

CS-103 酸性雨による土壤環境変化にフミン酸が及ぼす影響の実験的評価

京都大学工学部 学生員 山井栄太郎
 京都大学工学部 正会員 堀内 将人
 クボタ 正会員 岸野 宏
 福井工業大学 正会員 井上 頼輝

1.はじめに

これまでの研究により、表層に有機物層（O層）が存在する場合、下層土壌（A層）の酸性化の進行速度、塩基性陽イオンの溶脱やアルミニウムの溶出量および存在形態に影響を与えることを明らかにした。本研究は有機物層に含まれるフミン酸に注目して、森林土壌（A層）を対象にフミン酸を種々の濃度で含有する模擬酸性雨を滴下するカラム実験を実施した。溶液中でのアルミニウムの存在形態はイオンクロマトグラフィーを応用したポストカラム誘導化法によって分析した。

2.実験試料の化学的特性

表1. 試料土壌の化学特性

2.1 試料土壌の採取と化学的特性

学的特性

試料土壌には京都府北桑田郡京北町で採取した

pH	pH	CEC	交換性陽イオン(meq/100g乾土)							塩基飽和度	有機炭素量
(H ₂ O)	(KCl)	(meq/100gDS)	K	Na	Ca	Mg	Al	Mn		(%)	(%)
4.69	4.12	17.3	0.22	0.06	1.76	0.23	0.31	0.17		14.1	5.01

A層土壌（表層3～30cm）を用いた。採取した土壌は、約60℃で48時間乾燥させた後篩別（2mm）して試料土壌とした。試料土壌の化学特性は表1に示す通りである。

2.2 模擬酸性雨の調製

フミン酸ナトリウム（Adrich製）を各々0mg/L、10mg/L、100mg/L、250mg/L含有する4種類の溶液（以下type1～4と表記する）に、硝酸と硫酸を当量比1：1で添加してpH約3の模擬酸性雨を調製した。各々の模擬酸性雨の組成を表2に示す。本研究では、O層を通過した土壌浸透水を模擬する意味で酸性雨中にフミン酸を添加している。

3.カラム実験

3.1 実験方法

試料土壌15gを充填したガラスカラム（内径2.6cm）に模擬酸性雨を滴下（降雨強度約5.7cm/h）させ、流出液をフラクションコレクターで一定流量毎に採取した。流出液は0.45μmのメンブランフィルターでろ過後、pH（ガラス電極法）、陽イオン濃度（ICP発光分析法）を分析した。流出液中アルミニウ

表2 模擬酸性雨の組成

type	フミン酸ナトリウム濃度 (mg/L)	pH
1	0	3.09
2	10	2.98
3	100	3.13
4	250	3.17

ムの存在形態はイオンクロマトグラフィーを応用したポストカラム誘導化法でAl³⁺とアルミニウム錯体に分離し定量した。

3.2 実験結果

(a) 流出液のpH変化 流出液のpH変化を図1に示す。全ての実験において初期の流出液pHは5前後であり累積流量が500mLを超えると低下し、type4を除いて累積流量が1000mLを超えるとほぼ一定となる。type2と3では、累積流量が2000mL付近で2度目のpHの低下がおこるが、type4では累積流量が1500mL付近でpHの低下がおこる。

(b) 土壌塩基の溶出 土壌塩基として代表的なCa、Mgの流出液濃度変化を図2、3に示す。ただし、フミン酸ナトリウムを含

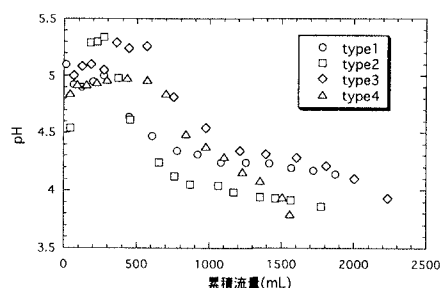


図1 流出液pH

模擬酸性雨を用いた場合、調製段階で不物の混入が避けられない。したがって、流出液中陽イオン濃度は元々模擬酸性雨に含まれる濃度を差し引いて補正している。

Ca、Mgとも流出液濃度の経時変化にtypeによる定性的な違いはあまりない。定量的には、Caについてはフミン酸ナトリウム濃度が高いほど初期の流出液中濃度は低い。累積流量が増加するにつれてそのような傾向はなくなる。Mgについてはフミン酸ナトリウム濃度の違いによる流出液中濃度の違いはあまりない。

(c) Alの溶出 アルミニウムの流出液中濃度を図4に示す。初期の流出液中濃度にtypeによる違いはあまりない。累積流量が500mL以上では、フミン酸ナトリウム濃度が低い模擬酸性雨を用いた実験ほど流出液中アルミニウム濃度が高い。

(d) Alの存在形態 type2、type3について、フミン酸と錯体を形成したと推定されるAl濃度を総Al濃度とともに図5、6に示す。両濃度の差が Al^{3+} 濃度に対応する。実験初期の流出液中アルミニウム濃度が比較的低い場合には、type2、3ともに Al^{3+} は存在せず全てのAlが比較的植物毒性の低い錯体を形成している。両typeともに累積流量が約1000mLで錯体を形成したAl濃度は極大となる。錯体を形成したAl濃度は累積流量が1000mLを超えるとtype2では約0.2mmol(+)/L、type3では約0.1mmol(+)/Lでは一定となる。

4.考察

フミン酸ナトリウム濃度が高い模擬酸性雨を用いた実験ほど、流出液中Al濃度が急激に上昇する時点でのpHが低くなった。このことから、フミン酸の存在はAlの溶出により酸が緩衝されるpH域（一般にはpH4.2～2.8）を下げる効果をもつことがわかる。また、CaやMg等の塩基性陽イオンの流出液中濃度は模擬酸性雨中のフミン酸ナトリウム濃度の影響をあまり受けなかった。Ca、Mgの総流出量がtype2で最も多いのは、type2の模擬酸性雨pHが最も低いことが原因していると考えられる。流出液pH、Al濃度についても各タイプごとに模擬酸性雨pHが違う点を考慮しておく必要がある。この点を考慮してもフミン酸ナトリウムの存在は流出液中のAl濃度を低下させる効果をもつといえる。また、type3のほうがtype2に比べて溶液中のフミン酸ナトリウム濃度が25倍高いにもかかわらず、錯体を形成したアルミニウム濃度は約1/2と少ない。このことから、フミン酸ナトリウムを10mg/L以上含む土壌溶液では、錯体を形成するAl量は溶液中のフミン酸濃度にはあまり影響されないと推定される。

5.おわりに

本研究で実施したカラム実験により、溶液のフミン酸ナトリウム濃度が高いほど流出アルミニウムが減少することを示した。今後、腐植物質としてフルボ酸についても同様の実験を行う必要がある。

参考文献

八陣知広, 環境衛生工学研究, Vol.8, No.3, pp.229~234

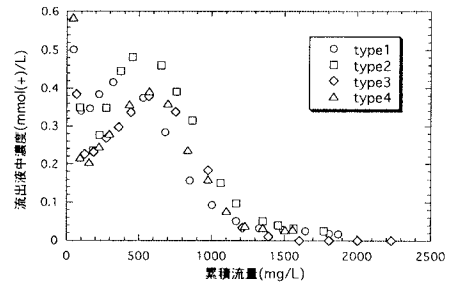


図2 流出液中Ca濃度

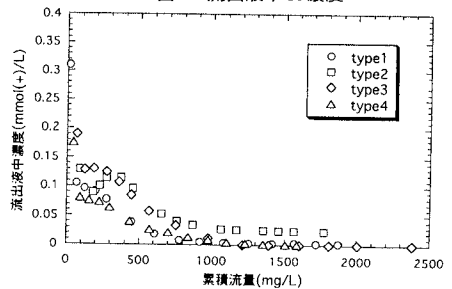


図3 流出液中Mg濃度

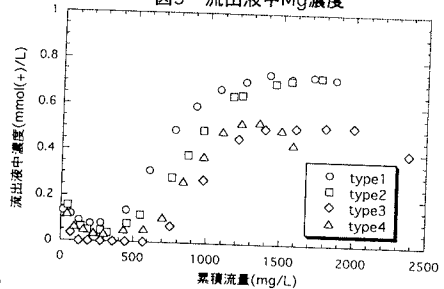


図4 流出液中Al濃度

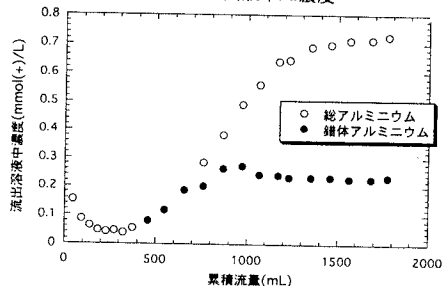


図5 type2におけるAlの形態

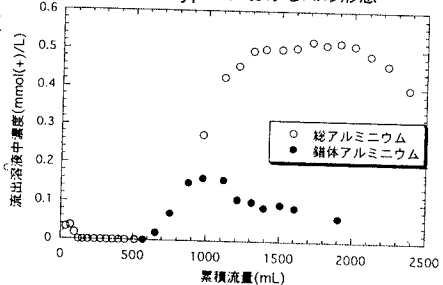


図6 type3におけるAlの形態