

米国農業研究局における有機農業研究の紹介

農林水産省農林水産技術会議事務局 **原 田 久 富 美**
 中央農業総合研究センター **唐 澤 とし 敏 ひこ 彦**

はじめに

2006年12月に制定された「有機農業の推進に関する法律」において、国および地方公共団体は、有機農業技術の研究開発と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および情報の提供その他の必要な施策を講じること、などが定められており、これを踏まえ農林水産省は、2007年4月に「有機農業の推進に関する基本的な方針」を策定し、有機農業の推進に必要な研究課題を設定し、推進することとしている。

一方、海外の有機農業研究に目を向けると、米国は、有機農業が必ずしも最も効率的な食料生産方法でないことを認識しつつも、米国内での年率9～16%という急激な有機農産物への需要の伸び（図-1）と2010年までに食料市場の3%に成長する見通しを背景に、資源（税）の公平配分の原則に基づいて、畑作、畜産、野菜、水稲と多角的な有機農業研究に本格的に取り組み始めている。米国農務省（USDA）の研究機関である農業研究局（Agricultural Research Service, ARS）は、試験場内に有機認証圃場を設置しながら、23の研究拠点で有機農業研究を行っている。研究予算も2007年度にはARS全体予算の1.4%に相当する1,540百万ドル（17億円）に増額されるなど、米国の有機農業研究において最も大きな役割を担う機関となっている（ただし、ARSの研究予算には人件費や維持管理費なども含まれる）。

本報告では、米国の有機農業研究についてARSの関係者と面談して得た情報を紹介する。より詳細な内容は、「米国における有機農業研究の現状と動向調査」（<http://www.s.affrc.go.jp/docs/kankoubutu/foreign/no51.pdf>）をご覧ください。

I USDA-ARSにおける有機農業研究の概要

ARSでは、2007年度からの有機農業研究に関する全

Introduction of Organic Farming Research in Agricultural Research Service, U. S. A. By Hisatomi HARADA and Toshihiko KARASAWA

（キーワード：有機農業，海外，アメリカ，カバークロップ）

米的な研究プログラムの開始に先立ち、有機農業者、消費者、大学やUSDAの関係者、ARSの研究員等が参加するワークショップによりニーズ把握を行っており、研究サイドがニーズに応えるために考慮すべき課題は、おおむね以下のとおりである。

- ・有機農産物の品質，安全性評価
- ・収益性を高める有機農産物生産システム開発
- ・生物学的手法を中心とした作物保護技術の開発
- ・有機農業における土壌の健全性，生産の持続性，環境影響評価
- ・有機農業で活用できる遺伝資源利用の推進

有機農業研究における研究資源は、作物の生産性確保、病虫害管理に多く配分され、食品の安全性、農畜産物の品質、動物の健康に関する研究も取り組まれている（図-2）。また、対象作物、栽培条件、圃場条件等の多様性に対応するために、USDA-ARSが米国内に設置している約100の研究拠点のうちの23箇所、USDA-ARSの2,000人の研究員のうちの100人以上が、有機農業研究に従事している。ARSでは、有機農業以外にも多くの低投入持続型農業の研究を行っており、ARSの全研究プログラムのうち、4割以上がIPM、雑草管理、土壌管理等の低投入持続型農業に関係する研究である。

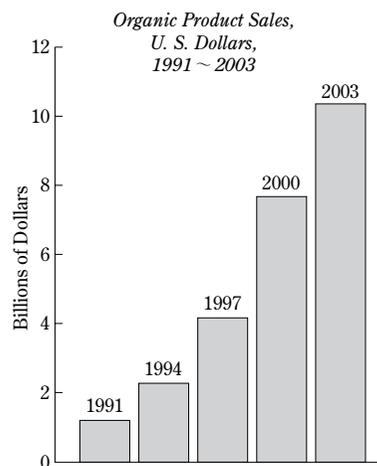


図-1 米国における有機農産物の販売額の推移 (THILMANY, D., 2006)

<http://dare.colostate.edu/pubs/amr06-01.pdf>

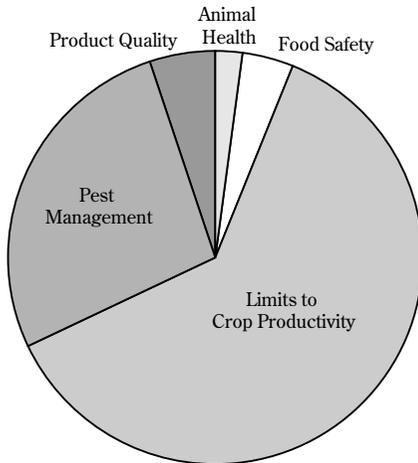


図-2 ARSの有機農業研究における研究資源配分
STEINER, J. (<http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Program/216/SteinerNAREEEOrganic.pdf>).

現在、ARSで取り組まれている有機農業研究の展開方向を整理すると、①慣行から有機農業への移行をスムーズに行うこと、特に、有機認証を受けるまでの間(米国の場合、有機農業への転換期間は3年間)に収量水準が下がりやすいことや農産物が高く売れない期間をどのように克服するか、②化学肥料を使わない条件下における作物の養分吸収を改善するために、共生微生物である菌根菌の利用、無化学肥料で生育する品種の選抜、有機物として施用された窒素を認識するプロモーターの同定等、③生物学的な雑草、病害、虫害の制御手法、④小型反芻動物の寄生生物を生物学的に制御する手法、⑤有機農業が環境に与える影響の評価、などである。

さらに、ARSにおける有機農産物の栄養的価値、安全性、識別手法等に関する研究成果として、①生産国、品種、有機認証に関係なく採取した約15,000点(うち約10,000点が果物・野菜)を対象とした農薬モニタリング調査において、34%では農薬が検出されず、30%で1種類、36%で2種類以上が農薬が検出され、0.2%からは基準値を超える農薬が検出されたこと、②ナスの抗酸化性フェノール類濃度は、有機栽培で高くなる品種と、慣行栽培で高くなる品種があり、個体間差も大きく有機栽培の効果が明瞭ではないこと、③有機農産物を食べている間、農薬の分解産物であるMDAの尿中濃度が低下すること(<http://www.ehponline.org/members/2005/8418/8418.pdf>)、などが紹介された。また、有機農産物が、慣行農産物に比べ栄養面などの品質や安全性で優れるとする報告は、米国内外を含めても非常に限られてい

る、と紹介された。

II USDA-ARSにおける具体的な研究動向について

1 ベルツビル農業研究センター(メリーランド州ベルツビル)

有機農業に関する研究を実施しているTEASDALE博士らの持続型農業システム研究グループでは、有機認証を受けた試験圃場において、畑作物(トウモロコシ、ダイズ、コムギ)と野菜(トマトなど)を対象に、カバークロップの利用、耕起法や輪作の改善に取り組んでいた。

畑作物では、持続的な有機農業生産のため、有機圃場と慣行圃場において、作物収量、環境影響、土壌の生物性等を長期的視点で比較・評価しており、これまでに、①トウモロコシは有機栽培により減収し、その主要因が窒素不足であること、②ダイズも有機栽培により減収するものの、その主要因は雑草の発生であること、③コムギは有機栽培でも減収しない、などの結果を得ている(TEASDALE et al., 2007)。このほか、カバークロップの栽培期間を短縮するために開花期が早いヘアーベッチ品種の開発も行われていた。

野菜では、完全な有機栽培とはいえないものの、カバークロップマルチを使った野菜栽培マニュアルが既に発表されており、現在も、野菜の有機栽培に資する研究プロジェクトが進められている。例えば、①ヘアーベッチによるマルチ区ではトマトの老化と罹病が遅れることが確認され、老化遅延と関係のある酵素(グルタミン合成酵素、Rubisco等)と生体防御タンパク質(キチナーゼ、オスモチン等)の遺伝子発現が、マルチ区のトマトで高く維持されていたこと(MURMAR et al., 2004)、②カバークロップのアレロパシーやファイトアレキシン効果を解明する研究(ライムギに含まれるベンゾキサジン類、ダイコンに含まれるグルコシノレート等の線虫抑制効果)、③カバークロップや土壌の物理性が土壌微生物相(主に細菌相)に与える影響など、である。

有機農業への転換初期は作物の収量が低くなり、一定収量が得られるまで数年を要すると言われているようであるが、トマト、スイートコーンでは、転換初期の収量低下は認められないこと(MARTINI et al., 2004)、また、慣行栽培から有機栽培へ転換時において、土壌微生物性(バイオログ法)の変遷と収量の変動を結びつけることは困難と考えられた。ほかにも、病害抑制のための微生物資材などの開発(臭化メチル代替の視点)も進められている。ベルツビルが位置する比較的冷涼な気候条件の北部大西洋岸地区では、畑作物の有機栽培のためには、

適切な養分の供給と雑草抑制が重要と認識されていた。野菜については、病害虫管理についても多くの研究が行われていた。

2 国立ピーナッツ研究所 (アトランタ州ドーソン)

2004年より、ピーナッツと綿花の交互作について、有機と慣行、灌水の有無、耕起法を変えた場合の収量水準や生産コストを検討している。有機栽培では簡易耕を行うと、ピーナッツの生育初期から雑草の発生が著しく、収量が低下し、さらには手取り除草のコストが発生し、生産コストが高くなることがわかった。綿花でも同様の結果が得られており、この地域の有機ピーナッツ・綿花栽培では、初期の雑草発生を抑制することの重要性が確認された。また、これらの結果をもとに、ピーナッツ研究所で開発された「FarmSuite」という収益や生産コストの計算ソフトを用いると、例えば、慣行ピーナッツの取引価格が355ドルの場合、有機ピーナッツの取引価格が580ドル（灌水なしの場合）を超えると有機転換したほうが有利である、などの試算が得られ、農家が有機に転換するかどうかの意志決定を助けている。

3 ARS ティフトン拠点 (アトランタ州ティフトン)

ティフトン拠点の作物保護・管理研究ユニットでは、効果的、経済的で環境に優しく持続可能な線虫・雑草・害虫の管理手法や、農薬が環境や人の健康に与える影響を低減するための研究を行っている。ティフトン拠点においても、有機農業の推進には雑草対策が最大の課題であり、カバークロップの種類、耕起法や畝間除草に使うカルチなどによる機械除草等、栽培条件の検討が行われている。虫害については、フェロモントラップによる害虫密度の低減やバンカークロップ利用による天敵密度の増加、さらに日本では認証されていないカオリンの利用

が検討されており、病害抑制については、作物遺伝学・育種研究ユニットの研究者とともに耐病性育種に取り組んでいる。また、米国南東部で有機農業に適した作物として、パールミレットが検討されていた。これは、パールミレットが、南東部の砂質で酸性な土壌にも適応でき、窒素要求量が少なく、線虫に対する抵抗性を持ち、栽培期間が短いためである。

4 サリナス農業研究所 (カリフォルニア州サナリス)

サリナス農業研究所作物改良・保護研究ユニットのBRENNAN博士によると、この地域では経営規模により有機農業への取り組みに違いがあり(表-1)、典型的な小規模有機農家は約10ha程度の農地を自らが耕作し、地元での直売や消費者-生産者連携(Community Supported Agriculture, CSA)、レストランなどを販売先とするが、大規模の有機栽培農家では200ha以上の農地を移民などの安い労働力で耕作し、全米あるいは外国に卸売りしている。100ha程度の農地で栽培する中規模の有機栽培農家は、有機認証を取り、直売のほか、地方レベルでの卸売りをを行っている。栽培作物種は、規模が大きくなると少なくなる傾向にあり、大規模経営では、慣行農業と組み合わせることが多い。サリナスでは、中規模の有機農業経営をターゲットとして、研究を進めている。

この地域の輪作体系の一例として、春から夏にかけてレタスを栽培し、夏から秋にかけてブロッコリー(あるいは、ホウレンソウ)を栽培する体系があげられる。そこで、圃場が裸地になることが多い冬期間にカバークロップを栽培し、雑草の抑制と養分の供給を行うことを目的とした試験が行われている(BRENNAN et al., 2005 ;

表-1 太平洋沿岸中部における有機農業の多様性

	小規模	中規模	大規模
圃場サイズ	10 ha	100 ha	200 ha 以上
マーケティング	直売, 消費者-生産者連携 (CSA), レストラン (ローカル)	農家による直売, 卸売り (地方)	卸売り, 契約栽培 (全米, 国際)
栽培作物の種類	20 ~ 50	20 ~ 50	5 ~ 10
農業者自らが耕作するか	耕作する	耕作する場合もある	耕作しない
借地料	11 万円/ha \$400/エーカー	11 ~ 22 万円/ha \$400 ~ 800/エーカー	28 ~ 83 万円/ha \$1,000 ~ 3,000/エーカー
農場に住んでいるか	居住する人が多い	居住することもある	居住しない
有機認証をとっているか	取らない人が多い	取る	取る
生産方式	有機のみ	有機のみ	有機と慣行
従事する人数	1 ~ 2	1 ~ 2	多数

Dr. BRENNAN 提供資料から。

Boyd et al., 2006)。カバークロップの種類（裸地、ライムギ、ライムギとマメ科の混植、マスタード）と播種密度、たい肥施用の有無を変えて栽培し、後作レタスの収量が調べられている。カバークロップなしの場合、レタスの収量は低く、たい肥を施用しても収量の改善はわずかであるが、カバークロップ導入による増収効果は高くなる。また、十分な雑草抑制を得るためには、ライムギとマメ科の混植では3倍の播種密度が必要であるが、一方、ライムギ、マスタードでは、通常の播種密度で十分である。ただし、ライムギ単播では後作レタスの窒素供給が不十分になる可能性が認められたが、ライムギとマメ科の混植では、後作レタスへの窒素供給が多くなる。以上の結果から、ライムギとマメ科の混植（3倍量播種）、ライムギ（標準量、3倍量播種）、マスタード（標準量、3倍量播種）、ライムギとマメ科の混植（標準量播種）の順にカバークロップの効果が高いと考え、有機栽培農家に情報を伝えている。

また、雑草抑制のため、灌漑方法の改善（作物の根元にしか灌漑しないドリップ灌漑など）、機械除草、緑肥のすき込みに使う機械の適性なども検討されている。虫害については、フラワーストリップと呼ばれるバンカークロップの利用や網などの使用が検討されているが、こ

の地域は全般に冷涼で大きな被害は受けにくいという。病害については、適正な輪作、灌水方法、品種の選定等が勧められている。

おわりに

米国ARSの100研究拠点のうち20拠点以上で有機農業研究が実施され、冷涼地では養分供給、温暖地では病害虫が主要な研究要素となっているとともに、いずれの地域でも、雑草管理は重要な研究要素となっているなどの特徴が認められた。我が国においては、多湿な気候条件、水田農業、有機質資源等に対応した日本型の有機農業スタイルを追求する研究が必要と考えられるが、雑草、養分、病害虫管理のキーテクとしてのカバークロップ利用や、試験研究機関が所内に有機認証圃場を設置しながら研究開発を進めていることなど、米国の取り組みは今後の我が国の有機農業研究に大変、有益と思われる。

引用文献

- 1) BOYD, N. S. et al. (2006): Weed Tech. 20: 1052 ~ 1057.
- 2) BRENNAN, E. B. et al. (2005): ibid. 19: 1017 ~ 1024.
- 3) MARTINI, E. A. et al. (2004): Field Crop Res. 86: 255 ~ 266.
- 4) MUMAR, V. et al. (2004): PNAS 101: 10535 ~ 10540.
- 5) TEASDALE, J. R. et al. (2007): Agron. J. 99: 1297 ~ 1305.

好評発売中

農薬取締法令・関連通達集

(社)日本植物防疫協会編 B5判 261ページ
価格：1,050円(税込) 送料340円



<掲載内容>

農林水産省・環境省・厚生労働省関連の農薬に関する政令、省令、告示、関連通知、その他省令を網羅

- ・農薬取締法と関連の政・省令を見やすく2列に表示
- ・農薬関連の告示を取締法に関連付けてレイアウト
- ・関連する通知文およびその他関連法令（抄）も掲載

農業関係者必携の1冊です。