

# 航空画像による精密農業の支援

ジェームズ・キャロル

NDVIとRGBの画像データに農業分析ソフトウェアを組み合わせることにより、種子と肥料の可変量散布に関する処方箋を作成する。

トウモロコシや大豆の種子を扱う独立企業である米ピーターソン・ファームズ・シード社 (Peterson Farms Seed) は毎年、種子と肥料の革新的な散布方法を研究し、試験している。土壌の成分や植物の生育状態といった農地条件をモニタリングして、季節ごとに投入量を判断する必要がある。これを行うための1つの方法は、衛星画像を利用することだが、マルチスペクトルイメージングやドローンなどの新しい技術を利用すれば、はるかに高速に、また、より正確にそれを行うことができる。

トウモロコシや大豆の種子を地元の農地に供給する同社は、種子と肥料の投入量を判断する必要がある。可変量散布として知られるプロセスでは、過去の収穫量、土壌状態、標高、衛星またはドローン画像に基づいて、農地の特定区域に対する種子などの原料の最適量を割り出すことが行われる。例えば、あるトウモロコシ畑 (図1) において、従来の播種量が1エーカーあたり3万4000個である場合に、過去の収穫量が高い区域の散布量を増やし、低い区域の散布量を減らすように、播種量を調整することは理にかなっていると、ピーターソン・ファームズ・シード社の精密システムスペシャリストであるノーラン・バーグ氏 (Nolan Berg) は言う。

ピーターソン・ファームズ・シード社は、高い収穫量を維持しつつ原料コストを抑えるために、栽培期間中の可変量施肥も活用している。

「トウモロコシは栽培期間終盤により多くの窒素を吸収するため、すべての窒素を最初に投入すると、雨や熱などの環境的要因によってその窒素が失われるリスクが生じる。最初に投入する窒素の割合を減らして、後で土壌やトウモロコシの状態を再評価して、可変量散布を追加する形で適用すれば、そのリスクを緩和することができる」とバーグ氏は述べた。

可変量散布の計画は、可変量処方箋として知られている (図2)。バーグ氏によると、衛星画像は、可変量散布とその処方箋に関する情報を得るうえで役立つという。

「衛星画像は可変量散布に有効だが、衛星画像は多くても週に1回、通常は2~3週間に1回しか得られない。即時の判断には、その時点での最新の衛星画像が必要だが、画像は少し前のもので農地の現在の状況を正確に表していない可能性がある」と同氏は述べた。

ドローンに基づくイメージング技術を利用することにより、同社は現在、インチ単位の精度で農地の処方箋と散布量を変更する能力を保有すると、バーグ氏は説明した。

「農地ごとにそれぞれ異なるため、種子や窒素などの投入量を必要に応じて再配分している。農地内の一部の区域は毎年状態が悪く、そのような区域に多くの種子や肥料をまいてもしかなかった。お金の無駄になるので、その区域の散布量は減らし、状態の良い区域の散布量を増やせば、収穫量が増加



図1 DJI社のクワッドコプター型ドローンは、ピーターソン・ファームズ・シード社のトウモロコシ畑の航空画像を撮影する。

する可能性がある」と同氏は述べた。

同社はこのプロジェクトに際し、米ソニー・エレクトロニクス・プロフェッショナル・ソリューションズ・オブ・アメリカ社 (Sony Electronics Professional Solutions of America) の植生分析プラットフォームを選択した。このプラットフォームには、マルチスペクトルカメラが搭載されており、「Fast Field Analyzer」(FFA) というオフラインソフトウェアが付属している。

中国DJI社のクワッドコプター型ドローン「Phantom 4」に搭載されたソニーのシステムを使用して、対象農地をカバーする飛行プランが作成された。プランがひとたび設定されると、ドローンは自動で離陸し、農地の画像撮影を開始する。着陸時にカメラからSDカードが取り出され、処理用のノートパソコンに挿入される。このシステムにより、農地にインターネット接続がなくても、飛行後数分以内にマップを作成することができる。

ソニーのFFAソフトウェアによって作成されたマップは、エクスポートされて米アグリーダー社 (Ag Leader)

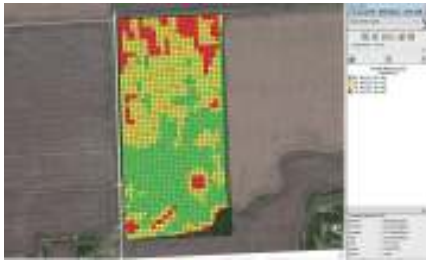


図2 ドローンのRGBカメラとマルチスペクトルカメラによって収集されたデータは、種子と肥料の散布に関する可変量処方箋の作成に役立つ。

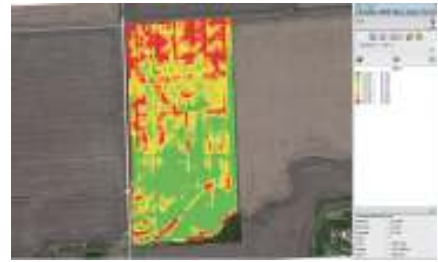


図3 NDVIマップは、可変量処方箋の作成に役立つ画像とデータを提供する。

の農業ソフトウェア「SMS」に入力される。入力データは、カラーのドローンデータにデータ入力レイヤーが付加されたもので、データ入力レイヤーには、土壌タイプ、土壌テスト番号、正規化差植生指数 (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) マップ (図3)、及び複数年分の収穫量マップが含まれる。このデータをソフトウェアで処理し、平均化することで、可変量処方箋管理ゾーンが生成される。

最近の例では、このドローンがある日、複数の農地の上を飛行すると、その翌日の午後までには、バーグ氏が両方のソフトウェアパッケージを使用してNDVIマップを処理し、その翌日に散布する肥料の可変量マップを作成した。マップの赤色部分は、トウモロコシが水没してしまっているため肥料を散布しない区域を示している。マップの南のほうの水はけの良い区域には、収穫量を高めるためにより多くの肥料を散布した。

「農地で使用する原料の量は、通常は同じだが、収穫量が低かったりゼロであったりする区域で種子や窒素などを無駄にする代わりに、より多くの肥料を状態の良い区域に散布すれば、収穫量を高めることができる」(バーグ氏)。

使用したセンサ装置「MSZ-2100G」(図4)は、マルチスペクトルカメラとRGBカメラで構成される。RGBカメラは、1200万画素のソニー製CMOS

イメージセンサ「Exmor R」によって航空画像を撮影し、200万画素のNDVIマルチスペクトルカメラは、赤色域とNDVI分布の画像を撮影する。

NASAによると、NDVI値は以下の式で計算される (<http://bit.ly/VSD-NDVI>)。すなわち、近赤外放射と可視放射の差を、近赤外放射と可視放射の和で除算する。

$$NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS)$$

ほとんどの衛星植生指数で、地球上の植物成長の密度を定量化するためにこの式が用いられている。

ソニーのイメージセンサに加えて、この装置には、画像用の正確なジオロケーションデータを提供する全球測位衛星システム (Global Navigation Satellite System: GNSS) センサが含まれている。ソニーのFFAソフトウェアは、NDVIとRGBのデータに加えてジオロ

ケーション情報を処理することにより、詳細なマップを生成し、インターネット接続を必要としない、迅速な農地内分析を可能にする。

「カラー画像だけでもかなりの処理を行うことができるが、NDVI画像ははるかに多くの正確で再現性のある科学グレードのデータを提供する。何かが赤色で表示されたり、NDVI値が低かったりする場合、それは農地で生じている状況を正確に表している」とバーグ氏は述べた。

同氏はさらに、「基本的に、NDVI画像は人間の目では見えないものを示すことが可能で、植物のストレスなどの情報が、それ以外の方法よりも早く示される」と述べた。

バーグ氏が同社を創業した当初は、散布予定のすべての肥料を、種子をまく前に散布するという従来型の方法が採用されていた。約70～75%の肥料を最初に散布し、ドローン画像を使用して栽培期間中に可変量施肥を行う方法に切り替えたところ、好ましい結果が得られた。同社が種子や肥料などに費やす原料コストはほとんど変わっていないが、全体的な収穫量は増加している。

「要するに、効率は間違いなく以前よりもよくなっており、願わくば以前よりも少ない原料で、より多い収穫量を達成し、最終的には収益性を高めたいと考えている」とバーグ氏は述べた。



図4 ソニーのセンサ装置「MSZ-2100G」には、航空画像を撮影するための1200万画素のRGBカメラと200万画素のマルチスペクトルカメラが搭載されている。