

# 食品への放射線照射について

（素案）

平成18年6月28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 . 背景
- 1 - 2 . 基本的考え方

### 第2章 食品照射を巡る現状

- 2 - 1 . 食品照射を巡る動向
  - (1) 経緯
  - (2) 食を取り巻く社会状況と食品照射
  - (3) 国内外の食品照射の許可・実用化の状況
  - (4) 食品照射に対する社会的認知
- 2 - 2 . 照射食品に関する法制度等
  - (1) 照射食品の許可及び表示
  - (2) 照射食品等への監視・指導

### 第3章 食品照射の有用性

- 3 - 1 . 一般的事項
- 3 - 2 . 食品の衛生を確保し損耗を防止する一つの技術として
  - (1) 食品衛生面の便益
  - (2) 食品損耗の防止面の便益
  - (3) 食品照射のリスク
  - (4) 技術の選択肢を増やす必要性
- 3 - 3 . 食品の貿易に貢献するものとして
- 3 - 4 . 香辛料への放射線照射の有用性
  - (1) 香辛料の衛生確保の必要性
  - (2) 香辛料の衛生確保における放射線照射の有用性

### 第4章 照射食品の健全性の見通し

- 4 - 1 . 食品照射を行う前提条件
- 4 - 2 . 安全性（毒性学的安全性、微生物学的安全性）の見通し
  - (1) 毒性学的安全性
  - (2) 微生物学的安全性
- 4 - 3 . 栄養学的適格性の見通し
- 4 - 4 . 個別に指摘されてきた事項
  - (1) 誘導放射能の生成

- ( 2 ) 放射線の照射により生じる化学反応
- ( 3 ) 照射タマネギの慢性試験における試験動物の奇形
- ( 4 ) 栄養失調児の倍数性細胞の高出現率
- ( 5 ) アフラトキシン等の生成能の増大
- ( 6 ) シクロブタノン類の生成
- ( 7 ) 放射線照射による臭い
- ( 8 ) 食味、加工性への影響
- ( 9 ) ベビーフード事件

## 第 5 章 照射食品の検知技術

## 第 6 章 放射線照射施設等の安全性

- 6 - 1 . 放射線照射施設の運用
- 6 - 2 . 周辺環境への影響
- 6 - 3 . 放射性廃棄物の取扱い

## 第 7 章 まとめ

- 7 - 1 . 食品照射の適用範囲の拡大に向けた環境の整備
  - ( 1 ) 食品衛生法及び食品安全基本法に基づく評価・検討
  - ( 2 ) 検知技術の実用化
- 7 - 2 . 食品照射の社会的受容性の向上

## 参考文献

- 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。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。

今後の我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、我が国においては、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。この専門部会では、食品照射に関する内外の現状等について、一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てきた。

本報告は、これらの審議結果を踏まえて、食品照射の現状等、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、放射線の作用により病原菌、病害虫などの細胞死が起こる

ことなどを利用し、殺菌、殺虫、発芽抑制などを行う技術である。この時、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。

これら殺菌、殺虫、発芽防止などを加熱せずに行なういわゆる「非加熱処理」を求められる場合、これまで、化学薬剤を用いたり、冷蔵などによって行われてきているが、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章から第6章において食品照射の有用性や照射食品の健全性<sup>(注)</sup>等について整理し、第7章において我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つの観点を含めたものである<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>1-2,4-7)</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。

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、食品医薬品庁にベーコン及び穀物への放射線照射を申請し、半年後にベーコンが許可された。さらにいくつかの新しい食品照射が認められた。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。

我が国も、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年には我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、我が国を含む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、10kGy<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なわれた。

(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。1Gyは、1kg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10kGy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=0.24cal）

#### b. 照射食品の健全性についての国際的確認

この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>。

さらに、世界各国での研究開発が進められて、1997年に、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つい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」との結論を下した<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、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

照射食品の健全性についての国際的確認を受けて、1983年、国際食品規格委員会（コーデックス委員会）で10kGy以下の照射食品の一般規格（コーデックス規格）が採択された。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、とするコーデックス規格の改訂案が採択された<sup>10)</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（我が国は1966年加盟）であり、国際食品規格の策定を通じて、消費者の健康を守るとともに、食品貿易における公正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、各国は原則としてその規格に基づいた措置をとることが求められている<sup>11)</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を行ってきた。

また、WHOは、1994年に、各加盟国における食品照射に対する一般からの不安・批判があったため、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、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。

## (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O-157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<sup>12)</sup>。ただし、ノロウイルス等ウイルスには効果はない。

#### ii) 我が国におけるより一層の食品衛生の確保の要請

我が国では、食品加工・流通の現場や各家庭での努力により、食中毒の発生は諸外国に比べて低いレベルにあるが、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O-157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<sup>13)</sup>。

一方、最近の傾向として、単独世帯の増加、女性の雇用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。また、生産段階でみると、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<sup>14)</sup>。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。

また、我が国においては、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、様々な技術を利用して、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で結ぶこと）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が、香辛料自体が熱に対して高い感受性を有し、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おり、品目別に見ると世界で一番多くの国で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O-157についても6万2千人の感染があると推定している。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、放射線照射の効果について詳しく検討され、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>16-17)</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、その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、食品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。

我が国では、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>18)</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>17)</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あわせると、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>17)</sup>。

そうした食料生産の見込みに対して、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>19)</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が、腐敗や虫害による食料損耗の低減に役立つと言われている<sup>15)</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、化学薬剤の使用が環境への影響や薬剤自身の発がん性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いる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、我が国では認められておらず、EUでも既に使用が禁止されている。また、従来病害虫駆除のための燻蒸剤として使用されている臭化メチルは、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年までに使用を禁止することとされている。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、その使用により耐性を有する害虫が発生する可能性の指摘がある。

#### 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、実際、香辛料の場合、これまで気流式過熱蒸気殺菌、エチレンオキシ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、エチレンオキシ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>12)</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、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>20)</sup>。

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、統計として必ずしも明確なデータがあるわけではない。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<sup>21)</sup>。しかし、これら

流通量は、世界全体の流通量の極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、食中毒菌に対する対応策の一つとして、食品照射の効果について詳しく検討され、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、殺菌を目的とした乾燥香辛料・調味料、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)</sup>。

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<sup>4)</sup>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

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指令並び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、全E U加盟国において统一的に許可されている。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かなり異なる状況となっている。

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)</sup>。

#### d. オーストラリア / ニュージーランド<sup>4)</sup>

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が統一されているが、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に拠ると約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、マレーシア、等においても食品照射が行なわれている。

#### f. 日本

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、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、また、行政が要望を予測して取り組むこともなく、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ている。

#### (4) 食品照射に対する社会的認知について

世界各国で、食品照射に関しては、肯定的な見方ばかりではなく、慎重な見方や反対する見方が存在している。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な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安全局は丁寧に科学評価に基づく見解を示している。

我が国においても、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頃より、慎重な見方や反対する見方は存在しており、消費者団体の反対運動もあった。我が国においてはその後、コールドチェーンの進展や発芽防止に化学薬剤（その後、発がん性の問題により使用禁止）が使用されたことなどもあり、食品照射に対する国内的関心は必ずしも高まらず、食品照射を巡る世界的な状況について必ずしも十分な理解活動が行われていたとは言えない。このようなことから、食品照射そのものについて一般国民の認識は必ずしも高いものとは言えない。その後、2000

年の全日本スパイス協会による香辛料への放射線照射の許可の要望といった動きに対して、消費者団体が連名で全日本スパイス協会に、必要性や安全性が疑問として反対を申入れるといった動きがあったが、その後議論がなされることがなかった。今日、世界的にも食品照射の実用化が進み、国際的な食品の流通という観点からも食品照射についてこれまでのように放置しておくことは困難な状況が生まれる可能性がある。

こうした状況について、原子力政策大綱においては、「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。」としている。

また、我が国での食品照射の社会的認知度については、民間組織が行ったアンケート調査で、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、そうした放射線に関することについて知りたいと思っていること、知らないことが怖いと思うことにつながっていることなどが報告されている<sup>22)</sup>。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、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。

## 2 - 2 . 照射食品に関する法制度等について

### (1) 照射食品の許可及び表示

現在、照射食品について、我が国では、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。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評価・検討が行われ、上記基準において許可される必要がある。具体的には、評価・検討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いけないこととなっている。また、食品安全委員会は、厚生労働省に意見を通知するにあたって、当該食品に関するリスク評価（食品健康影響評価）を行う。

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等から、食品衛生法等に基づき、放射線照射されている旨を表示することが義務づけられている。

## (2) 照射食品等への監視・指導

我が国では、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。

現在、輸入食品の監視に当たっては、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、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放射線照射が疑われ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。

また、我が国において、照射食品への監視の際に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。）は現在のところ無いが、厚生労働科学研究費補助金により、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、現在、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や監視・指導が実施されている。

### 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。

#### 3 - 1 . 一般的事項

食品照射は、食品に放射線を照射して、病原性細菌や害虫等の生物細胞において、放射線により生成するラジカルが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、発芽抑制などを行うものである。放射線の照射量で作用の度合いが変わるため、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。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が多いと言われている。放射線照射と加熱調理のいずれにおいても、生成されるラジカルの性質は基本的に同じであり、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>12)</sup>

応用区分	対象品目	線量(k Gy)
発芽及び発根の抑制	ばれいしよ、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 . 食品の衛生を確保し損耗を防止する一つの技術として

##### (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（病原菌の殺菌）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O - 157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。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

食品の温度をほとんど上昇させることなく、香気成分の低減といったことを起こさずに殺菌することが可能であるとされており、加熱することに制約のある食品や風味等の品質の変化に制約のある食品に対しても適用できる。aの特長との相乗効果により、例としては、肉類における腸管出血性大腸菌O - 157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、化学薬剤の残留といった問題もない。

一方、こうした食品に対して加熱処理や化学処理を行うことは品質維持の面から限界がある。

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。

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、市場に食品が安定的に安全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）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。

我が国でも、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おり、安定供給に貢献している。

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役立つと言われている。

### (3) 食品照射のリスク

食品に何らかの処理をする場合、例えば、加熱処理の場合であっても、加熱しすぎると、栄養価は低減されるとともに、発がん性物質ができたりすることがあるように、便益の一方でリスクも存在する。

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。その線量を超えて照射すると、肉類や食鳥肉で異臭が発生したり、脂質の酸化により食味が低下することがある<sup>23)</sup>。このようなことから、適正な照射を行なうことは商品価値を維持する観点からも重要であるが、事業者においては法令の遵守が当然の事としてなされるべきである。また、事業者間を流通する間に再照射されることを防止する観点から、コーデックス規格や各国の規制においては表示を行うことも定められている。

また、一部の食品で食味の低下や加工適性の低下が起きることがあり<sup>2)</sup>、それらは食品の健全性に係るものではないと考えられているが、商品価値を失うことになるので、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。なお、食味の低下や加工適性の低下は、加熱処理の際などにも生じるものである。

### (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、食品照射など様々な技術が実用化されている。食品の性状は様々であり、それぞれの食品において、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長をもとに、採用される技術が選択されることになる。

食品照射の便益とリスクはこれまでに述べてきたとおりであるが、それぞれの方法にも、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発がん性から制限

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>24)</sup>。

国際機関には、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、ニュージーランドでは、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>24-25)</sup>。

#### 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

我が国においては、既存の技術により、食品衛生が確保されているが、食中毒は依然発生しており、食生活が多様化し、高齢者など身体的弱者の増加にも配慮して、より一層の食品衛生の確保が求められる一方で、将来、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、今後と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。さらには、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、我が国で対象となる食品を広げたときに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。

#### c. 食品衛生の一般原則に則った管理は常に行われるべきである

なお、食品照射に限らず、従来に代わる技術が採用される場合であっても、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>26)</sup>において、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、我が国において、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、我々の食生活の多様化、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べきである。

### 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る。

また、我が国においては、2000年に、全日本スパイス協会が、厚生大臣（当時）に対して、「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」を提出している。

#### (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、飲食物に風味を賦与したり、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>27)</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言われている<sup>17)</sup>。

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、我が国では、食品衛生法において、食肉製品および魚肉練り製品に対して、1gあたりの有芽胞菌数を1千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発がん性の懸念から禁止されている。現在、我が国においては、香辛料の殺菌は、気流式過熱蒸気殺菌だけが唯一の方法である<sup>27)</sup>。

#### (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、香辛料の種類によっては、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に困難な状況に陥ることがある。

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. 我が国において存在する香辛料の殺菌における制約

我が国においては、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、求められる殺菌レベルを達成することと気流式過熱蒸気殺菌による香味等への影響を小さくすることが並び立たないため、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している、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香辛料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。我が国においても、その有用性を享受することを排除すべき理由はないので、その実用化について検討するべきものと考えられる。

#### c. その他個別品目について

なお、世界で実用化されている他の食品にも、我が国としても有用性を認めうる食品もありうるが、現時点において、香辛料の他に、業界団体等から放射線照射の許可を具体的に要請されているものはない。

## 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つの観点を含ませたものである<sup>1-3)</sup>。

照射食品の健全性に関する知見については、我が国や各国、さらには国際的な機関が大規模な調査・研究の実施により蓄積され、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照射食品の健全性について以下に整理する。

### 4 - 1 . 食品照射を行う前提条件<sup>4,28)</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、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とするとともに、放射線照射される食品の質及び容器包装の条件として、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（G I P : Good Irradiation Practice）に適合していること、食品及び容器包装の衛生状態が放射線照射処理に適していること、食品を取り扱う場所・施設・人の管理を行うための衛生規範としての適正製造基準（G M P : Good Manufacturing Practice）に則って放射線照射前後に対象となる食品が適正に取扱われていることが必要であるとしている。例えば、個別食品の管理（H A C C Pシステムで実施）はG M Pと食品衛生の一般原則が基本となっている。これに従うと、G M Pに規定される必要条件が満たされている限り、照射食品の管理方法は通常の方法で処理した食品の管理方法と同様で良いことになる。

### 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、遺伝毒性、細胞毒性、催奇形性、変異原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. 我が国の原子力特定総合研究

我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品目対し、慢性/亜慢性毒性、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、その結果が評価・検討された<sup>29-31)</sup>。その結果は、

- i) 照射による有毒物質の生成を化学的に検査し、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や亜慢性毒性、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) 照射した食品の遺伝子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。

#### b. WHOの1994年の評価

WHOにおいては、各加盟国における食品照射に対する一般消費者からの不安・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、

- 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、有害動物や病原体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、慢性や亜慢性毒性、繁殖性、催奇形性などすべて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<sup>1)</sup>。

#### c. 香辛料について

香辛料への放射線照射に関しては、放射線による分解生成物について、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>32-33)</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%、マジョラム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>34-36)</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>37)</sup>。

## （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である。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>。

香辛料への放射線照射においては、アフラトキシンB<sub>1</sub>産生の代表であるアスペルギルス・フラバスを用いて、放射線の突然変異作用によるアフラトキシンB<sub>1</sub>産生能の増加の有無、並びに低照射線量によるアフラトキシンB<sub>1</sub>の産生促進効果の有無について検討された<sup>38)</sup>。その結果、放射線による生残菌株の多くではアフラトキシン産生能が低減し、わずかに検出された産生能が増大した株も継代培養でその産生能が元に戻る傾向を示した。また、生育に大きな影響を及ぼさない程度の低線量を照射した場合、紫外線照射と同様の刺激効果によって産生能が若干増加する現象が認められたが、次世代への影響は認められなかった。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>39)</sup>。

以上より、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いないため、安全性の見通しは得られているといえる。

## 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こし得るがその変

化量は少ない<sup>1)</sup>。10 kGy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。50 kGy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。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やすいものがある。しかし、ビタミン損失は、必ずしも放射線照射や調理によって増大するわけではない。なぜなら、放射線の効果はビタミンの種類によって異なるし、食品の種類によっても異なるからである。また、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の0.01%以下と推定され、香辛料本来の使用目的からしても栄養学的評価は無視できるレベルとされている。一方、ミネラルや微量成分は放射線感受性が低いので放射線照射による損失は起こらない。なお、照射食品を低温下かつ密封状態で貯蔵することは、それ以上の栄養素の分解を防止するのに有効である。

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言える。

#### 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>26)</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10 MeV、X線及びガンマ線5 MeV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1.173 MeV及び1.333 MeV、セシウム-137が0.662 MeV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

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、電荷を有するラジカルが生成される。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のみが報告されている。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試験における試験動物の奇形発生<sup>31)</sup>

原子力特定研究で実施されたタマネギの亜慢性試験では、その試験の初期において、試験動物の餌に25%（その物質を混ぜた重量パーセント）という大量のタマネギを与えたところ奇形が発生したが、同様な結果が非照射のタマネギでも得られたため、これはタマネギ自体の持つ毒性の影響によると判断された。その後、タマネギの添加量を幾つか変えた試験を実施し、タマネギそのものの影響が出ない2%という量で最終的な試験が実施され、放射線照射したタマネギの慢性試験については問題がないと報告されている。

### (4) 栄養失調児の倍数性細胞の高出現率<sup>1,40)</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；染色体異常の一種）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。これらの試験結果は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と比べて、有意な差がないものであることが明らかになった。

### (5) アフラトキシン等の生成能の増大<sup>1)</sup>

放射線照射処理により、マイコトキシン的一种であるアフラトキシン（Jemali & Guilbot（1969）, Applegate & Chipley（1973）,

Priyadarshini & Tulpule ( 1979 ) やオクラトキシン ( Paster ら ( 1985 ) ) の産生能が増加すると指摘されたことに対しては、WHO や他の研究者は、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。科学的知見に基づく総合的な評価は、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は増加しないとされた。

#### ( 6 ) シクロブタノン類の生成<sup>41-42)</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、脂質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 Delincèe 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および 2 - アルキルシクロブタノン類は、消費者の健康に危険をもたらすようには見えないとした<sup>43)</sup>。WHO はこれまで、FAO / IAEA / WHO の専門家グループや全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得た。

##### 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 ) 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、米国の食料医薬品庁は、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発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。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。

#### (7) 放射線照射による臭い

食品に放射線を照射すると、臭いが出る場合がある。これは主に肉蛋白構成々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。しかし、これは商品価値の面では問題であるが、健全性の点から見て問題はないと言われている。

#### (8) 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。これらは、放射線照射により生成したラジカルによって、高分子であるデンプンが低分子化することに由来するものと考えられている。しかし、これは商品価値の問題であり、健全性の点から見て問題はないと言われている。

#### (9) 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関わらず、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。本件については、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ている。

## 第5章 照射食品の検知技術<sup>44)</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、行政当局にとって、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に必要な技術として、研究開発が進められてきた。また、表示によって、消費者に食品の選択権を保証するためには、その裏付けとなる分析技術が必要である。以上のように、今後の食品照射の展開を考える上で、検知技術の確立は重要な課題である。

### 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、我が国も参加した F A O / I A E A の国際研究プロジェクト ( 1 9 9 0 ~ 1 9 9 4 ) が進められ、電子スピン共鳴 ( E S R ) 法、化学発光 ( C L ) 法と熱ルミネセンス ( 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 ( 1 9 9 0 ~ 1 9 9 3 ) 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

国際的な検知法には、現在、ヨーロッパ標準分析法と食品照射のコーデックス規格がある。ヨーロッパ標準分析法では、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 1 9 9 6 年制定するとともに、その後 2 0 0 3 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 ( 2 0 0 4 年までに計 1 0 種類の分析方法を採択 ) している。 2 0 0 3 年に採択された現行コーデックス規格の中には、許可や表示の規制に効力を持たせるため、必要に応じてコーデックス委員会が採択した分析を利用することとされている。そこでは、ヨーロッパ標準分析法のうち 9 つをコーデックス標準分析法として採択している。

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。

c. 我が国の検知技術の現状

我が国においては、ヨーロッパ標準分析法を元にした検知技術の研究が実施されている。これらには、化学分析法、E S R法、T L法、P S L（光励起発光）法、DNAコメットアッセイ法が含まれている。具体的には、研究所や大学などにおいて、化学分析法、E S R測定、T L法の研究が実施されるとともに、食品企業や流通業者に対しT L法を用いた依頼分析を実施して参考試験データを提供するなどしている。

以上のように、検知技術の開発は着実に続けられており、その方法は食品の種類と分析対象物に応じて多様化しているものの、我が国の行政検査に用いる公定検知法として実用化されるまでには至っておらず、その開発が急がれる。

## 第6章 放射線照射施設等の安全性

### 6 - 1 . 放射線照射施設の運用

我が国における放射性同位元素及び放射線発生装置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。

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、稼動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143mSvの線量を被ばくしたことがあるが、当該作業員は健診で異常はなかった<sup>10)</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。

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。

### 6 - 2 . 周辺環境への影響

X線や電子線を用いる場合には、放射線発生機器の運転によりX線や電子線が発生するため、機器の電源を切断することによってX線や電子線は発生しなくなる。また、ガンマ線を用いる場合には、その放射線遮蔽のために放射線照射施設が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。放射線源が照射室に出ている時には、危険な区域はモニターで監視され、インターロックシステムの働きで、照射室に立ち入ることを防いでいる。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。

### 6 - 3 . 放射性廃棄物の取扱い

放射線による照射機器の放射化は、放射線のエネルギーが低いこと等、照射食品に誘導放射能が生成しないのと同じ理由で問題とならず、施設を廃止する際、解体に伴う放射性廃棄物は基本的には発生しない。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、コバルト-60など使用する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。

## 第7章 まとめ

第2章から第4章及び第6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、化学薬剤の使用が環境への影響や薬剤自身の発がん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、我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、我が国において実用化する意義が高い見込みがある。
- b. 食品照射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、食品照射技術を食品の衛生確保等のための技術の選択肢の一つとすることが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らる。

### 7 - 1 . 食品照射の適用範囲の拡大に向けた環境の整備

#### (1) 食品衛生法及び食品安全基本法に基づく評価・検討

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、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評価・検討が進められることが、食品衛生の確保等の観点から有意義であると考えらる。具体的には、まず、香辛料への照射について、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、評価・検討が行われることが妥当であると考えらる。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、評価・検討が進められることが期

待される。

なお、健全性の評価・検討に当たっては、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るべきであると考えるが、食品衛生法及び食品安全基本法に基づいた評価・検討を行う厚生労働省及び食品安全委員会の判断に応じ、必要なデータの取捨・選択が行われるべきである。

また、再照射防止等を目的とした、現行の照射食品に関する表示の義務付けについては、引き続き行われることが必要と考える。また、照射食品について消費者から見た表示に今後どのように対処するのかという声もあるが、照射食品に限って検討すべき課題ではないため、消費者の立場から見た照射食品の表示については、食品の表示に関する総合的な検討に併せて適宜検討されることが期待される。

## (2) 検知技術の実用化

検知技術は食品における放射線照射の有無の確認を行うために重要な技術であり、我が国において検知技術の研究開発が継続的に実施されてきているが、我が国において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、我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。

## 7 - 2 . 食品照射の社会受容性の向上

食品照射という技術については、以前に比べて国民に知られはじめているが、現状においてはその認知は不十分であり、今後とも、国民との相互理解を一層深めることが重要である。そのため、関係者は、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。その際に、関係行政機関、研究者、事業者などの関係者それぞれが、自らの立場から、対話活動などを通じて、食品照射や放射線利用に関する積極的な広聴・広報の努力を進めていくことが重要である。また、原子力委員会においても、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。

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ネット上に公開されているが、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ものとしていくことが必要である。

さらに、食品照射について、一人一人が自分で判断できるようになるためには、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 Irradiation Food ”, WHO, Geneva (1994).
- 2) 古田雅一, 「照射食品の健全性」, FFI J., 209(12), 1069 (2004).
- 3) 伊藤均, 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, Geneva Technical Report Series, No.890 (1999).
- 10) 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).
- 11) 厚生労働省「食品安全情報」ホームページ.
- 12) 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).
- 13) 食品照射専門部会 (第2回) 資料第5号「食中毒に係る現状について」(2006,1,25).
- 14) 食品照射専門部会 (第6回) 資料第1号「食品産業をめぐる状況について」(2006,5).
- 15) 国際食品照射諮問グループのQ&Aシリーズ「わかりやすい食品照射」(1998改訂).
- 16) Paul S.Mean 他, “ Food-Related Illness and Death in the United States ”, Emerging Infectious Diseases, 5(5) (1999).
- 17) 林徹, 「食品照射の背景と有用性」FFIJ., 209(12) (2004).
- 18) 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).
- 19) WHO, “ Food irradiation. A technique for preserving and improving the safety of food ”, Geneva (1988).
- 20) 日本原子力産業協会ホームページ (元データはIAEA資料等).

- 21) 等々力節子,「食品照射技術を巡る状況と課題」,原子力委員会放射線専門部会第3回資料(2003.11.20)。
- 22) 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)。
- 23) 伊藤均,「放射線処理による食品の衛生化」,FFIJ.,209(12),1079(2004)。
- 24) ICGFI,“Irradiation and Trade in Food and Agricultural Products”,(1998)。
- 25) 「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)。
- 26) CODEX Alimentarius, CODEX GENERAL STANDARD FOR IRRADIATED FOOD (CODEX STAN 106-1983, REV.1-2003)
- 27) 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)。
- 28) 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 - 世界の現状と展望 - 」(2003)。
- 29) 原子力委員会,昭和40年 原子力年報。
- 30) 原子力委員会,昭和42年 原子力年報。
- 31) 伊藤均,食品照射,Vol.38(1,2),23(2003)。
- 32) 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)。
- 33) 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)。
- 34) 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)。
- 35) J. Barna,“Genotoxicity test of irradiated spice mixture by dominant lethal test, Acta Alimentaria, 15, 47 (1986)。
- 36) R.C. Chaubery 他,“Cytogenetic studies with irradiated ground paprika as evaluated by the micronucleus test in mice, Acta Alimentaria, 8, 197 (1979)。
- 37) J. Farkas 他,“Evaluation of possible mutagenicity of irradiated spices, Acta Alimentaria, 10, 129 (1981)。
- 38) 伊藤均他,「Aspergillus parasiticus と Aspergillus flavus のアフラトキシン産生に及ぼす低線量照射の影響」,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),235(1992)。

- 39) 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).
- 40) 田中憲穂, 「照射食品の生物学的安全性評価」, FFI J., 209(12), 1079 (2004).
- 41) 久米民和, 「放射線の化学的効果」 FFI J., 209(12), 1052 (2004).
- 42) 等々力節子, 「食品照射を巡る状況と課題」.
- 43) WHO, “WHO Statement on 2-Dodecylcyclobutanone and Related Compounds”, March 2003.
- 44) 等々力節子「照射食品の検知技術」 FFI J., 209(12), 1060 (2004).

( 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 酉葵 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
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 6 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

## 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)

( 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)しかしながら、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

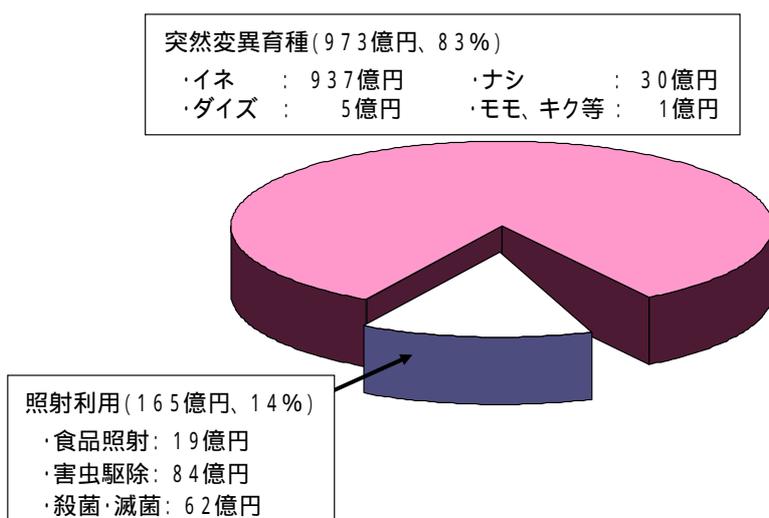
## 参考1 - 1 . 農業分野の放射線利用

### < 農業分野の利用の現状 >



[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)



[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

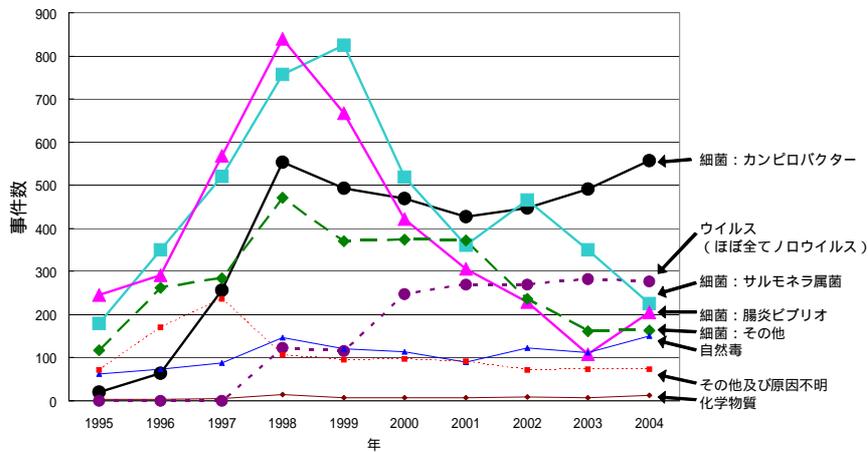
< 世界 >	< 日本 >
<p>1963年 米国食品医薬品庁(FDA)がベーコン及び穀物の照射を許可 (1968年、FDAは実験方法等に欠陥があるとしてベーコンの許可を取り消したが、その後、健全性評価、法的許可の体制がつけられ、1985年以降、FDAは肉類、果実、香辛料など多くの照射食品を許可)</p> <p>1980年 国連食糧農業機関(FAO)、国際原子力機関(IAEA)、世界保健機関(WHO)合同委員会で10kGy(キログレイ)までの照射食品の健全性を宣言</p> <p>1983年 FAO,WHOの合同組織である国際食品規格委員会で10kGy以下の照射食品の一般規格(Codex規格)採択</p> <p>1997年 WHO委員会が10kGy以上での健全性宣言</p> <p>52ヵ国及び台湾で230品目が許可され(2003年4月)、このうち31ヵ国及び台湾で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 北海道札幌農協でばれいしよの照射を実用化</p> <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> <p>2000年 全日本スラ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ラ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。

[参考文献] 食品照射Vol.40(2005) 等々力節子「食品照射の海外動向」

### 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)



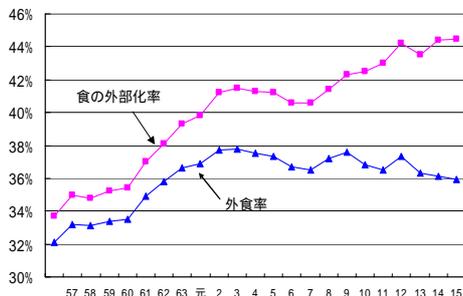
腸炎ピブリオ及びサルモネラ属菌は、1998～1999年をピークとして減少傾向だが、まだ発生件数が多い。カンピロバクターは近年増加傾向にある。ノロウイルスは、1997年に病因に追加されて以降、増加している。  
2004年の患者数は28,175名で、細菌が13,078名、ウイルスが12,537名。死者はサルモネラ属菌2名（原因食品不明）、自然毒3名（フグ2名、きのこ1名）。

〔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～

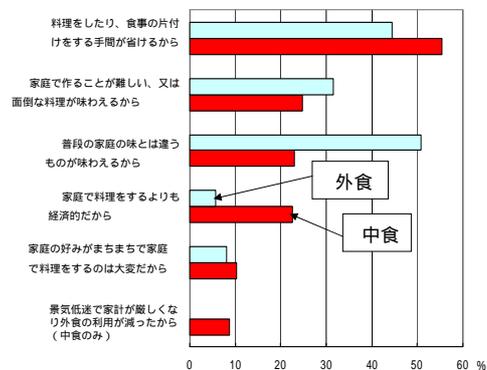
単独世帯の増加、女性の雇用者の増加等社会情勢の変化の中で、食に関して簡便化志向の高まりや外部化が進展。日本型食生活の実現のためには、食料供給者として食品産業の果たす役割も重要。

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

中食・外食の利用頻度が増えた理由

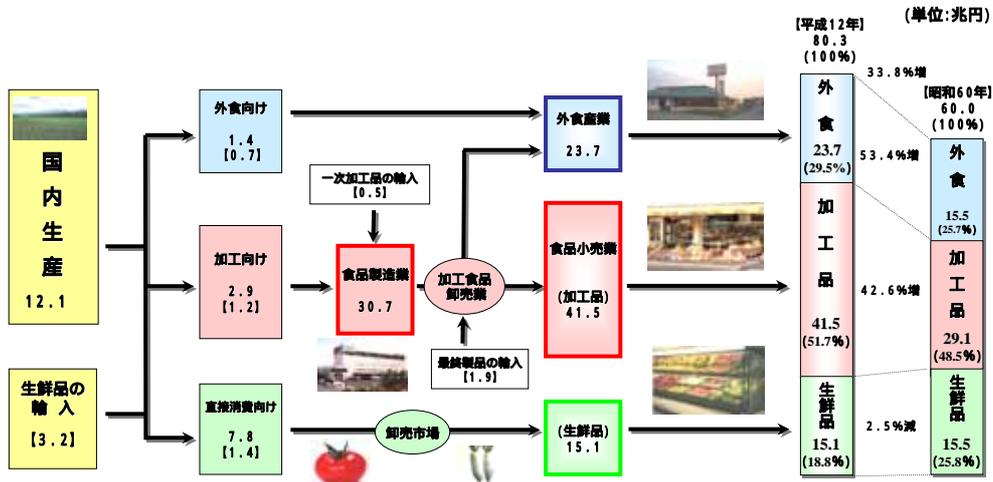


資料: 農林漁業金融公庫「中食や外食の利用に関するアンケート調査」(平成15年6～7月調査)

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 . 米国食料医薬品庁(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 - 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	ばれいしょ
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。

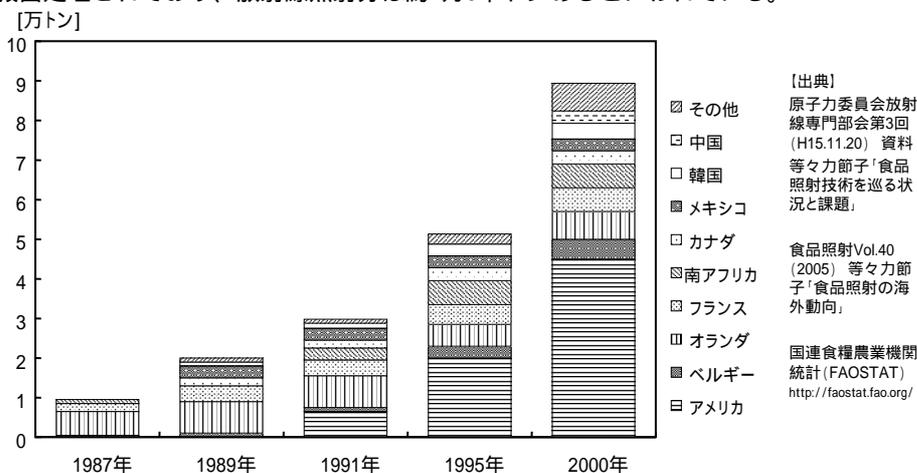
【出典】食品照射Vol.40(2005) 等々力節子「食品照射の海外動向」  
独立行政法人国際協力機構ホームページ <http://www.jica.go.jp/world/issues/sonota01.html>

## 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 . 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 - 10 . 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、マンガスチン、パパイア、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 - 11 . 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	パパイア	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
インド															穀類
日本															
韓国															粉末味噌・醤油
オランダ															シリウスフレク
南アフリカ															ベビーフード
タイ															ムーヨー(調理液に使用)
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	

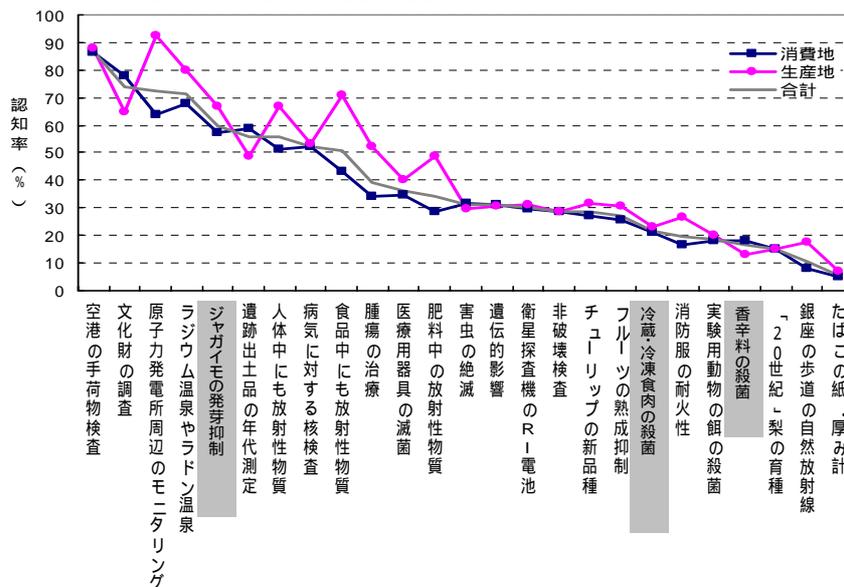
許可されている品目

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。

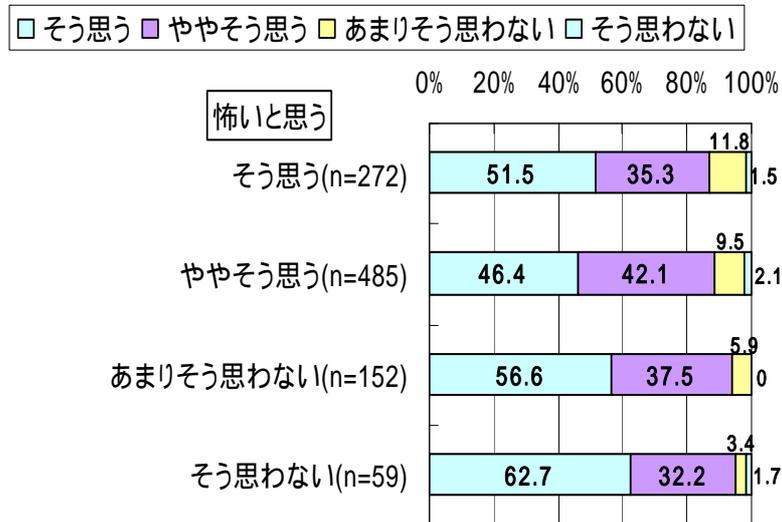
(1)WHO(1981).Wholesomeness of irradiated food. Report of a Joint WHO/FAO/IAEA Expert Committee. Geneva. WHO TRS. No659.

【出典】原子力政策大綱(2005)

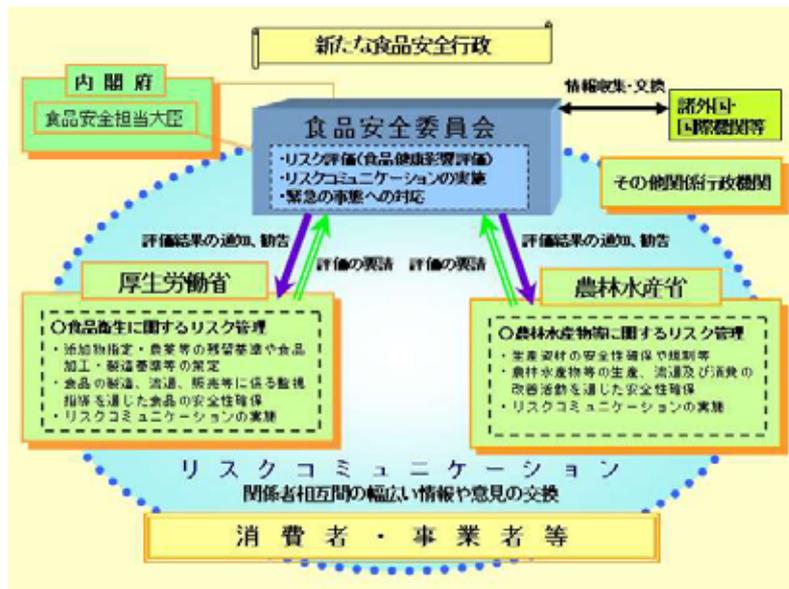
## 参考2 - 12 . 各放射線利用の認知度



## 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 - 15. 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 - 16. 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 - 17. 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

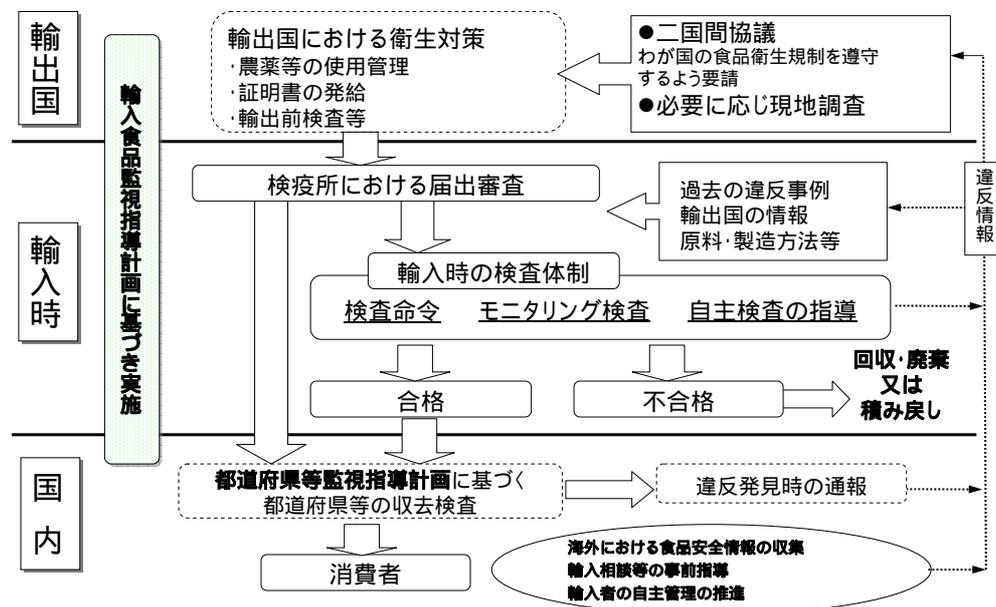
## 参考2 - 18. 各条の項における特別の定め

- 食品、添加物等の規格基準 D各条  
穀類、豆類及び野菜  
4. 野菜の加工基準  
に、以下の内容が規定されている。

対象品目：ばれいしよ  
目 的：発芽防止  
使用線源：コバルト60(ガンマ線)  
吸収線量：150グレイ  
再 照 射：禁止

(出典)昭和34年12月厚生省告示第370号

## 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考えられている。

[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、野菜及び生鮮園芸作物	【ガス燻蒸処理】 ・広い範囲の害虫の制御に適用が可能であるが、食品内部に存在するものには効果的でない。 ・作物によっては燻蒸による品質の劣化がある	・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 ・貯蔵期間を延長できる場合もある ・照射などと組み合わせて適用することも可能	・温帯で収穫される作物に適する ・熱帯作物は低温に敏感なものであり ・雰囲気制御処理や照射と組み合わせれば用いられる ・冷凍は貯蔵期間を大きく延長できるが価格に影響	・作物によっては適用可能 ・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 ・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	-
	穀物、香辛料及びその他乾燥食品	【ガス燻蒸処理】 ・広い範囲の害虫の制御に効果的 ・ホスフィン、臭化メチル及びその他の接触殺虫剤が使用される ・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 ・害虫によっては耐性を持つものもある ・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。	・穀物に適用可能であるが、処理に数日かかる ・密閉した貯蔵施設が必要 ・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	・寒冷が過度な場所で適用可能 ・低温処理には数日必要 ・低温空気の吹き込みはよい貯蔵手段の1つ	・熱処理は低温処理に比べ早い ・古いケイ藻土製品には適用に問題あり ・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 ・処理には時間が必要 ・処理するまでの貯蔵、貯蔵施設に付加価値を与える	
	肉、鳥肉及び魚介類	【化学処理】 ・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 ・他の病原体には有効ではない ・貯蔵期間を延ばすものではない	・卸売りにあるいは小売りにおいて使用される ・微生物の成長制御が可能 ・汚染物は除去しない	-	・全ての種類に適用可能 ・広(商業規模で実用化されている) ・生産品を大きく変化させる ・価格に影響を与える ・缶詰は最も良い貯蔵法	-
	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	【ガス燻蒸処理】 ・広い範囲の害虫の制御に有効 ・ホスフィンと臭化メチルが用いられている ・エチレンオキシドを用いた殺虫剤が時々用いられる ・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	・歴史的に装飾用園芸品に用いられているが、処理に致適間を要する ・この生産品群には一般には用いられない	・園芸品への適用の可能性あり ・低温処理は小さなものに適用可能	・蒸気及び乾燥熱処理は木製品に使用 ・園芸品への適用の可能性あり ・蒸気駆除は動物用飼料に使用	-

[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 加工作物	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	・エネルギー消費は大	-
	乾燥食品 ・香料及びその他	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] ・塩素の過剰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 ・非食用農産品・装飾用品 ・動物用飼料・装飾用品 ・包装材料・木製	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] ・ホスフンは広く国内及び世界的な認め ・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 加工作物	・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	-
	乾燥食品 ・香料及びその他	・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産品の品質に問題を起こす ・化学処理は好まれない	・高価格の小売商品のみ用いられる ・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>照射により安全なハーブ・スパイス類を手に入れることができる。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。</li> <li>ハーブ・スパイスの照射は化学燻蒸より効率的。</li> <li>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>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。</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、処理技術の選択肢を増すもの</li> <li>より効率的で、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認めている他の国との取引が可能になる。</li> <li>コーデックス規格をはじめ、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>検査及び食品安全をコントロールする追加的な手段を、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、検査のための最小線量については毎年に個別に法めていく必要があるが、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、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。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>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。</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。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>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。</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、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。</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かで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。ここでの条件は適正規範と整合性があるもので、このコストへの影響は小さい。</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>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3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、同年4月より発効した。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/IP/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: 山田友紀子 国際食品規格と食品照射 食品照射36, 33 - 37(2001)

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

### 参考3 - 12 . 香辛料の放射線殺菌

#### ● 香辛料の汚染菌数(例)

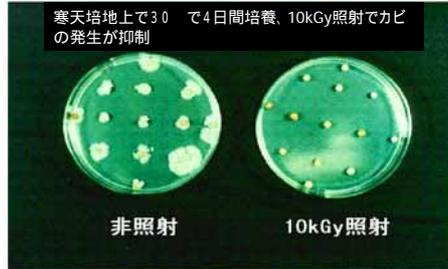
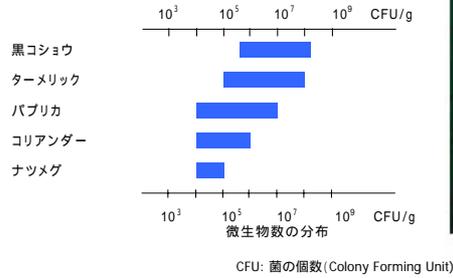


図5 放射線照射された白胡椒  
[資料提供: 日本原子力研究所]

\* 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。

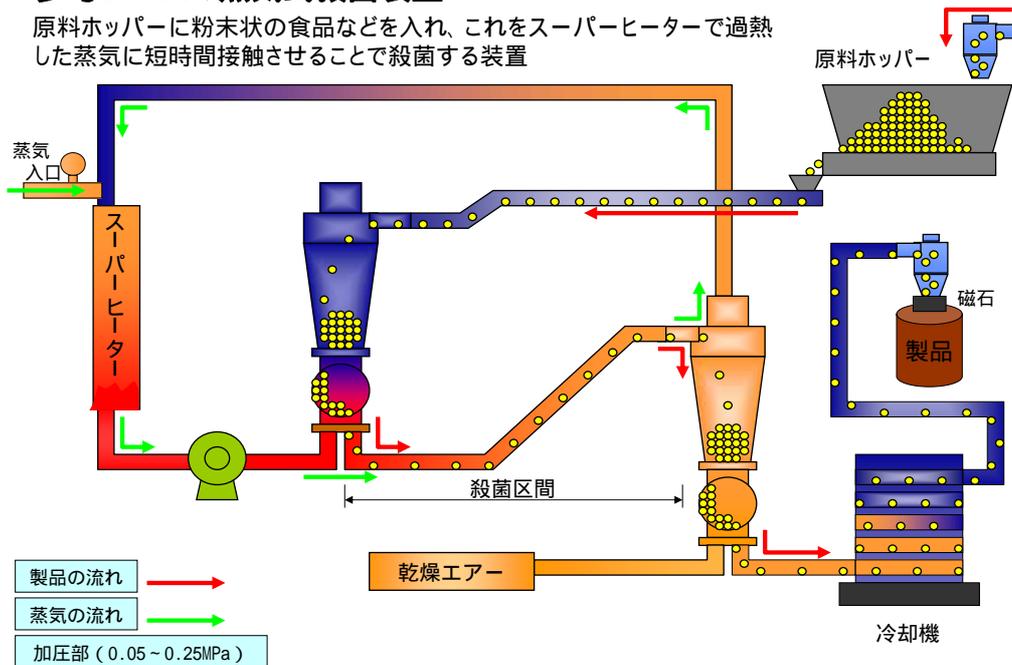
有芽胞細菌の *Bacillus megaterium* (放射線耐性) など10kGy 以上を必要とする場合もある。

\* 色調・香り成分などの変化は極めて少ない

[出典] 等々力節子「食品照射を巡る状況と課題」, 原子力委員会 放射線専門部会第3回資料(2003)

### 参考3 - 13 . 蒸気式殺菌装置

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(参考2参照)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)、アホガド(0.3)、マンゴ(0.3)、ハライヤ(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)、カールの足(0.5)	1996	2001
セルロースのESR測定	ハブリカ粉末(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)	ハーフ・スライス類(6)、イビ(1)、貝類一般(0.5)、生鮮(1)及び乾燥野菜果物(8)、ハレイヨ(0.05)	1996、 2001改定	2001 2003
糖結晶のESR測定	乾燥ハライア(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)	ハーフ・スライス類(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)	ハーフ・スライス類(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	-

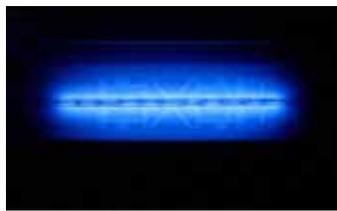
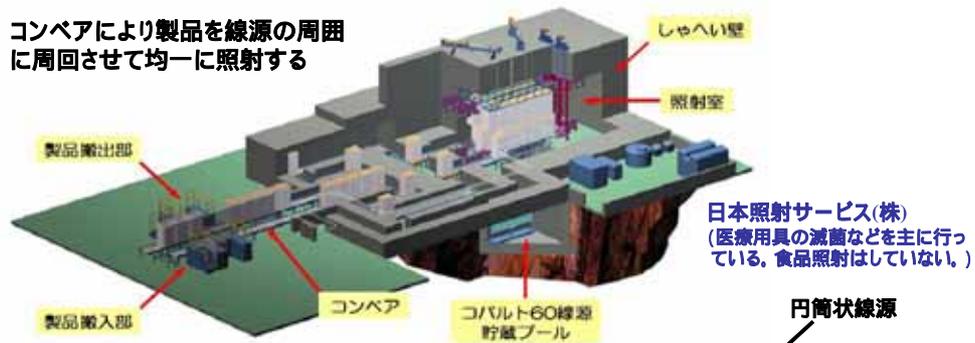
注) スクリーニング:照射の有無の判別

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6 - 1. 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

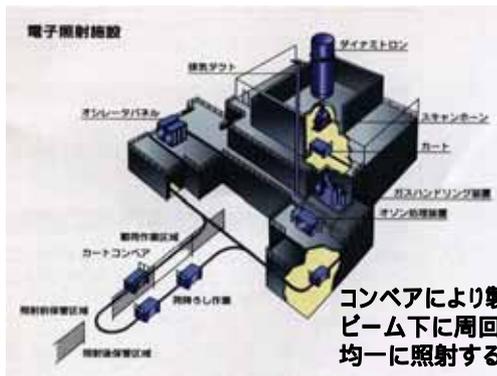


2重密封棒状コバルト線源を板状に配置、線源をプールから昇降して照射・停止



ばれいしょの照射施設(土幌町農協)

## 参考6 - 2. 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。)

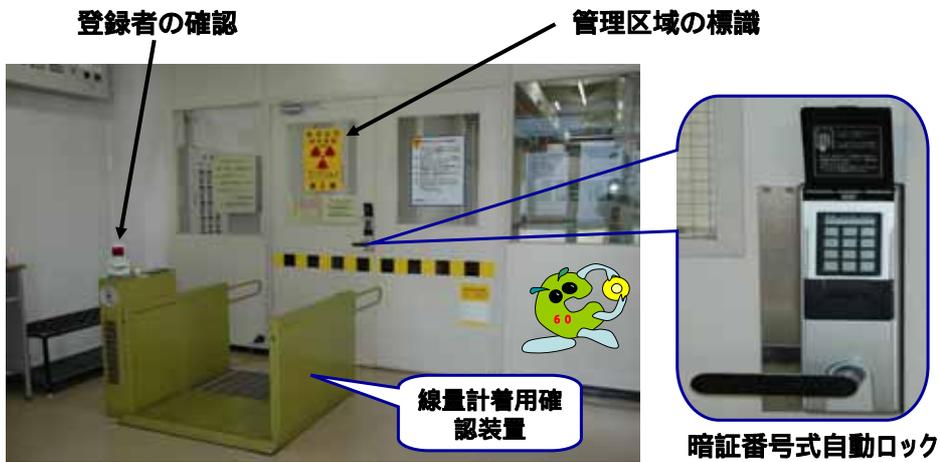


電子線照射プロセスの例(デンマーク)

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6 - 3 . 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6 - 4 . 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

追而（以下の用語について五十音順で解説を記載予定）

### 【第2章部分】

食品照射

Gy

放射線及び電離放射線

原子力政策大綱

食品照射研究開発基本計画

国連食糧農業機関（FAO）

国際原子力機関（IAEA）

世界保健機関（WHO）

世界貿易機関（WTO）

国際食品照射プロジェクト

WHOの高線量照射に関する専門家委員会

国際食品規格委員会

照射食品の一般規格

国際食品照射諮問グループ（ICGFI）

食品衛生法

食品安全基本法

リスク評価・リスク管理

食品安全委員会

### 【第3章部分】

ラジカル

DNA

殺菌

殺虫

発芽防止

成熟遅延

孢子非形成型病原性細菌

腐敗菌

品質改善

滅菌

食中毒

サルモネラ菌

カンピロバクター  
腸管出血性大腸菌 O - 157  
加熱処理  
ガス燻蒸  
化学処理  
エチレンオキサイド  
臭化メチル  
ホスフィン類  
有芽胞菌  
気流式過熱蒸気殺菌  
検疫処理  
植物検疫  
国際植物防疫条約 ( I P P C )

【第4章部分】

(食品の)健全性  
(食品の)毒性学的安全性  
(食品の)微生物学的安全性  
(食品の)栄養学的適格性  
適正照射基準 ( G I P : Good Irradiation Practice )  
適正製造基準 ( G M P : Good Manufacturing Practice )  
H A C C P システム  
誘導放射能  
急性毒性  
慢性毒性 ( 亜慢性毒性 )  
発がん性  
遺伝毒性  
細胞毒性  
催奇形性  
変異原性  
繁殖性  
突然変異株  
アスペルギルス・フラバス群  
アルデヒド・有機酸類  
アフラトキシン及びアフラトキシン産生能  
ボツリヌス菌  
アルキルシクロブタノン類  
放射線分解  
倍数性細胞

脂質及び脂質トリグリセリド  
必須アミノ酸  
ビタミン

【第5章部分】

ヨーロッパ標準分析法  
コーデックス規格の検知法  
電子スピン共鳴（ESR）法  
化学発光（CL）法  
熱ルミネッセンス（TL）法  
炭化水素法  
光励起発光（PSL）法  
DNAコメットアッセイ法

【第6章部分】

照射室  
放射線源  
コバルト - 60  
セシウム - 137  
インターロックシステム  
安全文化  
放射性廃棄物