

## 精密農業が米国生産者の効率を改善

米国の農場では1900年代初頭にトラクターが馬の牽引する農機具に取って代わり、農作物の生産性は一挙に跳ね上がりました。農業技術はその後も進化し続け、効率を向上させ、収量を増加させ、生産量拡大と利益追求の推進力となりました。21世紀に入ると、精密農業機器の開発の進歩も、こうした拡大傾向をさらに進めています。

米国農務省（USDA）は、精密農業を「収益性の最適化、持続可能性および環境保護を目的として、圃場内のばらつきを特定、分析、管理するために用いる、情報・技術に基づいた農業管理システム」と定義しています。基本的に、精密農業では、生産者は圃場全体の栄養、農薬散布、耕起作業、灌漑などの投入をニーズに基づき個別に決定することができます。精密農業は、生産コストを削減しエネルギーを節約するだけでなく、土壌侵食や環境汚染を低減し、栄養流出を少なくして用水の質を向上させます。

最新の精密農業機器にはGPS技術が必須です。こうした技術は詳細な情報獲得のためのマッピングプログラムや、ハンズフリーでの操作を可能にし、トラクター、噴霧装置などの機器を誘導する自動操縦、播種装置と農薬散布装置の両方に用いられる可変作業技術（VRT）を支える基礎となっています。こうした新しい機器の中から、生産者は自らの農場に最も適しているのが何であるかを検討し、生産目的に見合ったものを選択しているのです。



自らの農場でトラクターに搭載された精密農業システムのデモンストレーションを行う生産者

ノースダコタ州の生産者でありビジネスマンでもあるニール・バーンホフト氏は自動操縦には多くの利点があると考えています。


「状況は大きく様変わりしました。自動操縦によって操縦者の疲労は軽減し、精度は向上し、他の重要なエリアにもっと集中できるようになります。実際のところ、この技術のお蔭で生産者はより多くの時間を他のことにつぎ込むことができるようになるのです」と述べています。


2 ページに続く

### U.S. Grains Council

Email: [grains@grains.org](mailto:grains@grains.org)  
[www.grains.org](http://www.grains.org)

 @usgc

 /usgrainscouncil

 /usgrainscouncil

### U.S. Headquarters

20 F Street NW  
Suite 600  
Washington, DC 20001  
202.789.0789 TEL  
202.898.0522 FAX

アメリカ穀物協会  
日本事務所  
〒105-0001  
東京都港区虎ノ門1-2-20  
第3虎の門電気ビル11階  
TEL: 03-6206-1041  
FAX: 03-6205-4960

Developing  
Markets.

Enabling  
Trade.

Improving  
Lives.

USDAの最新データによれば、2011年の米国ソルガム作付面積の52パーセント、2010年の米国トウモロコシ作付面積の45パーセント、2011年の米国大麦作付面積の43パーセントで自動操縦が用いられています。

基本的に土壌の種類や化学的性質、土地の起伏、肥沃度、生産性といった点で圃場はそれぞれ異なります。播種装置や農薬散布装置といったような装置にVRTを用いることにより、生産者はそれぞれの圃場全域の投入ニーズを正確に特定することができ、種子や肥料、作物保護剤の使用を最適化することができます。こうした技術を使用することで、投入量を削減し、環境負荷を低減し、全体的な効率を向上させることができます。

タイムリーで正確な情報は、米国生産者にとって最も貴重な判断材料となります。収量モニターやマッピングのアプリケーションは情報を収集し解釈する能力を備え、圃場内の良好な場所と脆弱な場所を生産者に教えてくれます。収量マップ、航空画像そしてVRT戦略を組み合わせることで、生産者は圃場管理計画を策定するための情報を得ることができます。

「農業分野でデータは巨大な力を持っています。十分な情報を得た上で意思決定を行うためには、正確なデータ収集が鍵となります」とバーンホフト氏は述べています。

バーンホフト氏は、精密農業技術は今後生産者が各自の作業をより一層カスタマイズするのに役立つと信じています。

「生産者は今後もこうしたツールを使用して、各自の圃場の情報を取り込み、検討し、圃場全体を一つとした戦略ではなく、圃場内の1エーカーごとに適した戦略を策定していくことになるでしょう」と彼は述べています。■

## 米国農場の視界を広げるドローン

一般にドローンとして知られている無人航空機(UAV)が作物の健康状態を監視するための有益なツールとして精密農業に進出してきました。この技術は日本など世界のある地域では農業でよく用いられていますが、米国の農場で用いられるようになったのは比較的最近になってからのことです。

生産者はドローンを用いて効率的に農場を探索し、画像を収集し、送り返されてくるデータを分析・フォローアップすることができます。農業経済学者は昔から農場を歩いて見回り、問題を見つけ出すための探索を行ってきました。それは時間のかかる作業で、見落とし箇所がでることもあります。ところがドローンを使用することで、短時間でより広範囲の様子を確認し、収集できる情報の正確性も向上します。

UAVの提唱者であり、AgTechTalk.comのオーナーでもあるパイロットのチャド・コルビー氏は、ドローンが生産者の投入量の管理方法に大変革をもたらし、その結果収量も向上するだろうと次のように述べています。



無人航空機(UAV)、すなわちドローンは分析のための作物データや画像を取り込む。

## 米国農場で用いられるテクノロジー

面積の大小を問わず、米国の200万の農場で生産量を引き上げるために数多くの種類のテクノロジーが利用されています。コンピュータやインターネットは米国農場の約71パーセント(2013年報告)で使用されていますが、生産者は効率を上げ、労力を最小限に引き下げ、持続可能性を強化するために、他にも様々なテクノロジーを組み合わせて使用していません。

テクノロジーは保全耕起または不耕起といった生産作業に活かされ、労働力の削減、農薬・肥料やエネルギーの節約、水質改善、野生動物の生息環境の創造に寄与します。米国農務省(USDA)の2012年農業センサスの推定では、474,000件の農場の約1億7,300万エーカーの土地に不耕起または保全耕起が採用されています。

USDAの報告によれば、2010年、トウモロコシでは面積の72パーセントで、2011年、ソルガムでは作付面積の62パーセントで、大麦では60パーセントで可変作業技術、収量モニター、GPSといった精密農法が用いられています。

他にも、USDA経済調査局(USDA-ERS)の報告によれば、除草剤抵抗性作物を生産する農場では、農地1エーカー当たりの労働時間を大幅に短縮することができます。更に詳しい数字は以下をご覧ください。

<http://www.ers.usda.gov/data-products/arms-farm-financial-and-crop-production-practices/> ■

3 ページに続く



「ドローンはリアルタイムに情報を提供してくれます。それがこの技術を利用する生産者にとっては大きなメリットです。生産者が情報を入手する時期が早ければ早いほど、作物の管理について重要な意思決定を素早く下すことができるのです」

ドローンが一旦圃場の上を飛ばせば、植物のストレス、病害、栄養不足、雑草あるいは害虫の発生等の兆候を探索し、圃場の映像や静止画像を取り込みます。ドローンが圃場の上を飛行中であっても、収集された画像は管理者のタブレットコンピュータ上で見ることができます。ドローンを利用することで、生産者はより完全に適切なデータを収集することができ、投入コストや人件費を削減し、さらに詳細に作物の健康状態を監視することができます。

ドローン技術が進化し続けるに従って、ドローンは生産者にとって購入しやすいものになっていきます。現在ドローンの基本価格は1,200ドル程度ですが、型式や性能によって高額になります。費用を追加すれば最新画像ソフトやデータ分析ツールなどを装備できます。

農業分野での使用という点で、ドローンは将来有望であると思われます。「この技術はまさしく週単位で進歩しています。ドローンの発展と使用によって米国の農場が今後どのように行くのかこの目でみるのを楽しみにしています」とコルビー氏は述べています。■

4 ページに続く

## 現代の穀物生産者のためのテクノロジー

米国の穀物生産者には、資源を保全し、高品質作物を栽培するための数多くの技術的な選択肢がある。

技術の進歩により、米国の生産者は1950年より少ない資材投入で、262%増の食糧を生産すること可能になりました。<sup>1</sup>



### マッピング技術

精密農業の基礎はマッピング技術にあり、これを画像やデータと組み合わせることで特定の分析に用いる。



### 可変作業技術 (VRT)

種子、肥料、農薬を的確に散布することで資源を保全する。



### GPS<sup>2</sup> は正確な位置の特定手段を提供する。

使用率は以下のとおり。

- ・ トウモロコシ作付面積の 22%
- ・ 大麦作付面積の 9%
- ・ ソルガム作付面積の 7%



### 自動操縦<sup>2</sup> はマッピングシステムと連携して機器を誘導する。使用率は以下のとおり

- ・ ソルガム作付面積の 52%
- ・ トウモロコシ作付面積の 45%
- ・ 大麦作付面積の 43%



### 収量モニター<sup>2</sup> は圃場内のばらつきや水分レベルを特定する。使用率は以下のとおり。

- ・ トウモロコシ作付面積の 61%
- ・ 大麦作付面積の 40%
- ・ ソルガム作付面積の 34%



### ドローン

マッピング技術と組み合わせて上空からの画像を提供し、作物と土壌の状態を評価する。



### ソフトウェア

極めて正確な意思決定を行うためのデータ管理を可能にする。



### 植物の改良

従来の品種改良の発展により、高収率、高品質、乾燥耐性、除草剤抵抗性といった望ましい特性を備えた作物が生みだされている。トウモロコシやその他の遺伝子組み換え作物は、バイオテクノロジーによってより一層充実してきた。

- ・ 乾燥や低温への耐性を持たせるための品種改良
- ・ 不適切な発芽条件から種子を保護するための新しい製品
- ・ 除草剤耐性のある作物により、土壌侵食が9億700万トン減少<sup>3</sup>
- ・ 農業バイオテクノロジーの貢献により、米国作物収穫量は140億ポンド(600万トン)増加
- ・ バイオテクノロジーの貢献により米国の生産者が用いる農薬の量が37%減少<sup>1</sup>

<sup>1</sup> アメリカファームビューロー連合

<sup>2</sup> 米国農務省経済調査局 (USDA-ERS) 2010年トウモロコシ、2011年ソルガムおよび大麦

<sup>3</sup> 全米トウモロコシ生産者協会



## ソルガム種子技術の目標は耐性

ソルガムは世界中の様々な環境下・生育条件下で栽培されています。こうしたソルガムの高度な多様性により、広範な遺伝学的基盤が構築され、研究者は目的の品種を短時間で効果的に開発することができるようになります。

「ソルガム種の中で特定品種の DNA マーカーを探ことができ、それを品種改良や種子開発に活用することができるので、他の植物種から DNA マーカーを借りてくる必要がなくなります」と話すのは、テキサス州ラボックに所在する米国農務省農業研究局 (USDA-ARS) のソルガム遺伝学者チャド・ヘイズ氏です。

ソルガム種の中で見出した遺伝的性質を利用できるということは、目的とする遺伝的改良が可能なだけでなく、遺伝子組み換え作物 (GMO) に付随するプロセスを経ずに作物を市場に出すことができるということです。

「米国生産者が丈夫で高収量の作物を栽培できるよう、ソルガム業界を挙げてテクノロジーの開発に取り組むことにより、世界中のバイヤーから求められる高品質の穀物が生産されるのです」 - ソルガム遺伝学者チャド・ヘイズ氏

現在、USDA のソルガム研究では、乾燥・低温耐性を備えた品種に重きが置かれています。本市場年度のソルガム需要は作付面積の増加をもたらし、これまで多くを生産してこなかった米国でも複数の地域でソルガムが栽培されるようになりました。

「我々は乾燥地で乾燥耐性に寄与する DNA マーカーを特定する研究や、北部地域のために低温条件下で発芽するソルガム種子の能力について研究を行っています」とヘイズ氏は述べています。

乾燥耐性や低温耐性を備えた新しいソルガムを開発するプロセスは他の作物に適用されるプロセスと同じです。

「我々はごく最近まで、得られた知識をソルガム種子に適用することに重きを置いていませんでした。というのも種子会社、そしてある程度までは生産者も投資回収率といった点でそうした技術に将来性があるとは思っていなかったからです」とヘイズ氏は言います。

ところが、米国ソルガム業界の懸命な取り組みとソルガム需要の増加が結び付き、焦点がソルガムに移り、USDA や大学研究者に対してソルガム改良のための支援が提供されるようになってきました。

この他、遺伝的特性を選択する時には耐病性についての見当も重要です。注目されるのは、穀粒の最終的な品質や量に影響を及ぼすことなく、生育期と収穫期を通じて病害を誘起するような状況に対して耐性を持つ種子品種です。

「我々はソルガム需要が増大しているのを知っています」と彼は言います。「米国生産者が丈夫で高収量の作物を栽培できるよう、ソルガム業界を挙げてテクノロジーの開発に取り組むことにより、世界中のバイヤーから求められる高品質の穀物が生産されるのです」 ■



特定の遺伝的特性を持つように開発されたソルガムの試験区画で検査を行う生産者。

写真提供：United Sorghum Checkoff Program.

## ニーズに合わせた特性でトウモロコシを改良する

[5 ページに続く](#)

米国のトウモロコシ生産者が農薬や肥料の使用を控えつつ、安全で品質に優れた高収量作物を様々な生育条件下で栽培する上で、バイオテクノロジーは必須のツールです。ただし、袋詰めして販売されるトウモロコシ種子の遺伝的品質や多様性、特異性は、栽培しようとする場所の環境や土壌に適合する生殖細胞質を開発するために従来から行われてきた品種改良によって生まれてくるものです。

全米トウモロコシ生産者協会 (NCGA)によれば、トウモロコシの改良の取り組みには、依然として従来の品種改良法も用いられ、進展を続けるバイオテクノロジーと組み合わせて利用することによって、作物収量に著しい利益をもたらしているとのこと。

「現在の袋詰めされたトウモロコシ種子は、収量の潜在力という観点からそれぞれの地域の独自性が高くなっており、わずか 10 年あるいは 15 年前のものと比較しても、より効率のよいものになっています」と NCGA のバイオテクノロジー・経済分析担当ディレクターであるネーサン・フィールズ氏は述べています。

「バイオテクノロジーは進化を続け、米国の生産者はそれぞれの農場で持続可能性や生産コストの削減を促進するために今後もそれを取り入れていくでしょう。結果として得られる作物は健康で、国内市場、国外市場どちらにとっても安全なものです」

**生殖細胞質 (ジャームプラズム)** とは新たな植物が発生する元になる生物組織である。生殖細胞質は種子であることもあれば、葉、茎、花粉等、植物の他の部分であることもある。

**バイオテクノロジー (遺伝子組み換え)** とは一つまたは複数の遺伝子を一つの植物種から別の植物種の生殖細胞質に移し、トウモロコシであれば害虫耐性といったような新たな特性を導入するプロセスのことである。

今日、生産者はハイブリッド遺伝子と、害虫から植物体を保護するバイオ特性の利点を組み合わせたトウモロコシ品種を選択することができます。その結果、保管中の穀物にアフラトキシンやマイコトキシンが侵入する主要経路である虫害が低減するので、この保護効果は穀物の品質にまで及ぶのです。

雑草と闘う生産者は除草剤抵抗特性も選択することができ、その結果圃場がきれいになり、異物の少ない作物を収穫することができるようになります。米国農務省 (USDA) の報告によれば、こうした特性のある種子により生産者はこれまで数回行っていた除草剤の散布を 1 回に減らすことができるとのことです。

「様々な雑草に効果のある広範な保護策や雑草を抑えるために必要な除草剤を提供できるよう、この分野での研究も進んでいます」とフィールズ氏は話します。

この他、個々の生育環境において種子を最適な状態にするための生産者の手段として種子処理があります。これは作付前の種子にコーティング剤をスプレーするものです。そうすることで、栄養成分や農薬が特殊な状態で定着し、トウモロコシの種子を保護して発芽を促します。

「こうした処理をすることで、最適とは言えない気象条件下でもトウモロコシを作付することができます。種子を極端な低温や水分から保護し、条件が最適となったときに発芽するようにできるのです」とフィールズ氏は言います。

種子処理を行なうことで、生産者は作付スケジュールにこれまで以上の柔軟性を持たせることができるようになります。通常の場合米国の生産者はそれぞれの栽培地域の環境に合った処理剤を購入します。

次世代のトウモロコシ技術には土壌の健全性や環境、栄養摂取が取り入れられています。その中のひとつは生育調節剤です。これは、栄養成分ではなく有機化合物で、発芽から収穫に至るまでの植物体の成長速度を調整するものです。これとは別の種類のものに土壌接種剤があり、これには栄養成分の供給または利用性を高めることで植物の生育を促進させるバクテリアあるいは菌などの微生物が含まれています。こうした技術に対する理解が深まり、その効果の評価も進んでいます。

「植物体をより健康にするためのこうした生物製剤、そしてシステムに対する投資や取り組みが前進する時期にきています」とフィールズ氏は述べています。

詳しい情報は [www.grains.org/key-issues/biotechnology](http://www.grains.org/key-issues/biotechnology) または [www.ncga.com/topics/biotechnology](http://www.ncga.com/topics/biotechnology) でご覧になれます。

