

ディープラーニング画像処理技術を用いた簡便・迅速な芽胞判定技術の構築

安山 成基
アサヒ飲料株式会社

1. 要約

ディープラーニング画像処理技術を用いて簡便迅速で高精度に芽胞有無の判定が可能な技術の構築について報告する。

2. 目的

清涼飲料水における食中毒菌や変敗原因菌の中には、熱や薬剤などに強い耐久性を示す芽胞を形成する細菌（以下、芽胞菌）が存在する。検出された微生物が芽胞菌かどうか簡易的に判別する手段の一つとして、位相差顕微鏡で芽胞形成の有無を確認する方法が知られている。しかしながら、芽胞菌と非芽胞菌を正確に区別するためには微生物に関する一定の知識と経験、技量を要する。そこで、本研究では検査員の習熟度に関わらず誰でも簡単に高精度な芽胞形成の有無の判別をするため、ディープラーニング画像処理技術を用いた簡便・迅速な芽胞有無の判定技術の構築検討を行った。

3. 方法

非芽胞菌 5 種及び芽胞菌 4 種を培地に画線し、35℃で 48 時間培養した。培地はパールコア®標準寒天培地（栄研化学）を用いた。培養後のシングルコロニーの一部を釣菌し、プレパラートを作成した。位相差顕微鏡 BX53（オリンパス）とカメラ a2A4096-18umBAS（Basler）、レンズ KUA-2（八洲光学工業）を組み合わせた機器構成にて撮影し芽胞菌および非芽胞菌の画像データを得た。芽胞菌と非芽胞菌の画像データをディープラーニング画像処理ソフトウェア VisionPro Deep Learning（Cognex）に教師データとして提示し、各種の学習ツールパラメータの最適化を行うことで画像中の芽胞有無を判定する学習済みモデル（以下、学習済みモデル）を生成した。学習に使用していない検証用の画像データを学習済みモデルに提示し、未知データに対する予測性能（以下、汎化性能）を評価した。また、実際の微生物検査で検出された 16 検体のコロニーから得られた画像データをテスト用データとして学習済みモデルに提示し、研究員の判定結果と比較した。さらに、芽胞菌および非芽胞菌がランダムに含まれる画像データ 30 枚を学習済みモデル、及び、微生物関連業務に 5 年以上従事している熟練の研究員 3 名に提示し、芽胞・非芽胞の判定を行うブラインドテストを実施した。

4. 結果

汎化性能を評価した結果、芽胞が存在しないにもかかわらず陽性と判断される確率（偽陽性率）および芽胞が存在するにもかかわらず陰性と判断される確率（偽陰性率）はともに 0%であり、検出率・適合率は共に 100%であった。テスト用データの判定においても研究員と 100%判定が一致した。ブラインドテストでは、研究員の判定正解率 97%、判定時間 282 秒に対して、学習済みモデルの判定正解率 100%、判定時間 37 秒であった。

顕微鏡画像中の芽胞有無を判別する学習済みモデルの汎化性能は非常に高く、熟練の研究員と比べて約 7 倍の速度で判定できたことから、ディープラーニング画像処理技術を活用することで、検査員の力量に関わらず、簡便迅速かつ高精度に芽胞有無の判定が可能であることが示唆された。