1988) | アユ稚仔魚の降海・遡上生態に関する研究                            | 総合報告          | 神淡水試昭和62年度地域重要報告1-36     |
| 佐藤 茂 (1989)   | 人工湖、津久井湖におけるアユなどの<br>定置網による試験採捕 (総 説)          | 漁具、アユ資源       | 神淡水試報告 No.25 70-79       |

半にかけてふ化し、海へ降下して行く。相模湾に一旦拡散されたアユの仔魚は餌を捕りながら成長する。1月になるとシラスの形態で、相模湾の水深10m 線に群れを作るようになる。2月には体色素がはっきりした稚魚に成長して、夜間に入江や港湾に集群する。3月には成長の早いものから淡水への生理要求が強まり、河川への遡上を開始する。遡上のピークは4月下旬から5月上旬で、河川に入ったアユは上流へ遡上して、夏を過ごす。秋になって、成熟したものから増水によって下り、産卵して一生を終える。

このアユの生活史は漁業権のある河川は勿論、そのほかの中小河川でも同様と考える。本研究はこれらの生活史の中で、再生産の効率を高める事が目的である。

#### 産卵場・仔魚降下量

1992年の相模川ではアユの産着卵は9月は見られなかったが、10月以降出現し、三川合流、小田急鉄橋下流、

東名高速道橋下、戸沢橋下流、神川橋下の産卵適地ではどの地点でも産着卵が確認された。1992年は東名高速道橋下の産卵場が最も規模が大きく、神川橋下がこれに次いだ。石崎他<sup>3)</sup>によると、東名高速道橋下は産卵場が確認されていないので、砂礫の移動などによって、新たな産卵場が形成されたものと考えられる。

仔魚降下量の採集結果を第2表に、プランクトンネットの種類による卵・仔魚の採集量の比較を第3表に示した。口径50cm ネットは口径30cm ネットに比べ、濾水量が2.78～6.05倍多く、アユ卵が0.41～1.22倍、アユ仔魚が0.65～3.16倍であった。しかし、口径50cm ネットの濾水量は安定しているが、口径30cm ネットのそれは前半の2回が少ないので、ネットの目詰まりあるいは濾水計の故障などのトラブルの可能性がある。このため、濾水量の安定した後半2回を見ると、アユ卵は分布密度に差は少ないが、アユ仔魚は口径50cm ネットの分布密度がやや高

第2表一(1) 相模川におけるアユ仔魚降下量調査結果

| 年月日    | 採集場所   | 開始時間 | 終了時間 | 口径    | 回転数    | ろ水量            | 卵密度               | 仔魚密度             |
|--------|--------|------|------|-------|--------|----------------|-------------------|------------------|
|        |        |      |      | cm    |        | m <sup>3</sup> | 粒 /m <sup>3</sup> | 尾/m <sup>3</sup> |
| 921026 | 神川橋下   | 1620 | 1650 | 50    | 18,775 | 614.1          | 0.228             | 0.0603           |
|        |        |      |      | 30    | 9,082  | 106.9          | 0.636             | 0.0187           |
|        |        | 1700 | 1800 | 50    | 17,605 | 575.8          | 0.792             | 0.3056           |
|        |        |      |      | 30    | 8,075  | 95.1           | 1.914             | 0.4733           |
|        |        | 1900 | 2000 | 50    | 21,150 | 691.8          | 0.632             | 2.0035           |
|        |        |      |      | 30    | 21,098 | 248.4          | 0.797             | 1.7067           |
|        |        | 2100 | 2200 | 50    | 19,028 | 622.4          | 0.836             | 5.9385           |
|        |        |      |      | 30    | 19,010 | 223.8          | 0.684             | 2.7162           |
| 921104 | 神川橋下   | 1500 | 1600 | 30    | 20,930 | 246.5          | 0.248             | 0.0446           |
|        |        |      |      |       | 20,643 | 243.1          | 0.378             | 0.0658           |
|        |        |      |      |       | 14,970 | 176.3          | 0.227             | 0.0454           |
|        |        | 1700 | 1800 | 30    | 39,270 | 462.4          | 1.213             | 0.2400           |
|        |        |      |      |       | 7,815  | 92.0           | 2.228             | 0.3803           |
|        |        |      |      |       | 6,535  | 76.9           | 0.078             | 0.1040           |
|        |        | 1900 | 2000 | 30    | 20,690 | 243.6          | 1.658             | 0.1478           |
|        |        |      |      |       | 29,130 | 343.0          | 1.023             | 0.1312           |
|        |        |      |      |       | 18,790 | 221.3          | 0.398             | 0.0588           |
|        |        | 2100 | 2200 | 30    | 28,790 | 339.0          | 0.776             | 0.1386           |
|        |        |      |      |       | 18,670 | 219.8          | 1.396             | 0.7551           |
|        |        |      |      |       |        |                |                   |                  |
|        |        | 2300 | 2400 | 30    | 10,468 | 123.3          | 1.314             | 1.7037           |
|        |        |      |      |       | 19,470 | 229.3          | 0.715             | 2.7174           |
|        | 18,495 |      |      | 217.8 | 0.418  | 1.1939         |                   |                  |

第2表一(2) 相模川におけるアユ仔魚降下量調査結果

| 年月日    | 採集場所 | 開始時間 | 終了時間 | 口径 | 回転数    | ろ水量            | 卵密度              | 仔魚密度             |
|--------|------|------|------|----|--------|----------------|------------------|------------------|
|        |      |      |      | cm |        | m <sup>3</sup> | 粒/m <sup>3</sup> | 尾/m <sup>3</sup> |
| 921105 | 神川橋下 | 0100 | 0200 | 30 | 19,240 | 226.6          | 1.417            | 4.1403           |
|        |      |      |      |    | 18,860 | 222.1          | 1.148            | 4.5345           |
|        |      |      |      |    | 17,382 | 204.7          | 0.283            | 2.9755           |
|        |      | 0300 | 0400 | 30 | 28,949 | 340.9          | 0.862            | 1.5988           |
|        |      |      |      |    | 16,940 | 199.5          | 0.917            | 5.9909           |
|        |      |      |      |    | 14,728 | 173.4          | 0.254            | 3.5059           |
|        |      | 0500 | 0600 | 30 | 19,675 | 231.7          | 0.354            | 1.3295           |
|        |      |      |      |    | 18,062 | 212.7          | 0.094            | 0.9780           |
|        |      |      |      |    | 16,789 | 197.7          | 0.126            | 1.6187           |
|        |      | 0700 | 0800 | 30 | 16,740 | 197.1          | 0.588            | 0.1674           |
|        |      |      |      |    | 15,900 | 187.2          | 0.844            | 0.2243           |
|        |      |      |      |    | 15,120 | 178.0          | 0.292            | 0.6515           |
|        |      | 0900 | 1000 | 30 | 8,760  | 103.1          | 0.620            | 0.1745           |
|        |      |      |      |    | 15,270 | 179.8          | 0.957            | 0.1724           |
|        |      |      |      |    | 14,730 | 173.4          | 0.006            | 0.1263           |
|        |      | 1100 | 1200 | 30 | 14,117 | 166.2          | 0.030            | 0.0301           |
|        |      |      |      |    | 13,385 | 157.6          | 1.009            | 0.3535           |
|        |      |      |      |    | 7,448  | 87.7           | 0.057            | 0.0570           |
|        |      | 1300 | 1400 | 30 | 1,1014 | 129.7          | 0.470            | 0.0925           |
|        |      |      |      |    | 10,457 | 123.1          | 0.377            | 0.1705           |
|        |      |      |      |    | 10,772 | 126.8          | 0.110            | 0.0473           |
| 921116 | 神川橋下 | 1700 | 1800 | 30 | 17,513 | 206.2          | 0.703            | 0.0339           |
|        |      |      |      |    | 16,860 | 198.5          | 0.312            | 0.0554           |
|        |      | 1900 | 2000 | 30 | 17,620 | 207.5          | 0.665            | 0.0241           |
|        |      |      |      |    | 24,200 | 285.0          | 0.277            | 0.0211           |
|        |      | 2100 | 2200 | 30 | 11,775 | 138.7          | 0.548            | 0.0433           |
|        |      |      |      |    | 12,045 | 141.8          | 0.289            | 0                |
|        | 戸沢橋下 | 1700 | 1800 | 30 | 29,644 | 349.1          | 0.004            | 0.3638           |
|        |      |      |      |    | 18,644 | 219.5          | 0.023            | 0.0319           |
|        |      | 1900 | 2000 | 30 | 25,600 | 301.4          | 0.010            | 0.4578           |
|        |      |      |      |    | 16,547 | 194.8          | 0.015            | 0.0719           |
|        |      | 2100 | 2200 | 30 | 23,600 | 277.9          | 0.007            | 2.1303           |
|        |      |      |      |    | 14,414 | 170.7          | 0.023            | 0.2871           |
| 921126 | 神川橋下 | 1700 | 1800 | 30 | 14,918 | 175.7          | 0.068            | 0.0114           |
|        |      |      |      |    | 16,950 | 199.6          | 0.045            | 0.0050           |
|        |      |      |      |    | 13,087 | 154.1          | 0.013            | 0                |
|        |      | 1900 | 2000 | 30 | 18,350 | 216.1          | 0.130            | 0.0185           |
|        |      |      |      |    | 20,146 | 237.2          | 0.051            | 0.0295           |
|        |      |      |      |    | 7,905  | 93.1           | 0.043            | 0.0430           |
|        |      | 2100 | 2200 | 30 | 12,470 | 146.8          | 0.776            | 0.1703           |
|        |      |      |      |    | 24,545 | 289.0          | 0.163            | 0.2318           |
|        |      |      |      |    | 20,310 | 239.2          | 0.109            | 0.2049           |
|        |      |      |      |    |        |                |                  |                  |

第2表-(3) 相模川におけるアユ仔魚降下量調査結果

| 年月日    | 採集場所 | 開始時間 | 終了時間 | 口径<br>cm | 回転数    | ろ水量<br>m <sup>3</sup> | 卵密度<br>粒/m <sup>3</sup> | 仔魚密度<br>尾/m <sup>3</sup> |
|--------|------|------|------|----------|--------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| 921214 | 神川橋下 | 1700 | 1800 | 30       | 23,675 | 278.8                 | 0.007                   | 0.0072                   |
|        |      |      |      |          | 24,278 | 285.9                 | 0.003                   | 0.0314                   |
|        |      |      |      |          | 24,370 | 287.0                 | 0.003                   | 0.0244                   |
|        |      | 1900 | 2000 | 30       | 12,303 | 144.9                 | 0.041                   | 0.0138                   |
|        |      |      |      |          | 24,430 | 287.7                 | 0.010                   | 0.0278                   |
|        |      |      |      |          | 24,660 | 290.4                 | 0.007                   | 0.0413                   |
|        |      | 2100 | 2200 | 30       | 22,970 | 270.5                 | 0.022                   | 0.0185                   |
|        |      |      |      |          | 22,742 | 267.8                 | 0.004                   | 0.3734                   |
|        |      |      |      |          | 23,485 | 276.5                 | 0.004                   | 0.1808                   |

第3表 口径の異なるネットによる採集量の比較

| 1992,10,26  | 口径50cm net               |                             |                              | 口径30cm net               |                             |                              |
|-------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|
|             | ろ水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 卵<br>(inds/m <sup>3</sup> ) | 仔魚<br>(inds/m <sup>3</sup> ) | ろ水量<br>(m <sup>3</sup> ) | 卵<br>(inds/m <sup>3</sup> ) | 仔魚<br>(inds/m <sup>3</sup> ) |
| 16:20-16:50 | 614.1<br>(5.74)          | 0.228<br>(0.36)             | 0.060<br>(3.16)              | 106.9                    | 0.636                       | 0.019                        |
| 17:00-18:00 | 575.8<br>(6.05)          | 0.792<br>(0.41)             | 0.306<br>(0.65)              | 95.1                     | 1.914                       | 0.473                        |
| 19:00-20:00 | 691.4<br>(2.78)          | 0.632<br>(0.79)             | 2.004<br>(1.17)              | 248.4                    | 0.797                       | 1.707                        |
| 21:00-22:00 | 622.4<br>(2.78)          | 0.836<br>(1.22)             | 5.939<br>(2.19)              | 223.8                    | 0.684                       | 2.716                        |

(カッコ内は50cm net/30cm net)

第4表 採集地点によるアユ卵・仔魚の降下量の比較

| 1992,11,16  | 戸 沢 橋                 |                             |                              | 神 川 橋                 |                             |                              |
|-------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
|             | ろ水量<br>m <sup>3</sup> | 卵<br>(inds/m <sup>3</sup> ) | 仔魚<br>(inds/m <sup>3</sup> ) | ろ水量<br>m <sup>3</sup> | 卵<br>(inds/m <sup>3</sup> ) | 仔魚<br>(inds/m <sup>3</sup> ) |
| 17:00-18:00 | 284                   | 0.02(0.04)                  | 0.26(6.5)                    | 203                   | 0.51                        | 0.04                         |
| 19:00-20:00 | 248                   | 0.01(0.02)                  | 0.26(13.0)                   | 246                   | 0.47                        | 0.02                         |
| 21:00-22:00 | 224                   | 0.02(0.05)                  | 1.21(60.5)                   | 141                   | 0.42                        | 0.02                         |

(カッコ内は戸沢橋/神川橋)

い。これは口径30cmネットは口径50cmネットに比べ、アユ仔魚の採集効率が劣る事を示し、ネットが大きいほどアユ仔魚の実態を反映することになる。しかし、河川の現場ではネットができるだけ小さく、簡便な事が必要である。このため、簡便で、効率のよいネットの開発が求められる。

戸沢橋と神川橋でのアユ卵・仔魚の採集量を第4表に

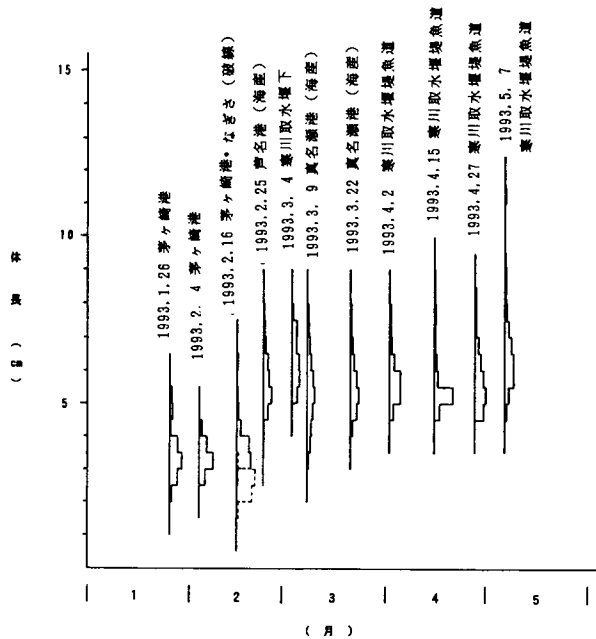
示した。戸沢橋ではアユ仔魚が多く、神川橋ではアユ卵が多い。この両地点間に寒川取水堰堤があり、当日は河川水が水道用水として、下流放流量の1.8倍取水されていた。神川橋でアユ仔魚が少ない原因は上流でふ化して降下したアユ仔魚が取水口へ迷入したためと考えられる。迷入量は確認されていないが、アユ仔魚の取水口への迷入がアユの資源に与える影響は非常に大きいと推察される。

アユ仔魚降下量とアユの瀬付きの情報から、産卵開始を10月1日、ふ化開始を10月15日からと仮定して、アユ仔魚の降下密度と寒川取水堰の下流放流量から1992年9～12月のアユ降下量を試算すると、アユ卵が $1.0 \times 10^8$ 粒、アユ仔魚が $5.0 \times 10^8$ 尾であった。1993年のアユ遡上量は漁協などの調査によれば、相模川500万尾と推定されており、アユ仔魚降下量 $5.0 \times 10^8$ 尾の1%が回帰した事になる。

#### 海域分布

1993年1月26日から海域での調査を行ったが、アユ仔魚は同日に茅ヶ崎港で採取された。

漁業関係者からの聞き取りによると、茅ヶ崎港ではアユ仔魚は1993年1月15日に出現が確認され、相模川の寒川取水堰下では1993年2月9日に採集された（県広域水道企業団 私信）。寒川取水堰に付設されている魚道では水温 $10^\circ\text{C}$ を越えた1993年3月19日から稚アユの本格的な遡上が始まった。この魚道は1993年2月に斜路式から階段式に改修されたもので、幅10mの全面から大量に飛び跳ね遡上する状態が、3月下旬から4月上旬にかけて観察された。また、海域での海産アユ種苗の特別採捕は1993年2月25日から開始された。



第2図 1993年冬春季におけるアユの体長組成

アユの体長組成を第2図に示した。1993年1～2月に接岸して浅い砂浜にいたものは2cm台、集群して港の中に入ったものは3cm台のシラスで、その後の海産アユ種苗や天然遡上の頃には5cm以上の稚アユが多くなる。相模川河口沖の海域で採集されるアユは卵嚢を持ったアユ仔魚がほとんどで（神奈川水試資料）、2cm台に成長す

るまでの海域における分布生態の知見は少なく、海域での生残率が今後の課題である。

#### 標識試験

ALCに浸漬されたアユの耳石は7か月後の1993年4月30日では、50尾中22尾に蛍光反応を明瞭に確認でき、13尾も蛍光反応を確認できたが、15尾は反応が薄く、蛍光反応を確認しにくかった（第5表）。耳石の取出し作業はふ化仔魚でも可能であったので、次年度は大量標識放流を考えたい。

#### 第5表 アユのALC蛍光反応の確認結果

（1992,10,02 採卵、1992,10,12 200ppm ALC 24時間浸漬、1993,4,30 取り上げ、ALC 蛍光反応 ◎：はっきり見える、○：見える、△：薄く見える、×：見えない）

| ALC 蛍光反応 | 尾 数 | ALC 蛍光反応 | 尾 数 |
|----------|-----|----------|-----|
| ◎ ◎      | 7尾  | ○ △      | 9尾  |
| ◎ ○      | 8   | ○ ×      | 1   |
| ◎ △      | 4   | △ △      | 10  |
| ◎ ×      | 3   | △ ×      | 5   |
| ○ ○      | 3   |          |     |

#### 文 献

- 1) 新潟県内水面水産試験場（1988）：昭和62年度地域重要新技術開発促進事業報告書、アユ稚仔魚の降海・遡上生態に関する研究、1-46
- 2) 神奈川県淡水魚増殖試験場（1986）：昭和60年度指定調査研究総合助成事業報告書、海産稚アユの資源生態に関する研究、神奈川県淡水試、1-35
- 3) 神奈川県淡水魚増殖試験場（1987）：昭和61年度地域重要新技術開発促進事業報告書、アユ稚仔魚の降海・遡上生態に関する研究、神奈川県淡水試、1-32
- 4) 神奈川県淡水魚増殖試験場（1988）：昭和62年度地域重要新技術開発促進事業報告書、アユ稚仔魚の降海・遡上生態に関する研究、神奈川県淡水試、1-36
- 5) 全国内水面漁業協同組合連合会（1993）：平成4年度水産庁委託事業海産アユ種苗回帰率向上総合検討調査報告書、水産庁、1-67