

全体概要

実証対象技術	腐植質有機酸と複合ミネラルからなるセラミックを用いた水質及び底質浄化技術
実証申請者 所在地	（会社名称）株式会社 Santa Mineral （所在地）東京都港区浜松町二丁目6番4号 ガリシア浜松町1401号
実証機関 所在地	（会社名称）株式会社 MAcS （所在地）神奈川県横浜市西区平沼2-4-22 ジュネスササキ202
実証機関	株式会社 MAcS
試験機関	日本ミクニヤ株式会社
実証期間	令和6年6月27日～令和6年12月24日
技術の目的	植物由来の複合ミネラル微粒子を含む炭酸カルシウム材料に、腐植質及び鉄などの遷移金属元素含有材料、植物性微量元素を含む材料を混合、作成し、対象水域の水質・底質に投入することで、水中・底質中の腐敗有機物を継続して加水分解させ、併せて不足するミネラル（元素）を供給し、水棲生物の生態系循環を創造する。

1. 実証対象技術の概要

1.1 技術の目的及び原理（環境保全・改善効果）

本技術の原理と目的は以下の通りである。

- ・植物由来の複合ミネラル微粒子を含む炭酸カルシウム材料①は、起電性と赤外線放射性を有し水を還元性優位にイオン化することで、水中の腐敗有機物を加水分解（溶媒和）して無機化が進行し、水質浄化させる。
- ・腐植質及び鉄などの遷移金属元素含有材料②は、材料①と混合して使用する。太陽光照射により腐植質近傍に発生した過酸化水素を、鉄などの遷移金属元素の触媒作用でフェントン反応を励起し、活性酸素ヒドロキシルラジカルに変化させ、この酸化分解作用でヘドロなどの難分解性有機物や残留農薬などの有害化学物を分解除去する。材料①の還元活性作用との併用によりフェントン反応を繰り返し発生させることで、分解浄化を継続することが出来る。
- ・植物性微量元素を含む材料③は材料①と混合して使用する。河川海洋の水質汚染の改善過程に伴い、水棲生物の生育において光合成や体内酵素生合成の観点から不足しているミネラル(元素)或いは、存在する化学成分と結合し生物活用不可の状態のミネラル(元素)がある場合、これを補充し海藻類の育成定着と共に魚介類などが安定的に生息できる水質とすることが出来る。
- ・対象水域の水質と底質を分析し、その結果に応じ改善のためのセラミックを材料①、②、③を混合、作成し、投入することで水棲生物の生態系循環を創造することが出来る。

1.2 機器の構成及び仕様等

本技術の仕様は以下の通りである。

商品	作用原理	効果
水質浄化用セラミック(S-M)  サイズ：25～30mm角（粒径は調整可） 比重：約2.5	起電性と電磁波放射性により、水を電気分解して還元優位にイオン化する	水中の有機物を加水分解する
水質底質浄化用セラミック(RS-CC)  サイズ：10～20mm（粒径は調整可） 比重：約2.2	フェントン反応による触媒作用で、活性酸素ヒドロキシルラジカル・OHが発生	ヘドロなどの有機物を酸化分解し、除去する
水質底質活性ミネラル補充用セラミック(S-D-ALL)  サイズ：5～10mm（粒径は調整可） 比重：約2.0	湖沼、海洋の水質底質に不足する微量元素を水溶性の活性化状態で供給する	水棲植物の定着と増殖、魚介類の健全成長、病害抵抗性の強化などの対策

1.3 技術の特徴（メリット）等

本技術の特徴を以下に示す。

- ①太陽光照射により腐植質近傍に発生した過酸化水素を、鉄などの遷移金属元素の触媒作用でフェントン反応を励起し、活性酸素ヒドロキシルラジカルに変化させ、この酸化分解作用でヘドロなどの難分解性有機物や残留農薬などの有害化学物を分解除去する。
- ②ミネラルの還元活性作用によりフェントン反応を繰り返し発生させることで、分解浄化作用を長期間持続することが出来る。

1.4 設置条件及びコスト等

使用方法：水質底質の状態分析により、3種のセラミックの割合と使用量を決定する。

設置例）セラミックをポリエチレン製ネット袋に入れて設置する。各袋は海上等に流出しないように固定棒で海底（湖底）に固定、あるいは船等から海底に投入、設置する。

2. 実証の概要

2.1 実証の目的

腐植質有機酸と複合ミネラルからなるセラミックを、対象水域の水質・底質に投入することで、水中・底質中の腐敗有機物を継続して加水分解させ、有機汚濁が進行した底質に対し、底質改善効果を有しているかを検討することを目的として実証した。

2.2 性能を示す項目及びその目標とする値

実証項目	目標水準
全硫化物	対照槽と比較して試験槽が低い
間隙水中の硫化水素	対照槽と比較して試験槽が低い
有機物量	対照槽と比較して試験槽が低い

2.3 実証（試験）場所

実証場所	長崎県大村市杭出津1丁目
管理者	大村市漁業協同組合

2.3 実証期間（スケジュール）

	2024年												2025年				
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月						
事前調査		15	27														
技術の設置			27														
現地調査			28		30		23	18	26		29		25		24		
追加投入									26								
結果整理																	
とりまとめ																	
技術実証検討会					18												13

3. 実証結果と考察

3.1 実証結果

3.1.1 底質調査

(1) 全硫化物

試験開始時の6月28日および7月30日において、試験槽1（水槽①）と対照槽1（水槽②）の平均値の差を確認したところ、統計的には有意な差は認められなかった。

採泥方法を変更した7月30日を初期値とし、セラミック追加投入前の8月23日～9月26日、追加投入後の10月29日～12月24日の期間で比較した結果、統計的には、両期間において試験槽1（水槽①）と対照槽1（水槽②）の平均値に有意な差が認められた。

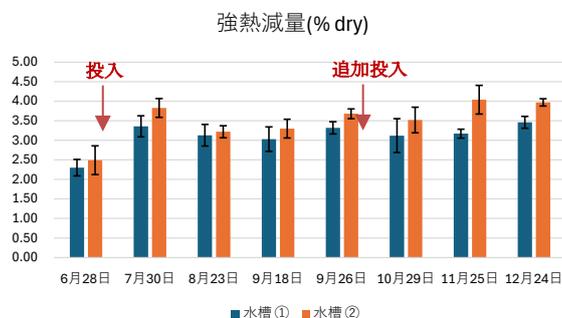


図 全硫化物分析結果

(2) 硫化水素（間隙水）

試験開始時の6月28日および7月30日において、試験槽1（水槽①）と対照槽1（水槽②）の平均値の差を確認したところ、統計的には有意な差は認められなかった。

採泥方法を変更した7月30日を初期値とし、セラミック追加投入前の8月23日～9月26日、追加投入後の10月29日～12月24日の期間で比較した結果、統計的には全ての期間において試験槽1（水槽①）と対照槽1（水槽②）の平均値に有意な差が認められなかった。

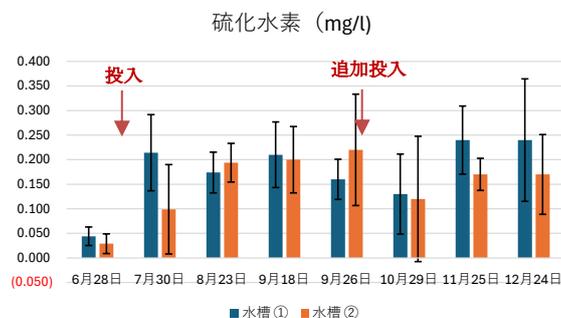


図 硫化水素（間隙水）分析結果

(3) 有機物量（強熱減量、TOC、泥厚）

試験開始時の6月28日および7月30日において、試験槽1（水槽①）と対照槽1（水槽②）の平均値の差を確認したところ、統計的には有意な差は認められなかった

採泥方法を変更した7月30日を初期値とし、セラミック追加投入前の8月23日～9月26日、追加投入後の10月29日～12月24日の期間で比較した結果、統計的には、セラミック追加投入前では有意な差は認められなかったが、セラミック追加投入後において有意な差が認められた。

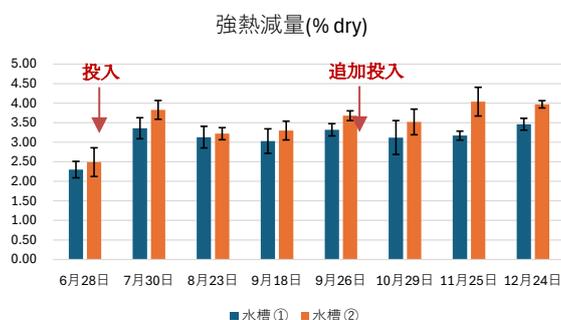


図 強熱減量分析結果

TOC、泥厚についても試験開始時の6月28日および7月30日において、試験槽1（水槽①）と対照槽1（水槽②）の平均値の差を確認したところ、統計的には有意な差は認められなかった（TOCは7月30日のみ）。

7月30日を初期値とし、8月23日～12月24日の全期間、セラミック追加投入前の8月23日～9月26日、追加投入後の10月29日～12月24日の期間で比較した結果、統計的には、セラミック追加投入前では有意な差は認められなかったが、セラミック追加投入後において有意な差が認められた。

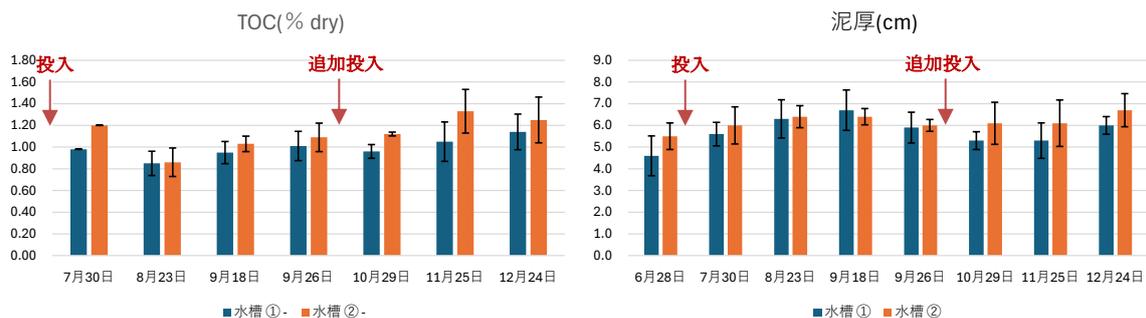


図 TOC・泥厚分析結果（左図：TOC、右図：泥厚）

3.1.2 底生生物調査（詳細は本編 p48 参照）

6月から12月にかけて、種数、個体数、湿重量の増加がみられたが、試験槽と対照槽の間で明確な差は見られなかった。

3.1.4 自主調査（光応答反応試験）（詳細は本編 p52 参照）

実証試験槽において光応答反応の検出を数度試行したが、目的元素濃度が検出濃度近傍で検証が困難であったため、海水中のセラミック濃度を増大したラボ実験で、光応答フェントン反応の作用機序の検証を行った。

結果より、光照射による H_2O_2 の増加、 Fe^{2+} の減少、 Fe^{3+} の増大が見られ、フェントン反応の進行が確認された。また、暗夜での H_2O_2 の減少、 Fe^{2+} の増大、 Fe^{3+} の減少がみられ、 Fe^{2+} の再生・循環が確認された。併せて、光照射と暗夜の繰り返しによる反応循環も確認された。

以上より、海水中においても、RS-CC の光応答によるフェントン反応の発生と、 $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$ への還元（再生・繰り返し）の作用機序が発現することを検証できた。

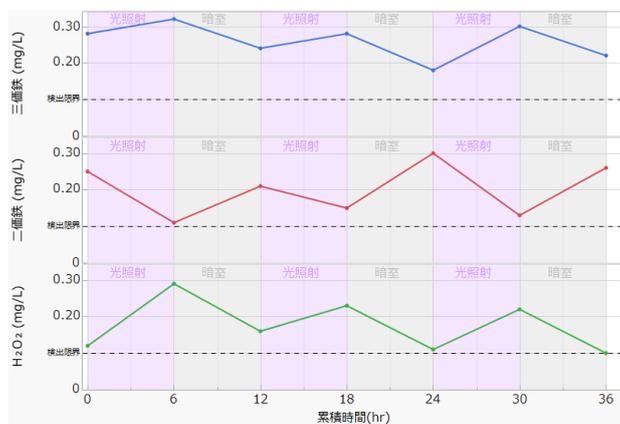


図 反応抑制した RS-CC 材での光応答フェントン反応試験結果

3.1.5 自主調査（付着生物調査）

試験槽 1（水槽①）の側面において、フジツボ類の個体数が対照槽 1（水槽②）よりも多く、殻口径の分布より 11 月から 12 月にかけてフジツボの生育促進が確認された。

また、試験槽 1（水槽①）において緑藻の生育被度が大きく、いずれも対照槽 1（水槽②）と比較して生育が顕著であった。

3.2 まとめ

【全硫化物】

試験期間を通してみると、試験槽1（水槽①）と対照槽1（水槽②）の全硫化物の平均値に有意な差が認められた。このことから、堆積している有機泥に対して、底質中の全硫化物を低下させる効果が確認された。

【間隙水中の硫化水素】

試験期間を通してみると、試験槽1（水槽①）と対照槽1（水槽②）の間隙水中の硫化物の平均値に有意な差は認められず、堆積している有機泥の間隙水中の硫化水素を低下させる効果は確認できなかった。

【有機物】

本試験では、強熱減量、TOC、泥厚の3項目を有機物量の指標として試験した。

試験結果より、試験期間を通してみると3項目ともに、セラミック追加投入後において、試験槽1（水槽①）と対照槽1（水槽②）の平均値に有意な差が認められた。このことから、堆積している有機泥に対して、底質中の有機物量を低下させる効果が確認された。

以上より、本技術は有機泥が堆積する環境において、底質中の有機物量及び全硫化物を減少させることに有効であると言える。

実証項目	目標水準	評価
全硫化物	対照槽と比較して試験槽が低い	○
間隙水中の硫化水素	対照槽と比較して試験槽が低い	有意差なし
有機物量	対照槽と比較して試験槽が低い	○

なお、試験槽2（水槽③）、対照槽2（水槽④）を設定し、新生堆積物に対する効果の確認を行ったが、試験槽と対照槽の間に有意な差はみられず、効果は確認されなかった。全硫化物、有機物量、硫化水素のいずれも含有量が小さく、効果を実証するだけの差が生じなかったと考えられる。

4. 参考情報

注意： このページに示された情報は、技術広報のために全て実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

4.1 製品データ

項目		実証申請者又は開発者 記入欄	
製品名・型番		水質底質浄化用セラミック（S-M、RS-CC、S-D-ALL等）	
製造(販売)企業名		株式会社 Santa Mineral	
連絡先	TEL/FAX	TEL : 03-6450-1905	FAX : 076-282-9158
	Web アドレス	https://santamineral.com/	
	E-mail	service@santamineral.com	
設置・導入条件		水質底質の状態分析により、3種のセラミックの割合と使用量を決定する。 設置場所は、富栄養化した湖沼、海域及び汽水域や干潟が有効である。	
必要なメンテナンス		設置後のメンテナンス不要	
耐候性と製品寿命等		設置環境により変動するが、設置後の製品寿命は概ね2年間	
施工性		設置例) 設置区域において、セラミックをポリエチレン製ネット袋に入れて設置する。各袋は流出防止用の固定棒で海底（湖底）に固定する。あるいは、船等から海底に投入、設置する。	
設置期間		設置環境に合わせて設定する	
コスト概算 (条件：本コストは現場環境や実施規模により変動するため最小単位100㎡当たりの参考値)		イニシャルコスト	
		土木費	施工条件による
		合計	200,000円（参考値）
		メンテナンスコスト	
			0円
		合計	0円

4.2 その他メーカーからの情報

・導入実績

長崎県大村市 大村公園桜田の堀の水質浄化事業（2018年）

長崎県大村市 大村湾松山団地地先の水質浄化事業（2018～2024年）

東京大学附属牧場排水処理溜池の浄化（2019年）

台湾 龍門中学校溜池の浄化（2022年） 他多数

・特許：特許7381147 底質水質浄化材及びその製造方法、並びに底質及び水質の浄化方法