

〈研究発表〉

施肥管理の適正化を目指した土壌診断システムの開発

吉田綾子¹⁾, 後藤逸男²⁾

¹⁾ 東京農業大学 農芸化学科
(〒156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1 E-mail: a3yosida@nodai.ac.jp)

²⁾ 東京農業大学
(〒156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1 E-mail: igoto@nodai.ac.jp)

概要

昨今の肥料価格高騰に伴う対策として、化学分析により土壌養分量を測定する土壌診断分析が推進されている。土壌診断分析で肥料の要不要を見定め、施肥管理を適正化することで、無駄な肥料代が低減できる。そのような土壌診断分析の機会は増えているが、分析値の適正範囲(土壌診断基準)や分析結果を農家に提供する土壌診断表は土壌診断室により様々である。そこで本研究では、地力増進法に定められた改善目標を基本として、全国で使用できる土壌診断基準域を設定し、農家に理解しやすい診断結果を提供する土壌診断システムを開発した。

キーワード: 土壌診断システム, 土壌診断分析, データベース, 施肥管理の適正化

原稿受付 2022.6.30

EICA: 27(2・3) 143-147

1. はじめに

農地土壌の養分状態を考慮した施肥管理は、土壌に過剰蓄積した養分の施肥量を削減することから、健全な土壌環境での作物生産、さらに肥料資源の保全に寄与する。土壌の養分状態を調べる土壌診断分析(土壌化学性分析)を実施する土壌診断室は、全国に900程度あり(2006年農水省調べ)¹⁾、昨今の肥料価格高騰に伴い土壌診断への取組みに対する公的支援も多い²⁾。土壌診断分析は、今後さらに農業を支える計測技術として必要性が増すと考えられる。

土壌診断分析には様々な分析機器が導入されてきた。ICP(inductively coupled plasma)発光分光分析やFIA(Flow injection Analysis)装置の他、人の臨床分析に用いられるディスクリット方式による自動分析装置の土壌診断分析への応用は、土壌診断分析の効率化を飛躍的に向上させ、多量の土壌サンプルの分析を可能としている³⁻⁵⁾。また、土壌診断分析は、土壌の可給態成分(作物が吸収できる養分)を抽出し化学分析で測定するものだが、肥料分析や有害成分などの環境分析のように公定法がなく、様々な抽出方法が存在する。抽出方法についても迅速かつ簡便な手法の開発がなされ^{6,7)}、それぞれの土壌診断室が独自で分析機器や抽出方法を採用している。

また、各土壌診断室では、土壌診断分析結果を評価しそれに基づいた適正な施肥管理を策定するための「土壌診断システム」がそれぞれ運用されているが、土壌診断の基準値は地域により異なり、分析結果をわかりやすく表現・図示するレーダーチャートなどの形

状が必ずしも統一されていない。さらに、土壌診断分析(土壌化学性分析)の大部分がJA(農業協同組合)や肥料メーカー・肥料商などで行われているため、肥料や土壌改良資材の販売促進のための土壌診断結果の提供も散見される。

東京農業大学旧土壌学研究室(現、土壌肥科学研究室)では、農地の生産肥沃度に関する研究として、全国の野菜や花卉、果樹園、水田などで土壌診断調査を実施してきた。その過程で土壌診断結果を農業者に伝えるためのツールとして「土壌診断表」作成プログラムが考案され「土壌診断システムみどりくん[®]」が開発された。本システムは、土壌診断に基づく施肥改善に取り組む「全国土の会——農家のための土と肥料の研究會——」⁸⁾でも土壌診断分析に長年活用され、パソコンソフトからWebソフトと時代とともに改良されてきた。

本研究は、土壌診断結果を評価・解説する「土壌診断システム」に着目し、施肥管理の適正化に役立つツールを提案することを目的としている。本報では、東京農業大学で開発された「土壌診断システムみどりくん[®]」で作成される土壌診断表を紹介するとともに、2021年に市販データベースソフト(Claris FileMaker Pro)で作成した新システムについて報告する。

2. 土壌診断システム「みどりくん[®]」開発の目的と経緯

土壌診断分析を実施する土壌診断室は、現在、全国各地にあり農業者は比較的容易に土壌診断を受けるこ

とができる。しかし、土壌診断の分析手法や分析値の評価基準となる土壌診断基準値が統一されていないことから、同一の土壌でも土壌診断室により評価が異なる場合がある。また、農業者が利用する土壌診断分析の多くは、肥料や土壌改良資材の販売関わる企業が実施しており、第三者的立場での評価が必要である。

そこで、土壌診断システム「みどりくん[®]」では、地力増進法（農林水産省）に規定されている「農耕地における基本的な土壌改善目標⁷⁾」に基づき土壌診断分析基準値を設定した。また、第三者的立場から、土壌診断分析結果を適正に評価するためのコメントを自動作成できるシステムが組み込まれている。

土壌診断システム「みどりくん[®]」は、これまでに1989年「パソコンソフトみどりくん」、2003年にはWeb上で土壌診断表の作成管理を可能とした「Webみどりくん」として開発され、1989年に設立された「全国土の会——農家のための土と肥料の研究会——」⁸⁾で実施している土壌診断分析で長年活用されている。なお、全国土の会は、23の支部組織（地域土の会）と約300の個人および企業が会員登録している任意団体である。東京農業大学内に独自の土壌診断室を有し、年間1,500～2,000検体の土壌分析を実施している。

「Webみどりくん」は、Microsoft社Internet Explorerで稼働するアプリケーションであったため、2022年のInternet Explorerサポート終了に伴い継続利用が困難となった。そこで、市販データベースソフト（Clarif FileMaker Pro）での新システム開発に至った。

3. 土壌診断システム「みどりくん[®]」土壌診断表の特徴

土壌診断システムは、基準値に基づいて土壌分析値を評価・解説し、「土壌診断表」を作成するアプリケーションである。土壌診断システムみどりくん[®]（以下、みどりくん[®]）で作成した土壌診断表をFig. 1に示す。なお、新たなシステムも土壌診断基準値の考え方（地力増進法に準拠）、土壌診断表の構成（レーダーチャート、総合所見等）は、「Webみどりくん」を踏襲している。土壌診断表の特徴を解説する。

3.1 土壌診断基準値

土壌診断の基準値は作物栽培に適する土壌状態を示すものであるが、都道府県ごとに独自の基準が設けられている。「みどりくん[®]」では、農林水産省が定めた地力増進法の基本的な改善目標値⁹⁾に準拠し、地目と土壌の種類に応じて、各分析項目の基準値を設定している。

3.2 レーダーチャート

レーダーチャートは、分析値が適正域を視覚的に把握するだけでなく、複数の分析項目の関係性の評価に役立つ。みどりくん[®]では、畑土壌と水田土壌の2種類のレーダーチャートを描画しており、畑土壌ではpH(H₂O)、交換性カルシウム、交換性マグネシウム、交換性カリウム、塩基飽和度、可給態リン酸、電気伝

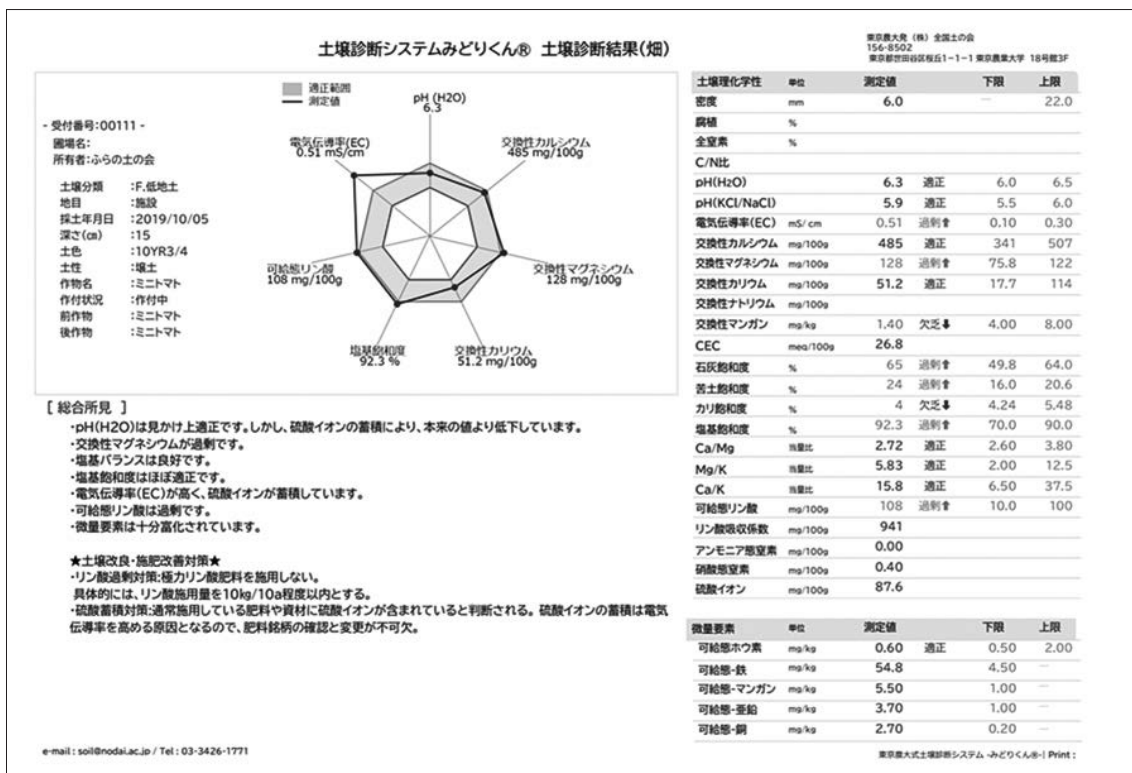


Fig. 1 Soil diagnosis report prepared by the soil diagnosis system Midori-kun

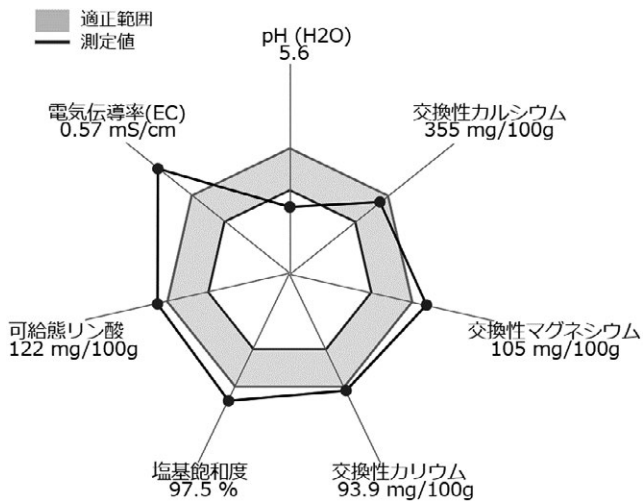


Fig. 2 Radar Chart for Field Soils

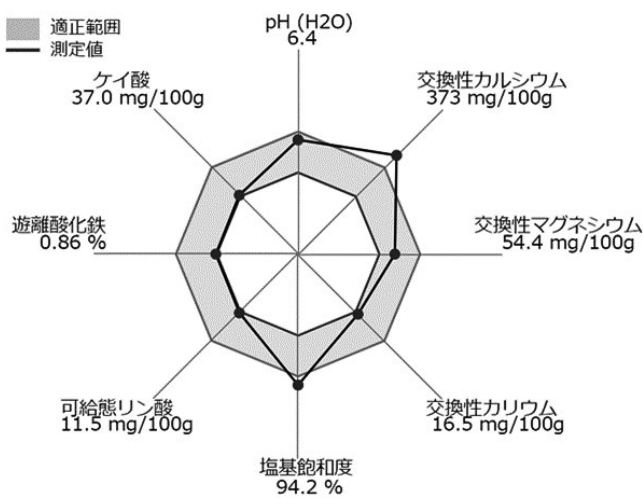


Fig. 3 Radar Chart for Paddy Soils

導率 (EC) の 7 項目 (Fig. 2), 水田土壌は pH (H₂O), 交換性カルシウム, 交換性マグネシウム, 交換性カリウム, 塩基飽和度, 可給態リン酸, 遊離酸化鉄, 可給態ケイ酸の 8 項目 (Fig. 3) を評価項目としている。

3.3 総合所見

総合所見には, 分析値の評価・解説が記載される。土壌分析では, 複数の分析項目の関係性を評価する必要がある場合がある。例えば, 土壌の酸性程度を評価する pH (H₂O) が下限値より低いと電気伝導率 (EC) が高い場合, その原因が硝酸態窒素や硫酸イオンの蓄積にあり, 石灰などの酸性改良資材の施用は土壌の養分バランスを悪化させることになる。「pH (H₂O) は低い」に「その原因は硝酸態窒素の蓄積である」の様な追加コメントが施肥管理には重要な情報である。みどりくん®では, 分析値に応じて複数項目の関係性評価を含めコメントの自動入力機能がある。なお, 様々な条件 (作付け状況や施肥) を考慮する必要があるため, 分析者の判断によりコメントの追加・変更が可能

な手動入力と併用できる。

4. 新土壌診断システム「みどりくん®」の特徴

新土壌診断システム「みどりくん®」(以下, 新みどりくん®) は, Claris File Maker Pro で開発したアプリケーションである。分析値の処理 (濃度換算等), 解析条件の選択, レーダーチャートの描画, 総合所見のコメント自動入力などは, FileMaker Pro の機能として備わっている関数や自動処理 (スクリプト) で実装している。

4.1 従来システムからの変更点

(1) 基準値の設定

旧システムでは, 地目設定は畑, 水田の 2 種類であったが, 新みどりくん®では, 地目は畑 (露地・施設), 水田, 樹園, 茶園の 4 種類, 土壌の種類は 3 種類とし, これらの組み合わせで基準値を決定している。また, 基準値は, 初期値として自動設定されるが, 診断対象の土壌実態に応じて変更可能とした。

(2) 設定条件の変更

日々進歩する土壌分析では, 分析手法の変更や項目追加に対応できるシステムが望ましい。これまでに分析方法の簡便・迅速化を図るため塩化ナトリウムを用いたマルチ抽出法⁶⁾を採用するなど分析方法の変更が度々なされてきた。一般的なシステムは開発時に設定された条件からの変更はコスト面での負担が大きいが, 新システムでは比較的容易に対応が可能であった。

(3) データベース機能

新システムでは, 分析値, 土壌の採取地点 (位置情報) や採取時期, 作付け状況, 栽培品目などデータベース機能を活かし, あらゆる項目での検索が可能である。蓄積データを活用した土壌分析値の傾向解析等に役立てられる。また, 施肥情報 (肥料の種類や施用量) が登録でき, 分析結果の評価・解析の手がかりとして活用できる。

4.2 土壌診断表の作成手順

新みどりくん®では, 土壌情報の入力, 分析結果の取込, 所見作成の手順で土壌診断表を作成する。実画面による土壌診断表作成手順の模式図を Fig. 4 に示す。

(1) 土壌情報の入力

土壌診断では, 農業者自身が圃場に穴を掘り土壌採取を行うことが重要である。依頼者は土壌サンプルと一緒に土壌情報 (圃場所有者名, 圃場名, 採取地, 時期, 栽培品目, 作付け状況) と施肥情報を提供する。各分析項目の基準 (上限・下限) 値を土壌の種類と地目で決定するため, 分析者が採取地情報から土壌型を設定する。土壌型は土壌分類により把握可能であり,



Fig. 4 Procedures for Preparing Soil Diagnostic Reports

農研機構が公開している日本国内の土壌図を検索できる「日本土壌インベントリー」¹⁰⁾を活用する。

(2) 分析測定値の取込

土壌分析は通常複数のサンプルを同時に分析するため得られた測定値を取込用エクセルシートに項目毎に貼付け、File Maker Proのインポート機能を使ってシステムに取込む。

(3) 所見作成

みどりくん[®]ではコメントの一部は分析値に従って自動入力される。新みどりくん[®]では、施肥情報も取り込まれていることから、より具体的な解説や土壌改良・施肥改善対策、削減目標値等を手動入力する。

5. まとめ

肥料資源に乏しい日本では、肥料原料を国外資源に依存しており農作物の生産に不可欠な肥料供給は国際情勢の影響を大きく受ける。世界的な穀物の需要増加による肥料需要の高まりやエネルギー価格の上昇によ

る国際的な化学肥料の原料価格高騰、さらに、中国やロシア等からの原料調達が困難になった現在、日本の農業は過去に経験したことがない肥料価格の高騰に直面している¹¹⁾。一方で、日本の農地は、水田での地力低下と畑での養分過剰の二極化が進んでおり、土壌の養分過剰やアンバランス化は、農作物の生産を低下させる土壌病害の助長要因ともなり得る。土壌診断分析は全国の様々な地域で受けられる環境が整いつつあるが、土壌診断結果を農業者が施肥管理の適正化に活用できているか疑問である。不足していれば施肥量を増やし過剰であれば減肥する、このシンプルで正しい施肥管理の実践には土壌診断結果の理解が不可欠である。

新みどりくん[®]は、「全国土の会」の土壌診断分析で2022年2月から運用を開始している。サンプル管理や請求書発行等の関連業務の連携でさらに作業の効率化を図る予定である。また、他の土壌診断室で得られた測定値の土壌診断表の作成が可能のため、土壌診断のセカンドオピニオンとして第三者的立場で農業者への施肥改善アドバイスを提供していくことを考えて

いる。さらに、様々な土壌診断室が参加している「土壌診断分析研究会」¹²⁾等を通じて、土壌診断分析に関わる様々な機関へ積極的に情報共有を行い、土壌診断システムの在り方を協議検討していく予定である。

参考文献

- 1) 和田信一郎, 金田吉弘, 鳥山和伸, 安西徹郎, 日笠裕治, 小祝政明, 後藤逸男, 平館俊太, 土壌診断の現状と今後への挑戦—流派そろい踏み—, 日本土壌肥科学雑誌, 82, pp.173-178 (2011)
- 2) 農林水産省, 原油価格・物価高騰等総合緊急対策の事業概要, <https://www.maff.go.jp/j/budget/attach/pdf/r4yobih-21.pdf> (2022)
- 3) 後藤逸男, ICPによる土壌診断. 日本土壌肥科学会編土壌構成成分分解(Ⅲ), pp.5-35, 博友社(1994)
- 4) 竹迫紘, フローインジェクション分析法による土壌抽出液の硝酸態窒素の定量法, 日本土壌肥科学雑誌, 62, pp.135-140 (1991)
- 5) 馬場康尋, 後藤逸男, ディスクリート方式による自動化学分析装置の土壌診断分析への応用, 土肥誌, 80(6), pp.611-615 (2008)
- 6) 馬場康尋, 佐藤久子, 後藤逸男, 塩化ナトリウムを用いたマルチ抽出法による土壌診断分析(その1):新規迅速土壌診断分析法開発の必要性, 日本土壌肥科学会講演要旨集, 55, p.134 (2009)
- 7) 日高秀俊, 新妻成一, 小宮山鉄兵, 藤澤英司, トルオーグ法抽出液を用いた多成分同時抽出, 日本土壌肥科学雑誌 84(5) pp.386-390 (2013)
- 8) 全国土の会—農家のための土と肥料の研究会— <http://tsutinokai.co.jp/soil/>
- 9) 農林水産省, 地力増進基本方針Ⅱ土壌の性質の基本的な改善目標及び基本的な改善方策 (2008)
- 10) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構, 日本土壌インベントリー, <https://soil-inventory.rad.naro.go.jp/index.html>
- 11) 全国農業協同組合連合会, 令和4肥料年度秋肥(6~10月)の肥料価格について, 2022年5月31日JA全農ニュース(2022)
- 12) 土壌診断分析研究会, http://tsutinokai.co.jp/soil_research/