

# 深層学習で熱帯の多様な生態系における土壌のリン供給能を推定するモデル

A model for estimating soil phosphorus availability in diverse tropical ecosystems by deep learning

土壌のリン供給能が低い熱帯地域の持続的な作物生産と土地利用を実現するためには、土地利用や気象条件が異なる土壌のリン供給能を精度よく推定する単一モデルが求められる。そこで本研究では、土壌の分光データを使用した深層学習により、農耕地および自然植生を含む熱帯の多様な生態系における土壌のリン供給能を迅速かつ高精度に推定できる汎用性の高いモデルを開発した。本モデルを用いることで、室内分光計測データの入力だけで安全かつ迅速に土壌のリン供給能が推定でき、圃場の施肥設計にも利用できる。また、使用したデータセットは、熱帯に見られる土壌型や標高条件を網羅しており、熱帯地域に広く適用できる。

In order to realize sustainable crop production and land use management in tropical regions where soil phosphorus (P) supply capacity is low, a single model that accurately estimates the P supply capacity of soils across different land uses and meteorological conditions is needed. The one-dimensional convolutional neural network (1D-CNN) model used in this study can be applied to soil P availability (oxalate-extractable P (Pox) content) estimation for diverse ecosystems. The model enables safe and quick soil Pox estimation and can be used for fertilizer management in various environmental conditions in the tropics.

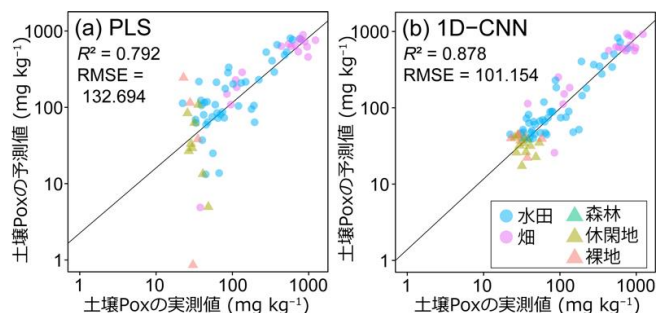


図1 土壌の酸性シュウ酸塩抽出リン(Pox)含量の実測値と予測値  
x軸とy軸は、ログスケールで表示。RMSE:二乗平均平方根誤差。

**Fig. 1. Relationship between observed and predicted values of soil oxalate-extractable phosphorus (Pox) using (a) PLS model and (b) 1D-CNN model**

The x- and y-axes are displayed on a log scale. RMSE: Root mean squared error. Modified from Kawamura et al. (2021).

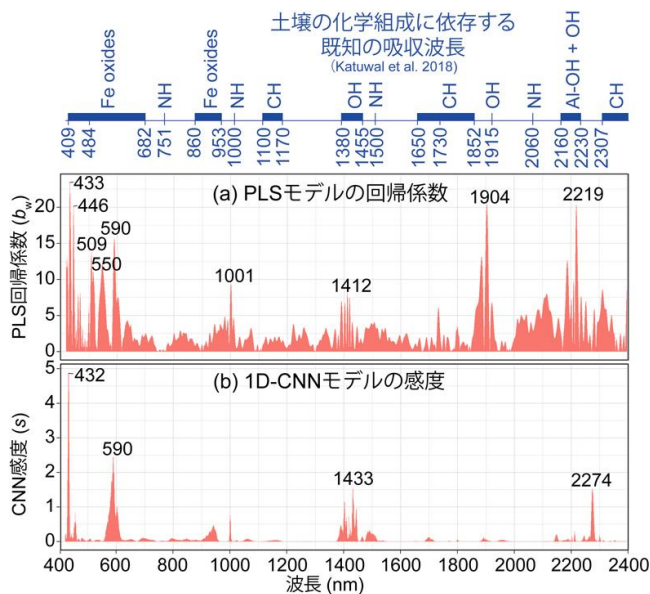


図2 (a)部分的最小二乗回帰(PLS)モデルの回帰係数と(b)次元畳み込みニューラルネットワーク(1D-CNN)モデルの感度

赤線と数値: 土壌供給能Poxの推定における重要度と波長。Fe oxidesが酸化鉄の吸収波長。OHが水分含量の吸収波長。

**Fig. 2. (a) Regression coefficients in PLS model and (b) sensitivity in 1D-CNN model**

Red lines and numbers: Importance and wavelength in the estimation of soil availability (Pox). Fe oxides are the absorption wavelengths of iron oxide. OH is the absorption wavelength of the water content.

Reference: Kawamura et al. (2021) *Remote Sensing* 13: 1519, <https://doi.org/10.3390/rs13081519>  
Figures reprinted/modified with permission.