

令和2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2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2年度の成果の要約：

2020年4月2日に平均体重9.8gの人工アユ（奈半利川・安田川海産系F1）を鏡川水系高川川、鏡川水系の湊川及び仁淀川水系土居川の2河川3水域に標識放流し、放流後の成長等を調査した。釣獲調査において、放流後の平均体重は、高川川では放流後46日目に24.4g、63日目に30.8g、83日目に39.5g、的湊川では放流後46日目に36.1g、63日目に42.3g、83日目に62.1g、土居川では放流後48日目に26.3gとなり、放流後の成育を確認することができた。3水域の同時期の釣獲調査（放流後46～48日）において、平均体重は有意差はないものの的湊川が最も大きく、成長が良好であった。的湊川は、当該期間中の水温が最も高く、これが要因の一つと考えられた。

物部川の2020年の晩期遡上群（5月中旬～6月上旬遡上）を採捕して標識放流し、産卵期に再捕することにより再生産への寄与を確認した。5月11日～6月1日の間に、物部川下流で1,891尾の標識魚を放流し、産卵期の11月5日～12月17日の間に4尾を再捕した。再捕個体のGSIは、11月5日の再捕個体で5.8（♂生魚 BW：116.4g）、12月2日の再捕個体で4.6（♂死魚 BW：58.9g）と4.9（♀死魚 BW：54.6g）、12月10日の再捕個体で7.1（♀死魚 BW：76.2g）であり、11月上旬から12月上旬の間に産卵に参加したと考えられた。

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認し、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」並びに「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

高知県内の河川において、標識放流により、人工アユの成長、移動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

晩期遡上群を標識放流し、産卵時期に再捕することで再生産への寄与を確認する。

結果：

1 種苗性や河川環境に合った放流方法の開発

(1) 放流種苗

高知県鏡川水系高川川及び的湊川、仁淀川水系土居川でアユ人工種苗の標識放流を実施した。種苗は、奈半利川・安田川海産系 F1 の魚体重：9.8g のもので、放流直前に脂鰭切除標識を施した。高川川で 3,575 尾、的湊川で 4,576 尾、土居川で 12,399 尾を 4 月 2 日に放流した（表 1）。試験区間のアユ人工種苗（非標識魚含む）の推定放流密度は、高川川で 1.14 尾/m²（試験区間：推定 4 千 m²）、的湊川で 0.40 尾/m²（試験区間：推定 34 千 m²）、土居川で 0.30 尾/m²（試験区間：推定 180 千 m²）となった。

(2) 調査区間及び放流地点

①鏡川水系

高川川は川幅が約 5m の小規模支川で、鏡川本流との合流点から 1km 上流に堤高約 5m の堰堤（魚道なし）がある。調査区間はこの堰堤から上流の 800m の区間とし、放流は区間内に落差のある落ち込みなど遡上困難な場所が複数存在したため、区間内の 4 か所に分散して行った。的湊川は川幅が 13m の中規模支川で、鏡川本流との合流点から上流 2.7km 付近に位置する堰堤までの区間を調査区間とし、本流合流部から上流 800m の地点で放流を行った（図 1）。

②仁淀川水系

土居川は川幅が約 30m の大規模支川で 3 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。試験放流区間はこの堰堤から上流域の延べ 6km 程度（土居川：4km、安居川：2km）とし、放流は区間の中間にあたる安居川との合流地点で行った（図 2）。

(3) 放流後の漁獲調査

①成長

高川川及び的湊川では、標識放流後 46 日、63 日及び 83 日に、土居川では標識放流後 48 日に友釣りによる釣獲調査を行った。標識放流魚の平均体重は、高川川では放流後 46 日目に 24.4g、63 日目に 30.8g、83 日目に 39.5g、的湊川が放流後 46 日目に 36.1g、63 日目に 42.3g、83 日目に 62.1g、土居川が放流後 48 日目に 26.3g であり、いずれの河川においても放流後の成育を確認することができた（表 2）。3 河川の同時期の釣獲調査時（高川川：放流後 46

日、的湊川：放流後 46 日、土居川：放流後 48 日）の平均体重は、有意差はなかったものの的湊川で最も大きく（Tukey、 $P>0.05$ ）、放流後の成長が良好であった。この要因の一つとして、3 河川における、4 月 2 日から 5 月 20 日までの日平均水温の積算値が、高川川で 596.8℃、的湊川で 702.5℃、土居川で 667.5℃と、的湊川が最も高く、成長に有利であったことが考えられる。

②CPUE

釣獲調査時の CPUE は、高川川では放流後 46 日目に 4.0 尾/時間/人、63 日目に 3.2 尾/時間/人、83 日目に 3.7 尾/時間/人、的湊川では放流後 46 日目に 2.4 尾/時間/人、63 日目に 10.8 尾/時間/人、83 日目に 9.2 尾/時間/人、土居川では放流後 48 日目に 2.3 尾/時間/人であり、釣獲魚に天然魚が多く含まれた的湊川が最も高くなった（表 2）。一方、閉鎖性が高く、天然魚の遡上がない高川川では 3.2～4.0 尾/時間/人との湊川に比べやや少なく、変動も小さかった。

③標識魚等の割合

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、高川川では放流後 46 日目に 78%、22%及び 0%、63 日目に 81%、19%及び 0%、83 日目に 82%、18%及び 0%、的湊川では放流後 46 日目に 12%、53%及び 35%、63 日目に 26%、38%及び 36%、83 日目に 14%、21%及び 65%、土居川では放流後 48 日目に 15%、38%及び 46%であった（表 2）。過年度のように、標識人工アユの混入率が高い状況が再現されたのは、高川川のみであった。的湊川及び土居川で、標識人工アユの混入率が低かったのは、過年度には見られなかった天然アユの混入が見られたためで、天然アユが放流時点で、既に当該調査区間に加入していたことによると推察される。今年の高知県における天然アユの遡上は、全般に例年よりも 1 カ月程度早く始まり、仁淀川でも 1 月下旬には漁協により確認されている。的湊川と土居川では、初回の調査から、人工アユよりも大型の天然アユが漁獲されていたことから、放流時には天然アユが定着していたものと考えられた。そのため、標識人工アユが縄張りを形成しにくく、釣獲割合の低下につながったものと推測された。

表 1 河川別アユ試験放流の概要

調査河川	川幅		標識放流					同地点の 全放流尾数	標識放流以外 の放流日	標識率
	(m)	放流日	水温 (℃)	標識方法	種苗の 系統	平均体重 (g)	標識魚の 放流尾数			
鏡川水系高川川	5	2020/4/2	11.2	脂鰭カット	奈半利川・ 安田川系F1	9.8	3,575	4,575	4/19	78%
鏡川水系的湊川	13	2020/4/2	14.1	脂鰭カット	奈半利川・ 安田川系F1	9.8	4,576	13,576	4/19, 4/21	34%
仁淀川水系土居川	30	2020/4/2	10.3	脂鰭カット	奈半利川・ 安田川系F1	9.8	12,399	53,899	4/10, 4/13	23%

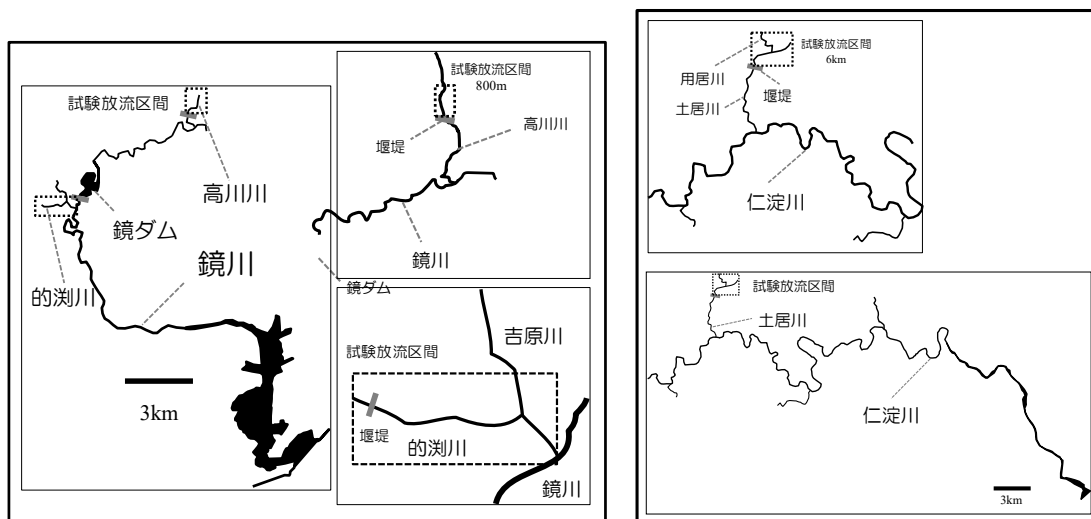


図1 鏡川水系高川川、的湊川での試験放流地点 図2 仁淀川水系土居川での試験放流地点

表2 アユ試験放流における釣獲調査結果

調査河川	釣獲調査日	放流後 日数	全採捕 尾数 (n)	CPUE (尾/時/人)	人工（標識魚）				人工（非標識魚）				天然		
					n	混入率	平均体重 (g)	日間増重量 (g/日)	n	混入率	平均体重 (g)	日間増重量 (g/日)	n	混入率	平均体重 (g)
鏡川水系高川川	2020/5/18	46	18	4.0	14	78%	24.4±7.0	0.32	4	22%	20.4±4.6	0.37	0	0%	-
	2020/6/4	63	16	3.2	13	81%	30.8±7.5	0.33	3	19%	25.8±2.1	0.35	0	0%	-
	2020/6/24	83	11	3.7	9	82%	39.5±6.6	0.36	2	18%	34.9±8.9	0.38	0	0%	-
鏡川水系の湊川	2020/5/18	46	17	2.4	2	12%	36.1±0.1	0.57	9	53%	29.0±12.8	0.68	6	35%	38.8±10.7
	2020/6/4	63	39	10.8	10	26%	42.3±3.9	0.52	15	38%	34.6±9.5	0.55	14	36%	50.5±10.9
	2020/6/24	83	43	9.2	6	14%	62.1±9.3	0.63	9	21%	52.8±14.8	0.66	28	65%	63.5±15.6
仁淀川水系土居川	2020/5/20	48	26	2.3	4	15%	26.3±1.2	0.34	10	38%	17.3±7.3	0.19	12	46%	43.5±13.2

2 次世代に寄与する天然アユ親魚の特定と保護

物部川の2018年及び2019年の遡上アユについて耳石による日齢査定を行い、早期孵化群は早期に遡上し、晚期孵化群は晚期に遡上する傾向があるとの結果が得られた。一方、産卵親魚については、耳石による日齢査定の誤差が大きく、孵化時期を特定することは難しいと判断されたことから、2020年は晚期に遡上した天然アユを標識放流し、追跡することとした。

(1) 標識放流

物部川において遡上アユが一時滞留する、深淵床止め（河口より3km上流）周辺で5月11日から6月1日の間にエレクトリックフィッシャー（スミスルート社製）とタモ網を用いて、天然アユを採捕した（図3）。採捕したアユは、すみやかに100リットルの水槽に収容し、早期遡上群の残留個体を除く意図で全長70mm以上の個体を除去した。そこから数十尾ずつ別水槽に移し、FA100を用いて麻酔した後、ハサミで脂鰭の切除を行った。脂鰭を切除したアユは、再び別の100リットル水槽に収容し、30分間通気しながら静置した。静置後斃死したアユを除去し、カウントしたのち放流した。また、一部は内水面漁業センターに持ち帰り、3週間無給餌で飼育して、生残率を把握し、放流尾数に生残率を乗じたものを標識放

流個体数とした。6月1日までに2,647尾（平均体重1.9g）を標識放流したが、標識個体の無給餌飼育による生残率は71%であり（図4）、それに乗じた1,891尾を最終的な標識放流個体数とした。なお、同様に採捕した遡上アユ80尾について、耳石による日齢査定を行ったところ、孵化日は2020年11月23日から2020年1月18日の間で、最頻値、中央値はともに2019年12月23日であり、概ね晩期孵化群であることが確認された（図5）。

（2）漁期中の追跡（放流から2020年10月15日まで）

物部川漁業協同組合の協力のもと、漁期中に漁獲された標識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アユの個体数を推定した。標本遊漁者が、漁期中65日の友釣り釣行で1,716尾のアユを釣獲し、うち3尾が標識魚であった。物部川では、漁期を通じて延べ3,048人がアユ釣り（友釣り、毛ばり）を行っていたことから、全体では80,467尾が釣獲され、うち140尾の標識魚が含まれていたと推定された。釣獲された標識個体の体重は、6月下旬で30.8g、9月下旬で77.0～89.2gに成長しており、十分に釣獲対象となりうるということが確認された（表3）。

（3）産卵場における追跡（2020年10月16日以降）

物部川の産卵場（河口より約1.2km上流左岸側）において、2020年11月5日から12月17日の間に、投網による親魚の採捕及び潜水器具を用いた死魚の回収を行った（図3）。採捕または回収した標識個体については、GSIの測定を行った。

採捕または回収した912尾（生魚：216尾、死魚：756尾）のうち、標識個体は4尾であった（生魚：1尾、死魚：3尾）（表4）。再捕個体のGSIは、11月5日の再捕個体で5.8（♂生魚 BW：116.4g）、12月2日の再捕個体で4.6（♂死魚 BW：58.9g）と4.9（♀死魚 BW：54.6g）、12月10日の再捕個体で7.1（♀死魚 BW：76.2g）と全般に低かったが（表3）、これは産卵後であったためと推測され、いずれの個体も総排泄腔が拡張していた。このことから、標識アユは11月上旬から12月上旬の間に産卵に関与したと考えられた。標識アユの混入率は0.44%であり、物部川漁業協同組合が11月上旬に実施した産卵前のアユ資源量調査によるアユの現存量約4万尾から推定すると、産卵期までに約200尾程度の標識アユが生残り、産卵に加わったと推測される。また、同漁協が実施した流下仔魚調査では、11月上旬から12月中旬まで仔魚の流下が確認されており、前述の産卵時期から逆算して、11月中旬以降の流下群の産卵に晩期遡上群が関与したと考えられる。晩期遡上群の孵化時期（11月下旬から1月中旬）と晩期遡上群が産卵に関与した群の孵化時期（11月中旬から12月中旬）には若干の開きがあるが、これは、物部川におけるアユの産卵期間が例年よりも1～2週間程度早め推移したためと思われる、相対的にみれば、晩期遡上群は晩期の産卵に関与しており、孵化時期、遡上時期、産卵時期がある程度リンクする結果となった。

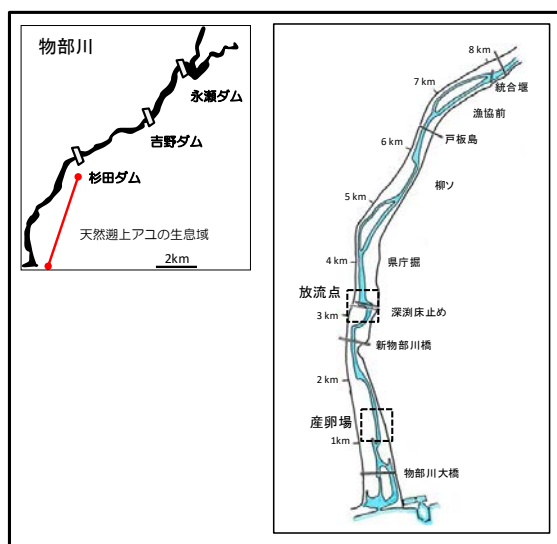


図3 物部川の標識放流地点及び産卵場

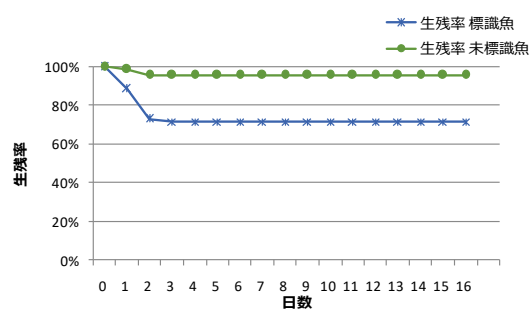


図4 標識アユの無給餌飼育試験

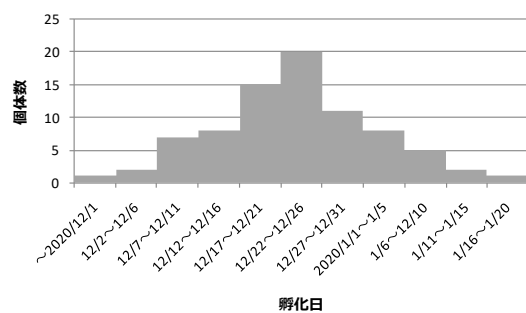


図5 標識放流時に再捕されたアユの孵化日組成

表3 再捕された標識個体

漁獲日	TL (mm)	BW (g)	GSI	性別	釣獲場所	漁法
2020/6/20	149.5	30.8	0.0	♀	漁協前	友釣り
2020/9/20	221.6	89.2	1.1	♀	柳ノ	友釣り
2020/9/28	197.9	77.0	5.1	♂	戸板島	友釣り
2020/11/5	243.6	116.4	5.8	♂	産卵場	投網
2020/12/2	196.6	58.9	4.6	♂	産卵場	死魚回収
2020/12/2	214.2	54.6	4.9	♀	産卵場	死魚回収
2020/12/10	231.1	76.2	7.1	♀	産卵場	死魚回収

表 4 産卵期に再捕された標識個体数

	非標識魚（個体数）				標識魚（個体数）			
	生魚		死魚		生魚		死魚	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
2020/11/5	44	14	0	0	1	0	0	0
2020/11/11	1	0	0	0	0	0	0	0
2020/11/17	0	0	88	55	0	0	0	0
2020/12/2	44	46	215	136	0	0	1	1
2020/12/10	14	18	95	100	0	0	0	1
2020/12/17	4	30	1	3	0	0	0	0

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、昨年までみられた早期放流による先住効果が、早期の天然遡上がある場合にはみられなかったことから、放流個所の選定においては、河川環境のほか、天然アユの遡上動向にも注意する必要がある。次年度は、天然遡上のない河川で、早期放流の効果が得られるか検討する。次世代に寄与する天然アユ親魚の特定と保護については、今年度新たなアプローチを行い、標識再捕により晩期遡上群の産卵への関与が確認できた。次年度は、さらに調査を拡大し（標識数の増加、晩期遡上群の資源量の推定など）、晩期の孵化・遡上群の資源貢献に関する知見を蓄積する。

令和2年度(2020年度) 環境収容力推定手法開発事業 報告

課 題 番 号		事業実施期間	令和2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 宗 達郎		
分担者			

令和2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(2.5g)と通常群(3.5g)の放流を行い、漁獲されたアユから放流後の成長等を比較した。解禁直後に友釣り、投網・刺網で漁獲されたアユの平均体重は、早期小型群、通常群ともに目標とする40gに到達しており、早期小型サイズでの放流も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、球磨川におけるアユの流下仔魚調査及び遡上稚魚調査を行い、令和元年(2019年)の流下仔魚は2.7億尾、令和2年(2020年)の遡上稚魚は19.2万尾と推定された。

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：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、漁獲調査を行い、放流の成長等を比較する。

また、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 F2)を用い、早期小型群は令和2年(2020年)3月24日に平均体重2.5g(無標識)で1万尾、通常群は令和2年(2020年)4月17日に平均体重3.6g(全数脂鰭カット標識)で9,500尾を、緑川水系御船川七滝地区の川鳴橋から放流した。(図1、図2)

6月～9月に御船川七滝地区で友釣り、投網及び刺網により漁獲されたアユ96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。解禁日の6月1日に友釣りで漁獲されたアユの平均体重と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51.9gで日間成長率4.4%(n=10)、通常群が平均体重42.8gで日間成長率5.5%(n=2)であった。7月は豪雨による増水が続いたためほとんど漁獲できなかったが、早期小型群、通常群ともに8月下旬には平均体重が100g以上、9月上旬には平均体重150g以上となった。

友釣りで漁獲された尾数は、解禁から8月上旬までは早期小型群の割合が多かったが、8月下旬からは通常群の割合が多くなった。(図3～4、表1)

投網・刺網で漁獲されたアユは、6月8日の早期小型群が平均体重53.7gで日間成長率4.1%(n=14)、通常群が平均体重49.0gで日間成長率5.0%(n=4)であった。8月18日の早期小型群は平均72.2g(n=2)、通常群が平均79.3g(n=2)であり、同時期の友釣りよりも漁獲サイズが小さかった。(図5～6、表2)

解禁直後に友釣り、投網・刺網で漁獲されたアユの平均体重は、早期小型群、通常群ともに解禁時の目標サイズとする体重40g(全長約17cm)にいずれも到達しており、早期小型サイズでの放流も有効であると考えられた。

②釣獲状況

緑川漁業協同組合の漁業者10名に緑川水系御船川でのアユ釣獲日誌を記入してもらい、御船川全域のアユの全長、CPUE等の釣獲状況を把握した。

御船川では、6～9月は友釣り、10月はがっくり掛けでの釣獲が行われている。月平均のCPUEは、6月が0.9尾/時間、7月が0.5尾/時間、8月が0.2尾/時間、9月及び10月が0.0尾/時間であり、10月のがっくり掛けによる釣獲は0尾であった。(表3)

また、釣獲されたアユの全長は、6月は15～20cmが90%、7月は15～20cmが100%、8月は20～25cmが60%以上を占め、9月の1尾は25cm以上であった。(図7)

なお、緑川水系全体では、例年に比べると、漁獲が極めて低調で、6～7月のサイズも小型であった。

③水温観測

水温データロガー(Onset社製HOB0ペンダントロガーUA001)を設置して計測した御船川七滝地区の日平均水温は、早期小型群放流日(3月24日)が13.4℃、通常群放流日(4月17日)が14.3℃であった。月平均水温は4月が13.8℃、5月が17.6℃、6月が19.4℃であった。(図8)

(2) 早期遡上群の回復に向けた研究

① 流下仔アユ調査

球磨川の球磨川堰において、令和2年(2020年)11月5日と11月19日の計2回、18時から翌日6時までの毎正時に5分間プランクトンネットにより流下するアユ仔魚を採集し、エタノール固定したのちに計数した。流下仔アユ尾数については、同様の方法により流下仔アユ調査を行っている国土交通省八代河川国道事務所の調査結果と併せて推定中である。

また、令和元年(2019年)は、流下仔アユ調査の採捕尾数、ろ水量及び流量データから算出した日別流下尾数の積算により流下尾数は約2.7億尾(前年比41%)と推定した。(図9)

② 遡上稚アユ調査

球磨川の球磨川堰において、球磨川漁業協同組合が行った稚アユのすくい上げ量から遡上量を把握した。令和2年(2020年)のすくい上げは3月12日から4月29日まで行われ、遡上量は19.2万尾(前年比36%)であった。(図10)

令和2年(2020年)の球磨川の天然遡上アユが少なかった要因は、前年の流下仔魚が少なかったためと推察される。

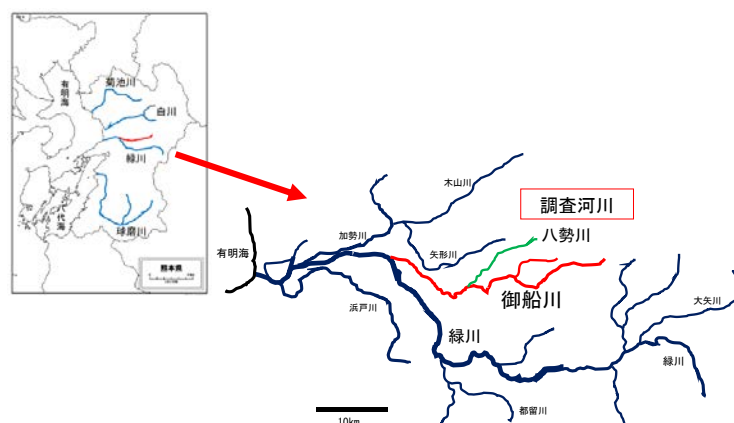


図1 調査対象河川位置図(緑川水系)

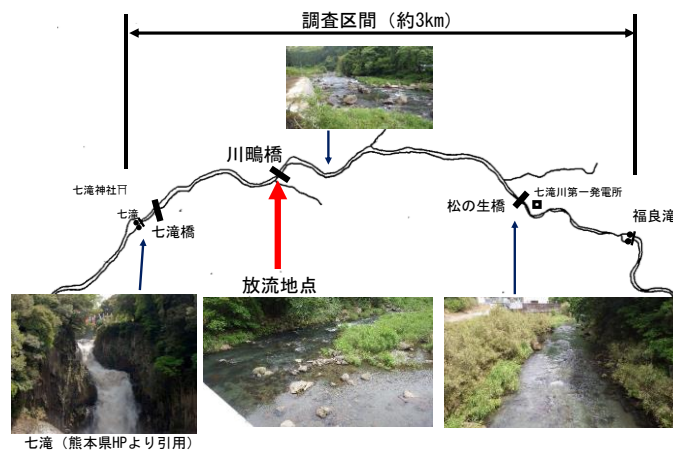


図2 緑川水系御船川七滝地区アユ放流試験実施箇所

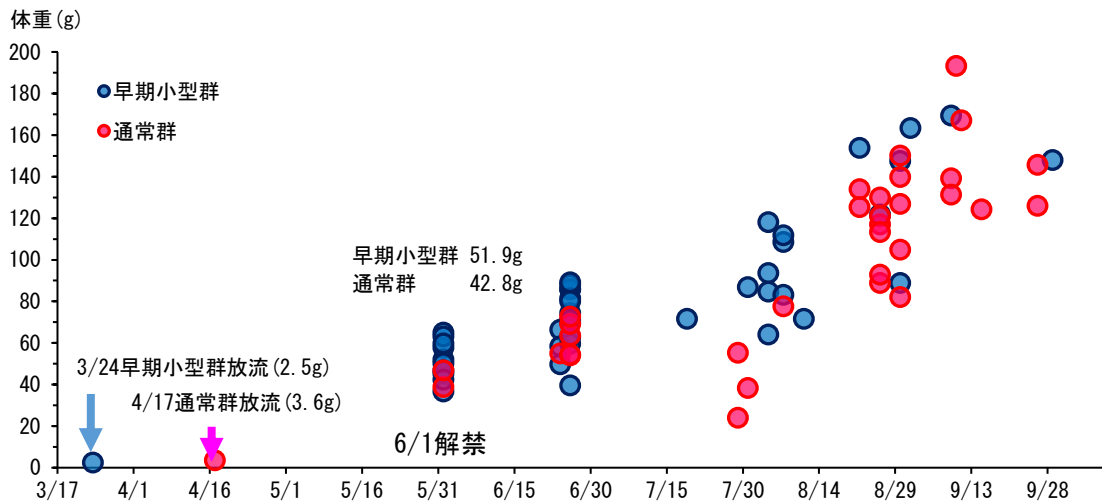


図3 友釣りの漁獲アユ体重

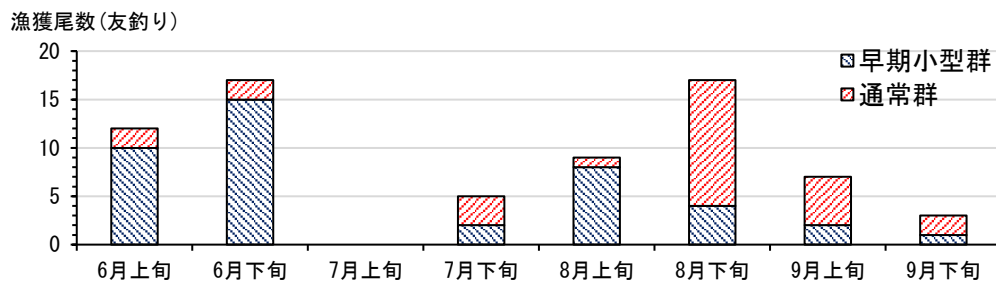


図4 友釣りの旬別漁獲尾数

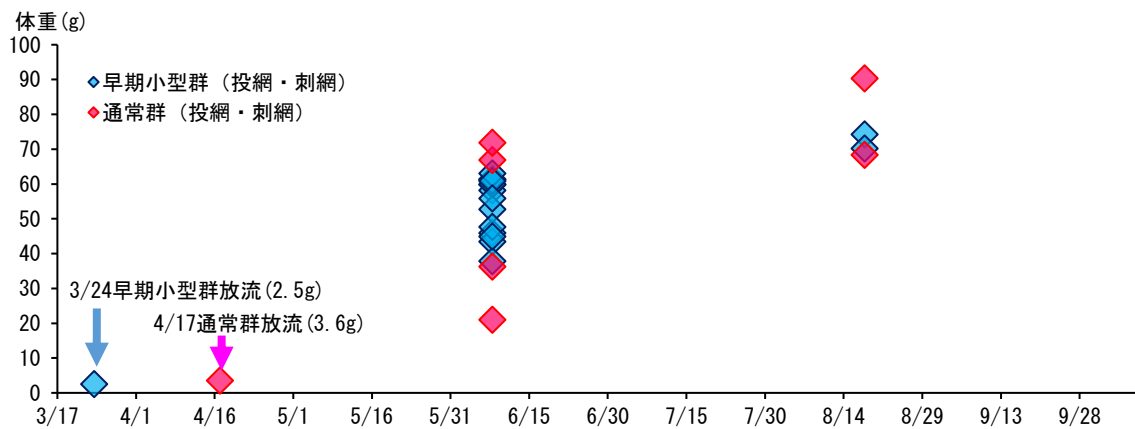


図5 投網・刺網の漁獲アユ体重

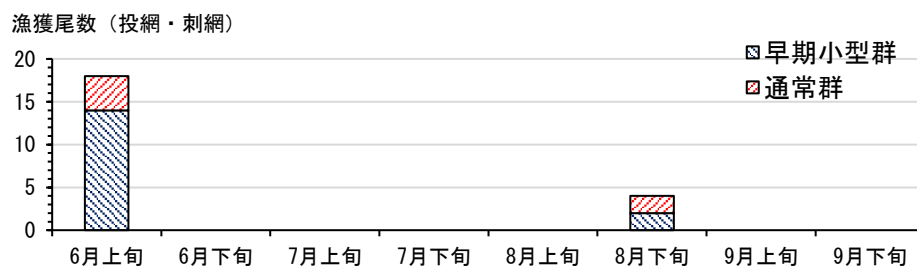


図6 投網・刺網の旬別漁獲尾数

表1 友釣りアユ漁獲尾数及び体重

漁獲日	早期小型群		通常群	
	尾数	体重	尾数	体重
6月1日	10	51.9±9.4	2	42.8±5.6
6月24日	3	58.2±8.4	1	55
6月26日	12	74.0±14.6	5	62.8±8.4
7月19日	1	71.6	0	—
7月29日	0	—	2	39.7±22.1
7月31日	1	86.9	1	38.4
8月4日	4	90.1±22.4	0	—
8月7日	3	101.2±15.7	1	77.6
8月11日	1	71.6	0	—
8月22日	1	153.8	2	129.6±6.1
8月26日	1	121.8	6	110.5±16.2
8月30日	2	118.2±41.4	5	120.7±27.5
9月1日	1	163.3	0	—
9月9日	1	169.4	2	135.3±5.6
9月10日	0	—	1	193.3
9月11日	0	—	1	167
9月15日	0	—	1	124.2
9月26日	0	—	2	135.9±13.9
9月29日	1	147.9	0	—

表2 投網・刺網アユ漁獲尾数及び体重

漁獲日	早期小型群		通常群	
	尾数	体重	尾数	体重
6月8日	14	53.7±8.3	4	49.0±24.4
8月18日	2	72.2±2.8	2	79.3±15.6
9月30日	0	—	0	—

表3 御船川アユ釣獲日誌結果

	6月	7月	8月	9月	10月
漁法	友釣り				がっくり掛け
釣獲回数	10	1	10	6	5
釣獲時間	45.5	4	48	21.7	16.8
釣獲尾数	40	2	8	1	0

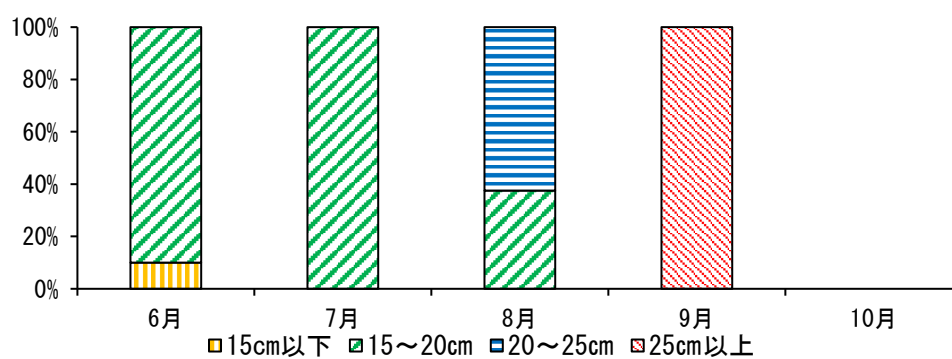


図7 御船川釣獲日誌のアユ全長組成

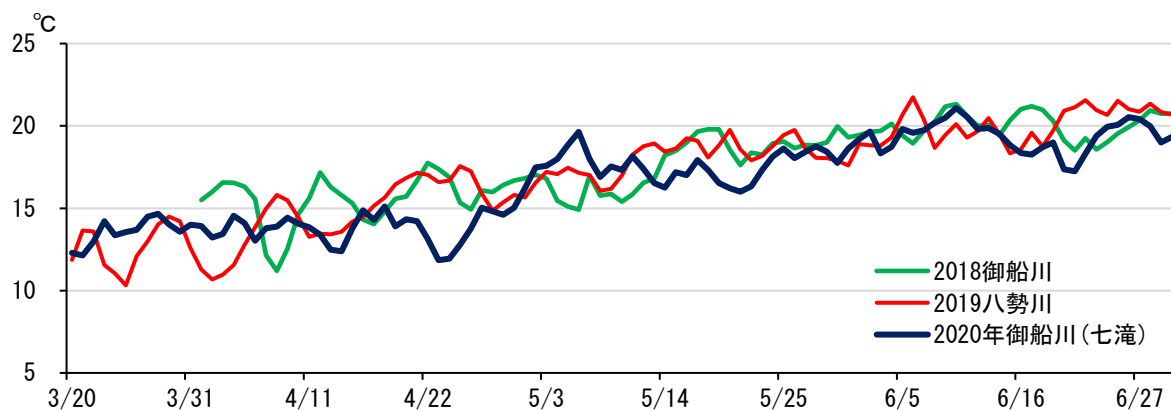


図8 御船川水系の日平均水温の推移

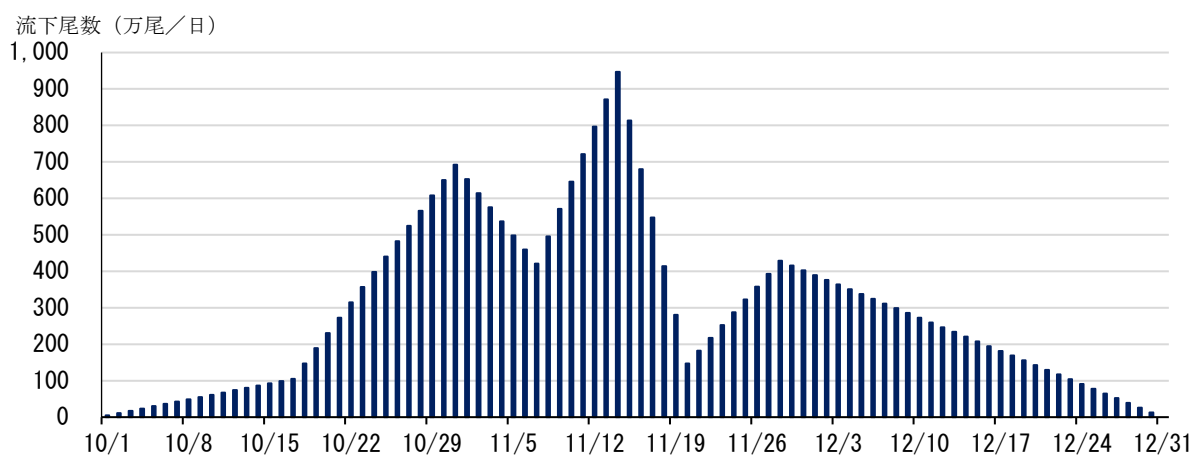


図9 2019年球磨川の日別流下仔アユ推定尾数

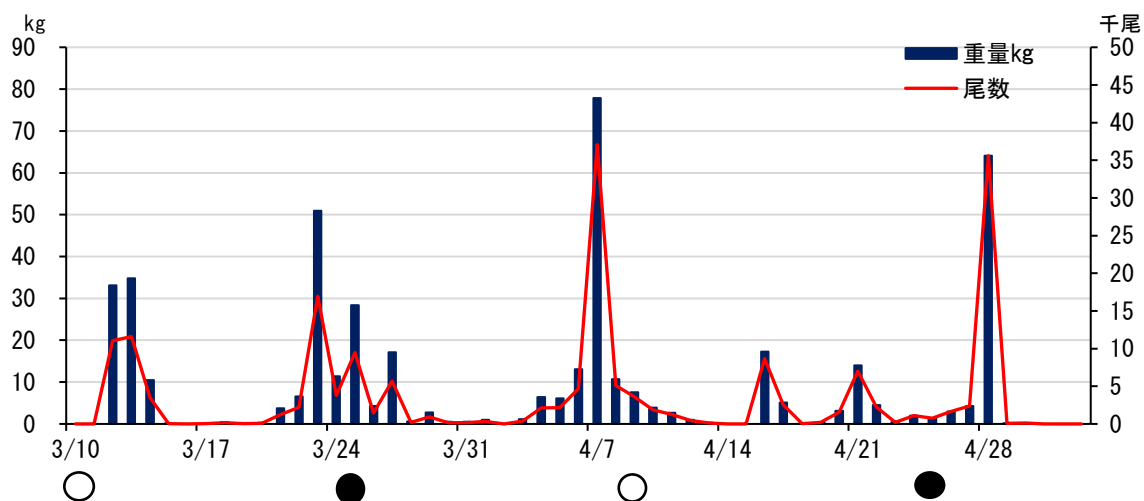


図10 2020年球磨川の日別遡上稚アユ尾数

課題と対応策：特に問題なく順調に実施された。

令和2年度 環境収容力推定手法開発事業報告

課 題 番 号		事業実施期間	令和2年度
課 題 名	球磨川水系等をモデル河川としたアユ海洋生活期の成長・生残に関する環境要因の抽出		
主 担 当 者	井口恵一朗		
分担者			

令和2年度の成果の要約：アユの初期生活史を明らかにする目的で、熊本県を流れる球磨川において、新前川堰を通過した流下仔魚を対象に、形態分析ならびに耳石分析を実施した。形態分析の結果、堰堤手前の湛水域を通過してきた仔魚の多くは卵黄を吸収し尽くしており、それ以降の生残率については低く見積もらざるをえない状況にあった。とくに、早期産卵群に由来する早期孵化仔魚は流下の途上で高水温にさらされるためか、疲弊の徴候が顕著に認められた。耳石分析の結果、河川内生残日数は流下の時期によって異なり、早期流下仔魚群の河川内減耗率は、晚期流下仔魚群に比べて高いことが示された。河口堰の作り出す広大な湛水域は、アユ仔魚の河口到達時間を延長させて、初期減耗を助長している実態が確認された。

全期間を通じた課題目標及び計画：近年のアユの漁獲量は低迷しており、漸減傾向に歯止めのかからない状況が続いている。事態の打開にむけて、天然アユ資源の回復に高い期待が寄せられている。しかしながら、本種の生残に影響を及ぼす環境要因に関する知見は乏しいため、有効な施策の構築には至っていない。本課題では、両側回遊魚であるアユが初期生活史をおくる時季に焦点を当てながら、体サイズ、行動、生息環境等に関するデータを収集・解析する。

当該年度計画：本年度は、2019年に採捕された流下仔魚を中心に、形態分析ならびに耳石分析を実施した。調査は新前川堰の魚道入口で行い、遥拝堰と球磨川堰・新前川堰の間に形成された湛水域を通過してきた仔魚を対象とした。採集の時間帯は、夕方・深夜・未明・明方の4つに区分した。また、2020年には、遥拝堰下流側に造成された産卵場の直下においても流下仔魚の採集を行った。合計3回（11月6日、11月19日、12月3日）の調査を繰り返し、得られた標本の一部を2020年度の分析に使用したほか、残りについては次年度以降の分析に使用する予定である。

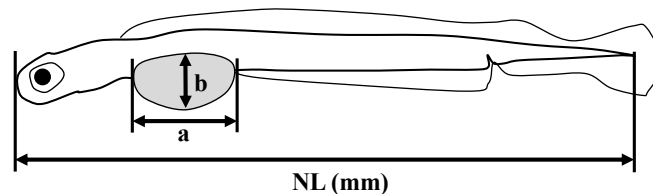


遥拝堰と球磨川堰・新前川堰の間に形成された湛水区間

結果

(1) 形態分析

①同一夜間の比較：ホルマリン固定された仔魚の標本を使って、実体顕微鏡画像をもとにして 1/1000 mm 単位で計測を行い、脊索長 (NL ; notochord length) ・卵黄体積 (YV; yolk-sac value) ・卵黄残余指数 (YRI ; yolk residue index) を求めた。卵黄体積は、その長径と短径をもとに楕円体に見立てて算出した。卵黄残余指数については、 $YRI=1000 * YV/NL^3$ と定義した。2019 年 11 月 7-8 日の分析結果を次に記す。脊索長の分散は 4 つの採集時間帯で同じではなく ($F_{3,293}=5.125$, $P=0.002$)、明方に近づくに連れて小さくなる傾向を示した ($\tau=-0.181$, $N=297$, $P<0.001$)。卵黄体積の分散は 4 つの採集時間帯で同じではなく ($F_{3,293}=6.860$, $P<0.001$)、明方に近づくに連れて大きくなる傾向を示した ($\tau=0.257$, $N=297$, $P<0.001$)。卵黄残余指数の分散は 4 つの採集時間帯で同じではなく ($F_{3,293}=57.232$, $P<0.001$)、明方に近づくに連れて増大する傾向を示した ($\tau=0.272$, $N=297$, $P<0.001$)。

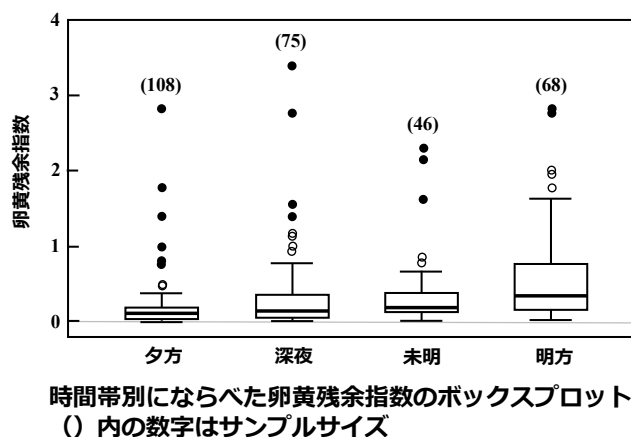


$$YRI=1000 * YV/NL^3 \quad YV=\pi ab^2/6$$

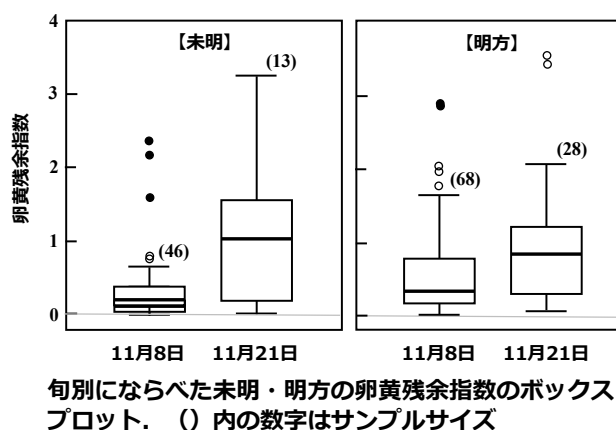
流下仔魚の脊索長 (NL ; notochord length)

卵黄体積 (YV; yolk-sac value)

卵黄残余指数 (YRI ; yolk residue index)

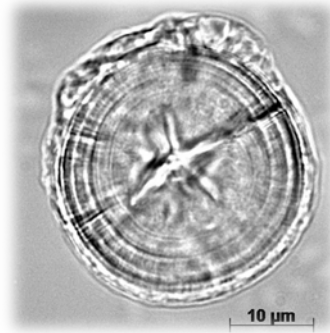


②旬別の比較：2019年11月8日と11月21日間の流下仔魚について比較を行った。採集時間のなかで、初回時の水温が16.4℃から17.1℃の間を変化したのに対して、2週間後の2回目時には13.0℃から13.9℃に低下していた。サンプルサイズの揃っている未明と明方の時間帯について、旬別の比較を行った。初回時に比べて2回目時の脊索長は、未明および明方の時間帯の双方において小さくなった（それぞれ、 $t=5.139$, $df=57$, $P<0.001$; $t=4.837$, $df=94$, $P=0.355$ ）。初回時に比べて2回目時の卵黄体積は、未明の時間帯において大きくなった一方で（ $t=2.741$, $df=57$, $P=0.008$ ）、明方の時間帯における差異は有意ではなかった（ $t=1.499$, $df=94$, $P=0.137$ ）。初回時に比べて2回目時の卵黄残余指数は、未明および明方の時間帯の双方において大きくなった（それぞれ、 $t=3.862$, $df=57$, $P<0.001$; $t=2.492$, $df=94$, $P=0.014$ ）。



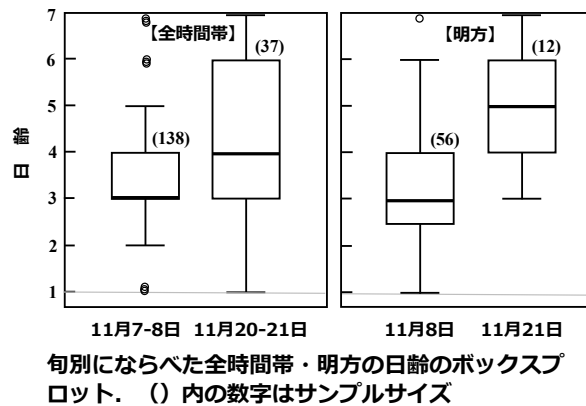
(2) 耳石分析

①同一夜間の比較：2019年の11月7-8日に採集された仔魚を使った耳石の日周輪の分析結果を次に記す。日齢は1から最大7の個体まで含まれ、採集時間帯（夕方・深夜・未明・明方）の間で分散に有意な違いは検出されなかった（ $F_{3,134}=0.431$, $P=0.7311$ ）。



摘出された耳石の顕微鏡写真

②旬別の比較：2019年11月7-8日と11月20-21日間の流下仔魚について比較を行った。初回時に比べて2回目時の日齢は、増加していた ($t=4.030$, $df=173$, $P<0.00$)。明方の時間帯に限定すると、違いはさらに顕著になった ($t=3.475$, $df=663$, $P=0.001$)。



③地点間の比較：2020年の11月19日の夕方の時間帯に、産卵場直下と新前橋堰で採集された流下仔魚について比較を行った。産卵場直下の平均日齢が1.2であったのに対して、下流側の新前橋堰では3.6に増加していた ($t=9.752$, $df=37$, $P<0.00$)。

課題と対応策：

特に問題なく順調に実施された。