

VII-252

酸性雨による土壤溶出水の湖沼藻類増殖に及ぼす影響に関する研究

愛媛大学工学部 正会員 西村文武
愛媛大学工学部 学生会員 赤瀬孝也

1. はじめに

酸性雨による土壤への被害は土壤の持つ緩衝能のため初期には顕著化せず、潜在的な被害が進行すると考えられる。また酸性雨は土壤を浸透することによりイオンや栄養塩の溶脱を生じさせ、その影響により水系への富栄養化が起こりうるということが指摘されている¹⁾。本研究ではこの土壤溶出水の水質特性を把握するとともにそこに含まれるイオン類や窒素・リンなどの栄養塩により引き起こされる湖沼藻類への影響について、モデル実験により考察することを目的とした。

2. 実験内容及び方法

松山市を対象とし、愛媛大学城北グラウンドより採取したグラウンド土、松山市内のミカン畑で採取したミカン畑土及び同市内の水田で採取した水田土の3種類を供試土壤として用いた。

実験は土壤の化学的特性分析、カラムを用いた人工酸性雨模擬降雨実験、その土壤溶出水を用いた湖沼藻類に対する影響評価実験を行った。土壤の化学的特性分析では、土壤 pH、土壤の持つ交換性陽イオン量、CEC、全リン量を測定した。降雨実験では図 1 に示す実験装置を用い pH3.0 および 4.0 の人工酸性雨を 100mL/h で滴下し溶出水の pH 変化や陽イオン (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+})、リン及び窒素の溶出特性を把握した。そしてこれより得られる土壤溶出水と松山市内の湖沼より採水した湖沼水を 1:0, 1:1, 1:3, 0:1 の比率で混合した混合水を用いて湖沼藻類を培養し、増殖特性及びそれに伴う水質変化を観察した。

3. 結果及び考察

(a) 土壤の化学的特性分析

表 1 に土壤の化学的特性分析の結果を示す。土壤 pH の評価は、グラウンド土が微酸性もしくは中性、ミカン畑土は極めて強酸性、水田土は中性となる。一般的な日本の土壤の CEC は 10~40(meq/100g 乾土)であり、これを基準に考えるとグラウンド土は 20.1(meq/100g 乾土)と平均的な値である。またミカン畑土は 15.9(meq/100g 乾土)、水田土は 6.6(meq/100g 乾土)と低い値を示した。塩基飽和度は、グラウンド土及び水田土は各々 0.89、0.91 と高く、ミカン畑土は 0.18 と低かった。逆に交換性 Al の量については、ミカン畑土が他の土壤に比べて 2.24(meq/100g 乾土)と高く、すでにアルミニウム緩衝領域に入っていた。全リン量はミカン畑土が 1.79(mgP/100g 乾土)と他の土壤に比べて高い含有量を示した。

(b) カラムを用いた人工酸性雨模擬降雨実験

各供試土壤に対して pH3.0 の人工酸性雨を滴下したときの pH 変化を図 2 に示す。ミカン畑土に関しては土

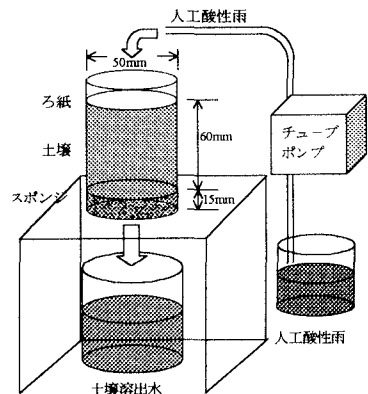


図 1 実験装置の概略図

表 1 土壤の化学的特性分析結果

	pH (H_2O)	PH (KCl)	交換性陽イオン量・CEC (meq/100g 乾土)						全リン量 (mgP/100 乾土)
			Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Al^{3+}	CEC	
グラウンド土	6.37	4.08	0.09	0.31	3.31	14.2	0.08	20.1	0.26
ミカン畑土	3.11	2.64	0	1.25	0.52	1.1	2.23	15.9	1.79
水田土	6.67	5.26	0.07	0.45	0.90	4.6	0.03	6.6	0.32

キーワード 酸性雨, 土壤溶出水, 栄養塩, 湖沼藻類増殖能

連絡先 愛媛大学工学部環境建設工学科 (松山市文京町三番 Tel.& Fax 089-927-9752)

H も低く CEC も少ないため滴下初期から pH は低く緩衝作用はほとんど見られなかった。グランド土と水田土は滴下初期において土壌溶出水の pH がそれぞれ 6.83、6.82 と緩衝作用がみられ、水田土は 5.5(meq H⁺)より徐々に pH が低下を始め、20(meq H⁺)以降緩衝作用は見られなくなった。グランド土は水田土と比較して pH の低下開始時期も 13.2(meq H⁺)と遅く低下速度も緩やかであった。pH の低下が生じるときの H⁺滴下量は交換性塩基量に相当し、緩衝作用は陽イオン交換反応によりなされていた。次に人工酸性雨の滴下に伴うアルミニウムイオン及び全リン濃度変化についてグランド土のケースを例として図 3 に示す。アルミニウム及びリンは pH の低い方が多く溶脱しており、特にアルミニウムイオンは土壌溶出水の pH が 4.0 付近に低下すると溶出が開始した。これらは他の供試土壌においても同様の傾向となった。

(c) 湖沼藻類への影響モデル実験

図 4 にグランド土に pH3.0 の酸性雨を滴下したときの土壌溶出水を用いて藻類を培養したときの結果を示す。例として溶出水 pH が 5.6 と 3.8 のケースを表示した。初期 pH が低いケースでも増殖開始までの期間は長くなるものの増殖しうること、また増殖に伴い pH が上昇することが示された。両ケースともリン濃度は湖沼水よりも高く、最終的な藻類増殖量は湖沼水のみでのケースよりも多い結果となった。

ここで栄養塩類と藻類の最大増殖量の関係について考察する。全リン濃度とクロロフィル a 濃度は液中の(全リン濃度/全窒素濃度 = P/N 比)が 1/25~1/10 の時、正の相関を示す²⁾。P/N 比が 1/10 以下の場合、図 5 に示すように全リン濃度の増加に伴いクロロフィル a 量が増加した。また P/N 比が 1/10 以上の場合では窒素が律速となるため、これらのケースにおいては全窒素濃度の増加に伴いクロロフィル a 量が増加した。よって栄養塩が湖沼に流入することは、藻類量の増加を生じさせることが示された。

また図 6 に土壌からの Al イオンの溶出が及ぼす湖沼藻類への影響について示す。Al イオン濃度とクロロフィル a 濃度の間に負の相関関係があった。しかし栄養塩濃度の増加のためにいずれのケースも湖沼水のみを用いた場合に比べクロロフィル a 量は増加する結果となった。

4.おわりに

本研究において、酸性雨の pH 低下は土壌からの塩基や栄養塩の溶出を増加させ、その溶出物質は湖沼藻類の増加を招くことがわかった。また今後その溶出水が湖沼へ与える影響を考える場合、土壌からの溶出物質のみならず湖沼藻類による pH 上昇などの生物学的作用も考慮する必要がある。

参考文献

- 1)津野,宗宮,西村,小島：水環境学会誌 Vol.20 No.4 pp216-253
- 2)坂本充,秋山優,横浜康継,有賀祐勝：藻類の生態,内田老鶴圃,pp163-165

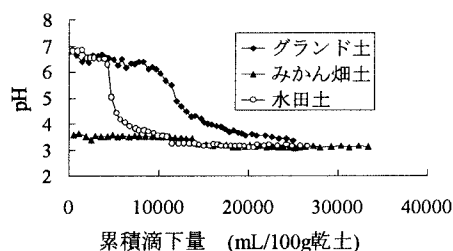


図1 pHの経時変化

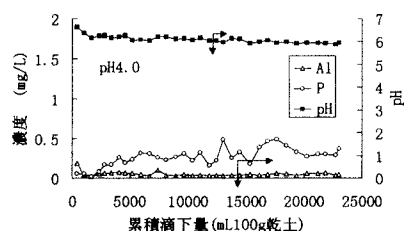
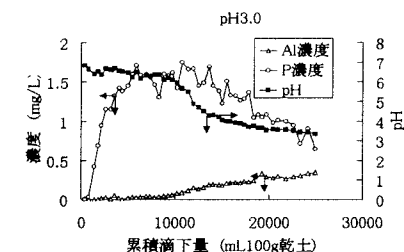


図3 グランド土におけるAl³⁺及びP濃度の変化

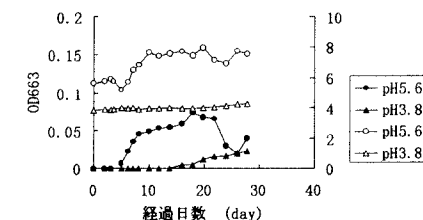


図4 混合水のpH及び藻類増殖の経日変化

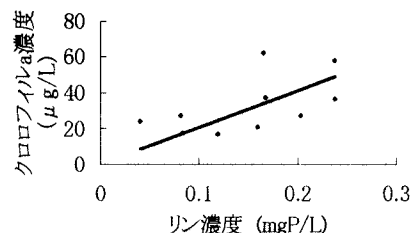


図5 リン濃度とクロロフィルa量の関係

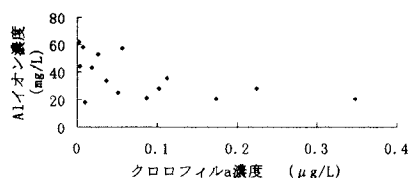


図6 グランド土におけるAlイオン濃度とクロロフィルaの関係