

氏 名	わた なべ てつ ひろ 渡 邨 哲 弘
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 第 1654 号
学位授与の日付	平 成 19 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	農 学 研 究 科 地 域 環 境 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	DISTRIBUTION OF CLAY MINERALS IN UPLAND SOILS UNDER DIFFERENT WEATHERING CONDITIONS OF HUMID ASIA (湿潤アジアの異なる風化環境下における土壤粘土鉱物の分布に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 小 崎 隆 教 授 谷 誠 教 授 縄 田 栄 治

論 文 内 容 の 要 旨

粘土鉱物は土壤の養分供給、酸中和、有機物蓄積といった機能に強く影響を及ぼすため、その組成を知ることは土壤の性質を理解する上で重要である。土壤粘土鉱物組成を規定する要因の解明には、風化環境の異なる地域間で粘土鉱物組成を比較すること、また土壤溶液中での粘土鉱物の熱力学的安定性を評価し、溶液組成を用いて風化環境を定量的に解析することが有用である。しかしながら湿潤アジアにおいては、これらの手法に基づいた研究がまだまだ不十分であるため、地質や気候といった風化環境が土壤粘土鉱物の組成に与える影響はいまだ不明瞭である。本論文は、以上のような背景のもと、湿潤アジアの多様な風化環境下で生成した土壤を対象として、地質および気候が粘土鉱物組成に与える影響を、粘土鉱物の熱力学的安定性の解析に基づいて明示することと、さらに地域ごとに異なる粘土鉱物組成が、土壤の潜酸性や酸中和機能に与える影響を解明することを目的として行った一連の研究を取りまとめたものであり、次の各章からなっている。

第1章は序論であり、この研究の背景を明示するとともに、本論文で取り扱う課題について記述している。

第2章では、研究対象地域である日本、タイ、インドネシアの気候と地質について記述し、さらにそれらの影響の下に生成した土壤の一般理化学性およびそれに基づいた分類について議論することで、各地域の風化環境と土壤の特徴を明示している。

第3章と第4章では、土壤粘土鉱物の熱力学的安定性の評価に基づき、その分布規定要因を解析している。まず第3章で、ギブサイトは比較的低温の日本の土壤に多く存在していたが、土壤溶液組成の熱力学的解析より、すべての地域でカオリナイトが最も安定な二次鉱物であることが示された。このことから、熱帯では高温により化学反応が速く進むため、安定なカオリナイトが卓越するが、日本では低温によりカオリナイトの生成が阻害されることによって、ギブサイトが土壤中に多く残存することが示された。また日本の土壤において、ギブサイトの存在量は土壤溶液中のSi活動度に影響を受けており、地質等を反映していることが示された。以上より、一般にギブサイトは風化の最終産物として認識されているが、土壤の風化が比較的進んでいない湿潤アジアにおいては、低温条件下に多く存在し、地質や気候条件に対してその含量が鋭敏に変わることが明らかとなった。

第4章では、土壤の陽イオン吸着の主体として重要なバーミキュライトの分布規定要因を解析している。まず、土壤中でのバーミキュライトの出現には、母材中に雲母を含むことが必須であることが示された。次に、雲母の熱力学的安定性の解析より、年間を通じて湿潤な気候下にある地域（日本とインドネシアの大部分）の土壤では、pHが低いため、雲母が不安定化し、バーミキュライトへ風化しており、一方、乾季を伴うモンスーン気候下にある地域（タイの大部分）の土壤では、pHが高いため、雲母はカオリナイトとともに安定して存在し、バーミキュライトが生成しにくいことが明らかとなった。さらに、バーミキュライトの含量とともに陽イオン交換容量や交換性Al含量が増加しており、湿潤アジアにおいて強酸性土壤の原因となっていることが示された。

第5章では、各地域の土壤粘土鉱物組成と、生態系における物質循環の主要なプロセスである酸負荷に対する土壤の反応

との関係が調べられている。酸滴定実験により、酸負荷に対して土壌から放出される主要な元素は、日本ではAlであり、熱帯ではCaやMgなどの塩基元素であることが示された。さらに酸を用いたカラム抽出における元素放出を反応速度論に基づいて解析することで、日本の土壌からのAlの放出は、非晶質Al水酸化物やギブサイト等の溶解反応によっており、一方、熱帯の土壌からのCaやMgの放出は、バーミキュライトなどに吸着されている塩基の交換反応によることが明らかとなった。これらの結果より、熱帯では温帯に比べて塩基類の流亡がより問題になりやすいことが示唆された。

第6章は、本研究の成果のまとめと結論に当てられている。

論文審査の結果の要旨

粘土鉱物は土壌の化学性や物理性に強く関与するため、気候や地質などの風化環境が土壌粘土鉱物組成に与える影響を解明することは、各風化環境下で生成した土壌を特徴づける上で重要である。

本論文は、気候・地質条件の大きく異なる日本、タイ、インドネシアを対象として、気候や地質が粘土鉱物組成に与える影響を土壌中での粘土鉱物の熱力学的安定性の評価を通して調べ、さらに粘土鉱物組成と土壌の酸中和反応や土壌酸性との関連を解析した一連の研究成果を取りまとめたもので、評価できる点は以下のとおりである。

1. 粘土鉱物の分布や風化の規定要因は、実際の分布状況をもって定性的に説明されることが多いが、本研究ではそれに加え、粘土鉱物の土壌溶液中における熱力学的安定性を解析し、その溶液組成を用いることで定量的に分布や風化の規定要因を示している。
2. 一般的に強風化の産物として広く認められるギブサイトが、湿潤アジアにおいては比較的若く低温な条件下の日本の土壌に多く、さらにその量が地質等を反映した土壌溶液中のSi濃度に影響を受けていることを明らかにした。
3. 土壌における陽イオン吸着の主体であるバーミキュライトの分布が土壌水分レジームを反映した土壌溶液のpHに規定されていることを、雲母の熱力学的安定性に基づいて示し、さらにバーミキュライトが湿潤アジアの強酸性土壌の原因となっていることを明示した。
4. 土壌における酸中和に寄与する鉱物とその反応は、ギブサイトを含むAl水酸化物の多い日本ではその溶解反応が、一方、Al水酸化物の少ない熱帯ではバーミキュライトなどに吸着されている陽イオンの交換反応が主であることを明らかにし、このことからAl水酸化物による酸中和の少ない熱帯では連続耕作などによる酸負荷によって塩基流出が問題になりやすいことを示唆した。

以上のように本論文は、湿潤アジアの生態系を対象として、土壌の粘土鉱物組成を規定している地質および気候条件を、土壌溶液の熱力学的解析を通して明示し、さらに地域間で異なる土壌の酸中和機能や土壌酸性の違いを粘土鉱物組成の差異に基づき説明することに成功しており、土壌学、熱帯農業生態学、生物地球化学ならびに環境科学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成19年6月19日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。