

氏名	SHARMIN AKTER LABANI
学位の種類	博士（学術）
学位記番号	総博甲第 151 号
学位授与年月日	令和 4 年 3 月 1 8 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項
文部科学省報告番号	甲第 750 号
専攻名	総合理工学専攻
学位論文題目	Utilization of Untapped Wood Materials in Combination with Biochar for Economic Profitability and Sustainable Agriculture (未利用木質資材およびバイオ炭を用いた高収益型かつ持続型農業)
論文審査委員	主査 島根大学准教授 加藤 定信 島根大学教授 吉原 浩 島根大学教授 三瓶 良和 島根大学教授 酒井 哲弥

論文内容の要旨

Historically, global agricultural development has been mainly focusing on increased productivity rather than the integration of natural resource management with food and nutritional security. Worldwide haphazard use of chemical fertilizers and pesticides increases agricultural productivity since the green revolution of 1960s, with the cost of the environment and society. Therefore, high-level researches are essential to figure out innovative, alternative, environment friendly, sustainable options to decrease the use of costly and non-environmentally friendly chemical fertilizers. Thus, developing more sustainable agricultural practices on a large scale is of supreme importance. Based on the characteristics and properties, wood has possibility to be used for sustainable agricultural production. Wood is fundamentally composed of cellulose, hemicelluloses, lignin, and extracts. The chemical composition of wood varies from species to species, but it is approximately 50% carbon, 42% oxygen, 6% hydrogen, 1% nitrogen, and 1% other elements (mainly calcium, potassium, sodium, magnesium, iron, and manganese) by weight. The new approach using a high C: N ratio organic material such as wood that supplies carbon sources exclusively to various fungi, which contribute to the formation of soil aggregation. The aggregate structures, which possess high air and water permeability and water holding capacity, provide essential functions for plants and microorganisms including fungal and bacterial symbionts, and consequently give fast plant growth and high productivity. Biochar addition in soil has already been recognized as a promising technology as it contributes to improve the soil quality, crop yield, and mitigate climate change. This study intended to evaluate the combined effects of woodchips and biochar on soil quality, crop productivity, and economics of onion (*Allium cepa*) and sweet corn (*Zea mays*) production. For experimental investigation, woodchips, biochar, organic fertilizer (OF), arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), and gliocladium fungi (GF) were applied to onion and sweet corn production. The experiment was laid out in a randomized block design with three replications and it consisted

of six treatments namely, T₁ -woodchips + OF, T₂ -woodchips + OF + AMF + GF, T₃ -woodchips + biochar + OF, T₄ -woodchips + biochar + OF + AMF + GF, T₅ - biochar + OF, and C (control) - OF. Conventional agro materials as nitrogen, phosphorus, or potassium fertilizer, microelements, growth promoters, pH control chemicals, or other agricultural chemicals were not used. Integrated pest management or other conventional methods were not applied to control pests and diseases; only natural defense system was approached. To minimize soil disturbance, weeds were cut by sickle when they began to race with crops. Vegetable crops generally require frequent irrigation, but irrigation was continued for 1 week from seedling day during the whole life cycle of vegetables. In these contexts, for onion production (Study I) our experimental results revealed that combined application of woodchips, biochar, OF, AMF and GF at T₄ treatment showed a significant difference in the growth, yield, soil minerals, and economic profitability as compared to plants grown in control. Another notable significant result is that the onion grown in all treatments contained small amount of nitrate and high amount of sugar, calcium, and potassium compared to conventional practice. Moreover, highest net return and benefit cost ratio were found at T₄ treatment. On the other hand, for sweet corn production (Study II) experimental results revealed that combined application of woodchips, biochar, and OF at treatment (T₃) obtained the highest corn yield, stalk length, water holding capacity, gross margin, and benefit-cost ratio whereas the lowest yield, stalk length, water holding capacity, gross margin, and benefit-cost ratio were obtained at control. Soil mineral concentrations of N, P, K, and Ca were highest in T₄ where as the second highest values was recorded in T₃. Another notable significant result is that the sweet corn grown in all treatments contained small amount of nitrate as compared to conventional practice. Furthermore, this new approach is able to achieve significant onion and sweet corn yield on existing land without using any pesticides, fertilizers, or other agricultural chemicals consequently has no adverse environmental impact and thus could be a sustainable approach. Therefore, it can be concluded that combined application of woodchips, and biochar appears as a suitable combination in terms of soil quality, crop productivity, and economics of onion and sweet corn production. This study suggests that combination of woodchips, and biochar, could be a good treatment for sustainable agriculture.

論文審査結果の要旨

現在、環境負荷低減のため、世界的に慣行農業から有機農業への転換が求められているが、現行有機農業による農作物の収量は慣行農業に及ばない。そこでチャーミン氏は、有効利用法の開発が急務となっている未利用木質資源を圃場に投入することにより、病原細菌類の増殖を抑制する担子菌類をコアマイクロバイームとし、アーバスキュラー菌根菌等の植物共生生物が持続的にアグロエコシステムに存在可能な環境を構築することで、無化学肥料・無農薬で慣行農業を上回る農作物収量を実現するための研究を行った。

本研究は2章からなり、以下にその概要を示す。

1. 木材チップとバイオ炭を利用した持続型農法によるタマネギの生産とその経済性

木材チップ（スギ）とバイオ炭（木炭粉）の施用がタマネギ(*Allium cepa*)の成長、収量、品質、および経済性に及ぼす効果を調査した。木材チップ、バイオ炭、有機肥料、アーバスキュラー菌根菌、およびグリオクラディウム根圏菌を用い、5種類の実験条件を設定した重粘土質圃場でタマネギを栽培した。その結果、木材チップ、バイオ炭、少量の有機肥料、アーバスキュラー菌根菌、およびグリオクラディウム根圏菌を組み合わせ投入した試験区で、成長量、収量、土壌元素量、および収益性において、無処理区（有機肥料のみ）との間に有意な差が認められた。また、

全ての試験区で栽培されたタマネギの硝酸態窒素含量は、慣行栽培と比較して微量で、糖度は高く、カルシウムおよびカリウム含量は高かった。さらに、純収益と費用便益比も最高値を示した。本研究結果より、木材チップおよびバイオ炭等を用いた混合資材は、持続型農業資材として有効であることが明らかとなった。

2. スイートコーン (*Zea mays*) 生産のための木材チップとバイオ炭の複合効果：持続型農法の生産性と経済効率

土壌へのバイオ炭の投入は、土質の向上、作物収量の向上、気候変動の緩和に貢献するため、有望な技術としてすでに広く認識されている。本研究では、土質、スイートコーンの生産性および経済性における木材チップ（スギ）とバイオ炭（木炭粉）の複合効果を調査した。木材チップ、バイオ炭、有機肥料、アーバスキュラー菌根菌、およびグリオクラディウム根圏菌を用い、5種類の実験条件を設定した重粘土質圃場でスイートコーンを栽培した。その結果、木材チップ、バイオ炭、少量の有機肥料を組み合わせ投入した試験区で、収量、茎長、保水力、粗利益、純収益、および費用便益比において無処理区（有機肥料のみ）、木材チップ単独区、およびバイオ炭単独区（ともに有機肥料施肥）と比較して非常に高い値が得られた。また硝酸態窒素含量も微量であった。したがって、木材チップとバイオ炭の併用は、スイートコーンの生産性および経済性の観点から非常に有望な組み合わせであることが明らかとなった。

以上の通り、本研究は木材チップとバイオ炭を用いることにより、次世代の持続型農法を実現し、未利用木質資源を用いることにより、農業だけでなく林業に関わる環境負荷をも大きく低減させることを可能とする。さらに、持続可能な開発目標（SDGs）に対する取り組みにおける、「飢餓をゼロに」、「気候変動に具体的な対策を」「緑の豊かさを守ろう」に大きく貢献する優れた研究成果に基づきまとめられたものであり、学位授与の条件を満たしていると判断し、審査委員会全員一致で合格と判定した。