

事務連絡

平成23年7月29日

各
〔
都道府県
保健所設置市
特別区
〕
衛生主管部（局） 御中

厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課

牛肉中の放射性セシウムスクリーニング法の送付について

食品中の放射性物質の検査に当たっては、平成14年5月9日付け事務連絡「緊急時における食品の放射能測定マニュアルの送付について」を参照し、実施しているところです。

今般、放射性セシウムに汚染された稲ワラが給与された牛の肉から暫定規制値を超過する放射性セシウムが検出された事例が各地で報告されています。

これらの状況を踏まえ、関係県においては、全頭検査又は全戸調査等の対応を検討されているところですが、今般、別添の「牛肉中の放射性セシウムスクリーニング法」を定め、検査の迅速化及び効率化に資することとしましたので御了知願います。

牛肉中の放射性セシウムスクリーニング法

東京電力福島第一原子力発電所における事故により、広範囲の食品に放射性物質が含まれる事態となっている。これに対処するため、原子力安全委員会により示された指標値を暫定規制値とし、検査法は「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」（以下、緊急時マニュアルという）に準じて、モニタリングが行われることとされた。

放射性セシウムを含む稲わらを飼料としたことにより、牛肉の安全性への信頼性を保つために、全頭検査を考慮すべき事態となっている。緊急時マニュアルにおいては、放射性セシウムの測定法として、ゲルマニウム半導体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規定されているが、本法に用いる機器の数が限られていること、必要とする試料量が比較的多いこと等、多数の試料を効率よく検査する性能は限られている。この状況を踏まえ、放射性セシウム濃度が暫定基準値よりも確実に低い牛肉検体を判別するためのスクリーニング法を策定した。

スクリーニング法として採用できる分析機器は特に規定しないが、以下に示す性能要件を満たすものとする。また、スクリーニングの結果、放射性セシウムが暫定基準値よりも確実に低いと言えない検体は、緊急時マニュアルに規定されたゲルマニウム半導体を用いたガンマ線スペクトロメトリーにより検査結果を確定するものとする。

1 分析対象 放射性セシウム

2 対象食品 牛の筋肉

【食品に残留する農薬、飼料添加物又は動物用医薬品の成分である物質の試験法】（平成17年1月24日付け食安発第0124001号厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知）第1章 総則 4. 試料採取 (5) 筋肉の場合 に準じて採取する

3 分析方法 以下に示す性能を有する方法とする。

性能

バックグラウンド値	下記の測定下限値を担保できる値であること。 バックグラウンド値は試料と同じ容器に同量の水をいれたものとする。ただし、遮蔽が十分な場合はブランク状態の測定値をバックグラウンドとしてもよい。
測定下限値	50 Bq/kg 以下であること。
真度（校正）	適切な標準線源を用いて校正されていること。
スクリーニングレベル	規制値の 1/2 以上 スクリーニングレベルにおける測定値の 99% 区間上限が

規制値レベルで得られる測定値以下であること。

4 検査結果の信頼性管理

- 1 試料について2検体以上を測定し、2つの測定値の差が小さいことを確認する
- 定期的にバックグラウンドを測定し、測定下限値が高くなっていないことを確認する
- 定期的にブランクを測定し、分析系に汚染がないことを確認する
- 定期的に濃度既知の試料を測定し、真度が低下していないことを確認する

別紙にスクリーニング分析法例を示す。例示に含まれない方法であっても、分析方法に示された性能を有していれば使用することは可能である。

別紙

牛肉中の放射性セシウムスクリーニング法例示

現在スクリーニング法として使用可能と考えられる、NaI(Tl) シンチレーションスペクトロメータ及び NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる方法を、例示として示す。両者による測定における、性能の求め方及び分析上留意すべき点は共通しているため、まとめて記載する。

1 NaI(Tl) シンチレーションスペクトロメータによる方法

NaI(Tl) シンチレーションスペクトロメータは、ヨウ化ナトリウム(NaI)を検出器とするガンマ線の波高分析装置である。緊急時マニュアルには記載されていない。

NaI 結晶に γ 線が照射されて発生する蛍光を分光することにより、核種分析が可能であるが、ゲルマニウム半導体検出器よりもエネルギー分解能は低い。しかし、計数効率が高く、また、検出器部分を液体窒素で冷却する必要がなく維持管理が容易である。放射性セシウム測定を目的とする場合は、対応するエネルギーレベルの信号を選択的にカウントすることにより分析が可能である。

NaI 結晶サイズ、測定可能な試料量、装置重量も様々な種類のものが市販されている。また、手で試料をセットするもの他、ウェル型の 20 ml 程度の自動サンプル測定器もある。自動のウェル型ガンマ測定器の利点は、試料量が 20 g 程度であること、測定時間が比較的短いこと、測定が自動化可能なことである。これにより、緊急時マニュアルに記載された、マリネリ容器（試料量はおおよそ 2 kg）を用いるゲルマニウム半導体を検出器とするスペクトロメータと比較して、試料調製時間及び測定時間が大幅に短縮され、検査の効率が向上する。感度、操作性等、分析目的に適した機種を選択する。

以下に、NaI(Tl) シンチレーションスペクトロメータを食品中の放射性セシウムのスクリーニング法として用いる場合の条件について記載する。

- 1) 精度良く分析するには、セシウムに対応するエネルギー範囲を適切に設定し、他の核種の影響を最小に抑える必要がある。試料中に存在する核種の状況が変わった場合には注意を要する。
- 2) 校正標準核種：NaI(Tl) シンチレーションスペクトロメータで ^{134}Cs 由来の γ 線と ^{137}Cs 由来の γ 線を分離して分析できる装置の場合には、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs 標準線源で校正すれば、各核種の放射能を定量することが可能である。一方、各核種由来の γ 線を分離して分析できないスペクトロメータや、波高分析器がシングルチャネルの計数装置の場合には、各核種の分離定量はできない。しかしながら、現時点では事故から 4 ヶ月以上経過し、ヨウ素 131 は約 13 万分の 1 に減少し、放射性セシウム (^{134}Cs および ^{137}Cs) が主たる核種となっているため、検出された放射線全てを放射性セシウム由来と見なし、これを定量することが可能である。この場合には

一般に 134Cs の方が 137Cs よりも計数効率が高いことから、137Cs 単独核種で計数効率を算出すれば、安全側の評価となり、スクリーニングの目的には適っているため、137Cs 単独核種で校正を行うことが事実上有効である。いずれの場合も、測定時期の比率などに留意し、過小評価にならないようにする。その他、機器メーカーからの情報入手も可能と考えられるが、条件が異なれば計数効率も異なるため、校正核種、線源の形状等の計数効率算出時の条件も併せて入手する。

- 3) バックグラウンド (BG) 計数値：測定の下限值は、計数効率、計数時間の他、BG の値に依存する。後述する BG 条件を下回る測定環境を整えることが必須である。つまり、鉛等により測定試料、検出器を遮蔽し、環境からの影響の小さい測定条件を選定することが重要である。測定の下限値を満足できる BG 条件とならない場合は、スクリーニング法としては保証されない。
- 4) 測定条件 測定結果は、試料と検出器のジオメトリ (空間的位置関係) の影響を受けるため、計数効率決定、バックグラウンド評価、測定は、可能な限り同一の容器を用い、検出器と容器の相対位置を固定して行う必要がある。試料容器を含めて出来る限り、計数効率を算出した条件と実試料の測定条件を揃え、特に検出器近くの条件 (距離、材質) には注意を払うことが重要である。これらの条件が少しでも異なると補正係数が必要となることもある。
- 5) エネルギー領域：波高分布曲線において検出のために限定したエネルギー範囲で、137Cs の 662keV、134Cs の 605、796keV の光子に対し、計数効率と BG の数値より適した領域を設定する。(例：640-830 keV)
- 6) 機器の校正：1 年以内に校正を行った機器を用いること。
- 7) 数値の取扱：各核種由来の γ 線を分離して分析できないスペクトロメータや波高分析器がシングルチャネルの計数装置の場合は核種分離分析ができない。測定数値については、測定に関与する要因を吟味すること。

2 NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる方法

緊急時マニュアルでは、緊急事態発生時に迅速に行う第一段階モニタリングにおける放射性ヨウ素測定法として規定されている。

一般の NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータは、 γ 線測定器であり、ヨウ素 131 や放射性セシウムを検出することができるが、波高分析機能がないため核種分析はできない。しかしながら、現時点では事故から 4 ヶ月以上経過し、ヨウ素 131 は約 13 万分の 1 に減少し、相対的に放射性セシウム (134Cs および 137Cs) が主たる核種となっているため、サーベイメータで検出された放射線全てを放射性セシウム由来と見なし、放射性セシウムの測定に安全側を見積もって用いることが可能である。また、可搬性も利点の一つである。一方、試料と検出器の位置が固定されないと測定結果が影響を受けやすいため、この点への配慮が必要である。

以下に、サーベイメータを食品中の放射性セシウムのスクリーニング法として用いる場合の条件について記載する。

- 1) 適応の有無：事故の性質と時間的経緯により、現在では、サーベイメータで測定された計数値が全て放射性セシウムによるものとして取り扱っても問題ないと考えられる。(全ての状況において適応可能とは限らない。)
- 2) 校正標準核種： ^{137}Cs で計数効率を算出した場合は、安全側の評価となり、スクリーニングの目的には適っているため、 ^{137}Cs 単独核種で校正を行うことが事実上有効である。主要市販品の ^{137}Cs についての換算係数(計数効率の逆数)については、(社)日本アイソトープ協会がヨウ素 131 と同様に情報提供を行なっている。その他、機器メーカーからの情報入手も可能と考えられるが、条件が異なれば計数効率も異なるほか、機器の個体差もあるため、校正核種、線源の形状、測定方法についても併せて情報を入手する。
- 3) バックグラウンド (BG) 計数値：測定の下限值は、計数効率、計数時間の他、BG の値に依存する。後述する BG 条件を下回る測定環境を整えることが必須である。つまり、鉛等により測定試料、検出器を遮蔽し、環境からの影響の小さい測定条件を選定することが重要である。測定の下限値を満足できる BG 条件とならない場合は、スクリーニング法としては保証されない。
- 4) 測定条件 試料容器を含めて出来る限り、計数効率を算出した条件と試料の測定条件を揃えること。特に検出器近くの条件(距離、材質)には注意を払うこと。サーベイメータによる測定結果は、試料と検出器のジオメトリ(空間的位置関係)の影響を受けるため、計数効率決定、バックグラウンド評価、測定は、可能な限り同一の容器を用い、検出器と容器の相対位置を固定して行う必要がある。
- 5) 機器の校正：1年以内に校正を行った機器を用いること。
- 6) 数値の取扱： NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータは核種分離分析ができない。測定数値については、測定に関与する要因を吟味すること。

3. スクリーニング法としての性能の確認方法

測定の下限値の確認

50 Bq/kg の正味計数値が 3σ 以上とする。

牛肉の基準値(500 Bq/kg)の $1/10$ の値(50 Bq/kg)の正味計数値が、標準偏差 σ の 3 倍より大きくなる条件で測定する。

標準偏差 σ は次式より求められる。

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_s}{T_s^2} + \frac{N_b}{T_b^2}} = \sqrt{\frac{n_s}{T_s} + \frac{n_b}{T_b}}$$

ただし、

σ : 標準偏差

T_s, T_b : 試料およびバックグラウンドの計数時間 s

N_s : 試料の計数値

N_b : バックグラウンドの計数値

n_s : 試料の計数率 cps

n_b : バックグラウンドの計数率 cps

ここでは、50 Bq/kg での正味計数値が、 3σ より大きいとするので、

$$N_{s50} - N_b > 3 \sqrt{\frac{N_{s50}}{T_s^2} + \frac{N_b}{T_b^2}}$$

N_{s50} : 試料 (牛肉) 50 Bq/kg の計数値

を満たすような N_{s50}, N_b, T_s, T_b を測定条件として設定する。

また、サーベイメータのように計数率計 (レートメータ) の場合、1 回読み取り値の標準偏差 σ は次式より求められる。

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{2n\tau}}$$

ただし、

σ : 標準偏差

n : 計数率 (cps)

τ : 時定数 (s)

スクリーニングレベルの確認

スクリーニングレベル (規制値の 1/2) の標準試料の測定をくりかえし、平均と標準偏差を求める。測定は実際の試料と同じ条件で行い、試料容器のセットを含める。繰り返し数は 5 以上とする。

次式で推定される測定値の分布の 99% 上限が、規制値で得られる測定値未満であることを確認する。

$$m + t_{k-1,0.01} \times s$$

m	測定値の平均値
s	測定値の標準偏差
k	測定数
$t_{k-1,0.01}$	自由度 $k-1$ 、危険率 1%の t 値

計数率から放射能濃度への換算

空試料と測定試料の計数値の差と換算係数を用いて計算する。

$$(n_s - n_b) \times K = C$$

n_b : バックグラウンドの計数率 cps

n_s : 試料の計数率 cps

K : 機器換算係数 Bq/kg/cps または Bq/kg/(μ Sv/h)

C : 放射性セシウムの濃度 Bq/kg

4. 分析上の留意事項

- 1) 試料を試料容器に詰める際には、特に検出器付近に空隙ができないように留意する。
- 2) 試料による分析系の汚染、あるいは試料間の汚染が起こらないように留意する。特に検出部位の汚染を防ぐため、検出器をポリエチレン袋で覆う、バイアルの外側に試料を付着させない等の措置を講じる。

参考：

科学技術庁 放射能測定法シリーズ No.6 NaI (TI) シンチレーションスペクトロメータ機器分析法 1974年

緊急時における食品の放射能測定マニュアルに基づく食品中の放射能の簡易分析について
(情報提供 続報) <http://www.jrias.or.jp/index.cfm/6,15496,110,html>