

研究成果報告書

研 究 題 目		石炭灰造粒物（Hi ビーズ）を用いた広島湾沿岸域でのカキ養殖場を対象とした効果的な小規模施工技術の開発	実 施 年 度
			2023 年度
代 表 研 究 者	所 属	広島大学大学院 先進理工系科学研究科研究科	
	氏 名	日比野 忠史 印	
1. 研究の目的・背景 (研究の背景) 広島湾奥部など閉鎖性の強い海域では、様々な物質が流入・集積・滞留しやすいため、貧酸素水塊の発生等による水質や底質の悪化が問題となっている。従来の底質改善手法として覆砂や浚渫が挙げられるが、新たに沈降する有機物により、その効果が減少しやすく長期的に見ると費用対効果が低くなるという欠点がある。近年、循環型社会形成推進の一環として産業副産物の再利用が進められており、石炭灰造粒物（Hi ビーズ）を用いた海域環境の改善技術が着目されている。Hi ビーズは環境再生が多々なされており、例えば福山内港に堆積した下水汚泥の悪臭、生態系悪化の問題を解決するなど成果を挙げている。しかしながら、Hi ビーズの散布には Hi ビーズ輸送～散布（施工）に多額の費用が必要であり、漁業組合や地方自治体等が単独で行うことが困難になっている。 具体的には、効率的な Hi ビーズ散布は 10,000m³ を単位としての実施であり、小規模な散布では輸送効率が低いために費用が高額になる。さらに、Hi ビーズの表面の平坦構築が要求されることが多く、施工時間が長くなるため、傭船費（工事費）が高額になる。本研究で行う 1000m³ 単位の施工では散布形状はグラブでの単純落下散布で行うため費用を抑えることができるが、形状による底質浄化効果は未知である。 (研究の目的) 本研究では、施工費用を抑えることができるグラブでの単純落下散布で石炭造粒物を海底に散布した。その散布方法については2種類の方法を検討し、それぞれの手法における散布後の形状や海底環境改善効果について検討した。Hi ビーズの散布により、珪藻の生産場を造成し、硫化水素などの有害物質を除去することから、漁場の造成、底質環境の再生など経済的な施工法により水産業、公共事業で幅広い活用が可能となる。本研究で Hi ビーズの経済的な散布技術を確立することで、Hi ビーズの活用の促進が期待できる。			

2. 研究成果及び考察（申請時の計画に対する達成度合を織込む）

○Hiビーズの散布

広島湾北東海域のカキ養殖場付近においてHiビーズの散布を2023年3月16日に実施した。本研究においては、散布方法の違いによる散布後の形状や海底環境改善効果を比較するために山連型散布と山型散布（以後、それぞれ山連型と山型と呼ぶ）の2種類の方法でHiビーズを散布した。1山のグラブ施工で 20m^3 、それを9列×5山実施して山連型散布では 900m^3 、山型散布では山連型から25m離れた位置に1山のグラブ施工（ 20m^3 ）を7.4m離れた場所に5箇所散布して 100m^3 を散布した。合計で $37\text{m} \times 114\text{m}$ の範囲にHiビーズを 1000m^3 散布した。

○散布直後の海底形状

散布直後のHiビーズの散布状況については2023年3月16日に調査船を用いたシングルビーム方式の測深により計測した。山連型散布のため、散布前後の海底高さは最小で6cmの減少、最大で115cmの増加であり、全体の平均の増加量は30cmであった。9列×5山のエリアには 900m^3 のHiビーズが散布されたことになるが、散布した面積（ $66.6\text{m} \times 37\text{m}$ ）に平均厚さ（0.3m）をかけると 739m^3 となり、 900m^3 の散布に対して 739m^3 が海底上に出ていることから、泥層への入り込みは5～6cm程度であると計算できる。

○散布9か月後の海底形状

2024年2月2日にダイバーによる潜水調査を実施した。山型散布においては、降りた地点から3mの円形探索では1周全てでHiビーズを確認した。中心から6mでの円形探索では、東側の5.5m地点でHiビーズが無くなっていることを確認したが、それ以外の地点ではHiビーズが確認された。降りた地点が山型散布の中心点かどうかは不明であるが、中心点だと仮定すると最低で2m以上Hiビーズが全方向に広がっていることがわかった。

山連型散布においては、南北方向に43m地点までHiビーズを目視で確認した。このことから、南北方向は37mの散布であったが、9ヶ月後には43mに広がっており、南端と北端で同程度の広がりを持つと仮定すれば3m広がっていることとなり、山型散布と同程度の広がりであることが予想される。また、泥の堆積を同時に確認したが、0～5cm程度であった。

○堆積泥へのHiビーズ効果

2023年6月、2024年2月の潜水調査においてHiビーズ層内の泥を採取し、示差熱重量分析や間隙水中のイオン濃度などを計測した。顕著に差が表れたのはHiビーズ層内の間隙水のpHで、周辺堆積泥は7.7に対し、Hiビーズ層内は8.86であり、酸性化の抑制がヘドロ（有機物）の分解促進につながる。

○まとめ

山連型散布と山型散布どちらにおいても散布したHiビーズは流れによって海底に広がり、山連型散布では散布範囲に加えて3m程度広がって海底を覆うことができる。また、堆積泥に対しては散布から9か月経過後においても間隙水の酸性化抑制効果が確認された。このことから、本研究は申請時の施工時間の短縮を目的とした単純落下散布による施工後の断面変化、堆積泥へのHiビーズ効果について明らかにすることができたため、達成度合いは100%である。

3. 経費の使用状況（申請時の計画に対する実績を記述）

	計画	実績（単位：万円）
消耗品費	10	17
その他		
音探測量	70	0
潜水作業	50	30
データ整理等	0	83
計	130	130

消耗品費：分析に必要な消耗品を購入した。

音探測量：Hi ビーズが短期間で平坦に広がっており，当初予定していた音探測量では 10cm 以下の高低差を測定できないことから，ダイバーによる直接計測を実施した。

データ整理等：現地調査と採取した海水や泥の分析については学生とポスドク（2 ヶ月雇用）に依頼して実施した。

4. 将来展望（今後の発展性、実用化の見込み等について記述）

本研究結果より，グラブによる単純落下散布で 1000m³ 規模の Hi ビーズの海底散布が可能であることを明らかにした。また，散布直後は凹凸があるものの，潮流の効果で従来手法と同様に海底に広く広がり，一定の敷設厚さを確保できた。Hi ビーズ散布後，都度レッド測量による出来形管理を実施した場合，他地点での実績を考慮すると，1 日の施工数量は約 5～600m³ であるが，今回実施したレッド測量を実施しない単純落下散布では，1 日で 1000m³ の施工を完了させたことから，単純落下散布による施工時間の短縮が可能であることから明らかとなった。そのため，船舶の拘束時間を低減できることから，施工費用は安価となる。今後は山形散布された Hi ビーズの潮流（海底の流速）と Hi ビーズの移動特性を検討することで，海底だけでなく潮流の影響が少ない湖底などにおいても本技術を用いた施工が可能になる。また，Hi ビーズ層内に堆積した泥に対するブルーカーボン効果等については長期的に発現する可能性が高いため，経年的に継続調査を実施することで堆積泥に対する効果を明確にすることができる。

5. 成果の発表（学会での発表、学術誌への投稿等を記載。予定を含む）

これらの研究成果をまとめ、海洋開発論文集に投稿予定である。