

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Basalirwa Daniel
審査委員	<p>主査 西原 英治 (印)</p> <p>副査 山本 定博 (印)</p> <p>副査 増永 二之 (印)</p> <p>副査 荊木 康臣 (印)</p> <p>副査 山田 智 (印)</p>
題目	<p>Assessment of Pyrogenic Carbonaceous Soil Amendments on Greenhouse Gas Emissions in relation to Crop Productivity (作物生産に関する温室効果ガス排出における土壌改良材としての熱分解炭素質の評価)</p>
<p>審査結果の要旨 (2,000字以内)</p> <p>化学肥料の施用, 収穫後の作物残さのすき込み, 生物学的 N 固定 (BNF) を含む土壌微生物などの一連の作物生産活動は, 地球温暖化を引き起こす亜酸化窒素 (N_2O), 二酸化炭素 (CO_2) とメタン (CH_4) のような温室効果ガス (GHG) 排出増加に寄与している. この農業分野での GHG 排出緩和を達成するための比較的安価な技術の 1 つは, 土壌改良材としてのバイオ炭や活性炭 (AC) などの熱分解炭素質の利用であり, 土壌中への炭素隔離をしながら同時に作物生産性を向上させ, この機能はある程度期間持続すると考えられている. しかし未だ不明な点が多い. そこで本研究の主な目的は, 土壌改良材としてのバイオ炭や活性炭のような熱分解炭素質による作物生産に関する GHG 量と作物生産性の両方に対する熱分解炭素質の土壌改良材としての評価を行い, 新たな知見を得た.</p> <ol style="list-style-type: none"> 本研究では, 供試土壌を砂丘未熟土とし, 栽培前にヤシガラ炭の施用量 (0, 6, 12 and 18% (w/w)) と, 元肥を施用した. 2 作目からは新たなヤシガラ炭および肥料を施用せず 3 作連続で栽培した. この結果, 1 作目はヤシガラ炭と窒素肥料を同時に施用すると化学肥料のみ区と同等の生育を示したが, 3 作目のヤシガラ炭施用区では, 化学肥料のみ区に比べ土壌中アンモニア態窒素含量の低下が認められたが, 逆に硝酸態窒素同等か約 3 倍程度多く存在していたにもかかわらず生育が低下した. この原因は不明ではあるが, バイオ炭施用によって土壌中の窒素, 特に硝酸態窒素に何らかの影響を及ぼしていることが明らかとなった. 砂丘未熟土に混和したヤシガラ炭 (旧) が, 化学肥料の窒素由来の N_2O 排出を依然低減可能かどうかを栽培ごとに慣行栽培どおりの化学肥料を施用し, さらに栽培ごとに新しいバイオ炭 (新) を施用した区と比較しながら調査した. 旧バイオ炭は依然 N_2O 排出量を大幅に削減したが, 土壌に施肥した窒素の状態は 1 の結果同様の傾向を示した. この結果, バイオ炭施用をする時は, 窒素肥料の施用は必要であると考えられた. アブラナ科ブロッコリーは, N 施肥量が他の園芸作物に比べ多く, 収穫後のブロッコリー残渣量も多く, この残渣は作付け前に同じ畑地にすき込まれることから, この残渣から GHGs 排出量が多い可能性が考えられた. そこで本研究では, ヤシガラ炭施用 (0, 10, 20 および 	

40t/ha) による排出抑制効果を年2回作付けの現地ほ場で1年間モニタリングを行った。この結果、休閑期のGHG排出量は栽培期間よりも有意に多いことが明らかとなり、土壌への作物残渣のすき込みは、特にN₂OとCO₂の排出を有意に増加した。一方、バイオ炭施用効果は、作物残渣からのGHGs排出に大きな影響を与えず、花蕾収穫後に残った作物残渣のバイオマスおよびN吸収にも影響を与えなかった。バイオ炭のGHG削減ポテンシャルを達成するために、40t ha⁻¹以上のバイオ炭施肥量を必要とする可能性があることが明らかとなった。

4. ダイズの着生する根粒菌をモデルとした土壌微生物から排出されるGHGs量と作物生産性の両方に対する活性炭(AC)の影響を2年間評価した。供試ダイズは根粒着生能力が異なる3系統; TnVRSN4(高), Tachinagaha(中)およびTnVRNN4(低)とした。AC施肥量は0, 2.4, 4.8および9.6 t ha⁻¹とした。活性炭は、根粒着生を大幅に減少させ、特にTnVRSN4(根粒着生の高い系統)では土壌からのN₂O排出量を減らす傾向にあった。TnVRSN4はCO₂排出量と子実収量が最も多く、TnVRNN4で最も少なかった。AC施用は、TnVRSN4の子実収量に有意な影響を与えなかった。ACはダイズの根から滲出する根粒菌誘導物質の一種であるダイゼインおよびダイジン吸着した。このように、ACはN₂OのようなGHGsの排出を低減させる一方で、本来ダイズ根から滲出する根粒菌の誘導物質を吸着させ、根粒菌の着生を減少させる効果があることを明らかにした。
5. 供試した2系統に着生した根粒菌分解過程におけるN₂OおよびCO₂排出に対するACの効果の評価するために、インキュベーション実験を行った。この結果、TnVRSN4(高)およびTachinagaha(中)の根粒は、N₂OおよびCO₂排出の重要な発生源の1つであることを明らかにした。また、系統が異なる根粒菌分解から放出されるN₂OとCO₂排出量には、有意差がないことが明らかとなった。一方、活性炭(AC)は根粒分解過程から発生する積算N₂OとCO₂排出量に大きな影響を与えなかった。

以上から、土壌改良材としてのバイオ炭や活性炭のような熱分解炭素質による農業生産に関連した作物生育・収量と収穫後の作物残渣および根粒菌の腐敗から発生するGHGs排出の関係を明らかにした。これらは、バイオ炭や活性炭のような熱分解炭素質土壌改良材の農業生産上で発生するGHGs、特にN₂O排出抑制効果に大きく貢献できる知見を資する有益な成果である。よって本論文は、博士(農学)の学位論文に値するものと判断した。