

II-506

湖沼での藻類増殖能に及ぼす酸性雨の影響

京都大学 工学部 学生員 西村 文武
正会員 津野 洋
正会員 宗宮 功

1. はじめに

近年、酸性雨問題が顕在化しつつあり、北欧や北米において森林や湖沼の生態系等に大きな影響をもたらしている。中でも湖沼への影響については湖水の酸性化のまえに、酸性雨中の窒素化合物やまた酸性雨による土壌からの栄養塩類の流出のため富栄養化が生じることも考えられる。本研究では湖沼への酸性雨の影響のなかで湖沼の富栄養化に着目し、藻類の増殖能への影響をモデル実験により検討した。

2. 実験方法

本研究では、日本に降っている雨の組成を参考にして作成した人工酸性雨を模擬的に降雨させ、酸性雨による土壌溶出水の水質変化を調査した。人工酸性雨の陰イオン組成は $\text{NO}_3^-:\text{Cl}^-:\text{SO}_4^{2-}=2:3:5$ とし、pHは3.4の2通りとした。土壌は、マサ土と花崗岩質土壌を用いることにした。また土壌への模擬降雨実験方法は以下の方で行った。すなわち、風乾土壌を所定量(マサ土40g、花崗岩質土壌35g)取り、これに人工酸性雨を300ml添加させた。これは土壌浸透厚さを3cmとして300mmの降雨に相当する。またこれにより土壌と人工酸性雨の混合比率を降雨量に換算した。この後、この土壌・人工酸性雨の混合液をジャーテスターにて200r.p.m.の回転数で30分混合攪拌する。1時間静置の後、上澄み液部分を3500r.p.m.にて5分間遠心分離し、その上澄み液を濾過したものを土壌溶出水とした。残った土壌部分はすべて戻し、さらに人工酸性雨の添加・遠心分離を繰り返すという手順で酸性雨模擬降雨を行い、各降雨量に対する土壌溶出水を得た。

次にこの土壌溶出水が湖沼に流入したときに湖沼における藻類の影響をみるため、模擬降雨による土壌溶出水の各降雨量点を選択し、モデル実験を以下の手順でおこなった。すなわち、琵琶湖疏水をGS25ろ紙で濾過後、高圧蒸気滅菌したものとpH3の人工酸性雨模擬降雨により得られた土壌溶出水とを一定割合(全体量に対する土壌溶出水の割合を、1/4, 1/2, 1の3段階)で混合した混合水に、琵琶湖疏水から単離培養した緑藻類を接種し、静置培養(26℃1700Lux)をおこなった。これは酸性雨による土壌溶出水が時間の経過に伴い湖に流入し現在の湖水と混合していく過程での水質をモデル化したものである。この培養実験では、土壌溶出水のpHが各範囲にまたがる降雨量を選定し、おのおのの土壌溶出水に対して行った。この培養実験期間中、経時的に培養液を採水し、 $\text{OD}_{663\text{nm}}$ 及びpH値を測定した。 $\text{OD}_{663\text{nm}}$ の変化より、藻類現存量が一定になったと判断されたときに、各培養液のSS混合水のSS及びクロロフィルaを測定した。

3. 実験結果および考察

降雨実験でのマサ土の場合の土壌溶出水のpH及びリン濃度の変化を図-1に示す。模擬降雨による土壌への総降雨量が増加し、土壌溶出水のpHが低下するにつれて、マサ土の場合にはリン溶出の増加がみられた。リンの溶出は溶出

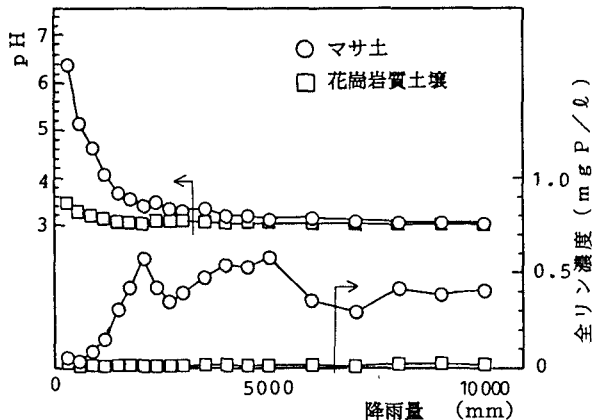


図-1 pH3の人工酸性雨降雨量に対する土壌溶出水のpH変化と溶出水中の全リン(T-P)濃度変化

水のpHが4以下になると急激に増加した。土壤溶出水中の窒素濃度は、総降雨量が増加し土壤溶出水のpHが低下したにもかかわらず変化せず、土壌からの溶出によるものはほとんどなく酸性雨の成分によるものと考えられる。また陽イオンに関しては降雨初期に流出があり、それ以降は酸性雨の成分以外にほとんど流出がなかった。模擬降雨実験の全体を通して、総降雨量に対する土壤溶出水の水質は、初期に陽イオン流出が起こり、それに遅れてpH低下が並行して起こり、pHの低下後マサ土の場合についてはリンの溶出が生じることがわかった。

土壤溶出水と琵琶湖水とを混合させた混合水で藻類を培養させたときの増殖の経日変化と培養液のpHの経日変化の例を図-2に示す。琵琶湖のアルカリ度は $27.4\text{mgCaCO}_3/\text{l}$ と高く、pH3の酸性雨が湖水と混合してもpH低下はなかなか起こらない。土壤溶出水の混合割合を0、1/4、1/2、1と段階的に変化させても、琵琶湖水が50%以上あるものは、その緩衝能のためにpHは中性付近のままであった。各混合水の初期のpHが中性付近のものは、混合割合にかかわらず1週間程度で増殖が定常期に入り、またpHは9~10付近に上昇した後徐々に低下していった。これらに対し土壤溶出水のみで培養したものは、初期pHが4付近と低いため培養初期10日間は藻類増殖に遅れを生じたが、リン濃度が高いマサ土の土壤溶出水の場合ではその後徐々に増殖が開始され最終的には他の混合割合ものよりも増殖量は多くなった。またこの培養液のpHは増殖が開始されても数日間はほとんど変化しなかったが20日すぎで徐々に高くなりだし、最終的には中性付近まで回復された。藻類の生物学的作用で酸性化された湖水も中性にもどる可能性があることがわかる。またリン濃度と藻類増殖能の関係について図-3に示した。混合水のpHにかかわらず最終的な増殖はリン濃度との相関が高いことが示されている。

4. 結語

酸性雨降雨による藻類増殖への影響としては、湖水のpH低下により藻類増殖の遅滞効果はあるが、藻類の潜在増殖能に及ぼす影響は小さい。一方、酸性雨降雨による土壌からのリンの溶出による影響は大きく、溶出リン量に相当して藻類の潜在増殖能が増大することが示された。また藻類はその活動により、酸性化した湖沼水pHを中性・アルカリ性側に高める作用があることが示された。

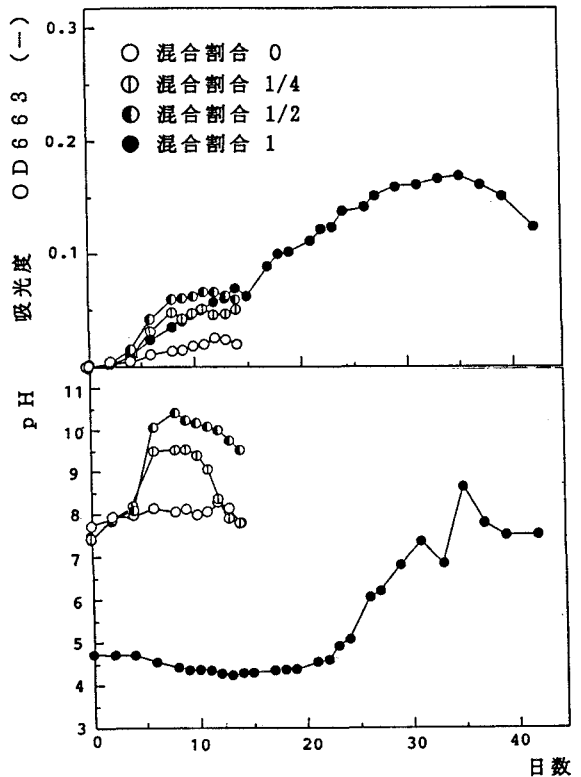


図-2 降雨量1500mmマサ土土壤溶出水での各混合割合における藻類増殖と培養液pHの経日変化

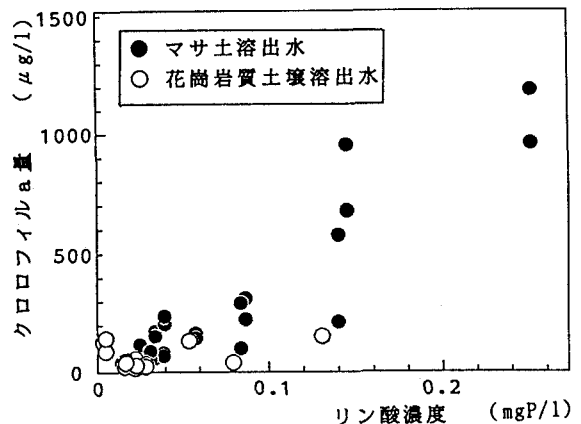


図-3 土壤溶出水中のリン酸濃度とクロロフィルaとの関係