総 説

世界における食品照射の現状 ——アジア各国の動向を中心に——[†]

久米民和

日本原子力研究所高崎研究所
370-1292 群馬県高崎市綿貫町 1233

Key Words : food irradiation, economic scale, irradiation facility, spices, trend in Asia

1. はじめに

放射線の生物効果は、1895年のレントゲンによる X 線の発見直後から知られており、1905年には食品照射に関する特許も出願されている。しかし、実用規模の照射装置がなく実用化には至らなかったが、第二次世界大戦中に電子加速器や RI 生産技術が進展して実用化が可能となった。最初の実用照射の試みは、1957年にドイツで行われたスパイスの殺菌である。次いで、1965年にカナダで馬鈴薯発芽防止プラントの運転が開始されたが、これらの試みは短期間で消滅した。

日本では、1960年代から食品照射に関する研究が進められ、1974年に土幌馬鈴薯照射施設での実用照射が開始された。これは世界で最初に成功した実用照射プラントであり、以来28年間にわたり実用照射が続けられている。

世界各国では、1980年のFAO/IAEA/WHOの合同専門家会合の結論に基づき、FAO/WHOの合同食品規格委員会(Codex 会合)が1983

年に10 kGy 以下の照射食品の一般規格を採択して以来、本格的な食品照射の実施が進んだ。とくに、近年香辛料の照射を中心に世界で実用化が急速に進んでいる。

本稿では、日米における放射線利用の経済規模調査において得られた日米の食品照射に関する情報¹⁾、2001年3月フランスのアビニョンで開催されたIMRP-12 (12th International Meeting on Radiation Processing) 報告資料(最近プロシーディングが出版された²⁾)、各国の関係者から直接入手した情報などに基づき、最近の食品照射の動向を紹介する。

2. 世界における食品照射の動向

2-1 世界における実施状況

1984年に設置されたICGFI (International Consultative Group on Food Irradiation) のもと、世界の食品照射の推進が図られている。表1に示したように、2000年現在のICGFI加盟国は46か国、食品照射許可国は52か国に上っている³⁾。全世界の照射食品の量は、1997年200 000トン、1998年210 000トン、1999年257 000トンと急速に増大している。香辛料は全体の1/3を占め、1987年の8 000トンが1998年には80 000トンと、10年間で10倍に増大し、2000年には約90 000トンに達している(図1)。1987年はオランダやフランスなどわずかな国で実施されて

[†]Current Status of Food Irradiation in the World —Trend in Asia—. Tamikazu KUME: Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment, Japan Atomic Energy Research Institute, 1233 Watanuki, Takasaki-shi, Gunma Pref. 370-1292, Japan.

表1 世界における食品照射実施状況 (ICGFI, 2000)

全世界の照射食品の量	1998 年	1999 年
	210,000 トン (香辛料 80,000 トン)	257,000 トン
食品照射許可国	52 カ国	
ICGFI 加盟国	46 カ国	

ICGFI: International Consultative Group on Food Irradiation

ただけであったが、2000年には多くの国で急速に伸びており、とくに米国は世界の半分を占めるに至っている。ベルギー、オランダ、フランス、南アフリカ、カナダ、メキシコ、韓国、中国なども照射量が多い。

2・2 照射施設

食品照射には、 ^{60}Co および ^{137}Cs の γ 線、10 MeV 以下の電子線、5 MeV 以下の X 線の利用が認められている。ICGFI で発表されている 2001年 9 月現在の食品照射用施設³⁾の大部分は ^{60}Co - γ 線照射施設である。しかし、近年新しく建設されている照射施設では、ブラジル 1 基 (2001)、タイ 1 基 (1999)、米国 5 基 (2000-

2001) など、電子加速器が急速に増大している。米国の新たな施設の大部分は主に赤身肉の照射を目的としたものであるが、ハワイ島ヒロには熱帯果実用の X 線照射施設が設置された。Taitan Surebeam の 5 MeV、15 kW の電子加速器を用いた X 線照射施設であり、2000年 6 月から検疫処理を目的としたパパイヤなどの照射が開始されている。さらに、X 線照射に関しては、現在許可されている 5 MeV から、変換効率の高い 7.5 MeV への変更に関する議論も行われている。

2・3 検知法

照射食品の検知法は、照射食品の国際流通が

図1 世界における香辛料照射処理量 (ICGFI, 2001)

増えるに従いその必要性が増している。検知法には、物理的方法、化学的方法、生物学的方法などがあり、FAO/IAEAの国際研究プロジェクト ADMIT (Analytical Detection Methods for Irradiation Treatment of Foods) で、有望な検知法に関する成果がまとめられた⁴⁾。これらの成果をもとに、EUは熱ルミネッセンス、ESR、炭化水素法、シクロブタノン法の4法を基準分析法として認可している⁵⁾。

平成13年10月にローマで開催された ICGFI で、EUは照射食品の流通に検知法は欠かせないものとし、表示義務の厳格化を主張した。これに対し、検知のための技術や装置が整備されていない開発途上国は緩やかな実施を望んでおり、激しい議論が展開されたとのことである。一方、米国は消費者の健康を保証する上で検知法が確立されていることが望ましいが、食品照射を進める上で必須のことではないとしている。このように、各国の立場により検知法に対する見解は異なっているが、検知法確立に向けた取り組みが続けられている。

3. 日米の食品照射の現状

3.1 日米の食品照射の経済規模

日米の放射線利用の経済規模 (1997年) 調査

を行った¹⁾。比較の参照に基本資料を示すと、日米の人口比は1.2億人：2.7億人で2.3倍、GDPは580兆円：940兆円で1.6倍である。放射線利用の日米経済規模比較結果では、工業利用が4.7兆円：6.7兆円の1.4倍、医学・医療は1.4兆円：5.9兆円の4.2倍、農業利用は0.1兆円：1.7兆円の17倍、合計で6兆円：14兆円の2.3倍であった (図2)。米国の放射線利用は日本に比べて進んでおり、特に農業利用分野での差が大きいことが明らかである。

図2の農業利用には、突然変異育種と食品照射が含まれているが、食品照射に関する詳細を以下に示す。米国は、世界で最も食品照射の実用化が進んでいる国である。GAO (United States General Accounting Office) の報告書⁶⁾に基づいて照射食品の経済規模を算定した (表2)。

「スパイス乾燥香料植物」では、最も量が多く価格も平均的な黒コショウの卸値1.54\$/ポンドおよび市場価格33.7\$/ポンドを用いて最小・最大値とした。また、「果実・野菜」は、最も取扱い量が多いパパイアの価格を用いた。この結果、最小のケースではスパイス類177億円 (146 M\$)、果実・野菜は6億円 (5 M\$)、トリ肉は23億円 (19 M\$) で、合計206億円 (170

図2 日本および米国における放射線利用の経済規模

表2 日米における食品照射分野の経済規模

米国照射食品の経済規模（1999 年）								
食品の種類	照射食品量		年間消費率 （％）	単価	合計		経済規模 億円	
	(Mlb)	(ton)		\$/lb	M\$	億円		
（１）スパイス乾燥香料植物	95.0	43,092	9.5	黒コショウ			最小 206	
				最小	1.54	146		177
				最大	33.7	3,202		3,874
（２）果実・野菜	1.5	680	0.002	パパイヤ			最大 3,903	
					3.5	5		6
（３）新鮮/凍結未調理トリ肉	0.5	227	0.002	ブロイラー				
					37.7	19		23
日本照射食品の経済規模（1997 年）								
馬鈴薯	33	15,000	0.6	0.48	16	19	19	

M\$)と求められた。また、最大のケースでは、スパイス類3 874億円(3 202 M\$), 合計3 903億円(3 226 M\$)となり、卸値に基づく規模の約20倍となった。

日本では、発芽防止を目的とした馬鈴薯の実用照射が1974年から北海道士幌農協で行われている。照射処理されている馬鈴薯は年間15 000トン程度であり、日本全国の馬鈴薯生産量244万トンのわずか0.6%である。経済規模は19.2億円(15 000トン/年, 128円/kg)と推定された¹⁾。米国の規模は、最小で日本の11倍、最大205倍であった。

3・2 米国の動向

米国では、調査を行った1999年の経済規模の算定以後、さらに食品の実用照射が進んでいる。一つは、赤身肉の照射である。1997年に病原性大腸菌 O-157汚染による食中毒が多発し、この対策としてFDAは1997年12月に赤身肉の照射を許可し、1999年12月にはUSDAの許可が得られ、2000年2月に発効した。アイオワ Siouxの10 MeV, 18 kWの電子線照射施設では2000年5月から毎週20トン、フロリダ Tampa 近郊の施設では6月から数百トン照射されている。IBA社も赤身肉照射の許可を取得して、施設の整備を進めている。

他の一つは、ミバエの殺虫を目的とした検疫

処理である。ハワイ島ヒロで、5 MeV, 15 kWの電子加速器を用いた熱帯果実のX線照射が2000年6月から開始されている。従来、ハワイの熱帯果実の検疫処理には蒸熱法が用いられていたが、放射線処理法により完熟した果実の移送が可能となった。すなわち、蒸熱処理の場合には完熟前に収穫して処理後、船で輸送中に完熟させるのに対し、放射線処理法の場合には完熟した果実を収穫して処理し、空輸する方法が取られる。ハワイで照射されたパパイヤは、シカゴのスーパーに空輸して販売されている(図3)。少し価格は高いが、品質の優れたものとして照射マークをつけて販売されている。このように、米国では近年さらに食品照射の実用化が拡大している。

3・3 日本の動向

日本では、馬鈴薯以外の食品の照射は許可されていないが、2000年12月に全日本スパイス協会から香辛料の照射許可が申請⁷⁾されるなど、新たな動きが見られる。表3に今後日本で実用化が期待される分野の経済規模を示した。香辛料の輸入量は年間4万トン、108億円、生薬は1 000トン、550億円と推定される。

日本の香辛料照射に関する取組みの詳細は、河智⁸⁾によってまとめられている。現在、日本では多くの香辛料メーカーが蒸気殺菌法を実施

図3 米国におけるパパイアの照射

ハワイ島ヒロで収穫された完熟パパイアをX線照射施設で照射した後、イリノイのスーパーに空輸して照射マークをつけて販売。

表3 近い将来実用化が期待される分野の経済規模

	出荷量 (輸入量 1998 年)	出荷額 (想定輸入額)
スパイス殺菌	41,536 (トン)	108 億円
マスタードの種	9,235	560,290 千円
コショウ	7,186	5,010,958
唐辛子	8,026	1,926,624
ターメリック	4,124	653,550
コリアンダー	3,147	643,728
クミンの種	2,263	464,281
その他	7,555	1,588,952
生薬の殺菌 (ハーブ等)	1,050	550 億円
検疫処理 (切花の殺虫等)	15,001	176 億円

している。しかし、この方法では、殺菌条件を厳しくするほどフレーバーロスが多くなり、殺菌装置としては不完全であると指摘されている。放射線法は、香辛料の殺菌に最も適した方法と

してすでに世界的に定着している優れた処理法である。

生薬の殺菌⁹⁾にも、放射線処理法の適用が期待される。2001年の第14改正日本薬局方で、医

表4 EUにおける食品照射の現状

経緯	
1986	EUにおける食品照射に関して、統一規格の制定に関する協議開始
1988	Positive list の作成開始、当初9品目がリストアップ
1999	香辛料（スパイス、ハーブ、野菜調味料）照射の実施合意
2000	Positive list の作成：各国の対応がまちまちで positive list の作成が遅れている。策定されるまでは、香辛料以外の品目については各国の法律に基づくものとされている。
各国の状況	
許可 (9カ国)	ベルギー、デンマーク、フィンランド、フランス、イタリア、オランダ、スペイン、スウェーデン、英国
禁止 (3カ国)	オーストリア、ドイツ、ルクセンブルグ
無規制 (3カ国)	ギリシャ、アイルランド、ポルトガル (+：許可を指示、-：禁止を指示)

薬品原料の参考微生物限度基準値が定められた。生薬および生薬配合製剤での限度値は $10^5 - 10^7$ を目安とすること、薬事法の第56条に記載されている病原微生物である大腸菌およびサルモネラは非検出もしくは 10^2 以下に菌数を減少させることが必要である。

関連分野として、電子線を用いた切花の殺虫を目的とした検疫処理技術が開発されている。日本の輸入量は年間15 000トン、176億円に上ると推定されている。植物防疫は、日本のみならず各国が強い興味を示しており、近い将来実用化されることが期待される分野である。

4. EU・中南米の現状

EU 各国における食品照射実用化の状況¹⁰⁾には大きな差があり、1986年以来統一規格制定のための協議が進められてきた。1999年に唯一の品目として、香辛料の10 kGy 以下の照射が合意された（表4）。照射済みの表示が義務付けられており、すでにEU内で流通している。他の品目については、2000年末までに positive list を作成する予定であったが、まだ各国の意思統一ができていない。オランダやフランスなど積極的に食品照射を推進している9か国、禁止の3か国、どちらの規定もない3か国があり、

調整が難航しているようである。

中南米では、米国の積極的な食品照射実用化の動きを受けて、多くの国が食品照射を推進している。アルゼンチンでは、1984年に食品照射が許可され、年間800トンの香辛料および乾燥野菜の実用照射が行われている。ブラジルでは、1973年に許可され、2001年現在では20品目以上が許可されている。香辛料、ハーブ、果実、野菜などの実用照射を行うため、1999年以降4か所に照射施設が建設されている。チリでは、香辛料、乾燥野菜、冷凍魚介類などの照射が行われており、2000年には788トンが照射された。メキシコでは、4 600トンの乾燥食品の照射が行われている。

5. アジア・オセアニアの現状

アジアでは、多くの国で食品照射が積極的に進められており、統一規格設定のための会議が開催されている。1997年にはASEAN 統一規格基準の草案が検討され、14か国が参加した1998年のソウルの会議では、統一規則に従って自国の規則を確立するようRCA加盟17か国に勧告が出された。また、1999年には、マニラで植物検疫法のための協定案が採択された。

オーストラリア・ニュージーランドはこれま

表5 アジア諸国の食品照射施設

国名	場所（開始年度）	製品
バングラデシュ	Chittagong (1993) Savar (2001)	馬鈴薯、タマネギ、干魚 多目的
中国	Chengdu 成都 (1978)	香辛料、野菜調味料、ソーセージ、 ニンニク
	Shanghai 上海 (1986)	リンゴ、馬鈴薯、タマネギ、 ニンニク、乾燥野菜
	Zhengzhou 鄭州 (1986)	トマト、ニンニク、香辛料、タマ ネギ、乾燥野菜
	Nanjing 南京 (1987)	香辛料、乾燥野菜
	Jinan 済南 (1987)	ニンニク、タマネギ、乾燥野菜
	Lanzhou 蘭州 (1988)	香辛料、乾燥野菜
	Beijing 北京 (1988)	ダック、香辛料、乾燥野菜
	Tienjin 天津 (1988)	魚介類、香辛料
	Daqing 大慶 (1988)	
	Jianou 建瓯 (1991)	
	Guangzhou 広州 (1992)	魚介類、果実、香辛料
	Beijing 北京 (1995)	米、飼料、乾燥野菜
	Changchun 長春 (1996)	魚介類、飼料、香辛料
	Tangshan 唐山 (1997)	魚介類、香辛料、乾燥野菜
	Dalian 大連 (1998)	米、ニンニク、飼料、香辛料
	Zhongshan 中山 (1999)	
	Inner Mongolia 内蒙古 (1999)	
	Shuanglin 双菱 (2000)	
インド	Nashik Dt. (2002)	タマネギ、馬鈴薯
	Vashi, New Bombay (2000)	香辛料
インドネシア	Pasar Jumat (1988)	香辛料、米
	Cibitung (1992)	多目的
日本	土幌 (1973)	馬鈴薯
韓国	Seoul (1986)	ニンニク粉末、香辛料及び調味料
	Kyengki-do (2000)	
マレーシア	Bangi (1997)	香辛料、ハーブ、食品原料
タイ	Patumthani (1989)	タマネギ、薫製豚肉、ソーセージ、 酵素、香辛料
	Leam Chabang (1999)	
	Leam Chabang* (1999)	食品照射サービス
	Bang Pakong (2000)	食品照射サービス
ベトナム	Ho Chi Minh City (1999)	香辛料、乾燥ハーブ類

注： * 電子線照射施設、他は全て⁶⁰Co照射施設

で食品照射に対し消極的であったが、評議委員会（ANZFA: Australia New Zealand Food Authority）において共通の食品規格基準を検討し、2001年9月30日に香辛料の照射を許可するなど積極的な動きが出てきた¹¹⁾。

アジア諸国では、過去250 000トンの照射が

行われている。アジア諸国の食品照射施設は、ICGFIのリストから抜粋し、一部追加修正を行って表5に示した。また、表6にアジア各国における食品照射の実施状況を示した。以下に、アジア各国の動向の詳細を紹介する。

表6 アジア各国における食品照射の実施状況

国名	照射食品	処理量(トン)
バングラデシュ	乾燥果実、冷凍食品	229
中国	ニンニク、馬鈴薯、タマネギ、米、コーン、トマト、オレンジ、ライチ、リンゴ、キノコ、焼酎、鶏肉、豚肉、肉加工品、ソーセージ、花粉、果実、アーモンド	70,000
インド	タマネギ、馬鈴薯、香辛料、エシャロット、ニンニク、ショウガ、マンゴー、肉及び肉製品、豆類、米、小麦、小麦粉、乾燥及び冷凍魚介類	1,200
インドネシア	香辛料、ココア、冷凍食品	4,900
韓国	馬鈴薯、タマネギ、ニンニク、クルミ、キノコ、香辛料、加工食品用乾燥肉及び魚介類、デンプン、乾燥野菜、酵素、朝鮮人参	3,000
マレーシア	(ハーブ類)	540
フィリピン	香辛料、タマネギ	90
タイ	ハーブ、香辛料、ペット食品、酵素、発酵ソーセージ	1,130
ベトナム	冷凍魚介類、乾燥魚、冷凍カエルの足、香辛料、馬鈴薯、タマネギ、コーン、豆類	4,700

5・1 中国

世界で最も食品照射の実用化が進展している国であり、表6に示した18種の食品の照射が実施されている。これらは照射目的により以下の6項目に分類されている：①豆類の殺虫、②穀類の殺虫、③乾燥ナッツや果実の殺虫および貯蔵期間延長、④畜肉および鶏肉製品の殺菌と貯蔵期間延長、⑤冷凍畜肉および鶏肉の殺菌、⑥新鮮果実および野菜の発芽防止および貯蔵期間延長。表5に示した施設を用いて実用照射が行われているが、中国国内の情報によると、さらに多くのCo照射施設(120基、12.5 MCi)が食品照射に用いられている。また、処理量は、ICGFIの2000年の情報ではニンニク50 000トン、乾燥野菜調味料15 000トン、健康食品4 000トン、穀類1 000トンの計70 000トンである。しかし、最近の国内情報では、100 000トンと報告されている¹²⁾。

5・2 韓国

馬鈴薯、タマネギ、ニンニクの発芽防止、ク

ルミ、キノコ、加工食品用の香辛料、乾燥肉および魚介類、デンプンが許可されている。さらに1995年には、乾燥野菜、酵素、朝鮮人参製品、病人食が許可された。グリーンピア社のCo照射施設(1.2 MCi)で香辛料や乾燥農産物が、2000年には2 500トン、2001年には3 000トン照射されている。また、Kyengki-do, Soyaの施設(500 kCi)が2000年に完成し、これから食品照射が開始される予定である。このように、韓国は最近食品照射の実用化を積極的に進めている。

5・3 ベトナム

1999年に建設されたホーチミン照射センターのハンガリー製Co照射施設(400 kCi)およびハノイのロシア製Co照射施設(100 kCi)で実用照射が行われている。ニンニク、馬鈴薯、タマネギの発芽防止、乾燥魚、緑豆、トウモロコシ、香辛料の殺菌などが許可されている。現在、ホーチミンでは、主として輸出用冷凍魚介類(エビ、貝、カエルの足、イカ、魚類)の殺菌

DSC00001

DSC00009

図4 ベトナムにおける冷凍魚介類の照射
冷凍車で搬入したカエルの足などの冷凍食品を冷却材とともに発泡スチロール箱に詰め、照射用コンテナに入れて照射する。

処理を行っている。冷凍車で搬入後ただちに保冷材を入れた発泡スチロール箱に詰め、照射用コンテナに入れて照射を行う(図4)。年間4700

トン米国やEUに輸出している。この他、国内消費用に香辛料(パプリカ、唐辛子、タマネギなどの粉末)や乾燥魚の照射を行っているが、

全体の10%程度である。ホーチミンの照射施設はすでに飽和状態であり、線源の増強を行うとともに2003年末までには新しい照射施設（500 kCi）を建設する計画である。

5・4 タイ

Patumthani のタイ照射センター（430 kCi）で1989年以来実用照射が行われている。さらに1999年に IBA 社 Leam Chabang の Co 施設（1 MCi）、2000年にはガンマスター社 Bang Pakong の Co 施設（1 MCi）が建設された。これらの施設で、ハーブ150トン、香辛料800トン、犬用チューインガム100トン、酵素プロメライン50トン、発酵ソーセージ30トンの計1130トンが照射されている。また、Leam Chabang には食品照射用の10 MeV 電子線照射装置も建設されている。タイにおける食品照射は、消費者の受け入れもよく順調に進展している。

5・5 フィリピン

フィリピン原子力研究所の Co 照射施設を用いて、香辛料やタマネギの試験照射が行われている。処理量は90トン程度である。フィリピンの食品照射の実用化はあまり進展しているとはいえないが、最近、輸出用マンゴーの植物検疫処理について米国と協議し、照射マンゴーの輸出許可を得た。今後、照射マンゴーの輸出を中心に本格的な実用化に向けた進展が見込まれる。

5・6 マレーシア

ICGFI のリストでは、Bangi のマレーシア原子力研究所（MINT）の Co 照射施設を用いた食品照射の実施が記載されている。しかし、照射施設担当者は、ハーブなどの医薬品のみで食品照射は行っていないと回答してきた。ハーブを食品照射に含めるかどうかは議論もあるところであろうが、2001年には年間540トンのハーブが照射されている。また、この放射線滅菌施設は飽和状態となり、さらに新しい照射施設を計画中とのことである。

5・7 インド

タマネギ、馬鈴薯、エシャロット、ニンニク、ショウガの発芽防止、香辛料の殺菌、肉および肉製品の貯蔵延長および病原菌殺菌、マンゴーの貯蔵延長および検疫処理、米、小麦および小麦粉、豆類の殺虫が許可されている。さらに2001年2月には、乾燥魚の殺虫、冷凍魚介類の病原菌殺菌、新鮮魚介類の貯蔵期間延長を目的とした照射が許可された。現在、香辛料（ターメリック、唐辛子、コリアンダー、タマネギなどの粉末）が年間1200トン照射されている。2000年1月に Vashi の香辛料用 Co 施設（200 kCi）が商業照射を開始しており、さらに2002年10月からは Lasalgaon, Maharashtra のプラント（タマネギ、馬鈴薯用）も営業を開始する予定である。

5・8 インドネシア

Pasajumat の Co 照射施設（150 kCi）は、インドネシア原子力庁の研究用施設である。Chibitung のインドガンマ社の Co 照射施設（300 kCi）で商業照射が行われている。2000年には、ココア粉末2900トン、香辛料680トン、冷凍食品1300トンの合計4900トンが照射された。2001年には、ココア粉末3500トン、香辛料820トン、冷凍食品1600トンの合計5900トンの照射が行われ、着実な伸びを見せている。

7. おわりに

世界の多くの国で食品の実用照射が積極的に進められており、米国や中国はその代表例である。EU は各国の対応が異なり統一規格の制定が遅れているが、香辛料の照射は合意・実施されている。これまで消極的であったオーストラリア・ニュージーランドでも許可が出されるなど、香辛料の照射は世界の趨勢である。日本は、許可申請が出されているが認可の見通しは立っておらず、世界貿易から取り残されないためにも早期の審議が望まれる。食品照射は、香辛料の品質保持ばかりでなく、味のよい熱帯果実の

輸入を可能にできるなど、他の処理法に比べ多くの利点を有している。今後、日本で食品照射が普及するためには、米国のように放射線処理法の利点および照射済みの表示をはっきりと店頭で示し、消費者の選択が可能な流通システムを確立することが必要であろう。このためには、検知法の確立も重要な課題の一つである。

文 献

- 1) 日本原子力研究所：平成12年度放射線利用の国民生活に与える影響に関する研究Ⅱ，報告書（科技厅委託事業）（2001）
- 2) 12 th International Meeting on Radiation Processing (IMRP-12), *Radiat. Phys. Chem.*, **63**, 3-6 (2002)
- 3) ICGFI: <http://www.iaea.org/icgfi/>
- 4) Stewart, E. M., Gray, R. G. and Pearce, J.: "Detection Methods for Irradiated Foods, Current Status", The Royal Society of Chemistry (1996)
- 5) 等々力節子: *Radioisotopes*, **49**, 467-469 (2000)
- 6) GAO: GAO/RCED-00-217 (2000.8), <http://grwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/multidb.cgi>
- 7) 日本食品照射研究協議会事務局：食品照射, **36**, 49-61 (2001)
- 8) 河智：FFI ジャーナル, No.185, 5-15 (2000)
- 9) 木村：第9回放射線プロセスシンポジウム講演要旨集, 88-91 (2001)
- 10) Ehlermann, D. A. E.: *Radiat. Phys. Chem.*, **63** (3-6), 277-279 (2002)
- 11) ICGFI: Eighteenth Annual Meeting of the ICGFI to be held at FAO Headquarters, Rome, Italy, 23-25 Oct. 2001
- 12) <http://www.mssti.net.cn>