

矢作川で 1 月に確認されたアユ流下仔魚

Ayu larvae during seaward drifting collected in the Yahagi River in January

山本大輔

Daisuke YAMAMOTO

要 約

矢作川においてこれまで実施されていない 1 月以降にアユ流下仔魚の採集調査を行った。その結果、矢作川で 1 月に仔魚が流下していることが初めて確認された。1 月に採集された仔魚は全て卵黄が残存していた。最も遅い 1 月 26 日に採集された仔魚は、河川水温とふ化日数の関係から、12 月中下旬に産卵されたものと推測された。

キーワード：産卵期，卵黄指数，ふ化日，流下時期，水温

はじめに

アユ *Plecoglossus altivelis altivelis* は、川によって異なるが 9 月上旬から 12 月中旬が産卵期と言われており（中村・柳生，2009），ふ化した仔魚は遊泳力が弱く（Tsukamoto et al., 1975），川の流れに乗って海まで流下する（田子，1999）ことが知られている。矢作川においては、市民協働調査により 11 年に及ぶ流下仔魚のモニタリングデータが蓄積され（山本ほか，2014），流下仔魚数の日周変化に基づく産卵場の推定（山本・山本，2021）などが行われているものの、ふ化日を始め流下仔魚の詳細な生態が十分明らかになっているとは言えない。

服部ほか（2018）は、矢作川のアユの耳石輪紋分析により推定したアユのふ化日が 10 月中旬から 1 月以降まで見られたことや、早生まれのアユは産卵集団にほとんど加入できていないことを報告した。そして、遅生まれのアユについては、矢作川および矢作川同様に三河湾に注ぐ豊川の調査報告（矢作川：高橋・新見，1998；豊川：高須ほか，2015）を引用し、12 月末には流下仔魚がほとんど確認されていないために、ふ化日が 1 月以降の個体は他河川由来の可能性があると考察している（服部ほか，2018）。

矢作川のアユ流下仔魚調査については、初期の生活史調査の結果、12 月には仔魚数が減少する（高橋・新見，1998，1999）ことに基づき、調査期間を 12 月までとしている（山本ほか，2014）。しかし、仔魚の採集日や耳石輪紋分析により推定されたふ化日が 1 月以降となる事

例は他の河川でいくつか報告されており（例えば、岡山県高梁川：萱野・篠原，2000；高知県四万十川：高橋，2011；静岡県興津川：鈴木ほか，2014；茨城県那珂川：酒井，2019），矢作川においても採集調査が行われていないだけで 1 月以降に仔魚が流下している可能性がある。また、近年の水温の上昇によるアユの産卵降河時期の遅れ（永井ほか，2024）や早期にふ化した流下仔魚の生残率低下（高橋，2011；岡地ほか，2020）などの再生産の時期の遅れを指摘する報告もあり、地球温暖化が進行する中で矢作川の在来生物の影響評価や保全対策を検討する上でも、流下仔魚期終盤に流下する仔魚に関して基礎的知見を得ることが重要であると考えられる。そこで、本研究では 1 月以降にアユ流下仔魚を採集し、矢作川の仔魚が流下する時期について若干の新たな知見を得たので報告する。

調査地と方法

アユ流下仔魚の採集は、2023 年 12 月 27 日から 2024 年 2 月 10 日にかけて、矢作川の河口から 11.6 km に位置する志貴野橋（図 1）で行った。採集には、濾水計（General Oceanics Inc., Model 2030R）を取り付けた円錐形のノルパックネット（口径 45 cm，目合 335 μm ）を使用し、流心に近い場所の表層で採集した。調査時の水深は 60 ~ 100 cm であり、ネットの口径と比べてそれほど深くなかったため、鉛直分布の影響（荒山ほか，2010）は考慮しなかった。採集時刻は、先行調査（山本，未発表）に基づき、この調査地点における仔魚数の日周

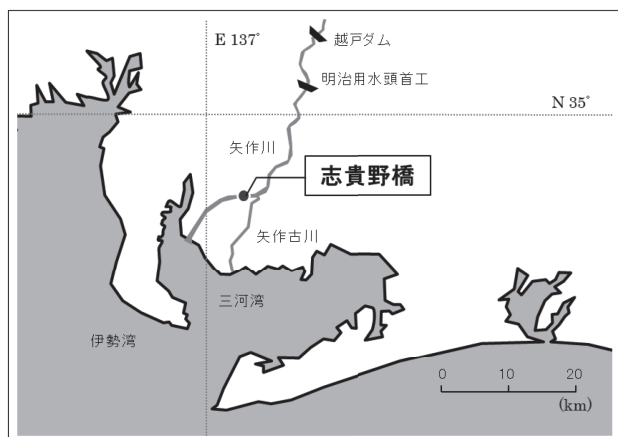


図1 調査地点図.

ピークである1～3時を含むよう設定し、23時、1時、3時、5時とした。1回の採集調査では、例えば12月27日23時、12月28日1時、3時、5時といった具合に日付を跨ぐため、調査日の表記については便宜的に23時の採集を行った日付で示した。採集物は、直ちに5%ホルマリン溶液で固定した後、実験室に持ち帰って仔魚を選別し、各時刻の採集個体数を計数した。また、採集された仔魚は塚本（1991）に準じて5段階の卵黄指数に分類した。なお、仔魚の採集は愛知県の特採捕許可を受けて行った。

仔魚数の算出は、採集個体数と採集用ネットの濾水量から計算される仔魚密度（尾/m³）に、河川流量を乗じて単位時間あたりの仔魚数（尾/時間）を求める流量法（塚本，1993）により行った。また、各採集時刻の仔魚数が直線的に変化すると仮定し、単位時間あたりの仔魚数を1日あたりの仔魚数（尾/日）に引き延ばした。計算に用いた河川流量は、山本・山本（2021）と同様に、水文水質データベース、<http://www1.river.go.jp> [2024年7月31日閲覧] を参照し、調査地点から約2 km下流に位置する米津観測所（河口から9.8 km）の数値を使用して、公表された河川流量および水位の確定値から得た相関式に、採集時刻の水位の暫定値を代入することにより算出した。

矢作川の主要なアユ産卵場（河口から27～30 km：間野，2024）付近の岩津観測所（河口から29.2 km）の水温データ（水文水質データベース、<http://www1.river.go.jp> [2024年7月31日閲覧]）を使用し、Kashiwagi et al.（1986）の水温（T）とふ化までの日数（D: Time (days) to 50% hatch）の関係式、

$$D=88.72240-9.06549T+0.35338T^2-0.00483T^3$$

を用いて、12～1月の旬ごとに産卵からふ化日数を算

出した。

また、本研究で採集された仔魚数の多寡についての参考にするため、これまでに豊田市矢作川研究所が実施した矢作川のアユ流下仔魚調査における調査最終日の仔魚数と、山本ほか（2014）も含めた調査概要およびその年の仔魚の総数を推計した調査実施年については調査最終日の仔魚数についても整理した。

結果

矢作川の志貴野橋においてアユの流下仔魚は、2023年12月27日、2024年1月12日そして1月26日に採集された。仔魚数は調査日が進むにつれて減少し、2月9日には採集されなかった（図2）。採集された仔魚の卵黄指数は、12月27日に採集された仔魚では供試個体51個体中45個体、1月12日に採集された6個体全て、1月26日に採集された2個体全てで、1～4に分類され、12月27日に採集された仔魚のうち6個体が卵黄指数0に分類された（表1）。

矢作川の主要な産卵場付近の平均水温は12月上旬から12月中旬までは10℃前後で推移し、ふ化までの日数は約30日前後と算出された。その後、12月下旬から1月下旬までは平均水温が6.0～7.3℃まで低下し、ふ化までの日数は約40～46日と算出された（表2）。

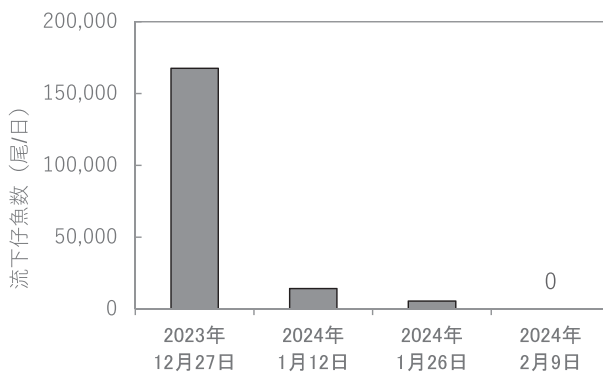


図2 流下仔魚数.

表1 採集した流下仔魚の卵黄指数別個体数.

卵黄指数	採集日			
	2023年 12月27日	2024年 1月12日	2024年 1月26日	2024年 2月9日
4	1	1	1	0
3	6	2	0	0
2	13	2	1	0
1	25	1	0	0
0	6	0	0	0

表2 旬ごとの水温とふ化日数.

	旬	平均水温(°C)	ふ化日数
2023年	12月上旬	9.5	約31日
	12月中旬	10.1	約29日
	12月下旬	6.8	約42日
2024年	1月上旬	7.3	約40日
	1月中旬	6.0	約46日
	1月下旬	6.2	約45日

上旬は1～10日, 中旬は11～20日, 下旬は21～31日を示す.

考察

本研究により, 矢作川においてアユの流下仔魚が1月に流下していることが初めて確認された. 矢作川におけるこれまでのアユ流下仔魚調査(表3)では, 調査最終日の仔魚数が0尾/日となった年は無く, 本研究同様に志貴野橋で行った2019～2021年では約70,000～約1,800,000尾/日, 志貴野橋より約1km下流となる米津橋上流(河口から10.6km)で行った2000～2014年では約12,000～約8,900,000尾/日だった. 米津橋上流とは調査場所が異なるため厳密な比較はできないが, 2023

表3 矢作川における流下仔魚調査一覧. 豊田市矢作川研究所が主体または事務局として調査したものに限る.

年度	調査期間	調査場所	調査間隔	調査回数	調査時刻	仔魚の総数(億尾)	調査最終日の仔魚数(尾/日)	文献
2000	10月5日～12月15日	米津橋上流	10日間隔	8回	23, 2, 5, 8時	<1	12,295	山本ほか, 2014
2001	9月25日～12月15日	米津橋上流	10日間隔	9回	23, 2, 5時	1	318,540	山本ほか, 2014
2002	9月25日～12月15日	米津橋上流	10日間隔	9回	23, 2, 5時	10	69,990	山本ほか, 2014
2003	9月29日～12月16日	米津橋上流	7日間隔	12回	23, 2, 5時	2	18,000	山本ほか, 2014
2004	9月28日～12月15日	米津橋上流	7日間隔	12回	23, 2, 5時	3	25,560	山本ほか, 2014
2005	9月27日～12月28日	米津橋上流	7日間隔	15回	23, 1, 3, 5時	2	141,360	山本ほか, 2014
2006	10月3日～12月20日	米津橋上流	7日間隔	12回	23, 1, 3, 5時	6	8,943,685	山本ほか, 2014
2007	10月2日～12月19日	米津橋上流	7日間隔	12回	23, 1, 3, 5時	1	697,310	山本ほか, 2014
2008	10月7日～12月24日	米津橋上流	7日間隔	12回	23, 1, 3, 5時	1	1,507,046	山本ほか, 2014
2009	10月6日～12月23日	米津橋上流	7日間隔	12回	23, 1, 3, 5時	4	298,443	山本ほか, 2014
2010	10月12日～12月22日	米津橋上流	7日間隔	11回	23, 1, 3, 5時	3	54,726	山本ほか, 2014
2011	10月11日～12月21日	米津橋上流	7日間隔	11回	23, 1, 3, 5時	4	412,860	山本ほか, 2014
2012	10月9日～12月26日	米津橋上流	7日間隔	12回	23, 1, 3, 5時	5	1,444,809	
2013	10月8日～12月18日	米津橋上流	7日間隔	11回	23, 1, 3, 5時	5	316,936	
2014	10月10日～12月20日	米津橋上流	7日間隔	11回	23, 1, 3, 5時	2	1,909,856	
2015	—	—	—	—	—	—	—	
2016	12月2日～12月3日	明治用水頭首工下流, 葵大橋上流, 小川橋上流, 米津橋上流	1昼夜のみ	1回	2時間間隔で連続24時間	—	—	山本・山本, 2021
2017	11月10日～12月9日	小川橋上流, 米津橋上流, 床固下流, 矢作古川	14日間隔	3回	21, 23, 1, 3, 5時	—	—	山本・山本, 2021
2018	—	—	—	—	—	—	—	
2019	10月12日～12月28日	志貴野橋	7日間隔	12回	23, 1, 3, 5時	8	70,612	
2020	10月9日～12月23日	志貴野橋	7日間隔	12回	23, 1, 3, 5時	11	79,564	
2021	11月1日～12月21日	志貴野橋	7日間隔	9回	23, 1, 3, 5時	11	1,756,467	
2022	—	—	—	—	—	—	—	
2023	12月27日～2024年2月10日	志貴野橋	14日間隔	4回	23, 1, 3, 5時	—	0	山本(本報)

年12月27日の流下仔魚数は約170,000尾/日と推計され(図2), 既往調査と比べて12月下旬時点の流下仔魚が多かったわけではない。そのため, 本研究と同様に過去の年においても1月以降に仔魚が流下していた可能性がある。

このことから, 服部ほか(2018)が示した1月以降にふ化した個体には, 矢作川で生まれた個体が含まれる可能性が示唆された。しかし, 三河湾内のアユ仔稚魚は矢作川河口周辺に滞留しておらず伊勢湾口周辺に移動する(山本, 2003)ことや, 矢作川, 豊川, 木曾川, 天竜川の天然アユに遺伝的異質性は認められない(日比野ほか, 2010)ことが知られており, 本研究の結果は他河川由来のアユが矢作川に遡上する可能性を否定するものではない。

今回の調査で1月に採集された仔魚はいずれも卵黄が残存しており, アユ仔魚の卵黄はふ化後約4日で吸収される(塚本, 1991)ことから, 調査日当日を含め数日以内にふ化したばかりのものと考えられる。また, アユ卵のふ化までの日数には水温が影響し, 水温が低いとふ化までの日数が長くなることが知られている(Kashiwagi et al., 1986)。近年の矢作川におけるアユの主要な産卵場(河口から27~30 km; 間野, 2024)付近の水温から算出されたふ化日数(表2)に基づけば, 1月26日に採集された仔魚は12月中下旬に産卵されたものと推測される。矢作川でのアユ産卵場調査として小野田・間野(2023), 間野(2024)などの報告があるが, 産卵の場所や規模, 河床の状態などの把握が主な目的であるため, その調査日は産卵ピーク周辺であり, 産卵の終期までは行われていない。そのため, 矢作川で12月中下旬に産卵が行われているかは明らかになっていない。

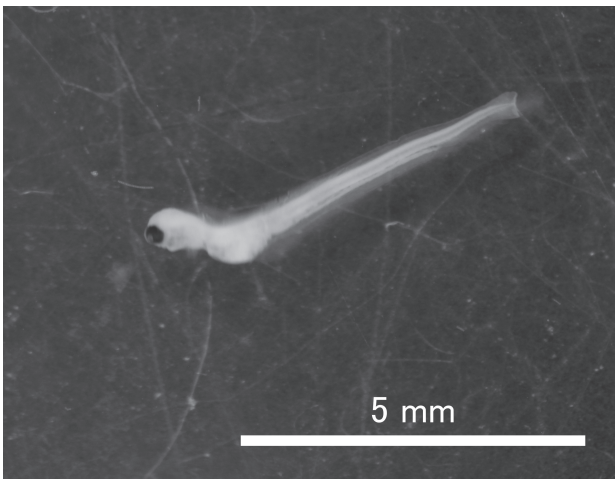


図3 2024年1月26日の調査で採集された流下仔魚。卵黄指数は4に分類された。

アユの成熟は日長の短日化により促進され(白石・武田, 1961), 産卵は水温が20℃に低下する頃から始まると言われている。矢作川中流域の水温は, 1961年から2003年にかけて気温の上昇とともに, 約1.6℃上昇している(白金, 2005)ことが明らかになっているが, 通年の河川水温が上昇すると, アユの産卵が遅れる(永井ほか, 2024)ため, 遅生まれの個体が増える可能性がある。遅生まれの個体群に関する知見としては, 海水温の上昇により早生まれの個体群が海洋生活期に生き残れないためにアユのふ化日が遅くなっている(高橋, 2011; 岡地ほか, 2020)ことや, 遅生まれの個体群は遡上が遅れ河川生活期が短くなり, 体サイズの小型化に繋がる(井口ほか, 2011)ことなどが報告されている。矢作川においても, 産卵集団は遅生まれの個体群で構成され, 早生まれの個体群が加入していない(服部ほか, 2018)ことが知られており, 遅生まれの個体群が年魚であるアユの資源の維持に重要であると考えられるが, 遅生まれのアユに関する情報はまだ多くない。そのため, 矢作川での天然アユ資源の再生産への寄与度の高さや, 地球温暖化等による今後一層の水温上昇がもたらす影響を知る上で, 晩期の産卵や遅生まれのアユについての知見が重要性を増すと考えられ, 今後の更なる調査が期待される。

謝辞

豊田市矢作川研究所の小野田幸生博士には調査のきっかけを与えていただき, 調査の実施, 本稿の執筆まで数々の助言をいただいた。流下仔魚の採集には高味靖広氏をはじめとする海洋プランニング株式会社の皆様, そして仔魚の選別, 計数には豊田市矢作川研究所の濱野綾子氏に協力いただいた。愛知県水産試験場内水面漁業研究所の鯉江秀亮氏には本稿への有益な助言と文献資料を提供いただいた。

引用文献

- 間野静雄(2024) 矢作川明治用水頭首工下流におけるアユ産卵場の探索. 矢作川研究, 28: 33-38.
- 荒山和則・須能紀之・山崎幸夫(2010) 茨城県久慈川における流下アユ仔魚の鉛直分布. 日本水産学会誌, 76(5): 812-823.
- 服部克也・岩田友三・鯉江秀亮・稲葉博之(2018) 矢作川における遡上アユ及び産卵アユの耳石輪紋分析による日齢査定と日齢から推定した遡上と産卵の状況. 愛知県水産試験場研究報告, 23: 1-9.
- 日比野学・河根三雄・植村宗彦・三宅佳亮・中山耕至(2010)

- マイクロサテライトDNA分析を用いた放流用アユ人工種苗の遺伝的評価. 水産増殖, 58(2) : 195-202.
- 井口恵一郎・間野静雄・安房田智司・淀太我・田子泰彦 (2011) 最近の庄川で観察されたアユの小型化. 水産増殖, 59(3) : 459-464.
- Kashiwagi, M., T. Iwai, H. Yamamoto and Y. Sokabe (1986) Effects of Temperature and Salinity on Egg Hatch of the Ayu *Plecoglossus altivelis*. 三重大学水産学部研究報告, 13 : 17-24.
- 萱野泰久・篠原基之 (2000) 岡山県における近年のアユふ化仔魚の降下状況. 岡山県水産試験場報告, 15 : 43-46.
- 永井信・斎藤琢・永山滋也 (2024) 卸売市場統計値によるアユとサツキマスの生物季節モニタリング. 日本生気象学会雑誌, 61(1) : 19-31.
- 中村智幸・柳生将之 (2009) アユの人工産卵床のつくり方, 水産庁.
- 岡地恵介・野上泰宏・吉田稔・安沢弥・池田徹・柁澤秀行 (2020) 新潟県における近年のアユ再生産状況. 新潟県内水面水産試験場調査研究報告, 44 : 1-7.
- 小野田幸生・間野静雄 (2023) 表層及びその下層の河床材料の粒径に着目したアユの産卵場の評価. 河川技術論文集, 29 : 245-250.
- 酒井忠幸 (2019) 那珂川アユふ化日調査 (平成 29 年度). 栃木県水産試験場研究報告, 62 : 27-28.
- 白金晶子 (2005) 矢作川中流の水温の経年変化. 矢作川研究, 9 : 55-58.
- 白石芳一・武田達也 (1961) アユの成熟に及ぼす光周期の影響. 淡水区水産研究所研究報告, 11(1) : 69-81.
- 鈴木邦弘・鈴木勇己・谷高弘記・井口明 (2014) 興津川と天竜川におけるアユの産卵生態からみた現行の禁漁措置の妥当性. 静岡県水産技術研究所研究報告, 46 : 85-91.
- 田子泰彦 (1999) 庄川におけるアユ仔魚の降下生態. 水産増殖, 47 : 201-207.
- 高橋勇夫 (2011) 気候変動とアユ. 四万十・流域圏学会誌, 10(2) : 13-16.
- 高橋勇夫・新見克也 (1998) 矢作川におけるアユの生活史— I 産卵から流下までの生態. 矢作川研究, 2 : 225-245.
- 高橋勇夫・新見克也 (1999) 矢作川におけるアユの生活史— II 遡上から産卵・流下までの生態. 矢作川研究, 3 : 247-267.
- 高須雄二・市来亮祐・石本伸一 (2015) 内水面漁場調査 河川調査 (豊川中下流域漁場のアユ資源調査). 平成 26 年度愛知県水産試験場業務報告, 22-23.
- 塚本勝巳 (1991) 長良川・木曾川・利根川を流下する仔アユの日齢. 日本水産学会誌, 57 : 2013-2022.
- 塚本勝巳 (1993) 流下仔魚調査法. 河川生態環境工学 魚類生態と河川計画, 玉井信行・水野信彦・中村俊六編 : 266-267. 東京大学出版会.
- Tsukamoto, K., T. Kajihara and M. Nishiwaki (1975) Swimming ability of fish. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 41(2) : 167-174.
- 山本大輔・山本敏哉 (2021) 流下仔魚調査から推定される矢作川におけるアユの産卵場位置. 矢作川研究, 25 : 39-46.
- 山本大輔・山本敏哉・水野清 (2014) 矢作川におけるアユ流下仔魚の採集データ (2000 ~ 2011 年). 矢作川研究, 18 : 19-24.
- 山本敏哉 (2003) 矢作川河口周辺海域におけるアユの初期生活— I 2000 年 10 月 ~ 2001 年 4 月の調査結果. 矢作川研究, 7 : 177-185.

〔 豊田市矢作川研究所 :
〒 471-0025 豊田市西町 2-19 豊田市職員会館 1 階 〕