

## 福岡県の日長に応じた光周期調節によるアユ成熟調整技術の開発

植田 ひまわり・中本 崇<sup>a</sup>  
(内水面研究所)

近年、福岡県のアユ遡上量は低位で推移している。アユの資源増大を図るためには資源管理に加えて、次年度の稚アユ遡上量の増加を図ることが有効であるが、過去、遡上量が多かった年の前年は、11月中旬以降の生残率が高い<sup>1)</sup>ことが知られている。そこで、本研究は養殖用種苗生産現場などで研究されてきた光周期調節による成熟調整<sup>2)</sup>を応用し、11月以降に採卵できるよう福岡県の日長に合わせ、LED照明を利用した光周期調節による成熟調整を施した。2021年から2023年の3カ年において、成熟調整試験の結果、採卵時期を25~43日間遅らせ、親魚の成長、採卵量、発眼率への影響はみられなかったことから11月以降の受精卵放流への利用が示唆された。

キーワード：アユ、光周期、日長、成熟調整、受精卵放流

近年、福岡県の天然アユの遡上量は減少し、低位で推移している。県内でアユの主漁場となっている河川は、矢部川水系と筑後川水系である。このうち、矢部川水系では多くの堰があるため、漁業協同組合はアユ資源を有効に利用できるよう、最下流の堰と魚道に遡上してきた稚アユを採捕し、同水系の上中流部に移植放流を行っている。

矢部川水系で、漁業協同組合が行っている稚アユの移植放流量（1997~2024年）を図1に示した。2006年以降、移植放流量は激減し、近年200kg以下で推移している。西日本では稚アユの遡上量について、遡上量が多い年の前年は、11月中旬以降の生残率が高いという報告<sup>1)</sup>があり、アユ資源を増やす取り組みとして、11月以降に受精卵放流を行うなどの資源添加に向けた取り組みにより、稚アユの遡上量の増加を図ることが有効と考えられる。

アユは秋季になると、日長の変化に刺激されて成熟し、産卵する。日長の短日化が生殖腺の発達開始の刺激となるため、光周期を調整することで、成熟の促進及び抑制ができることが知られている<sup>2)</sup>。このような光周期による成熟の調整は養殖用種苗生産の現場で、主に食用目的として、50数年前から活用されている。

福岡県は河川でのアユ漁業は行われてきたが、アユ養殖業は少なく、光周期の調節による成熟調整技術は開発されていない。報告の多くは、東日本の栃木県などアユ養殖

が盛んな地域での事例であり<sup>2)</sup>、福岡県の日長環境に合わせた技術は開発されていない。福岡県は栃木県よりも日の出・日の入りの時刻が遅く、日長は短い。国内各地域で日の出・日の入りの時刻や日長が異なるので、光周期の設定により成熟調整をするためには、地域に対応した調節が必要である。そこで、本研究ではアユの成熟を人為的に抑制し、11月以降の受精卵確保を目的として、福岡県の日長に応じた光周期調節による成熟調整技術の開発を行った。

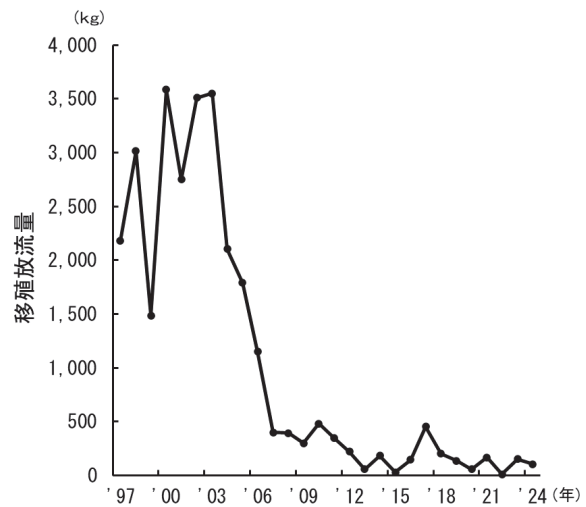


図1 矢部川天然アユ移植放流量の推移

a 現所属：水資源対策課

## 方 法

### 1. 長日処理による成熟抑制

試験に使用した水槽の大きさは、縦×横×深さ＝8.5×8.5×2.0m (80t)、縦×横×深さ＝2.4×1.4×1.0m (5t) である(図2)。明暗周期の調整は、30wのLEDライト(LEN-F30D-SL-50K, 日動工業)で行い、80t水槽には周囲に6.5m毎に計3個と中心に1個、5t水槽には1個設置し、夜間の水面照射により行った。照射時間は防雨型屋外用プログラムタイマー(PT-W1, ナカバヤシ)により調節した。飼育水は地下水を用い、配合飼料(あゆソフトEPC4号, 日本農産工業)を魚体重の5%量を与えた。水温は、水温計(SK-250WP II-K, 佐藤計量器製作所)で測定した。

試験期間は、2021年7月5日から11月8日(126日間)、2022年7月5日から11月28日(146日間)、2023年6月29日から12月1日(154日間)とした。試験は夏至の日を基準に、後15日経過するまでに開始した。試験区は図3に示すように、照射開始から41日間は14.5L:9.5Dの長日条件を維持し、その後66日目に14L:10D、103日目に13L:11Dの長日条件、143日目に11.5L:12.5Dの短日条件となるよう照射時間を調節した。明暗周期を調節した条件下で飼育したものを試験区、自然日照で飼育したものを対照区とした。供試魚は、公益財団法人ふくおか豊かな海づくり協会で生産したアユを用いた。2021年はふ化後263日経過した平均体長96mmのアユ6,689尾、2022年はふ化後287日経過した平均体長108mmのアユ6,589尾、2023年はふ化後274日経過した平均体長84mmのアユ4,764尾を用いた。各水槽の収容密度は36尾/m<sup>3</sup>に調整した。

2021、2022年は試験区と対照区でそれぞれ、80t水槽を用いて育成した。2023年の試験ではアユの尾数が少なかったため、試験区は80t水槽、対照区は5t水槽で育成した。

各試験区で無作為に約2週間毎に計8回、60尾ずつサンプリングし、体長及び体重を測定した。体長は、吻端から下尾骨の後端までの長さを測定した<sup>3)</sup>。測定尾数は2021年1,620尾、2022年1,620尾、2023年1,080尾の計4,320尾であった。体長と体重の測定を行った後、全個体を開腹し、生殖腺重量を測定した。その後、生殖腺指数(Gonad Somatic Index; 以下「GSI」とする)を以下の式により算出し、成熟状況を確認した。

$$GSI = (\text{生殖腺重量 } g / \text{体重 } g) \times 100$$



図2 電照水槽(左:5t水槽,80t水槽)

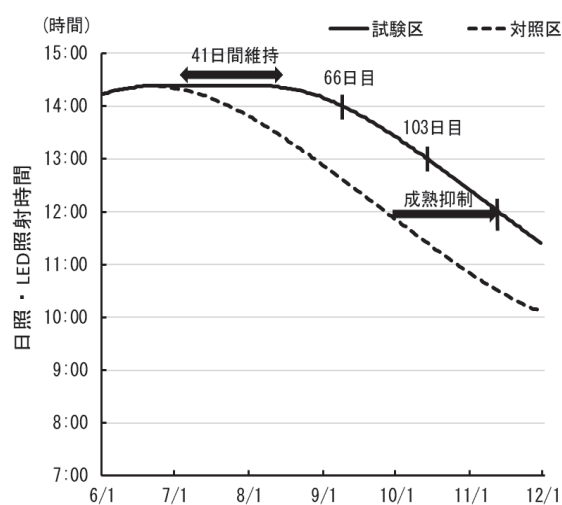


図3 光条件の模式図

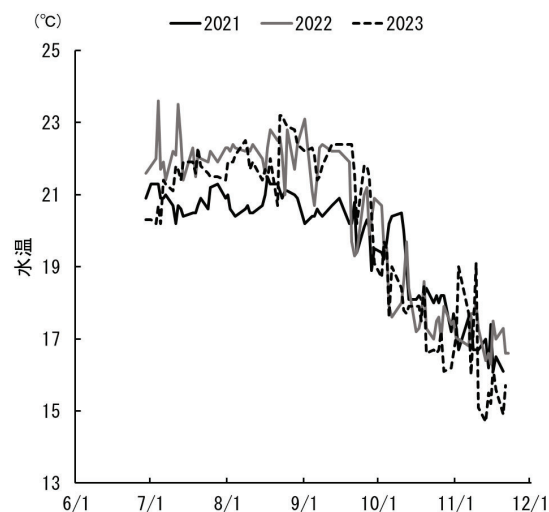


図4 飼育水温の推移(2021~2023年)

## 2. 採卵試験

採卵は供試魚を水槽ごとに雌雄選別し、採卵・採精に適した親魚を選別した。成熟度は触診により判断した。得られた卵と精子は同一の容器に收容し、採卵量を計量し、水鳥の羽を用いて混濁した。その後、直ちにガラス板に塗布して地下水で洗卵後、ふ化水槽に收容して受精24時間後から発眼卵になるまでの期間、洗卵・消毒を行い、発眼卵になるまで流水中に静置した。ガラス板の卵は発眼した時点で付着卵数に対する発眼卵数の割合で求め、発眼率を算出した。

## 結 果

### 1. 長日処理による成熟抑制

試験期間中の飼育水温を図4に示した。2021年度は8月中旬頃が最も水温が高く、20.4から21.5℃を推移した。その後、9月は20℃、10月は18℃前後を推移した。2022年度は7月中旬と8月下旬頃が最も水温が高く、21.6から23.5℃を推移した。その後、9月は21℃、10月は18℃前後を推移した。2023年度は8月下旬頃が最も水温が高く、20.7から23.2℃を推移した。その後、9月下旬まで22℃以上の高水温が続き、10月は17℃前後を推移した。3カ年の平均水温を比較したところ、2021年が最も低かった。この試験を実施した3か年間の飼育水温は14~25℃<sup>4)</sup>の適水温の範囲であった。

2021年における体長の推移を図5に示した。2021年の試験開始時の体長は、96mmであった。採卵直前の体長は、試験区は150mm、対照区は158mmであり、有意差は認められなかった(t検定：p<0.05)。

2022年における体長の推移を図6に示した。2022年の試験開始時の体長は、108mmであった。採卵直前の体長は、試験区は160mm、対照区は164mmであり、両区に差はなかった(t検定：p<0.05)。

2023年における体長の推移を図7に示した。2023年の試験開始時の体長は、84mmであった。採卵直前の体長は、試験区は162mm、対照区は165mmであり、両区に差はなかった(t検定：p<0.05)。

2021~2023年の各試験区におけるGSIの推移を図8~10に示した。採卵可能な目安は触診で確認し、GSIが雌20以上、雄10以上を成熟の指標とした<sup>5)</sup>。2021年10月1日の試験区のGSIは雌6.6、雄6.4と成熟が進んでいなかったが、対照区は雌20.1、雄11.6に達していた。その後25日遅れて試験区のGSIは対照区と同様、雌20以上、雄12以上に達した。

2022年10月7日の試験区のGSIは雌3.0、雄3.3と成熟が進んでいなかったが、対照区は雌17、雄11.1に達し

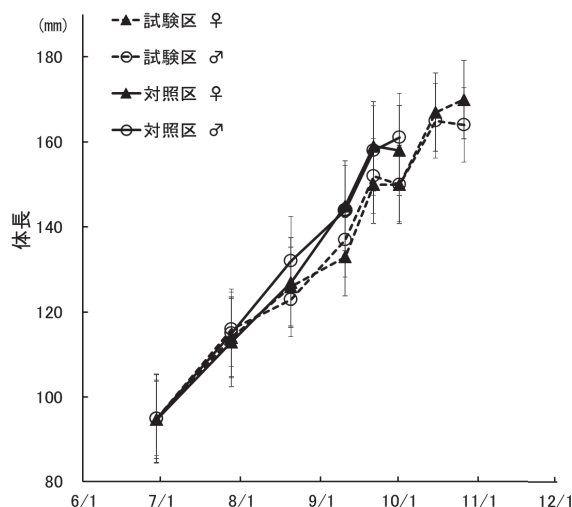


図5 試験区及び対照区の体長推移(2021年)

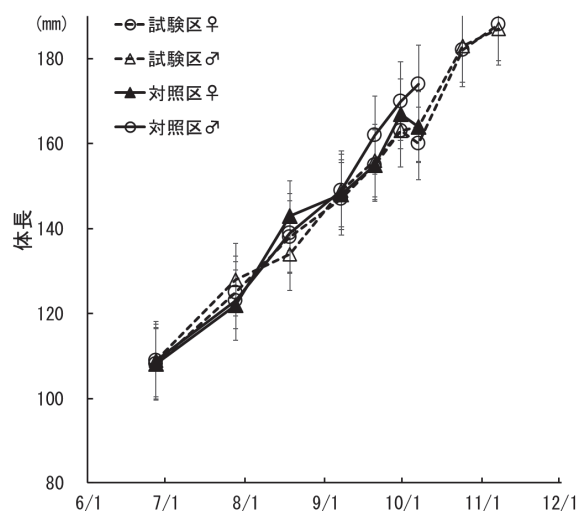


図6 試験区及び対照区の体長推移(2022年)

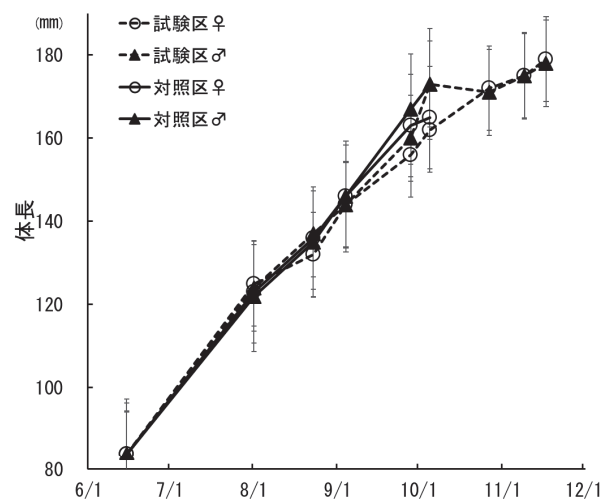


図7 試験区及び対照区の体長推移(2023年)

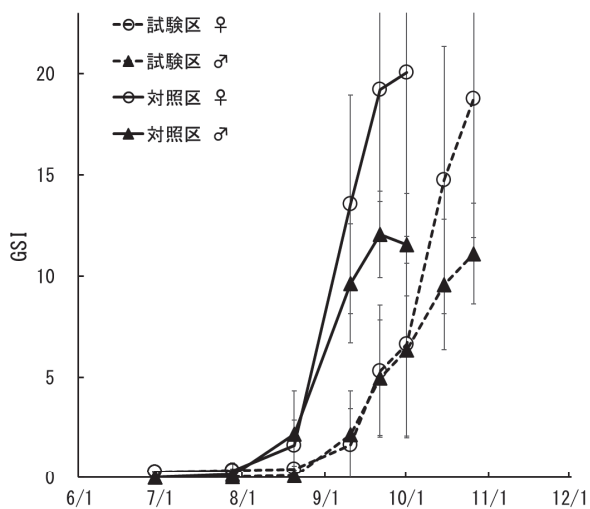


図8 試験区及び対照区の GSI 推移(2021 年)

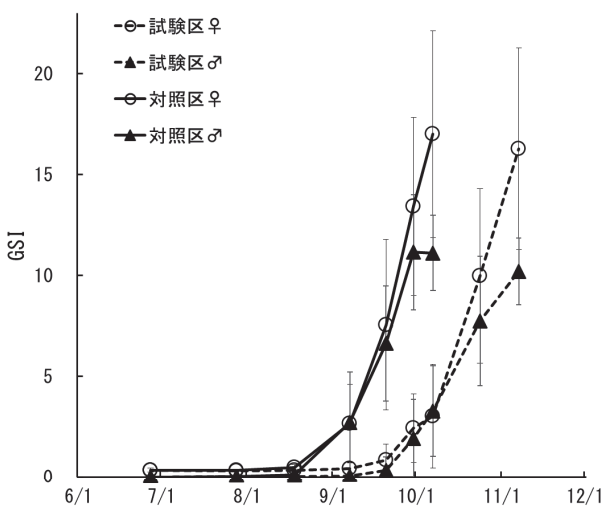


図9 試験区及び対照区の GSI 推移(2022 年)

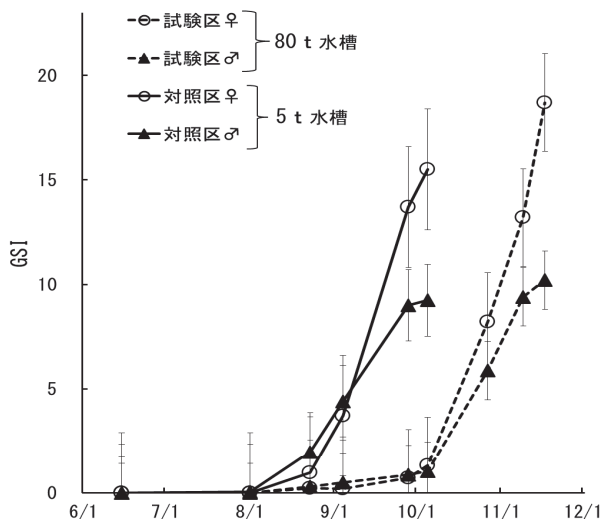


図10 試験区及び対照区の GSI 推移(2023 年)

ていた。その後 31 日遅れて試験区の GSI は対照区と同様、雌で 20 以上、雄で 12 以上に達した。

2022 年 10 月 7 日の試験区の GSI は雌 3.0、雄 3.3 と成熟が進んでいなかったが、対照区は雌 17、雄 11.1 に達していた。その後 31 日遅れて試験区の GSI は対照区と同様、雌で 20 以上、雄で 12 以上に達した。

2023 年 10 月 5 日の試験区の GSI は雌 1.3、雄 1.0 と成熟が進んでいなかったが、対照区は雌 15.5、雄 9.2 に達していた。その後 43 日遅れて試験区の GSI は対照区と同様、雌で 20 以上、雄で 12 以上に達した。各年で対照区(自然条件)の成熟に達する時期は異なっており、2021 年は 10 月上旬、2022 年は 10 月下旬、2023 年は 11 月上旬であった。

## 2. 採卵試験

各試験区における採卵結果を表 1 に示した。2021 年の採卵は、試験区が 11 月 1、4、8 日、対照区は 10 月 5、8、12 日に行った。2022 年の試験区は、11 月 22、25、28 日、11 月 27 日、12 月 1 日、対照区は、10 月 26 日、11 月 1、8、13 日に行った。

2021 年の 1 尾当たりの採卵量は、試験区は 14.1 g、対照区は 14.8 g であったが、両区に差はなかった(t 検定:  $p < 0.05$ )。2022 年の 1 尾当たりの採卵量は、試験区は 19.1 g、対照区は 16.0 g であり試験区が多かったが、有意差は認められなかった(t 検定:  $p < 0.05$ )。2023 年の 1 尾当たりの採卵量は、試験区は 12.6 g、対照区は 13.5 g であったが、有意差は認められなかった(t 検定:  $p < 0.05$ )。またガラス板で計数した平均発眼率は、2021 年の試験区は 49%、対照区は 44%。2022 年の試験区は 43%、対照区は 46%。2023 年の試験区は 48%、対照区は 42% であり、有意差は認められなかった(t 検定:  $p < 0.05$ )。

(時間)

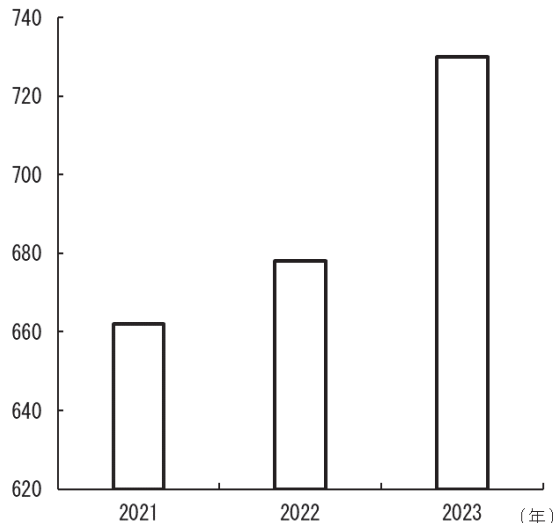


図11 福岡県朝倉市の積算日照時間(7~10月)

表1 各試験区の採卵結果

年	試験区分	採卵日	採卵時飼育尾数 (尾)	採卵尾数 (尾)	採卵量 (g)	1尾当たりの採卵量 (g)	平均発眼率 (%)
2021	試験区	11月1, 4, 8日	2,834	527	7,412	14.1	49
	対照区	10月5, 8, 12日	2,598	307	4,535	14.8	44
2022	試験区	11月22, 25, 28日	2,435	291	5,554	19.1	46
	対照区	10月14, 17, 21日	2,724	451	7,198	16.0	43
2023	試験区	11月27日, 12月1日	2,700	478	6,001	12.6	48
	対照区	10月26日, 11月1, 8, 13日	900	121	1,631	13.5	42

## 考 察

2021～2023年の3年間、福岡県の日長時間に合わせた光周期の調節により、アユの成熟を抑制することができた。試験区と対照区の間で体長、1尾当たりの採卵量、発眼率を比較したところ体長では、2021年は有意差は認められなかったが、2022、2023年は両区に差はなかった(t検定:  $p < 0.05$ )。また、1尾当たりの採卵量では2021年は両区に差がなかった(t検定:  $p < 0.05$ )。2022年は試験区の採卵量が多かったが有意差は認められず、2023年も有意差は認められなかった。発眼率は、3カ年とも有意差は認められなかった。伏木は、光周期の変化は成長に影響を与えない<sup>6)</sup>こと、また成熟促進魚と対照区で発眼率に差はない<sup>7)</sup>ことを報告しており、同様の結果であった。

一方、年によって対照区の成熟時期は異なっていた。これは、毎年気象条件の違いが影響しているものと思われる。福岡県朝倉市の積算日照時間を図11に示した。成熟時期が最も早かった2021年は、他の2年間に比べ夏季の水温が低く、アユの成熟が始まる7月から10月の積算日照時間は662時間と少なかった。一方、2023年は夏季の水温は最も高く、7月から10月の積算日照時間は730時間であり、最も多かった。野村<sup>8)</sup>は、ニジマス<sup>8)</sup>の採卵時期と水温変動を比較し、8月から11月までの水温が低い年には採卵が早く始まり、高い年には遅い傾向を報告している。また、岡崎、大浜<sup>9)</sup>は天候不順や日照不足がアユの早期成熟に影響すると推察していることから、本研究でも同様に、これら気象条件の影響で成熟時期が前後したものと考えられた。本研究の結果、気象条件の影響により多少成熟時期のずれはあったものの、25～43日成熟を抑制することができた。このメリットは、その年によって成熟時期のズレが多少あったとしても、それに対応して25～43日成熟抑制できるため、確実に11月以降の受精卵放流に利用できることである。一方、デメリットは、気象条件により成熟時期

が極端に遅くなることである。成熟時期が12月中旬以降になってしまう場合、受精卵や孵化仔魚は12月の低水温等の環境に適応できるかという問題が生じる。本研究では、アユの成熟に関係する7月から10月の水温と積算日照時間を比較することで、水温が高めで推移し、積算日照時間が高くなる場合には採卵時期が遅れる傾向があることが判明し、採卵時期を予測できる可能性が示唆された。そこで、水温や日照量などから成熟時期を予測し、これに応じて照射時間を変更するなど、その時々気象条件に応じた照射方法についても今後検討していく必要がある。

本研究の活用により将来、県内の放流種育苗育成機関である県内水面漁連での光周期の調節による成熟抑制や、11月以降の採卵及び受精卵放流が期待される。アユ資源の増大を図るため、県内水面漁連への技術移転について、今回の技術をより効率的に技術移転し、取り組みを実用化するために最適な方法を検討したい。

## 文 献

- 1) 坪井潤一, 酒井忠幸, 高木優也, 藤井亮吏, 大原健一, 福井克也, 石川徹, 占部敦史, 土井口裕, 宗達郎, 徳田幸憲, 永田恵里奈, 井口恵一朗. ボーズにならない! 釣れるアユ釣り場づくり. <https://www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/attach/pdf/naisuimeninfo-22.pdf>, 2024年11月20日閲覧
- 2) 武田 維倫, 小堀 功男, 高木 優也. アユ種苗生産効率化技術の開発. 栃木県水産試験場研究報告 2015; 58, 27-28.
- 3) 益田一, 尼岡邦夫, 荒賀忠一, 上野輝彌, 吉野哲夫. 日本産魚類大図鑑 東海大学出版会. 1988.
- 4) 環境省. 参考資料1アユ・ワカサギに関する生態について. <https://www.env.go.jp/council/09water/y0910/ref01.pdf>, 2024年12月18日閲覧

- 5) 関伸吾, 谷口順彦, 村上幸二, 米田実. 湖産アユと海産アユの成長・成熟および行動の比較. 淡水魚 1984 ; 10 : 101-104.
- 6) 伏木省三. 電照によるアユの成熟促進技術について. 養殖 緑書房. 1997 ; 69-71.
- 7) 伏木省三. 魚介類の成熟・産卵の制御 (日本水産学会編) 恒星社厚生閣, 東京. 1982 ; 104-114.
- 8) 野村稔. ニジマス的人工採卵に関する基礎研究-III. 光周期の変化による採卵の早期化 日水誌. 1962 ; 1070-1076.
- 9) 岡崎巧, 大浜秀規. 本栖湖で見られた陸封アユの早期採卵について. 山梨県水産技術センター事業報告 2000 ; 27, 20-25