

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		微生物が粘土鉱物を介して構築する微細団粒構造の検証：土壤炭素動態の解明に向けて			
研究テーマ (欧文) AZ		Assessment of microbially-mediated aggregate structure and its link to soil carbon dynamics			
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓) ワガイ	名) ロウタ	研究期間 B	2013 ~ 2014 年
	漢字 CB	和穎	朗太	報告年度 YR	2015 年
	ローマ字 CZ	Wagai	Rota	研究機関名	農業環境技術研究所
研究代表者 CD 所属機関・職名		和穎 朗太 農業環境技術研究所 物質循環研究領域 主任研究員			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>土壤有機物の分解を駆動する微生物個体や群集自体が、土壤環境の主成分である鉱物粒子と結合する過程を追うことで、有機・無機集合体の初期形成を明らかにすることを目的とし、①モデル鉱物を用いた実験的手法の開発、および②土壤細菌によって形成されたマイクロ団粒の理化学性および形態評価を行った。</p> <p>実験 1：土壤微生物群集によるマイクロ団粒形成実験 【目的】土着微生物群集による鉱物粒子の団粒化の有無および団粒化の最適条件を探ることを目的とし、基質濃度、鉱物濃度、および基質：鉱物の混合比を変えた培養実験を行った。 【手法】モデル鉱物には、物理性・化学性が大きく異なる3種類の土壤鉱物粒子（A:アロフェン、K:カオリナイト、M:モントモリロナイト）を使用。微生物群集には、農環研圃場神社林の鉱物質土壤表層を採取し、Wagai&Sollins (2002)の水抽出・濾過法で準備。培養基質には同土壤のリター層の水抽出・0.2μm濾過済み溶液を使用。培養後にレーザー回折による粒径組成分析および走査型電子顕微鏡（SEM）による観察。 【結果】使用した鉱物自体は数μm以下の粘土鉱物であるが、数百μmまでの団粒形成が観察された。鉱物重量に対して基質（水溶性有機炭素）濃度が高いほどマイクロ団粒サイズが大きくなる傾向が、AとM鉱物について見られた。これは、水溶性有機物が接着物質として機能していることを示唆する。K鉱物は、基質濃度に依存せずにマイクロ団粒は大きい傾向にあった。これは、Kの鉱物表面にはpH依存性の官能基が少なく、粒子間の反発が少ないためと考えられる。SEM観察からは直径5~数十μmのマイクロ団粒が見つかった。しかし、培養瓶を常に緩慢に攪拌していたこと、無菌状態での対照実験がなかったことから、微生物によって形成されたことの証拠としては弱い。そこで実験2を行った。</p> <p>実験 2：単一の土壤細菌によるマイクロ団粒形成 【目的】土着微生物群集の完全滅菌は困難であるため、土壤から単離されゲノム解読もされているモデル微生物である Pseudomonas Putida を使い静置培養実験を行い、無菌でのコントロール培養実験との比較を行った。 【手法】上記の M, K 鉱物と Goethite (G) の3種類の土壤鉱物を、培養には標準的な培養液を使い、唯一の炭素・窒素源としてはグルコース・塩化アンモニウムを使用し、固液比は実験1の最適条件を採用。 【結果】培養1日目に数ミリ大のマクロ団粒が観察され、その程度は G>K>M の順であった。培養11日目に溶液と抽出液および残渣の C, N 分析を行ったところ、無菌培養では添加 C, N の96%以上が溶液中に残ったのに対し、Putida 培養では80%以上のCがCO2として分解された。PutidaとK, G 鉱物の培養試料のSEM観察から、直径4~20μmのマイクロ団粒の形成が示された。M 鉱物の培養後試料から団粒は見られなかったものの、酸・アルカリに対し安定的な有機物が最も残存したのは M 鉱物であった。これは膨潤性粘土鉱物の層間に入った Putida およびその代謝物の安定化を示唆する。</p> <p>【まとめ・今後の展望】 これらの結果から、土壤微生物の活動によって微細鉱物がマイクロ団粒化することが示された。今後、マイクロ団粒の物理的安定性および内在する有機物の分解抵抗性を定量する必要がある。</p>					
キーワード FA	土壤有機物	炭素循環	地球温暖化	団粒化	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA						
研究機関番号 AC					シート番号						

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}	和穎朗太・浅野真希							
	書名 ^{HC}	ミルシル-自然と科学の情報誌 vol.18「土の粒から考える身近な環境・地球環境」							
	出版者 ^{HB}	国立科学博物館	発行年 ^{HD}	2	0	1	5	総ページ ^{HE}	43
図書	著者名 ^{HA}	和穎朗太							
	書名 ^{HC}	土のひみつ -食料・環境・生命- 第3部6章「土壌構造（団粒）」							
	出版者 ^{HB}	朝倉書店	発行年 ^{HD}	2	0	1	5	総ページ ^{HE}	228

欧文概要 EZ

Dynamics of soil carbon (C) has a strong impact to global C cycle and the trajectory of climate change because soil C represents the largest terrestrial C pool on earth. It is therefore critical to understand the mechanisms behind soil C stabilization and degradation. Soil C stabilization mechanisms can be grouped into three: molecular recalcitrance of organic molecules, chemical interaction of organic compounds with other soil components, and accessibility (physical protection due to aggregation). Recent studies suggest that the latter mechanism may be more important than previously thought. However, aggregation process remains poorly understood. Here we assessed the contribution of soil microbes on the formation of microaggregate by conducting two laboratory experiments.

Experiment 1: Three types of soil minerals (allophane, kaolinite, and montmorillonite) were incubated with soil microbial inoculum to assess the optimal condition for the microbially-mediated aggregate formation. The inoculum and growth media were prepared from water extracts of a local soil A-horizon and O-horizon, respectively. We found that larger aggregates formed under the conditions of higher dissolved organic carbon per mass of soil mineral in case of allophane and montmorillonite. We also directly observed round-shaped aggregates of 5 to 20um diameters for kaolinite experiment.

Experiment 2: Soil bacteria, *Pseudomonas Putida*, was incubated with glucose as C source in the presence of kaolinite, montmorillonite, and goethite for 11 days. While >96% of added C remained in solution in sterile controls, >80% of added C was lost as CO₂ from inoculated samples. We found 4-20 um sized aggregates in kaolinite and goethite treatments while no clear aggregates were observed for montmorillonite treatment by SEM. The latter treatment, however, showed the highest fraction of added C remained in solid phase after acid-alkali extraction, implying stronger C stabilization.

These results suggest that soil microbes can promote microaggregate formation via the interaction of microbial metabolites with small mineral particles. The nature of these aggregates should be examined in future works.