

東京・日本橋川における石炭灰造粒物（Hi ビーズ）を用いた
水辺環境改善技術について

中国電力（株）エネルギー総合研究所（土木）正会員 ○野原 秀彰 正会員 及川 隆仁
中央大学大学院理工学部 フェロー 山田 正 学生会員 濱野 優至

1. 目 的

都市部を流れる東京・日本橋川（図-1）では降雨時に河川に放流される未処理下水が原因で、悪臭等による水辺環境の悪化が問題となっている。そのような状況を踏まえ、東京都中央区と連携し、日本橋船着場周辺における石炭灰造粒物を用いた水辺環境改善を目的に、2017年2月から実証試験を開始した。本研究では、石炭火力発電所から産出される石炭灰を造粒・固化した石炭灰造粒物（Hi ビーズ）を用いた構造体を河川内に設置し、その水辺環境改善効果を確認するため、3年間の実証試験を実施し、水質、底質、臭気、生物生息環境の面からその改善効果を検証、評価した。

2. Hi ビーズ 敷設概要

Hi ビーズ（図-2(a)）は、砂より軽く（湿潤単位体積重量：1.0～1.6g/cm³）、表面に微細空隙（空隙率：約40%）を有する等、多孔質構造である特徴を有する。これまで、環境修復材料として、中国地方を中心とした海域や沿岸域等で多数の実績を有する。2017年2月に日本橋直下流の右岸側に約10m³（幅最大6m、長さ最大7m、高さ最大1m）の規模でHi ビーズを敷設した（図-2(b), (c), (d)）。流出防止の観点からHi ビーズは袋詰（網袋2枚重ね）され、現地へ段積みされた。日本橋川の最満潮時にはHi ビーズ敷設天端に対して、1m程高い河川水位となるが、最干潮時には、Hi ビーズ敷設箇所が完全に露出する状況である。

3. 調査概要

調査は2017年から2019年の夏季（8月）、冬季（12月）に実施され、図-2に示す場所（①Hi ビーズ、②Hi ビーズ間隙水、③セジメントラップ、④日本橋川河川水、河川底泥）で河川水、泥を採取後、その性状を分析・比較することでHi ビーズによる効果を検証した。主な調査内容を表-1に示す。底質、生物調査は①Hi ビーズ、③セジメントラップ、④河川底泥で沈降した泥を採泥し、比較することで、水質、臭気調査は②Hi ビーズ間隙水、④日本橋川河川水で河川水を採水し、比較することで実施した。セジメントラップとは沈降泥を捕捉する装置である。Hi ビーズ間隙水および河川水については、上げ潮時のHi ビーズ天端付近水位時の水を各々採水した。臭気調査は、採水試料を揮発化させ、臭気物質の特性、臭気物質の濃度を計量した。対象臭気物質（分析方法）はアンモニア（イオンクロマトグラフ法）と硫化水素（ガスクロマトグラフ法）である。



図-1 東京・日本橋川実証試験位置図

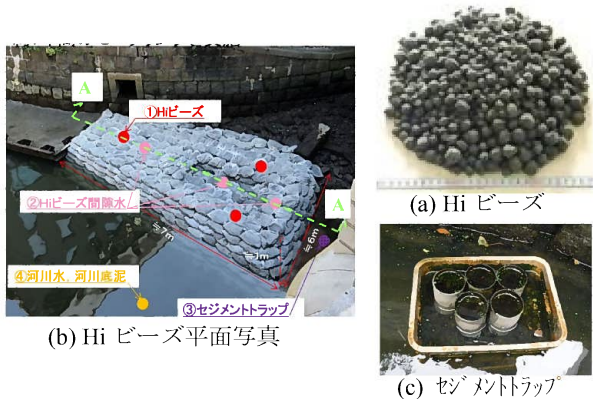


図-2 Hi ビーズ敷設概要図

表-1 調査内容

調査項目	試料	分析内容	調査時期
底質調査	泥試料 （①Hiビーズ、③セジメントラップ）	全リン、n-ヘキサン抽出物質、 熱減量（600℃燃焼）、pH、ORP	2017～2019年 （8月、12月）
水質調査	水試料 （②Hiビーズ間隙水、④河川水）	栄養塩濃度（PO ₄ ³⁻ 、NH ₄ ⁺ 等）	2017～2019年 （8月、12月）
臭気調査	水試料 （②Hiビーズ間隙水、④河川水）	臭気物質濃度分析 等	2017～2019年 （8月）
生物調査	泥試料 （①Hiビーズ、④河川底泥）	底生生物（種類数、個体数、 湿重量）等	2017～2019年 （8月、12月）

キーワード 日本橋川、水辺環境改善、悪臭対策
連絡先 〒739-0046 広島県東広島市鏡山3-9-1
中国電力（株）エネルギー総合研究所（土木） TEL:082-420-0700

4. 調査結果

(1) 底 質

底質調査結果を図-3 (a) 全リン, (b) n-ヘキサン抽出物質, (c) 強熱減量値 (600℃), (d) pH, (e) ORP に示す. 3 カ年平均値と比較した場合, Hi ビーズ® に付着した泥性状は, セグメントトラップ® で捕捉した泥性状に対して, 全リンで約 20%, n-ヘキサン抽出物質で約 86%, 強熱減量値 (600℃) で約 55%, 各々低い値を示した.

Hi ビーズ® で pH が高い状態にあるのは, Hi ビーズ® からのイオン溶出 (Ca^{2+} 等) が考えられる. Hi ビーズ® から溶出する Ca^{2+} や Hi ビーズ® の有する微細空隙に付着する微生物により, リンや油脂類が低減することが確認されており¹⁾, 本調査結果からも Hi ビーズ® が日本橋川の底質改善に同様な効果を発揮することが示された.

(2) 水 質

Hi ビーズ® 敷設エリア周辺では, 夏季に河川水中の DO が 2mg/L 未満, ORP が 100mV 未満となる嫌気的な環境である. 本水質調査の結果 (図-4 ((a) NH_4^+ , (b) PO_4^{3-})) からは, NH_4^+ については, いずれの時期においても河川水と比較して, Hi ビーズ® 間隙水で低い値を示した. PO_4^{3-} については, 河川水と Hi ビーズ® 間隙水で顕著な差異は確認されなかったが, これは底質調査結果において Hi ビーズ® で全リン値が低い値を示していることから, 有機物分解により底泥中のリンが溶出したものと考えられる.

(3) 臭 気

臭気調査の結果 (図-5), 臭気が特定された H_2S で, 在来底泥に対して, Hi ビーズ® では, 約 98% (3 カ年平均) の低減が確認された. 人が直接感じる臭い (H_2S) について, Hi ビーズ® による効果が確認された.

(4) 生物生息環境

生物調査の結果 (図-6), 3 カ年平均値で在来底泥 (43 個体/kg) と比較して, Hi ビーズ® (476 個体/kg) では, 約 10 倍の個体数が確認され, 種類数についても, 2017 年から 2018 年にかけて大幅な種の増加 (1 種類から 8 種類) が確認された. Hi ビーズ® 周辺では, 魚類や鳥類等も確認されるようになり, Hi ビーズ® により好気的な環境場 (底質, 水質, 臭気) が形成されつつあることで, 生態系の回復が進んだと考えられる.

5. 結 論

東京・日本橋川における Hi ビーズ® を用いた実証試験の結果, Hi ビーズ® を敷設した範囲では底質が改善されることで, 悪臭 (硫化水素) 低減効果が発現されるとともに, 生物生息環境の改善が進み, Hi ビーズ® 周辺に多種多様な生物の生息が可能となり, 日本橋船着場周辺における水辺環境の改善を図ることができた.

(謝辞) 日本橋再生推進協議会「水辺再生研究会」におかれましては, 本実証試験結果等に関して, 貴重な御意見を頂戴した. ここに深く謝意を表する.

参考文献 1) 中本健二他: 還元有機泥覆砂材に活用される石炭灰造粒物の油脂類吸着性能と底質改善効果, 土木学会論文誌 B3 (海洋開発), Vol.72, No.2, I_934-I_939, 2016.

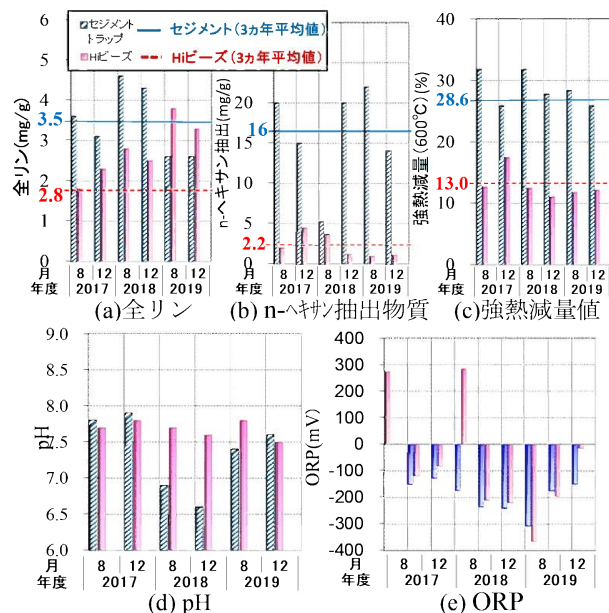


図-3 底質調査結果

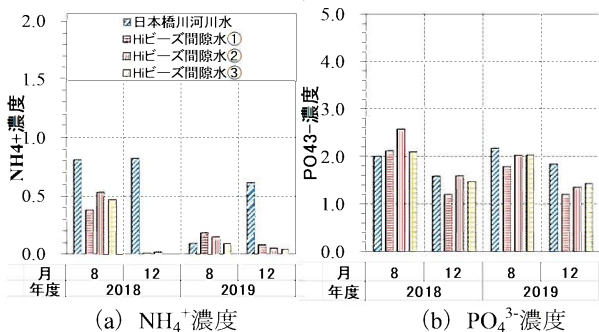


図-4 水質調査結果

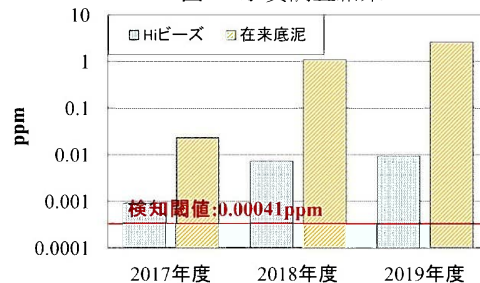


図-5 臭気調査結果

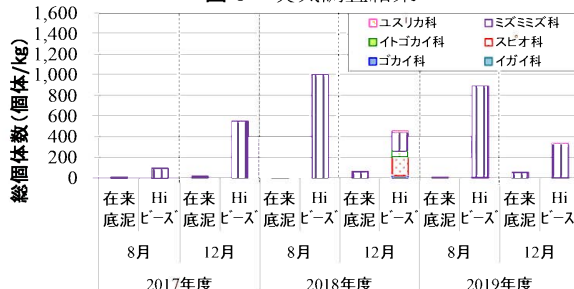


図-6 生物調査結果 (底生生物)