

氏名	小山 真一		
学位の種類	博 士 ( 農 学 )		
学位記番号	博 甲 第 7764 号		
学位授与年月日	平成 28年 3月 25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	水稲生産性の向上と地球温暖化緩和を目的とした籾殻くん炭の 黒ぼく土水田への還元利用		
主査	筑波大学教授	農学博士	林 久喜
副査	筑波大学教授	博士 (農学)	丸山 幸夫
副査	筑波大学教授	農学博士	田村 憲司
副査	筑波大学教授	博士 (農学)	北村 豊
副査	筑波大学助教	博士 (農学)	加藤 盛夫

## 論 文 の 要 旨

21世紀に入り、土壌の高い生産力を支える要因の一つに炭の含有量が注目されるようになり、作物残渣、堆厩肥、木材などのバイオマスを低酸素条件下で熱分解してできた炭化物、バイオ炭に対する関心が高まってきた。バイオ炭を土壌に混和することで、通気性、保水性などの土壌物理性の向上、保肥力、酸性土壌の中和などの土壌化学性の改善、微生物のすみかとなることで土壌生物性の活性化等が期待できる。バイオ炭の持つ効果は素材に大きく左右されるものの、日本で古くから使用されている籾殻くん炭は研究がほとんど行われていなかった。米生産の副産物である籾殻は、発生場所がカントリーエレベータに集中しているために安価に収集利用できること、水分含有率が15%に調整されていて均質であることから、非常に利用しやすいバイオマスであるにもかかわらず、日本国内で発生する約200万トン/年の籾殻のうち、20%程度が未利用バイオマスとして廃棄されており、また、籾殻くん炭としての利用も全体の4%にすぎない。そこで本試験では籾殻くん炭の水稲生産に及ぼす影響と土壌炭素貯留および温室効果ガスの発生への影響を評価することで、籾殻くん炭を積極的に水稲栽培に利用して、持続可能な作物生産を確立することを目的とした。

はじめに籾殻くん炭の施用が水稲収量に及ぼす影響を検討した。ポット試験で籾殻くん炭を0.4~40 g pot<sup>-1</sup>施用したところ、籾殻くん炭の施用量の増加に従い稲わら収量および玄米収量が増加し、40 g pot<sup>-1</sup>施用区では玄米収量が30%増加することを明らかにした。圃場試験では、0.2~20 Mg ha<sup>-1</sup>の籾殻くん炭を3年間連用する試験、10~40 Mg ha<sup>-1</sup>を2年間連用する試験のいずれにおいても、20 Mg ha<sup>-1</sup>以上の施用で稲わら収量が有意に増加したものの、玄米収量には有意差が認められなかった。これらのポット試験、圃場試験のいずれにおいても、稲わら収量が増加した区における収穫時の水稲茎葉中のSiおよびK吸収量が無処理区に比べ有意に高か

ったことから、籾殻くん炭がSi質肥料として働き、栄養成長期におけるN吸収や乾物生産を促進して、稲わら収量を増加させたものと考えられた。ポット試験は、土壌や灌漑水などの自然環境からのSi供給が制限された条件下であったために、籾殻くん炭由来のSi施用の効果が大きく現れ、玄米収量の増加にまで至ったと考えられた。

次に土壌炭素貯留について検討した。ポット試験および圃場試験において、籾殻くん炭の施用量が増えるに従い土壌炭素含量が増加し、10 Mg ha<sup>-1</sup>以上の施用で顕著に増加した。このとき、籾殻くん炭の連用によって土壌炭素含量は累積して増加し、籾殻くん炭由来の炭素が土壌中で3年間は分解されにくい状態であることを明らかにした。

籾殻くん炭の施用と温室効果ガスの発生を検討した結果、水田土壌からの温室効果ガス排出量の大部分は湛水条件下でのCH<sub>4</sub>であるが、CH<sub>4</sub>排出量と籾殻くん炭施用量との間には相関関係は認められなかった。そこで、二酸化炭素換算値に基づいて、CH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>Oを統合した積算排出量と土壌炭素貯留量を考慮して収支を計算・比較したところ、籾殻施用区では土壌からの温室効果ガスの放出が多く、籾殻くん炭施用区ではいずれの施用量でも土壌炭素貯留効果の方が大きくなることを明らかにした。

以上より、籾殻くん炭を堆肥並みの10~40 Mg ha<sup>-1</sup>と多量に施用することで水稻茎葉収量を増加させ、玄米収量を低下させることなく圃場に炭素を貯留することを明らかにした。このことから各地に設置されているカントリーエレベータを積極的に利用して、籾殻くん炭を生産し、そこで発生するエネルギーを利用すると共に、生産した籾殻くん炭を圃場に投入することで、水田土壌の理化学性を改善して水稻生産を旺盛にし、温室効果ガスの削減や吸収の促進による炭素クレジットの売買を通して農家および社会に貢献する循環型農業が確立できる可能性を示した。

## 審 査 の 要 旨

本学位論文は土壌の理化学性および生物性の改善効果を持つと期待されるバイオ炭の中で、未利用バイオマスである籾殻を炭化した籾殻くん炭を水田に還元利用することで、Si質肥料としての働きから水稻生育を活性化させ、バイオマス生産量を増加させることに加え、堆肥並の多量投与であっても収量を低下させることなく温室効果ガスの排出を低く抑えたまま土壌炭素貯留を促進することから、地球温暖化の緩和にも大きく貢献できる技術であることを明らかにした。本研究の結果、古くから小規模で利用されてきた籾殻くん炭を水田に投与する利点が明らかとなり、カントリーエレベータを中心に玄米生産が行われている日本の現状を活用することで、地域全体として地球温暖化の緩和にも貢献できる資源循環型の持続可能な水稻生産が可能となることを明らかにした点で、行政的な影響も大きく、21世紀の持続可能な農業生産技術として高く評価できるものである。

平成28年1月19日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。