

（Ｑ６）クローン牛は、死産等の率が高いと聞きましたが、なぜですか。

- 1 受精卵クローン牛の死産等の発生率すなわち死産と生後直死を合わせた割合は、
14.0%であり、体細胞クローン牛の死産等の発生率は、32.0%となっています。
（2005（平成17）年9月30日現在までのデータによる。）
- 2 一方、国内で一般に飼養されているホルスタイン種の死産等の発生率は、5.3%
との報告例があります。
- 3 クローン牛の死産等の発生率が高い理由としては、クローン動物作出技術が十分に
確立されていないことなどがあげられます。
- 4 今後は、クローン技術を一層改善することにより、死産等の発生率を減少させてい
くことが可能になるものと考えられます。

＜用語解説＞

死産：

胎子が母体外で生活能力を持つ期間すなわち最短妊娠期間（胎齢250日程度）に達したのち、死亡して産まれてきたもの。

生後直死（せいごちょくし）：

生きて分娩された後、まもなく（概ね24時間以内）死亡したもの。

（Ｑ７）クローン技術で生まれる牛は虚弱であり、特別な飼料や医薬品等を使用した飼養管理をしているのではないですか。

クローン牛の死産等の発生率が高いことは事実ですが（Ｑ６参照）、普通に生まれてきたクローン牛は、一般の牛と同様に健康であり、特別な飼料や医薬品等の投与によって健康を維持する必要は全くありません。

したがって、飼養管理において、いわゆる医薬品漬け（抗生物質やホルモン剤など）といったことはなく、一般の牛と全く同様の飼養管理が行われています。

(Q8) 農家がクローン技術により同じ遺伝子しか持たないクローン牛群を飼うのは、そのクローン牛に対して強い病原性を持つ病気が流行したときに、一般の牛を飼うより被害が大きくなるのではないですか（遺伝的画一性の問題はないのですか）。

- 1 遺伝的画一性の問題が生じた著名な例には、韓国でのトンイル（統一；インディカ系統の多収米の品種）による不作の被害があります（これは、多収性であるがイモチ病に弱いトンイルが韓国内で盛んに作付けされたため、イモチ病の発生により壊滅的な打撃を受けたというもの）。
- 2 これは遺伝的画一性が所期の目的に反し、生産の不安定をもたらした例であります。このことは、技術自体の問題というよりも、技術の使用法あるいは経営の問題として考えるべきです。
- 3 具体的には、クローン牛を供給する側が1種類のクローン牛に偏ることのないように配慮したり、それを受け入れる農家においてもクローン牛を飼養するときに、1種類のクローン牛に偏らないように数種類のクローン牛からなる牛群を造成するといったように、リスクの分散に対する配慮が必要になると考えられます。

(Q9) クローン技術に対して倫理上の問題はないのですか。

- 1 クローン技術については、1997年2月の英国における体細胞クローン羊の誕生報告（誕生は1996年7月）以来、ヒトに応用された場合の倫理上の問題等に関し、各国で議論されるようになり、世界的に見て、クローン技術のヒトへの適用は禁止される方向にあります。
- 2 我が国でも、内閣総理大臣の諮問機関である科学技術会議において今後の研究の進め方等について議論され、1997（平成9）年8月に、「ライフサイエンスに関する研究開発基本計画」において、ヒトのクローン個体の作製は実施すべきではないが、動物のクローン個体の作製は、畜産、科学研究、希少種の保護等において、大きな意義を有する一方で人間の倫理の問題等に直接触れるものではないことから、情報公開を進めつつ適宜推進するという基本的な方針が出されました。
農林水産省としてもこの方針に基づき、適宜、プレスリリース、インターネット等で研究についての情報を公開しながら、家畜クローンの研究を行っているところです。
- 1 なお、科学技術会議では、「人に関連する生命倫理に係わる科学技術のあり方」に関し審議するため、生命倫理委員会を設置して検討を進め、「ヒトに関するクローン技術等の規制に関する法律」（法律第146号 平成12年12月6日）により、クローン技術のヒトへの応用について、一定の方向が示されています。

ライフサイエンスに関する研究開発基本計画（一部抜粋） （平成９年８月１３日 内閣総理大臣決定）

[中略]

第五章 ライフサイエンスと人間・社会・自然との調和

[略]

２．人間・社会・自然との接点の考察

最近のライフサイエンス研究開発の急速な進展により、ライフサイエンスと人間・社会との接点において新たに生じた人間の尊厳や倫理、個人の遺伝子情報の保護等の問題も拡大しつつある。このような問題は、人類社会全体に大きな影響を与える可能性を内包しており、ライフサイエンスの研究開発を進める上で、十分な検討が必要である。

このうち、核移植等の技術を用いて生物個体等を作製する技術、いわゆるクローン技術、については、最近の技術的進展によりヒト個体の作製への適用の可能性も視野に入りつつあり、その使用について種々の観点からの議論が起こっている。

同技術を用いた畜産動物、医学実験用動物、絶滅直前の希少動物等の動物のクローン個体の作製や個体を産み出さないヒト細胞の培養等については、畜産、科学研究、希少種の保護、医薬品の製造等において大きな意義を有する一方で、人間の倫理の問題等に直接触れるものでないことから適宜推進することとすべきである。ただし、その際でも、ほ乳類のクローン個体の作製については、情報の公開を進めつつ行うことが必要である。

[以下略]

(Q10) 体細胞クローン牛のテロメアの長さはどうなっているのですか。

- 1 体細胞クローン技術により、作成されたクローン牛と通常の同年代の牛との白血球のテロメア長を比較したところ、普通のテロメア長を持つクローン牛もいる反面、普通の牛では見られないほどテロメアが短い(13～15kb)クローン牛もいます。このテロメア長の短いクローン牛は、これまで(約7年間)正常に発育しており、調査を継続しています。一方、18歳というきわめて高齢な普通の牛の白血球のテロメア長は15kbほどでした。
- 2 2歳の体細胞クローンの精子テロメア長も通常の牛の精子テロメア長と同等であるとの報告がなされています。(図1)
生殖細胞のテロメアはテロメラーゼの作用によって常に長さが維持されているということが定説となっており、体細胞クローン牛においてもそのメカニズムが正常に機能していることが判明しました。
- 3 体細胞クローン牛の精液を通常の雌牛に人工授精して得られた産子の白血球テロメア長を調べたところ、17.4～21.9kbと通常の産子とほぼ同等でした。(図2)

<用語解説>

テロメア：

染色体末端に特有なDNA・タンパク質複合体構造で、そのDNA部分はTTAGGGの繰り返し構造で構成されている。細胞分裂に伴い末端から短縮するため、細胞老化の指標となる。極限まで短縮すると、細胞増殖を停止させる機構がある。癌化した細胞ではこの機構が壊れているために増殖を続けることができる。高齢の牛の細胞からクローン牛を作出した場合、クローン牛はドナー牛の老化を引き継いで寿命が短いのか、それとも月齢どおりに若いのか、という観点でテロメアは着目されている。

テロメラーゼ：

テロメアの末端を伸長する方向に作用する酵素。特に生殖細胞では極めて多数回の細胞分裂が行われているが、この酵素の作用によりテロメア長は一定に維持されている。体細胞においては、一部の幹細胞を除き、ほとんど活性がない。

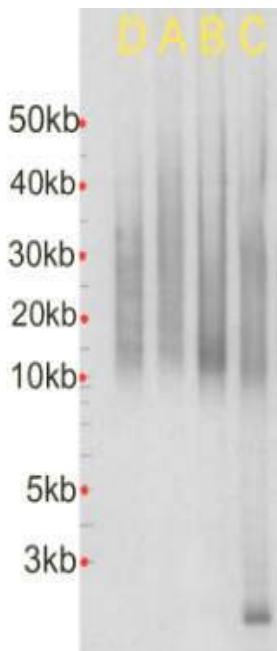


図1 細胞提供牛、クローン牛の精子テロメア長

老齢の細胞提供牛においても、精子テロメア長は短縮することなく維持されている。クローン牛の精子テロメア長も正常であった。

D : 糸福 (7 歳時)	22.2kb
A : 夢福 (2 歳時)	26.0kb
B : 第二夢福 (2 歳時)	20.7kb
C : 一般牛 (参考)	23.5kb

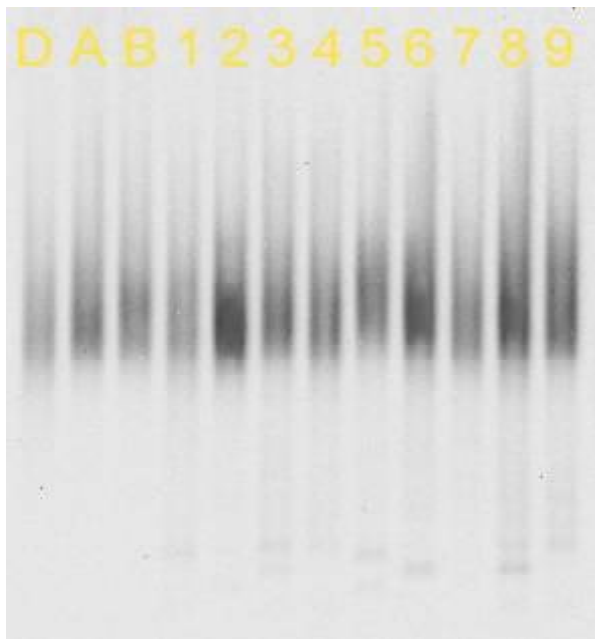


図2 細胞提供牛、クローン牛と
その産子の白血球テロメア長

細胞提供牛の白血球テロメア長は老齢ゆえ短縮しているが、クローン牛とその産子8頭は正常な子牛の長さのテロメア長を有していた。

D : 糸福 (14 歳時)	17.2kb									
A : 夢福 (0 歳時)	19.6kb									
B : 第二夢福 (0 歳時)	19.9kb									
1 ~ 9 : クローン牛の精液を人工授精して得た産子										
1 : 20.4kb	2 : 17.4kb	3 : 20.0kb	4 : 21.4kb	5 : 21.9kb						
6 : 21.0kb	7 : 19.9kb	8 : 19.0kb	9 : 19.5kb							

(Q11) 体細胞クローン牛から子牛は、産まれているのですか。

- 1 体細胞クローン雌牛が人工授精により、その産子が初めて産まれたのは、石川県畜産総合センターで平成12年7月10日のことです。これまで80頭近くの体細胞クローン雌牛が子牛を無事に出産し、140頭近くの子牛が誕生しています。
- 2 また、体細胞クローン雄牛の精液を使った人工授精により、その産子が初めて産まれたのは、鹿児島県肉用牛改良研究所で平成12年10月4日のことです。これまで約70頭の牛が体細胞クローン雄牛の精液により産まれています。
また、フランスの研究所では体細胞クローン牛の雌と体細胞クローン牛の雄を交配して、正常な子牛が誕生しています。
- 3 これらのことから、体細胞クローン牛の生殖性は、通常の牛と何ら異なるものではなく、正常であるといえます。
- 4 また、これらの産まれた牛については、その成長性などについての調査が行われています。

(Q12) 体細胞クローン技術で作出された動物は、牛の他には何がありますか。

- 1 体細胞クローン技術で作出された動物は、牛の他に実験用動物としてマウスが国内外で数多く作出されています。
- 2 マウスの他には、ヒツジ、ヤギ、ブタ、ネコ、ウマ、ウサギ、イヌが作出されており、国内では、ブタとヤギの体細胞クローンが飼育されています。



体細胞クローン豚の「Z e n a」

(Q13) 体細胞クローン牛の枝肉調査を実施したと聞いたのですが、その結果は、どうなっているのですか。

- 1 独立行政法人家畜改良センター十勝牧場で作出された4つ子の体細胞由来のクローン牛（黒毛和種去勢）について、平成14年10月3日に肥育試験が終了し、枝肉調査が行なわれました。調査結果は下記のとおりであり、生体検査及び解体後検査（頭部検査、内臓検査及び枝肉検査）において、肥育牛に見られる腎炎の軽度のものが3頭にあったほかは異常は認められませんでした。枝肉形質については、統計的なバラツキ具合を示す変動係数（自然界では通常10%程度）が、枝肉重量2.3%、バラ厚3.9%、ロース芯面積5.3%と低く、ロース芯等の筋肉の形状や筋間脂肪の分布も互いによく似通っており体細胞クローン牛個体間の相似性が示唆されました。

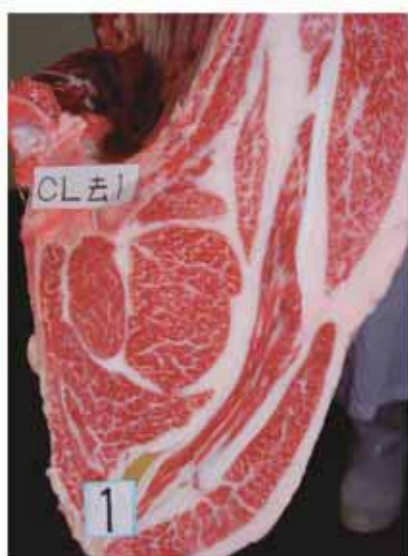
○枝肉の調査結果

	CL去1	CL去2	CL去3	CL去4	(参考)体細胞の提供牛（ドナー）
生年月日	H12. 9.11	H12. 9.12	H12. 9.12	H12. 9.12	H10.10.28
生時体重	44Kg	44Kg	44Kg	35Kg	26Kg
肥育期間	17ヶ月 (72週)	17ヶ月 (72週)	17ヶ月 (72週)	17ヶ月 (72週)	17ヶ月 (72週)
肥育終了時の体重	782Kg	800Kg	782Kg	824Kg	771Kg
枝肉格付	A-4	A-5	A-4	A-5	A-4
枝肉重量	486Kg	499Kg	483Kg	512Kg	459Kg
BMS	No. 7	No. 8	No. 7	No. 9	—
ロース芯面積	51cm ²	54cm ²	48cm ²	55cm ²	—
バラ厚	8.1cm	8.9cm	8.3cm	8.8cm	—

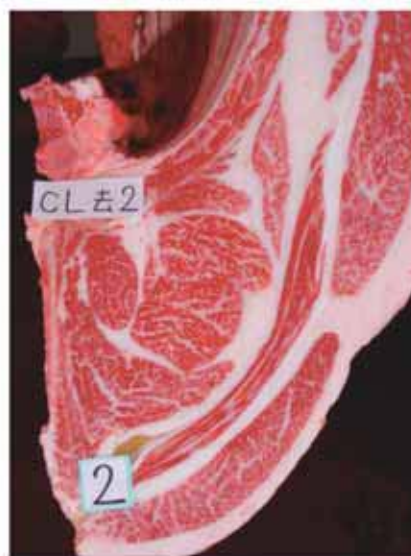
- 2 なお、体細胞クローン牛の枝肉等については、Q15の2の⑥に基づき、出荷・販売は行っておりません。



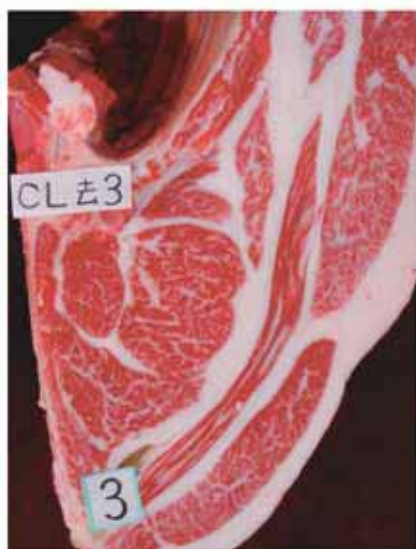
今回調査された4頭の写真（左から、CL 1、CL 2、CL 3、CL 4）



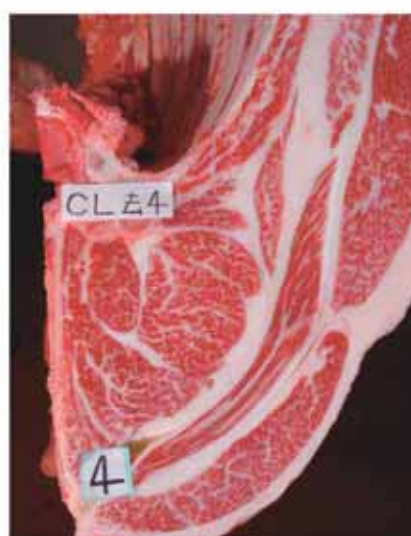
CL 去 1 の枝肉写真



CL 去 2 の枝肉写真



CL 去 3 の枝肉写真



CL 去 4 の枝肉写真