

放射性物質検査に係る精度管理調査の試み（第2報）

佐多章¹⁾ 石森英樹²⁾ 吉田加寿子 大越憲幸³⁾
 理化学課 ¹⁾ 宮崎県立宮崎病院 ²⁾ 会津保健福祉事務所 ³⁾ 食肉衛生検査所

要 旨

放射性物質検査に係る精度管理調査については、2013年度 K-40 を対象として、水及び小麦粉検体を用いて、試験的に実施した。2014年度も K-40 を対象して実施するとともに、検体を寒天、菓子、水として、食品の充填密度、充填方法の施設間、担当者間の比較も併せて行った。測定結果については、模擬食品検体が1機関で外れ値となり、模擬飲料水検体については、おおむね良好な結果であった。また、試料の充填については、前処理担当者や前処理方法により差が生じることが分かった。また、押し棒等の器具を使用することにより充填密度を上げるだけでなく前処理担当者間の差を少なくする効果があるものと示唆された。

キーワード：放射性物質検査、精度管理調査、K-40

はじめに

2013年度、当所では K-40 を測定対象核種として模擬試料（食品と飲料水）を作成し、Ge 半導体検出器を用いて放射性物質を測定している検査機関の精度管理事業を実施した。2014年度は、これに加え試料の充填方法、充填密度についても調査を行ったのでその概要を報告する。

材料及び方法

1 試料の調製

以下のとおり試料を調製し、また市販のスナック菓子を用いて精度管理に係る検討、調査を行うこととした。

1) 模擬飲料水

超純水 60L に塩化カリウム (KCL)480g を加えた。K-40 の濃度は約 128Bq/kg となる。

2) 寒天

超純水 5L に 100g の KCL を加え、前処理担当者による充填時に違いが生じやすいよう 2.5% と固めの寒天を作成した。

この調整により、K-40 の濃度は約 320Bq/kg となる。

3) スナック菓子（以下、“菓子”とする。）

同一ロットの市販の菓子を用いた。なお、K-40 濃度の均一性を確認した後に試料とすることとした。

2 試料充填密度および放射性物質濃度に係る検討

Ge 半導体検出器で放射性物質を測定する際には、U-8 容器やマリネリ容器に試料を充填する必要があるが、試料の細切や充填方法によって充填密度に差がでると考えられる。

精度管理調査に先立ち、当所で通常前処理を行っている担当者による試料充填の比較を以下の内容で行った。

1) 前処理担当者による試料充填密度

放射性物質測定をする際の試料の充填は、前処理担当者が行う。前処理担当者に寒天及び菓子を U-8 容器へ充填させ、前処理担当者間における試料充填密度の違いを確認した（寒天 5 名、菓子 6 名）。なお、充填方法は前処理担当者が普段行っているとおりに細断し、試料を押し棒を使用して充填したものと、使用しないで充填したものについて比較した。

2) マリネリ容器内袋使用による試料充填量

マリネリ容器 (2L) には、試料が規定量充填できるよう標線が示されているが、当所では放射性物質によるマリネリ容器の汚染防止のため、専用の内袋を利用している。1) と同様、前処理担当者間の比較に加えて、通常使用している内袋とマリネリ容器の検出部に合わせて成形された hybrid 型内袋及び市販

の合成樹脂製袋を使用し、水を標線まで充填した際の充填量を確認した。

3) 前処理による試料充填密度と放射性物質濃度

Cs-137 が検出された検体（干しぜんまい、乾燥しいたけ等）を利用し、Cs-137 を含む水（戻し水）、寒天を試験的に作成し、充填密度と Cs-137 検出濃度を確認した。

3 精度管理調査

Ge 半導体検出器を使用して放射性物質を検査している県内の試験検査施設（20 機関）へ調製した試料を配付し、以下のとおり精度管理調査を行った。

調査方法は、今回調製した試料等（模擬飲料水、寒天、菓子）を配付し K-40 濃度測定結果を確認した。なお、寒天、菓子については、検査機関の U-8 容器への充填方法、充填密度を比較した。

結果および考察

1 試料充填密度および放射性物質濃度に係る検討結果

1) 前処理担当者による試料充填密度

(1)寒天

前処理担当者 5 名の U-8 容器への充填量と充填密度を確認した結果を図 1 に示す。押し棒を使用した場合、平均充填量は 82.29g、平均充填密度は 0.9705g/cm³、変動係数は 2.01 であった。しかし、押し棒を使用しない場合、平均充填量は 73.17g、平均充填密度は 0.8660g/cm³、変動係数は 8.99 であり、前処理担当者による試料充填密度に差が生じた。

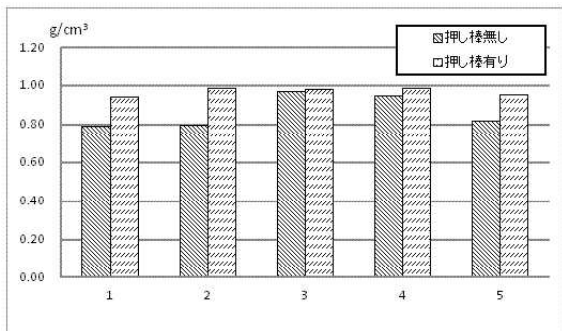


図 1 寒天検体充填比較

(2)菓子

前処理担当者 6 名について比較した結果を図 2 に示す。その結果、押し棒を使用した場合、平均充填量は 58.05g、平均充填密度は 0.6679g/cm³、変動係数は 9.8 であったが、押し棒を使用しない場合、平均充填量は 45.48g、平均充填密度は 0.5318g/cm³、変動係数は 6.77 で、押し棒を使用しなかった場合と使用した場合を比較して平均充填密度で 10%以上の差が生じた。

以上の結果から、試料を U-8 容器へ充填する際には、押し棒などの器具を適切に使用することで充填密度を上げられることに加え、前処理担当者間の試料充填に係るバラツキを抑えることが出来ると考えられた。

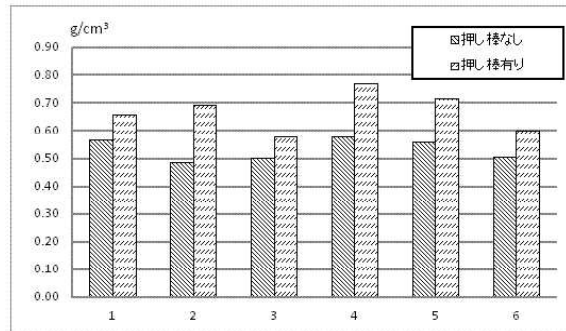


図 2 菓子検体充填比較

2) マリネリ容器内袋使用による試料充填量

2L マリネリ容器に 2L マリネリ専用内袋を装填し、規定の線まで水を入れた場合の担当者(6 名)別の充填量の比較を表 1 に示す。2L マリネリ容器への内袋装填の熟練度により、充填量に差が見られた。また、市販汎用袋、2L マリネリ専用内袋、2L マリネリ専用 hybrid 型内袋を使用して、それぞれの充填量の比較の結果を表 2 に示す。いずれの袋においても規定量 (2L) は充填されていなかった。なお、規定に一番近い量が充填できた内袋は、通常使用している内袋であった。

表 1 2Lマリネリ充填量比較 (担当者別)

作業者	1	2	3	4	5	6
充填重量(g)	1,955	1,945	1,900	1,920	1,920	1,925

表2 2Lマリネリ充填量比較(袋種類別)

袋	市販汎用袋	専用袋	hybrid型
充填重量(g)	1,877	1,924	1,856

3) 前処理による充填密度と放射性物質濃度

Cs-137 を含む検体を利用し、試験的に調整した寒天について、ア) 寒天が溶けた状態から直接流し入れたもの、イ) 1cm 角程度に細切、ウ) 5mm 角程度に細切、エ) 可能な限り細切し、充填、オ) 可能な限り細切し、押し棒を利用して充填。これらを 10,000 秒で繰り返し測定 (6 回) した結果は表 3 のとおりであった。

測定結果に大きな違いは認められなかったが、可能な限り細切し、押し棒を使用して充填した場合には、流し入れた際の充填密度に近い状態まで充填が可能であった。

表3 充填方法別測定結果(寒天)

	充填密度	平均濃度 (Bq/kg)	標準偏差 (Bq/kg)	変動係数 (%)
流し入れ	0.801	23.82	1.56	6.6
1cm	0.598	23.95	2.45	10.2
0.5cm	0.607	21.90	1.40	6.3
細押し無	0.685	21.97	1.57	7.1
細押し有	0.841	24.55	1.15	4.7

さらに、マリネリ容器 (2L) へ上述の内袋等を装着して Cs-137 を含む戻し水を測定した結果を図 3 に示す。マリネリ容器 (2L) へ直接、標線まで充填した場合と比べ、Cs-137 の濃度は低い値となった。この結果について重量補正を行ったところ、直接充填したものと同様の結果となったことから、内袋の使用

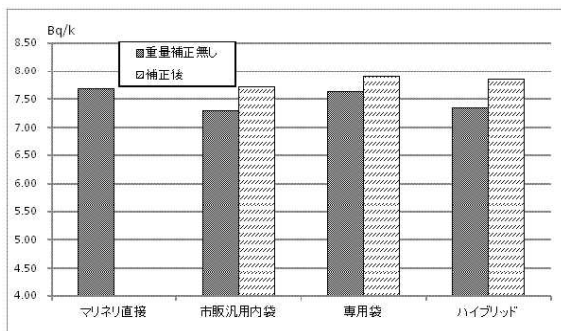


図3 袋別測定結果

による試料充填量の減少が影響したものであることが示唆された。

2 精度管理調査結果

1) 寒天, 菓子

(1)放射性物質濃度報告結果

各施設からの報告結果を図 4, 図 5 に示す。

Grubbs の棄却検定により、1 機関が外れ値を示した。他の検査機関については良好な結果であった。

外れ値を示した 1 機関について、原因を確認したところ U-8 容器に係る効率校正の設定ミスであることが確認され、効率校正を正しく行い、再解析した結果、良好な値が得られた。

外れ値を除いた後の平均値は寒天で 337Bq/kg, 標準偏差 19.5Bq/kg, 変動係数 5.8, 菓子で 361Bq/kg, 標準偏差 37.9Bq/kg, 変動係数 10.5 であった。なお、参考として Z-スコアを確認したところ、菓子で 3 を超えた機関が 5 機関認められた。これは、菓子の充填量、充填密度のばらつきが寒天より大きかったためと考えられる。

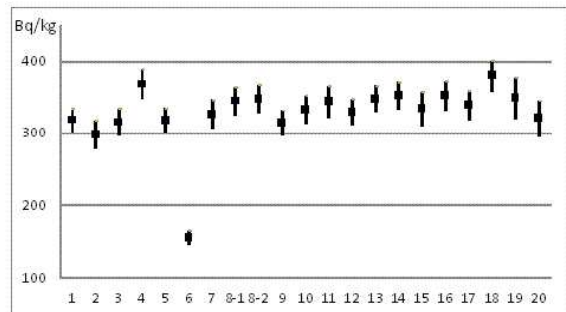


図4 寒天検体結果一覧

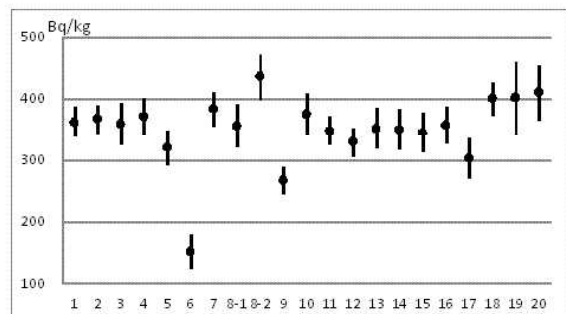


図5 菓子検体結果一覧

(2) 充填密度

寒天、菓子の平均充填量、充填密度等は以下のとおりであった。

① 寒天

平均充填量 90.2g, 平均充填密度 0.9835g/cm³, 変動係数 10.5

② 菓子

平均充填量 50.4g, 平均充填密度 0.533g/cm³, 変動係数 30.7

(3) 充填方法と充填密度

各施設の充填密度は図 6 のとおりであった。

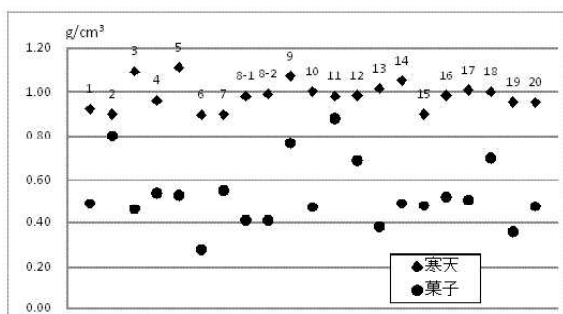


図 6 参加施設検体充填密度結果

① 寒天

6 施設が溶解して、その他は細切して U-8 容器へ充填していた。

② 菓子

全機関が細かく砕いて充填していたが、その方法は粉砕器、はさみ、木槌、乳鉢、手指による方法と様々であった。このため寒天に比べ菓子の変動係数が大きくなる結果となった。なお、粉砕器や木槌、乳鉢等の道具を使用して充填した機関では、充填密度が高い傾向を示した。

2) 模擬飲料水

各施設からの報告結果を図 7 に示す。

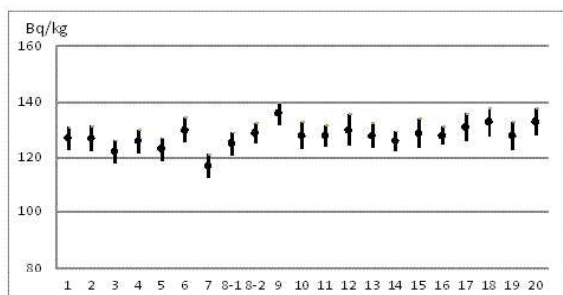


図 7 飲料水検体結果一覧

外れ値を示した機関は認められなかった。報告結果の平均値 128Bq/kg, 標準偏差 4.1Bq/kg, 変動係数は 3.3 であった。

なお、Z-スコアが 3 を超えた機関が 1 機関認められたが、これは参加機関の報告値のバラツキが小さく、多少の誤差が影響を受けたものと考えられた。

まとめ

原発事故以降、本県では県民の安全安心を確保するため、農林水産物や加工食品、飲料水等非常に多くの放射性物質検査を実施している。

その測定については、迅速性と正確性が不可欠である。放射性物質検査について Ge 半導体検出器によるγ線分析にあたっては試料量や充填密度が測定結果に影響を与える大きな要因となることは、よく知られている¹⁾。

今回の調査により、同じ U-8 容器を使用した場合でも前処理担当者や前処理方法により充填密度に差が生じることが確認された。また、押し棒等の器具を使用することにより充填密度を上げるだけでなく前処理担当者間の差を少なくする効果があるものと判断された。

また、K-40 を測定対象核種として Ge 半導体検出器を用いて放射性物質検査を行っている検査機関 (20 機関) に対し、2013 年度に続き精度管理事業を行った結果、寒天、菓子試料については、U-8 容器の効率校正の設定ミスから 1 機関が外れ値を示したが、模擬飲料水では良好な結果となった。

K-40 は、Cs-137 等比べて入手、試験室内汚染、廃棄などの観点から取り扱いが容易である。K-40 を測定対象核種とした精度管理調査は、放射性物質測定時の設定ミス等の確認だけでなく調査内容の工夫により、検査機関による U-8 容器等への充填方法、充填密度を確認、比較することも可能であった。このため継続して実施することにより県内の検査機関の放射性物質検査技術の向上に繋がっていくものと思われる。

謝 辞

本研究は、一般財団法人公衆衛生協会 (特

別研究助成) より助成をいただき遂行されました。深く感謝いたします。

引用文献

- 1)伊藤翔也, 神尾典子他. 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. 福島県衛生研究所年報 2012 ; 30 : 82 - 85.