

生物付着基盤の設置による生物生息環境の改善手法について（第 2 報）

堀美智子、市川竜也、浦垣直子（横浜市環境科学研究所）
松本剛、宮田康人（JFE スチール株式会社）

The recreation of habitat with installation of stones for biofouling in the sea area in front of Yamashita Park (Part 2)

Michiko Hori, Tatsuya Ichikawa, Naoko Uragaki (Yokohama Environmental Science Research Institute)
Takeshi Matsumoto, Yasuhito Miyata (JFE Steel Corporation)

キーワード：山下公園、貧酸素、生物付着基盤、再生資材、生物生息環境

要 旨

横浜市と JFE スチール株式会社は、横浜港の山下公園前海域において、平成 25 年 9 月から共同研究を実施している。海中に生物付着基盤（生物のすみか・逃げ場など）としての効果が期待される鉄鋼スラグ製品を配置し、生物の生息環境改善と生物による水質浄化能力の回復についての検証を行っている。

平成 27 年の夏季に水深の深い場所において、生物付着基盤に付着した生物が減少する傾向が見られた。その後回復が見られているが、今後もモニタリングを行い注意深く見ていく必要があると考えられる。

1. はじめに

横浜港の水質汚濁は、昭和 45 年から昭和 50 年頃までと比較して公共下水道の整備や工場排水の規制により改善されたが、近年は横ばい傾向にあり、赤潮発生や降雨に伴う水質悪化という課題が残されている。横浜港の水質を更に向上させるためには、流入汚濁負荷量の削減や底質の改善を行うとともに、海域生物の水質浄化能力を利用できる環境の修復・創出が重要であることがこれまでの調査から分かっている^{1)、2)}。

横浜市と JFE スチール株式会社は、平成 25 年 9 月に協定を締結し、平成 30 年 3 月 31 日までの期間で『「山下公園前海域における水質浄化能力の回復に向けた生物生息環境の改善手法」に関する共同研究』を進めている。本共同研究は、横浜港の沿岸域に生物付着基盤や底質改善の効果が期待される鉄鋼スラグ製品を配置し、生物の生息環境改善と生物による水質浄化能力の回復について検討することを目的としている。

本報では前報³⁾に続き、平成 28 年 1 月までの調査結果について報告する。

2. 共同研究概要

2-1 実験海域

実験場所の山下公園前海域は起伏が激しく、護岸から数十メートル離れると水深は 5m よりも深くなり、過去の調査結果⁴⁾から、その海底では夏季には溶存酸素が少ない状況になっていることが分っている。

また、海中環境の現状、船舶の航行、海面の利用状況、海域浄化資材の設置作業及び事後調査等の作業性等を考慮し氷川丸左舷側の海域を実験場所とした（図 1）。

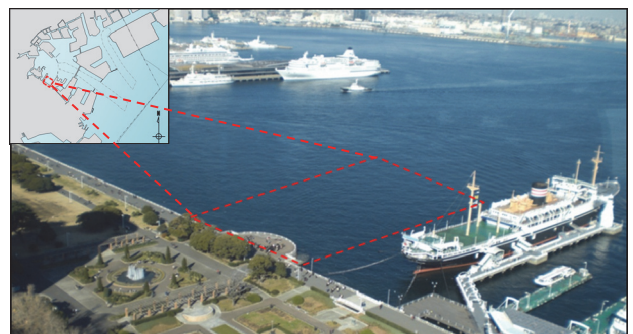


図 1 実験海域

2-2 研究内容

鉄鋼スラグを原料とする再生資材製品及びその対照物（自然石・山砂）を生物付着基盤として用い、浅場造成を行った。使用した生物付着基盤の概要を表 1 に示す。その後、生物生息状況の経時的な変動を見るため、年 4 回の定期的なモニタリング調査を行い、生物の生息環境改善効果を検証した。

表 1 使用した生物付着基盤

製品名	鉄鋼スラグの炭酸固定体（マリンプロック®）	鉄鋼スラグの水和固定体（マリノロック®）	鉄鋼スラグの粒度等を調整（マリノストーン®）	自然石	山砂
形状	ブロック状	破砕物（岩石状）	岩石状	砂利状	自然石
寸法	1m × 1m × 0.5m	φ100mm～	φ100mm～	φ30mm～80mm	φ100mm～
比重	2.0～2.4	2.0～2.4	2.4～2.6	2.0～	中央粒径0.3mm以上

2-3 各エリアのゾーニング

試験区 A～C に図 2 のように生物付着基盤を配置した。それぞれ同等の水深となっている場所に対照区を設け、比較対象とした。

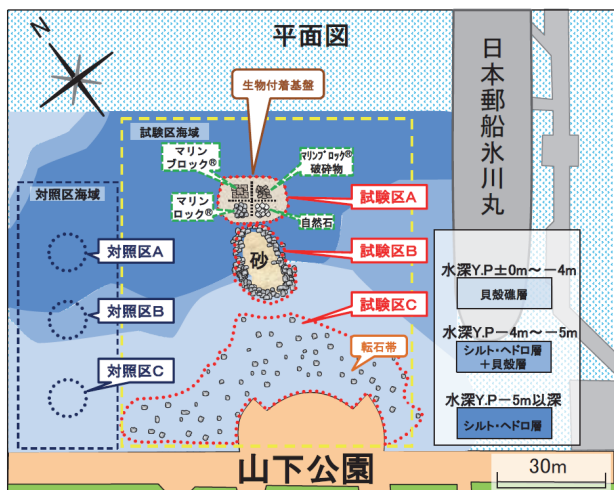


図 2 平面図

2-4 調査実施日及び方法

生物付着基盤設置前の事前調査及び生物付着基盤設置後に四季での調査（年 4 回）を実施した。調査実施日を表 2 に示す。生物調査は試験区 A、B、C 及び対照区 A、B、C において、生物付着基盤に付着した生物、蟄集したネクトン（魚類等）について潜水土による目視観察を行った。その他、水質調査を実施している。

表 2 調査実施日

調査回	生物調査	水質調査	
事前調査	平成 25 年 10 月 10 日	平成 25 年 10 月 15 日	-
モニタリング調査	第 1 回 平成 25 年 11 月 28 日	平成 25 年 11 月 29 日	秋
	第 2 回 平成 26 年 2 月 13 日	平成 26 年 2 月 12 日	冬
	第 3 回 平成 26 年 5 月 28 日	平成 26 年 5 月 29 日	春
	第 4 回 平成 26 年 8 月 27 日	平成 26 年 8 月 26 日	夏
	第 5 回 平成 26 年 11 月 28 日	平成 26 年 11 月 27 日	秋
	第 6 回 平成 27 年 2 月 12 日	平成 27 年 2 月 13 日	冬
	第 7 回 平成 27 年 5 月 28 日	平成 27 年 5 月 29 日	春
	第 8 回 平成 27 年 8 月 24 日	平成 27 年 8 月 25 日	夏
	第 9 回 平成 27 年 11 月 27 日	平成 27 年 11 月 30 日	秋
	第 10 回 平成 28 年 1 月 15 日	平成 28 年 1 月 14 日	冬

3. 結果

3-1 試験区 A 及び対照区 A

試験区 A の生物確認種類数の変化を図 3 に、被度の変化を図 4 に示す。生物付着基盤の種類による顕著な差は見られていないため、ここでは自然石を含む試験区 A 全体について計数した結果を示す。

第 1 回調査以降、生物確認種類数の増加が見られ、第 7 回調査では 26 種類まで増加したが、平成 27 年 8 月に実施した第 8 回調査においては 15 種類に減少した。第 8 回調査時の生物付着基盤の様子を写真 1 に示す。海中は赤潮が発生しているためか赤みがかっており、濁りも強く、水深 3～4m では照明を使用してもおよそ 1m 先が視認できる程度であり、水深 5m 以深では 50cm 程度しか視認できない状況であった。

その後、生物確認種類数は第 9 回調査で 21 種類に増加

し、第 10 回調査でも横ばいとなっている。

一方、被度においては第 7 回、第 8 回調査において減少が見られた。第 9 回調査で増加しているが、第 10 回調査で再び減少している。

夏季における付着生物の減少は海底の溶存酸素の低下が原因と推察されるが、生物調査の翌日に実施した水質の測定結果（多項目水質計による計測）からは、生物の生息に影響があるほどの海底の溶存酸素の低下は確認されなかった（図 5）。水質調査日以前に海底の溶存酸素の著しい低下があった可能性も考えられる。

対照区 A についても同様に生物確認種類数と被度を記録しているが、生物種類数は 0～4 種、被度は 0～10% で推移していた。



写真 1 第 8 回調査時の試験区 A の様子

3-2 試験区 B 及び対照区 B

試験区 B の生物付着基盤別の生物確認種類数の変化を図 6 に、被度の変化を図 7 に示す。

試験区 B においては、砂の流出を予防するために潜堤として配置したマリンロックに付着生物が多く確認されている。砂にもハゼ科の魚類等が見られてはいるが、イガイ科の貝類やホヤ類等の付着性動物や岩場を好むヒトデ等が少なく、種類数、被度が比較的少なくなっている。

被度については、試験区 A と同様に第 7 回、第 8 回で減少が見られている。

対照区 B については、生物種類数は 0～6 種、被度は 0～14% で推移していた。

3-3 試験区 C 及び対照区 C

試験区 C の生物付着基盤別の生物確認種類数の変化を図 8 に、被度の変化を図 9 に示す。

試験区 C は水深（Y.P）3m よりも浅い転石帯で、生物付着基盤設置前から生物が比較的多く生息する良好な環境であった。試験区 C においては、試験区 A、B に見られたような夏季における生物の減少は見られていない。

被度の高い生物はムラサキイガイ（軟体動物門）であった。第 6 回、第 7 回調査でこれが減少し、第 8 回調査で再び増加、第 9 回調査以降さらに急激に増加している。ムラサキイガイは面的に急激に増える傾向があり、その後それが何らかの原因により一気に脱落するなどしたことが、急激な増減に表れている可能性がある。

対照区 C については、生物種類数 9～23 種、被度は 2～20% で推移していた。

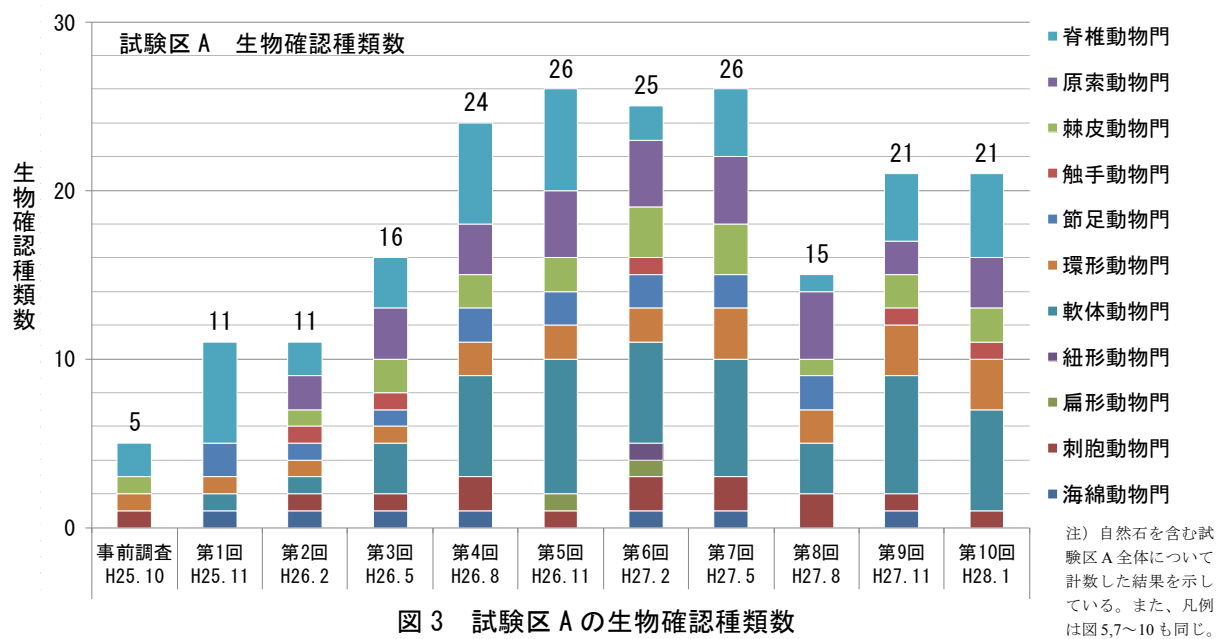


図 3 試験区 A の生物確認種類数

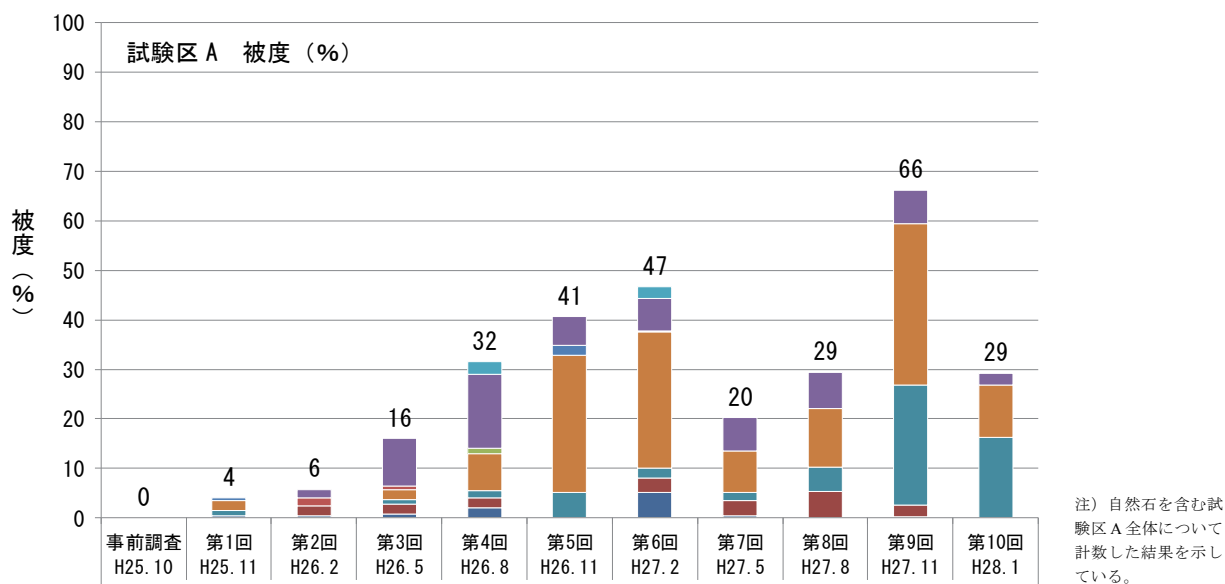


図 4 試験区 A の被度

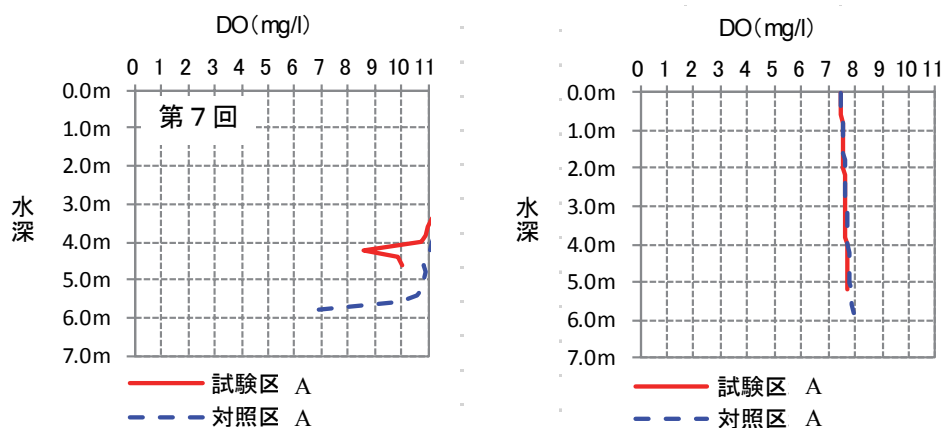


図 5 第 7 回、第 8 回調査における溶存酸素量

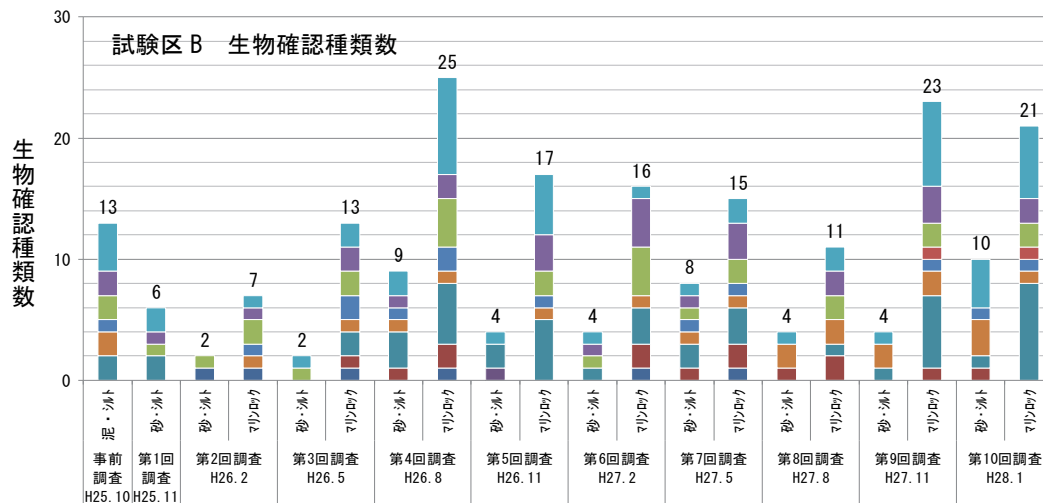


図 6 試験区 B の生物付着基盤別の生物確認種類数

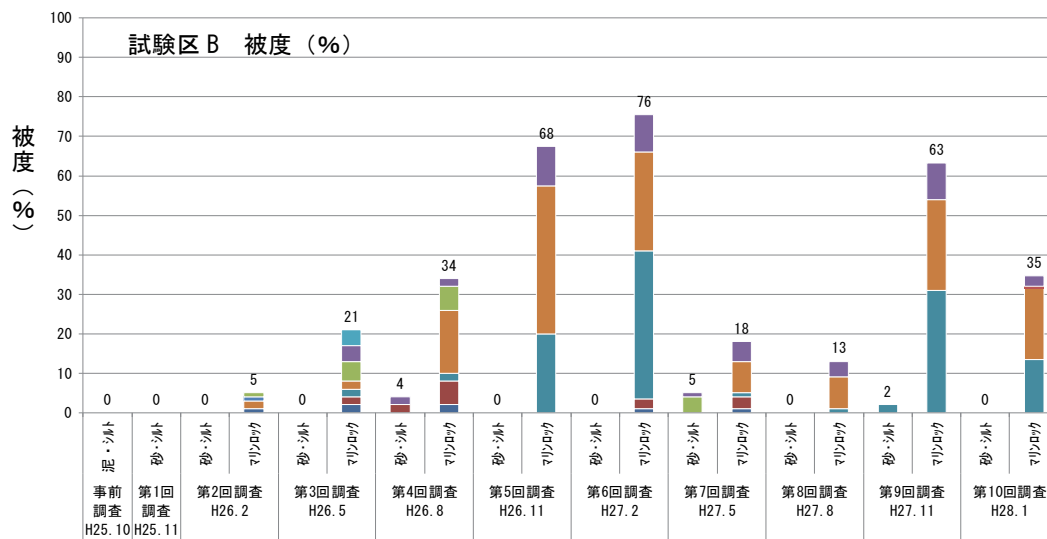


図 7 試験区 B の被度

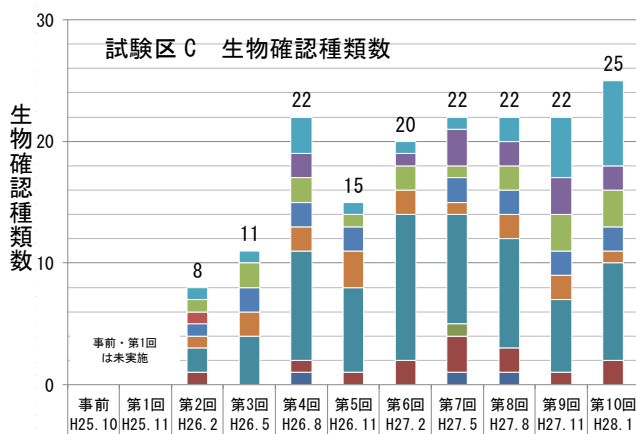


図 8 試験区 C の生物確認種類数

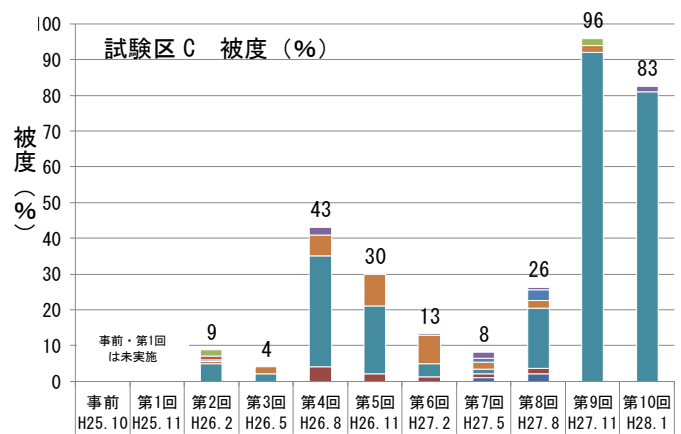


図 9 試験区 C の被度

4. まとめ

前報³⁾でも述べているように、試験区A、Bでは対照区A、Bと比較して生物の増加が見られており、もともと多様な生物が生息していた試験区Cに設置した生物付着基盤にも生物の増加が見られたことから、設置した生物付着基盤が生物生息環境の改善に有効であることがわかった。

一方、平成28年1月までの調査で、試験区A、Bにおいては生物付着基盤設置により増加していた生物が、平成27年の夏季に減少する様子が確認された。平成23年9月8日に実施された過去の調査⁴⁾では、山下公園前海域の溶存酸素は水深約3m以深において、3mg/L以下となっていた。同調査では「水産用水基準」（平成12年12月 社団法人日本水産資源保護協会）を参考に、最低限確保すべき溶存酸素量を3mg/Lとしている。今後、溶存酸素量の連続測定等により、山下公園前の海域において生物の生存に影響する程度の溶存酸素量の低下が起きることがあるのかどうか継続時間、生物の生存状況を含めて確認したい。また、溶存酸素量の低下が生物の減少の原因である場合、これをすぐに解決することは困難である。夏季にこのような現象が起きることを想定しておき、必要に応じて維持管理していく必要があると考えられる。平成27年秋季以降、回復の傾向もみられるが、被度については再び減少している様子もあり、今後も生物確認種類数、被度の推移について注意深く見ていきたい。

試験区Cは、水深が浅いことから海底でも酸素量が比較的低下しにくい場所である。試験区Cでは夏季に生物の減少が見られていないことから、できる限り水深が浅い場所に生物付着基盤を設置することも重要と考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、様々な視点からご助言を頂きました、横浜国立大学大学院環境情報研究院・臨海環境センター・理工学部 菊池知彦教授、横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院 中村由行教授並びに国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 沿岸環境研究領域 沿岸環境研究グループ長 桑江朝比呂氏に心から感謝いたします。

文 献

- 1) 横浜市環境科学研究所：平成20年度山下公園前海域等における水質浄化実験業務委託（海域の部分浄化実験）報告書（2009）
- 2) 横浜市環境科学研究所：平成21年度きれいな海づくり事業（山下公園前海域における水質浄化実験）報告書（2010）
- 3) 浦垣直子、市川竜也、堀美智子、山下理絵、松本剛、小山田久美、宮田康人：生物付着基盤の設置による生物生息環境の改善手法について（第1報）、横浜市環境科学研究所報、**40**、30-34（2016）
- 4) 横浜市環境科学研究所：山下公園前における水質測定業務委託報告書（2012）