

## 令和3年度 環境収容力推定手法開発事業 報告

課題番号	3. (2)	事業実施期間	令和3年度
課題名	河川環境がアユの成長に及ぼす影響の解明 天然遡上アユ遡上不振の原因解明		
主担当者	島根県水産技術センター 福井克也		
分担者	島根県水産技術センター 沖 真徳		

## 令和3年度の成果の要約

斐伊川において早期小型種苗放流試験を実施した。体重平均5.0gで放流し、70日後の解禁時には体重平均は33.0gであった。

高津川において天然遡上の状況と、流下仔魚出現状況について調査を行った。令和3年の高津川における天然遡上魚の推定孵化時期は10月上旬から12月下旬までと、近年確認されなかった10月上・中旬孵化群の遡上魚が確認された。遡上の主群は11月中旬～12月上旬孵化群であり、前年に流下尾数の60%を占めた11月上・中旬孵化群が遡上魚中占める割合は低かった。受精卵の低水温管理による晩期流下群作出試験を行い、通常水温での孵化と比較し、11日の孵化遅延に成功するとともに、推定で423,807尾の孵化仔魚を高津川に放流した。

## 全期間を通じた課題目標及び計画

アユの放流効果向上のため、早期小型種苗放流を実施し、放流後の成長率等を把握することで、早期小型種苗放流の効果について評価を行うと共に、優良漁場と不漁漁場の環境を調査し、放流に適した条件を把握する。また、平成26年以降、島根県では天然遡上アユの減少が著しく、県内河川のアユ資源はその殆どが放流種苗によって支えられている状況が続いている。天然遡上魚の推定孵化時期と前年の流下仔魚出現状況から、再生産と流下時期の関係について明らかにする。また、従来調査により海面での生き残りが良いと推測されている11月中旬以降に孵化・流下する仔魚群を作出する方法について検討する。

## 当該年度計画

## (1) 小型種苗早期交流効果の検討

県東部の斐伊川において小型種苗の早期放流試験を実施し、アユ解禁時までの成長率等のデータ収集を行う。

## (2) 天然アユ遡上不振の原因解明と晩期流下群作出試験

県西部の高津川において天然遡上魚の採集と孵化日推定から、流下時期と遡上魚の生残の関するデータを収集し、海域での生残性の高い降下時期について検討を行う。また、受精卵の低水温管理を実施し、従来の調査により比較的帰帰率が高いと考えられる晩期流下群作出の可能性について検討を行う。

## 結果

### (1) 小型種苗早期交流効果の検討

#### ① 小型種苗放流の実施

島根県東部の斐伊川水系斐伊川本流において実施した。実施区域は斐伊川上流部の県管理の三成ダム上流の大曲橋から吉野家橋上流の堰堤までの約 4.7 km 区間とした (図 1)。

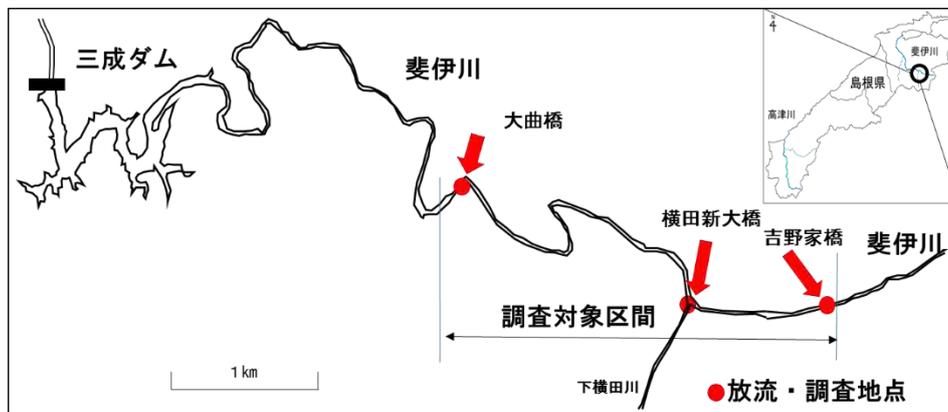


図 1 調査河川と調査実施区域図

本区域は、斐伊川の上流部に位置し、斐伊川本流におけるアユ放流区域の最上流部にあたる。4月22日に平均サイズ5.0gの江川漁協生産の海産系種苗80kg(16,000尾)を、大曲、横田新大橋、吉野屋橋の3か所に分散放流した(表1)。放流時の河川水温は15.2~17.0℃であった。放流後、大曲橋の放流地点に水温ロガーを設置し、水温の連続観測を行った。なお、調査実施区間には本試験で放流した以外の種苗放流は行われなかったため、鰭カッター等の標識付けは行われなかった。また、放流魚から50尾をサンプルとして抜き取り、後日、背鰭第5軟条直下の側線横列鱗数の計数を行ったところ、放流魚の側線横列鱗数は13~16枚の範囲にあり、15枚が29尾(58%)、続いて14枚が14尾(28%)であった。

表 1 放流地点別放流数

河川名	地点名	時刻	水温 (°C)	放流重量 (kg)	推定放流数 (尾)	流れ幅 (m)	河床材	川の形態等
斐伊川	吉野家橋	12:35	17.0	15	3,000	8	5~30cmの石、岩盤 はまり石主体	水深10~50cm 早瀬~トロ下流部は堰堤の湛水区で、河床は砂
	新横田大橋	11:55	15.8	35	7,000	6	5~40cmの石、岩盤 はまり石主体	斐伊川と下横田川の合流点、水深は20~80cm程度で、早瀬~平瀬~トロ
	大曲橋	11:26	15.2	30	6,000	8	10~50cmの石、河床ブロック はまり石主体	放流地点下流は淵と瀬が交互に存在、上流部は直線的だが平瀬~早瀬が連続。
放流合計				80	16,000			

②解禁前調査

斐伊川のアユ漁解禁は7月1日であるが、放流後から解禁までの成長を追うため、6月2日に斐伊川漁業協同組合員とともに、各放流地点付近で投網による採集調査を行った。また、6月24日に連続した潜水調査が可能な大曲橋の上流部100mから下流部1kmまでの区間で、潜水目視による放流アユの生息状況を確認した。

6月2日に試験区内で行った採集調査では、5名の調査員により採集したにも関わらず、12尾の採集数に留まり、棲息するアユの密度が非常に低いと推測された。採集したアユの全長、体重については、全長の最大値が152mm、最小値が94mmで平均が115mmであった。体重については最大値が30.0g、最小値が5.7gで平均が12.9gであった(表2)。放流からの調査日までの日間増重率は0.1%と非常に低い値であった。また斐伊川漁協の依頼により、前年放流試験を実施した下流の三成地区友釣り専用区において18尾のアユを採集し、採集魚の側線上方横列鱗数を計数したところ、13~19枚の範囲であった。同地区は琵琶湖産種苗のみが放流されており、漁協から提供された琵琶湖産種苗サンプルの側線上方横列鱗数16~19枚の範囲にあるはずである。三成の友釣り専用区で採集されたアユの中には、側線上方横列鱗数が13~15枚の個体が6尾(33.3%)含まれており、この側線上方横列鱗数に該当する放流種苗は本試験で放流した江川漁協産種苗以外存在しないため、ダムの放水や発電用水を通じ、上流の試験区から三成の友釣り専用区まで相当数の放流魚が降下した可能性が強いと考えられた。

表 2 地点別放流魚採集尾数

採集地点	サンプル No.	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)
大曲橋	1	128	106	14.51
	2	115	97	12.60
	3	124	103	12.81
	4	100	83	7.88
横田新大橋	1	152	128	29.96
	2	140	116	23.66
	3	115	95	12.60
	4	101	83	7.97
	5	96	79	7.50
吉野家橋	1	120	99	12.42
	2	94	78	5.73
	3	98	80	7.14
平均値	12	115	96	12.9

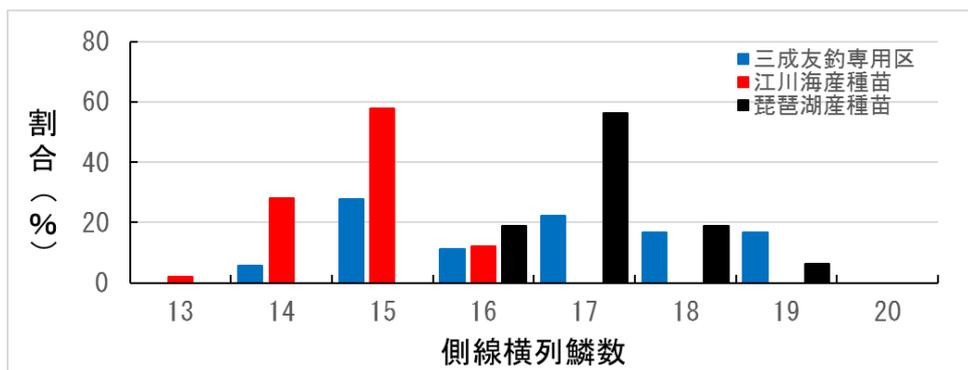


図2 三成友釣専用区で採集したアユの側線横列鱗数

6月24日に行った潜水目視調査では、アユの確認数は非常に少なく、河床上にはみ跡の確認された場所も非常に少なかった。また、潜水中、河床の砂が常時流下している様子が観察されるとともに、アユの餌料となる石や岩盤表面上の付着藻類はあまり生育していない状態であることが確認された(図3)。確認されたアユは、早瀬や巨石周りになわばりを形成している様子が観察された(図4)。



図3 河床の状態



図4 なわばりを持ったアユ

#### ⑤解禁日調査

7月1日の解禁時に友釣りによって釣獲されたアユ6尾の測定を行った(表3)。その

結果、全長は 137～173 mm の範囲にあり、平均値は 159.0 mm であった。また、体重は 27.4～36.0 g の範囲にあり、平均体重は 33.0 g であった。放流から解禁日までの日間増重率は 0.3% と 6 月 2 日調査時より増加したものの、非常に低い値であった。

表 3 解禁時に釣獲されたアユの測定結果

釣獲地点	全長 (mm)	体長 (mm)	体重 (g)
大曲橋下流	152	133	33.8
	150	131	30.2
横田大橋下流	165	141	36.0
	146	123	23.8
	172	146	43.9
	173	147	35.9
	155	132	27.4
平均	159.0	136.1	33.0

## ⑥水温の推移

放流後から 6 月末までの水温の推移を見ると (図 5)、放流後、最低水温が 10℃ を下回ったのは 4 月下旬に 3 回観測されたが、いずれも 9℃ 台であり放流魚の生育には問題が無いと考えられた。しかし、本年は 5 月中旬以降雨天が多く、水温の上昇は極めて緩やかで、放流から解禁までの期間、1 日の平均水温が 20℃ を超えた日数は 1 日だけであった。

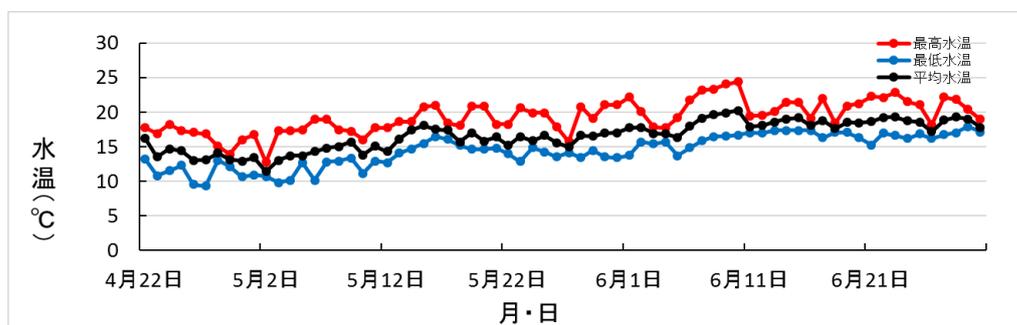


図 5 河川水温の推移

## 2. 天然アユ遡上不振の原因解明と晩期流下群作出試験

### ①天然遡上の状況

高津川支川の匹見川および近隣河川の益田川において遡上魚の採集と日齢査定を行うと共に、前年実施したアユ流下仔魚の出現状況と、遡上魚の孵化日から流下仔魚出現時期と遡上の関係について比較した (図 6)。今年度の天然遡上アユ出現は 3 月中旬に高津川本流の下流で確認され始めた。天然遡上アユの採集は、3 月 23 日から 5 月 26 日の調査時まで続いたが、益田川での採集数が非常に少なかったこともあり、期間中 84 個体を採取したに留まった。遡上魚の採集数は 4 月 28 日調査時に採集した 31 個体と最も多く、全体の 40.0% を占めた。遡上魚の孵化時期は耳石日周輪数から、10 月上旬から 12 月下旬までに

孵化したものと推定され、近年では見られなくなっていた10月上・中旬の孵化群の遡上が確認された。また、遡上魚の主群は11月中旬から12月上旬に孵化した個体が全体の77.4%を占めた。前年実施した流下仔魚調査では総流下尾数が11.9億尾であったが、その60%にあたる7.1億尾が流下した11月上・中旬の流下群が採集した遡上魚中16尾(18.8%)に留まっていた。遡上魚の主群は例年であれば10月下旬から11月上旬までの孵化群であるが、前年同様、遡上魚の主群が2旬程度遅れていた。

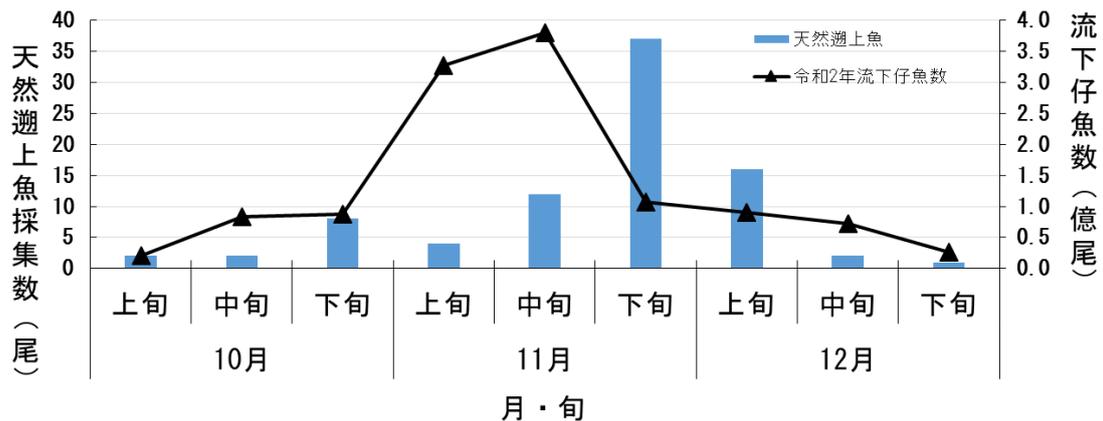


図6 推定孵化時期別遡上魚数と前年の流下仔魚数

## ②流下仔魚調査

高津川下流において令和3年10月13日から同年12月8日まで、週1回、合計9回の調査を行い、採集仔魚数並びに河川流量等から流下仔魚数を推定した。その結果、本年の高津川における総流下仔魚尾数は18.6億尾と推定された(図7)。本年は10月中の流下仔魚出現が少なく、例年より1旬遅れた11月上旬がピークとなった。また11月上旬のピーク出現後、一度流下尾数が急減したが、その後再び上昇に転じ、12月上旬に再びピークが出現する2峰型の流下パターンとなった。

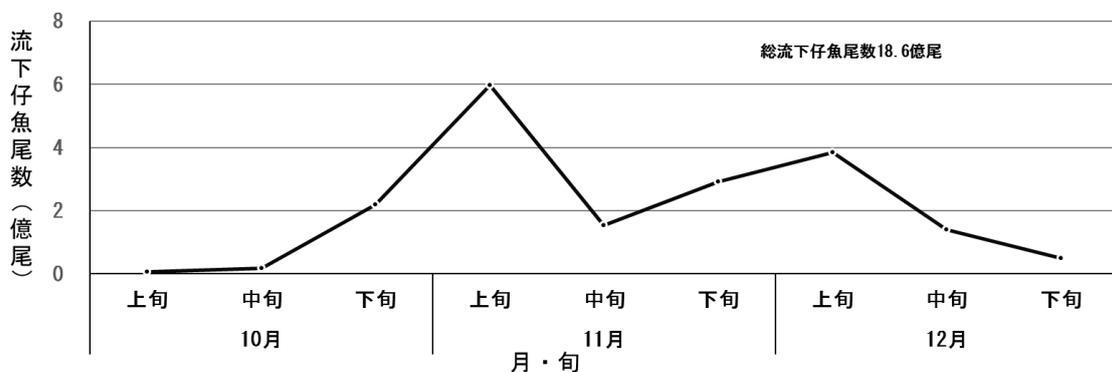


図7 令和3年の時期別流下仔魚出現状況

#### ④晩期流下群作出試験

##### ア) 受精卵の入手・

11月4日に高津川の主要産卵場の一つである長田の瀬において、高津川漁協組合員により採卵親魚を採集した。採集した採卵可能な雌12尾から卵200gを搾出した。搾出卵は50g毎に3~4尾の雄個体を用いて乾導法により媒精し、河川水5Lを入れた大型ポリ袋に收容し受精・吸水させた。受精卵はこのまま水産技術センターまで常温で輸送し、到着後直ちに陶芸用粘土を用いて不粘着処理を行った。処理後の受精卵は水温18°Cに調温した循環式の孵化器2本に半量ずつ收容した(図8)。

##### イ) 発生抑制

受精卵收容後、2日間は水温18°Cで管理し、卵発生を進行させた。收容3日目に循環水の水温を10°Cまで低下させ発生抑制を開始した。発生抑制中の受精卵は、コチニール色素の発眼卵への標識を行うまでの間、2日おきにパイセスによる卵消毒を実施するとともに、10°Cに調温した循環水の全量入れ替えを行った。

##### ウ) コチニール色素を用いた発眼卵への標識

受精後13日目の11月17日には眼球へのグアニン沈着を確認したため、コチニール色素による標識付けを行った。標識付けは他機関の実績等から、2g/L等量のコチニール色素24時間染色と、5g/L等量のコチニール色素6時間染色の方法で実施することとした。染色は孵化筒内の受精

卵を全て取り出し(475g)、2等分した後、それぞれを21%ショ糖水溶液に5分間浸漬し、受精卵の脱水と未受精卵の分離・除去を行ったのち(図9)、各濃度のコチニール水溶液10Lを入れた20Lパンライト水槽に收容した。受精卵を收容したパンライト水槽底面には、円形のアレーションホースを入れ、染色中の受精卵が沈殿しない程度のアレーションを行った。また、染色中は冷却装置を入れたウォーターバス中にそれぞれのパンライト水槽を收容し、水温を10°Cに保った(図10)。染色処理終了後は、染色濃度別に循環水を10°Cに調温した孵化筒に收容した。

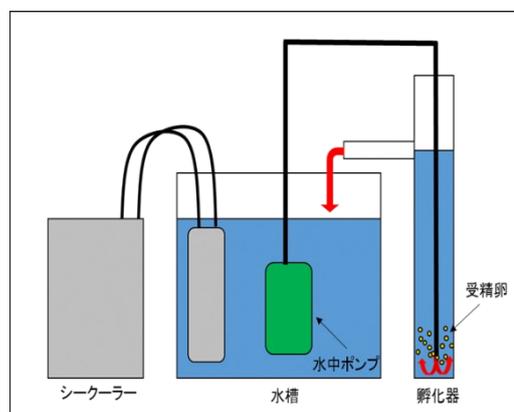


図8 循環式孵化器概要

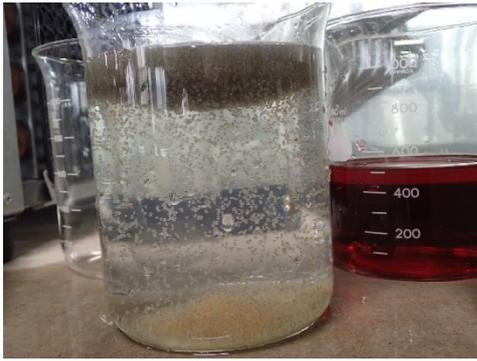


図9 ショ糖処理の様子

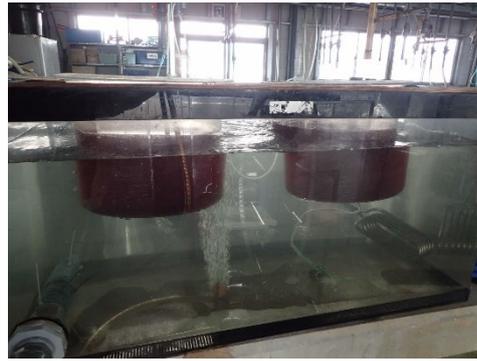


図10 コチニール染色実施状況

### エ) 孵化放流

受精後 20 日目となる 11 月 24 日に染色濃度別に 3,000 粒の受精卵をコチニール染色後の孵化率のおよび染色状況の確認等に使用するため取り分けた。残りの受精卵は、翌 11 月 25 日に高津川漁協のアユ中間育成施設に搬入し、高津川への孵化放流を実施した。高津川漁協へ搬入した受精卵は、2 g/L 等量のコチニール色素 24 時間染色区が 219 g、248,992 粒相当、5 g/L 等量のコチニール色素 6 時間染色区が 187 g、212,825 粒相当であった。高津川での孵化放流は、受精卵搬入直後から始まり、3 日後の 11 月 27 日には、ほぼ孵化したため、孵化放流を終了した。なお、この期間の河川水温は 14℃であった。本発生抑制試験で受精から孵化までに要した日数は 21 日であり、10 月上中旬の高津川の平均的水温である、18℃での孵化日数が 10 日程度であることから、水温 10℃で発生抑制を行くことで 11 日程度孵化を遅らせられるという結果となった。

### オ) コチニール染色後の孵化率のおよび染色状況の確認

孵化放流前日に取り分けた受精卵について、水温別、染色濃度・時間別の孵化率を検討した。水温は 11 月上旬の高津川の平均的水温である 15℃とし、染色濃度毎の孵化率を算出した。受精卵は水温、染色濃度ごとに調温済の水道水を入れた 1 L のビーカー 3 個にそれぞれ 100 粒収容し、インキュベーター内で孵化させた。孵化した仔魚は冷凍保存し、後日、蛍光顕微鏡により耳石の染色状況について確認を行った。水温別、染色濃度・時間別の孵化率には 2 g/L 等量のコチニール色素 24 時間染色区が 91.0%、5 g/L 等量のコチニール色素 6 時間染色区が 92.7%と殆ど差はなかった。

染色濃度・時間	2 g/L 24時間区			5 g/L 等量6時間区		
孵化率 (%)	93	86	94	88	97	93
平均 (%)	91.0			92.7		

染色濃度別の孵化率から、高津川漁協へ搬入した受精卵の孵化尾数を推定したところ、2 g/L 等量のコチニール色素 24 時間染色区が 226,519 尾、5 g/L 等量のコチニール色素

6時間染色区が197,288尾、合計423,807尾が孵化したと推定された。

コチニール染色については、2g/L等量のコチニール色素24時間染色区、5g/L等量のコチニール色素6時間染色区共に、僅かな発光を確認するに留まった(図11)。

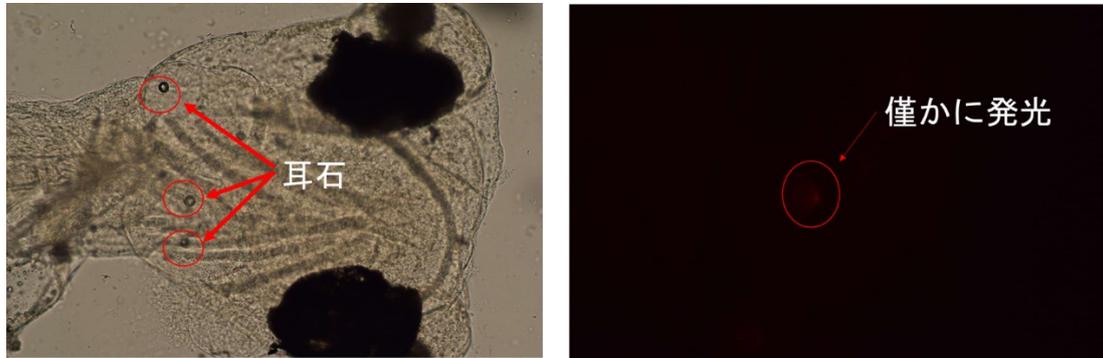


図11 孵化仔魚の耳石と蛍光顕微鏡による検鏡下での発光状況

#### 課題と対応策

本事業は概ね計画どおり実施されたが、晩期流下群作出試験における冷却器の保守、換水等、受精卵管理の煩雑さが課題として残った。このため、卵発生抑制の省力化について検討する必要がある。また、コチニール色素による発眼卵の標識についても、低水温で染色を行ったためか、僅かに染色されているレベルに留まっているため、染色時間・色素の濃度等、について検討を行う必要がある。

## 令和3年度 環境収容力推定手法開発事業 報告

課題番号	3. (2)	事業実施期間	令和3年度
課題名	漁場環境に応じた資源増殖等の手法開発 アユ		
主担当者	高知県内水面漁業センター 石川 徹		
分担者	高知県内水面漁業センター 稲葉 太郎、中城 岳、隅川 和		

## 令和3年度の成果の要約：

## 1 種苗性や河川環境に合った放流方法の開発

2021年4月2日に平均体重6.9gの人工アユ（奈半利川・安田川海産系F2）を仁淀川水系土居川及び物部川本流上流域に標識放流し、放流後の成長や定着状況等を調査した。放流後の釣獲調査で再捕されたアユに占める標識人工アユ、非標識人工アユ及び天然アユの割合は、土居川では放流後53日目に49%、24%及び27%、物部川では放流後66日目に71%、29%及び0%、放流後83日目に69%、31%及び0%であった。標識人工アユの割合を放流時と釣獲調査時と比較すると、土居川（Pearson's Chi-squared test  $P=0.0001$ ）及び物部川（Pearson's Chi-squared test  $P=0.0311$ ）のいずれの河川でも、釣獲調査時の割合が放流時の割合に対して有意に高くなっており、過年度にも見られた先住効果の影響によるものと考えられた。このように、平均体重が通常（約10g）より3g程度小さい種苗を2週間前に放流した場合でも先住効果がみられ、小型種苗の早期放流の有効性を支持する結果となった。

また、放流後の平均体重は土居川で放流後53日目に35.4g、物部川で放流後66日目に31.2g、放流後83日目に41.9gであり、過年度の結果と同様に水温の高い河川（土居川）で成長が速くなった。

## 2 次世代に寄与する天然アユ親魚の特定と保護

物部川において、2021年4月11日時点で天然アユの遡上が見られる水域を4区間に分け、それぞれの区間における生息尾数と孵化日組成を把握することで、物部川に遡上した天然アユ資源の孵化時期ごとの資源量を推定した。その結果、晩期孵化群（2020年12月1日以降に孵化）の生息尾数が38万尾となり、遡上した天然アユ（42万尾）の約9割を占めていたと推測された。

また、晩期遡上群の再生産への寄与を確認するため、5月10日～14日の間に物部川の仁尾島（河口より6km上流）より下流で遡上アユを採捕し、脂鱗切除標識を施して放流した。産卵期の11月18日～12月14日の間に投網及び潜水による再捕を試みたところ、産卵後の標識個体2尾が再捕され、2021年の物部川の産卵ピーク時期である11月中下旬の産卵に参加していたことが確認できた。

## 全期間を通じた課題目標及び計画：

近年、わが国のアユ漁獲量は著しく減少しており、アユ資源の増殖活動が必要不可欠となっている。本県においても、各内水面漁業協同組合が種苗放流や産卵場の保全等により資源増殖に努めているが、漁獲量が過去の水準に回復するまでには至っていない。このため、今後はより効果的な方法を確立し、増殖活動を進める必要があるが、それに資する知見はまだ十分でない。

本課題では、種苗放流や資源保護を効果的に実施するための知見収集を目的として、「種苗性や河川環境にあった放流方法の開発」及び「次世代に寄与する天然アユ親魚の特定と保護」の2項目について調査する。

## 当該年度計画：

### 1 種苗性や河川環境に合った放流方法の開発

仁淀川水系土居川及び物部川本流上流域において、標識放流により人工アユの成長、移動、定着状況等についての調査を行う。

### 2 次世代に寄与する天然アユ親魚の特定と保護

物部川下流域で晩期遡上群のアユを採捕のうえ標識放流し、産卵時期に再捕することで再生産への寄与を確認する。また、今年度は、物部川の天然アユの生息数と孵化日組成の把握による、晩期孵化群の定量化を試みる。

## 結果：

### 1 種苗性や河川環境に合った放流方法の開発

#### (1) 調査区間及び放流地点

##### ①仁淀川水系土居川

土居川は川幅が約 30m の大規模支川で 2 次支川の安居川を有する。また、仁淀川本流との合流点から 4km 上流に堤高約 10m の堰堤（魚道あり）がある。調査区間はこの堰堤から上流域の約 2.8km（土居川：1.7km、安居川：1.1km）の範囲とし、標識放流は調査区間の中間にあたる安居川との合流地点で行った（図 1）。

##### ②物部川本流上流域

物部川本流上流域は川幅が約 12m の中規模河川で、調査区間の下流に魚道のない複数の横断構造物が設置されており、天然海産アユは遡上できない水域となっている。調査区間は川口発電所取水えん堤（遡上不可）からの上流の約 2km の範囲とし、放流は調査区間のほぼ中間にあたる地点で行った（図 2）。

#### (2) 標識放流

標識放流に使用した人工アユは、高知県内水面種苗センターで生産された奈半利川・安田川海産系 F2 の平均体重 6.9g のもので、放流直前に脂鱗切除標識を施し、土居川で 10,745 尾

を、物部川で7,485尾をそれぞれ4月2日に放流した(表1)。

また、土居川では4月20～27日の期間に平均体重9gの非標識人工アユを19,900尾、物部川では4月16日に平均体重10gの非標識人工アユを9,090尾、それぞれ漁協が試験区間内に追加放流しており、調査区間の人工アユ(標識・非標識魚の合計)の推定放流密度は、土居川で0.49尾/m<sup>2</sup>(試験区間:推定62千m<sup>2</sup>)、物部川で0.72尾/m<sup>2</sup>(試験区間:推定23千m<sup>2</sup>)となった。

### (3) 放流後の釣獲調査

#### ① 標識魚の再捕

土居川で標識放流後53日目、物部川で標識放流後66日目及び83日目に、友釣りによる釣獲調査を行った。釣獲調査で再捕されたアユに占める標識人工アユ、非標識人工アユ及び天然アユの割合は、土居川では放流後53日目に49%、24%及び27%、物部川では放流後66日目に71%、29%及び0%、放流後83日目に69%、31%及び0%であった(表2)。標識人工アユの割合を放流時と釣獲調査時で比較すると、土居川(Pearson's Chi-squared test P=0.0001)及び物部川(Pearson's Chi-squared test P=0.0311)のいずれの河川でも、釣獲調査時の割合が放流時の割合に対して有意に高くなっており、過年度にも見られた先住効果の影響によるものと考えられた。このように平均体重が通常(約10g)より3g程度小さい種苗を2週間前に放流した場合(物部川本流上流域)にも先住効果がみられ、小型種苗の早期放流の有効性を支持する結果となった。また、土居川では昨年度と同様に天然アユが釣獲されたが、その比率は低く標識人工アユを越えることはなかった。釣獲された天然アユの孵化日組成をみると昨年度、今年度ともに10～11月生まれの早期遡上群であり(図3)、標識放流時には既に調査区間内に加入していたと考えられるが、その数が少なくかつ調査区間の下流側に集中して分布していたため、人工アユが定着する余地があったものと推測された。

#### ② 成長

標識人工アユの平均体重は土居川で放流後53日目に35.4g、物部川で放流後66日目に31.2g、放流後83日目に41.9gであった(表2)。日間成長率は土居川で3.09%(4/2～5/25)、物部川で2.29%(4/2～6/7)と、土居川で高くなった。この要因の一つとして、4月2日～5月24日までの日平均水温の積算値が、土居川で710.7℃、物部川で616.5℃と、土居川で高くなっていたことが考えられる。

#### ③ CPUE

釣獲調査時のCPUEは土居川で放流後53日目に平均11.5尾/時間/人、物部川で放流後66日目に平均8.9尾/時間/人、放流後83日目に平均7.0尾/時間/人と、全般的に高かった。また、両河川を比較すると釣獲魚に天然魚も含まれた土居川で高くなった(表2)。

#### ④ 分布(定着状況)

調査区域を放流地点から上流と下流に区分し(仁淀川水系:安居川、土居川(上)、土居川(下))、(物部川水系:物部川(上)、物部川(下))、釣獲尾数がアユの分布状況を反映して

いるものとして区域ごとの CPUE からアユが定着した区域を推測した（表 3）。

土居川では、標識人工アユの CPUE が支川の安居川で 10.8 尾/時間/人と高く、放流場所から上流の安居川に多く定着していたと推測される。一方、土居川の下流側では、天然アユの CPUE が 5.6 尾/時間/人と高く、他の区間よりも多くの天然アユが定着していたと推測された。人工アユが安居川に多く定着した要因は、放流時の水温差等も認められず現在のところ不明である。天然アユが土居川の下流に多く定着した要因は、遡上の過程で調査区間の下流側のなわばり形成に有利な場所を自由に選択できたことによると考えられた。

物部川では、放流地点の上流側で標識人工アユが 6.3 尾/時間/人、下流側で 6.1 尾/時間/人といずれも多く釣獲され、偏りなく広範囲に定着し漁場が効果的に活用されているものと考えられた（表 3）。

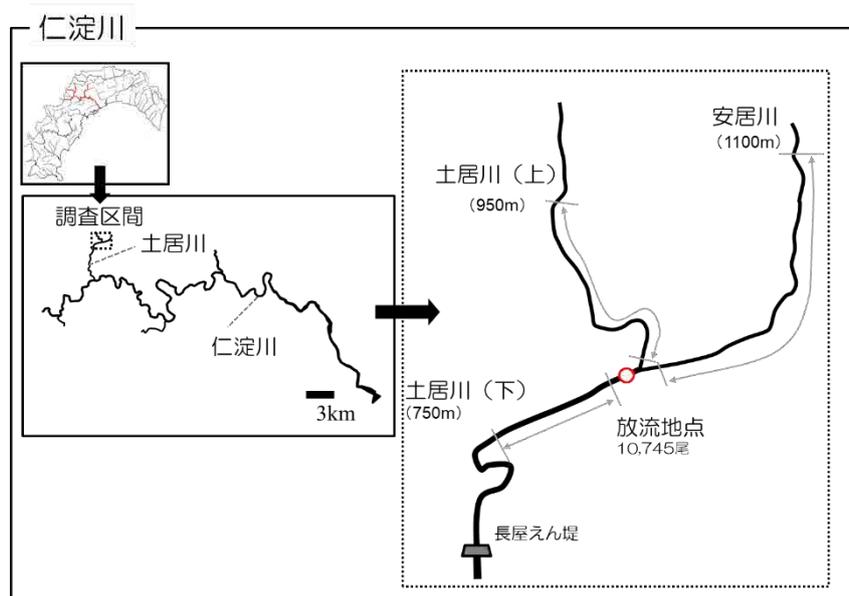


図 1 仁淀川水系土居川の放流地点及び調査区間

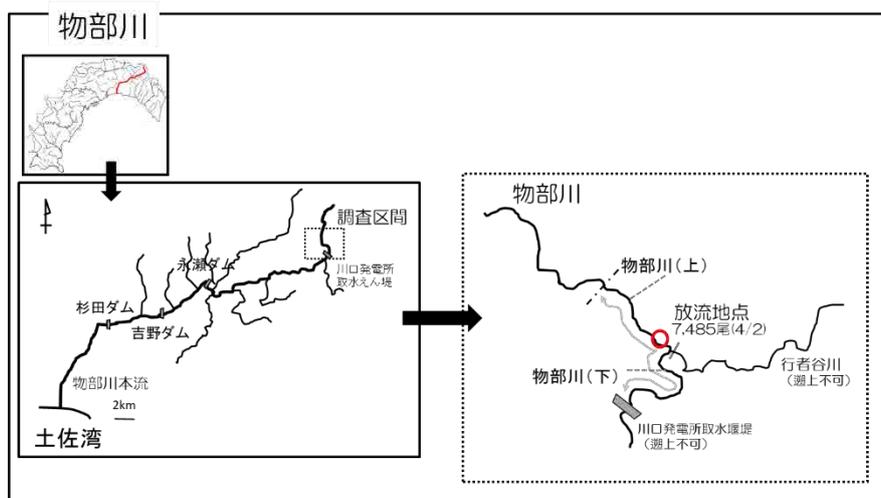


図 2 物部川本流上流域の放流地点及び調査区間

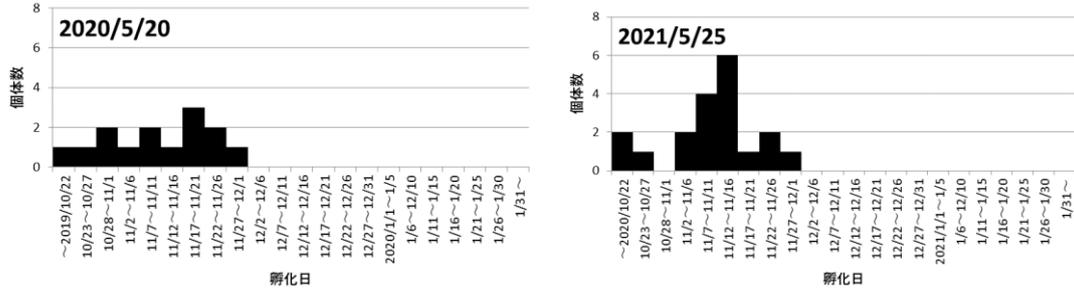


図3 釣獲された天然アユの孵化日組成（左：2020年、右：2021年）

表1 アユ標識放流等の概要

調査河川	川幅		標識魚				非標識魚			標識率	
	(m)	放流日	水温(°C)	標識方法	種苗の系統	平均体重(g)	放流尾数	放流日	平均体重(g)		放流尾数
仁淀川水系土居川	30	2020/4/2	12.4	脂鳍切除	奈半利川・安田川系F2	6.9	10,745	4/20, 4/24, 4/27	9	19,900	35%
物部川本流上流域	12	2020/4/2	11.4	脂鳍切除	奈半利川・安田川系F2	6.9	7,485	4/16	10	9,090	45%

表2 釣獲調査結果

調査河川	釣獲調査日	放流後日数	全採捕尾数	CPUE(尾/時間/人)	人工(標識魚)			人工(非標識魚)			天然				
					n	再捕割合	平均体重(g)	日間成長率(%)	n	再捕割合	平均体重(g)	日間増重量(g/日)	n	再捕割合	平均体重(g)
仁淀川水系土居川	2021/5/25	53	118	11.5	64	54%	35.4±6.8	3.09	26	22%	30.7±9.9	3.48	28	24%	44.2±9.4
	2021/6/7	66	85	8.9	62	73%	31.2±6.8	2.29	23	27%	17.3±7.3	2.17	0	0%	-
物部川本流上流域	2021/6/24	83	64	7.0	44	69%	41.9±9.7	1.90	20	31%	39.4±14.3	1.99	0	0%	-

表3 区域ごとのCPUE

	川幅(m)	区間長(m)	面積(m <sup>2</sup> )	区域ごとのCPUE(尾/時間/人)				
				標識	非標識	天然	合計	
仁淀川水系	安居川	17	1,100	18,700	10.8	3.2	1.5	15.5
	土居川(上)	22	950	20,900	1.8	1.5	3.0	6.3
	土居川(下)	30	750	22,500	3.6	3.6	5.6	12.8
物部川水系	上	12	800	9,200	6.3	3.7	-	10.0
	下	12	1,200	13,800	6.1	1.7	-	7.9

## 2 次世代に寄与する天然アユ親魚の特定と保護

### (1) 晩期孵化群の資源量の推定

物部川は、河口から13.9km上流に魚道の設置されていない杉田ダムがあるため、天然アユの遡上はそれより下流の水域に限定されている。

今回、天然アユの遡上のある水域で、物部川漁業協同組合が実施するアユ生息状況調査(潜水による生息数の調査)と同時に、遡上アユのサンプリングを実施し、日齢査定を行うことで

物部川の天然アユ資源全体の孵化日組成を明らかにすることを試みた。

4月11日、物部川漁業協同組合が調査区間（河口から統合堰まで）の28地点で潜水によるアユの計数調査を実施し、遡上阻害のある箇所等を考慮して区分けした4つの区間（Ⅰ～Ⅳ）ごとのアユの生息尾数を算出した（図4）。当センターは同じ日に、当該4区間で投網（30節）を用いてアユ161個体を採捕し、耳石日周輪解析により孵化日を調べた。

漁協によるアユの計数調査の結果では、調査範囲内に42万尾（人工アユ約5万尾を除く）が生息しており、うち河口から平松（河口上流2km）までの区間Ⅰで18.9万尾、平松から深淵床止め（河口上流3.5km）までの区間Ⅱで10.9万尾、深淵床止めから戸板島橋（河口上流5.5km）の区間Ⅲで10.9万尾、戸板島橋から統合堰（河口上流8km）までの区間Ⅳで1.3万尾の天然アユが生息していると推定された。なお、このとき補足的に行われた統合堰上流の調査ではアユは観察されておらず、統合堰上流に天然アユが遡上していないことが確認された。

また、それぞれの区間で採捕した天然アユについて当センターが日齢査定を行ったところ、孵化日は2020年9月29日から12月28日の範囲にあり、中央値は12月9日であった。この孵化日組成を1週間単位に区分し、それぞれの構成比率を算出したところ、12月第3週（12月15日～21日）が全体の30.0%を占め、次いで12月第4週（12月22日～28日）が比率24.1%、12月第2週（12月8日～14日）が19.8%でこれに続いた。また、それぞれの区間ごとの孵化日組成をみると、上流の区間ほど孵化日の早い個体の比率が高くなる傾向が認められた。

漁協の調査によるアユの生息尾数に1週間単位で区分した孵化時期ごとの構成比率を乗じ、孵化時期ごとの尾数を算出した（表4）。その結果、12月1日以降に孵化した晩期孵化群は38万尾となり、調査時点（4月11日）で物部川に遡上した天然アユ（42万尾）の約9割を占めていたと推定され、天然アユ資源における晩期孵化群の重要性が確認された。

## （2）晩期遡上群の再生産への寄与の確認

### ①標識放流

物部川の仁尾島（河口より6km上流）から下流で5月10日から5月14日の間に投網を用いて天然アユを採捕した。採捕したアユのうち晩期遡上群と思われるアユ（全長70mm以下）について、ハサミを用いて脂鱗切除標識を施した後放流した。標識尾数は565尾で、4月11日に行った物部川漁業協同組合の調査で推定されたアユの生息尾数46.6万尾（放流人工アユ約5万尾を含む）に対する標識率は0.12%となった。

### ②漁期中の追跡調査（2021年5月15日から9月30日まで）

物部川漁業協同組合の協力のもと、漁期中（5月15日から9月30日まで）に再捕された標識天然アユについての情報提供を遊漁者に依頼し、漁期中に減耗した標識天然アユの個体数を推定した。

標本遊漁者（1名）が74日の友釣り釣行で2,460尾のアユを釣獲し、うち3尾が標識天然アユであった。漁協の記録によると、今回調査対象とした杉田ダムより下流の物部川では、

漁協の記録によると、漁期を通じて延べ4,045人がアユ釣り（友釣り、毛ばり）を行っていたことから、全体に引き伸ばすと134,469尾のアユが釣獲され、うち164尾の標識天然アユが含まれていたと推定された。また、全釣獲尾数に占める標識魚の割合は0.12%と、前出の標識率と同等であった。

釣獲された標識天然アユの体重は、8月27日で36.4g及び85.8g、9月1日で67.7gに成長しており、昨年と同様に晩期遡上群が釣獲対象となりうることを確認された（表5）。

### ③産卵場における追跡

物部川の産卵場（河口から約1.2km上流の左岸側）において、2021年11月18日から12月14日の間に、投網による親魚（生魚）の採捕及び潜水による死魚の採集を行った。

採捕又は採集した571尾（生魚：19尾、死魚：552尾）のうち、標識天然アユは2尾（死魚：2尾）であった（表6）（写真1）。採捕又は採集されたアユに占める標識天然アユの割合は、0.35%と、当初の標識率や漁期中の釣獲魚に占める標識魚の割合よりも高くなったが、11月下旬に出水があり、調査数が不足したこと等で偏りが生じた可能性がある。

また、2尾の標識天然アユが採集されたのは、いずれも今期の物部川における産卵ピーク時期（11月中下旬）にあたる11月25日であった。採集された標識天然アユは雌雄各1尾で、GSIは雌6.0、雄4.5であり（表5）、その外観から産卵後に斃死したものと判断された。これらのことから当該標識天然アユが11月中旬から下旬の間に産卵に関与していたものと考えられた。

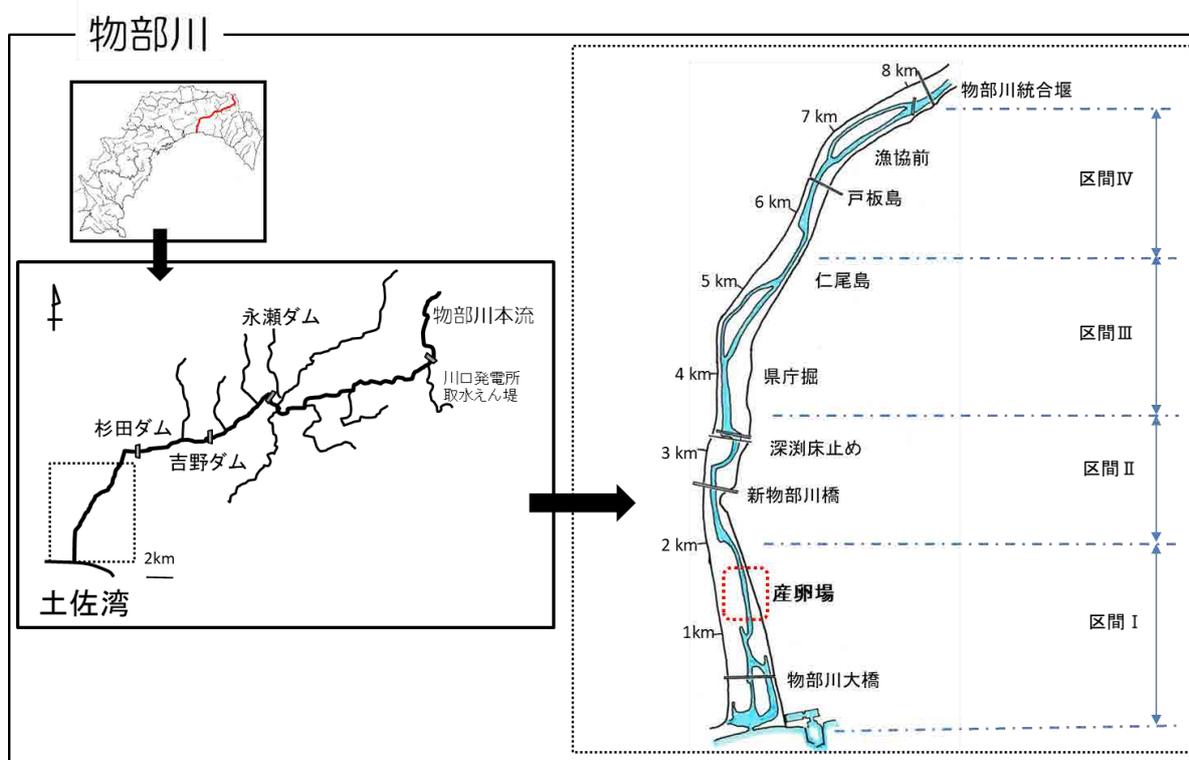


図4 物部川の調査区間及び産卵場

表4 物部川（2021年4月11日）における区間ごとの生息尾数と孵化日組成

孵化日	区間Ⅰ (河口～平松)		区間Ⅱ (平松～深淵床止)		区間Ⅲ (深淵床止～戸板島橋)		区間Ⅳ (戸板島橋～統合理)		合計	
	生息尾数 (尾)	構成 比率	生息尾数 (尾)	構成 比率	生息尾数 (尾)	構成 比率	生息尾数 (尾)	構成 比率	生息尾数 (尾)	構成 比率
～2020/10/27	0	0.0%	0	0.0%	1,761	1.6%	840	6.7%	2,601	0.6%
11/3～11/9	0	0.0%	0	0.0%	1,761	1.6%	840	6.7%	2,601	0.6%
11/10～11/16	0	0.0%	0	0.0%	1,761	1.6%	1,680	13.3%	3,441	0.8%
11/17～11/23	4,295	2.3%	0	0.0%	12,329	11.3%	840	6.7%	17,464	4.2%
11/24～11/30	0	0.0%	5,460	5.0%	7,045	6.5%	840	6.7%	13,345	3.2%
12/1～12/7	12,886	6.8%	19,110	17.5%	14,090	12.9%	1,680	13.3%	47,767	11.4%
12/8～12/14	30,068	15.9%	24,570	22.5%	24,658	22.6%	1,680	13.3%	80,976	19.3%
12/15～12/21	68,727	36.4%	27,300	25.0%	28,181	25.8%	1,680	13.3%	125,888	30.0%
12/22～12/28	60,136	31.8%	24,570	22.5%	14,090	12.9%	2,520	20.0%	101,317	24.1%
12/29～	12,886	6.8%	8,190	7.5%	3,523	3.2%	0	0.0%	24,599	5.9%
合計	189,000	100.0%	109,200	100.0%	109,200	100.0%	12,600	100.0%	420,000	100.0%
うち晩期遡上群の合計	184,705	97.7%	103,740	95.0%	84,542	77.4%	7,560	60.0%	380,546	90.6%

※生息尾数は物部川漁業協同組合の調査による

表5 物部川で再捕された標識天然アユの全長、体重及び生殖腺指数

漁獲日	釣獲場所	漁法	TL	BW	性別	GSI
			(mm)	(g)		
2021/8/27	仁尾島	友釣り	215.8	85.8	♀	-
2021/8/27	仁尾島	友釣り	171.6	36.4	♀	-
2021/9/1	漁協前	友釣り	199.4	67.7	♀	-
2021/11/25	産卵場	死魚採集	174.6	35.2	♀	6.0
2021/11/25	産卵場	死魚採集	194.2	44.8	♂	4.9

表6 物部川の産卵場で採捕又は採集したアユの個体数

	非標識魚（個体数）					標識魚（個体数）				合計
	生魚		死魚		性別不明	生魚		死魚		
	♂	♀	♂	♀		♂	♀	♂	♀	
2021/11/18	0	0	32	16	5	0	0	0	0	53
2021/11/25	11	8	278	139	0	0	0	1	1	438
2021/12/14	0	0	38	40	2	0	0	0	0	80
合計	11	8	348	195	7	0	0	1	1	571

写真1 産卵期に再捕された標識天然アユ（上：雌、下：雄）



**課題と対応策：**

種苗性や河川環境に合った放流方法の開発では、通常の放流サイズよりも3g程小さい種苗を2週間前に放流した場合でも先住効果がみられた。次年度は、さらに放流サイズの多様度を高め、早期放流の有効性を検証する。

次世代に寄与する天然アユ親魚の特定と保護では、昨年度に引き続き晩期遡上群の産卵への関与が確認できたほか、2021年度の物部川の天然アユ資源の多くを晩期孵化群が占めていることが確認できた。次年度は、同様の調査を継続し、引き続き晩期の孵化・遡上群の資源への貢献度に関する知見を蓄積する。

## 令和3年度 環境収容力推定手法開発事業 報告

課題番号	3. (2)	事業実施期間	令和3年度
課題名	最近の種苗性や河川環境に合った放流方法の開発及び早期遡上群の回復に向けた研究		
主担当者	熊本県水産研究センター資源研究部 研究員 土井口 裕		
分担者			

**令和3年度の成果の要約：**河川の漁場環境に応じたアユ人工種苗放流技術を開発するため、熊本県内の緑川水系御船川七滝地区において、人工種苗の早期小型群(2.1g)及び通常群(4.1g)をそれぞれ放流し、漁獲されたアユから放流後の成長等を比較した。解禁直後の6月に友釣りで漁獲されたアユの平均体重は、早期小型群が $32.8 \pm 7.4\text{g}$  (n=29)、通常群が $21.5 \pm 7.7\text{g}$  (n=4) となり、刺し網・投網で漁獲されたアユの平均体重は早期小型群が $47.1 \pm 12.6\text{g}$  (n=6)、通常群が $39.7 \pm 5.9\text{g}$  (n=2) となった。また、漁獲の割合について、6月は早期小型群が8割を占め、7月以降通常群が5~7割を占めていた。このことから、解禁日まで早期小型群が通常群に比べて早く成長し漁獲されることから、早期小型群も放流手法の1つとして有効であると考えられた。

また、天然アユの遡上モニタリング及び遡上変動要因について明らかにするため、球磨川における流下仔アユ調査及び遡上稚アユ調査を行い、令和2年(2020年)の流下仔魚は5,100万尾、令和3年(2021年)の遡上稚魚は124万尾と推定した。

## 全期間を通じた課題目標及び計画

- (1) 河川の漁場環境に応じた人工種苗放流技術の開発  
(最近の種苗性や河川環境に合った放流方法の開発)  
河川放流後のアユの成長率の把握と放流後の移動分布の把握。
- (2) 天然アユの遡上モニタリングおよび遡上量変動要因の検討  
(遡上量の回復に向けた研究)  
近年、遡上量が減少している天然アユ稚魚の状況把握および遡上量増減の要因について検討し考察する。

## 当該年度計画

- (1) 緑川水系御船川七滝地区において、アユ人工種苗の早期小型群と通常群を放流して漁獲調査を行い、放流後の成長等を比較する。
- (2) 球磨川におけるアユの流下及び遡上状況を把握する。

## 結果

### (1) 河川環境に合ったアユ放流手法の検討

#### ①人工種苗放流

くまもと里海づくり協会が中間育成したアユ人工種苗(球磨川遡上海産アユ F3)を用い、早期小型群は令和3年(2021年)3月25日に平均体重2.1g(無標識)で1万尾、通常群は令和3年(2021年)4月21日に平均体重4.1g(全数脂鰭カット標識)で1万尾を、緑川水系御船川七滝地区の2地点(川鳴橋及び川鳴橋から500m程上流地点)から放流した。(図1、2)

6月～9月に御船川七滝地区で友釣り、投網・刺網により漁獲された99尾について、脂鰭カットの有無で群を判別し、測定を行った。

友釣りで解禁月の6月1日に漁獲されたアユの平均体重及び放流から漁獲までの日間成長率は、早期小型群が平均体重 $27.5\pm 5.2\text{g}$ 、日間成長率3.8% (n=10)で、通常群が平均体重 $14.4\pm 0.8\text{g}$ 、日間成長率3.1% (n=2)であった。調査最終月である9月に漁獲されたアユの平均体重は、早期小型群が $114.4\text{g}\pm 40.3\text{g}$  (n=6)で、通常群 $120.0\pm 30.0\text{g}$  (n=3)となった。また、放流日から9月28日までの漁期全体での日間成長率は早期小型群が2.1% (n=6)、通常群が2.1% (n=7)であった。

このことから、解禁日時点では早期小型群の成長が通常群を上回っていたが、その後7月から8月にかけて通常群との差が無くなり、漁期全体を通した2群の成長は同程度であることが分かった。

友釣りで漁獲された早期小型群と通常群の割合は、解禁月の6月は早期小型群が約8割を占めていたが、7月上旬以降は通常群の割合が増加し、8月上旬を除いて9月下旬まで通常群が約5～7割を占めていた。(図3、4)

投網・刺網では、解禁月の6月24日に漁獲されたアユの平均体重及び放流日から漁獲までの日間成長率は、早期小型群が平均体重 $47.1\pm 12.5\text{g}$ で日間成長率3.4% (n=6)、通常群が平均体重 $39.7\pm 5.9\text{g}$ で日間成長率3.5%(n=2)であった。9月28日は、早期小型群が平均体重 $120.9\pm 10.1\text{g}$ (n=3)、通常群が平均 $146.1\pm 22.7\text{g}$ (n=3)で、放流日から9月28日までの日間成長率は早期小型群が2.2% (n=3)、通常群が2.2% (n=3)であった。

漁具による漁獲の選別がかからない投網・刺網でも、友釣り同様に6月の解禁日時点では早期小型群の成長が通常群を上回り、改めて漁期全体の成長は2群共に同程度であることが分かった。

投網・刺網で漁獲された早期小型群と通常群の割合は、6月24日は早期小型群が約8割を占めていたが、7月以降は漁獲が1尾のみであった8月を除いて、通常群が約5割～6割で占め、友釣りと同様の漁獲割合となった。(図5、6)

解禁日である6月1日に友釣りで漁獲されたアユの平均体重は、目標サイズである40g(全長約17cm)には届いていなかったが、6月に実施した投網・刺網では、早期小型群、通常群