

火山灰土壌における窒素系化学肥料成分のイオン吸着特性 Ion adsorption characteristic of the nitrogen fertilizer component in the volcanic ash soil.

東條貴文*・松川 進**・加藤秀正**

TOJYO Takafumi*, MATSUKAWA Susumu**, KATO Hidemasa**

はじめに

窒素系化学肥料生産量の減少傾向は近年少なく、従前と同様な施肥量が維持されていると推定され、溶脱しやすい NO_3^- 等による地下水や河川の汚染が依然として懸念される。また、日本の畑地の約50%は火山灰土壌で、火山灰土壌中での窒素成分の移動予測手法の確立が重要となる。このため、火山灰土壌の陰イオン吸着式等を施肥量が比較的多い硫安、硝安溶液を逐次土壌に添加するバッチ法より算出し、吸着特性等を比較した。

実験方法

試料は、宇都宮大学付属農場牧草畑の深さ40~60cm(北関東口-ム下層土)から採土し、2mm篩を通過した土壌を使用した。50ml遠沈管に含水比0.5の試料5gを入れ、蒸留水を添加し、振とう・遠心分離・上澄液採取・液量測定・濃度測定を行い初期条件とした。2回目以降は0.01mol/Lの硫安 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ または硝安溶液 NH_4NO_3 を50ml添加し、同様な操作を繰り返した。なお、pHはガラス電極法、陽イオン濃度は原子吸光法、陰イオン濃度をイオンクロマトグラフィー法により測定した。

測定結果

1. pH変化

0.01mol/L硫安・硝安溶液を逐次添加した場合の溶液添加回数とpH変化の関係をFig.1に示した。硫安溶液添加時にはpHは約0.5上昇したが、硝安溶液添加時には0.7程度低下した。これらのpH変化の差は陰イオン吸着による酸緩衝機能に起因すると推定された。

2. 陰イオン吸着量

陰イオン吸着量は、1)前回溶液採取時の遠沈管内残存液量と陰イオン濃度、2)添加陰イオン濃度と添加液量、3)振とう平衡後の陰イオン濃度と液量、より算出した。硫安・硝安溶液添加時の硫酸・硝酸イオン吸着量とpHの関係をFig.2に示した。硝安溶液の硝酸イオン吸着量はpHの低下、すなわちAECの増加に伴い増加するが、硫安溶液の硫酸イオン吸着量はpHが上昇しAECが減少すると考えられる過程でも吸着量が増加し、硝酸

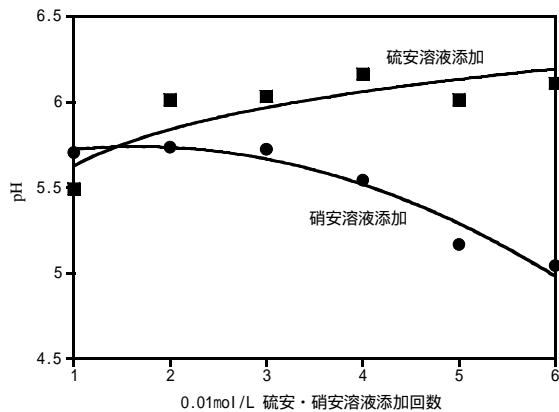


Fig.1 pH change with ammonium nitrate or ammonium sulfate solution addition.

* 宇都宮大学農学研究科, ** 宇都宮大学農学部

* Graduate School of Agriculture, Utsunomiya University, ** Faculty of Agriculture, Utsunomiya University

キーワード: 窒素肥料, イオン吸着, 火山灰土壌

イオンに比較し約 2.5 倍の吸着量を示している。

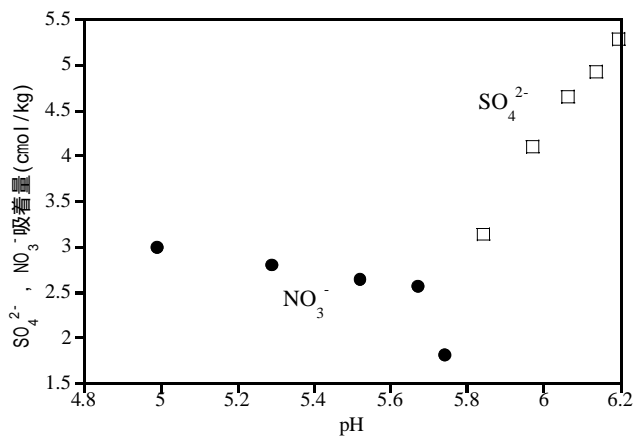


Fig.2 Relation between pH and amount of sulfate, nitrate ion adsorption.

そこで、両陰イオン吸着曲線に CEC や AEC 曲線と同様に、pH とイオン濃度の関数で表すと、(1),(2)式を得た。

$$SO_4^{2-}(\text{cmol/kg}) = 53.34[SO_4^{2-}]^{0.515}[H^+]^{E-20} \quad (1)$$

$$NO_3^-(\text{cmol/kg}) = 95.31[NO_3^-]^{0.589}[H^+]^{0.064} \quad (2)$$

(1)、(2)式の H^+ のべき数が示すように、硫酸イオンの吸着量は硝酸イオン吸着に比較し、水素イオン(あるいは pH)に余り依存せず、硫酸イオン濃度に支配された。

3. 塩基類累積離脱量と NH_4^+ 吸着量

硫酸、硝酸溶液を逐次添加した場合に生じる交換性塩基類の累積離脱量を Fig. 3 に示した。硝酸溶液添加時の方が Mg^{2+}, Na^+ の累積離脱量が多く、またイオンの価数で比較すると $Na^+ > Mg^{2+}$ であった。

NH_4^+ 吸着量と pH との関係は Fig.4 に示したように、硝酸溶液では添加回数毎に pH が低下し CEC は減少すると考えられるが、 NH_4^+ の吸着量は増加している。この原因は、pH の低下により対イオンである NO_3^- の吸着が増加し、溶液中の陰イオン量が減少する。それに伴い溶液の電気的中性条件が成立せず、条件を充足するために NH_4^+ の吸着量が増加したと推定できる。硫酸溶液の NH_4^+ 吸着は pH の上昇による CEC 増加、及び SO_4^{2-} 吸着による電気的中性条件充足による NH_4^+ 吸着の影響も加わり、一層 NH_4^+ 吸着が増加したと言える。

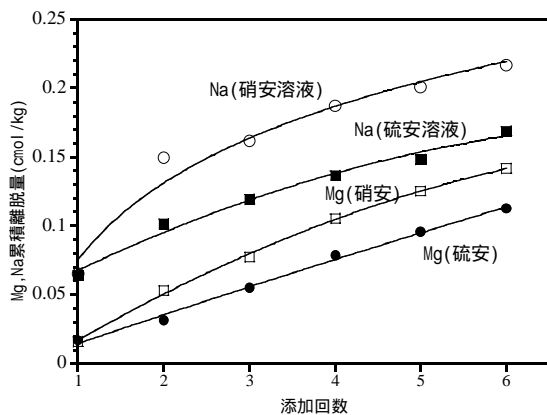


Fig.3 Ca^{2+}, Mg^{2+} accumulated desorption.

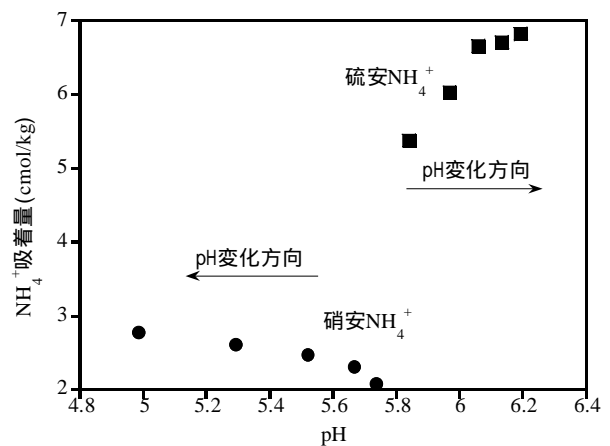


Fig.4 Relation between pH and amount of ammonium ion adsorption.

まとめ

硫酸、硝酸溶液を火山灰土壌に逐次添加した場合、陰イオン吸着量により pH 変化に差違が生じた。陰イオンの吸着量を陰イオン濃度と H の関数で良好に表すことができ、陽イオンである NH_4^+ の吸着量は陰イオン吸着による溶液の電気的中性条件変化を補正するための条件で決定され、陰イオン吸着量が各種イオンの挙動を支配する因子と推定された。塩基類の累積離脱量は、硝酸溶液添加 > 硫酸溶液添加であった。