

# 土中物質動態モデルと作物モデルの結合によるダイズ成長予測の高度化 Sophistication of Soybean Growth Prediction by Combining Soil Material Dynamics Model and Crop Model

間明田望巳<sup>1</sup>・及川航貴<sup>1,2</sup>・斎藤広隆<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 東京農工大学大学院農学府

<sup>2</sup> 東京農工大学大学院連合農学研究科

## 要旨(Abstract) :

作物成長モデルは、任意の環境条件における収量を予測するモデルである。本研究の目的は、土壌物質移動モデルと作物モデルの結合モデルを構築し、ダイズの収量予測を高度化することである。根の吸水・吸収を通じて土中水分・溶質移動モデルと作物成長モデルを結合し、地上部の成長に伴って変化する根の吸水を計算可能とした。今後は、根への光合成産物の分配割合を考慮するようモデルを修正する。

**キーワード：** 乾燥重量, ダイズの動的成長モデル, 窒素形態変化

**Key words:** Dry weight, Soybean dynamic growth model, Nitrogen transformation

## 1. はじめに

作物成長モデルは、作物が任意の環境条件における収量を予測するモデルである。周辺環境条件も含めて予測できることは、栽培管理をするうえで非常に重要である。主要穀物の正確な収量予測は、食料安全保障上重要である。

作物成長モデルの一つである iRGM(Tatsumi, 2021) は、気象条件を基に光合成産物を求め葉・茎・穂に分配する手法で、播種から収穫までのイネの成長の経時変化を予測する。iRGM は、地上部を任意の層に分割し、各層における微気象を考慮可能なモデルである。iRGM では、土壌全体を一つのまとまりとみなし、土壌外部との水・溶質の収支を計算することができたが、土壌内部の水・溶質の動態の把握はできない。HYDRUS (Šimůnek ら, 2023) は、飽和・不飽和土中の、水・熱・溶質移動を緻密に計算することプログラムであり、根の吸水・吸収を吸込み・湧き出し項で扱うことができるが、地上部の作物成長を考慮するには、あらかじめ境界条件として与えることが求められる。地上部の緻密な計算をする iRGM と地下部の物質動態を計算する HYDRUS を結合し、地上部・地下部共に精密な計

算ができるモデル(以降結合モデル)を構築した。結合モデルは、各時間ステップにおいて根の吸水・吸収過程を通して両モデル間でデータのやり取りを行うもので、土中の物質移動までも含めて精緻な計算を可能とした。

本研究の目的は、結合モデルを構築し、その

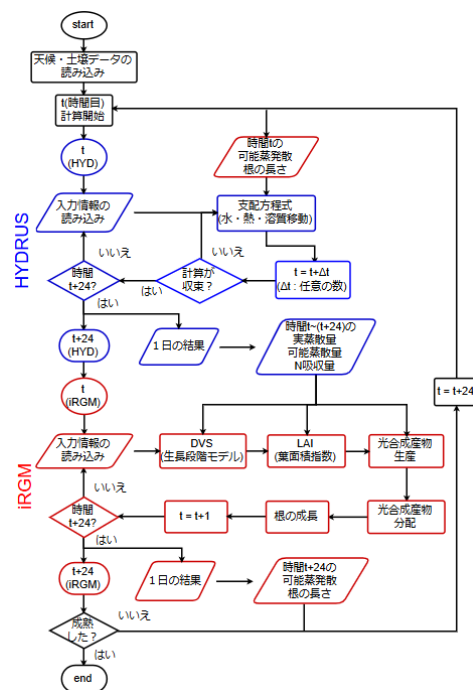


Fig.1 結合モデルのフローチャート

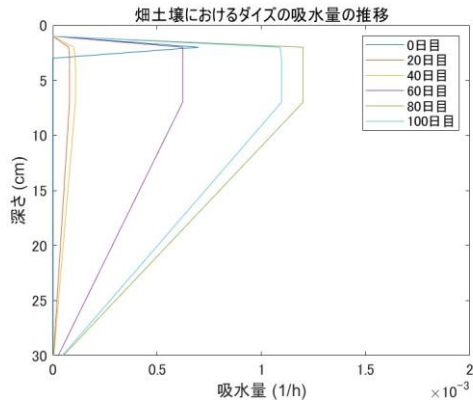


Fig.2 結合モデルのダイズの吸水量の推移

モデルをダイズに適用することである。また、根の吸水・吸収を通じた土壌内部の水・溶質移動が、ダイズの成長に与える影響を明らかにすることである。

## 2. 方法

HYDRUS モデルの入力項には降水量と土壌特性が、iRGMの入力項には日毎の正味放射, 最高気温, 平均気温, 最低気温, 風速, および相対湿度が含まれている。可能蒸発量と蒸散量は、iRGMのPenman法の改良モデル(Soltani, 2012)によって計算された。土壌水分収支, 含水率は、HYDRUS を使用して計算された。水分吸収は、HYDRUS の Feddes (Feddes, 1978) の式に従って計算された。Feddes 式に基づいて計算された実際の水分吸収量と可能蒸散量の比率を、水ストレスの程度の指標と見なした。iRGM に従って計算された作物の潜在的な総光合成産物量に水ストレス比を掛けて、実際の1日の光合成産物量を計算した。作物の各器官への光合成産物の配分を iRGM に従って計算した (Fig. 1)。

## 3. 結果

2017年の5月頭に播種した条件でシミュレーションした結果は、40日目までは地上部が成長していないため可能蒸発散吸水量が低くなり、根の吸水があまり盛んに行われていない。60日目以降では地上部の成長が進み根の吸水量が増えた (Fig. 2)。120日目付近で全体の乾燥重量は  $1100(\text{g}/\text{m}^2)$  であり、穂の乾燥重量は

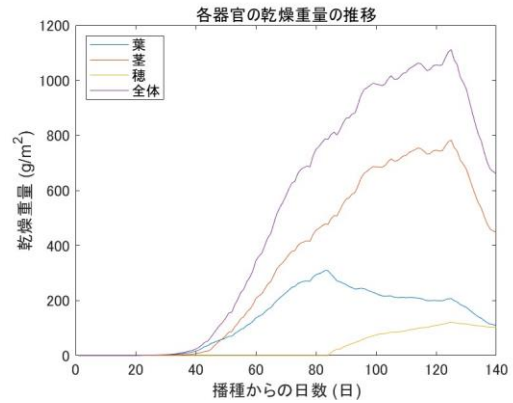


Fig.3 播種からの各器官の乾燥重量の推移

$100(\text{g}/\text{m}^2)$  付近となった。茎の重量は播種から成熟するまで増加し続けた。葉の重量は生殖成長が始まる 80 日目辺りまでは増えるが、その後は徐々に減っている (Fig. 3)。

## 4. 考察

ダイズの収穫時の全乾燥重量は  $800(\text{g}/\text{m}^2)$ 、穂の乾燥重量は  $150(\text{g}/\text{m}^2)$  程である。今回全体の乾燥重量が多くなった要因として、開花期以降の呼吸速度や枯死速度、窒素利用量がうまく評価出来ていないことが挙げられる。また、穂の乾燥重量は生殖成長期間の光合成産物の分配割合を変更し調節する必要がある。

## 5. おわりに

今後は根に光合成産物を分配する割合を修正する。また、現状における根の成長モデルでは根は環境によらず同じ速度で成長すると仮定しているが、根への光合成産物の分配量と合わせて根の成長を変化させる必要がある。

参考文献等

De, Wit, A. et al. (2017). Stimulating Innovation for Global Monitoring Agriculture.

Feddes, R.A et al. (1978). Simulation of field water use and crop yield.

Šimůnek, J. et al. (2023). Technical Manual II HYDRUS 2D/3D, Version 5. x, PC Progress, Prague, Czech Republic.

Soltani, A. et al. (2012). Agricultural and Food Sciences.

Tatsumi, K. (2021). Transactions of the ASABE.

Toride, H. et al. (2007). Japanese Society of Soil Physics.