

令和元年6月26日現在

機関番号：27103

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2018

課題番号：26870790

研究課題名(和文)食品への照射技術の新たな応用の可能性の検討

研究課題名(英文) Investigation into new application possibilities of food irradiation technology

研究代表者

南 育子 (Minami, Ikuko)

福岡女子大学・国際文理学部・助教

研究者番号：50712816

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：ガンマ線に対して線量率が高い電子線照射による、食品中の脂質の変質の抑制について解析し、また電子線およびガンマ線による食品タンパク質の抗原性の低化を解析することを目的とした。

油脂標品(トリオレイン)に電子線およびガンマ線を中線量及び高線量照射し、脂肪酸組成の変化をGC分析したところ、未照射では検出されなかった異性化した不飽和脂肪酸の検出量が、照射により線量依存的に増加し、大気条件下では電子線照射の方がガンマ線照射に対して生成量が低かった。

食品タンパク質の抗原性の低減化については、卵白及び牛乳の主要なアレルゲンにおいて、電子線およびガンマ線照射により抗原性の低下が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、ガンマ線照射に対して照射時間の著しく短い電子線照射では、脂質の酸化および脂肪酸の異性化が抑制されることが示された。また電子線およびガンマ線の照射により卵白および牛乳のアレルゲンの抗原性が低下することが示唆され、食品への照射技術の新たな応用の可能性が示された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to analyze the suppression of deterioration of lipid in food by electron beams whose dose rate is higher than that of gamma rays as well as to analyze the decrease in the antigenicity of food proteins by electron beams or gamma rays. When fat and oil specimens were irradiated with a medium or high dose of electron beams or gamma rays and changes in fatty acid composition were analyzed with gas chromatography, "trans unsaturated fatty acid increased dose-dependently by irradiation, and under atmospheric conditions, its production amount was more suppressed by electron beams than by gamma rays. As for the decrease in the antigenicity of food proteins, detected levels decreased in ELISA testing with principal allergens in egg white and milk because of electron beams or gamma rays, which suggested a decrease in antigenicity.

研究分野：複合領域

キーワード：食品照射 脂質酸化 食物アレルギー 加熱調理

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

食の安全に関する問題は依然我が国において重大な問題であり、食糧の多くを輸入に頼っている現在は世界における食品安全や衛生技術の問題にも取り組まなくてはならない。食品衛生技術には、加熱など一般的に用いられている方法に加えて、近代に開発された技術に電離放射線を用いる食品照射技術がある。この技術は、食品にガンマ線や電子線などの放射線を照射することにより、食品中の微生物や害虫を除去し、また食品自体の発芽防止や熟度調節を行う処理法であり、世界各国で認可されている。照射食品の安全性については、FAO/IAEA/WHO 合同専門家会議による「10 kGy 以下の総平均線量でいかなる食品を照射しても、毒性学的な危害を生ずるおそれがない。」という結論から、コーデックス委員会により吸収線量を 10 kGy 以下とする一般規格が採択されており、さらに現行の規格では技術上の必要が認められれば線量制限なしとなっている。

一方、食品への高線量の電離放射線の照射は、食品成分の構造変化や分解を引き起こすことが知られている。食品への放射線照射の化学的影響については各食品成分において解析が進んでおり、放射線による分解生成物の多くは脂質の分解生成物との知見が得られている。また、放射線の線質も食品中の成分の変化に影響する。食品照射に用いられる電離放射線には、主にガンマ線が用いられているが、電子を加速器で加速させることにより発生する電子線の利用も考えられる。電子線はガンマ線に対して線量率が高いため、大気条件下でも酸化反応が起こりにくいことなどから、食品成分の変質を抑えられると考えられ、ガンマ線照射と比較した解析が必要である。

また、食物アレルギーの原因食品の低アレルゲン化について、いくつかの方法が開発され実用化されているが、高価格である場合や、患者数が少ない原因食品については開発されていないなどの問題がある。種々の食品処理方法による食品中のタンパク質の抗原性の変化は大変興味深い研究課題であるが、現在のところ熱処理においては多数の報告があるものの、非加熱処理においては限られており、放射線照射による抗原性の変化については殆ど報告されていない。

2. 研究の目的

本研究では(1)ガンマ線照射に対して電子線照射による食品中の脂質の変質の抑制について解析し、(2)電子線およびガンマ線による食品中のタンパク質の抗原性の低減効果を調べることにより、照射技術の新たな応用の可能性を検討することを目的とした。

(1) 電子線照射による食品中の脂質の変質の抑制

ガンマ線に対して電子線照射による、脂質の脂肪酸組成の変化、脂肪酸の異性化、および脂質の酸化分解の低減化を調べた。またガンマ線または電子線照射による脂質の揮発性物質の生成についても比較した。

(2) 電子線およびガンマ線照射による食品中のタンパク質の抗原性の低減化

アレルゲンとなる食品タンパク質は、加熱等の食品処理により変性し、抗原性の低下が見られる場合がある。本研究では、主要な食物アレルギーの原因食品である卵白、及び牛乳にガンマ線、あるいは電子線を照射することにより、食品タンパク質の抗原性を低下させることができるか検討した。

3. 研究の方法

(1) 電子線照射による食品中の脂質の変質の抑制

油脂標品(トリオレイン)に、大気条件下または窒素置換条件下において、ガンマ線(線源:コバルト 60、線量率:3 kGy/h)または電子線(エネルギー:10 MeV、線量率:40,000 kGy/h)を中線量および高線量照射し、脂肪酸組成の変化をガスクロマトグラフィーにて分析した。

また、油脂標品に、酸素存在下、非存在下において電子線およびガンマ線を照射し、ヘッドスペースの揮発成分を固相マイクロ抽出(SPME)法(SPME ファイバー:ポリジメチルシロキサ ン 100 μm)により捕集し、GC-MS により分析した。

(2) 電子線およびガンマ線照射による食品中のタンパク質の抗原性の低減化

卵白および牛乳を加熱処理または放射線照射処理(ガンマ線または電子線、9, 30 kGy)した。生理的な条件に近い Tris-HCl buffer、または SDS・2-mercaptoethanol buffer によりタンパク質を抽出した。タンパク質抽出量を測定し ELISA により卵白のオボアルブミン、牛乳のカゼインおよび β -ラクトグロブリンの抗原性を評価した。

4. 研究成果

(1) 電子線照射による食品中の脂質の変質の抑制

油脂標品(トリオレイン)に電子線またはガンマ線を中線量及び高線量照射し、脂肪酸組成の変化をガスクロマトグラフィーにて分析した。大気条件下、未照射サンプルでは、オレイン酸メチルエステルの他にパルミチン酸メチルエステル、ステアリン酸メチルエステルが検出された。ガンマ線および電子線照射ではさらに、エライジン酸メチルエステルが検出され、検出量はガンマ線照射サンプルの方が高かった。その割合は線量依存的に増加していた。本研究で

はガンマ線の線量率は 3 kGy/h、電子線の線量率は 40,000 kGy/h であるため、ガンマ線に対して電子線の照射時間は著しく短くなる。電子線照射油脂の TBA 値は、ガンマ線照射油脂に対して低かった。よって酸化が抑制され、飽和脂肪酸および異性化した不飽和脂肪酸の生成量が低下したと考えられる。窒素置換条件下、未照射サンプルでは、オレイン酸メチルエステルの他にパルミチン酸メチルエステル、ステアリン酸メチルエステルが検出された。ガンマ線および電子線照射ではさらに、エライジン酸メチルエステルが検出された。エライジン酸メチルエステルの割合は、ガンマ線照射、電子線照射サンプルにおいて同程度で、線量依存的に増加した。エライジン酸メチルエステルは、酸素の有無にかかわらず放射線の線量依存的に増加しており、照射により生成していると考えられる。

SPME 法による照射油脂の揮発性物質の分析では、ガンマ線照射により減少を示したヘキサノールやメチルシクロペンタンは、電子線照射により変化しなかった。自動酸化により生成するオクタノールやノナノール、デセノールの検出強度は、電子線照射によりガンマ線照射した場合よりも減少した。照射によりオレイン酸から生成することが知られている 8-ヘプタデセンの検出強度は、高線量のガンマ線により有意に増加した。また 30 kGy の電子線照射により最も高く検出され、60 kGy の電子線照射により減少した。

(2) 電子線およびガンマ線照射による食品中のタンパク質の抗原性の低減化

卵白および牛乳を実験材料とし、室温、大気条件下においてガンマ線または電子線を照射した。ガンマ線は線量率 3kGy/h、電子線照射はビームエネルギー 10MeV にて照射した。Tris-HCl buffer、あるいは SDS・2-mercaptoethanol buffer によりタンパク質を抽出した。タンパク質抽出量を測定し ELISA により卵白のオボアルブミン、牛乳のカゼインおよび β -ラクトグロブリンの抗原性を評価した。

卵白の Tris-HCl buffer によるタンパク質抽出量は、SDS・2-mercaptoethanol 抽出に対して固ゆで卵および放射線の高線量照射サンプルにおいて低下した。牛乳の Tris-HCl buffer によるタンパク質抽出量は SDS・2-mercaptoethanol buffer 抽出に対して低下し、処理法により変化はなかった。ELISA による固ゆで卵白の Tris-HCl buffer 抽出サンプルのオボアルブミン検出レベルは大きく低下し、オボアルブミンの加熱による抗原性の低下を反映していた(図1)。放射線照射した卵白 Tris-HCl buffer 抽出サンプルのオボアルブミン検出レベルは減少し、抗原性の低下がみられた(図1)。牛乳のカゼイン、および β -ラクトグロブリンは、高線量照射・Tris-HCl buffer 抽出サンプルにおいて検出レベルが低下した(図2、3)。

以上より、卵白および牛乳のアレルゲンにおいて電子線およびガンマ線の中線量および高線量照射により抗原性が低下することが示唆された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 3 件)

南育子、中川敏法、海淵覚、内田薫、岸川明日香、堀場大生、大貫宏一郎、清水邦義、GC-MS 分析のための脂質の誘導体化、九州栄養福祉大学研究紀要、査読無、第 12 号、2015、287-290

南育子、中川敏法、海淵覚、岸川明日香、室井菜緒子、奥野悦生、大貫宏一郎、清水邦義、食用油の酸化による揮発成分の生成、九州栄養福祉大学研究紀要、査読無、第 12 号、2015、285-286

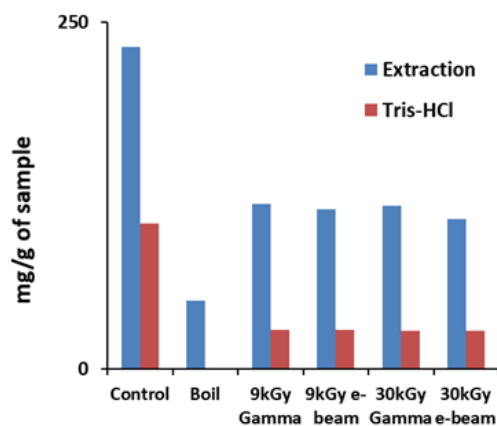


図1 卵白中オボアルブミンのELISA検出レベル

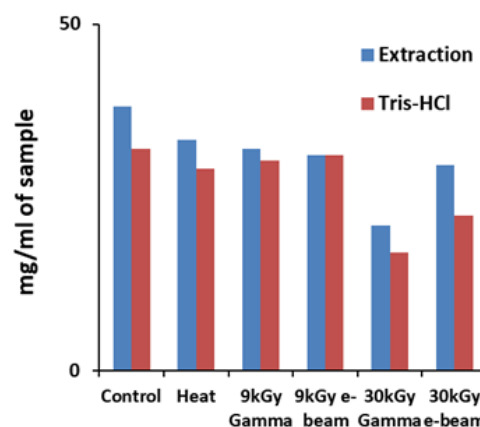


図2 牛乳中カゼインのELISA検出レベル

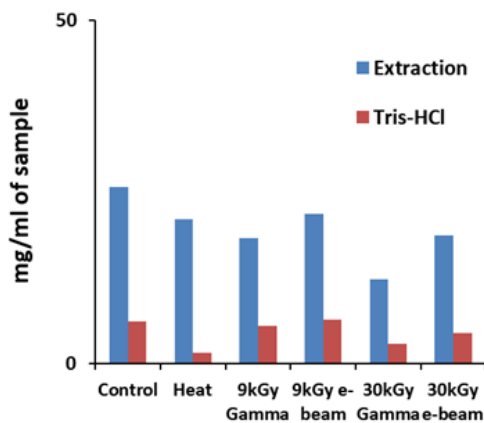


図3 牛乳中 β -ラクトグロブリンのELISA検出レベル

南育子、中川敏法、奥野悦生、大貫宏一郎、清水邦義、脂質への放射線照射による影響 揮発性物質の生成について、九州栄養福祉大学研究紀要、査読無、第 13 号、2016、153-156

〔学会発表〕(計 3 件)

南育子、中川敏法、海淵覚、岸川明日香、堀場大生、大貫宏一郎、清水邦義、等々力節子、ガンマ線照射と電子線照射の脂質への影響の比較、第 51 回日本食品照射研究協議会、2015 年 11 月 20 日、東京

南育子、井上真由莉、岩下さくら、奥野悦生、食物アレルギーの抗原性に対する放射線照射の影響、第 72 回日本栄養・食糧学会大会、2018 年 5 月 13 日、岡山県立大学

南育子、井上真由莉、岩下さくら、奥野悦生、加熱調理および放射線照射による食物アレルギーの抗原性の変化、第 66 回日本栄養改善学会学術総会、2019 年 9 月 6 日、富山

6 . 研究組織

(1)研究分担者
なし

(2)研究協力者
研究協力者氏名：等々力 節子
ローマ字氏名：(TODORIKI, setsuko)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。