

食品照射に関するQ&A

社団法人 日本アイソトープ協会

ライフサイエンス部会

食品照射専門委員会

2008年5月9日

(1) 必要性

(問1) 食品照射の実用化の現状はどのようになっているのか。

2003年4月現在、食品照射は31カ国及び台湾で実用化されている。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。照射食品として最も多くの国で実用化されているのが香辛料であり、その照射量は1991年で約3万トン、2000年には約9万トンに増えてきており、2004年には48カ国で許可、29カ国で実用化されている。

参考文献

等々力節子, 「食品照射の海外動向」, 食品照射 Vol.40(1,2), 49 (2005).

Scientific Committee on Food, European Commission, “Revision of the opinion of the Scientific Committee on Food on the irradiation of food”, (2003).

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, “REPORT FROM THE COMMISSION ON FOOD IRRADIATION FOR THE YEAR 2002, COM(2004)69 (2004).

表1 香辛料、乾燥野菜、ハーブの照射の許可・実用化国

国名	香辛料	乾燥野菜	ハーブ
アルゼンチン	○	○	
オーストラリア	○		○
オーストリア	○	○	
バングラデシュ	○		
ベルギー	○	○	
ブラジル	○	○	○
カナダ	○	○	○
チリ	○		
中国	○		
クロアチア	○	○	
キューバ	○		
チェコ	○		
デンマーク	○	○	
エジプト	○		○
フィンランド	○	○	
フランス	○	○	
ドイツ	○	○	
ガーナ	○	○	○
ギリシャ	○	○	
ハンガリー	○		

インド	○		
インドネシア	○		
イラン	○		
アイルランド	○	○	
イスラエル	○	○	
イタリア	○	○	
韓国	○	○	
メキシコ		○	○
ルクセンブルグ	○	○	
リビア	○		
オランダ	○	○	
ニュージーランド	○		○
ノルウェー	○	○	○
パキスタン	○	○	○
フィリピン	○		
ポーランド	○	○	
ポルトガル	○	○	
ロシア		○	
南アフリカ	○		○
スペイン	○	○	
スエーデン	○	○	
シリア	○		
タイ	○		
トルコ	○	○	
ウクライナ		○	
イギリス	○	○	
アメリカ	○	○	○
ユーゴスラビア	○	○	

太字が実用化国

(<http://www.iaea.org./icgfi/data.htm>)より

(問2) 食品照射の経済性はどうか。

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る。馬鈴薯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言われている。

一方、殺菌を目的とした食品照射は、目的とする食中毒防止、腐敗防止などの経済効果を考慮すべきものであり、わが国でそのような評価は行われていない。海外で行われた研究によれば、食品照射には食中毒などの減少に伴う経済メリットがあるという結果が得られている。

参考文献

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://takafair.taka.jaea.go.jp/dbdocs/min001008.html> など

(問3) 殺菌や殺虫には既存技術で十分であり、照射の有用性はないため、食品照射を進める必要はないのではないかと。

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、殺虫などに適しており、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。香辛料の品質への影響は過熱水蒸気処理よりも小さく(図1)、優れた殺菌技術である。

香辛料、乾燥野菜、ハーブなどにおいて、放射線殺菌は、過熱水蒸気殺菌と比較して精油成分への影響が小さく、色調への影響はほとんどないため、これらの品目の殺菌技術として優れている。また、オゾン層破壊に繋がる臭化メチル燻蒸の代替として、ホスフィン(リン化水素)による燻蒸があるが、薬剤耐性害虫の発生の可能性があり、完全な代替技術は食品照射のみである。

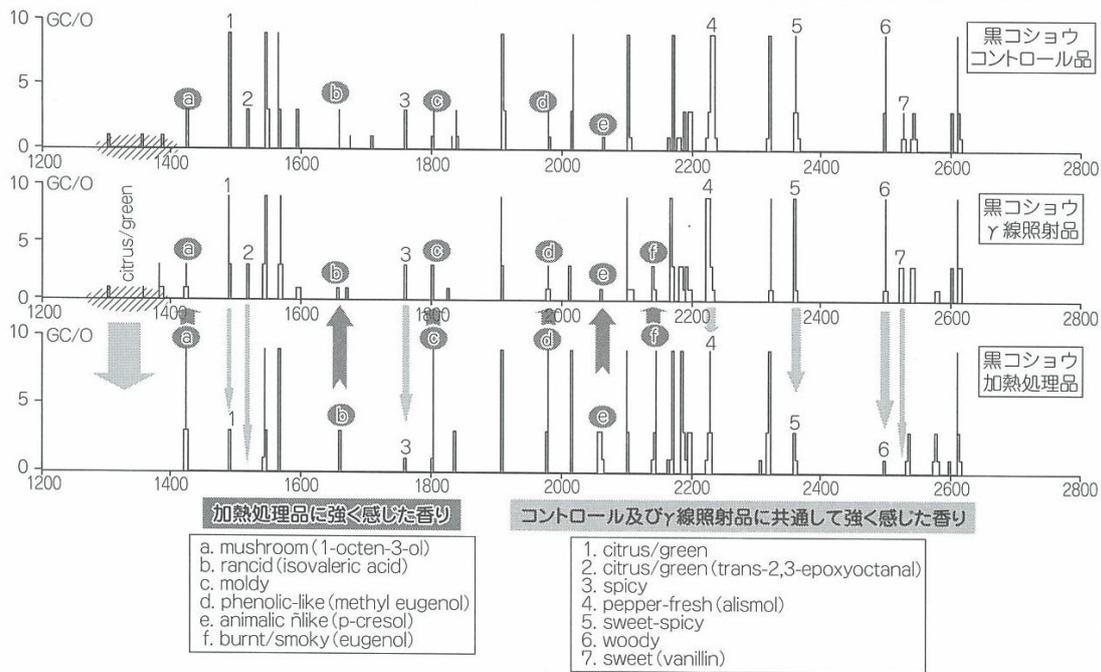


図1 無処理、ガンマ線照射、過熱水蒸気処理した黒コショウのGC/Olfactometryによる香気成分の分析結果

参考文献

古田雅一：香辛料への放射線照射、エネルギーレビュー 2006年5月号、10-13 (2006)

(問4) 照射すると生命力が弱り、馬鈴薯やタマネギでは腐敗しやすくなるのではないか。

放射線を照射した馬鈴薯は非照射のものに比べて傷の治癒力が低下するために、収穫後2～3週間常温貯蔵（キュアリング）を行って収穫時の傷を完全に治癒してからガンマ線照射を行う必要がある。また、照射馬鈴薯は呼吸が活発になるために、呼吸に伴う酸素欠乏や湿気を防ぐのに十分な換気が必要である。キュアリングや貯蔵施設の換気をすることにより、放射線照射は発芽抑制技術として有効なものとなり、すでに土幌で実用化されており、これらの問題は解決されている。

照射したタマネギが腐敗しやすいという意見は、以下の事実を正しく理解していないか意図的に流布されているものである。

科学技術庁の食品照射研究運営会議がとりまとめた「放射線照射によるタマネギの発芽防止に関する研究成果報告書」（資料編）の中に示したデータでは照射タマネギの方が非照射タマネギよりも腐敗率が高くなっているが、これは発芽した試料を除外した後に腐敗した試料を計数したことによるものである。発芽したタマネギはほとんど腐ってしまうので、発芽した試料も対象とすると、照射試料よりも非照射試料の方が腐敗率ははるかに高くなる。表2に掲載されている収穫242日後の健全なタマネギは、非照射試料が5.5%（ $=100-86.0-8.5$ ）、0.03kGy照射試料が75%（ $=100-0.5-24.5$ ）、0.07kGy照射試料が76%（ $=100-0-24.0$ ）、0.15kGy照射試料が73%（ $=100-1.0-26.0$ ）となり、健全な試料の割合は、非照射のタマネギと比べて照射タマネギの方がはるかに高くなる。

表2 収穫後28日目に照射したタマネギ及び非照射タマネギの発芽率及び腐敗率（室温貯蔵）

		収穫後の日数					
		28	63	83	124	185	242
非照射	発芽率	0	0	6.5	23.0	67.0	86.0
	腐敗率	0	0	7.0	8.0	8.5	8.5
0Gy	発芽率	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5
	腐敗率	0	0	5.0	12.0	13.5	24.5
70Gy	発芽率	0	0	0	0	0	0
	腐敗率	0	0	0.5	12.0	14.0	24.0
150Gy	発芽率	0	0	1.0	1.0	1.0	1.0
	腐敗率	0	0	4.0	12.0	18.0	26.0

参考文献

放射線照射によるタマネギの発芽防止に関する研究報告書、資料編、1980

(2) 健全性

(問5) 「わが国の原子力特定総合研究」で実施された、ラットに照射した馬鈴薯添加飼料を与えた実験では、体重増加、卵巣重量に変化が見られたので、健全性に問題があるのではないか。

照射馬鈴薯（150Gy）によるラットの成長抑制の可能性について

体重あるいは体重増加量の数値には線量と変化の間に用量関係が認められない。又、血液形態学、血清生化学、病理学等の諸検査の結果には、体重増加の抑制に結び付くような影響は認められない。

過去多くの毒性試験の経験から、体重に検体投与が起因すると思われる変化があれば、定期的に実施した血液形態学的検査、血清生化学的検査及び臓器重量を含む病理学的検査の結果にも、検体の種類によって異なるが、何らかの変化が見られるものが多い。このような場合に生物学的意義があるものとする。

例えば、国立衛生試験所安全性生物試験センター毒性部で実施した塩基性炭酸銅のラットを用いた12カ月間投与試験では、体重増加の抑制が雄の最高用量群（2,000ppm群）で認められた。そして血清生化学的検査において、トランスアミナーゼ（GOT、GPT）、あるいは乳酸脱水素酵素の活性値に明らかな上昇が見られ、肝臓を組織学的に観察したところ、肝細胞の壊死が見られた。この実験では塩基性炭酸銅の投与により肝臓の機能低下が起こり、同時に体重増加の抑制を起こしたものと推察された。

以上、照射馬鈴薯による体重増加の抑制は他の検査結果との関連性がない事などから、照射馬鈴薯による影響とは考えられない。又、この結果から見て150Gyでは、体重に影響を与える事はないものと思われる。

また、マウスを用いた体重試験においては、照射馬鈴薯の摂取に伴う体重増加抑制は観察されていなかった。

照射馬鈴薯（150Gy）によるラットの卵巣重量減少の可能性について

普通のエサや照射していないジャガイモを食べさせたラットと、照射したジャガイモを食べさせたラットとの間に差が出るかどうかを3、6、12、24カ月の4時点で調べた結果、600Gy照射したジャガイモを与えたグループの6カ月の時点でだけ、卵巣の重量が減少したと報告されている。これが本当に放射線による影響であるとするれば、他の時点でも同様の傾向が見られるかあるいは何らかの変化が現れてもよいと考えられる。しかし3、12、24カ月では差が出ていない。卵巣の軽くなったものと、ほかのものとの組織の構造を、顕微鏡で調べたが、差は認められなかった。

このような試験で、安全性の問題点として取り上げなければならないのは、①臓器の機能的な変化、②臓器の組織学的変化、③全期間を通してある一定の傾向をもった重量変化の3点で

ある。この試験では、組織学的に変化はなく、卵巣重量の点でも6カ月目だけの一時的な変化なので、危険な変化とは考えられない。

表3 照射馬鈴薯投与ラットの卵巣重量の変化

月数	群	対 照	非 照 射	0. 15kGy	0. 3kGy	0. 60kGy
3	匹 数	5	5	5	5	5
	実測値	77. 50	75. 90	101. 70	89. 80	96. 10
		±25. 70	±26. 06	±19. 94	±46. 21	±29. 89
	体重比	32. 60	33. 79	46. 40	41. 52	42. 62
		±12. 89	±14. 12	±13. 15	±21. 81	±12. 31
6	匹 数	5	5	5	5	5
	実測値	67. 7	68. 3	69. 5	66. 8	44. 8 **
		±8. 1	±18. 2	±16. 1	±24. 6	± 7. 6
	体重比	26. 96	25. 99	28. 34	26. 46	17. 74**
		±3. 58	±6. 37	±6. 01	±10. 79	± 2. 75
12	匹 数	5	5	5	5	5
	実測値	56. 7	60. 8	73. 2	49. 2	43. 7
		±28. 8	±25. 7	±55. 4	±11. 1	± 3. 73
	体重比	21. 38	22. 71	25. 11	18. 08	16. 02
		±9. 81	±9. 73	±18. 07	±3. 44	± 2. 83
24	匹 数	10	9	8	8	11
	実測値	92. 1	155. 6	213. 0	90. 0	124. 5
		±61. 8	±57. 0	±53. 6	±35. 8	±44. 2
	体重比	26. 56	47. 17	67. 05	33. 54	42. 25
		±14. 89	±35. 36	±37. 68	±13. 98	±13. 19

単位：実測値：mg、体重比：mg／100g体重。

** : P<0. 01：対照群と比べ有意差あり。

0. 6 kGy=P-60

参考資料

放射線照射による馬鈴薯の発芽防止に関する研究成果報告書（付録）：

食品照射研究運営会議、6、1971

（問6）「わが国の原子力特定総合研究」で実施された、タマネギ添加飼料を与えた実験では、慢性毒性試験や世代試験に頸肋などの影響が見られたので、健全性に問題があるのではないか。

照射タマネギを2%添加した飼料を与えたマウスの胎児や新生児の頸肋（骨の変異）を観察すると、第一世代（F1）、第二世代（F2）、第三世代（F3）でそれぞれ異なった傾向が観察された（表4）。例えば、F2世代の頸肋出現率は対照群（タマネギを与えていない）が20%であるのに対して、非照射タマネギだけを添加したものでは19%、0.15kGy照射したタマネギでは41%であり（太字部分）、ここだけが強調されて反対の根拠とされている。しかし、F1では逆の傾向が観察されており、頸肋の出現率は対照群が33%に対して0.15kGyでは20%である。また、F3世代でも対照群の84%に対して0.15kGyでは40%で逆に少なくなっている。一方、タマネギを4%添加した飼料を与えた場合には対照、非照射タマネギ、照射タマネギの間で頸肋の発生率に大きな差は生じなかった。頸肋はもともと胎児では発生率が高く、成長に伴い消滅するので、一般に頸肋発生率のデータにはバラツキが観察される。このように動物試験においてはデータのバラツキが観察されたり、一定の傾向が観察されない場合がある。すべて矛盾なく頸肋の発生率が照射試料で高ければ、照射の影響であると判断できるが、表4に示したデータからはそのような判断はできない。

表4 d d e系マウスの次世代試験における頸肋の出現率

時 期	群	1. 照射タマネギ4%添加			2. 照射タマネギ2%添加		
		F 1 世代	F 2 世代	F 3 世代	F 1 世代	F 2 世代	F 3 世代
末期胎仔	対 照	41.0	60.6	53.5	33.3	20.0	83.9
	0 kGy	41.4	38.9	55.0	27.1	19.2	3.3
	0.15 kGy				20.4	41.2	40.6
	0.3 kGy	49.4	46.1	49.5			
新生仔	対 照			79.5	30.3	15.0	61.9
	0 kGy			70.9	67.3	46.7	8.6
	0.15 kGy				47.6	68.9	59.8
	0.3 kGy			82.4			

参考文献

放射線照射によるタマネギの発芽防止に関する研究成果報告書（資料編）、1980

(問7) 「わが国の原子力特定総合研究」で実施された試験で実験動物の死亡率に影響が見られたので、健全性に問題があるのではないか。

照射米を与えたラットの死亡率は、線量との用量関係がないだけでなく、雌のデータからは非照射米を食べるよりも照射米を食べる方が死亡率が高くなり、雄のデータからは照射米よりも非照射米を食べる方が死亡率が高くなるという、矛盾した傾向が観察された(表5)。これは、寿命に近くなったラットでは生理的個体差が大きくなる結果としてデータのバラツキが大きくなるためであり、雌のデータのみを取り上げて照射米の危険性を主張するのは間違っている。

表5 照射米を与えたラットの死亡率

	群	月										(%)
		1	3	6	9	12	15	18	19	21	24	
雄	対 照	0/30	0/30	0/25	0/25	0/25	1/18	3/18	3/18	6/18	10/18	(55.6)
	0 kGy	0/30	0/30	0/25	0/25	1/25	2/18	5/18	6/18	8/18	11/18	(60.5)
	0.5kGy	0/30	0/30	0/25	0/25	0/25	1/18	2/18	4/18	4/18	4/18	(22.3)
	1kGy	0/30	0/30	0/25	0/25	0/25	0/18	1/18	4/18	6/18	8/18	(44.4)
雌	対 照	0/30	0/30	0/25	1/25	1/25	2/18	2/18	2/18	3/18	5/18	(26.6)
	0 kGy	0/30	0/30	0/25	0/25	0/25	0/18	0/18	1/18	3/18	5/18	(27.8)
	0.5kGy	0/30	0/30	0/25	0/25	1/25	1/18	2/18	2/18	4/18	8/18	(43.6)
	1 kGy	0/30	0/30	0/25	0/25	0/25	0/18	0/18	2/18	4/18	10/18	(55.6)

対照：米を含まない飼料を投与

参考文献

放射線照射による米の殺虫に関する研究成果報告書(資料編)、1983

(問8) 照射香辛料の安全性を証明するのに十分なデータがないのではないか。

個々の香辛料は食事中に0.01%を超えて含まれないとの前提のもと、アメリカでは30 kGy以下の照射を無条件に認めている。これは、以下の1986年のFDAの考えに基づくものである。

米国FDAの照射食品の安全性評価の基本的考え方とその由来及び動物実験との関連についての見解はFederal Register (1986年4月18日付) Supplementary InformationのなかのII. Comments A. Safetyの項に記述されている。FDAは1979年に食品部照射食品委員会 (BFIFC) を設置した。この委員会は照射食品に関する従来の政策をレビューし、照射食品の安全性を評価するのに最適な毒性学的試験方法の条件を確立する事を主目的とした。従来の放射線化学データを調べた結果や照射食品が全食事中に占める役割等を考慮して、次のように結論した。

- 1) 食品を1 kGy照射した場合の全放射線分解生成物は約30 ppm程度の収率と推定。

$$\text{収率 (in mmol/kg)} = \text{線量 (krad)} \times \text{G値} \times 10 \cdot E \quad (-3)$$

ここで、G値の平均を1、食品成分の平均分子量を300として

$$1 \text{ kGy での収率} = 30 \text{ mg/kg 食品} = 30 \text{ ppm}$$

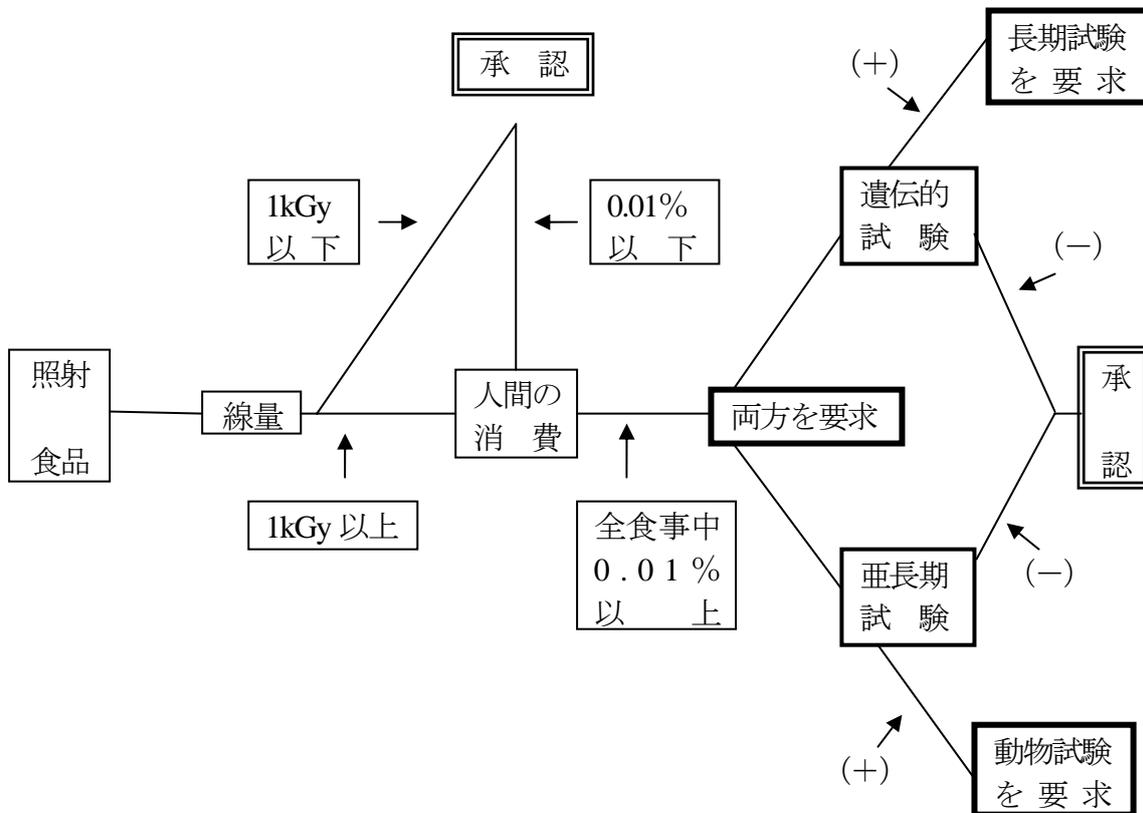
- 2) このうち、非照射食品には見出されない特異的放射線分解生成物 (URP) は全放射線分解生成物の10%、即ち3 ppm、更に、そのうち単一のURP濃度は1 ppm以下と推定。

このBFIFCの結論はFDAによって承認された。BFIFCは1980年7月の最終報告書の中で、図2のようなSafety Decision Treeを示している。

以上のBFIFC及びタスクグループの結論に基づき、FDAは1 kGyを超えない線量で照射した食品は人間の消費にとって安全であると結論した。更に、FDAは30 kGy以下の線量は乾燥植物性食品の殺菌に十分であり、毒性試験データは安全規制上必要ないとした。

これらの考え方の根底には1960年代と異なり、食品成分に関連した照射による化学変化及び放射線化学一般の実験的知見が豊富に蓄積された事が重要な支えとなっている。

図2 Safety Decision Tree



さらに、香辛料へ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。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。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。また、わが国で実施した4種類の照射スパイス（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においても変異原性は認められていない。

参考文献

日本アイソトープ協会：食品照射研究委員会研究成果最終報告書、1992年12月

(問9) カビのアフラトキシン生産能は、放射線照射によって増加するのではないか。

Aspergillus flavus に低線量の放射線を照射すると、アフラトキシンの生産を促進する作用があるとの報告がインドから出された事があった。世界各国で追試され、多くの報告で、照射によるアフラトキシン産生促進効果は無いかほとんど無視でき、非照射と比べ誤差範囲にあると述べている。わが国での研究においても、4株のアフラトキシン生産能を有する *Aspergillus flavus* 群の菌では、0.2～2 kGyの低線量照射でアフラトキシン生産能がわずかに増加する傾向が認められたが、非照射との差はそれほど大きくなく、しかも生残していた多くの菌株を新たに植え換えると、非照射のものとの差がなくなっており、アフラトキシン生産能を失った菌株も認められている。更に、*Aspergillus flavus* の孢子を7回まで繰り返し照射してもアフラトキシンを強力に生産する株は出現せず、放射線抵抗性もほとんど増加しなかった。

水分を20%以上含んだ蒸煮してない白米を用いて、非照射と5 kGy照射試料に *Aspergillus flavus* を接種すると、5 kGy照射で著しいアフラトキシン生産が認められたという報告もある。しかし、これは照射によって殺菌された照射米(試料)に *Aspergillus flavus* が純粋培養されたのに対して、殺菌されていない非照射米では増殖の速い細菌類や他の糸状菌も増殖して *Aspergillus flavus* の生育が抑制されるため、照射試料と比較してアフラトキシン生産量が少なくなったためである。

(問10) 放射線照射によりシクロブタノン類が生成されるので、健全性に問題があるのではないか。

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（2-ACB）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、消費者の健康に危険をもたらすようには見えないとした。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、米国の研究者により、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が報告されている。

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（2-ACB）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カ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カ月後に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、実際の照射食品に含まれる2-ACBの量は、この投与実験で使われた1日当たりの用量（**3.2mg/kg 体重**）よりもはるかに低く、**ヒトが照射食品から摂取する2-ACBの最大量と想定される1日当たりの値は5-10μg/kg 体重である。**

また、米国のラルテック社で行われた100トン以上の照射鶏肉のマウスや犬を用いた長期動物飼育試験では、59kGyも照射したにもかかわらず毒性は認められていないことも、照射食品の安全性（シクロブタノンを含む）の根拠とされている。

(問11) 放射線照射により誘導放射能が生じるのではないか。

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。

わが国では、1986年から6年間、日本アイソトープ協会が「食品照射研究委員会」を設置し、食品照射の安全性に係る問題解決のための研究を実施した。その中で、理論的、実験的に上記放射線を照射しても食品中に有意の放射能増加はないことが証明されている。

文献

日本アイソトープ協会：食品照射研究委員会研究成果最終報告書、1992年12月

(3) 検知技術・表示

(問12) 照射食品の検知技術の現状はどうなっているのか。

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FAO/I AEA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(ESR)法、熱ルミネッセンス(TL)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。EU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検討の上、有望な方法についてのプロトコルを作成し、その妥当性確認試験を実施した。

これらの成果に基づき、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(ESR法2種、TL法、化学分析法2種)を1996年に制定するとともに、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。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ノン法、及び炭化水素法)、TL法及び光励起発光(PSL)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、DEF T/APC法(総菌数と生菌数の比を指標とする方法)の9分析法をコーデックス標準分析法として採択している。

わが国では、公的研究機関や大学等において、化学分析法、ESR法、TL法、PSL法、DNAコメットアッセイ法等について研究開発が進められた。また、これらの機関で、TL法やESR法を用いた依頼分析を実施している。以上のように、検知技術は確立されており、厚生労働省が2007年7月6日付け食安発第0706002号にてTL法を検疫所長に通知し、TL法は公的な検知法となった。

照射食品の検知技術は適切な表示を実施させるためのもので、照射の有無を正確に判断することが役割であり、線量推定をする必要はない。照射食品が正確に表示されれば、その履歴等は、トレーサビリティ(照射・流通の記録の記帳と保存により、照射施設や線量がわかるようにすること)のシステムを確立することにより、知ることができる。

(問13) 照射食品の表示はどのようにすべきと考えているのか。

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。この他に、照射食品に関するコーデックス一般規格では、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に従うよう定めている。

- i) 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。
- ii) 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。
- iii) 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。

わが国において、照射馬鈴薯に関する表示は従来ダンボールに対して行われていたが、最近、個装にも行われるようになってきている。照射食品の表示は、包装食品、バラ積みのいずれに対しても行うべきものであり、さらに原材料等として利用される場合にも行うべきものである。

(4) その他

(問14) 放射線照射による照射臭の発生や食味の低下が起こる理由は解明されていないのではないか。

加熱処理、紫外線殺菌などの場合と同様、食品照射によっても異臭の発生や味、テクスチャーの変化が起こる。異臭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である。異臭や異味の原因はほとんど解明されており、また未解明なものについても容易に解明できる。

異臭の発生や食味の変化は食品照射に特有なものではなく、照射した食品の安全性とも関係がない。照射食品の安全性については、すでにWHOなどの機関で確認されている。

照射に限らず、食品を加熱などの処理をした場合に、品質変化が必ず起こる。それぞれの処理した食品は、この品質変化が問題とならない用途に使用されており、照射食品の用途に制約のあるのは当然のことである。

(問15) 照射施設の安全性やテロ対策はどのようになっているのか。

(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、2008年3月末で総数4,966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、当該作業者は健診で異常はなかった。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。

(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、ガンマ線や電子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おり、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。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、周辺環境への影響はない。

(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。食品照射に関連し発生する放射性廃棄物は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、使用後は輸出元へ返還されている。

(4) テロ対策

コバルト60線源のような常時放射線を放出している放射性物質を被曝せずに簡単に施設外に運び出すことは困難であり、また電子線やエックス線の発生装置は電源を切れば放射線の発生が止まるため、食品照射施設がテロの対象とはなりえない。

(問16) 安全性等に係る情報を公表すべきであるが、消費者がそのような情報を直接的に得るためには、どのような手段があるか。

食品照射に係る論文や報告書に基づいた情報は、整理して、下記ウェブページにデータベース化して掲載されている。データベースには引用文献として情報源が掲載されており、これらの文献は研究機関、大学等の図書館でほとんどが入手または閲覧可能である。

放射線利用振興協会：放射線利用技術試験研究データベース

(<http://www.rada.or.jp/database/home4/normal/ht-docs/index.html>)

日本原子力研究開発機構：食品照射データベース

(<http://foodirra.jaea.go.jp/>)