

VII-51 土壌によるpHの緩衝作用について（その2）

東北工業大学 正員 ○中山 正与
江成敬次郎

1. はじめに

土壌に酸、あるいはアルカリを添加した時に、これによって引き起こされる土壌溶液のpH変化は、水だけの場合に比べてはるかに小さいことが知られており、この現象は土壌によるpH緩衝と呼ばれている。

本研究は、土壌によるpHの緩衝作用に関する基礎的な知見を得るために、種類の異なる土壌を充填したカラムに模擬酸性雨を流入させる実験を行い、pHの緩衝作用に土壌の物理・化学的特性がどう影響するのかについて実験的に検討したものである。

2. 実験方法

（1）カラム実験の方法 本実験には図-1に示すような内径10cm、長さ60cmの円筒形のカラムを4本使用した。このカラムに、異なる場所から採取した4種類の土壌を55cmの高さに充填した。実験条件を表-1に示す。実験期間は45日であったが、24日までは水道水を流入させ、それ以降は模擬酸性雨を流入させた。

（2）土壌試料および模擬酸性雨 実験には、仙台市太白区茂庭の太白山と仙台市太白区ニツ沢の東北工業大学キャンパス内の山林から採取した森林土壌と、太白区中田の名取川河川敷と青葉区作並48号線沿いの畑から採取した畑土壌の合計4種類を使用した。以下の検討ではこれらの土壌をそれぞれ「太白山」、「ニツ沢」、「名取川」、「作並」と略称した。

実験に使用した模擬酸性雨は表-2に示す組成（100倍濃度）のものであり、これを使用時に蒸留水で100倍に希釈して使用した¹⁾。希釈後のpHは約4.1～4.4であった。

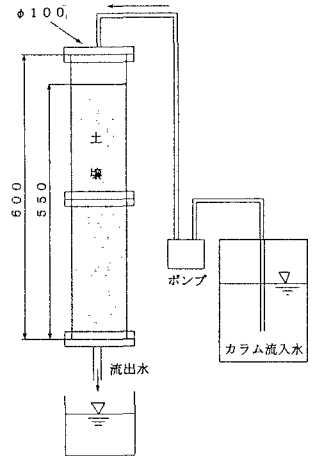


図-1 実験装置（単位：mm）

3. 実験結果および考察

（1）土壌の物理・化学的特性 使用した4種類の土壌の物理・化学的特性を表-3に示す。それぞれの項目間の関係を検討すると、相関係数が0.9以上で正の相関が強かったものは、pH(H₂O)とpH(KCl)の関係、そして強熱減量、COD_{Cr}、C(炭素含有量)、N(窒素含有量)についての関係であった。

表-1 カラム実験の条件

項目	流入期間	平均流入量	流入水	流入条件	浸透条件
条件1	1～18日	323ml/day	水道水	連続流入	不飽和
条件2	19～24日	568ml/day	約pH7.3		
条件3	25～45日	574ml/day	模擬酸性雨		

表-2 模擬酸性雨原液の組成表（100倍濃度）

成分	濃度
NaCl	0.5 [mg/g]
KNO ₃	0.1 [mg/g]
CaSO ₄	0.5 [mg/g]
Mg(NO ₃) ₂ ・6H ₂ O	0.3 [mg/g]
(NH ₄) ₂ SO ₄	0.5 [mg/g]
HNO ₃	0.005 [mol/l]
HCl	0.003 [mol/l]

100倍に希釈後 pH4.1～4.4

表-3 土壌の物理化学的特性

土壌名称	太白山	ニツ沢	名取川	作並
土の種類	森林土壌		畑土壌	
pH(H ₂ O)	5.47	5.09	4.69	6.89
pH(KCl)	4.63	3.98	3.98	5.81
強熱減量(%)	14.36	8.13	3.57	8.47
C(mg/g-soil)	55.13	20.63	8.12	32.12
N(mg/g-soil)	3.77	1.07	0.60	2.18
COD _{Cr} (mg/g-soil)	67.60	33.58	12.31	56.24
CEC(meq/100g)	22.39	16.38	17.15	21.35
均等係数	50	167	12	83
曲率係数	2.2	0.4	2.4	1.6
有効径(mm)	0.0062	0.0078	0.012	0.0030
土の種類	混じり砂質ローム	混じりシルト質ローム	混じりローム	混じりシルト質ローム

(2) 流出水の変化 全実験期間のカラム流入水、流出水のpH変化を図-2に示す。土壌の種類によって流出水のpHに差が生じていた。しかし実験条件を1→2→3と変化させてもそれぞれのカラムの流出水pHの変化は小さく、実験条件3で模擬酸性雨を流入させても流出水pHはいずれも模擬酸性雨のpHよりも高く、中性付近まで緩衝されていることがわかる。

実験条件3で模擬酸性雨を流入させてからのカラム流出水のpHが土壌のどの性質に影響をうけるのかについて検討した。図-3は実験条件3で模擬酸性雨を流入させてからのカラム流出水のpHの平均値と土壌pH(H₂O)との関係を示したものである。これから流出水pHは土壌のpH(H₂O)と正の相関があり、土壌のpH(H₂O)の影響をうけていることがわかる。

また、渡辺ら²⁾は、pH2に調整した硫酸溶液に土壌を添加してpHの変化を調べるバッチ実験を行った。その結果、土壌を加えることによるpHの変化量(ΔpH=土壌添加後pH-添加前pH)と土壌のCEC、そして土壌のC含有量との間に正の相関があったと述べている。本実験での結果を図-4、図-5に示す。いずれも相関係数は0.7以上であり正の相関が認められた。

酸性降水が土壌により中和される機構は ①土壌中の炭酸カルシウムなどの炭酸塩、炭酸水素塩の溶解、②負電荷を持つ土壌粒子表面に吸着している、アルカリ土類金属イオンなどの交換性塩基と降水中的の水素イオンとの交換、③SO₄²⁻等の陰イオンの土壌中への吸着にともなうOH⁻の放出、④アルミニウムの溶解などが考えられる。また、その他の原因としては、⑤一次鉱物の化学的風化による中和が挙げられる³⁾。今後これらの関係と、pHの緩衝作用の関係を明らかにするためには、カラム流出水に含まれる、陽イオンと陰イオンの測定を行う必要がある。

4. まとめ

土壌のpH緩衝作用を検討するために、模擬酸性雨を幾種類かの土壌に浸透させ、そのpHの変化を調べる実験を行った。その結果、土壌が模擬酸性雨に対してpH緩衝作用を持つことが確認できた。また、カラム流出水のpHは土壌のpH(H₂O)と正の相関があることや、pHの緩衝される大きさが、土壌のCECやC含有量に関係することがわかった。

pH緩衝の機構を明らかにするためには、更に詳しく土壌の特性を分析することや、溶液中の成分の変化を更に長期的に高精度で測定するなどの検討が必要である。

<参考文献>

- 1)谷欣也 他：有機農耕土壌の酸性雨緩衝能と窒素流出抑制効果(1997)、土木学会年講VII 566-567.
- 2)渡辺紀元 他：腐食質火山性土、河川・湖沼底質土による強酸溶液の中和特性(1987)、用水と廃水 29(2)、136-143.
- 3)佐藤一男 他：酸性降下物に対する土壌中和能の簡易測定法(1990)、環境科学会誌 3(1)、37-48.

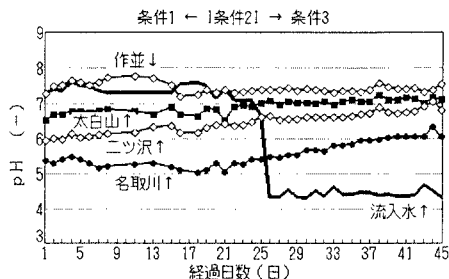


図-2 pHの変化

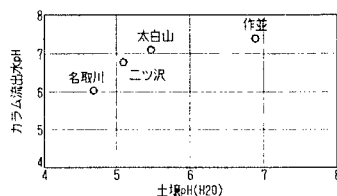


図-3 カラム流出水pHと土壌pH(H₂O)の関係

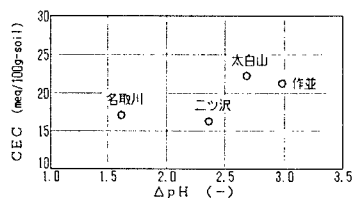


図-4 ΔpHとCECの関係

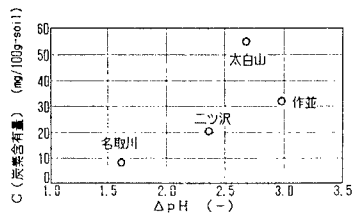


図-5 ΔpHとC(炭素含有量)の関係