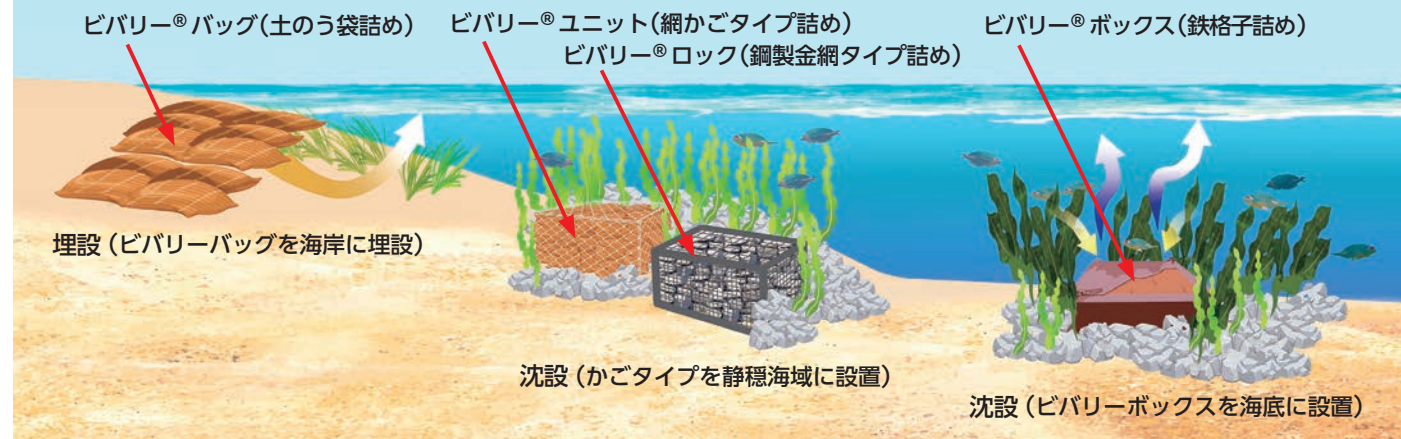


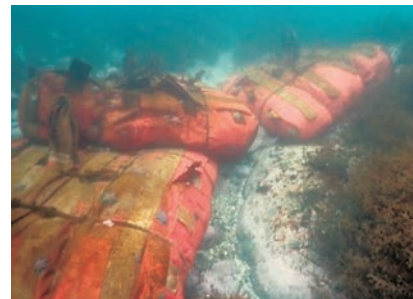
海洋環境に応じた鉄鋼スラグの海域利用技術



ビバリー®シリーズの施工方法



① ビバリーバッグ(ビバリーユニット)
転炉系製鋼スラグと人工腐葉土を混ぜ合わせた腐植酸鉄供給ユニットを海岸線に埋設。



② 大型土のうタイプ(ビバリーユニット)
腐植酸鉄供給ユニットを透水性の袋に詰め、静穏海域に沈設。



③ 網かごタイプ
腐植酸鉄供給ユニットを網かごに詰め、静穏海域に沈設。



④ ビバリーボックス(ビバリーユニット)
ビバリーバッグを孔の開いた鋼製ボックスに充填して海中の岩盤上などに設置。



⑤ ビバリーロック
転炉系製鋼スラグと高炉スラグ微粉末などからつくった石で藻類・生物着生の基質材。



⑥ 藻場用製品(新タイプ)
鋼製金網のなかにビバリーバッグやビバリーロックを入れて、耐波安定性が必要な海域に沈設。



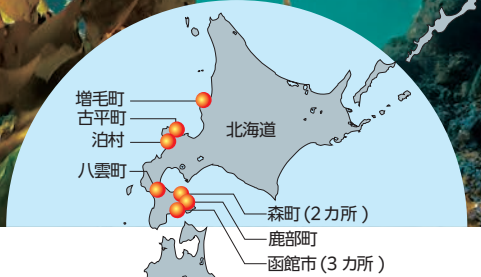
日本製鉄(株)
スラグ事業・資源化推進部
スラグ営業室
赤司 有三 部長代理

「増毛での成果を受けて、全国の漁業協同組合や自治体からオファーをいただけるようになりました。2023年度は21カ所で実証試験を実施しています。実証試験の調整や材料製造・施工はスラグ事業・資源化推進部や各所資源化推進部、日鉄環境(株)、そのほかのさまざまな協力会社の方々、海藻の生長状況の調査と研究データの収集はREセンターが担っており、日本製鉄の総合力を活かしています。毎週連絡会をWebで行い情報を共有化するなか、棒線事業部の河川護岸用網かごにビバリーユニットとビバリー®ロックを入れて藻礁材とするアイデアが生まれるなど、さまざまな海域環境の条件に応じた施肥手法メニューの拡充を図っています」(赤司有三部長代理)

対策と水産振興を目的に海の森づくりに取り組んできました。2014年からは新たに増毛町の別対海岸の海岸線270メートルにビバリー®ユニットを45トン埋設したところ、ホソメコンブの藻場面積が6・5倍の約1・5ヘクタールに広がり、ウニの漁獲量が1・8倍に増加する成果を上げています。

海の森づくり

豊かな恵みをもたらす藻場を蘇らせる



磯焼けの原因の一つとされる鉄分不足を解消して豊かな海を取り戻すため、日本製鉄は鉄分を人工的に供給する鉄鋼スラグ製品「ビバリー®シリーズ」を開発し、2004年から全国56カ所の沿岸で藻場を再生する「海の森づくり」に取り組んでいます。2023年度も21カ所の漁業協同組合や自治体と協業して実証試験を行っており、海の森づくりを通して海洋環境と水産資源の改善、地球温暖化の防止への貢献にチャレンジしています。

2023年度 藻場造成実証試験した21カ所



水産資源の改善に願いを込めて

コンブやワカメなどの海藻、アマモなど海藻類の藻場は、多くの水生生物の営みを支え、産卵場を提供し幼魚を成育する「海のゆりかご」として機能していることに加え、栄養塩類やCO₂を吸収して酸素を供給するなど、海洋環境の改善と地球温暖化の防止に大きな役割を果たしています。四方を海に囲まれた日本では、南北3万5000キロに及ぶ海岸線のうち、5000キロで藻場が消滅する「海の砂漠化」と呼ばれる磯焼けが発生し、現在も年間50キロずつ広がっています。全国各地で豊かな海の恵みが失われ、沿岸漁業に深刻な影響を与えています。

磯焼けの原因は海水温の上昇、水質汚濁、海藻類を食べる魚やウニによる食害、海中の栄養分不足など、さまざまな要因が絡んでいると言われています。なかでも海藻類の生長に欠かせない微量元素の鉄についてみると、海に流れ込む川の上流で森林伐採やダム建設などによって、落ち葉が堆積してきた腐植土(フルボ酸)が鉄分と結びついた腐植酸鉄が、川を通じて海へ流れ込みにくくなっているため、海水中の鉄分が不足していることが原因の一つとなっています。

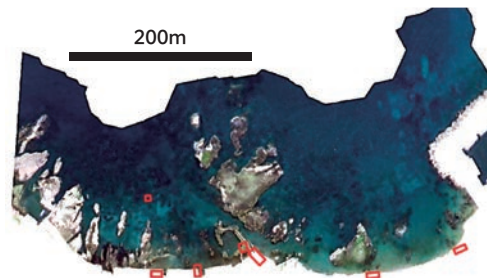
日本製鉄はこのような森と川と海のつながりに着目し、磯焼けが発生している沿岸に鉄分を人工的に供給することで藻場を再生させる鉄鋼スラグを活用したビバリー®シリーズを開発。北海道増毛町では増毛漁業協同組合と共同で、2004年から磯焼け

ブルーカーボンの基礎研究を進める



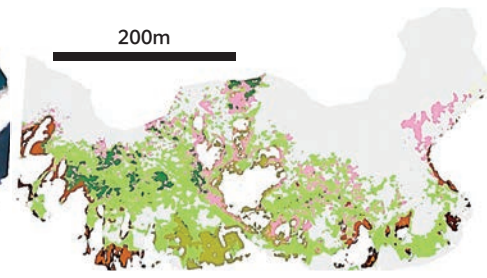
日本製鉄(株)技術開発本部 RE センター・シーラボ (千葉県富津市)

2013年7月衛星画像(ベースライン)

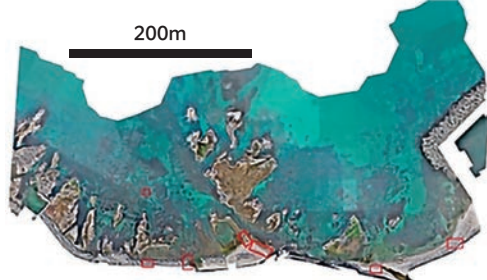


ビバリーユニット施工地点(7地点)

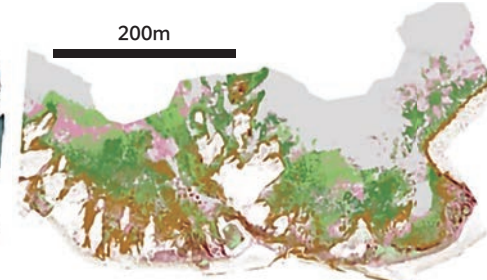
画像解析結果



2023年5月ドローン画像

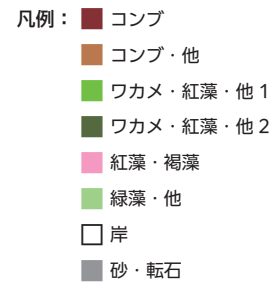


画像解析結果



藻場面積の解析(北海道泊村)

北海道泊村では古宇郡漁業協同組合と協働体制を築き、海の森づくりの実証試験に取り組んできた。白別海岸では2018年から17トン、照岸海岸では2022年から30トンのビバリーユニットを施工した結果、2023年には施工前と比較して、1.5倍の8.1ヘクタールの海藻藻場(主にコンブ)が造成されていることを確認し、Jブルークレジット認証量は8.5トン-CO₂にのぼった。



入津地区(大分県佐伯市)での施工風景

起重機船からビバリーロックを投入(写真右)して海底にマウンドをつくり、その上に藻場用製品(写真中央)を施工。クロメの母藻投入(写真左)も合わせて実施した。

網かごにビバリーユニットとビバリーロックを入れた藻場用製品は2023年12月に大分県佐伯市の入津地区で初めて施工されました。入津地区は豊後水道の南部に位置し、沿岸は主に岩礁で形成されています。岩礁にはクロメやホンダワラなどの藻場が広がっており、サザエやアワビ類などの磯根資源が生息しています。しかし近年、磯焼けが進行し、藻場の減少とともに磯根資源の漁獲量も減少傾向にあります。藻場と磯根資源の回復を図るため、他タイプのビバリー製品の試験を過去に実施させていただいた大分県漁協上入津支店・下入津支店とともに、海の森づくりの実証試験に取り組んでいます。

「磯焼けが進むと、磯根資源だけでなく小魚も育たなくなり、浅海漁業や定置網漁にも影響を与えるため、漁業者の皆さんは懸念されていました。私は現場踏査や組合員の皆さまとの対話を重ね、価値観を共有しながら、ともに磯焼け対策に取り組んでいます。今回、入津地区では新施肥タイプを適用し、干潮時でも深さ約5〜6メートル地点の岩礁に、起重機船を用いて鉄鋼スラグ水和固化体人工石(ビバリーロック)280トンでマウンドをつくり、その上に藻場用製品(新タイプ)28トンを実施しました。合わせてクロメの母藻投入も実施しました。今後はさらにカルシア改質材など、日本製鉄の鉄鋼スラグ海域利用技術を複合的に組み合わせ、水産業だけでなく港湾のブルーインフラ構築にも貢献し、日本を元気にすることに尽力していきます」(小野本憲人 スタッフ)

鉄鋼スラグ利用の安全性と有用性を科学的に解明

日本製鉄の海の森づくりが漁協や自治体から信頼を寄せられている背景には、技術開発本部 RE センターのシーラボで鉄鋼スラグ利用の安全性と有用性を科学的に解明してきた実績が確かな裏付けとなっています。

安全性の評価については、水底土砂基準に準拠した溶出液の水質分析とバイオアッセイ(生物学的な毒性試験)を実施しました。バイオアッセイは、ビバリーシリーズを東京湾の海水に浸して6時間攪拌し、その溶出液を回収して濃度別に5つの試験水槽をつくり、そのなかにマダイ、クルマエビ、アワビ、ノリなどの対象生物をそれぞれ入れて、96時間培養し、生物の成長速度や異常行動、生死を評価することで、生物にとつての毒性の有無を調べました。この試験方法は水産庁の規定に準拠しています。その結果、海藻や魚介類への安全性を確認することができ、2010年には(一社)全国水産技術者協会が制定した漁場造成・再生用資器材の利用技術認定制度において認定・登録されるとともに、全国漁業協同組合連合会が制定した鉄鋼スラグ製品安全確認認証制度で安全性に関する認証を受けました。

またブルーカーボンに対する有用性については、空中ドローンを使って上空から撮影した藻場の画像に対し、ダイバーによる潜水観察結果を紐づけて画像解析することで、藻場を抽出し、CO₂吸収固定量を算出しています。その結果、北海道増毛町、北海道古宇郡泊村、千葉県君津市沖における鉄鋼スラグ製

ているのかを初めて知りました「陸上の森と同じように海にもCO₂を吸収する藻場があることがわかりました」といった感想が寄せられました。

さらに日本製鉄の海の森づくりを通じた海洋環境の改善・生物多様性への貢献が、世界の美食界からも賛同・共感を呼び、世界的なレストランサイト「LA LISTS(ラ・リスト)」より2023・24年シーズン LA LISTS 特別賞・サステナブル環境賞を授与されました。食部門以外からは世界初の受賞となりました。元駐日フランス大使・現フランス永世大使のフィリップ・フォール氏からは「我々には思いつかない、非常に素晴らしい取り組み」とのコメントをいただきました。

「今後もビバリーシリーズだけでなく、海域利用技術であるカルシア改質技術も併用して、さらに海の森づくりを全国へ拡大し、水産振興とCO₂削減へ貢献していきます。また、海は、地域により、海水温度、栄養塩、波の強さ、施工場所の地形など、多様な特徴を持つことから、それぞれの海域に合った技術を提案できることが理想だと考えています。そのためには、数多くの海域で実証試験を続けることで、各地でデータを収集・分析し、ビバリーシリーズの精度を上げていくことが大事だと思っています」(宮架蓮 スタッフ)

日本製鉄はこれからも鉄鋼スラグを用いた施肥材ビバリーシリーズを磯焼けの海に設置することを通じて、豊かな恵みをもたらす藻場の蘇らせ、ブルーカーボン生態系を育む海の森づくりによるCO₂吸収の促進を一層推進していきます。



日本製鉄(株) 技術開発本部
先端技術研究所
環境基盤研究部
宮 架蓮 スタッフ



日本製鉄(株)
九州製鉄所大分地区
資源化推進部スラグ室
小野本 憲人 スタッフ



ブルーカーボン授業