

# イネ玄米種子の病原糸状菌 3 属の胞子を識別する AI の試作

○松山美優・上松寛・本蔵洋一・松浦貴之 (横浜植防)

## 1. はじめに

植物病原糸状菌を対象とした輸入種子の植物検疫では、外観検査を受けた後、異常が認められた種子についてはブロッター法による検査が行われることが多い。ブロッター法で種子を培養すると、複数の種類の糸状菌が混在して生育することがある。イネ玄米種子※においても、糸状菌が複数観察されることは多く、これらを迅速に識別するには知識と経験が求められる。今般注目を浴びる物体検出 AI を用いて、顕微鏡画像中の胞子から糸状菌を識別する補助ツールを作成することで、検査の迅速化が期待される。そこで本研究では、日本でイネの重要病原菌とされる種や輸入検査で発見される種を含む *Pyricularia* 属菌、*Bipolaris* 属菌及び *Curvularia* 属菌をモデルとして胞子識別をする物体検出 AI の作製を試みた。

※遺伝資源用途のため、完全にモミを除去し、玄米化したもの。

## 2. 方法

本研究では、イネの病原糸状菌が含まれる *Pyricularia* 属、*Bipolaris* 属及び *Curvularia* 属の胞子を生物顕微鏡にマウントしたカメラで撮影し、画像データを用意した。これらの画像データについて、VoTT (<https://github.com/microsoft/VoTT>)を用いて、アノテーションを行った。アノテーションでは、*Pyricularia* 属、*Bipolaris* 属及び *Curvularia* 属の 3 クラスを設定した。アノテーションを行った画像を 8:2 の比率で train データ(848 枚)と validation データ(213 枚)にランダムに振り分け、転移学習用データセットとした。本研究では、Darknet (<https://github.com/pjreddie/darknet>)で実装した物体検出アルゴリズム YOLOv7 (Wang *et al.*, 2022)を用いて、学習回数 10,000 回の転移学習を行った。この学習には、GPU (NVIDIA, GeForce RTX3090)を搭載したコンピュータを使用した。Loss 値及び mAP 値から最良と判断した重みファイルを用いて、各クラス 10 枚程度の test データに対する物体検出を行った。

## 3. 結果と考察

転移学習に用いた画像データ数及び各クラスにおける胞子のアノテーション数を表 1 に示した。このデータセットを用いた転移学習では、学習回数 4,000 回で loss 値が 3 を下回り、以後学習回数が増えるにつれて、loss 値は緩やかに減少した。また、mAP 値は、学習回数 8000 回以降、90%以上を推移し、best mAP 値(97.3%)を示した学習回数約 9,000 回時点で最良の重みファイル (best.weights) が保存されたことから、本研究ではこの重みファイルを採用した。植物病原糸状菌 3 属の胞子の検出例を図 1 に示した。胞子以外の誤検出や他クラスとの誤判別は見られず、検出の精度を表す F 値は 0.94 を示したことから、高い精度で病原糸状菌 3 属を識別できるモデルが得られたと考えられた。輸入検査時に見つかるイネ玄米種子の病原糸状菌は、今回供試した 3 属以外にも存在することから、今後はそれらにも対応するモデルを作製していく。

表 1 画像データ数及び胞子のアノテーション数

| クラス名               | 画像データ数 | アノテーション数 |
|--------------------|--------|----------|
| <i>Pyricularia</i> | 204    | 889      |
| <i>Bipolaris</i>   | 648    | 751      |
| <i>Curvularia</i>  | 212    | 374      |

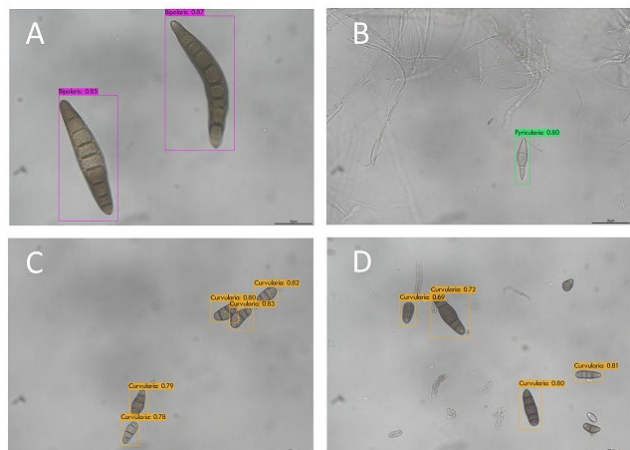


図 1. 学習した YOLOv7 による検出。A は *Bipolaris* 属菌, B は *Pyricularia* 属菌 C 及び D は *Curvularia* 属菌.

## 引用文献

Wang, C.Y., Bochkovskiy, A. and Liao, H.Y.M. (2022) Yolov7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. *arXiv*, 02696. doi: 10.48550/arXiv.2207.02696.