

有機栽培圃場の土壌生物性の実態

技術のポイント

- 1 有機栽培転換後3～4年目の圃場は、慣行栽培圃場と比較し土壌からの抽出DNA量^{注1)}は多くなるが、糸状菌及び細菌の種数に差は認められない。
ただし、慣行栽培と有機栽培圃場では、各々優占して生存する糸状菌や細菌種の種類に特徴がある（県農業開発総合センターでの圃場試験）。
- 2 県内の野菜の有機栽培圃場の多くがpHと塩基飽和度の県の土壌診断基準を上回っているが、基準内の圃場は基準を上回る圃場に比べ糸状菌や細菌の種数は多い傾向がみられ、土壌生物性のバランスを適正に維持する観点からも土壌診断に基づく適正な施肥管理が重要である（県内の野菜の有機栽培圃場の実態調査）。

注1) 土壌からの抽出DNA量：培養によらず、土壌から直接抽出したDNA量は土壌中に生息する微生物量の指標となる。

◎ はじめに

有機農業の生産現場では、地力向上のために有機物の積極的な投入が行われているが、有機農産物の生産安定を図るには、土壌化学性と土壌生物性のバランスを適正に維持することが重要とされている。これまで土壌生物性に関する微生物の実態解明は困難であったが、近年のDNA解析技術の進歩にともない、土壌から直接抽出したDNAの解析により土壌に生息する微生物種等を推定することが可能となっている。

そこで、有機栽培における土壌管理の目安とするため、県農業開発総合センターの圃場試験や県内の野菜の有機栽培圃場の土壌化学性と土壌生物性の実態について紹介する。

1 県農業開発総合センターでの圃場試験

(1) 土壌からの抽出DNA量

有機栽培と慣行栽培を継続した圃場において、試験開始3～4年目の5作目から8作目までの栽培後の跡地土壌から抽出DNA量^{注2)}を調査した結果、有機栽培、慣行栽培、無作付圃場の順に多く、土壌バイオマスの指標であるATP^{注3)}と正の相関がある(図1)。

これは、有機栽培圃場では毎作、牛ふん堆肥2,000kg/10aと鶏ふん堆肥500kg/10a、さらに秋冬作は油かす200kg/10aの有機物を投入しており、慣行栽培圃場の毎作牛ふん堆肥1,000kg/10aと比べ、有機物の投入量が多いことが要因であると推察される。

注2) 土壌バイオマス：土壌中に生息する動物及び微生物の総量であり、土壌生物性を把握する上で重要な指標になる。

注3) ATP（アデノシン5'-三リン酸）：生きている細胞でのみ生産される物質であり、ルシフェリンルシフェラーゼ反応による生物発光を利用して定量する土壌バイオマスの指標として用いられる。

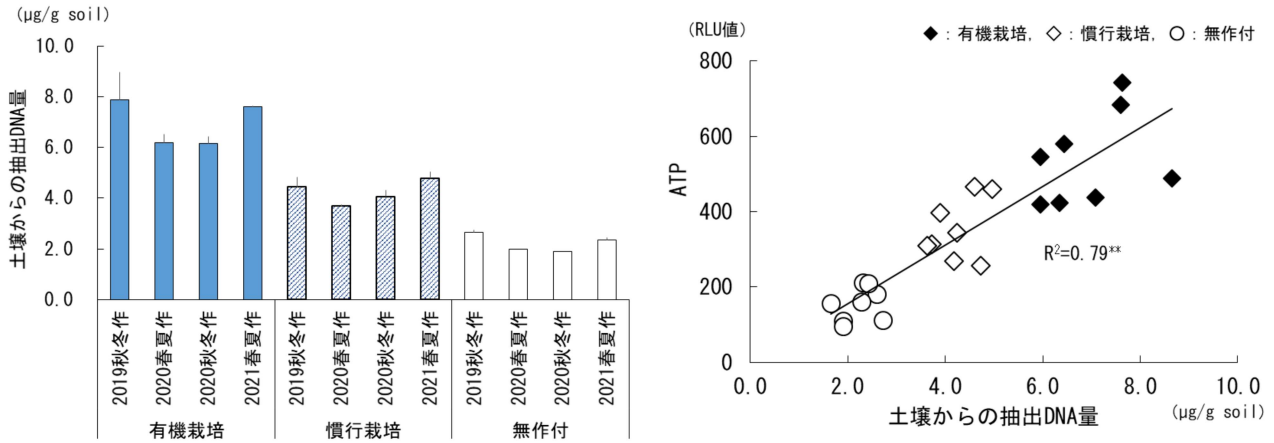


図1 有機栽培，慣行栽培，無作付圃場における土壌からの抽出DNA量の推移（左）とATPとの関係（右）

土壌からの抽出DNA量は，土壌化学性のうち地力を示す指標である可給態窒素や全炭素とも正の相関がみられ，土壌バイオマスと同様，地力にも大きく関わっていると推察される（図2）。

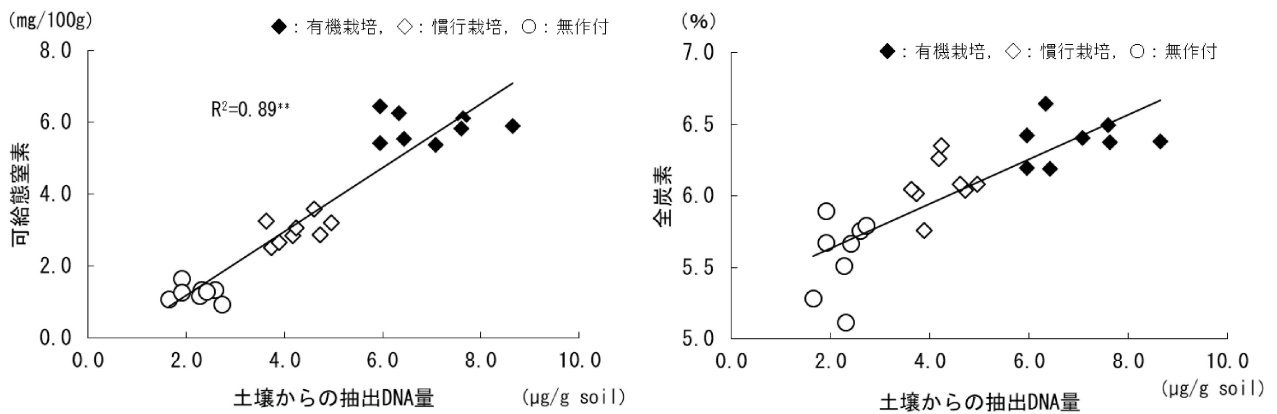


図2 土壌からの抽出DNA量と可給態窒素との関係（左）と全炭素との関係（右）

(2) 糸状菌及び細菌の種数

糸状菌及び細菌の種数は，作付回数や作付時期により変動するが，有機栽培，慣行栽培，無作付圃場における差は認められない（図3）。

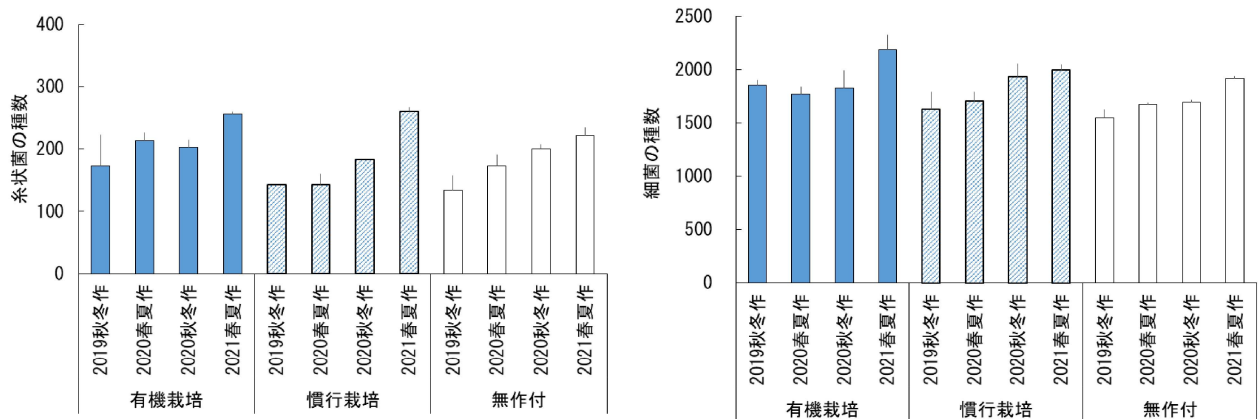


図3 有機栽培，慣行栽培，無作付圃場における糸状菌及び細菌の種数の推移

(3) 糸状菌及び細菌の群集構造

有機栽培と慣行栽培圃場では糸状菌や細菌の全体の種数では差はないが，統計的手法では有機栽培，慣行栽培，無作付圃場ごとにグループ分けをすることができ，各圃場ごとに優占して生息する糸状菌や細菌の種に特徴があることが推察される（図4）。

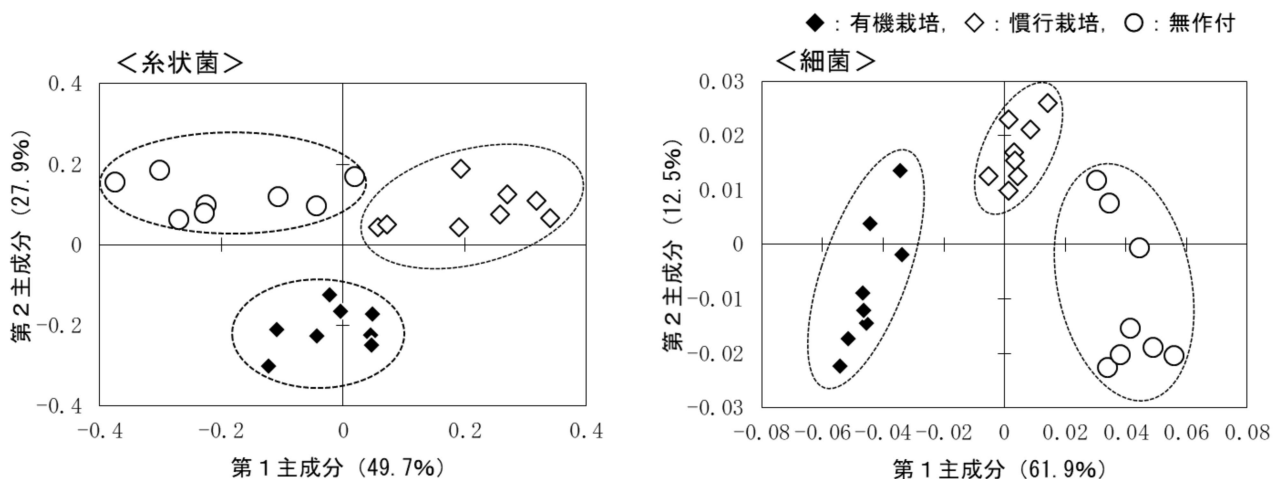


図4 有機栽培，慣行栽培，無作付圃場で生息する微生物種のグループ分け
(左) 糸状菌，(右) 細菌

例えば，有機栽培圃場において慣行栽培圃場より生息割合が増加する糸状菌属・種は，アンモニア菌の *Ascobolus* 属や腐生菌で土壌中のリン酸量に反応する種の報告がある *Cunninghamella* 属など，子囊菌門 (Ascomycota) の4属・種とケカビ亜門 (Mucoromycota) の1属があり，細菌属・種では， β -アミラーゼを産生する *Bacillus flexus* や多様な植物に広く共生し生育促進効果を示す根粒菌が属する *Rhizobium* 属など22属・種がある（表1，2）。

しかし，このような有機栽培圃場で生息割合が増加する糸状菌や細菌種がどのような役割を担っているかについては，解析手法を含めたさらなる研究の進展が必要である。

表1 有機栽培圃場で慣行栽培圃場より生息割合が増加する糸状菌属・種

門 (phylum)	綱 (class)	目 (order)	科 (family)	属 (genus)	種 (species)	生息割合 (%)	
						慣行	有機
Ascomycota	Sordariomycetes	Sordariales	Sordariaceae	<i>Neurospora</i>	<i>intermedia</i>	0.000	1.763
	Pezizomycetes	Pezizales	Pyronemataceae	<i>Cheilymenia</i>	<i>theleboloides</i>	0.000	3.688
			Ascobolaceae	<i>Ascobolus</i>		0.182	3.436
	Sordariomycetes	Sordariales	Lasiochaetaceae	<i>Cladorrhinum</i>	<i>flexuosum</i>	0.121	1.363
Mucoromycota	Mucoromycetes	Mucorales	Cunninghamellaceae	<i>Cunninghamella</i>		0.005	1.697

表2 有機栽培圃場で慣行栽培圃場より生息割合が増加する細菌属・種

門 (phylum)	綱 (class)	目 (order)	科 (family)	属 (genus)	種 (species)	生息割合 (%)				
						慣行	有機			
Actinobacteria	Actinobacteria	Actinomycetales	Intrasporangiaceae	<i>Oryzihumus</i>	<i>leptocrescens</i>	0.109	0.208			
				<i>Terracoccus</i>		0.118	0.210			
			Micromonosporaceae	<i>Catellatospora</i>		0.004	0.039			
			Mycobacteriaceae	<i>Mycobacterium</i>		0.140	0.224			
			Nocardioideaceae	<i>Nocardioides</i>		0.000	0.034			
		Streptosporangiaceae	<i>Nonomuraea</i>		0.000	0.028				
Bacteroidetes	Flavobacteriia	Flavobacteriales	Flavobacteriaceae	<i>Flavobacterium</i>		0.001	0.029			
Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	<i>flexus</i>	0.143	0.279			
Gemmatimonadetes	Gemmatimonadetes	Gemmatimonadales	Gemmatimonadaceae	<i>Gemmatimonas</i>		0.002	0.017			
Nitrospirae	Nitrospira	Nitrospirales	Nitrospiraceae	<i>Nitrospira</i>		0.544	1.092			
Planctomycetes	Planctomycetia	Pirellulales	Pirellulaceae	<i>A17</i>		0.106	0.216			
				Bradyrhizobiaceae	<i>Balneimonas</i>		0.011	0.312		
					<i>Hyphomicrobium</i>		0.022	0.172		
					<i>Hyphomicrobium</i>		0.266	0.325		
				Alphaproteobacteria	Rhizobiales	Hyphomicrobiaceae	<i>Pedomicrobium</i>		0.190	0.402
							<i>Rhodoplanes</i>		3.017	4.046
							<i>Rhizobium</i>		0.010	0.100
Proteobacteria	Betaproteobacteria	Burkholderiales	Alcaligenaceae	<i>Achromobacter</i>		0.000	0.014			
			Oxalobacteraceae	<i>Cupriavidus</i>		0.013	0.133			
			Sinobacteraceae	<i>Steroidobacter</i>		0.077	0.148			
	Gammaproteobacteria	Xanthomonadales	Xanthomonadaceae	<i>Thermomonas</i>		0.002	0.042			
Verrucomicrobia	[Spartobacteria]	[Chthoniobacterales]	[Chthoniobacteraceae]	<i>Ellin506</i>		0.003	0.017			

2 県内の野菜の有機栽培圃場の実態調査

(1) 慣行栽培圃場との比較

県内の野菜の慣行栽培10圃場と有機栽培53圃場の土壌生物性の実態調査を行ったところ、圃場間の糸状菌及び細菌の種数、多様性指標^{注4)}に差は認められない(図6)。

注4) 多様性指標：Shannonの多様性指標である。生存する種間の均等性の指標であり、数値が高いほど、各生物種が均等に存在していることを示し、値が低い場合は、優占種が存在していて、生物種の生存割合が均等でないことを示す。

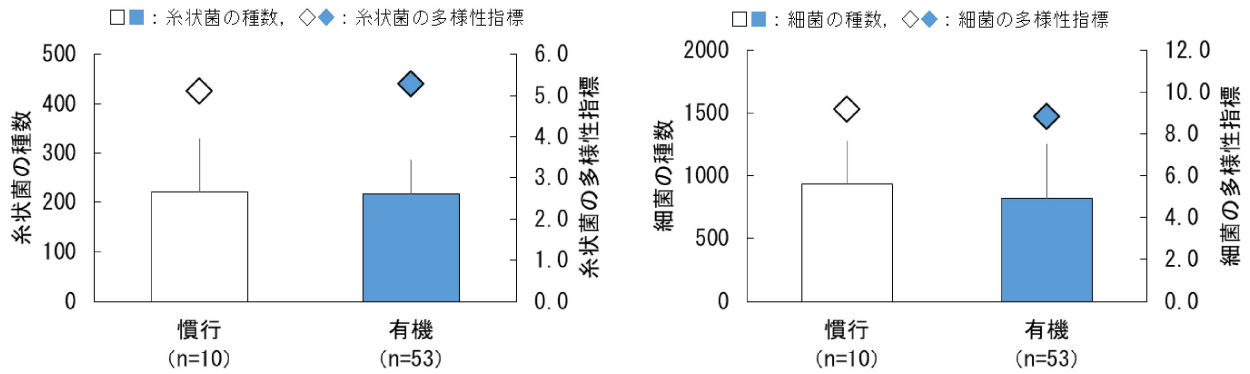


図6 野菜の慣行栽培と有機栽培圃場の土壌生物性の比較

(2) 土壌化学性と土壌生物性との関係

野菜の有機栽培53圃場における土壌化学性と土壌生物性の関係について、pHは細菌の種数及び多様性指標と、塩基飽和度は糸状菌及び細菌の種数、多様性指標と負の相関がある(表3)。

表3 野菜の有機栽培圃場における土壌化学性と土壌生物性の相関

土壌生物性 \ 土壌化学性	pH (H ₂ O)	全炭素	全窒素	可給態窒素	可給態リン酸	塩基飽和度
糸状菌の種数	-0.25	-0.25	-0.14	0.11	-0.22	-0.58 **
糸状菌の多様性指標	0.22	-0.04	0.02	0.12	-0.30 *	-0.25
細菌の種数	-0.35 *	-0.03	-0.12	-0.12	-0.17	-0.30 *
細菌の多様性指標	-0.29 *	-0.06	-0.14	0.02	-0.15	-0.35 **

注) **は1%水準で有意差あり, *は5%水準で有意差あり

また、県内の野菜の有機栽培圃場の多くが、pHや塩基飽和度で県の土壌診断基準 (pH (H₂O) 5.5~6.5, 塩基飽和度50~75%) を上回っているが、基準内の圃場は基準を上回る圃場に比べ糸状菌及び細菌の種数が多い(図7)。

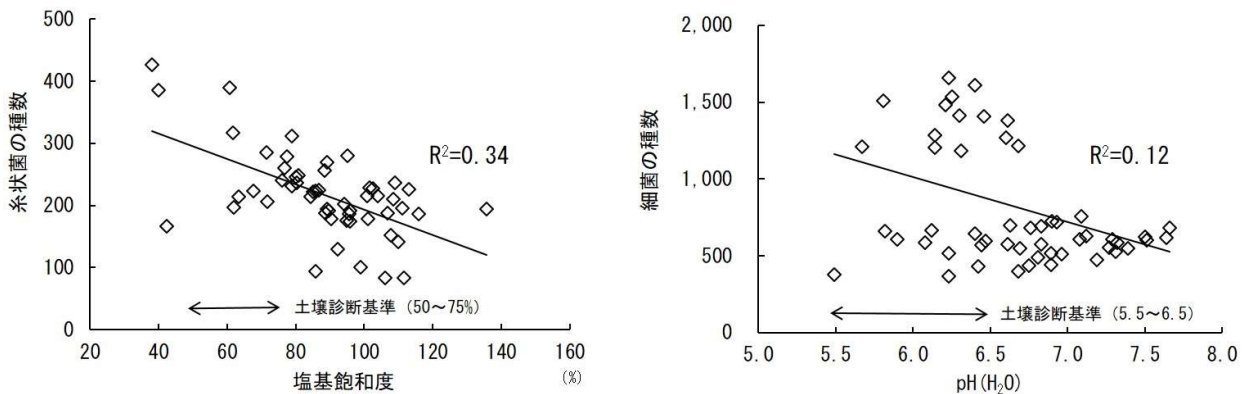


図7 野菜の有機栽培圃場における塩基飽和度と糸状菌の種数との関係(左)及びpHと細菌の種数との関係(右)

このことから、県内の野菜の有機栽培圃場の多くが有機物の過剰な投入等によりpHや塩基飽和度の土壌診断基準を上回っているが、有機農産物の生産安定だけではなく土壌生物性のバランスを適正に維持する観点からも、土壌診断に基づく有機物の投入量や種類を考慮した適正な施肥管理が重要である。