

京都大学教育研究振興財団助成事業 成 果 報 告 書

平成31年4月30日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会 長 藤 洋 作 様

所 属 部 局 地球環境学堂(助成決定時)・農学研究科(現在)

職 名 助教(助成決定時)・准教授(現在)

氏 名 渡邊 哲弘

助 成 の 種 類	平成30年度 ・ 研究活動推進助成			
申請時の科研費 研究 課 題 名	土壌粘土鉱物組成に基づく高精度畑地管理法の確立			
上記以外で助成金 を 充 当 した 研 究 内 容	なし			
助成金充当に関 わる共同研究者	(所属・職名・氏名) なし			
発表学会文献等	(この研究成果を発表した学会・文献等) 日本土壌肥料学会関西支部講演会(2018年12月6～7日 島根) 21st World Congress of Soil Science (2018年8月12～17日 リオデジャネイロ)			
成 果 の 概 要	資料等有			
会 計 報 告	交付を受けた助成金額	1,000,000 円		
	使用した助成金額	1,000,000 円		
	返納すべき助成金額	0 円		
	助成金の使途内訳	費 目	金 額	
		インドネシア旅費	251,567	
		レンタカー借上	35,945	
		実験用器具	599,920	
	実験用試薬・ガス	112,568		
当財団の助成に つ い て	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 本助成のお蔭で良い成果を得ることができ、研究を進展させる足掛かりを得ました。ご支援をいただき、どうもありがとうございました。			

成果の概要 / 渡邊哲弘

多様な土壤粘土鉱物組成を有するインドネシア火山帯を対象として、その組成に基づく高精度な農業の確立に向けた研究を行った。土壤中の有機炭素は土壤の肥沃度に強く影響する成分であり、また大気中の二酸化炭素の重要なシンクでもある。また、畑地から流出する窒素は主要な水系汚染物質である。土壤粘土鉱物組成は、これらの炭素や窒素の動態に影響することが想定される。本研究では、1. 異なる粘土鉱物組成をもつ土壤における炭素の蓄積状態、2. 新たに投入された有機物の蓄積に粘土鉱物組成が与える影響、3. 異なる粘土鉱物組成を持つ土壤におけるアンモニウム固定能を明らかにした。

1. 異なる粘土鉱物組成をもつ土壤における炭素の蓄積状態

気候条件の異なる北スマトラと東ジャワにおいて、標高ごとにサンプリングを行い、その粘土鉱物組成と炭素蓄積量を明らかにした。年中湿潤であり土壤の洗脱が進む北スマトラの土壤では、pH が低かった (5.0–5.3)。一方、明瞭な乾季を持つ東ジャワの土壤では、pH が高かった (5.3–6.6)。両地域で標高が上がるとともに、低結晶粘土鉱物が増えたが、同程度の標高においては東ジャワの土壤で低結晶粘土鉱物が少なかった。これは、乾燥に伴い粘土鉱物が結晶化するためと考えられた。土壤有機炭素含量も低結晶粘土鉱物と同様に、標高と共に増加したが同程度の標高においては東ジャワの土壤で少なかった。東ジャワの土壤において有機物含量が少ない原因として、低結晶粘土鉱物による炭素の安定化が限定的であったこと、高 pH により有機炭素の分解が促進されたことなどが想定される。この点については、今後の研究で明らかにしたい。

2. 粘土鉱物組成が新たに投入された有機物の蓄積に与える影響

低結晶粘土鉱物量が、添加された有機物の残存に与える影響を明らかにした。また、炭素飽和の程度（各土壤の有機炭素蓄積容量に対する現在の有機炭素量）が低い土壤では、炭素をより蓄積しやすいとの報告があり、それについても検討した。多様な粘土鉱物組成を持つ土壤に ^{13}C で標識した植物体を加え、3、6、12 ヶ月の培養後に残存した有機炭素量 ($\text{C}_{3\text{m}}$ 、 $\text{C}_{6\text{m}}$ 、 $\text{C}_{12\text{m}}$) を測定した。いずれの土壤においても $\text{C}_{6\text{m}}$ と $\text{C}_{12\text{m}}$ に差はなく、 $\text{C}_{12\text{m}}$ は安定していると考えられた。 $\text{C}_{12\text{m}}$ は、低結晶粘土鉱物が多い土壤で多い傾向があり、低結晶粘土鉱物が添加した有機物の蓄積に寄与すると考えられた。また、全有機炭素量と低結晶粘土鉱物量の比で定義した炭素飽和の程度が低い土壤ほど $\text{C}_{12\text{m}}$ が多く、添加した有機物は残存しやすかった。以上より、低結晶粘土鉱物量および炭素飽和の程度が、土壤有機物蓄積に重要であることが示された。

3. 異なる粘土鉱物組成を持つ土壤におけるアンモニウム固定能

北スマトラ、西ジャワ、東ジャワの土壤について、粘土鉱物組成を調べるとともに、ア

アンモニウム固定能を測定した。2:1 型層状ケイ酸塩鉱物の量および種類が、母材や気候の違いにより異なった。北スマトラの火山灰土壌には、ケイ長質母材由来の雲母およびバーミキュライトが含まれた。西ジャワおよび東ジャワ高標高の火山灰土壌には、2:1 型層状ケイ酸塩鉱物は含まれなかった。東ジャワの低標高の土壌には、海成堆積物母材に由来するスメクタイトあるいは乾燥に伴い生成したスメクタイトが含まれていた。自然状態で固定されていたアンモニウム固定量は、ケイ長質母材の火山灰土壌（北スマトラ）で多く、2:1 型層状ケイ酸塩鉱物を含まない火山灰土壌およびスメクタイトを含む土壌で少なかった。各土壌についてアンモニウムの吸着実験を行ったところ、ケイ長質母材の火山灰土壌（北スマトラ）および2:1 型層状ケイ酸塩鉱物を含まない火山灰土壌では強く固定されるアンモニウムが優占し、スメクタイトを含む土壌では弱く固定されるアンモニウムが優占した。

今後、以上の1～3の成果に基づき、農地の生産性を維持しつつ農地からの栄養塩の流出に伴う汚染と自然生態系の攪乱を最小化する畑作地の肥培管理の高精度化に向けて、研究を進展させる。

本研究の成果に関する学会発表

Watanabe, T., Lyu, H., Funakawa, S. 2018. Weathering sequence of clay-size minerals based on weathering index and silicic acid activity. 21st World Congress of Soil Science, ID:1682-1837, August 12–17, Rio de Janeiro, Brazil.

Ashida, K., Watanabe, T., Hartono, A., Kilasara, M., Mvond Ze, A., Funakawa S. 2018. Factors controlling organic carbon storage in tropical soils. 21st World Congress of Soil Science, ID:9382-1843, August 12–17, Rio de Janeiro, Brazil.

宮地新, 渡邊哲弘, 舟川晋也. 活性 Al・Fe 及び土壌の炭素飽和の程度が土壌有機物蓄積に与える影響. 日本土壌肥料学会関西支部講演会. 2018 年 12 月 6～7 日. 島根

渡邊哲弘, 宮地新, Chen Yu-Fang, Zheng Jinsen, Hartono Arief, Konstantin Pachikin, 舟川晋也. 土壌特性が植物残渣の分解と蓄積に与える影響. 日本土壌肥料学会. 2019 年 9 月 3～5 日. 静岡

太田奏江, 渡邊哲弘, 森塚直樹, Hartono Arief, 舟川晋也. インドネシアにおいて土壌の鉱物性がアンモニウム固定能に与える影響. 日本土壌肥料学会. 2019 年 9 月 3～5 日. 静岡