

製鋼スラグを用いた水・底質改善材「マリンストーン<sup>®</sup>」“Marine Stone<sup>TM</sup>” as Material for Improvement of Marine Environments  
Using Steelmaking Slag

## 1. はじめに

閉鎖性海域では、栄養塩を含んだ生活排水などの流入水の影響を受け、海底に栄養塩や有機物を多く含んだヘドロが堆積しやすい。栄養塩を多く含む流入水は、プランクトンなど増殖を招くが、これらの死骸などが有機物として海底に沈降し、分解される際に酸素を消費するため、底質付近は貧酸素状態となる。貧酸素状態では硫酸還元菌と呼ばれる硫化水素を生成させる細菌が活性化することが知られている。したがって、ヘドロが堆積している海域の海底は、硫酸還元菌の増殖に適した環境が形成され、硫化水素の発生源となる。硫化水素は異臭に加え、猛毒であることから生物の生息環境のさらなる悪化の問題をもたらす。このようにヘドロが堆積して悪化した底質の代表的な改善方法として天然砂を用いた覆砂工法がある。しかし、各地で海砂の採取が禁止されており、海砂の代替材の確保が課題となっている。

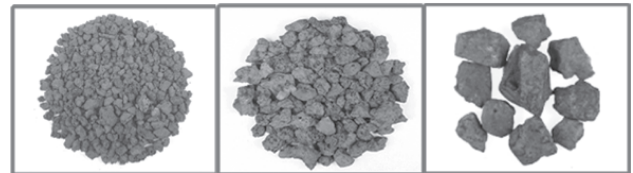
また、日本の沿岸域において、工業用地などの埋め立てや直立護岸造成などにより、浅場や藻場が消失している。これらの再生も海域環境改善の急務となっている。

「マリンストーン<sup>®</sup>」(以下、マリンストーン)はJFE スチールが開発した、製鋼スラグを原料とした海域環境改善に寄与する資材である。

## 2. 主な特徴

マリンストーンの外観、および化学成分例を写真1および表1に示す。主な特長は下記に示す。

- ① ヘドロが堆積した底質上に散布(覆砂)することにより、底質中の硫化水素やリン酸イオンを化学的に吸着する。これにより、海底からの硫化水素などに起因する悪臭の発生やリンの溶出を抑制し、悪化した底層水や底質を化学的に「改質」する。また、硫化水素による酸素消費を抑えることにより、海底の貧酸素化や青潮の防止が期待できる。
- ② 表面や間隙が海底に生息する生物(底生生物)の付着基盤となり、生物生息環境を構築する。とくに二枚貝やホヤなどは懸濁物をろ過し、水・底質を浄化することが知られており、これらによる自浄能力向上が期待できる。



Marine Stone 10

Marine Stone 30

Marine Stone 85

写真1 マリンストーンの外観例

Photo 1 Appearances of “Marine Stone”

表1 化学成分例

Table 1 Example of chemical composition

T.Fe	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	TiO <sub>2</sub>
17.5	29.3	33.0	6.0	8.7	4.9	1.2

- ③ 天然砂と比較して大きな粒径および粒子密度を有していることから、波浪などで流失し難く、安定性に優れるため、日光が届く浅海域では藻類・海藻類の着生基盤としても機能する。

## 3. 活用事例

## 3.1 底質改善材

当社は、国立大学法人広島大学(以下、広島大学)と共同で、典型的な閉鎖性海域である福山内港(広島県福山市)のヘドロ状底泥から硫化水素臭が発生する問題の解決を目指したフィールド実証試験を行い、マリンストーンの硫化水素発生抑制や底生生物の生息などの底質改善効果を確認した<sup>1,2)</sup>。この成果を受け、広島県が実施する「福山港 港湾海域環境創造工事(内港地区)」における底質改善材として採用され、福山港内港(広島県福山市)の約67,500平方メートルにわたり、約39千tのマリンストーンが敷設された(写真2)。

## 3.2 浅場造成材

「浅場」は水深10m~15mで浅い砂地・岩礁など海藻類や魚介類などの生育場としての機能を持った海域である。近年、海砂採取や沿岸開発などにより天然の浅場が減少している。

当社では、2001年度(2001年広島県環境関連産業創出推進協議会合同研究事業)および2009年度に瀬戸内海の海域

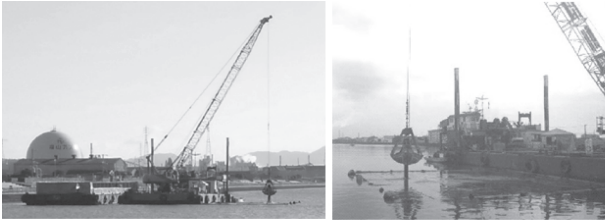


写真2 マリンストーンを用いた底質改善事業（2015年11月）の施工風景

Photo 2 Scenes of construction of improvement of marine environment project using “Marine Stone” in November 2015

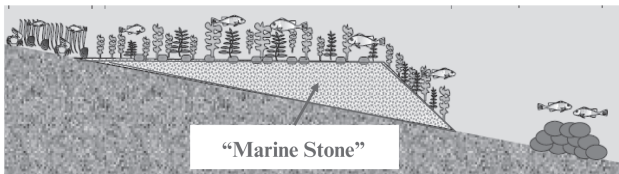


図1 マリンストーンを用いた浅場（山口県岩国市）の断面イメージ<sup>5)</sup>

Fig. 1 Cross-sectional image of shoal created using “Marine Stone” in Iwakuni, Yamaguchi Pref.<sup>5)</sup>

において、浅場造成の実証試験を行った<sup>3,4)</sup>。いずれも水深が深く、海藻がほとんど無い場所に潜堤を構築せずにマリンストーンのみを用いて施工した。その後の調査により、いずれも天然の浅場のような魚介類や海藻などの着生基盤となることが確認された。

このような成果を受け、山口県岩国市沿岸において、人工浅場の造成事業にマリンストーンが採用された。図1にマリンストーンを用いた浅場のイメージを示す。モニタリング調査において、大型海藻および有用水産種を含む魚介類の着生が確認されるなど良好な結果が得られている<sup>5)</sup>。

## 4. 環境資材としての評価

### 4.1 第三者による技術実証・認証

マリンストーンは、他のスラグ製品とともに、平成21年度の環境技術実証事業として、実証結果を公開している（実証番号090-0902）<sup>6)</sup>。また、国土交通省の新技术情報登録システム<sup>7)</sup>に登録されている（登録番号CGK-140003-A）。

## 4.2 社外からの評価

当社および広島大学は、連名にて2015年に「閉鎖性海域の環境改善に寄与する水・底質浄化資材：マリンストーン」の功績が認められ、「第12回エコプロダクツ大賞」（主催：エコプロダクツ大賞推進協議会、後援：財務省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省）の農林水産大臣賞（大賞）を受賞した<sup>8)</sup>。さらに2016年にも広島大学と連名で、「リサイクル資材「マリンストーン」を用いた海域環境改善技術」が、「2016年（第26回）日経地球環境技術賞」（主催：日本経済新聞社）の「優秀賞」を受賞した<sup>9)</sup>。

いずれの受賞も、閉鎖性海域のヘドロ状底質から発生する硫化水素を化学的に吸着することで、海域の水・底質を改善し、かつ悪臭（硫化水素）の発生を抑制する材料である、マリンストーンを開発、実用化したことが高く評価されたと考えられる。

## 5. おわりに

マリンストーンをはじめとする海域向けスラグ製品の適用を拡大していくこと、およびさらに優れた製品を開発することを通じて、沿岸海域の環境改善や保全に貢献したい。

### 参考文献

- Miyata, Y.; Hayashi, A.; Kuwayama, M.; Yamamoto, T.; Tanishiki, K.; Urabe, N. Tetsu-to-Hagané. 2014, vol. 100, no. 11, p. 1426.
- 宮田康人, 谷敷多穂, 渡辺圭児, 山本民次, 卜部憲登. JFE 技報. 2017, no. 40, p. 7-12.
- 宮田康人, 松永久宏, 藪田和哉, 林 明夫, 山本民次. 土木学会論文集, B3 (海洋開発). 2012, vol. 68, no. 2, p. I\_564.
- Miyata, Y.; Honda, H.; Yabuta, K.; Hayashi, A.; Yamamoto, T. J. of JSCE B3. 2011, vol. 67, no. 2, p. 1394.
- 藪田和哉, 杉本憲司, 林 悦雄, 高濱繁盛, 玄番克弘. JFE 技報. 2017, no. 40, p. 13-18.
- <http://www.env.go.jp/policy/etv/>. (accessed 2017-02-10).
- <http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/NewIndex.asp>. (accessed 2017-02-10).
- [http://www.jfe-steel.co.jp/release/2015/12/151210\\_2.html](http://www.jfe-steel.co.jp/release/2015/12/151210_2.html), (accessed 2017-02-10).
- [http://www.jfe-steel.co.jp/release/2016/11/161114\\_1.html](http://www.jfe-steel.co.jp/release/2016/11/161114_1.html), (accessed 2017-02-10).

〈問い合わせ先〉(2021年10月～)

JFE スチール スラグ事業推進センター スラグ企画部  
TEL : 03-3597-4568 FAX : 03-3597-3415  
<http://www.jfe-steel.co.jp/>

※「マリンストーン®」はJFEスチール(株)の登録商標です。