

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

福岡大学工学部 学生員○波止空之介 正会員 渡辺亮一・浜田晃規

福岡大学水循環・生態系再生研究所 非会員 古賀義明 コヨウ株式会社 非会員 古賀雅之

1. はじめに

全国各地の閉鎖性水域（水の流入が少なく、水の循環が行われにくい環境にある湖沼、内海、内湾等の水域）では、窒素やリン等の栄養塩類の流入に加え、底泥からの溶出によって富栄養化が促進され、水域内で貧酸素化や底質のヘドロ化等が発生し、生態系へ多大な影響を及ぼしている。これらの対策として、栄養塩類の排水規制や下水道の整備等の流入負荷対策に加えて浚渫や覆砂等の水域内の浄化対策が挙げられる。しかし、底泥の浚渫は作業時の底泥の巻き上げによる水質汚濁や高含水比ある浚渫土の特別な運搬設備や大規模な処理場の確保、また、底泥の減容化や取り扱いを容易にする機会脱水が多大なコスト負担になるなど取り扱いが困難である¹⁾。また、別の場所から採取した海砂を海底にまく覆砂は、莫大なコストが掛かる上、砂の量に限界があり永続的に実施することが難しく²⁾、またヘドロを本質的に浄化したことにならない等の問題点がある。

そこで本研究では底質の改善が期待されているフルボ酸鉄シリカ資材に注目し、マイクロコズムを用いてヘドロの浄化過程を検討した。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いる。

マイクロコズムとは生態系の一部を何らかの手段で隔離し閉鎖的（半閉鎖的）なものとして実験操作を可能にした系であり、系全体を人為的に制御できるため目的の環境要因と事象を再現し両者の因果関係を明確に把握することが可能である。しかしマイクロコズムは自然そのものを再現するものではないので、結果をどうやって外挿するかが課題である。

2. フルボ酸とフルボ酸鉄シリカ資材の概要

フルボ酸鉄シリカ資材は、環境改善に有効なフルボ酸鉄を多く含んだ製品である。フルボ酸鉄シリカ資材の特徴は、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酵処理品とシリカ・鉄からなる添加物を混合し、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、可溶性シリカが含まれており、環境改善に必要な成分が含まれている⁴⁾、⁵⁾、⁶⁾、⁷⁾。

3. 実験方法

(1) フルボ酸濃度測定方法

マイクロコズム内のフルボ酸濃度を測定するために、共同研究者の古賀氏が開発したフルボ酸濃度測定法（TOC法：図-2参照）を用い、研究室にて検体のTOC濃度を測定することによってフルボ酸濃度を図-1に示す検量線により算出し、マイクロコズムの濃度設定に用いた。

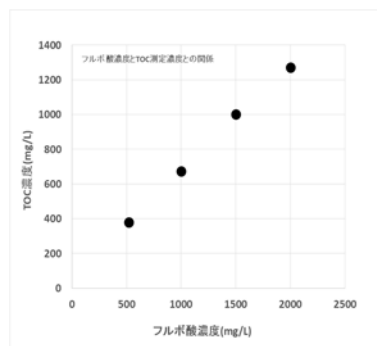


図-1 フルボ酸濃度の検量線

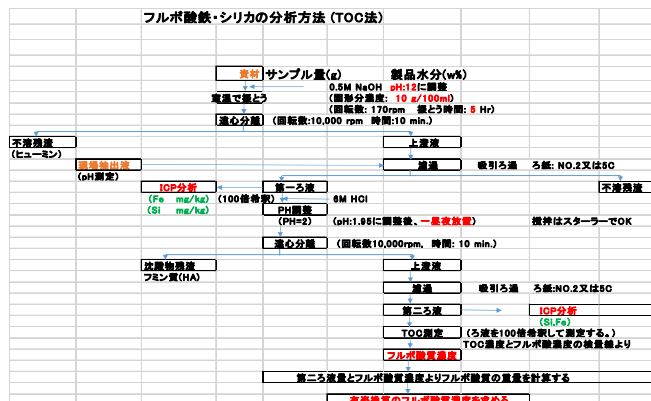


図-2 フルボ酸鉄シリカの分析方法

(2) マイクロコズム作成方法

フルボ酸の効果が得られる濃度を確認するためにフルボ酸をマイクロコズムに投入しマイクロコズム（写真-1）内の様子を比較した。実験は2017年11月21日に【#1】～【#7】のマイクロコズムで開始したが、フルボ酸の効き目の下限値が分からなかったため、2017年12月6日に【#A】～【#F】のマイクロコズムでも開始した。用意したマイクロコズムは表-1に示すフルボ酸濃度、人工海水量、泥（長洲港で採取した）の厚さ、設置場所を条件としている。



写真-1 マイクロコズム

表-1 フルボ酸鉄シリカの分析方法

	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#A	#B	#C	#D	#E	#F
フルボ酸濃度(mg/L)	0	1	2.5	5	10	25	50	0	0.001	0.01	0.1	0.25	0.5
人工海水(L)	20												
泥の厚さ(cm)	2												
設置場所	日光が当たる屋外												

4. 実験結果

(1) マイクロコズム内の珪藻類の変化

マイクロコズム内の様子を写真-2、写真-3、写真-4、写真-5、写真-6、写真-7、写真-8、写真-9に示した。【#1】～【#7】において、1日目比べて7日目は【#1】以外のマイクロコズム内に茶色の珪藻類の発生が確認され、フルボ酸鉄の濃度による珪藻類の変化が現れた。

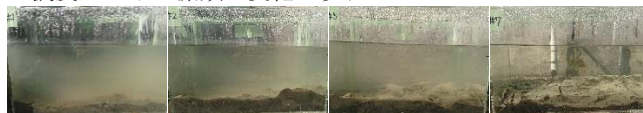


写真-2 1日目のマイクロコズム内の様子
【#1】、【#2】、【#5】、【#7】

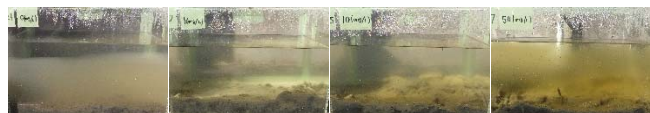


写真-3 7日目のマイクロコズム内の様子
【#1】、【#2】、【#5】、【#7】

【#A】～【#F】においては資材投入後1日目と比べて7日目のマイクロコズム内に茶色の珪藻類の発生が確認されたがフルボ酸鉄シリカの濃度による差が少なかったため濃度による違いが分からなかった。



写真-4 1日目のマイクロコズム内の様子
【#B】、【#C】、【#D】、【#F】

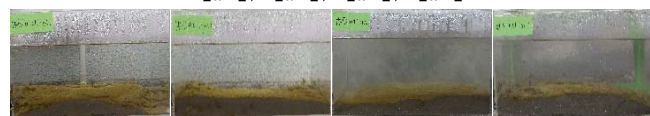


写真-5 7日目のマイクロコズム内の様子
【#B】、【#C】、【#D】、【#F】

【#1】～【#7】において資材投入後10日目には、資材を投入したマイクロコズムは7日目よりも濃度による珪藻類の変化が現れ、マイクロコズム内で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ことが確認された。資材投入後46日目では、【#6】、【#7】において、珪藻類の変化が現れていたが、その他のマイクロコズムでは変化が見られなかった。



写真-6 10日目のマイクロコズム内の様子
【#1】、【#2】、【#5】、【#7】

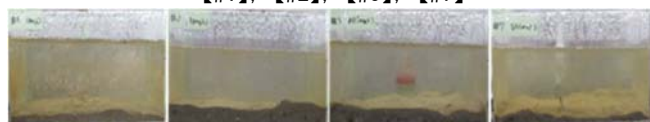


写真-7 46日目のマイクロコズム内の様子
【#1】、【#2】、【#5】、【#7】

【#A】～【#F】において資材投入後10日目には、資材を投入したマイクロコズムは【#C】と【#D】を境目に7日目よりも濃度変化による珪藻類の変化が見て取れた。資材投入後33日目ではどのマイクロコズムでも珪藻類の変化は見られなかった。

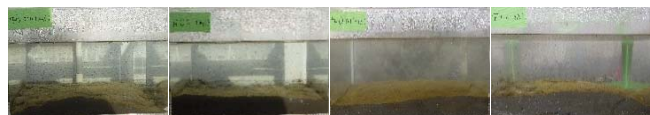


写真-8 10日目のマイクロコズム内の様子
【#B】、【#C】、【#D】、【#F】



写真-9 33日目のマイクロコズム内の様子
【#B】、【#C】、【#D】、【#F】

(2) マイクロコズム内の栄養塩類

マイクロコズム内に含まれる栄養塩類(硝酸塩、リン酸塩)の濃度を比色法により測定した。測定の結果、いずれのマイクロコズム内にも十分に栄養塩類が含まれていることが確認されているので、フルボ酸添加による効果を#1・#A(ブランク)と比較することにより明らかにすることができる。

5. 考察

マイクロコズム実験の結果より、フルボ酸鉄を添加することで泥表面が茶色の付着物(写真-10)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。この変化は特に【#7】のマイクロコズムで顕著に表れ、珪藻類の発生が他のマイクロコズムよりも早いことが分かった。このことからフルボ酸の濃度が高いほど珪藻類の発生が早く、多くの珪藻類が発生すると考えられる。また、【#1】～【#7】において資材投入後46日目では、【#6】、【#7】のマイクロコズムのみ珪藻類の変化が見られたことから、長期に渡ってフルボ酸の効果が得られる濃度は【#6】、【#7】の濃度である25mg/L～50mg/Lであると考えられる。

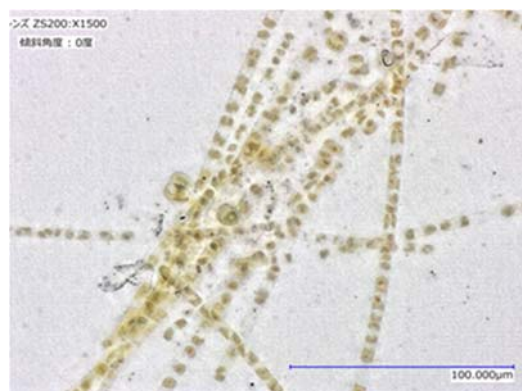


写真-10 マイクロコズム内の珪藻類顕微鏡写真

6. 今後の課題および謝辞

今後はマイクロコズム内の泥を分析およびアサリの成長量を確認し、フルボ酸鉄シリカ資材による効果を検証する。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16K06557, 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る。

参考文献

- 1) 梅崎健夫, 河村隆, 河野剛志, 他: マルチドレーン真空脱水法による閉鎖性水域底泥の脱水・浄化システムの開発, ジオシンセティックス論文集 Vol. 22, pp177-184, 2007.
- 2) 2013年5月5日, 日本経済新聞, 31面.
- 3) 清野通康: 制御実験生態系(マイクロコズム)の特徴と課題
- 4) 松永勝彦: 森が消えれば海も死ぬ, 講談社ブルーバックス B-977, pp53-60, 1993.
- 5) 松永勝彦: 森林起源物質が海の光合成物質に果たす役割, 日本海水学会誌 第54巻 第1号 pp3-6, 2000.
- 6) コヨウ株式会社他: 海底ヘドロの環境改善と植物の成長にも効果有り～フルボ酸鉄・シリカ含有資材の紹介～第64回エコ塾説明資料, pp1-11, 2012.
- 7) 関口秀夫他: 有明海の環境異変—有明海のアサリ漁獲量激減の原因について—, 海の研究 日本海洋学会 第12巻 第1号, pp21-22, 2003.