

# アサリ資源回復試験

増養殖環境課 児玉 修・田井野 清也

## はじめに

近年、全国的にアサリの漁獲量が減少しているなか、高知県でも、昭和58年を最大値としてアサリが減少を続け、平成11年以降は深刻な漁獲量の低迷が続いている。

水産試験場では、本県のアサリ漁獲量のほとんどを占める浦ノ内湾におけるアサリの減耗要因の解明と資源回復策の検討を行うため、同湾で最大の干潟である天皇洲干潟を中心とした調査・研究を行ってきた。

水産試験場によるこれまでの調査結果から、浦ノ内湾のアサリの産卵期は春と秋の2回で、秋季発生群が資源加入の主体となっていること、天皇洲干潟に着底した秋季発生群は、翌年1～2月頃に2mm以上の稚貝となって成長を続けるものの、夏季に急減して秋季にはほとんど生息なくなるため、周年にわたって成貝が出現しないことなどが判明している。

一方、被覆網を設置した試験区において、越年して成長を続けるアサリが多く出現し、2～3kg/m<sup>2</sup>程度の生息量に達したことから、夏季以降の大量減耗の主な要因が食害による可能性が高く、同時に、被覆網がアサリの資源回復策として有効であることが示唆された。

今年度は、これらの結果を踏まえて、アサリ食害試験、食害生物採捕調査及びアカエイとかに類によるアサリ・ホトトギスガイ捕食試験を行って、天皇洲干潟におけるアサリの食害実態を調べるとともに、浮遊幼生の出現状況調査、定点調査、大規模耕うん区効果調査、大規模耕うん区被覆網効果試験Ⅱ及び海底耕うん区調査を継続した。

## I 浦ノ内湾におけるアサリ浮遊幼生の出現状況

### 1 目的

浮遊幼生期を持つベントス類の生態研究を進めるにあたり、最も重要視されるのは浮遊幼生期の動態とそれに続く底棲期への移行期であると言われている<sup>1)</sup>。また、アサリ不漁の原因を考えるうえで浮遊幼生の出現に関する情報は極めて重要であることから、平成15年6月から調査を継続している。ここでは平成26年4～6月及び9～12月の結果を報告し、浮遊幼生加入状況について考察した。

### 2 材料と方法

調査は浦ノ内湾内におけるアサリ漁場の中心付近に位置する St.3 と St.4 で行った(図1)。調査期間は平成26年4～6月及び9～12月で、2週間に1回の頻度で採集を行った。平成18年度までの調査で、秋に浮遊幼生の出現最大値があることが明らかになっているので<sup>2,3,4)</sup>、平成19～23年度は秋の出現最大値時にあわせて、9月～12月に調査した。平成24～26年度は、平成24年1月下旬から2月下旬にかけて、天皇洲干潟の南西エリアにおいて行われた大規模耕うん事業の効果調査を開始したことから、春の幼生出現時期にも調査を行った。浮遊幼生試料は各定点の5m層から水中ポンプにより海水を2000揚水し、網目45μmのプランクトンネットを用いて浮遊幼生試料を採取した。試料は実験室に持ち帰り、直ちに15m0程度にろ過濃縮し、検鏡時まで冷凍保存した。浮遊幼生の計数は、モノクローナル抗体を用いた間接蛍光抗体法<sup>5-7)</sup>と形態法によって行い、アサリ幼生と全ての二枚貝幼生の出現数を落射型蛍光顕微鏡下で弱い透過光を入れた状態で観察し、計数した。なお、調査時には各定点で採水層と表層の水温と塩分を測定した。

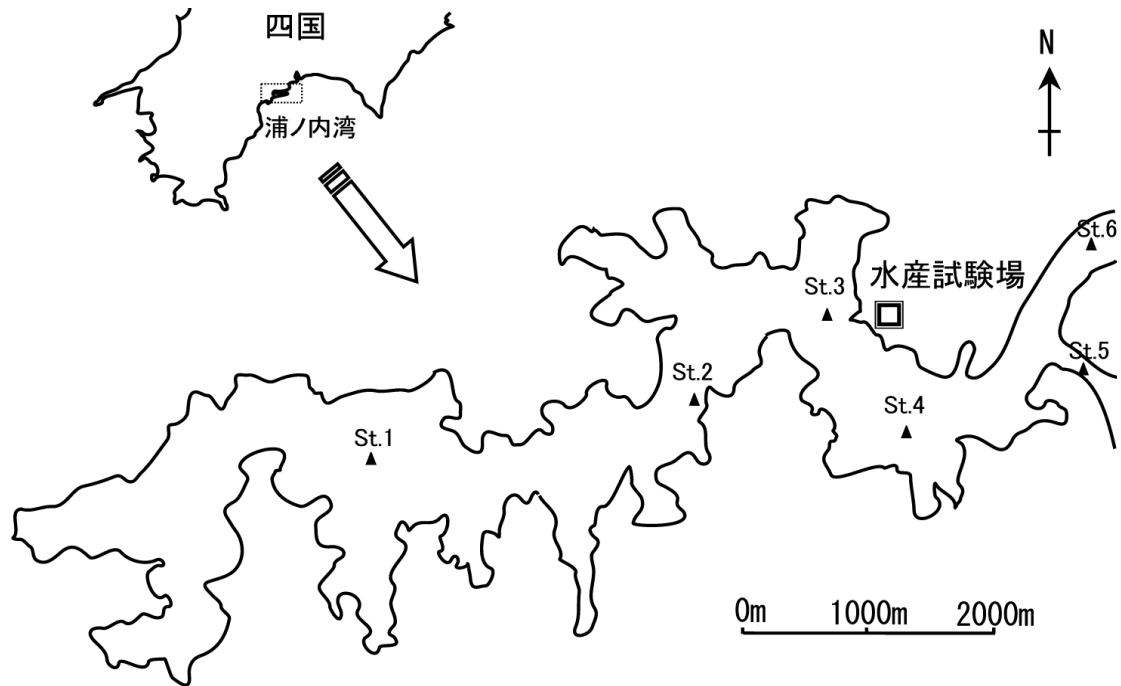


図1 調査地点

平成 15 年 6 月～平成 17 年 5 月にかけては St.1～6 で調査を実施したが、平成 17 年 6 月以降は St.3、St.4 で調査を実施している。

### 3 結果と考察

#### (1) 調査地点の水温・塩分

平成 26 年 4～6 月の採水層の水温は、18.6℃から 23.4℃、表層の水温は、18.4℃から 23.4℃まで上昇した。塩分は、採水層では 30.2～32.5、表層では 17.0～31.8 の間を推移した。

平成 26 年 9～12 月の採水層の水温は、27.5℃から 18.2℃、表層の水温は、27.5℃から 18.3℃まで低下した。塩分は、採水層では 30.7～33.3、表層では 27.6～33.1 の間を推移した。

#### (2) 全二枚貝浮遊幼生の出現状況

全二枚貝浮遊幼生の出現量は、平成 26 年 4～6 月に 40～118,480 個体/m<sup>3</sup>の間、平成 26 年 9～12 月に 800～17,530 個体/m<sup>3</sup>の間にあり、平成 26 年 6 月中旬と 10 月上旬にそれぞれ最大となった(図 2)。

平成 15 年 6 月から平成 21 年 12 月における全二枚貝浮遊幼生の最大値時の出現量<sup>2,3,4,8,9)</sup>は、110,000～280,000 個体/m<sup>3</sup>の間にあったが(出現最大値時の調査ができていない可能性がある平成 19 年度調査結果は除く)、平成 22～24 年にかけては最大値が 45,000～67,000 個体/m<sup>3</sup>まで減少した。全二枚貝幼生出現量の減少傾向が続く中で、平成 25 年の全二枚貝浮遊幼生の出現量は 350,000 個体/m<sup>3</sup>と過去最大となった<sup>10)</sup>。これに引き続き平成 26 年度においても、120,000 個体/m<sup>3</sup>のピークが確認され、二枚貝類の発生量が多い状態が継続している(図 3)。

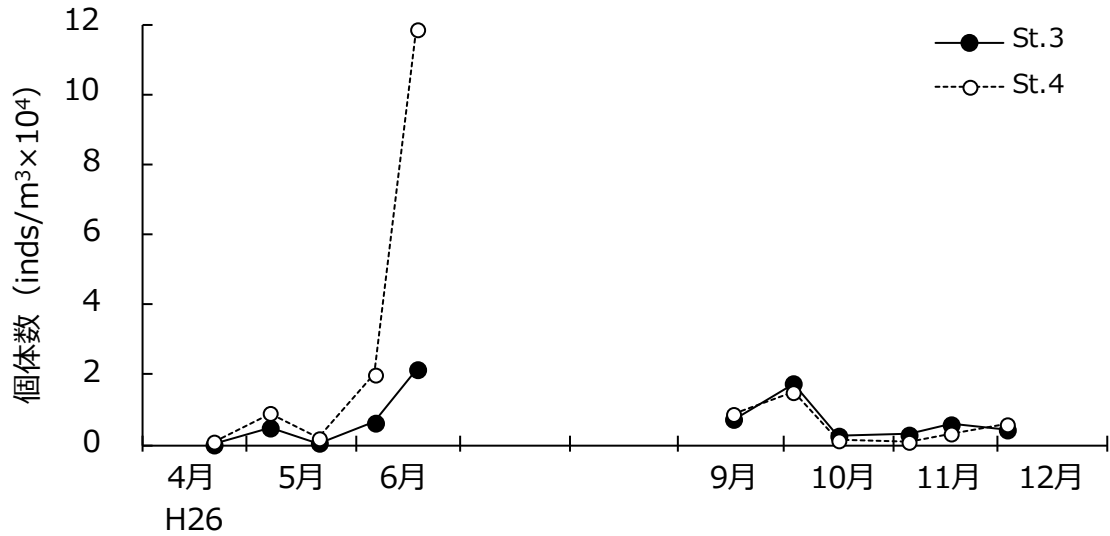


図2 全二枚貝浮遊幼生の出現状況

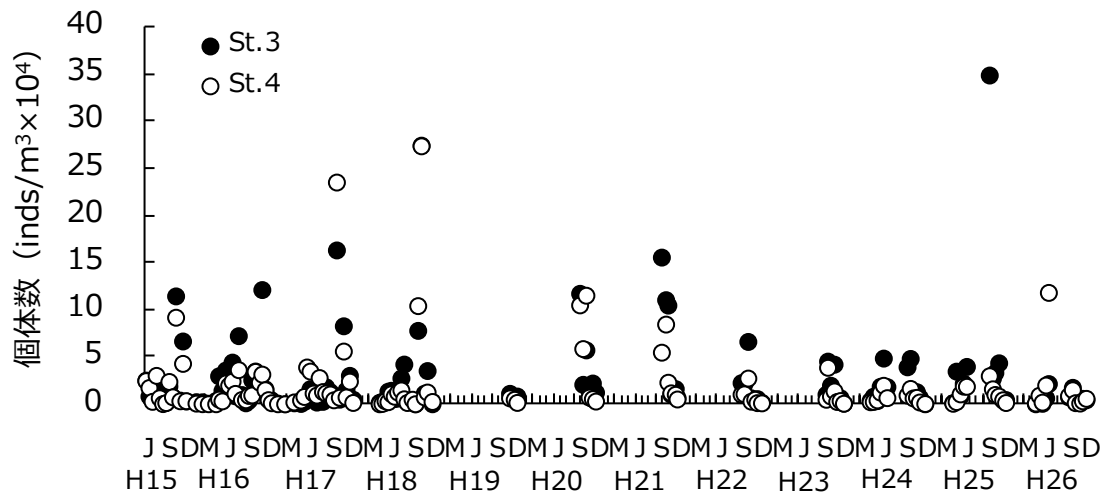


図3 全二枚貝浮遊幼生出現量の経年変化

### (3) アサリ浮遊幼生の出現状況

アサリ浮遊幼生の出現量は、平成26年4～6月に0～1,310個体/m³の間、平成26年9～12月に665～11,685個体/m³の間にあり、前者は何れの調査地点とも平成26年5月上旬に、後者は同じく10月上旬にそれぞれ最大値となった(図4)。

平成15～17年にかけての最大値時の幼生出現量は45,420個体/m³(平成17年11月)<sup>3)</sup>～86,200個体/m³(平成16年11月)<sup>2)</sup>で(図5)、他海域での既存知見(三河湾:64,873<sup>11)</sup>個体/m³、有明海:4,750<sup>12)</sup>個体/m³、豊前海:3,190<sup>13)</sup>個体/m³)と比較して、十分量の幼生が供給されていると考えられていた<sup>2,3)</sup>。しかし、平成18年以降のアサリ浮遊幼生の最高出現量は1,220～7,060個体/m³の間にあり<sup>4,8,9,14,15,16)</sup>、低水準が続いていた。そのような中で、平成25年のアサリ浮遊幼生の出現量は11月上旬に20,000個体/m³を超えた<sup>10)</sup>。平成26年においても、10月上旬に8,000～12,000個体/m³のピークとなり、平成25年に引き続き、アサリ幼生の発生量に回復の兆しがうかがえる。

浦ノ内湾の天皇州周辺ではアサリ生息環境の改善に向けて平成21年度から環境生態系保全活動支援事業(平成25年度からは水産多面的機能発揮対策事業)の一環で地元協議会がアオサの除去、干潟の耕うんや被せ網を行っている。さらに、平成23年度には天皇州干潟の一部で重機を使った大規模耕うんを県事業で実施した。これら環境改善による効果を検討するうえでも、幼生出現量の継続的な把握が必要である。

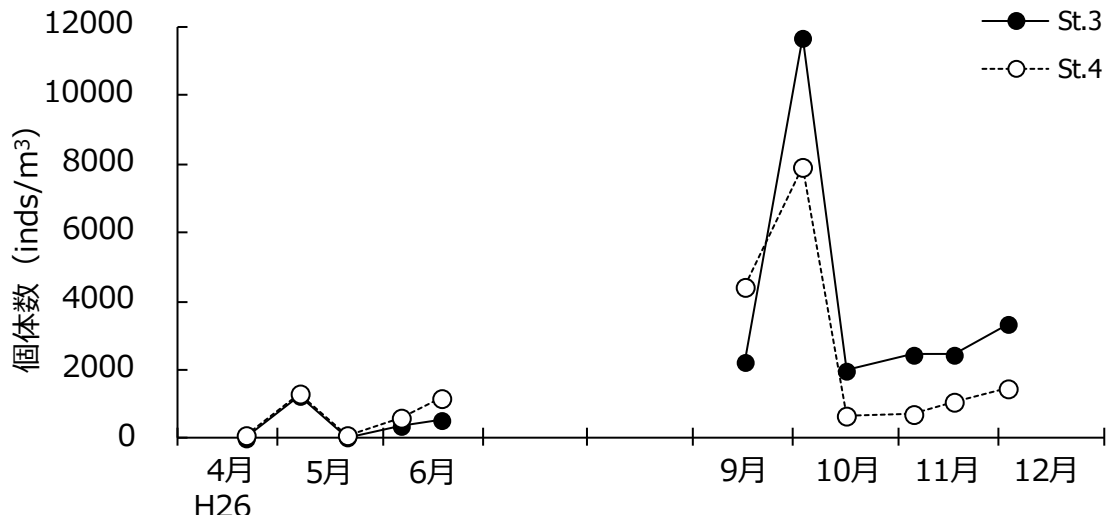


図4 アサリ浮遊幼生の出現状況

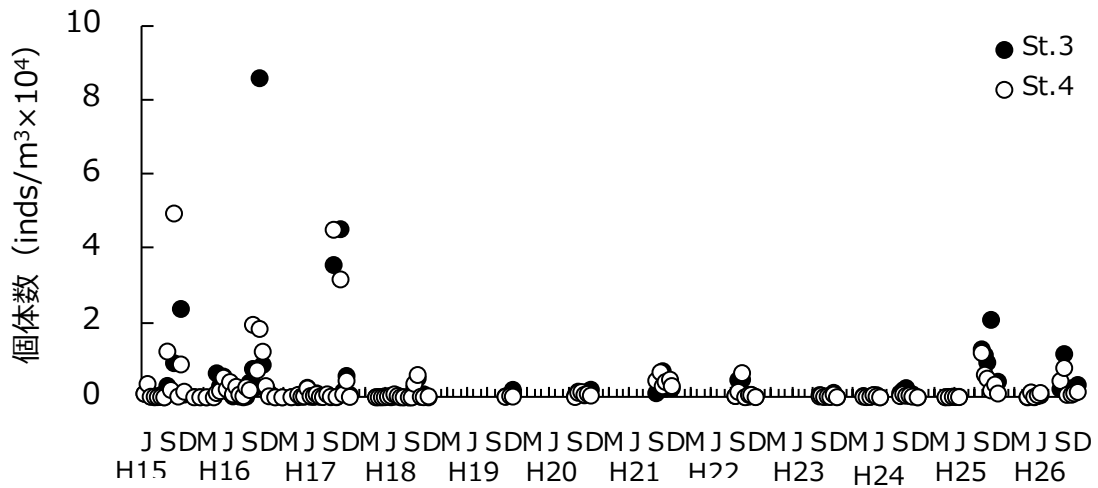


図5 アサリ浮遊幼生出現量の経年変化

## II 浦ノ内湾におけるアサリ資源調査と資源回復策の検討

### 1 目的

天皇洲干潟とその周辺海域におけるアサリと競合生物の生息状況調査や食害生物調査などによって、アサリ資源の減耗要因を明らかにするとともに、被覆網などによるアサリ資源の回復策を検討する。

### 2 材料と方法

#### (1) 調査・試験項目一覧

調査・試験項目、調査定点・試験区、地盤高、調査期間、調査頻度（回数）、調査・試験内容を表1に、調査定点・試験区の位置を図6に示した。

表1 調査・試験項目一覧

調査・試験項目	調査定点・試験区	図中記号 (図6)	地盤高 (D.L.)	調査期間	調査頻度 (調査回数)	調査・試験内容
(1) 定点調査 (継続調査定点)	天皇洲北定点	T1	0m	4~3月*1	1回/月 (計12回)	・生物調査
	天皇洲南定点	T2	0m			
	天皇洲北対照定点	T3	+0.5m			
(2) 大規模耕うん区効果調査	St.1	D1	-0.5m	4~3月*1	1回/月 (計12回)	・生物調査 ・底質硫化物調査
	St.2	D2	-0.5m			
	St.3	D3	-0.5m			
	St.4(対照定点)	D4	0m			
(3) 大規模耕うん区被覆網効果調査II	St.10(被覆網区)	D10	-0.4m	5・10・2月*2	(3回)	・生物調査 ・被覆網堆積物量調査
	St.14(被覆網区)	D14	-0.2m			
	St.15(被覆網区)	D15	-0.4m			
(4) 海底耕うん区調査	St.1	K1	-3.5m	8月18日	(1回)	・生物調査
	St.2	K2	-1.0m			
	St.3	K3	0m			
	St.4	K4	-1.0m			
(5) アサリ食害試験	被覆網区	B1	+0.5m	6月~6月*3	1回/月 (計12回)	・被食状況
	対照区		+0.5m			
(6) 食害生物採捕調査	小型定置網	S1	+0.5m	7~10月*4	(16回)	・採捕調査
	空鈎トラップ	S2	+0.5m	8~10月*5	(22回)	・採捕調査(えい類対象)
(7) アサリ・ホトトギスガイ捕食実験	アカエイ	-	-	3月*6	(1回)	・アサリ・ホトトギスガイ被食状況
	かに類	-	-	10~12月*7	(3回)	・アサリ被食状況

\*1: 調査日は、H26年4/15・5/12・6/16・7/11・8/11・9/8・10/6・11/5・12/4・H27年1/6・2/4・3/11。

\*2: 調査日は、H26年5/16・10/10・H27年2/5。

\*3: 調査日は、H26年6/30・7/30・8/30・10/6・11/5・12/4・H27年1/6・2/4・3/11・4/10・5/8・6/4。

\*4: 調査日は、H26年7/31・8/11・8/12・8/25~29・9/8・9/10・9/22・9/24~26・10/6・10/7・10/24。

\*5: 調査日は、H26年8/1・8/12~15・8/26~28・9/1・9/10・9/22・9/24~26・10/6~7・10/9~10・10/20~24。

\*6: 試験期間は、H27年3/16~3/30。

\*7: 試験期間は、H26年10/24~11/12、11/14~11/28、11/28~12/12。

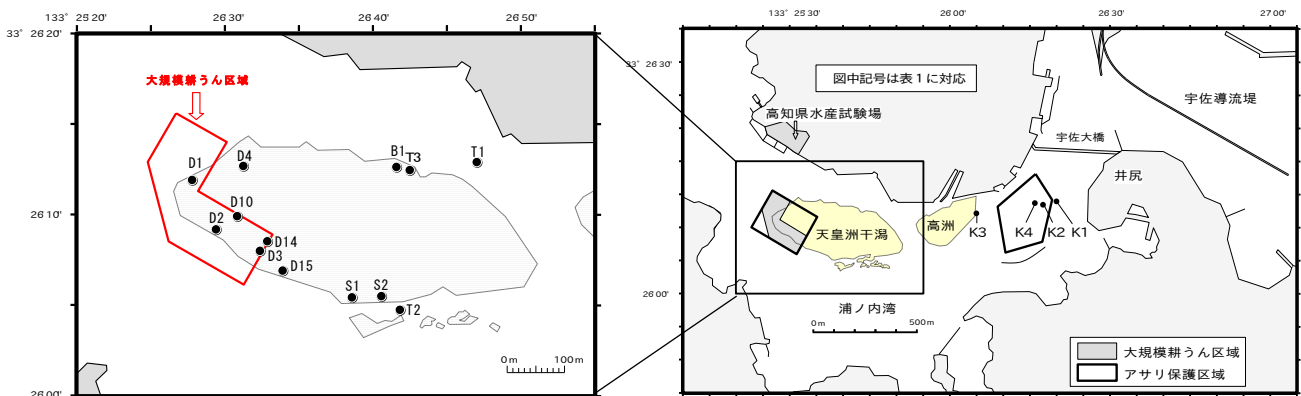


図6 調査地点・試験区の位置

## (2) 試験方法

以下の試験方法の記述においては、位置、地盤高及び調査期間について説明を一部省略した。これらについては、表1と図6を参考にされたい。

### 1) 定点調査

天皇洲北定点（以下、北定点）と天皇洲南定点（以下、南定点）は、平成16年7月から継続調査しているD.L. ±0mの調査定点で、天皇洲北対照定点（以下、対照定点）は、平成22年6月から継続調査している調査定点であり、毎月1回の頻度で生物調査を行った。

サンプリング方法は、直径72mmの円形コドラートを用いて1定点につき5回、10cm程度の深さまで採泥した。持ち帰ったサンプルは、目合2mmのふるいで砂泥などを除去した後、アサリは総重量と殻長、ホトトギスガイは総重量を調べた。なお、アサリについては1個体ずつ殻を開けて軟体部を有するサンプルだけを測定した。

また、アオサについては、直径20.8cmの円形コドラートを用いて1定点につき1回アオサを剥離して採取した。持ち帰ったサンプルは、付着物や水気を十分に取り除いた後に湿重量を測定した。

### 2) 大規模耕うん区定点調査

平成24年2月にグラブ浚渫による耕うんが行われた天皇洲南西の3haのエリア（以下、大規模耕うん区）において、耕うん区内の3定点（St. 1～3）と耕うん区外の1定点（St. 4）について引き続き生物調査と底質硫化物調査を行った。

生物調査の方法は1)と同じである。底質硫化物調査の方法は、生物調査と同じ方法で1定点につき2回サンプリングして底質を持ち帰り、検知管法によって酸揮発性硫化物（以下、AVS）を測定して2サンプルの平均値を算出した。本報告では、この値を硫化物の指標として記載した。

### 3) 大規模耕うん区被覆網試験Ⅱ

前年度報告<sup>10)</sup>の大規模耕うん区被覆網試験Ⅱで平成26年2月17日までの追跡調査結果を報告した被覆網区10カ所（平成25年5月9日設置、St. 6～15）のうち、大規模耕うん区内の2カ所（St. 10、14）と大規模耕うん区外の1カ所（St. 15）について、平成26年5月、10月及び平成27年2月に生物調査と砂泥堆積物厚調査を行った。

生物調査のサンプリングは、1被覆網区につき1回ずつ行った。被覆網の上に堆積した砂泥等は25cm×25cmの方形コドラートに沿って被覆網ごとハサミで切り取って採取し、被覆網の下の底質は上記方形コドラート内を10cm深程度までスコップを用いて採泥した。採取したサンプルは、1)と同じ方法でサンプル処理と測定を行った。

砂泥堆積物厚調査は、被覆網上の砂泥サンプルをシリンダー内で一昼夜静沈させた後に体積を測定して堆積物厚を計算する方法で行った。

### 4) 海底耕うん区調査

宇佐地区協議会が海底耕うんを行っているエリア4定点（St. 1～4）について、引き続き同協議会と共同で潜水調査による生物調査を行った。

生物調査は、直径20.8cmの円形コドラートを使用して5回採泥し、採取したサンプルは、1)と同じ方法でサンプル処理と測定を行った。

### 5) アサリ食害試験

平成26年5月29日から平成27年6月4日までの約1年間、1カ月前後で試験区をリセットする方法で連続して12回（1～12期）実施した。

天皇洲干潟の干潟上に、ステンレス製角形ザル（上面：45×31cm、底面：43×28cm、深さ：10cm、全面2mmメッシュ、以下、「試験トレイ」）を2個設置して、一方は干潟にアサリが生息する状態を設定した干潟放置区（試験区）、一方は被覆網（目合9mm）を被せて捕食生物による食害を防止した被覆網区（対照区）とした（写真1）。

各試験トレイには、殻長20～30mmの範囲で選別したアサリを100個体ずつ収容し、その上から周囲の砂泥を充填して砂泥の上端が干潟面とほぼ同じレベルになるように試験トレイを埋設

した。なお、供試アサリはアクリルスプレーで貝殻全面を黄色に着色標識（以下、「着色標識」）した。

試験区を設置してから約1カ月間放置した後に、試験トレイ内の砂泥を全て回収してアサリの生残状況を調べた。生きていた個体を「生残個体」、貝殻に破損が認められず軟体部が欠損していた個体を「死亡個体」、それ以外を「不明個体」とした。また、試験トレイ内に残された着色標識されたアサリ貝殻片を全て回収して計数した。

砂泥回収時に、アサリと砂泥を全て入れ替えて試験区をリセットした。



写真1 試験トレイの設置状況（左：干潟放置区、右：被覆網区）

## 6) 食害生物採捕調査

食害生物採捕調査に用いた小型定置網と空鉤トラップの構造図を図7に示した。

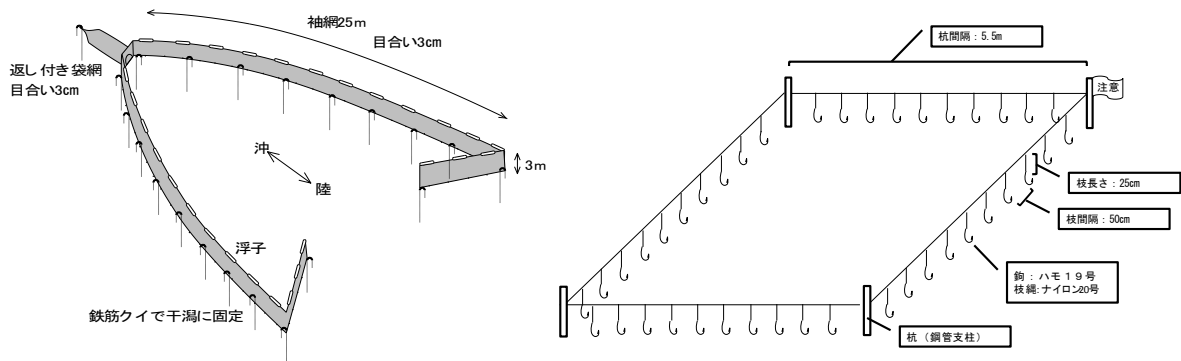


図7 食害生物採捕調査に用いた小型定置網（左）と空鉤トラップ（右）

### ①小型定置網調査

袋網を沖側に配置して袖網を杭で固定して設置した。干潮時に沖へ移動する生物が袋網に誘導される仕組みであり、日中の干潮時に袋網に入った生物を回収した。採捕した魚類については全長又は尾又長を測定して胃内容物を調べ、かに類については全甲幅を測定した。

### ②空鉤トラップ調査

エイ空釣り縄漁法を参考にして考案した空鉤トラップを干潟に設置した。空鉤トラップは、エイ類がトラップを通過する際に空鉤に掛かる仕組みであり、日中の干潮時に採捕された生物を回収した。採捕したエイ類は体盤幅を測定し、水槽試験用に飼育した個体を除いて胃内容物を調べた。

## 7) アサリ・ホトトギスガイ捕食試験

### ①アカエイによるアサリ・ホトトギスガイ捕食試験

供試魚は、天皇洲干潟で空鉤トラップ調査によって捕獲したアカエイから2番目（最大：58.0cm）に大きな個体（雌、体盤幅57.5cm）を選んで使用した。

供試魚は、イカナゴを与えて約5カ月間予備飼育を行った後、平均厚3.3cmの砂を敷いたコンクリート水槽（有効水量：920L、1m×2m×深さ：42～50cm）に収容して試験に供した。試

験開始時に、なるべく殻長のバラツキが大きくなるように選別し、黄色で着色標識して油性ペンで個体番号を記したアサリ100個体（殻長6.9～48.2mm）と、赤色で着色標識したホトトギスガイ100個体（殻長18.8～28.3mm）を試験水槽の砂面上にばら撒いて15日間飼育した。

試験終了時に砂を全て回収し、アサリとホトトギスガイの生残・死亡個体の殻長とそれぞれの貝殻片数を計数した。

## ②かに類によるアサリ捕食試験

小型定置網調査で採捕した大型かに類3種から比較的大型の個体を1個体ずつ選んで試験に供した。ガザミは2番目に大きな個体（最大：全甲幅147mm）で全甲幅142mm（♀）、タイワンガザミは2番目に大きな個体（最大：全甲幅137mm）で全甲幅121mm（♂）、イシガニは最大個体で全甲幅83mm（♀）であった。

前記と同型のコンクリート水槽内に、プラスチック製食器カゴ（上面：20×27cm×底面：16×23cm、深さ：10.5cm、目合2mm）を浮かべてカニを1個体収容し、なるべく殻長のバラツキが大きくなるように選別したアサリ10個体を投与して、20日間又は15日間放置した後アサリの捕食状況を調べた。この試験は3種とも3回繰り返して行った。

## 3 結果

### (1) 定点調査

定点調査における生物調査の結果を図8に示した。

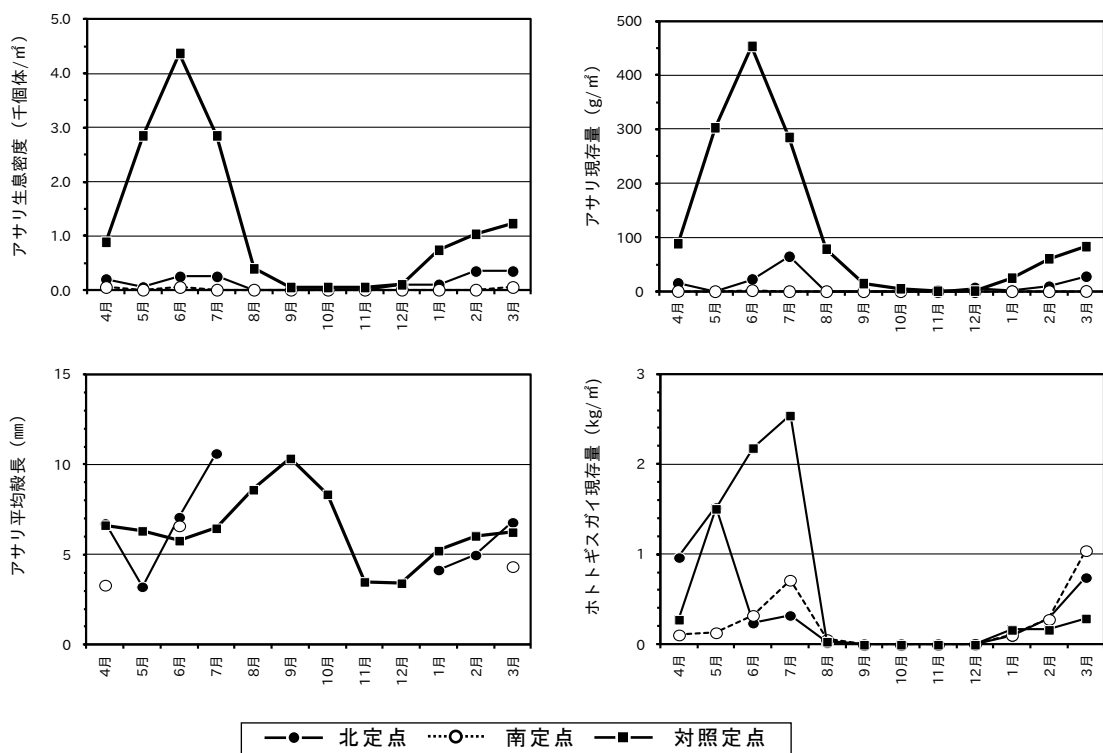


図8 定点調査における生物調査結果

アサリ生息量の最大値は、北定点で344個体/m<sup>2</sup>（2月と3月）・64.5g/m<sup>2</sup>（7月）、南定点で49個体/m<sup>2</sup>（4月と6月）・1.9g/m<sup>2</sup>（6月）、対照定点で4,374個体/m<sup>2</sup>（6月）・453.2g/m<sup>2</sup>（6月）であった。

アサリの平均殻長は、全ての定点で総じて10mm以下で推移し、他の2定点よりサンプル数が多かった対照定点では9月に10.4mmのピークがみられた。

ホトトギスガイ生息量の最大値は、北定点で1.5kg/m<sup>2</sup>（5月）、南定点で1.0kg/m<sup>2</sup>（3月）、対照定点で2.5kg/m<sup>2</sup>（7月）であったが、何れの定点も8月から12月にほぼ消滅した。

アオサは出現しなかった。



(2) 大規模耕うん区効果調査

耕うん工事前の平成23年10月と耕うん工事施工後の平成24年3月～平成27年3月までの期間について、生物調査と底質硫化物調査の結果を図9に示した。

今年度のアサリ生息量は、4月～6月に耕うん区外定点でピーク（最大個体数は5月の1,425個体/m<sup>2</sup>、最大重量は6月の74g/m<sup>2</sup>）がみられたのに対し、同時期の耕うん区内定点は何れも低い値で推移した。また、平成27年3月には全ての定点でピークがみられた。

アサリの平均殻長は、概ね10mm以下の値で推移し、成長に伴う増加は認められなかった。

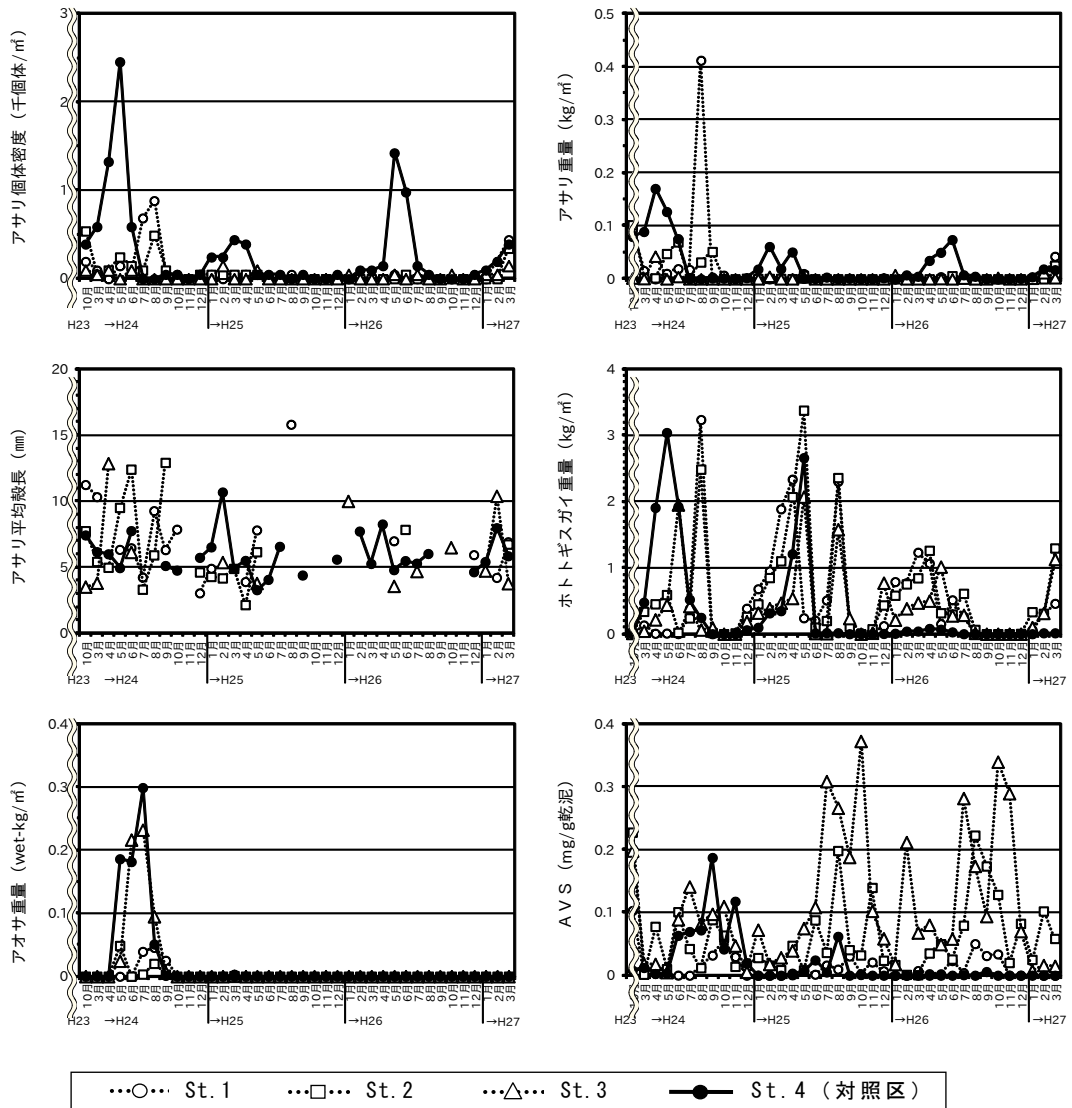


図9 大規模耕うん区効果調査における生物調査・底質硫化物調査結果

ホトトギスガイ生息量は、9月～11月に全定点で消滅したのを除き、耕うん区内定点の方が耕うん区外定点よりも多かった。また、アオサは全ての定点で平成24年10月以降出現しなかった。

AVSは、耕うん区内定点の方が耕うん区外定点よりも高い値で推移した。この結果は、ホトトギスガイ生息量の多寡を反映した結果と考えられた。

以上の結果から、今年度は総じて前年度と同様の結果であり、耕うん区内定点の方が耕うん区外定点よりもアサリ生息量が少なく、ホトトギスガイ生息量と底質硫化物量が多かった。

(3) 大規模耕うん区被覆網試験Ⅱ

耕うん区内被覆網 (St.10・14: 図6のD10・D14)、耕うん区外被覆網 (St.15: 図6のD15) 及び被覆網を設置していない耕うん区内定点 (St.1～3: 図6のD1～D3) の平均値における被覆網上砂泥堆積物厚と生物調査の結果を図10に示した。

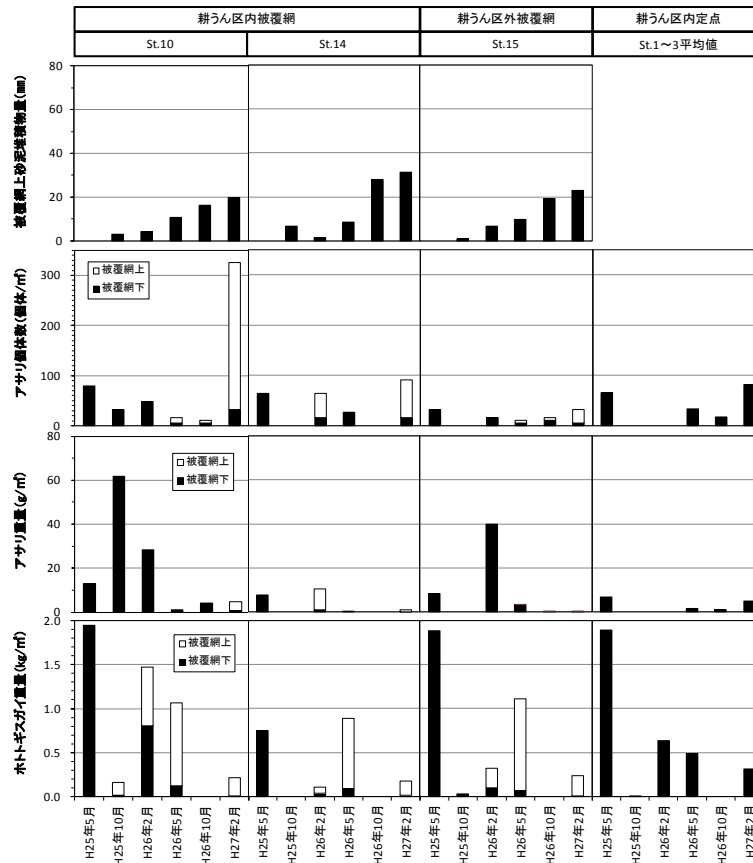


図10 大規模耕うん区被覆網試験Ⅱにおける被覆網上砂泥堆積物厚と生物調査結果

被覆網上の砂泥堆積物厚は、全ての被覆網区で継続して増加し、平成27年2月時点で19.8～31.2 mmの値を示した。被覆網を設置してから約21カ月後まで砂泥の堆積傾向が続いていたことから、砂泥の堆積は季節的増減でなく累積的現象であると考えられた。

被覆網区におけるアサリの個体数は、平成26年5月以降、被覆網上に生息する個体が被覆網下に生息する個体と比較して増加するとともに、被覆網区と被覆網を設置していない耕うん区内定点のアサリの生息量に明確な差が無くなり、被覆網の効果が認められなくなった。この結果は、前述した堆積物厚の増加により、被覆網の下に生息できるアサリが減少したためと考えられた。

平成26年5月の砂泥堆積物厚が8～11mmであったことから、1 cm程度の堆積物厚でも被覆網の効果が著しく低下することが明らかとなった。

また、ホトトギスガイは、アサリのような潜砂能力を有しないため、堆積物厚の増加に伴ってほとんど被覆網下に生息しなくなった。

#### (4) 海底耕うん区調査

今年度の生物調査結果を表2に、平成24・25・26年度の生物調査結果を図11に示した。

表2 海底耕うん区調査における生物調査結果

項目	単位	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	
		DL:-3.5m	DL:-1.0m	DL:0m	DL:-1.0m	
アサリサンプリング数	個体	4	2	10	2	
アサリ個体数	個体/m <sup>2</sup>	24	12	59	29	
アサリ重量	g/m <sup>2</sup>	9	10	88	21	
アサリ殻長	平均	mm	11.2	16.0	19.6	21.5
	最大	mm	20.1	20.1	24.2	22.4
	最小	mm	7.6	11.0	13.8	20.7
ホトトギスガイ重量	g/m <sup>2</sup>	2,269	792	673	14	

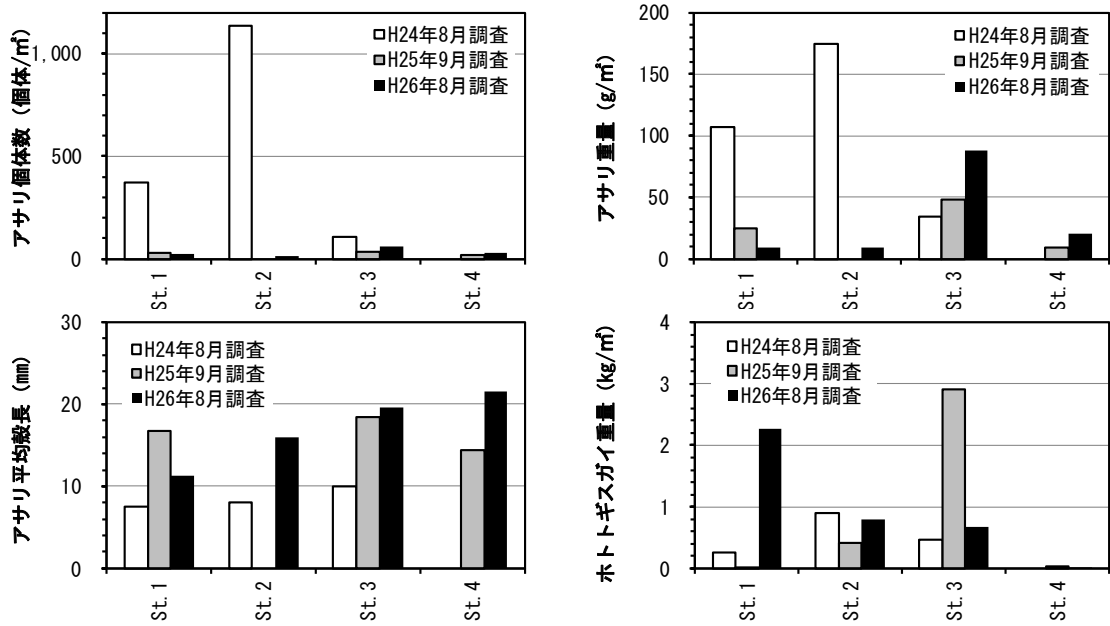


図11 海底耕うん区調査結果 (H24・H25・H26年度)

今年度のアサリ生息量は、最も多いSt. 3で59個体/m<sup>2</sup>・88g/m<sup>2</sup>に過ぎず、前年度に続いて平成24年度と比較して少なかった。

今年度の平均殻長は、11.2～21.5mm、最大殻長は20.1～24.2mmで、前年度に続いて平成24年度と比較して大型であった。

今年度のホトトギスガイ生息量は、最も水深の深いSt. 1が2,269g/m<sup>2</sup>で最も多かったが、平成24年度はSt. 2、平成25年度はSt. 3が多く、調査定点の違いによる傾向は見い出せなかった。

(5) アサリ食害試験

供試アサリ100個体に占める回収時のアサリ生残・死亡・不明個体数の推移を図12に示した。

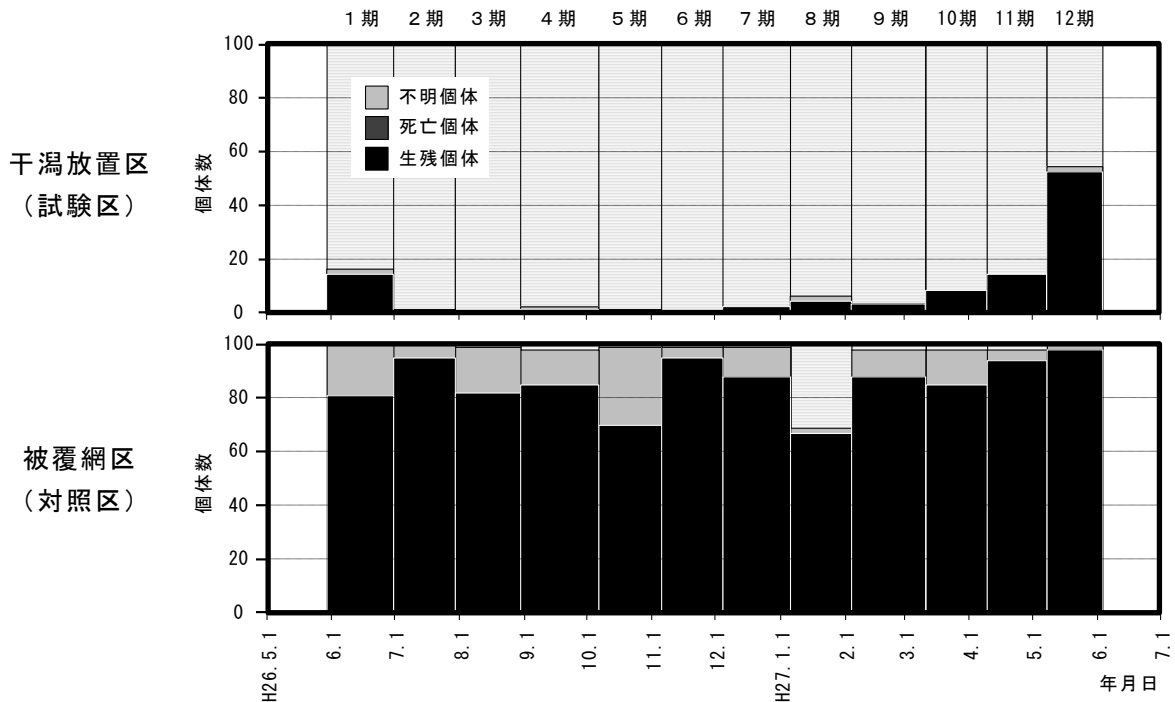


図12 アサリ食害試験における供試アサリ100個体に占める回収時のアサリ生残・死亡・不明個体数の推移

干潟放置区では、生残個体以外は不明個体がほとんどで死亡個体は僅かであった。不明個体は、潮流や波浪などによって試験トレイから流された可能性と、捕食者によって捕食された可能性が考えられたが、干潟放置区の試験トレイ内で1期当たり平均220個のアサリ貝殻片（黄色着色）が回収され、試験トレイの周辺にも散在していたことから、不明個体の多くは殻長20～30mmのアサリの貝殻を砕くことができる捕食者によって捕食されたと考えられた。また、干潟放置区の試験トレイ内の砂泥は回収時に減少している場合が多く、半分程度まで減少していた事例もあったことから、アサリが捕食者によって掘り出された可能性が考えられた。

干潟放置区のアサリ生残率は、7月～翌年2月（2～9期）に0～4%の極めて低い値で推移したが、平成26年6月（1期）と平成27年3～5月（10～12期）は比較的高い値で推移し、最高値は平成27年5月（12期）の52%であった。

一方、被覆網区のアサリ生残率は、経時変化に一定の傾向がみられず、67～98%の範囲で比較的安定した値で推移し、全期間において被覆網区の生残率が干潟放置区を大きく上回った。また、生残個体以外は、8期を除いてほとんどが死亡個体で不明個体はごく僅かであった。8期は不明個体が31%出現したが、これは被覆網がずれてトレイの一部（1/5程度の面積）に隙間が生じたためである。

（6）食害生物調査

1）小型定置網調査

小型定置網で採捕された魚類とかに類の種別採捕個体数と測定結果を表3に、採捕されたかに類の全甲幅組成を図13に示した。

表3 小型定置網で採捕された魚類とかに類の種別採捕個体数と測定結果

科名	種名	採捕個体数(個体)				測定値(cm)					
		7月	8月	9月	10月	期間計	平均値	最大値	最小値	測定値	
魚類	ニシン科	ドロクイ		1			1	21.5	21.5	21.5	FL
	クロサギ科	クロサギ	3	1		1	5	19.3	21.3	16.5	FL
	タイ科	クロダイ	2		1		3	17.2	17.4	16.9	FL
	ペラ科	ササノハペラ	1		1		2	7.3	7.3	7.3	TL
	アイゴ科	アイゴ	1				1	7.5	7.5	7.5	FL
	フグ科	クサフグ	1				1	17.5	17.5	17.5	TL
	フグ科	サザナミフグ			1		1	11.4	11.4	11.4	TL
	フグ科	ヒガンフグ			1		1	25.2	25.2	25.2	TL
	ヒラメ科	ヒラメ		1			1	36.1	36.1	36.1	TL
	魚類計					16					
甲殻類	ワタリガニ科	ガザミ	2	4	37	1	44	4.8	14.7	0.7	TW
	ワタリガニ科	タイワンガザミ	1	1	4		6	11.6	13.7	10.4	TW
	ワタリガニ科	インガニ	1	3	5		9	7.6	11.0	6.5	TW
	ワタリガニ科	フタバベニツケガニ		2			2	2.9	3.4	2.3	TW
	甲殻類計					61					
合計					77						

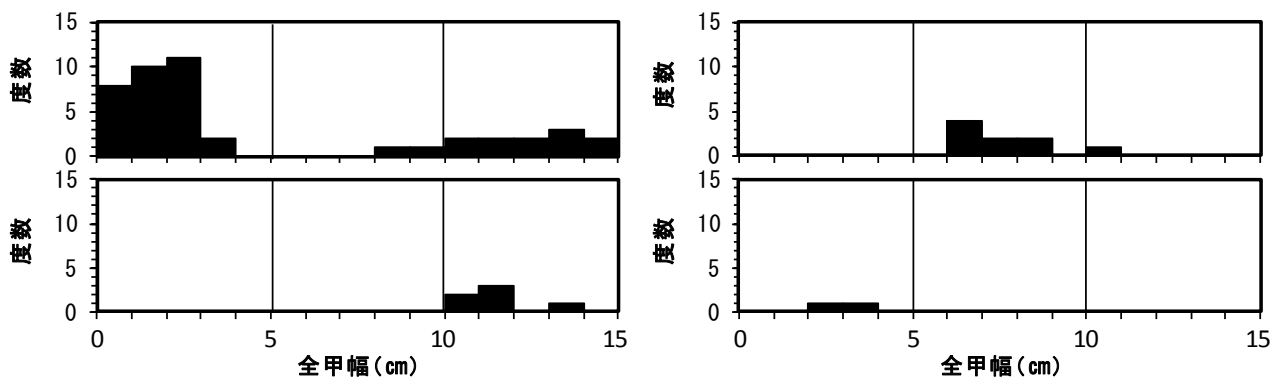


図13 小型定置網で採捕されたかに類の全甲幅組成

採捕された魚類は9種16個体であった。ほとんどの個体が空胃であったが、クロダイ1個体（FL：17.1cm）の胃内容物からホトトギスガイの貝殻2.0gが採取された。

採捕されたかに類は4種61個体であり、魚類より多くの個体が採捕された。また、袋網の網目（3cm）を抜ける大きさである全甲幅0.7～3.4cmのガザミが31個体採捕されたが、これらは袋網内に溜まったアオサに付着していた個体である。

## 2) 空鉤トラップ調査

空鉤トラップ調査で採捕されたアカエイの雌雄別体盤幅組成を図14に示した。

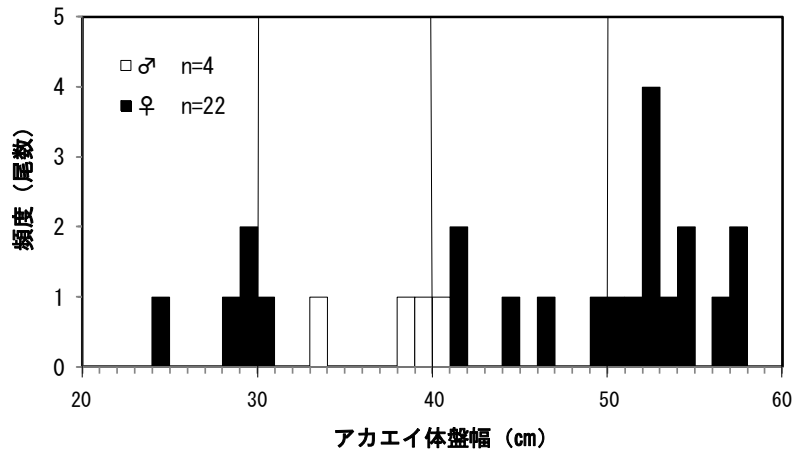


図14 空鉤トラップ調査で採捕されたアカエイの雌雄別体盤幅組成

アカエイは26尾採捕され、釣鉤100本当たりの平均採捕尾数は2.0尾であった。雌雄別では、雄が4尾（体盤幅：33.5～41.0cm）、雌が22尾（体盤幅：25.0～58.0cm）で41.1cm以上の個体は全て雌であった。また、12尾について胃内容物を調査した結果、全て空胃であったことから、トラップに掛かって暴れて胃内容物を吐き出した可能性も考えられた。

アカエイ以外は、ホタテウミヘビ1尾（TL：61.0cm）、ヒガンフグ1尾（TL：33.6cm）及びガザミ1個体（TW：14.9cm）が採捕された。

## (7) アサリ・ホトトギスガイ捕食試験

### 1) アカエイによるアサリ・ホトトギスガイ捕食試験

アカエイに投与したアサリの生残・死亡・被食別殻長組成を図15に、試験終了時に回収されたアサリとホトトギスガイの貝殻片を写真2に示した。

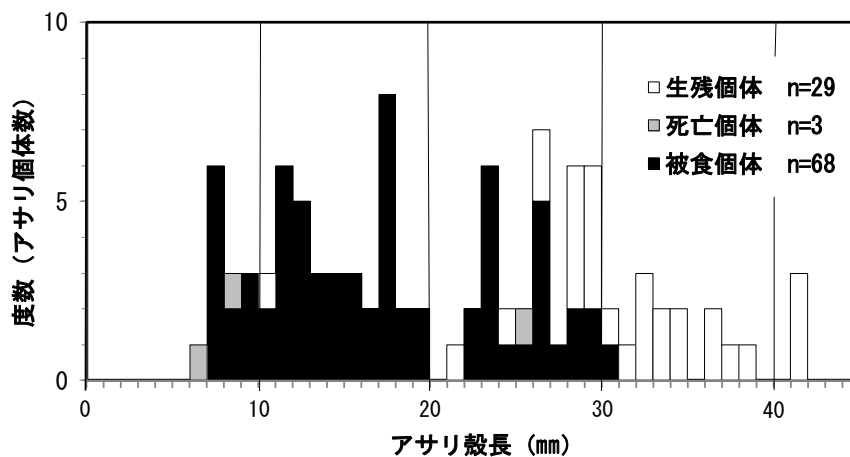


図15 アカエイによるアサリ・ホトトギスガイ捕食試験に供したアサリの生残・死亡・被食別殻長組成



写真2 回収されたアサリ（左）とホトトギスガイ（右）の貝殻片

試験期間の平均水温は17.6℃であった。アカエイに投与したアサリ100個体のうち、29個体が生残、3個体が死亡、68個体が捕食された。アサリの殻長組成（図15）から、殻長20mm以下のアサリはほとんど捕食され、捕食されたアサリの最大殻長は30.5mmであった。また、殻長31.5mm以上のアサリは全て生残した。

水槽内で細かく砕かれたアサリとホトトギスガイの貝殻片（写真2）が回収され、被食アサリ1個体当たりの貝殻片数は16.8個、被食ホトトギスカイ1個体当たりの貝殻片数は19.0個であった。このことから、アカエイはこれらの二枚貝をかなり細かく砕いて捕食することが確認された。

## 2) かに類によるアサリ捕食試験

かに類に投与したアサリの生残・死亡・被食別殻長組成を図16に示した。なお、ガザミとタイワンガザミは3回分の試験データを合計して殻長組成を作成したが、イシガニは3回目の試験途中で死亡したため2回分の試験データから作成した。

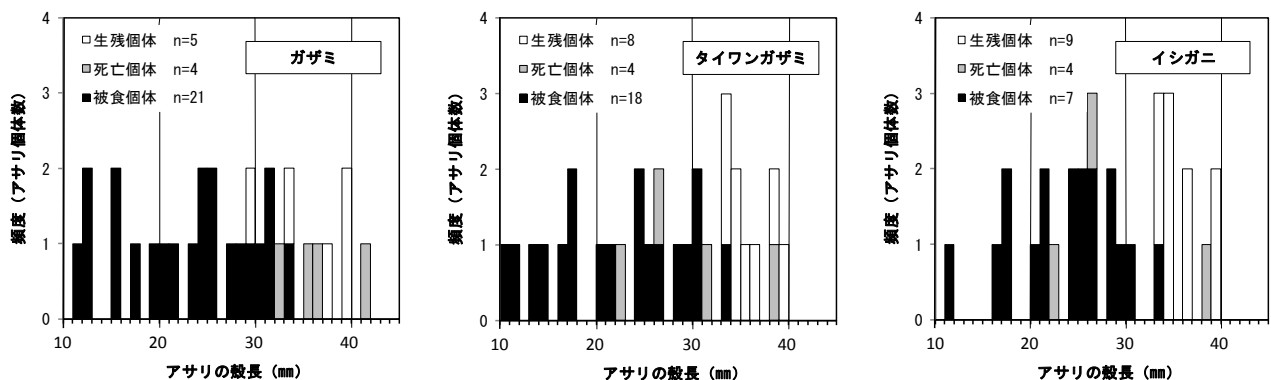


図16 かに類によるアサリ捕食試験に供したアサリの生残・死亡・被食別殻長組成

試験期間の平均水温は19.3℃であった。捕食されたアサリの最大殻長は、ガザミとタイワンガザミが同じく33.3mmで、他2種より小型のイシガニが24.7mmであった。

捕食されたアサリの貝殻は、ごく一部が破損したものから細かく砕かれたものまで様々であり、被食アサリ1個体当たりの貝殻片数は、ガザミが8.3個、タイワンガザミが6.8個、イシガニが13.9個であった。

## 4 考察

### (1) アサリの食害とアサリ生息量の年変動パターン

アサリ食害試験の結果から、天皇洲干潟においては、周年にわたってアサリの貝殻を割って捕食する食害生物が存在することが示唆され、干潟放置区のアサリ生残率は、3～6月に比較的高く、7月～翌年2月は極めて低い生残率で推移した。また、被覆網区のアサリ生残率は試験時期による一定の傾向はみられず比較的安定した値で推移していたことから、食害以外の原因による死亡率の変化は少ないと考えられた。

干潟放置区のアサリ生残率の結果を定点調査のアサリ生息量（図8）と比較すると、定点調査結果では3～6月においてアサリ生息量が多く、7～8月の間に急減していることから、アサリ食害試験の結果と良く一致していた。過去の定点調査結果においても、時期に若干のズレがあるものの、5～6月頃アサリの生息量がピークに達して7～8月頃に急減する傾向は共通していることから、天皇洲におけるアサリ生息量の年変動パターンは、3～6月に一時的に食害生物による捕食圧が低下し、7～8月に捕食圧が急増することが原因である可能性が示唆された。

アサリに対する捕食圧が変動する原因は不明であったが、産卵回遊や摂餌回遊などによる食害生物生息量の変化、アサリの殻長の変化、アサリ以外の被食生物の増減などの要因が考えられた。

## （2）アカエイによるアサリの食害について

空鉤トラップ調査で採捕されたえい類は全てアカエイであり、浦ノ内湾においてはナルトビエイの採捕例や目撃例がほとんど無いことから、天皇洲干潟に多数出現するすり鉢状の窪み（以下、食痕）のほとんどはアカエイの捕食行動又は潜砂行動によって生じたものと考えられた。しかし、胃内容物を調べた個体は全て空胃であったため、アサリを捕食している証拠は得られなかった。

一方、アカエイによるアサリ・ホトトギスガイ捕食試験において、アカエイがアサリとホトトギスガイを捕食し得ることが確認され、供試魚は、空鉤トラップ調査で採捕された2番目に大型の個体であったことから、天皇洲干潟に生息するアカエイの中で比較的大型の個体でも殻長31.5mm以上のアサリは捕食しにくいことが示唆された。

前年度のアサリ食害試験結果から、干潟に放置した試験トレイ内のアサリの多くが「貝殻を割って捕食する捕食者」によって捕食されたと推定され、大サイズ（殻長30.7～41.1mm）は小サイズ（殻長15.9～29.5mm）より捕食されにくいことが示唆された。この結果は、今年度のアサリ・ホトトギスガイ捕食試験の結果とよく一致しており、アカエイがアサリに対する主要な食害生物の一つと仮定しても矛盾の無い結果であった。

金澤<sup>17)</sup>は、有明海においてアカエイの漁獲調査を行った結果、胃内容物組成は甲殻類71.4%、魚類7.1%、判別不能なもの21.5%であったと報告している。この調査例が示すように、アカエイは貝類に比べて甲殻類や魚類への嗜好性が高いとされており、アサリの食害種として問題になっているナルトビエイほど大きな問題となっていない。

しかし、天皇洲干潟では、毎年多数のアカエイのものと思われる食痕が出現していることから、アカエイによる食害が大きい場合でも、捕食行動によって潜砂したアサリを掘り出すことでアサリが潮流で流され易くなったり、他の捕食者に捕食され易くなるなど、アサリの生存に影響を及ぼしている可能性も十分に考えられる。一方、アカエイの捕食や潜砂による底質の物理的かく乱や、アカエイがアサリの捕食者である甲殻類（すなもぐり類、あなじゃこ類、かに類、えび類など）を捕食することによるアサリの生存にとってプラスの影響も考えられる。

アカエイが生息することによるアサリへの影響についての知見は乏しく、今後更に検討する必要がある、ナルトビエイで行われている様にアカエイを駆除すべきかについては、慎重に検討する必要がある。

## （3）アカエイ以外の魚類によるアサリの食害について

小型定置網調査で採捕された魚類の内、重田ら<sup>18)</sup>が作成した「アサリ食害－野外標本に基づく食害魚種リスト」に記載されている種はクロダイとクサフグの2種であり、重田らは、クロダイについて瀬戸内海では最も重要なアサリ食害種と考えられると述べており、クサフグについては、個体数が多く冬季も活動するなど最も注意すべき食害種の一つである可能性を指摘している。

天皇洲干潟がある浦ノ内湾は、クロダイを対象とした遊漁が盛んな海域であり、クロダイの生息量はかなり多いと推定される。また、近縁種のキビレとヘダイも多く生息していると推定されることから、これらによるアサリの食害実態について今後更に検討する必要がある。

また、今回小型定置網調査で採捕されたふぐ類はクサフグとヒガンフグの2種であったが、天皇洲干潟での調査時にも頻繁に目視される種であり、相当数生息していると推定されることから、これらによるアサリの食害実態について今後更に検討する必要がある。

クロダイとその近縁種やふぐ類の駆除については、前述したように生息量が非常に多いと推定されるため、駆除を行うことは現実的に難しいと考えられた。

#### (4) かに類によるアサリの食害について

かに類によるアサリ捕食試験において、捕食されたアサリの最大殻長は、ガザミ（全甲幅142mm）とタイワンガザミ（全甲幅121mm）が同じく33.3mmで、イシガニ（全甲幅83mm）が24.7mmであった。木村<sup>19)</sup>は、かに類によるアサリの室内捕食試験を行い、全甲幅138～150mmのタイワンガザミは少なくとも殻長39mmまでのアサリを捕食し、イシガニは68mmで38mm、92mmで39mmのアサリを捕食したと報告している。今回の試験結果は木村らの実験結果と比較すると、用いたかに類の大きさは若干小さく、捕食されるアサリの最大殻長もやや小さいという結果であった。

3種とも小型定置網で採捕された個体の中で最大又は2番目に大型の個体を試験に供したことから、天皇洲干潟に生息する比較的大型のかに類でも殻長33.3mm以上のアサリは捕食しにくいことが示唆された。

この結果は(2)で述べた前年度のアサリ食害試験結果とよく一致しており、アカエイと同様に、かに類がアサリに対する主要な食害生物の一つと仮定しても矛盾の無い結果であった。

また、小型定置網調査によって多くのかに類が採捕され、大型個体も多く含まれていたことから、天皇洲におけるかに類による食害は大きいと考えられた。

かに類の駆除については、浦ノ内湾では刺し網によるがざみ類の漁獲（農林水産統計年報による平成25年の漁獲量は4トン）が行われており、かに類の生息量はかなり多いと推定されるため、駆除を行うことは現実的に難しいと考えられた。

#### 謝辞

独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所の浜口昌巳博士にモノクローナル抗体を用いた間接蛍光抗体法によるアサリ浮遊幼生の同定手法について御指導いただいた。記して感謝の意を表す。

#### 引用文献

- 1) 浜口昌巳, 手塚尚明. アサリ浮遊幼生の分散と着底, *Sessile Organisms* 2007 ; 24:69-79.
- 2) 田井野清也, 浦吉徳, 林芳弘, 大河俊之, 安藤裕章. アサリ不漁原因の究明 浦ノ内湾におけるアサリ浮遊幼生の季節的変動. 平成 16 年度高知県水産試験場事業報告書 2006 ; 81-83.
- 3) 上野幸徳, 安藤裕章, 林芳弘, 田井野清也, 大河俊之. アサリ不漁原因の究明. 平成 17 年度高知県水産試験場事業報告書 2007 ; 129-147.
- 4) 田井野清也, 上野幸徳, 安藤裕章, 林芳弘, 大河俊之. 浦ノ内湾におけるアサリ浮遊幼生の出現状況 (平成 18・19 年度). 平成 19 年度高知県水産試験場事業報告書 2009 ; 187-190.
- 5) 浜口昌巳. 貝類浮遊幼生の免疫学的特性の解明. 魚介類の初期生態解明のための種判別技術の開発, 農林水産技術会議事務局, 東京, 1999 ; 21-31.
- 6) 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, 農林水産技術会議事務局, 東京, 1999 ; 66-77.
- 7) 松村貴晴, 岡本俊治, 黒田伸郎, 浜口昌巳. 三河湾におけるアサリ浮遊幼生の時空間的分布-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* 2001 ; 56:1-8.
- 8) 田井野清也, 林芳弘. 浦ノ内湾におけるアサリ浮遊幼生の出現状況 (平成 20 年度). 平成 20 年度高知県水産試験場事業報告書 2010 ; 177-180.
- 9) 田井野清也, 石川徹. アサリ漁業指導 I 浦ノ内湾におけるアサリ浮遊幼生の出現状況 (平成 21 年度). 平成 21 年度高知県水産試験場事業報告書 2011 ; 221-225.
- 10) 児玉修, 田井野清也, 鈴木怜. アサリ漁業指導. 平成 25 年度高知県水産試験場事業報告書 2015 ; 205-227.
- 11) 服部克也, 柳澤豊重, 三宅佳亮, 岡本俊治, 福嶋万寿夫, 瀬川直治. アサリ漁場形成機構調査. 平成 8 年度愛知県水産試験場業務報告 1997 ; 150-151.
- 12) Ishii, R., Nakahara Y. and Jinnai Y. Larval recruitment of the manila clam *Ruditapes philippinarum* in Ariake Sound, southern Japan. *FISHERIES SCIENCE*



2001 ; 67:579-591.

- 13) 俵積田貴彦, 中川浩一, 長本篤. 豊前海におけるアサリ浮遊幼生の出現・分布・着底について. 福岡水海技セ研報 2010 ; 20:31-35.
- 14) 田井野清也, 杉本昌彦, 鈴木怜. アサリ漁業指導 I 浦ノ内湾におけるアサリ浮遊幼生の出現状況(平成22年度). 平成22年度高知県水産試験場事業報告書 2012 ; 199-203.
- 15) 児玉修, 田井野清也, 鈴木怜. アサリ漁業指導. 平成23年度高知県水産試験場事業報告書 2013 ; 177-194.
- 16) 児玉修, 田井野清也, 鈴木怜. アサリ漁業指導. 平成24年度高知県水産試験場事業報告書 2014 ; 198-218.
- 17) 金澤孝弘. 水温低下期におけるアカエイの漁獲分布と食性. 福岡水技研報第13号 2003 ; 149-152.
- 18) 重田利拓, 薄浩則. 魚類によるアサリ食害ー野外標本に基づく食害魚種リストー. 水産技術第5巻第1号 2012 ; 1-19.
- 19) 木村博. かに類によるアサリの捕食. 山口県水産研究センター研究報告第3号 2015 ; 97-103.