
未知の細菌のストレス耐性を ラマン分光と過去研究事例から瞬時に予想する手法の開発

北海道大学農学部・助教 小山 健斗

■ 目的

ラマン分光法は、従来の遺伝学的手法に比べ、細菌の特性を迅速に把握できるため、食品関連の細菌の増殖/非増殖やストレス耐性の予測において有望な手法と考えた。この研究は、ラマン分光法と機械学習を組み合わせることで、未知の細菌株の増殖/非増殖を効果的に予測し、食品安全や品質管理に貢献することを目指す。既知と未知の細菌間の類似性を利用して、細菌の応答を予測しようと試みた。

■ 方法

本研究では、生鮮カット野菜から細菌を分離し、16S rRNA 遺伝子配列に基づいて同定した。ラマン分光法で細菌のスペクトルを測定し、前処理および次元削減を実施した。階層的クラスタリングを用いて、分離された細菌株を分類した。最終的に、人工ニューラルネットワーク(ANN)を用いて増殖予測モデルが構築・評価した。

■ 結果および考察

すべてのテストデータの平均総合精度は 0.90、AUC は 0.91 であった。テストデータの未知レベルの平均 Overall accuracy と AUC は、未知属が 0.86 と 0.83、未知種が 0.92 と 0.92、未知菌株が 0.92 と 0.94 だった *Pantoea* D2 以外の未知菌の総合精度と AUC の平均値は約 0.9 であった。ラマンフィーチャーのデンドログラムにおける距離が約 25 以下である *Pantoea* D2 以外の菌株は、一定の全体精度で予測された。

細菌種とそのストレス応答を迅速かつ簡便に同定することは、細菌制御法を決定する上で重要な役割を果たす。ラマン分光法は、これまでの研究で食品関連微生物の同定に用いられてきたが、本研究では、ストレス耐性の異なる同属の細菌の増殖/非増殖を迅速に予測することができる手法が開発した。細菌の応答を予測するためには、細菌間のリンクが必要である。私たちのアプローチは、ラマン散乱特性の観点から特徴付けられた既知と未知の細菌の類似性を利用することで、この問題を克服した。ラマン分光法は遺伝学的手法に比べ、細菌の特性を迅速に把握できることを考慮すると、本研究で開発した手法は、ストレス耐性の異なる同属の細菌の増殖/非増殖を迅速に予測することができる。

た。

■ 結語

我々が開発した機械学習モデルは、未知の 21 菌株の培養液中での増殖/非増殖反応を、全体として 90%の精度で予測することができた。我々のモデリング手順では、既知菌のラマンスペクトルから情報を抽出し、モデルの学習に使用しなかった未知菌の増殖/非増殖を予測できた。未知細菌の増殖挙動の予測は、未知細菌が検出される可能性が高い食品製造業にとって貴重なものである。