

検便検査における HSV 特徴と SVM を用いた集落判別 Colony Discrimination using HSV Features and SVM in Stool Test

山崎 佑磨 小嶋 和徳 伊藤 慶明

Yuma Yamazaki Kazunori Kojima Yoshiaki Ito

1 はじめに

近年、検便検査は感染症等の無症状病原体保有者や、集団感染の感染経路を特定するために行われている。特に集団感染の感染経路の迅速な特定が重要であり、腸管出血性大腸菌(EHEC) [1] である O157 等の感染拡大を防ぐため、病原体の迅速な判別が求められている。

現在、検便検査による菌の判定は、全工程人手で行われている。通常一人の被験者から一つの検体が取れ、1 検体あたり 8 種類の選択分離培地を用いる。多いときは一人の検査員当たり何百もの検体を検査しなければならないため、時間と労力が掛かり、コストを要する。梅津らの研究 [2] では、色相解析の技術を用いた菌集落判定の自動化を目的とし、色相解析の結果から菌種判定の実現性を示している。しかし、判別できる可能性を示しただけであり、実際の判別精度についての考察は行われていない。

本研究では、負担軽減と菌種判別の安定化のため、菌種の判別自動化を目指し、培養された選択分離培地の撮影画像を入力するだけで菌種判別が可能なシステムの構築を目的とする。本稿では撮影条件として、机の上に置いた状態で遮光などもせずに撮影した場合に対して、撮影画像を分割し、選択分離培地ごとに注目菌種の有無の判別する方法について検討した。

2 菌種判定

選択分離培地は、検便検査により得られる複数種の菌が混在した検体から、特定の菌の存在を確認する目的で調製された培地である。目的の菌が生育しやすく、目的外の菌が生育し難いように工夫されている。

検査によって得られた検体はまず、使用する 8 種類の選択分離培地に塗抹される。これらを培養すると菌集落が発育し、発育した菌集落の色を元に目視により菌の候補を判別する。その後、これら複数種類の培地の判別結果を統合し、元の検体が感染している菌の候補を選出する。選出された候補を元に、生化学的性状の確認や免疫診断用血清による型別、毒素検査等の追加研究を行い、感染している菌の特定まで導く。そのため人手による判別は時間と労力が掛かる。また、判定者により判定誤差が生じることも問題点として挙げられる。

3 提案手法

本研究では、培養された選択分離培地を撮影し、撮影画像を 8*8 に分割する。外側を除く 6*6 個の画像に対し、H, S, V ヒストグラムを特徴量として libsvm により判別を行う。

3.1 撮影条件

本研究で使用する画像の撮影環境として机の上に A3 用紙を敷き、その上に培地を乗せ、蛍光灯や外光の影響を極力受けにくい角度から撮影した(図 1 左)。撮影された画像に対し、図 1 右のように、画像 1 枚に一つの選択分離培地ごとに切り取る。

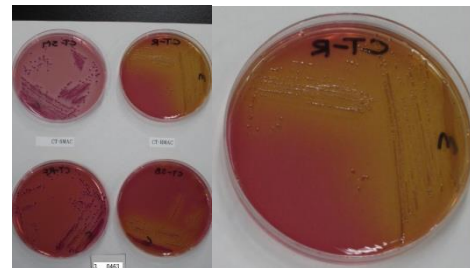


図 1 元画像と切り取り画像

3.2 画像分割

撮影環境が一定ではないため、図 1 右の画像に対して分割処理を行う。分割処理を行うことで菌種の色相情報を詳細に見ることができる。分割数は 8*8 とする。そのうち背景領域の存在する外周部の分割画像は使用せず、内部に存在する 6*6 個の分割画像を使用する。

3.3 判別方法

分割された選択分離培地画像の色情報のヒストグラムを算出する。感染している菌種は感染していない菌種と比較すると、色相情報が異なる。また、今回の撮影環境は統一されていないため、斜光が存在する画像も存在する。そこで分割された撮影画像の HSV 表色系情報を利用し、libsvm を用いて判別を行う。

4 実験

4.1 実験条件

選択分離培地 CT-RMAC (以下 RMAC) について実験を行った。RMAC は塗抹し、培養された菌の中に O26 が含まれている場合、無色の菌集落を発育、それ以外は赤色の菌集落を発育する特徴を持つ。実験用の画像は岩手県環境保健研究センターから入手した画像を使用した。無色集落発育画

像 34 枚, 赤色集落発育画像 98 枚, 発育無画像 32 枚を用いる。

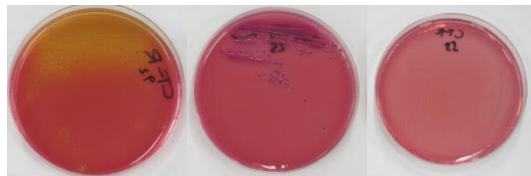


図 2 RMAC 無色, 赤色, 発育無画像

入手した画像データを 3.1 で示した撮影条件に合致するように切り出しを行った。

4.2 使用データ

本研究で使用するデータは無色発育画像を学習・評価用にそれぞれ 16 ずつ, 赤色発育画像, 発育無画像をその他画像として学習・評価用にそれぞれ 16 枚のシャレの画像を使用した。それらを分割し, 一つのシャレにつき計 36 枚の画像を使用した。特徴量は H, S, V ヒストグラムを使用した。

表 1 実験使用画像枚数

	無色発育	その他	計
学習	576	576	1152
評価	576	576	1152
計	1152	1152	

5 実験結果

学習用・評価用計 576 枚の画像に対し, SVM を使用し, 撮影されている画像の菌集落が無色発育, その他の 2 値判定を行った。SVM のパラメータは表 2 に示す。実験の結果, 判別精度は 97.22% (1120/1152) となった。詳細な正誤判定結果は表 3 に示す。

表 2 SVM のパラメータ

Svm_type	C-SVM
Kernel_type	RBF
コスト	1
ガンマ	1/2

表 3 正誤判定結果

正解\不正解	無色発育	その他
無色発育		31
その他	1	

提案手法では 97.22% の結果を出すことができた。誤判定結果内容に着目すると, 正解判定が「無色発育」に対する誤判定が 9 割を示している。

正解判定「無色発育」における誤判定結果となった画像のヒストグラムを確認した。



図 3 誤判定結果の画像



図 4 図 3 の各ヒストグラム (H, S, V)



図 5 正解画像



図 6 図 5 の各ヒストグラム (H, S, V)

ヒストグラムを比較すると H と V の発生している度数に差がみられる。H の値が誤判定では 1~10 と 180 の範囲に対し, 正解画像では 176~179 の範囲に発生している。また, S, V においては頻度が高い範囲は類似しているが, 頻度が低い範囲においては差が表れている。H に関しては無色の集落が生成されている菌集落および周辺の色相が赤色集落および培地自体の色と比較すると変色していること, また, S と V に関しては撮影環境における光の反射, および変色していない培地の色が原因であると考えられる。

6 終わりに

本研究では, 検便検査で使用されている選択分離培地 RMAC における発育菌集落の有害, 無害の判別を色相情報と libsvm を用いて行った。その結果, 97.22% という高い精度を得ることができた。

今回は無色とそれ以外の判別を行ったが今後は, 発育されている菌集落の色の判別にも取り組んでいく必要がある。また, 今回使用した選択分離培地は RMAC のみである。他の選択分離培地の分析及び判別方法の考察を進めていきたい。

参考文献

- [1] 厚生労働省- 腸管出血性大腸菌による食中毒 (http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/shokuhin/syokuchu/daichoukin.html / 2017.06.25 閲覧)
- [2] 梅津千安希, 那須潜思, 中川 弘
腸内細菌検査における培地上の集落の色相を利用した自動判定の試み 第 36 回日本食品微生物学会学術総会, (2015/11/12)