

有機農業研究者会議 2020 資料集

日 時：2020 年 11 月 18 日(水)13 時～18 時 10 分

場 所：有機農業参入促進協議会事務局を主会場としたオンラインセミナー

主 催：「有機農業研究者会議 2020」実行委員会

共 催：(国研)農研機構中央農業研究センター

日本有機農業学会

NPO 法人有機農業参入促進協議会

後 援：農林水産省

巻 頭 言

有機農業研究者会議は、研究者と実践者の情報交流を目的に始まり、今年で13年目になります。

今年度は、新型コロナウイルス感染症の拡大を考慮して、昨年までとは異なるオンライン方式での開催としました。ご参加の皆さまと直接お会いできず、近況を語り合うことはできませんが、オンラインでの開催により、つくば市に集まらなくても北海道から九州・沖縄まで、各地からご参加いただけるという利点があります。また各地に設定いただいたパブリックビューイング会場では、地域ごとに研究者と生産者との出会いの場、情報交換の場を設けていただくことが可能となり、今回のテーマをもとに地域の特徴を生かした課題解決に向けた議論をしていただけることを期待しています。

今回の研究者会議は、2部構成で開催し、講師の方々には、実践現場で役立つ情報をやさしく、可能な限り実践している農家が分かる言葉で発表していただくようお願いしています。

第1部では「農地の生物間相互作用に関する研究成果と農家事例」をテーマに、複雑な農業生態系をトータルで理解し、そのバランスを考慮した作物生産技術を科学的に解明する取り組みと、イチゴの有機栽培と野菜の多品目省力栽培の実践事例が紹介されます。

第2部では「有機農業に活用できる堆肥・緑肥の利用法と効果～新しい土づくり技術の紹介～」をテーマに、堆肥と緑肥の活用技術をさまざまな視点で紹介していただきます。緑肥がもつ土づくり効果などについては、農研機構が中心となり取りまとめたプロジェクト研究の成果も紹介されます。

世は食と健康を中心に、農業だけでなく、SDGs（持続可能な開発目標）などを含め、地球規模で人類の生存に関わる課題、問題が山積みで、その解決を最優先すべき時代にあります。まさに、有機農業の出番が増える時代になりつつあると思います。

欧米に比べ有機農業の普及が遅れている日本でも、店頭で有機農産物が大量に並び、オーガニック専門店の経営が成り立つ時代に成りつつあります。生産現場でも、供給体制を実現しつつあり、さらに拡大、充実させることが、急務になっています。そのためにも、生産現場と研究者、普及指導員、流通業者、行政関係者などが情報を共有し、その距離を縮め、力を合わせて問題・課題の解決に取り組みたいものです。

最後に、オンライン方式での開催にあたってご尽力いただいた関係各位に、この場を借りて御礼を申し上げます。

2020年11月18日

「有機農業研究者会議2020」実行委員会
委員長 鶴田 志郎

目 次

■農地の生物間相互作用に関する研究成果と農家事例

作物-土壌-微生物の相互作用からなる農業環境エンジニアリング

システムについて（二瓶 直登）	9
イチゴ有機栽培技術の確立を目指して（伊藤 将宏）	13
省力化技術による有機農業の実践（岸根 正明）	17
技術開発と政策と現場を有機的につなぐ（谷口 吉光）	22

■有機農業に活用できる堆肥・緑肥の利用法と効果

～新しい土づくり技術の紹介～

堆肥がもつ土づくり効果と肥料効果の利用（井原 啓貴）	29
堆肥がもつ土壌病害と線虫害の抑制効果の利用（豊田 剛己）	34
緑肥がもつ土づくり効果と肥料効果の利用（唐澤 敏彦）	42
緑肥がもつ線虫害の抑制効果の利用（富田 祐太郎）	46

■参考資料

有機農業の推進に関する法律	55
有機農業の推進に関する基本的な方針	58

日 程

11月18日（水）

開会あいさつ	(13:00～13:15)
鶴田 志郎（NPO 法人有機農業参入促進協議会） 白川 隆（（国研）農研機構中央農業研究センター） 出口 新（農林水産省農林水産技術会議事務局）	
第1部 農地の生物間相互作用に関する研究成果と農家事例	(13:15～16:00)
座長 佐伯 昌彦（株式会社マルタ） 基調講演 「作物-土壌-微生物の相互作用からなる農業環境エンジニアリングシステムについて」 二瓶 直登（福島大学農学群食農学類）	
（休憩）	(13:55～14:05)
事例発表 「イチゴ有機栽培技術の確立を目指して」 伊藤 将宏（熊本県） 「省力化技術による有機農業の実践」 岸根 正明（山梨県） 「技術開発と政策と現場を有機的につなぐ」 谷口 吉光（秋田県立大学地域連携・研究推進センター）	
質疑応答	(15:20～15:45)
（休憩）	(15:45～16:00)
第2部 「有機農業に活用できる堆肥・緑肥の利用法と効果～新しい土づくり技術の紹介～」	(16:00～18:10)
座長 大脇 良成（農研機構中央農業研究センター） 話題提供者 「堆肥がもつ土づくり効果と肥料効果の利用」 井原 啓貴（農研機構九州沖縄農業研究センター） 「堆肥がもつ土壌病害と線虫害の抑制効果の利用」 豊田 剛己（東京農工大学大学院生物システム応用科学府）	
（休憩）	(17:00～17:10)
「緑肥がもつ土づくり効果と肥料効果の利用」 唐澤 敏彦（農研機構中央農業研究センター） 「緑肥がもつ線虫害の抑制効果の利用」 富田 祐太郎（カネコ種苗くにさだ育種農場）	
閉会あいさつ 谷口 吉光（日本有機農業学会）	(18:00～18:10)

第 1 部

農地の生物間相互作用に関する研究成果と 農家事例

- ◆ 作物・土壌・微生物の相互作用からなる農業環境エンジニアリングシステムについて
- ◆ イチゴ有機栽培技術の確立を目指して
- ◆ 省力化技術による有機農業の実践
- ◆ 技術開発と政策と現場を有機的につなぐ

作物-土壌-微生物の相互作用からなる農業環境エンジニアリングシステムについて

二瓶 直登

福島大学食農学類

1. はじめに

国連食糧農業機関（FAO）の報告によると世界の土壌の4分の1が「著しく劣化している」とされ、持続的な食料生産が脅かされている。そのため、国連が掲げる「持続可能な開発目標（SDGs）」でも提案されているように、資源循環プロセスの中でいかに土壌の豊かさを維持しつつ新たな原料や食料を持続的に生産していくかが重要な課題である。特に、日本のような限られた農地の中で継続的に作物生産を維持するためには、適正な化学肥料の利用に加え、有機成分や物理性、土壌微生物を含めた複雑な関係性をトータルで理解し、農業生態系のバランスを考慮した作物生産技術が必要である。また、近年の激しい気候変動には年単位の時間がかかる育種技術のみでは対応しきれないのは明確であり、栽培管理により「工業的センス」で迅速かつ柔軟に対応できる農業をいかに実現するかが肝要である。

そこで我々は、作物・土壌・微生物の相互に作用し合う農業生態系において包括的にデータを採取し、それぞれがどのように関係しているかを可視化する研究を進めている。さらに、農業生態系に関する網羅的なデジタル情報のデータベースを構築し、そこから任意の情報を検索、または理想の農業をシミュレーションする「農業環境エンジニアリングシステム」の開発を目指しており、ここではその概要を説明する。

2. 作物、土壌、微生物の網羅的なデータ収集

農業生態系をトータルで理解するため、土壌の化学性、物理性、生物性を網羅的に測定することが求められる。化学性、生物性については、個別分析に加え、同一の手法または分析機器を用いて包括的に対象物を測定するオミクス解析技術を活用する。オミクス解析には、微生物叢を対象としたマイクロバイオーム解析、発現遺伝子を対象としたトランスクリプトーム解析、タンパク質を対象としたプロテオーム解析、代謝物を対象としたメタボローム解析などがあり、解析対象に応じて異なる分析技術や計測機器が用いられる。例えば、マイクロバイオーム解析やトランスクリプトーム解析では、ここ10年で急速に普及した次世代シーケンサーが一般的に利用されており、短時間で大量の塩基配列を解読することができる。このため、マ

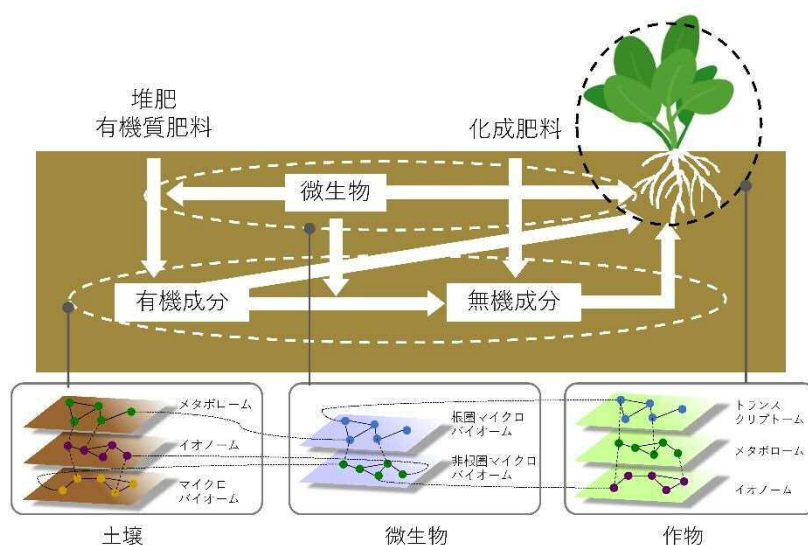


図1 農業生態系の可視化のためのマルチオミクス解析

イクロバイオーム解析では微生物叢の種類や存在量を、トランスクリプトーム解析では発現している遺伝子群の情報をビッグデータとして取得することが可能である。一方、メタボローム解析では、比較的存在量の多い一次代謝物は核磁気共鳴 (NMR) 装置、二次代謝物や脂質代謝物は LC-MS、有機酸や芳香族化合物などの揮発性有機物は GC-MS などを用いて生体内に含まれる化合物を定性的および定量的に評価する。なお、土壌物理性に関しては、化学性や生物性のように一括で測定できる機器はないため、透水性や保水性など従来の個別解析に加え、水分センサーやガスセンサーも活用してデータの蓄積に努めている。

3. 収集したデータのマルチオミクス解析

複雑な農業生態系の全容を解き明かすためには、複数のオミクス解析およびセンサー機器によって得られたデータを統合し、各測定項目同士の相互関係を導き出すマルチオミクス解析を実行する必要がある (図 1)。マルチオミクス解析はコンピューター技術の著しい性能向上に伴うビッグデータ解析技術の発展により医学系分野を中心に利用が広がっている。農業現場では制御しきれない環境要因が多数存在するため、その適応はチャレンジングな課題と認識しつつ我々は取り組んでいる。

マルチオミクス解析を行う際、作物、土壌、微生物などの各階層間の繋がりや相関関係を調べるために相関ネットワーク分析を用いる。相関ネットワーク分析とは、測定項目 (ノード) の集合と測定項目間の相関係数 (エッジ) の集合で構成されるグラフのことである。ネットワーク上でノードが密につながった集合がモジュール (関係性が近い項目の集まり) として検出でき、他のノードと多くエッジを形成しているノードをハブノードとして検出することができる。相関ネットワーク分析により、作物・土壌・微生物の関係性を可視化することができ、ネットワーク上のハブノードの探索から、栽培上でのキーとなる測定項目を抽出できる。相関ネットワーク分析で明らかになった関係性は単に傾向が似ている項目の集まりに過ぎないため、重要な測定項目については、統計的因果推論や、ポットや水耕を用いたモデル試験を実施し、因果関係を確認する必要がある。

4. マルチオミクス解析を用いた事例

ここでは太陽熱処理圃場を対象に、我々が最初に取り組んだマルチオミクス解析から明らかになった事例を紹介する¹⁾。太陽熱処理とは、耕起した畑をビニールマルチで数十日間覆い高温状態にして、土壌中の病害虫や雑草種子を死滅させる管理法の一つで、農薬を使わずに土壌環境を維持する手法として知られている。これまで、太陽熱処理を実施した圃場では、滅菌や雑草防除とともに作物の生育促進効果が認められていたが、その要因については未解明であった。

私たちは施肥法 (化成肥料もしくは堆肥) と太陽熱処理の有無を組み合わせで試験区を設置し、それぞれの試験区でコマツナを栽培した。その結果、コマツナの収量は、施肥の種類によらず、太陽熱処理により増加することを 2 ヶ年確認した。そこで太陽熱処理の成長促進効果を明らかにするために、作付け前および収穫時の土壌について pH、C/N、イオン組成、土壌硬度の他、NMR を用いた主要な代謝物のメタボローム解析、根圏、非根圏の土壌微生物およびコマツナの収量、品質等、計 395 項目を測定、分析した (図 2a)。全ての分析項目を統合し、相関ネットワーク分析を行った結果、太陽熱処理圃場の生態系を可視化することに成功し、作物が示す特定の形質 (収量や品質等) と特定の細菌種や土壌成分で構成されたモジュールが複数組み合わさっていることが分かった (図 2b)。さらに収量を含むモジュールには、硝酸態窒素およびアンモニア態である無機態窒素濃度は含まれておらず、一部のアミノ酸などの有機態窒素やある種の根圏細菌が含まれており、特に土壌中の有機態窒素 (アラニンやコリン等) がハブノードとして検出された (図 2c)。そのため、太陽熱処理による成長促進効果の主要因は無機態窒素でなく、太陽熱処理によっ

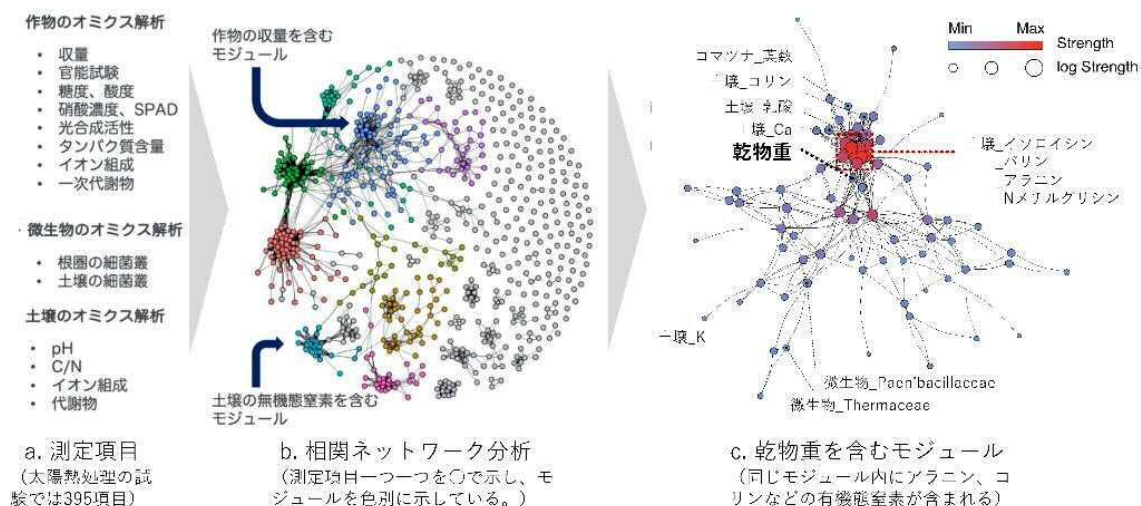


図 2 統合したデータを用いた相関ネットワーク分析および乾物重を含むモジュール (Ichihashi et al. 2020 を修正)

て誘導された一部の有機態窒素と根圏細菌叢の相互作用として植物の成長を促進させていることが示唆された。

さらに、コマツナ収量との関係が示唆された有機態窒素 (アラニンとコリン) について、無菌培養系により添加実験を行い、有機態窒素が含まれている区では無機態窒素のみの区より収量を増加させることを明らかにした (図 3)。

アラニンは微量でも多量でも生育を促進し、栄養源としても生理活性物質としても振る舞うと考えられた。アラニンの吸収、代謝を二重標識したアラニン (^{13}C 、 ^{15}N -Ala) を用いて調べた結果、吸収 6 時間後にはコマツナ地上部で ^{13}C 、 ^{15}N -Ala が観測され、アラニンを直接吸収していることが分かり、吸収されたアラニンがコハク酸、グルタミン、プロリンと代謝されることも明らかになった。また、放射性炭素 (^{14}C) で標識したアラニン (^{14}C -Ala) を吸収したコマツナのオートラジオグラフィから、アラニン由来の炭素は展開した若い葉と茎頂に蓄積し、細胞分裂が活発な部位で利用されていることが分かった (図 4)。

アラニンについては土壌 (黒ボク土と灰色低地土) に添加して試験を行った結果でも、無機態窒素と同等の収量増加が確認された。これまで、アミノ酸など有機態窒素が植物生育へ効果があることは、実験室内のモデル試験では明らかにされているが、実際の圃場でどの程度有機態窒素が作物生育に関係しているか不明であった。今回、マルチオミクス解析により、太陽熱処理圃場で特定の有機態窒素が生育促進の要因として直接および間接的に栄養源、生理活性物質として機能している複雑な作用機序を作物栽培の現場で初めて示すことができた。この成果は、慣行農法を

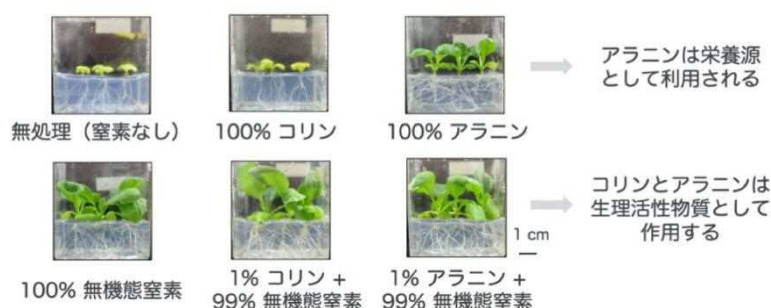


図 3 無菌栽培で有機態窒素の効果 (Ichihashi et al. 2020 を修正)

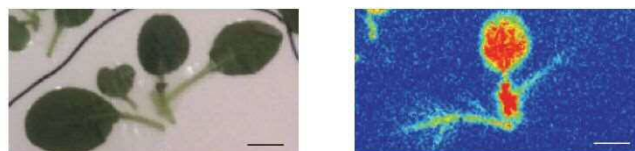


図 4 ^{14}C -アラニンを吸収したコマツナ地上部のオートラジオグラフィ (バーは 1cm、赤い部分に ^{14}C が多く蓄積、Ichihashi et al. 2020 を修正)

支える無機栄養説に加え、有機態窒素を利用した農法の有効性も示唆するものである。

5. 今後の展開

このように農業現場にマルチオミクス解析を用いることで複雑な農業生態系を扱えることがわかったため、試験規模および分析対象を拡大した試験をダイズとコマツナを対象に福島県で開始している（図5）。これまでの測定項目に加え、



図5 福島県での圃場試験の様子（左：ダイズ、右：コマツナ）

作物の二次代謝物、脂質代謝物、硫黄代謝物および全

遺伝子発現、土壌の二次代謝物、揮発性成分、および土壌物理性として土壌硬度、C/N、透水性、保水性、粒径分析、併せて、土壌の地温、土壌水分、EC の他、酸素や二酸化炭素も経時的にセンシングして継続的にモニタリングを行い、これらの測定、分析で得られたコマツナで約 2800、ダイズで約 5600 測定項目のマルチオミクスデータを取得し、解析を進めている。

マルチオミクス解析による農業生態系のデジタル化は、長年篤農家の匠の技として伝承されていた作物生産技術等を科学的に形式知化する新しい手法であり、今後の農学分野における解析アプローチの主流となることが期待される。本システムの発展型として、栽培期間中の気象データと土壌データを入力し、理想とする作物の収量や品質を選択すると、その実現に最適な栽培管理法を出力するシュミレーションシステムが期待される。このシステムを利用すれば、例えば、農業生産者にとって所有する農地を科学的に評価し、個別の経営方針に沿った作物生産の計画を実行に移すことが可能になり、農作物の高付加価値化や地域の自然環境等を活かした農産物のブランディング等に利用できる。ただし、本システムの実現には、対象作物や対象地域を拡張した大規模なデータセットが必要である。また、高解像度のデジタル化を実施するには多くのコストがかかる。そのため、これまで蓄積したデータをもとに、農業生態系全体の情報を反映できる少数の重要測定項目に選抜すること、また非破壊検出装置を用いた測定の簡易化を図りながら、コアとなる測定項目について全国圃場からのデジタル化データの取得を目指している。以上のように、農業環境エンジニアリングシステムに基づいた新しい農業活動へのシフトは、環境共存型の持続的な作物生産の実現に大きく貢献が期待される。

謝辞

本要旨は内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)「スマートバイオ産業・農業基盤技術」(管理法人：農研機構生研支援センター、代表：市橋泰範氏) による支援を受けて執筆した。

参考文献

- 1) Ichihashi, Y. et al.: Multi-omics analysis on an agroecosystem reveals the significant role of organic nitrogen to increase agricultural crop yield, PNAS, 117, 14552~14560 (2020)

イチゴ有機栽培技術の確立を目指して

伊藤 将宏

伊藤農園

1. はじめに

1年間の研修期間を含め農業開始後6年半を経過した今、この間を振り返ると無謀な挑戦を続けてきたことに自ら感心するとともに、その挑戦に付き合ってくれた嫁への感謝を思う。

これほどまでに、イチゴの有機栽培を目指す農家が少ないことすら知らずに飛び込んだ無謀な夫婦であった。しかし幸い？にして途中で投げ出すという選択肢を持っていなかったため、多くの困難に遭遇しながらも経営として成り立つレベルにまでなってきた。

この間、土づくりをいろいろ試し、現在はイチゴの定植前に、床にはボカシ（自家製または購入）を、通路部分には阿蘇山麓のススキを材料とした「阿蘇の野草ロール」（購入）を秋に敷き、翌年すき込んでいる。

今回はイチゴ栽培のポイントとなる防虫害対策について未熟ながら現時点での考え方と対策を紹介したい。



収穫期を迎えたイチゴ(2019年1月)

2. 伊藤農園概要

(1) 新規就農から現在まで

2013年に脱サラ、家族5人での熊本県山鹿市への移住を機に、有機イチゴ農家での研修を開始した。1年間の研修後、14年6月に農業キャリアをスタート。作付けはイチゴのみ。当初3年間は農薬を使わない栽培を試みるが、炭疽病の蔓延などにより自家苗の定植が出来ず方針を転換した。

4年目より有機JAS認証に準じた栽培方法に変え、採苗から出荷まで完結できるようになった。近年はJA鹿本が定める「秀品」として出荷できるレベルまで品質が向上した。

収量は年々上がっており、昨シーズンは10aあたり約3t、今後は最低5tを目指している。

(2) 栽培施設概要

栽培圃場1:

6連棟(26a)。加温あり。ビニール2重張り(外張り0.75mm、内張り0.5mm)。水は多目的ダムから配管(溶存酸素量は約9mg/Lで、きれいな水である)。

栽培圃場2:

4連棟(12a)。加温あり。ビニール2重張り(外張り0.75mm、内張り0.5mm)。水は井戸水

(50m ボーリング)。

苗床

雨よけハウス 3 棟 (6m×60m)。地上約 1m の台を設置したベンチ育苗。

(3) 2020 年シーズンの栽培スケジュール

2020 年 9 月に定植を行った今作の栽培スケジュール (予定を含む) を表 1 に示す。

表 1 2020 年の栽培暦 (予定も含む)

4 月	5 月	6 月-8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月 - 3 月
収穫	収穫終了 (上旬)	苗づくり	定植 (中旬)	マルチ掛け (中旬) ビニール掛け (下旬)	収穫開始 (下旬)	収穫	収穫

※ 斜字体は予定。

3. 病害虫に対する基本的な考え方と対策

病害虫に対する基本的な考え方、方向性は、①健全な木を育て、途中成り疲れさせないことを基本とし、②作業負荷、費用対効果、効果の持続、安全性などを考慮した対策を立てている。

対策の優先順位は、①物理的防除 (除草、防虫ネット設置、白マルチ利用など)、②天敵による防除、③微生物農薬での防除、④その他の農薬防除である。

効果がみられる天敵農薬については、その効果を最大化させる環境整備 (バンカープラントの導入、暖房機の導入など) を積極的に行っている。

植物へのダメージを考慮し、気門封鎖系農薬は極力使用しない。圃場での殺菌剤は、基本的に使用せず、状況により有用微生物を散布している。

浸透移行性のある化学合成農薬に比べ、微生物農薬は確実にターゲットに付着させることが必要なため、静電噴霧器など散布器具を工夫している。

育苗期 (6 - 9 月) および収穫期 (12 - 5 月) の主な病害虫対策を表 2 に示す。



イチゴの出荷 (2020 年 1 月)

4. その他、有機イチゴ栽培の普及に向けた取り組み

現在国内で有機イチゴ栽培がこれほどまでに普及していないのは、さまざまな理由が考えられる。なかでも、現状を変え参加者を増やすには、端的に言えば、楽に (労働負荷が少なく休みも取れて)、確実に (失敗するリスクが少なく)、初期投資が少なく、収益が大きい、栽培方法を確立することが必要と考える。

そしてそれにより、私たちがゴールとする、より安全なイチゴを購入できる消費者が増えることにつながっていくと考えている。

現在、当園で生産された有機 JAS 認証イチゴは、仲買人を通じて、高級スーパー、生協などに出荷している。しかし、日々の天候により収穫量が変動するため、



無添加有機イチゴワインへの挑戦

約 4 割は地元 JA に出荷している。JA で扱っていただくことで助かってはいるが、見た目重視で慣行栽培イチゴと同等に評価され、価格も有機 JAS 認証イチゴの約半分で取り扱われている。

また、青果物として出せない 5～10%は、ジャムやワインとして加工している。

ここでは、当園の天敵利用や農薬散布方法の工夫による作業負荷の軽減に加え、栽培方法の改善に向けたいくつかの取り組み（挑戦）を紹介する。

(1) 自然災害リスクの軽減

高設ベンチを利用した育苗により、水害回避、水撥ねによる病気伝染の回避を実現した。また、圃場ハウス天井ビニールの早期撤収と太陽熱養生処理により、台風害の回避できるようになった。

(2) 作業負荷の軽減

通常は実施されない定植前マルチを試験的に導入している。

(3) イチゴ苗炭酸ガス処理（未実施）

有機 JAS 認証で使用が認められれば直ちに導入したい技術である。これにより有機栽培のハードルが大幅に下げられる可能性があると考えている。

表 2 主な病害虫対策

問題となる病害虫	主な発生時期	対策	備考
炭疽病	7 - 8 月	発生が見られた際に銅剤を散布	当初 3 年間は炭疽病が蔓延し、育苗苗は毎年全滅。銅剤使用後は自家苗採取が可能になる。2020 年の育成苗 24,000 株中、炭疽病発生率は 5%未満
うどんこ病	12 - 5 月	無対策 状況により自家製「えひめ AI」散布	品種「恋みのり」の導入により、うどんこ病は激減
アブラムシ	11 月以降	11 月上旬に天敵「コレマンアブラバチ」とバンカープラントを導入	使用前は出荷不可レベルの被害であったが使用によりほぼ問題ないレベルに改善
ダニ	年中	11 月上旬に天敵「チリカブリダニ」「ミヤコカブリダニ」を導入	利用後 5 年ほど経過しているが導入後は大きな被害なし（部分的）
アザミウマ	3 月以降	緊急時はスピノエース散布（2 回まで） 通常はボーベリア・バシアーナ乳剤、水和剤散布	今作ではククメリスカブリダニを放飼予定
コナジラミ	11 - 5 月	パーティシリウム・レカニ水和剤散布	今作では粘着シートを大量導入予定 前 2 作では試験的に土着天敵タバコカスミカメの導入を試みるが成果不明。奇形果の発生。
ハスモンヨトウ	7 - 10 月	BT 剤（アイザワイ系統菌）散布 交信攪乱剤（ハウス内）、フェロモントラップ（ハウス外）の設置	BT 剤はアルカリ性物質及び／またはタンパク質を混用
ナメクジ	12 月前後	燐酸第二鉄粒剤	
ネキリムシ （コガネムシ幼虫？）	9 - 10 月	捕殺	スタイナーネマ グラセライ剤（天敵線虫）の再商品化に期待
その他の食害 （バッタやコオロギ）	6 - 11 月	捕殺	

5. 今後の課題

伊藤農園では、病虫害対策を複合的に行うことで年々生産が安定してきている。しかし、慣行栽培と比べると食害や病気、肥料コントロールの難しさにより生産量が劣っている点是否めない。次作に向けた課題として以下の点を挙げたい。

(1) 育苗期の肥料コントロール

健全な苗を作ることがその後の収量に直接的に影響するが、ポット育苗では土の量は極めて限られている。したがって、ポット育苗で有機的管理（有機質肥料のみ）により夏季を越えていくことは非常に難しい。床土の改善や肥料の選択、慎重な水管理などを行っているが、台風時には天井ビニールを撤去する。このため、大雨が直接あたり肥料分が流れ出てしまう。液肥を利用する場合もあるが、草勢が著しく落ちるケースが多い。

(2) 稲刈り時期の害虫対策

稲刈り前後（10月）の害虫の飛び込みが多く一番果が上がるタイミングでの食害の防除は大きな課題である。

気温が下がる11月以降は上述した対策である程度は対応可能であるが、気温が高い10月までの害虫管理はいまだ改善の余地が大きい。単価の高い一番果を取れるかどうかはイチゴ農家の経営からみると極めて重要であり、早期に改善したい点である。

参考資料

国立大学法人高知大学、株式会社エス・ディー・エスバイオテック（2010）「BT剤の殺虫効果を低減化させる影響を回避する方法及び防除剤」 <http://www.ekouhou.net/BT剤の殺虫効果を低減化させる影響を回避する方法及び防除剤/disp-A,2010-1237.html>
茨城県農業総合研究センター園芸研究所（2002）「イチゴの促成栽培における定植前マルチ栽培」 <https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/enken/seika/yasai/ichigo/documents/s1411.pdf>

省力化技術による有機農業の実践

岸根 正明

株式会社ロケット農場

1. 農場の概要

2000 年、東京都立川市から移住し、山梨県北杜市で新規就農を開始した。圃場の標高は、650～700m で、厳寒期は－10℃まで気温が下がる。

先輩農家の指導を受けながら、1 年目より 20a の畑で多品目有機栽培を開始。未熟な栽培技術と格闘しながら生協への出荷と個人宅配を始めた。

2006 年に有機 JAS 認証を取得し、20 年目の現在は、2.5ha で年間 30 品目の野菜をスーパー、生協に卸している。



多品目有機栽培の実践

土づくり対策として、就農から 5 年目までは、北杜市内の牧場で作られた牛糞、おが屑、オカラ、もみ殻を原料とした牛糞堆肥を 10a あたり 2t 施用した。5 年目以降は堆肥の使用量を減らし、市内の平飼養鶏場の発酵鶏糞を a あたり 200～300kg 施用するようにし、15 年目ごろからは発酵鶏糞を a あたり 150～200kg に減らし、圃場全体の 3 割ほどは無施肥で栽培した。そして現在は、栽培作物に応じ発酵鶏糞を必要と思われる箇所のみ施用している。

現在の売上は 1,000 万円。妻と地域おこし協力隊員 1 名、計 3 名で営農している。

2. 私の思う省力化とは

まずは一口に省力化といっても何に重点を置くかで解釈が変わる。大型機械の導入や雇用の拡大、新しい栽培技術など省力化と言えるものはいくつもありもある。

私の考える省力化とは、畑の持つ能力とそこで栽培する作物の相性を良く理解して、見た目が美しくおいしい有機野菜を可能な限り多く生産する知恵を磨く工夫のことである。試行錯誤を繰り返す中で、畑や作物は収量を上げるヒントを時折見せてくれる。例えば、発芽不良で疎植に育った春菊の脇芽がどんどん伸びて今までにない収量が上がったとき、播種機で播いた上を足で踏んでしまったところだけ小松菜が発芽したとき、春に出た根こぶ病が秋には同じ場所でも出なかったとき、などなど。ヒントを頼りに最初から疎植にしたり、播種後鎮圧したり、ロータリーの回転数を下げて人工的に団粒構造を作ったりと、さまざまな工夫をした。ここで報告する省力とは、私が 20 年の実践の中で、畑で見つけたり、人に聞いたりしたものを自分なりにアレンジしたものである。

3. 実践報告

(1) 自家製育苗培土をつくる

就農当時から培土を作り始めたが、なかなか上手くいかなかった。本を読んでは育苗に向きそうな資材を色々と混ぜてみた。堆肥、腐葉土、くん炭、鶏糞からはじめ、川砂や鹿沼土、赤玉土など配合を変えながら繰り返した。水分量が多く種が腐ったり、根はほとんど張らなかったり、生

育ムラが大きかったりと、失敗を繰り返した。

苗を観察するうちに、水や肥料より酸素が培土には一番必要なのではと思うようになり、ピートモスやバーミキュライトを使ってみることにした。育苗中に過発酵しないように肥料分には発酵鶏糞を使い、定植時に環境になじむように、作付けする圃場の土を篩って混ぜてみた。これが非常に上手くいった。畑の土、ピートモス、発酵鶏糞を、3:6:1の割合が、生育に適した培土であることも分かった。培土を詰める時も、空気の層をつぶさないよう絶対に上から押さえつけない。コストも市販の有機 JAS 認証培土の 5 分の 1 くらいに抑えられ、しかも原材料の配合割合を変えるなどして、作物ごとに最も適した培土を工夫できる。それらが自家製培土作りの良さであると思う。



自家製培土で育苗（左：キャベツ、右：レタス）

(2) 全面ビニールマルチで生育を揃える

標高の高い地域では、強い陽ざしと寒暖の差、そして強い風が吹き、空気中の水分は奪われ乾燥する。欠株の原因は乾燥であることが多い。

当地では、春先の早出しレタスを栽培するには、2 月下旬のまだ寒い時期に定植をしなければならない。いかに地表の水分を保持した栽培にするかを考えたとき、適度な水分を含んだ土をビニールマルチで畑ごとカバーするのが最も効率が良い。

全面マルチに、特別な機械を導入する必要はない。大面積なら別だが、20~30a なら良く使う平畝



全面マルチによるレタス栽培（2 月下旬定植）

マルチャーで全面マルチをすることができる。すなわち、2 重にしたマルチの平畝を作り、上の 1 枚を真ん中で切り開く。太陽熱養生処理の要領である。開いた通路の重なりは、マルチピンで 2m 間隔に止める。それほど時間もかからず手ごろな機械で全面マルチが可能となる。水分、地温ともに安定し、生育も早く揃いが非常に良い。畑作りには多少時間がかかるがトータルで考えると効率が良い方法である。

(3) スキップシーダーで美しい葉物をとる

有機栽培で美しい葉物をとるのは容易ではない。虫食いや肥料切れ、葉先の傷みや病気など、作付けに見合った収量がなかなかあげられない。ましてや新規で農業を始める場合、条件の良い肥えた日当たりの良い畑などは貸してもらえないことが多い。

その対策として、マルチを使って土壌環境を改善することができる。水はけの悪い畑は乾いたときに荒くロータリーをかけ、やや小粒の団粒構造を人工的に作りマルチをかける。痩せた乾燥する畑は、充分水分があるうちにマルチをかける。これだけでも畑の弱みを改善することができる。



穴あきマルチに、スキップシーダーで播種

穴あきマルチ(9515、3715 など)

に播種するには、スキップシーダーが最も適している。価格も2万円程と手ごろで、とにかく早く播ける。少量多品目の栽培では、多額の投資をすることなく、安定的な生産を目指せる。

スキップシーダーは、ハウレンソウから小松菜、カブまで、小さな種でも播けて重宝である。土壌に水分がしっかりあれば、マルチをしているので一斉に発芽し、揃いよく、また泥はねや肥料切れ、水切れの心配も少なく済む。

土壌に水分が保たれることで、カブはキスジノミハムシの幼虫の食害が少ないように思う。

(4) 摘み取り系葉物の収量を上げる

春菊を例に、省力で収量が上がる方法にたどり着いた経過を紹介する。

以前は1m 畝幅に播種機で4条の直播をしていた。種の性質上、発芽率が低いので厚めに播くことになる。しかしそうすると、収穫初期の収量が上がるが、中盤から脇芽が伸びなくなり葉も小さくなっていく。何度かに分けて播けば、収量を維持できるがその分面積が必要となり、管理の時間もかかってしまう。



播種方法を工夫し、脇芽の収穫で高収量を上げた春菊

どうにかならないものかと、はじめは9715のマルチに1穴に5粒ほど播種してみた。直播に比べるとかなり収量は上がったが、後半の脇芽が伸びない。

つぎに、株間を広げて3430のマルチに1穴7～8粒で播種してみた。前半は収量が少ないものの中盤から太い脇芽がどんどん出て、それが後半まで続いた。この経過を目の当たりにし、ようやく春菊は脇芽を採るものなのだと理解ができた。この方法のメリットは脇芽が太くなるので収穫の手数が減ること、秋作は8月下旬に一度の播種で12月中旬まで収穫可能になること、丈が上に伸びないので不織布のべたがけやビニールトンネルが可能になること、種代、資材費が抑え

られること、などである。マルチを張るときに、十分な水分があればしっかり発芽するのでぜひ試していただきたい。

なお当地では、この方法で8月25日に播種すると収穫開始は9月27日、11月下旬から不織布べたがけを行い12月中旬まで収穫が可能である。

(5) マルチ長ねぎ栽培

ビニールマルチを使って、土寄せなしに長ねぎを栽培する方法を紹介する。雑誌「現代農業」に実践されている方の記事が載っていて、それを自分なりにアレンジした。

結論から話すと作業がマニュアル化でき土質の適応範囲も広く、10aあたり収入が1作で70万円程になる。新規就農者の経営基盤を安定する栽培として、特におすすめである。

畝立、マルチ張りまでの行程に手間はかかるが、ここさえしっかり準備しておけば除草や畝立、収穫調



長ネギの省力栽培（左上：高畝立、マルチ張り、右：穴あけ器、左下：土寄せなしで収穫期を迎える）

整作業も楽で、栽培期間も短くなる。栽培手順は以下の通りである。

- ① 4月上旬セルトレイ 288 穴に 1 穴 4 粒播き。
- ② 5月中旬畑に仮植。間引かずそのまま 3715 マルチに植え付ける。
- ③ 7月畑の準備。20cm の高畝、畝幅 1m、白黒マルチ使用。注意点として、後で穴を開けたときの土崩れを防ぐため、マルチを張る前に畝表面 5cm 程を灌水する。
- ④ 3 条（条間 30cm）の穴あけ器（自家製、写真参照）で、株間 10 cm 弱に深さ 30 cm ほど穴を開け、抜き取った苗を穴に落としていく。10a あたり 15,000 本程になる。
- ⑤ 9月中旬から収穫開始。

適期では、植え付け後 40 日程で収穫が可能となる。マルチをしているので生育が早く、土の跳ね返りによる病原菌の進入、加湿乾燥の心配もない。

4. 新しい挑戦～有機カット野菜の商品化

来春からの販売に向けて、有機カット野菜の商品化に取り組んでいる。

有機野菜の消費と付加価値を上げる方法はないものかと、ずっと考えていた。そこで今後ニーズが増えるであろう、カット野菜に挑戦することにした。「安全で栄養価の高いおいしいカット野菜ができればきっとお客さんは喜んでくれるだろう」との思いで取り組んでいる。

まず農場の敷地内に 4 坪のプレハブを設置。そこに水道、3 層シンク、作業台を入れた。今年の 4 月から試作に入った。カット野菜は加工品であるため、消費期限の設定と菌数管理をしなくては行けない。

安全な殺菌方法を探すのは思いのほか大変なことであった。はじめは酢水で、つぎはオゾン水で

殺菌洗浄をした。サンプルを作り分析センターに出しても一向に菌数を減らすことはできなかった。いろいろと調べるうちに、国内の有機カット野菜の洗浄のほとんどが、酸性電解水で行われていることを知った。酸性電解水は、塩水を電気分解したしもので人体にも悪影響はない。早速、電解水生成装置を製造・販売しているホシザキ株式会社に相談。サンプル作りを協力してもらえることになった。そしてこの秋、ようやく規定菌数まで減らすことができた。

まだ課題は多いが有機野菜の魅力を手軽に伝えられる商品になると確信している。



殺菌方法を工夫し、カット野菜に挑戦



有機カット野菜の試作品

技術開発と政策と現場を有機的につなぐ

谷口 吉光

秋田県立大学

1. はじめに

私の専門は社会学という文系の分野です。出身は上智大学文学部で、大学には農学部がなかったので、在学中「農」と名前のついた科目を取ったことはありませんでした。大学院の修士課程の時に有機農業と産消提携運動のことを知ってぜひ勉強したいと思い、博士課程に入ってから独学で農業の勉強を始めました。その後、秋田県の大潟村にあった秋田県立農業短期大学に講師として採用され、1999年に秋田県立大学に移り、ほぼ30年間農学系の学部で仕事をしてきました。

そんな人間が「農業の技術開発」について報告するのは場違いだと思われるかもしれません。たしかに、土壌分析をして「この畑はリン過剰だからリン酸肥料を控えた方がいい」というような理系的・技術的な研究や助言はできません。しかし、1999年から2008年にかけて、私は大学の同僚や大潟村の農家と一緒に、「大潟村で環境保全型農業を広げるにはどうしたらいいのか」という課題に取り組んだことがあります。

その取り組みのなかで、私が担った役割は、産学共同研究の事務局（1999～2001年）、「大潟村環境創造型農業宣言」の起草（2001年）、「大潟村農業・環境データブック」の編集（2001年、2006年）、NPO「大潟環境創造21」のアドバイザー（2001～08年）、「大潟村環境創造型農業推進計画」の提言（2006年）など多岐に渡りました。こうした実践活動の成果は論文、論説や本などを通して発表しました。2005～07年には科学技術振興機構・社会技術研究開発センターの助成を受けて、学際的共同研究「環境創造型農業を実現するための社会システムの研究開発」の代表を務めたこともあります。

こうした取り組みは、普通に「技術開発」といわれるものではないでしょう。むしろ、技術開発を促進するための社会的条件を整える仕事だと言っていると思います。社会的条件を整えるというのは、たとえば現状を知るための実態調査、調査結果に基づく現状分析と診断、住民への情報発信と意識啓発、住民の合意形成、行政への政策提言などを指します。そしてこういう仕事では、関係者の話を聴くこと、さまざまな意見を調整すること、必要な組織を作ることなど、人と人を上手につなぐスキル（技能）や、複数の人々が仲良く協働できる場を作るスキルが絶対に必要になります。

一般に、理系の研究者は「物質」と「人間以外の生物」を研究するのが得意ですが、「人間」を研究するのは文系の研究者の方が得意です（もちろん例外もありますが）。フィールド経験が豊富な社会学者は、コーディネーターやファシリテーターが上手だと言われることがありますが、それは人間の行動や関係を現場で研究している社会学者がその強みを発揮しているからだと思います。本報告では、大潟村で2005～07年まで3年間実施した「無代かき栽培の普及」を取り上げ、その概要をお話します。

2. 「無代かき栽培」とは？

「大潟村で環境保全型農業を広めたい」ということが私の関わったプロジェクトの大目的でしたが、取り組みを進めるにつれて、焦点は「八郎湖の水をきれいにする農業技術をどう広めるか」に絞られていきました（当時、大潟村で有機栽培は実践農家約100名、栽培面積600haという全国最大規模でしたが、栽培技術や販売について大きな問題はなかったためプロジェクトの課題で

はなくなっていました)。「無代かき栽培」とは春先に水田を耕起した後に乾田状態のままレベラーなどで均平作業を行い、その後に冠水して田植えをする技術です。代かき時の農業排水(濁水)を大幅に減らす効果があることが研究で証明されていましたが、新たな機械装備が必要なことや春先の天候が悪いと実施できないなどの課題があり、大潟村での取り組みは進んでいませんでした。

3. 「参加型技術革新」というアプローチ

2001年、私たちのプロジェクトメンバーが主催して国際シンポジウム「持続可能な農業への道—参加型技術革新とその実現条件」が秋田市で開かれました。「参加型技術革新」とはオランダ・ワゲニンゲン大学のニールス・ローリング教授らが提唱していたアプローチです。ローリング氏の主張を簡潔に言えば、「環境保全型農業は圃場によって条件が違うので、うまくいくかどうかは農家の発想と知識が決め手になる。研究者が作り出す科学的知識は、農家の生産計画に組み入れられてはじめて生きるのだから、農家と研究者が対等に議論する場を作り、お互いの議論を通して技術革新を進める必要がある」ということです(佐藤ほか, 2003)。

ローリング氏との出会いは私たちを大いに勇気づけました。というのは、私たちのプロジェクトは最初から大潟村の農家との話し合いで進めてきたからです(谷口・佐藤, 2001)。いや、そもそも私たちの職場だった秋田県立農業短大には「農家の相談に来たら対応するのが当然」「農家の要望を聞いて研究する」という学風が確立されていたので、農家の研修会に講師で呼ばれた同僚が、夜の懇親会で農家と酒を交わしながら議論に花を咲かせるというのは当たり前前の光景でした。農家は講演では聞けなかった質問を講師にぶつけ、研究者は農家の質問や意見から新しい調査のアイデアをもらおうというウイン・ウインの関係が築かれていました。だから、オランダ人の先生にわざわざ言われなくても、日本には(少なくとも当時の秋田には)参加型技術革新の伝統があったと私は思いましたが、それでも「ただ酒を飲んでいるだけじゃないか」という外野の批判を跳ね返すにはこうした理論が大いに役に立ちました。

この話は有機農業にも当てはまると思います。有機農業の技術は圃場の土壌・天候・生態系などの条件によって大きく左右されるので、国や都道府県の研究機関が汎用性のある(=誰でも使えるはずの)技術を開発して、普及員などを通してそれを地域の農家に普及するというやり方では限界があるのではないのでしょうか。研究者が農家と交流しながら現場で問題を見つけ、それを解決するための技術を農家と議論しながら開発するというやり方をもっと広める必要があると思います。

4. 無代かき栽培の「ブロック実験」

プロジェクトメンバーの金田吉弘氏(秋田県立大学教授)から「無代かき栽培を広めるために、農家の圃場を使った参加型の実証実験をしてはどうか」という提案があり、2005~07年の3年間実施しました。この実験の目的は3つありました。

- ① 無代かき栽培の水質改善効果は農業試験場では実証されていましたが、実圃場での実証実験はまだ行われていませんでした。そこで大潟村で農業用水を共用する最小限の水系を単位にした実験を行いたい。
- ② 同時に、無代かき栽培は農家の農作業の内容や時間にどのような影響を与えるかも調査したい。
- ③ 無代かき栽培の経験のない農家に経験してもらって、その感想や課題を明らかにしたい。

図 1 に示したように、無代かき区は 1km の排水路の両側の水田ブロック（農家 5 人、面積 30ha）であり、対照区として代かき区は 1 つ間を空けた同様の水田ブロック（農家 6 人、面積 30ha）でした。調査部門は 2 つあり、第一は両ブロックから排出される懸濁物質（SS）、全窒素（T-N）、全リン酸（T-P）の負荷量を測定することで、これは金田氏が担当してくれました。第二は、参加農家に農作業日誌をつけてもらい、それをもとに農作業時間と内容を分析することで、これは中村勝則氏（秋田県立大学准教授）が担当してくれました。詳しい結果は報告書を見ていただくことにして、ここでは無代かき栽培の水質改善効果を示す結果を 1 つだけ示します（図 2）。無代かき水田群の田植期間に排出される SS は、代かき水田群に比べて 40% 減少したものの、灌漑期間においては量的には少ないが、代かき水田よりも増加する傾向が認められました。灌漑期間における懸濁物質は、中干しや収穫前の排水に伴う沈殿泥の巻き上げも大きな要因と考えられます（金田, 2007）。

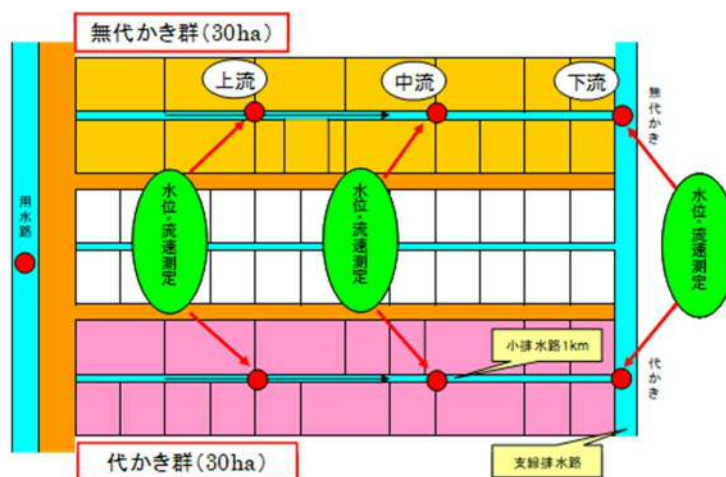


図 1 圃場ブロック実験に供試した水田群の配置（金田, 2007）

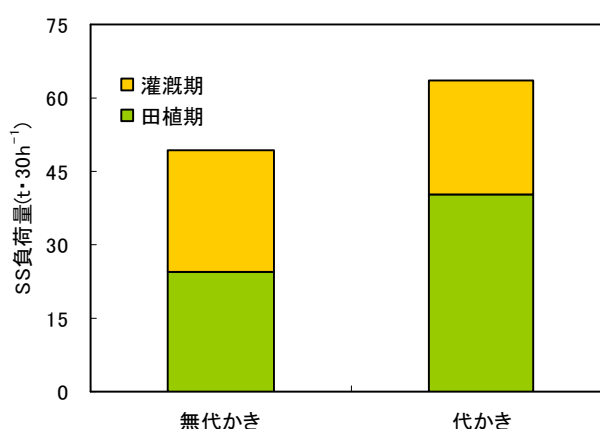


図 2 水田群別の懸濁物質排出量（2006）（金田, 2007）

5. 無代かき栽培の水質改善効果をどう社会的・経済的に評価するか

さて、4 で紹介した「無代かき栽培のブロック実験」は土壤肥料学の手法を使って、無代かき栽培の水質改善効果を数量的に明らかにするものでした。しかし、それだけでは無代かき栽培を普及することはできません。農家にそれに取り組んでもらうには、何らかの社会的・経済的動機づけが必要です。それがどんなものかを考えるのが私の課題でした。

図 3 に示したように、私は無代かき栽培の水質改善効果を評価する方法を 2 つの方向に分けま

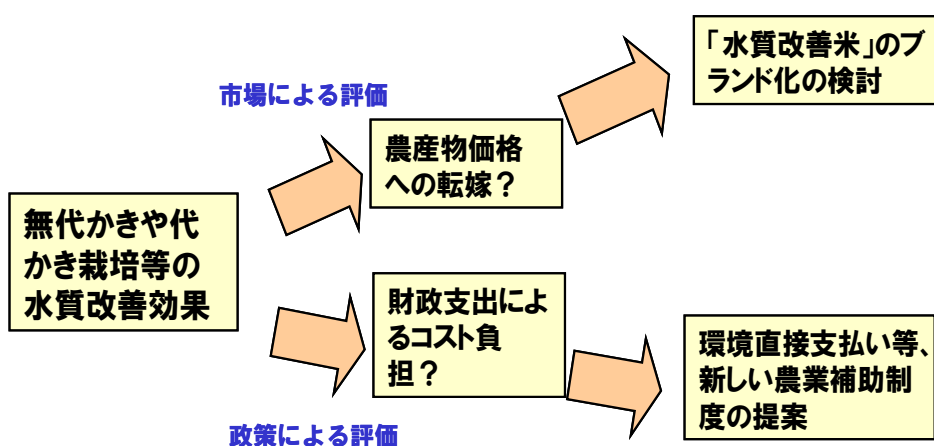


図 3 水質改善効果を社会的に評価する研究手法（谷口, 2007）

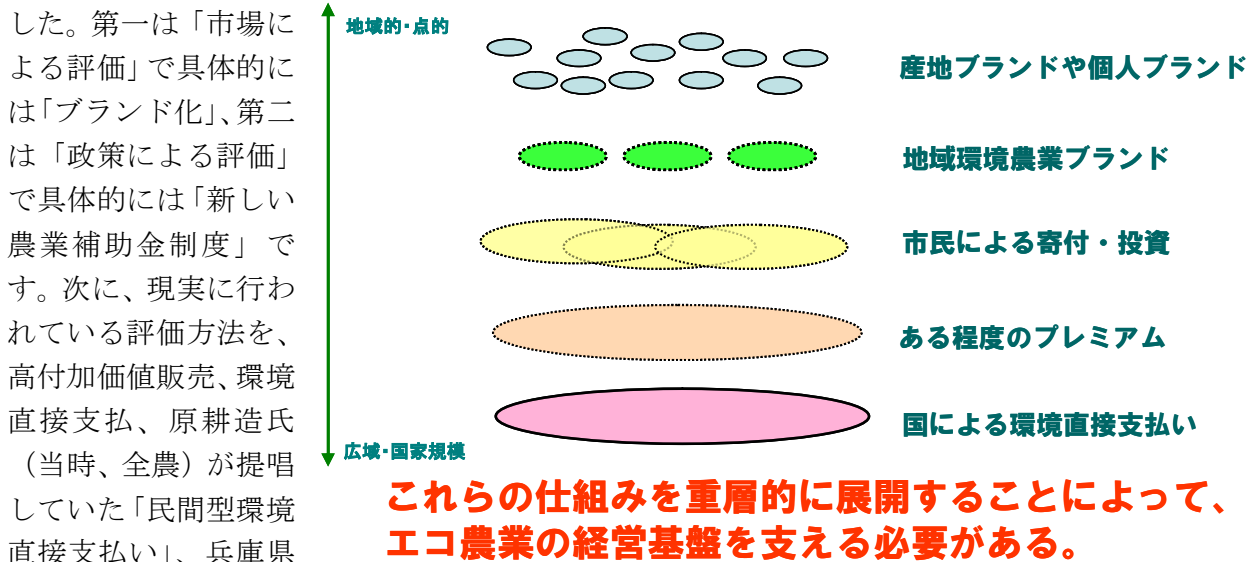


図4 多層的なエコ農業評価の枠組み（谷口，2007）

このうち、私は大潟村は独自の「地域環境農業ブランド」を構築する条件が整っていることから、「八郎湖への負荷を減らす技術の開発・普及を地域ぐるみで推進する社会システムを地域環境農業ブランドとして構築するべき」と結論しました（谷口，2007）。また、大潟村にはすでに農家が米の産直で築いた個人ブランドや産地ブランドがあるので、新たに地域環境農業ブランドを構築することによって、多層的な評価の枠組みができあがることになる」と主張しました（図4、谷口，2007）。

こうした研究を踏まえて、私は2006年12月に「環境創造型農業推進計画」を大潟村に提案しました。10年間の私の研究の集大成というべき政策提案でしたが、残念ながら当時の村長の取り上げるところとはなりませんでした。

以上、駆け足でしたが、社会学者が農業の技術開発にどんな貢献ができるのかについて、私の拙い経験をお話ししました。参考になれば幸いです。

参考文献

- 金田吉弘（2007）「水質改善技術確立のための圃場ブロック実験」『環境創造型農業を実現するための社会システムの研究開発 研究実施終了報告書』科学技術振興機構 社会技術研究開発センター，9-37.
- 佐藤了他編（2003）『持続可能な農業への道—参加型技術革新とその実現条件』農林統計協会.
- 谷口吉光・佐藤了（2001）「環境保全型農業に関する産学共同研究の取り組み—秋田県大潟村の「環境保全プロジェクト」の活動—」『農業および園芸』，第76巻第3号，3-9.
- 谷口吉光（2007）「水質改善技術の社会経済的評価手法の開発」『環境創造型農業を実現するための社会システムの研究開発 研究実施終了報告書』科学技術振興機構 社会技術研究開発センター，87-107.

第 2 部

有機農業に活用できる堆肥・緑肥の利用法 と効果～新しい土づくり技術の紹介～

- ◆ 堆肥がもつ土づくり効果と肥料効果の利用
- ◆ 堆肥がもつ土壌病害と線虫害の抑制効果の利用
- ◆ 緑肥がもつ土づくり効果と肥料効果の利用
- ◆ 緑肥がもつ線虫害の抑制効果の利用

堆肥がもつ土づくり効果と肥料効果の利用

井原 啓貴

農研機構九州沖縄農業研究センター

1. はじめに

私たちが堆肥を畑に施用するとき期待することは、土壌の保水性や保肥力を改善し、消耗した地力を回復させ、あるいは、土壌生物を富化、安定化させることである。減化学肥料栽培や有機農業では、堆肥施用は、天然の養分供給力や植物の窒素固定能の利用などと並んで、養分を補う手段となる。また、堆肥中養分の活用は、養分のリサイクルになり、環境に与える負荷を軽減できる。

このように多様な効果が期待され、また、環境保全の意味でも意義のある堆肥であるが、肥料効果を期待して施用する場合には、堆肥自体の質が個々の資材ごとに異なることや、化学肥料に比べて、施用後にその肥料効果が発現する時期が気象条件等に左右され、不確定であることが問題になる。

本講演では主に、これら問題を克服するべく開発された、化学分析による堆肥の肥料効果の評価法についてと、さらに、その手法を活用して、私が所属する九州沖縄農業研究センターで資材の評価データを蓄積してきた状況について話題提供する。

2. 基礎論；堆肥の窒素肥効は年単位の長期的なものだが、短期的な肥効もある

堆肥の全窒素含量と無機態、有機態

いうまでもなく窒素は作物へ与える養分の代表格であり、我々は、作物の要求する量の窒素を、利用しやすい条件で、土壌中に存在させる必要がある。そのためには、肥料や堆肥が含有する窒素の量と質を把握する必要がある。

堆肥が含有する窒素の全量を全窒素という。

（特殊肥料として販売される）市販の堆肥には、全窒素含量が表示されている。堆肥の全窒素含量は、専門の機材があれば比較的簡単に計測できる。全窒素は、「無機態」と「有機態」にグループ分けされる。無機態窒素は市販の化学肥料の成分にも使われる硝酸やアンモニウムの形態の窒素であり、その効果は速効性である。有機態の窒素成分は、多様な有機化合物から構成され、作物に速効性のものと緩効性のものを含む（図1）。

堆肥の窒素肥効は全体として見れば年単位の長期的なもの

前述のとおり、堆肥には緩効性の窒素成分が含まれるが、どれぐらいの期間の緩効性なのだろうか？ 高橋ら（2007）が畑地に牛ふん堆肥を施用した事例（図2）では、施用3年後において、堆肥由来の窒素は「施用した堆肥の全窒素量」の67%が作土中に残存していた。また、その量は、施用3年後においても減少傾向が続いた。作土から減少した窒素の一部は作物に利用されたと考えられることから、堆肥窒素の窒素は施用3年後においても作物の養分供給源であったことがわかる。

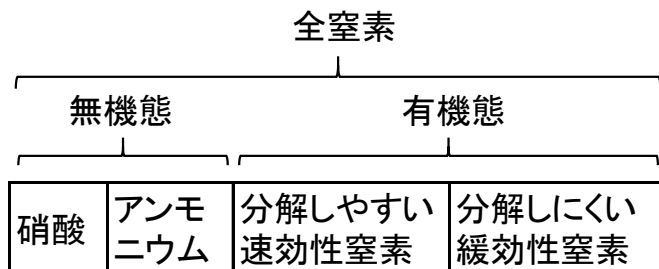


図1 全窒素、無機態窒素、有機態窒素

堆肥の窒素肥効の旧来の評価方法

堆肥には、施用当年に肥料としての効果が期待できる窒素成分が含まれる。ただし、化学肥料と同等に施用してすぐから効果をあらわすもの、おおむね施用当年期間中に効果をあらわすもの、施用当年に効果をあらわすもの、というように幅がある。従来、堆肥の肥効の評価は、個々の堆肥の特性を考慮したものではなく、堆肥の畜種、副資材や、堆肥の全窒素含量および C/N 比（全炭素含量÷全窒素含量）で場合分けして、それぞれに肥効率という値（堆肥が含有する窒素が窒素肥量の何%程度有効であるかを示した値）を示すにとどまっていた。例えば、牛ふん堆肥の肥効率は 20%、豚ふん堆肥は 30～40%、鶏ふん堆肥は 50% のように推定値が示されている（日本土壌協会, 2014）。

肥効率は分かりやすい一方で、窒素肥効の発現には、個々の堆肥の性質や、また、施用する土地や時期によって異なる地温、土壌水分、pH、土の種類、土壌腐植の量などが影響するため、個々の現場での堆肥の肥効は、平均的な肥効率と異なる場合があると、従来から指摘されてきた。その違いを精密に推定することができれば、より安定的な生産が実現する。

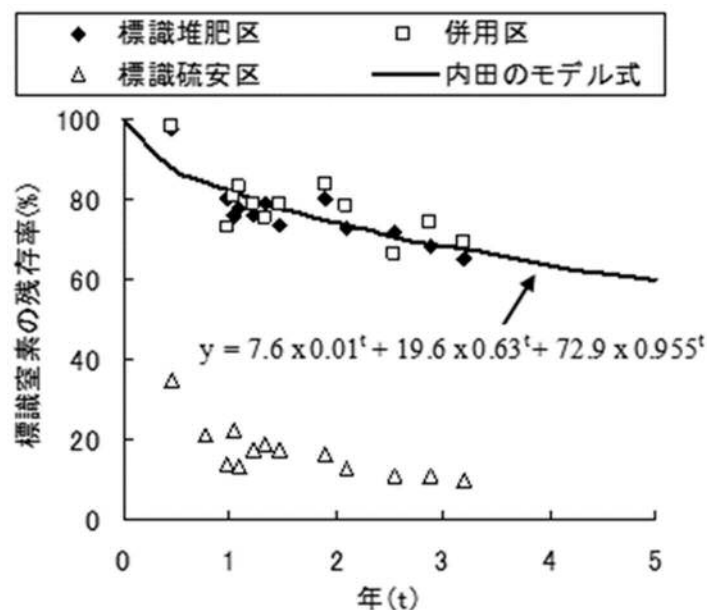


図2 堆肥由来窒素の作土残存率
高橋茂ら(2007)より引用

3. 養分面での堆肥の土作り効果の確認は定期的な土壌診断で

地力窒素診断の活用

前節の図 2 で例示したような、長期的な堆肥窒素の効果を確認するための試験研究結果は、ある程度の件数、存在する。しかし、現時点では、特性が多様な個々の堆肥について、その長期的な窒素肥効を精密に予測する技術は未開発である。

そのため、より現実的な方法として、定期的な土壌診断が推奨されている。堆肥を連用した畑地の地力窒素の診断方法として、専門的な機器や危険な薬品を利用せずに 2 日程度の操作で診断結果を得る手法も開発されている（上菌・加藤, 2010）。

NPK のバランスにも注意

一般的に、慣行農法に比べて、有機農業では、土作りには特に配慮がなされている印象が強いが、堆肥などの有機質資材を利用する場合には、その成分が、植物の要求する量に対してアンバランスにならないか、注意が必要になる。

図 3 に示したとおり、有機質資材が含有する養分は、作物の要求する養分に対して、概してアンバランスである。そのため、(成分量) × (施用量) × (肥効率) で施用資材からの養分投入量を概算すると良い。特に、有機農業に取り組み始めてすぐの生産者の方や、栽培方法を大きく変えた方などに有益と考えられる。例えば、上記の式で養分投入量を計算した結果、施用する養分の量が、慣行栽培での一般的な化学肥料施肥量より何倍も多い場合には、作物に害を及ぼすかもしれないと判断できる。有機物を長期連用した田畑でも、定期的な土壌診断は有益である。

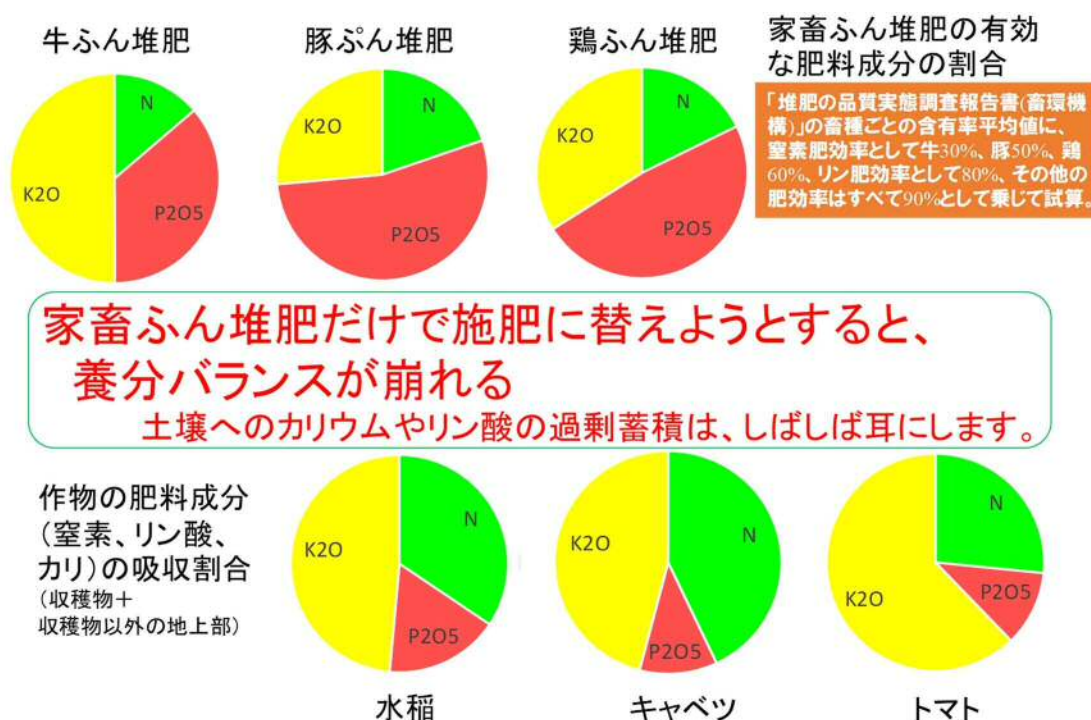


図3 家畜ふん堆肥の肥料成分と作物の肥料成分吸収割合のアンバランス
 畜産環境整備機構（2004）および尾和（1989）をもとに作図

4. 分析に基づく新たな家畜糞堆肥の窒素肥効評価法

これまで述べてきたとおり、堆肥1点ごとに、窒素肥効は異なる。しかし、個々の堆肥の分析値を得るということは、世の中に多数ある堆肥を計測することであるから、その分析手法は簡易でなければならない。すでに、ADSON 含量の測定において、専門的な理化学機器を用いることなく、圧力鍋や市販のジャム瓶、10万円ほどで購入できる小型の簡易反射式光度計等を用いる方法も開発された（石岡ら, 2009）。この手法は実用技術開発事業 18053 の成果資料として Web で公開されている。

また、その手法の開発者らは、堆肥の窒素肥効を精密に評価できるように、以下に例示するような新しい分析手法を開発した。

新しい分析手法一つは、塩酸による堆肥成分の抽出法である。この方法では、従来の分析法では抽出されなかった窒素成分である「リン酸マグネシウムアンモニウム」が抽出できる。これにより、化学肥料と同様に速効性の堆肥中窒素量を精密に評価できる。

もう一つ、本講演でとりあげるのが、酸性デタージェント可溶有機態窒素（Acid Detergent Soluble Organic Nitrogen、略して ADSON）である。デタージェントは界面活性剤のこと。すなわち、酸性デタージェント可溶性有機態窒素は、酸性の界面活性剤に溶解する有機態の窒素を指す。これは、「上記の塩酸で抽出可能な速効性窒素より少し遅れるが、おおむね施用当作に発現する窒素」の指標となる。

ADSON の実際の測定は、強酸性の硫酸を含む臭化セチルトリメチルアンモニウムという界面活性剤の溶液で堆肥等の資材を煮沸して行うが、このとき溶解しない堆肥中成分は、主に植物質由来のセルロースやリグニン、動物質由来の不溶性タンパク質とされる。これら物質は難分解性であり、土壌中での窒素無機化はゆっくりであると考えられる。一方、これらを除いた（すなわち、溶解する方の）窒素成分の集まりが ADSON であり、土壌中での窒素無機化は速やかと考

えられる。ここが、ADSON を用いた評価法のミソである。

5. ADSON 分析値からみた資材の種類ごとの特徴

堆肥の ADSON と堆肥以外の ADSON

私が所属する九州沖縄農業研究センターでは、家畜ふん堆肥や緑肥など様々な有機質資材約 500 点を収集し、資材の種類ごとに ADSON 含量の特徴を整理した。図 4 に有機質資材の ADSON 含量を示す。その平均値（図中の×印）が高かったものは、植物油かす（なたね油粕など）、魚かす、骨粉、市販有機質資材のうち複数の原料が混合されたもの（表中では多原料混合資材と表記）であった。一方、ADSON が低かったのは、牛ふん堆肥、カニガラ、穀類や飼料作物の残さであった。これらの中間に位置づけられるのが、豚ふん堆肥や鶏ふん堆肥、緑肥の大部分、果菜類や根菜類の作物残さ、米ぬか、汚泥肥料や生ごみ堆肥であった。

牛、豚、鶏ふん堆肥の ADSON

家畜ふん堆肥では、豚ふん堆肥や鶏ふん堆肥の ADSON 含量の平均値は、牛ふん堆肥の平均値の約 2 倍高い値を示した。家畜ふん堆肥の中では、牛ふん堆肥は比較的窒素無機化が遅く、豚ふん堆肥や鶏ふん堆肥では無機化が速いとするこれまでの一般的な認識と一致し、それを数字で裏付ける結果が得られた。なお、今回収集した畜種混合堆肥の大多数が牛ふんを主原料としていたため、畜種混合堆肥の ADSON 含量は、牛ふん堆肥のそれに近似していた。

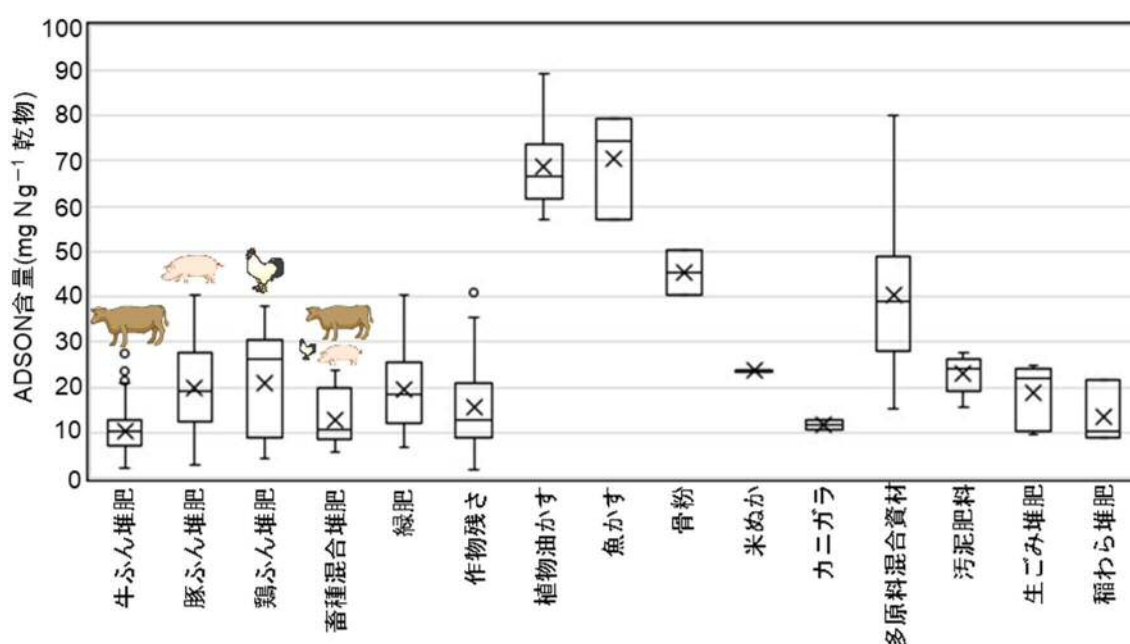


図 4 有機質資材の種類ごとの ADSON 含量の平均値とばらつき
(井原 (2020) を一部改変。元データは古賀ら (2019))

6. おわりに

前述の塩酸抽出法や ADSON 分析により、堆肥の個々の資材における速効性窒素が系統立って評価可能になり、そのデータが蓄積されてきた。土作り効果（緩効性窒素）の評価には定期的な簡易土壌診断が有益である。リン酸、カリウムなど成分の投入量も把握し、長期的に養分のアンバランス化が生じないようご配慮いただければ幸いである。

会議当日は、生物性、物理性改善や保肥力の改善効果の事前評価など、今回話題にできなかった項目への研究者への期待、課題もお寄せ頂きたい。

引用文献

- 畜産環境整備機構（2004），堆肥の品質評価実態報告書，pp.24
- 井原啓貴（2020）各種有機質資材の酸性デタージェント可溶有機態窒素含量，土作りとエコ農業，52(555)：48-52
- 石岡巖・小柳渉・加藤直人・棚橋寿彦・平柳恵子・村上圭一（2009）分析マニュアル（実用技術開発事業 18053 の成果資料として Web で公開中，http://www.g-agri.rd.pref.gifu.lg.jp/taihi_manual/manual.html）
- 古賀伸久ら（2019），日本土壌肥科学雑誌，90(2)：107-115
- 日本土壌協会（2014）土作りと作物生産，p91
- 高橋茂（2007）黒ボク土畑における牛ふん堆肥由来窒素の作物による吸収と土壌残存，<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2007/narc07-44.html>（2020 年 10 月時点）
- 上 藺 一 郎 ・ 加 藤 直 人 （ 2010 ） 畑 土 壌 可 給 態 窒 素 の 簡 易 ・ 迅 速 評 価 法 ，http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/carc/result_digest/files/snmanu.pdf（2020 年 10 月時点）
- 尾和尚人（1996）わが国の農作物の養分収支，環境保全型農業研究連絡会ニュース，33：428-445，http://www.naro.affrc.go.jp/archive/niaes/techdoc/dotoku/hozen_news033.pdf（2020 年 10 月時点）

堆肥がもつ土壤病害と線虫害の抑制効果の利用

豊田 剛己

東京農工大学

1. はじめに

有機農業を推進していくうえで、土壌の物理性、化学性、生物性を総合的に改善できる堆肥の役割は非常に大きい。本発表では堆肥がもつ土壤病害と線虫害の抑制効果に着目する。様々な有機物の土壤病害に及ぼす影響に関して、既報告の2423例を総括した研究によると（Bonanomi ら、2010）、作物残渣などの分解が進んでいない有機物では、土壤病害を抑制する場合と助長する場合に分かれる一方、堆肥などの分解が進んだ有機物は概して土壤病害を抑制する傾向にあるという。最近のレビューでも、多くの堆肥が発病抑制能を有すると報告されている（表1：De Corato, 2020）。堆肥の土壤病害抑制効果は、土壌の有する一般的拮抗作用や特異的拮抗作用が堆肥施用により高めるためと考えられているが、堆肥そのものに含まれる微生物が病害抑制に関与するとの報告もある（Antoniou ら、2017）。いずれにせよ、堆肥は土壌中の微生物を介して様々な効果をもたらす。堆肥を連用した土壌では、微生物バイオマスが高まり地力が高まるだけでなく、土壌消毒などの環境ストレスにさらされた際、生物機能が維持されやすく、また、低下した機能の回復能が高まり、さらには土壤病害も軽減されることもあるなどプラスの効果が多い（豊田, 2011）。一方で、施用量や頻度によっては環境負荷が高まるというリスクもある（片山ら、2002）。また、土壤病害を抑制する堆肥であっても、特定の堆肥で多くの土壤病害を防ぐことは期待できないため（De Corato, 2019）、堆肥の抑制効果は万能ではないことを忘れてはならない。本発表では、最近の研究動向を踏まえ、堆肥施用と土壤病害・線虫害との関係を論じてみたい。

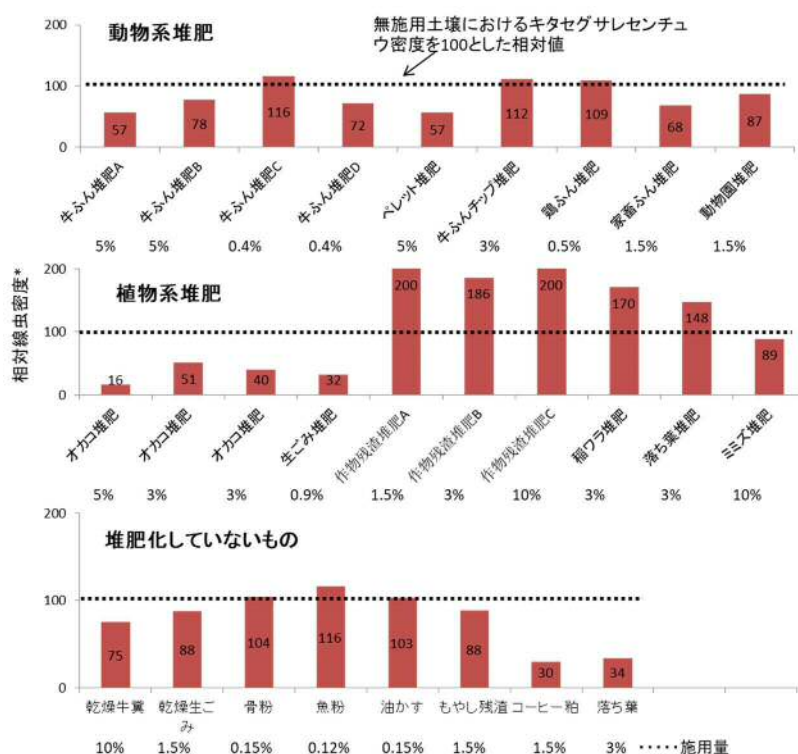


図1 各種堆肥のキタネグサレセンチュウ密度低減効果
棒グラフ中の数字は有機物施用区の無施用区に対する相対密度
%表記は土壌に対する施用量。（勝田、2012）

2. 各種堆肥のキタネグサレセンチュウ（ネグサレ）に対する密度軽減効果

ネグサレはダイコンなどに加害し品質を低下させる。防除には1,3-ジクロロプロペン（DD）や

ホスチアゼートといった殺線虫剤が用いられることが多いが、堆肥などの有機物施用によってネグサレによる害を軽減できないかと考え、様々な堆肥の効果を小規模室内試験で評価した。ネグサレ汚染土壌 100g に 0.12%~10%の資材を添加し、3 週間培養し、その後の線虫密度をベルマン法で計数し、資材無施用の土壌における線虫密度を 100 とした相対値を求めた（図 1）（勝田, 2012）。

オカラコーヒー粕堆肥（オカコ）および生ごみ堆肥がネグサレ密度を 50%以下まで低減し、線虫抑制効果を有していると考えられた。その他の有機物では、密度低減効果は様々であった。一方、堆肥を含む大半の有機物施用により土壌中の自活性線虫密度が増加し、平均団粒直径も増加したことから、土壌構造を良好にし物質循環能を高めるという点では、いずれの有機物も高い効果を有すると考えられた。

ついで生ごみ堆肥を用いて圃場試験を行った。10a あたり 1.4t と慣行量の化学肥料を表層土に混和しダイコンを栽培したところ、堆肥施用により間引き時のネグサレ密度が無施用区に比べ 1/3 に減少し、収穫時のネグサレによる病斑数が半減した（図 2）。またダイコンの生重量も約 1 割増加したことから、完全にはネグサレ被害を抑制することはできないものの、堆肥施用によりネグサレ被害を軽減できる可能性が示された。メカニズムとしては土壌中の線虫捕捉菌密度が高まることが考えられたが解明には至っていない。

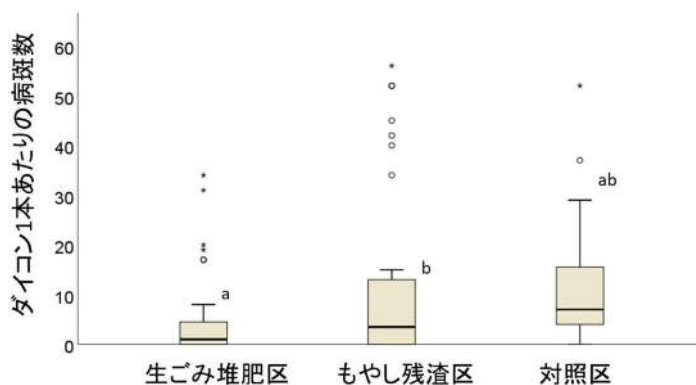


図 2 生ごみ堆肥のダイコンの線虫害への効果
1 区 1.5m×2.5m、4 反復。1 区当たり 10 本のダイコンを調査（勝田, 2012）

3. キタネグサレセンチュウ・ネコブセンチュウ（ネコブ）抑止土壌の例

様々な圃場でセンチュウ密度と被害度との関係について調査したところ、愛知県のとある有機農法圃場では、ダイコンを連作しているにもかかわらず線虫害がなく、植物寄生性線虫もないことを見つけた（宮原, 2011; Min & Toyota, 2013）。この土壌（K）にネグサレやネコブを人工的に接種してその行方を見たところ、線虫密度が速やかに減少したので、この土壌はネグサレやネコブに対して抑止的な土壌であることがわかった（図 3）。本土壌の特徴は多量の牛糞堆肥の施用であり、かつ、化学合成農薬の使用歴がない。抑止メカニズムとして線虫捕捉菌の働きや捕食性線虫を含む多様な土壌動物群の存在が示唆された。堆肥施用と農薬不使用の両方が関与していると考えられた。

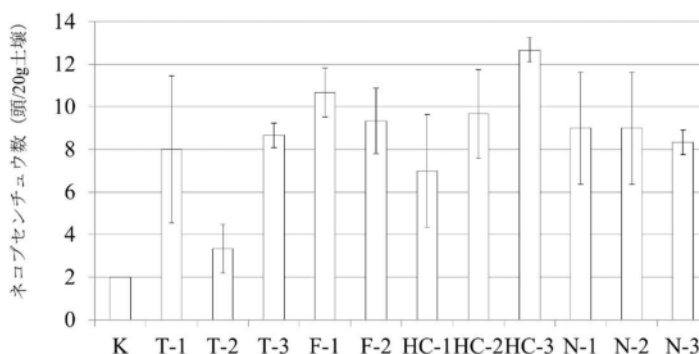


図 3 各種土壌のネコブセンチュウ抑止力
二期幼虫を接種し、5 日後の生残数（Min and Toyota, 2013）

4. 苗立枯病抑止土壌の例

Pythium ならびに *Rhizoctonia* による苗立枯病の発生程度を各種の土壌で比較したところ、両

病害を顕著に抑制した土壌は、低農薬の堆肥施用圃場由来であったため、堆肥の施用が病害抑制に関与していると考えられた。そこで堆肥の病害抑制効果を見たところ、*Rhizoctonia* 病は堆肥を施用するだけでも顕著に抑制できた（図 4）。一方、*Pythium* 病は堆肥の施用だけではまったく抑制効果が見られなかったのに対し、抑止土壌から分離したカビと組み合わせることにより、顕著な発病抑制効果が見られるケースがあった。本抑止土壌では堆肥の連用によりある種の拮抗菌が集積されてきたと推察された。

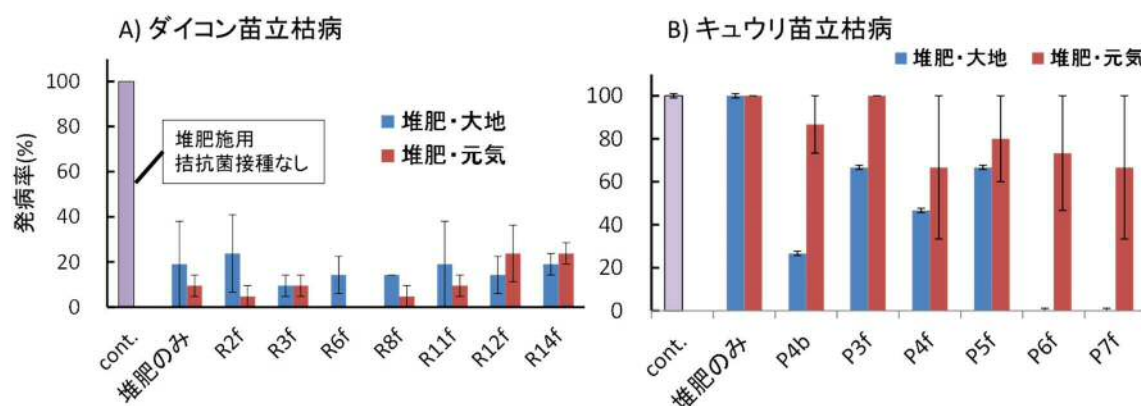


図 4 2 種類の堆肥と各種糸状菌の接種がダイコンとキュウリの苗立枯病に及ぼす影響

5. 堆肥連用圃場と化学肥料連用圃場における各種病原菌の生育状況と病害発生の違い

農工大には 20 年以上にわたる牛糞堆肥連用圃場（堆肥区）と化学肥料連用圃場（化肥区）がある。本黒ボク土は全炭素含量が 8%を超える非常に有機物含量が豊富な土壌であるが、42t/ha の堆肥連用の結果、土壌中の全炭素は有機区で 18%増、全窒素で 23%増となった（図 5）。また、pF-水分曲線から求めた pF1.8 ~ pF3.0 の有効水分は堆肥区で 12%高くなり、最大容水量では有機区で 16%増となり、土壌の物理化学的環境は有機物豊富な土壌でさえ、堆肥連用により着実に高まることが確認された。土壌の微生物性を見ると、DNA 含量は微増であったが、呼吸活性は堆肥区で約 2 倍に増加しており、養分供給力が堆肥連用で高まることが確認できた。各種病原菌の接種・作物栽培試験では *Fusarium* によるトマト萎ちょう病の発病指数は両者で差がなかったが、*Rhizoctonia* による苗立枯病、*Pythium* によるキュウリ苗立枯病は堆肥区で低くなった（図 6）。病害虫の生息状況は、*P. aristosporum*、*P. spinosum*、*P. ultimum* は両区で検出されず、ネグサレ、ネコブ、ダイズシストセンチュウ、*P. aphanidermatum*、*P. helicoides* の密度は両区で差がなかった。一方で、土壌の最大容水量、全炭素、微生物バイオマスは着実に堆肥区で高くなっており、堆肥施用による土壌構造の改善、地力の増加効果が見られ、土壌微生物性の面でも有機物連用による目立った弊害は見られなかった。

堆肥施用は、農薬のような速効性でかつ幅広い病害虫に対する効果を期待することは難しいが、上述のような土壌全般にわたる改良効果、それに加えて種類によっては病害抑制能が期待できる。一方、発病助長リスクは少なく、さらには、地域における資源循環につながるという点でも積極的に取り入れるべきである。

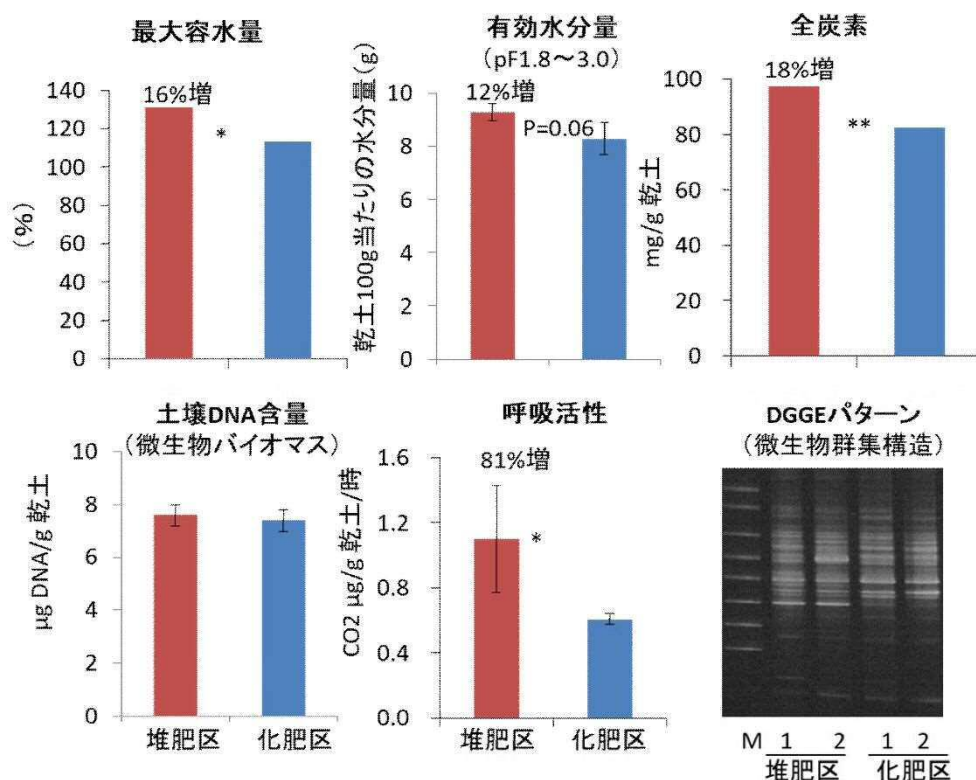


図5 化学肥料および堆肥連用土壌における物理性、微生物性
堆肥区：牛ふん堆肥（42t/ha）を20年以上にわたって連用。（豊田ら，2015）

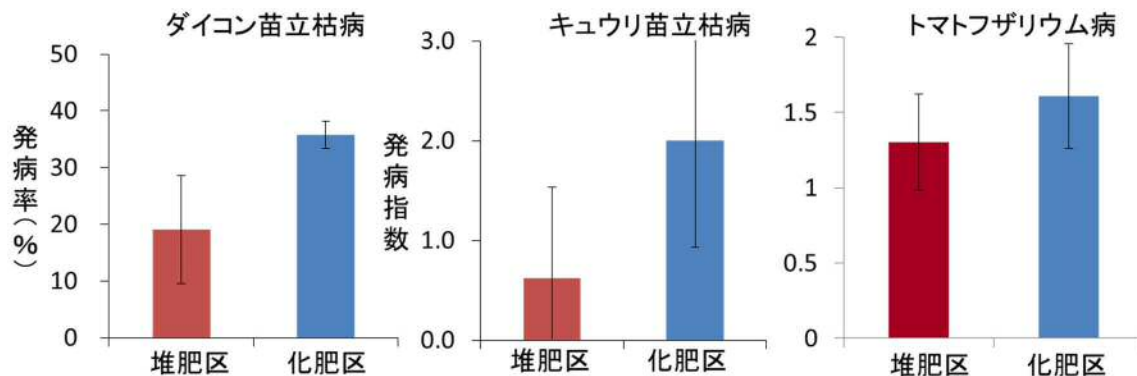


図6 化学肥料および堆肥連用土壌における各種病害の発病程度
両土壌に *Rhizoctonia solani*, *Pythium aphanidermatum*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* を接種し、発病度を比較。堆肥区：牛ふん堆肥（42t/ha）を20年以上にわたって連用。（豊田ら，2015）

引用文献

- Antoniou, A., Tsolakidou, M. D., Stringlis, I. A., and Pantelides, I. S. 2017. Rhizosphere microbiome recruited from a suppressive compost improves plant fitness and increases protection against vascular wilt pathogens of tomato. *Frontiers in Plant Science* 8: Article 2022. Doi: 10.3389/fpls.2017.02022
- Bonanomi, G., Antignani, V., Capodilupo, M., and Scala, F. 2010. Identifying the characteristics of organic soil amendments that suppress soilborne plant diseases. *Soil*

Biology & Biochemistry 42(2): 136-144. Doi: 10.1016/j.soilbio.2009.10.012

De Corato, U., Patruno, L., Avella, N., Lacolla, G., and Cucci, G. 2019. Composts from green sources show an increased suppressiveness to soilborne plant pathogenic fungi: Relationships between physicochemical properties, disease suppression, and the microbiome. Crop Protection 124: 104870.

Doi: 10.1016/j.cropro.2019.104870

De Corato, U. 2020. Disease-suppressive compost enhances natural soil suppressiveness against soil-borne plant pathogens: A critical review. Rhizosphere 13: 100192.

Doi: 10.1016/j.rhisph.2020.100192

Min, Y.Y., and Toyota, K. 2013. Suppressiveness of *Meloidogyne incognita* in different agricultural soils and possible contribution of soil fauna, Nematology 15(4): 459-468.

片山新太・山川晴義・水谷浩孝・井上康・豊田剛己・吉田重方. 2002. 厩肥を施用した農耕地断面における硝酸溶脱の実態例。環境科学会誌 15(4): 287-291.

勝田あかね. 2012. Suppressiveness of organic amendment on the root-lesion nematode, *Pratylenchus penetrans*. 東京農工大学農学部地域生態システム学科卒業論文

宮原麻岐. 2011. ダイコン栽培圃場におけるキタネグサレセンチュウ被害に対する減農薬手法の確立。東京農工大学農学部地域生態システム学科卒業論文

豊田剛己. 2011. 農耕地土壌における微生物多様性の評価手法とその利用、日本農学会編「シリーズ 21 世紀の農学」、養賢堂、東京、pp.113-137.

豊田剛己・宮原麻岐・吉原周佑・兒山裕貴・勝田あかね・Saleem Jamily・宮崎駿人. 2015. 土壌病害と有機物施用。土と微生物 69(2): 31-34.

表 1 土壌伝染性病原菌に対して発病抑制能を有する堆肥の例 (De Corato ら、2020)

フザリウム導管病	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	トマト	ブドウの搾りかす堆肥	Borrero ら (2002)
			野菜、動物残渣、下水汚泥の混合堆肥	Cotxarrera ら (2002)
			作物残渣と食品残渣の堆肥	De Corato ら (2019)
			牛ふん堆肥	
	<i>radicis-lycopersici</i>	トマト	パルプ・廃紙堆肥	Pharand ら (2002)
			トマト植物体と牛糞の堆肥	Saadi ら (2010)
			園芸作物残渣堆肥	Suarez-Estrella ら (2007)
			作物残渣と食品残渣の堆肥	
	<i>basilici</i>	バジル	牛ふん堆肥	De Corato ら (2019)
			作物残渣と食品残渣の堆肥	
フザリウム根腐病	<i>F. o. f. sp. radicis-lycopersici</i>	キュウリ	牛ふん堆肥	Kannangara ら (2000)
			広葉樹のバーク堆肥	
			干し草、乳牛糞、野菜残渣の堆肥	
バーティシリウム導管病	<i>Verticillium dahliae</i> , <i>V. albo-atrum</i>	トマト	コルク堆肥と泥炭	Borrero ら (2004)

リゾクトニア苗立枯病	<i>Rhizoctonia solani</i>	ナス	脱脂したオリーブの搾りかすと fennel（セリ科）の堆肥	De Corato ら (2019)
			脱脂していないオリーブの搾りかすと artichoke（キク科）の堆肥	
			コーヒー粕とセルリーとニンジン残渣の堆肥	
			お茶殻、トマト茎葉部とレタス残渣の堆肥	Kanaan ら (2017)
			トマト残渣の堆肥	
		ワタ	ウッドチップに加えて、トマト茎葉部と endive（キク科）の残渣	De Corato ら (2019)
			アスペンチップ、artichoke と fennel の堆肥	
			ブドウの木の剪定くず、ワイナリー残渣、コムギワラに加えて、ジャガイモとトウガラシの茎葉部の堆肥	
			オリーブ粉碎物の堆肥	
		ダイコン	鶏糞とリターの堆肥、乳牛の糞尿とリターの堆肥、子牛と馬の堆肥	Ringer ら (1997)
ピシウム苗立枯病	<i>Pythium ultimum</i>	キュウリ	家庭ごみ、野菜、果樹などの残渣堆肥	Tuitert ら (1998)
			コルク、オリーブの搾りかす、菌床の堆肥	Trillas-Gay ら (2006)
		キャベツ	家畜糞尿、バーク、庭の刈り取り残渣、ミミズふんの堆肥	Stone ら (2004)
		マメ	脱脂したオリーブの搾りかすと fennel の堆肥	De Corato ら (2019)
			脱脂していないオリーブの搾りかすと artichoke の堆肥	
			コーヒー粕、セルリーとニンジン残渣の堆肥	
			お茶殻、トマト茎葉部とレタス残渣の堆肥	
		クレス	トマト、endive（キク科）、ウッドチップの堆肥	Pane ら (2013)
			artichoke（キク科）とウッドチップの堆肥	
		ラベンダー	樹木の伐採残渣、芝生の刈草の堆肥	Chilosi ら (2017)
ピシウム苗立枯病	<i>Pythium ultimum</i>	クレス	庭の剪定残渣、バーク、ブドウの搾りかすの堆肥	Erhart ら (1999)
		キュウリ	バーク堆肥と泥炭の混合物	Inbar ら (1991)

フィトフトラ根腐病	<i>Phytophthora nicotianae</i>	<i>P. irregulare</i>	クレス	家畜ふん、バーク、芝草、ミミズふんの堆肥	Stone ら (2004)	
				脱脂したオリーブの搾りかすと fennel の堆肥		
				脱脂していないオリーブの搾りかすと artichoke の堆肥		
				コーヒー粕、セルリーとニンジン残渣の堆肥	De Corato ら (2019)	
				お茶殻、トマト茎葉部とレタス残渣の堆肥		
		<i>P. aphanidermatum</i>	キュウリ	ブドウ園、ワイン工場残渣、その他様々な有機残渣の堆肥	Pane ら (2011)	
				家畜ふん、バーク、芝草、ミミズふんの堆肥	Stone ら (2004)	
				脱脂したオリーブの搾りかすと fennel の堆肥		
				脱脂していないオリーブの搾りかすと artichoke の堆肥		
				コーヒー粕、セルリーとニンジン残渣の堆肥	De Corato ら (2019)	
			ズッキーニ	お茶殻、トマト茎葉部とレタス残渣の堆肥		
				カンゾウの根の堆肥	Hadar and Mandelbaum (1986)	
				柑橘類	生ごみ堆肥	Widmer ら (1998)
				トマト	脱脂したオリーブの搾りかすと fennel の堆肥	De Corato (2019)
					脱脂していないオリーブの搾りかすと artichoke の堆肥	
		コーヒー粕、セルリーとニンジン残渣の堆肥				
	トウガラシ	お茶殻、トマト茎葉部とレタス残渣の堆肥				
		ブドウの剪定残渣とトウガラシの残渣				
		ブドウの剪定残渣、artichoke の残渣、トウガラシの残渣				
		ブドウの剪定残渣、トウガラシ・ニンニク・ニンジンの残渣、アーモンドの殻	Blaya ら (2016)			
		ブドウの剪定残渣と堆肥、artichoke 残渣				

		ラベンダー	樹木の剪定残渣と芝生の刈草の堆肥	Chilosi ら (2017)
		アザレア <i>P. cinnamomi</i>	脱脂したオリーブの搾りかすと fennel の堆肥	De Corato ら (2019)
			脱脂していないオリーブの搾りかすと artichoke の堆肥	
			コーヒー粕、セルリーとニンジン残渣の堆肥	
			お茶殻、トマト茎葉部とレタス残渣の堆肥	
		アボカド	オーツ麦と鶏ふんの堆肥	You and Sivasithamparam (1995)
フィトフトラ根腐疫病	<i>P. capsici</i>	キュウリ	オカクズ、牛ふん、トリコデルマ菌の堆肥	Khan ら (2004)
		トウガラシ	下水汚泥と庭の剪定残渣の堆肥	Kim ら (1997)
スクレロティニア根腐病	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	ラベンダー	樹木の剪定残渣と芝生の刈草の堆肥	Chilosi ら (2017)
		レタス	コーヒー粕、脱脂したオリーブの搾りかす、ウッドチップなどの堆肥	De Corato ら (2019)
	<i>S. minor</i>	クレス	トマト、endive（キク科植物）、ウッドチップの堆肥	Pane ら (2013)

緑肥がもつ土づくり効果と肥料効果の利用

唐澤 敏彦

農研機構中央農業研究センター

1. はじめに

緑肥とは、栽培している植物を収穫せずそのまま田畑にすき込み、後から栽培する作物の肥料とすること、またはそのための植物のことである。近年、緑肥の従来の利用目的である有機物の補給や養分の供給以外にも、雑草抑制、線虫抑制、土壌病害対策、透水性の改善、飛砂防止、景観美化など、緑肥のもつ様々な効果が明らかになり、栽培が広まっている。その一方で、圃場への堆肥の投入が年々減少して土づくりが不十分になるとともに、高止まりする肥料価格は生産コストを押し上げており、緑肥を有機物の補給や養分供給のために利用することが再び注目されている。こうした中、農研機構が中心となり、プロジェクト研究「生産コストの削減に向けた有機質資材の活用技術の開発（2015年度～2019年度）」の中で、緑肥を利用した土づくりと減肥について技術開発を行い、成果を「緑肥利用マニュアルー土づくりと減肥を目指してー」として公表した。ここでは、緑肥がもつ土づくり効果と肥料効果の利用について、プロジェクトで作成したマニュアルに掲載している成果を中心に紹介する。



2. 緑肥導入がもたらす土づくり効果

緑肥をすき込むと、作土には、たくさんの有機物が供給される。緑肥は、堆肥よりも土壌中で分解しやすいものの、すき込んでから1年後に作土に残る有機物の量を調べた結果、例えば、草丈220 cm、地上部乾物重1.3 t/10aのソルガムであれば、牛ふん堆肥を1.4 t/10a すき込んだのと同等の有機物蓄積効果を期待できることが示された（図1）。

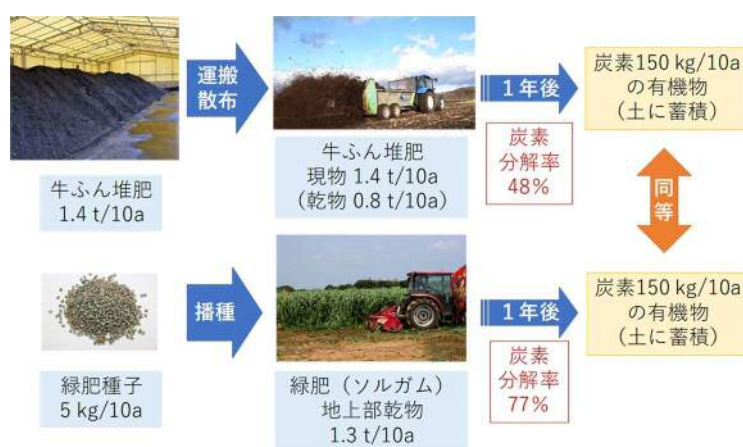


図1 すき込み1年後に炭素150 kg相当の有機物を土壌に蓄積させるために必要な牛ふん堆肥と緑肥の量

緑肥のすき込みによって作土の有機物が増えると、作土の団粒化が進むことが期待できる。農研機構中央研の圃場では、緑肥を導入しなかった区に比べて、ヘアリーベッチを導入した区で直径2 mm以上の大きな団粒の割合が増え、シロガラシやエンバクの導入で、さらに大きな団粒の割合が多くなることが示された（図2）。

エンバクなどの緑肥の根は量が多く、深くまで伸びる。この根の働きで、エンバクの後では、耕盤と呼ばれる深さ15～30 cmの硬い層の緻密度が低くなった（図3上）。その次にコマツナを栽

培すると、緑肥無作付区では耕盤層の下に伸びた根が少なかったのに対し、エンバク作付区では、耕盤が少し柔らかくなったことにより、コマツナの根が深くまで伸びた。また、表層の柔らかい土の層が厚くなり、根が多い表層も緑肥無作付区より厚くなった。以上より、コマツナは、緑肥の導入によって、より広範囲から養水分を吸収できるようになったと考えられた(図3下)。

緑肥の根の効果により作土や下層土で土壤構造が発達し、水や空気の通り道が増える可能性も示された。このため、緑肥後の作物栽培時に、水はけが良くなる事例が示されている。

3. 緑肥導入がもたらす肥料効果

根粒で空中窒素を固定できるマメ科作物を窒素源として作物を栽培する方法は、古くから用いられてきた。古くから使われているレンゲのほか、ベッチ、クロタラリア、クローバなどが、後作への窒素供給能の高いマメ科緑肥として使われている。また、マメ科を使わずに窒素を供給することもできる。野菜などを収穫する時、作土中には、野菜が吸い残した窒素(多くは硝酸態)がたくさん残っているが、野菜の収穫後に裸地の期間がある栽培体系では、硝酸態窒素は降雨にともなって地下へ流亡し、その後に作付ける作物は吸収できなくなる。そこで、野菜収穫後の裸地の期間に緑肥を作付ければ、地下に流れるはずの硝酸態窒素を緑肥が吸い上げ、それをすき込むことで、次の作物の窒素源になることが期待できる。

カリについては、土壌中では作物が利用しやすい交換性と利用しにくい非交換性の形態があることが知られているが、イネ科などの緑肥の導入で、作土中の交換性カリが増えることが明らかになっている。カリも、硝酸態窒素と同様、雨が降ると下層

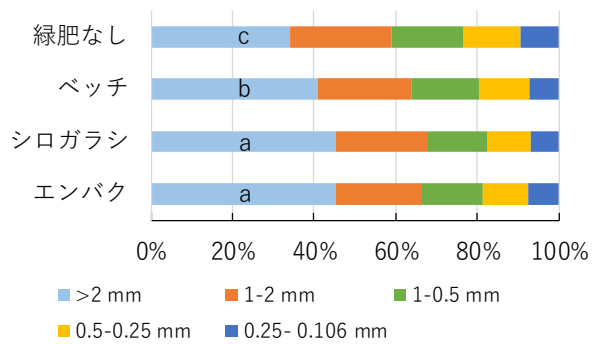


図2 緑肥が土壌の粒径別団粒割合に与える効果



深さ 100 cm の穴を掘り、10 cm×10 cm のメッシュごとに、緻密度(mm、土の硬さ)とコマツナの根の数(本/区画)を調査
縦 100 cm は深さ別に 10 等分し、横 50 cm も同じ幅で A~E の 5 つに分けて調査

エンバク作付						緑肥無作付						
緻密度		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
0-10 cm	1	6	5	7	6	7	1	7	8	11	10	9
10-20 cm	2	10	12	12	15	14	2	21	22	23	22	20
20-30 cm	3	23	23	26	26	27	3	22	26	27	29	32
30-40 cm	4	23	25	24	21	21	4	18	24	21	27	24
40-50 cm	5	23	21	25	23	23	5	20	21	24	21	24
50-60 cm	6	20	19	22	22	22	6	18	19	20	19	22
60-70 cm	7	20	21	20	22	18	7	17	17	18	19	20
70-80 cm	8	18	20	20	19	16	8	19	19	17	20	20
80-90 cm	9	19	18	15	20	18	9	17	18	18	16	18
90-100 cm	10	18	16	16	19	17	10	18	17	18	18	18

コマツナ

根の分布						根の分布						
		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
0-10 cm	1	200	200	200	200	200	1	200	200	200	200	200
10-20 cm	2	200	200	200	200	200	2	40	32	32	37	37
20-30 cm	3	66	63	53	75	60	3	38	12	31	35	14
30-40 cm	4	13	22	13	13	16	4	23	7	10	14	1
40-50 cm	5	20	21	6	5	6	5	8	1	13	10	0
50-60 cm	6	9	14	36	22	6	6	8	0	4	6	0
60-70 cm	7	6	6	20	9	8	7	3	0	7	10	0
70-80 cm	8	0	0	4	8	9	8	3	0	4	8	0
80-90 cm	9	0	0	0	0	4	9	1	0	2	2	0
90-100 cm	10	0	0	0	0	1	10	1	0	1	2	0

図3 エンバク作付で耕盤を改良した区と緑肥無作付区で栽培したコマツナ圃場の土壌硬度とコマツナ根の分布(収穫時)
* 赤色が濃いほど土が硬く、緑色が濃いほど根が多い

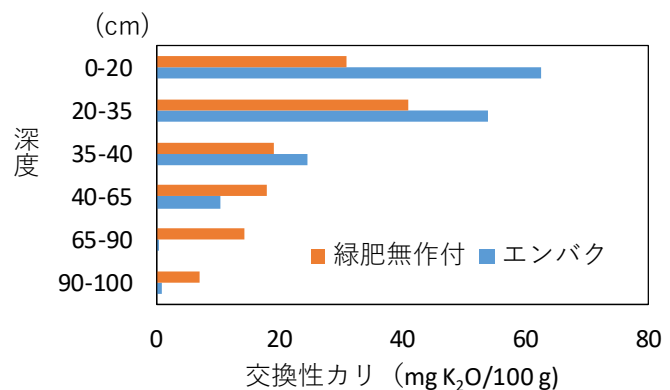


図4 緑肥無作付区とエンバク区における深さ別の交換性カリ(すき込み4週間後)

に流れ、作物が利用できなくなる。そこで、裸地期間に緑肥作物を導入することにより、溶脱す前にカリを吸い上げ、作土に戻すことができる。これにより、作土の交換性カリが高く維持され、減肥につながると思われる（図 4）。

リン酸は、土壤中では有機態や難溶性で存在するものが多く、作物の多くは、それらを直接、吸収することができない。一方、土壤中の微生物には、有機態リン酸を分解して作物が吸収できる無機態に変える酵素を放出するものや、有機酸を放出して難溶性のリン酸を溶かす働きをするものが知られている。このうち、有機態リン酸を無機化するホスファターゼの活性は、各種緑肥のすき込みで上昇することが示された（図 5）。このことから、緑肥をすき込むと、緑肥や土壤中の有機態リン酸が無機化され、作物に利用されやすくなる可能性がある。また、難溶性リン酸を溶かすリン溶解菌も、緑肥のすき込みで増えることが示された（図 6）。これにより、緑肥をすき込むと、土壤中のリン酸が可溶化され、作物に吸収されやすくなる可能性があると考えられる。

このほか、緑肥をすき込むと、土壤中のバイオマスリン（微生物の体内に蓄積されたリン酸）が増える。これは、土壤に固定されない養分のプールとして、作物のリン酸吸収に有利に働く。また、作物の根に共生するアーバスキュラー菌根菌（VA 菌根菌、菌根菌ともいう）と呼ばれる糸状菌も、リン酸吸収域を増やすことで、作物のリン酸吸収を促進する。菌根菌についても、アブラナ科を除く多くの緑肥の栽培で増えることが示されている。

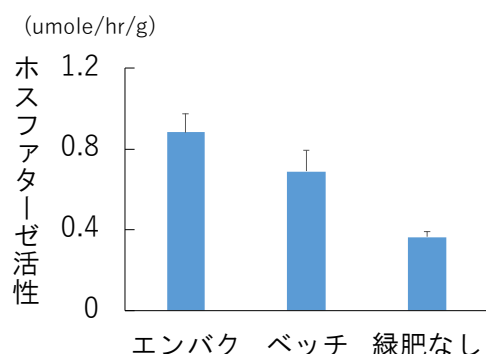


図 5 緑肥のすき込みが土壌のホスファターゼ活性に及ぼす影響

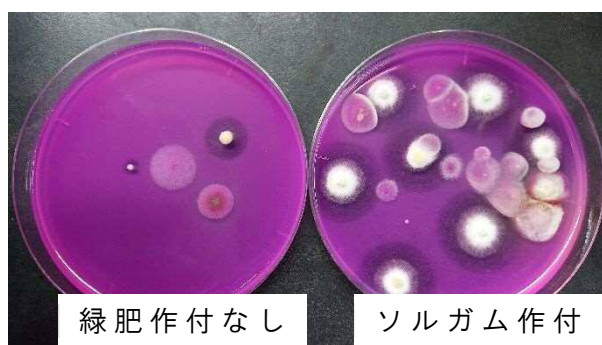


図 6 緑肥のすき込みが土壌のリン溶解糸状菌数に及ぼす影響
周りが黒に見えるコロニーは、周囲のリン酸カルシウムの沈殿を溶かしたリン溶解菌であり（周囲の沈殿が透明になり、下の机の黒色が見える）、周りが黒くなっていないものは、リン酸カルシウムを溶解していない糸状菌

4. 緑肥の効果を高めるための方策

作物を大きくしてからすき込めば、より多くの有機物を補給することができる。しかし、生育が進むと緑肥に含まれる窒素に対する炭素の比率（C/N 比）が高くなり、イネ科は出穂始期、マメ科は開花始期を過ぎると分解に時間がかかるようになる。このため、すき込み時期が遅れると、有機物補給による土づくりの効果は大きくなる一方で、次作での肥料効果は小さくなり、場合によっては、窒素の取り込みによる窒素飢餓が起きることもある（図 7）。また、緑肥を大きくしすぎると、用いる機械によっては、すき込みが難しくなる。このため、緑肥は、

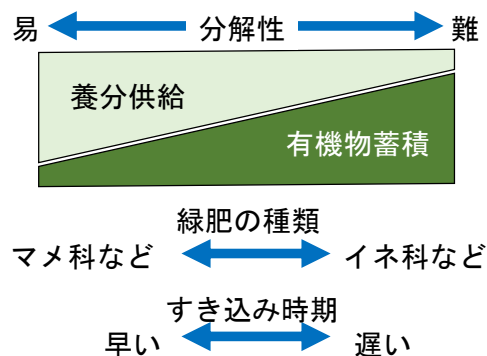


図 7 緑肥の分解しやすさと効果の関係

効果と作業性を考えて、適期にすき込むことが重要となる。

また、緑肥をすき込んだ後、次の作物の栽培を始めるまでの期間も、緑肥の効果に影響を与える。一般に、緑肥をすき込むと速やかにその分解が始まり、特にマメ科など C/N 比が小さい緑肥からは、すき込み直後からアンモニア態や硝酸態の窒素などが放出される。こうした養分は、降雨などによって溶脱しやすいことから、緑肥に含まれている養分を効率良く次の作物に吸収させるには、すき込み後、早い時期に次の作物を作付けることが有効といえる。

しかしながら、緑肥をすき込んでからすぐに次の作物を栽培すると、植え傷みが起きることがある。その場合は、障害が起きなくなるまで作付けを行わず、腐熟期間を設ける必要がある。最適な腐熟期間は、すき込む緑肥の種類や次の作物の種類、すき込み時の温度条件などによって異なる。マメ科緑肥をすき込んだ後や低温の時期には、特に、適切な腐熟期間を設けることが必要となる。

5. おわりに

土づくりへの関心が高まっている中、また、生産コストや環境への影響の面から減肥が求められている中、緑肥のもつ土づくりや減肥の効果を有効に活用することが期待されている。緑肥は、それ自体が販売され、直接、利益を生むことがないため、効果を数値化しにくい。ここで紹介した緑肥利用マニュアルにおいては、土づくり効果（有機物の蓄積効果）は牛ふん堆肥の何トン分に相当するか、肥料効果（減肥可能な肥料の量）については化学肥料何キロ分に相当するか、というように定量的に示すことを目指した。こうした取り組みを通じて、緑肥の効果が明確化し、それにより緑肥の有効活用が広がることで、今後、土づくりの推進による生産性の維持・向上、減肥による生産コストの低減や環境負荷の低減などが実現されることを期待している。

参考資料

新版 緑肥を使いこなす（橋爪健、農文協、2007）

緑肥利用マニュアル ―土づくりと減肥を目指して―（農研機構中央研、2020）

Toshihiko Karasawa & Shigeru Takahashi (2015) Nutr Cycl Agroecosyst 103: 15-28

Hiroko Nakatsuka, Toshihiko Karasawa, Toshiaki Ohkura & Rota Wagai (2020) Geoderma 357: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.113910>

緑肥がもつ線虫害の抑制効果の利用

富田 祐太郎

カネコ種苗株式会社 くにさだ育種農場 5 グループ

1. はじめに

緑肥とは、土壌を肥沃にすること目的に、主作物の栽培前に栽培し、畑にすき込まれる植物である。緑肥が土壌を肥沃にする要因は、物理性の改善・化学性の改善・生物性の改善の3つであり、具体的な内容は次の通りである。①腐植の増加に伴う団粒構造の形成や植物の根が硬盤を破碎することで排水性・保水性が改善する。②腐植の増加に伴う保肥力の向上や緑肥と共生する窒素固定細菌による空中窒素の固定、菌根菌による可給態リン酸の増加、過剰塩類を吸収した緑肥（クリーニングクロップ）の持ち出しにより施設内土壌の塩類濃度を適正にする。③根からの分泌物により土壌中の微生物叢を変化、あるいは作物に加害する植物寄生性線虫を根内に誘引して成長を阻害または殺線虫物質により殺虫し減少させる（対抗植物）ことで土壌微生物叢が改善する。これらの緑肥の効果により土壌を肥沃にでき、換金作物の収量や秀品率を改善することができる。

また、連作障害が生じている畑で換金作物と緑肥を輪作すると、連作障害を予防または防ぐことができる。連作障害の原因は、土壌病原菌、植物寄生性線虫、土壌の化学性不良（養分欠乏、塩類集積など）、土壌の物理性不良（湿害など）などである。土壌病原菌や植物寄生性線虫の防除は、一般的に土壌病原菌や植物寄生性線虫は土壌くん蒸剤や粒剤・液剤の化学合成農薬により防除されるが、有機栽培ではこれらの化学合成農薬は使用できない。このため、有機栽培では抵抗性品種の利用、非寄主作物や緑肥による輪作、堆肥の施用、微生物資材、太陽熱消毒、生物農薬などを用いて土壌病原菌や植物寄生性線虫の密度を低下させる必要がある。そこで今回は、緑肥がもつ植物寄生性線虫の密度抑制効果と利用方法について説明する。

2. 植物寄生性線虫

日本で種または属レベルで同定発表された線虫のうち、植物寄生種は約 190 と報告されている¹⁾。これらのうち、国内において、作物に被害を与える線虫はせいぜい 10 種類程度とされており、その主なものは「ネコブセンチュウ」「シストセンチュウ」「ネグサレセンチュウ」の3つのグループに分類される。また、2012 年に中央農業研究センターが実施した線虫発生動向調査によると、検出された有害線虫の割合は、ネコブセンチュウ 48%、シストセンチュウ 22%（ジャガイモ 13%、ダイズ 9%）、ネグサレセンチュウ 14%、イネシンガレ 7%、イモグサレセンチュウ 4%であった。種レベルで順位づけすると、サツマイモネコブセンチュウ、ジャガイモシストセンチュウ、キタネグサレセンチュウの順であった。また在来の線虫害の拡大・顕在化として、ダイズシストセンチュウは東京都や群馬県で特にエダマメにおいて被害が深刻化していることが明らかとなった^{2,3)}。以上の報告より、サツマイモネコブセンチュウ、ジャガイモシストセンチュウ・ダイズシストセンチュウ、キタネグサレセンチュウを中心に、緑肥がもつ植物寄生性線虫の抑制効果を説明する。

3. 緑肥がもつ線虫害の抑制効果

(1) 緑肥がもつネコブセンチュウの抑制効果

サツマイモネコブセンチュウ（以下、サツマイモネコブ）は、サツマイモ、馬鈴薯などのいも類、ニンジンなどの根菜類、トマト・ナス・キュウリ・メロンなどの果菜類、レタスなどの葉菜

類など、日本では 200 種以上の寄生が確認されている。サツマイモネコブは、地温 0℃以下となる地域では越冬できない。このため、国内の分布域は、北海道を除く都府県であるが、北海道の加温ハウス内では越冬が確認されている^{4,5)}。本線虫に寄生された植物は、根にコブが形成され、奇形や枯死といった症状が発生する。また、サツマイモネコブは、トマト萎凋病⁶⁾、ナス青枯病⁷⁾などの土壌病害を助長する。

サツマイモネコブを抑制する緑肥は、エンバク（「ヒットマン」（図 1）「たちいぶき」など）、ソルガム（「緑肥用スダックス」など）、ギニアグラス（「ナツカゼ」「ソイルクリーン」など）、マリーゴールド（「フィールドキーパー」「エバークリーン」など）、クロタラリア スペクタビリス（「ネマクリーン」など）、クロタラリア ジュンセア（「クロタラリア」など）である。晩生のエンバク「ヒットマン」を鹿児島県肝属町で 2017 年 12 月に播種し、翌年 5 月に土壌中のサツマイモネコブ密度を調査した結果、密度を大きく低下させた（表 1）。緑肥でサツマイモネコブを抑制する場合、サツマイモネコブの寄生活動が始まる地温 18℃を超える時期⁸⁾に栽培する必要がある。併せて、上記で紹介した緑肥は積雪により枯死するため、基本的に春～晩夏で播種し、初夏～年内にすき込むことを推奨する。



図 1 エンバク「ヒットマン」と他品種 A（サツマイモネコブ抑制効果あり）の早晩生と草丈の違い

全写真とも左：「ヒットマン」、右：「他品種 A」

試験地：群馬県伊勢崎市 播種日：2017 年 3 月 1 日

撮影日：（左）2017 年 5 月 12 日（中央・右）2017 年 6 月 5 日

表 1 エンバク「ヒットマン」の現地試験結果（試験地：鹿児島県肝属町）

播種日 2017年12月16日 調査日 2018年5月24日

品種名	草丈 cm	生草収量 kg/10a	乾物収量 kg/10a	乾物率 %	ネコブセンチュウ頭数 土壌100gあたり	
					播種前	すき込み前
エンバク ヒットマン	179	400	97	24.4	148	0
エンバク 他品種B (線虫抑制効果なし)	152	401	100	25.0	134	31

キタネコブセンチュウ（以下、キタネコブ）は、冷涼な気候を好むが全国で発生しており、ニンジン、ゴボウ、イチゴ⁹⁾、ラッカセイ、馬鈴薯などで被害が確認されている。イネ科には寄生しないため、アウエナ ストリゴサ、エンバク、ソルガム、ギニアグラスや根に寄生したキタネコブを成長させないマリーゴールドやクロタラリア スペクタビリスでキタネコブを抑制できる¹⁰⁾。

(2) 緑肥がもつシストセンチュウの抑制効果

ジャガイモシストセンチュウ（以下、ジャガイモシスト）は、北海道、青森県、三重県、長崎県、熊本県に分布¹¹⁾する。馬鈴薯の最重要害虫であり、トマトやナスにも寄生する¹²⁾。ジャガイモシ

ストが寄生すると、根に 200～500 卵を含んだ褐色のシストが形成される（シストは初め白色であるが次第に黄化し褐色となる）。また卵は、土壤中で 10 年以上の長期間に渡りシスト内で生存する。ジャガイモシストが馬鈴薯の根部に寄生すると、養水分の吸収が妨げられ、黄化し収量が低下する。

現在市販されておりジャガイモシストを抑制する緑肥は、ソラヌム ペルウィヌア（野生種トマト）「ポテモン」（雪印種苗(株)）である¹³⁾。

ダイズシストセンチュウ（以下 ダイズシスト）は、関東以北と散発的に九州に分布しており、ダイズ、アズキ、インゲンなどの豆類に寄生する。本線虫に寄生されたマメ科植物は、根にシストが形成され、栄養が吸収できなくなり、地上部が黄化し、ひどい場合は枯死する。本線虫も複合病を引き起こし、アズキのアズキ落葉病を助長する¹⁴⁾。

ダイズシストを抑制する緑肥は、アカクロローバやクリムソクローバ（「くれない」など）クロタラリア スペクタビリス（「ネマックス」など）である。また一般的に緑肥による植物寄生性線虫の防除は約 60 日間の栽培期間を要するが、東京農工大学などが緑豆を使用した短期輪作（栽培期間 14～21 日）によるダイズシストセンチュウ抑制技術を発表している¹⁵⁾。

(3) 緑肥がもつネグサレセンチュウの抑制効果

キタネグサレセンチュウ（以下 キタネグサレ）は、350 種以上の植物に寄生すると報告されており、ダイコンやゴボウなどの根菜、アズキやダイズなどのマメ科作物、キャベツやハクサイ、レタスなどにも寄生する。キタネグサレに加害された場合、ダイコンでは白濁斑が生じ、ゴボウではしみ状の褐点や亀裂が生じる¹⁶⁾。また、ダイコンのバーティシリウム黒点病¹⁷⁾、キャベツのバーティシリウム萎凋病¹⁸⁾、ハクサイ黄化病¹⁹⁾などを助長する。

キタネグサレを抑制する緑肥は、アウエナ ストリゴサ（「ソイルセイバー」「ニューオーツ」「ヘイオーツ」など）、マリーゴールド（「フィールドキーパー」「エバーグリーン」など）、ライムギ（「緑肥用クリーン」など）、ギニアグラス（「ナツカゼ」「ソイルクリーン」など）、エビスグサ、またリビングマルチとして間作利用できる大麦（「てまいらず」）である。主にアウエナ ストリゴサが、北海道で小麦の後作で使用され、その後ダイズや甜菜などが栽培される。ダイコンの産地である神奈川県では、マリーゴールドが使用されている。

ミナミネグサレセンチュウ（以下 ミナミネグサレ）は、本州以南に分布し、馬鈴薯、サツマイモ、サトイモ、コンニャク、ダイズ、陸稲などに加害し品質や収量の低下をもたらす²⁰⁾。ミナミネグサレを抑制する緑肥は、クロタラリア スペクタビリス（「ネマクリーン」など）、マリーゴールド（「フレンチ」など）である。

4. 緑肥の使用方法

(1) 品種の選定

上記の項目で各線虫を抑制する草種（アウエナ ストリゴサなど）を挙げたが、全ての品種が線虫抑制効果を持つわけではない。このため、各種苗メーカーが販売している品種に線虫抑制効果があるか良く確認し品種選定を行う必要がある（表 2）。この作業を怠ると線虫を増やす恐れがあるため、ご注意いただきたい。

また、アブラナ科野菜とエンバクが罹病する黒斑細菌病（*Pseudomonas cannabina* pv. *alisalensis*）が発生している地域では、耐病性品種（「緑肥用クリーン」など）を使用する必要がある。

表 2 品種特性表

科名	作物名	品種名	線虫抑制							播種量 (kg/10a)	播種期(月)			品種特性
			サ ツ マイ モ ネ コ ブ	キ タ ネ コ ブ	ア レ ナ リ ア ネ コ ブ	ジ ヤ ワ ネ コ ブ	ダ イ ズ シ ス ト	キ タ ネ グ サ レ	ミ ナ ミ ネ グ サ レ		暖地	中間地	寒地 高冷地	
イネ科	アウエナストリゴサ	ニューオーツ		○				◎		10～15	3～5 8～12	3～5 8～11	4～9	キタネグサレを強力に抑制。ダイコン連作地帯では、キスジノミハムシの幼虫による被害を軽減し、忌避効果が得られます。おとり作物としてアブラナ科根こが病の菌密度低減効果あり。
	アウエナストリゴサ	ソイルセイバー		○				◎		10～15	3～5 8～12	3～5 8～11	4～9	アウエナストリゴサの改良品種です。キタネグサレを強力に抑制。従来のアウエナストリゴサより根量が増え、根張りが強く地力増進に優れます。おとり作物としてアブラナ科根こが病の菌密度低減効果あり。
	エンバク	ヒットマン	◎	○						10～15	3～5 8～12	3～5 8～11	4～9	サツマイモネコブの密度抑制効果が高い。収量性と耐倒伏性に優れる。トンネル果菜類などの防風対策にも利用可能。晩生品種のため長期間栽培できる。
	ライ麦	緑肥用クリーン		○				○		6～8	9～11	9～11	4～8 9～10	春先の出穂が早い。耐寒性・耐雪性に優れた極早生品種。キタネグサレの密度抑制効果あり。黒斑細菌病抵抗性あり。
	大麦	てまいらず		○				○		3～4 (間作利用) 8～10 (全面散布)	4～6	4～6	5～7	発芽、初期生育が旺盛。キタネグサレの密度抑制効果がある。※北海道では8月以降の気温により枯れきらないことがある為注意。
	ソルガム	スタックス緑肥用	◎	○						4～5	4～8	5～8	5～7	豊富な根群により、硬盤破砕能力が高い。サツマイモネコブを抑制。ドリフト対策の障壁作物として利用。
	ソルガム	ロールキング	◎	○						4～5	4～8	5～8	5～7	豊富な根群により、硬盤破砕能力が高い。サツマイモネコブ線虫を抑制。ドリフト対策の障壁作物として利用。出穂が遅い晩生品種。
	ギニアグラス	ナツカゼ	◎	◎		◎		○		2～3	5～7	6～7	-	各種線虫抑制に効果あり。飼料・緑肥兼用。
キク科	マリーゴールド	フレンチ	◎	○	○	○		◎		0.4	4～6	4～6	5～6	草丈が50cm程になる景観緑肥。キタネグサレ、ネコブ線虫の密度抑制効果がある。
	マリーゴールド	フィールドキーパー	◎					◎		0.4	4～6	4～6	5～6	草丈が80cm程になる景観緑肥。キタネグサレ、サツマイモネコブの密度抑制効果がある。初期生育が良く、被覆幅の広いフレンチ種。茎葉が柔らかくすき込みやすい。秋までの開花量が少ない。
	マリーゴールド	アフリカントール	◎	○	○	○		◎		0.4	4～6	4～6	5～6	草丈が80cm程になる景観緑肥。キタネグサレ、ネコブ線虫の密度抑制効果がある。
マメ科	アカクロバ	アカクロバ					◎			4～5 (春播き)	3～4 9～11	3～4 9～11	5～8	ダイズシスト抑制効果あり。景観緑肥や窒素固定による地力増進に利用。
	クリムソクローバ	緑肥用クリムソクローバ					○			3～4	9～11	9～11	6中～7上 8上	窒素固定による窒素投入も期待できる。開花時は深紅の色が鮮やかで景観緑肥に好評。
	エビスグサ	エビスグサ						◎		3～4	6～7	6～7	-	キタネグサレを抑制。根が深くはより硬盤を破砕。
	クロタリア ジュンセア	クロタリア	◎							5～6	4～8	4～7	-	サツマイモネコブを抑制。窒素固定による地力増進。根が深くはより硬盤を破砕。初期生育が早い。
	クロタリア スペクタビリス	ネマグリーン	◎	◎	◎	◎		◎		5～6	5～7	6～7	-	各種線虫を抑制。窒素固定による地力増進。根が深くはより硬盤を破砕。初期生育が緩慢であるが、すき込み易い。

(2) 緑肥の播き方

緑肥の播種は、手播き、散粒機、播種機（「クリーンシーダ」「ごんべえ」など）、ブロードキャスターなどで行われる。播種後は、発芽を安定させるため、ロータリーによる浅い覆土と鎮圧が必須である。マリーゴールドは種子が軽く散播しにくいいため、シーダーテープで加工するか、(株)向井工業の「ごんべえ」（バルト：2082-0-32、2086-0-32）を使用すると播種が容易になる。

(3) 緑肥をすき込む目安とすき込み方

植物寄生性線虫の抑制効果は約 60 日程度栽培することで生じる。出穂あるいは開花始めの時期が、すき込み適期である。品種にもよるが、遅くとも出穂・開花後 2～4 週間以内にすき込まなければ、稔実し雑草化する恐れがある。

フレールモアやハンマーナイフモアで緑肥を細断すると、ロータリーなどでのすき込みが容易である。モアがない場合は、出穂・開花しておらず草丈 1～1.5m の茎葉が柔らかい時期にすき込

むことを推奨する。

(4) 緑肥のすき込みから後作播種・定植までの期間（腐熟期間）

緑肥をすき込んでから後作を播種・定植するまでに、3～4 週間の腐熟期間を設けなければならない。理由は 2 点ある。

- ① 緑肥すき込み直後は、立枯れ病を引き起こすピシウム菌の増加や緑肥が分解される際に生じるフェノール性酸により、発芽不良や生育障害が生じるため²¹⁾。
- ② 緑肥の残渣が残っていると、播種や定植の作業性が低下するため。

(5) 緑肥の導入に際して

緑肥は線虫害を抑制する効果をもつが、農薬ほど即効性はない。まずは小規模面積で試験的に試してから、大規模面積に導入することを推奨する。

5. おわりに

有機農業において線虫害を防ぐには、非寄主作物や緑肥の輪作、堆肥、微生物資材、生物農薬などの利用が挙げられる。これらのうち今回は緑肥がもつ線虫害の抑制効果を説明した。また緑肥には線虫害の抑制効果以外にも、土壌病原菌の密度抑制効果（ライムギ「ダッシュ」によるアブラナ科根こぶ病菌の抑制など）、雑草抑制・表層土壌の流亡防止・降雨による養分の流亡防止、景観形成といった効果がある。これらの緑肥がもつ多面的な効果が、有機農業の発展に貢献することを期待する。

引用文献

- 1) 一戸稔（1992）日本線虫研究史，線虫研究の歩み（中園和年 編），日本線虫研究会，つくば，p.3-9.
- 2) 水久保隆之（2015）日本の線虫防除研究と防除技術の動向・日本線虫学会 20 周年記念事業：線虫防除に関するアンケート（1999～2011 年度）集計-，日本線虫学会 Vol45, 63-76.
- 3) 水久保隆之（2014）特集 春夏野菜の土壌害虫対策，植物防疫 第 68 巻 第 4 号,49-52.
- 4) 吉田睦浩（1992）サツマイモネコブセンチュウ，線虫研究の歩み（中園和年 編），日本線虫研究会，つくば，p.133-137.
- 5) 山田英一・高倉重義（1975）北海道のハウス栽培トマト、キュウリで発見されたサツマイモネコブセンチュウ，道農試集報 31:43-49.
- 6) 平野和弥（1993）線虫病と他病害との複合病に関する一連の研究，日植病報 59：233-236
- 7) 桂琦一・植村則大（1963）トマト青枯病の発生における病原細菌とネコブセンチュウとの混合感染，京都府立大学学術報告農学第 15 号,33-36.
- 8) P. A. Roberts, S. D. Van Gundy, and H. E. McKinney（1981）Effects of Soil Temperature and Planting Date of Wheat on Meloidogyne incognita Reproduction, Soil Populations, and Grain Yield, Journal of Nemaology 13, 338-352.
- 9) 増田安弘・知脇勝久（1972）そ菜の生理におよぼすネマトーダの影響（第 4 報）温度と寄生について，園学雑 41(3)：265-271.
- 10) 高倉重義（1992）キタネコブセンチュウ，線虫研究の歩み（中園和年 編），日本線虫研究会，つくば，p.138-141.
- 11) 農研機構北海道農業研究センター（2014），” ジャガイモシストセンチュウから馬齢しょを守る技術”，https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/cyst_manual_1.pdf
- 12) 相場聡・稲垣春郎（1992）ジャガイモシストセンチュウ，線虫研究の歩み（中園和年 編），日本線虫研究会，つくば，p.121-124.

- 13) 佐久間太（2016）ジャガイモシストセンチュウ対抗植物「ポテモン」の紹介と多様な使い方ができる緑肥作物＜ライムギ、ヘアリーベッチ＞について（道内向け），牧草と園芸 第 64 巻第 3 号, p.17-19.
- 14) 相場聡・一戸稔（1992）ダイズシストセンチュウ，線虫研究の歩み（中園和年 編），日本線虫研究会，つくば, p.125-132.
- 15) 豊田剛己，” 緑豆すき込み法によるエダマメのダイズシストセンチュウ害防除” .
http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/brain/h27kakushin/chiiki_2019_result-c035-01.pdf
- 16) 大林延夫・三井康（1992）キタネグサレセンチュウ，線虫研究の歩み（中園和年 編），日本線虫研究会，つくば, p.148-151.
- 17) 漆原寿彦ら（2000）ダイコンバーティシリウム黒点病の発病に及ぼすキタネグサレセンチュウの影響，関東東山病害虫研究会報 第 47 集, p.55-56.
- 18) 酒井 宏ら（2015）キャベツバーティシリウム萎凋病の発病に及ぼすキタネグサレセンチュウの影響，土と微生物 Vol.69 No.2, pp.100-104.
- 19) 百田洋二ら（1989）自然汚染土壌におけるハクサイ黄化病の発病に及ぼす発病助長要因としてのキタネグサレセンチュウの影響，関東東山病害虫研究会報 第 36 集, p.71-72.
- 20) 後藤昭（1992）ミナネグサレセンチュウ，線虫研究の歩み（中園和年 編），日本線虫研究会，つくば, p.152-154.
- 21) 沢田泰男（1969）緑肥の分解に伴う畑作物の生育障害に関する研究，北海道農業試験場報告 76 巻, p.1-62.

参考資料

- ◆ 有機農業の推進に関する法律
- ◆ 有機農業の推進に関する基本的な方針

有機農業の推進に関する法律（平成 18 年法律第 112 号）

（目的）

第一条 この法律は、有機農業の推進に関し、基本理念を定め、並びに国及び地方公共団体の責務を明らかにするとともに、有機農業の推進に関する施策の基本となる事項を定めることにより、有機農業の推進に関する施策を総合的に講じ、もって有機農業の発展を図ることを目的とする。

（定義）

第二条 この法律において「有機農業」とは、化学的に合成された肥料及び農薬を使用しないこと並びに遺伝子組換え技術を利用しないことを基本として、農業生産に由来する環境への負荷をできる限り低減した農業生産の方法を用いて行われる農業をいう。

（基本理念）

第三条 有機農業の推進は、農業の持続的な発展及び環境と調和のとれた農業生産の確保が重要であり、有機農業が農業の自然循環機能（農業生産活動が自然界における生物を介在する物質の循環に依存し、かつ、これを促進する機能をいう。）を大きく増進し、かつ、農業生産に由来する環境への負荷を低減するものであることにかんがみ、農業者が容易にこれに従事することができるようにすることを旨として、行われなければならない。

2 有機農業の推進は、消費者の食料に対する需要が高度化し、かつ、多様化する中で、消費者の安全かつ良質な農産物に対する需要が増大していることを踏まえ、有機農業がこのような需要に対応した農産物の供給に資するものであることにかんがみ、農業者その他の関係者が積極的に有機農業により生産される農産物の生産、流通又は販売に取り組むことができるようにするとともに、消費者が容易に有機農業により生産される農産物を入手できるようにすることを旨として、行われなければならない。

3 有機農業の推進は、消費者の有機農業及び有機農業により生産される農産物に対する理解の増進が重要であることにかんがみ、有機農業を行う農業者（以下「有機農業者」という。）その他の関係者と消費者との連携の促進を図りながら行われなければならない。

4 有機農業の推進は、農業者その他の関係者の自主性を尊重しつつ、行われなければならない。

（国及び地方公共団体の責務）

第四条 国及び地方公共団体は、前条に定める基本理念にのっとり、有機農業の推進に関する施策を総合的に策定し、及び実施する責務を有する。

2 国及び地方公共団体は、農業者その他の関係者及び消費者の協力を得つつ有機農業を推進するものとする。

（法制上の措置等）

第五条 政府は、有機農業の推進に関する施策を実施するため必要な法制上又は財政上の措置その他の措置を講じなければならない。

（基本方針）

第六条 農林水産大臣は、有機農業の推進に関する基本的な方針（以下「基本方針」という。）を定めるものとする。

2 基本方針においては、次の事項を定めるものとする。

- 一 有機農業の推進に関する基本的な事項
- 二 有機農業の推進及び普及の目標に関する事項
- 三 有機農業の推進に関する施策に関する事項
- 四 その他有機農業の推進に関し必要な事項

3 農林水産大臣は、基本方針を定め、又はこれを変更しようとするときは、関係行政機関の長に協議するとともに、食料・農業・農村政策審議会の意見を聴かななければならない。

4 農林水産大臣は、基本方針を定め、又はこれを変更したときは、遅滞なく、これを公表しなければならない。

（推進計画）

第七条 都道府県は、基本方針に即し、有機農業の推進に関する施策についての計画（次項において「推進計画」という。）を定めるよう努めなければならない。

2 都道府県は、推進計画を定め、又はこれを変更したときは、遅滞なく、これを公表するよう努めなければならない。

（有機農業者等の支援）

第八条 国及び地方公共団体は、有機農業者及び有機農業を行おうとする者の支援のために必要な施策を講ずるものとする。

（技術開発等の促進）

第九条 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。

（消費者の理解と関心の増進）

第十条 国及び地方公共団体は、有機農業に関する知識の普及及び啓発のための広報活動その他の消費者の有機農業に対する理解と関心を深めるために必要な施策を講ずるものとする。

（有機農業者と消費者の相互理解の増進）

第十一条 国及び地方公共団体は、有機農業者と消費者の相互理解の増進のため、有機農業者と消費者との交流の促進その他の必要な施策を講ずるものとする。

（調査の実施）

第十二条 国及び地方公共団体は、有機農業の推進に関し必要な調査を実施するものとする。

（国及び地方公共団体以外の者が行う有機農業の推進のための活動の支援）

第十三条 国及び地方公共団体は、国及び地方公共団体以外の者が行う有機農業の推進のための活動の支援のために必要な施策を講ずるものとする。

（国の地方公共団体に対する援助）

第十四条 国は、地方公共団体が行う有機農業の推進に関する施策に関し、必要な指導、助言その他の援助をすることができる。

（有機農業者等の意見の反映）

第十五条 国及び地方公共団体は、有機農業の推進に関する施策の策定に当たっては、有機農業者その他の関係者及び消費者に対する当該施策について意見を述べる機会の付与その他当該施策にこれらの者の意見を反映させるために必要な措置を講ずるものとする。

附 則

（施行期日）

1 この法律は、公布の日から施行する。

（食料・農業・農村基本法の一部改正）

2 食料・農業・農村基本法（平成十一年法律第百六号）の一部を次のように改正する。
第四十条第三項中「及び食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（平成十二年法律第百十六号）」を、「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（平成十二年法律第百十六号）及び有機農業の推進に関する法律（平成十八年法律第百十二号）」に改める。

（農業の担い手に対する経営安定のための交付金の交付に関する法律の一部改正）

3 農業の担い手に対する経営安定のための交付金の交付に関する法律（平成十八年法律第八十八号）の一部を次のように改正する。

附則第九条中第四十条第三項の改正規定を次のように改める。

第四十条第三項中「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（平成十二年法律第百十六号）」の下に「、農業の担い手に対する経営安定のための交付金の交付に関する法律（平成十八年法律第八十八号）」を加える。

※ 農林水産省ホームページより入手した。

有機農業の推進に関する基本的な方針の公表について

有機農業の推進に関する法律（平成 18 年法律第 112 号）第 6 条第 1 項の規定に基づき、有機農業の推進に関する基本的な方針を次のとおり定めたので、同条第 4 項の規定に基づき、これを公表する。

令和 2 年 4 月 30 日

農林水産大臣 江藤 拓

有機農業の推進に関する基本的な方針

有機農業の推進に関する法律（平成 18 年法律第 112 号。以下「有機農業推進法」という。）に基づき策定・公表されてきた「有機農業の推進に関する基本的な方針」（以下「基本方針」という。）は、我が国の農業における有機農業の役割を明確にするとともに、各種の関連施策を総合的かつ計画的に講じていく基（もと）となっている。

この基本方針について、近年の有機農業をめぐる国内外の情勢等を踏まえ、今後とも有機農業を推進する観点から、以下のとおり変更する。

第 1 有機農業の推進に関する基本的な事項

有機農業推進法において、有機農業は農業の自然循環機能を大きく増進し、農業生産に由来する環境への負荷を低減するものであるとされている。近年、有機農業が生物多様性保全や地球温暖化防止等に高い効果を示すことが明らかになってきており、その取組拡大は農業施策全体及び農村における国連の持続可能な開発目標（SDGs）の達成にも貢献するものである。

また、有機農業により生産される農産物やその加工品（以下「有機食品」という。）の国内市場が拡大するとともに、輸出量も増加しており、こうした国内外の有機食品市場に対し国産による安定供給を推進することは、需要に応じた生産供給や輸出拡大を図る農業施策上において重要である。また、近年多発する災害や新型コロナウイルスなどの感染症のまん延といった不測の事態による経済活動への影響等の懸念に対しても、その状況を的確に把握し、しっかりと対応しなければならない。

今後、このような我が国の農業施策の推進に貢献する有機農業の特徴に鑑み、農業者その他の関係者及び消費者の協力を得つつ、有機農業の生産拡大とともに、有機食品市場に対する国産の供給割合（以下「国産シェア」という。）の拡大が図られるよう、有機農業の推進に関する各種の関連施策を実施するものとする。

1 有機農業の生産拡大に向けた取組の推進

近年、農業に新たに参入する者のうち約 2 割の者が有機農業に取り組むなど新たに有機農業に取り組もうとする者が相当数存在しているものの、有機農業では多くの場合、病虫害の発生等に加え、労働時間や生産コストの大幅な増加を伴うことから、有機農業の生産拡大に向けては、新たに有機農業に取り組む者を含め、農業者が有機農業に容易に従事することができるよう人材育成に向けた取組を推進することが重要である。

また、有機農業の生産技術の共有化や有機食品市場への出荷の安定化等を円滑に進めるとともに、有機農業を通じた地域振興につなげていくため、農業者その他の関係者が有機農業により生産される農産物の生産、流通、販売又は利用の確保・拡大に積極的に取り組むことができるよう、地方公共団体や農業団体等と連携し、「有機の里づくり」などの産地づくりを推進することが重要である。

2 有機食品の国産シェア拡大に向けた取組の推進

国内外で拡大する有機食品市場に対する国産シェアの拡大を図るためには、消費者が更に容易に国産の有機食品を入手できるよう、有機農業者や農業団体等と、有機食品の流通業者、加工業者、販売業者等実需者等とが連携・協力することによって、

- ① 実需者等のニーズに即した広域流通（生産者と消費者・実需者との間に流通業者等の第三者を介在させることによって、主として広域を対象として行われる流通をいう。以下同じ。）
- ② 地産地消（国内の地域で生産された農林水産物（食用に供されるものに限る。）をその生産された地域内において消費すること（消費者に販売すること及び加工することを含む。）をいう。以下同じ。）等の地域内流通（流通業者等の第三者を介在させずに、生産者と消費者・実需者が直接取引することにより行われる地域内での流通をいう。以下同じ。）

③ 海外への輸出

等を推進し、販路開拓や流通の合理化等による販売機会の多様化を図ることが重要である。

また、有機農業者その他の関係者と消費者や実需者が連携し、

- ① 日本農林規格等に関する法律（昭和 25 年法律第 175 号。以下「JAS 法」という。）に基づく有機農産物等の表示への理解の増進や有機農産物等の適正な表示の確保による消費者の有機農産物等に対する信頼の確保
- ② 食育、地産地消、産消提携（農業者と消費者とが農産物の取引に係る事前契約（提携）を行い、その契約に基づき農産物を相対で取引する仕組みをいう。以下同じ。）、農業体験学習又は都市農村交流等の取組を通じた消費者と有機農業者その他の関係者との交流・連携

③ 有機農業の特徴についての消費者への訴求

等を通じ、有機農業に対する消費者の理解の増進及び国産品に対する需要の喚起を行うことが重要である。

3 農業者その他の関係者の自主性の尊重

有機農業の推進に当たっては、我が国における有機農業が、これまで、有機農業を志向する一部の農業者その他の関係者の自主的な活動によって支えられてきたことを考慮し、これらの者及び今後有機農業を行おうとする者の意見が十分に反映されるよう取組を進めてきたところであり、今後も、地域の実情や農業者その他の関係者の意向への配慮がないままに、これらの者に対し、有機農業により生産される農産物の生産、流通又は販売に係る各種取組が画一的に推進されることのないよう留意する。

第2 有機農業の推進及び普及の目標に関する事項

1 目標の設定の考え方

国は、地方公共団体と連携するとともに、農業者や事業者その他の関係者の協力を得て、有機農業推進法に定める基本理念及び本基本方針の第1の有機農業の推進に関する基本的な事項に即して、有機農業の生産拡大と国産シェアの拡大を図るよう努めることとする。

このため、有機農業の推進及び普及の目標として、国内外での有機食品の需要見通しを踏まえ、我が国における有機食品の消費及び有機農業の生産に係る目標を次のとおり定める。

この需要見通し及び目標については、生産及び消費の変動の短期的な影響ではなく長期的な動向を評価する必要があることを考慮し、10年後（2030年（令和12年））を目標年として設定する。

2 有機食品の需要見通し

国内の有機食品の需要見通しについては、2009年（平成21年、約1,300億円）及び2017年（平成29年、約1,850億円）の国内有機食品市場の推計額を前提に、2030年（令和12年）に3,280億円と設定する。

また、我が国からの有機食品の輸出見通しについては、有機同等性の仕組み等を利用した輸出実績等を前提に、2030年（令和12年）に210億円と設定する。

3 有機農業の推進及び普及の目標

(1) 有機食品の消費に係る目標

有機食品の需要見通しに対し、国産の農産物等を安定的に供給していく役割を達成するために、有機食品市場に対する国産シェアを拡大する目標を設定する。有機食品の国産シェアは近年上昇しており、2017年（平成29年）では約60%（推計値）となっていることから、この上昇傾向を維持し、2030年（令和12年）には84%にすることを施策目標とする。

この施策目標の実現に向けて行う、消費者の理解の確保等の有機食品の消費に係る各種施策の取組状況について、有機食品を週1回以上利用する消費者の割合で評価することとし、2017年（平成29年）に17.5%であるこの割合を、2030年（令和12年）には25%に引き上げる取組目標を設定する。

(2) 有機農業の生産に係る目標

有機食品の需要見通し及び消費に係る目標を達成するため、この需要に対応して国内における有機農業の取組面積を拡大する目標を設定する。国内における有機農業の取組面積は、2017年（平成29年）には約23.5千haとなっており、需要見通し等を踏まえ、2030年（令和12年）には63千haとすることを施策目標とする。

この施策目標の実現に向けて、有機農業に取り組む個々の農業者の経営規模を一律に拡大することは容易ではないことを踏まえ、有機農業に取り組む農業者の確保が不可欠であることから、人材育成に関する取組状況について有機農業者数で評価することとし、2009年（平成21年）に11.8千人であった有機農業者数を、2030年（令和12年）には36千人に増やす取組目標を設定する。

第3 有機農業の推進に関する施策に関する事項

1 施策の考え方

第2に示した目標達成に向けて各種推進施策を講じていく際には、有機食品を利用する消費者等に分かりやすく、また、農業者にも分かりやすい施策を講じていく必要がある。

コーデックス委員会が国際的に定めるガイドラインに準拠した有機農業が各国で行われており、これらの取組が、生物多様性保全や地球温暖化防止等に高い効果があるとのエビデンスが近年明らかにされてきているところであり、有機農業を自然循環機能の増進やSDGsの達成に貢献するものとして推進し、その特徴を消費者に訴求していくためには、我が国においても、各国と同水準以上の有機農業を推進することが重要となる。

また、有機農業の取組水準を一定以上として推進することは、産地においては農業者間の栽培技術の共有等を容易にし、円滑な人材育成や産地づくりにつながるものである。

さらに、農業者が有機JAS認証を取得するかしないかについては、農業者の販売戦略や経営判断によるものであることを前提としつつも、取引先のニーズ等を踏まえ、必要に応じ有機JAS認証を容易に取得できる環境をつくることは、販売機会の多様化の面で有益である。

こうしたことから、国は、人材育成、産地づくり、販売機会の多様化、消費者の理解増進に関する施策の推進に当たって、国際的に行われている有機農業と同等性が認められている有機JASに定められた取組水準（以下「国際水準」という。）以上の取組を推進し、その支援に努めるものとする。

他方、有機農業の取組は、地域の実情や農業者その他の関係者の意向に配慮し、各種取組が画一的に推進されることのないよう留意することが重要であることから、有機農業に関する調査や技術開発等、民間団体等が有機農業の推進のために行う多様な活動については、国際水準に限らず幅広く施策の対象とし、必要な支援に努めることとする。

2 有機農業の生産拡大に向けた施策について

(1) 有機農業者の人材育成に関する施策

有機農業を行おうとする新規就農希望者や慣行農業から有機農業へ転換しようとする者など新たに有機農業を行おうとする者及び有機農業に取り組む生産者に対し、以下のような人材育成の取組を推進し、農業者が容易に有機農業に従事することができるよう努める。

① 新たに有機農業を行おうとする者に対する施策

国は、地方公共団体と連携するとともに、関係団体や関係者の協力を得て、新たに有機農業を行おうとする者が円滑に有機農業を開始できるよう、有機農業向けの就農相談機会の設定、農業大学校や民間団体、農業者等と連携した研修機会の拡大、新規就農者等のための経営計画の作成や就農しようとする青年の研修及び経営の確立までの各種の支援策を活用した支援に引き続き努める。

また、これらの者が新たに有機農業を開始する際には、販路確保に資する有機JAS制度等に関する研修機会を提供すること等により、有機農業に容易に従事できるよう技術的・経営的サポートに努め、有機農業への参入のハードルを下げていくこととする。

② 有機農業の取組に対する施策

国は、地方公共団体を通じ、堆肥等生産施設、種子種苗生産供給施設、集出荷貯蔵施設等の共同利用施設の整備や農業機械の導入等の推進に引き続き努めるとともに、環境保全型農業直接支払制度の活用により、国際水準の有機農業に取り組む者の支援に引き続き努める。

また、国は、地方公共団体と連携するとともに、農業者や事業者その他の関係者の協力を得て、地域における有機農業に関する技術の実証及び習得、有機の種子又は苗等の確保を図るための採種技術の講習など有機農業の技術的なサポートや、優良な取組の情報発信の取組への支援に引き続き努める。

さらに、国は、有機農業を行う際に必要な農地の地力向上のため、土壌専門家の活用や土壌診断データベースの構築等を推進し、科学的データに基づく土づくりを実施できる環境の整備を図るとともに、都道府県において、国際水準の有機農業の取組や有機 JAS 制度等について、農業者に指導及び助言を行うことのできる指導員の育成や、指導員による現地指導、手引きの作成等生産現場における普及指導体制の整備が進むよう必要な支援に努める。

(2) 有機農業の産地づくりに関する施策

国は、地方公共団体と連携するとともに、農業者や事業者その他の関係者の協力を得て、農業者その他の関係者が有機農業により生産される農産物の生産、流通、販売又は利用の確保・拡大に積極的に取り組むことができるよう、産地づくりの推進に努める。

特に、有機農業の拡大に当たっては、地域でのまとまった取組が重要であることから、有機農業者のネットワークづくりによる品目や集出荷ロットの拡大、生産技術の習得、集出荷の合理化、販路開拓等を通じ、安定的でニーズに応じた生産や供給体制を備えた有機ビジネス実践拠点の育成・強化や取組事例の情報発信に努めるとともに、人・農地プランの実質化その他の地域の話合いによる有機農業の取組方針の決定、農地中間管理機構（農地バンク）の借受公募における有機農業ニーズの把握、耕作放棄地等をまとめて有機 JAS は場に転換する試行的取組等を通じ、有機農業に適した農地の確保、団地化を推進するよう努める。

また、有機の里づくりなどの有機農業を核とした地域農業の振興を全国に展開していくため、有機農業を活かして地域振興につなげている地方公共団体の相互の交流や連携を促すためのネットワーク構築、自治体と事業者等との連携の促進に努める。

3 有機食品の国産シェア拡大に向けた施策について

(1) 有機食品の販売機会の多様化に向けた施策について

消費者の需要が高度化し、多様化する中で、国内外で拡大する有機食品市場に対し我が国の有機農業により安定供給を図っていくため、国は、地方公共団体と連携するとともに、農業者や事業者、その他の関係者の協力を得て、以下のような販売機会の多様化の取組を推進し、消費者や実需者が更に容易に国産の有機食品を入手できるような環境づくりに努める。

① 農産物の流通・加工・販売に関する施策

有機農業者や農業団体等に対し、有機農業の取組やその特徴、有機農産物の利用・消費の動向等に関し、消費者や実需者との間で積極的な情報の受発信を行うよう促すとともに、有機食品に対する多様な需要を踏まえ、インターネットの利活用、外食・中食業者、医療・

福祉・化粧品業界その他の様々な業界との連携による多様な販路の確保が行われるよう、働き掛けに引き続き努める。

また、流通・加工・販売に関わる事業者や実需者と有機農業者や農業団体等との間の意見交換や商談の場の設定、実需者との円滑な商談の支援や、有機農業で生産される農産物やその加工品の物流の合理化に向けた実証や成果の普及の取組など両者の一層良好な関係構築を通じて、卸売市場、インショップや直売所等の多様な売り場が確保・拡大されるように働き掛けに引き続き努めるとともに、有機加工食品の規格及び取組事例等に関する講習会の開催や6次産業化や地場加工業者等と連携した農商工等連携の取組を通じ、加工需要拡大に努める。

さらに、有機農業者のネットワークづくりによる集出荷ロットの拡大、生産技術の習得、販路開拓等を通じ、安定的でニーズに応じた生産や供給体制を備えた有機ビジネス実践拠点を育成・強化するとともに、集出荷貯蔵施設等の産地の基幹施設の整備などの推進に努める。

加えて、海外での有機食品需要の高まりに対応し、有機食品の輸出に取り組む事業者の有機 JAS 認証取得、輸出向け商談等の推進に努める。

② 有機 JAS 認証を取得しやすい環境づくり

農業者が有機 JAS 認証を取得するかしないかについては、農業者の販売戦略や経営判断によるものであることを前提としつつ、取引先のニーズ等を踏まえ、必要に応じ有機 JAS 認証を容易に取得できる環境づくりとして、農業者、流通・加工・小売事業者など多様な関係者に対し、JAS 法に基づく有機農産物の日本農林規格（平成 17 年 10 月 27 日農林水産省告示第 1605 号）等の知識の習得及び制度の活用を積極的に働き掛けるとともに、有機加工食品の規格や取組事例に関する講習会の開催等を通じ、国産有機農産物の加工需要の拡大に向けた取組に努める。

また、新たに有機農業に取り組む農業者に対し、有機 JAS の制度に関する研修機会を提供する等により、新規参入者の技術的・経営的サポートに努めるとともに、都道府県を通じ、国際水準の有機農業の取組や有機 JAS 制度等について農業者に指導及び助言を行える人材の育成や、生産現場における指導体制の整備に努める。

国は、認証の取得に係る手続の簡素化に引き続き努めるとともに、認証取得に関する各種情報提供など、有機認証を取得する際の農業者の負担が軽減されるよう努める。さらに、有機 JAS など関連する制度等について分かりやすく整理・体系化するとともに、消費者がより合理的な選択ができるよう必要な見直しを行う。

(2) 消費者の理解確保に向けた施策

国は、地方公共団体と連携し、また農業者や実需者その他の関係者等の協力を得て、我が国の有機農業や表示制度に対する消費者の理解と関心、信頼の確保を図るため、有機農業者と消費者との連携を基本としつつ、以下のような有機農業に対する消費者の理解の増進等の取組を推進し、国産有機食品に対する需要が喚起されるよう努める。

① 消費者の理解と関心の増進に関する施策

インターネットの活用やシンポジウムの開催による有機農業に関する情報の受発信、資料の提供、優良な取組を行った有機農業者の顕彰等を通じ、自然循環機能の増進、環境への負荷の低減、生物多様性の保全等の有機農業の有する様々な特徴についての知識の普及啓発を行うとともに、有機農業により生産される農産物の生産、流通、販売及び消費に関

する情報の提供に引き続き努める。その際、民間団体等による消費者の理解と関心を増進するための自主的な活動を促進するため、優良な取組についての顕彰及び情報の発信に引き続き取り組む。また、JAS法に基づく有機農産物の検査認証制度や農産物の表示ルール、GAPや特別栽培農産物の表示ガイドライン等との相違等について、消費者や関係者への普及啓発に引き続き努める。

また、有機農業や有機食品に関わる多様な民間事業者に対し、有機農業や表示制度等の研修や、生物多様性保全等SDGs達成への貢献に係る社会的・経済的効果の情報提供を行うこと等により、有機農業が、地域活性化や雇用なども含む、環境に配慮した消費行動（エシカル消費）につながる取組であることを消費者に分かりやすく伝える者を増やし、消費者の理解や関心を増進する機会を増やすよう努める。

② 有機農業者と消費者の相互理解の増進に関する施策

食育、地産地消、産消提携、農業体験学習又は都市農村交流等の活動との連携、児童・生徒や都市住民等と有機農業者とが互いに理解を深める取組の推進に引き続き努める。その際、民間団体等による有機農業者と消費者の相互理解を増進するための自主的な活動の促進、これらの者による優良な取組についての顕彰及び情報の発信に引き続き努める。

また、有機農業を活かして地域振興につなげている地方公共団体の相互の交流や連携を促すためのネットワーク構築を推進し、学校給食での有機食品の利用など有機農業を地域で支える取組事例の共有や消費者を含む関係者への周知が行われるよう、必要な支援に努める。

さらに、国産の有機食品を取り扱う小売事業者や飲食関連事業者と連携し、国内の有機農業の取組や国産の有機農産物に対する消費者の理解が得られるよう、国産の有機食品需要を喚起する取組の推進に努める。

また、有機農業や有機食品に関わる多様な民間事業者に対し、有機農業の取組等の研修や情報提供を行うこと等により、幅広い関係者が連携して有機農業の価値を消費者に分かりやすく伝える取組を展開できる環境づくりに努める。

4 技術の開発と普及の促進

国は、国立研究開発法人、都道府県、大学、有機農業者、民間団体等で、開発、実践されている様々な技術を探求するとともに、これらの者や団体等に対し、雑草対策等の有機農業の栽培技術や有機農

業向けの育種など有機農業に関する技術開発、実践されている様々な技術の科学的な解明に取り組むよう引き続き働きかける。

また、都道府県等に対し、これらの技術を有機農業の実態を踏まえ適切に組み合わせること等により、地域の気象・土壌条件等に適合し、品質や収量を安定的に確保できる技術体系を確立することや、新技術の導入効果や適用条件の把握に向けた実証試験等に取り組むよう引き続き働きかける。

また、国及び地方公共団体は、有機農業の経営の安定に資するよう、例えば、土づくりや有機農業者が使いやすい栽培管理及び機械化技術等を組み合わせた技術体系の開発等、有機農業の推進に関する研究課題や、有機農業者等の技術ニーズを的確に把握し、それを国立研究開発法人、地域の試験研究機関、大学、有機農業者、民間団体等における取組に反映させるよう働きかける。

国及び地方公共団体は、全国各地の有機農業の取組実態や農業者の意向を踏まえ、地域条件への適合化技術、省エネ技術及び低コスト化や軽労化につながる除草や防除の機械化技術等に関する研究成果情報の提供に努めるとともに、地域の実情に応じ、試験研究機関、関係機関、有機農業者及び民間団体等と連携・協力した技術実証や地域での研修、情報提供等を通じ、研究開発の成果の普及に引き続き努める。その際、農業者に指導及び助言を行うことができる人材の育成や生産現場における指導体制の整備の取組との連携が図れるよう情報共有に努める。

5 調査の実施

国は、有機農業により生産される農産物の生産、流通、販売及び消費の動向等の基礎的な情報、有機農業に関する技術の開発・普及の動向、生物多様性保全等 SDGs 達成への貢献に係る社会的・経済的効果、地域の農業との連携を含む有機農業に関する取組事例、諸外国における動向その他の有機農業の推進のために必要な情報を把握するため、必要な調査を実施し、その成果を施策の検討に活用するとともに、幅広く分かりやすい情報の発信に努める。

6 国及び地方公共団体以外の者が行う有機農業の推進のための活動の支援

国は、地方公共団体と連携し、有機農業の推進に取り組む民間団体等に対し、情報の提供、指導、助言その他の必要な支援を行うとともに、これらの者と連携・協力して有機農業の推進のための活動を効果的に展開できるような所要の体制の整備に引き続き努める。

また、これらの民間団体等による自主的な活動を促進するため、優良な取組の顕彰及び情報の発信に引き続き努める。

7 国の地方公共団体に対する援助

国は、都道府県に対し、有機農業推進法第7条第1項に基づき都道府県が定める有機農業の推進に関する施策についての計画（以下「推進計画」という。）の改正及び推進計画のより効果的な実施を働き掛けるとともに、必要な情報の提供、指導及び助言に努める。

また、有機農業を活かして地域振興につなげている地方公共団体の相互の交流や連携を促すためのネットワーク構築を推進し、地方公共団体による有機農業の推進に関する施策の策定及び実施に関し、必要な情報の提供、指導及び助言に努める。

国は、有機農業に関する全国の動向、有機農業の意義や実態、有機農業の推進に関する施策の体系、有機農業が地域に果たす役割を理解するための先進的な取組事例等、有機農業に関する各種情報の収集、提供に努める。

第4 その他有機農業の推進に関し必要な事項

1 関係機関・団体との連携・協力体制の整備

国は、有機農業の推進に関する施策を計画的かつ一体的に推進し、施策の効果を高めるため、有機農業・有機食品の生産、流通、加工、販売、消費の各段階の施策を担当する者の資質の維持・向上や有機農業に関する各種知見の習得に向け、有機農業の意義や実態、有機農業への各種支援施策に関する知識及び有機農業に関する技術等を習得させるための

情報の収集・提供等を含め、関係機関の連携の確保に引き続き努め、地方公共団体にも同様の取組を働きかける。

また、国は、有機農業の推進に関する取組について、農業者その他の関係者及び消費者の理解と協力を得るとともに、有機農業者や民間団体等が自主的に有機農業の推進のための活動を展開している中で、これらの者と積極的に連携するため、全国的に、また、各地域において、有機農業者や民間団体、流通業者、販売業者、実需者、消費者、行政機関及び農業団体等と連携・協力して、有機農業の推進に取り組むよう努め、地方公共団体にも同様の取組を働きかける。

さらに、国は、有機農業に関する技術の研究開発についても、全国の研究機関等に加え、有機農業者を始めとする民間団体等においても自主的な活動が展開されており、これらの民間団体等と積極的に連携・協力することにより効果的に技術開発を行うことが期待できることを踏まえ、全国、各地域において、国立研究開発法人を始め、地方公共団体、大学、民間の試験研究機関、有機農業者等と連携・協力し、研究開発に関する意見交換、共同研究等の場の設定、研究状況の把握、関係者間の情報共有など、研究開発の計画的かつ効率的な推進に引き続き努め、地方公共団体にも同様の取組を働き掛ける。

2 有機農業者等の意見の反映

国は、有機農業の推進に関する施策の策定に当たっては、有機農業により生産される農産物の生産、流通、販売及び消費の状況を踏まえて施策等の検討を行うとともに、意見公募手続の実施、現地調査、有機農業者等との意見交換、会議その他の方法により、有機農業者その他の関係者及び消費者の当該施策についての意見や考え方を積極的に把握し、これらを当該施策に反映させるよう努め、地方公共団体においても同様の取組が行われるよう働き掛ける。

3 基本方針の見直し

この基本方針は、有機農業推進法で示された基本理念及び有機農業の推進に関する施策の基本となる事項に従い、基本方針の策定時点での諸情勢に対応して策定したものである。

しかしながら、今後、有機農業を含めた農業を取り巻く情勢や有機食品を取り巻く情勢も大きく変わることが十分考えられる。また、目標の達成状況や施策の推進状況等によっても、基本方針の見直しが必要となる場合が考えられる。

この基本方針では、作況や経済情勢の短期間の傾向だけでなく、長期的な生産・消費の動向を評価する必要があることから、10年後（2030年（令和12年））を目標年度として目標を設定しているところであるが、この達成状況について随時確認するとともに、農業全体の様々な計画の見直しの状況を踏まえ、5年後を目途に中間評価を行い、見直しを検討する。

※ 農林水産省ホームページより入手した。

本資料の複製、転載および引用は、必ず原著者の
了承を得た上で行ってください。

2020 年 11 月 18 日発行

有機農業研究者会議 2020 資料集

「有機農業研究者会議 2020」実行委員会事務局

(NPO 法人有機農業参入促進協議会事務局)

〒101-0021 東京都千代田区外神田 6-5-12

偕楽ビル（新末広）3 階 株式会社マルタ内

TEL : 050-5362-1815 FAX : 050-3457-8516

Email : office@yuki-hajimeru.net