環境技術実証事業

閉鎖性海域における水環境改善技術分野

実証済技術カタログ
平成25年3月版

環境技術実証事業
ETV 環境省
http://www.env.go.jp/policy/etv/

目次

1. はじめに ・・・

石炭灰造粒物(Hiビーズ)による海域環境の改善技術

石炭灰造粒物を海底に敷設することにより、底質からの硫化物イオン、溶存態窒素(DIN)及び溶存態リン(DIP)の溶出抑制による海域環境の改善及び底生生物生息環境の改善を図る。

環境技術開発者　株式会社エネルギア･エコ･マテリア

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22年度　実証番号 090-1001
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　石炭灰造粒物(Hiビーズ)　検索

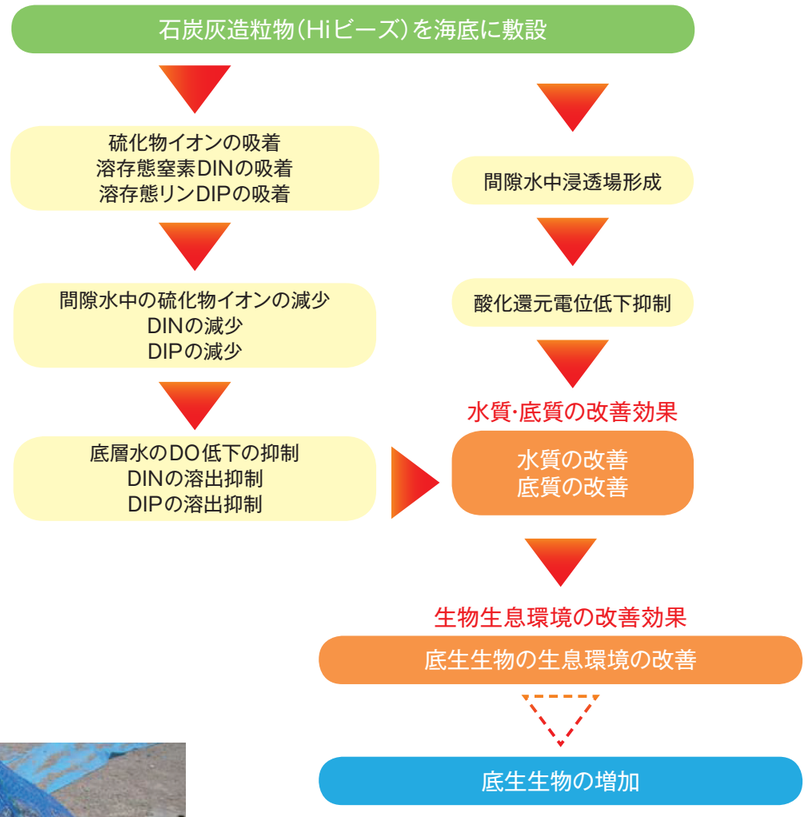
http://www.env.go.jp/policy/etv/s03_c2.html#02

中国電力株式会社※

担当部局名　電源事業本部　環境材料担当
住所　広島県広島市中区小町4-33
TEL　082-545-1543
FAX　082-545-1544
E-Mail　272669@pnet.energia.co.jp

※（株）エネルギア･エコ･マテリアが所有する石炭灰有効活用事業は、平成25年4月1日をもって合併により中国電力（株）が承継する予定です。

技術の原理



石炭灰造粒物

実証試験の概要

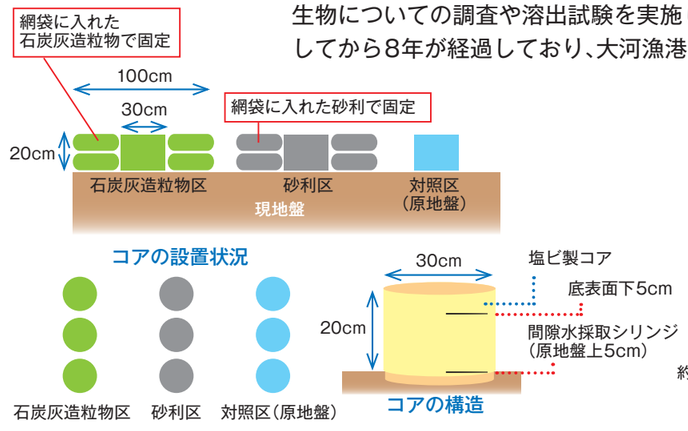
● **実証機関**　(財)広島県環境保健協会

● **期間**　平成22年6月1日～平成23年3月18日

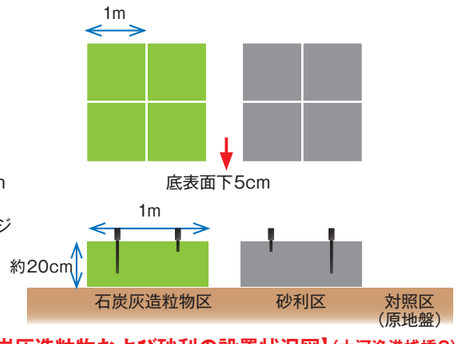
● **実施場所**　【短期的効果検証場所】大河漁港（広島県広島市南区丹那町）
海域の状況▶港湾区域内の奥に位置するため閉鎖性が強く、海水交換は悪い。底質は軟泥。試験実施前の目視観察でも、肉眼サイズの底生生物は確認できなかった。
【長期的効果検証場所】馬島沖（山口県熊毛群田布施町）
海域の状況▶港湾区域外で、かつてエビの養殖の排水の影響を受けた海域であり、平成14年5月に石炭灰造粒物が覆土された。閉鎖性は低く水深10m程度。

● **実証試験の目標**
❶ 底質（間隙水･直上水）：溶出抑制効果が認められる。石炭灰造粒物区（改良区）のDIN、DIPおよび硫化物イオン濃度が対照区よりも低い（大河漁港:石炭灰造粒物区が砂利区よりも低い）
❷ 底生生物:石炭灰造粒物区の底生生物の個体数･種類･多様度指数が対照区と比べて高い値を示している（大河漁港:石炭灰造粒物区が砂利区よりも高い）。

● **実証方法**　大河漁港では、桟橋１において塩ビ製のコアに石炭灰造粒物を入れたものを設置し、桟橋２においては網袋に同材料を入れ覆土厚20cmとなるよう設置し、底質や生物についての調査や溶出試験を実施した。馬島沖では、既に石炭灰造粒物を設置してから8年が経過しており、大河漁港と同様の調査等を実施した。



【石炭灰造粒物および砂利の設置状況図】(大河漁港桟橋1)



【石炭灰造粒物および砂利の設置状況図】(大河漁港桟橋2)

実証試験結果の概要

● 実証試験の結論

❶ 水質及び底質の改善

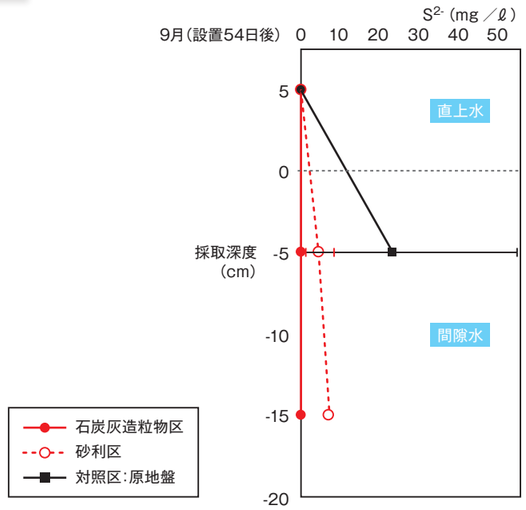
▶ 短期的効果（設置後18日～約3ヶ月）

・DIN、DIP及び硫化物イオンの溶出抑制効果が確認された。

・酸化還元電位の低下抑制効果、pHの顕著な上昇がないことが確認された。

▶長期的効果(8年以上経過)

・DINの溶出抑制効果は確認できなかったが、DIP、硫化物イオンの溶出抑制効果及び酸化還元電位の低下抑制効果を示唆する結果が得られた。



硫化物イオン濃度（大河漁港、桟橋2：短期的効果）

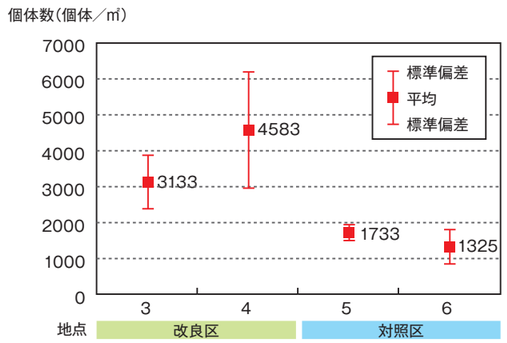
❷ 生物生息環境の改善

▶ 短期的効果（設置後18日～約3ヶ月）

・貧酸素状態が維持されやすい覆土試験区では、石炭灰造粒物区において、底生生物の個体数、湿重量、種類数及び多様度指数が高く、生物生息環境の改善効果が確認された。貧酸素状態の解消が可能なコア試験区でも、石炭灰造粒物区で種類数が最高となり、生物生息環境の改善効果が確認された。

▶ 長期的効果(8年以上経過)

・底生生物の個体数、湿重量、種類数及び多様度指数が高い傾向にあり、生物生息環境の改善効果が確認された。



底生生物の個体数（馬島沖：長期的効果）

● 本技術についての有識者の見解

❶ 実験結果の見解

▶ 水質及び底質の改善

【短期的効果】

DIN、DIP、硫化物イオンの溶出抑制及び酸化還元電位の低下抑制による水質及び底質改善が期待できる技術である。

【長期的効果】

DIP、硫化物イオンの溶出抑制及び酸化還元電位の低下抑制による水質及び底質改善が期待できる技術である。

▶ 生物生息環境の改善

【短期的効果】

原地盤や砂利区と比較して数ヶ月でより多くの種類が出現するなど、生物生息環境の改善において短期的効果が期待できる技術である。

【長期的効果】

石炭灰造粒物敷設後8年を経過しても原地盤より種類数などが多いことから、生物生息環境の改善において長期的効果が期待できる技術である。

❷ 技術的課題や改善の方向性

水質及び底質の改善については、効果の持続性をより高めるための技術的検討（覆土厚等）が、今後、必要である。

❸ 他の実水域への適用可能性を検討する際の留意点

本技術の適用場所については、覆土により海底地形の変化が伴うことを考慮しつつ、比較的栄養塩濃度の高い海域などの環境改善を必要とする場所を慎重に選定する必要がある。

❹ その他

上記の改善効果については、（株）エネルギア・エコ・マテリア（H25.4.1より中国電力（株）に承継）の技術によって造粒固化された石炭灰造粒物(Hiビーズ)に限定して認めるものである。

※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

❶ 良好な生物生息環境を提供するため、海藻類・二枚貝等の増殖が期待できる。
❷ 短期間で効果が現れ、長期間にわたり効果が持続する。
❸ 硫化物イオンを吸着するため、悪臭対策としても使用可能。
❹ 閉鎖性海域など水の出入りが緩慢な水域に適している。
❺ 比較的栄養塩濃度が高い海域の水質・底質改善材として使用可能。

主な納入実績

● 納入先－1
国土交通省

● 納入場所
島根県松江市東出雲町錦浜沖他（中海）

● 仕様・規模
30,000㎥／年

● 費用
材料費 ： 2,400円程度／㎥

● 納入先－2
国土交通省

● 納入場所
広島県安芸郡坂町地先（広島港海田湾）

● 仕様・規模
8,000㎥

● 費用
材料費 ： 2，650円程度／㎥

ETVロゴマーク取得後の状況

石炭灰造粒物による底質改善の原理について、さらに深く研究を進め、そのメカニズム等を解明してきている。

転炉系製鋼スラグ製品による沿岸域の環境改善技術

転炉系製鋼スラグ製品による軟弱浚渫土の強度向上効果と鉄分の供給による藻場造成技術の複合効果により、生物生息環境を改善する。

環境技術開発者　新日鐵住金株式会社（旧新日本製鐵株式会社）
ＪＦＥスチール株式会社

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21年度　実証番号 090-0901
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　転炉系製鋼スラグ 環境改善技術　検索

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

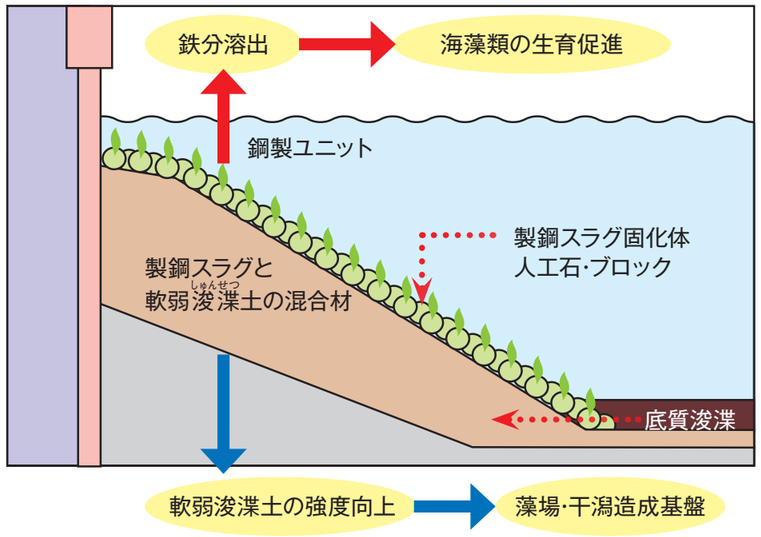
新日鐵住金株式会社

担当部局名　スラグ･セメント事業推進部
住所　東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
TEL　03-6867-6199
FAX　03-6867-3586
E-Mail　kiso.664.eije@jp.nssmc.com

ＪＦＥスチール株式会社

担当部局名　スラグ事業推進部
住所　東京都千代田区内幸町2-2-3 日比谷国際ビル
TEL　03-3597-3635
FAX　03-3597-3293

技術の原理



実証試験の概要

● **実証機関**　(一財)みなと総合研究財団［旧(財)港湾空間高度化環境研究センター］

● **期間**　平成21年5月21日 ～ 平成22年3月31日

● **実施場所**　東京都大田区城南島地先

海域の課題▶河川や運河からの流入負荷や赤潮等の影響を強く受けるため、水質や底質が悪化しやすい状況にある。

海域の状況▶運河の入り江に位置し閉鎖性が強く、海水交換は悪い。底質は濁りの影響を強く受ける海域であるため、常に浮泥の堆積しやすい環境下にある。城南大橋においては富栄養化海域の指標種になるような多毛類が優占的に確認されている。その他、二枚貝類の生息が認められている。

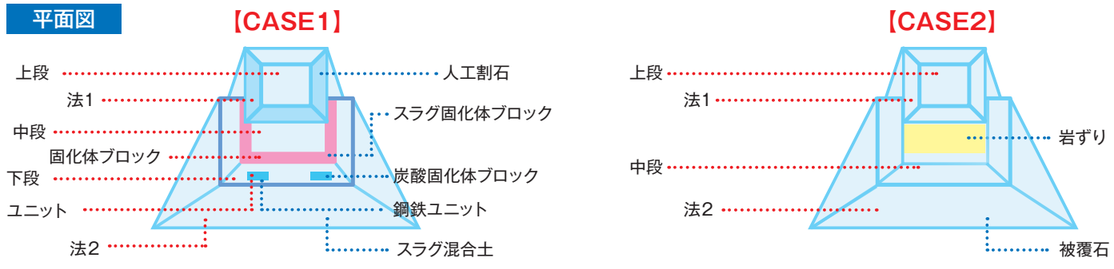
● **実証試験の目標**

1. 水質調査：水質汚濁に係る環境基準を満たすこと又は対照区、周辺水域データと比較して同等であること。
2. 底質調査：水産用水基準を満たすこと又は周辺海域データと比較して同等であること。
3. 溶出試験：海洋汚染及び海上災害防止に関する法律に準拠して水底土砂の海面埋立処分に係る基準に適合すること。
4. 溶出速度試験：鉄分の供給効果が認められること。りん酸態りん、硫化物等で溶出抑制または吸収効果が認められること。
5. 底質強度試験：施工直後よりも安定して試験区が保たれていること。
6. 生物調査：現存量や海藻の生育が対照区、バックグランドデータと比較して同等もしくはそれ以上であること

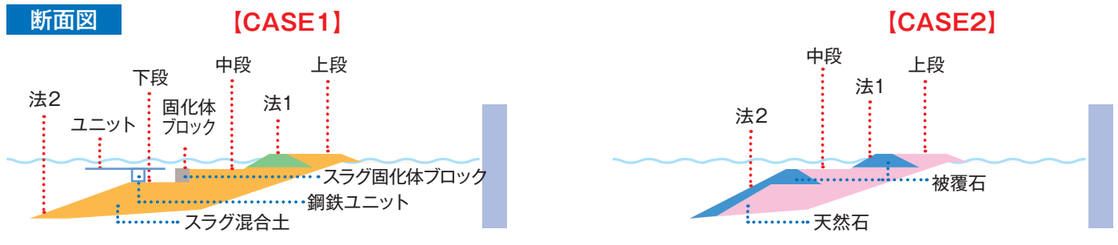
● **実証方法**

試験区：浚渫土スラグ混合マウンド（CASE１）と対照区：天然材マウンド（CASE２）を１基ずつ設置し、水質・底質・生物調査と溶出速度試験、底質強度試験等を実施した。

平面図



断面図



実証試験結果の概要

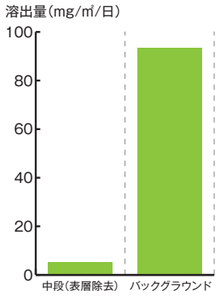
❶ 水質調査
スラグ製品中の石灰分による水素イオン濃度(pH)の上昇は認められなかった。
溶存酸素量(DO)は試験区と対照区で差は認められず、同程度のレベルを維持した。

❷ 底質調査(マウンド後背地である既設護岸との間)
試験区は対照区とほぼ同様の推移を示し、水産用水基準を満たしていた。

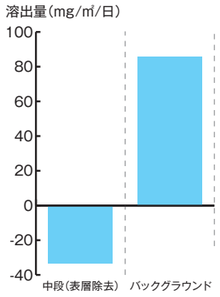
❸ 溶出試験
対象とした重金属類10成分については水底土砂に係る判定基準を満足した。

❹ 溶出速度試験

【硫化物イオン抑制効果】



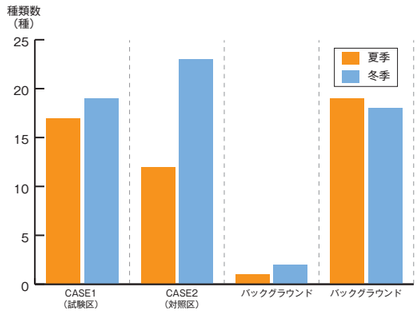
【りん酸態りんの吸着効果】



❺ 混合材強度試験

城南島	一軸圧縮強度試験(kN/㎡)	
ケース1	上段	474.9
	中段	31.9

❻ 生物調査



● 実証試験の結論

❶ 軟弱浚渫土の混合改良技術
2年の実験後においても浚渫土スラグ混合マウンドからの溶出物質については水底土砂の判定基準を満たしていることが確認された。また、浚渫土の強度向上効果が認められた。設置による水環境の悪化は認められず、りん酸イオンと硫化物イオンの溶出抑制あるいは吸着機能が確認された。

❷ 藻場造成技術
マウンドの造成後、基盤の安定化と共に鉄分の供給が示唆され、徐々に周辺海域と類似の生物相へ遷移したことが確認できた。なお、本海域においては鉄分が豊富に存在したため、鉄分供給による移植海藻類の生長促進効果は明確には認められなかった。

● 本技術についての有識者の見解

❶ 転炉系製鋼スラグ製品による軟弱浚渫土の混合改良技術】
環境負荷に配慮した干潟・浅場造成材として適用できる技術であると評価される。

❷【転炉系製鋼スラグ製品による藻場造成技術】
鉄分の供給による海藻類の生長促進効果は限定的であったが、鉄分が枯渇する海域等に展開した場合、実証試験結果報告書の鉄分に関する文献情報に示されるように、藻体の生長に寄与することが示唆された。
▶ 他の実水域への適用可能性を検討する際の留意点:藻場造成材として本技術の効果を発揮させるためには、鉄分濃度等の海域の環境特性を考慮して適用すべきであると評価される。

※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

❶ 転炉系製鋼スラグ製品(カルシア改質材)による軟弱浚渫土の混合改良技術
閉鎖性水域の環境改善を行う場合、人工干潟・浅場造成は環境改善の有効な手段である。ここで、軟弱な浚渫泥土を活用して浅場・干潟造成を行なおうとする場合、浚渫土のみでは強度不足や硫化水素の溶出懸念のために一般的には造成が難しいが、転炉系製鋼スラグ製の改質材(カルシア改質材)を混合することで、浚渫泥土の強度向上効果や、浚渫土中のりん酸イオンや硫化物イオンの溶出抑制あるいは吸着効果が発揮される。これにより、天然砂の使用を最小限とする環境に優しく安価な干潟・浅場造成を行える事が期待される。

❷ 転炉系製鋼スラグ製品(ビバリーユニット、固化体人工石・ブロック)による藻場造成技術
貧栄養化海域や富栄養化海域ではあるが鉄分が不足している海域において、人工腐植酸鉄の供給等による栄養分の供給や好適な藻類着生基盤を提供することで、閉鎖性海域の生物着生環境を改善することが可能である。海水中の鉄分濃度を高めるためには、比較的浅く、海水交換が少ない海域が適していると考えられる。

技術の特徴・アピールポイント

❶ 軟弱浚渫土の改質材(カルシア改質材)による軟弱浚渫土の混合改良技術
軟弱な浚渫土を処分することなく、浅場・干潟の造成等の海域環境修復事業に有効活用が可能
▶ 軟弱浚渫土の強度を増進　▶ 軟弱浚渫土からのりんや硫化物の溶出を抑制
▶ 軟弱浚渫土の海域投入時の濁り発生を抑制

❷ 転炉系製鋼スラグ製品(ビバリーユニット、固化体人工石・ブロック)による藻場造成技術
鉄分が不足している海域にて、海藻の生育促進や、ノリ等の色落ち改善が可能
▶ キレート化した鉄分を供給　▶ 天然材料を使用しない環境に優しい基質を提供

主な納入実績

● 納入先

国土交通省 関東地方整備局千葉港湾事務所

● 納入場所

千葉県安房郡鋸南町保田

● 仕様・規模

施工量:浚渫土スラグ混合材料(カルシア改質土):12,500㎥(うち、カルシア改質材:9,300㎥)
固化体人工石(鉄鋼スラグ水和固化体製人工石材):20,800㎥
適用範囲水深:8～10m

● 費用

材料費 : カルシア改質材 1,000円程度／t
固化体人工石 4,200円程度／㎥

ETVロゴマーク取得後の状況

ETVロゴマーク取得後、全国の10カ所程度にて実海域適用。

製鋼スラグを用いた藻場造成･水質改善技術

製鋼スラグと浚渫土の混合材を浅場造成への基盤としての利用、鉄分(Fe^{2+})等のミネラルの供給及び硫化水素(H_2S)の溶出抑制効果による溶存酸素(DO)の回復を通じて、これらの複合効果による生物生息環境を改善する。

環境技術開発者　ＪＦＥスチール株式会社、ＪＦＥミネラル株式会社

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21年度　実証番号 090-0902
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　製鋼スラグ 藻場造成･水質改善　検索

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

ＪＦＥスチール株式会社

担当部局名　スラグ事業推進部
住所　東京都千代田区内幸町2-2-3 日比谷国際ビル
TEL　03-3597-3635
FAX　03-3597-3293

ＪＦＥミネラル株式会社

担当部局名　製鉄関連事業部　技術サービス部
住所　東京都港区芝3-8-2 芝公園ファーストビル
TEL　03-5445-5214
FAX　03-5445-5222

技術の原理

■ 川崎港海底トンネル東扇島入り江

製鋼スラグと浚渫土の混合材による藻場造成

- Fe^{2+}等のミネラルの供給 → 海藻類(天然材料の2~3倍の生育量) → 魚類、貝類の増加
- H_2Sの発生抑制等の環境改善 DOの低下抑制 → 魚類、貝類の増加

■ 川崎港浅野運河

製鋼スラグ製品の海底敷設

- Fe^{2+}、Ca^{2+}等の溶出による硫化物イオンの吸着 → H_2Sの発生抑制等の環境改善 → DOの低下抑制

実証試験の概要

● 実証機関　(一財)みなと総合研究財団［旧(財)港湾空間高度化環境研究センター］

● 期間　平成21年5月21日 ～ 平成22年3月31日

● 実施場所

❶ 川崎港 海底トンネル東扇島入り江(神奈川県川崎市)
海域の課題▶河川などからの陸上起源の流入負荷による水質の変化や赤潮等の影響を強く受けるため、水質や底質が悪化しやすい状況にある。
海域の状況▶閉鎖性が強く、海水交換は良い状況にあるとはいえない。東京湾奥部の典型的な底質環境下にある。ムラサキイガイ、ヨコエビ類、ゴカイ類等が出現している。

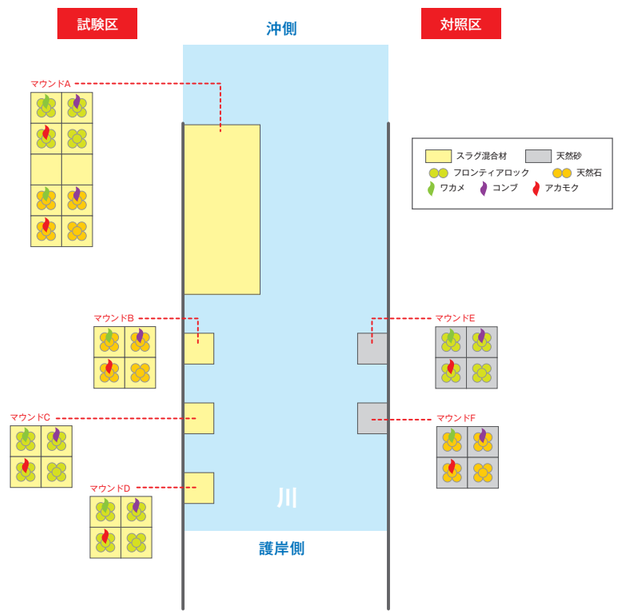
❷ 川崎港 浅野運河(神奈川県川崎市)
海域の課題▶二つの運河が交わる水域であると同時に河川などからの陸上起源の流入負荷による水質の変化が大きく、また、赤潮等の影響を強く受けるため、水質や底質が悪化しやすい状況にある。
海域の状況▶海水交換が良い状況にあるとはいえない。ムラサキイガイ、ヨコエビ類、ゴカイ類等が出現している。

● 実証試験の目標

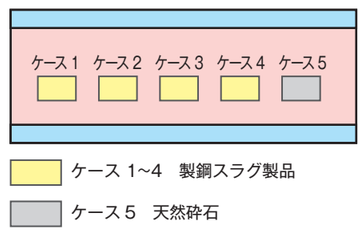
❶ 水質調査：水質汚濁に係る環境基準を満たすこと又は対照区、周辺水域データと比較して同等であること。
❷ 溶出試験：海洋汚染及び海上災害防止に関する法律に準拠して水底土砂の海面埋立処分に係る基準に適合すること。
❸ 溶出速度試験：鉄分の供給効果が認められることりん酸態りん、硫化物等で溶出抑制または吸収効果が認められること。
❹ 混合材強度試験：マウンドが崩れない(目視)100kN/㎡程度の固化強度を維持できること。
❺ 生物調査：生育数や生長量が対照区と比較して同等、もしくはそれ以上であること。

● 実証方法

【川崎港海底トンネル東扇島入り江】
海藻類の幼体を付着させた鉄鋼スラグ人工石材(フロンティアロック)及び天然石を、浚渫土と製鋼スラグを混合して造成したマウンド上に設置し、水質や生物の付着状況等について調査した。



【川崎港浅野運河】
4種類の製鋼スラグ製品と天然砕石を、それぞれじゃかご内に充填したものを海底に設置し、水質の改善状況等について調査した。



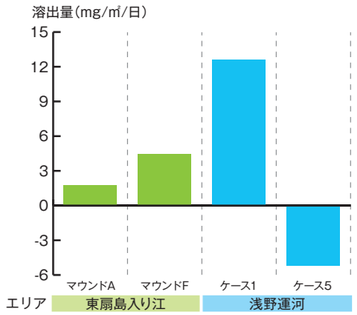
実証試験結果の概要

❶ 水質調査
【東扇島入り江】直上水の水質調査項目について環境基準値をほぼ満足し、対照区との比較において大きな差は認められなかった。
【浅野運河】直上水の水素イオン濃度(pH)は環境基準値を満たし、対照区との比較で差は認められなかった。
間隙水におけるpHの上昇は直上水に影響を及ぼさなかった。間隙水のりん酸態りん(PO_4-P)は夏季にりんの吸着効果が示唆されたが、秋季、冬季においてはその傾向はなかった。

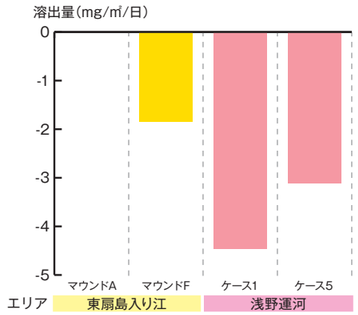
❷ 溶出試験
対象とした重金属類10成分については水底土砂に係る判定基準を満足した。

❸ 溶出速度試験

【Total-Fe】



【PO_4-P】



❹ 混合剤強度試験
マウンドA及びマウンドDの強度は100kN/㎡を超える強度を示した。

❺ 生物調査
【東扇島入り江】
試験区(C,D)でアカモクが対照区と比較して3.2倍の生長が確認された。
試験区(C,D,E)でワカメが対照区(F)とほぼ同等、あるいはそれ以上の生長が確認された。

● 実証試験の結論

❶【東扇島入り江】鉄イオンの溶出
製鋼スラグと浚渫土の混合材による複合的効果については、設置による水環境の悪化は認められず、浚渫土の強度増強効果が確認され、りん酸イオンの吸着効果と硫化物イオンの捕捉効果が示唆された。また、冬季の試験区で二価鉄が高くなる傾向となり、大型海藻類のアカモクやワカメの生長促進効果が限定的に確認された。
❷【浅野運河】DOの低下抑制
製鋼スラグ製品を閉鎖性海域の海底に設置した場合、直上水のpHに影響を及ぼしていないことが確認された。
また、水質調査、溶出試験により、製鋼スラグ製品によるりん酸イオンの吸着効果と硫化物イオンの捕捉効果が示唆されたが、明確なDOの低下抑制効果の確認には至らなかった。

● 本技術についての有識者の見解

❶【東扇島入り江】鉄イオンの溶出
鉄分の供給による海藻類の生長促進効果は限定的であったが、鉄分が枯渇する海域等に展開した場合、実証試験結果報告書の鉄分に関する文献情報に示されるように、藻類の生長に寄与することが本実証事業においても示唆された。
▶ なお、本技術を他の実水域への適用可能性を検討する際は、鉄分濃度等の海域の環境特性を考慮して適用すべきであると評価される。
❷【浅野運河】DOの低下抑制
りん酸イオンの吸着効果、硫化物イオンの捕捉効果によるDOの低下抑制効果が発揮された場合、富栄養化した海域における水質改善に適用できる技術であると評価される。

※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

❶ 製鋼スラグ浚渫土混合材には、pHなどの環境への問題がなく、強度、施工性に優れているため、閉鎖性海域に限らず広範囲の海域で藻場造成材として適用が期待される。
❷ 鉄鋼スラグ人工石材には、天然石と同等以上の大型海藻類の着生が期待される。
❸ 製鋼スラグ製品には、りんの吸着効果や硫化物溶出抑制による溶存酸素(DO)の低下抑制効果があり、富栄養化した海域の水質改善を図ることが期待される。

技術の特徴・アピールポイント

❶ 材料工学的に、海水中で安定しており、一度設置すれば、効果の持続性のための維持以外、ほとんど管理が不要である。
❷ 航路維持などの浚渫事業と組合わせることで、材料調達が比較的容易で、経済的になる。

主な納入実績

● 納入先－1
横浜市

● 納入場所
横浜市金沢区八景島セントラルベイ内

● 仕様・規模
製鋼スラグ浚渫土混合材3㎥、鉄鋼スラグ人工石材1㎥、製鋼スラグ製品5㎥

● 費用
材料費 ： 一般固化材、天然骨材・砕石と同等かそれ以下
施工費（設置費）：通常工法と同程度
維持管理費 ：ほとんど0

● 納入先－2
防衛省 中国四国防衛局

● 納入場所
山口県岩国市岩国地先

● 仕様・規模
鉄鋼スラグ製品　55,000㎥

● 費用
材料費 ：天然砕石同等以下
施工費（設置費）：通常工法と同程度
維持管理費 ：ほとんど0

複合的沿岸環境改善技術

構造物、資源を複合的に組み合わせることによる
生物生息環境の改善を図る。

環境技術開発者　五洋建設株式会社、日新製鋼株式会社
株式会社マリンアース、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 ～ 平成21年度
実証番号 090-0802
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　複合的沿岸環境改善技術　検索

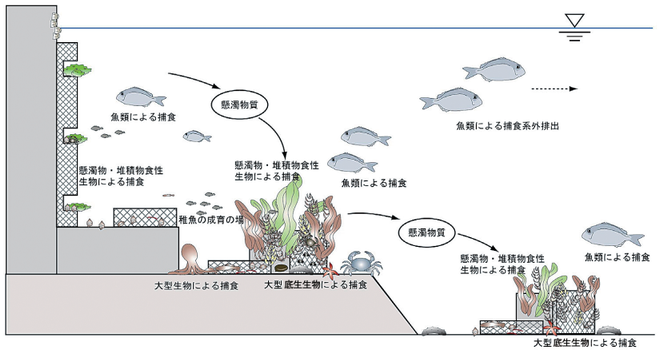
http://www.env.go.jp/policy/etv/s03_c2.html#02

日本ミクニヤ株式会社

※環境技術開発者は五洋建設株式会社(ほか3社)です。下記はお問い合わせ窓口となります。

担当部局名　事業本部
住所　川崎市高津区溝口3-25-10
TEL　044-833-3928
FAX　044-822-1689
E-Mail　iwai@mikuniya.co.jp

技術の原理



水平くぼみパネル

概要　直立護岸の付着生物着生促進のため、くぼみや小型タイドプールを設けた構造物

ねらい　鉛直護岸以上の生物多様性の確保

設置　直立護岸部に設置

鉄鋼スラグ造粒砂

概要　生物生息状況に合わせて粒径等を調整した砂

ねらい　砂地を必要とする生物の生息環境の創造

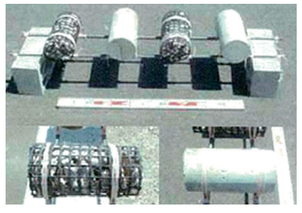
設置　海底に設置

リサイクルブロック

概要　焼却灰等の副産物を安全に固化した、付着生物や海藻が着生しやすい基質

ねらい　大型藻類や付着動物の生息環境の創造

設置　海底に設置



貝殻による着生基質

概要　貝殻を材料とした多孔質構造を持つ生物着生基質

ねらい　小型藻類や付着動物、底生生物の生息環境の創造

設置　海底に設置

実証試験の概要

● 実証機関　呉市

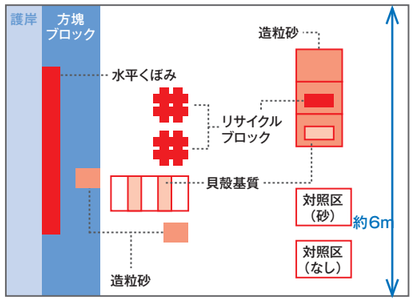
● 期間　平成20年7月25日～平成21年12月31日

● 実施場所　広島県呉市阿賀マリノポリス地区
海域の課題▶閉鎖性が強く、埋立等の人為的な改変を強く受けた泥質海底と直立護岸に囲まれた海域である。
海域の状況▶海域は非常に静穏であり、濁りが強く浮泥が堆積しやすい状況である。照度は、水深4mで表層の1割程度となる。溶存酸素(DO)濃度は、夏季に環境基準を下回る(5.8mg/ℓ)が、貧酸素水塊の発生は見られない。底泥の化学的酸素要求量(COD)は22.9mg/gであった。防波堤設置前の調査によれば、ダルマゴカイやシズクガイのような富栄養化海域の指標種となるような底生生物が確認されていた。防波堤内において、ワカメやホンダワラ類の生育が確認されている。

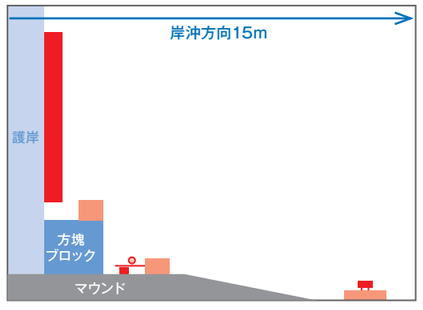
● 実証試験の目標　対照区以上の生物量を確保する。

● 実証方法　泥質海底と直立護岸に対して各技術を配置し、各技術の効果やその組み合わせによる効果を把握するため、生物調査、水質調査等を実施した。

【平面図】

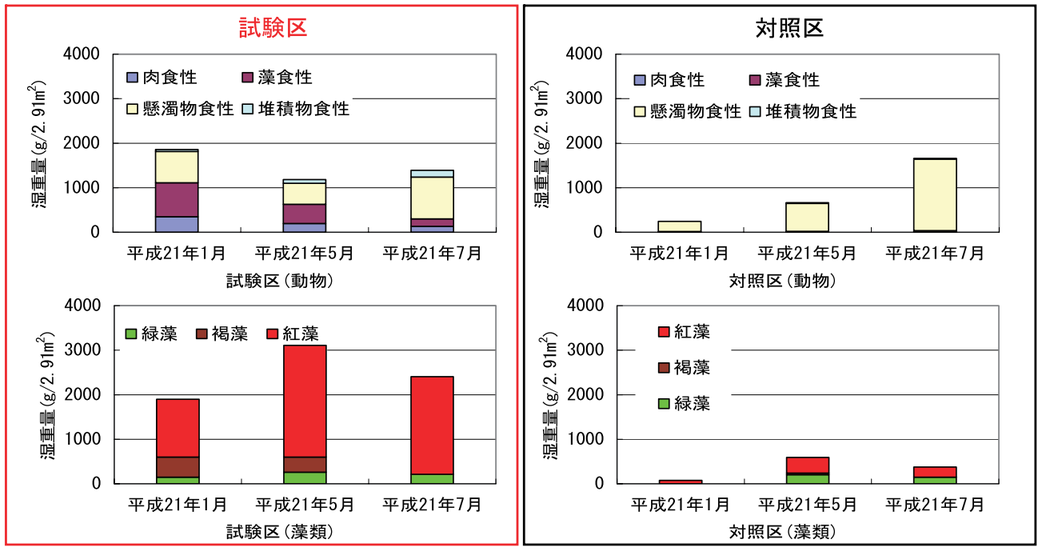


【断面図】



実証試験結果の概要

【試験区（各技術の合計値）と対照区の付着生物量】



【年間炭素固定量による評価（試験結果を用いて推計）】

	炭素固定量 (g-C/y/2.91㎡)	
	試験区	対照区
肉食性	78.08	7.48
藻食性	134.28	6.42
懸濁物食性	228.07	265.32
堆積物食性	28.67	26.41
藻類	820.50	91.44
	合計炭素固定量	
	1289.61	397.06

結果を用いて推計

● 実証試験の結論

試験区の生物量は湿重量、炭素固定量ともに対照区以上であり、また、生物種も対照区に比べ多様となっていた。各技術を単体ではなく複合的・空間的に配置することで、多様な生物生息空間を創造すること、また、魚類や大型の底生生物の蝟集（いしゅう）効果を高めることが確認できた。

● 本技術についての有識者の見解

対照区以上の生物量の確保は、現地調査結果からも明らかである。また、蝟集調査や大型の底生生物調査で、系外排出が期待できる高次生物の生息が確認できていることから、現在配置されている技術が適切に機能していることがうかがえる。

※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

いままでに開発されてきた個々の生物加入促進構造や材料は、それだけでも構造や材料に通常の護岸（ごがん）等よりも多くのバイオマスや多様性を持つことが確認されている。これらを組み合わせることにより、本来自然環境が有していた陸～海岸～海底への生態的連続性を復元する。ここに分布する濾過（ろか）食性の生物による海域からの懸濁（けんだく）物質のトラップ、及び各種構造物に分布する多様な有機物食者による偽糞（ぎふん）等の固定が見込まれ、中長期的には水質改善にも資するようになることを期待している。また、それぞれ効果のあることが実海域等で確認されている各種生物生息環境改善技術を、複合的に配置して相乗的な効果（シナジー効果）を発現することが期待される。

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 既存の技術の組み合わせであるため、それぞれの技術の安全性が明らかになっている。
❷ 基本的にどのような海域であっても、その海域に分布している生物が本技術のいろいろな要素を利用するので、それなりの生物相が形成される。
❸ 各種の微地形要素があるので、単一の生物種のみが出現することは無い。

主な納入実績

● 納入先－1

国土交通省 四国地方整備局高知港湾・空港整備事務所

● 納入場所

高知県宿毛市宿毛湾池島地先

● 仕様・規模

複合的沿岸環境改善技術のうち、「貝殻基質」のみ6本

● 費用

材料費：7万円
施工費（設置費）：23万円

● 納入先－2

国土交通省 近畿地方整備局 舞鶴港湾事務所

● 仕様・規模

複合的沿岸環境改善技術のうち、「貝殻基質」のみ6本

● 納入場所

京都府舞鶴市舞鶴港前島埠頭

● 費用

材料費：4万円

ETVロゴマーク取得後の状況

それぞれ分担した要素技術について、各社が技術の改善や各機関への登録を行っている。沿岸環境改善技術を構成する貝殻基質とリサイクルブロックの要素技術については（財）先端建設技術センターの技術情報提供システム（NETIS）に登録されている

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

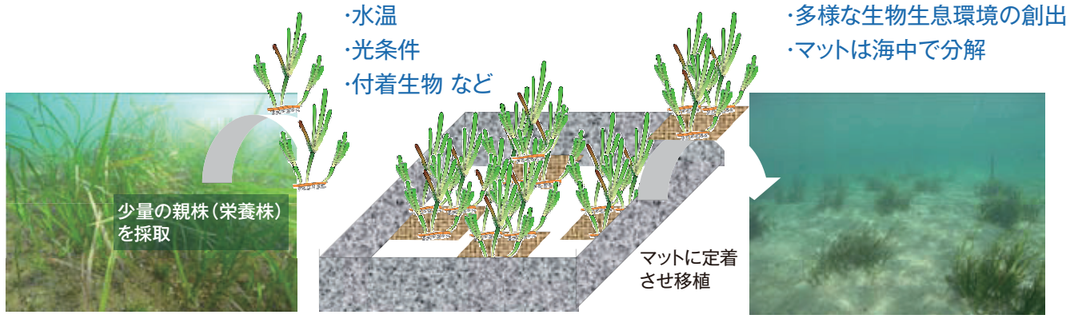
中部電力株式会社

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

最適生育条件で種苗を大量生産
- 水温
- 光条件
- 付着生物 など

- 高い定着率で藻場を形成拡大
- 多様な生物生息環境の創出
- マットは海中で分解



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。

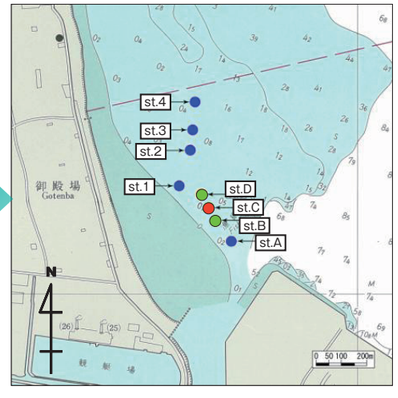
● **実証方法**

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

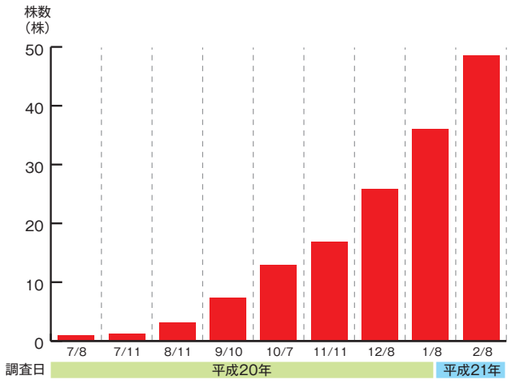
御殿場海岸調査エリアの概要

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

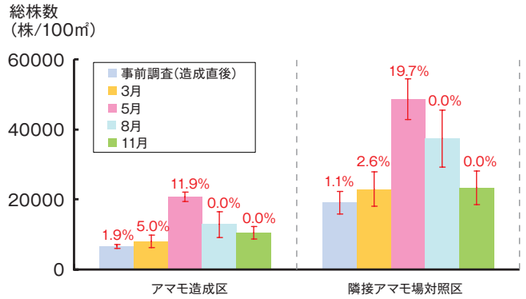


❷ アマモ種苗マット移植後の残存状況

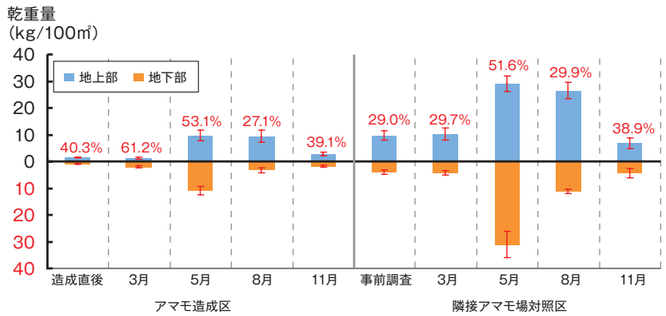
	H21.2.23	H21.5.22
移植マット総数	400枚	※390枚
残存マット数	378枚	360枚
定着率	94.5%	92.3%
流出率	5.5%	7.7%

※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

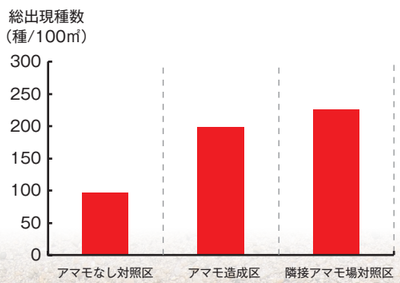
❸ 移植後のアマモ場の拡大状況



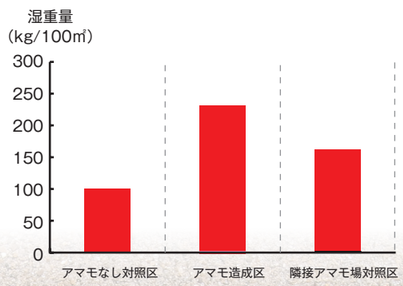
造成後の総株数の変化（赤字は生殖株の割合を示す）



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

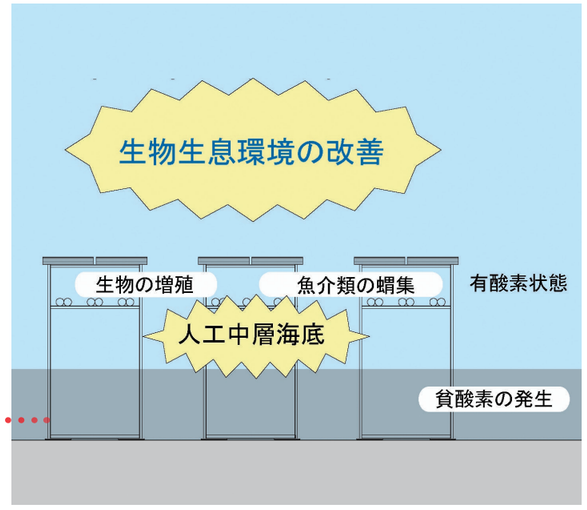
http://www.env.go.jp/policy/etv/s03_c2.html#02

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。

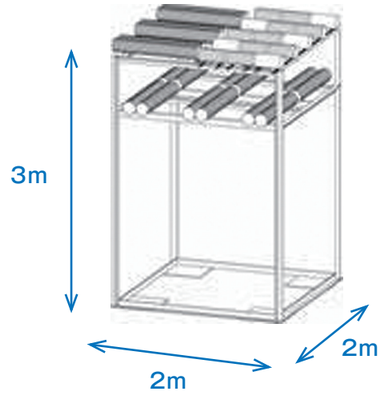
● 実証試験の目標

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）

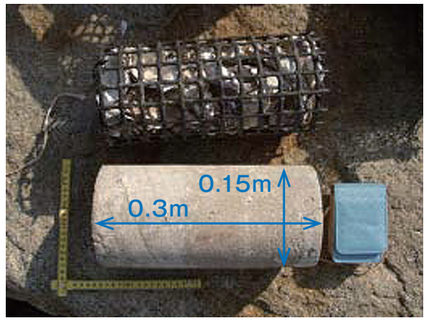
● 実証方法

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

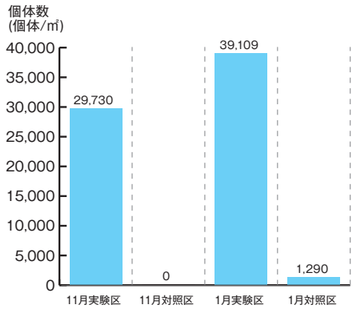


テストピース

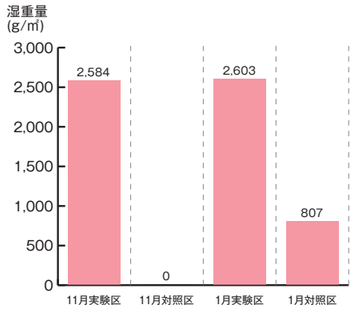


実証試験結果の概要

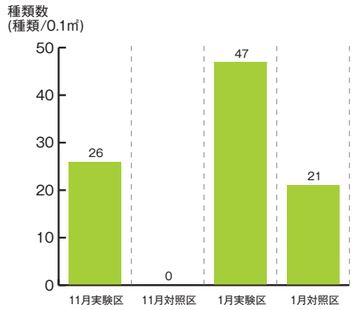
❶ 生物個体数



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

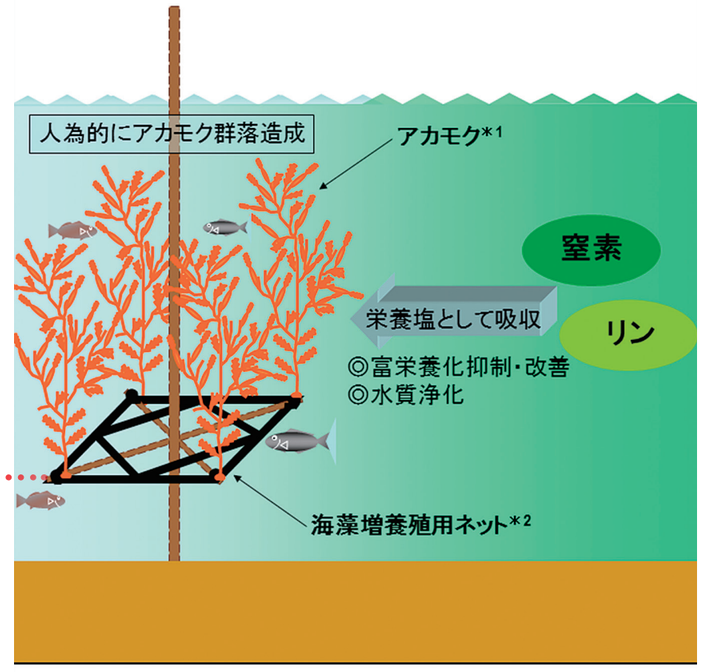
技術に関する詳しい情報はWEBで　海藻増養殖用エンチョーネット　検索

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。

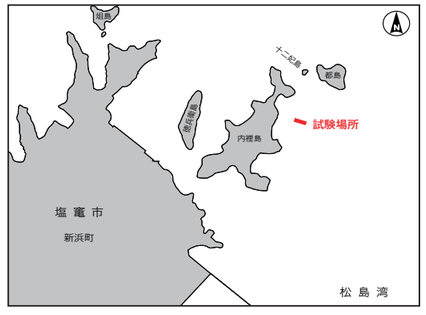
● 実証試験の目標

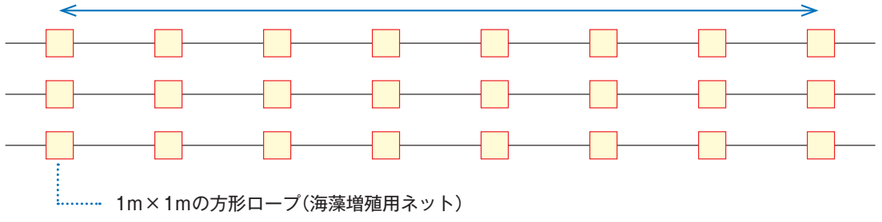
❶ アカモク生長量(湿重量)：最大生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(5,000g)となること。(3月の生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(750g)となること。)

❷ 葉上生物:創出アカモク藻場への生物の定着。

● 実証方法

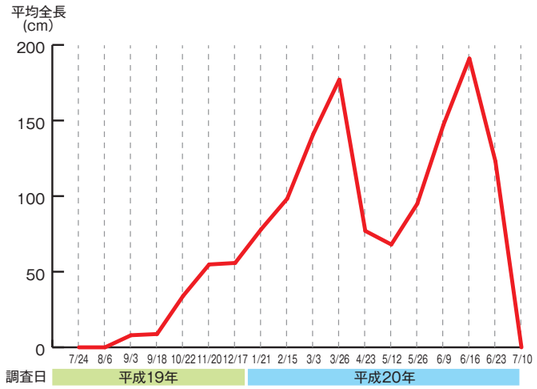
アカモクの発芽卵を浮遊培養し十分に成長した後、海藻増殖用ネットに挟んだものを設置し、アカモクの湿重量やそこに蝟集（いしゅう）する生物の種類・個体数・湿重量等について調査した。

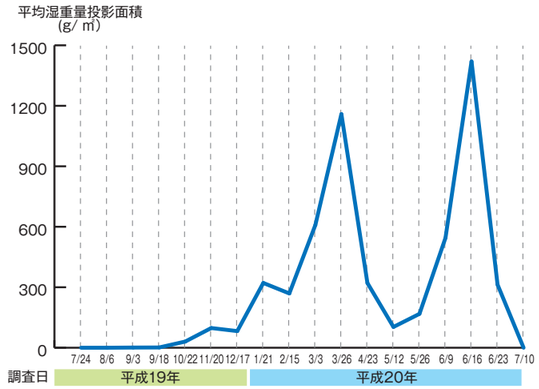




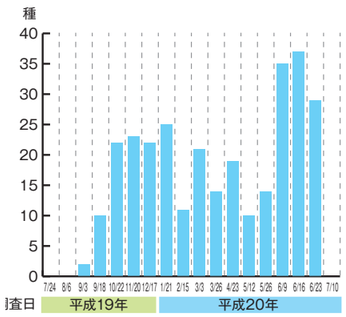
実証試験結果の概要

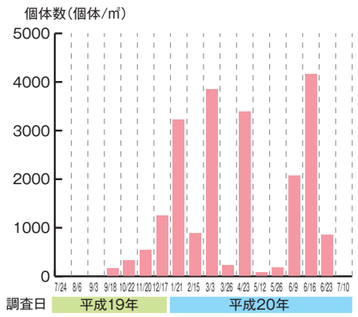
❶ アカモク全長・湿重量

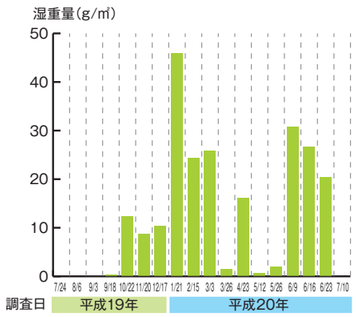




❷ 葉上生物







● 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

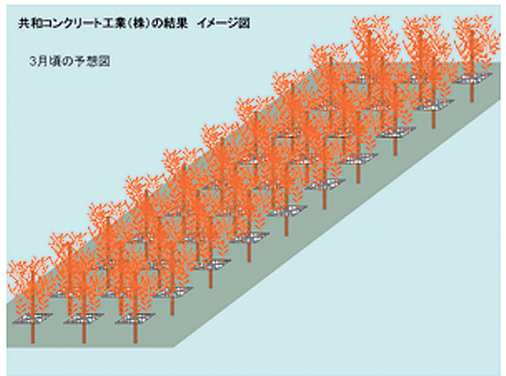
実証試験結果により期待される効果

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

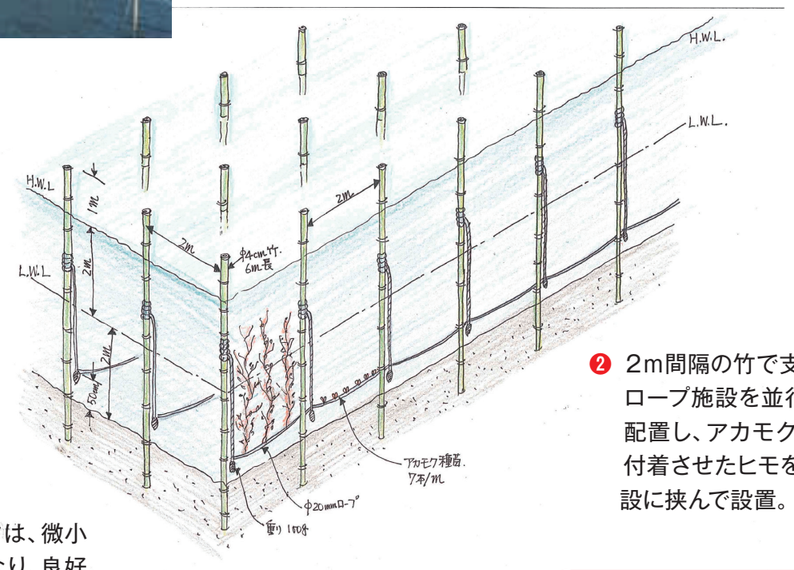
http://www.env.go.jp/policy/etv/s03_c2.html#02

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。

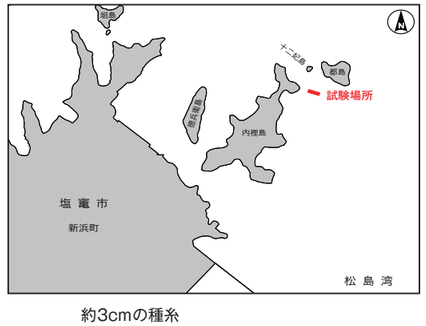
● **実証試験の目標**

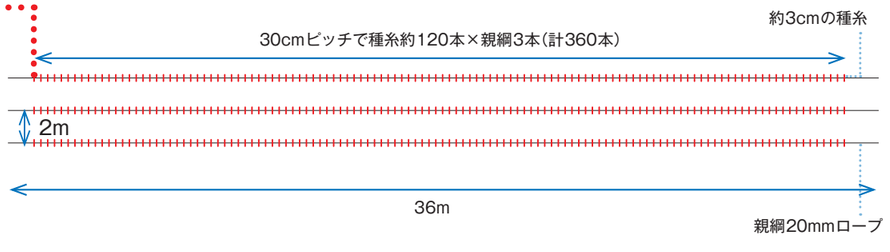
❶ アカモク生長量(湿重量)：最大生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(5,000g)となること。(3月の生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(750g)となること。)

❷ 葉上生物:創出アカモク藻場への生物の定着。

● **実証方法**

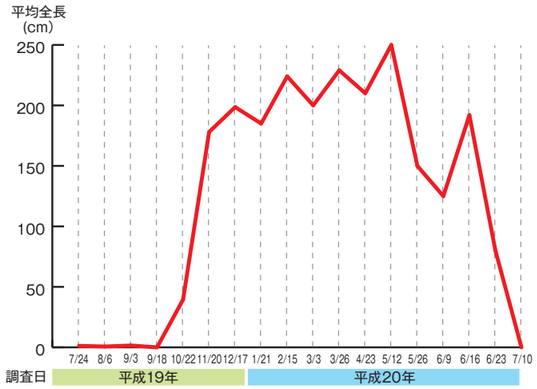
ワカメ用種ヒモにアカモク発芽卵を付着させ、種ヒモを親綱ロープに挟んだものを2m間隔で並行して3本配置し、アカモクの生長量や湿重量、葉上の生物等について調査した。

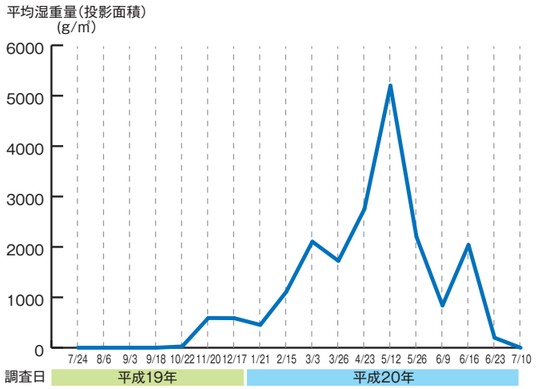




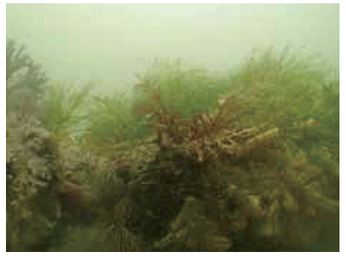
実証試験結果の概要

❶ アカモク全長・湿重量



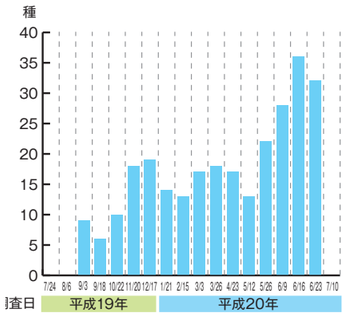


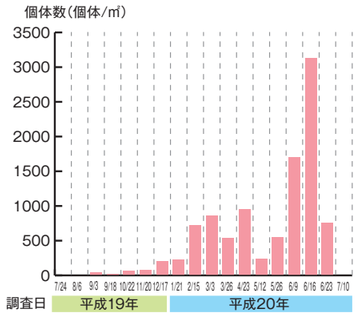
アカモク生育状況(7月24日)

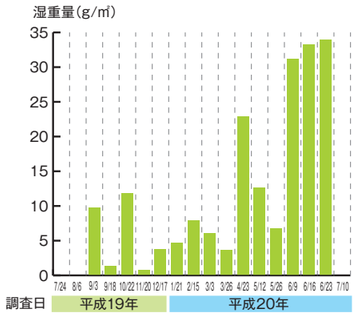


再生産されたアカモク(7月10日)

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。

炭素基盤材海藻育成装置

炭生成物の平面基盤を基質として利用し、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　東洋建設株式会社

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19年度 ～ 平成20年度
実証番号 090-0705
http://www.env.go.jp/policy/etv/list_20.html#h02

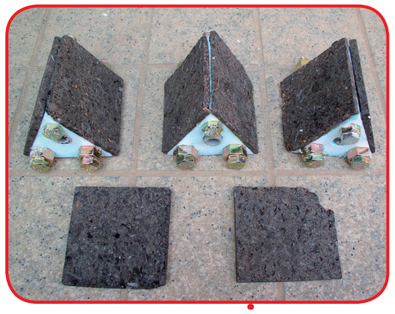
技術に関する詳しい情報はWEBで　炭素基盤材海藻育成装置　検索

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

東洋建設株式会社

担当部局名　土木企画部
住所　東京都江東区青海2-4-24 青海フロンティアビル
TEL　03-6361-5462
FAX　03-5530-2914
E-Mail　gijyutsu@toyo-const.co.jp

技術の原理



炭ブロック・炭プレートは多孔質な面を持ち海藻の着生が容易となる。

バイオマス
↓
炭化
↓
炭化生成物（炭・タール・ピッチ等）の固化・基盤材の成型
↓
海藻の播種（はしゅ）
↓
海藻幼芽の養生
↓
養殖装置への取付け
↓
海域へ設置
↓
海藻の生長に合わせた水深調整

炭ブロック上で海藻のアカモクが着生し発芽。炭の多孔質な性質が有効に利用されている。

浮泥の多い海で養殖しても、アカモクは大きく育つ。

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。

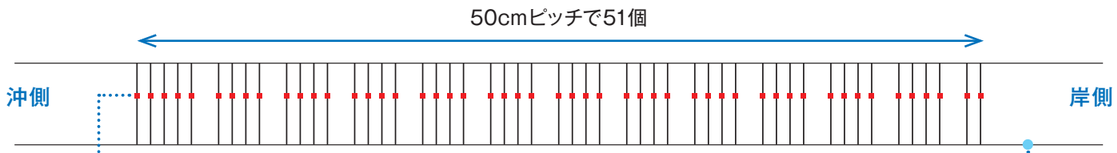
● **実証試験の目標**

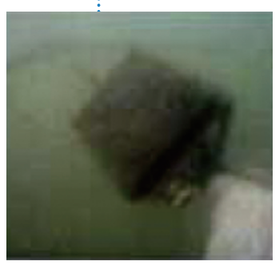
❶ アカモク生長量(湿重量):最大生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(5,000g)となること。(3月の生長量が、近隣の天然藻場の概ね1/4(750g)となること。)

❷ 葉上生物:創出アカモク藻場への生物の定着。

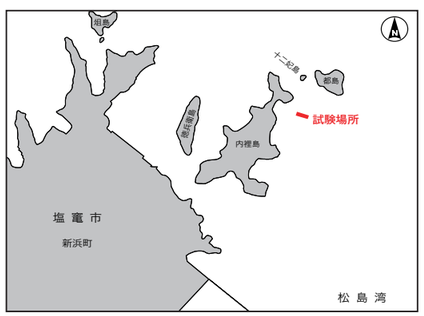
● **実証方法**

アカモクの発芽卵を付着させた炭素基盤材を設置し、アカモクの湿重量やそこに蝟集する生物の種類数・個体数・湿重量等について調査した。





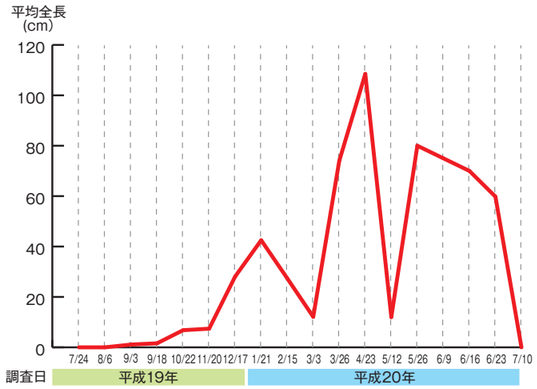
一辺約10cmの三角柱ブロック（炭素基盤材）

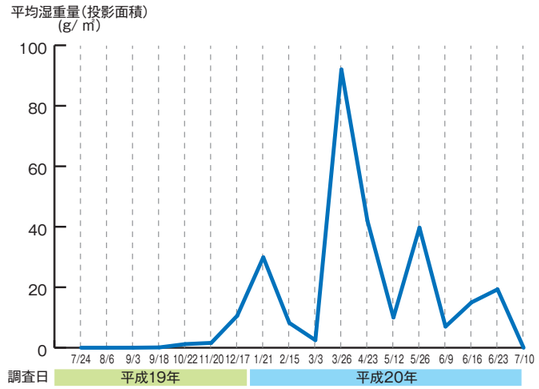


水温計設置

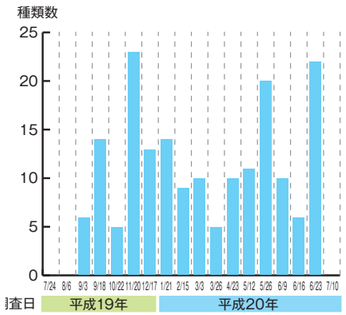
実証試験結果の概要

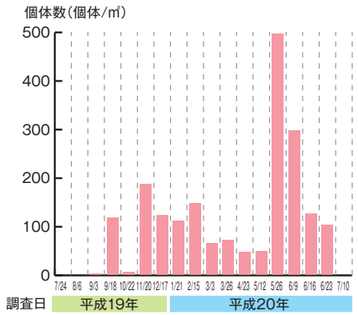
❶ アカモク全長・湿重量

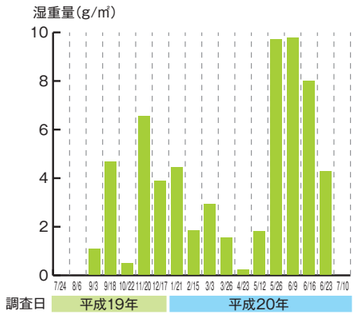




❷ 葉上生物







● 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、目標水準750g/㎡には達しないものの、投影面積当たりで92g/㎡となった。

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、3月の湿重量では目標水準には達しなかったが、全長においては天然藻場の平均を上回る個体も見られた。ケウルシグサの発生などによる成長阻害があったことを勘案すれば、アカモク藻場不毛の地域での藻場創出はできたものと解釈できる。
なお、浮泥（ふでい）の海藻着生基盤上への堆積予防に対する当該技術の考え方は、今後、同様な海域における藻場造成技術として注目される手法であると思われる。

▶ 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: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

（漁港漁村技術研究所論文より）

▶ 藻場の炭素固定量：1.7～4.3kg-C/㎡
▶ アカモク葉上の餌生物発生量：700g/㎡
この与条件を用いて計算すると、100m四方では
▶ 炭素固定量：1,700～4,300㌧
▶ 魚の餌生物　7,000kg増加
することになる。
このことから当技術によりアカモクが生長し、藻場が再生された海域では魚の育成場となることが期待される。

技術の特徴・アピールポイント

❶ バイオマスを炭化させた炭から基盤材を製作するため、海藻の着生面として有効な多孔質な表面を持ち、軽くて強度があり、腐敗しにくい材料である。
❷ 海藻の播種を行う際、軽量なため扱いが容易で、海藻種が基盤面に密度高く着生させることができる。
❸ この基盤材装置は、自然の波や海の流れを利用して浮泥を落とすため、海藻の着生と発芽が容易になる。
❹ 養殖装置を利用することにより、水深のある海域も設置が可能である。また、海藻の生長に伴い、水深を確保することも可能である。
❺ 生長した海藻ごと収穫でき、基盤材は再利用が可能である。

主な納入実績

● 納入先
NPO法人

● 納入場所
熊本県上天草市弓ヶ浜地先、宮津湾地先

● 仕様・規模
1000㎡3か所の水域に藻場再生装置として1㎡程度を設置、年4～6回の維持点検、水深2～5m程度に養殖装置を使用して、水深を維持。

● 費用
材料費 ： 10万円程度／㎡　　施工費（設置費）：300円程度／㎡　　維持管理費 ：30万円程度／年

ETVロゴマーク取得後の状況

漁業者が普段使用している道具と同様の扱いで利用できるよう、その地域で利用されている養殖装置を模倣することで本装置の使い勝手に改良を加えた。

直接曝気方式 マイクロアクアシステム

空気と対象水を混合･圧縮し、微細気泡が混入した混合水として、
対象水域に拡散することにより、溶存酸素濃度を向上させる。

環境技術開発者　株式会社マイクロアクア

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　実証番号 090-0701
http://www.env.go.jp/policy/etv/list_20.html#h02

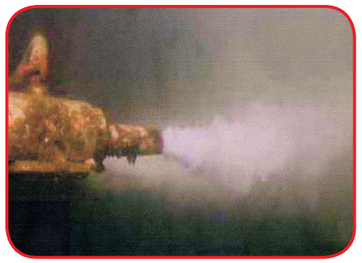
技術に関する詳しい情報はWEBで　直接曝気方式 マイクロアクア　検索

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

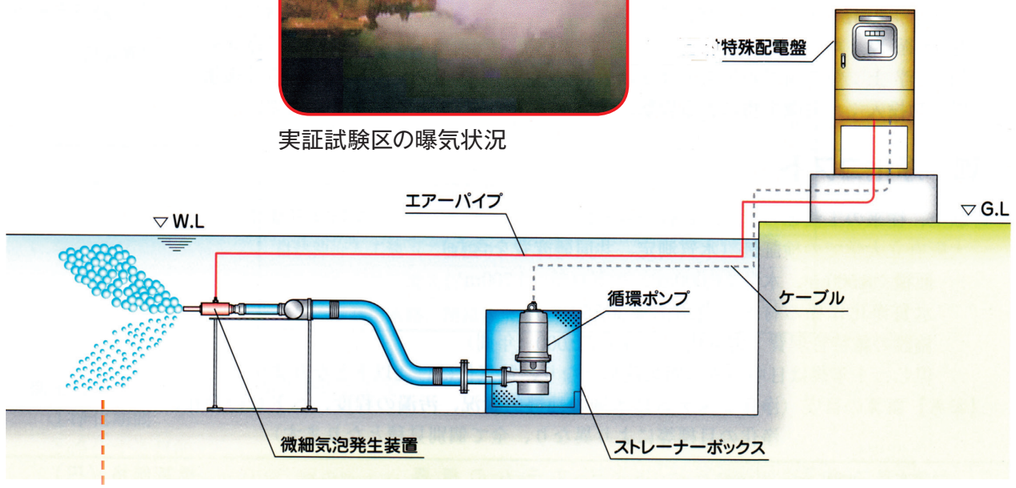
株式会社マイクロアクア

担当部局名　土木企画部
住所　大阪府河内長野市北青葉台18-4
TEL　0721-63-8373
FAX　0721-63-8373
E-Mail　microaqua@hotmail.co.jp

技術の原理



実証試験区の曝気状況



微細気泡混合水を拡散

▼

溶存酸素濃度の向上

酸素供給能力:水温25℃の海水に対する
酸素移動効率54%

実証試験の概要

● **実証機関**　大阪府

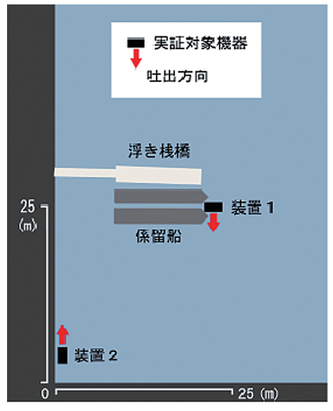
● **期間**　平成19年7月22日 ～ 平成19年11月3日

● **実施場所**　高石漁港(大阪府高石市)
海域の課題▶富栄養化レベルの低減、夏季を中心とした底層水貧酸素化の軽減、有機汚濁の進んだ底質改善など。
海域の状況▶富栄養化は著しく、夏季には港内の底層水が貧酸素化～無酸素化する。浜寺水路底層の無酸素水塊が港内に湧昇すると、港内の貧酸素化はさらに強まる。底質は有機汚濁が著しい。漁港内の定点では底生生物は極めて少なく、魚類等の海産動物はほとんど出現しなかった。

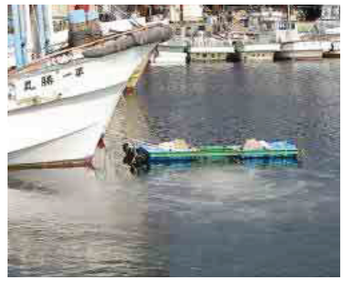
● **実証試験の目標**　溶存酸素 (DO)濃度
❶ 平常時(4.3mg/ℓ～1.4mg/ℓ):内湾底層水で維持すべき濃度以下の時、対照点よりDO濃度で10%上昇させる。
❷ 強い貧酸素時(1.4mg/ℓ未満):1日以上連続して1.4mg/ℓを下回らない。

● **実証方法**　浮体に吊り下げた装置1と岸壁に配置した装置2をそれぞれ稼働させ、溶存酸素(DO)濃度等について調査した。

装置２設置状況(海底上0.5m 固定式)

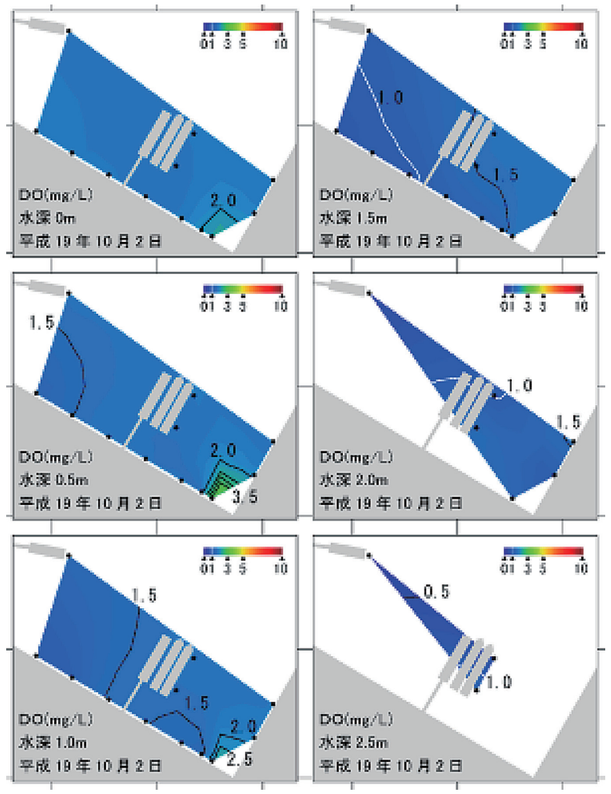


装置１設置状況(浮体吊り下げ式)



実証試験結果の概要

【影響範囲】
右図のとおり、実証領域に隣接した海域では、DOは表層でも2mg/ℓ以下、底層では0.2~1mg/ℓと極めて低いが、実証領域内の底層では0.9~1.7mg/ℓを確保していた。同時間帯における対照点C2下層のDOは0.3~0.5mg/ℓであったので、実証領域のDOの方が高かった。
　また、実証領域全体のDO改善は十分ではなかったものの、海底上0.5mに設置した装置2の近傍では上層で2.5~3.6mg/ℓとかなりの上昇が見られた。



水深0.5mごとのDO水平分布

● 実証試験の結論

- ▶ 実証領域における底層水の溶存酸素濃度向上に関しては、実証機器運転中のほとんどの期間で目標値を達成出来なかったが、同濃度には上昇傾向が見られた。
- ▶ 実証領域全体で効果を上げることはできなかったが、装置の近傍では明らかな改善効果が見られた。

● 本技術についての有識者の見解

- ▶ シートで囲った閉水域では改善効果が見られたが、設定した実証領域(開放系)においては底層水の溶存酸素濃度向上が明確には見られなかった。その原因としては、曝気した水の周囲への拡散や、底質による酸素消費など、実証領域の環境特性に対して装置の能力が小さかったことや、装置の作る流れでは実証領域内を均質化できなかったこと等が考えられる。開放系においても期待される性能が発揮できるよう、更なる技術の改善が必要である。
- ▶ 機器運転中でも対照領域より実証領域の溶存酸素濃度が概ね低かった原因としては、底質による酸素消費は実証領域の方が港内対照領域よりもかなり多いこと、港外対照領域において植物プランクトンによる溶存酸素の供給が多かったことが挙げられる。
- ▶ 実海域における適用に当たっては、いろいろな要因の影響を受けるため、現場を事前に正確に評価することが重要である。少なくとも、現場の水塊の規模、底質の性状、有機物流入等について、事前に調査すべきである。また、現場の環境を改善するための十分な設備と、効果を把握する計測器を適切な位置に設置することが必要である。
- ▶ 貧酸素化が非常に強い実海域への適用など、本技術のみでは環境改善が困難な場合は、覆砂など機能の異なる他の技術との組み合わせを検討することが重要である。

※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

本技術により、水質浄化効果の発揮と水生生物の活性化が期待できる。

技術の特徴・アピールポイント

❶ 本技術は淡水の閉鎖性水域での実績があり、薬剤などは一切使わず、生命体の活性化を促し、小魚の回遊も復活していることから水族館、魚貝類養殖場などの水質浄化に適用できる。また、塩素系薬品が混在する浄水場・下水処理場の曝気処理にも利用できる。
❷ 本技術は、低コストで自然浄化作用を蘇らせるコンパクトな浄化システムであり場所を取らず、配電盤による自動運転でメンテも簡単で技術者も必要ない。
❸ 必要エネルギーは対象水を循環させるポンプ等の稼働に要するだけであり、水族館など既存の循環システムがあればそれを利用できる。

主な納入実績

● 納入先ー1
大阪府・大阪市・大阪府立大学(共同研究)

● 納入場所
大阪府堺市

● 仕様・規模
水量6000㎥ 最深部1.5m 維持管理特になし。

● 費用
材料費 ： 1300万円　　施工費（設置費）：200万円　　共同研究費(分析費等)：200万円

● 納入先ー2
大阪市　公園課

● 納入場所
大阪市万代池

● 仕様・規模
水量20000㎥ 最深部3m 維持管理特になし。

● 費用
材料費 ： 950万円(ノズルのみ)　　施工費（設置費）：250万円(3セット設置)

ETVロゴマーク取得後の状況

アオコ発生によるカビ臭や有機性汚濁物と塩素によるトリハロメタン生成などの問題により、水道水が飲料水として敬遠される場合があるが、このシステムであれば薬品等を一切使わず、浄水場の貯水池の浄化に役立つと期待される。

エアレーションシステム搭載型自走式海底耕耘機

圧縮空気を動力として海底を自走し耕耘。同時に海水とマイクロバブル化した空気を混合吐出することで海域の貧酸素や底層の改善を図る。

環境技術開発者　株式会社キューヤマ

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　実証番号 090-0702
http://www.env.go.jp/policy/etv/list_20.html#h02

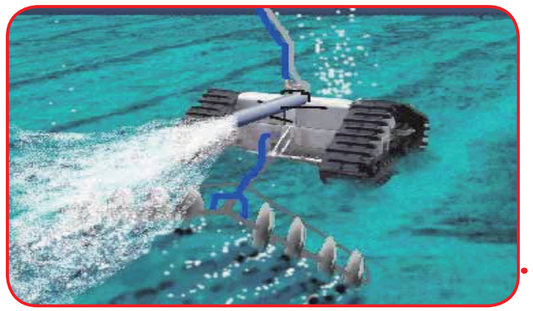
技術に関する詳しい情報はWEBで　エアレーションシステム 海底耕耘機　検索

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

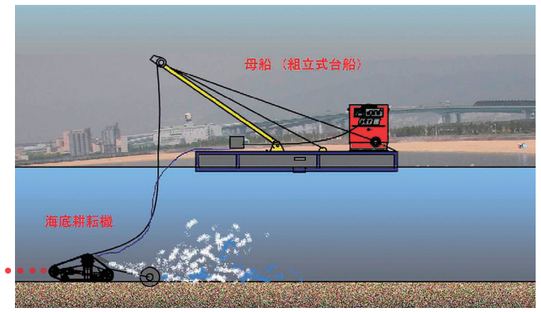
株式会社キューヤマ

担当部局名　北九州営業所　環境開発事業部
住所　山口県下関市大学町2丁目7-20
TEL　083-251-1111
FAX　083-251-1114
E-Mail　kyuyama2@fancy.ocn.ne.jp

技術の原理



海底耕耘エアレーション作業図



❶ 台船に搭載したコンプレッサーから供給される圧縮空気を動力として海底を自走し耕耘する。
❷ 同時に海底直上の海水を台船上で加圧し、耕耘機に搭載した微細気泡発生器により海底でマイクロバブル化した空気と混合吐出することで海域の貧酸素や底層の改善を図る。

実証試験の概要

● 実証機関

兵庫県

● 期間

平成19年9月18日 ～ 平成19年9月21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、潜提付近の陸側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に底層の環境改善が必要である。

海域の状況▶溶存酸素（DO）濃度については、夏季には、水深4m以深でmg/ℓを下回り、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付近においては浅場では湿重量において二枚貝類が認められた。ただし、水深6mの潜堤付近では、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

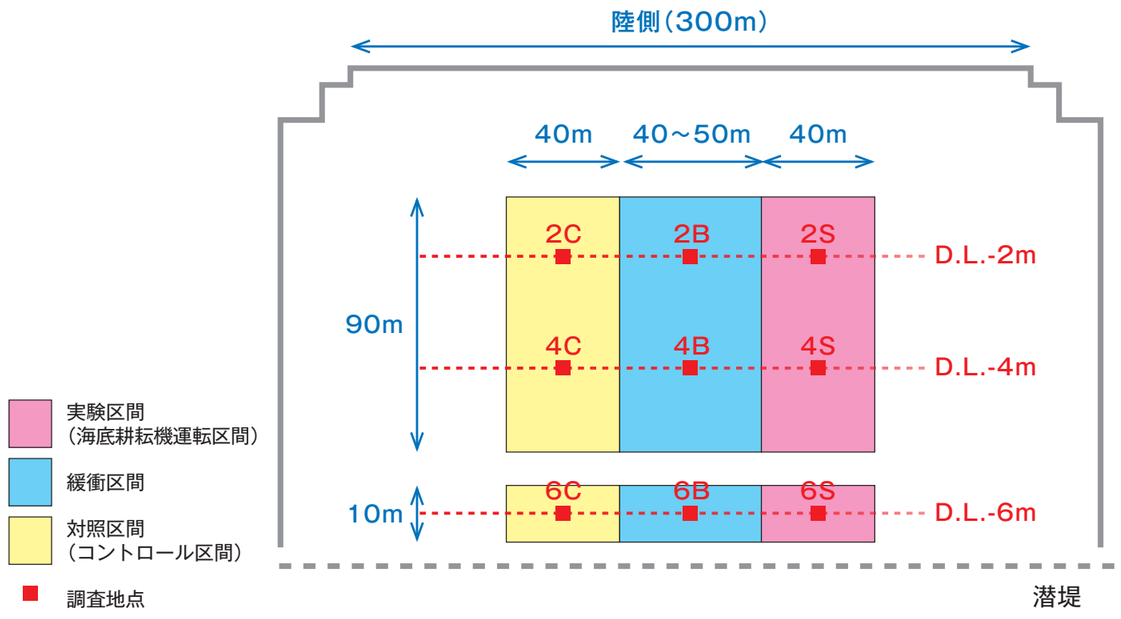
貧酸素化による閉鎖性海域の底層環境の改善

❶ 溶存酸素（DO）濃度：処理終了から１昼夜（16時間）後の底層（底上1m）において3mg/ℓ以上にする。
❷ 底質硫化物量：0.1mg/ℓ以下にする（播磨灘沖合い域における砂泥質と同等）
❸ 底生生物：種類数及び総個体数を対照区と比較して50%以上増加させる。

● 実証方法

実験区間において海底耕耘機を走行させ、16時間後の底層における硫化物量等について調査した。

実施日	合計稼働時間
9月18日(1日目)	4時間34分
9月19日(2日目)	6時間19分
9月20日(3日目)	4時間55分
9月21日(4日目)	3時間24分



実証試験結果の概要

● 実証試験の結論

❶ 底層水の一時的なDOの改善（1.5㎎/ℓ増加）

【解説】 図1と図2を比較すると、DOが表層から中層（3.5m層）に渡り改善されていることが示された。しかしながら、底層水（3.5m以降）のDOの改善は認められなかった。このため、耕耘・エアレーション直後（数分程度後）の底層DOの改善効果を検討した。

図3に示すとおり、底層水のDOが1.5㎎/ℓ増加し一時的な改善効果が認められた。

ただし、いずれの改善効果についても、本機が移動式のシステム（耕耘速度1.5km/h）であることから各地点での耕耘・エアレーション時間は短いこと、及び潮汐等における海水の流動等からDOの改善効果の持続時間は限定されており、翌朝にはDOの改善効果は認められず目標水準の達成には至らなかった。

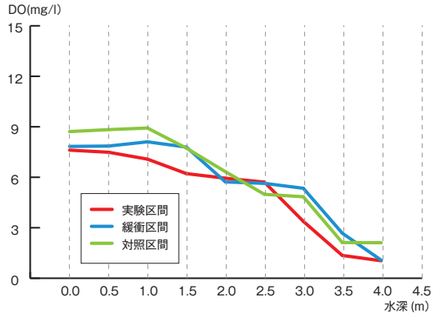


図1　水深4m地点 実証実験2日目 試験前（9月19日8時）

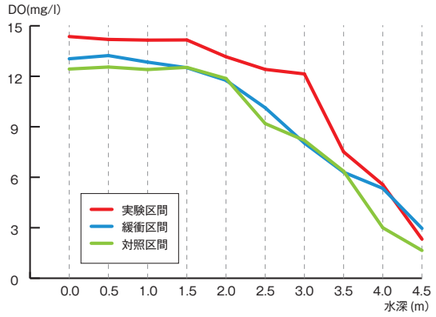


図2　水深4m地点 実証実験2日目 試験後（9月19日17時）

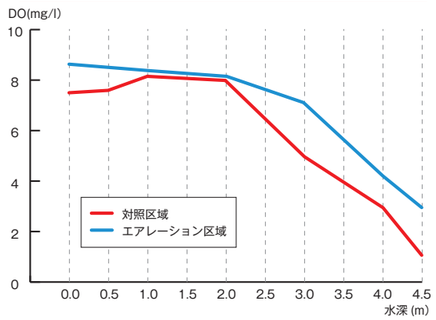


図3　4S（エアレーション付近）のDOの垂直プロファイル

❷ 底質の硫化物生成の抑制

【解説】 図4に耕耘・エアレーション前後（事前調査：9月4日、事後調査10月23日実施）における底質硫化物量の変化を示す。コントロール区画と比較しての改善率はわずかながら、水深4m地点で目標水準を達成した。

顕著な貧酸素化が認められなかった水深2m地点では改善効果は認められなかったが、水深6m地点においては、コントロール区画と比較して硫化物の急激な増加を抑制したことが推察された。

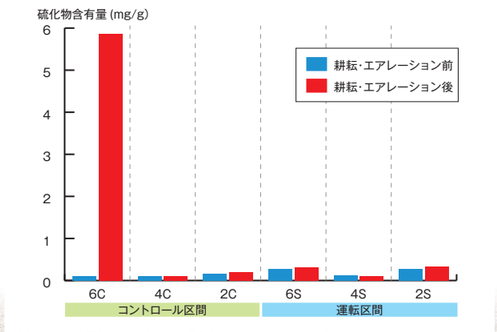


図4　耕耘・エアレーションによる底質硫化物量の変化

❸ 底生生物個体数の増加

【解説】 貧酸素化の影響が軽微な水深2m地点においては、種類数および個体数の増加についての耕耘・エアレーションによる改善効果は認められなかった。

貧酸素化の影響が大きいと考えられる水深4mおよび水深6m地点においては、種類数の増加についての改善効果は認められなかったが、個体数の増加についての改善効果が認められ、目標水準を達成した。

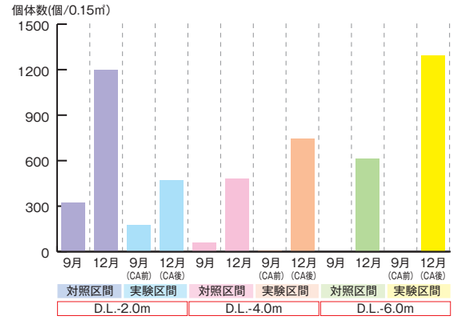


図5　耕耘・エアレーション(CA)による底生生物個体数の変化

● 本技術についての有識者の見解

▶目標達成状況　実証試験の対象となった海底耕耘機については、一定の効果が認められた。

❶ DOについて目標水準までの改善は認められなかったが、一定の改善が確認できた。

❷ 底質については、目標水準を達成した地点があり、また、達成できなくても集中的なエアレーションの実施により硫化物の生成を抑制できた。

❸ 底生生物については、個体数の増加について目標水準を達成した。種類数の増加については、本技術の特性から短期的には生物種の減少が考えられるが、長期的な評価により改善が期待される。

▶技術的課題や改善の方向性　底層水のDOを一時的に増加させることが確認されたことから、溶存酸素(DO)の供給能力は確認できたが、水質については水域全体または長時間にわたる改善を行うことは困難である。底質については、硫化物生成の抑制、生物生息環境の改善が期待されるが、耕耘という技術の特性から藻場造成、または大型の底生生物が生息する場等への適用には十分な事前調査が必要である。底質の性状により走行性能が影響を受けるため、底質の事前調査が必要である。

▶その他　本実証技術は現場への適用が比較的容易であり、他の実海域へ適用する場合は、水域の水質と底質に見合った耕耘期間と回数を実施することで、海域の底質および生物生息環境の改善が図られると期待できる。

※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

❶ 空気で動くため万一、故障や損傷、ホースの切断などがあっても放出するのは空気だけなので安全無害である。

❷ 最終的に海中に放出する空気でエアレーション（曝気）することにより水中の溶存酸素量を高め水質改善効果がある。

❸ 小型で軽量（浮力調整により水中重量は調整可能のため）小型の沿岸漁船で運搬・運行可能。浮力タンク調節により設地圧0(浮上)から強い牽引力を得られる全加重（浮力０）まで調整可能。（エアを送ることで調整する）陸上の硬い地盤から有明海の海底のような泥質の超軟弱地盤まで走行できる制御に電子機器等を一切使っていないので、水中環境でも脆弱さがない。

❹ メンテナンスが簡単シンプルな機構なので経済性に優れている。

ETVロゴマーク取得後の状況

より深い水深でも運行が可能なように、空気圧駆動以外に、水圧駆動式の海底耕耘機も開発した。

【環境技術実証事業（ETV事業）】のご案内

Environmental Technology Verification

環境省

既に実用化され、有用と思われる先進的環境技術でも環境保全効果等についての客観的な評価が行われていないために、地方公共団体、企業、消費者等のエンドユーザーが安心して使用することができず、普及が進んでいない場合があります。

環境技術実証事業（ETV事業）とは、このような普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果等について第三者機関が試験等を実施し、客観的なデータとして示す（実証する）事業です。本事業の実施により、ベンチャー企業等が開発した環境技術の普及を促進し、環境保全と地域の環境産業の発展による経済活性化が図られることが期待されます。

「実証」とは?

■「実証」とは、環境技術の開発者でも利用者でもない**第三者機関**が、環境技術の環境保全効果、副次的な環境影響、その他を試験等に基づき**客観的なデータとして示すこと**をいいます。

■平成24年度は、**8分野を対象**として事業を実施しています。

■「実証」は、一定の判断基準を設けて、この基準に対する適合性を判定する**「認証」とは異なる**ものです。また、当事業は実証研究に係る資金補助をするものではありません。

実証結果を公表しています

■実証された技術には、実証番号及びロゴマークが交付され、実証結果については、**環境技術実証事業ウェブサイトで公表**されます。

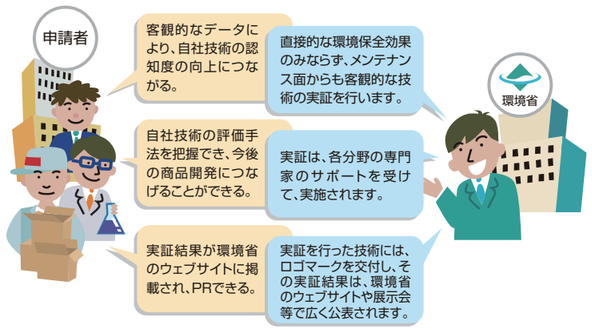
環境技術実証事業 ETV 環境省
http://www.env.go.jp/policy/etv/

■実証結果については、以下のページでご覧いただけます。

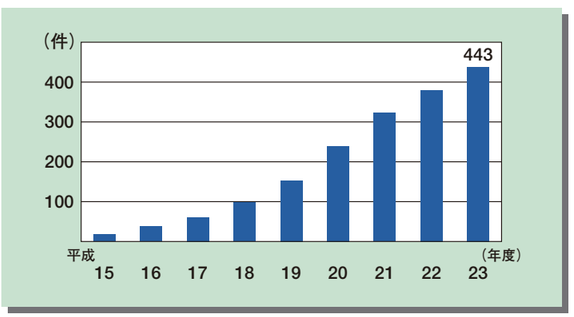
http://www.env.go.jp/policy/etv/list_20.html

「実証」のメリット／事業の実績は?

■環境保全効果の実証だけでなく、**専門家のアドバイス**を受けたり、環境省のウェブサイトや事業に関連する各種イベントでの**PRが可能**です。



■平成23年度までに**443技術の実証**を行いました。



＜累積実証件数の推移＞

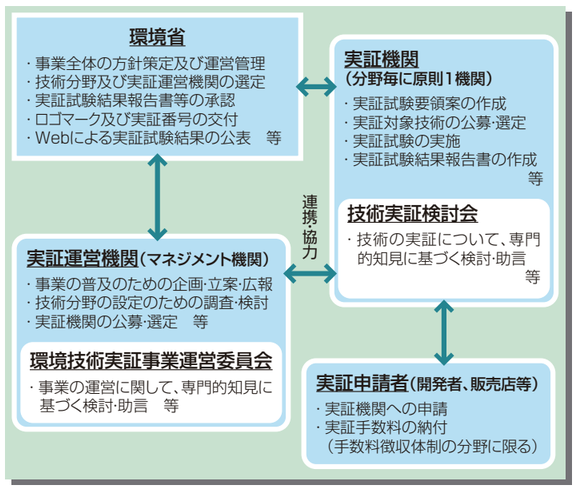
実証試験にかかる費用は誰が負担?

■各技術分野は**国負担体制**と**手数料徴収体制**の2種類のいずれかの体制で運営しています。技術分野を設置して2年間程度は、国負担体制として次の②に係る費用は環境省の負担となります。（①は実証申請者の負担となります。）その後、手数料徴収体制に移行してからは、①と②のいずれもが実証申請者の負担となります。

①対象技術の試験場所への持ち込み･設置、現場で実証を行う場合の対象技術の運転、試験終了後の対象技術の撤去･返送に要する費用

②実証試験実施に係る実費（実証機関に発生する測定･分析等の費用、人件費、消耗品費及び旅費）

事業の実施体制は?



お問い合わせ先

環境省

〒100-8975東京都千代田区霞が関1-2-2
電話番号：03-3581-3351（代表）

■「環境技術実証事業」全般について
総合環境政策局　総務課　環境研究技術室　内線6243

■「閉鎖性海域における水環境改善技術分野」について
水・大気環境局　水環境課　閉鎖性海域対策室　内線6508

＜ホームページ＞
http://www.env.go.jp/policy/etv/

本事業に関する詳細な情報についてご覧いただけます。

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙に関してはリサイクルに適した材料［Aランク］を用いており、インキ類に関してはランク外の材料［トナー］を使用しております。
リサイクルの際は、自治体や事業者のルールに従って下さい。