

海洋環境を改善して 生態系サービスを高める

鉄のチカラ

日本各地の海で拡大する藻場衰退による生物生息環境の悪化には、さまざまな原因があり、またそれぞれの海域ごとによって原因は異なります。北海道増毛町の海域では鉄分不足による磯焼けが問題でしたが、東京湾などの都市部近郊の海では開発による浅場の消失が問題となっています。新日鉄住金は都市部近郊の海においても、その海洋環境に合わせて鉄鋼スラグ製品を用いた藻場を造成し、生態系サービスを高める海の森づくりに取り組んでいます。

藻場の衰退原因に応じた再生

日本各地の海で拡大する磯焼けなどの藻場衰退の原因は、それぞれの沿岸海域によって異なります。例えば、ウニの被害のように、植食動物の摂食量と海藻の生産量とのバランスが崩れ、植食動物の摂食量が海藻の生産量を上回ってアンバランスな状況にあるときは、ウニを除去し、海藻の移植や種である遊走子の供給を行ってバランスを整えれば、磯焼けの状況から藻場を再生することが出来ます。一方、鉄分などの栄養塩が不足している場合には、栄養塩を供給することが重要になります。

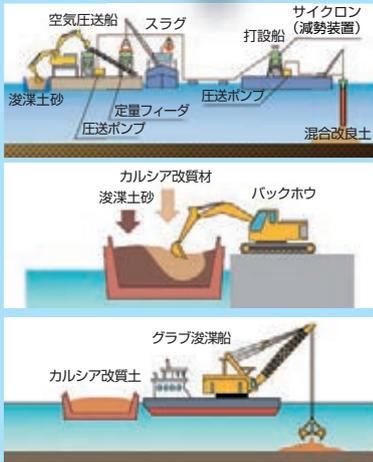
また、海水が濁ってしまい、光が不足することによって海藻の光合成が不活発になっている場合は、光が届く浅場を造成すること、海藻が着生するための岩石が海底から失われた海域の場合には、海藻が着生するための基質を確保することが、それぞれ重要になります。

新日鉄住金では、約40カ所の海域で海の森づくりに取り組んできましたが、開発した3種類の鉄鋼スラグの海域利用技術を使い分けたり、組み合わせることで、それぞれの沿岸域の状況に合わせた環境改善で成果をあげてきました。例えば、北海道増毛町など栄養塩不足による磯焼け海域では、自然界の鉄分供給メカニズム(詳細12〜13ページ)

鉄鋼スラグ三大技術を駆使する

1

カルシア改質技術



そのままでは利用困難な軟弱浚渫土砂に製鋼スラグを製品化した「カルシア改質材」を混合し改質することで、土木工事材料や石材として活用可能とする技術



2

鉄鋼スラグ水和固化体製人工石材・ブロック



天然石や岩ズリ代替材として港湾工事にも適用可能（羽田空港 D 滑走路拡張工事では約 100 万トン利用）



3

鉄分供給ユニット



鉄分を多く含む製鋼スラグと、人工腐植土を混合したユニットで、森林から海藻に供給される腐植酸鉄を人工的に海水中に供給するための海藻用施肥材



からヒントを得て、腐植土と混ぜ合わせることで藻類の成熟・生長に欠かさない腐植酸鉄を供給する「ビバリー」ユニットが効果を発揮しています（詳細 6〜11 ページ）。一方、東京湾など都市部近郊の沿岸海域では、浅場の消失により藻場が減少していることから、鉄鋼スラグ水和固化体製人工石「ビバリー」やカルシア改質技術を駆使して、海洋環境の改善を図っています。それでは東京湾でどのように藻場を造成し、成果をあげたのを見えていきましょう。

生態系に大きな影響を及ぼす赤潮や青潮の発生

干潮時に沿岸域に現れる砂や泥が堆積した干潟は、多くの生き物の貴重な産卵や生育の場であるとともに、二枚貝や底生生物などが陸から流れ込む物質を分解し、海をきれいにする働きを持っています。なかでもアサリをはじめとした二枚貝には、高い水質浄化能力があります。また干潟に続く浅い海域の浅場も、川を通して陸から栄養塩が供給され、太陽光も十分に届くため、海藻や藻類、魚類など、さまざまな生物が息づき、干潟と同じく海水を浄化する能力を持っています。

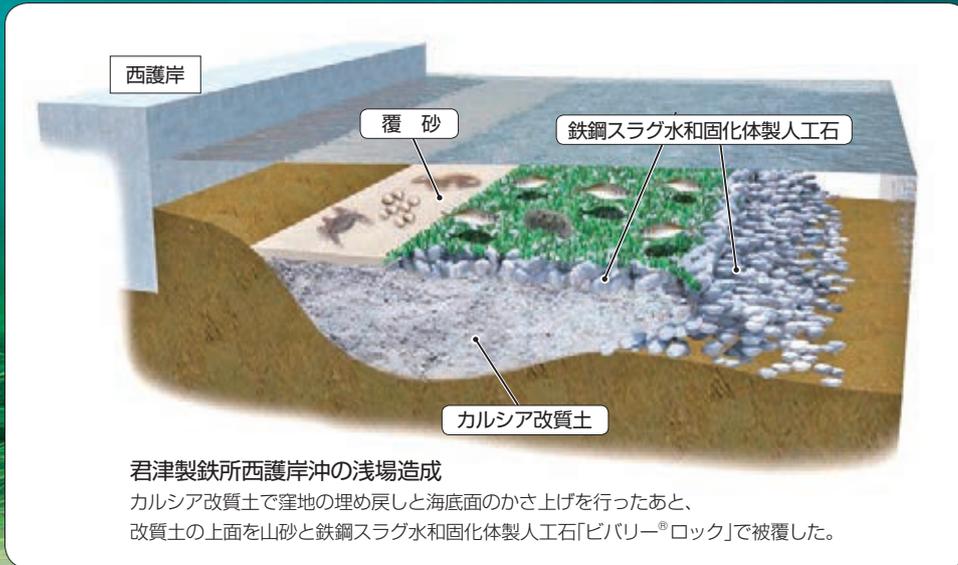
しかし東京湾、伊勢・三河湾、大阪湾、瀬戸内海といった都市部近郊の

沿岸海域では、高度経済成長期に大規模な海砂の採取が行われ、採取された砂は産業活動の発達に伴う埋立や鉄筋コンクリートの需要増に伴う山砂・川砂の代替品として使われました。埋立による干潟や浅場の消失によって、海水を浄化する能力が著しく低下し、川から海に流れ込んだ生活・産業排水や肥料などの栄養塩を浄化しきれず、富栄養化が進むことで赤潮が発生するようになりました。さらに海底に残された海砂採取跡の窪地には、海水の停滞によって酸素の含有量が極端に少ない貧酸素水塊ができ、青潮の発生源となりました。赤潮や青潮の発生は、都市部近郊の沿岸域に息づく生き物たちに重大な影響を与えました。

ラボ検証と現場実証でカルシア改質技術を確立

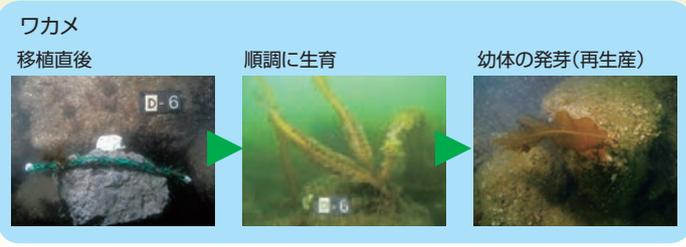
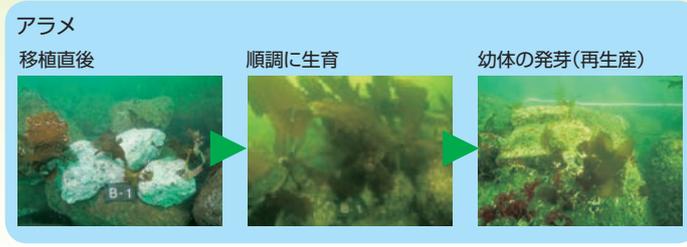
こうしたなか、都市部近郊の海を再生させる取り組みの一環として、海底窪地の埋め戻しが行われています。天然の石や砂を入手することは環境配慮の観点から難しくなっている一方で、港湾における航路や泊地の維持、拡張・増深などの工事に伴い、日本国内で年間 2000 万立方メートル以上の浚渫土砂が発生しています。浚渫土砂のほとんどは軟弱で、海にそのまま投入すると、海水の濁りによる漁業への影響、

都市部近郊の海を蘇らせる



君津製鉄所西護岸沖の浅場造成

カルシウム改質土で窪地の埋め戻しと海底面のかさ上げを行ったあと、改質土の上面を山砂と鉄鋼スラグ水和固化体製人工石「ビバリー®ロック」で被覆した。



アラメ(左)とワカメの生育状況

造成した浅場にアラメやワカメを移植すれば、藻場が蘇り、さまざまな生物が集う“海のゆりかご”となることが確認できた。

波や潮流による巻き上がり、造成地の上面に生物空間を設けるために設置した石や砂の埋没などの懸念があります。浚渫土砂を土木資材として有効利用するためには、改質・改良を施さなければならぬという課題を抱えていました。

そこで新日鉄住金が開発したのが「カルシウム改質技術」です。カルシウム改質技術は、軟弱な浚渫土砂とカルシウム改質材（鉄鋼スラグ）のなかでも製鋼スラグを原料として成分管理と粒度調整を施した浚渫土砂改質用製品を混合することで、カルシウム改質土をつくる技術です。カルシウム改質土はカルシウム改質材の吸水作用により浚渫土砂の粘性が増大し、海水中に投入する際の濁りの発生を大幅に抑えることができます。さらに製鋼スラグに多く含まれているカルシウム（CaO）と、浚渫土砂に含まれるシリカ（SiO₂）やアルミナ（Al₂O₃）が反応して強度が増大します。またカルシウム改質材は、リンや硫化物を吸着する性質を持っているため、浚渫土砂からの赤潮や青潮の発生原因物質の溶出を抑制する効果もあります。これらの改善効果については、千葉県富津市のREセンター（技術開発本部）に開設したシーラボ（海域環境シミュレーション設備）に、干潟と浅場を一体的に再現した水槽を設置し、さまざまな模擬実験で検証を重ねることで、製鋼スラグ利用の有用性と安全性を解明しました。

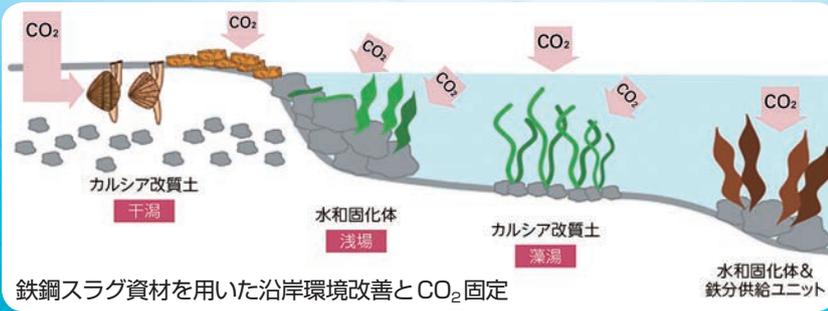


新日鉄住金株式会社
スラグ・セメント事業推進部
市場開拓室
木曾 英滋 主幹

そして2011年には君津市沖合で1万立方メートルを超えるカルシウム改質土の実海域施工を実施しました。実海域を継続的にモニタリングしたところ、シーラボでの検証を裏付けるかたちで、海域環境が改善されています。

「水深4メートルの浅場をつくることで、海藻が光合成で必要とする光量を確認し、東京湾内の岩礁性藻場で生育しているアラメやワカメを移植しました。同時に夏場に貧酸素化する窪地も埋め戻したことで、メバルなどの魚の群れやタコ、ナマコなど、さまざまな生き物が息づく、海のゆりかごとなっています。東京湾での成果を受けて、2015年からは瀬戸内海の姫路市網干海域でも、泥状で生物が乏しかった海底をカルシウム改質土で被覆し、さらに海藻の生育も可能な水深まで浅場化し、表面にビバリー®ロックで磯場を造成しました。カルシウム改質土による底質・水質環境の改善と磯場の創出により漁獲効果をあげています」（新日鉄住金・木曾英滋主幹）

ブルーカーボンへの展開



© (株)渋谷潜水工業、三洋テクノマリノ(株)



© (株)渋谷潜水工業、三洋テクノマリノ(株)

地球温暖化対策への貢献

新日鉄住金の海の森づくりによって、磯焼けに悩まされてきた日本沿岸海域が次々と蘇ろうとしています。再生された藻場は海のゆりかごとして多様な海洋生物を育み、私たちの暮らしを豊かにしてくれます。多様な生物がかかり合う生態系から私たちが得ることのできる恵みは生態系サービスと呼ばれ、そのなかには食料や薬品などに使われる供給サービス、水質の浄化などの調整サービス、精神的充足やレクリエーション機会の提供などの文化的サービス、栄養塩の循環や光合成などの基盤サービスがあります。こうした生物多様性によって支えられている生態系サービスとして、さらに最近では藻場がCO₂を吸収・固定化し、地

球温暖化対策として、さらなる調整サービスを担うことができるのではないかと期待を集めています。

「新日鉄住金は2017年から、沿岸生態系におけるCO₂固定化能力を算定する基礎研究を進めています。これまでの海の森づくりの知見を活かし、鉄鋼スラグを活用して浅場・干潟・藻場などを造成し、沿岸海域の環境改善を図ることで、どのくらいのCO₂を固定することができるのかを、新日鉄住金が保有するシーラボの大型水槽を用いて、基礎データの集積を開始しました。また北海道増毛町では、実海域で藻場がCO₂吸収・固定化に果たす役割について今後3年程度かけて調査し、海の森づくりをさらに進化させていきたいと考えています」(新日鉄住金・加藤敏朗 上席主幹研究員)

今後これらの研究を通じて、新日鉄住金は脚光を浴びつつあるブルーカーボン分野の知見を蓄積し、地球温暖化対策に貢献していきます。



新日鉄住金株式会社
技術開発本部
先端技術研究所 環境基盤研究部
加藤 敏朗 上席主幹研究員