

山下公園前海域における公民連携による豊かな海づくりの取組について

浦垣直子、小川義人（横浜市環境科学研究所）
宮田康人、森 玄、岩井健太郎（JFEスチール株式会社）

Ocean abundant with sea life through public-private collaboration in the sea area in front of Yamashita Park

Naoko Uragaki, Yoshito Ogawa (Yokohama Environmental Science Research Institute)
Yasuhito Miyata, Gen Mori, Kentarou Iwai (JFE Steel Corporation)

キーワード：山下公園、生物調査、生物付着基盤、再生資材、水質浄化

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、2013年9月から2018年3月まで共同研究を実施した。海の生物のすみか・逃げ場となる生物付着基盤として鉄鋼スラグ製品を海底に配置し、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い、生物生息環境が改善されることを確認した。また、定着したろ過食性動物によりろ過される水量を推計し、8,400 kL/日であると試算した。2018年4月以降は横浜市の事業として引継ぎ、当該海域で継続的に生物生息環境が維持されていることを確認している。

1. はじめに

横浜市は日本有数の港湾都市であり、臨海部は観光客も多く訪れており、横浜の顔として知られている。一方、横浜の海は海底のヘドロ化や大規模な赤潮の発生によって、夏場には海底に光が届かず酸素濃度が低下し、生物にとっては過酷な環境である。その原因の一つとして、沿岸域の埋め立てや垂直護岸化により、生物生息環境が失われ、生物の数が減少し、生物による水質浄化能力が減少したことがある。

そこで横浜市とJFEスチール株式会社は、生物のすみかや逃げ場として機能する生物付着基盤を用いた生物生息環境の改善と生物の水質浄化能力の回復について検証するため、2013年10月から2018年3月まで山下公園前海域において共同研究を実施した。また、2018年4月以降は横浜市の事業として引継ぎ、継続的に生物付着基盤の機能の確認を行っている。

本報では過去の報告^{1)、2)}に続き、2018年3月までの共同研究の結果及び2018年4月以降の横浜市による生物調査の結果について報告する。

2. 共同研究概要

2-1 試験海域

共同研究実施場所として、横浜を代表する観光地であり、ワールドトライアスロン・パラトライアスロンシリーズ横浜大会等のイベントを通じた情報発信の効果も期待できることから、山下公園前海域（横浜市中区山下町）を選定した（図1）。また、各種イベントや船舶の航行等に影響なく生物付着基盤の設置作業を実施できることや、事後調査等の作業性を考慮し、氷川丸の左舷側に試験区を設定した。

2-2 生物付着基盤の設置概要

使用した生物付着基盤（以下「基盤」という）の概要を表1に示す。

鉄鋼スラグを原料とする再生資材製品、自然石、山砂を用いて、海底の浅場造成を行った。

3つの試験区（試験区A～C）に設置した基盤の平面図を図2に示す。それぞれの試験区と同等の水深の場所に3つの対象区（対照区A～C）を設け、試験区と比較した。

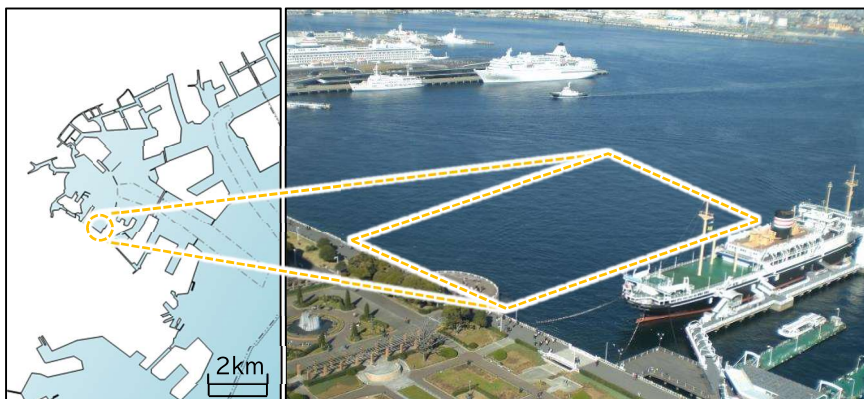



図1 試験海域

表1 使用した生物付着基盤の概要

| | | | | | | |
|---------|---|---|---|---|---|-------------|
| 製品名 |  |  |  |  |  | |
| | 鉄鋼スラグの炭酸固化体 (マリブロック) | | 鉄鋼スラグの水和固化体 (マリロック) | 鉄鋼スラグの粒度等を調整 (マリストーン) | 自然石 | 砂 |
| 形状 | ブロック状 | 破砕物(岩石状) | 岩石状 | 砂利状 | 自然石 | 山砂 |
| 寸法 | 1m×1m×0.5m | φ100mm~ | φ100mm~ | φ30mm~ 80mm | φ100mm~ | 中央粒径0.3mm以上 |
| 比重 | 2.0~2.4 | 2.0~2.4 | 2.4~2.6 | 2.0~ | | |
| 期待される効果 | 生物付着基盤、藻場形成、貝類等着生 | | | 被覆石、底質改善 | 生物付着基盤 | 覆砂材 |
| | 生態系の健全化(生物多様性の向上)⇒水質浄化、生物による炭素固定等 | | | | | |

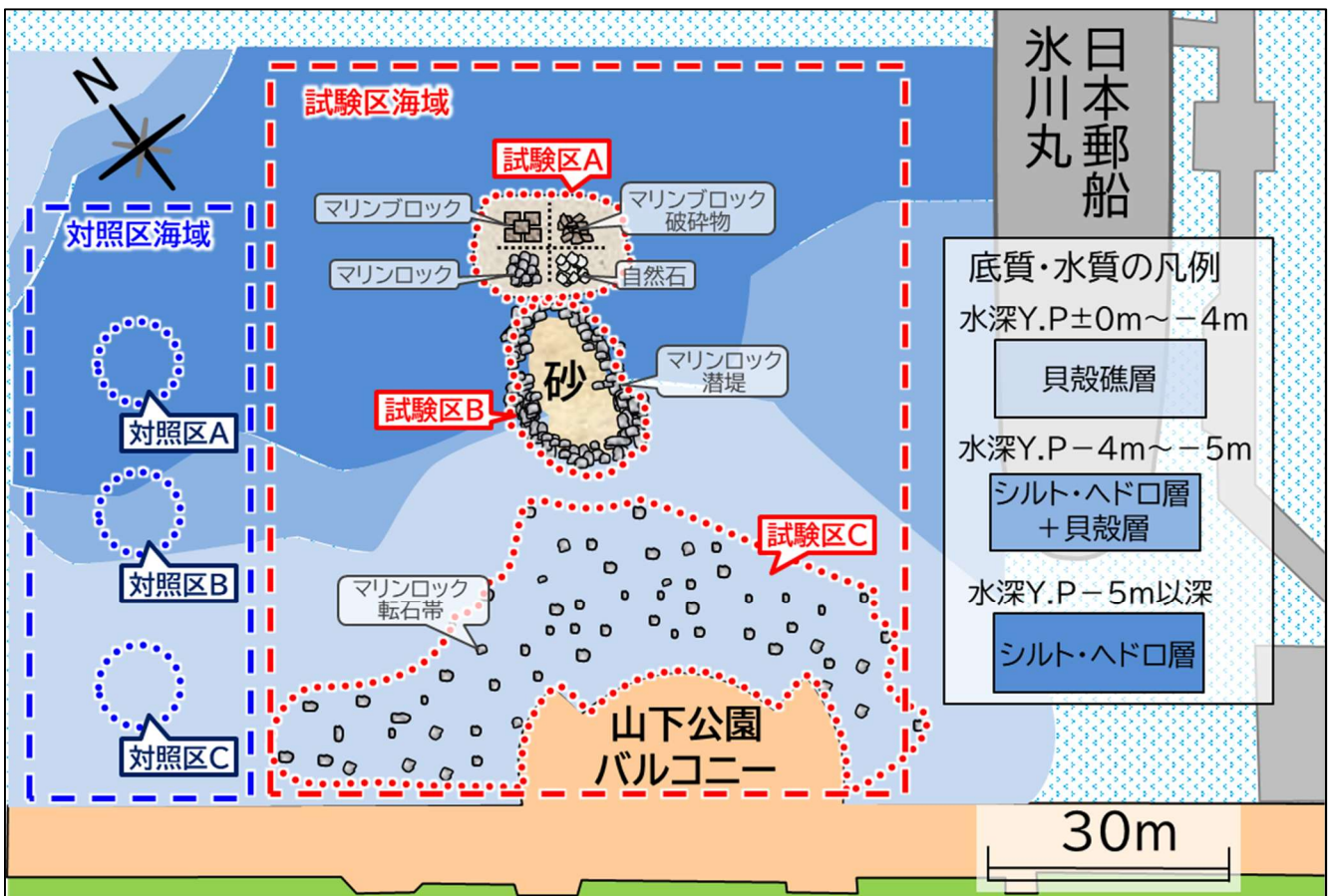


図2 平面図

2-3 調査実施日

調査実施日を表 2 に示す。2013 年 10 月に試験区及び対照区において基盤設置前の事前調査を行った。基盤設置後は 2015 年までは試験区及び対照区において、2016 年から 2017 年までは試験区において、年 4 回の調査を実施した。2018 年から 2023 年までは試験区において年に 1 回程度の調査を実施した。

表 2 調査実施日

| | 生物調査 | 水質調査 |
|--------|-----------|-----------|
| 2013 年 | 10 月 10 日 | 10 月 15 日 |
| | 11 月 28 日 | 11 月 29 日 |
| 2014 年 | 2 月 13 日 | 2 月 12 日 |
| | 5 月 28 日 | 5 月 29 日 |
| | 8 月 27 日 | 8 月 26 日 |
| | 11 月 28 日 | 11 月 27 日 |
| 2015 年 | 2 月 12 日 | 2 月 13 日 |
| | 5 月 28 日 | 5 月 29 日 |
| | 8 月 24 日 | 8 月 25 日 |
| | 11 月 27 日 | 11 月 30 日 |
| 2016 年 | 1 月 15 日 | 1 月 14 日 |
| | 5 月 30 日 | 5 月 31 日 |
| | 9 月 5 日 | 9 月 23 日 |
| | 11 月 30 日 | 12 月 8 日 |
| 2017 年 | 2 月 10 日 | 2 月 6 日 |
| | 6 月 5 日 | 6 月 2 日 |
| | 8 月 31 日 | 9 月 13 日 |
| | 11 月 27 日 | — |
| 2018 年 | 10 月 4 日 | — |
| 2019 年 | 1 月 28 日 | — |
| | 8 月 27 日 | — |
| 2020 年 | 10 月 12 日 | — |
| 2021 年 | 10 月 27 日 | — |
| 2022 年 | 10 月 24 日 | — |
| 2023 年 | 11 月 28 日 | — |

2-4 生物調査

生物調査として、試験区及び対照区を対象に、潜水士による付着生物及び遊泳生物（ネクトン）の目視観察・記録を行った。

ろ過食性動物によるろ水量を算定するため、1 m×1 m コドラート（方形区）内を 4 つのサブコドラートに分けて、50 cm×50 cm のサブコドラートの写真撮影をした。また、サブコドラート内のろ過食性動物の被度及び個体数を記録するとともに、試験区全てを対象範囲として種ごとに 30 個体（大・中・小各 10 個体）を採取し、体サイズ（二枚貝綱：殻長・殻高・殻幅、ホヤ綱：体長・体幅）、湿重量等の測定を行った。

体サイズの測定箇所を図 3 に、付着生物観察・記録の調査イメージを図 4 に示す。



図 3 体サイズの測定箇所

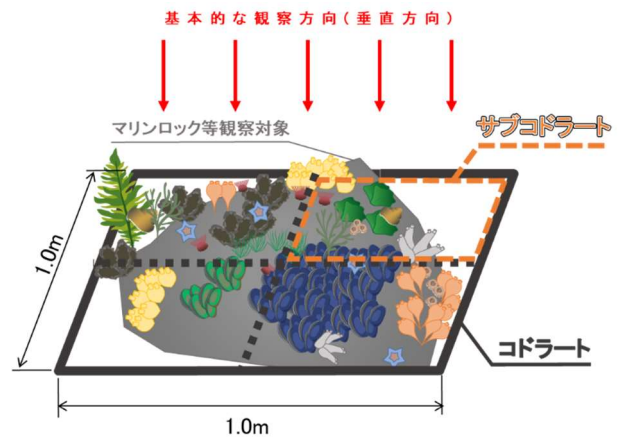


図 4 付着生物観察・記録の調査イメージ

2-5 水質調査

試験区と対照区の水質の差異を面的に把握するため、塩分、溶存酸素量、酸化還元電位について多項目水質計を用いて鉛直方向に等間隔で連続的に調査を実施した。

また、浮遊物質 (SS)、化学的酸素要求量 (COD)、全リン、全窒素について、船上よりバンドーン型採水器を用いて各地点の上層及び下層の水を採水し、分析を行った。

3. 結果

3-1 生物調査の変化

試験区 A と対照区 A の生物種類数の変化を図 5-1 に、試験区 B と対照区 B の生物種類数の変化を図 5-2 に、試験区 C と対照区 C の生物種類数の変化を図 5-3 に示す。また、試験区 A~C の生物出現記録一覧を付表 1 に示す。

試験区 A~C において、事前調査から 2023 年までの調査で合計 16 門 26 綱 43 目 72 科 108 種の生物が確認され、基盤設置後すぐに生物の種類数増加がみられた。

一方で、対照区 A および b では、生物種類数の変化が、調査を実施した 2016 年 1 月までにほとんど確認されなかった。

3-2 溶存酸素量

水質の測定結果を図 6 に示す。

試験区における生物生息環境の改善が確認されたが、山下公園前海域に占める試験区の範囲が小さく、海水の入れ替わりもあるため、浮遊物質 (SS) や化学的酸素要求量 (COD) などの水質に試験区と対照区の間で大きな違いは見られなかった。

溶存酸素量 (DO) の鉛直測定結果を図 7 に、溶存酸素量 (DO) の 15 昼夜連続測定結果を図 8 に示す。

図 7 に示すとおり、夏季に水深 4 m より深い部分で溶存酸素量の低下がみられた。そこで、2016 年 9 月の調査に、試験区 A のマリブロックに測定器を設置し、15 昼夜連続 (9 月 5 日~20 日) で夏季の溶存酸素量測定の詳細調査を実施した結果、9 月 18 日の 18 時から 9 月 20 日の 3 時まで底層の溶存酸素量がほとんど無酸素状態となっている時間があることが分かった。

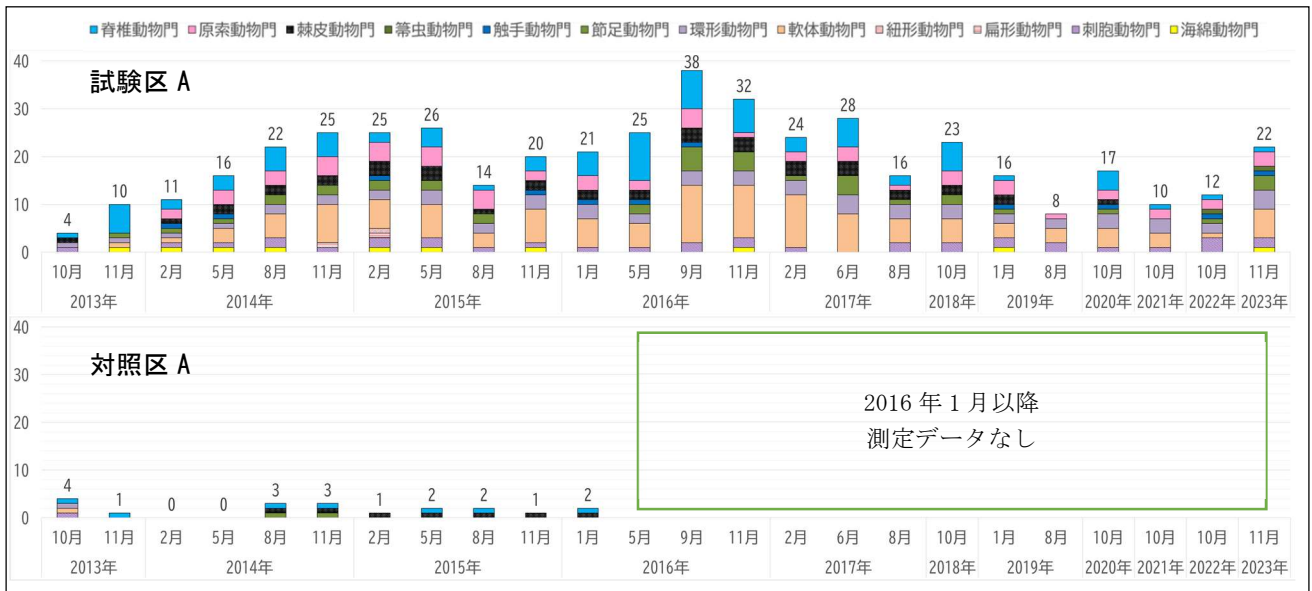


図 5-1 試験区 A と対照区 A の生物種類数の変化

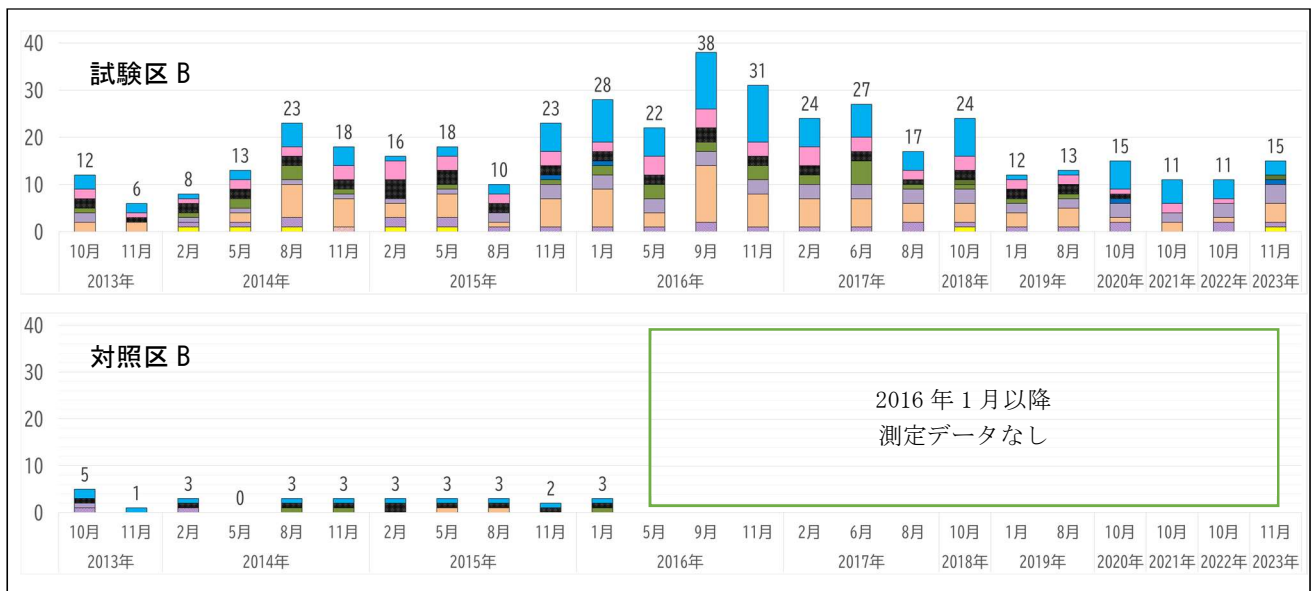


図 5-2 試験区 B と対照区 B の生物種類数の変化

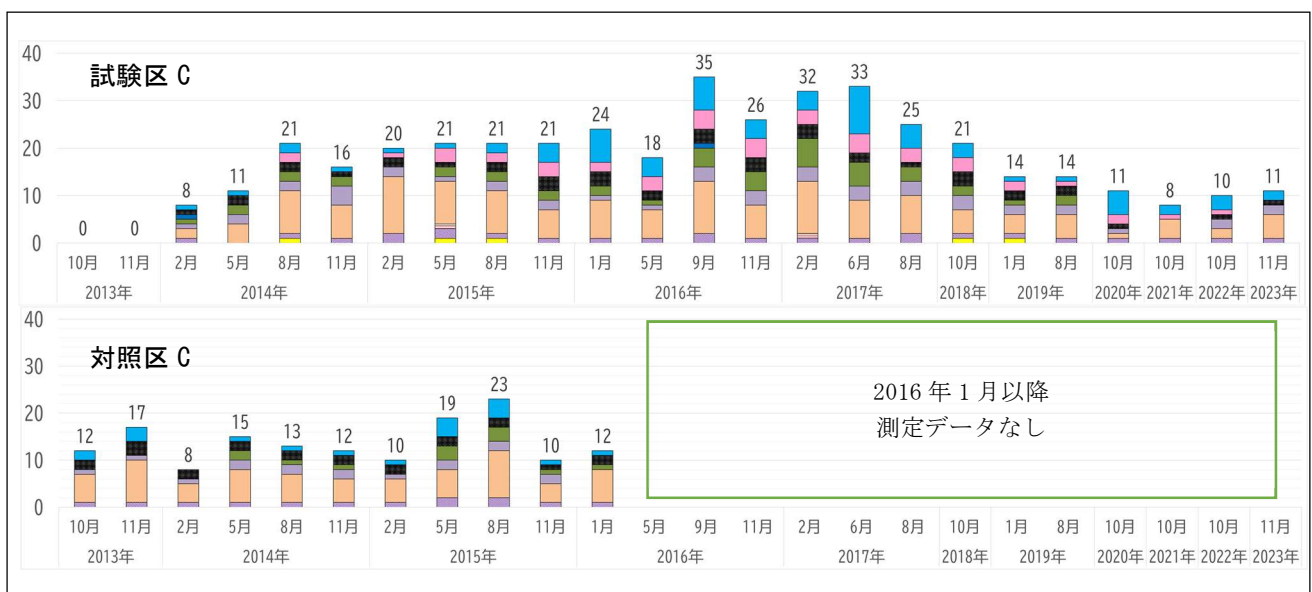


図 5-3 試験区 C と対照区 C の生物種類数の変化

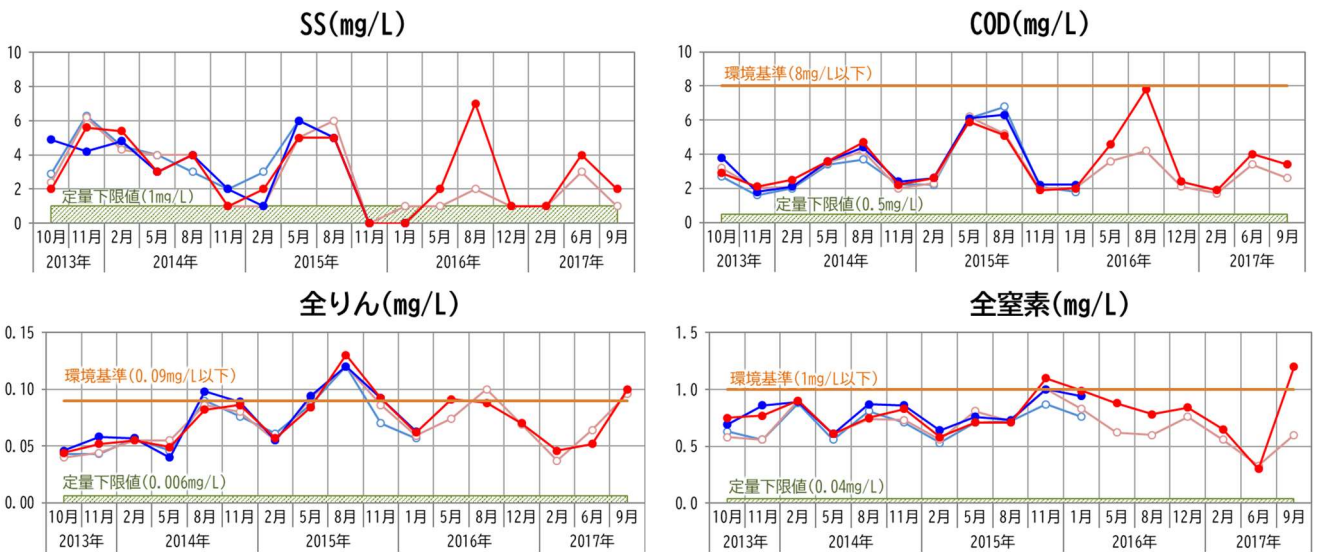
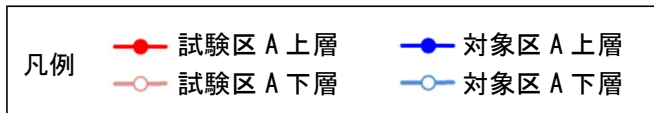


図 6 水質の測定結果

溶存酸素 (DO)

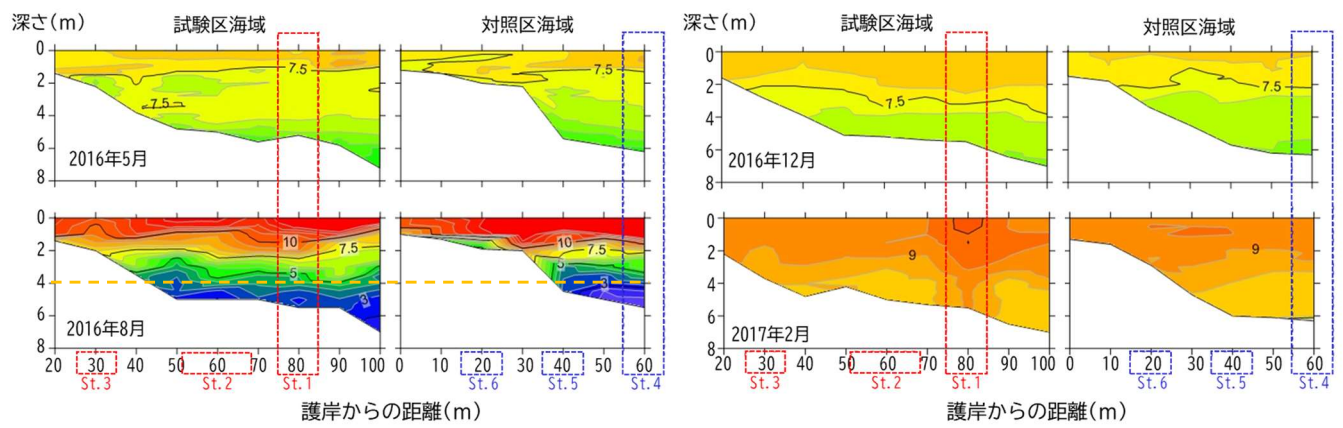
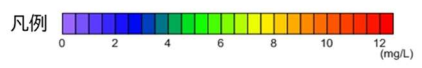


図 7 溶存酸素 (DO) の鉛直測定結果 (2016 年度)

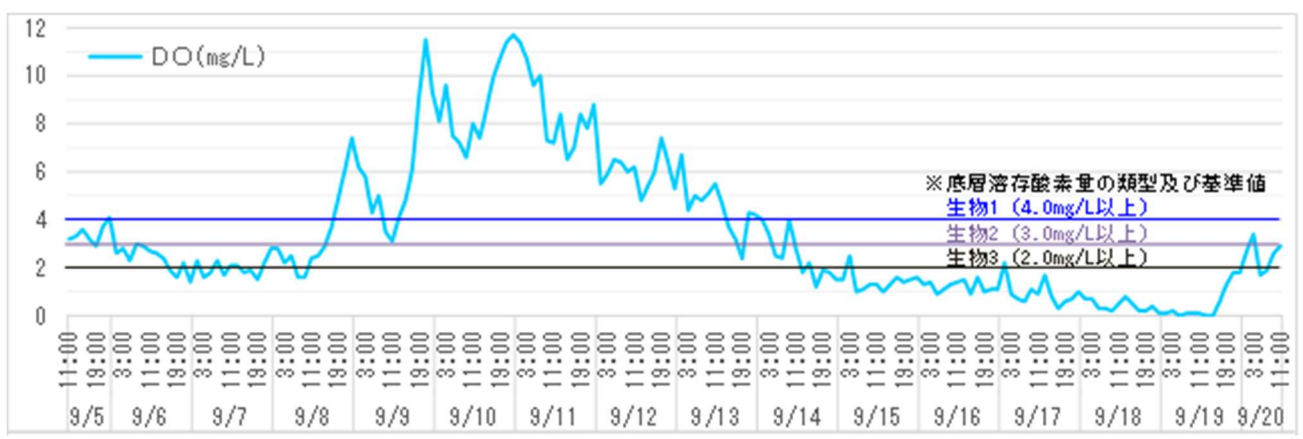


図 8 溶存酸素 (DO) の15昼夜連続測定結果 (2016年9月5日~20日)

3-3 ろ水量の推計

生物生息環境の改善による水質浄化能力の回復を定量的に評価するために、生物調査で確認された二枚貝綱やホヤ綱といったろ過食性動物の食性に注目し、それらの生物によるろ水量を試算した。

基盤における生物の被度と、生物の体サイズから推定した1個体あたりの付着面積をもとに、付着した生物の個体数を種類ごとに推計した。また、生物調査の際に生物を一定量採取し、1個体あたりの平均湿重量を求めた。単位面積当たりの対象種の個体数を付表2に、平均湿重量を付表3に示す。

生物種ごとのろ水量の原単位は複数の文献の平均値とした(表3)。

これらの数値を用いて、試験区の設置した基盤に付着した二枚貝綱やホヤ綱などのろ過食性動物によるろ水量を推計したところ、合計で1日あたり8,400 kL(キロリットル)と推計された。

基盤ごとのろ水量を付表4に示す。

表3 ろ過食性動物とろ水量の原単位

| | 種名 | ろ水量原単位 (L/湿 g/日) | 文献 |
|------|----------|---------------------|----------|
| 二枚貝綱 | ムラサキイガイ | 26.9 | 3) |
| | ミドリイガイ | 26.9 | — |
| | ホトトギスガイ | 26.9 | — |
| | マガキ | 32.2 | 4) |
| ホヤ綱 | シロボヤ | 15.5 | 5) 6) |
| | エボヤ | 13.2 | 7) |
| | カタユウレイボヤ | 6.7 | 6) 8) 9) |

4. 考察

4-1 生物付着基盤としての効果

試験区に設置したスラグ製品は大きさや形など様々であったが、基盤設置後すぐに生物の増加がみられた。2018年4月以降も試験区の全地点での生物種類数や組成などは大きく変わっていないことから、試験区に設置したスラグ製品、自然石等が基盤として有効であり、その機能を維持し続けているものと考えられる。

また、過去の報告¹⁾では生物種類数や被度は製品の違いによる差がほとんど見られなかったことから、スラグ製品は自然石と同等の効果があり、自然石の代替品となりうることを示唆された。

基盤の種類によって差が生じなかった理由としては、設置したスラグ製品の大きさや形などの要素よりも、溶存酸素量などの環境要因の影響が大きいと推察される。

一方、夏季に生物の減少が確認されたこと、4 m以深で海底の溶存酸素量の低下が認められたことから、山下公園前海域の海底は夏季に生物にとって生息しにくい環境になっていることが改めて確認された。

水質汚濁に係る環境基準のうち生活環境の保全に関する環境基準の底層溶存酸素量の基準値では、水生生物が再生産できる場を保全・再生するために必要な底層溶存酸素量が対象生物によって2~4 mg/L以上であるとしている¹⁰⁾。2015年8月及び2017年8月の調査では貧酸素や水温上昇が原因とみられる生物の減少が起こったが、次の調査時には生物種類数は回復しており、今回のような基盤を設置することにより、水深4 mより浅い場所をつくることは、生物生息環境の改善に効果的であると考えられる。

4-2 水質の改善について

今回、実証実験を行った試験海域の水量(約7,000kL)と、1日あたりのろ水量(8,400kL)との比較から、1日あたり試験海域の水が1回程度ろ過されていると試算される。ろ過食性動物による試験海域の海水のろ過が試験海域の水質の改善に寄与していると考えられるが、今回の試験海域は閉鎖されておらず、隣接する海域との水の入れ替わりがあるため、水質に顕著な変化が見られなかった。しかし、生物付着基盤の設置範囲が広がることにより、水質の改善が期待される。

5. 調査結果の情報発信について

共同研究で得られた成果を、2018年にIWA(国際水協会)世界水会議などで情報発信したほか、横浜の海に、より一層関心を持ってもらうための取組として、小学生を対象とした環境教育出前講座を実施している。

また、取組成果を発信するため、2023年3月から横浜ベイブリッジスカイウォークにおいてパネルの常設展示やリーフレットの配布を行っている。2023年9月には研究概要を解説した記念サインを山下公園内の氷川丸側のバルコニーの付近に設置した(図9)。

横浜市で開催される“海洋都市横浜うみ博”や“東京湾大感謝祭”などの海関連のイベントにも出展した。特に、ワールドトライアスロン・パラトライアスロンシリーズ横浜大会関連イベントの“Green Triathlon”では、これまでに7回、試験海域に潜り、リポーターと中継してリアルタイムで海の中を紹介する海中実況中継を行い、多くの人に横浜の海の魅力を紹介した(図10)。



図9 山下公園前の記念サイン



図9 海中実況中継のようす

6. おわりに

およそ4年半の長期にわたり、実施してきたJFEスチール株式会社との共同研究は2018年3月末までで終了したが、その後も年1回のモニタリング調査を継続し、アイナメの卵が確認されるなど生物の生息環境と、生物による水質浄化能力が維持されている。基盤を設置することによって生物生息環境の改善に有効であることが引き続き確認されている。また、基盤を設置した試験区において付着した生物によるろ水量を試算した結果、1日あたり8,400 kLと推計された。

本共同研究は、公民が連携して基盤造成が新たな付加価値を創出することを示した他に事例のない画期的なプロジェクトとして、第5回エコプロアワード国土交通大臣賞および令和3年度土木学会環境賞(Ⅱグループ)を受賞した。

本研究で得られた成果を今後の横浜港の環境改善の取組に活用していきたい。

謝辞

共同研究が終了した2018年の事業引継ぎ以降も、国等で実施するⅡ型共同研究「里海里湖流域圏が形成する生態系機能・生態系サービスとその環境価値に関する研究」において、参加機関の皆様より様々な視点からご助言を頂きました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

文献

- 1) 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)
- 2) 堀美智子、市川竜也、浦垣直子、松本 剛、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2報)、横浜市環境科学研究所報、**41**、55-59 (2017)
- 3) 山元憲一、荒木 晶、半田岳志：ムラサキイガイの餌投与に伴う鰓換水の変化、水産大学校研究報告、**62**(1)、1-4 (2013)
- 4) 楠木豊マガキの濾過水量の測定法について、日本水産学会誌、**43**(9)、1069-1076 (1977)
- 5) A.Fiala-Medioni : Filter-feeding ethology of benthic invertebrates(Ascidians). III .Recording of water current *in situ*-Rate and rhythm of pumping, *Marine Biology*, **45**, 185-190 (1978)
- 6) A.Fiala-Medioni : Filter-feeding ethology of benthic invertebrates(Ascidians). IV .Pumping rate, filtration rate, filtration efficiency., *Marine Biology*, **48**, 243-249 (1978)
- 7) Holmes N. : Water transport in the ascidians *Styela clava* Herdman and *Asciidiella aspersa*, *Journal of experimental marine biology and ecology*, **11**, 1-13 (1973)
- 8) Kustin K., K.V.Ladd, G.C.McLEOD, D.L.Toppen : WATER TRANSPORT RATES OF THE TUNICATE *CIONA INTESTINALIS*. *Biol.Bull.*, **147**, 608-617 (1974)
- 9) A.Fiala-Medioni : Ethologie alimentaire d'invertebres benthiques filtreurs(Aascidies). II .Variations des taux de filtration et de digestion en fonction de l'espece, *Marine Biology*, **28**, 199-206 (1974)
- 10) 環境省：水質汚濁に係る環境基準 別表2生活環境の保全に関する環境基準，
<https://www.env.go.jp/kijun/mizu.html>
(2024.9.12アクセス)

付表2 単位面積当たりのろ過食性動物の個体数

| 生物種 | 試験区 | 材料種類 | 単位面積当たりの個体数(個/m ²) | | | | | |
|---------|-------|-----------|--------------------------------|-------|-----|-------|-----|----|
| | | | 2016年 | | | 2017年 | | |
| | | | 5月 | 8月 | 12月 | 2月 | 6月 | 9月 |
| ムラサキガイ | A | マリブロック | 29 | 3,409 | 315 | 326 | 120 | |
| | | マリブロック破砕物 | 34 | 1,250 | 133 | 13 | | |
| | | 自然石 | 34 | 2,167 | 39 | 17 | | |
| | | マリロック | 23 | 667 | 275 | 194 | 3 | |
| | | マリストーン | | 260 | | | | |
| | B | 自然砂 | | | | | | |
| | | マリロック | | 485 | 957 | 6 | 9 | |
| C | マリロック | 23,750 | 3,947 | 1,252 | 365 | 441 | 7 | |
| ミドリイガイ | A | マリブロック | | 77 | 59 | 25 | 11 | |
| | | マリブロック破砕物 | | 154 | 63 | 3 | | |
| | | 自然石 | | 94 | 39 | 3 | | |
| | | マリロック | | 22 | 58 | 13 | | |
| | | マリストーン | | | 14 | | | |
| | B | 自然砂 | | | | | | |
| | | マリロック | | 34 | 69 | 8 | | |
| C | マリロック | | 75 | 27 | 2 | | | |
| ホトトギスガイ | A | マリブロック | | 286 | | | | |
| | | マリブロック破砕物 | | | | | | |
| | | 自然石 | | | | | | |
| | | マリロック | | 83 | | | | |
| | | マリストーン | | | | | | |
| | B | 自然砂 | | | | | | |
| | | マリロック | | | | | | |
| C | マリロック | | 83 | | | | | |
| マガキ | A | マリブロック | 4 | 34 | 18 | | | |
| | | マリブロック破砕物 | 51 | 10 | 33 | 13 | 1 | |
| | | 自然石 | 63 | 125 | 19 | 1 | 1 | |
| | | マリロック | 200 | 45 | 21 | 3 | | |
| | | マリストーン | 167 | 31 | 44 | 5 | | 4 |
| | B | 自然砂 | | | | | | |
| | | マリロック | 83 | 53 | | 1 | 50 | |
| C | マリロック | 48 | 20 | | 1 | 40 | | |
| カタユレイボヤ | A | マリブロック | | | | | | |
| | | マリブロック破砕物 | | | | | | |
| | | 自然石 | | | | | | |
| | | マリロック | | | | | | |
| | | マリストーン | | 17 | | | | |
| | B | 自然砂 | | 36 | | | 20 | |
| | | マリロック | | | | 13 | 44 | |
| C | マリロック | 200 | 63 | | | 21 | | |
| エボヤ | A | マリブロック | 47 | 154 | | | | |
| | | マリブロック破砕物 | 49 | 71 | | | | |
| | | 自然石 | 65 | 57 | | | | |
| | | マリロック | 37 | 50 | | | 18 | |
| | | マリストーン | 80 | 111 | | | | |
| | B | 自然砂 | | | | | | |
| | | マリロック | 77 | 143 | | | 13 | |
| C | マリロック | 27 | 42 | | 4 | 1 | | |
| シロボヤ | A | マリブロック | | | | | | 4 |
| | | マリブロック破砕物 | 25 | | | | | 25 |
| | | 自然石 | | | | | | |
| | | マリロック | | 23 | | | | |
| | | マリストーン | | | | | | |
| | B | 自然砂 | | 29 | | | 1 | |
| | | マリロック | 96 | 97 | 10 | 13 | | |
| C | マリロック | 40 | 32 | | 3 | 8 | 50 | |

付表3 ろ過食性動物の平均湿重量

| 生物種 | 試験区 | 材料種類 | 対象種平均湿重量 (gWW/個) | | | | | |
|---------|-----|-----------|------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | | 2016年 | | | 2017年 | | |
| | | | 5月 | 8月 | 12月 | 2月 | 6月 | 9月 |
| ムラサキガイ | A | マリブロック | 3.14 | 0.21 | 1.17 | 1.04 | 4.34 | |
| | | マリブロック破砕物 | 2.77 | 0.22 | 0.68 | 0.87 | | |
| | | 自然石 | 2.43 | 0.24 | 0.58 | 1.12 | | |
| | | マリブロック | 2.37 | 0.24 | 0.80 | 0.91 | 0.98 | |
| | | マリストーン | | 0.03 | | | | |
| | B | 自然砂 | | | | | | |
| ミドリイガイ | A | マリブロック | | 0.18 | 0.58 | 3.81 | 1.73 | |
| | | マリブロック破砕物 | | | | | | |
| | | 自然石 | | | | | | |
| | | マリブロック | 0.02 | 0.38 | 0.70 | 5.78 | 2.23 | 0.30 |
| | | マリストーン | | | | | | |
| | B | 自然砂 | | | | | | |
| ホトトギスガイ | A | マリブロック | | 1.44 | 0.67 | 3.66 | | |
| | | マリブロック破砕物 | | | | | | |
| | | 自然石 | | | | | | |
| | | マリブロック | | 0.41 | 0.44 | 2.78 | | |
| | | マリストーン | | | | | | |
| | B | 自然砂 | | | | | | |
| マガキ | A | マリブロック | | 0.09 | | | | |
| | | マリブロック破砕物 | | | | | | |
| | | 自然石 | | | | | | |
| | | マリブロック | | 0.09 | | | | |
| | | マリストーン | | | | | | |
| | B | 自然砂 | | | | | | |
| カタユレイボヤ | A | マリブロック | 42.36 | 7.33 | 2.86 | | | |
| | | マリブロック破砕物 | 1.25 | 4.06 | 1.44 | 1.79 | 3.31 | |
| | | 自然石 | 0.38 | 0.05 | 2.32 | 5.72 | 4.17 | |
| | | マリブロック | 0.03 | 0.97 | 0.32 | 1.04 | | |
| | | マリストーン | 0.06 | 1.24 | 0.87 | 2.44 | | 0.72 |
| | B | 自然砂 | | | | | | |
| エボヤ | A | マリブロック | 0.05 | 0.55 | | 26.55 | 0.99 | |
| | | マリブロック破砕物 | | | | | | |
| | | 自然石 | | | | | | |
| | | マリブロック | 1.25 | 5.58 | | 28.96 | 3.89 | |
| | | マリストーン | | | | | | |
| | B | 自然砂 | | | | | | |
| シロボヤ | A | マリブロック | | | | | | 2.92 |
| | | マリブロック破砕物 | 6.86 | | | | | 1.16 |
| | | 自然石 | | | | | | |
| | | マリブロック | | 7.97 | | | | |
| | | マリストーン | | | | | | |
| | B | 自然砂 | | 1.89 | | | 36.79 | |
| エボヤ | A | マリブロック | 13.36 | 2.22 | | | | |
| | | マリブロック破砕物 | 12.10 | 7.53 | | | | |
| | | 自然石 | 8.19 | 11.44 | | | 5.02 | |
| | | マリブロック | 18.67 | 4.28 | | | | |
| | | マリストーン | 6.65 | 1.26 | | | | |
| | B | 自然砂 | | | | | | |
| シロボヤ | A | マリブロック | 17.42 | 2.51 | | | 12.10 | |
| | | マリブロック破砕物 | 10.92 | 5.24 | | | | |
| | | 自然石 | | | | | | |
| | | マリブロック | | | | 5.02 | 31.43 | |
| | | マリストーン | | | | | | |
| | B | 自然砂 | | | | | | |
| シロボヤ | A | マリブロック | | | | | | 2.92 |
| | | マリブロック破砕物 | 6.86 | | | | | 1.16 |
| | | 自然石 | | | | | | |
| | | マリブロック | | 7.97 | | | | |
| | | マリストーン | | | | | | |
| | B | 自然砂 | | 1.89 | | | 36.79 | |
| シロボヤ | A | マリブロック | 20.71 | 13.98 | 13.26 | 13.63 | | |
| | | マリブロック破砕物 | | | | | | |
| | | 自然石 | | | | | | |
| | | マリブロック | 3.86 | 8.89 | | 4.97 | 11.33 | 1.08 |
| | | マリストーン | | | | | | |
| | B | 自然砂 | | | | | | |

付表 4 生物付着基盤ごとのろ水量

| 試験区 | 材料種類 | 基質 面積 (㎡) | ろ水量(L/日) | | | | | | 調査回平均 |
|-----|------------|-----------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|
| | | | 2016年 | | | 2017年 | | | |
| | | | 5月 | 8月 | 12月 | 2月 | 6月 | 9月 | |
| A | マリنبロック | 4 | 65,000 | 132,000 | 54,000 | 39,000 | 58,000 | 1,000 | 58,000 |
| | マリنبロック破砕物 | 4 | 60,000 | 67,000 | 21,000 | 5,000 | 0 | 2,000 | 26,000 |
| | 自然石 | 4 | 40,000 | 94,000 | 12,000 | 3,000 | 1,000 | 0 | 25,000 |
| | マリンロック | 4 | 43,000 | 48,000 | 29,000 | 21,000 | 5,000 | 0 | 24,000 |
| | マリンストーン | 240 | 1,763,000 | 939,000 | 356,000 | 94,000 | 0 | 22,000 | 529,000 |
| | 小計 | 256 | 1,971,000 | 1,280,000 | 472,000 | 162,000 | 64,000 | 25,000 | 662,000 |
| B | 自然砂 | 63 | 0 | 82,000 | 0 | 0 | 39,000 | 0 | 20,000 |
| | マリンロック | 230 | 11,191,000 | 6,983,000 | 4,193,000 | 1,165,000 | 1,012,000 | 0 | 4,091,000 |
| | 小計 | 293 | 11,191,000 | 7,065,000 | 4,193,000 | 1,165,000 | 1,051,000 | 0 | 4,111,000 |
| C | マリンロック | 113 | 2,531,000 | 6,011,000 | 2,700,000 | 6,591,000 | 3,868,000 | 101,000 | 3,634,000 |
| 合計 | | 662 | 15,693,000 | 14,357,000 | 7,365,000 | 7,918,000 | 4,983,000 | 126,000 | 8,407,000 |