

12. 藻場造成調査

担当：野々村卓美（増殖推進室）

実施期間：平成27～29年度末（平成27年度予算額：2,195千円）

目的・意義・目標設定：

海水温の上昇等により、近年、九州地方をはじめとして磯焼けが生じており、西日本でも平成25年夏季の高水温により、アラメやカジメが枯死したことが報告されている。本県でも、漁業者から「海藻が減って来た」といった声が聞かれるようになるとともに、平成25年夏季の高水温では、一部の地域でアラメの枯死が確認された。本事業では、漁業者が行える藻場造成手法の開発を行うとともに、平成25年夏季の環境の検証を行い、将来を見据えた藻場造成の成功率の向上に資することを目的とした。

取り組みの成果：

【課題1】藻場減少要因調査（流速計観測）

1) 目的

平成25年夏季の高水温でアラメが生き残った場所と枯れてしまった場所で流速計観測を行い、それらの場所の環境特性を把握し、藻場造成の成功率の向上に資すること。

2) 方法

調査は平成25年夏季の高水温でアラメが枯死した泊の港内と生き残った青谷の岬の水深3m地点において、平成27年8月17日～22日の5日間、小型メモリー流速計（INFINITY-EM, JFEアドバンテック社製）を用いて、流速や水温測定を行った（図1）。測定は10分間隔で行い、データ解析では1時間平均した。なお、流速計本体には、磁気式コンパスが内臓されており、本来は流向データが得られるが、流速計の支柱に鋼管を用いたため、コンパスが鋼管にひかれてしまい、今回の調査では、流向データを得ることが出来なかった。

流速計により得られたデータと環境データとの関連を検証するため、波高は酒津沖の沿岸潮流ブイ、気温と日照時間は気象庁青谷観測所のデータを引用した。

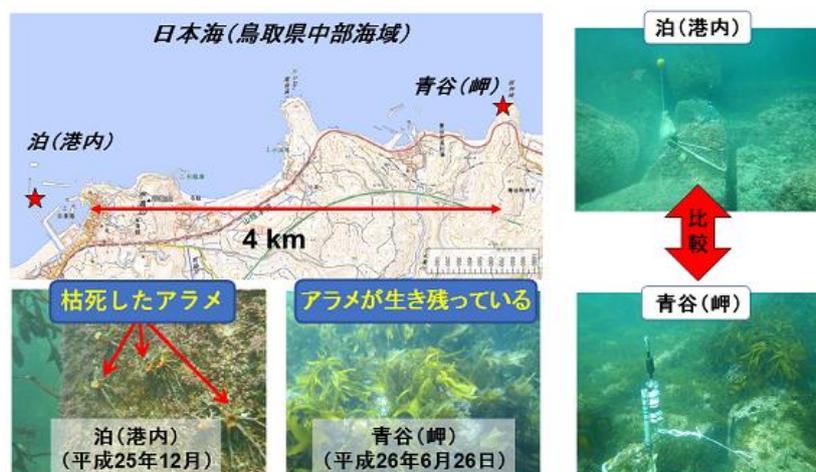


図1 泊（港内）と青谷（岬）の調査地点の様子と流速計設置風景。

3) 結果

流速は、青谷（岬）の方が、泊（港内）よりも調査期間を通じて早かった。そして、泊の港内の流速は安定しているのに対して、青谷の岬は流速が 10cm/sec 前後からそれ以上になる時期があり、泊の港内に比べて不安定であった（図 2 上）。水温は、20 日 11 時を境に期間前半は泊の港内の方が高く推移し、期間後半はほぼ青谷の岬の方が高く推移していた（図 2 下）。

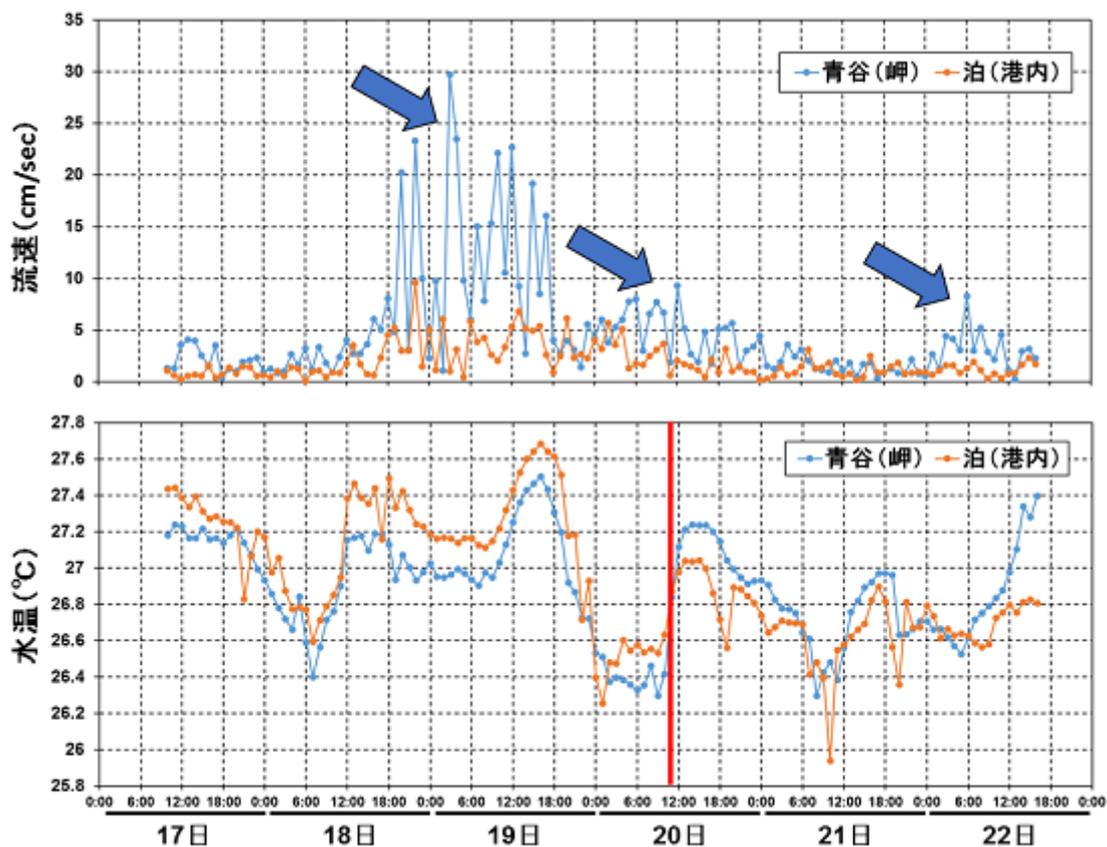


図 2 青谷（岬）と泊（港内）における流速と水温の変化。矢印：流速が 10cm/sec 前後からそれ以上の時期。赤線：青谷（岬）と泊（港内）で水温が逆転した時期。

青谷（岬）の流速の変化は波高や風速の変化と同調していた。すなわち、波高が高く、風速が早くなると、流速も早くなっていた（図 3）。また、泊（港内）は青谷（岬）に比べて、波高の影響を受けづらかった（図 3）。

水温の日周変化は、泊（港内）と青谷（岬）ともに、気温の日周変化と同調していた（図 4）。日照時間を見ると、17～19 日は 20～21 日に比べて日照時間が長く、22 日再び日照時間が長くなっていた（図 4）。これらのことから、20 日 11 時を境に水温が逆転するのは、日照時間が関係していると考えられた。すなわち、日照時間が長くなると、泊（港内）は青谷（岬）より水温が高くなり、日照時間が短くなると、泊（港内）は青谷（岬）に比べて水温が低くなると考えられた。しかし、22 日は日照時間が長いのに、泊の港内の方が青

谷の岬より水温が低かったため、水温は気温や日照時間だけでは説明がつかないことがあると考えられた。

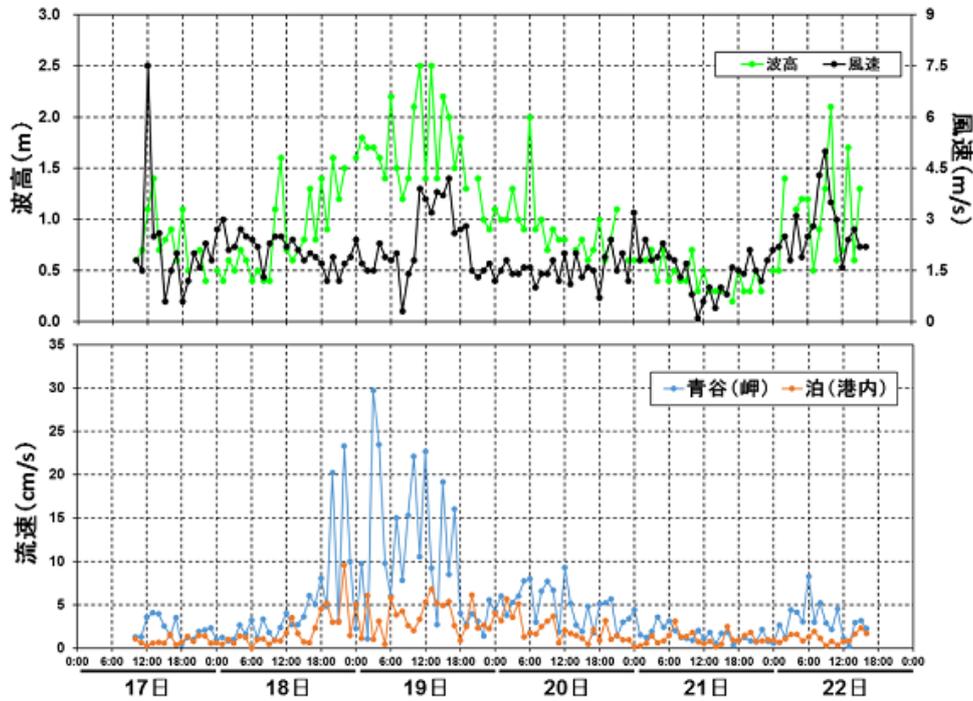


図3 波高，風速と流速の関係。

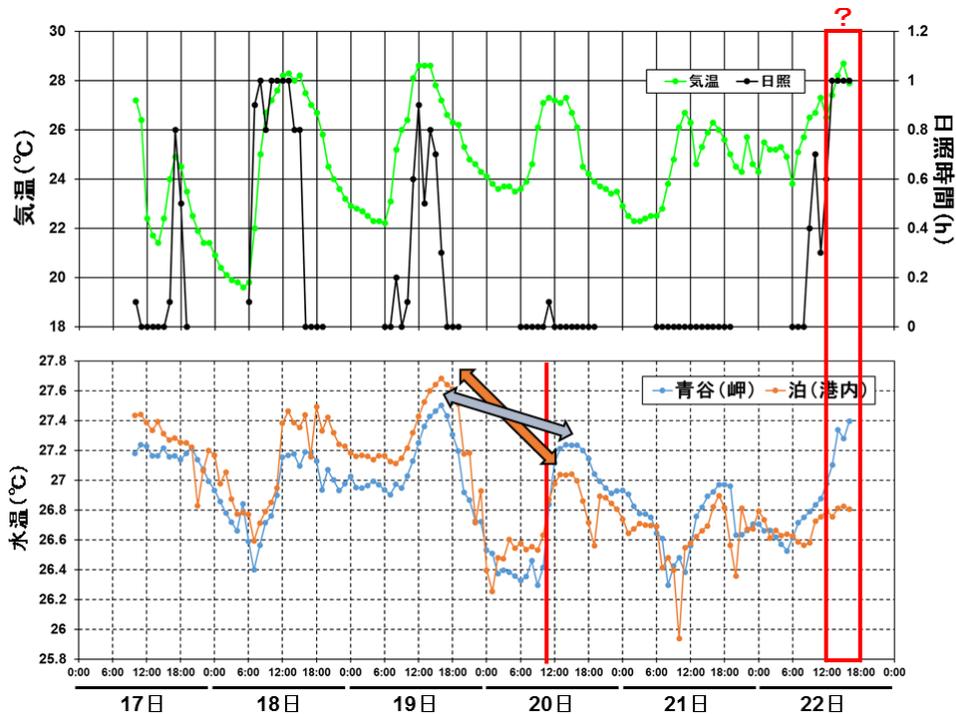


図4 気温，日照と水温の関係．赤線：青谷の岬と泊の港内で水温の傾向が異なる時期．矢印：水温変化の落差を示す．“？”：水温変化の原因が不明な期間．

4) 考察 (成果)

これまでの結果より、8月中旬～9月中旬の泊の港内と青谷の岬の水温の違いをまとめると、気温が上昇し、日照時間が増加すると、泊の港内は流速が遅い、すなわち海水交換があまり行われないことから温まりやすく超水温上昇（例えば、水温 29℃以上）に見舞われるのに対して、青谷の岬は流速が速い、すなわち海水交換がよく行われることから温まりづらく、適度な水温上昇となると考えられた。また、気温が上昇するものの、日照時間が減少すると、泊の港内は海水交換があまり行われないことから冷めやすく、著しい水温下降となり、青谷の岬は海水交換がよく行われることから冷めづらいつと考えられた（図5）。これらのような違いにより、平成25年夏季にアラメが枯れた場所と生き残った場所があると考えられた。

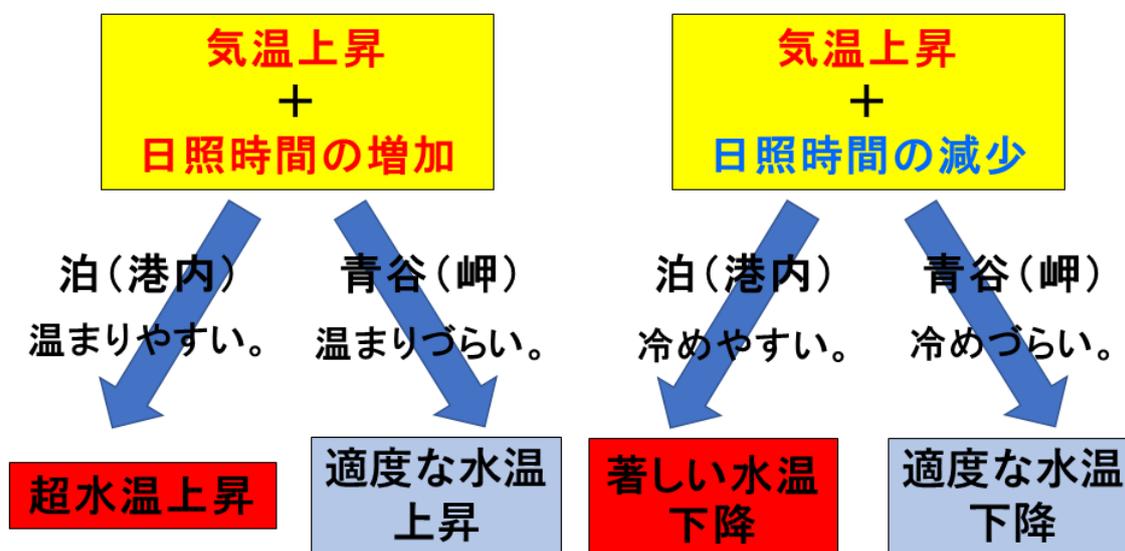


図5 8月中旬～9月中旬の泊の港内と青谷の岬の水温の違い。

以上の結果をまとめると、泊（港内）は超高水温（29℃以上）に見舞われる可能性がある。すなわち、猛暑の年は、海藻が枯れてしまう可能性がある。一方、青谷（岬）は泊の港内に比べて超高水温を回避できる可能性が高い。すなわち、猛暑の年でも、海藻が生き残れる可能性が高い。今後、藻場造成するうえで、流速が速い、すなわち、潮通しの良い場所を選定した方が、藻場造成の成功率を高められると考えられた。

5) 残された課題

本調査で、22日に日照時間が多いにも関わらず、泊の港内の方が青谷の岬に比べて水温が低く推移しており、水温の変化が気温と日照時間だけでは説明出来ない時期もあったことから、例えば1か月など長期観測を行い、多くのデータを解析する必要がある。また、本調査年の平成27年は比較的冷夏の年であり、水温の違いがあまりないため、猛暑の年などに観測すれば、さらに明瞭な違いが分かると考えられた。

【課題2】スポアバッグによるノコギリモク及びクロメ造成調査

1) 目的

水深5m以上の深場では、漁業者でも潜水による藻場造成が困難な水深となる。そこで、深場でも生育できるノコギリモクとクロメを対象として、漁業者が実践でき、潜水を必要としないスポアバッグによる藻場造成効果を検討することを目的とした。

2) 方法

調査は、深場の藻場造成に対する要望が強い鳥取県漁業協同組合御来屋支所の水産多面的機能発揮対策推進事業の活動の中で、小型定置網漁業者と協働で名和川河口域の西側の水深6m(ノコギリモク:35° 30.3937' N, 133° 28.8643' E;クロメ:35° 30.3931' N, 133° 28.8579' E)と水深14m(ノコギリモク:35° 30.4802' N, 133° 28.2622' E)を定点として行った(図6)。



図6 ノコギリモクとクロメのスポアバッグ投入地点図。

母藻はノコギリモクが泊港内、クロメは酒津漁港周辺に自生する個体を用いた。定期的に両種の成熟を観察し、成熟した時期を見計らって、ノコギリモクのスポアバッグは土のう50個にそれぞれ成熟した母藻を数本ずつ付け、平成27年7月2日に水深6mに投入した。水深14mでは、市販の布地製のスポアバッグのポケットに転石を入れ、母藻をつけて投入した。さらに、クロメのスポアバッグも土のう50個にそれぞれ成熟した母藻を1本ずつ植え付け、水深6mに平成27年11月17日に投入した(図7)。



図7 ノコギリモクとクロメスポアバッグ投入の様子。

3) 結果

スポアバッグ投入前，投入直後，およびノコギリモクに関しては11月にも潜水調査を行い，発芽体の様子の確認を行った。

水深6mのノコギリモクスポアバッグ投入地点には，大型海藻がほとんどなかった。投入直後に潜水して観察した際，ノコギリモクスポアバッグは水中に直立していた（図8）。

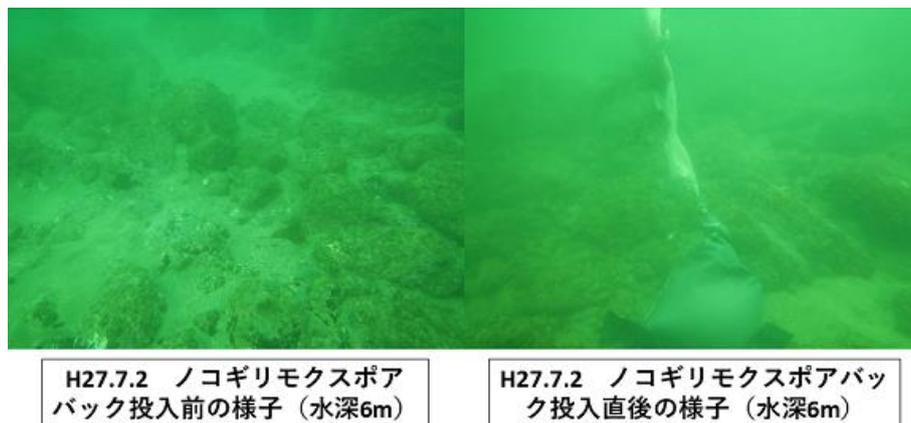


図8 水深6m地点におけるノコギリモクスポアバッグ投入前と直後の様子。

その後，平成27年11月1日にノコギリモクスポアバッグ投入場所の潜水調査を行った結果，土嚢の周りに多数のノコギリモクと考えられる発芽体が確認され，15cm×15cm枠内に5～10個体であった（図9）。

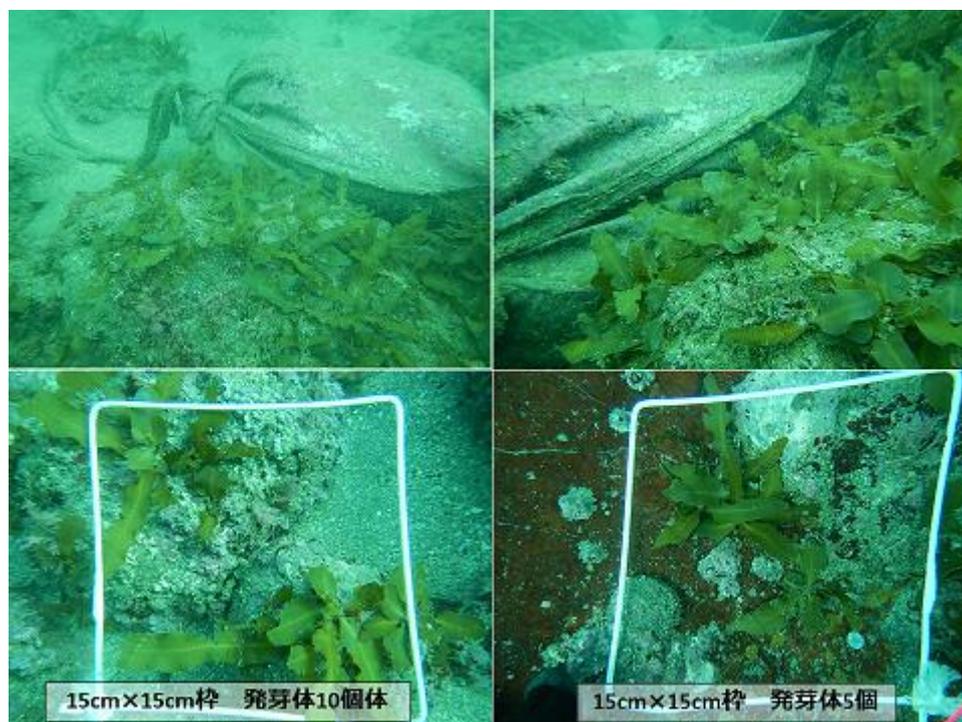


図9 平成27年11月1日に観察したノコギリモクスポアバッグ実施場所（水深6m）の様子。

水深 14 m のノコギリモクスポアバッグ投入地点でも同様に投入前、投入直後、および 11 月に観察を行った。水深 14 m でも水深 6 m と同様、大型海藻はほとんど見られなかった。そして、布製のノコギリモクスポアバッグを投入したところ、ほとんどの個体でノコギリモクは横に倒れてしまっていた (図 10)。

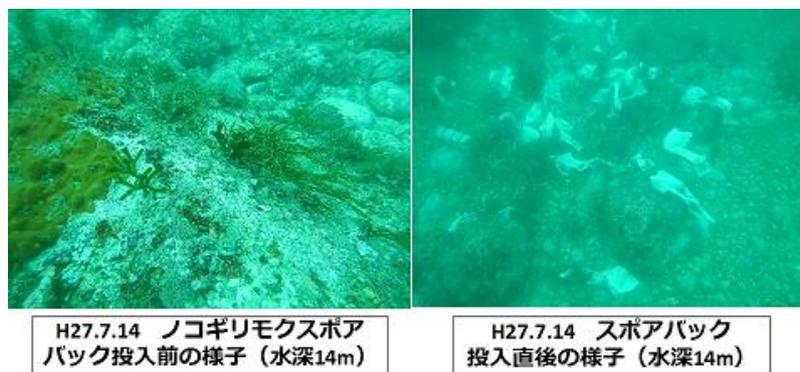


図 10 水深 14 m 地点のノコギリモクスポアバッグの投入前と投入直後の様子。

平成 27 年 11 月 1 日に水深 14 m のノコギリモク実施場所の観察を行った結果、水深 6 m ほど発芽体は見られず、1m²あたり数個体であった (図 11)。



図 11 平成 27 年 11 月 1 日に観察したノコギリモクスポアバッグ実施場所 (水深 14m) の様子。

平成 27 年 11 月 17 日にクロメスポアバッグ投入前と直後に潜水調査を行い、スポアバッグ投入地点 (水深 6 m) にはほとんど大型海藻がないことを確認した。また、一部、砂が混じる地点があった (図 12)。

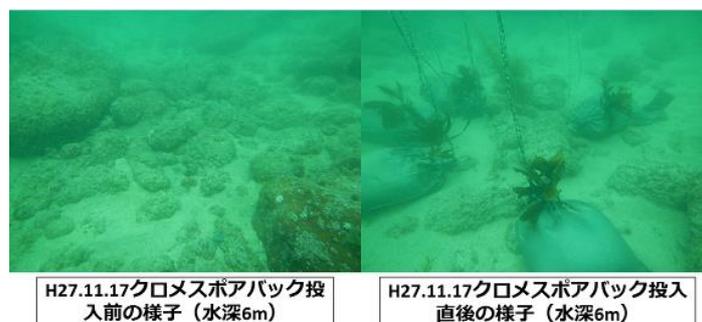


図 12 平成 27 年 11 月 17 日に実施したクロメスポアバッグ実施場所 (水深 6 m) の様子。

4) 考察 (成果)

水深6mでノコギリモクスポアバッグの効果を実感することができたが、水深14mではその効果は低かった。水深6mでノコギリモクで効果が見られた要因として、砂がやや混じっており、食害生物が少ないなどが考えられた。

また水深14mで効果が低かった要因として、水深14mでは水深6mに比べて照度が低いこと、また、食害生物であるムラサキウニなどは少ないものの、巻貝類（コシダカガンガラ、ヒメクボガイ、ウラウスガイ）が多く見られたことなどが考えられた（図13）。



図13 御来屋で確認した巻貝類.

5) 残された課題

今回の調査で水深6mのクロメスポアバッグを投入してから、冬から春に時化で事後調査が行えなかった。そのため、引き続き、今回投入したクロメスポアバッグの事後調査を行い、効果を検証する必要がある。

【課題3】安価で大量生産可能な基質を用いたクロメ造成調査

1) 目的

従来、藻場造成に用いてきたプレートは、比較的高額であり、重量が重く、潜水作業も2回必要なため、より安価で、作業性のよい藻場造成用プレートの検討を行うこと。

2) 方法

平成27年度は、市販のスレート材を用いてクロメ種苗生産を行った。市販のスレート材を3cm×6cmに切断し、クロメの遊走子を直に着生させた。成熟したクロメの母藻は、酒津漁港内で11月に採取し、日陰干した後、光量1万lux以上で通気し、海水が茶褐色に濁ってきたら遊走子以外の粒子を除去するように、50μmの目合のゴースネットで濾しながら遊走子の採取を行った（図14）。

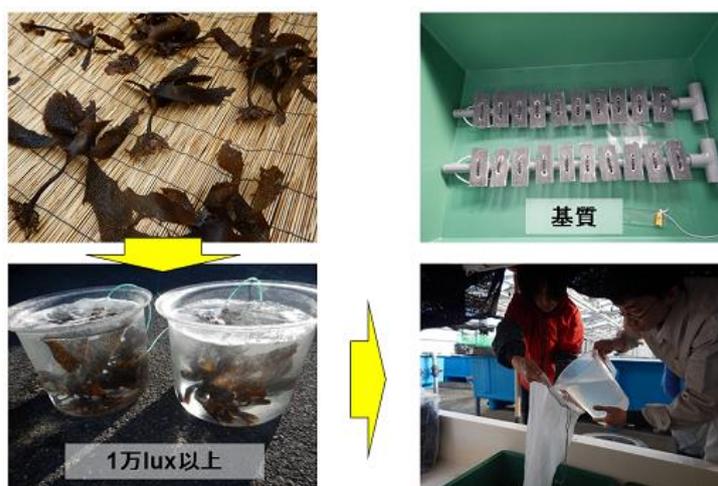


図14 クロメ採苗の様子.

合計3個（A, B, C水槽）の60L水槽内で微通気しながら飼育し、1週間に3回水槽内の海水を交換し、珪藻類の繁殖を抑えるため、栄養塩類の添加は行わなかった。光量は蛍光灯および遮光幕で調整し、明暗周期12時間として、中間育成の開始まで、各水槽の水温と光量の測定を行った。なお、照度に関しては、12月より測定を行った。また、生長を促進させるため、2月以降は泊漁港内において中間育成を実施した。

3) 結果

水温については、3つの水槽間で大きな違いはなく、14.7～19.7℃で推移し、平均17.3～17.4℃であった。一方、照度については水槽間で違いがあり、B水槽が610～2530 lux（平均1607 lux）で最も明るかった。そして、A水槽とB水槽の照度はAの方がやや低いものの大きな差はなく、A水槽は500～1730 lux（平均1228 lux）、C水槽は530～2000 lux（平均1326 lux）であった（図2）。

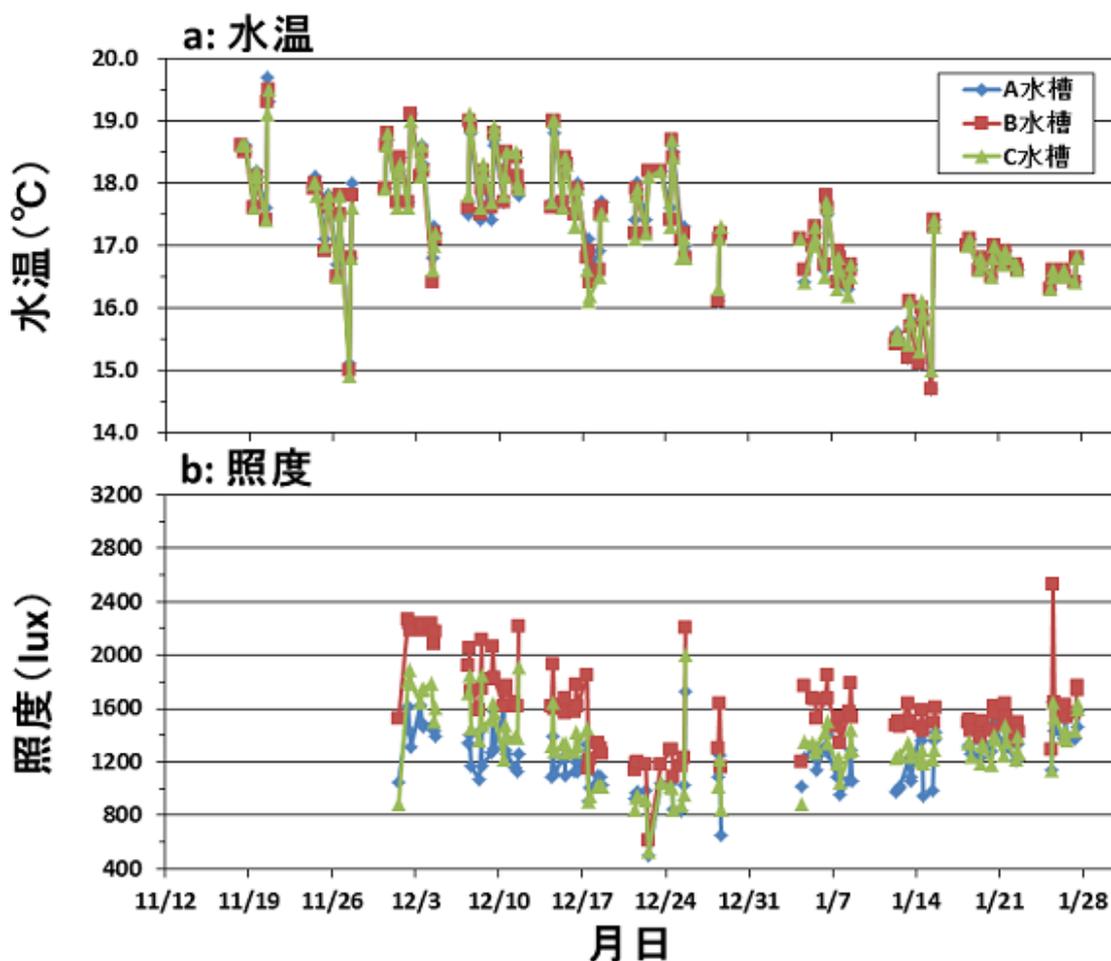


図15 種苗生産期間中の水温と照度の変化。

泊漁港内における中間育成期間中、2回、葉長の測定を行った。その結果、平成28年2

月 23 日は、A 水槽由来の群が、平均 9.1 ± 2.9 mm、B 水槽由来が平均 6.7 ± 1.8 mm、C 水槽由来が平均 8.3 ± 2.6 mm であった。そして、平成 28 年 3 月 6 日は、A 水槽由来が平均 22.9 ± 7.1 mm、B 水槽由来が平均 26.1 ± 6.1 mm、C 水槽由来が平均 24.6 ± 7.5 mm であり、中間育成期間中、水槽に由来するような大きな差はなかった（図 16）。

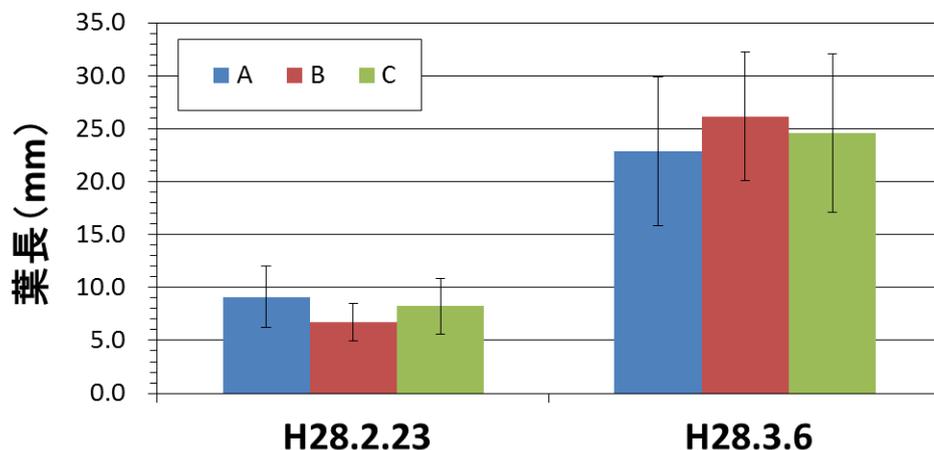


図 16 中間育成中のクロメの生長。

4) 考察（成果）

今回、栄養塩類の添加がなくても、週 3 回の海水交換でクロメ種苗生産を行うことができることが分かった。なお、B 水槽で照度が他の水槽よりも高かったが、B 水槽は蛍光灯の真下に設置されていたのに対して、A と C 水槽は B 水槽の両隣りに設置してあったため、やや照度が低くなったと考えられた。これらの照度の違いがクロメの生長に影響するのではないかと考えたが、中間育成中の測定では、3 水槽間に大きな違いはなかった。

5) 残された課題

今後は、実際に漁業者と協働で海中にプレートを設置し、プレート形状や重さ、そして藻場の造成効果などの検討を行う必要がある。

【小課題－4】食害生物駆除効果調査

1) 目的

鳥取県漁業協同組合浜村支所より、食害生物であるムラサキウニが大量に発生しているといった情報を平成 27 年 7 月に受けた。そこで、ムラサキウニ等の分布状況を把握するとともに、特にムラサキウニが多く分布する場所でムラサキウニの駆除を行い、藻場回復効果を把握することを目的とした。

2) 方法

ムラサキウニ等の分布状況の把握は、平成 27 年 7 月 8 日に 4 名がスキューバ潜水を行い、

漁業者から特にムラサキウニが多い場所を中心に St. 1 と 3 で 1 m² 枠内のウニ類及びヒトデ類の採集を行った。なお、St. 2 では状況の観察のみ行った (図 17)。

また、ムラサキウニの分布の多かった St. 1 において、平成 27 年 8 月から平成 28 年 3 月にかけて、おおむね月 1 回、3~4 名がスキューバ潜水を行い、10 m×10 m エリアの区域を設けて、潜水により、鉄筋を用いてムラサキウニをつぶして駆除するとともに、つぶした数の計数を行った。駆除は、エリア内のムラサキウニがいなくなるまで行った。また、平成 27 年 12 月に駆除区域内外で、小型プレートに種苗生産されたアラメを設置し、食害等の比較を行った。

なお、本調査は 1 年計画で平成 28 年 6 月まで実施予定のため、藻場の回復効果の部分については、平成 28 年成果報告にまとめ、平成 27 年成果では、浜村におけるムラサキウニの分布状況をまとめた。



図 17 調査地点.

3) 結果

3-1 ムラサキウニ等の分布状況

① St. 1

ムラサキウニが非常に多く、1 m²あたり平均 16 個体分布していた。ヒトデ類はほとんど見られなかった。大型海藻が少なく、サンゴ藻が多かった (図 18, 表 1)。

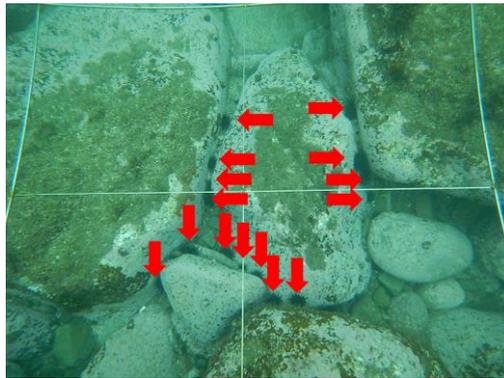


図 18 St. 1 におけるムラサキウニの分布の様子. 赤矢印：ムラサキウニの分布箇所.

② St. 2

この調査地点もムラサキウニが多く、沖側より岸側（岸壁沿い）が多かった。岸側の分布密度は、St. 1 よりも多く感じた。海藻が少なく、サンゴ藻が多かった（図 19, 表 1）。

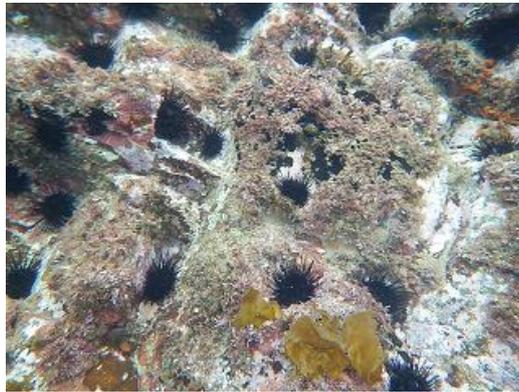


図 19 St. 2 におけるムラサキウニの分布の様子. 岸側（岸壁面）の様子.

③ St. 3

防波堤（St. 3）の外側ではムラサキウニは少なく、マヒトデが平均 1 m^2 あたり 2 個体と多く、内側では、マヒトデは少なく、ムラサキウニが 0.8 個体/m^2 とやや多かった（図 20, 表 1）。



図 20 防波堤の外側の様子. 外側ではマヒトデが多く分布.

表1 ムラサキウニ等の分布状況の一覧.

調査地点	水深(m)	底質	ウニ・ヒトデ分布状況	平均分布密度(個体/m ²)		海藻状況	海藻被度	
				ムラサキウニ	マヒトデ			
St. 1	赤壁	3~4	転石	ムラサキウニが非常に多い	16	0	有節・無節サンゴ藻主体、アカモクが点在	0-1
St. 2	海面から出た岩付近	2~3	転石/岩礁	ムラサキウニが非常に多い	岸際はSt. 1より多い	0	有節・無節サンゴ藻主体、フスジモク、アカモク、フサイワズタが点在	
St. 3	北沖防の外側	5~6	コンクリート	マヒトデが非常に多い	あまり分布していなかった	2	小型海藻、有節サンゴ藻主体	
St. 4	北沖防の内側	5~6	コンクリート	ウニ・ヒトデはあまり多くない	0.8	0.7	有節サンゴ藻主体、クロメが点在	

④ ムラサキウニとマヒトデのサイズ組成

St. 1で採集されたムラサキウニは、St. 3の内側で採集された個体に比べて小型群主体であった。いずれの個体も身入り（生殖腺重量/殻付全重量×100）は悪く、平均 1.5%であった。マヒトデは、St. 3の内側と外側ともに、サイズ組成は似ており、大型・小型群が分布していた（図 21, 表 1）。

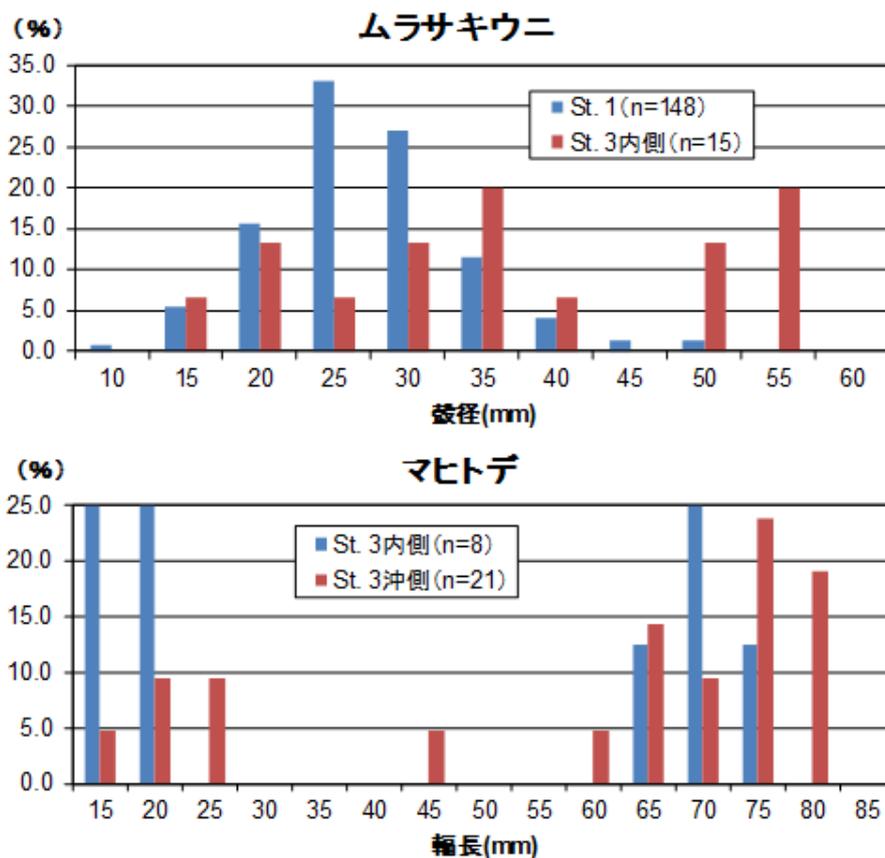


図 21 ムラサキウニとマヒトデのサイズ組成.

4) 考察 (成果)

今回の調査で浜村の St. 1~2 では、有節・無節サンゴ藻が優占し、St. 1 ではムラサキウニが 16 個体/m²分布していた。磯焼けは、大型・小型海藻がなく、無節サンゴ藻が優占した場所の状況を指し、このような状況になると、ウニ類がしばしば高密度で分布する¹⁾。磯焼けが起きていると呼ばれている場所のウニ類の分布密度は、例えば長崎県対馬ではムラサキウニが 140~240g/m²分布していた²⁾。浜村で採集されたムラサキウニ 1 個体あたりの平均重量 15g に基づき、長崎県対馬のムラサキウニの重量密度を個体数密度へ換算すると、9~16 個体/m²となることなどから、このまま進行すれば磯焼けになりかねないと考えられた。

5) 残された課題

平成 28 年度まで引き続き、ムラサキウニの駆除と藻場の回復効果を把握する必要がある。

参考文献：

- 1) 長崎県磯焼け対策ガイドライン (2015) 1-77.
- 2) 四井・前迫 (1993) : 対馬東岸に磯焼け帯における藻場回復実験. 水産増殖 41 (1) , 67-70.