

1. 食品への放射線照射の実態に関する文献調査

1. 食品への放射線照射の実態に関する文献調査

1. 1 食品への放射線照射の概況

1.1.1 放射線照射実用化の経緯¹⁾

食品照射とは、放射線を照射することによって生鮮野菜の発芽を防止したり、食品中の害虫や微生物を殺滅して貯蔵期間を延長する食品保存技術の1種である。

1895年のX線の発見直後から既に放射線の生物効果の応用が試みられており、1952年にSparrowがジャガイモの発芽防止効果を報告して以来、米国を中心に食品照射の研究開発が本格的に展開された。表1.1.1-1に、食品照射の主要な歴史的経緯を示す。1950年代は米国、ソ連（当時）等における実用化のための研究が始められた時期であり、60年代から70年代にかけて、FAO/IAEA/WHOなどの国際機関において安全性の検討が行われるようになった。

表 1.1.1-1 食品照射の歴史的経緯（その1）¹⁾

年代	年	主 要 な 出 来 事
50 年代 研究初 期段階	1952 年	・ 米国：ジャガイモの発芽防止効果の発見（Sparrow）
	1958 年	・ 米国：食品照射の法律制定、食品照射プロセスは添加物（additive）と同様に扱い、食品の種類毎に審査を行い、個別に認可を与えることとされた。
	1958 年	・ ソ連：ジャガイモの発芽防止許可（カナダ：1959 年、米国：1964 年）
	1959 年	・ OEEC/ENEA（欧州経済協力開発機構/欧州原子力機構）：食品照射研究グループ発足（1971 年まで、19 ヶ国）
60～70 年代 国際的な 安全評価 段階	1961 年	・ FAO/IAEA/WHO：照射食品の健全性に関する合同委員会開催
	1963 年	・ 米国：穀物、ベーコンの許可
	1964 年	・ FAO/IAEA/WHO：照射食品の法規制に関する合同専門委員会において、照射生成物は“食品添加物”とみなす旨の決定が行われる。
	1967 年	・ 日本：原子力特定総合研究「食品照射研究開発基本計画」として7品目（ジャガイモ、タマネギ、米、小麦、ウインナーソーセージ、水産ねり製品、ミカン）の研究開始（87 年終了）
	1968 年	・ 米国：ベーコンの許可取り消し（提出されたデータに対し、当時のFDAがラットの死亡率の上昇、体重減少等を示唆するデータがあると判断したため）
	1969 年	・ JECFI（FAO/IAEA/WHO）：第1回「照射食品の健全性に関する合同専門家委員会」
	1978 年	・ IFFIT（国際食品照射技術施設）がオランダに設置される。

表 1.1.1-1 食品照射の歴史的経緯（その2）¹⁾

年代	年	主 要 な 出 来 事
80 年代 安全性合 意・実用 化段階	1980 年	・ JECFI：第 3 回会合で 10kGy 以下の照射は健全性に問題がないとの見解を 発表
	1983 年	・ WHO /FAO の CAC（合同食品規格委員会（Codex 会合））：「照射食品に 関する国際一般規格」を採択
	1984 年	・ ICGFI（国際食品照射諮問グループ）設置：食品照射の実用化と貿易促進 をめざす（24 ヶ国が参加）。
	1984 年	・ 米国：スパイスの許可（30kGy まで）
	1986 年	・ 日本：食品照射の総合研究実施（1991 年まで日本アイソトープ協会）
	1988 年	・ FAO/WHO/IAEA と ITC：照射食品の受容、管理、貿易に関する合意文 書採択
90 年代 以降 実用化・ 再検討段 階	1992 年	・ 米国：家禽肉の許可（3.0kGy まで）
	1997 年	・ 米国：赤身肉（red meat）の照射許可（FDA：1997、USDA：1999）、2000 年発効
	1997 年	・ WHO 専門家委員会：10kGy 以上の高線量健全性の宣言 ・ ドイツ：シクロブタノンによる細胞の DNA 損傷についてのデータ発表
	1999 年	・ EU における放射線照射食品の枠組みを定める EU 指令の制定（2000 年よ り施行）
	2000 年	・ 日本：スパイス（香辛料）の殺菌許可申請
	2003 年	・ WHO 専門家委員会：必要性がある場合には、10kGy 以上での照射も認め る。 ・ CODEX：照射食品に関する一般規格、食品の放射線処理に関する国際規範 の改定 ・ 臭化メチル全廃予定
	2005 年	

（出典：参考文献 1 をもとに一部を追加）

80 年代に入ると照射食品の安全性について国際機関において基本的な合意が得られ、実用化段階に入った。照射食品の実用化は、1980 年の FAO/IAEA/WHO の合同専門家会合の結論に基づき、1983 年に FAO/WHO の合同食品規格委員会が 10kGy 以下の照射食品の一般規格を採択して以降、活発となった。

90 年代に入ると米国で家禽肉、赤身肉の照射が許可されるなど、米国内での利用機運がさらに高まることとなった。欧州でもオランダ、ベルギー、フランスを中心に放射線照射が進んだ。ただし、80 年代後半からは環境問題に対する意識が国際的に高まり、チェルノブイリ原子力発電所の事故の影響などもあり、欧州で

は 2000 年以降、照射量は減少傾向となった。また、シクロブタノンの DNA 損傷のデータが発表されるなど、一部で安全性について再検討しようとする動きも見られた。

照射食品に関する国際的検討はその後も進められ、2003 年には CODEX において、技術的な目的を達成する上で正当な必要性がある場合には、10kGy 以上での照射も認められることとなった。

1.1.2 食品照射の利用分野²⁾

ここでは、食品分野において利用されている放射線照射について、その目的、照射線量等について整理する。

食品照射は、発芽防止、熟度調整、食品成分の改質、殺虫・殺菌などに有効な技術であり、必要な線量は、発芽防止、殺虫、殺菌の順に高くなる（表 1.1.2-1）。

○発芽防止

ジャガイモやサツマイモ、ヤムイモ、カブ、にんじん、タマネギ、ショウガ、シャロット、ビート、キクイモなどの根茎菜類の発芽は、0.05~0.15kGy の低線量で抑制される。

○殺虫及び害虫不妊化

生鮮果実や野菜の害虫は、1kGy 以下の線量の照射で駆除することができる。多くの害虫は 0.25~0.75kGy の範囲で殺滅するため、穀物や豆類、乾燥果実等の害虫駆除にも適用することができる。食品の貯蔵や植物防疫を目的に使用されている。

○熟度調整

バナナやマンゴー、パパイア、グアバなどの熱帯や亜熱帯産果実に 0.25~1.0kGy の線量を照射することで、成熟と老化を遅延することができる。1kGy 以下の線量を照射したマッシュルームは 5~7 日間程度、貯蔵期間を延長することが可能である。

○品質改善

乾燥野菜の復元や食品成分の抽出促進などの品質改善には、2.0~10kGy の線量が用いられる。

○殺菌(病原菌や腐敗菌)

サルモネラ菌や病原性大腸菌などの芽胞非形成病原菌、水産及び畜産加工品や果実などの腐敗菌の放射線殺菌には1～7kGyが必要であり、食中毒の防止・衛生化や貯蔵期間の延長に効果的に用いることができる。

○滅菌

芽胞形成菌など放射線抵抗性の高い菌を滅菌するためには、20～50kGyの線量が必要である。

表 1.1.2-1 食品照射の利用分野²⁾

応用区分	線量 (kGy)	品目
低線量処理 (1kGy 以下)		
(A) 発芽抑制	0.05～0.15	ジャガイモ、タマネギ、ニンニク、ショウガなど
(B) 害虫および寄生虫の殺滅	0.15～0.5	穀類、豆、生鮮果実、乾燥魚、乾燥肉、豚肉など
(C) 成熟の遅延	0.5～1.0	生鮮果実、野菜など
中線量処理 (1～10kGy 以下)		
(A) 貯蔵期間の延長	1.0～3.0	生鮮魚、イチゴなど
(B) 腐敗菌および病原菌の殺菌	1.0～7.0	生鮮魚介類、冷凍魚介類、生鮮鶏肉および畜肉、冷凍鶏肉および畜肉など
(C) 食品の物性変化	2.0～7.0	ブドウ(搾汁率の向上)、乾燥野菜(調理時間短縮)など
高線量処理 (10～50kGy 以下)		
(A) 工業的滅菌 (加温との組み合わせ)	30～50	肉、鶏肉、魚介類、調理済み食品、病院用滅菌食など
(B) 調味料、食品素材の殺菌	10～50	スパイス、酵素製剤、天然ガムなど

1.1.3 照射線源及び装置^{1),3)}

食品照射に利用される放射線は電離性（イオン化）放射線であるが、電離性放射線には、 γ 線、電子線（ β 線）、 α 線、X線、中性子線、宇宙線などがある。この中で食品照射に利用することができるのは、コバルト 60 から発生される γ 線と機械的に発生させる電子線と X 線であり、誘導放射能が生成されないエネルギーに限られている。

なお、食品照射に利用が認められている放射線は、コバルト 60 及びセシウム 137 の γ 線、10MeV 以下の電子線、5MeV 以下の X 線であり、これまで、主として γ 線が食品照射に用いられてきた。電子線は γ 線に比べ透過力が弱い厚いものを照射するのには不向きであるが、高い線量率が得られることや、電源を切れば放射線の発生はないといった利点を有していることから、最近では電子線の利用が増大している。また、電子線からの変換 X 線は、高い透過力を有することから利用が注目されている。表 1.1.3-1 に各線源の特徴を示す。

表 1.1.3-1 各線源の特徴

線源	長所	短所
γ 線源 (コバルト -60)	・ 透過力が大きく、線量の均一度が高いため異なった幅や形状、密度の食品を容易に処理することが可能である。 ・ 安定して使用することが可能であるという長年の信頼がある。 ・ 環境問題に関するリスクが少ない。	・ 半減期が 5.3 年のため毎年 12%の線減を補充しないと初期の強度を維持できない。 ・ 電子照射装置に比べて処理速度が遅い。
電子線 X 線	・ 透過力が大きい(ただし、電子線については、透過力に限界があるため、未解体肉や厚みのある食品を処理することはできない)。 ・ 線源を補充する必要がない。 ・ 放射線をいつでも発生させることができる。 ・ 長年の使用実績がある。 ・ 処理効率が低い。	・ 装置が複雑で維持管理が大変である。 ・ 大量のエネルギーが必要である。 ・ 装置の冷却が必要である。

(参考文献 2 をもとに作成)

表 1.1.3-2 に示した世界各国における食品照射用施設の動向からもわかるように、最近では電子線や X 線を用いた施設が増えている。さらに、変換 X 線に関しては、現在許可されている 5MeV から変換効率の高い 7.5MeV への変更に対する強い要望もあり、今後の食品照射分野の大きな課題の一つとして議論されるもの

と思われる。

表 1.1.3-2 世界の稼働中の食品照射施設

国名	企業名	所在地	施設の 種類	対象
アメリカ	CFC Logistics, Inc.	4000 AM Drive Quakertown, PA 18951	コバルト 60	食肉
	Titan/Hawaii Pride	16-664 Milo St. Keaau, HI 96760	X線	パパイア、スターフルーツおよびランブータンを含む熱帯果実類
	IBA/SteriGenics	2015 Spring Rd. - Suite650 Oakbrook, IL 60523	本社	
	IBA/SteriGenics	West Memphis, AR 72301	コバルト 60	スパイス、医薬品および消費者製品
	IBA/SteriGenics	Corona, California	コバルト 60	スパイス、医薬品および消費者製品
	IBA/SteriGenics	Gilroy, California	コバルト 60	スパイス、医薬品および消費者製品
	IBA/SteriGenics	Hayward, California	コバルト 60	スパイス、医薬品および消費者製品
	IBA/SteriGenics	San Diego, California	電子線	スパイス、医薬品および消費者製品
	IBA/SteriGenics	Tustin, California	コバルト 60	スパイス、医薬品および消費者製品
	IBA/SteriGenics	Gurnee, Illinois	コバルト 60	スパイス、医薬品および消費者製品
	IBA/SteriGenics	Schaumburg, Illinois	コバルト 60 電子線 X線	食肉および鶏肉
	IBA/SteriGenics	Gaithersburg, Maryland	電子線	スパイス、医薬品および消費者製品
	IBA/SteriGenics	Charlotte, North Carolina	コバルト 60	スパイス、医薬品および消費者製品
	IBA/SteriGenics	Haw River, North Carolina	コバルト 60	スパイス、医薬品および消費者製品

国名	企業名	所在地	施設の 種類	対象
アメリカ	IBA/SteriGenics	Bridgeport, New Jersey	電子線 X線	大規模食品出荷
	IBA/SteriGenics	Rockaway , New Jersey	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	IBA/SteriGenics	Salem, New Jersey	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	IBA/SteriGenics	Westerville, Ohio	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	IBA/SteriGenics	Fort Worth, Texas	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	Titan	3033 Science Park Rd. San Diego, CA 92121	本社 電子線	研究
	STERIS/Isomedix	Ontario, California	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	STERIS/Isomedix	Libertyville, Illinois	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	STERIS/Isomedix	Libertyville, Illinois	コバルト 60 電子線	スパイス、医薬品および 消費者製品
	STERIS/Isomedix	Morton Grove, Illinois	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	STERIS/Isomedix	Northborough, Massachusetts	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	STERIS/Isomedix	Whippany, New Jersey	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	STERIS/Isomedix	Chester, New York	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	STERIS/Isomedix	Groveport, Ohio	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	STERIS/Isomedix	Spartanburg, South Carolina	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	STERIS/Isomedix	El Paso, Texas	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品

国名	企業名	所在地	施設の 種類	対象
アメリカ	STERIS/Isomedix	Sandy, Utah	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	STERIS/Isomedix	Vega Alta, Puerto Rico	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
カナダ	STERIS/Isomedix	Whitby, Ontario	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
メキシコ	IBA/SteriGenics	Hidalco	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
オランダ	IBA/SteriGenics	Zoetermeer	電子線	スパイス、医薬品および 消費者製品
	Isotron	Morsestraat 3,Ede P.O. Box 600	コバルト 60	乾燥果実、豆類、乾燥野 菜、穀物フレーク、ハー ブ、スパイス、エビ、鳥 肉、カエルの脚、アラビ アゴム、卵製品
	Isotron	Soevereinstraat 2 4879 NN Etten Leur	コバルト 60	
デンマーク	IBA/SteriGenics	Espergaerde	電子線	スパイス、医薬品および 消費者製品
	LR Plast	Formervangen 14-16 DK-2600 Glostrup	電子線	芳香性のドライハーブ およびスパイス
ベルギー	IBA/SteriGenics	Fleurus	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品
	IBA Mediris	Zoning industriel B-6220 Fleurus	コバルト 60	食品
イギリス	Isotron	Apple 1 Apple Walk Kembrey Park Swindon SN2 6BA	本社	
	Isotron	Thornhill Road South Marston, nr Swindon	電子線	
	Isotron	Brunel Close, Drayton Fields Ind Est. Daventry Northants NN11 5RB UK	コバルト 60	

国名	企業名	所在地	施設の 種類	対象
イギリス	Isotron	Marcus Close, Tilehurst, Reading, Berkshire. RG30 4EA UK	コバルト 60	
	Isotron	Roydsdale Way, Euroway Trading Estate, Bradford, West Yorkshire,BD4 6SE	コバルト 60	
	Isotron	Moray Road, Elgin Industrial Estate, Swindon, Wiltshire, SN2 8XS Swindon	コバルト 60	芳香性のドライハーブ およびスパイス
	Food Technology Service	502 Prairie Mine Road Mulberry, FL 33860	コバルト 60	ColoradoBoxed Beef 用 の牛肉 および鶏肉、 免疫不全患者用食品、各 種果物 および野菜
フランス	Isotron	Rue Jean Queillau Marche des Arnavaux F-13014 Marseille Cedex 14	コバルト 60	食品
	Ionisos	Zone industrielle les Chartinieres F-01120 Dagneux	コバルト 60	食品
	Ionisos	Zone industrielle de l'Aubree F-72300 Sable-sur-Sarthe	コバルト 60	食品
	Ionisos	Zone industrielle F-10500 Chaumesnil	電子線	食品
	Ionisos	Domaine de Corbeville F-91400 Orsay	電子線	食品
	Radiant Ouest	Le Flachec F-56230 Berric	電子線	食品
スペイン	Ionmed Esterilizacion	Santiago Rusinol, 12 E-28040 Madrid Antigua Ctra Madrid-Valencia Km 83,7	電子線	芳香性のドライハーブ およびスパイス

国名	企業名	所在地	施設の 種類	対象
ドイツ	Isotron	Kesselbodenstrasse 7 85391 Allershausen	コバルト 60	芳香性のドライハーブ およびスパイス
	Produktbestrahlung	Juri-Gagarin-Strase 15 D-01454 Radeberg	コバルト 60	芳香性のドライハーブ およびスパイス
	Beta-Gamma-Service GmbH & Co. KG	John-Deere-Strase 3 D-76646 Bruchsal	電子線	芳香性のドライハーブ およびスパイス
アイル ランド	Isotron	Lodge Road Westport, Co. Mayo	コバルト 60	
南アフリカ	Isotron	5 Waterpas Street Isando Ext.3 PO Box 3219 KEMPTON PARK 1620	コバルト 60	
	Isotron	PO Box 26406 Isipingo Beach Durban 4115 Kwazulu-Natal		
	HEPRO Cape(Pty)Ltd	6 Ferrule Avenue Montague Gardens milnerton 7441 Western Cape		
ハンガリー	agroster Besugárzó Részvénytársaság	Budapest. X Jászberényi Út 5 H-1106		
タイ	Isotron	Bangpakong Industrial Park II (Amata Nakorn) 700/465 Moo 7, Tambol Donhuaroh mphur Muang, CHONBURI 20000	コバルト 60	
	IBA/SteriGenics	Bangrak,	コバルト 60 電子線	スパイス、医薬品および 消費者製品
台湾	IBA/SteriGenics	Taichung	コバルト 60	スパイス、医薬品および 消費者製品

(Public Citizen、Isotron のホームページ及び参考資料 2-3 より作成)

1.1.4 世界的な利用動向^{1), 4)}

1984年に設置された ICGFI (International Consultative Group on Food Irradiation) が中心となり、世界的に食品照射の推進が図られている。2003年時点での食品照射の許可国は53ヶ国に達し、100品目以上の食品類が許可されている。食品照射を実用化している主要国とその年間処理量を表 1.1.4-1 に示す。

ICGFI の報告によれば、全世界の照射食品の量は、1998年 210,000 トン（スパイス 80,000 トン）、1999年 257,700 トン（スパイス 90,000 トン）に上る。なお、スパイスが全体の3分の1を占めている。

1987年時点では、オランダやフランスにおける照射量が多かったが、欧州では2000年頃から照射量が減少しており（2章参照）、近年は米国の伸びが著しい。現在では米国が世界全体の照射食品量の約半分を占めている。

表 1.1.4-1 食品照射を実用化している主要国及び年間処理量⁴⁾

国名	食品類	推定処理量 (t/年)
アルゼンチン	スパイス、乾燥野菜	740
ベルギー	スパイス、冷凍魚介類	15,000
カナダ	スパイス等	5,000
チリ	スパイス等	450
チェコ	スパイス等	1,200
中国	ニンニク、スパイス等	80,000 以上
フランス	スパイス、乾燥果実、鶏肉等	25,000
ハンガリー	スパイス等	1,000
インドネシア	スパイス等	4,000
イスラエル	スパイス等	1,200
日本	ジャガイモ	15,000
韓国	スパイス、朝鮮ニンジン粉末	3,000
オランダ	スパイス、冷凍魚介類、チーズ	30,000
メキシコ	スパイス等	4,600
ポーランド	スパイス等	400
南アフリカ	スパイス、ニンニク等	12,600 以上
タイ	発酵ソーセージ、スパイス	1,000
ウクライナ	穀類	100,000 以上
イギリス	病人食、スパイス	若干量
米国	スパイス、果実、鶏肉等	60,000 以上

＜参考文献＞

- 1) 新世紀の食品加工技術 藤田 哲、小林登史夫、亀和田光男
- 2) 照射食品の安全性と栄養適性 コープ出版(1996)
- 3) 食品照射の最近の動向 伊藤均 日本包装学会誌 Vo.11 No.1 (2002)
- 4) 食品照射の基礎と安全性 伊藤均 JAERI-Review 2001-029(2001)

1. 2 各国における食品照射に関する動向

1.2.1 米国の動向

(1) 照射食品の流通状況

米国は、世界で最も食品照射の実用化が進んでいる国である。多くの照射食品が承認されており、また、いくつかの食品については、申請が出されて連邦食品医薬品庁(FDA)で審査中である。

表 1.2.1-1 米国で照射が承認されている食品

品目	目的対象	線量
○生鮮食品	成長及び成熟阻害	最高 1kGy
○全食品	殺虫	最高 1kGy
○乾燥酵素製剤	殺菌	最高 10kGy
○スパイス、シーズニング	殺菌	最高 30kGy
○家禽肉（鶏肉、七面鳥）	食中毒菌の制御	最高 3kGy
○冷蔵肉（牛肉、羊肉、豚肉、など）	食中毒菌の制御	最高 4kGy
○冷凍肉（同上）	食中毒菌の制御	最高 7kGy
○殻つき卵	サルモネラ菌の除去	最高 3kGy
○種子（もやし用）	種子表面病原菌の制御	最高 8kGy
○NASA（宇宙食）	無菌化	最小 44kGy

(FDA からの受領資料等を基に作成、2004.3)

表 1.2.1-2 現在審査中の照射食品

○調理済み食品(例：調整食品、冷凍食品、パック入りサラダ)
○貝類 (例：ハマグリ、カキ、ムラサキイガイ)
○甲殻類 (例：エビ、カニ、ロブスター)
○家禽肉への最大照射量の増加（肉類と同等に）
○非冷蔵肉（牛肉、羊肉、豚肉、山羊肉）

(FDA からの受領資料等を基に作成、2004.3)

流通量に関する公式な統計データは存在しないが、今回の現地調査を踏まえた推計流通量は以下の通りである。上記のように多くの照射食品が承認されているが、現段階で広く流通している品目はスパイス類と冷凍牛挽肉である。

表 1.2.1-3 米国での照射食品の流通量 (2003 年)

食品の品目	年間流通量	最近の動向	備考
スパイス類	約 140 百万ポンド (約 6.3 万トン)	増加傾向 (1993 年 : 10 百万 ポンド弱、1995 年 : 約 70 百万ポ ンド)	スパイス類流通量 の 15% 程度 (2003 年)
冷凍牛挽肉	推定 15~50 百万ポンド (約 0.7 万~2.3 万トン)	増加傾向であった が、今後は不明確	2000 年から販売 流通量は牛挽肉市 場規模の 1 % 以下
その他	少量		
合計	145~190 百万ポンド (約 7.0 万~8.6 万トン)		

(米国現地調査結果を踏まえ三菱総研推計、2004.3)

照射されているスパイス類には、各種スパイス (香辛料) 以外に、ハーブや乾燥野菜、シーズニング (調味料) などが含まれるが、実際のどの品目がどの程度照射されているかは、業界団体 (米国スパイス貿易協会) へのヒアリングを行ったが不明である。

また、全スパイス類の流通量のうち、照射済スパイスの割合は 15% 程度であり、これらは全て業務用に用いられており、消費者が直接手にする小売用には出回っていない。

冷凍牛挽肉は、具体的にはハンバーガー用またはバーベキュー用に円盤状に成形されたものであり、ほぼ全米にわたり、いくつかのスーパーマーケットチェーンや通信販売で販売されている。これらは、消費者が直接購入するものであり、パッケージには所定のラベリング (radura と呼ばれている : 下記参照) がなされている。



図 1.2.1-1 radura マーク (色は任意)

冷凍牛挽肉が販売されている背景には、牛挽肉の病原性大腸菌 O157 汚染による食中毒が多発したことが挙げられる。米国では日本に比べはるかに多くの食中毒患者や死者が出ており、ハンバーガーの牛挽肉の病原性大腸菌 O157 の汚染による食中毒で、1993 年には 4 人の死者が発生し、1997 年には 2,500 万ポンドのハンバーガーがリコールされた。このため、牛肉を含む食肉の照射への、FDA の認可が 1997 年、USDA の認可が 1999 年に行われ、2000 年から照射肉の販売が可能となった。

これら以外で、現在販売されている照射食品は以下の通りである。

- ・ 家禽肉（鶏肉）： 主に東南部の州のスーパーマーケット
- ・ ハワイ産のパパイア： 全米

照射した冷凍牛挽肉などを食材として使用しているレストランがある模様だが、その旨を明示する必要がないこともあり、実際の販売状況は不明である。唯一、ミネソタ州に本社を置く Dairy Queen 社が照射牛挽肉を用いたハンバーガーを、その旨を明示して、テスト販売を行っていたが最近終了している。

（２）照射設備の状況

食品照射を行っていると考えられる照射設備は、全米で約 40 ヶ所存在する。多くはコバルト 60 を線源とするが、数ヶ所が電子線、2、3ヶ所が X 線を線源としている。

ただし、大部分の照射施設はスパイスへの照射のみを行っており、スパイス以外の食肉や果物への照射を行っている照射施設は 4、5ヶ所程度である。

食品への照射を最初に行った企業として著名な Food Tech 社の照射施設はフロリダ州にあり、コバルト 60 を線源としている。現在は冷凍牛挽肉や冷凍鶏肉への照射を行っている。

ペンシルバニア州にある CFC logistics 社の照射施設は、2004 年 1 月に稼働した新しい施設である。線源はコバルト 60 であるが、冷蔵倉庫の中に設置された小型の照射施設で、食肉への照射を行うために設置されたものである。

イリノイ州には、IBA/SteriGenics 社がコバルト 60、電子線、X 線の照射を行う施設を保有している。

また、ミバエ類の殺虫を目的として、ハワイ島に Titan/Hawaii Pride 社が、2000 年 6 月からパパイアなどの熱帯果実の X 線照射を行っている。

なお、2004 年 1 月まで、Surebeam 社の電子線照射施設がアイオワ州とイリノイ州で稼働していたが、同社の倒産により閉鎖されている。Surebeam 社は、食品照射を積極的に推進してきた企業であった。これにより同社の施設を用いて

照射したハンバーガーをテスト販売していた Dairy Queen 社がテスト販売を中止するなど、少なからず影響を及ぼしている。

(3) USDA のナショナル・スクール・ランチプログラムでの照射牛挽肉の使用

最近のトピックスとしては、ナショナル・スクール・ランチ・プログラムでの照射牛挽肉の使用の問題が挙げられる。このプログラムは、農務省(USDA)が学校給食用の食材を一括購入し、無料または廉価で各学校に配布するプログラム(制度)である。

USDA は 2003 年 5 月に、学校給食用の食材に照射牛挽肉を使用することを承認した。その結果、2004 年 1 月以降に学校給食用で照射牛挽肉を用いることが可能となった。ただし、同年 3 月段階では、まだ食材の注文を行っている状況で、まだ実際には学校給食では用いられていない。

このことについては、学校で提供される照射食品には表示が要求されないため、親達が子供達が照射食品を食べているのかが分からないなどの理由で、消費者団体などが反対運動を行うなど大きな論争になっている。

(4) 米国での法規制の状況

食品照射を所管するのは食品医薬品庁(FDA)であり、根拠法は「食品医薬品化粧品法」および関連する連邦規則である。同法では、食品への放射線照射は食品添加物の扱いとすることが規定されている。食品照射を行う場合は、食品毎に事前の承認が必要である。その際には、申請者は、照射に伴い何ら害を及ぼさないことを、合理的な確かさで示すことが求められている。

また、食肉や家禽肉に関しては、FDA に加え農務省(USDA)の食品検査局(FSIS)も関与している。根拠法は「食肉検査法」および「家禽肉製品検査法」および関連する連邦規則である。FSIS は、照射されたものを含む全ての食肉および家禽肉に対して検査を行う。

つまり、食肉や家禽肉の照射を行う場合は、FDA と USDA の承認が必要である。FDA と USDA の役割分担は、両者の業務の根拠法が異なるため、必ずしも明確ではないが、FDA は食品としての安全面からの評価・管理を、USDA はより実務的な食肉加工プロセス、食肉製品としての安全性の評価・管理業務を行っている。

また、植物検疫の観点から、輸入作物(含むハワイから米国本土への輸入作物)に照射が行われる場合があるが、その所管は USDA の動植物健康検査局(APHIS)である。

また、コバルト 60 などの放射線源を用いる照射施設の設計、運転の安全性については、原子力規制委員会(NRC)によって規制される。

以下に関連する主な法規制を示す。

① FDA の所管
(連邦規則)

21CFR PART 179--IRRADIATION IN THE PRODUCTION, PROCESSING AND
HANDLING OF FOOD
(参考資料 3-1 参照)

Sec. 179.21 Sources of radiation used for inspection of food, for
inspection of packaged food, and for controlling food
processing.

Sec. 179.25 General provisions for food irradiation.

Sec. 179.26 Ionizing radiation for the treatment of food. など

注) 連邦規則は、“○○CFR part○○. sec○○”で示され、CFR の前に付く数字は title と呼ばれ分野を表している。21 は food and drug 分野、9 は Animals and Animal Products 分野、7 は Agriculture 分野、10 は energy の分野である。また、認可された照射食品の追加などの連邦規則に修正が生じた場合は、その背景や経緯を含めて官報 (FR:Federal Register) でその都度告示される。

② USDA・FSIS の所管
(連邦規則)

9CFR PART 424--PREPARATION AND PROCESSING OPERATIONS

Sec. 424.22 Certain other permitted uses.

(c) Irradiation of meat food and poultry products.

(参考資料 3-2 参照)

9CFR PART 317--LABELING, MARKING DEVICES, AND CONTAINERS

Sec. 317.8 False or misleading labeling or practices generally;
specific prohibitions and requirements for labels and containers.

(参考資料 3-3 参照)

9CFR PART 381--POULTRY PRODUCTS INSPECTION REGULATIONS

Sec. 381.129 False or misleading labeling or containers.

(参考資料 3-4 参照)

③USDA・APHIS の所管
(連邦規則)

7CFR PART 318--HAWAIIAN AND TERRITORIAL QUARANTINE NOTICES

Sec.318.13-4f Administrative instructions prescribing methods for irradiation treatment of certain fruits and vegetables from Hawaii

(参考資料 3-5 参照)

7CFR PART 305--PHYTOSANITARY TREATMENTS

Sec. 305.2 Irradiation treatment of imported fruits and vegetables for certain fruit flies and mango seed weevils.

(参考資料 3-6 参照)

など

④NRC の所管
(連邦規則)

10CFR Part2 RULES OF PRACTICE FOR DOMESTIC LICENSING PROCEEDINGS AND
ISSUANCE OF ORDERS

Sec. 2.790 Public inspections, exemptions, requests for withholding.

(参考資料 3-7 参照)

10CFR Part6--LICENSES AND RADIATION SAFETY REQUIREMENTS FOR
IRRADIATORS

Sec. 36.15 Start of construction. (参考資料 3-8 参照)

Sec. 36.33 Irradiator pools. (参考資料 3-9 参照)

Sec. 36.41 Construction monitoring and acceptance testing.

(参考資料 3-10 参照)

Sec. 36.63 Pool water purity. (参考資料 3-11 参照) など

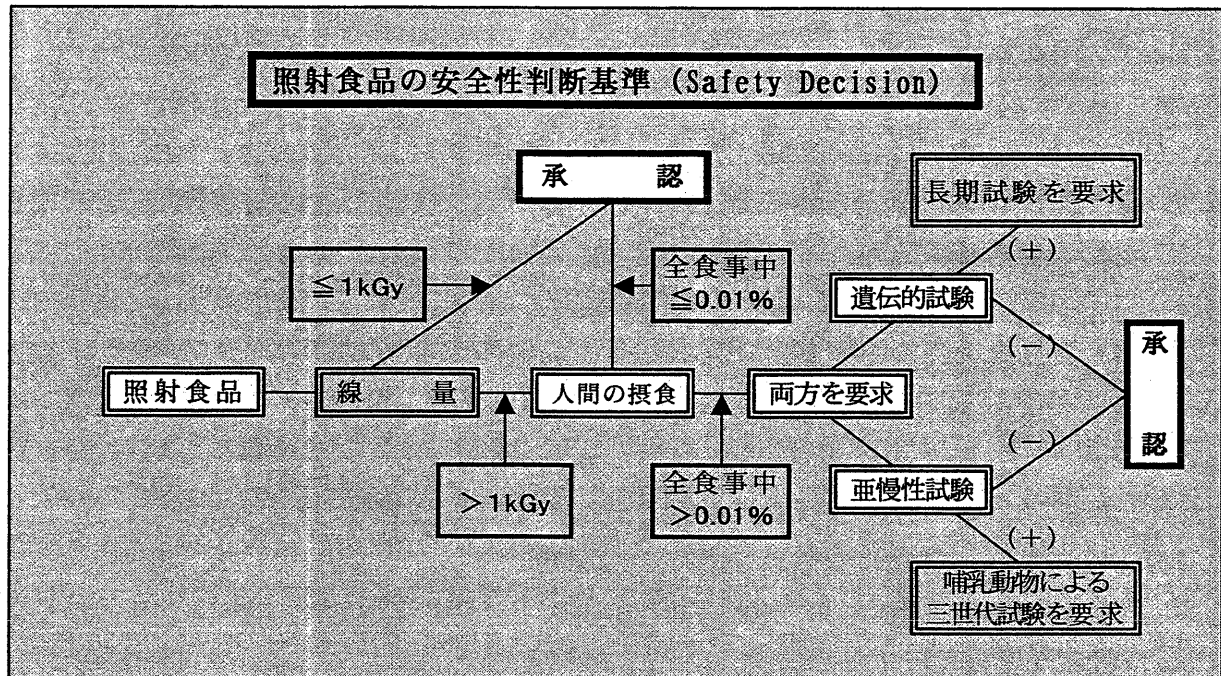
(5) FDAの安全性評価の基準

FDA は 1980 年に下記の報告書で食品照射の安全性評価に関する基準を提案している。この基準は、25 年以上にわたる米国陸軍の研究の成果が利用されたものである。FDA はこの基準を用いて、これまでに多くの食品照射の安全審査を行い、認可を行ってきた。

“Recommendations for evaluating the safety of irradiated foods, Final report,1980”

この評価基準のポイントは以下の通りである。①1kGy 以下の食品照射は人間

の食品として安全である。②スパイスなど毎日の食事に占める割合が 0.01% 以下の食品類は 50kGy 以下の線量まで動物による安全性試験は行わなくとも安全である。③1kGy 以上照射された食品の許可には遺伝毒性試験と 90 日間にわたる動物飼育試験（亜慢性試験）での安全性データを必要とし、有害な結果が得られなければ、人間の食品として安全である。



- ① 食品を 1kGy 照射した場合の全放射線分解生成物は約 30ppm 程度の収率と推定。
 $\text{収率 (in m mol/kg)} = \text{線量 (krad (rad=0.01Gy))} \times \text{G 値} \times 10^{-3}$
 ここで、G 値の平均を 1、食品成分の平均分子量を 300 として
 1kGy での収率 = 30mg/kg 食品 = 30ppm
- ② このうち、非照射食品中には見出されない照射線特有の分解生成物（URP）は全放射線分解生成物の 10%、即ち 3ppm、さらにそのうち単一の URP 濃度は 1ppm 以下と推定。
- ③ 例えば、ナツメグ（スパイス）のように食事中で 0.01% を超えないような少量の成分は、50kGy まで照射しても、上記の考え方を適用して人間の消費にとって安全と考える。

図 1.2.1-2 米国 FDA の照射食品の安全性評価基準の概略（1980 年策定）

（6）安全性評価の事例

現在、調理済み食品（ready-to-eat）への放射線照射の申請が FDA に対して行われている¹⁰⁾。

この申請では、冷凍食品に対しては最大 4.5 kGy、乾燥または冷凍食品に対しては最大 10.0 kGy の照射の認可を求めている。

この申請書には、安全性に関する項目として、微生物学的安全性（Microbiological Safety）、栄養学的適切性・健全性（Nutritional Adequacy/Wholesomeness）、毒性安全（Toxicological Safety）が記載されている。これらの安全性項目については、既

に十分な研究・試験データがあるとして、それらを引用・紹介しており、独自には新たな安全性試験は実施されていない。

なおこの申請は1999年8月に行われたものであるが、2004年3月段階ではまだ承認されていない。

＜参考文献＞

※本節の記述は、基本的には最新の情報が入手できた現地調査結果（第2章参照）に基づいているが、事前調査段階やとりまとめ段階で参考とした主な文献は以下の通りである。

- 1) 食品照射の基礎と安全性 伊藤均 JAERI-Review 2001-029(2001)
- 2) 食品照射をめぐる最近の動き（2003-2003 前半） 等々力節子 食品照射 第38巻 第1,2号（2003）
- 3) 照射食品安全性検証の歴史 宮原誠 食品照射 第38巻 第1,2号（2003）
- 4) 食品の放射線処理－世界の現状と展望－ （財）日本原子力文化振興財団（2003）
- 5) U.S. Regulatory Requirements for Irradiated Foods George H. Pauli May 1999
<http://www.foodsafety.gov/~dms/opa-rdtk.html>
- 6) USDA Issues Meat and Poultry Irradiation Proposal USDA-FSIS Feb. 1999
<http://www.fsis.usda.gov/OA/Background/irradprop.htm>
- 7) Frequently Asked Questions about Food Irradiation CDC Sept. 1999
<http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/foodirradiation.htm>
- 8) USDA RELEASES SPECIFICATIONS FOR THE PURCHASE OF IRRADIATED GROUND BEEF IN THE NATIONAL SCHOOL LUNCH PROGRAM USDA May 29, 2003 <http://www.fns.usda.gov/cga/PressReleases/2003/PR-0172.htm>
- 9) First World Congress on Food Irradiation: Meeting the Challenges of Food Safety and Trade :2003 Conference Proceedings May5-7,2003
http://www.foodsafe.msu.edu/events/congress_irrad1/index.htm
- 10) Food Irradiation Coalition Petition to FDA to allow use of irradiation on variety of ready-to-eat foods : Food Irradiation Coalition August 23, 1999
http://www.nfpa-food.org/Petition/readytoeat_intro99_8_23.html

1.2.2 欧州（EU諸国）

（1）概況¹⁾

欧州では、従来から食品への照射に対して積極的なオランダ、ベルギー、フランスと、消極的なドイツ、スペイン、イタリア等の国の間で放射線照射に対する考え方が大きく異なっている。ドイツなどで食品照射への拒否反応が強くなった背景には 1980 年代後半の環境保全への意識の高まりやチェルノブイリ原子力発電所事故の影響があるものと考えられる。

現在、EU における放射線照射食品の規制の枠組みは以下の 2 つの EU 指令によって定められている（これらの EU 指令及び関連文書の原文については参考資料を参照されたい）。

- ① 電離放射線で処理された食品および食品成分に関する加盟国の法律の調和に関する欧州議会および理事会の枠組み指令 1999/2/EC（参考資料 2-1 参照）
- ② 電離放射線処理が許可された食品および食品成分の共同体リスト（Community list）の策定に関する欧州議会および理事会の実施指令 1999/3/EC（参考資料 2-2 参照）

上記の EU 指令では放射線照射食品に対する表示の義務や EU レベルでポジティブリストを作成し、照射を認める品目を定めることとされた。しかし、今のところ、このポジティブ・リストには乾燥ハーブ、スパイスおよび野菜由来調味料（dried aromatic herbs, spices and vegetable seasonings）しか記載されておらず、それ以外は各国が独自に認可してきた品目を経過措置として認めるという状況が続いている（参考資料 2-3）。また、照射を行う施設についても EU による承認を受ける必要があり、EU 加盟国および第 3 国における認可施設のリストが作成されている（参考資料 2-4）。

これらの EU 指令の結果、ハーブ、スパイス以外の品目への照射を認めているのは、ベルギー、フランス、オランダ、イタリア、英国だけとなり、食品への放射線照射に積極的であったフランス、オランダ、ベルギーでも食品の処理量が減少することとなった。現在ピーク時に比べると各国の処理量は 1 桁程度減少しているものと見られる。照射を行っている企業によれば、特に農産物輸出国であるオランダ、ベルギーにとっては輸出先であるドイツが照射食品の利用に消極的なことが影響を及ぼしているとされる。

このような状況から、欧州における照射食品に対する企業（食品メーカー、流通業）や市民の関心は概して低くなっている。

表 1.2.2-1 EU における各国別の照射認可品目²⁾

品目	照射線量 (kGy)				
	ベルギー	フランス	イタリア	オランダ	英国
芳香性ハーブ (冷凍)		10			
ジャガイモ	0.15		0.15		0.2
ヤムイモ					0.2
タマネギ	0.15	0.075	0.15		0.2
ニンニク	0.15	0.075	0.15		0.2
シャロット	0.15	0.075			0.2
野菜 (パルスを含む)	1				1
パルス				1	
果物 (キノコ、トマト、ダイオウを含む)					2
イチゴ	2				
乾燥野菜・乾燥果物		1		1	
穀物					1
穀物フレークおよび胚 (乳製品用)		10			
穀物フレーク				1	
米粉		4			
アラビアゴム	3	3		3	
トリ肉				7	
家禽肉		5			
家禽肉 (ニワトリ、ダチョウ、アヒル、 ホロホロチョウ、ハト、ウズラ、七面鳥)					7
機械的に回収された家禽肉	5	5			
家禽のくず肉		5			
冷凍されたカエルの脚 (モモ肉)	5	5		5	
乾燥血液、血清、血液凝固物		10			
魚介類 (ウナギ、甲殻類、貝類)					3
冷凍エビ (皮むき済み又は頭部除去済み)	5	5			
エビ				3	
卵白	3	3		3	
カゼイン		6			

(注：数字の記載された品目が各国で認可されているものを示す。なお、乾燥芳香性ハーブ、スパイス、植物調味料については EU 全体で照射が認められている。)

(2) 代表国（フランス、オランダ、ドイツ、ベルギー）の状況³⁾

EU の代表国として、フランス、オランダ、ドイツ、ベルギーの4ヶ国について、EU の報告書（Report from the Commission on food irradiation for the year 2002）及びインターネット上の情報を基に整理した。

1) EU全体での品目別の照射状況

EU では、毎年、照射品目や処理量に関する調査を実施し、その結果を「Official Journal of the European Union」などで公表している。以下、2004年3月に公表された報告書をもとに情報を整理した。なお、同報告書における対象期間は、2002年1月1日から同年12月31日であるが、各国から報告されたデータについては対象期間が異なる場合があることに留意する必要がある。

各国から提出されたデータが必ずしも完全なものではないため、EU 域内における正確な処理量については把握できていないが、2002年におけるEUでの食品への放射線照射量は約20,000トンとされている。なお、それらの一部は輸出用として処理されている。以下に国別の処理量を示す。

表 1.2.2-2 EUにおける各国別の照射認可品目（2002年）³⁾

国名	処理量 (t)
ベルギー	6613
ドイツ	795.3
フランス	5129
オランダ	7114.4
合計	19651.7

品目別の内訳については、スパイスが全体の約3分の1を占めている。また、フランス料理の食材であるカエルの脚（モモ肉）と家禽肉（鶏肉等）がともに約20%であり、これらの品目で全体の70%以上を占める。また、同報告によると、EU全体における照射食品に関する状況は、2001年と比べて大きく変化はしていないとのことである。

2) 国別の状況

○フランス

フランスにおける認可を受けた照射施設に対する調査によると、2002 年の照射量及び平均線量は以下のとおりである。

表 1.2.2-3 フランスにおける処理量および平均吸収線量³⁾

食品	処理量 (t)	平均吸収線量 (kGy)
スパイス、ハーブ、乾燥野菜	1265	10
ハーブ (冷凍)	10	10
乾燥果実	14	1
アラビアゴム	146	3
鶏肉 (機械処理されたもの、くず肉等)	2812	5
カエルの脚 (冷凍)	882	5
乾燥血液	38	10
合計	5129 t	

フランスでは食品への照射量はピーク時に比べて1桁ほど減少しており、照射されている品目もスパイス、鶏肉、カエルの脚などに限られている。スパイスは外食産業などの業務用向け、鶏肉は海外への輸出用となっており、消費者が照射された食品を直接目にするのはほぼカエルの脚（モモ肉）のみとなっている。

○ベルギー

ベルギーで食品照射の認可を受けている施設は、かつて IRE (Institut National des Radioéléments, National Institute for Radioelements) が所有していた Fleurus にある施設1箇所、現在は IBA 社 (Ion Beam Applications) の子会社となっている。IBA 社は、医療関係も含めた照射処理において世界的な大手企業であり、食品の照射処理は、殺菌・照射分門のごく一部に過ぎない。処理施設における線源は、コバルト 60 であるが、新規に建設された工場については、電子線を取り入れている。

照射食品については 1981 年に認可を受け操業を開始し、スパイス、乾燥野菜、冷凍食品などの照射を行っていたが、主にドイツなどへの輸出用であり、ベルギー国内ではさほど流通していなかったとされる。現在でも、ベルギー国内では、スパイスやハーブ類を除き、照射食品は殆ど流通していない。IBA 社によると、全世界で流通しているスパイス及びハーブ類の半数が、IBA 社の工場で

照射処理されており、今後も処理量に大きな変動はないとのことである。

2002 年の IBA 社による処理量を以下に示す。なお、吸収線量に関する情報は得られていない。

表 1.2.2-4 ベルギーにおける処理量³⁾

食品	処理量 (t)	平均吸収線量 (kGy)
スパイス	570.1	情報なし
乾燥野菜	20.8	
チーズ	216.2	
魚	177.6	
Grilled onion	8.5	
野菜 (冷凍)	223.6	
魚介類 (冷凍)	768.3	
家禽類 (冷凍)	130.7	
肉類 (冷凍)	303.8	
カエルの脚 (冷凍)	2,873.7	
ハーブティー	62.2	
タンパク質	54.5	
乾燥果実	65	
肉	1.4	
家禽類	0.9	
その他冷凍食品	156.2	
卵	122.5	
でんぷん	76.8	
その他	773.9	
パパイ (パパイアに含まれるタンパク質分解酵素)	6.3	
合計	6,613 t	

○オランダ

オランダには Isotron(旧 Gammastar)社が所有する 2 箇所の照射施設がある。施設は Ede 市及び Etten-leur 市 (日本の市町村に当たるオランダの最少行政区画であるが、ここでは市とした) にあり、これらの施設は、オランダの公衆衛生福祉スポーツ省の認可を受けている。2001 年 10 月 1 日から 2002 年 9 月 30

日までの食品照射量を以下に示す。

表 1.2.2-5 オランダにおける処理量および平均吸収線量³⁾

食品	照射量 (t)	平均吸収線量 (kGy)
スパイス、ハーブ	1,705.6	情報なし
乾燥野菜	2,402.4	
乾燥果物	117.6	
家禽類 (冷凍)	914.4	
エビ (冷凍)	136.8	
カエル	373.6	
卵白 (冷蔵)	625.61	
食品	838.4	
合計	7,114.4 t	

オランダにおいても放射線処理が行われる食品の量は減少傾向にあり、農産物の輸出国であるオランダにとって、主要な輸出先であるドイツで放射線照射が受け入れられていないことが大きく影響しているものと考えられる。なお、食品(food)として報告されている 838.4 トンは全て輸出用である。

○ドイツ

ドイツ国内で認可を受けている照射施設 (Gamma Service Produktbestrahlung GmbH 及び Isotron Deutschland GmbH) について照射処理量及び吸収線量のデータを以下に示す。

既に述べた通り、ドイツでは EU 指令に従ってスパイスの照射は認めているが、それ以外のドイツ独自の承認は行っていない。したがって、ドイツ国内での処理量も減少しているものと考えられる。

なお、Gamma Service Produktbestrahlung GmbH において照射されている野菜、ハーブティー及びリンシードはポーランドへ、野菜パウダーはロシアへ、ケシ及びゴマはクロアチアへそれぞれ輸出されている。

表 1.2.2-6 ドイツにおける処理量および平均吸収線量³⁾

食品	処理量 (t) Gamma Service Produktbestrahlung GmbH	平均吸収線量 (kGy)
乾燥ハーブ、スパイス	334	5-9
野菜、野菜パウダー	28	7-8
ハーブティー	126	6-9
オイルシード (ケシ、 ゴマ、リンシード)	6.4	7-8
合計	494.4t	
食品	処理量 (t) Isotron Deutschland GmbH	平均吸収線量 (kGy)
スパイス	97.2	9.2
ハーブ	203.7	9.2
合計	300.9	

1.2.3 中南米⁴⁾

アルゼンチンでは、1984 年にジャガイモ、タマネギ及びニンニクの発芽防止、1989 年にスパイス、乾燥野菜、乾燥果実及びイチゴの殺菌、1991 年にキノコとアスパラガスの保存期間延長のための照射が許可された。2ヶ所のコバルト 60、 γ 線照射施設を用いて、年間 800 トンのスパイス及び乾燥野菜の照射が行なわれている。

ブラジルでは、1973 年に食品照射が許可され、2001 年現在では 20 品目以上が許可されている。スパイス、ハーブ、果実、野菜などを対象とした照射施設が、1999 年以降 4ヶ所に建設されている。このように、ブラジルでは近年食品照射に力を入れているが、処理量などの詳細は不明である。

チリでは、スパイス、乾燥野菜、冷凍魚介類などの照射が行なわれており、2000 年には 788 トンが照射された。

メキシコでは、4,600 トンの乾燥食品の照射が行なわれており、新たな照射施設が建設中である。

1.2.4 アジア・オセアニア⁴⁾

アジア各国では、食品照射が積極的に進められ、過去 25 万トンの照射が行なわれている。しかし、各国の規制が異なることが問題となり、統一規格の設定のための会議が開催されている。1997 年には、ASEAN 統一規格基準の草案が検討された。1998 年には、ソウルで 14 ヶ国が参加して協議を行い、統一規則に従って自国の規則を確立するよう RCA 加盟 17 ヶ国に勧告が出された（RCA は Regional Cooperative Agreement for Research, Development & Training Related to Nuclear Science and Technology, 原子力科学技術に関する研究・開発及び訓練のための地域協力協定の略）。また、1999 年には、マニラで植物検疫法のための協定案が採択されている。

アジア各国における食品照射の現状を下表に示す。中国の処理量が、圧倒的に多く(7万トン)、その他の国では、ベトナム、インドネシア、韓国、タイの処理量が多い。特に、韓国、ベトナム、タイについては、近年、処理量が急激に伸びている。

表 1.2.4-1 アジア各国における食品照射の実施状況⁴⁾

国名	照射食品	処理量 (t)
バングラデシュ	乾燥果実、冷凍食品	229
中国	スパイス、ニンニク、ジャガイモ、タマネギ、米、豆類、コーン、トマト、オレンジ、バナナ、リンゴ、キノコ、焼酎、鶏肉、豚肉、肉加工品	70,000
インドネシア	スパイス、穀類	4,015
韓国	ジャガイモ、タマネギ、ニンニク、クルミ、キノコ、スパイス、加工食品用乾燥肉及び魚介類、デンプン、乾燥野菜、酵素、朝鮮人参	3,000
マレーシア	ハーブ類	540
フィリピン	スパイス、タマネギ	90
タイ	ハーブ、スパイス、ペット食品、酵素、発酵ソーセージ	1,130
ベトナム	冷凍魚介類、乾燥魚、冷凍カエルの脚、スパイス、ジャガイモ、タマネギ、コーン、豆類	4,700

オーストラリア及びニュージーランドでは、食品局（ANZFA：Australia New Zealand Food Authority）において、共通の食品規格基準（Food Standard Code）が検討されてきた。照射食品については、2001年9月30日付けでスパイスの照射を許可している。

ANZFA はその後、オーストラリア・ニュージーランド食品基準局（FSANZ: Food Standards Australia New Zealand）と改称されたが、引き続き両国共通の食品規格である Food Standard Code を制定する役割を担っている。なお、照射食品に関しては、現在この基準の Code1.5.3 で基準が定められている（巻末の参考資料 4-1 参照）。

FSANZ はその後、2003年3月に Food Standard Code を改定し、パンノキ、ゴレンシ（スターフルーツ）、ライチ、マンゴー、マンゴスチン、パパイア及びランプータンの照射を許可した。これは検疫のための害虫駆除を目的としており、最低線量は 150Gy とされている。

＜参考文献＞

- 1) 食品照射の基礎と安全性、伊藤均 JAERI-Review 2001-029(2001)
- 2) “Communication From The Commission On Foods And Food Ingredients Authorized For Treatment With Ionising Radiation In The Community” (Official Journal of the European Commission), 2001.08.29
- 3) “Report from the Commission on food irradiation for the year 2002” (Official Journal of the European Commission)
- 4) 新世紀の食品加工技術 藤田 哲、小林登史夫、亀和田光男 シーエムシー出版 (2002)

1. 3 国際機関における食品照射に関する動向

(1) FAO/IAEA/WHO 合同食品照射専門委員会¹⁾

世界保健機関（WHO）は 1960 年代より他の国連機関と協力して照射食品の安全性評価に取り組んでいる。また、食品照射に関する国際的議論は、WHO、FAO、IAEA といった公的機関が中心となっており、1970 年には照射食品の安全性を評価する国際プロジェクトが発足し、1976 年の FAO/IAEA/WHO の合同専門家委員会では、食品の放射線処理は物理的な処理法であり、食品添加物としての取り扱いが妥当でないと結論した。以下、これまでの FAO/IAEA/WHO 合同専門家委員会をはじめとする国際的な議論の流れを整理する。

表 1.3-1 国際的議論の流れ

1970 年	照射食品の安全性を評価する国際プロジェクトが発足
1976 年	FAO/IAEA/WHO の合同専門家委員会が、食品の放射線処理は物理的な処理法であり、食品添加物としての扱いは妥当でないと結論づける。
1980 年	FAO/IAEA/WHO の合同専門家委員会が、10kGy までの照射食品の安全性を確認。
1983 年	照射食品の安全宣言を受け、FAO/WHO の合同食品規格委員会（コーデックス）が照射食品の規格基準を採択。 加盟各国に規格基準の採用を勧告。
1997 年	世界保健機関主催の専門家会議が、10kGy 以上の高線量照射食品の安全性を宣言。
2005 年～	モントリオール議定書に基づき、臭化メチルの使用禁止

(2) WHO

WHO では 1961 年に FAO/IAEA/WHO の共同で照射食品の健全性に関する合同委員会を開催して以来、照射食品の安全性について検討を進めてきた。これまでの主な取組を年代順に整理すると以下の通りである。

- ・1961年：FAO／IAEA／WHOの照射食品の健全性に関する合同委員会（Joint FAO／IAEA／WHO meeting on the Wholesomeness of Irradiated Foods）。栄養学的適合性と食品としての安全性についての検討
- ・1964年：FAO／IAEA／WHOの照射食品の法規制の技術的基礎に関する合同専門家委員会（Joint FAO／IAEA／WHO Expert Committee meeting on the technical basis for legislation on irradiated food）。
- ・1969年：FAO／IAEA／WHOの小麦、ジャガイモ、タマネギに関する照射食品の健全性に関する合同専門家委員会（Joint FAO／IAEA／WHO Expert Committee meeting on the wholesomeness of irradiated food with special reference to wheat, potatoes and onions）。
- ・1980年：FAO／IAEA／WHOの合同食品照射専門家委員会
この委員会では、照射食品の安全性を科学的に評価したことで健全性評価の大きな転機となった。同委員会では、安全性と栄養学的性質について二つの重要な結論が出された。すなわち、①食品に総平均線量を10kGyまで照射しても毒性学的な問題点は認められない。したがって、この線量内では、いかなる食品についても毒性試験を行う必要はない。②総平均量が10kGyまでで照射された食品は、栄養学的および微生物学的な問題は生じない（WHO・1981年）。
- ・1983年：WHO／FAOによる「照射食品に関する国際一般規格」および「食品処理のための照射施設の運転に関する国際基準」の採択。

1980年代初期までの議論で、照射食品に関する安全性面の基本的な議論は概ね国際的合意を得た。その後、照射線量が10kGyを超える場合についての安全性が議論されるようになり、1999年のジュネーブ会合において、10kGyを超える高線量であっても安全であるとの報告書をまとめた（High Dose Irradiation: Wholesomeness of Food Irradiated with Doses above 10kGy、参考資料 1-1）。

この報告書は次節で述べる CODEX の最新の規格作成に当たっても議論の参考資料となった。

（3）CODEX

CODEX における照射食品に関する規格には以下の2つの基本的な規格が存在する。

- ・「照射食品に関する一般規格」（Codex General Standard for Irradiated Foods）（参考資料 1-2 参照）
- ・「食品の放射線処理に関する国際規範」（Codex Recommended International Code of Practice for Radiation Processing of Food）（参考資料 1-3 参照）

前節で述べたとおり、WHO 専門家委員会が 10kGy を超える高線量照射の安全性宣言を出して以来、CODEX ではこれらの 2 規格の改定作業を進めてきた。改定作業においては、吸収線量の上限撤廃と放射線分解生成物のシクロブタノンの安全性が論点となった。最終的には、食品照射により高いレベルの放射線を使用できることを含めた新しい規格を採択することとなり、2003 年 6 月 30 日から 7 月 7 日までにローマで開催された CODEX 総会において規格の改定が決定した（改定された規格の原文については巻末の参考資料 1-2、1-3 参照）。

それによれば、最大の争点であった吸収線量の上限については、「技術上の目的を達成する上で正当な必要性がある場合を除き、10kGy を超えてはならない」という記述に改められた。これにより耐放射線性の病原菌であるクロストリジウム属のボツリヌス菌やバクテリアの芽胞も殺すことが可能な、より高い放射線レベルの使用が認められることとなった。

表 1.3-2 CODEX 照射食品の一般規格における吸収線量の変更点

	改定前	改定後
原文	The overall average dose absorbed by a food subjected to radiation processing should not exceed 10kGy	The maximum absorbed dose delivered to a food should not exceed 10kGy, except when necessary to achieve a legitimate technological purpose.
和訳	照射する食品の平均吸収線量は 10 k Gy を超えてはならない	照射する食品の最大吸収線量は、技術上の目的を達する上で正当な必要性がある場合を除き、10kGy を超えてはならない。

（出典：CODEX 規格より作成）

これ以外の変更点としては、食品照射の必要性についての文言が消費者保護を重視する立場から改定された。具体的には食品の照射が正当化されるのは、技術上の要求を満たす場合と消費者の健康を保護するためであることが追加され、照射が適正衛生規範（Good Hygienic Practice）、GMP、GAP の代替措置として利用されてはならないという記述に改められた。

<参考文献>

- 1) 原子力百科事典 <http://sta-atm.jst.go.jp/index2.html>
- 2) www.codexalimentarius.net
- 3) www.iaea.org/icgfi/