

矢作川におけるアユ流下仔魚の採集データ (2000 ~ 2011 年)

Data on Numbers of Ayu Larvae *Plecoglossus altivelis altivelis* collected in the Yahagi River during seaward migration (2000–2011).

山本大輔¹⁾・山本敏哉¹⁾・水野 清²⁾

Daisuke YAMAMOTO¹⁾, Toshiya YAMAMOTO¹⁾ and Kiyoshi MIZUNO²⁾

要 約

矢作川に生息するアユの流下仔魚について 12 年に渡る調査結果を報告した。流下仔魚の流下数は年によって変動し、約 0.2 ~ 10 億尾の範囲だった。流下の盛期は概ね 11 月頃にあり、日周的には深夜 1 : 00 ~ 3 : 00 にピークを迎えた。卵黄指数の組成には年変動および季節変動はみられず、毎年指数 2 および 1 の個体が多かった。

キーワード：矢作川, アユ, 流下仔魚, 長期モニタリング

はじめに

愛知県内でも有数のアユ釣り場として知られる矢作川(山本・宮田, 2010)では, 1998 年より矢作川天然アユ調査会と豊田市矢作川研究所とが協働した天然アユの生態調査が行なわれている(山本・内田, 2007; 豊田市矢作川研究所, 2008)。稚アユの遡上調査(山本・永友, 2010), 友釣りによる成長調査(酒井ほか, 2013)については既報の通りであり, 現在も調査が行なわれている。

アユ流下仔魚については, 2000 年より毎年調査を実施してきた。ここでは 2000 ~ 2011 年の矢作川におけるアユ流下仔魚の採集データを紹介する。

材料と方法

アユ流下仔魚の採集は, 矢作川の米津橋の上流部に位置する国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所の観測用栈橋(安城市藤井町, 図 1)にて実施した。同地点(以下, 米津と記す)は矢作川河口より 10.6km 上流に位置し, 感潮域の上流にあたる。調査の期間および時間帯は表 1 に従った。一般的にアユ卵は夕方~夜間にふ化し, 仔魚は主に夜間に流下することが知られている(田子, 1999a; 田子, 1999b; 高橋・新見, 1999; 高橋, 2004)。米津における先行研究(高橋・新見, 1999)では, 仔魚の流下のピークが 2 : 00 ~ 5 : 00 であったため, この時間帯を含むように調査時間を設定した。仔魚の採集には

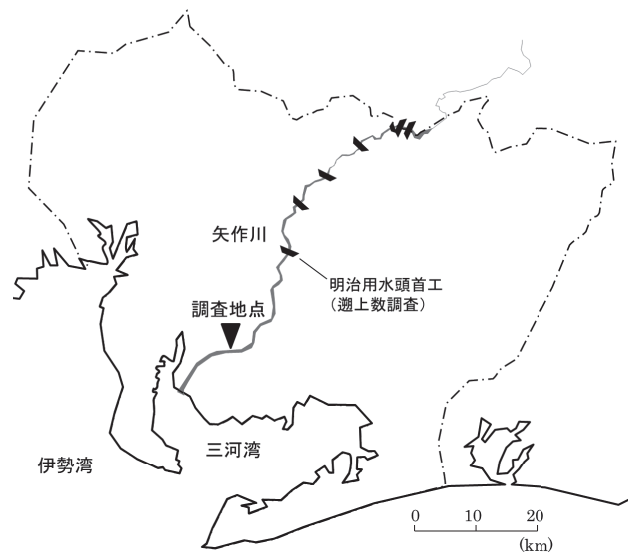


図 1 調査地点図.

表 1 調査の日程と時間帯.

年度	調査期間	調査間隔	調査時刻	調査実施回数
2000	10/5~12/15	10日毎	23, 2, 5, 8時	8回
2001	9/25~12/15			9回
2002	9/25~12/15			9回
2003	9/29~12/16	7日毎	23, 2, 5時	12回
2004	9/28~12/15			12回
2005	9/27~12/28	7日毎	23, 1, 3, 5時	15回
2006	10/3~12/20			12回
2007	10/2~12/29			12回
2008	10/7~12/24	7日毎	23, 1, 3, 5時	12回
2009	10/6~12/23			12回
2010	10/12~12/22			11回
2011	10/11~12/21			11回

表2 調査時刻の河川水温.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
平均(℃)	13.8	14.0	13.8	14.3	13.7	12.8	13.7	13.7	13.7	12.5	12.9	12.4
最大(℃)	19.4	22.0	21.7	18.3	23.0	22.5	20.7	20.7	20.7	19.7	21.2	17.6
最小(℃)	5.7	5.0	4.4	6.8	8.2	5.6	5.9	5.9	5.9	4.4	9.0	6.3

表3 調査時刻の河川流量.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
平均(m ³ /s)	46.3	28.9	19.0	61.1	132.1	29.3	18.0	27.2	22.8	24.9	45.8	45.6
最大(m ³ /s)	76.3	49.4	58.9	183.9	484.9	191.2	37.7	44.3	54.3	66.6	124.8	90.2
最小(m ³ /s)	20.6	12.9	4.6	21.6	28.2	8.6	9.2	12.1	11.3	11.8	17.6	20.8

濾水計 (General Oceanics Inc., Model 2030R) を付けた円錐形のプランクトンネット (口径 0.5m, 網目 0.3mm) を流心の表層になるようにして用いた. ネットの曳き網時間は6分 (3分×2回) を基本とし, 採集数が極端に多い場合には適宜調整した.

得られた試料は5%ホルマリン溶液で固定後, 個体数を計数し, 採集個体数とネットの濾水量から流下密度 (個体数/m³) を, 流下密度と河川流量から単位時間あたりの流下数を算出した. 河川流量は国土交通省水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp>) から米津観測所の観測データを使用した. 各年度の総流下数の推定にあたっては, アユの産卵がほぼ毎日行なわれることから (石田, 1959; 田子, 1999a), 単位時間あたりの流下数が前後の調査時刻および調査日において直線的に変化したと仮定して, 1日の流下数および年間の総流下数を算出した. また総流下数は田子 (1999a) に倣い推定方法による誤差を考慮し億単位で表記した. また, 採集されたアユ流下仔魚について各調査時刻あたり最高30尾を無作為に抽出し, 塚本 (1991) に従い5段階の卵黄指数に分類した. 卵黄指数4はふ化後間もないと思われる大きな卵黄を持つ状態で, 卵黄が吸収されるにつれ指数は減少する. 卵黄吸収は約4日で完了し, 全く卵黄が見られない状態が指数0である.

結果

河川環境

調査時間における河川水温は表2, 河川流量は表3に示した. 河川水温は調査年度間に大きな差はみられず, 季節の変化とともに低下した. 河川流量は調査年度によって大きく変動した.

アユ流下仔魚

総流下数は調査年度によって変動し, その最大は約10億尾 (2002年), 最小は1億尾未満 (約0.2億尾: 2000年) であった (表4). 各年の流下数の季節変化を図2に示した. 流下数のピークが見られた時期は調査年により異なり10月上旬から12月上旬までの2ヶ月の範囲に渡ったが, 2006~2010年ではいずれも11月にピークを迎えていた. 単位時間あたりの流下数が最も多かった時間帯の割合を図3に示した. 2000年~2004年では全45回のうち27回 (60%) が2:00にピークを迎えた. 同様に2005年~2011年では全73回のうち29回 (40%) が1:00, 次いで24回 (約33%) が3:00にピークを迎えた.

採集されたアユ流下仔魚の各調査年の卵黄指数は, 指数4が0.1~6.2%, 指数3は2.9~19.6%, 指数2は13.5~53.6%, 指数1が23.8~59.1%, 指数0が2.9~28.0%の範囲で変動した (図4). 米津では卵黄指数2及び1が多く出現し, 全計測個体数の78.0%を占めた. また卵黄指数の割合は1日あたりの流下数の多少に対応した変化はみられず, すべての調査年で共通するような季節変化もみられなかった (図2).

表4 総流下数.

年	総流下数(億尾)
2000	<1
2001	1
2002	10
2003	2
2004	3
2005	2
2006	6
2007	1
2008	1
2009	4
2010	3
2011	4

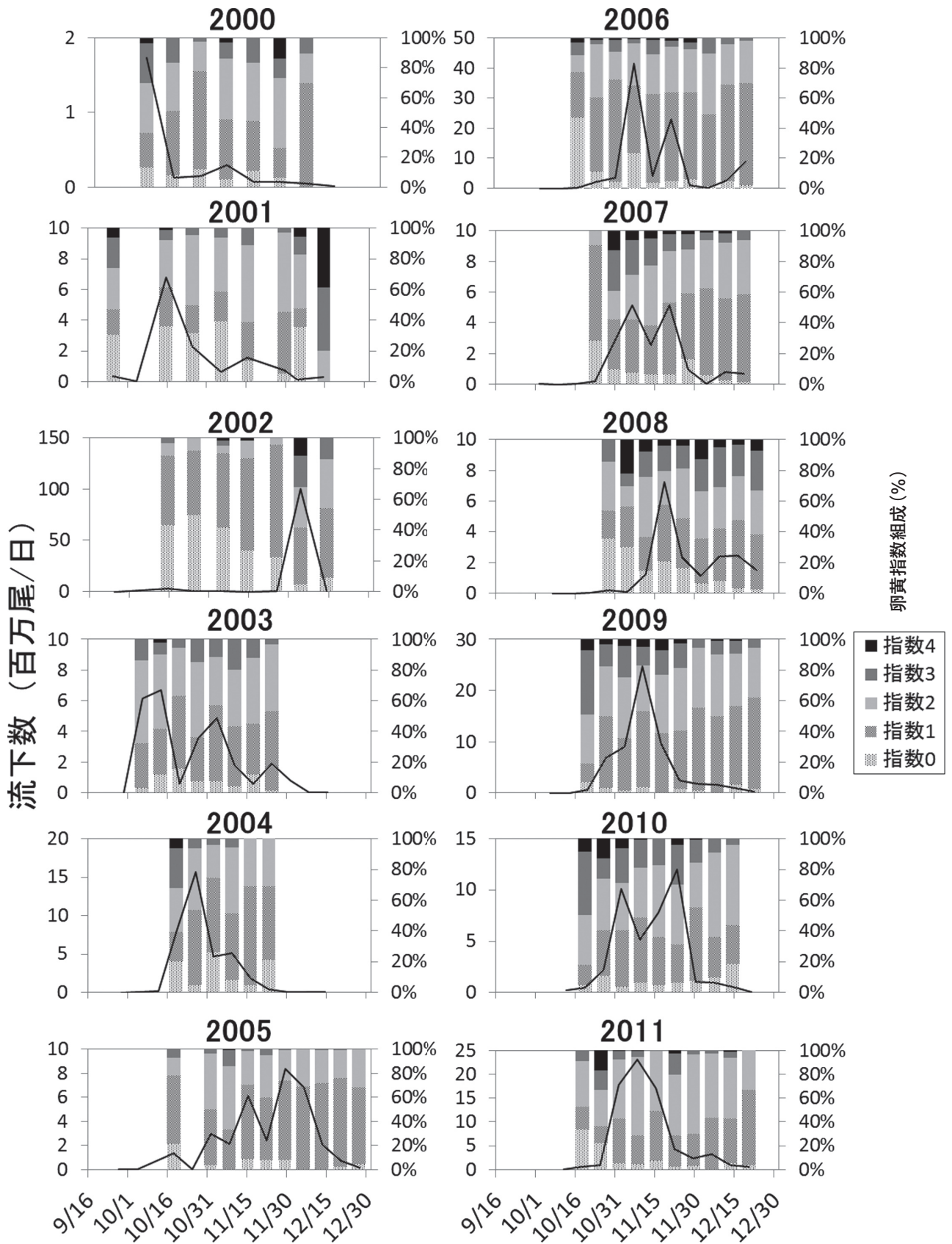


図2 流下数および卵黄指数組成の季節変化.

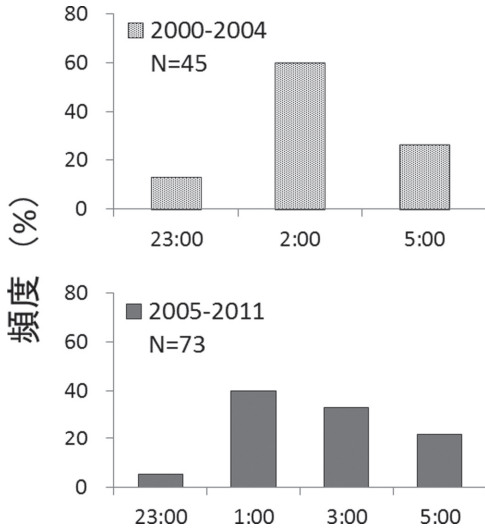


図3 流下数が最大となった時刻の割合.

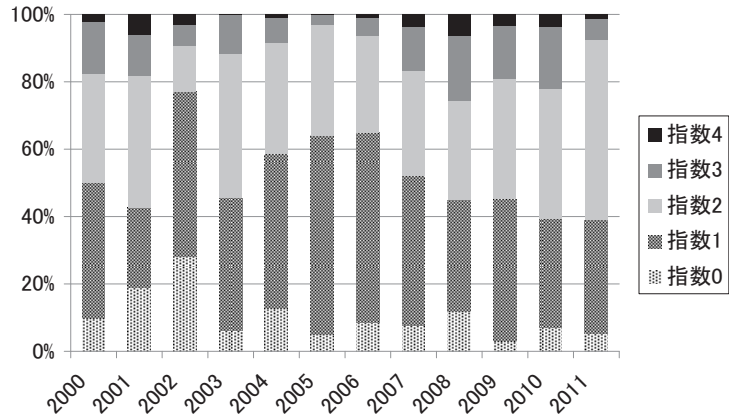


図4 卵黄指数組成の経年変化.

考察

12年に渡るアユ仔魚の採集結果から、矢作川における流下数は年によって大きく変動することが明らかとなった。他河川においてアユ流下仔魚を長年にわたり採集した記録は多くなく、流下数の年変動要因についてはほとんど言及されていないが、富山県庄川で5年間に渡る調査から流下仔魚の生態を報告した田子(1999b)は、流下数の年変動要因として、産卵開始前後となる9月頃の水温および流量を挙げた。すなわち年間の流下数が多かった年は9月の水温和流量が多かった。逆に流下数が少なかった年では水温和流量が低く、渇水状態だったと報告した。このうち流量に関しては、出水によって産卵適地が多く形成されたために仔魚の流下数が増えたと考察している。矢作川におけるアユ仔魚の流下と河川流量の関係については、2000～2011年の総流下数と9月の平均流量(岩津観測所:水文水質データベース, <http://www1.river.go.jp>, 米津観測所では複数年で流量が公表されていなかったため、米津観測所の上流側の岩津観測所のデータを利用した)との間には相関はみられなかった(スピアマンの順位相関係数: $r = -0.267$, $p = 0.401$)が、8月～11月の流量が多いと流下数の季節ピークが早くなる傾向が示されている(山本, 2013)。また、山本(2013)は出水時に仔魚の流下密度が高くなったケースを報告している。出水に伴って河川流量は増大するためアユ仔魚の密度が相対的に減少すると予想されたが、出水時に行なわれた調査の一部において、予想とは逆にアユ仔魚の密度が高くなる現象がみられたことは大変に興味深い。

流下数の季節変化には年変動があるものの、2006年以降の近年は11月に流下のピークを迎えることが多かった。アユ卵のふ化までの日数は水温和塩分濃度により異なる(Kashiwagi et al, 1986)ことが知られており、米津における11月の平均水温和12.4～16.9℃(米津観測所:水文水質データベース, <http://www1.river.go.jp>)をもとにすると、ふ化日数は約13～20日になると推察される(Kashiwagi et al, 1986)。これによれば、矢作川におけるアユの産卵ピークは10月中旬～11月中旬ころであると思われる。また、流下数の日周変動は、産卵場と採集地点との距離および河川の流速の影響を受け、産卵場の近くでは夜間の早い時間帯に多く採集され、産卵場から離れるほどピークが遅くなるとされてきた(田子, 1999b; 高橋・新見, 1999)。本報告の調査時間は先行研究(高橋・新見, 1999)の24時間連続採集調査をもとに大部分のアユ仔魚が流下した23:00～5:00(2000年のみ8:00まで)とし、得られたデータをもとに流下数の推定を行なった。高橋(2004)はアユ仔魚は能動的に流下行動をとっており、昼間は流下しないことを指摘しているが、昼間を含む5:00～23:00にも多くの仔魚が流下していた場合、本報告の推定値は極端に過小評価をしていることになる。そのため、補足的に2012年に24時間連続採集を実施したが、やはり23:00～5:00に約90%(国土交通省の流量公表が2年後であるため流下密度をもとに算出した)が流下した(山本, 未発表)ことが確認できた。従って、米津では23:00～5:00の調査結果をもとにした流下数の推定値が使用できるものと思われる。

また米津で採集された仔魚は各調査年において卵黄指

数4～0のすべての区分に分類され、特に指数2および1の個体が多かった。矢作川におけるアユの産卵場は、1996年には河口から約10～50km(高橋・新見, 1998)の地点で確認され、1997年には河口から約30～50km(高橋・新見, 1999)であった。ただし、河口から約34km地点に明治用水頭首工があり、米津で採集される仔魚のほとんどは明治用水頭首工より下流の産卵場に由来するものだと考えられている(高橋・新見, 1999)。しかし、大部分を占めた卵黄指数2および1の個体がどのあたりの産卵場に由来しているのかは明らかでない。

矢作川では先行研究(高橋・新見, 1998; 高橋・新見, 1999)も含めると合計14年に及びアユ流下仔魚の調査を行なっている。しかし、前述のように、流下数が年変動した要因や米津で採集された仔魚がいつ、どこで産卵されたものなのかなど、依然として流下仔魚の生態については不明な点が多い。工藤(2006)はアユ仔魚の移動速度を調べるために、人工授精した発眼卵に対してアリザリンコンプレキソン(ALC)による耳石標識を施し、河川でふ化させた後に再捕した。ALCは蛍光色素の一種で魚類の耳石に標識できるため、魚体に標識を打ち込む一般的な外部タグ標識とは異なり、体長が小さい仔魚(受精卵の段階で標識が可能)へも適用可能である(Tsukamoto, 1988; 門村・安元, 2003; 工藤, 2006)。このような耳石標識を用いることで採集された仔魚がいつ、どこで産卵場でふ化したものなのか、を明らかにすることが可能になり、人工産卵場の造成場所や産卵保護禁漁区の場所および期間の設定に対する提言が期待される。また、近年になり荒山ら(2010)が表層、中層、底層(水底上約30～80cm)でネットを曳いた結果、流下仔魚の鉛直分布が季節的に変化していたことが報告された。つまり採集地点の水深によっては鉛直分布が変化することにより過小あるいは過大評価をする可能性がある。本研究では流心の表層でネットを曳いたが、採集地点の水深は約1mであり、鉛直分布の影響を受けにくいものと思われる。

このような新たな知見については積極的に検討し、継続している調査をより信頼性のあるものにしていくことで矢作川におけるアユの生態を深く理解し、有効な保全策に繋げたい。

謝辞

調査の実施にあたり、調査地付近の土地所有者様には調査用コンテナハウス設置のため土地の一部をお貸し頂

いた。国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所安城出張所には観測用棧橋の利用など様々な面で便宜を図って頂いた。矢作川天然アユ調査会諸氏には長年にわたり深夜の採集や分析の作業に従事して頂いた。深く御礼を申し上げます。

引用文献

- 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: 812-823.
- 石田力三(1959)アユの産卵生態—I. 産卵群の構造と産卵行動。日本水産学会誌, 25: 259-268.
- 門村和志・安元進(2003)アリザリン・コンプレキソンによるオニオコゼ卵の耳石標識。Bulletin of Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, 29: 21-24.
- M. Kashiwagi, T. Iwai, H. Yamamoto, 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.
- 工藤孝也(2006)平成16年度における太田川のアユ仔魚の流下生態。広島県立水産海洋技術センター研究報告, 1: 23-26.
- 酒井博嗣・中條義氏・松井聡・山本敏哉(2013)矢作川におけるアユの友釣り調査データ(1998年～2011年)。矢作川研究, 17: 107-114.
- 嶋田啓一・後藤浩一・山本一生・和田吉弘(2006)長良川における稚アユ遡上量の予測に関する検討。日本水産学会誌, 72: 665-672.
- 高橋勇夫(2004)四万十川河口域におけるアユの初期生活史に関する研究。高知大学海洋生物教育研究センター研究報告, 23: 113-173.
- 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.
- 田子泰彦(1999a)庄川におけるアユ降下仔魚量の推定。日本水産学会誌, 65: 718-727.
- 田子泰彦(1999b)庄川におけるアユ仔魚の降下生態。水産増殖, 47: 201-207.
- 豊田市矢作川研究所(2008)豊田市矢作川研究所の12年のあゆみ。矢作川研究, 12: 7-67.
- 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.
- Tsukamoto, K. (1988) Otolith Tagging of Ayu Embryo with Fluorescent Substances. Nippon Suisan Gakkaishi, 58: 1289-1295.
- 山本敏哉(2013)矢作川でふ化したアユ仔魚は増水を待っている? 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 172: 3.
- 山本敏哉・内田朝子(2007)内水面漁業を支える地域の研究所。日本水産学会誌, 73: 98-102.
- 山本敏哉・永友昌秀(2010)明治用水頭首工におけるアユの遡上データ(1998～2009年)。矢作川研究, 14: 73-76.

山本敏哉・宮田昌和（2010）市民と協働してアユや川を調査する，アユを育てる川仕事：72-77，築地書館，東京．

- 1：豊田市矢作川研究所：
〒 471-0025 愛知県豊田市西町 2-19
- 2：矢作川天然アユ調査会：
〒 471-0025 愛知県豊田市西町 2-19