

## 放射性物質測定における加工食品の嵩密度と検出限界値に関する一考察

伊藤翔也<sup>1)</sup> 神尾典子 吉田加寿子 小林哲<sup>2)</sup>  
大脇成繁<sup>3)</sup> 大越憲幸

理化学課 <sup>1)</sup> 相双保健福祉事務所 <sup>2)</sup> 京都府保健環境研究所 <sup>3)</sup> 京都府丹後保健所

### 要 旨

東京電力(株)福島第一原子力発電所事故を受け、当所では加工食品の放射性物質測定を行っている。測定にあたっては、厚生労働省から規定以下の検出限界値を担保するよう通知が出されている。

検出限界値は測定試料の試料量および試料の嵩密度によって大きく上下する。嵩密度の小さい検体を U8 容器で測定する場合には検出限界値が高くなるため、マリネリ容器で測定する必要がある。また、現在水戻しが認められていないが、通常は水で戻すなどして喫食される一部の食品では、水戻しを行って測定をできるように国に働きかけていくことが必要であると考えられる。

キーワード：食品の放射性物質測定，嵩密度，検出限界値，水戻し

### はじめに

東京電力(株)福島第一原子力発電所事故により、放射性物質が大量に放出された。県では農林水産物を対象として、緊急時モニタリング検査や加工食品等の放射性物質検査を実施することとなった。当所ではこのうち加工食品の検査を行っている。

平成 24 年 4 月から適用の新基準値導入に合わせて、厚生労働省から「食品中の放射性セシウム検査法」(以下、通知法)が示された。新基準値対応の検体については、通知法に基づいて測定を行っている。この中で、測定結果が非検出の場合、検出限界値が基準値の 5 分の 1 以下になるよう規定されており、例えば一般食品の基準値はセシウム 134, 137 の合算値で 100Bq/kg のため、検出限界値は 20Bq/kg 以下とする必要がある。

検出限界値は、測定容器の形状(容量)、嵩密度、測定時間によって変動する。密度(真密度)は物体自身が占める単位体積あたりの重量を示すが、嵩密度とは容器に充填された物質の隙間も含めた見かけ上の密度の事で、試料量と密接に関係している。今回はその嵩密度について考察を行ったので報告する。

### 材 料

平成 24 年度の収去検査の検体による測定結果を使用した。

### 方 法

前述の通知法に従って以下の前処理および測定を行った。

#### 1 前処理

試料をカッターナイフの刃で細切し、測定容器に充填した。充填する際はできるだけ量が入るように押し棒を使って圧縮等の操作を行った。ただし水戻しを行って食に供する乾燥食品に関しては、充填前に通知法に従い重量変化率に相当する水を加えて水戻しを行い、測定容器に充填した。

測定容器は、U8 容器(容積 100mL 程度のプラスチック製容器)又は 0.7L マリネリ容器(容積 700mL のアクリル樹脂製容器。以下「マリネリ容器」と記載)のいずれかを用いた。

#### 2 測定

測定には、5 台のキャンベラ社製のゲルマニウム半導体検出器(相対効率：3 台は)

30%, 2台は>40%)を用いた。

測定時間は、U8 容器での測定では 2000 秒、マリネリ容器の測定では 600 秒を基本とした。測定終了後、予め入力した試料量と試料高さに基づき定量計算を行い、放射能濃度と検出限界値の算出を行った。

**結果と考察**

**1 検出限界値と試料量**

検出限界値は以下の式で算出される。

$$Ad = \frac{Nd}{I\gamma \times \epsilon \times T \times V \times \left(\frac{S}{100}\right)} \dots (1)$$

Ad:検出限界放射能濃度(Bq/kg)

Nd:ピーク検出限界カウント(count)

I $\gamma$ : $\gamma$ 線放出比  $\epsilon$ :tピーク効率(cps/Bq)

T:測定時間(s) V:試料量(kg)

S:採取効率(%)

この中で検体間で大きく違ってくるのが V (試料量) である。

検出限界は試料量に反比例しているため、V が増加すれば検出限界は下がる。ただし測定容器は U8 容器かマリネリ容器のいずれかしか使用できないため、充填できる体積は一定である。そのため、嵩密度が小さい検体は試料量が少なく、大きい検体は試料量が多い(図 1)。

なお、(1)式において T (測定時間) を延長することにより検出限界値を下げることも可能だが、迅速な結果の還元に対して弊害が生じる。

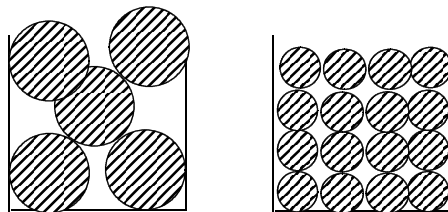


図 1 嵩密度と試料量

**2 加工食品分類例における嵩密度**

表 1 に、実際に検査した代表的な加工食品の分類例とその嵩密度を示す。同じ食品分類でも嵩密度には幅がある。特に乾燥野菜で

顕著であり、これは検体の種類、乾燥度合い、これは検体の種類、乾燥度合い、硬さ等が多様であることを示している。

表 1 加工食品別の嵩密度

種別	嵩密度範囲 (g/cm <sup>3</sup> )	RSD(%)
漬物	0.65-1.38	16.2
菓子類	0.21-1.40	28.6
調味料類	0.38-1.34	9.4
乾燥穀類	0.56-0.83	8.3
乾燥野菜 (水戻し無し)	0.11-1.23	47.6
乾燥野菜 (水戻し有り)	0.64-1.11	12.4

**3 検体の嵩密度と検出限界値**

平成 24 年度に測定を行った食品検体の嵩密度と放射性セシウムの検出限界値 (<sup>134</sup>Cs+<sup>137</sup>Cs) の関係を図 2 に示す。2 系統のプロット群があるが、これは測定容器の違いによるものである。検出限界値が高い系統が U8 容器で測定したもの、低い系統がマリネリ容器で測定したものである。両者とも試料の嵩密度が大きければ検出限界値が下がり、小さくなると検出限界値が上がることを確認され、(1)式に従い嵩密度と検出限界値が反

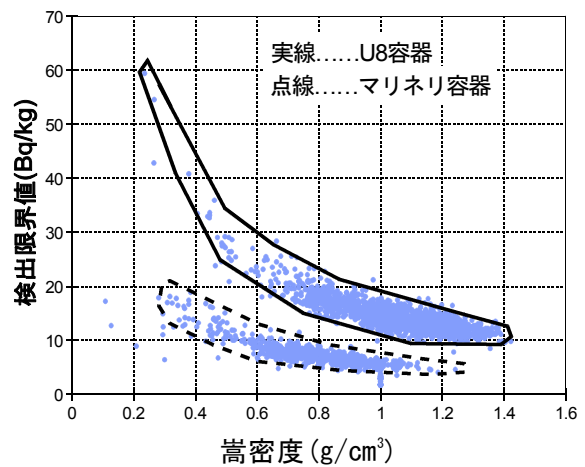


図 2 嵩密度と検出限界値

比例していることが確認できる。

表2 嵩密度の小さい食品の検出限界値

種別	嵩密度 (g/cm <sup>3</sup> )	検出限界 の最大値
凍み豆腐	0.45	34
凍みもち	0.41	33
打ち豆	0.68	26
そば粉	0.59	23
せんべい	0.52	26
唐辛子	0.37	35

※検出限界は<sup>134</sup>Csと<sup>137</sup>Csの合計

特に嵩密度が小さく、U8 容器で測定すると検出限界値が大きくなる食品を表 2 に示す。代表的なものに凍み豆腐、穀物粉、せんべい等が該当する。このうち大豆およびその加工食品等の一部食品については経過措置として暫定基準が適用されていたが、平成 25 年 1 月 1 日以降は、ほぼ全ての食品で新基準が適用されるようになり、こうした加工食品についても検出限界値を確保する必要がある。

4 マリネリ容器による検出限界値確保

検出限界値の低減に有効な手段の一つに、マリネリ容器の使用がある。図 3 に U8 容器とマリネリ容器でそれぞれ測定した場合の検出限界値の違いを示す。U8 容器では 20Bq/kg

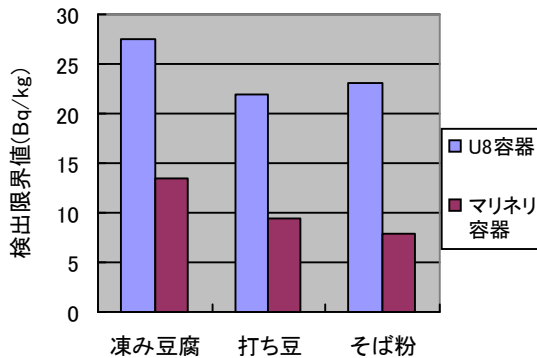


図3 容器による検出限界値の違い

を超えていた検出限界値が、マリネリ容器で測定することで値が下がり、20Bq/kg 以下になっている。

なお、マリネリ容器を使用して検査する際に必要な試料量は凍み豆腐で約 300g、打ち豆やそば粉で約 500g である。U8 容器と比較すると必要となる試料量が多いが、検出限界値を確保するために可能な限りマリネリ容器で測定することが望ましいと考えられる。

5 乾燥食品の水戻しによる検出限界値確保

表 2 の加工食品のうち、現在前処理方法として水戻しが認められていない凍み豆腐、凍みもち、打ち豆については通常水戻しや茹でて喫食する食材である。

そこで、これらを U8 容器に充填して水戻し前と水戻し後での嵩密度および検出限界値の変化を確認した。その結果が表 3 である。

この結果から、前処理を行うことで U8 容器でも規定の検出限界値を確保できることが分かった。現在、これらの食品は水を加えずにそのまま測定しているが、今後更にデータを蓄積して、実体にあった測定が行えるよう国に働きかけていく必要があると考えられる。

表3 水戻しによる嵩密度と検出限界値の変化

	凍み豆腐		打ち豆		そば粉	
	処理前	処理後	処理前	処理後	処理前	処理後
嵩密度 (g/cm <sup>3</sup> )	0.49	0.88	0.69	0.93	0.70	1.05
検出限界値 (Bq/kg)	24	13	23	14	23	18
前処理	ぬるま湯 (40~50°C) に5分浸漬		2分煮沸		重量1に対し2.6の水を加水	

まとめ

平成 24 年 10 月 1 日以降は米、牛肉において、平成 25 年 1 月 1 日以降は、大豆において新基準値が適用されるようになり、全ての食品で新基準値が適用されることになった。そのため今までは U8 容器で測定していた検体について、検出限界値がこれまで同様の方法では 20Bq/kg 以下を確保できない事例の発生が予想され、菓子類や水戻しが認められて

いない乾燥野菜類では、検体量を増やして対応する必要がある。その際 0.7L マリネリ容器を使用して検査を行うことにより、低濃度の放射性物質を確認でき、より県民の食の安全安心の確保が可能となるだけでなく、県産加工食品の安全性の積極的なアピールに寄与することが可能と考える。

打ち豆, 凍み豆腐, 凍みもち等については、現在のところ水戻しを行っての検査はできない。そのため当面検体量を増やして対応する必要があるが、これらは通常水戻しや茹でて喫食する食品である。今後、適切な重量変化率を算出し、これに基づいて検査出来るよう国に働きかけていく必要がある。これにより、喫食の実体に沿った検査が可能となる。