

VII-4 酸性雨による土壌溶出水の水質特性とそ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

酸性雨は土壌へ浸透する際にイオン交換等により様々な物質を溶脱させる。これらの中にはリン、窒素などの栄養塩も含まれ、それらが湖沼へ流入した場合湖沼の富栄養化を引き起こすことが危惧されている¹⁾。

本研究ではこの土壌溶出水の水質特性を把握するとともにそこに含まれる塩基や窒素・リンなどの溶脱物質により引き起こされる水域への影響について、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

松山地域を対象とし、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種類を供試土壌として用いた。供試土壌の化学的特性を表1に示す。

実験はカラムを用いた人工酸性雨模擬降雨実験、その土壌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。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壌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。

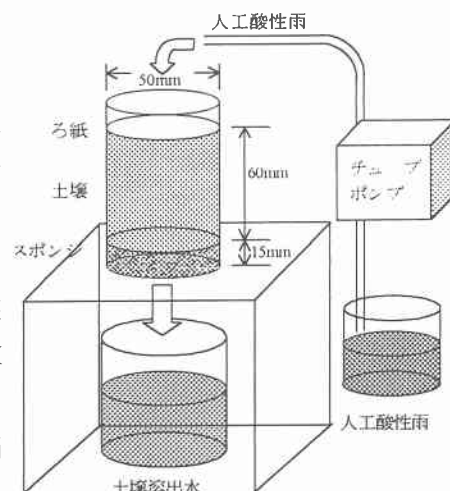


図1 実験装置の概略図

表1 土壌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

3.結果及び考察

(a) カラムを用いた人工酸性雨模擬降雨実験

各供試土壌に対して 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壌 pH 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。グラウ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 4300(mL/100g 乾土)より徐々に pH が低下を始め、15000(mL/100g 乾土)以降緩衝作用は見られなくなった。グラウンド土は水田土と比較して pH の低下開始時期も 9600(mL/100g 乾土)と遅く低下速度も緩やかであった。

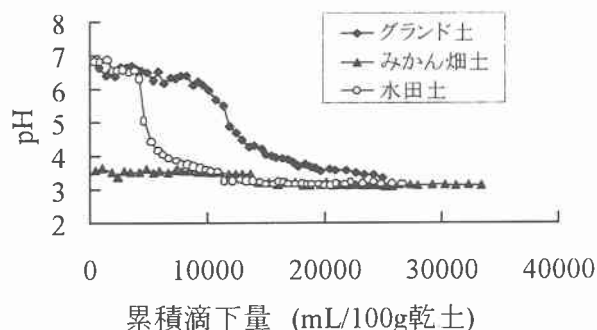


図2 pHの変化

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水田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。

湖沼藻類への影響モデル実験

図 4 に水田土に 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 6.8 と 4.1 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りうるため、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 に土壌からのアルミニウムイオンの溶出が及ぼす湖沼藻類への影響について水田土のケースを例として示す。同時に湖沼水に既知濃度のアルミニウム及び 2mgP/L のリンを添加し藻類を培養した結果についても合わせて示す。双方の実験においてアルミニウム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見られた。特にアルミニウムイオン濃度が 1~4mg/L の間でクロロフィル a 濃度の低下が現れた。しかし土壌溶出水には栄養塩が含まれるためアルミニウムイオンの増殖阻害にもかかわらずいずれのケースにおいて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

本研究より得られた結果を示す。雨水の pH 低下は土壌からの塩基や栄養塩の溶出を増加させる。また pH の低下やアルミニウムイオンの溶出は藻類の増殖を阻害することがわかった。しかし最終的には土壌溶出水に含まれる栄養塩の濃度増加のために湖沼藻類は増殖する結果となった。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

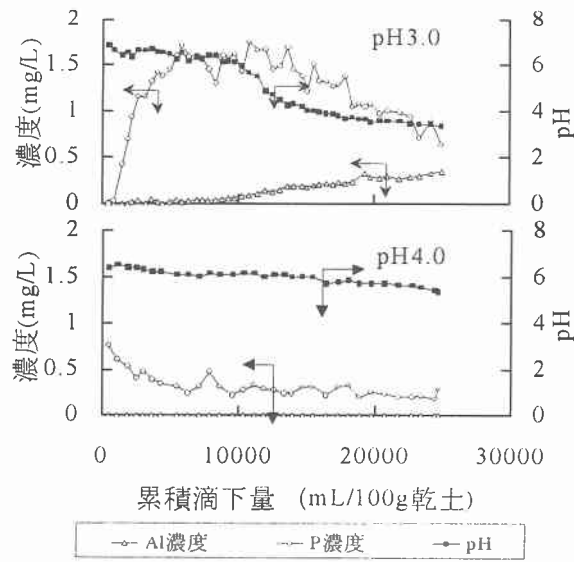


図3 水田土における Al³⁺及び T-P 濃度の変化

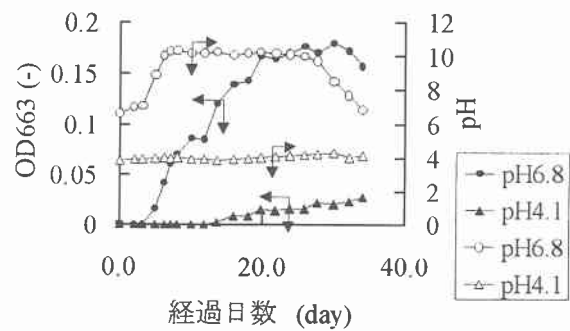


図4 混合水の pH 及び藻類増殖の経日変化

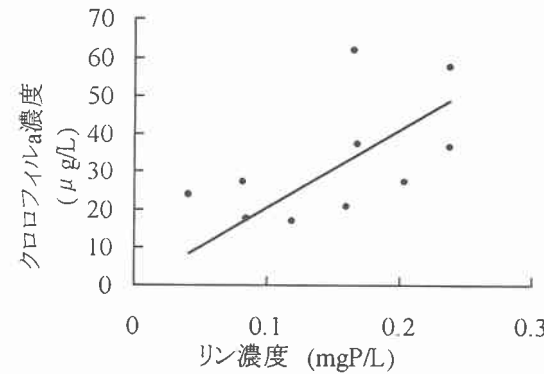


図5 リン濃度とクロロフィルa濃度の関係

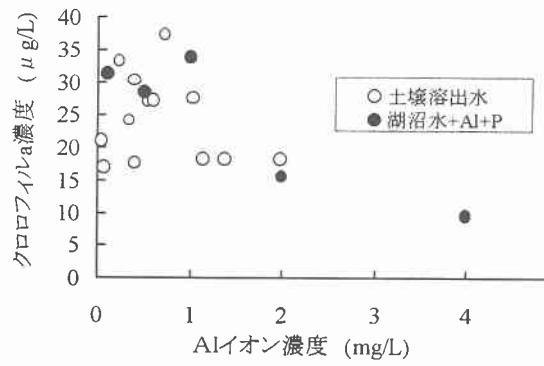


図6 Alイオン濃度とクロロフィルa濃度の関係