

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)、パパイヤ(0.3)、カンパールチーズ(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)、カンパールチーズ(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)、エビ(1)、貝類一般(0.5)、生鮮(1)及び乾燥野菜果物(8)、パレイジョ(0.05)	1996、 2001改定	2001 2003
糖結晶のESR測定	乾燥パパイヤ(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	-

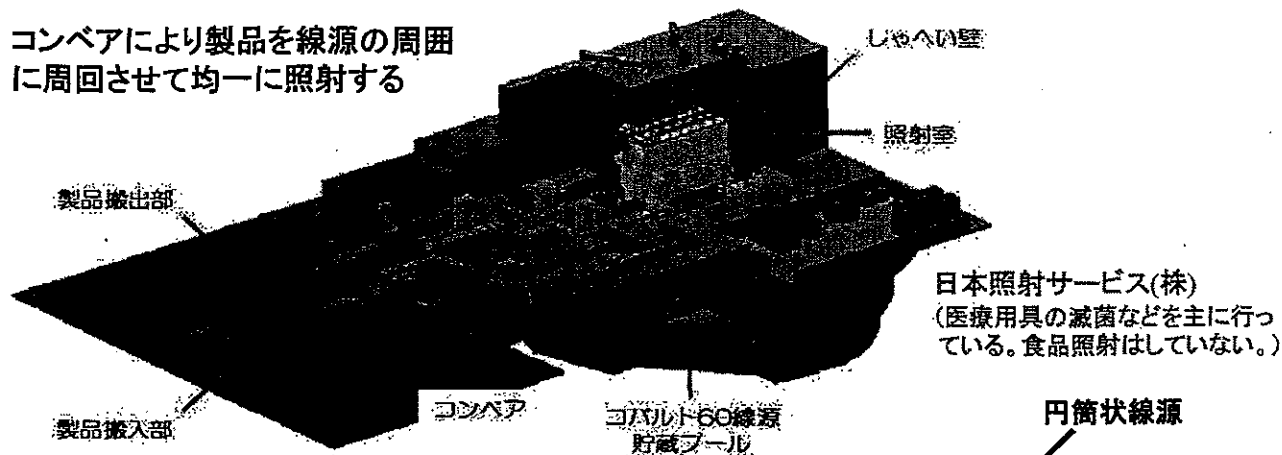
注) スクリーニング: 照射の有無の判別

括弧内の数字は、検出限界線量(kGy)

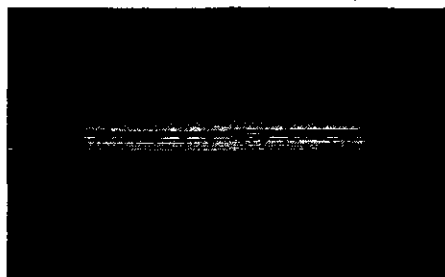
【参考文献】等々力節子「照射食品の検知技術」FFI J., 209(12), 1060(2004)等

参考5-2. コバルト-60ガンマ線照射プロセスの例

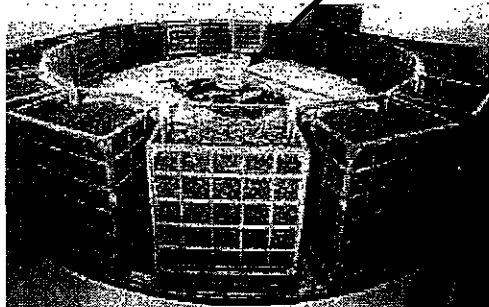
コンベアにより製品を線源の周囲に周回させて均一に照射する



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。)

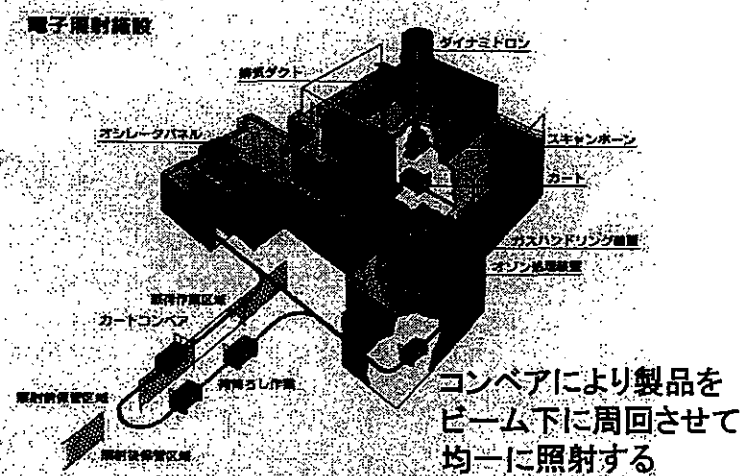


2重密封棒状コバルト線源を板状に配置、線源をプールから昇降して照射・停止

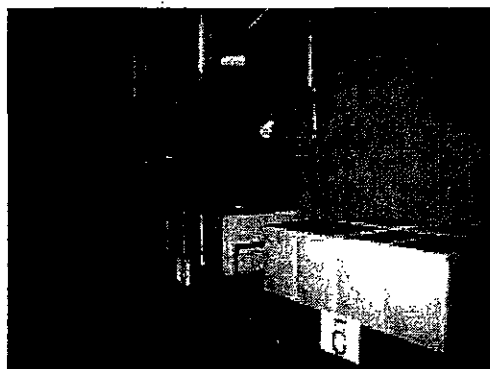


ばれいしよの照射施設(士幌町農協)

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。)

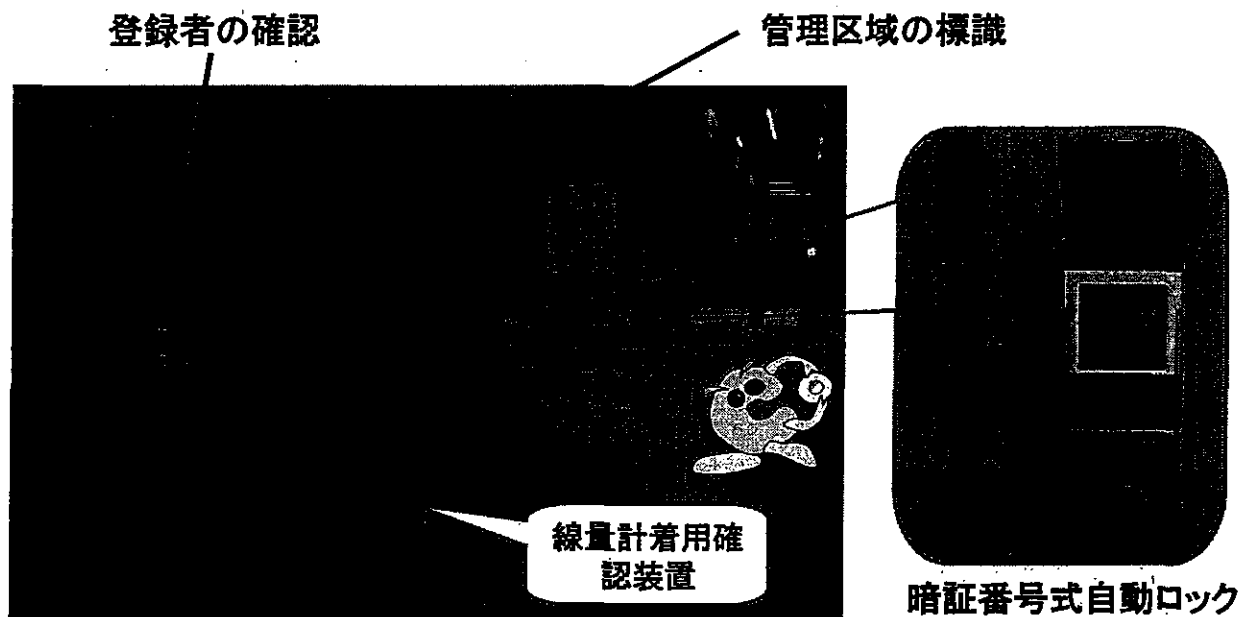


電子線照射プロセスの例(デンマーク)

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

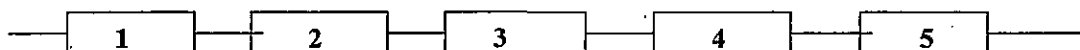
参考5-4. ガンマ線照射施設の立入管理(JAEA)



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 $-CHO$ 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。 $-CHO$ で表される一価の基。酸化されてカルボキシル基 $-COOH$ 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、香辛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 (ICGFI)

国連食糧農業機関 (FAO)、国際原子力機関 (IAEA) 及び世界保健機関 (WHO) が共同で1984年に設立した。主な役割は、①食品照射分野の世界的な進展について評価を行い、②FAO、IAEA、WHO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、③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 (FAO/WHO合同) に対して情報提供を行う、ことである。加盟国は47カ国あまりに達し、2004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、IAEA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 (IFIP)

FAO、IAEAが、WHOの助言に従い、1970年に開始したプロジェクト。わが国を含む24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。1981年、10kGy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 (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。その事務局はFAOに設置されている。【参考3-9】

国連食糧農業機関 (FAO)

国連の専門機関として、1945年10月16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188カ国およびEC (2005年11月時点)、本部はローマ(イタリア)。

FAO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 II 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 III 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。2003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1.173MeV及び1.333MeV) 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

農作物についての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、腸炎ビブリオなど）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、

- ① 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、
- ② 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、
- ③ 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線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。