

海底シーリング材の海底生態系への影響評価

○宝来俊育・山中寿朗(岡山大学), 高橋恵輔(宇部興産(株))

我が国周辺海域の海底熱水鉱床は、海外からの輸入に依存している金属鉱物資源の新たな供給源として期待されており、資源回収技術の開発が進められている。しかしながら、海底熱水鉱床の開発に伴って水銀やヒ素などの有害元素を含む海底堆積物が拡散することで、熱水域及び非熱水域の生態系に影響を及ぼすことが懸念されている。これに対し、開発に先駆けて海底シーリング材で海底面を被覆して海底堆積物を固定し、そこに含まれる有害元素の拡散を防ぐ工法*が検討されており、海洋調査船「なつしま」による NT14-14 次航海では、鹿児島湾若尊熱水系にて、熱水系の深海底におけるシーリング材の諸物性の実地検証が行われた。そして、同じく「なつしま」による NT15-22 次航海では、鹿児島湾若尊熱水系よりさらに深い沖縄トラフ・多良間海丘の水深 1678m の海底にて、シーリング材硬化体の設置が行われた。これにより、深海底における海底シーリング材の諸物性に関する新たな知見が得られると期待される。

物性に関する研究の一方で、シーリング材そのものの生物への影響、特に海底環境のリハビリテーションにおいて、シーリング材が生物の基質として役に立つのか、材料によっては忌避性を持ちうるのか、についてはこれまで検証されたことが無い。そこで本研究では、沿岸域の生物を使った室内実験及びフィールド実験を行い、海底シーリング材が底生生物に及ぼす影響を評価することを目指した。

実験材料は、NT14-14 次航海で海中不分離性などの物性が確認されているポルトランドセメント系海底シーリング材（以降、OPC）、三分系海底シーリング材（以降、TB）に加え、比較用として普通モルタル及び付着阻害剤を塗布した普通モルタルの計 4 種類の硬化体プレートを用いた。普通モルタルはコンクリート護岸やテトラポットなどに使われる材料とほぼ同様であり、生物に影響を与えないとされる。付着阻害剤は毒性を持たないが、その塗布面に対する生物の付着機能を阻害する薬剤であるため、生物活動に影響を与える。試験生物として、室内試験では、底生珪藻、コシダカガンガラ (*Omphalius rusticus*)、ムラサキイガイ (*Mytilus galloprovincialis*) を用いた。底生珪藻を含む底生微細藻類は沿岸生態系において重要な基礎生産者であり、コシダカガンガラなどの底生動物の餌資源でもある。熱水環境では硫黄酸化細菌などの微生物が硬い基質上に繁茂し、それを腹足類などが採餌することから、そのモデルとした。また、ムラサキイガイは、海底シーリング材の適用が想定される海底熱水域や冷湧水域に生息するシンカイヒバリガイ類と同じイガイ科 (Mytilidae) に属し、同様の付着様式を持つため、シンカイヒバリガイ類のモデル生物として実験に用いた。

実験方法は、付着珪藻については、1 か月間、植物育成用蛍光灯で光を照射してプレート表面に珪藻を付着させ、その付着量をクロロフィル *a* 濃度として計測することで比較した。コシダカガンガラについては、表面に珪藻を付着させた各種プレート上に 1 個体ずつ放ち、貝の採餌の様子を暗条件で 12 時間、1 分間隔で撮影し、プレート上での貝の挙動とプレート表面に残された採餌痕を調べた。ムラサキイガイについては、各種プレートの上端と下端に 1 個体ずつ置き、プレートに付着する様子を 2 日間、3 分間隔で間欠撮影し、付着に掛かった時間と 2 日後までにプレート表面に形成された足糸を計数した。フィールド試験では、2015 年 5 月 19 日から 11 月 19 日の半年間、立方体ブロック状に固めた

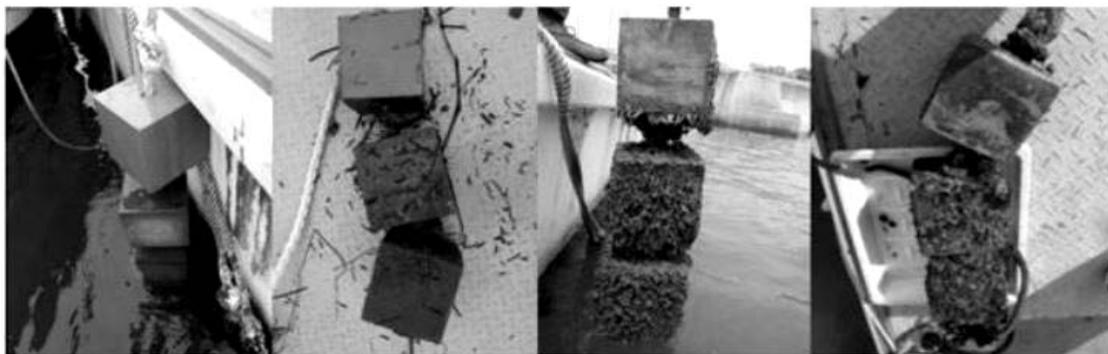
OPC, TB, 普通モルタル（うち3面に付着阻害剤を塗布）をロープで一繋ぎにして海中に垂下し、生物が付着する様子を観察した。

実験の結果, i) 単位面積当たりのクロロフィル *a* 濃度は, OPC では $5.92 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, TB では $5.95 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, 普通モルタルでは $6.88 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ であるのに対し、付着阻害剤を塗布した普通モルタルでは $2.43 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ と顕著に低く, ii) 付着阻害剤を塗布した普通モルタル以外では、すべて採餌痕が見られ, iii) OPC 及び TB のプレート表面に形成されたムラサキイガイの足糸の数（表 1）は、付着阻害剤を塗布した普通モルタルとの間だけに有意差が認められた。フィールド試験では、図 1 に示すように、2 か月後には付着阻害剤を塗布した面を除くすべてのブロック表面が固着及び付着性生物に完全に覆われていた。また、付着生物の間を魚や小型のカニなどの甲殻類が隠れる様子が観察された。

以上の試験において、生物に対して OPC 及び TB が普通モルタルと比較して明らかな違いが見られなかったため、海底シーリング材が沿岸生態系に影響を及ぼす可能性は皆無で、生物に安全な気質を提供できると考えられる。また、ムラサキイガイの試験結果から、OPC 及び TB は深海性のイガイ類に対しても基質の役割を果たすと考えられる。今後は深海底における実海域浸漬試験によって海底シーリング材が熱水生態系に及ぼす影響の有無を確かめる段階に進めたい。

プレート表面に形成されたムラサキイガイの足糸数																
プレート	2015年, 11月18日~20日								2015年, 12月8日~10日							
OPC	17	11	2	1	16	5	0	21	28	15	27	0	0	14	26	15
TB	6	13	0	20	4	4	36	0	0	0	0	27	26	26	14	28
普通モルタル	31	11	19	21	0	20	17	11	30	0	13	11	13	21	31	36
普通モルタル+付着阻害剤	8	0	2	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0

表 1. 各プレート表面に形成されたムラサキイガイの足糸数



上から、普通モルタル（うち3面に付着阻害剤を塗布）、OPC、TB

図 1. フィールド試験の経過

*高橋恵輔, 山中寿朗, 島田英樹, 笹岡孝司, 岡村慶: 海底資源開発に伴う汚染防止とリハビリテーションへの海底シーリング材の応用に関する研究, 資源・素材学会講演集, Vol. 2, No. 2, 2015