６　出荷のモニタリング

（１）解説

ｉ）放射性セシウムの体内分布について

東京電力福島第１原子力発電事故による放射性物質汚染で現在問題となっている核種は放射性セシウム（以下放射性 Cs）であると考えられます。まず、飼料や水を摂取した家畜の体内での放射性 Cs の流れを図１に示しました。Cs はカリウムとよく似た挙動を示すとされていて、消化管から吸収された後、血液中を通って細胞内に多く取り込まれることが知られています。

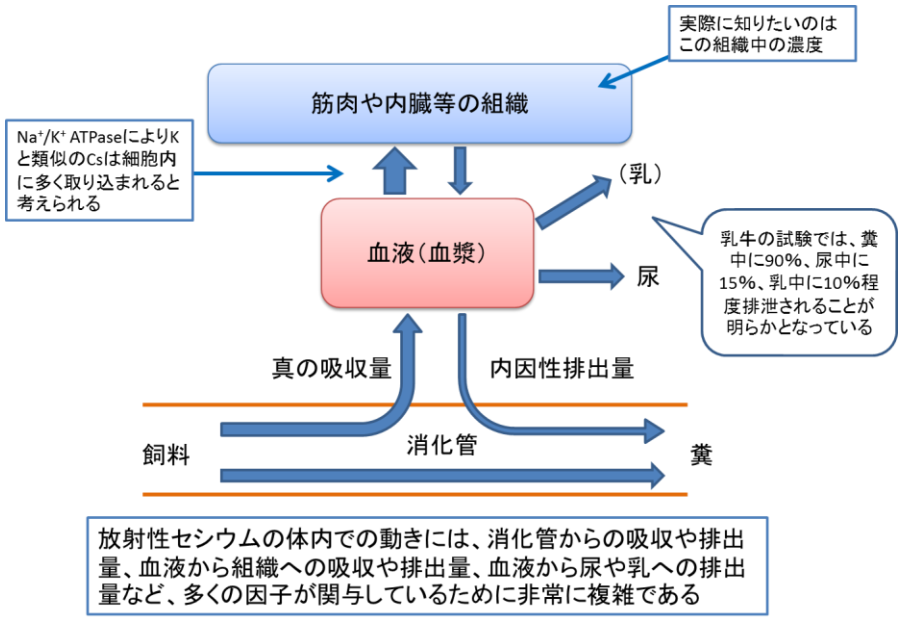

図１．放射性セシウムの体内での動き

また、摂取された放射性物質が肉や乳などへ移行する割合を移行係数と呼んでいて、それぞれの核種について国際原子力機関（IAEA）が報告しています。この移行係数について留意するべき点は、農作物においては土壌中の放射性核種濃度と作物中の放射性核種濃度の比で表されるのに対して、畜産物への移行係数は、家畜が一日あたり摂取する放射性核種の総量と畜産物中の放射性核種濃度の比で表されると言うことです（図２）。畜産物への Cs の移行係数として報告されている値の範囲は図３に示した通りで、牛肉への移行係数は 0.0047～0.096（日本国内での移行試験の結果をもとに農水省が暫定許容値の算出に使用している値は 0.038）日/kg です。これは、例えば 100Bq/kg の放射性 Cs を含む飼料を１日 10kg 摂取すると（1 日の摂取量は 1000Bq/日）牛肉中の放射性 Cs は平均 38（4.7～96）Bq/kg になると予想できるというものです。

図２．移行係数について

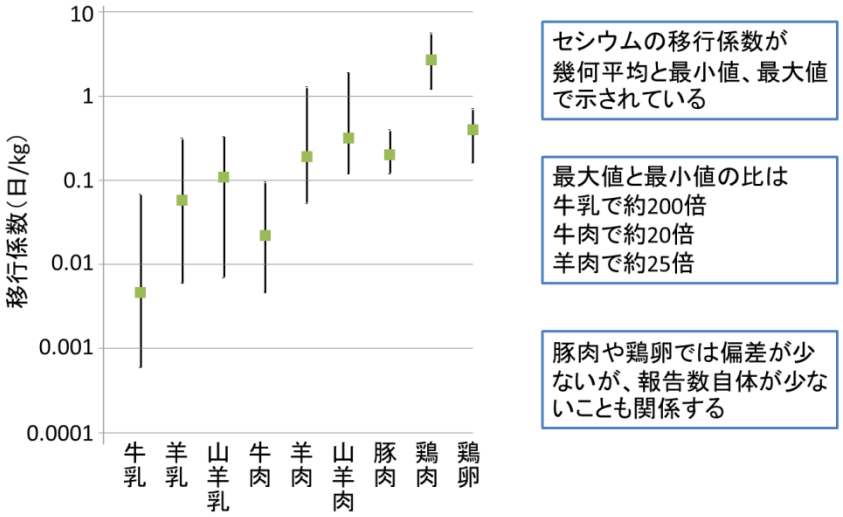

図３．畜産物へのセシウム移行係数（幾何平均と最小値、最大値で表す）
IAEA: Technical Reports Series (TRS) No.472 より

放射性 Cs を含む飼料を摂取し続けても、体内濃度が無限に濃くなると言うことはなく、移行係数にしたがって一定濃度になり、余分な放射性 Cs は糞や尿などに排出されます。また、体内での分布も一様ではなく、筋肉で高く血液や脂肪では低くなることが分かっています。また、図４に放射性 Cs を含んだ飼料を給与した試験の結果を示しましたが、筋肉の部位間では大きな差はなく、内臓では腎臓に多く蓄積する傾向があるということが分かっています。

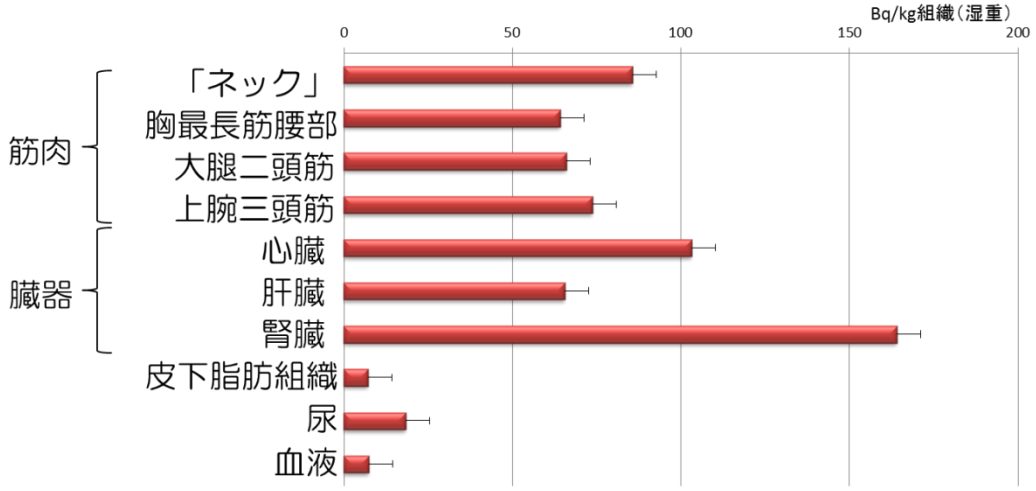

図４．肉牛における放射性 Cs の移行部位

（佐々木ら、Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry,76(8), 1596-1599(2012)）

ⅱ）生物学的半減期について

前節で、放射性 Cs を摂取し続けても体内濃度が無限に濃くなることはないと解説いたしましたが、逆に放射性 Cs を含む飼料を摂取した後、それを含まない清浄な飼料を給与した場合には、徐々に体内濃度は低下していくことが知られています。体内濃度が半分になるまでの期間を生物学的半減期と呼んで、放射性核種自体の半減期である物理学的半減期とは区別しています（ちなみに Cs137 の物理学的半減期は約 30 年です）。ただ、この生物学的半減期は家畜の年齢や体重、筋肉中か乳中かということで大きく変動するということに留意する必要があります。例えば、乳中の生物学的半減期として約 5 日、肉中では概ね 20～60 日程度、年齢が上がるにつれてこの半減期は長くなる傾向があるので、老廃牛などでは 60～90 日程度という報告がありますが、普及センター等の職員が出荷までに食べていた飼料の放射性セシウム濃度等から飼い直しに必要な期間を計算・指示しますので、必ず普及センター等に相談して指示された事項について確実に実施してください。

ⅲ）家畜用飼料の暫定許容値について

平成 24 年 4 月から食品中の放射性 Cs 濃度の基準値は牛肉を含む一般食品において 100Bq/kg、牛乳において 50Bq/kg となったことから、移行係数や飼料摂取量を勘案しながら飼料中の放射性 Cs の暫定許容値が設定されています（表 1）。放射性 Cs 濃度がこの値より低い飼料を給与すれば、飼料が原因で畜産物中の放射性 Cs 濃度が基準値を超過する可能性は極めて低くなりますが、実際には、風評被害対策として、地域によっては畜産物をはじめとする食品に対し基準値よりも低い値の自主基準を設定してい

る場合もあるようです。これに関しては、日本の食品中の基準値は世界的にもかなり厳しいものであり、基準値以内のものは安全であるという認識を広めていく必要があります

表１．飼料中の放射性 Cs 暫定許容値について

畜産物の放射性Cs新基準値：

乳　50Bq/kg
肉　100Bq/kg

飼料中の放射性Cs暫定許容値：

牛	100Bq/kg（粗飼料は水分含量8割、その他は製品重量）
豚	80Bq/kg（製品重量、ただし粗飼料は水分含量8割）
家禽	160Bq/kg（製品重量、ただし粗飼料は水分含量8割）

（参考）家畜用飼料の新たな暫定許容値の算出基準について

農水省 HP より：http://www.maff.go.jp/j/syouan/soumu/saigai/siryou_faq.html

牛の場合：

〇飼料給与量（粗飼料＋濃厚飼料給与の合計量）
　乳牛 64 kg/日（実重量）
　肉牛 21 kg/日（実重量）
〇移行係数
　乳 4.6×10^{-3} 日/kg(IAEAのとりまとめの平均値)
　肉 3.8×10^{-2} 日/kg（移行試験から求めた係数の最大値）
（1）乳用牛飼料中に許容される放射性セシウム濃度
　50ベクレル/kg ÷（64 kg/日 ×4.6 ×10^{-3} 日/kg）
　= 170ベクレル/kg ≒ 100ベクレル/kg
（2）肉用牛飼料中に許容される放射性セシウム濃度
　100ベクレル/kg ÷（21 kg/日 × 3.8×10^{-2} 日/kg）
　= 125ベクレル/kg ≒ 100ベクレル/kg

豚の場合：

〇飼料給与量 3.2 kg/日（実重量）
〇移行係数 0.37 日/kg（移行試験から求めた係数の最大値）
〇豚用飼料中に許容される放射性セシウム濃度
　100ベクレル/kg ÷（3.2 kg/日 × 0.37 日/kg）
　= 84ベクレル/kg ≒ 80ベクレル/kg

鶏の場合：

（肉用鶏）
〇肉の濃度比 0.55（移行試験から求めた比率の最大値）
〇肉用鶏飼料中に許容される放射性セシウム濃度
　100ベクレル/kg ÷ 0.55 = 182ベクレル/kg（乾物）
　182ベクレル/kg（乾物）× 0.88（水分12%）= 160ベクレル/kg
（採卵鶏（廃用））
〇飼料給与量 0.11 kg/日（実重量）
〇肉の移行係数 5.0日/kg（移行試験から求めた係数の最大値）
〇採卵鶏用飼料中に許容される放射性セシウム濃度
　100ベクレル/kg÷0.11 kg/日 × 5.0 日/kg
　= 182ベクレル/kg ≒ 160ベクレル/kg
なお、卵の移行係数は肉の10分の1程度です。

ⅳ）全頭検査の概要について

現在では、安全な牛肉を流通させると言う観点から、東北・関東地域をはじめとして、多くの都県において牛肉の全頭検査が行われています。全頭検査についての詳細については、消費者庁のホームページ（http://www.caa.go.jp/jisin/kouhyou.html）等を参照していただきたいと思いますが、基本的にはと畜後の枝肉の一部（多くの場合はネック等枝肉の価値を低下させない部位）をサンプリング後に NaI シンチレーションカウンターあるいはゲルマニウム測定装置等で全ての枝肉について１次スクリーニングを行う方法で、50Bq/kg をひとつの基準として行っています。基準を超えた枝肉については、より正確に放射性 Cs 濃度を測定することとしています。全頭検査の結果については、新聞やインターネット（http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin.html）で公表されており、誰でも参照することが可能となっています。

写真１．ネックの部分のサンプリングの様子（福島県）

写真２．全頭検査の結果は毎日新聞に掲載されている

ｖ）と畜前診断の手法と問題点について

と畜した後に枝肉の放射性 Cs 濃度を測定するのではなく、と畜前に牛肉中の放射性 Cs 濃度を推定できれば、推定濃度が基準値を超えていた牛について清浄な飼料で飼い直す、いわゆるクリーンフィーディングを行って牛肉中の放射性 Cs 濃度を低下させた後に出荷することが可能となります。ここでは、血液中から推定する方法と体外から NaI サーベイメーターで推定するふたつの方法について、その手法と問題点について整理してみました。

まず、と畜前の家畜から血液を採取してその放射性 Cs 濃度を測定して筋肉中の放射性 Cs 濃度を推定する方法があります。ただし、血液中の放射性 Cs 濃度は筋肉中の放射性 Cs 濃度の 20～30 分の 1 程度であることから、基準値以下であることを確認するためには、かなりの低濃度の放射性 Cs 濃度を正確に測定する必要があります。そのために、大量の血液（福島県では 400cc 程度）を採血するとともに比較的長時間をかけて測定することになります。採血の負担と正確な測定ができればかなりの精度で筋肉中の放射性 Cs 濃度を推定することができるので有効な手法ですが、多くの頭数を扱う場合には作業が大変なことと、現在のような低濃度の汚染では測定が難しいと言う問題点もあります。

次に、体表面を NaI サーベイメーターで測定する方法ですが、この時に注意する点がいくつかあります。まず、測定する場所のバックグランドをできるだけ低くして、その値をしっかりと把握することです。純水を入れたポリタンクなどをファントムとしてバックグランド測定してその値を差し引く等の工夫をしています。次に使用する NaI サーベイメーターですが、NaI の口径が大きい方が測定効率がよいので、できるだけ大口径の NaI サーベイメーターを使用してください。ただ、大口径のサーベイメーターは高価で重いと言う難点もあります。口径の小さいサーベイメーターの場合は長時間測定する必要があります。また、サーベイメーターのプローブの横からバックグランドをひろわないために、プローブを鉛などで遮蔽することも正確な値を得るためには重要です。さらに、家畜の体表面が汚染されていては正確な推定ができませんので、測定値が高い場合には、よく洗浄する、あるいは体表の毛を剃る等の後、再測定する必要があります。

写真３. 測定する場所の近くで純水の入ったポリタンクでバックグランドを測定(左)、その後牛の臀部で測定する（右）（全農方式）

写真４．牛の前に純水の入ったポリタンクを置いてバックグランドを測定（左）、その後、牛の首のあたりを測定（右）口径の大きな NaI サーベイメーターは重いため青いゴム紐で首からさげている。（宮城県方式）

（２）作業手順

食品の基準値を満たした安全な畜産物を生産するためには、飼料や水、環境からの放射性 Cs の吸収をできるだけ抑制することが重要です。また、敷料など、環境からの汚染にも気を配る必要があります。特に、一度汚染された飼料を給与した可能性がある場合には、清浄な飼料を給与することによって、できるだけ体内の放射性 Cs 濃度を低くすることも考慮する必要があります。特に、出荷前の家畜については、以下について考慮してください。

○放射性 Cs で汚染された飼料を給与したことがあるかどうか。また、汚染地域で放牧あるいは舎外で飼育したことがあるかどうかを確認しましょう。

もし､汚染した飼料を摂取した可能性がある場合には､関係機関に相談するとともに、一定期間清浄な飼料・水で飼育してできるだけ体内の放射性 Cs 濃度を低下させるようにしましょう。

○飼料だけではなく飲水についても気をつけましょう。

沢水等は放射性 Cs 濃度が高い可能性があるので、水道水や井戸水を使いましょう。特に出荷前の家畜に給与する水には注意しましょう。

○敷料等の放射性 Cs 濃度にも注意しましょう。

敷料に粗飼料を使う場合は、採食する可能性があるので、放射性 Cs 濃度が暫定許容値（100Bq/kg）を超えないものを使いましょう。特に、出荷前では他の家畜の排泄物からの汚染も考慮してください。

○出荷前には体表面をきれいにしましょう。

体表面から肉への移行は考えにくいですが､と畜前にサーベイメーターでチェックする場合もありますので､できるだけ体表面に排泄物等が残らないようにきれいに洗ってあげましょう。

【チェックリスト】 出荷のモニタリング

チェック欄

1. 放牧をしていない。	はい → 3	いいえ → 2
2. 放牧地の牧草は暫定許容値以下だった。	はい → 3	いいえ → ※
3. 放射性 Csで汚染された飼料を給与していなかった。	はい → 4	いいえ → ※
4. 飲水に社外の貯水槽の水や沢水等を使用していなかった。	はい → 5	いいえ → ※
5. 敷料に放射性 Csで汚染されたワラ等を使用していなかった。	はい → 6	いいえ → ※
6. 運動のため等で舎外に出さなかった。	はい → 8	いいえ → 7
7. 舎外の運動場等は除染してある。また、雑草等は除去してある。	はい → 8	いいえ → ※
8. 体表面をきれいに洗浄した。	はい 出荷 OK	いいえ → 洗浄してください

※：普及センター等に相談してください。

暫定許容値を超える放射性 Cs 濃度の飼料を給与していたことがある場合には、出荷前に普及センターに相談しましょう。
また、出荷前に検査する場合には、測定する機関の指示に従ってください。