

## 土壌センサによる圃場内水分量のモデリング Modeling of Moisture Transition in Farming Field with Sensor Network

稲田 脩二<sup>†</sup>中西 惇<sup>†</sup>梶原 祐輔<sup>‡</sup>島川 博光<sup>‡</sup>

Shuji Inada

Sunao Nakanishi

Yusuke Kajiwara

Hiromitsu Shimakawa

### 1. はじめに

近年、農業への新規参入者の増加 [1] や減反政策による転作によって畑作を始める人が増加している。畑作を始めるにあたっては圃場内土壌の性質と作物との適性 [2] を考慮する必要がある。大規模農家では利益率の高い作物を生育するために、その作物を生育しやすい環境に圃場を整備する。しかし作物に合わせた圃場整備には多額の初期投資が必要なために、生育する作物に合わせて圃場を整備できる農家は限られる。そのため多くの農家では各圃場の土壌の性質や気候に合わせて作物を生育することで作物の収量や品質を確保している。

大規模な整備や設備がない圃場では、地形や周囲の土地利用法などの外的要因が圃場の土壌状態に影響を与える。特に土壌の水分量は作物の収量や品質に影響する。よって、作物の生育の際に外的要因を考慮しなければ湿害による生育失敗や品質不良を引き起こす。そのため各圃場で土壌がどのような外的要因に影響を受けているか把握し、外的要因の影響を減らすための対策や外的要因を考慮した作物の生育が必要となる。各圃場で土壌に影響を与える外的要因は、その圃場で試行錯誤をすることで農家が得た経験知として把握することができるが、長い年月がかかり試行錯誤による損失も大きい。

そこで本論文ではセンサを用いて圃場内の水分量の変化をモデリングすることで圃場内の水分量に影響を与えている外的要因を推定する手法を提案する。提案手法により早期に圃場内の土壌に影響を与えている外的要因を把握することができれば試行錯誤の期間を減らすことで作物の収量や品質の向上を早期に実現できる。

### 2. 外的要因を考慮した土壌の性質の把握

#### 2.1 外的要因による土壌の性質の変化

大規模な設備や圃場の整備ができない農家では、圃場の立地条件の違いによってさまざまな外的要因の影響を受けることがある。外的要因の例として、周囲の川や用水路、水田から土壌を通しての浸水や周囲の建築物による日光の遮断、土地の傾きによる圃場内での水分の偏りなどが存在する。これらの外的要因による圃場の排水性や日照量の変化は作物の生育と収量に関係する [3] そのため大規模な設備や圃場の整備ができない農家では、圃場内で土壌に影響を与える外的要因を把握し、影響を減らす対策や外的要因を考慮した作物の生育が必要となる。

どのような外的要因が土壌の水分量に影響を与えているかは、長期間その圃場で試行錯誤を繰り返すことで農家は経験知として把握する。しかし試行錯誤の過程で農家は作物の生育に失敗し損失を出すことがある。また、農家は勘や経験に頼りながら作業するので正確にその作業が正しかったのかを評価することが難しく、影響を

与えている外的要因を把握するためには長い年月が必要となる。

そこで圃場の水分量に影響を与えている外的要因を早期に把握することができれば、試行錯誤の期間を短縮することで損失を減らし作物の収量と品質の向上を早期に実現できる。

#### 2.2 IT を用いた農業支援

近年、勘や経験に頼らない農業を目指す取り組みとして、IT 技術を用いて農作業の客観的な判断基準を作成するような研究がされている。土壌の性質を把握する研究としては、埋設型のセンサを土壌に埋め込むことで土壌の水分量や養分量を測定し、作物の生育に適した土壌にするための管理をする研究 [2][4] が存在する。しかし、これらの研究は生育を阻害する要因をできる限り排除した環境で行われており、立地条件の違いによる土壌の水分量に影響を与える外的要因をないものとしている。

土壌に影響を与えている外的要因を推定するためには、土壌の水分量を継続的に測定した上で、外的要因によって土壌の水分量にどのような変化があったかを確認する必要がある。外的要因ごとの圃場内水分量の変化がどのようなものか把握できれば、実際の水分量を測定することで、どの外的要因が影響しているかを推定できる。

### 3. 土壌センサを用いた外的要因の推定

#### 3.1 水分量のモデリングによる外的要因の推定

各圃場の土壌に影響を与えている外的要因を推定するために、本論文では圃場内水分量の変化をモデリングすることで土壌に影響を与えている外的要因を推定する手法を提案する。提案手法の概要を図 1 に示す。

外的要因による圃場内水分量の変化は局所的に現れ、時間によって変化する場合があるため、圃場内の複数の地点で土壌センサを埋め込むことで継続的に土壌の特性を取得する。その圃場における教師データの作成のために、特定の外的要因だけが異なっている地点を人為的に作成し、それぞれの地点から得られた土壌特性から外的要因ごとの圃場内水分量の変化のモデルを作成する。教師データとして得られたモデルと複数の地点での土壌特性から得られたモデルを比較することで、地点ごとに水分量に影響を与えている外的要因を推定する。

#### 3.2 土壌特性と気象情報の取得

本手法では土壌埋設型センサを用いて土壌の体積含水率、土壌温度、土壌の電気伝導度 (EC)、土壌の水ポテンシャルを測定する。土壌の体積含水率は土中の体積当たりの水分の比率であり、EC は土壌の塩類濃度、土壌の水ポテンシャルは土壌の水分保持力、土壌温度は土中の温度を示す。また、土壌特性の他に日照量や降雨量といった気象情報を取得することで本来発生すべき天気による土壌特性の変化を考慮する。取得したこれらの土壌特性と気象情報からモデリングを行い、教師データと

<sup>†</sup>立命館大学大学院 情報理工学研究科

<sup>‡</sup>立命館大学 情報理工学部

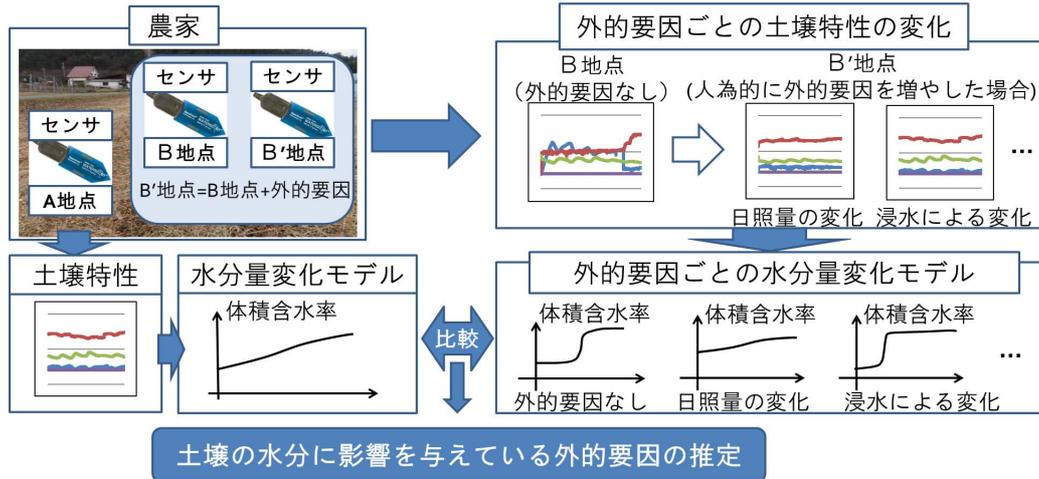


図 1: 手法概要図

してのモデルと他の地点のモデルを比較することで地点ごとの外的要因の推定を行う。

### 3.3 回帰分析によるモデリング

センサによって取得した土壌特性と気象情報から外的要因による土壌の変化をモデリングするために本手法では回帰分析を用いる。回帰分析では、ひとつの変数(目的変数)が他の変数(説明変数)の一次式で表されるものとして、その係数が推定される。本手法では、圃場内水分量として体積含水率を目的変数、他の土壌特性や気象情報を説明変数として、土壌特性や気象情報の変化によって体積含水率がどのような変化をするかを解析する。人為的に作成した特定の外的要因だけが異なっている地点での気象情報と土壌特性の変化を回帰分析することで外的要因ごとの圃場内水分量の変化の教師データを作成する。教師データとなる外的要因ごとの水分量変化のモデルと他の地点での回帰分析によるモデルとを比較することで、どのような外的要因の影響を受けているかを推定できる。モデルの比較方法は、他の地点での水分量変化の回帰モデルと外的要因ごとの水分量変化のモデルの類似度をそれぞれ導出する。もっとも類似度が高かった外的要因による水分量変化のモデルを、その地点で影響を与えている外的要因として推定する。

### 3.4 手法の運用イメージ

提案した手法は図2のようにして運用される。

周囲の環境が大きく変わらない限り、いちど把握できた外的要因が変わることはない。そのため、この手法によりその圃場で発生する外的要因を考慮して作物の安定した生育ができるようになれば、継続して手法を運用する必要はなくなる。いちど外的要因を把握すると数年間は外的要因が変化しないと考えられるため、土壌に埋め込むセンサは必要ときに借りられるようになれば初期投資費用を抑えられる。

提案手法では各外的要因のモデルとの比較をすることでその地点でもっとも影響を与えている外的要因を推定するが、外的要因が複数同時に影響していることも考えられる。農家は推定された外的要因に対して何らかの対策をとることで外的要因の影響を減らすことができる。農家による推定された外的要因への対策後も手法を継続することによって、別の外的要因が新たに推定され、他の外的要因の推定ができる。

## 4. おわりに

本論文では、圃場内水分量の変化をモデリングすることで各圃場で土壌の水分量に影響を与える外的要因を推定する手法を提案した。今後は、本手法の有用性を検証する予定である。

## 参考文献

- [1] 農林水産省統計部:”新規就農者調査”, 2013
- [2] 河森 武:”野菜栽培土壌の適正判定と土壌水分管理”, 土壌の物理性 vol.26, pp14-32, 1972
- [3] 安田 典夫:”農耕地における地域土壌情報システムと総合診断による土壌管理法に関する研究”, 三重県農業技術センター特別研究報告 vol. 5, 1997
- [4] 岩橋 光育:”土壌埋設型センサーによる茶園の施肥管理技術”, 茶業研究報告, vol84, pp49-58, 1997

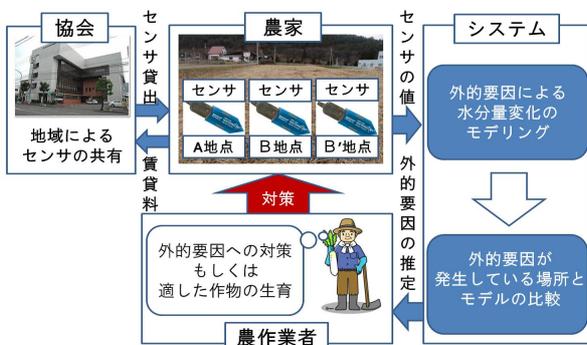


図 2: 手法の運用イメージ図