

事業名：5 内水面漁業研究事業

細事業名：(3) アユ資源緊急回復試験

課題名：a 天然資源の回復

期間：H29～R4 年度（事業期間を3年間延長）

予算額：2,054千円（単県）

担当：増殖推進室（田中 靖）

目的：

アユ不漁の原因として、(1) 天然アユ資源の激減、(2) 河川内での生息環境の悪化の影響が考えられる。そこで本試験では、これらの改善策を立てることにより、アユ漁の復活を目指す。

成果の要約：

1 調査内容

(1) 天然アユ遡上数及び孵化日推定調査

千代川、天神川、日野川（以下、「県内3河川」という）における天然アユの遡上状況を把握するため、以下の調査を実施した。

1) 千代川

5月下旬～6月上旬にかけて、千代川中流域の3地点（永野堰、河原橋、大口堰）において、延べ3回アユを採集した。採集には投網を用いた。得られた試料について、背鰭第5軟条からの側線上方横列鱗数が16枚以上かつ下顎側線孔が4対整列したものを天然アユ、それ以外のものを人工アユとして判別し、試料に含まれる天然アユと人工アユの割合から、ピーターセン法によって採集地点周辺の天然アユの資源尾数を推定した。本調査では、この値を千代川における遡上数とした。採集は千代川漁業協同組合に委託した。

2) 天神川

4月上旬～6月上旬にかけて、天神川下流域に位置する北条砂丘頭首工（通称 天神森堰堤）において、延べ10回の目視計数調査を行い遡上数を算出した。目視計数調査は天神川漁業協同組合所属の組合員に委託した。

3) 日野川

4月上旬～5月下旬にかけて、日野川下流域に位置する車尾堰堤において、延べ10回の目視計数調査を行い遡上数を算出した。また、3月下旬～5月下旬にかけて採集したアユ69個体について、耳石日周輪を計数して日齢を算出し、採集日と日齢から孵化日を割り出した。目視計数調査及び採集は日野川水系漁業協同組合に委託した。

(2) 成熟状況調査

日野川におけるアユの成熟状況を把握するため、9月24日～11月16日にかけて、日野川下流に位置する八幡橋において、延べ6回アユを採集した。採集方法は、釣り（友釣り、コロガン釣り）及び投網を用いた。得られた試料について、天然アユ遡上数及び孵化日推定調査の項で記載

した形態的特徴に基づいて天然アユと人工アユを判別した後、体長、体重、生殖腺重量を測定し、生殖腺指数(GSI)を算出した。

(3) 産卵関連調査

県内3河川におけるアユの産卵状況や産卵環境等を把握するため、以下の調査を実施した。

1) 千代川

千代川漁業協同組合が10月1日に源太橋下流で実施した産卵場造成の効果を把握するために、2つの調査を実施した。

① 潜水目視によって産着卵及び親魚の確認を行った（10月16日および10月29日に実施）

② 産卵場造成前（9月26日）と造成直後（10月1日）に河床礫を採集し、粒度組成を比較した。

2) 天神川

天神川における産卵状況を把握するため、小田橋において、10月27日及び11月17日に潜水目視によって産着卵及び親魚の確認を行った。

3) 日野川

自然産卵場の形成状況を把握するため、10月28日に八幡橋～車尾堰堤上流にかけて、目視観察によって産着卵の有無を確認した。

(4) 流下仔魚調査

県内3河川におけるアユ仔魚の流下状況を把握するため、以下の調査を実施した。

1) 千代川

10月3日～12月13日にかけて、千代川下流域に位置する潮止堰において、延べ9回アユ仔魚を採集した。採集時刻は18:00～22:00とし、採集には濾水計を装着した円錐形プランクトンネット（口径45cm、側長95cm、目合0.335mm）を用いた。ネットの設置時間は5分間とした。得られた試料は速やかに10%ホルマリン溶液で固定した後、研究室において各採集時刻の個体数を計数するとともに、個体数を濾水量で除して流下密度を算出した。仔魚の採集は千代川漁業協同組合に委託した。

2) 天神川

10月6日～12月6日にかけて、北条砂丘頭首工において延べ10回アユ仔魚を採集した。採集時刻は17:00～21:00とした。採集及び分析方法は千代川と同様である。仔魚の採集は天神川漁業協同組合所属の組合員に委託した。

3) 日野川

車尾堰堤の下流において、10月5日～12月21日にかけて、延べ12回アユ仔魚を採集した。採集時刻は17:00～21:00とした。採集及び分析方法は千代川及び

天神川と同様である。仔魚の採集は日野川水系漁業協同組合に委託した。

(5) 海域プランクトン調査

海洋生活期におけるアユの餌料となる動物プランクトンの動態を把握するため、10月上旬から翌年1月にかけて、日野川河口周辺の浅海域3地点(St.1:皆生沖, St.2:日野川河口沖, St.3:佐陀川河口沖)において、延べ10回動物プランクトン及び表層水を採集し、動物プランクトン密度及びクロロフィルa濃度の測定を行った。

動物プランクトンは、各地点で北原式定量プランクトンネット(口径22.5cm, 側長80cm, 目合100 μ m)の鉛直曳きにより採集した。試料はホルマリン固定して1/16~1/512に分割した後、目あるいは科などのレベルで可能な限り同定・計数した。その中で、仔稚魚の餌として重要なカイアシ類ノープリウス幼生の密度を算出した。なお、密度算出の際の濾水量は、ネット網口面積(0.04 m²)×曳網距離(m)とした。

クロロフィルa濃度は、調査地点の表層水を採水、ろ過し、90%アセトンで一晩抽出した後、吸光度法により測定した。クロロフィルa濃度は次式により計算した。

$$\text{Chl. a } (\mu\text{g 月 l}) = 11.64 \times E663 - 2.16 \times E645 + 0.1 \times E630 \times \text{検液量 (ml)} \times 1000 \text{ 月検水量 (ml)}$$

試料の採集は、鳥取県漁業協同組合淀江支所所属の漁業者に委託した。

(6) 海域仔稚魚調査

海域における仔稚魚の生息状況を把握するため、11月12日~翌年3月5日までの間に、日野川近傍に位置する佐陀川河口周辺の海岸において、延べ10回仔稚魚を採集した。採集方法は灯火採集とし、日没前後に水中集魚灯(防水LED灯 4.5W×3個)を点灯し、罎集したアユをタモ網で掬取った。採集時間は30分~1時間とした。得られた試料は速やかに70~99%エタノールで固定した後、研究室にて体長測定、耳石日周輪の計数による日齢算出、及び採集日と日齢からの孵化日の割り出しを行った。

2 結果の概要

(1) 遡上数及び孵化日推定調査

1) 千代川

天然アユの遡上数は1.5万尾と推定された。

2) 天神川

天然アユの遡上数は0.2万尾、遡上時期は4月下旬~6月上旬、遡上盛期は4月下旬であった。

3) 日野川

天然アユの遡上数は0.6万尾であった。遡上時期は4月上旬~5月下旬、遡上盛期は5月上旬であった。孵化時期は10月中旬~12月下旬、孵化盛期は12月上旬

であったが、前年の仔魚の流下盛期と大きく異なる(図1)。このことから、前年10月に孵化した仔魚が海域で減耗したために今期の天然アユの遡上数が少なかったものと考えられた。

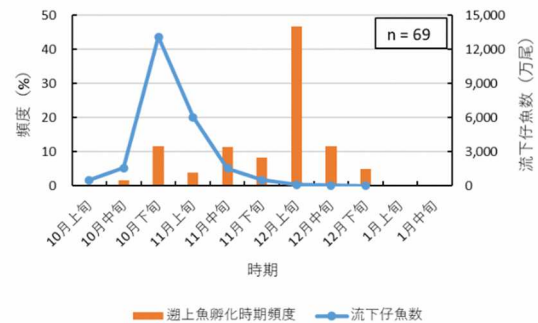


図1 日野川における天然アユの孵化時期と前年の仔魚の流下状況

(2) 成熟状況調査

合計184個体のアユを採集したが、天然アユは1個体のみであった。

調査日ごとのアユの体長組成を図2に示す。各調査日の最頻値は130mm~150mmであった。

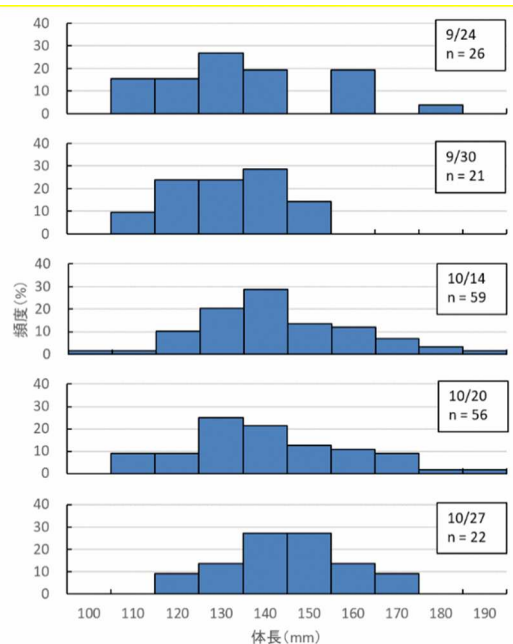


図2 採集したアユの体長組成

雌雄別の平均GSIはメスで10月中旬、オスで10月下旬がピークであった(図3,4)。しかし、一般的に成熟したアユのGSIはオスで10前後、メスで26前後であること、採集時にオスは放精する個体がみられたが、メスは腹部を圧迫しても放卵が確認されなかったことなどから、本調査で採集したアユについては、オスは成熟しているものの、メスは未成熟な状態であったと推測される。

調査地点では、10月中に数千尾規模のアユの群れが継続して確認されたが、11月に入り群れは見られなくなり、アユが採集できなくなった。同時期に、調査地点より下流

に位置する車尾堰堤下流の産卵場において、新たなアユの群れが加入し産卵行動が確認された（日野川水系漁業協同組合私信）。

このような点から、日野川のアユ親魚の一部は成熟するまで八幡橋周辺に集積し、そののちに車尾堰堤下流の産卵場へ移動するものと考えられた。

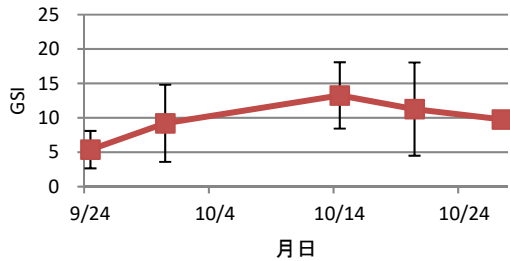


図3 メスの平均GSIの推移

※エラーバーは標準偏差を表す

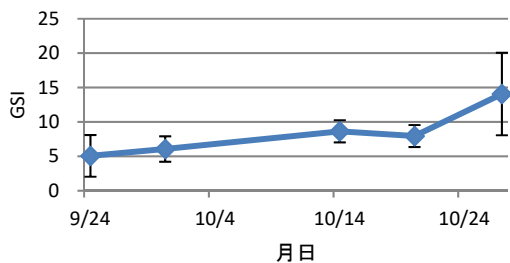


図4 オスの平均GSIの推移

※エラーバーは標準偏差を表す

(3) 産卵場環境調査

1) 千代川

①産着卵及び親魚の確認

産卵場内を調査した結果、10月16日に15 m²、10月29日に530 m²の範囲で産着卵が確認された。親魚について、千代川漁業協同組合がカワウ飛来防除テグスを設置した地点でアユの群れが確認されたが、テグス未設置地点では確認されなかった。

②産卵場造成前後での河床粒度組成の比較

粒度組成分析の結果について図5に示す。10月1日の造成直後の方が造成前に比べて2mm未満の砂が増加したが、アユの産卵に好適な粒径5mm~30mmの礫も増加した。また、10月16日及び10月29日の潜水観察時には河床から粒径2mm未満の砂が減少し、粒径5mm~30mmの礫が主体となっていることが確認された。

以上の点から、産卵場造成によって好適な産卵環境が創出されるとともに、テグスの設置によってアユ親魚が保護され、産卵につながったものと推測される。

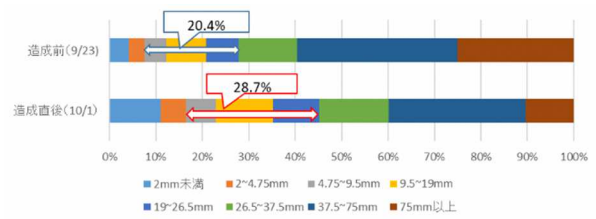


図5 造成前と造成後の河床粒度組成の比較

2) 天神川

10月27日に小田橋の直下で100尾程度のアユの群れが確認されたが、産着卵は確認できなかった。また、11月17日調査時には親魚、産着卵ともに確認できなかった。河床にはアユの産卵に好適な粒径5~30mm程度の礫が多く存在しているが砂も多く、河床礫の多くは「はまり石」状態になっていた。また、カワウの飛来も確認された。このような点から、天神川においてアユの産卵量を増やすためには、産卵場造成による好適な産卵環境の創出と、テグス等の設置による親魚の保護が必要と考えられる。

3) 日野川

潜水目視により八幡橋下流及び日野川堰周辺においてアユの群れが確認されたが、産着卵は確認されなかった。大半の場所は砂が多く、河床礫がはまり石状態になっており、アユの産卵に不適な環境と判断された。

なお、日野川水系漁業協同組合が行った産卵場調査では、重機を用いて産卵場を造成した車尾堰堤下流において産着卵が確認されているほか、親魚保護のためにテグスを設置した地点ではアユの群れが確認されていることから、産卵場造成及び親魚保護策が一定の効果を出しているものと考えられる。天然アユ資源量の回復のために、今後もこのような取り組みの継続が必要である。

(4) 流下仔魚調査

1) 千代川

流下は10月上旬から12月上旬にかけて確認され、ピークは11月17日(0.53尾月m²)であった(図6)。

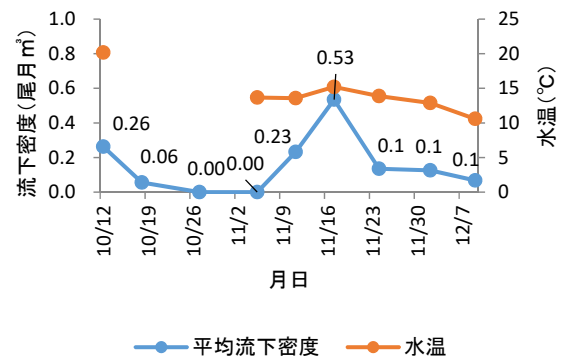


図6 千代川における流下密度と河川水温の推移

調査期間中の平均流下密度は0.16尾/m³であった。表1に過去の流下仔魚数と平均流下密度を示す。流下仔魚数と平均流下密度はおおむね対応していることから、今期の流下仔魚数は前年と同様に数百万尾程度と推測される。千代川では過去に1億尾を超える流下仔魚数が記録されているが、2017年以降の流下仔魚数は著しく少なく、天然アユ遡上数の減少が大きく影響しているものと考えられる。

表1 千代川における流下仔魚数と平均流下密度

年	流下仔魚数 (万尾)	平均流下密度 (尾/m ³)
2001	15,000	-
2002	6,000	-
2003	11,000	-
2004	1,150	-
2005	10,500	-
2006	4,638	-
2007~2016年までデータなし		
2017	79	0.01
2018	2,495	1.27
2019	804	0.22
2020	-	0.16

2) 天神川

流下は10月上旬から12月上旬まで確認され、ピークは11月17日(0.53尾/m³)であった(図7)。調査期間中の平均流下密度は0.06尾/m³であった。流下仔魚数と平均流下密度はおおむね対応していることから、今期の流下仔魚数は前年と同様に数百万尾程度と推測される(表2)。2017年以降の流下仔魚数はそれ以前のものより著しく少なく、天然アユ遡上数の減少が大きく影響しているものと考えられる。

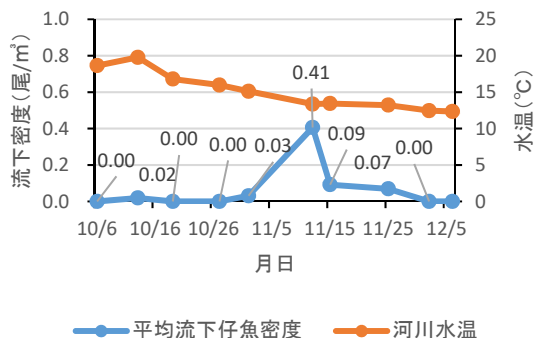


図7 天神川における流下密度と河川水温の推移

表2 千代川における流下仔魚数と平均流下密度

年	流下数(万尾)	平均流下密度 (尾/m ³)
2009	29,769	-
2010	62,039	-
2011	20,593	-
2012~2016年データなし		
2017	152	0.09
2018	2,402	0.99
2019	300	0.19
2020	-	0.06

3) 日野川

流下は10月上旬から12月中旬にかけて確認され、ピークは10月18日(36尾/m³)及び11月22日(36.4尾/m³)の2回であった(図8)。

調査期間中の平均流下密度は11.9尾/m³であり、天然アユの遡上数が減少する以前の値(2005年~2012年平均28.4尾/m³)と比較すると半分以下の値であった(図9)。2013年以降、天然アユの遡上数が少ない状態が長く続いており、このことが前述の2河川と同様に大きく影響しているものと考えられる。

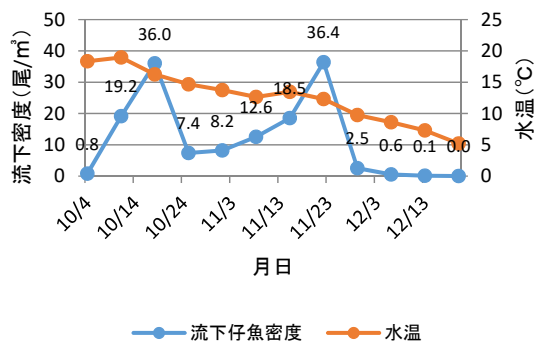


図8 日野川における流下密度と河川水温の推移

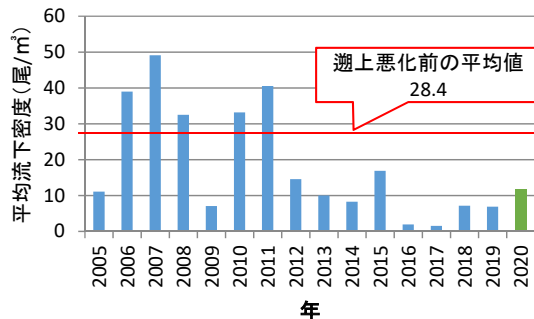


図9 日野川における平均流下密度の経年比較

(5) 海域プランクトン調査

1) カイアシ類ノープリウス幼生の密度

3地点の平均密度は13.9~79.2個体/1の間で推移し、ピークは10月中旬、11月下旬、12月中旬であった(図10)。

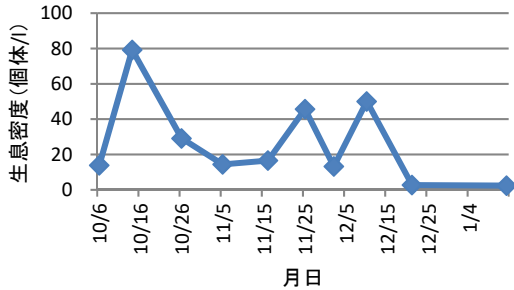


図10 美保湾沿岸におけるノープリウス幼生の密度の推移 (3地点平均)

アユ仔魚の主な流下期間である10~12月のノープリウス幼生の平均密度は29.5個体/1であり、過去5年間で最も高い値であった(図11)。

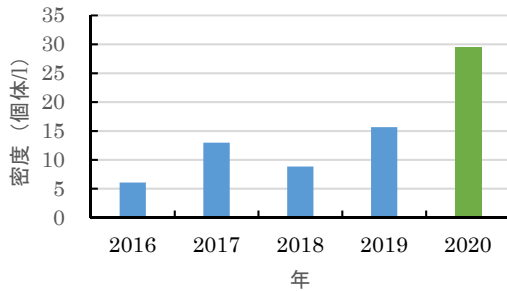


図11 美保湾沿岸におけるノープリウス幼生の密度の年比較 (10~12月の平均値)

2) 表層水のクロロフィルa濃度

3地点の平均クロロフィルa濃度は1.7~14.4μg/lの間で推移し、ピークは12月上旬であった(図12)。ノープリウス幼生の平均密度との間には明瞭な関係が見られなかった。

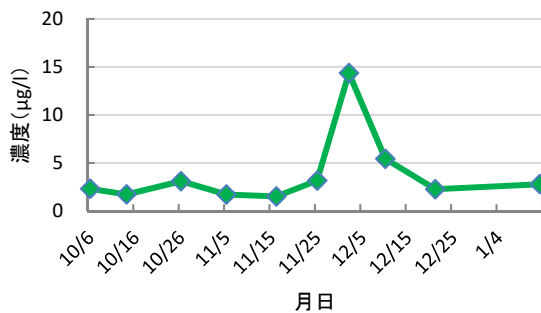


図12 美保湾沿岸におけるクロロフィルa濃度の推移 (3地点平均)

(6) 海域仔稚魚調査

1) 生息状況

調査期間中に合計430個体の仔稚魚を採集した。砕波帯における30分あたりの採集尾数(以下、「CPUE」という)の推移を図10、調査期間中の平均CPUEを年比較した結果を図13に示す。CPUEは2~78で推移し、11月~12月は増減を繰り返していたが、1月以降は日が経つにつれてCPUEが低下する様子が確認された。

期間中の平均CPUEは35.1であり、比較可能な過去3年間の中で最も多くのアユ仔稚魚が採捕された(図14)。今年度は沿岸域におけるノープリウス幼生の密度が高かったこと(図11)が、砕波帯における平均CPUEが高かったことの一因と考えられる。

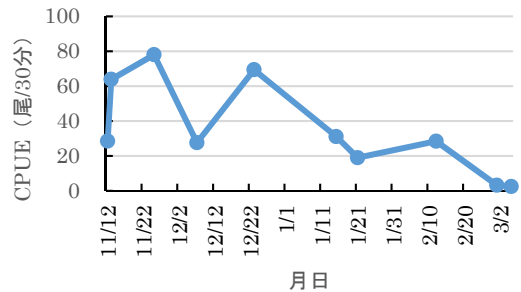


図13 砕波帯におけるアユ仔稚魚のCPUEの推移

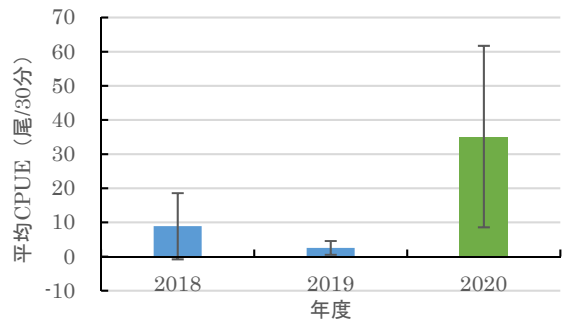


図14 砕波帯におけるアユ仔稚魚のCPUEの年比較

※エラーバーは標準偏差を表す

2) 体長組成

各調査日の体長組成を図15に示す。11月中旬から12月下旬までは、10~20mm前後の個体で構成されていた。1月に入ると、20mm前後の小型個体と40mm超の大型個体が混在していた。2月になると20~40mmまでの個体で構成されるようになった。

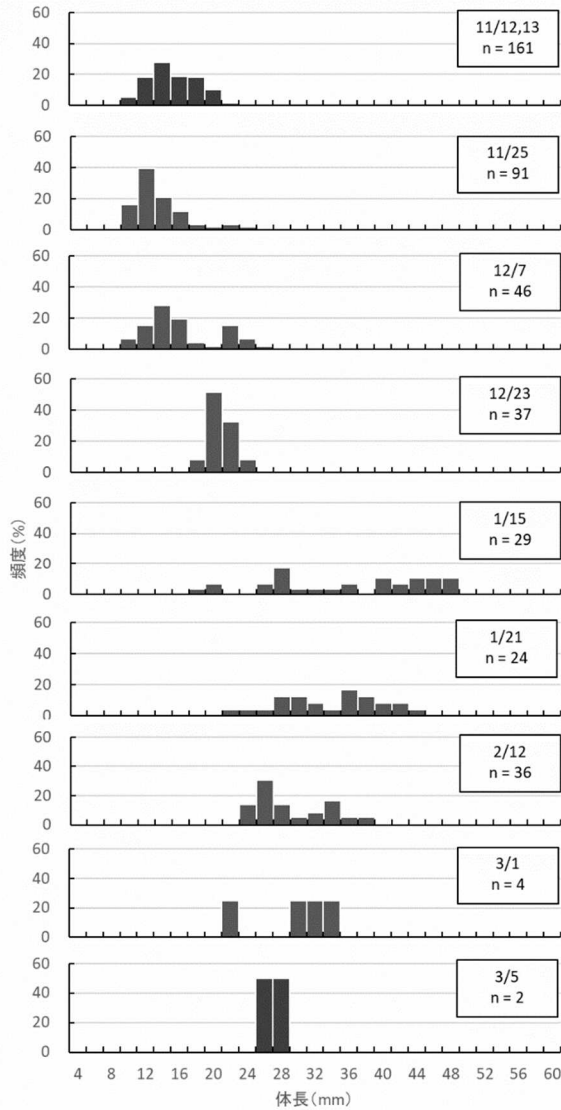


図15 砕波帯における各調査日の
アユ仔稚魚の体長組成

3) 孵化日組成

各調査日の孵化日組成を図16に示す。11月～1月にかけては、主に10月中旬～11月上旬生まれ群が採集された。1月以降は11月中旬より遅い生まれ群が増加し、2月以降は11月中旬～1月上旬生まれ群しか採捕されなかった。このような点から、10月～11月上旬生まれ群は、成長とともに砕波帯を離れたのではないかと考えられる。このことは、年明け以降の砕波帯におけるCPUEの低下(図13)とも一致する。

調査期間を通じての孵化日組成を図17に示す。例年、海域で減耗しやすいと考えられる10月生まれ群が優占し、全体の50%以上を占めた。この点について、10月に仔魚の餌となるノープリウス幼生の密度が高かった(図10)ことが寄与した可能性が考えられる。

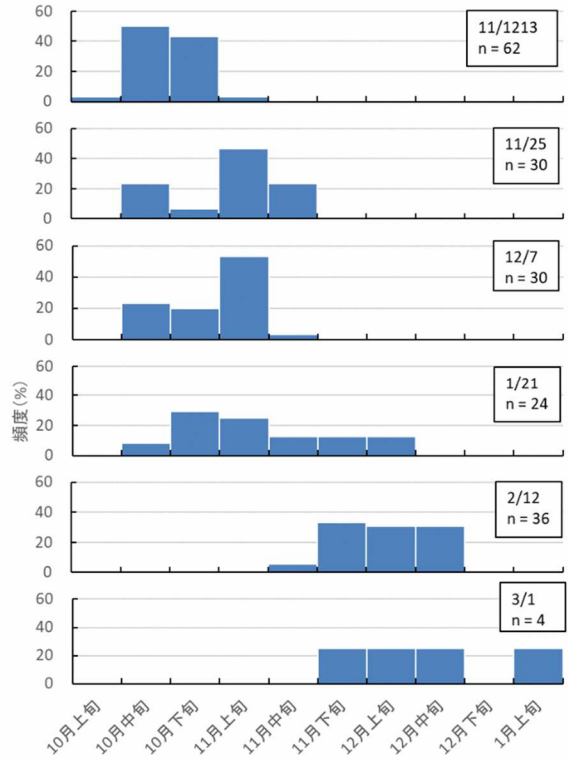


図16 砕波帯における各調査日のアユ仔稚魚の
孵化日組成

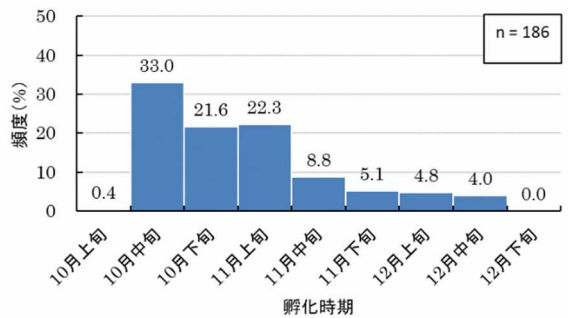


図17 砕波帯における調査期間を通じての
アユ仔稚魚の孵化日組成

成果の活用：

アユ不漁対策PT会議、水辺の環境保全協議会、内水面漁業振興対策講演会等において報告を行った。また、令和2年度水産研究・教育機構 交付金研究開発プロジェクト「天然アユ資源の減少要因の仮説構築および減少の要因解明・対応策開発」にオブザーバー参加し、調査結果の報告を行うとともに、天然アユの減耗要因解明に向けた調査の検討を行った。

