HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	DEVELOPMENT OF AN ECO-FRIENDLY APPROACH FOR COASTAL EROSION PROTECTION USING BIO-MEDIATED TECHNOLOGY [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Imran, Md Al
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14682号
Issue Date	2021-09-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/83263
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Imran_Md_Al_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (工学)　氏名　Imran Md Al

審査担当者　主　査　教　授　川崎 了
副　査　教　授　五十嵐 敏文
副　査　教　授　佐藤 努
副　査　准教授　中島 一紀

学位論文題名

DEVELOPMENT OF AN ECO-FRIENDLY APPROACH FOR COASTAL EROSION PROTECTION USING BIO-MEDIATED TECHNOLOGY
(バイオメディエーション技術を用いた海岸侵食対策のための新しい環境配慮型アプローチの開発)

世界中で海岸侵食が大きな問題となっている。従来の対策では限界があるため, 持続可能で環境に優しい代替技術が必要されている。その代替技術として,MICP(Microbial Induced Carbonate Precipitation) や EICP(Enzyme Induced Carbonate Precipitation) などの生物化学的固化技術が世界中の研究者に注目されている。MICP は, ウレアーゼ酵素の生物化学反応により炭酸カルシウムが析出し, これが土粒子間の主要なセメント物質となり, 対象とする地盤材料の物理的特性 (強度・剛性) を向上させることができる。本研究の目的は,MICP と EICP の特徴を区別化することで, 海岸侵食対策の新たな代替策と効果的な対策としての MICP の実現可能性を評価することである。また, ギリシャなどの地中海諸国の海岸侵食対策として, 安価で環境に優しく持続可能な方法で人工ビーチロックを形成させるのに有用, 適切で実現可能な条件と方法を見出すことを目的とする。さらに, 地盤材料の強度と耐久性を高めるために, 新たな生物機能の利用技術として, 天然のジュート繊維とスイカの種を使用した。本研究で得られた知見は, 海岸侵食対策やその他の生物工学の実務的応用において重要な情報源になると期待される。

第 1 章は本研究の序論であり, 本研究の背景, 範囲, 目的, 独創性, および意義を紹介した。

第 2 章では, 生物を利用した海岸侵食対策の様々な側面,MICP と EICP の原理, そして海岸侵食対策との関係性について体系的にまとめた文献調査の結果を述べた。

第 3 章では, 自然の尿素分解菌を用いた MICP の基礎的な生物化学的調査を実施した。単離された菌株のウレアーゼ活性を, 全細胞, 上清, 細胞ペレットに着目して評価し, 種々の環境条件 (温度,pH, 培養時間など) について調査した。また, その結果に基づいて砂のシリンジ固化試験を行い, 固化の程度を針貫入試験で定量的に評価した。その結果, 同定された菌株のウレアーゼ活性は環境条件に依存しており, さらにウレアーゼは培養液中に放出されずに細胞内と細胞表面上に分布し, 主に細胞ペレットがウレアーゼ活性を示すことが明らかとなった。

第 4 章では, ウレアーゼの供給源として微生物を使用する MICP の主な適用限界を取り上げ, EICP に用いるウレアーゼの供給源としてスイカの種子 (乾燥および発芽したもの) を粉砕・混合したものを使用した。また, そのウレアーゼ活性を様々な環境条件 (温度,pH など) で調べ, 炭酸塩の析出傾向を検討した。さらに, 供試体の一軸圧縮強度 (UCS) に対する塩化マグネシウムの使用効果と使用後の変化について検討した。その結果, カルシウムとマグネシウムのモル比を小さくすると

供試体の UCS が大幅に向上するため, 種々の生物地盤工学的応用において重要であることが示唆された。

第 5 章では, 植物由来の天然ジュート繊維を MICP 処理した砂に添加した場合の効果を調べるために, 繊維を添加して MICP 処理した供試体の強度と, 蒸留水 (DW) と人工海水 (ASW) で乾湿繰返しを実施した後の耐久性を調査した。その結果, ジュート繊維を添加すると,MICP により固化した砂供試体の強度が向上した。また, 耐久性に関しては,DW よりも ASW による損傷が顕著であったが, 繊維の混入は MICP 処理した供試体の強度向上と耐久性向上に重要な役割を果すことがわかった。

第 6 章では, 繊維を添加した EICP について, 強度と耐久性の向上という観点から両特性を調査した。また,EICP 処理した供試体の耐久性を把握するために,DW と ASW を用いて乾湿繰返しの影響について調査した。その結果, 繊維長よりも繊維量の方が EICP 処理した供試体の力学特性に大きく影響することがわかった。また, 耐久性については,DW よりも ASW による損傷が顕著であった。

第 7 章では,MICP 法と EICP 法の大きな違いと, そのメカニズムについて考察した。また, 本研究で得られた成果を踏まえ, 効果的な海岸侵食対策の新しい方法論を提案した。

第 8 章は結論であり, 各章で得られた知見をまとめると同時に, 今後の課題を提示した。

これを要するに, 著者は, 持続可能な海岸侵食の対策技術を新たに開発するため, 現地に生息する尿素分解菌の機能と天然由来の安価な資材を用いた海岸地盤固化に関する実験的検討を行い, 固化した地盤の強度と耐久性に関して得た新知見をもとに低環境負荷で新しい地盤固化技術を提案しており, 環境地盤工学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって著者は, 北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格があるものと認める。