

パーキンエルマー社 2480 WIZARD2の定量評価

(有)DMA べこらぼ仙台
津田 和俊
2012.8.29 Rev.03

1. はじめに

パーキンエルマー社の放射能測定器2480 WIZARD2は、食品の放射性物質の検査を、20mlと比較的少量の試料でオートメーションで一度に大量に検査が行えることを特徴とする装置で、リリース当初は10分測定で放射性セシウム核種ごとに検出下限50Bq/kg、放射性セシウム総量で100Bq/kgという性能でした。2012年4月以降に食品基準が放射性セシウム総量で500Bq/kgから100Bq/kgへ厳格化されるにあたって、検査機器に放射性セシウム総量で検出下限25Bq/kgの性能が求められることになりましたが、当初はこの機器はこの基準を満たしていませんでした。

元々この機種は、事故前からライフサイエンス用に販売されていた機種で、放射性物質が一種類のみの時はカタログ値では検出下限20Bq/kgの性能でした。しかし、原発事故で影響のある放射性物質はセシウム134とセシウム137の2種類あります。また、食品に元々含まれている天然の放射性物質カリウム40の影響もあります。検出下限50Bq/kgという性能は、この複数の種類の放射性物質が相互に与える影響を、うまく取り扱えてなかったのではないかと考えられます。

その後、メーカーのチューニングにより、機器のハードウェアはそのまま、測定時間を20分に延ばして精度を上げた上で、放射性セシウム総量検出下限25Bq/kgを満たせる目処がつかしました。ただこの際、メーカーの資料ではセシウム137のみでの検証で、セシウム134やカリウム40が混在した時の評価がきちんとなされているか、不明でした。そこで、原発事故由来のセシウム134とセシウム137、及び天然の放射性物質カリウム40が混在した試料でも、この機器の性能が十分に発揮されているかどうかを検証しました。

2. 方法

パーキンエルマー社の放射能測定器2480 WIZARD2は、原発事故により漏れたセシウム134とセシウム137や自然に存在するカリウム40など複数の放射性物質固有のエネルギーを持つ線を検出し、それぞれの放射性物質の線の影響を加味しながら放射性セシウムの総量を求めます。この際にメーカーの公称通りの性能が達成されているかどうか、以下の観点から検証します。

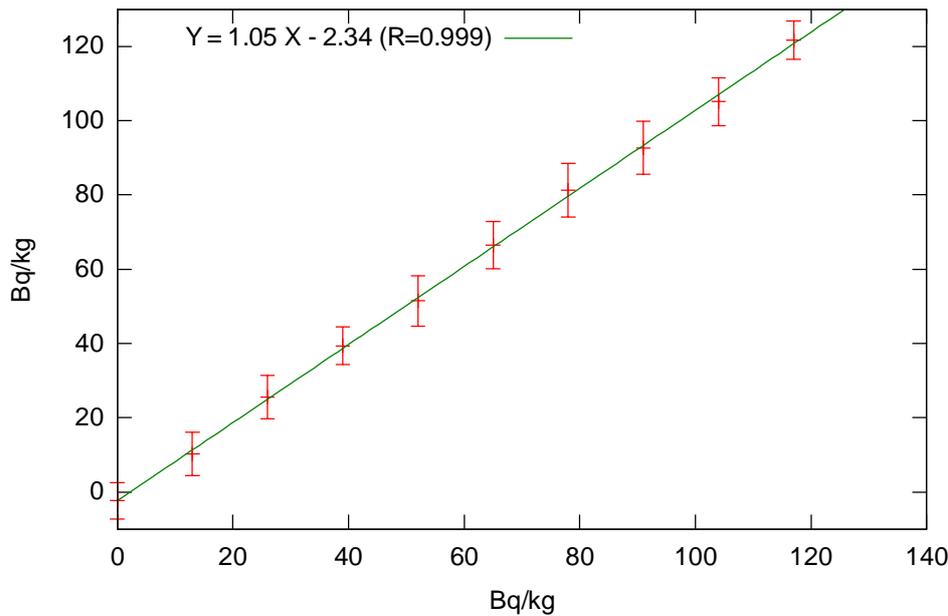
- 定量の妥当性。微量放射線計測につきものの測定値のばらつきと誤差の評価
- 検出下限の妥当性。20分の測定時間で放射性セシウム総量25Bq/kgの基準を満たしているかの検証
- カリウム40の影響の評価。カリウム40が多く含まれる食品でも値が狂うことがないか

検証にあたって、標準線源を用いるのは大変高価で専用の放射線管理区域の施設でないと取り扱うことができません。そこで原発事故由来のセシウム134とセシウム137をそのまま使用しました。具体的には、新ストーブの灰を蒸留水を熱したものに溶かし、セシウム134とセシウム137の濃度をあらかじめ別の機器で測定し、標準線源として用いました。この標準線源の測定には、当社のNaIシンチレーション式スペクトルメーター、及びクロスチェックに東北大学のGe半導体を用いました。

3. 測定と結果

3.1 定量の評価

標準線源を蒸留水で希釈し、段階的にセシウム134とセシウム137の濃度を変えた試料を作成し、これを18回繰り返し測定しました。



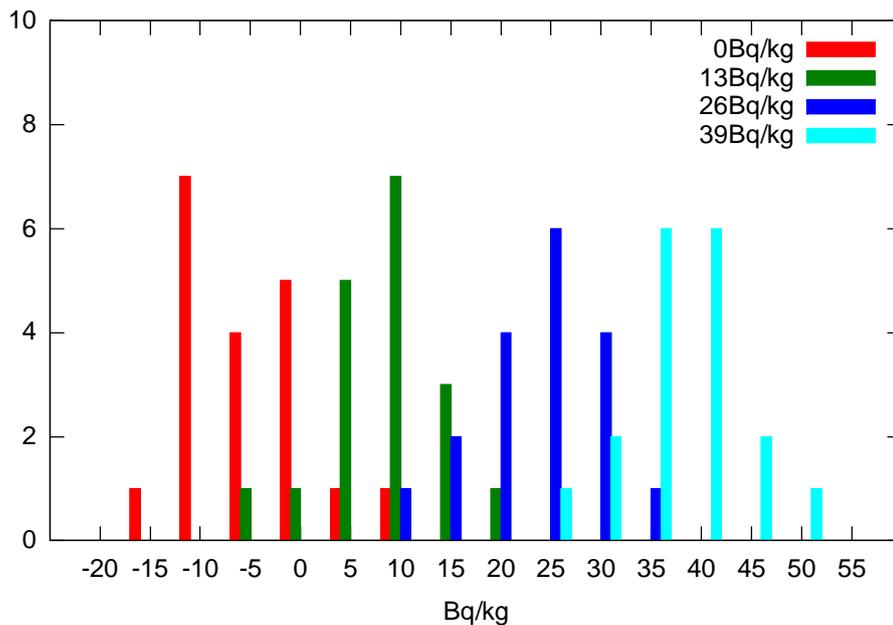
横軸が本来の試料の放射性セシウム総量の濃度、縦軸がこの機器で測定した値です。縦軸の棒の真ん中の印が18回測定した際の平均値、縦軸の棒はバラつき具合を現す標準偏差を示しております。

グラフの上でも、測定の平均値と実際の値はほぼぴったりなことはわかりますが、一次回帰分析を行うと相関係数は0.999と、たいへんよく一致しておりました。

3.2 誤差の評価

微量の放射性物質の測定では、放射性物質の崩壊という確率的な事象を扱いますので、ある程度の測定誤差がつきもので、全く同一の試料でも繰り返し測るたびに値が少しずつ違う、という現象が起きます。この誤差のことを統計誤差と呼びます。

機器の測定限界は、この統計誤差が多すぎて値がきちんと定まらなくなる微量な量に相当します。本来は、線を検出した数の中で対象となる放射性物質に相当するものの数からこの統計誤差を求めるのですが、ここではメーカー公称値の放射性セシウム総量25Bq/kg前後の試料を繰り返し測った際に、どの程度統計誤差があるかを検証しました。3.1の測定について、同一試料の18回の測定がどの程度値がばらつくかを別のグラフにしたものを以下に示します。



この実際の値は以下のようになります。

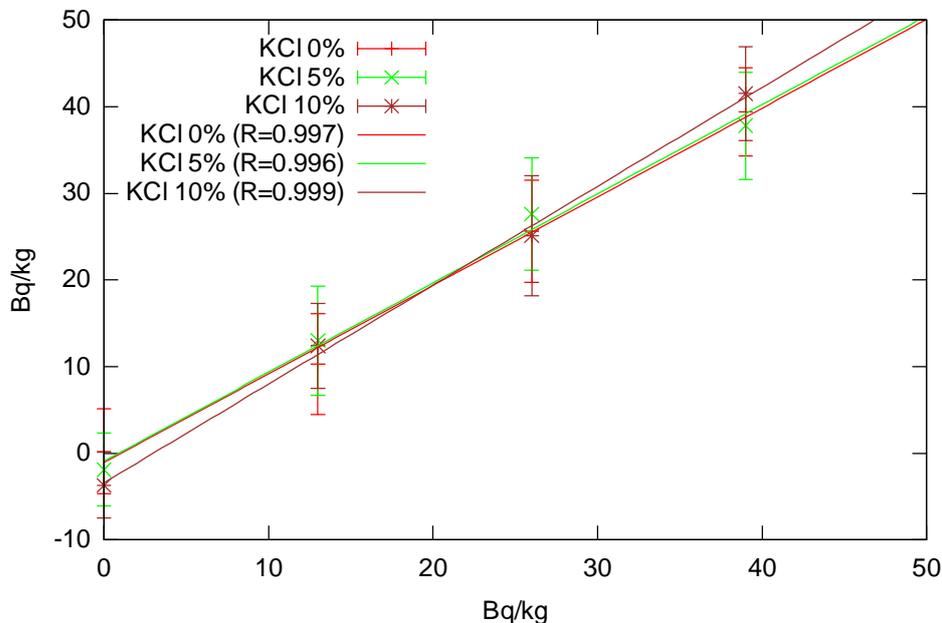
元の値(Bq/kg)	平均値(Bq/kg)	標準偏差
0.0	-2.3	4.9
13.0	10.3	5.8
26.0	25.6	5.9
39.0	39.4	5.1

検出下限は測定値が標準偏差の3倍以上になる値、という定義に基づくと、メーカー公称値の25Bq/kgは概ね妥当そうです。

3.3 放射性カリウムの影響の評価

自然界に広く存在するカリウムにも、一定の割合で自然の放射性物質であるカリウム40が含まれます。チューニングの不十分な測定器では、カリウムが多く含まれる食品を測定するとこのカリウム40が出す線の影響により、本来放射性セシウムが含まれていなくても誤って検出する現象があることが知られています。

このカリウム40の影響をきちんと考慮されているか検証するため、3.1で測定した試料に加えて、検出下限近傍での各放射性セシウム濃度の試料に、塩化カリウムの試薬を加え、重量比で5%と10%の試料と比較してみました。実際にはこれだけ多くのカリウムを含む食品はありませんので現実的ではありませんが、あえて極端な例として検証してみました。



結果として、どの試料も統計誤差の範囲内でもほとんどぶれがなく、カリウム40の影響はかなりよく考慮されていることがわかりました。

4. 結論

20分の測定で検出下限放射性セシウム総量25Bq/kg、というメーカーの公称値は概ね妥当で、精度もよく、カリウム40の影響もしっかり考慮されていると思われます。

ただし、実際の一回の測定で測定限界の25Bq/kg近傍の結果となった際は、これがある程度の統計誤差を含んだばらつきのある量であることは注意すべきです。このためより確実な測定のためには、実際に検出下限の25Bq/kg前後の値が出た際は、再度繰り返し測定するかもしくは測定時間を標準の20分より長くとり、より統計誤差の少ない方法で再測定を行い値を確定したほうがよいでしょう。