

大村湾における底生水産生物浮遊幼生に関する研究

粕谷 智之、川井 仁、山口 仁士、高橋 鉄哉、中田 英昭

Planktonic Larvae of Commercially Important Benthic Organisms
in Omura Bay, NagasakiTomoyuki KASUYA, Hitoshi KAWAI, Hitoshi YAMAGUCHI,
Tetsuya TAKAHASHI*, and Hideaki NAKATA**

Abundance of planktonic larvae of the sea cucumber (*Stichopus japonicus*) and 7 bivalves (*Ruditapes philippinarum*, *Crassostrea gigas*, *Pinctada fucata martensii*, *Atrina pectinata*, *Scapharca broughtonii*, *Mactra chinensis*, and *Meretrix lusoria*) was quantified almost monthly at a maximum of 21 stations throughout the Omura Bay area from June to November 2007. In a series of investigation, planktonic larvae of *A. pectinata*, *R. philippinarum*, *C. gigas*, and *P. fucata martensii* were collected with a maximum density of 29, 28, 12, and 1 ind. m⁻³, respectively. Horizontal distributions of small-sized planktonic larvae generally corresponded with habitats of adult or culture grounds, indicating that larvae of *C. gigas* and *P. fucata martensii* were released by mainly cultured oysters and pearl oysters in the bay. For *A. pectinata*, in addition to a known habitat of adult around Nagasaki Air Port, larvae seem to be released from around Hario-Seto~Seihi area, Higashi-Sonogi area, and a mouth of Katagami Bay area. Considering the mean water residence time of about three months in Omura Bay, because *A. pectinata*, *R. philippinarum*, *C. gigas*, and *P. fucata martensii* generally have a planktonic period of 14 to 40 days, these 4 animals probably complete their life cycle in the bay.

Key words: benthos, plankton, bivalves, *Ruditapes philippinarum*, *Atrina pectinata*

キーワード: ベントス、プランクトン、二枚貝類、アサリ、タイラギ

はじめに

大村湾は、佐世保湾を介して狭い針尾瀬戸と早岐瀬戸だけで外海と通じている閉鎖性の極めて強い湾ゆえに、人間活動の影響を受けやすい、すなわち、富栄養化しやすい特性を持つ。大村湾では近年、魚類や二枚貝類、そしてナマコ類などの漁獲量が減少傾向にあり、さらに、2007年9月には大規模な青潮が発生し、魚介類に大きな被害をもたらした。

こうした状況を受けて、長崎県環境保健研究センターでは海域と陸域間の物質循環の活性化を軸とした大村湾の環境改善技術の開発に取り組んできた。これは湾内に溜まった栄養を植物プランクトンを経由して濾過食者である二枚貝に取り込ませた後、成長した二枚貝を漁獲することによって回収するというもので、マガキの養殖と海底からの曝気による養殖場の貧酸素軽減を組み合わせた取り組みでは効果が得られた¹⁾。

このような、環境と産業の双方を視野に入れた環境改善技術は、二枚貝など底生水産生物の初期生態に着目することによって、養殖場のみならず、さらに広い範囲に適用できると考えられる。すなわち、二枚貝をはじめとする底生生物の多くは水中を漂う浮遊幼生期を経て着底生活に移ることから、この間の移動経路(幼生供給のネットワーク)を明らかにすることができれば、例えば、幼生供給の核となる場所(資源を保護する場所)あるいは幼生が集まりやすい場所(積極的に漁獲する場所)の選定をはじめとして、環境修復技術を湾全域を視野に入れてより効率的、効果的に適用できる。しかしながら、大村湾における底生生物浮遊幼生については伊藤・飯塚(1980)による報告があるものの種名までは言及されておらず²⁾、出現種や季節変動、そして分布などの生態学的知見は極

* 長崎大学環東シナ海海洋環境資源研究センター

** 長崎大学水産学部

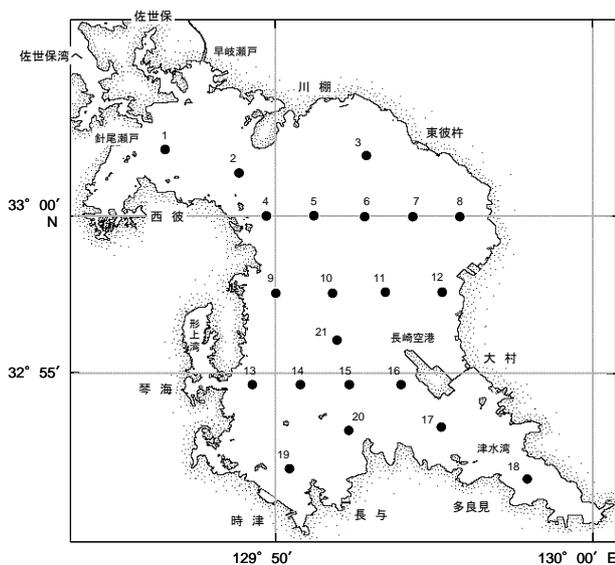


図1 大村湾における観測点位置図

めて少ない。

そこで本研究では大村湾における底生水産生物の初期生態および幼生移動経路解明の基礎データを得ることを目的として、予備調査³⁾などによって選定した8水産有用種、すなわちマナマコ (*Stichopus japonicus*)、アサリ (*Ruditapes philippinarum*)、マガキ (*Crassostrea gigas*)、アコヤガイ (*Pinctada fucata martensii*)、タイラギ (*Atrina pectinata*)、アカガイ (*Scapharca broughtonii*)、バカガイ (*Maetra chinensis*)、ハマグリ (*Meretrix lusoria*) を調査対象として浮遊幼生の定量を行ったので結果を報告する。

材料と方法

観測は図1および表1に示した観測点および日程で、2007年6月から11月にかけて昼間に実施した。浮遊幼生は濾水計 (General Oceanics 製、Model 2030R) を取り付け付けた北原式定量ネット (口径 22.5cm、目合 75 μ m) を海底上 1m から海面まで鉛直曳きして採集した。水深が 21m を越える観測点については (表 1)、水深 20m からの鉛直曳きとした。採集は各観測点 2 回ずつ行い、合わせて 1 サンプルとした。サンプルは冷蔵して研究センターに持ち帰った後、 -20°C で凍結保存した。

サンプルを常温で解凍した後、中に含まれる浮遊幼生をアサリについてはモノクローナル抗体と形態を併用した分類手法^{4, 5)}、タイラギ、マガキ、ハマグリ、アコヤガイについては形態による分類手法^{5, 6, 7)} で D 型期以降のすべての発育段階について調べた。その他の二枚貝については形態による分類手法^{5, 6, 7, 8)} で殻頂期以降の発育段階を調べた。マナマコについても形態^{9, 10)} によってアウ

表 1 2007 年観測日程。○は観測を実施した測点を示す。

観測点	水深 (m)	観測日				
		6月 12日	7月 30日	8月 30日	10月 3日	11月 20日
1	35	○	○	○	○	○
2	29	○	○	○	○	○
3	17	○	○	○	○	○
4	24	○	○	○	○	○
5	19	○	○	○	○	○
6	18	○	○	○	○	○
7	18	○	○	○	○	○
8	17	○	○	○	○	○
9	21	○	○	×	○	○
10	20	○	○	×	○	○
11	20	○	○	×	○	○
12	14	○	○	×	○	○
13	19	○	○	×	○	○
14	20	○	○	×	○	○
15	20	○	○	×	○	○
16	19	○	○	×	○	×
17	17	○	○	×	○	×
18	13	○	○	×	○	×
19	18	○	○	×	○	×
20	19	○	○	×	○	×
21	21	—	—	×	○	○

リクラリア、ドリオラリア、ペンタクチュラの各期幼生期を調べた。すべての種について最大 100 個体を無作為に選んで、その殻長および体長を接眼マイクロメータを用いて 10 μ m の単位まで計測した。

本研究では幼生の出現密度 (個体 m^{-3}) は個体数を濾水量で割ることによって求めた。また、殻長頻度分布の正規分布への分解、すなわち、コホート (同じ時期に生まれた集団) の抽出は五利江 (2002) の方法にしたがった¹¹⁾。

結果

1 出現種

一連の観測でタイラギ、アサリ、マガキ、アコヤガイの浮遊幼生が採集された。いずれの種も 7 月に最も多かった (図 2)。これら 4 種の出現密度、殻長頻度分布および水平分布については次項で種ごとに述べる。なお、幼生の水平分布を求めるにあたり観測点間の水深の違いを考慮して、各観測点における幼生の密度には出現密度

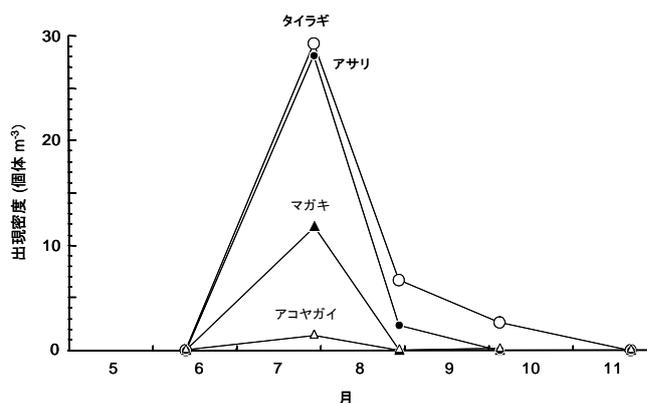


図2 出現密度の季節変化

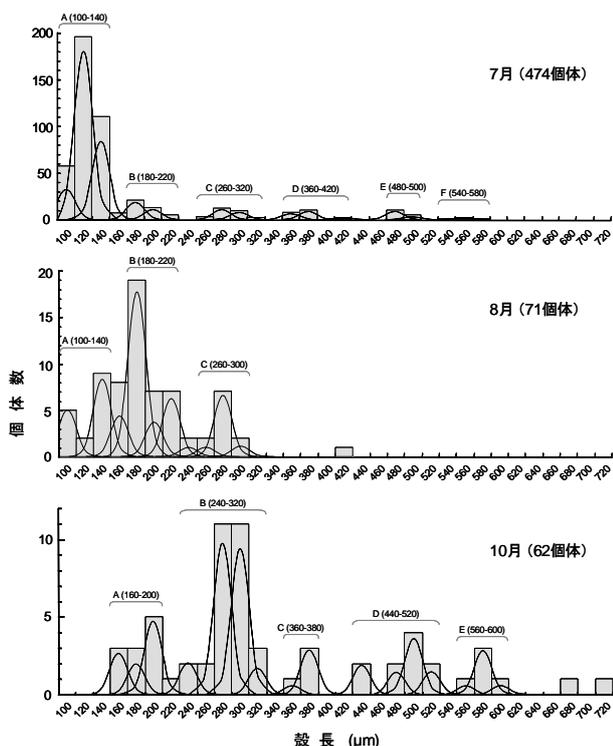


図 3 タイラギ浮遊幼生の殻長頻度分布図。図中の正規分布曲線はコホート、アルファベットのグループ名、括弧内の数字は殻長階級の範囲を表す。

(個体 m^{-3})にネットの曳網距離(m)をかけることによって算出した単位表面積あたりの個体数(個体 m^{-2} ;以後、分布密度と呼ぶ)を用いた。

2 各種幼生の出現状況

2-1 タイラギ

タイラギの幼生は7月、8月、10月に採集され、出現密度はそれぞれ29個体 m^{-3} 、7個体 m^{-3} 、そして3個体 m^{-3} であった(図2)。幼生の殻長は100~710 μm であり、その頻度分布は多峰型を示した(図3)。殻長頻度分布に正規分布を当てはめた結果、7月は13群のコホート、8月および10月はそれぞれ10群および16群のコホートに分けられた。

次に、得られたコホートに関する情報をもとに各コホートの水平分布を求めた(図4)。ここで、各観測点においてコホートごとに個体数を分けることはできないことから、図3中に示すように広く重なるコホートをグループにして、グループごとに水平分布を求めた。最も高い分布密度は7月では1117個体 m^{-2} 、8月は109個体 m^{-2} 、10月は60個体 m^{-2} であり、いずれもグループAまたはBで見られた(図4)。幼生は各月ともに針尾瀬戸~西彼、東彼杵周辺

7月

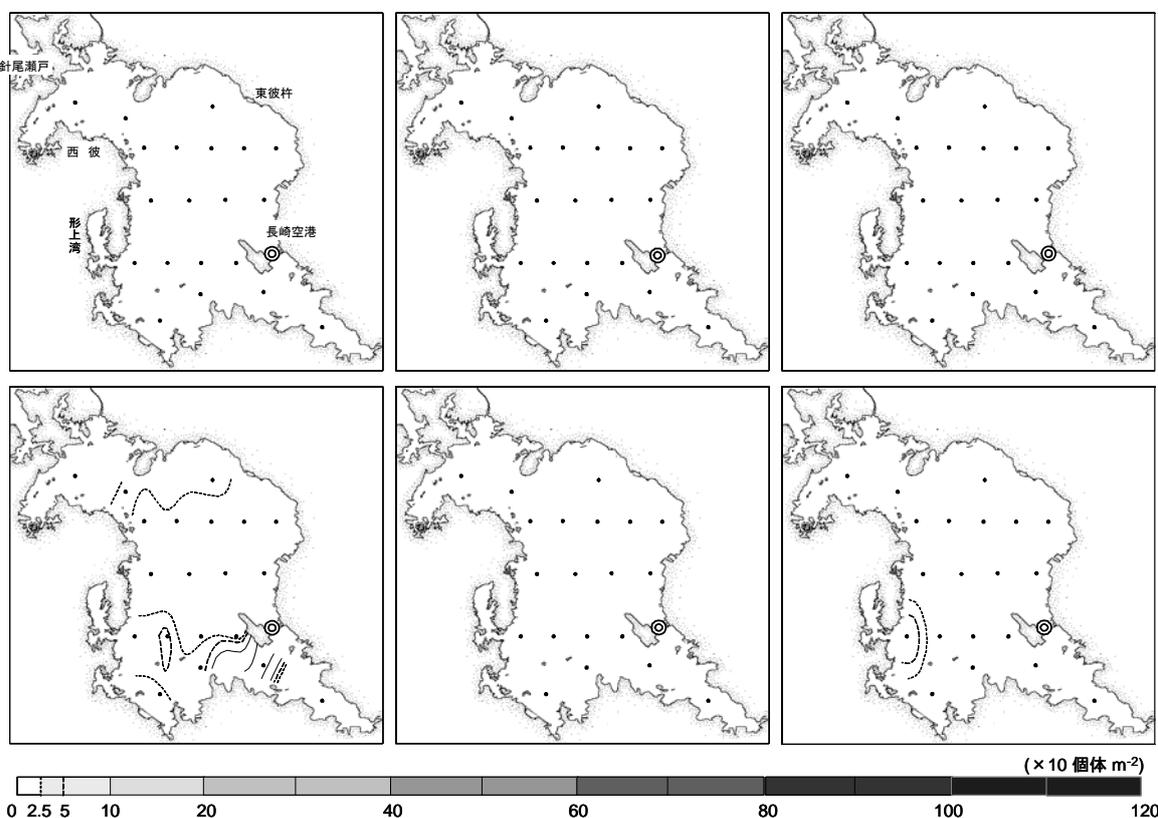
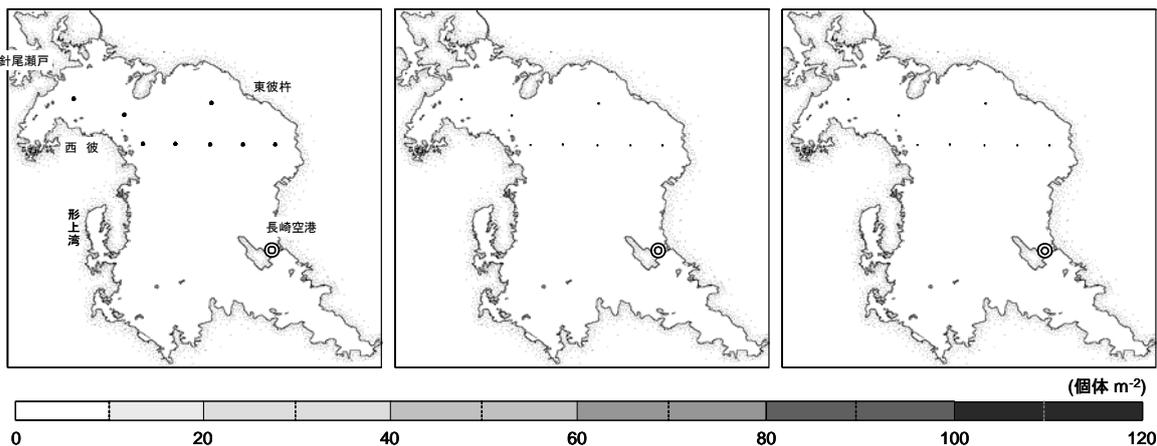


図4 タイラギ浮遊幼生の各グループの水平分布。図中の○は成員の生息場所を表す。

8月



10月

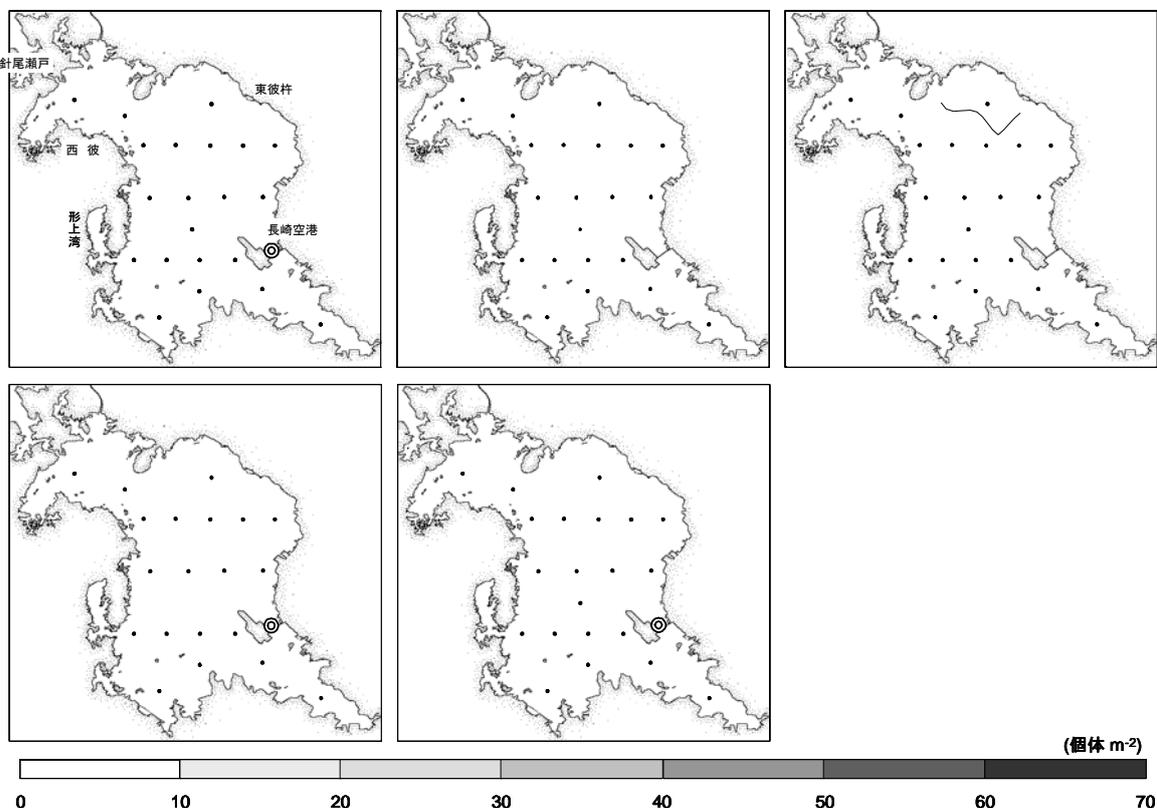


図4 タイラギ浮遊幼生の各グループの水平分布(つづき)

の海域に密に分布する傾向が見られたのに加えて、7月には長崎空港周辺、また、10月には湾中央の観測点10周辺ならびに形上湾口周辺の海域においてもそれぞれ998 個体 m^{-2} 、60 個体 m^{-2} 、そして48 個体 m^{-2} の分布密度で存在した。

2-2 アサリ

アサリの幼生は7月、8月、10月に採集され、出現密度はそれぞれ28 個体 m^{-3} 、2 個体 m^{-3} 、そして0.04 個体 m^{-3}

であった(図2)。幼生の殻長は100~200 μm であり、1 個体しか採集されなかった10月を除き、その頻度分布は多峰型を示した(図5)。7月と8月の殻長データについて正規分布を当てはめた結果、7月は6群、8月は3群のコホートに分けられた。

得られたコホートを7月は4グループ、8月は1グループにまとめ、グループごとに水平分布を求めた(図6)。最も高い分布密度は7月は446 個体 m^{-2} 、8月は120 個体

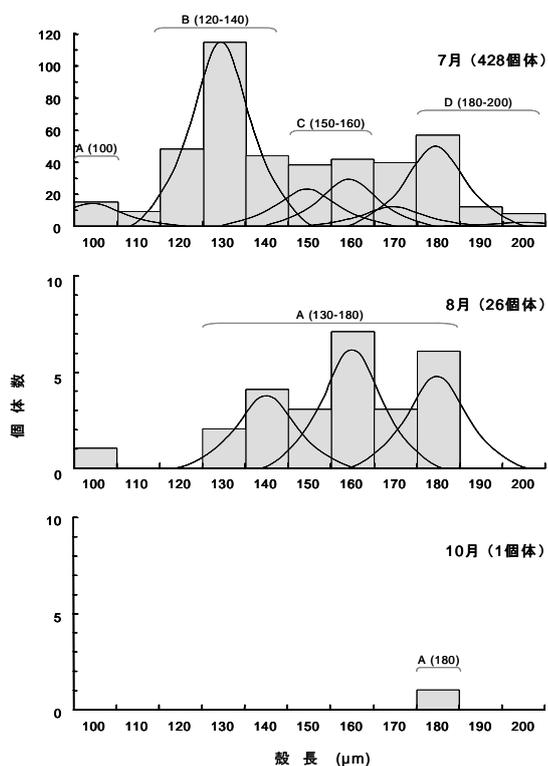


図5 アサリ浮遊幼生の殻長頻度分布図。図中の正規分布曲線はコホート、アルファベットはコホートグループ名、括弧内の数字は殻長階級の範囲を表す。

m^{-2} 、10月には15個体 m^{-2} であった。幼生は7月にはグループBが西彼および東彼杵の沖に位置する観測点5と6周辺の海域と形上湾口周辺、そして津水湾において、それぞれ442~446個体 m^{-2} 、407個体 m^{-2} 、そして300個体 m^{-2} の分布密度で存在した他に、グループDが湾中央の観測点5および10において308~337個体 m^{-2} の分布密度で存在した。10月においては幼生は湾中央の観測点10においてのみ15個体 m^{-2} の分布密度で存在した。

2-3 マガキ

マガキの幼生は7月に採集され、出現密度は12個体 m^{-3} であった(図2)。幼生の殻長は100~410 μm であり、その頻度分布は多峰形を示した(図7)。頻度分布に正規分布を当てはめた結果、11群のコホートに分けられた。

得られたコホートを4グループにまとめて、グループごとに水平分布を求めた(図8)。幼生は各グループともに津水湾周辺に多い傾向が見られ、分布密度は46~692個体 m^{-2} であった。また、グループAは津水湾(692個体 m^{-2})に加えて、西彼周辺や形上湾口~時津周辺の海域においてもそれぞれ100個体 m^{-2} および114個体 m^{-2} の分布密度で存在した。グループBおよびCについてもグループAと同様の分布傾向が見られた。

7月

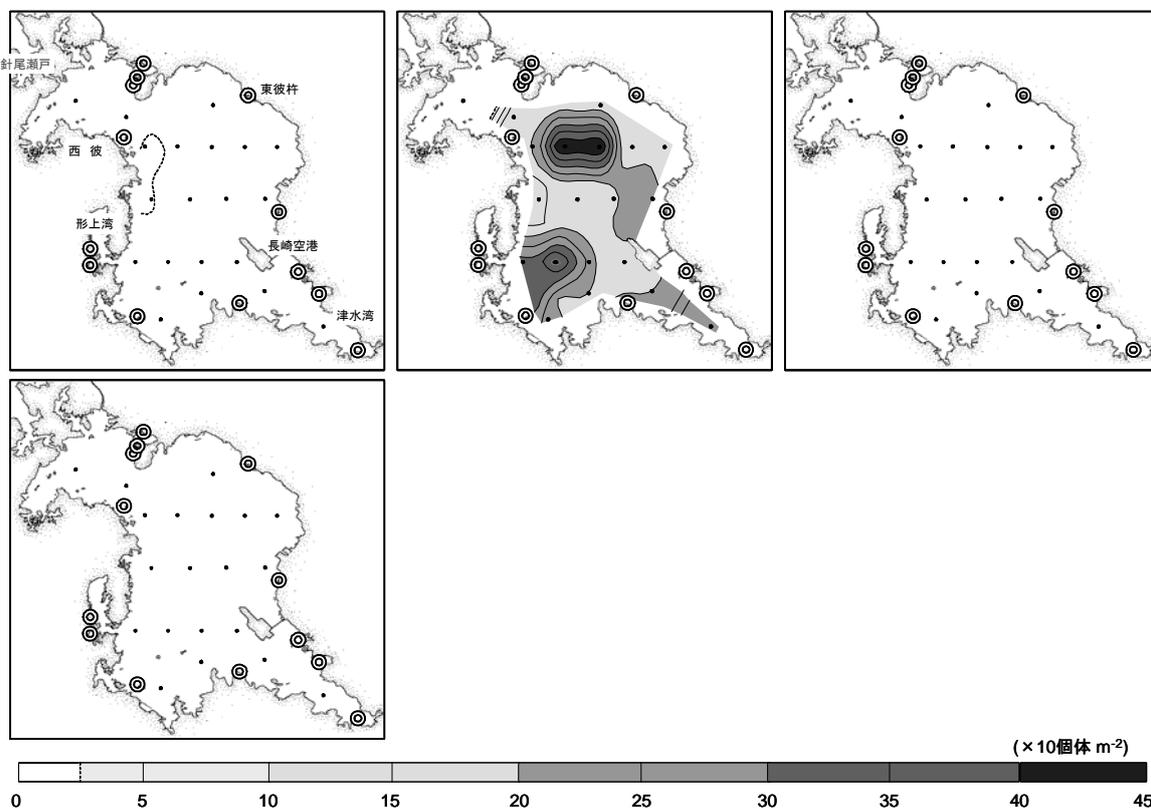


図6 アサリ浮遊幼生の各グループの水平分布。図中の◎は成員の生息場所を表す。

8月

10月

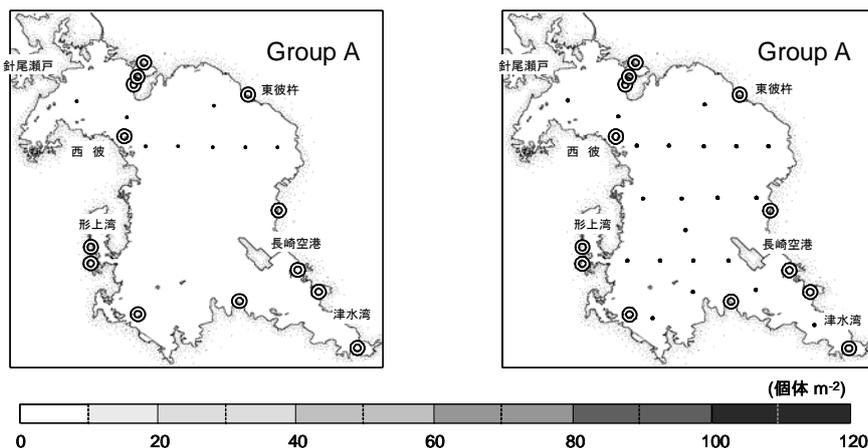


図 6 アサリ浮遊幼生の各グループの水平分布(つづき)

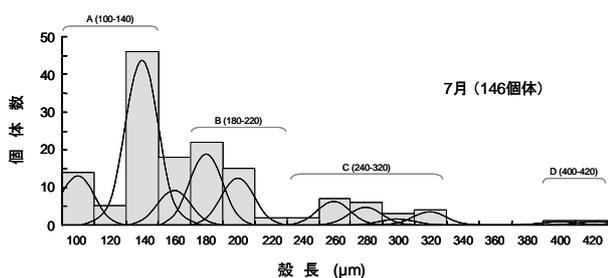


図 7 マガキ浮遊幼生の殻長頻度分布図。図中の正規分布曲線はコホート、アルファベットはコホートグループ名、括弧内の数字は殻長階級の範囲を表す。

2-4 アコヤガイ

アコヤガイの幼生は 7 月および 10 月に、それぞれ 1 個体 m^{-3} および 0.1 個体 m^{-3} が出現した(図 2)。採集された幼生の殻長は 130~240 μm であり(図 9)、7 月の殻長データを対象として正規分布に分解した結果、2 群のコホートに分けられた。

図 9 に示すように、7 月の殻長データについては得られたコホートを 1 グループに、また、10 月の殻長データについては殻長 160~190 μm をグループにして、それぞ

7月

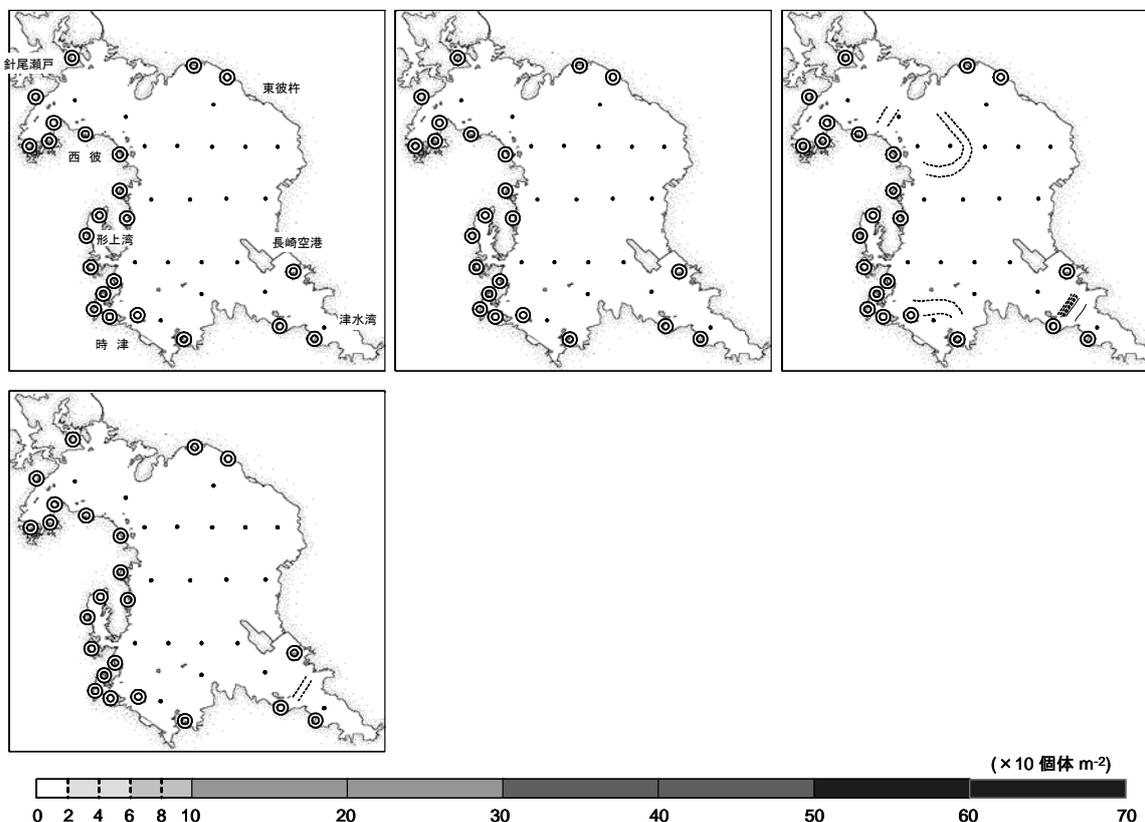


図 8 マガキ浮遊幼生の各グループの水平分布。図中の◎は主なカキ養殖場の位置を表す。

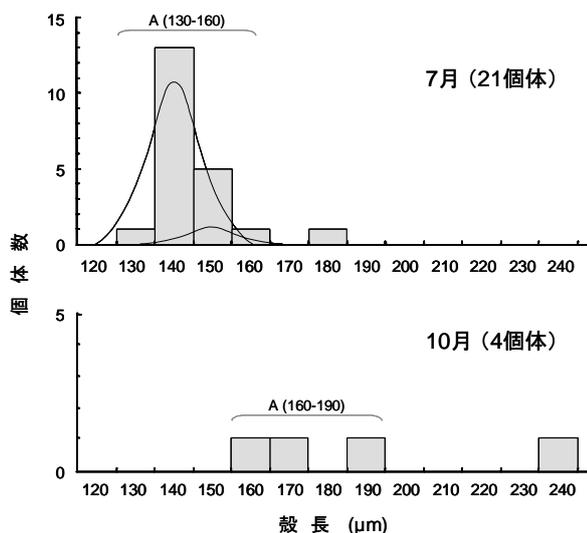


図9 アコヤガイ浮遊幼生の殻長頻度分布図。図中の正規分布曲線はコホート、アルファベットはコホートグループ名、括弧内の数字は殻長階級の範囲を表す。

れの水平分布を求めた(図10)。幼生は7月には西彼周辺、形上湾口周辺、そして津水湾においてそれぞれ125個体 m^{-2} 、109個体 m^{-2} 、そして119個体 m^{-2} の分布密度で存在した。10月には幼生は針尾瀬戸～西彼周辺の海域に見られ、その分布密度は37個体 m^{-2} であった。

考察

1 出現種および出現密度の季節変化

一連の調査によって4種の底生水産生物の幼生が採集されたものの、大村湾で漁獲されるマナマコやハマグリ、バカガイ、そしてアカガイの幼生は採集されなかった。本研究では6月から11月にかけて幼生の採集を行ったが、

マナマコの産卵は一般に4月前後である(表2)。マナマコについては観測期間中に産卵が行われていなかったため幼生が出現しなかったと考えられる。しかしながら、その他の種については産卵期は観測期間とほぼ一致しており、幼生が採集されなかった理由は不明である。

本研究で採集されたタイラギ、アサリ、マガキ、アコヤガイの幼生はいずれも7月に最も多かったことから(図2)、大村湾におけるこれら4種は夏期に活発に産卵を行っていると考えられる。表2に示すように、タイラギやアコヤガイの産卵期は一般に6月～9月^{12, 14)}、マガキについては5月～11月¹³⁾であり、本研究結果と符合する。アサリは関東以南では主に春と秋の2回の産卵することが知られている¹³⁾。本研究では春に採集を行っていないことから春期の産卵の有無は不明だが、大村湾におけるアサリの産卵期は他の海域とは異なる可能性がある。

2 殻長頻度分布および水平分布

本研究では、殻長600 μm 以上のタイラギ幼生は極めて少なくわずか2個体採集されたのみであった(図3)。同様に、アサリ幼生では殻長180 μm 以上の個体の出現頻度は急激に減少した(図5)。また、マガキ幼生は殻長320 μm 以上の個体は極めて少なく(図7)、アコヤガイ幼生についても大部分が殻長190 μm 以下の幼生であった(図9)。一般にタイラギ幼生が着底生活に移行する殻長は600 μm ¹⁶⁾、アサリ幼生は200 μm ¹⁷⁾、マガキおよびアコヤガイはそれぞれ300 μm ¹²⁾および200 μm ¹⁸⁾程度である。本研究で採集された幼生の殻長頻度分布は着底サイズに関する既存知見と符合し、大村湾においても上述の殻長に達した幼生は着底生活に移行すると考えられる。

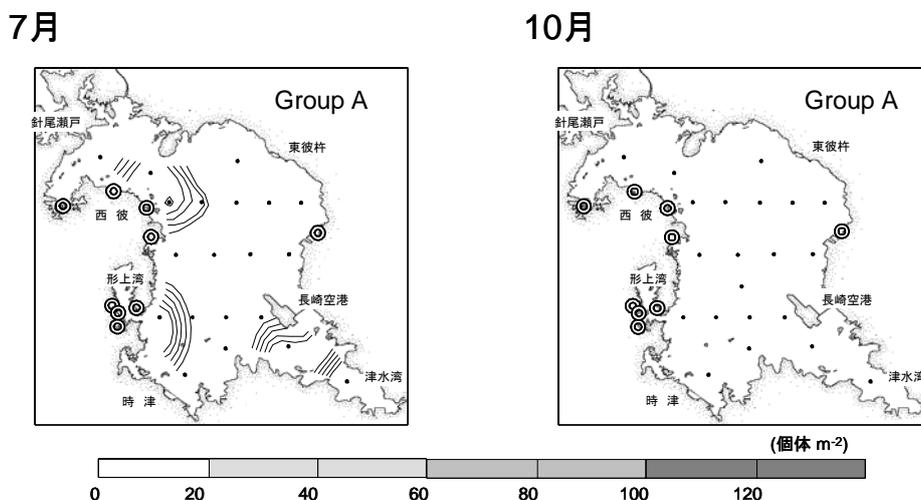


図10 アコヤガイ浮遊幼生の各グループの水平分布。図中の◎は主な真珠養殖場および挿核場の位置を表す。

表2 調査対象とした水産有用種8種の産卵期

種名	月												海 域	文 献	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
マナマコ				■	■									九州	12
アサリ				■	■	■								有明海	13
マガキ				■	■	■	■	■	■					有明海	13
アコヤガイ					■	■								三重県	12
タイラギ					■	■	■	■	■					有明海	14
アカガイ					■	■				■				長崎県	15
バカガイ								■	■					鹿児島県	12
ハマグリ								■	■					有明海	12

幼生は各種とも水平的に不均一に分布し、分布密度の勾配は7月のグループAまたはBで顕著であった(図4, 6, 8, 10)。7月におけるグループAはタイラギおよびマガキでは殻長100~140 μ mの幼生、アコヤガイでは殻長130~160 μ mの幼生によって構成されている(図3, 7, 9)。また、アサリについては7月のグループBは殻長120~140 μ mの幼生で構成されている。アサリやタイラギの卵は受精後2日程度で殻長100 μ m前後のD型期幼生に^{16, 17)}、また、マガキやアコヤガイでは殻長80 μ m前後のD型期幼生となることから^{12, 18)}、7月のグループAおよびグループBは生まれてからそれほど時間が経過しておらず、その分布は生まれた場所を反映していると思われる。事実、グループAおよびBは図中に示した親貝の生息場所/養殖場の周辺に多く分布した(図4, 6, 8, 10)。したがって、タイラギは一般的に知られている長崎空港周辺の生息場所に加えて、グループAが多く分布した針尾瀬戸~西彼周辺、東彼杵周辺、そして形上湾口周辺の海域にも産卵個体群が存在することが示唆される。また、大村湾におけるマガキとアコヤガイの幼生は天然の親貝からではなく、主に養殖されている貝から生まれていることが明らかとなった。

幼生の分布は、例えば7月のアサリ幼生では体サイズが小さなグループBは親貝の生息場周辺に多く分布したのに対して、体サイズがより大きなグループDは湾中央部に分布したように(図6)、グループ間で異なる傾向が見られた。このグループDが多く分布した湾中央部には反時計回りの水平循環流があることから^{19, 20)}、アサリ幼生はこの流れによって発生場所から湾中央部へ輸送されたと考えられる。

大村湾の海水の平均滞留時間はおよそ3ヶ月であるのに対して¹⁹⁾、幼生の浮遊期間は採集された4種の中では最も長いタイラギで40日程度である¹⁶⁾。加えて着底生活に移行し始める殻長サイズの幼生が採集されたことから、大村湾で天然に産するタイラギおよびアサリは生まれた場所以外にも輸送されるものの、主に湾内で生活環を完結していると考えられる。

おわりに

本研究によってタイラギやアサリなどの水産有用種について大村湾内で生活環を完結していることが明らかとなった。さらに、浮遊幼生は発生場所以外にも輸送され、湾内で幼生供給のネットワークが存在することが明らかとなった。今後、流れのデータと組み合わせることによって大村湾における幼生の移動経路を解明する予定である。

参考文献

- 1) 山口仁士: 富栄養化した海を利益を上げながら活性化してゆく方法, 技術と経済, **456**, 50~60, (2005)
- 2) 伊藤栄樹, 他: 大村湾における動物プランクトンに関する研究-II 輪虫類、枝角類、矢虫類、尾虫類および底生生物幼生の季節的出現, 長崎大学水産学部研究報告, **49**, 1~10, (1980)
- 3) 粕谷智之, 他: 大村湾における底生生物浮遊幼生の出現状況について - 予備調査結果 -, 長崎県衛生公害研究所所報, **52**, 70~74, (2006)
- 4) 浜口昌巳: 瀬戸内海アサリ漁場生態調査における適用方法の開発, 魚介類の初期生態解明のための種判別技術の開発 研究成果 **334**, 農林水産省農林水

- 産技術会議事務局, 66～76, (1999)
- 5) 田中弥太郎:二枚貝類幼生の同定①, 海洋と生物, **2**, 27～33, (1979)
- 6) 吉田 祐:貝類種苗学, 北隆館, 221 pp. , (1962)
- 7) 吉田 祐:ハマグリ初期生活史に就いて, Venus, **11**, 1～11, (1941)
- 8) 酒井明久, 他:河口干潟における二枚貝類の後期浮遊幼生および着底稚貝の同定, 水産海洋研究, **56**, 410～424, (1992)
- 9) 千原光雄, 他 編:日本産海洋プランクトン検索図説, 東海大学出版会, 1612 pp. (1997)
- 10) 山路 勇:日本海洋プランクトン図鑑, 保育社, 537 pp. , (1966)
- 11) 五利江重昭:MS-Excelを用いた混合正規分布のパラメータ推定, 水産増殖, **50**, 243～249, (2002)
- 12) 川島利兵衛, 他 編:改訂版 新水産ハンドブック, 752 pp., (1988)
- 13) 田中弥太郎:有明海産重要二枚貝の産卵期, 日水誌, **19**, 1157～1167, (1954)
- 14) 社団法人日本水産資源保護協会:環境情報センター「有明海環境情報・研究ネットワーク」, <http://219.163.131.211/ariake/gn/index.asp>
- 15) 長崎県水産部:ゆめとびネット 海のお魚大百科, <http://www.n-suisan.jp/osakana/index.html>
- 16) 川原逸朗, 他:タイラギ浮遊幼生の飼育と着底・変態, 佐有水研報, **22**, 41～46, (2004)
- 17) 鳥羽光晴:アサリ幼生の成長速度と水温との関係, 千葉県水試研報, **50**, 17～20, (1992)
- 18) 林 政博, 他:アコヤガイの種苗生産について, 三重水技研報, **1**, 39～68, (1986)
- 19) シップ・アンド・オーシャン財団:平成15年度 閉鎖性海湾の健康診断に関する研究, 383 pp., (2005)
- 20) 富樫宏由, 他:生態系モデルによる大村湾の3次元流動・水質解析, 長崎大学工学部研究報告, **30**, 207～214, (2000)