

# 蛍光指紋を利用したコーヒー生豆の熟度判別

指導教員 粉川 美踏  
副指導教員 北村 豊

山下 剛史 (201610745)

## 1) 背景と目的

コーヒー豆はコーヒーチェリーの種子である。収穫時のコーヒーチェリーの熟度は、コーヒー豆、および飲料としてのコーヒーの品質に影響を与えるが、果肉を取り除いた生豆の状態で見ただけから熟度の違いを判断するのは困難である。コーヒー生豆の品質評価は、一般的にカップpingによる官能評価で行われており、一度焙煎してから抽出するため一部の豆しか評価できない。そのため、客観的かつ非破壊的に生豆の品質を評価する方法が求められる。

蛍光指紋とは照射する励起光の波長と試料が発する蛍光の波長を網羅的に計測する方法である。情報量が多く、感度が高いため、微量な成分の検出が可能である。コーヒー生豆に含まれるトリプトファンなどの蛍光を発する成分は熟度により変化することが知られている<sup>1)</sup>。

そこで、本研究では、客観的にコーヒー生豆の熟度を判別する方法として、蛍光指紋を用いた。さらに、蛍光指紋データから判別に寄与する波長を複数選出し、蛍光イメージングによる非破壊かつ迅速な熟度判別への応用の可能性を検討した。

## 2) 方法

### 1) 蛍光指紋計測

試料はコーヒーチェリーの熟度により 5 段階（未熟なものから豆 1～豆 5 とする）に選別されたコロンビア産のコーヒー生豆を用い、各試料 2 g をマルチビーズショッカー（MB1001、安井器械（株））により粉碎した。次に、粉末試料をセルに入れ、分光蛍光光度計（F-7000、（株）日立ハイテクサイエンス）を用い、励起波長（以下、Ex）200-500 nm、蛍光波長（以下、Em）200-700 nm における蛍光指紋を 5 サンプル×3 回計測した。蛍光指紋データを用い、PLS 判別分析により、5 段階の熟度による判別を試みるとともに、判別に寄与する波長条件を選択した。

### 2) 蛍光イメージング

試料には蛍光指紋計測と同じ生豆を用いた。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、選択した波長条件でのコーヒー生豆、約 60 粒ずつの蛍光画像を取得した。これらの蛍光画像から個々のコーヒー豆の平均強度を求め、再度 PLS 判別分析を行うことによって熟度の判別を試みた。

解析には、数値解析ソフト（MATLAB2019a、MathWorks）を用いた。

### 3) 官能評価

同生豆試料をサンプルロースター（PRO V3、IKAWA）により焙煎し、5 サンプルでのカップpingによる官能評価に供した。カップpingは日本スペシャルティコーヒー協会のカッ

ピングプロトコルに則り行い、3 名の国際資格を有する専門家パネルとして 100 点満点で実施した。

## 3) 結果

### 1) 蛍光指紋計測

蛍光指紋計測より、 $Ex > Em$  となる部分、散乱光や二次光を削除し、合計 15,491 波長条件での蛍光指紋のデータを得た。このデータを用い、5 段階に判別するために PLS 判別分析を行ったところ、15 サンプルは全て正しく判別され、蛍光指紋による熟度判別の可能性が示唆された。判別モデルへの寄与率を示す Variable Importance in Projection (VIP)、Selectivity Ratio (SR) を元に、蛍光イメージングに用いる波長条件として合計 17 波長条件を選出した。

### 2) 蛍光イメージング

選出した 17 波長条件で蛍光イメージングを行い、得られた個々のコーヒー生豆の蛍光データを用いて PLS 判別分析を行った結果を表 1 に示す。判別率は、豆 1 や豆 4 では 90%を超えたが、豆 3 や豆 5 では 60%を下回り、十分な精度にはならなかった。また、生豆表面の強く光る部分を削除し、PLS 判別分析を行なったが大きな改善は見られなかった。

今回の試料には豆表面の薄皮（シルバースキン）が付着しており、それにより豆内部に励起光が届かず、内部の蛍光物質の特性が反映されていないことが原因として考えられる。

### 3) カップping

カップpingスコアの合計の平均は豆 1 から順に、100 点満点中、75.83、75.75、77.67、79.42、80.08 であった。各項目においても熟度が上がるにつれスコアも高くなる傾向が見られたが有意差は見られなかった。

今後の方針として、サンプルを増やし、より多くのデータを集めるとともに、様々な産地や品種による計測を実施し、汎用性を高めていきたい。また、化学分析の実施により、化学成分と熟度の関係にも着目し、蛍光指紋の情報と照らし合わせていきたい。

<sup>1)</sup> Setoyama et al. (2013) PLoS One, vol.8

表 1 イメージングデータによる PLS 判別分析の結果

		推定された分類					
		豆 1	豆 2	豆 3	豆 4	豆 5	判別率 (%)
実際の分類	豆 1	61	0	0	0	0	100
	豆 2	0	46	5	1	8	76.7
	豆 3	0	12	20	2	26	33.3
	豆 4	0	2	0	56	2	93.3
	豆 5	0	6	14	5	35	58.3