

アサリ漁業指導

増養殖環境課 児玉 修・田井野 清也・鈴木 怜

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、本県アサリ漁獲量のほとんどを占める浦ノ内湾の漁獲量が昭和 58 年を最大値として減少を続けた結果、平成 11 年以降は深刻な漁獲量の低迷が続いている。

当水産試験場によるこれまでの調査結果から、天皇洲に着底した浮遊幼生は稚貝となって生息するものの、夏季に急減して秋季にほとんどいなくなる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、成長を続けて越年するアサリが多く出現し、生息重量が最高 3,068g/m²に達したことから、被覆網がアサリ資源の回復策として有効であり、夏季以降の大量減耗の主な要因が食害によるものである可能性が示唆された。

今年度は、この結果を踏まえて、食害防止効果の期待できる囲い網の効果試験、天皇洲南西の大規模耕うん区域内に設置した被覆網の効果試験及びアサリの食害状況を調査するためのアサリ食害試験などを新たに実施した。

1 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¹⁾。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 25 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 25 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^{2,3,4)}、平成 19~23 年度は秋の出現最大値時にあわせて、9~12 月に調査した。平成 24・25 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区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 200ℓ 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。試料は冷蔵しながら実験室に持ち帰り、直ちに 15mℓ 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⁵⁻⁷⁾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。

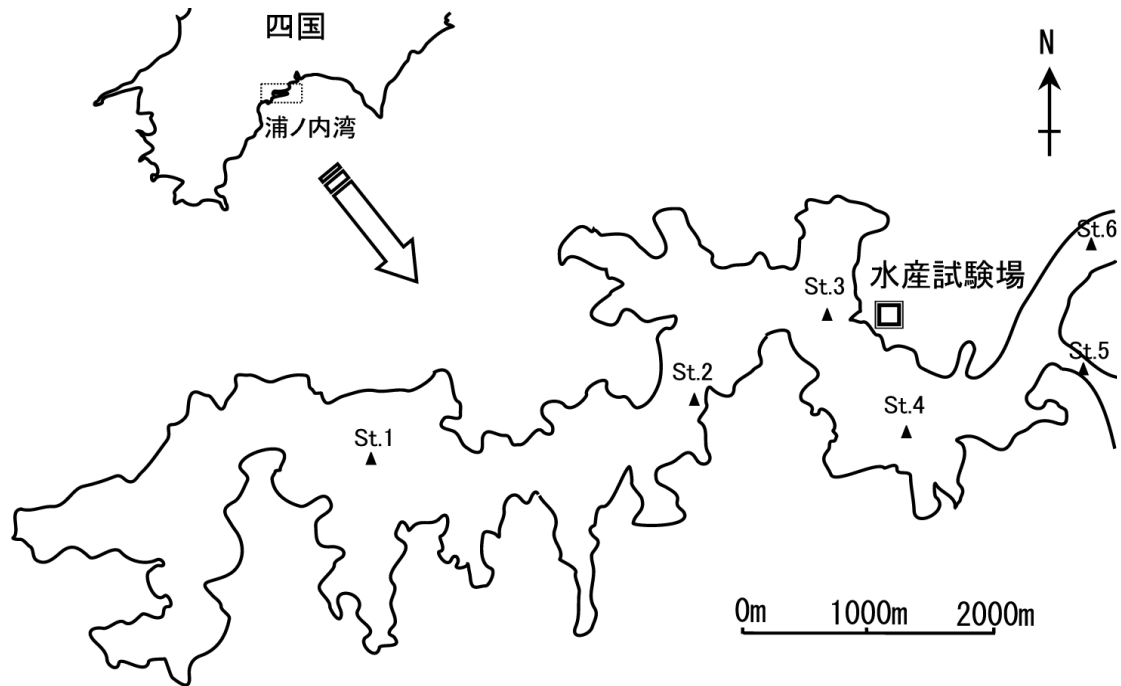


図1 調査地点

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 25 年 4～6 月の採水層の水温は、 18.4°C から 24.6°C 、表層の水温は、 18.1°C から 27.1°C まで上昇した。塩分は、採水層では 31.7～33.8、表層では 30.5～32.7 の間を推移した。

平成 25 年 9～12 月の採水層の水温は、 26.4°C から 16.4°C 、表層の水温は、 26.5°C から 16.0°C まで低下した。塩分は、採水層では 28.8～32.7、表層では 21.4～32.6 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 25 年 4～6 月に $580\sim 39,775$ 個体/ m^3 の間、平成 25 年 9～12 月に $1,365\sim 349,635$ 個体/ m^3 の間にあり、平成 25 年 5 月上旬と 9 月下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^{2,3,4,8,9)} は、 $110,000\sim 280,000$ 個体/ m^3 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 $45,000\sim 67,000$ 個体/ m^3 まで減少した。今季の全二枚貝浮遊幼生の出現量は過去最大となり、二枚貝類の発生量が多くなったことがうかがわれる (図 3)。

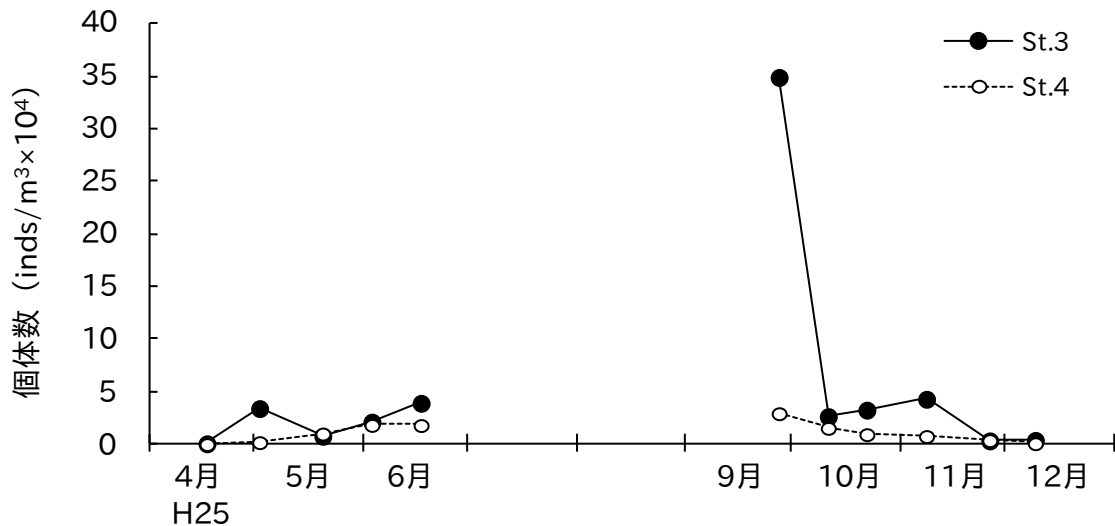


図2 全二枚貝浮遊幼生の出現状況

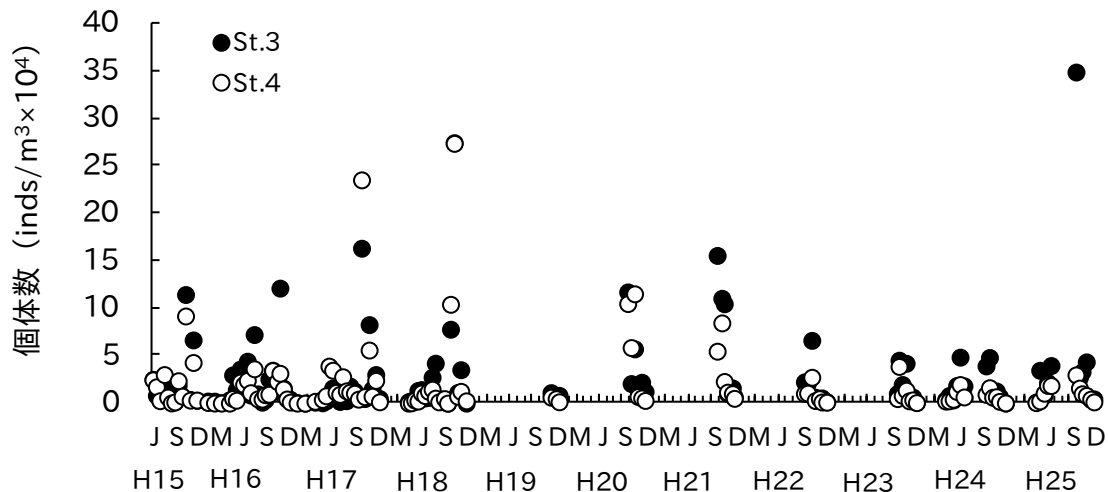


図3 全二枚貝浮遊幼生出現量の経年変化

(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25年4～6月に20～160個体/m³の間、平成25年9～12月に1,025～20,920個体/m³の間にあり、前者は何れの調査地点とも平成25年5月下旬に、後者は、St.4では9月下旬、St.3では11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)²⁾～86,200個体/m³(平成16年11月)⁴⁾で(図5)、他海域での既存知見(三河湾:64,873¹⁰⁾個体/m³、有明海:4,750¹¹⁾個体/m³、豊前海:3,190¹²⁾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^{2,4)}。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^{3,8,9,13,14,15)}、低水準が続いていた。今季のアサリ浮遊幼生の出現量は9月下旬から10月下旬にかけて5,000～13,000個体/m³が維持され、11月上旬に得られた最大値も20,000個体/m³を超えており、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、干潟の耕うんや被覆網を行っている。さらに、平成 23 年度には天皇家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。

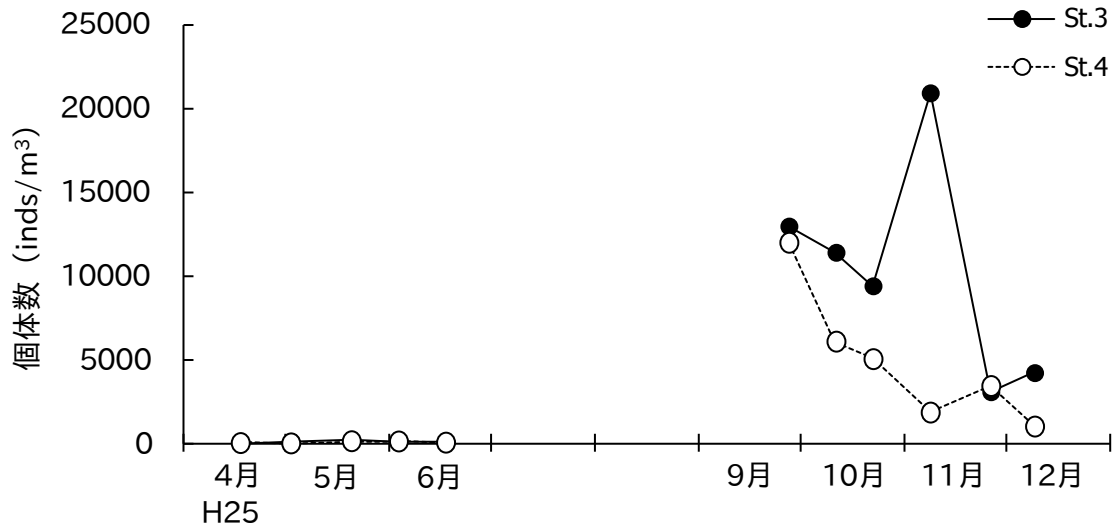


図 4 アサリ浮遊幼生の出現状況

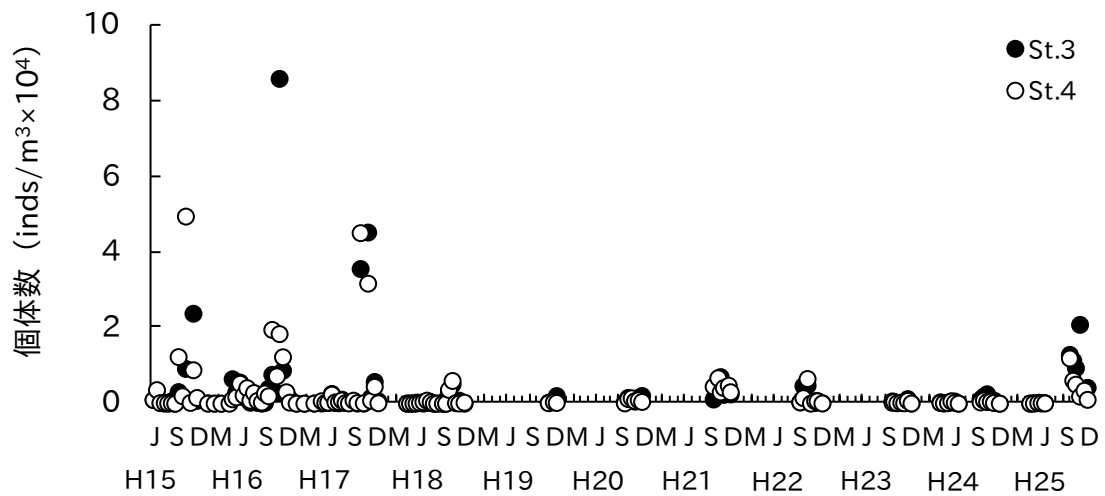


図 5 アサリ浮遊幼生出現量の経年変化

4 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藻場干潟研究室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。

II 浦ノ内湾におけるアサリ稚貝調査

1 目的

定点調査では、天皇洲におけるアサリや競合生物の生息状況と生息環境について周年動向と経年推移を明らかにする。

囲い網試験では、囲い網の効果を検証するとともに、対照区として設置した被覆網についてデータの蓄積を行うことで、アサリ資源の回復策とアサリの減耗要因を検討する。

大規模耕うん区効果調査では、平成24年2月に天皇洲南西エリアで行われた大規模耕うんの効果を検証するとともに、このエリアに被覆網を設置してその効果を検証する。

海底耕うん区調査では、宇佐地区協議会（干潟保全活動グループ）が、海底耕うんを行っている浦ノ内湾口海域において、アサリや競合生物の生息状況を把握する。

アサリ食害試験では、アサリの食害状況を把握して食害生物の絞り込みを行う。

2 材料と方法

(1) 調査地点と調査項目

試験項目ごとの調査定点・試験区名、地盤高、調査期間・調査頻度及び調査項目を表1に、それらの定点・試験区の位置を図6に示した。

表1 試験項目ごとの調査地点・調査期間・調査項目

試験項目	調査定点・試験区名	図中記号 (図6)	地盤高 (D.L.)	調査期間 (調査頻度)	調査項目			
					生物調査	底質AVS	環境調査	その他
(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)	○		○	
	天皇洲南定点	T2	0m					
	天皇洲北対照定点	T3	+0.5m					
(2) 囲い網試験	囲い網試験区	A1	+0.5m	1~3月 ²⁾ (1回/月)	○			
	対照区(被覆網区)	A2	+0.5m					
(3) 大規模耕うん区 効果調査	St.1(耕うん区内定点)	D1	-0.5m	4~3月 ¹⁾ (1回/月)	○	○		
	St.2(耕うん区内定点)	D2	-0.5m					
	St.3(耕うん区内定点)	D3	-0.5m					
	St.4(耕うん区外定点)	D4	0m					
	St.5(被覆網区)	D5	-0.5m	1~3月 ²⁾ (1回/月)	○			○堆積物厚
	St.6(被覆網区)	D6	-0.8m	5/8 10/16 2/17 (3回/年)				
	St.7(被覆網区)	D7	-0.3m					
	St.8(被覆網区)	D8	-0.3m					
	St.9(被覆網区)	D9	-0.6m					
	St.10(被覆網区)	D10	-0.4m					
	St.11(被覆網区)	D11	-0.2m					
	St.12(被覆網区)	D12	-0.3m					
	St.13(被覆網区)	D13	-0.3m					
	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	9/25 (1回/年)	○			
	St.2	K2	-1.0m					
	St.3	K3	0m					
	St.4	K4	-1.0m					
(5) アサリ食害試験	試験区1~5	B1	+0.5m	8/22~9/17				○食害状況

¹⁾ : 調査日は、H25年4/9・5/13・6/10・7/8・8/19・9/17・10/16・11/18・12/16・H26年1/14・2/17・3/17。

²⁾ : 調査日は、H25年1/15・2/12・3/11・4/9・5/13・6/10・7/8・8/19・9/17・10/16・11/18・12/16・H26年1/14・2/17・3/17。

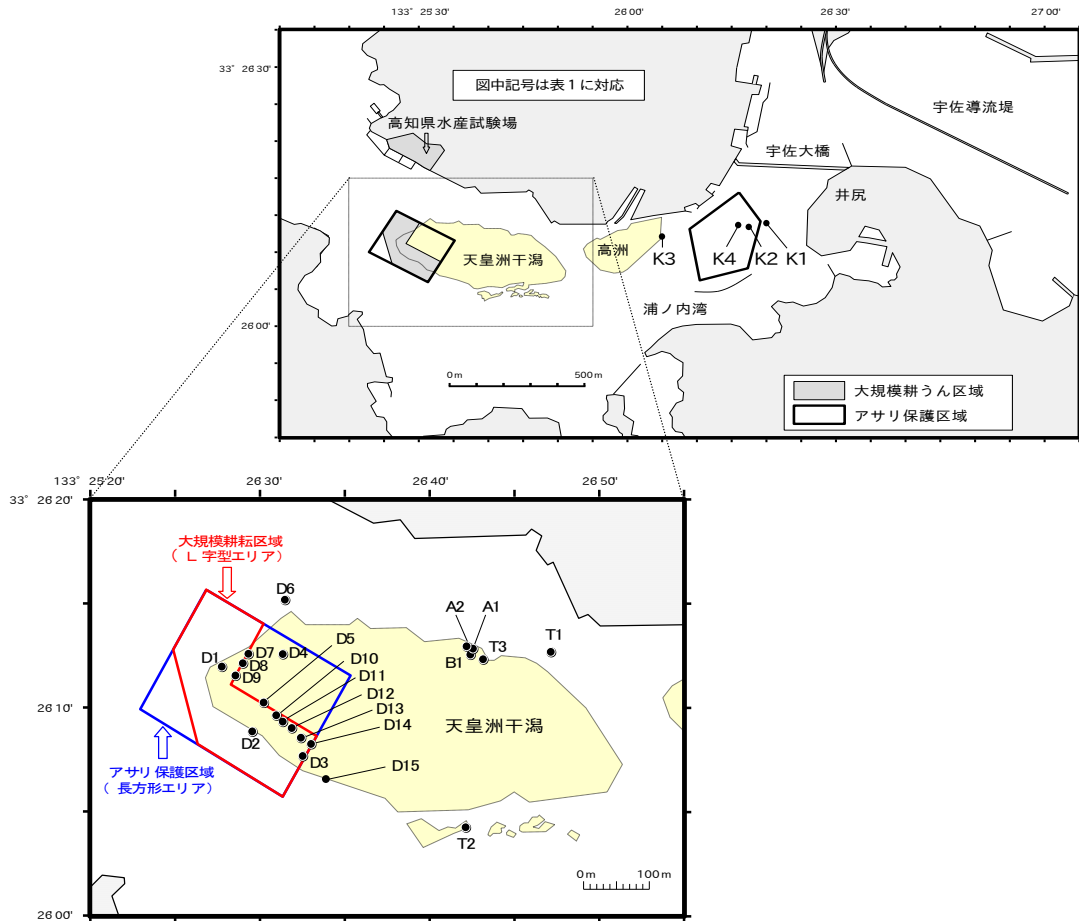


図6 調査定点・試験区の位置（図中記号は表1に対応）

(2) 試験方法

以下の試験方法の記述においては、地盤高、調査期間・調査頻度及び調査定点・試験区の位置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）と天皇洲南定点（以下、「南定点」と）は、平成16年7月から継続調査しているD.L.±0mの調査定点であり、生物調査と環境調査を行った。

天皇洲北対照定点（以下、「対照定点」と）は、平成22年6月から継続調査しているD.L.+0.5mの調査定点であり、今年度は、同程度の地盤高に試験区を設置している囲い網試験の対照定点とした。

環境調査については、多項目水質計（YSI600XLM）を使用して、B-0.2（海底面上0.2m）の水温、塩分及び溶存酸素を測定した。

生物調査については、直径72mmの円形コドラートを用いて1定点につき10cm程度の深さで5回採泥した。持ち帰った底質サンプルは、目合2mmのふるいを用いて砂泥などを除去した後、アサリについては、貝殻を開けて軟体部の有無を確認したうえで殻長と総重量を測定し、ホトトギスガイについては総重量のみを測定した。アオサについては、各定点で1回、直径20.8cmの円形コドラートを用いてアオサを剥離して持ち帰り、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。なお、上記のサンプル処理方法は他の試験項目においても同様であるので、以下の試験項目については説明を省略した。

2) 囲い網試験

平成24年9月15日に天皇洲北側（D.L.+0.5m）に目合3cm、高さ2.5m、周囲30mの網を円形に設置した囲い網試験区と、その対照区として目合9mmで3.6m×3.6mの被覆網対照区を設置した。なお、設置方法などの詳細については前年度報告¹⁵⁾を参照されたい。

両区とも、平成25年1月から平成26年3月まで生物調査を実施して対照定点のデータと比較した。生物調査は、定点調査と同じ方法による。

3) 大規模耕うん区効果調査

①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3haのエリア（以下、「大規模耕うん区」）において、耕うん区内定点のSt.1～3（以下、「耕うん区内定点」）と耕うん区外定点のSt.4（以下、「耕うん区外定点」）について引き続き生物調査と底質硫化物調査を行った。生物調査は、定点調査と同じ方法による。

底質硫化物調査は、直径72mmの円形コドラートを用いて1定点につき10cm程度の深さまで2回採泥した底質サンプルについて、検知管法により酸揮発性硫化物（以下、AVS）を測定して2サンプルの平均値を算出し、この値を硫化物の指標とした。

②大規模耕うん区被覆網試験（小規模試験）

平成24年10月15日に大規模耕うん区内に被覆網区（St.5）を設置し、平成25年1月から平成26年3月まで生物調査と底質硫化物調査を行った。被覆網は、目合9mmで9m×16mの網を使用し、1m間隔で鉄筋杭を打ち込んで固定した。

生物調査と底質硫化物調査は上記と同じ方法による。

③大規模耕うん区被覆網試験（大規模試験）

平成25年5月9日に耕うん区内の8か所に被覆網区（St.7～14）を、耕うん区外の2か所に被覆網区（St.6、St.15）を地盤高がなるべく等しくなるように設置した（D.L.-0.2～-0.8m）。被覆網は、目合9mmで7m×10mの網を使用し、1m間隔で鉄筋杭を打ち込んで固定した。

平成25年5月8日に被覆網設置前の事前調査として生物調査を行い、同年10月16日と平成26年2月17日に生物調査と被覆網上の堆積物厚調査を行った。

生物調査については、試験区ごとに1回のサンプリングを行って被覆網の上下それぞれのサンプルを採取した。被覆網の上に堆積した堆積物は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サンプル瓶に収容した。また、被覆網下の底質のサンプルは、上記のコドラートで切り取った区画について10cm程度の深さまで採泥した。

被覆网上的の砂泥サンプルは、シリンダー内で一昼夜静沈後に体積を測定して被覆网上的の堆積物厚を計算した。

4) 海底耕うん区調査

宇佐地区協議会が、平成22年以降耕うん器具の曳航による海底耕うんを行っている浦ノ内湾口海域において、平成25年9月25日に同協議会と共同で潜水による生物調査を行った。

今年度は、平成24年8月9日に設定した3定点（St.1～3）に加えて、St.2の近くにSt.4（平成25年9月10日に宇佐地区協議会が鉄キレート発生材を投入したエリア）を設置した。

なお、この海底耕うんエリアを含む6.2haのエリアは、平成25年4月1日から高知海区漁業調整委員会指示によりアサリの採捕制限区域（図6）となっている。

生物調査については、直径20.8cmの円形コドラートを用いて1定点につき5回10cm程度の深さまで採泥した。

5) アサリ食害試験

干潟上、囲い網内（囲い網試験の囲い網試験区）及び被覆網下（囲い網試験の被覆網対照区）にそれぞれプラスチック製角形トレイ（47×31×H:75cm、底面3mmメッシュ、以下、「トレイ」）を設置して、表2に示した5試験区を設定した。

平成25年8月22日に各トレイ内にアサリを100個体ずつ収容し、周囲の砂泥をトレイ内に満たしてトレイの上端が干潟面とほぼ同レベルになるように埋設設置した。

試験に用いたアサリは、黄色のアクリルスプレーで貝殻全面を着色標識した殻長15.9～29.5mm（平均殻長24.3mm）の供試群（以下、「小サイズ」）と、殻長30.7～41.1mm（平均殻長35.3mm）の供試群（以下、「大サイズ」）からランダムに選んで100個体ずつトレイに収容した。

同年9月17日までの26日間放置した後に、アサリの生残個体、着色標識したアサリの貝殻及び貝殻片の残存状況を調査した。

表2 アサリ食害試験における試験区設定

試験区	1区	2区	3区	4区	5区
トレイ設置場所	干潟上	干潟上	被覆網下	被覆網下	囲い網内
アサリ供試群のサイズ	大サイズ	小サイズ	大サイズ	小サイズ	小サイズ

3 結果

(1) 定点調査

1) 環境調査

北定点と南定点における環境調査の結果（B-0.2）と平成19～24年度（ただし平成21年度を除く）の平均値（以下、「近年平均値」）を図7に示した。

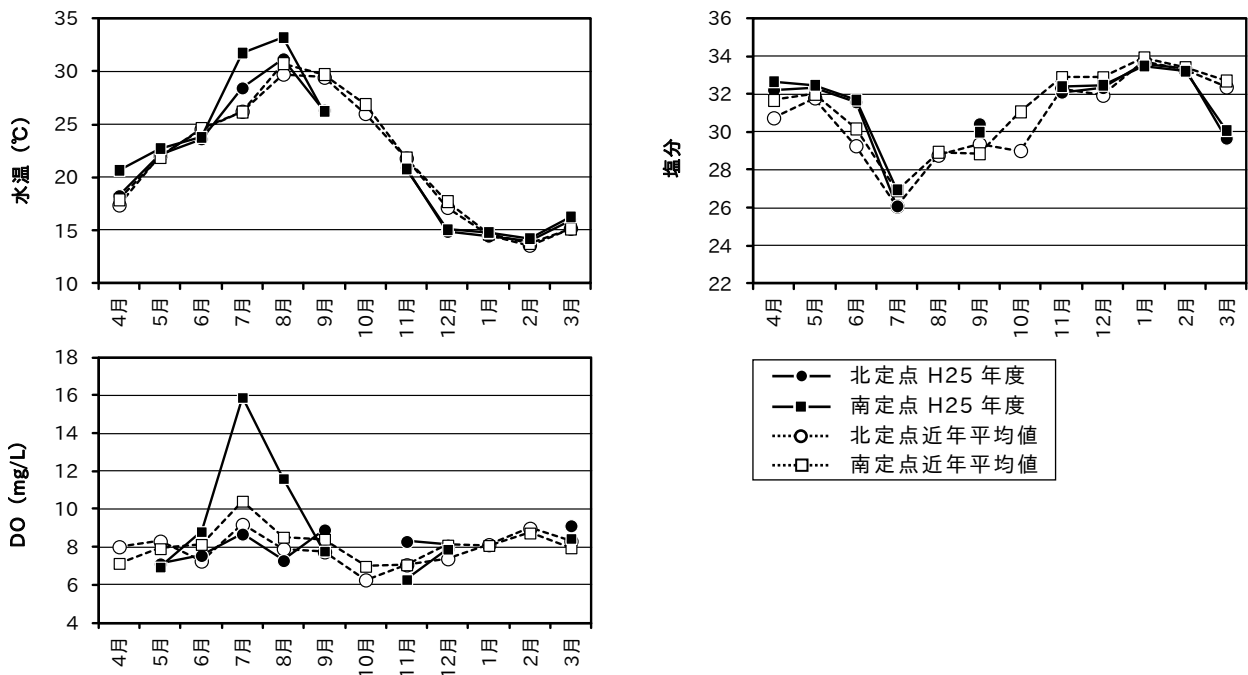


図7 環境調査結果

水温は、南定点において7月に31.8℃、8月に33.2℃の高い値が観測され、同月の北定点の値より7月で3.3℃、8月で2.1℃高かった。

塩分は、平年値と大差なかった。

DOは、北定点の値はほぼ平年値に近かったが、南定点では7月に15.9mg/L、8月に11.6mg/Lの高い値が観測され、植物プランクトンの増殖などによるDOの上昇が推定された。

2) アサリの生息状況

北定点、南定点及び対照定点における、アサリの個体数・重量・平均殻長を図8に示した。

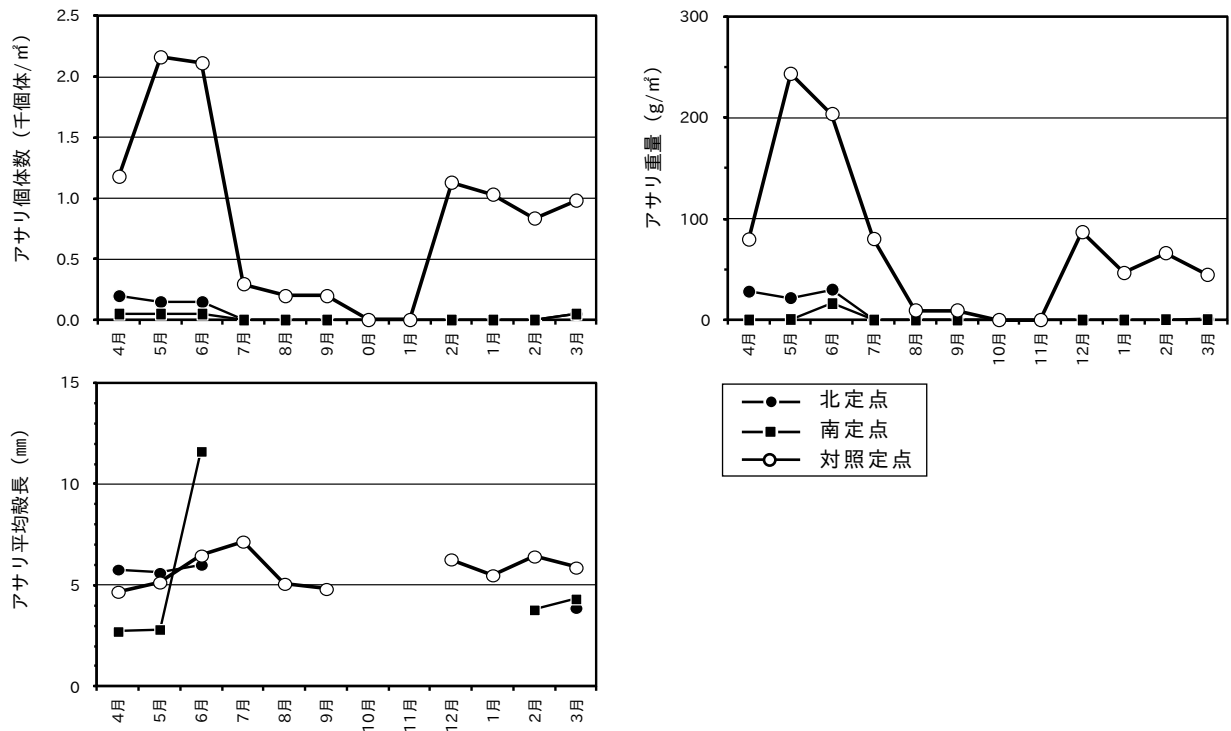


図8 定点調査におけるアサリの生息状況

アサリの生息個体数の最大値は、北定点で4月の197個体/m²、南定点で5月と6月の49個体/m²、対照定点で5月の2,162個体/m²となり、地盤高の高い対照定点 (D.L.+0.5m) が他の2定点 (D.L.±0m) より顕著に高かった。

アサリの生息重量の最大値は、北定点で6月の30g/m²、南定点で6月の16g/m²、対照定点で5月の243g/m²となり、生息個体数と同様に対照定点が他の2定点より顕著に高かった。

アサリの平均殻長は、全ての定点で総じて5mm前後で推移し、アサリの成長に伴う増加傾向は認められなかった。

3) 競合生物の生息状況

北定点、南定点及び対照定点における、ホトトギスガイとアオサの重量を図9に示した。

ホトトギスガイの生息重量の最大値は、北定点で6月の3,842g/m²、南定点で7月の3,393g/m²、対照定点で6月の2,487g/m²とほぼ同程度であったが、天皇洲の北側にある北定点と対照定点が7月にほぼ消滅したのに対して天皇洲の南側にある南定点は9月まで高い値を維持した。

アオサの生息重量は、南定点で8～10月に値が上昇して、最大値は9月の1,145wet-g/m²となり、北定点と対照定点よりも顕著に高かった。

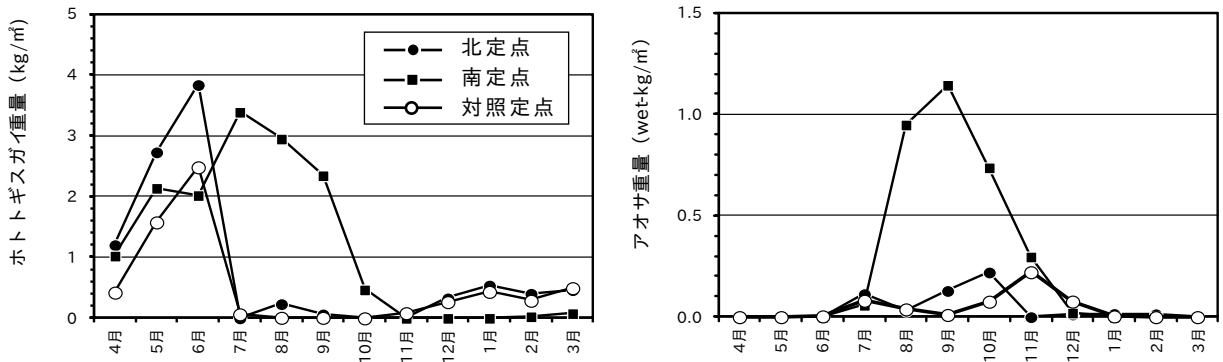


図9 定点調査における競合生物の生息重量

(2) 囲い網試験

1) アサリの生息状況

囲い網試験区、被覆網対照区及び対照定点における、アサリの個体数・重量・平均殻長を図10に示した。

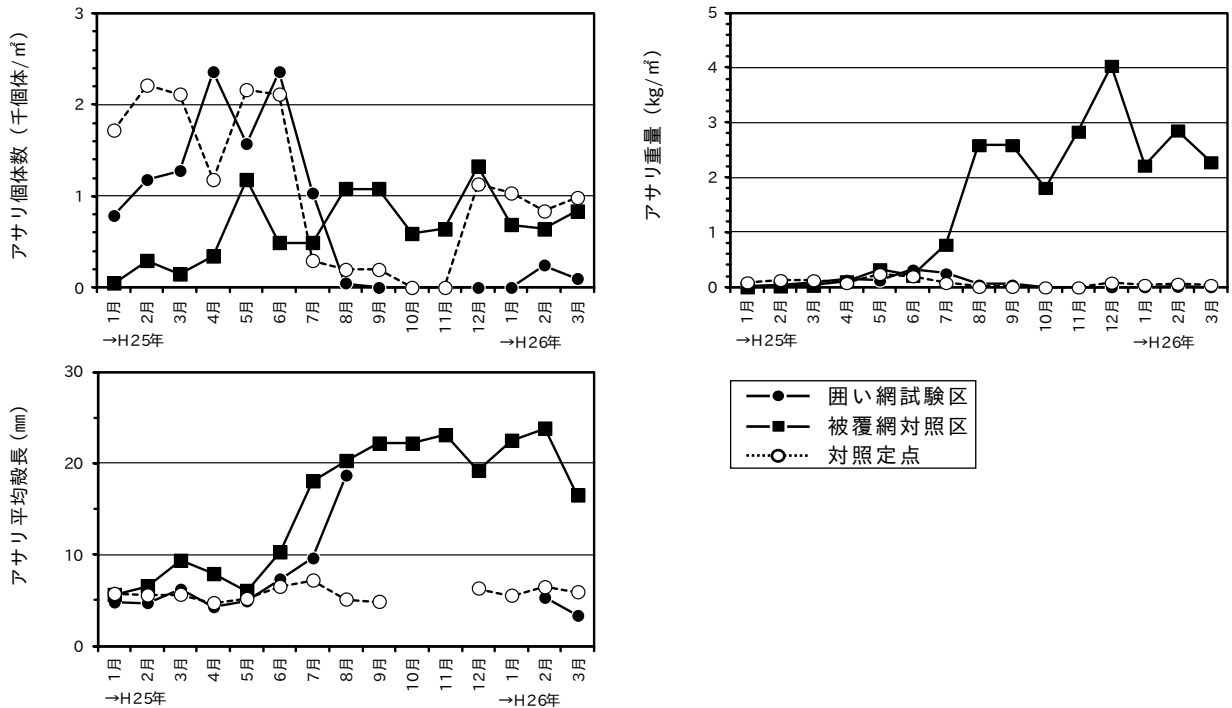


図10 囲い網試験におけるアサリの生息状況

アサリの生息個体数は、囲い網試験区と対照定点が1～6月において被覆網対照区より高い値で推移したものの、両区とも7月に急減した。一方、被覆網対照区は7月以降も比較的安定した値で推移して、翌年3月までの値は492～1,327個体/m²であった。

アサリの生息重量は、囲い網試験区が6月に最大値328g/m²、対照定点が5月に最大値243g/m²を示したが、8月以降は両区とも100g/m²以下の低い値で推移したのに対し、被覆網対照区は7月～8月に急増して8月以降は3kg/m²前後で推移し、12月には最大値の4,036g/m²となった。

アサリの平均殻長は、囲い網試験区と被覆網対照区は6月～8月に値が上昇して20mm前後に達した。囲い網試験区については9月から翌年1月までサンプルが採取できなかったが、被覆網対照

区は7月以降も20mm前後で比較的安定して推移し、最大値は2月の23.8mmであった。一方、対照定点は期間を通じて5mm前後で推移した。

2) 競合生物の生息状況

囲い網試験区、被覆網対照区及び対照定点における、ホトトギスガイとアオサの重量を図11に示した。

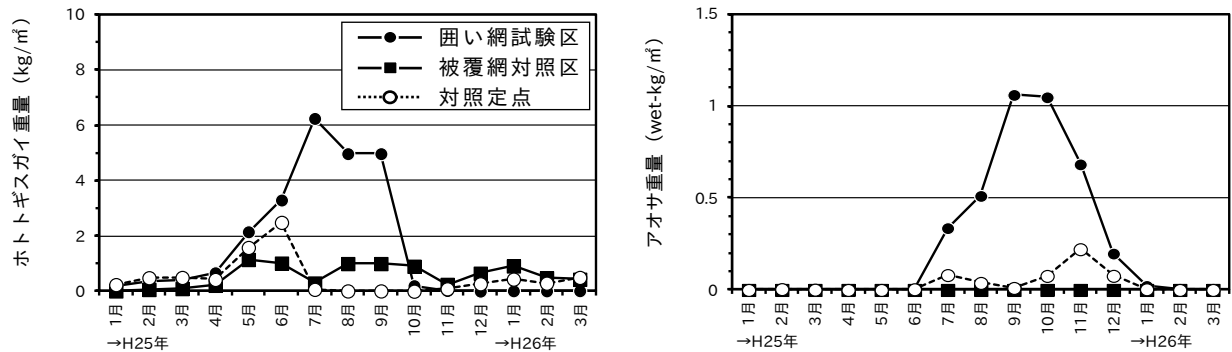


図11 囲い網試験における競合生物の生息重量

ホトトギスガイの生息重量は、囲い網試験区で7月～9月に著しく増加して、7月に最大値の6,246g/m²に達した。この値は、平成22年から毎月測定している北定点と南定点のデータの最大値である4,706g/m²を上回る非常に高い値であった。被覆網対照区は、5月以降1kg/m²前後の値で比較的安定して推移した。対照区は5～6月に増加して6月に最大値の2,487g/m²を示したが、7～11月はほとんど生息しなかった。

アオサの生息重量は、囲い網試験区の値が他の2区より顕著に高く、最大値は9月の1,062wet-g/m²であった。被覆網対照区では出現せず、対照区ではわずかに出現したが最大値は11月の222wet-g/m²に止まった。

この結果、7月から9月にかけて囲い網内はホトトギスガイのマットが著しく発達してひだ状となり、アオサがそれに付着して繁殖した状態であった。同時期に囲い網の外側でホトトギスガイとアオサがほぼ消滅していたため、囲い網の内と外で著しく異なる状況が観察された（写真1）。



写真1 囲い網の状況（H25.7.8撮影）

(3) 大規模耕うん区効果調査

1) 大規模耕うん区定点調査

① アサリの生息状況

耕うん工事施工前の平成23年10月と施工後の平成24年3月～平成26年3月までの期間について、耕うん区内定点と耕うん区外定点における、アサリの個体数・重量・平均殻長を図12に示した。

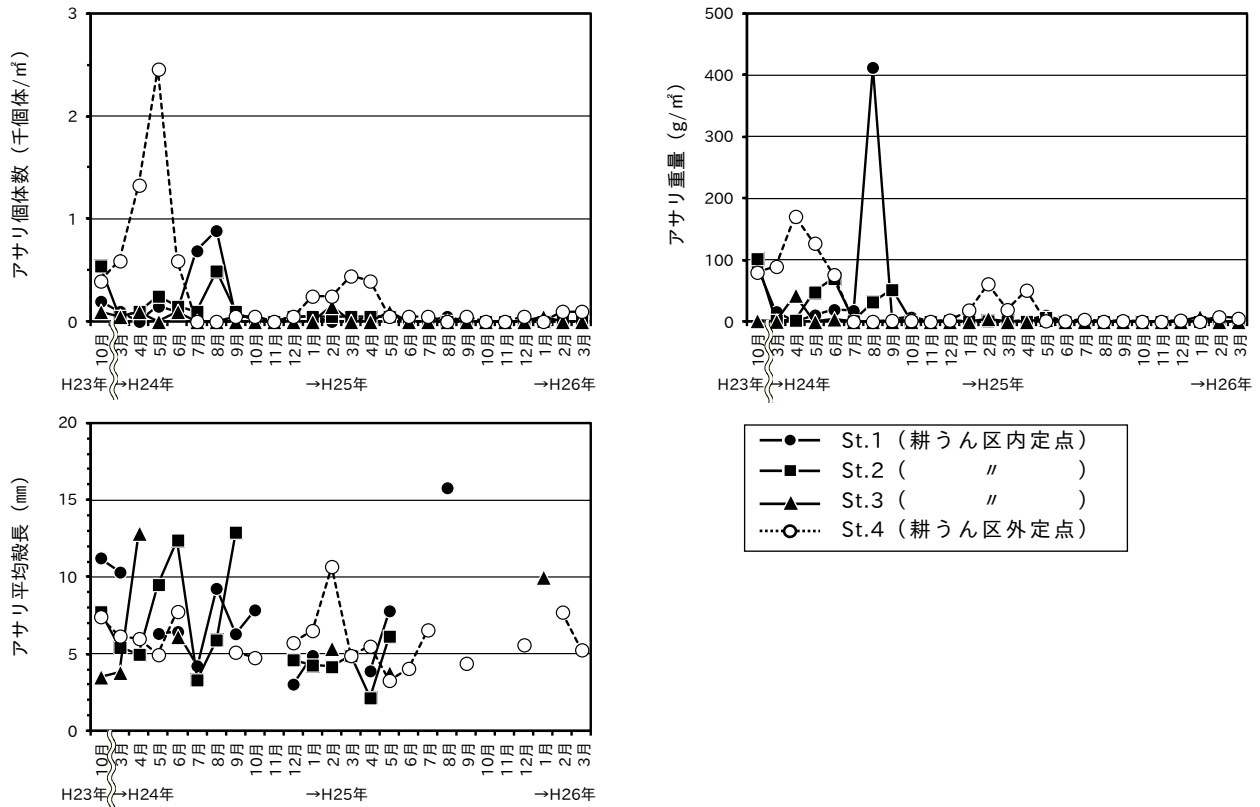


図12 大規模耕うん区定点調査におけるアサリの生息状況

アサリの生息個体数は、平成24年7～8月に耕耘区内定点のSt.1とSt.2でピーク（884個体/m²と492個体/m²）がみられ、同時期にほとんどアサリが生息しなかった耕うん区外定点より生息密度が高かったことを前年度に報告した¹⁵⁾。しかし、平成24年9月以降、耕うん区内定点は何れも低い値で推移して、ピークがみられず最大値も147個体/m²に止まった。耕うん区外定点も同様に低い値で推移したが、平成25年1～4月に低レベルのピーク（最大値は3月の442個体/m²）がみられた。

アサリの生息重量も生息個体数と同様の傾向を示し、平成25年1月～4月に耕うん区外定点で低レベルのピーク（最大値は2月の61g/m²）がみられたのに対して、耕耘区内定点ではピークがみられず1g/m²以下の極めて低い値で推移した。

アサリの平均殻長は、サンプル数が少ないために傾向を読み取ることは難しいが、概ね10mm以下の値で推移し、アサリの成長に伴う増加傾向は認められなかった。

② 競合生物の生息状況と底質の硫化物量

耕うん区内定点と耕うん区外定点における、ホトトギスガイとアオサの重量及びA V Sを図13に示した。

ホトトギスガイの生息重量については、耕うん工事によって一時的にホトトギスガイが減少したものの、長期的に抑制する効果はみられなかったことを前年度に報告した¹⁵⁾が、今年度の調

査結果でも耕うん工事によるホトトギスガイの抑制効果はみられず、平成25年8月と平成25年12月～26年3月においては、耕うん区内定点の方が耕うん区外定点よりホトトギスガイの生息重量が多い結果となった。

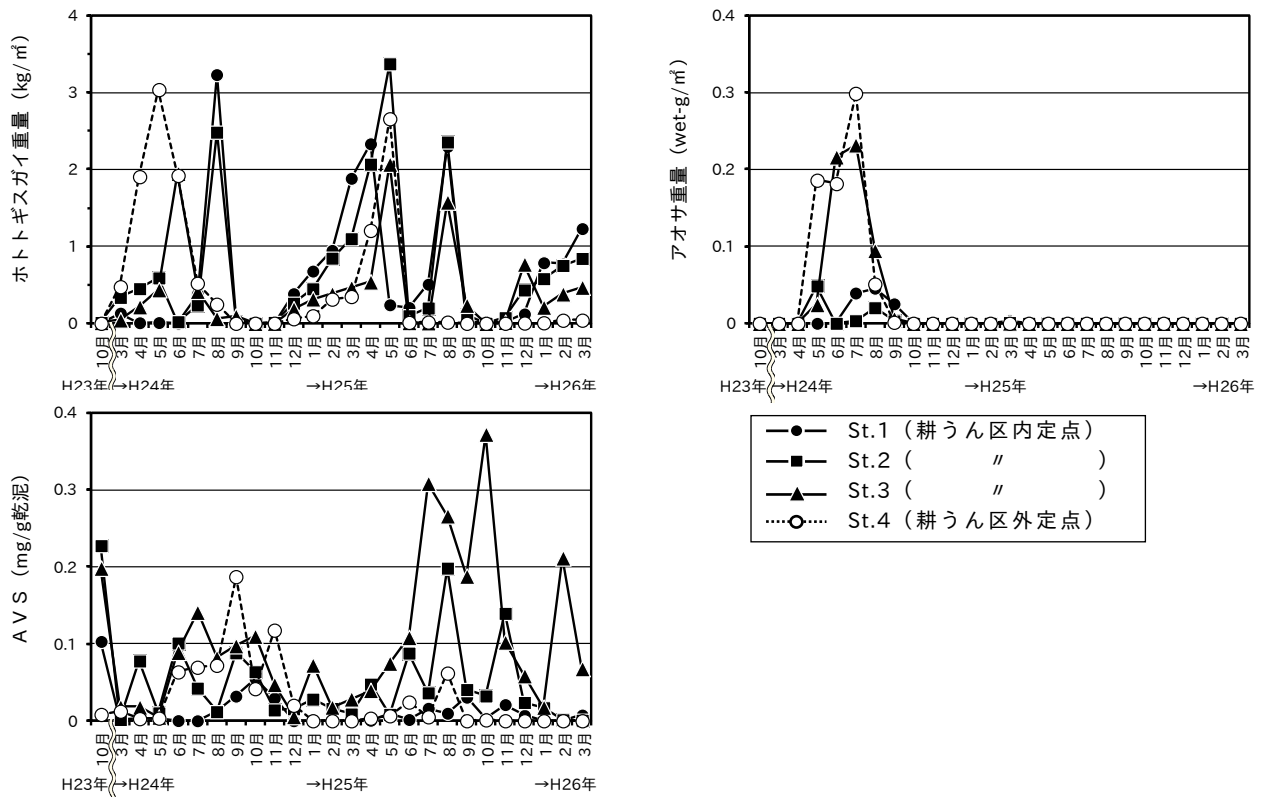


図13 大規模耕うん区定点調査における競合生物の生息重量とAVS

アオサは全ての定点で平成24年10月以降みられなかった。

AVSは、前年度報告¹⁵⁾において、耕うん区内定点と耕うん区外定点で傾向差がみられなかったことを報告したが、平成25年1月以降については、耕うん区内定点の方が耕うん区外定点より高い値で推移した。この結果は、耕うん区内定点の方が耕うん区外定点よりホトトギスガイの生息量が多かったことによる影響と考えられた。

2) 大規模耕うん区被覆網試験 (小規模試験)

① アサリの生息状況

耕うん区内被覆網区 (St.5) と耕うん区内定点 (St.1～3) における、アサリの個体数・重量・平均殻長を図14に示した。

アサリの生息個体数は、耕うん区内被覆網区が耕うん区内定点より高い値で推移して、耕うん区内被覆網区の最高値は4月の197個体g/m²であったが、1月以降は消滅した。

アサリの生息重量は、耕うん区内被覆網区が耕うん区内定点より高い値を示しながら増加傾向で推移して、10月には最大値の1,060g/m²に達したが、12月に3g/m²に減少して1月以降は消滅した。

アサリの平均殻長は、耕うん区内被覆網区が耕うん区内定点より高い値を示しながら増加傾向で推移して、10月には最大値の32.2mmに達した。

アサリの生息個体数と生息重量について耕うん区内被覆網区が耕うん区内定点より高い値を示

し、耕うん区内被覆網区でアサリの成長に伴って生息重量と平均殻長に増加傾向がみられたことから、被覆網の効果が確認された。1月以降アサリが消滅したのは、この時期に被覆網が砂泥で埋没している状況が目視観察されたことから、このことが原因になったと推定された。

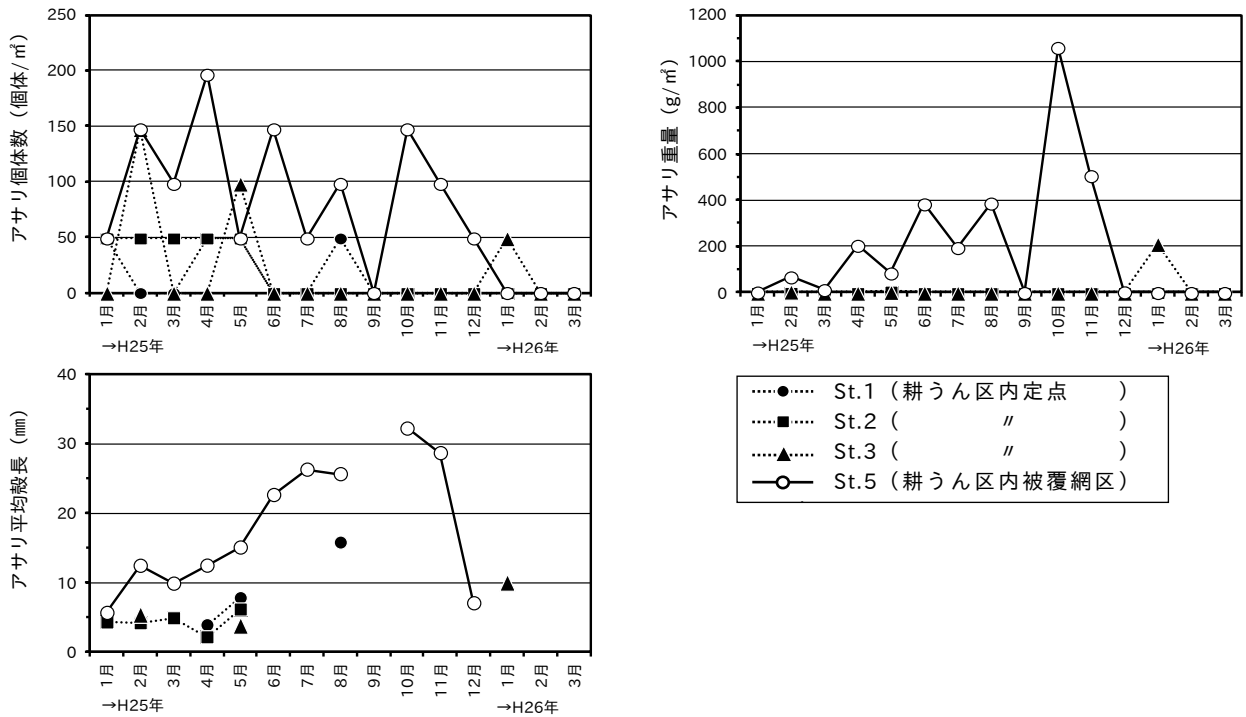


図14 大規模耕うん区被覆網試験（小規模試験）におけるアサリの生息状況

②競合生物の生息状況と底質の硫化物量

耕うん区内被覆網（St.5）と耕うん区内定点（St.1～3）における、ホトトギスガイとアオサの重量及びAVSを図15に示した。

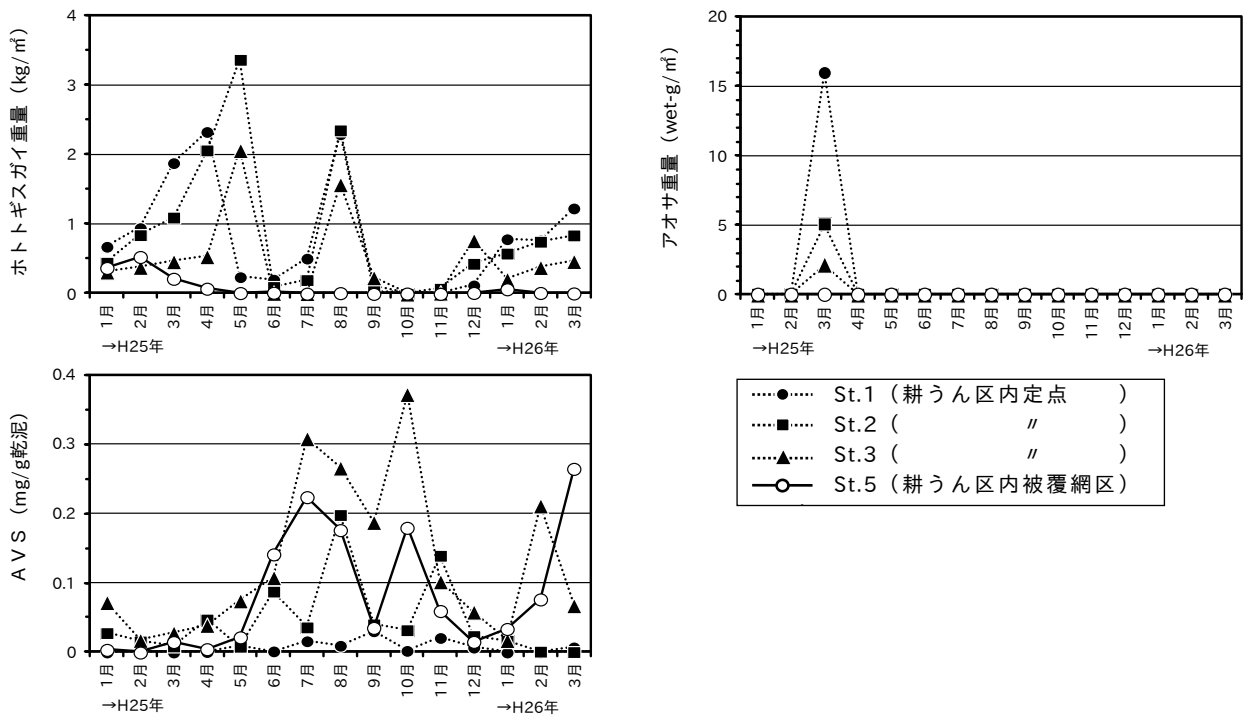


図15 大規模耕うん区被覆網試験（小規模試験）における競合生物の生息重量とAVS

ホトトギスガイの生息重量は、耕うん区内被覆網区が耕うん区内定点より顕著に低い値で推移した。

アオサは、2月に耕うん区内定点で若干量（最高値は16wet-g/m²）出現したのみであった。

A V Sは、耕うん区内被覆網区が耕うん区内定点のSt.1とSt.2より高め、St.3より低めの値で推移したため被覆網の影響は不明であった。

3) 大規模耕うん区被覆網試験（大規模試験）

①被覆網上の堆積物厚

耕うん区内被覆網区（St.7～14）、耕うん区外被覆網区（St.6・15）における、被覆網上の堆積物厚を図16に示した。

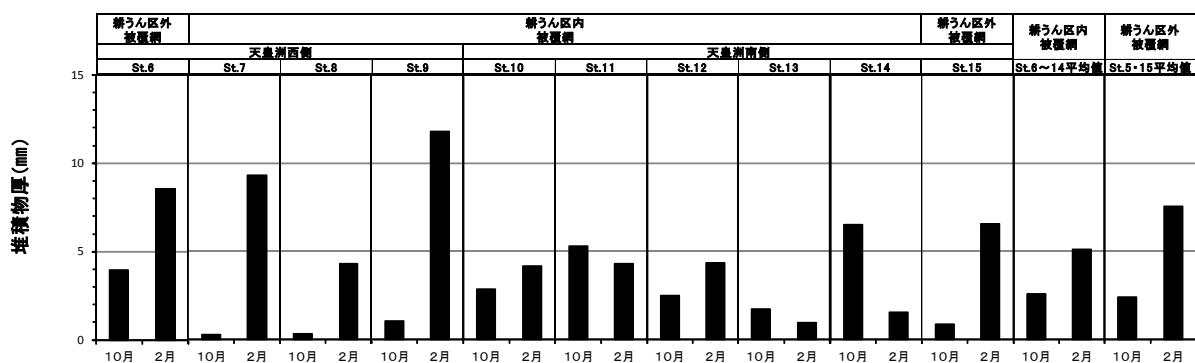


図16 大規模耕うん区被覆網試験（大規模試験）における被覆网上的の堆積物厚

堆積物のほとんどは砂泥であり、その中にアサリやホトトギスガイが含まれる場合があった。

堆積物厚の値は、St.11、13、14の3試験区を除く7試験区において10月より2月の方が高かった。また、耕うん区内被覆網区と耕うん区外被覆網区の平均値で比較すると、どちらも10月より2月の値が高く、2月の平均値は、耕うん区内被覆網区が5.0mm、耕うん区外被覆網区が7.5mmであった。被覆網設置後約5ヶ月経過した10月より約9ヶ月経過した2月の方が高かったことから、時間経過に伴って被覆网上的の堆積物が増加したと考えられた。

2月の堆積物厚の値を比較すると、天皇洲の南側に位置するSt.10～St.15より西側に位置するSt.6～St.9の方が高い値を示し、最大値はSt.9の11.8mmであった。西側が南側より堆積物量が多かった原因は、地理的条件の違いによって潮流や波浪の条件が異なったためと考えられた。

耕うん区内被覆網区と耕うん区外被覆網区の平均値の比較では、明確な差はみられなかった。

②アサリの生息状況

耕うん区内被覆網区（St.7～14）、耕うん区外被覆網区（St.6・15）及び耕うん区内定点（St.1～3）における、アサリの個体数・重量・殻長組成（St.7～14のみ）を図17に示した。

被覆網設置前の5月のアサリ生息個体数で比較すると、St.10～12で高い値を示し、最高値はSt.12の112個体/m²であったことから、この付近の着底稚貝が比較的多かったと考えられた。2月のアサリ生息個体数で比較すると、St.7・10・14の値が高く、最高値はSt.7と14の64個体/m²であった。また、アサリが被覆網上に出現したのは2月のみであり、殻長組成から被覆網上に出現したアサリは比較的小型の個体が多かったことがわかった。2月時点で被覆網上にある程度砂泥が堆積していたことから、これらの小型個体の多くは、平成25年秋季発生群が被覆网上的の砂泥に着底して被覆網上でそのまま生息した個体と考えられた。

耕うん区内被覆網区、耕うん区外被覆網区及び耕うん区内定点のアサリ生息個体数と生息重量の平均値を比較すると、耕うん区内定点では10月と2月にアサリが消滅したのに対し、耕うん区内被覆網区と耕うん区外被覆網区では低レベルながらアサリが生息していた。

耕うん区内被覆網区のアサリの殻長組成から、平成24年秋季発生群が主体とみられるアサリの成長にともなう殻長の増加が認められ、2月には平成25年秋季発生群が主体とみられる稚貝の加入が認められた。なお、耕うん区外被覆網区と耕うん区内定点はサンプル数が少なく評価できなかった。

アサリの生息個体数と生息重量について、耕うん区内被覆網区が耕うん区内定点より高い値を示し、耕うん区内被覆網区でアサリの成長に伴って生息重量と平均殻長に増加傾向がみられたことから、被覆網の効果が確認された。また、耕うん区内被覆網区と耕うん区外被覆網区の被覆網効果の比較では、明確な差は認められなかった。

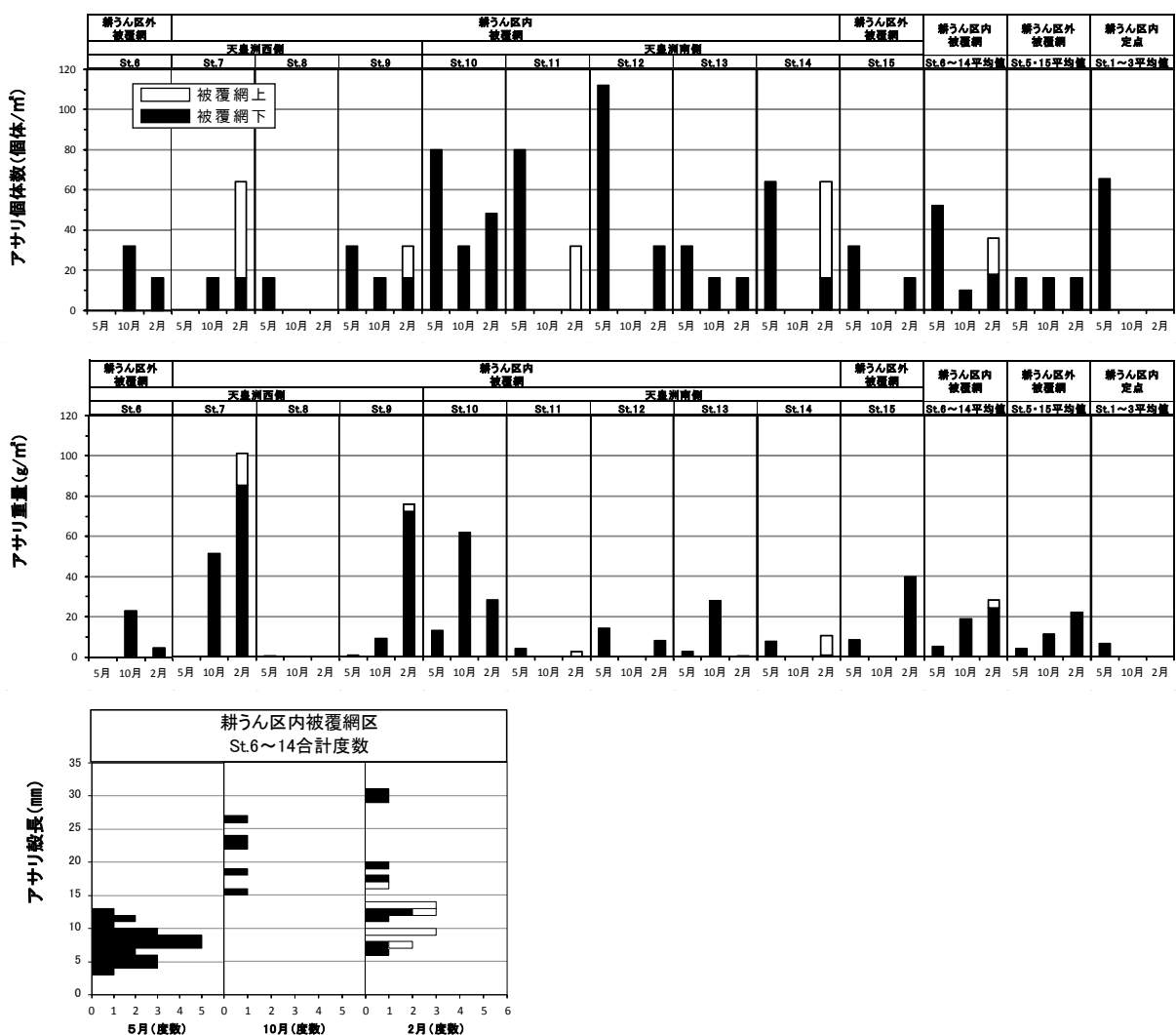


図17 大規模耕うん区被覆網試験（大規模試験）におけるアサリの生息状況

③競合生物の生息状況

耕うん区内被覆網区（St.7～14）、耕うん区外被覆網区（St.6・15）及び耕うん区内定点（St.1～3）における、ホトトギスガイ重量を図18に示した。

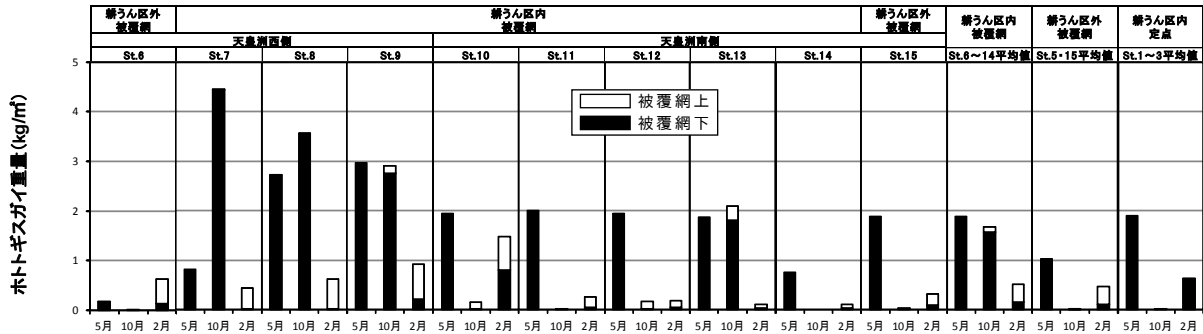


図18 大規模耕うん区被覆網試験（大規模試験）におけるホトトギスガイの生息重量

ホトトギスガイの生息重量を10月の値と比較すると、St.7・8・9・13で2,903～4,456g/m²と高かったが、他の被覆網区では169g/m²以下に止まり、被覆網の設置場所によって大きく異なる結果となった。耕うん区内定点の10月の平均値は5g/m²でほぼホトトギスガイが消滅していたことから、一部の被覆網区で高かったのは被覆網による影響と考えられた。次に、ホトトギスガイの生息重量を2月の値と比較すると、St.6～10で高くSt.11～15で低い結果となった。10月と2月の結果から、被覆網区のホトトギスガイ生息重量は天皇洲の西側が南側よりも高い値を示す傾向がみられた。また、耕うん区内被覆網区、耕うん区外被覆網区及び耕うん区内定点の平均値と比較すると、順に516g/m²、472g/m²、635g/m²となり、大きな差はみられなかった。

被覆網上に出現したホトトギスガイの割合は10月よりも2月で高く、2月はほとんどの被覆網区で被覆網下よりも被覆網上に多く生息していた。被覆網上堆積物厚の値が10月より2月の方が高かったことから、ホトトギスガイは被覆網上の堆積物量が少なければ被覆網上にほとんど生息せず、堆積量が増加すると被覆網上に多く生息すると考えられた。

アオサはほとんど出現せず、最大値は7.4 wet-g/m²（2月、St.6、被覆網上）に過ぎなかった。

（4）海底耕うん区調査

海底耕うん区St.1～4における、生物調査の結果を表3に示した。

表3 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
		DL0m	DL-1m	DL-3.5m	DL-1m
アサリ生息密度	個体 / m ²	29	0	35	18
アサリ生息重量	g / m ²	25	0	48	9
アサリ平均殻長	mm	16.7	N.D.	18.4	14.5
アサリ最大殻長	mm	22.6	N.D.	29.6	17.9
アサリ最小殻長	mm	11.6	N.D.	11.5	11.4
ホトトギスガイ生息重量	g/m ²	5	414	2,901	27

1) アサリの生息状況

アサリの生息個体数と生息重量は、St.1が29個体・25g/m²、St.2が採取サンプル無し、St.3が35個体・48g / m²、St.4が18個体・9g / m²であり、St.3、St.1、St.4、St.2の順に多かった。

アサリの平均殻長は、St.1で16.7mm、St.2でサンプルなし、St.3で18.4mm、St.4で14.5mmであり、平均値は15mm前後で大差なく、最大値はSt.3の29.6mmであった。海底耕うん区では、殻長が5mm前後であった天皇洲の定点（北定点、南定点及び対照定点）より大型の個体が生息していた。

2) 競合生物の生息状況

ホトトギスガイの生息重量は、最も水深の浅いSt.3で2,901g/m²と多く、最も水深が深いSt.1では5g/m²と少なかった。

3) 昨年度と今年度の調査結果比較

海底耕うん区St.1~4における、昨年度（H24.8.31）と今年度（H25.9.25）の調査結果の比較を図19に示した。

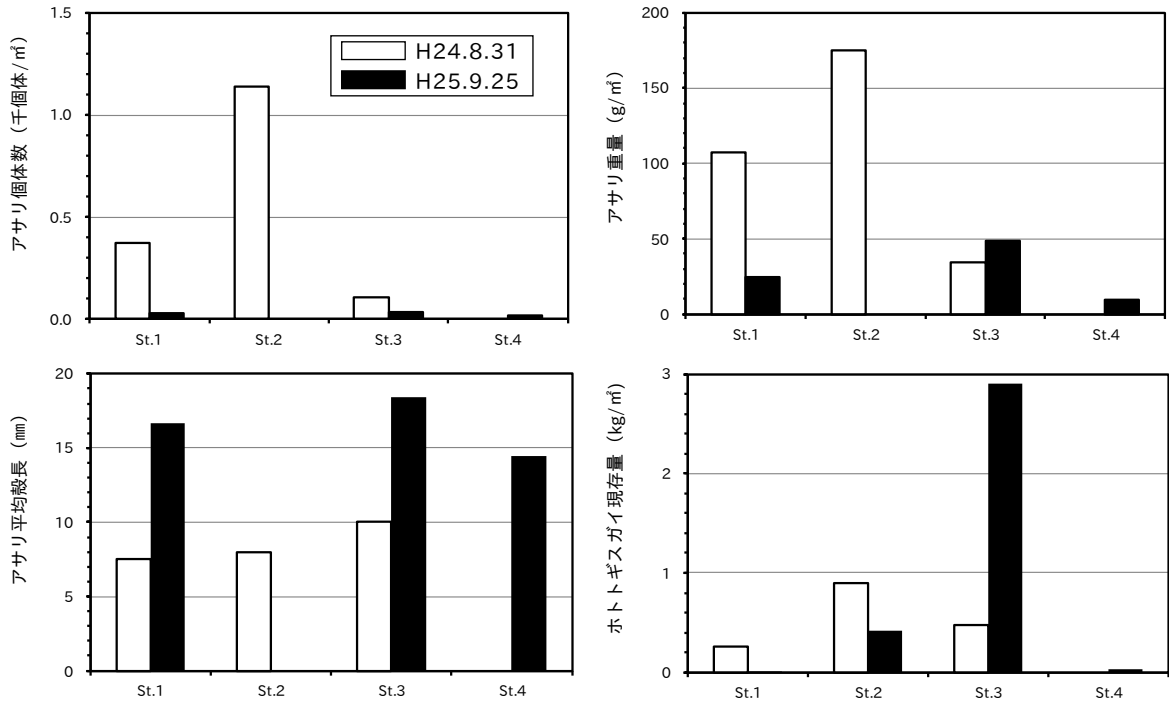


図19 昨年度（H24.8.31）と今年度（H25.9.25）の調査結果の比較

何れの定点とも、昨年度の調査結果と比較してアサリの個体数ははるかに少ない結果となったが、平均殻長が前年より大きかったため、重量ではSt.3のみ前年度を上回る結果となった。

前述したとおり、今年度の天皇洲におけるアサリの生息数量は昨年度よりも遥かに少ない状況であったが、天皇洲よりも調査水深の深い海底耕うん区においても同様の結果となった。また、ホトトギスガイの重量は、最も水深の浅いSt.3で昨年の値を大きく上回った。

(5) アサリ食害試験

アサリ食害試験の結果を表4に、回収された貝殻破片を写真2に示した。

干潟上に設置した1区と2区において着色標識した貝殻片が認められ、これらの試験区においては、少なくともアサリの一部は貝殻を割られて捕食されたものと考えられた。また、同じ干潟上に設置して供試アサリのサイズが異なる1区と2区の貝殻片数を比較すると、供試アサリ大サイズの1区が4個であったのに対して、供試アサリ小サイズの2区は74個と遥かに多かったことから、大サイズ（殻長30.7~41.1mm）は小サイズ（殻長15.9~29.5mm）より捕食されにくかったものと考えられた。なお、貝殻にはツメタガイ類による捕食痕（穿孔）は認められなかった。

一方、被覆網の下と囲い網内の3区~5区では貝殻の破片は認められず、被覆網と囲い網によって貝殻を割って捕食する捕食者による食害を防止したと考えられた。

表4 アサリ食害試験結果

試験区	1区	2区	3区	4区	5区
設置場所	干潟上	干潟上	被覆網の下	被覆網の下	囲い網内
供試アサリのサイズ	大サイズ	小サイズ	大サイズ	小サイズ	小サイズ
開始時個体数	100	100	100	100	100
生残個体数	68	51	81	84	71
死亡確認個体数 ¹⁾	13	9	19	14	9
不明個体数 ²⁾	19	40	0	2	20
貝殻片数	4	74	0	0	0

死亡確認個体数¹⁾：殻の破損がなく殻だけ残されて軟体部が無いもの

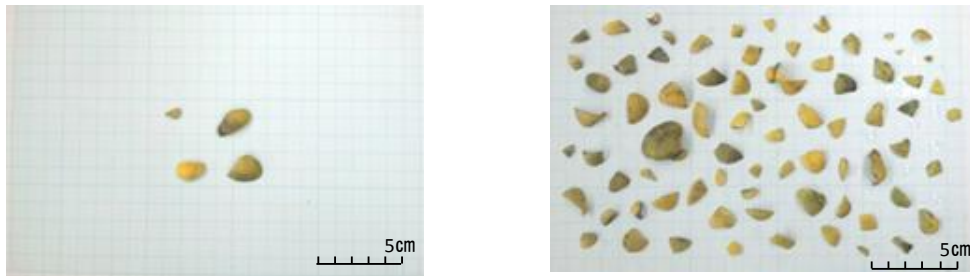


写真2 1区の貝殻片（左）と2区の貝殻片（右）

4 考察

(1) 被覆網について

①被覆網の効果

平成23～24年度被覆網試験において平成23年5月に設置した被覆網（以下、「平成23年設置被覆網区」）と囲い網試験の被覆網対照区として平成24年9月に設置した被覆網（以下、「平成24年設置被覆網区」）における、アサリ重量を図21に示した。

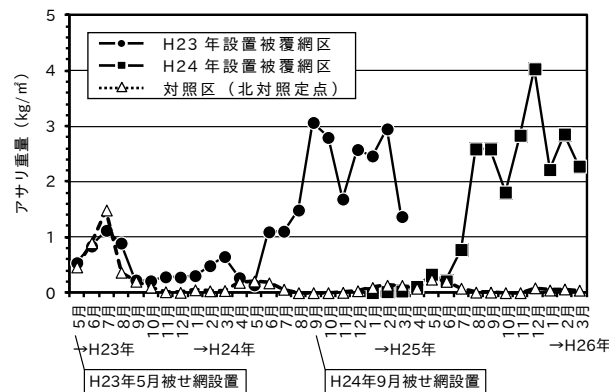


図21 平成23年設置被覆網区と平成24年設置被覆網区におけるアサリ重量、

平成23年設置被覆網区と、今年度実施した平成24年設置被覆網区、大規模耕うん区被覆網試験（小規模試験）及び大規模耕うん区被覆網試験（大規模試験）においては、何れの試験においてもアサリの生息個体数と生息重量について被覆網区が対照区より高い値を示し、被覆網区でアサリの成長に伴って生息重量と平均殻長に増加傾向がみられたことから、これら全ての被覆網試験において被覆網の効果を確認された。

平成23年設置被覆網区におけるアサリ重量の最大値は3,068g/m²、平成24年設置被覆網区に

おけるアサリ重量の最大値は4,036g/m²で、天皇洲北側（D.L.+0.5m）に設置したこれらの被覆網区では十分なアサリの増加効果が認められた。一方、天皇洲南西側に設置した大規模耕うん区被覆網試験（小規模試験：D.L.-0.5m、大規模試験：D.L.-0.2～-0.8m）の被覆網区におけるアサリ重量の最大値は、小規模試験で1,060g/m²、大規模試験で101g/m²（St.7）に止まった。

着底稚貝の多寡の指標として、夏季大量減耗期以前でアサリ生息個体数の極大期に当たる4～6月のアサリ生息個体数の平均値を算出すると、天皇洲北エリアにある対照定点（D.L.+0.5m）が1,818個体/m²、大規模耕うん区内の定点St.1～3（D.L.-0.5m）の平均値が33個体/m²となる。この値が示すとおり、大規模耕うん区の着底稚貝量が天皇洲北エリアより顕著に少なかったことが、前述した被覆網区におけるアサリの生息量の差に大きく影響したと考えられた。この着底稚貝量の差は地盤高の差による影響が大きいと推定されるため、被覆網を設置する地盤高の差によって被覆網設置エリアのアサリの生息量に大きな差が出る可能性が示唆された。

また、平成23年設置被覆網区、平成24年設置被覆網区及び大規模耕うん区被覆網試験（小規模試験）では毎月被覆網を捲って調査を行っており、大規模耕うん区被覆網試験（大規模試験）は被覆網設置後2回だけ調査（サンプルは被覆網の別々場所から採取）を行った。調査時に被覆網を捲ることで砂泥の堆積を抑制すると考えられるため、調査方法の差が大規模耕うん区被覆網試験（大規模試験）のアサリ生息量が極端に少なかった一因になったと推定された。

②被覆網の設置時期とアサリ生息重量の関係

平成23年設置被覆網区と平成24年設置被覆網区における、アサリ殻長組成（相対度数）を図22に示した。

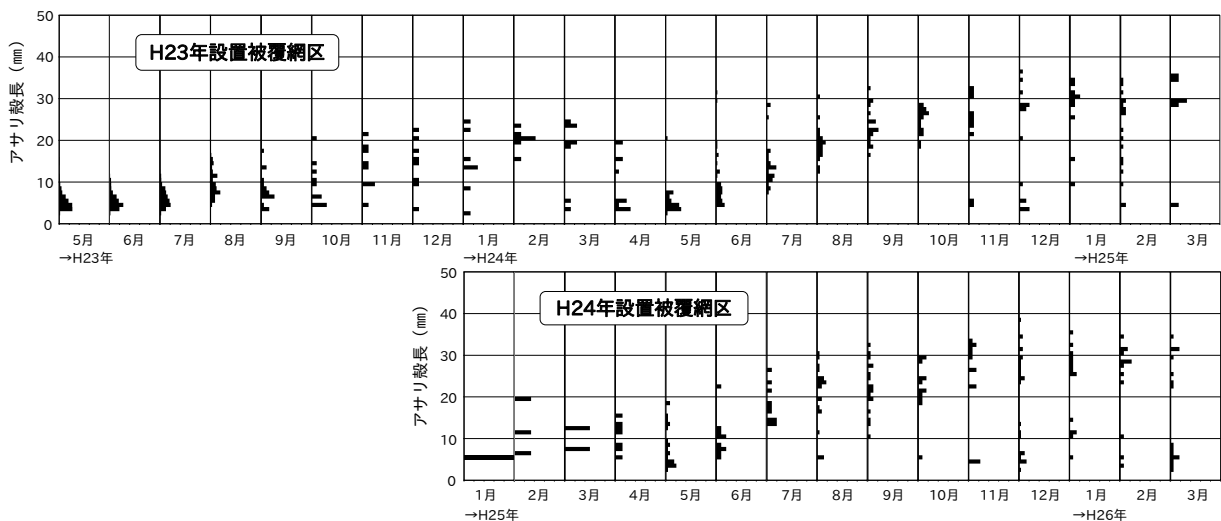


図22 平成23年設置被覆網区と平成24年設置被覆網区におけるアサリ殻長組成（相対度数）

アサリの夏季大量減耗期前の平成23年5月6日に被覆網を設置した平成23年被覆網区と、秋季発生群着底期前の平成24年9月15日に設置した平成24年被覆網区で比較すると、平成23年被覆網区では、被覆網設置前年の秋季発生群が生残して成長を続けたものの、翌年4月以降に消滅して被覆網設置当年の秋季発生群と交代したため、アサリ生息重量が高レベルで安定し始めたのは被覆網設置翌年の9月（被覆網設置の16カ月後）以降であった。一方、平成24年被覆網区では、被覆網設置当年の秋季発生群が生残して成長を続けて被覆網設置翌年の8月（被覆網設置の7カ月後）以降アサリ生息重量が高レベルで安定した。

両試験区とも同程度の被覆網による効果が得られたが、結果的にはアサリ生息重量が高レベルで安定するまでに要した期間は、平成23年被覆網区が平成24年被覆網区より9カ月遅かった。こ

の結果は1例ずつの試験結果であり、平成23年被覆網区で被覆網設置前年の秋季発生群が消滅した理由も不明であるため、結果の再現性を検証する必要がある。

③被覆網の設置時期とホトトギスガイ生息重量の関係

平成23年設置被覆網区と平成24年設置被覆網区における、ホトトギスガイ重量を図23に示した。

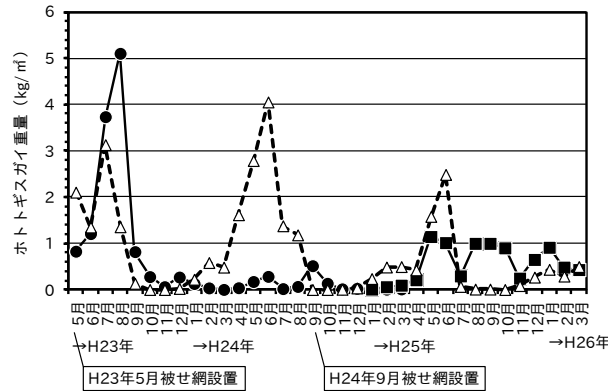


図23 平成23年設置被覆網区と平成24年設置被覆網区におけるホトトギスガイ重量

平成23年5月6日に被覆網を設置した平成23年被覆網区と、平成24年9月15日に設置した平成24年被覆網区で比較すると、ホトトギスガイ生息重量の増加期（5～7月）に当たる5月に設置した平成23年被覆網区では、設置後ホトトギスガイが増加して7月に最大値の3.13kg/m²に達したが、9月以降は減少して以降は0.5kg/m²を下回る低レベルで安定的に推移した。一方、ホトトギスガイ生息重量の減少期（9～3月）に当たる9月に設置した平成24年被覆網区では、平成23年被覆網区のような設置後のホトトギスガイの増加がみられず、1kg/m²を下回るレベルで安定的に推移した。

平成24年10月15日に被覆網を設置した大規模耕うん区被覆網試験（小規模試験）と平成25年5月9日に被覆網を設置した大規模耕うん区被覆網試験（大規模試験）で比較すると、ホトトギスガイ生息重量の減少期にあたる10月に設置した大規模耕うん区被覆網試験（小規模試験）では、ホトトギスガイの生息重量は、耕うん区内被覆網区が耕うん区内定点より顕著に低い値で推移した。

一方、ホトトギスガイ生息重量の増加期に当たる5月に設置した大規模耕うん区被覆網試験（大規模試験）では、10月のホトトギスガイの生息重量の値を比較すると、耕うん区内定点がほぼ消滅していたのに対して、一部の被覆網区で高かった。また、2月の値については、被覆網区と耕うん区内定点で大きな差はなく何れも低レベルであった。

これらの試験結果から、ホトトギスガイ生息重量の増加期に当たる5月に被覆網を設置すると、減少期の9月頃まで対照区よりホトトギスガイ重量の値が高くなるが、ホトトギスガイ生息重量の減少期に入る9月以降は極めて低水準の値で推移した。一方、ホトトギスガイ生息重量の減少期に当たる9～10月に設置した被覆網区では、設置翌年のホトトギスガイ生息重量の増加期以降においてもホトトギスガイ生息重量は大きな増加を示さずに比較的安定した値で推移したものの、対照区のホトトギスガイが消滅した時期においても被覆網区では少量ながら存在した。

④効果的な被覆網設置時期の検討

上記②と③の結果を取りまとめると、5月に被覆網を設置した場合は、アサリの夏季大量減耗期前でホトトギスガイ生息重量の増加期に当たるため、その時点で生息している前年秋季発生群

主体の殻長5mm程度のアサリからスタートできる半面、被覆網設置後から秋季にかけて一時的にホトトギスガイ生息重量が増加するリスクがある。

一方、9月に被覆網を設置した場合は、アサリの夏季大量減耗期後でアサリがほぼ消滅している時期であり、ホトトギスガイ生息重量の減少期に当たるため、被覆網設置後に着底する秋季発生群のアサリからが実質的スタートとなるが、ホトトギスガイ生息重量は大きな増加を示さずに比較的安定した値で推移することがわかった。

平成23年設置被覆網区と平成24年設置被覆網区の比較では、結果的に9月に設置した平成24年設置被覆網区方がやや優位な結果を得たが、どちらが設置時期としてより効果的であるか判断するためには、更に多くの試験事例について検証する必要がある。

⑤被覆網のメンテナンス

大規模耕うん区被覆網試験（大規模試験）において、砂泥の堆積によってアサリやホトトギスガイが被覆網下よりも被覆網上に多く生息する状況が確認された。

被覆網上の堆積物が増加した場合、被覆網の目合いを通過するサイズのアサリは被覆網上に移動して食害を受け、被覆網を通過できないサイズのアサリは堆積物厚が一定量以上に増加すると海中に水管を伸ばせなくなって死亡すると思われる。

平成23年設置被覆網区と平成24年設置被覆網区では大きな被覆網の効果を得られたが、前述したように、毎月被覆網を捲って調査を行っているため、毎月被覆網のメンテナンスを行った状態での効果と考えられる。

砂泥の蓄積を防ぐための方策として、定期的に被覆網のメンテナンスを行うか、ブイで被覆網を浮かせるなどの被覆網の改良が考えられるが、メンテナンスには多大な労力を要するため、後者の方法について検討することを今後の課題とした。

(2) 囲い網について

囲い網試験の結果から、囲い網区と被覆網対照区のアサリの平均殻長は8月まで同様の値で増加しながら推移したのに対して、対照定点はほぼ横ばいで推移した。このことから、囲い網区でも被覆網区と同様にアサリが生残して成長を続けたものと考えられ、アサリが生残した原因は囲い網が食害を防止したためと考えられた。

また、食害試験においても、被覆網と囲い網が貝殻を割って捕食する捕食者による食害を防いだという結果を得ている。

しかし、囲い網区ではホトトギスガイの繁殖が著しく、7月には6,246g/m²もの値（図9、写真1）を示してマット化していたため、アサリの生息環境が著しく悪化して7月以降にアサリの生息密度が急減したと考えられた。これに対して、被覆網対照区では、対照区よりホトトギスガイが多かったものの、最高で1kg/m²程度の値に止まったためアサリの生残率が高かったと考えられた。

今回の結果から、囲い網はアサリの食害を防止する効果を有すると考えられたが、同時にホトトギスガイが繁殖しやすくなる欠点があることがわかった。囲い網は広い面積で食害を防止する場合には被覆網より低コストで設置できる利点があるが、アサリ資源の回復策として実用化するためにはこの課題を解決する必要がある。

(4) 食害について

平成23年被覆網区において、被覆網設置後の数カ月間においてホトトギスガイ重量の値が対照区より高くなったこと、囲い網や被覆網において、対照区でホトトギスガイが消滅する時期でも

ホトトギスガイが残存したことの原因については、囲い網や被覆網によってホトトギスガイの食害が抑制された可能性が高く、アサリだけでなくホトトギスガイについても食害による減耗が存在する可能性が示唆された。

また、アサリ食害試験において、アサリの貝殻を割る捕食者による食害が存在することが確認された。浦ノ内湾に多く生息する生物でこの捕食者に該当する生物を推定すると、クロダイ、キビレ、ヘダイなどのタイ科魚類、ヒガンフグなどのフグ類、ガザミやイシガニなどのカニ類が考えられる。また、23年度報告¹⁴⁾で指摘したように、天皇洲干潟上に毎年多数のすり鉢状捕食痕が観察されるため、エイ類による食害の可能性もある。今後は、捕食生物の採捕調査などを行うことでアサリの食害実態について解明を急ぎたい。

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) 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.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 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) 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.
- 11) 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.
- 12) 依積田貴彦, 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.
- 13) 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.
- 14) 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.
- 15) 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.