

3-3 ヤシガラおよびモミガラを原材料とした 土壌還元のためのバイオ炭の特性

岡山大学大学院環境学研究科・社会基盤環境学専攻

前田 守弘, 宮本 一輝, アズハ ウッディン

(株) 日本植生グループ本社・研究開発事業部・岡山研究所

林 聡, 横山 理英

1. 研究概要

アジア太平洋諸国において、農業系廃棄物を原材料としたバイオ炭の農業利用効果を検証する。現地で廃棄物とされる作物残渣等を炭化したものを土壌に施用し、土壌や作物生育の改善効果を調査する。

バイオ炭は「バイオマスを炭化処理することによって得られる固形物」と定義されている¹⁾。バイオ炭を土壌施用することで次の効果が期待される¹⁾。すなわち、①土壌炭素含有量の増加、②土壌物理性の向上（水分保持、排水性）、③栄養塩の吸着保持による溶脱減少、④土壌肥沃土の向上、⑤温室効果ガス発生抑制などである。

本年度は、現地で原材料として利用可能な農業系廃棄物としてヤシガラとモミガラを異なる温度条件で炭化処理し、その特性を調査した。その結果、原材料や焼成温度の違いはバイオ炭の特性に影響し、モミガラ炭はケイ酸含有量に富んでいた。また、アンモニア態窒素やリン酸態リンは低 pH で溶出する傾向にあった。しかしながら、肥料効果を期待するほど含有量は高くなかった。

2. 交流報告

ベトナム国フエ大学資源環境バイオテクノロジー研究所の Tran Thi Tu 氏が来日し、招待講演を行った。また、次年度に予定している共同研究に関する討議を行った。招へい期間中の具体的な交流は以下の通りである。

2月4日 年度末報告会 (the 2nd Debrief Meeting of Practical Research and Education of Solid Waste Management based on Partnership between Universities and Governments in Asia and Pacific Countries) への出席

2月5日 アズハ先生研究室見学、次年度共同研究計画の討議

2月6日 日本植生研究所見学、前田研究室見学、次年度実験計画の打合せ

3. 研究報告

ヤシガラおよびモミガラを原材料として用い、異なる温度条件で作成したバイオ炭の特性として、pH、EC、栄養塩溶出、陽イオン交換容量などを測定した。

3.1 実験方法

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。炭化温度は500℃あるいは800℃でお

こなった。なお、昇温速度は $10^{\circ}\text{C min}^{-1}$ で、反応時間は 60 分とした。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% であり、モミガラでやや高く、高温で低下する傾向にあった。

pH および EC は固液比 1:10 (質量比) となるように蒸留水を加えて測定した (Horiba pH/Ion meter F-23; Horiba Conductivity Meter, DS-14)。また、蛍光 X 線分析装置 (Oursstex Fluorescent X-ray analyzer 140/12) によってケイ素、アルミニウム、鉄含有量を分析した。さらに、異なる抽出液 (2 M KCl, 0.1 M HCl, 1 mM HCl, 蒸留水) で 1 時間振とう後にバイオ炭から抽出される硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$)、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、リン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$)、ケイ酸態ケイ素 ($\text{SiO}_2\text{-Si}$) を流路型自動化学分析装置 (BL-Tec Auto analyzer QuAAtro2-HR) 測定した。なお、抽出時の固液比はヤシガラで 1:100、モミガラ 1:10 で行った。陽イオン交換容量 (CEC) については、有機物の溶解が起こりにくいとされる Harada et al. (1980) の方法を用いた。本法はバイオ炭表面の交換性塩基を塩酸のプロトンで置換し、次いで酢酸バリウムでプロトンを追い出す方法である。

3.2 結果および考察

- 1) 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。(Table 1)
- 2) 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。また、アルミニウム含有量もモミガラ炭で高かった。(Table 2)
- 3) 硝酸態窒素含有量はヤシガラ炭、低焼成温度で高い傾向にあった。また、硝酸態窒素のほとんどは蒸留水で抽出され、吸着態のものは少なかった。(Fig. 1)
- 4) 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。作物は根から有機酸を出してリン酸を吸収できる機構を持っており³⁾、pH で溶出するバイオ炭由来のリン酸を利用できる可能性がある。(Figs. 2 & 3)
- 5) ケイ酸含有量はヤシガラ炭 800°C で高く、蒸留水で多く抽出された。(Fig. 4)
- 6) しかし、肥料効果を期待するほど、窒素、リン酸、ケイ酸含有量は高くないため、多量のバイオ炭施用が必要となる ($>5 \text{ kg m}^{-2}$)。
- 7) 陽イオン交換容量は低焼成温度で高く、モミガラ炭でやや高い傾向にあった。(Fig. 5)

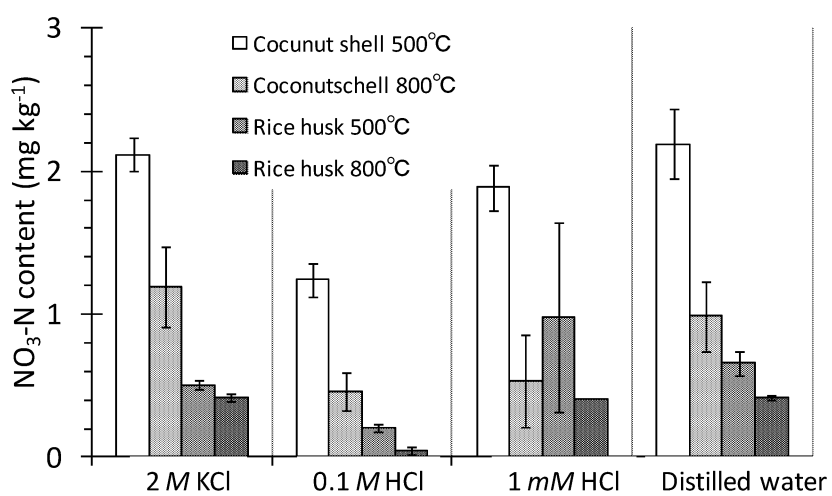
以上のように、原材料や焼成温度の違いはバイオチャーの特性に影響した。しかし、肥料効果を期待するには多量施用が必要であることがわかった。今後は、バイオ炭の分解が非常に遅いことを利用して、持続的な土壌物理性改善効果を検証する。また、作物栽培試験を実施し、バイオ炭が作物生長、環境負荷改善に及ぼす影響を明らかにする。

Table 1 pH and EC of biochar materials

	pH (1:10)	EC (1:10) dS m ⁻¹
Coconut shells at 500 °C	9.0	0.218
Coconut shells at 800 °C	10.0	27.1
Rice husks at 500 °C	9.4	0.0016
Rice husks at 800 °C	9.7	0.733

Table 2 Major elements in biochar materials

	Si(%)	Al(%)	Fe(%)
Coconut shells at 500 °C	0.64	0.08	0.02
Coconut shells at 800 °C	0.67	0.05	0.00
Rice husks at 500 °C	2.43	0.01	0.01
Rice husks at 800 °C	10.11	0.00	0.01

**Fig. 1. Extractable NO₃-N content with different solutions.**

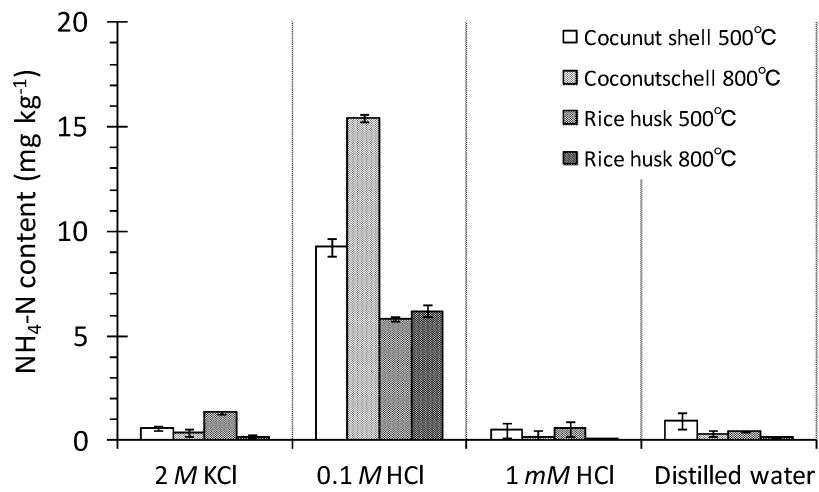


Fig. 2. Extractable $\text{NH}_4\text{-N}$ content with different solutions.

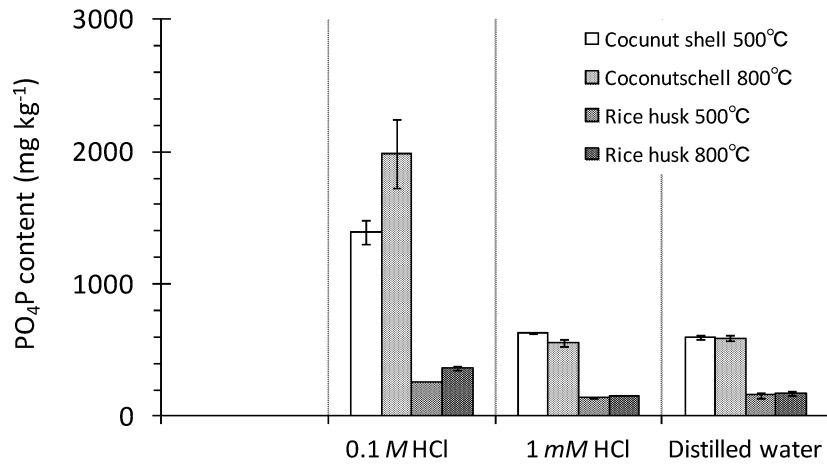


Fig. 3. Extractable $\text{PO}_4\text{-P}$ content with different solutions.

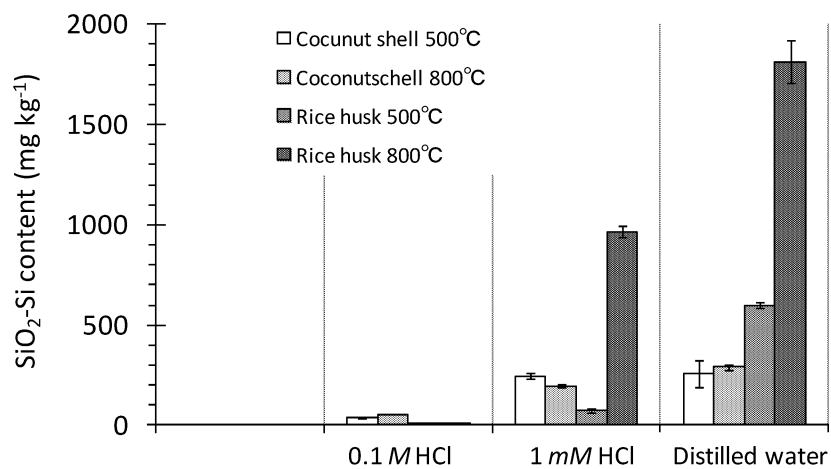


Fig. 4. Extractable $\text{SiO}_2\text{-Si}$ content with different solutions.

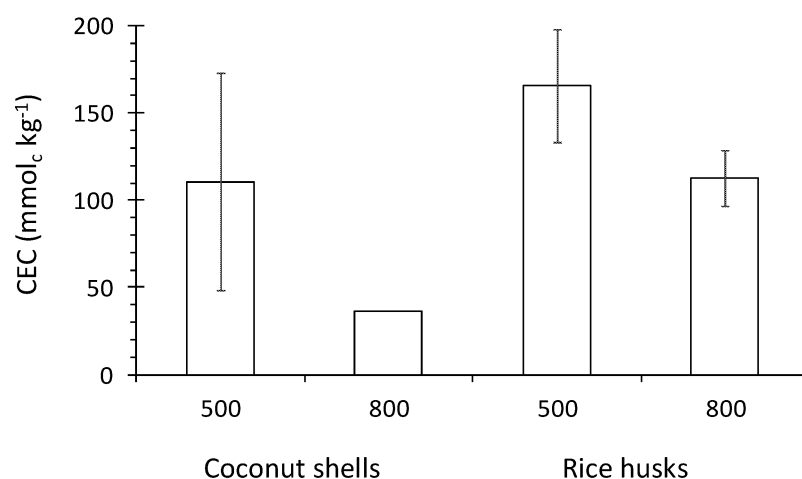


Fig. 5. Cation exchange capacity (CEC) of different biochar materials.

4. 今後の計画

次年度は、岡山およびベトナム国フエ市においてバイオ炭を施用した作物栽培試験を実施する。これによって、バイオ炭が作物生長、栄養塩溶脱、亜酸化窒素発生に及ぼす影響を明らかにする。

- 1) International Biochar Initiative: <http://www.biochar-international.org/>, verified on 24 February 2012
- 2) Harada, Y. and Inoko, A. (1980) The measurement of the cation-exchange capacity of composts for the estimation of the degree of maturity, *Soil Science and Plant Nutrition*, 26, 127-134.
- 3) Hoffland, E. (1992) Quantitative evaluation of the role of organic acid exudation in the mobilization of rock phosphate by rape. *Plant and Soil*, 140, 279-289.