

バイオ炭粒径が長期培養による土壌の団粒形成・崩壊におよぼす影響

The effects of biochar particle size on soil aggregate stability for long term incubation

○高松利恵子* 角田聖汰** 落合博之* 森淳* 藤川智紀***

TAKAMATSU Rieko, TSUNODA Shouta, OCHIAI Hiroyuki, MORI Atsushi, FUJIKAWA Tomonori

1. はじめに

農耕地へのバイオ炭の施用は炭素隔離技術の一つとして近年国際的に関心を集めている。バイオ炭は一定の条件下で加熱された生物資源由来の炭化物で、土壌中で分解されにくく施用した炭素の多くが長期間土壌中に隔離されると言われている。また温室効果ガスの低減効果も報告され、さらには土壌の保水性や保肥性の改善を目指した土壌改良資材としても利用されている。土壌へのバイオ炭の施用において、多孔質体としての直接的（短期的）な効果と土壌団粒の安定性の向上等の間接的（長期的）な効果が報告されている。土壌団粒は階層構造をとっており、腐植などの有機物と粘土・酸化物が多糖物質により結合し形成されたマイクロ団粒（ $\leq 250 \mu\text{m}$ ）とそれらマイクロ団粒が糸状菌菌糸や植物根によって結合されたマクロ団粒（ $> 250 \mu\text{m}$ ）に大別される。団粒によって粒子の結合物質が異なり、マイクロ団粒は比較的安定した団粒であるが、マクロ団粒は簡単に崩壊するとともに有機物施用により形成が促進される。バイオ炭の施用が団粒の安定性を向上させる報告がある一方、バイオ炭や土壌の種類によっては効果が見られなかった例もある。バイオ炭の粒径は粒子構造や表面の反応性など、直接的にも間接的にも影響すると考えられるが、バイオ炭の粒径の違いに着目した報告は少ない。そこで、本研究では砂質土と黒ボク土に混入させたバイオ炭の粒径が長期培養による団粒の形成・崩壊に与える影響を検討する。

2. 実験方法

供試土として、砂質土は青森県産業技術センター農林総合研究所の水田深さ 40~80cm、黒ボク土は北里大学 FSC 十和田農場の採草地深さ 10~40cm で採取した。岩田ら(2021)を参考に木質バイオ炭は奈良炭化工業株式会社から購入し（規格 5mm 以下）、篩を用いて粒径を粗粒分と細粒分に調整した。供試土壌に対して Table 1 の条件でバイオ炭を混入し、プラスチック製の密閉容器に充填し 20°C の恒温で静置培養試験を行った。15 日、30 日、400 日の培養後、CEC、土壌 pH、土壌 EC を測定し、団粒分布を求めた。

3. 結果・考察

砂質土の土壌 pH と EC ではバイオ炭の混入の効果が大きく、長期培養やバイオ炭粒径の影響はあまり見られなかった。黒ぼく土の土壌 EC はバイオ炭混入による変化はなかったが、0.5-0.2 mm のバイオ炭の場合のみ長期培養により EC 値が上昇した。黒ぼく土の土壌 pH ではどの条件に

Table 1 バイオ炭を混入させた土壌の培養条件
Incubation condition of biochar incorporation into soils

供試土壌	砂質土	黒ボク土
バイオ炭混入割合 (wt %)	0, 8	
粒径範囲 (mm)	1-0.85, 0.5-0.212	
培養日数 (day)	0, 15, 30, 400	
設定含水比 (%)	40	48
設定乾燥密度 (g/cm^3)	0.8	

※400 日培養は 10°C で培養

*北里大学獣医学部, **ケミカルグラウト株式会社, ***東京農業大学, Kitasato University, Chemical Grouting CO.,LTD., Tokyo University of Agriculture, キーワード:バイオ炭, 団粒の安定性, 長期培養

においても大きな変化は見られなかった。未混入の砂質土と黒ぼく土，それぞれの団粒分布の比較から，400日培養によりマクロ団粒の崩壊が見られた(Fig. 1)。砂質土では250-500 μm のマクロ団粒からの崩壊が多く，黒ぼく土では250-500 μm と500-1000 μm のマクロ団粒からが多かった。マクロ団粒の中でも団粒の大きさで結合に関与する有機結合物質が異なるとされており，小さいマクロ団粒で結合物質が分解されやすく崩壊が進んだと考えた。さらに黒ぼく土の団粒の階層構造は発達し，多様な土壌粒子や有機結合物質により，マクロ団粒の崩壊とともに形成が同時に生じたと考えた。

バイオ炭を混入し30日培養した結果は両土壌において15日培養の結果と変化がなかったことから，短期培養では団粒の形成・崩壊にバイオ炭混入の影響がないことがわかった。粒径の異なるバイオ炭を混入させた砂質土を15日と400日培養させた結果をFig. 2に示す。バイオ炭混入によりマクロ団粒の崩壊が抑制され，その効果にバイオ炭粒径の違いはなかった。但し，1-0.85 mmのバイオ炭を混入させた場合，バイオ炭の物理的破壊が見られた。

1-0.85 mmのバイオ炭を混入させた黒ボク土では，未混入の場合と同様に106-250 μm と250-500 μm のマクロ団粒が崩壊した(Fig. 3)。粗粒のバイオ炭では崩壊の抑制効果が見られなかった。一方，粒径0.5-0.2 mmのバイオ炭を混入させた黒ぼく土はマクロ団粒の崩壊が抑制された。さらに長期培養によりマクロ団粒の中でも，2 mmよりも大きな団粒への形成が進んだ。

4. 結論

バイオ炭の混入により砂質土では長期培養による団粒の崩壊が抑制された。黒ボク土の団粒崩壊の抑制は細粒分(0.5-0.2 mm)のバイオ炭混入の場合において得られた。

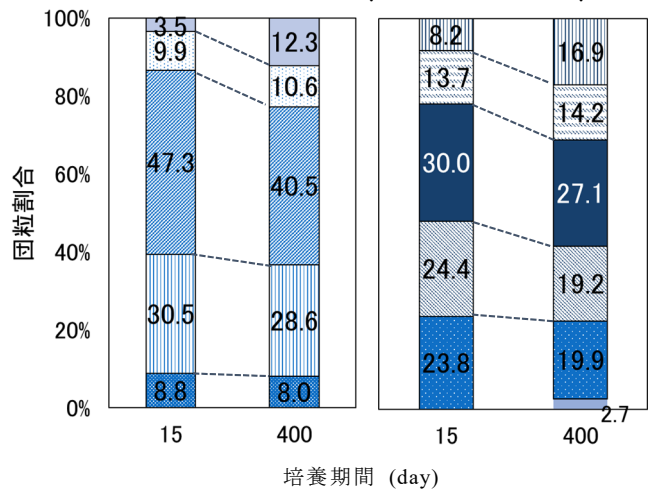


Fig. 1 長期培養による砂質土と黒ぼく土の団粒分布の変化 (左:砂質土, 右:黒ぼく土)

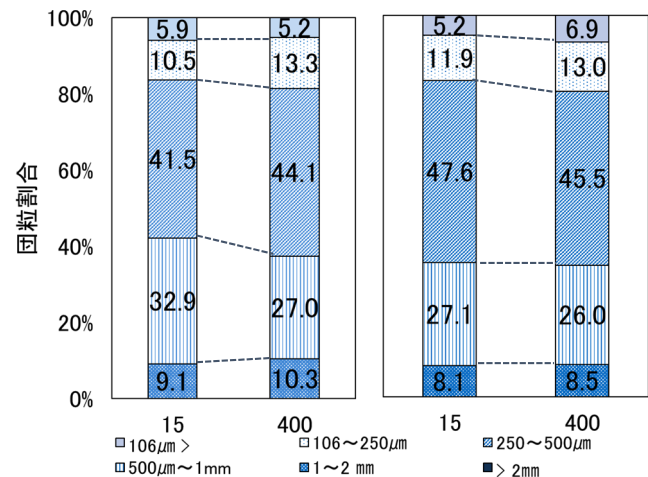


Fig. 2 混入させたバイオ炭粒径が長期培養による砂質土の団粒崩壊・形成におよぼす影響 (左:バイオ炭粒径 1-0.85 mm, 右: 0.5-0.2 mm)

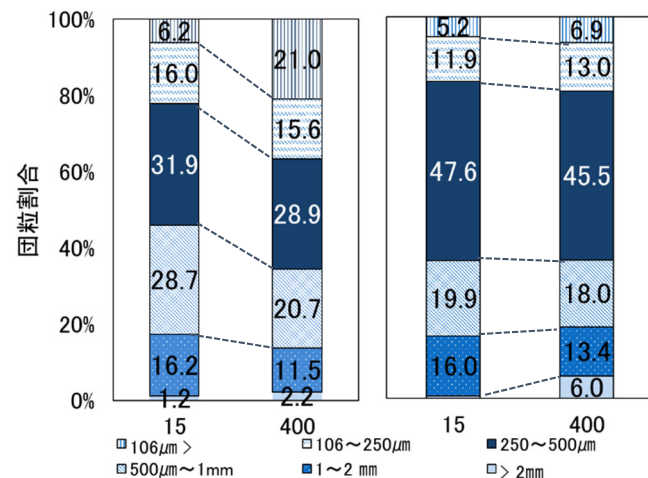


Fig. 3 混入させたバイオ炭粒径が長期培養による黒ぼく土の団粒崩壊・形成におよぼす影響 (左:バイオ炭粒径 1-0.85 mm, 右: 0.5-0.2 mm)