

最先端・次世代研究開発支援プログラム  
事後評価書

研究課題名	地球炭素循環のカギを握る土壌炭素安定化：ナノ～ミリメートル土壌団粒の実態解明
研究機関・部局・職名	独立行政法人農業環境技術研究所・物質循環研究領域・任期付研究員
氏名	和穎 朗太

## 【研究目的】

- 本研究では、土壌学、生物地球化学、コロイド科学の研究手法を用いて、陸域最大の炭素プールである土壌有機物の安定化メカニズムを明らかにすることを目的とした。土壌有機物の多くは、土壌の団粒構造内に存在する。団粒構造は、様々なサイズと化学組成を持つ有機物・鉱物粒子、両者の相互作用により形成され、ナノ～ミリメートルの階層構造を持つと考えられているが、未解明な部分が多い。これまでの主な研究は欧米に多い土壌タイプについて行われてきたため、世界的にも最も高い炭素貯留機能を持つ火山灰土壌（黒ボク土）における有機・無機相互作用および土壌有機物安定化機構については、さらに情報が少なかった。
- そこで本研究では、黒ボク土に着目すると同時に、土壌有機物を比較的多く貯留する世界の主要土壌タイプを対象に、団粒構造と土壌有機物安定化の関係解明を目指した。以下の2つの研究アプローチを使った。①土壌の性質の異なる団粒を物理的に分画・分集し、各画分の理化学分析を行った。具体的には、安定・放射性炭素同位体測定から炭素の起源と年代の推定を行い、バルク化学分析やX線回折から無機成分を明らかにし、XPS、XAFS等の先端的スペクトロメトリー分析、ガス吸着、電子顕微鏡観察から団粒の微細構造や表面特性を評価した。②有機物と鉱物の反応評価実験・培養実験を行い、有機物と鉱物の相互作用の反応速度および温暖化と土壌有機物の存在形態の関係を評価した。

## 【総合評価】

	特に優れた成果が得られている
○	優れた成果が得られている
	一定の成果が得られている
	十分な成果が得られていない

<b>【所見】</b>
<b>① 総合所見</b>
<p>本研究代表者はかなり難しい課題に取り組み、いくつかの新知見や成果を得ており、全体としては高く評価できる。特に黒ボク土の微細団粒構造と有機物の安定化機構に関する諸知見は高く評価される。ただ、それぞれの研究がやや個別の成果であり、団粒構造との関係、微生物と有機物の関係、物理的吸着の問題等の統合的評価をさらに進めることを期待する。</p>

<b>② 目的の達成状況</b>
<p>・所期の目的が  <input type="checkbox"/>全て達成された ・ <input checked="" type="checkbox"/>一部達成された ・ <input type="checkbox"/>達成されなかった</p>
<p>本研究課題は、土壌の団粒構造との関係で土壌有機物の安定化メカニズムを明らかにするため、所期の目的のとおり化学組成が大きく異なる2種類の黒ボク土（アロフェン質、非アロフェン質）、熱帯強風化土壌（アルティソル）、草原土壌（モリゾル）、熱帯および亜熱帯ポドソルの集積層における分析を進めた。特に、黒ボク土に関して世界をリードする新知見を得られたと思われる。</p>

<b>③ 研究の成果</b>
<p>・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が  <input checked="" type="checkbox"/>ある ・ <input type="checkbox"/>ない</p>
<p>・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が  <input type="checkbox"/>創出された ・ <input checked="" type="checkbox"/>創出されなかった</p>
<p>・当初の目的の他に得られた成果が <input type="checkbox"/>ある ・ <input checked="" type="checkbox"/>ない</p>
<p>土壌団粒構造の内外での土壌有機物の違いに注目した点は評価できる。ただし、微生物がアクセスしやすい環境と有機物の分子構造との関係、また分解の温度依存性との関係等については更なる検討が必要であろう。</p> <p>黒ボク土の団粒に階層構造があることを実証したことは高く評価できる。また、植物残渣の燃焼炭化、炭化物の微生物培養実験、モデル化によるシナリオ解析を行なうことにより、人類が長期間にわたり野焼きを繰り返してきたことが、土壌に炭化物を蓄積した可能性を検証するとともに、その過程で、炭化物の残存量、化学組成、分解性は燃焼温度に支配されること、300-400℃での燃焼炭化が毎年起これば、現在の黒ボク土の炭素貯留量を説明できることを解明した点は評価すべき研究成果と言える。</p>

#### ④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が  
( 見込まれる ・ 見込まれない )

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が  
( 見込まれる ・ 見込まれない )

土壌の微細構造および土壌を構成する粒子自体が、比重、粒径、化学組成、反応性の異なる有機物・鉱物集合体として存在することを解明しつつあり、ミクロスケールでの土壌粒子の特徴と、土壌タイプや土壌管理形態との関係を明らかにしている。これらの新知見は土壌に関する幅広い環境問題（放射性セシウム、農薬や重金属の挙動）の解明に大きな波及効果をもたらすといえる。

また、土壌有機物や土壌炭素の長期的な安定化機構に関する本研究の知見は、土壌への炭素隔離技術の開発や、農耕地における土壌有機物の貯留量を増やす技術として温暖化防止に貢献する。さらに、土壌の肥沃度を改善させる効果を生じるため、農作物の生産性や食料の安定供給に貢献することを通じて経済的な効果も極めて大きいと言える。

#### ⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが ( 行われた ・ 行われなかった )

このプロジェクトで走査型電子顕微鏡／エネルギー分散型 X 線分析装置を購入している。これにより、各分画の中の植物残渣と炭化物の区別、一次鉱物粒子と団粒化した鉱物の区別や形状観察、共存する主要元素の組成情報について重要な新知見を導出しており、この支出は有効に利活用されていると言える。また、当初予定していた外部との研究協力体制も、環境変化の状況に応じてその都度適切に変更して対応しており、その意味でも適切なマネジメントが行われたと思われる。

本研究課題からの成果に関して、掲載済みの雑誌論文が計 8 編（査読有り 5、査読無し 3 件）発表されており、これ以外に専門家向けの会議発表が実施されている。また、所属研究所の刊行物に研究成果の一部（温暖化による土壌有機物分解の速度変化の規定因子の解明）が公表されている。さらに、農水省のホームページや農業試験場への配布冊子でも、この研究成果が紹介されており、研究成果の発信は、それなりに適切に行われていると言える。