

南湖・古川池における現地観測と培養試験による藻類増殖の制限因子の検討

日本大学工学部 学生会員 ○石井 佑汰 日本大学工学部 非会員 加古 英輔
日本大学工学部 正会員 手塚 公裕

1. 背景・目的

福島県白河市にある南湖は国の史跡・名勝に指定されている。福島県郡山市の古川池は阿武隈川の旧河道であり、2021年から「古川池の持続可能な防災親水公園化プロジェクト」が進められている。南湖と古川池では、夏季にアオコの発生が確認されており、対応が望まれている。アオコの発生を防ぐためには、藻類増殖の制限因子を把握することが必要である。そこで本研究では、現地観測と藻類の混合培養試験を行い、南湖と古川池の藻類増殖の制限因子を検討した。

2. 研究方法

南湖・古川池の調査地点を図-1に示す。2021年4～11月に月1回の頻度で、南湖と古川池において総合水質計(AAQ-RINKO, JFEアドバンティック)を用いて水温等の現地観測を行った。採水は表層で行い、窒素、リン、SS等の分析を実施した。また、藻類の混合培養試験(以下、AGP^M試験)を行った。水質分析は河川水質試験方法(案)に基づき行った。

AGP^M試験は、藻類生産の潜在能力を調べる混合培養試験である。本研究では、300mLの三角フラスコに200mLの検水を入れ、そのままの条件(無添加)、窒素を10mg/L増加させた条件(窒素添加)、リンを1mg/L増加させた条件(リン添加)の3条件を設定した。設定温度は採水時の現地水温に合わせ、照度10,000Luxで30日間培養した。藻類増殖の過程を把握するため、3日毎に濁度測定、6日毎に顕微鏡観察を行った。培養30日目(最終日)に1Lあたりの乾燥重量を測定し、初期値を差し引いてAGP値を求めた。なお、培養30日間ではほぼ定常となっていた。また、混合培養であるため付着藻類が生じるが、乾燥重量測定の際にはブラシで剥がして測定した。

3. 結果・考察

3.1 栄養塩濃度とN/P

南湖・古川池のT-N、T-P濃度を図-2に示す。一般に、富栄養化の目安はT-Nで0.4mg/L、T-Pで0.02mg/L程度とされている。その目安と比較すると、南湖では、T-Nは常に超過し、T-Pも大部分が超過していた。ただし、L-3、8、10では、春から初夏にT-P濃度が下回ることがあった。一方、古川池では、T-N、T-Pが共に超過していた。従って、両水域共に富栄養化が進んでいると考えられる。

南湖のDI-N濃度を図-3、古川池のDI-N、PO₄-P濃度を図-4に示す。既往の研究では、アオコの原因となる藍藻類の半飽和定数は無機態窒素で0.1mg/L、無機態リンで0.01mg/Lとされている²⁾。半飽和定数と比較すると、南湖のDI-N濃度は、全地点で4～9月に超過していたが、10、11月では下回っていた。また、PO₄-P濃度は常に検出限界(0.005mg/L)未満であった。従って、南湖では無機態リンが常に枯渇し、10、11月では無機態窒素も不足した状態であった。一方、古川池では、DI-N、PO₄-P濃度が共に超過しており、無機態栄養塩が豊富な状態であった。従って、南湖では無機態リンが常に枯渇し、

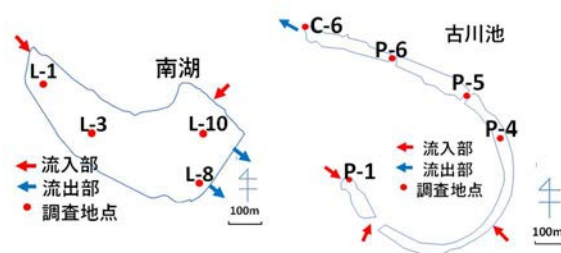


図-1 南湖・古川池の調査地点

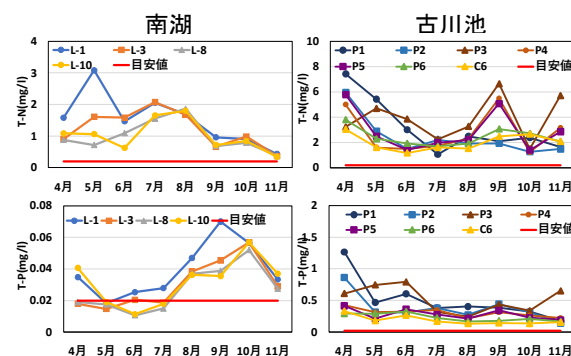


図-2 南湖・古川池のT-N, T-P濃度

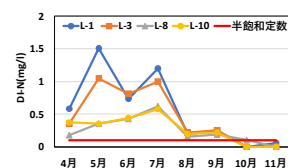


図-3 南湖のDI-N濃度

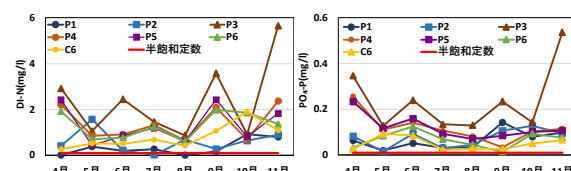


図-4 古川池のDI-N, PO₄-P濃度

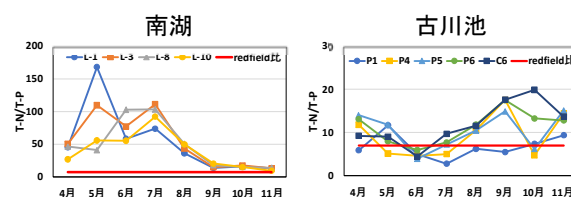


図-5 南湖・古川池のT-N/T-P

キーワード：藻類増殖、藻類の混合培養試験、制限因子、南湖、古川池

連絡先：〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部水環境システム研究室 TEL: 024-956-8724

10, 11 月では無機態窒素も不足した状態であった。無機態栄養塩が豊富な状態であった。従って、南湖では無機態リンが常に枯渇し, 10, 11 月では無機態窒素も不足した状態であった。一方, 古川池では, DI-N, PO₄-P 濃度が共に超過しており, 無機態栄養塩が豊富な状態であった。

南湖の DI-N 濃度を図-3, 古川池の DI-N, PO₄-P 濃度を図-4 に示す。既往の研究では, アオコの原因となる藍藻類の半飽和定数は無機態窒素で 0.1mg/L, 無機態リンで 0.01mg/L とされている(三春ダム水質保全対策検討資料)。半飽和定数と比較すると, 南湖の DI-N 濃度は, 全地点で 4~9 月に超過していたが, 10, 11 月では下回っていた。また, PO₄-P 濃度は常に検出限界(0.005mg/L)未満であった。従って, 南湖では無機態リンが常に枯渇し, 10, 11 月では無機態窒素も不足した状態であった。一方, 古川池では, DI-N, PO₄-P 濃度が共に超過しており, 無機態栄養塩が豊富な状態であった。

南湖・古川池の T-N/T-P を図-5, 古川池の DI-N/PO₄-P を図-6 に示す。一般に藻類増殖の制限栄養塩は, Redfield 比(質量比で約 7)よりも N/P 比が高いとリン制限, 低いと窒素制限と考える。今回は, 長期的な観点から検討するために窒素とリンの総量の N/P 比(T-N/T-P)と短期的な観点から検討するために溶解性無機態の N/P 比(DI-N/PO₄-P)を用いた。南湖の T-N/T-P は全地点で常に Redfield 比よりも高い値で推移した。また, 南湖では PO₄-P が検出限界(0.005mg/L)未満であったため, DI-N/PO₄-P は計算できなかったが, Redfield 比よりも高くなると考えられる。一方, 古川池の T-N/T-P は, 6 月に全地点で Redfield 比よりも低い値を示したが, 大部分は Redfield 比よりも高い値で推移していた。DI-N/PO₄-P も大部分は Redfield 比よりも高い値で推移していた。無機態栄養塩濃度, N/P より, 藻類増殖の制限栄養塩は, 南湖ではリン, 古川池では窒素, リンの両方になりうると考えられる。

3.2 AGP^M 試験

南湖・古川池の水温を図-7 に示す。両水域共に同様の季節変動を示したが, 11 月以外は南湖がやや高い傾向がみられた。南湖・古川池の AGP 値(無添加条件)を図-8 に示す。一般に富栄養湖の AGP 値は 10~50mg/L 程度とされている。南湖では 7~90mg/L で推移し, 7 月の L-1 と 9 月の L-3 で 50mg/L を超過していた。一方, 古川池では-68~180mg/L で推移し, 4, 8 月の P-1 以外では 50mg/L を超過していた。南湖・古川池の AGP 値(N, P 添加条件)を図-9 に示す。南湖では, 全地点で春から夏では P 添加により AGP 値が増加した。従って, P 制限であったと考えられる。しかし, 10, 11 月では, 無添加と N, P 添加の AGP 値に差がなくなった。この時期は T-P 濃度が増加し, DI-N 濃度が減少しており, N, P の両方が不足していたと考えられる。古川池の P-4, P-5, C-6 では常に P 添加により AGP 値が増加した。P-1 では, 4~8 月は, N, P 添加による影響は小さいが, 9~11 月では P 添加で増加した。P-6 では, 5~8 月では P 添加で増加し, 9~11 月では N 添加で増加した。南湖では, 夏季に P 添加の AGP 値が 100mg/L を超え, 古川池では, AGP 値の最大値が春から夏に多く, 200~300mg/L に達した。培養中, 南湖では藍藻類 *Microcystis* sp., 古川池では藍藻類の *Nostoc* sp., *Microcystis* sp. が確認された。

4. まとめ

- 1) 藻類増殖の制限栄養塩は, 南湖では常にリンであったが, 古川池では地点や時期によって異なった。
 - 2) 南湖・古川池の AGP 値は無添加でも 50mg/L を超過することがあり, 富栄養化対策には窒素とリンの両方が必要である。
- 謝辞 本研究は白河市文化財課の三浦幸江氏と(有)水月の皆様のご協力を頂きました。ここに記し謝意を表します。

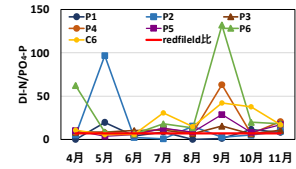


図-6 古川池の DI-N/PO₄-P

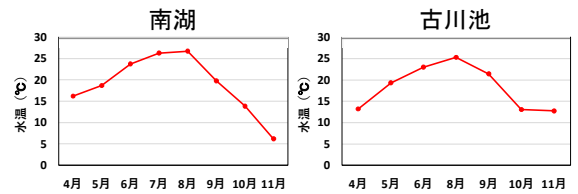


図-7 南湖・古川池の水温

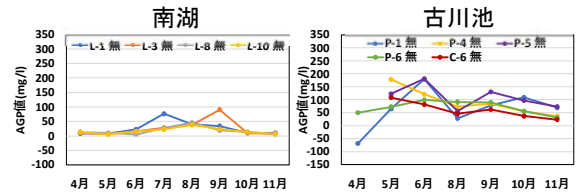


図-8 南湖・古川池の AGP 値(無添加条件)

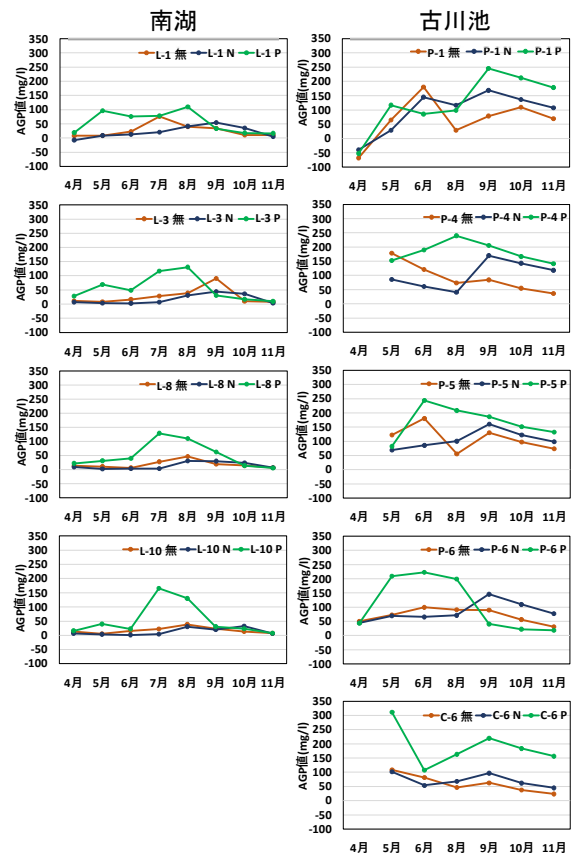


図-9 南湖・古川池の AGP 値(N, P 添加条件)