

マイクロバブルを用いた懸濁性有機物共存化における農業濁水の浮上分離処理

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○菅原慈 正会員 金主鉉 非会員 鎌田将平 佐藤佳記
秋田県八郎湖環境対策室 非会員 澤井充 渡邊寿 高野尚紀

1. はじめに

八郎湖への COD の流入負荷割合の約 40%は水田由来であり，その発生源対策として農業濁水の流出防止に取り組んでいる．しかし，現在まで水田由来の農業排水による流入負荷削減割合はまだ低く，特に代かき期における農業排水は，中央幹線排水路を通じて南部・北部排水機場(大潟村)から濁水となって八郎湖の調整池内に拡散し，水質を悪化させる一因となっている(図-1)．南部排水機場から調整池へ排出された SS の年間排出負荷量は，H27 年度の水量・水質で試算すると 12,781t/年に及ぶ．

一方，八郎湖では，夏期の水温上昇に伴い，微細藻類が大量に発生しており，濁水による水質悪化に加え，悪臭等の被害をもたらすため，対策が必要である．

以上の八郎湖の現状を鑑みて本研究では，濁水，藻類の両方の問題に対する改善策としてマイクロバブル(以下，MB)による浮上分離に着目した．MB を用いた浮上分離による富栄養化水域での水質改善についてはその可能性が報告されているが¹⁾，有機・無機質の存在割合など，水域の水質特性に対する浮上分離の特性については不明な点が多い．

ここでは，八郎湖に流入する農業排水からの SS 除去を目的とした MB による浮上分離効果について検討を行ったので報告する．具体的には，有機・無機質の存在割合が浮上分離性能を及ぼす影響に重点をおいて，回分実験による検討を行った．

2. マイクロバブルについて

微細気泡は，それぞれのサイズによって，もたらす物理化学的特性が異なる．気泡のサイズ毎に区



図-1 八郎湖の排水機場及び中央幹線排水路

分した名称があり，10μm から数十 μm までの範囲をマイクロバブル，数百 nm から 10μm の範囲をマイクナノバブル，数百 nm 以下の微細な気泡はナノバブルと呼ぶ．このような微細気泡の特徴を整理し，以下の表に示す²⁾．

表-1 微細気泡の特性²⁾

特性項目	特 徴
・サイズが小さい	・狭い流路を通過できる。 (毛細血管，マイクロチャンネル等)
・単位面積あたりの表面積が大きい ・浮力が小さいので長時間液体中に停留	・熱物質輸送に効果的 ・液体中への気体吸収効率が 高い ・水平方向への拡散が容易と なる(上昇が遅い)
・表面張力の影響が大きい	・球形を保ちやすい ・微細化が困難 ・気泡内ガスが溶解し消滅し やすい
・界面活性剤など水中の微量不 純物の影響を受け易い ・表面が負に帯電している	・上昇速度の急減少(マラン ゴニ効果) ・合体の阻止 ・水中の微粒子の吸着(MB 自体 が負に帯電していることが 影響)
・マイクロバブル自身の慣性は なし	・重い微粒子との違い

上記の特徴の内，本研究で特に重要となる項目は以下のとおりである．

- ・単位面積あたりの表面積が大きいので懸濁物質を吸着する面積を多く確保できる．
- ・浮力が小さいので長時間水中に滞留しながら上昇する．そのため，懸濁物質との十分な接触時間が確保できる．
- ・表面が負に帯電しているので微細気泡同士が結合せず，均一に分散できる．

3. 浮上分離実験

図-2 に示した通り MB 発生装置(OHR ミキサー MX-E10 型)と液素ポンプ(0.4kW)を備えた MB 浮上分離装置を用い，無機

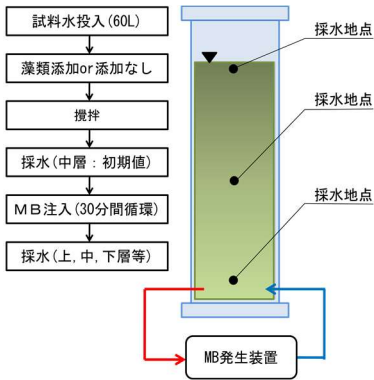


図-2 実験装置および実験方法

濁質及び藻類の同時回収を目的とした回分実験を行った。

浮上分離装置は、口径 30cm、高さ 1m の円柱型塩ビ製水槽と MB 発生装置で構成され、下部では生成された MB が試験水の循環過程で常に供給できる。

試験水は、蒸留水に、八郎湖へ流入する農業濁水から回収した濁質成分(75 μ m 以下)を懸濁させた人工農業濁水、2017 年 4 月～5 月の八郎湖に流入する実農業濁水を用いた。上記 2 種類の濁水の外、懸濁性有機物として洗浄済みクロレラを添加して試験水を作成した。表-2 に供試水と実験条件別クロレラの添加量を示した。

試験水を浮上分離水槽に高さ 84cm(約 60L)まで投入し、空気量は 0.1L/min に設定し、流量 20L/min で下部のみで循環させ MB を飽和状態とした。その後、下層、中層、上層にて採水を行い、SS、VSS を測定した。また、発生したスカムを回収し、容積、SS、VSS を測定し、無機濁質および添加した藻類の回収率を求めた。

表-2 供試水と実験条件別クロレラの添加量

試験水	人工農業濁水	農業濁水
Run1	添加なし (93)	添加なし (56)
Run2	3g 添加 (136)	6g 添加 (144)
Run3	6g 添加 (230)	-

注) () : SS 初期値[mg/L]

4. 実験結果と考察

図 3～7 より、VSS 20%未満の人工農業濁水および実農業濁水では、鉛直の SS 濃度に変化がなく、MB による浮上分離効果は得られなかった。しかし、クロレラを添加した場合は、上層において 7～8cm のスカム (SS : 2393～5520mg/L) が形成され、懸濁物質の浮上分離が確認できた。図-8 に示したように、VSS/SS 比が大きくなる

と浮上分離によるスカム回収率も同時に高くなる傾向が認められた。また、藻類の浮上に伴い、無機濁質の一部も同時に浮上分離できることがわかった。回収スカム中の約 90%は添加したクロレラであり、残りの 10%が無機濁質であった。このようなスカムの組成は、試験水の初期 VSS/SS 比に関係なくほぼ一定であった。負に帯電している MB にクロレラや濁質が化学的に吸着することは困難なため、MB がゆっくりと浮上する過程でクロレラや微細な濁質に付着し、上昇することで浮上分離が行われるものと思われる。

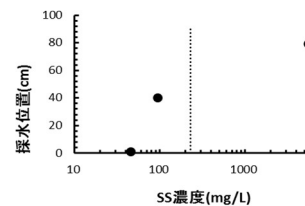


図-5 人工農業濁水の RUN3

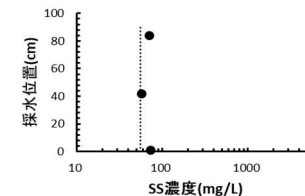


図-6 農業濁水の RUN1

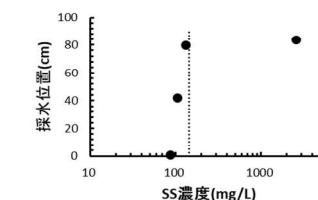


図-7 農業濁水の RUN2

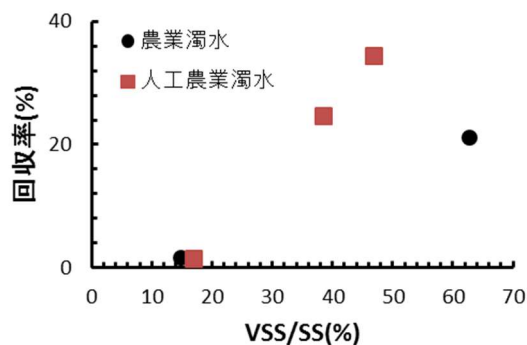


図-8 試験水の VSS/SS と回収率の関係

5. まとめ

マイクロバブルを用いた浮上分離実験の結果、試験水の VSS/SS が 40%以上でスカムとしての SS 回収率は 21%～34%で、そのうち 10%は濁質成分であった。

参考文献

- 1) 大成博文(1997)マイクロバブル発生技術による広閉鎖水域の水質浄化、混相流、11 巻、3 号、pp.263-266.
- 2) 今西由美他(2004)マイクロバブルに関する研究、国土文化研究所年次報告、VOL.3、pp.5-9.