

## 三河湾のアサリ漁場周辺における浮遊幼生の出現密度

黒田伸郎・岡本俊治・松村貴晴

(2017年2月9日受付, 2017年3月3日受理)

### Abundance of planktonic larvae of the asari clam *Ruditapes philippinarum* in the fishing grounds in Mikawa Bay

KURODA Nobuo\*<sup>1</sup>, OKAMOTO Shunji\*<sup>2</sup> and MATSUMURA Takaharu\*<sup>1</sup>

**Abstract:** Spatial density of planktonic larvae of the asari clam was monitored from 1999 to 2008 in Mikawa Bay, which is largest clam harvested area in recent years in Japan. Monitor stations were set in four areas in the bay; near Isshiki tidal flat, Fukue Bay, Toyogawa river mouth and Yahagi River mouth. Clam larvae were collected continuously from spring to autumn during monitoring years with varying densities from  $1 \cdot 10^1$  to  $6.5 \cdot 10^4$  individuals per  $m^3$ . It is common to be observed bimodal peaks of spawning period of the asari clam in spring and autumn in west Japan. However, it was unclear in this study, because yearly peak months of larval density were found variably in May-November. The average densities of D-shaped stage larvae were  $1.7 \cdot 10^3$ - $5.2 \cdot 10^3$  individuals per  $m^3$ , whereas full grown stage were  $2.8 \cdot 10^2$ - $4.9 \cdot 10^2$ , therefore remaining rate during planktonic stage in Mikawa Bay was estimated to be about 10%. Commonality of variable trend in densities of D-shaped larvae was not observed among stations except for between Isshiki tidal flat and the neighboring Yahagi river mouth. This fact seems to indicate that the spawning periods of the clam are different among each habitat in Mikawa Bay. It was considered that network of larva supply has sustained large resources of the asari clam in Mikawa Bay, because the larvae in full grown stage originating in different spawning site were frequently supplied to fishing grounds. Due to the full grown stage larvae were not particularly abundant in Toyogawa river mouth and Yahagi River mouth, it was considered that efficient transportation of larvae from offshore into tidal flat, accumulation and high survival rate of new settler on tidal flat might contribute to the mass production of juvenile occurrence in these area.

**キーワード:** アサリ, 浮遊幼生, 漁場, 幼生供給ネットワーク

愛知県のアサリ漁獲量は、1996年以降全国1位を継続しており、近年は全国シェアの6割を占めている。その大部分は三河湾で漁獲されており、三河湾は全国的に最も主要なアサリ生産地である。<sup>1)</sup>

アサリは幼生期に浮遊期間を持つので、漁場に資源が形成されるためには、その場に幼生が供給されることがまず必要条件となる。<sup>2, 3)</sup> Miyawaki and Sekiguchi<sup>4)</sup> は、伊勢湾西岸の干潟で7年間にわたって浮遊幼生と初期着

底稚貝、稚貝、成貝の出現状況を調べ、高密度な浮遊幼生の出現が初期着底稚貝の加入に貢献することを見いだしている。有明海では、同様な研究により、浮遊幼生の供給量が直接的に初期着底稚貝の加入量を規定することが明らかにされている。<sup>2)</sup>

また、風呂田<sup>5)</sup> はイッカククモガニの地域個体群の季節変動を追跡し、幼生期に浮遊期間を持つ内湾性の底生生物の個体群の維持には、湾内に点在する地域個体群間

\*<sup>1</sup> 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)

\*<sup>2</sup> 愛知県農林水産部水産課 (Fisheries Administration Division, Department of Agriculture, Forestry, Fisheries, Aichi Prefectural Government, Sannomaru, Nagoya, Aichi 460-8501, Japan)

が幼生を供給しあうネットワークが機能することが重要であることを示した。アサリについてもこのような幼生供給ネットワークが資源の形成、維持に重要であることは、すでに東京湾<sup>6-8)</sup> や三河湾<sup>9, 10)</sup> におけるいくつかの研究で示されている。

このようにアサリの生産性を議論する上で、浮遊幼生の発生、供給機構を明らかにすることはきわめて重要であるとの共通認識から、多くの海域で、様々なデザインで研究が行われてきた。<sup>2, 4, 6-12)</sup>しかし、これらの研究は、海域のうちの特定の漁場の周辺に限られたものや、広範囲であっても複数年継続されていないものが多く、海域全体をカバーし、数年間にわたる研究例はほとんどない。筆者らは三河湾において、地点数が少なく断続的ではあるものの、主要なアサリ漁場の沖合でアサリ浮遊幼生分布調査を6~9年間実施し、全国1位の漁獲量を支える機構について検討したので報告する。

#### 材料及び方法

調査は、福江湾口 (St.1) において1999~2001年および2006~2008年、豊川河口 (St.2) で1999~2001年および2006~2008年、一色干潟沖 (St.3) で1999~2004年および2006~2008年、矢作川河口 (St.4) で1999~2003年および2006~2008年に実施した (Fig. 1)。各地点の水深はそれぞれ、約9m, 6m, 3m, 7mである。ただし、St.3の2006年以降の水深は8mである。

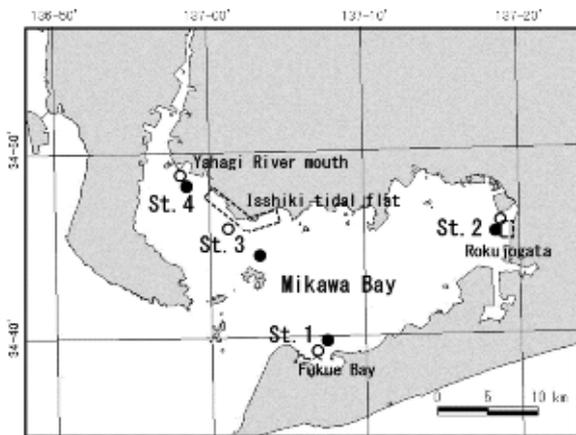


Fig. 1 Locations for the monitoring stations of density of the clam larvae

○; 1999-2004, ●; 2006-2008

福江湾は漁獲量が比較的安定した主要なアサリ漁場であり、一色干潟は三河湾のアサリの大部分が漁獲される主力漁場である (愛知農林水産統計年報, 愛知県水産課調べ), (Fig. 2)。また、豊川河口に位置する六条潟はアサリ稚貝が高密度に発生し、漁業者が移植用の稚貝を採

捕する「種場」として極めて重要であり,<sup>13)</sup>矢作川河口にも面積は小さいが種場が形成されている。<sup>14)</sup>

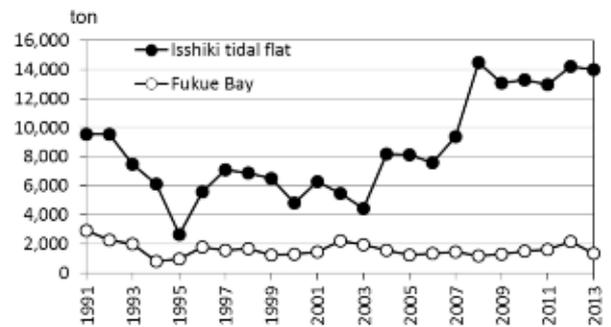


Fig. 2 Annual catches of the asari clam in Isshiki tidal flat and Fukue Bay

調査は毎年4月あるいは5月から11月まで、原則として月1回、小潮時に実施した。1999~2001年には海面下4m層 (St.3は2m層) の海水300~500Lを水中ポンプでくみ上げ、1999年は目合い100 $\mu$ m、それ以降は目合い50 $\mu$ mのプランクトンネットで試料を採集した。2002年以降は50 $\mu$ mのプランクトンネットを海底上1mから表層まで鉛直に曳き、試料を採集した。また、地点、調査年によっては、表層、中層、底層の層別に試料を採集した場合があったが、この場合は幼生密度が最も高かった層のデータを用いることとした。試料は、氷冷して実験室に持ち帰り、分析まで-20 $^{\circ}$ Cで保存した。

試料から実体顕微鏡下で二枚貝浮遊幼生を選別後、松村ら<sup>9)</sup> に従い、アサリ浮遊幼生に特異的なモノクローナル抗体を用いた間接蛍光抗体法で染色し、落射蛍光顕微鏡下で同定、計数を行った。幼生は、顕微鏡観察による形態識別によって、D状期 (主として殻長140 $\mu$ m以下)、フルグロウン期 (主として殻長160 $\mu$ m以上) と判断されるものと、その中間型 (アンボ初期) に分けて計数した。

なお、1999年は試料の採集目合いが大きくD状期幼生をほとんど捕捉できていないと考えられたため、<sup>10)</sup> アンボ初期、フルグロウン期幼生の密度だけをデータとして用いた。

調査地点間でのD状期幼生、フルグロウン期幼生密度の季節変化の類似性をみるために、密度を対数変換し、地点間の時系列値についてピアソンの相関分析を行った。相関性の高さは修正済み決定係数で評価した。

また、アサリD状期幼生発生量、フルグロウン期幼生来遊量の地点間の差を明らかにするために、それぞれの密度を対数変換し、一元配置分散分析 (one-way ANOVA) を行った。有意差が認められた場合、Tukey-KramerのHSD検定によって多重比較を行った。

## 結果

Fig. 3に4地点の1999年を除く全調査期間の全アサリ浮遊幼生密度の変動を示した。アサリ浮遊幼生は、全地点で調査期間を通じて出現し、その密度は、10~64,746 個体/m<sup>3</sup>の範囲を変動した。

Table 1に各地点で各年にみられた幼生の最高密度とその採集月を示した。2000年には、各地点の最高密度は5, 10, 6, 8月にみられ、その範囲は6,000~25,981 個体/m<sup>3</sup>であった。2001年は、St.1では6月に、その他の地点では8月に最高となり、その範囲は11,360~64,746 個体/m<sup>3</sup>であった。2002年は、St.3では9月、St.4では

6月にそれぞれ、14,188, 13,586 個体/m<sup>3</sup>の最高密度がみられた。2003年はSt.3で5月、St.4で6月に最高となり、それぞれ、16,717, 6,954 個体/m<sup>3</sup>の密度を示した。2004年のSt.3では6月に最高となり、その密度は35,813 個体/m<sup>3</sup>であった。2006年の4地点の最高密度はそれぞれ、6月、7月、9月、10月にみられ、その範囲は、4,360~42,043 個体/m<sup>3</sup>であった。2007年には、それぞれ10, 8, 10, 6月に最高となり、その範囲は8,605~15,310 個体/m<sup>3</sup>で範囲にあった。2008年は、いずれの地点も5月に最高密度が出現し、その範囲は3,711~22,265 個体/m<sup>3</sup>であった。

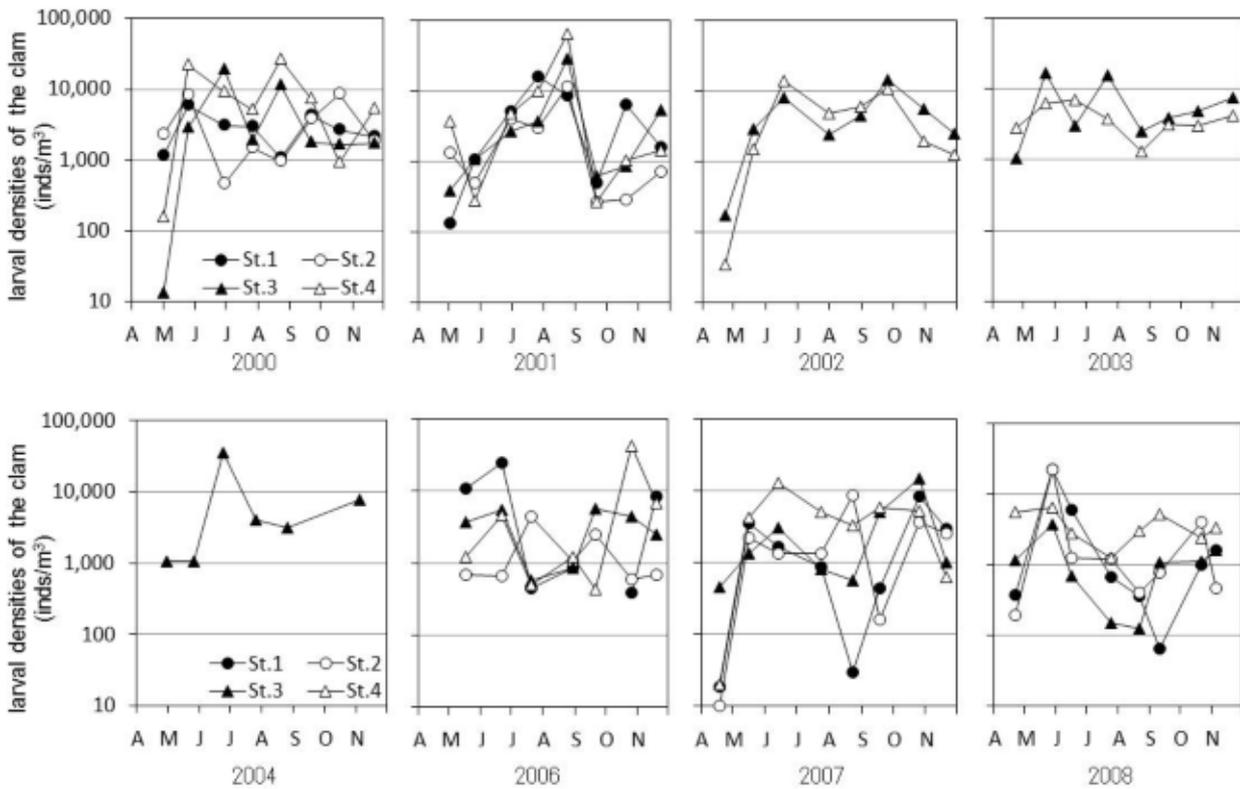


Fig. 3 Changes in the larval densities of the clam at four stations in Mikawa Bay

Table 1 Yearly maximum density (inds./m<sup>3</sup>) and its recorded month of the clam larvae at four stations in 2000-2008

	St.1		St.2		St.3		St.4	
	Month	density	Month	density	Month	density	Month	density
2000	May	5,968	Oct.	8,652	Jun.	19,160	Aug.	25,981
2001	Jul.	15,960	Aug.	11,360	Aug.	28,506	Aug.	64,746
2002					Sep.	14,188	Jun.	13,586
2003					May.	16,717	Jun.	6,954
2004					Jun.	35,813		
2006	Jun.	24,734	Jul.	4,360	Sep.	5,605	Oct.	42,043
2007	Oct.	8,605	Aug.	8,964	Oct.	15,310	Jun.	13,275
2008	May	22,265	May	22,070	May	3,711	May	6,546

Fig. 4に4地点の1999年を除く全調査期間のD状期幼生の密度の変動を示した。D状期幼生は2001年9月のSt.2を除く全地点の全調査期間に出現し、その密度は8~64,000 個体/m<sup>3</sup>の範囲を変動した。Table 2に各年の

各地点でみられた最高密度とその調査月を示した。各地点でD状期幼生の最高密度がみられた月は全幼生の最高密度がみられた月と一致する場合が多かった。各年に各地点でみられた最高密度の範囲は、2000年は5,742~

22,080 個体/m<sup>3</sup>, 2001 年は 6,120~64,000 個体/m<sup>3</sup>, 2002 年は 10,995~13,417 個体/m<sup>3</sup>, 2003 年は 5,613~16,340 個体/m<sup>3</sup>, 2004 年は 32,730 個体/m<sup>3</sup>, 2006 年は 2,540~41,893 個体/m<sup>3</sup>, 2007 年は 3,456~4,810 個体/m<sup>3</sup>, 2008

年は 2,568~14,667 個体/m<sup>3</sup>であった。4 地点の全調査期間の平均出現密度はそれぞれ, 2,712, 1,715, 3,648, 5,234 個体/m<sup>3</sup>であった (Fig. 5)。

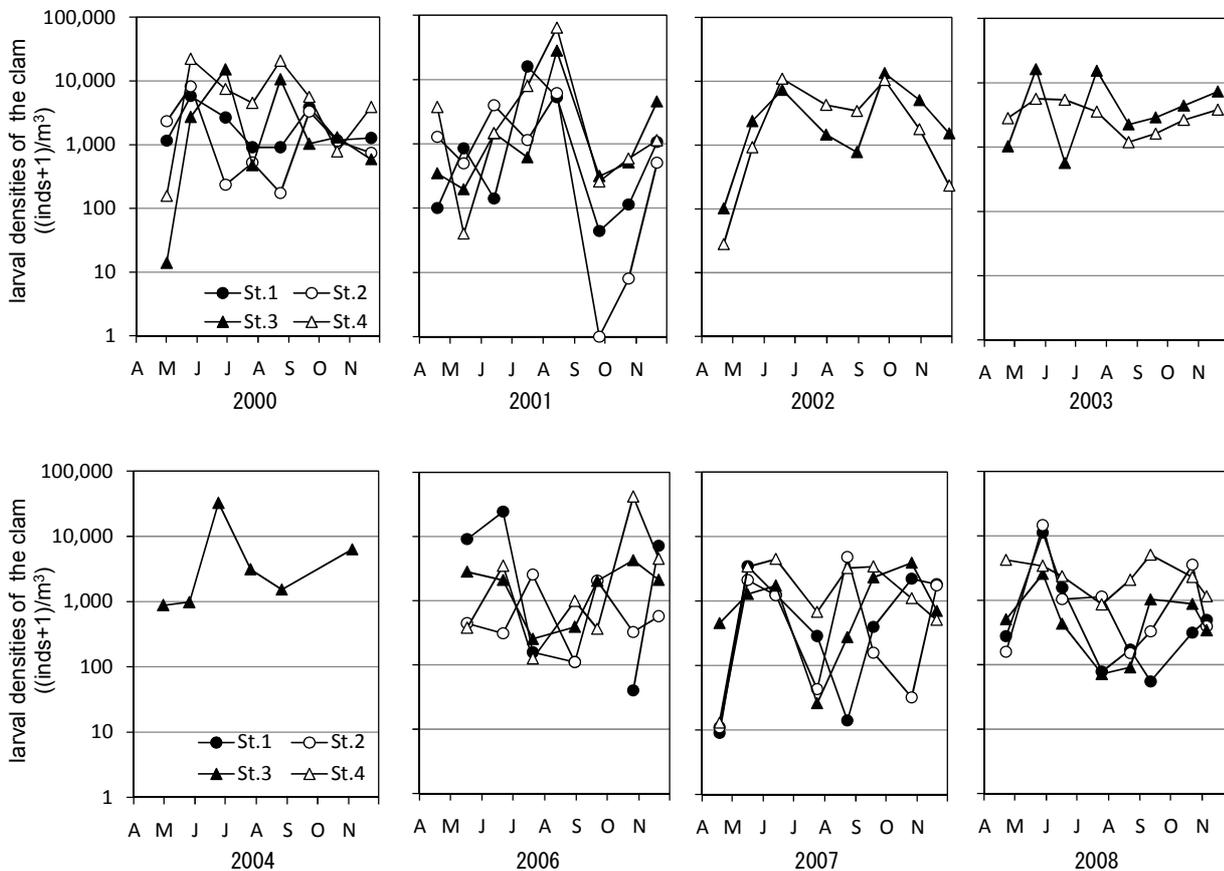


Fig. 4 Changes in the densities of the clam larvae in D shaped stage at four stations in Mikawa Bay

Table 2 Yearly maximum density (inds./m<sup>3</sup>) and its recorded month of the clam larvae in D shaped stage at four stations in 2000-2008

	St.1		St.2		St.3		St.4	
	Month	density	Month	density	Month	density	Month	density
2000	May	5,742	May	8,196	Jun.	15,180	Aug.	20,647
2001	Jul.	15,953	Aug.	6,120	Aug.	27,973	Aug.	64,000
2002					Sep.	13,417	Jun.	10,995
2003					May.	16,340	May	5,613
2004					Jun.	32,730		
2006	Jun.	24,267	Jul.	2,540	Oct.	4,271	Oct.	41,893
2007	May	3,457	Aug.	4,810	Oct.	3,910	Jun.	4,475
2008	May	11,172	May	14,667	May	2,568	Sep.	5,071

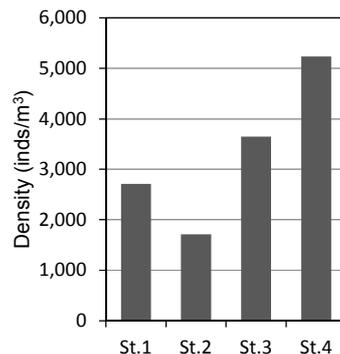


Fig. 5 Mean densities (inds./m<sup>3</sup>) of the clam larvae in D shaped stage at four stations

Fig. 6に4地点の1999年~2008年のフルグロウン期幼生密度の変動を示した。全地点の全調査期間を通じて、フルグロウン期幼生が確認されなかった事例はのべ18回あったが、そのうちSt.2の2001年5月, 2007年5月, 9月, St.4の2002年9月の4例以外は、すべて4月の調査事例であった。これらの事例を除くと、フルグロウン

期幼生の密度は4~4,340 個体/m<sup>3</sup>の範囲を変動した。各年の各地点の最高密度の範囲は, 1999 年は 1,505~2,935 個体/m<sup>3</sup>, 2000 年は 321~440 個体/m<sup>3</sup>, 2001 年は 630~4,310 個体/m<sup>3</sup>, 2002 年は 1,080~1,903 個体/m<sup>3</sup>, 2003 年は 884~1,968 個体/m<sup>3</sup>, 2004 年は 905 個体/m<sup>3</sup>, 2006 年は 745~920 個体/m<sup>3</sup>, 2007 年は 630~2,379 個体/m<sup>3</sup>, 2008

年は774~1,103 個体/m<sup>3</sup>であった。また、4 地点の全調査期間を通じた平均密度はそれぞれ、490, 323, 280, 293

個体/m<sup>3</sup>であった (Fig. 7)。

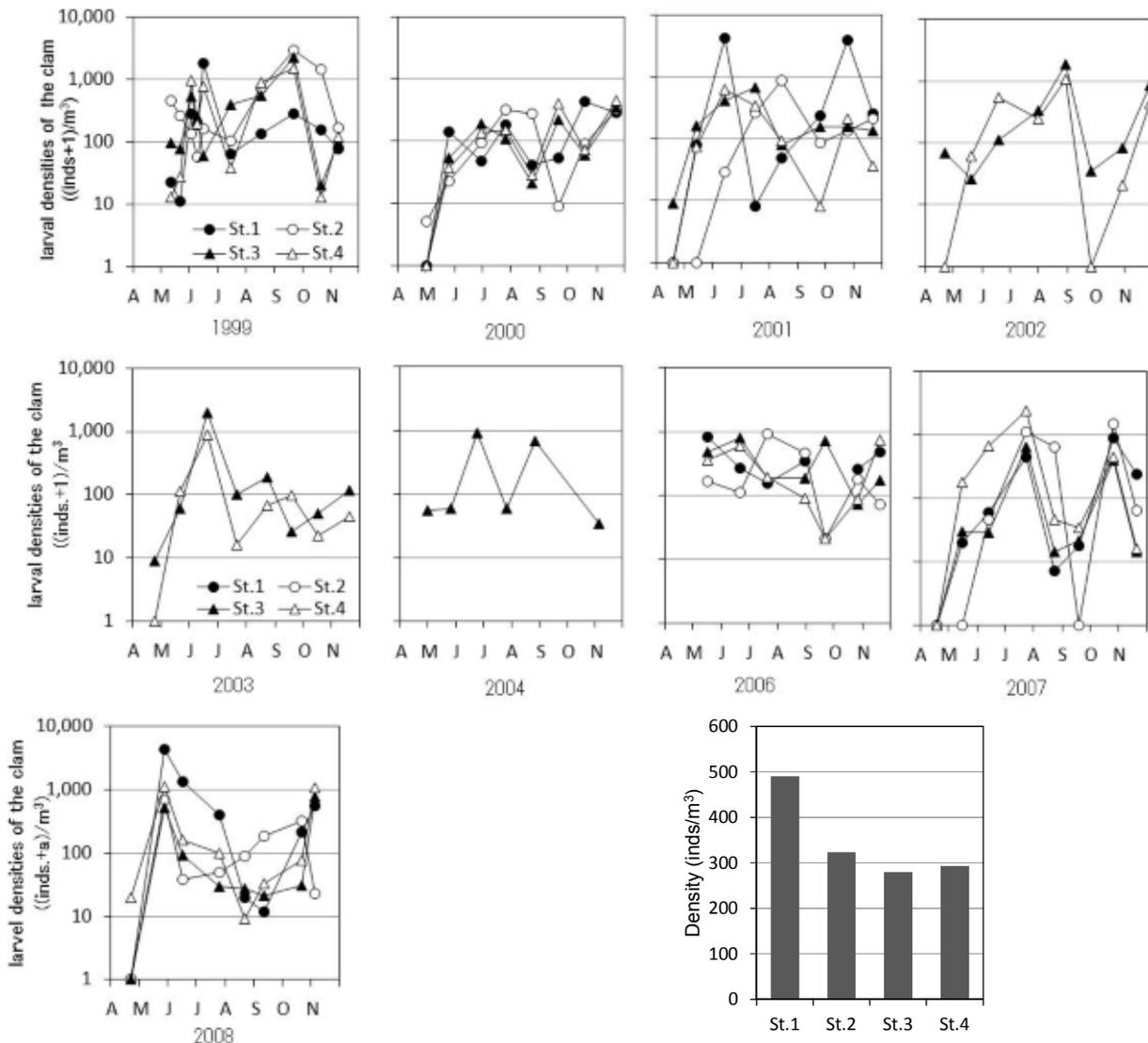


Fig. 6 Changes in the densities of the clam larvae in full grown stage at four stations in Mikawa Bay

Fig. 7 Mean densities (inds/m<sup>3</sup>) of the clam larvae in full grown stage at four stations

D 状期幼生、フルグロウン期幼生の時系列値の地点間での相関は全て正であった。修正済み決定係数 ( $r^2$ ) は、D 状期幼生では、St. 3 と St. 4 の間で最も高く (0.31)、フルグロウン期幼生では、St. 1 と St. 3 の間 (0.44)、St. 1 と St. 4 の間 (0.46)、St. 3 と St. 4 の間 (0.50) で高い相関がみられた。St. 2 は D 状期幼生、フルグロウン期幼生とも他の地点と高い相関はみられなかった (Table 3)。

また、フルグロウン期幼生では、密度に地点間の有意差がみられなかったが (one-wayANOVA,  $p=0.96$ )、D 状期幼生では地点間に有意な差がみられた (one-wayANOVA,  $p<0.05$ )。そこで、D 状期幼生について多重比較したとこ

Table 3 Adjusted R-squared between the time series densities of the clam larvae in four stations. Numbers of data set are indicated in parentheses

D-shaped			
	St.2	St.3	St.4
St.1	0.14 (39)	0.15 (39)	0.09 (39)
St.2		0 (40)	0.09 (40)
St.3			0.31 (56)

Full grown			
	St.2	St.3	St.4
St.1	0.21 (49)	0.44 (49)	0.46 (49)
St.2		0.23 (50)	0.17 (50)
St.3			0.50 (66)

ろ St. 2 が St. 4 よりも有意に低かった (Tukey-Kramer HSD,  $p < 0.05$ )

## 考 察

本研究では、地点数は少ないものの三河湾の広い範囲で、6~9年の長期にわたりアサリ浮遊幼生の発生状況を追跡した。調査期間中、どの調査点においても毎年、幼生は最高で数千個体/m<sup>3</sup>以上出現し、多くの場合数万個体/m<sup>3</sup>という高密度を示した (Fig. 3, Table 1)。本研究では、2001年までは中層の1層採集、2002年以降は鉛直採集を行っており、地点によっては層別採集を行った場合もあるが、幼生密度の範囲は2001年以前と以降で大きな変化がみられなかったことから、解析にあたっては全調査期間のデータを統一的に扱うこととした。アサリ幼生は、今回調査した4~11月の水温では浮遊期間が10日~3週間程度と幅があること、<sup>15, 16)</sup> 夏季の底層に形成される貧酸素層には分布しないこと、<sup>17, 18)</sup> 成長段階により潮汐周期に連動して分布水深を移動させながら湾内を輸送されること、<sup>19, 20)</sup> が知られている。したがって、本研究のように原則として月1回の、採集層が年によって異なるような調査では、三河湾に発生する浮遊幼生のコホートの多くを捕捉できていなかったと考えられる。これに対して、東京湾、<sup>8)</sup> 有明海、<sup>2)</sup> 伊勢湾<sup>4, 11)</sup> 沿岸の2地点あるいは1地点で数年間にわたりより短い間隔で調査した事例では、年間の最高密度はそれぞれ、約5,000~60,000, 1,500~5,000, 200~3,000個体/m<sup>3</sup>であった。コホートをじっくりと捉えていない月1回の調査で、より観測頻度の高い東京湾での事例に匹敵する幼生出現密度が毎年確認されたことから、三河湾では、春季から秋季まで幼生が頻繁に供給されており、その量は少なくとも東京湾と同じ高いレベルにあったことが示された。さらに見落としたコホートの中にはこれより高い密度のものがあつた可能性もある。また、地点ごと、年ごとに密度のピークがみられる月が異なつたことから、三河湾全体としては、アサリの産卵期を、春、秋の明確な2峰型とみなすことは適当でなく、5~11月までの長期にわたると考えられた。松本ら<sup>21)</sup> は、三河湾北岸の漁場である東幡豆地先で周年アサリの生殖腺の組織学的観察を行い、5~11月に継続的に産卵が行われていたと推定している。1地点での結果と湾全体を対象とした本研究は同列には論じられないが、産卵期について同様な推定がなされていることは興味深い。

D状期幼生の最高密度は、最も低かつた2006年のSt. 2で2,500個体/m<sup>3</sup>で、多くの場合10,000個体/m<sup>3</sup>を超える密度が出現した (Fig. 4, Table 2)。筆者らは、2000年5

~11月に三河湾の14地点において毎月アサリ浮遊幼生調査を実施し、D状期幼生の出現密度は10<sup>3</sup>~10<sup>4</sup>個体/m<sup>3</sup>であつたことを報告した。<sup>10)</sup> 三河湾では、2001年以降も同様に高いレベルのD状期幼生が頻繁に供給されていたことが確認された。

D状期幼生の変動傾向は、距離的に近い一色干潟沖 (St. 3) と矢作川河口 (St. 4) の間で類似する傾向がみられたが、他の地点間どうしは類似した変動を示さなかつた (Table 3)。粕谷ら<sup>6, 7)</sup> は、東京湾全域での数日間隔の観測で得られたD状期幼生の分布パターンから、東京湾ではアサリの主要な漁場のうちのいくつかで同時に産卵が起こるが、その時に産卵がみられない漁場もあると推定している。本研究は調査間隔が長いので、異なる漁場で同調した産卵があつたかどうかは判断できないが、地点間のD状期幼生の時間的変動パターンが異なることから、少なくとも漁場ごとに異なる時期に産卵がみられる場合があつたことは確かであろう。

一方、豊川河口 (St. 2) におけるD状期幼生の全期間を通じた出現密度は矢作川河口 (St. 4) より有意に低く、他の3地点間には有意な差はみられなかつた。このことは、豊川河口海域はアサリ幼生の供給場所としての機能が他の海域よりやや低いことを示している。豊川河口には高密度の稚貝が春季から秋季に発生し、<sup>13)</sup> 秋季には生物学的最小形である殻長15mm<sup>22)</sup> を超えることから、産卵場所としての機能も期待されるが、このサイズでは1個体あたりのよう卵数が少なく、母貝場としての役割は大きくない可能性がある。

フルグロウン期幼生は4月にはみられないことが多かつたが、5月から11月までは、月1回の調査においてもほぼすべての事例で出現が確認された (Fig. 6)。このことは、三河湾のアサリ漁場、種場には5月から11月まで頻繁に着底期の幼生が来遊していたことを示している。アサリ幼生が供給されても、それが適した場に着底し、生残、成長して資源が形成されるまでには、物理的、化学的、生物的なさまざまな条件が影響し、資源形成に結びつくコホートはごくわずかである。<sup>2, 4, 8, 11)</sup> 三河湾の沿岸部には他海域に比べ多くのアサリ着底期幼生のコホートが供給されていたとすると、資源加入に成功する確率が他海域と同じだとした場合、成功するコホートの数は多いことになる。このことが、三河湾のアサリ資源を高い水準で維持する上で重要な役割を果たしていた可能性が高い。

フルグロウン期幼生の変動傾向を海域間で比較したところ、福江湾口 (St. 1) と一色干潟沖 (St. 3)、矢作川河口 (St. 4) の間、および一色干潟沖と矢作川河口の間に

は高い相関がみられ、豊川河口は他の海域との相関性が低かった (Table 3)。フルグロウン期幼生になるまでの浮遊期間は長い上、水温によってその期間は異なるので、一律に議論することには慎重であるべきだが、海域間で相関が高いことは、福江湾、一色干潟、矢作川河口を含む三河湾の西部海域では、どこかで産卵された幼生のコホートが、浮遊期間中に広範囲に輸送され、着底期には沿岸部に広く分布したことを示唆する。つまり、三河湾西部海域では互いに幼生を供給しあうネットワークが機能していたと言えよう。これに対し、豊川河口に來遊する着底期幼生は、西部海域起源というよりも三河湾東部の周辺海域から供給されていたことが示唆される。

一方、全期間を通じたフルグロウン期幼生の出現密度の差を海域間で比較したところ、どの海域間にも有意な差はみられなかった。このことは、矢作川河口や豊川河口に供給される着底期幼生が、他の海域より特に多くはない、ということを示している。したがって豊川河口、<sup>13)</sup> 矢作川河口<sup>14)</sup> に稚貝が高密度で発生する要因は、幼生が沖合から干潟縁辺部や干潟内に効率的に輸送され着底し、<sup>18, 19)</sup> 着底した稚貝が集積し、<sup>23)</sup> その後の生残状況も良好であることが複合的に関与していると考えられる。特に、豊川河口の六条潟は、港湾区域内にわずかに残された貴重な天然干潟である。六条潟の種場としての機能を維持していくためには、これらの要因に関わる様々な環境を今後も保全していくことが必要であろう。

4 地点におけるD状期幼生の出現密度の平均値は、1,700~5,300 個体/m<sup>3</sup>で、フルグロウン期幼生のそれは280~480 個体/m<sup>3</sup>であった。したがって三河湾では平均的にD状期幼生の10%が着底期まで湾内に残存していたことになる。三河湾の海水の滞留期間は夏季にはおよそ1カ月と見積もられている。<sup>24, 25)</sup> したがって、浮遊幼生が粒子のようにふるまい、海水の物理的な流動のみによって輸送されるとすれば、夏季の浮遊期間である2週間程度で約半分が湾外へ流出することになる。浮遊期間中の自然減耗も相当程度あると考えられることから、<sup>6, 7)</sup> 平均的に10%の幼生が残存するためには、幼生が物理的流動に逆らって湾内に滞留する何らかの機構を備えているものと考えられる。<sup>19, 20)</sup>

本研究では、アサリの漁獲量が高水準で維持されていた三河湾で、浮遊幼生の出現状況をモニタリングし、幼生供給ネットワークが機能していたことを確認した。しかし、残念ながら2014年頃から三河湾のアサリ主力漁場である一色干潟での漁獲量は減少傾向にある(愛知県水産試験場調べ)。その要因のすべては、明らかにされていないが、幼生のネットワーク機能が低下していないかど

うかを確認することは、資源回復の可能性を探る意味でも非常に重要である。改めて、本研究で実施したようなアサリ浮遊幼生の広範囲なモニタリングに取り組むことが望まれる。

## 要 約

日本でアサリ資源が最も豊富である三河湾の4地点で、浮遊幼生の出現密度を1999年から2008年まで長期的に調査した。幼生は毎年春から秋にかけ、10~64,800 個体/m<sup>3</sup>の範囲で出現した。本研究では、出現のピークがみられる時期が年ごとにも地点ごとにも異なることから、三河湾全体でみると産卵期は5-11月まで継続すると考えられた。D状期幼生の平均密度が1.7-5.3×10<sup>3</sup> 個体/m<sup>3</sup>、フルグロウン期幼生の密度が2.8~4.8×10<sup>2</sup> 個体/m<sup>3</sup>であったことから、幼生の三河湾での残存率は10%と見積もられた。D状期幼生密度の変動傾向は、近接した矢作川河口と一色干潟の間に高い類似性がみられた他は、地点間の類似性が低かったことから、三河湾ではアサリの生息場所ごとに産卵時期が異なる場合があることが示された。三河湾の沿岸部には着底期幼生が高い頻度で供給されており、その起源は様々な漁場で産卵された異なるコホートである場合が多いと考えられることから、三河湾では高度な幼生供給ネットワークが機能していたと考えられた。豊川河口、矢作川河口海域のフルグロウン期幼生の密度が他の海域より特に高くなかったことから、これらの海域で高密度の稚貝が発生する要因は、幼生の供給量ではなく、沖合部から干潟への効率的な輸送、干潟上での着底後の集積やその後の高い生残率が関与していると考えられた。

## 謝 辞

試料の採集にあたってご協力いただいた、当時の愛知県水産試験場の水質調査船「しらなみ」、作業船「はつかぜ」の乗組員の方々に深く感謝申し上げます。試料採集、分析などの作業にご協力いただくとともに、多くの議論を交わした歴代の栽培漁業研究室、栽培漁業グループの研究員の方々に深く敬意を表します。愛知県水産試験場の中村元彦主任研究員、曾根亮太主任には、統計解析について貴重なご助言をいただいた。また、愛知県水産試験場の湯口真実技師には、英文についてご助言いただいた。ここに合わせて感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) 宮脇 大・竹内喜夫 (2012) 愛知県における二枚貝生産の現状とノリ生産および色落ちに関する現状. ノリ

- 色落ち対策に寄与する二枚貝増養殖技術ガイドライン。水産庁, pp. 5-6.
- 2) Ishii R., H. Sekiguchi, Y. Nakahara and Y. Jinnai (2001) Larval recruitment of the manila clam *Ruditapes philippinarum* in Ariake Sound, southern Japan. *Fish. Sci.*, 67, 579-591.
  - 3) 関口秀夫・石井 亮 (2003) 有明海の環境異変—有明海のアサリ漁獲量激減の原因について—。海の研究, 12, 21-36.
  - 4) Miyawaki D. and H. Sekiguchi (1999) Interannual variation of bivalve populations on temperate tidal flats. *Fish. Sci.*, 65, 817-829.
  - 5) 風呂田利夫 (2005) 内湾ベントスにおける地域個体群間ネットワークの重要性。水研センター研報, 別冊 3, 35-46.
  - 6) 粕谷智之・浜口昌巳・古川恵太・日向博文 (2003a) 夏季東京湾におけるアサリ (*Ruditapes philippinarum*) 浮遊幼生の出現密度の時空間変動。国総研研報, 8, 1-19.
  - 7) 粕谷智之・浜口昌巳・古川恵太・日向博文 (2003b) 秋季東京湾におけるアサリ (*Ruditapes philippinarum*) 浮遊幼生の出現密度の時空間変動。国総研研報, 12, 1-17.
  - 8) Toba M., H. Yamakawa, Y. Kobayashi, Y. Sugiura, K. Honma and H. Yamada (2007) Observations on the maintenance mechanisms of metapopulations, with special reference to the early reproductive process of the manila clam *Ruditapes philippinarum* (ADAMS & REEVE) in Tokyo Bay. *J. Shellfish Res.*, 26, 121-130.
  - 9) 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.
  - 10) 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。愛知水試研報, 9, 19-26.
  - 11) Miyawaki D. and H. Sekiguchi (2000) Long-term observations on larval recruitment processes of bivalve assemblages on temperate tidal flats. *Benthos Res.*, 55, 1-16
  - 12) 陣内康成・鎌賀泰文・鳥羽瀬憲久 (2002) 菊池川河口域におけるアサリ浮遊幼生の分布状況について。熊本水研センター研報, 5, 47-50.
  - 13) 蒲原 聡・山田 智・曾根亮太・青木伸一 (2014) 三河湾六条潟におけるアサリ稚貝の生産機構。愛知水試研報, 19, 1-15.
  - 14) 岡本俊治・日比野学・荒川純平・黒田伸郎 (2011) 矢作川河口におけるアサリ稚貝資源の動向。愛知水試研報, 16, 1-8.
  - 15) 鳥羽光晴 (1992) アサリ幼生の成長速度と水温の関係。千葉水試研報, 50, 17-20.
  - 16) 荒川純平・黒田伸郎 (2003) アサリ浮遊幼生の窒素・リン摂取速度定式化の試み。愛知水試研報, 10, 15-20.
  - 17) Toba, M., T. Kosemura, H. Yamakawa, Y. Sugiura and Y. Kobayashi (2008) Field and laboratory observations on the hypoxic impact on survival and distribution of short-necked clam *Ruditapes philippinarum* larvae in Tokyo Bay, central Japan. *Plankt. Benthos Res.*, 3, 165-173.
  - 18) 山田 智・岩田靖宏・堀口敏宏・鈴木輝明 (2015) 三河湾におけるアサリ浮遊幼生鉛直分布に与える貧酸素水塊の影響。水産海洋研究, 79, 1-9.
  - 19) 黒田伸郎 (2005) アサリ幼生の干潟への侵入機構。水研センター研報, 別冊 3, 63-73.
  - 20) 鳥羽光晴・山川 紘・庄司紀彦・小林 豊 (2013) 東京湾盤洲沿岸での夏季1潮汐間におけるアサリ幼生の鉛直分布の特徴。日水誌, 79, 335-371.
  - 21) 松本才絵・淡路雅彦・日向野純也・長谷川夏樹・山本敏博・柴田玲奈・秦 安史・櫻井 泉・宮脇 大・平井 玲・程川和弘・生嶋 登・内川純一・張 成年 (2014) 日本国内6地点におけるアサリの生殖周期。日水誌, 80, 548-560.
  - 22) 増殖場造成計画指針 ヒラメ・アサリ編 (1997) 増殖場造成計画指針編集委員会編, pp124-126.
  - 23) (独)水産総合研究センター水産工学研究所 (2009) 敷設材によるアサリ稚貝の定着促進に関する評価方法について。pp. 55-61.
  - 24) 宇野木早苗 (1978) 伊勢・三河湾の物理環境。沿岸海洋研究ノート, 15, 143-154.
  - 25) 宇野木早苗 (1998) 内湾の鉛直循環流と河川流量の関係。海の研究, 7, 283-292.