

矢作川河口周辺海域（三河湾西部）における アユ仔稚魚の分布と底質との関係

山本敏哉,^{1*} 三戸勇吾,^{2a} 山田佳裕,³ 野崎健太郎,⁴
吉鶴靖則,⁵ 中田良政,⁵ 新見克也⁵

(2006年6月22日受付, 2008年4月17日受理)

¹豊田市矢作川研究所, ²愛媛大学大学院連合農学研究科, ³香川大学農学部,
⁴椋山女学園大学人間関係学部, ⁵矢作川天然アユ調査会

Relationship between distribution of larvae and juveniles of ayu *Plecoglossus altivelis altivelis* in the sea around Yahagi Estuary (western part of Mikawa Bay), and sediment quality

TOSHIYA YAMAMOTO,^{1*} YUGO MITO,^{2a} YOSHIHIRO YAMADA,³ KENTARO NOZAKI,⁴
YASUNORI YOSHITSURU,⁵ YOSHIMASA NAKATA⁵ AND KATSUYA NIMI⁵

¹Toyota Yahagi River Institute, Toyota, Aichi 471-0025, ²The United Graduate School of Agricultural Science, Ehime University, Kita, Kagawa 761-0795, ³Department of Life Science, Kagawa University, Kita, Kagawa 761-0795, ⁴School of Human Sciences, Sugiyama Jogakuen University, Nisshin, Aichi 470-0131, ⁵Yahagi River Natural Ayu Research Association, Toyota, Aichi 471-0025, Japan

The horizontal distribution of larval and juvenile ayu *Plecoglossus altivelis altivelis*, and its relation to the amounts of organic matter in sediments, were investigated in the sea around the Yahagi Estuary within 4 km from the rivermouth in their two reproductive seasons (1st: November 2002–February 2003, 2nd: November 2003–March 2004). Ayu were collected with aqua lamps within 1 km area from the coast, and also east of the rivermouth in both years except late February to early March when ayu annually start to ascend the river. Significant negative correlations were found between the distribution of ayu and the amounts of organic matter in the sediments; the larvae and juveniles being collected above the bottoms with less than 1% ignition losses and less than 6 mg g⁻¹ total organic carbon content.

キーワード：アユ, 底質, 三河湾, 矢作川河口

両側回遊性のアユ *Plecoglossus altivelis altivelis* は、秋に孵化した後すぐに川を流下し、春に稚魚となって河川を遡上するまでの期間を河口域や河口周辺の海域で過ごすことが、1980年代の半ば以降、土佐湾、熊野灘、富山湾、和歌山県沖で調査が進められ明らかになりつつある。¹⁻⁹⁾ 魚類の仔魚から稚魚までの期間は死亡率が高く、個体群変動の決定要因に深く関わる発育段階である。¹⁰⁾ したがって、アユにとって海域での初期生活は、遡上するアユの量を大きく左右する生活史段階と考えられる。しかし、三河湾におけるアユの生態については、1950年代に出現状況が報告されて以降わずかな研究例

があるのみで、仔稚魚の分布については不明のままである。^{11,12)}

三河湾は水深が浅く干潟が発達するために生物の生産性が高く、ノリ養殖などの漁業が活発におこなわれてきた。¹³⁾ また、矢作川では古くよりアユ漁が活発におこなわれ、¹⁴⁾ 矢作川産のアユを育む成育場として三河湾西部海域は主要な役割を果たしていると考えられる。しかしながら、三河湾は2つの半島によって湾口部が狭まっているために水の交換が悪く、流域からの汚濁水の増加に伴って、1970年代以降富栄養化が進行した。例えば、三河湾西部（知多湾）における透明度は、1950年代

* Tel : 81-565-34-6860. Fax : 81-565-34-6028. Email : toyama@hm.aitai.ne.jp

^a 現所属：復建調査設計株式会社 (Fukken Co., Ltd, Hiroshima 732-0052, Japan)

の平均が 5 m であったのに対し, 1980 年代には 3 m まで減少した。¹³⁾

沿岸域における富栄養化がもたらす影響のひとつに底質への有機物の堆積がある。¹⁵⁾ 三河湾東部では底層への有機物の堆積量の増大によって, 夏季の海底近くでの溶存酸素濃度が表層の半分以下の 2~4 ppm まで低下し, その富栄養化の程度は東京湾に匹敵するという。¹³⁾ この溶存酸素濃度の低下に伴い発生する貧酸素水塊により, 底生動物等への漁業被害が度々生じている。¹⁶⁾ 魚類では底生魚を中心に棲息域が消滅する等の影響が各地で懸念されているが,¹⁶⁻¹⁸⁾ 本海域において底質の有機汚濁が魚類へもたらす影響の評価をおこなった研究は乏しい。特に, 海域におけるアユの初期生態と底質との関係についてはこれまで報告がなされていない。一方, 矢作川河口周辺の底質には水平分布に河口より 5 km 以内の範囲で大きな違いがみられ, 有機物の含有量で 10 倍以上の差がある。¹⁹⁾ そこで本研究では, 矢作川河口より沖合 4 km の範囲において 2 年間にわたるアユ仔稚魚の採集結果に基づいて分布の特徴を記載するとともに, 底質の有機物量との関係を中心にアユの初期生態におよぼす影響を明らかにしようと試みた。

材料および方法

矢作川は, 長野県の大川入山を源流に愛知県の中央部を流れ, 三河湾西部 (知多湾) に流入する。その幹線流路延長は 117 km, 流域面積は 1830 km² におよぶ。²⁰⁾ 矢作川が流入する知多湾は, 表面積が 149 km², 平均水深 7.1 m を有し, その集水面積の 9 割以上を矢作川が占めている。¹⁵⁾

海域でのアユ仔稚魚の調査は一般的に稚魚ネットが使用されるが, 矢作川河口周辺の海域では秋から冬にかけてノリ養殖の粗朶が海岸近く立てられるため, ネットの曳網可能な範囲が限られる。このため今回の調査には, 集魚灯 (200 W) による採集方法を採用した。

アユ仔稚魚の採集は, 矢作川の河口沖合の海域において 2002 年の 11 月から 2003 年の 3 月, 2003 年の 11 月から 2004 年の 3 月上旬まで, 月に 1 回の頻度で行なった。河口より沖合方向への調査範囲は, 他海域ではアユ仔稚魚の主要な分布域が河口より 3 km 沖までの範囲にあるとの報告^{5,6,9)} に基づき, 河口より 4 km の範囲までとした。採集地点は, 2002 年度は Fig. 1 に示した地点 1 から 8 までの 8 地点とした。2002 年度には沖合側の地点でアユがほとんど採集されなかったため, 2003 年度には地点 3~4 と 7~8 を除外し, 岸から沖合 1 km までの地点 1~2 と 5~6 の 4 地点と, 新たに設定した地点 9 から 12 までの 4 地点の合計 8 地点で行った。調査地点の水深は, 2002 年度は 2~16 m, 2003 年度は 1.5~9 m であった。

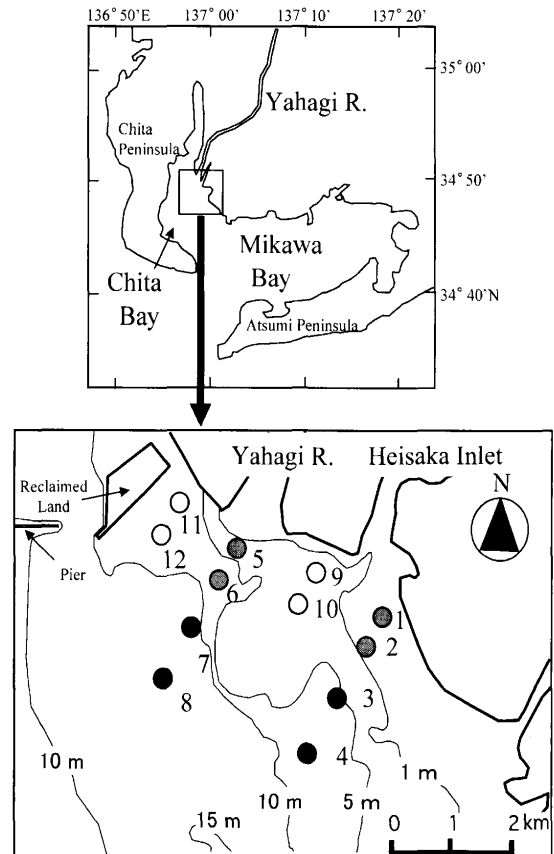


Fig. 1 Map showing sampling sites in the sea around Yahagi Estuary. Black circles are sites collected only in November 2002~February 2003; white ones only in November 2003~March 2004; grey ones in both seasons.

各地点では日没直後に船から集魚灯を水面直下へと垂らし, 30 分間点灯してその間に集まる仔稚魚を 2 人が同時にタモ網で採集した。タモ網は 2 種類を用意し (口径 20 cm, 網目 1 mm; 口径 30 cm, 網目 3 mm, 採集されるアユのサイズにより使い分けた。採集日は大潮から中潮の日没直後から日没後 3 時間以内に満潮になる日を選んだ。得られた試料は, 5% ホルマリン溶液で 2~6 時間固定後, 70% エタノールで保存した。採集の際には表層および底層の水温と塩分を多項目水質計 (堀場製作所, 水質チェッカー U-21) により測定した。各サンプルのアユ仔稚魚の個体数を計数後, 全個体の体長を測定した。得られたデータより, 分布の特徴, 体長組成の地点間での差などについて考察を加えた。

地点ごとのアユ仔稚魚採集数と底質との関係を検討するために, 2002 年 12 月 22 日と 2003 年 12 月 29 日に, 全ての調査地点で底質の採集をおこなった。調査期間中は温度が低く, また大きな出水も少ない時期であり底質は比較的安定していると考えられたため, 各年 12 月に 1 回の調査とした。底質はエクマンバージ型採泥器 (5141A, 離合社, 採泥面積 0.02 m²) により採取し, スプーンで表層の 5 mm 程度を分析用サンプルとした。

底質がアユ仔稚魚の生息に対して影響をおよぼすプロセスの一つに、底質中に含まれる有機物の分解に伴って酸素の消費が進むとともに、底質の間隙水が還元され、生物に有害な無機イオンが溶出してアユへ作用する可能性がある。そこで有機物量の含有量の目安として、2002年度のサンプルは強熱減量を測定し、2003年度はより厳密に把握するために三戸らが報告した全有機炭素量のデータ¹⁹⁾を用いた。強熱減量の測定は、西条、三田村²¹⁾に記載された方法に基づいて採集した底質の110°Cでの乾燥重量を計測した後、600°Cの電気炉で2時間燃焼させその減少量を測定した。全有機炭素量の測定では、試料に酸処理を施し無機炭酸を除去した上で、元素分析計(MT-5, ヤナコ分析工業)を用いた。¹⁹⁾

結 果

集魚灯による仔稚魚の採集 Table 1に調査日ごとのアユ仔稚魚の採集結果を示した。全ての調査日にアユ仔稚魚は出現し、2002年度には427尾(9.2~58.8 mm BL), 2003年度には36尾(20.0~60.1 mm BL), 合計463尾が採集された。Fig. 2に2002年度の地点ごとの採集数を月別に示した。地点ごとの採れ方の大きな特徴に、矢作川の流路と平行に調査地点同士を結んだ2本のラインのうち、東側のライン(地点1~4)で毎月顕著に多く採集され(407尾)、西側のライン(地点5~8,)の採集尾数を合計した数(20尾)の20.4倍におよんだ。また、このライン上では各月とも岸に近い地点ほど多く採集された。Fig. 3に2003年度の地点ごとの採集数を月別に示した。合計の採集数は36尾と2002年度の10分の1に満たなかったものの、2002年度と同じく東端の2地点(1~2)でアユ仔稚魚が多く採集され(4回通算して23尾)、全体の64%を占めていた。対照的に、西端の2地点(11~12)からはアユ仔稚魚は全く採集されなかった。矢作川に最も近い地点5では、兩年とも最終回の2月下旬以降の調査日に比較的多まった

数のアユが採集された(2002年度; 9尾, 2003年度; 10尾)。

仔稚魚の体長の比較 離岸距離に伴って体長が変化するかどうかを検討するために、2002年度に採集されたアユ仔稚魚の地点別の体長組成をFig. 4に示した。地点3で25~40 mmの、地点5で40~55 mmの比較的大きい個体が採集された他は、全体として体長20~30 mmにモードが存在した。Fig. 5に2002年度に設定した東側のライン(1~4)と西側のライン(5~8)ごとに集計した体長組成を示した。両ラインとも体長20~30 mmの間に頻度のピークがあり、西側のラインでは45 mm以上のサイズにも一つのピークが認められた。これは2003年2月21日に地点5で採集された個体から構成され(Fig. 4)、それらの平均体長(54.1 mm, n

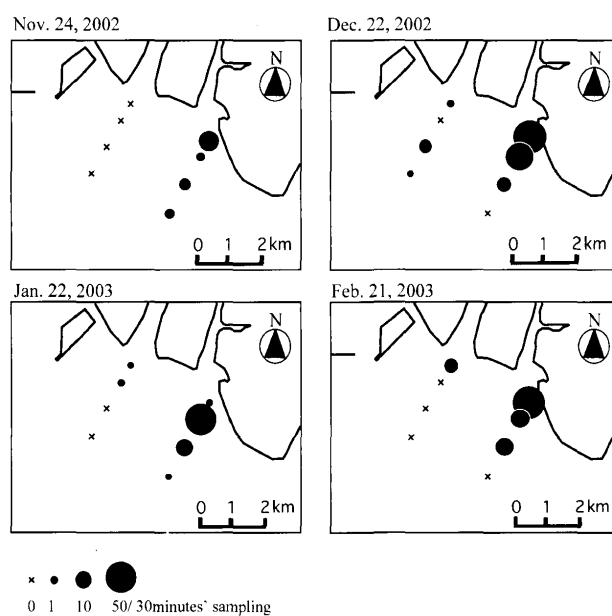


Fig. 2 Catch abundance of ayu by aqua lamps in November 2002~February 2003. The diameter of each circle is drawn in proportion to the cube root of the catch number per 30 minutes.

Table 1 Collection records of ayu larvae with aqua lamps (200 W) in the sea around Yahagi Estuary from November 2002 to February 2003 and from November 2003 to March 2004

Fiscal Year	Date	Sampling time	Total no. of ayu	Range of BL (mm)	Range of W.T. (°C)		Range of salinity (‰)	
					Surface	Bottom	Surface	Bottom
2002	Nov. 24, 2002	17:20-19:40	33	9.2-23.4	14.8-16.1	14.8-15.2	30.0-32.8	31.5-33.1
	Dec. 22, 2002	17:20-20:00	156	17.3-34.8	11.5-11.9	10.7-11.9	30.1-32.2	31.6-32.8
	Jan. 22, 2003	17:30-19:50	99	20.6-32.0	8.8-9.6	8.6-9.5	30.5-32.1	31.9-32.6
	Feb. 21, 2003	18:10-20:30	139	23.8-58.8	9.3-9.9	9.4-9.7	29.9-32.3	31.8-32.5
2003	Nov. 30, 2003	17:30-19:40	2	20.0-29.5	13.3-17.7	16.8-17.4	23.7-31.7	27.6-32.0
	Dec. 29, 2003	17:10-19:30	4	23.7-27.1	12.1-12.8	12.4-12.7	29.3-32.0	29.5-32.0
	Jan. 31, 2004	18:30-20:40	16	23.5-48.5	9.5-10.6	9.6-10.7	28.7-31.0	29.0-31.0
	Mar. 1, 2004	18:10-21:00	14	31.9-60.1	9.9-12.0	10.0-12.0	27.5-32.0	30.6-32.0

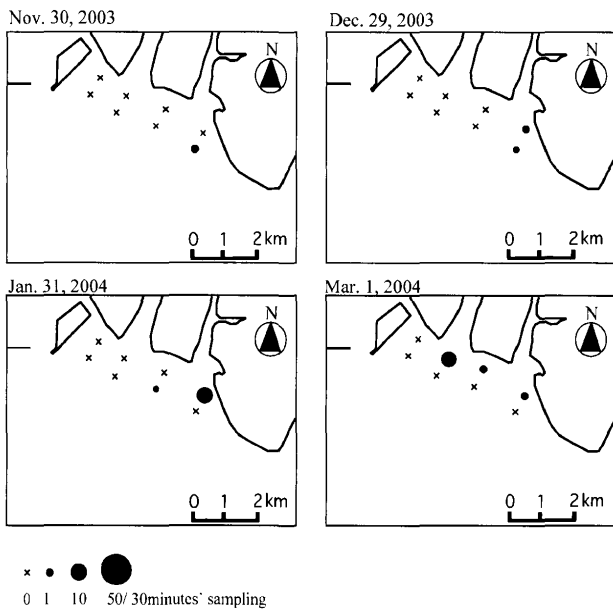


Fig. 3 Catch abundance of ayu larvae by aqua lamps in November 2003~March 2004. The diameter of each circle is defined as in Fig. 2.

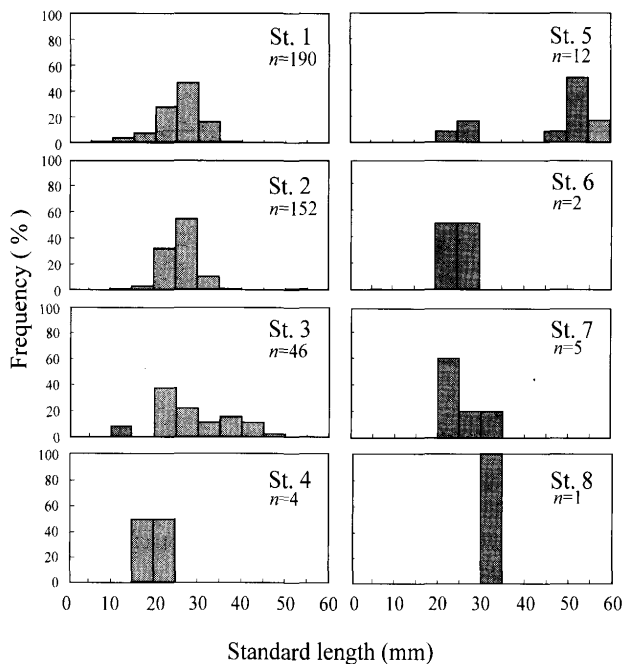


Fig. 4 Comparison of length distributions of ayu collected in November 2002~February 2003 at each station.

=9) は他の地点のアユ (31.6 mm, $n=34$) よりも大きく (t 検定, $p < 0.001$), シラス型から成魚の形態への変態を完了した個体であった。同様の傾向は2004年3月1日の調査でもみられた (地点5, 平均体長 55.8 mm, $n=10$; 地点5以外, 42.0 mm, $n=4$, t 検定 $p < 0.001$)。Fig. 6に2002年度と2003年度の標本をそれぞれ集計した体長組成を示した。両年度とも25~30 mmにモードがみられるが, 2002年度は2003年度より

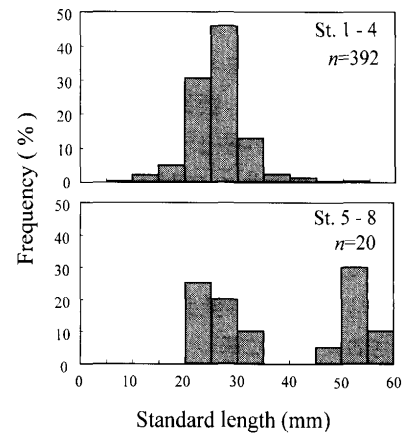


Fig. 5 Comparison of length distributions of ayu collected along two lines parallel to the Yahagi River from November 2002 to February 2003: A, eastern line (1~4); B, western line (5~8).

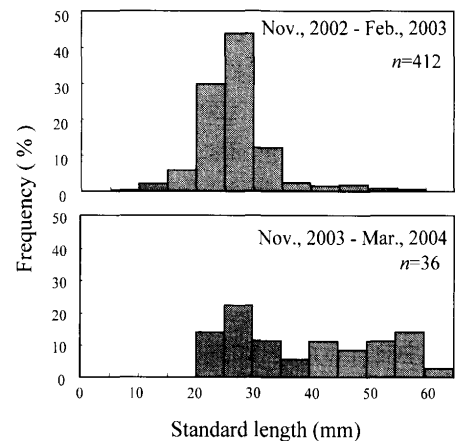


Fig. 6 Comparison of length distributions of ayu between samples collected in November 2002~February 2003 and in November 2003~March 2004.

20 mm 前後の個体の割合が高かった。

底質の有機物量 エクマンバージ採泥器で採取した地点ごとの底質は, 泥質が貝殻の多く混じった砂質であった。Fig. 7に地点ごとの底質の強熱減量 (2002年度) と全有機炭素量 (2003年度) を示した。2002年度に採取した底質の強熱減量は, 0.4~11.7%の範囲にあった。このうち矢作川の流路を延長したライン上 (5~8) の強熱減量 (3.7~11.7%) は, 東側のライン (1~4) のそれ (0.4~1.2%) と比較して, 平均で12.1倍の差があり有意に高かった (Mann-Whitney U 検定, $p < 0.01$)。2003年度に採取した底質の全有機炭素量は, 1.9~27 mg g^{-1} の範囲にあり, 8地点のうち矢作川河口に近い6地点 (5, 6, 9, 10, 11, 12) の平均値が15.3 mg g^{-1} であったのに対し, 最も東側の2地点 (1, 2) の平均値は3.6 mg g^{-1} と低く, 4.3倍の差があった。このように, 調査を行った範囲では, 矢作川の河口に近い地点で有機物量の含有量が多く, 河口から離れた東側の地点

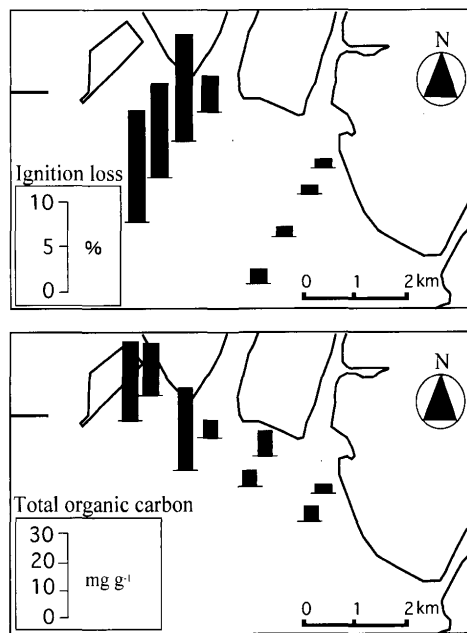


Fig. 7 Ignition losses (upper) and total organic carbon content (lower) in sediment smaller than 250 μm in the Yahagi Estuary.

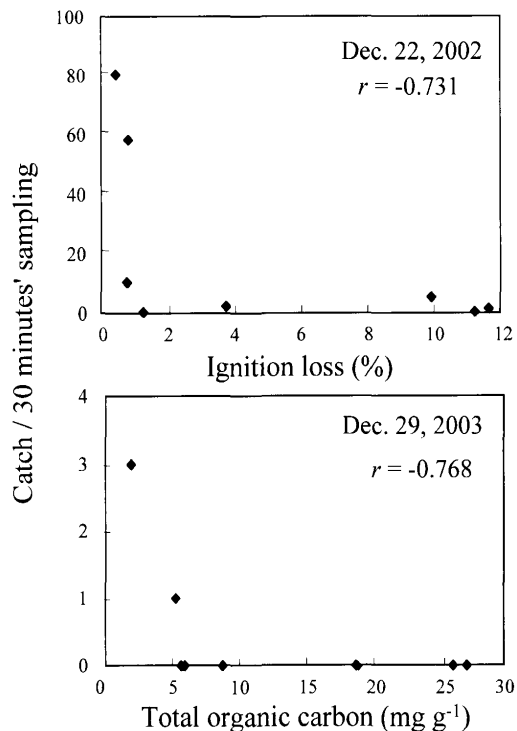


Fig. 8 Relationship between catch number of ayu and total organic content in the sediment.

でその含有量が少ない傾向がみられた。

Fig. 8に12月の調査時のアユ仔稚魚の採集数と底質の強熱減量(2002年度)および有機炭素量(2003年度)との関係を示した。両年とも有意な負の相関がみられ(スピアマン順位相関係数; 2002年度, $r = -0.731$, $p < 0.01$; 2003年度, $r = -0.768$, $p < 0.01$), 2002年度には

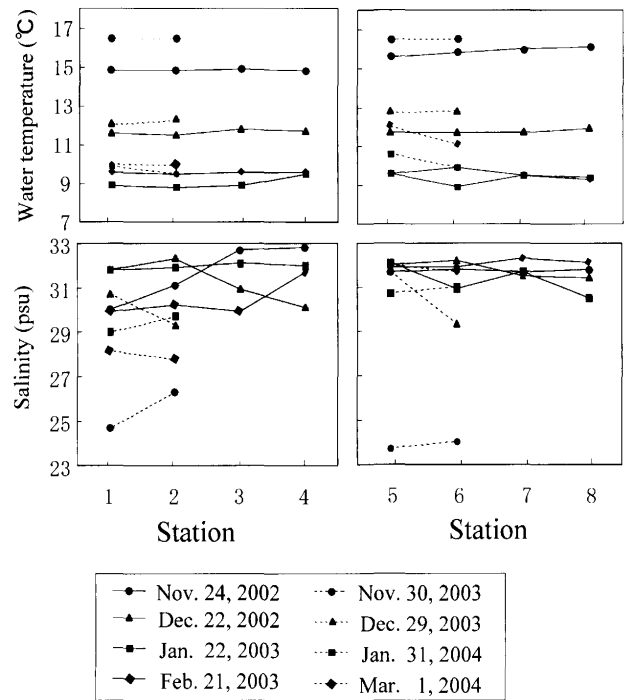


Fig. 9 Water temperature and salinity along two inshore-offshore lines (1-4, 5-8) in November 2002~February 2003 and in November 2003~March 2004.

底質の強熱減量が1%未満の底質からは、30分間の調査でアユ仔稚魚が10~80尾採集されたのに対し、1%以上の地点からは5尾以下にとどまった。一方の2003年度には、アユ仔稚魚が採集されたのは底質の全有機炭素量が 5.2 mg g^{-1} 以下の地点に限られていた。

調査時の水温と塩分 調査時の水温は8~18°Cの範囲にあり、11月下旬が最も高く1月下旬が最も低かった(Table 1)。塩分は2002年度には30~33 psuの範囲にあったのに対し、2003年度には11月下旬に最も低い地点では23.7 psuとなった(Table 1)。次に河川水の影響を検討するために、2本の調査ライン(1~4および5~8)上の岸から沖方向への表層の水温と塩分の観測値をFig. 9に示した。水温はこの方向でほぼ同じ値で推移した。塩分は同じ値で推移した場合に加え、調査日によって最大で3 psu程度増減したが、岸から沖方向で塩分が高くなる明瞭な傾向は認められなかった。2003年度は、11月30日のみ4地点とも大きく塩分が低下していた。また、地点間でばらつきのみられた塩分についてアユ仔稚魚との相関を調べたものの、有意な差はみられなかった(スピアマン順位相関係数; 2002年度, $r = -0.148$, ns ; 2003年度, $r = -0.128$, ns)。

考 察

集魚灯による採集の結果、アユ仔稚魚は矢作川河口の東側海域(1~4)で主に採集され、矢作川の流路の延長上にある地点(5~8)からはその20分の1以下しか

採集されなかった。熊野川河口の沖合での調査報告によると、アユ仔稚魚が採集されたのは岸から2 km 以内に限られ、2~40 km の沖合側では1尾も得られていない。⁵⁾ また、富山湾に流入する神通川および庄川、土佐湾中央部に流入する仁淀川河口沖合の調査によれば、アユ仔稚魚は主に海岸から沖合3 km までの範囲で分布したと報告されている。^{6,9)} したがって矢作川河口から4 km までの範囲に設定した今回の調査地点は、矢作川を流下したアユ仔稚魚の主要な生息場所と推察されるが、アユ仔稚魚の出現が調査範囲の一部に限られ、しかも河口に最も近い地点で少数しか採集されなかったことは、本海域では沖合3 km までの範囲でもアユ仔稚魚の分布に水平的な偏りが存在する可能性を示唆する。

次に、アユ仔稚魚の分布に偏りがみられた原因として、水深、河川流量、そして底質の有機物量に関し順に検討する。今回の12ヶ所にわたる調査地点の水深は1.5~16 m と大きな差があった。これを他の水域でアユ仔稚魚が出現した場所の水深と比較すると、四万十川の河口域では、水深3~15 m までの流心部で体長20~25 mm をモードとしたアユ仔稚魚が集魚灯によって表層で採集されている。²²⁾ 水深が深く塩分躍層が発達する富山湾では、塩分躍層より上層の水深1 m 以浅の表層に多くのアユ仔魚が分布することが知られている。⁶⁾ これらのことから、今回調査した水深16 m までの地点の間では、深さに関係なくどの地点でもアユ仔稚魚が出現して不思議ではない。

河川水に由来する流れによってアユが定着できない可能性に関し、河口域でのアユ仔稚魚の分布に関する他の河川の報告を検討した。四万十川や熊野川では一部のアユ仔稚魚が海域へ降河せず、砂嘴で狭まった河口部より上流の塩分濃度の低い水域で滞留することが報告されている。^{2,5)} 熊野川ではさらに、河口部の沖合40 km に及ぶ範囲の海域を複数のネットを用い調べたが、アユ仔稚魚が出現したのは沖合2 km までの塩分の低い水域に限られていた。また、高知県内の流程30 km 程度の比較的小規模な河川において3年間にわたって集魚灯を用いて調査した報告でも、年によって降水量に5倍程度の差あり河川流量に相当な年較差があったと想定されるにも関わらず、河口付近(河口より約400 m 上流の調査地点)で毎年アユ仔魚が11月~1月の間に継続的に採集されている。²³⁾ このように他河川の事例と比較すると、今回の矢作川での調査地点よりも河川水の影響をより強く受ける可能性の高い河口近くの水域で、アユ仔魚が分布する事例が複数ある。したがって、今回の調査範囲とした矢作川の河口より4 km までの範囲の海域において、アユ仔稚魚が採集されなかった原因に、河川水の流れの影響が強く働くとはいえない。

アユ仔稚魚の分布は、2年とも底質の有機物量の間

有意な相関がみられた。このような底質の有機物量と生物、特に魚類の分布との関係に言及した研究事例は乏しく、特にアユ仔稚魚に関しては初めてである。

三戸ら¹⁹⁾の底質分析の結果によれば、2003年の調査地点とした8地点中、東側の4地点(地点1~2, 9~10)では粒度の中央値が250~500 μm の範囲にあったのに対し、河口に一番近い地点を除いた残りの3地点(地点6, 11~12)では125 μm 以下、河口に最も近い地点5が125~250 μm と、有機物量に比例して粒度が小さくなる傾向にある。つまり、有機物を比較的多く含んだいわゆるへドロ口状の底質の場所において、アユ仔稚魚が出現しなかったといえる。

また三戸ら¹⁹⁾は、炭素の安定同位体比成分の分析結果から、矢作川河口周辺の海域に堆積した微細な有機物は矢作川由来であり、底質環境に大きな変化を与えていると述べている。東京湾でも、河口沖に堆積した底質が河川由来であるとの報告がなされている。²⁴⁾ 矢作川の河口周辺の海域で長年にわたり漁業を営んできた漁業者によれば、このような泥状の有機物は30~40年以前には存在しなかった(齊藤弘太郎氏私信)とのことから、この間の矢作川に生じた環境変化の結果かもしれない。

今回の底質の調査結果を他の海域で報告されている結果と比較すると、国内で最も富栄養化の進行した海域である東京湾²⁴⁾と大阪湾²⁵⁾における底質中の有機炭素量の最大値は30 mg g^{-1} 程度である。今回の2003年度の調査では、8地点のうち矢作川河口に近い6地点(5, 6, 9, 10, 11, 12)の平均値は15.3 mg g^{-1} 、最も高かった地点では27 mg g^{-1} の値が観測された。また、今回の調査の範囲外も含めた三河湾西部(知多湾)全域においては、東域の湾口部にかけての海域では全有機炭素量が10 mg g^{-1} 未満であるものの、湾の西域、中央域の南側そして北域において17~31 mg g^{-1} の有機物が含まれる底質が広がると報告されており、¹⁹⁾ 三河湾西部は全体としてかなり底質の有機汚濁が進行した海域といえる。

有機物を多く含んだ底質がアユ仔稚魚におよぼす影響としてまず考えられるのは、酸素が底層で消費されるために貧酸素な環境となり、それがアユ仔稚魚の生息を制限している可能性である。実際、三河湾では年によって夏に貧酸素水塊が生じ、アサリ等の漁業被害が発生している。¹⁶⁾ アユが出現する11月から3月にかけての三河湾は、水が鉛直混合する時期にあたるため貧酸素水塊が発生しないが、規模は小さくても有機物の堆積した海底では海底直上の水質が還元的な状態となる可能性がある。一般的に、底質が還元的な環境になると、生物に有害な硫化水素やマンガンの無機イオンが溶出することが知られている。²⁶⁾ 今回の調査ではアユの分布水深が把握できていないため、底層近くの環境を関連づけて議論を深めることはできないが、矢作川河口周辺海域での

アユ仔稚魚の生息環境を考える上で、底質が影響するプロセスに注目して今後さらに踏み込んだ調査が必要である。

その他、矢作川河口周辺でのアユ仔稚魚の分布状況に関し、矢作川の河口近くの地点で2003年2月に採集された体長45~60 mmのアユは、他の地点よりも有意に体長が大きかった。同様の傾向は2004年3月の調査でもみられ、これらは河川への遡上を控え河口付近に集まったアユと推測できる。

2002年と2003年の採集数を両年とも調査を行った4地点(1~2, 5~6)について比較すると、2002年が合計371尾採集されたのに対し、2003年は33尾と2002年の10分の1以下にとどまった。この要因として、まずアユ仔魚の流下数が大幅に異なることが考えられるため、アユ仔魚の流下量を矢作川の河口より10.6 km上流で10月上旬より12月中旬まで行った流下仔魚の調査の結果²⁷⁾と同じ場所で国土交通省中部地方整備局の豊橋河川事務所が観測した河川流量(確定値)を加味して検討した。その結果、両年の間では2002年が2003年よりも約5倍多い流下数と概算された。次に2002年と2003年の10~12月のこの河川流量を比較したところ、2003年の11月と12月の河川流量がそれぞれ49.8 ts^{-1} と46.5 ts^{-1} と、2002年の同じ時期(11月, 11.9 ts^{-1} ; 12月, 14.6 ts^{-1})と比較して3~4倍の流量があった。今回の調査で観測した塩分濃度が2003年の11月と12月に低かったのも、この河川流量の増大の結果と考えられる。一方、和歌山県中部⁸⁾と高知県西部²³⁾の碎波帯でアユ仔魚の分布を調べた研究では、碎波帯に新たに加入したアユ仔魚は、アユ仔魚が孵化した河川の流域の降水量が多い時期ほどその分布範囲が広がる傾向にあると報告されている。以上の点を考慮すると、今回の調査で2003年度にアユ仔稚魚の採集数が大幅に減少したのは、アユ仔魚の流下数が2002年よりも少なかったことに加え、2003年のアユ仔魚が流下する時期の河川流量が多く、アユ仔魚がより広範囲に分散したことが一因と考えられる。

本論文では、アユの分布と底質の有機物量との間に強い負の相関関係がみられることを明らかにし、想定される影響のメカニズムに関し考察を加えた。しかし一方で、アユの分布を決定する要因にはエサの密度や潮流等の水の動きも関与している可能性がある。今回はそれらに関しデータにもとづく十分な検証はできていない。また、矢作川に由来する有機物がどのようなメカニズムで堆積するに至ったのか、現時点では大型ダムの建設による河川生態系の変化、工業化の進展に伴う汚濁負荷量の増大等が可能性として指摘できるが、その寄与の程度は不明である。今後、底質中の有機物がアユ仔稚魚へおよび影響のメカニズムを探るとともに、仔稚魚の鉛直分

布の調査、エサ密度と水の動きの把握、そしてこの有機物の堆積に至った原因を視野に入れた研究も推進していく必要がある。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、様々な助言をいただいた高橋勇夫博士、大竹二雄博士、小嶋純一博士に深謝する。現地調査にあたり、ご協力をいただいた中部電力株式会社エネルギー応用研究所の濱田稔氏、一色漁業協同組合の鈴木信治組合長、西尾漁業協同組合の坂部義明氏、坂部守氏に厚く御礼申し上げる。

文 献

- 1) Senta T, Kinoshita I. Larval and juvenile fishes occurring in surf zones of western Japan. *Trans. Am. Fish. Soc.* 1985; **114**: 609-618.
- 2) 高橋勇夫, 木下 泉, 東 健作, 藤田真二, 田中 克. 四万十川河口内に出現するアユ仔魚. *日水誌* 1990; **56**: 871-878.
- 3) Takahashi I, Azuma K, Fujita S, Kinoshita I. Spatial distribution of larval ayu *Plecoglossus altivelis* in the Shimanto Estuary, Japan. *Fish. Sci.* 1998; **64**: 522-525.
- 4) Takahashi I, Azuma K, Fujita S, Kinoshita I, Hiraga H. Annual changes in the hatching period of the dominant cohort of larval and juvenile ayu *Plecoglossus altivelis* in the Shimanto Estuary and adjacent coastal waters during 1986-2001. *Fish. Sci.* 2003; **69**: 438-444.
- 5) 塚本勝巳, 望月賢二, 大竹二雄, 山崎幸夫. 川口水域におけるアユ仔稚魚の分布・回遊・成長. *水産土木* 1989; **25**: 47-57.
- 6) 田子泰彦. 富山湾の河口域およびその隣接海域表層におけるアユ仔魚の出現・分布. *日水誌* 2002; **68**: 61-71.
- 7) 田子泰彦. 富山湾の砂浜域碎波帯周辺におけるアユ仔魚の出現, 体長分布と生息場所の変化. *日水誌* 2002; **68**: 144-150.
- 8) 東 健作, 平賀洋之, 堀木信男, 谷口順彦. 和歌山県中部の碎波帯におけるアユ仔魚の分布. *水産増殖* 2002; **50**: 9-15.
- 9) 八木佑太, 美藤千穂, 舟越 徹, 木下 泉, 高橋勇夫. 土佐湾沿岸域におけるアユ仔魚の分布および食性. *日水誌* 2006; **72**: 1057-1067.
- 10) 南 卓志. 初期減耗研究の方法論・研究の歴史. 「魚類の初期減耗研究」(田中 克, 渡邊良朗編) 恒星社厚生閣, 東京. 1994; 9-20.
- 11) 堀田秀之. 海産稚鮎の生態に就いて. *魚雑*. 1953; **3**: 15-20.
- 12) 山本敏哉. 矢作川河口周辺海域におけるアユの初期生活-I. 矢作川研究, 豊田市矢作川研究所, 愛知. 2003; **7**: 177-185.
- 13) 佐々木克之. 失われゆく三河湾の生態系. とりもどそう豊かな海三河湾-「環境保全型開発」批判(三河湾研究会編) 八千代出版, 東京. 1999; 37-61.
- 14) 芝村龍太. 川の権利をめぐる. 「環境漁協宣言」(矢作川漁協100年史編集委員会編) 風媒社, 愛知. 2003; 53-114.
- 15) 佐々木克之, 鈴木輝明, 松川康夫, 佐藤善徳. 富栄養化と物質循環. さかな 1981; **26**: 45-70.
- 16) 中村元彦, 黒田伸郎. 伊勢・三河湾における漁業の推移. 総合郷土研究所紀要 2005; **50**: 239-252.

- 17) 田北 徹, 山口敦子. 魚類の変化. 「有明海の生態系再生を目指して」(日本海洋学会編) 恒星社厚生閣, 東京. 2005; 128-132.
- 18) 河野 博. 東京湾とはどんなところだろう. 「東京湾 魚の自然史」(東京海洋大学魚類学研究室編) 平凡社, 東京. 2006; 17-29.
- 19) 三戸勇吾, 山田佳裕, 山本敏哉, 中島沙知, 白金晶子, 堤 裕明, 多田邦尚. 知多湾における堆積物中の有機物の起源. 日水誌 2007; **73**: 1-7.
- 20) 国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所. 矢作川空中斜写真集. 2003; 1-34.
- 21) 西条八束, 三田村緒佐武. 「湖沼調査法」講談社, 東京. 1995; 197-206.
- 22) 高橋勇夫. 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 2005; **23**: 113-173.
- 23) 東 健作, 平賀洋之, 木下 泉. 降下仔アユの海域への分散に及ぼす降水量の影響. 日水誌 2003; **69**: 352-358.
- 24) Wada E, Kabaya Y, Tsuru K, Ishiwatari R. ^{13}C and ^{15}N abundance of sedimentary organic matter in estuarine areas of Tokyo Bay, Japan. *Mass Spectroscopy* 1990; **38**: 307-318.
- 25) Mishima Y, Hoshika A, Tanimoto T. Deposition rates of terrestrial and marine organic carbon in the Osaka Bay, Seto Inland Sea, Japan, determined using carbon and nitrogen stable isotope ratios in the sediment. *J. Oceanogr.* 1999; **55**: 1-11.
- 26) Mitsch WJ, Gosselink JG. Biogeochemistry of Wetlands. In: Mitsch WJ and Gosselink JG (eds) *Wetlands*. Van Nostrand Reinhold, New York. 1993; 114-163.
- 27) 矢作川水産資源保護調査事業データ集(1998~2007年). 豊田市矢作川研究所.