

蛍光指紋によるコーヒー未熟豆の選別

指導教員 北村 豊
粉川 美踏

高橋 怜 (201721149)

1. 背景と目的

コーヒーの未熟豆は、渋みや苦み、生臭さの原因となり、コーヒー飲料の品質低下を及ぼす。現在未熟豆は、色彩選別機やハンドピッキングによって除去されているが、正常豆との見分けが付きにくい。そのためこれらの手法は正確さに欠き、新たな選別方法の確立が必要である。そこで本研究では、コーヒー豆に多数の蛍光物質が含まれることに着目し、試料の蛍光特性を網羅的に計測できる蛍光指紋を用い、未熟豆の選別を行うことを目的とした。まずは、取得した蛍光指紋の解析により判別に寄与する波長を選定し、蛍光イメージングへの応用を検討した。さらに、判別に寄与する成分を推定し、それらの成分の定量を行った。

2. 試料と方法

試料は、ブラジル産とコロンビア産のアラビカ種コーヒー生豆正常豆各2種類、未熟豆各1種類とした。

(1) 蛍光指紋計測

試料をマルチビーズジョッカー (MB1001、安井器械株) を用いて粉碎し、分光蛍光光度計 (F-7000、日立ハイテクサイエンス) で蛍光指紋計測を行った。得られた蛍光指紋データから正常豆と未熟豆を判別する PLS 判別モデルを作成し、各変数のモデルへの寄与率を示す Selectivity Ratio (以下、SR) を算出した。SR より、未熟豆判別への寄与率が高い励起波長 (以下、Ex)、蛍光波長 (以下、Em) の組み合わせを複数選定し、さらにその波長条件に対応する成分を文献や標準品のスペクトルをもとに推定した。

(2) 蛍光イメージング

キセノン光源、バンドパスフィルタ、モノクロ CCD カメラからなるイメージング装置を用い、選定した波長条件でコーヒー豆の蛍光画像を取得した。得られた蛍光画像を線形判別分析に供し、回帰係数に基づいて 11 波長条件の蛍光画像の画像間演算を行った。その後、正常豆と未熟豆の判別精度の検証を行った。

(3) コーヒー生豆の成分分析

判別に寄与する波長に対応する成分について、各コーヒー豆サンプルに含まれる量を化学分析により調べた。

3. 結果と考察

(1) 蛍光指紋計測

得られた蛍光指紋の等高線図を図 1 に示した。Ex 300~450 nm/Em 400~500 nm、Ex 380~430 nm/Em 650~700 nm 付近にふたつの大きなピークが観察でき、後者のピーク強度に関しては、ブラジル産 > コロンビア産、未熟豆 > 正常豆であった。SR から選定した判別に寄与する波長条件は計 11 個であり、それらに対応する成分を推定した結果を表 1 に示した。

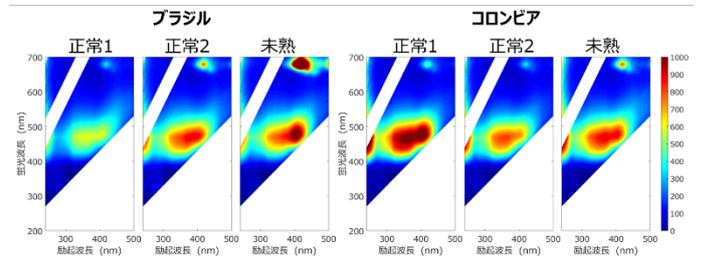


図 1 各サンプルの蛍光指紋等高線図

表 1 SR より選定した波長条件と推定した成分

| | 励起波長 (nm) | 蛍光波長 (nm) | 寄与すると推定した成分 |
|----|-----------|-----------|--------------|
| 1 | 270 | 370 | カフェイン |
| 2 | 320 | 370 | |
| 3 | 330 | 430 | クロロゲン酸 |
| 4 | 390 | 420 | |
| 5 | 410 | 520 | リボフラビン・ケルセチン |
| 6 | 410 | 580 | |
| 7 | 410 | 640 | クロロフィル |
| 8 | 410 | 660 | |
| 9 | 460 | 660 | |
| 10 | 480 | 650 | |
| 11 | 500 | 660 | |

(2) 蛍光イメージング

両産地を同時に判別分析に供した際は、ブラジル産正常豆とコロンビア産未熟豆の誤判別が多く、全体の誤判別率 (バリデーション) は 21.5% であった。続いて、産地別に判別分析を行ったところ、ブラジル産全体の誤判別率 (バリデーション) は 5.0%、コロンビア産全体の誤判別率 (バリデーション) は 10.3% と精度が向上した。これより、ブラジル産とコロンビア産のコーヒー生豆の特徴に違いがあることが示唆され、その一つに精選方法の違いによる含有成分への影響があると考えられた。

(3) コーヒー生豆成分の化学分析

表 1 に示す 5 つの成分が、判別に寄与していると推定した。カフェイン、クロロゲン酸、リボフラビン、ケルセチンは高速液体クロマトグラフィー (株島津製作所) にて定量し、クロロフィルは吸光度を測定したのちに Machachlan 式に代入して算出した。化学分析の結果、正常豆と未熟豆に差異が見られたのは、カフェイン、リボフラビン、クロロフィルであり、3 成分ともに未熟豆で有意に含量が高かった。

4. まとめ

本研究より、蛍光指紋によるコーヒー未熟豆選別の可能性が示唆され、さらに蛍光イメージングと組み合わせることで、実用的な選別方法の確立が可能であることがわかった。今後は、精度の向上や他の様々な産地に対する応用がなされることを期待する。