

那賀川水系のアユの陸封調査

(平成 5,6 年度の結果)

北角 至・谷本尚則・城 泰彦
杉本 善彦・吉田正雄

目 的

アユ陸封化の可能性を検討するため、平成 4 年度に川口および長安口のダム湖の環境およびシラスアユの調査を行った。その後、5・6 年度にも同様の調査を長安口ダム湖を中心に実施したので、その結果の概要について報告する。

方 法

那賀川水系の内水面漁業組合では、従来の湖産および人工産の放流種苗に加え鶴田ダム湖（鹿児島県）で再生産されている陸封稚アユを平成 5 年度および 6 年度の 6 月頃に小見野々、長安口および川口の各ダム湖に流入する河川に放流し（稚アユは 4 月に陸送後、養殖業者により中間育成されたもの）、4 年度に引き続き、その放流アユが陸封化されるかどうか検討するために調査を行った。

- 1 水質調査はダム湖のダムサイド付近に調査地点（図 1,2）を設け、長安口ダムでは北原式採水器を用いて採水し、水温、濁度、溶存酸素量、栄養塩（無機態リン・窒素・珪素）の測定および透明度板による透明度の調査を行った。川口ダムではバケツで表面水を採水して水温測定を行った。
- 2 プランクトン調査は水質調査と同地点で、長安口ダムでは北原式プランクトンネット（口径 12cm, - 13）を用い、日中・底層から表層までの垂直曳きを行い 10%ホルマリンで固定し、同定ならびに計数をした。川口ダムではバケツ採水による表面水を同様に処理した。
- 3 シラスアユの採集調査はダム湖のダムサイドの船舶係留地（図 1,2）にて船上から約 1~2 時間連続して水面灯火（バッテリーによる 30W 船用電球使用）し、蝟集してきたシラスアユをタモ網で採集した。

なお、調査は 5 年度には長安口ダムは 12 月 7 日と 1 月 25 日、川口ダムでは 12 月 14 日と 1 月 18 日に、6 年度には長安口ダムは 11 月 16 日、12 月 21 日、1 月 18 日および 2 月 17 日に、川口ダムでは 11 月 21 日と 12 月 18 日にそれぞれ月 1 回の割りで実施した。

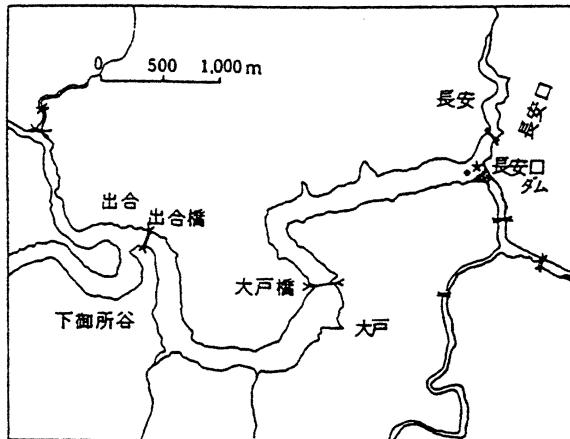


図1 長安口ダム地先
(水質調査地点・, アユ採集地先*)

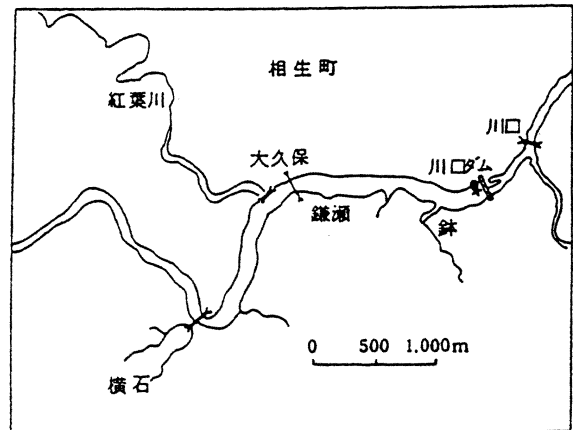


図2 川口ダム地先
(水温測定地点・, アユ採集地先*)

結 果

1 長安口ダムの水質調査(5,6年度)の結果を表1,2に示した。

5,6年度の各測定項目についてみると,水温は概ね11月に14℃,12月に9~10℃,1月に6~7℃,2月に6℃で推移し,1,2月は4年度と同様に低い水温となっている。透明度は概ね2~3mであるが,7年2月には1m台の低い値がみられた。このことはプランクトンの増殖により低下したもので,4年度の1,2月にも同様な状況がみられている。濁度は懸濁物量を総称する数値で概ね2~3ppmの値がみられるが,透明度の低いときは4ppmと高い数値となっている。溶存酸素量は冬期の循環期であり鉛直的な変化はなく,底層までやや飽和に近い数値がみられる。栄養塩は4年度と同様に無機態リンは極めて少なく,無機三態窒素は多い傾向がみられる。プランクトンの増殖にはリン・窒素が必要であるが,リンが極めて微量であるように思われた。

2 プランクトン調査については,5年度の長安口ダムの結果を表3に,6年度の長安口・川口ダムの結果を表4に,更に,長安口ダムの動物プランクトンの出現状況を表5に示した。

プランクトンの出現状況(表3,4)を0,10m層についてみると,植物プランクトンは4年度と同様に硅藻類が主体で主たる優占種はホシガタケイソウ,オビケイソウ,チャツツケイソウ等である。出現量は表層域で1リットル当たりの細胞数に換算して,5年度には200~500細胞と極めて少なく,6年度では250,000~1,400,000細胞で,2月の赤潮を形成していた時期に多かった。動物プランクトンは輪虫類ではツボウムシ,ハネウデウムシ,枝角類ではゾウミジンコ,ケンミジンコ等が主体で,餌科となるワムシとミジンコを包括してみると,5年度には1リットル当たり1個体以下と植物プランクトンと同様に非常に少なかった。6年度では11月に約125個体を最高に12月に5個体,1月および2月には約26~10個体となっている。動物プランクトンの出現状況(表5)をみるとその分布層は0~10m層で多い傾向が窺われた。一方,各年度の動物プランクトンの出現個体数(cells/L)について,同一地点のダムサイドでの数値(採集層,0~B-2m)をみると,6年度には11月に24.8個体,12月に2.5個体,1月に4.6個体,2月には5.7個体で,5年度には12月に0.2個体,1月に0.34個体,4年度には12

月に 1.2 個体, 1 月に 34.8 個体, 2 月に 35.4 個体が出現し, 4 年度が最も多く, 次いで 6 年度, 5 年度の順で, 年により変動していることが窺えた。また, 沈澱量 ($\text{m}\ell/\text{m}^3$) については 5 年度の資料がないが, 6 年度の長安口ダムの各層からの垂直曳きの数値をみると, 0~10m 層では 0~20m および 0~B-2m 層より概ね多く, 10m 以浅域にプランクトンが豊富なことが分かった。特に, 2 月には多かった。なお, 0~B-2m 層の沈澱量について 6 年度 (12 月 1.4, 1 月 8.2, 2 月 22.9) と 4 年度 (12 月 1.1, 1 月 16.1, 12 月 7.4) と比べると時期的なずれはみられるが量的には大差はないようである。植物プランクトンが増殖し赤潮を形成した時期には, 沈澱量も多くなっている。

なお, ダム湖のプランクトンの量的な分布については, ダムサイド付近と上流 1km および 2km の 3 地点を設け検討した 4 年度の結果では, 植物・動物プランクトンともダムサイドより上流地点で多くなっており, 特に 1km 地点ではダムサイドより 3~5 倍多い傾向がみられた。このことはダムサイドにおいては, 取水がなされており直接その影響を受けるため低くなったものと考えられる。

3 シラスアユの採集調査の結果は表 6, 7 に示したとおりである。

1) 採集調査状況は表 6 に示したように, 5 年度の長安口および川口ダムでは 12 月, 1 月ともにシラスアユは確認されなかった。6 年度の長安口ダムでは 11 月に 36 尾を採集し, 12 月には 4 尾を確認し 1 尾を採集した。しかし, 1, 2 月には 1 尾も確認できなかった。川口ダムでは 11 月に 8 尾を確認し 6 尾を採集したが 12 月には観察されなかった。川口ダムではカワムツが多数観察された。なお, 5 年度にシラスアユが確認できなかったのは, 5 年 11 月中旬に例年にない豪雨のためダムでは多量の放水がなされ, また, 濁水が停滞するなど生息環境が劣悪で生育条件としては最悪であった。その後, プランクトン量も異常に少なく生育環境や餌科生物の不足などが仔アユの生存に悪影響を及ぼしたことが推測された。長安口ダムの 6 年度と 4 年度の採集状況を比較すると, 4 年度には 1, 2 月にも 1~2 尾が確認採集されており, 4 年度が 6 年度よりやや生息条件が良かったのではないかと考えられた。

陸封化された野村ダム(愛媛県)では 59 年 2 月上旬にシラスアユが多数蛸集するのが観察されたこと, しかし, 60 年には少なかったことが報告されているが, 生育環境の好・不良に依存しているシラスアユの量的な年変動が大きいことが考えられる。長安口ダムでは, この時期には年により希にみられる程度で量的には少ないことが窺われた。

2) シラスアユの測定結果は表 7 に示したように, 11 月に採集されたものは全長 16.8mm, 川口ダムでは 13.5mm で, 耳石日周輪から推定されたふ化時期は長安口ダムで 10 月中旬, 川口ダムでは 11 月上旬であった。

表1 平成5年度長安口ダム調査地点の水質調査結果

| 調査年月日 | 時刻 h m | 水深 m | 採水層 m | 水温 ℃ | 透明度 m | 濁度 ppm | 溶存酸素量 ml/l | PO ₄ -P | DIN | SiO ₂ -Si |
|-------------|-----------|---------|----------|---------|----------|-----------|---------------|--------------------|------|----------------------|
| | | | | | | | | μg-at/L | | |
| H5 12.17 | 1550 | 43.0 | 1 | 9.4 | 2.0 | 3.0 | | 0.04 | 10.0 | 210 |
| | | | 5 | 9.5 | | 3.0 | | 0.10 | 10.2 | 163 |
| | | | 10 | 9.5 | | 3.0 | | 0.12 | 10.2 | 165 |
| | | | 20 | 9.0 | | 3.6 | | 0.05 | 9.8 | 146 |
| | | | 30 | 8.9 | | 7.0 | | 0.05 | 9.9 | 136 |
| | | | 40 | 8.8 | | 9.8 | | 0.06 | 9.7 | 128 |
| H6 1.25 | 1525 | 39.0 | 1 | 6.7 | 2.5 | 2.1 | | 0.03 | 6.2 | 135 |
| | | | 5 | 6.1 | | 2.3 | | 0.04 | 6.3 | 127 |
| | | | 10 | 6.0 | | 2.2 | | 0.03 | 5.9 | 124 |
| | | | 20 | 5.9 | | 2.2 | | 0.02 | 6.4 | 128 |
| | | | 30 | 5.9 | | 3.8 | | 0.02 | 6.1 | 117 |
| | | | 38 | 5.9 | | 4.6 | | 0.05 | 6.0 | 117 |

表2 平成6年度長安口ダム調査地点の水質調査結果

| 調査年月日 | 時刻 h m | 水深 m | 採水層 m | 水温 ℃ | 透明度 m | 濁度 ppm | 溶存酸素量 ml/L | PO ₄ -P | DIN | SiO ₂ -Si |
|-------------|-----------|---------|----------|---------|----------|-----------|---------------|--------------------|------|----------------------|
| | | | | | | | | μg-at/L | | |
| H6 11.16 | 1515 | 41.5 | 1 | 14.8 | 2.8 | 2.3 | 6.69 | 0.08 | 9.0 | 120 |
| | | | 5 | 14.7 | | 1.7 | 6.88 | 0.05 | 9.9 | 120 |
| | | | 10 | 14.4 | | 1.9 | 6.22 | 0.10 | 12.4 | 122 |
| | | | 20 | 13.9 | | 3.1 | 5.97 | 0.13 | 13.5 | 121 |
| | | | 30 | 13.8 | | 4.7 | 5.39 | 0.12 | 13.1 | 120 |
| | | | 40 | 13.9 | | 10.0 | 4.72 | 0.10 | 12.1 | 121 |
| H6 12.21 | 1533 | 37.5 | 1 | 10.2 | 3.8 | 1.9 | 6.87 | 0.09 | 7.3 | 115 |
| | | | 5 | 10.1 | | 1.9 | 6.90 | 0.10 | 8.1 | 116 |
| | | | 10 | 10.0 | | 1.9 | 6.80 | 0.09 | 8.2 | 113 |
| | | | 20 | 9.7 | | 3.3 | 6.86 | 0.07 | 8.3 | 113 |
| | | | 30 | 9.2 | | 4.6 | 7.03 | 0.05 | 7.7 | 115 |
| | | | 37.5 | 9.2 | | 13.0 | 7.00 | 0.05 | 7.4 | 106 |
| H7 1.18 | 1535 | 38.0 | 1 | 7.7 | 3.1 | 2.5 | 7.85 | 0.05 | 5.1 | 95 |
| | | | 5 | 7.3 | | 2.4 | 7.89 | 0.04 | 5.5 | 88 |
| | | | 10 | 7.3 | | 2.3 | 7.80 | 0.04 | 6.0 | 90 |
| | | | 20 | 6.8 | | 2.8 | 7.89 | 0.02 | 6.5 | 100 |
| | | | 30 | 6.7 | | 4.0 | 7.87 | 0.04 | 8.1 | 97 |
| | | | 37 | 6.5 | | 6.0 | 7.83 | 0.05 | 7.6 | 97 |
| H7 2.17 | 1530 | 36.0 | 1 | 7.2 | 1.7 | 4.2 | 8.47 | 0.05 | 2.0 | 72 |
| | | | 5 | 6.5 | | 4.5 | 8.75 | 0.03 | 1.5 | 75 |
| | | | 10 | 6.3 | | 4.4 | 8.83 | 0.06 | 1.9 | 71 |
| | | | 20 | 6.3 | | 3.7 | 9.08 | 0.07 | 2.6 | 76 |
| | | | 30 | 5.7 | | 3.7 | 8.11 | 0.04 | 4.1 | 84 |
| | | | 35 | 5.7 | | 7.0 | 7.72 | 0.06 | 4.5 | 79 |

表3 平成5年度長安ロダムにおけるプランクトンの出現状況(単位; $\times 10^3$, cells/m³)

| 出現種類 | | | 採集日 | | H 5.12.17 | | | H 6.1.25 | | |
|------|----------|--------------|--------|--------|-----------|--------|--------|----------|-------|-------|
| | | | 採集層 | | 0~10m | 0~20m | 0~41m | 0~10m | 0~20m | 0~37m |
| 硅藻 | チャツツケイソウ | Merosira | 184 | 161 | 37 | 237 | 58 | 125 | | |
| | オビケイソウ | Fragilaria | 0.9 | | | 5 | | | | |
| | ホシガタケイソウ | Asterionella | 21 | 18 | 0.3 | 271 | 43 | 112 | | |
| | ハイリイソウ | Synedra | 0.3 | 0.08 | | 0.2 | 0.5 | 0.04 | | |
| | フナガタケイソウ | Navicula | 0.6 | | 0.04 | 0.2 | | | | |
| 原生動物 | タマヒゲマワリ | Eudorina | | | | 0.3 | | | | |
| | ウズオビムシ | Peridinium | | | 0.1 | 1 | 0.2 | 0.4 | | |
| 輪形動物 | 輪虫類 | ROTATORIA | | 0.2 | | 0.2 | | | | |
| 節足動物 | 枝角類 | BRANCHIODA | 0.2 | | | | | 0.04 | | |
| | 橈脚類 | COPEPODA | | 0.08 | 0.2 | 0.3 | 0.08 | 0.3 | | |
| 合計 | | | 207.00 | 179.36 | 37.64 | 515.20 | 101.78 | 237.78 | | |

表4 平成6年度長安ロダムにおけるプランクトンの出現状況

| 出現種類 | | | 採集地 | | 長安ロダム (0m~10m層, $\times 10^3$ cells/ml) | | | | 川口ダム (0m層, cells/ml) | |
|------|----------|--------------|----------|----------|---|-------------|----------|----------|----------------------|-----------|
| | | | 採集日 | | H 6.11.16 | H 6.12.21 | H 7.1.18 | H 7.2.17 | H 6.11.21 | H 6.12.18 |
| 藍藻 | ユレモ | Oscillatoria | 3.5 | 4.3 | 0.5 | | | 1,168 | 570 | |
| | ネンジュモ | Anabaena | | | | | | 35 | | |
| 硅藻 | チャツツケイソウ | Melosira | 29,975 | 15,231 | 45.1 | 3,786 | | 11,750 | 2,604 | |
| | ヒメマルケイソウ | Cyclotella | 2.4 | 1.0 | 0.3 | 11,358 | | 13 | 13 | |
| | ダイアトマ | Diatoma | | 0.6 | 0.3 | | | | | |
| | オビケイソウ | Fragilaria | 9,650 | 27,070 | 47,998 | 76,856 | | 2,625 | 10,438 | |
| | ホシガタケイソウ | Asterionella | 6.6 | 22,421 | 149,337 | 1,328,255 | | 8 | 17,125 | |
| | ハリケイソウ | Synedra | 0.3 | 0.2 | 1.6 | 0.5 | | 3 | | |
| | フナガタケイソウ | Navicula | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 0.3 | | 105 | 18 | |
| | クチビルケイソウ | Cymbella | | | | | | 100 | 6 | |
| | ニッチア | Nitzschia | 0.3 | 0.6 | 0.5 | | | 3 | 3 | |
| 緑藻 | ビワクンショウモ | Pediastrum | 0.2 | 0.2 | 0.2 | | | | | |
| 原生動物 | タマヒゲマワリ | Eudorina | 1.9 | | | | | | | |
| | ウズオビムシ | Peridinium | 0.5 | | 0.3 | 15.8 | | | | |
| | ツボコムシ | Tintinnidium | | | | | | 13 | 6 | |
| 輪形動物 | 輪虫類 | ROTATORIA | 57.1 | 1.9 | 19.2 | 6.9 | | 15 | | |
| 節足動物 | 枝角類 | BRANCHIODA | 60.7 | 2.4 | 5.4 | 2.1 | | | | |
| | 橈脚類 | COPEPODA | 6.9 | 0.5 | 1.3 | 0.6 | | | | |
| 合計 | | | 39,769.9 | 64,734.3 | 197,410.7 | 1,420,281.2 | | 15,838 | 30,783 | |

※輪虫類はツボコムシ・ハネウデコムシ、甲殻類はゾウミジンコ・ケンミジンコ等が主体である。

表5 平成6年度長安口ダムにおける動物プランクトンの出現状況(単位; $\times 10^3$, cells/m³)

| 種類 | 採集日 採集層 沈没量 | H 6.11.16 | | | H 6.12.21 | | | H 7.1.18 | | | H 7.2.17 | | |
|------|-------------------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| | | 0~10m | 0~20m | 0~40m | 0~10m | 0~20m | 0~35m | 0~10m | 0~20m | 0~35m | 0~10m | 0~20m | 0~33m |
| | | 10.4 | 5.7 | 2.9 | 1.3 | 1.0 | 1.4 | 7.9 | 4.4 | 8.2 | 41.5 | 26.7 | 22.9 |
| 輪形動物 | 輪虫類 | 57.1 | 28.8 | 12.9 | 1.9 | 1.1 | 0.6 | 19.2 | 5.1 | 1.6 | 6.9 | 4.1 | 2.6 |
| 節足動物 | 枝角類 | 60.7 | 17.2 | 9 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 5.4 | 1.7 | 2.4 | 2.1 | 0.2 | 3 |
| | 橈脚類 | 6.9 | 2.8 | 2.9 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 1.3 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 1.1 | 0.1 |
| 計 | | 124.7 | 48.8 | 24.8 | 4.8 | 3.1 | 2.5 | 25.9 | 7.1 | 4.6 | 9.6 | 5.4 | 5.7 |

沈没量の単位はml/mである。

表6 シラスアユの採集調査状況

| 年度 | 調査場所 | 調査年月日 | 調査時刻 | 天候 | 水温 ℃ | シラスアユ 採捕尾数 | 観 察 状 況 |
|----|-----------|----------|-----------------|----|---------|---------------|---|
| 5 | 長安口 ダム | H5.12.17 | 15:30 ~18:00 | 晴 | 9.5 | 0 | 12, 1月ともシラスアユは確認できなかった。 プランクトンも灯火に蛸集する様子はみられな かった。灯火下に12月に2~3cmの小魚がまれに みられ, 灯火周縁護岸壁にも小魚が20~30尾 観察された。1月には小魚は全く見えなくなり 灯火の周縁に15cm程度の魚が3尾来るもすぐに 消える。 |
| | | H6.1.25 | 18:00 ~20:00 | 晴 | | 0 | |
| | 川口 ダム | H5.12.14 | 15:30 ~18:00 | 曇 | 10.0 | 0 | 12, 1月ともシラスアユは確認できなかった。 プランクトンは12月には灯火に蛸集する様子は みられなかった。1月は非常に澄み50~100cm 程度まで見えるも30~60分後に灯火にやや蛸集 する様子がみられた。灯火には12月には2~3 cmの小魚が希に近づく程度である。1月には1 尾が観察されるも1.5~2cmと小さかった。 |
| | | H6.1.18 | 17:30 ~20:30 | 晴 | 7.0 | 0 | |
| 6 | 長安口 ダム | H6.11.16 | 17:40 ~18:40 | 晴 | 14.5 | 36 | 11月16日 シラスアユは灯火後, たえず確認され 1時間で36尾を採集した。12月21日には灯火1 時間後にアユ3尾を確認し1尾を採集したが, さらに30分後の1尾は採集できなかった。 水位は前回よりかなり下がっておりプランクト ンの集積は見られなかった。 1, 2月はシラスアユは確認できなかった。 また, 灯火水面は微風であるが流動しプランク トンはまとまらない状況でつた。 (ネットプランクトンは1, 2月と次第多くなり ネットが緑褐色を呈した) |
| | | H6.12.21 | 17:30 ~19:30 | 曇 | | 1 | |
| | | H7.1.18 | 18:00 ~19:30 | 晴 | 6.8 | 0 | |
| | | H7.2.17 | 19:00 ~20:30 | 快晴 | 7.0 | 0 | |
| | 川口 ダム | H6.11.21 | 17:40 ~19:40 | 曇 | 14.2 | 6 | 11月は灯火1時間後からシラスアユがぼつぼつ が見え, 8尾を観察し6尾を採集した。灯火下 30cm付近に, 小魚が100~150尾(全長3~4cm) 程度が群遊し調査終了時まで観察された。 12月19日にはシラスアユは確認できなかったが 11月と同様灯火1m以内に50~100尾の小魚が 群れをなし 離接するのが観察された。 プランクトンは灯火にやや集まるも少ない。 |
| | | H6.12.19 | 17:20 ~19:30 | 晴 | 9.7 | 0 | |

表7 採集されたシラスアユの尾数,大きさおよび推定ふ化日

| | | | |
|------------------|------------------------------|----------|--------------------------|
| 調査年月日 | H6.11.16 | H6.12.21 | H6.11.21 |
| 調査場所 | 長安口ダム | 長安口ダム | 川口ダム |
| 採捕尾数 | 36 | 1 ∴(3) | 6 ∴(2) |
| 全長 mm (平均±SD) | 12.1~34.6 (16.8±0.39) | 23.0 | 0.78~1.62 (13.5±0.30) |
| 体長 mm (平均±SD) | 11.1~29.1 (15.3±0.31) | 21.0 | 0.71~1.51 (12.6±0.29) |
| 体重 g (平均±SD) | 0.001~0.106 (0.010±0.017) | 0.03 | |
| 推定ふ化日 | 9月下~11月上 10月中 | | 10月下~11月上 11月上 |

∴ () の数値は, 灯火下で確認できたが採捕できなかった尾数。

考 察

古田能久等(1967)は過去にアユの陸封がなされた天然湖・ダム湖の環境条件を検討し陸封の適正条件(面積,水深,肢節量,位置,水温,PH,栄養型,プランクトン)についてまとめている。

また,大分県内水面漁業試験場が1982年に行った「湖沼の水産利用に関するアンケート調査」によると,まだ陸封化の条件は明らかにされていない。長安口ダムは古田などの適正条件の範疇に含まれるダム湖と思われるが,那賀川水系のいずれのダム湖とも従来の放流(琵琶湖産および人工産種苗)では陸封化されたアユが確認されていない。その条件として,当該ダム湖では冬期に生残するシラスアユが少ないように思われること,また,耳石の初期日輪からみて成長が非常に遅いこと等から想定すると,湖水の水位変化や餌科プランクトン,更には,競合種となるワカサギ等の食害魚等の問題が残されており今後の検討課題であることを報告した。

近県の陸封化事例として愛媛県の野村ダム(昭和57年3月に竣工)では,57年5月に漁協が鶴田ダム湖(鹿児島県)の稚アユをダム湖に流入する河川に放流して翌58年4月には陸封化アユが確認され,それ以降も一部種苗放流を続けながら陸封化アユの維持が図られているようである。

成功した理由として,野村ダム湖では分水がなされていないため年間の貯水位の変化が極めて小さく,人工湖として安定していることが報告されている。これに対して長安口ダムでは絶えず発電用の取水がなされているという相違点があり,これが陸封化できにくい要因になっているものと推測される。

ダム湖への大量の流入・流出がふ化仔魚の生存や餌料プランクトンの増殖に関与している可能性が

考えられることは前述のとおりであり今後の課題である。

なお、この調査を行うにあたり、県企業局発電総合管理事務所（川口ダムおよび長安口ダム）職員の方々の御協力に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 古田能久・他（1967）：ダム湖の水産利用調査．日本水産資源保護協会
- 2) 大分県内水面漁業試験場（1982）：湖沼の水産利用に関するアンケート調査報告書
- 3) 小泉喜嗣・高崎紹典介（1984）：アユ増殖環境調査．昭和 58 年度愛媛県水試事報．173 - 177
- 4) 小泉喜嗣（1985）：アユ増殖環境調査．昭和 59 年度愛媛県水試事報．149 - 155
- 5) 北角 至他（1995）：那賀川水系のアユの陸封調査．平成 4 年度徳島県水試事報．30 - 37