

## (1) アユ種苗生産事業

千葉 駿介・家接 直人・橋本 寛（内水面総合センター）

矢野 由晶（福井県漁業協同組合連合会派遣）・

瀬戸 久武（栽培漁業センター）

### 1 目的

県内河川のアユ資源の維持と増殖を図るため、再生産に寄与する海産系アユを種苗生産し、県下漁協へ中間育成用種苗（0.5g サイズ）100 万尾と直接放流用種苗（6.0g サイズ）50 万尾を供給する。

### 2 方法

アユ種苗生産のコスト抑制と施設の有効利用を図るため、内水面総合センター（福井市）と栽培漁業センター（小浜市）の両施設を併用し、リレー方式により生産した。（図 1）

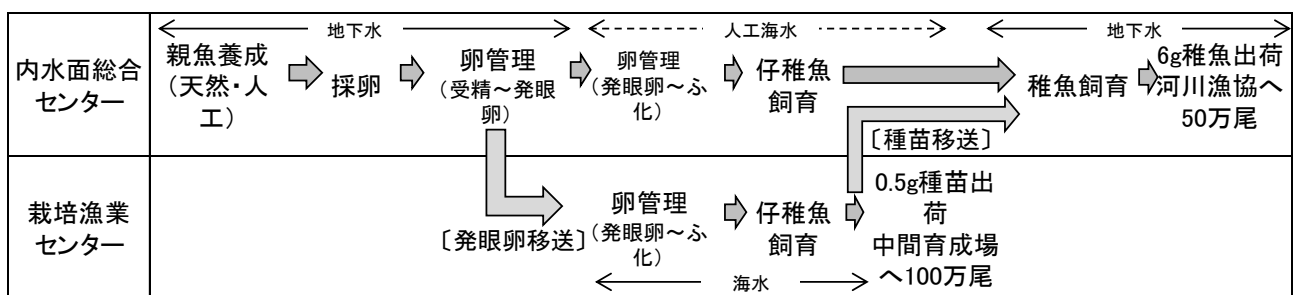


図 1 アユ種苗生産の流れ

#### 1) 親魚養成

親魚候補として内水面総合センターで生産した令和 5 年度出荷群人工種苗 F-1（以下「人工養成親魚（F-1）」という。）、および、令和 5 年 4～5 月に九頭竜川水系足羽川の稲津堰堤において投網を用いて採捕した天然遡上稚魚 F-0（以下「天然養成親魚（F-0）」という。）をアユ飼育棟の 100 t 水槽で養成した。

人工養成親魚（F-1）は、令和 5 年度出荷群のうち 3,300 尾をアユ飼育棟の 100t 水槽 1 面に収容し、早期採卵のため 6 月 1 日から 6 月 30 日にかけて、1 ヶ月間の電照飼育（蛍光灯 20W 8 灯、16～25 時）による長日処理を施した。

天然養成親魚（F-0）は、採捕直後に、寄生虫等対策として 1/2 海水による 3 時間の塩水浴を施した。1/2 海水（1.6%塩分濃度）の調整は人工海水（アレン処方）を用いた。その後、5 月 29 日までワムシ培養棟の 18t 水槽 2 面に収容し、5 月 30 日に 8,902 尾をアユ飼育棟の 100t 水槽 1 面に収容した。早期採卵のため人工養成親魚（F-1）と同様に電照飼育を施した。なお、冷水病対策として例年実施していた昇温治療は、治療中のへい死率が高いこと、治療後に異なる疾病（エドワジエラ・イクタルリ感染症など）が発生することから、今年度は実施していない。

養成期間中、飼育水は循環ろ過し（400L/min）、集水槽に地下水を注水することによって換水した。換水量は飼育水の濁りを見ながら適宜調節した。水温は 20℃に設定し、地下水温の低下に応じて加温した。

配合飼料は平均魚体重ごとに使い分けており、平均 7.0g までは稚魚用 2 号（フィードワン株式会社、日本農産工業株式会社、株式会社科学飼料研究所の混合）、平均 30.0g までは稚魚用 3 号（フィードワン株式会社、株式会

社科学飼料研究所の混合)、以降はスピルリナ成分入りの親あゆ育成ディスク SS (フィードワン株式会社) を使用し、魚体重あたり 2.0~3.5%の量を 1 日 3 回に分けて手撒きにて給餌した。また、10 日間毎に魚体測定をし、給餌量を調整した。水槽の底掃除はサイフォンで適宜行った。

採卵予定日の 15 日前に、飼育水の加温を停止し水温刺激による排卵誘導を行った。

## 1-2) 擦過傷治癒試験

投網を用いて採捕した天然養成親魚 (F-0) は、採捕時に擦過傷が生じやすい。例年、2 割前後の天然養成親魚 (F-0) が擦過傷によりへい死している。

擦過傷の治療として塩水浴が有効であると知られているが、魚種により適切な塩分濃度は異なっている。琵琶湖産アユに対しては 0.6%塩分濃度の塩水浴が効果的である<sup>1)</sup>と判明しているが、海産アユについては知られていない。

貴重な天然養成親魚 (F-0) の生残率向上を目的に、海産アユに有効な塩分濃度と浸漬時間を検証した。また、擦過傷を負った琵琶湖産アユは、1.0%塩分濃度の塩水浴時に生残率が 20%を下回っていた<sup>1)</sup>ことから、駆虫 (1.6%塩分濃度での塩水浴) による影響も同様に検証した。

### (1) 塩分濃度試験

供試したアユは、R4 年度に採捕した天然親魚から 2022 年 10 月に採卵し、当センターで通常飼育を行ったものである。試験には平均全長 77mm、平均体重 4.0g のアユを合計 500 尾供した。

試験区として、塩分濃度 0%、0.4%、0.6%、0.8%、1.6%の 5 区を設定した。人工海水 (アレン処方) を各区の塩分濃度に調整後、ポリカーボネートタンク (675mm×565mm×435mm) に 100L 溜め、試験水槽とした。

供試魚は、100 尾/区とし、人為的に擦過傷をつけた後、各区に投入した。擦過傷は、鉄杵 (500mm×1000mm×50mm) に 5mm 目合いのもじ網を取り付けた網かごに供試魚を入れた後、一定の間隔で 3 分間かごを揺することで擦過させた。

供試魚を投入後、24 時間経過するごとに各区のへい死尾数を計数し、取り上げた。120 時間経過後の生残率を算出し、擦過傷に最も有効な塩分濃度を明らかにした。なお、試験水槽は、水温約 14.0℃の井戸水をかけ流した角型水槽 (容積 18t) 内に設置し、水温を一定に保った。また、エアレーション装置を各試験水槽に設置し、通気を行った。試験は止水法により行い、24 時間ごとに同濃度の塩水で換水した。供試魚は試験 2 日前から絶食させ、試験期間中は無給餌とした。

### (2) 浸漬試験

供試したアユは (1) と同様であり、合計 400 尾供した。

浸漬時間の試験区として、(1) で最も生存率が高かった擦過傷に有効な塩分濃度に 3h、24h、48h、72h 浸漬する 4 区を設定し、(1) と同様に調整した。

供試魚は、100 尾/区とし、(1) と同様に擦過させ、各区に投入した。

各区の浸漬が終了後、試験水槽の塩分濃度を 0%に調整した。調整後、24 時間経過するごとにへい死尾数を計数した。96 時間経過時点での総へい死尾数と治癒状況から、擦過傷の治癒に必要な浸漬時間を明らかにした。なお、試験水槽は、(1) と同様に管理した。

## 2) 採卵

令和 5 年 10 月 2 日から 10 月 5 日に、人工養成親魚 (F-1) および天然養成親魚 (F-0) から延べ 3 回採卵した。採卵時は、紫外線の影響を極力排除するため、卵管理用の 100t 水槽と採卵作業場の天井や周囲を遮光幕で覆った。実体顕微鏡下で卵質を確認し、卵膜や油球が崩壊している過熟卵や未熟卵が確認されたメス個体は採卵から除外した。

1 ロットあたり約 200.0g の卵をボウルに搾り、事前に森沢ニジマス用人工精漿液で 20 倍に希釈した精子によって媒精した。着卵作業は、15L バケツに入れた地下水を手で攪拌後、媒精卵約 4.0g を投入し、再度手で攪拌しながら受精卵をシュロ (ブラシ部 60cm×φ15cm) に付着させることにより行った。受精卵が付着したシュロは卵管理用の 100t 水槽に張ったロープに垂下し、15.0℃に加温した地下水をかけ流して管理した。

発眼率は、採卵時に受精卵を付着させたスライドガラスを1ロット当たり2枚作成し、卵管理水槽に7日程度浸漬して確認した。発眼率を基に、各ロットのシュロ1本当たりの発眼卵数を算出し、飼育水槽毎に収容するシュロの本数を決定した。

### 3) 種苗生産

#### (1) 発眼卵～0.5g (内水面総合センター)

シュロに付着させた発眼卵は、1/6 海水を 60 t 注水した飼育水槽 1 面に収容した。1/6 海水の調整は人工海水 (アレン処方) を用いた。

収容当日は止水条件とし、徐々に水位を上げ、ふ化後 12 日目以降から循環飼育を行った。20 日齢からは飼育水の一部を事前に調整した 1/6 海水によって換水し、90 日齢以降は徐々に塩分濃度を下げ、102 日齢からは地下水直送による淡水飼育とした。

餌料は、ふ化後 65 日目までは S 型ワムシを給餌、ふ化後 15 日目からは配合餌料を使用した。配合飼料は平均魚体重ごとに使い分けており、平均 0.1g までは初期餌料用 1 号 (フィードワン株式会社、日本農産工業株式会社の混合)、それ以降は初期餌料用 2 号 (同 2 社の混合) を使用した。給餌量は魚体重の 5.0～6.5% で、1 日 6 回に分けて手撒きにて給餌した。

#### (2) 発眼卵～0.5g (栽培漁業センター)

種苗生産に用いた卵は、内水面総合センターで採卵しシュロに付着させ、発眼卵となった時点で、シュロを 10 本程度に束ね、湿らせたスポンジと共にポリ袋に詰めて密封し、令和 5 年 10 月 12 日と 13 日に栽培漁業センターへ合計 631.0 万粒を移送し種苗生産に供した。

種苗生産水槽は、RC 製 FRP コーティング八角形 50m<sup>3</sup> 水槽 8 面とし、淡水を満たした水槽に発眼卵を 70～80 万粒/水槽となるようシュロを垂下収容した。発眼卵は、収容後 5～7 日でふ化し、種苗生産を開始した。なお、発眼卵からのふ化率は 85.0% と推定し、ふ化仔魚数を算出した。

飼育水は、ふ化した日から毎分 2.40 程度の自然海水を注水し塩分濃度を上げていった。また、飼育水が海水と置き換わった後は、稚仔魚の成長に伴い毎分 18～2500 の範囲で海水を注水し飼育水を換水した。

餌料には、ふ化後 45 日目までは、S 型シオミズツボワムシ (以下ワムシという) を、ふ化後 15 日目から出荷までは混合した配合飼料 (日清丸紅飼料・フィードワン) を使用した。飼育期間中は、糞や残餌など水槽底面の汚れを、サイフォンを用いた掃除用具で除去した。また、飼育密度を調整するため日齢 50～55 日目に分槽を行い、各水槽の稚魚を 2 水槽に分けた。分槽時は、配合飼料で稚魚を蛸集させ、内径 50 mm のホースを用いてサイフォンにより別の水槽に移槽した。

このようにして生産した種苗は、取り上げる際にサイズのバラツキを軽減するため、目合い 120 径のモジ網を用いて選別し県内の各中間育成施設へ出荷した。

#### (3) 0.5g～出荷 (内水面総合センター)

0.5g に成長した稚魚は、令和 6 年 2 月 20 日、21 日に、栽培漁業センターから内水面総合センターに活魚トラックで移送した。500 千尾の稚魚は 1/2 海水で移送し、あらかじめ 1/3 海水を 60t 張っておいた 100t 水槽 3 面に収容した。1/3 海水の調整は人工海水 (アレン処方) を用いた。活魚トラックから飼育水槽への収容には、フィッシュポンプ (型式 Z-65L、株式会社松坂製作所) を使用した。その後、内水面総合センターで継続飼育していた種苗と併せ、放流用種苗として出荷するまで 400～600L/min の地下水をかけ流しで飼育した。

配合飼料は平均魚体重ごとに使い分けており、平均 1.5g までは初期餌料用 3 号 (フィードワン株式会社、日本農産工業株式会社、株式会社科学飼料研究所の混合)、平均 2.5g までは稚魚用 1 号 (同 3 社の混合)、平均 7.0g までは稚魚用 2 号 (同 3 社の混合)、それ以降は稚魚用 3 号 (フィードワン株式会社、株式会社科学飼料研究所の混合) を使用した。給餌量は魚体重の 2.0～6.0% で、1 日 6 回に分けて手撒きにて給餌した。また、4～5 月の出荷時期に平均魚体重が 8.0～9.0g に成長するよう、10 日毎に魚体測定を実施して給餌量を調節した。

稚魚が平均 2g 程度になった時点で、運動量と溶存酸素の増加を目的に水槽内で水車を稼働させた。また水槽

の底掃除はサイフォンで適宜行った。

放流用種苗として出荷を開始した後は、各水槽の収容数に応じて適宜、フィッシュポンプにより分槽した。

### 3 結果

#### 1) 親魚養成

天然養成親魚 (F-0) は、令和5年4月22日から5月12日にかけて、足羽川稲津堰堤下流部に集まった遡上稚魚群を投網によって計12,590尾採捕した(表1)。例年、採捕時に網地に擦れることで傷つく個体や、配合飼料に餌付かず衰弱する個体が多く、親魚候補として飼育水槽に収容したのは8,902尾であった。また、採卵時期まで7,511尾が残り、生残率は59.7%であった。

表1 天然養成親魚 (F-0) の採捕結果

採捕日	採捕尾数(尾)
4月22日	5,682
4月25日	1,717
4月28日	2,187
5月12日	3,004
合計	12,590

#### 1-2) 擦過傷治癒試験

##### (1) 塩分濃度試験

0.6%区および0.8%区の生残率は100%と最も高く、生残個体すべての体表が治癒していた。このことから、海産アユの擦過傷治療には0.6%~0.8%塩分濃度が有効であることが分かった。一方、0%区の生残率は最も低い60%であり、生残個体の治癒率も63%と低いことから、擦過傷を負ったアユに対し淡水は有害であることが分かった。駆虫と同濃度である1.6%区では生残率が96%と高いが、生残個体の治癒率は70%と低かった。このことから、駆虫によるへい死は発生しにくい、高塩分濃度下における擦過傷の治癒は遅いと考えられた。

また、0%区において24h以内の死亡数が多いことから、擦過傷の治療には早期の塩水浴が重要であると考えられる(表1-2、表1-3)。

表1-2 塩分濃度別の死亡尾数および生残率

試験区	24h	48h	72h	96h	120h	合計	生残率
0%	40尾	4尾	13尾	2尾	1尾	60尾	40%
0.4%	2尾	0尾	0尾	0尾	0尾	2尾	98%
0.6%	0尾	0尾	0尾	0尾	0尾	0尾	100%
0.8%	0尾	0尾	0尾	0尾	0尾	0尾	100%
1.6%	2尾	0尾	0尾	3尾	1尾	6尾	94%

表1-3 生残個体の治癒率

試験区	治癒率
0%	63%
0.4%	100%
0.6%	100%
0.8%	100%
1.6%	70%

## (2) 浸漬試験

浸漬試験には0.6%塩分濃度を採用した。24h以上浸漬した区ではすべてのアユが生残したが、3h浸漬区では6尾がへい死した(表1-4)。また、3h浸漬区の生残個体には出血などの症状が見られた。以上のことから、擦過傷の治療には24h以上の浸漬が必要であると分かった。

表1-4 0.6%塩水浴の浸漬時間別死亡尾数

試験区	24h	48h	72h	96h	合計
3h	0尾	0尾	3尾	3尾	6尾
24h	0尾	0尾	0尾	0尾	0尾
48h	0尾	0尾	0尾	0尾	0尾
72h	0尾	0尾	0尾	0尾	0尾

## 2) 採卵

令和5年10月2日から10月5日に、オス74尾、メス380尾を使用し、計1,363万粒を採卵した。そのうち755.7万粒の発眼卵を栽培漁業センターに搬送し、当センターでは78.8万粒の発眼卵を管理した。採卵に使用したメスは天然養成親魚(F-0)が207尾、人工養成親魚(F-1)が173尾であり、オスは天然養成親魚(F-0)が29尾、人工養成親魚(F-1)が45尾であった(表2)。

表2 採卵結果

採卵月日	親魚由来	オス親魚数(尾)	メス親魚数(尾)	採卵総重量(g)	採卵総数(万粒)	使用卵数(万粒)	受精率(%)	発眼率(%)	移送発眼卵数(万粒)	搬送月日
10月2日	養成(F-1)	16	42	639.7	163.9	140.8	96.9	78.4	112.6	10月13日 一部廃棄
10月3日	養成(F-1)	29	131	2,186.4	517.1	506.5	99.7	82.4	417.4	10月12日 一部廃棄
10月5日	天然(F-0)	29	207	3,050.9	681.6	507.8	99.1	47.9	304.5	10月13日 一部内水面C管理
合計・平均		74	380	5,877.0	1,362.6	1,155.1	98.6	69.6	834.5	

## 3) 種苗生産

### (1) 発眼卵～0.5g(内水面総合センター)

#### ア 収容および飼育

内水面総合センターでの収容結果を表3に示した。収容した発眼卵は、収容4日目からふ化が始まった。大半のふ化が終了した日をふ化日とした。

表3 収容結果

水槽No	採卵月日	収容日	収容卵数(万粒)	ふ化尾数(万尾)	ふ化日
1	10月5日	10月16日	72.2	61.4	10月20日

生産に要したワムシおよび配合飼料の給餌量を表 4 に示した。ワムシは 65 日齢まで給餌し、給餌量は合計で 421.6 億個体であった。また配合飼料の総給餌量は 206.7 kg であった。

飼育水温は 12.7～18.0℃で推移し、配合飼料開始後は飼育水を 15.0℃に加温した。

表 4 給餌期間および給餌量

水槽 No	ワムシ		配合飼料	
	給餌期間 (日齢)	給餌量 (億個体)	給餌期間 (日齢)	給餌量 (kg)
1	0～65	421.6	15～115	206.7
合計		421.6		206.7

## イ 生産

内水面総合センターにおける淡水飼育開始時期（0.5g サイズ）までの生産結果を表 5 に示した。順調に成長したため、直接放流用に飼育を継続した。

表 5 生産結果

水槽No	飼育日数 (日間)	平均体重 (g)	平均全長 (mm)
1	116	1.2	62.8

## (2) 発眼卵～0.5 g（栽培漁業センター）

### ア 収容および飼育

栽培漁業センターでの収容結果を表 6 に示した。搬入した発眼卵は、収容後 5 日目ころからふ化が始まり、ほぼふ化が終了した 10 月 17 日と 20 日をふ化日とし飼育を開始した。飼育期間中の水温は、11.0～20.7℃であった。飼育期間中は、大きな減耗もみられず比較的順調に推移した。分槽は、収容した 8 水槽のうち 7 水槽で行い、1 水槽は生残数がやや少なかったため行わなかった。

表 6 収容結果

生産回次	採卵月日	収容月日	収容卵数 (万粒)	ふ化月日	ふ化尾数 (万尾)	水槽数	収容密度 (万尾/t)	ふ化率 (%)
1	10月2日	10月13日	84.1	10月17日	71.7	1	1.43	85.0
	10月3日	10月12日	309.4	10月17日	262.9	4	1.31	85.0
2	10月5日	10月13日	237.5	10月20日	201.8	3	1.35	85.0
合計			631.0		536.4	8		(推定)

飼育期間中に給餌した生物飼料および配合飼料の総量を表 7 に示した。ワムシは 1 回次生産が 47 日令、2 回次生産が 45 日令まで給餌し合計 2,814.8 億個体、配合飼料は取り上げまで給餌し合計 1,171 kg であった。

表7 給餌期間および給餌量

回次	ワ ム シ		配 合 飼 料	
	給餌期間 (日令)	給餌量 (億個体)	給餌期間 (日令)	給餌量 (kg)
1	0～47	1,926.5	15～137	890
2	0～45	888.3	15～110	281
合計		2,814.8		1,171

## イ 生産結果

栽培漁業センターでの種苗生産結果を表8に示した。ふ化仔魚5365.5万尾を101～139日間飼育した結果、平均全長52.2～55.9mm、平均体重0.50～0.61gの稚魚215.8万尾を取り上げた。平均生残率は40.2%であった。

表8 種苗生産結果

回次	収容 水槽	種苗 系統	収容尾数 (万尾)	分槽後 水槽数	取上げ 月日	飼育日数 (日間)	取上尾数 (万尾)	全 長 (mm)	体 重 (mg)	生残率 (%)
1	F-25	F2	61.5	2	2/21～3/4	127～139	29.3	52.9	0.50	47.6
	F-26	F2	65.5	2	2/15～2/21	121～127	27.8	55.9	0.61	42.4
	F-27	F2	68.0	2	2/15～2/20	121～126	26.4	55.1	0.60	38.8
	F-28	F2	68.0	2	2/14～2/16	120～122	26.5	55.1	0.61	39.0
	F-8	F2	71.7	2	2/13～2/16	119～112	27.2	55.4	0.61	37.9
2	F-5	F1	67.0	1	1/30～2/16	102～119	10.3	54.6	0.59	15.4
	F-6	F1	67.0	2	1/29～2/16	101～119	32.0	53.8	0.55	47.8
	F-7	F1	67.8	2	1/29～1/30	101～102	36.3	52.2	0.55	53.5
合計又は平均			536.5	15			215.8	54.4	0.58	40.2

## ウ 出 荷

表9に県内3機関の中間育成施設への出荷状況を示した。日野川漁業協同組合へは令和6年1月29日、30日、2月8日の3日間で計71.2万尾(396.3kg)を出荷した。九頭竜川中部漁業協同組合へは2月13日、14日、15日の3日間で計68.3万尾(416.1kg)を出荷した。水産試験場内水面総合センターへは2月20日、21日の2日間で計39.3万尾(193.5kg)を出荷した。

表9 出荷結果

出 荷 先	出荷月日	出荷尾数 (万尾)	出荷重量 (kg)	平均体重 (g)	平均全長 (mm)	備考
日野川漁業協同組合	1月29日	34.9	189.6	0.55	52.8	F1種苗
	1月30日	18.3	100.9	0.55	54.8	
	2月8日	18.0	106.0	0.59	54.6	
	小計	71.2	396.5	0.57	54.7	
九頭竜川中部 漁業協同組合	2月13日	20.7	126.4	0.61	54.8	F2種苗
	2月14日	24.0	148.1	0.61	55.0	
	2月15日	23.6	141.6	0.60	55.5	
	小計	68.3	416.1	0.61	55.1	
水産試験場 内水面総合センター	2月20日	26.6	132.7	0.50	55.5	F2種苗
	2月21日	12.7	60.8	0.48	53.1	
	小計	39.3	193.5	0.49	54.3	
合 計		178.8	1006.1			

## ア 生産

栽培漁業センターより搬入した種苗および内水面総合センターで飼育していた種苗を合わせた約 63.9 万尾の種苗は、アユ飼育棟 100 トン水槽 6 面において淡水馴致した後、地下水のかけ流しで放流用種苗として出荷する時期まで飼育した（表 10）。飼育水温は 13.0～17.0℃となるよう適宜加温した。

出荷までにすべてのロットに対し、冷水病およびエドワジエラ・イクタルリ感染症の検査を実施し、全て陰性であることを確認した。

表 10 直接放流用種苗生産結果

水槽No.	収容尾数 (万尾)	総給餌量 (kg)	取上尾数 (万尾)	生残率 (%)
1	9.4	1,031.1	46.0	72.0
2	8.5	1,072.7		
3	14.4	1,292.4		
4	5.5	477.0		
5	14.1	1,436.3		
6	12.0	1,313.2		
合計	63.9	6,622.7		

## イ 出荷

放流用種苗として令和 6 年 4 月 15 日から 6 月 3 日にかけて、県内 13 漁協に合計 3,320kg（平均体重 9.0g～15.4g）を出荷した（表 11）。

表 11 直接放流用種苗出荷結果

出荷月日	出荷先漁協	平均体重 (g)	出荷重量 (kg)
4月15日	若狭河川	9.5	200
4月16日	若狭河川	9.5	300
4月17日	敦賀河川	9.6	200
4月23日	足羽川	9.0	200
4月26日	耳河川	9.0	50
5月8日	竹田川	15.4	120
5月8日	大野市	15.4	70
5月9日	勝山市	9.9	200
5月9日	勝山市	15.4	100
5月14日	大野市	9.9	400
5月15日	奥越	10.7	200
5月20日	九頭竜川中部	9.9	200
5月21日	敦賀河川	9.9	200
5月21日	日野川	10.0	150
5月22日	足羽川	10.0	600
5月28日	佐分利川	9.5	20
5月30日	鳥浜	9.5	10
6月3日	河野川	13.9	100
合 計			3,320



#### 4 文献

- 1) 菅原和弘（2023）：アユのストレスに対する塩水浴の適正濃度と血液浸透圧の経時変化. 滋賀県水産試験場事業報告, 令和3年度, 88