



微弱発光計測を用いた食品の評価

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 食品研究部門
種原昌司

1. はじめに

食品の安全性や信頼性に対する消費者の関心は年々高くなり、農産物や食品の加工・流通過程では危害要因や品質計測が求められるようになってきた。高度な熟練を要する残留農薬の分析や DNA 判別技術はもとより、X 線を使用した異物計測（金属探知）や赤外光・近赤外光を利用した異物計測、近赤外光による果実の熟度計測技術、米の食味計測技術など多くの機器計測技術が実用化され、食品流通の安全性確保に寄与している。筆者らは食品から発生する微弱な光に着目し、食品の品質評価に利用できないか検討してきた。高分子食品から生じる発光現象はその品質と関係があり、「プラスチックに含まれる過酸化物の微弱発光の高感度測定方法（JIS K7351:2018）」として 2018 年 1 月に日本工業規格にも採択された¹⁾。同規格には、油脂や食品が酸化すると微弱光が生じることについても若干触れられている。本稿では食品素材から発生する自発極微弱発光を利用した品質評価の可能性から、食品の放射線殺菌履歴を検知する光計測技術（光刺激発光）、さらに放射性物質の計測に利用されている発光計測（シンチレーション）まで、微弱発光を利用した品質計測に関して紹介する。

2. 食品からの自発極微弱発光現象による品質評価

食品や植物は、肉眼では認識することができない非常に微弱な光「極微弱光」を発している。肉眼の検出限界は 10^{-4} Lx（星明かりの夜空の明るさに相当）程度まで見るができるといわれているが、食品から何の励起もなく自発的に生じる光は、 10^{-6} Lx 以下の明るさである。このレベルの発光現象は、波動性を示す光（光波）ではなく、粒子性を示す光（光子あるいは光量子）として発生している。この微弱な光の計測には高度なカメラや検出器が必要となっている。

2-1 発光計測器

微弱発光計測には、光電子増倍管（Photomultiplier Tube, PMT）を用いたフォトンカウンティング計測や ICCD、冷却 CCD 等の高感度カメラ等が用いられる。微弱発光を波長計測するには、バンドパスフィルターと PMT を組み合わせた装置や、回折格子・サバール板干渉計と高感度カメラを組み合わせた分光装置が開発されている。計測器には長所と短所があるので、試料形状や目的に合わせた計測装置の選定が必要であり、一般的には感度面では PMT タイプの計数装置が優れている。PMT タイプでは発光の位置情報が得られないため、均質に発光が生じる液体や粉体などの計測に適している。一方で、カメラタイプの発光計測器は発光の位置情報が得られるため、発光のメカニズム解明等に有効な装置である。最近では、さらに高感度で扱いやすいカメラ（冷却 CCD 等）が開発されているので微弱発光計測の研究者にとっては非常に恵まれた環境になってきている。

食品から発生する極微弱発光は、測定温度の影響を受け発光量は変化するため、品質評価（製品比較）する際には一定温度で計測する必要がある。また、微弱光計測で用いられるフォトンカウンティング計測は極低レベルの発光領域で S/N を向上させるが、検出部の検出限界に近い光を計測している