

食品への放射線照射についての科学的知見に関する調査結果について

1. 経緯

平成 17 年 10 月の原子力政策大綱、平成 18 年 10 月の原子力委員会決定「食品照射専門部会報告書『食品への放射線照射について』について」を受け、平成 18 年 12 月に薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会において、食品安全行政の観点から食品への放射線照射について検討することが了承された。その後、平成 19 年 6 月に食品規格部会で報告事項として議題に挙げられ、

- (1) 食品健康影響評価に必要な科学的知見
- (2) 食品（特に香辛料）への放射線照射のニーズ
- (3) 食品への放射線照射に関する消費者の理解

等について外部委託調査を実施することとされた。

当該調査については、(株) 三菱総合研究所に委託して実施し、今般、その調査結果が「食品への放射線照射についての科学的知見のとりまとめ業務報告書」としてとりまとめられた。

2. 調査結果

上記 (1) ~ (3) について、(株) 三菱総合研究所の報告書によれば、以下のとおりであった。

(1) 食品健康影響評価に必要な科学的知見

食品への放射線照射に関するリスク要因として以下の項目を選定して情報を収集整理し、リスクプロファイルを作成した。

1. 照射食品の安全性に係るリスク

1.1 有害物質等の生成

(過酸化物、放射線分解生成物、アルキルシクロブタノン)

1.2 微生物の増殖

(マイコトキシン産生菌、放射線抵抗微生物)

1.3 誘導放射能の生成

2. 照射食品の栄養適性、加工適性、保存性に係るリスク

2.1 栄養成分の変性

(栄養価等の損失、食品の加工適性・食味・風味への影響)

2.2 食品包装への影響

このうち、少なくとも、アルキルシクロブタノンについては、以下のデータが不足していると考えられた。

- ・各照射食品中のアルキルシクロブタノンの生成量及びその推定暴露量
- ・アルキルシクロブタノンの毒性（特に、遺伝毒性、発がんプロモーション作用）

(2) 食品（特に香辛料）への放射線照射のニーズ

平成18年の原子力委員会決定において、香辛料への照射については有用性があるとされているが、食品関連事業者等を対象とした今回の意識調査の結果、以下の点が明らかとなった。

- ・放射線照射を行いたいと思っている食品、あるいは利用・取り扱いを行いたいと考えている照射食品については、「ない」が62.6%、「わからない」が25.2%、「ある」が10.8%。「ある」と回答した者に、具体的な食品を訊ねたところ、「香辛料（スパイス）」（22件中10件）が最も多かった。
- ・科学的知見に基づく安全性の評価を行った上で、有効性が確認された食品への放射線照射技術を導入することについて、「導入すべき」と回答した者に、放射線照射技術を導入するための条件を訊ねたところ（複数回答可）、「既存の技術より有用性が認められるならば導入すべき」（72.4%）、「消費者が受容するのであれば導入すべき」（70.7%）の二項目について同意する者が多かった。

香辛料を対象とした放射線照射については、一部にニーズがあるが、その導入に当たっては、有用性の確認とともに、消費者の理解が得られることが前提と考えられる。

(3) 食品への放射線照射に関する消費者の理解

平成18年の原子力委員会決定においては、「食品照射に関して国民との相互理解を一層進めるための国民にわかりやすい形でのデータの提供等の情報公開及び広聴・広報活動の推進」が必要とされているが、一般消費者を対象とした今回の意識調査の結果、以下の点が明らかとなった。

- ・食品への放射線照射の技術としての認知度¹⁾は、最もよく知られている「ばれいしょ等の発芽防止」であっても28.2%と低かった。
- ・食品への放射線照射の我が国への導入については、「どちらともいえない」が39.7%、「反対²⁾」が34.5%、「賛成²⁾」25.9%であり、態度を決めかねている人が多かった。
- ・照射食品の購入については、「どちらともいえない」が41.2%、「購入したくない²⁾」が38.9%、「購入したい²⁾」が20.0%であり、態度を決めかねている人が最も多いものの、否定的な意見が多かった。
- ・自由意見における記載では、安全性、必要性、対象となる食品、海外における状況等、食品への放射線照射に関する基本的事項についてのわかりやすい情報提供の不足を指摘するものが多かった。

原子力委員会を中心に、食品照射に関する社会受容性の向上に向けた取組がなされているが、消費者の理解は進んでいないと考えられる。

1) 「よく知っている」と「少し知っている」の合計

2) 「どちらかといえば」を含む数

3. 今後の方針

○ アルキルシクロブタノン類に関する科学的知見の収集等

科学的知見が不足しているとされる以下の事項について、関係者に情報の収集を要請する。

- ・ 照射食品中のアルキルシクロブタノンの生成量及びその推定暴露量
- ・ アルキルシクロブタノンの毒性（特に、遺伝毒性、発がんプロモーション作用）

○ 消費者の理解

原子力委員会に対し、国民との相互理解を一層進めるためのさらなる取組を要請する。

食用油等のグリシドール脂肪酸エステルの含有実態調査結果について

平成 22 年 5 月 18 日

食品安全部基準審査課

1. 経緯

高濃度にジアシルグリセロール (DAG) を含む食品 (花王 (株) 「健康エコナクッキングオイル」等) については、発がんプロモーション作用についての懸念から、平成 17 年以降、食品安全委員会において食品健康影響評価が継続されている。

昨年 7 月、高濃度に DAG を含む油 (DAG 油) の製造過程において、意図せず不純物として、一般の食用油 (植物油をいう。以下同じ。) に比べ、高濃度のグリシドール脂肪酸エステルが生成することが判明し、当該物質は発がん物質であるグリシドールの関連物質であることから、食品安全委員会において、DAG と併せて評価を行うこととされた。このため、昨年 8 月、食品安全委員会より食品健康影響評価に係る補足資料として、以下を提出するよう依頼があった。

- ・食用油等に含まれるグリシドール脂肪酸エステルの分析法を検討すること
- ・グリシドール脂肪酸エステルについて、DAG 油以外の食用油等の含有量の実態調査を行い、グリシドール脂肪酸エステルの高い含有が DAG 油に特有なものか否か考察すること

これを受け、国立医薬品食品衛生研究所食品部において、食用油等のグリシドール脂肪酸エステル含有実態調査を実施した。

2. 調査概要

・調査対象食品

DAG 油については市販品を入手し、その他の食用油については (社) 日本植物油協会、マーガリン及びファットスプレッドについては日本マーガリン工業会、乳幼児用調製粉乳については (社) 日本乳業協会より入手した (各 2 製品 3 ロット)。

・分析対象物質

食用油中の含量割合の高い脂肪酸上位 3 種 (パルミチン酸、オレイン酸、リノール酸) の各グリシドール脂肪酸エステルとした。

・分析方法

常温下で液状の食用油を対象として妥当性確認した抽出法により得られ

た試料をLC/MSにより分析した(定量限界5ppm)。常温下で固形のマーガリン及びファットスプレッドについては日本農林規格、乳幼児用調製粉乳については食品衛生法に記載されている油脂含有率に係る規格試験法により油脂を抽出し、以降の操作は食用油の分析法に従った(別紙1参照)。

・分析結果

DAG油については、すべての製品からその他の食品に比較して高濃度のグリシドール脂肪酸エステル(3種の脂肪酸エステルの合計値166~286ppm)が検出された。その他の食用油については、こめ油から定量限界をわずかに上回る検出が確認されたが(3種の脂肪酸エステルの合計値10.3~16.1ppm)、マーガリン、ファットスプレッド及び乳幼児用調製粉乳については、すべて定量限界未満であった(別紙2参照)。

4. 結 論

食用油等に含まれるグリシドール脂肪酸エステルの分析法を検討し、これにより分析を行ったところ、DAG油のみにその他の食用油等に比べ、高濃度のグリシドール脂肪酸エステルの含有が認められた。

<別紙1> グリシドール脂肪酸エステル分析法の概要

1. 食用油の分析フロー

試料

- ↓ サンプル (100 mg) を遠心管に採取
- *常温下で固体の試料は加温 (55°C) して溶解

抽出

- ↓ アセトニトリル (4 mL) を加え混合
- *常温下で固体の試料は加温 (55°C) したアセトニトリルを加え混合
- ↓ 遠心 (3,500 rpm、室温) 10分

上清

↓

オクタデシルシリル化シリカゲル (ODS) カートリッジカラム

- ↓ メタノール (1 mL)、アセトニトリル (2 mL) を順次添加しコンディショニング
- ↓ 上清を全量添加
- ↓ アセトニトリル (4 mL) で溶出

溶媒留去

- ↓ 窒素ガスで溶媒を留去
- ↓ 残渣はクロロホルム (2 mL) に溶解

シリカゲルカートリッジカラム

- ↓ クロロホルム (2 mL) を添加しコンディショニング
- ↓ 試料液を一部採取 (200 μ L) し添加
- ↓ クロロホルム (8 mL) で溶出

溶媒留去

- ↓ 窒素ガスで溶媒を留去
- ↓ 残渣はメタノール/2-プロパノール混合溶液 (1:1) (1 mL) に溶解

LC/MS 分析

2. マーガリン及びファットスプレッドの分析フロー

試料

- ↓ サンプル (1.5 g) をビーカーに秤量
- ↓ 分液ロートにジエチルエーテル (80 mL) で洗い込む

抽出

- ↓ 無水硫酸ナトリウム 10 g を加え、4~5 秒激しく振り混ぜて放置
- ↓ この浸とう操作を 5 回程度繰り返す

ろ過

↓ ジエチルエーテル溶液をナスフラスコにろ過

溶媒留去

*日本農林規格では恒温水槽（50～80℃）を使用するが、GEを構成している脂肪酸の酸化を防ぐため、下記の操作に変更した。

↓ 減圧下、40℃で溶媒を留去

↓ 窒素ガスを吹き付けて溶媒を留去（60℃）

乾燥

*日本農林規格では恒温乾燥器（105℃）を使用するが、GEを構成している脂肪酸の酸化を防ぐため、下記の操作に変更した。

↓ デシケーター内で減圧下、一晚以上放置

抽出油脂

↓ 秤量

食用油中のGE分析法に従い分析

3. 乳幼児用調製粉乳の分析フロー

試料

*分析に必要な油脂を十分に確保するため、食品衛生法に記載されている試料量の5倍量を試験に供した。従って、抽出操作に用いる全ての溶媒についても食品衛生法に記載されている5倍量を使用した。

↓ サンプル（5g）をビーカーに秤量し、温水20 mLに溶解

抽出

*食品衛生法ではレーリッヒ管を使用しているが、本研究では分液ロートを代わりに使用した。また、抽出液に含まれる水分を除去するため、無水硫酸ナトリウムによる脱水操作を本試験で追加した。

↓ 全量を分析ロートに移し、温水（15 mL×2回）、アンモニア水（10 mL）、エチルアルコール（50 mL）でビーカーを順次洗い込み、良く混和

↓ ジエチルエーテル（125 mL）を加え、静かに回転した後、振とう（30秒）

↓ 石油エーテル（125 mL）を加え、振とう後（30秒）、2時間以上静置

↓ 上清を採取

↓ 下層にジエチルエーテル（125 mL）、石油エーテル（125 mL）を加え、振とう後（30秒）、2時間以上静置

↓ 上清を採取

↓ 下層にジエチルエーテル（125 mL）、石油エーテル（125 mL）を加え、振とう後（30秒）、2時間以上静置

↓ 上清を採取

↓ 得られた上清を無水硫酸ナトリウムで脱水後、ろ過

溶媒留去

*食品衛生法では恒温水槽（約75℃）を使用するが、GEを構成している脂肪酸の酸化を防ぐため、下記の操作に変更した。

↓ 減圧下、40℃で溶媒を留去

↓ 窒素ガスを吹き付けて溶媒を留去（60℃）

乾燥

*食品衛生法では恒温乾燥器（100～105℃）を使用するが、GEを構成している脂肪酸の酸化を防ぐため、下記の操作に変更した。

↓ デシケーター内で減圧下、一晩以上放置

抽出油脂

↓ 秤量

食用油中のGE分析法に従い分析

4. LC/MS 分析条件

LC 条件

カラム：L-column ODS（4.6 mm×150 mm, 5 μm）

ガードカラム：L-column ODS（4.6 mm×10 mm, 5 μm）

移動相 A：アセトニトリル：メタノール：水=17：17：6（v/v/v）

移動相 B：2-プロパノール

グラジエント：0.0 min（A98%, B2%）→15.0 min（A55%, B45%）→15.1 min（A0%, B100%）→25.0 min（A0%, B100%）→25.1 min（A98%, B2%）→35.0 min（A98%, B2%）

流速：1 mL/min

注入量：20 μL

カラム温度：40℃

MS 条件

イオン化法：APCI ポジティブ

コロナ電流：5.0 μA

ベーパーライザ温度：500℃

シースガス：40

AUX ガス：5

キャピラリー温度：340℃

SIM モニターイオン：m/z 313（パルミチン酸グリシジル）

m/z 337（リノール酸グリシジル）

m/z 339（オレイン酸グリシジル）

Dwell time：約0.3秒

<別紙2> グリシドール脂肪酸エステル分析結果

1. 食用油中のグリシドール脂肪酸エステル類濃度

食用油	製品情報		グリシドール脂肪酸エステル類, ppm ¹⁾			
			パルミチン酸 グリシジル	オレイン酸 グリシジル	リノール酸 グリシジル	合計 ²⁾
DAGを主成分とする油	製品A	ロット1	5.7	105	139	249
		ロット2	5.2	117	156	277
		ロット3	(4.0)	74	96	174
	製品B	ロット1	5.5	100	129	234
		ロット2	5.6	119	161	286
		ロット3	(3.7)	70	93	166
なたね油	製品A	ロット1	- ³⁾	-	-	-
		ロット2	-	-	-	-
		ロット3	-	(1.1)	-	(1.1)
	製品B	ロット1	-	-	-	-
		ロット2	-	-	-	-
		ロット3	-	-	-	-
大豆油	製品A	ロット1	-	-	-	-
		ロット2	-	-	-	-
		ロット3	-	-	-	-
	製品B	ロット1	-	-	-	-
		ロット2	-	-	-	-
		ロット3	-	-	-	-
コーン油	製品A	ロット1	-	(1.9)	(3.3)	(5.2)
		ロット2	-	(1.4)	(1.9)	(3.3)
		ロット3	-	(1.7)	(3.1)	(4.8)
	製品B	ロット1	-	(1.8)	(3.0)	(4.9)
		ロット2	-	(1.9)	(3.0)	(4.9)
		ロット3	(0.77)	(1.7)	(2.7)	(5.2)
こめ油	製品A	ロット1	-	(2.3)	(2.2)	(4.5)
		ロット2	-	(2.1)	(2.0)	(4.1)
		ロット3	-	(2.1)	(1.9)	(4.1)
	製品B	ロット1	(1.3)	(4.6)	(4.3)	(10)
		ロット2	(2.1)	7.4	6.7	16
		ロット3	(1.5)	5.4	(4.6)	11
紅花油	製品A	ロット1	-	(0.75)	-	(0.75)
		ロット2	-	-	-	-
		ロット3	-	-	-	-
	製品B	ロット1	-	(0.93)	-	(0.93)
		ロット2	-	-	-	-
		ロット3	-	(1.3)	-	(1.3)
ごま油	製品A	ロット1	-	-	-	-
		ロット2	-	-	-	-
		ロット3	-	-	-	-
	製品B	ロット1	-	-	-	-
		ロット2	-	-	-	-
		ロット3	-	-	-	-
綿実油	製品A	ロット1	-	(0.82)	-	(0.82)
		ロット2	-	(0.85)	-	(0.85)
		ロット3	-	-	-	-
	製品B	ロット1	-	(1.5)	(0.86)	(2.4)
		ロット2	-	(1.6)	(0.99)	(2.6)
		ロット3	-	(1.6)	(1.0)	(2.6)
ひまわり油	製品A	ロット1	-	(1.6)	-	(1.6)
		ロット2	-	(1.4)	-	(1.4)
		ロット3	-	(1.3)	-	(1.3)
	製品B	ロット1	-	(1.6)	(0.85)	(2.5)
		ロット2	-	(1.6)	(0.82)	(2.4)
		ロット3	-	(1.6)	(0.85)	(2.5)
オリーブ油	製品A	ロット1	-	-	-	-
		ロット2	-	-	-	-
		ロット3	-	-	-	-
	製品B	ロット1	-	-	-	-
		ロット2	-	-	-	-
		ロット3	-	-	-	-
パーム油	製品A	ロット1	-	-	-	-
		ロット2	-	-	-	-
		ロット3	-	-	-	-
	製品B	ロット1	-	-	-	-
		ロット2	-	-	-	-
		ロット3	-	-	-	-

- 1) 試料の定量限界は5ppm、検出限界は0.75ppmとした。試料濃度が定量限界未満であるが、検出限界以上である場合は、測定値に () を付した。
- 2) 定量限界未満の数値もそのままの値を用いて合計した。各測定値がいずれも定量限界未満である場合は、合計値に () を付した。
- 3) 検出限界未満
- 4) 本試験法は常温下で液状の植物油を適用範囲としている。したがって、常温下で固体のパーム油(製品A)については本試験法の適用範囲外である。

2. 食用油を原料に含む食品中のグリシドール脂肪酸エステル類濃度

食用油脂を原料に含む食品 ¹⁾	製品情報		抽出油脂中のグリシドール脂肪酸エステル類, ppm ²⁾				製品中のグリシドール脂肪酸エステル類, ppm ³⁾			
			パルミチン酸 グリシジル	オレイン酸 グリシジル	リノール酸 グリシジル	合計 ⁴⁾	パルミチン酸 グリシジル	オレイン酸 グリシジル	リノール酸 グリシジル	合計 ⁴⁾
マーガリン	製品A	ロット1	- ⁵⁾	(1.2)	-	(1.2)	- ⁵⁾	(0.87)	-	(0.87)
		ロット2	-	(1.1)	-	(1.1)	-	(0.80)	-	(0.80)
		ロット3	-	(1.3)	-	(1.3)	-	(1.0)	-	(1.0)
	製品B	ロット1	-	-	(0.97)	(0.97)	-	-	(0.71)	(0.71)
		ロット2	-	-	(0.89)	(0.89)	-	-	(0.68)	(0.68)
		ロット3	-	-	(0.94)	(0.94)	-	-	(0.72)	(0.72)
ファット スプレッド	製品A	ロット1	-	-	-	-	-	-	-	-
		ロット2	-	-	-	-	-	-	-	-
		ロット3	-	-	-	-	-	-	-	-
	製品B	ロット1	-	-	(0.87)	(0.87)	-	-	(0.60)	(0.60)
		ロット2	-	-	(0.82)	(0.82)	-	-	(0.56)	(0.56)
		ロット3	-	(0.82)	(1.2)	(2.1)	-	(0.56)	(0.85)	(1.4)
乳幼児用 調整粉乳	製品A	ロット1	-	-	-	-	-	-	-	-
		ロット2	-	-	-	-	-	-	-	-
		ロット3	-	-	-	-	-	-	-	-
	製品B	ロット1	-	(0.85)	-	(0.85)	-	(0.22)	-	(0.22)
		ロット2	-	(0.96)	-	(0.96)	-	(0.24)	-	(0.24)
		ロット3	-	(0.84)	-	(0.84)	-	(0.21)	-	(0.21)

1) 本試験法は常温下で液状の食用油を適用範囲としている。したがって、食用油を原料に含むマーガリン、ファットスプレッド及び乳幼児用調整粉乳については本試験法の適用範囲外であるため、得られた分析値の信頼性は低い。

2) 抽出油脂中の定量限界は5ppm、検出限界は0.75ppmとした。試料濃度が定量限界未満であるが、検出限界以上の場合は、測定値に()を付した。

3) 抽出油脂含量に基づく算出した製品中濃度。定量限界及び検出限界は、それぞれマーガリン(約3.7ppm、約0.56ppm)、ファットスプレッド(約3.3ppm、約0.50ppm)、乳幼児用調整粉乳(約1.2ppm、約0.18ppm)。試料濃度が定量限界未満であるが、検出限界以上の場合は、測定値に()を付した。

4) 定量限界未満の数値もそのままの値を用いて合計した。各測定値がいずれも定量限界未満である場合は、合計値に()を付した。

5) 検出限界未満