

工業分析に基づくバイオ炭を用いた農地土壌炭素貯留量の簡易で正確な推定手法

調達

実証

品目:竹、未利用木質バイオマス

温室効果ガス削減
バイオマス活用

概要

気候変動の緩和と土壌保全に貢献するものとして、バイオ炭が注目を集めており、炭素クレジットの手段にもなっている。バイオ炭の農地土壌炭素貯留量の算定には通常、元素分析等の時間と費用の掛かる方法が使われるが、開発した手法は石炭の品質表示として使われる工業分析を応用した。本手法で簡易ながら精度よく炭素貯留量の推定が可能となり、バイオ炭の活用に繋がる。

背景・効果・留意点

バイオ炭は生物資源(バイオマス)を原料とし、低酸素条件下で350℃超の熱分解反応によって作られる(図1左)。農地へ施用されるバイオ炭(図1右)は、土壌の物理性・化学性・生物性を改善するなど、多面的な機能を発揮する。さらにバイオ炭は低コストで大気中の二酸化炭素(CO₂)を除去し、土壌に貯留する有効な手段として国際的に認められている。しかし、2019年改良IPCCガイドラインに沿ってバイオ炭の品質評価と農地土壌炭素貯留量の算定※を行うには、元素分析等の測定結果から、バイオ炭の有機炭素含有率 F_c や100年後の炭素残存率 F_{perm} を求める必要がある。これには多くの時間と費用を要することから、事業者の負担となる。

新たに開発した手法は元素分析ではなく工業分析を応用しており、バイオ炭の測定値(揮発分VM/固定炭素FC)から炭化温度や農地土壌炭素貯留量を算出できる。ここでは竹と未利用木質バイオマスを例とするが、こうした推定式は原料別に研究機関等が作成し共有することで、品質評価過程の効率化が図れる。この手法を利用する場合、既に炭の工業規格が存在する国では、その規格に従った測定指標からバイオ炭の炭化温度(図2)、有機炭素含有率 F_c (図3a)、100年後の炭素残存率 F_{perm} (図3b)の逆推定が可能であり、また炭素貯留量(図4)を簡易かつ正確に計算できる。工業規格が無い場合は、日本産業規格に基づく本手法を採用することにより、簡易ながら一定の精度で品質の検証が可能となる。

※ 炭素貯留量 (トンCO₂) = バイオ炭投入量 (トン、乾重) × F_c × F_{perm} × 44/12

技術の詳細



<https://doi.org/10.34556/gars-e.4>

問い合わせ
rbrc@st.ritsumei.ac.jp

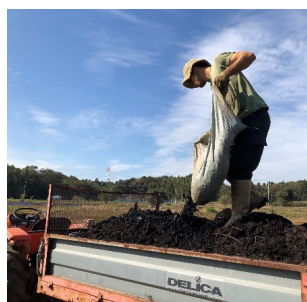


図1 (左)簡易炭化器でつくられたバイオ炭(竹)
(右)バイオ炭を堆肥と混ぜて畑に施用

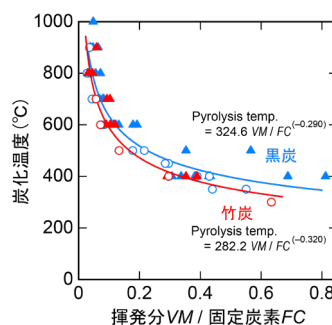


図2 バイオ炭(竹炭および木質バイオマス由来の黒炭)の工業分析値から炭化温度の逆推定

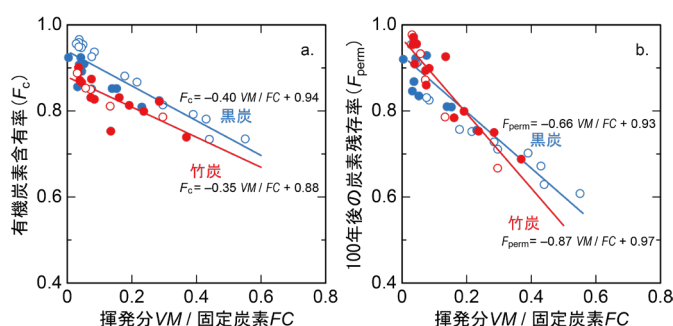


図3 バイオ炭(竹炭、黒炭)の工業分析値から有機炭素率(a)及び100年後の炭素残存率(b)の逆推定

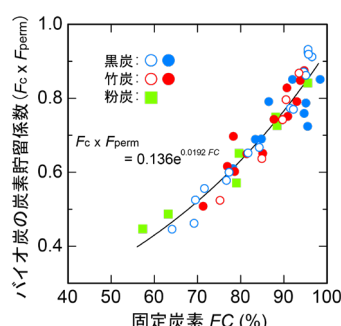


図4 バイオ炭の工業分析値からバイオ炭の炭素貯留係数 $F_c \times F_{perm}$ の逆推定

RITSUMEIKAN
UNIVERSITY



秋田県立大学

A simple and accurate method for estimating soil carbon sequestration using biochar based on proximate analysis

Procurement

Demonstration

Item: Bamboo, Unutilized woody biomass

GHG emission reduction
Biomass utilization

Outline

Biochar has gained increasing attention due to its potential mitigating climate change and improving soil quality, and it is also being used to generate carbon credits. Estimating soil carbon sequestration with biochar typically requires time-consuming and costly methods, such as elemental analysis. However, our newly developed method simplifies this process by applying proximate analysis based on the Japanese Industrial Standard (JIS) M 8812, which is commonly used in coal quality assessment. This approach allows for more straightforward and accurate estimation of soil carbon sequestration using biochar.

Background/effect/note

Biochar is produced from biomass through pyrolysis at temperatures in excess of 350°C under low-oxygen conditions (Fig. 1, left). When applied to agricultural land (Fig. 1, right), biochar improves the physical, chemical, and biological properties of soil, thereby fostering an improved soil environment. Globally, biochar is recognized as an effective and low-cost solution for carbon dioxide removal (CDR) and soil carbon sequestration. Estimating soil carbon sequestration according to the IPCC 2019 Refinement (Equation 1) involves determining the organic carbon content (F_c) and the carbon remaining after 100 years (F_{perm}). However, this process typically requires time-consuming and costly elemental analysis and other measurements, imposing a burden on biochar carbon credit project developers. To address this issue, we developed a new method that uses proximate analysis instead of elemental analysis. This method estimates the pyrolysis temperature and soil carbon sequestration based on biochar's volatile matter (VM) and fixed carbon (FC) contents. Using this method illustrated here by the example of bamboo and unutilized woody biomass, research institutions can develop and share estimation formulas tailored to different feedstocks, thereby enhancing the efficiency of quality assessment processes. In countries with existing proximate analysis standards for charcoal, this method allows the back-calculation of biochar's pyrolysis temperature (Fig. 2), F_c (Fig. 3a), F_{perm} (Fig. 3b), and $F_c \times F_{perm}$ (Fig. 4) from standard proximate analysis data. In countries without such standards, adopting this method based on JIS M 8812 provides simplified yet reasonably accurate quality verification, facilitating the broader use of biochar for CDR with the co-benefit of soil improvement.

Equation 1. Biochar carbon sequestration (ton-CO₂) = Biochar mass (ton, drymatter) $\times F_c \times F_{perm} \times 44/12$



Fig. 1. Biochar (bamboo) produced using a flame-curtain kiln (left), and biochar mixed with manure for application to farmland (right).

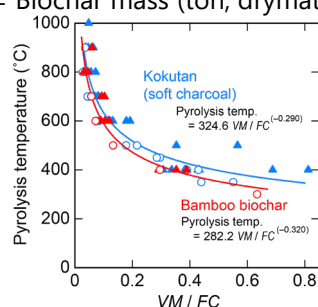


Fig. 2. Estimation of pyrolysis temperature from JIS M 8812 data on bamboo and woody biochar.

Technical details:



<https://doi.org/10.34556/gars-e-4>

Contact

rbrc@st.ritsumei.ac.jp

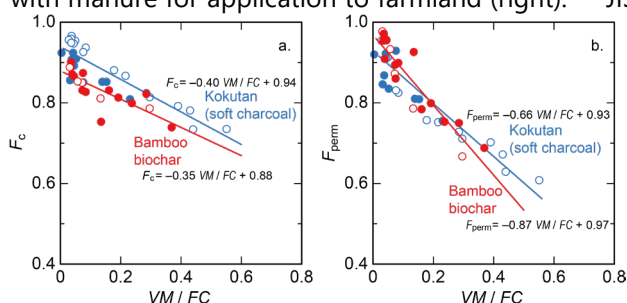


Fig. 3. (a) Estimation of organic carbon content F_c and (b) carbon remaining after 100 years F_{perm} from JIS M 8812 data on bamboo and woody biochar.

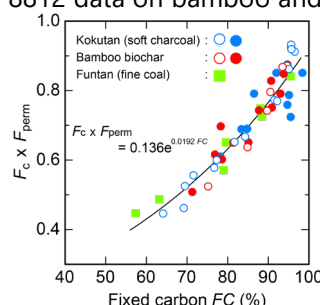


Fig. 4. Relationship between FC (JIS M 8812) and $F_c \times F_{perm}$.

R RITSUMEIKAN
UNIVERSITY



Institute of Wood
Technology, Akita
Prefectural University