



画像認識でクロマツ雌花の開花ステージを判定

林木育種センター東北育種場:宮本 尚子、井城 泰一

林木育種センター:武津 英太郎

林木育種センター九州育種場:岩泉 正和、松永 孝治

林木育種センター関西育種場:山野邊 太郎

雌 花の発達段階を示す開花ステージの判定は、人工交配の適期の見きわめや、開花フェノロジー*と環境条件との関係を調べる際に必要となります。一般的に、開花ステージは人の目視により判定しますが、その判定には習熟が必要であり、また、判定に個人差が生じるなどの課題があります。今回、人の目視によらない判定手法を構築するため、クロマツ雌花の開花ステージを対象に、AI(深層学習*)による画像認識を用いて判定する手法を検討しました。3,074枚に及ぶ様々な発達段階の雌花の画像を3つの開花ステージに分類し学習させたところ、正解率97%に達する精度の高いモデルが作成できました。

■ 簡易な開花ステージ判定法の開発の必要性

マツ材線虫病の被害対策として、マツノサイセンチュウ抵抗性品種を植栽した採種園から種子を生産して、抵抗性苗木を普及させることや、抵抗性品種同士を交配させて、より強い抵抗性品種を開発する取り組みを進めています。これらの取り組みでは、採種園を構成する抵抗性品種の開花時期を合わせるための開花フェノロジーの特性を調査することや、連続的に発達していく開花状況から人工交配の適期を見きわめる必要があります(図1)。そのためには、雌花の発達段階をいくつかの開花ステージに分けて判定しますが、その判定には雌花の形態に関する知見や経験、習熟が必要であり、また、判定に個人差が生じるなどの課題がありました。

■ 画像認識を利用した開花ステージ判定

そこで、クロマツ雌花の開花ステージの判定を、調査者の経験や習熟に頼らないで行うことを目的に、AI(深層学習)による画像認識を用いる方法を検討しました。深層学習の技術によって、入力した画像から有効な特徴量を自動的に抽出し、分類に利用することができます。AIによる画像認識については、これまでに、様々な物体が写った大量の画像とその物体のラベル(ここでは開花ステージ)が対になったデータセットを学習させることで高精度なモデルが提案されています。また、画像のデータセットを一から学習させる方法の他に、既存のモデルを活用し、モデルのパラメータのうち、入力に近い部分の値は既存のモデルの値を利用し、出力に近い部分のみを学習で求める方法があります。この方法は「転移学習」と呼ばれ、データ数が少ない場合にも精度の高いモデルが効率的に作成できる有効な手法です。

マツの研究に携わっている5名の調査者が、様々な発達段階の雌花の画像を対象に、それぞれが目視で3つの開花ステージに分類しました(図2)。5名の分類判定が全て一致した合計3,074枚の開花ステージの画像を使用し、学習済みのモデルを活用する転移学習(Sandler et al. 2018)を行って、開花ステージの予測モデルを作成しました。

■ 正解率97%のモデルが完成

AIに雌花の開花画像を学習させた結果、開花ステージの判

定の正解率が97%の非常に精度の高いモデルが作成できました。また、実際の野外作業で開花ステージを判定するためには、モバイル端末による判定作業が必須であると考え、判定ツールとなる予測モデルを組み込んだWebアプリケーションも開発しました(図3)。今回、精度の高いモデルが作成できたことで、今後、同じような画像を用いた形質評価にも応用できると考えています。

研究資金

・本研究の実施課題「育種関連情報管理システムの構築」「次世代育種集団の構築及びエリートツリーの開発」

参考文献・サイト

宮本尚子ら(2023) 畳み込みニューラルネットワーク MobileNetV2 を用いたクロマツ雌花開花ステージの判定ツールの開発. 日本森林学会誌, 105 (10): 316-322.

Sandler M, Howard A, Zhu M, Zhmoginov A, Chen LC (2018) MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks. The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) pp. 4510-4520.

専門用語

開花フェノロジー: フェノロジーは生物季節と訳され、開花フェノロジーは植物が季節や環境の変化に合わせて花を成長させることを指します。花の成長の変化と気温・日長などの環境要因との関連を研究することは植物の生態や気候変動を理解することにつながるため、農業や林業、生態学や環境科学に応用されています。

深層学習: 人間の神経細胞の仕組みを再現した多層からなるニューラルネットワークを用いた機械学習法の一つで、画像認識等に広く用いられます。



図1 連続的に発達していく雌花の開花の様子

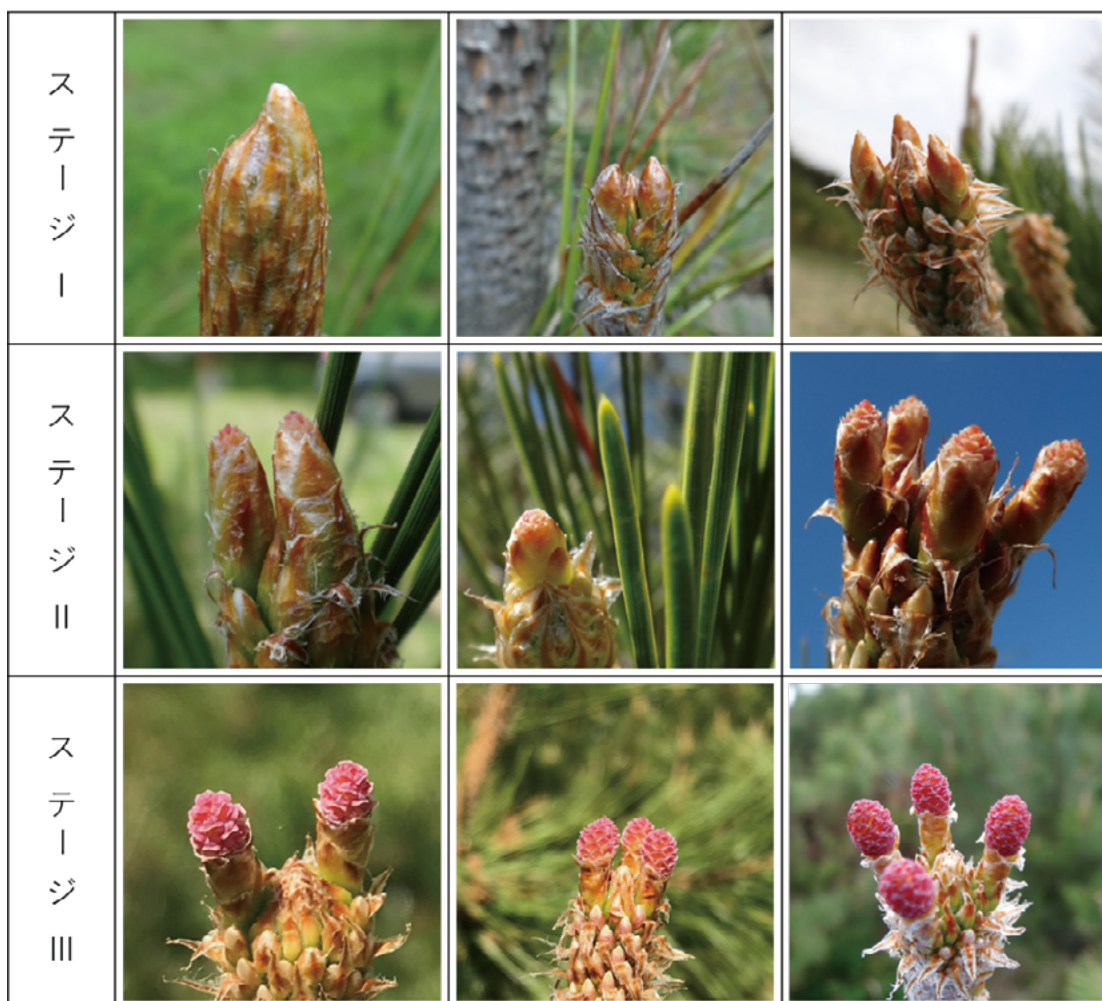
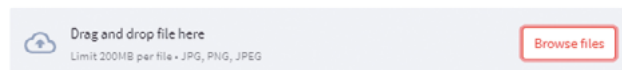


図2 典型的な開花ステージⅠ、Ⅱ、およびⅢの画像(宮本ら(2023)を改変)

クロマツ雌花ステージ判定

判定する写真をアップロードまたは撮影してください。



Photo_B.JPG 12.5KB ×

認識結果

stage_02

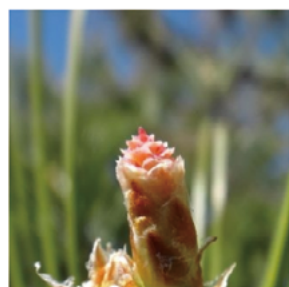


図3 Webアプリケーション(左)とその使用例(右)(宮本ら(2023)を改変)