

バイオ炭の土壌施用がコマツナ生育と栄養塩動態に及ぼす影響 Effect of biochar application to soil on komatsuna growth and nutrient dynamics

○前田守弘¹, 宮本一機¹, Uddin Md. Azhar¹, 林聡², 横山理英²
Maeda, M.¹, Miyamoto, K.¹, Uddin, M.A.¹, Hayashi, S.² and Yokoyama, R.²

1. はじめに

アジア太平洋諸国では農業系廃棄物が増大しており、その有効活用が求められている。本研究では、モミガラおよびヤシガラを原材料としてバイオ炭を作成し、その農業利用効果を検証する。まずはじめに、異なる焼成温度でバイオ炭を作成し、栄養塩溶出、陽イオン交換容量などの理化学性を調べた。次いで、異なるバイオ炭がコマツナ生育および窒素、リン動態に与える影響を調査した。

2. 試験方法

1) モミガラ、ヤシガラ炭の特性

ヤシガラはベトナム国フエ市にあるドンバ市場に廃棄してあるものを 2011 年 9 月に採取した。また、モミガラは日本国内のものを供試した。るつぼ内に入れた原材料を 10°C 分⁻¹で昇温後、500°C あるいは 800°C で 60 分間炭化した。製造バイオ炭について、pH、EC、陽イオン交換容量 (CEC) および水、pH1 溶液、pH3 溶液、2 M KCl 溶液によって栄養塩を抽出した。

2) バイオ炭施用土壌におけるコマツナ栽培

2012/4/25~5/30 に岡山大学構内のビニールハウス (幅 122 cm×奥行 186 cm×高さ 190 cm) 2 棟で、1/5000 a ワグネルポットにマサ土を充填し、コマツナを栽培した。500°C 焼成のモミガラ炭とヤシガラ炭を用いた。土層を上層 7 cm、下層 7 cm に分け、上層にバイオ炭を 1.5 kg m⁻² 混合した。モミガラ炭施用 (Rice)、ヤシガラ炭施用 (Coconut)、無施用 (No char) に対して、標準施肥区 (N:12 g m⁻², P₂O₅:10 g m⁻², K₂O:12 g m⁻², ×1) と 2 倍施肥区 (N:24 g m⁻², P₂O₅:20 g m⁻², K₂O:24 g m⁻², ×2) を設け、3 連で実験を行った。灌水は 4/25, 4/28 は 20 mm, 5/1~16 は 3 日おきに 12.5 mm, 5/19~28 は 3 日おきに 20 mm, 5/30, 31 は 50 mm 行い、浸透水の N, P 濃度を分析した。収穫したコマツナは乾燥後、窒素、リン含有量を測定した。また、収穫後の土壌における無機態窒素、トルオーグリン酸を分析した。統計解析については R を用いた。

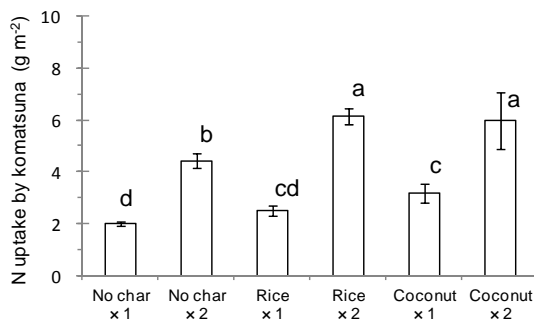


Fig. 1. Nitrogen uptake by Komatsuna leaves. Results of ANOVA show significant effects of biochar at $p < 0.01$, fertilizer at $p < 0.01$, and the interaction at $p < 0.05$. Values with the same letters are not significantly different based on Tukey's multiple-comparison test at $p > 0.05$.

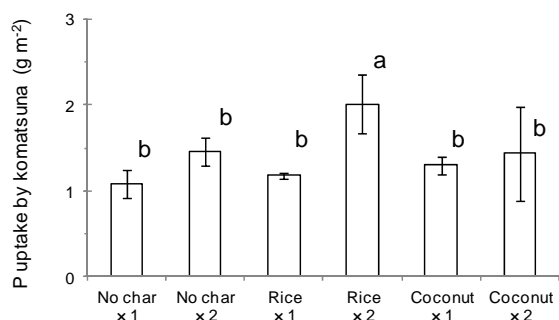


Fig. 2. Phosphorus uptake by Komatsuna leaves. Results of ANOVA show significant effects of biochar at $p < 0.05$, fertilizer at $p < 0.01$, and the interaction at $p < 0.05$.

¹ 岡山大学 Okayama University, ² (株) 日本植生グループ本社・研究開発事業部・岡山研究所 Nisshoku Corporation
キーワード バイオ炭, 窒素, リン, コマツナ, 溶脱

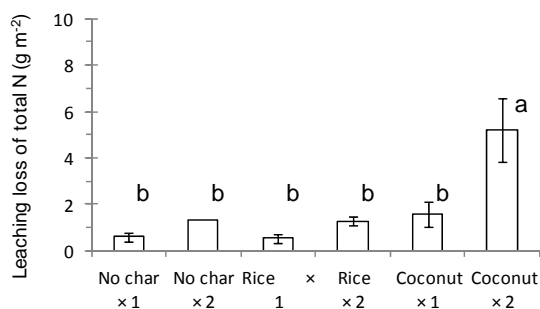


Fig. 3. Leaching loss of total nitrogen during the experiment. Results of ANOVA show significant effects of biochar, fertilizer, and the interaction at $p < 0.01$.

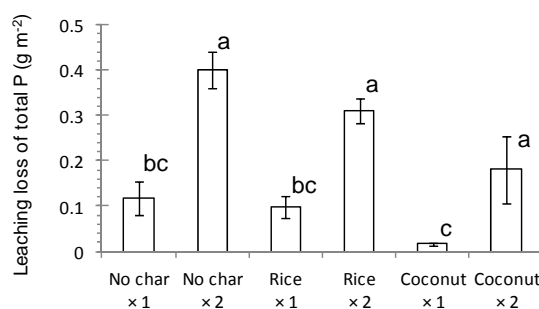


Fig. 4. Leaching loss of total phosphorus during the experiment. Results of ANOVA show significant effects of biochar, fertilizer, and the interaction at $p < 0.01$.

3. 結果および考察

- ヤシガラ 500°C炭化物の収率は40.5%, 同800°Cの収率は34.0%, モミガラ 500°Cの収率は45.9%, 同800°Cの収率は40.2%で, モミガラ炭でやや高く, 高温で低い傾向にあった。
- バイオ炭の pH は原材料によらず9~10のアルカリ性を示した. EC はヤシガラ炭の方がモミガラ炭より高い傾向にあった. また, 焼成温度が高いほど pH, EC ともに高かった. CEC は15~71 mmol_c kg⁻¹であり, 土壌と同程度であった。
- バイオ炭から抽出される窒素, リン酸, ケイ酸含有量は肥料効果を期待できるほど高くなかった. 硝酸態窒素のほとんどは蒸留水で抽出され, ヤシガラ炭, 低焼成温度で硝酸態窒素含有量が高い傾向にあった. アンモニア態窒素およびリン酸態リンの多くは低 pH で抽出され, ヤシガラ炭で高い傾向にあった. モミガラ炭ではケイ素含有量が高く, 燃焼温度 800°Cでより高含有量であった (水抽出 1813 mg Si kg⁻¹).
- コマツナによる窒素吸収量はバイオ炭施用によって増加し ($p < 0.01$), 2倍施肥で Rice×2 (6.2 g/m²) > Coconut ×2 (6.0) > No char×2 (4.4) と顕著な傾向が認められた (Fig. 1). また, リン吸収量もバイオ炭施用によって増加し ($p < 0.05$), 2倍施肥では Rice×2 (2.0 g/m²) > No char×2 (1.5) > Coconut×2 (1.4) となり, モミガラ炭でより明確な差が認められた (Fig. 2). 一方, 乾物生産量には有意差が認められなかった ($p > 0.05$).
- 全窒素および硝酸態窒素の積算溶脱量はヤシガラ炭施用区で有意に増加した ($p < 0.01$). 特に2倍施肥で, Coconut×2 (5.2 g/m²) > Rice×2 = No char×2 (1.3) と明確な差が認められた (Fig. 3). これはヤシガラ炭施用によって土壌の空隙が増加し, 硝化能が高まるとともに, 脱窒が生じにくい条件が形成され, 土壌硝酸態窒素含有量が高く保持されたためと考えられる. アンモニア態窒素の溶脱はバイオ炭施用により低減したが ($p < 0.01$), 溶脱窒素の大半は硝酸態であった。
- 全リンの積算溶脱量はバイオ炭の施用によって低減し ($p < 0.01$), その傾向はヤシガラ炭施用でより顕著であった. 2倍施肥では, No char×2 (0.4 g/m²) > Rice×2 (0.3) > Coconut×2 (0.2) であった (Fig. 4).
- アウトプット (作物吸収, 溶脱, 土壌残存の無機態窒素, トルオーグリン酸) をインプット (施肥量, 初期土壌およびバイオ炭の無機態窒素, トルオーグリン酸) で除して回収率を算出すると, リンで87%以上であった. 一方, 窒素回収率は25~52%で脱窒による損失が考えられる. 窒素回収率はヤシガラ炭で最大であった. このことから, ヤシガラ炭施用区で脱窒が少なかったことが示唆される。

4. まとめと今後の課題

原材料や焼成温度の違いはバイオ炭の特性に影響するものの, バイオ炭の肥料効果は大きくなかった. しかしながら, バイオ炭を土壌施用すると, 作物の窒素, リン吸収が促進されるとともに, 全リンおよびアンモニア態窒素の溶脱低減効果が認められたことから, バイオ炭の農業利用価値は高いと判断できる.