

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K05991

研究課題名（和文）スイートソルガムの緑肥利用による作物の高付加価値化栽培システムの構築

研究課題名（英文）Development of a crop cultivation system with high yield and quality through the use of sweet sorghum as green manure

研究代表者

浅木 直美（Asagi, Naomi）

茨城大学・農学部・准教授

研究者番号：40571419

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）： 緑肥としてスイートソルガム（SS）やグレインソルガム（GS）を利用することが後作ウコン栽培土壌の化学性とウコンの収量および品質に及ぼす影響を圃場試験とポット試験により検討した。

試験の結果、緑肥の種類によって後作ウコン栽培土壌の養分（窒素、リン酸、カリ）動態が変化すること、特に、ウコン生育後半の土壌無機態窒素濃度と収穫時ウコン根茎中の窒素濃度との間、および根茎中の窒素濃度とクルクミン含有率との間に、有意な負の相関関係が認められ、緑肥利用による後作ウコン栽培土壌窒素動態の変化がウコン根茎の品質に影響する可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究より、緑肥を利用することによって後作物栽培土壌の養分動態が変化しその結果、作物の品質に対しても改善効果を有する可能性が示唆された。耕作放棄地などを利用して緑肥作物との輪作体系を構築することで、農耕地を維持管理し作物の収量や品質を向上できる技術を開発できる可能性がある。

食料の安定供給や多面的機能の発揮を図っていくために、今後とも国内農業の基盤である農地を確保していく必要がある。さらに、鳥獣被害防止のためにも、荒廃農地の増加を防ぎ、農耕地を維持し周辺の環境を維持管理するために、この緑肥利用の技術が有効と考えられ、社会的な意義が大きい。

研究成果の概要（英文）：The effects of the green manures (sweet sorghum (SS), grain sorghum (GS), oat and crimson clover) application on turmeric yield and quality were investigated in field and pot experiments.

The results of the experiments showed that the nutrient (nitrogen, phosphate and potassium) dynamics in turmeric cultivated soil after green manure application changed with the kind of green manure. In particular, a significant negative correlation was observed between the concentration of soil inorganic nitrogen in the turmeric later growth stage and nitrogen concentration in turmeric rhizomes at harvest, and between nitrogen concentration in rhizomes and curcumin content. These results suggest that changes in soil nitrogen dynamics by application of green manure may affect the quality of turmeric rhizomes.

研究分野：作物生産科学

キーワード：緑肥 ウコン クルクミン ソルガム 土壌養分動態

1. 研究開始当初の背景

ソルガム (*Sorghum bicolor* Moench) は、イネ科 *Sorghum* 属の一年生作物である。利用面からみると、子実を食用や飼料とするグレインソルガム、茎に蓄積された糖をシロップなどに利用するスイートソルガム、穂の長い枝梗を箒に利用するハウキモロコシ、茎葉を家畜の粗飼料として利用する飼料用ソルガムの 4 群に分類される (中村・後藤 2010)。

スイートソルガム栽培に関わる聞き取り調査において、農業生産者 O 氏からスイートソルガム栽培後土壌にその残渣をすき込み、その後その土壌にショウガを栽培したところショウガの収量と機能性成分の 1 つであるジングロールの含有率が増加したとの情報を得た。この情報に基づき、さらに後作物をウコンとして予備実験を実施し、スイートソルガム栽培後土壌では交換性カリ濃度が増加すること、その残渣をマルチとして利用すると土壌水分含有率が増加し、ウコンの収量に加えクルクミン含有率を高める可能性を見出した (浅木ら 2018)。これらの結果からスイートソルガムを利用すると、後作物の収量を増加させる上に、その作物中の機能性成分を増大させる効果を有する可能性があることが推察される。しかし、現時点では、スイートソルガム残渣の施用による後作物収量増加と、機能成分 (ウコンのクルクミン、ショウガのジングロール) 濃度が増加した理由は明らかになっていない。例えば、スイートソルガム茎残渣に糖が含まれていることが後作物の収量や品質に影響をおよぼしている可能性はあるだろうか？ これまでに、スイートソルガム残渣に含まれる糖が、主作物 (後作物) の収量や品質におよぼす影響を評価した事例は認められない。

2. 研究の目的

本研究では、スイートソルガムの緑肥利用により後作物の収量と品質が向上する要因を明らかにし、耕作放棄地や休耕地などを有効利用したスイートソルガム栽培と後作物の高収量・高品質生産を可能にする栽培技術の基礎を確立することを目指して、以下のことを明らかにすることを目的とした。

- 緑肥として利用したスイートソルガム茎残渣に糖が含まれていることが後作物の収量や品質に影響するかどうかを検討する。
- 緑肥栽培により、後作物栽培土壌の化学性は変化するか (土壌の無機態窒素や交換性カリウムイオン濃度に影響はあるか)、また、そのことが後作物の生育と収量に及ぼす影響を検討する。

3. 研究の方法

圃場試験：緑肥としてスイートソルガム (以下 SS)、グレインソルガム (以下 GS)、後作物としてアキウコン (以下、ウコン) を供試した。処理区は、緑肥別に裸地区 (緑肥利用なし)、SS 区、GS 区と、K 施肥量の異なる 3 処理区を組み合わせた 9 処理区とした。緑肥すき込

み前の雑草および緑肥地上部の乾物重と養分吸収量、ウコン作付け前土壌の化学性、ウコンの生育、収量および品質（クルクミン含有率）について調査をした。

ポット試験：緑肥としてエンバク、アカクローバ、SS、GS、後作物としてウコンを供試した。処理区は裸地区、エンバク区、アカクローバ区、混播（エンバク+アカクローバ）区、SS区、GS区とした。基肥として化学肥料 N、P₂O₅、K₂O を各 14g m⁻² 施肥した。ウコン地上部生育量、収穫時の根茎収量と根茎中のクルクミン含有率、ウコン栽培時の土壌中の無機態窒素、有効態リン酸、交換性陽イオン濃度の推移を経時的に調査した。

4. 研究成果

圃場試験の結果、ウコン作付け前土壌の硝酸態窒素濃度は、SS区とGS区で裸地区に比べて有意に低下した（表1）。土壌硝酸態窒素濃度とすき込み直前の緑肥地上部乾物重との間に有意な負の相関関係が確認され、休閑期に栽培したソルガムが硝酸態窒素を吸収し土壌中の硝酸態窒素濃度が減少したと考えられた（図1）。またウコン根茎収量とクルクミン含有率ともに処理区間に有意差は認められなかったが、GS区でSS区と裸地区に比べて高い傾向であった（図2、3）。またK施肥量が増加すると収量、クルクミン含有率ともに増加する傾向が認められた。

ポット試験の結果、ウコンの生育（葉身長、葉幅、展開葉数、葉色値）の推移について、処理区間に有意差は認められなかった（図4）。収穫時の根茎収量やクルクミン含有率についても処理区間に有意差は認められなかった。しかし、クルクミン含有率は、GS区において他の緑肥区に比べて高い傾向であった（図5）。さらに、緑肥すき込み後2、4、8、10、12週間後のウコン栽培土壌無機態窒素（アンモニア態窒素、硝酸態窒素）、有効態リン酸、交換性K、Ca、Mg濃度と収穫時ウコン根茎収量、窒素吸収量、クルクミン含有率との相関関係を解析した。その結果、緑肥すき込み後10、12週間後の土壌硝酸態窒素濃度と収穫時ウコン根茎中全窒素濃度との間には有意な負の相関関係が認められたが、緑肥すき込み後2、4、8週目の土壌硝酸態窒素濃度との間には有意な相関関係は認められなかった（図6）。また、収穫時ウコン根茎中全窒素濃度とクルクミン含有率との間にも有意な負の相関関係が認められた（図7）。

以上より、圃場試験、ポット試験ともに茎に糖を蓄積するスイートソルガム利用によって、茎に糖を蓄積しないグレイソルガム利用に比べてウコン根茎収量もクルクミン含有率も増加しなかった。したがって、緑肥として利用したスイートソルガム茎残渣に糖が含まれていることが後作物であるウコンの収量や品質の向上に寄与する可能性は低いことが明らかとなった。また、緑肥利用によって特に土壌中の硝酸態窒素濃度の動態が変化し、ウコンによる窒素吸収やウコン根茎中全窒素濃度やクルクミン含有率にも影響している可能性が示唆された。

表 1. ウコン栽培前土壌の化学性 (圃場試験)

	TC%	TN%	C/N	硝酸態窒素 (mg/kg)	有効態リン酸 (mg/kg)	交換性陽イオン			
						Ca	K (mg/kg)	Mg	
裸地	3.86 a	0.33 a	11.9 a	18.7 a	0.92 a	2273.7 a	314.1 a	1022.4 a	
GS	3.75 a	0.33 a	11.3 b	13.3 b	1.02 a	2229.5 a	320.8 a	992.6 a	
SS	3.75 a	0.34 a	11.0 c	10.6 b	1.63 a	2089.3 a	286.8 a	809.4 a	
土壌深度	0~5	4.30 a	0.38 a	11.3 b	16.2 a	1.92 a	2329.9 a	359.3 a	1166.3 a
	5~15	4.05 b	0.36 b	11.3 b	12.6 a	1.49 a	2223.0 a	296.7 b	856.5 b
	15~30	3.01 c	0.26 c	11.6 a	13.9 a	0.14 b	1908.0 b	244.8 b	722.6 c
交互作用	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

異なるアルファベット間に有意差あり、n.s. : 有意差なし

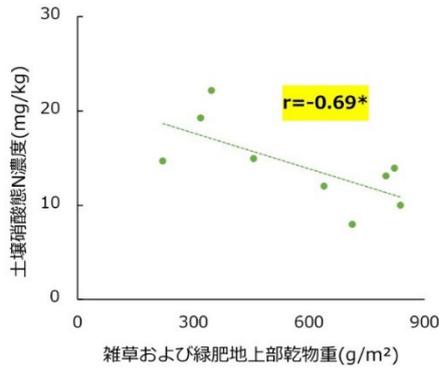


図 1. ウコン栽培前土壌中の硝酸態 N 濃度とすき込み直前の緑肥地上部乾物重との相関関係 (圃場試験)

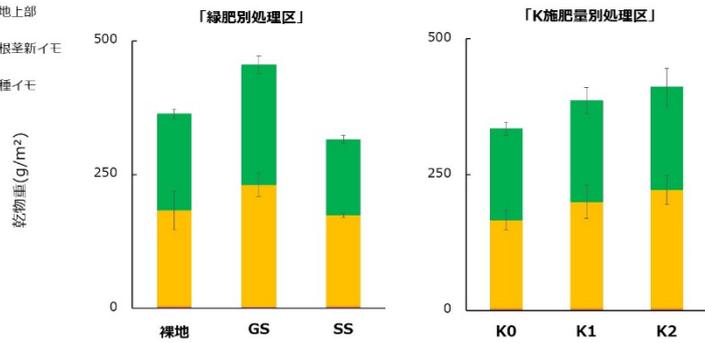


図 2. 収穫時ウコン根茎収量 (圃場試験)

緑肥処理と K 施肥処理との間に有意な交互作用なし

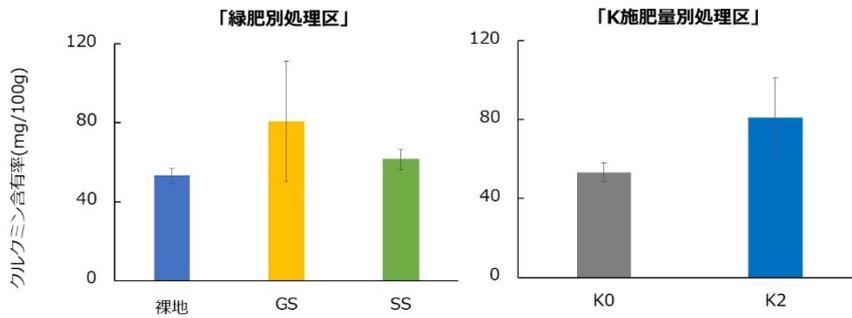


図 3. 収穫時ウコン根茎クルクミン含有率 (圃場試験)

緑肥処理と K 施肥処理との間に有意な交互作用なし

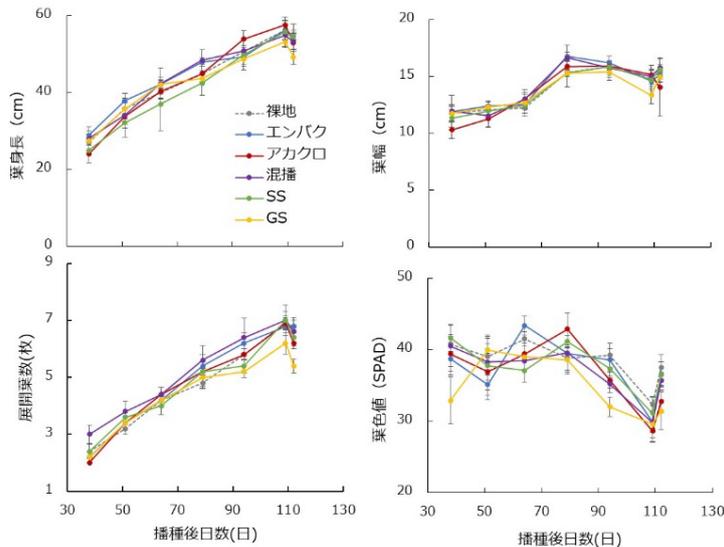


図 4. ウコン生育 (葉身長、葉幅、展開葉数、葉色値) の推移 (ポット試験)

処理区間に有意差なし

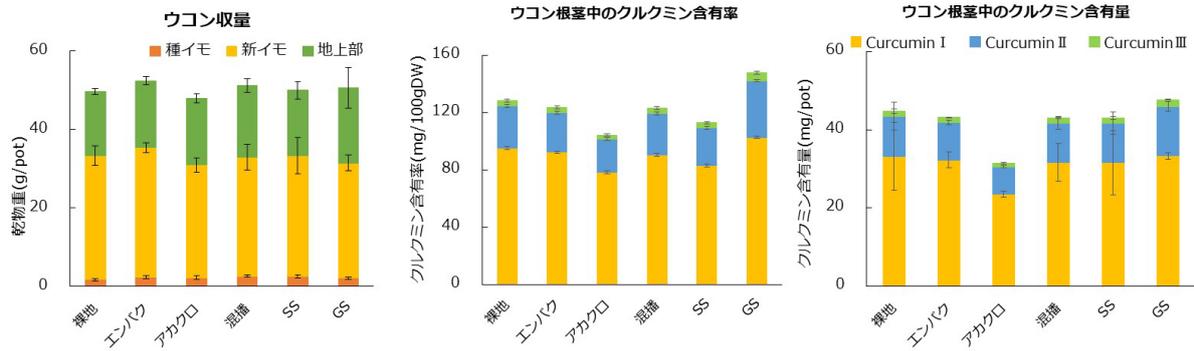


図 5. 収穫時ウコン根茎の収量、クルクミン含有率およびクルクミン含有量（ポット試験）
処理区間に有意差なし

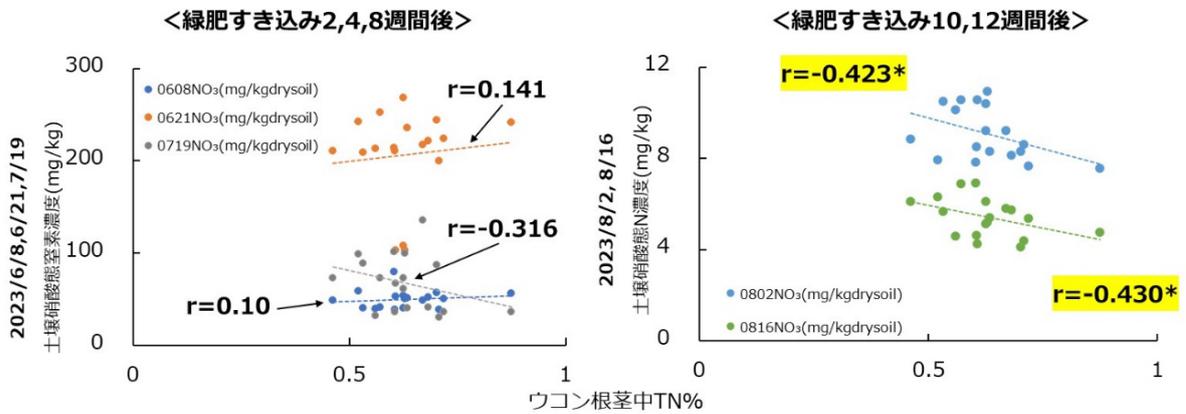


図 6. 土壌硝酸態 N 濃度と収穫時ウコン根茎中 TN%との相関関係（ポット試験）
* 有意な相関関係あり

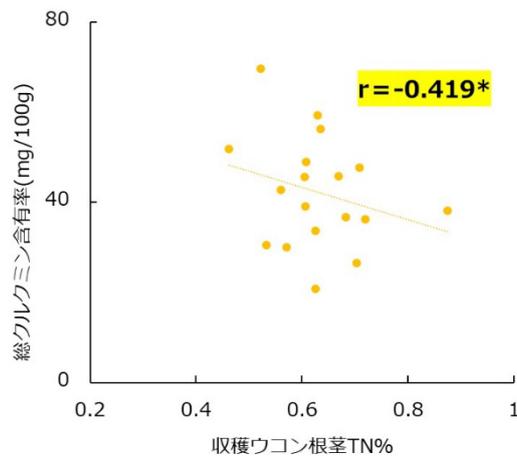


図 7. 収穫時ウコン根茎中の TN%とクルクミン含有率との相関関係（ポット試験）
* 有意な相関関係あり

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Junko Nishiwaki; Takuya Koseki; Naomi Asagi; Hirotaka Saito; Roy C. Sidle	4. 巻 8
2. 論文標題 Changes in soil hydraulic conductivity in sweet potato field with living mulch	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Agricultural & Environmental Letters	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/ael2.20106, 2023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Matsuoka, T., Asagi, N., Komatsuzaki, M.	4. 巻 114
2. 論文標題 Response of Weeds and Rice Yield to Italian ryegrass as Cover Crop and Planting Density in Organic Farming	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Agronomy Journal	6. 最初と最後の頁 689-699
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/agj2.20939	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 浅木 直美, 坂上 伸生
2. 発表標題 スイートソルガムの緑肥利用がウコンの収量と品質におよぼす影響
3. 学会等名 日本熱帯農業学会第131回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂上 伸生, 浅木 直美, 小松崎 将一, Syuaib MF
2. 発表標題 有機農業実践圃場と慣行栽培圃場における土壌有機物の存在形態の比較 - 分解耐性および腐植形態に着目して -
3. 学会等名 第24回日本有機農業学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中山 朋佳, 松林 千咲希, 加来 高時, 武藤 光輝, 菅井 純, 小池 雄大, 迫田 翠, 坂上 伸生, 浅木 直美, 小松崎 将一
2. 発表標題 カバークロープ利用と不耕起処理が有機水稲と雑草の生育に及ぼす影響
3. 学会等名 日本作物学会関東談話会第112回講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 菅井 純, 高嶋 尚哉, 武藤 光輝, 深澤 茉那, 加来 高時, 浅海 拓真, 浅木 直美, 小松崎 将一
2. 発表標題 水田土壌におけるカバークロープによる窒素循環効果の検証
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2023年度愛媛大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 五十嵐 彩, 坂上 伸生, 浅木 直美
2. 発表標題 ソルガムの緑肥利用とカリ施肥が土壌の化学性と後作ウコンの収量・品質におよぼす影響
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2023年度愛媛大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 加来 高時, 高嶋 直哉, 武藤 光輝, 菅井 純, 遠山 佳甫, 迫田 翠, 浅木 直美, 伊沢 剛, 西澤 智康, 小松崎 将一
2. 発表標題 カバークロープを利用した有機水田における微生物資材の接種が水稲の生育・収量および窒素吸収に及ぼす影響
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2023年度愛媛大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 *加来 高時, 塚越 雄大, 高嶋 尚哉, 武藤 光輝, 菅井 純, 浅木 直美, 小松崎 将一
2. 発表標題 カバークロープと除草機の導入が有機水稻の成育・収量および雑草発生に及ぼす影響
3. 学会等名 日本作物学会第254回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷津 ゆかり, 浅木 直美, 坂上 伸生, 西脇 淳子, 小松崎 将一
2. 発表標題 輪作が土壌化学性とサツマイモの収量と品質におよぼす影響
3. 学会等名 日本作物学会関東談話会第111回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 浅海 拓真, 加来 高時, 高嶋 尚哉, 武藤 光輝, 菅井 純, Santi Nur, 浅木 直美, 小松崎 将一
2. 発表標題 カバークロープ利用が雑草の発生と水稻の生育・収量におよぼす影響
3. 学会等名 日本作物学会関東談話会第111回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Junko Nishiwaki; Takuya Koseki and Naomi Asagi
2. 発表標題 Changing of soil hydraulic conductivity in sweet potato field with living mulch, barley <i>Hordeum vulgare</i> L. 'Temairazu'.
3. 学会等名 2022 ASA, CSSA, SSSA INTERNATIONAL ANNUAL MEETING (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------