

湖沼底質の改善技術に関する研究（第2報）

- 環境影響調査 -

松崎賢・加藤賢二

The research on the improvement technology of lake sediment (2)

- An environmental influence survey -

Masaru MATSUZAKI, Kenji KATO

1 はじめに

湖沼などの閉鎖性水域における窒素・リンの増加は湖水の富栄養化を促進し、有毒アオコの発生など環境悪化の原因となっている。また、湖沼の底泥には長期間にわたって多量の窒素・リンが蓄積され、これらが湖沼底層部から溶出することで負荷源となりうる事が推察された。過去の報告からも、三方湖や久々子湖など浅い湖沼では底質からの栄養塩類の溶出が水質悪化に大きく影響し、特にリンが制限因子となり、湖沼底泥の温度や湖水中の溶存酸素量などがリンの溶出速度に大きく影響を及ぼすことがわかった^{1) 2)}。

そこで、湖沼底質からのリンの溶出を抑制する技術について検討した結果、底泥から窒素・リンの溶出を制御する物質として、硝酸カルシウムと硝酸マグネシウム³⁾に効果があることがわかった。今回はカルシウム系における環境影響試験を行ったので報告する。

2 試験方法

2.1 試験場所および試験時期

試験実施場所として、県内水面総合センターの恒温試験室を借り受け、平成18年8月21日～9月29日までの約1ヶ月間行なった。なお、この期間には供試魚の馴致飼育も含まれている。

2.2 試験方法

生物影響試験として、急性毒性試験(JIS K 0102:1998「工場排水試験法」)^{4) 5) 6)}に準じて行い、各カルシウム塩による半数致死濃度試験(LC50)を行った。

2.3 供試魚

供試魚として魚類ではヒメダカ(*Oryzas latipes*)と、甲殻類としてヌマエビ(*Paratya campresea*)を用いた。

2.4 試験薬品

硝酸カルシウム $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ と塩化カルシウム $[\text{CaCl}_2]$ を用い、カルシウム重量として 5,000 mg Ca/l と 10,000 mg Ca/l で行った。

3 結果と考察

3.1 試験準備

県内水面総合センター内恒温試験室の室温を 25℃ に設定し、小型のガラス水槽に地下水を定量(150 l)入れ、水温の上昇を待った。供試魚については、事前に購入し別水槽にて試験と同様の電照を施し飼育を行った。また、へい死魚を発見したときは速やかに取り除き、活力のある個体を使用した。なお、急性毒性試験期間中は、止水飼育とし8時間(明)16時間(暗)として、観賞魚用蛍光

灯で電照を施した。

3.2 試験薬品

試験薬品の硝酸カルシウムと塩化カルシウムについては、カルシウム濃度を 5,000 mg Ca/l と 10,000 mg Ca/l の試験区をそれぞれ設け、これらに対する対照区をも併せて設置し、ヒメダカ等の行動経過を観察した。なお、試験実施状況を図-1に示す。

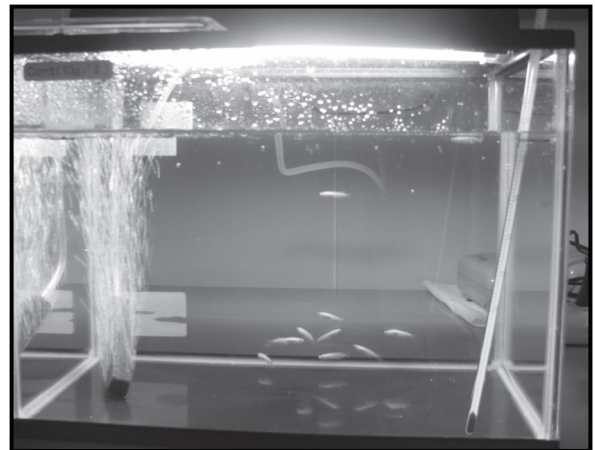


図-1 試験実施状況

3.3 供試魚

各供試魚については、試験開始日に必要個体数(各10尾/槽)取り上げ全長を測定した。

3.4 試験開始

試験薬品は規定量を水槽内に投入し、エアレーションや薬さじ等にて攪拌し、完全に水中に溶解させた。また、これら薬品が溶解するまでに供試魚の測定を行い、溶解後水温と pH・DO を測定し、各水槽同時に試験魚を入れ試験を開始した。

試験開始後は、随時供試魚の行動を観察しながら経過時間 30 分毎に水温を確認し、経過 24 時間・48 時間後には水温と pH・DO も併せて測定した。

試験経過時間中に死亡した個体については、速やかに取り除き計数した。また、供試魚の死亡確認については、JIS の試験法に基づき、ガラス棒で供試魚に刺激を与え、遊泳等がなければ死亡とみなした。

3.5 供試魚別半数致死濃度(24h・48h LC50)

ヒメダカにおいては、各水槽に 10 尾収容しこれらの全長を測定し、硝酸カルシウム区では平均全長 26.7 mm

(24.3 mm～30.0 mm)となり、塩化カルシウム区では平均全長 28.0 mm (24.5 mm～32.8 mm)となった。

次に試験区別に経過時間ごとの死亡率を見ると、硝酸カルシウム区 5,000 mg Ca/l での 24 時間後の死亡率は 10%となり、10,000 mg Ca/l においては死亡率 30%となった。一方、48 時間後の死亡率を見ると、それぞれ 30%・70%となった。これらの結果を図-2に示す。

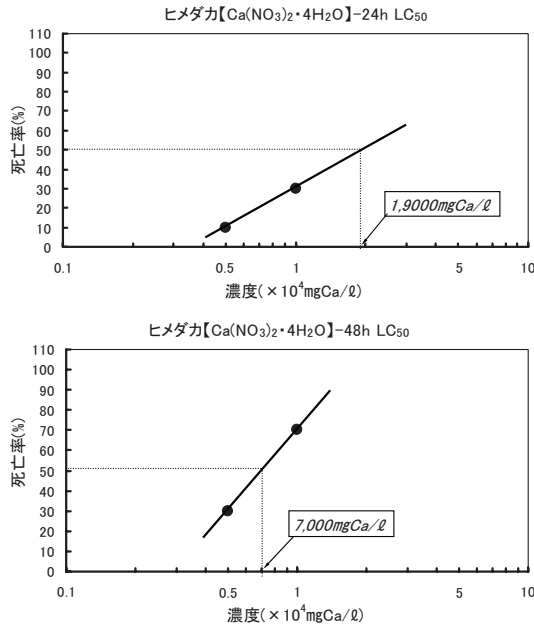


図-2 硝酸カルシウムにおける半数致死濃度試験結果

また、塩化カルシウム区における 5,000 mg Ca/l での 24 時間後の死亡率は 60%となり、10,000 mg Ca/l においては死亡率 100%となった。一方、48 時間後の死亡率を見ると、それぞれ 80%・100%となった。これらの結果を図-3に示す。

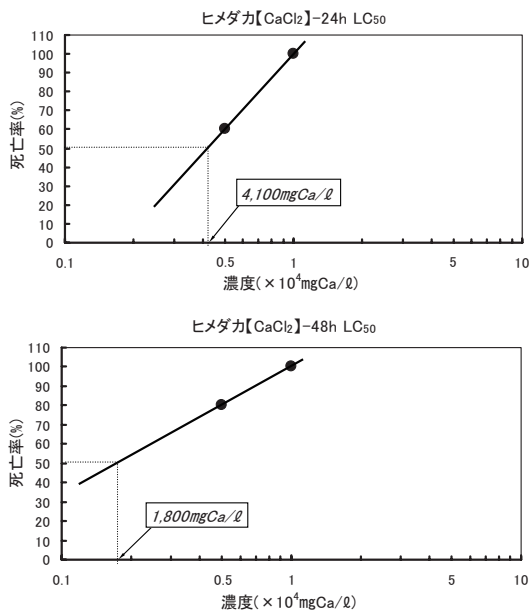


図-3 塩化カルシウムにおける半数致死濃度試験結果

以上の結果から、ヒメダカにおける半数致死濃度 LC₅₀を推定すると、硝酸カルシウムにおける 24hLC₅₀ は 19,000 mg Ca/l となり、48hLC₅₀ では 7,000 mg Ca/l の値が得られた (図-2 参照)。

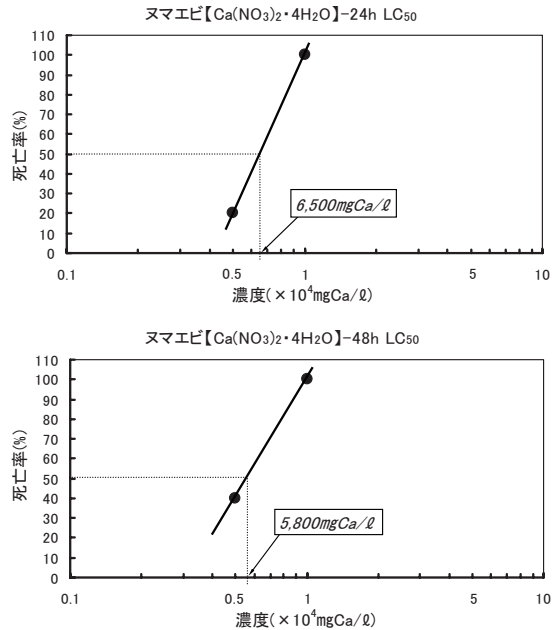


図-4 硝酸カルシウムにおける半数致死濃度試験結果

同様に塩化カルシウムにおける半数致死濃度を推定すると、24hLC₅₀ は 4,100 mg Ca/l となり、48hLC₅₀ は 1,800 mg Ca/l の値が得られた (図-3 参照)。

次にヌマエビについても同様に見ると、硝酸カルシウム区での平均全長は 34.9 mm (28.6 mm～43.1 mm)で、塩化カルシウム区では、平均全長 35.4 mm (26.5 mm～42.6 mm)となった。

試験区別に経過時間ごとの死亡率を見ると、硝酸カルシウム区 5,000 mg Ca/l での 24 時間後の死亡率は 20%となり、10,000 mg Ca/l においては死亡率 100%となった。一方、48 時間後の死亡率を見ると、それぞれ 40%と 100%となった。これらの結果を図-4に示す。

また、塩化カルシウム区における 5,000 mg Ca/l での 24 時間後の死亡率は 40%となり、10,000 mg Ca/l においては死亡率 100%となった。一方、48 時間後の死亡率では、偶然にも 24 時間後と同じ値となり、それぞれ 40%と 100%となった。これらの結果を図-5に示す。

ちなみに、三方湖の Ca イオン濃度レベルは、100～300 mg Ca/l となっている。

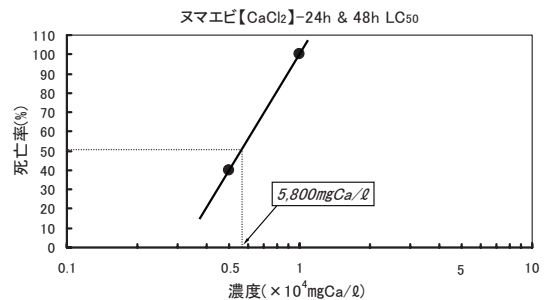


図-5 塩化カルシウムにおける半数致死濃度試験結果

以上の結果から、ヌマエビの硝酸カルシウムにおける半数致死濃度 LC50 を推定すると 24hLC50 は 6,500 mg Ca/l となり、48hLC50 は 5,800 mg Ca/l の値が得られた(図-4 参照)。

同様に塩化カルシウムでは、24h LC50 が 5,800 mg Ca/l、48h LC50 が 5,800 mg Ca/l となった(図-5 参照)。

また、ヒメダカとヌマエビの試験期間中における pH は、6.5~7.2 で推移し、D0 についても 10 mg/l 以上を常に維持していた。

4 まとめ

前年度の室内試験において湖沼の底泥から溶出する燐を抑制する物質としては、硝酸カルシウムと硝酸マグネシウムであることがわかった。

硝酸カルシウムは、コスト面からフィールドでの実効性が高いと推定され、湖沼生物(魚類・甲殻類)に対する硝酸カルシウムの環境について検討するために、生物試験として急性毒性試験(JIS K 0102:1998「工場排水試験法」)の半数致死濃度の試験を行った。また、硝酸根を含まない塩化カルシウムについても同様に試験を行い、その結果を表-1 にまとめた。

表-1 硝酸カルシウムおよび塩化カルシウムの半数致死濃度試験結果

単位：mg Ca/l

| 硝酸カルシウム | 24hLC50 | 48hLC50 |
|---------|---------|---------|
| ヒメダカ | 19,000 | 7,000 |
| ヌマエビ | 6,500 | 5,800 |
| 塩化カルシウム | 24hLC50 | 48hLC50 |
| ヒメダカ | 4,100 | 1,800 |
| ヌマエビ | 5,800 | 5,800 |

この結果、硝酸カルシウム系ではヒメダカが、塩化カルシウム系ではヌマエビがおおむね耐性があることがわかった。また、硝酸カルシウム系が塩化カルシウム系より生物への影響が少ないことがわかり、底質改善剤のベースとしては硝酸カルシウム系が良いと判断できた。

これらの結果を基に、現地における実用試験に適用していきたい。

5 謝辞

本試験にあたり、ご指導をいただいた鹿児島大学水産学部付属海洋資源環境教育研究センター小山次郎教授に対して、感謝致します。

参考文献

- 1) 加藤賢二他：底泥からの窒素・燐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
- 2) 加藤賢二他：底泥からの窒素・燐の室内での溶出試験，福井県衛生環境研究センター年報，3，168～170,2004
- 3) 加藤賢二他：底質改善技術に関する研究（1）福井県環境研究センター年報，4，83～85，2005
- 4) 日本規格協会編：工場排水試験方法，297～300，1998
- 5) 日本規格協会編：JIS ハンドブック 10 環境測定，1460～1463，2000
- 6) 日本水産資源保護協会編：新編「水質汚濁調査指針」生物に関する試験法 377～381，1980