

温度条件の異なるペレット鶏ふん炭の連用が土壌理化学性に与える影響
Effect of continuous application of biochar produced from pelletized broiler manure at different pyrolysis temperatures on soil physicochemical properties

○亀山幸司*・久保田幸*・岩田幸良*・濱田康治*・北川巖*

KAMEYAMA Koji, KUBOTA Yuki, IWATA Yukiyoshi, HAMADA Koji and KITAGAWA Iwao

1. はじめに

近年、温室効果ガス排出削減対策としてバイオ炭の農業利用が注目を集めており、活用に向けた動きが加速している。バイオ炭は粉状となる場合が多いことから、バイオ炭を圃場散布する際にはかなりの割合のバイオ炭が風によって損失されることが報告されており、加えて粒子状物質(PM)の飛散は農地周辺の環境問題に発展することが懸念されている。

ペレット化は散布時の損失の軽減や輸送・ハンドリングコストを低減する上で有効である。炭化の前処理としてペレット化することにより、細分化や浮遊が少なくなり、PM発生が軽減される。また、バイオ炭のペレット化では結合材が不可欠であるのに対して、原料をペレット化した後で炭化することで結合材が不要になる。

ペレット状のバイオ炭は粉末状のバイオ炭よりも肥料成分の溶出が低下することが報告されている(Novak et al., 2014; Maienza et al., 2017)。しかし、ペレット化されたバイオ炭が土壌理化学性に与える影響については十分に明らかにされていない。また、炭化する際の温度条件が施用後の土壌理化学性に及ぼす影響についても十分に検討されていない。そこで、本報告では、鶏ふん炭を過リン酸石灰の代替として利用し、温度条件の異なるペレット鶏ふん炭の連続施用が土壌理化学性の経年変化に与える影響について圃場レベルで検討した。

2. 実験方法

2.1. バイオ炭の作成

ペレット化されたブロイラー鶏ふん(径:約 5 mm, 長さ:約 8 mm)をマッフル炉により、昇温速度 5°C/分, 最高温度保持時間 2 時間(設定温度 400, 600°C)で炭化し、ペレット状のバイオ炭(BM400, BM600)を作成した。

2.2. 圃場栽培試験

可給態リン酸と亜鉛が不足する淡色黒ボク土畑圃場において、4 種類の試験区(無リン酸区(NP), 過リン酸石灰区(ST), BM400 区(BM400-P), BM600 区(BM600-P))を設定し、4 反復(乱塊法)で栽培試験を行った。各試験区は幅 1 m, 長さ 2 m とした。1 作目はコマツナ(2021.10~2021.12), 2 作目はエダマメ(2022.5~2022.8), 3 作目はコマツナ(2022.10~2022.12)を栽培した(コマツナの条間・株間は 20・10 cm, エダマメの条間・株間は 60・20 cm)。1 区あたりの窒素, リン酸, カリの施用量はコマツナの場合で 15, 15, 15 kg 10a⁻¹, エダマメの場合で 7, 12, 10 kg 10a⁻¹(NP 区はリン酸のみ 0 kg 10a⁻¹)とした。窒素は全量硫酸として施用し、リン酸は各肥料のリン酸含有量(**Table 1**)を基準に相当量をそれぞれ施用した。カリは、BM400-P, BM600-P 区では、鶏ふん炭の全カリウム含有量(**Table 1**)を基準に不足分を塩化カリウムにより補給した。その他の NP, ST 区では全量塩化カリウムとして施用した。播種前に肥料を散布し、ロータリーにより耕耘・整地した。

* 農研機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード: バイオ炭, ペレット, 土壌理化学性, 圃場試験

2.3. 土壤理化学性の測定

栽培前, 1 作後, 2 作後に作土 (0~15 cm) から土壌を採取し, 土壤理化学性の測定を行った. 炭素・窒素含量, pH, CEC, 可給態リン酸含量, 交換性カルシウム・カリウム・マグネシウム, 可溶性銅・亜鉛含量は土壤環境分析法により測定した (土壤環境分析法編集委員会, 1997). 乾燥密度, 水分保持特性, 耐水性団粒は土壤物理実験法 (宮崎・西村, 2011) に基づいて測定した. また, 土壌の DOC, SUVA₂₅₄ は Rombolà et al. (2022) に従って測定した. なお, SUVA₂₅₄ は, 有機物の分解の進み具合の指標 (腐植化度) として測定されるものである.

3. 測定結果

施用した資材の理化学性を **Table 1** に示す. 400°C で生成された炭と比較すると, 600°C で生成された炭では, 収率が大きく減少する一方, 炭素の濃縮は進まなかった. また, リン酸成分の可溶性割合が低下した. このことは, 鶏ふんの場合, 高温で炭化するメリットが少ないことを示唆している. なお, 過リン酸石灰肥料に含まれるリン酸のほとんど全てが可溶性リン酸として存在する.

Table 1 施用した資材の理化学性

	Yield (%)	C (%)	H (%)	N (%)			P ₂ O ₅ (%)			K ₂ O (%)			pH	EC (mS cm ⁻¹)	
				Total	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Total	ク溶性	可溶性	水溶性	Total	ク溶性			水溶性
BM400	76	41.2	2.6	4.9	0.0	0.0	7.0	6.0	5.0	0.06	7.0	6.2	3.5	9.52	4.62
BM600	46	40.1	1.3	3.6	0.0	0.0	9.5	6.3	1.5	0.05	8.0	7.8	4.9	10.67	7.23
過リン酸石灰	-	-	-	-	-	-	22.8	-	21.9	13.1	-	-	-	-	-

栽培前・1 作後・2 作後の土壤理化学性測定値を **Table 2** に示した. 土壌の炭素含量, pH, 物理性 (乾燥密度, 水分保持特性, 耐水性団粒径分布), 及び DOC 及び SUVA₂₅₄ については, 試験区間で有意な違いはなかった. ただし, 試験圃場はリン酸と亜鉛が不足する黒ボク土であったため, 2 作分の鶏ふん炭施用 (合計 250-400 kg/10a) により可給態リン酸と可溶性亜鉛が有意に増加した. なお, 炭化温度の違いによる有意差は確認されなかったが, 低温炭 (BM-400P) 区の方が可給態リン酸と可溶性亜鉛の平均値が高かった. このため, 今後連用することにより, 低温炭 (BM-400P) 区の方が可給態リン酸・可溶性亜鉛が高くなることが実証される可能性がある.

Table 2 栽培前・1 作後・2 作後の土壤理化学性測定値

試験区	炭素含量 (%)			pH (H ₂ O)			CEC (cmol/kg)			可給態リン酸含量 (mg/100g)			可溶性亜鉛 (ppm)		
	施用前	1作後	2作後	施用前	1作後	2作後	施用前	1作後	2作後	施用前	1作後	2作後	施用前	1作後	2作後
NP区	3.54 a	3.53 a	3.76 a	6.03 a	6.10 a	6.10 a	23.98 a	25.40 a	24.73 b	0.78 a	0.92 a	0.78 b	2.22 a	2.54 a	2.12 b
ST区	3.57 a	3.52 a	3.79 a	6.03 a	6.20 a	6.05 a	24.40 a	25.23 a	25.08 ab	0.83 a	1.02 a	0.95 ab	2.18 a	2.29 a	2.26 b
BM400-P区	3.59 a	3.53 a	3.83 a	6.08 a	6.05 a	6.13 a	24.55 a	25.90 a	25.10 ab	0.85 a	1.01 a	1.42 a	2.20 a	2.40 a	2.72 a
BM600-P区	3.56 a	3.51 a	3.81 a	6.03 a	6.05 a	6.18 a	25.28 a	25.28 a	26.13 a	0.85 a	0.96 a	1.10 ab	2.20 a	2.34 a	2.64 a

4. おわりに

今後も引き続き, 土壤理化学性の分析を行い, 温度条件の異なる鶏ふん炭の施用が土壤理化学性の経年変化に及ぼす影響を検討する予定である.

謝辞: 本研究は, 農林水産省委託プロジェクト研究「農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発 (農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発)」JP J008722 の補助を受けて行った.

引用文献: 土壤環境分析法編集委員会 (1997) 土壤環境分析法, 博友社; Maienza et al. (2017) Sustainability 2017, 9(7), 1131.; 宮崎・西村 (2011) 土壤物理実験法, 東京大学出版会; Novak et al. (2014) Journal of Soils and Sediments, 14: 330-348; Rombolà et al. (2022) STOTEN, 812: 151422.