

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 粉川 美踏

食品中の成分は、その分布の状況が、「おいしさ」に大きな影響を及ぼす。同じ材料を用いても、作る人によってできあがった食品の「おいしさ」が異なるのはこのためである。このため、食品中の成分分布を可視化する技術は食品研究において非常に有用な技術であり、その適用範囲は「おいしさ」の性質を探求する基礎的研究から食品製造工程の開発や操作条件の設定などの応用的場面にまで及ぶ。

しかし、従来の成分可視化技術は試料を染色したり、凍結乾燥させたりするなどの前処理を必要とするものが多く、これらの前処理による試料の変質が避けられない。また、成分毎に染色剤を用いる必要があるため、複数成分の可視化に適さない。そこで、申請者は、本研究において、蛍光指紋計測および分光イメージングという二つの技術に着目し、染色等の前処理を必要としない可視化手法を開発した。

蛍光指紋は励起蛍光マトリクス (Excitation-Emission Matrix: EEM) とよばれ、試料に照射する励起光の波長を連続的に変化させながら測定した複数の蛍光スペクトルを三次元的に重ね合わせたデータである。一方、分光イメージングでは、吸光スペクトルなどの光学的情報に加えて、X・Y 方向の位置情報を同時に取得することによって、試料中の成分分布を可視化することを可能とする。本研究では、蛍光指紋による成分情報と分光イメージングの位置情報を組み合わせた、「蛍光イメージング手法」を新たに開発し、この手法を用いて食品中の複数の成分の分布を可視化することに成功した。

本論文は、7章から構成されており、以下のような展開で、可視化手法を開発している。

第一章では、さまざまな光学的な成分解析手法やそれらを用いたイメージング手法に関して、それぞれの特徴を整理・比較し、蛍光指紋 (励起蛍光マトリクス) によるイメージングの位置づけを明らかにすることにより、本研究の妥当性と、研究における本研究の工学的価値を明確にしている。

第二章では、本研究で新たに開発した、蛍光指紋による可視化装置の構造を解説するとともに、その制御方法等について説明している。

第三章では、グルテン・澱粉・純水を混合したモデル試料におけるグルテン分布可視化を試みている。試薬として販売されているグルテン、及び澱粉を用い、それぞれの割合を変えながら成分の可視化を試みている。成分割合を反映した画像を取得することができたが、澱粉粒やグルテン構造等を可視化するには、薄片化が必要であることが明らかとなった。

第四章および第五章では、パン生地モデルにおけるグルテン・澱粉の可視化 (二成分の可視化) を試みている。小麦粉に水を混ぜたパン生地モデルを用い、グルテン・澱粉の分布を可視化し、染色画像と比較している。また、小麦粉生地をミキシングし、異なるミキ

シング段階におけるグルテン・澱粉・気泡の分布の可視化に成功した。

第六章では、パイ生地モデルにおけるグルテン・澱粉・バターの可視化（三成分以上の可視化）に挑戦した。小麦粉・水・バターからなるパイ生地モデルを作製し、グルテン・澱粉・バターの可視化を行った。さらに、小麦中のポリフェノール類の可視化にも成功している。

第七章では、研究全体を総括し、開発したイメージング手法の長所と限界をとりまとめ、今後の研究の発展方向について述べている。

これらの一連の研究成果は、学問的に高い価値を有しており、食品化学の発展に大きく貢献するとともに、食品産業における製造技術の開発、製造条件の最適化に大きく貢献する、基礎から応用と行った幅広い分野において極めて有用な成果である。

以上の研究成果により、審査委員一同は本論文の学術的な独創性と実用的な有用性を高く評価し、博士学位論文として価値あるものと認めた。