

バイオ炭混入による砂質土壌の物理性の変化
 —保水性・透水性・肥料成分の移動への影響について—
 Effect of biochar application on soil physical properties of sandy soil

○岩田幸良¹⁾, 宮本輝仁¹⁾, 亀山幸司¹⁾

Y. Iwata¹⁾, T. Miyamoto¹⁾ and K. Kameyama¹⁾

1. はじめに バイオ炭投入により透水・通気・保水性などの物理性が向上し、収量が増加する場合があることが報告されている。一方、物理性改善効果は土壌の種類やバイオ炭の性質により異なることが知られている。そのため、バイオ炭を導入する前に圃場から採取した土壌と、投入を予定しているバイオ炭を用いて、土壌物理性試験を事前に実施し、バイオ炭を投入した際の物理性の改善効果を事前に検討することが有効であると考えられる。福井県三里浜地区では、国営事業により灌漑施設を整備したことで、従来よりも多くの水を使えるようになった。この地区の主な土壌は砂質土壌であり、浸透による水や肥料成分の損失が懸念されるため、この地区では灌漑用水による肥料成分の容脱を抑制するために土壌改良資材を投入することが検討されている。そこで本報では、土壌改良資材としてバイオ炭の導入効果を事前検討するため、現地の土壌にバイオ炭を混入し、保水性ならびに硝酸態窒素の移動特性を室内実験により検証した結果を報告する。

2. 材料と方法 ①**材料**：九頭竜川水系三里浜地区の農家圃場の作土（深さ0～15 cm）から土壌を採取し、2 mm 篩いを通したものを供試土とした。土壌は砂が99%の砂土である。バイオ炭として、現地での調達の実便性を考え、九頭竜森林組合が製造・販売しているバーク炭である「森もり炭」（以下、バーク炭）を使用した。その他、農業用土壌改良資材として販売されている木炭（以下、木炭）を使用した。②**保水性の評価**：現場の乾燥密度とほぼ等しい 1570 kg m^{-3} となるように 100 cm^3 円筒サンプラーに供試土を充填し、コントロールの試料を作成した。同サンプラーにバーク炭及び木炭を密に詰め、炉乾燥することで乾燥密度を測定した。重量比 1, 3, 5 % の木炭を供試土に混ぜた試料を作成し、上記で得られたバイオ炭の乾燥密度を用いて、土壌部分の乾燥密度がコントロールと等しくなるように 100 cm^3 円筒サンプラーに充填した。現地での利用に条件を近づけるため、バイオ炭は粉碎や粒径の調整は行わず、そのまま土壌に混入した。バーク炭・木炭共に、各重量比に対して各5個ずつ試料を用意した。コントロールとバイオ炭・木炭のみを密に充填した試料についても、それぞれ5個ずつ用意した。これらの試料を毛管飽和した後、保水性試験を実施して水分特性曲線を求め、成長有効水分量と有効水分量（ここでは、それぞれ $pF1.8 \sim 3.0$ ・ $pF1.8 \sim 4.2$ に相当する間隙量とした）を計算し、バイオ炭投入量に応じた保水性の変化を評価した。③**硝酸態窒素移動の評価**：供試土のみ（コントロール）ならびにバーク炭を重量比 3, 5 % 混入した試料を内径 6 cm、高さ 15 cm のアクリル製円筒容器に充填し、主要な肥料成分の一つである硝酸態窒素の移動特性を調べた。各試料には充填前に 100 mgN kg^{-1} の硝酸カリを均一に混ぜ、充填完了後に試料下端から蒸留水を毛管飽和させることで、実験開始前のカラム内のマトリックポテンシャル条件を等しくした。毛管飽和終了後、試験開始と共に試料上端から 4.4 mm h^{-1} の強度で蒸留水を供給し、試料下端から 10 cm 下げた排水口からの排水水をオートサンプラーで1時間毎に採取した。各排水水をイオンクロマトグラフィーで分析し、硝酸態窒素の流出特性を評価した。

1) 農研機構農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, NARO キーワード：間隙構造, 溶質移動, 保水性

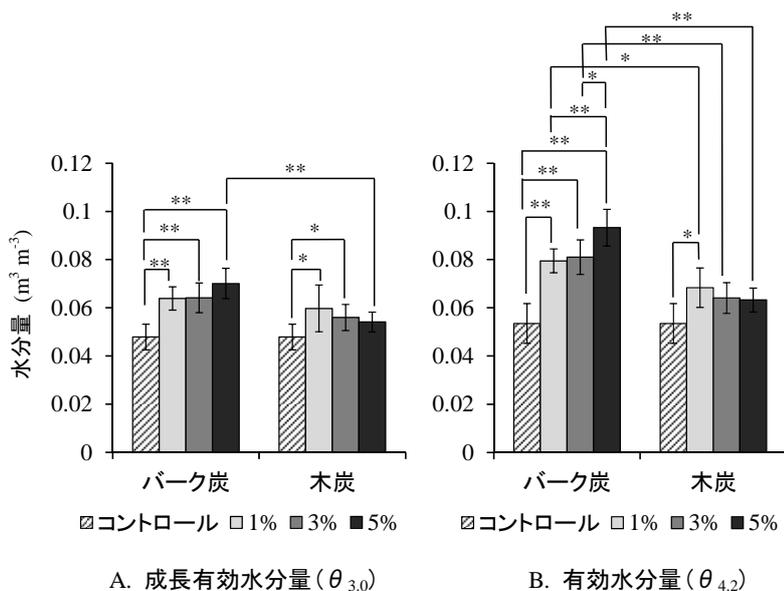


図1 成長有効水分量と有効水分量。エラーバーは標準偏差(n=5)を意味する。*は5%水準で、**は1%水準で処理区間の平均値に有意な差があったことを意味する。; Fig. 1. Depletion of moisture content for optimum growth and available soil moisture. Error bars mean standard deviations (n = 5). * and ** means that there are significant difference with significance levels of 5 % and 1% between mean values.

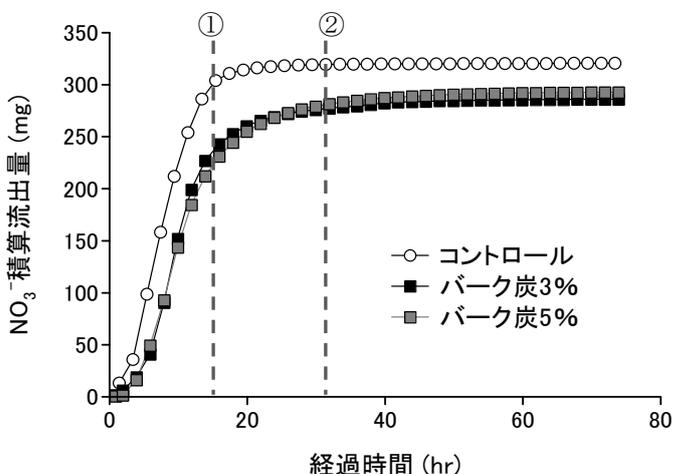


図2 バーク炭混入による硝酸イオンの積算流出量の違い; Fig. 2. Cumulative nitrate leachate from soil columns with different biochar contents (0, 3, 5% [w/w]).

を投入した試料の流出特性は若干異なるが、バーク炭の投入量の違いによる流出特性の違いは確認できなかった。試験開始からコントロールの ΣNO_3^- はバーク炭を混入した試料の ΣNO_3^- より値が大きく、初期の硝酸態窒素の流出はバイオ炭を投入することで抑制されると考えられた。バーク炭を投入した試料についても数時間後には ΣNO_3^- が上昇し、最終的に平衡状態に達する時間はコントロール (図2①) とバーク炭を投入した試料 (図2②) では数時間の違いがみられた。

3. 結果と考察 ①保水性の変化

変化：バーク炭と木炭の投入による成長有効水分量 ($\theta_{3.0}$)・有効水分量 ($\theta_{4.2}$) の違いを図1に示す。バーク炭の混入量に応じ、 $\theta_{3.0}$ ・ $\theta_{4.2}$ 共に有意に増加した(図1)。一方、木炭を投入した試料の方がコントロールよりも $\theta_{3.0}$ ・ $\theta_{4.2}$ 共に増加する傾向が認められたが、バーク炭とは対照的に木炭の投入量を増やしても $\theta_{3.0}$ と $\theta_{4.2}$ に差は認められなかった。バイオ炭の種類により投入量と保水性改善効果が異なった原因を調べるため、バイオ炭のみの $\theta_{3.0}$ ・ $\theta_{4.2}$ と、コントロールの $\theta_{3.0}$ ・ $\theta_{4.2}$ を用い、両者を混合することでそれぞれの特徴が変化しないと仮定したモデルを用いて混合試料の $\theta_{3.0}$ と $\theta_{4.2}$ を計算した。その結果、バーク炭の場合は投入量に応じて $\theta_{3.0}$ と $\theta_{4.2}$ が増加したのに対し、木炭の場合は投入量が増えても顕著な変化がみられず、実験結果と傾向が一致した。木炭のみのサンプルは粗大間隙が大きく、保水性に寄与する間隙が少ないことが、木炭で投入量を増やしても保水性の増加に繋がらなかった主要な要因だと考えられた。

②硝酸態窒素移動特性の変化

変化：試料下端から排出された硝酸態窒素の積算値 (以下、 ΣNO_3^-) の変化を図2に示す。コントロールとバーク炭

謝辞：現地土壌を提供いただいた

北陸農政局の倉田進氏と大塚直輝氏に感謝いたします。