

「食品照射」

の基礎知識と最新技術動向

世界各国の実用化状況とその戦略

第10回

食のコミュニケーション円卓会議 副代表
(元QST高崎量子応用研究所)
小林 泰彦

アジア太平洋地域の積極性

この地域は世界で最も積極的に食品照射の実用化を推進しており、照射処理された食品・農産物の総量は、2005年が18万トン、2010年は28万トンと増加し、2023年には100万トンを大きく超えていると推定される。その大部分は中国が占め、処理量は世界1位であり、第2位はベトナムの12万トン、その次はインドの10万トンと続く(表1)。

本誌の2024年7月号、連載第3回「芽止めと植物検疫」の表2「アジア・太平洋地域の食品照

射実施状況(2020)」に掲げた数量から、さらに着実に増加している。

圧倒的な中国

2000年の処理量は7万トンだったが、2005年には14万6千トン、2010年には26万6千トン、2015年には40万トン、2017年には55万トンと急速に増加し^{注1)}、2020年には約100万トンと推定されている。

2005年の処理量の内訳はニンニク80,000トン、乾燥野菜・調味料52,000トン、健康食品10,000

表1 アジア太平洋地域の食品照射実施状況(2023年)

国名	数量(トン)	主な品目
オーストラリア*	12,000	青果物
バングラディッシュ	260	輸出用スパイス、ペットフード
インド*	100,000	スパイス・調味料、穀物、豆類、マンゴー、ドライフルーツ、ペットフード
インドネシア*	905	スパイス・ハーブ類、その他
日本	0	馬鈴薯(2022年で出荷終了、その後は食品照射の実施なし)
韓国*	171	高麗人参製品、穀物、調味料
マレーシア	931	スパイス・ハーブ類、加工食品
パキスタン*	4,600	スパイス・ハーブ類、マンゴー、その他青果物、ペットフード
フィリピン**	470	スパイス・ハーブ類
スリランカ	13	輸出用スパイス・ハーブ類
タイ	1,900	スパイス・ハーブ類、マンゴスチン、加工食品、ペットフード
ベトナム	120,000	生鮮・冷凍魚介類、スパイス・ハーブ類、穀物、生鮮果実、ペットフード
小計	241,250	
中国***	1,000,000以上	スパイス・チキン(味付け鶏脚/手羽先スナック)、乾燥野菜、スパイス、調味料、ペットフード

*X線のエネルギー上限7.5 MeVを採用している国(パキстанは草案を検討中)

**フィリピンの照射施設は2019年から休止中のため2018年の処理量を記載

***中国は2023年11月のIAEA/RCA食品照射プロジェクト会議にも欠席のため、推定値を記載

スパイシーチキン(味付け鶏爪)

インスタントラーメン



本産品中:国際基準ののつって
照射処理した乾燥野菜および香辛料

図1 中国で売られている照射食品と表示

- Co-60施設
- 北京市7
- 天津市3+1 (建設中1)
- 上海市8+1
- 重慶市2
- 河北省 3
- 遼寧省6
- 吉林省1
- 黒竜江省1
- 江蘇省13+1
- 浙江省5+3
- 安徽省5+1
- 福建省5
- 江西省2
- 山東省7
- 河南省3
- 湖北省2
- 湖南省2
- 広東省4
- 海南省1
- 四川省5
- 貴州省
- 雲南省2
- 陝西省2
- 甘肅省3
- 青海省
- 内モンゴ自治区 1
- 新疆ウイグル自治区 1+1



久米, 世界における食品照射の処理量と経済規模. 食品照射, 43(1,2), 46-54 (2008)

図2 中国の食品照射施設の分布図(2005年当時)

トン、穀類 4,000 トンで、その後はスパイシーチキン (味付け鶏爪) などの照射が顕著に増加している (図 1)。(連載第 1 回:2024 年 5 月号の図 1、図 3 参照)

厚生労働省の輸入食品モニタリング調査では、毎年のように中国からの乾燥果実や乾燥野菜、乾燥キノコ、香辛料などで照射の履歴が検知され、食品衛生法第 13 条第 2 項^{注 2)} (食品、添加物等の



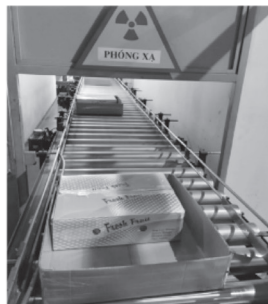
Henon (2018) 第54回日本食品照射研究協議会大会 講演資料

図3 中国の植物検疫用電子照射施設

Project Outcome



ハノイ照射センター(HIC)でのライチのガンマ線照射



ダナン照射センターでのロンガンの電子線照射



ホーチミンのSonSon社でのドラゴンフルーツのX線照射

RAS5087 最終会合(2023)Dr TRAN Minh Quynh, CAO Van Chung スライド

図4 ベトナムで相次ぐ照射施設の建設と実用照射の拡大

製造・加工基準)^{注3)}違反となっている(連載第7回: 2024年11月号、表2「輸入食品のモニタリング検査結果(放射線照射)」参照)。

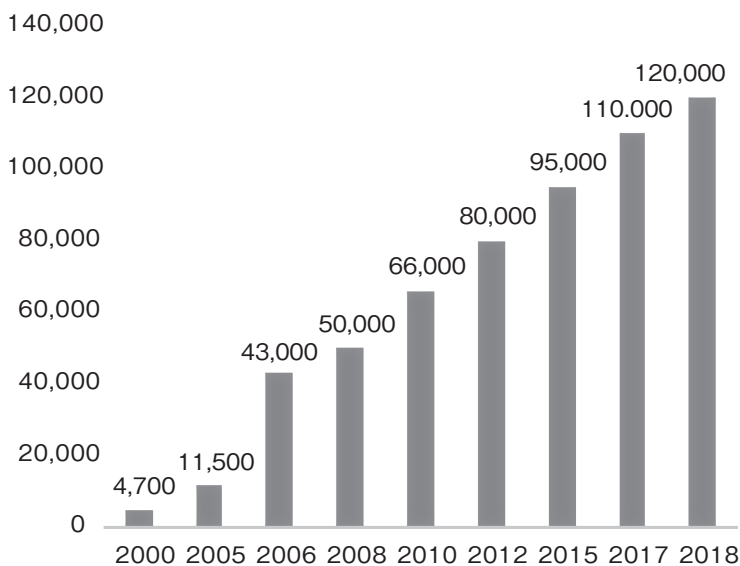
中国の食品照射用照射施設は2005年には図2に示すようにCo-60を用いるガンマ線照射施設が103施設、電子加速器を用いる電子線照射施設が6施設だったが、2018年の国際原子力機関(IAEA)^{注4)}情報ではガンマ線:126施設、電子線:60施設と、電子線照射施設の増加が目立つ。

2016年にはベトナムとの国境近くの広西壮族

自治区に加速電圧10 MeVの直線加速器を備えた年間処理量100万トン規模の電子線照射施設(図3)が果実などの植物検疫^{注5)}照射用に設置されたと伝えられたが、その後の稼働状況については確かな情報がない。

ベトナムの躍進

中国に次いで食品照射の処理量が多いのはベトナムである。公的機関だけでなく民間会社も含め



久米(2020)第55回日本食品照射研究協議会大会 講演資料

図5 ベトナムでの食品照射処理量の増加

てガンマ線：8施設、電子線：3施設、電子線を重金属ターゲットに当てて発生させた制動X線^{注6)}を用いるX線照射施設：4施設の計15の商業用食品照射施設を擁し、さらに4施設の電子線/X線照射施設（電子加速器からの電子線とそれを変換した制動X線の双方を選択的に利用できる施設）を計画中である（図4）。

2000年から2018年までの処理量の推移を図5に示す。2000年の処理量はわずか4,700トンだったが、2018年には12万トンと、米国を抜いて中国に次ぐ世界第2位の規模になっている。

その主体は輸出用のエビなどの生鮮・冷凍魚介類やスパイス・ハーブ類の殺菌目的の照射である



図6 インドから米国に輸出される照射マンゴー

が、ドラゴンフルーツやライチ、マンゴー、スターアップルなどの輸出用果実の検疫処理目的の照射も拡大している。

インド

中国とベトナムに次いで多い年間10万トンの食品照射を実施しているインドは、欧州委員会や米国農務省に認可を受けた施設も含めて26のガンマ線照射施設を有している。

スパイス・ハーブ類や穀物・豆類等の乾燥食材の殺菌照射とともに、2007年からマンゴーの検疫照射を開始し、米国農務省が認可した照射施設での照射処理（Preclearance）による米国

への輸出は2017年には1,000トンを超えている（図6）。

インドでは、米国、カナダ、インドネシア、韓国、オーストラリア、ニュージーランドと同様に、食品に照射できるX線の最大エネルギーに関する国内規制をコーデックス国際食品規格の5.0 MeVではなくISPM18^{注7)}に合わせた7.5 MeVに変更している。

パキスタン

食品照射用にガンマ線：2施設、電子線：1施設、X線：1施設を持ち、さらに2施設の電子線/X線照射施設を計画中である。

スパイス・ハーブ類などの照射を実施し、2010年の処理量は940トン、2020年は2,000トン、2023年は4,600トンと着実な増加が報告されている。

2011年からは米国に輸出したマンゴーを米国到着後に米国内の施設で照射している」（Port of Entry）^{注8)}。（連載第9回：2025年1月号、図4参照）

タイ

食品照射用にガンマ線：3施設、電子線：2施設、



図7 タイの照射発酵ソーセージ(非加熱の豚肉製品)

X線：2施設を有している。

以前からスパイス・ハーブ類や特産の発酵ソーセージ(図7)などの殺菌照射が行われていたが、2007年に米国への照射果実の輸出が合意され、米国農務省の認可を受けた施設で植物検疫処理として照射されたロンガンおよびマンゴーの輸出を開始した。

2017年にはマンゴスチンなど555トンが輸出され、新たな品目としてグアバやドラゴンフルーツが承認されている。2020年の処理量は1,500トン、2023年は1,900トンと報告されている。

マレーシア

多目的のガンマ線施設で少量のスパイス・ハーブ類の照射を実施しており、電子線/X線照射施設の新設も計画中である。

2020年の処理量は1,100トン、2023年の処理量は931トンと報告されている。

近年は照射果実の米国への輸出やオーストラリアからの輸入が実施されている。

照射食品である旨の表示に関しては、照射された原材料の含有量が食品全体の重量の5%未満の場合には表示の義務はない。

インドネシア

食品照射用にガンマ線：2施設を持ち、スパイス・ハーブ類やココアパウダー、冷凍食品などの照射を実施しており、2020年の処理量は650トン、2023年の処理量は905トンと報告されている。最近では照射果実の輸出入も開始している。

フィリピン

食品照射用にガンマ線：1施設と電子線：1施設を有している。

2012年に商用ガンマ線照射施設にコンベアラインを設置するなど規模の拡大を図り、2005年には326トン、2010年には445トン、2018年には470トンが照射され、照射果実が米国に輸出されている。

韓国

多目的のガンマ線照射施設や電子線照射施設を用いて2005年には香辛料などが約5千トン照射されていたが、2010年に香辛料などの少量の添加物に対しても照射された旨の表示が義務付けられたことが影響し、2023年の処理量は乾燥野菜や高麗人参製品、調味料などの171トンまで減少した。

しかし、2020年には食品に照射できるX線の最大エネルギーに関する国内規制をコーデックス国際食品規格の5.0 MeVではなくISPM18^{注7)}に合わせた7.5 MeVに変更するとともに、植物検疫に関する処理基準拡大の研究を実施し、植物検疫当局はこれまでにリンゴ、ナシ、ブドウ、パプリカ、キク(切り花)、バラ(切り花)の特定害虫に関する基準を設定している。また2023年にはユッケ(生肉)の殺菌用に最大7 kGyの照射を申請するなど、研究成果を規制の変更に繋げる努力をしている。

バングラディシュ

2010年に12.95 PBq (350 kCi)^{注9)}のガンマ線照射施設が設置され、本格的な商業照射が開始された。2020年の処理量は輸出用のスパイス・調味料などが145トン、2023年には260トンと報告されている。

スリランカ

2014年に11.1 PBq (300 kCi)の多目的ガンマ線照射施設が導入され、食品照射や滅菌への展開

を図っており、2023年の処理量は13トンと報告されている。

ミャンマー

国内の研究施設に小型のガンマ線照射装置を持ち、さらに食品照射用のガンマ線：1施設と電子線：2施設の設置を計画している。

2014年に国家食品法が改定されたが、さらに照射食品を含む新たな食品基準に改定すべく規制案を検討中である。

次に述べるモンゴルとともに、IAEAのコラボレーションセンター等の仕組みを活用して、ポーランド核化学技術研究所（INCT：Institute of Nuclear Chemistry and Technology）や米国テキサスA&M大学での研修に積極的に参加し、共同研究成果の論文発表も行い、放射線（特に電子線）を利用した食品照射の実用化に取り組んでいる。

モンゴル

国内の研究施設に小型のX線照射装置を持ち、さらに食品照射用の電子線/X線照射施設の設置を計画している。

照射食品に関する規制は未整備だが、ミャンマーと同様に放射線（特に電子線）を利用した食品照射の実用化に取り組んでいる。

モンゴルと、前述のミャンマーは、実質的に日本を追い抜いて先へと進んでいるようである。少なくとも食品照射の実体験がある人、様々な照射食品を自分の目で見て、触って、匂いを嗅いでみたことのある人の数は日本を超えているのではないだろうか？

ネパール

食品照射の国際会合などに参加しているが、本格的な取り組みは行われておらず、国内の法規制も未整備である。

カンボジア

食品照射用の電子線照射施設を2施設持つが、

現在の照射処理量や品目は不明である。

ラオス

ガンマ線施設の設置を計画中。コーデックス規格に適合していれば国内で照射食品の販売も可能である。

シンガポール

国内には照射施設はないが、コーデックス規格に基づいた食品安全規制を採用しており、照射食品の輸入・販売が可能で、国外の照射施設で処理を行っている事業者もある。

オーストラリアとニュージーランド

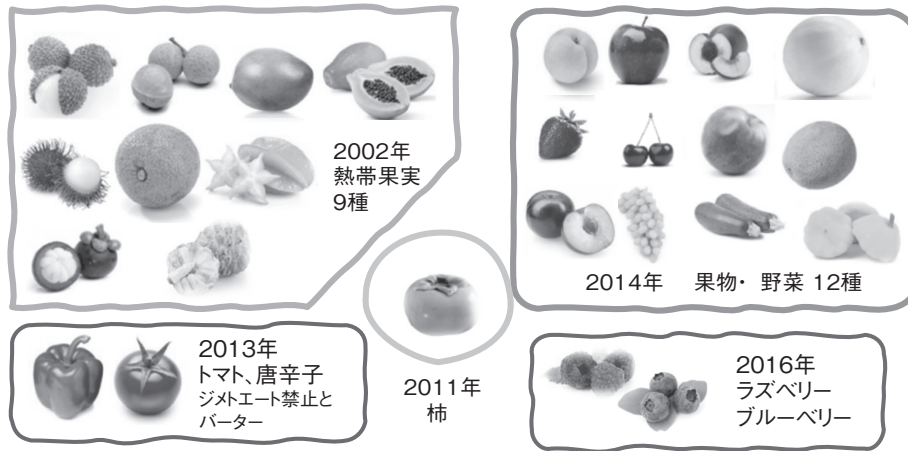
オーストラリアは、1990年代後半までは食品照射に関して態度を保留していた。しかし、その間も世界保健機関（WHO）に対して最新の科学的知見をもとに「FAO/WHO/IAEAによる安全宣言（1980年）」の再評価を要請しており、その要請を受けて1992年にWHO専門家委員会による「健全性の再確認」が行われ、1994年に報告書^{注10)}が発行されている。（連載第6回：2024年10月号「照射食品の健全性評価と国際規格」参照）。

一方、ニュージーランドは1984年に照射食品の輸入と販売を禁止していた。

しかし、オーストラリアとニュージーランドは、1991年に両国の食品の安全基準を統一し、その中で照射食品を扱うことを決定するなど、食品照射の実用化に向けて着々と準備を進めていた。そして1999年には両国政府が新しい食品基準の中で食品照射を許可することに合意し、オーストラリア・ニュージーランド食品基準機関（Food Standards Australia New Zealand：FSANZ）^{注11)}の食品照射の基準「standard 1.5.3」に位置付けられた。

実は、この息の長い取組みの裏には、オーストラリア、ニュージーランド、そして米国の専門家同士の長期間にわたる協力関係があった。

彼らはそれぞれの国で食品照射研究の第一人者として長期にわたって要職につき、農業の振興と



2021年には全ての生鮮農産物の植物検疫照射(150 Gy ~ 1 kGy)を許可

等々カ(2024)第19回放射線プロセスシンポジウム 講演資料から

図8 FSANZの食品照射基準における許可品目の拡大(ポジティブリスト制)

- ①基準の名称:Australia New Zealand Food Standards Code – Standard 1.5.3 – Irradiation of food
- ②定義:食品への電離放射線の照射、ただし異物検査などの照射は除く
- ③照射可能な品目/目的と線量

・生鮮野菜・果実/植物検疫処理	150 Gy ~ 1 kGy
・スパイス・ハーブ類/雑草防除や害虫駆除	6 kGy以下
・スパイス・ハーブ類/殺菌	2 kGy ~ 30 kGy
・飲料用乾燥植物原料(茶以外)/殺菌	2 kGy ~ 10 kGy
- ④再照射禁止の適用除外となる要件
- ⑤線源:Co-60のガンマ線、10 MeV以下の電子線、7.5 MeV以下のX線
- ⑥記録の保存の義務
- ⑦表示の義務

図9 オーストラリア・ニュージーランドの食品照射に関する基準の概要(2021年改定)

輸出拡大に役立つ食品照射の技術開発を推進するとともに、その技術を最大限に活用するための政策立案の担当者として、それぞれの国の長期戦略を支えて来たのである。

FSANZ の食品照射基準

FSANZ の定める食品照射基準では、食品照射の適用品目に関してポジティブリスト制をとっており、申請された品目(食品群)、照射目的、最小/最大線量に対して、技術導入の正当性や安全性、栄養学的適確性を評価したのちに認可される。オーストラリアとニュージーランドの両国は、統一された食品基準の下で、2001年にスパイス・ハーブ類のエチレンオキシドガス^{注12)} 燻蒸による殺菌を禁止すると同時に、その代替法として香辛料とハーブおよびハーブティー用の植物材料

の照射殺菌を許可^{注13)} し、続く2002年にはマンゴーやライチなど9種類の熱帯果実に対する植物検疫処理を目的とした放射線照射(150 kGy ~ 1 kGy)を許可している。

そして、透明性の高い、公開された審議とパブリックコメントを経て、2017年1月までに植物検疫照射の対象品目は26種類の生鮮農産物へと拡大された。

さらに2021年7月にはクイーンズランド農務省からの申請を評価して「standard 1.5.3」^{注14)} が改定され、全ての種類の新鮮な果物や野菜を対象とした植物検疫措置としての放射線照射が許可された(図8)。

改定された食品基準「standard 1.5.3」の概要を図9に示す。照射食品の表示に関しては、照射された原材料を含む場合にはその含有量にかかわらず表示が義務づけられている。

We protect Tasmania from fruit fly using a chemical-free X-ray treatment for all fruit fly host crops grown on the mainland.

タスマニア本土で生産されるミバエの寄主作物に化学薬品を使用しない X線処理をほどこすことで、ミバエからタスマニアを守っています。

For a list of seasonally sourced crops treated by X-ray, scan this QR code or speak to our fresh produce manager.

X線処理された旬の作物のリストについては、この QRコードをスキャンするか、生鮮品担当者にお尋ねください。



等々力(2024)第19回放射線プロセスシンポジウム 講演資料から

図10 オーストラリアの大手スーパーでの照射青果物販売

表2 オーストラリアから輸出された照射果実の数量(トン)

輸出先/果実	2015~16年	2016~17年	2017~18年	2018~19年	2019~20年	2020~21年	2021~22年
ニュージーランド							
マンゴー	1,024	982	1,297	1,357	1,491	1,282	1,805
トマト	349	134	269	517	211	92	359
唐辛子	9		9		5	15	5
パパイヤ	104		22	57		3	6
ぶどう					1,387	1,003	528
メロン							452
ズッキーニ							18
ライチ	64	72			406	554	572
米国							
マンゴー	179	141	107	114	121	215	358
ライチ		6	12	16	54	174	185
ベトナム							
ぶどう	843	1,121	1,747	2,105	1,234	904	2,695
マンダリン	67	40	55	103	190	25	40
オレンジ	2	14	54	14	22		
サクランボ			402	609	512	552	645
ストーンフルーツ							56
インドネシア							
プラム	4			16			
サクランボ	2	6			17	18	26
ぶどう							8
柿							5
マレーシア							
マンゴー	79	21	14	15	78	3	2
タイ							
柿						9	12
合計	2,726	2,537	3,988	4,923	5,728	4,849	7,777

出所) FSANZ (2022) A1261-Application to amend Standard 1.5.3 of the Food Standards Code, Irradiation of Food, to increase the maximum energy of X-Rays permitted to irradiate food from 5 MeV to 7.5 MeV.MeV. 他

店頭でも照射処理の目的が文書で説明され、QRコードでも情報提供されている(図10)。図10の写真はオーストラリアのIGA

Supermarketsの店頭であるが、ニュージーランドのPak'nSaveやcountdownでも照射食品を販売している。

オーストラリアからの輸出拡大

その間にも2004年にはオーストラリアからニュージーランドへの照射マンゴーの輸出が始まり、2008年にはマレーシア、2014年には米国への輸出が始まっている。

このようにオーストラリアは米国やアジア諸国への照射新鮮果実・野菜の輸出入を積極的に展開し、ベトナムにブドウやサクランボなどを、ニュージーランドにマンゴーやトマト、ライチなどを、米国にマンゴーやライチを、そしてマレーシアやインドネシアにも少量のマンゴーなどを輸出している(表2)。

2020年から2022年にかけてニュージーランドへのぶどうの輸出量が減少しているのは、Covid-19パンデミックによる航空便・航空貨物の一時的な喪失の影響とのものである。

2015年には、逆にベトナムからオーストラリアへの照射マンゴーやライチの輸入が開始され、2018年にはインドネシアからのマンゴーとドラゴンフルーツの輸入が合意されるなど、東南アジア諸国との相互貿易も活発になっている。

オーストラリア国内での2020年の果実照射処理量は6,000トンと報告され、2022年には9,000トンに達する見込みである(図11)。

この間に前述の食品基準「standard 1.5.3」の改定と、メルボルンの植物検疫用X線照射施設の新設、さらにIGAやcoles、Costcoなどの大手スーパーが照射青果物の販売を始めたことなどによって、北部のクイーンズランド州から南部のタスマニア州(島)への照射農産物の国内移動も2018-19年の18パレット(14トン)から2021-2022年の1,378パレット(1,100トン)へと著しく増加している。(1パレットあたりの重量は農産物の種類によって0.6-1.0トンと異なるが、平均的には約0.8トンとのこと)

ニュージーランドでは、現在は食品の商業照射は行われていないが、植物検疫用の大型の電子線/X線照射施設の国内建設に関するフィージビリティスタディを実施した。その結果、大型X線

豪州での果実照射処理量(トン)

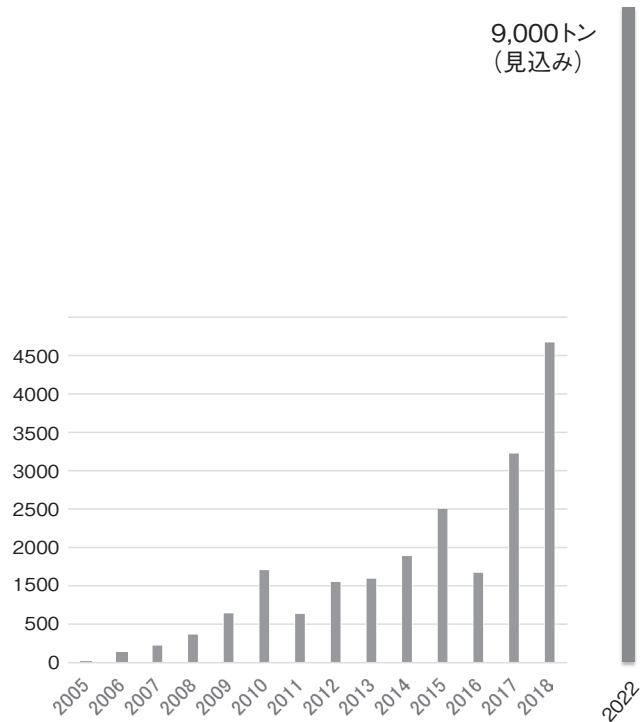


図11 オーストラリアの果実照射処理量の増加

施設の導入は経済性が合わないとの結論を得て、オーストラリアとも協力して低エネルギーX線装置の開発と導入を計画している。

米国

米国は食品照射の研究開発と実用化・社会実装で常に世界をリードしてきた。米国とアジア太平洋諸国との間で急拡大している照射農産物の国際貿易と、その背後にある米国の長期的な国家戦略については、前号:2025年1月号の連載第9回「研究開発から社会実装へ/米国の長期戦略」を参照されたい。

カナダ

カナダで1988年に整備された食品照射の基準では、ジャガイモ、タマネギ、小麦(粉)、香辛料の4品目が許可されていた。表示に関しては、照射された原材料の含有量が食品全体の重量の10%未満の場合には表示の義務はない。

2005年のカナダでの照射処理量は香辛料のみの1,400トンと報告されている^{注1)}。

その後2012年に腸管出血性大腸菌汚染による大規模な牛挽肉リコール事案が発生し、独立調査委員会による報告書で照射処理の検討が勧告されたため、2013年5月にカナダの牧畜事業団体が照射の許可を要請し、カナダ保健省（Health Canada）によるリスク評価を経て2017年2月に新たに生鮮（冷蔵）・冷凍牛挽肉の照射殺菌が許可された^{注15)}。

牛挽肉の照射殺菌に関する意見

それに先立ってカナダ保健省に寄せられた全18件のパブリックコメントのうち、13件は照射許可に賛成で、科学的根拠に立脚した安全性と効果、食品安全の向上、既認可の照射食品の存在、施設の稼働性、WHO/FAOの見解、国外（特に米国）での牛肉照射許可の事実、消費者の選択肢の増加などを理由にあげていた。

一方、5件の反対意見の理由は、食品としての安全性の懸念（照射牛肉そのもの及び照射工程管理に関する懸念）、食肉の微生物汚染の現況に照射は不要との意見、照射許可は中小の食肉加工業者や牛肉輸出業者に不利といった産業競争力に関する潜在的な懸念などであった。

カナダ保健省の回答

これらの懸念や意見に対してカナダ保健省は、照射牛肉中に生成する分解生成物は微量また短寿命であるため照射牛肉の摂取による健康影響は認められない、微生物汚染には乳幼児や老人といった高リスク層も考慮した対策が必要、GMP（Good Manufacturing Practices, 適正製造規範）に則った適切な衛生管理は照射の導入如何にかかわらず全ての規模の屠畜場と食肉加工業者が遵守すべき事項である、本規制改定は照射牛挽肉の国内流通を可能にするものであり、輸出に当たっては相手国の国内規制を遵守するものである、などの回答を公表し、牛挽肉の照射認可を結論したのである。

表示に関しては、照射された原材料

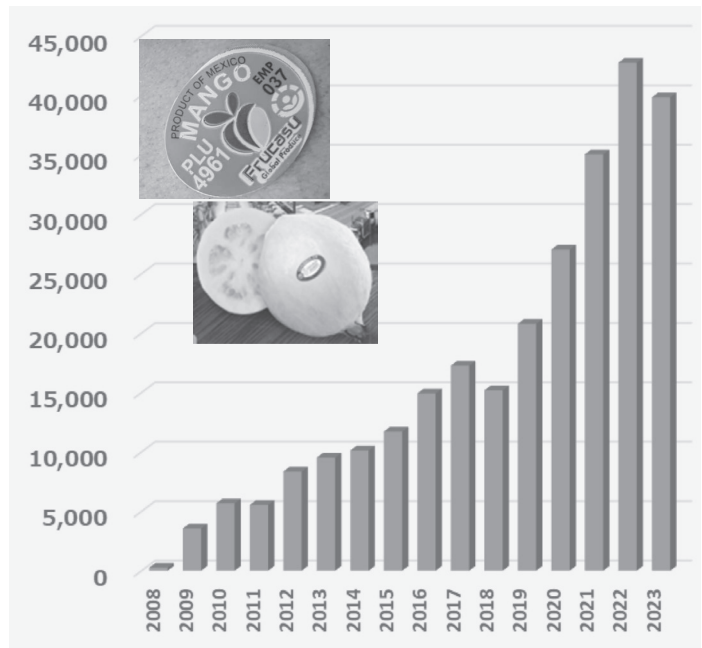
の含有量が10%重量以上で表示が義務づけられている。

メキシコおよび中南米諸国

メキシコは2008年から米国への照射果実の輸出を開始し、2017年には17,000トン、2022年～2023年には約4万トンにまで急激に増加している（図12）。2011年から稼働しているガンマ線照射施設に加えて、電子線/X線照射施設も新設されている。

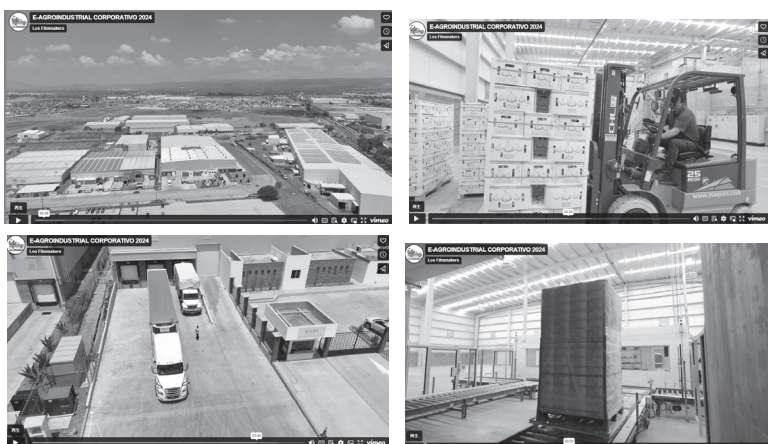
2024年7月、メキシコの中部高原地帯に新たに建設されたラテンアメリカ最大規模の食品照射用電子線/X線照射プラントの稼働開始が公表された（図13）。メキシコの食品衛生安全品質管理局長は、「作物への照射処理の適用によって、農家は厳格な国際植物検疫基準を満たし、より競争力のある状況で、より多くの世界市場にアクセスし、その結果、地域社会の発展を引き起こし、国民経済を強化する」と述べている。

メキシコ以外の中南米の国々では食品照射の実用化はあまり進展していなかったが、最近になって、ペルー（2012年）、ドミニカ（2015年）、グレナダ（2016年）、エクアドルおよびコロンビア



等々力(2024)第19回放射線プロセスシンポジウム 講演資料から

図12 メキシコから米国への照射果実輸出量の増加



<https://ebeam-agro.com/nuestra-tecnologia/>

図13 メキシコ中部に新設された食品照射用電子線/X線照射プラント

(2017年)などで米国への照射果実の輸出が合意されている^{注1)}。

メキシコとブラジルが全ての食品に対する無制限の照射を許可しているのに対し、キューバとチリは全食品に対して「10 kGy 以下の」照射を許可している。

欧州連合 (EU)

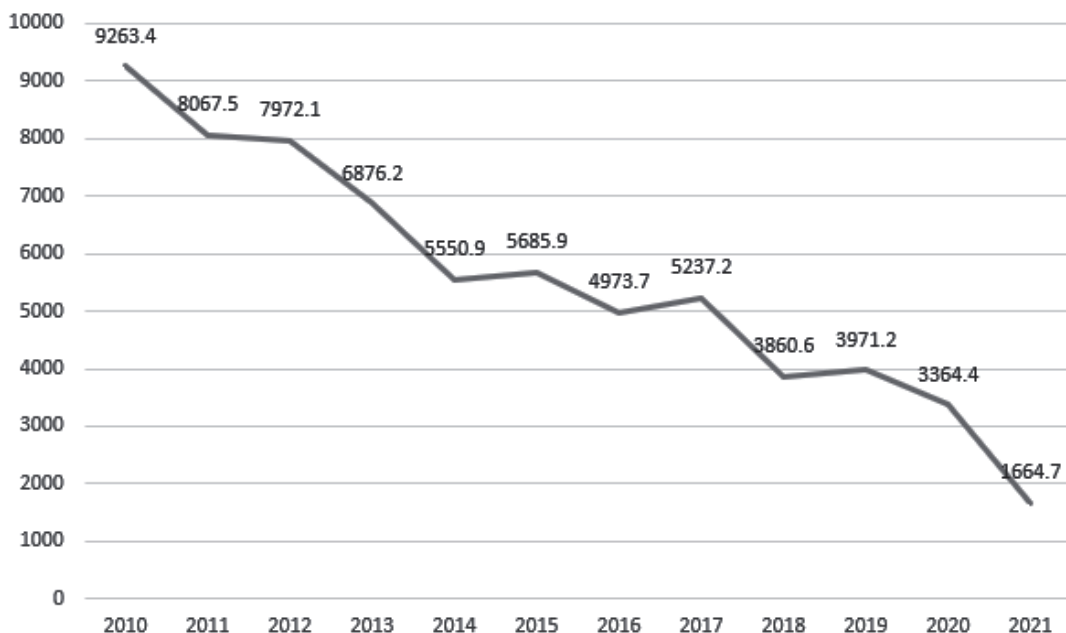
欧州の中では、食品照射に積極的なフランスやベルギーと、消極的なドイツなどとの違いが大きい。

1999年、欧州委員会 (EU) は食品照射に関する域内統一基準 (EC 指令) を制定し、スパイス・ハーブ類の 10 kGy までの照射殺菌を統一許可品目とし、その他については各国の従来の国内規制 (個別許可品目) が有効である。植物検疫目的の照射は許可されていない。

EU 域内には、13カ国に 22 の認可された照射施設があり、10カ国で照射を実施している。その他に EU 域外の第 3 国の 10 施設が EU 向けの照射処理を認可されている。

EU 域内全体では 2010 年には主にカエル脚、乾燥ハーブ・スパイス、野菜調味料、食鳥肉な

Quantities / year (tonnes)



Reports from the Commission to the European Parliament and the Council on food and food ingredients treated with ionising radiation: Report 2020-21 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023DC0676>

図14 EU域内での食品照射処理量の推移

表3 EU域内での国別照射処理量と主な品目(2020~2021年)

国名	数量(トン)	主な品目
ベルギー	4,173	冷凍カエル脚、食鳥肉、乾燥血液・血漿類
チェコ	30	乾燥ハーブ、スパイス、香味野菜
ドイツ	89	乾燥ハーブ、スパイス、香味野菜
スペイン	113	乾燥ハーブ、スパイス、香味野菜
エストニア	84	乾燥ハーブ、スパイス、香味野菜
フランス	274	冷凍カエル脚、乾燥ハーブ、スパイス、香味野菜
クロアチア	23	乾燥ハーブ、スパイス、香味野菜
ハンガリー	212	乾燥ハーブ、スパイス、香味野菜
オランダ	9	乾燥ハーブ、スパイス、香味野菜
ポーランド	24	乾燥ハーブ、スパイス、香味野菜
EU計	5,029	

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023DC0676&qid=1714875944591>

ど9,263トンが衛生化の目的で照射されていたが、2015年には5,685.9トン、2021年には1,664.2トンにまで減っている(図14)。

EUの公式HPで2023年10月27日に更新されたEU域内における2020年と2021年の合計の照射処理量(消費量ではない)と品目を表3に示す。2年間の合計5,029トンの内訳は、冷凍カエル脚が76.4%、食鳥肉が11.9%、乾燥ハーブ・スパイス野菜調味料が11.6%、乾燥血液・血漿剤が0.06%だった。

ただし、これはEU域内での「照射処理量」であり、域外から輸入された照射食品の流通量や消費量は不明である。

ブルガリア、イタリア、ルーマニア、英国は照射施設を保有しているが、食品照射を実施していない。2015年のEUの報告では、EU域外のノルウェーに新しく照射施設が設置され、4.2トンの照射が行われたことが付記されている^{注1)}。

EUは、域外のスイス、トルコ、タイ、インド、南アフリカなどのEUが認可した計10カ所の照射施設からも照射食品を輸入している。これらの輸入量の統計資料は見つからず、EU域内での照射食品の消費の実態はよく分からない。

その他の地域

ウクライナでは、ソビエト時代にオデッサ(オデーサ)の電子線照射施設(1.2 MeV/20 kWの電子加速器2台)で小麦の殺虫処理を実施していた。同施設はソ連崩壊後も使用され、2005年の処理量は小麦42,000トン、大麦28,000トンの

計7万トンだったが、現在は閉鎖されている。

ロシアでは2016年にコーデックス規格に準拠した国内規制が整備され、2017年からモスクワ近郊の2ヶ所の電子線照射施設でスパイス、肉製品、新鮮野菜などの照射を実施し

ているとのことである。

アフリカ地域では、南アフリカで香辛料や蜂蜜などの照射を実施しており、2012年からはライチなどの照射果実が米国へ輸出されている。エジプトでも食品照射が実施されているとの情報がある^{注1)}。

以上の各国の取り組みと比べてわが国での食品照射技術の検討状況はどうか、消費者受容の課題は何か、さらに最新の技術動向と将来展望などについて、次回以降で述べる。

注1) 久米民和, 等々力節子, 食品照射の海外動向. *RADIOISOTOPES*, 68(7), 469-478 (2019)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/radioisotopes/68/7/68_680705/_pdf-char/ja

注2) 食品衛生法第13条第2項:前項の規定により基準又は規格が定められたときは、その基準に合わない方法により食品若しくは添加物を製造し、加工し、使用し、調理し、若しくは保存し、その基準に合わない方法による食品若しくは添加物を販売し、若しくは輸入し、又はその規格に合わない食品若しくは添加物を製造し、輸入し、加工し、使用し、調理し、保存し、若しくは販売してはならない。

注3) 食品、添加物等の規格基準(昭和34年厚生省告示第370号):食品を製造し、又は加工する場合には、食品に放射線(原子力基本法第3条第5号に規定するものをいう)を照射してはならない。ただし、(以下、検査目的の照射や馬鈴薯の発芽防止目的の照射について例外規定として許可)

注4) IAEA(International Atomic Energy Agency, 国際原子力機関):原子力の平和利用を促進するために国際連合の下に設立された国際的な協力機関。1957年設立。平和利用に関する技術情報の交換、原子力施設の運転の安全基準作成、軍事的目的への転用の防止などを行う。

- 注5) 植物防疫:植物に有害な病害虫の侵入や蔓延を防ぐための業務や制度。農林水産省では、植物防疫法に基づき、農業生産の安全及び助長を図ることを目的として、病害虫の侵入防止を図るための輸入される植物等の検査等(輸入植物検査)や輸出先国・地域の要求に応じた植物等の検査等(輸出植物検査)を実施。また、日本への侵入を特に警戒している病害虫について侵入調査や防除等(国内植物検査)を実施。これらの措置は、WTO/SPS協定(衛生植物検査措置の適用に関する協定)や国際植物防疫条約(IPPC)等に従い、科学的根拠や国際基準に基づいている。
- 注6) 制動X線(bremsstrahlung X ray):高速で運動する電子が物質中の原子核の近傍を通過するときに、その電界によって減速され、その際失ったエネルギーを電磁波すなわちX線として放出するもの。原子番号と密度が大きい物質ほど制動X線の発生強度が大きいため、電子線を当てる標的には密度が大きく融点も高いタンゲステンやモリブデンなどの金属が用いられる。
- 注7) ISPM18「植物検査措置としての放射線照射の利用の要件」:植物検査措置に関する国際基準(ISPM)の一つで、規制有害動植物及び規制品目を対象にした植物検査処理としての放射線照射に関する技術指針を提供している。具体的には、放射線照射の目的(有害動植物に対して達成されるべき効果)、利用可能な線源を含む放射線照射の適用方法、線量測定、仕様への適合状況の確認手順、施設要件、文書化、検査と植物検査当局の責務等について述べている。
- 注8) Port of Entry:米国農務省動植物検査局(USDA/APHIS)によって認可された照射施設を持たない対米輸出国からの農産物について、米国内の認可された照射施設で照射処理することによって輸入を認める仕組み。
- 注9) Ci(キュリー):放射能を表す非SI単位。1キュリー=3.7×10¹⁰ベクレル(37ギガベクレル=370億ベクレル)。歴史的には、放射能研究の先駆者であるキュリー夫妻(Pierre Curie, Marie Curie)に因んで1グラムの²²⁶Raの放射能を1キュリーと定めたことに由来する。
- 注10) WHO, Safety and Nutritional Adequacy of Irradiated Foods, WHO, Geneva (1994). <https://iris.who.int/handle/10665/39463>
邦訳は「照射食品の安全性と栄養適性」コープ出版(1996)
- 注11) FSANZ(Food Standards Australia New Zealand, オーストラリア・ニュージーランド食品基準機関):食品の安全を確保し、両国民の健康を守ることを目的として、オーストラリアとニュージーランドが二国間協定に基づいて設立した機関。両国で販売される食品の使用基準及び成分規格、食品表示基準等の共通の食品標準規格(Food Standards Code)を定めている。
- 注12) エチレンオキシドガス(Ethylene Oxide Gas):

EOGまたはEtO):酸化エチレンとも呼ばれる。分子式C₂H₄O。微生物のDNAやタンパク質と反応して不可逆的にアルキル化する作用があり、食品容器や医療器具の滅菌などに用いられているが、食品中に残留するとエチルクロロヒドリンなどの有害物質が生じるため日本やEUなど多くの国では食品への使用が認められていない。エチレンオキシド自体にも発がん性があるとされ、最近米国で滅菌受託施設から周辺環境へのEOGの漏洩が発覚して社会問題になっている。

- 注13) 等々力節子, オーストラリア・ニュージーランドにおけるハーブ・スパイスの照射の許可. 食品照射, 37(1,2), 53-59 (2002) https://www.jstage.jst.go.jp/article/jrafi1966/37/1-2/37_1-2_53/_pdf
- 注14) Australia New Zealand Food Standards Code - Standard 1.5.3 - Irradiation of food. <https://www.legislation.gov.au/F2015L00406/latest/text>
- 注15) Health Canada, Regulations Amending the Food and Drug Regulations (Food Irradiation), <https://canadagazette.gc.ca/rp-pr/p2/2017/2017-02-22/html/sor-dors16-eng.html>.

参考資料

- 等々力節子, 各国の食品照射の現状(2013年後半～2015年前半). 食品照射, 50(1), 47-58 (2015) https://www.jstage.jst.go.jp/article/jrafi/50/1/50_47/_pdf
- 久米民和, 等々力節子, 食品照射の海外動向. *RADIOISOTOPES*, 68(7), 469-478 (2019) https://www.jstage.jst.go.jp/article/radioisotopes/68/7/68_680705/_pdf-char/ja
- 等々力節子, 食品照射とは一技術の概要及び評価と研究開発の歴史— *RADIOISOTOPES*, 71(1), 55-62 (2022) <https://jrm.jrias.or.jp/10.3769/radioisotopes.71.55/index.html>
- 小林泰彦, 食品照射の実用状況と消費者の受容. *RADIOISOTOPES*, 71(1), 63-83 (2022) <https://jrm.jrias.or.jp/10.3769/radioisotopes.71.63/index.html>
- 土肥野利幸, 植物検査の仕組みと放射線照射処理の国際基準. *RADIOISOTOPES*, 71(2), 93-99 (2022) <https://jrm.jrias.or.jp/10.3769/radioisotopes.71.93/index.html>
- APPLICATION TO FSANZ (2022). A1261-Application to amend Standard 1.5.3 of the Food Standards Code, Irradiation of Food, to increase the maximum energy of X-Rays permitted to irradiate food from 5 MeV to 7.5 MeV. <https://www.foodstandards.gov.au/sites/default/files/2024-02/A1261%20Application.pdf>
- 日本アイソトープ協会, 食品照射の最前線 ～研究者が解説するQ&A (2024年3月全面改訂版) <https://www.jrias.or.jp/pdf/shokuhinshoushaQA.pdf>