

体細胞クローン牛・後代牛の健全性ならびに生産物性状に  
関する国内調査報告書

Somatic Cell Cloned Cattle and Their Progeny Produced in Japan  
: A report for Animal Health and Attributes of Animal Products

平成20年3月

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  
高度繁殖技術研究チーム

## 刊行にあたって

本資料は、わが国で生産された体細胞クローン牛及びその後代牛の健全性やこれら動物が生産した乳肉の性状に関する調査結果を取りまとめたものである。

体細胞クローン牛の生産成功（1998（平成10）年）以来、わが国では、500頭以上の体細胞クローン牛が生産されている。体細胞クローン牛における流死産、生後直死は一般牛の場合と比較して高頻度であるが、成牛まで無事成長したクローン動物に限定してみれば、繁殖性をはじめとしたこれら動物の各遺伝的形質が正常であることは、クローン研究者の間で経験的に知られている事実である。実際、厚生労働省の研究班が取りまとめた「クローン牛の食品としての安全性」（厚生労働省科学研究費補助金「バイオテクノロジー応用食品の安全性確保及び機能性食品の開発に関する研究」分担研究報告書（2003（平成15）年4月）においても「受精卵クローン牛や体細胞クローン牛については、従来技術により産生された牛にはない特有の要因によって安全性が損なわれるとは考えがたい。」と総括されている。しかし、この報告書では、「ただし、クローン技術は新しい技術であるために、クローン牛由来の食品の安全性については、慎重な配慮が必要である」とも指摘している。この流れを受け、体細胞クローン牛誕生から10年を迎えようとしている現時点でも、農林水産省による体細胞クローン牛の出荷自粛要請（1999（平成11）年11月）が継続されている。そのため、体細胞クローン技術の農業研究への展開が困難な情勢となっている。この情勢は、平成11年から任意表示で販売が可能となった受精卵クローン牛の場合と対照的である。

体細胞クローン牛由来畜産物の性状確認は、全国畜産場所長会の「畜産技術開発推進に関する提案」や地域の畜産推進会議の要望事項である。畜産草地研究所では、平成16年以来、農林水産省生産局の行政ニーズに基づく「産業利用に向けた体細胞クローン牛に関する技術開発と調査（高度化事業、農林水産省農林水産技術会議事務局）」を中心に据え、（独）家畜改良センター等の共同機関や農林水産省生産局畜産部、消費・安全局、農林水産技術会議事務局との連携を密にして、調査研究を実施すると同時に、関係機関の協力を得た各種の全国調査を行ってきた。これらを取りまとめた本報告書が、関係機関のお役に立つことを願っている。

末筆となるが、各種の調査にご協力いただいた国内の公立場所をはじめとした関係機関、そして、有益な助言をいただいた外部有識者などのご協力いただいた全ての皆様に深甚の謝意を表したい。

平成20年3月

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 研究管理監  
永井卓

## 目 次

要約 .....	1
1. はじめに .....	2
2. 体細胞クローン牛及びその後代牛の健全性や生産物性状に関する国内調査の動向 .....	3
2.1 健全性調査に関する成果資料刊行の推移 .....	3
2.2 健全性調査に用いられた体細胞クローン牛及び後代牛の数 .....	4
2.3 生産物性状調査の実施状況 .....	4
3. 体細胞クローン牛及びその後代牛の健全性に関する国内調査 .....	5
3.1 生産・転帰 .....	5
3.1.1 農林水産省のプレスリリース .....	5
3.1.2 生産と死亡・と殺の実態 .....	5
① 生産状況 .....	6
② ドナー細胞とレシピエント卵子 .....	6
③ 死亡・と殺の状況 .....	6
④ 生存牛の用途 .....	9
3.2 臨床・病理 .....	10
3.2.1 個体識別 .....	10
3.2.2 血液性状 .....	10
3.2.3 解剖・病理 .....	11
3.2.4 全国的な臨床的調査 .....	11
3.3 成長・発育 .....	12
3.4 繁殖性 .....	13
3.5 乳肉生産 .....	16
3.5.1 搾乳 .....	16
3.5.2 肥育 .....	17
4. 体細胞クローン牛及びその後代牛の生産物性状に関する国内調査 .....	17
4.1 生産物性状調査の供試牛 .....	20
4.2 血液性状検査 .....	20
4.3 栄養成分分析 .....	20
4.4 アレルギー誘発試験（マウス腹壁法試験） .....	22
4.5 消化試験（ラット） .....	22
4.6 小核試験（マウス） .....	23
4.7 飼養試験（ラット） .....	23
4.8 牛肉の試食アンケート .....	25
5. 終わりに .....	28
【付 録】体細胞クローン豚及びその後代豚における生産と調査の国内動向 .....	34
【参考1】「クローン技術を利用した食品の安全性に関する研究報告書」の概要 .....	41
【参考2】「FDAによるクローン家畜の安全性に関する報告書」の概要 .....	43

# 体細胞クローン牛・後代牛の健全性ならびに生産物性状に関する国内調査報告書

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

上席研究員 渡邊伸也

## 【要 約】

わが国において生産された体細胞クローン牛及びこれら由来の後代牛を中心に、個体としての健全性と生産物性状を調査した。特に、後代牛については、人工授精などによる生産効率が良いため、産業利用上の実用性が高いと考えられることから、調査の早期実施が焦眉の問題であった。調査にあたっては、「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業（農林水産省農林水産技術会議事務局）」の採択課題「産業利用に向けた体細胞クローン牛に関する技術開発と調査（課題番号：1602）」の後代牛を対象とした試験に加え、外部有識者の助言に基づく全国調査やこれまでに公表されている国内の成果資料の収集も実施した。これらの取組によって、諸外国の研究者や関係機関の要望が強いにもかかわらず、費用がかかるなどの理由から、実施例がない体細胞クローン後代牛の生産物性状調査をはじめ、国内関係機関の協力による体細胞クローン牛・後代牛の一般臨床検査と血液検査の全国調査（2005（平成17）年4月に実施）による63頭の体細胞クローン牛（その当時、全国で繁殖されていた牛の約60%）と25頭の後代牛のデータ、転帰の全国調査（2006（平成18）年7月実施）による482頭の体細胞クローン牛（その時点までに全国で生産された牛の97.5%）と202頭の後代牛のデータを得た。また、収集した体細胞クローン牛・後代牛の健全性に関する成果資料を分析することで、出生後、24時間以上生存した体細胞クローン牛の51.6%に相当する173頭のクローン牛と31頭の後代牛の調査データを整理・分類できた。これらの臨床・病理（個体識別、血液性状、病理）、成長・発育、繁殖性及び乳肉生産（搾乳、肥育）の広範な調査分野にわたるデータを分析した結果、生後200日以上、生存した体細胞クローン牛は、一般牛と同程度に生育し、一般牛と差異のない生理機能を有することが判明した。また、体細胞クローン後代牛についても、高度化事業（1602）で調査した16頭のデータを加え、体細胞クローン牛の場合と同様に検討した結果、データが存在するいずれの調査分野においても一般牛との差異は認められなかった。さらに、体細胞クローン牛及びその後代牛が生産した乳肉の生産性状調査において、栄養成分分析、アレルギー誘発試験（マウス腹壁法試験）、消化試験（ラット）、小核試験（マウス）、飼養試験（ラット）の各検査で得られたデータを一般牛が生産した乳肉で得られたものと比較した結果、生物学的な差異は認められなかった。

## 1. はじめに

農林水産省による体細胞クローン牛の出荷自粛要請（1999（平成11）年11月）以降、体細胞クローン動物に由来する乳肉に関する報告書には、①「クローン牛の食品としての安全性」（厚生労働省科学研究費補助金「バイオテクノロジー応用食品の安全性確保及び機能性食品の開発に関する研究」分担研究報告書（東京大学・熊谷教授；2003（平成15）年4月、以下、熊谷報告書<sup>1)</sup>）、②「Animal Cloning: A Risk Assessment」（米国FDA；2008（平成20）年1月、以下、FDA報告書<sup>2)</sup>）がある。前者の取りまとめに先立ち、中間報告書<sup>3)</sup>が公表されている。また、後者については、2006（平成18）年12月28日～2007（平成19）年5月3日のパブリックコメントを経て、取りまとめられた。

熊谷報告書<sup>1)</sup>では、（1）クローン牛の食品としての安全性、（2）家畜繁殖技術研究の歴史的展開、（3）クローン牛の食品としての安全性におけるミトコンドリアの問題、（4）核の初期化と異常発生、の各事項について、評価を行い、「受精卵クローン牛や体細胞クローン牛については、従来技術により産生された牛にはない特有の要因によって安全性が損なわれるとは考えがたい」という結論を得た（参考1）。

一方、FDA報告書<sup>2)</sup>では、臨床生物学的な体系的手法（Critical Biological System Approach（CBSA））と体細胞クローン家畜等に由来する乳肉の成分分析データに基づき、体細胞クローン牛、豚及び山羊やこれらの後代動物の安全性に関するリスク分析を実施した。その際、動物を5つの発達段階；発達段階1（妊娠と分娩）、発達段階2（周産期）、発達段階3（幼若期）、発達段階4（繁殖能力の発達と機能）、発達段階5（春機発動後の成熟と加齢）の5つに区分して分析した。その結果、「体細胞クローン家畜（牛、豚、山羊）とその後代動物に由来する乳肉を食品として消費した場合のリスクは、人工授精などの補助生殖技術により生産された同種の一般動物とその後代に由来する乳肉と比較して増加しない」と評価した（参考2）。

本報告書では、体細胞クローン牛及びその後代牛

の健全性ならびに生産物性状に関する国内データを収集し、それらを取りまとめた。データ収集にあたっては、高度化事業の課題「産業利用に向けた体細胞クローンに関する技術開発と調査（平成16～20年度）」を中核に据え、共同研究機関や農林水産省関係課と連携しながら取組を進めると同時に、外部有識者の指摘に対応した全国調査などの必要な措置を関係機関の協力を得て実施した。これら一連の取組によって、（社）畜産技術協会による「クローン牛利用緊急調査事業（畜産新技術開発活用促進事業：平成11～13年度）」<sup>4)</sup>のクローン牛の生産物性状調査のデータに加え、後代牛の健全性や生産物性状に関する成績、国内で生産された体細胞クローン牛・後代牛の一般臨床検査、血液検査、転帰に関するデータ、さらには、体細胞クローン牛や後代牛の健全性に関する国内文献など多岐にわたる国内データを収集・整理できた（表1）。特に、後代牛については、人工授精などによる生産効率が良好なため、産業利用上の実用性が高いと考えられることから、その現実性を検証するデータの早急な取りまとめが必要であった。なお、本稿における「後代牛」の定義は、特に断りがない限り、遺伝的な父母の両方、あるいはそのいずれかが体細胞クローン牛である牛（体細胞クローン牛の産子）としている。

前述の熊谷報告書<sup>1)</sup>では、体細胞クローン動物を評価する際の留意点として、「体細胞クローン産子の発育性、繁殖性、生理特性などを注意深く観察しながら、その有用性について最終的な結論を得る必要があることは明白である」や「今後ともこれらクローン牛生産の動向、特に出生状況や発育状況については、全国で出生したクローン牛についてのデータを集積し、詳しく検討する必要がある」という事項を指摘している。さらに、「リスクアナリシスをきっちり行うためには、当該地域（日本全体や問題の起きている地域など）をカバーした、統計的に意味があり、客観的に信頼できる分析データが必要である」という重要な留意点もある<sup>5)</sup>。本報告書では、これらの留意点に対応し、かつ、先の熊谷報告書<sup>1)</sup>やFDA報告書<sup>2)</sup>で考察された調査分野を補完する形で体細胞クローン牛や後代牛に関する国内データを取りまとめている。

表1 体細胞クローン家畜とその後代の健全性及び生産物性状において既に考察されている部分と国内データを収集した部分

段階	FDA報告書による発達段階	動物の区分	調査分野														
			① 生産・転滞		② 臨床・病理		③ 成長・発育		④ 繁殖性		⑤ 乳肉生産		⑥ 乳肉性状				
			考察済	データ収集	考察済	データ収集	考察済	データ収集	考察済	データ収集	考察済	データ収集	考察済	データ収集			
1	妊娠と分娩	クローン			熊・F												
		後代		文													
2	周産期	クローン	熊	全	熊・F	全・文	熊	文									
		後代		全		高・全・文		高・文									
3	幼若期	クローン	熊	全	熊・F	全・文	熊・F	文									
		後代		全		高・全		高・文									
4	繁殖能力の発達と機能	クローン	熊	全	熊・F	全・文		文	熊・F	文・所							
		後代		全		高・全		文		高							
5	春機発動後の成熟と加齢	クローン	熊	全	熊・F	全・文	F	文	熊・F	文	熊・F	文	熊・F				
		後代		全		高・全・文		文		高	F	高					高

熊：熊谷報告書(2003)、F：FDA報告書(2008)、高：高度化事業課題(2007)、全：全国調査(2005, 2006)、文：文献収集(2006)、所：所内調査(畜草研)

## 2. 体細胞クローン牛及びその後代牛の健全性や生産物性状に関する国内調査の動向

家畜へのクローン技術の適用は、1986(昭和61)年のWilladsenによる受精卵クローン羊の生産成功に端を発する<sup>9)</sup>。それから約10年後の1997(平成9)年、Wilmutらが体細胞クローン羊、ドリーを誕生させた<sup>7)</sup>。その当時のわが国では、昭和末期から続いていた家畜の胚移植や体外受精などの取組を通じ、牛胚の培養、顕微操作及び胚移植に熟練した優秀な研究者・技術者に恵まれていたことから、1998(平成10)年7月5日、加藤と角田らによる世界初の体細胞クローン牛作出の成功<sup>8)</sup>に続き、全国の機関による体細胞クローン牛の生産や各種調査が精力的に行われてきた。

### 2.1 健全性調査に関する成果資料刊行の推移

生産された体細胞クローン牛やその後代牛を対象

に、これら動物の出生時からの経時的な成長、生理的所見、繁殖性に関するデータ収集が進められた。しかし、個体数の確保が困難な体細胞クローン牛やその後代牛を対象とした健全性調査は、小規模かつ変則的な試験区で実施される傾向があるため、厳しい査読を受ける有名学術雑誌にこの種の報告が採択されることは極めて少ない。その結果、これらのデータは、一般的な文献検索でたどりにくい研究所報告書(和文)という形で報告されている場合が多い。そのため、海外はもとより国内の専門家ですら、その研究内容の全貌を十分に把握しきれていないのが現状である。

そこで、2006(平成18)年8月に、体細胞クローン牛を生産した実績のある機関の協力を得、体細胞クローン牛及びその後代牛の健全性に関する文献(74件)を収集した<sup>9, 10)</sup>。その結果、体細胞クローン牛、後代牛の健全性に関する最初の成果資料は、2000(平成12)年に刊行され、2002(平成14)年には14報に達していることがわかった(図1)。収集

した成果資料の内訳は、公立機関の研究報告書（44件）、事業報告書（14件）、学術雑誌（10件）、会議資料（5件）、その他（1件）であった。全体の59.5%を公立機関の研究報告書が占めていた。この報告書では、これらの成果資料のうち、特に、オリジナルデータのみが含まれるものを中心に分析した。

## 2.2 健全性調査に用いられた体細胞クローン牛及び後代牛の数

収集した成果資料における供試牛の頭数を集計した結果、体細胞クローン牛及び後代牛の実頭数は、それぞれ、173及び31頭であった。一部の試験牛は複数の試験に用いられたため、供試された体細胞ク

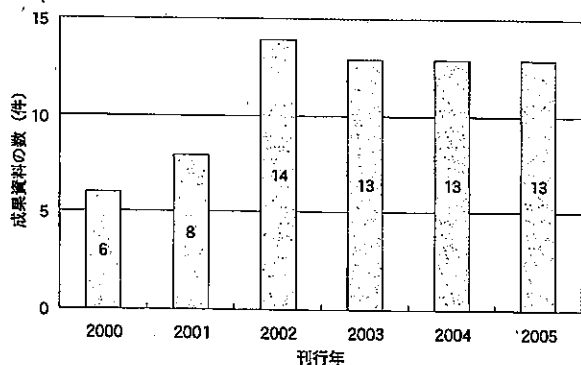


図1 体細胞クローン牛及びその後代牛の健全性に関する研究成果資料の刊行状況

ローン牛及び後代牛の延べ頭数は、それぞれ、253及び37頭となった。個々の調査で用いられた体細胞クローン牛や後代の頭数は少ない場合が大半であるが、全国レベルで供試牛を集計した結果、クローン牛の黒毛和種・雌雄及びホルスタイン種・雌では、10頭以上の牛が用いられた調査分野が多かった（表2、3）。そこで、高度化事業（1602）において供試した後代牛（16頭）の結果を加えることで、調査牛の少ない後代牛のデータの充実を図った（表3）。

## 2.3 生産物性状調査の実施状況

体細胞クローン牛を対象とした唯一の生産物性状調査は、（社）畜産技術協会が平成11～13年度にわたり、GLP（Good Laboratory Practice：毒性試験の適正実施に関する基準）の認証機関である（財）畜産生物科学安全研究所に委託して実施した「クローン牛利用緊急調査事業（畜産新技術開発活用促進事業）」である<sup>9)</sup>。この事業では、受精卵クローン牛と体細胞クローン牛について、（試験牛に対する）①血液性状検査、（試験牛が生産した乳肉に対する）②乳肉の栄養成分分析、③アレルギー誘発試験（マウス）、④消化試験（人工消化液、ラット）、⑤小核試験（マウス）、⑥14週間の飼養試験（ラット）が実施された。供試した乳用牛（ホルスタイン種）は、受精卵クローン牛、体細胞クローン牛及び一般牛で各3頭であった。一方、肉用牛（黒毛和種）は、受

表2 各調査分野における体細胞クローン牛の供試頭数

品種	性	調査分野							延べ頭数		実頭数	
		臨床・病理			成長・発育	繁殖性	乳肉生産		計	%	計	%
		個体識別	血液性状	病理			搾乳	肥育				
黒毛和種	♂	21	19	7	24	16	0	14	101	40.1	77	44.5
	♀	14	7	5	15	9	2	5	57	22.6	40	23.1
ホルスタイン種	♂	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0
	♀	16	4	3	18	19	16	0	76	30.2	46	26.6
ジャージー種	♂	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0
	♀	0	0	0	4	4	4	0	12	4.8	4	2.3
褐毛和種	♂	0	0	0	0	2	0	0	2	0.8	2	1.2
	♀	0	0	0	0	2	0	0	2	0.8	2	1.2
F1	♂	2	0	0	0	0	0	0	2	0.8	2	1.2
	♀	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0
延べ頭数	計	53	30	15	61	52	22	19	252	100.0	173	100.0
	%	21.0	11.9	6.0	24.2	20.6	8.7	7.5	—	—	—	—

精卵クローン牛、体細胞クローン牛及び一般牛で、それぞれ、1頭、1頭、3頭であった。残念ながら、当時のクローン牛生産状況と予算の制約から多数のクローン牛を供試することは困難であった。具体的なデータは、「クローン牛の生産物性状調査報告書（（社）畜産技術協会、平成14年9月）」として489ページにわたって詳細に報告されている。

一方、後代牛を対象とした生産物性状調査の報告は皆無である。そこで、行政部局の要望を受け、後代牛由来の乳肉を対象とした上述の事業に準じた内容の試験を高度化事業（1602）の中の課題として、（財）畜産生物科学安全研究所に再委託して実施した。

### 3. 体細胞クローン牛及びその後代牛の健全性に関する国内調査

#### 3.1 生産・転帰

##### 3.1.1 農林水産省のプレスリリース

わが国では、農林水産省が国内で生産された体細胞クローンの生産状況と転帰を調査し、「異動報告」を毎月、「現状」を半年ごとに、それぞれ、定期的にプレスリリースしている。これによって、クロー

ン家畜生産の国内動向を正確に把握できる。

最新のプレスリリース（2007（平成19）年10月31日）によると、1998（平成10）年7月5日以来、わが国で生産された体細胞クローン牛は535頭である（2007（平成19）年9月30日現在）。主な品種は、黒毛和種とホルスタイン種である。生産した機関は、公立機関（33機関）を中心に、独立行政法人（2機関）、企業（3機関）及びその他の団体（2機関）の合計40機関にのぼっている。なお、このプレスリリースにおいて、後代家畜のデータは公表されていない。

#### 3.1.2 生産と死亡・と殺の実態

国内で生産された体細胞クローン牛及びその後代牛の出生状況やその後の転帰を解明するため、2006（平成18）年8月、体細胞クローン牛の生産実績のある機関に対する調査を依頼した。その結果、39機関から、体細胞クローン牛：482頭、後代牛：202頭（27機関で生産）のデータが寄せられた。これらの体細胞クローン牛の全てが非遺伝子組換え動物であった。当時のわが国では、495頭の体細胞クローン牛が生産されていた（平成18年3月現在の農林水産省プレスリリースによる）ことから、この調査時点ま

表3 各調査分野における体細胞クローン後代牛の供試頭数

品種	性	調査分野																		延べ頭数			実頭数									
		臨床・病理									成長・発育			繁殖性			乳肉生産						計	%	計	%						
		個体識別			血液性状			病理			既	新	全	既	新	全	搾乳			肥育												
		既	新	全	既	新	全	既	新	全							既	新	全	既	新	全	既	新	全	既	新	全				
黒毛和種	♂	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8	8	8	16	21.3	8	4	12	25.5
	♀	0	0	0	2	2	4	1	0	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4	14	14	8	22	29.3	13	6	19	40.4
ホルスタイン種	♂	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2.7	1	0	1	2.1
	♀	0	0	0	4	5	9	1	0	1	3	5	8	0	5	5	0	5	5	0	0	0	0	0	8	20	28	37.3	4	5	9	19.1
ジャージー種	♂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0
	♀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0
褐毛和種	♂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1.3	1	0	1	2.1
	♀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	4	0	4	5.3	4	0	4	8.5
F1	♂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0
	♀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	2.7	0	1	1	2.1
延べ頭数	計	0	0	0	7	11	18	3	0	3	4	12	16	0	5	5	0	5	5	23	5	28	37	38	75	100.0	31	16	47	100.0		
	%	0.0	0.0		18.9		8.1			10.8			0.0		0.0			62.2							—		—				—	

既存：収集した成果資料に記載されているもの、新規：高度化事業（1602）の課題で追加したもの。



で生産されていた体細胞クローン牛の97.3%に相当するデータが収集できたことになる。

①生産状況

世界初の体細胞クローン牛がわが国で生産された1998(平成10)年のうちに、31頭の体細胞クローン牛がわが国で生産された(図2)。翌年には、81頭が生産されたが、それ以降の生産頭数は減少傾向を続けている。2005(平成17)年には、53頭の体細胞クローン牛が生産されている。一方、最初の後代牛は、2000(平成12)年7月10日に誕生している。この年には、21頭、また、翌年には、46頭の後代牛が生産されたが、それ以降は、減少傾向にあり、2005(平成17)年は、25頭の後代牛が生産された(図2)。後代牛の生産方式をみると、95.0%(192/202)が人工授精、残る5.0%(10/202)が胚移植で生産された。具体的な後代牛の生産方式は、①体細胞クローン牛の精液を一般雌牛に人工授精(n=63)、②一般牛の精液を体細胞クローン雌牛に人工授精(n=115)、③体細胞クローン牛の精液を体細胞クローン牛雌に人工授精(n=7)、④②の方式で作出した体細胞クローン由来胚を一般牛に胚移植(n=3)、⑤②の方式で作出した体細胞クローン由来胚を体細胞クローン牛に胚移植(n=3)、⑥③の方式で作出した体細胞クローン由来胚を一般牛に胚移植(n=3)などが用いられていた。この調査において、体細胞クローン牛に一般牛由来胚を移植して生産した一般牛(体細胞クローン雌牛が分娩した一般牛:18頭)や体細胞クローン牛の孫(2頭)も報告されていた。

また、生産された体細胞クローン牛のうち、78.8%(380/482)が黒毛和種、15.5%(75/482)がホルスタイン種であった(図3)。後代牛では、

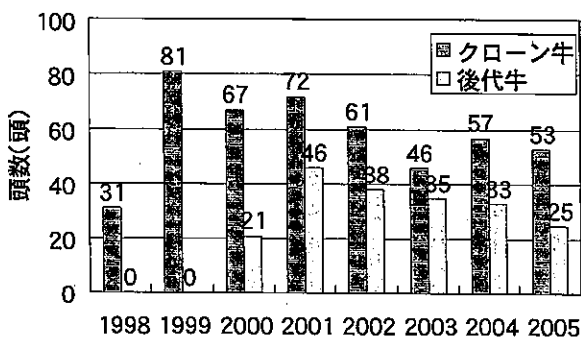


図2 わが国における体細胞クローン牛及び後代牛の生産動向

44.6%(90/202)が黒毛和種、32.2%(65/202)がホルスタイン種であった。なお、生産された体細胞クローン牛のうち、雌は51.4%(248/482)であった。一方、後代牛では、52.5%(106/202)が雌であった。

②ドナー細胞とレシピエント卵子

2006(平成18)年時点のデータに基づき集計した結果、体細胞クローン牛の生産に用いられたドナー細胞の由来は、最も多い「耳(35.5%:171/482)」をはじめとした13種であった(図4)。その他には、卵丘(122/482、25.3%)、皮膚(58/482、12.0%)及び卵管上皮細胞(37/482、7.7%)などが用いられていた。レシピエント卵子の大部分は、食肉処理工場で採取した卵巣由来の体外成熟卵子であった。

③死亡・と殺の状況

・死産・生後直死の発生

生産された全ての体細胞クローン牛及び後代牛において、それぞれ、16.4%(79/482)及び8.9%(18/202)が死産であった(図5)。一般牛のデータ

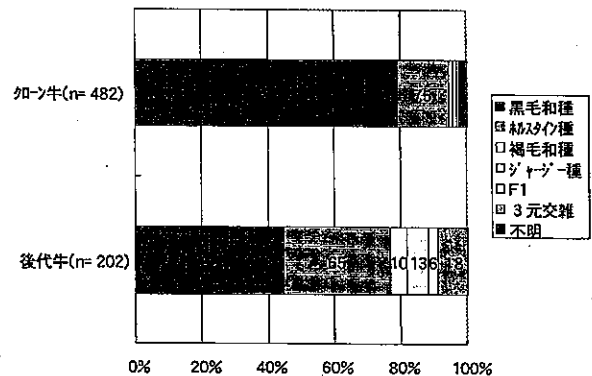


図3 国内で生産された体細胞クローン牛及び後代牛の品種(全調査牛)

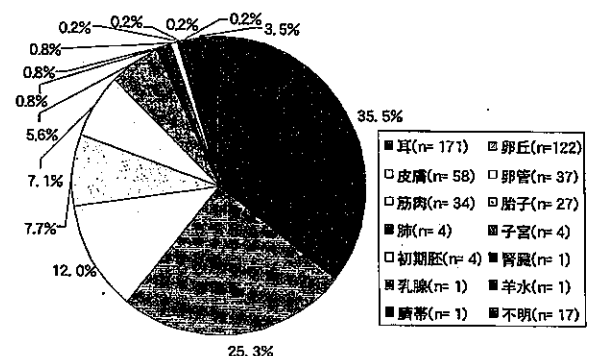


図4 体細胞クローン牛の作出に用いられたドナー細胞(n=482、全調査牛)

(国内の3牛群)が収集できたホルスタイン種と黒毛和種について、体細胞クローン牛(451頭)、後代牛(124頭)及び一般牛(566頭)における死産と生後直死の発生率を比較した。その結果、死産の発生率は、体細胞クローン牛:16.4%(74/451)、後代牛:8.9%(11/124)及び一般牛:4.6%(26/566)であった。有意差は、体細胞クローン牛と後代牛との間( $p<0.05$ )、体細胞クローン牛と一般牛との間( $p<0.01$ )で認められたが、後代牛と一般牛との間で有意性は認められなかった(図6)。調査表に死因が記載されていた症例において、死産の20.8%(10/48)が難産、また、16.7%(8/48)が窒息、羊水誤嚥などの呼吸障害による死亡であった。

生後直死の発生率は、体細胞クローン牛:14.4%(65/451)、後代牛:0.8%(1/124)及び一般牛:1.9%

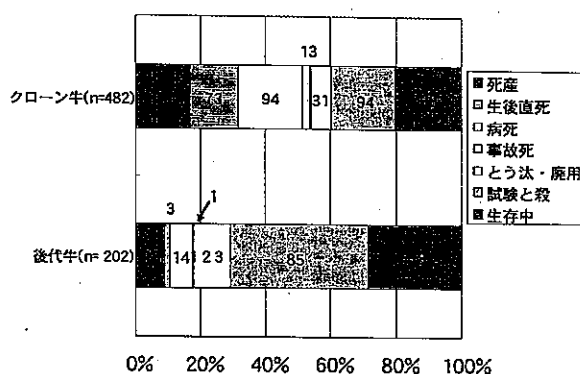


図5 国内で生産された体細胞クローン牛及びその後代牛の生死(全調査牛)

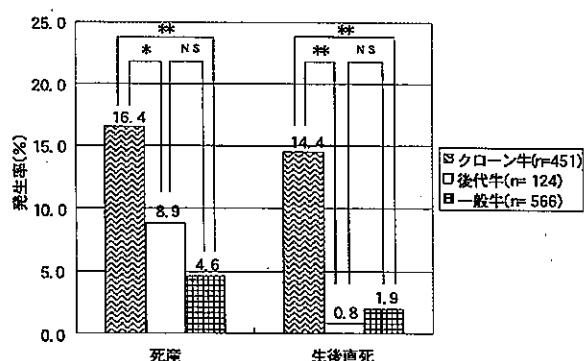


図6 体細胞クローン牛、後代牛及び一般牛における死産と生後直死 (ホルスタイン種・雌、黒毛和種・雌雄)

注1) これまでに生産されたホルスタイン種の体細胞クローン牛は雌のみなので、比較に用いたホルスタイン種の後代牛や一般牛も雌のみとした。

注2) \*:  $p<0.05$ , \*\*:  $p<0.01$ , NS:有意差なし ( $\chi^2$ 検定による)。

(11/566)であった。有意差は、体細胞クローン牛と後代牛との間 ( $p<0.01$ )、体細胞クローン牛と一般牛との間 ( $p<0.01$ ) で認められたが、後代牛と一般牛との間で有意性は認められなかった(図6)。調査表に死因が記載されていた症例において、生後直死の50.7%(35/69)が窒息、羊水誤嚥などの呼吸障害による死亡であった。生後直死した体細胞クローン牛では、過大子の傾向が認められた。たとえば、ホルスタイン種・雌の体細胞クローン牛における生時体重は、生後直死の牛:  $53.6 \pm 11.2$  (n=16、平均 $\pm$ SD、以下同様)、生存中の牛:  $44.5 \pm 10.4$  kg (n=9)であった。同時期のある一般牛群(ホルスタイン種・雌)の生時体重は、 $40.5 \pm 5.8$  kg (n=137)であった。なお、後代牛の生後直死は、全調査牛で3例しかなかったため、ここで比較はできなかった。

以上の結果より、死産や生後直死の発生率においては、後代牛と一般牛との間の有意性は認められないことが判明した。

#### ・試験と殺の実施

体細胞クローン牛及び後代牛において、それぞれ、94及び85頭が研究上の各種調査に用いるため、試験と殺された(図5)。ホルスタイン種及び黒毛和種における死亡・と殺の蓄積経過をまとめた結果、体細胞クローン牛(363頭)では約500日齢以降、また、後代牛(83頭)では約800日齢以降に試験と殺が多く行われていた(図7、8-1、8-2)。試験と

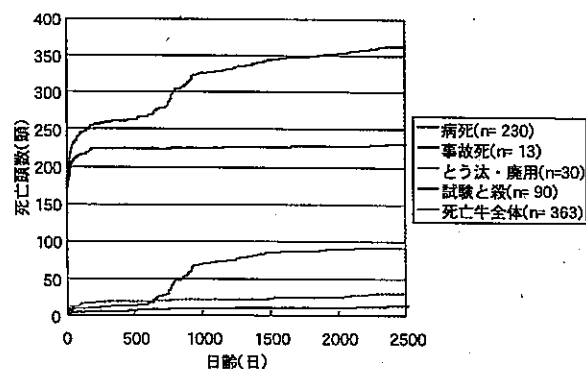


図7 体細胞クローン牛における試験と殺等の蓄積経過 (ホルスタイン種・雌及び黒毛和種・雌雄)

注1) 病死には、死産、生後直死を含む。  
注2) 図6と同じ母集団(ホルスタイン種・雌、黒毛和種・雌雄)のデータに基づくため、試験と殺等の頭数は図5と異なる。