

熱帯地域の農地における土壌への炭素貯留に向けた取り組み Toward Soil Carbon Sequestration in Tropical Agricultural Systems

○荒井 見和*、伊ヶ崎 健大*、神田 隆志*、寺島 義文*、安西 俊彦*

ARAI Miwa, IKAZAKI Kenta, KANDA Takashi, TERAJIMA Yoshifumi, ANZAI Toshihiko

1. はじめに

農地の土壌有機物（炭素）を評価し、適切に管理することは、食料生産の維持・向上と気候変動の緩和の両面において不可欠である。土壌有機物は、肥沃度の向上、土壌構造と保水性の改善、生物多様性の創出に重要であり、これらに関わる土壌の化学性・物理性・生物性は作物生産を支える各種機能の向上に寄与することが知られている。また、土壌中に存在する有機炭素（SOC）の量は、大気中の二酸化炭素の約3倍に相当し、農地（放牧地を含む）が地球の陸地面積の約5割を占めることを踏まえると、適切な管理のもとで農地は巨大な炭素吸収源となり得る可能性がある。現在、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）のガイドラインでは、バイオ炭による土壌炭素貯留量の算出方法が示されており¹⁾、日本でもJ-クレジット制度において「バイオ炭の農地施用」が方法論として登録されている。このように農地土壌における炭素貯留への期待は世界的に高まっており、有機質資材の施用や緑肥の活用による炭素貯留の評価も重要視されている。

土壌有機物の分解や安定化には、気候条件や土壌タイプ、農地管理（作物、作付け回数、有機質資材の施用）など、さまざまな要因が関与することが明らかになっている。特に、熱帯湿潤地域では温帯地域に比べて気温と土壌水分量が高いため、土壌有機物の分解が速く進行する。そのため、これらの地域における炭素貯留を目的とした農地管理技術の確立は喫緊の課題である。効果的な炭素貯留を実現するには、土壌炭素量に影響を及ぼす要因や土壌有機物の安定化に関わるプロセス・メカニズムを把握し、それらを農地管理に適切に活用することが求められる。そこで本研究では、熱帯地域に分布する性質の異なる2種類の土壌タイプ（フィリピン・ネグロス島の火山性土壌、石垣島の非火山性土壌）を対象にサトウキビ栽培圃場における試験を開始した。本発表では、有機質資材の種類と中耕の有無が作物収量およびSOCの量や安定化に及ぼす影響を評価した事例について、石垣島での試験結果を中心に報告する。

2. 材料と方法

調査は、沖縄県石垣市に位置する4か所のサトウキビ栽培圃場で実施した。試験地の土壌タイプは Acrisols²⁾であり、熱帯地域に広く分布し、貧栄養かつ塩基飽和度が低いという特徴があ

表1 有機質資材の乾物中の成分

資材	灰分 (%)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	C/N比	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
フィルターケーキ	11.8	31.0	1.9	16.4	3.4	0.3	1.4	0.3
バガス	1.0	46.9	0.3	160.9	0.1	0.1	<0.1	<0.1
堆肥	27.6	26.1	2.9	9.1	4.3	2.2	2.6	0.8

*国際農林水産業研究センター Japan International Research Center for Agricultural Sciences

キーワード：土壌炭素貯留、熱帯地域、土壌有機物、有機物施用

る。有機質資材にはサトウキビの製糖副産物であるフィルターケーキ (FC) とバガス、ならびに牛ふん堆肥の3種を用いた (表 1)。FC 処理区には中耕回数を削減した処理も設けた (表 2)。資材の施容量は、熱帯地域を対象とした

表 2 石垣島のサトウキビ栽培圃場における処理区

処理	資材	資材 の施容量 (t C ha ⁻¹)	化学肥料 の施容量 (慣行を100%とした)	中耕 (+: あり、 -: なし)
慣行	なし	0	100%	+
T1	フィルターケーキ	10	67%	+
T2	堆肥	10	67%	+
T3	バガス	10	67%	+
T4	フィルターケーキ	10	67%	-

先行研究³⁾および地域の慣行を考慮し、炭素量ベースで 10 t C ha⁻¹ とした。有機質資材 施用区では、基肥としての化学肥料を省き、栽培期間中の化学肥料の施用量を慣行区比で 33%削減した。2022 年 10 月に有機質資材の施用後にサトウキビを植付け、2024 年 3 月に収穫を行った。試験開始前および収穫時に表層土壌 (0-10 cm) を採取し、pH、全炭素・全窒素含量、可給態リン酸などの理化学性を分析した。さらに土壌を比重分画法により、低比重画分 (f-LF、o-LF) および高比重画分 (HF) に分け、各画分の重量と SOC 含量を測定した。

3. 結果と考察

サトウキビの原料茎重は、全ての処理区で慣行区に比べて増加する傾向が見られ、特に FC 区では慣行区に対して約 1.2 倍の増収効果が顕著に確認された。収穫時の SOC 含量は、堆肥区において慣行区に比べて有意に約 1.3 倍高かった。中耕の有無による影響は、原料茎重および SOC 含量の両方において認められなかった。画分別では、f-LF および o-LF 画分の有機炭素 (OC) 量が、堆肥区で他の処理区と比較してそれぞれ約 2 倍に増加していた。これらの結果から、FC および堆肥はバガスと比べて全窒素およびリン酸含量が高く、栄養塩類の供給源としてサトウキビの生育に寄与し、収量向上に貢献したと考えられる。さらに、堆肥区における SOC の増加は、粗大有機物および団粒中の粗大有機物画分の OC 量が高かったことから、有機質資材の化学的性質に加え、土壌中での有機物の存在形態が炭素貯留において重要な役割を果たしていることが示唆された。なお本発表では、比重分画法の結果を基に、炭素貯留に関わるメカニズムについても考察を行う。

4. まとめ

石垣島のサトウキビ栽培圃場における試験から、FC および堆肥の施用は収量の向上および炭素貯留に対して高い効果を示すことが明らかとなった。今後、有機質資材由来の炭素を長期的に土壌有機物として貯留させるためには、鉱物との相互作用により安定化される HF 画分の評価が重要であると考えられる。本研究における SOC の評価は短期間の結果に基づくものであること、また有機質資材の施用に伴う SOC の量的・質的变化は土壌生物性の変化とも密接に関連していることから⁴⁾、今後は土壌生物性との関連も踏まえながら炭素貯留に影響を与える要因やそのメカニズムをより包括的に評価していく必要がある。

引用文献

- 1) IPCC (2019): Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use; IPCC: Geneva, Switzerland., 2) IUSS Working Group WRB (2022): World Reference Base for Soil Resources. International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps, 4th ed. IUSS, Vienna, Austria., 3) Fujisaki et al. (2018): Soil carbon stock changes in tropical croplands are mainly driven by carbon inputs: A synthesis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 259., 4) Arai et al. (2024): Effects of organic amendment on earthworm density and biomass in sugarcane fields with different soil pH. *Eur. J. Soil Biol.* 122.