

懸濁態リンの藻類増殖能の評価

(財)岐阜県環境管理技術センター
岐阜大学工学部

正会員 ○棚瀬真貴子
正会員 井上隆信
正会員 松井佳彦
正会員 松下拓

1. 背景

湖沼などの閉鎖性水域では、依然として富栄養化に伴う藻類異常発生が問題となっている。閉鎖性水域では、リンが藻類増殖量を決定するリン制限状態となる場合が多い。閉鎖性水域へのリン流入負荷の多くは降雨に伴う流量増大時に河川を通して流入するが、そのときのリンの主体は懸濁態リンである。懸濁態リンは藻類増殖に利用されるという報告もある¹⁾²⁾が、不明な点が多い。そこで、懸濁態リンによる藻類の増殖について検討を行った。

2. 目的

本研究では懸濁態リンの濃度が高い降雨時の河川水を用いて藻類増殖試験を行い、以下の項目を検討した。(1)藻類増殖における懸濁態リンの利用可能性。(2)懸濁態リンによる藻類増殖時のバクテリア共存の効果。(3)懸濁態と溶存態リンによる藻類増殖速度の違い。

3. 試験方法

3.1 河川水の選定

森林や農耕地等の面源から流出する懸濁態リンを対象とするために、流域内に工場がなく人家の少ない岐阜県本巣郡本巣町の明谷を試料採水地点とした。この地点までの集水域面積は 6.25km² である。2001/7/13、8/21~22、2002/1/21 の降雨時の流量ピーク時の河川水を採水し藻類増殖試験に用いた。この試水は一連の降雨中で高い懸濁物質濃度を有した。

3.2 前処理

採水した河川水の一部にガラス繊維フィルター(Whatman,GF/F,孔径 0.7 μm)によるろ過操作と高圧蒸気滅菌操作(121℃,1.055kg/cm², 20 分間)をそれぞれ行うことによって、懸濁態と溶存態のリンを含む試水の他に、溶存態リンのみを含む試水、バクテリアを含まない試水を調整した。

3.3 添加栄養塩

リン制限下における藻類増殖能を検討するため、制限要素になりやすい窒素(NaNO₃)、鉄(FeCl₃)、ビタミン(Vitamin B₁₂, Biotin, Thiamine HCl)を加えた。また、重金属による毒性を低下させるために EDTA も加えた。さらに、リン濃度調整のため一部の試水には、リン酸態リン(K₂HPO₄)を添加した。

3.4 藻類培養

藻類増殖試験には、富栄養化した湖沼で増殖する

Microcystis aeruginosa (藍藻類、NIES-44)を用いた。前処理後の試水を 15mL 試験管に分注し、栄養塩を添加し藻類を殖種し、温度 25℃、照度 5000lx の 12 時間明暗周期で培養した。バクテリアを含まないの試水の栄養塩と藻類の添加は無菌的に行い、培養期間中においても経時的に細菌試験によってバクテリアが混入していないことを確認した。試験管は 1 条件について 30 本を目安に準備し、藻類増殖量の変化を把握するために数日間隔でクロロフィル a(Chl-a)濃度を測定した。Chl-a 濃度は 3 本の試験管の平均値とした。

4. 試験時のリン濃度

各試水の形態別リン濃度を図 1 に示す。溶存態リン濃度は同じ程度であるのに対し、採水時の降雨量や降雨強度が異なるため懸濁態リン濃度には差が見られた。特に 7/13 の試水では 71%が懸濁態リンであった。

5. 結果

5.1 藻類増殖における懸濁態リンの藻類利用可能性

懸濁物質濃度が高い 7/13 18:30 に採水した河川水の未ろ過水とろ過水に、窒素・鉄・ビタミン・EDTA を添加してリン制限の状態にし、藻類増殖試験を行った。藻類増殖量として Chl-a 濃度を測定し、最大増殖量になった時の値を図 2 に示す。溶存態リンのみを含むろ過水よりも懸濁態リンも含む未ろ過水の方が藻類増殖量が多く、懸濁態リンによる藻類の増殖が確認できた。

5.2 懸濁態リンによる藻類増殖時のバクテリア共存効果

藻類のリン取り込みに対する共存バクテリアの影響を見るために、前処理として試料水に滅菌操作を行った。

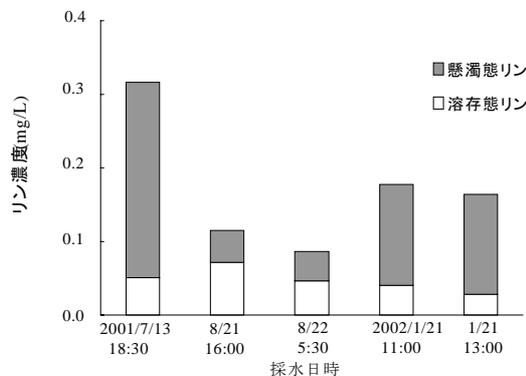


図1 各試水の形態別リン濃度

キーワード 懸濁態リン 藻類増殖能 栄養塩 河川流出

連絡先 〒500-8357 岐阜市六条大溝4丁目13番6号 電話058-276-0321 FAX058-276-3431

滅菌操作後、少量の河川水を添加してバクテリアが存在する系と、河川水無添加でバクテリアが存在しない系を準備した。栄養塩としては、リン制限になるように窒素・鉄・ビタミン・EDTA を添加し、藻類増殖実験を行い、経時的に Chl-a 濃度を測定した。最大増殖量となったときの Chl-a 濃度を実験開始時の全リン濃度で除した値、Chl-a/TP を図 3 に示す。図 1 と図 3 より、懸濁態リンの割合が高い2002/1/21の試水は、リン当たりの藻類増殖量 Chl-a/TP が2001/8/21の試水に比べて低かった。このことは、懸濁態リンのすべてが藻類増殖に利用されているわけではないことを意味する。さらにバクテリアが存在する系とバクテリアが存在しない系を比較すると、Chl-a/TP はバクテリアが存在する系の方が高かった。懸濁態リンがバクテリアによる分解によって藻類に利用されやすくなったためと考えられる。

5.3 藻類増殖速度試験

7/13 18:30と8/22 5:30に採水した河川水を用いて、溶存態リンのみが存在する試水と懸濁態と溶存態の両方のリンが存在する試水を同一の全リン濃度となるように調整し、バクテリアが存在する系で藻類増殖実験を行い、Chl-a濃度を経時的に測定した。7/13 18:30と8/22 5:30採水した試水についての結果をそれぞれ図4-1と4-2に示す。

図4-1(7/13 18:30採水調整試水)では、溶存態リンのみの系に比べて懸濁態リンを含む系では、藻類最大増殖量が低くなった。しかし、図4-2(8/22 5:30採水調整試水)では、懸濁態リンを含む系は、溶存態リンのみの場合と最大増殖量はほぼ同じになり、すべての懸濁態リンが利用されていた。このことは、7/13 18:30採水試水と8/22 5:30採水試水に含まれる懸濁態リンの藻類利用可能性が異なることを示唆している。7/13 18:30採水試水と8/22 5:30採水試水共に懸濁態リンを含む系の方が溶存態リンのみの系よりも藻類増殖速度は遅く、藻類増殖に時間遅れがあった。これは、懸濁態リンのバクテリアによる分解には時間がかかるためと考えられる。

6. 結論

懸濁態リンの濃度が高い降雨時の河川水を用いて藻類増殖試験を行った結果、リン制限下では、藻類は溶存態リンだけでなく、懸濁態リンも増殖に利用していた。バクテリアが存在する場合、Chl-a/TPの値は高く、懸濁態リンがバクテリアによる分解によって藻類に利用されやすくなったと考えられた。また、懸濁態リンと溶存態リンでは懸濁態リンによる藻類増殖速度の方が遅いことから、懸濁態リンの利用にはバクテリアの分解の経路が重要であると考えられた。

参考文献

- 1) 橘 治国 他 3 名、衛生工学研究論文集、第 22 巻、pp.151～161、1986
- 2) Sharpley 他 2 名、J. Environ. Qual.、20(1)、pp.235～238、1991

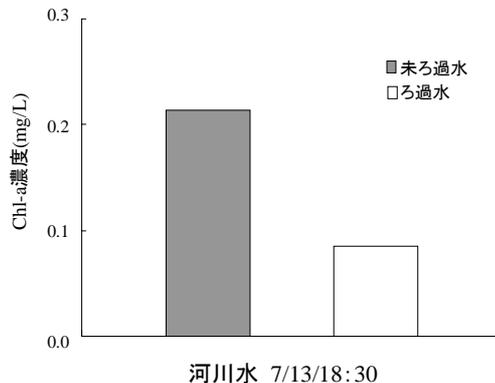


図2 リン制限における藻類増殖量

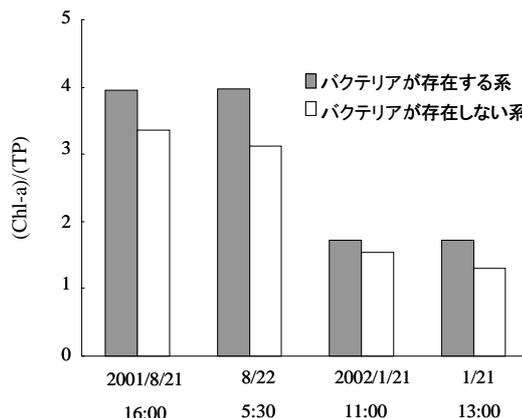


図3 リン1mg当たりのChl-a増殖量 (バクテリアによる影響)

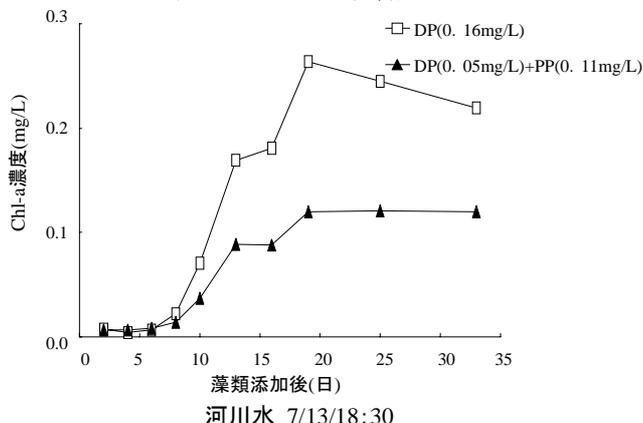


図4-1 藻類増殖量の経時変化

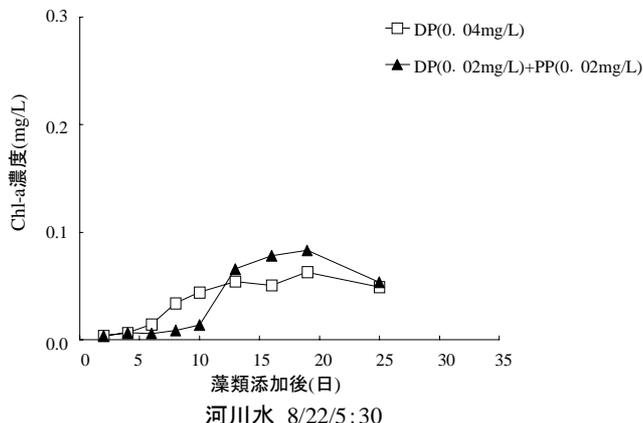


図4-2 藻類増殖量の経時変化