



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Influence of phosphate sorption on dispersion of a Ferralsol [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	PHAM, VIET DUNG
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第11547号
Issue Date	2014-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57169
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Pham_Viet_Dung_review.pdf, 審査の要旨



博士の専攻分野の名称	博 士（農学）	氏名	Pham Viet Dung
審査担当者	主 査	教 授	石 黒 宗秀
	副 査	教 授	波多野 隆介
	副 査	講 師	柏 木 淳一

Influence of phosphate sorption on dispersion of a Ferralsol
(リン酸収着がフェラルソルの分散に及ぼす影響)

土壌の分散凝集は、土壌構造の安定性を評価する上で重要な物理現象である。また、土壌が分散すると、透水性の低下を引き起こし、土壌流亡が進行する。肥料成分を収着した土壌が流亡すると、水環境を汚染することとなる。貴重な資源である土壌を保全し、肥料を有効利用して水環境の汚染を引き起こさないために、土壌構造を安定な状態に保つことが重要である。その基礎として、土壌の分散凝集現象を理解することが重要である。リンは、地球生命体にとって必須の元素であり、有限で貴重な資源である。農地に施用されるリン肥料を、有効に利用することが重要となっている。そこで本研究では、リン酸の土壌への収着が、土壌の分散に及ぼす影響を明らかにするために、分散凝集実験を行い、ゼータ電位を用いて土粒子間の反発ポテンシャルエネルギーを計算して理論的考察を行った。リン酸収着の影響を、pH および電解質濃度を変えて総合的に評価した。土壌は、熱帯地方に広く分布し、リン酸を強く収着するフェラルソルを用いた。

土壌試料として用いたフェラルソルは、ベトナム Thua Thien Hue 県 Nam Dong 地区にあるゴム園の深さ約 10cm から採取した。土壌は、風乾し 2 mm 篩を通過した試料を用いた。土性は軽埴土で、砂 29.4%，シルト 29.4%，粘土 41.3%であった。粘土画分中の割合は、ケイ酸 61%，カオリナイト 34.4%，ゲータイト・ヘマタイト 4.6%であった。実験においては、電解質溶液として 1 価のカチオンの NaNO_3 溶液と 2 価のカチオンの $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 溶液 1 mmol/L, 10 mmol/L を基本とした。リン酸収着実験、分散凝集実験、ゼータ電位測定実験を、pH4, 5.5, 7, 8.5 で行った。リン酸の収着は、 NaH_2PO_4 と $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ を用いて行った。 NaH_2PO_4 あるいは

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ を多量に添加すると、Na 濃度あるいは Ca 濃度は、 1 mmol/L あるいは 10 mmol/L を超えた。分散凝集実験は、動的光散乱測定法を用いて、安定度比 $W=k/k$ で分散性を評価した。ゼータ電位は、測定電気泳動移動度から大島の式を用いて計算した。2 個の土粒子表面が 1 nm 接近したときの反発ポテンシャルエネルギーを、電気拡散二重層理論とゼータ電位を用いて求めた。

分散凝集実験の結果より、リン酸収着量が増加すると、その増加に伴い土粒子表面の負電荷量が増大し、土壌が分散しやすくなることがわかった。同じリン酸収着量でも、電解質濃度の低い方が、電解質による電場遮蔽効果の影響が小さくなるため、分散しやすくなった。リン酸収着量がある程度 ($10\sim 20 \text{ mmol P kg}^{-1}$) 以上に増加すると、高濃度のリン酸溶液添加の影響で電解質濃度が高くなり、電場遮蔽効果により、土壌は分散しにくくなった。pH が高くなるほど、土壌の負電荷が増加するため、土壌が分散しやすくなった。ただし、pH5.5 においても、電解質濃度が 10 mmol/L 以下の場合、リン酸収着により分散性の顕著な増大が認められた。Ca 溶液中では、Na 溶液中に比べて、土粒子表面の電位の絶対値が低下するため、分散しにくくなった。また、Ca 溶液中では、Na 溶液中と同様にリン酸収着量が $20 \text{ mmol P kg}^{-1}$ 程度までは、リン酸収着量の増大に伴い分散しやすくなり、それ以上の収着量においては電解質濃度の増加のため分散しにくくなったが、高 pH においては、リン酸収着量が $250 \text{ mmol P kg}^{-1}$ 付近で再び分散しやすくなった。これは、リン酸カルシウムおよび炭酸カルシウムの沈殿反応により、電解質濃度が低下して土粒子間の反発ポテンシャルエネルギーが大きくなったためであることがわかった。土壌の分散性は、電氣的反発ポテンシャルエネルギーの計算結果と良く一致し、土壌の分散特性は、理論的に考察できた。この土壌においては、リン酸の施用が土壌を分散傾向にすることがわかった。Ca が多いと、分散を抑制できるが、高 pH でリン酸およびカルシウムを多量に施用すると、分散傾向になるため、注意が必要であることを示した。

貴重な資源である土壌と肥料リン酸の流亡を防ぐことが、農業の持続性と水環境保全を図る上で重要である。そのためには、土壌が分散状態にならない方が良い。本論文は、リン酸収着が土壌分散に及ぼす影響を実験と理論から明らかにした点が独創的であり学術的に価値が高い。また、農業上においても、土壌保全のための基本的指針を示している。よって、審査員一同は、Pham Viet Dung が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。