

NO₃⁻, SO₄²⁻比の異なる酸性溶液を添加した場合の土壤溶液濃度予測 Ion Concentration Prediction in Soil Solution with Addition of Acid Solutions Varying NO₃⁻-to-SO₄²⁻ Ratios on Volcanic Ash Soil.

亀山幸司*・松川 進**・加藤秀正**

KAMEYAMA Kouji*, MATSUKAWA Susumu**, KATO Hidemasa**

はじめに

アロフェンを主成分とする火山灰土壌を対象として NO₃⁻と SO₄²⁻の当量割合の異なる降雨が負荷された場合の影響予測手法を検討するため、NO₃⁻と SO₄²⁻の当量割合が異なる酸性溶液を用いた繰り返し添加実験から得られた土壤溶液濃度の測定値と酸緩衝能を表す化学平衡式から得られた計算値との比較を行い、計算手法の妥当性について検討した。

実験方法

試料は、宇都宮大学付属農場牧草畑の深さ 40~60cm から採土し、2mm 篩いを通過した土壌を使用した。実験は、遠沈管に乾土 2g 相当の風乾土を入れ、NO₃⁻と SO₄²⁻の当量割合が異なる pH4.0 の酸性溶液 (NO₃⁻:SO₄²⁻ = 0.75:0.25, 0.50:0.50, 0.25:0.75) を添加した後、遠心分離、上澄み液採取、濃度測定、酸性溶液添加を所定回数繰り返した。なお、pH はガラス電極法で、陽イオンは原子吸光法で、陰イオンはイオンクロマトグラフィー法により測定した。

計算方法

計算は、炭酸塩平衡、Al³⁺の溶解、AlSO₄⁺の生成、全塩基性陽イオンと H⁺、Al³⁺と H⁺との陽イオン交換、1 次鉱物の風化、SO₄²⁻吸着の 9 種の化学平衡式と電気的中性条件、質量保存則を満足するまで計算を繰り返す手法を用いた。ただし、陽イオン交換 (Gaines-Thomas 式) の選択係数は未知数とし、pH 測定値と最も適合する値を試算的に求めた。

また、中島ら (1998) などにより、土壤溶液中に SO₄²⁻が存在する条件下では、NO₃⁻は土壌に殆ど吸着されないことが明らかにされている。本研究で行った添加実験の結果からも、これと同様の傾向が得られた。このため、NO₃⁻の吸着は計算では考慮しなかった。

計算結果

当量割合が異なる pH4.0 酸性溶液 (NO₃⁻:SO₄²⁻ = 0.75:0.25, 0.50:0.50, 0.25:0.75) を添加した場合の土壤溶液 pH の測定値と計算値の比較を Fig. 1 に示した。各酸性溶液を添加した場合において、pH は ±0.3 以下の誤差で計算値と測定値は一致した。

ただし、添加前期においては、pH は過大に計算された。これは、簡便のため陽イオン交換モデルの中での交換選択係数あるいは CEC を一定と仮定したこと等が原因と考えられた。

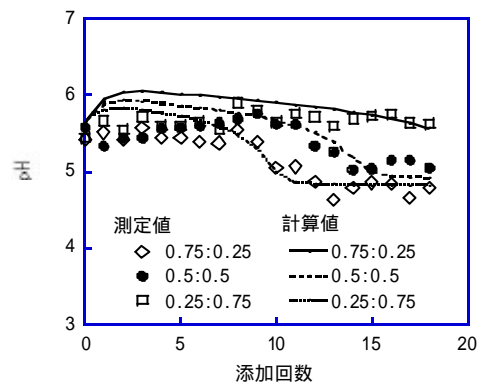


Fig.1 Measured and predicted pH with addition of acid solutions varying NO₃⁻-to-SO₄²⁻ Ratios

* 東京農工大学大学院連合農学研究科 (宇都宮大学配置), ** 宇都宮大学農学部

* The United Graduate School of Agriculture Science, Tokyo University of Agriculture and Technology, ** Faculty of Agriculture, Utsunomiya University

キーワード: 火山灰土壌, 酸緩衝能, 化学平衡式, 陰イオン組成

次に、 NO_3^- と SO_4^{2-} の当量割合が 0.75:0.25, 0.50: 0.50, 0.25:0.75 である酸性溶液を添加した場合の全塩基性陽イオン (BC), SO_4^{2-} , NO_3^- 濃度の測定値と計算値の比較を Fig. 2, 3, 4 にそれぞれ示した。各酸性溶液を添加した場合において BC, SO_4^{2-} , NO_3^- 濃度計算値は比較的良好に測定値と一致した。特に、 NO_3^- 濃度計算値は測定値と良い一致を示し、計算に NO_3^- の吸着を考慮しないことが適当と考えられた。

計算による酸緩衝容量予測の妥当性を検討するため、全塩基性陽イオンの累積離脱量の測定値と計算値を NO_3^- と SO_4^{2-} の当量割合が異なる酸性溶液 ($\text{NO}_3^-:\text{SO}_4^{2-} = 0.75:0.25, 0.50: 0.50, 0.25:0.75$) を添加した場合について Fig. 5 で比較した。ここで、全塩基性陽イオンの累積離脱量は、陽イオン交換と一次鉱物の風化による酸緩衝容量の目安となるものである。各酸性溶液を添加した場合において、全塩基性陽イオンの累積離脱量は測定値と計算値で比較的良好に一致した。また、 NO_3^- を多く含む酸性溶液の方が、全塩基性陽イオンの離脱が早くなる傾向も計算することが可能であった。

・ おわりに

NO_3^- と SO_4^{2-} の当量割合が異なる酸性溶液を用いた繰り返し添加実験から得られた土壤溶液中の濃度変化を酸緩衝能を表す化学平衡式を用い計算した。その結果、pH, 全塩基性陽イオン濃度、陰イオン濃度変化、全塩基性陽イオン累積離脱量について計算値は測定値と比較的良好に一致し、計算手法の妥当性が示された。

今後は、ここで用いた化学平衡式と溶質移動を近似的に表す Mixing Cell モデル (亀山ら, 2001) を結合し、 NO_3^- と SO_4^{2-} の当量割合が異なる酸性溶液が火山灰土壌へ浸透した場合の溶質移動予測について検討を行う予定である。

< 引用文献 >

中島ら (1998): アロフェン質火山灰土への硫酸イオン吸着が透水性変化に及ぼす影響について, H10 農業土木学会大会講演要旨集, pp.648-649.
 亀山ら (2002): 火山灰土壌への硫酸溶液浸透による溶脱液濃度予測, 土壌の物理性, 89, pp.23-31.

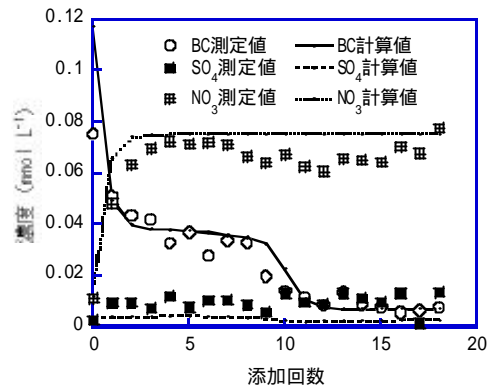


Fig.2 Measured and predicted concentration of BC, SO_4 , NO_3 ($\text{NO}_3:\text{SO}_4^{2-}=0.75:0.25$)

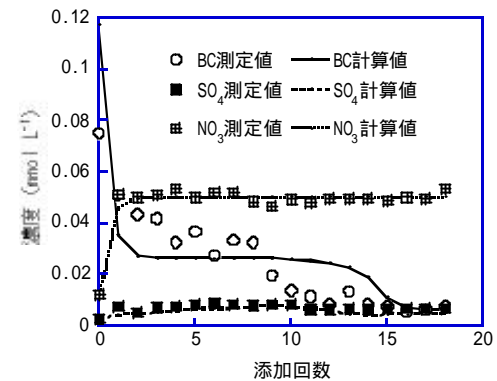


Fig.3 Measured and predicted concentration of BC, SO_4 , NO_3 ($\text{NO}_3:\text{SO}_4^{2-}=0.5:0.5$)

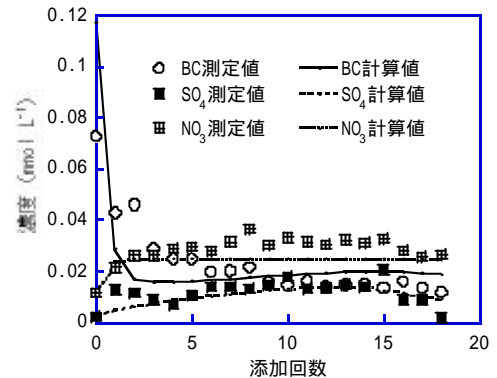


Fig.4 Measured and predicted concentration of BC, SO_4 , NO_3 ($\text{NO}_3:\text{SO}_4^{2-}=0.25:0.75$)

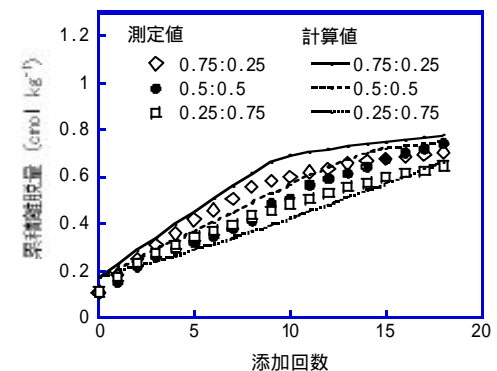


Fig.5 Measured and predicted cumulative release of basic cations with addition of acid solutions varying NO_3^- to SO_4^{2-} ratios