

マイクロコズムを用いたフルボ酸鉄シリカ資材によるヘドロ浄化実証実験

福岡大学 工学部 学生会員○黒瀬 達也 正会員 渡辺亮一・浜田晃規・山崎惟義・伊豫岡宏樹
コヨウ株式会社 非会員 古賀雅之・古賀義明

1. はじめに

我が国沿岸では長年にわたる環境負荷や干潟の減少等により底質環境が著しく悪化し、アサリ等の二枚貝類をはじめ多くの生物が激減している¹⁾。アサリの減耗要因は種々挙げられるが、貧酸素や硫化水素は呼吸を阻害する要因として、また浮泥は呼吸阻害と共に濾過や摂餌を妨害する要因として取り上げられることが多い。浮泥の存在はアサリの生存や成長を阻害すると同時に飼料源としても捉えられるように肯否両面での影響が考えられる²⁾。閉鎖性水域では富栄養化の問題があり、その対策として排水中の栄養塩類の規制や下水道の整備等により流入負荷の削減が長年にわたって行われ、水質は徐々に改善されてきたと言われている³⁾。しかし、ノリの成長に必要な栄養塩類が不足して不作や色落ちの拡大⁴⁾に加え、海底では細菌の分解により酸素が消費され貧酸素水塊や硫化水素の発生等によりほぼ無生物状態の場所が多く存在するのが現状であり、有明海等では漁業生産へのダメージが顕在化している⁵⁾。そこで我々の研究グループでは底質改善効果が期待されているフルボ酸鉄シリカ資材に注目し、この資材により底泥表面での微生物の分解反応が活性化し、底面環境を適切な状況へと改善させることを目的として研究を進めている。本研究では、有明海の底質を用いて屋外実験でフルボ酸鉄シリカ資材のヘドロ浄化に伴うアサリ(二枚貝)への効果を確認するために、雁ノ巣砂浜海岸で捕獲したアサリを用いてその成長と死亡数を記録しその効果の把握及び実験で確認された浮遊物等を採用しデジタルマイクロスコープで観察を行った。

2. フルボ酸鉄シリカ資材の概要

植物の葉や茎の部分が腐食すると、腐食物質中にフルボ酸が形成される。このフルボ酸は土中や水中の鉄とキレート反応してフルボ酸鉄が生成される。イオン化された二価鉄でない生物は吸収できないが、鉄は一般的にすぐに酸化し、不可溶性となってしまう。可溶性フルボ酸鉄は河川水とともに海に運ばれ、海域への鉄供給源として近年、その重要性が指摘されている。二価鉄は光に当たると底泥中の有機成分を分解する作用があるとされている。このような作用を光フェントン反応と言われ、フルボ酸鉄により二価鉄を海域に運ぶことで光フェントン反応が促進し、底泥の浄化作用が促進すると考えられている⁷⁾。現在、流域の開発(生産域の減少)やダム等の建設(沈殿や消費による減少)等により人為的影響が大きい河川ではその存在量が少なく海域は鉄不足に陥っている。代表的な現象としては日本海沿岸で近年発生している磯焼けで、海岸が炭酸カルシウムを主成分とする白い石灰藻で覆われコンブやワカメ等の有用な海藻の群落が消失するため漁業に深刻な影響を与えている。フルボ酸鉄を含んだ水の流入は、植物プランクトンや海藻の増殖に必要な微量元素の供給源となり海の磯焼け防止となる⁶⁾。

フルボ酸鉄シリカ資材(写真-1)とは、主に木クズ、下水汚泥、食品腐敗物等のリサイクル原料の発行処理品とシリカ・鉄からなる製品を混合し、人工的に容易に、安価に製造できる。また、この資材中にはフルボ

酸鉄、可溶性シリカ、リンが含まれており環境改善に必要な成分が含まれている⁷⁾。既往の研究では、福岡県柳川市橋本町沿岸干潟で採取した底質を用いてフルボ酸鉄シリカ資材による底泥移動促進効果の実験的検討が2013年10月4日から2014年1月17日にかけて行われた。その結果、円形回転水路を用いた物理実験でフルボ酸鉄シリカ資材による底泥巻き上げせん断応力の低下、物理実験終了後のSS濃度の増加により底泥の巻き上げが促進されていることが確認された⁷⁾。また、この沿岸干潟ではフルボ酸鉄シリカ資材による底泥浄化に関する実証実験で、2013年7月9日に資材の設置、そして同2013年7月9日、2013年8月21日、2013年9月17日、2013年12月3日に測定が行われた。その結果、調査地点における干潟の地盤高の低下、底泥の泥分率・有機炭素量の減少が確認され、底泥の分解反応により底泥が移動しやすくなったことが示された⁸⁾。

3. 実験方法

(1) ヘドロ浄化実験

フルボ酸鉄シリカ資材の添加による変化を確認するため、マイクロコズムに底質を2cm程度敷き詰めてフルボ酸鉄シリカ資材を添加した場合と添加していない場合で次のケースで実験を行った。実験期間は2014年10月15日~11月7日(24日間)で、用意したマイクロコズム(Microcosm)はM-1(水道水30L,底質3.8Kg),M-2(水道水30L,底質3.8Kg,フルボ酸鉄シリカ資材187.5mL),M-3(水道水30L,底質3.8Kg,フルボ酸鉄シリカ資材375mL)〈M-4,M-5,M-6も同様〉の6個を屋外で日光の当たる場所に静置した(写真-2)。そして水温計(HOBO製CO-UA-002-64)を設置し、マイクロコズム内の様子を比較した。また確認された浮遊物等があった場合は採取しデジタルマイクロスコープで観察をした。

(2) アサリを用いたヘドロ浄化実験

ヘドロ浄化に伴ってアサリにどのような効果をもたらすのかを確認するため、マイクロコズムに底質を2cm程度敷き詰めてフルボ酸鉄シリカ資材を添加した場合と添加していない場合でそれぞれアサリを入れて次の実験を行った。実験期間は2014年12月4日~2015年1月7日(35日間)で、用意したマイクロコズムはM-1(人口海水30L,底質3.8Kg),M-2(人口海水30L,底質3.8Kg,フルボ酸鉄シリカ資材187.5mL),M-3(人口海水30L,底質3.8Kg,フルボ酸鉄シリカ資材375mL)〈M-4,M-5,M-6も同様〉の6個を屋外で日光の当たる場所に静置した。そして水温計(HOBO製CO-UA-002-64)を設置し、マイクロコズム内が安定した5日後にアサリを5匹ずつ入れ様子の比較及び成長と死亡数を記録した。また確認された浮遊物等があった場合は採取しデジタルマイクロスコープで観察をした。



写真-1 フルボ酸鉄シリカ資材 写真-2 マイクロコズム

4. 実験結果

(1) ヘドロ浄化実験

マイクロコズム内の様子を写真-3, 写真-4 に示した。これらの写真からフルボ酸鉄シリカ資材を添加することで1日目のマイクロコズム内には見られなかった茶色い付着物が泥表面に、その塊が水表面やその付近で浮遊しているのが10日目に著しく確認された。そしてその付着物や浮遊物をデジタルマイクロスコープで1500倍の倍率で観察を行った結果、泥表面(写真-5)と浮遊物(写真-6)の両方から茶色の物質は珪藻類であることが確認された。また、珪藻類の中でもアサリの代表的な餌の一つであるスケルトネマ⁹⁾が多く確認された。

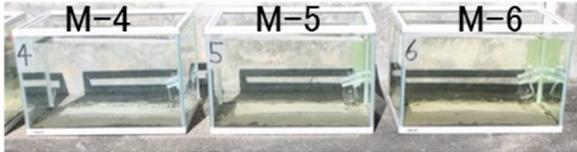


写真-3 1日目のマイクロコズム内の様子

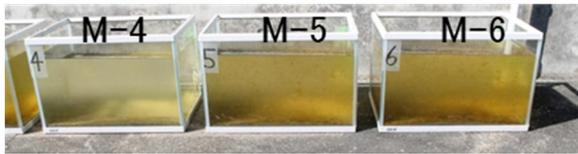


写真-4 10日目のマイクロコズム内の様子

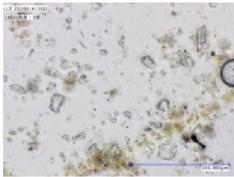


写真-5 付着物の様子



写真-6 浮遊物の様子

(2) アサリを用いたヘドロ浄化実験

1日目のマイクロコズム内の様子から7日目、10日目と変化の様子を比較したが、付着物や浮遊物は最初のヘドロ浄化実験に比べ減少していた。図-1 にアサリの死亡数のグラフを示す。このグラフからフルボ酸鉄シリカ資材を添加することによりアサリの死亡数が大きく減少する結果が得られた。10日目の午前10時頃の様子を写真-7, 午後4時頃の様子を写真-8 に示した。これらの写真から、日光が当たることで底質が大きく変色しているのを確認した。アサリの成長具合を35日目に測定した結果、明確な増加は見られず1日目と比べてほとんど変化が見られなかった。確認された付着物をデジタルマイクロスコープで観察を行った結果、珪藻類の被殻の一部のようなものが観察されたが生物を特定することはできなかった。

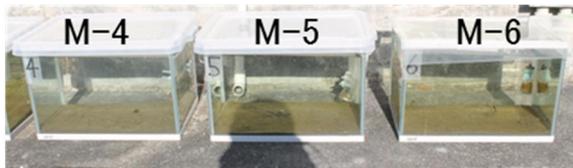


写真-7 10日目の午前10時頃の様子



写真-8 10日目の午後4時頃の様子

5. 考察

ヘドロ浄化実験の結果からフルボ酸鉄シリカ資材

を添加することで泥表面が茶色の付着物で覆われ、その塊が大量に水表面やその付近で確認された。その物質はデジタルマイクロスコープでの観察により珪藻類であることが確認され、プランクトンの増殖が促進されていると考えられる。そして珪藻類の中でもアサリの代表的な餌の一つであるスケルトネマが多く確認されたことから、アサリにとって重要な餌が増加したと考えられる。スケルトネマはアサリの餌としての価値が最も高い小型の植物プランクトンであり、その発生量はその身入りを左右する⁹⁾ため、成長に欠かせない餌でもあると考えられる。アサリを用いたヘドロ浄化実験の結果から、フルボ酸鉄シリカ資材を添加した場合であっても付着物等が最初のヘドロ浄化実験に比べ減少していたことからアサリの摂餌により減少していたと考えられる。フルボ酸鉄シリカ資材を添加することでアサリの死亡数が大きく減少しており、生息しやすい環境を形成していることが示された。10日目に日光が当たることで底質が大きく変色していることから、光により分解反応が促進していると考えられる。アサリの成長を35日後に測定したが、明確な増加は見られず1日目とほとんど変わらなかった。その原因は水温が低い関係で濾過水量が少なく¹⁰⁾なっていたためだと考えられる。

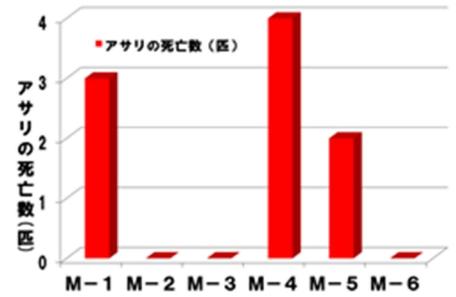


図-1 アサリの死亡数

6. 今後の課題及び謝辞

アサリが活発に活動する条件でアサリを用いたヘドロ浄化実験を行い、アサリが活動しやすい環境でどのくらい大きくなるかを確認する。他にも、アサリ(二枚貝)への効果だけではなく、その他の生物への効果を確認するための実験を行う。この研究の一部は、科学研究費補助金(基盤研究C:研究番号25420561,研究代表者:渡辺亮一)の助成を受けて行われたものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 栗原康: 干潟は生きている, 岩波新書(黄版)129, pp12-13, 1980.
- 2) 日向野純也: 貧酸素・硫化水素・浮泥等の環境要因がアサリに及ぼす影響, 水産総合研究センター研究報告, pp27-31, 2005. 3.
- 3) 堀田哲夫他: 流域での物質循環に関する研究報告, 国土文化研究所 国土文化研究所年次報告2, 第2巻, pp1-3, 2004.
- 4) 2014年12月21日, 日本経済新聞, 17面.
- 5) 2014年7月20日, 日本経済新聞, 17面.
- 6) 松永勝彦: 森林起源物質が海の光合成物質に果たす役割, 日本海学会誌 第54巻 第1号 pp3-6, 2000.
- 7) 花田純一: フルボ酸鉄を用いた底泥浄化にともなう底泥移動促進効果の実験的検討, 福岡大学工学部卒業論文, pp8-11, p52, 2014. 3.
- 8) 久我千尋: フルボ酸鉄資材を用いた有明海での底泥浄化に関する実証研究, 福岡大学工学部卒業論文, pp22-24, pp59-62. 2014. 3.
- 9) 三重県水産研究所他: 三重県アサリ資源管理マニュアル〜伊勢湾のアサリを守り育て活かす〜, pp2-4, 2010. 3.
- 10) 磯野良介他: 二枚貝による海水濾過量の推定とそれにおよぼす温度影響の種間比較, 水環境学会誌 第23巻 第11号 pp32-35, 2000.