

“光励起ルミネッセンス (PSL) 測定法” による 既存添加物調製原材料の放射線照射履歴の検知と殺菌効果

Detection of Irradiation History of Raw Materials in Food Additives by Photo Stimulated Luminescence (PSL) Metrology and Its Bactericidal Effect

(2011年3月31日受理)

北島 葉子 高尾奈津子 多田 幹郎
Yoko Kitajima Natsuko Takao Mikiro Tada

Key words : 光励起ルミネッセンス, 食品照射, 放射線殺菌, 照射履歴検知法, 既存添加物調製原材料

抄 録

食品照射の規制緩和のためには、実用的な照射履歴の検知法の確立が必要である。また、わが国では製品の品質を犠牲にして過熱殺菌を行っているのが現状であり、品質の劣化がない非加熱殺菌法である放射線照射による衛生化が国際的に主流になりつつある今、日本での実用化に向けて、放射線照射による殺菌効果を検証する必要がある。そこで、既存添加物調製原材料を用いて、放射線殺菌処理の有無を P S L 法で調べると共に、生菌数測定法を用いて微生物汚染の有無を調べた。また、全ての試料に線量の異なるガンマー線を照射して、既存添加物調製原材料に対する P S L 測定法の適用の可否を調べると共に、残存微生物の培養実験によって放射線殺菌効果を検証した。その結果、鈹物質が付着していない照射食品は、放射線殺菌処理の有無を P S L 測定法で検知することができないことが確認され、また、食中毒原因菌および食品の悪変微生物の殺滅には、5 kGy以上の放射線照射が必要であることが明らかとなり、5 kGy以上の線量による放射線照射は殺菌効果があると結論づけられた。

I はじめに

加工食品には多種多様の食品添加物が使用されているが、多くの消費者は“天然由来”に安心を感じるために既存添加物を好む傾向がある。そのため多種の既存添加物調製原材料が輸入されている。

一般に、既存添加物の原材料には膨大な数の微生物が付着しており、ことに耐熱性の有芽胞細菌による汚染が著しい¹⁾。一方、既存添加物の品質は熱、酸、アルカリに対して極めて不安定であるため、比較的穏やかな条件で調製されるため、最終製品への微生物の混入が避けられない。このため、あらかじめ原材料を殺菌することが望まれ、その方法として非加熱殺菌法としての有用性が認められている放射線処理で殺菌することに期待が寄せられている。また、国際的に高品質で衛生が確保された

既存添加物調製原材料が求められており、諸外国では、殺菌効果が確実に保証でき、品質劣化が少ない非加熱殺菌法として、国際レベルで高く評価されている放射線殺菌法が実用化されている²⁾。さらに、平成20・21年度分の輸入食品命令・モニタリング検査強化品目一覧には、乾燥椎茸(中国)や香辛料・乾燥野菜・乾燥果実・お茶類(中国, 米国)が挙げられているように、照射食品は世界中で流通しており、とくに既存添加物調製原材料は、わが国にも相当量が輸入されてきている。

これらの事情を背景として、わが国においても、長年、法の規制緩和に向けた取り組みが行われており、2000年には全日本スパイス協会が香辛料の微生物低減化を目的とした放射線照射の許可を求めた申請書を厚生労働省に提出している³⁾。

ところで、わが国における照射食品の問題点として、

実用的な照射履歴の検知法が確立されていないことが挙げられる。現在、公定検知法としては、熱ルミネッセンス法とアルキルシクロブタノン分析法が定められているが、これらは共に操作が複雑であり、実用的ではない⁴⁾。

従って、非加熱殺菌法としての有用性と健全性が国際機関で認められている放射線殺菌法の法的許可と実用化が強く望まれている。また、食品照射の規制緩和のためには、実用的な照射履歴の検知法の確立が必要であり、簡便で精度の高い検知法の開発が望まれている。

II 目 的

食品照射の規制緩和のためには、実用的な照射履歴の検知法の確立が必要である。また、わが国では製品の品質を犠牲にして過熱殺菌を行っているが、品質の劣化がない非加熱殺菌法である放射線照射による衛生化が国際的に主流になりつつある今、日本での実用化に向けて、放射線照射による殺菌効果を検証する必要がある。

そこで、本研究では、添加物製造メーカーで実際に使用されている既存添加物調製原材料を用いて、放射線殺菌処理の有無をP S L法で調べると共に、生菌数測定法を用いて微生物汚染の有無を調べた。また、全ての試料に線量の異なるガンマー線を照射して、既存添加物調製原材料に対するP S L測定法の適用の可否を調べると共に、残存微生物の培養実験によって放射線照射による殺菌効果を検証することを目的とした。

III 試料と方法

1) 試料

添加物製造メーカー(三栄源エフ・エフ・アイ株式会社)より入手した、紅花(中国産)、コチニール(ペルー産)、クチナシ(中国産)、紫コーン(ペルー産)、烏龍茶(中国産)、緑茶(日本産)、紅茶(スリランカ産)、レモングラス(タイ産)、ペパーミント(ヨーロッパ産)、生姜(中国産)、椎茸(中国産)の11種類を用いた。なお、これらの既存添加物調製原材料は、全て乾燥物である。

2) 方法

(1) 放射線照射

ガンマー線照射は、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所の⁶⁰Coを線源として、1, 2, 3, 5, 7, 10kGyを試料に照射した。

(2) P S L (Photo Stimulated Luminescence) 法による放射線照射履歴の判定の可否

照射履歴の判定は、日本放射線エンジニアリング(株)製ES-7343AのP S L測定装置を用い、測定容器は専用のステンレスシャーレ(容積15cm³)を使用した。操作手順は、分析手順書に順じて行った。照射の判定は、励起光照射直後の放射光強度、および放射光強度の減衰速度と放射光の積算量の数値を用いた。

既存添加物調製原材料を用いて、放射線殺菌処理の有無をP S L測定法で調べた。さらに、放射線照射を施された試料には微生物はほとんど生存していないと考えられ、試料の生菌数を調べることで、照射の有無の判定が可能となるため、生菌数の検出を判定の補助に使用した。

次いで、全ての試料に線量の異なるガンマー線を照射して、P S L測定法の適用の可否を調べると共に、次の5つの条件下による残存微生物の培養実験によって微生物汚染の有無を調べた。

①試料1gを50ml滅菌生理食塩水へ懸濁し、ストマッカーで30秒間粉砕する。粉砕した混液から0.1mlを採り、標準寒天平板培地へ塗布し、36°C 48時間培養した(実験A)。②試料を標準寒天平板培地へ直接接種し、25°C 48時間培養した(実験B)。③試料を液体ブイヨン培地へ直接入れ、25°C 48時間培養した(実験C)。④試料をサブロー平板培地へ直接接種し、25°C 48時間培養した(実験D)。⑤試料をGAM平板培地へ直接接種し、25°C 48時間嫌気培養した(実験E)。

(3) 放射線処理による殺菌効果の検証

試料に3, 5, 10kGyのガンマー線を照射して上記微生物培養法を用いて、試料の残存微生物の有無を調べ殺菌効果の検討をした。

次いで、10kGyのガンマー線を照射した無菌状態の試料へ、大腸菌および枯草菌(液体ブイヨン培地で36°C 24時間培養した後、100倍希釈した菌液)を塗布し、1, 2, 3, 5, 7, 10kGyのガンマー線を照射した試料を、マッコンキー平板培地、標準寒天平板培地、液体ブイヨン培

地へ直接接種し25℃ 48時間培養し、微生物死滅に要する放射線量を推定し殺菌効果を検討した。なお、殺菌効果は生細菌の増殖の有無により判定した。

IV 結果および考察

1) PSL法による放射線殺菌処理の有無の判定および放射線照射履歴の判定の可否

11種類の既存添加物調製原材料の放射線殺菌処理の有無と残存微生物の有無を表1に示した。その結果、9種類の試料については、PSLシグナルが観察されず、微生物が検出されたことから未照射と判定された。しかし、中国産の生姜は、PSLシグナルが観察され、微生物が検出されなかったため、放射線殺菌処理が施されていると判定された。中国産の椎茸については、PSLシグナルが観察されず、微生物が検出されなかった。このような結果については、先の研究で報告されている通りPSL法で検知できる照射履歴は光によって消滅することから、放射線処理が行なわれた後に粉碎加工や輸送の過程で試料が光にさらされ照射履歴が消滅されたか、もしくは、加熱あるいは薬剤など、放射線ではなく何らかの方法で微生物の除去をしていることが考えられる。

次いで、既存添加物調製原材料にPSL法が適用可能であるかを確認するため、未照射試料と5kGy照射した

試料を比較したものを表2に示す。その結果、紫コーンを除いた全ての試料で、PSL法が適用可能であることが確認された。紫コーンがPSL法で判定できなかった理由として、紫コーンは穂軸に付いた状態で輸入されたため、ケイ酸系鉱物質が付着していなかった、もしくは、実験に先立ち種を取り出す、または粉碎した過程でケイ酸系鉱物質が減少したためと考えられる。

表1) PSL法による判定と残存微生物の有無

試料	PSL法による判定	微生物の残存
紅花	-	+
コチニール	-	+
クチナシ	-	+
紫コーン	-	+
烏龍茶	-	+
緑茶	-	+
紅茶	-	+
レモングラス	-	+
ペパーミント	-	+
生姜	++	-
椎茸	-	-

PSL法による判定；-：照射無 ++：照射有（異常有り）
微生物の残存；-：残存微生物無 +：残存微生物有

表2) 照射試料のPSL法による判定と残存微生物の有無

	未照射試料		5kGy照射試料	
	PSL法による判定	微生物の残存	PSL法による判定	微生物の残存
紅花	-	+	++	-
コチニール	-	+	++	-
クチナシ	-	+	++	-
紫コーン	-	+	-	-
烏龍茶	-	+	++	-
緑茶	-	+	++	-
紅茶	-	+	++	-
レモングラス	-	+	++	-
ペパーミント	-	+	++	-
生姜	++	-	++	-
椎茸	-	-	++	-

PSL法による判定；-：照射無 ++：照射有（異常有り）
微生物の残存；-：残存微生物無 +：残存微生物有

2) 放射線処理による殺菌効果の検証

残存微生物の存否と放射線殺菌の効果を表3に示した。その結果、3 kGyの放射線照射では、紅花、レモングラス、ペパーミントで微生物の残存が認められたが、他の試料では微生物の残存が認められなかった。また、5 kGyおよび10 kGyの放射線照射では、全ての試料で微生物の残存が認められなかった。以上の結果から、5 kGy以上の線量を照射することによって殺菌が可能であることが確認された。

次いで、3 kGy照射で微生物の制御ができなかった、

レモングラス、ペパーミントおよび、入手時点で微生物の検出が認められなかった生姜に、10 kGyのガンマー線を照射して無菌状態にした後、大腸菌および枯草菌を塗布し、異なる線量のガンマー線を照射して殺菌効果を検討した結果を表4に示した。その結果、3 kGyの放射線処理を施したレモングラスでは、大腸菌および枯草菌の残存が認められたが、5 kGy, 7 kGy, 10 kGy照射では、全ての試料で微生物の残存が認められなかった。

以上のことから、既存添加物調製原材料の殺菌には5 kGyの線量が必要であると結論づけられた。

表3) 残存微生物の存否と放射線殺菌効果

	未照射試料					3KGy照射試料			5KGy照射試料			10KGy照射試料		
	A	B	C	D	E	B	C	D	B	C	D	B	C	D
紅花	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
コチニール	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
クチナシ	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
紫コーン	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
烏龍茶	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
緑茶	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
紅茶	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
レモングラス	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
ペパーミント	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
生姜	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
椎茸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

微生物の残存； -：残存微生物無 +：残存微生物有

A：試料1 g + 50ml滅菌生理食塩水→0.1mlを標準寒天平板培地へ塗布（36℃ 48時間培養）

B：試料を直接、標準寒天平板培地へ（25℃ 48時間培養）

C：試料を直接ブロスへ（25℃ 48時間培養）

D：試料を直接、サブロー平板培地へ（25℃ 48時間培養）

E：試料を直接、GAM平板培地へ（25℃ 48時間嫌気培養）

表4) 微生物を接種した試料の残存微生物の有無

試料	0 k Gy	1 k Gy	2 k Gy	3 k Gy	5 k Gy	7 k Gy	10 k Gy
レモングラス	+	+	+	+	-	-	-
枯草菌 ペパーミント	+	+	+	-	-	-	-
生姜	+	+	+	-	-	-	-
レモングラス	+	+	+	+	-	-	-
大腸菌 ペパーミント	+	+	+	-	-	-	-
生姜	+	+	-	-	-	-	-

-：残存微生物無 +：残存微生物有

V ま と め

11種類 (外国産: 10種) の既存添加物調製原材料を対象として, これらの原材料の放射線殺菌処理の有無を P S L測定法で調べた結果, 9種類の試料については, P S Lシグナルが観察されず, 微生物が検出されたことから未照射と判定された。しかし, 中国産の生姜は放射線殺菌処理が施されていると判定され, 中国産の椎茸については, 放射線殺菌処理が施されている可能性があることを指摘した。

次いで, 全ての試料に線量の異なるガンマー線を照射して, P S L測定法の適用の可否を調べると共に, 残存微生物の培養実験も併せて行い放射線殺菌効果を調べた結果, 紫コーンからは P S Lシグナルが観察されないことを確認した。また, 5 kGy以上の放射線を照射した試料では, 微生物の残存が認められなかった。

以上のことから, 鉱物質が付着していない照射食品は, 放射線殺菌処理の有無を P S L測定法で検知することができないことが確認され, また, 既存添加物調製原材料の殺菌には 5 kGyの線量が必要であると結論づけられた。

VI 謝 辞

本研究を進めるにあたり, 測定装置の貸与と技術指導をしてくださった (独) 農業研究機構食品総合研究所の萩原研究員, 試料の提供をしてくださった三栄源エフ・エフ・アイ (株) の伊藤研究員を始めとする職員の方々, 試料への放射線照射を行ってくださった (独) 農業研究機構食品総合研究所の等々力研究員に心よりの感謝を申し上げます。

VII 参 考 文 献

- 1) 林 徹 (2008), 食品・農業分野の放射線利用, 93-94
- 2) 全日本スパイス協会 (2000), 香辛料の微生物汚染の低減化を目的
- 3) 多田幹郎 (2002), 放射線照射による天然食品添加物の衛生化, FFI Journal 205, 32-34
- 4) 等々力節子 (2008), 光ルミネッセンス (P S L) 法に

