

Vol.3 No.5 Jun. 2009

放射線照射の検知について

はじめに

平成 19 年 7 月 6 日付けで、香辛料について TL(熱ルミネッセンス)法による放射線照射の検知法が通知され、輸入モニタリング検査が行われるようになりました。その後、対象食品は乾燥野菜類及び茶にまで広がり現在に至っています。これまでに幾つかの食品で照射が検知されていますが、国内ではばれいしょの芽止めを除いて食品への放射線の照射が許可されていないため、これらは食品衛生法第 11 条違反として取り扱われます。今回は、放射線照射の検知についてご紹介します。

放射線照射の現状

食品に放射線を照射する目的は、主に①殺菌、②殺虫や虫の不妊化、③ばれいしょ、ニンニクなどの芽止めです。

また、食品への放射線照射には以下のようなメリットが考えられています。

- ・ エチレンオキシド、臭化メチル、ホスフィン(リン化水素)といった燻蒸剤は、毒性が強い、オゾン層を破壊する、耐性害虫の発生を惹起するなどの問題点が知られており、放射線照射はこれらの補完又は代替技術として有望視されている。
- ・ 温度上昇がわずかなため、揮発成分のロスがほとんどなく、風味に影響を与えない。
- ・ (専用の施設が必要だが、)ランニングコストが安い。
- ・ 放射線の一種であるγ線は透過性に優れるため、嵩や厚みのある食品でも内部まで効果が浸透する。

照射食品については、WHO(世界保健機関)、FAO(国連食料農業機関)及びIAEA(国際原子力機関)の合同会議で「いかなる食品でも、総平均線量が 10kGy [Gy(グレイ); 放射線を吸収した量(吸収線量という。)]を表す単位]までの照射食品には毒性学的な危険性が認められない。」と評価しました。これを受けて Codex(国際食品規格)委員会でも照射食品の一般規格が採択されたことから、放射線の照射は、中国、アメリカを始めとして多くの国々で色々な食品に利用されています。そのため、放射線を照射された食品が、知らずに国内に輸入されてしまう事例があるようです。

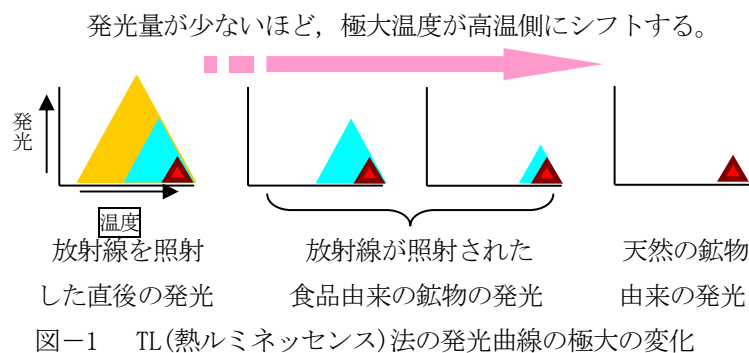
放射線照射の検知技術

国際的には 1990 年代半ば以降、ヨーロッパ標準法(CEN standards)及び Codex 標準分析法として幾つかの方法が採択されており、国内でもこれらの方法を基にして各種試験法が検討されてきました。これらの中から、先に通知された TL(熱ルミネッセンス)法と、今後実用化が期待されているガスクロマトグラフ法及び ESR(電子スピン共鳴)法についてご紹介します。

a) TL(熱ルミネッセンス)法

土砂等の鉱物性物質の主成分であるケイ酸塩は、放射線が照射されるとその格子結晶状構造の欠損部にエネルギーが蓄積されます。この状態のケイ酸塩を加熱すると蓄積されたエネルギーを光として発することから、本法では食品の表面に付着しているわずかな土砂等の鉱物を集め、得られた鉱物について TL 測定を行うことにより、食品への放射線照射の有無を判定します。

なお、TL は放射線が照射された直後から次第に減少し、ほぼ一定の安定状態に落ちつきます。また、TL は放射線の照射量が少ないほど発光も小さく、数ヶ月以上の長期に亘る保管によっても減衰していきます。このような場合、TL では低温ほどエネルギーの蓄積状態が不安定なため、下図のように優先的に消失し、極大温度が高温側にシフトしていきます。



一方、天然に存在する鉱物にも概ねわずかながら TL が見られます。(この性質は地層の年代測定に利用されています。)

したがって、鉱物に認められる発光が、鉱物がもともと有するものか、放射線を照射したことによるものかを判別するため、通知法では発光の極大温度と発光量について、それぞれ指標を定めています。検知する場合としない場合の発光曲線例を次頁に示します。

TL(通知法)の基準

以下の2つの条件を満たす場合、放射線が照射されたと判定します。

- ① 熱発光曲線の極大温度が、規定する温度(約260℃)以下であること。
- ② TL 発光比*と呼ばれる指標が0.10以上であること。

* TL 発光比とは

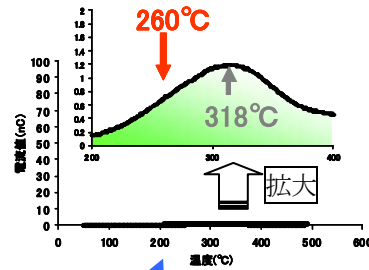
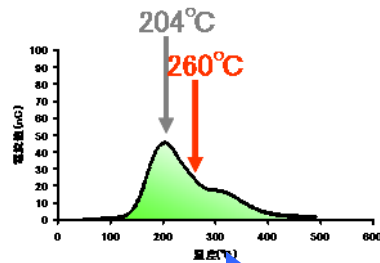
食品から得られた鉱物の TL の発光量を TL1、この鉱物に再び 1kGy の放射線を照射し、さらに発光を安定状態に導くため、50℃で16時間平衡化処理(アニーリングという。)をしたものの発光量を TL2 とし、 $TL1/TL2$ で算出されます。つまり、得られた鉱物が上述の条件で処理された際に有する発光(TL2)を基準とし、TL1 でその1/10を超える発光が確認された場合、②の基準を満たすことになります。

◎ TL1 の発光曲線

得られた鉱物
について測定

○ 検知する場合

○ 検知しない場合



◎ TL2 の発光曲線

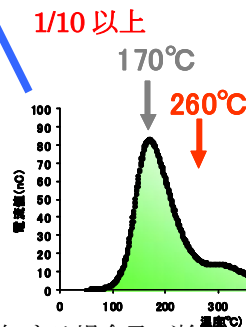
TL1 測定後の鉱物に
1kGy の放射線を照射し、
さらに 50°C、16 時間
の平衡化処理を
施したものを測定

図-2 放射線照射を検知する場合及び検知しない場合の熱発光曲線例

b) ガスクロマトグラフ法

肉などの油脂を多く含む食品は、放射線照射により下図のように脂肪酸からアルキルシクロブタノン及び炭化水素を生成します。これらの物質をガスクロマトグラフ-質量分析計(GC/MS)により測定し、放射線照射の有無を判定します。

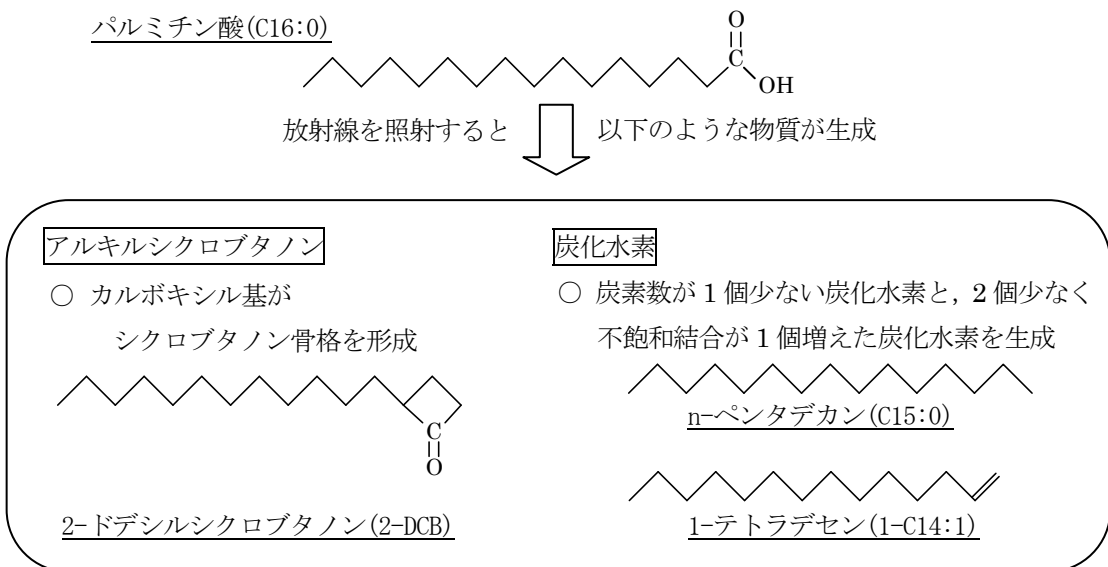
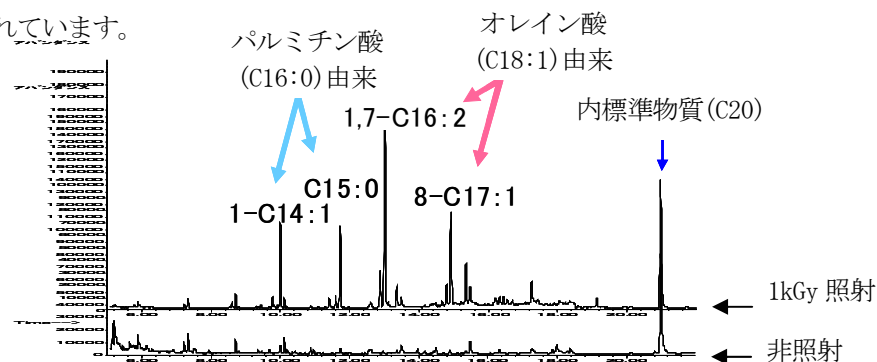


図-3 放射線照射によるパルミチン酸からのアルキルシクロブタノン及び炭化水素の生成

これらの方法はいずれも食品から油脂を抽出し、フロリジルカラム精製後、GC/MS により測定を行います。下図に鶏肉の炭化水素のクロマトグラム例を示しました。1kGy の放射線を照射した鶏肉のスペクトルには、鶏肉が多く含まれるパルミチン酸及びオレイン酸由来の炭化水素のピークが確認されています。

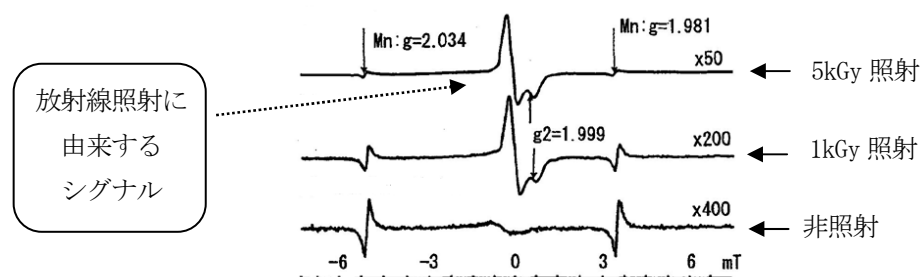


図ー4 非照射及び 1kGy の放射線を照射した鶏肉の炭化水素のクロマトグラム例

c) ESR (電子スピン共鳴)法

食品に放射線が照射されると、ラジカルといわれる不安定な原子の状態を引き起こします。通常、この状態の原子は周りの物質から電子を奪いすぐに消失しますが、骨やセルロース、糖の結晶などでは、このラジカルがそのまま保持されます。

そのため、本法は、これらの物質についてラジカルの有無を ESR (電子スピン共鳴) 分光装置で直接調べることで、食品に放射線が照射されているか否かを判定します。



図ー5 鶏の骨の ESR スペクトル例 (参考資料 3) より引用)

おわりに

弊財団では、昨年来 TL (熱ルミネッセンス) 法による放射線照射の検知を受託しております。また、その他の方法についても、通知され次第速やかに受託を開始できるよう検討を進めております。

参考資料

- 1) 原子力委員会：食品への放射線照射について，食品照射専門部会報告書(2006)
- 2) 食品に関するリスクコミュニケーションー放射線照射食品をめぐる国際的な現状ー講演資料及び議事録 <http://www.fsc.go.jp/koukan/risk190903/risk-tokyo190903.html>
- 3) 宮原誠：食品照射検知法の現状，食品照射，**37**，p. 29～47 (2002)
- 4) 放射線照射された食品の検知法について

[平成 19 年食安発第 0706002 号(平成 20 年食安発第 1211002 号による改正)]