

湖沼底質の改善技術に関する研究 (第3報)

加藤賢二・青木啓子・松崎賢

The research on the improvement technology of lake sediment (3)

Kenji KATO, Keiko AOKI, Masaru MATSUZAKI

1 はじめに

湖沼の水質改善を図ることを目的として、底質からの磷の溶出を抑制する技術について研究を行った結果、底質改善剤として、カルシウムやマグネシウムの硝酸塩が底質中の磷溶出を抑制する効果が大いことがわかった。さらに、底質改善剤の添加により、見た目の水質も改善され、pHの変化も伴わないことがわかった¹⁾。

しかし、硝酸塩の添加は、湖沼水質にとって富栄養化の原因である窒素の増加にもなりうることで、また、硝酸塩による酸化還元反応が生態系に及ぼす影響について不明な部分も多いため、硝酸塩の環境影響をいかに少なく、また磷の溶出抑制効果をいかに持続させるかについて検討する必要性が生じた。

そこで、甲殻類や魚類に対する安全性を検討し、環境への影響を評価²⁾するとともに、底質改善剤の組成や形状、投与手法について室内での実験を行った。

ここでは、底質改善剤の組成や形状、投与手法についての実験結果を報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点および調査時期

図1に採泥地点を示した。

また、室内での溶出試験等には、平成18年4月から11月にかけて採泥した底質を用いた。

2.2 採泥方法

離合社製のエクマンバージ採泥器を用いて採泥し、表層10cmまでの底泥を混合して持ち帰った。

2.3 測定方法

硝酸性窒素および亜硝酸性窒素、磷酸態磷、カルシウムイオンについては、JIS K 0102の各測定法によった。

2.4 底質改善剤の調整

前報¹⁾の結果および湖水面より底質改善剤を散布する場合を想定し、底質改善剤が持つべき性質として、下記に示す項目が重要であり、各項目について検討した結果と組成を示した。

- ① 硝酸カルシウム：20%
(磷の溶出を抑制する主成分で、寒天で凝固できる最高濃度)
- ② 凝固剤：寒天1.2%
(有効な硝酸カルシウムは、水溶性のため間隙水へ移行する速度を抑制する。(添加剤の安全性の確保として天然品を使用))

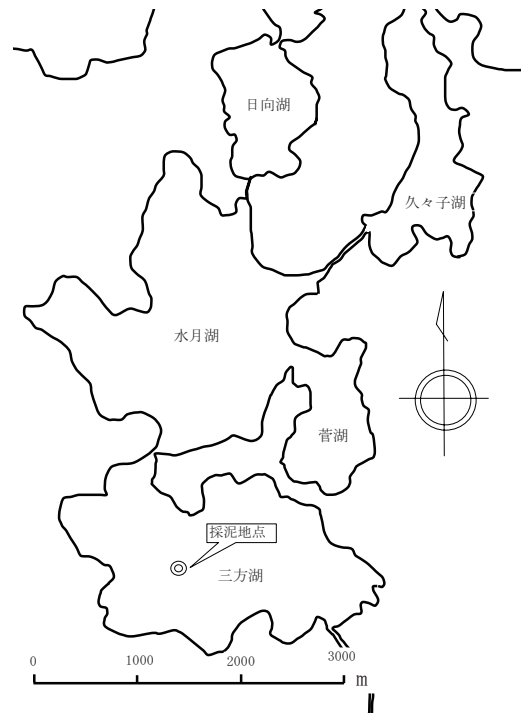


図1 三方湖における採泥地点

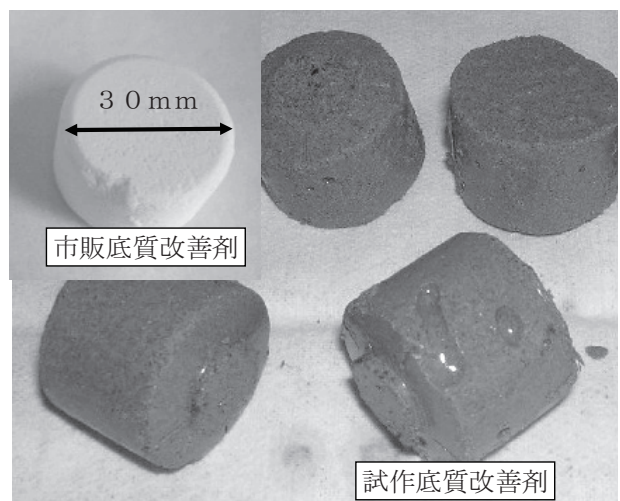


図2 底質改善剤

- ③ 持続剤・増量剤：炭酸カルシウム（20%）
（炭酸カルシウムは、水に難溶なため、硝酸カルシウムの磷抑制速度を緩和・持続させる）
- ④ 水：38.8%
（各試薬等を分散・溶解）
- ⑤ 比重：1.7 程度（40%クリンカアッシュで比重調整）
（湖面より散布した底質改善剤が、底泥中、約 5 cm 程度に沈降するための比重）

図 2 に上記で示した試作品（寒天固定タイプ）および市販の底質改善剤（市販品：組成は試作品と同じ硝酸カルシウムタイプ 50%）を示した。

3 結果と考察

3.1 底質改善剤の効果と間隙水が上層水に与える影響

湖面より散布された底質改善剤は、自重（比重約 1.7）により速やかに底泥表面に達し、浮泥部分は柔らかいため、さらに 3～5 cm 程度泥の中に潜る。その後、間隙水中に徐々に溶け出した底質改善剤は、磷の溶出抑制に効果を表すが、同時に硝酸塩や亜硝酸塩、カルシウムイオンも溶解し、水中に移行すると考えられる。

そこで、図 3 に示したように 3 cm の泥と上部 10 cm に蒸留水を充填し、仮想の湖沼を作成し、実験した。

測定は間隙水から水中に移行した後の各イオン濃度を求め評価した。

実験に用いた底質改善剤は、2.4 で試作した寒天固定タイプと市販品を用いた。添加量としては、 1 kg/m^2 （ビーカーサイズ $3.8\text{g}/38.5\text{cm}^2$ ）とした。また、添加方法としては、適量を秤量後、ビーカー底に分散し、底泥を被せ、その上に蒸留水が濁らないよう充填し、25℃暗所で行った。

3.1.1 磷の抑制効果

図 4 に間隙水から水中に移行した磷の濃度を示した。試作した寒天固定タイプ、市販品ともに、コントロールと比較して非常に良い磷の抑制効果を示した。

コントロールは、8 日目に 0.53mg/l と最大溶出量を示し、その後は減少して 74 日目には底質改善剤を添加した場合と同程度に磷の溶出がなくなった。これは、底質が酸素により酸化されたためであり、実際のフィールドでは新たな有機物（プランクトンの死骸等）の供給により還元系の維持が考えられるため、溶出する磷の量が減少する傾向は少ないと考えられる。

3.1.2 間隙水が上層水に与える影響

図 5-1～2 に、間隙水から流出する硝酸性窒素および亜硝酸性窒素、カルシウムイオンの経時変化を示した。

寒天固定タイプの硝酸性窒素の流出は、市販品の底質改善剤と比べ最大比較でも約 1/10 倍程度であった。また、測定期間中の最大値で見ても通常の湖水濃度レベルであった。

亜硝酸性窒素は、寒天固定タイプおよび市販品とも硝酸性窒素のさらに 1/10 程度のレベルであった。

カルシウムイオンについては、コントロールを含め底質改善剤を含む系とも、20 日ごろまでは徐々に上昇を続けるがその後、 50mg/l で横ばいとなった。このときの濃

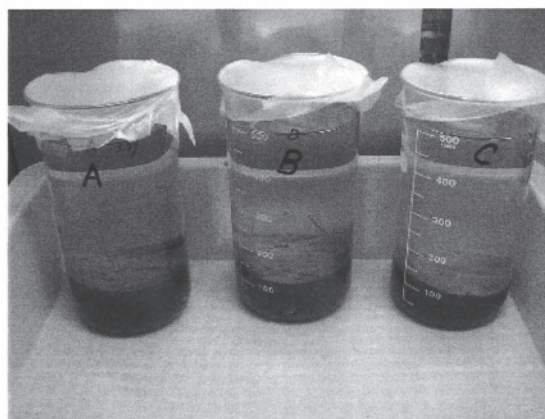


図 3 底質改善材の効果と間隙水が上層水に与える影響（実験状況）

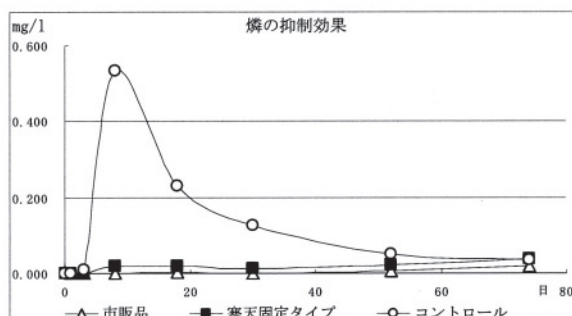


図 4 磷の抑制効果

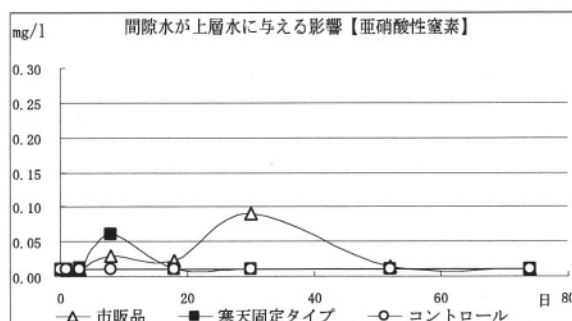
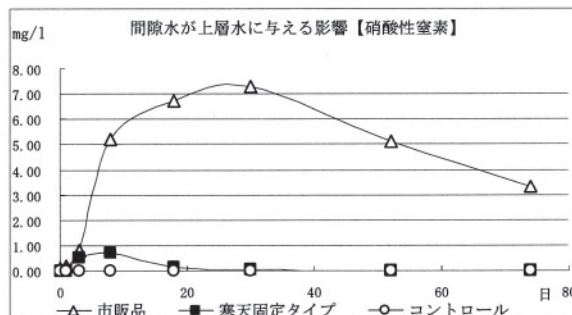


図 5-1 間隙水が上層水に与える影響

度も通常の湖沼の濃度レベルであった。

以上の結果、試作した寒天固定タイプの底質改善剤は市販品と比較して間隙水から上層水に漏れ出る各イオンの量は少なく、特に硝酸性窒素および亜硝酸性窒素が与える影響は小さいと判断した。

3.2 その他

底質改善剤の環境への影響を評価するには、魚類や甲殻類以外²⁾に、ベントスについても評価する必要がある。

しかし、底質中に生息するベントスを定量的に把握することが困難なため生息しているユスリカ等が作る痕跡(穴や吹き出し口)の有無を観察し評価した。

その結果、コントロールを始め、底質改善剤を添加した系においてもベントスによる生物の痕跡が認められた。

4 まとめ

底質改善剤として、カルシウムやマグネシウムの硝酸塩が底質中の燐溶出を抑制する効果が大きいことがわかった。さらに、底質改善剤の添加により、見た目の水質も改善され、pHの変化も伴わないことがわかった¹⁾。

底質改善剤の組成や形状、投与手法についての実験の結果からは、試作した寒天固定タイプの底質改善剤は、燐の溶出抑制はそのままに、富栄養化の原因となる硝酸性窒素や亜硝酸性窒素の溶出を低く抑えることができ、さらに、カルシウムイオンについても環境濃度とほぼ同じ濃度に保つことができた。

ベントスについても、生物の痕跡が認められたため硝酸カルシウム系の底質改善剤の安全性を認めた。

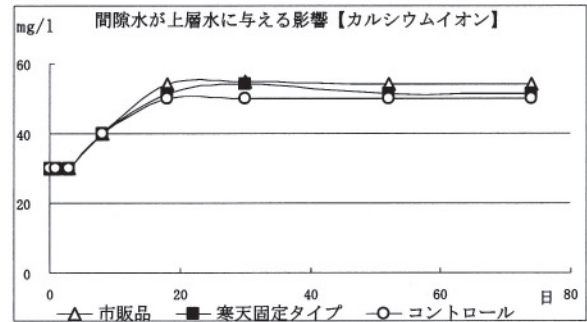


図5-2 間隙水が上層水に与える影響

謝辞

本研究にあたり、ご指導をいただいた国立環境研究所の稲森悠平室長および同研究室の方々に対して感謝いたします。

参考文献

- 1) 加藤賢二他：湖沼底質の改善技術に関する研究（第1報）, 福井県衛生環境研究センター年報, 4, 83～85, 2005
- 2) 松崎賢他：湖沼底質の改善技術に関する研究（第2報）－環境影響調査－, 本報, 99～101.