

有機農業研究者会議 2014 資料集

日 時： 2014 年 10 月 27 日(月)13 時～28 日(火)12 時

場 所： 農林水産技術会議事務局筑波事務所

つくば農林ホールおよび 3 階会議室

主 催： 「有機農業研究者会議 2014」実行委員会

共 催： (独)農研機構・中央農業総合研究センター

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

日本の農政が主に進めている農業の大規模化とそれに伴う大量生産、大量流通、大量販売は、消費者に食料の安定供給と利便性という大きな利益をもたらし、大規模流通、販売業界の経済性の確保、雇用の創出など、社会に大きな役割を果たしています。

しかし、その一方で、マーケットの需要に対してきめ細かな対応ができていない、と言う現実もあります。規模拡大による大量生産には商品の均一化が求められるため、食料としてだけではなく、嗜好品としての本当に美味しい農産物が欲しいというマーケットの要求には応えきれないのが現状です。大規模化された加工食品についても同様のことが言えます。

消費者にとって、農産物の「安全・安心は当たり前」。その上で「綺麗で美味しい」農産物が求められています。この求めに、慣行栽培、有機栽培を問わず、匠の技を持った一部の小規模農家に対応していますが、この需要に対して供給量が圧倒的に少ないため、巨大なマーケットが手つかずの状態にあります。ここに技術を持った小規模農家の可能性があります。

日本全土を俯瞰してみた場合、その約70%は中山間地域であり、広大な田舎です。そこには多数の小規模農家が存在しています。その小規模農家に、経済的可能性があるとすれば、農業全体の経済性も向上するでしょう。有機農産物にこだわった消費者と一部の生産者とだけの狭い関係ではなく、広い意味での生産者と消費者の新しい提携。すなわち、多様な農業形態と多様な市場のニーズが共存できる食と流通の環境ができれば、農業の再生につながり、多様な農業が共存するなかで、有機農業の特徴とその存在価値も見直されるのではないのでしょうか。

そこで求められるのが、高い技術を持った有機農家に対する客観的な評価と、それに基づいた技術情報の共有化、そして農業で暮らしを立てる人びとへの普及です。農協や地方自治体の方々にも、ぜひそういった視点を持っていただき、多様な消費者の求めに応じた多様な農業形態が、それぞれの役割を持って共存できる状況を作り上げていきたいものです。

本研究者会議のテーマの一つに「土づくり」があります。土づくりは有機農業に限らず、農業の基本です。有機農家の事例、研究成果を通して、本会議の参加者はもちろん、農家の技術力の向上に役立てていただくことを期待します。

最後に、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お礼を申し上げます。

2014年10月27日

「有機農業研究者会議2014」実行委員会
委員長 山下 一穂

目次

土づくりと有機農業

完熟堆肥と微生物を活用した土づくり（染谷 孝）.....9

青森県における有機人参栽培の取り組みと課題（山本 政義）.....18

福島県におけるキュウリなど野菜栽培の取り組み（関 元弘）.....26

ポスターセッション

島根県における水稲の有機栽培拡大に向けた取り組み（月森 弘・安達 康弘）.....31

冬期湛水有機栽培水田において代かき回数が雑草発生に及ぼす影響

（宇野 亨・鈴木 和美・秋田 和則・田島 亮介・齋藤 雅典・伊藤 豊彰）.....33

稲わら残渣と水田雑草との関係（加藤 茂・三木 孝昭・阿部 大介・岩石 真嗣）.....36

関東地域での有機ダイズ栽培のための品種選択と栽培体系

（田澤 純子・白石 昭彦・三浦 重典）.....38

土着菌根菌を活用したダイズ栽培におけるリン酸減肥の現地実証

（大友 量・酒井 治・塚本 康貴・杉戸 智子・谷藤 健・岡 紀邦）.....41

有機液肥追肥型有機栽培がトマトの収量および品質に与える影響

（中野 明正・安藤 聡・島本 桂介）.....43

刈敷を活用した不耕起・草生栽培ナスの生産性改善効果

（村松 大輔・Rahmatullah Hashimi・小松崎 将一・金田 哲）.....45

自然草生・不耕起を基軸とし地域資源を利用した中山間地の有機栽培体系

- 愛知県福津農園の事例 - （嶺田 拓也・尾島 一史・松沢 政満）.....48

マメ科およびイネ科カバークロープ 2 種混播による抑草効果（中谷 敬子・三浦 重典）.....50

栽培管理が大型土壤動物に与える影響～有機栽培継続の効果を中心として～

（大久保 慎二・岩石 真嗣・千嶋 英明・石綿 薫・加藤 茂・徐 啓聡）.....53

有機農法による畑土壌から発生する温室効果ガスの制御に関する研究（加藤 孝太郎・奈良 吉主・横田 克長・河原崎 秀志・田淵 浩康・秋山 博子・陽 捷行）	55
---	----

有機農業推進に向けた普及指導の取組～神奈川県の中央・湘南地域を中心とした近年の取組事例～（増田 義彦）	57
---	----

独法で取り組む有機農業研究の最前線

有機物分解に関わる土壌微生物群集からみた慣行、転換期、有機圃場の特徴（橋本 知義・Park Kwang-Lai）	61
土壌線虫群集から見た有機栽培圃場の特徴（岡田 浩明）	76
農研機構における有機農業に関する研究および技術開発の現況（三浦 重典）	82

日 程

1) 10月27日(月)

開会あいさつ (13:00~13:15)

山下 一穂 (「有機農業研究者会議 2014」実行委員会)
寺島 一男 ((独)農研機構・中央農業総合研究センター)
原田 久富美 (農林水産省農林水産技術会議事務局)

第1部 土づくりと有機農業 (13:15~16:00)

座長 加藤 直人 ((独)農研機構・中央農業総合研究センター)
話題提供者 染谷 孝 (佐賀大学農学部)
「完熟堆肥と微生物を活用した土づくり」
山本 政義 ((有)ナチュラルファーム)
「青森県における有機人参栽培の取り組み」
関 元弘 (ななくさ農園&ななくさナノブルワリー)
「福島県におけるキュウリなど野菜栽培の取り組み」
休憩 (15:20~15:30)
質疑応答 (15:30~16:00)

第2部 ポスターセッション (16:00~17:15)

研究者の研究、実践農家の事例のポスター発表。同じ問題意識を持った参加者間で意見交換を行う場。

意見交換会 (17:30~19:30)

2) 10月28日(火)

第3部 独法で取り組む有機農業研究の最前線 (9:00~11:50)

座長 本多 健一郎 ((独)農研機構・中央農業総合研究センター)
話題提供者 橋本 知義 ((独)農研機構・中央農業総合研究センター)
「有機物分解に関わる土壌微生物群集からみた慣行、転換期、有機圃場の特徴」
岡田 浩明 ((独)農業環境技術研究所)
「土壌線虫群集から見た有機栽培圃場の特徴」
三浦 重典 ((独)農研機構・中央農業総合研究センター)
「農研機構における有機農業に関する研究および技術開発の現況」

閉会あいさつ 澤登 早苗 (日本有機農業学会) (11:50~12:00)

第 1 部

土づくりと有機農業

- ◆ 完熟堆肥と微生物を活用した土づくり
- ◆ 青森県における有機人参栽培の取り組みと課題
- ◆ 福島県におけるキュウリなど野菜栽培の取り組み

完熟堆肥と微生物を活用した土づくり

染谷 孝

佐賀大学農学部

1. はじめに

有機農業を推進する上で最も大きな障害となるものは、化学農薬を用いずに(あるいは最小限にして)いかにして病害を回避するか、ということであろう。特に土壌伝染性の植物病害については、土壌燻蒸剤に代わる環境にやさしい抑制技術が望まれる。その主要な方策として、堆肥と微生物資材の活用がある。

2. 完熟堆肥を用いた土づくり

1) 完熟堆肥とは？

堆肥とは、微生物の働きにより有機物を好氣的に分解処理したもので、この堆肥化過程で微生物が発する熱により堆肥は高温になり、有害因子が死滅し、あるいは微生物により分解するとともに、易分解性有機物の多くが分解される。

有害因子とは、ヒトと植物の病原菌、寄生虫、雑草の種子、及び植物発育阻害物質である。植物発育阻害物質とは、植物由来のフェノール系化合物や有機酸などである。また、糖類、蛋白質、脂質類などの易分解性有機物が堆肥に残留していると、土壌施用後に土壌微生物によって急激に分解され、その際に多量の酸素が消費されるため土壌還元障害をもたらす。

従って、完熟堆肥とは、これら有害因子を含まない状態にまで堆肥化が進んだものと定義することができる。このような状態にするには、家畜ふんなどの堆肥原料をただ堆積しておくだけでは不十分で、頻繁な攪拌(切り返し)や強制通気などが必要である。

なお英語では、家畜ふんを堆積して自然発酵させたものを manure(マニユア)、機械的攪拌や強制通気を施して好氣的処理したものを compost(コンポスト)といい、呼び分けている。日本語ではこれらはいずれも堆肥と総称されて区別がないため、完熟堆肥とか未熟堆肥という表現で、区別することもある。カタカナでコンポストという言葉も使われ、これは英語の compost に相当する。

2) 各種堆肥の特性

各種の堆肥には、それぞれの特性があり、それらをよく理解して使い分けることが重要である。例えば牛ふん堆肥は繊維分に富み、土づくり(土壌の理化学性の改善)には適しているが、肥料成分としてカリは多いが窒素が少ない。そのため牛ふん堆肥だけでは窒素不足になるので、窒素の多い鶏ふん堆肥を補うとよい。逆に鶏ふん堆肥は土づくりには適しておらず、腐熟が進んでいない場合には、還元障害を来すことがあるので、施用量には注意が必要である。

有害因子としては、牛ふん堆肥には腸管出血性大腸菌 O157: H7 (大腸菌 O157) による汚染 (後述)、鶏ふん堆肥にはサルモネラ汚染、汚泥堆肥 (汚泥発酵肥料) には重金属の蓄積の可能性があるので注意する。ただし重金属が含まれている場合でも、数回の施用では特に問題のない場合も多い。

3) 機能性堆肥

堆肥に含有する微生物のうち、放線菌や各種の拮抗菌は土壌病害を低減する働きを持つため、これらを多く含む堆肥は機能性堆肥と呼ばれることがある。特に放線菌は各種の抗生物質を生産して拮抗作用を示すほか、腐植物質を生産して陽イオン交換容量 (CEC) を高めることで土壌の保肥性を増大させて肥沃度を高めるため、重要な善玉菌と言える。なお、放線菌にはジャガイモのそうか病などを引き起こす植物病原菌も存在するが、堆肥中の放線菌に病原性はない。

一方、*Bacillus* (バシラス) 属などの芽胞菌には、抗生物質を生産して拮抗菌として働く菌株も多い。特に芽胞菌は耐熱性であるため堆肥化における高温にも耐え、製品堆肥に高濃度で含有する場合もあるため、機能性堆肥の立役者となっている。

このような放線菌やバシラス属細菌は、機能性堆肥に含有する有効菌として利用されているほか、単独ないし複数の微生物の混合剤の形で微生物資材または微生物農薬 (後述) として市販されている。

このように機能性堆肥は生産者から高く期待されているが、堆肥中のこれら有効菌が、堆肥の施用後に土壌中で生存・定着し、期待される機能を発揮するかどうかについて、検証された事例は少ない。堆肥中の微生物が土壌に移行して機能を発揮するためには、その環境条件 (温度、水分、土壌有機物含量、土壌の種類など) に最適範囲があるはずだが、それらが必ずしも解明されていない。そのため、現在多くの機能性堆肥が市販されているが、その効果は必ずしも安定していない。

4) 堆肥の衛生問題

未熟な堆肥を用いることの弊害は、土壌還元障害などの他に、衛生問題がある。欧米では、毎年のように生鮮野菜を介した大規模な食中毒事件が発生している (表 1)。レタス、ホウレンソウ、トマト、メロン、スプラウトなどが大腸菌 O157 やサルモネラにより汚染されることで、数十名～数千名の感染者が発生し、死人まで出ている。汚染源は多くの場合特定されていないが、可能性の高い汚染源として、堆肥や液肥 (家畜ふんスラリー)、牛ふんに汚染された

表 1 米国等で生鮮野菜を介して発生した食中毒

品 目	原因菌	発生国	期 間	感染者数	死者数
トマト	サルモネラ	米国	2004 年 7 月	110	0
レタス	大腸菌 O157	米国	2005 年 10 月	17	0
ホウレンソウ	大腸菌 O157	米国	2006 年 8 月～12 月	205	3
レタス	大腸菌 O157	米国	2006 年 11 月	70	0
ハラペーニョペッパー、セラーノペッパー、トマト	サルモネラ	米国	2008 年 4 月～8 月	1,442	2
メロン	サルモネラ	米国	2009 年 1 月～3 月	51	0
スプラウト	サルモネラ	米国	2009 年 2 月～4 月	235	0
スプラウト	大腸菌 O104	ドイツ	2011 年 5 月～7 月	4,321	50
メロン	リステリア菌	米国	2011 年 7 月～10 月	123	25

染谷 (2012)

用水、野生動物ふんなどが上げられている。また大腸菌 O157 に汚染された牛ふん堆肥が原因であると確認された生食野菜を介した食中毒事例が数例報告されている（染谷, 2008）。

一昨年（2012 年）の夏に札幌市を中心に発生した浅漬けを介した大腸菌 O157 による食中毒事件では、生産施設の衛生管理が不適切であったと指摘されたが、汚染源は不明である（染谷, 2012）。用水からは検出されず、一部の従業員からは検出されたが、「味見係」であったための感染であり汚染源としての可能性はごく低い。原料の白菜やキュウリ、ニンジンなどの野菜自体が生産現場で汚染された可能性が考えられるが、生産元が不明のため調査されていない。農水省の全国調査では、全国から採取された生鮮野菜約 3,400 点からは大腸菌 O157 もサルモネラも検出されなかった。しかし大腸菌が 0.4～4%の頻度で検出された。さらに、これらを栽培した農地土壌の 2.6～15%、及び用水の 4.4～20%から大腸菌が検出されている。ただし大腸菌 O157 など不検出であった（農林水産省, 2010）。このように、生鮮野菜や農地での大腸菌 O157 汚染率は極めて低い。おそらく、ごく稀に大腸菌 O157 によって汚染された野菜が、不適切な生産管理により同一ロットの浅漬け製品全体に広がったと考えるのが妥当だろう。

なお、農業環境で大腸菌 O157 の汚染源として最も重要なものは牛ふんである。最近の全国調査では、約 2,400 頭の肉牛のうち 8.9%から大腸菌 O157 が検出されている（Sasaki ら, 2011）。

5) 堆肥の品質表示基準

肥料取締法では、堆肥は特殊肥料として分類され、品質に関する表示義務項目としては、原料、N、P、K、銅、亜鉛、炭素窒素比、水分含有量などであり、微生物や腐熟度に関する表示義務はない。したがって、入手した堆肥がはたして完熟しているのか、また衛生上の問題を含んでいないかなどについて、農家が得られる情報は限られている。

米国ではバイオソリッド（汚泥発酵肥料）に関して衛生基準があり、堆肥製造施設ごとにランクづけがなされている（米国 EPA, 1994）。その評価基準は多岐にわたるが、単純化すると「糞便性大腸菌 1,000 個/g 以下またはサルモネラ 3 個/4g」であれば A クラスの製造施設と認定され、堆肥を原則自由に販売できる。しかし糞便性大腸菌 1,000 個/g～1,000,000 個/g である場合、B クラスとされ、極めて限定された用途にのみ堆肥の使用が許されている。例えば、未耕地の土壌肥沃化のために施用できるが、根菜類では土壌施用後 20 か月以内に収穫してはならない。

一方、カナダやオーストラリア、EU 諸国などでは、上記基準が家畜ふん堆肥を含む堆肥全般に適用され、さらに国によってはより厳しい基準が導入されている。

日本では堆肥の衛生基準はないが、日本施設園芸協会（2003）が出している「生鮮野菜生産衛生管理ガイド」の中で、表 2 のような堆肥の安全性確認の目安を提唱している。すなわち、大腸菌などの微生物検査結果が表示されていることが好ましく、また保管流通中の再増殖を防ぐために水分は 30%以下がよい。

表 2 市販堆肥及び肥料工場の安全性確認の目安

項目	判定の目安
1. 水分	30%以下であることが好ましい（手で握って、さらさらしている程度） （水分が高いと病原菌の再増殖の可能性がある）
2. 病原微生物に関する表示	検査表示があることが好ましい（現状では表示義務なし） （大腸菌、サルモネラ属菌、腸管出血性大腸菌など）
3. 完熟度	こまつな発芽試験などで発芽抑制がないか
4. アンモニア臭	アンモニア臭が少ないこと（完熟度を反映）
5. 製造施設	
（1）区画の設定・管理	原料区画と製品区画を明確に隔離しているか
（2）器具の管理	ローダー、スコップ等を原料用と製品用で区別しているか
（3）発酵温度	60℃以上の温度を2週間以上保持していることが好ましい
（4）その他	場内は整理整頓されているか

日本施設園芸協会（2003）

6) 不熟度判定法

完熟堆肥、すなわち品質が良く衛生的な堆肥を見分けるためには、腐熟度を判定する必要がある。堆肥の腐熟度判定法には表 3 に示すように様々な方法があるが、裏を返せば、1 つで間に合う指標はないということである。これらの中で比較的簡便で多くの種類の堆肥に有効な方法はコマツナ発芽試験である。これは堆肥の水抽出液（堆肥 10g を水 100mL に加えて、数十分間振り混ぜ、ティッシュペーパーで濾過したもの）を皿の上の濾紙に約 10mL しみ込ませ、その上にコマツナの種を 50 粒まいて暗所に数日置き、発芽数を計測する方法である。対照として水道水での発芽数を測り、これに対する比率を発芽率とする。この方法は、植物生育阻害物質の有無を、いわば実際の植物に聞く方法であり、80%以上の値なら十分に腐熟したと判定する。

もっと簡便に、五感で堆肥の腐熟度を見分ける方法としては、

- (1) アンモニア臭がしないこと
- (2) 放線菌がたくさん出ていること（白く粉が吹いたように見え、腐葉土の臭いがする）
- (3) さらに乾燥していること（湿っていると、嫌気発酵による悪臭の発生や病原菌の再増殖の原因になる）

などがあり、現場での判定に活用できる。

表 3 主な腐熟度判定法

試験法	概要
コマツナ発芽試験	堆肥の抽出液を用いて発芽率を測定する。80%以上が腐熟の目安
C/N比	炭素率ともいい、鶏ふん堆肥を除き、20以下が腐熟の目安
GEC	陽イオン交換容量のことで、保肥性の指標
二酸化炭素放出速度	加湿してインキュベーションする。易分解性有機物が多いと値が大きくなる
BOD	生物化学酸素要求量のことで、易分解性有機物の指標
ペーパーディスク法	着色物質の展開状態を観察する

3. 微生物を用いた土づくり

1) 土の微生物

土壤中に生息する微生物数(菌濃度)を測定するには、培養して測る方法(希釈平板法など、図1:左)と顕微鏡で観察して測定する方法(蛍光染色法、図1:右)があり、土壌の種類にもよるが1g乾土当たりの細菌数は、培養法では数億、蛍光染色法では百億前後である。つまり培養法で得られる菌数よりも顕微鏡で観察される菌数の方が

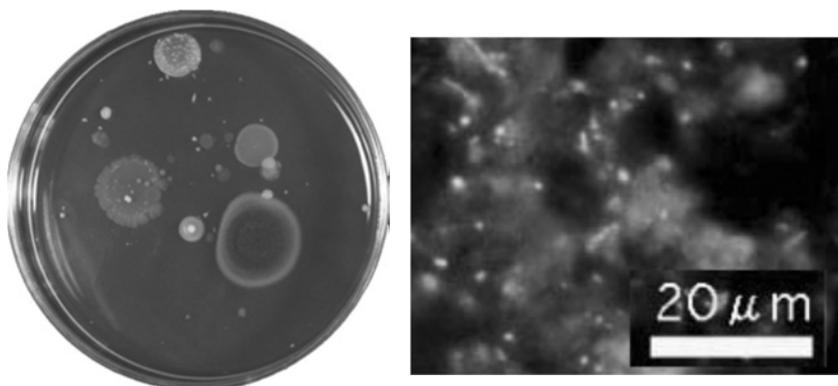


図1 土壌微生物の検出法

左：希釈平板法による寒天培地上の土壌微生物のコロニー

右：EB 蛍光染色法による土壌微生物(細菌)の細胞

数十倍から数百倍多い。蛍光染色法には、CFDA法など、生きた細胞だけを染める方法もあり、このような方法で得られる生菌数は、やはり培養法の数十倍は多い。

この菌数の差は、土壌微生物(土壌細菌)の大部分が難培養であることを示している。蛍光染色法や遺伝子解析法は近年の約20年間で発達してきた研究手法であり、従来の土壌微生物に関する知識は主に培養法によって得られたものである。従っていままでは土壌中の微生物に関してごく限られた知識しかなかったわけで、現在はビッグバンとも言える急激な研究情報の増大が起きている。そのため、いままでは解析不能であったり、解析に長期間要したりしたことがどんどん研究できるようになってきた。いまやようやく、土壌微生物の生態を明らかにして、その知識にもとづいて「土壌微生物の管理・制御」を行える時代になりつつあるといえる。

2) 様々な農業用微生物資材

微生物資材とは、「土壌等に施された場合に、表示された特定含有微生物の活性により、用途に記載された効果をもたらす、最終的に植物栽培に資する効果を示す資材」と定義されている(日本土壌肥料学会, 1996)。様々な用途(土壌病害防除、害虫防除、植物成長促進、養分吸収促進、有機物分解促進など)の農業用微生物資材が流通している(表4)。

これらのうち、植物病害の軽減をうたったものは主に拮抗菌を用いており、その一部は微生物農薬として農薬取締法に基づく農薬としての登録が生物農薬ガイドライン(農林水産省, 1997)にもとづいてなされている。

微生物資材は、熱心な農家による成功談ばかりが強調されがちなため、その効果に対して過剰な期待が寄せられる。しかし、微生物農薬であっても化学農薬とは違い効果が劇的に出るとは少なく、いわば漢方薬のようにじわじわと効くものと考えるべきである。日本微生物防除剤協議会では微生物農薬の留意点として、「環境条件によっては死滅すること」、「働かせる

ための環境条件が必要」「効果がマイルドに発現」と明示しているが（日本微生物防除剤協議会ホームページ）、これらはそのまま微生物資材全般に当てはまる。

特に微生物農薬や、土壌病害防除をうたっている微生物資材を使用する際には、総合的病害虫・雑草管理（Integrated Pest Management, IPM）の考えにもとづいて、（1）耕種的防除や雑草管理により病害虫の発生しにくい環境を整備し、（2）病害虫の発生予察情報などに基づいて防除時期を判断し、（3）天敵やフェロモン剤、粘着版など多様な防除法を適宜組み合わせることで総合的な防除を実施することが重要である（相野, 2014）。

表 4 特許登録された農業用微生物資材*

（野口, 1997 から作表）

用途	件数	使用微生物
土壌病害防除	46	シュドモナス, バチルス, エルウィニア, トリコデルマ, グロムスなど
害虫防除	11	パスツリア, メタリジウム, ボーベラ, 糸状菌, 細菌, 放線菌など
植物成長促進	9	菌根菌, 根粒菌, 蛍光性細菌, 光合成細菌, 細菌, 酵母, 糸状菌など
養分吸収促進	8	菌根菌, アゾトバクター, バチルス, フランキアなど
有機物分解促進**	6	シュドモナス, バチルス, ストレプトマイセス, ゲオミセスなど
土壌改良	5	バチルス, クロストリジウム, トリコデルマ, サーマスなど
除草	4	ドレシュレラ, エピココソラス, デンドリヒーラなど
その他（消臭など）	2	バチルス, エンテロバクター, ニトロソモナス, EM菌など
計***	91	

* 1995年1月～1996年4月までに公開・好評・広告・登録になったもの

**堆肥化促進を含む

***用途の記載に重複があり、実数は77件

3) 微生物資材の公的基準をめぐって

我が国には、微生物資材に関する公的基準はない。日本土壌肥料学会による微生物資材に関する提言（日本土壌肥料学会, 1996）では、微生物資材に表示すべき事項として、含有する微生物の属種名、有効期間、担体の種類、効果試験結果を上げている。さらに検定・評価に当たっては、公的機関の評価を受けること、その際、滅菌資材を比較対照とすること、数種類の土壌を用いて圃場試験すること、などを提案している。なお、滅菌資材を比較対照とするのは、担体に肥料成分が含まれていて、植物生育促進効果が現れる場合があるためである。

全国土壌改良資材協議会では、微生物資材に関する自主表示基準を 2009 年に設定している。表示項目としては、主要微生物の属名と菌数、一般微生物名、有効期間、担体の種類、pH、水分、全炭素等で、現在、同協議会に参加する 10 社から 26 資材が登録されている。

一方、諸外国に目を向けてみると、米国では有害物規制法に基づき微生物資材の安全性基準を設定し、可能な資料の前提提示を要求している（Hauschild, 2012）。その要点は、

- (1) 製品登録はするが、その効果を保証するものではないこと
- (2) ヒトや環境への有害性を定量評価する方法は現在のところ存在しないので、可能なデータの提示を求める
- (3) 微生物農薬については、農薬取締法に準拠する

ということである。つまり、安全性に関してだけは可能な限りの情報提供をするから、効果の有無に関しては使用者が判断してください、という姿勢である。

確かに微生物資材の安全性については、慎重になりすぎることではない。例えば、セパシア菌（*Burkholderia cepacia*）は微生物農薬として登録されている拮抗菌であり、農薬や有機溶媒分解菌として環境浄化にも応用が期待されている有用菌であるが、タマネギの病原菌という一面も持ち、さらにはヒトに肺線維症を引き起こしたり院内感染菌となったりする有害菌でもある。このような性質の違いは、有効な機能や病原性に関与する遺伝子の保持状況が、同じ菌種でも菌株によって異なるためである。

韓国は、微生物資材に関して世界で最も制度整備されている国であろう。これは 1997 年に制定された親環境農業育成法に基づく施策で、微生物資材の登録には、指定機関での客観データの取得が義務づけられている。試験項目は、種名とその菌数、培養法、有効期間、保管方法、有効微生物の環境危害性判断資料、病原微生物検査（大腸菌、サルモネラ、リステリア、黄色ブドウ球菌、セレウス菌）、毒性物質の有無、効果試験と多岐にわたる（Whang, 2009）。このように厳しい品質基準を設定している背景には、WTO 体制の中で農業の国際的な競争力を高めようとする韓国政府の国策がある。

このように我が国では微生物資材の公的基準や認証制度がないので、使用者自身が効果を検定しながら、効果の有無や適用条件を吟味していく必要がある。その際、比較対照（施用しない区画）を必ず設定することが重要である。また、上述した全国土壌改良資材協議会の自主表示などは資材選定の有益な参考になるだろう。

4) 微生物資材の品質管理

微生物資材の効果を評価する前に、微生物という「なまもの」を含む製品としての品質管理がなされているか、という問題がある。

蛍光染色法を用いると、微生物資材に含有する微生物の菌濃度や大まかな種類（細菌、糸状菌、酵母菌というグループ分け）、さらには生死の別が分かる。エチジウムブロミド（EB）という蛍光色素で染めると、生死に関わらず微生物の細胞がオレンジ色の蛍光を発するようになり、全菌数を計測できる。一方、CFDA という試薬を使うと、生きていた細胞だけが黄緑色に光って見えるため、生菌数を定量できる（糞, 2005）。これらの蛍光染色法を使うと、培養せずに微生物資材中の微生物の生菌数や生菌と死菌の割合を測定できる。要する時間は EB で 10 分間、CFDA で 1 時間とごく短時間ですむ。

この方法を用いて、液体の状態ですべて流通・市販されている微生物資材に含有する微生物を調べたところ、14 点の微生物資材に含まれる全細菌数は、 $10^5 \sim 10^9$ 個/mL のオーダーで、生菌率（全菌数に対する生菌数の割合）には 100% から 0.2% まで大きな開きがあった（図 2）。生菌率の平均値は 29% で、これは、保存中に平均 70% が死滅したことを示している。生菌率が最も低い試料では 0.2% であった。これでは微生物資材ではなく「微生物死材」と呼ぶべきで、いかに菌自体の能力が高くても、期待される効果が発揮されるか疑問である。また、生菌率が 100% という資材もあったが（試料 10）、全菌数が 10^7 個/mL 以下であり、絶対数が低かった。

一方、粉末状で流通している微生物資材では、生菌率は 3.8~100%、平均 44.3%であった。すなわち、粉末状資材の方が液体状資材よりは生菌率が高いが、やはり数%という低い資材も含まれていた。

これらの結果は、微生物資材の多くで菌濃度の管理がなされていないこと、すなわち、流通期間中の生菌数の変化(品質低下)について配慮していないことを示す。含有する微生物濃度すら任意表示である現状では、当然と言える実態かも知れない。

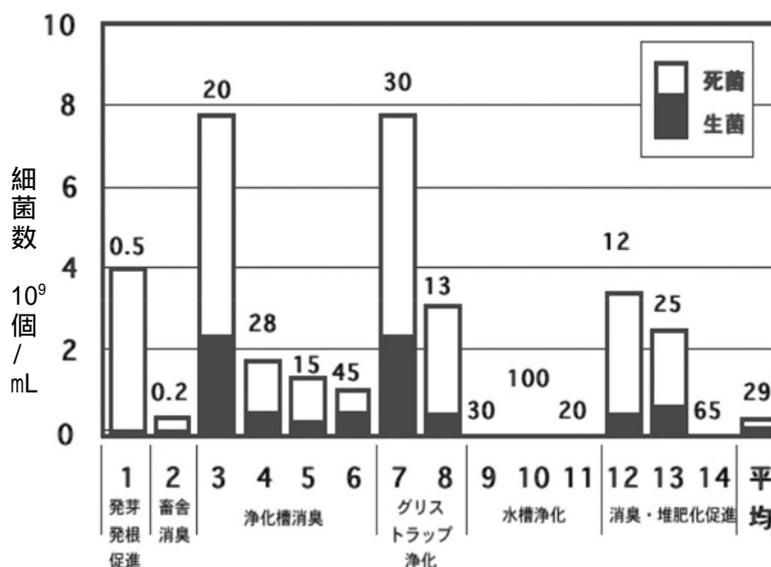


図2 液体微生物資材に含有する微生物の生菌数と死菌数 EB 蛍光染色法と CFDA 蛍光染色法による。1~14 は試料番号を示す。グラフ上部の数値は生菌率を示す。図中で棒グラフが出ていない試料では全菌数が 10⁷ 個/mL 以下。

(染谷, 2007)

4. おわりに

広大な面積に単一作物が栽培されていれば、植物病原菌にとっては天国のような状態であるから、いずれ蔓延するのがむしろ自然である。農業とは、本来の多種多様な自然生態系からは逸脱した独特の農業生態系を成立させてはじめて成り立っていることを理解しなければならない。

その矛盾を緩和する方策として、堆肥などの有機物資材と微生物資材は今後益々活用されるべきものである。現状では堆肥にも微生物資材にも公的基準がないため、生産者は玉石混淆の資材から使えるものを見出していかなければならない。これは、日本の農産物の品質をさらに維持向上させ国際的にもより高く評価されるようにするうえで克服すべき課題である。この現状をいかに打開するか、行政、研究者、メーカー、生産者、それぞれの役割と責任が問われているといえよう。

引用文献

相野公孝 (2014): 微生物殺菌剤の現状と今後の展開. 植物防疫, 68(5), 281-284

www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/boujyo/pdf/h23_ipm_hyougo.pdf

糞 春明・越田淳一・井上興一・染谷 孝 (2005): 蛍光染色法及び培養法による各種堆肥中の細菌の定量. 日本土壤肥料学会誌, 76: 401-410.

日本施設園芸協会 (2003): 生鮮野菜生産衛生管理ガイド.

http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_yasai/

日本土壌肥料学会 (1996): 微生物資材評価に関する提言.

jssspn.jp/file/pdf5_sympo1996.pdf

日本微生物防除剤協議会ホームページ, 微生物防除剤とは.

<http://www.biseibutsu.jp/microbe/index.html>

農林水産省 農産園芸局長通達(1997): 微生物農薬の登録申請に係る安全性評価に関する試験成績の取扱いについて. http://www.maff.go.jp/j/kokuji_tuti/tuti/t0000066.html

農林水産省 (2010): プレスリリース, 生食用野菜における腸管出血性大腸菌及びサルモネラの実態調査結果. <http://www.maff.go.jp/j/press/syouan/nouan/100608.html>

Hauschild, R (2012): Safety and regulation of microbial pest control agents and microbial plant growth promoters – introduction and overview, In: Beneficial Microorganisms in Agriculture, Food and the Environment: Safety Assessment and Regulation, Ed., T. Sundh, A. Wilcks, and M.S. Goettel, CAB International, 67-71.

米国 EPA (1994): A plain English guide to the EPA Part 503 Biosolids Rule.

http://water.epa.gov/scitech/wastetech/biosolids/503pe_index.cfm

Sasaki, Y., Y. Tsujiyama, M. Kusukawa, M. Murakami, S. Katayama, and Y. Yamada (2011): Prevalence and characterization of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157 and O26 in beef farms. *Veterinary Microbiology*, 150: 140-145.

染谷 孝 (2007): 堆肥化促進微生物資材の動向と評価---蛍光染色法などによる評価. 肥料土づくり資材大辞典, 1031-1042, 農文協.

染谷 孝(2008): 有機堆肥の衛生管理をめぐる諸問題~安全安心な農産物生産に向けて~.季刊肥料時報, 2008年 No.2,57-70.

染谷 孝(2012): 生鮮野菜による食中毒を防ぐ. 食品と容器, 53(6), 385-391

染谷 孝(2012): 安心できる生産現場構築に向けて. ニューカントリー, 2012年11月号(通算704号), 24-27.

Whang Kyung-Sook (2009): 韓国における微生物資材認証制度の紹介: 環境有機農資材目録公示制を中心に. 日本土壌肥料学雑誌 80(4), 429-431

全国土壌改良資材協議会(2009): 微生物資材の自主表示基準.

http://japan-soil.info/DOKAI/?page_id=86

青森県における有機人参栽培の 取り組みと課題

山本 政義

有限会社 ナチュラルファーム

1. ナチュラルファームの概要

- 所在地 青森県上北郡おいらせ町青葉3丁目 50-1641
- 設立 平成12年3月
- 従業員 28名（通年雇用 17名、季節雇用 11名）。その他パート、シルバー等 5～10名。
- 作付面積 約70ha（人参30ha（内有機栽培面積6ha）、ごぼう19ha、大根11ha、長芋6ha、ねぎ1ha、休閑緑地 ほか）
- 主な取引先 （株）マルタ（『有機農業を实践する全国組織』当社も株主になっている）。量販店（イオン、ローカルスーパー他）、生協（東海コープ、東都生協、コープネット、パルシステム他）、大田市場（東一）、名古屋市場（名果）等。他に、地元JA、地元市場
- 取得認証 平成12年、有機JAS認証取得。同年青森県のエコファーマー認定。平成25年、グローバルギャップ認証取得

生産品目及び各作物の出荷時期

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間生産量
人参							■	→			■	→	1,000トン
大根						■	→			■	→		650トン
長芋			■	→									150トン
ごぼう	■	→							■	→		■	400トン
ねぎ									■	→			30トン

ナチュラルファームは本州最北の地、青森県の太平洋側に位置し、夏でもやませの影響で涼しく、野菜栽培に適した地域です。この地域は、長芋、ごぼう、ニンニク、人参といった根菜類が多く栽培され、全国的な出荷割合でもトップクラスに位置づけられている産地です。

我が社は平成12年に設立しました。その母体となったのは二つの家族経営体でした。当時それぞれが農産物の表示ガイドライン制度の有機栽培や、減農薬、減化学肥料栽培で生産販売していましたが、将来的に両親の高齢化や個人経営での雇用確保が難しいという考え方が一致し、法人化に踏み切りました。

現在では、通年雇用で男女合わせて17名、季節雇用で同じく11名程、その他に短期のパートやシルバー人材センターなどから年間の述べ人数600名で成り立っています。

栽培品目としては人参30ha、ごぼう19ha、大根11ha、長芋6ha、ねぎ1haで、経営面積は休閑緑地等を含めて70ha前後です。

主な出荷先は、有機栽培や特別栽培など、こだわりの農産物を生産する全国の農家が株主となって運営する（株）マルタを通じての量販店や、生協、外食チェーン店などです。その他に地元JA

や市場などにも出荷しています。また、地元の小中学生や企業の農業体験を実施し、有機農業への理解を深める活動もしています。

ここでは、有限会社ナチュラルファームの有機人参栽培の取り組みを紹介します。



人参の収穫体験



子どもたちによる人参の詰め放題

2. 有機人参栽培の取り組み

1) 有機栽培のきっかけ

平成5年、こだわりの農産物を販売するマルタ有機農業生産組合というところから、有機肥料で人参を栽培してくれないかという話が、有機栽培の始まりでした。それは現在の株式会社マルタという会社ですが、モグラ堆肥という独自の有機資材を使って栽培してほしいということでした。農業に携わってほぼ10年、周りを見回しても化学肥料を使わずに栽培している人は無く、当時の私の感覚では「こんなもので人参が出来るわけがない」と思っていました。しかし実際に使ってみると立派な人参が出来、固定観念に縛られていた栽培への考え方が変わってきました。

その5年後、マルタから有機人参の栽培要請があり、まずは10aからスタート。1haの圃場のうち10aだけ除草剤無しで作付したのですが、まるで定規で線を引いたような雑草の生え方の違いは今も忘れられません。雑草に覆われたなかでも立派な人参になることで栽培への意欲がわき、翌年には30a、またその翌年には70aと年々面積を拡大していき現在に至っています。

平成10年には、表示ガイドラインによる有機栽培開始し、平成12年に法人設立とともに有機JAS認証取得しました。

2) 栽培管理

(1) 土づくり

有機栽培の一番のポイントは土づくりにあると考えています。その第一歩として輪作と有機質補給を兼ねて、前作終了後に緑肥を作付けしています。この緑肥の導入も、以前はエンバクタイプの緑肥を使い、有機質量確保のため、草丈がかなり伸びるまで鋤き込みを我慢していました。

しかし、その結果緑肥の茎が硬化し分解しにくくなることと、有機栽培において一番の問題となる雑草の種も見事に結実してしまうため、未分解有機物の弊害と、雑草にかなり苦しめられていました。

そんな折、北海道への視察研修先で休閒緑地という考え方に出会いました。休閒緑地の考え方は、当年度経済作物の代わりに緑肥を栽培し、翌年の為に地力アップをはかるというものです。研修先の農家さんの説明では、8月中旬までに緑肥をごく浅く耕し緑肥そのものを乾燥させてから鋤き込むことにより、分解も早まり、土の中で増殖する有効微生物群が増えるというものでした。その考え方には非常に共感する部分が多く、早速私どもの栽培管理に取り入れることとしました。

現在では生育速度と分解速度の早いソルゴータイプの緑肥を使っています。ソルゴーは40～45日で1.5m程も成長するので、ハンマーモアで粉碎し、緑肥を乾燥させてから鋤き込むようにしています。この緑肥品種を使った作業工程に切り替えることにより、二つの効果を実感しています。

その1つは、翌年に作付した野菜の製品歩留まりが確実に向上してきたことです。これは緑肥作物自体の持つよく根を張る、有機質が多い、分解が早いという特徴と、粉碎し乾燥してから鋤き込むことにより、土壌微生物相が変わってきたのかなと思っています。

2つ目は雑草の発生率が、抑制されてきたように感じられることです。これはソルゴーの生育速度が雑草のそれよりも早いために、日影効果が働き、雑草種子の結実が阻害されているように思います。また、播種後40～45日程度で地上部を粉碎する際にも、残っていた雑草種子の結実を抑え込むことができ、乾燥した緑肥を浅くロータリーで鋤き込むことにより、さらに抑草効果が増すものと思います。

このようにソルゴーの作付け、生育途中での粉碎、乾燥後の鋤き込みという作業工程を組み合わせることにより、結果として有機質の補給と雑草対策の二重の効果が期待できると考えています。



以前に行っていたエンバクをそのまま鋤き込む方法



現在行っているソルゴーをハンマーモアで粉碎後、乾燥させてから鋤き込む方法

(2) 畑に投入する有機資材

資材は秋と春の2回に分けて入れます（表1）。先ず秋肥ですが、前述の緑肥を浅く鋤き込んだ圃場に10月下旬から堆肥と米糠を投入します。土中醗酵促進効果堆肥は10a当たり窒素成分3%のものを500kg、米糠100～150kgを投入しプラウで起します。これは緑肥として鋤き込んだ有機物の分解窒素としての働きと、米ぬかのミネラルや、土壌微生物の増殖により、土中醗酵促進効果を期待してのことです。

青森という地域がら、秋肥の投入から春の融雪時期までの4～5か月間何もすることが出来ません。しかし、このゆっくりとした時間の流れが、土の中で大きな変化をもたらしてくれます。秋に鋤き込まれた緑肥は、春の基肥投入時の3月中旬頃には、指先で砕ける程度まで分解が進んでいて、人参の生育を邪魔することはありません。

次に春の基肥資材ですが、秋肥で使用した豚ブン堆肥を畑の地力に応じ300～500kg、モグラ堆肥を200kg、土壌改良資材として、マンモスG-1を140kg施用しています。

モグラ堆肥は窒素成分4%の有機肥料ですが、腐植分や土壌改良性に優れた資材で、食味の向上に役立つ資材として使っています。また、マンモスG-1も海藻、貝化石資材なので、土壌改良材としてまた各種微量元素の補完資材として使っています。

以上が、ナチュラルファームで有機人参を栽培するにあたり使用する資材です。有機栽培を始めるにあたり、良質な堆肥や有機資材と出会えるかはその後に有機栽培を続けるか否かの大きな要素だと感じています。幸い私は良質な資材に出会えたことにより、今現在も有機栽培を続けることができたと思っています。

表1 資材の投入量（10a当たり）と目的

秋肥

豚ブン堆肥 500kg （N成分 3%）

- ・有機物の分解窒素
- ・菌体の補給

米糠 100～150kg

- ・ミネラルやアミノ酸
- ・土壌微生物の増殖

春の基肥（秋肥投入から4～5ヶ月後）

豚ブン堆肥 300～500kg

- ・地力維持・・・各圃場の地力に応じ投入量の加減をする

モグラ堆肥（特殊肥料） 200kg

- ・腐植分や土壌改良性に優れ食味の向上に役立つ
- ・地力維持

マンモスG-1（海藻、貝化石）140kg

- ・各種微量元素の補完資材



米糠の散布

(3) 除草作業（作型別除草作業）

日本全国、有機栽培を实践されている方々が、ほぼ間違いなく口をそろえて言うのが、「雑草対策が大変」という言葉です。もちろん私も一緒です。前段の緑肥の鋤き込みで雑草を抑えていると言いましたが、確かに以前と比べると少なくなっています。しかしそれだけでは

抑えきれぬものではありません。ここでは私たちの地域の栽培特性と、それぞれの除草作業について紹介します。

青森という地域性、つまり積雪の関係から春作業の始まりが3月中旬以降からになります。当地域の3月雪解け後の平均気温は5℃前後で人参の生育には低すぎます。しかし青森の人参が主力となる出荷時期は7月からの1か月ほどなので、それに合わせたトンネルやベタ掛けといった被覆型の栽培管理をしています。そこで人参の発芽や初期生育に必要な温度を確保するため、3月中旬から4月10日頃をめどにトンネル栽培を、それ以降4月下旬まではベタ掛け栽培、それ以後は露地栽培へと作型を変えながら、40日間で20ha、平均すると1日当たり50aの播種を行います。

人参は、初期生育に比較的時間がかかる作物です。トンネル栽培の場合、播種後30日でもようやく本葉1枚目が出るか出ないかの生育スピード。しかし、雑草はそういうわけにはいきません。表層にはハコベやアカザ、タデといった人参よりも成長の速い草たちがびっしりと顔を出しています。

そこで1回目の除草は、この時期、これらの雑草が根を深く張る前に行います。大き目の草を抜きながら、また発芽したばかり、あるいは発芽前の見えない草は表層の土をかき混ぜるように動かしながらの除草で、人参を傷めないようかなり神経を使う作業になります。

2回目の除草は播種後50日頃行います。この時期の雑草は、1回目の除草時に残った草が葉を広げていますが、人参も本葉が3~4枚程度になり、根が張った状態でしっかりしているので、作業的には比較的楽々になります。

実は、有機栽培を始めた当初、草が大きくなってから抜き取るという考えで作業をしていたため、除草作業が後手後手に回り、人参の生育にも影響していました。

この後にも触れますが、機械除草の考え方を1回目の除草から取り入れることを思いつき、現在のような除草体系を取っています。

いずれにしても青森の春播き人参では、トンネル被覆やベタ掛け資材により初期除草は手作業に頼らざるを得ないのが現状で、作業効率面でも有機栽培面積拡大の足かせになっています。



播種後30日程度の人参と雑草の様子(1回目の除草)



播種後50日 本葉3~4葉の人参と雑草の様子(2回目の除草)



べた掛け栽培 2 回目の除草

被覆除去後の最終除草や、被覆なしの露地栽培では生育初期から機械による除草体系が確立されてきています。私どもの使っている除草機は北海道の機械メーカー（株）キュウホーの玉カルチというものです。この機械は針金状のタインと呼ばれる金具で、表層 1~2cm の深さを水平に切って行き、生育初期や発芽間もない目に見えないような草まで処理してくれます。条間はもちろん、株間もある程度除草してくれますので、その後の手除草にかかる労力は従来の 3 分の 1 以下まで軽減できています。

この除草機を導入するにあたり以前の管理体系から機械に合わせた管理体系に変える必要がありました。以前の蒔き付けは 1 畝 6 条で条間は 15cm、株間は 10cm でしたが、今では、1 畝 4 条、条間 30cm、株間 5cm と除草機の作業幅に合わせ畝を立てています。



除草機にあわせて株間・条間を変更し、機械除草できる栽培管理にした

作業手順としては、被覆栽培同様播種後 30 日あたりを目安に 1 回目のカルチ掛け、50 日位で、2 回目のカルチ掛けと 2 回の除草機処理で、最後に残った雑草を拾い取りする程度です。

以上のことから私どもの地域で有機栽培面積を拡大していくには、春先でも被覆資材を使わない栽培技術体系、あるいは被覆資材の中でも除草できる機械の開発が進めば比較的経営規模の大きな生産組織でも、有機栽培取り組みへの道が開かれるものと期待しています。

3. 有機農業推進の課題

今回事例発表を行うにあたり、今までやってきた自分たちの取り組みを再度検証することが出来たことは、とてもありがたいことでした。しかし同時に様々な課題も見えてきました。

有機農業を普及拡大していくためには技術的な問題、労働力の問題、物流の問題など多岐にわたって克服しなければならないことが沢山あるということを改めて感じ取りました。このことを踏まえて少し感じたことを紹介します。

昨年ヨーロッパの有機農業を視察する機会があり、ドイツと、スイスを回ってきました。

EU の有機農産物の市場売上げ規模ではドイツが最大で約 30 億ユーロ（4,200 億円）、スイスは 5 番目だそうです。一人当たりの有機農産物消費量でみると 1 位だそうです。そのような 2 か国を視察できたことは意義深かったと思います。ドイツでは国内 2 番手の有機食品卸売会社を訪ね、流通に関して話を伺いました。生鮮野菜の取り扱いもさることながら、乳製品や有機加工食品（パン、パスタ等）の取扱量がかなり大きなウエイトを占めているとのことでした。

また小さなスーパーでも有機野菜や、有機加工食品が普通に並べられていて、特別な食材という感じではありませんでした。

スイスではスイス有機農業研究所（FiBL）を訪れ、業務内容のほか有機農業の歴史や、国による補助金政策を通して、有機農業を推進していることなどの説明を受けました。また都市近郊の有機農家と約 600 世帯の都市の消費者と一緒に生産、販売している共同体組織の「有機野菜産直ビルスマッテホフ」の仕組みを見ることが出来ました。どのような



スーパーの有機野菜、有機加工品コーナー（ドイツ）

仕組みかということ、消費者は組織を運営するお金と、労働力を提供し、生産者は新鮮な野菜や卵など有機農産物を届けるというものです。まさに有機農業の真髄を見る思いがしました。

農水省の統計資料（2011 年）で、海外と国内の有機農業の面積シェアについて報告されたものがあります。それによると EU 諸国ではイタリアの 8 台%を筆頭にドイツの 6.1%、イギリス 4%と続いています。また、北米のカナダやアメリカは食料の輸出国という位置づけの中でも、それぞれカナダが 1.2%、アメリカが 0.6%です。アジアでは韓国の 1%、中国の 0.4%に対し、国内の有機農業面積シェアはわずか 0.2%で、今紹介した国々との比較でも、少し見劣りする数字になっています。各種の調査データからは、国内農業者の多くは有機農業に興味を持ち、取り組んでみたい気持ちを持っていることが読み取れます。

しかし、生産技術や販売面で、有機栽培に踏み込めない現状があるのもまた事実です。国内のもっと多くの消費者が有機農産物を手軽に手に取る事が出来るようにするには、そのハードルを乗り越えるための、国による政策誘導や、研究機関による有機栽培体系の確立、流通関係者には積極的に有機食材の販売を進めていただきたいと感じています。

私たち生産者としては栽培技術向上によるコスト削減や規模拡大をし、有機市場への供給を加速していかなければなりません。また農業体験などを通じて消費者の皆さんへ、有機農業をもっと身近に感じてもらう努力をするべきだと感じています。

有機農産物が特別なものにならない食生活を願って、本稿を終えたいと思います。

福島県におけるキュウリなど 野菜栽培の取り組み

関 元弘

ななくさ農園&ななくさナノブルワリー

1. はじめに

私が就農した二本松市東和地区は、阿武隈山地の西斜面に位置する典型的な中山間地域で、かつて養蚕が盛んで養蚕日本一と言われたこともありました。納屋に残された昭和 50 年代の航空写真を見ますと、僅かな平地は水田に、緩傾斜地は畑に、山の斜面は段々に造成され桑園にと土地を無駄なく利用していたことが分かります。しかしながら、養蚕が衰退し、米価・農産物価格が低迷する現在では、桑園や不便な水田・畑は耕作放棄され、荒れ放題になっています。福島第一原発事故の後、その流れが加速してしまいました。先人の労苦により切り拓かれ、維持されてきたことを思うと残念でなりません。

しかしながら、当地には少ないながらも専業農家、新規就農者が元気に営農をしており、水稲の他、果樹、花卉、畜産、野菜と気候風土を活かした環境に優しい農業が行なわれています。

そんな当地区に、ご縁あって 8 年前に新規就農し、以来、有機農業等に取り組んでいます。

2. ななくさ農園の概要

約 20 年耕作放棄された桑畑の開墾から始まった農業ですが、今では約 1ha (米 10a、普通畑 70a、ブドウ畑 10a 他) となり、農業経営らしくなってきました。

桑は四方八方に根を伸ばすので、伐採後、重機で全面転地返ししながら、根を掘り出さねばなりません。

開墾後は、見た目は立派な畑になりましたが、雨が降れば歩けないくらいドロドロになり、晴れば小型管理機が弾かれる位カチカチになるという土でした。

どのような農業をするにしろ、まずは土作りが基本です。牛糞ベースの堆肥を入れるだけでなく、土を肥やすマメ科(大豆)、土を耕すイネ科(大麦)の作物を輪作に取り入れるなどしてきました。

更には、里山に無限に存在するカヤ等の粗大有機物や落葉を農閑期に集めておいて、夏野菜の通路の敷材にしたり、育苗に腐葉土を使用したりしています。

そのような積み重ねにより、畑の土らしくなってきた、雨が降っても入れますし、何よりも収量が増え、安定してきた感じがします。



開墾前の桑園



開墾中



開墾後

3. 有機農業の実践

平成 20 年に福島県より有機 JAS の認定を受け、全てのほ場で有機栽培に取り組んでおります。主な栽培品目は次の通りです。この他に、自給用、直売用に様々な作物を栽培しています。

つるありインゲン（4 月下旬播種、7 月収穫）	3a
自根キュウリ（6 月上旬播種、7 月下旬～9 月上旬収穫）	10a
つるありインゲン（7 月上旬直播、9 月上旬～10 月収穫）	3a
ハクサイ、ブロッコリー（8 月上旬播種、10 月下旬収穫）	15a
ミニトマト（3 月下旬播種、8 月収穫）	3a
水稻（コシヒカリ）	10a
綿花（アップランド）	15a
醸造用ブドウ（甲州 定植 1 年目）	10a

前述のように土の状態が良くなかったことから、次のような土作りを積極的に行ないました。

堆肥の投入：牛糞の他、食品残渣等を原料とした長期間発酵させた完熟堆肥。地域内の堆肥業者より購入

緑肥の栽培：ヘアリーベッチ等のマメ科の緑肥栽培

マメ科、イネ科の栽培：輪作として栽培。イネ科の地下深く伸びる根は土壌排水性を改善し、マメ科の根粒菌は土を豊かにします。

粗大有機物の施用：稲わらの他、農閑期に里山でカヤ等を収集し、夏野菜栽培時、畝間等に敷材として使用。夏の間にはボロボロになるので、そのまま鋤き込む。土壌改善効果が実感できます。

化学肥料、農薬により作物の生育を管理することを前提とした慣行栽培の方法は、有機栽培に合わないと感じていることから、有機栽培に合った方法を模索しています。

キュウリ栽培の場合、育苗期間 1 ヶ月程度、本葉 2.5 枚で定植、7 段目までは脇芽を欠き、その後は、脇芽 2 節止、アーチの天頂部手前で芯止というのが定石ですが、追肥と農薬散布で長期取りを狙うのではなく、元肥と僅かな追肥で、キュウリの生育が旺盛な内だけ収穫すれば良いとす

るなら、それにあった管理をしなければなりません。そこで、中段以降の脇芽を欠かず、芯を止めない栽培に切り替え、更に、直根を伸ばさせて作物本来の力を発揮させるため、1週間育苗の稚苗定植（株間1m）をしています。

土作りの蓄積と有機栽培にあった管理方法により、天候に左右されにくくなり、収穫量も目標としていた1,000箱/反と安定してきました。

更に、生物の多様性を確保し、ほ場生態系を豊かにするため、リビングマルチに取り組んでいます。畝立時、畝間に屑麦と屑豆を播種します。生い茂る麦、豆は、様々な生物を涵養しているように思いますし、保湿、抑草、施肥効果もあるように感じます。収穫が始まり通路を頻繁に歩くようになれば直ぐに倒伏し邪魔にならなくなります。

4. 課題

有機農業については実践例の蓄積とその科学的裏づけがされてきているので取組易い環境になっていますが、作物の生育状況や畑の状態等を客観的に把握する方法が農家レベルではないので、勘と経験頼らざるを得ないのが不安定要因になっています。

生物の多様性、土の養分の供給能力等々、畑がどういう状況なのか？作物がどういう状況なのかが何かしらの指標で客観的に、一体的に掴めることができれば理想的だと思っています。

5. おわりに

福島農業は、原発事故により大きく足を掬われてしまいましたが、だからこそ持続可能な有機農業等による農業の再興は大切だと考えております。有機栽培の技術を向上させ、経営を安定化させて地域農業の再興に少しでも役立つように努力すると共に、安全・安心で支持されてきた有機農業について、人と環境に優しい、いつまでも続いていける農業という本来の価値観に軸足を移して、しっかりと消費者にアピールしていきたいと考えております。



キュウリ畑全景



稚苗定植（定植1週間）



リビングマルチ（大豆、麦混播）

第 2 部

ポスターセッション

1. 島根県における水稻の有機栽培拡大に向けた取り組み
2. 冬期湛水有機栽培水田において代かき回数が雑草発生に及ぼす影響
3. 稲わら残渣と水田雑草との関係
4. 関東地域での有機ダイズ栽培のための品種選択と栽培体系
5. 土着菌根菌を活用したダイズ栽培におけるリン酸減肥の現地実証
6. 有機液肥追肥型有機栽培がトマトの収量および品質に与える影響
7. 刈敷を活用した不耕起・草生栽培ナスの生産性改善効果
8. 自然草生・不耕起を基軸とし地域資源を利用した中山間地の有機栽培体系 - 愛知県福津農園の事例 -
9. マメ科およびイネ科カバークロープ 2 種混播による抑草効果
10. 栽培管理が大型土壤動物に与える影響 ~ 有機栽培継続の効果を中心として ~
11. 有機農法による畑土壌から発生する温室効果ガスの制御に関する研究
12. 有機農業推進に向けた普及指導の取組 ~ 神奈川県 of 県央・湘南地域を中心とした近年の取組事例 ~

島根県における水稲の 有機栽培拡大に向けた取り組み

月森 弘・安達 康弘

島根県農業技術センター

1. はじめに

島根県では、「有機農業の推進に関する法律」の制定を受けて、平成20年3月に「有機農業推進計画」を策定しました。また、「新たな農林水産業・農山漁村活性化計画」を策定し、島根の農林水産業・農山漁村の将来・施策展開の基本方向を示したところです。有機農業については、県全域プロジェクトの1つ「有機農業の拡大プロジェクト」の中で以下の4つの取り組みを行っています。

- 有機農業の担い手育成・確保（技術習得・技術確立）
- 経営の開始・拡大及び早期経営安定のための生産環境整備
- 再生産可能な価格で継続的に販売できる販路の確保
- 生産から消費までの幅広いネットワークづくり

この中で農業技術センターでは有機農業に関する技術開発と技術指導を、農林大学校では実践的教育（平成24年度に有機農業専攻を新設）による技術習得を、農畜産振興課では生産環境整備やネットワークづくり等を行っています。

2. 具体的な取り組み

当県の水稲作付面積は約19,000haで平成25年度現在、有機JAS認定ほ場の割合が0.11%（耕地（田）面積当たり）、環境保全型農業直接支払やエコロジー農産物の不使用推奨を含めても水稲作付面積の0.5%に至っていません。現状の0.5%を平成32年度には1.7%程度まで引き上げるため、技術開発と技術普及、後継者育成に関係機関が連携し取り組んでいます。平成20年度か

表1 年次別の関係機関の取り組み状況

機関名・項目		H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度
農業技術センター	研究課題	除草剤を使わない水稲栽培技術の確立			水田雑草の防除技術の確立（前期）			水田雑草の防除技術の確立（後期）			
	研究内容	機械除草技術・育苗法・水管理			歩行型除草機開発・低コスト除草法・クログワイ対策			抑草法・不耕起栽培・食味向上			
普及機関	実証ほの設置	除草剤を使わない米づくり実証ほ 県下9カ所			生物多様性を育む米づくり実証ほ 県下6カ所			有機ひろげる米づくり実証ほ 県下5カ所（内3カ所は公募）			
農林大学校					有機農業専攻 スタート						

ら当センターでは本田雑草対策として機械除草法を中心に検討し、今後は抑草法を中心に研究を進める予定です。普及組織では当センターが開発した技術を実証、普及するため県内各地に実証ほを設置し、研修会などで活用しています。農林大学校では、農業技術センターやサテライト校（県内先進農家）と連携し、実践的教育による後継者育成を行っています。

3. 当県で開発した技術の紹介

現地の実証ほで実証している栽培技術は下図に示すとおり、雑草対策は機械除草により行っています。品種は「コシヒカリ」より成熟期が2週間程度遅い「きぬむすめ」を推奨しています。成苗を6月上旬に移植し、移植後7日頃に第1回目の除草、その10日に第2回目の除草を行い、その後基肥を施用します。穂肥の量は生育により加減しています。代かきは2~3回行い、植代かきは移植2日前としています。特に水管理は重要で、機械除草が終わるまでは5cm程度の水位を維持し、その後は水位を上げ、移植後50日頃までは10cmの水位とします。以後は中干し、間断灌水をします。このような管理により、玄米収量450kg/10a以上を目指しています。

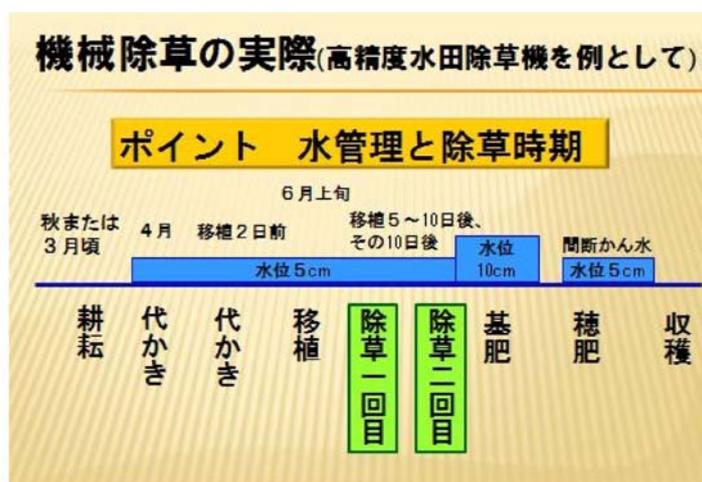


図1 栽培管理の概要

除草機械は、当センターが独自に開発した株間除草装置を装着した高精度水田用除草機を使用しています。6条植に対応した機種で3~5ha程度の大規模経営に適しています。1ha以下の小規模経営用には歩行型除草機を開発中です。



図2 株間除草装置（回転ブラシ）を高精度水田除草機に装着した様子



図3 高精度水田用除草機にチェーンとコートブラシを装着した様子

冬期湛水有機栽培水田において 代かき回数が雑草発生に及ぼす影響

宇野 亨¹・鈴木 和美¹・秋田 和則^{1,2}・田島 亮介¹・齋藤 雅典¹・伊藤 豊彰¹

¹東北大学大学院農学研究科、²現茨城県笠間地域農業改良普及センター

1. 研究の背景および目的

宮城県の伊豆沼(ラムサール条約登録湿地)を中心に、渡り鳥の越冬地確保を目的として広がりを見せている「冬期湛水水稲有機栽培(ふゆみずたんぼ)」では、作付けを経る毎に雑草発生の増加する圃場が見られ、雑草防除が課題となっている。

雑草多発田における耕種的抑草法のひとつに、2回代かき法が挙げられる。2回代かき法とは、春の田起こし・入水後に、1回目の代かきを比較的早期に行い、その後2週間以上の間隔を空けて、水稲移植直前に再び2回目の代かきを行う管理方法である。2回目の代かきによって、1回目の代かき後に発生した雑草を除草し、移植後に発生する雑草を減らすことをねらいとしている。一方、実際の栽培現場では、除草効果を高める目的で、代かき回数をさらに増やす例もみられる。しかし、そのように代かき回数を増やした際の除草効果を、圃場レベルで定量的に評価した研究例は、冬期湛水水田で強害雑草となりやすいコナギ(*Monochoria vaginalis* var. *plantaginea*)などの種に関してはまだ少ない。そこで本試験では、代かきの回数を増やした際の雑草発生・水稲生育との関係を、冬期湛水有機栽培水田において明らかにすることを目的とした。

2. 材料および方法

2011年に東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター(宮城県大崎市)において、コナギを優占雑草種とする冬期湛水有機栽培水田1筆(転換4年目、13.5a)内に、代かき回数を異にする3処理区(代かき2回/4回/6回、1区2.7×37m)を3反復で設け、水稲(品種ひとめぼれ、*Oryza sativa* L.cv.Hitomebore)の栽培試験を行った。埋土雑草種子の変化を調べるため、複数回代かき処理の前後の水田土壌を採取(内径7×長さ15cmの円筒型採土器で1区あたり3か所から集めコンポジット)し、温室内で、発芽法(小林ら2010)による土壌中の埋土雑草種子数調査に供試した。また、本田における雑草発生量・地上部乾物重、水稲の生育・収量について調査を行った。本田の栽培管理は、化学肥料や農薬は不使用とし、肥料として市販の100%有機質肥料(有機アグレット666、5kg N/10a)と牛ふん堆肥(1t/10a)を用いる有機栽培とした。一般的抑草管理として、移植(6/1)後に米ぬか散布(80kg/10a)、および機械式除草(多目的田植機用除草ユニットSJ-6N、クボタ)を一律に行った。

3. 結果および考察

代かき処理に伴う埋土雑草種子数の変化を発芽法により調べた結果、ほとんどの雑草で、有意ではないものの、減少する傾向が認められた（図 1）。代かき回数と埋土雑草種子数の関係は、雑草の種により異なったが、強害雑草であるコナギやイヌホタルイでは、代かき回数を増やすほど、減少する傾向がみられた。

本田における雑草発生量は、機械除草の効果が高かったため一様に少なく、代かきの影響は明確でなかった（図 2）。水稻収穫期の調査で認められた雑草は、主にコナギ、オモダカ、クログワイの 3 種であった。コナギは発生期間が長いことから、またオモダカとクログワイは、深い地下塊茎により繁殖することから、それぞれ、機械による表層の物理的除草の影響を回避した個体が、収穫期まで残ったものと考えられた。

本田の水稻は、機械除草に伴い埋没してしまった個体も見られたが、残った個体は順調に生育した。欠株の少ない場所で水稻の生育・収量調査を行ったところ、穂数と収量には正の相関関係がみられ、いずれも代かき回数を増やすほど、増加する傾向が認められた（図 3）。前述した本田の雑草発生量は、水稻生育・収量に大きく影響するほどではないと考えられることから、多数回の代かき自体に、埋土雑草種子を減少させる以外に、水稻生育を向上する効果のあることが示唆された。生育向上の作用機作としては、土壌攪拌による有機物分解（養分無機化）の促進等が考えられた。

このように多数回の代かきは、雑草抑制と水稻生育促進の両面から、冬期湛水有機栽培水田の水稻生産性を向上する可能性があるが、より明らかにするためには、効果の明確なデータのさらなる蓄積が必要と考えられた。また継続した場合の、圃場の地耐力（耕盤層）への影響も検討する必要がある。

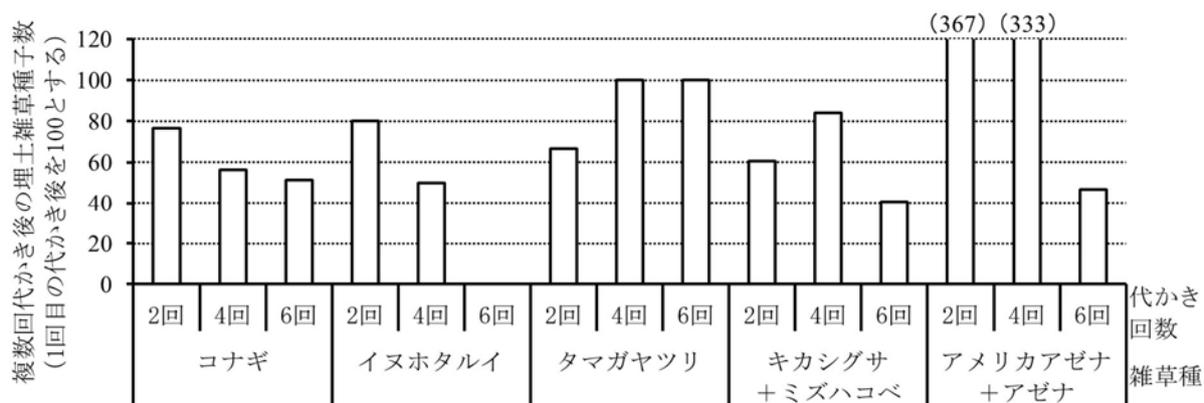


図 1 複数回代かき後の埋土雑草種子数の変化（発芽法による）

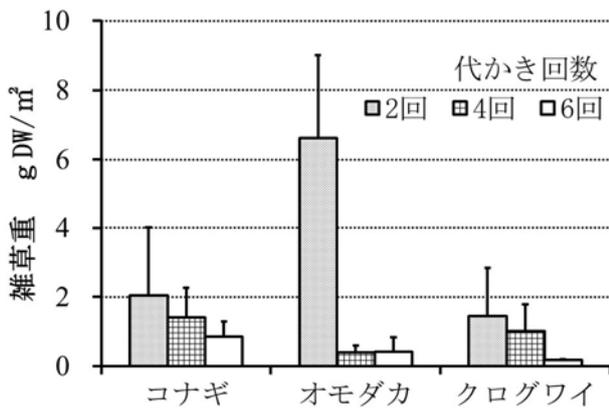


図2 収穫期本田の雑草発生量 (n=3、縦線=se)

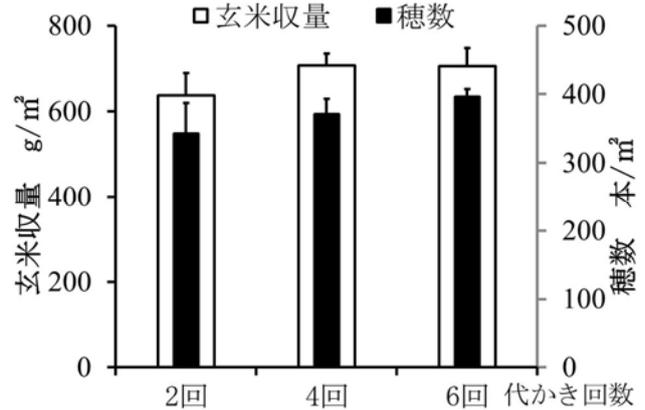


図3 水稻の収量および穂数 (n=3、縦線=se)

4. 謝辞

本研究は JSPS 科研費 23925008 の助成を受け実施したものです。

5. 文献

小林浩幸・渡邊寛明 2010. 雑草研究における埋土種子調査の目的と手法-特集 難防除雑草の埋土種子調査-, 雑草研究, 55, 194-207.

加藤 茂・三木 孝昭・阿部 大介・岩石 真嗣

(公財)自然農法国際研究開発センター

1. はじめに

多くの有機水稻栽培者が強害雑草であるコナギの対策に苦慮している。水田雑草は発芽時の酸素要求度が相対的に低い水生雑草と、それが高い湿性雑草とに大別でき、コナギは水生雑草に分類される。水田に未分解の有機物があると、その分解に土壌中の酸化物が消費されて土壌の還元化が進み、コナギなど水生雑草の発芽に有利な環境が形成される。また、水田中の未分解有機物が水稻初期生育を抑制し、それが雑草害を増大する一因となることもある。それゆえ、前作残渣の稲わら等を水稻移植までに十分に分解させておくことは、水田雑草対策として有効な手段であると考えられる。稲わらの分解は、それを土壌に混合した後の地温や期間、土壌水分といった環境要因に左右される。そこで本報告の試験1では、これら3つの環境要因が稲わら分解に及ぼす影響を室内実験により検討した。一方、稲わらには分解しやすい成分(糖、デンプン、ペクチン、ヘミセルロースなど)と分解しにくい成分(セルロース、リグニンなど)が含まれており、土壌還元の進行には主に分解しやすい成分が寄与していると推測される。そこで本報告の試験2では、移植時の土壌に存在する稲わらの分解しやすい成分の量と、土壌還元の進行および水生雑草、湿生雑草との関係をポット試験により検討した。

2. 試験1 稲わらの分解に及ぼす要因(室内実験)

1) 方法

長野県松本市波田の灰色低地土の水田(全炭素;32.3g kg⁻¹、全窒素; 2.79g kg⁻¹、CEC;7.70cmol(+) kg⁻¹、遊離酸化鉄;1.29 gFe₂O₃ kg⁻¹)から採土し、最大容水量(WHC)の40%程度まで土壌を風乾した後に2mmの篩にかけた。次に、500ml容の硬質ポリ塩化ビニル製ねじ口瓶の中に土壌450gと2~3cmに細断した稲わら2.3gを混入後、温度(5、10、15)、期間(90、209日)、土壌水分(WHCの40、60、80、100、140)が異なる条件で培養した。培養後土壌から稲わらを取り出して洗浄・乾燥した後、稲わらの乾物重を測定して(培養前のわら重 - 培養後のわら重)/(培養前のわら重)×100から稲わらの分解率を算出した。

2) 結果

培養時の温度が5、10および15の時の稲わら分解率はそれぞれ31.0、43.5および50.9%となり、培養温度が高いほど稲わら分解率は高まった。培養期間が90および209日の時の稲わら分解率はそれぞれ26.4および57.1%となり、培養期間の長い処理の稲わら分解率が高まった。培養時の土壌水分がWHCの40、60、80、100および140%の時の稲わら分解率はそれぞれ34.2、42.3、48.8、46.3および37.2%となり、土壌水分がWHCの80%の時に稲わら分

解率は最高値を示した。これらの結果を踏まえ、培養時の温度、期間、土壤水分を変数とした稲わら分解式の作成を試みた。モデル式を“稲わら分解率(y) = $a_t \times \text{温度} + a_d \times \text{期間} + a_w \times \text{水分}^2 + b_w \times \text{水分} + \text{定数項 C}$ ”と設定し、実測値と理論値の差の二乗和が最小となるように各係数を求めたところ、“稲わら分解率(y) = $1.991 \times \text{温度} + 0.258 \times \text{期間} - 0.005 \times \text{水分}^2 + 0.919 \times \text{水分} - 53.1$ ”という結果を得た。

3. 試験 2 移植時の稲わらの分解程度と水田雑草の関係（ポット試験）

1) 方法

試験 1 と同じ土壤 1kg と稲わら 4.9g をポリエチレン製のチャック付袋に混入し、それらを期間（90、120、150、180 日）と土壤水分（WHC の 40、60、80、100%）の異なる条件のもと 10 で培養した。培養終了時に稲わらを土壤から回収し、洗浄・乾燥した後に稲わら分解率を求めた。また、酸性デタージェント（AD）分析により AD 可溶有機物量を測定した。一方、上記の条件で培養した稲わら混合土壤を作土とした水稻の栽培試験を行った。土壤を 0.02m² ワグネルポットに充填して湛水、攪拌した後にコシヒカリ 38 日苗（葉齢 4.2）をポットあたり 3 本/株で移植した。土壤測定用に苗を移植しないポットも用意し、そこに白金電極を 2～3cm の深さに挿入して定期的に土壤 Eh を測定した。水稻栽培中に発生した水田雑草は除草せずに移植後 48 日目に採取し、草種ごとに分けた後に乾物重を測定した。

2) 結果

培養後の稲わら分解率は培養期間が短いほど、また土壤水分が WHC の 100% の処理で低下した。分解率の低い稲わらほど含有する AD 可溶有機物が多かった。稲わら由来の AD 可溶有機物を多く含むポットは移植直後の土壤 Eh が低下する傾向がみられ、土壤還元が進行した。また、そのようなポットでは移植後 48 日目の水生雑草の乾物重（コナギ、イヌホタルイの含量）が増加し、反対に湿生雑草の乾物重（キカシグサ、アゼナ、ミゾハコベの含量）は減少する傾向がみられた。

4. まとめ

稲わらの分解は温度が高く、期間は長く、そして土壤水分を適切に管理した条件で促進すると考えられる。AD 可溶有機物量を稲わらに含まれる分解しやすい成分とみなすと、土壤に混入した稲わらの分解を進めるほど稲わらに含まれる分解しやすい成分は減少し、その成分が少ないポットほど水生雑草の乾物重が減少した。実際的水稻栽培においては非作付け期間にできるだけ稲わらの分解を進めること、具体的には収穫後速やかに耕起をすとか、湿田では排水溝を掘るなどの管理が、コナギなどの雑草対策の効果を高めると考えられる。

関東地域での有機ダイズ栽培のための 品種選択と栽培体系

田澤 純子・白石 昭彦・三浦 重典

農研機構 中央農業総合研究センター

近年、有機農産物の JAS 格付実績数量は増加しているが、そのうちのほとんどは野菜(約 69%) および水稲(約 17%)であり、大豆は全体の 2%(1,000 トン)程度で生産は拡大していない(平成 24 年度、農林水産省 HP より)。この要因の一つとして、有機ダイズ栽培の汎用的な栽培技術が確立していないことが挙げられる。そこで数種の大豆品種を供試し、播種時期や中耕培土の時期を変えて有機栽培した場合の収量性等を比較して、有機栽培に適した大豆の品種特性および栽培体系について検討した。

1. 材料と方法

栽培試験は 2011～2013 年に茨城県つくば市観音台にある中央農研畑試験圃場で行った。各年とも同一圃場内に有機区と慣行区を設定し、農薬等が飛散しないように両区の間には 5m の緩衝地帯を設けた。両区の耕種概要は表 1 に示すとおりである。品種は、タチナガハ(早生、大粒)、ハタユタカ(中生、中粒)、納豆小粒(中晩生、小粒)、フクユタカ(晩生、中粒)を用いた。播種時期は、2011 および 2012 年は 6 月中旬(標播)と 7 月中旬(晩播)の 2 水準、2013 年には 6 月中旬から 7 月下旬まで 4 水準設けた。各年とも、開花期と子実肥大期に生育調査を行い、収穫期には刈りした中から中庸な 20 株について分解調査を行った。また、2013 年度には、最初の 2 播種時期について、生育期から成熟期にかけて圃場でのカメムシ見取り調査を行った。3 カ年の結果から、有機大豆収量に関わる要因について解析した。中耕培土による雑草防除試験はつくばみらい市谷和原にある水田試験圃場で 2013 年に行った。早期培土区では 7 月 11 日の大豆(フクユタカ)播種後 12 日目および 26 日目に、通常培土区は播種後 19 日目および 32 日目にディスク式中耕培土機で培土した。培土前および生育期に雑草調査を行った。

表 1 耕種概要

使用品種	2011:タチナガハ、納豆小粒、フクユタカ 2012:タチナガハ、ハタユタカ、納豆小粒 2013:タチナガハ、フクユタカ
播種日	2011: 6/22(標), 7/13(晩) 2012: 6/18(標), 7/17(晩) 2013: 6/17(I), 7/1(II), 7/12(III), 7/29(IV)
肥料	有機区: N:P ₂ O ₅ :K ₂ O=3:17:10 慣行区: N:P ₂ O ₅ :K ₂ O =3:10:10
栽植密度	条間70cm, 株間10cm
防除	慣行区のみ生育期に殺菌殺虫剤散布(計4回)
雑草防除	慣行区は播種後土壌処理剤散布 有機・慣行区ともに中耕(培土)2回

2. 結果と考察

1) 品種選択

3 年間の栽培試験期間中 4 品種の栽培を行い、収量を比較した。図 1 に示すように、納豆小粒やフクユタカのような晩生品種であるほど収量および対慣行区比が高くなる傾向にあった。

また、収量と百粒重は正の相関、収量と開花日から登熟日までの積算気温は負の相関がみられた。従って、小～中粒で開花期が遅く登熟が早い品種が有機栽培に適していると考えられた。なお、開花までの栄養成長期間は有機区と慣行区で明瞭な生育量の差は見られなかった。

2) 播種時期の移動と被害粒率との関係

3年間の収量と開花日との関係を解析したところ、有機区では開花を8月中旬に迎える栽培体系で高い収量が得られることが示された。慣行区ではこのような相関はみられなかった。2013年の生育期のカメムシ類見取り調査では、有機区で開花後2週間目頃からカメムシ類の数が増加した。慣行区では常に密度は低かった。子実肥大期には有機区で不稔莢が多くみられた（図2）。また、開花日が早いほど収穫したダイズ子実の吸汁害粒率が高い傾向がみられた（図3）。これらの結果から、有機ダイズ栽培には開花日が8月中～下旬に当たる栽培体系、すなわち晩播に当たる7月初～中旬に播種する栽培体系が適しており、その理由の一つとして吸汁害の回避が考えられた。

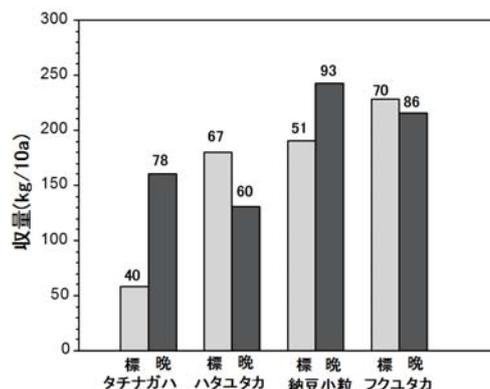


図1 品種と収量(2011,2012)
(2カ年の平均値、ただしフクユタカ、ハタユタカは単年度の値、カラム上の数字は対慣行比)



図2 子実肥大期の莢の状態(2013)
品種：タチナガハ(6/17播種)
左：有機区 右：慣行区

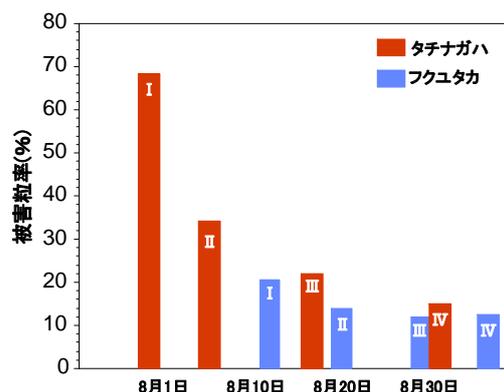


図3 開花日と吸汁害粒率(2013)

3) 早期中耕培土による雑草抑制

雑草問題は有機栽培において最も深刻な問題の一つである。通常のダイズ栽培では、中耕培土は播種後3週間頃に行うが、早期中耕培土として1回目の作業を播種後12日目で行い(2回目は26日後)、標準(19, 32日後)に行った場合とで雑草量を比較した。播種後102日目ではおおよそ初生葉が展開し、本葉が1~2枚見えている頃である(図4)。その結果、早期中耕培土により雑草量が大幅に減少した(図5)。この時期の培土による植物体の損傷は特にみられなかった。また早期中耕培土により収量は標準(204g/m²)に比べておよそ2割(241.2g/m²)増収した。これらの結果から、早期中耕培土が有機栽培の雑草防除に有効であると考えられた。



図4 早期中耕培土区の1回目培土後の様子(2013)

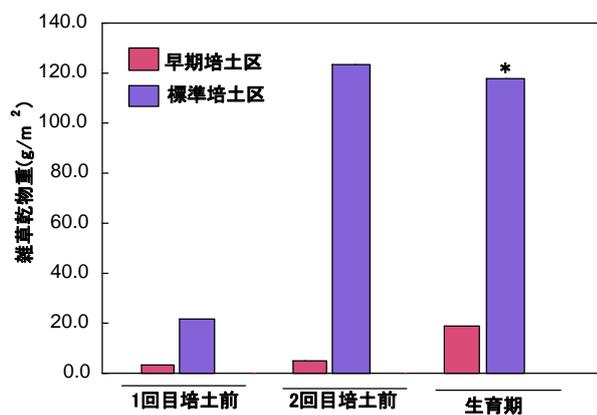


図5 有機区での雑草量の比較(2013)

以上の結果から、関東地域の有機ダイズ栽培には小～中粒の晩生品種を用い、晩播(7月初～中旬)で早期に中耕培土を行う栽培体系が有効であると考えられた。

土着菌根菌を活用したダイズ栽培 におけるリン酸減肥の現地実証

大友 量¹・酒井 治²・塚本 康貴³・杉戸 智子¹・谷藤 健^{2,4}・岡 紀邦¹

¹ 農研機構北農研、² 道総研十勝農試、³ 道総研中央農試、⁴ 現道総研食加研

1. 始めに

自然界の植物は微生物と協力し合いながら生きており、このような関係を共生と呼びます。植物に共生する微生物でもっとも普遍的なものは植物の根に共生するアーバスキュラー菌根菌(以下、AM菌と略します)と呼ばれるカビの仲間です。AM菌はほとんどの種類の植物の根に共生することができますが、例外的にAM菌と共生しない植物種も知られています。AM菌と共生する植物を「宿主(しゅくしゅ)植物」、共生しない植物を「非宿主(ひしゅくしゅ)植物」と呼びます(表1)。

AM菌は植物から光合成産物(糖)をもらう代わりに、根の外側に伸ばした菌糸(外生菌糸)によって土壌からリン酸などの養分や水を吸収し、共生している植物に運ぶ役割を持っています。このため、AM菌の活躍が期待できる環境下では、AM菌が少ない場合と比べてリン酸などの養分や水の吸収が促進され、初期生育の改善や収量向上、リン酸等の肥料の効率的な利用が期待できます。また干ばつなどのストレスや病害虫に対する抵抗性が向上する、という研究報告もあります。私たちはこうした菌根菌の機能を農業に活用するための試験研究を行っています。今回お持ちするポスターは有機農業ではなく慣行農業で得られた試験結果ですが、有機農業に取り組みされる方にも興味を持って頂ける内容と考え、発表させて頂こうと思います。

表1 AM菌の宿主と非宿主

		AM菌が共生する植物 (宿主植物)	AM菌が共生しない植物 (非宿主植物)
畑作物		小麦、大麦、ばれいしょ、大豆、小豆、菜豆、ひまわり	てんさい、そば、なたね
園芸作物	果菜	トマト、きゅうり、なす、かぼちゃ、スイートコーン、さやえんどう、さやいんげん、えだまめ	
	葉菜類	たまねぎ、ねぎ、食用ゆり、にんにく、にら、みつば、しゅんぎく、	はくさい、キャベツ、ほうれんそう、こまつな、みずな
	根菜類	にんじん、ごぼう、ながいも	だいこん、かぶ
	果実的野菜	すいか、メロン、いちご	
	洋菜類	ピーマン、レタス、セルリー、アスパラガス	カリフラワー、ブロッコリー
緑肥	イネ科	えん麦、えん麦野生種、ライ麦、とうもろこし、ソルガム、ギニアグラス、イタリアンライグラス、スーダングラス	
	マメ科	大豆、赤クローバ、クリムソクローバ、ヘアリーベッチ	ルーピン ^{※1}
	アブラナ科		シロカラシ、なたね
	その他	マリーゴールド、ねぎ、ひまわり、	ハゼリソウ

掲載した種を選択やその標記は「北海道施肥ガイド2010」および「北海道緑肥作物等栽培利用指針」に準拠

※1 マメ科の中でルーピンは例外的に非宿主なので特記した(北海道でもルーピンを緑肥利用した事例があるため)

2. 試験の背景と目的

AM 菌は植物に共生しないと増殖できないため、宿主植物の栽培跡地では増加し、逆に裸地跡や非宿主植物の栽培跡地では減少します。そのため、宿主植物の跡地でダイズを栽培すると、より少ない肥料で収量が確保できる（前作効果）ことが示されています（岡ら, 2009）。しかし、現在の施肥基準は前作の影響を考慮せずに決められています。また、これまでに生産者圃場にどれくらい AM 菌が生息しているかはよく分かっていませんでした。そこで生産者圃場のダイズの AM 菌感染実態を明らかにするとともに、土着 AM 菌を活用したダイズのリン酸減肥技術について生産者圃場での実証試験を行い、本技術が適用できる条件や減肥可能性を明らかにすることを試みました。

3. 試験の方法

道央の畑作地帯や水田転換畑地帯、および道東の畑作地帯で生産者圃場のダイズを採取し、開花期の AM 菌感染率を測定するとともに、前作や土性などとの関係を解析しました。また、同地域でダイズを作付けする生産者圃場において、標準施肥量のリン酸を施用する区とリン酸を減肥した試験区を設定しました（リン酸以外の肥料は標準量を施肥）。これらの圃場で栽培したダイズについて、開花期の地上部生育と AM 菌感染率、窒素やリンの吸収量、および収量等を調査しました。

4. 結果と考察

生産者圃場でも開花期のダイズの AM 菌感染率は宿主跡で非宿主跡より高いことが認められました。火山性土では低地土や泥炭土よりも感染率が高い傾向にあり、また、土壌中の有効態リン酸含量が高いと感染率は低下しました。

生産者圃場における減肥試験では、前作の種類によらずリン酸減肥による統計的に有意な収量の低下が認められませんでした。しかし、標準施肥量区の収量に対する減肥区の収量割合の分布は、宿主跡では中央値がリン酸 5 割減まで低下しないのに対し、非宿主跡での中央値はリン酸減肥に従って低下しました。宿主跡でリン酸 3~5 割減を行った場合に収量が 1 割以上低下している事例は、すべて標準収量を上回る多収圃場のものでした。また非宿主跡においてリン酸 3 割減肥を行った場合、あるいは宿主跡でも菌根菌感染率が 40%に満たない圃場でリン酸 5 割減肥を行った場合には、収量の低下は認められなかったものの初期生育が低下する割合が増加しました。以上から、北海道のダイズ栽培におけるリン酸施肥は AM 菌の宿主跡では 3 割（AM 菌の高感染率が期待できる場合は 5 割）程度削減可能であること、この技術はダイズ収量が標準レベルの圃場で適用可能であると考えられました。

（本内容は土壤肥料学会 2014 年東京大会にて発表したものです）

有機液肥追肥型有機栽培が トマトの収量および品質に与える影響

中野 明正¹・安藤 聡¹・島本 桂介²

¹農研機構 野菜茶業研究所、²茨城県農業総合センター

1. 緒言

有機農産物の要件を施肥面で満たすには、3年間化学肥料を施用しない必要がある。また、有機農業を開始した初期の数年は地力窒素が十分ではないため、十分な生育が得られないのが一般的である。筆者らは、トウモロコシを原料とした製糖工程から発生する副産物である CSL (コーンステープリカー) を追肥として使用することにより、有機施肥体系でトマトの生産性の改善が図れることを示した (中野ら 2007)。本研究では、このような追肥の収量・品質に与える効果について、オランダ品種を含む 5 品種についてより詳細に評価した。

2. 材料および方法

1) 施肥および栽培条件

小型ビニルハウス内に、スーパードレンベッド R55 (内法 55cm、高さ 30cm の隔離床) を設置し黒ボク土を充填した。基肥は 500 g/株 (10 g N/株) で、つくば堆肥 (つくば農業生産農事 (株)、N-P-K-Ca-Mg、1.7-2.1-2.0-4-0.7、C/N 比 10) を、表層約 10cm に混和した。追肥は同肥料同量を株元に行った。2014 年 3 月 5 日に日本品種 3 種 (‘ぜいたくトマト (日本デルモンテ)’, ‘桃太郎ヨーク’ (タキイ種苗), ‘りんか 409’ (サカタのタネ))、オランダ品種 2 種 (富丸ムーチョ’, ‘エンデバー’ (DE RUITER SEEDS)) を播種し、同年 4 月 2 日に上記圃場に若苗を直接定植した。株基から約 10cm 離れたところに、ドリッパーを設置して灌水を行った。対照区では灌水のみを行い、有機液肥追肥区では第 1 果房肥大が開始した 5 月 20 日から、灌水に CSL を添加し追肥を開始した。つまり、堆肥のみの処理区が対照区であり、株基にドリッパーを設置し、初期は 1 日 1 回 (0.5L/株)、6 月 14 日以降は 1 日 2 回の灌水頻度 (1L/株) とした。有機液肥追肥区の灌水量は土壌水分センサを用いて制御した。このセンサは株を中心とした半径 10cm の円のドリッパーの反対側の深さ約 10cm に横置きで設置した。有機液肥は 1 日 1 株あたり 120mg の窒素が添加されるように CSL (3-3-2) を追肥し (5 時に 1 分間のみ、追肥ポンプを駆動)、その後は、土壌含水率が 0.22m³/m³ 以下になると電磁弁が開き 18 分間 600mL 灌水した。

2) 成分分析方法

果実可食部を縮分し (すなわち、櫛形に切り分け、同一果の対角線上に位置する 2 つの櫛形切片、合計 40 g 程度を供試)、4 倍量の蒸留水を加え、家庭用電子レンジ (700 W) を用いて沸騰直前までマイクロ波加熱した。これをミキサーで破碎し、濾過後、濾液を室温で 15,000

rpm、5分間遠心して、上清を回収した。これを孔径0.45 μ mのフィルターで濾過して不溶残渣を除き、分析時まで-20℃保存した。フォトダイオードアレイ検出器を装備したキャピラリー電気泳動システム(Agilent 7100、アジレント社)を用い、有機酸、遊離アミノ酸、遊離糖等の主要呈味成分の分離・定量をおこなった。

3. 結果

1) 地上新鮮重および収量

いずれの品種においても、追肥による葉茎部新鮮重の増加が認められた。一方で、果実総収量は‘エンデバー’のみ有意な増収効果が認められた。

2) 品質評価

糖度は、日本品種3品種で高く、オランダ品種2品種で低かった。この傾向はどの糖でも概ね同じであった。一方、有機液肥の追肥による糖度の増加はオランダ系2品種で顕著であった。有機酸濃度は特に‘ぜいたくトマト’が高く、その他の品種も追肥により増加する傾向が認められた。アミノ酸濃度は日本品種が高くオランダ品種が低く、全品種において有機液肥の追肥による増加傾向が認められた。

4. 考察

対照である堆肥区の総施用量は、1株当たり1kg(窒素で20g相当)であり、追肥区では、これにCSLを窒素で3gを追肥したことになる。つまり、対照に比べて約15%の増施になる。追肥によりどの品種においても葉茎部の新鮮重の増加が認められ、有機液肥による追肥の有効性が再確認された。総収量は‘エンデバー’のみ有意な増収効果が認められた。また、全品種において、追肥による品質改善が図られ、酸度、アミノ酸は増加する傾向が認められた。有機栽培を実践する場合、特に初作はトマト生育に肥料成分の供給が追いつかないと考えられ、このような有機液肥の追肥が生産性向上に寄与する。特に、有機栽培で長段栽培を行う場合は、有機液肥の追肥が有効である。有機体系の場合、農薬を使用しないため病害も発生しやすいので、短期間の作型も合理的である。このような短期栽培の場合は、今回の結果から、液肥の追肥を定植と同時に開始し、生育を促進するような手法が適切である。また、土壤肥沃度が低いと考えられる今回のような初作においては、有機液肥に対する反応には品種間差が認められ、特に、オランダ品種が生産性向上に結び付きやすいと判断された。

以上の結果を総合すると、有機トマトの生産性向上には、低窒素や低水分などに対するストレス耐性が強く、このような条件でも追肥により果実収量・品質が向上しやすく、安定的な生産を達成しうる、オランダ品種の導入が合理的な選択枝となる。

5. 引用文献

中野明正・上原洋一,2007,堆肥の施用量と有機液肥による追肥がトマトの収量と品質に与える影響・野茶研研報,6,77 - 82.

刈敷を活用した不耕起・草生栽培 ナスの生産性改善効果

村松 大輔¹・Rahmatullah Hashimi¹・小松崎 将一¹・金田 哲²

¹茨城大学農学部、²農業環境技術研究所

1. 研究の背景・目的

これまでの農業では生産性に重点が置かれ、収量を高めるために農業機械や農薬、化学肥料が積極的に導入されてきた。その結果、農地の地力低下が問題となるなど、環境に影響の少ない自然農法が注目されている。自然農法の中では“施肥に頼らず、土の力を生かして作物の生育に結びつける”という取り組みがある。そこでは、“土の肥沃度を向上させる”という農業生産の根本的な課題に立ち向かっている。

これまでの研究で自然農法による栽培の環境負荷の低減に関する報告はなされているが、生産性の向上技術についての報告はあまりなかった。そこで本研究では自然農法栽培での作物の施肥に依存しない土壌肥沃度向上と作物生産性向上を両立させる農業技術の開発を目的として、無施肥栽培における作物の生産性の向上を図るための地力増強技術（敷草・堆肥・草生）の方法と効果に関する比較研究を行った。

2. 材料・方法

本試験は茨城大学 FSC 内の自然農法圃場にて 2014 年 5 月より実施した。試験区は耕うん方法 2 水準（耕起・除草、不耕起・草生）、施肥方法 2 水準（施肥、無施肥）を 4 反復で設定した。また、刈敷方法 2 水準（有、無）を加え、緑ナスを栽培した。

本研究では収量、品質を見るためにカリウム含有量、硝酸含有量、アスコルビン酸含有量を測定した。土壌中のアンモニア態窒素と硝酸態窒素を測定し、土壌団粒について刈敷の有無およびりター層、土壌間の土壌動物相の差異を調べた。



写真1 耕起区、刈敷の有無の緑ナス苗の違い



写真2 不耕起区、刈敷の有無の緑ナス苗の違い

3. 結果・考察

収量は 8 月で耕起区、不耕起区ともに刈敷ありが有意に高かった。不耕起区よりも耕起区の方が、収量が多かった（表 1）。

ナスの品質は耕起区、不耕起区ともに刈敷ありでカリウム含量が高くなることがわかった。

土壌中のアンモニア態窒素含有量は表層について、刈敷ありで有意に高かった（図 1）。また、刈敷きにより土壌団粒径が増加することが認められた（表 2）。土壌動物相は刈敷ありで有意に高く、刈敷をすることによって生息する場になっていると考えられる。

4. まとめ

緑ナス栽培で、刈敷を利用した場合、収量や品質、土壌動物相に影響を与えることがわかった。また、刈敷ありでは有機物分解に寄与する土壌動物相が多く生息し、刈敷を利用することで易分解性炭素が増加した。このことが刈敷ありで収量が多く、品質が高いことに結びついたものと考ええる。

表 1 耕うん方法および刈敷の有無がナスの収量に及ぼす影響（平均 ± 標準誤差）

耕起方法	自然堆肥	刈敷処理	7月			8月		
不耕起	無処理	裸地	0.0	±	0.0	44.1	±	26.1
不耕起	無処理	刈敷	294.1	±	123.7	865.3	±	201.1
不耕起	自然堆肥	裸地	144.1	±	65.8	497.6	±	169.7
不耕起	自然堆肥	刈敷	234.3	±	158.6	944.6	±	148.3
耕起	無処理	裸地	251.5	±	130.4	537.2	±	158.5
耕起	無処理	刈敷	191.1	±	109.3	1120.3	±	305.2
耕起	自然堆肥	裸地	510.6	±	120.6	1420.7	±	423.7
耕起	自然堆肥	刈敷	508.3	±	88.0	1553.5	±	247.6
有意性検定								
耕起方法			0.0177			0.0024		
自然堆肥			0.0434			0.011		
刈敷処理			0.3097			0.0069		
耕起方法 × 自然堆肥			0.1254			0.2546		
耕起方法 × 刈敷処理 × 場所			0.1622			0.4189		
刈敷処理 × 自然堆肥			0.6422			0.2315		
耕起方法 × 刈敷処理 × 自然堆肥			0.4062			0.9107		

表 2 耕うん方法および刈敷の有無が土壤団粒径に及ぼす影響

耕うん方法	刈敷	団粒径(重量%)				
		>4mm	2mm	1mm	0.5mm	0.25mm
不耕起	裸地	14.5	15.4	18.0	15.6	10.2
不耕起	刈敷	11.0	20.0	20.9	13.9	11.9
耕起	裸地	8.1	14.7	15.7	21.4	20.0
耕起	刈敷	6.7	28.0	18.1	14.4	15.8
有意性検定						
耕うん方法		0.2429	0.3183	0.4514	0.3948	0.0099
刈敷		0.5842	0.0253	0.4343	0.2464	0.5866
耕うん方法 × 刈敷		0.8136	0.2384	0.9404	0.4721	0.2119

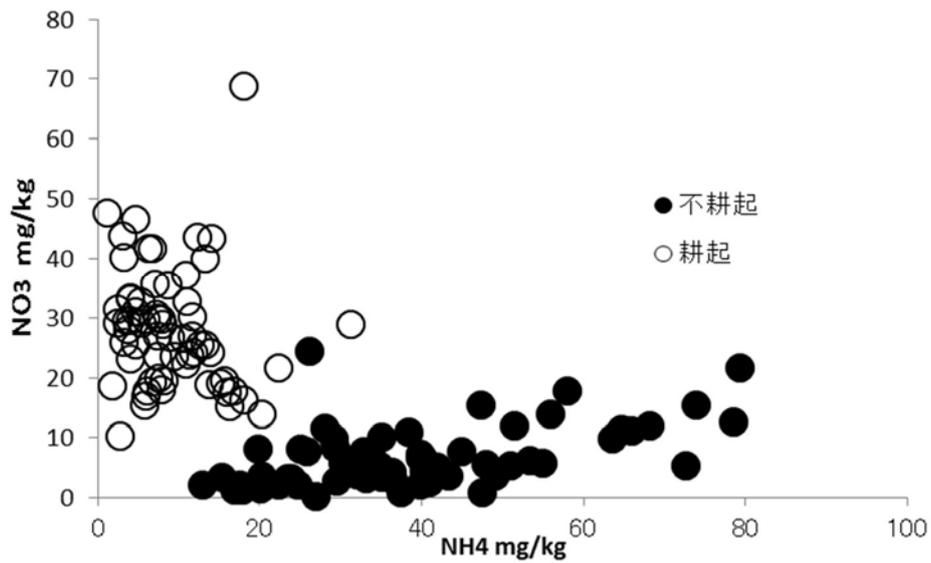


図 1 耕起・不耕起と土壤中の無機態窒素

自然草生・不耕起を基軸とし地域資源を利用した中山間地の有機栽培体系

- 愛知県福津農園の事例 -

嶺田 拓也¹・尾島 一史²・松沢 政満³

¹農研機構 農村工学研究所、²農研機構 近畿中国四国農業研究センター、³福津農園

1. はじめに

過疎・高齢化が進行する中山間地の衰退が懸念されるなか、もともと自律的に地域資源を活かしながら営んできた小農的農業が資源循環型の有機農業と親和的であり、近年では条件不利地におけるそのような有機農業の展開を地域振興と絡めて施策化する事例も報告されている(井口・桝瀧編, 2013)。本報告では、自然草生利用・不耕起を基軸に地域資源活用型の有機栽培体系を確立している愛知県の福津農園の事例を紹介し、中山間地における地域資源活用型の小農的有機栽培体系の可能性を示したい。

2. 福津農園の概要

愛知県東三河地方の静岡県との県境を走る弓張山地に位置する福津農園($N34^{\circ}51'35''$ 、 $E137^{\circ}33'25''$)は、蛇紋岩の露頭がみられる斑礫岩質の南向きのなだらかな山腹傾斜地(標高 270m~230m)に展開し、経営面積

は傾斜地法面を含めて約 2ha(所有地約 1ha)である。福津農園では、湧水利用の水田 15a のほか、養鶏(300羽)、畑作、カキや柑橘を中心とした混植による果樹栽培、園内の山菜取りなど山間傾斜地の特徴を活かし、少量多品種栽培として約 200種類を販売する空間・資源利用型の経営を行っている(図1)。

3. 自然草生・不耕起を基軸とした栽培体系

福津農園の畑地や果樹園での管理体系は、かつての畜産の名残で 30 年以上前から農園内に自生している越年一年草のイタリアンライグラスを基軸とした自然草生利用・不耕起を中心に組み立てられている。農園内のイタリアンライグラスは、自然更新にて秋に発芽し冬期を迎える前には旺盛に繁茂し、他の越年草の生育を抑制するとともに、初夏以降もリビングマルチやマルチとして夏雑草の発生を抑制する。畑地における野菜栽培では、夏野菜の場合、草丈が 1.5m ほどに達し十分にバイオマスが増大した出穂後の時期にイタリアンライグラスを押し倒し、苗を定植する。



図1 福津農園の土地利用状況

イタリアンライグラスを刈り敷きとしてではなく、押し倒して利用する意図としては、草勢の強いイタリアングラスを枯らすことなくリビングマルチとして夏雑草の発生を抑制するとともに、イタリアンライグラス倒伏後の種子の再生産を促すためである。秋冬野菜の栽培体系では、イタリアンライグラスの枯死後に繁茂するメヒシバやマルバツユクサを中心とした夏雑草の草勢が弱まる8月下旬から9月末にかけて、赤カブ、ダイコンなどの根菜類を中心に雑草植生の上から播種し、その後ハンマーナイフモアで地上部植生を細断し、粉碎されたイタリアンライグラスや雑草残渣を覆土の代わりとしている。

4. 中山間地における地域資源を活かした有機循環農業の可能性

福津農園では農園内に自生するイタリアンライグラスの草生を利用し、また不耕起を通じて自然生態系への攪乱強度をできるだけ高められないような栽培体系を採用して農地内および農地周辺の資源を活かした小農的有機循環農業が展開されていた(図2)。そのような農業が成立しうる条件としては、1) 農園は自宅を中心に一カ所にまとまっている、2) 複雑な地形に合わせて環境条件の異なる複数のユニットからなる、3) 各ユニットでは南向き斜面にはレモン、甘夏を植栽するなど、傾斜地の多様な微地形や微気象条件を活かした少量多品目栽培を採用、4) さらに時・空間の高度利用を目指した多様な作物の混植、5) 耕地周辺の遊休地や樹木帯はさまざまな生物の生息場を提供し、豊かな生物資源が利用可能、6) 適度な距離・規模の消費圏の存在と朝市等を通じた消費者との顔の見える信頼関係の構築、などが挙げられるだろう。また、獣害を含む自然生態系からの圧力を受けやすい中山間地の農園を維持するために、少量多品目といえども安定的に産物を獲得していくための適応的な「場の技術」「状況対応の技術」に栽培技術の特徴が集約されていると考えられた。

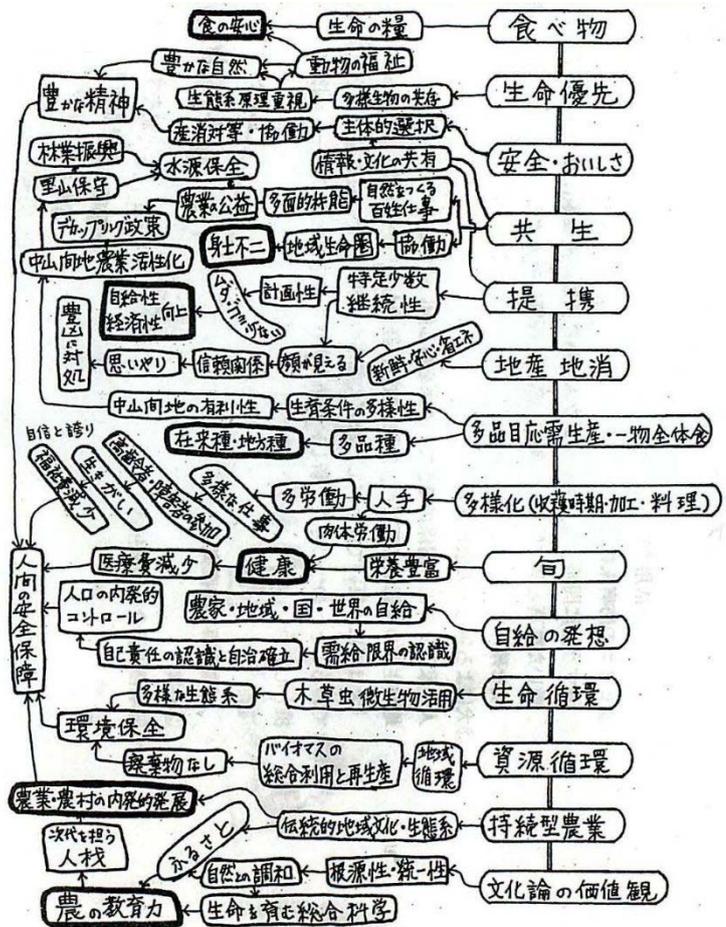


図2 福津農園が目指す有機循環農業の理念図

参考文献：井口隆史・榎瀧俊子編；『地域自給のネットワーク』，コモンズ（2013）

マメ科およびイネ科カバークロープ 2種混播による抑草効果

中谷 敬子・三浦 重典

農研機構 中央農業総合研究センター

1. 緒言

有機農業における技術体系を構築するためには、カバークロープ等を活用した省資材・環境保全型栽培管理技術体系の確立が重要である。著者らはマメ科‘ヘアリーベッチ’と線虫対抗性のイネ科‘野生エンバク’あるいは‘ライムギ’のカバークロープ2種混播による、生育量の増加性と夏作物作付け前の圃場管理における抑草効果を検討し、有機農業体系における多機能型の利用条件を明らかにするために、圃場試験を行ったのでその概要を報告する。

2. 材料および方法

1) ヘアリーベッチと野生エンバクの混播割合の差異による生育量および抑草効果の比較

供試圃場：中央農研観音台圃場。

供試カバークロープ：ヘアリーベッチ(H.V.)晩生種‘寒太郎’、野生エンバク‘ヘイオーツ’。

処理区混播割合：H.V.単植区、野生エンバク単植区、混植区(標準播種量を100としたH.V.:エンバク混播割合、25:75、50:50、75:25)、対照区(カバークロープ無し)。標準播種量(H.V.5kg/10a, エンバク8kg/10a)。

栽培条件等：2011年は10月13日および2012年11月8日播種。3反復。播種翌年の3月以降、約1ヵ月毎に計3回、地表面の相対光量子束密度、カバークロープおよび雑草の被度および草高、区内に設置したコドラート内のカバークロープ生育密度および雑草の草種別本数、乾物重を測定した。

2) ヘアリーベッチとライムギの混播における播種期と生育量および抑草効果の比較

供試圃場：中央農研観音台圃場。

供試カバークロープ：ヘアリーベッチ(H.V.)中生種‘藤えもん’および晩生種‘寒太郎’、ライムギ(晩生種)‘R-007’。

処理区混播割合：H.V.単植区、ライムギ単植区、混植区(標準播種量を100としたH.V.:ライムギ混播割合、50:50)、対照区(カバークロープ無し)。標準播種量(H.V.5kg/10a, ライムギ8kg/10a)。

播種期等：2013年11月12日播種(11月播種)、2014年3月12日播種(3月播種)、2014年5月7日播種(5月播種)。2反復。播種翌年の4月以降、約1ヵ月毎に計3回、1)と同様の調査を行った。

3. 結果および考察

1) ヘアリーベッチと野生エンバクの混播割合の差異による生育量および抑草効果の比較

(1) カバークロップの相対生育量および乗算優占度の推移

3月調査時における混植区の野生エンバクの相対乾物重は播種密度相当の生育量より低い値となり、相対生育量合計(RYT)はいずれの区も1以下となった。4月および5月調査時では、混播割合50:50の混植区において、H.V.の相対乾物重が播種密度相当の生育量より高い値となり、RYTは1を超えた。2012、2013年ともに混播割合50:50は他の混播割合と比較してRYTが最も高くなる傾向が認められた。H.V.の乗算優占度は4月、5月ともに単植区と比較して混播割合75:25で高くなり、5月のカバークロップ合計の乗算優占度も混播割合75:25で高くなったほか、いずれ混播割合でもカバークロップ単植区と比較して高い値となった。

(2) 雑草発生量の推移と抑草効果

雑草の対照区に対する相対乾物量は、3月では区間の変動が大きくカバークロップ植栽区では一定の傾向が認められなかった。4月ではいずれのカバークロップ植栽区でも相対乾物重が0.5以下、5月では0.01以下となり、顕著な抑草効果が認められた。対照区の4月および5月の雑草発生本数は約300本/m²となったのに対し、4月ではカバークロップの乗算優占度が高くなった混播割合75:25およびエンバク単植区で約150本/m²となったほか、5月では混播割合に関わらず全てのカバークロップ植栽区で100本/m²以下となり、抑草効果が認められた。

2) ヘアリーベッチとライムギの混播における播種期と生育量および抑草効果の比較

(1) カバークロップの相対生育量および乗算優占度の推移

11月播種では、H.V.品種の早晩生にかかわらず、4月、5月調査時ともに混植区(混播割合50:50)で相対生育量合計(RYT)が1.5以上の高い値となったが、H.V.中生種との混植区では5月にRYTが2.0を超える値となった。4月、5月調査時ともにカバークロップの乗算優占度はライムギ単植区もしくは混植区で高くなり、5月には1.4以上となった。3月播種では混植区のRYTは5月調査時には1.0以上となったが6月にはライムギの座止現象により乾物重が減少したため1.0以下となった。カバークロップの乗算優占度は5月調査時に晩生種のH.V.単植区を除いて0.3以上となったが11月播種の約1/5程度であった。6月調査時にはH.V.単植区で約0.7以上となったが、ライムギ単植区では座止現象により0.4以下、混植区でも0.6以下にとどまった。5月播種では混植区のRYTは6月調査時に1.0以上となったが、乗算優占度はいずれも0.4以下となった。

(2) 雑草発生量の推移と抑草効果

11月播種では、4月、5月調査時ともに、ライムギ単植区もしくは混植区の雑草の相対乾物量が0~0.1となり、高い抑草効果が認められた。3月播種では、5月、6月調査時ともに、ライムギ単植区もしくは混植区(H.V.晩生種)の雑草の相対乾物量が0となり、高い抑草効果が認められた。5月播種の雑草の相対乾物量はライムギ単植区もしくは混植区で0.1以上、H.V.単植区では0.4~1.2と抑草効果が低い、または認められないと判断された。

以上の結果より、マメ科と線虫対抗性のイネ科のカバークロップ2種混播による、生育量の増加性については混播割合については標準播種量の50%ずつの混植割合が相対生育量合計(RYT)を増加させることら有用であると判断された。また、夏作物作付け前の圃場管理における抑草効果の高い、カバークロップ利用体系は、ともに耐寒性の高い、H.V.晩生種とライムギ晩生種を混播する体系で、高い乗算優占度(バイオマス)を必要とする場合は11月播種、抑草効果のみを目的とする場合は3月播種が有用であることが示唆された。ただし関東以外の地域では気象条件等を考慮し、利用に際して生育量および抑草効果を事前に確認する必要があると考えられる。



図1 ヘアリーベッチとライムギの混播試験状況
2014年5月9日撮影

大久保 慎二・岩石 真嗣・千嶋 英明・石綿 薫・加藤 茂・徐 啓聡

(公財)自然農法国際研究開発センター

1. 研究の背景および目的

有機栽培の実践現場では、有機栽培の継続とともに作物生育が改善され、病虫害が漸減する事例が多く見られる。また虫害漸減の理由は一般的に、天敵の定着を含めた耕地生態系の多様化・安定化によるものと説明されることが多い。しかし、その過程の実態を調査した事例はほとんど見られない。

そこで本研究は、大型土壌動物(土の中の生きもののうち、およそ 2mm 以上のもの)に着目し、慣行管理圃場および有機栽培移行圃場、キャベツの安定生産が可能となっている有機栽培モデル圃場等における生物相の特徴を明らかにし、栽培の安定した耕地生態系の実態把握、さらには評価指標の策定を目的とした。

2. 材料および方法

自然農法センター農業試験場の 2 圃場にて行った。各区の概要、調査方法を以下に示す。

1) 栽培管理

NM (有機モデル区) キャベツ-ライムギ二毛作を 2007 年から継続。(有機転換は 2001 年で、キャベツの生育が良い)

NF (有機栽培区) 2010 年から NM 区に準じた栽培を開始。

CP (慣行防除区) 2010 年から JA 松本ハイランド栽培基準の化学肥料による施肥と農薬防除管理による栽培を開始。

CF (化学肥料区) CP 区より農薬防除管理を除いた管理で栽培。他は CP 区と同様。

2) 作付履歴

RC (連作区) 2009 年より秋どりキャベツを連作。

DC (二毛作区) 2012 年まで緑肥作物を栽培。2013 年よりキャベツ栽培を開始。

HT (多頻度耕起区) 2009 年 6 月まで緑肥作物を栽培し、2010～2012 年は無植生となるように年間 8 回程度の耕起を実施。2013 年よりキャベツ栽培を開始。

RC・DC・HT 区共通 2007 年まで慣行スイカ圃場で、2008 年に借用し、2009 年 6 月まで緑肥作物を栽培。

3) 調査方法

各調査区に 25cm × 25cm の方形枠を 6 つずつ設置し、枠内の土壌を深さ 0～10cm および 10～20cm に分けて試料とした。採取翌日に試料からハンドソーティング法にて大型土壌動物を抽出し、75%エチルアルコール溶液に保存し、後日、実体顕微鏡下で同定・分類を行った。分

類は原則として目レベル、一部では他のレベルを用いた。なお、適切なサンプリング法が別にあるアリ科、ヒメミミズ科は除外した。試料採取日：2013年6月26日・9月20日。

3. 結果および考察

- 今年度は1610個体が得られ、29群に分類された。
- 履歴ごとに見ると、DC履歴で出現群数が多く、また多くの群の個体数最大値を示し、多様度指数も高かった。RC履歴およびHT履歴は出現群数がかなり減った。RC履歴ではチョウ目幼虫やマグソコガネ、コガネムシ幼虫が相対的に多く見られ、それぞれのエサである

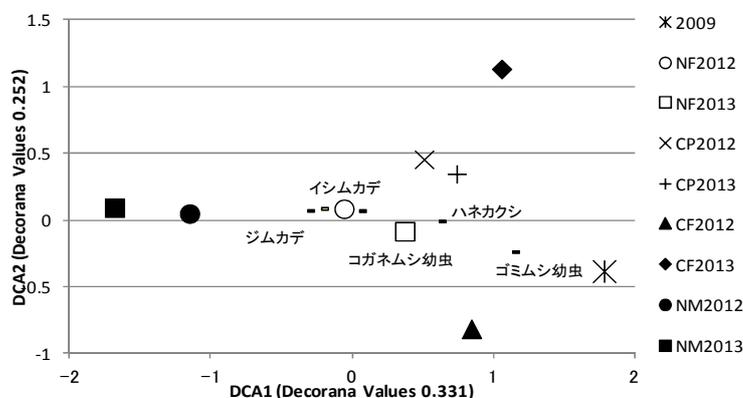


図1 DCAによる座標付け

- う作物やボカシ肥料、植物(作物)の根が安定的に供給された結果と思われた。HT履歴はゴミムシなどごくわずかの動物群以外は個体数が少なく、多様度指数も低かった。
- 管理ごとに見ると、NF管理が出現群数も多く、また多くの群が個体数最大値を示したが、コガネムシ幼虫の個体数が突出して多かったため多様度指数は高くなかった。CF管理は出現群数に関してはNFとほぼ同程度であったが、個体数の多い群は殆どなく、またCP管理は出現群数、個体数ともに少なく、多様度指数も低かった。
- 区ごとに見ると、RC-CP区ではゴミムシ幼虫が特徴的に多かった。理由はいくつか考えられたが、移動性の高いゴミムシは圃場全体にランダムに卵を産み、RC-CP区はその卵を食べる天敵が少なく生存率が高かった可能性がある。またDC-NF区は群数・個体数共に多く見られ、RC-NF区も多くの群で個体数が多かった。RC-CF区とRC-CP区における合計群数、多様度指数の差はかなり大きく、農薬連用による影響と考えられた。多様度指数はDC-NF区やNM区で高く、HT-NF区も高い傾向を示した。RC-NF区が最低値となったのは、NF管理が低かったのと同じ理由によると思われる。
- クモやコガネムシ幼虫はRC履歴、NF管理で多いが、NM区では少なく、有機栽培継続による最初の変化指標になる可能性があった。
- NF管理およびNM区にはイシムカデ、NM区はジムカデが比較的多く見られ、捕食者が定着できる環境が形成されていると思われた。またこれらの2群は安定した有機栽培圃場の指標生物候補として考えられた。
- RC履歴3区とNM区における2009年と2012~13年の除歪対応分析(DCA:図1)では、NM区が特異的であることや、各区とも2009年よりはNM区にやや近づいていること、中でもNF管理が一番NM区に近いことなどが伺えた。しかしNF管理の継続でNM区に近づくとはまでは言えなかった。

有機農法による畑土壌から発生する 温室効果ガスの制御に関する研究

- 施用資材の異なるキャベツ連作圃場から発生する温室効果ガスのモニタリング -

加藤 孝太郎¹・奈良 吉主¹・横田 克長¹・河原崎 秀志¹・田淵 浩康¹・秋山 博子²・陽 捷行¹

¹農業・環境・健康研究所、²農業環境技術研究所

1. 目的

地球上では農業分野から年間約 60 億トンの温室効果ガス (GHG) が発生 (二酸化炭素 (CO₂) 換算) しており、世界全体で発生する GHG の 4 分の 1 程度と見積もられている (IPCC, 2007)。その内訳 (CO₂ 換算) は、CO₂ が 0.4 億トン、亜酸化窒素 (N₂O) が 28 億トン、メタン (CH₄) が 33 億トンであり、特に N₂O と CH₄ の影響が大きい。

2012 年度にわが国で発生した N₂O 量は 2020 万トン (CO₂ 換算) で、その約半分は農業分野から発生しており、さらにその 6 割は農用地の土壌から発生していた (日本国温室効果ガスインベントリ報告書, 2012)。農地から発生する N₂O の多くは、施用する窒素肥料由来であるため、N₂O の発生抑制には窒素肥料の投入量を制限することが有効である。一方、同年度に国内で発生した CH₄ 量は 2000 万トン (CO₂ 換算) で、その約 7 割が家畜飼育や稲作などの農業分野から発生していた。CH₄ 発生の原因となる嫌気的状態が長期間にわたる水田と異なり、好気的状態にある畑地では CH₄ を酸化・吸収する効果があるが、その効果は過度の土壌攪乱や窒素肥料の施用で抑制されることが報告されている (Maxfield et al., 2011)。

有機農法では、土壌中に投入する窒素が緩効的な有機物由来であることや、圃場の利用形態によっては耕起回数が必ずしも頻繁でないため、N₂O の発生抑制や CH₄ の吸収促進が期待されるが、わが国において有機農法の圃場から発生する GHG の知見は少ない。そこで本研究では、圃場投入物として有機資材と化成肥料を施用した栽培試験圃場から発生する GHG フラックスについて調査した。

2. 材料と方法

当研究所の大仁農場 (静岡県伊豆の国市) で、草質堆肥+培養土 (GMFS)、牛ふん堆肥 (CMC)、化成肥料 (CF) を施用し、17 年間、年 2 作 (春作・秋作) キャベツを連作してきた圃場を対象とし、2013 年度に調査を行った。GMFS 区と CMC 区は定植後に表層施用、CF 区は定植前に基肥を全層施用した後で 2 回の追肥を表層施用した。2013 年度に施用した資材に含まれる窒素量 (kg-N/10a) は、GMFS 区; 62.7、CMC 区; 71.8、CF; 38.3 であった。GHG の測定にはクロロズドチャンバー法を用いた。土壌理化学性、メタン酸化細菌 *pmoA* (メタンモノオキシゲナーゼ) 遺伝子の多様性も調査した。

3. 結果と考察

N_2O 発生速度 ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{hr}$) の最大は、春作では GMFS 区; 93.6 ± 80.0 , CMC 区; 311.9 ± 242.8 , CF 区; 154.6 ± 57.6 、秋作では GMFS 区; 89.6 ± 32.8 , CMC 区; 28.1 ± 5.2 , CF 区; 85.3 ± 25.4 であった。土壌中の硝酸態窒素 ($\text{NO}_3^- \cdot \text{N}$) 濃度 ($\text{mg}/100\text{g}$ 乾土) の最大は、春作では GMFS 区; 26.6 ± 17.4 , CMC 区; 33.0 ± 7.4 , CF 区; 21.2 ± 9.4 、秋作では GMFS 区; 27.0 ± 21.2 , CMC 区; 1.4 ± 0.0 , CF 区; 10.3 ± 1.3 であった。 N_2O 発生速度と $\text{NO}_3^- \cdot \text{N}$ 濃度には正の相関があった。単位面積あたりの N_2O 年間発生量 (mg/m^2) は、GMFS 区; 146.5 ± 37.7 , CMC 区; 210.8 ± 54.5 , CF 区; 178.1 ± 46.5 で有意差はなかったが、投入資材窒素あたり ($\text{mg}/\text{g}\text{-N}/\text{m}^2$) に換算すると GMFS 区; 2.3 ± 0.6 , CMC 区; 2.9 ± 0.8 , CF 区; 4.6 ± 1.2 となり、GMFS 区と CF 区の間には有意差が認められた。以上の結果から、 N_2O 発生総量は資材の種類で異なるが、投入資材窒素あたり発生量は有機質資材区が化成肥料区より少なくなることが示された。

CH_4 については、いずれの区においても吸収効果が確認された。 CH_4 の吸収速度 ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{hr}$) の最大は、GMFS 区; 42.0 ± 22.0 , CMC 区; 25.8 ± 8.0 , CF 区; 31.2 ± 20.5 で全て春作期間に検出された。単位面積あたりの CH_4 年間吸収量 (mg/m^2) は、GMFS 区; 177.6 ± 12.4 , CMC 区; 137.4 ± 7.65 , CF 区; 127.3 ± 12.7 で、GMFS 区は他の二区より有意に高かった。GHG の発生・吸収量に地球温暖化係数を乗じて CO_2 あたりに換算したところ、 N_2O と CO_2 の合計発生量に対する CH_4 の吸収量の割合(%)は、GMFS 区; 0.24 ± 0.03 , CMC 区; 0.16 ± 0.01 , CF 区; 0.33 ± 0.02 であり、 N_2O 発生量に対する CH_4 吸収量の割合(%)は、GMFS 区; 10.7 ± 3.21 , CMC 区; 5.71 ± 1.46 , CF 区; 6.23 ± 1.34 であった。各圃場から採取した 100mL 土壌コアサンプルから求めた仮比重 (g/cm^3) は、GMFS 区; 0.52 ± 0.01 , CMC 区; 0.54 ± 0.02 , CF 区; 0.57 ± 0.02 で、GMFS 区と CF 区の間には有意差があった。メタン酸化細菌の *pmoA* 遺伝子の多様性を変性剤濃度勾配ゲル電気泳動 (DGGE) 法で検出したところ、GMFS 区は他の二区よりバンドの数が多かった。以上の結果から、GMFS 区では土壌の仮比重が小さいので CH_4 の拡散やマスフローが大きく、またメタン酸化細菌の多様性が高いため、他の二区と比べて CH_4 吸収効果が高い可能性が示唆された。

4. まとめ

調査圃場から発生した N_2O 量には有意差はなかったが、投入窒素あたりに換算すると CF 区、CMC 区、GMFS 区の順で多く、さらに CF 区と GMFS 区には有意差があった。 CH_4 の吸収量は GMFS 区が最も多く、その原因は土壌の物理性やメタン酸化細菌群集の違いにあることが示唆された。これらの結果から、 N_2O の発生は有機質資材の方が化成肥料より少なく、また施用する有機質資材の違いによっては CH_4 の吸収にも違いが生じることが示された。

5. 謝辞

本研究を実施するにあたり研究助成をいただきました、公益財団法人アサヒグループ学術振興財団に感謝申し上げます。

増田 義彦

神奈川県農業技術センター 普及指導部

1. 要約

平成 21 年度に策定した当県の有機農業推進計画において、有機農業に対する普及指導の強化が位置付けられた。平成 22 年度からは普及展示ほを設置して技術の確認を行っており、平成 24 年度には大学や農業革新支援専門員等との連携により実態調査を行った。その結果、有機農業の現場の課題が明らかになるとともに、個別技術の特色が把握できた。本年度からは新規に普及指導課題を設定して、取り組んでいるところである。

2. 活動の背景とねらい

1) 有機農業推進に関わる法的側面

平成 18 年 有機農業の推進に関する法律の公布・施行

平成 21 年 神奈川県有機農業推進計画の策定 普及指導の強化を位置付け

2) 有機農業者の状況と指導の複雑性

近年、新規参入者を中心に有機農業に取り組む生産者が増加している。しかし、生産者の考え方の違いにより、栽培方法が大きく異なること、地域や農業団体等とのつながりが薄く、実態の把握が不十分であること、体系的な有機農業の栽培技術が確立されていないことなどから、支援が難しい状況にある。

3) ねらい

有機農業の実態を把握する

病害虫及び雑草防除について栽培技術を確立する

ニーズに即した課題設定をするなど普及指導体制を充実させる

3. 活動の経過と内容

1) 現地調査による実態把握(H24)

農業革新支援専門員、千葉大学雨宮良幹教授との連携により、有機農業者 10 名のほ場の土壌サンプリングを行い、土壌管理や作付体系について聞き取り調査を行った。

2) 展示ほ設置による技術確認(H22～)

ハクサイ等有機栽培における在来天敵利用技術の導入（大和市）

水稲有機栽培における栽培技術の実証（藤沢市）

施設野菜の有機栽培における天敵利用技術の検証（平塚市）

3) 普及課題設定による指導活動（H26～）

就農年数の浅い有機農業者に対する定期巡回指導

有機農業団体の表彰行事への参加促進



4. 現在までの活動成果

1) 現場の問題を明確化

- 経営面 全体的に収量が低い。栽培が安定するまで長期間（5～10年）かかる。
- 土づくり 作柄不良のほ場は、有機物が不足しており、土壌のpHが低かった。
- 緑肥の活用 緑肥作物を積極的に活用したい意向はあるが、実際の活用は少ない。
- 雑草対策 除草作業に追われて栽培が遅れ、最終的に雑草に負けてしまうことも多い。黒マルチや刈り払いでは、時にハマスゲ（こうぶし）の防除が困難。
- 害虫対策 露地ナスのホコリダニ類、ハムシ類は、土着天敵での抑制が難しい。キャベツでは、土着天敵の少ないほ場では害虫が多発。サトイモでは、コガネムシ等地下部の害虫対策が課題。
- その他 実態把握の聞き取りによって、有機農業者との信頼関係が深まった。

2) 展示ほ調査により個別技術の特色を把握

(1) ハクサイ等ネット被覆トンネル栽培

トンネル内にテントウムシ類、アブラバチのマミー、ヒラタアブの幼虫を放飼したところ、ハクサイに寄生するアブラムシ類は株当たり、1.1頭に抑えられ、販売上問題とはならなかった。

(2) 水稲の深水による雑草防除

雑草対策のため、水稲移植3日後から中干し期間を除き落水まで深水管理にした。ノビエにはある程度の効果が認められたが、コナギ、オモダカは場所によりかなり残草した。手取り除草には多大な労働力を要することから他の除草技術の導入を検討していく必要があった。



水稲 雑草対策展示ほ

(3) 施設野菜のバンカープランツ導入による害虫抑制

温室内にバンカープランツを栽培し、そこにテントウムシ類、ヒメハナカメムシ類等を放飼し定着させ、食用バラと大果系ピーマンに放飼した。天敵相が厚い時期には効果が高いが、9月下旬以降はアブラムシ類の増殖を抑えられなかった。

3) 有機農業を普及課題として新規設定

本年度普及指導課題として新規に「有機農業の取組支援」を設定した。現在、就農4年未満の有機農業者を対象に定期的に巡回指導している。年齢、農法、就農経過、有機農業の目的等多様であるが、個別に課題を設定して情報提供・技術導入などを図っている。

有機農業に取り組む「株式会社 なないろ畑」（代表 片柳義春）の先進的かつユニークな経営を顕彰するため、本年度の環境保全型農業推進コンクールに推薦した。

5. 今後の取組

展示ほ設置等による現場での病虫害対策の技術の組み立て
緑肥作物の利用・有機物の多投入・土壌分析による早期の土壌条件整備
青年就農給付金活用のための就農計画実現に向けた支援

第3部

独法で取り組む 有機農業研究の最前線

- ◆ 有機物分解に関わる土壌微生物群集からみた慣行、転換期、有機圃場の特徴
- ◆ 土壌線虫群集から見た有機栽培圃場の特徴
- ◆ 農研機構における有機農業に関する研究および技術開発の現況



有機農業研究者会議(2014年10月28日)

有機物分解に関わる土壌微生物群集 からみた慣行、転換期、有機圃場の特徴

(独)農研機構中央農業総合研究センター 橋本 知義

韓国農村振興庁農業科学院農業環境部 Park Kwang-Lai



農研機構は食料・農業・農村に関する研究開発などを総合的に行う我が国最大の機関です

今日の話題



1. はじめに -有機 vs 慣行?-
2. 有機農業(生物性)に関する農水プロジェクト
3. 有機物分解に関わる土壌生物性評価
4. これからの課題 -事例研究から協同研究へ-



どびくん illustrated by Ayumi & Nozomi

自己紹介



農研機構



1988-1995 北農研(芽室)

若手セミナー

2011- 中央研土壤生物チーム

新有機農業プロジェクト
農食事業「陽熱プラス」
韓国農村振興庁との共同研究

1995-1998 農林水産省

土壤モニタリング事業

1998-2011 九州研(熊本)

韓国(大学)との共同研究
広報普及室

過剰有機物と環境負荷



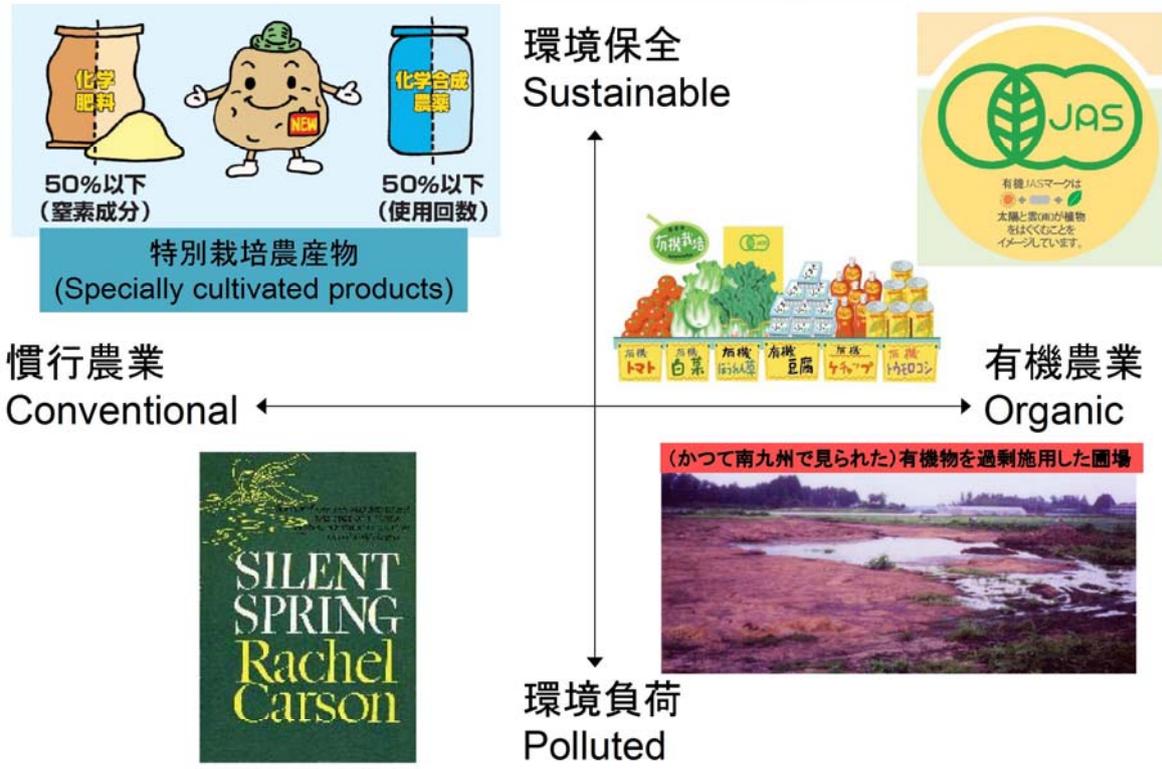
農研機構

南九州畑作地帯で見られた家畜ふん尿を過剰に投入した圃場



農地に戻せばゼロ・エミッション！

有機(物を使う)農業と環境保全



つくばで出会った方々とともに



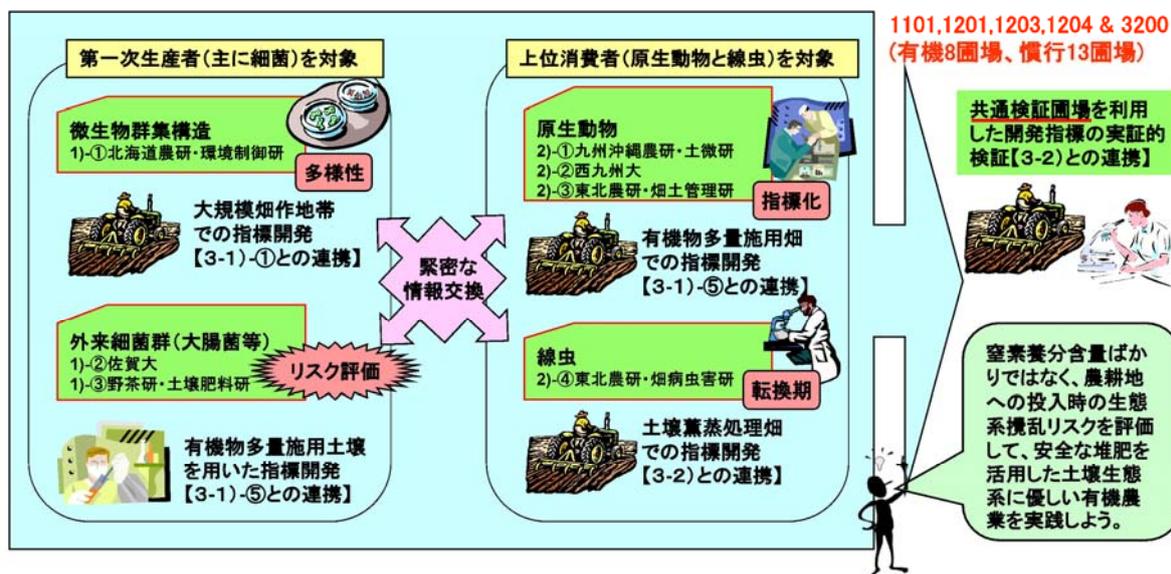
2. 有機農業(生物性)に関する農水プロジェクト



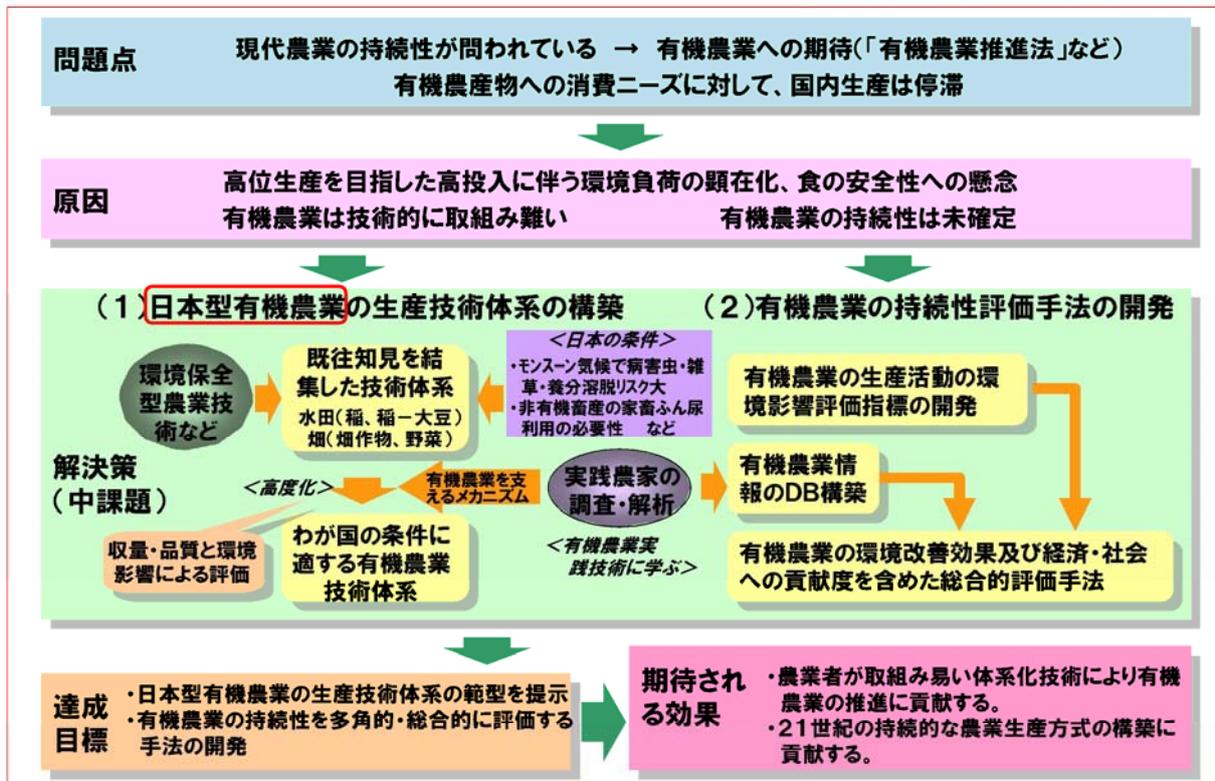
「有機農業の土壌環境への影響評価と環境保全効果の検証」
2001-2005

大課題1有機性資源利用の適正化に向けた新しい土壌生物相評価指標の開発の研究推進方法

1. 有機性資源を投入した畑土壌を対象に細菌群集から線虫までの動態を解明
2. それぞれの生物性評価指標を開発
3. 共通検証圃場等での実証的検証 → 大課題3(有機農業実践圃場)との緊密な連携



第2期 日本型有機農業プロ (2008-2012)



(9) 第3 有機農業の推進に関する施策に関する事項
2 技術開発等の促進 (1) 有機農業に関する技術の研究開発の促進

<p>○基本方針</p> <ul style="list-style-type: none"> 民間技術の導入効果、適用条件等を把握するための実証試験等の実施 有機農業技術の科学的解明等、有機農業に関する研究開発の計画的かつ効率的な推進 地方公共団体における立地条件に適応した技術の研究開発、実証試験等の実施 <p>○現状</p> <ul style="list-style-type: none"> 有機農業における技術開発については、21年度からプロジェクト研究を実施。先進事例の科学的解明、地域特性に適応した生産技術の構築を実施。 現在、5つの生産技術について「有機農業 実践の手引き」を作成。 有機農業の研究開発は、作物別、地域別に進められてきたが、生産の安定には、有機農業に適した土壌が必要であり、この土作りのための期間として数年を要している。 <p>○課題</p> <ul style="list-style-type: none"> 土作りのための期間を短縮することが有機農業にとって重要であるが、土壌生物相に着目した科学的な土作りを可能とするような、適切な指標が明らかにされていない。 	<p>○プロジェクト研究(平成21年度～24年度) 2009-2012</p> <table border="1"> <tr> <th>先進有機農業事例の科学的解明</th> <th>地域特性に適応した有機農業生産技術の構築</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> 水稲の有機栽培技術(抑草、病害虫抑制、養分供給、栽培管理) 有機栽培野菜圃場での病害虫発生抑制機構微生物特性 有機栽培実践果樹園での病害虫発生抑制機構 有機農産物の特性解明(網羅的代謝成分解析) など 16課題 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 東北地域などの寒冷地水田(雑草防除、病害回避) 関東地域のジャガイモ栽培(拮抗微生物による病害抑制) 東海・近畿地域のナス科施設果菜(病害抑制・養分管理) 近畿・中四国地域の露地野菜栽培(バイオフューミゲーション) 九州地域の水田二毛作体系(雑草防除、未利用有機資源) など 37課題 </td> </tr> </table> <p>○プロジェクト研究(平成25年度～) 2013-</p> <table border="1"> <tr> <th>有機農業を特徴づける指標の策定</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> 有機栽培の安定化に対応した生物的指標の抽出・策定 栽培管理方法に対応した土壌線虫相の特徴解明と指標化 有機栽培水稲に特徴的な微生物相と病害抑制効果 リンゴ有機栽培実践園における病害虫発生抑制機構の解明と生物指標を用いた圃場評価法の開発 </td> </tr> <tr> <th>有機農業を早期に安定化させる技術開発と体系化</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> レタス有機栽培における安定生産技術の体系化と経営評価 生物的土壌燻蒸を活用したハウレンソウ有機栽培技術の体系化と経営評価 暖地有機二毛作体系の現地実証と営農安定化指針の策定 </td> </tr> </table>	先進有機農業事例の科学的解明	地域特性に適応した有機農業生産技術の構築	<ul style="list-style-type: none"> 水稲の有機栽培技術(抑草、病害虫抑制、養分供給、栽培管理) 有機栽培野菜圃場での病害虫発生抑制機構微生物特性 有機栽培実践果樹園での病害虫発生抑制機構 有機農産物の特性解明(網羅的代謝成分解析) など 16課題	<ul style="list-style-type: none"> 東北地域などの寒冷地水田(雑草防除、病害回避) 関東地域のジャガイモ栽培(拮抗微生物による病害抑制) 東海・近畿地域のナス科施設果菜(病害抑制・養分管理) 近畿・中四国地域の露地野菜栽培(バイオフューミゲーション) 九州地域の水田二毛作体系(雑草防除、未利用有機資源) など 37課題	有機農業を特徴づける指標の策定	<ul style="list-style-type: none"> 有機栽培の安定化に対応した生物的指標の抽出・策定 栽培管理方法に対応した土壌線虫相の特徴解明と指標化 有機栽培水稲に特徴的な微生物相と病害抑制効果 リンゴ有機栽培実践園における病害虫発生抑制機構の解明と生物指標を用いた圃場評価法の開発 	有機農業を早期に安定化させる技術開発と体系化	<ul style="list-style-type: none"> レタス有機栽培における安定生産技術の体系化と経営評価 生物的土壌燻蒸を活用したハウレンソウ有機栽培技術の体系化と経営評価 暖地有機二毛作体系の現地実証と営農安定化指針の策定
先進有機農業事例の科学的解明	地域特性に適応した有機農業生産技術の構築								
<ul style="list-style-type: none"> 水稲の有機栽培技術(抑草、病害虫抑制、養分供給、栽培管理) 有機栽培野菜圃場での病害虫発生抑制機構微生物特性 有機栽培実践果樹園での病害虫発生抑制機構 有機農産物の特性解明(網羅的代謝成分解析) など 16課題	<ul style="list-style-type: none"> 東北地域などの寒冷地水田(雑草防除、病害回避) 関東地域のジャガイモ栽培(拮抗微生物による病害抑制) 東海・近畿地域のナス科施設果菜(病害抑制・養分管理) 近畿・中四国地域の露地野菜栽培(バイオフューミゲーション) 九州地域の水田二毛作体系(雑草防除、未利用有機資源) など 37課題								
有機農業を特徴づける指標の策定									
<ul style="list-style-type: none"> 有機栽培の安定化に対応した生物的指標の抽出・策定 栽培管理方法に対応した土壌線虫相の特徴解明と指標化 有機栽培水稲に特徴的な微生物相と病害抑制効果 リンゴ有機栽培実践園における病害虫発生抑制機構の解明と生物指標を用いた圃場評価法の開発 									
有機農業を早期に安定化させる技術開発と体系化									
<ul style="list-style-type: none"> レタス有機栽培における安定生産技術の体系化と経営評価 生物的土壌燻蒸を活用したハウレンソウ有機栽培技術の体系化と経営評価 暖地有機二毛作体系の現地実証と営農安定化指針の策定 									

2 技術開発等の促進

(1) 有機農業に関する技術の研究開発の促進



農研機構

また、国は、有機農業の初期の経営の安定に資するよう、例えば、
ほ場環境や土づくりの状態を把握するための土壌微生物相等に
着目した科学的指標の策定や、

有機農業者が使いやすい土づくり等の技術を組み合わせた技術
体系の開発等、

有機農業の推進に資する重要な研究課題を設定し、これを推進
するよう努める。

有機農業の推進に関する基本的な方針(平成26年4月25日)より



農研機構

3. 諸外国における有機農業のシェア

- 先進国(G7)のうち、EU加盟国の有機農業の面積シェアは高い。しかし、イタリアでは、近年のシェアが9%程度で高止まりする一方、フランスでは、ほぼ倍増している。
- アジアの主要国で1%を超える国は、韓国のみである。韓国では有機農業をはじめとする「親環境農業」の推進に注力しており、2007年には有機農業の面積シェアが0.5%であったが、4年間で倍増し2011年には1.0%となっている。
- 我が国の有機農業の面積のシェアは、有機JAS認証ほ場において0.2%である。

○諸外国における有機農業のシェア

【EU】

国名	有機農業の合計面積(千ha)／有機農業の割合	
	2007年	2011年
イタリア	1,150	1,097
	9.0%	8.6%
ドイツ	865	1,016
	5.1%	6.1%
イギリス	660	639
	4.2%	4.0%
フランス	557	975
	1.9%	3.6%

【アジア】

国名	有機農業の合計面積(千ha)／有機農業の割合	
	2007年	2011年
韓国	10	19
	0.5%	1.0%
中国	1,553	1,900
	0.3%	0.4%
日本	7	9
	0.1%	0.2%

※有機JAS認証のみ ※有機JAS認証のみ

【北米】

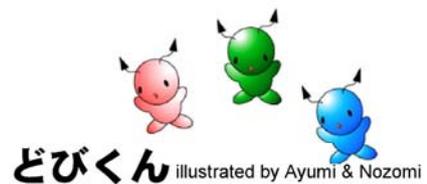
国名	有機農業の合計面積(千ha)／有機農業の割合	
	2007年	2011年
カナダ	556	841
	0.8%	1.2%
アメリカ	(2005年) 1,640	1,949
	0.5%	0.6%

資料:IFOAM「The world of organic agriculture」

今日の話



3. 有機物分解に関わる土壌生物性評価



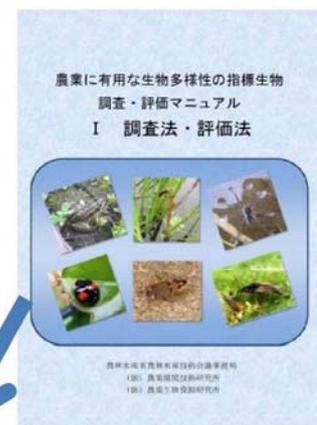
肥沃度評価のための【生物】指標



- ・作物の生育収量
 - ・可給態養分(窒素)量
 - ・有機物分解能
 - ・炭酸ガス発生量
 - ・微生物量(生菌数、バイオマス)
 - ・微生物相(分離菌株の同定、脂肪酸組成)
 - ・生物多様性(群集構造解析)
-
- ・動物相を利用した生物多様性評価

〈想定されるユーザー〉

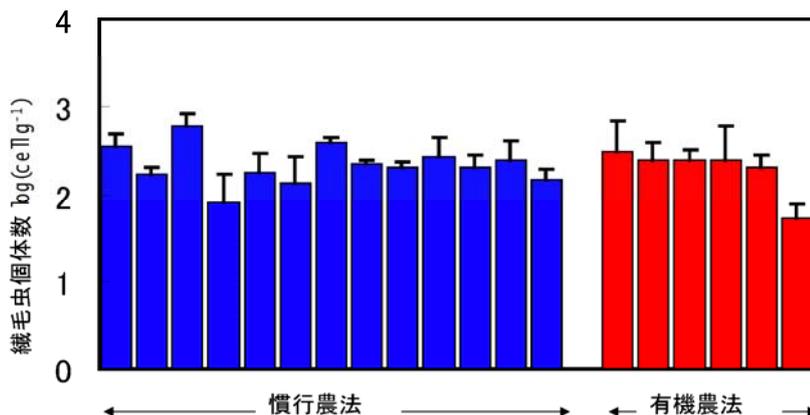
本マニュアルは、主に農業改良普及センター職員や病害虫防除所職員、病害虫防除指導員など、**節足動物などについて一定の専門知識のある方に活用していただくことを想定している。**



<http://www.niaes.affrc.go.jp/techdoc/shihyo/>

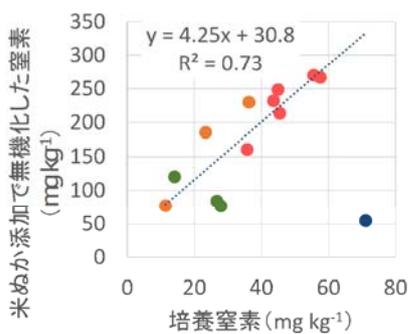
表1 福島・山形ミニトマト栽培現地圃場の原生生物個体数

	慣行	有機	繊維毛虫個体数 log(cells g ⁻¹)	べん毛虫個体数 log(cells g ⁻¹)	アメーバ個体数 log(cells g ⁻¹)
慣行	13		2.34 ± 0.10	3.91 ± 0.15	4.25 ± 0.47
有機		6	2.28 ± 0.11	3.92 ± 0.09	4.00 ± 0.80



農法の違いは、MPN法(従来法)による原生生物個体数では検出できない。

研究の方向性



● 有機 ● 転換中 ● 慣行 ● ハウス

図 土壌の培養窒素と添加米ぬかからの窒素無機化量との関係
(回帰直線は、B農家の有機ハウスを除いた点に対して引いた)

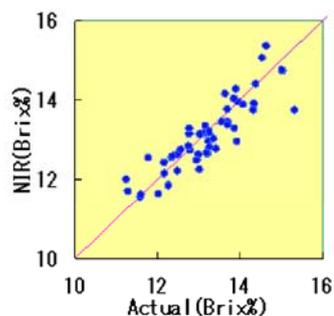


図 近赤外分析方法による湘南ゴールドの糖度予測
Actual: 従来法による搾汁の糖度
NIR: 近赤外分析法による果実内糖度の予測糖度
神奈川県HPより引用

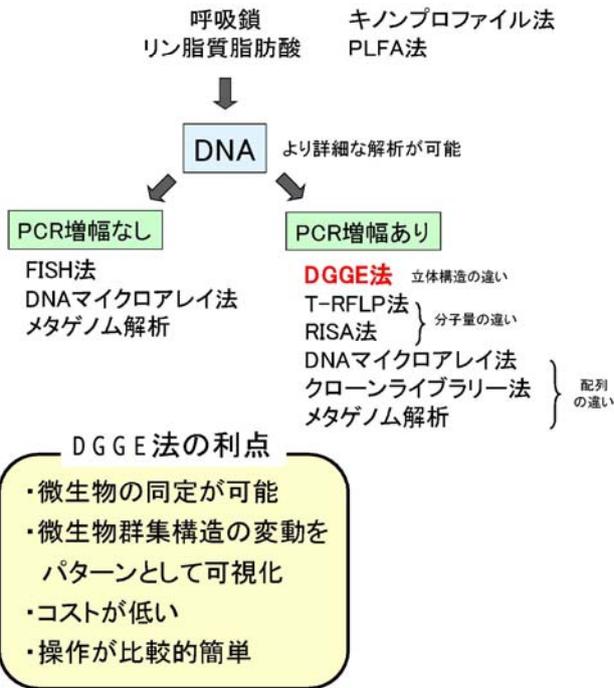
微生物群集解析に基づき
添加米ぬかからの無機化量、
さらに土壌からの窒素供給量
を推定評価できるのだろうか？



群集構造解析法を利用



微生物の培養過程を経ずに解析



・安定した生産実績を持つ有機栽培圃場、



・新規参入などにより不安定な生産状況下の転換期圃場、



・農薬や化学肥料を利用する慣行圃場

養分動態に関わる微生物機能を利用する

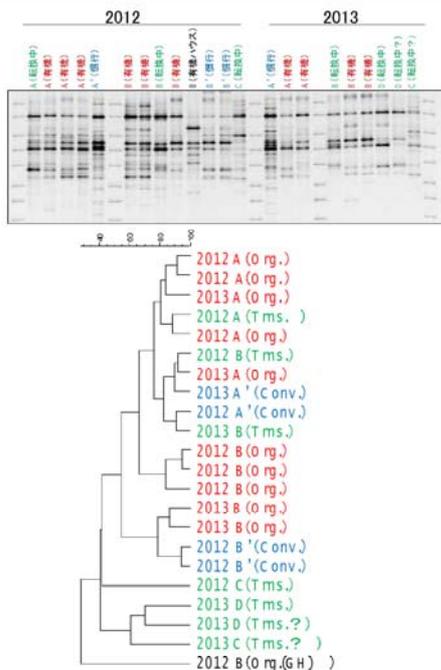
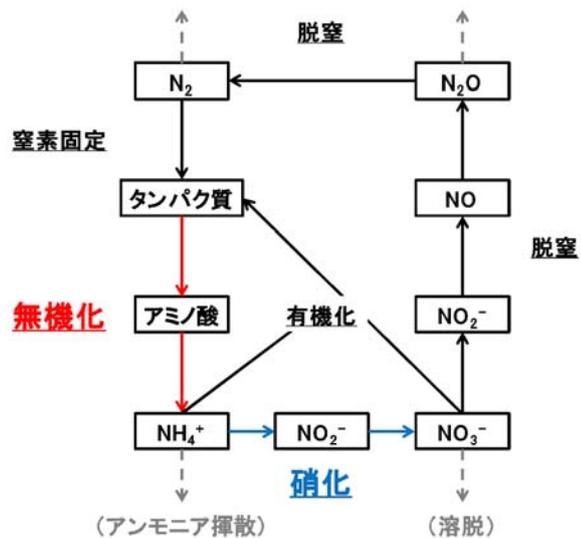


図4 糸状菌群集構造解析による判別

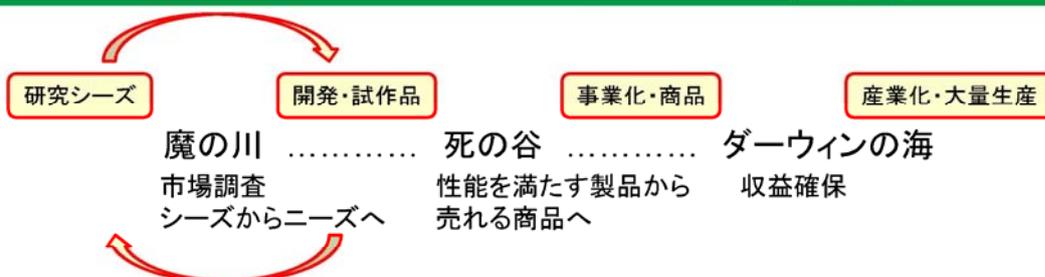


4. これからの課題 –事例研究から協同研究へ–

- ・土壌生物機能モニタリング調査
- ・韓国との連携



プロジェクト研究は技術化の入り口に過ぎない



現場の声、市場調査、政策担当者



アウトカムのバージョンアップ・絶えざる検証

3年 (単発の)プロジェクト研究
10年 連続するプロジェクト研究
30年 長期モニタリング事業



肥沃度評価には基準値が必要



農研機構

第2 普通畑

1 基本的な改善目標		土壌の種類	
土壌の性質	褐色森林土、褐色低地土、黄色土、灰色低地土、灰色台地土、灰質土、暗褐色土、赤色土、グライ土	黒ボコ土、多量黒ボコ土	岩層土、砂丘未熟土
作土の厚さ	25cm以上		
主要根群域の最大ら密度	山中式深度で22mm以下		
主要根群域の粗孔隙率	粗孔隙の容積で10%以上		
主要根群域の基有効水分保持能	20mm/40cm以上		
pH	6.0以上6.9以下（石灰質土壌では6.0以上6.9以下）		
陽イオン交換容量（CEC）	乾土100g当たり12meq以上（ただし中粗粒質の土壌では8meq以上）	乾土100g当たり15meq以上	乾土100g当たり10meq以上
塩基飽和度	カルシウム、マグネシウム及びカリウムイオンが陽イオン交換容量の60～90%を飽和させること。	同左イオンが陽イオン交換容量の70～90%を飽和すること。	同左イオンが陽イオン交換容量の70～90%を飽和すること。
粗粒子組成	カルシウム、マグネシウム及びカリウム含有量の当量比が65～75）（20～25）（40～60）であること。		
有効陽イオン含有量	乾土100g当たりP ₂ O ₅ として10mg以上75mg以下	乾土100g当たりP ₂ O ₅ として10mg以上100mg以下	乾土100g当たりP ₂ O ₅ として10mg以上75mg以下
可給態窒素含有量	乾土100g当たり3g以上		乾土100g当たり2g以上
硝化作用	0.2mg（ミリジーメン）以下		0.3mg以下

- 1 第1の1の表の注1、4及び7を参照すること。
- 2 作土の厚さは、根茎層等では30cm以上、特にごぼう等では60cm以上確保する必要がある。
- 3 主要根群域は、地表下40cmまでの土層とする。
- 4 粗孔隙は、降水等が自重で透水することができる粗大な孔隙である。
- 5 基有効水分保持能は、主要根群域の土壌が保持する基有効水分量（pH5.8～2.7の水分量）と主要根群域の厚さ40cm当たりの高さで表わしたものである。
- 6 pH及び有効陽イオン含有量は、作物又は品種の別により好適範囲が異なるので、土壌診断等により適正な範囲となるよう留意する。
- 7 可給態窒素は、土壌を乾燥後30℃の温度で、粗状態で4週間熟した場合の無機態窒素の生成量である。

地力増進基本指針より引用



十勝農協連HPより引用
<http://www.nokyoren.or.jp/assay.html>

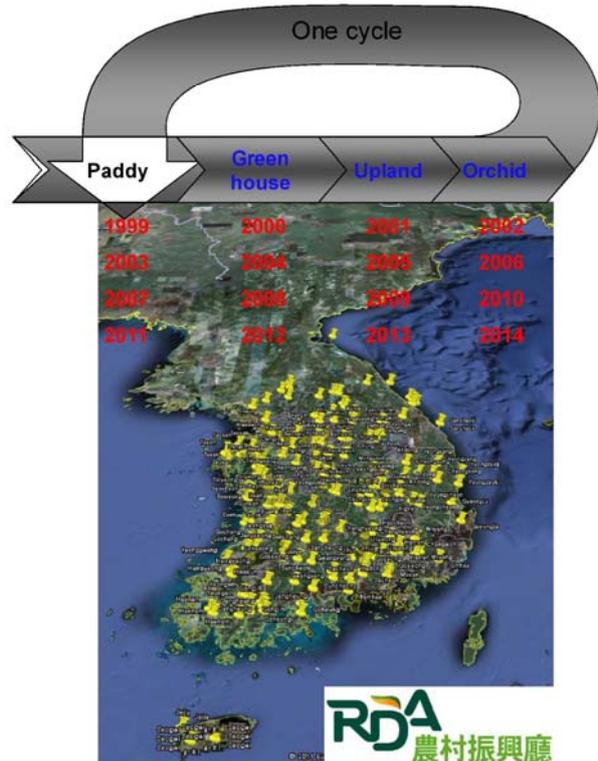
基準値設定のための全国調査



農研機構

- 1947年～ 低位生産地調査
- 1959年～ 地力保全基本調査
- 1979年～ 土壌環境基礎調査
- 1998年～ 土壌環境負荷低減対策推進事業

- 1984年 地力増進法制定
- 1997年 地力増進基本指針改正
- 2008年 地力増進基本指針改正





連携機関

(独)農研機構中央研土壤生物機能評価研究チーム
韓国農村振興庁農業科学院農業環境部有機農業科

目的

新規参入者を対象とした有機農業等環境保全型農業技術の普及促進を最終目標として、有機農業における土壤理化学性や土壤生物性等の土壤特性や栽培技術を慣行農業、転換期農業と比較解析するとともに、さらに韓国の有機農資材品質認証制度の運用と評価手法に関する調査研究を連携し実施することで、有機農業生産性の向上に資する技術情報の高度化と両国での共有を目的とする。



我が国の農業資材流通制度



農研機構

農薬取締法

Agricultural Chemicals Control Act



規制対象
Regulated

肥料取締法

Fertilizers Regulation Act



地力増進法

Soil Fertility Enhancement Act



市場原理
Market principle



韩国の農資材



有機農資材 表示内容(品質認証)



◆ 특징

- 국내 토착 토착 미생물을 생물공학적으로 공업에 의해 만든 천연식물보호제 (생물농약)입니다.
- 유익 미생물 배양신공과 꽃미용병균과 악재 미생물을 농축시킨 미생물 배양제입니다.
- 작물의 전 생육기간에 사용이 가능하며 병충해에 대한 저항성 발현 분체가 없습니다.
- 인축, 환경독성이 없으며 특히, 잔류 걱정이 없어 수확기에 사용해도 안전합니다.
- 유기농업자재심의회적 심의를 받은 자재로 유기농업자재 품질인증 제입니다.

◆ 약효, 약해에 관한 주의사항

- 천연식물보호제이므로 사용환경에 따라 효과의 차이를 보일 수 있습니다.
- 발효농약의 특성을 살피고, 단제 사용을 원칙으로 하십시오.
- 병해가 강한 경우나 기온이 지나치게 높을 때에는 살포를 삼가하시고, 예설 무렵이나 이른 아침에 살포하십시오. 그리고 약제 조제 후 가능한 빨리 살포하십시오.
- 천연식물보호제를 화학농약과 혼합하여 디스닝을 할 수 없습니다.
- 도마뱀, 개구리, 꿀벌, 고추, 들깨, 호박, 상추, 미나리, 면에 대한 약해 시험을 완료하였습니다.

◆ 안전 및 기타 주의사항

- 신체에 이상부동, 산식, 알레르기, 피부병 등이 있을 때는 약제살포 및 취급을 금합니다.
- 사용 후 남은 희석액과 살포기를 씻은 물은 하천물에 흘러 들어가지 않도록 다른 용기에 처리하십시오.
- 본 제품은 농약이므로 다른 용기에 옮겨 보관하지 마십시오.
- 이 제품은 사용 후 잘 씻은 뒤 세탁을 위하여 건조하고 서늘한 곳에 보관하십시오.

◆ 적용병해충 및 사용량

작물명	적용병해	사용량
토마토, 방울토마토	꽃미용병	장

살균제 천연식물보호제

유기농업자재
청마름
수화제

품목명 : 바실루스아일로리퀴피시엔스케이비시 1121수화제

● 사용전에 표기내용을 잘 읽을 것
● 표기내용을 표시사항(인쇄)에는 사용하지 마 것

◆ 사용방법

- 사용직전에 지게 물에 희석한 후 토양에 관주되시기 바랍니다.
- 정식 후(7일 간격) 예방용으로 사용하시면 더욱 좋으며, 발병초에는 3~5 일 간격으로 관주해주십시오.
- 표기내용의 표시사항이 이해가 되지 않거나 의문사항이 있을 경우에는 주한국대외무역부에 문의하십시오.

◆ 재독방법

- 물용액이 건조된 후 토양에 침투하여 마셨을 경우에는 즉시 물이나 우유 등을 마시 물속 시간 후 신속히 의사의 치료를 받으십시오.
- 중독증상이 있을 때에는 즉시 의원을 응급치료 받도록 하고 의사의 지시를 받으십시오.
- 동작하여 눈에 들어간 경우 즉시 흐르는 물로 씻은 후 안과외과의 치료를 받으십시오.
- 목욕기 피부에 붙었을 경우에는 즉시 물로 닦아 내십시오.

- 사용한 잔 농약용기를 다음 수확기에 코이두른 농협 또는 한국농민자연농사에서 수거하고 있습니다. (한국농민자연농사에서 현로 지급함)

△ 취급기준

- 이 농약은 어린이, 식료품 또는 사료의 보관장소와 구분하여 보관 하십시오.

◆ 성분 - 유효성분 : *Bacillus amyloliquefaciens* KRC1121 1×10^9 cfu/g
- 기타 : 중량제

◆ 약효보증기간

◆ 제조모집대번호

有機農業資材 表示内容

1. 農資材 品質認證 番号
2. 材料の名称及び区分と商品名
3. 製造場所在地
4. 製造年月日
5. 使用期限
6. 主成分名 含有量/実重量/使用方法
7. 藥害(肥害) 試驗作物
8. 藥効(肥効) 試驗作物

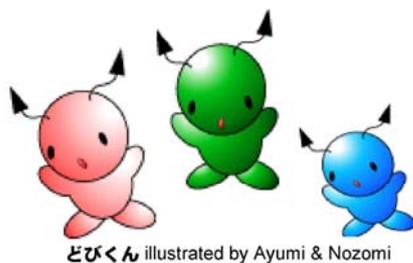
유기농업자재 표시사항

- 유기농업자재 품질인증 번호 : 품질인증 3-2-2
- 자재의 명칭 및 구분과 상표명 : 미생물제제, 병해충관리용자재, 청마름
- 제조번호(제) : 영남 천우사 공업사, 발효년월 14-20
- 제조인명(명) : 방호모기, 유무명 : 제조설비부서 구분
- 주성분(명) : 방미, 실용명, 사용방법 :
Bacillus amyloliquefaciens KRC1121 1×10^9 cfu/g
500 g / 200ml 용적 후 관주되시기
- 인축 사용방법 : 방미, 배추, 들깨, 상추, 오이, 호박, 미나리, 면
- 인축시험 : 토마토방울토마토



ご清聴ありがとうございました

(独)農研機構中央農業総合研究センター 橋本 知義 (hasimoto@affrc.go.jp)
 韓国農村振興庁農業科学院農業環境部 Park Kwang-Lai



土壌線虫群集から見た有機栽培圃場の特徴

岡田 浩明

農業環境技術研究所

昨年度から始まった新有機農業プロは、農家圃場での有機栽培への取組を客観的に評価する生物指標の開発を目指している。その理由の1つは、有機への転換間もない圃場で生産が不安定なため、有機への移行過程を評価する土壌生物指標を土壌微生物や酵素の研究者が開発しようとしている。これは農家のための指標開発といえるだろう。一方演者は、別の理由で開発を行っている。現行の有機栽培認定制度が農家の自己申告に基づいているためである。そこで、客観的な圃場評価のための指標を線虫群集を使って作ろうとしている。これは農家のためというより行政や消費者のためといえるかもしれない。

ではなぜ、線虫群集を用いるのか？ それは、線虫が多様で、定量化しやすく、環境の変化に反応しやすいからである。以下、線虫群集による土壌環境評価の手法や、それによる評価の例を紹介し、最後にプロジェクトにおける演者の取組を紹介する。

1. 自由生活性線虫の群集を用いて土壌環境を評価する

1) 自由生活性線虫とは？

農業にかかわる方であれば、ネコブセンチュウやネグサレセンチュウを知らない人はいないであろう。実際に畑でこれらの線虫が発生し、農作物が被害を受けた経験がある方も多いだろう。これらは農耕地土壌に生息する植物寄生性線虫（植物食線虫）の主要なメンバーである。これらの線虫を分離するため、ベールマン装置に土壌をかけると、他にも様々な種類の線虫が分離される（図1）。これらは自由生活性線虫（自活線虫）と呼ばれ、数万を超える種類がいる。形態や食性で大まかに分けられる（図2、岡田, 2002）。1年生作物の畑で通常最も多いのは細菌食線虫、次いで植物食線虫と糸状菌食線虫であり、雑食・肉食性線虫は少ない。彼らは土壌中でどのような機能を持つのであろうか？ 植物食線虫が寄生すると作物の生育が抑制されるので、農業への関わりは直接的でわかりやすい。一方自活線虫の場合は、餌生物（特に微生物）を介在するため間接的で、わかりにくいかもしれない。それでも、微生物を摂食することで、微生物の増殖を刺激する（Huixin et al., 2001）、微生物が蓄えていた窒素分を開放する（Ferris et al., 1998; Okada and Ferris, 2001）、微生物を保持して運搬・拡散するといった機能を持つ（Horiuchi et al., 2005）。こうした機能により、自活線虫がいることで植物の生育がよくなったとする報告もある。



図1 土壌から分離した線虫。大きいもので体長2mm位

2) 線虫群集による土壤環境評価

欧米などでは、こうした自活線虫を土壤環境の指標として利用する研究が発展している。背景として、農業が畑作や牧畜中心の国々では、連作障害の克服が大きな課題であり、古くから土壌や土壌生物への関心も高いこと、夏場乾燥する欧米の農耕地では雑草や病害虫が比較的発生しにくく、不耕起栽培や有機栽培を行いやすいことがあると思われる。そのため、農業生産に直接影響する病害虫のみならず、土壌生物全般への関心が高く、そのモニタリングが持続可能な農業生産に必要なものだと考えているようだ。

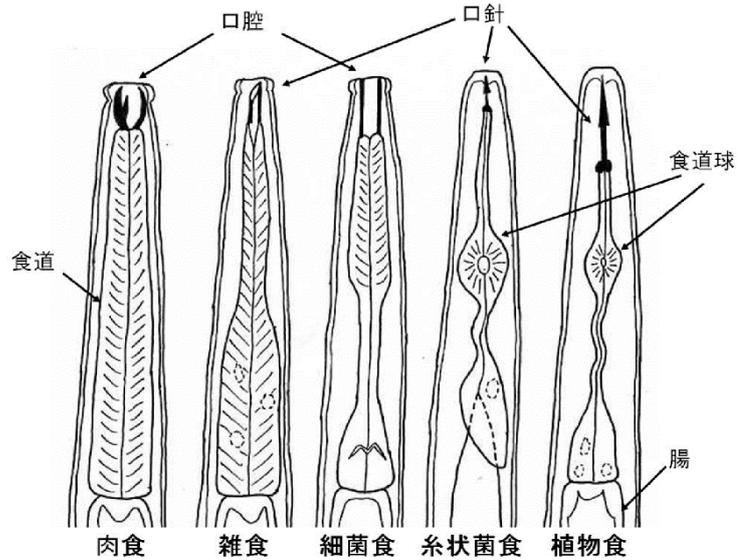


図2 植物食線虫(右端)と自活線虫の前半身

線虫を使った具体的な評価手法の1つには、評価の対象とする(測定しにくい)環境要因と、密度やバイオマスの相関が高い線虫種を多変量解析などによって抽出し、逆にその密度を使って環境要因の程度を評価しようとするものがある (Fiscus and Neher, 2002)。一方、別のアプローチとして、自活線虫の群集構造から「群集指数 (nematode community index)」を計算し、それと環境要因との関係を検討していくものがある (Bongers, 1990; Ferris et al., 2001)。この指数は線虫学独特の重み付け平均値で、次のような概念のもとに提案されている。まず「cp群」で区別する。つまり、colonizer - persister (r - K 戦略と似た概念だが、persisterの方が攪乱への耐性が小さい)の系列での位置により、線虫の各科 (family) を cp1 (最も増殖が速い、攪乱地に最初に侵入する) から cp5 (最も増殖が遅く、安定した環境を好む) までのいずれかグループに割り振る (表1)。これは Bongers (1990) の提案によるもので、主に経験的なものである。これと前述の食性群とを組み合わせた機能群に基づき、Nematode Channel

表1 線虫各科の cp 群、食性群、機能群への振り分け。Bongers and Bongers (1998) および Yeates et al. (1993) をもとに一部の科についての

自由生活性群	cp群	食性群(略号)	機能群	植物食性群	cp群
Bunonematidae	1	細菌食(Ba)	Ba1	Ecphyadophoridae	2
Diplogasteridae	1	細菌食(Ba)	Ba1	Paratylenchidae	2
Rhabditidae	1	細菌食(Ba)	Ba1	Tylenchidae	2
Aphelenchoididae	2	糸状菌食(Fu)	Fu2	Criconematidae	3
Aphelenchidae	2	糸状菌食(Fu)	Fu2	Heteroderidae	3
Cephalobidae	2	細菌食(Ba)	Ba2	Meloidogynidae	3
Diphtherophoridae	3	糸状菌食(Fu)	Fu3	Pratylenchidae	3
Prismatolaimidae	3	細菌食(Ba)	Ba3	Trichodoridae	4
Tripylidae	3	肉食(Ca)	Ca3	Longidoridae	5
Dorylaimidae	4	雑食(Om)	Om4		
Leptonchidae	4	糸状菌食(Fu)	Fu4		
Mononchidae	4	肉食(Ca)	Ca4		
Actinolaimidae	5	肉食(Ca)	Ca5		
Thornematidae	5	雑食(Om)	Om5		

Ratio (土壤有機物分解の主役が糸状菌なのか細菌かを推定)、Maturity Index (土壤生態系の攪乱程度を推定)、Enrichment Index (E Structure Index (SI)、Channel Index (CI) などが提案されている (解説は、岡田、印刷中)。今世紀に入ってよく使われる後 3 者について、その前提には、土壤環境は肥沃化および生態系の発達の程度の 2 次元で表現でき、養分が乏しく物理的攪乱が激しい砂漠のような土壤では Ba2 や Fu2 の線虫しか生存できないが、養分が増えると Ba1 が増加し、攪乱が減少するとどの食性群でも cp3、4、5 のグループが増加するといった考えがある (図 3、Ferris et al., 2001, 岡田, 2007 に解説)。実際の計算方法は他に譲るが、米国のトマト畑 (耕起畑と思われる) の土壤中の無機態窒素量と EI とで正の相関が認められた (図 4、Ferris et al., 2004)。また、カナダのリンゴ園でコンポストや干し草

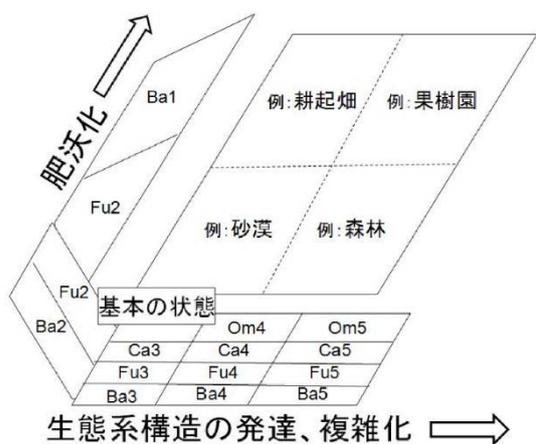


図 3 線虫群集構造と土壤環境との関係 (Ferris et al., 2001)

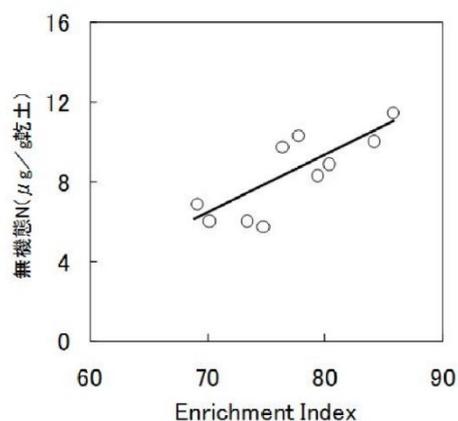


図 4 EI と土壤中の無機 N 濃度との関係 (Ferris et al., 2004)

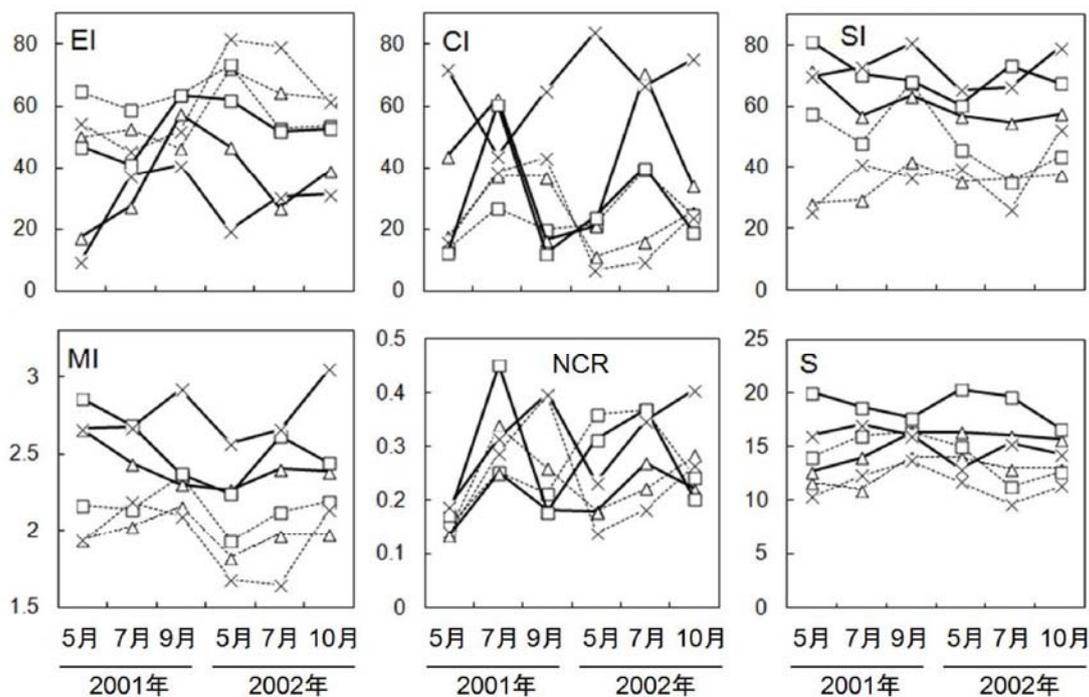


図 5 耕起の有無と肥料の種類に対する線虫群集指数の反応
 実線：不耕起、点線：耕起、○：堆肥、△：化肥、×：無肥

などの有機物マルチが、土壌中の養分動態や食物網構造、および植物による養分吸収におよぼす影響を調べた研究では、EI が大きいほどリンゴ葉中のリン濃度が高くなる関係が認められた（Forge et al., 2003）。

筆者は福島市内に設置された大豆の試験区で線虫群集を調べた（Okada and Harada, 2007）。ここでは不耕起及び耕起栽培に堆肥区、化肥区、無肥区を組合せた 6 種類の試験区を設定した。不耕起栽培の土壌生態系は一般に耕起栽培のそれに比べ、有機物の分解が遅い、分解者として細菌よりも糸状菌が主になる、生態系の構造が発達し、食物網が複雑化することが知られている。これによれば、EI のみ不耕起 < 耕起となり、CI、 $F/(F+B)$ （図中で NCR と表記）、SI、MI は逆に不耕起 > 耕起となると予想される。調査の結果、季節変動はあるが、不耕起栽培と耕起栽培の違いについて、EI、CI、SI、MI では予想通りだったが、 $F/(F+B)$ では違いが不明瞭であった（図 5）。一方肥料の違いについては説明を省略するが、群集指数よりも線虫の種数などの方が良く反応していた。

2. 線虫群集を使って有機農業の取り組みを評価できるか？

1. で述べたような線虫群集指数や個々の線虫種の反応を調べることで、有機圃場と慣行圃場との土壌環境の違いを評価できるだろうか？ 研究用の圃場では、有機質肥料のみ・化学農薬不使用で管理をした試験区を「有機栽培区」と定義し、化学肥料のみ・化学農薬使用の対照区と比較し、指標を検出することができる。実際の農家圃場でも、有機については「有機肥料のみ・化学農薬不使用」として定義することができる（JAS 有機の定義では一部化学農薬の使用も認可）。しかし有機、慣行とも栽培管理（肥料や農薬の種類など）の内容は農家によって異なるだろうし、対照になる慣行の方は、「化学肥料のみ・化学農薬使用」ではなく、有機質肥料も使用する。こう考えると、農家圃場レベルで有機栽培と慣行栽培との違いや、有機に特徴的な生物は見つかりにくいかもしれない。実際、国内の農家圃場で有機栽培と土壌生物相との関係を調べて例は非常に少ない（例外は瀧と加藤, 1998）。それでも演者は以前、農研機構のプロジェクトでこの課題に取り組む機会を与えていただいた。結果の一部を紹介する。

1) 施設栽培ミニトマト

山形県と福島県のミニトマト農家の協力を得て、2005 年、2006 年の 6-8 月に 1 度ずつ調査を行った。有機が 8 箇所（2006 年は 6 箇所）、慣行が 13 箇所である。慣行圃場での調査が 6 月に偏るなどの問題はあるが、線虫については、有機と慣行の違いがある程度認められた（図 6）。細菌食線虫や糸状菌食線虫の密度に大きな違いはなかったが、肉食・雑食線虫の密度や SI は有意に有機 > 慣行であり、植物食線虫の密度は有意でなかったが反対に有機 < 慣行であった。

同じ土壌サンプルについて微生物の研究者が脂肪酸組成（PLFA）を調べたところ、多様性指数やクラスター解析の結果を見る限り有機と慣行とで違いが認められなかった（浦嶋ら, 2009）。一方、糸状菌の DNA バンドパターンを検討したところ、有機圃場に特徴的な種はいなかったが、慣行圃場で特徴的な糸状菌種が見つかった（Sekiguchi et al., 2008）。殺虫剤などの化学農薬は微生物群集に影響しにくいことを考えると、線虫について有機圃場と慣行圃場とで違いが出た原因は、化学農薬の使用にあるのかもしれない。

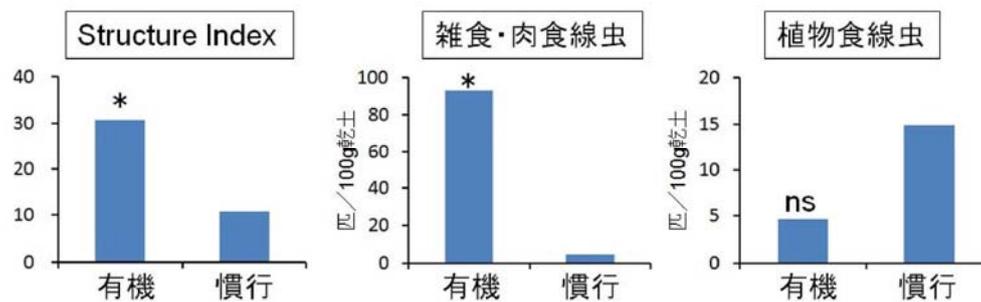


図6 トマトの有機圃場と慣行圃場における群集指数と線虫密度
*は、土性などの環境要因を考慮しても栽培法の違いが有意に影響したことを示す (Okada et al., 2009)

2) 現行プロでの取り組み

昨年度より新たなプロジェクトにおいても有機と慣行との違いを検討している。ここでも有機と慣行との違いがあれば、それをもたらす線虫種を DNA レベルで簡易に検出する方法を開発するのがこの課題のゴールである。昨年度は予備調査として、研究機関構内に設置され、肥培管理を異にするキャベツ畑で調査した。その結果、有機肥料のみ、化学肥料のみ、両者の併用区各々において、特徴的に出現する線虫種が認められた。しかしこれらの試験区全てで殺虫剤散布を行うので有機栽培とは言えない。そこで今年度より農家圃場に出て、有機圃場と慣行圃場との比較を行っている。1年生作物と果樹についてである。前者はレタス圃場で茨城県石岡市にある。こちらの方は農薬散布後の11月に調査する予定である。後者はリンゴ圃場で青森県弘前市などの有機圃場 (JAS 有機から自然栽培まで) と慣行圃場で、こちらではトビムシやダニについても調査している。前述したように有機、慣行とも栽培管理が農家により異なるので、「有機」は除草剤使用無し、「慣行」は使用有りの圃場を選んで行った。慣行農家の多くはJAの防除暦に従って殺虫剤や殺菌剤の散布を行い、施肥管理は様々である。

リンゴ園の線虫群集の座標付けを行ったが、今のところ有機と慣行との違いは見い出せていない。一方食性群ごとに分けて密度を比較すると、有機では糸状菌食線虫の密度が有意に高かった。また、トビムシやダニの密度も同様であった。除草剤を使用しない有機圃場の方が、地表部に植物遺体が蓄積し、また土壤中の植物根に共生する菌根菌の量が多いのが原因かもしれない。これらの圃場では、除草剤使用から3カ月後 (10月頃) についても調査する予定である。

引用文献

- Bongers, T., (1990) The maturity index: an ecological measure of environmental disturbances based on nematode species composition. *Oecologia* 83, 14-19.
- Bongers, T., Bongers, M., (1998) Functional diversity of nematodes. *Applied Soil Ecology* 10, 239-251.
- Ferris, Venette, van der Meulen, Lau (1998) Nitrogen mineralization by bacterial-feeding nematodes: verification and measurement. *Plant and Soil*, 203, 159-171.
- Ferris, H., Bongers, T., de Goede, R.G.M., 2001. A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology* 18, 13-29.

- Ferris, Venette, Scow (2004) Soil management to enhance bacterivore and fungivore nematode populations and their nitrogen mineralisation function. *Applied Soil Ecology*, 25, 19-35.
- Fiscus, Neher (2002) Distinguishing sensitivity of free-living soil nematode genera to physical and chemical disturbances. *Ecological Applications*, 12:565-575.
- Forge, Hogue, Neilsen, Neilsen (2003) Effects of organic mulches on soil microfauna in the root zone of apple: implications for nutrient fluxes and functional diversity of the soil food web. *Applied Soil Ecology*, 22, 39-54.
- Horiuchi, Prithiviraj, Bais, Kimball, Vivanco (2005) Soil nematodes mediate positive interactions between legume plants and rhizobium bacteria. *Planta*, 222, 848-857.
- Huixin, Inubushi, Miwa (2001) Effects of Temperature on Population Growth and N Mineralization of Soil Bacteria and a Bacterial-feeding Nematode. *Microbes and Environments*, 16, 141-146.
- 岡田浩明 (2002) ミニレビュー (「土壤動物を観察する夏の学校」講義ノート) 土壤生態系における線虫の働き - 特に無機態窒素の動態への関わり - 根の研究, 11, 3-6.
- 岡田浩明 (2007) 線虫群集を利用して土壤の健康度を評価する. *化学と生物* 45 巻 1 号, 43-50.
- 岡田浩明 第 11 章 線虫の群集生態学研究法、「線虫学実験」、水久保隆之・二井一禎共編、京都大学学術出版会、印刷中
- Okada, Ferris (2001) Effect of temperature on growth and nitrogen mineralization of fungi and fungal-feeding nematodes. *Plant and Soil*, 234, 253-262.
- Okada, Harada (2007) Effects of tillage and fertilizer on nematode communities in a Japanese soybean field. *Applied Soil Ecology*, 35, 582-598.
- Okada, Hasegawa, Hashimoto, Sekiguchi, Urashima (2009) Are community structures of soil nematodes different between organic and conventional farming systems in commercial tomato fields? *Nematological Research*, 39, 63-71.
- Sekiguchi, H., Hasegawa, H., Okada, H., Kushida, A. and Takenaka, S. (2008) Comparative analysis of environmental variability and fungal community structure in soils between organic and conventional commercial farms of cherry tomato in Japan. *Microbes and Environments* 23, 57-65.
- 瀧勝俊・加藤保 (1998) 有機農業実践ほ場における土壤の特徴, 愛知県農総試研報, 30, 79-87.
- 浦嶋泰文, 中嶋美幸, 金田哲, 岡田浩明, 長谷川浩, 村上敏文 (2009) 有機農業実践圃場と慣行栽培圃場のリン脂質脂肪酸の実態. *土と微生物*, 63, 55-63.
- Yeates, G., Bongers, T., de Goede, R.G.M., Freckman, D.W., Georjeva, S.S., 1993. Feeding habits in nematode families and genera - an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology* 25, 315-331.

農研機構における有機農業に関する研究 および技術開発の現況

三浦 重典

農研機構 中央農業総合研究センター

1. はじめに

我が国では消費者の安全志向や健康志向さらには環境保全に対する関心の高まりを背景に、有機農産物に対する需要は確実に増加している。しかし、消費者ニーズに対応した有機農産物の生産は十分に行われていないのが現状である。この理由の一つとして、日本のような温暖、多雨なアジアモンスーン気候条件下では病虫害や雑草害の発生リスクが高く、これらに対応した省力的で安定した有機栽培技術が確立していないことがあげられる。

そこで、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構（以下、「農研機構」という）では、有機農業の振興、拡大を技術的な側面から支援することを目標に、2008年度より有機栽培技術の総合的な開発研究をスタートさせた。また、2011年度から開始された農研機構の第3期中期目標期間（2011～2015年度）では、環境保全的で持続性の高い農業生産システムの構築に向けた技術開発の一環として、「有機農業の成立条件の科学的解明と栽培技術の体系化（有機農業体系プロジェクト）」に取り組んでいる。

2. 有機農業体系プロジェクトの研究内容

1) プロジェクトの目的・目標

本プロジェクトの目的は、これまで少数の先進的な有機栽培農家により実践されてきた技術を科学的に解明し、新たに有機栽培を行おうとする農業者に対して、理論と実践に裏付けられた栽培技術や作付体系を提示することにある。しかし、有機栽培には数多くの技術・体系があ

表1 農研機構における有機栽培研究課題（抜粋）

研究テーマ	主体となる研究所
<水田作関係>	
・ 水稻の有機栽培体系の開発	中央農研・東北農研
・ 米ぬか散布や深水管理が雑草の発生に及ぼす影響の解明	中央農研
・ ケイ酸施用によるいもち病やカメムシの防除技術の開発	東北農研
・ 大豆の有機栽培技術の開発	中央農研
<畑作園芸関係>	
・ サツマイモを基幹とした有機畑輪作体系の開発	九州沖縄農研
・ もみ殻くん炭覆土によるレタス健全苗育成技術の開発	野茶研
・ 生物的くん蒸を利用した野菜の土壌病害抑制技術の開発	近中農研
・ 有機リンゴ栽培における病虫害被害軽減効果の検証	果樹研（盛岡）

ることから、すべてを網羅することは不可能である。そこで、本プロジェクトでは、水田作および畑作（野菜作、果樹を含む）において、農業者が比較的取り入れやすい技術を中心にその作用機作、効果、適用条件等を解明する、現場で実践されている有機栽培体系を参考にし、栽培、土壌肥料、雑草、病害虫、農業経営などの技術者・研究者が一体となって組み立てた体系を試験圃場で実践し現地圃場にも展開する、ことにより有機栽培体系の有効性の検証とマニュアル化を図ることとした（表1）。

加えて、有機栽培面積や有機農産物の消費の拡大のためには、生産者の収益の確保と安価な有機農産物の提供が必要である。このため、本プロジェクトでは生産コスト面の目標として、生産物価格を慣行農法の2～3割程度に抑えた有機栽培体系の構築を掲げ、合理的な資材投入や作業体系の確立と作物収量の安定・向上を目指している。

2) 水田における有機栽培技術に関する研究

水田を対象とした有機栽培研究では、化学農薬や肥料を利用しない有機農業にとって地力の維持や雑草・病害虫防除、防除等に有効な体系である「田畑輪換」を基本に、水稻と有機生産物の需要が高い大豆を組み合わせた「水稻 - 大豆」を中心に有機輪作体系の構築を試みている（図1）。



図1 田畑輪換を活用した水田の有機輪作体系と研究課題（中央農研）

(1) 水稻の有機栽培技術

水稻の有機栽培では、「雑草対策」を課題としてあげる生産者が多い。そこで、高精度水田用除草機と米ぬか散布を組み合わせた雑草防除技術を核とした有機栽培体系の開発を進めてきた。高精度水田用除草機は、多目的田植機に装着する機械除草機であり、肥料ボックスから肥料散布用ホースを機械除草機上部に設置して機械除草と同時に米ぬか散布ができるよう改良して使用している（図2）。散布する米ぬかは無洗米施設から出る粒状のものを使用し、1作業あたりの米ぬか散布量は約50kg/10a（2回の除草作業で計100kg/10a）としている。



図2 高精度水田用除草機による除草作業（左）と除草ユニット（右）

農研機構中央農業総合研究センターでは、2008年から表2に示す方法により有機JAS法に準じた水稲（品種はコシヒカリ）の有機栽培を行い、水稲の生育、収量、雑草の発生状況等について慣行栽培と比較した。特に2011年からは、米ぬかを移植と同時に散布し、栽植密度を高める（株間21cm 18cm）ことで、雑草抑制効果の向上と穂数の確保を目指した。

高精度水田用除草機による雑草抑制効果は条間では極めて高く、株間では効果がやや劣った。しかし、水稲収穫期の雑草の乾物重は6年間の平均で20gm⁻²程度であり、米ぬかの散布時期等を変更した2011年以降は10gm⁻²以下で水稲の収量に影響しないレベルまで雑草は抑制されていると判断された。機械除草による水稲の欠株率は平均すると6%程度であった。

表2 水稲の有機栽培モデル体系と技術の導入目的（中央農研）

時期	作業	導入した技術・機械等	導入目的の概要
1～5月	耕起，整地	レーザーレベラー，ロータリー	圃場の均平化
5月上旬	播種，育苗	温湯種子消毒，プール育苗	病害防除，健苗育成
5月上旬～ 中旬	施肥，入水 代かき	有機質肥料施肥 2回代かき（5月中旬，移植1～2日前）	養分供給 雑草抑制
6月上旬頃	移植	中苗移植 ¹⁾ ，米ぬか散布 ²⁾ 移植後の湛水管理（水深5～10cm）	初期生育確保，雑草抑制 雑草抑制
6月中旬～ 下旬	除草	高精度水田用除草機，米ぬか散布 （移植日から約10日おきに2回）	雑草抑制
7月中旬～ 8月上旬	中干し 追肥	有機質肥料追肥 ²⁾	根への酸素供給ほか 養分供給
9月下旬	収穫	収穫後耕起（できるかぎり早く）	雑草種子の増加防止

注1) 移植時の株間は、2008～2010年が21cm，2011年以降は18cm

2) 移植時の米ぬか散布と有機質肥料追肥は2011年以降の試験で実施

有機栽培圃場と慣行栽培圃場の水稻の生育を比較すると、草丈はほぼ同等で葉色（SPAD 値）は有機栽培圃場でやや高かった。一方、最高分けつ期の茎数は慣行栽培圃場で多い傾向にあった。病害虫に関しては、葉いもち病や紋枯れ病がみられた年もあったが軽微であった。有機栽培圃場における水稻の玄米収量（坪刈りによる）は、6年間の平均で 497gm^{-2} となり慣行栽培比で 96%であった（図 3）。有機栽培圃場の減収要因としては、 m^2 当たり穂数が少ないことが最も影響していると推察された。

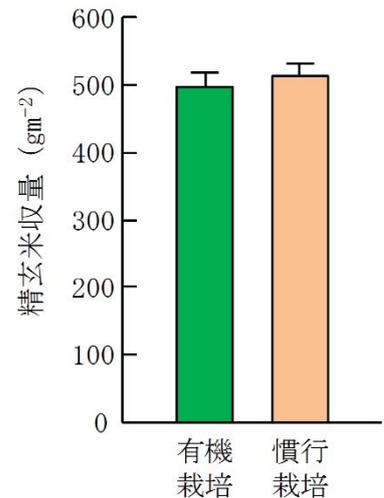


図 3 精玄米収量の比較
（2008～2013年平均）

日本の有機栽培では、雑草対策として米ぬかやくず大豆などの有機物を田植え後に散布する場合がある。米ぬか等の有機物の散布は、アゼナなど発芽に酸素を必要とする草種には有効であることがわかっている。しかし、コナギなど低酸素条件でも発芽する雑草には効果が低く、また土壌の種類により米ぬかの抑草効果が異なることが明らかになっている。米ぬかによる抑草のメカニズムは、土壌表層の強還元状態や有機酸の効果といわれているが、その詳細は現在研究中である。

(2) 大豆の有機栽培技術

我が国における大豆の JAS 有機の格付数量は約 1,000 トンと少なく、海外から多くの有機大豆が輸入されているのが現状である。そこで、有機栽培に適した大豆品種の特性解明、播種時期の検討など収量性を高めるための栽培管理技術の開発に取り組んでいる。これまでの研究から、晩生で小粒多莢の品種が有機栽培適性が高いこと（図 4）、慣行栽培よりやや遅めの播種が収量向上に有効なことが示されている。大豆の有機栽培では、病虫害や雑草害のリスクを低減させるため、暗渠の設置や畝立播種による湿害回避、ディスク式培土機による適期（早期）培土による雑草防除などの技術を積極的に取り入れている（図 5）。

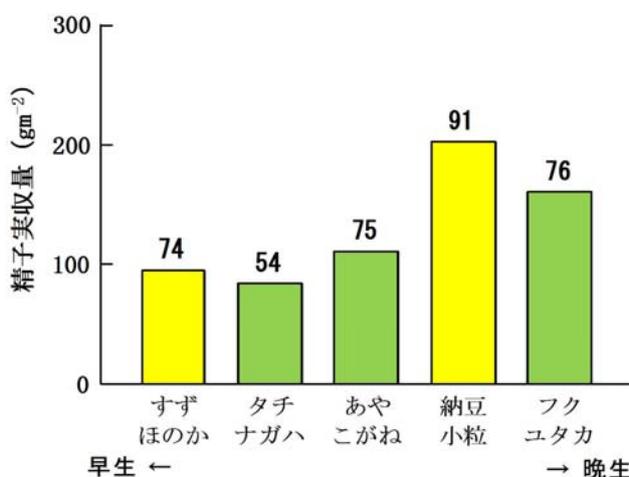


図 4 有機栽培した大豆の収量（2008～2010年）
注）図中の数字は対慣行栽培比



図 5 ディスク式中耕培土機による早期培土作業

3) 畑作・野菜作における有機栽培技術に関する研究

畑地において、畑作物や野菜などの有機栽培を持続的に行う場合、病害虫などに起因する連作障害の回避が重要な課題となる。そこで、本プロジェクトでは拮抗微生物やバイオフィューミゲーション(生物的くん蒸)等を活用した土壤病害の防除技術の開発と現地検証を試みている。また、レタスなど葉菜類の有機栽培に有効な技術として、もみがらくん炭の土壤表面覆土による健苗育成技術(図6)、UVカットフィルムの利用による菌核病抑制技術の開発にも取り組み、再現性のある技術として一定の成果を得ている。



図6 もみがらくん炭覆土によるレタス苗の生育促進効果

また、南九州地域では、基幹作物であるサツマイモを中心とした合理的かつ持続的な有機輪作体系の開発、実証を進めている。具体的には、うね連続栽培による低コスト線虫抑制技術、焼酎廃液濃縮液等の有機質資材による肥培管理技術、サツマイモ畦間エンバク間作による線虫・雑草抑制技術などを核とし、サツマイモ、ダイコン、緑肥作物による「有機根菜体系」(図7)の構築を目指している。本体系は2011年度から、現地農家での実証試験を開始しており、収量、品質とも良好な成績が得られている。



図7 バキュームカーによる焼酎廃液濃縮液の散布(左)とうね連続使用+エンバク間作を利用したサツマイモ栽培(右)(九州沖縄農研)

3. 今後の研究課題

農研機構における有機栽培に関する研究は緒についたばかりであるが、これまでの栽培技術や環境保全型農業技術に関する研究蓄積をベースに、有機栽培で利用可能な技術や機械の開発が進んでいる。また、有機栽培体系は、現地農家等と連携した実証試験をスタートさせることで、技術および農業経営の両面から有効性と問題点を評価している。一方、有機農業で実践されている技術の中には、再現性はあるものの作用メカニズムが不明なものや土壌・気象条件などにより効果が変動するものも多い。これらの技術については、小規模な圃場試験やポット試験などにより効果や変動要因を明らかにし、汎用性の高い技術・体系の開発につなげていく必要がある。

今後、有機栽培技術の効果や作用機作の解明には大学、公共の研究機関等、現地実証試験については農業者（団体）をはじめ農業改良普及センター、有機農業関係団体等と連携しつつ研究を進め、技術・体系の生産現場への普及を図っていく予定である。

参考資料

下記のマニュアル、リーフレットが農研機構のホームページに掲載されています。

- 1) 有機農業実践の手引き（中央農研：2013年5月）
- 2) ダイコン - サツマイモ畦連続使用栽培システム（九州沖縄農研：2013年3月）
- 3) 環境保全型農業のためのカバークロップ導入の手引き（中央農研：2013年3月）
- 4) 寒冷地水稲有機栽培の手引き（暫定版）（東北農研：2014年4月）

MEMO

MEMO

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。

2014年10月27日発行
有機農業研究者会議 2014 資料集
「有機農業研究者会議 2014」実行委員会事務局
〒390-1401 長野県松本市波田 5632-1
Tel/FAX : 0263-92-6622
Email : office@yuki-hajimeru.net

