

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25740042

研究課題名(和文) アルカリ性材料を用いた浚渫土の資源化技術の開発

研究課題名(英文) Development of technology for resourcing of dredged soil using alkali material

研究代表者

金 キョンヘ (Kim, Kyunghoi)

広島大学・工学(系)研究科(研究院)・特任助教

研究者番号：80577859

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では浚渫土とアルカリ性材料を混合しリン資源として利用できる新たな技術を開発した。

アルカリ性材料と浚渫土の混合により、酸性浚渫土の中和、間隙水中の栄養塩の減少、有毒物質である硫化水素の除去などが確認できた。浚渫土とアルカリ性材料の混合物を腐葉土に被覆した地盤でトマト成長は腐葉土のみの地盤でのトマトの生長速度と変わらなく、リン資源として利用できる可能性があると結論つけることができた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop technology on resource of phosphorus using mixture of dredged soil and alkali materials. We can find neutralization of acidic soil, reduction of nutrients in the pore water and removal of hydrogen sulfide. Growing rate of tomato in the dredged soil and alkali materials mixture covering humus ground is as faster as tomato grown in humus ground. From the results obtained above, we conclude that covering the mixture of dredged soil and alkali materials can be used as a phosphorus resource in the agriculture.

研究分野：沿岸環境復元

キーワード：浚渫土 リン資源 アルカリ性材料

1. 研究開始当初の背景

リンのほとんどはリン鉱石から得られているが、農業や工業で使用されたリンの回収は困難であり、その多くは海底に堆積している。リン鉱石は量が限られており、これから人間活動に絶対的に必要なリンの不足が問題に視されるようになってきた。申請者らは広島湾底泥の表層に年間日本に肥料として輸入されるリンの量の半分程度が堆積していることを明らかにした。高濃度のリンを含んでいる浚渫土は年間約 2,083 万 m³ (平成 20 年度) が発生しており、この浚渫土を肥料として使用できればリン資源の確保に革新的な開発になる。浚渫土の持つ毒性や浸透圧の問題の解決により浚渫土の利用価値は極めて高い。

多くの研究者から浚渫土の減量化、再資源化を目指し、浚渫土の脱水、固化技術の開発や建設材料、再生干潟地盤材などに利用するための技術の開発が進められてきたが、実用化までには至っていない。シルト分が多い浚渫土の再利用のほとんどが干潟材料に限られており、浚渫土の処理には限界がある。浚渫土を農業のリン肥料として利用するためには硫化水素の除去や強度の向上が必要になる。

一方、福島原発事故以降、火力発電への依存度が高く、火力発電から発生する石炭灰の処理にも莫大な経費が消費されている。石炭灰は木炭と同様の効果を持つと言われるアルカリ性材料である。申請者らはミチゲーション技術としてアルカリ性材料を海底のヘドロに混合することで、酸性的海底の中和、間隙水中の栄養塩濃度の低下、硫化水素の吸着および発生抑制効果があることを明らかにした。これらの効果に透水性を高めることで浚渫土の強度の増加(含水比の減少)を加えるが期待される。これらの技術を開発することで浚渫土の再利用率を高めることはもちろん、リン資源の確保することもできる。これらの技術を取り入れた結果として、アルカリ性材料を混合した浚渫土で植物を成長させることができる。

2. 研究の目的

本研究では浚渫土のリン資源として農業に使える資源化技術を開発することを目標にする。そのため造粒化したアルカリ性材料を利用し、還元的浚渫土の中和、間隙水中の栄養塩濃度の低下、硫化水素の発生および溶出の抑制できる技術を開発する。また、これらの結果を基に浚渫土とアルカリ性材料の混合物をリン資源として農業に使う方法を提案する。

3. 研究の方法

1) アルカリ性材料の混合方法による浚渫土

の性状変化

図 1、図 2 のように様々な方法で浚渫土とアルカリ性材料を混合し浚渫土の性状変化を確認した。ここで GCA はアルカリ性材料、LGCA は石灰混合アルカリ性材料を示している。

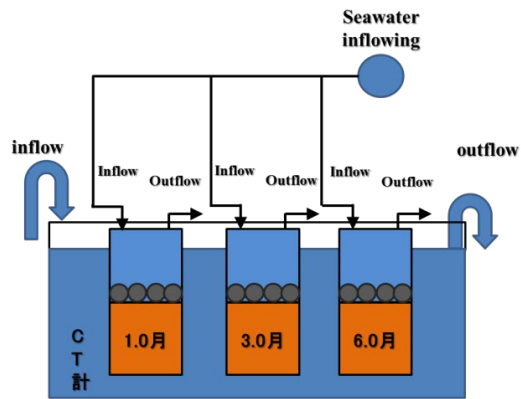


図 1. 実験概要

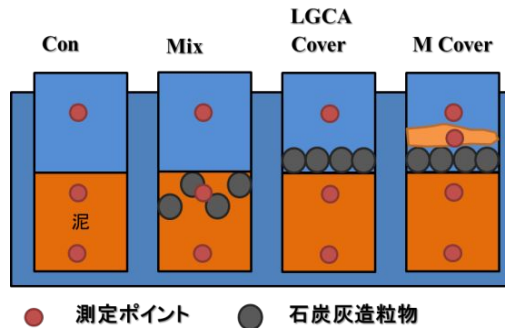


図 2. 実験ケース

2) リン資源として浚渫土とアルカリ性材料の混合物の適用方法の提案

浚渫土、アルカリ性材料、浚渫土とアルカリ性材料の混合物を腐葉土と混合、浚渫土に被服し、その地盤でトマトの生長速度を確認することで、リン資源として利用可能性を評価した。実験ケースは表 1 に示した。

表 1. 実験ケース (単位: L)

ケース	腐葉土	GCA	浚渫土	浚渫土
1	13	0	0	被覆
2	10	0	0	
3	10	1	2	
4	10	0	3	
5	10	3	0	
6	0	0	13	混合
7	0	3	13	
8	10	0	3	
9	10	1	2	
10	10	3	0	

4. 研究成果

1) アルカリ性材料の混合方法による浚渫土の性状変化

図3には泥のpH変化を示した。実験開始後、アルカリ性材料を適用による酸性状況の浚渫土のpHの上昇が確認できた。pHは最終的に7.8-8.1の範囲で維持されており、海水のpHに近くまで中和されたことが確認できた。

図4にリン酸の結果を示した。実験開始後アルカリ性材料を混合した実験でアルカリ性材料の混合していない実験よりリン酸濃度は1/2-1/3まで減少した。すなわち、アルカリ性材料はリン酸の除去に有効であることが確認できた。

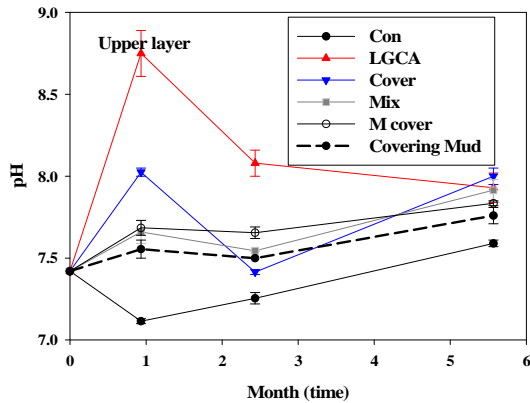


図3. pHの変化

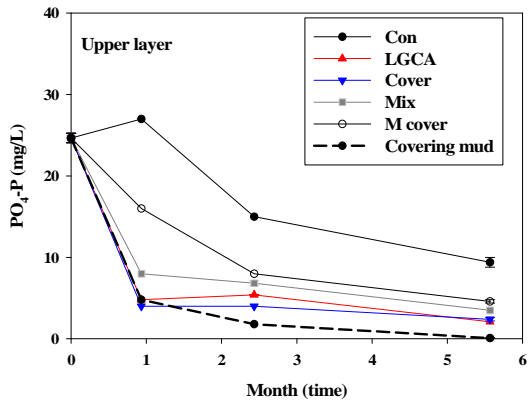


図4. リン酸濃度の変化

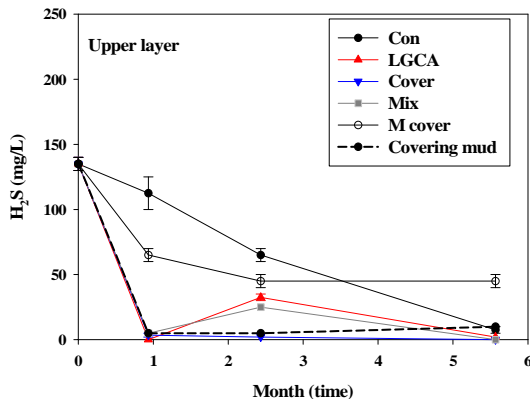


図5. 硫化水素の濃度変化

図5に硫化水素濃度を示している。アルカリ性材料の混合により硫化水素濃度は急激に下がり、Coverで硫化水素の除去量が最も多かった。pHの上昇は硫化水素を生成する硫化還元菌の活動を抑えるため、硫化水素濃度の減少に有効であることが予想される。

2) リン資源として浚渫土とアルカリ性材料の混合物の適用方法の提案

図6にはトマト苗の長さの変化、図7にはトマト苗の数の変化、図8にはトマト実の数の変化を示した。

初期の成長速度は腐葉土のみ(Case1-2)で最も早かった。腐葉土では植物の成長環境がよく栄養も多いのがその原因である。しかし30日目から花が咲き始め、浚渫土、アルカリ性材料の混合材料を被覆したCase3-4の成長速度が速くなり、50日目では長さや苗数の大きな差は見られなかった。一般的にトマトを育てるときは花が咲いた後肥料を入れる。今回は肥料の追加がないため腐葉土の栄養が足りないことが30日以降の成長速度に影響を与えていると考えられる。Case3-4では浚渫土に含まれている有機物が栄養として使われているため、30日以降の成長速度が速いと想像できる。

浚渫土混合地盤で植物は生息できなかった。ただし、浚渫土を2-3割程度混合した場合は初期の成長速度の差はあるものの、30日以降の成長は早かったが、苗の数はCase1-5より少なく、元気ではなかった。

アルカリ性材料を地盤に混ぜるのは植物の成長速度を早くする効果があったが、被覆より良い影響は見られなかった。

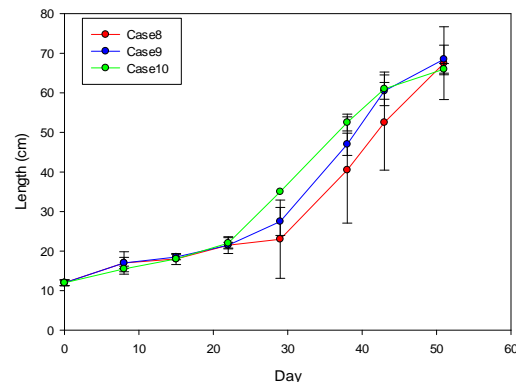
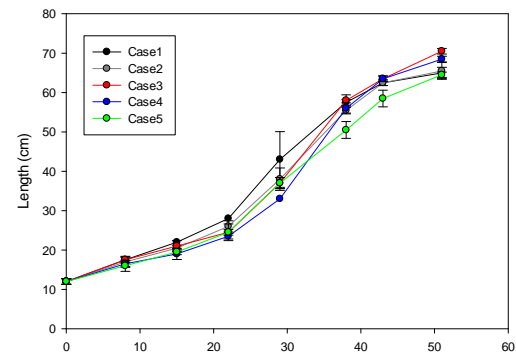


図6. トマト苗の長さの変化

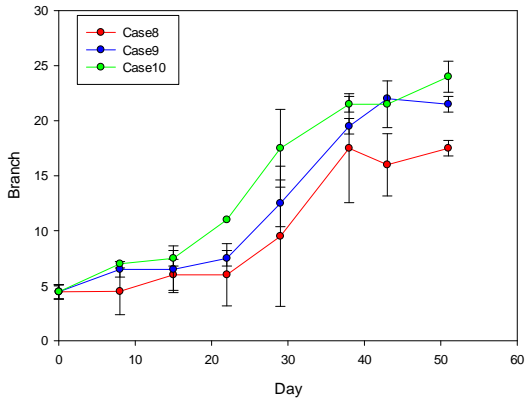
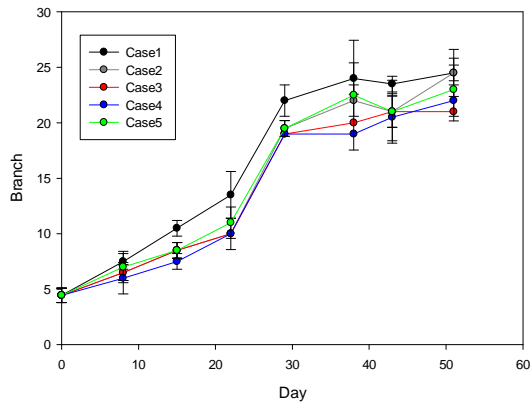


図7. トマト苗の数の変化

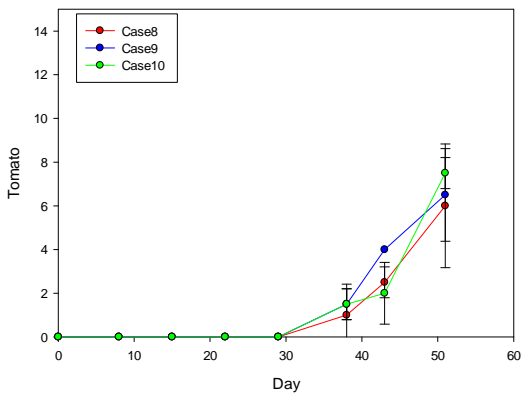
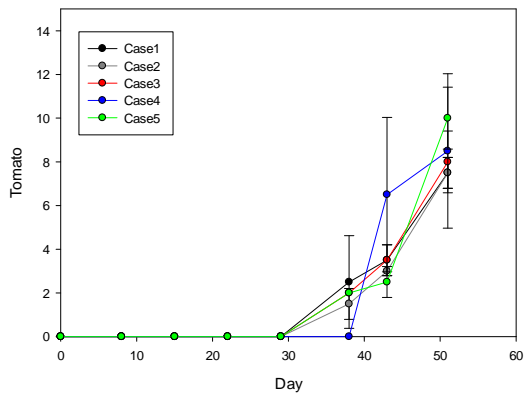


図8. トマト実の数の変化

以上の結果を以下のように要約できる。アルカリ性材料と浚渫土の混合により、酸性浚渫土の中和、間隙水中の栄養塩の減少、有毒物質である硫化水素の除去などが確認できた。浚渫土とアルカリ性材料の混合物を腐葉土に被覆した地盤でトマト成長は腐葉土のみの地盤でのトマトの生長速度と変わらず、リン資源として利用できる可能性がある」と結論づけることができた。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計5件)

- (1) Kyunghoi Kim, In-Cheol Lee, Yoon-Koo Kang, Tadashi Hibino, Remediation of muddy tidal flat using porous pile, Korean Society of Coastal and Ocean Engineering, 2014.11.13-14, Busan, Korea.
- (2) Sung-Hoon Ryu, Kyunghoi Kim, In-Cheol Lee, Yoon-Koo Kang, Hun-Tae Kim, Tadashi Hibino, A study on development of groundwater flow in muddy tidal flat, Korean Society of Coastal and Ocean Engineering, 2014.11.13-14, Busan, Korea.
- (3) Kyunghoi Kim, Tadashi Hibino, An effect of groundwater flow on remediation of cohesive sediment, International conference on civil and environmental engineering, 2014.9.22-24, Busan, Korea.
- (4) K.H.Kim, I.C.Lee, T.Hibino, Remediation of muddy tidal flat using granulated coal ash, The Korean society of marine environmental & technology, 2014.5.22-23, Busan, Korea.
- (5) K.H. Kim, S. Nakashita, T. Hibino, T. Yamamoto, K. Nakamoto, I.C. Lee, Application of granulated coal ash pile for remediation of muddy tidal flat, ECSA54, 2014.5.12-16, Sesimbra, Portugal.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金 キョンヘ (KIM Kyunghoi)

広島大学・大学院工学研究院・特任助授

研究者番号：80577859