

2019年度 若手・女性研究者奨励金 レポート

研究課題	生物的土壌物理性改良システムによる 下層土の団粒化機構の解明
キーワード	①団粒化機構、②土壌生物性、③持続可能な農業

研究者の所属・氏名等

フリガナ 氏名	ナカツカ ヒロコ 中塚 博子	所属等	東京農業大学 農学部 助教
プロフィール	2016年4月、筑波大学大学院 生命環境科学研究科 生物圏資源科学専攻（博士後期課程）を修了。博士（農学）を取得。博士論文テーマは、「高収量自然栽培圃場の土壌微細形態学的特徴と土壌品質評価」。同年から2年間、農研機構中央農業研究センターにて契約研究員として、農林水産省委託プロジェクト研究「生産コストの削減に向けた有機質資材の活用技術の開発」における緑肥の肥料代替および土づくり効果に関する研究に従事。2018年4月から、東京農業大学農学部農学科の助教に着任。これまでの研究で得た成果を基軸に、環境保全型農業に向けた土壌管理や土壌診断技術の開発を目指している。		

1. 研究の概要

土壌団粒は、有機物と無機物が相互に関与する階層構造をとっており、団粒の発達には、根、菌糸、土壌動物などの生物因子が重要な役割を担う。筆者は、土壌薄片解析法を用いることで、緑肥作物やキノコ廃菌床を施用した圃場の下層土で、微小な団粒構造が発達していることを明らかにした。さらに、その構造の発達には糸状菌菌糸が関与している可能性を見出した。生物因子の影響が制限された下層土の土壌団粒化機構の報告はこれまでになく、生物因子の影響が高い表土とは異なる団粒化機構である可能性が考えられる。本研究では、不攪乱土壌コア栽培法と土壌薄片解析法を組み合わせ、下層土の団粒化に関わる因子を明らかにする。本研究の成果により、動的な土壌団粒化プロセスにおける下層土での土壌生物の役割に関する新たな知見拡充に貢献できる。

2. 研究の動機、目的

化学合成肥料や農薬を基盤とした近代農業体系は、農地やその周辺環境に与える負荷が大きい。その反省を受け、持続可能な農業が国際会議で提唱されたが（United Nations, 1992）、土壌劣化はさらに深刻化している（FAO, 2011）。世界人口は2050年までに96億人に増加し、食料生産需要は2010年よりも40～70%の増加が見込まれる中、限りある農耕適地の土壌劣化を抑制、あるいは劣化した土壌を改善しながら持続可能な農業生産を行う技術の開発・普及が緊急の課題となっている（FAO, 2015）。

筆者は、これまでの研究で、緑肥やキノコ廃菌床を利用した日本とブラジルの圃場で、表層から下層（約0～100 cm）まで、土壌の団粒化が促進して土壌物理性が向上したことを発見した（Nakatsuka et al., 2016; Nakatsuka and Tamura, 2016）。さらに、下層土の物理性改善による作物根の伸長領域が増加したため、生産性が向上したことを明らかにした（Nakatsuka and Tamura, 2016; Oda et al., 2014）。上記の緑肥やキノコ廃菌床などの生物による土壌団粒化メカニズムを利用して物理性を改善する農業システムー生物的土壌物理性改良システムーを、土壌劣化が深刻で、かつ大型農業機械の普及が困難なアフリカ、南米、アジアの発展途上国で普及させることにより、土壌劣化と食糧問題の双方を解決できると考えたことが本研究を行う動機である。

作物根の伸長領域を増加させ、透水性やガス交換を向上させるためには、下層土の土壤団粒化メカニズムの解明が重要である。これまでの団粒に関する先行研究では、Tisdall and Oades (1982)により「土壤団粒は有機物と無機物が相互に関与し、階層構造をとる」という概念が提唱されて以降、マクロスケール (Oades and Waters, 1991) からナノスケール (Asano and Wagai, 2014) において、各階層で関与する有機物と無機物の相互作用が盛んに研究されている。さらに、マクロ団粒の発達には、植物根や糸状菌菌糸も関与すること (Tisdall and Oades, 1982) から、生きた生物因子の作用による団粒機構の解明は重要な観点である。しかし、従来の団粒研究では、表層のみの土壤団粒化に着目されたため、投入有機物の影響と根や土壤動物、土壤微生物などの生きた生物因子の影響とが混合して議論されてきた。従って、投入有機物の影響がほとんどない下層土の土壤団粒化についての研究事例はほとんどなく、下層土の団粒化メカニズムは未だ不明である。

本研究の目的は、生きた生物因子の作用のみでの団粒化機構に着目し、下層土の団粒化メカニズムを解明することである。本研究では、目的達成のため、直径 8cm、深さ 30cm で土壤構造を崩さずに採取できる土壤コアを利用して、現場の土壤物理性条件を再現した状態で、生物因子の条件を変えた土壤コア栽培試験を行う。

3. 研究の結果

(未発表データの為、概略のみ記載)

神奈川県東京農業大学内圃場(腐植質アロフェン質黒ボク土)にて、直径 8 cm、高さ 30 cm の不攪乱土壤コアを採取し、コア栽培試験を行った。処理区は、緑肥区、廃菌床区、緑肥+廃菌床区、対照区の 4 処理区を設けた (n=4)。緑肥はデントコーン(スノーデント 112 レオ, 雪印)を用い、圃場の土壤を詰めたセルトレーに播種し、葉の高さが 2~3 cm 程度になったものをコアポットに 2 株定植した。廃菌床はシイタケ廃菌床を用い、廃菌床 20g をコアポットの 0~7 cm の土壤と混合して施用した。試験は 7 月 15 日~8 月 15 日、8 月 19 日~9 月 19 日、9 月 19 日~12 月 18 日の 3 回行い、同様のコアポットで連続して行った。水やりは、毎週 1 回(夏季は週 2 回)のペースで水道水 100ml を施用した。土壤サンプルは下層で採取し、2 mm に篩った後分析に供した。分析は、希釈平板法による細菌・放線菌数、糸状菌胞子数、土壤酵素活性(β -グルコシダーゼ、プロテアーゼ、ホスファターゼ)、バイオマス C、バイオマス N、および無機態窒素量(硝酸態 N、アンモニア態 N)を測定した。さらに、希釈平板法で認められた糸状菌について遺伝子解析を行った。



土壤微細構造の観察の為、ポット下層に 100 cm³ のステンレスコアを打ち込み、不攪乱土壤を採取した。コア試料は凍結乾燥させ、不飽和ポリエステル樹脂で固化後、1 辺 5cm のブロックに切断し、土壤薄片を作製した。

糸状菌胞子数、プロテアーゼ酵素活性、微生物バイオマス炭素、窒素量、硝酸態窒素量において、処理区間に差が認められた。今後、土壤構造の結果を含め、論文を作成し報告する。

4. 研究者としてのこれからの展望

本研究により、キノコ廃菌床投入区で、短期間での下層土の生物性向上が確認され、土壤生物性改良資材としてのキノコ廃菌床の有用性が示唆された。キノコ廃菌床は、工業廃棄物として廃棄される未利用資源であるが、土壤生物性改良資材として農業利用できれば、安価な農業資材として土壤劣化の深刻な国々への普及の可能性が期待できる。今後は、様々な土壤、気候下での廃菌床および緑肥の実用試験を行い、適応範囲や効果発現までの期間を検討し、実用化を目指していきたい。

今後の研究者としての展望は、実際に作物生産を行う現場の農家の立場に立って考え、様々

な方とコミュニケーションを行い、土壌を含めた自然と人が共存できる農業技術の確立に貢献していくことである。

5. 社会に対するメッセージ

本研究は、下層土に着眼した土壌の団粒構造の発達機構解明へのアプローチを行いました。こうした挑戦的な研究に奨励金を頂いたことをとても感謝しております。本研究は、学術分野では基礎研究となりますが、本研究で得られた知見を基盤として、社会問題となる食糧問題や土壌劣化などの環境問題解決に向けて、さらに研究活動に邁進していきたいと考えております。また、これまでの研究成果が得られたことは、本事業支援者の皆様をはじめ、これまでお世話になった、安心安全な作物生産に誇りを持って有機農業管理を実践してこられた農家の方々や、環境保全型農業の普及に尽力を注いでいらっしゃる研究者の方々の支援や激励があったからこそだと感じております。さらに、東京農業大学着任後は、私よりも若い世代の学生達が、同じ志を持って、研究室を訪ねてくれる機会を持ち、大変嬉しく感じております。今後とも、農業や土壌の研究から社会貢献できるよう尽力いたしますので、継続したご理解、ご支援をよろしくお願いいたします。