

重合核アルミニウム存在下での珪藻類の死滅速度に及ぼす共存金属イオンの影響

山形大学 正 会 員 ○佐々木貴史

岩手大学 学生会員 舘 紀昭 高橋 聡

岩手大学 正 会 員 伊藤 歩 相澤治郎 海田輝之

1. はじめに

著者らは、弱酸性の水質環境下で生成される重合核 Al が河川の付着藻類の増殖に悪影響を及ぼすことを報告した¹⁾。本研究では、水環境中で重合核 Al が引き起こす付着藻類への影響に対し、共存金属イオンがさらにどのような影響を及ぼすのかを明らかにするために、pH6 程度の弱酸性で重合核 Al の存在する環境において Ca 又は Mg を添加した場合での付着珪藻類の死滅速度の変化について検討した。

2. 試験材料及び試験方法

水溶液中における Al の存在形態は、 Al^{3+} や $AlOH^{2+}$ 等の単核 Al 画分 (Al-a)、重合核 Al 画分 (Al-b) 及び $Al(OH)_3$ や他の不溶性 Al 塩などの非反応性 Al 画分 (Al-c) の 3 つに分類される。Al-b の生成量は加水分解反応時での Al-a 濃度が高い場合に増大することが明らかになっている。これに基づき、Al-b 画分を比較的高濃度で含む溶液を希釈した溶液 (Solution II) を作成し、これらの溶液に Ca 又は Mg を 10, 25, 50, 100, 200mg/l となるように添加したものと添加しないものを試験液とした。すべての試験液の pH は 6 とし、金属を添加しない試験液 (Blank) と、低濃度の Al-a を加水分解して Al-b 画分の生成を抑えた溶液 (Solution I)、Ca 又は Mg のみを 200mg/l 添加した溶液も作成した。Al を含む試験液については全 Al 濃度の設定値を 1mg/l とした。また、試験中における pH の変化を防ぐために、全ての試験液に緩衝剤として 2-Morpholinoethanesulfonic acid を 1.68mM となるように添加した。試験前に、ICP-MS と Ferron 法によって試験液の全金属濃度と各画分の Al 濃度をそれぞれ分析した。なお、Mg を添加した溶液については Ferron 試薬と Mg イオンが反応し Al の分画ができなかった。

本試験で使用した藻類は、国立環境研究所微生物系統保存施設から入手した珪藻の *Nitzschia palea* (NIES-487) を試験前に継代培養したものである。上述の試験液に対し、*Nitzschia palea* の培養液を同量ずつ添加し、培養することによって Ca 又は Mg の濃度の違いが Al-b による藻類の死滅に与える影響について検討した。なお、栄養塩類は添加せず、試験期間は 72 時間とし、培養条件は、室温 25℃、照度 4000lx の連続照射及び一日数回の攪拌とした。サンプリングはスターラーで攪拌しながら経時的に行い、Chlorophyll a 濃度を測定した。

3. 試験結果及び考察

本試験における全 Al 濃度は実測値で 0.73mg/l～1.1mg/l を示し、Ca を添加した溶液の Ca 濃度の実測値は設定値の 89.6%～92.2%であり、Mg を添加した溶液の Mg 濃度の実測値は設定値の 91.2%～101.2%であった。Ca 添加の影響を検討した試験における Solution I の Al-a 画分及び Al-b 画分の濃度はそれぞれ 0.05mg/l と 0.14mg/l であり、Solution II の試験液ではそれぞれ定量下限値以下と、0.72～0.79mg/l であった。このことから、Solution I と Solution II の Al-b の濃度に大きな違いが生じていることが確認できる。

Fig.1 に、試験期間中における Chlorophyll a 濃度の経時変化の例を示す。本試験ではすべての条件において栄養塩類を添加していないため金属を添加しない Blank の条件においても Chlorophyll a 濃度が減少した。Blank、Solution I 及び Solution II を比較すると、Solution II での減少が最も早く、次いで Solution I、Blank という傾向を示した。次に Solution II に Ca を添加した場合では、添加量が 10mg/l の時、Ca を添加しない Solution II と同様に急激に Chlorophyll a 濃度が減少した。しかし 200mg/l 添加した場合は Ca 無添加の Solution II よりも緩やかに Chlorophyll a 濃度が減少した。Mg を添加した場合は、添加量が 10mg/l の時、Mg を添加しない Solution II よりも緩やかに Chlorophyll a 濃度が減少した。Mg を 200mg/l 添加した場合は、Ca を 200mg/l 添加した場合と同様の傾向が見られた。ここで、Chlorophyll a 濃度の減少速度がその濃度に比例すると仮定し、Chlorophyll a 濃度の自

然対数値と経過時間との関係を一次の回帰式で近似して ($dC/dt = -kC$, C :Chlorophyll a 濃度, t :経過時間, k :減少速度定数), Chlorophyll a 濃度の減少速度定数(k)を算出し, 添加金属の濃度と Chlorophyll a の減少速度定数との関係について検討した. なお, 条件によっては試験期間全体 (72 時間) で一次式に従わないものもあり, その場合は 24 時間もしくは 48 時間までのデータを使用し, 減少速度定数を求めた.

Ca 及び Mg 濃度に対する *Nitzschia palea* の減少速度定数を Fig.2 に示す. Ca 添加の影響を検討した場合での Chlorophyll a 濃度の減少速度定数は, Ca を添加しない Solution II の場合で $0.146d^{-1}$ であったのに対し, Ca を 10mg/l 添加した場合は $0.124d^{-1}$, 200mg/l 添加した場合は $0.036d^{-1}$ となり, Ca の添加量が増加するにつれて減少速度定数が小さくなる傾向を示した.

Mg 添加の影響を検討した場合の減少速度定数は, Mg を添加しない場合は $0.098d^{-1}$ であったのに対し, Mg を 10mg/l 添加した場合は $0.039d^{-1}$, 200mg/l 添加した場合は $0.018d^{-1}$ となり, Solution II に Mg を添加すると減少速度定数が小さくなったが, 本試験では Mg 濃度が 25mg/l を超えると減少速度定数はほとんど変わらなくなった.

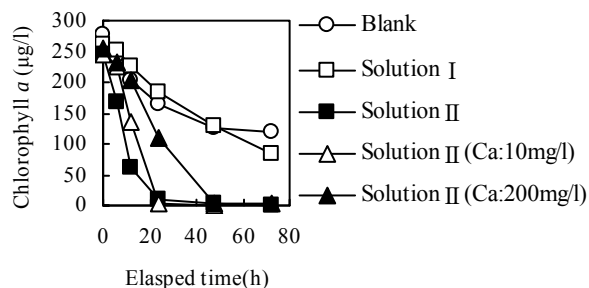
これまでの研究から pH が 6 で Al-b 濃度が 0.16mg/l 以上の場合, *Nitzschia palea* の死滅に Al-b の影響が認められ²⁾, 鉱山廃水処理水や酸性雨の土壌浸出水に含まれる Al の流入により Al-b が形成された場合の水域生態系への影響が懸念されていた. 本試験の結果より, 水中などに Ca または Mg が存在した場合, 重合核 Al による悪影響が緩和される可能性が示唆されたが, 日本の河川水の平均的な Ca 濃度と Mg 濃度は, それぞれ 8.8mg/l と 1.9mg/l である³⁾ため, 現在の濃度では緩和はほとんどないと推測される.

4. 結論

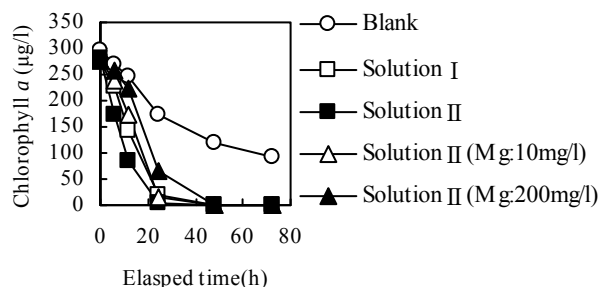
本研究より全 Al 濃度が 1mg/l の条件において, Ca の添加量の増大に伴い, 重合核 Al による *Nitzschia palea* の死滅が抑制されることが示唆された. また, Mg を添加した場合でも Ca と同様の結果となった. しかし, Ca と Mg で抑制の程度に違いが見られたので, 今後は違いを生じた理由と共に, 異なる金属を用いて影響を更に検討する必要がある.

<参考文献>

- 1) 佐々木貴史, 伊藤歩, 高橋真司, 相澤治郎, 海田輝之: 金属加水分解生成物が付着藻類の増殖に及ぼす影響, 環境工学研究論文集, Vol.41, 367-376, 2004.
- 2) 館紀昭, 岩渕信毅, 佐々木貴史, 伊藤歩, 相澤治郎, 海田輝之: 水環境中における種々の Al 形態が藻類に与える生態影響について: 平成 17 年度 東北支部技術研究発表会講演概要, 900-901
- 3) 半谷高久, 小倉紀雄: 水質調査法, 1995.

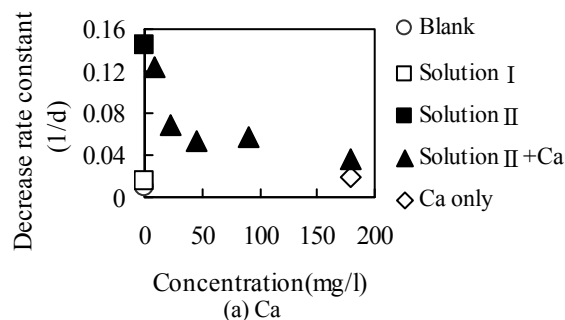


(a) Ca

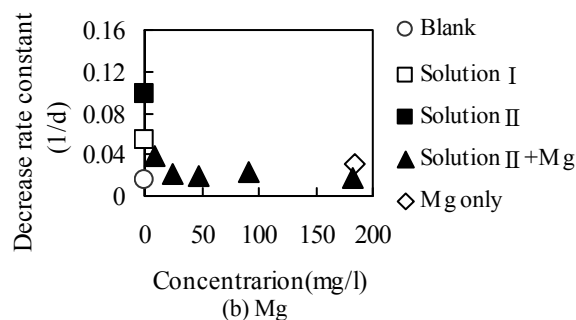


(b) Mg

Fig.1 Chlorophyll a の経時変化



(a) Ca



(b) Mg

Fig.2 Ca 及び Mg 濃度に対する減少速度比較