

石炭灰造粒物（Hiビーズ）を活用した中海浚渫窪地の環境修復事業の効果

中国電力株式会社 正会員 ○栗原 優一，清重 直也，中本 健二
 島根大学生物資源科学部 環境共生科学科 桑原 智之
 広島大学大学院生物圏科学研究科 山本 民次
 国立米子工業高等専門学校 須崎 萌実
 認定NPO法人中海自然再生センター 徳岡 隆夫

1. はじめに

島根県東部と鳥取県西部にまたがって位置する中海では、干拓事業に伴う大規模な浚渫により、中海の面積の1割におよぶ約 8 km² もの浚渫窪地が存在する（図-1）。この浚渫窪地は現在も通常の湖底面より 3~7 m 程度深くなった状態であり、窪地内では無酸素化による硫化水素の発生や栄養塩の溶出が起これ（図-2），これらが遡上・拡散することで、中海全体の生態系に悪影響を及ぼしていると推測される。このため、認定NPO法人中海自然再生センターでは、浚渫窪地の環境修復事業を中国電力が開発した石炭灰造粒物（以下、Hi ビーズという）（図-3）を用いて実施している。この事業背景とその効果について報告する。

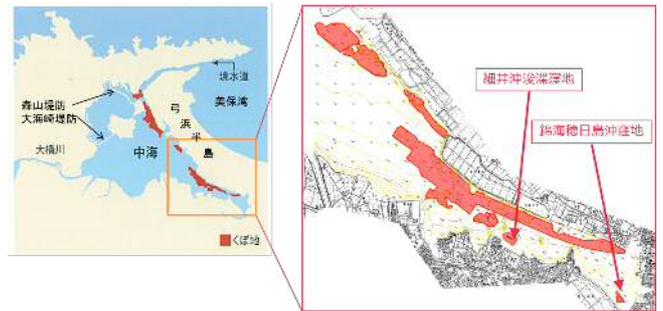


図-1 窪地の分布と環境修復実証場所

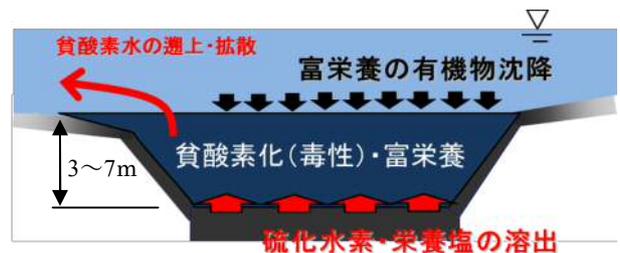


図-2 窪地の現状

2. 中海浚渫窪地環境修復実証事業の概要

浚渫窪地の課題に対応するため、「浚渫窪地埋め戻し資材としての産業副産物の活用-住民合意を目指した安全性評価に関する研究-」¹⁾が環境省環境研究総合推進費（2008年～2010年）を活用して進められた。当研究でHi ビーズによる小規模覆砂（40 m×40 m）を実施した結果、硫化水素の溶出が抑えられ（図-4），酸素消費速度も低下し（図-5），窪地の環境を改善する効果があることが示された。この成果に基づき、中海の浚渫窪地の環境修復事業は行政機関も参加する中海自然再生協議会を事業主体（実施主体：認定NPO法人中海自然再生センター）とした第1期中海自然再生事業（環境省・国土交通省・農林水産省の認定事業）の一つとして2012年から本格的に実施されることとなった。

当該事業において対象とする浚渫窪地は、施工期間等を考慮して小規模な窪地である、細井沖浚渫窪地（面積 0.05 km²）および錦海穂日島沖浚渫窪地（面積 0.043 km²）を選定した。細井沖浚渫窪地では2012年12月～2013年2月に厚さ 50 cm および2014年12月～2015年2月に厚さ 40 cm で全面覆砂し、錦海穂日島沖浚渫窪地では、2013年12月～2014年3月に厚さ 70 cm を全面覆砂した。



図-3 石炭灰造粒物（Hi ビーズ）

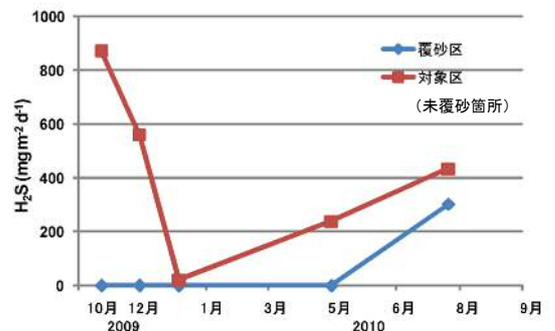


図-4 石炭灰造粒物覆砂区と対象区での硫化水素溶出速度の季節変化（細井沖浚渫窪地）

キーワード：石炭灰造粒物（Hi ビーズ），浚渫窪地，環境修復

連絡先：〒730-8701 広島市中区小町4-33 中国電力(株)電源事業本部 石炭灰有効活用 TEL082-545-1543

3. Hi ビーズによる窪地の硫化水素・栄養塩溶出速度の低減効果

Hi ビーズ覆砂による環境修復効果を検証するために、水質調査・底質調査等を定期的（2012年～継続中）に行っている。本報告では、チャンバー試験（湖底に密閉容器（チャンバー）を設置し、底泥とその直上水を周囲から隔離した状態で経済的に内部の目的物質の濃度を調べる方法）による硫化水素（H₂S）・栄養塩類（NH₄-N、PO₄-P）の溶出速度の低減効果について主に示す。

3. 1 硫化水素・栄養塩溶出速度の低減効果

表－1に覆砂前後の細井沖窪地と錦海穂日島沖窪地の硫化水素および栄養塩の平均溶出速度を示す。年間を通した硫化水素の平均溶出低減率は、どちらの窪地においても高く（細井沖 88%、錦海穂日島沖 86%）、Hi ビーズによる覆砂により硫化水素の溶出を大幅に低減できた。

また、年間を通した栄養塩の平均溶出低減率は、細井沖窪地では30%～36%、錦海穂日島沖窪地では77%～86%で、窪地によって低減率に大小があるが、覆砂前に比べ低減できている。

3. 2 低減効果の経年変化

図－6に細井沖浚渫窪地の覆砂前（2009年10月～2011年11月）とHi ビーズ全面覆砂後（2013年5月～2017年11月）のH₂Sの溶出速度の経年変化を示す。2015年までは最大681 mg S・m⁻²・day⁻¹と低い値であったが、2016年以降夏季に高い値（2016年：2063 mg S・m⁻²・day⁻¹、2017年：912 mg S・m⁻²・day⁻¹）となった。夏季に溶出速度の低減効果はやや低下しているが、全体的に覆砂前に比べ低減していることが分かる。

図－7に錦海穂日島沖浚渫窪地の覆砂前（2013年5月～2014年1月）とHi ビーズ全面覆砂後（2014年5月～2017年11月）のH₂Sの溶出速度の経年変化を示す。覆砂直後の2015年はH₂Sの溶出速度は抑制されたが、2016年および2017年の夏季に高い値となり、全体的に覆砂前に比べて溶出速度は低減しているが、夏季に低減効果が低下していることが分かる。

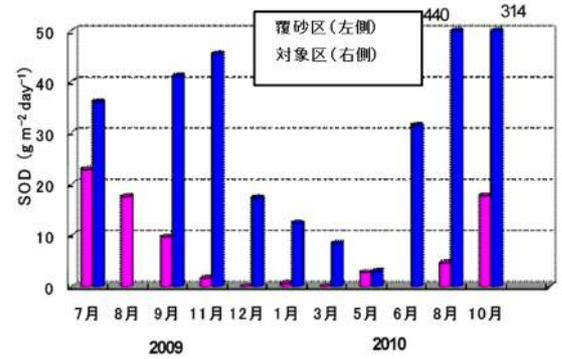
溶出抑制効果が低下している要因としては、有機物粒子が断続的に沈降・堆積するからであると考えられ、細井沖窪地では平均約5.7 cm（2016年まで：平均4.2 cm）、錦海穂日島沖窪地では平均約7.4 cm（2016年まで：平均約6.5 cm）、多いところで10 cm以上の堆積が確認されている。

4. まとめ

浚渫窪地の環境修復事業により、Hi ビーズの全面覆砂によって窪地からの栄養塩類・硫化水素の溶出を抑制できた。しかしながら、年数の経過につれ、沈降粒子の継続的堆積によって、溶出抑制効果がやや低下してきていることも確認された。

今後、モニタリング調査を継続して実施することで、効果の持続性についてさらに検証を進めるとともに、堆積物の影響を受けにくい効果的な窪地の覆砂方法等を検討していきたい。

参考文献 1)環境省総合環境政策局：浚渫窪地埋め戻し資材としての産業副産物の活用，平成20～22年度



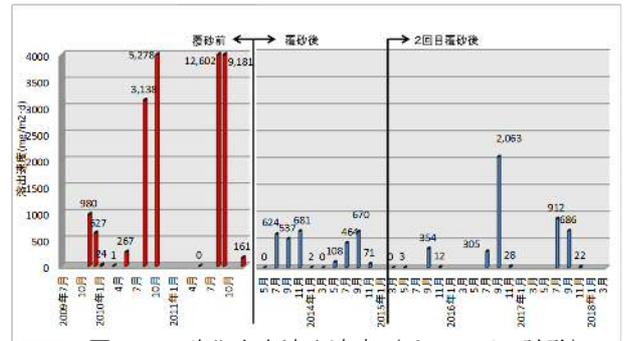
図－5 石灰灰造粒物覆砂区と対象区での酸素消費速度の季節変化（細井沖浚渫窪地）

表－1 覆砂前後の平均溶出速度と低減率

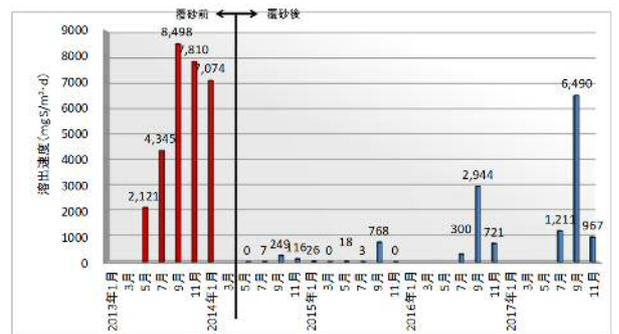
	【細井沖浚渫窪地】		低減率 (%)	【錦海穂日島沖窪地】		低減率 (%)
	平均溶出速度 (mg/m ² /d)	Hi ビーズ		平均溶出速度 (mg/m ² /d)	Hi ビーズ	
NH ₄ -N	300	194	36	1994	460	77
PO ₄ -P	41.6	29.0	30	690	99.9	86
H ₂ S	2933	359	88	5970	864	86

※覆砂前:2009～2010年のデータ
※Hi ビーズ:2013年3月～2017年11月のデータ

※覆砂前:2013年のデータ
※Hi ビーズ:2014年5月～2017年11月のデータ



図－6 硫化水素溶出速度（チャンバー試験）（細井沖窪地）



図－7 硫化水素溶出速度（チャンバー試験）（錦海・穂日島沖窪地）