

野外トランスクリプトームによるイネ個葉光合成速度予測モデルの改良と検証

宮下大輝^{*1,M1}・本田爽太郎^{1,D1}・大久保智司²・岡村昌樹³・鹿島誠⁴・大川泰一郎¹・永野惇⁵・安達俊輔¹(1) 東京農工大学大学院農学府・2 東北大学大学院生命科学研究科・3 農研機構
中日本農業研究センター・4 青山学院大学理工学部・5 龍谷大学農学部)Improvement and Validation of Field Transcriptome-Based Predictive Model
for Leaf Photosynthetic Rate in RiceDaiki Miyashita^{*1,M1}, Sotaro Honda^{1,D1}, Satoshi Ohkubo², Masaki Okamura³,Makoto Kashima⁴, Taiichiro Ookawa¹, Atsushi J. Nagano⁵, Shunsuke Adachi¹(1) Grad. Sch. Agr., Tokyo Univ. Agr. Tech., 2 Grad. Sch. Life Sci., Tohoku Univ., 3 Central Region Agr. Res.
Cent., NARO, 4 Col. Sci. Eng., Aoyama Gakuin Univ., 5 Fac. Agr., Ryukoku Univ.)

【緒言】著者らは、大規模に取得したイネの野外トランスクリプトーム情報に基づき、気象情報・遺伝子型・日齢と出穂日から任意の条件下におけるトランスクリプトームの推定を可能にした (Kashima et al. 2021)。さらに推定したトランスクリプトームおよび 2018, 19 年に東京都府中市で取得した光合成データを用いて、野外環境におけるイネの個葉光合成速度を予測するモデルを開発した (大久保ら, 第 250 回講演会)。しかしこの予測モデルは、気象条件や遺伝子型によって予測精度が低下する場合があった。そこで本研究では、モデリングに用いるトランスクリプトームや光合成データに調整を加えることで予測モデルの改良を試みるとともに、2020 年に東京都府中市で取得した光合成データに対する予測精度を検証した。さらに新潟県上越市における光合成測定を 2021 年に実施し、学習データと異なる年次・環境におけるモデルの予測精度を検証した。

【材料と方法】モデル改良の試みとして、説明変数やモデルの構造に関して 14 種類の調整、予測対象 (目的変数) である光合成速度に関して 10 種類の調整を組み合わせ、計 140 種類のモデルを作成した。具体的には、前者では発現量推定の補正や遺伝子のフィルタリング、300 遺伝子の無作為抽出とモデリングの 1000 回繰り返し、後者では光合成測定直前の日射量を考慮した光合成速度値の補正等の調整を加えた。検証用データ取得のため、コシヒカリ、タカナリ、両品種の交雑後代 12 系統を 2020 年に東京農工大学農学部附属 FS センター水田で、2021 年に農研機構上越研究拠点水田でそれぞれ栽培した。光合成速度高速測定装置 (MIC-100, マサイントナショナル社) を用いて、生育期間全体に渡って最上位展開葉を対象に個葉光合成速度を測定した。モデルの予測精度の評価は、実測値と予測値の二乗平均平方根誤差 (RMSE) に基づいて行った。

【結果と考察】種々の改変を加えた 140 種類のモデルを用いて、2020 年東京都府中市における予測光合成速度を算出した。これを実測値と比較したところ、無作為に抽出した 300 遺伝子による予測モデリングを 1000 回繰り返す工夫を加えた 36 種類のモデルが、RMSE 4.46–6.88 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の範囲に収まった。なお実測値の標準偏差は 6.68–13.13 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ であった。一方、残りの 104 種類のモデルは予測精度が著しく低く、これはモデルに利用された遺伝子のなかに発現推定精度の低い遺伝子が含まれていたことが一因と考えられた。36 種類のモデルを用いて 2021 年新潟県上越市の予測光合成速度を算出し、実測値と比較したところ、うち 16 種類のモデルで府中市と同水準の予測精度 (RMSE 3.50–6.51 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) を得られた。以上の結果から、改良した光合成予測モデルを用いることで、学習データとは異なる年次・環境条件においても野外トランスクリプトームからイネの個葉光合成速度を予測できることが示された。より多様な環境でモデルの学習と検証を行うことにより、モデルの汎化性能がいつそう高まると期待される。
*本研究は JST CREST (JPMJCR15O2) の支援を受けて実施した。