

施肥に関するさまざまな課題

作物の生育には十分な養分が必要なため、作物に必要な養分が土壌から得られない時には生産者は「施肥」をしなければなりません。

しかし、施肥が過剰に行われたり、農地の場所ごとに土壌養分の濃度が異なるのに一律に施肥が行われたり、生育の悪い作物に追肥をする機会が失われたりするなど、施肥に関する解決すべき課題が指摘されています。社会情勢の影響で化学肥料が高騰している点も見逃せません。

過剰な施肥は周辺に流出して環境汚染の原因となり、社会全体の目標である「持続可能性」の面で問題となっています。それだけでなく、過剰な施肥によって土壌が劣化したり、作物自体の生育が逆に悪くなったりすることで作物の収量・品質の低下を招き、結果的に農業の生産性も低下します(図1)。

こうした背景から、わが国が策定した「みどりの食料システム戦略」(200ページ参照)では、持続可能性を達成しながら生産性の高い農業の実現を目指し、化学肥料の使用量を2050年までに30%低減させる目標を立てています。

現在の土壌分析方法

施肥は「土壌の状態に基づいて、ちょうどよい時に、ちょうどよい量」で実施することが大切です。その技術として「可変施肥技術」があり(138ページ参照)、それにはまず土壌養分の状態を正しく知る必要があります。

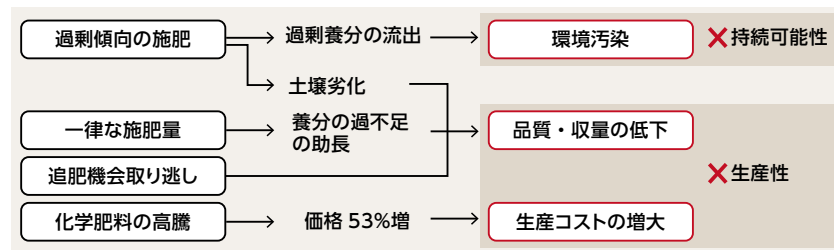
その方法としては「土壌分析による方法」と「ドローンや衛星によるセンシングデータを用いる方法」の2つがあり、それぞれメリットとデメリットがあります(図2)。

この土壌分析の方法は2つあります。1つは業者に土壌分析を委託する「一般土壌診断」で、現在よく利用されている方法です。そしてもう1つが、生産者自身が簡易的なキットで分析する方法で、これら2つにもメリットとデメリットがあります(図3)。

こうした土壌診断の結果をより有効に活用して施肥に活かすには、以下の点が求められます。

図1 わが国の農業の課題

施肥におけるさまざまな問題



みどりの食料システム戦略の策定

化学肥料の使用量を2050年までに30%低減する目標を設定

- ・持続的農業の実現
- ・生産性向上

解決すべき課題

土壌状態に基づく適時・適正量の施肥の実現

「過剰傾向の施肥」や「化学肥料の高騰」などが要因となって、環境汚染や生産コストの増大といった問題が生じる。

図2 土壌の養分を分析する方法

方法	メリット	デメリット
土壌分析による方法	・土壌の状態(養分量など:土壌化学性を直接把握できる) ・土壌成分の各種を分析することができる	土壌の分析に手間と時間がかかる(栽培途中で肥料を追加する機会を失いがち)
ドローンや衛星によるセンシングデータを用いる方法	・一度に大規模なデータを得ることができる ・作物の生育の状況を把握することができる	生育に関わる窒素量の推定しかできない

図3 土壌診断の種類

一般土壌診断(委託)

- 多くの分析項目をカバーできる
- ▲ 分析費用が高い
- ▲ 結果を得るまで時間がかかる

簡易キット

- 生産者自身で分析可能
- 結果をその場で得ることができる
- ▲ 精度や価格、操作性に改良が必要

多く利用されている



検査機関



- ・即時に分析結果を取得できること
 - ・低コストで、分析の手間や負担が軽いこと
 - ・データ管理が簡単にできること
 - ・得られたデータを自動的にかつ効率的に活用できること
- これらを満たす方策として、土壌診断のスマート化が求められます

スマート化された土壌診断システムとは？

スマート土壌診断システムの概要

土壌診断がスマート化されると、分析データの取得や管理の手間と負担が大幅に軽減され、しかも得られたデータのさまざまな活用が可能となります。現在、北海道大学では、道内の研究機関や企業と共同で「スマート土壌診断システム」を開発中で、数年後には実用化される見込みとなっています。

このシステムではスマートフォンのデジタルカメラとアプリを用います。そのため、特別な知識や技術が必要なく、誰でも簡単に土壌を診断することができます。

また、窒素(N)、リン(P)、カリウム(K)、マグネシウム(Mg)そして土壌のpHなどの複数の項目を短時間で同時に分析でき、その測定データを活用することで、履歴の管理や収量予測も可能となります。さらに低コストで持ち運びも簡単であり、検査後の後始末や廃棄も容易となっています(図4)。

スマート土壌診断システムの手順

まず、生産者が圃場の調べたい場所の土壌をサンプリングし、その土壌に薬剤を加えて養分を抽出します。次に「分析チップ」にその抽出液を垂らすと、成分によって色が変わります。それをスマートフォンのデジタルカメラで撮影してアプリで解析すると、最適な肥料の量が「施肥設計」として提示されるしくみになっています(図5)。

将来的には、分析値などからAIが施肥設計を行い、作物の収量や品質

図4 開発中の土壌診断技術

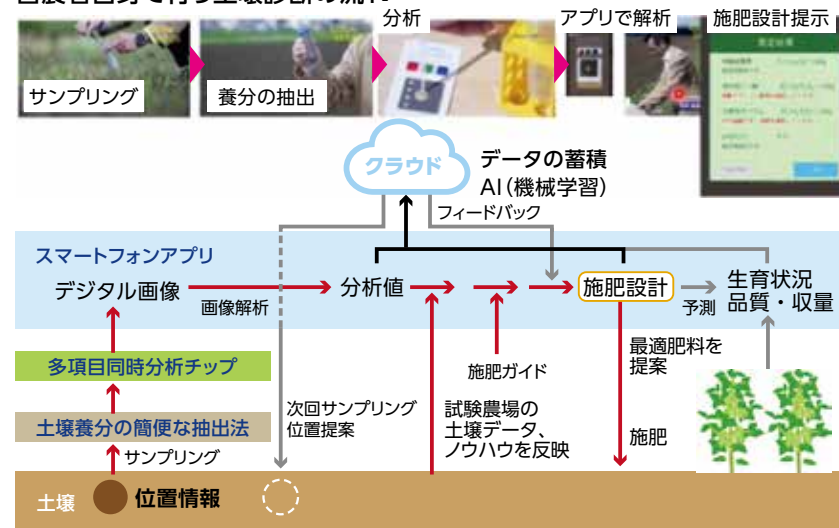
- ・測定にスマートフォン(デジカメとアプリ)を利用
- ・特別な技術や知識が必要なく、操作が簡便
- ・専門の装置が不要なため初期コストはほとんどなし
- ・多項目(窒素、リン、カリウム、pH)を同時に分析
- ・短時間(15分程度)で結果を取得
- ・圃場の多点分析が容易。養分分布のかたよりも把握可能
- ・検査チップは数百円程度で提供予定。アプリは無償
- ・運搬、保管しやすく、後始末や廃棄が容易
- ・測定データの活用で、履歴管理や収量予測が可能



開発中のシステムはスマートフォンなどのIT機器を用いる。開発されたアプリをダウンロードすればいいので、初期コストがほとんどかからない。

図5 開発するスマート土壌診断システム

営農者自身で行う土壌診断の流れ



赤い矢印の流れがシステムの概要。将来的にはサンプリング位置や生育状況、品質や収量などをAIが「予測」できるようになる。

を「予測」する未来図も描かれています。こうしたデータのやり取りはクラウド上で行われます。

分析チップのしくみ

サンプリングした土壌の試料液（土壌から得られた抽出液）から、その土壌の各成分濃度を分析するのが「分析チップ」です（図6）。

分析チップは複雑なものではなく紙製で、表面に試料液が流れる流路が作製されています。試料液を分析チップの1点に垂らすと、流路に沿って試料液が3つに分かれて流れていきます。流れた先には特定の養分に反応する試薬があり、養分に合わせた色が現れます（これを「呈色」といいます）。流路パターンや試薬を変えたりすることで、さまざまな物質の分析に対応させることができます。

そして呈色が起こった分析チップを専用アプリがインストールされたスマートフォンのデジタルカメラで撮影すれば、その画像の解析から各養分濃度が解析され、必要な施肥量が提示されます。

これらのデータはクラウドに送られて保存され、AIによる予測や、その他のさまざまな作業に活用できるようになります。

土壌診断システムが可能にする「持続可能な農業」

冒頭で述べたように、「土壌の状態に基づいて、ちょうどよい時に、ちょうどよい量」の施肥を行うことは生産性と持続性の観点から欠かせません。土壌診断システムは、このような効果的な施肥を行う上で重要な技術といえます。

生産者自身が必要な時に負担なく行える土壌診断システムの普及は、環境への負荷や施肥コストを低減させつつ、収量・品質を高いレベルで安定化させることができ、「持続可能な農業」を実現させるものと期待されています。

図6 分析チップ×IT

分析チップ＝紙を基材とする動力源不要の超薄型分析装置

