株分けによるアマモ種苗の大量生産と種苗移植によるアマモ場造成技術

水温と光条件及び付着物等を管理した陸上水槽における移植用アマモ種苗の育成と生分解性ヤシノミ繊維マットを活用したアマモ種苗の移植定着による生物生息環境の創造。

環境技術開発者　中部電力株式会社　エネルギー応用研究所

特許の有無　**無し**

環境技術実証事業 ETV 環境省

本技術は第三者による性能の実証結果を公開しています。
平成20年度 ～ 平成21年度
実証番号 090-0803
http://www.env.go.jp/policy/etv/list_20.html#h02

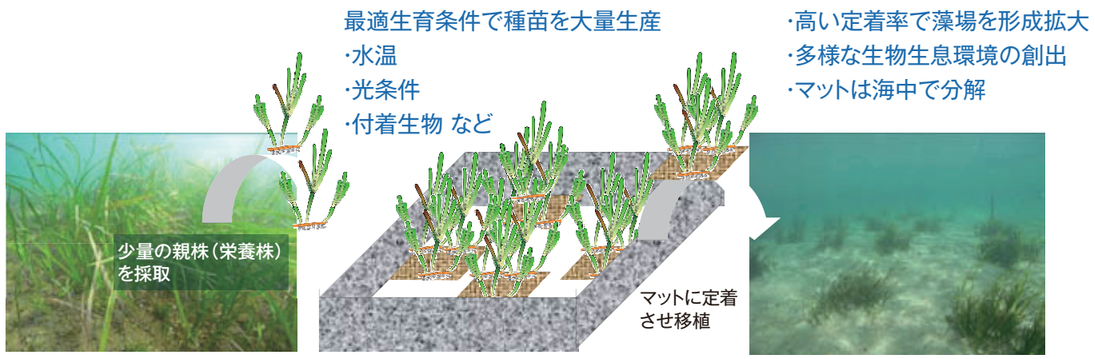
技術に関する詳しい情報はWEBで　アマモ場造成技術 中部電力　検索

http://www.env.go.jp/policy/etv/s03_c2.html#02

中部電力株式会社

担当部局名　技術開発本部エネルギー応用研究所
バイオ技術グループ
住所　愛知県名古屋市緑区大高町字北関山20番地の1
TEL　052-621-6101
FAX　052-624-9234

技術の原理



天然アマモ場　　管理型陸上水槽　　海域

実証試験の概要

● **実証機関**　三重県

● **期間**　平成20年7月8日 ～ 平成21年12月6日

● **実施場所**　三重県津市御殿場海岸

海域の課題▶御殿場を含む伊勢湾沿岸は、赤潮や貧酸素水塊により大量の底生生物が死滅する被害を受けており、生態系の保護に向けた環境改善を進める必要がある。

海域の状況▶「平成18年度公共用水域及び地下水の水質測定結果」から、御殿場海岸付近の化学的酸素要求量（COD）75%値の測定結果は次のとおりである。

st.1 2.8mg/ℓ（環境基準類型B達成）
st.2 3.8mg/ℓ（環境基準類型B未達成）

また、海底は砂地であり、アマモ生育に適した底質であると考えられる。

● **実証試験の目標**

1. アマモ種苗生産:6ヵ月間株数(種苗)の増殖率20倍以上。
2. アマモ種苗マット移植後の残存状況:平成21年3月において、12月、1月移植のマット残存率80%以上。
3. 造成後のアマモ場の拡大状況:アマモの生長量が最も大きい5月においてアマモ総株数及び乾燥重量が移植時の2倍以上。
4. アマモ場造成による生物生息環境の創出:アマモ場造成区の底質を含む水柱あたりの動物現存量(湿重量)の1年間の積分値と総出現種数が、それぞれアマモなし対照区以上で、隣接アマモ場対照区に近づくこと。

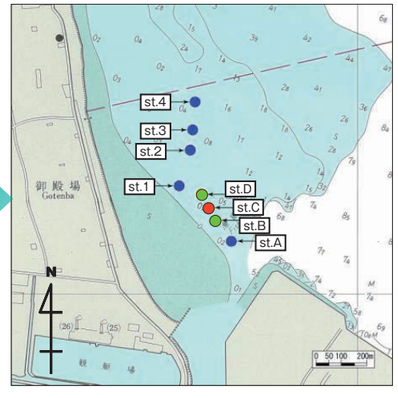
● **実証方法**

種苗生産用の陸上コンクリート水槽において、採取した株を均等に植え、アマモ株数(種苗)の増殖状況を調査した。また、増殖させたアマモ種苗を実海域に移植し、アマモ種苗の移植後の残存状況及び拡大状況等について調査した。

アマモ種苗の大量生産

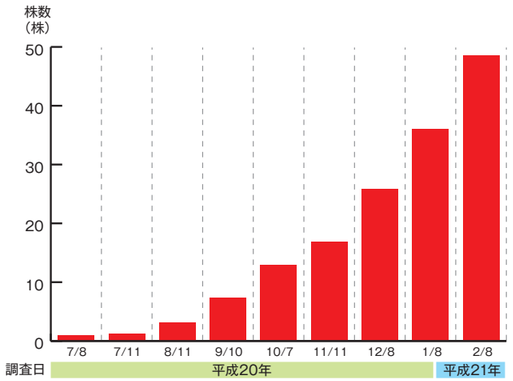
御殿場海岸調査エリアの概要

st.1:隣接アマモ場対照区
st.D:アマモ場造成区（底質・生物調査区）
st.C:アマモなし対照区
st.B:アマモ場造成区（アマモ生育調査区）



実証試験結果の概要

❶ アマモ種苗生産

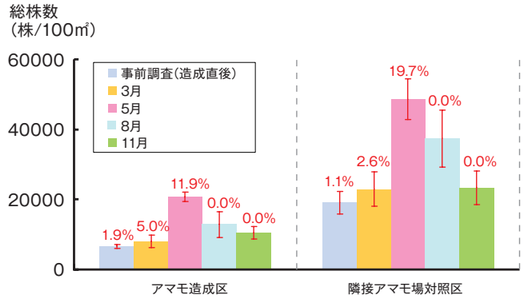


❷ アマモ種苗マット移植後の残存状況

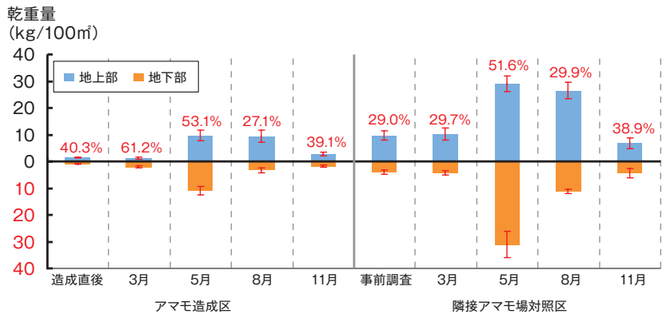
	H21.2.23	H21.5.22
移植マット総数	400枚	※390枚
残存マット数	378枚	360枚
定着率	94.5%	92.3%
流出率	5.5%	7.7%

※アマモ成育量調査や蝟集（いしゅう）生物調査で採取したため減少

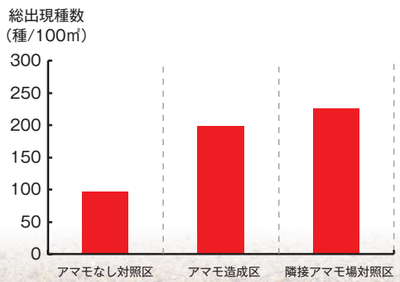
❸ 移植後のアマモ場の拡大状況



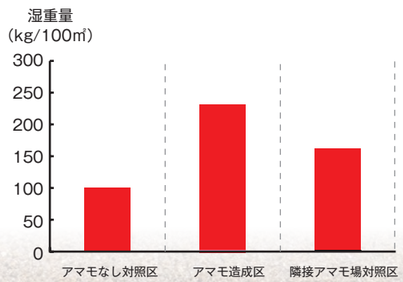
造成後の総株数の変化（赤字は生殖株の割合を示す）



地下部の乾重量の変化（赤字は地上部に対する地下部の割合を示す）



各区画内水柱あたりの総出現種類数



各区画内水柱あたりの動物現存量（湿重量）の1年間の積分値

● 実証試験の結論

❶ 陸上水槽において適正にアマモの生育環境を管理することにより、6ヶ月で30倍以上の増殖率でアマモを大量増殖させることができた。また、アマモ生長体として海域に移植することから、波浪等により流出することなく定着拡大し、1年目から種子形成も行われることが実証された。

❷ 移植後約1年間でアマモの成育しない海底と比較し、高い生物量と多様性をもつ生物生息環境が創出されることが実証された。

● 本技術についての有識者の見解

▶ 陸上水槽にてアマモ種苗を管理育成できることから、播種（はしゅ）法などの従来の造成技術と比較して、造成時期が限定されることなく、増殖時期や移植時期を自由に設定できることが特徴である。

▶ 移植種苗を陸上水槽で水温や光環境、付着物等を制御した適正なアマモの生育環境下で増殖させることから、天然アマモ場と比較しても分枝速度が速く、移植用のアマモ種苗の確保までの時間を大幅に短縮することが可能である。

▶ 適正な生育状況であらかじめ地下茎と草体が十分に生長した苗を移植するため、波浪等によって流出する可能性は低く、高い定着率で藻場を形成拡大できることが特徴である。

▶ 移植したアマモ場は、地下茎と種子両方によって再生産する。これは造成1年目には生殖株の形成が行われない従来の播種法と比較して、面積拡大までの時間が1年以上大幅に短縮されることから,早期にアマモ場としての機能を発揮することが可能である。

▶ 既存の天然アマモ場から採取した株を親株として用いることから、移植予定地周辺のアマモを使用することで、従来の播種法等と異なり、遺伝子かく乱の危険性も少ない。

※注意:以下の範囲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掲載している内容であり、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。

期待される効果

本技術は、最少限採取したアマモ天然株（親株）を、環境条件をコントロールした陸上水槽で育成し、地下茎分枝により大量増殖させるとともに、地下茎と草体が十分に生長した種苗を海域に移植してアマモ場を造成する技術である。実証試験では御殿場海岸（三重県津市）を対象としたが、一般にアマモの生育に適した海域（例えば底質の粒度は0.32～5.31mm等、（社）日本水産資源保護協会）であれば適用可能である。実証試験においてアマモの生育しない地点と比較して高い生物量と多様性を持つ生物生息環境が創出されたため（総出現種数 アマモ場なし:96種 アマモ場造成区:198種）、同様の効果が期待される。

技術の特徴・アピールポイント

実証試験結果により期待される効果

❶ 最少限採取したアマモ天然株（親株）を陸上水槽で大量増殖することから、親株採取による天然のアマモ場へのダメージを最少限に抑えることができる。

❷ 陸上水槽にてアマモ種苗を管理育成できることから、播種法などの従来の造成技術と比較して、造成時期を限定されることなく、増殖時期や移植時期を自由に設定できる。

❸ あらかじめ地下茎と草体が十分に生長した苗を移植するため、波浪等によって流出する可能性は低く、高い定着率でアマモ場を形成拡大できる。また、造成1年目から地下茎と種子両方によって再生産するため、早期にアマモ場としての機能を発揮することができる。

人工中層海底による閉鎖性海域における生物生息環境の改善技術

貝殻を使用した生物培養基質を取り付けた人工中層海底を設置することによって、生物の生息環境の創出を図る。

環境技術開発者　海洋建設株式会社

特許の有無　有り

環境技術実証事業 ETV 環境省

本技術は第三者による性能の実証結果を公開しています。
平成20年度　実証番号 090-0801
http://www.env.go.jp/policy/etv/list_20.html#h02

技術に関する詳しい情報はWEBで　人工中層海底 生物生息環境　検索

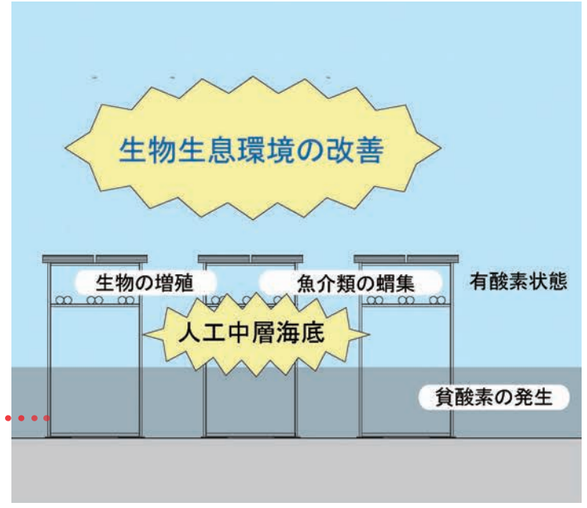
http://www.env.go.jp/policy/etv/s03_c2.html#02

海洋建設株式会社

担当部局名　水産環境研究所
住所　岡山県倉敷市児島駅前1-75
TEL　086-473-5508
FAX　086-473-5574
E-Mail　info@kaiyoh.co.jp

技術の原理

❶ 閉鎖性海域に生物生息空間として適した人工中層海底を設置する。
❷ 中層では底層が貧酸素状態にあっても酸素濃度が高いことが知られており、その中層に貝殻を使用した生物培養基質を取り付けた人工中層海底を設置することによって、エビ･カニ類、ゴカイ類等の小型動物、それらを餌とする魚介類が集まるようになる。
❸ また、人工中層海底における生物間の食物連鎖によって水域の環境改善も期待される。



実証試験の概要

● 実証機関　兵庫県

● 期間　平成20年8月20日 ～ 平成21年3月25日

● 実施場所

兵庫県芦屋市南芦屋浜

海域の課題▶夏季に発生する底層の貧酸素化により、潜提付近では生物が生息できなくなっている。正常な物質循環を期すための環境改善が必要である。

海域の状況▶溶存酸素（DO）濃度は、夏季には水深4m以深で3mg/ℓを下回っていた。一方冬季には、一部を除き、全水域において6mg/ℓ前後であった。底質の外観状況は砂で、泥色は水深の浅い所ではオリーブ黒、深い所では緑黒であった。平成18年調査では、水深2~4m付近においては多毛類が多く、浅場では湿重量においては二枚貝類が認められた。ただし、水深6mの潜提付近では、冬季に多毛類が認められたものの、夏季においては、生物は認められなかった。

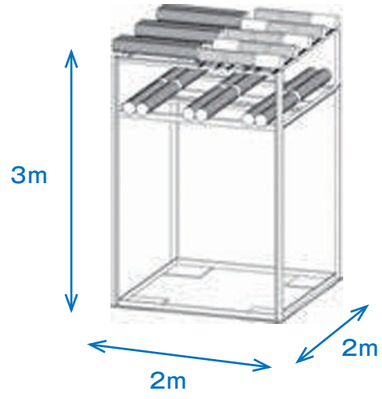
● 実証試験の目標

❶ 生物個体数：対照区の概ね2倍（対照区と比較しての有意な増加）
❷ 生物湿重量：対照区の概ね2倍（対照区と比較しての有意な増加）
❸ 生物種類数：対照区の概ね2倍（対照区と比較しての有意な増加）

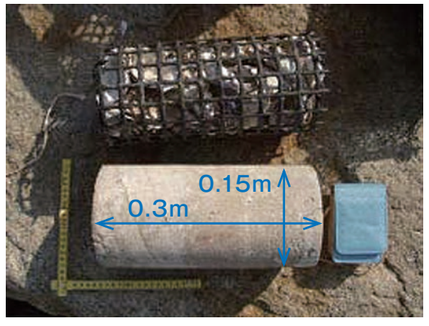
● 実証方法

テストピースを設置した人工中層海底2基及びテストピースを設置しない対照区1基において、蝟集する生物の個体数･湿重量･種類数等について調査した。

人工中層海底

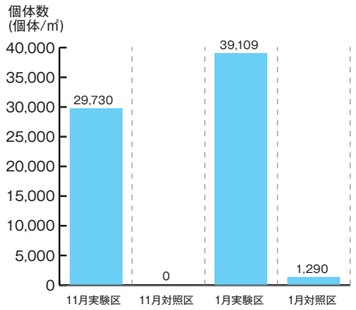


テストピース

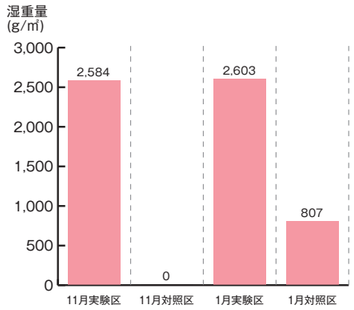


実証試験結果の概要

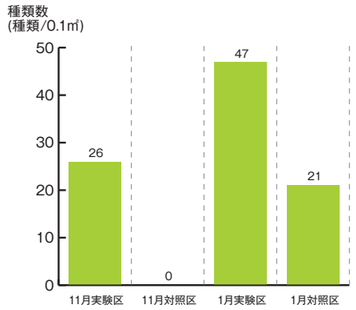
❶ 生物個体数



❷ 生物湿重量



❸ 生物種類数



● 実証試験の結論

❶ 第1回調査（11月）および第2回調査（1月）のいずれにおいても、対照区と比較して生物個体数、湿重量、種類数は2倍以上となったことから、これらの増加は有意なものだったと結論できる。

❷ 底層貧酸素が発生する海域にあっても、生物が生息可能な溶存酸素条件の適切な水深帯に人工中層海底を設置することにより、生物生息環境の改善が認められた。短期間の調査のため実証目標とはしていないが、魚の蝟集や海藻の着生も認められ、他の海域における結果と比較しても遜色ない結果であり、貧酸素が発生する海域であっても、人工中層海底を設置することによる生物生息状況の改善が認められた。

人工中層海底概観

生物が付着した生物付着基質

● 本技術についての有識者の見解

▶ 有意義な結果が得られている。

※注意:このページ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掲載している内容であり、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。

期待される効果

他の閉鎖性海域に設置した場合においても、貧酸素の影響の小さい中層に生物生息場を設けることが出来るため、生物の生息種類数、個体数、湿重量についていずれも増加することが期待できる。また、これらを摂餌する魚介類の蝟集、水深と透明度次第では海藻類の着生も期待できる。ただし、貧酸素水塊が水面近くまで達するような海域では、十分な効果を発揮することは難しいものと考えられる。

技術の特徴・アピールポイント

❶ 透水性に優れた貝殻基質を使用しており、内部に複雑な空間を多数形成することが出来るため、多毛類や小型甲殻類、貝類など多種多様な生物が数多く生息する。

❷ 上記の貝殻基質を底層の貧酸素の影響を受けにくい中層に設置するため、高水温期にも生物が死滅することなく、年間を通して生物の生息に対して良好な環境を作ることが出来る。

❸ カキなどの貝殻を使用するため、水産系副産物の有効活用にもつながる。

❹ 貝殻基質の製作は漁業者が行うため、貝類養殖の盛んな地域においては、地域振興に貢献することができる。

主な納入実績

● 納入先－1

国土交通省 北陸地方整備局 敦賀港湾事務所

● 仕様・規模

平成21年度（補正）敦賀港（鞠山北地区）環境対策工事
高さ9m、7m、4.5m、2.2mのタイプの人工中層海底を各4基ずつ、防波堤基礎マウンド部に設置。

● 納入場所

福井県敦賀港鞠山北地区

● 費用

材料費 ： 140万円程度／基（個）
施工費（設置費）： 13万円程度／基（個）

● 納入先－2

国土交通省 九州地方整備局 博多港湾・空港整備事務所

● 仕様・規模

平成23年度博多港（中央航路地区）航路（-12m）浚渫工事（北1工区）技術開発業務。幅、奥行、高さともに1mの小型タイプを8基設置。

● 納入場所

福岡県福岡市博多湾内

● 費用

材料費 ： 10万円程度／基（個）

ETVロゴマーク取得後の状況

福井県敦賀港で設置された人工中層海底について、現地調査及び水槽実験を実施し、生物生息による水質改善効果についての検証を行った。設置された16基の人工中層海底で、有機物（TOC）の除去量から下水処理費用に換算すると年間で約450万円相当、人工干潟の面積に換算すると約5,000㎡に相当する効果が見込まれた。その他、ホンダワラ類などの海藻類が着生し、マナマコやメバルなどの水産上重要な魚介類の生息については基礎マウンド9,000㎡に相当する効果が確認されている。

【関連する技術認定、表彰等】

エコマーク製品認定／バイオマスマーク商品認定／NETIS登録番号 CGK－060001
平成20年度民間部門農林水産研究開発功績者表彰事業 農林水産大臣賞／平成21年度知財功労賞 特許庁長官賞
平成22年度科学技術分野の文部科学大臣表彰・科学技術賞技術部門／エコマークアワード2010 奨励賞
平成24年度リデュース・リユース・リサイクル推進功労者等表彰 農林水産大臣賞／第9回エコプロダクツ大賞 エコサービス部門 農林水産大臣賞

「海藻増養殖用エンチョーネット」を用いた藻場造成

海藻増殖用ネットを利用し、天然藻場群落と同程度の密度のアカモク藻場を造成する。設置・維持作業に専門技術は不要である。

環境技術開発者　共和コンクリート工業株式会社

特許の有無　有り

環境技術実証事業 ETV 環境省

本技術は第三者による性能の実証結果を公開しています。
平成19年度 ～ 平成20年度
実証番号 090-0703
http://www.env.go.jp/policy/etv/list_20.html#h02

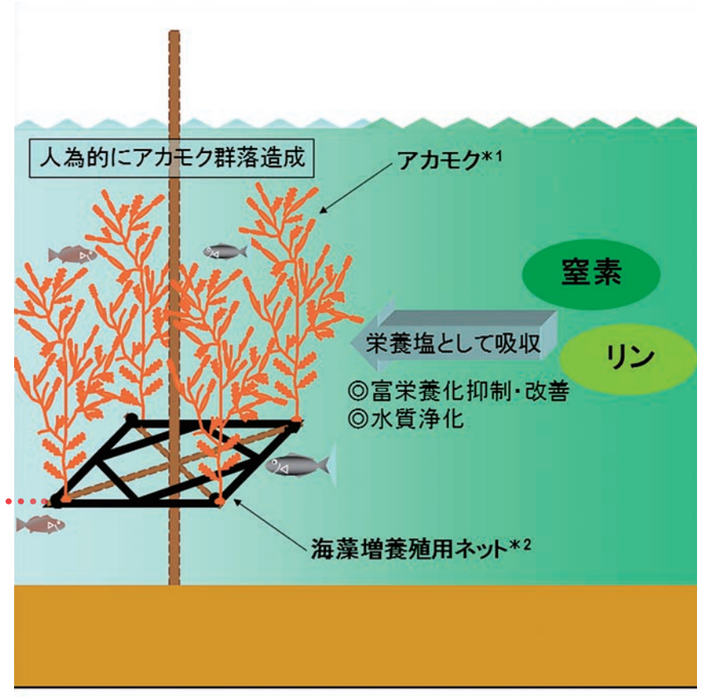
技術に関する詳しい情報はWEBで　海藻増養殖用エンチョーネット　検索

http://www.env.go.jp/policy/etv/s03_c2.html#02

共和コンクリート工業株式会社

担当部局名　海藻技術研究所 アルガテックKyowa　TEL　0138-24-8850
住所　北海道函館市弁天町24-13　FAX　0138-24-8851

技術の原理



*1；アカモク幼体の準備は、ホンダワラ類の室内培養技術を適用

*2；アカモク群落造成は、海藻増養殖用ロープネットシステム（特許取得技術）を適用　（ロープには生分解性ロープを使用）

実証試験の概要

● 実証機関　宮城県

● 期間　平成19年7月24日 ～ 平成20年7月10日

● 実施場所　松島湾内裡島（だいりじま）周辺

海域の課題▶松島湾では、一部の水域においてアカモクなどの大型海藻が消滅しており、失われた藻場等の再生が求められている。

海域の状況▶平成19年度の実証場所の水質結果(3地点平均)は、化学的酸素要求量:2.2mg/ℓ・全窒素:0.39mg/ℓ・全りん:0.060mg/ℓであった。底質は、砂泥質であるが、底質表層では嫌気性を呈する程ではない。付近に藻場は存在せず、有機性の汚濁を好む底生生物が生育する程度の単純な生物環境である。

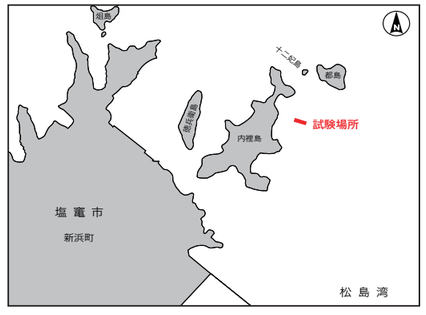
● 実証試験の目標

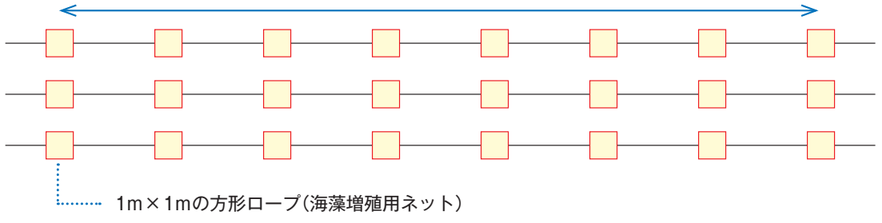
❶ アカモク生長量(湿重量)：最大生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(5,000g)となること。(3月の生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(750g)となること。)

❷ 葉上生物:創出アカモク藻場への生物の定着。

● 実証方法

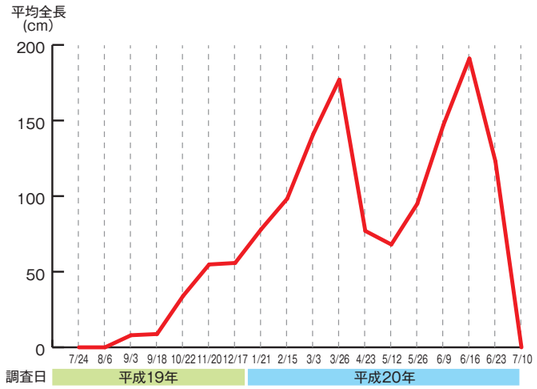
アカモクの発芽卵を浮遊培養し十分に成長した後、海藻増殖用ネットに挟んだものを設置し、アカモクの湿重量やそこに蝟集（いしゅう）する生物の種類・個体数・湿重量等について調査した。

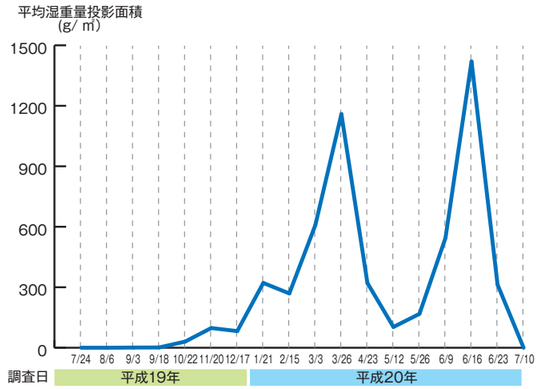




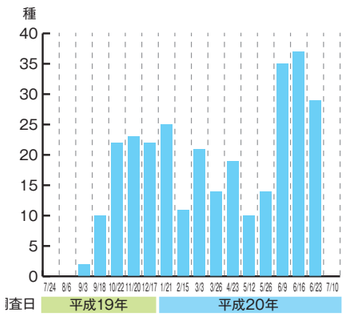
実証試験結果の概要

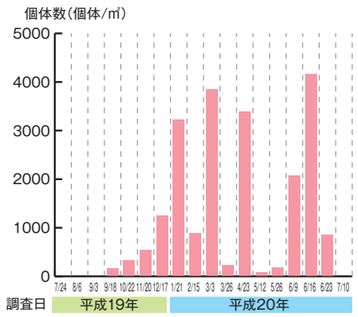
❶ アカモク全長・湿重量

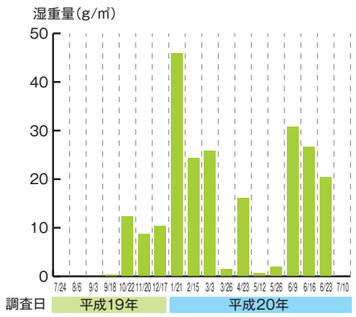




❷ 葉上生物







● 実証試験の結論

❶ アカモク湿重量
3月のアカモク湿重量は、投影面積当たりで1,217g/㎡と、目標水準750g/㎡を上回った。

❷ 葉上生物
アカモクに蝟集する多様な葉上生物(ヨコエビ等)が多数、確認された。

● 本技術についての有識者の見解

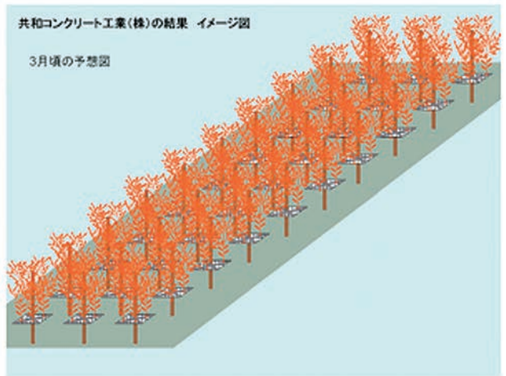
- ▶ アカモクの生長については、投影面積当たりの湿重量では目標水準を上回り、アカモク全長についても天然藻場の全長平均値を上回った。
- ▶ 施設の設置間隔の調整により占有面積当たりの湿重量について改善の余地があると考えられる。
- ▶ 最終的に、最大生長量の目標水準に達しなかったのは、ケウルシグサの発生など当初想定外のアカモク生長阻害要因によるものであり、3月時点での生長を勘案すれば、アカモク藻場不毛の地域での藻場創出という初期の目的は果たしたと解釈できる。
- ▶ また、実証試験終了時の設置施設においては、7月の時点でアカモクの再生産が確認された。当該施設により持続性あるアカモク藻場の創出が可能であることを示唆すると解釈できる。
- ▶ 創出されたアカモク藻場に蝟集する葉上生物の出現は、生物生息環境の改善に繋がり、新たな生態系の創出に寄与するものとして評価できる。

※注意:以下の範囲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掲載している内容であり、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。

技術の特徴・アピールポイント

実証試験結果により期待される効果

❶ ヘドロ海底に竹をさし、ネットを固定する単純な仕組みで、海藻は挟み込むだけの設置管理が容易
❷ 事業地域の海藻で幼体を用意する(外から持ち込まない)
❸ 希望の海藻の種類で海藻群落を造成できる
❹ 海藻の密度を自由に調整できる



簡易なアカモク藻場造成手法

汎用資材等を組み合わせて藻場を造成する。
設置･維持作業に専門技術は不要である。

環境技術開発者　サカイオーベックス株式会社

特許の有無　有り

環境技術実証事業 ETV 環境省

本技術は第三者による性能の実証結果を公開しています。
平成19年度 ～ 平成20年度
実証番号 090-0704
http://www.env.go.jp/policy/etv/list_20.html#h02

技術に関する詳しい情報はWEBで　アカモク藻場造成手法　検索

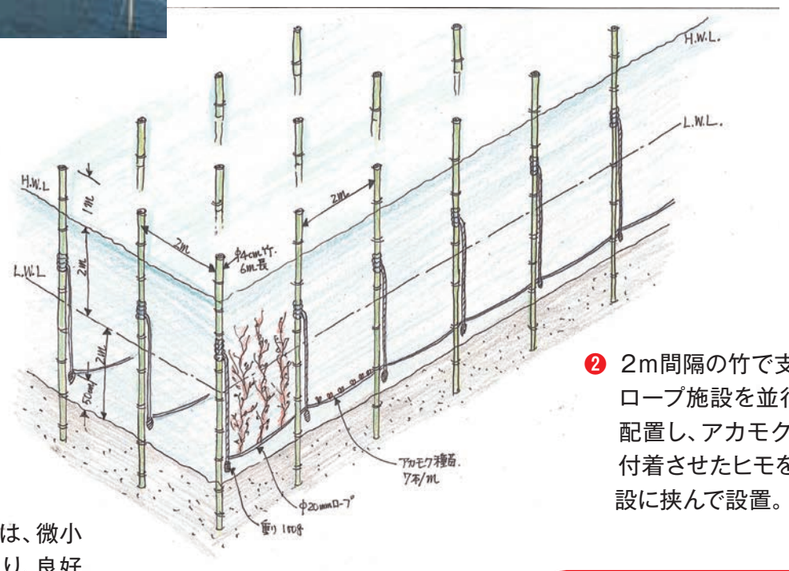
http://www.env.go.jp/policy/etv/s03_c2.html#02

サカイオーベックス株式会社

担当部局名　水産資材事業部
住所　福井県福井市大町13字江崎201
TEL　0776-35-8216
FAX　0776-36-0620
E-Mail　s-aoyama@sakaiovex.co.jp

技術の原理

❶ 竹、ロープなど汎用的な漁業資材、漁業手法を応用した簡易なアカモク藻場造成手法。



❷ 2m間隔の竹で支持されるロープ施設を並行して3本配置し、アカモク発芽卵を付着させたヒモをロープ施設に挟んで設置。

❸ 生長したアカモクは、微小動物の棲息場となり、良好な生態系が創出。

実証試験の概要

● **実証機関**　宮城県

● **期間**　平成19年7月24日 ～ 平成20年7月10日

● **実施場所**　宮城県松島湾内裡島(だいりじま)周辺

海域の課題▶松島湾では、一部の水域においてアカモクなどの大型海藻が消滅しており、失われた藻場等の再生が求められる。

海域の状況▶平成19年度の実証場所の水質結果(3地点平均)は、化学的酸素要求量:2.2mg/ℓ･全窒素:0.39mg/ℓ･全りん:0.060mg/ℓであった。底質は、砂泥質であるが、底質表層では嫌気性を呈することはない。付近に藻場は存在せず、有機性の汚濁を好む底生生物が生育する程度の単純な生物環境である。

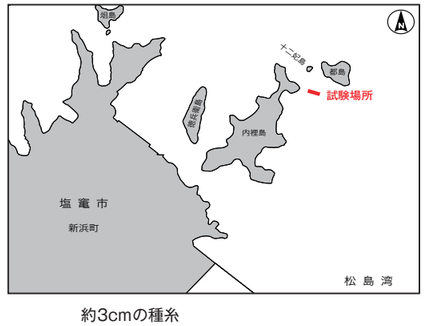
● **実証試験の目標**

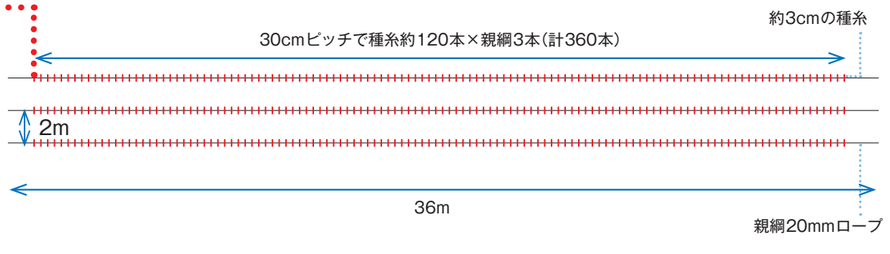
❶ アカモク生長量(湿重量):最大生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(5,000g)となること。(3月の生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(750g)となること。)

❷ 葉上生物:創出アカモク藻場への生物の定着。

● **実証方法**

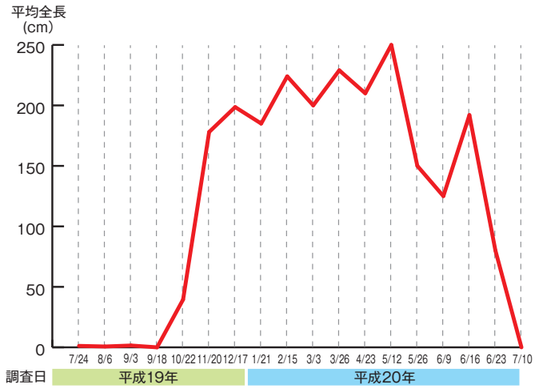
ワカメ用種ヒモにアカモク発芽卵を付着させ、種ヒモを親綱ロープに挟んだものを2m間隔で並行して3本配置し、アカモクの生長量や湿重量、葉上の生物等について調査した。

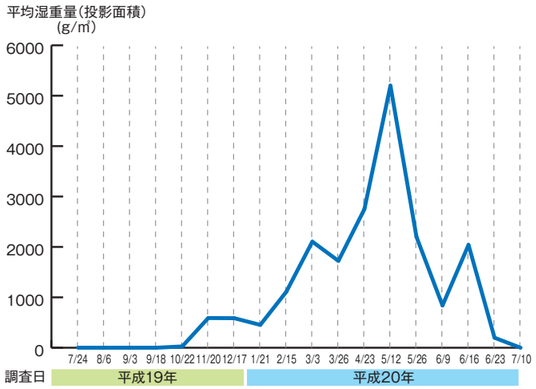




実証試験結果の概要

❶ アカモク全長・湿重量

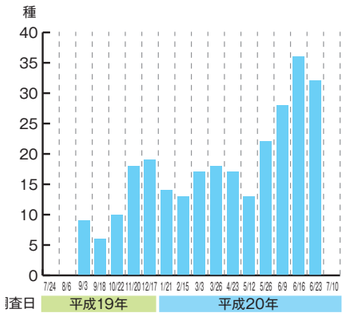


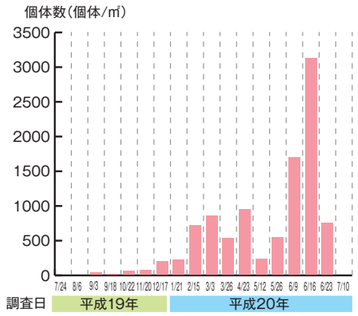


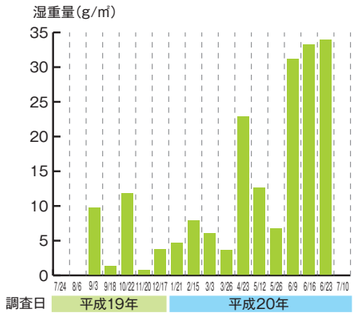
アカモク生育状況(7月24日)

再生産されたアカモク(7月10日)

❷ 葉上生物







アゴナガヨコエビ

カタマガリギボシイソメ

● 実証試験の結論

❶ アカモク湿重量

3月のアカモク湿重量は、投影面積で2,105g/㎡であり、目標水準750g/㎡を上回った。また、5月のアカモク湿重量も、投影面積で5,200g/㎡であり、当初目標水準5,000g/㎡を上回った。

❷ 葉上生物

アカモクに蝟集(いしゅう)する多様な葉上生物(ヨコエビ等)が多数、確認された。

● 本技術についての有識者の見解

- ▶ アカモクの生長については、湿重量では当初目標水準も上回り、また、3月の全長も天然藻場の全長平均値を上回った。アカモク藻場不毛の地域において良好な藻場創出が果たされたということ、また、汎用資材等を組み合わせた設置・維持が容易な技術であることからして、他の実水域への適用可能性が高いものと考えられる。
- ▶ 実証試験終了時の設置施設においては、7月の時点でアカモクの再生産が確認された。当該施設により持続性あるアカモク藻場の創出が可能であることを示唆すると解釈できる。
- ▶ 創出されたアカモク藻場に蝟集する葉上生物の出現は、生物生息環境の改善に繋がり、新たな生態系の創出に寄与するものとして評価できる。

※注意:以下の範囲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掲載している内容であり、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。

期待される効果

- ▶ アカモク藻場不毛の地域にアカモク藻場を創出する。
- ▶ 創出アカモク藻場への生物定着により、生態系を創造する。

技術の特徴・アピールポイント

汎用資材等を組み合わせて藻場を造成する。設置・維持作業に専門技術は不要である。