

体細胞クローン牛・豚由来食品のリスク評価を行いました。

日本を含めた各国において、体細胞クローン技術によって牛や豚などを繁殖させる研究が進められています。食品安全委員会では、これらを食用とした場合の安全性について食品健康影響評価（リスク評価）を行い、「従来の繁殖技術による牛や豚を用いた食品と比べて、安全上の違いはない」と判断しました。

評価の詳細は http://www.fsc.go.jp/emerg/hyoukasho_shinkaihatu_clone.pdf

東京・大阪での意見交換会の内容は http://www.fsc.go.jp/koukan/risk-clone210324_0327/risk-clone210324_0327.html

体細胞クローン技術とは？

体細胞クローン技術とは、動物の体細胞（用語1）を利用して、元の動物と遺伝学的に同じ個体（クローン）を新しく生み出す技術のことです。この技術では、元となる個体（ドナー）の皮膚や筋肉の体細胞を、核を抜いた未受精卵に移植し、電気的刺激によって融合させた胚（再構築胚）（用語2）を作ります。これを雌（仮親）の子宮へ移し、受胎させて出産させます（図表1）。

畜産の分野では牛や豚などの家畜の改良を進めるために人工授精や体外受精などの繁殖技術（図表2）が用いられていますが、体細胞クローン技術もそれらの技術と同様に優れた特徴を持つ家畜を生産する有効な手段として研究開発が進められています。

今回のリスク評価では、こうしたクローンとその後代（子孫）を食用とした場合の安全性について検討しました。

リスク評価の背景と理由は？

1996年に英国で初の体細胞クローン羊（ドリー）が誕生して以来、世界的にさまざまな動物で研究が進められました。日本でも多くの体細胞クローン牛・豚が生み出され、これらを食品とした場合の安全性も調査・研究が行われてきました。米国食品医薬品庁（FDA）や欧州食品安全機関（EFSA）ではすでに「従来のものと安全性に違いはない」と評価しています。

今回、これら国内外での科学的なデータが集積され、関係文献などの収集が終了したことから、厚生労働省は「体細胞クローン技術を用いて産出された牛及び豚並びにそれらの後代に由来する食品」の安全性について食品安全委員会にリスク評価を依頼しました。

委員会では、体細胞クローン牛・豚が、今、私たちが食べている従来の繁殖技術による食品と比べ「新たにヒトの健康を損なうおそれを持つかどうか」について審議しました。

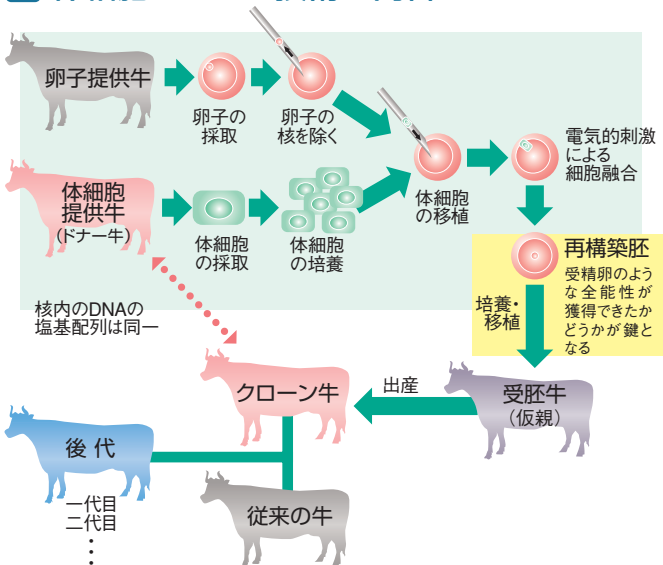
評価の際のポイントとは？

まず、体細胞クローン技術が、それによって生まれた牛・豚の個体におよぼす影響について発育段階ごとに検討し、体細胞クローン牛・豚およびその後代と、従来の繁殖技術によるものが同様の健全さを持っているかについて評価しました。体細胞クローン家畜は出生前後の死亡率が高いため、この原因などについても核移植専門家を交えて検討を行いました。

次に、この評価をもとに、これらの牛・豚を使った食品の安全性に違いがあるかどうかを評価しました。評価にあたっては、これらの肉と牛乳の栄養成分などの比較データも参考にしています。

また、このリスク評価はあくまでも、体細胞クローン牛・豚などを「食品とした場合の安全性」について科学的に行ったものであり、環境影響、倫理、道徳、社会経済に関わることについて評価したものではありません。

図表1 体細胞クローン技術の内容



図表2 牛の繁殖技術の概要

人工授精
発情状態の雌牛に精子を入れて卵管内で卵子を受精させる。日本の牛の場合約99.3%がこの技術を用いている。
体内受精卵移植
雌牛にホルモン投与などで多数の卵を排卵させ、人工受精させた受精卵を、仮親に移植して産出させる。
体外受精卵移植
未成熟卵を採取・検査し、成熟培養して、培養液内で精子と混合し受精させる。この受精卵を仮親に移植して産出させる。
受精卵クローン
未成熟卵を採取・検査し、成熟培養して、その卵から核（遺伝子を含む）を除く。ここに、体内・体外受精で得た受精卵の卵割（細胞分裂）の進んだもの（割球）を移植し、再構築胚（本文&図表1参照）を作って仮親に移植して産出させる。これは体外・体内受精させた受精卵と遺伝子が同一のクローンとなる。
体細胞クローン
受精卵クローンで使う割球のかわりに、皮膚や筋肉などから取った体細胞を使用して（本文&図表1参照）、再構築胚を作り、仮親に移植して産出させる。

リスク評価の内容と結果について

体細胞クローン牛・豚の健全性は？

体細胞クローン牛・豚では、出生前後において主に発生異常と考えられる死産及び生後直死（生後おおむね24時間以内に死ぬこと）が認められています。また、体細胞クローン牛については、若齢期においても死亡率が高い傾向が認められていますが、だいたい6ヶ月齢を超えると従来の繁殖技術による牛と同様に健全に発育します。なお、これらの死亡原因は従来の繁殖技術でも見られているものです。また、出生後から若齢期に牛の一部において生理学的な検査値に違いがある場合があるものの、それらは成長とともに回復し、健全となります。体細胞クローン特有の疾病があるという報告もありません。また、現在のと畜場での検査において、法で定められた疾病などの疑いがある場合は食用にされません。これらのことから体細胞クローン技術を用いて生み出され、食用にされる牛・豚の健全性は、従来の繁殖技術による牛・豚と比べて違いは認められませんでした。

後代（子孫）の健全性は？

体細胞クローン牛・豚から生まれた最初の後代（一代目の子）では、体細胞クローン牛・豚の出生直後や若齢期に見られた異常はなく、その健全性に従来の繁殖技術による牛・豚との違いは認められません。体細胞クローン牛・豚の後代は、人工授精などの従来の繁殖技術（図表2）を使って、受精によって生まれます。一代目が従来の繁殖技術による牛・豚と同等の健全性を持っていることから、さらに、受精によって生まれた二代目以降についても、従来の繁殖技術による牛・豚との違いは考えられません。

死亡率の高さと健全性の関係は？

最新の研究では、出生前後や若齢期の死亡率が高い理由は、体細胞を使って作られた再構築胚の全能性（用語3）の獲得の完成度によるものと考えられています（図表1）。再構築胚に全能性が獲得されていない場合には、発生がうまくいかず、正常な出産に至らないことが多くあります。これは死亡した体細胞クローン動物の遺伝子レベルの解析の結果からも認められています。このことから、正常に生育した体細胞クローン牛・豚については、従来の繁殖技術によるものと同じ健全性を持っていると考えられます。なお、後代については従来と同じく受精によって生まれることから、全能性は従来と同じに獲得できると考えられ、実際に出生前後の死亡率は高いものではありません。

食品としてのリスク評価は？

体細胞クローン牛・豚ではドナーと核内（用語4）のDNA（用語5）の塩基配列（用語6）が理論的に同じであるため、ドナーや従来の繁殖技術によって生まれた牛・豚が産生しない新規の生体物質が作られることは考えられません。また、その肉や乳の栄養成分、ラットやマウスによる亜急性・慢性毒性試験（用語7）、アレルギー誘発性などについても、従来のものとの違いは認められませんでした。これらを健全性や高い死亡率の理由などと考え合わせた結果、体細胞クローン牛・豚を使用した食品にはヒトの健康を害するような特有の問題はなく、従来の繁殖技術による牛・豚と同等の安全性を持つと評価しました。また、評価書では体細胞クローン技術は新しい技術であることから、リスク管理機関（厚生労働省、農林水産省など）では、これらの安全性に関する科学的な情報について引き続き収集することが必要だとしています。

理解を深めるための用語解説

1. **体細胞**: 体を構成する細胞で、生殖細胞（精子や卵子などの細胞）以外の細胞。
2. **胚**: 受精卵から細胞分裂により増えた細胞の集合体。
再構築胚: この評価結果では、核を取り除いた未受精卵に体細胞を移植し、電気的刺激により融合させた胚のこと。
3. **全能性**: 細胞があらゆる細胞型に分化する能力のこと。「全能性の獲得」とは、細胞の発生・分化に支障がなく、完全な個体にできるプログラムを持つこと。
4. **核**: 細胞内に存在する、核膜によって隔てられた、遺伝物質を含む構造体のこと。
5. **DNA**: デオキシリボ核酸。生物の遺伝情報を持つ高分子物質。
6. **塩基配列**: DNAを構成する4つの塩基（アデニン、チミン、グアニン、シトシン）の配列。これにより20種類のアミノ酸の配列が決定し、合成されるタンパク質の種類が決定する。
7. **亜急性・慢性毒性試験**: 亜急性は比較的短期間（通常1～3カ月程度）、慢性は長期間（通常6ヶ月以上）の連続または反復投与によって出る毒性を調べる試験。



①うしろが体細胞を提供したドナー牛。前の5頭が体細胞クローン牛。



②体細胞クローン牛（ジャージー種）の後代。

写真提供: ①独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所
②独立行政法人 家畜改良センター