

自走型軽量土壌分析システムによる 土壌マップ作成手法

東京農工大学大学院 農学研究院 教授 澁澤 栄
産学連携研究員 小平正和

「農匠ナビ1000」では、市販のトラクタ搭載型土壌分析装置「SAS2500」よりも150kg軽量化し(総質量506kg)、オペレーティング機能をトラクタ運転席に集約して1名で操作が可能な自走型軽量土壌分析システム「SAS3000」を試作した。本試作機を用い、茨城県の水田を対象に、2015年10月(10圃場、10ha)と12月(25圃場、23.5ha)に圃場を観測し、土壌サンプル146点で土壌成分32項目の検量線を得て土壌マップを作成した。

自走型軽量土壌分析システムの試作

写真-1が、試作した土壌分析システムの試作機である。従来は、トラクタの操作と土壌センシング部の操作にそれぞれ作業員1名が必要であったが、市販のトラクタ搭載型土壌分析装置「SAS2500(総質量660kg:シブヤ精機株)」のフレーム構造とチゼル土中貫入部の機構を見直して150kgの軽量化を図り、制御部をトラクタ運転席に集中して作業員1名で操作できるようになった。

同時に計測できるものは、土壌反射スペクトル、GPS位置座標、地温、気温、観測面とセンサプローブの距離、接触型土壌電気伝導度である。試作した土壌分析システムの特徴は土中貫入部にある。チゼルを改良して土中に連続した水平方向の穴と安定した観測用土壌面を形成し、光ファイバーを利用して可視・近赤外光の土壌面照射とその土壌反射光スペクトル(波長350nm~1,700nm、解析分解能5nm、271スペクトル)を連続して観測できる。土壌反射スペクトルを用いた検量線により土壌肥沃度成



写真-1 自走型の軽量土壌分析システム [SAS3000]

分などを予測し、計測した位置座標を利用して詳細な土壌マップを作成できる。

深さ10cm、走行速度0.3m/sで圃場観測

圃場観測は、「農匠ナビ1000」プロジェクトが実施されている茨城県龍ヶ崎市の横田農場(水田圃場)で2015年10月(120土壌サンプル、10圃場、10ha)と12月(26土壌サンプル、25圃場、23.5ha)に行った。観測深さは10cm、走行速度は0.3m/s、土壌反射スペクトルの観測間隔は3秒で、圃場1枚につき長辺方向に3~5本走らせ、300~600地点の土壌反射スペクトルを収集した。

参照用土壌サンプルは土壌分析を行い、その分析結果を検量線作成に用いた。東京農工大学では、含水比、土壌有機物含有量、pHおよび電気伝導率(EC)の4項目を分析し、有効態ケイ酸と遊離酸化鉄および酸化ナトリウムの3項目を住化分析センターに依頼した。また、有効態リン酸、交換性カリ、交換性苦土、交換性石灰、苦土/カリ比、石灰/苦土比、石灰飽和度、塩基飽和度、銅、亜鉛、マンガン、ほう素、熱水抽出性窒素、全窒素、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、リン酸吸収係数、塩基置換容量、pH、EC、全炭素、置換酸度、砂、シルト、粘土および乾燥密度の26項目の分析を農産化学研究所(帯広市)に依頼し、C/N比は計算により求め、全32項目(pHとECは重複あり)の分析を行った。

土壌マップの作成手法と作成例

図-1に土壌マップ作成プロセスの概略を示した(Kodaira & Shibusawa 2013)。圃場で観測した土壌反射スペクトルと参照用土壌サンプルの分析結果を用いて、土壌成分を推定する多変量回帰モデル(検量線)を作成した。推定精度の高い検量線が得られれば、土壌反射スペクトル観測地点の土壌成分が精度よく推定できる。例えば、置換酸度、砂、シルト、粘土、有効態ケイ酸、遊離酸化鉄、酸化ナトリウムを除く、25項目の334データ(2007年~2009年測定、2圃場、全8.9ha)をPLS回帰分析で求めたローカル検量線の全交差確認の結果で、測

定圃場を対象とした精度は、0.82~0.90 (決定係数) である (小平・澁澤 2016)。また、それぞれに位置情報をつければ、土壤マップ作成ソフトにより目的とする土壤マップを描くことができる。検量線の作成には、多変量解

析ソフト「The Unscrambler Ver.9.8(CAMO Software AS)」を用い、土壤マップの作成には「ArcGIS V10.2.2 (ESRI Inc. USA)」を用いた。

横田農場が管理している圃場380枚のうちの35枚につ



図-1 土壤マップ作成プロセスの概略

き、熱水抽出性窒素と有効態リン酸および交換性カリの土壤マップを図-2に示した。それぞれの成分ごとに圃場間のバラつきがみられるとともに、圃場内が均一なものとバラつきの大きいものがみられる。土壤成分の空間的バラつきの要因は多様であり、その対応が栽培ノウハウとなる。

図-3には、1枚の圃場につき、収量コンバイン「AG6114R (6条刈、ヤンマー(株))」による収量マップ、含水比、土壤有機物、熱水抽出性窒素、有効態リン酸、交換性カリのマップを示した。これらは、栽培履歴のひとつの結果を示すものであり、今後の利活用が求められる。

参考文献

澁澤 栄 (2013) . リアルタイム土壤センサを用いた土壤施肥管理—農業法人あぐりの試み—, 農業技術体系土壤施肥編, 農山漁村文化協会, 第4巻追録23号: 基本298の2-9
 M. Kodaira, S. Shibusawa (2013) . Using a mobile real-time soil visible-near infrared sensor for high resolution soil property mapping. Geoderma, 199: p64-79
 小平正和・澁澤栄. トラクタ搭載型土壤分析システムの多項目多変量回帰モデル推定と土壤マッピング.2016. 農業食料工学会誌, 78(5), 401-415.

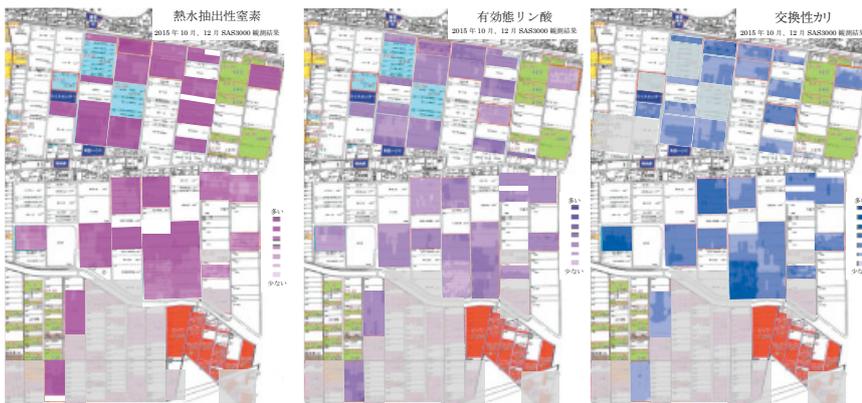


図-2 横田農場の35圃場マップ観測例 左から熱水抽出性窒素、有効態リン酸、交換性カリ

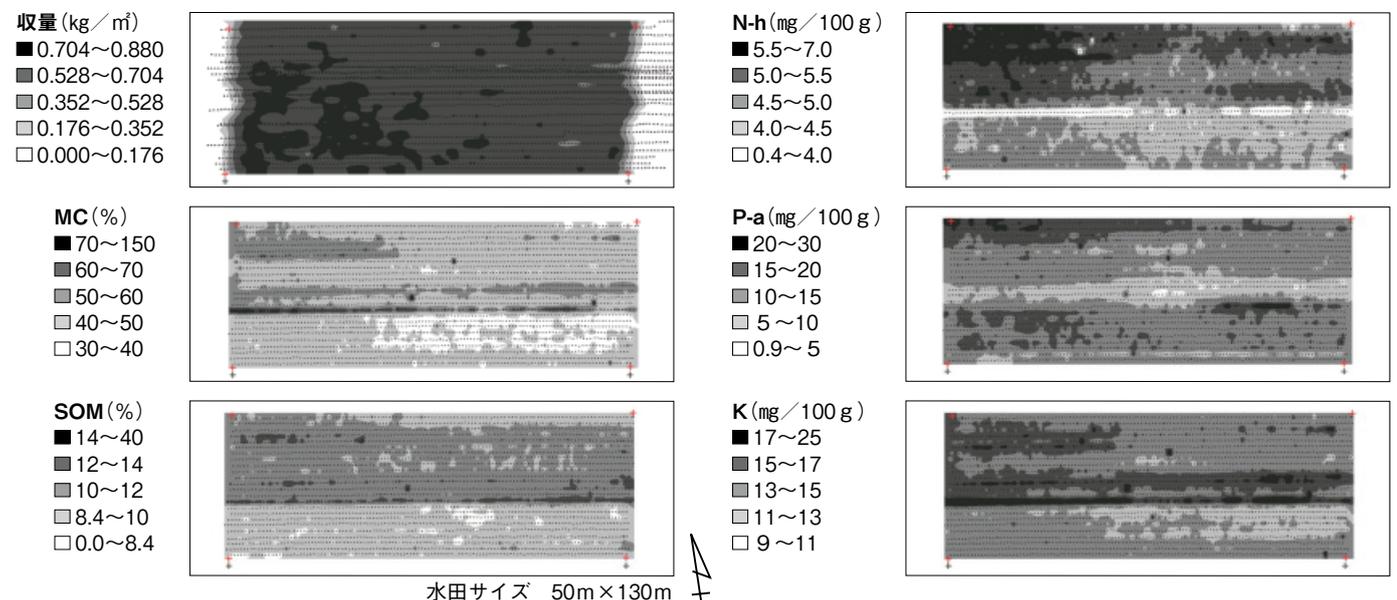


図-3 1枚の水田の収量・土壤マップ観測例 MC: 含水比、SOM: 土壤有機物、N-h: 熱水抽出性窒素、P-a: 有効態リン酸、K: 交換性カリ