

殺の主要目的は、肥育試験と病理解剖・検査であった(図9)。肥育後に実施した枝肉の格付けにおけ

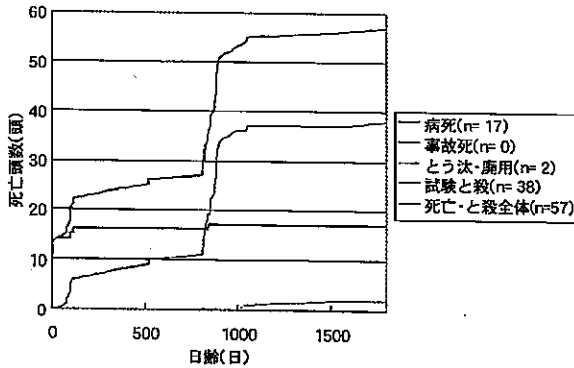


図8-1 後代牛における試験と殺等の蓄積経過 (ホルスタイン種・雌及び黒毛和種・雌雄)

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。

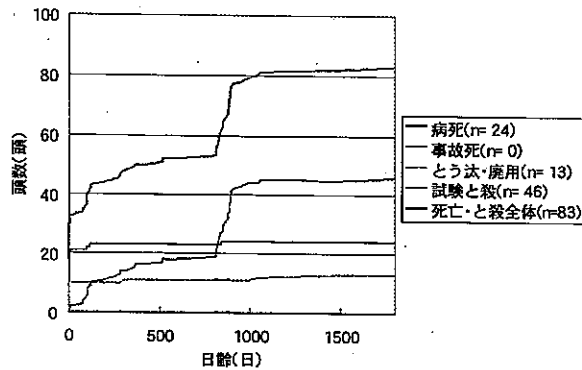


図8-2 後代牛における試験と殺等の蓄積経過 (ホルスタイン種・雄雌及び黒毛和種・雌雄)

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)のデータに生後間もなくのとう汰が多い(生後1日に10頭)ホルスタイン種・雄を加えた。そのため、試験と殺等の頭数は図5と異なる。

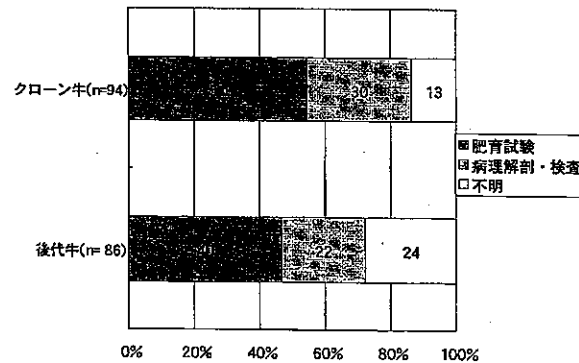


図9 体細胞クローン牛及び後代牛における試験と殺の主目的(全調査牛)

るA5(最高級牛肉)の割合は、体細胞クローン牛及び後代牛で、それぞれ、51.0%(26/51)及び27.5%(11/40)であった。その理由は、肉質の優秀な牛がドナーに選ばれることが多かったためと推察される。また、病理所見が残っていた試験と殺牛のうち異常が認められなかったものは、体細胞クローン牛で78.7%(37/47)、後代牛で96.7%(58/60)であった。なお、販売ができず、かつ、搾乳試験もできないホルスタイン雄の後代牛は、生後間もなくのとう汰されることが多い(全生産頭数:28頭のうち、生後1日に10頭、35.7%)ことから、試験と殺等の蓄積にホルスタイン雄を加えた場合(図8-2)は、加えない場合(図8-1)と比較して、生後間もなくのとう汰・廃用の頭数の蓄積が多くなった。

・病死の発生

生産された牛全体における病死の割合は、体細胞クローン牛及び後代牛で、それぞれ、19.5%(94/482)及び6.9%(14/202)であった(図5)。一般牛のデータ(国内の4牛群)が収集できたホルスタイン種及び黒毛和種について、体細胞クローン牛、後代牛及び一般牛における病死の推移を検証した。検証に際しては、1カ月ごとの期間に区切り、病死頭数をその期間当初の生存頭数で割って求めた病死率を集計した。その結果、体細胞クローン牛の病死率は、生後200日齢頃まで一般牛よりも高い傾向を示すが、それ以降は一般牛同様に極めて低いレベルで推移すること、後代牛においては生後2日目以降、一般牛とほぼ同等の死亡率で推移することが判明した(図10)。調査表に死因が記載されていた症例(ホルスタイン種及び黒毛和種の体細胞クローン牛)における生後2~3日の死因は、窒息などの呼吸障害(6/17)や心臓奇形(2/17)が多かった。それ以降の病死は肺炎によるものが最も多かった。後代牛では死因の記録が残っていない症例が多いため、死因の傾向を明らかにすることはできなかった。

次に、体細胞クローン牛、後代牛及び一般牛における病死率を2~150、150~300及び300~720の各時期ごとに区切って比較した(図11)。その結果、2~150日齢の病死率は、体細胞クローン牛:23.5%(72/307)、後代牛:4.5%(5/111)及び一般牛:4.3%(55/1289)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

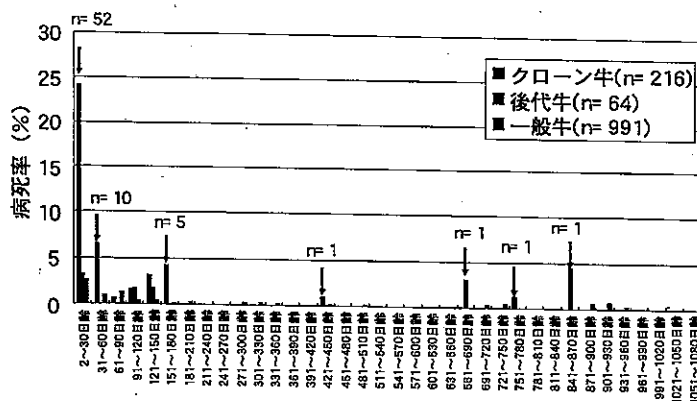


図10 体細胞クローン牛、後代牛及び一般牛における病死率の推移

(ホルスタイン種・雌及び黒毛和種・雌雄、死産と生後直死を除く)

注1) 図6と同じ母集団 (ホルスタイン種・雌、黒毛和種・雌雄) のデータより試験と殺を除く。また、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) 1カ月ごとの期間に区切り、病死頭数をその期間当初の生存頭数で割って求めた病死率をプロットした。

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。150~300日齢の病死率は、体細胞クローン牛: 2.5% (5/202)、後代牛: 0% (0/94) 及び一般牛: 0.5% (6/1207) であった。有意差は、体細胞クローン牛と一般牛の間 ($p < 0.01$) で認められた。また、300~720日齢の病死率は、体細胞クローン牛: 0.5% (1/185)、後代牛: 1.1% (1/88) 及び一般牛: 0.6% (6/1089) で、これらはほぼ同等の水準であった。

以上の結果より、体細胞クローン牛では、死産、生後直死や幼若期の病死率が一般牛よりも高いが、

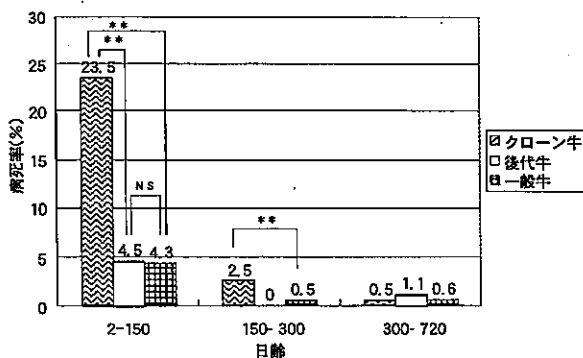


図11 体細胞クローン牛、後代牛および一般牛における各時期の病死率

(ホルスタイン種・雌及び黒毛和種・雌雄)

注1) 図10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。

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

生後200日齢ころまでに一般牛と同水準の病死率になると考えられる。したがって、黒毛和種における肥育もと牛の出荷 (約10カ月 (300日) 齢) や食肉出荷 (24カ月 (720日) 齢以降)、ホルスタイン種雌の初産分娩 (24カ月 (720日) 齢以降) の時期に生存している体細胞クローン牛の強健性は一般牛と同等と考えられる。一方、後代牛における死産、生後直死及び病死の発生率は、全期間で一般牛との有意な差異は認められない。

④生存牛の用途

生存している牛は、体細胞クローン牛及び後代牛において、それぞれ、98及び58頭であった (図5)。これらの牛の主な用途は、肥育試験、繁殖性調査及び健全性調査であった (図12)。

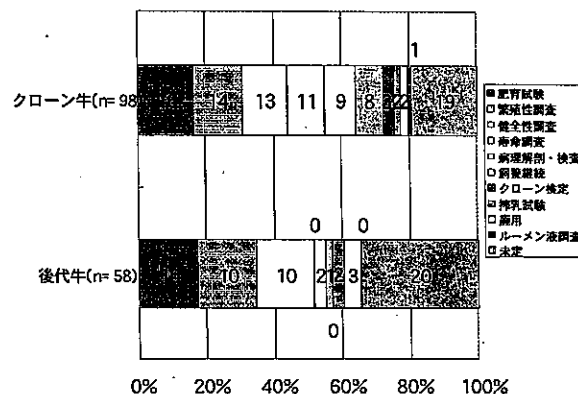


図12 生存している体細胞クローン牛及び後代牛の用途 (全調査牛)

3.2 臨床・病理

3.2.1 個体識別

体細胞クローン牛とドナー牛の相似性は、ホルスタイン種における毛色の黒白斑パターンの状態(図13)から推察される¹¹⁾。クローン牛の相似性を確認するための個体識別調査は、53頭で実施された(表2)。黒毛和種・雄:2組(3頭)^{12, 13)}、雌:1組(2頭)¹⁴⁾、ホルスタイン種・雌:1組(8頭)¹⁵⁾について、鼻紋を調査した結果、全ての組において、ドナー牛と体細胞クローン牛との間で鼻紋の型の一致が認められた。しかし、鼻紋の詳細について観察すると、個体識別可能な程度の個体差が存在していた(図14、15)。一方、DNAマーカーによる個体識別では、黒毛和種・雄:18頭(7組)¹⁶⁻¹⁸⁾、雌:12頭(4組)^{16, 19, 20)}、ホルスタイン種・雌:8頭(1組)¹⁰⁾、F1・雄:2頭(1組)¹⁰⁾における個体識別の実施例が報告された。これらマーカーを用いて相似性が調査された全てのドナーとクローンの間、あるいは、クローン同士において、同一個体としての矛盾が認められないことが確認された。一方、体

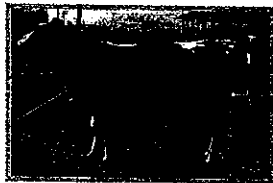


写真1 ドナー牛



写真2 体細胞クローン牛3頭

図13 体細胞クローン牛及びそのドナー牛の毛色
注) H12-1、H12-2、H12-3: 体細胞クローン牛
(ホルスタイン種、鹿児島畜試(2004)、許諾を得て転載¹¹⁾)



図14 体細胞クローン雄牛(2頭)及びそのドナー牛の鼻紋
注) 写真1: ドナー牛、写真2、3: 体細胞クローン牛
(黒毛和種、沖縄畜試(2002)、許諾を得て転載¹²⁾)

細胞クローン牛を両親として生産された4頭の後代牛について、体細胞のドナーとなった種雄牛及び雌牛との親子鑑定を家畜改良事業団に依頼した結果、これら動物の間での親子関係に矛盾は認められなかった(豚ミック、未公表データ)。

3.2.2 血液性状

体細胞クローン牛を対象とした血液性状検査は、30頭で実施された(表2)。調査牛の内訳は、黒毛和種・雄:19頭^{12, 21-23)}、雌:7頭^{24, 25)}、ホルスタイン種・雌:4頭^{26, 27)}であった。全ての調査は、生後12カ月以内の牛を対象としていたが、特に、体細胞クローン牛においては、生後1カ月程度に限定した調査も多かった。血液一般検査では、赤血球数及び白血球数を中心に1~14項目が調査された。また、血液生化学検査の調査項目は、グルコース、BUN、LDH、Caなどの5~42項目であった。これらの調査において、生存している体細胞クローン牛のデータは、対照牛で認められる変動範囲の中に概ね収まっていた(図16、17)。この傾向は、FDAの発達段階²⁸⁾2~4までの各段階の調査したクローン牛にもあてはまっていた。

一方、体細胞クローン後代牛を対象とした調査は、7頭で実施された(表3)。調査牛の数は、黒毛和種・雌:2頭^{24, 25)}、ホルスタイン種・雄:1頭²⁶⁾、雌:4頭^{26, 27)}であった。全ての調査は、生後12カ月以内の牛を対象としており、調査牛は、全てFDAの



図15 体細胞クローン雌牛(8頭)及びそのドナー牛の鼻紋
注) 534の子、560の子、51の子、KS96の子、H7-9の子、560の子、H9-6の子、H9-1の子: 体細胞クローン牛
(ホルスタイン種、鹿児島畜試(2002)、許諾を得て転載¹⁵⁾)

発達段階²⁾ 2～4に属していた。血液一般検査の調査項目は、赤血球数及び白血球数を中心に2～14項目であった。また、血液生化学検査の調査項目は、グルコース、BUN、LDH、Caなどの6～24項目であった。これらの調査において、後代牛の経時的な血

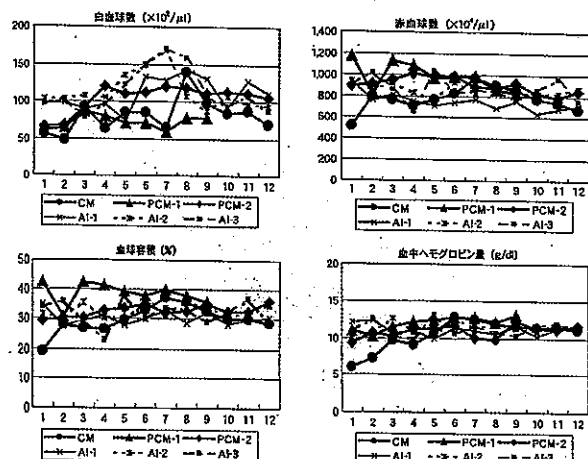


図16 体細胞クローン牛及びその後代牛の血液性状(雄)
注) CM:体細胞クローン牛、PCM-1,2:後代牛、AI-1, 2, 3:一般牛(人工授精由来)
(黒毛和種、島根畜試(2005)、許諾を得て転載²⁶⁾)

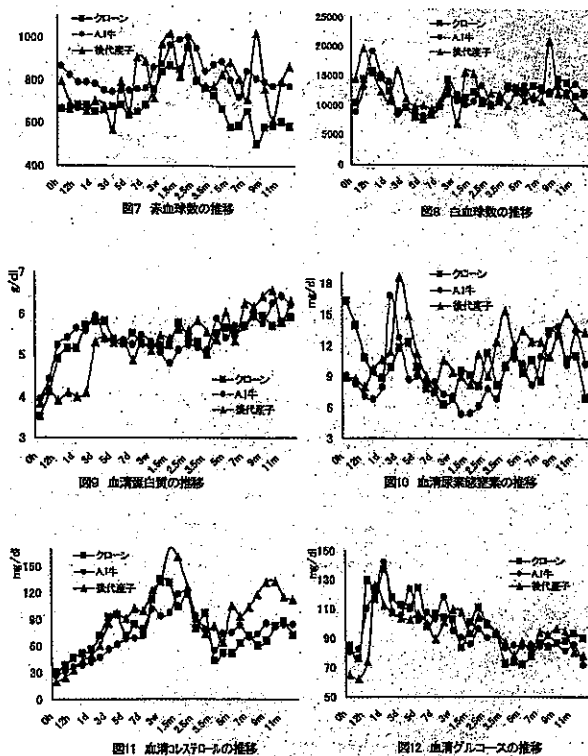


図17 体細胞クローン牛(n=3)及びその後代牛(n=3)の血液性状(雌)
(ホルスタイン種、鹿児島畜試(2005)、許諾を得て転載²⁷⁾)

液成分及び生化学的性状にバラツキは見られたものの、対照牛で認められる変動範囲を大きく逸脱する項目は認められなかった(図16、17)。また、高度化事業(1602)の後代牛の調査(11頭)において、成長・肥育中の黒毛和種(去勢4頭、雌2)及び妊娠・泌乳中のホルスタイン種(雌5頭)の血液一般検査(7～9項目)と血液生化学検査(17～24項目)を調査した結果、対照として用いたほぼ同じ月齢の同居牛と比較して著しい差が認められないことを確認した(家畜改良センター・大分県、未公表データ)。

3.2.3 解剖・病理

体細胞クローン牛における解剖・病理検査は、15頭で報告された^{22, 26, 29, 30)}(表2)。死亡牛(調査牛の1/3)で特定された死因は、一般牛でも知られている所見であった(肺のうっ血、免疫不全、心臓の構造異常)。外観的に健康と思われた飼育中の体細胞クローン牛(9頭)の解剖・病理検査においては、88.9%(8頭)で著変が認められなかった。唯一、2日齢の牛では、腎臓のうっ血と臍帯の陥入が認められた²²⁾。

一方、後代牛における解剖・病理検査は、3頭で報告された^{26, 28)}(表3)。死産した新生子牛(1頭)の所見は一般牛でも知られている疾患(免疫不全)であった²⁸⁾。一方、外観的に健康と思われた飼育中の体細胞クローン後代牛(2頭)の解剖・病理検査においては、全例で著変が認められなかった。

3.2.4 全国的な臨床的調査(2005(平成17)年4～5月に実施)

全国の関係機関に協力を依頼し、体細胞クローン牛及びその後代牛を対象とした全国規模の臨床的調査を実施した。その結果、北海道から沖縄までに所在している21機関で飼育中の体細胞クローン牛:63頭、後代牛:25頭、対照牛:81頭、その他(ET産子と体細胞クローンの孫):2頭の合計171頭(黒毛和種、ホルスタイン種、褐毛和種、F1)における臨床一般検査(体重、呼吸数、脈拍数及び直腸温)、血液検査(白血球数、赤血球数、ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値)及び血液生化学検査(グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ、グルタミン

酸ピルビン酸トランスアミナーゼ、 γ -グルタミルトランスペプチダーゼ、尿素窒素、総ビリルビン、総タンパク、グルコース、尿酸、中性脂肪、アルカリホスファターゼ、クレアチニン、総コレステロール、アルブミン、クレアチンホスフォキナーゼ、ロイシンアミノペプチダーゼ、無機リン、マグネシウム、カルシウム、アミラーゼ、乳酸脱水素酵素、ナトリウム、カリウム及び塩素)に関するデータをほぼ同時期(2005(平成17)年4~5月)に収集できた。調査した体細胞クローン牛の頭数は調査時点に生存していた体細胞クローン牛の60.6%(63/104)を網羅していた。今回、調査した体細胞クローン牛あるいは後代牛における各測定値の分布を対照牛で得られたデータと比較した結果、いずれの検査項目でも、顕著な差異や異常値は見いだされなかった(畜産草地研究所、未公表データ)。

3.3 成長・発育

体細胞クローン牛における成長・発育調査は、61頭で実施された(表2)。調査牛の内訳は、黒毛和種・雄:24頭^{12, 13, 17, 18, 35-42}、雌:15頭^{14, 19, 20, 24, 29, 43-46}、ホルスタイン種・雌:18頭^{25, 46-49}、ジャージー種・雌:4頭⁴⁰であった。これらの牛に対し、体重、体高をはじめ、胸囲や胸深など、1~12項目についての調査が行われた。ドナー牛が協力農家等で生産・育成された後に導入された場合には、同居牛のデータや登録協会による標準発育曲線のデータが対照として用いられた。以上の調査成績において、出生・成長の各段階での死亡を免れた体細胞クローン牛は、品種特性や個体差の範囲内で対照牛のデータや標準発育曲線と大きくはずれることのない成長を示した(図18-20)。この傾向は、当調査分野に含まれるFDAの発達段階²⁾2~5までの各段階の各体細胞クローン牛にもあてはまっていた。なお、ドナー牛の発育能力が標準値を凌ぐ場合は、体細胞クローン牛もその傾向に準じることが認められた(図18)。

体細胞クローン後代牛を対象とした成長・発育調査は、黒毛和種・雌:1頭^{20, 50}、ホルスタイン種・雌:3頭²⁰で実施された(表3)。体重、体高をはじめ、胸囲や胸深など、1~4項目の調査が行われた。対照牛としては、同居牛が多用された。以上の調査成績では、いずれも、出生・成長の各段階での

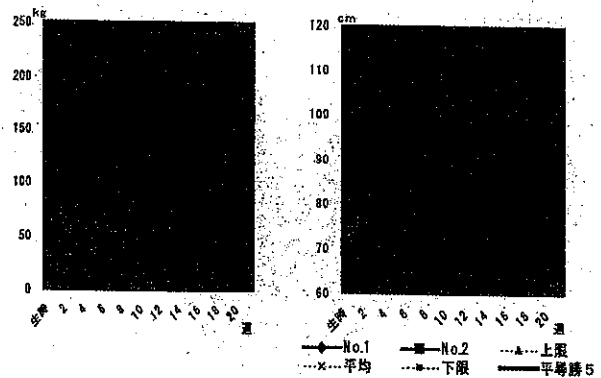


図18 体細胞クローン牛及びそのドナー牛の成長(雄)
注) 左:体重、右:体高、No.1, No.2:体細胞クローン牛、平尋勝:ドナー牛
(黒毛和種、島根畜試(2004)、許諾を得て転載³⁰⁾)

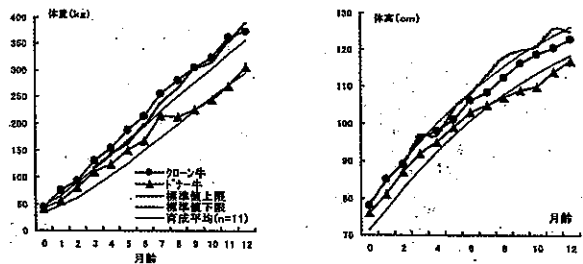


図19 体細胞クローン牛(n=1)及びそのドナー牛の成長(雌)
注) 左:体重、右:体高
(ホルスタイン種、徳島畜試(2002)、許諾を得て転載⁴⁶⁾)

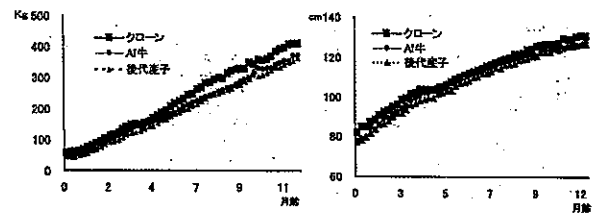


図20 体細胞クローン牛(n=3)及びその後代牛(n=3)の成長(雌)
注) 左:体重、右:体高
(ホルスタイン種、鹿児島畜試(2005)、許諾を得て転載²⁰⁾)

表4 体細胞クローン牛の精液性状

	体細胞クローン牛	ドナー牛
月齢	13	15
採精量(ml)	7.3	3.2
pH	7.0	6.6
活力+++ (%)	75	60
精子数(億/ml)	10.6	8.3
奇形率(%)	8.5	7.9
凍結融解後の活力+++ (%)	35	20

(黒毛和種、山口畜試(2003)、許諾を得て転載³⁰⁾)

死亡を免れた後代牛は、品種特性や個体差の範囲内で対照牛のデータや標準発育曲線と大きくはずれることのない成長を示した(図18-20)。同様の結果は、

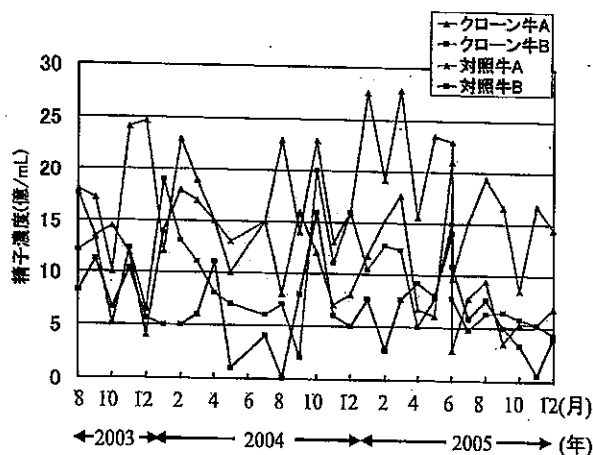


図21 体細胞クローン牛における精子濃度の推移 (黒毛和種、畜草研(2006) 42)

高度化事業(1602)の課題における出生から肥育に至る黒毛和種(去勢4頭、雌2頭)やホルスタイン種(雌5頭)の調査でも認められた(大分県農林水産研究センター、家畜改良センター、未公表データ)。

3.4 繁殖性

体細胞クローン牛における繁殖性調査は52頭で実

表5 体細胞クローン牛及びそのドナー牛が生産したの精液による体外受精

名号	供試卵数 (個)	分割数 (個)	分割率 (%)	発生数 (個)	発生率 (%)
NT1	537	407	75.8	191	35.6
NT2	636	500	78.6	252	39.6
光重ET*	120	91	75.8	41	34.2

※：ドナー細胞提供牛 (褐毛和種、熊本農研(2005)、許諾を得て転載 40)

表6 体細胞クローン牛及びそのドナー牛が生産した精液による人工授精

名号	授精頭数	受胎数(%)	流産数(%)	分娩頭数	出生率
試験区	15	9(60)	3(20)	6	40%
ドナー	7	3(43)	1(14)	2	29%
クローン1	12	8(67)	2(25)	6	50%
クローン2	12	6(50)	1(17)	5	42%

(黒毛和種、鹿児島肉改研(2003)、許諾を得て転載 42)

表7 体細胞クローン雌牛における発情と排卵状況

区分	牛No.	発情日	排卵日	性周期	備考	区分	牛No.	発情日	排卵日	性周期	備考
クローン	H12-1 (H12.2.19生)	H13.2.17	H13.2.18	日	初回排卵	AI	H11-10 (H11.12.16生)	H13.2.13	H13.2.14	日	
		H13.3.3	H13.3.4	14	H13.3.5			H13.3.6	20		
		H13.3.20	H13.3.21	17	H13.3.25			H13.3.26	20		
		H13.4.7	H13.4.8	18	H13.4.15			H13.4.16	21		
		H13.4.27	H13.4.28	20	H12-4		-	H13.2.20	日	初回排卵	
	H12-2 (H12.3.2生)	H13.2.14	H13.2.15	日		(H12.3.18生)	H13.2.26	H13.2.20	7		
		H13.3.6	H13.3.7	20			H13.3.19	H13.3.20	21		
		H13.3.24	H13.3.25	18			H13.4.9	H13.4.10	21		
		H13.4.12	H13.4.13	19			H13.4.28	H13.4.29	19		
	H12-3 (H12.3.2生)	H13.2.20	H13.2.20	日	初回排卵	(H12.4.2生)	H13.2.25	H13.2.26	11		
		-	H13.2.27	7	H13.3.18		H13.3.19	21			
		H13.3.18	H13.3.19	20	H13.4.7		H13.4.8	20			
H13.4.6		H13.4.7	19	H13.4.27	H13.4.28		20				
		H13.4.24	H13.4.25	18							
		平均	18.8			平均	20.3				

注：性周期の平均値は初回排卵を除く

注：-は発情徴候未確認

(ホルスタイン種、鹿児島畜試(2002)、許諾を得て転載 40)

施された(表2)。調査牛の内訳は、黒毛和種・雄：16頭^{13, 17, 30, 35, 38, 40, 42, 51-54}、雌：9頭^{28, 46, 55-57}、褐毛和種・雄：1頭⁵⁸、雌：1頭⁵⁹、ホルスタイン種・雌：19頭^{48, 49, 59-61}及びジャージー種・雌：4頭⁴⁹であった。これらの主要調査に用いられた牛の中で、黒毛和種・雄及びホルスタイン種・雌が全体の2/3を占めた。これらの牛は、全てFDAの発育段階²⁾4に属していた。体細胞クローン雄牛では、春機発動後、正常な精液を生産した(表4)。精液性状は、

一般牛と同様な傾向を示しながら推移した(図21)。その精液を用いた体外受精、人工授精などの繁殖性調査を通じ、体細胞クローン雄牛がドナー牛と同様に種雄牛として利用可能であることが実証された(表5、6)。この際、人工授精による後代牛の生産率がドナー牛⁴²⁾や一般牛³⁵⁾と同等であることが認められた(表6)。一方、体細胞クローン雌牛では、春機発動後、正常な発情周期が観察される個体が大部分であった(表7)。これらの雌牛の血中プロジェステロン濃度に異常は認められなかった(図22)。体細胞クローン雌牛の繁殖性は、人工授精(表8)、さらには、採卵や採取した胚を用い、他のレシピエントに対するや採卵・胚移植(表9)により証明された。ただし、ホルスタイン種・雌の不妊牛(1頭)においては、病理検査の結果、子宮石灰沈着と子宮動脈異常が発見された³⁰⁾。一方、体細胞クローン牛が生産した精子あるいは卵子に由来する後代牛の大部分は、一般牛と変わらない生時体重と発育を示した。しかし、免疫不全による死産した後代牛の事例(1頭)の記録が存在していた²⁸⁾。

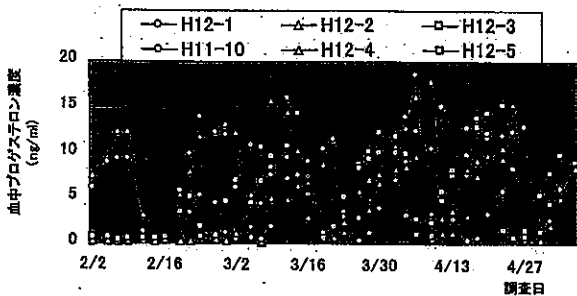


図22 体細胞クローン雌牛における血中プロジェステロン濃度の推移

注) H12-1、H12-2、H12-3：体細胞クローン牛、H11-10、H12-4、H12-5：対照牛(一般牛)
(ホルスタイン種、鹿児島畜試(2002)、許諾を得て転載³⁰⁾)

高度化事業(1602)の課題において、後代牛(ホ

表8 体細胞クローン雌牛を対象とした人工授精の成績

区分	牛No.	生年月日	初回授精日	最終授精日	受胎月齢	授精回数	精液本数
クローン	H12-1	H12.2.19	H13.4.25	H13.11.22	21.1	5	7
	H12-2	H12.3.2	H13.4.14	H13.6.6	15.2	2	2
	H12-3	H12.3.2	H13.4.25	H13.6.2	15.0	2	2
	平均				17.1	3.0	3.7
AI	H11-10	H11.12.16	H13.4.15	H13.4.16	16.0	1	2
	H12-4	H12.3.18	H13.5.13	H13.6.4	14.6	2	2
	H12-5	H12.4.2	H13.4.27	H13.4.27	12.8	1	1
	平均				14.5	1.3	1.7

注) 授精回数は1発情期2回授精も1回とカウントした。

(ホルスタイン種、鹿児島畜試(2002)、許諾を得て転載³⁰⁾)

表9 体細胞クローン雌牛より採卵した胚の移植による産子生産

移植日	受卵牛(耳標)	胚採卵日	胚保存	受胎妊否
H15/12/17	交雑種(G32)	H15/12/4	凍結	受胎
H15/12/24	交雑種(G60)	H15/12/4	凍結	受胎
H15/12/26	交雑種(G41)	H15/12/4	凍結	受胎
H16/6/10	交雑種(G24)	H16/6/10	新鮮	受胎

注) 体細胞クローン種雄牛由来の精液を利用。

(黒毛和種、(株)ミック(2005)、許諾を得て転載³⁰⁾)

ルスタイン種・雌：5頭)を対象とした繁殖性調査を実施した。その結果、後代雌牛に一般牛の精液を人工授精した際の妊娠期間及び分娩子牛の平均生時体重は、対照牛群との間に差はなかった。また、分娩から初回排卵までの日数、分娩後初回発情平均日数、初回発情時P4の濃度曲線下面積 (AUC) 及び

人工授精回数は対照牛群と同等であった。さらに、後代雌牛の卵巣における発情時の最大主席卵胞直径及び黄体期の最大黄体直径はそれぞれ牛群間で有意差は認められなかった (家畜改良センター、未公表データ)。

表10-1 2産目の体細胞クローン乳牛及びそのドナー牛における乳質 (その1)

項目		測定回数			
		1	2	3	平均±SD
脂肪 (%)	細胞提供牛	4.69	4.12	3.33	4.05±0.68
	クローン牛	4.55	3.30	2.02	3.29±1.27
無脂乳固形分 (%)	細胞提供牛	8.99	9.04	7.85	8.63±0.67
	クローン牛	9.11	8.84	9.02	8.99±0.14
蛋白質 (%)	細胞提供牛	4.09	4.2	3.47	3.92±0.39
	クローン牛	3.48	3.47	3.58	3.51±0.06
乳糖 (%)	細胞提供牛	3.90	3.84	3.38	3.71±0.28 ^a
	クローン牛	4.63	4.37	4.44	4.48±0.13 ^b
体脂肪	細胞提供牛	247	239	147	211.0±55.57
	クローン牛	88	230	159	159.0±71.00
MUN (mg/100mL)	細胞提供牛	7.42	9.66	4.05	7.04±2.82 ^c
	クローン牛	10.94	11.59	8.26	10.26±1.77 ^d

a,b: 同じ項目の異符号間で有意差あり (P<0.05)
(ホルスタイン種、全農(2006)、許諾を得て転載⁶⁹⁾)

表10-2 2産目の体細胞クローン乳牛及びそのドナー牛における乳質 (その2)

項目		測定回数			
		1	2	3	平均±SD
カゼイン (g/100mL)	細胞提供牛	2.5	2.8	2.5	2.60±0.17
	クローン牛	2.5	2.8	2.6	2.63±0.15
飽和脂肪酸 (g/100mL)	細胞提供牛	2.25	2.41	2.65	2.44±0.20
	クローン牛	2.48	2.89	2.39	2.59±0.27
不飽和脂肪酸 (g/100mL)	細胞提供牛	1.89	1.75	1.45	1.70±0.22 ^a
	クローン牛	0.86	1.17	0.79	0.94±0.20 ^b
Ca (g/100mL)	細胞提供牛	119	123	122	121.33±2.08
	クローン牛	123	119	128	123.33±4.51

*a,b: 同じ項目の異符号間で有意差あり (P<0.05)
(ホルスタイン種、全農(2006)、許諾を得て転載⁶⁹⁾)

3.5 乳肉生産

3.5.1 搾乳

体細胞クローン牛を対象とした搾乳試験は、22頭について報告された(表3)。供試牛の大部分(77.3%)は、ホルスタイン種:16頭であるが^{11, 26, 46, 49, 61, 66}、ジャージー種:4頭⁴⁹及び黒毛和種:2頭^{26, 28}についても調査された。これらの供試牛は、全てFDAの発達段階²⁾5に属していた。体細胞クローン牛の乳質に関する各種のデータは、品種特性や個体差の範囲内で変動し、ドナー牛や同居牛の数値と大きくはずれることはほとんどなかった。その例を表10-1、10-2に示したが、乳糖等の項目で有意差があるものの顕著な差異ではない。しかし、乳量については、体細胞クローン牛とそのドナー牛の間、あるいは、同じドナー細胞由来の体細胞クローン間において顕著な差異が認められる場合が多々あった(表11)。この現象が発生する理由としては、飼養環境が乳量に大きな影響を及ぼしているためと考察されている⁴⁹⁾。

高度化事業(1602)の課題において、体細胞クローン後代雌牛(ホルスタイン種、5頭)及び同数の対照牛の305日平均補正乳量(150日換算)は、それぞれ、10,154kg及び12,584kgで後代産子が低い値を示した。また、乳脂率、乳タンパク質率、乳糖率及

びSNF率は後代牛で高い値を示したが、異常値とは認められなかった。さらに、乳量及び乳脂率におい

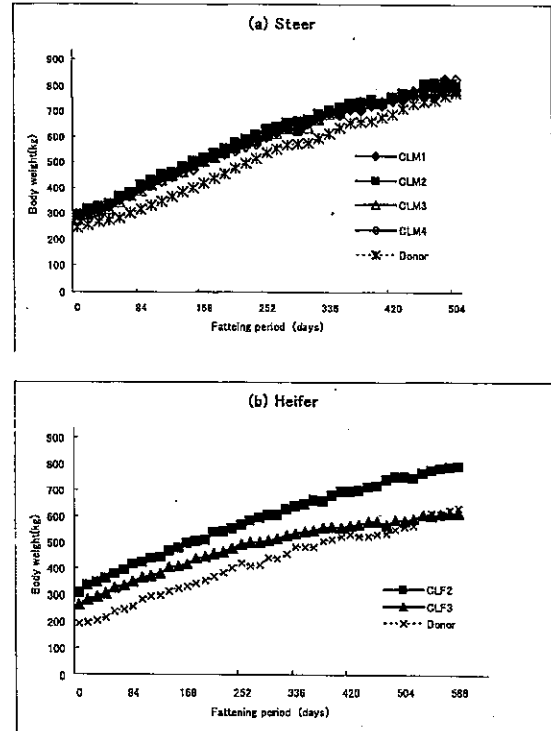


図23 体細胞クローン牛及びそのドナー牛における肥育時の増体
(黒毛和種、家改セ・十勝牧(2004)、許諾を得て転載⁶⁸⁾)

表11 体細胞クローン乳牛及びそのドナー牛における泌乳成績(一産目)

	乳量 kg/日	補正乳量 kg	乳脂率 %	乳蛋白 %	SNF率 %	体重 kg
ドナー	28.8	10,357	3.2	3.3	9.1	567.1
H12-1	30.9	12,005	4.2	3.5	9.0	784.6
H12-2	27.8	9,433	3.9	3.5	9.2	645.1
H12-3	20.8	6,183	4.2	3.5	9.2	737.9
クローン	26.9	10,598	4.1	3.5	9.2	740.9
*クローン	29.3	10,719	4.1	3.5	9.1	714.9
H12-6	27.6	10,259	4.3	3.8	9.4	678.1
H12-7	32.4	12,055	4.0	3.4	8.9	592.1
H12-8	25.6	9,819	3.9	3.2	8.8	548.4
AI牛	28.1	10,711	4.2	3.5	9.1	615.8

注1) H12-1、H12-2及びH12-3→体細胞クローン牛

注2) クローン→体細胞クローン牛(3頭)の平均値

注3) H12-6、H12-7及びH12-8→人工授精由来の一般牛

注4) AI牛→一般牛(3頭)の平均値

*クローン:調査途中終了よりH12-3を除いた平均値

(ホルスタイン種、鹿児島畜試(2004)、許諾を得て転載¹¹⁾)

て後代産子は対照牛に比べて、バラツキが少ない傾向を示した(家畜改良センター、未公表データ)。

3.5.2 肥育

体細胞クローン牛における肥育試験は、19頭について報告された(表2)。これらの調査牛は、全てが黒毛和種で、その内訳は、去勢：14頭^{32, 67-71}、雌：5頭^{56, 68}であった。これらの供試牛も、全てFDAの発達段階²⁾ 5に属していた。体細胞クローン牛の肥育試験では、増体⁶⁹(図23、表12)、枝肉成績⁶⁸(表13)、などの一般的な肥育の試験結果に加え、肉の理化学分析⁶⁹(表14)などの詳細な分析も行われた。これらの成績においても、肥育時の個体状態による発育や肉質に関する若干の差が生ずる場合があるものの、ドナー牛及び体細胞クローン牛で得られたデータの間及び同じドナー牛由来の肥育牛について得られたデータの間成績の相似性が高かった。

後代牛では、23頭で肥育試験が実施された(表3)。

試験牛の品種の内訳は、黒毛和種・去勢：8頭^{72, 73}、雌：10頭^{72, 74}、褐毛和種・去勢：1頭⁵⁸、雌：4頭⁵⁸であった。後代牛の肥育試験では、増体⁷³(図24)、枝肉成績⁷³(表15)、などの一般的な肥育の試験結果に加え、胸最長筋のアミノ酸組成⁷⁵(表16)、筋間脂肪、皮下脂肪、腎臓脂肪における脂肪酸組成⁷⁴(表17)などの詳細な分析も行われた。これらの成績においても、肥育時の個体状態による発育や肉質に関する若干の差が生ずる場合があるが、去勢、雌ともに、標準値内の発育成績を示した⁷³(図24)。特に、体細胞クローン由来後代牛の枝肉成績がドナー牛由来後代牛(両者は、遺伝的には全きょうだい)と同等であったことは特筆すべきである⁷³(表15)。

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

体細胞クローン牛由来乳肉の性状調査について、欧米諸外国では、成分分析までしか行われていない。

表12 体細胞クローン牛及びそのドナー牛における肥育時の1日あたり増体量

Group	Daily gain (kg/day)				
	in the first period ²	in the middle period ²	in the latter period ²	total	
Steer	Donor	1.03	1.17	0.93	1.04
	Clone				
	CLM1	1.30	1.13	0.49	0.97
	CLM2	1.32	1.13	0.56	1.00
	CLM3	1.35	1.11	0.55	1.00
	CLM4	1.34	1.13	0.79	1.09
	Average of clone	1.33	1.13	0.60	1.02
	SD of clone	0.02	0.01	0.13	0.05
	CV of clone	1.8	1.1	22.0	4.8
	Max of clone	1.35	1.13	0.79	1.09
	Min of clone	1.30	1.11	0.49	0.97
	Difference ¹	0.05	0.02	0.30	0.11
Heifer	Donor	0.81	0.89	0.59	0.74
	Clone				
	CLF2	1.14	0.83	0.61	0.83
	CLF3	0.92	0.69	0.31	0.59
	Average of clone	1.03	0.76	0.46	0.71
	Difference ¹	0.22	0.14	0.30	0.23

CV : coefficient of variation.

¹ Difference means the difference between maximum and the minimum value in the steer, and the difference of two clones in the heifer

² Both of the first period and the middle period were for 168 days.

³ The latter periods were for 168 days in steer and 252 days in heifer.

(黒毛和種、家改セ・十勝牧(2004)、許諾を得て転載⁹⁰)