

徳島農技セ研報 No. 7
23~29 2020

飼料用トウモロコシの作付けとイアコーン収穫後の 残渣すき込みが水田転換畑の土壌物理性および化学性に及ぼす効果¹

小川 仁, 矢野景子²

Effects of forage corn cultivation and crop residue plowing on the soil physical
and chemical properties in upland field converted from paddy field

Hitoshi OGAWA and Keiko YANO

要 約

水田転換畑において夏季に飼料用トウモロコシを作付けし、イアコーン収穫後の残渣のすき込み処理が土壌の物理性および化学性に及ぼす影響について調査した。

およそ25cm以深の土壌硬度は、飼料用トウモロコシ作付けおよびイアコーン収穫後残渣をすき込みした区で無作付け区に比べて大きく低下した。また、冬作のブロッコリー収穫跡の作土層の孔隙率は、処理2年目以降から高くなった。イアコーン収穫後残渣のすき込みにより作土中の炭素含量は増加した。後作にブロッコリーを栽培したところ、イアコーン収穫後残渣のすき込みによる生育阻害は確認されなかった。

キーワード：水田転換畑、土壌物理性・化学性、飼料用トウモロコシ、イアコーン

keyword: upland field converted from paddy field, soil physical and chemical properties, forage corn, ear corn

緒 言

わが国の畜産業では濃厚飼料の大半を輸入に頼っているが、国内自給の促進は飼料価格の安定化や飼料の安全性の確保などの観点から重要なことである。一方、畑作においては地力の低下を防ぎ、農産物生産の持続性を高めるため、緑肥栽培は非常に有効な手段となる。しかし、国内では濃厚飼料の栽培および緑肥栽培のいずれについても、農地面積の制約やこれらの栽培に伴う収益性が低いことからその導入が進んでこなかった⁵⁾。

近年、国産の濃厚飼料として、イアコーン（飼料用トウモロコシの雌穂で外皮・芯を含む。）を収穫、サイレー

取組みが北海道内を中心に広がっている⁶⁾。

本県では、冬作露地野菜の生産が盛んであり、その一部地域では夏季にソルガムを作付けし、緑肥としてすき込む場が見られる。このソルガムを飼料用トウモロコシに置き換え、イアコーン収穫後残渣の緑肥効果を実証することで、畑作農家によるイアコーン生産の普及および濃厚飼料の増産に貢献することが可能となる。

しかし、イアコーンをサイレー化するための収穫適期は黄熟期であるため、栄養生長期後半から生殖生長期頃にすき込むソルガム等の緑肥と比べると、土壌の改善効果や後作の野菜栽培に及ぼす影響が異なる可能性がある。

そこで、本研究では飼料用トウモロコシの作付けおよびイアコーン収穫後残渣のすき込みが、土壌物理性、化

¹ 本報告の一部は、2019年度日本土壌肥料学会関西支部において報告した、² 現 徳島県立工業技術センター

学性および後作のブロッコリー栽培に及ぼす効果について検討した。

なお、本研究は、革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体プロジェクト）「府県における自給飼料生産利用技術の開発と実証」で実施した。

材料および方法

1 栽培試験

試験は2017～2019年度に徳島県立農林水産総合技術支援センター水田転換畑ほ場（270㎡（6m×45m）、細粒質灰色低地土）で実施した。各試験区の耕種状況は第1表、試験ほ場区画は第1図のとおりである。

（1）栽培概要

2017年度は5月16日に飼料用トウモロコシ‘ゆめそだち’を120㎡（6m×20m）に播種した（播種量1.8kg/10a、条間75cm、株間20cm、窒素施肥量8.4kg/10a）。対照として150㎡は無作付けとした（以下、「無作付け区」）。8月28日にイアコーンを収穫するとともに、地際から茎葉を刈り取り後、裁断機により5cm程度に切断してほ場に均一に散布し、ロータリー耕耘ですき込みを行った（以下、「イアコーン区」）。後作のブロッコリー定植までの間、イアコーン区および無作付け区において、ロータリー耕耘を

3回実施した。11月10日にブロッコリー‘クリア’を定植し（128穴セル育苗苗）、2018年4月9日に収量調査を行った。なお、ブロッコリーの施肥量は、県の施肥基準（窒素施肥量 基肥：19kg/10a、追肥：16kg/10a）に準じた。

2018年度は、イアコーン区において2017年度と同じ区画に飼料用トウモロコシを播種した（5月22日）。この年より無作付け区（150㎡）のうち48㎡（6m×8m）にソルガム‘テキサスグリーン’を播種した。ソルガムの播種時期は、イアコーン収穫後の残渣すき込み時に緑肥として利用する際のすき込み時期、すなわち草丈2m程度の出穂初期となるよう設定した（7月12日播種、播種量3kg/10a散播：以下、「ソルガム区」）。残りの102㎡は無作付け区とした。イアコーン区は9月3日に、農研機構農業技術革新工学研究センターらが開発中の汎用型飼料収穫機用のスナッパヘッドを用いて、イアコーン収穫と同時に茎葉を細断し、ほ場に散布した。ソルガム区は同日にハンマーナイフモアにより地上部を細断した。その後ロータリー耕耘により各区すき込みを行った。後作作付けまでの間4回ロータリー耕耘を行い、後作は2017年度と同様に、ブロッコリーを作付けた（11月1日定植、2019年4月2日収量調査）。

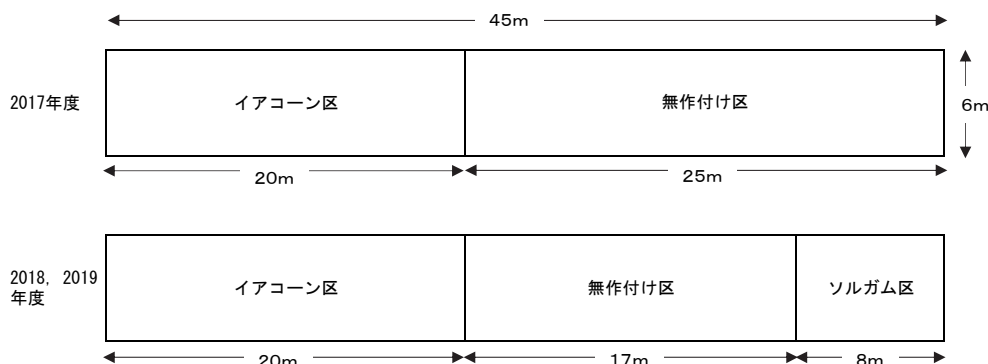
2019年度は2018年度と同様の試験区で、緑肥－ブロッコリーの作付け体系を実施した。

第1表 各試験区の耕種状況

年度	試験区名	夏作				冬作（ブロッコリー）	
		栽培緑肥	播種日	すき込み日※	すき込み量※※ （生重/10a）	定植日	収穫日
2017年度	イアコーン区	飼料用トウモロコシ	5月16日	8月28日	3.3t/10a	11月10日	4月9日
	無作付け区	—	—	—	—		
2018年度	イアコーン区	飼料用トウモロコシ	5月22日	9月3日	4.8t/10a	11月1日	4月2日
	ソルガム区	ソルガム	7月12日		3.3t/10a		
	無作付け区	—	—	—	—		
2019年度	イアコーン区	飼料用トウモロコシ	5月15日	8月28日	2.8t/10a	11月7日	3月25日
	ソルガム区	ソルガム	7月8日		1.2t/10a		
	無作付け区	—	—	—	—		

※イアコーン区は同日にイアコーン収穫後すき込み

※※すき込み量は、地上部の坪刈りによる推定量



第1図 夏季における年度毎の試験ほ場図

(2) 調査項目および調査法

1) 土壌硬度

夏季の作付けが深さごとの土壌硬度に及ぼす影響を調査するために、2018、2019年度のイアコーン収穫後残渣およびソルガムのすき込み後からブロッコリー定植前までの間に、貫入式土壌硬度計（大起理化工業（株）製 DIK-5532）を用いて各試験区の中央付近のおよそ8㎡（2m×4m）の内の5か所で土壌硬度を測定した。1cmごとに得られた土壌硬度の値を平均し、地表からの深さと土壌硬度の関係を解析した。

2) 作土層および下層の孔隙率

2017年度の飼料用トウモロコシ播種前と各年度のブロッコリー収穫後に、各試験区の作土層の地表面から10～15cmおよび下層の22～27cm部分の土を100mLの試料円筒で採取し孔隙率を測定した。それぞれ3反復の平均値を示した。

3) 土壌化学性

経時的に各試験区の作土を採取、風乾後乳鉢で粉碎し、2mm目網のふるいを全通させて分析試料とした。調査項目はpH、EC、可給態リン酸、交換性塩基（石灰、苦土、加里）、塩基置換容量（以下、CEC）、全炭素含量、全窒素含量とした。各成分は、常法⁸⁾により分析した。交換性加里含量は原子吸光度法により、全炭素・全窒素含量は乾式燃焼法により測定した。

4) ブロッコリーの生育

収穫期（第1表）に各区において連続した20株×3反復（2018年度のみ2反復）で収穫し、出荷形態である花蕾重を測定した。

2 イアコーン収穫後残渣の分解過程

土壌中におけるイアコーン収穫後残渣の分解の過程を次の方法により調査した。

(1) ほ場調査

2017年8月28日に収穫後残渣をすき込んだイアコーン区において、地表面から深さ20cmまでの土壌1L程度を5か所で採取し、良く混和したものを土壌試料とした。採取は、すき込み2日後の8月30日から70日後の11月6日までおよそ2週間間隔で5回実施した。風乾後の土塊を崩し、2mm目網のふるいを用いて未分解の植物体残渣をふるい分けた。残渣の重量を測定し、土壌中に残存する残渣を重量割合で表した。

(2) 埋設試験

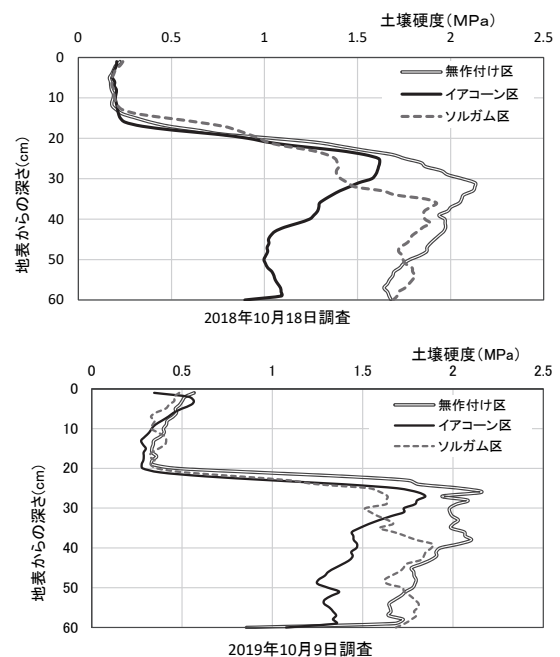
収穫時の飼料用トウモロコシを土壌から抜きとり、イアコーンを茎部から外した（以下、「イアコーン収穫後残渣」）。イアコーン収穫後残渣の根部と地際から10cm程度の茎部を含む株元の部分（以下、「株部」）と株部より上部（以下、「茎葉部」）に分け、株部は根に付着した土壌を水洗いし落とした。株部、茎葉部をそれぞれ3cm程度に細断し、60℃の通風乾燥機で乾燥し埋設用試料とした。埋設は板倉²⁾の方法に従った。すなわち、一定量の試料を10cm四方の網袋（網目1mm）に入れ、2018年9月7日に作土中に埋設した。その後、2、4、6、8、12、16週間後に回収し、網袋内に残る内容物に付着する土壌を水洗し除去した上で乾燥重を測定した。対照として、すき込み前のソルガムを土壌から抜きとり、3cm程度に細断、乾燥し、飼料用トウモロコシの埋設試料と同様に網袋に入れ埋設した。ソルガム入りの網袋もイアコーン収穫後残渣を入れた網袋と同時に回収し、網袋内に残る内容物の乾燥重を測定した。調査はそれぞれ3反復で行った。イアコーン収穫後残渣の茎葉部、株部、ソルガムの炭素率はそれぞれ、44.5、58.7、40.5であった。

結 果

1 栽培試験

(1) 土壌硬度

2018、2019年度の測定結果は同様の傾向であった（第2図）。地表から20cmまでの層はロータリー耕耘の影響



第2図 夏季の作付けの違いが深さ別土壌硬度に及ぼす影響
イアコーン区は、飼料用トウモロコシ黄熟期にイアコーン収穫後すき込み。ソルガム区は、出穂初期にすき込み。

で各区の土壤硬度の値は1.0MPa以下と低く、区間差も見られなかった。イアコーン区の土壤硬度はおよそ25cm以深では無作付け区に比べて値が大きく低下し、33cm以深ではソルガム区と比べても値が低下した。作土直下の硬い土層（耕盤層）から33cmまではソルガム区の土壤硬度が最も低かった。2018年度、2019年度共に、無作付け区の土壤硬度は最大2.1MPaであったが、イアコーン区およびソルガム区は最大1.8～1.9MPaとなり、飼料用トウモロコシおよびソルガムの作付けにより耕盤層の最大硬度が低下し、また、耕盤層は薄くなる傾向も認められた。

(2) 作土層および下層の孔隙率

作土層および下層の孔隙率は、2017年度のブロッコリー収穫跡では各区に有意な差は見られなかった（第3図）。2018年度では、作土層、下層ともにイアコーン区は無作付け区に比べて有意に高くなった。2019年度の作土層でもイアコーン区は無作付け区に比べて有意に高かった。

(3) 土壤化学性

各項目の測定結果を第2表に示した。各年度共にすき込み後の土壌における全炭素含量はイアコーン区およびソルガム区が、無作付け区と比較して増加する傾向が認

められ、イアコーン区の増加がより大きかった。その他の測定項目については、各年度、試験区間共に明確な差は認められなかった。

(4) ブロッコリーの生育

2017年度は無作付け区に対してイアコーン区の花蕾重が有意に重かった（第4図）。2018年度は各区の間に有意な差は見られなかった。2019年度は無作付け区とイアコーン区は同等であり、ソルガム区の花蕾重が有意に重かった。

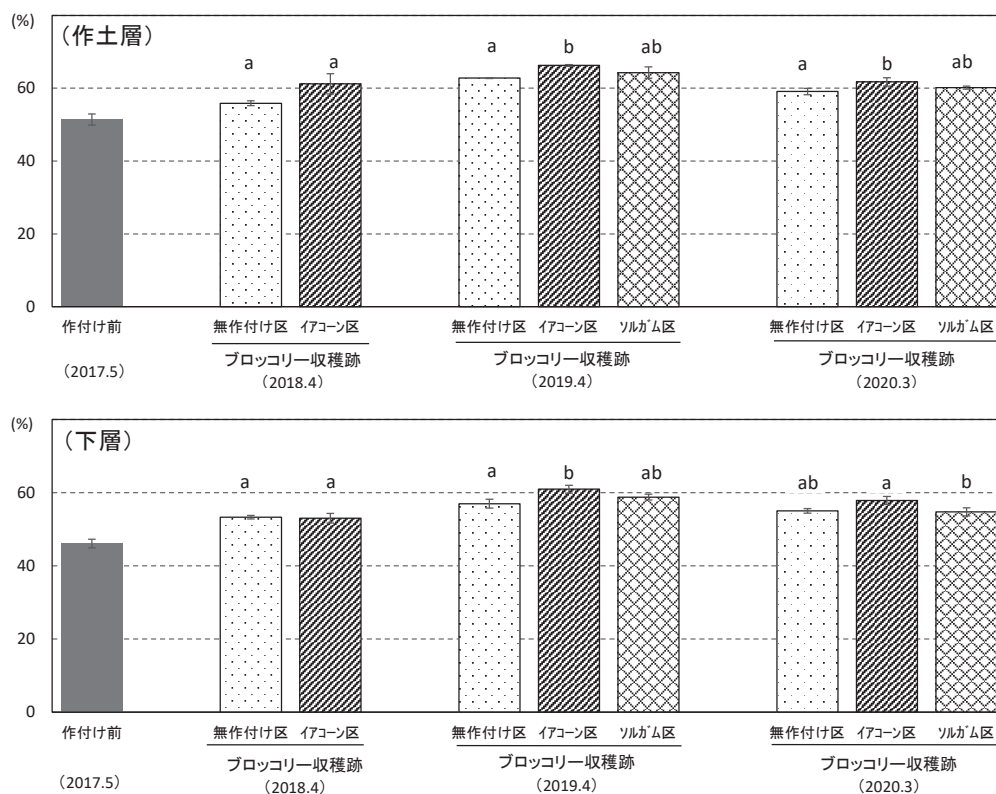
2 イアコーン収穫後残渣の分解過程調査

(1) 土壌中未分解残渣調査

すき込み2日後の土壌における未分解イアコーン収穫後残渣の重量割合は0.63%であったが、日数の経過に伴い残渣割合は減少し、ブロッコリー作付け前の70日後には0.05%になった（第5図）。

(2) 埋設試験

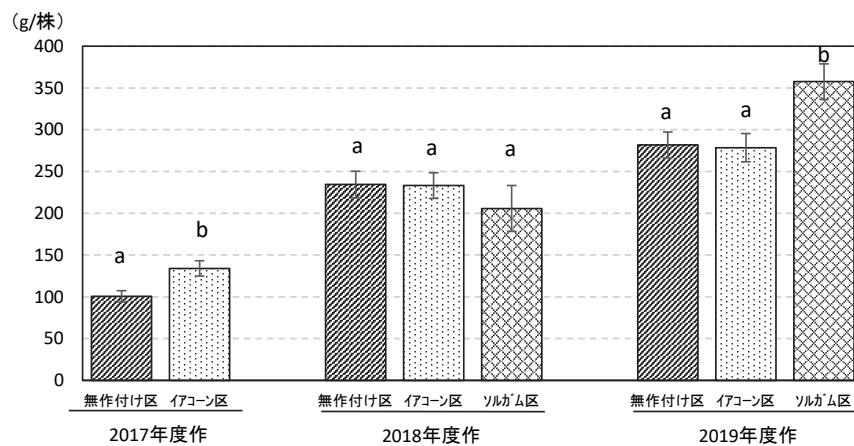
イアコーン収穫後残渣（茎葉部、株部）およびソルガム各試料の網袋中での残存率の推移は第6図のとおりであった。茎葉部の残存率は埋設2週間後に49%になり、16週間後には18%まで減少した。株部は茎葉部に比べて分解は遅



第3図 各土層における孔隙率の推移

上グラフ：作土層（10～15cm）、下グラフ：下層（22～27cm）で100mL円筒に採取した土層の測定値。

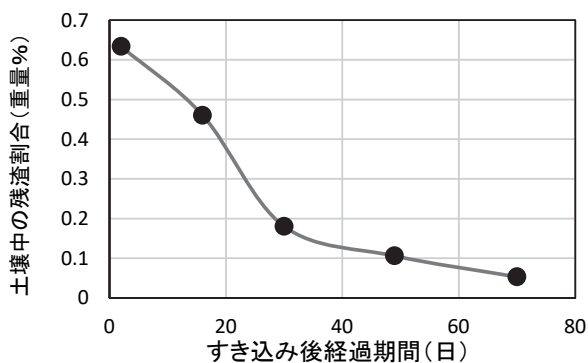
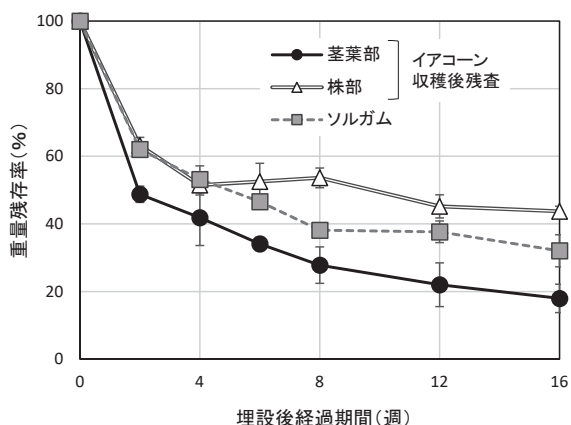
異なる英文字間は、同じ採取時期の試験区間に有意差があることを示す（Tukeyの検定）。エラーバーは標準偏差を示す（n=3）。



第4図 収穫時におけるブロッコリーの花蕾重

異なる英文字間は、同じ年度の試験区間で有意差があることを示す（Tukeyの検定）。エラーバーは標準誤差を示す。2017、2019年度作はn=60株（20株×3反復）、2018年度作はn=40株（20株×2反復）。

く、残存率は2週間後に63%、4週間後に52%まで減少したが、その後の減少程度は小さくなり、16週間後で44%であった。ソルガムは4週間後までイアコーン収穫後残渣の株部と同等の残存率の推移で、その後茎葉部と株部の中間程度の分解率となり、16週間後の残存率は32%であった。

第5図 イアコーン区における採土中の残渣割合の推移
2017. 8. 28すき込み第6図 作土中に埋設した各試料の残存率の推移
エラーバーは標準偏差を示す
2018. 9. 7埋設

考 察

1 飼料用トウモロコシの作付けおよびイアコーン収穫後残渣のすき込みが土壌の物理性・化学性に及ぼす影響

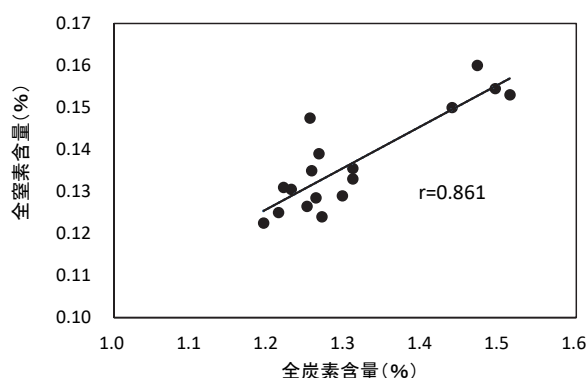
飼料用トウモロコシおよびソルガムの作付けにより耕盤層の最大硬度値が低くなる、耕盤層が薄くなるなど深さごとの土壌硬度に違いがみられた。飼料用トウモロコシ作付け後の土壌硬度の特徴として、およそ25cm以深の部分で、イアコーン区およびソルガム区の土壌硬度は無作付け区に比べて値が特に低かった。橋爪¹⁾は、緑肥の中でもトウモロコシは根張りに優れ、出穂すると根は深さ・幅ともに2mの範囲に広がり、プラウやロータリーの耕作深を超える、と述べている。このことから、本試験におけるイアコーン区の土壌硬度の低下は、飼料用トウモロコシの根張りによる効果と考えられた。ソルガムはすき込み時の生育ステージや播種量が飼料用トウモロコシと異なるため単純に比較はできないが、23~32cm付近で飼料用トウモロコシよりも土壌硬度の値が低下していることから、耕盤層の破碎効果が強力であることが示唆された。

貫入式土壌硬度計による測定値は、1.5MPa以上で根は土壌中で伸びにくくなり、2.0MPa以上で根は土壌中に入らなくなる、と定義されている³⁾。このことから、本試験でのイアコーン区は無作付け区およびソルガム区に比べて下層まで根が伸張りやすい環境に改善されていたと推察された。以上のことから、水田転換畑等への飼料用トウモロコシ作の導入は土壌硬度の改善・改良の面で、後作に根菜類を栽培する場合には効果的であると考えられた。

さらには、下層まで達した飼料用トウモロコシの細根は、イアコーン収穫・すき込み後に土壤中で分解され水路となり、排水性の改善にも役立つことが期待される。

100mLの試料円筒により採取し測定した孔隙率は、無作付け区に比べてイアコーン区で、すき込み2年目から高くなる傾向が認められた。これは、すき込んだ粗大有機物であるイアコーン収穫後残渣の影響と考えられた。一方、ソルガム区も同様に有機物をすき込んでいるが、孔隙率は明確に向上しなかった。これは、イアコーン収穫後残渣に比べてすき込み量が少なかったことが理由として考えられる。

作土中の全炭素含量は飼料用トウモロコシ収穫後残渣およびソルガムすき込み後に増加した（第2表）。全炭素含量と全窒素含量両者の間には正の相関関係が認められた（第7図）。家壽多ら⁷⁾は、有機物の連用による全炭素含量の蓄積は全窒素含量の蓄積をもたらし、さらに全窒素含量と可給態窒素含量は密接な関係がある、と述べている。また松家ら⁴⁾は、本県土壤の灰色低地土において全炭素含量と可給態窒素含量の間には有意な相関が



第7図 作土中の全炭素含量と全窒素含量の関係

見られ、全炭素含量の変化が地力に関係している、と報告していることから、収穫後残渣すき込みによる全炭素含量の増加は、地力の増強につながると考えられた。

今回の3年間の調査結果で、イアコーン区およびソルガム区において作土のCECには明確な変化は確認されなかった。しかし、土壤中の全炭素含量は増加していることから、連年処理を続けることでCECの上昇も期待できる。

2 飼料用トウモロコシの作付けおよびイアコーン収穫後残渣のすき込みが後作のブロッコリーの生育に及ぼす影響

イアコーン区と無作付け区のブロッコリー花蕾重を比較すると、2017年度はイアコーン区が有意に重かったが、2018、2019年度の両区には差が見られなかった。2017年度は10月中下旬に雨天の日が続いたため定植時期が大幅に遅れた。加えて定植時の土壤条件も悪く、活着不良および初期生育の遅れにつながった。これらの結果、2018、2019年度に比べて大きく減収したことが考えられる。そこで、2017年度を除いた2018、2019年度の花蕾重を比較すると、イアコーン区は無作付け区とほぼ同等であった。

一般に、炭素率が高い有機物をすき込むと、その分解のために窒素の取り込みが起こり、作物は一時的に窒素不足となり葉色の黄化や生育の抑制が起こることが知られている。しかしながら、本試験では当初懸念されたイアコーン収穫後残渣すき込みによる後作ブロッコリーへの生育阻害は確認されなかった。

第2表 作土中における土壤化学性の推移

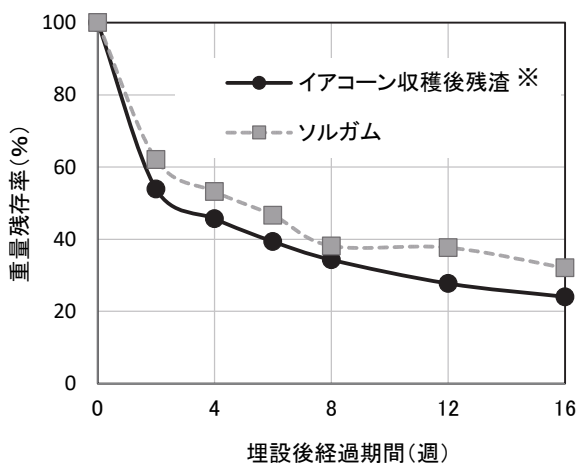
試験 年度	試験区（調査日）	EC (mS/cm)	pH(H ₂ O)	可給態 リン酸	交換性塩基			CEC	全炭素 含量	全窒素 含量	
					石灰	苦土	加里				
										(mg/100g)	(me/100g)
2017	緑肥作付け前 (2017.5)	0.15	7.5	47	212	66	13	12.6	1.22	0.13	
	緑肥すき込み後 (2017.10)	無作付け区	0.12	7.7	48	223	66	13	12.9	1.27	0.12
		イアコーン区	0.16	7.4	48	206	64	14	13.2	1.31	0.14
	ブロッコリー収穫跡 (2018.4)	無作付け区	0.26	7.3	50	218	67	19	12.6	1.23	0.13
		イアコーン区	0.16	7.4	52	205	65	18	13.1	1.31	0.13
2018	緑肥すき込み後 (2018.10)	無作付け区	0.09	7.7	46	210	66	14	13.3	1.19	0.12
		イアコーン区	0.11	7.1	38	198	64	17	13.3	1.50	0.15
		ソルガム区	0.14	7.5	40	215	66	17	13.3	1.21	0.13
	ブロッコリー収穫跡 (2019.4)	無作付け区	0.51	6.4	47	212	62	38	13.3	1.25	0.15
		イアコーン区	0.43	6.4	43	213	65	24	13.0	1.47	0.16
2019		ソルガム区	0.35	6.5	40	191	57	45	13.6	1.27	0.14
	緑肥すき込み後 (2019.9)	無作付け区	0.11	7.7	47	198	65	17	12.0	1.25	0.13
		イアコーン区	0.13	7.2	42	194	62	21	12.3	1.51	0.15
		ソルガム区	0.12	7.7	43	219	65	19	12.5	1.30	0.13
	ブロッコリー収穫跡 (2020.3)	無作付け区	0.29	7.1	51	217	67	21	12.0	1.26	0.14
		イアコーン区	0.25	6.9	46	203	65	23	12.6	1.44	0.15
		ソルガム区	0.25	7.3	44	222	69	19	11.7	1.26	0.13

3 イアコーン収穫後残渣の土壌中における分解経過

イアコーン収穫後残渣をすき込み後一定期間ごとに測定した作土中の残渣割合は、2017年度調査では日数の経過に伴い減少しており、土壌中において残渣の分解が進んでいることが確認された。

さらに、2018年度には対照としたソルガムに比べ、イアコーン収穫後残渣の茎葉部の分解が早い一方で、株部は分解が遅いことが明らかになった（第6図）。

埋設試験に用いたイアコーン収穫後残渣の重量割合は、茎葉部：株部＝84：16程度であった。この割合から茎葉部と株部を合わせたイアコーン収穫後残渣全体の分解の過程を試算すると（第8図）、ソルガムと同程度で分解が進むことが推察され、収穫後の残渣はすき込み8週間後にはすき込み直後の6割程度が分解されることが示された。



第8図 作土中に埋設した各試料の残存率の推移

※茎葉部・株部別々に測定した残存率に重量割合を乗じて試算した推定値

試験ほ場において、収穫後残渣すき込みから約2か月後のブロッコリー定植作業時には、土壌中に未分解の茎部および株部が点在している様子が観察された。このことから、すき込みから後作ブロッコリーの定植までの期間が短ければ、未分解の残渣が土壌中に多く存在し、ブロッコリーの生育が阻害されることが懸念される。

以上のことから、すき込みから定植までの期間は2か月程度は必要と考えられるが、ブロッコリー等葉菜類畑において飼料用トウモロコシを作付けし、イアコーン収穫後残渣をすき込むことで緑肥としての利用が可能であると考えられた。なお、ブロッコリー作までの間に耕耘回数を増やすことでさらに分解は促進すると推察される。

本県におけるイアコーン導入については、夏季に緑肥作物を導入している事例が多いニンジンが挙げられる。

ただし、ニンジンも種子をほ場に直接播種して栽培を開始することから、ブロッコリーと異なる結果になる可能性がある。今後、ニンジン農家への技術普及を考えれば、イアコーン収穫後残渣で特に分解が遅かった株部がニンジンの生育、収量や品質に及ぼす影響について検討する必要がある。

今回の試験の結果から、ブロッコリー等の冬作露地野菜の栽培スケジュール(10月下旬～11月上旬作付け開始)に飼料用トウモロコシの栽培およびイアコーン収穫後残渣のすき込み処理を適応させるには、飼料用トウモロコシの播種を4月上旬～5月中旬、イアコーンの収穫および残渣のすき込みを9月上旬までに実施することが望ましい。

また本試験では、同一ほ場で飼料用トウモロコシを3年間作付けし、イアコーン収穫後残渣をすき込み土壌の物理性および化学性の変化を調査したが、「イアコーン-冬作露地野菜」の体系が定着した場合を考え、さらなる長期連用による土壌の変遷について引き続き検討する予定である。併せて、イアコーン収穫には機体重量約5.3tの汎用型飼料収穫機を使用するため、この収穫機が通過することによる土壌硬度の変遷も確認しておく必要がある。

摘 要

水田転換畑において、夏季の飼料用トウモロコシ作付けおよびイアコーン収穫後残渣のすき込み処理が土壌の物理性および化学性に及ぼす影響について調査した。

1. 貫入式土壌硬度計による測定値は、地表から20cmまでの作土層はロータリー耕耘の影響で各区に差は見られなかった。25cm以深ではイアコーン区の土壌硬度は、緑肥無作付け区に比べて大きく低下し、33cm以深ではソルガム区と比べても低かった。
2. ブロッコリー収穫後におけるイアコーン区の作土層の孔隙率は、処理2年目以降から有意に高くなった。
3. イアコーン収穫後残渣およびソルガムすき込みにより、作土の炭素含量は増加した。
4. 飼料用トウモロコシの後作にイアコーン収穫後残渣をすき込んだうえでブロッコリーを栽培したところ、残渣すき込みによる生育阻害は確認されなかった。ただし、すき込みから後作定植までには8週間程度の分解期間が必要なことが、耕耘回数を増やすことが望ましいと考えられた。

謝 辞

本研究の実施に当たり、飼料用トウモロコシの播種・収穫等、また成果の取りまとめにおいて農研機構農業技術革新工学研究センターおよび徳島県立農林水産総合技術支援センター畜産研究課の皆様に御協力いただきました。深く感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 橋爪健(2014):緑肥作物とことん活用読本. 農文協: 14-16.
- 2) 板倉寿太郎・中村好男(1993):土中に埋設した桑枝条の分解に関与する中型土壤動物ーガラス繊維ろ紙法とリターバック法による比較ー. 土肥誌, 64(1): 74~76.
- 3) JA全農肥料農薬部編(2016):だれにでもできる土の物理性診断と改良. 農文協:19.
- 4) 松家義克・梯美仁・小川仁(2000):徳島県におけるこの20年間の農耕地土壌の実態と変化. 徳島農試研報, 36:23~36.
- 5) 農林水産省統計部(2020):令和元年産飼料作物の作付(栽培)面積及び収穫量, えん麦(緑肥用)の作付面積. 農林水産省 HP.
https://www.aff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kome/index.html#y12
- 6) 大下友子(2015):イアコーンサイレージの調製・利用技術ートウモロコシの新たな利用方法を考えるー. 牧草と園芸, 63(1). 16~20.
- 7) 家壽多正樹・八槇敦・戸辺学・安西徹郎(2001):黒ボク土畑における有機物および改良資材の連用が作物収量および土壌に及ぼす影響. 千葉農試研報, 42: 43~53.
- 8) 財団法人日本土壌協会編(2001):土壌機能モニタリング調査のための土壌, 水質及び植物体分析法. 1~184.