



有機農業の栽培マニュアル

実践現場における事例と研究成果

暖地の水田二毛作体系、ハウレンソウの施設栽培体系
および高冷地露地レタス栽培体系の研究成果に基づく
安定栽培技術をわかりやすく紹介します。
また、有機育苗培土の病害抑制効果や
有機栽培土壌の生物的特性等の科学的な知見も解説します。



暖地における冬作の有機栽培 P4-9

ムギと野菜で高収益の

暖地二毛作を目指す（九州北部平坦地 水稲＋ムギ／野菜）

2020東京オリンピック・パラリンピックの開催を控え、有機農産物への注目が高まっています。水田を高度活用し、水稲の有機栽培の裏作として有機野菜を生産する技術開発は今の日本のニーズに合致しています。水稲裏作として、これまで主に生産されてきたものは麦ですが、雑草対策をはじめまだ難しい問題が残っていました。麦作(省力型)に対する野菜作(労働集約型)の導入割合は経営規模により異なりますが、麦作除



草機械化作業の改善は有機野菜作栽培体系確立のための、重要な技術的要因です。有機栽培小麦(粉)は潜在的需要が高く、実需者からは生産力アップが期待されています。温暖地では冬作でこそ、品質が高い野菜の安定供給が可能です。直売を意識した多品目で高い収益を上げる暖地二毛作技術を提示します。

有機実践農家に学ぶレタスの有機栽培 P10-15

基本技術で露地野菜作の安定生産を目指す（甲信越高冷地 露地レタス）



有機農業は近代の資材多投型慣行農業のアンチテーゼとして着目されていますが、安定経営に関する懸念は必ずしも払拭されてはいません。連作障害が深刻化した高冷地露地野菜産地の課題克服方法の一つが、有機農業生産技術です。これまで主に少量多品目が主体であった有機野菜生産を、高冷地の大規模野菜作で実践している生産者と協力することにより、

優良有機農家が持つノウハウを検証したところ、基本的な技術を組み合わせることで、高冷地レタスを安定生産できる技術体系を実証しました。経営としても安定した優良事例になりうること、生産者に作りやすく、消費者においしさを提供できる安定的な有機生産を可能にしたことは、新たなマーケット開拓と位置づけられます。

ハウレンソウの有機栽培 P16-21

生物的土壌消毒は防除と土づくりの複合技術（施設ハウレンソウ）



ハウス野菜の場合も、産地化の結果としての連作障害克服は大きな課題です。有機栽培の防除技術としては、まず太陽熱土壌消毒がありますが、より安定した効果を期待した高度な、そして完成度の高い技術がカラシナ等の植物を用いた土壌還元消毒(生物的土壌消毒)です。この土壌還元消毒技術は、有機物をすき込み土壌を還元化することが特徴であり、単なる防

除効果だけではなく、土づくり(土壌物理性改善効果)も期待できる複合技術と位置づけられます。単純な太陽熱土壌消毒法よりも技術的にやや煩雑ですが、野菜産地の生産者の栽培技術レベルを考慮すれば、技術導入の可能性は高いといえます。この技術の導入展開は、生産者の健康、経営の持続的安定性の向上にも寄与します。

病気に強い有機栽培育苗土とは…………… P22-23

有機栽培育苗土の微生物多様性と安定性

有機栽培育苗土を生物性の視点から整理することで、培土として利用する有機物の品質の重要性を明らかにしました。有機栽培育苗土の多くがイネもみ枯細菌病に対して発病抑制効果を示します。有機栽培育苗土から特徴的な微生物を単離するとともに、単離した菌の同病害に対する発病抑制効果を確認しました。調査事例によると、原材料、作り方、取り扱い方

が異なる場合でも、ほぼ同様の効果がありました。育苗土の生物的構造の違い(特徴)を示唆しているという視点から見ると、もみ枯れ細菌病抵抗性は育苗土の生物的指標と位置づけられます。育苗土に完熟有機物を利用することは、水稲作ばかりではなく、野菜作にも適用しうる情報です。

有機物連用による土づくりとは…………… P24-25

有機土壌の窒素供給特性

安定した有機土壌は、土づくりの結果、一般慣行土壌と土壌の生物性が異なるという、有機農業実践現場では常識とされる知見について、有機物分解過程とそれに関わる微生物を対象として検証しました。有機土壌と慣行土壌の違いを有機物(米ぬかなど)の無機化の視点から解析し、有機物分解に関係

する土壌微生物種の構成変化を分析することにより、「安定した有機土壌」という既存の言葉で丸め込んで説明するのではなく、有機物施用管理履歴により土壌の理化学性、そして生物性が変化することを紹介します。

リンゴの有機(無農薬)栽培は可能か?…………… P26-27

自然農法で栽培したリンゴ葉面微生物の特徴とは



試験研究機関における栽培実証試験から、自然農法の収穫がゼロとならないこと、果樹(リンゴ)の自然生産力を提示しました。また特徴的な葉面微生物が形成されることも明らかにし

ました。経営の持続性から評価した、農業者が取り組みやすい体系化技術として、有機JAS栽培技術も紹介します。

有機栽培に対する土壌生物の反応…………… P28-29

除草剤施用と果樹(リンゴ)園土壌動物の関係とは



有機農法と慣行農法のリンゴ園地土壌動物を比較調査しました。有機園地で土壌動物量が多くなるという既存の言葉で丸め込んで説明するのではなく、除草剤施用履歴の違いが食物

連鎖を介して反映される生物的指標として、土壌動物や線虫が有用であることを紹介します。

よくあるお問い合わせ…………… P30-33

農研機構におけるこれまでの有機農業研究…………… P34-35

農業・食品産業技術総合研究機構(農研機構)における有機農業に関わる研究プロジェクトの概要を紹介します。

有機農業・環境保全型農業に関するプロジェクト研究・技術情報…………… P35

このカラーパンフレットで紹介できなかった技術情報の参照先を紹介します。

暖地における冬作の有機栽培

暖地(九州北部)で冬作に小麦や露地野菜(タマネギ、レタス、ホウレンソウ、キャベツ、ブロッコリー)を有機栽培し、夏作に水稻を有機栽培する体系について紹介します。

暖地での二毛作体系(例)

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
小麦				△						○			
タマネギ		△				苗床 陽熱 消毒	○		□				
レタス									○	□			△
ホウレンソウ									○			△	
キャベツ									○	□			△
ブロッコリー		△							○	□			
水稻				○	□			△					

○…播種 □…移植・定植 △…収穫

小麦 めん用

湿害対策のため、水稻収穫後速やかに弾丸暗渠を入れ、排水に努めましょう。



栽培のポイント

- 排水対策…弾丸暗渠を2m間隔で入れます。(右下写真)
- 温湯種子消毒…風呂浸漬法または冷水温浸法により行います。
- 播種…12月上旬頃の晩播(雑草の発生を抑えます)。
- 雑草対策…水稻収穫後、土壌が乾燥したら速やかに耕起します。ただし、深耕すると逆効果になるので、3~5cmを目標に浅く耕します。／機械除草を行います(8,9ページ参照)。／土入れを適宜に行います。
- 赤かび病対策…イオウフロアブルを開花期とその2週間後に2回散布します。

「シロガネコムギ」の栽培時期と対策

	10月		11月		12月			1月			2月			3月			4月			5月			6月	
	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	
作業					播種			土入れ	麦踏み		土入れ	麦踏み*												→ 収穫
施肥			基肥					追肥①					追肥②											
雑草対策	浅耕		浅耕																					
赤かび病対策																			防除					

*麦踏みは茎立ち期の前までに終わります。

施用資材と施用量(例)

資材	基肥	追肥①(3葉期)	追肥②(幼穂形成期)
窒素施用量	高窒素鶏ふん (窒素濃度4%以上)	高窒素鶏ふん または菜種油かす	菜種油かす
窒素施用量	15~20kg/10a	10kg/10a	5kg/10a

資材の施用量は一例を示したものであり、実際は、土壌診断に基づき適正量を施用します。

弾丸暗渠

作土を乾きやすくするために、地中(20~30cm深)に横穴を掘り、根群域の過剰な水を排出します。



小麦 パン用

赤かび病に強い品種を選び、
高いタンパク含有率を得るための
肥培管理が求められます。



栽培のポイント

- 播種を行った後、分けつ期(1月上中旬)に鶏ふんを施用し、幼穂形成期(3月上旬)に菜種油かすを施用します。
- 雑草は播種前の複数回の浅耕と、コムギの葉齢が3.5葉期と6.5葉期を目安とした2回の機械除草で抑えます。
- 温湯種子消毒、赤かび病の防除は「めん用小麦」と同じです。

「せときらら」の栽培時期と対策

	10月			11月			12月			1月			2月			3月			4月			5月			6月			
	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上		
作業	→	石灰施用*	→	播種				麦踏み	→	土入れ			→	麦踏み	→	土入れ											→	収穫
施肥										追肥①									追肥②									
雑草対策	浅耕			浅耕						機械除草						機械除草												
赤かび病対策																												

レタス



寒害を防ぐため、トンネル被覆とべたがけをして栽培します。

栽培のポイント

- 育苗時(右写真)の追肥…播種20・30日後に100%魚由来液肥を窒素成分で250mg/トレイ施用します。



育苗

ベンチやパイプの上で床から離して育苗します。

「レイヤード」の栽培時期

作業	11月			12月			1月			2月			3月	
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中
作業	播種				定植									収穫
施肥				基肥										

高冷地露地栽培の情報は10~15ページ参照。

施用資材と施用量(例)

	資材名	施用量(/10a)	備考
①	完熟牛ふん堆肥	2000kg	
②	セルカ	100kg	石灰質肥料(量はpHに応じて増減、6.0~6.5)
③	発酵鶏ふん	200kg	N…1.9%、P…4.6%、K…4.1%
④	グリーンアニマル725	240kg	肉骨粉、菜種油かす等配合肥料(N…7%、P…2%、K…5%)

①、②を投入後、③、④を施用します。

資材の施用量は一例を示したものであり、実際は、土壌診断に基づき適正量を施用します。



本ぼ

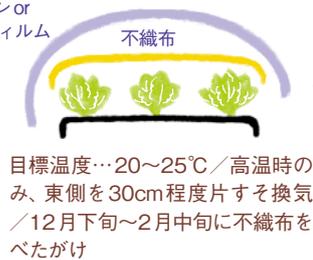
トンネル被覆を行います。

トンネル温度管理の方法

1 定植直後~10日間程度



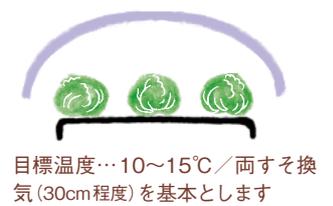
2 外葉形成期~結球開始期



3 結球開始期



4 結球完了期



ホウレンソウ



雑草と寒害を防ぐため、黒マルチとトンネル被覆をして栽培します。

栽培のポイント

- 雑草・寒害対策として、黒マルチ被覆とトンネル被覆を行います。



黒マルチ被覆(左)とトンネル被覆(右)

栽培時期

作業	11月			12月			1月			2月
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上
作業		播種								収穫
施肥	基肥									

施用資材と施用量(例)

	資材名	施用量(/10a)	備考
	完熟牛ふん堆肥	2000kg	
	セルカ	80kg	石灰質肥料(量はpHに応じて増減、6.5~7.0)
	グアノG	76kg	リン酸肥料
	グリーンアニマル725	214kg	肉骨粉、菜種油かす等配合肥料(N…7%、P…2%、K…5%)

品種と播種日と収穫時期(H26、27年の佐賀平坦のデータをもとに作成)

	11月			12月			1月			2月			3月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
「トラッド7」		播種													収穫
「プラトン」			播種												収穫
「ハンター」				播種											収穫

—…11月中旬播種 —…12月中旬播種

品種と播種時期の組み合わせで、連続した収穫も可能です。

施設栽培の情報は16~21ページ参照。

資材の施用量は一例を示したものであり、実際は、土壌診断に基づき適正量を施用します。

キャベツ／ブロッコリー

マルチ栽培のため追肥が難しいので、全量を基肥で表層と全層に半ずつ施用します。



栽培のポイント

- 育苗中の追肥…育苗中に葉色が淡くなったときに施用します。
- 定植前苗への追肥…定植2日前に施用します。
- 有機液肥の一例…シープロティン(N6%)を120倍にして1トレイあたり500mL施用します。
- 黒マルチ被覆します(雑草対策、右写真)。



黒マルチ被覆

「味春」(キャベツ)の栽培時期

	10月			11月			12月			1月			2月			3月			
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
作業	播種																		→ 収穫
施肥			基肥																

「晩緑100」(ブロッコリー)の栽培時期

	10月			11月			12月			1月			2月			3月			4月
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上
作業	播種																		→ 収穫
施肥			基肥																

施用資材と施用量(例)

	資材名	施用量(/10a)	備考
①	完熟牛ふん堆肥	2000kg	
②	セルカ	100kg	石灰質肥料 (量はpHに応じて増減、6.0~6.5)
③	グアノG	48kg	リン酸肥料
④	FTE1号	4kg	Mn、B、Fe、Zn、Mo、Cuが含まれます
⑤	グリーンアニマル725	357kg	肉骨粉、菜種油かす等配合肥料 表層・全層施肥を行います

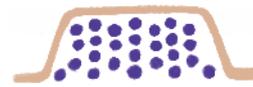
①、②を投入後、③、④、⑤を施用します。
資材の施用量は一例を示したものであり、実際は、土壌診断に基づき適正量を施用します。

基肥、追肥の施用法

基肥

表層・全層施肥

① 畝立て前の全層施肥

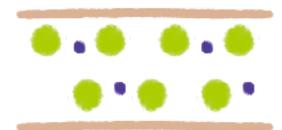


② 畝立て後の表層施肥



表層と全層に半量ずつを施用します。

(追肥)



● …キャベツ
● …追肥

2月に降に葉色が淡くなった場合、マルチに穴を開け、穴肥による追肥を行います。

水稲

トビイロウンカ対策や裏作の作業等を考慮し、早生の品種を選び6月下旬に移植しましょう。



栽培のポイント

- 温湯種子消毒(右下写真)…塩水選から1時間以内に行います。60℃で10分間浸漬し、直ちに冷水で冷やします。
- 播種量…湿粳120g/箱(約170ml/箱)→田植機のかきとりは多めに設定します。
- 移植…6月25日以降(トビイロウンカの被害軽減)
- 基肥…菜種油かす(前作なし…80kg/10a、有機小麦跡…0~25kg/10a、有機野菜跡…0kg/10a)
- 穂肥…なし(紋枯病被害軽減)
- 雑草対策…代かきの間隔を10日間あけます。雑草の発生状況に応じて、米ぬか150kg/10aの処理を行い、移植10、20、30日後に除草機を入れます。栽培期間中は、深水管理に努めます。
- 資材の施用量は一例を示したものであり、実際は、土壌診断に基づき適正量を施用します。

「夢しずく」(早生)の栽培時期と対策

	5月		6月		7月			8月			9月			10月
	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上
作業	播種			移植										→ 収穫
施肥			基肥											
雑草対策			荒代	植代米ぬか	除草機①	除草機②	除草機③							



種子の温湯消毒

冬作の経営評価

冬作の現地実証試験により、十分な収益性がある事がわかりました。定植を機械化すれば、さらに収益性は上がると見込まれます。

有機水稲跡冬作の実証ほにおける10a当たり経営試算

品目	小麦		タマネギ		レタス		キャベツ		ブロッコリー	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2014	2015	2014	2015
収量(kg)	276	260	3,660	5,444	2,143	3,197	3,069	3,300	1,236	801
売上(千円)	86*	85	202	424	295	421	378	389	571	525
労働時間(時間)	7.7	8.9	302	177	322	380	267	222	189	192
農業所得(千円)	51	41	38	252	124	237	252	264	422	382

*補助金含まず

農家の声

小麦



分けつ期(1月上中旬)に鶏ふんを1回で全量施用しても収量は有機慣行と差が無かった。

鶏ふんは分けつ期(1月上中旬)に全量施用することで播種作業が早くなる。

タマネギ/レタス



計画出荷が難しかった。有機農産物として広告してもらったら、価格が高くなった。販売店を確保することが大切だ。

キャベツ/ブロッコリー



定植時期に雨が多いと作業が立て込むのが問題。定植と収穫以外にほとんど手が要らない点がいい。

有機麦作の雑草防除

有機麦作の雑草防除はレーキ式除草機の2回処理が効果的です。

播種後に発生する雑草を防除するには、機械除草で物理的に除去するしかありません。

やみくもにやっても効果は半減。生物的指標である「麦の葉齢」を目安に効果的に雑草を防除しましょう。

●レーキ式除草機を使用

キュウホー社の狭畦栽培用除草機(下の写真)は、レーキで雑草を引っかけて除去していきます。牽引式なので効率的に作業ができます(およそ50a/時間)。



トラクタや乗用管理機に装着します。4条~8条用があり(写真は4条用)、条間は30cm以上必要です。



レーキが雑草を引っかけて除去します。

●除草時期の目安

機械除草を実施する時期の目安は、暦日(日付)ではなく、生物的指標である「麦の葉齢」を基準にすると安定した高い効果が得られます。麦の3.5葉期(3~4葉期)と6.5葉期(6~7葉期)の2回実施すると安定した除草効果が得られます。

2回除草する場合の時期の目安

	11月	12月	1月	2月	3月
レーキ式除草機による機械除草	○ (11月中旬)	←1回目→ 麦3.5葉期(3~4葉期)		←2回目→ 麦6.5葉期(6~7葉期)	
		○ (11月下旬~12月上旬)	←1回目→ 麦3.5葉期(3~4葉期)	←2回目→ 麦6.5葉期(6~7葉期)	

○…麦播種時期

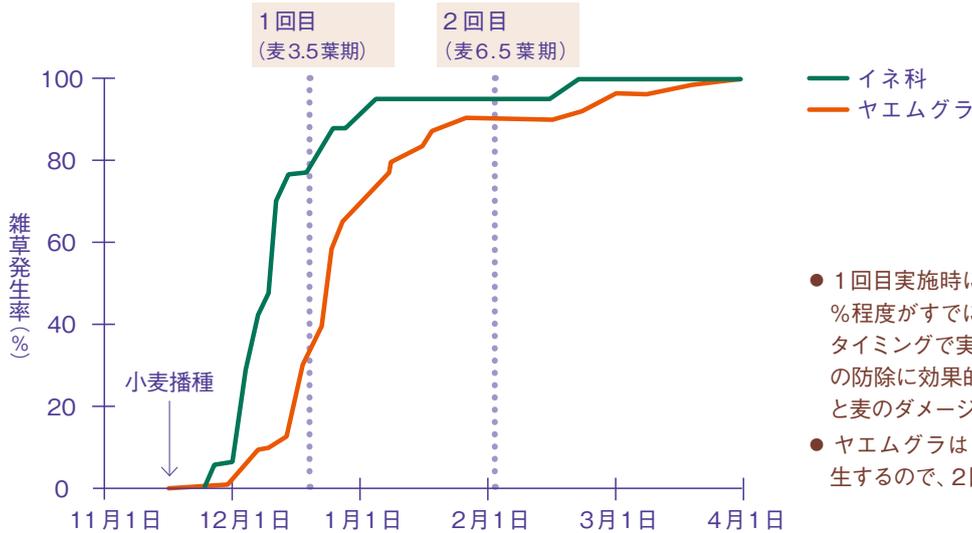


1回目(小麦3~4葉期)
イネ科雑草は2~3葉期ぐらい、広葉雑草は1葉が出始めぐらいです。



2回目(小麦6~7葉期)
条間には1回目以降に発生した雑草、株付近には1回目で除去できなかった雑草があります。

雑草の発生パターンと機械除草実施時期の一例



- 1回目実施時にはイネ科雑草は80%程度がすでに発生しています。このタイミングで実施するとイネ科雑草の防除に効果的です。これより早いと麦のダメージが大きくなります。
- ヤエムグラは1回目以降に多く発生するので、2回目が重要です。

● 除草効果の高い雑草

目安時期に実施すると、以下の主要問題雑草を効果的に除草できます。

1回目のタイミングが重要!

遅れるほど除草効果は低くなります



スズメノテッポウ
水田裏作の主要イネ科雑草。繁茂すると減収が大きくなります。



カズノコグサ
暖地の水田裏作で多い問題イネ科雑草。繁茂すると減収が大きくなります。

2回目の処理が重要!

1回だけでは除草できません



ヤエムグラ
代表的な広葉雑草。麦にからみついて倒伏させます。

留意点

西南暖地に位置する北部九州の試験成績をもとに作成しています。そのため、気象条件等の異なる他の地域では本マニュアルを適用できない場合があります。

参考文献…佐賀県生産振興部「有機栽培技術マニュアル第2版」(<http://www.pref.saga.lg.jp/kiji00343583/index.html>)

問い合わせ先…農研機構 九州沖縄農業研究センター産学連携室 (tel 096-242-7682)、佐賀県農業試験研究センター (tel 0952-45-8808)

有機実践農家に学ぶ

レタスの有機栽培

— べたがけ資材の活用で害虫を防ぐ



長野県の高冷地等でレタスの有機栽培をこれから行うに当たり、
優良有機実践農家の施肥・土壌管理、病虫害対策について検証しました。
ここでは、有機栽培実践のポイントについて紹介します。

レタス有機栽培を実践するための施肥と病虫害管理技術

		2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
レタス栽培の時期	春どり/初夏どり	○	#	□	○	□	△	△			★
	夏秋どり					○	#	○	□	□	△
ヨトウガ							● 発生時期				
				← 不織布展張 (べたがけ) →		← 不織布展張 (浮きがけ) →					
オオタバコガ							● 発生時期				
				← 不織布展張 (べたがけ) →		← 不織布展張 (浮きがけ) →					
すそ枯病					← 病害発生時期 → 多発ほ場では、輪作します						
細菌性病害 腐敗病 軟腐病 斑点細菌病					← 病害発生時期 → 耐病性品種の栽培						

○…播種 □…定植 △…収穫

★…堆肥散布 (牛ふん堆肥等) #…施肥 (定植前10日前後) ◆…微生物農薬の予防散布 (補完病害対策技術) ● BT 剤 (補完虫害対策技術)

暖地冬作露地栽培の情報は6ページ参照。

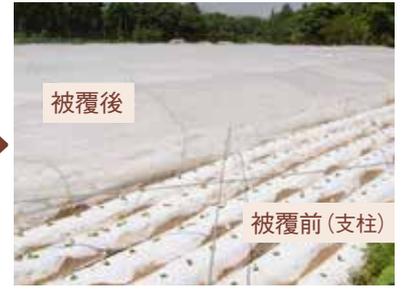
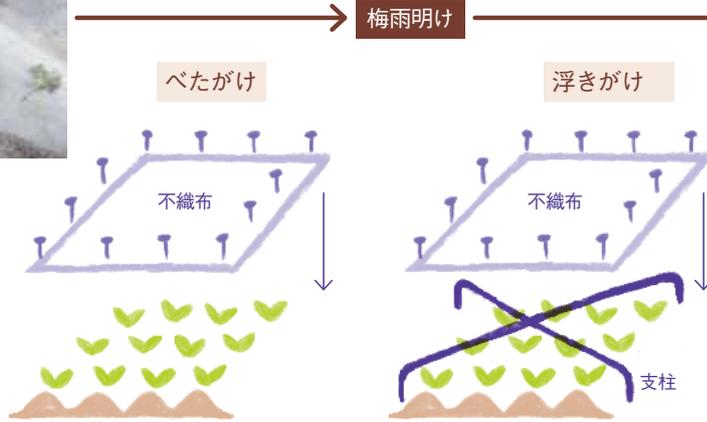


虫害対策のポイント

定植直後から収穫2週間前まで不織布を被覆して、チョウ目害虫による被害を回避しましょう。



不織布べたがけの様子



被覆後

被覆前(支柱)

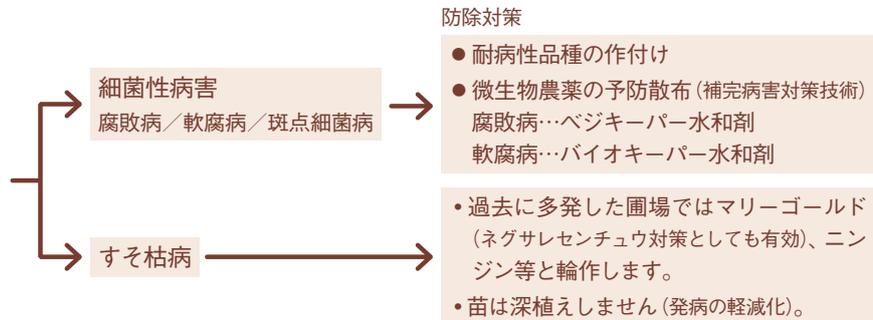
浮きがけにより高温障害(日焼け、品質低下等)を回避します。

不織布被覆除去後は、発生予察情報等に注意し、オオタバコガ等チョウ目害虫の発生が予想される場合は、予防的虫害対策としてBT剤を散布します。

病害対策のポイント

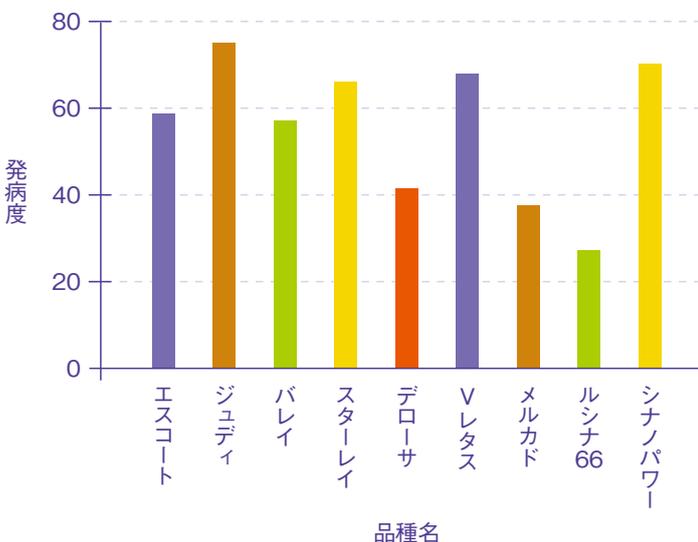
栽培期間中、圃場ごとにどんな病害の発生が多いかを把握しておき、次作での防除対策の指針を立てておきます。

栽培圃場で発生しやすい病害の把握



*灰色かび病、菌核病等の病害は結球後期に発生が増加するので適期収穫を心がけます。

レタス腐敗病に対する耐病性品種間差の試験例



腐敗病 発病指数

- 0: 発病を認めない
- 1: 外葉の一部のみに発病する
- 2: 大部分の外葉に発病する
- 3: 外葉だけでなく結球葉にまで発病する

$$\text{発病度} = \sum (\text{程度別発病株数} \times \text{発病指数}) \times 100 / (\text{調査株数} \times 3)$$

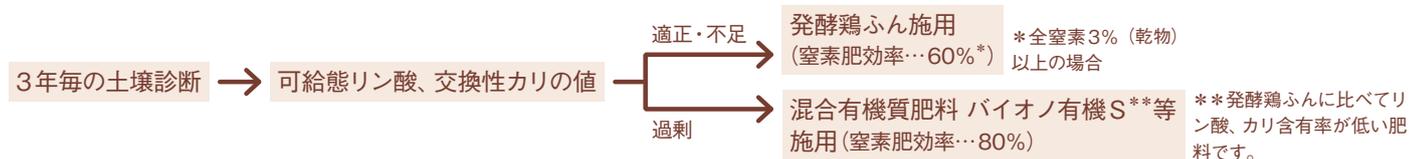


施肥、土壌管理のポイント

土壌中のリン酸やカリの量が過剰にならないように有機質肥料や堆肥の種類を選択しましょう。

1 有機質肥料の選択

土壌中のリン酸やカリの量を考慮して有機質肥料を選択します。



2 堆肥の種類や施用量の決定

連用により、リン酸、カリが過剰にならないように堆肥施用量を調整します。

完熟牛ふん堆肥等	毎年1~2t/10a
----------	------------

3 窒素施用量、品種の決定

有機栽培に向けた品種を選択し、その品種に合った窒素施用量を決定します。

	品種	窒素施用量
春どり栽培	スターレイ/シナノスター/Vレタス/パトリオット	10~12kg /10a
夏秋どり栽培	極早生シスコ/シナノホープ	15~19kg /10a

経営事例

今回調査させていただいた有機レタス栽培農家Aさんの経営について、経営分析を行いました。

優良有機レタス栽培農家Aさんの経営事例

区分	Aさん	慣例比(%)
野菜作付け延面積(a)	790	
内レタス栽培延面積(a)	190	
レタス反収(kg/10a)	3,400	85
平均単価(円/個)	200	147
粗収益(千円/10a)	686	126
生産費(千円/10a)	360	164
経営費(千円/10a)	495	114
労働時間(家族3名時/10a)	102	99
全経営雇用(延べ人)	1,400	
農業所得(千円/10a)	191	174
純収益(円/時)	1,873	159

- 生産費が慣行に比べ高いのは、不織布更新の値段が上乘せされるためです。
- 経営費が低いのは、契約栽培により手数料等の流通経費が不要のためです。
- 販売単価が高く維持されていることで、利益を確保しています。

*慣行は、長野県農業経営指標を引用しました。

*経営費=生産費+流通経費



実践農家及び実需者の声

有機栽培農家Aさんとその契約先担当者Bさんにお話を伺いました。

優良有機レタス栽培農家Aさんの声

- 栽培技術**
- 輪作と品種選定、被覆資材により病害虫の発生を軽減しています。
 - 被覆資材のトンネルがけは抽台しやすくなり、高温期の品種選定が難しいのですが、オオタバコガ防除に必要です。

- 農業経営**
- 契約栽培により単価を確保しています。
 - 2週間前の出荷数量指定数を確保することで、信用を得ることが出来ました。



レタスの有機栽培風景



収穫直前のレタス

実需契約先担当者Bさんの声

品質や数量確保では、大変な努力により長らく維持されており、Aさんの栽培技術の高さを実感しています。今後も末永く、よろしくをお願いします。

留意点

今回検証対象とした有機栽培圃場は、長野県塩尻市(標高750m、黒ボク土)にあり、高冷地～準高冷地での有機レタス栽培を想定して各種の試験を行っています。そのため、気象条件等の異なる他の地域では本マニュアルが適用できない場合があり、栽培地域の実情に合わせて病害虫対策、施肥・土壌管理等についてさらに検討を要する場合があります。

引用文献…清水時哉・桑澤久仁厚・佐藤強・山内智史・小木曾秀紀・藤永真史「高冷地有機栽培レタスにおける病害の発生動向とその対策」関東病虫研報64:41-46
問い合わせ先…長野県野菜花き試験場(0263-52-1148)



レタスの病害

病気の特徴を理解し、耕種的な防除に生かしましょう。

1 レタスすそ枯病はどんな病気？

レタスすそ枯病(病原菌…*Rhizoctonia solani* AG1-1B)は春～秋どり作型のやや気温の高い時期に発生しやすい病害です。この病気の特徴について紹介します。

主な発生時期

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
		基肥	← 発生時期 →								

症状



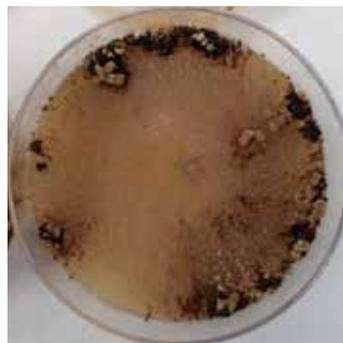
地面に接した葉が腐り、ひどい場合には株全体が枯死することもあります。

標徴



発病葉を持ち上げると、淡褐色、くもの巣状の菌糸が見られることがあります。

病原菌の菌叢



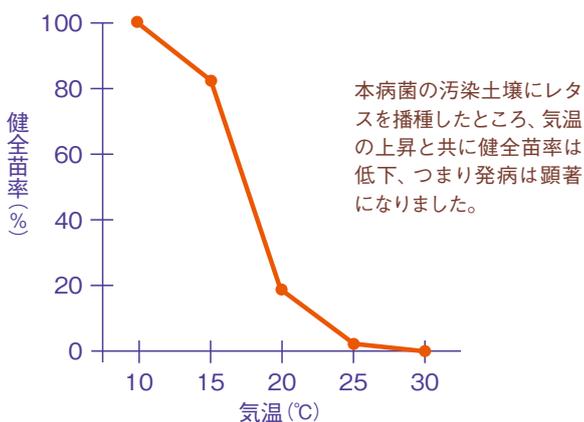
培地上では淡褐色の菌糸と菌核を形成します。

本病菌に対する作物間の感受性差異

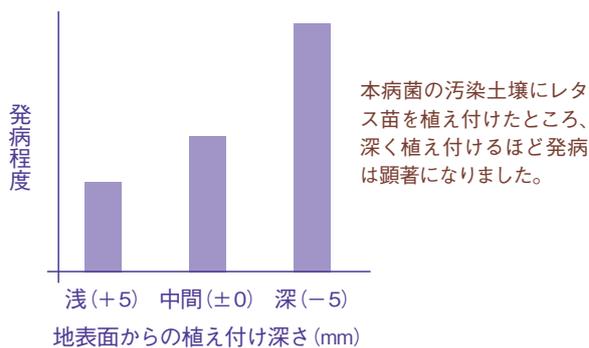
	感受性低い(発病しにくい)	感受性高い(発病しやすい)
苗定植	ネギ/トマト/ピーマン/シシトウ	レタス/アブラナ科作物/ナス
直播き	スイートコーン/エンバク/ネギ	コマツナ/ミズナ/緑肥用からしな/インゲン

本病菌の接種試験の結果より、感受性の高いものと低いものに分類しました。各作物の品種間では本病菌に対して反応の違う場合も考えられます。

気温と発病程度の関係



苗の植え付け深さと発病程度の関係



まとめ

本病菌はレタス類に対して比較的強い病原性を示し、発病した植物体上に菌核を形成して土中に長期間残存します。そのため、過去に本病の発生が多かった圃場では、輪作や植え付けを気温の低い時期に変更したり、苗の深植えを避けるなどの耕種的な対策により被害軽減が期待されます。



2 レタス立枯病はどんな病気？

茨城県の施設リーフレタス栽培で、*Pythium aphanidermatum*による立枯病の発生がはじめて確認されました。この病気の特徴について紹介します。

レタス類の栽培時期と立枯病の発生時期

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
		基肥						発生時期			
←栽培時期→					←栽培時期→						

症状



定植後間もなく茎地際部が褐色水浸状に腐敗し、株全体が萎凋・枯死します。

立枯症状と地下部の腐敗



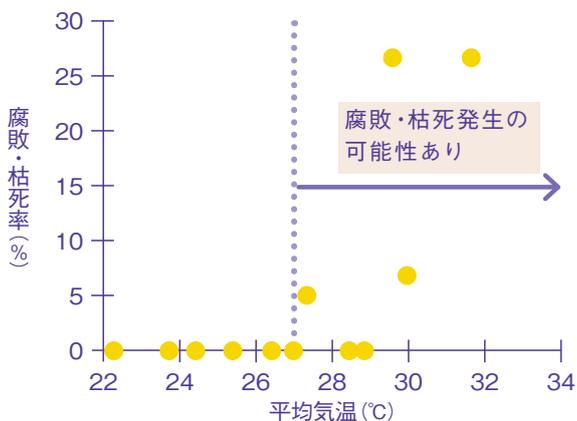
左…無接種、右…病原菌接種。地上部の生育が悪くなり、根が腐敗して根量が大幅に減少しました。

病原菌の菌叢



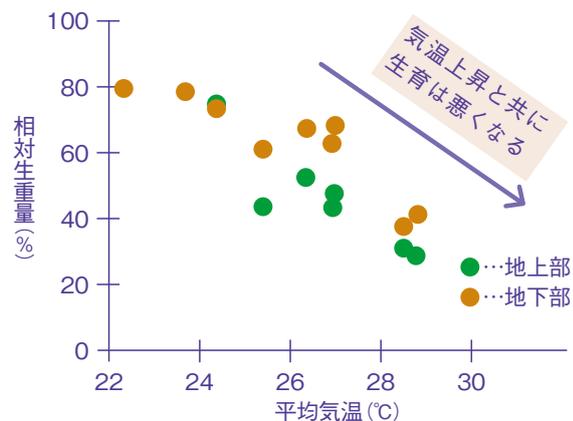
白色、綿毛状の糸状菌 (*P. aphanidermatum*)

腐敗・枯死症状の発生と気温の関係



地上部の腐敗・枯死症状は平均気温が27°Cを超える非常に高温条件で発生しました。

生育遅延と気温の関係



病原菌接種区では地上部が腐敗・枯死を起こさない場合でも、無接種区に対する相対生重量の低下、つまり生育遅延が認められ、その程度は気温の上昇と共に顕著になりました。

まとめ

*P. aphanidermatum*による立枯病はリーフレタスだけでなく、玉レタスにも病原性を有することが確認されています。本病の発生程度には気温が大きく影響しており、植え付けを気温の低い時期に変更したり、白黒マルチや遮光資材を用いることにより発生を軽減する効果が期待されます。

引用文献…山内智史・窪田昌春(2016) *Pythium aphanidermatum*によるレタス立枯病(病原追加)とその発生への気温の影響、関東東山病虫研報63:25-28
問い合わせ先…農研機構 中央農業研究センター (029-838-8481)



ホウレンソウの有機栽培

—アブラナ科すき込みによる土づくり(近畿中国地域)



抗菌成分を出すアブラナ科植物(栽培したカラシナまたは地域のダイコン産地から排出されるダイコン残渣)を利用した土壌還元消毒で、夏作ホウレンソウの萎凋病^{いちょうびょう}を防除します。また、土壌消毒するハウスでホウレンソウ栽培を1作休むと、春の繁忙期対策にも有効です。さらに、害虫のホウレンソウケナガコナダニに対する対策(後述)を組み合わせると、安定生産を図ります。

作付体系の例

カラシナやダイコン残渣のすき込みによる土壌消毒期間中は、他の作業に集中できます。

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
ホウレンソウ			△ ○		△	カラシナ栽培 ・すき込み	被覆	○	△	○	△	○	
			△	○		△	ダイコン残渣 ←すき込み・被覆→		○	△ ○		△ ○	
				←コナダニ対策→						←コナダニ対策→			
果菜類	春					△	—	△				○	
	夏					□	—	□	△	—	—	△	
水田				代かき 等		□				△			

○…播種 □…定植 △…収穫
暖地冬作露地栽培の情報は6ページ参照。

土壌還元消毒

土壌還元消毒は太陽熱消毒に似ていますが、有機物混和と灌水・被覆により土壌を還元状態(酸欠状態)にします。

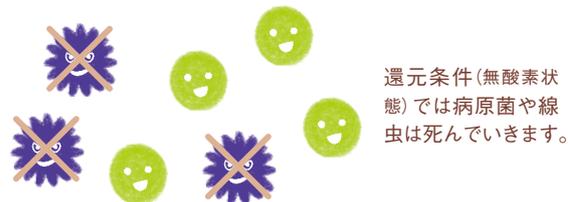
1 アブラナ科すき込みによる土壌還元消毒のしくみ

土の中にいる菌のうち、熱や還元状態(無酸素状態)・抗菌成分に弱い病原菌は減り、それらに強い菌は比較的残ります。

処理開始直後の様子



処理終了間際の様子



室内実験の結果

35℃、高水分条件でカラシナを混和・密閉した土壌でのホウレンソウ萎凋病菌の死滅状況(土壌を培養した結果)

無処理土壌



ホウレンソウ萎凋病菌(ピンク色のコロニー)が生存しています。

カラシナ混和土壌



ホウレンソウ萎凋病菌が死滅しています。

2 カラシナのすき込みによる土壌還元消毒

ハウス内でカラシナ (*Brassica juncea*) を1ヶ月半程度栽培し、すき込んだ後、ダブダブになるまで灌水して透明ビニルなどで土壌表面を被覆します。



1 カラシナ播種2週間後の様子



2 すき込み直前のカラシナの様子(ヒトの腰から肩くらいの高さ)



3 カラシナを細断後のロータリーによるすき込みの様子



4 ダブダブになるまで(圃場容量以上に)灌水



5 被覆中の様子(被覆資材は地面にしっかり貼り付くように)



6 ホウレンソウ播種

消毒後第1作目の結果

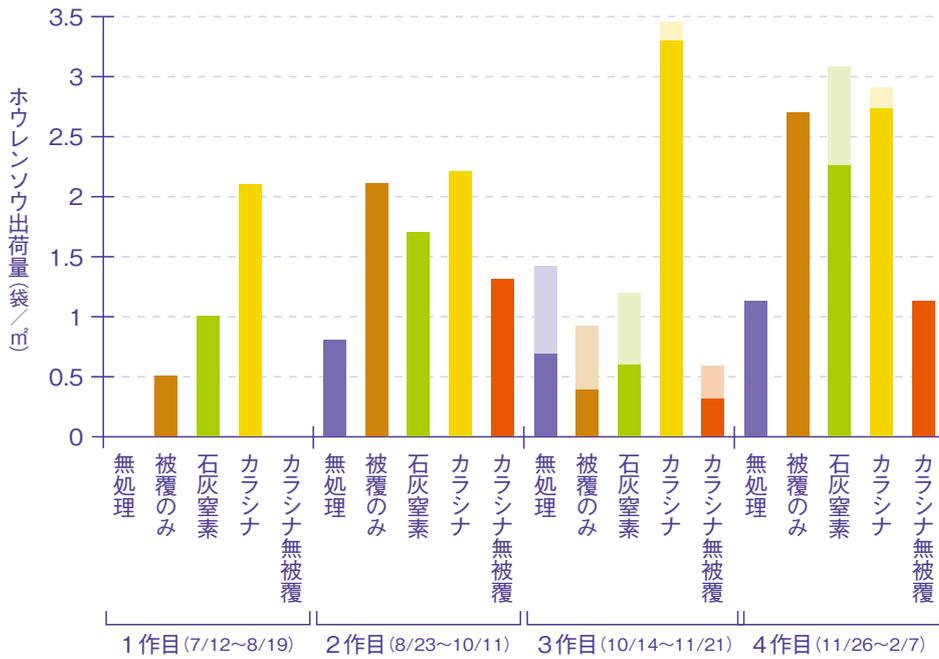


カラシナの茎葉を鋤き込んで多量に水をまき、透明フィルムで3週間被覆処理した区
ホウレンソウが元気に生育しています。



無処理区
ホウレンソウはほとんど枯れ、雑草のみ生育しています。

1㎡あたり出荷袋数の各処理比較（一例）



ホウレンソウ出荷量は、カラシナ区（カラシナをすき込み後、灌水・被覆した区）で安定して高い傾向でした。カラシナをすき込んでも、被覆をしないと効果がありません。

被覆のみ…何もすき込まずに灌水・被覆
石灰窒素…石灰窒素を混和後、灌水・被覆
カラシナ…カラシナをすき込み後、灌水・被覆
カラシナ無被覆…カラシナをすき込み後、灌水・無被覆

*1袋は標準で210g。1作目、2作目はLサイズのみ。3作目、4作目の色の薄いバーはMサイズ。

3 ダイコン残渣のすき込みによる土壌還元消毒

カラシナの代わりに、同じくアブラナ科のダイコンの残渣を利用する方法もあります。ダブダブになるまで灌水して透明ビニルなどで土壌表面を被覆します。

対策の時期



土壌還元消毒は、土の中の微生物の働きにより病原菌を殺菌するので、地温35℃ぐらいの時期に行いましょう。

作業手順

すき込みは、ロータリーを高速回転し、低速で進むとダイコンが細かくなり、分解しやすくなります。



ダイコン散布 (1.5~2t/a)



すき込み

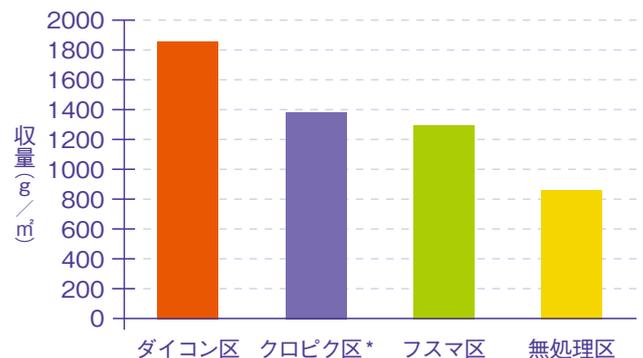
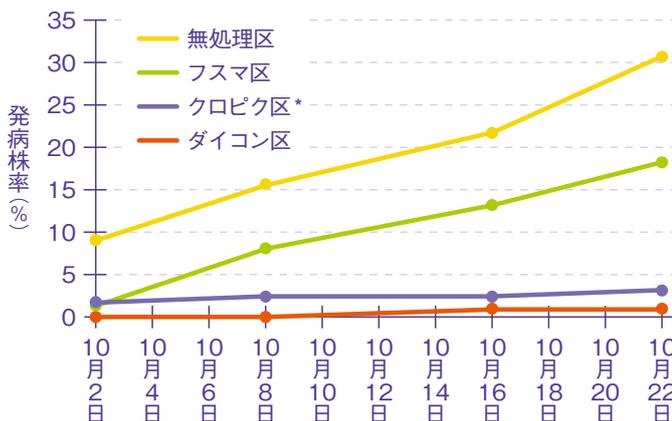


灌水 (100L/㎡)



被覆 (3週間)

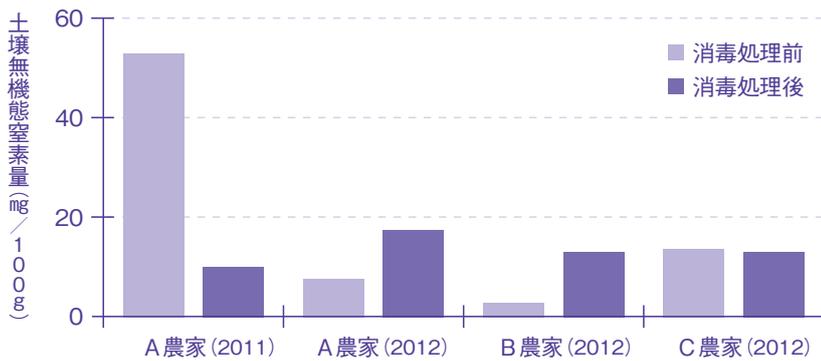
処理2作目までの萎凋病の発病及び収量



*クロピク区：クロロピクリン（土壌くん蒸剤）処理区



消毒処理前後の土壤無機態窒素量



実証農家の経営事例 (10a当たり、2作分)

	有機実証	慣行栽培
収量 (kg)	1,095	1,145
販売額 (千円)	874	894
労働時間 (時間)	322	272
消毒にかかる経費 (千円)	1*	40

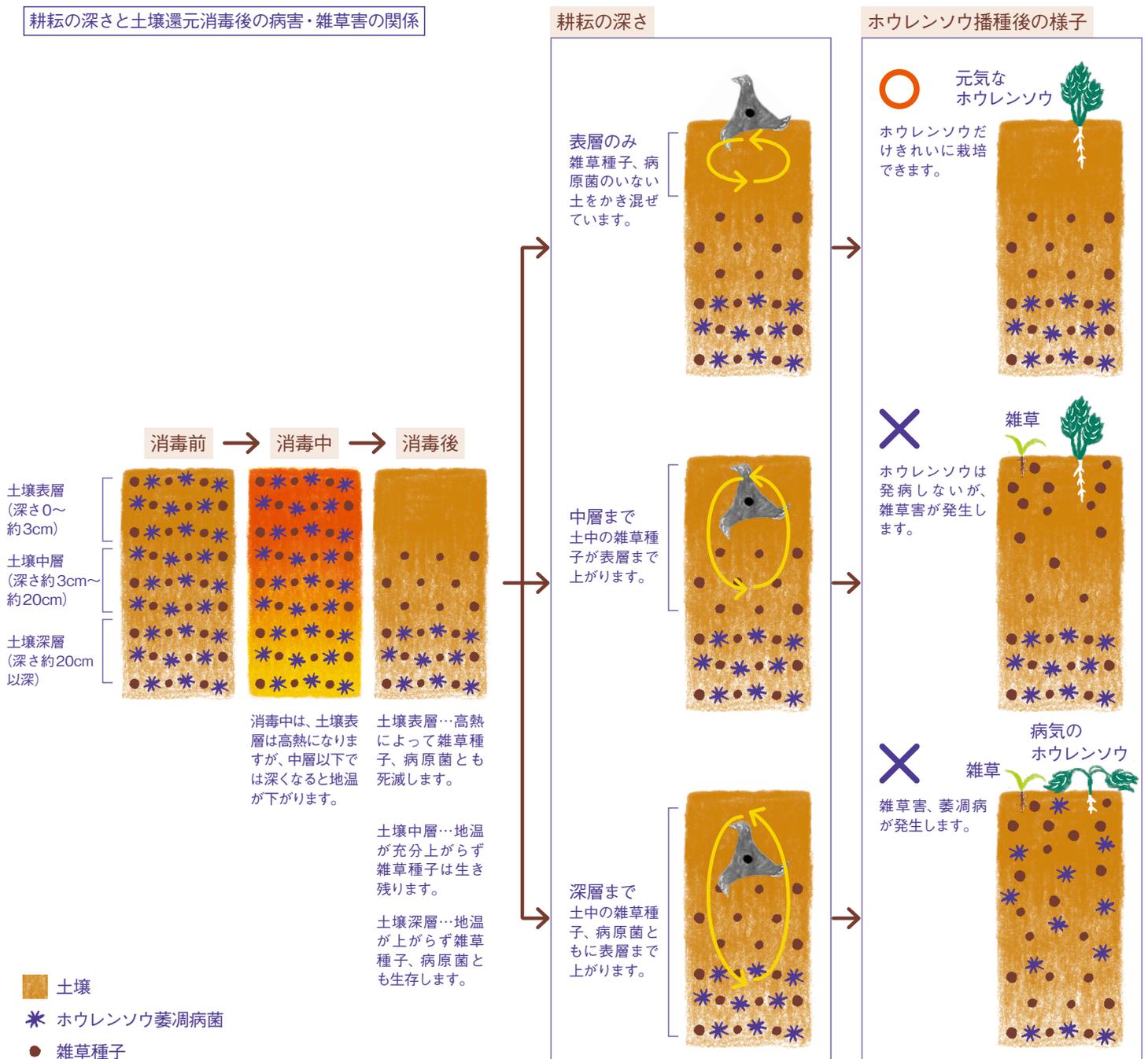
*マニユアスプレッタの燃料費。マニユアスプレッタを新たに購入する場合は減価償却費が加わり195となります。

処理後は、ハウレンソウ1~2作分の窒素成分になります。

4 土壤還元消毒終了後に土を耕耘する場合の注意点!

消毒後に土を耕耘する場合、土の中で生き残った病原菌や雑草種子を表層に出さないように土の表層だけ耕耘しましょう。

耕耘の深さと土壤還元消毒後の病害・雑草害の関係



春と秋に発生する

ハウレンソウケナガコナダニ対策

やっかいなコナダニは、増殖源である藻類を制御して、増やさないための対策をします。

対策の時期

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
					←消毒→						
	←コナダニ対策→							←コナダニ対策→			

1 ハウレンソウケナガコナダニ（以下コナダニ）の特徴

- 小さいため(0.4mm程度)発生確認が困難です。
- 土壌くん蒸の実施後も、春秋には急激に増殖します。

→ ハウレンソウの収量減少

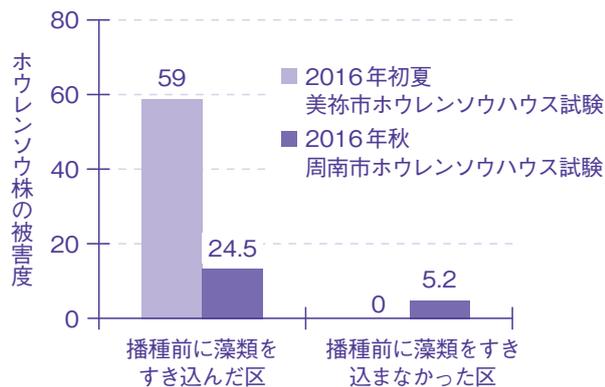
2 新たにわかった生態

- 1 施設土壌に発生する藻類がコナダニの餌となります。
- 2 播種前に藻類をすき込むとコナダニ被害が多発します。
- 3 播種後は施設の端からコナダニ密度が高くなります。

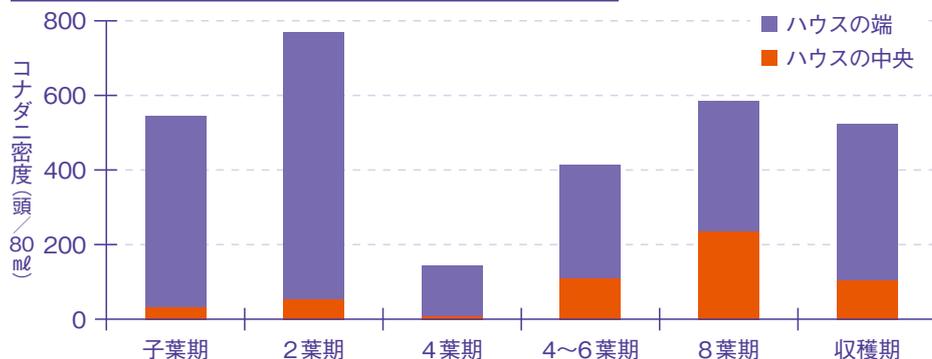
1 藻類で増殖するコナダニ



2 藻類のすき込みの有無による被害差



3 ハウス端とハウス中央におけるコナダニ密度の推移



農家の声

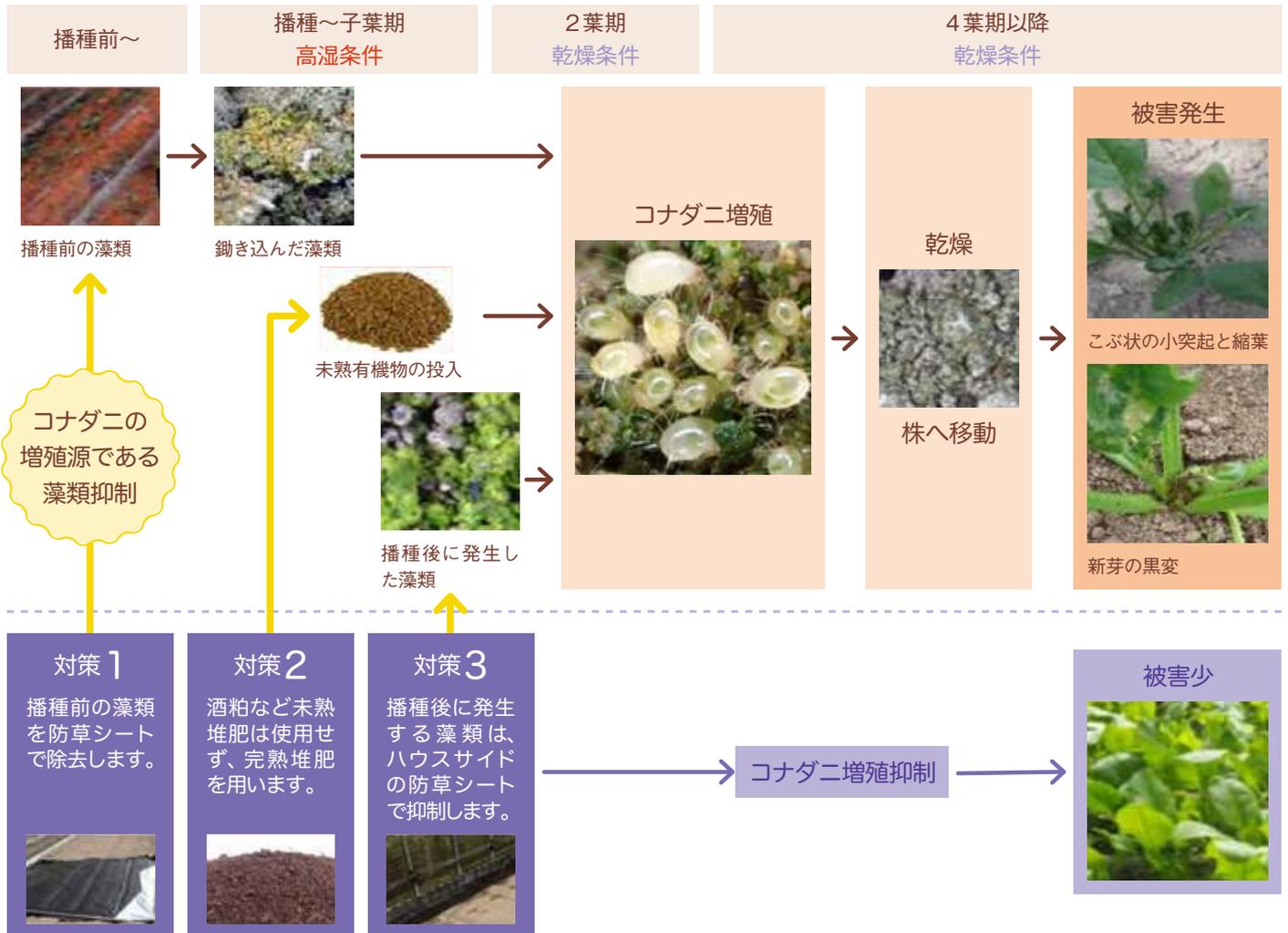
コナダニが多発すると出荷量が激減します。藻類がコナダニの餌だったとは知りませんでした。今後は藻類の発生に注意しようと思います。



3 有機農業に対応した新たな防除対策

コナダニの増殖源となる藻類を、播種前と播種後に防草シート等で抑制してコナダニの発生を少なくします。

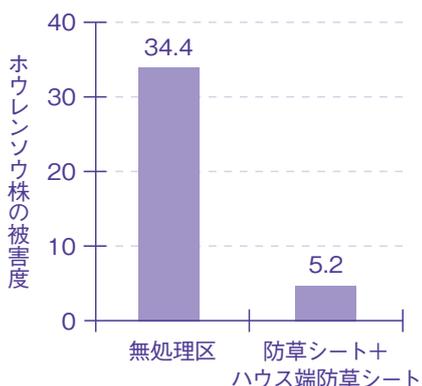
各時期の対策とターゲット



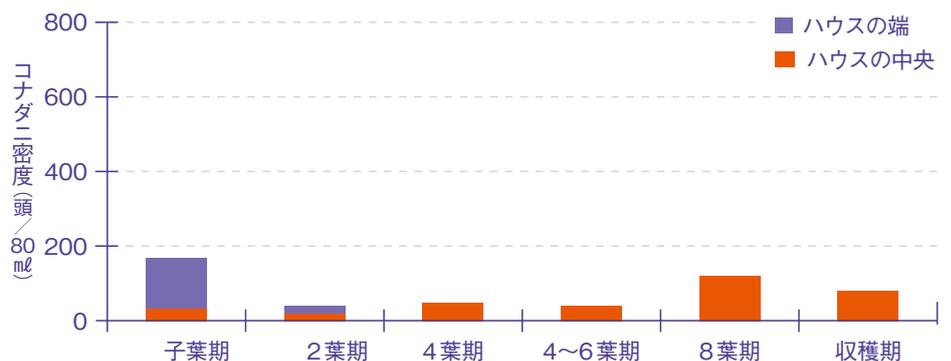
対策1 防草シート被覆の作業手順（播種前）

- 1 収穫後に耕耘せずに30分程度灌水します。
- 2 1日後に防草シートで土壌全面を覆います。
- 3 ハウスサイドを閉めて多湿条件とします。
- 4 1週間後にハウスサイドを開け、防草シートを除去します。
- 5 耕耘した後に、播種します。

対策1、2、3を実施した場合の防除効果



対策1、2、3を実施した場合のハウス端と中におけるコナダニ密度の推移 (20ページの無対策のハウスと見比べてください)



病気に強い有機栽培育苗土とは

——有機農業では、なぜ農薬を使わずに農作物を栽培できるのか？

科学的には、まだまだ不明な点が多い有機農業の病害抑制機能について、イネの育苗培土に含まれる微生物の機能に着目して研究した結果を紹介します。

慣行農業



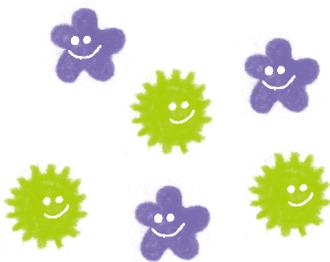
慣行栽培育苗土

- 土壌理化学性は最適
- 熱処理などにより微生物は貧弱



慣行栽培育苗土の微生物集団

- 微生物多様性…低
- 微生物相の安定性…低



病害抑制効果なし

有機農業



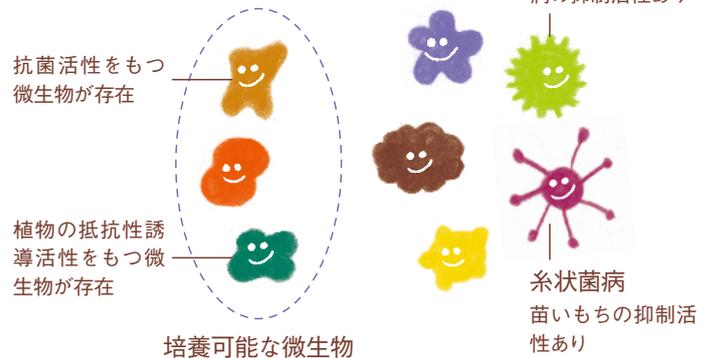
有機栽培育苗土

- 土壌理化学性は多様
- 微生物は豊富



有機栽培育苗土の微生物集団

- 微生物多様性…高
- 微生物相の安定性…高

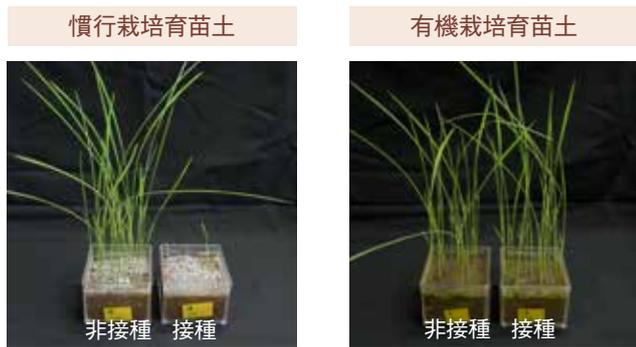


培養可能な微生物集団を用いた病害抑制技術の開発を目指しています。

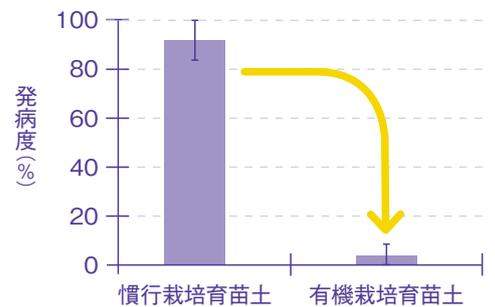
有機農業では存在する微生物の多様性とその安定性によって病害抑制効果が生まれている可能性を科学的に示しました。また、有機栽培育苗土に含まれる細菌によってエチレンを介した植物の抵抗性が誘導されている可能性を示唆できました

有機栽培育苗土のイネもみ枯細菌病抑制効果

慣行栽培育苗土と有機栽培育苗土にイネもみ枯細菌病菌を接種したイネ種子を播種したところ、有機栽培育苗土では発病が抑えられることがわかりました。



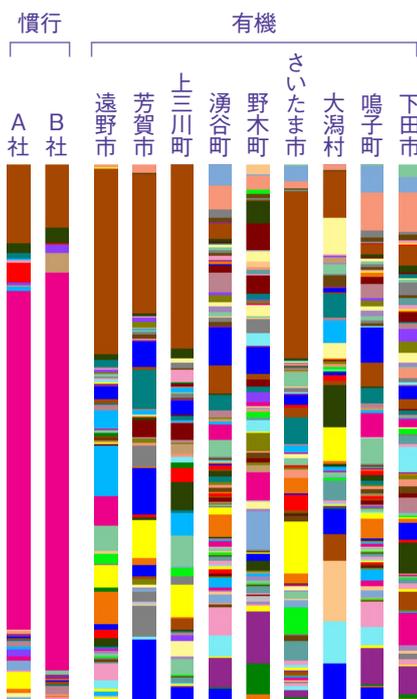
イネもみ枯細菌病発病検定の結果



有機栽培育苗土の微生物多様性と安定性

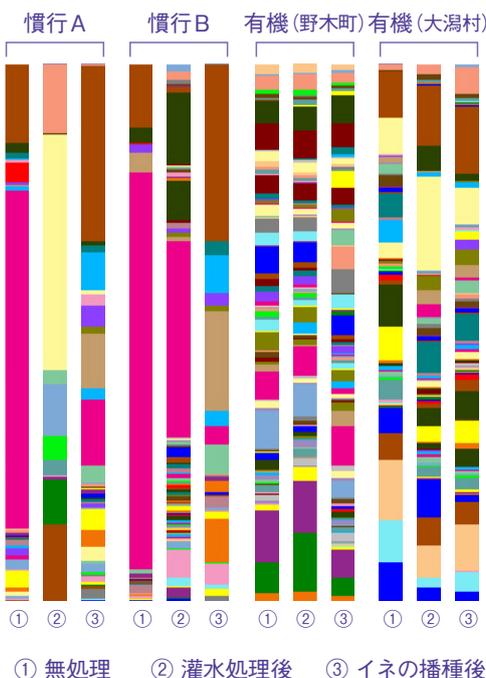
有機栽培育苗土と慣行栽培育苗土の微生物多様性を 16S rDNA を用いて比較した結果、有機栽培育苗土の微生物相は多様性が高く、環境変化に対しても安定していることがわかりました。

有機栽培育苗土と慣行栽培育苗土の微生物多様性の比較



有機栽培育苗土では慣行栽培育苗土に比べて、微生物相が豊富かつバランスがとれています。

環境変化に対する育苗土の微生物相の安定性の比較



慣行栽培育苗土では灌水処理やイネの播種により、激しく微生物相が変動するのに対して、有機栽培育苗土では、環境変化による微生物相の変動が少なくなります。

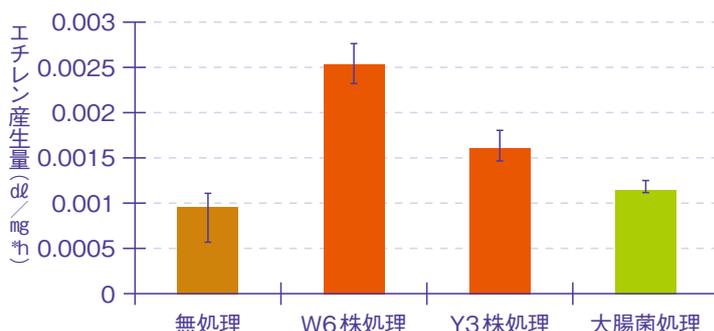
慣行培土 ↔ 有機培土
脆弱性 ↓ 堅牢性 (ロバストネス)
病原菌が侵入しても増殖しにくい環境が形成されているのではないか？

*図のそれぞれの色は微生物の種類を表しています

有機栽培育苗土由来細菌処理による植物の抵抗性誘導

有機栽培育苗土から分離された病害抑制効果のある細菌を土に添加すると、植物の抵抗性誘導に係わる物質の一つであるエチレンの産生が誘導されることがわかりました。

細菌処理によるイネのエチレン産生誘導の解析



有機栽培育苗土から分離したシュードモナス属菌 (W6 株、Y3 株) を処理したイネでは、植物の防御応答に重要な役割をもつ物質の一つであるエチレンの発生量が増加しました。

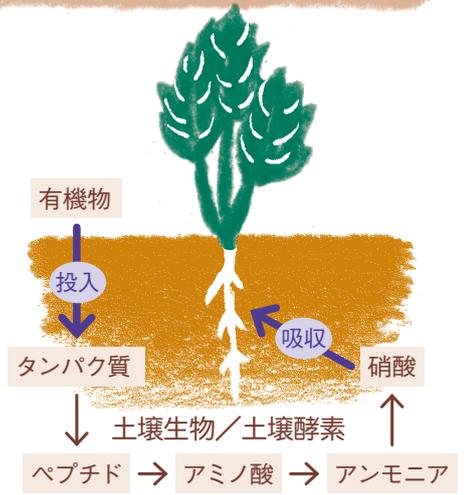
引用文献…高橋ら (2017) イネ有機育苗土における微生物相のロバストネスと苗病害抑制現象, 土と微生物 70: 60
問い合わせ先…東北大学大学院農学研究所植物病理学分野 (022-757-4297)

有機物連用による土づくりとは

——有機物施用履歴を反映する生物的指標

有機栽培と慣行栽培の違いの一つは、有機物の施用履歴です。施用された有機物に含まれる養分の可給化には、土壌の理化学性だけでなく、生物性が大きく関係しています。そこで有機物分解の特徴や、タンパク質分解に関わる微生物に着目し、有機栽培圃場の特性評価を試みました。

施用した有機物が土壌生物や土壌酵素の働きで分解されることにより、作物は窒素を吸収できるようになります。

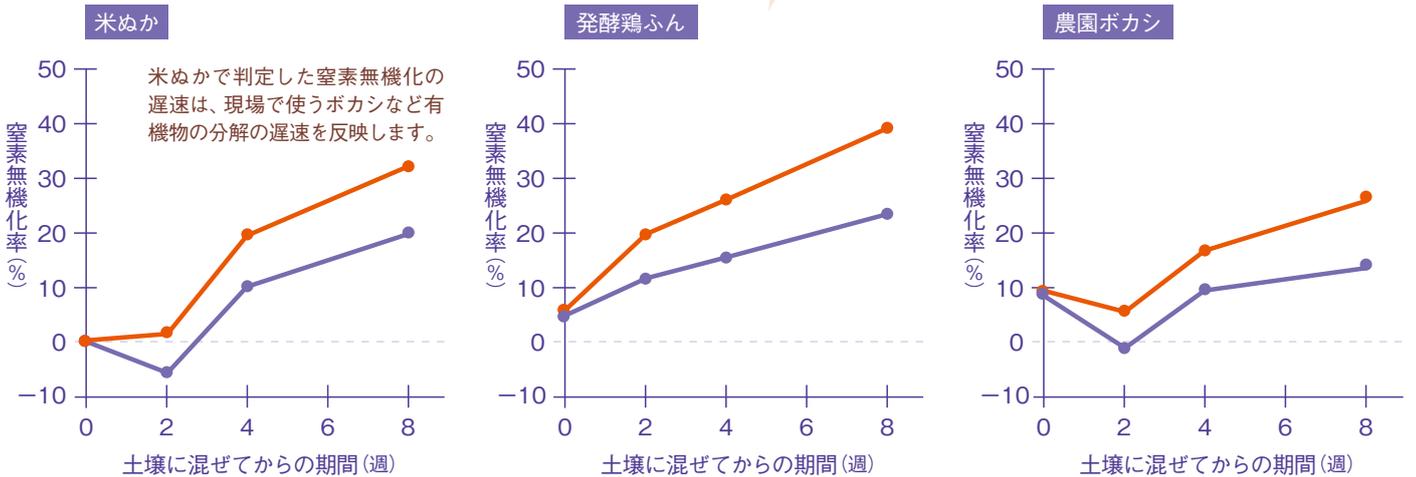


畑に投入された有機物の微生物による分解と作物の窒素吸収

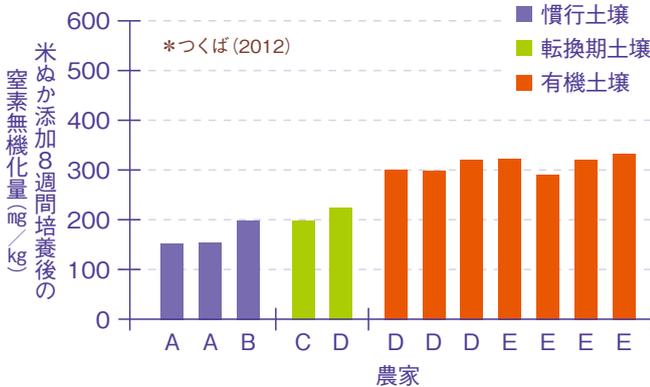
1 有機土壌と慣行土壌で養分の出方は違うのか？

有機土壌と慣行土壌に様々な有機物を加えて、作物が吸収できる無機態窒素量の変化を比較しました。

複数の有機物を利用した時の窒素無機化速度の比較

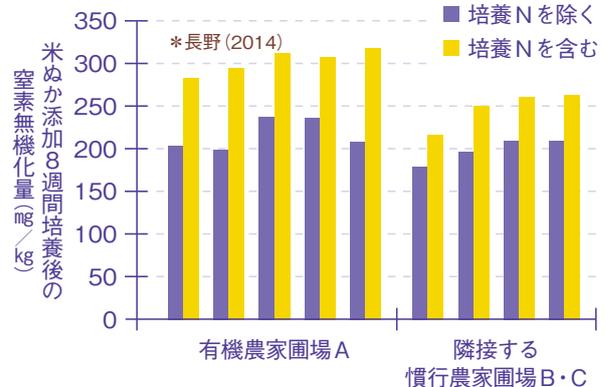


現地土壌の窒素無機化量の比較



同じ量の米ぬかを添加すると、慣行土壌よりも有機土壌や一部の転換期土壌で、早く窒素が無機化(有効化)します。

現地土壌の窒素無機化量の比較



米ぬかに含まれる窒素の無機化(青棒)に大きな差がなかった長野の土壌でも、土壌から出てくる窒素(培養窒素)を含む窒素無機化量(黄色棒)は、明瞭に有機圃場の方が高くなります。

ポイント1 有機土壌は慣行土壌より窒素代謝が速くなります。

2 有機土壌と慣行土壌で土の微生物性は違うのか？

有機土壌と慣行土壌について、酵素活性やタンパク質分解微生物群集を比較しました。

転換期土壌における炭素循環に関わる活性の増加



各酵素活性値と農法との間に関係は見いだせませんでした。ふたつの酵素活性の比(Gal/DH)で見ると、転換期のうち作物生産性の不安定な土壌で高くなりました。

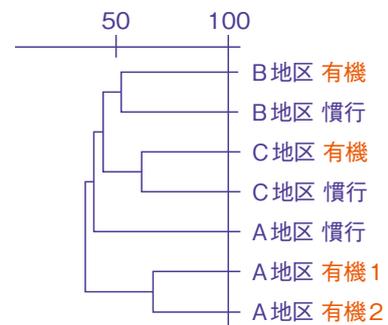
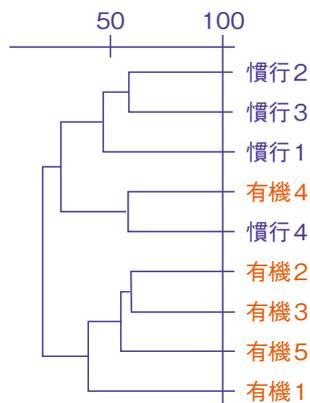
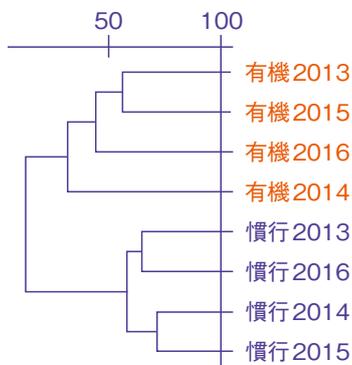
*炭素循環に関わる酵素活性と一般的な微生物活性に関わる酵素活性の比
*慣行土壌と転換期土壌は別圃場

タンパク質分解微生物群集の比較

つくば

長野

石岡



同一農家による有機土壌と慣行土壌(石岡)

- 肥培管理が同じです。
- 圃場の位置(地区)で分かります。

有機農家と近隣の慣行農家(つくば&長野)

- 肥培管理が異なります。
- 有機土壌と慣行土壌で分かります。

有機転換後年数に伴うタンパク質分解微生物群集の変化



留意点 有機物施用履歴とタンパク質分解微生物群集に関係性がありました。今後、調査事例を増やし、他の地域の土壌における適用可能性を明らかにする必要があります。

ポイント2 タンパク質分解微生物群集は有機物施用履歴を反映します。

引用文献…須賀ら(2017)塩基配列解析に基づいた茨城県つくば市の露地野菜農家圃場における中性メタロプロテアーゼ生産細菌群集構造の解析. 土と微生物 70: 18-23
問い合わせ先…農研機構 中央農業研究センター (029-838-8481)

リンゴの有機(無農薬)栽培は可能か？



リンゴは農作物の中でも特に病害虫に弱く、無農薬栽培を行うと短期的(1~2年)には果実品質および収量ともに著しく低下することが知られていますが、無肥料・無農薬の自然農法で経営する事例もあります。そこで、農研機構果樹茶業研究部門リンゴ研究拠点内の試験圃場において、リンゴ無農薬栽培管理の汎用性を検証する栽培試験を2009年から7年間実施しました。

自然農法模倣区の園地管理概略(2009~2015年)

- 試験圃場…面積約5a、33年生(開始時)のM9台ふじ各4本(列間5.5m、樹間5.5m、2列)。*試験開始前までは薬剤による慣行防除実施
- 病害虫防除…食酢(ミツカン清泉-15、0.4%小麦粉糊添加)を9月中~下旬まで手散布(13~16回)。開花直前、落花直後、それ以降は約10日間隔で散布。食酢の希釈倍率は200~800倍(2009)、100~500倍(2010、2011)、100~300倍(2012)、100~200倍(2013)、100倍(2014、2015)。2014と2015は開花前にも50倍を1回散布。2013と2015はナシマルカイガラムシ対策として発芽前(4月上旬)にマシン油(×50倍)を1回散布。
- 施肥…なし(堆肥も)
- 除草…肩掛け草刈り機で9月上~中旬に1回(2011年以降実施、刈った草は園内に放置)
- 摘果…実施
- 袋掛け…6月上~中旬
- 除袋…9月下旬
- その他…冬季剪定実施(拠点内慣行)、徒長枝切りや落葉処理は未実施、スピードスプレイヤ(SS)等の大型機械は不使用、試験樹周辺に大豆と小麦を播種(2009)、小麦播種(2010)



自然農法園内のリンゴ樹(ふじ)
2008年11月10日撮影

試験最終年度(2015)における試験圃場の生育状況(品種…ふじ)



試験期間中における収量の比較



2010年のデータは都合により不採取ですが、自然農法模倣区の収量はモモシクイガの大発生による被害で皆無に近く、慣行管理区は平年並みと思われます。

収穫果実の品質比較(2012年)

試験区	調査果実数	果実重量(g) (平均±SE)	糖度 (平均±SE)
自然農法模倣区	30	295.7 ± 9.5a*	12.0 ± 0.1a*
慣行管理区	30	328.1 ± 7.0b	14.8 ± 0.1b

*異なるアルファベット間には5%レベル(果実重量)、1%レベル(糖度)で有意差あり(Scheffe's test)

- ・自然農法模倣区では、試験期間を通して、毎年、褐斑病等が多発して早期落葉し、花芽形成や果実品質等に大きく影響しました。
- ・自然農法模倣区の収穫果実は、慣行管理区に比べて、すす斑病等による果面障害(汚れ等)が目立つほか、果実サイズや糖度も有意に劣り、商品価値が著しく低下しました。
- ・自然農法模倣区の収量は慣行管理区に比べて大きく劣っていました。



1 自然農法園と隣接自然農法模倣区の特性比較調査

現地自然農法園と隣接する自然農法模倣区(転換2年目)の病害発生状況や、リンゴ葉面細菌群集の比較をしたところ、現地自然農法園の生物的特性が認められました。

自然農法園およびその隣接自然農法模倣区(転換2年目)における病害発生状況(ふじ新梢葉)

褐斑病(落葉)



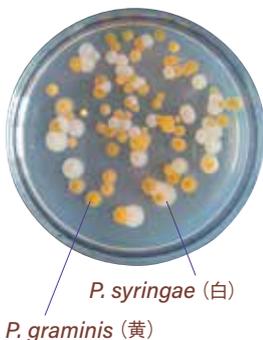
黒星病



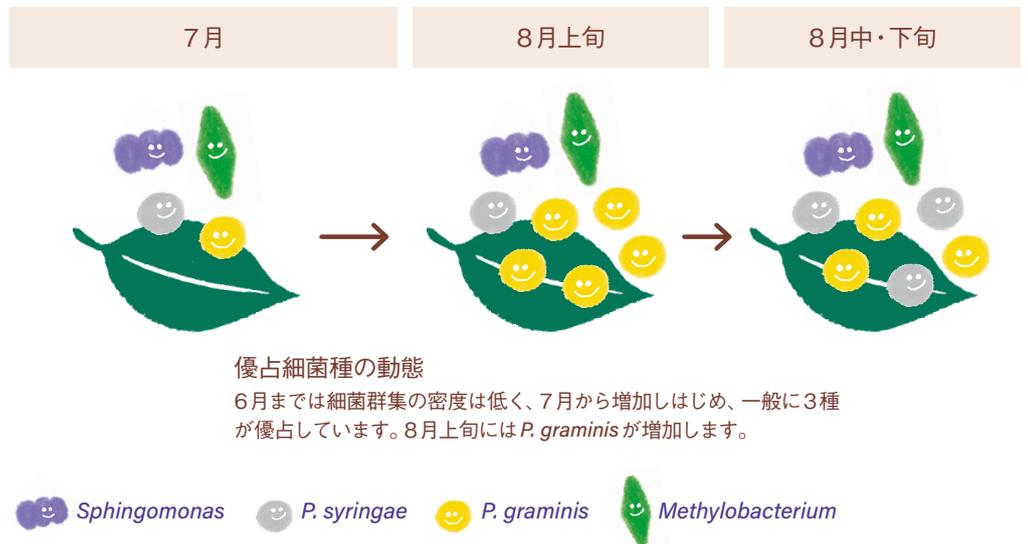
2 自然農法園リンゴ葉面微生物(細菌群集)の特徴

リンゴ葉面の細菌群集は、一般に *Sphingomonas*、*Pseudomonas*、*Methylobacterium* が優占しました。自然農法園では2012~2015年の4年間の分析で、上記の3種に加えて、8月に特に *Pseudomonas* 属細菌が他の慣行農法園や隣接する自然農法模倣区より豊富に生息し、種の優占度に特異な偏りが生じていました。さらに、培養試験の結果、自然農法園では8月上旬に *Pseudomonas* の中でも特に *P. graminis* が寡占するという興味深い現象が見出されました。

自然農法園に特異的に多い細菌



自然農法園のリンゴ葉面細菌群集の増減(2012~2015年)



留意点

自然農法園を模倣したリンゴ無農薬栽培管理方式(自然農法模倣区)では、収量・果実品質ともに慣行管理区に大きく劣り、転換7年目においても状況は全く改善されませんでした。現地自然農法園においては特有の生物的特性は認められるものの、汎用性のある自然農法安定栽培技術の確立は困難です。花岡ら(2014)は有機JAS農法による食味のよい果実生産の可能性を示唆しており、今後は有機JAS規格に合わせた技術開発が期待されます。

引用文献…花岡ら(2014)リンゴの有機栽培のための病害虫防除体系の組み立てとその評価,北日本病虫研報,65: 104-110.
問い合わせ先…農研機構 果樹茶業研究部門リンゴ研究領域 (tel 029-838-6453)

有機栽培に対する土壌生物の反応

——栽培管理を客観的に評価する指標の開発を目指して

一口に有機栽培と言っても農家によって栽培管理は異なりますが、リンゴ園場では、除草剤を使わないことは共通しています。そこで今回は、リンゴ園場での除草剤使用の有無を評価対象にしました。

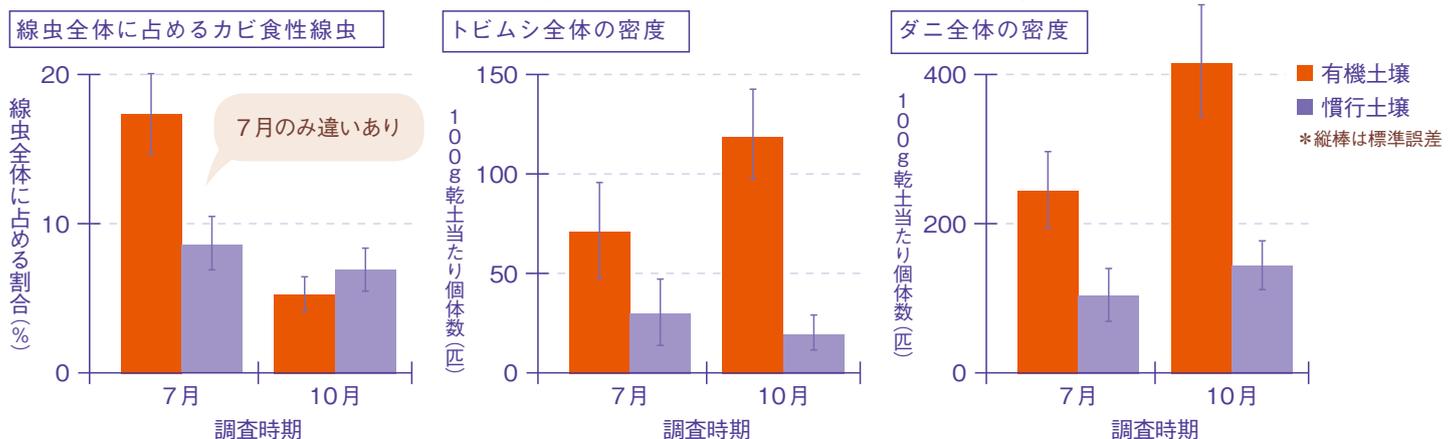
有機土壌と慣行土壌の生物量と理化学性を比較

青森県のリンゴ農家園場のうち、有機栽培(除草剤不使用、自然栽培含む)園場とその近隣の慣行栽培(除草剤使用)園場の7組で、2年間7月と10月に果樹近辺の表層土壌を採取し、生物量と理化学性を比較しました。

調査対象



有機と慣行の値に統計的な違いあり



ポイント1 夏季を中心に有機栽培の園場で土壌動物が多くなります。

コラム1

わざわざ土壌生物を調べる理由は？

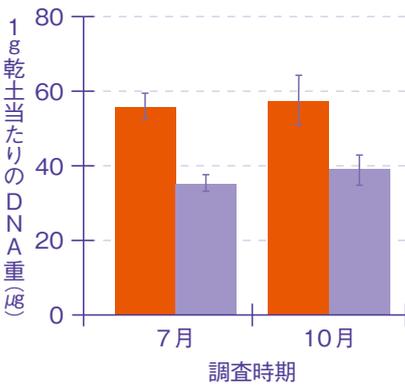
除草剤使用の有無を評価するなら植物量を直接調べればよいと思うかもしれませんが。確かに使用直後には植物が減ります。しかし、1ヶ月もすると植物が回復し、使用の履歴が不明瞭になる場合があります。そのため、履歴を安定して反映する土壌生物の調査が必要です。右は除草剤使用履歴がある園場での調査の様子です。植物量がすっかり回復しています。



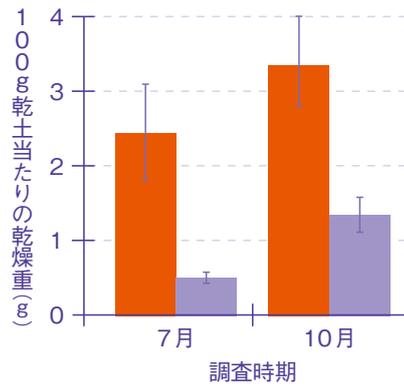
有機と慣行の値に統計学的な違いあり

有機と慣行とで統計学的な違いなし

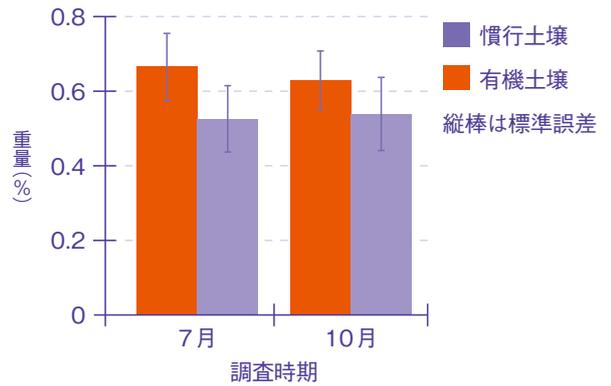
微生物量 (土壌DNAで推定)



植物体量 (茎、葉、根の量)



土壌中の全窒素濃度 (理化学性の例として)



ポイント2 微生物量、植物体量とも有機栽培で多くなりますが、理化学性には統計学的な違いがありません。

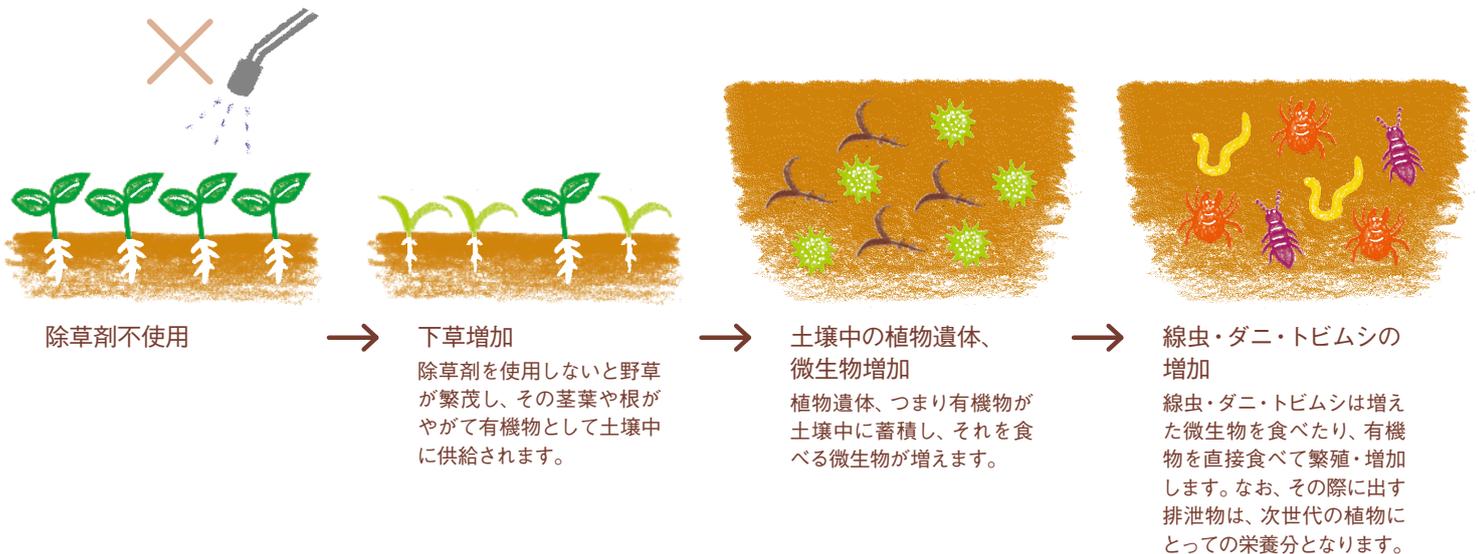
微生物では1年間のデータのみを示します。線虫、ダニ、トビムシ、植物体量、理化学性は各々2年間でほぼ同じ結果です。

- まとめ
- 除草剤不使用により土壌動物の餌となる植物遺体・微生物が増加した結果、動物が増加したと考えられます。
 - 対象生物のうち、トビムシ・ダニは小中学生でも採集可能なので、有機栽培圃場を検出・認定するための簡易な生物指標として利用可能です。
 - 土壌動物相の違いがリンゴの収量や品質に影響するか否かは今後の課題だと考えています。

なぜ有機で土壌動物が多くなるのか？

除草剤を使わない有機栽培の圃場で土壌中の微生物や動物が増えるのはなぜでしょうか？

それは植物と関係があります。下の図をご覧ください。



コラム2

線虫・ダニのいろいろ

野菜の根にコブを作る線虫やホウレンソウを食べるダニなど、線虫・ダニには農業害虫も含まれます。しかし今回の調査で検出されたものの多くは、農業害虫とは異なる、微生物や落葉を食べる種類です。彼らの働きで有機物が分解し植物に養分を供給します。

コラム3

ミミズは指標になるか？

土壌動物の代表といえばミミズですが、線虫やダニに比べるとずっと個体数が少なく、定量的な調査を行うためには、大量の土壌を必要とするといった欠点があり、生物指標としては使いにくいと言えます。

よくあるお問い合わせ

暖地二毛作関係

Q 暖地における冬作の有機栽培について詳しい資料はないでしょうか。

A 佐賀県では、2016年2月に「有機栽培技術マニュアル第2版」を刊行しており、県のホームページでも公開しています。「佐賀県 有機栽培マニュアル」で検索して頂くか、URL (<http://www.pref.saga.lg.jp/kiji00343583/index.html>) にアクセスして下さい。

Q 機械除草以外に雑草防除に有効な方法がありますか。

A 播種時期を少し遅らせると雑草の発生量は少なくなります。ただし、収穫時期も少し遅れるので注意が必要です。

Q 使用する機械は指定の機械でないといけませんか。

A 特に機械の指定はありません。除草効果に重要なのは「実施時期」と「回数」です。

Q 有機栽培の二毛作体系における排水対策において、特に留意すべき点がありますか？

A 水稲の有機栽培では、雑草対策や地力窒素の活用を目的として中干しを行わない場合があります。二毛作として麦類や野菜との組み合わせを行う場合は、水稲で中干しを適切に行ったほうが土が乾きやすくなり、後作の準備が順調に進みやすくなります。水稲収穫後の弾丸暗渠の施工、明渠の整備などの排水対策の基本的な考え方は慣行(化成栽培)と同じです。

Q 防除できない雑草はありますか。

A キンポウゲ類(トゲミノキツネノボタンやイボミキンポウゲ)は株元に多く残草しやすいので注意が必要です。

露地野菜関係

Q 無農薬栽培は病気の多発が怖いのですが、大丈夫でしょうか。

A まず、圃場ごと、作型ごとに発生しやすい病害の把握に努めて下さい。腐敗病、斑点細菌病、軟腐病の細菌性病害に対しては、レタス品種間で発生しやすさに差がありますので、種苗メーカーのカatalog等を参考に品種を選定して下さい。かびによる病害に対しては、連作を避け、発病株の早期除去や適期収穫等の耕種的な方法で対応します。

Q 浮きがけは労力がかかりそうで、大変ではないでしょうか。

A 被覆資材(不織布)に加えて支柱が必要です。定植時期をずらすことにより、小規模の栽培が連続する圃場で導入しやすいと考えられます。栽培面積が大きな圃場では、微生物農薬やBT剤、交信攪乱剤等の活用もご検討ください。

Q レタス以外でどのような有機農産物を栽培されていますか。

A 長野県では、例えば、ホウレンソウ、ミズナ等の軟弱野菜が多いです。ニンジンもよく見かけます。また、近年、栽培が増加しているのは、ブロッコリーです。有機栽培では、短期間に生産できるものや病害虫の防除を余り必要としない品目が選ばれています。

Q ベたがけや浮きがけをしていたのにアブラムシ類が発生したのですが、どうしてですか。

A アブラムシ類は主に有翅虫の飛来により発生します。不織布の被覆により有翅虫の飛来を物理的に妨げることができますが、土壌表面との間に隙間がある場合や、浮きがけを行う際に有翅虫が侵入する恐れがありますので、不織布は隙間なく設置することを心がけてください。

施設ホウレンソウ関係

Q ホウレンソウの有機栽培全般に関するもう少し詳しい情報はありますか？

A 2018年3月現在では、下記URLの「有機農業 実践の手引き 第4章 バイオフィューミゲーションを取り入れたホウレンソウ、ナス等の有機栽培技術」に、参考になる情報を掲載しています(2013年刊行のため情報が少々古いですがご了承下さい)。
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/narc/manual/046975.html

Q ダイコン残渣(1.5t/a)はどのように入手するのでしょうか。

A ダイコンの集荷場由来の残渣を、近隣の圃場へ施用するのが効率的です。

Q 有機栽培で発酵鶏ふんが利用されることが多いのはなぜですか。

A 発酵鶏ふんは肥料としての効果が高く、安価で入手しやすいため有機栽培で利用されることが多いようです。一方、発酵鶏ふんをはじめとする家畜ふん堆肥は、窒素に比べ、リン酸やカリの肥料としての効果が高く、連用すると土壌のリン酸やカリ過剰を招く場合があります。土壌分析を行い、肥沃度の高まった場合は、窒素に比べてリン酸、カリ含有率が相対的に低い有機質肥料を利用するようにします。

Q カラシナのすき込みをする場合、カラシナ栽培期間の収益が下がるのではありませんか。

A カラシナ栽培・消毒期間は他の作業に集中できるので、経営全体の作業性と収益性を総合的に判断します。さらに、カラシナの栽培・すき込みによる土壌物理性改善効果なども期待できます。

Q 一度土壌還元消毒した後、どれくらいの間隔で行えば良いのでしょうか？

A 土壌還元消毒で土壌中層までの病原菌は死滅しますが、深層の病原菌は生き残っています。この病原菌は発病しない秋～冬の間もホウレンソウがあれば増殖し、翌年の夏には発病するので毎年消毒を行うのが望ましいです。

Q アブラナ科植物の 抗菌成分は何ですか？

A イソチオシアネート類です。アブラナ科植物には、細胞の中にカラシ油配糖体(グルコシノレート)という物質が含まれており(植物により種類は異なります)、これが細胞が壊れることによって、ミロシナーゼという酵素により加水分解され、イソチオシアネート類になります。つまりアブラナ科植物の分解過程で、抗菌成分のイソチオシアネート類が出て来るのです。主として、カラシナからはアリルイソチオシアネート、ダイコンからは4-メチルチオ-3-ブテニルイソチオシアネートというイソチオシアネートができます。

Q カラシナとダイコンでは、 どちらのほうが強い抗菌成分を 出すのですか？

A カラシナです。カラシナから出るアリルイソチオシアネートは「わさび」や「からし」の辛み成分そのもので、とても強い抗菌力があります。しかし、カラシナやダイコンをすき込んで土壌還元消毒をした場合は、土壌の還元状態(酸素欠乏)や熱の他、土壌微生物などから生じるその他の抗菌物質など、多くの殺菌要因が総合的に働くので、ダイコンのすき込みでも十分効果があります。

Q ホウレンソウケナガコナダニは どこから来るのですか？

A ホウレンソウケナガコナダニは、一見何も無いところからわいて出てくる感じがありますが、実はハウス内で生き残っていた個体が増殖して発生します。夏にはハウスの端の耕耘しない土壌の深いところ等で細々と生き残っています。ハウス外からの侵入もないとはいえませんが、コナダニがハウス外で増殖することや、堆肥などに混じって侵入することはほとんどなく、一度発生したハウスでは、発生源はハウス内となります。春秋の環境条件が良く、藻類などの餌が豊富にある条件では急激に増加します。

Q 注意すべき雑草は どのようなもの がありますか？

A 特にスベリヒユに要注意です。スベリヒユの種子は非常に小さく、1株から2万粒以上作られることもあるので、できるだけ種子ができる前に除草しましょう。また、土中のスベリヒユ種子は2~3cm程度までの深さからしか発芽できないので、消毒後に土壌を深く耕起しないように(種子を土壌表面近くに掘り起こしてしまわないように)気をつけましょう。イヌビユもホウレンソウハウスでよく発生します。

Q 土壌還元消毒で 死滅しなかった 土中の雑草種子の 寿命は？

A 雑草種子の寿命は非常に長いので、表層で死滅しなかった種子は、何年も土中で生存している可能性があります。そのため、土壌消毒後に播種等で土を耕耘する場合は、本マニュアル(19ページ)の通りに表層だけの耕耘が大切です。

Q 土壌試料を持ち込むと、土壌生物性を評価できますか。

A 現在は調査手法を組み立てて、事例を集約している段階です。今後、調査事例を増やし、判断根拠を定め、判定事例を増やし、判断根拠を更新することで、土壌生物性の評価手法として実用化できると期待しています。

Q 植物の抵抗性のメカニズムはどのようなものですか。

A 植物も自分の身を守るために病害抵抗性のメカニズムを持っています。動物のような免疫抗体反応はありませんが、動物の自然免疫に類似した機構で植物は病原体を認識し、抵抗性反応を起こします。植物の抵抗性反応には植物の生長などを制御する物質である植物ホルモンのうち、サリチル酸、ジャスモン酸、エチレンなどの物質が重要な役割を持つことが知られています。今回、細菌処理によってイネのエチレン産生が刺激されたことから、エチレンによる抵抗性誘導がなされたのではないかと推測されます。

Q 土壌微生物相を調べる方法はどのようなものですか。

A 土壌には多くの微生物が含まれていますが、その99%は培養が困難なものと言われています。このため土壌中の微生物相を調べるには、培養をせずに土壌から微生物由来のDNAを丸ごと抽出し、生物の分類によく用いられるリボゾームRNAの遺伝子(rDNA)などの配列の違いを解析する手法が用いられています。

Q 有機栽培育苗土の病害抑制効果が有効な病害は他にもありますか？

A 現在のところ、記載したイネもみ枯細菌病とイネ苗立枯細菌病、苗いもちに効果があることを確認しています。一方でイネばか苗病には効果が低く、万能ではないようです。その他の病害については今後さらに解析が必要です。

Q この技術はどのようなことに応用できる可能性がありますか。

A 現在、有機栽培育苗土由来の培養可能な微生物を用いて病害抑制効果をもつ育苗土の開発を目指して研究を行っています。この技術の評価するとき、今回明らかになった微生物相の安定性や植物の抵抗性誘導を指標として利用できると考えています。また、有機農業の科学的理解が進むことによって有機農業の普及にも貢献できることが期待されます。

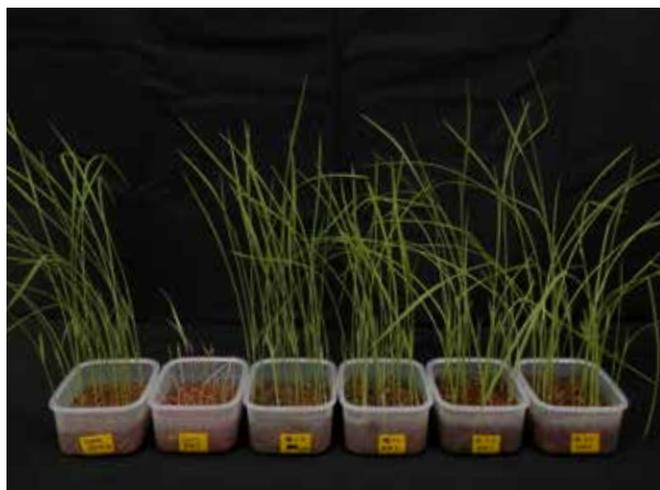
コラム4

トビムシってなに？

最も原始的な昆虫の1群で(昆虫でないとする意見もあり)、体長は一般に1-2mm、3対の脚の他、お尻に跳躍器を持ち、ピンピン跳ねます。落葉上や土壌中に住んでいて、主に有機物やその上に生えるカビの菌糸を食べていますが、農作物の芽を食べる種もいます。他の動物の餌として重要で、物質循環の担い手です。

コラム5

堆肥の病害抑制効果



ここで解析に用いている有機栽培育苗土は営農家が独自に作成したもので、作成方法は様々です。しかし同様の効果は、米ぬか、稲わら、もみ殻などを材料とした堆肥を市販の無肥料培土に1/3程度加えることでも再現できました。堆肥を用いることで、微生物相が安定することも確認しました。育苗土の製造利用技術の開発に向けた研究の継続が必要です。

農研機構における これまでの有機農業研究

有機農業は、数多くの先人が営農現場での実践により積み重ねてきた実績を元に徐々に拡大をしてきました。一方、近年まで、我が国の公的試験研究機関は、有機農業の科学的根拠への理解が必ずしも伴わなかったこともあり、有機農業に関する体系的研究にほとんど取り組んできませんでした。化学肥料や化学農薬等の多投入による環境負荷への懸念が、国民の環境保全型農業への関心を高めたこと、安全安心な農産物へのニーズが高まったこと等により、公的試験研究機関に対して有機農業安定生産技術の確立が求められるようになりました。さらに有機農業推進法(2006年)に「国及び地方公共団体は、有機農業に関する技術の研究開発及びその成果の普及を促進するため、研究施設の整備、研究開発の成果に関する普及指導及び情報の提供その他の必要な施策を講ずるものとする。」と技術開発等の促進が明記されたことから、公的試験研究機関における有機農業研究のいっそうの推進が図られることとなりました。

農業・食品産業技術総合研究機構(以下、農研機構)は、有機農業研究のあり方に関するワーキンググループによる検討を踏まえ、2008年3月に農研機構における有機農業研究の推進方向を取りまとめました。この中で、農研機構における有機農業研究を、持続性、日本型有機農業、経営形態から検討し、「(農研機構における)研究としては伝統的有機

農業実践者の農業技術体系の機作解明を進めつつ、技術開発面でのターゲットとしてはより一般性を有する新たな有機農業技術体系の開発を進める必要がある」として、各分野別に有機農業技術の研究・技術開発課題を整理しました。

我が国の多様な気象条件に適する有機農業技術体系を確立するためには、全国規模のプロジェクト研究が必要です。そこで、農研機構は水田(水稲、水稲-大豆体系)、露地畑作物、施設野菜作などを対象に、日本型有機農業技術のひな形を提示することを目標として、農研機構プロジェクト「有機農業の生産技術体系の構築と持続性評価方法の開発(2008年度~2010年度)」を推進しました。また、農林水産省委託プロジェクト「有機農業の生産技術体系の確立(2009年度~2012年度)」のなかで、東北地域等の寒冷地水田作における有機栽培技術体系の開発、関東地域のジャガイモ栽培における微生物機能を核とした有機栽培体系の構築と実証、東海・近畿地域のナス科施設果菜栽培における生物的肥培管理技術・病害抑制技術導入による有機農業安定生産技術体系の高度化、地域植物資源によるバイオフィューミゲーションを基幹とした温暖地有機野菜生産体系の高度化、暖地二毛作体系の肥培管理・雑草抑制技術の導入による営農安定化技術の開発に取り組みました。以上の成果は、「環境保全型農業および有機農業の生産システムの確立(<https://www.>

農研機構プロジェクトの流れ

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
	有機農業の推進に関する法律成立	機構における有機農業研究推進方向の検討													
農林水産省委託プロジェクト			有機農業の生産体系技術の確立				有機農業を特徴づける客観的指標の開発と安定生産技術の開発								
農研機構プロ・中課題			有機農業の生産技術体系の構築と持続性評価方法の開発			環境保全型農業及び有機農業の生産システムの確立				新たな作物保護管理技術を活用した有機栽培体系の確立					

naro.affrc.go.jp/project/challenge/project11/)」として農研機構HPで公開されています。

農 研機構第3期中期計画(2011年度~2015年度)では、中課題「環境保全型農業及び有機農業の生産システムの確立」として、上記のプロジェクト研究を継続・発展させ、「水稻の有機栽培技術マニュアル(<https://ml-wiki.sys.affrc.go.jp/Organic-Pro/>)」などの成果を公表しました。さらに、「環境保全型農業および有機農業の生産システムの確立(<https://www.naro.affrc.go.jp/project/challenge/project11/>)」の更新に活用しました。また農研機構第4期中期計画(2016年度から2020年度)では、バンカー法を利用した施設野菜の安定生産技術の開発、新たな除草機械等を活用した水稻有機栽培体系の高度化、大豆有機栽培体系の開発等に取り組む、中課題「新たな作物保護管理技術を活用した有機栽培体系の確立」を実施中であり、より多くの生産者が有機栽培に取り組めるよう技術・体系の開発と普及を目指しています。

有 機農業研究には、農学としても重要なテーマが数多く含まれています。2020年東京オリンピック・パラリンピックへ向けて、国内有機農産物へのニーズの高まりに応える供給体制整備が必要となり、有機農業の普及定着に向けた研究は今後ますます重要になるといえます。

有機二毛作の栽培風景(佐賀県提供)



上…夏作水稻(2016年8月)

下…冬作キャベツ(2017年3月)

有機農業・環境保全型農業に関するプロジェクト研究・技術情報

1 有機農業関係情報

農林水産省有機農業関連情報

<http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/yuuki/>

(国研) 農業・食品産業技術総合研究機構

- ・環境保全型農業および有機農業の生産システムの確立
<http://www.naro.affrc.go.jp/project/challenge/project11/>
- ・水稻の有機栽培技術マニュアル
<https://ml-wiki.sys.affrc.go.jp/Organic-Pro/>

(一財) 日本土壤協会編

- ・有機栽培技術の手引き(葉菜類等編)
- ・有機栽培技術の手引き(水稻・大豆等編)
- ・有機栽培技術の手引き(果樹・茶編)
- ・有機栽培技術の手引き(果菜類編)
- ・有機農業の基礎知識
<http://japan-soil.net/report/reports.html>

2 環境保全型農業関係情報

(国研) 農業・食品産業技術総合研究機構

- ・施設キュウリとトマトにおけるIPMのためのタバコカスミカメ利用技術マニュアル(2015年版)
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/060741.html
- ・ギファブラバチ利用技術マニュアル
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/vegetea/pamph/061908.html
- ・土着天敵を活用する害虫管理 最新技術集／土着天敵を活用する害虫管理技術 事例集
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/laboratory/narc/manual/069415.html
- ・有機質肥料活用型養液栽培システム
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2013/13_040.html

3 その他

日本有機農業学会ホームページ

<http://www.yuki-gakkai.com/>



この資料は、農林水産省委託プロジェクト
「有機農業を特徴づける客観的指標の開発と
安定生産技術の開発(2013~2017)」の成果普及資料です。

2018年5月 第一版発行

事業全般に関するお問い合わせ先
国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センター
〒305-0821 茨城県つくば市観音台2-1-18
Tel 029-838-8481