

アサリ幼生の干潟への侵入機構

黒田 伸郎*

Larval transportation and settlement mechanism to tidal flat in Japanese littleneck clam *Ruditapes philippinarum*.

Nobuo KURODA*

Abstract

We studied larval vertical distributions of a clam *Ruditapes philippinarum* in Mikawa Bay and near the tidal flats to know the transportation and settling processes. In the bay, larvae tended to assemble in the bottom water column as they mature. As the result of this vertical movement, it seems that matured larvae are transported to the interior bay by landward flow at depth. At the spring tide, the matured larvae descended to the bottom water particularly at ebbs and low tides. They may avoid being transported offshore by this behavior. Near the tidal flats, the larvae also descended to the bottom water at low tides of the spring tide, but ascended to upper layer at floods and were transported to the interior tidal flats by the flood current. The ascending behavior was mainly observed at the mature stage. The matured larvae were considered to settle on the sediment when they made contact with the slopes of tidal flats, because the density of only the transported matured larvae in the tide water decreased during floods, and because most of the newly settled juveniles were found on the slopes of tidal flats.

Key word: larval movement, *Ruditapes philippinarum*, vertical distribution, tidal flat, settlement

一般にアサリの生息場が内湾の干潟域や河口域であることは広く認められている(伊藤,2002)。現在,我が国の年間漁獲量1位を続けている愛知県においても最大漁獲量は三河湾北岸の一色干潟であげられているし(東海農政局情報統計部,2001),稚貝が高密度に発生し移植稚貝の供給源となるいわゆる「種場」は,三河湾に注ぐ2つの1級河川,豊川・矢作川の河口域に形成される(西沢ら,1995;松村ら,2001)。近年の全国的なアサリ資源急減の中で,今や,豊川河口が我が国随一の放流種苗供給地であるとさえ言われている。

このように干潟域や河口域にアサリ生息場が形成される機構については,1990年代以降三重大学・関口秀夫教授のグループが精力的な研究を続けており,幼生が加入に

成功するかどうかは,その場への幼生の供給量ではなく,底質や,河川流量,他の二枚貝との対応関係など,着底後に稚貝が遭遇する生残条件によって決定される場合が多いことを明らかにしてきた(Sekiguchi *et al.*, 1995; Tsutsumi and Sekiguchi, 1996; Miyawaki and Sekiguchi, 1999; Ishii *et al.*, 2001)。ただし,ここでいう「加入の成功」とは,沈着稚貝が殻長0.1mmに達することである。また,これらの研究は,アサリ以外の二枚貝個体群が優占したり,二枚貝類全体の発生状況が著しく変動しており,アサリ個体群が高密度で安定的に維持されていない伊勢湾西岸や有明海で行われたものである。アサリ浮遊幼生の密度を殻頂期以降に比べて比較すると,これらの海域では年間を通じてほとんど $10^2/m^3$ オーダーを越えな

2004年1月15日受理 (Received on January, 2004)

* 愛知県水産試験場漁業生産研究所 (Marine Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Toyohama, Minamichita, Aichi 470-3412, Japan)

いのに対し、三河湾では春季から秋季にかけてしばしば $10^3/m^3$ オーダーで出現する (松村ら, 2001; 黒田・落合, 2002)。Miyawaki and Sekiguchi (1999) の研究においても、特異的に高密度の幼生が出現したあとに、非常に高密度の親個体群が形成されることが確認されている。したがって、三河湾の河口域や干潟域で、比較的安定して高密度のアサリ個体群が維持されているのは、湾内にこのように高密度に発生する幼生が、恒常的に河口域や干潟域に供給され、そのうちのいくつかの群が加入に成功するためであると考えられる。

しかし、アサリ浮遊幼生がどのような過程を経て、河口域や干潟域に到達するのかを明らかにしようとした研究はきわめて少ない。母貝生息域で放出された浮遊幼生が、完全なプランクトンとして湾内を受動的に輸送されて、着底期に偶然好適場に到達したものが加入に成功するのか、幼生自身に内在する生物学的な機能が、輸送過程に対して何らかの役割を果たしているのかは、幼生の加入過程を知る上で重要な問題である (Mann *et al.*, 1991) にもかかわらず、アサリに関しては、主として技術上の困難さからほとんど手がつけられずにきた。筆者らはこれまでに、アサリ幼生特異的モノクローナル抗体を野外調査に適用する技術を、開発者である旧水産庁 (現独立水産総合研究センター) 瀬戸内海区水産研究所の濱口昌巳博士と共同で確立し、これを用いてアサリ幼生の三河湾全域における時空間分布の変動や、干潟付近での移動様式を明らかにする研究に取り組んできた (松村ら2001, 黒田・落合, 2002)。これらの野外研究の結果から、アサリ幼生の自律的な移動能力が湾内での輸送過程や、干潟縁辺部から干潟内部への輸送過程に関わっている可能性がみえてきたので、ここに紹介する。

試料と方法

三河湾における幼生の鉛直分布調査

湾内での幼生の成長段階と分布水深の関係を明らかにするために、漁場より沖の調査点で幼生の鉛直分布調査を行った。三河湾は平均水深10mの浅い内湾で、夏季には通常深度5m付近に密度躍層が形成される (宇野木, 1984)。1999年には5~11月にSts.1, 2, 3, 4の4地点で、2001年にはSts.4, 5, 6の3地点で5~11月に調査を行った (Fig. 1)。各調査点の水深は、St.3が基準水準面下6mであったのを除き、9~15mであった。各点の表層、深度4m層、底上1m層 (水深11m以上の地点では深度10m層) から、水中ポンプで海水を300~500L汲み上げ、開口目合い100 μ m (1999年調査) あるいは50 μ m (2001年調査) のプランクトンネットで浮遊生物を捕集した。各採水層の水温・塩分をTSメータ (アレック電子社ACT20-D)

で同時に測定した。採取試料は研究室に持ち帰り、分析に供するまで-20°Cで凍結保存した。分析は松村ら (2001) に従い、解凍試料をアサリ幼生特異的モノクローナル抗体を用いた間接蛍光抗体法により染色し、落射蛍光顕微鏡下で特異蛍光を発した二枚貝幼生を、主として外部形態の特徴からD型期 (D-shaped)、殻頂期初期 (Early umbo; 以降「中期」と呼ぶ)、殻頂完成期以降 (Umbo and full grown; 以降「後期」と呼ぶ) の3つの成長段階に分けて計数を行った。

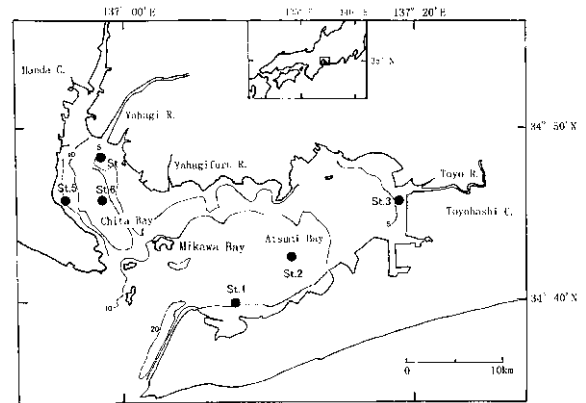


Fig. 1. Sampling stations for collecting larval clam *Ruditapes philippinarum* in Mikawa Bay. Larvae were collected at St.1~4 in 1999, St.4~6 in 2001.

一色干潟における漂流プイ追跡実験

干潟に近づいた幼生が干潟上に輸送される過程を明らかにするために、漂流プイ追跡実験を行った。1999年7月11日に簡易漂流プイ (Fig. 2) を一色干潟の縁辺部に浮かべ、これを追跡しながら適宜海水を深度2mごとに前項と同様に採取し、アサリ浮遊幼生の密度を成長段階別に計数した。採取地点において、各層の水温・塩分をTSメータで前項と同様に測定した。漂流プイは風の影響をできるだけ受けにくい構造とし、深度0.5m層の潮流を反映して移動するよう設計した。なお、当日は大潮日にあたっており、最干潮は11時30分であった。実験は最干潮時から1.5時間と、最干潮2時間後から1.7時間のともに上げ潮時に2回行い、1回目は3地点、2回目は4地点で観測を行った (Fig. 3)。

矢作川河口干潟における幼生供給調査

矢作川河口部に供給された浮遊幼生が河口干潟に輸送され、着底する過程を明らかにするために、2000年6月の大潮期に、浮遊幼生調査と着底稚貝調査を行った。2000年6月2日に河口部において、河川流心部のラインに沿って最干潮時から上げ潮時に地点A, B, C, Dで随時海水を採取し、前項と同様にアサリ浮遊幼生の分布密

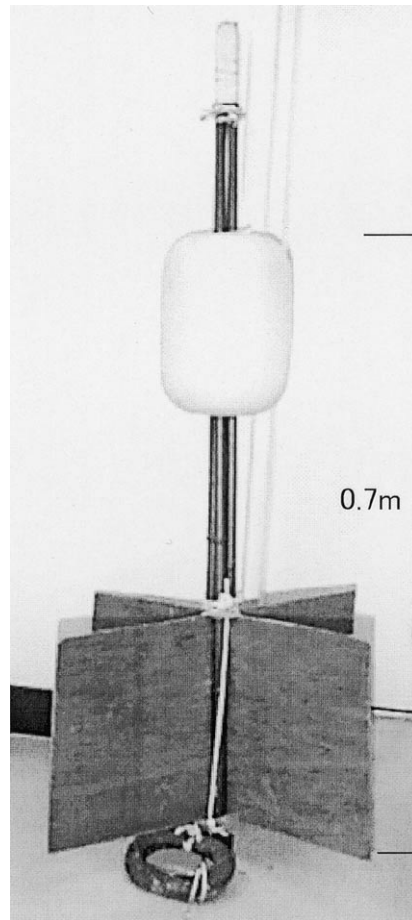


Fig. 2. The Floating buoy for tracking surface water current.

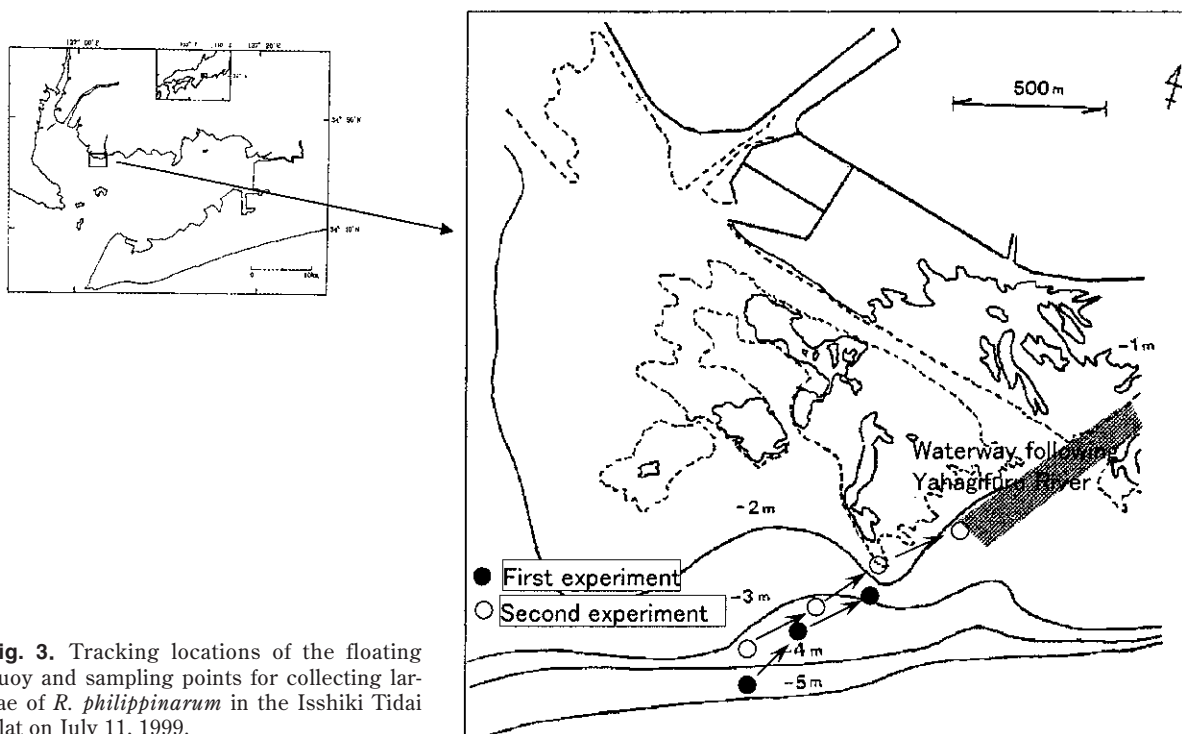


Fig. 3. Tracking locations of the floating buoy and sampling points for collecting larvae of *R. philippinarum* in the Isshiki Tidal Flat on July 11, 1999.

度を測定した (Fig. 4)。海水採取時には、TSメータで各層の水溫・塩分の測定を同時に行った。また、この大潮期間中の稚貝着底量を明らかにするために、期間の前後にあたる5月31日と6月5日に、河川を横断する2ラインに設けた計7地点で、着底稚貝の分布密度を測定した。これらのうち、地点2、6は河川の流心部に、5、8、3は干潟の斜面部に、1、4、7は干潟の高地盤の地点に位置した。試料は、砂泥ごと直径4.2cmのアクリルチューブで深さ約10cmまで採取し、0.5mmメッシュのふるいを通過した画分中のアサリ稚貝数を計数した。各地点における6月5日と5月31日の着底稚貝密度の差を、この期間に新たに着底した稚貝量とした。また、各地点の砂泥のシルト・粘土 (0.075mm以下)、細砂 (0.075-0.425mm)、粗砂 (0.425-2mm)、礫 (2mm以上) の重量比をふるい法 (JIS-A1204) で求め、粒度組成とした。

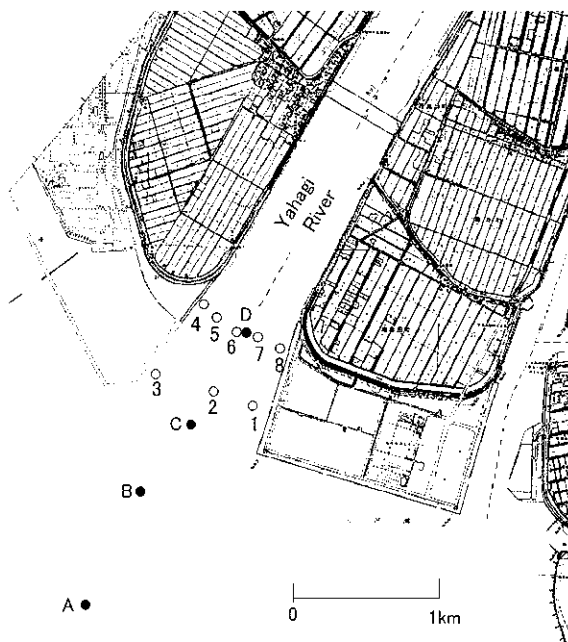


Fig. 4. Sampling points for larvae (A-D) and newly settled juveniles (1-8) of *R. philippinarum* at the mouth of the Yahagi River at the spring tide in June 2000. Points A to D, 2 and 6: the center of the river. Points 3, 5 and 8: the slope of tidal flats. Points 1, 4 and 7: near the mound of the tidal flats.

結 果

三河湾における幼生の鉛直分布

全観測期間を通じて観測されたアサリ浮遊幼生の出現密度は、0~152,000 inds/m³と大きく変動した。各成長段階の幼生が、どの深度に高密度に出現するかは、観測日、調査点ごとにさまざまなパターンがみられたが、(Fig. 5) これらのパターンに一定の傾向がみられるかどうか

を判断するために、各成長段階別に、幼生が特定の層に集積した延べ回数をまとめた (Table 1)。ここで、「集積」とは、ある観測層の幼生出現密度が他の2層のいずれに対しても2倍以上だった場合、と定義した。なお、各成長段階について、3層すべての出現密度が100 inds/m³以下の低密度であった事例は除いた。その結果、幼生は発生初期は表・中層に集積する傾向があり、成長が進むにつれて、底層へ集積する傾向がみられ、後期幼生では延べ回数の約半数は底層に集積していた。

このように成長段階が進行すると底層に高密度に分布する傾向がみられる原因を明らかにするために、各成長段階ごとに出現密度と観測時の水溫・塩分との相関を求めたが、いずれも明瞭な相関は認められなかった。次に、各層の現場比重 (σ_t) との関係調べたところ、表底層の σ_t に1以上の差がみられる密度躍層形成時の観測例を抽出したときに、底層の後期幼生密度が有意に表、中層より高かった (Bonferroni-Holm法で有意水準を調整したWilcoxonの符号順位検定、有意水準5%)。

一色干潟における漂流ブイ追跡実験

各観測時の塩分の鉛直分布を Fig. 6 に、アサリ浮遊幼生の鉛直分布を Fig. 7 に示した。1回目の漂流実験は最干潮時から開始したため海水の流速が小さく、ブイの移動距離は小さかった (Fig. 3)。水深ごとの塩分は3回の観測ともほぼ同様の値を示した。同様に、水深ごとのアサリ幼生の成長段階別の密度は3回の観測で大きな差がなかった。これらのことから、今回用いた漂流ブイは風波の影響を受けず、潮汐流を追跡するのに有効であることが確認された。

最干潮時から上げ潮初期のこの時間帯には、アサリ浮遊幼生の密度は4m層で著しく高かった。しかし、詳細にみると、岸方向に水塊が移動するのに伴って、そのうち、D型・中期幼生密度だけが340から110 inds/m³まで低下した。

2回目の漂流実験は、1回目の実験よりやや岸寄りで行ったため、3地点では2層しか採取できなかった。塩分の鉛直分布をみると、3地点目までは表層から底層までほぼ同一の水塊が岸に向かって水平的に移動したと考えられる。最後の採取地点では矢作古川の河川水の影響を受けている滞筋に入ったため、表層の塩分が低くなった。したがって、この時は深度約1m以下の潮流と、表層の潮流は流向が異なっていたことが考えられる。

2回目の実験の深度2m層と表層のアサリ浮遊幼生密度の経時変化をみると、2m層の密度は200~250 inds/m³とほぼ一定であったのに対し、表層では80から380 inds/m³まで密度が高まった。また、D型・中期幼生より後期幼生の方が表層の密度の増加が大きかった。

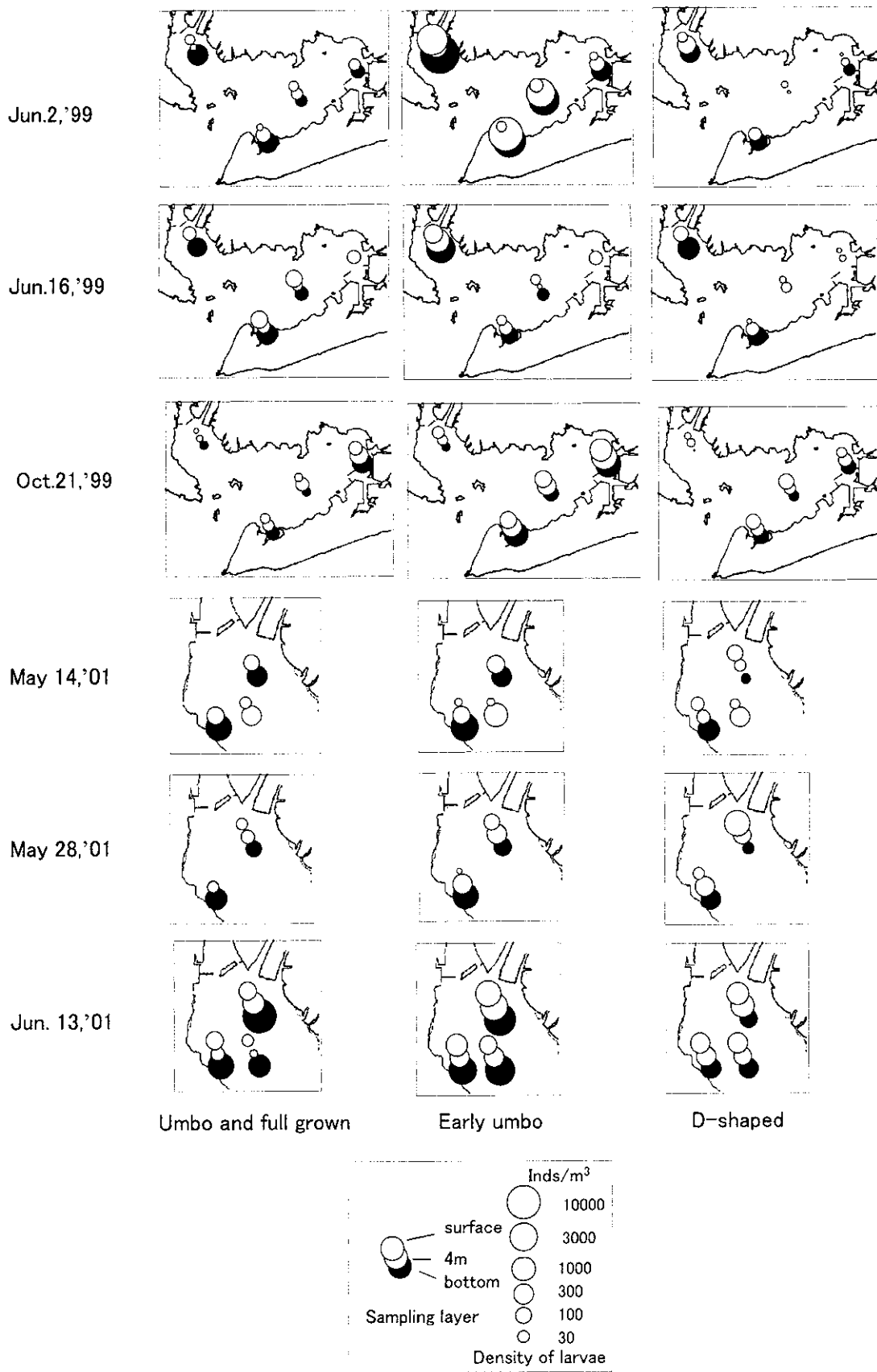


Fig. 5. Vertical distribution patterns of larvae of *R. philippinarum* at different stages.

矢作川河口干潟への幼生供給調査

大潮上げ潮の幼生観測時の塩分分布をみると、同じ水塊を採取したとは言えなかった (Fig. 8) が、どの地点でもほぼ同じ塩分を示した深度2m層の幼生出現密度はいずれの地点でも2,500~4,000 inds/m³と比較的類似した値であった (Fig. 9)。密度の類似は異なる水塊でも生じうるが、調査時この海域には由来の同一な幼生個体群が広く分布していたとも考えられる。この深度層に着目して、成長段階別に幼生密度を詳しくみると、D型幼生は潮の上げはじめに沖の定点A (13:00) で1,700 inds/m³、干潟横の定点D (13:40) で2,200 inds/m³、上げ潮途中の定点D (14:30) で1,800 inds/m³とほぼ同じ密度を保

っていたのに対し、後期幼生は、同じ順に、1,500, 1,100, 500 inds/m³と沖より干潟付近で、同じ干潟付近でも時間経過とともに密度が減少した。

この大潮の期間に河口干潟の各調査点に沈着した初期着底稚貝数は、3,000~34,000 inds/m²であった (Fig. 10)。また、河川の流心部にあたる定点2, 6には稚貝の沈着は全く見られず、河口部の定点2では初期着底稚貝数はむしろ減少していた。定点2の粒度組成は、他の7地点と比べ明らかにシルト・粘土分が多く稚貝の沈着に不適な底質であったと考えられるが、定点6は、沈着量が2番目に多かった定点8ときわめて類似した砂質の粒度組成を示し、稚貝の沈着に不適な底質であるとは考えられなかった。

Table 1. Number of larval assemblages in different layers

Layer	D-shaped	Early umbo	Umbo and full grown
Surface	11 (23)	7 (13)	8 (17)
4m layer	13 (28)	11 (21)	5 (11)
Bottom	8 (17)	18 (35)	22 (48)
Not assembled	15 (32)	16 (31)	11 (24)
Total	47	52	46

Percentages to total observed number are indicated in parentheses.

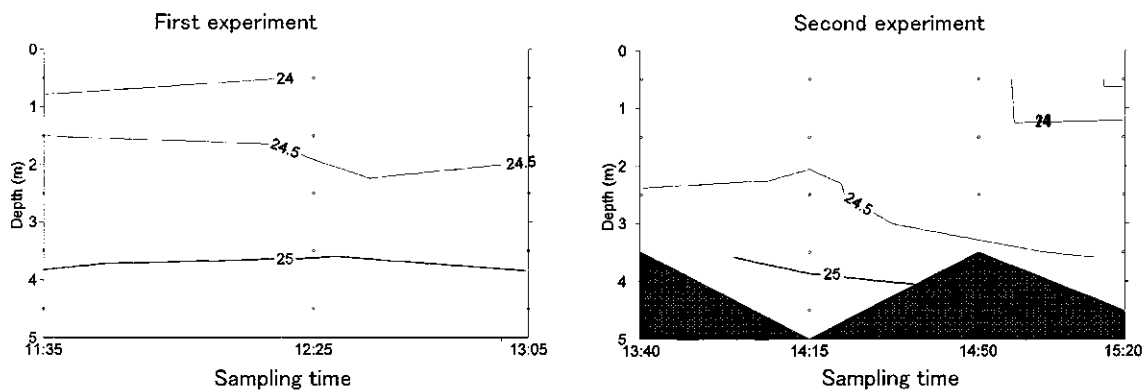


Fig. 6. Vertical salinity distribution of the sampling points at the Isshiki tidal flat.

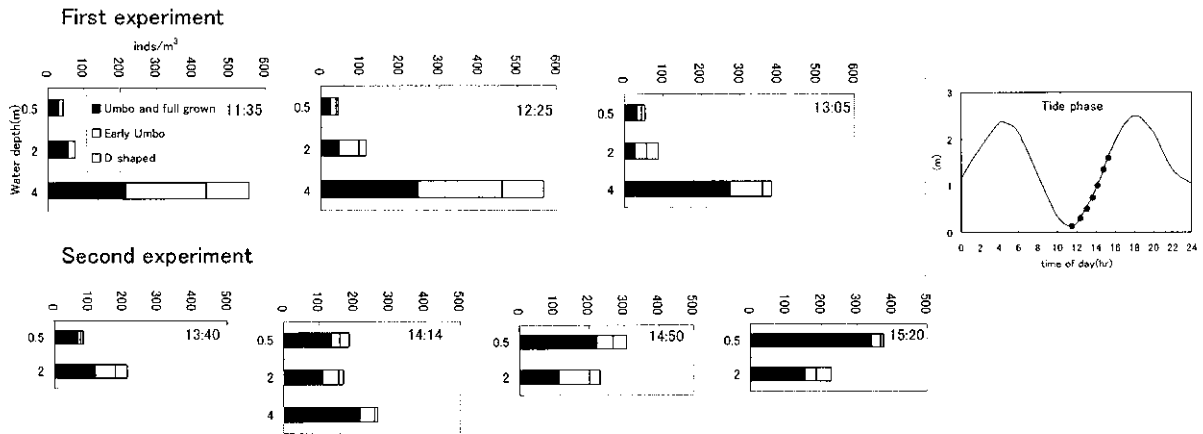


Fig. 7. Vertical larvae distribution of *R. philippinarum* at each sampling point of the Isshiki tidal flat. The tidal phases of each sampling time is shown at the right.

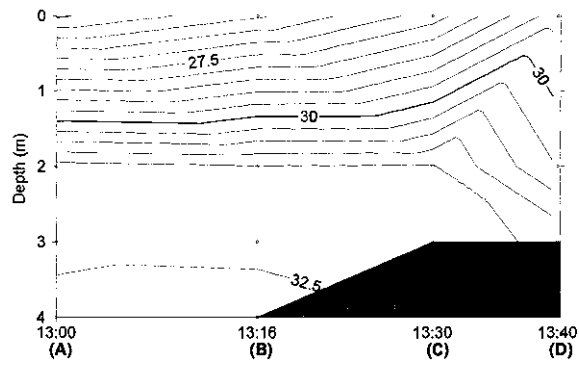


Fig. 8. Vertical salinity distribution of each sampling point at the mouth of the Yahagi River.

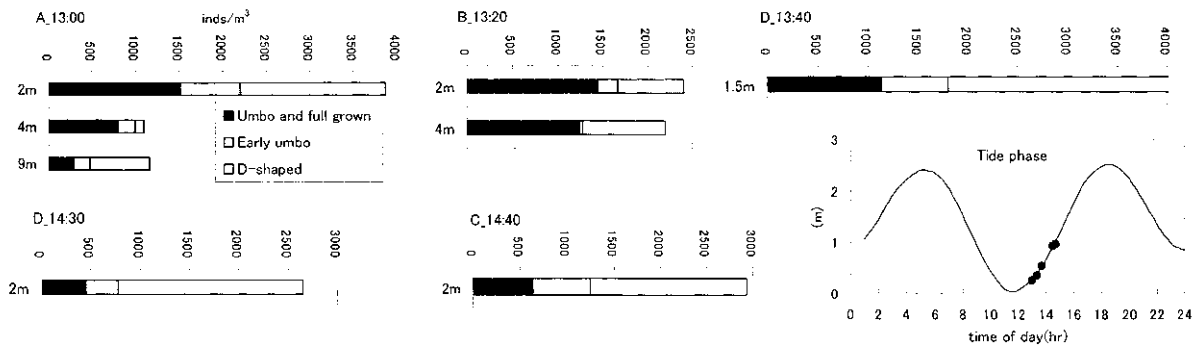


Fig. 9. Vertical larvae distribution of *R. philippinarum* at each sampling point of the mouth of the Yahagi River. The tidal phases of each sampling time is shown at the right.

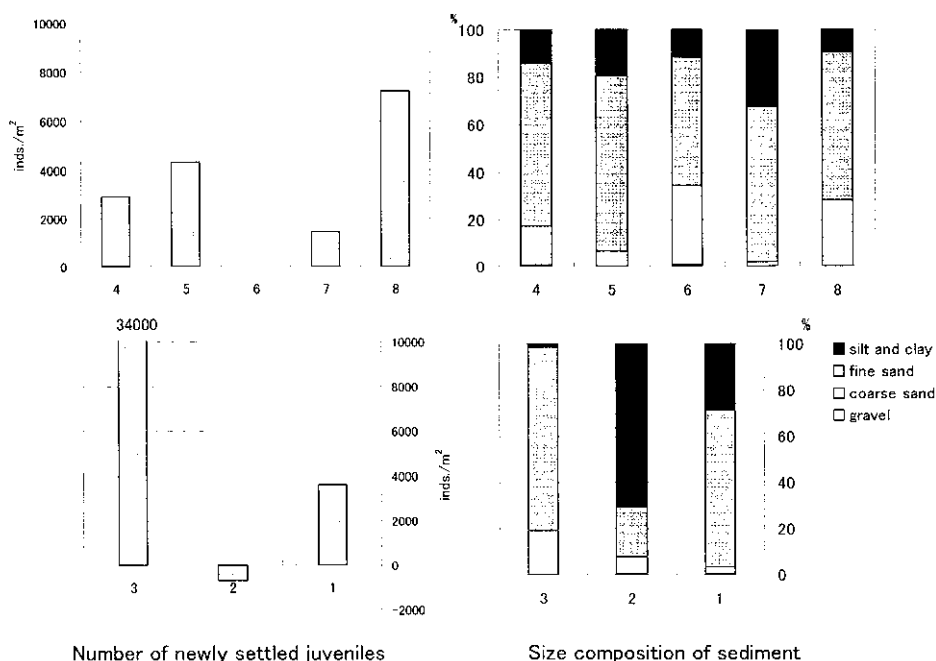


Fig. 10. Number of newly settled juveniles of *R. philippinarum* at the spring tide, and sediment size composition of each sampling point at the mouth of the Yahagi River.

考 察

2年間にわたって、アサリ浮遊幼生の鉛直分布を成長段階別に観測した結果、三河湾において、アサリ浮遊幼生は成長が進むにつれて、徐々に深い層に選択的に分布することが明らかとなった。Cragg (1980) は、イタヤガイ *Pecten maximus* の幼生が成長初期には常にベラムを動かして表層に浮く傾向があり、成長が進むとベラムの運動が停止する時間が増えることにより、底層に沈降する傾向があることを実験的に明らかにしている。今回の観測では、後期幼生の底層への集積は、表底層の密度成層が弱いときにはあまりみられず、成層強度が強いときにみられた。したがって着底期に近づいた後期幼生は、海水の物理的上下混合によって分布を妨げられない限り、底層に選択的に集積するものと考えられる。また、表層の水温・塩分の広い範囲にわたって底層への集積がみられたことから、特定の水温・塩分を避けて底層に集積するわけではないと考えられた。これらのことから、アサリ幼生の成長に伴う分布層選択性は、水温・塩分条件ではなく、Cragg (1971) の示したようなアサリ自身の運動特性の変化によって決定されているものと思われる。

このように春季から秋季にかけて、成層構造が発達し、上出下入の鉛直循環流が生じているとき (宇野木, 1984) に、成長段階が進んだ幼生が底層に分布することは、三河湾における幼生の移動・分散過程にきわめて重要な意味をもつ。すなわち、発生初期の幼生が表層付近を浮遊

して、湾奥から湾口に向かう上層流に乗って分布を広げていくのに対し、成長段階が進んだ幼生は、湾口から湾奥に向かう下層流に乗ることにより、湾外への流出を避けられるだけでなく、本来のアサリの生息場である湾奥の浅海域へ輸送されやすくなるからである。

さらに、着底期の幼生が底層に沈降することは、干潟付近では別の観点で重要な意味をもつ。すなわち、大潮期には干潟付近では、表層における下げ潮の流速がきわめて大きいのにに対して、底層付近では流速は微弱であるため、底層に分布していれば、これから着底しようとする干潟から沖合に輸送されずにすむことになる (西沢ら, 1995)。そこで、後期幼生が底層に集積したときの、潮期と潮位をまとめたところ、Table 2 に示したように、大潮期には、すべて下げ潮時か干潮時にあっており、中潮期、小潮期でも、上げ潮時や満潮時より下げ潮時や干潮時の場合が多かった。やはり西沢ら (1995) が想定したとおり、実海域において、着底期幼生は特に大潮下

Table 2. Frequency of the tide phase when the matured larvae descended to the bottom layer

Tide phase	Spring	Middle	Neap
Flood	0	2	2
High	0	0	1
Ebb	6	1	4
Low	3	3	0

げ潮時には、底層に分布することによって干潟から遠ざかる流れを避けているように見える。このような潮汐変動に伴う鉛直移動行動は、甲殻類のアミ類幼体（高橋，1993）や動物プランクトン（松田，1993）でも報告されており、干潟付近に生息する生物の生態進化の観点からも興味深いことである。

一色干潟における観測でも、干潟縁辺部において大潮最干潮時には、幼生が底層に集積することが確認された。これに対し、矢作川河口における観測では干潟より沖合の調査点で、大潮の上げはじめの時点で幼生は4.9m層より2m層で密度が高かった。一色干潟と矢作川河口部における今回の調査結果から、幼生は大潮期の上げ潮流に乗って、干潟上へ輸送されていくと考えられたので、干潟より沖合部では幼生は下げ潮から干潮時にかけて底層に集積し、上げ始めると同時に表層へ浮上するのかも知れない。矢作川河口の観測日の最干潮は11時40分であった。仮にこの時点で幼生が深度9mの底層に集積していたとすると、13時の観測時までには1.5mm/Sの速度で浮上した計算になる。アサリ幼生の遊泳速度に関する報告はみられないが、多種の二枚貝幼生に対する実験結果として、0.1~10mm/Sの鉛直上昇速度が報告されており（Cragg, 1980）、今回の結果はこの範囲に入っていることから、この間に底層から表層まで浮上することは可能であると考えられる。

一色干潟の観測では、幼生は潮の上げはじめには底層付近に集積したまま滯筋を干潟内部へ輸送されたのに対し、上げ潮最強時には表層付近で密度が高まる傾向がみられた。これは干潟内部へ進入すると水深が浅くなるので、単に薄い層に幼生が集積した結果とも考えられるが、成長段階別に鉛直分布をみると、D型・中期幼生に比べ、後期幼生で特に表層への集積が顕著にみられたことから、やはり着底期に近い幼生は、上げ潮時には浅い層へ浮上して、干潟奥部へ輸送されようとする自律的移動行動が存在するのではないかと考えられた。この時期の幼生は、着底基質を探索することが知られているので、このような浮上行動は、干潟の外縁部の特定の底質を嫌う忌避行動の結果であることも考えられる。

一方、矢作川河口部での観測では、表層付近に集積した後期幼生は、干潟に近づくにつれその密度が減少した。この観測では一色干潟の観測のように潮流を追跡していないこと、ごく表層の採水を行わなかったことから、結果を同様には扱えないが、矢作川河口では、今回の調査水域より上流ではさらに塩分が低くなると考えられるので、一色干潟でみられたように、幼生が今回の観測層よりも浅い層に集積して、さらに上流へ輸送されていく可能性は少ないと考えられる。実際、今回の観測水域のうちの最上流部が最も稚貝の発生が多くみられる地域であ

る。これらのことから、今回観測層とした深度2m付近でD型幼生の密度に大きな変化がなかったのに対し、後期幼生のみが経時的に密度が減少したことは、上げ潮流に乗った幼生が成長段階に関わらず、一様に干潟内部へ輸送され、そのうち後期幼生だけが、着底行動を起こして密度を減少させたことを示しているものと考えられる。この大潮期間に沈着した初期着底稚貝量は、干潟の特に斜面上で大きく、河川の流心部では着底に好適であると考えられる粒度組成でも全く沈着がみられなかったことから、着底期幼生は、浅い深度を維持したまま干潟内部へ輸送されていき、干潟斜面に物理的に接触して、着底行動を起こすように思われた。

矢作川河口は三河湾の中でも、稚貝の発生量が大きく、古くからアサリの「種場」として愛知県のアサリ漁業の中で大きな役割を果たしてきた。このような稚貝大量発生は、①三河湾沿岸部の豊富なアサリ資源量に由来する、大量かつ頻繁な幼生の供給（黒田・落合，2000）、②成長が進むにつれ、幼生自身が底層付近に選択的に分布することによる、湾奥への輸送過程の成立（本研究結果）、③干潟付近で、上げ潮時に幼生自身が表層へ浮上することによる、干潟内部への輸送過程の成立（本研究結果）、によって支えられているものと考えられる。

謝 辞

本シンポジウムで講演の機会を与えて下さった、コンビナーの瀬戸内海区水産研究所の浜口昌巳博士、養殖研究所の日向野純也博士に感謝申し上げます。本研究を進める中で、千葉県水産研究センター・富津研究所の鳥羽光晴博士には終始、貴重なご助言と励ましの言葉をいただき、勇気づけられました。ここに厚くお礼申し上げます。本稿をまとめるにあたり、愛知県水産試験場・内水面研究所の宮脇大博士には、お忙しい中で貴重なご助言をいただきました。ここに深く感謝いたします。本研究の成功は、愛知県水産試験場・漁業生産研究所・栽培漁業研究室の歴代の研究員のチームワークなくしては得られなかったものです。苦楽をともにした、岩崎員郎、岡本俊治、松村貴晴、阿知波英明、落合真哉、盛田信、荒川純平の諸氏に心より謝意を表します。

文 献

- Cragg S.M., 1980 : Swimming behavior of the larvae of *Pecten maximus* (L.) (Bivalvia). *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, **60**, 551-564.
- Ishii R., Sekiguchi H., Nakahara Y. and Jinnai Y., 2001 : Larval recruitment of the manila clam *Ruditapes*

philippinarum in Ariake Sound, southern Japan. *Fisheries Science*, **67**, 579-591.

伊藤博, 2002: アサリはどんな生き物か: アサリの生態, および漁業生産の推移. 日本ベントス学会誌, **57**, 134-138.

黒田伸郎, 落合真哉, 2002: 三河湾におけるアサリ D 型幼生の分布. 愛知県水試研報, **9**, 19-26.

Mann R., Campos B.M. and Luckenbach M.W., 1991: Swimming rate and responses of larvae of three macruid bivalves to salinity discontinuities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **68**, 257-269.

松田義弘, 1993: マングローブ域の潮汐による海水流動と物質分散. 月刊海洋, **25**, 276-282.

松村貴晴, 岡本俊治, 黒田伸郎, 浜口昌巳, 2001: 三河湾におけるアサリ浮遊幼生の時空間分布—間接蛍光抗体法を用いた解析の試み—. 日本ベントス学会誌, **56**, 1-8.

Miyawaki D. and Sekiguchi H., 1999: Interannual variation of bivalve populations on temperate tidal flats. *Fisheries Science*, **65**, 817-829.

西沢正, 日向野純也, 田口浩一, 伊藤寛, 1995: 三河湾におけるアサリ稚貝の分布量と底質および流れとの関係. 水産工学, **32**, 137-143.

Sekiguchi H., Uchida M. and Sakai A., 1995: Post-settlement processes determining features of bivalve assemblages in tidal flats. *Benthos Research*, **49**, 1-14.

高橋一生, 1993: 碎波帯におけるアミ類の幼体と親の分布. 月刊海洋, **25**, 251-256. 東海農政局統計情報部, 2002: 第49次愛知農林水産統計年報, 東海農政局, 愛知県, 322pp.

Tsutsumi Y. and Sekiguchi H., 1996: Spatial distributions of larval, newly settled, and benthic stages of bivalves in subtidal areas adjacent to tidal flats. *Benthos Research*, **50**, 29-37.

宇野木早苗, 1984: 内湾の物理環境, 「内湾の環境科学」(西条八東編), 培風館, 東京, pp.63-162.

質疑応答

伊藤氏 「東北大学の伊藤です。最後の黒田さんの図, 最後の図ですね, 私たちの先ほどイソシジミ中心に話したのですが, 名取川でも全く同じような現象が起きていまして, 着底するのは, 干潟の縁辺部のところということが分かっています。で, あの, 粒度と結びつけられていたんですが, やっぱり水の流れ方がですね, 干潟域に, 浅い方に行ったときの, 塩分の構造とか栄養塩

の濃度分布なんかを見ると, 深い部分とは随分違いますので, そういった, あの, 地形と塩分分布と, その水の流れ方のバランスみたいなのがあって, そして, 稚貝が着底するのだろうというふうに私, 今思ってるのですが, このあたりは, なんかもちょっと整理されていると共通してくるかなというふうに見ていたのですが」

黒田氏 「おっしゃる通りですね, 全部。塩分は, 先ほどちょっと示しましたけれども, この干潟の浅いとこって, 測れない。その水深50センチとか, そういところだと難しいので, この付近のところでは先ほど示しましたように, 測っているのですけども, 結構塩分が低いですね。」

伊藤氏 「それだと, ちょっと違ってるかもしれませんが。干潟の浅いところの水の境界層と縁辺部のそれを, それこそ10センチくらいの距離で, 調べますと, その稚貝が着底する部分の供給域機構というか, そのあたりが, 水の流れと関連させられて, 見えて来ると思います」

黒田氏 「分かりました。じゃあ伊藤先生が先ほど, お示しして頂いたような, 細かい, ああいう採水装置みたいなものをまた教えて頂いて, できればやってみたいと思います」

司 会 「その他にございませんか?」

日向野氏 「養殖研究所の日向野でございます。やはり最後の図ですね, やはり河口のCの点と, ステーション2のところですね, ここで着底はしたけれど, すぐに死んでしまったという, マイナスな結果となっている, 非常に印象的な感じが致しましたのですけども, ここはまあ着底をしないということではなくて, したけれども残らないということですね」

黒田氏 「そうですね。この減った分というのは, 調査の開始時には, 平米あたり数百, いや, 七, 八百かな, アサリ稚貝がそのぐらいの密度では居たのです。それがその後の時期には見られなかったということ」

日向野氏 「この場所あたりは, Cのところまであるかどうか分からないのですけれど, 掘削されている場所だと思うのです。そうするとかなり底質環境が粒度だけじゃなくて, 化学的な環境なんかも悪い可能性があるのかなという気もしたのですが, その辺はいかがですか」

黒田氏 「底質までは調べてないんですけども, 水なんかを汲んだ印象では, 例えばその硫化水素が出るとか, そういような所ではないですよ。干潟のけっこう激しい所ですので, やっぱり間

題は、ここの場合はシルトだけかなっていう気はしております」

日向野氏「どうもありがとうございました」

司 会「他にどなたか」

? 氏「あの、最初の方では、底の方に、大きい幼生が居てということなのですからけれども、底というのは本当の底なのか、それともちょっと、ちょっと上という表現、アバウトなのですが、つまり一番底にいるとですね、流れが弱いとか、ほとんどゼロなので、戻れないと思うんですけど」

黒田氏「その話を先ほどされてたので、ここはですね、平均水深が10メートルぐらいです。で、私どもが底って言ってるのは、10メートルより深いところは、10メートル層って考えています。で、10メートルより浅いところでは、底上1メートルを測っています。ですんで、7メートルとかの水深の所では、6メートルを底って言ってますし、10メートル以上あるところでは、10メートルを底って言ってます。ですんで、本当の意味での底ではないかもしれません」

? 氏「分かりました。それと、それにかからんで、行って戻ってくるって概念図があったと思うんですけど、その下に行ったものって、以外と弱くてですね、たぶん沖まで行ったらかなり戻ってくるまで時間かかるんですね。その間の餌環境ってというのはどうなんでしょうか。いいんでしょうか、悪いんでしょうか。すいません、良く聞き方分からないんですが。下に居るときどうやって餌を食べるかです」

黒田氏「基本的には、躍層の辺、躍層より上にクロロフィルはあるんですけども、デトリタスってことで考えれば、けっこう沈んだところにも、割と富栄養な湾ですので、まあ餌として不足ではないのかなと思うのですね。ちょっと、定性的な話ですけども。まあ、アサリにとって美味しいのは多分、上層にたまっているでしょうね」

? 氏「分かりました。ありがとうございます」