農業の生産性と持続性の向上を支援する 簡便・低コストな画期的スマート土壌診断システムの基盤技術の開発

05010 a3	分　野	適応地域
	農業ー畑作物	北海道

〔研究グループ〕
北海道大学、北海道立総合研究機構中央農業試験場、BIPROGY株式会社
〔研究総括者〕
北海道大学 大学院工学研究院　渡慶次　学

〔研究期間〕
令和5年度～令和7年度（3年間）

キーワード　肥料、土壌診断、一液抽出法、分析チップ、適正施肥

1　研究の目的・終了時の達成目標

生産者や普及指導員などの農業関係者が、土壌を分析機関に送ることなく、農業現場で自ら行えるほどに簡単な方法で土壌を分析し、その後直ちに施肥設計を提案するスマート土壌診断システムの基盤を確立することを目的とする。そのために、土壌診断等に最低限必要な5項目（硝酸態窒素、可給態リン酸、交換性カリ、交換性苦土、pH）を20分以内で簡便に分析するための抽出法・分析チップを開発するとともに、土壌採取から、分析、施肥設計、データ管理までをサポートするスマートフォンアプリを開発することを最終目標とする。

2　研究の主要な成果

（1）土壌から可給態リン酸、交換性カリ、交換性苦土を短時間（1分）で同時に安全かつ簡便に効率よく抽出できる抽出剤（リンゴ酸＋塩化ナトリウム）を考案した（硝酸態窒素、pHは水抽出を適用）。また、北海道各地の圃場の土壌に適用して、従来法による結果に高い適合度（$R^2 \geq 0.9$）で直線回帰できることを実証した。

（2）試薬の準備なしに抽出液を導入するだけで、5分後に各養分濃度に応じた発色を示す紙製の分析チップを開発した。分析チップには試薬が塗布された流路があり、抽出液中の成分が流路を流れながら反応して発色する。分析チップによる分析結果は、従来法と強い相関があり、土壌診断に有用であることを実証した。

（3）発色した分析チップをスマートフォンで撮影すると、発色部を自動認識し、画像解析によって各成分の濃度を瞬時に算出するアプリを開発した。さらに、組み込まれた北海道施肥ガイド（施肥基準）により分析結果から施肥設計を瞬時に提示する機能のほか、土壌試料と採取位置の紐づけ、クラウドへのデータ保存、データの管理、履歴閲覧の機能を備えた総合アプリを開発した。

（4）本システムによる土壌診断を行うための器具一式とアプリをまとめたキットとマニュアルを作成した。

公表した主な特許・論文

なし

3　今後の展開方向

（1）普及に向けて、精度、操作性、保存性を高め、低コストで製造できる抽出器具や分析チップを開発する。さらに、対応できる作物の範囲を拡張するため診断項目の追加をはじめとしてシステム全体の改良を図る。

（2）研究機関、農業センター、農家の協力を得て全国規模での実証試験を行い、農業現場において得られた当診断システム（キット）の有効性や実用性に関する裏付けをもとに確実な全国への普及を目指す。

【今後の開発・普及目標】

① 3年後（2028年度）は、診断項目や対応作物の範囲を拡張させ、性能と利便性を高めたわかりやすい説明書付きのキット（β版）を完成させる。また、分析対象や作物を限定した部分的な提供を試みる。

② 5年後（2030年度）は、北海道以外の土壌や作物への適合性を検証し、キットの最終版を完成させる。

③ 最終的には、製造メーカーや販路を定め、実証データを裏付けとして当診断システムの普及を図る。また、既存営農支援システムと連携し、生産性と利便性を高めた新たなスマート農業技術の提供を目指す。

4　開発した技術・成果の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

（1）本土壌診断システムの普及によって、適正量の施肥が可能となり、施肥コストの低減や安定した品質と収量が確保でき、生産性の向上に貢献できる。

（2）適時・適正な施肥が徹底されることで、みどりの食料システム戦略が目標とする、化学肥料30%削減に基づく持続可能性と生産性を両立した農業の実現に貢献できる。

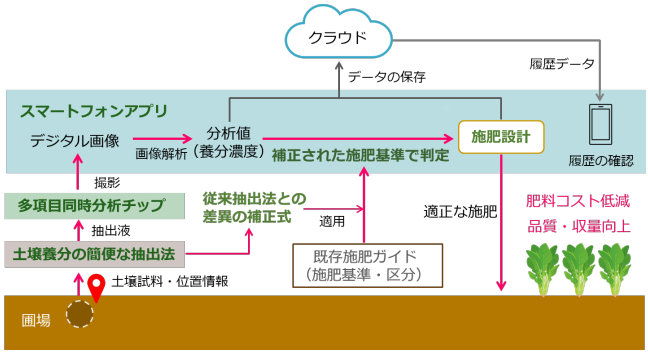
（05010a3）農業の生産性と持続性の向上を支援する 簡便・低コストな画期的スマート土壌診断システムの基盤技術の開発

研究終了時の達成目標

土壌中硝酸、リン、カリ、苦土、pHの分析を20分以内に簡単な方法で行い、分析結果と作物に応じた施肥設計が手もとのスマホに提示されるシステムを開発する。

研究の主要な成果

開発したスマート土壌診断システム



試作した土壌診断キット



診断項目	硝酸態窒素・可給態リン酸・交換性カリ・交換性苦土・pH
適用作物	育苗床土・大豆・小豆・ハウス野菜全般・花き・牧草

土壌診断の手順



抽出剤：硝酸態窒素、pH用：脱イオン水
リン酸、カリ、苦土用：リンゴ酸＋塩化ナトリウム水溶液

1. 簡便な抽出法を開発

- リン、カリ、苦土を1液で抽出できる抽出剤を考案
- 抽出は、1分間の振とうで完了
- 従来の抽出法との強い相関を確認

2. 診断項目を分析する紙製チップを開発

- 試薬を含む流路があり、抽出液の導入だけで反応が自動的に開始。5分後、スマホアプリで判定。
- 薬品の準備不要で、基材が紙のため廃棄が容易
- 分析結果の従来法との強い相関を確認

3. スマホアプリを開発

- 分析チップを画像解析し、養分濃度を算出
- 土壌試料に位置情報を紐づけ、位置ごとに管理
- 分析結果から栽培作物に合った施肥設計を提示

今後の展開方向

- 分析対象や対応作物の範囲を拡張させ、性能と利便性を高めた土壌診断システム（キット）を作製し、全国規模で実証試験を実施する。
- 実証データを裏付けにスマート土壌診断システムの全国的な普及を図る。

見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

土壌の状態に合わせた施肥が行えるようになり、肥料コスト削減と品質・収量の安定化を通じて農業の生産性向上に貢献する。さらに、環境負荷を低減し、みどりの食料システム戦略が掲げる化学肥料30%削減の実現にも貢献する。

問い合わせ先：北海道大学大学院工学研究院　石田晃彦　TEL 011-706-6746