

## 2.実証試験の概要

### ○実証試験実施場所の概要

実証試験実施場所：三重県度会郡南伊勢町神前浦地内（弁天島西側海域）

主な利用状況	当該海域は、入り組んだリアス式海岸であり、地形を利用した漁港が多く存在し、黒潮が回流する熊野灘に面しているため、良漁場となっており、海面養殖もさかんである。また、スキューバダイビングや釣りなどの親水空間としても利用されている。	
課題	拡大した磯焼けに対して海藻の繁殖を人為的に手助けし、沿岸域の生物生産の基礎となる藻場を修復・保全することは生物多様性及び水産上、非常に重要である。三重県及びその他の市町村では、各種の藻場造成事業を実施してきており、加えて、三重県水産振興事業団ではサガラメ・ガラモ種苗の供給事業を実施している。	
海域の状況	水質の状況	平成23年9月から平成24年2月の実証試験海域における水質調査結果では、水温は15.3℃～27.1℃、塩分29.5～34.7、日積算光量子は0.03mol/m <sup>2</sup> ～7.98mol/m <sup>2</sup> であった。透明度は7.5m～11mであり、水質汚濁は見られなかった。
	底質の状況	平成23年度の潜水調査より、陸側のA区画では岩礁帯となっており、それより沖側のB区画では砂泥、粗粒砂が広く分布し、中央粒径50cm程度の巨礫が散在していることが確認された。
	生物生息環境	平成23年度の潜水調査より、陸側の岩礁帯(A区画)では、植物はカジメをはじめとする褐藻類が分布しており、動物はガンガゼが多く見られた。それより沖側のB区画では、植物は粗粒砂上の巨礫にカジメが付着し、点在していることが確認されたが、ガンガゼは見られなかった。

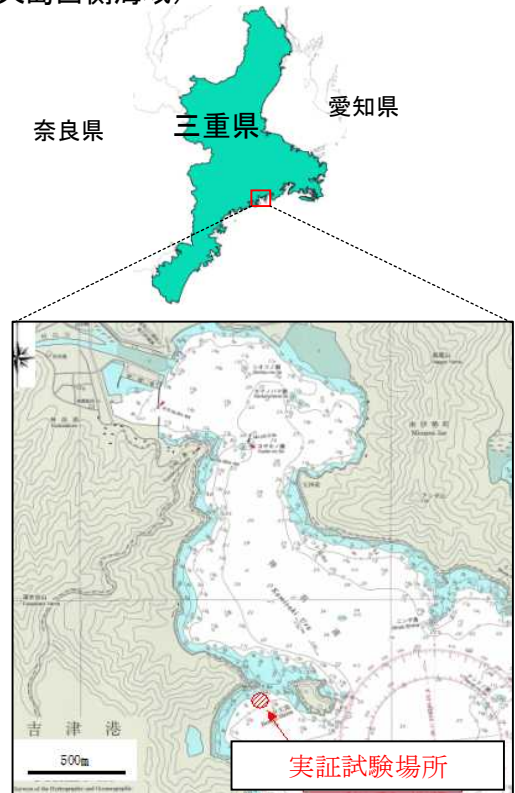


図3 実証試験場所

### ○実証対象技術の設置状況(実証試験概要)

本実証試験では、実証対象技術の効果を把握するため、以下の実証試験Ⅰ、Ⅱを行った

【実証試験Ⅰ】実証対象技術の**設置数量**を変え、効果の違いを比較した。

【実証試験Ⅱ】B区画における実証対象技術の**交換頻度**を変え、効果の違いを比較した。

区画		実証試験Ⅰ (平成23年8月- 平成24年4月)	実証試験Ⅱ (平成24年5月- 平成25年1月)
A区画 (ガンガゼが多く みられた転石帯) 食害の可能性:大	試験区1	各ブロック6ヶ装着 交換しない	各ブロック6ヶ装着 交換しない
	試験区2	各ブロック3ヶ装着 交換しない	各ブロック3ヶ装着 交換しない
	対照区	装着なし	装着なし
B区画 (ガンガゼがみられ なかった砂地) 食害の可能性:小	試験区1	各ブロック6ヶ装着 交換しない	各ブロック6ヶ装着 1ヶ月毎に交換
	試験区2	各ブロック3ヶ装着 交換しない	各ブロック6ヶ装着 3ヶ月毎に交換
	対照区	装着なし	装着なし

- ・技術の効果は食害可能性の小さいB区画の結果より考察する。  
(※)A区画は食害環境における技術の効果を検討するための参考区画とする。
- ・期待する結果(海藻の生物量)：試験区1>試験区2>対照区

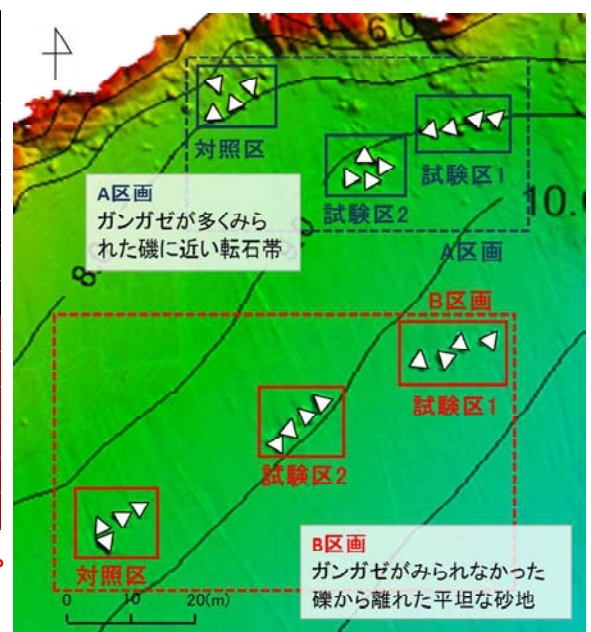


図4 実証試験概要(実証試験Ⅰ、Ⅱにおける各区の状況)





#### 4. 実証試験結果

##### ○実証試験の目標と結果

本技術を試験区に設置することにより、対照区に比べ海藻の生育が促進され、藻場が形成されることを期待している。よって、本試験の評価目標は、試験区 1 において、対照区を越える海藻の生物量<sup>(\*)</sup>を確保することとした。実証項目および目標を表 2 に示す。

表 2 実証項目と目標水準

実証項目	目標水準
海藻	試験区1において、対照区を越える海藻の生物量 <sup>(*)</sup> を確保すること。

(\*)生物量は、海藻の株数、藻長、成熟度で評価する。

##### 本実証試験で対象とした海藻(カジメ)について

カジメは大型多年生の褐藻であり、日本の中南部の沿岸に広く分布し、海中林を形成する重要な海藻である。

海中林は、多様な生物相を形成し、魚介類の産卵、幼稚仔魚の育成場、水質浄化機能を有する空間として、沿岸生態系の中で重要な役割を担っている。

本海域においても、岩礁帯にカジメが広く分布していることが確認されたため(図 6)、**本実証試験の調査対象とした。**

カジメは季節によって、生長、成熟の様子が異なる(図 7)。よって各時期の状態変化を正確に把握するため、**藻長だけでなく、側葉や子嚢斑の形成状況についても調査を行った。**



図 6 実証試験海域で確認されたカジメ

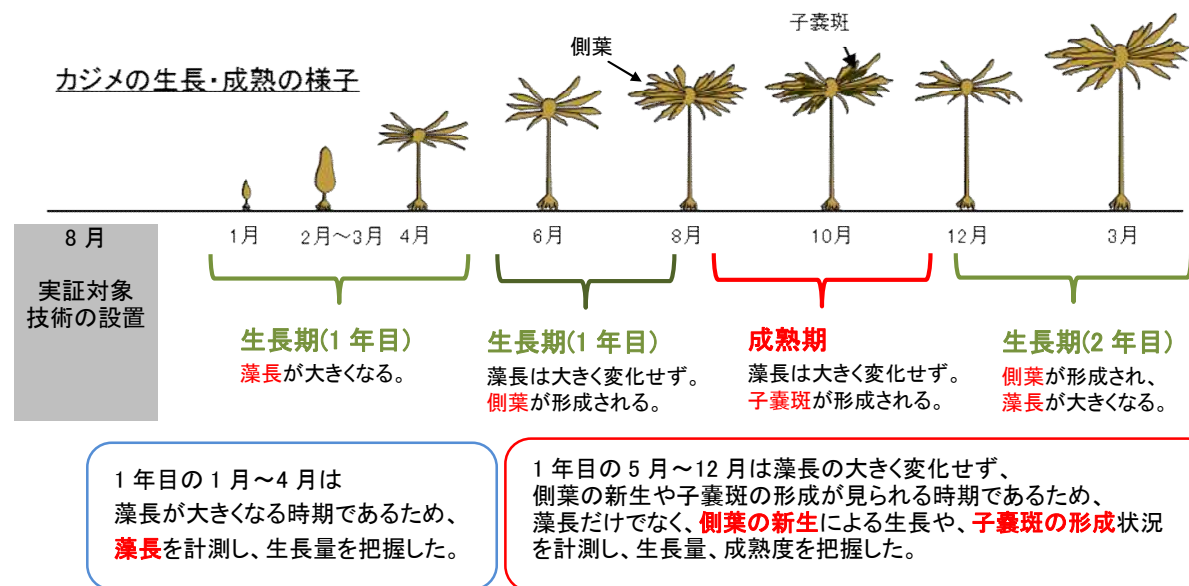


図 7 各時期におけるカジメの生長・成熟の様子と調査内容

##### 【用語の定義】カジメの生長、成熟について

**生長:** 光合成により、一次生産が行われ、側葉が形成され、藻長が大きくなるなど生物量が増加すること

**成熟:** 葉状部表面に胞子をつくること(胞子をつくるための子嚢斑が形成される)

(1) 実証試験Ⅰの結果(平成24年1月～平成24年4月):ブロック上面の様子

平成24年1月、3月、4月のB区画の試験区1と対照区のブロック上面の状況を図8に示す。平成23年12月よりカジメ幼体が着生し、その後生長していく様子が確認された。

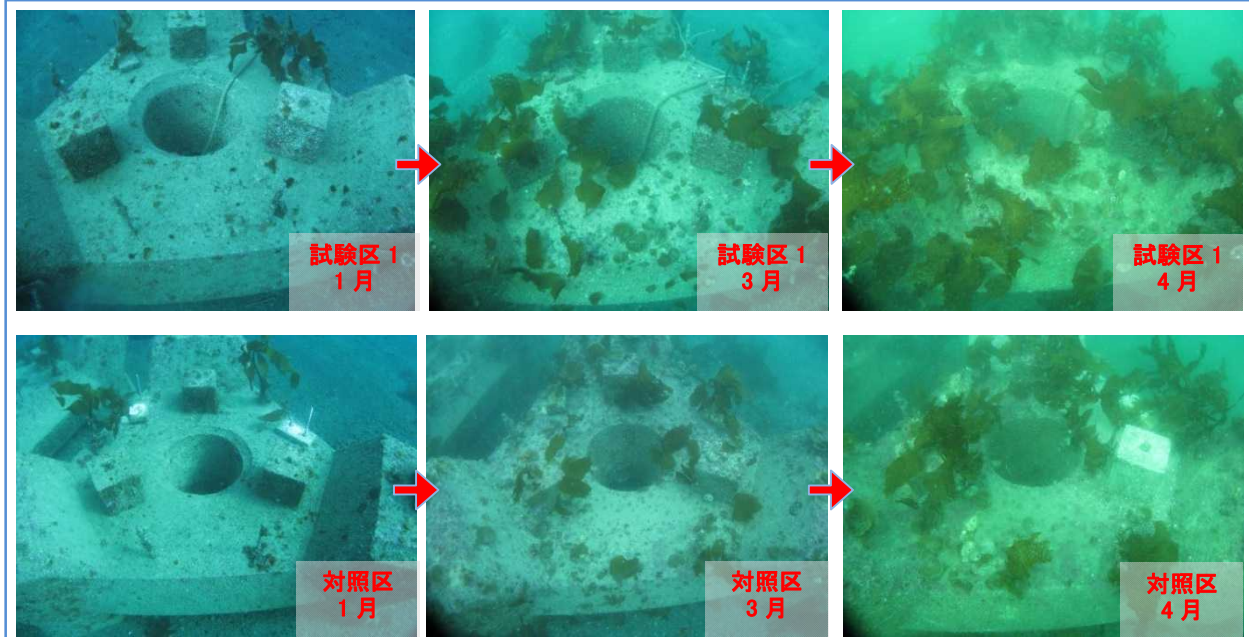


図8 平成24年1月、3月、4月のブロック上面の様子(上:試験区1、下:対照区)

(2) 実証試験Ⅰの結果(平成23年12月～平成24年4月):ブロック上面に付着したカジメの藻長計測結果

平成23年12月～平成24年4月に実施したブロック上面のカジメ藻長計測結果を図9に示す。試験区1、試験区2では、常に実証対象技術を装着していない対照区以上の生長量となっていた。平成24年4月のカジメ藻長は試験区1で308mm、試験区2で238mmとなり、対照区の185mmに比べ1.7倍、1.3倍となっており、t検定を行った結果、B区画の全ての区において有意な差があることが確認された。

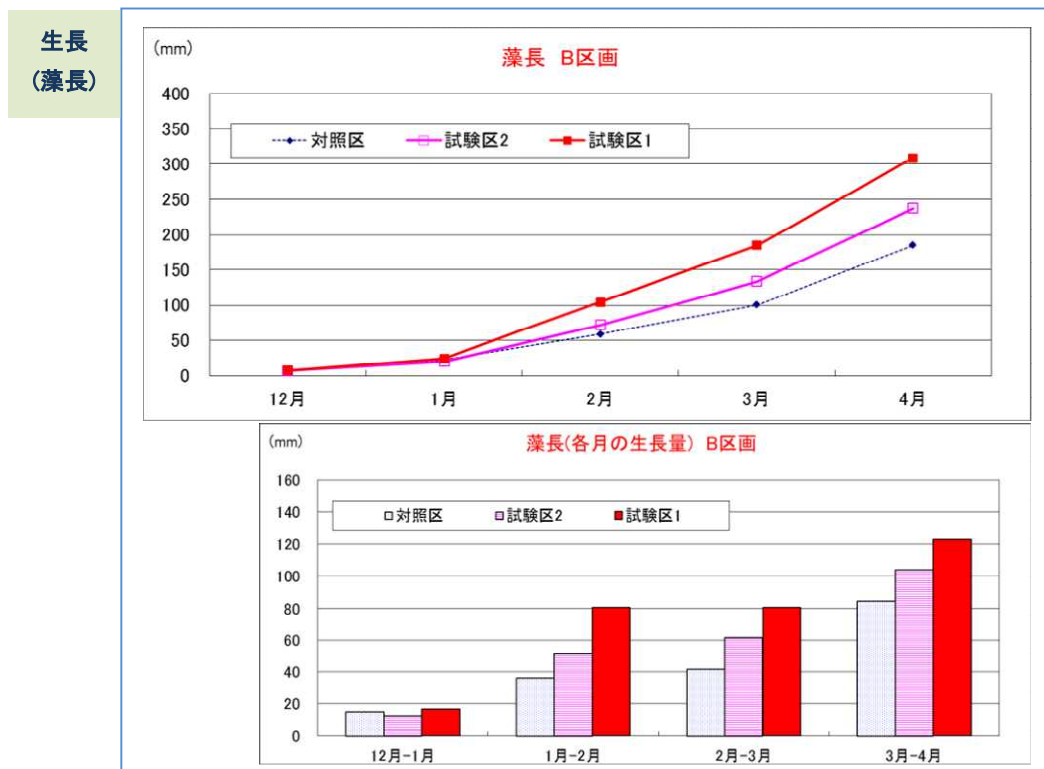


図9 ブロック上面に付着したカジメの藻長(上)と各月の生長量(下)(平成23年12月～平成24年4月)

**(3) 実証試験Ⅱの結果(平成24年4月～平成25年1月): 藻長と側葉の新生による生長状況調査結果**

B区画におけるカジメの藻長と側葉の生長量を図10に示す。藻長は、平成24年4月～5月、平成24年12月～平成25年1月は顕著な生長が見られたが、平成24年6月～11月の期間は大きな変化は見られなかった。また、側葉による計測では、平成24年6月～8月に生長が見られたが、平成24年8月～12月は大きな変化は見られなかった。これは一般に言われているカジメの生長の様子と合致している。

カジメの生長に大きな変化が見られなかった平成24年8月～12月については、実証対象技術の交換頻度による生長の違いは確認出来なかったが、藻長もしくは側葉の生長が見られた平成24年4月～8月、平成24年12月～平成25年1月は、交換した試験区で、対照区以上の生長量が確認された。このことから、実証対象技術の投入を、海藻の生長の時期に合ったタイミングで行うことで、より効果的な使用が出来ることが考えられた。

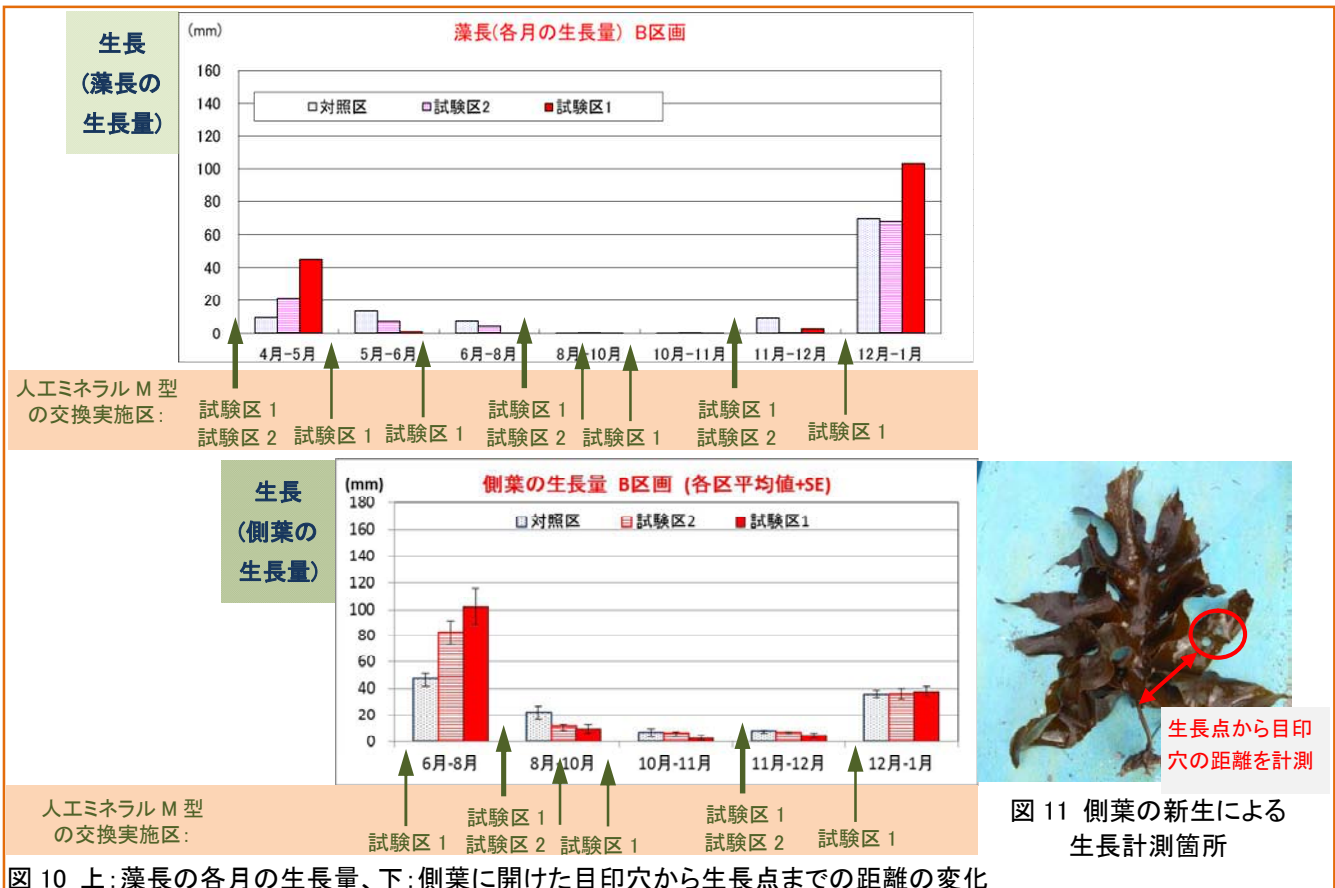


図10 上: 藻長の各月の生長量、下: 側葉に開けた目印穴から生長点までの距離の変化

**(4) 実証試験Ⅱの結果(平成24年11月): 成熟度調査(子嚢斑の側葉に占める割合の計測)結果**

平成24年11月に実施したカジメの成熟度調査結果を図12に示す。子嚢斑の側葉に占める割合はB区画試験区1では18.9%、試験区2では16.7%、対照区では15.8%となった。t検定で有意な差は確認されなかったが、実証対象技術が海藻の成熟に効果のある可能性が伺われた。

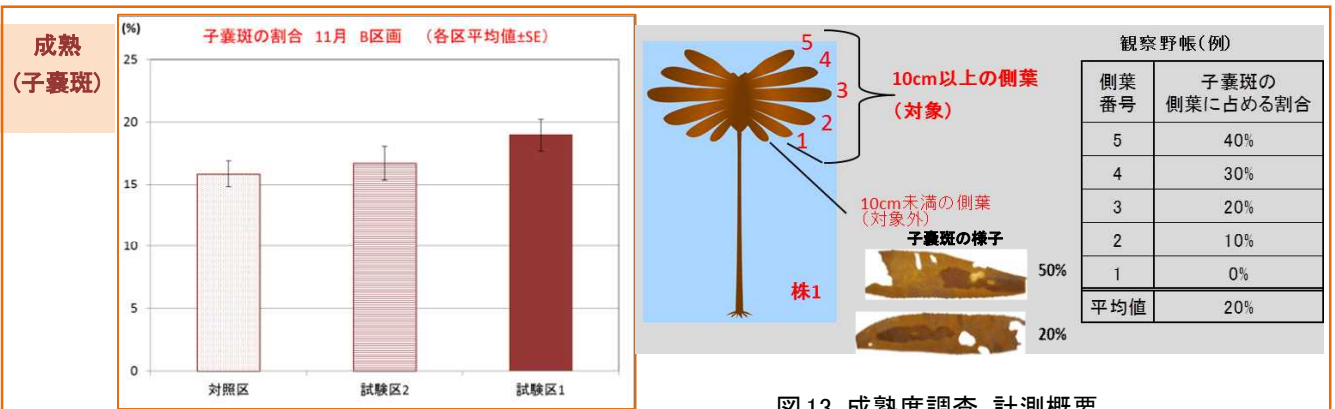


図12 子嚢斑の側葉に占める割合(平成24年11月)

図13 成熟度調査 計測概要



#### (5) 初期の珪藻付着について

実証対象技術設置後の平成 23 年 10 月は、ブロック上面に珪藻の付着が確認され、試験区 1 で 65%、試験区 2 で 41%、対照区で 15%の被度となった。その後 11 月は、珪藻が多い試験区で無節サンゴモ類の被度が少なくなり、2 月は、無節サンゴモ類の着生が少ない試験区で、カジメ幼体の株数が多く観測された。

ブロック設置後の付着初期において、実証対象技術が珪藻の生長を促進させ、珪藻の被度が大きくなったことが、無節サンゴモ類の付着抑制に繋がり、結果的にカジメ幼体の着生しやすい環境になったと考えられた。

この状況を再確認するため、平成 24 年 8 月に各区のブロック上面の剥取を行った。平成 24 年 11 月には試験区 1、試験区 2 で 5%の珪藻の付着が見られたが、前年度ほどの明確な違いは確認されず、またその後の無節サンゴモの着生についても前回状況の再現は出来なかった。

#### (6) カジメ群落の更新(新しいカジメ幼体の付着)について

平成 25 年 1 月に、各ブロックに新しいカジメ幼体の着生が確認された。カジメ幼体の付着は試験区 1 で 6 株、試験区 2 で 20 株、対照区で 160 株であった。幼体の藻長は試験区 1 で 115mm、試験区 2 で 17.7mm、対照区で 18.9mm であった。一方、カジメ成体の付着は試験区 1 で 127 株、試験区 2 で 68 株、対照区で 35 株であった。成体の株数が少ないほど、幼体の着床は多かったが、全ての区で幼体を確認されたことから、群落の更新がなされていると考えられる。また幼体の藻長は、試験区 1 が最も大きいことが確認された。

### 5.実証試験の結論

#### 【技術の設置数量による効果の違いについて】

- ・カジメ藻長は対照区に比べ、試験区 1(6ヶ装着)で 1.7 倍、試験区 2(3ヶ装着)で 1.3 倍となった。
- ・技術の設置数量による海藻生長促進効果の違いが確認された。

#### 【技術の交換頻度による効果の違いについて】

- ・生長期は、技術の交換頻度の高い区画で、生長促進効果が確認された。
- ・成熟期は、技術の交換頻度の高い区画で、成熟促進効果が伺われた。
- ・カジメの生長に大きな変化が見られなかった時期は、技術の交換頻度による生長の違いは確認出来なかった。
- ・技術の投入を、生長・成熟の時期に合ったタイミングで行うことで、より効果的な使用が出来ることが考えられた。

#### 【初期の珪藻付着効果について】

- ・ブロック設置後は、試験区で珪藻が多く付着し、無節サンゴモ類が少なくなったことで、カジメの付着しやすい環境となったことが考えられた。
- ・上記状況の再現のため、ブロック上面の剥取を行い、観察を行ったが、状況の再現は出来なかった。

#### 【カジメ群落の更新(新しいカジメ幼体の付着)について】

- ・カジメ幼体の付着は全ての区で確認され、群落の更新がなされていると考えられた。
- ・カジメ幼体の藻長は試験区 1 で最も大きいことが確認された。

#### 【結論】

調査結果より、目標である「試験区 1 において、対照区を超える生物量の確保」が確認され、実証対象技術が海藻の生長及び成熟に適切に効果を発揮していることが考えられた。

### 6.実証試験についての技術実証検討会の見解

本技術が海藻の生長促進に効果のあることは、実証試験によりカジメの生長量に有意な差が確認されたことから明らかである。今後、本技術が様々な目的、場所で活用されるために、海藻の成熟促進効果や初期の珪藻付着効果等について、より詳細な調査を行い、更なる効果を確認すると共に、本技術の設置や活用方法についての知見や実績を集積する必要がある。

(参考情報)

注意：以下に示された技術情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○技術データ

項目		環境技術開発者 記入欄				
技術名称		人工ミネラル-M型 (鉄鋼スラグを原料とした海域再生用ミネラル供給サプリメント)				
企業名		国土防災技術株式会社、新日鐵住金株式会社(旧 住友金属工業株式会社)				
連絡先	TEL/FAX	TEL( 03 ) 3432 - 3567 / FAX( 03 ) 3432 - 3576				
	Web アドレス	http://www.jce.co.jp				
	E-mail	k-t@jce.co.jp				
設置方法		人工ミネラル-M型の設置方法は、多岐にわたり、設置場所や用途等、利用者のニーズに合った方法を選択可能。  (設置例) ・海藻養殖筏に吊り下げ ・魚礁ブロックへの設置 ・模擬磯場ブロックへの設置 ・海底(岩礁帯等への)設置				
設置・調整期間		設置方法による				
コスト概算  人工ミネラル-M型 ／100本当たり 模擬磯場ブロック含まず		費目		単価(円)	数量	計(円)
		イニシャルコスト				
		土木費(人力製作コスト)		2,208	100本	220,800
		資材費(製鋼スラグ・酸性資材ほか)		4,813	100本	481,300
		諸経費		2,979	100本	297,900
		(100本当たりのコスト)				1,000,000
		円／(人工ミネラル標準量:6.28kg/本当たり)				10,000

○その他 本技術に関する補足説明(導入実績、受賞歴、特許・実用新案、コストの考え方の補足 等)

特許出願中

## 本編





