

食品の放射能汚染について

はじめに

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分 18 秒、太平洋三陸沖を震源として発生したマグニチュード 9.0 の巨大地震は東日本大震災を引き起こし、東日本の沿岸部を中心に壊滅的な被害をもたらしました。この影響により福島第一原子力発電所は原子炉の冷却機能を失い、大量の放射性物質の放出を伴う最も深刻なレベル 7 の重大な原子力事故となってしまいました。大気中に漏れ出した放射性物質の量は 37 万テラベクレルとも 63 万テラベクレルとも推算されており (<http://www.meti.go.jp/press/2011/04/20110412001/20110412001-1.pdf>), 25 年前のチェルノブイリ原子力発電所事故の放出量 (520 万テラベクレル) の 1/10 に匹敵する量に達しています。一方、海に流れ込んだ放射性物質の量は 4 月 21 日の東京電力の発表による 0.47 万テラベクレルという情報があるのみで詳細は不明のままですし、問題の原子炉も一応の小康を得ているのみです。

食品の放射能汚染に関しては、ハウレンソウ等の薬物野菜に始まり、牛乳、水道水、魚介類、荒茶さらには牛肉などで次々と暫定規制値を超えるものが見つかっており、まだまだ気が抜けない状況が続いています。

今回は、放射能の単位、規制値、測定法等についてご紹介します。

放射線と放射能

「放射線」は「電離性を有する高いエネルギーを持った電磁波、粒子線」と定義され、 α 線、 β 線、 γ 線、中性子線等があります。一方、「放射能」は「放射線を出す能力」と定義され、放射能を持つ物質を「放射性物質」と呼びます。また、放射能の強さを示す単位をベクレル (「Bq」と表記) といい、1 ベクレルは 1 秒間に 1 個の原子核が崩壊して放射線を出す放射能の強さ (量) を示します。

他方、シーベルト (「Sv」と表記) とは、放射線を浴びたときの人体への影響度を数値化した単位で、①等価線量、②実効線量、③線量当量があります。①等価線量 (equivalent dose) は人体の組織又は臓器に対する影響を表す線量です。即ち、放射線の種類やエネルギーで異なる影響を放射線荷重係数で補正して、放射線の種類等によらず「等価」であるように調整したものです。②実効線量 (effective dose) は各臓器の等価線量の重み付け平均で、臓器毎に異なる放射線の感受性を考慮して、被曝した部位に関係なく、人の全身を対象として比較できる線量です。③線量当量 (dose equivalent) は測定で用いられる量で、そこにいる人が受ける実効線量に相当します。また、実際の表記では $\mu\text{Sv/h}$ (時間) とか mSv/y (年間) 等と線量率で示されていることも多く、それが何を示しているのかしっかりと区別して見る必要があります。

食品中の放射性物質に関する暫定規制値

従来、食品中の放射性物質に関する基準・規制値等については、1986 年のチェルノブイリ原子力発電所の事故を受けて設けられた輸入食品の暫定限度 (セシウム 134 と 137 の合計で 370 Bq/kg) が存在するだけでした。従って、福島第一原子力発電所の事故に伴う食品等の放射能汚染に対処すべく急遽、厚生労働省より「放射能汚染された食品の取り扱いについて (食安発 0317 第 3 号, 平成 23 年 3 月 17 日)」において「飲食物摂取制限に関する指標」として暫定規

規制値が示されました。これは原子力安全委員会により示されていた原子力施設の防災対策の指標を準用したものです。今回、緊急を要することから食品安全委員会のリスク評価(食品健康影響評価)を受けずに設定されたので、後日、食品安全委員会にリスク評価が諮問され、現在もリスク評価は継続されています。その後、規制値が無かった魚介類に放射性ヨウ素の汚染が認められたことから、4月5日には、魚介類に放射性ヨウ素の暫定規制値が追加されました。

表-1 食品中の放射性物質に関する暫定規制値

核種	食品衛生法（昭和22年法律第233号）の規定に基づく食品中の放射性物質に関する暫定規制値（Bq/kg）	
放射性ヨウ素 (混合核種の代表核種： ¹³¹ I)	飲料水	300
	牛乳・乳製品 <small>注)</small>	
	野菜類（根菜，芋類を除く。）	2000
	魚介類	
放射性セシウム	飲料水	200
	牛乳・乳製品	
	野菜類	500
	穀類	
	肉・卵・魚・その他	
ウラン	乳幼児用食品	20
	飲料水	
	牛乳・乳製品	
	野菜類	100
	穀類	
	肉・卵・魚・その他	
プルトニウム及び超ウラン元素の アルファ核種 (²³⁸ Pu, ²³⁹ Pu, ²⁴⁰ Pu, ²⁴² Pu, ²⁴¹ Am, ²⁴² Cm, ²⁴³ Cm, ²⁴⁴ Cm 放射能濃度の合計)	乳幼児用食品	1
	飲料水	
	牛乳・乳製品	
	野菜類	10
	穀類	
肉・卵・魚・その他		

注)：100 Bq/kg を超えるものは、乳児用調製粉乳及び直接飲用に供する乳に使用しないよう指導すること。

表-1の暫定規制値は、放射性ヨウ素については甲状腺等価線量50 mSv/yを基礎とし、その2/3を飲料水、牛乳・乳製品及び野菜類（根菜，芋類を除く。）に1/3ずつ振り分け、摂取量を考慮して算出したものです。魚介類の規制値は、予備として残しておいた1/3の中から一部を割り振って決めたものです。一方、放射性セシウムに対しては5 mSv/yを、全食品を飲料水、牛乳・乳製品、野菜類、穀類及び肉・卵・魚・その他に1/5ずつ振り分け、摂取量を考慮して算出したものです。また、このセシウムの規制値には迅速な分析が困難なストロンチウム90の寄与分も考慮されています。

なお、この暫定規制値の基となった「飲食物摂取制限に関する指標」は、緊急時に飲食物の

摂取制限を導入する（介入する）際の指標として設定されたもので、健康に影響を及ぼすかどうかを示す指標ではありません。

食品中の放射能測定

食品中の放射能の測定法は、先の「食安発 0317 第 3 号，平成 23 年 3 月 17 日」において「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」（平成 14 年 3 月，厚生労働省医薬局食品保健部監視安全課）を参照することが指示されています。本マニュアルは，原子力施設の事故等緊急時における環境試料としての葉菜，原乳及び農畜水産物の放射能分析法を取りまとめたもので，食品中の放射能分析法として以下の方法を示しています。

1. NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる放射性ヨウ素の測定法
2. ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーによる核種分析法
3. 緊急時のためのウラン分析法及びプルトニウムの迅速分析法
4. 放射性ストロンチウム分析法

ここでは食品中の放射能測定法として最も重要な「2. ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーによる核種分析法」について記述します。

福島の事故で放出されて問題となっている放射性物質のうち ^{131}I はその半減期が 8 日間と短く，もはや検出されることも無くなっており，新たな放出が起こらない限り問題になることは無いと思われます。一方， ^{134}Cs ， ^{137}Cs の半減期は各 2 年，30 年と長く，規制対象核種として長期にわたって確認していく必要があります。これら放射性核種の測定は，エネルギー分解能に優れたゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーによる核種分析法が最適ということになります。

ゲルマニウム半導体検出器を用いた測定では，その性能をフルに発揮させるため，10 cm 以上もある分厚い鉛の遮蔽体を用います。即ち，私たちが暮らしている環境中の放射線量に比較して，規制値レベルの食品に含まれる放射性物質が放出するガンマ線の量はあまりにも少なく，これらを正確に測定するには環境からの放射線を遮断する必要があります（図-1 参照）。

実際の測定では，試料をマリネリ容器という特殊な容器に一定容量充てんし，その重量を量った後，図-1 に示す検出器のエンドキャップ部分にセットし，10 分から 1 時間程度の一定時間測定を行います。図-2 は事故から約 1 ヶ月後の葉菜試料を測定して得られたガンマ線スペクトルの一例です。検出された主なガンマ線ピークの同定結果を図示していますが， ^{131}I ， ^{134}Cs ， ^{137}Cs の各核種が明確に分離，検出されている他，天然の放射性核種である ^{40}K が放出するガンマ線も検出されています。なお， ^{40}K は自然界に広く存在するカリウムに 0.0117 % の割合で存在する放射性核種で，体重 60 kg の人では約 4000 Bq，また，カリウムをたくさん含む乾燥コンブでは約 2000 Bq/kg が含まれています。図-2 は放射性物質で汚染された食品の測定例です



図-1 ゲルマニウム半導体検出器と鉛遮蔽体（上のドアを開いたところ）

が、汚染が無い場合は、 ^{40}K のピークだけが検出されることになります。従って、ほとんどの食品にはカリウムが含まれていることもあり、 ^{40}K が検出されることは正しく測定されていることの指標の一つでもあります。

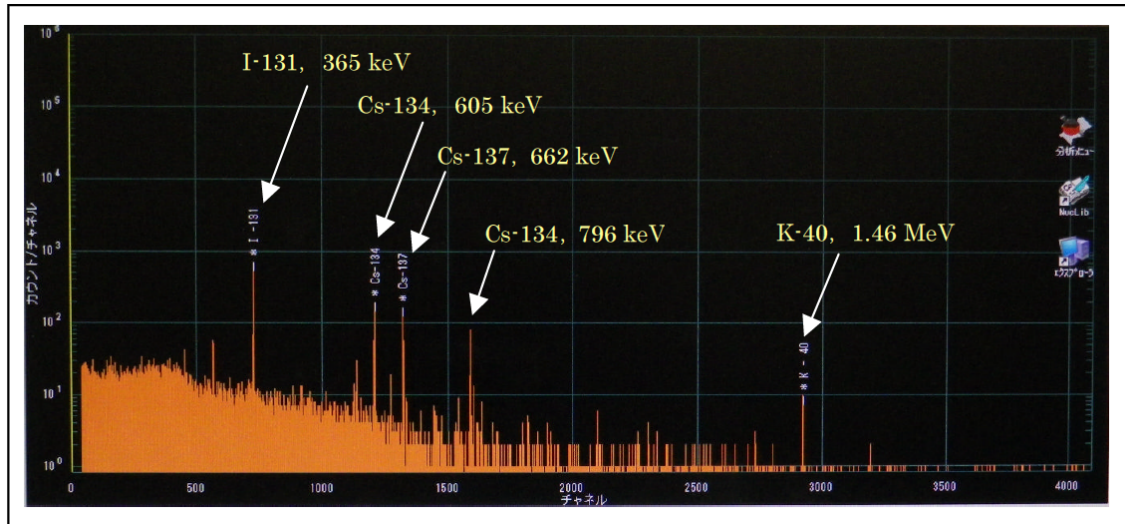


図-2 ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトルの測定例

なお、牛肉の全頭検査等が検討されるに至って「牛肉中の放射性セシウムスクリーニング法」（平成 23 年 7 月 29 日、厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課）が示されました。これはゲルマニウム半導体検出器に比べて安価でかつ検出感度に優れた NaI (Tl) シンチレーション検出器を活用することを意図したもので、スペクトロメータタイプではゲルマニウム半導体検出器ほどのエネルギー分解能は得られないものの、核種分析も可能であり、厚さ 3~5 cm 程度の遮蔽体と組み合わせて簡易な測定を可能としています。ただし、本スクリーニング法では規制値の 1/2 を超えた場合は、ゲルマニウム半導体検出器による精密分析をすることが求められています。

おわりに

弊財団では 1986 年のチェルノブイリ原子力発電所の事故以来、食品の放射能測定を行ってまいりました。ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーによる測定とともに、平成 23 年 8 月からは NaI (Tl) シンチレーションスペクトロメータを用いたスクリーニング測定等も開始しました。

参考資料

- ・ 「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」（平成 14 年 3 月、厚生労働省）
（<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001558e-img/2r98520000015cfn.pdf> , 2011.08.08 現在）
- ・ 東北地方太平洋沖地震の原子力発電所への影響と食品の安全性について（第 69 報）（平成 23 年 3 月 16 日、食品安全委員会）
（http://www.fsc.go.jp/sonota/emerg/emerg_genshiro_20110316.pdf , 2011.08.08 現在）