

# 食品への放射線照射について

平成18年9月26日

原子力委員会  
食品照射専門部会

## 目 次

第1章	はじめに	1
1-1	背景	1
1-2	基本的考え方	1
第2章	食品照射を巡る現状	3
2-1	食品照射を巡る動向	3
(1)	経緯	3
(2)	食を取り巻く社会状況と食品照射	5
(3)	国内外の照射食品の許可・実用化の状況	9
(4)	食品照射に対する社会的関心	11
2-2	わが国の照射食品に関する法制度等	12
(1)	照射食品の許可及び表示	12
(2)	照射食品等への監視・指導	13
第3章	食品照射の有用性	14
3-1	一般的事項	14
3-2	食品照射の便益とリスク	14
(1)	食品衛生面の便益	14
(2)	食品損耗の防止面の便益	15
(3)	食品照射のリスク	16
(4)	技術の選択肢を増やす必要性	16
3-3	食品の貿易に貢献するものとして	17
3-4	香辛料への放射線照射の有用性	18
(1)	香辛料の衛生確保の必要性	18
(2)	香辛料の衛生確保における放射線照射の有用性	18
第4章	照射食品の健全性の見通し	20
4-1	食品照射を行う前提条件	20
4-2	安全性(毒性学的安全性、微生物学的安全性)の見通し	20
(1)	毒性学的安全性	20
(2)	微生物学的安全性	22
4-3	栄養学的適格性の見通し	23
4-4	個別に指摘されてきた事項	24

( 1 ) 誘導放射能の生成	.....	2 4
( 2 ) 放射線の照射により生じる化学反応	.....	2 4
( 3 ) 照射タマネギの慢性毒性試験と世代試験	.....	2 5
( 4 ) 栄養失調児の倍数性細胞の出現率	.....	2 5
( 5 ) シクロブタノン類の生成	.....	2 6
( 6 ) 放射線照射による異臭の発生	.....	2 7
( 7 ) 食味、加工性への影響	.....	2 7
( 8 ) ベビーフード事件	.....	2 7
第 5 章 食品照射を巡るその他の課題	.....	2 8
5 - 1 . 照射食品の検知技術	.....	2 8
5 - 2 . 放射線照射施設等の安全性	.....	2 9
( 1 ) 放射線照射施設の運用	.....	2 9
( 2 ) 周辺環境への影響	.....	3 0
( 3 ) 放射性廃棄物の取扱い	.....	3 0
5 - 3 . 照射食品の表示	.....	3 1
第 6 章 まとめ	.....	3 2
6 - 1 . 食品照射に取り組むにあたっての環境整備	.....	3 2
( 1 ) 食品安全行政の観点からの妥当性の判断等	.....	3 2
( 2 ) 検知技術の実用化等	.....	3 3
6 - 2 . 食品照射の社会受容性の向上	.....	3 3
参考文献	.....	3 5
付録 1 食品照射専門部会の設置について (平成 17 年 12 月 6 日原子力委員会決定)		
付録 2 食品照射専門部会委員名簿		
付録 3 開催実績		
付録 4 原子力政策大綱(平成 17 年 10 月 11 日、原子力委員会決定)の関連部分抜粋		

参考資料

主な用語解説

## 第1章 はじめに

### 1 - 1 . 背景

放射線は、学術、工業、農業、医療、その他の分野で適切な安全管理の下で利用されてきており、学術の進歩、産業の振興及び人類社会の福祉と国民生活の水準向上に役立つなど、人類社会に大きな効用をもたらしている【参考1 - 1 ~ 2】。こうした放射線利用技術のうち、「食品照射」技術は、公衆衛生の向上や食品の品質保持などを目的として、食品に放射線を照射することにより、殺菌、殺虫、発芽防止等を行う技術であり、世界各国で許可・実用化されている。

今後のわが国における原子力の研究、開発及び利用に関する施策の基本的考え方を定めるものとして平成17年に策定された「原子力政策大綱」において、わが国においては、食品照射のように放射線利用技術が活用できる分野において、社会への技術情報の提供や理解活動が不足していること等が課題として指摘され、「食品照射については、生産者、消費者等が科学的な根拠に基づき、具体的な取組の便益とリスクについて相互理解を深めていくことが必要である。また、多くの国で食品照射の実績がある食品については、関係者が科学的データ等により科学的合理性を評価し、それに基づく措置が講じられることが重要である。」という今後の食品照射に関する取組の基本的考え方が示された。

原子力委員会は、原子力政策大綱に示されたこの基本的考え方を踏まえ、2005年12月に「食品照射専門部会の設置について（平成17年12月6日原子力委員会決定）」により、食品照射専門部会を設置した。この専門部会は、食品照射に関する内外の現状等について、9回にわたって調査審議を行うとともに、食品照射について国民の意見を聴く会を開催し、食品照射専門部会報告書「食品への放射線照射について」（案）をとりまとめた。

その後、同報告書（案）については、広く国民からの意見を公募するとともに、同報告書（案）についてご意見を聴く会を2回開催して、あわせてのべ198の個人・団体の方から484件の意見を得た。これらの活動を通じて、専門部会は、学識経験者や消費者団体、食品関連産業、消費者など国民各層より得た、賛成・反対・中立の立場からの多様な意見を審議の参考とした。

本報告は、これらの審議結果を踏まえて、食品照射の現状や有用性、照射食品の健全性の見通し等、消費者を含む関係者の今後の検討に資するところをとりまとめたものである。

### 1 - 2 . 基本的考え方

放射線を利用した技術は、医学、工業等の各分野において幅広く活用が進め

られてきている。

原子力政策大綱は、この放射線利用技術についての現状認識については、原子力エネルギー利用（熱源としての利用）と並ぶものであるとして、その利用にあたっての基本的考え方として、「放射線を利用した技術等は、学術研究、工業、農業、医療活動等において利用される多種多様な技術の一つであり、他の技術と比較して優位性のある場合や、放射線利用技術の固有の特徴が必要不可欠な場合に採用されてきている。」としている。

「食品照射」は、放射線による生物学的作用（致死作用、代謝攪乱作用）を利用して食品の衛生化（病原菌、寄生虫の殺滅）や保存性の延長（腐敗菌、食害昆虫の殺滅、発芽防止や熟度調整）あるいは化学的作用（重合、分解）及び物理的作用（高分子化合物の高次構造変化）による改質効果を期待して、食品・食品原材料に放射線を照射する技術であり、食品照射の有用な特徴の一つは非加熱処理技術であることである。なお、放射線を照射された食品を「照射食品」又は「放射線照射食品」という。

これまで、食品の衛生化や保存性の延長を加熱せずに行う「非加熱処理」が求められる場合、化学薬剤の使用や冷蔵などによって実施されてきている。しかし、対象とする食品によっては、期待される効用に関して、食品照射が他の技術と比較して優位性のあることや、食品照射の固有の特徴が必要不可欠なことについて検討し肯定的な判断が得られるとともに、安全が確保されることなどについて一定の見通しがある場合には、当該食品に対する放射線照射の適用に向けて必要な検討や取組を進めることが適切であると考えられる。

そこで、本報告では、第2章で食品照射を巡る現状を把握した上で、第3章において食品照射の便益となる有用性について、第4章において食品照射の主要なリスクとして考慮すべきと考えられる照射食品の健全性<sup>(注)</sup>について、第5章において検知技術などの食品照射を巡るその他の課題について整理し、第6章においてわが国における食品照射に関する今後の取組に関する考え方をとりまとめた。

（注）ここでいう照射食品の健全性とは、照射食品の毒性学的安全性、微生物学的安全性、および栄養学的適格性の3つの観点を合わせたものである<sup>1-3)</sup>。

## 第2章 食品照射を巡る現状

### 2 - 1 . 食品照射を巡る動向<sup>1-7)</sup>

#### (1) 経緯

##### a. 国内外の研究開発の進展

放射線については、1895年のレントゲンによるX線の発見以降、その利用についての様々な研究開発が進められた。1950年頃までに、食品照射に関連する、放射線による殺虫、殺菌等の生物学的現象が発見され、これらを食品の殺菌等に用いることが提案され、世界各国及び国際機関での食品照射に係る取組が始まることとなった。【参考2 - 1】

はじめに大きな動きがみられたのは米国である。米国陸軍が10年間にわたる研究開発の成果に基づき、1963年、食品医薬品庁(FDA)にベーコン及び穀物への放射線照射を申請し、許可された。しかし、食品医薬品庁は、1968年、これらの実験方法等に欠陥があることが判明したとしてベーコンの許可を取消し、健全性評価及び法的許可の体制整備を行うことになった。

わが国も世界各国に遅れることなく取組を始め、1967年、原子力委員会が「食品照射研究開発基本計画」を策定し、国家プロジェクトとして食品照射の研究を開始した。その結果、その対象品目のうち、ばれいしよについて、健全性に影響はないとの結果を踏まえて、1972年に食品衛生法に基づく許可がなされ、1974年にはわが国で実用化された。以降現在まで、新しい照射食品の許可はないが、ばれいしよについては、現在、年間8千トン程度が発芽防止を目的として放射線照射されて出荷されている。

また、照射食品の健全性評価についての国際的な取組も進められ、1970年、国連食糧農業機関(FAO)及び国際原子力機関(IAEA)は世界保健機関(WHO)の助言に従い、わが国を含む24カ国が参加する「国際食品照射プロジェクト」を開始した。同プロジェクトは、10 kGy<sup>(注)</sup>以下の線量を照射した食品を対象としたものであり、1981年まで、国際的共同研究が行われた。

(注) グレイ(Gy)とは電離エネルギーの吸収線量(エネルギー)の単位。1 Gyは、1 kgあたりに吸収された放射線のエネルギーが1ジュールであることを表す。食品中の微生物をほぼ完全に殺菌できる10 kGyの吸収線量は、それが全て熱に変わったとして、その微生物と同量の水を2.4 温める程度のエネルギー量である。(1ジュール=0.24

c a l )

b. 照射食品の健全性についての国際的確認

国際食品照射プロジェクトやその他の関連研究で得られたデータは一連の国際会議で総括され、1980年に、FAO、WHO及びIAEAの合同会議は「いかなる種類の食品でも、総平均線量が10kGy以下で照射された食品には毒性学的な危険性は全く認められない」と結論した<sup>8)</sup>。この結論に対して、WHO加盟国における食品照射に対する国民からの不安・批判があったため、1994年、WHOは、照射食品の健全性について、過去に行われた国際的な検討あるいは各国の専門家委員会により検討された膨大な量の研究と1980年以降に実施された科学的研究の再評価を行い、その当時議論の的となった研究や指摘については特に注意深く評価して、上記の結論を再確認した報告書「照射食品の安全性と栄養適性」<sup>1)</sup>をまとめている。

さらに、世界各国での研究開発が進められ、1997年、10kGyを超える線量で照射した食品の健全性を明らかにすることとともに、照射する最高線量を規定する必要があるか否かを検討することを目的として、WHOの高線量照射に関する専門家委員会が10kGy以上を照射した食品に関しても健全性評価を実施し、適正製造規範（GMP：Good Manufacturing Practice）を前提として、意図した技術上の目的を達成するために適正な線量を照射した食品は、適正な栄養を有し安全に摂取できる旨の結論を下した<sup>9)</sup>。

この時点までの、世界各国での照射食品の健全性に係る研究報告は1,200件以上を数え、そのほとんどは健全性に関する問題はないと結論している。なかには、疑問を呈する報告もいくつか存在したが、その指摘を受けて各国で行われた多くの追試の結果は、そこで問題とされた現象は見られないとし、またこれらについては、多くの場合、動物実験の測定誤差や不適切な実験設計が原因で起きたものと結論している<sup>2)</sup>。

c. 照射食品の一般規格（コーデックス規格）の採択

1980年のFAO、WHO及びIAEAの合同会議を受けて、1983年、国際食品規格委員会（コーデックス委員会）は10kGy以下の照射食品の一般規格（コーデックス規格）【参考2-2】を採択した。同規格の改定が、1997年、WHOの高線量照射に関する専門委員会の結論を受けて、コーデックス委員会に提案されたが、2-アルキルシクロブタン類の安全性に関する疑問から、10kGy以上の照射については反対意

見が提出された。最終的には、2003年、「最高吸収線量は、正当な技術目的を達成するのに必要な場合を除き、10kGyを超えるべきではない。」とするコーデックス規格の改定案が採択された<sup>10)</sup>。同規格には、食品照射を適正衛生規範や適正製造規範、適正農業規範の代用として使うべきではないこと、低水分含量の食品類（穀類、豆類、乾燥食品など）の昆虫による再汚染の防止を目的とする放射線処理を除き食品類は再照射してはならないことなども記載されている。また、コーデックス委員会は、1979年、品質を維持するとともに消費に適した安全な食品を生産するにあたり、食品の効果的な照射処理を実施するための基本的な規範である「食品の照射処理のための実施規範」も採択している<sup>11)</sup>。

なお、コーデックス委員会は、FAOとWHOが1962年に合同で設立した組織（わが国は1966年加盟）であり、国際食品規格などの策定を通じて、消費者の健康を保護するとともに、食品貿易における公正な取引を確保することを目的としており、そこが策定する規格は、1994年以降、WTO（世界貿易機関）協定のもとで、国際的な制度調和を図るものとして位置づけられ、各国における衛生植物検疫措置を原則、当該規格に基づいて取ることが求められている<sup>12)</sup>。

#### d. 食品照射の実用化を支援する国際的活動

研究開発の進展やコーデックス規格が採択されるにつれて、食品照射の実用化を国際的に支援する活動も進められた。1984年、FAO、IAEA及びWHOの共同で「国際食品照射諮問グループ（ICGFI）」が結成され、2004年まで、食品照射分野の世界的な進展の評価、加盟国に対する助言、食品照射に関する合同専門家委員会やコーデックス委員会に情報提供などを行ってきた。

### （2）食を取り巻く社会状況と食品照射

食は、我々が生きていくために欠かせないものであり、食品の衛生を確保するとともに、食品の損耗を防いでその安定供給を確保することは、重要な課題である。

#### a. 食品衛生の視点

##### i) 食品衛生の確保と食品照射

食品の供給に当たっては、食中毒を起こさないような手段をとることが重要なことの一つであり、このためには食品に含まれる病原性微生物が一定のレベル以下に抑制されている必要がある。また、寄生虫などの殺虫と



いったことも必要である。現状では、この要請を満足するために、食品の性状などを踏まえて、適切な技術による殺菌あるいは殺虫が行われ、さらに各種規範に則った衛生管理が行われて、我々の食卓に届けられている。しかしながら、食中毒は依然発生しており、各国で食中毒を予防する努力が続けられている。

そうした場面で利用される技術には、加熱処理や化学薬剤処理など様々なものがあり、食品照射もその一つに含まれる。この食品照射は、サルモネラ菌、カンピロバクター、腸管出血性大腸菌O157など、食品衛生上大きな問題となる病原性微生物の大部分を比較的低線量で殺菌することができるという特長を持っている。ただし、ウイルスは放射線に対する感受性が低いため、食品の価値を損なわない線量範囲の照射で、完全に不活性化することはできない<sup>1,13,14</sup>。

#### ii) わが国におけるより一層の食品衛生の確保の要請

わが国では、食中毒の予防のために、食品製造・流通の現場における自主衛生管理や各家庭における衛生意識の向上が図られている。しかしながら、カンピロバクター、ノロウイルス、サルモネラ菌を病因物質とする食中毒は依然発生しており、近年では、腸管出血性大腸菌O157による食中毒も発生している。2004年における、食中毒の件数は1,666件、患者数は28,175名となっている。【参考2-3】

一方、最近の傾向として、単独世帯の増加、女性の就労者の増加等の社会情勢の変化の中で、食の簡便化志向の高まりや外部化が進展し、外食、加工食品が増加しており、2000年には、国民が最終消費した飲食料費のうち8割程度がそうした加工度を高めた形態で消費されている【参考2-4】。また、生産段階で見ると、国内生産12.1兆円に対し、生鮮品の輸入が3.2兆円、食品加工された最終製品の輸入が1.9兆円となっており、食品流通は国際化されつつあるといえる。このような新たな状況に対応した食品の衛生化、貯蔵技術が求められる状況にある。【参考2-5】

また、わが国においては、国民の「食と健康」及び「食の安全・安心」に対する関心の高まりから、食生活の多様化や食品流通の国際化とも相まって、「食の衛生」への強い要望が生じてきており、より一層の食品衛生を確保する取組が求められている。そうした求めを受けて、事業者においては、様々な技術を利用して、食品に付着する生菌数を抑制するために、例えばコールドチェーン（生産者から消費者まで冷凍や冷蔵状態で維持すること）を発達させるといった取組が行われている。2000年に、全日本スパイス協会から香辛料について微生物汚染の低減化を目的とする放射線

照射の許可の要請が出されたのも、そうした取組の一つと理解される。

### iii) 食品衛生の確保策としての食品照射の世界各国での利用拡大

世界各国においてもそれぞれの国情の中で、食品衛生の確保策としての食品照射の利用拡大が進んでいる。

香辛料については、微生物による汚染の可能性が比較的高く殺菌が必要となる場合がある。しかし、香辛料の品質は熱に対して極めて不安定であるため、加熱殺菌方法を採用した場合には容易に色調、香味などに変化が生じることもあり、世界各国で、殺菌技術の一つとして放射線照射が利用されている。そして、香辛料は、食品品目の中では最も多くの国々で放射線照射の許可対象となっており、EUの全加盟国、カナダ、米国、オーストラリア、ニュージーランドなど大半の先進国及びその他食品照射を実施している幅広い国々において許可されている。

また、肉類に対する放射線照射も欧米諸国で広がりつつある。米国疾病管理予防センター（CDC）によると、米国では、毎年、既知の病原体による食品媒介疾患に1400万人がかかり、1800人の生命が奪われていると推定されている<sup>15)</sup>。そのうち、サルモネラ菌による発症例は134万人で500人余りが死亡し、腸管出血性大腸菌O157についても6万2千人の感染があると推定されている。そのため、肉類を汚染している食中毒菌に対する対応策の一つとして、放射線照射の効果が詳しく検討され、近年、サルモネラ菌等の病原菌制御を目的に食鳥肉、牛肉などの赤身肉への放射線照射が許可されてきている。なお、食鳥肉への放射線照射はオランダ、フランスなどでも許可されている<sup>5,16,17,18)</sup>。

## b. 食品の損耗防止、安定供給の視点

### i) 食品の損耗防止、安定供給面と食品照射

食品は、損耗を防いで安定供給することが必要であり、必要に応じて、その性状などを踏まえて、適切な技術を選択し発芽防止や成熟遅延といった処理とその後の管理が施されている。

わが国では、ばれいしよの発芽防止のための放射線照射が実用化されており、照射されたばれいしよは、全体の一部を担うだけではあるが、供給量が減少気味となる端境期に出荷されており<sup>19)</sup>、安定供給に貢献している。世界には、タマネギやニンニクの発芽防止のために放射線照射を行っている国もある。

## ii) 食品の損耗防止の必要性と食品照射の可能性

また、視点を広げると、地球規模の食料確保という課題が存在する。現在、世界人口は60億人を超えており、国連人口予測によれば、2020年には75億人に達し、2050年には90億人に近づくとされている<sup>16)</sup>。

一方、耕地面積は、1980年頃以降、減少傾向にあり、砂漠化の進行や熱帯雨林の消滅などによる耕作地縮小の危惧、灌漑に伴う塩分集積などの土壌劣化、地下水の枯渇あるいは農地転用による農地消失の問題、さらに、品種改良、栽培技術改善などによる農業生産性向上が限界に近いことも勘案すると、地球規模での食料生産量が今後大きく増加することは期待できないと考えられている<sup>20)</sup>。

そうした食料生産の見通しに対して、食料の損耗量については、WHOの1988年の情報によると、世界の食料生産の約1/4～1/2が収穫後に細菌やカビによる腐敗あるいは虫害で損失しているとされている<sup>21)</sup>。

食品照射は、こうした食品の損耗の全ての問題の解決にはならないものの、腐敗や虫害による食料損耗の低減に有効な選択肢であるとされている<sup>16)</sup>。

## c. 環境等への影響の視点

### i) 化学薬剤を用いる技術の使用の制限

最近の動きとして、化学薬剤の使用が薬剤自身の毒性や環境への影響の視点から制限される方向にあり、従来殺菌や殺虫の技術として利用されてきたガス燻蒸や化学処理が制限されつつある。

例えば、長年にわたって殺菌のために用いられてきたエチレンオキシドは、それ自身に毒性があり、食品中に残留して生体にとりこまれるとがんを誘発する可能性があることから使用が制限されつつあり、わが国及びEUではその使用が認められていない。また、従来病害虫駆除のための燻蒸剤として使用されてきた臭化メチルは、1992年にオゾン層破壊物質に指定され、国連環境計画(UNEP)において、検疫など一部の使用を除き、先進国においては2005年まで、発展途上国においては2015年までにその使用を禁止することとされている<sup>22)</sup>。さらに、臭化メチルの代替薬剤として挙げられているホスフィン類には、その使用により薬剤耐性を有する害虫が発生する可能性が指摘されており、長期間にわたりこれが利用可能かどうかという点で懸念がある。

### ii) 代替技術としての食品照射の世界各国での利用拡大

こうした動きは、諸外国において、食品照射の利用を促している。実際、

香辛料の場合、これまで気流式過熱蒸気殺菌、エチレンオキサイド殺菌あるいは放射線照射が一般的な微生物制御方法として利用されてきたが、エチレンオキサイドの使用制限に伴い、近年、放射線照射される量が増えてきている。また、米国では、病害虫駆除のために、国産生鮮青果物に放射線を照射することは1986年に許可されていたが、臭化メチルの使用の制限を受けて、2002年には輸入生鮮青果物も放射線照射ができるようになった<sup>13)</sup>。

### (3) 国内外の照射食品の許可・実用化の状況

#### a. 全体概要

食を取り巻く社会状況の変化に伴い、食品照射の有用性が認められ、照射食品の許可・実用化が進捗してきており、2003年4月現在で、食品照射は52ヵ国及び台湾で230品目が許可されている。また、その実用化は、他の技術との比較衡量を経て、優位性がある場合に進められることになるが、2003年4月現在、31ヵ国及び台湾で40品目が実用化されている<sup>23)</sup>【参考2-6】。

照射食品の流通量は、2004年で約30万トンと見積もっているデータ<sup>4)</sup>があるが、必ずしも明確な統計データがあるわけではない【参考2-7】。照射食品の内訳としては香辛料が多いと見積もられており、1991年で約3万トン、2000年には約9万トンに増えてきている【参考2-8】。しかし、これら流通量は、世界における食品全体の流通量のごく一部を占めるに過ぎず、全ての食品に対して食品照射が進められているわけではなく、他の技術との比較衡量を経て、優位性がある場合にその実用化が進められているといえる。

#### b. 米国

1980年代前半に健全性評価、法的許可の体制が整備された後、食中毒菌などに対する対応策の一つとして、食品照射の効果が詳しく検討され、1985年、寄生虫抑制を目的とした豚肉(生)への放射線照射が許可された。1986年には、成熟抑制を目的とした青果物への放射線照射、殺虫を目的とした全食品への放射線照射、殺菌を目的とした香辛料・調味料への放射線照射、1990年以降、病原菌制御を目的とした食鳥肉、牛肉などの赤身肉、卵(殻付き)への放射線照射などが許可されてきた<sup>4,24)</sup>。【参考2-9】

また、照射食品流通量について、米国内事業者からの最新情報では、香辛料消費約50万トンの1/3がエチレンオキサイド殺菌、蒸気殺菌ある

いは放射線照射のいずれかで殺菌処理されており、食品照射されたものが約7万8千トンあるといわれている。

c. E U (欧州連合)【参考2 - 10】

E Uの食品科学委員会は、1987年および2003年に照射食品の健全性評価結果を報告書にまとめている。照射効果などの放射線化学的評価なども踏まえ、10kGy未滿の照射食品については、適正な毒性学的データ、微生物学的データ、栄養学的データ及びその他技術的データが示されている特定の食品の種類と照射線量についてのみ是認するとともに、この時点では10kGy以上の毒性学的データは非常に限られているので、10kGyの上限を撤廃できないとする結論を出している<sup>25)</sup>。

照射食品の扱いについての統一規制の制定を進め、1999年、食品照射に関する一般原則、許可条件、技術的事項(線源、表示義務等)についてのE U指令を制定するとともに食品照射許可品目についてのE U指令を制定した。食品照射許可品目についてのE U指令において、香辛料類を域内の統一許可品目とした<sup>4)</sup>。すなわち、香辛料類については、E Uにおいて統一的に許可されるものとされ、その他の品目については、現在、各国で個別の許可によって認められることとなっており、その取扱いは国によって異なる状況となっている。例えば、ニンニクについては、フランス、イタリア、英国、ベルギーなどで許可されている。

照射食品流通量は、2002年で、オランダ7千トン(うち香辛料類4千トン)、ベルギー7千トン(うちカエル足3千トン)、フランス5千トン(うち鳥肉類3千トン、香辛料類1千トン)といった情報があり、それらを合計すると約2万トンとなる<sup>4,26)</sup>。

d. オーストラリア/ニュージーランド<sup>4)</sup>【参考2 - 11】

オーストラリア及びニュージーランドの両国間で食品に係る基準(オーストラリア・ニュージーランド食品基準機関: F S A N Z)が統一されており、食品照射については、2000年に今後許可していく方針が決定され、2001年に香辛料類、2003年に熱帯果実が許可されている。

e. アジア諸国

アジア地域の2004年の照射食品の流通量は、I A E Aによると約17万トンであるといわれている。そのうちもっとも流通量が多いのは中国であり、ニンニク、乾燥野菜、調味料等が照射され、その量は約14万トンといわれている<sup>4)</sup>。その他、ベトナムなど東南アジアの多くの国におい

でも食品照射が行われている。

f. 日本

ばれいしよの発芽防止のための放射線照射が1972年に許可され、1974年、実用化された。現在、年間約8千トンのばれいしよが放射線照射され、国内のばれいしよ供給の端境期である3月下旬～4月に出荷されている。

その後、消費者団体の反対運動もあり、事業者などから照射食品の品目拡大の要望は特段なく、しばらく新たな許可に係る動きはなかったが、2000年に、全日本スパイス協会から香辛料について微生物汚染の低減化を目的とする放射線照射の許可の要請が出された。現時点においては、これ以外の品目について、具体的に要請されているものはない。

(4) 食品照射に対する社会的関心

世界各国で、食品照射に関しては、肯定的な見解ばかりではなく、慎重な見解や反対する見解が存在している。例えば、オーストラリア/ニュージーランドが食品照射を許可するに際して行ったパブリックコメントにおいても様々な懸念の表明が見受けられるが、これらに対して、オーストラリア・ニュージーランド食品基準機関(FSANZ)は詳細に科学評価に基づく見解を示している。

わが国においても、1972年にばれいしよの発芽防止のための放射線照射が許可された以降において、慎重な見方や反対する見方は存在しており、消費者団体による反対運動もあった。わが国においてはその後、ワールドチェーンの進展や発芽防止に化学薬剤(毒性の問題により使用できない品目もある)が使用されたことなどもあり、食品照射が他の技術と比較して、著しく優位性があるとはいえない状況が続き、国内的にあまり議論が行われずに来たといえる。

海外においては、1980年代から徐々に食品照射の実用化が進み、衛生確保における放射線照射の有用性に対する認識の高まりや化学薬剤の使用を制限せざるを得ない状況から、2000年前後より更に食品照射への取組が進んだ。わが国においても2000年に全日本スパイス協会から香辛料への放射線照射の許可の要望が国に出され、それに対し消費者団体が連名で全日本スパイス協会に、必要性や安全性が疑問として反対を申し入れるといった動きがあったが、その後十分に議論がなされることはなかった。

食品照射に限らず他の工業等の利用分野においてさえ、放射線全般に対する消費者のイメージを懸念する関係者が放射線利用についてあまり積極的に言及しない風潮があるのではとの見方もあり、一部公的機関の研究者

を除いて、食品照射の有用性について積極的に発言されることはなく、食品照射に対する国内的関心は必ずしも高くない。

民間組織が行ったアンケート調査の結果によれば、かなりの割合で食品照射についてそもそも知識を持っていないこと、放射線について知らないことが怖いと思う理由につながること、放射線に関することについては恐怖感に関わりなくもっと知りたいと思っていること、などが報告されている<sup>27)</sup>【参考2 - 12, 13】。

また、2006年5月10日東京都内で当専門部会が行った「食品照射についてご意見を聴く会」でも、情報の提供を求める声が多く出された。さらに、このご意見を聴く会では照射食品の表示について、消費者が選択できるようにするべきといったご意見や、今後どのように対処するのかという疑問の声が出たほか、放射線に関する教育の充実を求める意見なども出された。

これらのことから、現状においては、食品照射や照射食品に関する国民との相互理解を深めていくことも今後の大きな課題であり、そのためには関係者による国民への情報提供や理解活動の充実とともに、国民がそのような機会を積極的に活用できるような生涯学習の仕組みの工夫も関係者に求められているといえる。

## 2 - 2 . わが国の照射食品に関する法制度等

### (1) 照射食品の許可及び表示

現在、照射食品について、わが国では、食品衛生法第11条に基づき定められる「食品の製造・加工基準、保存基準」において、原則禁止とした上で、ばれいしよに対する放射線照射のみ許可している【参考2 - 14 ~ 17】。新たな食品への放射線照射が認められるためには、食品安全行政の観点から当該食品の安全性等について、食品衛生法及び食品安全基本法に基づく検討・評価が行われ、上記基準において許可される必要がある。具体的には、検討・評価の対象となる個別の食品について、リスク管理機関である厚生労働省で食品衛生法に基づき検討が行われ、厚生労働大臣の許可を受ける必要があり、その際に厚生労働大臣は、食品安全基本法に基づき、リスク評価機関である食品安全委員会から意見を聴かなければならないこととなっている。ここで、食品安全委員会は、当該食品に関するリスク評価（食品健康影響評価）を行い、評価結果について意見を通知することとなっている。【参考2 - 18】

なお、現在、上記基準で許可されている照射食品を流通する際には、再照射を防止する観点から、食品衛生法に基づき、放射線を照射した旨を容

器包装を開かないでも容易に見ることができるように当該容器包装又は包装の見やすい場所に表示することが義務付けられている。また、消費者の商品選択に資するために飲食料品の品質に関する表示を義務付けている「JAS法（農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律）」においても、照射食品（容器に入れ、又は包装されたものに限る。）について、同様に放射線照射されている旨を表示することが義務付けられている。

## （２）照射食品等への監視・指導

わが国では、食品衛生法に基づき、照射食品や食品照射を行う施設に対する監視・指導が以下の通り行われている【参考 2 - 19】。

現在、輸入食品の監視に当たっては、食品衛生法に違反する食品の流入を防ぐため、輸入時には厚生労働省が毎年度定める「輸入食品等監視指導計画」に基づき国の食品衛生監視員によって、国内流通時には都道府県等が毎年度定める「食品衛生監視指導計画」に基づき都道府県等の食品衛生監視員によって監視・指導が行われている。その際、食品衛生法で認められていない照射食品への対応として、輸入された個々の食品について輸入時に製造方法を確認しているほか、過去の違反事例や海外情報等により食品に対し放射線照射を行っている可能性がある国からの食品であって殺菌処理を行っている場合には、輸入者を通じて製造者からの文書を入手し、食品に対して放射線照射が行われているかどうかの確認がなされている。放射線の照射が確認され、食品衛生法違反であることが判明した場合には、規制当局により、廃棄・積戻し等の措置が行われることとなる。平成 13 年 1 月から平成 18 年 3 月の期間において、輸入食品への監視・指導により食品への放射線照射が見つかった事例は 5 件、輸入食品の国内での流通時の監視・指導により食品への放射線照射が見つかった事例は 1 件となっている。

また、わが国において、照射食品に関し、食品衛生法に基づく行政処分をするか否かを判断するために用いる検知法として公的に認められている技術（以下、「公定検知法」という。）は現在のところないが、厚生労働科学研究費補助金による、公定検知法の確立を目指した検知技術に関する研究が行われている。

国内における食品に放射線照射する施設については、都道府県等が毎年度策定する「食品衛生監視指導計画」に基づき、放射線照射施設の営業許可施設の監視・指導が実施されているが、現在は、対象施設は 1 か所である。



### 第3章 食品照射の有用性

新しい技術が採用されるのは、一般的に、他の技術に対する優位性、固有の特長がある場合であり、その際には技術の有用性（必要性）が重要になる。食品照射の有用性について内外の状況等からの現状認識をとりまとめた【参考3 - 1 ~ 7】。

#### 3 - 1 . 一般的事項

食品照射は、食品に放射線を照射して、病原性細菌、腐敗菌、害虫、作物の生細胞において、放射線により生成するフリーラジカルがDNAに対して作用することにより細胞死が起こることなどを利用して、食品の殺菌、殺虫、発芽防止などを行うものである。放射線の照射量で作用の程度が変わるため、それぞれの目的に応じた量の放射線を照射することになる。フリーラジカルは、一般の加熱処理の際にも食品の中で生成され、放射線照射の際よりも生成量は多いとされている。放射線照射と加熱調理のいずれにおいても、生成されるフリーラジカルの性質は基本的に同じで区別できず、短期間で消滅するとされている。

表1 . 食品照射の応用区分、対象品目、線量<sup>13)</sup>

応用区分	対象品目	線量(k Gy)
発芽防止	ばれいしょ、タマネギ、ニンニク、甘藷など	0.03 ~ 0.15
殺虫及び不妊化、 寄生虫殺滅	穀類、豆類、果実、カカオ豆、豚肉など	0.1 ~ 1.0
成熟遅延	生鮮果実、野菜など	0.5 ~ 1.0
品質改善	乾燥野菜、コーヒー豆など	1.0 ~ 10.0
病原菌の殺菌（孢子非 形成型病原性細菌）	冷凍エビ、冷凍カエル脚、食鳥肉、畜肉、飼 料原料など	1.0 ~ 7.0
腐敗菌の殺菌（貯蔵性 向上）	果実、水産加工品、畜産加工品、魚など	1.0 ~ 7.0
殺菌（衛生化）	香辛料、乾燥野菜、アラビアガムなど	3.0 ~ 10.0
滅菌（完全な殺菌）	宇宙食、病院食	20.0 ~ 50.0

#### 3 - 2 . 食品照射の便益とリスク

##### (1) 食品衛生面の便益

食品は、食品衛生の観点から、必要に応じて、食品の性状に応じた方法で殺菌や殺虫が行われることになる。その方法の一つとして、食品照射が世界で広く利用されていることは、以下のような特長による。

a. 優れた殺菌能力

サルモネラ菌、カンピロバクター、腸管出血性大腸菌O157など、食品衛生上大きな問題となる病原性微生物の大部分を比較的低線量で滅菌することができる。また、放射線（ガンマ線）は透過力が優れており、食品の形状を問わず、食品内部までほぼ均一な処理が可能である。

b. 温度上昇を伴わず、品質への影響が少ない

食品照射は、食品の温度をほとんど上昇させることのない、優れた非加熱処理技術であるため、加熱による変質や香気成分の揮散を起こさずに殺菌することが可能である。従って、生鮮食品、冷蔵・冷凍食品や香辛料、乾燥野菜など、加熱することに制約のある食品に対しても適用できる。上記aの特長との組み合わせにより、例としては、肉類における腸管出血性大腸菌O157の殺菌や香辛料における各種微生物の殺菌を行うことができる。また、化学薬剤処理の問題点である残留といった問題もない。

c. 作業性の良さ

殺菌、殺虫といった作業を行う際、食品の形状を問わない、連続で大量処理が可能、包装後に処理が可能、消費エネルギーが小さいことは、作業を効率的に進めることに寄与する。このことは同時に作業の確実性あるいは、経済性の向上にもつながる。

以上、食品照射の優れた殺菌能力や、温度の上昇が少なく、品質への影響が少ないという特長は、衛生的で高品質な食品を供給することにつながる。そこで、食品照射は、加熱のできない各種の生鮮物、冷蔵品、冷凍品、あるいは香辛料、乾燥野菜などの殺菌に適しており、そうした食品を中心に、数多くの国で照射食品の許可、実用化が進捗した。また、作業性の良さは、直接的には事業者の便益であるが、その結果として、市場に安全な食品が安定的に供給されることは、消費者の便益につながるものである。

(2) 食品損耗の防止面の便益

食品は、損耗を防止し安定供給を行うために、必要に応じて、発芽防止、成熟遅延、殺菌（腐敗菌の殺菌）殺虫などの処理が行われている。その方

法の一つとして、温度の上昇が少なく、品質への影響が少ないことや、化学薬剤の残留がないこと、作業性が良いことという特長から、食品照射が世界各国で利用されている。

わが国でも、現在、年間約 8 千トンのばれいしよが発芽防止の目的で放射線照射され、端境期に出荷されている。

また、将来の世界の人口増加と食料生産量の関係の厳しい見通しに対して、食品照射は、食品の損耗の全ての問題の解決にはならないが、腐敗や虫害による食料損耗の低減に有効な選択肢であるとされている。

### ( 3 ) 食品照射のリスク

食品に何らかの処理をする場合、便益の一方でリスクも存在する。食品照射の主要なリスクとして、照射食品の健全性を考慮すべきであり、第 4 章に整理した。

### ( 4 ) 技術の選択肢を増やす必要性

#### a. 技術にはそれぞれ便益とリスクがあり、状況に応じて選択される

食品衛生の確保や食料損耗の防止のための技術としては、加熱処理の他に、非加熱処理方法として、ガス燻蒸・化学処理、雰囲気制御、冷凍・冷蔵、食品照射などの様々な技術が実用化されている。食品の性状は様々であるので、それぞれの食品においては、その性状を踏まえつつ、それぞれの技術の優位性や固有の特徴をもとに、採用される技術が選択されることになる。

食品照射の便益などについてこれまで述べてきたところであるが、それぞれの技術には、それぞれ固有の便益とリスクがある。加熱処理は、広く適用されているが、加熱が制約されるものへの使用は制限される。化学処理は、コストが安い反面、化学薬剤の使用が環境への影響や薬剤自身の毒性から制限される方向にあり、将来、既存の方法が制約を受ける可能性もある<sup>28)</sup>。

国際機関の I C G F I は、食品照射と他の方式について、適用できる範囲や規制上の課題などの比較評価を行った報告があり、また、オーストラリア/ニュージーランドは、放射線照射を許可する場合と許可しない場合の便益とリスクの評価を行ったことがある。前者は定性的な比較を行ったものであるが、後者では、消費者、産業界、政府にとって利益があるとして、香辛料等への放射線照射を許可するに至っている<sup>28,29)</sup>【参考 3 - 8】。

#### b. 技術の選択肢を増やすこと。その一つとしての食品照射

わが国においては、既存の技術により食品衛生が確保されているものの、食中毒は依然発生しており、食生活の多様化に対応できるより一層の食品衛生の確保が求められる。一方で、将来、化学処理等既存の方法が制約を受ける可能性もあることも踏まえると、健全性についての慎重な議論を経て、新しい技術が許可され、必要なときに使える技術の選択肢を増やすことは、今後も食品の衛生を確保していく観点から有益であると考えられる。さらに、世界的に食糧需給が逼迫化する恐れのある中で、食料の損耗を防止する技術の選択肢を増やすことは望ましいことである。

食品照射は、既に国内外で事業として成立している実績があり、コストやエネルギー消費といった面も含めて他の技術と比較衡量すると、わが国で対象となる食品数を増したときに食品照射の利用が拡大しうることについて一定の見通しがあるので、現実には技術の選択肢となりうると考えられる。例えば、ばれいしよの発芽防止のような低い線量の照射コストは、1トンにつき10～15米ドルの範囲で（日本でのじゃがいも照射のコストは2～4円/キログラム程度）、衛生的な品質を確保するための香辛料の照射のような高い線量の照射コストは、1トンにつき100～250米ドルの範囲であり、これらのコストは他の処理技術に比べて十分に競争力があるとされている<sup>30)</sup>。

なお、食品照射を採用する場合にも、他の技術を採用する場合と同様に、食品衛生の一般原則に則った管理は、当然行われるべきである。食品照射の場合、コーデックス規格<sup>10)</sup>において、照射される食品及びその包装材について、それら規範に則った管理を行うことが技術的条件として規定されている。

### 3 - 3 . 食品の貿易に貢献するものとして

照射食品は国際市場に流通しており、わが国において、新たな食品への放射線照射を認めることは、食品貿易の拡大に貢献し、ひいては、われわれの食生活の多様化、高度化に貢献するものと考えられる。

なお、放射線照射は、殺虫・検疫処理の有望な手段として認識されており、2003年に、植物検疫措置に関する国際基準の中に、「放射線照射を検疫処理に用いるための指針」が定められ、国際植物防疫条約において認知された検疫措置として、放射線照射が挙げられていることにも留意するべきである【参考3 - 9 , 10】。

### 3 - 4 . 香辛料への放射線照射の有用性

原子力政策大綱において、「多くの国で食品照射の実績がある食品については、関係者が科学的データ等により科学的合理性を評価し、それに基づく措置が講じられることが重要である。」とされているが、現在、世界で最も多くの国で食品照射の実績がある食品は香辛料であり、その有用性等についての現状認識をとりまとめた。

#### (1) 香辛料の衛生確保の必要性

香辛料は、主として熱帯、亜熱帯、温帯地方で産出する植物の種子、果実等から得られる物質であり、飲食物に風味を付与したり、着色したりするとともに、食欲増進、消化吸収を助けるといった働きがあるものの総称とされている<sup>31)</sup>。

産出された香辛料については、その産地の状況から微生物による汚染が著しく、1g当たり10万個から100万個以上の微生物で汚染されているものもある。これらの微生物の多くは有芽胞菌であり、加熱しても死滅しにくいとされている<sup>20)</sup>【参考3 - 11, 12】。

食中毒防止の観点から、そうした有芽胞菌の殺菌が求められ、わが国では、食品衛生法において、「食肉製品および魚肉練り製品を製造する場合、使用する香辛料は、その1gあたりの芽胞数を1,000個以下にすること」を義務付けており、海外でも、国際市場で流通する香辛料原料に対して、微生物汚染や害虫類の混入などを厳しく規制している。

そうした微生物汚染に対して、産地での微生物制御は極めて難しいため、輸入国で気流式過熱蒸気殺菌、エチレンオキサイド殺菌、放射線照射によって殺菌が行われてきた。しかし、近年、多くの国で、エチレンオキサイドによる殺菌は毒性の懸念から禁止されている。現在、わが国における香辛料の殺菌には、気流式過熱蒸気殺菌だけが唯一の方法となっている<sup>31)</sup>【参考3 - 13】。

#### (2) 香辛料の衛生確保における放射線照射の有用性

##### a. 香辛料の殺菌における制約と世界各国の対応

香辛料は、そもそも熱に対して高い感受性を有するものであり、気流式過熱蒸気殺菌により十分な殺菌効果を得ようとする、種類によっては、色調、香味等の変化が生じ、天然価値が減じることがある。特に、加工用の香辛料には、食品の衛生保持の観点からの菌数の制限があり、その一方で香味等への影響を抑えることも求められ、気流式過熱蒸気殺菌ではそれら全ての要請に対応するのは困難な状況にあると考えられる。

そこで、世界各国で、香辛料に対する非加熱処理が模索され、研究開発の結果、要求される殺菌レベルを満たすことが可能な非加熱処理技術として放射線照射技術が確立し、世界で幅広く用いられる状況となっている。

b. わが国において存在する香辛料の殺菌における制約

わが国においては、香辛料の年間輸入量は5～6万トンと推定されるが、気流式過熱蒸気殺菌を唯一の選択肢として、事業者の努力によって衛生的な香辛料が供給され、香辛料が食中毒の原因となった事例は報告されていない。

しかしながら、特に、加工用原料としての香辛料は、気流式過熱蒸気殺菌によって、求められる殺菌レベルが達成されているが、香味等への影響が小さくなく、加工用原料として思うように香辛料を使えない、あるいは、本来の性質をある程度失って加工用原料として出荷されている、という現状がある。

食品照射は、食品の衛生の確保や損耗防止の一つの技術であるが、香辛料においては、既存の方法において存在する制約を取り払い、衛生的かつ高品質なものを市場に供給することのできる方法として、世界で幅広くその有用性が認められ実用化されている状況にある。わが国においても、その有用性を享受することを排除するべき理由はない以上、その実用化について検討するべきものと考えられる。

## 第4章 照射食品の健全性の見直し

食品照射が有用な技術であるとしても、放射線照射された食品が健全でなければ、食品照射という技術を食品取扱い技術の選択肢の一つとすることはできない。ここでいう照射食品の健全性とは、照射食品の毒性学的安全性、微生物学的安全性、および栄養学的適格性の3つの観点を合わせたものである<sup>1-3)</sup>【参考4-1】。

照射食品の健全性に関する知見については、わが国や各国、さらには国際的な機関が実施した大規模な調査・研究により蓄積され、複数の学術的な報告書が公開されている。それらの知見を基に、食品照射の主要なリスクと考えられる照射食品の健全性についての見直しを以下のようにとりまとめた。

### 4-1 食品照射を行う前提条件<sup>4,10,13)</sup>

生鮮食料品に過剰な線量を照射すると、その食品本来の特性や商品価値を失う可能性があり、また、照射前後の管理が不十分な場合、生き残った微生物などが増殖する危険性がある。

コーデックス規格では、一般条件として、以下を必要としている。

- ) 食品照射の正当性は、技術的な必要性のある場合や消費者の健康上の利益となる場合、及びその両方の場合に認められること
- ) 食品照射を適正衛生規範（GHP：Good Hygienic Practice）と適正製造規範（GMP：Good Manufacturing Practice）または適正農業規範（GAP：Good Agricultural Practice）の代替として用いるべきではないこと
- ) 線量が技術的及び衛生上の目的に見合っていること
- ) 適正照射基準（GIP：Good Irradiation Practice）に適合していること
- ) 食品及び容器包装が適切な品質、かつ許容できる衛生状態であり、放射線照射処理に適していること
- ) 適正製造規範（GMP）に則って放射線照射前後に対象となる食品及び容器包装が適正に取扱われていること

### 4-2 安全性（毒性学的安全性、微生物学的安全性）の見直し

#### (1) 毒性学的安全性

毒性学的安全性とは、照射食品の急性毒性、慢性毒性、発がん性、変異原性、遺伝毒性、催奇形性等に関する安全性である。これに関しては、非常に多くの動物実験が過去数十年にわたって実施されてきた。

#### a. わが国の原子力特定総合研究

わが国の原子力特定総合研究では、同研究が終了する1988年までに、ばれいしよ（照射される放射線の種類：ガンマ線、その目的：発芽防止、以下同様に示す）、タマネギ（ガンマ線、発芽防止）、米（ガンマ線、殺虫）、小麦（ガンマ線、殺虫）、ウィンナソーセージ（ガンマ線、殺菌）、水産ねり製品（ガンマ線、殺菌）、みかん（電子線、表面殺菌）の7品目に対し、慢性毒性、繁殖性、催奇形性、変異原性、遺伝毒性など多くの毒性学因子に関する何百もの研究が実施され、その結果が検討・評価された<sup>32-35</sup>。その結果は、

- i) 照射による毒性物質の生成を調べる化学的検査において、照射による影響と見られる成分変化は認められない
- ii) 照射した食品の慢性毒性、繁殖性、催奇形性などに及ぼす影響を調べた動物実験において、影響が見られない
- iii) 照射した食品の染色体や生殖細胞に対する遺伝的な影響を調べる変異原性試験や遺伝毒性試験において影響が見られない

というものであった。この結果に基づいて、7品目それぞれに適性線量（照射目的が達成でき、食品として適性が維持される線量）が明らかにされた（ばれいしよ：70～150 Gy、タマネギ：20～150 Gy、米及び小麦：200～500 Gy、ウィンナソーセージ：3～5 kGy、水産ねり製品：3 kGy、みかん：1.5 kGy）。

#### b. WHOの評価

WHOは、各加盟国における食品照射に対する消費者からの不安・批判があったため、過去に行われた国際的な検討あるいは各国の専門家委員会により検討された膨大な量の研究と共に1980年以降に実施された科学的研究も検討・評価し、特にその当時議論的となった研究や指摘について注意深く評価して、1994年、報告書「照射食品の安全性と栄養適性」<sup>1)</sup>において、

- i) 入手可能な科学的な文献の再検討の結果、食品照射は十分に検証された食品処理技術であることを示している。安全性についての研究結果は、現在までのところ有害な影響を示していない。食品照射は、貯蔵期間を延長し、微生物などの有害生物を不活性化することで、より安全で豊富な食品の供給を保證することができる。
- ii) なお、慢性毒性、生殖毒性、催奇形性など多くの毒性学的因子を評価・検討した結果、対象とする因子によっては、評価・検討の対象となる研究報告が少ないものもあるが、照射食品の摂取による毒性学的な影



響はない、という研究結果で一致している。

ということを確認している。なお、同報告書では、中国において、医大生男女70人の健康なボランティアに対する照射食品の試食試験が実施され、非照射食品を与えたグループと照射食品を与えたグループの間で有意な差はなかったとする結果もまとめられている。

さらに、世界各国で研究開発が進められ、1997年、WHOの高線量照射に関する専門家委員会は10kGy以上の線量を照射した食品に関しても健全性評価を実施し、意図した技術上の目的を達成するために適正な線量を照射した食品は、適正な栄養を有し安全に摂取できる旨の結論を下した<sup>9)</sup>。

### c. 香辛料について

香辛料への放射線照射した場合の分解生成物については、香辛料に放射線を80kGy照射するとアルデヒド・有機酸類などの酸化物が微量生成されるが、10kGyの場合ほとんど検出されないとされている<sup>36,37)</sup>。毒性試験による評価については、香辛料にはもともと変異原性物質や刺激性物質が含まれているため長期毒性試験を実施することが難しい。ハンガリーでは、催奇形性試験、遺伝毒性試験について、代表的な香辛料の混合物（パプリカ55%、黒コショウ14%、コリアンダー9%、オールスパイス9%、マジヨラム7%、クミン4%、ナツメグ2%）にコバルト60からのガンマ線を15kGy照射したものを被験試料として実験が行われた。その結果、照射香辛料でラットやマウスを飼育試験した場合、その生育には照射、非照射による差は認められず、また、照射によるそれらの催奇形性や遺伝毒性の発現は認められなかった<sup>38,39)</sup>。さらに、照射香辛料による変異原性試験でも、照射による変異原性は認められていない<sup>40)</sup>。また、わが国で実施した4種類のスパイス（黒コショウ、赤トウガラシ、ナツメグ、パプリカ）についてのエームス試験の結果<sup>41)</sup>においても変異原性は認められていない。

### (2) 微生物学的安全性

微生物学的安全性とは、照射食品に生残する微生物による影響や照射による微生物の突然変異に関する安全性である。放射線は、その物理化学的作用で微生物を殺滅または不活性化させる化学変化を誘発する。その線量レベルは、存在する微生物を完全に殺滅するには十分ではないが、微生物数やその種類を著しく減少させるには十分な線量に設定される。一方、放射線照射が、病原性や毒性または放射線などに対して抵抗性が増大した突

然変異株の誘発を増加させるのではないかという懸念が指摘されているが、そのような誘発が生じているとの科学的な証拠は得られていない<sup>1)</sup>。

食品の中には、一般に、アフラトキシン等のカビ毒（マイコトキシン）を産生する可能性がある糸状菌類やボツリヌス菌で汚染されているものがある。例えば、アフラトキシンは、日本、EU、米国で輸入食品に対する規制が行われている。アフラトキシンの汚染が見つかった事例としては、わが国では、平成17年度輸入食品監視指導計画に基づく監視指導結果によると2005年度にナツメグ、バジルシード、トウガラシで併せて15件、その他のもの（トウモロコシ、落花生、ハトムギ等）で139件となっており、欧州では、EU諸国の食品・飼料の危害情報の報告（RASFF年次報告）によると2005年にトウガラシやパプリカなどの香辛料で48件、その他のもの（果物・野菜、ナッツ類等）で899件となっている。

放射線照射処理により、アフラトキシンの産生能が増加すると指摘された（Jemali & Guilbot(1969), Applegate & Chipley(1973), Priyadarshini & Tulpule(1979)) ことに対し、他の研究者は、放射線照射によるアフラトキシンの産生能は増加せずむしろ減少することを見出した。WHOは、科学的知見に基づく総合的な評価として、GMPに基づく適正な条件で貯蔵した照射食品のアフラトキシンレベルの増加という危険性は存在しないと結論した<sup>1)</sup>。また、ボツリヌス菌についても同様の試験が行われているが、毒素産生能への影響は認められなかった<sup>1,42)</sup>。

以上により、安全性についての研究結果が現在までのところ有害な影響を示しておらず、安全性について一定の見通しは得られているものと考えられる。

#### 4 - 3 . 栄養学的適格性の見直し

食品照射は、主要栄養素及び微量栄養素の両方に変化を起し得るがその変化量は少ない<sup>1)</sup>。10kGyまでの線量では、それらの主要栄養素の顕著な破壊は観察されていない。50kGy程度の高い線量の場合、化学分析を行うと多種類の栄養素の含有量が減少することが検出されるが、その変化量は小さく、また、生成物は放射線照射に特有なものではないことがわかっている<sup>9)</sup>。また、タンパク質に対する放射線照射の影響は加熱と同様であり、その変化量は加熱と比較して小さい場合が多いとされるとともに、肉や魚をはじめとして多くの食品で滅菌線量を照射しても、必須アミノ酸への顕著な影響は観察されなかった。

ビタミン類には、ビタミンB<sub>1</sub>などのように放射線照射によって破壊され易い

ものがある。しかし、放射線の効果はビタミンの種類によって異なるとともに、食品の種類によっても異なるため、栄養素摂取の観点からは、全体の食事に対するその食品の寄与率に左右されることを考慮すべきである。香辛料について考えると、香辛料の1日当たりの摂取量は食品全体から見て非常に小さいと推定され、香辛料本来の使用目的からしても栄養学的影響は無視できるレベルとされている。一方、ミネラルは放射線感受性が低いので放射線照射による損失は無視できる。

以上より、食品照射による栄養学的適格性についても見通しが得られているといえる。

#### 4 - 4 . 個別に指摘されてきた事項

以上に述べてきたことのほか、照射食品の健全性に係る事項として、今まで指摘されてきたことについて、これまでの知見を整理すると以下の通りである。

##### ( 1 ) 誘導放射能の生成<sup>1)</sup>

食品照射に用いる電離放射線のエネルギーには、食品の構成元素に誘導放射能を生成する可能性がある核反応のしきい値を考慮して上限が設けられており、それを超えなければ、放射線測定感度の高い測定装置で測っても検知できるほどの誘導放射能は生成されない。コーデックス規格<sup>28)</sup>で定めている、照射する放射線のエネルギーの上限は、電子線10MeV、X線及びガンマ線5MeVであり、使用されるガンマ線源とそのエネルギーは、コバルト60が1.173MeV及び1.333MeV、セシウム137が0.662MeVとなっている。

##### ( 2 ) 放射線の照射により生じる化学反応<sup>1)</sup>

食品照射は加熱処理と同様に、物理的な方法である。すなわち、電離放射線のエネルギーが食品に吸収されると、励起分子が生成され、この分子が解裂またはイオン化を引き起こす。さらに化学結合が切断され、電荷を有するフリーラジカルが生成される。フリーラジカルは、非常に不安定で化学反応を起こし易く、ほとんど瞬間的にその反応が起きて、食品中に分解生成物ができる。分解生成物は、そのほとんどが加熱でも生成することがよく知られている。放射線照射特有の化合物としては、脂質に放射線照射した場合の2-アルキルシクロブタノン類の生成が報告されている<sup>43)</sup>。これについての評価や見解については後述する。

### (3) 照射タマネギの慢性毒性試験と世代試験<sup>44)</sup>

原子力特定総合研究で実施されたタマネギの慢性試験では、照射タマネギを摂取することによって生体が障害を受けるかどうかを評価するため、マウス及びラットを用いた慢性毒性試験が行われた。タマネギ無添加飼料、非照射タマネギ添加飼料及び0.07、0.15、0.3 kGy照射タマネギ添加飼料（タマネギは乾燥後添加、添加量は、マウスでは25%、ラットでは2%及び25%）を摂取させ、一般症状、体重等の観察を行うとともに、血液学的検査、病理組織学的検査等を行った。マウスを用いた試験においては、タマネギの添加によると考えられる赤血球数の減少、脾臓の腫大（はれて大きくなること）などが見られた（タマネギにはもともと溶血性があるため）が、照射によると考えられる影響はみられなかった。ラットを用いた検査には異常が認められなかった。

また、照射タマネギを摂取することによって次世代に影響を与えるかどうかを評価するため、マウスを用いて3世代目まで飼育し、繁殖生理に対する影響及び催奇形性の有無が調べられた。タマネギ無添加飼料、非照射タマネギ添加飼料及び0.15、0.3 kGy照射タマネギ添加飼料（タマネギは乾燥後添加。添加量は2%及び4%）を摂取させて試験を行ったが、妊娠率、平均同腹仔数、着床数等繁殖生理に対する影響は認められなかった。また、催奇形性については、各群共通に骨の変異の一種である頸肋が認められたが、照射の影響によると考えられる異常は認められなかった。

以上の結果に基づいて、放射線照射したタマネギの慢性毒性試験や多世代試験では、問題がないことが報告されている。

### (4) 栄養失調児の倍数性細胞の出現率<sup>45)</sup>

インドの国立栄養研究所から、栄養失調児に0.75 kGy照射した小麦を与えたところ血中の倍数性細胞（ポリプロイド；染色体数が倍化する異常）の出現率が高まったとの報告が公表された（Bhaskaram & Sadasivan（1975））。

このため、インド保健省は、専門委員会を設置し詳細な検討を行った。この検討では、議論の対象となった試験は0.75 kGy照射した小麦が種々の動物の骨髄やリンパ細胞に染色体異常を生じたり、栄養失調の子供に倍数細胞を出現させるという証拠にはならないとされ、さらに倍数性細胞の増加があるとしたすべての試験は、技術的な欠陥があるとされた。これらの試験結果を注意深く解析すると、照射小麦が倍数性細胞を増加させることはないという結果を出した試験に比べて、有意な差がないものであ

ることが明らかになったと報告されている。

#### (5) シクロブタノン類の生成<sup>43,46)</sup>

##### a. シクロブタノン類の毒性

放射線特有の生成物として、中性脂肪（トリグリセリド）の放射線分解で2-アルキルシクロブタノン類が生成するが、このうち、2-ドデシルシクロブタノンはDNAに障害を起こしたという Delincée らの報告（1998, 1999）がある。しかしながら、WHOの見解（2003）では、長期間の動物実験とエームス試験が陰性という結果を含む、現時点での科学的証拠に基づく、2-ドデシルシクロブタノンなどの2-アルキルシクロブタノン類は、消費者に対して健康リスクをもたらすようには見えないとされた<sup>47)</sup>。WHOはこれまで、FAO/IAEA/WHOの専門家グループや各国各地域の専門家によって導き出された「照射食品は、安全で、栄養学的にも適合性がある」という結論に疑問を挟む様ないかなる論拠も持っていないとしている。なお、WHOはこの見解を結ぶにあたり、この化合物の毒性/発がん性について残された不確定要素の解明のための研究を実施することを引き続き奨励していくこととしている。また、米国 Sommers ら（2003, 2004）は、2-ドデシルシクロブタノンによる変異原性はないとする研究結果を報告している<sup>48,49)</sup>。

##### b. シクロブタノン類の発がん促進作用

2-アルキルシクロブタノン類の「発がん促進作用」については、Raulら（2002）<sup>50)</sup>が行った報告では、飲料水をラットに投与し、発がん物質であるアゾキシメタンを投与したところ、3ヶ月後の観察ではアゾキシメタンのコントロールに比べ異常はなかったが、6ヶ月後に2-アルキルシクロブタノン投与群で腫瘍数および腫瘍サイズの増大が認められ、発がん促進作用活性のあることが確認されたとしている。しかしながら、同報告について、米国の食品医薬品庁は、ラットの2-アルキルシクロブタノン類への暴露量が、人の暴露量とされる値よりも3けた多いことなどから、2-アルキルシクロブタノン類の摂取ががんを促進すると信じるに足る理由を示す実質的な情報や信頼できる情報がないとしている<sup>51)</sup>。また、EUの食品科学委員会は、この実験結果を基に脂質を含む照射食品中の2-アルキルシクロブタノン類を人が摂取することについて健康リスクを評価することは適当でないと結論している<sup>52)</sup>。

#### (6) 放射線照射による異臭の発生

食品照射の場合、研究や実績の積み重ねにより、コーデックス規格や各国の規制において適正な照射線量が定められている。その定められた線量を超えて照射すると、食品（肉類や食鳥肉など）によってはにおい（照射臭）が発生することがある<sup>14,35)</sup>。このにおいは主に肉蛋白構成成分である含硫アミノ酸あるいは脂質に由来するものと考えられている。このようなことから、適正な照射を行うことは商品価値を維持する観点から重要であるが、健全性の点から見て問題はないとされている。

#### (7) 食味、加工性への影響

食品に放射線を照射すると、米については、供試した品種によっては、食味に変化が現れるものがあり、また、小麦については、製めん適性の低下が認められた報告があった<sup>2,35)</sup>。これらは、放射線照射によって生成したフリーラジカルが関与する化学反応の進行により、高分子であるデンプンが低分子化することなどに由来するものと考えられている。しかし、これは商品価値を低下させることになるので、通常、事業者において処理方法として選択されることはないと考えられるとともに、健全性の点から見て問題はないとされている。

#### (8) ベビーフード事件

1978年、ベビーフードの原料に用いる粉末野菜に、食品衛生法に基づく許可がないにもかかわらず、放射線殺菌を実施して販売していたという問題が発生した。本件は、法律に基づいた安全性の確認が行われていない食品を販売したものであり、食品の安全に関する企業コンプライアンスの欠如として、厳しく律せられるべき問題である。照射食品の安全性とは別次元の問題であるが、このような事案が過去にあったことも念頭におき、関係者はこのようなことによって国民の信頼が損なわれることについて十分認識すべきである。厚生労働省は、本事案を踏まえ、「食品の放射線照射業者に対する監視指導について（昭和53年10月12日付け環食第267号厚生省環境衛生局食品衛生課長通知）により、各都道府県衛生主管部長等に対し、食品の放射線照射業者に対する監視指導の留意点について通知した。

## 第5章 食品照射を巡るその他の課題

### 5 - 1 . 照射食品の検知技術<sup>53)</sup>

照射食品において放射線がどのように照射されているかを検知するための技術は、行政当局が規制の実効性を担保する手段であるとともに、製造業者・流通業者にとっては、取り扱う食品に対して意図された線量で正しく放射線照射されているか否かを確認するための品質管理に必要な技術として、研究開発が進められてきた。また、これらの結果、食品表示の妥当性の担保にもつながるものである。以上のように、食品照射の展開を考える上で、検知技術の確立は重要である。

#### a. 検知技術の研究開発

放射線照射を検知する技術の主な研究開発としては、わが国も参加した F A O / I A E A の国際研究プロジェクト（1990～1994）が進められ、電子スピン共鳴（E S R）法、熱ルミネッセンス（T L）法、化学的方法（炭化水素法など）、その他の物理学的方法（粘度測定など）、生物学的方法（微生物数計測など）等多様な検知方法の研究開発が進められてきた。E Uでの研究プロジェクト（1990～1993）でも、同様に多くの方法についての検討の上、有望な方法についてのプロトコールを作成し、その妥当性確認試験を実施した。

#### b. 国際的な検知法について【参考5 - 1】

国際的な検知法には、ヨーロッパ標準分析法がある。ヨーロッパ標準分析法については、ヨーロッパ標準委員会が5つの標準分析法（E S R法2種、T L法、化学分析法2種）を1996年制定するとともに、その後2003年までにこれら分析法の改定を行ったほか新たな分析方法を追加（2004年までに計10種類の分析方法を採択）している。これらの分析法では、分析対象食品によって、用いられる手法が異なるが、ヨーロッパ標準分析法全体としては、香辛料類、食鳥肉、豚肉、牛肉、生鮮及び乾燥野菜あるいは果実、貝類、チーズ、サケ、液体全卵などの食品を対象に放射線の照射を検知することが可能となっている。また、E U加盟国のなかでは、ヨーロッパ標準分析法を用いて、市場流通する食品の一部についての検査を実施している国がある。

また、コーデックス委員会は、化学分析法（2 - アルキルシクロブタン法、及び炭化水素法）、T L（熱ルミネッセンス）法及びP S L（光励起発光）法、骨含有食品、セルロース含有食品、結晶糖含有食品を対象とし

た ESR 法 3 種、DNA コメットアッセイ法、DEFT/APC 法の 9 分析法をヨーロッパ標準分析法と食品分析に関する北欧委員会 (Nordisk metodikkomité for Næringsmidler) が定めた NMKL 法に基づいて、2001 年及び 2003 年にコーデックス標準分析法として採択している。

EU 加盟国が実施した香辛料の検査では、これら標準分析法のうち、主として以下の TL 法、PSL 法、ESR 法が利用されている<sup>26)</sup>。

- ・珪素系無機物含有食品の TL 法：農産物である香辛料に微量に混入している珪素系無機物を分離し、その熱ルミネッセンス (TL) を測定する。
- ・珪素系無機物含有食品の PSL 法：TL 法と同様、香辛料中の珪素系無機物に由来する光励起発光 (PSL) を食品ごとに測定する。なお、この方法では、無機物を食品試料から分離する必要はなく、迅速測定が可能であるため、確度は TL 法に比べて劣るが、スクリーニング法としては非常に有効である。
- ・セルロース含有食品の ESR 法：植物である香辛料の組織中のセルロースに由来するラジカルを測定する。

#### c. わが国の検知技術の現状

わが国では、研究所や大学等において、化学分析法、ESR 法、TL 法、PSL 法、DNA コメットアッセイ法等の研究開発が実施されている。また、これらの機関では、TL 法や ESR 法を用いた依頼分析を実施して参考試験データを食品企業や流通業者に提供するなどを行っている。

以上のように、検知技術の研究開発等は着実に進展しており、また検知方法は食品の種類と分析対象物に応じて多様化したものとなっており、研究機関等で用いられているものもある。一方で、わが国の行政検査に用いる公定検知法として実用化された検知法は未だ存在せず、公定検知法の採用等が急がれる。

## 5 - 2 . 放射線照射施設等の安全性

### (1) 放射線照射施設の運用

わが国における放射性同位元素及び放射線発生装置【参考 5 - 2 ~ 5】による放射線の利用は、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律 (以下、「放射線障害防止法」という。) のほか、労働安全衛生法、医療法、薬事法等によって規制されている。

放射線障害防止法に関する事故・トラブルのうち、国内の食品照射施設では、稼働開始後の初期に作業員が好奇心で照射室に入ったために 143 mSv の線



量を被ばくしたことがあるが、当該作業者は健診で異常はなかった<sup>54)</sup>。また、その後施設は改善され、従事者への教育・訓練も徹底されたこともあって、以降事故の発生は報告されていない。

なお、放射線障害防止法に基づいて放射性同位元素又は放射線発生装置を利用している事業所の数は、2001年3月末で総数4,837である。

さらに、安全性の一層の向上などのための放射線障害防止法の改正(2005年6月施行)や、原子力安全委員会における国内外の動向を踏まえた放射線防護に係る対応に関する調査審議が行われている。

## (2) 周辺環境への影響

放射線照射施設は、放射線のエネルギーやその照射量に応じた適切な放射線遮蔽を有しており、周辺環境への影響は非常に小さいものとなっている。特に、ガンマ線を用いる施設の場合には、その厚い遮蔽のために元来強固なものとして造られている。作業員のマニュアル違反等による作業員自らの被ばく事故は発生しているが、周辺環境への影響を及ぼした事故はこれまで報告されていない。内外の放射線照射施設におけるこれまでの事故例からみて、当該施設に係る危険性の一つは、作業員が偶発的に電離放射線を浴びるかもしれないことである。作業員が設備故障を発見するため、あるいは作業員が何らかの原因で偶発的に放射線を浴びるのを防ぐために、放射線照射施設は幾重もの防護レベルのもとに設計されている。照射を行うために、放射線源が照射室内に露出している時には、危険な区域はモニターで監視され、またインターロックシステムの働きで、照射室への立ち入りができないようになっている。これらの設備面での対応に加え、作業員がマニュアルを遵守し、人為的な事故を避けることも重要である。

以上より、放射線照射施設は、そもそも構造的に周辺環境への影響がないように設計・建設されている施設であり、また作業員の安全確保についても十分な配慮がなされているが、マニュアルの遵守等安全文化の一層の徹底が期待されている。

## (3) 放射性廃棄物の取扱い

食品照射を行った際の照射機器の放射化は、放射線のエネルギーが低いこと等、照射食品の誘導放射能が無視できる程度であるのと同じ理由で基本的に問題とならず、施設を廃止する際に解体に伴う放射性廃棄物は基本的には発生しない。ただし、放射線障害防止法の対象となる施設を廃止する際に発生する廃棄物については、同法に基づく適切な措置を講じることとなっている。食品照射に関連し発生する放射性廃棄物は主に放射線源であるガンマ線源本体となる

が、使用するコバルト 60 線源は輸入に頼っており、使用後には輸出元へ返還されている。

### 5 - 3 . 照射食品の表示

照射食品については、許可・実用化の進んでいる米国やEU等においても、放射線照射が行われたことについての表示が行われている。例えば、EUでは、1999年のEU指令で、照射された食品について「放射線照射済」又は「電離放射線処理」と記載することとされている<sup>4)</sup>。この他に、照射食品に関するコーデックス一般規格<sup>10)</sup>では、出荷書類に照射の事実を記載すること、最終消費者に対しバラ積みで販売される食品の場合、売り場において食品名と照射されている旨を食品が入っている容器に表示すること、また包装済み照射食品については、以下に示す包装済み食品の表示に関するコーデックス一般規格<sup>55)</sup>に従うよう定めている。

- ) 照射された食品は、照射された事実を、食品名の近くに言葉で表示しなければならない。国際食品照射シンボルは任意で表示しても良いが、表示する場合には、食品名の近くにしなければならない。
- ) 照射された製品が、他の食品の原材料として使用された場合は、この事実を原材料リストに表示しなければならない。
- ) 照射された原材料を用いて調製された単一成分食品については、照射された事実を表示しなければならない。

照射食品が社会に流通するにあたって、消費者が選択することを可能とするように、照射食品の表示が行われていることが重要であるとの意見が強い。照射食品の表示はこれを確保する上で重要な情報源であり、また、再照射等を防ぎ、適切な照射を担保する意味でも重要である。

わが国においては、第2章2 - 2で述べたように、再照射を防止する観点から食品衛生法において、また、消費者の適切な選択に資する観点からJAS法に基づき、既に、生鮮食品に対して表示義務が課せられている。今後、食品照射の適用範囲が広がる場合には、それらに対し、表示に対する国民のニーズも把握しつつ、科学的・合理的な検討を踏まえ、適切な表示のあり方を検討することが必要である。

## 第6章 まとめ

本専門部会は、放射線利用技術の一つである食品照射について、第1章で示した基本的考え方に沿って、調査審議を進めてきた。

ここで、食品照射の現状や食品照射の有用性等に関する第2章から第5章の検討を踏まえると、以下のとおり結論される。

- a. 食品照射が食品衛生の確保や損耗防止に有効な技術の一つであること、化学薬剤を用いた食品衛生管理が、環境への影響や薬剤自身の毒性の視点から制限される方向にあり、経済性に優れた代替技術が求められていること、各国において照射食品の許可・実用化が進展し実績があることなどから、食品照射は有用性がある。特に香辛料への放射線照射については、諸外国において多くの実績があること、わが国において具体的要請があること、健全性に関する検討や研究が行われ良好な成果が得られていることなどから、わが国において実用化する意義は高いと見込まれる。
- b. 照射食品の健全性については、国内外において、適正な線量等を守り照射を行った場合には健全であるという研究成果が蓄積されていることなどから、一定の見通しがある。
- c. 食品照射のための照射施設については、放射線障害防止法に基づく安全規制の遵守が求められることなどから、周辺環境に影響を及ぼすおそれの極めて小さいものとして建設・運転しうる。

したがって、適正な照射線量の遵守等を前提とした食品照射を食品の衛生確保等のための技術の選択肢の一つとできるようにする観点から、以下の取組を進めることが有意義であると考ええる。

### 6 - 1 . 食品照射に取り組むにあたっての環境整備

#### (1) 食品安全行政の観点からの妥当性の判断等

上記 a~c を踏まえ、有用性が認められる食品への照射については、食品安全行政の観点からの妥当性を判断するために、食品衛生法及び食品安全基本法に基づく検討・評価（第2章2 - 2 .(1) 参照。）が進められることが適切と考える。具体的には、まず、諸外国の多くの実績、国内の具体的要請、健全性検討・研究の成果などから有用性があることから、香辛料への照射については、検討・評価が行われることが妥当であると考ええる。

更に、その他の食品についても、産業界のニーズや社会動向等を踏まえ有用性が認められる場合には、適宜、検討・評価が進められることが期待される。

健全性の検討・評価に当たっては、本専門部会の検討で参考としたデータの活用も含め、基本的には、信頼性のあるデータであれば、国内外を問わずその活用を図られるべきであると考え。ただし、照射食品の健全性について不断に知見の集積を図ることが重要であり、諸外国での取組状況を踏まえた上で、わが国においても、必要に応じて、原子力委員会の方針の下、研究開発が推進されることが望ましい。

また、照射食品が社会に流通した際に、再照射を防止し、また、消費者の選択を確保する観点等からの照射食品の表示は重要な情報源であり、適切に実施されることが必要であるとの意見が強い。そのために、現行の食品衛生法及びJAS法に基づく表示の義務付けについて引き続き行われることが必要である。また、照射食品の表示の今後のあり方について、食品全体の表示に関する状況や照射食品に関する検討・評価の動きも踏まえつつ、科学的・合理的観点から必要な検討がなされることが期待される。

## (2) 検知技術の実用化等

検知技術は、法に基づく適切な照射食品の流通であることを必要に応じ確認するために重要な技術である。わが国においては、検知技術の研究開発がこれまで継続的に実施されてきているが、行政処分をするか否かを判断するために用いる公定検知法として確立されている技術はない。このため、わが国において公定検知法を早期に確立し実用化するため、既存検知技術の試験手順の厳密化、公定検知法への採用等の取組を引き続き進めることが重要である。また、精度の向上等のために、引き続き、検知技術の高度化に向けた研究開発が行われることが期待される。

さらに、新しい照射食品の許可に伴う監視・指導に係る新たな対応については、国際的な状況や我が国の社会状況も踏まえ、リスク管理機関において必要に応じ検討されることが期待される。

## 6 - 2 . 食品照射の社会受容性の向上

わが国において照射食品の流通が進められるには、食品照射の社会受容性の向上が重要であり、関係行政機関、研究者、事業者など関係者が国民との相互理解を一層深める必要がある。そのため、関係者は、情報公開を推進するとともに、国民の意見を伺う広聴活動を出発点として、それを踏まえた広報や対話を行う活動に取り組んでいくことが必要である。これら

の活動を通じ、関係者と国民の相互の努力により、食品照射に関する理解が進むことが望まれる。

原子力委員会においては、本報告書の内容について国民との相互理解の充実に努めるとともに、原子力政策大綱に示される政策の評価を行う中でフォローアップしていくことが重要である。一方で、消費者である国民一人一人におかれても、疑問や知りたい情報等について、関係者に忌憚なく伝えるとともに、対話や説明の場などへ積極的に参加していただくことが望まれる。

また、現在でも、食品照射に関する解説や研究成果などのデータについて様々なものが公開されているが、関係者は、引き続き、このような情報の存在を広く周知していくとともに、国民にわかりやすい形になるよう努めていくことが必要である。

さらには、今後、リスク分析の過程に進んだ場合には、消費者を含む関係者間のリスクコミュニケーションにおいて、これらの積み重ねが活かされることが望まれる。

最後に、食品照射について、国民一人一人が自分で判断できるようになるためには、食品照射のみならず、放射線利用全体についての広聴・広報活動や放射線に関する基本的な知識に係る教育の充実も重要である。

## 参考文献

- 1) WHO, “ Safety and Nutritional Adequacy of Irradiated Food ” , WHO, Geneva (1994) (日本語訳：照射食品の安全性と栄養適正, コープ出版, (1996) ).
- 2) 古田雅一, 「照射食品の健全性」, FFI J., 209(12), 1069 (2004).
- 3) 伊藤均, 「食品照射の基礎と安全性」, JAERI-Review 2001-029.
- 4) 等々力節子, 「食品照射の海外動向」, 食品照射 Vol.40(1,2), 49 (2005).
- 5) 食品照射専門部会 (第1回) 資料第5号「食品への照射について (その2) 国際的動向及び各国の動向」(2005.12.14) .
- 6) R.A. Molins (The National Academics, Washington, DC), “ Food Irradiation ” , (2001) .
- 7) 山田友紀子, 「国際食品委員会と食品照射」, 食品照射 Vol.36 (2001) .
- 8) WHO, “ Wholesomeness of Irradiated Food ” , Technical Report Series, No.659 (1981).
- 9) WHO, “ High-dose irradiation: Wholesomeness of food irradiated with doses above 10kGy ” , Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Study Group, WHO Technical Report Series, No.890, Geneva (1999).
- 10) Codex Alimentarius Commission, CODEX GENERAL STANDARD FOR IRRADIATED FOODS (CODEX STAN 106-1983, REV.1-2003).
- 11) Codex Alimentarius Commission, “ RECOMMENDED INTERNATIONAL CODE OF PRACTICE FOR RADIATION PROCESSING OF FOOD ” , CAC/RCP 19-1979, Rev. 2-2003.
- 12) WTO, “ AGREEMENT ON THE APPLICATION OF SANITARY AND PHYTOSANITARY MEASURES ” , (1994).
- 13) 日本原子力文化振興財団プレスリリース No.109, 「食品の放射線処理」, (2003) .
- 14) 伊藤均, 「放射線処理による食品の衛生化」, FFI J., 209(12), 1079(2004).
- 15) Paul S.Mean, et al., “ Food-Related Illness and Death in the United States ” , Emerging Infectious Diseases, 5(5) (1999) .
- 16) 国際食品照射諮問グループ, Q&A シリーズ「わかりやすい食品照射」, (1998 改訂) .
- 17) Commission of the European Communities, “ List of Member States authorizations of food and food ingredients which may be treated with ionization radiation ” , Official Journal of the European Communities, C56/5 (2003).
- 18) IAEA, “ Food & Environmental Protection Newsletter ” , Vol. 9, (2006).

- 19) 内海和久,「馬鈴薯芽止め事業 30 年目の現状紹介」, 食品照射 Vol.38 (2003) .
- 20) 林徹,「食品照射の背景と有用性」, FFIJ., 209(12) (2004) .
- 21) WHO, “ Food irradiation. A technique for preserving and improving the safety of food ”, Geneva (1988).
- 22) United Nations Environment Programme, “ The Montreal Protocol on substrates that deplete the ozone layer (with amendments) ”, Nairobi, Kenya, (2000).
- 23) 日本原子力産業協会ホームページ (元データは I A E A 資料等) .
- 24) Code of Federal Regulations 21CFR179.26, “ Irradiation in the Production, Processing and Handling of Food ”, (2006).
- 25) Scientific Committee on Food, European Commission, “ Revision of the opinion of the Scientific Committee on Food on the irradiation of food ”, (2003) .
- 26) COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, “ REPORT FROM THE COMMISSION ON FOOD IRRADIATION FOR THE YEAR 2002, COM(2004)69 (2004) .
- 27) 碧海委員資料, 食品照射専門部会 (第 2 回) 資料第 7-1 号 (2006.1.25) 及び、ウイメンズ・エナジー・ネットワーク (WEN), 「くらしと放射線」 アンケート調査結果報告書, (2002)、及び、ウイメンズ・エナジー・ネットワーク (WEN), 第 2 回「くらしと放射線」アンケート調査結果報告書, (2006) .
- 28) ICGFI, “ Irradiation and Trade in Food and Agricultural Products ”, (1998) .
- 29) 「オーストラリア・ニュージーランドにおける食品照射の許可の経緯」, 食品照射専門部会 (第 5 回) 資料第 5 号, (2006.4.19) .
- 30) 日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所のホームページ.  
<http://takafoir.taka.jaea.go.jp/text/text14.html>
- 31) 全日本スパイス協会, 「香辛料の微生物汚染の低減化を目的とする放射線照射の認可の要請について」, 食品照射専門部会 (第 4 回) 資料第 3 号, (2006.3.13) .
- 32) 原子力委員会, 昭和 40 年 原子力年報.
- 33) 原子力委員会, 昭和 42 年 原子力年報.
- 34) 伊藤均,「日本における食品照射の開発の経緯と今後の課題」, 食品照射, Vol.38(1,2), 23(2003).
- 35) 日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所のホームページ.  
<http://takafoir.taka.jaea.go.jp/dbdocs/min001008.html>

- 36) 奥山典生他,「ガンマ線照射コショウの化学成分変動の解析」, 食品照射研究委員会研究成果最終報告書(日本アイソトープ協会), 79 (1992).
- 37) 金子信忠他,「香辛料の精油成分および脂質に対する 線照射の影響」, 日本食品工業学会誌, Vol.38(11), 1025(1991).
- 38) IFIP, “Teratogenic studies on albino rats fed diets containing either irradiated ground black pepper, mild paprika or spice mixture”, IFIP-R-52, International Project in the Field of Food Irradiation, Karlsruhe (1979).
- 39) J. Barna, “Genotoxicity test of irradiated spice mixture by dominant lethal test”, Acta Alimentaria, 15, 47 (1986).
- 40) J. Farkas, et al., “Evaluation of possible mutagenicity of irradiated spices”, Acta Alimentaria, 10, 129 (1981).
- 41) 坂本京子,「ガンマ線照射スパイス・マンゴーの変異原性」, 食品照射研究委員会研究成果最終報告書, 日本アイソトープ協会, 204 (1992).
- 42) 小崎俊司他,「ボツリヌス菌芽胞に対するガンマ線照射の影響」, 食品照射研究委員会研究成果最終報告書(日本アイソトープ協会), 224 (1992).
- 43) 等々力節子,「照射食品中における 2 - アルキルシクロブタノンの生成とその毒性評価について」, 食品照射 Vol.38 (2003).
- 44) 日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所のホームページ.  
<http://takafoir.taka.jaea.go.jp/dbdocs/004045002026.html>
- 45) 食品照射専門部会(第1回)資料第6号,「食品への照射について(その3)」(2005.12.24).
- 46) 久米民和,「放射線の化学的効果」, FFI J., 209(12), 1052 (2004).
- 47) WHO, “WHO Statement on 2-Dodecylcyclobutanone and Related Compounds”, March 2003.
- 48) C.H. Sommers, J. Agric. Food Chem., 51, 6367-6370 (2003).
- 49) C.H. Sommers, J. of Food Protection, 67(6), 1293-1298 (2004).
- 50) F. Raul, et al., “Food-borne radiolytic compounds promote experimental colon carcinogenesis”, Nutr. Cancer., 44, 181 (2002).
- 51) Federal Register, vol. 70, 157, August 16, 2005 (70FR48057).
- 52) Scientific Committee on Food, European Commission, “Statement of the Scientific Committee on Food on a Report on 2-alkylcyclobutanones”, (2002).
- 53) 等々力節子,「照射食品の検知技術」, FFI J., 209(12), 1060 (2004).
- 54) 原安委放射線障害防止基本専門部会報告「放射性物質及び放射線の関係する事故・トラブルについて」(2002年7月).



55) Codex Alimentarius Commission, “CODEX GENERAL STANDARD FOR THE LABELLING OF PREPACKAGED FOODS”, CODEX STAN 1-1985, Rev. 1-1991.

( 付録 1 )

## 食品照射専門部会の設置について

平成 17 年 12 月 6 日  
原子力委員会決定

### 1. 趣旨

放射線は、学術、工業、農業、医療、その他の分野で適切な安全管理の下で利用されてきており、社会に大きな効用をもたらしている。これら放射線利用のうち、「食品照射」は、公衆衛生や食品の品質保持などを目的として、放射線を食品に照射することにより、殺菌、殺虫、発芽防止等を行う技術である。しかしながら、原子力政策大綱において、現在、我が国においては馬鈴薯の発芽防止を行うための食品照射が認められているのみであり、社会への技術情報の提供や理解活動の不足等のために活用が十分進められていないことが課題として指摘された。そこで、原子力政策大綱において示されている基本的考え方を踏まえ、関係者の今後の検討に資するため、原子力委員会において「食品照射専門部会」を設置し、食品照射に関する現状等について調査審議を行う。

### 2. 構成

別途定めることとする。

### 3. 検討内容

食品照射に関する内外の動向、有用性、安全性に関する内外の評価の現状等について調査審議する。

現状において食品照射を行う合理性が高いと考え得る食品について審議する。

その他、原子力委員会が指示する事項について調査審議を行う。

### 4. スケジュール

12月に第1回会合を開催する。その後、数次会合を開催し、検討結果を報告書に取りまとめ、原子力委員会に対して報告する。

### 5. その他

(1) 専門部会は、原子力委員会が報告書を了承した段階で解散する。

(2) 専門部会の運営については、原子力委員会専門部会等運営規程を準用する。

以上

( 付録 2 )

食品照射専門部会委員名簿

碧海 酉癸  
あおみ ゆき

消費生活アドバイザー

市川 まりこ  
いちかわ まりこ

消費生活コンサルタント

大村 晴樹  
おおむら はるき

( 財 ) 食品産業センター 技術開発部長 ( 第 4 回まで )

塩谷 茂  
しおや しげる

( 財 ) 食品産業センター 技術部長 ( 第 5 回から )

鬼武 一夫  
おにたけ かずお

日本生活協同組合連合会 安全政策推進室長

久米 民和  
くめ たみかず

( 独 ) 日本原子力研究開発機構  
高崎量子応用研究所 嘱託

部会長 多田 幹郎  
ただ みきろう

中国学園大学 現代生活学部 人間栄養学科 教授

田中 憲穂  
たなか のりほ

( 財 ) 食品薬品安全センター 遺伝毒性部部長

東嶋 和子  
とうじま わこ

科学ジャーナリスト

等々力 節子  
とどりき せつこ

( 独 ) 農業・食品産業技術総合研究機構  
食品総合研究所 食品安全研究領域 上席研究員

山本 和子  
やまもと かずこ

農業マーケティング研究所 所長

( 平成 1 8 年 9 月現在 ) 計 1 0 名

(付録3) 開催実績

1. 食品照射専門部会

第1回 平成17年12月14日(水) 10:00~12:00 (虎ノ門三井ビル)

- 議題: 1. 食品照射専門部会の設置について  
2. 食品への照射について

第2回 平成18年1月25日(水) 10:00~12:00 (如水会館)

- 議題: 1. 食品への照射について  
2. その他

第3回 平成18年2月17日(金) 13:30~16:30 (新霞ヶ関ビル)

- 議題: 1. 食品照射に関する意見聴取について  
2. 食品への照射について  
3. その他

第4回 平成18年3月13日(月) 10:00~12:00 (虎ノ門三井ビル)

- 議題: 1. 食品照射に関する意見聴取について  
2. 食品への照射について  
3. その他

第5回 平成18年4月19日(水) 10:00~12:00 (共用220会議室)

- 議題: 1. 原子力委員会専門委員の変更について  
2. 「市民参加懇談会 in 姫路」の概要  
3. 食品照射に関する意見聴取について  
4. 食品への照射について  
5. その他

第6回 平成18年5月16日(火) 16:00~18:00 (虎ノ門三井ビル)

- 議題: 1. 食品産業をめぐる状況について  
2. 食品衛生法における食品照射の取扱いについて  
3. 食品への照射について  
4. その他

第7回 平成18年6月7日(水) 14:00~16:00 (学術総合センター)

- 議題: 1. 食品への照射について  
2. その他

第8回 平成18年6月28日(水) 10:00~12:00 (虎ノ門三井ビル)

議題: 1. 食品への照射について  
2. その他

第9回 平成18年7月13日(木) 13:30~15:30 (虎ノ門三井ビル)

議題: 1. 食品への照射について  
2. その他

第10回 平成18年9月26日(火) 13:30~15:30 (虎ノ門三井ビル)

議題: 1. 食品への照射について  
2. その他

## 2. 食品照射についてご意見を聴く会

平成18年5月10日(水) 13:00~15:00 (如水会館)

## 3. 食品照射専門部会報告書「食品への放射線照射について(案)」に対する意見募集について

募集期間: 平成18年7月26日(水)~8月25日(金)

## 4. 食品照射専門部会報告書「食品への放射線照射について(案)」に関するご意見を聴く会

平成18年8月7日(月) 13:30~16:00 (如水会館)

平成18年8月9日(水) 15:00~18:00 (大阪大学中之島センター)

( 付録 4 )

原子力政策大綱 ( 平成 17 年 10 月 11 日、原子力委員会決定 ) の関連部分抜粋

1-2-9 . ( 現状認識 ) 放射線利用

「( 中略 ) かしながら、食品照射のように放射線利用技術が活用できる分野において、社会への技術情報の提供や理解活動の不足等のために、なお活用が十分進められていないことが、課題として指摘されている。」

3-2-2. ( 放射線利用 ) 各分野における進め方 (4) その他の分野

「食品照射については、生産者、消費者等が科学的な根拠に基づき、具体的な取組の便益とリスクについて相互理解を深めていくことが必要である。また、多くの国で食品照射の実績がある食品については、関係者が科学的データ等により科学的合理性を評価し、それに基づく措置が講じられることが重要である。」

## 參考資料

# 参考1 - 1 . 農業分野の放射線利用

## < 農業分野の利用の現状 >

食品照射



(未照射) (照射済み)

放射線照射によるジャガイモ芽止め

害虫防除



放射線による不妊化でウリミバエを根絶

放射線育種



耐病性イネの作出 カーネーション等の作出

放射線照射による突然変異を利用して新品種を開発

上記の他に、実験動物用飼料の殺菌・殺虫のための照射や、食品包装材の滅菌も行われている。

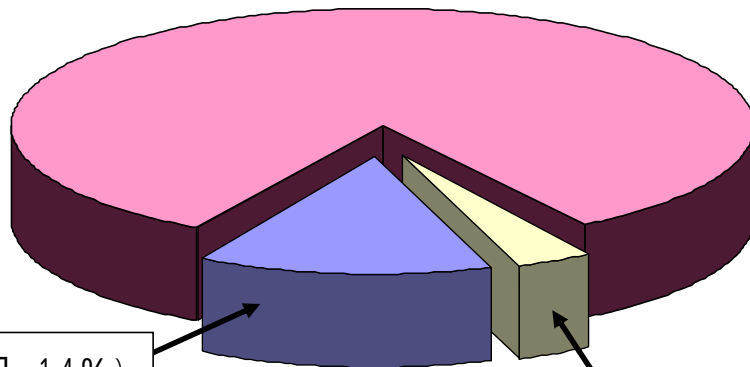
140品種を開発(2003年現在)

[出典]原子力政策大綱(2005)を一部改訂

# 参考1 - 2 . 我が国の農業分野の放射線利用の経済規模(平成9年度)

突然変異育種(973億円、83%)

- ・イネ : 937億円
- ・ナシ : 30億円
- ・ダイズ : 5億円
- ・モモ、キク等 : 1億円



照射利用(165億円、14%)

- ・食品照射 : 19億円
- ・害虫駆除 : 84億円
- ・殺菌・滅菌 : 62億円

アイソトープ利用  
(標識化合物などとして利用)  
(29億円、3%)

[出典]原子力委員会放射線専門部会第1回(2001.9.26)文部科学省資料



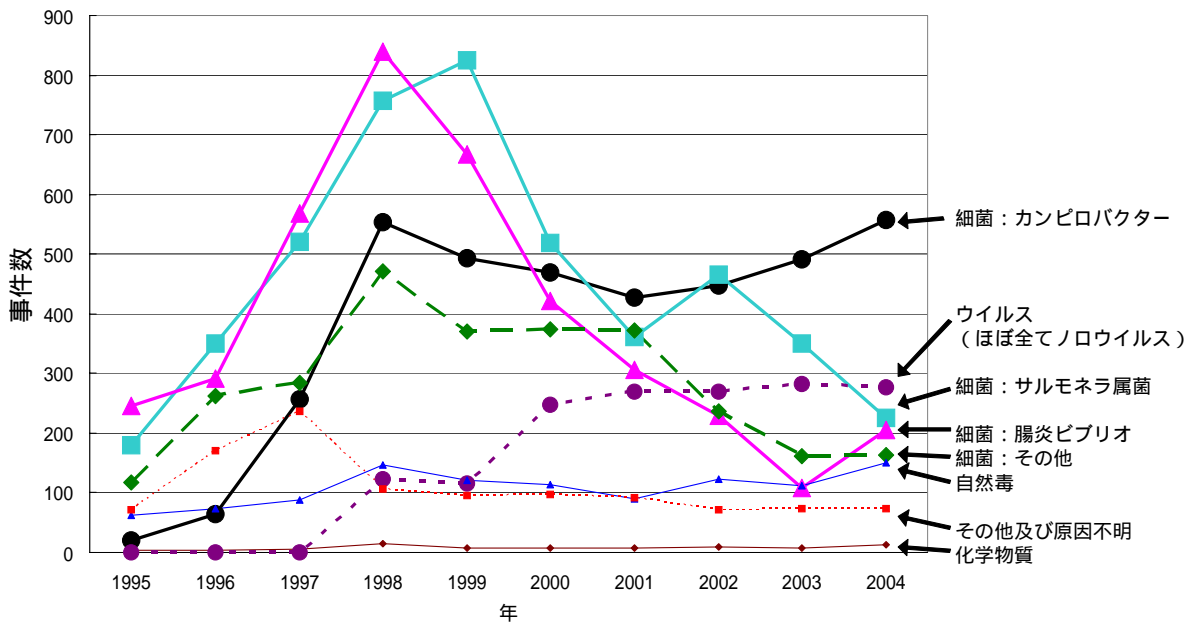
## 参考2 - 1 . 世界及び我が国における食品照射を巡る動向の概要

<世界>	<日本>
<p>1963年 米国食品医薬品庁(FDA)がベーコン及び穀物の照射を許可 (1968年、FDAは実験方法等に欠陥があるとしてベーコンの許可を取り消したが、その後、健全性評価、法的許可の体制がつくられ、1985年以降、FDAは肉類、果実、香辛料など多くの照射食品を許可)</p> <p>1980年 国連食糧農業機関(FAO)、国際原子力機関(IAEA)、世界保健機関(WHO)合同委員会で10kGy(10kグレイ)までの照射食品の健全性を宣言</p> <p>1983年 FAO,WHOの合同組織である国際食品規格委員会で10kGy以下の照射食品の一般規格(Codex規格)採択</p> <p>1997年 WHO委員会が10kGy以上での健全性宣言</p> <p>52カ国及び台湾で230品目が許可され(2003年4月)、このうち31カ国及び台湾で40品目が実用化されている(2003年5月)。</p>	<p>1967年 原子力委員会「食品照射研究開発基本計画」を策定。試験品目として7品目(ばれいしよ、タマネギ、米、小麦、ウィンナーソーセージ、水産練り製品、みかん)を指定し、食品照射研究開始。</p> <p>1972年 ばれいしよの照射の許可</p> <p>1974年 北海道士幌農協でばれいしよの照射を実用化</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>ばれいしよについては1971年に研究終了。 その他品目については1988年までに研究終了</p> </div> <p>2000年 全日本スパイス協会が食品照射に関する要望書を厚生省(当時)に提出。このような動きに対して、消費者団体が連名で全日本スパイス協会に反対申し入れ。</p>

## 参考2 - 2 . 照射食品に関する一般規格(コーデックス規格)の概要

線源と吸収線量	ガンマ線、X線、電子線。最高線量は原則10kGyを超えない。(技術的必要性が認められれば10kGy以上も可)
技術的な条件	照射の正当性は技術的な必要性 and/or 消費者の健康上の利益となる場合に認められる。
衛生面の配慮	適正衛生規範、国際的な食品の衛生管理手法(HACCP)、生鮮食品の輸送取扱い規則の遵守。販売国における公衆衛生上での要求事項の遵守。
照射後の確認	Codex委員会は9種類の照射食品検知法をCodex標準分析法として採択済。必要に応じ、許可や表示の規制に効力を持たせるため、これら検知法を利用
表示(包装食品)  (バルク食品)	包装食品の表示に関するCodex一般基準に基づき、食品名と共に照射したことを言葉で表示。照射された原材料を含む食品の場合も表示。 照射食品の出荷にあたって、照射記録を明記した書類を添付。

## 参考2 - 3 . 我が国の食中毒発生状況(病因物質別の発生件数の推移)



腸炎ビブリオ及びサルモネラ属菌は、1998～1999年をピークとして減少傾向だが、まだ発生件数は多い。カンピロバクターは近年増加傾向にある。ノロウイルスは、1997年に病因に追加されて以降、増加している。

2004年の患者数は28,175名で、細菌が13,078名、ウイルスが12,537名。死者はサルモネラ属菌2名(原因食品不明)、自然毒3名(フグ2名、きのこ1名)。

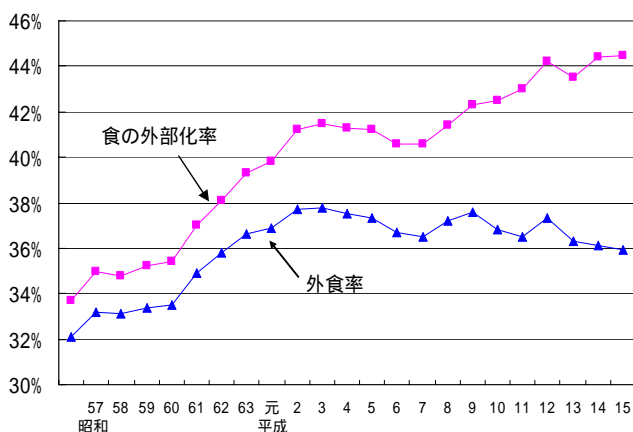
[データ出典] 厚生労働省食品安全部「平成16年食中毒発生状況の概要について」(2005年7月)  
厚生労働省ホームページ(<http://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/index.html>)

## 参考2 - 4 . 我が国の食品産業を巡る状況1 ～食の外部化、簡便化の進展～

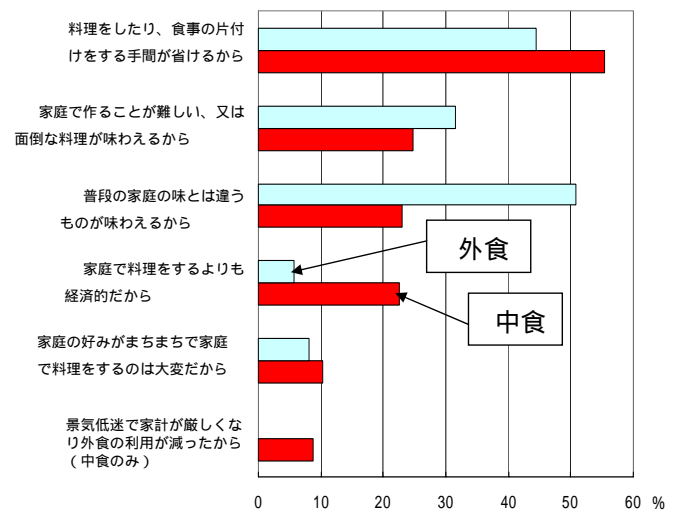
単独世帯の増加、女性の雇用者の増加等社会情勢の変化の中で、食に関して簡便化志向の高まりや外部化が進展。日本型食生活の実現のためには、食料供給者として食品産業の果たす役割も重要。

中食・外食の利用頻度が増えた理由

食料消費支出に占める外部化率の推移



(資料) 内閣府「国民経済計算報告」、(財)外食産業総合調査研究センター「外食産業市場規模」、日本たばこ産業(株)資料を基に農林水産省で試算  
(注) 外食率…食料消費支出に占める外食の割合  
食の外部化率…外食率に惣菜・調理食品の支出割合を加えたもの

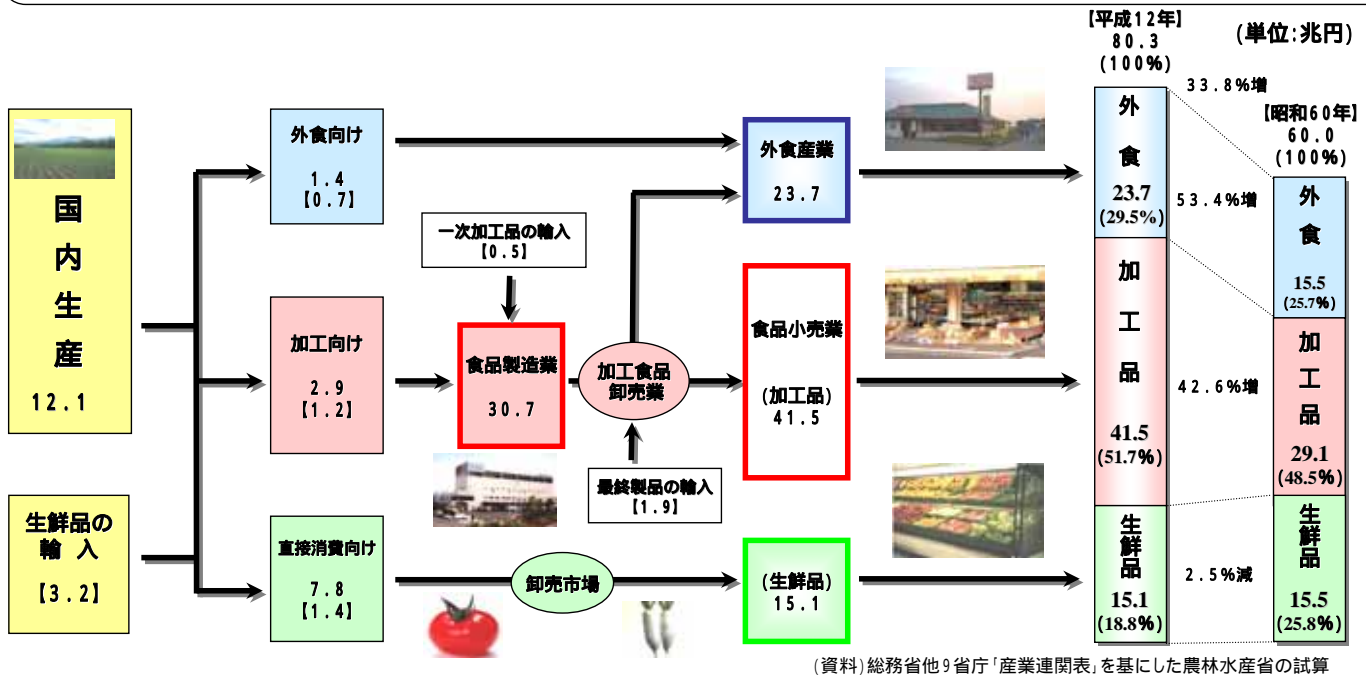


資料: 農林漁業金融公庫「中食や外食の利用に関するアンケート調査」(平成15年6～7月調査)

注: 全人口の年齢構成比に応じて無作為に抽出した1,250人を対象とする調査で、複数回答(2項目まで選択)の調査結果

## 参考2 - 5 . 我が国の食品産業を巡る状況2 ~ 食品産業の現状 ~

我が国、1億3千万人の国民が最終消費した飲食料費は80兆円であるが、昭和60年以降の15年間で、消費者の食の簡便化志向の高まりや外部化の進展を反映して、外食、加工食品が増加しており、最終消費額で見ると8割程度がこうした加工度を高めた形態で消費されているところである。



## 参考2 - 6 . 国内外の食品照射の状況

### < 食品衛生法に基づく規格基準 >

食品衛生法に基づく「食品、添加物等の規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）により食品を製造、加工及び保存の目的での放射線照射を原則として禁止。

但し、ばれいしよの発芽防止の目的で照射する場合のみ、以下の条件を付して認めている。（1972年に許可、1974年から実用照射開始）

- ・放射線の線源及び種類は、コバルト60のガンマ線とすること。
- ・ばれいしよの吸収線量が150グレイを超えてはならないこと。
- ・照射加工を行ったばれいしよに対しては、再度照射してはならないこと。
- ・放射線を照射した旨の表示を行うこと。
- ・放射線照射業を営もうとする者は、都道府県知事の許可を得ること。
- ・当該施設には、専任の食品衛生管理者を置くこと。

なお、規格基準を定める際には、食品安全基本法により食品安全委員会によるリスク評価が必要とされている。

### < 国際的な状況 >

国際的には、1980年に国際食糧農業機関（FAO）、国際原子力機関（IAEA）、世界保健機関（WHO）の合同専門家委員会が「総体平均線量が10kGy以下の照射食品の健全性に問題が無い」ことを宣言し（1）、これを反映して1983年にCodex食品規格委員会により、照射食品の国際基準「Codex General Standard for Irradiated Foods」（Codex STAN 106-1983）が定められた。

各国の照射許可及び実用化品目

国名	照射食品名														
	豆類	鶏肉	魚（含む冷凍）	にんにく	肉類	玉ねぎ	パパイヤ	じゃがいも	米	えび（含む冷凍）	スパイス	いちご	乾燥野菜	小麦	その他許可品目
ブラジル															果実ジュース、濃縮果実ジュース
チリ															カカオ豆
中国															ソーセージ
フランス															家禽肉
イスラエル															穀類
日本															
韓国															粉末味噌・醤油
オランダ															シリアル粉
南アフリカ															ハッピーフード
タイ															ムーヨー（調理済ソーセージ）
英国															無菌食
米国															鶏卵
その他40カ国	8	13	10	16	5	24	12	23	13	9	34	11	10	13	
許可国数	14	22	15	22	7	32	18	32	20	14	45	17	17	20	

許可及び実用化されている品目、許可されている品目

上表は、平成15年版原子力白書の許可国一覧表（出典：原産会議データ2003年4月時点）に、実用国データ（出典：原産会議データ2003年5月時点）を併せて作成。個別表記した国は、日韓中、米英仏に加え、許可品目の比較的多い国を抽出。

(1) WHO: (1981). Wholesomeness of irradiated food. Report of a Joint WHO/FAO/IAEA Expert Committee. Geneva. WHO TRS, No659.

【出典】原子力政策大綱(2005)

## 参考2 - 7 . 食料生産量とその中に占める照射食品量について

2003年4月現在、食品照射は31ヶ国及び台湾で40品目が実用化されている。その処理量について、各種文献データを整理すると以下のとおり。

国名	推定年間処理量	備考
中国	140,000トン	スパイス、にんにく等
米国	89,000トン	スパイス、牛挽肉&食鳥肉、果実等
東南アジア	26,000トン	スパイス、発酵ソーセージ等
欧州	20,000トン	スパイス、カエル脚、鳥肉等
日本	8,000トン	ばれいしよ
合計	約30万トン	

世界の食料生産量は、穀物だけでも約20億トンといわれる。食品照射は、殺菌や殺虫などが必要な場合に他方式との比較考量の上で採用される一つの方法であり、食料全体に占める割合は極めて小さい。

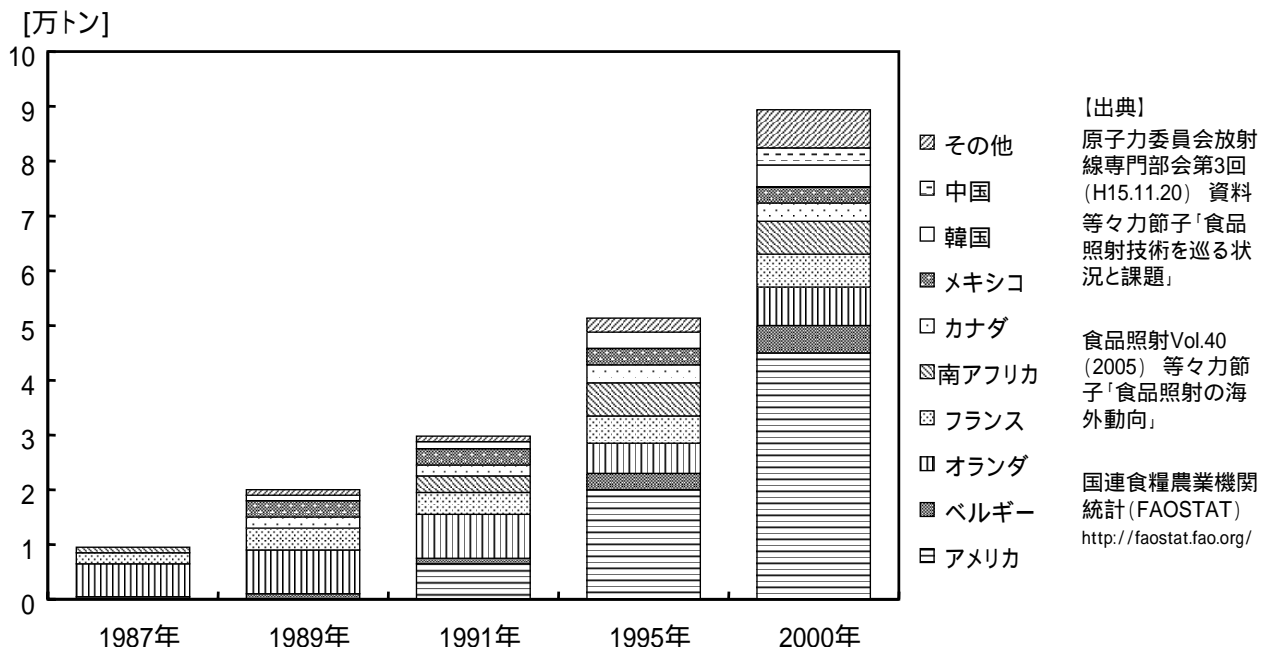
【出典】食品照射Vol.40(2005) 等々力節子「食品照射の海外動向」  
独立行政法人国際協力機構ホームページ <http://www.jica.go.jp/world/issues/sonota01.html>

## 参考2 - 8 . スパイスの照射処理量

スパイスの照射処理量は年々増加し、2000年で約9万トン。国連食糧農業機関統計 (FAOSTAT) によると世界のスパイス消費量は約600万トン (その約半分はインド)。注

注：双方のデータで各国のスパイスの定義に相違がある可能性がある。

米国の照射処理量は、2000年で約4.5万トンだが、2005年に入手した情報では、スパイス消費量約50万トンに対し、その1/3がエチレンオキシド、蒸気あるいは放射線のいずれかで殺菌処理されており、放射線照射分は約7万8千トンあるといわれている。



## 参考2 - 9 . 米国食品医薬品庁 (FDA) が許可している照射食品

許可年	品目	目的
1985年	豚肉(生)	寄生虫抑制
1986年	青果物	成熟抑制
	全食品	殺虫
	酵素製剤	殺菌
	乾燥香辛料 / 調味料	殺菌
1990年	食鳥肉	病原菌制御
1995年	冷凍肉 (NASA宇宙食)	滅菌
1997年	赤身肉 (冷蔵)	病原菌制御
	赤身肉 (冷凍)	病原菌制御
2000年	卵 (殻付)	病原菌制御
	もやし用種子	病原菌制御
2005年	貝類	病原菌制御

サルモネラ菌や腸管出血性大腸菌 O-157 への対策として、食鳥肉や赤身肉、卵などに照射が許可されているものである。

【参考文献】食品照射 Vol.40 (2005) 等々力節子「食品照射の海外動向」  
食品科学広報センターニュース No.21 (2001)

## 参考2 - 10 . EU の照射食品の許可状況

- 1999年にEU共通の許可品目としてスパイス・ハーブ類への10 kGyまでの照射のみをリストに挙げた。\*\*
- その他の品目に関するEUのメンバー国毎の食品照射の許可や制限については現在も有効。
- EUのメンバー国は、照射食品の検知に用いられる分析技術を公定法とし標準化することを保証。これまでヨーロッパ標準化委員会は、連合の支援により開発された複数の分析法を標準分析法として制定したところ。
- 食品の照射は以下の施設でのみ可能。
  - メンバー国が許可した照射施設、あるいは
  - EUが許可した第三国の照射施設。

メンバー国内の照射施設の許可はそれぞれの国の行政当局で行われ、第三国の照射施設のEUによる許可は、EUの食品・獣医事務局が行う査察結果に基づき行われる。

\*: Directive 1999/2/EC of The European Parliament and of The Council

\*\* : Directive 1999/3/EC of The European Parliament and of The Council

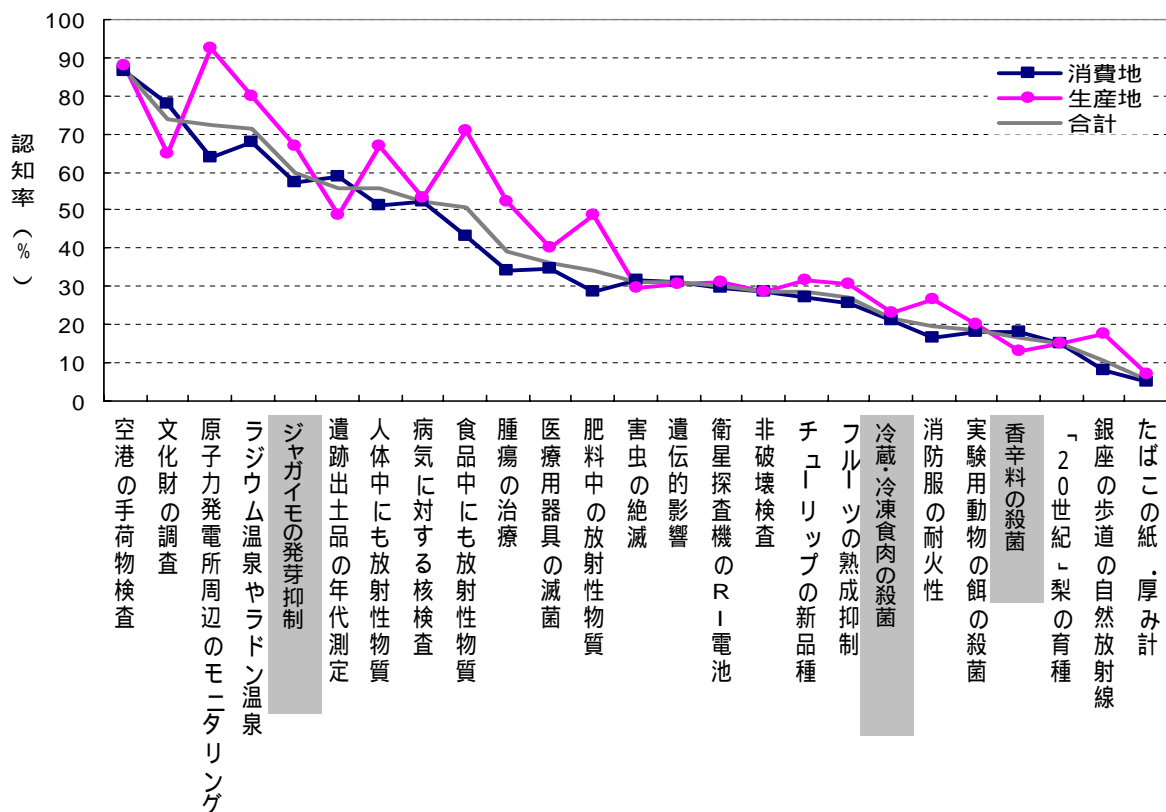
## 参考2 - 11 . オーストラリア・ニュージーランドにおける許可品目と条件

第1列	第2列	第3列
食 品	最大・最小線量 [ kGy ]	条 件
パンの実、スターフルーツ、チェリモア、ライチ、リュウガン、マンゴ、マンゴスチン、パパイヤ、ランブータン	最小: 150 Gy 最大: 1 kGy	食品は検疫処理を目的とした害虫駆除の目的においてのみ照射できる。 上述した技術的な目的を達成するのに必要な最小線量
ハーブ、香辛料** ハーブ抽出物: 生、乾燥または発酵させた葉、花、または植物の他の部分から作った飲料で茶を除く。	最小: 第3列を条件とし規定しない 最大: 6 kGy	食品は、雑草防除を含む発芽抑制、害虫駆除の目的においてのみ照射できる。 上述した技術的な目的を達成するのに必要な最小線量。
ハーブ、香辛料**	最小: 2 kGy 最大: 30 kGy	食品は殺菌の目的においてのみ照射できる。 食品は照射前、後ともGMPの手順に則り行われなければならない。
ハーブ抽出物: 生、乾燥または発酵させた葉、花、または植物の他の部分から作った飲料で茶を除く	最小: 2 kGy 最大: 10 kGy	食品は殺菌の目的においてのみ照射できる。 食品は照射前、後ともGMPの手順に則り行われなければならない。

\*: Australia New Zealand Food Standards Code (<http://www.foodstandards.gov.au/foodstandardscode/>)

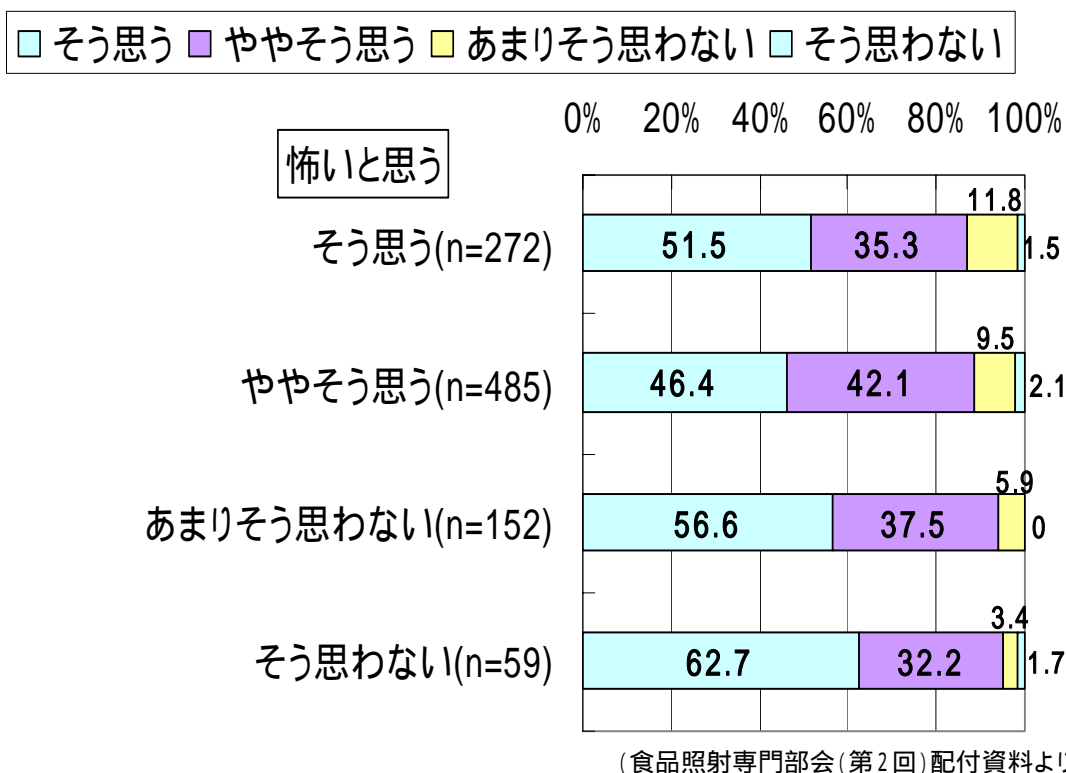
\*\* : Standard 1.4.2の目録4に示す品目

## 参考2 - 12 . 各放射線利用の認知度



(食品照射専門部会(第2回)配付資料より)

## 参考2 - 13 .放射線についてのイメージ ~知りたいと思うか否か~



## 参考2 - 14 .食品又は添加物の基準及び規格

### • 食品衛生法第11条

厚生労働大臣は、公衆衛生の見地から、薬事・食品衛生審議会の意見を聴いて、販売の用に供する食品若しくは添加物の製造、加工、使用、調理若しくは保存の方法につき基準を定め、又は販売の用に供する食品若しくは添加物の成分につき規格を定めることができる。

2 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。

### 3 (省略)

(出典) 食品衛生法(昭和22年12月法律第233号)



## 参考2 - 15 . 食品、添加物等の規格基準

食品衛生法第11条に基づき、以下のように規定されている。

- **食品一般の製造、加工及び調理基準**

「食品を製造し、又は加工する場合は、食品に放射線を照射してはならない。」

例外的に以下の場合、照射可能

- 食品の製造工程又は加工工程において、その製造工程又は加工工程の管理のために照射する場合
- 各条の項において特別の定めをする場合

- **食品一般の保存基準**

食品の保存の目的で、食品に放射線を照射してはならない。

(出典)昭和34年12月厚生省告示第370号

## 参考2 - 16 . 食品の製造工程又は加工工程の管理

- 食品の製造又は加工において、その管理を行う場合には、食品への放射線照射は認められている。
- その場合、食品の吸収線量が、0.10グレイ以下でなければならない。

使用例：  
異物混入の検査  
食品の厚みの確認  
など



## 参考2 - 17 . 各条の項における特別の定め

ばれいしよについては、D各条の野菜の加工基準において、下記のとおり一定の条件の下、認められている。

### ・ 食品、添加物等の規格基準(抜粋)

#### D各条

#### 穀類、豆類及び野菜

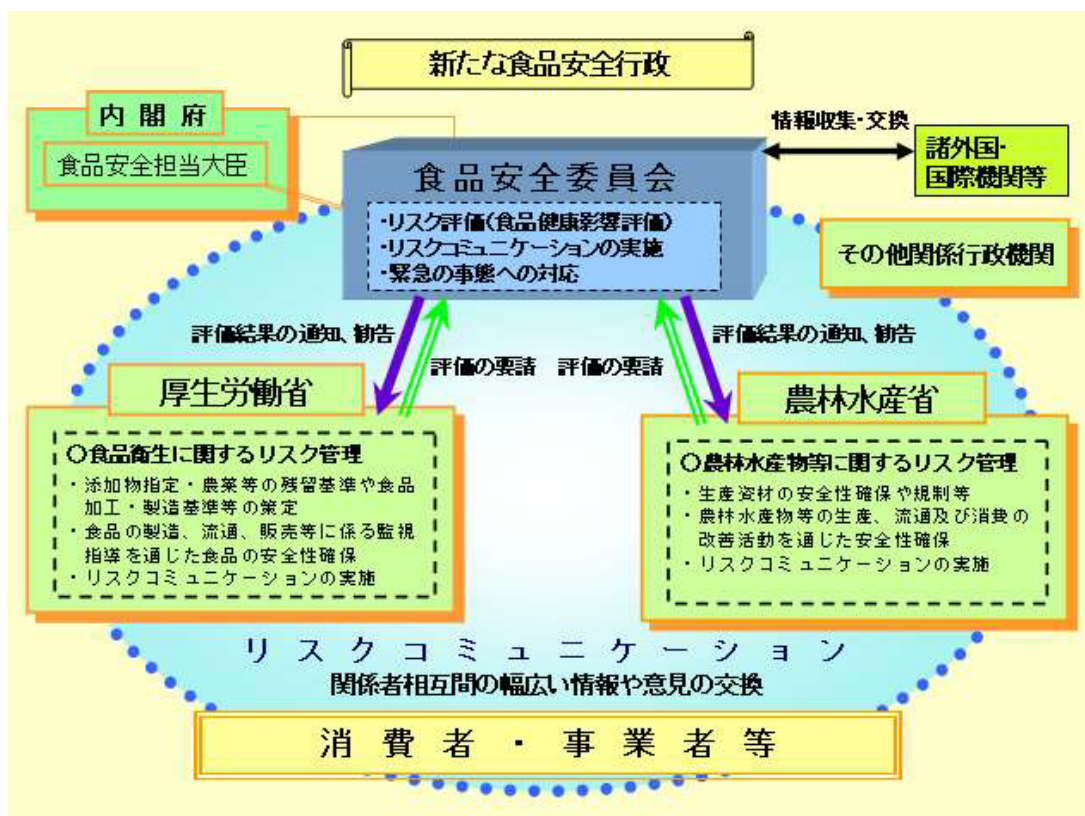
#### 4 . 野菜の加工基準

発芽防止の目的で、ばれいしよに放射線を照射する場合は、次の方法によらなければならない。

- (1)使用する放射線の線源及び種類は、コバルト60のガンマ線とすること。
- (2)ばれいしよの吸収線量が150グレイを超えてはならないこと。
- (3)照射加工を行つたばれいしよに対しては、再度照射してはならないこと。

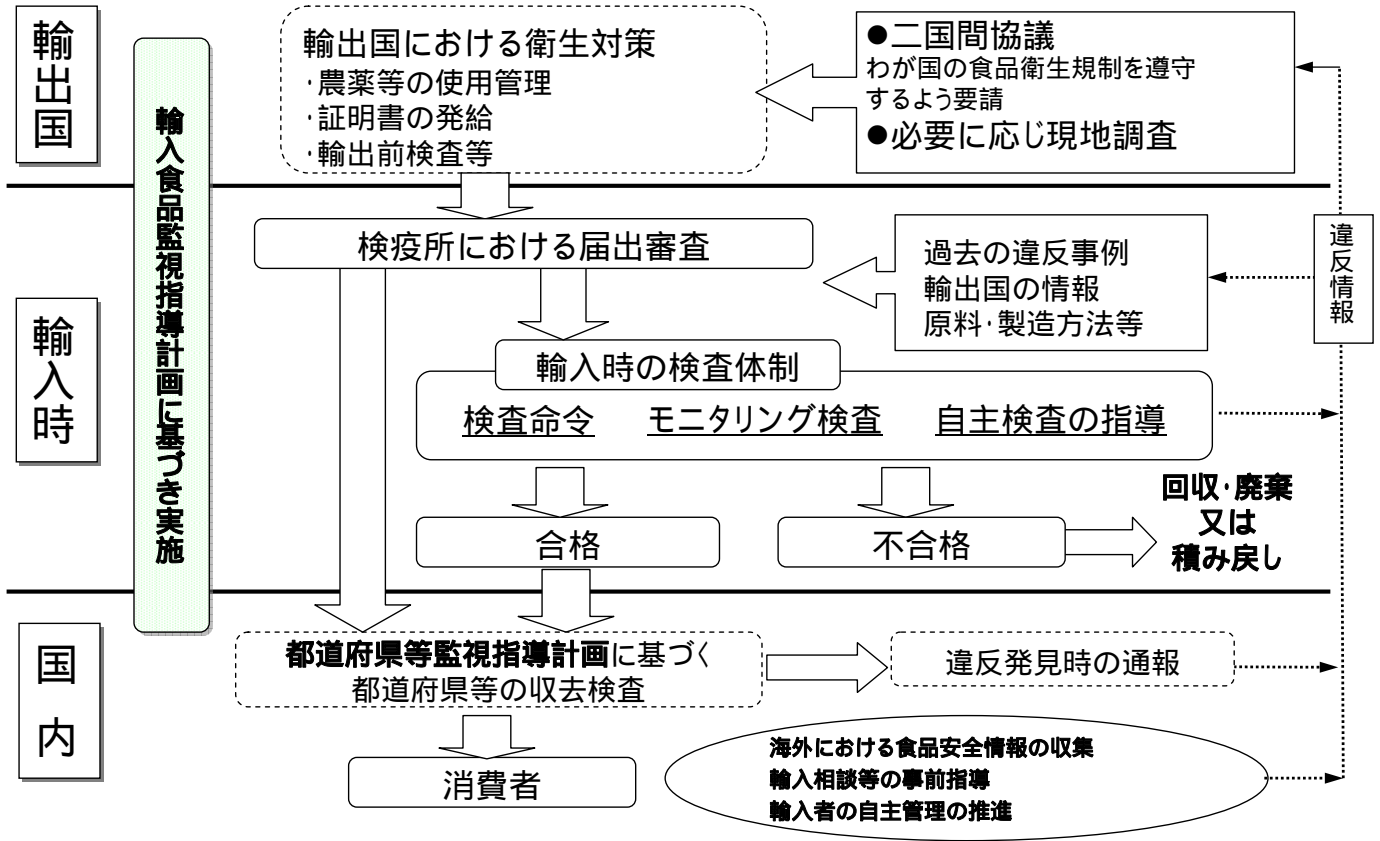
(出典)昭和34年12月厚生省告示第370号

## 参考2 - 18 . 食品安全行政について



[出典] 食品安全委員会ホームページ

# 参考2 - 19 . 輸入食品の監視体制



### 参考3 - 1 . ICGFIで比較した殺菌技術、殺虫技術

- ガス燻蒸処理 / 化学処理: 化学薬品によって燻蒸し害虫を駆除する方法。主な薬剤として臭化メチル\*が挙げられる。
- 雰囲気制御: 貯蔵施設の空気の大部分を他のガス(二酸化炭素等)に置換して害虫を死亡させる処理方法。
- 低温処理 / 冷蔵(冷凍): 低温に維持することにより、害虫の増殖を抑制あるいは害虫を駆除する方法。寒冷地では、低コストで防虫する方法として穀類貯蔵施設に夜間の冷気を貯蔵物へ導入する方法がとられているところもある。コクゾウムシやココクゾウムシの次世代の発生抑制などに用いられる。
- 熱処理(蒸気 / 熱 / 加熱空気) / 缶詰: 加熱により殺菌する方法。加熱方法として湿熱処理と乾熱処理がある。前者の方が殺菌効果が高い。(湿熱処理では120 前後で数分から数十分、乾熱処理では180 でも数時間を要する。)穀類等に用いられるほか、マンゴーや柑橘類等の害虫駆除に用いられている。木製品の害虫駆除や動物用飼料の殺菌にも用いられる。
- ケイ藻土処理: ケイ藻土を主体とする不活性粉剤を用い、昆虫の体表からワックス層をはがし乾燥を引き起こすことにより死亡させる害虫駆除方法。

\*: 臭化メチルは、オゾン層破壊物質のため、検疫等の一部を除き2005年以降全面的に使用禁止の方向。代替の薬剤としてホスフィン類が挙げられているが、耐性を有する生物が出現する可能性があるとしてされている。

【参考】農林水産研究文献解題, No.25 流通利用技術(平成13年3月)等

### 参考3 - 2 . ICGFIによる比較における対象食品等と処理目的

対象食品等	処理目的、前提条件等
果実、野菜及び生鮮園芸作物	有害微生物・害虫の制御、短期間の腐敗の防止
穀物、香辛料及びその他乾燥食品	貯蔵時の有害微生物・害虫による損失及び微生物の制御
肉、鳥肉及び魚介類	微生物の制御、短期間における腐敗の防止。 ただし、これらの食品はGMP(適正製造規範)に基づいて製造されるべき。 (貯蔵寿命を安全に延長するためには冷蔵、冷凍あるいは缶詰が有効)
非食用農産品 - 装飾用園芸品、動物用飼料、木製品、装飾物、繊維製品	有害微生物・害虫と腐敗菌の制御

【参考】ICGFI, "Irradiation and Trade in Food and Agricultural Products," 1998

### 参考3 - 3 . ICGFIによる食品照射と他の処理技術との比較(1)

	照射	ガス燻蒸処理 / 化学処理	雰囲気制御	冷蔵(冷凍・低温)	熱処理(蒸気・熱・加熱空気) / 缶詰	ケイ藻土	
適用範囲	果実・野菜及び生鮮園芸作物	<ul style="list-style-type: none"> <li>広い応用範囲</li> <li>多くの果実の害虫の制御に適する</li> <li>有害微生物害虫によっては検疫レベルに関する調査が必要</li> <li>食品によっては品質への影響の調査が必要</li> <li>作物によっては照射により貯蔵寿命を延長可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【ガス燻蒸処理】</li> <li>広い範囲の害虫の制御に適用が可能であるが、食品内部に散在するものには効果的でない。</li> <li>作物によっては燻蒸による品質の劣化がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>長期貯蔵可能な作物に適するが、処理に数日かかる場合がある</li> <li>貯蔵期間を延長できる場合もある</li> <li>照射などと組み合わせることも可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>温帯で収穫される作物に適する</li> <li>熱帯作物は低温に敏感なものあり</li> <li>雰囲気制御処理や照射と組み合わせれば用いられる</li> <li>冷凍は貯蔵期間を大きく延長できるが価格に影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作物によっては適用可能</li> <li>熱帯作物には特に適用できるが貯蔵寿命が短くなる可能性あり</li> <li>缶詰は一般的に行われ、貯蔵には最も適しているが、商品価値は下がる</li> </ul>	
	穀物・香料及びその他乾燥食品	<ul style="list-style-type: none"> <li>広い範囲での害虫の制御</li> <li>全ての種類に適用可能</li> <li>商業的にはスパイスに適用されている</li> <li>貯蔵時の有害微生物・害虫及び微生物に大変有効</li> <li>ケイ藻土あるいは二酸化炭素との組み合わせで使用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【ガス燻蒸処理】</li> <li>広い範囲の害虫の制御に効果的</li> <li>ホスフィン、臭化メチル及びその他接触殺虫剤が使用される</li> <li>エチレンオキシドはスパイス中のバクテリア制御に用いられる</li> <li>害虫によっては耐性を持つものもある</li> <li>薬品は効果が持続するがしばしば複数回処理がなされる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>穀物に適用可能であるが、処理に数日かかる</li> <li>密閉した貯蔵施設が必要</li> <li>貯蔵施設での制御に適するが、スパイスには用いられない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>寒冷が過度な場所で適用可能</li> <li>低温処理には数日必要</li> <li>低温空気の吹き込みはよい貯蔵手段の1つ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱処理は低温処理に比べ早い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>古いケイ藻土製品には適用に問題あり</li> <li>新しいケイ藻土製品は、ほこりが出るなどの問題がほとんどない</li> <li>処理には時間が必要</li> <li>処理するまでの貯蔵、貯蔵に適する</li> <li>貯蔵施設に付加価値を与える</li> </ul>
	肉・鳥肉及び魚介類	<ul style="list-style-type: none"> <li>全ての種類に適用可能</li> <li>病原性及び腐敗性バクテリアの制御</li> <li>貯蔵の延長</li> <li>既に商業規模で実用化されている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【化学処理】</li> <li>塩素、リン酸トリナトリウム及び有機酸による洗浄はサルモネラ菌の制御に有効</li> <li>他の病原体には有効ではない</li> <li>貯蔵期間を延ばすものではない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>卸売りあるいは小売りにおいて使用される</li> <li>微生物の成長制御が可能</li> <li>汚染物は除去しない</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>全ての種類に適用可能</li> <li>広く商業規模で実用化されている</li> <li>生産品を大きく変化させる</li> <li>価格に影響を与える</li> <li>缶詰は最も良い貯蔵法</li> </ul>	
	品 装飾物、繊維製品	<ul style="list-style-type: none"> <li>全ての種類に適用可能</li> <li>動物用飼料に適しており、商業的に使用されている。</li> <li>雑草の芽の不活性化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【ガス燻蒸処理】</li> <li>広い範囲の害虫の制御に有効</li> <li>ホスフィンと臭化メチルが用いられている</li> <li>エチレンオキシドを用いた殺虫剤が時々用いられる</li> <li>薬品は効果が持続するがしばしば複数回処理がなされる虫によってはホスフィンに耐性を持つものがある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>歴史的に装飾用園芸品に用いられているが、処理に数週間を要する</li> <li>この生産品群には一般には用いられない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>園芸品への適用の可能性あり</li> <li>低温処理は小さなものに適用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>蒸気及び乾燥熱処理は木製品に使用</li> <li>園芸品への適用の可能性あり</li> <li>蒸気駆除は動物用飼料に使用</li> </ul>	

【参考】ICGFI, "Irradiation and Trade in Food and Agricultural Products," 1998

### 参考3 - 4 . ICGFIによる食品照射と他の処理技術との比較(2)

	照射	ガス燻蒸処理 / 化学処理	雰囲気制御	冷蔵(冷凍・低温)	熱処理(蒸気・熱・加熱空気) / 缶詰	ケイ藻土	
規制上の課題	果実・野菜及び生鮮園芸作物	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際的に認可されている</li> <li>さらなる国内及び検疫に関する認可が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【ガス燻蒸処理】</li> <li>現状の化学処理は国内及び検疫での認可あり</li> <li>臭化メチル使用は無くなる方向</li> <li>他の化学処理は好まれないことがある</li> <li>新たな認可取得が難しい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常国内での問題はない</li> <li>検疫に関する認可は必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常、国内での問題なし</li> <li>検疫に関する認可は必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常、国内での問題なし</li> <li>缶詰以外は検疫に関する認可が必要</li> </ul>	
	乾燥食品	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際的に認可されている</li> <li>さらなる国内及び検疫に関する認可が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【ガス燻蒸処理】</li> <li>ホスフィンについては広く認可されている</li> <li>臭化メチル及びエチレンオキシドの使用は無くなる方向</li> <li>接触殺虫剤は好まれないことがある</li> <li>新たな認可取得が難しい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常問題はない</li> <li>作業者の健康も重要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>問題はない</li> <li>輸送前の積み込みや検疫の認可が必要であろう</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>問題なし</li> <li>輸送前の積み込みや検疫の認可が必要であろう</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常、問題なし</li> <li>輸送前の積み込みや検疫の認可が必要</li> </ul>
	類肉 鳥肉及び魚介	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際的に認可されている</li> <li>国内の認可が既に用意されているか、あるいは要求されている</li> <li>認可なしのプロセス使用も時々見受けられる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【化学処理】</li> <li>認可は要求に従って、申請中あるいは取得済</li> <li>塩素の使用については地域によって制限がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通常問題はない</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>通常問題はない</li> <li>生産品によってはこの方法しか使えない地域がある</li> </ul>	
	品 物 装飾物、繊維製品	<ul style="list-style-type: none"> <li>検疫所からの推薦でしばしば使用される</li> <li>検疫に係る認可が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>【ガス燻蒸処理】</li> <li>ホスフィンについては広く国内での認可が製品の貯蔵対してなされている。検疫についても限られた国で認可されている。</li> <li>臭化メチル及びエチレンオキシドの使用は無くなる方向</li> <li>接触殺虫剤は好まれないことがある</li> <li>新たな認可の取得が難しい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>検疫に用いないのであれば通常ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>検疫には認可は必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>検疫には認可は必要</li> </ul>	

【参考】ICGFI, "Irradiation and Trade in Food and Agricultural Products," 1998

### 参考3 - 5 . ICGFIによる食品照射と他の処理技術との比較(3)

	照射	ガス燻蒸処理 / 化学処理	雰囲気制御	冷蔵(冷凍・低温)	熱処理(蒸気・熱・加熱空気) / 缶詰	ケイ藻土	
コスト	果実・野菜及び生鮮園芸作物	・単位作物あたりのコストは低い ・設備投資は高い ・地域によっては出荷時期(季節)が経済的実現性に影響	【ガス燻蒸処理】 ・単位作物あたりのコストは低い ・近代的な化学処理設備には高い投資が必要 ・臭化メチルのコストは増加	・単位作物あたりのコストは中程度 ・貯蔵施設の投資コストが大きい	・単位作物あたりのコストは中から高 ・機器のコストには幅がある	・単位作物あたりのコストは中から高 ・機器のコストが大きい ・小規模の缶詰処理は中程度にコスト高 ・缶詰にすると輸送コストが増す	-
	乾燥食品	・単位作物あたりのコストは低い ・設備投資は高い ・迅速処理が可能で輸送に有利な作物に適する	【ガス燻蒸処理】 ・単位作物あたりのコストは低い ・近代的な燻蒸処理設備には高い投資が必要 ・臭化メチルのコストは増加	・幅がある ・CO <sub>2</sub> コストや貯蔵施設の立地等の条件に依存	・その地域が寒冷か熱帯でない限り、かなりのコスト高。この場合、低温の方が多少安い	・その地域が寒冷か熱帯でない限り、かなりのコスト高。 ・熱処理はエネルギーが必要	・古いケイ藻土製品は品質劣化があるが、新しい製品はそれほどではない ・コストは低い ・収穫後用いられ、その後の処理を減ずる。
	肉、鳥肉及び魚介類	・単位作物あたりのコストは低い ・高い設備投資は大きな問題ではない ・包装コストに影響あり	【化学処理】 ・機器の使用料に依存するが照射の場合と同様な設備投資 ・塩素処理は相対的に安い	・中程度のコスト ・包装コストを増す	-	・小規模の缶詰機器は中程度のコスト ・単位作物あたりのコストは低い ・輸送コストは増大するが腐敗による損失は免れる	-
	食品包装物、繊維製品	・燻蒸処理と同等のコスト ・多目的の照射装置による低コスト化は実現可能	【ガス燻蒸処理】 ・単位作物あたりのコストは低い ・近代的な燻蒸処理設備には高い投資が必要	・地域により幅がある ・貯蔵あるいは輸送コストに追加が必要	・処理によっては生産品が変化して価値が増す場合があり、判断が困難	・処理によっては生産品が変化して価値が増す場合があり、判断が困難	-

【参考】ICGFI, "Irradiation and Trade in Food and Agricultural Products," 1998

### 参考3 - 6 . ICGFIによる食品照射と他の処理技術との比較(4)

	照射	ガス燻蒸処理 / 化学処理	雰囲気制御	冷蔵(冷凍・低温)	熱処理(蒸気・熱・加熱空気) / 缶詰	ケイ藻土	
環境に係る課題	果実・野菜及び生鮮園芸作物	照射装置による環境影響は低い ・エネルギー消費も小さい	【ガス燻蒸処理】 ・臭化メチルはオゾン層破壊物質 ・他の燻蒸物質も環境影響が懸念される	・エネルギー消費は大	・エネルギー消費は大 ・輸送中の低温維持はコスト増 ・環境に適合する冷媒が必要	-	
	乾燥食品	照射装置による環境影響は低い ・エネルギー消費も小さい	【ガス燻蒸処理】 ・好まれない ・ものによっては使用を禁止あるいは見直しの方向 ・臭化メチル、エチレンオキシド、ホスフィンに関する懸念あり	・環境影響へのリスクはない ・エネルギー消費が多少大。	・特になし。 ・寒冷気候では好まれる方法	・新しいケイ藻土製品については問題がない ・古いケイ藻土ではダストが発生し、機器にダメージを与え、作業員の健康に影響する	
	肉、鳥肉及び魚介類	照射装置による環境影響は低い ・エネルギー消費も小さい	【化学処理】 ・塩素の過度の使用についての懸念 ・他の化学物質が問題となる可能性あり ・水の使用量が増す	・なし	-	・なし。 ・エネルギーと水を消費する	-
	食品包装物、繊維製品	照射装置による環境影響は低い ・エネルギー消費も小さい	【ガス燻蒸処理】 ・ホスフィンに広く国内及び世界的な認可がある ・臭化メチルとエチレンオキシドはなくなる方向 ・殺虫剤の使用は好まれない。	・エネルギー消費が大きい他に課題はない	・エネルギー消費が大きい他に課題はない	・エネルギー消費が大きい他に課題はない	-

【参考】ICGFI, "Irradiation and Trade in Food and Agricultural Products," 1998

## 参考3 - 7 . ICGFIによる食品照射と他の処理技術との比較(5)

	照射	ガス燻蒸処理 / 化学処理	雰囲気制御	冷蔵(冷凍・低温)	熱処理(蒸気・熱・加熱空気) / 缶詰	ケイ藻土
消費者の意向	果実、野菜及び生鮮 園芸作物	・販売されている地域では受容性は高い。 ・しばしば化学処理よりも好まれることがある ・表示義務が制約になり得る	[ガス燻蒸処理] ・消費者には好まれないが、表示されておらず、消費者にはわからない	・消費者の受容性は高い ・表示義務なし	・消費者の受容性はたいへん高い ・表示義務なし	・消費者の受容性は高い ・缶詰に対する嗜好には幅がある
	穀物、香辛料及びその他乾燥食品	・化学処理よりも好まれる ・表示義務が制約になり得る	[ガス燻蒸処理] ・消費者は知らされていない、消費者には好まれない、 ・加工業者からは残留を抑制する要求が増大	・雰囲気制御プロセスの受容性は高いが、表示されていない	・消費者がこのプロセスがあることを知っていれば、より好まれる	・消費者がこの方法を知っていれば、新しいケイ藻土製品は受け入れ可能と考えられる
	肉、鳥肉及び魚介類	・販売されている地域では受容性は高い。 ・表示について食品産業の懸念 ・表示義務が制約になり得る	[化学処理] ・表示されていないので、消費者は知らない ・大量の塩素使用は生製品の品質に問題を起す ・化学処理は好まれない	・高価格の小売商品のみで用いられる ・受容性は高い	-	・消費者の好みはまちまちだが、缶詰は一般的に安い ・栄養分の損失が大きい

[参考] ICGFI, "Irradiation and Trade in Food and Agricultural Products," 1998

## 参考3 - 8 . オーストラリア・ニュージーランド食品規格におけるハーブ・スパイス類の照射に係るドラフトアセスメントで行われた便益とコストの影響分析

実証された技術的食品安全のニーズが示される食品規格の第4条に規定される条件において、照射することを許可する場合、規定された条件とは、線量、定義された目的のための技術の利用、照射前後の適正製造規範に従った食品の取扱。

	消費者	産業界	政府
便益	<ul style="list-style-type: none"> <li>照射により<b>安全なハーブ・スパイス類を手にする</b>ことができる。本申請の科学的な評価は、示された目的のこれら<b>食品への照射は、正当であり安全で栄養学的にも影響がない。</b></li> <li>ハーブ・スパイスの照射は化学燻蒸より効率的、蒸気法による処理では揮発性の香り成分が失われるが、照射ではそれを防げる。</li> <li>包装した食品を照射すると再汚染が防げる。</li> <li><b>照射した食品を含む場合、表示があるので消費者はそれを知った上で選択することができる。</b></li> <li>このオプションに従えば、線量や特定の条件が示されることにより、消費者に高いレベルで管理された照射を提供できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>このオプションは、<b>処理技術の選択肢を増すもの</b></li> <li><b>より効率的で</b>、清潔かつ安全な技術で食品の製造ができる</li> <li>これらの食品の照射を<b>認可している他の国との取引が可能になる。</b></li> <li><b>コーデックス規格をはじめ</b>、たくさんの国際規格や基準が利用可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>検査及び食品安全をコントロールする追加的な手段を</b>、一度に、既存の手段が廃止されていく中で得ることができる。</li> <li>このうち、検査のための<b>最小線量については国毎に個別に決めていく必要がある</b>が、そのためのコストは適切なレベルとなるはず。</li> <li>このオプションによって、<b>政府が公衆衛生と安全の目標を達成し続けることができる。</b>また、消費者に対してはこの技術が適切に規制されていることを高いレベルで保証することができる。</li> </ul>
コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>最小と最大の線量を条件に入れることは、消費者にとってのコストを追加することにはならない。線量を増やせばコストが製造業者や輸入業者にかかるので、コストを抑えられるよう、線量を最小にしようとするインセンティブになる。</li> <li><b>消費者がこれらの製品の安全のレベルについて評価できないと製品への信頼を失うことになるので、これらの食品を選択しない傾向になる。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>商業機密の提出データによると、これら<b>食品の照射は他のいくつかの処理技術よりコストが低い</b>。例えば、エチレンオキシドや蒸気殺菌のための輸送コストとほぼ同等。</li> <li><b>表示義務はラベルを変えることを要求することになるのでコストに影響が生じる。</b></li> <li>産業界はもし同じような効力のある技術が複数存在するならば、<b>表示コストのかかる食品照射を選ぶかどうかは、その会社の経営判断による。</b></li> <li>包装して照射する場合の包装材はポリプロピレン以外は問題なし。また、ガラスは脱色される。</li> <li>乾燥し、脱水されているか表面が乾燥しているため包装材との反応は最小限になる。包装材のコストはそれほど大きなものではない。</li> <li>このオプションは条件付き許可であるが、制約があると考えられるかもしれない。<b>ここでの条件は適正規範と適合性があるもので、このコストへの影響は小さい。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>検査目的の最小線量の決定は検査の当局に依頼するため、コストと時間がかかる。</li> <li><b>食品の安全を強化する行政庁の規格の下で行われるモニタリングのコストは低い</b>と考えられる。</li> <li>検査の当局に検査のリスク及び防疫の適切なレベルについて評価するためのコストは輸入するのと同様。</li> </ul>

## 参考3 - 9 . 植物検疫措置に関する国際基準と放射線照射

### 1 . 国際植物防疫条約 ( International Plant Protection Convention : IPPC )

植物の病害虫に対する防除並びにまん延の防止、特に国境を越えての侵入の防止に関する国及び国際間の活動を促進調整することを目的として1951年に締結された国際条約。

なお、IPPC事務局は、FAOに設置されている。

FAO総会、IPPCの下に設立された植物検疫措置に関する暫定委員会又は植物検疫措置に関する委員会(CPM)では、「植物検疫措置に関する国際基準(International Standards for Phytosanitary Measures: ISPMs)」として、2006年現在で24の基準を採択している。

### 2 . 植物検疫措置としての放射線照射の使用のための指針

( ISPM No18: Guidelines for the use of irradiation as a phytosanitary measure )

2003年4月にローマで開催された、植物検疫措置に関する暫定委員会において承認された。規制有害動植物あるいは物品に対する植物検疫処理としての電離放射線の適用に関する特定の手順について技術的な手引きを提供する。

(放射線照射は国際的に認められた植物検疫措置のひとつである。)

ただし、この基準は、食品への照射の適用を含む他の国際協定または国内法規のもとで締約国の権利または義務に影響を与えないとの但し書きがされている。)

### 3 . SPS協定 (Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures : 衛生植物検疫措置の適用に関する協定、WTOにおける協定のひとつ)

この3条には、措置の国際基準との調和がうたわれており、国際基準としては以下のものが該当する。

\* 人の生命と健康 = 食品 ( Codex規格 : コーデックス委員会 )

\* 植物の生命と健康 = 植物検疫 ( IPPC : 国際植物防疫条約事務局 )

\* 動物の生命と健康 = 動物衛生 ( OIE : 国際獣疫事務局 )

参考:

農林水産省、植物防疫所: 植物検疫措置に関する国際基準: <http://www.pps.go.jp/law/index.html> IPPC: <http://www.ippc.int/IPP/En/default.jsp>

## 参考3 - 10 . 世界貿易機関(WTO)とSPS協定とTBT協定

### • SPS協定(衛生と植物防疫措置に関する協定)

WTO加盟国の衛生と植物防疫措置は:

#### 第2.2項

十分な科学的根拠に立脚していなければならない

#### 第3.1項

もし国際規格が存在するならば、それに基づいていなければならない

#### 第3.3項

もし科学的に正当と証明できるか、リスクアセスメントによって適当と判断されれば、国際規格や勧告によるよりも高レベルの保護をもたらす衛生・植物防疫措置を用いることができる

### • TBT協定 (貿易上の技術的障壁に関する協定)

SPS協定でカバーされていない局面すべてをカバー  
技術的要求を貿易障壁として使うことを防止

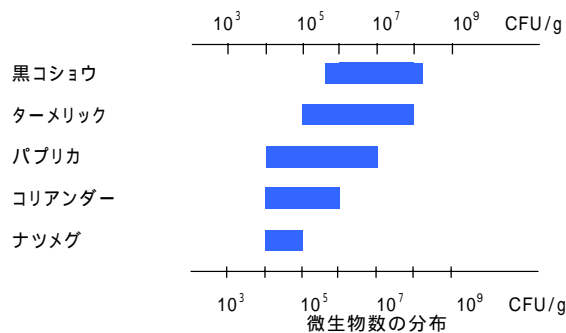


### 参考3 - 11. 香辛料の菌数(1gあたり10万個から100万個の菌で汚染されているものもある)

品名	産地	一般生菌数 (/g)	耐熱生菌数 (/g)	大腸菌群
ブラックペッパー	インド	2.1 × 10 <sup>7</sup>	1.4 × 10 <sup>5</sup>	(+)
ブラックペッパー	マレーシア	7.7 × 10 <sup>6</sup>	4.5 × 10 <sup>6</sup>	(-)
ホワイトペッパー	マレーシア	2.1 × 10 <sup>4</sup>	0	(-)
ホワイトペッパー	インドネシア	2.4 × 10 <sup>2</sup>	80	(-)
ローズマリー	アルバニア	9.3 × 10 <sup>2</sup>	0	(+)
オレガノ	フランス	4.4 × 10 <sup>4</sup>	1.3 × 10 <sup>4</sup>	(+)
サフラン	スペイン	8.4 × 10 <sup>3</sup>	760	(+)
ガーリック	中国	1.3 × 10 <sup>3</sup>	900	(-)
バジル	エジプト	2.8 × 10 <sup>5</sup>	2.0 × 10 <sup>5</sup>	(+)
タイム	フランス	3.7 × 10 <sup>3</sup>	4.5 × 10 <sup>3</sup>	(-)
マジョラム	エジプト	2.2 × 10 <sup>5</sup>	1.5 × 10 <sup>5</sup>	(-)
セージ	トルコ	1.9 × 10 <sup>4</sup>	2.8 × 10 <sup>4</sup>	(-)
オールスパイス	ジャマイカ	5.5 × 10 <sup>5</sup>	0	(-)
シナモン	ベトナム	1.7 × 10 <sup>3</sup>	0	(-)
パセリ	アメリカ	9.4 × 10 <sup>2</sup>	20	(-)
ジンジャー	中国	1.2 × 10 <sup>3</sup>	0	(-)
ナツメグ	インドネシア	1.2 × 10 <sup>4</sup>	1.7 × 10 <sup>4</sup>	(-)
フェンネル	インド	4.3 × 10 <sup>3</sup>	1.5 × 10 <sup>2</sup>	(-)

### 参考3 - 12. 香辛料の放射線殺菌

#### ● 香辛料の汚染菌数(例)



CFU: 菌の個数 (Colony Forming Unit)

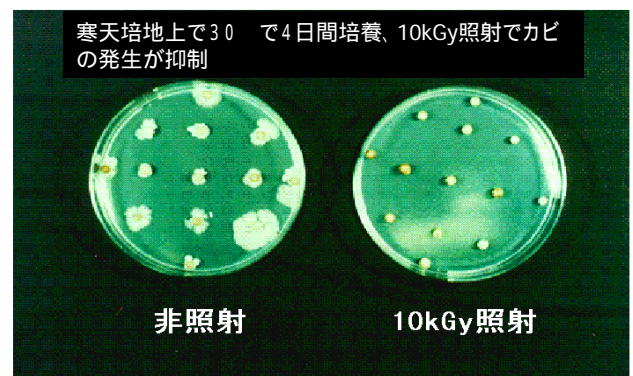


図5 放射線照射された白胡椒  
[資料提供: 日本原子力研究所]

\* 耐熱性芽胞菌の殺菌: おおむね10kGyまでの照射で、  
検出限界以下に菌数を低減できる。

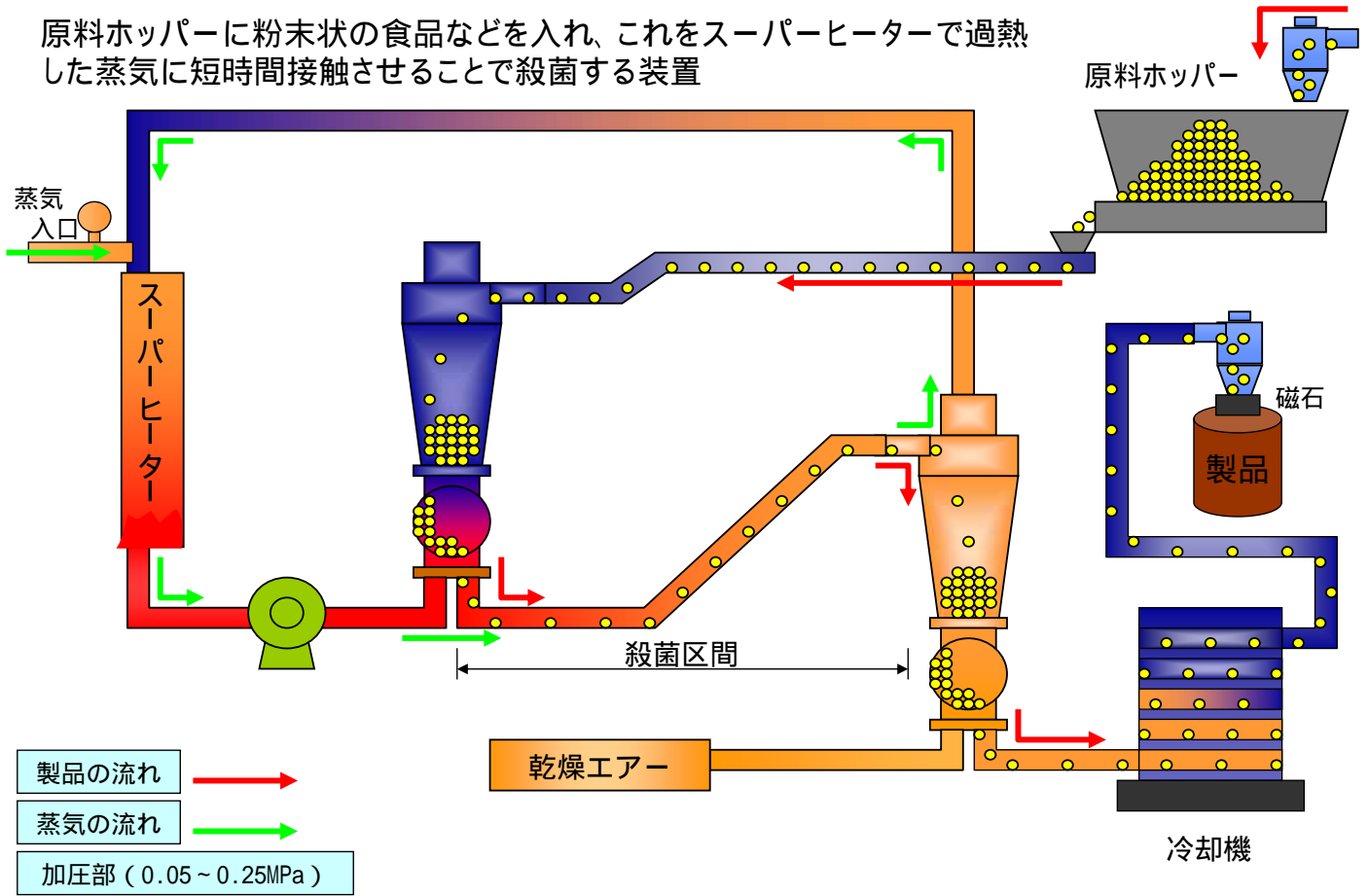
有芽胞細菌の *Bacillus megaterium* (放射線耐性) など10kGy 以上を必要とする場合もある。

\* 色調・香り成分などの変化は極めて少ない



### 参考3 - 13 . 気流式過熱蒸気殺菌装置

原料ホッパーに粉末状の食品などを入れ、これをスーパーヒーターで過熱した蒸気に短時間接触させることで殺菌する装置



## 参考4 - 1 . 照射食品の安全性と栄養学的適格性

照射食品の安全性は、以下の2つの観点で検討がなされている

### 毒性学的安全性

- 照射した食品の急性毒性、慢性毒性、発ガン性、遺伝毒性、細胞毒性、催奇形性、変異原性等はどうか。

### 微生物学的安全性

- 照射した食品に生残する微生物による影響はどうか。
- 照射による微生物の突然変異はどうか。

加えて以下の観点での検討がなされている。

### 栄養学的適格性

食品の栄養は照射によりどう変化するのか。

なお、上記3つの観点を合わせて「健全性」と呼んでいる。

【参考文献】WHO「照射食品の安全性と栄養適性」(1994年)  
古田雅一「照射食品の健全性」FFI J., 209(12), 1069(2004).  
伊藤均 JAERI-Review 2001-029

## 参考5 - 1 . 照射食品の検知技術

ヨーロッパ標準法(CEN standards)とCodex標準分析法

方法	分析対象食品	ヨーロッパ標準法としての採択年	Codex標準分析法としての採択年
ガスクロマトグラフによる炭化水素測定	鶏肉(0.5)、豚肉(0.5)、牛肉(0.5)、アホカド(0.3)、マンゴ(0.3)、パパイア(0.3)、カマンベールチーズ(0.5)	1996、 2003改定	2001
2-アルキルシクロブタン類の分析	鶏肉(0.5)、豚肉(1)、液体全卵(1)、カマンベールチーズ(1)、サケ(1)	1996、 2003改定	2001
骨の電子スピン共鳴(ESR)測定	鶏肉(0.5)、肉(0.5)、魚(マス)(0.5)、カエルの足(0.5)	1996	2001
セルロースのESR測定	パプリカ粉末(5)、ピスタチオナッツの殻(2)、イチゴ(1.5)	1996、 2000改定	2001
ケイ酸塩無機物の熱ルミネッセンス測定(TL)	ハーブ・スパイス類(6)、イビ(1)、貝類一般(0.5)、生鮮(1)及び乾燥野菜果物(8)、パレイショ(0.05)	1996、 2001改定	2001 2003
糖結晶のESR測定	乾燥パパイア(3)、乾燥マンゴ(3)、乾燥イチジク(3)	2001	2003
光励起ルミネッセンス(PSL)	ハーブ・スパイス類(10)、貝類(0.5)	2002	2003
直接フィルター蛍光観察/プレート法による微生物測定(スクリーニング)	ハーブ・スパイス類(5)	2001	2003
DNAコメットアッセイ(スクリーニング)	鶏肉(1)、豚肉(1)、植物細胞(1)	2001	2003
LAL/GNB法(スクリーニング)	鶏肉	2004	-

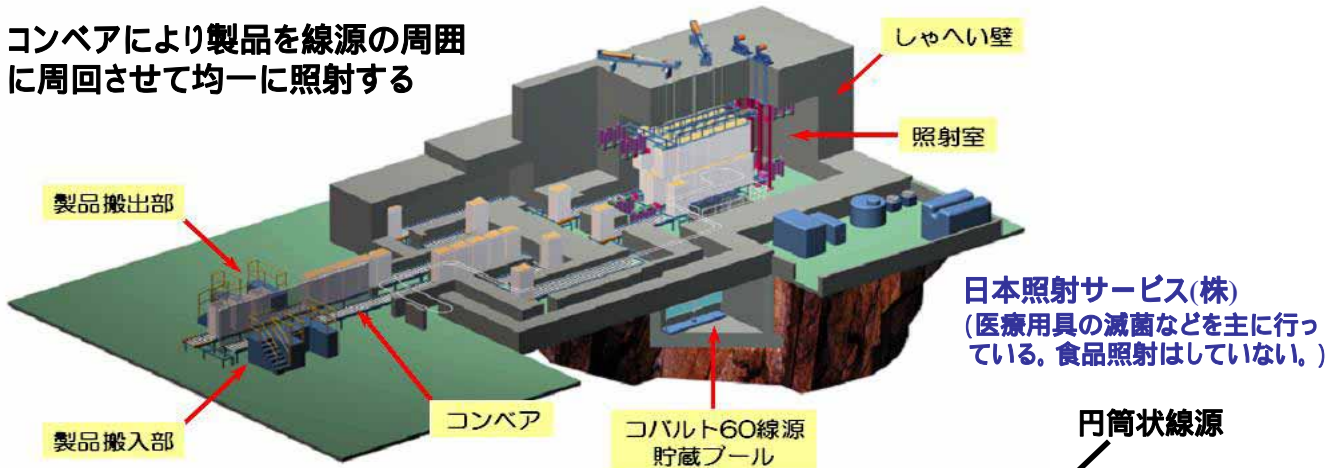
注) スクリーニング: 照射の有無の判別

括弧内の数字は、検出限界線量(kGy)

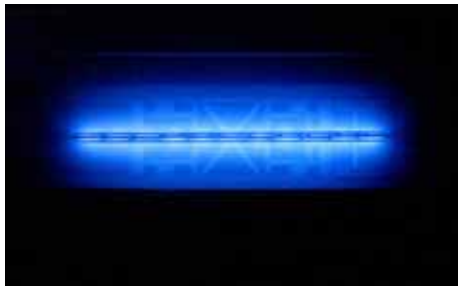
【参考文献】等々力節子「照射食品の検知技術」FFI J., 209(12), 1060(2004)等

## 参考5 - 2 . コバルト - 60ガンマ線照射プロセスの例

コンベアにより製品を線源の周囲に周回させて均一に照射する



日本照射サービス(株)  
(医療用具の滅菌などを主に行っている。食品照射はしていない。)

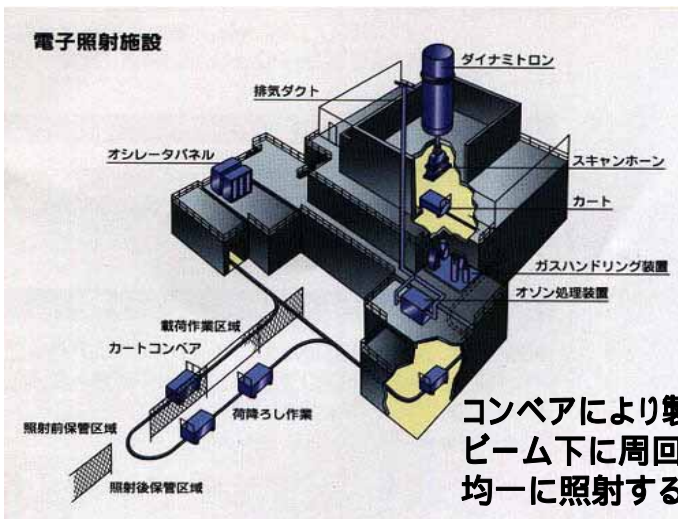


2重密封棒状コバルト線源を板状に配置、線源をプールから昇降して照射・停止



ばれいしよの照射施設(土幌町農協)

## 参考5 - 3 . 電子線照射プロセスの例



コンベアにより製品をビーム下に周回させて均一に照射する



日本電子照射サービス(株)  
(医療用具の滅菌などを主に行っている。食品照射はしていない。)

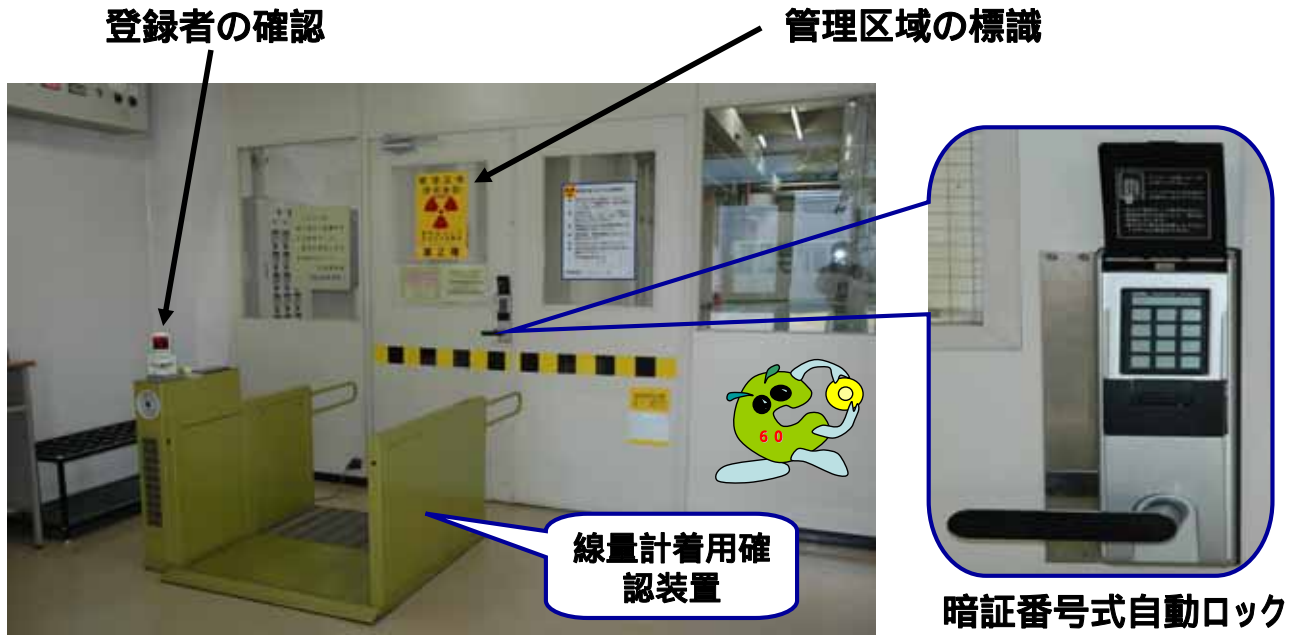


電子線照射プロセスの例(デンマーク)

電源のON/OFFで照射・停止(フィラメントで発生させた電子を電圧印加により真空中で加速し薄膜を通して大気に取り出して照射)

電子線	: 10メガボルト以下
変換エックス線	: 5メガボルト以下

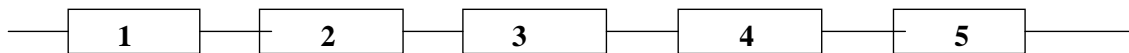
## 参考5 - 4 . ガンマ線照射施設の立入管理(JAEA)



非常口は、内部からのみ開扉可能なホテルロック、外部から入ることは出来ない。

## 参考5 - 5 . ガンマ線照射施設運転に関わる安全システム

### インターロックシステム



優先順位をつけた複数の条件を全て同時に満たす時のみ照射可能

- ・照射室内の人の立入状況(入室時安全スイッチ)
- ・線源状況と照射システムの状況
- ・コンベア等の状況
- ・プール水の状況(水位、水質など)
- ・遮へい(照射室扉や天井ハッチの開閉) など

警報システム(アラーム表示、警報、事業所内警報管理システム)

制御盤で集中管理(モニタカメラ併用)



(JAEA)

## 主な用語解説

### 【ア行】

#### アスペルギルス・フラバス群

カビの一種。 *Aspergillus flavus* (フラバスと表記される場合もある)。カビ毒(マイコトキシン)の一種であるアフラトキシンを産生する。

#### アフラトキシン及びアフラトキシン産生能

アフラトキシンは、カビ毒(マイコトキシン)の一種。熱帯から亜熱帯地域にかけて生息するアスペルギルス・フラバス *Aspergillus flavus* などのカビにより産生される。1960年に、イギリスで七面鳥の大量死した際の分析中に発見された。

アフラトキシン産生能とは、カビがアフラトキシンを産生する能力のこと。

#### アルキルシクロブタノン類

脂質由来の放射線特異的分解生成物。2 - ドデシルシクロブタノンなどが含まれる。

#### アルデヒド・有機酸類

アルデヒドは、アルデヒド基  $\text{CHO}$  をもつ化合物の総称。ホルムアルデヒド・アセトアルデヒドなど。  $\text{CHO}$  で表される一価の基。酸化されてカルボキシル基  $\text{COOH}$  になりやすい。有機酸は、酸の性質を示す有機化合物。カルボン酸・スルホン酸・フェノール類など。天然にあるのは酢酸・酪酸・蔞酸(しゅうさん)・酒石酸・安息香酸など。

#### 安全文化

安全文化とは「セイフティ・カルチャー (Safety Culture) の訳語である。「セイフティ・カルチャー」とは、全てに優先して原子力プラントの安全の問題が、その重要性にふさわしい注意を集めることを確保する組織及び個人の特性と姿勢を集約したものである。

#### 遺伝毒性

直接または間接的に遺伝子またはDNAに変化を与え、細胞または個体に遺伝的影響をもたらす性質。遺伝毒性は広義の意味で用いられる。変異原性や遺伝(子)毒性などの用語が用いられる場合もある。おもな指標としては、

DNA 傷害、遺伝子突然変異、および染色体の構造並びに数的異常があり、これらを誘発する性質と定義付けることもできる。

これらの異常が生殖細胞に起これば子孫に伝わるような傷害をもたらすであろうし、体細胞に起これば発がんに結びつく可能性がある。

### インターロックシステム

複数の動作プロセスをもつシステムにおいて、プロセス相互間の動作を調整し、あるプロセスが適正な状態にある場合にのみ他のプロセスが動作するように制御する機構を有するシステム。

### エチレンオキサイド

食品容器や医療器具の滅菌などのために用いられている薬剤。食品中に残留するとエチルクロロヒドリンなどの発がん性物質が生じるため、食品については、わが国やEUでは使用を認められていない。

## 【力行】

### ガス燻蒸 / 化学処理

化学薬剤によって燻蒸し害虫・微生物を駆除する方法。薬剤の例としてはエチレンオキサイドや臭化メチルがある。

### 加熱処理

加熱により殺菌する方法。加熱方法として湿熱処理と乾熱処理があり、殺菌効果は前者の方が高い。湿熱処理では120 前後で数分から数十分、乾熱処理では180 でも数時間を要する。

### カンピロバクター

主に食肉を介した食中毒が問題となっている。特徴としては、家畜、家禽類の腸管内に生息し、食肉（特に鶏肉）、臓器や飲料水を汚染する。乾燥にきわめて弱く、また、通常の加熱調理で死滅する。

### 急性毒性

動物などの個体に一回または短期間に複数回暴露した後、直ちに引き起こされる全身毒性。



### 気流式過熱蒸気殺菌

加熱殺菌方法であり、高温の水蒸気を利用する方法。わが国において、香料において採用されている殺菌方法。過加熱蒸気殺菌、過熱水蒸気殺菌などという言い方もある。

### 原子力安全委員会

昭和53年に、原子力基本法（日本の原子力に関する基本的な考え方を法制化したもの、1955年制定）等の一部改正が行われ、行政庁の行う安全規制を中立的、専門的に監視する機関として総理府（当時）に設置された。平成13年に、内閣府に移管された。

所掌事務として、原子力の安全の確保のための規制の実施に関する事項等についての企画・審議・決定や、規制行政庁が行う原子力施設等の安全審査結果のダブルチェックなどを行う。

### 原子力政策大綱

原子力の研究、開発及び利用に関する施策の基本的考え方を明らかにし、各省庁における施策の企画・推進のための指針を示すとともに、原子力行政に関わりの深い地方公共団体や事業者、さらには原子力政策を進める上で相互理解が必要な国民各層に対する期待を示したものであり、2005年10月11日原子力委員会で決定された。同年10月14日、政府は同大綱を原子力政策に関する基本方針として尊重し、原子力の研究、開発及び利用を推進することを閣議決定した。

### 国際原子力機関（IAEA）

世界の平和、保健及び繁栄に対する原子力の貢献の促進増大と軍事転用されないための保障措置（原子力の平和利用を確保するため、核物質が核兵器その他の核爆発装置に転用されていないことを検認すること。）の実施を目的として1957年に設立された国連と連携協定を有する技術的国際機関。2005年2月における加盟国は138カ国。

### 国際食品規格委員会（コーデックス委員会）

消費者の健康の保護と食品の公正な貿易の確保を目的として、1963年に第1回総会が開催された。国際食品規格などを作成している。参加国は173カ国1機関（欧州共同体）が加盟、27の部会と一つの特別部会からなる（2006年2月時点）。

コーデックス委員会ホームページ <http://www.codexalimentarius.net/>

### 国際食品照射諮問グループ ( I C G F I )

国連食糧農業機関 ( F A O )、国際原子力機関 ( I A E A ) 及び世界保健機関 ( W H O ) が共同で 1 9 8 4 年に設立した。主な役割は、食品照射分野の世界的な進展について評価を行い、 F A O、I A E A、W H O 三国際機関及びこれらの国際機関の加盟国に対しての助言を行い、これらの国際機関を通じて、食品照射に関する合同専門家委員会及び国際食品規格委員会 ( F A O / W H O 合同 ) に対して情報提供を行う、ことである。加盟国は 4 7 カ国あまりに達し、2 0 0 4 年に活動を終了した。活動の成果については、データベース化され、I A E A の Joint FAO/IAEA Division が維持保管している。

### 国際食品照射プロジェクト ( I F I P )

F A O、I A E A が、W H O の助言に従い、1 9 7 0 年に開始したプロジェクト。わが国を含む 2 4 カ国が参加し、世界で行われる動物試験に統一性を持たせるとともに、情報交換の場を設け、さらに、安全性に関する独自の委託試験も行われた。1 9 8 1 年、1 0 k G y 以下の線量を照射した食品の健全性を明らかにして終了した。

### 国際植物防疫条約 ( I P P C )

植物の病害虫に対する防除並びにまん延の防止、特に国境を越えての侵入の防止に関する国及び国際間の活動を促進調整することを目的として 1 9 5 1 年に締結された国際条約。その事務局は F A O に設置されている。【参考 3 - 9】

### 国連食糧農業機関 ( F A O )

国連の専門機関として、1 9 4 5 年 1 0 月 1 6 日に設立。世界各国の国民の栄養水準と生活水準の向上、農業生産性の向上および農村住民の生活条件の改善を通じて、貧困と飢餓の緩和を図ることを目的としている。加盟は 1 8 8 カ国および E C ( 2 0 0 5 年 1 1 月時点)、本部はローマ(イタリア)。

F A O ホームページ <http://www.fao.org/>

### コーデックス規格の検知法

コーデックス規格においては、Type の参照試験法、または、規制や検査などの行政目的には有効な Type の試験法との位置付けで、コーデックス標準分析法 ( General Codex Methods for Detection of Irradiated Food ) に 9 つの検知法が採択されている。2 0 0 3 年改定の照射食品に関する一般規



格基準（Codex STAN-106 2003）には、採択された標準分析法を必要に応じて照射後の検査に適用することが追加された。

参考5 - 1にこれらの関係をまとめ、分析対象食品と線量範囲を示す。

## コバルト60

コバルト（元素記号Co、原子番号27）の放射性同位体であり、コバルト59の中性子吸収により生成される。コバルト60がベータ線を出して崩壊（半減期は5.27年）すると、ニッケル60（元素記号Ni、原子番号28）が生成されるが、このコバルト60が崩壊した直後のニッケル60は励起状態にあり、直ちにガンマ線（エネルギーは1.173 MeV及び1.333 MeV）を出して安定核種となる。

## 【サ行】

### 催奇形性

妊娠中の母体に化学物質などを投与したとき、胎児に対して形態的および機能的な悪影響を及ぼすこと。

### 細胞毒性

細胞増殖抑制や細胞死などを起こして細胞に悪影響を及ぼす性質。

### 殺菌

一般には、微生物数を減少させる操作をいう。食品製造の際は、食中毒菌や腐敗の原因となる有害微生物を加熱や紫外線などの手段を用いて殺菌する商業的殺菌が行われる。

### 殺虫

農作物についた害虫を駆除すること。穀類や豆類、香辛料などを長期貯蔵すると害虫が発生してきて大きな被害を与えることがある。

### サルモネラ菌

わが国で食中毒の発生件数が多いものの一つで、鶏卵などを介した食中毒が発生している。特徴としては、動物の腸管、自然界川、下水、湖などに広く分布し、生肉、特に鶏肉と卵を汚染することが多い。また、乾燥に強い。

## 臭化メチル

穀物の害虫駆除などに使用されている薬剤。1992年にオゾン層破壊物質に指定され、国連環境計画（UNEP）において、検疫など一部の使用を除き、先進国においては2005年まで、発展途上国においては2015年までに使用を禁止することとされている。

## 照射室

放射線を照射するために設けられた設備（部屋）。この設備は、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律に基づき設計・製作されるとともに、運用される。

## 照射食品の一般規格

国際食品規格の一つ。1983年、10kGy以下の照射食品について採択され、さらに、2003年、技術的必要性があれば10kGy以上の照射を認める、とする改訂案（CODEX STAN 106-1983, REV.1-2003）が採択された。線源、吸収線量、施設とその管理、衛生上の取扱い、技術的な条件、照射後の確認（検知）、表示などについて規定されている。

## 食中毒

食品に起因する急性胃腸炎、神経障害などの中毒症の総称で、その原因物質によって微生物性食中毒、自然毒食中毒、化学物質による食中毒、その他原因不明なものに分類される。

微生物性食中毒は細菌性食中毒とウイルス性食中毒に分けられ、このうち細菌性食中毒は、感染型と毒素型に分類される。感染型食中毒は、食品中に増殖した原因菌（サルモネラ属菌、リステリア、腸炎ピブリオなど）を食品とともに摂取した後、原因菌が腸管内でさらに増殖して臨床症状を起こす。他方、毒素型食中毒は、食品内で原因菌が増殖し産生された毒素が原因物質となる食品内毒素型と、摂取された生菌が腸管腔内で増殖し、産生する毒素が原因物質となる生体内毒素型に分けられる。前者には、黄色ブドウ球菌、ボツリヌス菌、セレウス菌（嘔吐型）などがあり、後者にはウェルシュ菌、セレウス（下痢型）などがある。

自然毒食中毒は、毒キノコ、フグ毒、カビ毒などが原因物質となって起きる。この他、化学物質による食中毒などがある。

## 食品安全委員会

平成15年7月、食品安全基本法に基づき、規制や指導などのリスク管理

を行う関係行政機関から独立して、リスク評価を科学的知見に基づき客観的かつ中立公正に行う機関として、内閣府に設置された。平成18年7月現在、委員会は7名の委員から構成され、その下に16の専門調査会が設置されている。

#### 食品安全基本法

(平成15年5月23日法律第48号) <所管府省：内閣府>

近年、食の安全性を脅かす事故が相次いで発生し、食の安全に対する国民の関心が高まっていることに加え、世界中からの食材の調達、新たな技術の開発などの国民の食生活を取り巻く情勢の変化に的確に対応するため、

食品の安全性の確保についての基本理念として、国民の健康保護が最も重要であること等を明らかにするとともに、

リスク分析手法を導入し、食品安全行政の統一的、総合的な推進を担保し、そのためにリスク評価の実施を主たる任務とする食品安全委員会を設置する

こと等を規定した法律であり、平成15年5月に制定され、同年7月1日から施行された。

この法律の規定に基づき、厚生労働省や農林水産省などのリスク管理機関から独立してリスク評価を行う機関として、食品安全委員会が内閣府に設置された。

#### 食品衛生法

(昭和22年12月24日法律第233号) <所管府省：厚生労働省>

制定は昭和22年であるが、平成15年5月の改正により、食品の安全性の確保のために公衆衛生の見地から必要な規則その他の措置を講じることにより、飲食に起因する衛生上の危害の発生を防止し、もって国民の健康の保護を図ることを目的とすることとした。

食品、添加物、器具及び容器包装の規格基準、表示及び広告等、営業施設の基準、またその検査などについて規定している。

#### 食品照射

放射線による生物学的作用(致死作用、代謝攪乱作用)を利用して食品の衛生化(病原菌、寄生虫の殺滅)や保存性の延長(腐敗菌、食害昆虫の殺滅、発芽防止や熟度調整)、あるいは化学的作用(重合、分解)及び物理的作用(高分子化合物の高次構造変化)による改質効果を期待して、食品・食材に放射線を照射する技術であり、食品照射の有用な特徴の一つは非加熱処理技術で

あることである。

#### 食品照射研究開発基本計画

原子力委員会が、食品照射の研究開発の基本計画として、1967年9月21日に決定したもの。研究開発の目標、内容、体制等から成り、同基本計画に基づき、国家プロジェクトとして食品照射の研究開発が1988年3月まで実施された。その結果は、第4章4-2(1)a.のとおり。

##### (食品の) 栄養学的適格性

主要栄養素や微量栄養素等が栄養という観点から見て、食品にとって必要な資格を十分に備えていること。

##### (食品の) 健全性

照射食品の毒性学的安全性、微生物学的安全性、および栄養学的適格性の3つの観点を合わせたもの。

##### (食品の) 毒性学的安全性

照射食品の急性毒性、慢性毒性、発がん性、遺伝毒性、細胞毒性、催奇形性、変異原性等に関する安全性のこと。

##### (食品の) 微生物学的安全性

照射食品に生残する微生物による影響や照射による微生物の突然変異に関する安全性のこと。

#### 植物検疫(処理)

輸出入植物及び国内植物を検疫し、並びに植物に有害な動植物を駆除し、及びそのまん延を防止し、もって農業生産の安全及び助長を図ることを目的とした植物防疫法に基づく措置。

#### 成熟遅延(熟度調整)

果実や野菜などにおいて、成熟を遅延させること。成熟が遅延することにより、食品としての寿命を延ばすことができる。

#### 世界貿易機関(WTO)

1995年1月1日設立。可能な限り、貿易の円滑化、自由化を実現するため、交渉を通じて多国間の貿易ルールを策定する国際機関の一つ。加盟国

は148カ国(2004年10月時点) 事務局はジュネーブ(スイス)  
WTOホームページ <http://www.wto.org/>

#### 世界保健機関(WHO)

国連の専門機関として、1948年4月7日に設立。「すべての人民が可能な最高の健康水準に到達すること」(世界保健憲章第1条)を目的としている。加盟国数は192カ国(2005年1月時点) 本部はジュネーブ(スイス)  
WHOホームページ <http://www.who.int/>

#### 世界保健機関(WHO)の高線量照射に関する専門家委員会

1997年に、10kGy以上を照射した食品に関する健全性評価を実施したWHOの専門家委員会。「意図した技術上の目的を達成するために適正な線量を照射した食品は、適正な栄養を有し安全に摂取できる」との結論を下した。

#### セシウム137

セシウム(元素記号Cs、原子番号55)の放射性同位体であり、ウランの核分裂により生成される。セシウム137がベータ線を出して崩壊(半減期は30.07年)すると、バリウム(元素記号Ba、原子番号56)が生成されるが、このセシウム137が崩壊した直後のバリウム137は励起状態にあり、直ちにガンマ線(エネルギーは0.662MeV)を出して安定核種となる。

### 【夕行】

#### 炭化水素法

肉類や卵、チーズなどの動物性食品や脂質を多く含む植物種子などにおいて、中性脂肪(トリグリセリド)の放射線分解によって生成する化合物をガスクロマトグラフなどによって検出する化学的手法。ヨーロッパ標準分析法にも採用されている。しかし、炭化水素は加熱などによっても生じるため、特異性は優れていない。

#### 腸管出血性大腸菌O157

感染による患者数こそ多くはないが、重症化の危険性があり、国内で散発している。特徴としては、動物の腸管内に生息し、糞尿を介して食品、飲料水を汚染し、菌数が少なくても発病することがある。加熱や消毒処理には弱

い。

適正衛生規範（GHP：Good Hygienic Practice）

流通や消費の段階において、食品を安全、かつ衛生的に取り扱うにあたり、遵守しなければならないことを明確にしたもの。

適正照射規範（GIP：Good Irradiation Practice）

放射線照射を実施するにあたり、事業者が遵守しなければならないことを明確にしたもの。

適正製造規範（GMP：Good Manufacturing Practice）

医薬品や医療用具、食品などの安全性を含む品質保証の手段として、工場などの製造設備（ハード）およびその品質管理・製造管理（ソフト）について、事業者が遵守しなければならないことを明確にしたもの。

適正農業規範（GAP：Good Agricultural Practice）

安全な農産物を生産するために必要な環境整備と栽培管理において遵守しなければならないことを明確にしたもの。

電子スピン共鳴（ESR）法

放射線の電離作用により生じた不対電子は、物質中で安定なラジカルや捕獲電子（正孔）として蓄積されている。この不対電子を電子スピン共鳴（Electron Spin Resonance）により検出して、信号強度から放射線の吸収量を物理的に求める方法。食品においては、骨や植物の実の殻など、乾燥して硬い組織に生じた比較的安定なラジカルを測定する。このうち、植物組織成分であるセルロース、骨の成分であるヒドロキシアパタイト、結晶性の糖に由来するラジカルを測定する三つの方法は、ヨーロッパ標準分析法として採用されている。そのほか、卵の殻やエビ・カニの甲羅などに由来するラジカルも検知の指標となりうるとの報告もあるが、これらはまだ妥当性が検証される段階には至っていない。

乾燥試料をESR測定管に充填してスペクトル測定するだけであるので、前処理が不要で簡便な方法といえるが、分析装置は一般の食品分析の実験室には少々馴染みが薄く、精度の良い測定や得られた信号の解釈に熟練を要する。また、測定対象のラジカルは、加熱により消失するため、長期間流通する香辛料などでは信号の検出が困難になる場合がある。装置価格も高額なので、今後、照射食品の検知を念頭においた普及型の開発が望まれる。

## 突然変異株

突然変異とは、遺伝子構成の変化が原因で生じ、遺伝する変異をいう。突然変異株は、突然変異した 1 個の細胞から分化し、原則的に親細胞と同じ遺伝形質を備えた子孫の集団のこと。突然変異は、種々の物理的・化学的・放射線刺激、化学薬品、放射線照射などで誘発される。染色体数が倍増して〔真正〕倍数体になった場合は、各遺伝子間の関係が変わらない場合を「平衡変異」、多染色体性の場合のようにある染色体のみ重複している場合を「不平衡変異」という。正常の分離や遺伝的組換え以外による遺伝子の質的・量的変化を「突然変異」といい、DNA の変化の仕方で点突然変異、欠失、重複、逆位、挿入などの区別がある。突然変異の最小単位はヌクレオチドで、さらに遺伝子、染色体の一部、染色体、ゲノムと順に大きくなる。変異は娘細胞に伝わり、優性致死でなければ子孫にも伝わって、細胞レベル、個体レベルで異常が現れる。

## 【ナ行】

### 熱ルミネッセンス (TL) 法

放射線照射によって結晶内で分離した電子や正孔が熱刺激によって再結合するとき、蛍光 (ルミネッセンス) を発する。蛍光を検出して、放射線の吸収線量を物理的に求める方法。食品においては、食品に付着した銦物質 (ケイ酸塩) を分離し蛍光を検出するが、発光特性や放射線量に対する信号強度は銦物質により異なる。ヨーロッパ標準分析法では、測定後の試料に対して既知の線量 (通常は 1 kGy) のガンマ線を照射して発光量を測定し、初期発光量に対する比を求めている。農産物やエビ、貝などには土壌や砂に由来する銦物質が含まれるため、多くの食品に応用できる可能性がある。また、検知の判別精度は良好である。食品自体を測定するわけではないので、銦物質の分離が不可能な場合には分析ができない。また、再照射のための放射線源が必要である。

## 【ハ行】

### 倍数性細胞

倍数性は染色体の数的異常の一種であり、半数染色体数セットの整数倍の染色体数を有する細胞のこと。

### 発芽防止

根茎野菜などにおいて、発芽や発根を抑制すること。ばれいしよ、タマネ

ぎ、ニンニクなどの根茎野菜は発芽が始まると商品としての価値が減じる。ばれいしよは、発芽が始まると毒性物質のソラニンが蓄積され、人体に有害である。

#### 発がん性

生体に悪性腫瘍を誘発させる能力。実際には、疫学調査あるいは動物実験において対照群に比べて有意に腫瘍の発生が増加するかどうかを追究し発がん性を明らかにする。

動物に耐えられる最高用量で動物の寿命の大部分に相当する期間投与し、有意な腫瘍の発生増加が認められなかった場合に、初めてその動物で発がん性なしといえる。発がん性の有無あるいは発がん性標的臓器は、投与経路、動物種および性により異なることがある。

#### 光励起発光（PSL）法

光励起ルミネッセンス（Photostimulated Luminescence）法。熱ルミネッセンス法が熱を用いて捕獲電子を励起するのに対し、光励起ルミネッセンス法は光を用いて捕獲電子を励起し、それによる発光を計測する物理的な方法。PSL法はTL法に比べ、食品付着の鉱物試料を分離する必要がなく、試料の直接測定が可能であるとの長所を有する。ヨーロッパ標準分析法では、食品試料用の推奨装置を開発し、予め照射及び非照射の試料を用いて求めた発光量のしきい値と測定試料で得られた発光量の比較によって検知を行う。

#### ビタミン

生物の生存・生育に必要な栄養素のうち、炭水化物やタンパク質、脂質、ミネラル以外の栄養素であり、微量ではあるが生理作用を円滑に行うために必須な有機化合物の総称である。ほとんどの場合、生体内で合成することができないので、主に食料（植物や微生物、肝臓や肉など）から摂取される。

#### 必須アミノ酸

タンパク質は20種類のアミノ酸から構成されているが、そのうちの9種類は食事から取る必要があるので「必須アミノ酸」と呼ばれている。

#### 腐敗菌

食品の腐敗や変質を起こす微生物。ほとんどの食品の腐敗菌は5 kGy以下の線量を照射することで死滅させることができる。



## フリーラジカル

1個またはそれ以上の不対電子（対になっていない電子）を持つ原子または分子のことで、放射線を照射した場合には、放射線のイオン化作用により照射対象物中に生成される。ラジカルともいう。放射線化学では一般に遊離基と同じ意味に用いる。ラジカルは一般に不安定であり、単離できるものは少なく、反応や分解の中間体として想定されていることが多い（稀に溶液中で安定に存在するものもある）。放射エネルギーの吸収は物質を構成する原子、分子にイオン化や電子励起を引き起こし、初期過程を経て溶媒和電子、イオンラジカルおよび中性のラジカルを生成する。これらのラジカルは反応活性であり、種々の反応を行った後に最終生成物となる。

## 変異原性

突然変異を引き起こす性質を変異原性といい、突然変異を引き起こす物理的、化学的、生物学的因子を変異原（Mutagen）と呼ぶ。

## 孢子非形成型病原性細菌（有芽胞菌）

孢子を形成しない病原性（食虫毒性）微生物。サルモネラ菌や腸炎ビブリオ菌などが該当し、1～3 kGyの少ない線量の放射線で殺菌されやすい。

## 放射性廃棄物

一定量以上の濃度の放射性核種を含み、使用の意図のないもの。わが国では都市ごみや産業廃棄物等の一般の廃棄物とは区別して、原子炉等規制法（「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（1957年公布）の略称。原子力基本法の本質にのっとり、製錬、加工、貯蔵、再処理及び廃棄の事業並びに原子炉の設置及び運転等に関する必要な規制等を行うことを目的としている）、放射線障害防止法等の原子力法体系の中で規制がなされている。

## 放射線及び電離放射線

エックス線、ガンマ線などの電磁波（光子）並びにアルファ線、ベータ線、中性子線等の粒子線（アルファ線、ベータ線は、それぞれヘリウム原子核及び電子からなる）の総称。原子核反応や原子核の壊変により発生するものと、原子のエネルギーレベルの変化によって発生するものがあり、いずれも直接あるいは間接的に物質中の原子や分子を電離（電離作用）するほか、物質によっては発光（蛍光作用）させたり、化学変化を起こしたりする。放射線は人間の五感では感じないので、特別の測定器を用いて検出、測定する。放

放射線の測定には電離作用を利用した電離箱やGM計数管、蛍光作用を利用したシンチレーション検出器などが用いられる。

なお、電離放射線とは、物質に電離作用を及ぼす放射線のこと。一般には、電離放射線を単に放射線と称している。

### 放射線源

放射線の発生源。狭義の線源としては、利用する放出放射線の種類により、アルファ線源、ベータ線源、ガンマ線源や中性子線源のほか、各種の放射線発生装置がある。広義の線源には、原子炉や加速器のほか、放射性物質取扱施設、再処理工場などの核燃料施設がある。食品照射の線源としてはガンマ線源のコバルト60などが使われる。

### 放射線障害防止法

「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」の略称。原子力基本法の本質にのっとり、放射性同位元素及び放射線発生装置からの放射線利用を規制することにより、これらによる放射線障害を防止し、公共の安全を確保することを目的としている。この目的を達成するため、この法律において具体的には放射性同位元素及び放射線発生装置の使用、放射性同位元素の販売の業、賃貸の業、放射性同位元素または放射性同位元素によって汚染された物の廃棄の業に関する規制を規定している。この法に基づいて、使用者、販売業者、賃貸業者及び廃棄業者は、放射線取扱主任者を選任して、その任にあたらせねばならない。1957年6月に制定。

### 放射線分解

放射線を照射することにより分子などが解離すること。例えば、酸素からオゾン、水からは水素と過酸化水素、有機化合物からは水素と種々の分解生成物が得られる。

### ホスフィン類

臭化メチル代替の最も有効な薬剤と言われているもの。その使用により耐性を有する害虫が発生する可能性の指摘がある。

### ボツリヌス菌

酸素のないところで増殖し、強い神経障害をもたらす毒素を産生する。動物の腸管や自然界に広く生息する、酸素のないところで増殖し、熱にきわめて強い芽胞を作る、毒性の強い神経毒を作る、毒素の無害化には、80で

20分以上の加熱を要するなどの特徴を持つ。

## 【マ行】

慢性毒性（亜慢性毒性）

長期間（6ヶ月以上）反復投与して発現する毒性。

滅菌

あらゆる微生物を死滅させ、または除去する操作をいう。高温による滅菌のほか、薬剤、ガンマ線などが用いられる。

## 【ヤ行】

有芽胞菌

環境が悪化すると死滅するのではなく孢子（休眠）状態になる細菌。加熱や放射線照射にも耐久性を示す。

誘導放射能

中性子やガンマ線などの放射線との核反応により物質が放射化、すなわち、放射能を持つようになる場合、この放射能を誘導放射能と呼び、自然界に存在する放射能と区別する。原子炉や核融合炉における構造材などの中性子による誘導放射能は、点検保守時の作業者の被ばく線量や放射性廃棄物の量に直接関連するため、精力的な研究の結果かなり正確に評価できるようになってきている。

ヨーロッパ標準分析法

欧州標準化委員会（CEN：European Committee for Standardization）の定める分析法。同委員会では5つの標準分析法（ESR法2種、TL法、化学分析法2種）を1996年制定し、その後2003年までにこれら分析法の改定を行ったほか、新たな分析方法を追加し、2004年までに計10種類の分析方法を採択。

## 【ラ行】

リスクコミュニケーション

リスク分析の全過程において、リスク評価者、リスク管理者、消費者、事

業者、研究者、その他の関係者の中で、情報および意見を相互に交換すること。

リスク評価の結果およびリスク管理の決定事項の説明を含む。

#### リスク評価・リスク管理

リスク評価とは、食品中に含まれるハザードを摂取することによって、どのくらいの確率でどの程度の健康への悪影響が起きるかを科学的に評価（食品健康影響評価）すること。なお、食品安全基本法でいう食品健康影響評価はリスク評価を指す。

リスク管理とは、リスク評価の結果を踏まえて、すべての関係者と協議しながら、リスク低減のための政策・措置について技術的な可能性、費用対便益などを検討し、適切な政策・措置を決定、実施することであり、政策・措置の見直しを含む。

わが国の食品安全行政においては、食品安全委員会がリスク評価機関に、厚生労働省及び農林水産省がリスク管理を行うリスク管理機関に当たる。

#### リスク分析

食品の安全性に関する「リスク分析」とは、食品中に含まれるハザードを摂取することによって人の健康に悪影響を及ぼす可能性がある場合に、その発生を防止し、またはそのリスクを最小限にするための枠組みをいう。

リスク分析はリスク評価、リスク管理およびリスクコミュニケーションの三つの要素からなっており、これらが相互に作用し合うことによって、リスク分析はよりよい成果が得られる。

### 【ワ行】

#### 【数字、A～Z】

##### 2 - アルキルシクロブタノン法

肉類や卵、チーズなどの動物性食品や、脂質を多く含む植物種子などにおいて、脂肪（トリグリセリド）に由来する放射線特異的分解生成物である 2 - アルキルシクロブタノンを検出する化学的方法。

##### DEFT / APC法

直接フィルター蛍光観察法（DEFT : Direct Epifluorescent Filter

Technique)では試料中の死菌と生菌を合わせた総菌数を、プレート法(APC: Aerobic Plate Count)では試料中の生菌数を測定する。香辛料が放射線照射されると、多くの微生物が死滅するので、両者の差が大きければ、(放射線)殺菌処理の可能性を類推することが出来る。加熱殺菌等でも菌数の減少は起こるので、特異性は低く、スクリーニング法にとどまる。

## DNA

デオキシリボ核酸(Deoxyribonucleic acid)。DNAは、デオキシリボヌクレオチドの重合体で、遺伝子の本体をなすもの。リン酸、糖(デオキシリボース)、塩基(アデニン、グアニン、シトシン、チミン)からなる鎖状で、このような鎖が2本平行して、2重らせん構造をしている。DNAは遺伝子物質であって、細胞分裂のときに、もとの細胞と全く同じコピーを作り出す働きをする。放射線が細胞に入射したとき、その細胞が損傷または死滅する場合と、細胞の中核をなすDNAに損傷を与える場合とがある。体細胞のDNAが損傷を受けると、異常な細胞分裂が起り、がんや白血病の誘因となることがある。また生殖細胞の場合は、優性致死や後代へ遺伝的影響を及ぼす誘因となることがある。

## DNAコメットアッセイ法

放射線照射によって生じたDNA鎖切断を検出する方法。照射された動物組織の細胞をアガロースゲルに包埋して電場をかけると、様々な長さに切断されたDNA断片が細胞の核から流れ出し、陽極に向かって尾を引いて泳動される。この形がコメット(彗星)に似ているので、コメットアッセイの名称がある。DNA鎖切断は細胞の自己消化などによっても誘発されるが、放射線照射による損傷は、細胞全体に起こるため、加熱調理されていない生肉や植物種子などで、損傷細胞(コメット像)が一様に観測されれば、照射されている可能性が高いと判断できる。ただし、DNA損傷は種々の条件で誘発されるために特異性が低く、あくまでも照射されているか否かのスクリーニング法としての位置付けに留まる。

## ESR法

電子スピン共鳴(Electron Spin Resonance)法。詳しくは、「電子スピン共鳴(ESR)法」を参照のこと。

## FAO

国連食糧農業機関(Food and Agriculture Organization of the United

Nations)。詳しくは、「国連食糧農業機関 ( F A O )」を参照のこと。

#### G M P

適正製造規範 ( Good Manufacturing Practice )。詳しくは、「適正製造規範 ( G M P : Good Manufacturing Practice )」を参照のこと。

#### G y ( グレイ )

電離エネルギーの吸収線量 ( エネルギー ) の単位。1 G y は、1 k g あたりに吸収された放射線のエネルギーが 1 ジュールであることを表す。食品中の微生物をほぼ完全に殺菌できる 1 0 k G y ( 1 0 , 0 0 0 G y ) の吸収線量は、それが全て熱に変わったとして、その微生物と同量の水を 2 . 4 温める程度のエネルギー量である。( 1 ジュール = 0 . 2 4 c a l )

#### I A E A

国際原子力機関 ( International Atomic Energy Agency )。詳しくは、「国際原子力機関 ( I A E A )」を参照のこと。

#### N M K L 法

N M K L ( Nordisk metodikkomité for Næringsmidler、デンマーク、フィンランド、アイスランド、ノルウェー及びスウェーデンからなる食品分析に関する北欧委員会 ) が定めた食品分析方法。照射食品に関する分析法としてコーデックス標準分析法に採用されているのは、D E F T 法 ( 香辛料などに放射線照射されると多くの微生物が死滅するが、死滅菌も含めた全ての微生物総数を計る手法 ) である。なお、菌数の減少は加熱殺菌などでも起こるので、この分析法の特異性は低く、スクリーニング法にとどまっている。

#### P S L 法

光励起発光 ( Photostimulated Luminescence ) 法。詳しくは、「光励起発光 ( P S L ) 法」を参照のこと。

#### T L 法

熱ルミネッセンス ( Thermo Luminescence ) 法。詳しくは、「熱ルミネッセンス ( T L ) 法」を参照のこと。

#### W H O

世界保健機関 ( World Health Organization )。詳しくは、「世界保健機関 ( W

H O )」を参照のこと。

(参考文献)

- IAEA, Safety Series 75-INSAG-4, "Safety Culture" p.8, 1991
- 原子力政策大綱(原子力委員会 平成17年10月11日)
- 平成17年版原子力白書(原子力委員会 平成18年3月)
- 昭和43年版原子力白書(原子力委員会 昭和44年7月)
- 食品の安全性に関する用語集(食品安全委員会 平成18年3月)
- 食品の放射線処理 世界の現状と展望 (プレスリリースNo.109 (財)日本原子力文化振興財団 平成15年2月)
- 食品照射 第40巻(日本食品照射研究協議会 平成17年9月)
- FFI ジャーナル Volume209, Number12, 2004 平成16年12月
- 香辛料の微生物汚染の低減化を目的とする放射線照射の許可の要請に係わる添付資料(全日本スパイス協会 平成12年12月)
- 食品照射専門部会(第1回)資料第4号
- 食品照射専門部会(第1回)資料第5号
- 食品照射専門部会(第2回)資料第2号
- 原子力百科事典  
ATOMICA(<http://mext-atm.jst.go.jp/atomica/index2.html>)
- 原子力安全委員会、日本貿易振興機構(JETRO)のホームページなど