

海浜公園池（汽水湖）の環境修復

(3) 各種底質改善材を用いた栄養塩抑制における理論吸着式による比較検討

千葉工業大学大学院	学员	○吾妻咲季
千葉工業大学	正員	村上和仁
千葉工業大学	フェロー	五明美智男
千葉大学		天野佳正
千葉県山武土木事務所		中村明彦

1. 背景・目的

我が国の湖沼における環境基準（COD・BOD）達成率は、河川・海域と比較して低い値である。この理由として、湖沼が閉鎖的環境下であり、栄養塩の供給が河川からの流入、そして底泥からの溶出などが挙げられる。

湖沼における富栄養化対策としてはすでにいくつかの方法が実施されている。物理学的対策としては底泥処理（浚渫・覆砂）や浄水用水の導入、流入水の流路変更などがあるが、維持管理やコストの問題が挙げられている。生物学的方法としては魚類の除去等によるいわゆるバイオマニピュレーションが挙げられるが、生態系の崩壊という問題が懸念されており、これらの問題により富栄養化対策は効果を上げていないのが現状である。本研究では、各種底質改善材を用いて室内培養実験を行ない、それらの結果をもとに吸着等温式を算出し、各処理における各種栄養塩の吸着効果について比較検討を行うことを目的とした。



図1 湖沼に発生したアオコ

2. 方法

2.1 底質改善法

(1) CRM (Chemical Remediation Materials) 処理

本研究では、MgOおよびCaOを底泥表面に散布した。MgOには PO_4^{3-} の溶出およびChl.aの発生を抑制することができ、閉鎖性湖沼等の底泥処理において実用可能なものと考えられている。CaOは底泥からの PO_4^{3-} の溶出抑制が可能となるが、同時に NH_4 洗い出しが生じ、pHの急激な上昇を誘引するため、生態系に及ぼす影響が大きいことが懸念されている。

(2) ハイブリット処理

ハイブリット処理は、上記のMgO（図2）およびCaO（図3）散布するとともに、散布する底泥にDAF（Dissolved Air Flotation）処理を施し、底泥を好気状態にし、窒素・リンの同時抑制する。以下より、DAF+MgO、DAF+CaOと記載する。

(3) 地域未利用資源

本研究では、地域未利用資源として、九十九里海岸に散乱している貝殻（アカガイ：Anadara broughtonii）を用いた。この貝殻を1～3mmの大きさに粉碎（図4）し、未焼成・焼成（700℃ 30min）の貝殻を散布した。

2.2 吸着等温式

本研究では、以下のLangmuirの吸着等温式を用いた。

$$W = a \cdot W_s \cdot C / (1 + aC) \quad (1)$$

（W：吸着剤単位重量当たりの吸着量、a：吸着平衡定数、 W_s ：飽和吸着量、C：濃度）

式（1）は希薄溶液の場合は、 $1 \gg aC$ となる。よって、本研究では以下の式（2）を用いた。

$$W = a \cdot W_s \cdot C \quad (2)$$



図2 MgO（酸化マグネシウム）



図3 CaO（酸化カルシウム）



図4 地域未利用資源（貝殻）

キーワード：汽水湖、富栄養化、吸着等温式、底質改善材、地域未利用資源

〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 (千葉工業大学大学院 生命環境科学専攻) TEL:047-478-0455 FAX: 047-478-0455

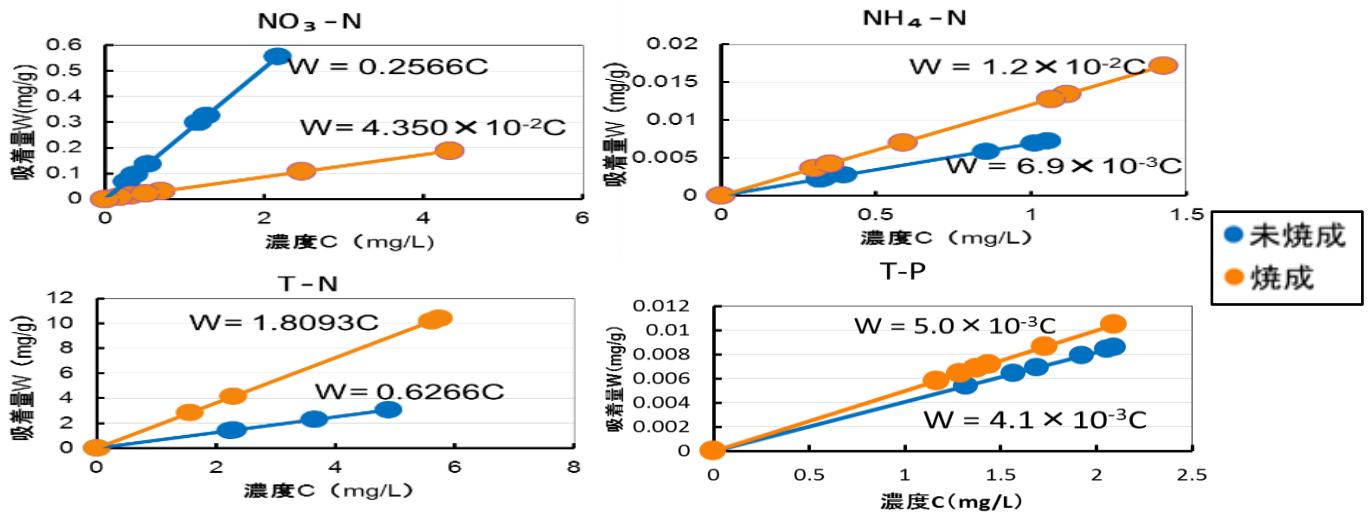


図5 地域未利用資源（貝殻）における各種栄養塩の吸着等温式

3. 結果および考察

3.1 窒素

NO₃-N : MgO : $W = 1.556 \times 10^{-2}C$, CaO : $W = 3.182 \times 10^{-3}C$, DAF+MgO : $W = 1.416 \times 10^{-2}C$, DAF+CaO : $W = 1.286 \times 10^{-3}C$ の吸着等温式が得られた。この結果より、吸着効果はMgO > DAF+MgO > CaO > DAF+CaOの順で示された。以上の吸着式より最も吸着効果が高かったMgOは最も低かったDAF+CaOより、12.1倍吸着効果が高いことがわかった。

NH₄-N : MgO : $W = 1.117 \times 10^{-4}C$, CaO : $W = -2.171 \times 10^{-4}C$, DAF+MgO : $W = 2.356 \times 10^{-5}C$, DAF+CaO : $W = -1.496 \times 10^{-4}C$ の吸着等温式が得られた。この結果より、吸着効果はMgO > DAF+MgO > DAF+CaO > CaOの順で示された。CaO散布系・DAF+CaO散布系では負の吸着式となった。これは、CaOを散布することにより、洗い出し (Wash Out) が生じ、底泥中のNH₄が溶出したためである。MgOはDAF+MgOの4.74倍の吸着効果が高いことがわかった。

T-N : MgO : $W = 1.488 \times 10^{-5}C$, CaO : $W = -2.555 \times 10^{-4}C$, DAF+MgO : $W = 7.322 \times 10^{-5}C$, DAF+CaO : $W = -1.738 \times 10^{-3}C$ の吸着等温式が得られた。この結果より、吸着効果はDAF+MgO > MgO > DAF+CaO > CaOの順で示された。T-Nにおいても、CaO散布系・DAF+CaO散布系で負の吸着式となった。この結果より、洗い出し (Wash Out) によるNH₄-Nの溶出が大きく影響していることが考えられる。

3.2 リン

T-P : MgO : $W = 9.736 \times 10^{-3}C$, CaO : $W = 5.639 \times 10^{-2}C$, DAF+MgO : $W = 3.975 \times 10^{-2}C$, DAF+CaO : $W = 4.955 \times 10^{-2}C$ の吸着等温式が得られた。この結果より、CaO > DAF+CaO > DAF+MgO > MgO の順で吸着効果が高いことが示された。CaO散布系はMgO散布系より、5.81倍吸着効果が高いことがわかった。この理由として、リンとの結合力がCa > Mgであるためである。CaO散布系とDAF+CaO散布系では、CaO散布系が1.14倍の吸着効果高いことがわかった。これは、DAF処理を施すことにより有機物を除去したためと考えられる。

以上の結果より、窒素においてはMgOを散布した系が、リンにおいてはCaOを散布した系において吸着効果が高いことが示された。

3.3 地域未利用資源との比較

上記の最も吸着効果が高かった吸着等温式と地域未利用資源（貝殻）を用いた場合の吸着等温式を比較すると、NO₃-NではMgO散布系より未焼成：16.5倍、焼成：2.8倍吸着効果が高く、NH₄-NではMgO散布系より未焼成：61.8倍、焼成：107.4倍吸着効果が高く、T-NではDAF+MgO散布系より未焼成：24,710倍、焼成：8,557倍吸着効果が得られた。一方、T-Pでは、CaO散布系が未焼成：13.8倍、焼成：11.3倍高いことが示された。リンにおいては、CRM処理およびハイブリット処理系では、植物プランクトンの影響を防ぐために暗条件下で培養を行なったため、吸着効果が高くなったと考えられる。

4. まとめ

(1) CRM処理とハイブリット処理では、窒素系においてはMgOを散布した系で、また、リンにおいてはCaOを散布した系で高い吸着効果があることがわかった。

(2) 地域未利用資源（貝殻）との比較においては、窒素系において地域未利用資源は高い吸着効果があるが、リンにおいては約1/10倍の吸着効果しかないことがわかった。

(3) 以上より、窒素系では地域未利用資源（貝殻）が、リンはCaO散布系が最も高い吸着効果が得られた。

追記：本研究の一部は、日本学術振興会平成24～26年度科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）（挑戦的萌芽研究）（課題番号24651029）「移入種生物がもたらす生態系影響評価のためのモデルエコシステムの汎用化に関する研究（代表：村上和仁）」の一環として実施された