

圃場ごとの栽培環境を考慮した気象情報に基づく大豆の収量レベル推定

逸見 聡[†] 大川 剛直[†]

神戸大学大学院 システム情報学研究科[†]

1. はじめに

近年、国産大豆の収量は伸び悩んでおり、諸外国と比べても低い数値となっている。農作物の収量を増加させるためには、栽培環境が収量へどのように影響しているかを把握することが重要である。そこで本稿では、圃場の栽培環境をもとに収量レベルを推定(多収・低収の分類)する手法を提案する。

大豆を取り巻く栽培環境には、気象環境、土壌特性、土壌水分などがある。この中で、大豆の生育に特に大きな影響を与えるのは気象と土壌特性の1つである排水性[1]であることが分かっている。そこで、本研究では気象環境と圃場の排水性に着目することで精度の高い収量レベル推定の実現を目指す。

2. 実態調査データ

農林水産省委託の多収阻害要因の診断法及び対策技術の開発プロジェクト(2015 年度～2019 年度)では、センサによる測定や農家へのアンケートを行うことで大豆栽培の実態調査データを取得し、蓄積している。これらは以下の3つに大別される。

- ・ 土壌水分データ：土壌中の水分の割合を表したデータ。圃場ごとに一定間隔で繰り返し取得されるため、時間とともに変化する時系列データである。
- ・ 栽培環境データ：圃場の緯度経度や作業・耕種に関して調査したアンケートデータである。
- ・ 収量データ：収量の指標の1つである精子実重データ。これを参照することで圃場が多収あるいは低収であるかを判断できる。

以上のデータの他に、農研機構メッシュ農業データシステム[2]を通じて、緯度経度情報から圃場ごとの時系列気象データを取得することができる。

3. 気象情報と栽培環境を考慮した収量レベル推定手法

大豆の生育には圃場の地域の気象環境と圃場ごとの栽培環境が影響を与えと考えられる。本研究では、大豆が屋外栽培の作物であることから、気象環境が収量により強い影響を与えることに着目し、初めに気象環境に基づく収量レベル推定を行い、必要に応じて圃場の栽培環境である排水性を考慮する。提案手法の概要を図1に示す。

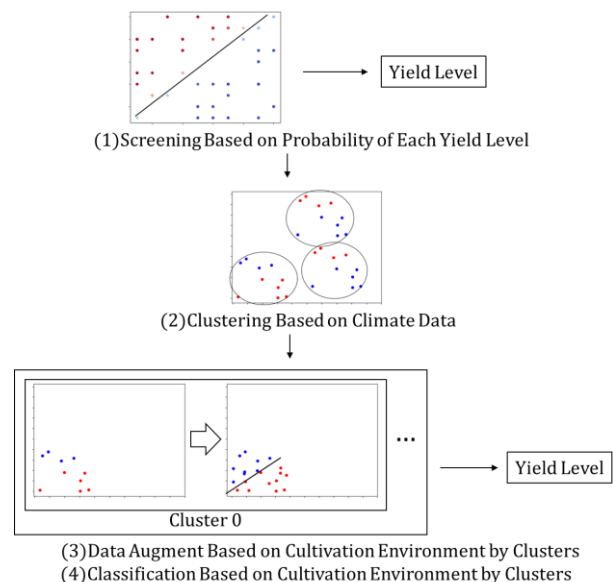


図1：提案手法の概要

初めに、圃場の気象環境をもとに各収量レベルと推定される確率(所属確率)を算出する。高い確率でどちらかの収量レベルと推定された場合、この時点で圃場の収量レベルを決定する(図1(1))。この操作をスクリーニングと呼ぶ。各収量レベルの所属確率が低い場合、気象環境のみでの収量レベル推定は不十分と判断し、栽培環境も考慮する。異なる気象環境を持つ母集団からデータが収集されていることを考慮し、類似した気象環境を持つ圃場ごとに栽培環境による収量レベル推定を行う。気象環境をもとにクラスタリングを行い(図1(2))、クラスごとに栽培環境に基づく収量レベル推定を行う(図1(4))。クラスタリングでデータを分割すると、各クラスに含まれる教師データは減少する。そこで、栽培環境による収量レベル推定を行う前にクラスごとにデータ拡張を行う(図1(3))。

4. 気象環境変化のパターン化

図1(1)のスクリーニング、(2)の気象環境に基づくクラスタリングにおいて、圃場の気象環境を一定日数における気象変化のパターンとしてとらえることを考える。その際、例えば降水量の場合、「断続的な大雨」や「短期的な小雨」など様々な種類を考えることができる。そこで、固定長の部分時系列をサンプリングし、これらをクラスタリングすること

Estimation of Soybean Yield Levels based on Climate Data
Considering Cultivation Environment of Each Field

[†]Satoshi Henmi and Takenao Ohkawa

Kobe University Graduate School of System Informatics

で、典型的な気象環境の変化を定義する．得られた各クラスを時系列パターンと呼ぶ．

時系列パターンをベースに図 1(1)と(2)の機械学習で用いる気象環境を表す特徴量を生成する．スクリーニングでは、気象変化の傾向と収量レベルの間に関連があることに着目する．そこで、各収量レベルの圃場をよく見られる時系列パターンを抽出し、圃場ごとの気象時系列データとの類似度を特徴量とする．気象環境に基づくクラスタリングでは、時系列パターンが圃場の気象環境を表すことに着目し、各時系列パターンの出現回数を特徴量とする．

5. 圃場の排水性の定義

図 1 (3)のデータ拡張、(4)の栽培環境に基づく収量レベル推定において、圃場の排水性を土壌中の雨量を計算する際のモデルのパラメータで表現する．

土壌中に溜まった雨量は、孔が開いた数層のタンクを直列に重ねてモデル化したタンクモデルと降水量の入力で計算できる[3]．タンクモデルにはタンクの形状や水の流出しやすさを表すパラメータなどがある．本研究で用いたタンクモデルを図 2 に示す．

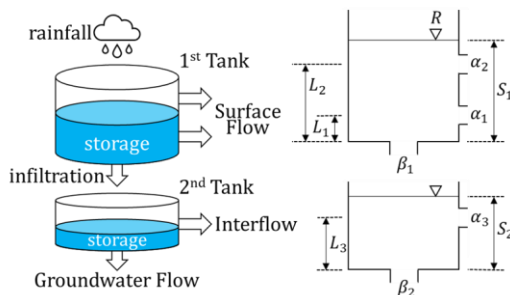


図 2：タンクモデルの概要

圃場ごとの排水性を表現するために圃場ごとにパラメータ同定を行う．圃場ごとに計測された土壌水分データの推移に、計算した土壌中の雨量の推移が一致するようにベイズ最適化を行った．

パラメータのうち、水の流出しやすさを表す $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ と浸透しやすさを表す β_1, β_2 をデータ拡張、ならびに栽培環境に基づく収量レベル推定で用いる排水性を表す特徴量とする．

6. 実験

提案手法を実際の降水量・土壌水分データに適用する．収量レベル推定を気象環境に基づいて行い、必要に応じて栽培環境も考慮することの有用性を確認するため、図 1(1)の気象環境のみで収量レベル推定を行う手法(比較手法 1)と、提案手法と同様に降水量・土壌水分データを入力とし、時系列分類が可能な Minirocket[4]を収量レベル推定に用いた比較手法 2 と比較する．

本実験では全国の圃場から 2016 年～2018 年に取得されたデータの中から 269 圃場分のデータを用い

る．収量レベル推定に 5 分割交差検証を行い、評価指標を正解率とする．実験結果を表 1 に示す．

表 1：実験結果

	Accuracy
提案手法	0.7695
比較手法 1	0.7213
比較手法 2	0.7473

入力が降水量データのみと比較手法 1 と、降水量データに加えて土壌水分データを入力とする提案手法、ならびに比較手法 2 を比較すると、気象環境だけでなく栽培環境を考慮することで精度向上に繋がることが分かる．また、提案手法と比較手法 2 を比較すると、排水性を単純に特徴量の一部として用いるのではなく、気象環境による判定が困難な場合に限定して排水性を考慮することがより精度向上に繋がると考えられる．

7. 結論

本稿では、気象環境と栽培環境を考慮した収量レベル推定手法を提案した．提案手法の有用性を確認するため、実際の降水量と土壌水分の時系列データを用いて実験を行った．気象環境による収量レベル推定をベースとし、必要に応じて栽培環境を考慮することで精度向上に繋がることが分かった．

謝辞

農林水産省「収益力向上のための研究開発(中課題番号: 15653568, 中課題名: 多収阻害要因の診断法及び対策技術の開発)」の支援により実施した．

参考文献

- [1] 古畑昌巳, 足立一日出, 大野智史, “圃場排水性の良否が北陸地域のダイズの乾物と史実生産に及ぼす影響”, 日本作物学会記事, Vol. 80, No. 1, pp. 65-72 (2011)
- [2] 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構, メッシュ農業気象データシステム, <https://amu.rd.naro.go.jp/>
- [3] Yasuo Ishihara, Shigeki Kobatake, “Runoff Model for Flood Forecasting”, *Bulletin of the Disaster Research Institute*, Vol. 29, No. 1, pp. 27-43 (1979)
- [4] Angus Dempster, Daniel F. Schmidt, Geoffrey I. Webb, “Minirocket: A very fast (almost) deterministic transform for time series classification”, *Proceedings of the 27th ACM SIGKDD conference on knowledge discovery & data mining*, pp. 248-257 (2021)