

## 湖沼底質の改善技術に関する研究 (第4報)

加藤賢二・青木啓子\*1・松崎賢\*2

The research on the improvement technology of lake sediment (4)

Kenji KATO, Keiko AOKI\*1, Masaru MATSUZAKI\*2

## 1. はじめに

湖沼の水質改善を目的として、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。

その結果、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に含まれる磷の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、透明度など見た目の水質も改善され、pHの変化は伴わないことが分かった<sup>1)</sup>。

しかし、硝酸塩の添加は湖沼水質の栄養化の原因である窒素の増加になりうること、さらに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点も多いため、硝酸塩の環境影響を小さくし、かつ磷の溶出抑制効果を持続させる方法を検討することにした。

そこで、甲殻類や魚類を用いて安全性を検討し、環境への影響を評価<sup>2)</sup>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実験を行った。

その結果、硝酸カルシウム系の底質改善剤の形状や投与手法を定めることで、安全かつ効果的に底質改善剤を散布する手法を明らかにした<sup>3)</sup>。

ここでは、試作した底質改善剤を用いて現地での実証試験を行ったので、その結果を報告する。

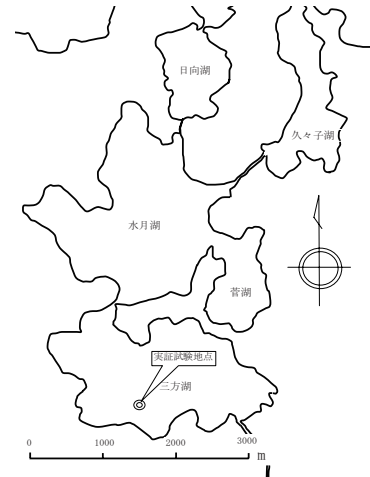


図1 三方湖での実証試験

## 2. 調査方法

## 2.1 調査地点および調査時期

図1に実証試験の実施地点を示した。

図2には、実証試験の概略図を示した。

実証試験の効果等測定には、湖水面より竹製の目印および方形枠を設け、方形枠内の底質をランダムに5ヶ所と、方形枠から約10m離れた地点の底質(コントロール)をランダムに5ヶ所採泥し、分析試験に供した。

なお、実証試験は、平成19年6月から8月にかけて、実施した。

## 2.2 採泥・採水方法

方形枠内の底質およびコントロールの採泥に当たっては、底質改善剤散布後の正確な位置の確保と、採泥による底質表面の攪乱を防止するため、ダイバーが潜水し、手で採取することにした。

泥の採取部位は表層5cmのまでとし、均一になるよう、水中でステンレス缶に採取し、クーラーボックス内に保存して持ち帰った。

また、湖水については、表層水と、底質直上の湖水を50ml注射器で吸引採取し、0.8μmのフィルターを用い圧ろ過後、泥の試料と同様、冷却保存した。

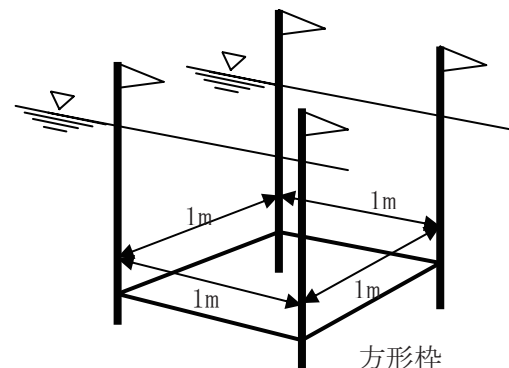


図2 調査地点の概要図

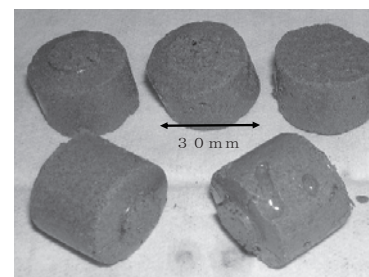


図3 底質改善剤

\*1) 元福井県衛生環境研究センター

\*2) 福井県内水面センター

### 2. 3 測定方法

泥試料については、持ち帰った試料を直ちに、4,000rpm・15min で遠沈後、間隙水を分取して0.8 $\mu$ mのフィルターを用い、圧ろ過した。前処理の後、ただちに各イオンを分析した。

なお、硝酸性窒素および亜硝酸性窒素、磷酸態磷、カルシウムイオンの分析は、JIS K 0102 によった。

また、解析に当たっては各地点における平均値を用いた。

### 2. 4 底質改善剤の調整および散布手法

底質改善剤は、前報<sup>3)</sup>に従い、調整した。

また、底質改善剤の散布量は1kg/m<sup>3</sup>とした。

以下に底質改善剤の組成を示す。

なお、底質改善剤は船上からの散布法を原則とするが、今回は効果測定のため、ダイバーによる手での散布（苗の植え付け方式）とし、方形枠内に均一になるよう散布した。

また、泥の深さは泥表面から5cmまでとした。

図3に試作品を示した。

#### 【底質改善剤の組成】

- ① 硝酸カルシウム：20%
- ② 凝固剤：寒天 1.2%
- ③ 持続剤・増量剤：炭酸カルシウム（20%）
- ④ 水：38.8%
- ⑤ 比重：約1.7（40%クリンカアッシュで調整）

## 3. 結果と考察

### 3. 1 底質改善剤の磷の溶出抑制効果

底質改善剤を散布した地点およびコントロールの間隙水中の磷酸態磷の経時変化を図4に示した。

コントロールの磷酸態磷の濃度は調査開始時（6/20）から上昇し始め、約10日目ごろからほぼ一定となり、2.1mg/l 前後の濃度が調査終了時（8/23）まで64日間続いた。なお、調査初期における濃度の上昇は、気温上昇に伴う底質温度の変化が磷の溶出量を増加させたためと考えられる<sup>4)</sup>。ちなみに、湖沼の水温は22℃から32℃まで上昇した。

底質改善剤を散布した方形枠内の磷酸態磷の濃度は、12日目には若干上昇傾向を示したが、その後は強い磷の抑制効果が表れ、30日目以降は、0.1mg/l 台で推移した。

コントロールと比較すると、磷の溶出抑制効果は93～95%であった。

### 3. 2 底質改善剤が間隙水に与える影響

図5に間隙水中の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。

硝酸性窒素および亜硝酸性窒素について見ると、方形枠内とコントロールの濃度差は12日目に方形枠内が若干高めに検出された他は同一濃度で推移した。

方形枠内の値が高めに検出された原因は底質改善剤の影響と考えられるが、その濃度差は0.001mg/l であり、通常の測定報告下限値の1/10以下であることから、底質改善剤が間隙水に与える影響は無視できると考えられた。

カルシウムイオンについても、方形枠内とコントロールの濃度差がなく、三方湖の水質と同一レベルであった。

これらの結果から、底質改善剤による環境への影響は無視できる程度と考えられる。

### 3. 3 底質改善剤が生物に与える影響

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、ベントス等についても評価する必要がある。

室内実験によるこれらの安全性については、既に前報で報告したが<sup>2)</sup>、現地試験ではこれらを定量的に把握することが困難なため、現地調査時の目視による生物への死の有無確認や漁業従事者（漁協組合員）からの異常報告の有無によった。

この結果、異常な状況は確認されておらず、底質改善剤の環境への影響は無視できると判断した。

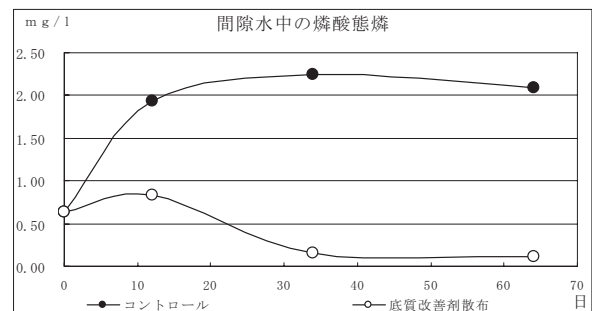


図4 磷の溶出抑制効果

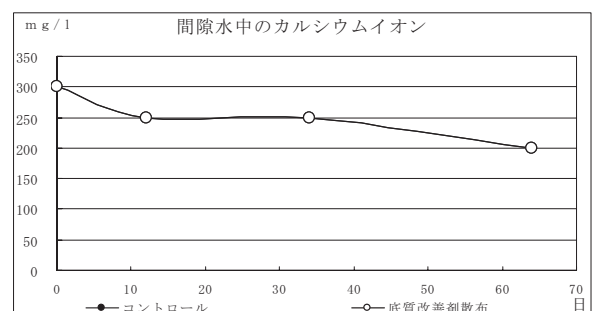
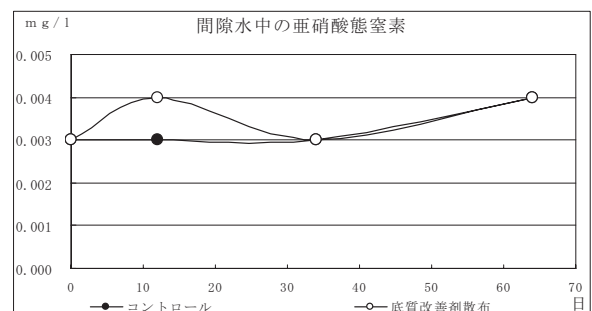
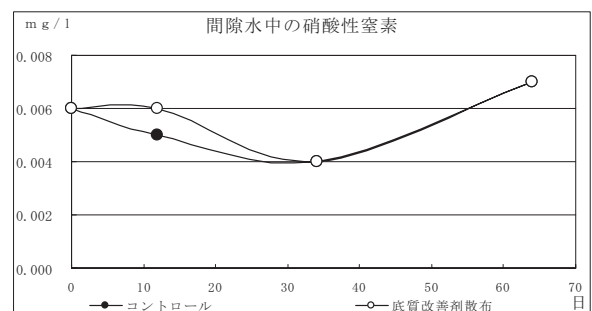


図5 底質改善剤が間隙水に与える影響

### 3. 4 その他

現地での実証試験は、一般的に隔離水域を作成して、実施する例が多い。しかし、この手法は室内実験の拡大にすぎず、必ずしも正確な現地実証とはならないおそれも考えられる。

そこで、今回の試験に当たっては、その目的物質が底質部分にあることも考慮し、現場を隔離せずに実施した。

さて、湖沼の水質は水温以外に日射量や雨量、動植物プランクトンの増減、水の流れ等に左右され、間隙水の濃度変化は水質に反映されにくいと考えられるが、参考として湖水の表層部と底質改善剤を散布した底質直上の水質の経時変化を図6に示した。

磷酸態磷の湖水表層部の濃度は通常のレベルである0.006~0.002mg/lで推移したが、底質直上水は濃度変動も大きく0.006~0.042~0.005~0.030mg/lと変化した。

この変動の要因としては、間隙水中の磷濃度の影響も考えられるが、底質改善剤を散布した間隙水中の濃度レベルは0.43 mg/l (平均値)、コントロールは1.7 mg/l (平均値)でコントロール値が膨大であるため、若干の移流でも底質直上水に影響があったためと推察された。

硝酸性窒素および亜硝酸態窒素の経時変化は、35日ごろにピークが現れたが、湖水表層部と底質直上水との差は3.2の場合と同様大きくないことから、通常レベルの湖沼水質変化に伴うものと考えた。

カルシウムイオンについては、湖水表層部と底質直上水とまったく同じ変化を示した。

## 4. まとめ

湖沼底質改善剤として、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きいことが分かった。

そこで、これらを主成分とする底質改善剤を試作し、現地での実証試験を実施したところ、底質からの磷の溶出抑制効果が93~95%と非常に良い結果が得られた。

また、目視による生物へい死の有無確認や漁業従事者からの異常報告の有無によって、環境への影響を評価したところ、異常な状況は確認されず、底質改善剤の環境への影響は無視できる程度と判断した。

今後、底質改善剤による磷の抑制効果や底質改善剤の使用条件等を湖沼管理者や流域自治体等に報告・説明し、底質改善剤の採用を働きかけることによって、湖沼水質の富栄養化対策に寄与できると考える。

## 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-,福井県衛生環境研究センター年報,5,p 95-101,2006
- 3) 加藤賢二他：湖沼底質の改善技術に関する研究（第3報）,福井県衛生環境研究センター年報,5,102-104,2006
- 4) 加藤賢二他：底泥からの窒素・磷の室内での溶出試験,福井県衛生環境研究センター年報,2,116-118,2003

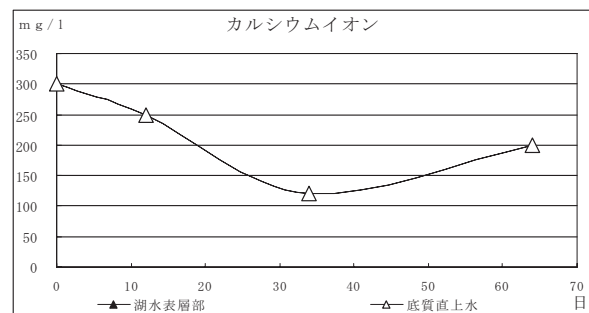
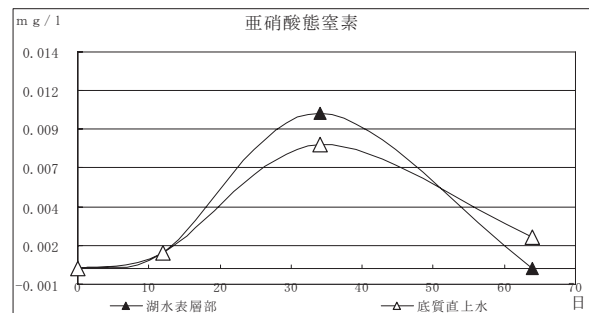
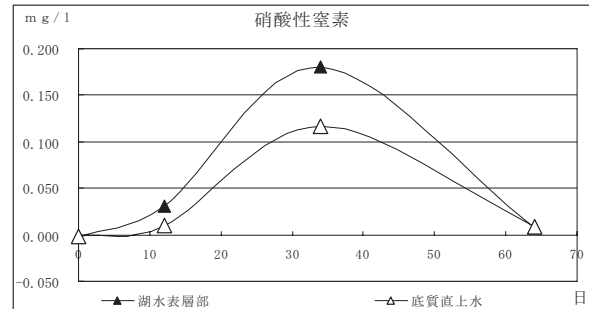
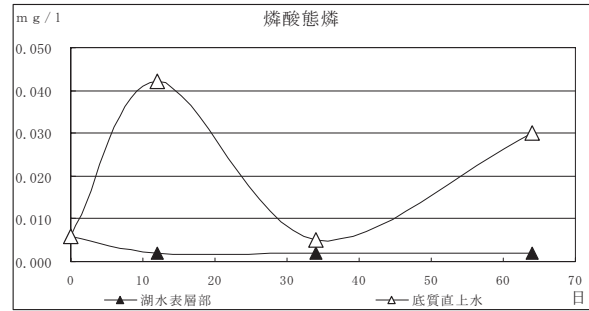


図6 湖水の経時変化