

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知見について

目次

1		
2		
3		
4		
5		
6		
7	目次	
8		
9	1. 肉及び乳の成分比較	2
10	(1) 牛肉	2
11	(2) 豚肉	3
12	(3) 牛乳	3
13	2. アレルギー誘発性	4
14	(1) マウスの腹腔内投与試験	4
15	(2) タンパク質の消化性	5
16	3. 遺伝毒性試験	6
17	4. 亜急性・慢性毒性試験	6
18	(1) 牛肉及び豚肉	6
19	(2) 牛乳	7
20		

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知見について

1. 肉及び乳の成分比較

牛の乳と肉の成分は、飼料と環境により大きな影響を受け、食品成分の大きな変動をもたらす (Palmquist et al. 1993, Mir et al. 2005 (567,517))。

(1) 牛肉

1 頭の黒毛和種の体細胞クローン牛の 9 部位 (かた、かたロース、リブロース、サーロイン、ばら、もも、そともも、ランプ及びヒレ) について、一般成分 (水分、タンパク質、脂質、炭水化物、灰分、カルシウム、コレステロール)、アミノ酸 (18 種類)、脂肪酸 (17 種類) を分析したところ、従来の繁殖技術による牛の肉と実質的な差は認められなかった ((財) 畜産生物化学安全研究所 2002 (J-64))。

2 頭の黒毛和種の体細胞クローン牛の肉について、各部重量 (20 部位)、枝肉の脂肪割合、水分、タンパク質、脂質、脂肪酸 (8 種類)、アミノ酸 (18 種類) の分析、組織病理学的検査を実施し、従来の繁殖技術による牛の肉と比較したところ、水分、タンパク質、脂質、脂肪酸等の 12 項目で有意差が認められたが、脂質と脂肪酸の違いは、ドナー牛 (高い脂肪交雑) に由来すると考えられ、他の変数は全て、一般に認められる値の範囲内であった。また、組織病理学的検査にも異常は認められなかった (Tian 2005 (764))。

11 頭の体細胞クローン牛 (雌 6 頭、雄 5 頭 (アンガス種、ブランガス種、ホルスタイン種、交雑種) の肉について、水分、脂質、タンパク質、炭水化物、アミノ酸 (19 種類)、脂肪酸 (11 種類)、ビタミン、ミネラル、コレステロールの分析の結果、従来の繁殖技術による牛の肉と差は認められなかった (Yang 2007b (880))。

9 頭の黒毛和種の体細胞クローン牛 (8、12、18、24 ヶ月齢) の半腱様筋について、従来の繁殖技術による牛と比較して、8、12 ヶ月齢の体細胞クローン牛でミオシン I とミオシン II a が高く、いずれの月齢でもミオシン II b が低かった。また、体細胞クローン牛で酸化的代謝 (ICDH) が高く、解糖系代謝 (LDH) は類似していた (Heyman 2007 (295))。

8 ヶ月齢の黒毛和種の体細胞クローン牛の肉での脂肪酸の分析の結果、不飽和脂肪酸の割合に差が認められた。また、24 ヶ月齢で、ステアリン酸、トランスバクセン酸 (C18:1-t11) 及びシスバクセン酸 (C18:1-c11) が低く、18、24 ヶ月齢でデルター-9 不飽和化酵素活性が高かった (Heyman 2007 (295))。

3 頭の黒毛和種の体細胞クローン牛の後代の肉について、一般成分 (水分、タンパク質、脂質、炭水化物、灰分、コレステロール)、アミノ酸 (18 種類)、脂

60 脂肪酸（17種類）を分析したところ、従来の繁殖技術による牛の肉と差異は認め
61 られなかった（（財）畜産生物化学安全研究所 2008（J-65））。

62

63 （2）豚肉

64 4頭のハムライン種の体細胞クローン豚の肉について、枝肉格付、色、固さ、
65 脂肪交雑等の質的形質は従来の繁殖技術による豚の肉と同等であった。また、5
66 頭の体細胞クローン豚（ハムライン種4頭、デュロック種1頭）の肉について、
67 脂肪酸、アミノ酸、コレステロール、ミネラル、ビタミンを分析したところ、
68 従来の繁殖技術による豚の肉との差異は非常に小さく、USDAの標準値と同程
69 度であった（ViaGen社のデータ、FDA報告書）。

70

71 242頭の体細胞クローン豚の後代の肉について、アミノ酸、脂肪酸、ビタミン
72 ン、ミネラル等の58項目を分析したところ、従来の繁殖技術による豚の肉と違
73 いが認められたのはエイコサジエン酸(C20:2)のみであり、その他は全てUSDA
74 の標準値と同程度であった（Walker et al. 2007（818））。

75 44頭の金華豚の体細胞クローン豚の後代（雄23頭、雌21頭）の肉について、
76 pH、含水量、脂質等の分析の結果、従来の繁殖技術による豚と比較して同様で
77 あった（Shibata et al. 2006（678））。

78 15頭の金華豚の体細胞クローン豚の後代（雄5頭、雌10頭）の肉及び臓器
79 について、水分、タンパク質、脂質、灰分、アミノ酸、核酸、脂肪酸（6種類）
80 を分析したところ、一部の項目で従来の繁殖技術による豚と差異が認められた
81 が、異常な値ではなかった（柴田ら 静岡県中小試研報 2007（J-60））。

82

83 （3）牛乳

84 15頭の体細胞クローン牛の乳（ホルスタイン種、交雑種）について、脂質、
85 乳糖、pH、窒素、固形分、体細胞数、酸度、ミネラル成分、脂肪酸（14種類）、
86 タンパク質を従来の繁殖技術による牛の乳と比較した。その結果、体細胞クロ
87 ーン牛において、カリウム、亜鉛、ストロンチウム及びリンにおいて差異が認
88 められたが、著者らは飼料成分の違いによるものとしている。その他の項目に
89 有意な差は認められていない（Walsh 2003（822））。

90 2頭のホルスタイン種の体細胞クローン牛の乳について、脂質、タンパク質、
91 乳糖、固形分、ミネラル成分、脂肪酸（14種類）等を従来の繁殖技術による牛
92 の乳と比較した。その結果、血清アルブミンと2種類の脂肪酸（リノール酸
93 （C18:2）及びリノレン酸（C18:3））に有意差が認められたが、ホルスタイン
94 種の一般に認められる範囲内であり、生物学的有意差は認められないとしてい
95 る（Wells 2004（830））。

96 9頭の体細胞クローン牛の乳について、アミノ酸（18種類）、ミネラルを従来
97 の繁殖技術による牛の乳と比較した結果、差は認められなかった（Wells 2005
98 （829））。

99 10頭のホルスタイン種の体細胞クローン牛の乳について、脂質、乳糖、固形

100 分、窒素、体細胞数、脂肪酸、タンパク質を従来の繁殖技術による牛の乳と比
101 較した結果、有意な差は認められなかった (Tian 2005 (764))。

102 6 頭のホルスタイン種、4 頭のジャージー種の体細胞クローン牛の乳につい
103 て、総乳量、脂質、無脂乳固形分を従来の繁殖技術による牛の乳と比較した結
104 果、環境や飼料に由来するとみられる差はあるものの、正常な範囲内であると
105 している (Yonai 2005 (886))。

106 5 頭のホルスタイン種の体細胞クローン牛の乳について、脂肪酸組成を従来の
107 繁殖技術による牛の乳と比較した結果、ステアリン酸、デルター9 不飽和化酵素
108 活性の指数である、共役リノール酸 (C18:2-c9-t11) は高値であり、トランスバ
109 クセン酸 (C18:1-t11) は低値であった (Heyman 2007 (295))。

110 6 頭のホルスタイン種、3 等のジャージー種の体細胞クローン牛の乳について、
111 ビタミン、ミネラル、脂肪酸組成、アミノ酸組成、ラクトースを従来の繁殖技
112 術による牛の乳と比較した結果、差は認められなかった (Laible 2007 (407))。

113 3 頭のホルスタイン種の体細胞クローン牛の乳について、一般成分 (水分、タ
114 ンパク質、脂質、炭水化物、灰分、カルシウム、コレステロール)、アミノ酸 (18
115 種類)、脂肪酸 (21 種類) を分析したところ、従来の繁殖技術による牛の乳と
116 実質的な差は認められなかった ((財) 畜産生物化学安全研究所 2002 (J-64))。

117 体細胞クローン牛の乳についての脂質、タンパク質、カゼイン、ラクトース、
118 pH の分析の結果、従来の繁殖技術による牛の乳の値の範囲の中にあることが示
119 されている (Mackle et al. 1997, Mackle et al. 1999, Auldist et al. 2004 (481,
120 480, 21))。

121

122 3 頭のホルスタイン種の体細胞クローン牛の後代の乳について、一般成分 (水
123 分、タンパク質、脂質、炭水化物、灰分、カルシウム、コレステロール)、アミ
124 ノ酸 (18 種類)、脂肪酸 (21 種類) を分析したところ、従来の繁殖技術による
125 牛の乳と差異は認められなかった ((財) 畜産生物化学安全研究所 2008 (J-65))。

126

127 2. アレルギー誘発性

128 (1) マウスの腹腔内投与試験

129 ①牛肉及び豚肉

130 凍結乾燥し、粉末にした体細胞クローン牛の肉を用いて、マウス腹腔内注
131 射による感作試験として、1 回目の処理から 14 日後に投与し、注射部位にお
132 ける色素漏出斑の直径を測定したところ、従来の繁殖技術による牛肉と比較
133 して有意な差は認められなかった ((財) 畜産生物化学安全研究所 2002
134 (J-64))。

135 凍結乾燥し、粉末にした体細胞クローン牛の後代の肉を用いて、マウス腹
136 腔内注射による感作試験として、1 回目の処理から 14 日後に投与し、注射部
137 位における色素漏出斑の直径を測定したところ、従来の繁殖技術による牛肉
138 と比較して有意な差は認められなかった ((財) 畜産生物化学安全研究所 2008
139 (J-65))。

凍結乾燥し、粉末にした体細胞クローン豚（金華豚）の後代の肉を用いて、マウス腹腔内注射による感作試験として、1回目の処理から14日後に投与し、注射部位における色素漏出斑の直径を測定したところ、従来の繁殖技術による同種の豚の肉と比較して有意な差は認められなかった（柴田ら 静岡県中小試研報 2007（J-60））。

②牛乳

凍結乾燥し、粉末にした体細胞クローン牛の乳（3頭分）を用いて、マウス腹腔内注射による感作試験として、1回目の処理から14日後に投与し、注射部位における色素漏出斑の直径を測定したところ、従来の繁殖技術による牛の乳と比較して有意な差は認められなかった（（財）畜産生物化学安全研究所 2002（J-64））。

凍結乾燥し、粉末にした体細胞クローン牛の後代の乳（3頭分）を用いて、マウス腹腔内注射による感作試験として、1回目の処理から14日後に投与し、注射部位における色素漏出斑の直径を測定したところ、従来の繁殖技術による牛の乳と比較して有意な差は認められなかった（（財）畜産生物化学安全研究所 2008（J-65））。

（2）タンパク質の消化性

①牛肉

体細胞クローン牛の肉を用いて、*in vitro*での人工胃液（0、0.75、1.5、6、12時間）及び人口腸液（0、1.5、3、6時間）による消化試験が実施された。体細胞クローン牛の肉の消化率は、従来の繁殖技術による牛の肉の消化率と比較して、人工胃液を用いた場合、45分でやや低く、人口腸液では90分でやや高かった。その他の時間において差は認められなかった（（財）畜産生物化学安全研究所 2002（J-64））。

凍結乾燥し、粉末にした体細胞クローン牛の肉を添加した飼料（タンパク質含量を13.09%に調製）を、SDラットに混餌投与し、3日間の糞中の全窒素量を測定し消化率を比較したところ、従来の繁殖技術による牛の肉と比較して有意な差は認められなかった（（財）畜産生物化学安全研究所 2002（J-64））。

凍結乾燥し、粉末にした体細胞クローン牛の後代の肉を添加した飼料（タンパク質含量を13.09%に調製）を、SDラットに混餌投与し、3日間の糞中の全窒素量を測定し消化率を比較したところ、従来の繁殖技術による牛の肉と比較して有意な差は認められなかった（（財）畜産生物化学安全研究所 2008（J-65））。

②牛乳

180 凍結乾燥し、粉末にした体細胞クローン牛の乳を添加した飼料（タンパク
181 質含量を 13.09%に調製）を、SD ラットに混餌投与し、3 日間の糞中の全窒
182 素量を測定し消化率を比較したところ、従来の繁殖技術による牛の乳と比較
183 して有意な差は認められなかった（(財) 畜産生物化学安全研究所 2002
184 (J-64)）。

185
186 凍結乾燥し、粉末にした体細胞クローン牛の後代の乳を添加した飼料（タ
187 ンパク質含量を 13.09%に調製）を、SD ラットに混餌投与し、3 日間の糞中
188 の全窒素量を測定し消化率を比較したところ、従来の繁殖技術による牛の乳
189 と比較して有意な差は認められなかった（(財) 畜産生物化学安全研究所 2008
190 (J-65)）。

191 192 3. 遺伝毒性試験

193 凍結乾燥し、粉末にした体細胞クローン牛の肉（0、1、2.5、5%）及び乳（0、
194 2.5、5、10%）を混餌投与した ICR マウスの骨髓細胞を用いた小核試験において、
195 従来の繁殖技術による牛の肉及び乳と比較して有意な差は認められず、配合割合
196 に依存した増加傾向も認められなかった（(財) 畜産生物化学安全研究所 2002
197 (J-64)）。

198
199 凍結乾燥し、粉末にした体細胞クローン牛の後代の肉（0、1、5%）及び乳（0、
200 2、10%）を混餌投与した ICR マウスの骨髓細胞を用いた小核試験において、従
201 来の繁殖技術による牛の肉及び乳と比較して有意な差は認められなかった（(財)
202 畜産生物化学安全研究所 2008 (J-65)）。

203
204 凍結乾燥し、粉末にした体細胞クローン豚（金華豚）の後代の肉（0、250、500、
205 1,000、2,000mg/体重）を強制経口投与した Ddy マウスの骨髓細胞を用いた小核
206 試験において、対照群と比較して有意な差は認められなかった（柴田ら 静岡県中
207 小試研報 2007 (J-60)）。

208 209 4. 亜急性・慢性毒性試験

210 (1) 牛肉及び豚肉

211 SD ラット（一群雌雄各 10 匹）を用いた混餌（凍結乾燥し、粉末にした体細
212 胞クローン牛の肉：0、1、2.5、5%）投与による 14 週間反復混餌投与試験が実
213 施された。一般状態、体重、摂餌量、機能観察総合検査、感覚反射機能検査、
214 着地開脚幅、握力、性周期、尿検査、血液学的検査、血液生化学的検査、剖検、
215 器官重量、組織学検査の結果、投与による異常は認められなかった（(財) 畜産
216 生物化学安全研究所 2002, Yamaguchi et al. 2007 (J-64, 871)）。

217 Wister ラット（一群 8 匹：雌雄不明）を用いて体細胞クローン牛の肉が基礎
218 となる飼料を投与した 21 日間反復投与試験が実施された。摂餌量、体重増加、
219 器官重量、空腹時血糖値、IgG、IgA、IgM、IgE において、投与による異常は

220 認められなかった (Tome et al. 2004 (768))。

221

222 SD ラット (一群雌雄各 12 匹) を用いた混餌 (凍結乾燥し、粉末にした体細
223 胞クローン牛の後代の肉 : 1、5%) 投与による 12 ヶ月間反復投与・生殖併合試
224 験が実施された。一般状態、体重、摂餌量、機能観察総合検査、感覚反射機能
225 検査、着地開脚幅、握力測定、眼科検査、尿検査、血液学的検査、血液生化学
226 的検査、剖検、器官重量、組織学検査、また、生殖試験として、親動物の繁殖
227 能及び子動物の発生に及ぼす影響を観察した結果、投与による異常は認められ
228 なかった ((財) 畜産生物化学安全研究所 2008 (J-65))。

229

230 ddy マウス (一群雌雄各 6 匹) を用いた混餌 (凍結乾燥し、粉末にした体細
231 胞クローン豚 (金華豚) の後代の肉 : 0、1、2.5、5%) 投与による 28 日間反復
232 混餌投与試験が実施された。一般状態、体重、剖検、器官重量において、投与
233 による異常は認められなかった (柴田ら 静岡県中小試研報 2007 (J-60))。

234

235 (2) 牛乳

236 SD ラット (一群雌雄各 10 匹) を用いた混餌 (凍結乾燥し、粉末にした体細
237 胞クローン牛の乳 : 0、2.5、5、10%) 投与による 14 週間反復混餌投与試験が
238 実施された。一般状態、体重、摂餌量、機能観察総合検査、感覚反射機能検査、
239 着地開脚幅、握力、性周期、尿検査、血液学的検査、血液生化学的検査、剖検、
240 器官重量、組織学検査の結果、投与による異常は認められなかった ((財) 畜産
241 生物化学安全研究所 2002, Yamaguchi et al. 2007 (J-64, 871))。

242 Wister ラット (一群 8 匹 : 雌雄不明) を用いて体細胞クローン牛の乳が基礎
243 となる飼料を投与した 21 日間反復投与試験が実施された。摂餌量、体重増加、
244 器官重量、空腹時血糖値、IgG、IgA、IgM、IgE において、投与による異常は
245 認められなかった (Tome et al. 2004 (768))。

246

247 SD ラット (一群雌雄各 12 匹) を用いた混餌 (凍結乾燥し、粉末にした体細
248 胞クローン牛の後代の乳 : 2、10%) 投与による 12 ヶ月間反復投与・生殖併合
249 試験が実施された。一般状態、体重、摂餌量、機能観察総合検査、感覚反射機
250 能検査、着地開脚幅、握力測定、眼科検査、尿検査、血液学的検査、血液生化学
251 的検査、剖検、器官重量、組織学検査、また、生殖試験として、親動物の繁
252 殖能及び子動物の発生に及ぼす影響を観察した結果、投与による異常は認めら
253 れなかった ((財) 畜産生物化学安全研究所 2008 (J-65))。