

貝殻を用いたホタテ・ナマコ漁場の造成

Creation of the Japanese Scallop and Japanese Common Sea Cucumber Fishing Ground Using
Japanese Scallop Shell Fragments

吉野真史*・伊藤靖**・酒向章哲***・今男人***

Yasushi ITO, Masafumi YOSHINO, Akinori SAKO and Naoto KON

* (財) 漁港漁場漁村技術研究所 漁場と海業研究室 主任研究員

** (財) 漁港漁場漁村技術研究所 漁場と海業研究室 室長

*** (財) 漁港漁場漁村技術研究所 専門技術員

In this study, we developed a method of the Japanese common sea cucumber and Japanese scallop sowing fishing ground creation used the scallop shell fragment. To evaluate the significance of scallop and sea cucumber production and the influence on environment, we investigated scallop growth, adult sea cucumber aggregation, juvenile sea cucumber bottom clinging and water and sediment qualities after laying the shell fragment on the fishing ground. The results indicated that the shell fragments laying had significant effect to the scallop growth, sea cucumber aggregation and bottom clinging with little influence on water and sediment qualities.

Key Words : sea cucumber, scallop, scallop shell fragment, fishing ground creation

1. はじめに

我が国の水産物の生産量が減少傾向にある中、ホタテガイ・カキ類を中心とした貝類の増養殖事業は安定した生産体系を確立しているが、貝殻の発生量も約50万トンに至っており、その有効活用は喫緊に対応すべき重要な課題となっている。特に、北海道および青森県におけるホタテガイ生産は全国の大半を占め、両道県における水産業の柱となっているものの、生産に伴い大量に排出される貝殻の処理が大きな問題となっている。そして、環境保全や環境との調和に対する国民的ニーズの高まりやバイオマス利用の観点から、ホタテ貝殻の有効活用は喫緊に対応すべき重要な課題となっている。

ホタテガイは一般にバラス場と呼ばれる底質が礫混じりの砂で構成される場において成長が良化することが知られているが、砂泥域が多い海域では漁場改良による生産性の向上や未利用海域における漁場造成が強く求められていた。一方、ホタテ貝殻にはマナマコ幼生が着定しやすいことや、貝殻に付着した珪藻や枯死した海藻を摂餌するためにマナマコが蛸集することは、漁業者の間では古くから知られていた。ただし、貝殻の散布については付着有機物による水質・底質の悪化も懸念されていた。

以上に鑑み本研究は、北海道オホーツク海沿岸ホタテ地まき放流漁業および青森県陸奥湾マナマコ漁業の未利用漁場を対象として、水質環境への影響、貝殻片の安定性、ホタテガイの成長良化、マナマコの蛸集・着定に着

目して、ホタテ貝殻散布によるホタテ地撒き漁場、マナマコ増殖場造成技術を開発することを目的として行った。

2. ホタテ地撒き漁場造成の検討

2.1 調査の概要

前述のとおり、ホタテはバラス場と呼ばれる礫分を主とした底質上で生息密度が高く、シルトが多い底質上では低い事が知られている^{1),2)}。そのため、地撒き放流漁業を営む北海道オホーツク沿岸各漁協は、バラス場形成を目的に貝殻をシルトが多い底質上に散布した後稚貝を放流する試験を実施しており、漁場改良効果も散見されている。雄武漁協の試験³⁾では、放流貝の成長良化、天然貝発生率の上昇、漁獲効率の向上及び漁獲時の割れ貝減少の報告がある。しかしながら、ホタテ貝殻散布に対しては付着有機物による水質・底質の悪化や波浪や流動による散逸が懸念されるため、安全性を確認した上で事業を実施する必要がある。以上に鑑み、本研究においては、図-1に示すホタテ地撒き漁業が盛んな北海道オホーツク海沿岸の雄武、枝幸海域を対象として調査を実施した。また、ホタテ貝殻の安定性については、振動流水槽による室内水槽実験で調査を実施した。調査の概略を表-1に示す。

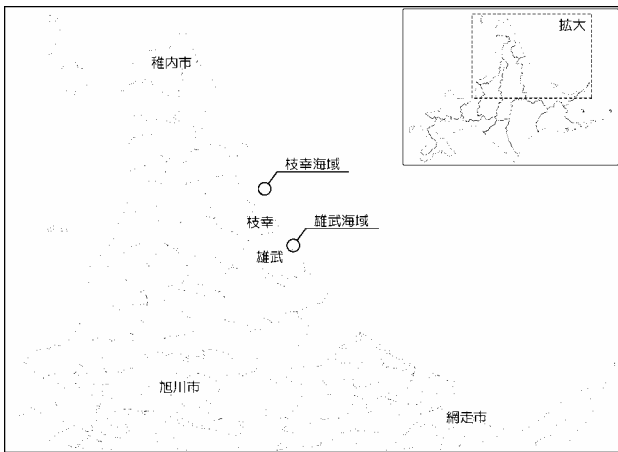


図-1 調査海域位置図

表-1 調査項目と対象位置

調査項目	対象位置
ホタテ貝殻散布による水質・底質リスク調査	雄武海域
ホタテ貝殻片安定性調査	室内水槽実験
ホタテ貝殻散布がホタテガイ成長に与える効果調査	枝幸海域

2.2 貝殻散布の水質・底質リスクの検討

(1)ホタテ貝殻散布

雄武町沿岸の水深30m海域を対象として、平成16年9月2日～6日にホタテ貝殻を散布した。写真-1に散布後の海底の状況を示す。散布範囲は図-2に示すとおり、目標層厚4cm区域を165m×88m、目標層厚2cm区域を160m×128mとし、投入時の潮流による移動を勘案して目標層厚の2倍程度の量である2,039tのホタテ貝殻を散布した。ホタテ貝殻は堆積場にて風雨に1年間以上さらして十分に風化させた上で、粒径3cm程度まで破碎して使用した。ホタテ貝殻の風化の度合いについては、宗谷管内ホタテ貝殻有効利用協議会にて参考基準として溶出試験にてBOD濃度が2mg/L以内とされており⁴⁾、その基準を満足することを確認した上で散布を実施した。



写真-1 ホタテ貝殻散布後の海底状況

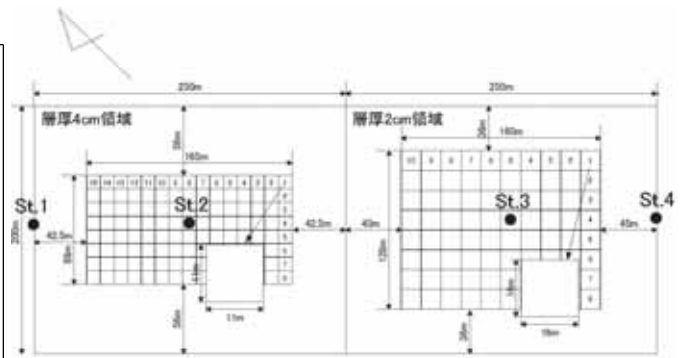


図-2 貝殻散布区域および水質・底質調査地点

(2)水質・底質調査

前述のとおりホタテ貝殻散布は平成16年9月2日～6日に実施したが、散布直前(8月21日)、散布直後(9月7日)、散布10日後(9月17日)に水質・底質調査を実施した。調査地点は、水質調査は図-2のSt.1～St.4、底質調査はSt.2である。

水質については、化学的酸素要求量(COD)および浮遊懸濁物質(SS)はいずれも全て定量限界未満であり、有機物や浮遊懸濁物質の溶出は見られず、ホタテ貝殻散布前の良好な水質がそのまま維持されていると考えられる。すなわち、ホタテ貝殻の散布が水質環境に与える負荷は少ないと考えられる。

底質については、表-2に分析結果を示す。強熱減量と全窒素は散布前後で変化が無く、底質に有機物が添加された状況は見られなかった。全炭素については散布後に非常に大きな値を示すが、これはホタテ貝殻の主成分が炭酸カルシウムであることによると考えられる。

表-2 ホタテ貝殻散布前後の底質分析結果

分析項目 単位	強熱減量			全窒素			全炭素		
	%			%			%		
調査地点、 水深	8/21	9/7	9/17	8/21	9/7	9/17	8/21	9/7	9/17
St.2 32m	1.20	欠	1.11	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	11.4	11.0

以上の結果から、十分に風化されたホタテ貝殻の散布が水質・底質環境に与える影響は非常に小さいと結論付けられる。

2.3 ホタテ貝殻片の安定性検討

(1)実験手順

実験には、粒径を6段階に破碎したホタテ貝殻片を使用した。実験に用いた振動流水槽は、観測部の長さ1.5m、幅0.3m、深さ0.35mである。水槽底部には、市販の珪砂を敷設し、その上に写真-2に示すように貝殻片を長さ80cm、厚さ5cmに敷き詰めた。その後、水槽内にろ過海水を満たした状態で流れを発生させ、貝殻片の挙動をビ

デオカメラで記録した珪砂の中央粒径は5段階とした。流れの状態は、周期4~12秒で、流速振幅8~96cm/sとした。貝殻片の粒径6段階と底質粒径5段階を組み合わせ計30回の実験を実施した。



写真-2 貝殻片(11.2~22.4mm)の敷設状況

(2)安定性評価のパラメータ

流れに対する貝殻片の安定性を評価するため、本実験では流速と貝殻片の沈降速度比およびシールズ数をパラメータとして算出した。

貝殻片の沈降速度 w に対する流速 u の比 u/w については、値が小さければ貝殻片は沈降しやすく安定的となるが、大きければ逆に流動的となる。沈降速度は下式に示すルビーの式⁵⁾より求めた。

$$w = \sqrt{(s-1)gd} \times \left(\sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36\nu^2}{(s-1)gd^3}} - \sqrt{\frac{36\nu^2}{(s-1)gd^3}} \right) \quad (1)$$

ここに、 s は貝殻片の比重、 ν は水の動粘性係数、 d は貝殻片の代表粒径、 g は重力加速度である。

シールズ数 は流れや波の場において砂粒子の動きやすさを表すパラメータであり、本調査では下式により算出した。

$$\psi = \frac{fu^2}{2(s-1)gd} \quad (2)$$

ここに、 f は Jonsson の摩擦係数である。

(3)貝殻片の挙動と流れの関係

流れに対する貝殻片の挙動は、以下の4パターンに区別できた。

- 型(不動): 貝殻片は動揺せず安定している
- △型(微動): 一部の貝殻片が動揺するが、移動は認められない
- ×型(転動): 殆どの貝殻片が動揺すると共に、一部の貝殻片が底面上を転動する
- 型(集積・埋没): 半数以上の貝殻片が底面上を転動した後、各々が直立し安定する

図-3 に流速 / 沈降速度比、シールズ数および貝殻片挙

動パターンとの関係を示す。図-3によると、各々の挙動パターンは一部が重複するものの、明瞭に区分された。そこで、各挙動パターンの境界を流速 / 沈降速度比とシールズ数の関係で表現した。なお、珪砂ではなくサンドペーパーを敷設した予備実験では貝殻片が浮遊移動する型(流失)も認められたが、砂を敷設した実験では砂の混入により水槽駆動部が破損する危険性があるため、型の発生を確認できる流動条件を与えることができなかった。このため、○型と△型の境界については予備実験の結果を使用した。

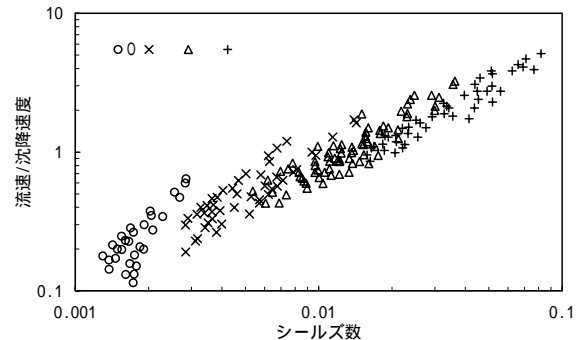


図-3 流速沈降速度比、シールズ数および貝殻片挙動パターンの関係

図-3を基に挙動パターンの判定条件を図化したのが図-4である。今後の事業計画策定にあたっては、設計波高から微小振幅波理論によって求められた流速、式(1)から求めた沈降速度、式(2)から求めたシールズ数を基に図-4を利用して貝殻片の安定性を評価できることとなる。

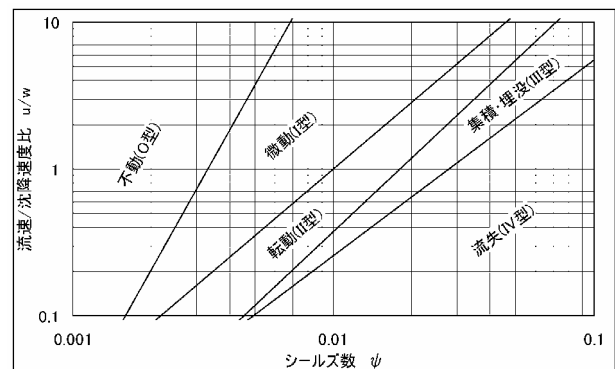


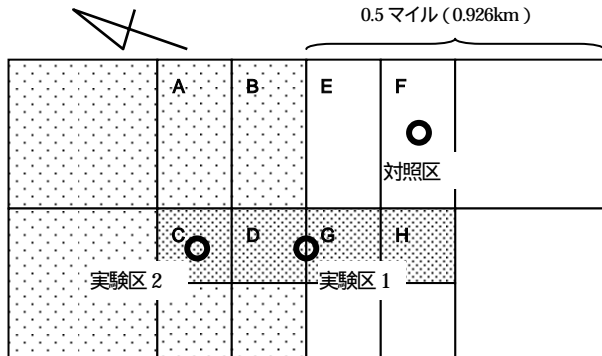
図-4 貝殻片の安定性の判定条件

2.4 貝殻散布がホタテガイの成長に与える効果

(1)調査区域

調査海域は、図-1に示した枝幸町地先の水深30mの地域とした。試験区域の概念は図-5に示すとおりであり、平成13年から平成15年まで3年間に渡って枝幸漁業協同組合が貝殻の散布を実施している。本調査においては、平成14年に貝殻を散布した実験区1、平成15年に貝殻を散布した実験区2、貝殻散布区域外の対照区の計3試験区

域を対象として平成16年6月にホタテガイ稚貝を散布し、ホタテガイの成長調査を実施した。なお、平成18年6月に貝殻の層厚を調査した結果、砂と貝殻が混じり合った状態ではあるものの、実験区1で8.3cm、実験区2で15.0cmを示し、散布から約3年以上が経過しても貝殻が存在していることが確認された。



：調査実施箇所

A,B区：平成13年度散布区（層厚約8mm） C,D区：平成14,15年度散布区（層厚約45mm）

G,H区：平成15年度散布区（層厚約25mm） E,F区：対照区（未散布区）

図-5 試験区域概念図

(2)ホタテガイ成長調査

前述のようにホタテガイ稚貝は平成16年6月に放流されており、2年後の平成18年7月までに6回採取を実施した。各調査区域においてホタテガイを区域ごとに50個体程度採取し成長を測定した。

平成18年7月採取ホタテガイの測定結果を表-3に示す。殻高と2齢時の障害輪高との差から殻の伸び率を測定したところ実験区1と実験区2のホタテガイの殻伸率は10%以上になっており、これは対照区と比して良好な結果である。これについてはKruskal-wallis検定を行ったところ区画間で殻伸率に有意差があると判定された。

1齢から5齢までのホタテガイにおいては、年齢と全重量の関係が線形なので⁶⁾、年間の成長量は年齢を問わず一定になる。そこで、平成16年6月（1齢）と翌平成17年6月（2齢）のデータを用いて、この期間の重量差から日間成長量を算出した。ホタテガイの成長は冬季に停滞するので、ホタテガイの成長期間を3月1日～9月30日までとし、重量差を日数で除した。各試験区域の日間成長量、および対照区に対する実験区の増重率を表-4に示す。日間成長量は実験区2、実験区1、対照区の順に大きかった。対照区に対する増重率は実験区1で8.7%、実験区2で18.5%であり、平均で13.6%と大きな増重率を示した。

表-3 各試験区にて採取されたホタテガイの成長（平成18年7月）

項目	単位	実験区1	実験区2	対照区	
		障害輪高(0齢)	mm	39.3	37.9
障害輪高(2齢)	mm	100.6	99.4	102.2	
殻高	mm	112.6	113.5	111.8	
殻伸率(2齢～)	%	11.9	14.2	9.4	
重量	全重量	g	120.4	120.2	115.6
	軟体部	g	56.8	58.5	55.9
	殻	g	63.5	61.6	59.6
	貝柱	g	24.0	25.2	22.9
軟体部	歩留まり	%	47.2	48.5	48.4
貝柱	水分含量	%	72.9	72.6	73.1
	欠刻内着率	%	12.8	11.7	16.0
	分布密度	/m ²	0.4	0.9	1.4

表-4 1齢、2齢ホタテガイ全重量から推定した日間成長量と対照区に対する実験区の増重率

	成長量(g) ¹	日間成長量(g/日) ²	増重率(%)
対照区	47.6	0.242	
実験区1	51.7	0.262	8.7
実験区2	56.4	0.286	18.5
平均			13.6

1 2004年6月24日から2005年6月7日までの成長量

2 1の期間を3月1日～9月30日(197日間)として算出

次に、日間成長量を基に推定した各試験区域における年齢別全重量を表-5に示す。なお、当該海域の漁期中間月が8月なので、表には各年8月時点での全重量を示した。対照区における4齢時の重量は174.5gであり、この地区で漁獲されるホタテガイの平均的な重量約170gとほぼ一致する。従って、日間成長量で全重量を推定する手法は概ね妥当と考えられる。

表-5 日間成長量から推定した各試験区域のホタテガイ年齢別全重量

年齢	1	2	3	4
対照区	22.3g	73.1g	123.8g	174.5g
実験区1	24.3g	79.4g	134.5g	189.6g
実験区2	26.1g	86.3g	146.4g	206.5g

1年の成長期間を210日として各年齢8月時点での重量

(3)成長良化の考察

最初に述べたように、ホタテガイの生息環境としてバラス場が望ましいとされる。一方、砂泥域に分布するホタテガイは、海底に埋まって生息しており、成長も悪い。貝殻片を海底に敷き詰めるといことは、ホタテガイが海底に潜り込みにくい環境を提供することを意味する。

ホタテガイの成長は、流れに対するホタテガイの定位方向により異なり、腹側を流れに向けたホタテガイの成長は背側を流れに向けたものよりも良いことが指摘されている^{7),8)}。これは、ホタテガイは腹側から入水し背側か

ら出水するため、腹（入水）側を流れに向けた方がエネルギーのロスがなく、効率よく摂餌できるためと報告⁹⁾されている。このように、流れがホタテガイの摂餌効率に影響を与えるのは、ホタテガイの海水の吸引能力が低いこと（自ら濾水できる範囲は貝殻縁部から数ミリ程度）からも理解できる。流れの観点から貝殻散布区と砂泥区を比較すると、貝殻散布区のホタテガイは海底に埋もれていないため、海底上の流れを直接利用できると思われる。従って、埋没、海底上という生息様式の違いが濾水率に反映し、成長差が生じると推察される。

3. マナマコ増殖場造成の検討

3.1 調査の概要

試験漁場は、図-6 に示す青森県陸奥湾沿岸の川内町地先において、泥が堆積してマナマコ漁場として利用されていないA~Cの3試験区であり、2004年11月15日に造成した。陸奥湾においては、マナマコは枯死したスゲアマモを摂餌するためスゲアマモ藻場に蛸集すると考えられている。そのため、マナマコの蛸集とスゲアマモ藻場との関係を明らかにするため、試験区域は天然スゲアマモ藻場に隣接した試験区A、移植スゲアマモ藻場に隣接して造成した試験区B、スゲアマモ藻場に隣接しない試験区Cの3試験区域とした。ホタテ貝殻散布区域のサイズは50m×30mであり、散布厚さは周辺海域の底泥厚さ以上の25cmとし、総計で1,125m²のホタテ貝殻を散布した。ホタテ貝殻は加工場出荷時で既に2分割程度に破碎されており、堆積場にて1年間以上風雨にさらして十分風化したものを使用した。3試験区の概要を図-7に示す。それぞれの区域において、ホタテ貝殻散布の安全性を評価するため水質・底質調査、ホタテ貝殻散布の効果の評価するためマナマコ成体の蛸集個体数計測、稚マナマコの着定個体数計測をそれぞれ実施した。

3.2 貝殻散布の水質・底質リスクの検討

(1)水質調査

ホタテ貝殻散布が水質に与える影響を評価するため、試験区Cの中央部(水深10.5m)において水質調査を実施した。調査は、貝殻散布直前、直後、2週間後の3回実施し、採水は表層、中層、底層の3層とした。分析項目は、COD、DO、SS、pHとし、水産用水基準2005年版¹⁰⁾と比較して水質への影響を評価した。その結果によると、貝殻散布直後に懸濁物質が舞い上がってSSの濃度が基準を超えるほかは、いずれも水産用水基準を満足した。よって、ホタテ貝殻散布が水質に与える負荷は一時的で非常に小さいと考えられる。

(2)底質調査

図-7に示した7地点について底質採取および分析を実施し、水産用水基準2005年版¹⁰⁾と比較してホタテ貝殻散布が底質に与える影響を評価した。調査は、ホタテ貝殻散布直前の2004年11月から2006年9月まで2ヶ月毎に計12回実施した。分析項目は硫化物、CODとした。その結果によると、硫化物、COD共に水産用水基準値を大きく下回り、ホタテ貝殻散布が底質に与える負荷は非常に小さいものと考えられる。

3.3 マナマコ成体蛸集調査

図-7に示したマナマコ計数ライン5線を対象に、潜水観察にてマナマコ成体の個体数を計測し、単位面積当たりのマナマコ成体分布密度を求めた。マナマコは重量の季節変動が非常に大きく、サイズでは成体と稚仔の差が小さいが、成体は突起が不透明であり稚仔では透明なので容易に判別できる。一例として、2006年5月の試験区B貝殻散布区の状況を写真-3に示す。ホタテ貝殻に付着珪藻、オゴノリ属の1種、ツルモ等が付着し、マナマコ成体が蛸集している。

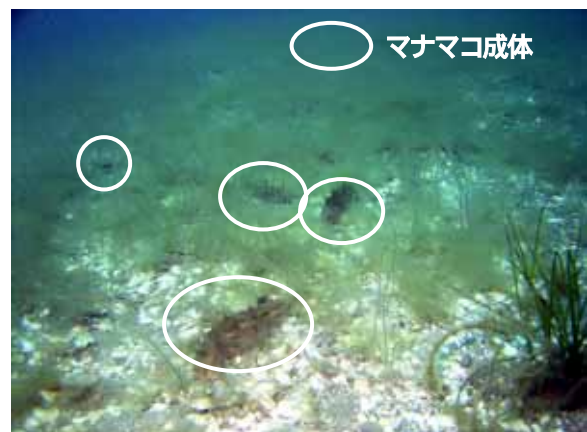


写真-3 マナマコ成体蛸集状況(試験区B貝殻散布区)

3試験区それぞれにおけるホタテ貝殻散布区、ホタテ貝殻を散布しない対照区(周辺砂泥区)のマナマコ成体分布密度経時変化を図-8に示す。ホタテ貝殻を散布した区域では平均で0.2個体/m²程度の生息密度を示したが、対照区では殆ど見られないことから、ホタテ貝殻散布によるマナマコ成体の蛸集効果が確認された。これは、ホタテ貝殻がマナマコの隠れ場として機能すると共に、ホタテ貝殻に付着した海藻類がマナマコの餌料になるためと考えられる。

区域の差としては試験区A:0.21個/m²、試験区B:0.30個/m²、試験区C:0.16個/m²となり、スゲアマモ藻場に隣接した区域の方が、密度が大きかった。これは、枯死したスゲアマモが餌料になるためと推察される。また、

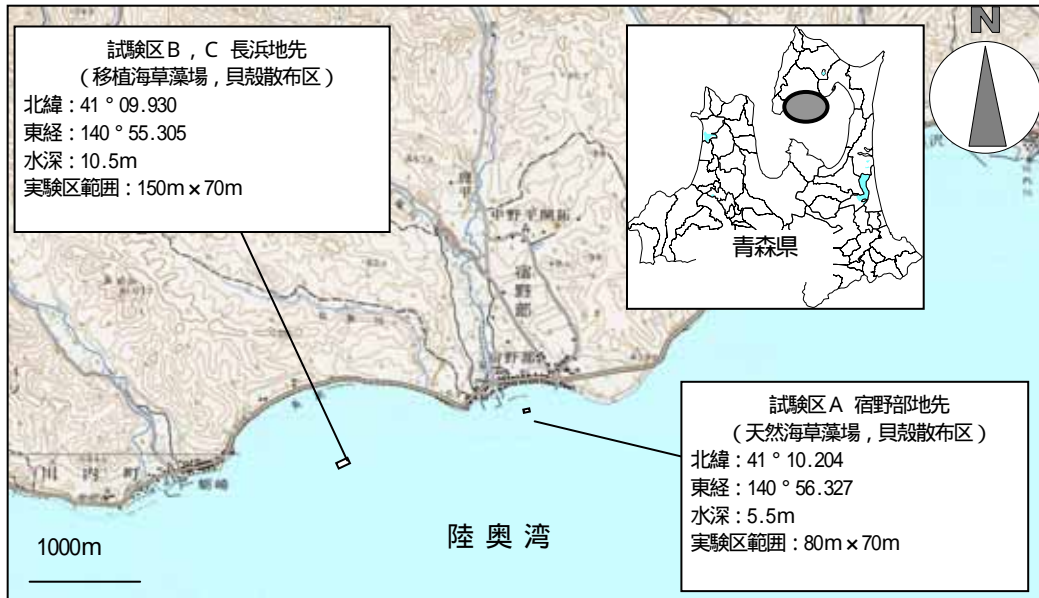


図-6 試験漁場位置図

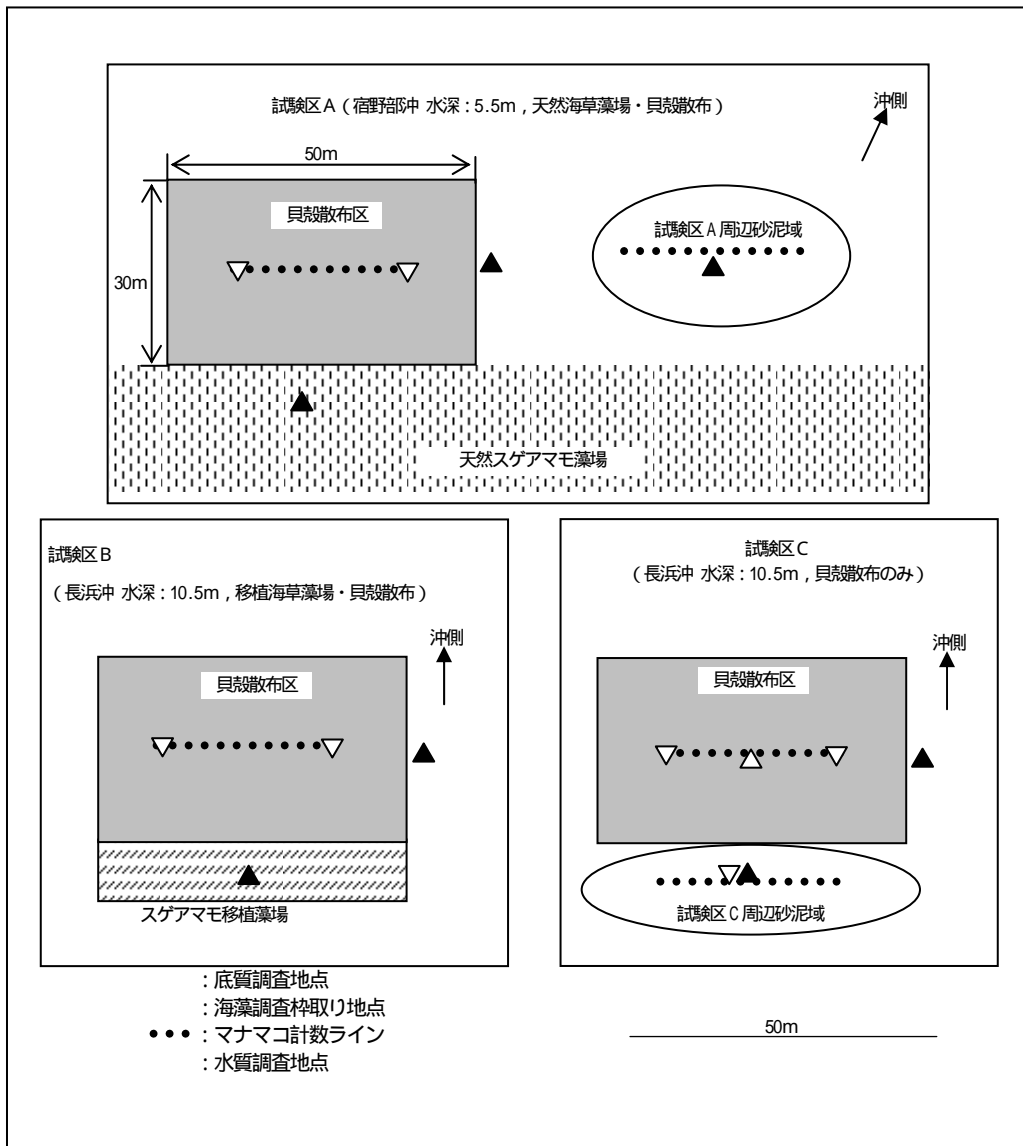


図-7 試験区域の概要

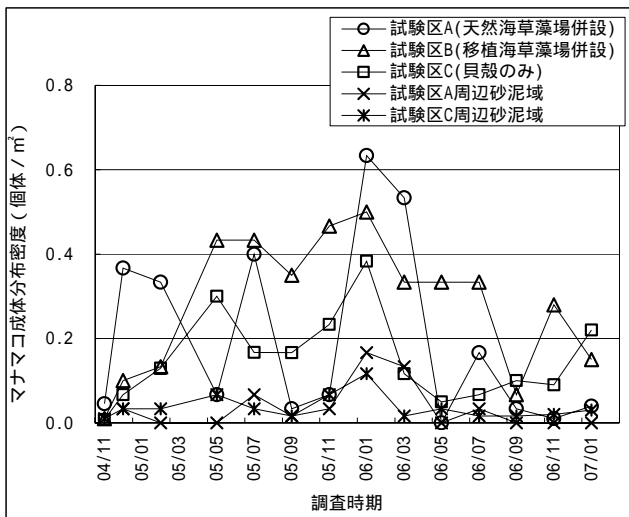


図-8 マナマコ成体分布密度の経時変化

潜水観察によると枯死したスゲアマモに加えて脱落したスゲアマモに付着した珪藻を摂餌している様子も見られた。周辺で現在利用されているマナマコ漁場の分布密度は年変動が激しいものの概ね 0.1~0.5 個体程度/m²であり、これと比較しても、ホタテ貝殻散布マナマコ漁場は、十分利用に値する機能を発揮していると考えられる。

3.4 稚マナマコ着定調査

マナマコ成体と同様に、図-7 に示したマナマコ計数ライン 5 線を対象に、潜水観察にて稚マナマコの個体数を計測し、単位面積当たりの分布密度を求めた。2005 年に発生した稚マナマコについて、3 試験区それぞれにおけるホタテ貝殻散布区、ホタテ貝殻を散布しない対照区(周辺砂泥区)の分布密度経時変化を図-9 に示す。ホタテ貝殻を散布した区域では最大で 3.5 個体/m²程度の分布密度を示した。これは、ホタテ貝殻の間にマナマコの浮遊幼生が着定しやすいためと考えられる。区域の差としてはマナマコ成体と同様にスゲアマモ藻場隣接区域の密度が高かった。2006 年 5 月以降に密度が急速に減るのは、発生から 1 年経過して移動可能となったマナマコが沖へ移動して仮眠したためと推察される。

また、2007 年 1 月に試験区 C 貝殻散布区域の中央部 100m²内に生息していたマナマコを全て採取して、重量階級ごとの個体数を求めた。全採取個体数は 95 個体であった。採取した全マナマコについて突起の透明度と重量からマナマコ成体蝸集群、2005 年発生群、2006 年発生群に分類した。結果を図-10 に示す。これによると、全体のうち 2006 年発生群が 53%を占め全体の半数に達し、2005 年発生群は 28%、蝸集群は 19%であった。すなわち、稚マナマコの新規の加入は進んでおり、造成漁場としては十分機能していると考えられる。

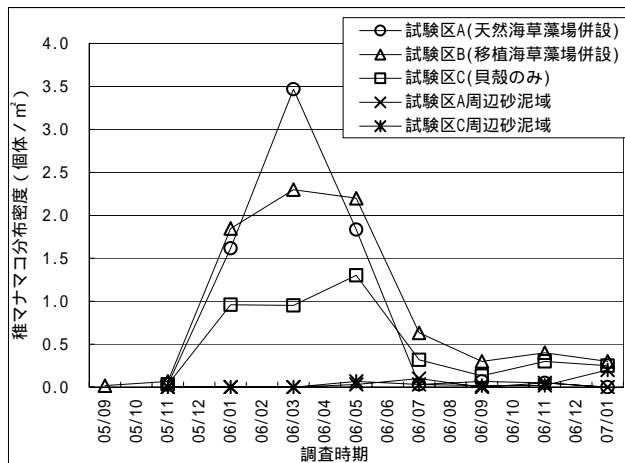


図-9 稚マナマコ分布密度の経時変化(2005 年発生)

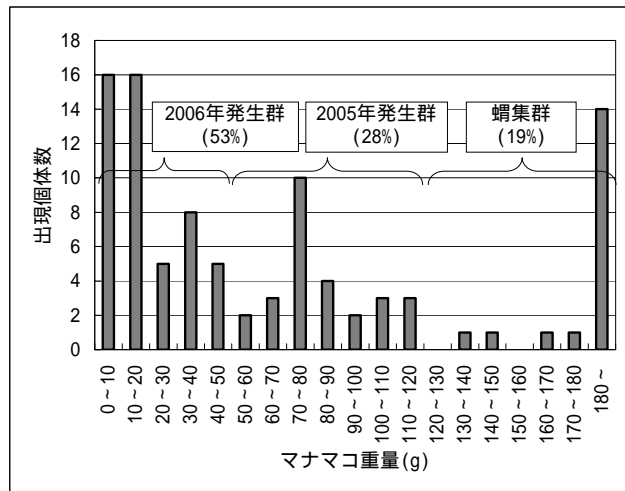


図-10 試験区 C 中央部 100m²におけるマナマコの重量組成

3.5 ホタテ貝殻付着海藻類調査

これまでに述べてきたとおり、ホタテ貝殻散布区域においては、マナマコ成体の蝸集および稚マナマコ着定を促進する効果が確認された。その理由としては、マナマコの隠れ場や着定基質としてホタテ貝殻が機能すると共に、付着海藻類がマナマコの餌料となることが考えられる。そこで、図-7 に示した枠取り調査地点において 20cm x 20cm の枠内の海藻類を採取し、湿重量を測定した。図-11 に、3 試験区それぞれのホタテ貝殻散布区および試験区 C 周辺砂泥域における単位面積当たりの海藻類湿重量を示す。

調査を通じて貝殻散布区域で採取された海藻類は、付着珪藻類、タワラガタシオミドロ、ツルモ、イシモズク、セイヨウハバノリ、スゲアマモ等合計 21 種類であった。試験区 B, C は春季から夏季にかけて非常に高い重量を示しており海藻類の繁茂が確認されたが、試験区 A では低い水準を示した。これは、試験区 A は水深が 5.5m と浅いので流速が大きくなることから、海藻類が繁茂しにくいと考えられる。また、試験区 C 周辺砂泥域では海藻

類は殆ど見られなかった。以上から、ホタテ貝殻散布区域においては、ホタテ貝殻を着定基質として各種海藻類が繁茂し、それを餌料とするマナマコが蝸集着定すると考えられる。

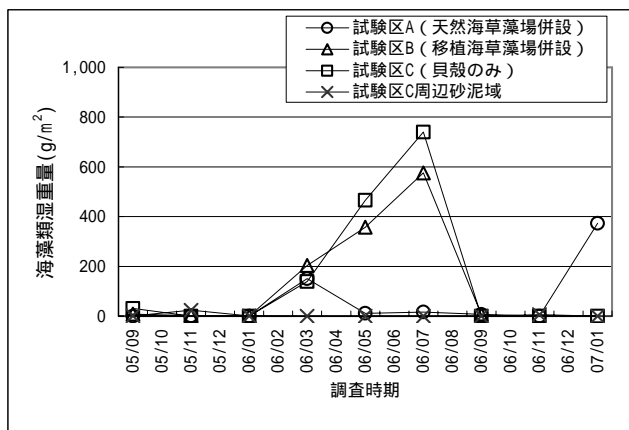


図-11 海藻類湿重量の経時変化

4. まとめ

本研究で得られた成果を以下にまとめて示す。

4.1 ホタテ地撒き漁場造成

十分に風化されたホタテ貝殻の散布が水質・底質環境に与える影響は非常に小さいことがわかった。流速/沈降速度比とシールズ数をベースにした、流れに対するホタテ貝殻片の安定性評価手法を提案した。ホタテ貝殻散布漁場においては、ホタテガイは敷設された貝殻の上に生息するので摂餌が促進され、成長率が向上することがわかった。

4.2 マナマコ増殖場造成

十分に風化したホタテ貝殻を散布した場合、周辺の水質・底質環境に与える影響は非常に小さく、水産用水基準を超過するほどの負荷は与えなかったことが確認された。

マナマコがほとんど見られない砂泥区においても、ホタテ貝殻散布漁場においては平均して0.2 個体/m² 程度のマナマコ成体蝸集が見られた。また、稚マナマコについても最大で3.5 個体/m² 程度の着定が見られた。これは、ホタテ貝殻がマナマコの隠れ場として機能すると共に、ホタテ貝殻に付着した海藻類が餌料になるためと考えられる。

試験区域ごとにみると、スゲアマモ藻場を併設した区域において、マナマコ成体蝸集および稚マナマコ着定ともに個体数が多かった。これは、枯死したスゲアマモおよび脱落したスゲアマモに付着した珪藻を餌料と

して摂餌するためと考えられる。

稚マナマコ着定は、年毎の新規の加入が進んでいることが確認された。

ホタテ貝殻散布区域においては、それを着定基質として海藻類が繁茂することが確認された。

5. おわりに

本研究において、ホタテ貝殻を活用したホタテ地まき放流漁場造成ならびにマナマコ増殖場造成に関する水質・底質環境に対する安全性、有効性については概ね確認されたが、実際に事業に適用するにあたっては海域ごとの環境の特性に十分配慮し、水質・底質については必要に応じてモニタリングを継続すべきと考えられる。また、ホタテガイの成長やマナマコの蝸集・着定等の有効性については、今後もデータを収集し、精度を向上させてゆく必要があると考えられる。

謝辞: 本研究は、「貝殻を活用した増養殖場造成実証調査委託事業」(水産庁漁港漁場整備部)により実施された。研究の実施にあたっては「貝殻を活用した増養殖場造成実証調査委託事業協議会」、「貝殻を活用した増養殖場造成実証調査委託事業(青森県)協議会」の指導を受けた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 中川義彦, 和久井卓哉: 常呂海域ホタテガイ漁場の底質と大型底生動物について, 北水試月報, 32(3), pp.16-30, 1975.
- 2) 中川義彦, 和久井卓哉: 斜里・網走海域ホタテガイ漁場の底質と大型底生動物について, 北水試月報, 33(2), pp.23-33, 1976.
- 3) 雄武漁業協同組合: 底質改良試験事業報告書 平成10年度~平成11年度, 1999.
- 4) 宗谷管内ホタテ貝殻有効利用協議会: 風化貝を再生利用するための指針, 水質試験について, 2006.
- 5) 榎木亨: 波と漂砂と構造物, 第3章 波と流れと漂砂, 技報堂出版, 1991.
- 6) 西浜雄二: オホーツクのホタテ漁業, 北海道大学図書刊行会, pp.218, 1994.
- 7) 櫻井泉, 瀬戸雅文: 養殖ホタテガイの成長に適した流動条件に関する実験的研究, 寒地技術論文集, 15巻, pp.381-384, 1999.
- 8) 五嶋聖治, 千葉晋: オホーツク海における地まきホタテガイの成長に関する試験研究 - ホタテガイの定位におよぼす流向・流速の影響 -, 水産学術研究・改良補助事業報告(平成10年度), 北水協会, pp.60-64, 1999.
- 9) 五嶋聖治, 千葉晋: オホーツク海における地まきホタテガイの成長に関する試験研究 - ホタテガイの成長におよぼす流向・流速の影響に関する研究, 水産学術研究・改良補助事業報告(平成11年度), 北水協会, pp.60-64, 2000.
- 10) (社)日本水産資源保護協会: 水産用水基準(2005年版), pp.3-5, 2006