

光散乱を利用した牛乳の品質検査

東洋大学 理工学部 応用化学科

勝亦 徹 教授 Toru Katsumata



研究概要

光ファイバーを使った後方光散乱測定を用いて、光散乱体を大量に含む不透明な液体の品質検査技術を開発しました。今回は、一例として強い光散乱体である牛乳の非破壊品質検査技術をご紹介します。

研究シーズの内容

牛乳が白く見えるのは、入射した光のほとんどを牛乳が散乱するからです。牛乳に含まれている主な光散乱体は、脂肪の粒子とたんぱく質の粒子です。これらのうち、サイズが大きな脂肪粒子はミー散乱、サイズが小さなたんぱく質粒子はレイリー散乱の原因になります。これらの散乱体は高濃度に含まれていて、光を強く散乱するため、牛乳は外から見ると白く見えます。この強い光散乱が、光を使った牛乳の品質検査を困難にしています。

そこで、光散乱を積極的に利用して牛乳の品質検査を行う技術をご紹介します¹。図1のように光ファイバーバンドルを試料の牛乳に浸し、反対側の光ファイバー端からLED光源の光を牛乳試料内部に照射します。牛乳内部で散乱した光はファイバーバンドルを通して分光器に導かれ測定されます。牛乳からの散乱光強度は、照射した光の波長によって異なるものの、牛乳に含まれる脂肪やたんぱく質の濃度によって変化することがわかりました²。

牛乳には、脂肪やたんぱく質のほかにもさまざまな成分が含まれて居ます。これらの成分のうち、ビタミンB2の含有量は蛍光を使って測定できるのですが、図2のように牛乳による強い光散乱の影響によって正確な測定が困難です。光ファイバーを用いた後方散乱型の光学系を利用することによって、散乱された光の中に含まれるビタミンB2からの蛍光を効果的に検査することができました³。

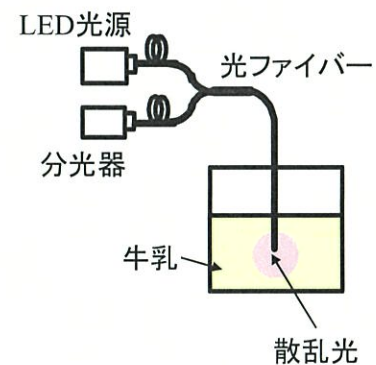


図1. 光ファイバを用いた後方散乱型の光散乱および蛍光検査装置。

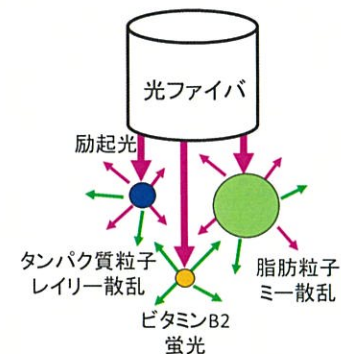


図2. 牛乳からの光散乱および蛍光の発生メカニズム。

研究シーズの応用例・産業界へのアピールポイント

固体微粒子を含む液体、水と脂などの溶け合わない2相の液体混合物など、光を強く散乱する液体試料の光を使った迅速・簡便な検査が可能になります。たとえば、牛乳、果汁、抹茶などの食品や、金属粉を含んだ潤滑油、研磨材を含んだ液体などの工業製品の非破壊品質検査に適しています。

特記事項(関連する発表論文・特許名称・出願番号等)

1. 特願 2018-240254 牛乳の検査装置
2. T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, “Quantitative analysis of fat and protein concentrations of milk based on fiber-optic evaluation of back scattering intensity”, International Dairy Journal 109 (2020) 104743.
3. T. Katsumata, H. Aizawa, S. Komuro, S. Ito, T. Matsumoto, “Evaluation of photoluminescence from milk with various vitamin B2 concentrations”, International Dairy Journal 109 (2020) 104744.