

令和元年6月7日現在

機関番号：37111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K06557

研究課題名(和文) 有明海再生を可能にするフルボ酸鉄シリカ資材による干潟浄化実証研究

研究課題名(英文) The case study on the bed mud purification by Fe-Fulvic acid silica complex material in ARIAKE sea

研究代表者

渡辺 亮一 (WATANABE, RYOICHI)

福岡大学・工学部・教授

研究者番号：50299541

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：有明海のアサリの漁獲量は昭和58年に約9万5千トンの漁獲を記録した後、翌年には5万トンを下回るまでに減少し、それ以降減少し続けここ20年間は1万トンにも満たない年が多く、近年のアサリの漁獲量減少は顕著な状態となっているのは明らかである。本研究ではヘドロ化した干潟へフルボ酸鉄シリカを人工的に供給し、フルボ酸鉄による酸化作用と合わせて、珪藻類の増殖が起こることで干潟が従来の機能を取り戻すことを期待して実証研究を進めてきた。期間内の研究では、資材の有効性を確認するために、熊本県長洲干潟において実証研究を開始し、現場における干潟再生効果の定量的な把握を目指して研究を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

廃棄物である木屑と下水汚泥又は食品廃棄物を一次発酵したものに、水処理剤として使用されているシリカ・鉄水溶液薬品を混合し、フルボ酸鉄シリカ含有物を製造できることを利用している点が学術的に独創的なポイントである。この技術によって、非常に安価でヘドロ浄化に有効なフルボ酸鉄シリカ資材を作成することが可能となっており、有明海のように広大な場所でも適応可能な浄化方法となっている。学術的な意義は、水域の富栄養化を抑制しながら同時にヘドロ浄化が行われるところにある。この成果は、有明海における底泥環境の改善に役立つとともに、漁場の再生へとつながって行き、最終的には有明海的环境修復へと進んでいく可能性が高い。

研究成果の概要(英文)：The Nagasu Tidal Flat that carried out this field experiment is located at the middle site of Kyushu Island. The Ariake Sea is a heavily closed sea water area, therefore tidal exchange with the outside of the bay is not effective, and eutrophication progresses by pollution load from land. The catches of the short-necked clam in the Ariake Sea were around 65,000ton in 1970-80s, but it has decreased since 1990s, it reaches almost less than 1000ton these dozens of years.

In this research, we observed the effect of Fe-Fulvic acid silica complex material for mud from decayed organic matter that forms on the sea bed in the Nagasu tidal flat that located at Kumamoto prefecture. As a result of having installed Fe-Fulvic acid silica complex material on that tidal flat, the resolution of the sludge was confirmed, and the habitation of the short-necked clam was restored in only a half year.

研究分野：水環境工学

キーワード：フルボ酸鉄 ヘドロ 光フェントン反応 浄化 干潟 アサリ 有明海

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

1980年代後半から、日本全国各地の干潟においてアサリが減少しているという報告は非常に多くなったと言われている。その減少原因を解明するために多くの研究者が、様々な視点から観測などを実施し現象解明に着手しているが、現在のところその原因と対策は明らかになっておらず、アサリの資源量回復についての取り組みも決め手がないのが現状である。対策として、別の場所の海砂を採取し、アサリなどの生育域の海底にまく覆砂事業が実施されているが、コストがかかり、砂の量も限られているので持続的に続けるのは難しいと言われている。また、底泥を除去する浚渫もあるが、これは特別な運搬設備や大規模な処理場を必要とし、浚渫された底泥の減容化や機械脱水等の処理にコストがかかるうえ、浚渫による底泥の巻き上げによって濁水を生じさせる可能性がある。このような状況下で有明海においては、アサリ等の二枚貝類をはじめ多くの水生生物が激減していることが明らかとなっている。図1は、昭和47年から平成24年の40年間の有明海に面する福岡県、佐賀県、長崎県、および熊本県のアサリ漁獲量の推移を示している。この図から、有明海のアサリの漁獲量は昭和58年に約9万5千トンの漁獲を記録した後、翌年には5万トンを下回るまでに減少し、それ以降減少し続けこの20年間は1万トンにも満たない年が多く、近年のアサリの漁獲量減少は顕著な状態となっているのは明らかである。現在、諫早湾干拓の開門調査に関して裁判が行われているが、有明海での二枚貝の減少は、諫早湾を締め切る以前から進行していると思われるのが妥当であると思われる。

これまでの研究により、有明海での二枚貝減少の要因として、底質の泥化、貧酸素化、赤潮の発生などの現象が、アサリの生息環境の悪化に影響を与えていると考えられているが、どの要因がどの程度影響を与えているかは未だ解明されておらず、環境改善策も示されていないのが現状である。

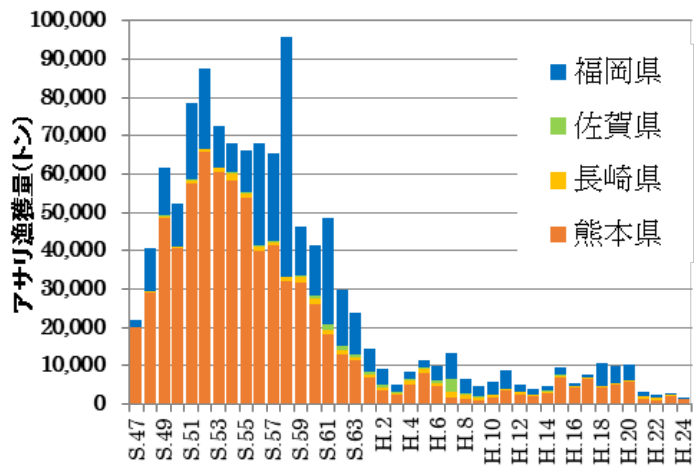


図1 アサリ漁獲量の推移

(福岡県、佐賀県、長崎県および熊本県抜粋<sup>5)</sup>)

2. 研究の目的

本申請研究グループでは、この要因の中で、干潟のヘドロ化に着目し、実証研究に着手している。湾内の砂干潟がヘドロ化して来た要因としては、有明海湾内の水質汚濁が原因である可能性が指摘されているが、下水道および合併浄化槽などの水質浄化施設の整備率が90%程度になっている現状から推察すると、水質汚濁によるヘドロ化は的外れである可能性が高い。ヘドロ化に寄与するもう一つの要因として河川からの砂の供給量減少が挙げられる。砂防・ダム施設の建設に伴って、堆砂によって沿岸域への砂の供給が減少していることが原因と推察される。この砂供給量の減少に関しては、日本全国の海岸線が後退しているという事象からも、大きな原因の一つであると考えられるが、現状の気象変動に伴う水災害の甚大化から考えると、これらの施設を今後も充実させていく施策は必要であると考えられる。また、砂防・ダム施設では、砂だけではなくその他の有機物などもトラップされていることが指摘されており、これにより沿岸域へのフルボ酸鉄

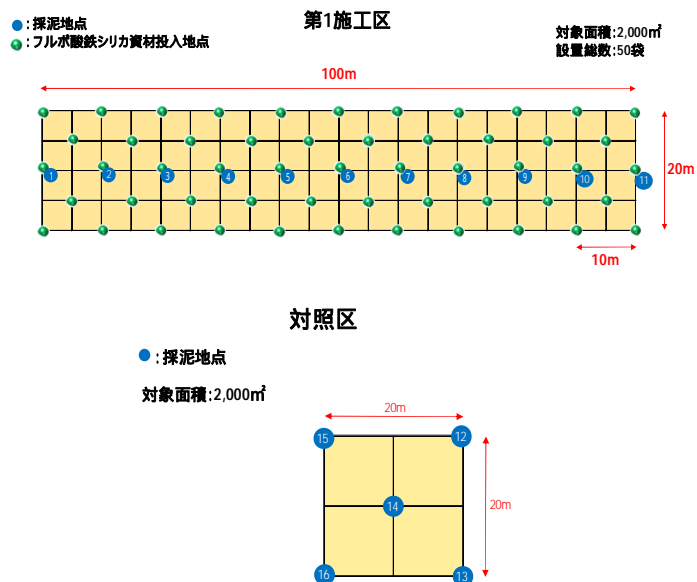


図2 長洲地先干潟の第1施工区と対照区の概要

の供給が減少していることも十分に考えられる。本研究では、従来砂干潟であった箇所がヘドロ化する要因として、フルボ酸鉄の供給不足を主要因として考え、研究スキームを組み立て、この手法の定量化を目的としている。

### 3. 研究の方法

フルボ酸鉄シリカ資材の効果を検証するために現地での実験を行った(図2参照)。使用した資材(1袋15kg)はフルボ酸鉄浄化資材7.5kg、海砂7.5kgを生分解性袋(ユニチカ製)に入れたものを使用した。調査対象地は熊本県長洲町の長洲地先干潟である。長洲町の長洲地先干潟は、干潟の5か所を第1施工区、対照区(2015年7月施工)、第2施工区(2015年12月施工)、第3施工区(2016年7月施工)、第4施工区(2017年8月施工)と分け、第1,3,4施工区に53袋、第2施工区に50袋の資材を設置した。対照区には資材は設置していない。現地調査は施工区と対照区でのアクリル製のコアサンプラー(50mm、深さ200mm)に採泥、RTK-GPS測量器(TrimbleR4 73004-00)を用いた地盤高の測量をした。長洲町の長洲地先干潟は、第1~4施工区と対照区で合わせて全34地点での底泥をコアサンプラー(50mm、深さ200mm)に採取、RTK-GPS測量は214地点とその周辺で行った。また、RTK-GPS測量は施工区の5地点、対照区の1地点及びその周辺で行った。3つの調査地でコアサンプラーに採取した底泥は、表層から2.5cmまでを表層土とし、2.5~5.0cmに切り分け、泥分率試験(粒径75 $\mu$ m未満の粒子の質量構成率)、強熱減量試験(IL)(JISA1226)、含水比試験(JISA1203)の実験を行った。

### 4. 研究成果

種類別個体数比較(図3)は、第1施工区と第2施工区および対照区における各地点0.25m<sup>2</sup>当たりのアサリの総個数変動を示している。この図から、第1施工区では、フルボ酸鉄シリカ資材を5m間隔で設置した15年7月にはアサリはほとんど確認されていないが、15年9月からアサリが確認され始め、その後15年12月にピークを示した後8か月程度はほぼ同程度の個体数が維持されていたことが分かる。16年7月に当初の半分ほど資材を投入した後、徐々に総個体数が減少し始め、施工後2年経過した17年8月以降は総個体数が極端に減少したことが確認された。第2施工区では、資材を10m間隔で設置した。

15年12月以降約7か月間は第1施工区とほぼ同じ傾向で総個体数が推移し、その後、個体数が減少し始め、施工後1年が経過した16年12月以降は第1施工区同時期の半分以下の生息量で推移していることが分かる。また、資材を設置していない対照区ではアサリの個体数はほとんど確認されていないことが分かる。図4は、施工区内のアサリ殻長別割合を示している。この図から、施工当初、第1施工区内において個体数は少ないが25mm以上の成貝サイズのアサリが8割以上占めていたが、その後15年8月以降5~9mmの稚貝が着床し始めたことが分かる。これに対して、15年12月に施工した第2施工区では、当初から施工区内にアサリが生息してお

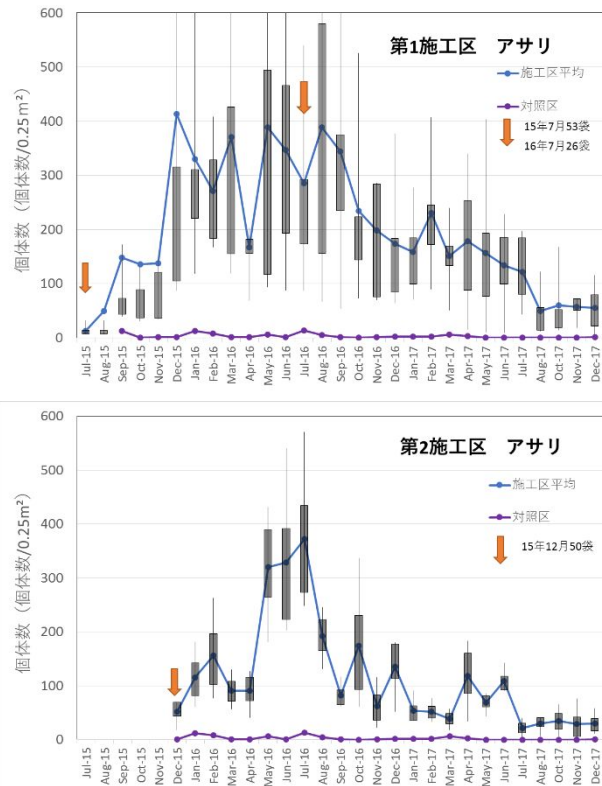


図3 アサリの個体数比較

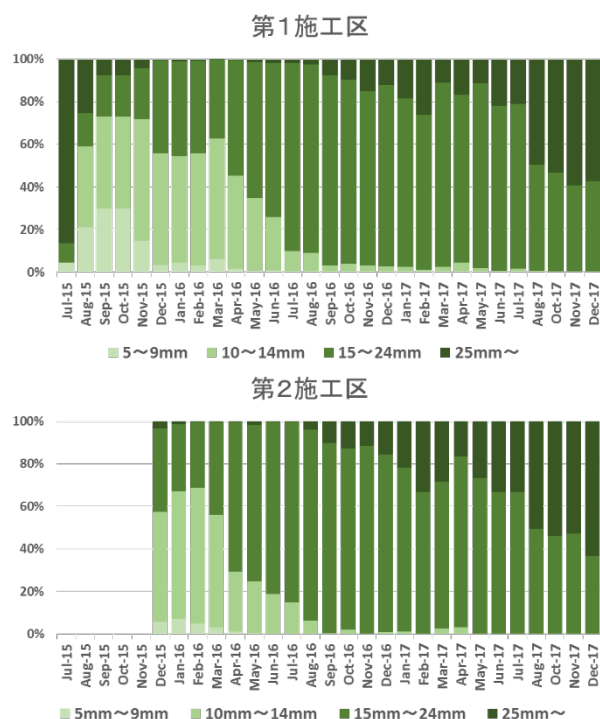


図4 施工区内のアサリの殻長別割合

り、その殻長別割合から、第2施工区のアサリは第1施工区と同時期に着床し成長していたと考えられる。しかし、その総個体数を比較すると第1施工区の8分の1程度の生息量であり、フルボ酸鉄シリカ資材を投入するかしないかによって、アサリの生育量に大きな差が生じていることが分かった。その後、第2施工区では16年7月に第1施工区とほぼ同数のアサリが生息していたが、殻長別割合から、第1施工区から移動してきた個体であると判断される。図5は、第1施工区内の1m<sup>2</sup>当たりのアサリのコホート分布を示している。この図から、15年7月に最初の資材を設置して以降、アサリが施工区内に着床し成長していることが分かる。ただし、施工後2年が経過（施工後1年に資材を半分追加）したあたりから、生息量が極端に減少していることが確認された。このことから、5m間隔で投入した場合、その効果は1年程度持続することが確認された。また、10mの間隔で投入した第2施工区では、個体数のピークは同程度であったが、施工後7か月を経過すると極端に生息数が減少していくことが分かった。

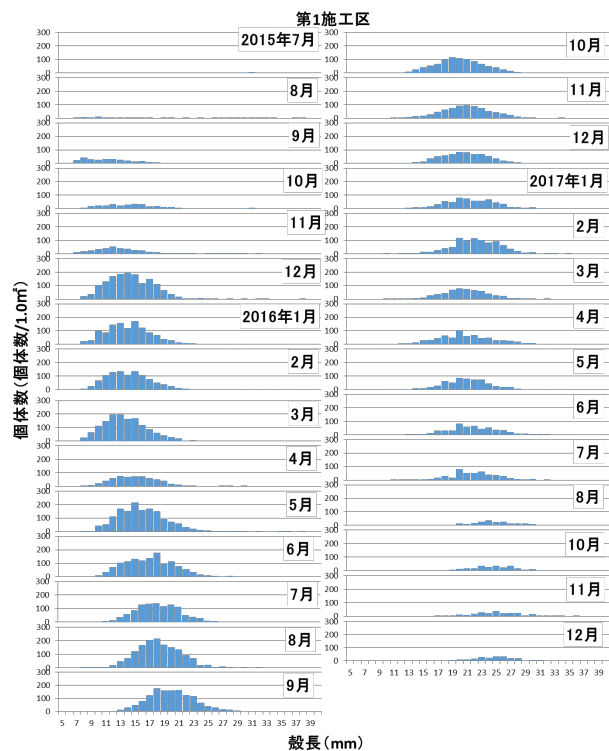


図5 第1施工区内のアサリのコホート分布

よって、干潟の状況がほぼ同じであれば、フルボ酸鉄シリカ資材の投入間隔を密に設置する方が、大きな底質浄化が期待できることが明らかとなった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

渡辺 亮一、浜田 晃規、山崎 惟義、古賀 雅之、古賀 義明；長洲町干潟におけるフルボ酸鉄シリカ資材投入による環境修復効果の実証研究,第44回環境システム研究論文発表会講演集,査読有,第44巻,2016,193-198.

渡辺 亮一、浜田 晃規、山崎 惟義、古賀 雅之、古賀 義明；フルボ酸鉄シリカ資材を用いた干潟再生工法による環境修復状況の検証,平成28年度土木学会西部支部技術発表会論文集,査読無,2016,37-42.

渡辺 亮一、浜田 晃規、古賀 義明、古賀 雅之；有明海再生に向けたフルボ酸鉄シリカ資材による干潟浄化研究,環境浄化技術,1・2月号,査読無,2018,78-84.

渡辺 亮一；下水汚泥を用いたフルボ酸鉄シリカ資材による干潟浄化実証研究,月刊下水道,第41巻10号,査読無,2018,71-77.

渡辺 亮一、浜田 晃規、古賀 義明、古賀 雅之；フルボ酸鉄シリカ資材投入密度の違いがアサリ生息量に及ぼす影響把握,第46回環境システム研究論文発表会講演集,査読有,第46巻,2018,7-12.

〔学会発表〕(計15件)

-9 有明海における福岡大学・長洲町干潟再生工法の適用可能性に関する検証,平成29年3月,平成28年度土木学会西部支部研究発表会

-10 長洲町干潟におけるフルボ酸鉄シリカ資材投入によるヘドロ浄化効果の検証,平成29年3月,平成28年度土木学会西部支部研究発表会

-13 長洲町干潟におけるフルボ酸鉄シリカ資材投入に伴うアサリの生息量回復に関する実証実験,平成29年3月,平成28年度土木学会西部支部研究発表会

-14 マイクロコズムを用いたフルボ酸鉄シリカ資材による干潟再生効果の検証,平成29年3月,平成28年度土木学会西部支部研究発表会

有明海長洲町干潟におけるフルボ酸鉄シリカ資材を用いた干潟再生実証研究,平成29年3月,第51回日本水環境学会年会

長洲町干潟における干潟浄化剤(フルボ酸鉄シリカ)による浄化効果の検証,平成29年9月,第72回土木学会年次学術講演会

フルボ酸鉄シリカ資材投入間隔の違いがアサリ回復量に及ぼす影響,平成30年3月,第52回日本水環境学会年会

VII-28 干潟再生に向けたフルボ酸鉄シリカ資材による環境改善効果の検証,平成30年3月,平成29年度土木学会西部支部研究発表会

VII-29 マイクロコズムを用いたフルボ酸鉄シリカによるヘドロ浄化過程の検証，平成 30 年 3 月，平成 29 年度土木学会西部支部研究発表会

VII-30 フルボ酸鉄シリカ資材投入間隔の違いに伴うアサリ回復量の検討，平成 30 年 3 月，平成 29 年度土木学会西部支部研究発表会

フルボ酸鉄シリカによる干潟浄化に関する実験的検討 - 干潟性状の異なる地点での実証 - ，平成 31 年 3 月，第 53 回日本水環境学会年会

フルボ酸鉄シリカによる干潟浄化に伴う二枚貝類生息状況調査 - 干潟性状の異なる地点での実証 - ，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.843-844，2019 年 3 月

マイクロコズムを用いたフルボ酸鉄シリカによるヘドロ浄化過程の検証，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.883-884，2019 年 3 月

性状の異なる干潟でのフルボ酸シリカ資材投入によるヘドロ浄化効果の検証，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.895-896，2019 年 3 月

都市域に位置するため池の維持管理における問題点整理，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.831-832，2019 年 3 月

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 1 件)

名称：水質改善方法及び貝類生育促進方法  
発明者：渡辺亮一・古賀雅之・古賀義明  
権利者：学校法人福岡大学・コヨウ株式会社  
種類：特許  
番号：特願 2017-038155 (P2017-038155)  
出願年：2017  
国内外の別：国内

取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：浜田晃規

ローマ字氏名：HAMADA TERUKI

所属研究機関名：福岡大学

部局名：工学部

職名：助手

研究者番号 (8 桁)：30751870

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：古賀義明

ローマ字氏名：KOGA YOSHIKI

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。