

薬剤散布による富栄養湖のリン溶出改善

鳥取大学 学生会員 ○中村 太郎

鳥取大学 正会員 増田 貴則

鳥取大学 正会員 星川 淑子

1. 序論

1960年代の高度経済成長にともない、湖沼に人為にともなう栄養塩が流れ込み、富栄養化が顕在化してきた。

富栄養化は湖沼の水質問題の一つとして挙げられ、富栄養化した湖沼の底泥からの窒素やリンなどの栄養塩の溶出はアオコによる悪臭などを引き起こし、周辺漁業にも悪影響を及ぼす。

この対策としては、浚渫、曝気、覆砂などが行われている。しかし、浚渫の場合、処理後の引き上げ後のヘドロ(底泥)の処理処分問題があり、莫大な工事費用も必要になる。覆砂の場合、水面の上昇、被覆物の流出等の問題がある。また、曝気の場合は、ヘドロ層の巻き上げ、曝気範囲が限定されてしまうこと、一時的な効果しか望めないなどの問題点があり使用する機械の開発が進められており改善には至っていないのが現状である。また、薬剤散布も一時的な栄養塩抑制効果が望めるが、効果が薬品により違うことや散布する薬品価格の問題があるため、安価かつ効果のある薬品を選定する必要が出てくる。

本研究では、環境に害が少ないために処理後の対策が不必要であり、必要物質の調達が容易である薬品散布に着目した。まだ 研究が十分とはいえない酸化ランタン(La_2O_3)を用いて、コスト削減を念頭に、効果がある範囲内での必要最小量を明らかにすることを目的とする。

2. 試薬選定

従来多く研究されている酸化カルシウム(CaO)、水酸化カルシウム(Ca(OH)_2)などの石灰系の薬品は、自然界に豊富な元素で構成されているため水質規制にかかることは少ないが、pH値の上昇や持続効果が少ないなどの問題点がある。使用薬品は、長期的な効果を望むため水に対して不溶の性質を持つ必要がある。また、実際の湖沼での使用を可能とするために、単価が高くなく、水及び土壌への影響が少なく、人体や生態に影響が強いなどの問題を持っておらず、底質改善の効果が見られるものである必要がある。したがって上記の条件に合う可能性のある酸化ランタンを研究対象に決定した。酸化ランタンは、直上水のリンの吸着効果が認められているが、効果がある範囲内での必要最小量の考察がされていない。また、酸化ランタンの効果を比較検討するために、従来から研究されている薬品であり、リンの抑制効果は高いが問題点が明確に表れる硝酸カルシウム($\text{Ca(NO}_3)_2$)も使用する。

3. 実験方法

実験に用いる泥は2016年1月に鳥取市湖山池より採取し、2mmの篩にかけよく混和した後、密封容器に入れ、冷蔵保存したものを使用した。実験水は湖山池の水質を参考に模擬湖水を作成した。実験水の組成を表1に示す。

表1 模擬湖水の組成

元素	化学式	濃度(mg/L)
N	NaNO_3	0.4
N	KNO_3	4.33
P	KH_2PO_4	0.2
P	K_2HPO_4	0.1
Cl	NaCl	8,000

実験方法は、内径25mm、長さ20mmの試験管に湖山池の底泥と模擬湖水を加え、底泥の高さが約4cm、水の高さが12cm(約50ml)になるように調整し、酸化ランタンと硝酸カルシウムのそれぞれブランクを含む7通りの散布量(0g/m^2 , 0.25g/m^2 , 0.5g/m^2 , 1g/m^2 , 10g/m^2 , 50g/m^2 , 100g/m^2)で散布した。また、実際の湖沼の湖底付近では細菌が過剰な有機物を分解するために多くの酸素を消費するので嫌気状態になっている。そこで本研究では、窒素ガスを1分程度吹き込みキャップをすることで嫌気状態を作成した。その後インキュベータの中で暗所で25°Cで静置し直上水のT-P濃度を測定する実験を行った。

なお、本実験では同条件のものを3本ずつ、測定回数4回分(実験開始前、12時間後、24時間後、48時間後)用意し、直上水のT-P濃度、ORP値、pH値、底泥のORP値、pH値を測定する実験を行った。

4. 実験結果

図1, 2に酸化ランタン、硝酸カルシウム散布によるリンの溶出抑制実験の結果を示す。グラフは薬品散布後の直上水のT-P濃度を示している。酸化ランタン、硝酸カルシウムとも底泥面積当たりの散布量 1g/m^2 , 5g/m^2 , 10g/m^2 , 50g/m^2 , 100g/m^2 で行った。図1, 2のブランクの結果からこの実験ではリンの溶出が起きていることが伺える。また、図1, 2の結果より、酸化ランタン、硝酸カルシウムともブランクと比較して各散布量でリンの吸着が起きていることが分かる。

キーワード 富栄養化, 底泥, リン溶出, 薬剤散布, 酸化ランタン, 硝酸カルシウム

連絡先 〒680-8550 鳥取県鳥取市湖山南101 工学研究科 社会基盤工学専攻

TEL 0857-31-5318

ただし、硝酸カルシウムの添加濃度 $1\text{g}/\text{m}^2$ では、12 時間後以降ブランクとほぼ同じ傾きで T-P 濃度が上昇していることから、この濃度ではリンの吸着が起こっていないことが分かる。

図 1 の結果より、酸化ランタンは $1\text{g}/\text{m}^2$ でもリンの吸着効果があることが分かった。そこで、さらに少量の底泥面積当たりの散布量 $0.25\text{g}/\text{m}^2$ 、 $0.5\text{g}/\text{m}^2$ 、 $1\text{g}/\text{m}^2$ で実験を行った。また、図 2 から硝酸カルシウムは $1\text{g}/\text{m}^2$ ではリンの吸着に効果的ではなかったが、酸化ランタンと比較対象にするためこれも同濃度用意して実験を行った。結果(48 時間後測定のみ)を図 3 に示す。

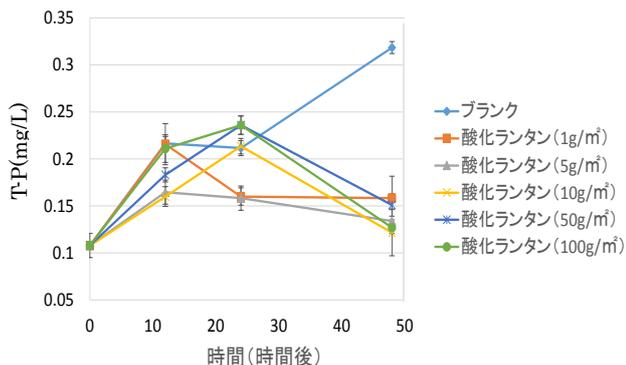


図 1 酸化ランタン散布による直上水の T-P 濃度変化 (n=3, Ave. ± S.E.)

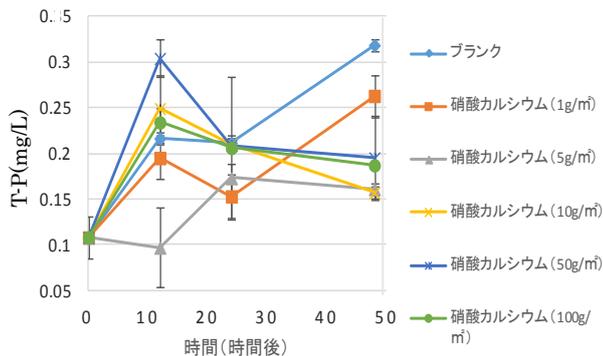


図 2 硝酸カルシウム散布による直上水の T-P 濃度変化 (n=3, Ave. ± S.E.)

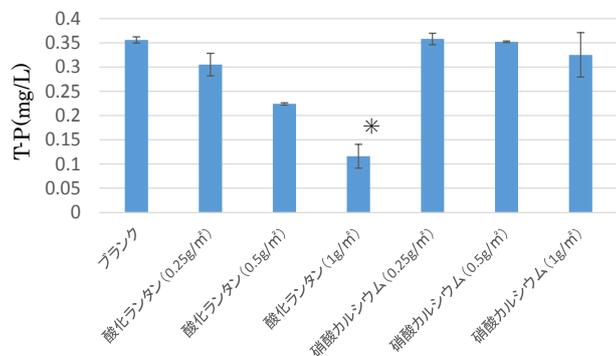


図 3 少量散布実験でのリン溶出抑制実験 (48 時間後のみ測定) (n=3, Ave. ± S.E.) * : p<0.05

5. 考察

図 1,2 より添加濃度が多いほどリンの吸着効果が大いことが分かり、酸化ランタンと硝酸カルシウムを比較すると酸化ランタンの方が硝酸カルシウムより少量の散布量でリンの吸着に効果的であるという結果を得た。しかし、硝酸カルシウムの添加濃度 $1\text{g}/\text{m}^2$ では、12 時間後以降ブランクとほぼ同じ傾きで T-P 濃度が上昇していることから、この濃度でのリンの吸着効果には期待できないことが推察される。

また、図 1 より酸化ランタンは各添加濃度ごとのリンの吸着効果の差は小さく、硝酸カルシウムと比べて効果の発現が遅いといえる。

図 3 より硝酸カルシウムは $1\text{g}/\text{m}^2$ 以下ではリンの吸着効果が薄いということが分かるが、酸化ランタンは $1\text{g}/\text{m}^2$ 以下でもリンの吸着効果があることが分かる。

酸化ランタン、硝酸カルシウムの溶出実験の 48 時間後の T-P 濃度を多重比較検定の Williams 法により検定を行った結果、本実験条件では酸化ランタンは添加濃度 $1\text{g}/\text{m}^2$ から $100\text{g}/\text{m}^2$ 、硝酸カルシウムでは添加濃度 $5\text{g}/\text{m}^2$ から $100\text{g}/\text{m}^2$ までが有意水準 5% で有意であるという結果が得られ、リンの溶出抑制に効果的であるといえる。

6. 結論

本研究において、酸化ランタンを散布することによって、硝酸カルシウムを散布するよりも、リンの溶出抑制効果があることが確認できた。本実験条件(実験期間が実験開始から 48 時間と短期間)では、酸化ランタンのほうが、より少量でリンの吸着に効果的であったため硝酸カルシウムよりもリンの吸着に優れているといえる。また、多重比較検定の Williams 法により、本研究条件では、酸化ランタンは添加濃度 $1\text{g}/\text{m}^2$ 、 $5\text{g}/\text{m}^2$ 、 $10\text{g}/\text{m}^2$ 、 $50\text{g}/\text{m}^2$ 、 $100\text{g}/\text{m}^2$ 、硝酸カルシウムは $5\text{g}/\text{m}^2$ 、 $10\text{g}/\text{m}^2$ 、 $50\text{g}/\text{m}^2$ 、 $100\text{g}/\text{m}^2$ でリンの吸着効果があることが分かった。

今後は、今回の実験がごく短期間であったため、長期間での実験を行い、効果の持続期間明らかにしていく必要がある。また、酸化ランタン添加による直上水の pH 値の上昇が確認できたことで、実際に湖沼で散布することを想定し、pH 値の上昇を調整する方法を考えなくてはならない。また、酸化ランタンは添加濃度 $0.5\text{g}/\text{m}^2$ 、 $1\text{g}/\text{m}^2$ の間にリンの吸着効果に差が出たため、その間の濃度でどこから吸着効果に差が出るか調べる必要もある。

参考文献

閉鎖性海域の環境創生プロジェクト研究

硝酸塩による底質改良技術開発 清水康弘

www.mpstpc.pref.mie.lg.jp/SUI/jigyuu19/1931.pdf

湖山池内の塩分推移グラフ

<http://www.city.tottori.lg.jp>