

調査報告

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

Early life history of Ayu, *Plecoglossus altivelis*, in the estuary
of the Yahagi River and its adjacent coastal waters—I
Research results from October 2000 to April 2001

山本 敏哉

Toshiya YAMAMOTO

要 約

海域におけるアユの初期生態を2000年10月から2001年4月の期間調査した。調査項目は、アユ仔魚の流下量の季節変化、河口周辺における仔魚の成長と孵化日組成、三河湾内全域での分布、碧南火力発電所放水口に出現する稚アユの体長および孵化日組成とした。流下しているアユ仔魚は調査期間の10月上旬から12月中旬を通じて採集されたが、その中心は10月上旬から11月上旬の間であった。これは河口周辺で採集されたアユ仔魚の組成が11月下旬をピークにしていたのとずれていた。三河湾の全域にわたる分布調査では、渥美半島側で知多半島側よりはるかに多くのアユが採集された。月別では、12月に最も多くのアユが採集された。その後1月と2月は非常に少ない量しか採集されなかった。これは水温の低下によってアユが波打ち際からの移動を余儀なくさせられたためとみられる。放水口では2月中旬から4月上旬までアユが採集された。その日齢査定により、出現期間の最初の頃は早く生まれた個体が出現し、時期が進むにつれて順次遅く生まれた個体に移りかわる傾向がみられた。

キーワード：アユ、初期生態、三河湾、矢作川

はじめに

アユは海と川とを行き来する一年生の回遊魚である。春から夏に河川で付着藻類をエサとして育ち、成熟したアユは秋に下流域で産卵する。孵化した仔魚は海に下り、春に稚魚となって川を遡上するまでの約半年間を海で生活する。

海域におけるアユの生活史の研究は、これまで、伊勢湾、土佐湾、熊野灘等で行われてきた。河川での研究に比べると、海域での研究は大きく立ち後れてきたが、近年は各地で調査が進められ、その生活史の全貌も明らかにされつつある(高橋, 1999; 塚本, 2001)。しかしながら、三河湾におけるアユの生態に関しては、堀田(1953)が出現状況を報告して以降はほとんど研究例がなく、仔稚魚の分布や成長については不明である。

このような背景のもと、平成12年10月より、中部電力株式会社と豊田市矢作川研究所の共同研究体制で、海域におけるアユの生態調査が開始された。当面は3年間の予定で、三河湾での分布、移動パターンなど生態的情

報の集積を目指している。ここでは初年度行った調査の結果を報告する。

三河湾の概要

三河湾では、水深が浅くて干潟が発達するために生物の生産性が高く、漁業が活発に行われてきた。ノリ養殖の発祥の地としても有名で、戦前にはノリの生産額で全国第1位となったこともある。しかしながら、知多半島と渥美半島によって湾口部が狭まった形状となっているために水の交換が悪く、流域からの汚濁水の増大に伴って近年は富栄養化が進行している。佐々木(1999)の報告によると、透明度は、湾西側の知多湾においては、1950年代の平均が5mだったのに対し、1980年代には3mにまで減少した。また底層への有機物の堆積量も増大し、夏季の海底近くでの溶存酸素濃度が表層の半分以下の2~4mg/lまで低下している。同文献によれば、この富栄養化の程度は東京湾に匹敵するという。

流下アユ仔魚調査

調査方法

2000年10月から12月に10日間隔で計8回、河川を流下中のアユ仔魚（卵黄仔魚）を採集した。調査場所は河口から約11 km 遡った米津橋上流に設定した。ここより下流は感潮域となる。本地点では、夜間を中心にアユ仔魚が流下すること（高橋・新見，1999）を考慮し、採集時刻は、23：00，2：00，5：00，8：00の4回とした。採集には口径0.5 m，網目0.3 mmの円錐形のプランクトンネットを用いた。ネットは調査地点に設置されている取水用の栈橋から、流心部にロープで垂下した。ネットの設置時間は各採集時刻とも6分間（3分×2回）とした。採集時には水温を測定し、網口部に設置した濾水計（General Oceanics Inc., Model 2030R）より濾水量を求めた。得られた試料はその場で5%ホルマリン溶液で固定して研究室に持ち帰った。

各試料はアユ仔魚の個体数を計数し、濾水量から流下密度（n/m³）を求めた。さらに、国土交通省の観測所が測定した調査地点付近における河川流量データより、以下の計算式に従って各調査日の相対流量とアユ仔魚の流下量指数を求めた。

$$\text{相対流量} = \frac{\text{各調査日の流量 (m}^3\text{)}}{\text{2000年10月5日23時の河川流量(m}^3\text{)}}$$

$$\text{流下量指数} = \text{流下密度 (n/m}^3\text{)} \times \text{相対流量}$$

結果と考察

1) 調査時の水温

調査時の水温を図1に示した。10月の上旬には18°C前後であった水温は、11月の中旬には約15°Cとなり、12月に入ると10°C以下にまで低下した。

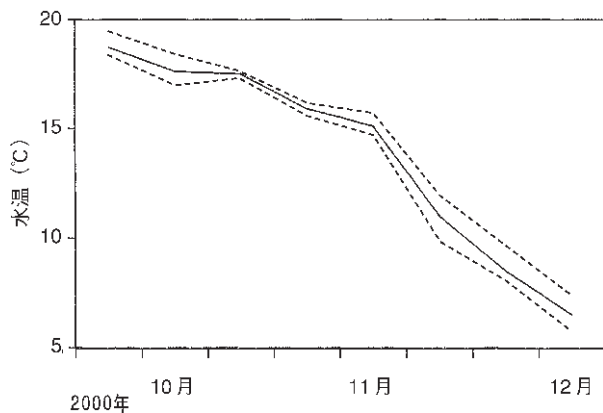


図1 流下アユ仔魚調査時の水温。
実線は平均水温を点線は最高および最低水温を示す。

2) 流下量の経時および季節変化

各調査日における流下量（流下量指数）の経時変化を図2に示した。4つの時間帯のうち、2：00と5：00とにアユ仔魚の76%が採集されていた。次に、流下量の季節変化を図3に示した。季節的なパターンの比較のために

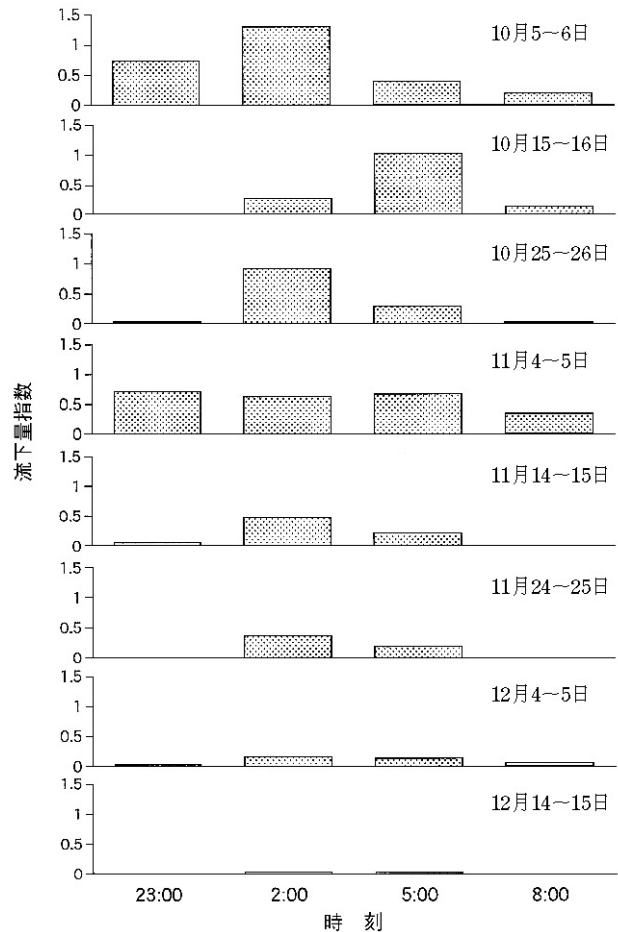


図2 2000年のアユ仔魚流下量の季節変化。

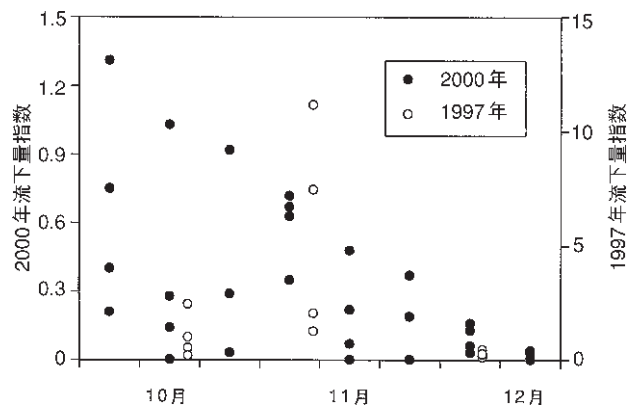


図3 2000年と1997年における流下量指数の季節変化。
1997年の流下量指数は、1997年10月18日の明治用水頭首工の日平均放流量に対する相対流量から計算した。

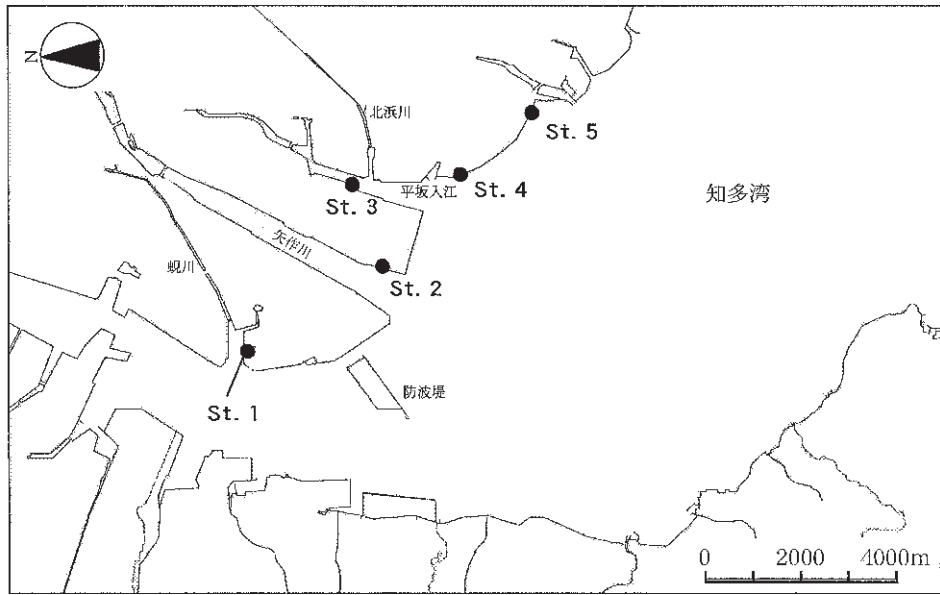


図4 集魚灯調査の調査地点.

同じ地点における1997年の調査の結果も併記した(高橋・新見, 1998). 2000年のアユ仔魚流下量は10月から11月上旬にかけて多く, その後は次第に減少した. この傾向は, 1997年の結果が, 10月と12月が少なく, 11月に多くみられた(高橋・新見, 1998)のと異なっていた.

河口周辺海域における出現状況

調査方法

2000年10月中旬より2001年4月中旬まで, 2週間に1回の頻度で矢作川の河口周辺の海域で集魚灯による採集を行なった. 採集地点は図4に示した5地点とした. St. 1は碧南火力発電所の放水口, St. 2は矢作川河口の左岸, St. 3は河口の東側の入り江, St. 4と5は直接に三河湾(知多湾)へ面した場所にそれぞれ位置している. 調査時の水深は1m~3.5mの範囲にあった. このうちSt. 2とSt. 5の2地点では, 12月までの間にアユがほとんど採集されなかったため, 1月以降は残りの3地点のみで行なった.

各地点では日没直後から3時間以内に水中ライト(200W)を30分間点灯し, その間に集まってくる仔稚魚を2人の調査員がタモ網で採集した. タモ網は2種類を用意し(口径20cm, 網目1mm; 口径30cm, 網目3mm), 採集されるアユのサイズに応じて使い分けた. 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, 採集後すぐに5%ホル

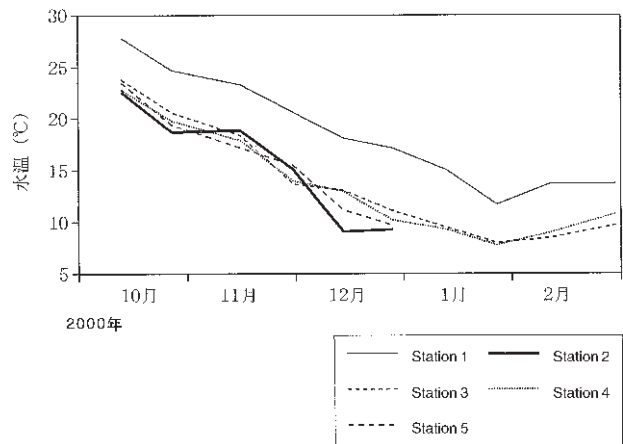


図5 採集地点における水温の変化.

マリン溶液で2~6時間固定後, 70%エタノールで保存した. また, 採集の際には表層と底層の水温と塩分を, HORIBA社製マルチ水質モニタリングシステムU-21によって測定した.

試料は採集個体を計数後, 全個体について体長を測定するとともに, Tsukamoto and Kajihara (1987)に従って日齢査定を行なった.

結果と考察

1) 調査時の水温と塩分

図5に各採集地点での表層水温を示した. 水温は10月上旬には全地点で22°C以上あったが, 1月にはSt. 1を除いて10°C前後まで下がり, 1月下旬に最低となった.

地点別に見ると、St. 1が発電所の温排水口付近であるために他と比べて常に約5°C高く、河川水の影響の強いSt. 2では12月に他と比べて約4°C低いことがあった。これらを除いて地点間の差は軽微であった。

塩分は、St. 2以外の4地点では26~32の範囲にあったが、St. 2では河川水の影響で15~30の間で変動した。
2) アユの採集量

図6にSt. 1, St. 3, St. 4における採集個体数の季節変化を示した。10月から11月にかけてはいずれの地点でも0~2個体しかアユは採集されなかったが、12月か

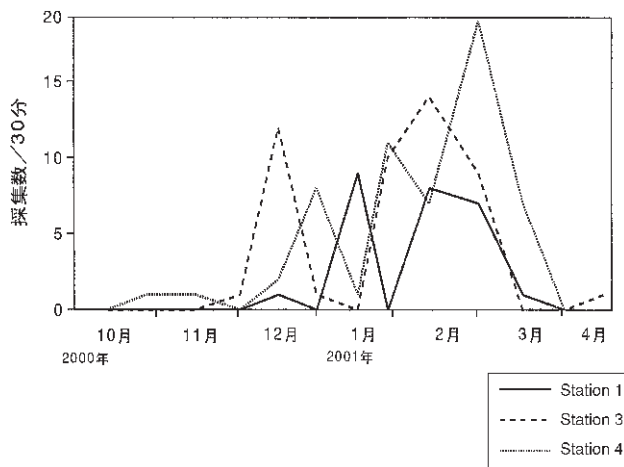


図6 集魚灯によるアユ仔稚魚の採集数の季節変化。

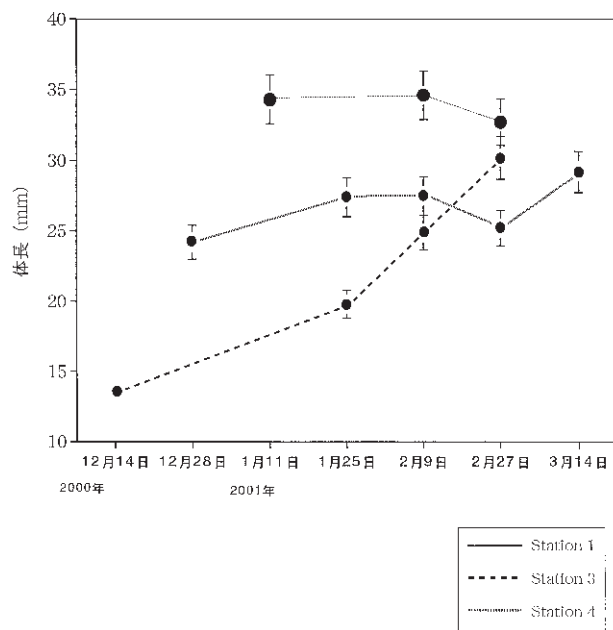


図7 集魚灯調査で採集されたアユの体長(±標準偏差)変化。7尾以上採集された場合のみを示した。

ら3月にかけて採集量は増加し、1地点で10尾を越える日も何度かあった。

3) 体長

図7に採集されたアユの体長の季節変化を示した。St. 3では12月の中旬には平均が13mmとなっていたが、2月下旬には30mm前後にまで成長した。St. 4では採集されはじめた12月下旬には24mmあり、その後30mm近くまで成長した。一方、St. 1では他の2地点よりも採集されるアユの体長は大きく、常に平均が32~35mmの範囲にあった。また2月上旬には、稚魚に移行した個体(体長54.4mm)も1尾含まれていた。

4) 日齢査定

図8に採集されたアユの孵化日組成を示した。これによれば、孵化の時期は10月の下旬から1月上旬の間になり、そのピークが11月下旬にあることがわかる。地点間では、孵化日の組成に明瞭な差は見られなかった。一方、流下調査の結果では、三河湾へ到達するアユ仔魚の出現は10月上旬から12月中旬まで見られ、そのピークは10月にあった。つまり、矢作川河口周辺の海域で採集されたアユの孵化日の盛期は、流下のそれと一致せず、

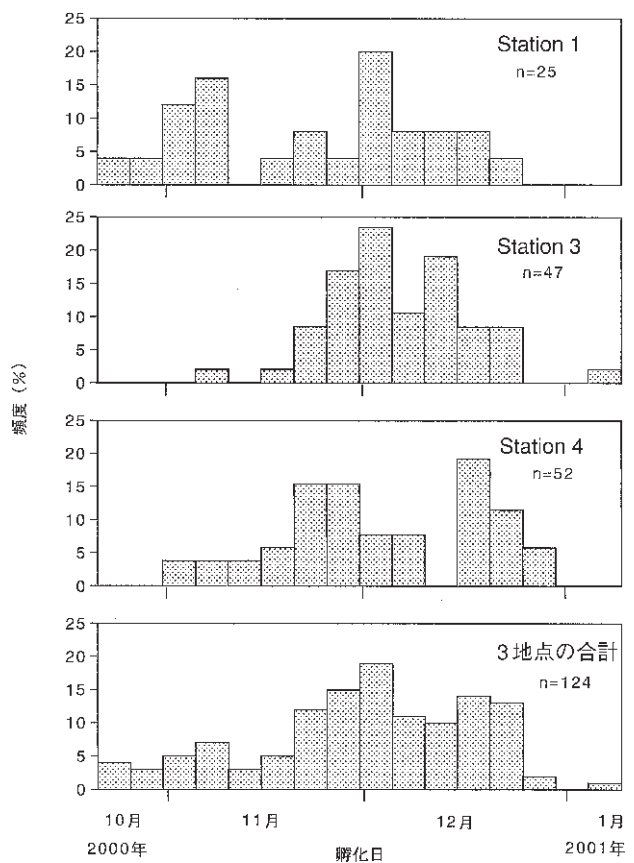


図8 集魚灯によって採集されたアユ仔魚の孵化日組成。

前者が2ヶ月近く遅くなっている。この要因として、異なる時期に孵化したアユ仔魚の生残率が異なる、つまり産卵期の前半に孵化した個体の死亡率が高かったこと、そして、矢作川の河口周辺で採集されたアユに矢作川とは別の河川に由来するアユが混じていたことが考えられる。

三河湾全域での分布

調査方法

2000年11月から2001年2月の間に、月に1回の頻度で小型の曳き網(縦1m×横4m, 網目1mm)による採集を行った。採集地点は三河湾内の15地点と(St. 4とSt. 5は集魚灯調査と同地点)、湾口部付近で伊勢湾側に面した2地点(St. 15およびSt. 16)の合計17地点とした(図9)。調査時の採集水深は90cmから120cmで、汀線に沿って2人の調査員が50m曳網した。これを1地点につき2回行った。採集時間帯は7:00~17:00の間とした。得られた試料は、採集後すぐ5%ホルマリン溶液に入れ2~8時間固定した後、70%エタノールで保存した。採集の際には水温と塩分を、HORIBA社製マルチ水質モニタリングシステムU-21によって測定した。

試料は毎回、採集個体数を計数後、1地点あたり30尾を上限に無作為抽出し、体長の測定を行った。また、河口近くの地点の中では比較的にアユが多く採集されたSt.

20については、得られた標本のみ日齢査定を行った。

結果と考察

1) 調査時の水温と塩分

水温は、11月の調査時は13~17°C, 12月は10~15°C, 1月は5~10°C, 2月は3~10°Cの範囲にあった。地点別では湾口部のSt. 12~St. 14でやや高い傾向にあった。その一方、12月から2月は湾奥部、特にSt. 4~St. 11で低くなっていた。塩分は25~32の範囲にあり、地点間で一定の傾向はみられなかった。

2) 三河湾におけるアユの分布

図10に各地点における月別のアユの採集数を示した。11月に、アユが多く採集された場所は三河湾内の東半分と知多半島の先端近くに限られ、矢作川の河口周辺ではごく少数(St. 4とSt. 5では2回のサンプルを合計してそれぞれ5尾ずつ)しか採集されなかった。12月には全体的に採集個体数は増加したものの、多く採集される場所の傾向は11月と同じだった。一方、1月になると12月とくらべて採集数が著しく減少し、17地点のうち10地点で1尾もアユは採集されなかった。採れた場所は湾口部と知多半島沿岸に限られ、湾奥部ではほとんど採れなかった。2月には、採集される地点はほぼ同じであったが採集数はさらに減少した。

アユは水温が10°Cを下回ると採れなくなることが報告されている(Saruwatari, 1995)。そこで採集数と水温

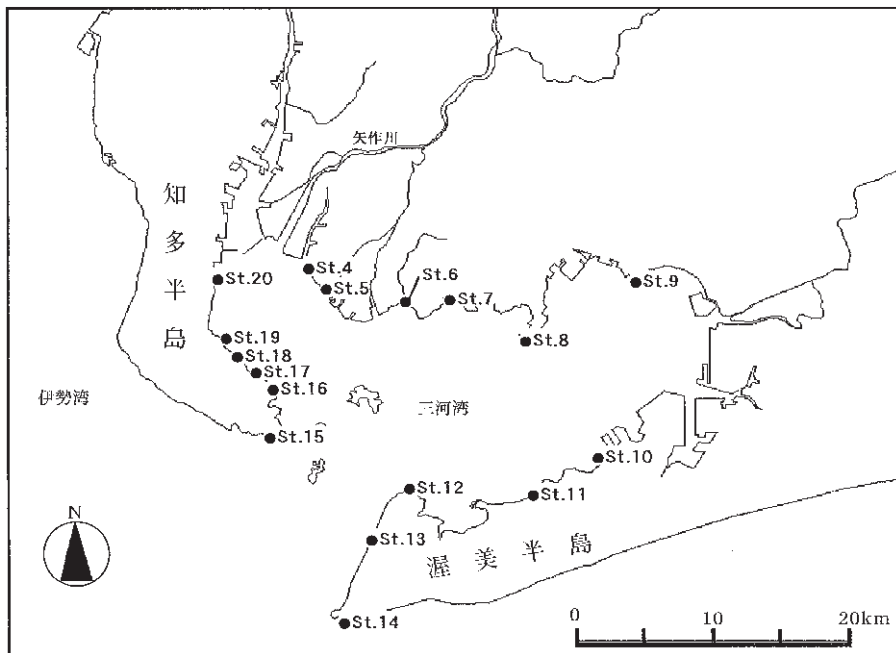


図9 広域調査の調査地点.

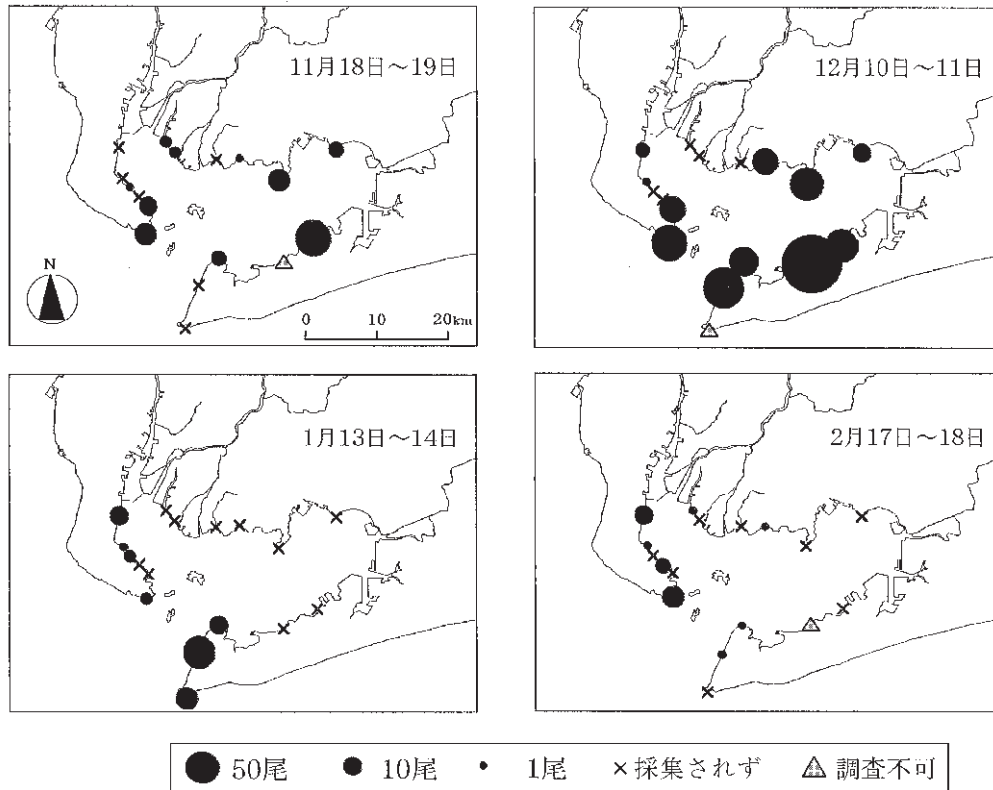


図10 三河湾全域の碎波帯におけるアユの採集数。
各地点で50m曳網した際の平均採集数を、黒の丸を球にみたてた体積に比例させて表現。

の関係をまとめてみた(図11)。アユが採集された地点の水温はいずれも7°C以上で、それ以下の水温であった6地点ではほとんどアユが採集されていない。このことからアユは1月から2月にかけて、水温の低下する波打ち際から深みへ移動しているのかもしれない。ただ、小型曳き網と集魚灯の両方で調査をしたSt. 4では集魚灯によって1月以降も順調にアユが採集されているので、付近にアユは分布しているとみられる。

一方で、三河湾外からアユが来遊してくる可能性もある。堀田(1953)は、三河湾のアユは低水温の影響を強く受けるので、春に湾内に出現するアユの多くは水温の高い湾外から回遊してきたと推定している。また、東幡豆漁業協同組合での漁業者による聞き取りでは、遡上前のアユの稚魚が角建て網に毎年入るとの情報を得た。その情報によると冬季は全く入らないが、春先になって湾口部で獲れ始め、それが次第に湾奥部へ移っていくらしい。この漁業者はアユ稚魚が湾外から来遊してくると推定していた。このように、2つの情報はアユの海域での回遊範囲が湾外にまでおよぶことを示唆している。まだ現段階では極めて断片的な知見しかなく、冬から春における三河湾でのアユの回遊経路はほとんど分かっていな

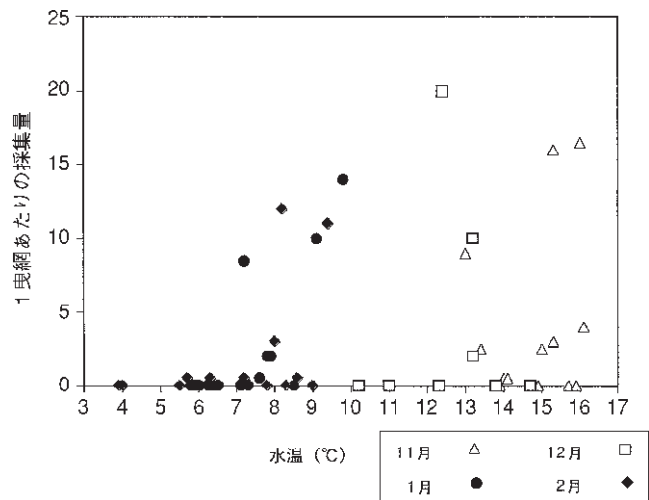


図11 水温と採集数との関係。

い。しかしながら、今後少なくとも、矢作川の河口周辺海域に絞ったミクロなスケールに加え、三河湾と伊勢湾とを対象にしたマクロなスケールも視野に入れて、アユの分布を調べていく必要があるといえる。

3) 体長

図12に、各調査日に10尾以上採集された地点(11月、

4ヶ所；12月，8ヶ所；1月および2月，各2ヶ所ずつ）の体長組成を示した。アユの体長の範囲は，11月が6.4～20.9 mm (平均 14.9 mm)，12月が8.4～28.9 mm (同 15.7 mm)，1月が15.3～43.9 mm (同 24.2 mm)，2月が22.0～36.3 mm (同 28.6 mm) となっていた。地点別

ではサイズの差はみられたものの，一定の傾向は見いだせなかった。

4) 日齢査定

St. 20で採集されたアユの孵化日組成を図13に示した。孵化日の範囲は11月下旬から12月中旬の間にあっ

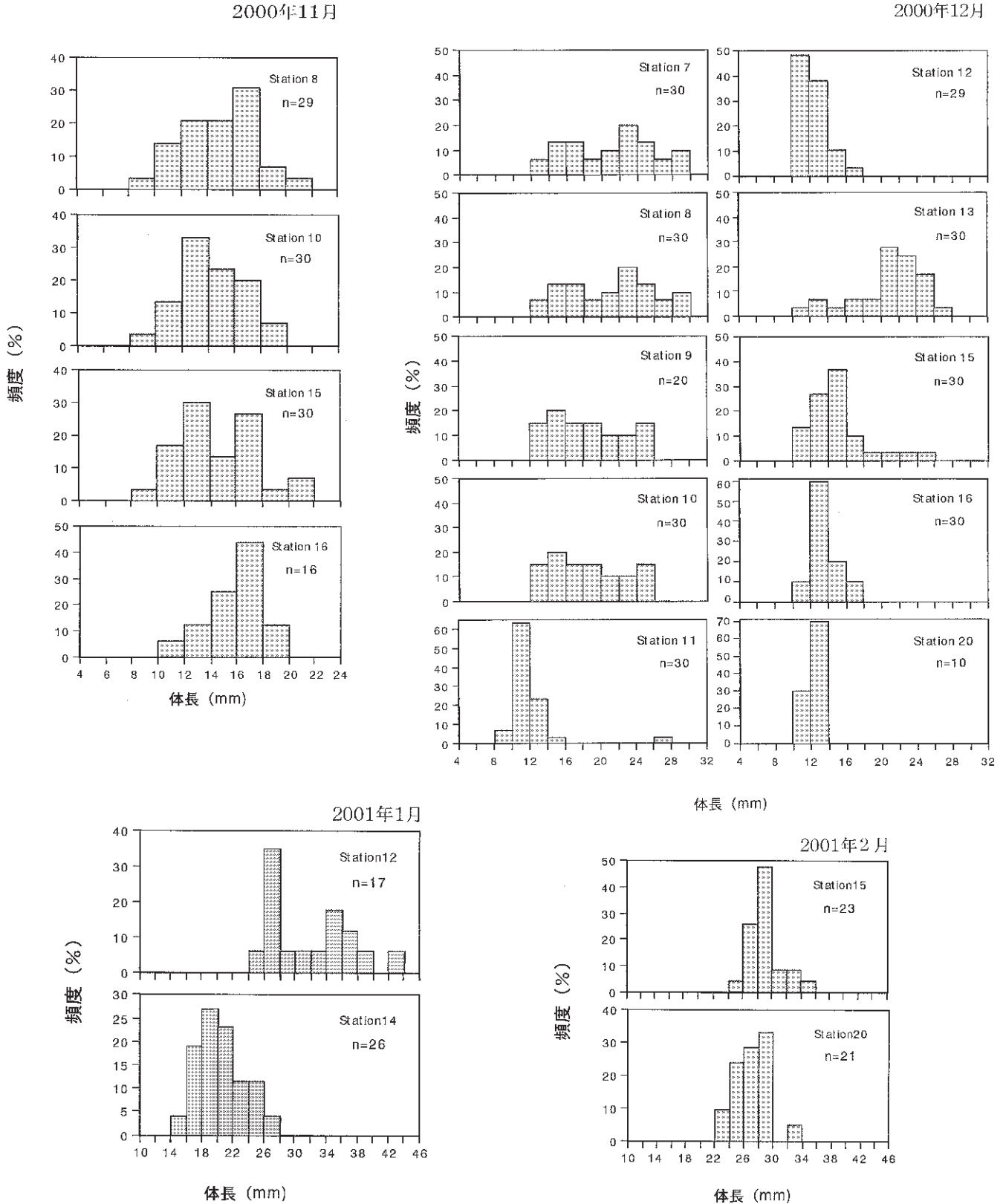


図12 各地点におけるアユ仔魚の体長組成。

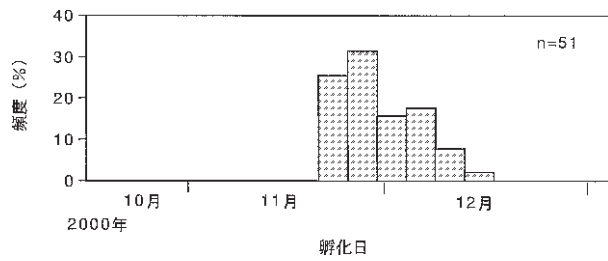


図13 小型曳き網によってSt. 20で採集されたアユの孵化日組成。

た。これは、河口周辺で採集されたアユの孵化日が10月中旬から12月中旬の範囲にあったのに比較して、遅い時期に孵化した個体から成っていた。

碧南火力発電所放水口における釣獲調査

調査方法

碧南火力発電所の放水口には、遡上前のアユが蝟集することが知られている。この蝟集の実態を調べるために、2001年2月～4月の間に6回の調査を行った。調査の時間帯は11:00～16:00の間の2時間とし、アユの採集方法は引っ掛け釣りとした。1回の調査につき20尾以上採集するようにしたが、2時間経過しても20尾に満たない場

合は調査を打ち切った。採集の際には水温を測定した。得られた試料は、採集後すぐ5%ホルマリン溶液に入れ2～6時間固定後、70%エタノール溶液で保存した。得られたサンプルは毎回、採集個体数を計数後、1地点あたり20尾を上限に無作為抽出し、体長の測定と日齢査定を行った。

結果と考察

水温は2月20日の時点では14.8°Cであったが、4月20日には21.2°Cまで上昇した。この値は、周辺の海域と比べて約5°C高い。

アユは、最後の4月20日を除いて全ての調査日に採集され、合計個体数は140尾となった。遊漁者からの聞き取りによって、4月20日の数日前よりアユは全くいないとの情報も得られており、この時期にはアユは放水口から離れたと考えられる。実験環境下において、アユ稚魚が最も好む水温である最終選好温度 (Fry, 1947; Reynolds and Casterlin, 1980) は、18.6°Cとされている (土田, 1997)。今回、アユが採集されなくなった4月20日の水温は21.2°C、その前回の調査時は18.6°Cであり、4月20日は最終選好温度を初めて上回った調査実施日であったといえる。このことから、アユは最終選好温度

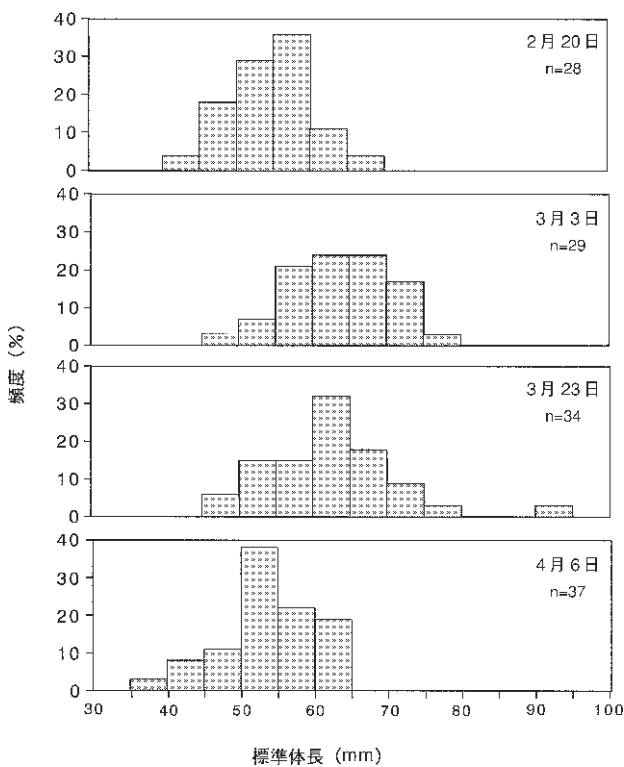


図14 碧南火力発電所放水口で採集されたアユの体長組成。

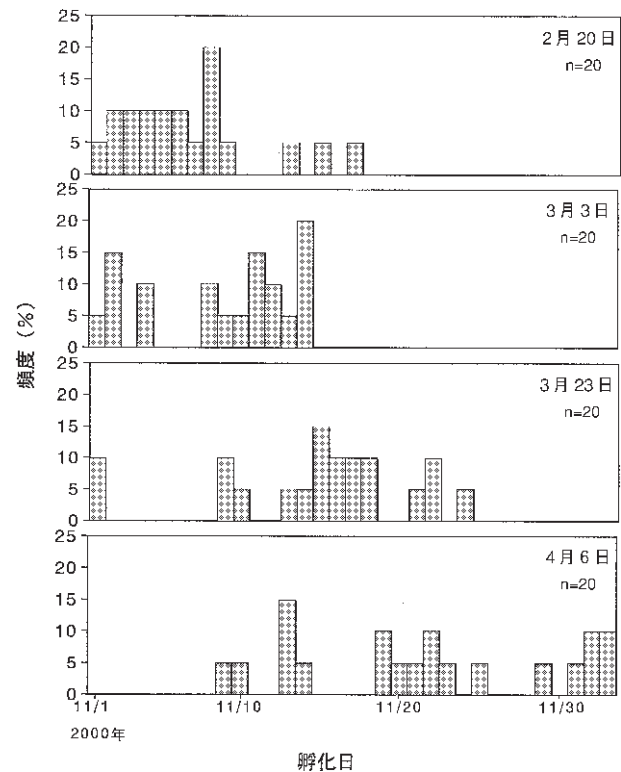


図15 碧南火力発電所放水口で採集されたアユの孵化日組成。

を越えた水域を忌避して放水口周辺から去ったのかもしれない。

アユの体長は41.5~101.4 mm (平均, 65.2 mm) の範囲にあった。このうち, 20尾以上のアユが採集された4回について, その体長組成を図14に示した。この図からは時間の経過に伴うアユの体長変化に, 一定の傾向はみられなかった。

図15に, 同様のサンプルから各調査日ごとに20尾抽出し, 孵化日組成を示した。孵化の期間は, 全体では11月上旬~12月上旬の範囲にあった。各調査日の孵化日組成は, 時間の経過とともに遅い時期へ推移した。すなわち, 早く生まれた個体ほど早い時期に, 放水口へ出現していたことになる。また, 周囲よりも水温が高いことで, アユが温排水口の周辺で長期に渡って滞在し, 河川への遡上の遅れを生じる可能性が考えられるが, 今回の結果は比較的短期間のうちに群れが入れ替わることを示しており, 長期間滞在することはないと考えられる。

謝 辞

西日本科学技術研究所の高橋勇夫氏には調査計画の骨子を立案していただくとともに, 本原稿のご校閲をいただいた。矢作川天然アユ調査会, 豊田市河川課の方々には現地調査および試料の分析作業に参加していただいた。これらの方々に, 記して厚くお礼申し上げる。

中部電力株式会社エネルギー応用研究所の濱田稔氏には, 調査の全般にわたってご支援を賜った。三河湾沿岸の各漁協には, 海域での調査にあたって協力を得た。ここに衷心より感謝申し上げる。

Summary

Ecological studies of ayu were performed from October 2000 to April 2001 in the estuary of the Yahagi River and its adjacent coastal waters. Downstream migrating yolk-sac larvae were collected throughout the study period; early October-mid December, with their peak abundance in early October-early November. This pattern of abundance was earlier than those of calculated birth date distribution of the larvae collected by submerged fish lamp and by seine net. In a survey in surf zones in Mikawa Bay, much more larvae of ayu were collected in eastern part of Mikawa Bay (Atsumi Bay) than in western part (Chita Bay) in November-December.

Among the seasons, most of the larvae were collected in December. In January-February, on the other hand, the abundance of the larvae decreased drastically, with their small emergence in the mouth of Mikawa Bay and in Chita Bay. Drop in water temperature may force the larvae of ayu to leave surf zones. Near the thermal effluent from power plant, juveniles of ayu were collected from mid-February to early April. Birth date analysis of the juveniles showed that the elder juveniles emerged in earlier periods. Long-term residences of the juveniles around the thermal effluent were not detected.

引用文献

- Fry, F. E. J. (1947): Effects of the environment on animal activity. Univ. Toronto Stud. Biol. Ser., (55): 62.
- 堀田秀之(1953): 海産稚鮎の生態に就いて. 魚類学雑誌, 3: 15-20.
- Reynolds, W. W. and M. E. Casterlin (1980): The role of temperature in the environmental physiology of fishes. In Environmental physiology of fishes, Ali, M. A. (ed.): 497-518. Plenum Press, New York and London.
- Saruwatari, T. (1995): Temporal utilization of a brackish water lake, Lake Hinuma, as a nursery ground by amphidromous ayu, *Plecoglossus altivelis* (Plecoglossidae) larvae. Environmental Biology of Fishes, 43: 371-380.
- 佐々木克之(1999): 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: 37-61. 八千代出版, 東京.
- 高橋勇夫 (1999): 四万十川の河口域で暮らす仔稚魚—知られざる生態と資源保護—. 流域圏(四万十)学会誌プレビュー号: 66-72.
- 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.
- 土田修二(1997): 沿岸性魚類の温度反応に関する実験的研究. 東海大学大学院平成8年度博士論文: 1-143.
- 塚本勝巳(2001): アユの回遊. 稚魚の自然史, 千田哲資・南卓志・木下泉編: 145-170. 北海道大学図書刊行会, 北海道.
- Tsukamoto, K. and T. Kajihara (1987): Age determination of ayu with otolith. Nippon Suisan Gakkaishi, 53: 1985-1997.

豊田市矢作川研究所研究員: 〒471-0025 愛知県豊田市西町2-19 豊田市職員会館1F