

## (2) 河口域資源向上技術開発試験

### アサリ稚貝発生量調査

蒲原 聡・山田 智・和久光靖

キーワード；アサリ，豊川河口，干潟，貧酸素

#### 目的

本県のアサリ資源を維持するためには、稚貝の安定的確保が必須である。豊川河口域は矢作川河口域と並び本県における有数のアサリ稚貝発生海域であるが、その発生量は年により大きく変動するうえ、時には大量に死滅するなど不安定な状況となっている。本事業は豊川河口域の稚貝発生機構を解明し、その結果を踏まえ稚貝発生の安定化のための技術開発を行い、豊川河口域を安定したアサリ稚貝供給基地とすることを目的とする。

#### 材料及び方法

##### (1) アサリ稚貝発生量調査

平成23年4月から8月の各月1、2回、試験採取器による予備調査(1mm以上のアサリを対象)を、7月1日に腰マンガ(幅：54cm，曳網面積：約1m<sup>2</sup>，調査測点：10点)，及び水流噴射式貝桁網(幅：150cm，曳網面積：約270m<sup>2</sup>，調査測点：5点)による資源量調査を行った。これら調査における主要な調査点を図1に示した。

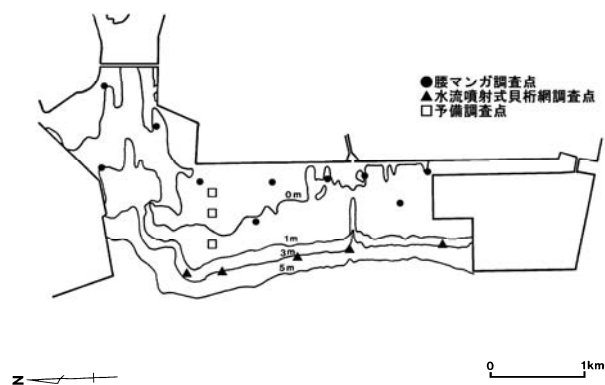


図1 豊川河口域調査測点

##### (2) アサリ稚貝発生域環境条件調査

平成13年、14年における豊川河口域アサリ稚貝の大量へい死要因の一つとされた御津沖及び大塚沖の浚渫窪地は、国土交通省三河港湾事務所及び県港湾課によって埋め戻しが進められている。この修復による水質改善を確認するため、調査船「へいわ」を用いて、浚渫窪地近傍の大塚沖と御津沖において溶存酸素飽和度等の調査を

月1回実施した。また、8月24日から26日にかけて、六条潟周辺において苦潮が発生したことから、溶存酸素量調査及び稚貝の生息状況調査を実施した。

#### 結果及び考察

##### (1) アサリ稚貝発生量調査

予備調査の結果は図2、表1に示すとおりであった。5月には平成22年の秋仔と推測される平均殻長4.1mmの稚貝が平均密度2,420個体/m<sup>2</sup>で出現し、その後順調に成長した。6月のアサリ平均殻長は7.3mm，平均密度は23,199個体/m<sup>2</sup>となり、殻長、資源量とも移植用稚貝としての活用に期待が持たれた。

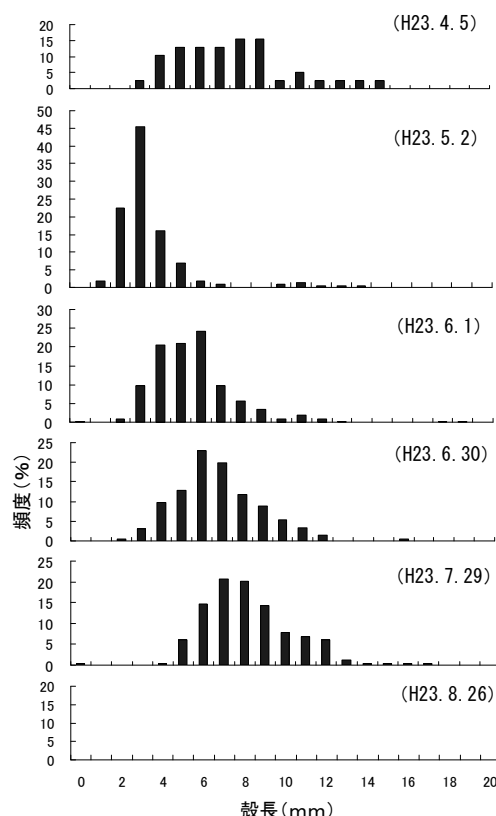


図2 アサリの殻長分布(予備調査)

表1 アサリの殻長及び密度(予備調査：3測点平均)

月日	4月5日	5月2日	6月1日	6月30日	7月29日	8月26日
平均殻長(mm)	8.1	4.1	6.1	7.3	8.7	-
平均密度(inds/m <sup>2</sup> )	433	2,420	17,444	23,199	23,033	0

7月1日の資源量調査では、殻長8~9mmを中心とした分布となり、生息量は多いところで40,283個体/m<sup>2</sup>、7.0kg/m<sup>2</sup>となった。これらの調査結果を踏まえ、7月10日から9月20日の期間に特別採捕許可が出され、漁業者により約1,342トンの稚貝が採捕、移植された。

(2)アサリ稚貝発生域環境条件調査

埋め戻しの土砂投入がほぼ終了した御津沖では、夏季において、溶存酸素飽和度の低い期間が短くなった。しかし、埋め戻し進行中の大塚沖では、溶存酸素飽和度の低い時期が連続しており、工事の早期完了が望まれる(図3)。

8月24日,26日の海底直上の低溶存酸素濃度の範囲及びアサリのへい死率を図4に示した。24日の溶存酸素濃度は豊川上流の測点を除いた全測点で0mg/Lを示し、沖側の測点ではアサリが50%へい死していた。26日には、低酸素濃度の範囲は縮小していたが、アサリは全測点で100%へい死していた。

また、水試1号ブイによる8月の水温、塩分、溶存酸素濃度及び風向・風速の観測結果を図5に示した。20日から28日にかけて、風速8~10mの東~東南東の風が連続して吹いており、これが原因で成層が形成されていた水塊の上下混合が起き、三河湾東部で大規模な苦潮が発生したものと考えられた。稚貝が大量に発生する六条潟での苦潮の被害を軽減するためにも、湾全体で発生する貧酸素水塊の縮小が望まれる。

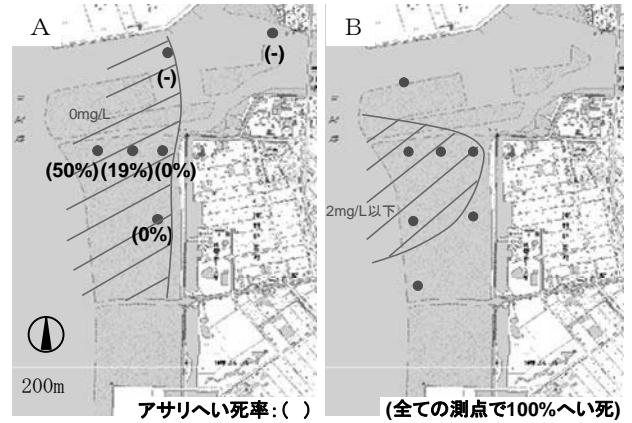


図4 8月24日(A),26日(B)における低溶存酸素濃度の範囲及びアサリへい死率(●:測点)

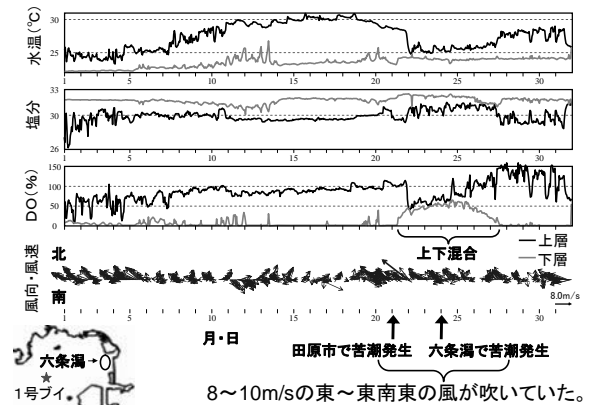


図5 8月の水温、塩分、溶存酸素濃度及び風向・風速の観測結果(水試1号ブイ)

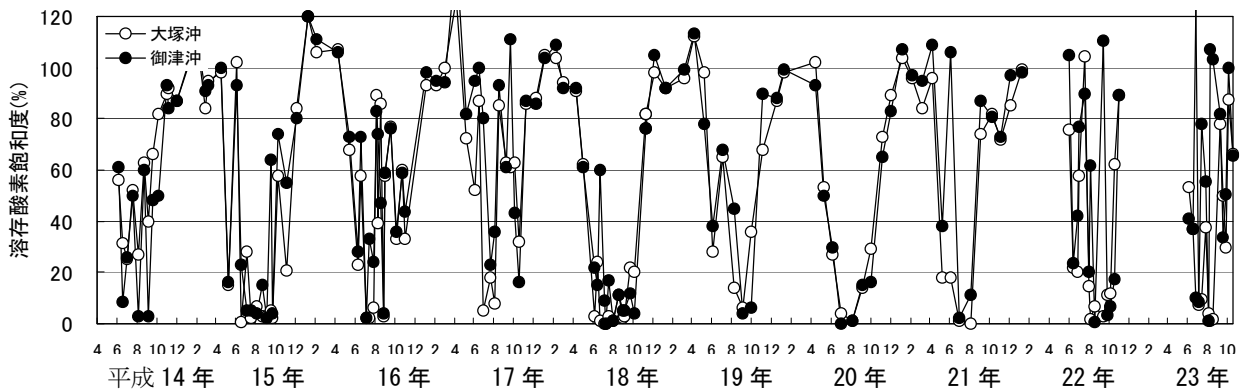


図3 大塚沖と御津沖の浚渫窪地底層における溶存酸素飽和度の推移

### (3) ノリ色落ち対策技術開発試験

#### ノリ漁場におけるアサリ資源の増大

村内嘉樹・宮脇 大・山本直生

キーワード；アサリ，稚貝移植，密度変化，成長

#### 目 的

本県では，アサリの増殖手法として河口干潟で採捕した稚貝を漁場に移植することが漁業者によって積極的に行われている。こうした増殖策は，漁場の植物プランクトン除去機能を向上させることが期待できるので，ノリの色落ち被害を軽減する手法としても有効と考えられる。

本課題では，アサリ稚貝の適正な移植技術を開発するために，様々な条件で稚貝を移植し，その後の密度変化と成長を把握した。

#### 材料及び方法

平成 21 年 7 月と 10 月に採捕した稚貝を、移植密度、移植時期、移植地盤高の条件を変えた A～D の試験区(表)に従って、一色干潟の吉田地先(図 1)に移植した。試験区には 5m×5m の範囲の試験区画をそれぞれ 3 区画設け、移植前に区画内に生息していたアサリは除去した。移植後、概ね月 1 回、1 試験区あたり 10cm×10cm の枠取りで 4 回採泥し、これに含まれる移植稚貝を計数し、殻長を測定した。

また、試験区における新規着底稚貝の加入状況を把握するため、平成 23 年 6～12 月に月 1 回の割合で内径 71mm のコアサンプラーで底泥を採取し、含まれるアサリ稚貝を計数した。

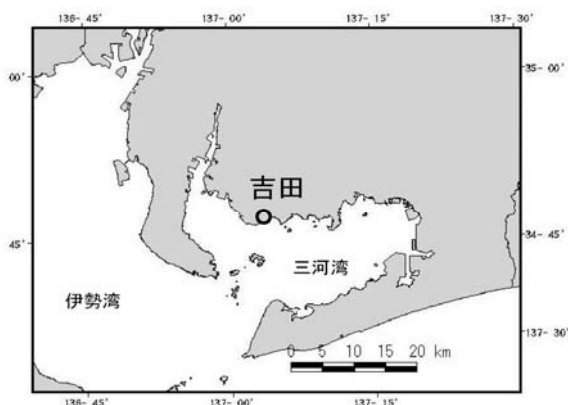


図 1 移植試験位置

表 稚貝の移植条件

試験区	移植密度 (個/m <sup>2</sup> )	移植場所 (地盤高D.L.)	移植時期	移植時の 平均殻長 (mm)
A	高(5,000)	岸(+40cm)	7月	12.4
B	低(1,700)	沖(+10cm)	7月	12.4
C	低(1,700)	岸(+40cm)	7月	12.4
D	低(352)	岸(+40cm)	10月	24.9

#### 結 果

移植稚貝の密度変化及び成長について図 2 に示した。A 区、B 区、C 区で移植密度は、それぞれ 9,700, 2,733, 2,217 個/m<sup>2</sup> となり、移植が均一でなかった可能性が認められた。その後、A 区において、密度は著しく低下し、3 ヶ月後には 3,850 個/m<sup>2</sup> となった。また平成 22 年 4 月から平成 23 年 3 月までは、A 区、C 区では約 500 個/m<sup>2</sup>、B 区では約 1,000 個/m<sup>2</sup> で推移し、密度は低下しなかった。また平成 21 年 10 月に平均殻長 24.9mm で移植した D 区では、密度の変化はほとんどなかった。平成 23 年 3 月の密度は沖側に移植した B 区で有意に高く (TukeyHSD,  $p < 0.05$ )、その後の 5 月には、全ての試験区において密度は低下し、岸側の A 区、C 区、D 区で約 100 個/m<sup>2</sup>、沖側の B 区で約 300 個/m<sup>2</sup> となった。

移植直後の平成 21 年 7～9 月及び翌年 3～9 月に移植稚貝に成長が認められ、平成 23 年 3 月には平均殻長は A 区 32.6mm, B 区 32.3mm, C 区 32.6mm に達した。また放流サイズの大きかった D 区の殻長は、34.1mm に達した。

試験区における新規加入着底稚貝は、7 月及び 11 月にピークがあり、11 月には 11,188 個/m<sup>2</sup> となった。その後 12 月に 5,375 個/m<sup>2</sup> と減少してほぼ半減した(図 3)。

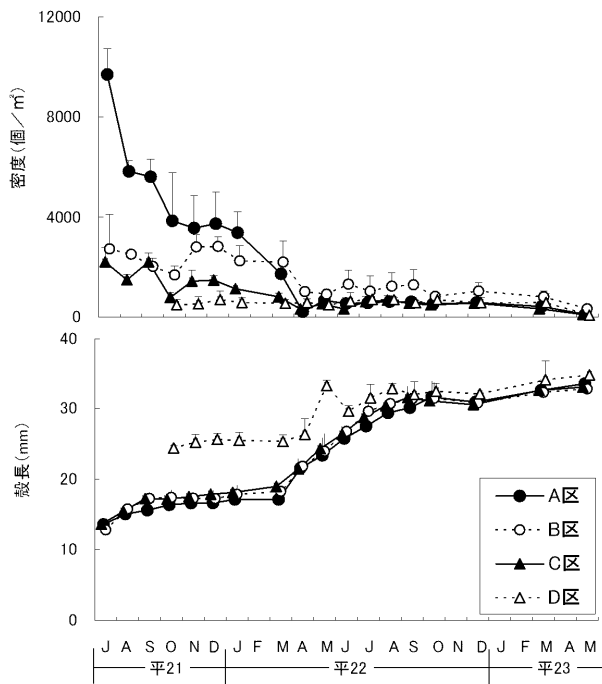


図2 移植稚貝の密度変化及び成長  
(エラーバーは標準偏差)

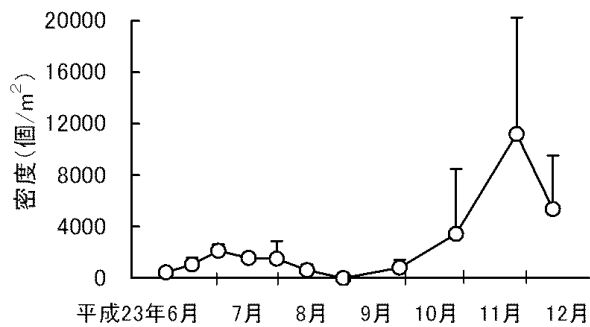


図3 試験区における着底稚貝の密度  
(エラーバーは標準偏差)

### 考 察

試験区とした漁場では、11～12月にかけて加入した着底稚貝の多くが消滅していたことから、漁場の現存量を

高水準で維持するためには、稚貝の移植が効果的と考えられた。

移植する際には、アサリの密度効果による生残（定着率）、成長の低下に配慮する必要がある。本試験では、高密度移植は、生残（定着率）の低下をもたらした。また、殻長 12mm で移植した稚貝が、密度 500～1,000 個/m<sup>2</sup>に減少した平成 22 年 3 月以降の成長と、殻長 25mm サイズを密度 350 個/m<sup>2</sup>で移植した稚貝の移植直後からの成長率には差はなかった。また、殻長 20mm に達してからの密度の低下は少ない。したがって、移植は、殻長 20mm サイズの稚貝を 500～1,000 個/m<sup>2</sup>となるように行うことが稚貝移植の費用対効果を高めると推察される。

しかし、実際に移植する稚貝の多くは、豊川河口域において殻長 10mm 前後で採捕され、サイズについては選択の余地が少なく、放流サイズを変えることで移植初期あるいは冬期における減耗を回避することは難しい。一方、一色干潟漁場全体におけるアサリ資源は、稚貝移植により資源を添加して成貝を漁獲するアサリ生産の過程を反映して 522～681 個/m<sup>2</sup>に維持されている。<sup>1)</sup>したがって、本試験低密度区の移植密度、約 2,500 個/m<sup>2</sup>以下で 10mm サイズで移植を行えば、500～1,000 個/m<sup>2</sup>でアサリ現存量が維持され、アサリ現存量がノリ漁期における漁場での植物プランクトンの除去能力を高め、色落ち対策として有効に働くと考えられる。

本課題は、水産庁委託事業「新たなノリ色落ち対策技術開発委託事業のうち二枚貝増養殖技術の開発」により実施した。

### 引用文献

- 1) 山田 智 (2012) ノリ漁場の栄養塩動態モデルの開発—①関連パラメーター：アサリ現存量. 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 (日向野, 石樋編), 独立行政法人水産総合研究センター増養殖研究所, 三重. pp. 41.

## 二枚貝増殖によるノリ色落ち対策

山田 智・竹内喜夫・中嶋康生・柘植朝太郎  
中村雅廣・岩田靖宏・日比野学

キーワード；三河湾，ノリ，色落ち，アサリ

### 目 的

近年、伊勢・三河湾においては、ノリの色落ち被害がみられ、ノリ養殖漁家に深刻な打撃を与えている。ノリの色落ちには、①陸域からの栄養塩流入量の減少、②競合関係にある植物プランクトンの増加、③アサリ資源の減少に伴う植物プランクトン捕食と栄養塩排出の低下、④貧栄養である沖合水との交換の活発化など、いくつかの原因が関与していると考えられるが、具体的、定量的に明らかにされていない。

本研究では、ノリ色落ち被害を軽減する方策の開発を目的として、生態系モデルを利用し、ノリ養殖漁場内の栄養塩類の動態を明らかにし、被害軽減効果が得られるアサリ漁場の広さ、配置を検討した。

### 方 法

#### (1) 伊勢・三河湾から渥美外海における栄養塩濃度の変化の把握

三河湾 12 定点、伊勢湾 6 定点、湾口部 2 定点の計 20 定点において、水温、塩分、栄養塩量 (DIN, DIP)、クロロフィル *a* 量の測定及びプランクトン検鏡を月 1 回行なった。

#### (2) 三河湾のノリ養殖漁場域でのノリ色落ち状況等の把握

三河湾内で赤潮による色落ち被害の大きい吉田漁業協同組合の漁場において、平成 24 年 1 月 16 日～2 月 17 日の間、水温、塩分、栄養塩量 (DIN, DIP)、クロロフィル *a* 量、プランクトン検鏡、ノリ葉体の色調調査を週 2 回実施した。調査地点は支柱柵漁場内の 6 定点と沖合 2 定点で行った。

#### (3) アサリ摂餌実験

水温 10℃、光強度 17.5  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、振とう数 60 回/min で群体培養した *Eucampia zodiacus* (以下、ユーカンピアとする。) を用い、アサリ摂餌実験を行った。今年度は水温 15℃ の条件で行った。500mL のろ過海水を入れた 1L ビーカーに殻長、体重を測定したアサリ 1 個体を静かに投入し、3 時間後にユーカンピアを約

1,000 cells/mL になるように添加し、一定時間毎に 20mL 採水し、クロロフィル *a* 量を分析して濾水速度を算定した。

#### (4) アサリの現存量把握

平成 23 年 7 月 7～9 日に一色干潟を中心とするアサリ漁場でアサリ現存量調査を行った (7 ライン、21 地点)。各地点で 25×25cm の方形枠を用いて 3 回採集し、1mm の網目でふるいをかけた後、アサリを採集した。

#### (5) アサリ餌料調査

現存量調査を行ったアサリ漁場で平成 23 年 8 月 25 日、9 月 9 日、9 月 30 日の 3 回、岸側から沖合に向け 3 地点を設けて調査を実施した。各地点でアサリ、底泥、海底直上水及び海水を採取し、アサリ消化管内容物及び各試料中の植物プランクトンを計数した。9 月 30 日は赤潮 (*Skeletonema* spp.) の状態であった。また、9 月 30 日の試料については安定同位体比を測定した。

#### (6) ノリ色落ち防止に効果的なアサリ漁場条件の解明

ノリ漁場でもある上記のアサリ現存量調査を行った漁場内でモデルによる栄養塩収支を計算した。低次生態系物質循環モデルを基にノリ漁場における栄養塩収支を解析できる栄養塩動態モデルを開発した。計算には、色落ちの発生した平成 15 年度を現況とし、アサリの現存量のみを変化させ、その栄養塩収支の差を求めた。変化させたアサリの現存量は、平成 23 年度調査の値 (59,000 トン、平成 15 年度の約 4 倍) を基に、平成 23 年度の調査でアサリ密度が少ない場所に周囲と同等量 (最低 2,200g-wet/m<sup>2</sup>) のアサリを配置した。その結果、変化させたアサリの現存量は、85,000 トンと計算され、現況 (平成 15 年度) の約 6 倍、平成 23 年度の 1.4 倍となった。この数値は、現在の漁場を改良する等で達成可能な数値と考えられる。

### 結果及び考察

#### (1) 伊勢・三河湾から渥美外海における栄養塩濃度の変化の把握

DIN, DIP 及びクロロフィル *a* 量の表層の季節変化は以下のとおり。伊勢湾奥の 8~9 月の DIN は、台風の影響によりかなり高い値を示した。三河湾では、10 月に DIN, DIP とともに高い値を示した後、11 月に急減した。その後 12 月にやや高くなったが、1 月には再び低下し枯渇状態を示した。クロロフィル *a* 量は伊勢湾で周年少なく、三河湾の西側で 6~9 月の夏季に高かった。ユーカンピアの季節変化及び 1 月の水平分布から、今年度のユーカンピアは 1 月に三河湾の西側でかなり多く出現し赤潮状態を呈した。三河湾での 1 月の栄養塩の減少は、ユーカンピアによる赤潮が原因であった。

(2) 三河湾のノリ養殖漁場域でのノリ色落ち状況等の把握

調査が始まった 1 月 16 日に一部の定点でノリの色調である G 値が 20 以下となり、色落ちが確認された。しかし、その後、降雨により栄養塩が回復したため、色調も G 値 20 を上回った。矢作古川河口の地点を除き、調査期間中、全ての地点で色あせ段階の G 値 40 を下回っていた。また、観測期間中の DIN がほぼ 20  $\mu\text{g/L}$  を下回っていてもノリの色調が色落ち段階にはならなかった。今年度は知多半島の三河湾側及び島嶼部の漁場で色落ちが発生した。そこで、これらのノリ葉体及び現場海水を分析するとともに、過去 5 年間の吉田ノリ漁場連続観測で得られた結果と合わせて、色落ち判断基準を作成した(表)。

(3) アサリ摂餌実験

アサリは群体のユーカンピアを摂餌し濾水速度  $R_c$  ( $\text{ml/ind/hr}$ ) と軟体部乾燥重量  $W_g$  の関係式は、15°C で  $R_c=1662W^{1.206}$  であった。(独)水産総合研究センター増養殖研究所が *Pavlova lutheri* を用いて行った摂餌試験と比較し、濾水速度は半分程度の値であった。これは、アサリの餌料藻類に対する嗜好性による違いではないかと考えられた。

(4) アサリの現存量把握

全体平均では  $1\text{m}^2$  当たり 522 個体、2.2kg であった。漁場全体のアサリ現存量をスプライン補完により求めると約 6 万トンであった。また、漁場全体の殻長組成は、28~29mm にモードがある単峰型であった。殻長組成の結果から、10mm 前後の昨年秋の秋仔と推定され

る稚貝がほとんど存在せず、今年度は稚貝発生量が少なかった。

(5) アサリ餌料調査

海水及び海底直上水では、浮遊性種がほとんどを占め、底泥及びアサリ消化管では、付着性種の占める割合が高くなった。消化管内容物の調査結果から、アサリは陸側で付着性の微細藻類を餌料として利用する割合が高く、沖側では浮遊性の種・群を利用する割合が高くなる傾向があった。また、9 月 30 日の赤潮状態時は、沖側の地点で浮遊性種の割合が高かった。9 月 30 日の調査結果をクラスター分析したところ、アサリ消化管内容物と底泥、海水及び直上水の 2 グループに分かれた。しかし、同じ 9 月 30 日の安定同位体比では、アサリの  $\delta^{13}\text{C}$  の値は、沖側の海水及び海底直上水中の懸濁態有機物 (POM) と近かった。これらの結果から、アサリは付着性の微細藻類を餌として利用する割合が高い一方、浮遊性種・群も利用しており、赤潮を形成する珪藻種も消化管に取り込んでいた。アサリは付着性種とともに浮遊性の植物プランクトンを食べており、浮遊性種は沈降し堆積したものではないかと思われた。また、赤潮状態では植物プランクトンの  $\delta^{13}\text{C}$  値が高くなると言われ、今回も海水中の POM 分析値が高く、アサリの値に近かった。このことから、赤潮状態ではアサリは赤潮構成種を多く摂餌していることが示唆された。

(6) ノリ色落ち防止に効果的なアサリ漁場条件の解明

アサリ現存量が現況(平成 15 年度)の 6 倍での計算結果から現況(平成 15 年度)の計算結果を差し引いた漁場内の栄養塩の増加量は、DIN で 11 月に最大 8  $\mu\text{g/L}$ 、2 月に 2  $\mu\text{g/L}$ 、DIP で 11 月に最大 0.8  $\mu\text{g/L}$ 、2 月に 0.2  $\mu\text{g/L}$  であった。湾レベルの赤潮においても、アサリを増加させることにより、ノリ漁場内の栄養塩が増加する可能性が示唆された。

なお、これら調査結果の詳細は「平成 22・23 年度、新たなノリ色落ち対策技術開発委託事業のうち二枚貝増養殖技術の開発成果報告書(平成 24 年、水産庁)」及び「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(平成 24 年 3 月、水産庁)」に記載した。

表 各判定法による色落ち基準値

判定法	色が十分にある段階	色あせ段階	色落ち段階
ノリ葉体窒素含量 ( $\mu\text{g/mg-DW}$ )	60以上	47~59	46以下
デジタルカメラ法 (G値)	42以上	21~41	20以下
色彩色差計 (100-L*)	41以上	28~40	27以下
色彩色差計 (L*)	59以下	60~72	73以上