

# 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 学生員○花田純一 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、干拓などにより干潟、藻場が大幅に減少している。また長年にわたる環境負荷により底質環境が著しく悪化し、アサリ等の二枚貝類などが激減している。閉鎖性水域では富栄養化対策として流入負荷の削減が長年にわたって行われ、水質はかなり改善されてきたと言われている。しかし底質の悪化が著しく貧酸素水塊や硫化水素の発生などによりほぼ無生物状態の場所が多く見受けられるのが現状であり、有明海などでは漁業生産へのダメージが顕在化している<sup>1)</sup>。

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資材に注目し、フルボ酸鉄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標として研究を進めている。本研究では、室内実験によりフルボ酸による有機物分解効果を確認するために、円形回転水路を用いた底泥の巻き上げ実験を行い、底質改善による底泥移動促進効果と底生生物への影響把握を行った。

## 2. フルボ酸鉄の概要

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。このフルボ酸は土の中に浸透し、水中の鉄とキレート反応を起こし、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。可溶性であるフルボ酸鉄はイオン化された二価鉄の状態で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<sup>4)</sup>。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<sup>3)</sup>。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<sup>3)</sup>。

## 3. 実験の方法

フルボ酸鉄を添加することによる底泥の移動への影響を確認するため、フルボ酸鉄を添加した水槽と添加していない水槽をそれぞれ用意し、その中に型枠に設置した底泥（写真-1）を静置する。その後、それぞれの水槽の状態をカメラで撮影し、変化の様子を確認する。またそれぞれの水槽の照度・水温を水槽内に設置したセンサー（HOBO製 CO-UA-002-64）で測定した。実験は3ケース実施した。一回目実験期間は2013年10月4日～10

月23日（20日間）に行い、用意した水槽はケース1（水道水40ℓ、有明海の底泥3.80kg）、ケース2（水道水40ℓ、有明海の底泥3.80kg、フルボ酸250ml）とし、両水槽共に日光のあたる場所に水槽を静置した。2回目の実験期間は2013年10月27日～11月8日（13日間）であり用意した水槽はケース1（水道水40ℓ、有明海の底泥3.80kg）、ケース2（水道水40ℓ、有明海の底泥3.80kg、フルボ酸250ml）とし、両水槽共に日光の当たる場所に静置した。3回目の実験期間は2013年11月9日～11月29日（21日間）、用意した水槽はケース1（水道水40ℓ、有明海の底泥3.80kg）、ケース2（水道水40ℓ、有明海の底泥3.80kg、フルボ酸250ml）、ケース3（水道水40ℓ、有明海の底泥3.80kg、フルボ酸500ml）とし、3つの水槽を日光の当たらない場所に静置した。静置した底泥を円形回転水路（写真-3）に設置し、底泥が巻き上がるせん断応力を比較することで、底泥の状態を調べた。円形回転水路のせん断応力の設定は0.1～1.0Paの値を段階的に変化させた。そして変化させた値での底泥の巻き上げの様子を固定したビデオカメラで撮影した（写真-4）。また実験終了後のSS濃度の値をそれぞれ比較する。今回の実験で使用した円形回転水路<sup>6)</sup>は本研究室に設置しているもので、内径460cm、外径500cm、深さ40cmであり、円形水路、リングとも透明の塩ビ製の板を使用しており、世界最大規模である<sup>2)</sup>。装置の特徴として、水路長を無限と見なすことができ、長時間流れの中に懸濁粒子を浮遊させることが可能である。よって沈降速度が非常に小さな微細粒子の沈降過程および巻き上げ過程を観測するのに優れている。<sup>6)</sup>



写真-1 型枠に設置した底泥

写真-2 静置した水槽



写真-3 円形回転水路

写真-4 固定したビデオ

#### 4. 実験結果

水温の測定結果を図-1に示した。この図より、フルボ酸を添加した水槽の方が高い水温を示すことが確認された、また日射量が多いときほどフルボ酸を添加した水槽と添加していない水槽で水温の差が大きくなることを確認した。円形回転水路を用いた物理実験においては実験後、円形回転水路内の水のSS濃度をそれぞれ測定した結果、フルボ酸添加なし 4.4 (mg/l)、フルボ酸添加あり 6.1 (mg/l)、フルボ酸 2 倍添加 5.6 (mg/l) となった。また、底泥が巻き上げを開始した際のせん断応力の値を比較するとフルボ酸を添加した底泥の方のせん断応力が低いことを確認した。これよりフルボ酸を添加することにより底泥の巻き上がりが促進されていることが確認された。また、実験後の底泥を確認した結果、フルボ酸を添加した底泥からミミズ(写真-5)が26匹確認できた一方で、フルボ酸を添加していない底泥では1匹しか発見できなかった。また貝(写真-6)の数も数えた結果フルボ酸を添加した底泥中から貝が10個、フルボ酸を添加していない底泥からは6個の貝が発見された。実験結果のまとめを表-1に示した。

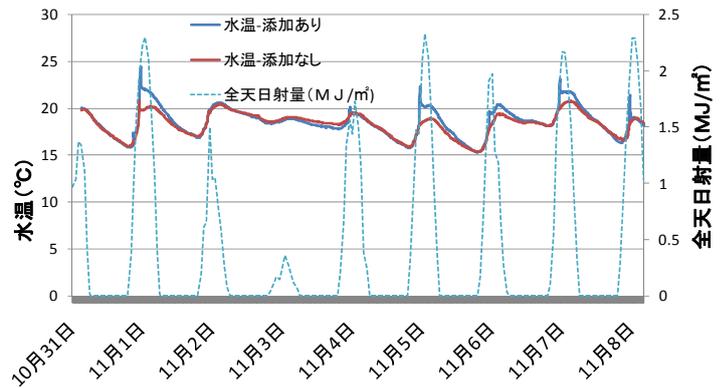


図-1 水温と全天日射量の値

表-1 実験結果まとめ

項目	実験日	底泥設置期間	せん断応力(Pa)	ミミズ	貝
フルボ酸添加なし	10月25日	20日間	0.6	1	0
	11月8日	13日間	0.5	0	6
	11月29日	21日間	0.5	0	4
フルボ酸添加あり	10月25日	20日間	0.4	26	0
	11月8日	13日間	0.3	0	10
	11月29日	21日間	0.4	0	7
フルボ酸2倍添加					
	11月29日	21日間	0.2	0	14



写真-5 底泥中のミミズ  
(真上から撮影)

写真-6 底泥中の貝

#### 5. 考察

物理実験終了後のSS濃度の値からフルボ酸を添加することにより底泥の巻き上がりを促進する効果があることが確認された。このことからフルボ酸を添加することで、底泥の移動に影響を与えている可能性が考えられる。また水温の測定結果からフルボ酸を添加した水槽の方が高い水温を示すことを確認した。また全天日射量が高いときほど水温の差が大きいことから、フルボ酸の分解反応に日光が関係していると考えられる。また物理実験終了後に底泥を確認した結果フルボ酸を添加した底泥ではミミズが26匹発見された。一方でフルボ酸を添加していない底泥では1匹しか発見できなかった。またフルボ酸を添加した底泥では貝が10個発見されたがフルボ酸を添加していない底泥では貝が6個しか確認できなかった。このことからフルボ酸には、底泥を酸化することによって、底生生物にとって生息しやすい環境が形成されたと推察された。

#### 6. 今後の課題および謝辞

今後も継続して水槽でのバッチ実験及び円形回転水路を用いた巻き上げ実験により有機物の分解効果及び底泥の移動に対する影響を確認する。また、フルボ酸を添加することにより水質にどのような変化が起こるかを追加実験により確認する予定である。また、実験終了後の底泥の強熱減量値を比較し有機物量の変化を確認する。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る。

#### 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) 上田晋也:円形回転水路の流況特性に関する研究,福岡大学工学部卒業論文, pp5-11, 2003.
- 3) 坂田早他:フルボ酸鉄を用いたヘドロ浄化に関する実証研究,平成24年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集,CD-ROM, VII-65, 2013.3.
- 4) 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.
- 5) 矢沢勇樹,濱田綾子,吉田達也,佐々木恒治,藤山里香,武田弘:房総里山から供給されるフルボ酸の鉄の物質輸送と生態系との関連性1-小堰川流域の土地利用と栄養塩との関係-日本海水学会誌 第65巻 第4号 pp223-238, 2011.
- 6) Ashish J.Mehta:AN INTRODUCTION TO HYDRAULICS OF FINE SEDIMENT TRANSPORT, Advanced Series on Ocean Engineering-Volume38, pp559, 588, 2013.