

「灰カラ製品」は中国電力の火力発電所からお客さまのもとにお届けしていますわ



○ 中国電力の石炭火力発電所

中国電力で発生する石炭灰は、セメント原料や土地造成材、土木材料として98%以上を有効活用することで、中国電力は循環型社会の形成に寄与しています。その一端を担う灰カラ製品は、三隅発電所(島根県浜田市)、新小野田発電所(山口県山陽小野田市)構内の製造設備を利用して製造しています。



石炭は1億年以上前の植物が炭化して硬化した植物化石です。

石炭灰とは、その植物化石をミルで細粉化し高熱で燃焼して残った無機物、すなわちミネラルです。広島大学が草木灰と石炭灰を比較した研究の結果、生活の中で生産が途絶える草木灰の代わりに、有機物の循環を助けるミネラル供給灰として石炭灰が期待されることが明らかになりました。石炭灰は廃棄物ですが、自然由来の灰で安心して利用できます。雑多なものが入ったごみ焼却灰とは根本的に違うのです。広島大学 日比野忠史 准教授「石炭灰の灰としての効用」から引用



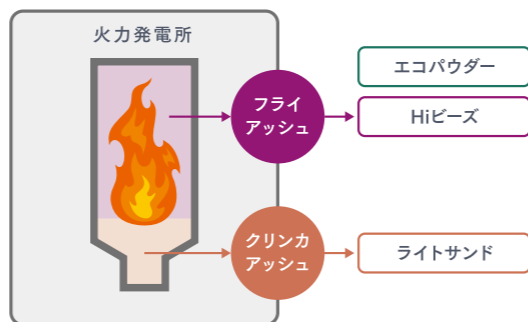
石炭灰の生成

フライアッシュ

燃焼ボイラ内の高温の燃焼ガス中を浮遊する石炭灰を電気集じん機で集めたもの。

クリンカアッシュ

燃焼ボイラ内の高温の石炭灰が溶けて凝集し、ボイラ底部の水槽に落下し堆積したもの。



中国電力株式会社

○技術に関するお問い合わせ
電源事業本部(石炭灰有効活用グループ)
〒730-8701 広島市中区小町4番33号
TEL 082-545-1543 FAX 082-544-2661

○製造販売に関するお問い合わせ
中国高圧コンクリート工業株式会社 土木事業部
〒730-0041 広島市中区小町4番33号
TEL 082-243-6928 FAX 082-244-9058



2023年10月発行

Hiビーズ®

水質や悪臭を浄化する「灰カラな粒」

綺麗なつぶつぶのわたくしにおまかせあれ。

ごめんあそばせ。

「ミカ」灰カラつぶ子

原寸大

中国電力株式会社

中国電力

灰カラ三姉妹

CHUGOKUDENRYOKU HAIKARA SISTERS



中国電力グループは、20年以上前から石炭火力発電所で生まれる石炭灰の有効活用に取り組んできました。徹底した品質管理のもと、石炭灰を「粒」「粉」「砂」に加工して生まれた3つの「灰カラ製品」。それが「灰カラ三姉妹」です。それぞれの特性を生かして、循環型社会の実現に、そしてささやかながらSDGsの目標達成に力を尽くしています。石炭は、長い年月をかけて生まれた植物の化石であり、燃やした後に生まれる石炭灰は安心してお使いいただける資源です。灰から生まれた「灰カラ製品」は、水辺環境の改善やビルの多い都市の緑化に貢献する他、2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて、ブルーカーボン生態系を育むなど新しい時代の新しいニーズに応え続けています。



「三姉妹」灰カラつぶ子

海を守るために生まれたピーズ



Hiピーズは、フライアッシュと呼ばれる石炭灰に少量のセメントを混ぜて固めた製品です。直径が主に約10～20mmの粒状で、粒の中に微細な孔が空いています。石よりも軽く、吸排水効果が高いのが特徴で、海底に散布されたり、ヘドロが堆積した窪地の埋戻し材に使われたりなど、水辺環境の水質改善や地盤改良などに活用されています。



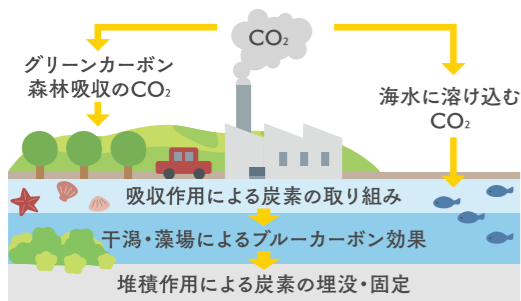
顕微鏡写真

汚れた水が美しく生まれ変わる、魔法のピーズですわ

また、Hiピーズには悪臭を浄化する効果もあります。悪臭の原因となる硫化水素や赤潮を引き起こす栄養塩の溶出を抑制する働きがあり、福山港内港（広島県福山市）では環境修復に成功しました。海底のヘドロにより悪臭と水質の悪化に悩まされていましたが、Hiピーズを散布することで魚類などの存在が確認されるまでに回復しました。

注目のブルーカーボン効果が期待できますの

【ブルーカーボン効果のイメージ】



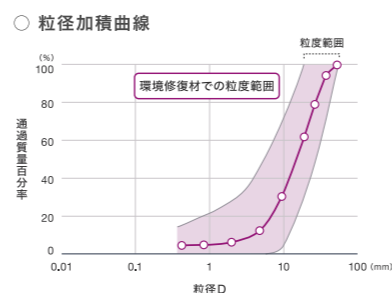
ブルーカーボンとは、海の生態系に蓄積される炭素のことで、脱炭素社会の実現に向けて新たに注目されています。2009年10月に国連環境計画（UNEP）の報告書で「ブルーカーボン」と命名され、CO₂を吸収する新しい選択肢として提示されました。干潟の材料にHiピーズを利用すると、その表面が海藻類で覆われて、光合成によりCO₂を吸収することで海底に炭素が固定され「ブルーカーボン効果」を発揮することが期待されています。



特徴

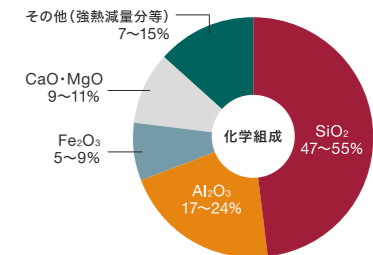
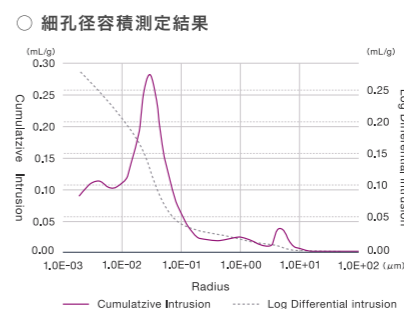
石よりも軽量

粒子径は0～40mmで、天然砂よりも軽いのが特徴です。



吸排水性が高い

微細な穴がたくさん空いている多孔質のため、スポンジのような働きをします。



項目	Hiピーズ	ゼオライト
気孔率	40%	33%
平均細孔半径	0.011μm	0.008μm

石炭灰を循環資源とする製品(Hiピーズ)の製造設備

- 【製造拠点】
- 製造箇所：島根県浜田市三隅町岡見1810(中国電力株三隅発電所構内)
(製造箇所は新小野田発電所より2016年度に移転)
- 製造方法：転動造粒方式
- 基本配合：石炭灰100に対し、高炉セメント10～15%、水量20～25%
- 製造能力：6万m³/年、200m³/日
- 貯蔵量：4万m³(構内、構外仮置場に貯蔵)



Hiピーズ製造設備

【Hiピーズ製造工程】材料混合・造粒 ⇒ 養生仮置 ⇒ 製品加工 ⇒ 製品仮置 ⇒ 出荷

品質・規格

品質項目	単位	試験方法	規格値	備考
土粒子の密度	g/cm ³	JIS-A-1202	2.1~2.4	沖積粘土2.5~2.75、砂質土2.6~2.8、水砕スラグ2.6~2.9
乾燥密度	g/cm ³	JIS-A-1225	0.8~1.1	沖積粘土0.5~1.4、砂質土1.2~1.8、水砕スラグ0.8~1.1
湿潤密度	g/cm ³	JIS-A-1225	1.0~1.4	沖積粘土1.2~1.6、砂質土1.6~2.0、水砕スラグ0.9~1.3
含水比	%	JIS-A-1203	15~35	
粒度(ふるい)	%	JIS-A-1204	粒径加積曲線参照	
透水試験(40mm以下製品対象)	m/s	JIS-A-1218	1.04×10 ⁻² m/s(0Ec) 4.99×10 ⁻⁷ m/s(6Ec)	
最適含水比	%	JIS-A-1210	40~50(5mm以下) 20~30(40mm以下)	
吸水率	%	JIS-A-1110 JIS-A-1109	15~25	水砕スラグ0.5~3.0
三軸圧縮強度(内部摩擦角)(40mm以下製品対象)	度	JGA 0524	35以上(0Ec) 45以上(6Ec)	礫質土35°、砂質土30°、水砕スラグ35°
圧潰強度	MPa	JIS-Z-8841	1.2以上	
重金属の溶出試験	-	海洋汚染基準(昭和48.2.17総令6)	基準値以下	陸上利用の場合は「土壌の汚染に係わる環境基準」を満足すること

注) 湿潤密度、乾燥密度は最大乾燥密度(最適含水比)の90%密度に突き詰めた値である。

取得特許・認定等

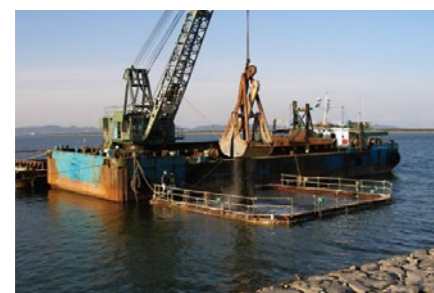
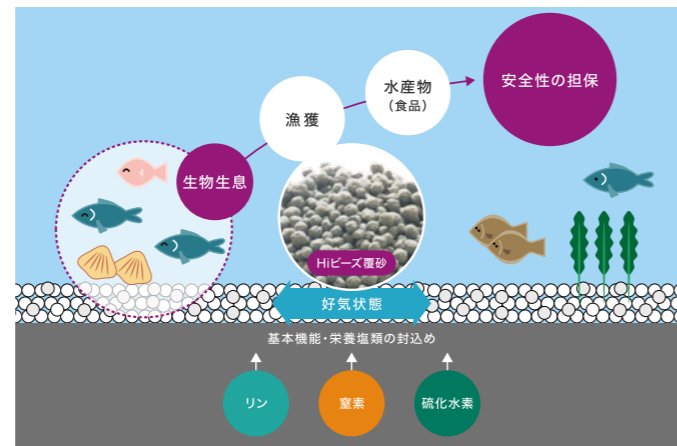
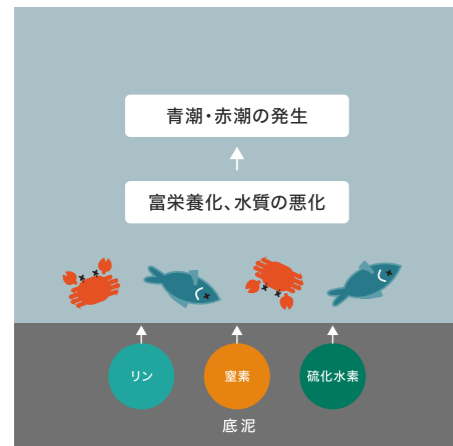
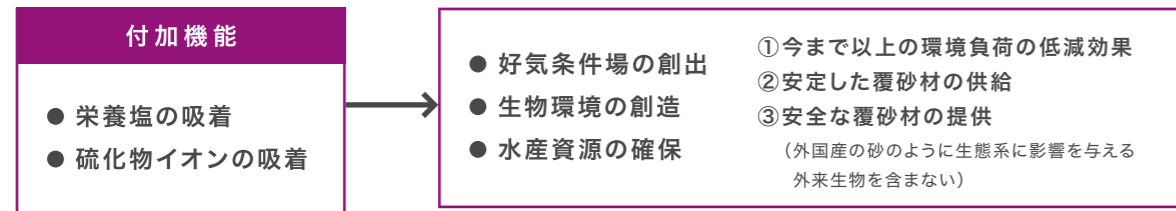
- 環境省環境技術実証事業(ETV) 閉鎖性海域における水環境改善技術分野 石炭灰造粒物(Hiピーズ)による海域環境の改善技術(実証No.090-1001)
- しまねグリーン製品+(プラス) Hiピーズ(認定番号13-2)
- 平成30年度「科学技術分野の文部科学大臣表彰」の「科学技術賞 開発部門」受賞 業績名「石炭灰造粒物を用いた水域底質改善材の開発」
- 東京都港湾局「新材料・新工法」への選定・登録(登録番号30001)
- 令和3年度「土木学会環境賞」の受賞 業績名「石炭灰造粒物による沿岸域の水底質環境改善プロジェクト」
- 国土交通省 公共工事における新技術活用システム(NETIS):旧登録情報 環境修復用の砂代替材(Hiピーズ)(登録No.SKK-120002-A) Fineピーズ(登録No.SKK-120003-A)



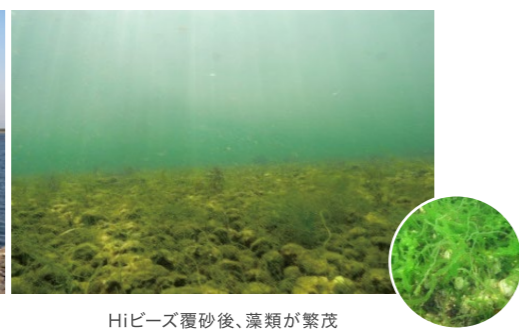
環境修復材【覆砂】としての活用



瀬戸内海等の閉鎖性海域では、富栄養化とそれに伴う赤潮、貧酸素水塊等の課題に対応するため、底泥からの栄養塩類の溶出抑制を目的とし、有機汚濁の進んだ海底泥の浚渫や覆砂等の底質改善が必要です。しかし、新たに発生する汚泥の処理の問題や瀬戸内海における海砂採取の全面禁止に伴い覆砂材料の確保が困難になってきています。このため、天然砂と比較し、溶出抑制機能に優れ、生物生息環境改善および有機粘土(ヘドロ)浄化に有効である底質改善材「Hiヒーズ」を活用することが有効です。Hiヒーズは多孔質であり、砂に比べて軽量です。このため、軟弱な海底地盤に敷設しても砂に比べ沈下が少なく、覆砂効果の持続性が期待できます。



覆砂工事施工状況

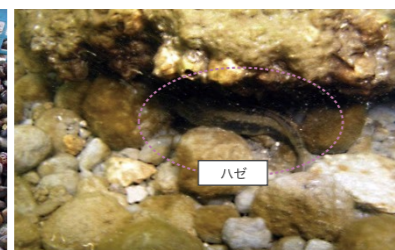


Hiヒーズ覆砂後、藻類が繁茂

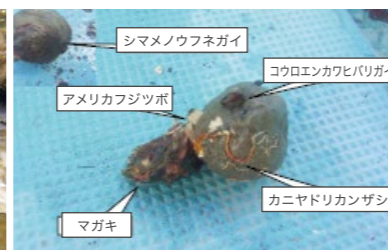
生物生息環境改善(例)



Hiヒーズ区で収穫されたアサリ



Hiヒーズ区に生息する生物

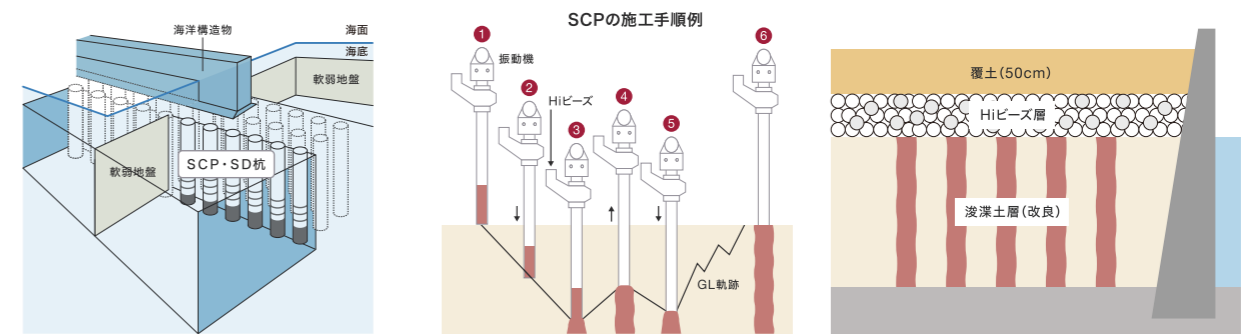


Hiヒーズに着生する生物



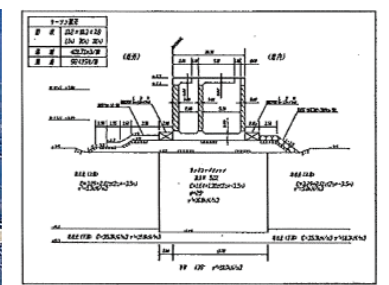
地盤改良材としての活用

内部摩擦角(ϕ)は $\phi \geq 45^\circ$ と大きい値です。低置換・高置換改良SCP、液状化対策SCPおよびSDとしての実績があります。



サンドコンパクションパイル(SCP)材・サンドドレーン(SD)材への活用例

Hiヒーズの利用は、海砂と同様な改良効果があるとともに、施工に関しても従来の海砂と同様です。



小野田港本港地区防波堤設計断面



小野田港防波堤、刈屋漁港工事 SCP施工状況



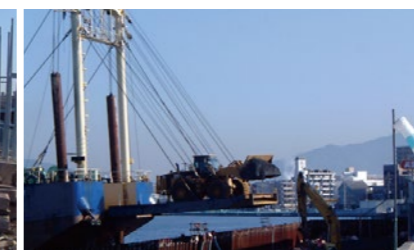
大竹地区埋立地SD工事 SD施工状況

敷砂材への活用例

通常の砂と同様に覆砂材としても使用できます。また、砂に比べ2~3割程度軽量であることから、下層が軟弱な場合の沈下防止にも効果があります。



高潮対策堤防工事築堤材の下層に敷設(トラフィカビリティー確保)



埋立地敷砂(重機作業床)



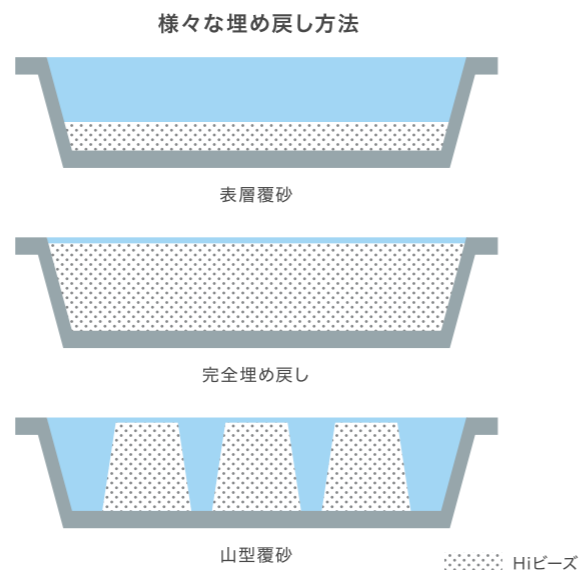
浚渫地埋め戻し材への活用

浚渫地とは、干拓・淡水化事業や陸地造成の際に、土砂を掘り出した後に出来た窪地のことで、全国各地に点在しています。これらの窪地の多くは水深が深く、水の交換性が悪いため貧酸素水塊が形成されることで有害な硫化水素や過剰な栄養塩が溶出しており、問題となっています。

このため、浚渫地は埋め戻し等の対策が必要となっており、その埋め戻し材としてHiビーズを活用することが有効です。Hiビーズは硫化物イオンや栄養塩を吸着する特徴があります。このため、硫化水素や過度な栄養塩の発生を抑制するなど、底質環境改善効果が確認されています。

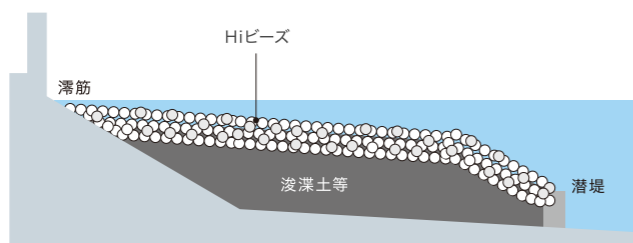


埋め戻し工事施工状況

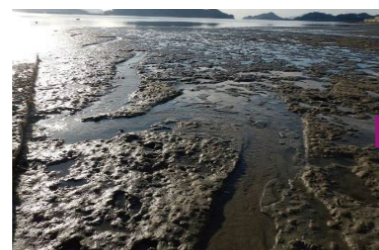


干潟造成材への適用

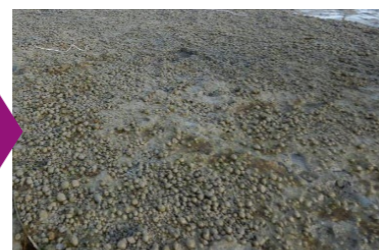
瀬戸内海沿岸域の浅場は高度経済成長期に減少し、豊かな生態系を育む干潟が減少しました。この問題に対応するため人工干潟を造成し、干潟に生息する生物を呼び戻す試みが行われています。Hiビーズは砂より軽いため、軟弱な地盤のうえにも干潟を造成することができ、シリカを溶出するため、藻類の着生を促します。このため、Hiビーズは底質が悪化した地盤の上にも干潟を造成することが出来る材料として、その適用性を確認しています。



干潟造成の工事状況



Hiビーズ敷設前の干潟



Hiビーズ敷設後の干潟



アマモ育成基盤としての活用

宇品海岸(広島湾内)でのアマモ育成実施試験

広島湾宇品地区の海岸に施工したHiビーズ基盤実験区(浅場での生物棲息場の造成技術)にできた生態系および海藻が繁茂した場でのHiビーズ基盤の状況



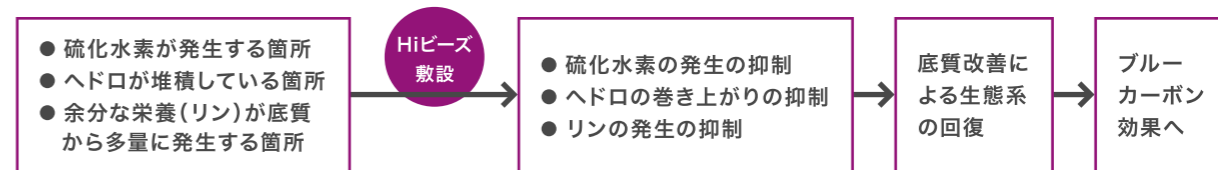
アマモの定着のみならず、Hiビーズ基盤境界には多量の海藻が繁茂している。アマモの定着した周辺の地盤上には粗粒分が堆積するとともに、細粒分はHiビーズ基盤内に沈降している。



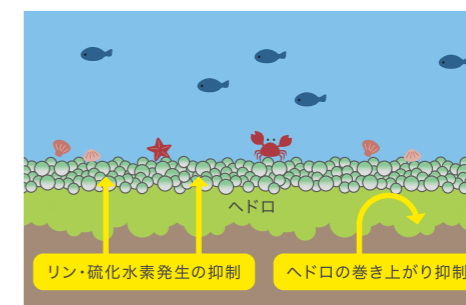
ブルーカーボンへの取り組み

ブルーカーボンとは、海の生態系によって吸収・固定される炭素のことで、このような作用を有する生態系をブルーカーボン生態系といいます。干潟にはブルーカーボン生態系としての役割があり、Hiビーズで造成した干潟にもブルーカーボン効果があることを期待し、現在その効果の検証に取り組んでいます。

ブルーカーボン効果が期待できる場所



福山港内港で造成した干潟



Hiビーズ干潟におけるブルーカーボン効果のイメージ図