

ISSN 1345-7438

試 験 研 究 報 告

第 4 1 号

2 0 0 3 年

沖 繩 県 畜 産 試 験 場

沖繩県国頭村今婦仁村字諸志2009-5

TEL 0980 (56) - 5142

目 次

【バイオテクノロジー研究室】

1 クローン牛生産技術の確立

- (3) ボルテックスによる裸化操作後の除核率の改善……………比嘉直志 ……1

【大家畜研究室】

2 乳牛の分娩前後栄養管理技術の確立

- (4) 乾乳末期のミネラルバランス調整が乳熟、飼料摂取および乳生産に及ぼす影響……………島袋宏俊 ……6

- 3 乳牛飼料としての泡盛もろみ酢粕利用の可能性……………島袋宏俊 ……14

- 4 搾乳牛へのザクロ種子給与試験……………玉城政信 ……19

- 5 沖縄県内で飼育されている乳牛の血液性状実態調査……………島袋宏俊 ……24

- 6 飼料混合機での粉じん飛散軽減対策……………玉城政信 ……28

7 沖縄県の肉用牛集団に関する遺伝的分析

- (1) 黒毛和種遺伝病5形質の発症および保因状況の推定……………棚原武毅 ……32

8 牛凍結精液の生産性向上

- (5) アクリジンオレンジ蛍光染色法を用いた低受胎種雄牛の分類への応用の可能性について……………棚原武毅 ……39

9 高品質牛肉生産技術の確立

- (6) 肥育後期における黒毛和種去勢肥育牛へのバイパスコリン給与効果……………岡野 祥 ……42

10 沖縄県における黒毛和種肉用牛の系統

- (3) 繁殖雌牛の生年別血統構成……………真喜志修 ……51

- 11 和牛産肉能力直接検定成績(2003年度)……………真喜志修 ……58

- 12 和牛産肉能力間接検定成績(2003年度)……………運天和彦 ……61

【中家畜研究室】

13 琉球在来豚(アグー)を活用した銘柄豚の確立

- (2) アグーの繁殖性および哺育・育成成績への近親交配による影響……………大城まどか ……67

14 琉球在来豚(アグー)を活用した銘柄豚の確立

- (3) アグーの肥育試験および肉質評価……………大城まどか ……71

15 環境保全型高品質豚肉生産技術の確立

- (1) アミノ酸添加低タンパク質飼料と消化酵素による豚のふんおよび尿排せつ量低減効果……………鈴木直人 ……79

16 環境保全型高品質豚肉生産技術の確立

- (2) アミノ酸添加低タンパク質飼料への消化酵素添加による厚脂防止およびふん排せつ量の低減……………鈴木直人 ……84

17 環境保全型高品質豚肉生産技術の確立

- (3) 肥育豚のふん尿および環境負荷物質排せつ量低減飼料の開発……………鈴木直人 ……89

畜産公害対策試験

- (16) 酸化溝型回分式活性汚泥浄化槽における間欠運転の窒素低減効果……………太田克之 ……94

【飼料研究室】

19 栄養系繁殖牧草を用いた草地造成法の検討

- (1) 栄養系からの発根率および根の生育状況……………望月智代 ……99

- 20 暖地型牧草付着乳酸菌発酵液添加がサイレージ発酵品質に及ぼす影響……………當眞嗣平 ……103

21 トランスバアラとジャイアントスターグラスの放牧利用における特性比較

- (1) 草地利用率と採食量および牧養力の比較……………當眞嗣平 ……108

22 近赤外分析法による暖地型牧草の成分および栄養価の推定

- (1) ギニアグラスにおける粗タンパク質含有率および乾物消化率の検量線作成……………長利真幸 ……113

23 近赤外分析法による暖地型牧草の成分および栄養価の推定

- (1) パンゴラグラスにおける粗タンパク質含有率および乾物消化率の検量線作成……………長利真幸 ……118

【牧草育種研究室】

24 高消化性ギニアグラス育成のための選抜法の開発

- (1) ギニアグラス遺伝資源の部位別消化率とその季節変動……………幸喜香織 ……123

クローン牛生産技術の確立

(3) ボルテックスによる裸化操作後の除核率の改善

比嘉直志 山城存 千葉好夫

I 要 約

効率的にクローン胚を作出するため、除核率の向上を目的としたピペッティングとボルテックスの裸化操作を比較するとともに、ボルテックス処理液の浸透圧の違いが第一極体の移動に及ぼす影響、極体放出前裸化による極体移動の抑制効果を検討した結果は下記のとおりである。

1. ピペッティングおよびボルテックスによる裸化操作後の除核率は、それぞれ、74.3%および60.4%でボルテックスで有意に低下した。
2. ボルテックス処理液の浸透圧が260mOsm/lの低張および300mOsm/lの等張では、極体と卵細胞核の位置関係は同様な配置割合を示したが、350mOsm/lの高張では、極体と卵細胞核が離れる割合が増加する傾向にあった。
3. 成熟培養14時間目と18時間目の卵子のボルテックスによる裸化操作後の除核率は、それぞれ、92.1%および65.6%と有意な差が認められ、14時間目裸化で著しく高くなった。
4. 成熟培養14時間目と18時間目の卵子のボルテックスによる裸化操作では、その後の成熟率、融合率および胚発生率に有意な差は認められなかった。
5. 最終的な胚生産率は、成熟培養14時間目裸化で17.4%、18時間目裸化で13.3%であった。

以上のことから、成熟培養14時間目の卵子のボルテックスによる裸化は、18時間目の裸化に比較して、除核率の向上をもたらすことでクローン胚の作製効率が高まる傾向にある。

II 結 言

クローン牛を生産する核移植技術は、除核を施した第2減数分裂中期の卵母細胞をレシピエント細胞として、ドナー細胞と電氣的に融合させることでクローン胚を作出している^{1~3)}。レシピエントとして用いる除核卵子の作製は、未成熟卵子を18~22時間体外で成熟させた後、卵子を取り巻く卵丘細胞を除去する操作（裸化操作）を行なう。その後、放出されている第一極体付近の卵細胞質を顕微外科的に除去することでレシピエントを作製している。そのため、除核の成功には、第一極体と卵細胞核が接していることが必要である。牛での除核の成功率（除核率）は、50~80%^{4~7)}であり、その効率を高めることは、クローン胚の作出効率の向上につながるものと期待できる。Edwinら⁷⁾の試験では、裸化操作法の違いで除核率に差があり、ピペッティング裸化の88.2%に対してボルテックス裸化では60.4%と有意な差が認められている。また、核の蛍光染色の観察では、ボルテックスによって極体の移動が生じ、除核率の低下を招くことを示している。そのため、除核前の裸化操作は、ピペッティング裸化が優れているものと考えられる。しかし、一度に多数の卵子を処理できるボルテックス裸化は、数個の卵子をピペッティングする手法に比べ裸化操作が効率的で、完全裸化するまでの操作時間が格段に短く、操作卵子数が増えるほど有効になると考えられる。

そこで本研究では、ボルテックス裸化での除核率を改善するための試験を実施した。まず、ピペッティング裸化とボルテックス裸化の除核率にどれくらいの差があるのか調べた。次に、ボルテックス裸化時の浸透圧の違いが極体移動に与える影響を調べるため、各浸透圧でボルテックス裸化した後、卵子の極体と卵細胞核の位置関係を調べた。次に、第一極体の移動を完全に抑止するため、極体放出以前に裸化操作を行い、その後の除核率の改善や早期の裸化操作が胚発生に与える影響を検討した。

Ⅲ 材料および方法

1. 試験期間および場所

試験期間は2003年7月から2004年1月、沖縄県畜産試験場で実施した。

2. 供試卵子の準備

食肉処理場屠畜牛由来の卵巣より採取した卵子の中から、卵丘細胞が2層以上付着した卵子を選別して成熟培養に供した。成熟培養は、5%子牛血清加Tissue Culture Medium199培地 (TCM199培地) にFSHを0.02AU/ml, エストラジオールを1 μ g/ml, ピルビン酸を1mMおよびシステアミンを100 μ M添加して38.5 $^{\circ}$ C, 5%CO₂, 95%空気の気相下で培養し、以下の試験に供試した。

3. 試験方法

1) 試験1: 裸化操作法の違いと除核率

ピペティングまたはボルテックスによる裸化操作後の除核率を比較するため、成熟培養18時間目の卵子を用いて試験を実施した。ピペティングによる裸化では、卵子を0.5%ヒアルロニダーゼ加ダルベッコリン酸緩衝液 (0.5%HYA加PBS) に5分間静置し、その後5%子牛血清加TCM199培地に移して完全裸化するまでピペティングを行なった。ボルテックスによる裸化では、0.5%HYA加PBSを入れたチューブに卵子を1分間静置し、その後7分間ボルテックスでミキシングすることで卵丘細胞を除去した。除核操作は、成熟培養開始から19時間目で行なった。除核の方法は、カッティングニードルで第一極体付近の透明帯を切開した。次に、カッティングニードルで卵子を上から押さえ込み、透明帯の切開部より細胞質の20%程度を第一極体とともに押し出して除核を行なった。除去された細胞質を10 μ g/mlヘキスト33342加PBSで染色 (ヘキスト染色) し、蛍光顕微鏡で核の有無を確認することで除核率を調査した。

2) 試験2: 浸透圧の違いがボルテックス裸化時の極体移動に及ぼす影響

浸透圧が300mOsm/lの0.5%HYA加PBSを等張液として、クエン酸ナトリウムおよび超純水を用いて、260mOsm/lの低張および350mOsm/lの高張の0.5%HYA加PBSを作製した。そして、各浸透圧で成熟培養18時間目の卵子をボルテックス裸化し、その後ヘキスト染色を行なって第一極体と卵細胞核の位置関係を調査した。また、核の位置関係は、除核成功の可能性が高い順に分類した。すなわち、極体を12時の方向として卵細胞核が図1に示すP1~P4のどの位置にあるかで分類した。

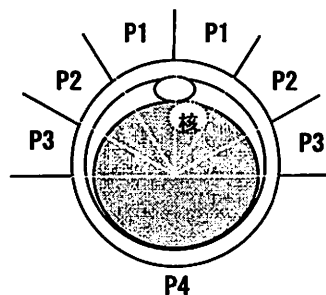


図1 極体と卵細胞核の位置関係

3) 試験3: 極体放出以前の裸化操作がその後の成熟, 除核, 融合および胚発生に及ぼす影響

極体放出以前の卵子として、成熟培養14時間目の卵子を用いてボルテックス裸化し、培養を継続した。成熟培養19時間目に極体を放出した卵子数を調査して成熟率をもとめ、除核を行なった。裸化時点で一部の卵子が極体を放出していたため、裸化時点の成熟率も併せて調査した。除核および除核確認操作は試験1に準じた。対照として、成熟培養18時間目の卵子を用いて同様の操作を施した。除核が確認された卵子には、核移植の操作法¹⁾にしたがって核移植を施した。ドナー細胞は、2代目で凍結保存された雄牛の耳由来線維芽細胞を継代培養し、3~6代目で供試した。細胞融合操作は、成熟培養開始23~25時間目で実施し、融合卵子は5 μ Mカルシウムイオノフォア処理後、10 μ g/mlシクロヘキシミド処理で5時間の卵子活性化を行なった。発生培養は、IVD101培地 (機能性ペプチド研究所) を用いて、38.5 $^{\circ}$ C, 5%CO₂, 95%N₂の気相下で発生培養を行なった。胚の発生は、融合2日目に

分割率、7日目に後期桑実胚以降に胚発生した胚の発生率を調査した。また、胚の生産率として、総供試卵子数当たりの後期桑実胚以降の卵子数を調査した。なお、有意差検定は χ^2 検定を用いた。

IV 結果および考察

1. 試験1

裸化操作法の違いによる除核率を表1に示した。ピペッティングによる裸化後の除核率は、74.3%でボルテックスによる裸化後の除核率は、60.4%と有意な差が認められた。

裸化操作法	供試卵子数	除核成功数	除核率
ピペッティング	101	75	74.3*
ボルテックス	96	58	60.4

注) *: P<0.05

2. 試験2

各浸透圧で裸化した卵子の極体と卵細胞核の位置関係を表2に示した。P1に位置する割合は、260, 300および350mOsm/lでそれぞれ63.8, 65.5および54.2%となり、350mOsm/l液で低くなる傾向を示した。逆にP3およびP4に位置する割合は、350mOsm/l液で高くなる傾向を示した。

浸透圧 (mOsm/l)	P1	P2	P3	P4	合計
260	63.8(37)	20.7(12)	10.3(6)	5.2(3)	100(58)
300	65.5(40)	23.0(14)	8.2(5)	3.3(2)	100(61)
350	54.2(26)	20.8(10)	12.5(6)	12.5(6)	100(48)

注) ()内は、卵子数。

3. 試験3

成熟培養14時間目および18時間目に裸化した時間の違いが成熟率および除核率に及ぼす影響を表3に、融合率、胚発生率および生産率に及ぼす影響を表4に示した。成熟培養14時間目での裸化直後の成熟率は9.8%であったが、その後、69.1%となって18時間目裸化の73.2%と有意な差は認められなかった。また、除核率は、92.1%と65.6%となって14時間目裸化で有意に高くなった。融合率および胚発生率には、有意な差は認められなかったが、後期桑実胚以降の生産率は14時間目または18時間目裸化でそれぞれ17.4%および13.3%と14時間目裸化で高まる傾向にあった。

裸化時間	成熟率①	成熟率②	除核率
14時間	9.8(28/285)	69.1(197/285)	92.1(174/189)**
18時間	—	73.2(218/298)	65.6(137/209)

注1) **: P<0.01

2) 成熟率①は14時間目裸化直後の成熟率、成熟率②は除核直前の成熟率。

3) ()内は、供試卵子数当たりの成熟数、除核数。

表4 裸化時間の違いが融合および胚発生に及ぼす影響

(%、個)

裸化時間	融合率	分割率	後期桑実胚～胚盤胞率	胚盤胞率	生産率
14時間	75.9(123/162)	76.2(93/122)	37.7(46/122)	13.1(16/122)	17.4(46/264)
18時間	76.3(100/131)	76.8(73/95)	38.9(37/95)	15.8(15/95)	13.3(37/278)

注1) ()内は、供試卵子数当たりの融合数、分割数および後期桑実胚～胚盤胞数。

2) 生産率の供試卵子数は、成熟培養供試数から操作中に除去した供試卵子を除いた数。

今回、クローン胚の作出過程における作業性および生産効率を高めるため、ボルテックスでの除核率を改善する試みを行なった。ピペッティングおよびボルテックス後の除核率は、Edwinら⁷⁾の報告と同様に、ボルテックス後の除核率は低く、ボルテックスの操作で、極体の移動が生じていることを支持する結果となった。このことから、試験2では低浸透圧下で卵細胞質を膨張させ囲卵腔を狭くすることで極体の移動を抑止する試験を試みたが、等張の300mOsm/lと低張の260mOsm/lでは、除核の成功する可能性が高いP1に位置する卵子割合はほぼ同じであり、効果の差は認められなかった。このことは、低浸透圧下では十分な細胞質膨張が起らなかったか、または、起こったとしてもボルテックスが強く、極体の移動が生じたものと思われ、低浸透圧処理することで除核率を改善できる可能性はないと思われた。また、高浸透圧の350mOsm/lでは、P1に位置する割合がほかに比べ低い傾向を示し、また、除核成功の可能性がほとんどないP3～P4が高くなる傾向を示したことから、卵細胞質の収縮による囲卵腔の拡大で、極体が移動しやすくなったと考えられた。よって、裸化操作に用いるボルテックス処理液は、等張液もしくは低張液に調整することが望ましいと思われた。試験3では、極体放出前に裸化操作を行なうことで、極体の移動抑止を試みた。その結果、極体放出前とした14時間目裸化時で9.8%の卵子が極体を放出していたものの、その後の除核率は92.1%と、18時間目裸化の65.6%に比べ著しい改善効果があった。また、裸化時間の違いで成熟率、融合率およびその後の胚発生率に有意な差は認められなかった。これらのことから、最終的な胚生産率が著しく高くなると考えられたが、実際には14時間目裸化で17.4%、18時間目裸化で13.3%とわずかな改善の差しかみられなかった。これは、除核に引き続く融合率および初期分割率が76%前後であったことから、大きな改善効果は得られなかった。胚生産率を高めるためには、これらの効率も同時に向上させる必要がある。融合率の向上は、ドナー核の導入効率を高めることであるが、その有効な手法として、ドナー核を直接レシピエント卵子に注入する顕微注入法⁸⁾もあり、細胞融合法に比べ作業時間も大幅に短縮でき、核の導入効率も高いことから今後の検討課題の一つとしたい。また、体外成熟の間の卵丘細胞の付着は、卵子のエネルギー代謝や体外受精後の胚発生に有用であることが知られており^{9,10)}、卵丘細胞の早期除去は、細胞質成熟に少なからず影響を与えているものと考えられる。今回対照とした裸化時間が18時間目では、発生率に有意な差は認められなかったが、今後は、さらに成熟培養を22時間目まで延長して裸化するなど、早期裸化操作の影響を検討する必要があると思われる。

V 引用文献

- 1) 社団法人畜産技術協会, 1999, 牛の核移植マニュアル, 15-30
- 2) 比嘉直志・山城存・千葉好夫, 2000, クローン牛生産技術の確立(1)体細胞クローン胚の作出における融合条件の検討, 沖縄畜試研報, 38, 7-9
- 3) 比嘉直志・山城存・千葉好夫, 2002, クローン牛生産技術の確立(2)体細胞クローン牛の生産, 沖縄畜試研報, 40, 5-10
- 4) Liu J.L., Wang M.K., Sun Q.Y., Xu Z. and Chen D.Y., 2000, Effect of telophase enucleation on bovine somatic nuclear transfer, *theriogenology*, 54, 989-998
- 5) Robl J.M. and Stice S.L., 1989, Prospects for the commercial cloning of animals by nuclear transplantation, *theriogenology*, 31, 75-84
- 6) Mohamed Nour.M.S. and Takahashi Y., 1999, Preparation of young preactivated oocytes with high enucleation efficiency for bovine nuclear transfer, *theriogenology*, 51, 661-666

-
- 7) Edwin C. A., Mario A. M., Osamu D. and Takahashi Y., 2001, Factors affecting enucleation rates of bovine and porcine oocytes after removal of cumulus cells by vortexing, *J. Reprod. Dev.*, 47, 365-371
- 8) Akira O., Masaki I., Tomiji A., Satoshi M., Kumiko T., Takashi A., Hirohumi H. and Anthony C. F. Perry., 2000, Pig cloning by microinjection of fetal fibroblast nuclei, *Science*, 289, 1188-1190
- 9) Chain R. C., Niwa K. and Sirad M. A., 1994, Effect of cumulus cells on male pronuclear formation and subsequent early development of bovine oocytes in vitro, *theriogenology*, 41, 1499-1508
- 10) D. Riegr. And N. M. Loskutoff., 1994, Changes in the metabolism of glucose, pyruvate, glutamine and glycine during maturation of cattle in vitro, *J. Reprod. fertil*, 100, 257- 262
-

研究補助：宮城広明，下里安志

乳牛の分娩前後栄養管理技術の確立

(4) 乾乳末期のミネラルバランス調整が乳熱、飼料摂取および乳生産に及ぼす影響

島袋宏俊 玉城政信 岡野祥

I 要 約

乳熱を防止することを目的として、ホルスタイン種妊娠牛7頭を用い、乾乳末期における硫酸カルシウム二水和物（硫酸Ca）および硫酸マグネシウム七水和物（硫酸Mg）の陰イオン塩添加およびリン酸水素カルシウム二水和物（リンカル）添加の飼料給与が乳熱、飼料摂取および乳生産に及ぼす影響について検討した。飼料に陰イオン塩を添加する区をDCAD調整区、陰イオン塩を添加しない区を無調整区とし、両区の平均値を比較した結果、以下のとおりであった。なお、リンカルは両区の飼料に添加補給した。

1. 無調整区の1頭が乳熱により夜間に起立不能で飲水不能となり、熱射病により分娩翌日に死亡した。
2. 分娩前の乾物摂取量は分娩前1週ではDCAD調整区が13.2kg/日で、無調整区の10.4kg/日より1%水準で有意に多く摂取した。分娩後の飼料摂取量も分娩後1週から分娩後4週まで急速に増加し、DCAD調整区が無調整区より5%水準で有意に多く摂取した。
3. 尿pHはDCAD調整区が陰イオン塩添加期間が増すにつれ低下し、分娩前1週では6.14になった。無調整区は8.20前後で、ほぼ一定であった。
4. 分娩前後の血清中のアスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ（AST）濃度は無調整区がDCAD調整区より1%水準で有意に高い値で、分娩後のASTはDCAD調整区が62IU/lと正常値であったのに対し、無調整区が100IU/lと異常に高い値であった。
5. 血清中のパラサイロイド（PTH）濃度は、分娩前2週および1週ではDCAD調整区が無調整区に比べ高い値を示し、血清中のオステオカルシン（OC）濃度も分娩前2週および1週にはDCAD調整区が無調整区に比べ低い値を示した。
6. 血清中のカルシウム（Ca）濃度はすべての週においてDCAD調整区が無調整区より高い値を示し、血清中のCa濃度が5.6mg/dl未満のものを臨床的な乳熱とし、8.0mg/dl未満のものを潜在的な乳熱とすると、分娩後1週においては無調整区が6.6mg/dlで潜在的な乳熱がみとめられたのに対し、DCAD調整区が8.5mg/dlであった。また、リンカル補給により、血清中の無機リン（IP）は両区とも正常範囲内で推移したが、無調整区は分娩後1週に4.4mg/dlと低い値であった。
7. 乳量はすべての週においてDCAD調整区が無調整区より多く、分娩後6週を除いては有意な差が認められた。また、DCAD調整区の日乳量は7週で53.6kg/日と泌乳最盛週となり、無調整区より1週遅く、5.6kg/日多かった。

以上のことから、乾乳末期に硫酸Caおよび硫酸MgのDCAD調整による陰イオン化飼料を給与し、リンカル等のミネラル補給をすると、乳熱を低減させ、分娩後の乳牛体内のミネラルバランスが維持され、その結果、分娩後の飼料摂取量および乳量を増加させることが示唆された。

II 結 言

乳熱は産後まれに産前の乳牛に突発し、体温の下降と神経症状および運動麻痺を主徴とする疾病であり、低Ca血症が主な原因であるが上皮小体機能の低下も関係する¹⁾。乳熱の発症あるいは低リン血症および低マグネシウム血症との併発は乳房炎、第四胃変位、胎盤停滞、子宮内膜炎、子宮脱およびケトosis等のいわゆる周産期病にかかりやすくさせ²⁾、その経済的損失は大きい。

乳熱を防止するため、乾乳末期にDCAD調整剤として陰イオン塩を利用することは有効であるが³⁾、陰イオン塩の種類によっては必ずしも嗜好性がよくないことから、採食量を低下させる⁴⁾。採食量の低下は分娩前のケトosisを引き起こし、ErbとGrohn⁵⁾は分娩前のケトosisは乳熱を引き起こす可能性があるとしている。筆者ら^{6,7)}は陰イオン塩の硫酸Caおよび硫酸Mg等の硫化物は塩化物に比べ嗜好性がよく、採食量に悪影響を及ぼさずに、それら硫化物を乳牛へ給与すると骨代謝が活性化されることを明ら

かにした。しかし、骨代謝が活性化された結果、血清中のCa濃度および無機リン (IP) 濃度の低下が認められ、硫酸Caおよび硫酸Mgによる陰イオン化の飼料給与は乳牛体内のミネラルバランスを崩す結果となった⁷⁾。

そこで、乳熱を防止することを目的として、硫酸Caおよび硫酸MgのDCAD調整剤による乾乳末期に給与する飼料の陰イオン化およびリンカルの補給が分娩前後の乳牛に及ぼす影響について検討する。

Ⅲ 材料および方法

1. 試験期間および場所

2003年4月21日から同年9月30日まで、沖縄県畜産試験場乳牛舎で実施した。

2. 供試牛

供試牛は当場で飼養しているホルスタイン種の妊娠牛7頭を用いた。供試牛の平均月齢は61.9±20.4ヵ月齢で、平均産次数は3.3±1.0産で、平均体重は793.4±96.6kgであった。供試牛の調査は分娩予定前4週から分娩後8週までとした。

3. 供試DCAD調整剤

DCAD調整剤として陰イオン塩には硫酸Caおよび硫酸Mgを用い、ミネラル補給剤としてリンカルを用いた。

4. 試験区分

表1に示すように陰イオン塩の添加有無によりDCAD調整区と無調整区に区分した。すなわち、飼料に陰イオン塩を添加する区をDCAD調整区とし、陰イオン塩を添加しない区を無調整区とした。リンカルは両区に給与した。供試牛の区配置はDCAD調整区に3頭、無調整区に4頭とした。なお、無調整区の1頭が分娩翌日に死亡したため、分娩後の区配置はDCAD調整区に3頭、無調整区に3頭とした。

区分	DCAD調整区			無調整区		
	硫酸Ca	硫酸Mg	リンカル	硫酸Ca	硫酸Mg	リンカル
分娩予定前週数						
3週	100	30	0	0	0	0
2週	150	50	80	0	0	80
1週	200	50	100	0	0	100

5. 供試飼料および飼料給与方法

供試飼料の混合飼料 (TMR) はTMRミキサー (DM-800MK, 株式会社ホウジツ社製) で加水せずに調製し、TMRの乾物率は87.0%であった。そのTMRの配合割合を表2に、飼料栄養成分を表3に示した。

飼料給与は表4に示す給与量でTMRとエン麦乾草を夕方の午後5時に一回投入した。

各週に給与した栄養成分およびDCAD値を表5に示した。DCAD値は以下に示すBlockの式⁹⁾により求めた。

分娩後に給与するTMRは表2に示すとおり、分娩前のTMRにアルファルファ乾草を加え、両区とも飽食とし、給与方法は同一とした。

$$\text{DCAD値 (mEq/kgDM)} = \{(\text{Na}\% \text{DM} \times 435) + (\text{K}\% \text{DM} \times 256)\} - \{(\text{Cl}\% \text{DM} \times 282) + (\text{S}\% \text{DM} \times 624)\}$$

表2 TMRの配合割合 (%DM)

飼料名	配合割合	
	分娩前	分娩後
エンバク乾草	31.8	25.5
配合飼料	37.8	32.6
トウモロコシ	12.9	13.0
ビートパルプ	4.0	3.4
大豆粕	3.4	3.0
綿実	2.2	2.0
大麦	1.4	1.2
脂肪酸カルシウム	0.6	0.7
バイパスコリン	1.0	0.2
ミネラル剤	1.1	1.0
ビタミン剤	3.8	2.0
アルファルファ乾草	—	15.4

表3 TMRの栄養成分 (%DM)

成分	含量	
	分娩前	分娩後
総可消化養分総量	71.4	72.1
粗タンパク質	15.6	16.7
中性デタージェント繊維	32.3	32.4
酸性デタージェント繊維	16.4	17.7

表4 飼料給与量 (kg/日)

分娩予定前週数	TMR	エン麦乾草
3週	7.5	7.0
2週	9.0	7.0
1週	11.0	7.0

表5 給与飼料の栄養成分およびDCAD値 (%DM, mEq/kg)

分娩予定前週数	TDN	CP	NDF	ADF	DCAD値	
					DCAD調整区	無調整区
3週	65.7	12.3	43.3	22.5	37.2	143.1
2週	65.9	12.5	42.1	21.8	-7.7	141.8
1週	66.3	12.8	40.9	21.2	-24.9	136.8

注1) TDN: 可消化養分総量, CP: 粗タンパク質, NDF: 中性デタージェント繊維, ADF: 酸性デタージェント繊維。

$$2) \text{DCAD値 (mEq/kgDM)} = \{(\text{Na}\% \text{DM} \times 435) + (\text{K}\% \text{DM} \times 256)\}$$

$$- \{(\text{Cl}\% \text{DM} \times 282) + (\text{S}\% \text{DM} \times 624)\}。$$

6. 血液採取

血液は頸静脈より真空採血管 (VP-AS109, ベノジェクトII) に採血し, 採血後室温にて凝固を確認した後, 3000rpm, 15分間遠心分離機 (KN-70, KUBOTA) により血清分離し, 検査を実施するまで-20℃で凍結保存した。採血は毎週水曜日に体重を測定した後に行った。

7. 調査項目

1) 起立不能の有無

起立不能の有無について調査した。

2) 飼料摂取量

飼料給与翌日の火曜日から金曜日の午前9時から残飼測定を開始し, 給与量と残飼量との差を飼料摂取量とし, 4日間の平均をその週の1日あたりの飼料摂取量とした。また, 乾物摂取量を各週の体重で除し, 体重1kgあたりの乾物摂取割合とした。

3) 体重

毎週水曜日の午後1時より測定し, その週の体重とした。各週の体重を分娩前3週の体重で除した割合を体重増減率とした。

4) 乳量

搾乳は朝夕1日2回行い, 乳量はミルクメーターを用い, 分娩後8週間, 毎週水曜日から金曜日まで測定し, 3日間の平均乳量をその週の日乳量とした。

5) 尿pH

尿は毎週水曜日の午前10時から尿採取を開始し, 放尿時に採取するかあるいは尿道カテーテル (FI47, FHK) を用いて採取した。尿pHは採尿後直ちにpHメーター (pH HI8114, Hanna) を用いて測定した。

6) 血液性状

血液性状検査項目は血清中の総タンパク (TP) 濃度, アルブミン (ALB) 濃度, AST濃度, γ -グルタミルトランスペプチダーゼ (γ -GTP) 濃度, 尿素窒素 (BUN) 濃度, 総コレステロール (T-cho) 濃度,

中性脂肪 (TG) 濃度, 遊離脂肪酸 (FFA) 濃度, ナトリウム (Na) 濃度, 塩素 (Cl) 濃度, Ca濃度, IP濃度, マグネシウム (Mg) 濃度, 総ケトン体, アセト酢酸, PTH濃度, I型コラーゲン-C-テロペプチド (1CTP) 濃度およびOC濃度の18項目とし, 分娩後にはOC濃度および1CTP濃度を除く16項目とした。

また, 重回帰分析⁶⁾により血清中のCa濃度と各検査項目の要因分析を行った。

8. 統計処理

統計処理は, 各調査項目のデータを週ごとの平均差のt検定を行った。

IV 結果および考察

1. 起立不能の有無

無調整区の1頭が起立不能になった。起立不能牛は午後2時に容易に自然分娩し, 元気であったが, 夜間に起立不能となり, 翌日早朝に死亡した。血清Ca濃度およびヘマトクリット値の正常範囲は血清Ca濃度が8.1~10.8mg/dl, ヘマトクリット値が25.7~37.5%で¹⁵⁾, 死直前の血清中Ca濃度は2.8mg/dl, ヘマトクリット値は50.6%であったことより, 死因は乳熱による起立不能で飲水不能となり, 熱射病によるものと推察された。

2. 乾物摂取量および体重1kgあたりの乾物摂取割合

乾物摂取量を表6に, 体重1kgあたりの乾物摂取割合を表7に示した。乾物摂取量は分娩前3週は両区とも12.5kgと同様に摂取したが, 分娩前2週からDCAD調整区が多く摂取する傾向を示し, 分娩前1週ではDCAD調整区が13.2kg/日と無調整区の10.4kg/日より1%水準で有意に多く, その後分娩後4週まで急速に増加し, DCAD調整区が無調整区より5%水準で有意に多く摂取した。また, 体重1kgあたりの乾物摂取割合において, 分娩前1週ではDCAD調整区が1.69%と無調整区の1.30%より1%水準で有意に高く, その後もDCAD調整区が分娩後1週に5%水準で, 分娩後2週以降で1%水準で無調整区より有意に高い値を示した。

分娩後日数ごとのDCAD調整が体重1kgあたりの乾物摂取割合に及ぼす影響を図1に示した。分娩後日数ごとの体重1kgあたりの乾物摂取割合は分娩後4日目に減少し, その後摂取量は増加する傾向にあり, DCAD調整区は分娩後日数すべてにおいて無調整区より多く摂取した。

これらのことから, 分娩前の飼料中に硫酸Ca200gおよび硫酸Mg50gとリンカル100gを添加することは分娩前後の飼料摂取量を増加させることが明らかになった。

表6 乾物摂取量 (kg/日)

区分	DCAD調整区	無調整区	p値
分娩前	n=3	n=4	
3週	12.5±0.4	12.5±1.2	
2週	12.7±1.0	11.8±1.1	
1週	13.2±0.5	10.4±1.4	**
分娩後	n=3	n=3	
1週	15.0±3.2	12.3±3.2	*
2週	19.9±3.3	16.6±1.9	*
3週	22.2±4.4	16.3±1.6	*
4週	24.5±4.7	19.0±1.7	*

注) **: p < 0.01, *: p < 0.05

表7 体重1kgあたりの乾物摂取割合 (%)

区分	DCAD調整区	無調整区	p値
分娩前	n=3	n=4	
3週	1.49±0.05	1.47±0.14	
2週	1.63±0.14	1.49±0.11	
1週	1.69±0.06	1.30±0.18	**
分娩後	n=3	n=3	
1週	1.80±0.37	1.56±0.38	*
2週	2.63±0.28	2.13±0.22	**
3週	2.90±0.29	2.28±0.19	**
4週	3.28±0.41	2.62±0.30	**

注) **: p < 0.01, *: p < 0.05

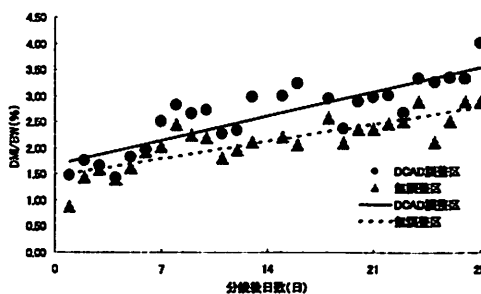


図1 分娩後日数ごとのDCAD調整が体重1kgあたりの乾物摂取量に及ぼす影響

3. 体重および体重増減率

体重を表8に示し、体重増減率を図2に示した。分娩前1週の体重はDCAD調整区で増加し、無調整区で減少したが、それ以外は両区ともほぼ同様の傾向が認められた。

区分	DCAD調整区	無調整区
分娩前	n=3	n=4
3週	780±94	804±98
2週	781±93	803±81
1週	793±87	800±85
分娩後	n=3	n=3
1週	711±97	747±77
2週	706±110	730±87
3週	687±114	765±75
4週	689±114	765±81

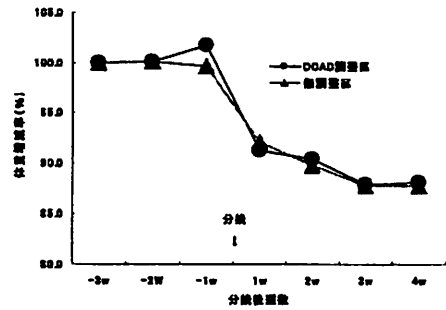


図2 体重増減率

4. 乳量

DCAD調整が乳量に及ぼす影響を表9に示した。分娩後1週の乳量はDCAD調整区が29.4kgと無調整区の1.8kgより7.6kg多く、その差は5%水準で有意であった。また、乳量は各週ともDCAD調整区が多く、分娩後6週を除いては有意な差であった。泌乳最盛到達週はDCAD調整区が7週で、無調整区の6週より1週間遅く、乳量はDCAD調整区が53.6kg/日で、無調整区の48.0kg/日より5.6kg/日多かった。筆者ら⁹⁾は高泌乳牛ほど泌乳最盛到達日数が遅くなると報告しており、DCAD調整をすることにより泌乳量が増加することが推察された。筆者ら¹⁰⁾は分娩後4週目の日乳量から305日乳量の簡易推定式を作成した。その推定式からDCAD調整区および無調整区の305日乳量を求めると、DCAD調整区が11012kgで、無調整区の10182kgより830kg多く生産することになる。

このことから、分娩前の飼料中に硫酸Ca200gおよび硫酸Mg50gとリンカル100gを添加することは分娩後の乳量を増加させることが示唆された。

区分	DCAD調整区	無調整区	p値
分娩後	n=3	n=3	
1週	29.4±11.9	21.8±9.0	*
2週	42.5±4.2	38.3±1.6	*
3週	48.4±2.7	43.8±3.3	*
4週	49.5±2.5	45.3±2.4	**
5週	50.6±3.1	44.6±2.3	**
6週	52.1±5.3	48.0±1.9	
7週	53.6±1.5	47.7±2.3	**
8週	48.9±3.1	44.8±3.1	*

注) **: p < 0.01, *: p < 0.05

5. 尿pH

DCAD調整が尿pHに及ぼす影響を表10に示した。尿pHはDCAD調整区は陰イオン塩添加期間が増すにつれ低下し、分娩前1週では6.14になった。無調整区はほぼ一定であったことから、DCAD調整剤の飼料中の陰イオン化が尿pHに影響を及ぼしたものと考えられた。

区分	DCAD調整区	無調整区	p値
分娩前	n=3	n=4	
3週	7.46±0.35	8.24±0.12	*
2週	7.10±0.34	8.15±0.16	
1週	6.14±0.86	8.20±0.04	

注) *: p < 0.05

6. 分娩前後の血液性状

1) 各検査項目間の相関

分娩前後の血清中のTP濃度, ALB濃度, AST濃度, γ -GTP濃度, BUN濃度, T-cho濃度, TG濃度, FFA濃度, 総ケトン体, アセト酢酸濃度, Na濃度, Cl濃度および1CTP濃度を表11に示した。分娩前の血清AST濃度はDCAD調整区が44IU/lで無調整区の62IU/lより1%水準で有意に低かった。また, 分娩後も血清AST濃度はDCAD調整区が62IU/lで無調整区の100IU/lで1%水準で有意に低く, 無調整区の血清AST濃度は正常範囲59~64IU/lより異常に高い値であった。肝細胞の傷害あるいは分娩に伴う産道損傷を伴うときに血清AST濃度は高い値を示す¹¹⁾。今回, 胎盤停滞はDCAD調整区にはみられず, 無調整区の3頭中2頭にみられたため, 胎盤停滞によって血清AST濃度が高くなったと考えられた。なお, その他の項目においては両区に有意な差は認められなかった。

表11 分娩前後の血液性状

項目	分娩前		分娩後		正常範囲
	DCAD調整区 (n=3)	無調整区 (n=4)	DCAD調整区 (n=3)	無調整区 (n=3)	
総タンパク (g/dl)	6.9±0.2	6.6±0.1	7.4±0.2	6.8±0.2	6.5~7.5
アルブミン (g/dl)	3.1±0.02	3.0±0.1	3.1±0.04	3.0±0.1	3.0~4.5
AST (IU/l)	44±2	72±12**	62±1	100±28**	59~64
γ -GTP (IU/l)	23±1	23±1	30±3	26±1	11~32
尿素窒素 (mg/dl)	8.5±1.8	8.8±1.1	10.0±0.9	11.3±2.6	6.4~24.3
総コレステロール (mg/dl)	84±14	80±5	119±31	103±36	59~282
中性脂肪 (mg/dl)	13.9±0.6	10.9±1.0	3.8±0.7	3.7±0.7	—
遊離脂肪酸 (mEq/L)	0.27±0.11	0.36±0.06	0.47±0.21	0.37±0.15	—
総ケトン体 (μ mol/L)	397±43	372±19	553±57	487±102	—
アセト酢酸 (μ mol/L)	2±1	1±1	4±1	3±2	—
ナトリウム (mEq/L)	142±2	143±1	141±1	136±9	—
塩素 (mEq/L)	104±2	106±2	102±1	104±1	—
1CTP (ng/ml)	1.1±0.04	1.1±0.1	—	—	—

注1) AST: アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ, γ -GTP: γ -グルタミルトランスぺプチダーゼ, 1CTP: I型コラーゲン-C-テロペプチド。

2)**: $p < 0.01$

分娩前週数ごとの血清中のPTH濃度およびOC濃度を表12および表13に示した。血清中のPTH濃度, OC濃度および1CTP濃度は乳牛体内のCa代謝に関与する重要な血液検査項目で, 血清PTH濃度は血清Ca濃度が低下すると上昇する¹²⁾。表12に示すように, 血清PTH濃度は分娩前2週および1週では有意な差は認められないものの, DCAD調整区が無調整区に比べ高い値を示した。このことは, DCAD調整区において陰イオン化が乳牛体内のCaプールを大きくし, 血液中のCa濃度が低下したことを示唆している。いっぽう, 血清OC濃度は骨形成マーカーとして体液中のCaが骨へ動員するときに上昇し, 血清1CTP濃度は骨吸収マーカーとして骨のCaが体液へ動員するときに上昇するといわれている¹³⁾。表11に示すように, 骨吸収マーカーの血清1CTPは両区に差は認められなかった。しかし, 表13に示すように血清OC濃度は分娩前2週および1週にはDCAD調整区が無調整区に比べ有意な差認められないものの低い値を示し, 骨形成を抑制していることが示唆され, 筆者ら⁹⁾の非妊娠牛へ陰イオン化飼料給与した結果と一致した。

以上のことから乾乳末期に硫酸Caおよび硫酸MgのDCAD調整による陰イオン化飼料を給与すると, 陰イオン化によって乳牛体内のCaプールが大きくなり, 骨形成が抑制されることが示唆された。

表12 DCAD調整が分娩前の血清PTH濃度に及ぼす影響 (ng/ml)

分娩前週数	DCAD調整区	無調整区
3週	1.0±0.3	1.1±0.4
2週	1.3±0.3	0.8±0.3
1週	1.0±0.3	0.8±0.4

表13 DCAD調整が分娩前の血清OC濃度に及ぼす影響 (ng/ml)

分娩前週数	DCAD調整区	無調整区
3週	13.3±3.3	11.9±5.4
2週	9.9±3.3	10.1±2.8
1週	6.8±1.3	8.9±3.5

表14~16には分娩後週数ごとの血清Ca濃度、IP濃度およびMg濃度を示した。血清中のCa濃度が5.6 mg/dl未満のものを臨床的な乳熱とし、8.0mg/dl未満のものを潜在的な乳熱とすると¹⁴⁾、DCAD調整区は正常範囲以内であったのに対し、無調整区の分娩後1週では6.6mg/dlと低い値を示し、この値は臨床的な乳熱に近い潜在的な乳熱であった。無調整区の1頭は分娩翌日に死亡し、死直前の血清中Ca濃度は2.8 mg/dlであった。

いっぽう、血清IP濃度および血清Mg濃度は両区とも正常範囲内¹⁵⁾で推移したが、無調整区の血清IP濃度は分娩後1週が4.4mg/dlで、分娩後4週が4.7mg/dlで低い値であったのに対し、DCAD調整区では異常は認められなかった。筆者ら⁷⁾はDCAD調整による陰イオン化の飼料を給与すると血清IP濃度が低下すると報告したが、今回はリンカルを補給しており、そのことは血清IP濃度の恒常性維持に有効であったと考えられた。

これらのことより、乾乳末期のDCAD調整による陰イオン化飼料給与およびリンカルの併用は分娩前後のミネラルバランス調整に有効で、乳熱防止に効果的であることが示唆された。

表14 DCAD調整が分娩後の血清Ca濃度に及ぼす影響 (mg/dl)

分娩後週数	DCAD調整区	無調整区
1週	8.5±0.2	6.6±2.2
2週	9.0±0.2	9.0±0.3
3週	8.9±0.1	8.8±0.4
4週	9.2±0.1	9.1±0.1

表15 DCAD調整が分娩後の血清IP濃度に及ぼす影響 (mg/dl)

分娩後週数	DCAD調整区	無調整区
1週	5.7±0.4	4.4±0.6
2週	5.7±0.3	6.3±1.1
3週	5.4±0.3	5.6±0.8
4週	5.5±0.9	4.7±0.04

表16 DCAD調整が分娩後の血清Mg濃度に及ぼす影響 (mg/dl)

分娩後週数	DCAD調整区	無調整区
1週	2.3±0.3	2.4±0.3
2週	2.3±0.3	2.3±0.3
3週	2.4±0.1	2.7±0.2
4週	2.4±0.3	2.6±0.2

分娩前後の血清中のCa濃度と各検査項目について重回帰分析を行ったところ、血清Ca濃度はALB、FFA、Mg、IP、Na、Cl、およびアセト酢酸と偏相関があり、以下の回帰式が得られた。この回帰式から得た推定値と実測値との標準誤差は0.37mg/dlで、精度の高い関係式であった。血清中のCa濃度が高くなる場合は、ALB、IPおよびNaが高く、FFA、Mg、Clおよびアセト酢酸が低い場合である。血清中のALBが低い場合、肝機能障害の疑いがあり、FFAが高い場合は体蓄積脂肪が血液中へ動員している可能性がある¹⁶⁾。また、肝機能減退し、体脂肪がうまく利用できないときにアセト酢酸を含む総ケトン体の値は高くなる¹⁷⁾。このことから、重症な低Ca血症である乳熱を防止するためには、DCAD調整を行い乳牛体内を陰イオン化をする以外に、肝機能の低下および体蓄積脂肪の動員をさせないことも重要であると思われる。

分娩前後の血清Ca濃度と関係する血液検査項目

$$1.37 + 1.45 \times \text{ALB} - 0.79 \times \text{FFA} - 0.53 \times \text{Mg} + 0.12 \times \text{IP} + 0.06 \times \text{Na} - 0.05 \times \text{Cl} - 0.04 \times \text{アセト酢酸}$$

($r=0.92$, $p<0.01$, 標準誤差±0.37。)

注)ALB: アルブミン, FFA: 遊離脂肪酸, Na: ナトリウム, Cl: 塩素, IP: 無機リン, Mg: マグネシウム。

以上のことから、乾乳末期に硫酸Caおよび硫酸MgのDCAD調整による陰イオン化飼料を給与し、リンカル等のミネラル補給をすると、乳熱を低減させ、分娩後の乳牛体内のミネラルバランスが維持され、その結果、分娩後の飼料摂取および乳量を増加させることが示唆された。

VI 引用文献

- 1) 田中享一, 1991, 明解獣医学辞典, 962-963, 株式会社チクサン出版
- 2) Clark J.H., 2001, Unique aspects of dairy cattle nutrition, Norman G., National Research Council, *Nutrient requirements of dairy cattle*, 184-213
- 3) Block E., 1984, Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever, *J. Dairy Science*, 67, 2939-2948
- 4) 島袋宏俊・玉城政信・知念雅昭, 2000, 乳牛の分娩前後栄養管理技術の確立(1)乾乳末期におけるグルタミン酸発酵副産物のイオンバランス調整剤給与が乳牛に及ぼす影響, 沖縄畜試研報, 38, 10-17
- 5) Erb H.N. and Grohn Y.T., 1988, Epidemiology of metabolic disorders in the periparturient dairy cow, *J. Dairy Science*, 71, 2557-2571
- 6) 島袋宏俊・玉城政信・知念雅昭, 2001, 乳牛の分娩前後栄養管理技術の確立(2)各種イオンバランス調整剤の嗜好性, 沖縄畜試研報, 39, 5-10
- 7) 島袋宏俊・玉城政信・後藤英子, 2002, 乳牛の分娩前後栄養管理技術の確立(3)イオンバランス調整剤添加飼料給与が骨代謝に及ぼす影響, 沖縄畜試研報, 40, 13-20
- 8) 上田太郎・荻田正雄・本田和恵, 2003, 実践ワークショップExcel徹底活用多変量解析, 91-158, 株式会社秀和システム
- 9) 島袋宏俊・玉城政信・知念雅昭, 2001, 沖縄県におけるホルスタイン種乳用牛の産乳性(4)分娩月別泌乳曲線, 沖縄畜試研報, 39, 11-20
- 10) 島袋宏俊・玉城政信・知念雅昭, 1999, 沖縄県におけるホルスタイン種乳用牛の産乳性(3)乳量階層別泌乳曲線, 沖縄畜試研報, 37, 9-17
- 11) 元井霞子, 2000, 代謝プロファイルテストの実際, 内藤善久・浜名克己・元井霞子編, 文永堂出版, 生産獣医療における牛の生産病の実際, 55-98
- 12) Littledike E.T. and Goff J., 1987, Interactions of Calcium, phosphorus, magnesium and vitamin D that influence their status in domestic meat animals, *J. Dairy Science*, 65, 1727-1743
- 13) Liesegang A., Eicher R., Sassi M.-L., Risteli J., Kraenzlin M., Rind J.-L. and Wanner M., 2000, Biochemical markers of bone formation and resorption around parturition and during lactation in dairy cows with high and low standard milk yields, *J. Dairy Science*, 83, 1773-1781
- 14) Roche J.R., Morton J. and Kolver E.S., 2002, Sulfur and chlorine play a non-acid base role in periparturient calcium homeostasis, *J. Dairy Science*, 85, 3444-3453
- 15) 木田克弥, 2000, 代謝プロファイルテストの実際, 内藤善久・浜名克己・元井霞子編, 文永堂出版, 生産獣医療における牛の生産病の実際, 13-33

研究補助：又吉康成，赤嶺圭作，石垣 新，小浜健徳，伊芸博志，官里貴志

乳牛飼料としての泡盛もろみ酢粕利用の可能性

島袋宏俊 玉城政信 岡野祥

I 要 約

沖縄県特産物の「泡盛」を醸造する際、副次的に「泡盛蒸留粕」が造られ、その泡盛蒸留粕を圧搾すると、「泡盛もろみ酢」の原料と「泡盛もろみ酢粕」に分離される。その泡盛もろみ酢粕の乳牛飼料としての利用可能性について検討する。

泡盛もろみ酢粕の栄養成分は可消化養分総量 (TDN) が83.0%, 粗タンパク質 (CP) が47.7%であり、購入飼料の大豆粕とほぼ同等の栄養価であった。その栄養成分結果により、乾物あたり3%の大豆粕あるいは泡盛もろみ酢粕を混合飼料 (TMR) 調整し、大豆粕区と泡盛もろみ酢粕区に区分設定し、泌乳牛に給与した結果、以下のとおりであった。

1. 乾物摂取量、体重およびボディーコンディションスコア (BCS) は両区に有意な差は認められなかった。
2. 血液性状の総タンパク (TP), アルブミン (ALB), 尿素窒素 (BUN), 総コレステロール (T-cho), 遊離脂肪酸 (FFA), 総ケトン体, アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (AST), γ -グルタミルトランスぺプチダーゼ (γ -GTP), カルシウム (Ca), 無機リン (IP), マグネシウム (Mg) は両区とも正常範囲内で、有意な差は認められなかった。
3. 乳量および乳成分は両区に有意な差は認められなかった。

以上のことから、泡盛もろみ酢粕は、乳牛の飼料として乾物給与量の3%, 現物で1頭当たり15kg程度の給与が可能で、購入飼料の大豆粕に代替できる。

II 結 言

「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」により、食品循環資源を有効活用した畜産の振興が今後展開されると思われる。

沖縄県の特産物に「泡盛」があり、その泡盛製造から副次的に「泡盛蒸留粕」が生産される。最近では、その「泡盛蒸留粕」の圧搾汁から、クエン酸を多く含む健康食品「もろみ酢」の原料が精製されており、その「もろみ酢」製造過程で圧搾されたものが「泡盛もろみ酢粕」となる。

2001年4月1日から2002年3月31日までの泡盛出荷量は22361klで、年々出荷量が増加している¹⁾。泡盛出荷量から泡盛もろみ酢粕の生産量を推定すると、最大で乾物あたり20586tの泡盛もろみ酢粕が生産される可能性がある。

これまでに畜産では泡盛蒸留粕を養豚飼料として活用された²⁾が、最近、健康ブームでもろみ酢精製により泡盛蒸留粕を手に入れることがほとんど困難である。いっぽう、泡盛もろみ酢粕は飼料としてほとんど利用されていない。

そこで、食品循環資源の再生利用を目的として、泡盛もろみ酢粕をホルスタイン種搾乳牛へ給与し、購入飼料代替の可能性を検討する。

III 材料および方法

1. 試験期間および場所

試験は2003年8月25日から同年10月5日までの6週間、沖縄県畜産試験場にて実施した。

2. 供試牛

供試牛は当場で飼養しているホルスタイン種搾乳牛12頭を用いた。供試牛の乳量は 36.9 ± 4.7 kg/日 (範囲: 最小28.4kg/日, 最大45.1kg/日), 分娩後日数は 177 ± 78 日 (範囲: 最小70日, 最大358日),

産次数は 2.5 ± 1.7 産（範囲：最少初産次，最多6産次），体重は 708 ± 99 kg（範囲：最小594kg，最大900kg）であった。

3. 試験方法

試験は，最初2週間は予備期で，最後1週間を本試験とする，1期3週間のクロスオーバー法³⁾により実施した。

4. TMRの配合割合，栄養成分および試験区分

供試TMRの配合割合および栄養成分は表1に示した。泡盛もろみ酢粕をTMRの乾物あたり3%配合する区を泡盛もろみ酢粕区とし，大豆粕をTMRの乾物あたり3%配合する区を大豆粕区とした。TMRミキサー（DM-800M，コンプリートサービス社製）で泡盛もろみ酢粕を混合する際，泡盛もろみ酢粕が塊にならないように重量比3倍の水に溶かして混合した。

表1 TMRの配合割合および栄養成分

項 目	泡盛もろみ酢粕区	大豆粕区
配合割合 (%DM)		
泡盛もろみ酢粕	3.0	—
大豆粕	—	3.0
エンバク乾草	25.5	25.5
アルファルファ乾草	15.4	15.4
自家配合飼料	53.1	53.1
ミネラル・ビタミン剤	3.0	3.0
栄養成分		
乾物率 (%)	81.8	91.5
TDN (%DM)	72.0	72.1
C P (%DM)	16.5	16.7
NDF (%DM)	32.9	32.4
ADF (%DM)	18.1	17.7

注) TDN：可消化養分総量，CP：粗タンパク質，NDF：中性デタージェント繊維，ADF：酸性デタージェント繊維。

5. 飼養管理方法

馴致予備期の最初1週間をフリーバーンにて飼養し，2週目以降スタンションによる繋ぎ飼いをした。飼料給与は日本飼養標準⁴⁾のTDN要求量の130%を目安にTMRを1日4回に分けて給与し，飲水は自由摂取とした。

6. 調査項目

1) 飼料栄養成分

飼料栄養成分は，乾物率，TDN，CP，粗脂肪（EE），中性デタージェント繊維（NDF），酸性デタージェント繊維（ADF），泡盛もろみ酢粕のpHの7項目を測定した。

2) 飼料摂取量

飼料を給与した翌日の午前9時から残飼測定を開始し，給与量と残飼量との差を飼料摂取量とした。飼料摂取量の測定は本試験最後1週間とした。

3) 体重およびBCS

体重およびBCSの測定は本試験最終日の午後1時から実施した。BCSはFergusonのボディコンディション評価法⁵⁾により評価した。

4) 泌乳成績

搾乳は朝夕の1日2回とし，泌乳成績は本試験最後3日間の平均乳量および平均乳成分を調査した。乳量はミルクメーターを用い，乳脂率，乳タンパク質率および無脂固形分率はミルコスキャン（113B，Foss Electric）を用い，体細胞数はフォソマチック（90，Foss Electric）を用いた。

5) 血液性状

血液採取は本試験最終日に体重測定後、頸静脈より採取し、静置後、3000rpmで15分間血清分離し、検査をするまで凍結保存した。血液性状はTP, ALB, BUN, T-cho, FFA, 総ケトン体, AST, γ -GTP, Ca, IP, Mgの11項目を検査依頼した。

IV 結果および考察

1. 飼料栄養成分

泡盛もろみ酢粕および大豆粕の飼料成分分析値を表2に示した。泡盛もろみ酢粕は乾物率が45.5%で、茶褐色で粘土状のものである。泡盛もろみ酢粕のTDNは購入飼料の大豆粕とほぼ同等の栄養価83.0%で、CPは大豆粕が2.9%上回っていた。泡盛もろみ酢粕のEE, NDFおよびADFは大豆粕より6.7%, 8.9%, 16.5%上回っていた。

飼料成分分析結果より、泡盛もろみ酢粕は購入飼料の大豆粕に代替できる可能性がある。泡盛もろみ酢粕のTMR配合割合を当時慣行の大豆粕と同様に乾物当たり3%に設定すると、表1に示すような泡盛もろみ酢粕区と大豆粕区がほぼ同等の栄養価に調製することができる。

表2 泡盛もろみ酢粕および大豆粕の栄養成分およびpH

項目	泡盛もろみ酢粕	大豆粕
乾物率 (%)	45.5	86.9
TDN (%DM)	83.0	82.0
CP (%DM)	47.7	50.6
EE (%DM)	8.7	2.0
NDF (%DM)	27.0	18.1
ADF (%DM)	24.2	7.7
pH	3.68	—

注) TDN: 可消化養分総量, CP: 粗タンパク質, EE: 粗脂肪,
NDF: 中性デタージェント繊維, ADF: 酸性デタージェント繊維。

2. 飼料摂取量, 体重およびBCS

泡盛もろみ酢粕の給与が乾物摂取量, 体重およびBCSに及ぼす影響を表3に示した。乾物摂取量は泡盛もろみ酢粕区が23.5kgDM/日摂取しており, 大豆粕区と有意な差は認められなかった。TDN充足率は乾物摂取量と同様な傾向であった。CP充足率は大豆粕区が112.5%で, 泡盛もろみ酢粕より高い値を示したが有意な差は認められなかった。

体重は大豆粕区が699kgで, 泡盛もろみ酢粕区より8kg多かったが, 有意な差は認められず, BCSも同様な傾向であった。

表3 泡盛もろみ酢粕給与が飼料摂取量, 体重およびボディコンディションスコアに及ぼす影響

項目	泡盛もろみ酢粕区	大豆粕区
乾物摂取量 (kgDM/日)	23.5±3.7	23.4±3.7
TDN充足率 (%)	96.9±17.6	96.4±18.0
CP充足率 (%)	111.7±19.4	112.5±20.3
体重 (kg)	691±87	699±80
ボディコンディションスコア	3.13±0.38	3.15±0.80

注) TDN: 可消化養分総量, CP: 粗タンパク質。

3. 血液性状

泡盛もろみ酢粕の給与が血液性状に及ぼす影響を表4に示した。泡盛もろみ酢粕区はBUNが13.2mg/dlで、T-choが186mg/dlと大豆粕区より低く、TPが7.7g/dlで、総ケトン体が545.4 μ mol/lで、ASTが86.3 IU/lと高い値を示したが、両区に有意な差は認められなかった。また、いずれの項目ともほぼ正常値の範囲内⁶⁾であった。このことから、泡盛もろみ酢粕給与は搾乳牛の血液性状に対して悪影響を与えず、大豆粕と同等と考えられる。

表4 泡盛もろみ酢粕給与が血液性状に及ぼす影響

項目	泡盛もろみ酢粕区	大豆粕区	正常範囲
総タンパク (g/dl)	7.7 \pm 0.3	7.6 \pm 0.3	6.5~7.5
アルブミン (g/dl)	3.3 \pm 0.2	3.3 \pm 0.2	3.0~4.5
尿素窒素 (mg/dl)	13.2 \pm 2.7	14.1 \pm 2.4	6.4~24.3
総コレステロール (mg/dl)	186 \pm 53	197 \pm 53	59~282
遊離脂肪酸 (mEq/l)	0.14 \pm 0.09	0.17 \pm 0.13	—
総ケトン体 (μ mol/l)	545.4 \pm 92.6	486.8 \pm 81.0	—
AST (IU/l)	86.3 \pm 33.5	78.4 \pm 28.0	59~64
γ -GTP (IU/l)	40.6 \pm 12.4	40.4 \pm 14.9	11~32
カルシウム (mg/dl)	9.4 \pm 0.5	9.4 \pm 0.4	8.4~10.8
無機リン (mg/dl)	5.8 \pm 0.8	5.7 \pm 1.1	3.9~7.9
マグネシウム (mg/dl)	2.5 \pm 0.2	2.6 \pm 0.2	1.9~3.1

注1) AST：アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ。

2) γ -GTP： γ -グルタミルトランスぺプチダーゼ。

4. 泌乳成績

泡盛もろみ酢粕の給与が泌乳成績に及ぼす影響を表5に示した。泡盛もろみ酢粕区は乳量34.7kg、乳タンパク質量1128g、乳タンパク質率3.27%、乳脂量1529g、乳脂率3.82%および乳糖率4.39%で大豆粕区より低い値を示したが、両区に有意な差は認められなかった。

表5 泡盛もろみ酢粕給与が泌乳成績に及ぼす影響

項目	泡盛もろみ酢粕区	大豆粕区
乳生産量		
乳量 (kg/日)	34.7 \pm 4.9	35.0 \pm 4.7
乳タンパク質量 (g/日)	1128 \pm 143	1157 \pm 169
乳脂量 (g/日)	1529 \pm 254	1633 \pm 383
乳成分		
乳タンパク質率 (%)	3.27 \pm 0.34	3.32 \pm 0.16
乳脂率 (%)	3.82 \pm 0.48	3.92 \pm 0.66
乳糖率 (%)	4.39 \pm 0.24	4.68 \pm 0.91
体細胞数 (千個/ml)	73 \pm 45	77 \pm 48

以上のことから、泡盛もろみ酢粕は乳牛飼料として乾物給与量の3%、現物で一頭当たり15kg程度給与が可能で、購入飼料の大豆粕に代替できることが明らかになった。

沖縄県内では2003年1月から12月までに飼料として大豆粕を29505t利用している⁷⁾。今後、購入飼料の大豆粕の代替として沖縄県特産物の泡盛もろみ酢粕が有効利用できればと期待したい。

謝 辞

本研究において、泡盛もろみ酢粕を提供して頂きました有限会社北琉興産・大城康志氏，ならびに牛乳成分分析を検査して頂きました沖縄県酪農農業協同組合・香村直氏に感謝申し上げます。

VI 引用文献

- 1) 沖縄国税事務所統計書 (平成13年度版), 2002, 76, 沖縄国税事務所
- 2) 高江洲義晃・新里朝春・宇地原務・仲宗根実, 1994, 肉豚への泡盛粕給与試験(4)泡盛蒸留粕給与実証試験, 沖縄畜試研報, 32, 109-116
- 3) 高橋行雄・大橋靖雄・芳賀敏郎, 1991, クロスオーバー法, 竹内啓監修, 東京大学出版会, SASによる実験データの解析, 129-146
- 4) 農林水産省農林水産技術会議事務局, 1999, 日本飼養標準 乳用牛 (1999年度版), 63-64, 中央畜産会
- 5) よく分かるボディコンディションスコアリング, 1997, 1-37, 株式会社デーリィジャパン社
- 6) 木田克弥, 代謝プロファイルテストの実際, 内藤善久・浜名克己・元井霞子編, 文永堂出版, 生産獣医療における牛の生産病の実際, 17-20
- 7) 沖縄県農林水産部畜産課内部資料

研究補助：又吉康成, 赤嶺圭作, 石垣 新, 小浜健徳, 伊芸博志, 宮里貴志

搾乳牛へのザクロ種子給与試験

玉城政信 島袋宏俊 岡野 祥 広田哲也*
石田修三*

I 要 約

牛乳中の共役リノール酸割合およびその生産量の向上を目的として、プニカ酸を乾物中に14.9%含むザクロ種子を搾乳牛に対し1日1頭当たり500g給与した。その結果、ザクロ種子給与は飼料摂取量に影響を与えることはなかった。ザクロ種子給与は牛乳脂肪中の共役リノール酸割合に影響を及ぼさないが共役リノール酸生産量は、給与1週目で1日当たり0.35g増加し、2週目で0.13g増加した。しかし、有意な差は認められなかった。

II 結 言

国内ではあらゆる食料が豊富に供給され、求めれば簡単に手に入る状況にある。その供給により体位の向上や平均寿命の延長などをもたらすが、いっぽう肥満や生活習慣病発症の原因ともなっている¹⁾。そこで食料は、単にエネルギーの供給だけでなく、微量ではあるが動物体内で特殊な生理作用を有する有益物質、すなわち機能性物質を含むものが求められつつある。このような状況のなか、生理機能を持つ食品成分に関する研究が行われている。

牛乳はヒトのエネルギーやタンパク質の供給源になる物質、それにビタミン類やカルシウムなどのミネラルが含まれており有益な食料であるが、Aiiら²⁾はヒトの栄養学の面から注目されているn-3系の脂肪酸を多く含む牛乳を生産できることを報告している。また、牛乳中の共役リノール酸(Conjugated Linoleic Acid)については抗がん作用があることが報告され、注目を浴びている脂肪酸の一つである^{3,4)}。

そこで、共役リノール酸の前駆物質になると思われるリノレン酸の異性体であるプニカ酸(cis-9, trans-11, cis-13)⁵⁾を多く含むザクロ種子を搾乳牛へ給与することにより牛乳中の脂肪酸組成割合および生産量への影響を検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および場所

試験は2003年12月9日から同年12月25日までの17日間とし、沖縄県畜産試験場内乳牛舎で実施した。

2. 供試牛

供試牛は当場で飼養しているホルスタイン種搾乳牛6頭を用いた。供試牛の乳量は 28.8 ± 9.2 kg/日、産次数は 1.5 ± 1.1 産、分娩後日数は 253 ± 42 日で泌乳最盛期を過ぎた搾乳牛である。

3. 試験区分および方法

試験は当場の慣行混合飼料を給与する慣行区およびザクロ種子と慣行混合飼料を給与するザクロ区に区分し、試験期間中の当初3日間は両区とも慣行混合飼料を給与する対照期間とし、その後ザクロ区には慣行混合飼料給与時に1日500gのザクロ種子をふりかけて追加給与した。

4. 供試混合飼料の配合割合および栄養成分

供試混合飼料の配合割合および栄養成分を表1に示した。混合飼料はギニア乾草とアルファルファ乾草の粗飼料現物割合が39.1%で、乾物当たり可消化養分総量(TDN)は70.3である。自家配合飼料は市販乳牛飼料のトウモロコシ、大豆粕、綿実、脂肪酸カルシウム等を混合したものである。

表1 混合飼料の配合割合および栄養成分

項目	自家配合飼料	ギニア乾草	AL乾草	ミネラル・ビタミン類	
配合割合 (%)	58.1	25.5	13.6	2.8	
項目	乾物率	TDN	CP	NDF	ADF
		乾物当たり%			
栄養成分	87.4	70.3	15.9	37.8	21.8

注)AL: アルファルファ, TDN: 可消化養分総量, CP: 粗タンパク質率, NDF: 中性デタージェント繊維, ADF: 酸性デタージェント繊維。

ザクロ種子の飼料成分および主な脂肪酸組成割合を表2に示した。飼料成分として粗脂肪が18.6%含まれており、その脂肪酸組成割合はリノレン酸の共役であるプニカ酸が80.3%の割合なので、プニカ酸は乾物中14.9%含まれている。

表2 ザクロ種子の飼料成分および主な脂肪酸組成

飼料成分	乾物率	粗タンパク質	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	可溶無窒素物
成分割合 (%)	93.2	14.2	18.6	33.0	1.6	32.6
脂肪酸組成	パルミチル酸	ステアリン酸	オレイン酸	リノール酸	プニカ酸	
割合 (%)	2.9	2.1	6.1	6.4	80.3	

注)プニカ酸 (C18:3): cis-9, trans-11, cis-13。

5. 飼養管理方法

試験期間中はスタンションによる繋ぎ飼いとす。飼料給与量は日本飼養標準⁶⁾のTDN必要量の105%に設定し、午前9時から1日4回に分けて給与、飲水は自由摂取とした。

6. 調査項目

1) 飼料摂取量

飼料を給与した翌日の午前9時から残飼を測定し、給与量と残飼量の差を飼料摂取量とした。試験開始3日間を開始時、7~9日目の3日間を1週間目および14~16日目を2週間目のデータとした。

2) 泌乳成績

試験期間中、搾乳は朝夕の2回行い、泌乳成績は試験開始から3日間を開始時、8~10日目の3日間を1週間目および15~17日目を2週間目として、乳量ミルクメータを用い、乳脂率、乳タンパク質率、無脂固形分率はミルコスキャン(113B, Foss Electric)を用い、体細胞数はフォソマチック(90, Foss Electric)を用い測定した。

3) 脂肪酸組成

脂肪酸組成の分析に用いた牛乳サンプルは試験開始から3日間を開始時、10日目を1週間目、17日目を2週間目とした。脂肪酸組成は粗脂肪を抽出後、ガスクロマトグラフ(HP5890 SERIES II カラム TC-70: GL Sciences Inc.)を用いた。

7. 統計処理

処理区間の開始時、1週間目および2週間目を Fisher の検定⁷⁾により平均値間を比較した。

IV 結果および考察

1. 飼料摂取量, TDN充足率および体重

ザクロ種子給与が飼料摂取量, TDN 充足率および体重に与える影響を表3に示した。ザクロ区の開始時の乾物摂取量は19.1kgで、1週間目20.3kg, 2週間目21.1kgと増加し、慣行区は開始時20.2kgとザクロ区より1.1kg多く摂取、1週間目、2週間目とも多く摂取する傾向にあった。TDN 摂取量も同様にザクロ区の開始時13.4kgで、週を増すごとに増加し、慣行区で高い傾向にあった。

TDN 充足率はザクロ区の開始時で94.4%であったが、2週目以降は徐々に高まっていった。慣行区も開始時は充足率が97.4%と不足であったが2週目以降はザクロ区同様徐々に高まっていった。拘束施設に入れられる動物は馴致期間が必要で、その間にストレスが減少する⁹⁾とされており、今回の開始時での養分摂取不足は、ザクロ種子給与によるものではなく供試牛が、試験前のフリーストールでの状態から繋留へと変化したためのストレス等からの一時的な飼料摂取量の減少があったためと考えられる。

体重は、ザクロ区の開始時で672.7kgであったが、2週目では652.0kgと16.7kg減少した。慣行区でも同じく13.3kg減少した。調査項目における各区内での統計的に有意な差は認められなかった。

表3 ザクロ種子給与が飼料摂取量、TDN充足率および体重に与える影響

乾物摂取量(kg)	開始時	1週目	2週目
ザクロ区	19.1±1.8	20.3±3.1	21.1±2.4
慣行区	20.2±3.5	21.1±1.8	22.5±2.7
TDN摂取量(kg)			
ザクロ区	13.4±1.3	14.3±2.2	14.8±1.7
慣行区	14.2±2.5	15.1±1.3	15.8±1.9
TDN充足率(%)			
ザクロ区	94.4±6.3	104.0±10.7	107.2±6.3
慣行区	97.4±20.9	101.3±18.4	112.3±29.4
体重(kg)			
ザクロ区	672.7±41.9		656.0±41.6
慣行区	717.3±80.4		704.0±81.7

注) TDN：可消化養分総量。

2. 泌乳成績

ザクロ種子給与が泌乳成績に与える影響を表4に示した。乳量はザクロ区の開始時31.0kg、1週目29.0kg、2週目29.1kgと1週目および2週目は開始時に比べて減少した。このことは今回供試した搾乳牛は分娩後少なくとも176日を経過しており、島袋ら⁹⁾の報告の泌乳最盛期を過ぎた泌乳量減少期であるためと考えられた。慣行区も同様な傾向であった。

乳脂率はザクロ区で開始時3.82%とその後3.98、4.09%と徐々に高まったが、統計的に有意な上昇ではなく、乳脂率に関するザクロ種子給与の効果はなかったと考えられた。慣行区は4.74~4.79%と高い値になった。乳脂率の変動幅は乳成分中最も大きく、粗・濃比、飼料中の酸性デタージェント繊維(ADF)率のバランスにより変化する¹⁰⁾が、同一の混合飼料を用いている今回の試験においては、個体差なども一因と考えられた。

乳脂肪生産量は、乳脂率と乳量を反映しザクロ区で1138~1180gで推移し、慣行区は1344~1399gの範囲であった。

無脂固形分率は、ザクロ区で9.03~9.06%、慣行区で9.36~9.41%の範囲内であった。

乳糖率はザクロ区で4.54~4.56%とその変動幅は少なかった。慣行区も4.44~4.52%と同様であった。

調査項目における各区内での統計的に有意な差は認められなかった。

表4 ザクロ種子給与が泌乳成績に与える影響

乳量(kg)	開始時	1週目	2週目
ザクロ区	31.0±3.9	29.0±4.0	29.1±3.0
慣行区	30.6±18.1	29.3±10.1	29.3±14.8
乳脂率(%)			
ザクロ区	3.82±0.76	3.98±0.64	4.09±0.35
慣行区	4.79±0.57	4.76±0.19	4.74±0.49
乳脂肪生産量(g)			
ザクロ区	1180±235	1138±82	1178±95
慣行区	1399±645	1378±414	1344±547
乳タンパク質(%)			
ザクロ区	3.50±0.20	3.47±0.24	3.51±0.24
慣行区	3.94±0.37	3.85±0.21	3.89±0.22
無脂固形分率(%)			
ザクロ区	9.06±0.23	9.03±0.25	9.06±0.24
慣行区	9.39±0.21	9.36±0.14	9.41±0.12
乳糖率(%)			
ザクロ区	4.56±0.04	4.56±0.01	4.54±0.02
慣行区	4.44±0.32	4.52±0.30	4.51±0.32

3. 牛乳中の脂肪酸組成

ザクロ種子給与が牛乳脂肪中の脂肪酸組成割合に与える影響を表5に示した。最も多い脂肪酸はパルミチン酸でザクロ区の開始時29.90%, 1週目30.07%, 2週目28.83%であり, 各調査時点による有意な差は認められなかった。慣行区はザクロ区より高めの値で推移した。次に多いのはオレイン酸でザクロ区は25.67~26.17%で推移し, 各調査時点での有意な差は認められなかった。なお, オレイン酸はザクロ区で高い傾向を示すものの全国54カ所のパルク乳を調べた相井³⁾や科学技術庁の報告¹¹⁾の範囲内であった。

リノレン酸はザクロ区および慣行区とも0.27~0.30%の範囲で, ほぼ同じ値であった。

共役リノール酸はザクロ区の1週目で0.67%とわずかに高い値を示したが開始時0.60%および2週目の0.57%とは有意な差は認めなかった。

表5 ザクロ種子給与が牛乳脂肪中の主要脂肪酸組成割合に与える影響

脂肪酸組成	区分	開始時(%)	1週目(%)	2週目(%)
ラウリン酸 (C12:0)	ザクロ区	3.27±0.65	3.03±0.65	3.20±0.60
	慣行区	3.40±0.10	3.27±0.25	3.40±0.36
ミリスチン酸 (C14:0)	ザクロ区	10.63±0.59	10.60±0.50	10.20±0.56
	慣行区	11.47±0.31	11.57±0.42	11.67±0.85
パルミチン酸 (C16:0)	ザクロ区	29.90±0.78	30.07±1.27	28.83±0.61
	慣行区	32.90±4.53	30.70±1.71	30.57±2.04
ステアリン酸 (C18:0)	ザクロ区	9.30±1.74	10.00±0.95	11.33±1.00
	慣行区	9.20±2.81	10.77±1.62	11.43±1.59
オレイン酸 (C18:1)	ザクロ区	26.17±2.75	25.70±2.12	25.67±1.15
	慣行区	21.87±2.57	22.20±2.38	22.37±1.36
リノール酸 (C18:2 n-6)	ザクロ区	2.37±0.06	2.37±0.12	2.40±0.10
	慣行区	2.00±0.10	1.93±0.15	2.07±0.12
リノレン酸 (C18:3 n-3)	ザクロ区	0.30±0.00	0.30±0.00	0.30±0.00
	慣行区	0.27±0.06	0.30±0.00	0.30±0.00
共役リノール酸 (CLA)	ザクロ区	0.60±0.00	0.67±0.06	0.57±0.06
	慣行区	0.47±0.06	0.47±0.06	0.40±0.00

ザクロ種子は共役リノール酸の前駆物質になると思われるプニカ酸を多く含み、そのプニカ酸はリノレン酸の異性体である。

ザクロ種子給与が牛乳脂肪中の共役リノール酸生産量に与える影響を表6に示した。ザクロ区の開始時で1日6.37gの共役リノール酸が牛乳中に生産されて、1週目で6.72gとなり開始時より0.35g増加し、2週目でも6.50gと開始時より0.13g増加した。ザクロ種子給与により牛乳脂肪中の共役リノール酸生産量が増加する傾向はあるものの統計的に有意な差は認められなかった。

表6 ザクロ種子給与が牛乳脂肪中の共役リノール酸生産量に与える影響

区分	開始時 (g)	1週目 (g)	2週目 (g)
ザクロ区	6.37±1.27	6.72±0.53	6.50±1.10
慣行区	5.66±1.83	5.72±2.36	5.16±2.56

謝 辞

本研究において牛乳成分分析に多大なご協力をして頂きました沖縄県酪農農業協同組合・香村直氏および試験設計指導をして頂いた鯉淵学園・相井孝允博士に感謝申し上げます。

VI 引 用 文 献

- 1) 科学技術庁資源調査会, 2000, 新編食品成分表, 214-230, 一橋出版
- 2) Aii T., M.Tamaki, H.Simabukuro, S.Kiyosue, M.Nakano, H.Hayasawa, T.Shimizu and S.Ishida 1998, The production of milk rich in α -linolenic acid by feeding a large amount linseed to cows, *Anim Sci. j.* **69**, 841-853
- 3) 相井孝允, 2002, 生産獣医医療システム 5 乳牛編 3, 社団法人全国家畜畜産物衛生指導協会, 298-302
- 4) 山崎信, 2001, 「共役リノール酸」, 畜産技術, 社) 畜産技術協会, 4, 38
- 5) Iwabuchi M., J.Murase and J.Imamura 2003, Delta 12-oleate desaturase-related enzymes associated with formation of conjugated trans-delta 11,cis-delta 13 double bonds, *J.Biol.Chem.* **278**,4603-4610
- 6) 農林水産省農林水産技術会議事務局, 1999, 日本飼養標準 乳用牛 (1999年版), 23-29, 中央畜産会
- 7) 新城明久, 1996, 新版生物統計学入門—計算マニュアル—, 46-55, 朝倉書店
- 8) Irvin T.Omtvedt 北海道農業試験場訳, 1988, Guide for the care and use of agricultural animals in agricultural research and teaching, 28-31, 社団法人畜産技術協会
- 9) 島袋宏俊・玉城政信・知念雅昭, 1999, 沖縄県におけるホルスタイン種乳用牛の産乳性(3)乳量階層別泌乳曲線, 沖縄畜試研報, **37**, 9-15
- 10) 農林水産省農林水産技術会議事務局, 1994, 日本飼養標準 乳用牛 (1994年版), 63-64, 中央畜産会
- 11) 五明紀春・長谷川恭子, 1993, アミノ酸&脂肪酸組成表, 210-211, 女子栄養大学出版部

沖縄県内で飼育されている乳牛の血液性状実態調査

島袋宏俊 玉城政信 岡野祥

I 要 約

沖縄県内で飼育されている乳牛の血液性状の実態を把握する目的で、4戸の酪農家のホルスタイン種乳牛延べ418頭について、乳期別および日乳量別に乳量、乳脂肪、乳タンパク質率および血清中の総タンパク (TP), アルブミン (ALB), アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (AST), γ -グルタミルトランスペプチダーゼ (γ -GTP), 尿素窒素 (BUN), 総コレステロール (T-cho), 遊離脂肪酸 (FFA), 総ケトン体, 中性脂肪 (TG), カルシウム (Ca), 無機リン (IP), マグネシウム (Mg) の12項目について調査し、乾乳から分娩前22日目までを乾乳期区とし、分娩前21日目から分娩までを乾乳末期区、日乳量が20kg未満を20kg未満区、20kg以上30kg未満を20kg区、30kg以上40kg未満を30kg区、40kg以上を40kg以上区に区分し、一元配置分散分析法により各区の比較を行ったところ、以下のとおりであった。

1. ボディーコンディションスコア (BCS) は乾乳末期区が3.51と最も高く、40kg以上区の牛群で2.71と最も低かった。
2. 乳脂率は20kg未満区が4.39%と最も高く、40kg以上区が3.33%で、20kg未満区および20kg区より有意に低く、生乳取り引き規格の3.50%を下回った。
3. T-choは乾乳末期区が83mg/dlと最も低く、泌乳牛群より1%水準で有意に低かった。また、泌乳牛間では30kg区が220mg/dlと最も高く、20kg未満区の180mg/dlより1%水準で有意に高かった。
4. FFAは乾乳末期区が0.27mEq/Lで、20kg未満区および20kg区の0.13mEq/Lより1%水準で有意に高い値であった。
5. Caは乾乳末期区が8.8mg/dlで、30kg区および40kg以上区の泌乳牛に比べると5%水準で有意に低い値であった。

II 結 言

乳牛個体ごとの血液性状は生理的あるいは病的状態を反映して変化するのみでなく、牛群の飼養管理や乳生産状況と密接に関係を持ちながら変化する¹⁾。個体ごとに乳牛の血液性状を把握することは飼養管理上重要であると思われる。

そこで、沖縄県内で飼育されている乳牛の血液性状の実態を把握する目的で、4戸の酪農家のホルスタイン種乳牛延べ418頭について、乳期別および日乳量別に乳量、乳脂率、乳タンパク質率および血液性状のTP, ALB, AST, γ -GTP, BUN, T-cho, FFA, 総ケトン体, TG, Ca, IP, Mgの12項目について調査した。

III 材料および方法

1. 調査期間および場所

2002年1月9日から2003年6月11日までの間に、県内の酪農家4戸で実施した。

2. 調査牛

酪農家4戸において飼養しているホルスタイン種乳牛延べ418頭を調査した。

3. 調査区分

乾乳牛を2区、泌乳牛を4区に区分した。乾乳牛の区分は乾乳期を乾乳から分娩前22日目までを乾乳期区、分娩前21日目から分娩までを乾乳末期区、泌乳牛の区分は日乳量階層別に日乳量が20kg未満を20kg未満区、20kg以上30kg未満を20kg区、30kg以上40kg未満を30kg区、40kg以上を40kg以上区とした。

4. 調査項目

1) 区分ごと調査延べ頭数

区分ごとの調査延べ頭数を計数した。

2) 分娩後日数

採血日における泌乳牛の分娩後日数を調査した。

3) BCS

BCSは採血時にFergusonのボディコンディション評価法²⁾により評価した。

4) 泌乳成績

泌乳成績は乳用牛群検定普及定着化事業（牛群検定）の検定成績から採血日1週間以内の乳量、乳脂率および乳タンパク質率の成績を用いた。

5) 血液性状

採血は牛群検定の1週間以内に実施した。血清は尾静脈より採血し、静置後、3000rpmで15分間遠心分離機（KN-70, KUBOTA）により血清分離し、検査をするまで-20℃で凍結保存した。血液性状の検査項目はTP, ALB, AST, γ -GTP, BUN, T-cho, FFA, 総ケトン体, TG, Ca, IP, Mgの12項目とした。各項目の平均値を求めた。

5. 統計処理

一元配置分散分析法³⁾により、各区平均値の差を比較した。

IV 結果および考察

1. 区分ごとの調査牛延べ頭数

区分ごと調査牛延べ頭数を表2に示した。乾乳牛は乾乳期区および乾乳末期区を合わせて47頭で、全体の11.2%であった。泌乳牛は20kg区が151頭と最も多く、泌乳牛全体の40.7%を占め、次いで30kg区の31.3%であった。

表2 区分ごと調査牛延べ頭数 (頭)

項目	乾乳牛		泌乳牛				合計
	乾乳期区	乾乳末期区	20kg未満区	20kg区	30kg区	40kg以上区	
泌乳成績	0	0	55	151	116	49	418
血液性状	34	13	55	151	116	49	371

注) 分娩後日数およびBCSは血液性状と同じ頭数である。

調査項目の全体の成績を表3に示した。ALB, BUNおよびCaの平均値は基準値¹⁾より低い値を示し, TP, AST, γ -GTP, T-cho, FFAおよびIPの平均値は高い値を示した。

表3 各項目の全体の成績

項目	平均	最大	最小	基準値 ¹⁾
分娩後日数	178±155	930	0	—
BCS	2.95±0.46	4.50	2.00	3.05±0.66
乳量 (kg/日)	29.3±9.0	57.0	8.7	—
乳脂率 (%)	3.81±0.67	6.39	2.42	—
乳タンパク質 (%)	3.36±0.42	5.07	2.41	—
TP (g/dl)	7.7±0.7	9.9	5.6	6.5~7.5
ALB (g/dl)	3.1±0.3	3.8	2.0	3.8±0.3
AST (log10IU/l)	1.88±0.14	2.60	1.11	1.77±0.09
γ -GTP (IU/l)	32±15	227	13	21±5
BUN (mg/dl)	12.4±3.1	27.4	5.7	15.3±4.5
T-cho (mg/dl)	192±66	424	14	171±56
FFA (mEq/l)	2.12±0.21	3.23	1.78	2.04±0.25
総ケトン体 (mEq/l)	624±205	1686	250	—
TG (mg/dl)	6±4	20	1	—
Ca (mg/dl)	9.3±0.6	10.8	2.8	9.6±0.6
IP (mg/dl)	6.2±1.0	9.5	1.3	5.9±1.0
Mg (mg/dl)	2.5±0.3	3.3	1.1	2.5±0.3

注) BCS:ボディコンディションスコア, TP:総タンパク, ALB:アルブミン,
AST:アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ,
 γ -GTP: γ -グルタミルトランスぺプチダーゼ, BUN:尿素窒素,
T-cho:総コレステロール, FFA:遊離脂肪酸, TG:中性脂肪,
Ca:カルシウム, IP:無機リン, Mg:マグネシウム。

分娩後日数, BCS, 乳成分および血液性状を表4に示した。分娩後日数は40kg区が105日と最も短く, 乳量が増えるにしたがって短くなった。BCSは乾乳末期区が3.51と最も高く, 40kg以上区の牛群で2.71と最も低かった。乳脂率は20kg未満区が4.39%と最も高く, 40kg以上区が3.33%で, 20kg未満区および20kg区より有意に低く, 生乳取り引き規格の3.50%を下回った。T-choは乾乳末期区が83mg/dlと最も低く, 泌乳牛群より1%水準で有意に低かった。また, 泌乳牛間では30kg区が220mg/dlと最も高く, 20kg未満区の180mg/dlより1%水準で有意に高かった。FFAは乾乳末期区が0.27mEq/lで, 20kg未満区および20kg区の0.13mEq/lより1%水準で有意に高い値であった。Caは乾乳末期区が8.8mg/dlで, 30kg区および40kg以上区の泌乳牛に比べると5%水準で有意に低い値であった。

表4 分娩後日数、BCS、乳成分および血液性状の成績

項目	乾乳牛		泌乳牛			
	乾乳期区	乾乳末期区	20kg未満区	20kg区	30kg区	40kg以上区
分娩後日数	—	—	318±137 ^a	244±139 ^b	183±106 ^c	105±62 ^d
BCS	3.35±0.49 ^a	3.51±0.57 ^a	3.13±0.48 ^{ab}	2.95±0.38 ^{bc}	2.77±0.38 ^{cd}	2.71±0.37 ^{cd}
乳成分						
乳脂率(%)	—	—	4.39±0.77 ^a	3.89±0.60 ^b	3.62±0.55 ^c	3.33±0.44 ^c
乳タンパク質率(%)	—	—	3.72±0.60 ^a	3.45±0.36 ^b	3.23±0.29 ^{ca}	3.03±0.20 ^{cb}
血液性状						
TP (g/dl)	7.7±0.5	7.1±0.7 ^a	7.7±0.6	7.7±0.7	7.7±0.6	7.8±0.5 ^b
ALB (g/dl)	3.1±0.2	3.0±0.3	3.1±0.3	3.1±0.3 ^a	3.1±0.2	3.2±0.2 ^b
AST(log10IU/l)	1.79±0.11 ^a	1.88±0.17	1.85±0.10	1.88±0.15	1.93±0.13 ^b	1.92±0.14
γ-GTP (IU/l)	26±8	25±8	33±13	32±10	34±9	37±29
BUN (mg/dl)	10.0±3.1 ^{aa}	11.0±2.4	12.3±2.8 ^b	12.6±2.8 ^b	12.9±3.2 ^b	13.3±3.3 ^b
T-cho (mg/dl)	112±56 ^a	83±20 ^a	180±48 ^b	207±55 ^{bc}	220±55 ^c	215±52 ^{bc}
FFA (mEq/l)	0.15±0.08	0.27±0.42 ^a	0.13±0.08 ^b	0.13±0.09 ^b	0.14±0.09	0.15±0.07
総ケトン体 (mEq/l)	516±151 ^a	589±299	573±160	634±201	661±225 ^b	647±186
TG (mg/dl)	12±4 ^a	13±5 ^a	7±3 ^b	5±2 ^c	5±2 ^c	4±1 ^c
Ca (mg/dl)	9.1±0.4	8.8±0.5 ^a	9.2±0.5	9.3±0.6	9.4±0.5 ^b	9.5±0.5 ^b
IP (mg/dl)	5.8±1.0	6.0±0.9	6.3±0.9	6.4±0.9	6.2±0.9	6.1±1.0
Mg (mg/dl)	2.5±0.2	2.3±0.4	2.5±0.2	2.4±0.3	2.5±0.2	2.5±0.3

注1) BCS:ボディコンディションスコア, TP:総タンパク, ALB:アルブミン,

AST:アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ, γ-GTP:γ-グルタミルトランスペプチダーゼ,

BUN:尿素窒素, T-cho:総コレステロール, FFA:遊離脂肪酸, TG:中性脂肪, Ca:カルシウム,

IP:無機リン, Mg:マグネシウム.

2) 異符号の大文字間に1%水準で, 小文字間に5%水準で有意差あり。

今回の血液性状においては乾乳牛と日乳量別泌乳牛の各調査項目の平均値を示したが、今後さらに県内で飼育されている乳牛のハードヘルスの観点から、各項目の相関関係を考察し、季節別あるいは栄養水準ごとに検討する必要があると思われる。

謝 辞

本研究において、資料収集にご協力をして頂きました沖縄県酪農農業協同組合・香村直氏に感謝申し上げます。

VI 引用文献

- 1) 木田克弥, 代謝プロファイルテストの実際, 内藤善久・浜名克己・元井霞子編, 文永堂出版, 生産獣医療における牛の生産病の実際, 17-20
- 2) よく分かるボディコンディションスコアリング, 1997, 1-37, 株式会社デーリージャパン社
- 3) エクセル統計97 (オフィシャルマニュアル), 1997, 52-53, 株式会社社会情報サービス

研究補助: 又吉康成, 赤嶺圭作, 石垣 新, 小浜健徳, 伊芸博志, 宮里貴志

飼料混合機での粉じん飛散軽減対策

玉城政信 島袋宏俊 岡野 祥

I 要 約

飼料混合機での飼料調製時の粉じんの低減化を目的として、平均気温14.3℃、平均湿度72.3%、平均風速0.83m/sの条件下で飼料混合機の投入口にカバーを設置した区と設置なしの対照区とを比較検討し、粉じん量は粘着シートに付着した量から求めた。飼料混合機から2mの範囲ではカバー設置により対照区より1/4に低減した。風速と粉じん量については相関は認められるものの温度、湿度とは関係が認められなかった。

これらのことから、飼料混合機の投入部にカバーを設置することは粉じんの飛散軽減に効果があることが明らかになった。

II 結 言

物の粉碎、選別、機械的処理などに伴い発生する粉じん¹⁾は、窯業、土木、工場などで問題になっている²⁾。いっぽう、畜舎内で発生する粉じんは、主として飼料、敷料、排泄物、家畜の表皮、毛などであり³⁾、粉じんは家畜に呼吸器系をはじめとする諸々の障害を与えるほか、微生物が付着して感染伝搬の役割も果たしている³⁾。

近年、牛飼養技術として濃厚飼料と粗飼料を混合した混合飼料（TMR）の有効性が実証され⁴⁾、沖縄県内では酪農家に普及している。TMRは一般的にある程度の水分が必要であるが、亜熱帯地域である本県では、保存上の問題から乾草での調製が中心となっている。しかしながら、材料の水分割合が少ないと飼料攪拌中に粉じんが発生し易く、家畜およびヒトの健康面での問題が懸念される。

粉じんの中で作業するヒトは、結膜炎、鼻アレルギー、気管支喘息、皮膚炎などが引き起こされると報告⁵⁾され、また、びまん性間質性肺炎⁶⁾、じん肺および肝臓障害⁷⁾の頻度も高いと海老原らは報告している。

粉じんによる障害の防止は、適切な防じん対策を講じて粉じんの発生をできるだけ抑えることにある。そこで、TMR調製時の粉じん飛散軽減策を検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 供試材料

飼料混合機は、沖縄県畜産試験場乳牛舎に設置されている細断機能付きのCSコンプリートフィーダ（株式会社ハウジツ社製 DM-800MK）を使用し、飼料は当場の通常の乳牛飼料設計で粗飼料はエン麦乾草を中心に現物で385kg（全体の43%）、粒状飼料は市販配合飼料ら8品目で483kg（全体の55%）、粉状飼料は添加剤18kg（全体の2%）で表1に示すとおりである。飼料混合機に投入する前のギニアグラス乾草の平均長さは25cm、エン麦乾草20cm、アルファルファ乾草5cm程度である。

表1 供試材料の投入量、現物割合等

飼料区分	粗飼料			粒状飼料		粉状飼料		計
	エン麦乾草	AL乾草	ギニア乾草	配合飼料	その他	ミネラル剤	その他	
投入量(kg)	180	145	60	272	211	14	4	886
割合(%)	20.3	16.4	6.8	30.7	23.8	1.6	0.5	
粗飼料長さ(cm)	20	5	25					

注)AL：アルファルファ。

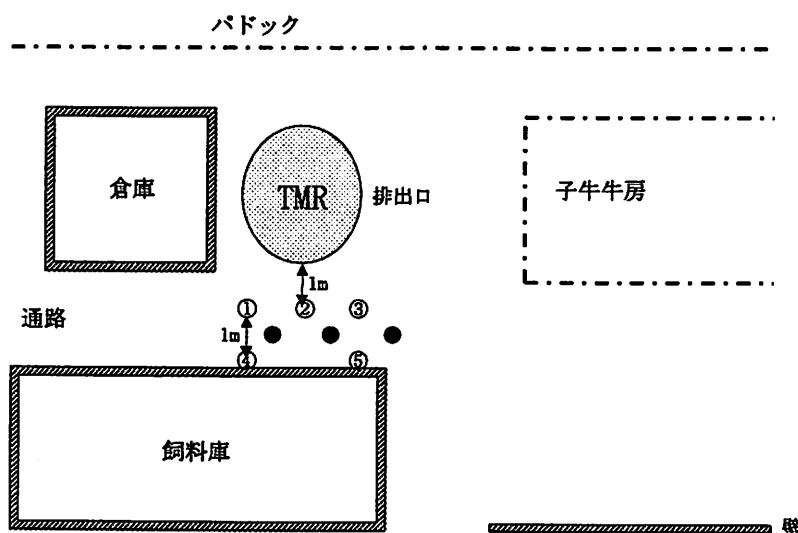
2. 試験方法および区分

2003年2月2日から2月12日の間に試験を実施し、風速は風速計（株式会社カスタム社製 CW-30）、温湿度の測定には、温湿度計（ESPEC 社製 RS-10）を用いた。粉じん量の測定は、試験開始3時間前に飼料混合機およびその周辺を掃き掃除した後に粘着シート（スウェーデン・シルバー社製340mm×600mm）を用い、飼料混合機を運転後1時間で粘着シートに付着した粉じんの重量から運転前1時間に付着した重量を差し引いた量を飛散粉じん重量とした。粘着シート設置場所は図1に示し、その床面からの高さは150cmとした。

試験区分は、飼料混合機の上部材料投入口をシートでカバーするカバー設置区と設置されていない通常のものとして3反復により比較した。なお、試験期間中は飼料混合機周辺での人工送風はしていない。

3. 統計処理試験方法および区分

統計処理は、両区間の平均値間をt検定⁹⁾により比較した。



注) ①～⑤は粘着シート，●風速測定場所。

図1 飼料混合機と粘着シートの設置場所

IV 結果および考察

1. 試験期間中の温湿度および風速

試験期間中の温湿度および風速を表2に示した。飼料混合機周辺の温度は14.3℃、湿度が72.3%であった。風速については舎外が2.67m/sであったが飼料混合機周辺風速が0.83m/sあるのは、2方向に壁があるために低い値になったと考えられた。

表2 試験期間中の温湿度および風速

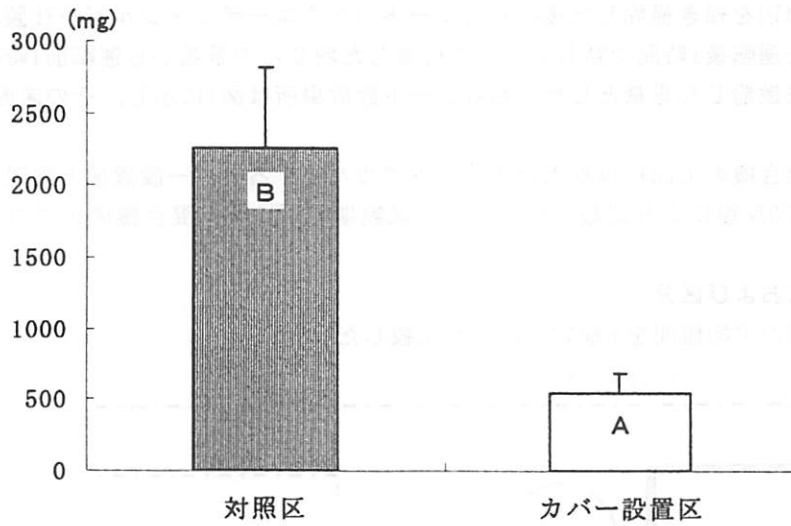
区分	飼料混合機周辺			外部
	温度(℃)	湿度(%)	風速(m/s)	風速(m/s)
	14.3±1.8	72.3±10.5	0.83±0.24	2.67±0.42

2. 飼料混合機における飛散粉じん量

各区における飛散粉じん量を1m²あたりに換算して図2に示した。カバー設置区は552mgで、対照区の2258mgの約1/4の飛散粉じん量で、その値は1%水準で有意に低減した。このことは成清ら⁹⁾が陶器工場の粉じん対策として粉じんブースの開口面を縮小することが有効と報告した結果と同じとなり、開口部を小さくすることは、飼料混合機の運転時の粉じん飛散防止に有効と考えられた。

いっぽう、カバー設置区においても粉じん飛散が認められたことは、飼料混合機の開口部が、投入口

の他にも取り出し口および制御プレートがあり、今回の投入口の密閉のみでは、粉じんのすべを飛散防止することは不十分であると考えられた。



注) 異符号間に1%水準で有意差あり。

図2 飛散粉じん量 (m²当たり)

3. 飛散粉じん量と風速、温度、湿度との相関

飼料混合機でのカバー設置における飛散粉じん量と風速との関連を図3に示した。風速が速くなるに伴い粘着シートに付着する飛散粉じん量は少なくなった。このことは、風速が増すと粉じんが運ばれ飛散範囲が広まり濃度は薄くなるとの中村ら¹⁰⁾の報告と一致し、飼料混合機からの飛散粉じん量は同じと考えられるので風によって粉じんが広範囲に飛散拡大した結果、測定場所での粉じん量が低下したものと考えられた。

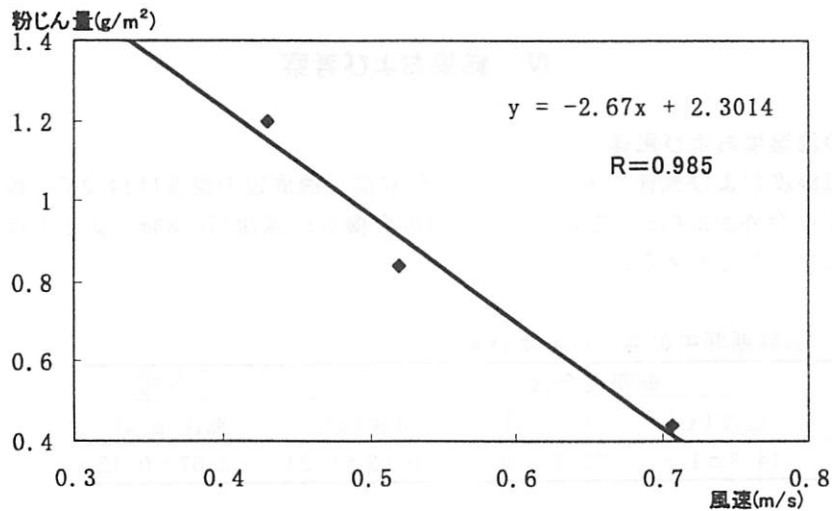


図3 飼料混合機でのカバー設置時の飛散粉じん量と風速の関係

各区における飛散粉じん量と風速、温度、湿度との相関係数を表3に示した。対照区における飛散粉じん量と風速の相関係数は0.712とカバー設置区に比べて低い値となった。温度や湿度も相関係数は低い値となった。このことは粉じんの飛散は、観測点が限定されている場合、今回の調査項目には含まれていない要因である気動も重要な関連があると考えられた。

表3 飛散粉じん量と風速、温度、湿度との相関係数

区 分	カバー設置区	対照区
風 速	0.985	0.712
温 度	0.351	0.049
湿 度	0.351	0.385

V 引用文献

- 1) 芋陽一，2002，環境ハンドブック，96-97，社団法人産業環境管理協会
- 2) 産業調査会辞典出版センター，2003，環境技術・装置辞典，1222-1229，(株)平河工業社
- 3) 農文協，1995，畜産環境対策大辞典，56-58
- 4) 知念雅昭・玉城政信・島袋宏俊，1998，子牛育成技術の確立(5)TMR の給与が黒毛和種子牛の発育に及ぼす効果，沖縄畜試研報，36，41-54
- 5) 黒川清・武谷雄二・松尾宣武・松田暉，2001，健康の医学大事典，638-639，講談社
- 6) 海老原勇，1986，粉じん暴露とびまん性間質性肺炎－臨床的，病理組織的研究－，労働科学，62，(2)61-76
- 7) 海老原勇・川見正機，1987，粉じん暴露と肝障害，労働科学，63，(1)15-34
- 8) 新城明久，1996，新版生物統計入門－計算マニュアル－，35-45，朝倉書店
- 9) 成清雄一・塚島英明・名古屋俊士，1995，衛生陶器工場の生素地検査工程における粉じん対策事例，労働科学，71，(9)370-382
- 10) 中村丹美・大泉長治・遠藤篤・栗原勇・岡田光弘・岡本又男・荻田恒男・高橋孝夫，1984，プロイラー飼育のウインドレス鶏舎における粉塵対策 第2報，千葉畜セ研報，8，41-54

研究補助：又吉康成

沖縄県の肉用牛集団に関する遺伝的分析

(1) 黒毛和種遺伝病5形質の発症および保因状況の推定

棚原武毅 真喜志修 運天和彦

I 要 約

黒毛和種牛で不良形質を発現する遺伝子型が認定され、すでに遺伝子検査が実施されている5形質(変異型を含めると6形質)の沖縄県内での発症および保因状況の推定値を調査したので報告する。

1. 繁殖雌牛について推定保因頭数はクローディン16欠損症(CL16(1))が2464頭で最も多く、ついでバンド3欠損症(B3)の1180頭となり、推定保因率も同様にCL16(1)が8.7%で最も高く、ついでB3の4.2%が高かった。
2. B3, CL16(1)およびチエデアックヒガシ症候群(CHS)の繁殖雌牛における推定保因率は宮古地区が最も高く、他の地区と比較して3.7から5.1ポイント高い値となり、地域差が認められた。しかし、各地区ともCL16(1)の推定保因率が高くなっており、CL16(1)の遺伝子の拡散は各地区共通であることが認められた。
3. B3, CL16(1)およびCHSを保因し繁殖雌牛の3代祖までに登場する種雄牛の出現回数を調査した結果、出現回数は3形質ともに5頭の種雄牛でほぼ占められていた。
4. 子牛について推定発症頭数および推定発症率の最も高い遺伝病形質はCL16(1)であり、それぞれ66頭, 0.23%であった。
5. 子牛の地区別推定発症頭数および地区別推定発症率について、B3, CL16(1)は宮古地区が最も高く、ついで八重山地区が高かった。CHSは逆に中・南部地区、北部地区が他の地区よりも高かった。
6. B3, CL16(1)およびCHSを保因し、子牛生産頭数の多い種雄牛を調査した結果、B3は福谷福が多く、CL16(1)は福栄, CHSは北天山が多かった。

以上の結果より、B3, CL16(1)およびCHSの遺伝子は県内繁殖雌牛に浸透しており、特にCL16(1)は利用されている保因種雄牛数も多いことや、利用頻度も高いことから今後も広がっていくと考えられる。そのため、今後、遺伝病保因種雄牛の繁殖雌牛への交配について人工授精師および農家への指導を徹底する必要がある。

II 結 言

県内和牛集団の構造およびそれによって影響を受けた集団の遺伝的均質化あるいは分化の程度、遺伝子構成などの遺伝的構造をいくつかの調査時期を設けて経時的に分析することは、改良過程を見直し将来の育種改良計画を構築する際に重要である。

いっぽう、肉用牛飼養農家では特定の種雄牛に依存する傾向が高く、沖縄において登録されている繁殖雌牛の父牛の52.1%を10頭の種雄牛で占めていた¹⁾との報告がある。また、全国的に特定種雄牛間の交配における遺伝的不良形質の発現の問題も指摘されてされており²⁾、今後は適正な交配種雄牛を選定し、近交係数の過度な上昇や不良遺伝形質発現を回避する必要がある。

そこで、今回は黒毛和種牛で遺伝子型が特定可能な不良形質として認定され、すでに遺伝子検査が実施されている5形質(変異型を含めると6形質)の沖縄県内での発症および保因状況の推定値を調査したので報告する。

Ⅲ 材料および方法

1. 調査方法

沖縄県内において2001年1月から12月に分娩した黒毛和種繁殖雌牛28319頭、その繁殖雌牛から生産された子牛28988頭のデータおよび、農林水産省生産局畜産部より公表された種雄牛の遺伝性疾患に係る遺伝子型検査結果より得られた種雄牛データから、ワークステーション(NEC社製EWS4800/360SX)上の分析ソフトmicro-RESEARCHER II (NEC社製ソフト)を用いて黒毛和種牛遺伝病について調査した。

調査する遺伝病はB3、第13因子欠損症(F13)、CL16、モリブデン補酵素欠損症(MCSU)、CHSの5形質³⁾について行った。なお、CL16においては遺伝子欠損タイプによって保因牛はタイプ1(CL16(1))、タイプ2(CL16(2))に分類⁴⁾した。

分析において、繁殖雌牛および子牛の血統情報は種雄牛3代祖までとし、母牛、祖母牛および曾祖母牛についてはDNA検査を実施していないものとし、考慮しなかった。なお、B3、F13、CL16およびMCSUは劣勢遺伝子をホモで持つ場合、ほとんどが死に至り、生存しても発育不良等の問題が生じる³⁾とされることから、劣勢ホモ遺伝子型は遺伝子頻度から除いた。

2. 調査項目

1) 繁殖雌牛について

(1) 血統構成における交配方式と頭数、推定保因頭数および推定保因率

血統構成における交配方式は遺伝病を保因する可能性がある交配について示し、推定保因頭数は交配方式の頭数にそれぞれの遺伝子頻度を乗じ、それを合計して求めた。また、推定保因率は推定保因頭数を繁殖雌牛総数で除して求めた。

(2) B3、CL16(1)およびCHSの地区別推定保因頭数と地区別推定保因率

地区は北部および中・南部、宮古、八重山に区分した。なお、所在地が沖縄以外であった繁殖雌牛についてはその他とした。遺伝子頻度は(1)と同様の数値を用いた。

(3) B3、CL16(1)およびCHSの保因種雄牛の出現状況

B3、CL16(1)およびCHSを保因し繁殖雌牛の3代祖までに登場する種雄牛で出現回数が多い種雄牛について調査した。

2) 子牛について

(1) 血統構成における交配方式と頭数、推定発症頭数および推定発症率

血統構成における交配方式は遺伝病の発症の可能性のある交配について示し、推定発症頭数は交配方式の頭数にそれぞれの遺伝子頻度を乗じ、それを合計して求めた。また、推定発症率は推定発症頭数を子牛総数で除して求めた。

(2) B3、CL16(1)およびCHSの地区別推定発症頭数と地区別推定発症率

地区は北部および中・南部、宮古、八重山に区分した。なお、繁殖雌牛の所在地が沖縄以外であったものについてはその他とした。遺伝子頻度は(1)と同様の数値を用いた。

(3) B3、CL16(1)およびCHSを保因している種雄牛の交配状況

B3、CL16(1)およびCHSを保因し、子牛生産頭数が多い種雄牛について地区別交配状況を調査した。

Ⅳ 結果および考察

1. 繁殖雌牛の血統構成における交配方式と頭数、推定保因頭数および推定保因率

繁殖雌牛の血統構成において遺伝病を保因する可能性のある交配方式と頭数、推定保因頭数および推定保因率を表1に示した。

推定保因頭数はCL16(1)が2464頭と最も多く、ついでB3の1180頭、CHSの771頭の順に多かった。推定保因率も同様にCL16(1)が8.7%で最も高く、ついでB3の4.2%、CHSの2.7%の順に高かった。

また、繁殖雌牛の3代祖までに登場する種雄牛で遺伝病を保因している種雄牛頭数はCL16(1)で29頭、B3で16頭、CHSで10頭であり、保因する種雄牛頭数が多いほど、繁殖雌牛の推定保因頭数および推定保

因率は高くなった。

これらのことから、B3、CL16(1)およびCHSの遺伝子が県内繁殖雌牛に浸透している状況が確認され、なかでもCL16(1)は繁殖雌牛の3代祖に登場する種雄牛頭数が多いことや、前述したように繁殖雌牛に交配された種雄牛頭数も多いことから、今後さらに拡散する可能性が高く、交配には特に注意する必要があると考える。

表1 繁殖雌牛の血統構成における交配方式と頭数、推定保因頭数および推定保因率

項目	遺伝子頻度	B3	F13	CL16(1)	CL16(2)	MCSU	CHS
雌牛総数	-	28319	28319	28319	28319	28319	28319
保因種雄牛頭数	-	16	1	29	1	1	10
1代祖 2代祖 3代祖	-						
保因×保因×保因	7/12(1/2)	0	0	0	0	0	22
保因×保因×正常	4/7 (1/2)	5	0	48	0	0	94
保因×正常×保因	8/15(1/2)	17	0	87	0	0	62
保因×正常×正常	1/2	1782	92	3959	2	1	796
正常×保因×保因	2/7 (3/8)	4	0	12	0	0	136
正常×保因×正常	1/4	966	90	1505	0	0	746
正常×正常×保因	1/8	276	26	245	2	0	373
推定保因頭数		1180	72	2464	1	1	771[20]
推定保因率 (%)		4.2	0.3	8.7	0.0	0.0	2.7[0.1]

注1) 保因種雄牛頭数：3代祖まで含む。

2) ():CHSの遺伝子頻度。

3) B3:バンド3欠損症, F13:第13因子欠損症, CL16(1):クロードイン16欠損症タイプ1, CL16(2):クロードイン16欠損症タイプ2, MCSU:モリブデン補酵素欠損症, CHS:チェデアックヒガシ症候群。

4) []内は推定発症頭数および推定発症率。

2. 繁殖雌牛におけるB3、CL16(1)およびCHSの地区別推定保因頭数および地区別推定保因率

繁殖雌牛において推定保因頭数および推定保因率が比較的高いB3、CL16(1)およびCHSについて、地区別推定保因頭数と地区別推定保因率を表2に示した。

B3、CL16(1)およびCHSの推定保因率は宮古地区が最も高く、なかでもCL16(1)においては12.1%と他の地区と比較して3.7から5.1ポイント高い値となり地域差が認められた。しかし、各地区ともCL16(1)の推定保因率が高くなっており、CL16(1)の遺伝子の拡散は各地区共通であることが認められた。

表2 繁殖雌牛におけるB3、CL16(1)およびCHSの地区別推定保因頭数と地区別推定保因率

項目	北部	中・南部	宮古	八重山	その他	合計
繁殖雌牛総数	4500	4744	7370	11531	174	28319
B3 推定保因頭数	138	178	352	509	3	1180
推定保因率 (%)	3.1	3.7	4.8	4.4	1.8	4.2
CL16(1) 推定保因頭数	318	397	890	846	13	2464
推定保因率 (%)	7.1	8.4	12.1	7.3	7.2	8.7
CHS 推定保因頭数	93(2)	113(4)	252(6)	284(7)	29(1)	771(20)
推定保因率 (%)	2.1(0.0)	2.4(0.1)	3.4(0.1)	2.5(0.1)	16.4(0.6)	2.7(0.1)

注1) B3:バンド3欠損症, CL16(1):クロードイン16欠損症タイプ1, CHS:チェデアックヒガシ症候群。

2) 表5と同様の遺伝子頻度を用いて推定発症頭数を算出した。

3) ()内は推定発症頭数および推定発症率。

3. 繁殖雌牛におけるB3, CL16(1)およびCHSの保因種雄牛の出現状況

B3, CL16(1)およびCHSを保因し繁殖雌牛の3代祖までに登場する種雄牛で出現回数が多い5頭の種雄牛について、表3, 4, 5に示した。B3においては安金が出現回数1382回と最も多かった。CL16(1)はB3と同様に安金の出現回数1382回と最も高く、ついで金鶴, 安福165の9の順に高かった。CHSについては、神高福の出現回数が1758回と最も高かった。

表3 B3の出現状況

名 号	回 数
安 金	1382
谷吉土井	663
福 谷	429
谷 秀	165
福 鶴	160
そ の 他	277
合 計	3076

表4 CL16(1)の出現状況

名 号	回 数
安 金	1382
金 鶴	982
安福165の9	730
谷吉土井	663
美 津 福	454
そ の 他	1819
合 計	6030

表5 CHSの出現状況

名 号	回 数
神 高 福	1758
宝 勝	441
第15気高	136
宝 徳	65
宝 政	61
そ の 他	104
合 計	2565

4. 子牛の血統構成における交配方式と頭数, 推定発症頭数および推定発症率

子牛の血統構成において遺伝病発症の可能性のある交配についての交配方式と頭数, 推定発症頭数および推定発症率を表6に示した。

推定発症頭数はCL16(1)が66頭でもっとも多く、ついでCHSの13頭, B3の6頭となった。推定発症率も同様にCL16(1)が0.23%でもっとも高く、ついでCHSの0.04%, B3の0.02%の順となった。

また、子牛の父牛で遺伝病を保因している種雄牛頭数はCL16(1)で33頭, CHSで13頭, B3で11頭であり、保因する種雄牛頭数が多いほど、子牛の推定発症頭数および推定発症率は高くなった。

遺伝病形質の中でもCL16(1)の推定発症頭数, 推定発症率が他の遺伝病形質と比較して著しく高く、保因し交配された種雄牛頭数も多いことから、今後CL16(1)を保因する種雄牛を交配に用いるときは特に注意する必要がある。

表6 子牛の血統構成における交配方式と頭数, 推定発症頭数および推定発症率

項 目	遺伝子頻度	B3	F13	CL16(1)	CL16(2)	MCSU	CHS
子牛総数	-	28988	28988	28988	28988	28988	28988
保因種雄牛頭数	-	11	1	33	0	0	13
1代祖 2代祖 3代祖							
保因×保因×保因	1/7(1/8)	1	0	3	0	0	6
保因×保因×正常	1/8	15	0	249	0	0	62
保因×正常×保因	1/16	68	0	552	0	0	59
推定発症頭数	-	6	0	66	0	0	13
推定発症率 (%)	-	0.02	0.00	0.23	0.00	0.00	0.04

注1) 保因種雄牛:子牛の父牛。

2) B3:バンド3欠損症, F13:第13因子欠損症, CL16(1):クロードイン16欠損症タイプ1, CL16(2):クロードイン16欠損症タイプ2, MCSU:モリブデン補酵素欠損症, CHS:チエデアックヒガシ症候群。

3) ():CHSの遺伝子頻度。

5. 子牛のB3, CL16(1)およびCHSの地区別推定発症頭数と地区別推定発症率

子牛における推定発症頭数および推定発症率の比較的高いB3, CL16(1)およびCHSについて、地区別推定発症頭数および地区別推定発症率を表7に示した。

B3, CL16(1)およびCHSの地区別推定発症頭数と地区別推定発症率において、B3およびCL16(1)ともに宮古地区が最も高く、ついで八重山地区が高かった。また、CHSにおいては中・南部地区および北部地区が他の地区と比較して高い値となった。

CL16(1)については県全体でも推定発症頭数および推定発症率ともに他の遺伝病形質と比較して高い値となっているが、地区別でみると宮古地区が他の地域と比較して高い値となっていた。

表7 子牛のB3, CL16(1)およびCHSの地区別推定発症頭数と地区別推定発症率

項 目	北部	中・南部	宮古	八重山	その他	合計
子牛総数	4625	4887	7516	11770	190	28988
1代祖 2代祖 3代祖						
B3						
保因×保因×保因	0	0	0	1	0	6
保因×保因×正常	0	0	11	4	0	15
保因×正常×保因	6	5	42	15	0	68
推定発症頭数	0	0	4	2	0	6
推定発症率 (%)	0.01	0.01	0.05	0.01	0.00	0.02
CL16(1)						
保因×保因×保因	0	0	1	2	0	3
保因×保因×正常	8	25	150	66	0	249
保因×正常×保因	39	59	296	158	0	552
推定発症頭数	4	7	37	18	0	66
推定発症率 (%)	0.07	0.14	0.50	0.16	0.00	0.02
CHS						
保因×保因×保因	2	3	1	0	0	6
保因×保因×正常	17	21	7	13	4	62
保因×正常×保因	22	17	8	12	0	59
推定発症頭数	4	4	2	2	1	13
推定発症率 (%)	0.08	0.09	0.02	0.02	0.26	0.04

注1) B3:バンド3欠損症, CL16(1):クローディン16欠損症タイプ1, CHS:チェデアックヒガシ症候群。

2) 表1と同様の遺伝子頻度を用いて推定発症頭数を算出した。

6. B3, CL16(1)およびCHSを保因する種雄牛の交配状況

B3, CL16(1)およびCHSを保因する種雄牛で、子牛生産頭数が多い種雄牛について表8に示した。B3を保因している種雄牛では福谷福が1263頭生産しており、他と比較して高かった。CL16(1)においては福栄の2092頭が最も多く、ついで美津福の1739頭、福谷福の1263頭の順に多かった。CHSにおいては、北天山が1605頭と他と比較して多かった。

地区別の交配状況をみると、B3およびCL16(1)ともに宮古地区、八重山地区の子牛生産頭数が多く、特定の種雄牛数頭に偏っていた。また、CHSにおいては逆に中・南部地区、北部地区の子牛生産頭数が多く、同様に特定の種雄牛数頭に偏っていた。そのため、遺伝病を保因し、交配頻度の高い種雄牛については特に人工授精師および農家に注意を促す必要がある。

項目	名号	北部	中・南部	宮古	八重山	その他	合計
B3	福谷福	110	91	621	435	6	1263
	その他	26	38	12	34	1	111
CL16(1)	福栄	142	310	840	789	11	2092
	美津福	174	265	603	690	7	1739
	福谷福	110	91	621	435	6	1263
	広順	0	20	103	266	3	392
CHS	金鶴	56	52	85	146	1	340
	その他	124	84	307	195	8	718
	北天山	613	627	37	319	9	1605
CHS	第2平茂勝	10	1	2	163	1	177
	その他	51	15	17	186	1	270

注)B3:バンド3欠損症, CL16(1):クローディン16欠損症タイプ1,
CHS:チェデアックヒガシ症候群。

以上の結果より、遺伝子検査が実施されている遺伝病5形質（変異型を含めると6形質）において、B3, CL16(1)およびCHSの遺伝子が県内繁殖雌牛に浸透していることや、F13, MCSUおよびCL16(2)は交配されている種雄牛も少ないことから、県内での広がりには少なかったことが確認された。

今回調査した遺伝病形質のなかで最も危惧されたのはCL16(1)であり、子牛の推定発症頭数や繁殖雌牛の推定保因率も他の形質と比較してかなり高い値となっていた。これは、他の形質に比べ、保因している種雄牛が多いことや、交配頻度が高い¹⁾ことが原因であると考えられる。CL16(1)を保因する種雄牛の交配頻度が高い理由として、保因種雄牛のほとんどがいわゆる但馬牛であり、近年の肉質重視傾向から交配頻度も高まったのではないかと考えられる。また、真喜志ら¹⁾によると、沖縄県で2000年度に分娩した繁殖雌牛の父牛の40.9%が田尻系であり、繁殖雌牛への交配種雄牛の46.9%が田尻系であったことから現在の状況に至っていることが推察できる。

それから地区別に見ると、B3, CL16(1)およびCHSは各地区とも繁殖雌牛の推定保因率は同程度を示したが、CL16(1)においては、宮古地区が他の地区と比較して高い値をとり地域差が認められた。これは宮古地区における田尻系の繁殖雌牛割合の高さと、田尻系の種雄牛の交配頻度が他の地区と比較して高い²⁾ことに原因があると考えられる。しかしながら宮古地区に限らず、他の地区でもCL16(1)の推定保因率は高いことから、CL16(1)を保因する種雄牛の交配には特に注意する必要がある。

また、遺伝病の発症を防ぐ方法として、種雄牛名簿などに公表されている成績をみて、正常牛の種雄牛を選択することや、保因種雄牛を交配に用いる場合には雌牛の血統を調査し、祖先に保因種雄牛がないものを選択する³⁾ことであるが、今回の調査で発症する可能性が1/7から1/16である交配方式で生産された子牛がB3で84頭、CL16(1)で804頭、CHSで127頭も確認されたことから、遺伝病についての周知が人工授精師や農家へ浸透していない状況があると推察された。

V 引用文献

- 1)真喜志修・棚原武毅・運天和彦, 2001, 沖縄県における黒毛和種肉用牛の系統(1)繁殖雌牛の系統の推移と交配種雄牛, 沖縄畜試研報, 39, 25-30
- 2)印牧美佐生, 2003, 家畜遺伝性疾患DNA型検査10年の成果と今後の10年に期待するもの, 獣医臨床遺伝研究会誌, 8, 40-45
- 3)印牧美佐生, 2003, 牛の遺伝性疾患・その原因と対策, 養牛の友, 2, 52-55
- 4)社)畜産技術協会, 2003, 動物遺伝研究所10年のあゆみ, 10-11
- 5)真喜志修・棚原武毅・運天和彦, 2002, 沖縄県における黒毛和種肉用牛の系統(2)繁殖雌牛と種雄牛の交配における系統の組み合わせ, 沖縄畜試研報, 40, 33-40

付表 保因種雄牛一覧

道 伝 病 名	種雄牛名号 (県内)	その他公表されている種雄牛名号
バンド3欠損症 (B3)	福谷, 菊谷福, 但馬福, 安谷土井, 安谷福, 谷福土井, 安金, 照谷, 谷吉土井, 安美谷, 谷秀, 牛若丸, 福鶴, 福谷福, 田吾作土井, 谷福美, 福安	英谷, 糸勝, 福富, 金丸, 久姫, 菊鶴, 福谷4, 谷幸, 七福神, 菊美波, 照福12, 谷照森, 日吉丸1, 安福鶴, 安福土井4, 安福38, 北乃重波, 安敷土井, 朝開土井, 谷茂, 藤波(長野), 菊安, 谷照, 大福, 王将, 岩福, 谷康, 安重, 義経, 北忠福, 福代土井, 朝茂, 谷代, 建万36, 勝福, 綾福, 谷吉, 隼谷福, 谷姫, 福照, 茅照, 谷秋美, 日吉丸, 長栄, 義富, 菊艶, 照神3, 京谷茂, 福正幸, 安谷菊, 谷福鶴, 武茂博, 神茂勝, 京菊福
第13因子欠損症 (F13)	隆桜	糸隆安, 隆糸秀, 夢見福, 隆忠茂
クローディン16欠損症保因1 (CL16(1))	谷秋, 福美, 福谷, 菊谷福, 安福桜, 安谷土井, 安谷福, 谷本土井, 正福, 高栄, 谷福土井, 安金, 安福165の9, 谷美, 谷吉土井, 安美谷, 谷福, 金鶴, 安福土井, 福鶴, 照藤, 飛騨白清, 上福, 谷照, 美津福, 福谷福, 福栄, 鶴道, 第3糸福, 安糸, 安波福, 安照福, 安重福, 広順, 糸安福, 福安, 糸福(鹿児島), 忠安, 茂重波5の2, 秋津島, 小代3, 福栄2, 棕千代福	益美, 英谷, 鶴岸3, 家康, 安菊, 菊里54, 福谷4, 栄莖360, 谷勝, 安福桜, 照久5, 七福神, 北乃安福, 栄福桜将, 照谷安, 福乃神, 貴千代, 用心棒21, 谷照森, 第4優高, 安福911, 安福211の9, 勝正福, 安福5の1, 福光, 菊金福, 安福土井4, 安福38, 糸福165の9, 第3北福安, 北谷蔓, 大三元, 滝福照, 安福145の9, 安晴, 金姫, 安鶴茂, 第3登喜, 北鶴福, 北安平, 北谷菊, 北安福165の2, 北安福165の9, 定又, 平清盛, 悟空286, 張飛, 柄椿, 福安福, 安福美, 福美津, 福重安, 国幸, 北乃重波, 安福東, 博安福, 安谷6, 福志, 一発安福, 菊進土井, 丸美津, 高姫土井, 美津光, 北神高, 北波7の8, 北之桜, 波安国, 金安165の91, 北乃大福, 平辰, 安福守, 朝開土井, 谷信, 菊安, 芳福, 王将, 安谷, 官福, 安美谷, 菊幸, 安谷, 兼安, 清安, 第3幸谷, 義経, 北忠福, 谷清土井, 初福, 岩菊, 福安栄, 貴平3, 朝茂, 高福, 高正福, 第10藤福, 谷茅土井, 谷吉, 隼谷福, 谷姫, 谷幸, 谷梅, 康福, 照金土井, 辰谷安, 第3祥代, 美幸福, 安鶴谷, 高谷福, 永土井, 安千代福, 磐梯, 秋菊1, 第2安茂, 福重土井, 白根谷安, 高茂波, 菊谷安, 長栄, 義富, 豊谷土井, 飛騨白水王, 安茂40の2, 谷勝豊, 豊福栄, 菊伸土井, 智恵, 京谷茂, 安鶴藤, 肥前龍, 農援隊竜, 武竜王, 棕安福谷, 福福桜, 第2安福晴, 陸美, 豊安福, 糸安富, 安福7の8, 安福安, 義安福, 山百合, 嘉幸, 官福波, 高満, 竜波王, 伊野安福, 第2豊安福, 安福平43, 京菊福, 安福姫, 上永福, 若武者, 安光桜, 高岳, 北金藤, 光安土井, 安福2の10, 照長福, 照姫, 北乃安栄, 京福吉, 第3安福波, 千代安福, 桜根, 八重福97
クローディン16欠損症保因2 (CL16(2))	糸栄	第6旭, 糸栄晴, 第7菊桜, 福安, 北国春
モリブデン補酵素欠損症 (MCSU)	谷川	都安福, 糸鶴, 高茂金, 神重桜
チェデアックヒガシ症候群 (CHS)	公納, 第15気高, 宝徳, 寿高, 神高福, 宝勝, 敏気高, 宝政, 第2神高, 北天山, 大将, 神宝勝, 神徳福, 平糸茂, 第8隼福, 安谷美, 勝誉, 第2平茂勝	大鵬, 鶴美, 陸安, 若高, 霜降2, 紋寿郎3, 神但馬, 紋別, 栄藤, 福之神, 飛鳥, 糸北秀, 北神福2, 福勝福, 土高福, 第3中曾の4, 勝勇, 第8宝勝, 気高福, 勝忠, 第8智母, 隼神, 幸福1, 忠錦, 勝福, 忠勝, 政金, 勝高, 神光, 神宝福, 忠勝福, 陸安美, 神忠, 神初, 糸気高, 福美金, 花正, 神寛, 重忠, 夏樹, 谷勝豊, 神征461, 北文安, 小宝将, 福武勝, 21福竜, 花錦, 福輝高, 陸盛, 縣威傳王, 徳天宝, 清盛福, 寿高茂, 菊重平5, 北桜9, 第3益王栄, 気高光, 菊喜, 勝太郎, 神中福, 第20神高, 勝幸461, 宝忍, 勝勝福, 平光勝, 隼神福, 神重桜, 第6高平, 福高9

注) 種雄牛名号 (県内) : 県内で2001年1月から12月に分娩した黒毛和種繁殖雌牛の3代祖と生産された子牛の父牛として登場する種雄牛名

牛凍結精液の生産性向上

(5) アクリジンオレンジ蛍光染色法を用いた低受胎種雄牛の分類への応用の可能性について

棚原武毅 真喜志修 運天和彦

I 要 約

アクリジンオレンジによる蛍光染色法を用い、低受胎種雄牛精液と受胎性に問題のなかった種雄牛精液の精子の変性率の違いを調査した。染色によって赤、黄に蛍光染色された精子を変性を受けた精子とし、緑に蛍光染色された精子を変性を受けていない精子として分類し、精子の変性率を比較したところ以下の結果を得たので報告する。

低受胎種雄牛の2検体の精液についてそれぞれ、46.2%、46.8%の精子が変性を受けており、対照の種雄牛4頭の精子の変性率と比較して有意に高い値となった。

以上の結果より、黒毛和種種雄牛において蛍光染色法を用いた低受胎牛の分類への応用の可能性が示唆された。

II 結 言

国内においての牛の交配は、そのほとんどが人工授精により行われており、人工授精の最大の効用は遺伝的に優れた雄を効率的に利用することである¹⁾。そこで、沖縄県畜産試験場においても凍結精液を製造、配布している。これまで当場では精子活力の良好な凍結精液を製造することを目的として、精子運動解析装置²⁾を用いた精子の運動性評価について検討を行ってきた。しかしながら、人工授精後、牛体内で受精に至るまでの間に精子は受精能を獲得する必要があり、運動性以外にも精子内部の酵素活性やそれに伴う細胞膜の変化なども受精に影響することが報告されている^{3, 4)}。いっぽう、人精子において、精子核クロマチンの脱凝縮処理後、アクリジンオレンジにて蛍光染色し、精子の変性率を調査した結果、変性率と男性不妊との間に有意な相関があり、男性不妊の検査においてアクリジンオレンジを用いた精子の検査は有効である⁵⁾との報告もある。

そこで、本試験では過去に低受胎であった種雄牛と受胎率に問題のなかった種雄牛の精子をアクリジンオレンジにて蛍光染色し、精子の変性率の違いを検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験区分

受胎率が14.9%の照福土井を低受胎種雄牛とし、受胎率が50.0%以上の種雄牛を対照として表1に示した。人工授精は1998年から2002年の間に各種種雄牛とも複数の人工授精師によって行われ、受胎率は受胎の確認をノンリターン法または胎膜触診法⁶⁾によって求めた。

表1 試験区分

項 目	種雄牛名号	受 胎 率
低受胎種雄牛	照 福 土 井	14.9%(10/67)
	照 溝	52.3%(23/44)
対 照	姫 桜	79.7%(47/59)
	北 富 士	54.8%(34/62)
	照 照	66.7%(30/45)

2. 供試牛および供試精液の概要

供試牛および供試精液の概要について表2に示した。照福土井の採取時月齢は24~36カ月齢であり、近交係数は20.5と他の種雄牛より高かった。

照福土井の精液については、採取時期の異なる2つの精液を供試した。精子の活力は顕微鏡的検査手法⁷⁾によって求めた。

表2 供試牛および供試精液の概要

種雄牛名号	生年月日	近交係数	採取年月日	精液量(ml)	精子数(億/ml)	活力
照福土井	1996. 3. 16	20.5	1998. 3. 12	10.0	12.9	40+++
"	"	"	1999. 3. 2	8.0	13.9	50+++
照溝	2000. 3. 28	13.1	2003. 4. 10	5.0	9.6	45+++
姫桜	1991. 4. 3	9.4	1998. 2. 26	9.0	22.6	50+++
北富士	1997. 10. 7	8.6	1999. 2. 25	5.0	9.7	40+++
照照	2000. 1. 18	6.5	2002. 3. 29	5.0	19.7	40+++

注1) 照福土井：種雄牛は同一で精液の採取月日が異なる。

2) 近交係数：5代祖まで調査し求めた。

3) 活力：凍結融解後。

3. 試験方法

凍結精液は融解後、洗浄液にて洗浄し、低温状況下で低pH・非イオン界面活性剤液にてばく露し、その後アクリジンオレンジ液にて蛍光染色した。蛍光観察は励起波長460~490nm, 吸収波長515nmにて行い、赤、黄に蛍光染色された精子は変性を受けた精子、緑に蛍光染色された精子は変性を受けていない精子と分類し、500個の変性率を算出し、4反復行った。

IV 結果および考察

精子の変性率

低受胎種雄牛と対照の精子の変性率について、それぞれ個体ごとに表3に示した。また、低受胎種雄牛と対照の精子の変性率の平均を図1に示した。

低受胎種雄牛である照福土井の2検体の精液については、それぞれ、46.2%、46.8%の精子が変性を受けており、対照の照溝、姫桜、北富士、照照の4頭の種雄牛の精子の変性率と比較して有意に高い値となった。

また、低受胎種雄牛の精子の平均変性率は46.5%で、対照の8.3%と比較して38.2ポイント高い値となっており、低受胎種雄牛においては採取年月日が異なる精液においても変性率が高い傾向が認められた。

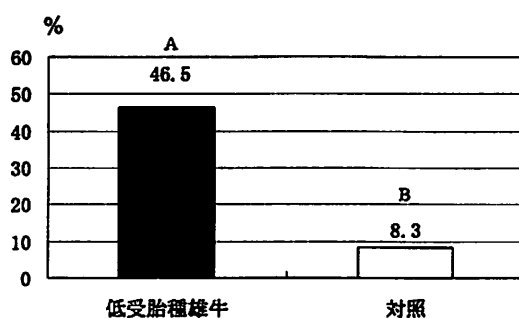
アクリジンオレンジ染色液は通常、核のDNAを特異的に蛍光染色するときに用いられるが、今回の試験の結果、低受胎種雄牛は対照と比較して精子の変性率が著しく高い特徴を示したことから、蛍光染色法を用いた低受胎種雄牛の分類への応用の可能性が示唆された。

表3 精子の変性率

項目	低受胎種雄牛		対照			
	照福土井	照福土井	照溝	姫桜	北富士	照照
変性率	46.2±3.6 ^a	46.8±3.0 ^a	8.1±1.3 ^{bc}	9.8±2.2 ^{bc}	9.9±2.7 ^{bc}	5.2±1.0 ^{bc}

注1) 照福土井：種雄牛は同一で精液の採取月日が異なる。

2) 異なる大文字間に1%水準、小文字間に5%水準で有意差あり。



注) 異符号間に1%水準で有意差あり。

図1 低受胎種雄牛および対照の精子の変性率

謝 辞

本研究を行なうにあたりご指導いただきました，静岡大学農学部の高坂哲也教授に感謝申し上げます。

V 引用文献

- 1) 金井幸雄・森裕司，1997，繁殖，森田琢磨・清水寛一編，新版畜産学，229-234，文永堂出版
- 2) 棚原武毅・真喜志修・千葉好夫，1999，牛凍結精液の生産性向上(3)精子運動解析装置を用いた精子の運動性評価の検討，沖縄畜試研報，39，21-24
- 3) 毛利秀雄監修，1992，精子学，152-164，東京大学出版会
- 4) 西川義正監修，1972，哺乳動物の精子，385-402，学窓社
- 5) Shibahara H., Onagawa T., Ayustawati., Jorsaraei S., Hirano Y., Suzuki Y., Suzuki T., Takamizawa S., Suzuki M. 2003, Clinical significance of the Acridhine Orange test performed as a routine examination: comparison with the CASA estimates and strict criteria, *J. Andrology*, 26, 236-241
- 6) 星修三・山内亮著，1986，新版家畜臨床繁殖学増補版，178-179，朝倉書店
- 7) 日本家畜人工授精師協会，1999，家畜人工授精師講習テキスト(平成10年版)，310-331

研究補助：伊芸博志

高品質牛肉生産技術の確立

(6) 肥育後期における黒毛和種去勢肥育牛へのバイパスコリン給与効果

岡野祥 玉城政信 島袋宏俊 津波修*

I 要 約

黒毛和種去勢肥育牛の脂質代謝向上を目的に、バイパスコリンを用い、その給与効果について検討した。平均23カ月齢の黒毛和種去勢肥育牛8頭を用い、29カ月齢まで肥育した。供試牛は2区に区分して群飼し、試験開始前日まで同一の飼養管理をした。そのうち、バイパスコリンを濃厚飼料に1日1頭当たり100g添加する区を試験区、バイパスコリン無添加の区を対照区として、乾物 (DM) 摂取量、増体、体高、胸囲、血液性状、と畜時の肝臓および枝肉成績を調査した結果、以下のとおりであった。

1. 1日1頭当たりのDM摂取量は両区ともほぼ同量で、増体量、平均日増体量 (DG)、体高および胸囲の発育においてもほぼ同じであった。
2. アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (AST) および γ -グルタミルトランスペプチダーゼ (γ -GTP) は、全期間とおして試験区が対照区より低い値を示し、対照区は月齢が進むにつれて若干上昇する傾向がみられたが、両区に有意な差はなかった。
3. 尿素態窒素 (BUN) は、両区に有意な差はなかった。総コレステロール (T-cho) は、全期間とおして試験区が対照区より高い値を示したが、両区に有意な差はなかった。
4. レシチンコレステロールアシルトランスフェラーゼ (LCAT) は両区に有意な差はなかった。
5. リポタンパク分画の超低密度リポタンパク (VLDL) 画分値は試験区が26カ月齢および27カ月齢で有意に低く、高密度リポタンパク (HDL) 画分値では試験区が25カ月齢および29カ月齢で有意に高かった。低密度リポタンパク (LDL) 画分値および中間密度リポタンパク (IDL) 画分値は両区に有意な差はなかった。
6. 肝臓の検査において、病理組織学的所見では、対照区の1頭に限局性の脂肪変性がみられた。また、両区で出血や巣状壊死がみられたが、試験区より対照区で強めにみられた。
7. 枝肉重量は、試験区の481.5kgが対照区より3.3kg大きく、ロース芯面積でも試験区の52.8cm²が対照区より4.8cm²大きかった。また、牛脂肪交雑基準ナンバー (BMSNo.) も試験区が対照区より2.0優れていた。締まり、きめおよび光沢と質は試験区が対照区を上回っていたが、牛肉色基準ナンバー (BCSNo.) および牛脂肪色基準ナンバー (BFSNo.) では対照区が上回っていた。

以上のことから、肥育後期における黒毛和種去勢肥育牛へのバイパスコリン給与は、飼料摂取量を減少させることなく、脂質代謝を円滑に進めることでBMSNo.の向上に有効である可能性が示唆された。

II 結 言

沖縄県での牛のと畜時における肝臓の廃棄率は2002年度で34.6%と高い¹⁾。と畜時に肝臓病変を有する黒毛和種肥育牛は、体重および肉質で肝臓病変のないものより劣り²⁾、肝臓疾患による損耗としては、肝臓の廃棄による経済的損失の他に、増体・肉質へ与える影響も大きいと思われる。

コリンはビタミンB₂複合体の1つである。小腸で吸収されたコリンは、肝臓でグリセリン脂質の1つであるホスファチジルコリン (レシチン) へと生合成される³⁾。ホスファチジルコリンはリポタンパク主要構成成分であり、リポタンパク合成・分泌の調節要因となる他、LCATの基質としても脂質代謝に関与している³⁾。

牛の場合、コリンの大半はルーメン中で分解されて牛体内には吸収されない。バイパスコリンはルーメンで分解されずに第四胃以降で消化・吸収されるよう処理されたコリンである。バイパスコリンは、乳牛では脂肪肝を改善し、周産期疾病の予防および乳量の増加に寄与していることが報告されているが^{4, 5)}、黒毛和種肥育牛での報告はまだなされていない。

* 沖縄県家畜衛生試験場

そこで、脂質代謝向上を目的として、肥育後期における黒毛和種去勢肥育牛へのバイパスコリン給与が肝臓および増体・肉質等へ与える影響について検討した。

Ⅲ 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

試験は2003年5月7日から同年10月30日までの177日間、沖縄県畜産試験場で実施した。

2. 供試牛および試験区分

供試牛の概要は表1に示すとおりで、試験開始前日まで同一の飼養管理をした。当場で飼養している黒毛和種去勢肥育牛8頭を用い、バイパスコリン (Balchem Corp.) を濃厚飼料に添加して給与した4頭を試験区とし、バイパスコリンを給与しなかった4頭を対照区とした。

供試牛の試験開始月齢は23カ月齢で、試験終了月齢は29カ月齢である。供試牛の父牛は北天山、晴桜2および姫桜である。

表1 供試牛の概要

区 分	牛No.	生年月日	開始時日齢	開始時体重	父
試験区	1	2001. 6. 6	700	590	北天山
	2	2001. 6. 9	697	622	北天山
	3	2001. 4. 26	741	588	北天山
	4	2001. 5. 6	731	651	北天山
	平均		717.3±22.1	612.8±29.9	
対照区	5	2001. 5. 18	719	653	晴桜2
	6	2001. 6. 1	705	612	北天山
	7	2001. 5. 14	723	550	北天山
	8	2001. 5. 16	721	661	姫桜
	平均		717.0±8.2	619.0±50.8	

3. 飼養管理

供試牛はパドック付き牛舎内(6×10m)で試験区と対照区に分けて群飼し、自由飲水とした。

飼料の給与は朝昼夕の3回に分けて給与した。

4. 飼料給与量

試験期間中の給与飼料の現物中養分含量を表2に示した。濃厚飼料は市販の肥育用配合飼料を用い、それにふすまと脂肪酸カルシウムを配合し給与した。

1日1頭当たりの飼料給与量を表3に示した。供試牛には、濃厚飼料9.0kg、イタリアンストロー1.5kgを給与した。なお、試験区のみバイパスコリン(コリンとして25%重量含有)を濃厚飼料に1日1頭当たり100g添加して給与した。

表2 給与飼料の現物中養分含量

単位：%

飼 料 名	DM	CP	TDN	濃厚飼料中の配合割合
配合飼料(前期用)	88.5	13.1	69.0	36.2
配合飼料(後期用)	88.6	10.5	73.0	56.6
ふ す ま	88.7	15.7	63.9	5.0
脂 肪 酸 Ca	94.9	0.0	176.8	2.2
イタリアンストロー	91.1	5.7	58.3	

注) DM：乾物，CP：粗タンパク質，TDN：可消化養分総量。

				単位: kg
区 分	現物	DM	CP	TDN
濃厚飼料	9.0	7.97	1.05	6.60
粗飼料	1.5	1.37	0.09	0.87
合 計	10.5	9.34	1.14	7.47

5. 調査項目

1) 飼料摂取量

飼料給与翌日の午前9時より残飼を測定し、給与量と残飼量との差を飼料摂取量とした。

2) 体重、体高および胸囲の測定

体重、体高および胸囲の測定は試験開始日、開始日より1カ月ごとおよび試験終了日の13時30分から実施した。

3) 血液性状

血液は体重、体高および胸囲の測定同日の14時から、頸静脈より真空採血管 (VP-AS109, ベノジェクトII) に採血し、血清は採血後室温にて凝固を確認した後、3000rpm, 15分間遠心分離機 (KN-70, KUBOTA) により血清分離し、検査を実施するまで-20℃で凍結保存した。血液性状はAST, γ -GTP, BUN, T-cho, LCAT, リポタンパク分画の6項目を検査した。リポタンパクはVLDL, IDL, LDLおよびHDLの4つに分画した。

4) 枝肉成績

と畜解体後、肝臓および枝肉の調査を実施し、試験区と対照区に分けて比較検討した。肝臓については、病理組織学的所見として脂肪変性、出血および巣状壊死の有無を調査した。なお、ロース芯面積、バラ厚、皮下脂肪厚、歩留基準値、BMSNo., BCSNo., 肉の締まり、きめ、BFSNo.および脂肪の光沢と質については、日本食肉格付協会⁹⁾の格付員の評価を用いた。

5) 販売価格

枝肉セリ市場で販売された価格を販売価格とした。

6. 統計処理

統計処理は、両区間の平均値間をt検定⁷⁾により比較した。

IV 結 果

1. 飼料摂取量

1日1頭当たりの飼料摂取量を表4に示した。試験期間中のDM摂取量は、試験区8.04kg, 対照区7.98kgで有意な差は認めらず、ほぼ同量であった。粗タンパク質 (CP) および可消化養分総量 (TDN) 摂取量においてもそれぞれ同様な結果であった。

				単位: kg
区 分		DM	CP	TDN
試 験 区	濃厚飼料	6.76	0.89	5.60
	粗飼料	1.28	0.08	0.82
	合 計	8.04	0.97	6.42
対 照 区	濃厚飼料	6.68	0.88	5.54
	粗飼料	1.30	0.08	0.83
	合 計	7.98	0.96	6.37

注) DM: 乾物, CP: 粗タンパク質, TDN: 可消化養分総量。

2. 増体成績

増体成績を表5に示した。増体量は両区ともほぼ同量で、DGも両区とも0.81kgで同値であった。

区分	n	試験開始時	試験終了時	増体量
体重				
試験区	4	612.8±29.9	754.8±29.0	142.0±10.2
対照区	4	619.0±50.8	762.3±43.9	143.3±9.3
差		-6.2	-7.5	-1.3
D G				
		試験開始前	試験期間中	
試験区	4	0.86±0.04	0.81±0.06	
対照区	4	0.87±0.09	0.81±0.05	
差		-0.01	0	

注) 差は、試験区-対照区。

3. 体高および胸囲の発育成績

体高および胸囲の発育成績を表6に示した。体高の増加量は試験区の6.3cmが対照区を1.0cm高く、胸囲の増加量も試験区の13.2cmが対照区を1.9cm大きかった。

区分	n	試験開始時	試験終了時	増加量
体高				
試験区	4	135.2±3.0	141.5±2.5	6.3±2.0
対照区	4	134.4±2.0	139.7±2.9	5.3±1.9
差		0.8	1.8	1.0
胸囲				
試験区	4	226.3±2.8	239.5±4.4	13.2±5.4
対照区	4	228.5±10.6	239.8±9.4	11.3±4.3
差		-2.2	-0.3	1.9

注) 差は、試験区-対照区。

4. 血液性状

1) ASTおよびγ-GTP

ASTおよびγ-GTPの推移を図1に示した。AST, γ-GTPともに試験区は対照区より常に低い値を示したが、全期間において両区に有意な差はなかった。対照区は、ASTは正常値範囲内⁷⁾を、γ-GTPは正常値範囲外⁷⁾を推移したが、AST, γ-GTPともに月齢が進むにつれて若干上昇する傾向がみられた。

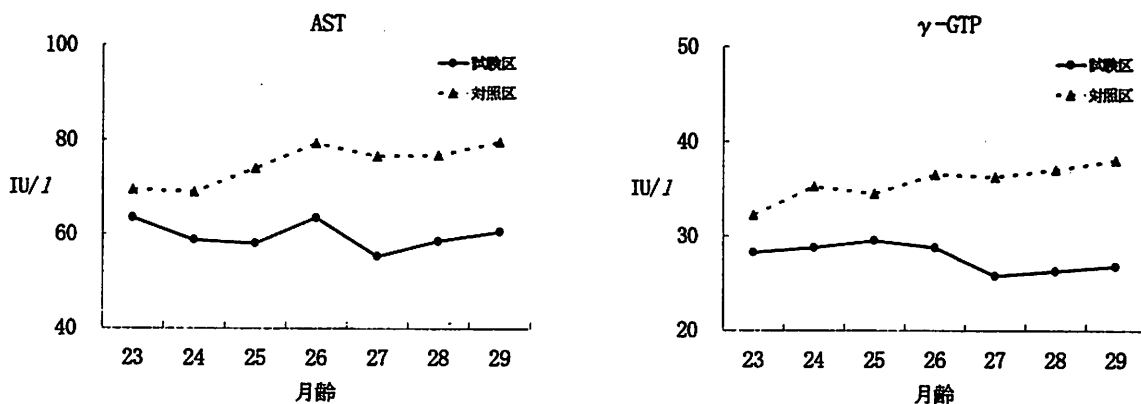


図1 ASTおよびγ-GTPの推移

2) BUNおよびT-cho

BUNおよびT-choの推移を図2に示した。BUNは両区とも15.0mg/dl前後を推移し、有意な差は認められなかった。T-choにおいては全期間としまして試験区が対照区を上回っていたが、両区に有意な差は認められなかった。

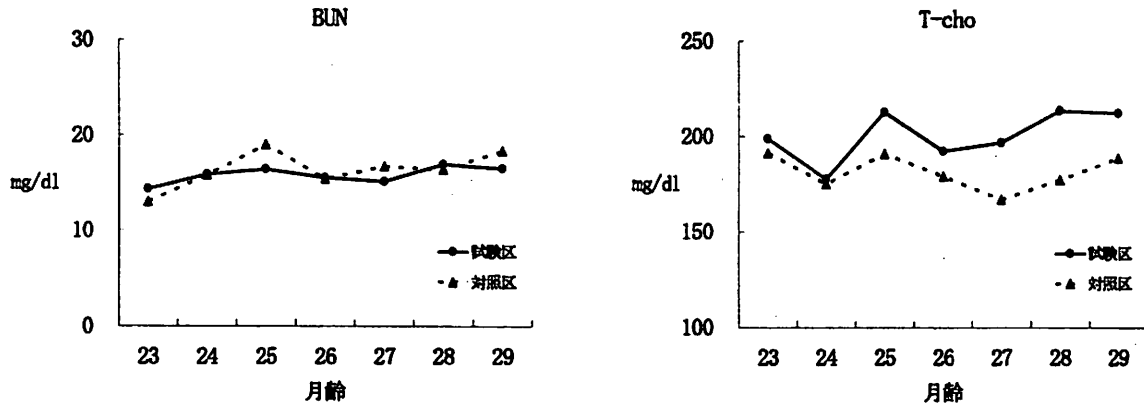


図2 BUNおよびT-choの推移

3) LCAT

LCATの推移を図3に示した。LCATは両区とも同様な推移を示し、26カ月齢では若干低下したものの、月齢が進むにつれて上昇する傾向がみられた。27カ月齢以降は試験区のほうがやや高かった。

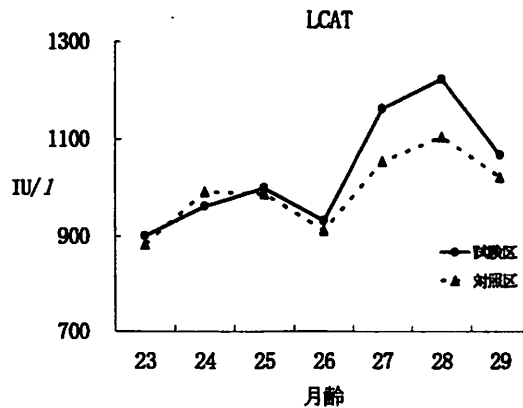


図3 LCATの推移

4) リポタンパク分画

リポタンパク分画の推移を図4に示した。VLDL画分値は、試験区が26カ月齢において1%水準で有意に低く、27カ月齢においても5%水準で有意に低かった。HDL画分値は、試験区が25カ月齢および29カ月齢において5%水準で有意に高かった。IDL画分値およびLDL画分値は、両区に有意な差はなかった。各々の画分値の推移をみると、両区共に同様な増減の推移を示し、VLDL画分値では月齢が進むにつれて若干上昇し、IDL画分値およびLDL画分値では変化なく、HDL画分値では月齢が進むにつれて若干低下する傾向がみられた。

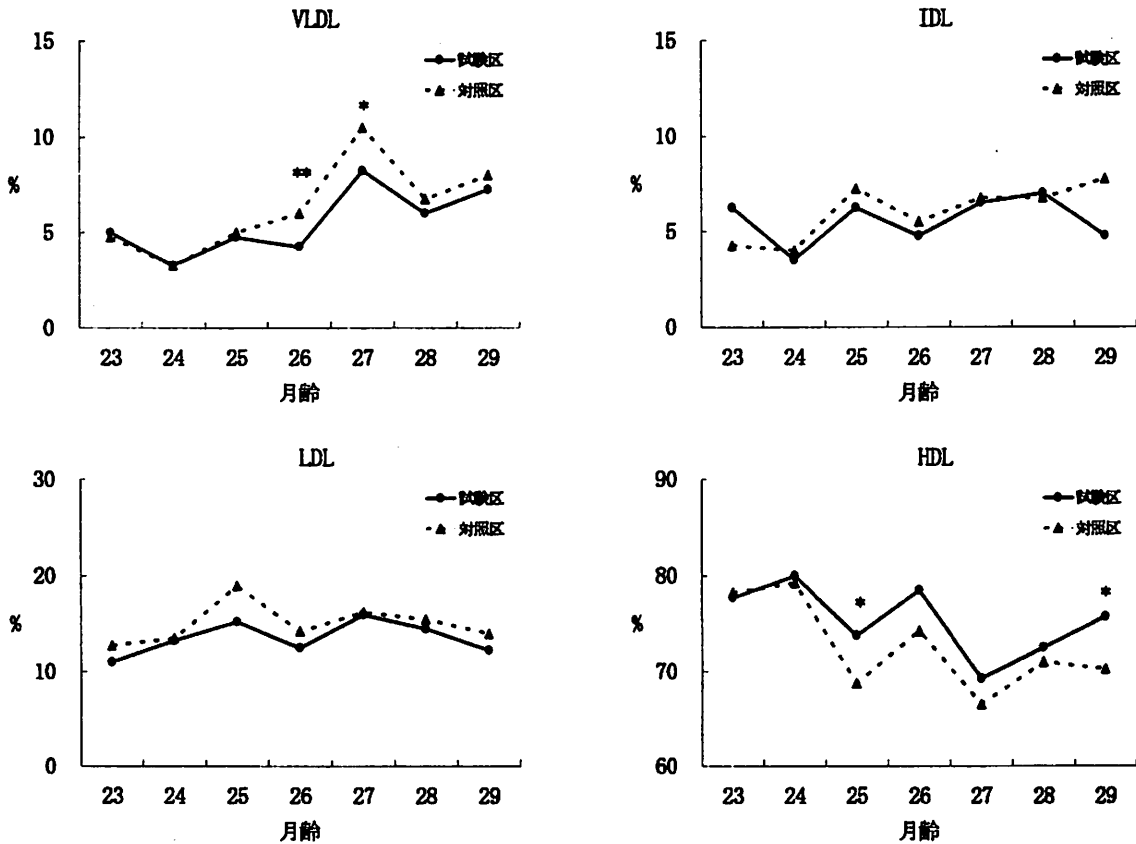


図4 リポタンパク分画の推移

注) **: p<0.01, *: p<0.05。

5. 枝肉成績

肝臓の検査結果を表7に示した。病理組織学的所見では、対照区の1頭に限局性で軽度の脂肪変性が見られた。また、両区で出血や巣状壊死がみられたが、試験区より対照区で強めにみられた。

表7 肝臓の検査結果

区分	牛No.	病理組織学的所見		
		脂肪変性	出血	巣状壊死
試験区	1	-	-	+
	2	-	-	+
	3	-	+	++
	4	-	-	+
対照区	5	-	++	+++
	6	-	-	+
	7	+	++	-
	8	-	++	++

注) 病理組織学的所見の脂肪変性、出血および変性壊死巣の有無は、
 + : 軽度 (脂肪変性, 出血および巣状壊死部位が組織中の5%未満)
 ++ : 中度 (脂肪変性, 出血および巣状壊死部位が組織中の5から20%)
 +++ : 重度 (脂肪変性, 出血および巣状壊死部位が組織中の20%以上)
 とした。

枝肉成績を表8に示した。枝肉重量は、試験区の481.5kgが対照区より3.3kg大きく、ロース芯面積でも試験区の52.8cm²が対照区より4.8cm²大きかった。バラ厚は試験区の8.4cmが対照区より0.3mm厚いが、皮下脂肪厚は試験区の3.3cmが対照区より0.3mm薄かった。そのため、歩留基準値は試験区の72.9%が対照区より1.0%上回った。BMSNo., 締まり, きめ, 光沢と質は試験区が対照区を上回っていたが, BCSNo. およびBFSNo. では対照区が上回っていた。

表8 枝肉成績

項目	試験区	対照区	差
枝肉重量 (kg)	481.5±24.6	478.3±38.2	3.3
ロース芯面積 (cm ²)	52.8±4.3	48.0±4.8	4.8
バラ厚 (cm)	8.4±0.4	8.1±0.5	0.3
皮下脂肪厚 (cm)	3.3±0.3	3.6±0.4	-0.3
歩留基準値 (%)	72.9±0.7	71.9±0.8	1.0
BMSNo.	5.0±1.4	3.0±1.4	2.0
BCSNo.	3.5±0.6	3.8±0.5	-0.3
締まり	3.3±0.5	2.8±1.0	0.5
きめ	3.8±1.0	3.3±0.5	0.5
BFSNo.	2.5±0.6	2.8±0.5	-0.3
光沢と質	5.0±0.0	4.5±0.6	0.5

6. 販売価格

格付等級および販売価格を表9に示した。格付等級は、試験区でB-4が1頭およびA-3が3頭で、対照区でA-4が1頭, A-3が1頭およびB-2が2頭であった。平均単価は試験区が1,713円で、対照区より168円高く、平均販売価格においても試験区の824,834円が対照区より68,023円高く販売された。

B等級が試験区で1頭および対照区で2頭いた理由は、今回の試験ではわからなかった。

表9 格付等級および販売価格			単位：円	
区分	牛No.	格付等級	単価	販売価格
試験区	1	A-3	1,746	823,239
	2	B-4	1,705	849,943
	3	A-3	1,701	768,002
	4	A-3	1,701	858,155
	平均		1,713	824,834
対照区	5	A-4	1,785	908,565
	6	B-2	1,489	690,152
	7	A-3	1,624	699,944
	8	B-2	1,430	728,585
	平均		1,545	756,811

V 考 察

黒毛和種去勢肥育牛の脂質代謝の向上を目的として、バイパスコリンを用い、試験開始前日まで同一の飼養管理をした平均23カ月齢の黒毛和種去勢肥育牛8頭を29カ月齢まで肥育した。

1日1頭当たりのDM摂取量は、濃厚飼料および粗飼料共に両区ともほぼ同量で、有意な差はなかった。また、増体成績、体高および胸囲の発育においても両区に有意な差はなかった。このことよりバイパスコリンを1日1頭当たり100g給与しても、飼料摂取量の低下および発育の停滞はないと考えられる。

ASTおよびγ-GTPは肝機能を反映する酵素で、肝機能が低下すると高値を示す^{8,9)}。今回の試験では、

AST, γ -GTPともに試験区は対照区より常に低い値を示し、対照区では月齢が進むにつれて若干上昇する傾向がみられた。

T-choは肝臓および脂肪組織で合成され、牛では大部分がHDLに含まれる⁹⁾。T-choは摂取エネルギーと正の相関があり、肝機能低下でT-choも低下する⁸⁾。また、和田ら¹⁰⁾はT-choおよびHDLは脂肪交雑と正の相関を示すと報告している。今回の試験では、両区のDM摂取量はほぼ同量であるから、摂取エネルギーもほぼ同量であったと思われるが、T-choは25カ月齢以降で差が現れ始め、試験区が対照区を25mg/dl前後上回っていた。

LCATは主に肝臓で合成される416個のアミノ酸からなる糖タンパク質で、HDL上でコレステロールをエステル化する酵素である¹¹⁾。乳牛において、健康牛のLCATは 979 ± 22 IU/l、脂肪肝発生牛のLCATは 631 ± 62 IU/lで、脂肪肝発生牛は健康牛に比べLCATが有意に低下する¹²⁾。今回の試験では、両区とも同様な推移を示し、26カ月齢では若干低下したものの、月齢が進むにつれて上昇する傾向がみられ、両区とも平均LCAT活性値は試験全期間をとおしておよそ900から1200 IU/lの範囲を推移していた。対照区の脂肪肝発生牛も、試験全期間をとおしてLCAT活性値が700 IU/l以下になることはなかった。これは、肝臓の病理組織学的所見で限局性の脂肪変性が認められたことから、脂肪肝の程度が軽度であったためと考えられる。

リポタンパクは脂質構成などにより比重や粒子の大きさが異なり、比重の小さい順にカイロミクロン、VLDL, IDL, LDLおよびHDLに分類される。脂肪肝や周産期病の乳牛では、リポタンパク分画の変化としてLDL画分値の明らかな低下と、通常は血液検査上ほとんど検出されないIDLの出現率の上昇がみられる¹³⁾。逆に、黒毛和種肥育末期における急性肝炎発症牛では、VLDLとLDL分画の著しい上昇とHDL分画の低下が認められ、VLDLの異化障害とHDLの生成異常を伴ったリポタンパク代謝異常が起こる¹⁴⁾。今回の試験では、LDL画分値は両区に有意な差はなく、IDLは両区で出現が認められ、その画分値でも有意な差はなかった。また、VLDL画分値で対照区が有意に上昇し、HDL画分値では有意に低下していた。この結果は、対照区のリポタンパク分画が肝炎発症牛のリポタンパク分画に類似していることを示しており、AST, γ -GTPおよびT-choの結果からも対照区は試験区より肝機能が低下し、リポタンパク代謝が円滑に進んでいなかったと考えられる。いっぽう、試験区でも26カ月齢においてASTの上昇およびT-choとLCATの低下が、27カ月齢においてVLDL画分値の上昇およびHDLの低下がみられた。26・27カ月齢時は8・9月であったので、暑熱や台風ストレスにより、対照区ほどではないものの肝機能が低下していたと考えられる。

枝肉成績では、BMSNo.において両区に有意な差はなかったが、試験区が対照区より成績が2.0優れていた。この結果は、試験区のほうがリポタンパク代謝が円滑に進んだことで、摂取した脂質をロース芯をはじめとした末梢組織中の脂肪細胞へと効率良く供給・蓄積できたと考えられる。

以上のことから、肥育後期における黒毛和種去勢肥育牛へのバイパスコリン給与は、飼料摂取量を減少させることなく、脂質代謝を円滑に進めることでBMSNo.の向上に有効である可能性が示唆された。

VI 引用文献

- 1) 沖縄県中央・北部食肉衛生検査所, 2003, 平成14年度事業概要, 12-16
- 2) 安食隆, 2001, 牛の肝臓・肺臓における潜在性疾病の検討
- 3) 柳田晃良・山本匡介, 1994, リン脂質代謝とその調節, 渡辺明治・山本匡介・堺孝弘編, 中外医学社, 肝疾患の脂質代謝, 48-60
- 4) Erdman R.A. and Sharma B.K., 1991, Effect of dietary rumen-protected choline in lactating dairy cows, *J. Dairy Science*, 74, 1641-1647
- 5) Hartwell J.R., Cecava M.J. and Donkin S.S., 2000, Impact of dietary rumen undergradable protein and rumen-protected choline on intake, peripartum liver triacylglyceride, plasma metabolites and milk production in transition dairy cows, *J. Dairy Science*, 83, 2907-2917
- 6) 社団法人日本食肉格付協会, 1988, 新しい牛枝肉取引規格
- 7) 新城明久, 1996, 新版生物統計入門—計算マニュアル—, 35-45, 朝倉書店

-
- 8) 社団法人全国家畜産物衛生指導協会編, 1999, 生産獣医療システム肉牛編, 農文協, 186-199
- 9) 木田克弥, 2000, 代謝プロファイルテストの実際, 内藤善久・浜名克己・元井菫子編, 文永堂出版, 生産獣医療における牛の生産病の実際, 23-30
- 10) 和田宏・高光斗・奥島史朗, 1982, 肥育牛および枝肉の形質と血漿ホルモン濃度の相関に関する研究, 岡山大農学報, 60, 11-25
- 11) 福島範子・山本匡介・堺孝弘, 1994, リポ蛋白代謝とリポ蛋白受容体, 渡辺明治・山本匡介・堺孝弘編, 中外医学社, 肝疾患の脂質代謝, 19
- 12) Nakagawa H., Oikawa S., Oohashi T. and Katoh H., 1997, Detected serum lectin:cholesterol acyltransferase activity in spontaneous cases of fatty liver in cows, *Veterinary Research Communications*, 21, 1-8
- 13) 及川伸, 2002, 乳牛における脂質代謝とその異常—最近の知見—, 沖縄県産業動物講習会誌, 1-16
- 14) 野呂明弘・小林裕子・鹿野正人・宮前千文・小見邦雄, 1996, 黒毛和種肥育牛の急性肝炎例における血清リポタンパク, 日本獣医師会雑誌, 49, 612-614
-

研究補助：石垣 新, 宮里貴志

沖縄県における黒毛和種肉用牛の系統

(3) 繁殖雌牛の生年別血統構成

真喜志修 棚原武毅 運天和彦

I 要 約

沖縄県において、1998年から2002年にかけて分娩した黒毛和種繁殖雌牛について生年別に分け系統別に分類、また、2002年に分娩した雌牛の生年別比率と、2005年に分娩する雌牛の系統別予測頭数を調査したので報告する。

1. 1986から1988年生まれ、1989から1991年生まれの繁殖雌牛の系統別比率では、糸桜系がそれぞれ51.5、46.7%で最も多い。田尻系は25.6%から34.2%と比率が増加している。父別比率では、両世代とも糸富士が最も多く、それぞれ24.2%、12.7%である。
2. 1992から1994年生まれ、1995から1997年生まれの繁殖雌牛の系統別比率では、田尻系がそれぞれ42.1、47.5%と最も多く、次いで糸桜系の35.0、28.0%、晴美系の14.0、16.7%、気高系の5.9、6.5%となっている。父別比率では、両世代とも晴姫が最も多く、それぞれ12.9、14.4%を占めている。
3. 1998から2000年生まれの繁殖雌牛の系統別比率では、田尻系が36.2%と最も多いが、1995から1997年生まれと比較すると11.3%減少している。次いで糸桜系の22.2%、晴美系の19.9%、気高系の19.3%となっている。父別比率では、平茂勝が16.1%と最も多く、その影響で気高系が1995から1997年生と比較して、12.8%その比率が増加している。
4. 2002年に分娩した雌牛の年齢別比率では、9歳未満の雌牛が全体の8割を占め、10歳以上の雌牛からその比率は下降している。
5. 2000年生まれの雌牛の保留割合は、気高系で60.9%と高く、他の系統は約15~30%であった。2001と2002年生まれの保留雌牛予測頭数の系統別比率では、2001年生まれでは田尻系の比率が35.9%と最も多いが、2002年生まれでは気高系の比率が36.2%と最も多かった。2005年に分娩する雌牛の系統別予測頭数割合は、田尻系が39.5%、糸桜系が28.4%、気高系が16.0%、晴美系が12.8%となった。

II 結 言

沖縄県の繁殖雌牛頭数は2000年現在で45761頭¹⁾、2001年に生産された子牛の父の頭数が327頭、繁殖雌牛の父の頭数は453頭と多く、その血統構成の把握が難しくなっている²⁾。種雄牛や繁殖雌牛群の造成による改良の進展には、これらの現状を詳しく調査する必要がある。前報^{2,3)}では、繁殖雌牛の系統の推移と交配種雄牛、繁殖雌牛と種雄牛の交配における系統の組み合わせを報告したが、生年別の繁殖雌牛の系統やその年に分娩した繁殖雌牛の年齢比率等の報告はない。今回、本県の肉用牛改良の基礎資料とするため生年別に繁殖雌牛を系統分類しその推移を調査、また2002年に分娩した繁殖雌牛の生年別の比率を調査し今後の繁殖雌牛の系統予測をしたので報告する。

III 材料および方法

1. 調査方法

(社)沖縄県家畜改良協会の黒毛和種繁殖データから1998年から2002年にかけて分娩した繁殖雌牛132178頭と生産された子牛を抽出し、ワークステーション (NEC社製EWS4800/360SX) 上の分析ソフトmi cro-RESEARCHER II (NEC社製)を用いて調査した。

2. 調査項目

1) 繁殖雌牛の生年別の系統の推移

1986から2000年生まれの繁殖雌牛を生年ごとにその系統を分類し、その比率の推移を調査した。

系統は和牛種雄牛系統的集大成⁹⁾に準じ父ラインの系統で分類した。上記系統に分類されても、調査年での頭数比率が0.5%に満たない系統はその他とした。

2) 分娩牛の生年別頭数

2002年に分娩した繁殖雌牛を生年別に調査した。年齢は、分娩時での満年齢とした。また、2002年に分娩した生年別の繁殖雌牛頭数を、1)で調査した生年ごとの雌牛頭数で除した数値を生産率とした。

3) 今後の繁殖雌牛の系統予測

系統別に、1)で調査した2000年生まれの繁殖雌牛頭数を2000年生まれの登記雌子牛頭数で除した数値を、保留割合とし、2001と2002年生まれの登記雌子牛頭数に乘じ保留雌牛予測頭数を算出した。また、1)で調査した生年別、系統別頭数に、2005年に分娩した時の年齢で2)で算出した生産率を乘じ、各生年別の予測頭数を算出した。なお、2001から2003年生まれの頭数は、上記で算出した2001と2002年生まれの保留雌牛予測頭数に2003年生まれの頭数を足して算出した頭数であるが、2003年生まれの頭数は2002年生まれの頭数と同様として算出した。

IV 結果および考察

1. 1986から1988年生まれの繁殖雌牛の系統

1986から1988年生まれの繁殖雌牛の系統別比率を表1に父別比率を表2に示した。系統別比率では糸桜系が51.5%と最も多く、田尻系25.6%、晴美系6.9%、茂金系5.2%となっている。父別比率では、糸富士が24.2%と最も多く、安波土井13.3%、富士晴9.3%となっている。

1986から1988年生まれの繁殖雌牛は、糸富士や富士晴、糸松の活躍により、糸桜系の種雄牛で51.5%と半数以上を占めている。田尻系では、兵庫県導入種雄牛の安波土井や広島県導入の立川17の6が多い。また、晴美系、茂金系、38岩田系、高庭系、横利系では、離島地域で自然交配用として広島県や島根県から導入された種雄牛も多く含まれている。

主にこの年代に県内で凍結精液が多く利用された種雄牛の娘牛が大半を占めるが、忠福や第20平茂にみられるように他県からの導入雌牛も上位に入っている。

表1 1986から1988年生まれの繁殖雌牛の系統別比率

系 統	頭数	比率 (%)
糸 桜 系	1871	51.5
田 尻 系	931	25.6
晴 美 系	249	6.9
茂 金 系	189	5.2
気 高 系	134	3.7
38岩田系	84	2.3
栄 光 系	78	2.1
城 崎 系	32	0.9
高 庭 系	29	0.8
横 利 系	22	0.6
そ の 他	16	0.4
総 計	3635	

表2 1986から1988年生まれの繁殖雌牛の父別比率

種雄牛名	系 統	頭数	比率 (%)
糸 富 士	糸桜系	878	24.2
安波土井	田尻系	482	13.3
富 士 晴	糸桜系	338	9.3
糸 松	糸桜系	232	6.4
晴 姫	晴美系	167	4.6
忠 福	田尻系	86	2.4
岩 牡 丹	茂金系	81	2.2
第20平茂	気高系	78	2.1
立川17の6	田尻系	72	2.0
中 部 6	糸桜系	56	1.5
上位10番計		2470	68.0
そ の 他		1165	32.0
総 計		3635	

注) 上位10番までを記載。

2. 1989から1991年生まれの繁殖雌牛の系統

1989から1991年生まれの繁殖雌牛の系統別比率を表3に父別比率を表4に示した。系統別比率では糸桜系が46.7%と最も多く、田尻系34.2%、晴美系8.1%、気高系3.7%となっている。父別比率では、糸富士が12.7%と最も多く、富士晴8.5%、晴姫6.7%となっている。

1989から1991年生まれの繁殖雌牛は、当時県種雄牛として多く利用された糸富士や富士晴、晴姫等が上位を占めている。糸桜系では、糸富士、富士晴、糸松、北国7の8が上位に入っている。田尻系では、安波土井に替わり福美や紋次郎、安金が上位に入っている。1986から1988年生まれと比較して、系統別比率では田尻系の比率が8.6%増加し、父別比率では糸富士の比率が約半分になっている。

表3 1989から1991年生まれの繁殖雌牛の系統別比率

系 統	頭数	比率(%)
糸 桜 系	4152	46.7
田 尻 系	3043	34.2
晴 美 系	718	8.1
気 高 系	373	4.2
茂 金 系	302	3.4
栄 光 系	147	1.7
38岩田系	70	0.8
そ の 他	80	
総 計	8885	

表4 1989から1991年生まれの繁殖雌牛の父別比率

種雄牛名	系 統	頭数	比率(%)
糸 富 士	糸桜系	1127	12.7
富 士 晴	糸桜系	751	8.5
晴 姫	晴美系	599	6.7
福 美	田尻系	508	5.7
紋 次 郎	田尻系	384	4.3
安 金	田尻系	286	3.2
北国7の8	糸桜系	265	3.0
谷 水	糸桜系	248	2.8
福 谷	田尻系	240	2.7
糸 松	糸桜系	222	2.5
上位10番計		4630	52.1
そ の 他		4255	47.9
総 計		8885	

注) 上位10番までを記載。

3. 1992から1994年生まれの繁殖雌牛の系統

1992から1994年生まれの繁殖雌牛の系統別比率を表5に父別比率を表6に示した。系統別比率では田尻系が42.1%と最も多く、糸桜系35.0%、晴美系14.0%、気高系5.9%となっている。父別比率では、晴姫が12.9%と最も多く、北国7の8が9.0%、中部6が8.5%となっている。

田尻系では、安波土井の後継種雄牛の藤波が上位に入り、紋次郎や安金も上位に入っている。また、鹿児島県の神高福の娘牛が多く導入されている。糸桜系では、北国7の8、中部6が上位に入り、糸富士はややその比率を落としている。また、晴美系の大半を占める晴姫の活躍により、晴美系の比率が増加している。

肉質重視の傾向が進み、1992から1994年生まれの繁殖雌牛は、これまでの糸桜系に替わり田尻系が最も多くなっている。

表5 1992から1994年生まれの
繁殖雌牛の系統別比率

系 統	頭数	比率(%)
田 尻 系	5162	42.1
糸 桜 系	4290	35.0
晴 美 系	1714	14.0
気 高 系	730	5.9
栄 光 系	244	2.0
そ の 他	130	1.0
総 計	12270	

表6 1992から1994年生まれの
繁殖雌牛の父別比率

種雄牛名	系 統	頭数	比率(%)
晴 姫	晴美系	1577	12.9
北国7の8	糸桜系	1104	9.0
中 部 6	糸桜系	1040	8.5
藤 波	田尻系	934	7.6
紋 次 郎	田尻系	590	4.8
安 金	田尻系	515	4.2
神 高 福	田尻系	486	4.0
糸 富 士	糸桜系	469	3.8
谷吉土井	田尻系	435	3.5
北国7の3	糸桜系	379	3.1
上位10番計		7529	61.4
そ の 他		4741	38.6
総 計		12270	

注) 上位10番までを記載。

4. 1995から1997年生まれの繁殖雌牛の系統

1995から1997年生まれの繁殖雌牛の系統別比率を表7に父別比率を表8に示した。系統別比率では田尻系が47.5%と最も多く、糸桜系の28.0%、晴美系16.7%、気高系6.5%となっている。父別比率では、晴姫が14.4%と最も多く、北国7の8が11.3%、金鶴6.7%となっている。

この年代ではさらに肉質重視の傾向が進み、田尻系の比率が約半数を占めるに至っている。田尻系では、金鶴や藤波、安金、菊安等が上位に入っている。糸桜系では、北国7の8や北国7の9が上位に入っている。また、この年代でも晴姫の活躍により、晴美系の比率が増加している。

表7 1995から1997年生まれの
繁殖雌牛の系統別比率

系 統	頭数	比率(%)
田 尻 系	5458	47.5
糸 桜 系	3215	28.0
晴 美 系	1916	16.7
気 高 系	741	6.5
茂 金 系	75	0.7
栄 光 系	64	0.6
そ の 他	18	0.0
総 計	11487	

表8 1995から1997年生まれの
繁殖雌牛の父別比率

種雄牛名	系 統	頭数	比率(%)
晴 姫	晴美系	1650	14.4
北国7の8	糸桜系	1302	11.3
金 鶴	田尻系	770	6.7
北国7の9	糸桜系	557	4.8
藤 波	田尻系	513	4.5
中 部 6	糸桜系	463	4.0
安 金	田尻系	442	3.8
菊 安	田尻系	400	3.5
神 高 福	田尻系	321	2.8
高 栄	田尻系	318	2.8
上位10番計		6736	58.6
そ の 他		4751	41.4
総 計		11487	

注) 上位10番までを記載。

5. 1998から2000年生まれの繁殖雌牛の系統

1998から2000年生まれの繁殖雌牛の系統別比率を表9に父別比率を表10に示した。系統別比率では田尻系が36.2%と最も多く、糸桜系の22.2%、晴美系19.9%、気高系19.3%となっている。父別比率では、平茂勝が16.1%と最も多く、北国7の8が14.3%、晴姫12.0%となっている。

1998から2000年生まれの繁殖雌牛の系統比率では、1995から1997年生まれと比較して、田尻系の比率が11.3%落ち、気高系の比率が12.8%伸びている。これは、平茂勝が多く利用されたためで、気高系の1918頭のうち1598頭が平茂勝の娘牛となっている。また、1988、1999年と多く利用された姫桜や、田尻系種雄牛の福栄、美津福等が上位に入っている。宮崎県種雄牛安平の娘牛も多く導入されている。

表9 1998から2000年生まれの繁殖雌牛の系統別比率

系 統	頭 数	比 率 (%)
田 尻 系	3601	36.2
糸 桜 系	2204	22.2
晴 美 系	1979	19.9
気 高 系	1918	19.3
茂 金 系	119	1.2
栄 光 系	114	1.1
そ の 他	4	0.0
総 計	9939	

表10 1998から2000年生まれの繁殖雌牛の父別比率

種雄牛名	系 統	頭 数	比 率 (%)
平 茂 勝	気高系	1598	16.1
北国7の8	糸桜系	1423	14.3
晴 姫	晴美系	1197	12.0
姫 桜	晴美系	496	5.0
福 栄	田尻系	482	4.8
美 津 福	田尻系	441	4.4
安 平	田尻系	369	3.7
金 鶴	田尻系	327	3.3
藤 波	田尻系	304	3.1
安 福 栄	田尻系	290	2.9
上位10番計		6927	69.7
そ の 他		3012	30.3
総 計		9939	

注) 上位10番までを記載。

6. 2002年分娩牛の生年別頭数比率と年齢毎の分娩比率

2002年分娩牛の生年別比率を表11に示した。2002年に分娩した繁殖雌牛の生年別頭数比率は、1992から1994年生まれの雌牛が27.42%と最も多く、1992から2000年生まれの世代で全体の79.81%を占めている。1991年以前の生まれの雌牛から、その比率が落ちていき、1988年生まれ以前になると5%にも満たない。生産率は、1から3歳の繁殖雌牛が88.4%と最も高く、4～6歳、7～9歳も77.7、75.6%と高い生産率となっている。10～12歳では56.1%となり13～15歳では38.1%と減少していく、これは雌牛の淘汰廃用がこの年齢頃から始まるためと考えられる。

表11 2002年分娩牛の生年別比率と満年齢

生 年	頭 数	比 率 (%)	満年齢	雌牛頭数	生産率 (%)
1979～1982年	13	0.04	19～22	339	3.8
1983～1985年	152	0.45	16～18	929	16.4
1986～1988年	1386	4.10	13～15	3635	38.1
1989～1991年	4982	14.73	10～12	8885	56.1
1992～1994年	9273	27.42	7～9	12270	75.6
1995～1997年	8925	26.39	4～6	11487	77.7
1998～2000年	8790	26.00	1～3	9939	88.4
2001年	294	0.87	1	—	—
総 計	33815				
平 均			7.27		

注) 2001年生まれの雌牛頭数は十分なデータ数がないため除いた。

7. 今後の繁殖雌牛の系統の予測

2000年生まれの雌登記子牛と繁殖雌牛の系統別頭数及び保留割合を表12に示した。系統別の2000年生まれの雌子牛と2000年生まれの繁殖雌牛の頭数から、保留割合を割り出した。最も保留割合が高いのは気高系で、雌子牛として生まれた頭数の60.9%が繁殖雌牛になっている。それ以外の系統は、16.3から30.8%程度の保留割合であった。

系統別2001, 2002年生まれの雌登記子牛と繁殖雌牛保留予測頭数を表13, 14に示した。2001と2002年生まれの保留雌牛予測頭数では、2001年生まれでは田尻系の比率が35.9%と最も多いが、2002年生まれでは気高系が36.2%が最も多くなっている。両年とも田尻系, 糸桜系, 気高系で約9割を占めている。

表12 2000年生まれ雌登記子牛と繁殖雌牛の系統別頭数と保留割合

系 統	登記子牛頭数	繁殖雌牛頭数	保留割合(%)
田 尻 系	5886	957	16.3
糸 桜 系	2541	482	19.0
気 高 系	1932	1177	60.9
晴 美 系	1786	317	17.7
栄 光 系	290	69	23.8
茂 金 系	172	53	30.8
そ の 他	4	1	25.0
総 計	12591	3056	

表13 系統別2001年生まれ雌登記子牛と繁殖雌牛保留予測頭数

系 統	登記子牛頭数	保留雌牛予測頭数	比率(%)
田 尻 系	6854	1117	35.9
糸 桜 系	3337	634	20.3
気 高 系	1556	948	30.5
晴 美 系	1154	204	6.6
栄 光 系	507	121	3.9
茂 金 系	279	86	2.8
そ の 他	5	1	0.0
総 計	13692	3111	

表14 系統別2002年生まれ雌登記子牛と繁殖雌牛保留予測頭数

系 統	登記子牛頭数	保留雌牛予測頭数	比率(%)
田 尻 系	7573	1234	34.4
糸 桜 系	4388	834	23.2
気 高 系	2138	1302	36.2
晴 美 系	580	103	2.9
栄 光 系	252	60	1.7
茂 金 系	189	58	1.6
そ の 他	3	1	0.0
総 計	15123	3592	

2005年分娩の生年別系統別予測頭数を表15に示した。2005年に分娩する繁殖雌牛の予測される系統の比率は、田尻系が39.5%と最も多く、次いで糸桜系の28.4%、気高系の16.0%と続く。前報²⁾で、2001年に分娩した繁殖雌牛の系統は、田尻系が39.2%、糸桜系が35.0%、晴美系15.5%、気高・栄光系で7.5%となっており、2005年予測と比較すると、糸桜系と晴美系がそれぞれ28.4%、12.8%とその比率がやや低下し、気高系が16.0%とその比率を増加している。

表15 2005年分娩の繁殖雌牛の生年別系統別予測頭数

系 統	1989～91年生 '92～94年生 '95～97年生 '98～00年生 '01～03年生					合計	比率(%)
	(13～15才)	(10～12)	(7～9)	(4～6)	(1～3)		
田 尻 系	1159	2896	4126	2798	3169	14148	39.5
糸 桜 系	1582	2407	2431	1713	2035	10168	28.4
気 高 系	142	410	560	1490	3140	5742	16.0
晴 美 系	274	962	1448	1538	362	4584	12.8
栄 光 系	56	137	48	89	213	543	1.5
茂 金 系	115	22	57	92	179	465	1.3
そ の 他	57	51	14	3	3	128	0.4
総 計	3385	6885	8684	7723	9101	35778	

繁殖雌牛の保留、淘汰は肉用牛の改良の根幹であり、優秀な雌牛を保留し、不良な雌牛を淘汰していくことが肉用牛の改良を進める上で重要である。保留されている繁殖雌牛は人気のある種雄牛の娘牛であることが多いと考えられるが、北国7の9のように能力の判明する前にその凍結精液が多く利用され、その雌牛が多く保留されているような場合もある。能力の判明していない種雄牛の娘牛を保留することは、繁殖雌牛群の能力を落としていく可能性がある。能力の判明した優秀な種雄牛の産子を次世代の繁殖雌牛として保留していくことが、肉用牛の改良を進める上での基本であることから、繁殖雌牛の保留には十分留意していくことが必要である。

V 引 用 文 献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課, 2002, おきなわの畜産, 178
- 2) 真喜志修・棚原武毅・運天和彦, 2001, 沖縄県における黒毛和種肉用牛の系統, 沖縄畜試研報, 40, 33-40
- 3) 真喜志修・棚原武毅・運天和彦・千葉好夫, 2001, 沖縄県における黒毛和種肉用牛の系統, 沖縄畜試研報, 39, 25-30
- 4) (社) 全国和牛登録協会, 2003, 黒毛和種種雄牛集大成

和牛産肉能力直接検定成績（2003年度）

真喜志修 運天和彦 棚原武毅 千葉好夫

I 緒 言

沖縄県畜産試験場では、種雄牛候補牛の産肉能力評価のため、和牛種雄牛産肉能力検定（直接法）を実施している。そこで、2003年4月から2004年3月末までに検定を終了した雄牛の成績について取りまとめたので報告する。

II 検定牛および検定方法

検定牛は、肉用牛群改良基地育成事業に基づき、生産された子牛のうち、産子調査により選抜された17頭の雄子牛である。

検定牛の概要を表1に示した。検定牛の父と母方祖父の組み合わせでは、糸桜系×糸桜系が8頭、糸桜系×田尻系が2頭、糸桜系×晴美系が3頭、気高系×田尻系が3頭、田尻系×田尻系が1頭であった。

検定は、全国和牛登録協会の和牛種雄牛産肉能力検定法¹⁾に基づき実施した。直接検定とは、7～8カ月齢の雄子牛を単房式牛房にて112日間飼養し、その期間濃厚飼料は朝夕2回の給与で、1日の給与量は適正な育成管理となる範囲で、おおむね体重比1.0～1.5%を目安とし、粗飼料は乾草を飽食給与し、増体量や飼料要求率等を調査するものである。

表1 検定牛の概要

No.	名 号	生年月日	血 統				生産地
			父	母	母方祖父	母方曾祖父	
1	北 国 安	'02. 4. 7	北国7の8	な か や す	中 部 6	安波土井	石 垣 市
2	北 福	'02. 5. 14	北天山	とよかわ1	糸 福	八重福	石 垣 市
3	波 野 8	'02. 6. 29	北国7の8	け な み	安波土井	第20気高	石 垣 市
4	北 連 山	'02. 6. 6	北天山	れ ん	中 部 6	紋 次 郎	今帰仁村
5	平 勝	'02. 7. 23	平茂勝	きょうこ	神高福	第20平茂	城 辺 町
6	北 福 姫	'02. 7. 17	北天山	ふくたか	晴 姫	神高福	石 垣 市
7	北 良	'02. 8. 17	北天山	み よ し	晴 姫	紋 次 郎	伊 江 村
8	八 重 北	'02. 8. 14	北天山	やえつる8	糸 福	福 鶴 5 7	石 垣 市
9	滝 平	'02. 8. 13	平茂勝	し ず え	神高福	金 一	伊 江 村
10	北 晴	'02. 9. 11	北天山	い る か	晴 姫	安波土井	伊 江 村
11	北 玉 福	'02. 9. 9	北天山	たまふくよ	糸 福	第6福久	石 垣 市
12	清 福	'02. 9. 5	安福165の9	み な よ	紋 次 郎	第9の2神中	伊 江 村
13	北 山 道	'02. 10. 9	北天山	み ち 1 1	糸 福	八重福	石 垣 市
14	天 中	'02. 11. 3	北天山	ゆ か り	中 部 6	安波土井	伊 江 村
15	国信土井	'02. 11. 3	北国7の8	か ね こ	紋 次 郎	神高福	伊 江 村
16	竹 勝	'03. 3. 23	平茂勝	き ち こ	紋 次 郎	第7糸桜	伊 江 村
17	北 中 部	'03. 4. 3	北天山	か ず な	中 部 6	紋 次 郎	今帰仁村

Ⅲ 検 定 成 績

検定成績は、表2および表3に示すとおりである。各調査項目の平均値は、開始時日齢246.6日、開始時体重252.8kg、終了時体重384.3kg、180日補正体重193.3kg、365日補正体重392.0kg、1日当たり増体量(DG) 1.17kg、粗飼料摂取率50.0%、各飼料要求率は濃厚飼料3.32、粗飼料3.33、DCP0.60、TDN4.04である。

DGについては、波野8および北中部の1.25kg、竹勝の1.24kg、北国安の1.21kg、北良および清福の1.20kgが優れている。

365日補正体重については、国信土井の456.4kgが最も優れており、八重北の344.6kgが最も劣っている。飼料要求率(TDN)については、波野8の3.74、北中部の3.84が優れ、4.34の八重北が最も劣っている。

DGおよび飼料要求率(TDN)について17頭の平均値を2001年度の全国平均値²⁾と比較すると、DGで0.01、飼料要求率(TDN)で0.20優れている。

表2 検定成績(体重およびDG)

No.	名 号	開始日齢	体 重 (kg)				DG (kg)	備考
			開始時	終了時	180日補正	365日補正		
1	北 国 安	249	254	390	192.2	394.9	1.21	◎
2	北 福	245	215	345	165.9	354.3	1.16	
3	波 野 8	230	234	374	189.7	402.8	1.25	◎
4	北 連 山	253	229	361	171.6	361.0	1.18	
5	平 勝	252	270	402	201.7	403.2	1.18	
6	北 福 姫	258	230	354	174.1	348.5	1.11	
7	北 良	244	268	402	205.6	412.8	1.20	◎
8	八 重 北	247	215	338	164.8	344.6	1.10	
9	滝 平	248	244	377	198.3	382.9	1.19	
10	北 晴	247	235	358	179.9	364.6	1.10	
11	北 玉 福	249	242	374	183.3	378.7	1.18	
12	清 福	253	271	405	201.5	405.0	1.20	◎
13	北 山 道	244	234	361	179.2	371.2	1.13	
14	天 中	249	312	445	234.1	449.8	1.19	
15	国信土井	249	329	452	246.4	456.4	1.10	
16	竹 勝	243	286	425	219.9	437.4	1.24	○
17	北 中 部	232	230	370	185.4	396.3	1.25	○
	平均 値	246.6	252.8	384.3	193.3	392.0	1.17	
	標準偏差	7.0	32.6	33.4	23.4	33.9	0.05	
	全国平均値	—	—	—	—	—	1.16	

注1) 全国平均は2002年度(294頭)の平均値

2) ◎は2004年度産肉能力後代検定実施牛として選抜した雄牛。

3) ○は2005年度産肉能力後代検定候補牛として選抜した雄牛。

表3 検定成績(飼料要求率および体型評点)

No.	名号	粗飼料摂取率 (%)	飼料要求率				体型評点	備考
			濃厚飼料	粗飼料	DCP	TDN		
1	北国安	50	3.29	3.32	0.59	4.02	82.2	◎
2	北福	49	3.38	3.22	0.60	4.03	82.0	
3	波野8	50	3.06	3.11	0.55	3.74	82.0	◎
4	北連山	51	3.25	3.42	0.59	4.03	82.3	
5	平勝	52	3.25	3.47	0.59	4.06	82.5	
6	北福姫	47	3.44	3.06	0.60	3.99	81.4	
7	北良	52	3.17	3.50	0.59	4.02	81.9	◎
8	八重北	53	3.41	3.78	0.63	4.34	81.7	
9	滝平	52	3.23	3.51	0.59	4.06	82.4	
10	北晴	49	3.35	3.26	0.59	4.02	81.1	
11	北玉福	51	3.24	3.36	0.59	4.00	81.8	
12	清福	51	3.16	3.29	0.57	3.91	83.1	◎
13	北山道	49	3.46	3.32	0.61	4.14	81.4	
14	天中	53	3.35	3.74	0.62	4.27	80.8	
15	国信土井	48	3.63	3.31	0.63	4.24	82.2	
16	竹勝	47	3.46	3.04	0.60	3.99	81.4	○
17	北中部	46	3.38	2.86	0.58	3.84	83.5	○
平均値		50.0	3.32	3.33	0.60	4.04	82.0	
標準偏差		2.2	0.14	0.24	0.02	0.15	0.7	
全国平均		—	—	—	0.60	4.24	—	

注1) 全国平均は2002年度(294頭)の平均値

2) ◎は2004年度産肉能力後代検定実施牛として選抜した雄牛。

3) ○は2005年度産肉能力後代検定候補牛として選抜した雄牛。

これらの検定牛の中から母牛の育種価および選抜基準³⁾(DG1.20kg以上または365日補正体重430kg以上)に基づき、平成15年度第2回沖縄県肉用牛改良協議会専門委員会において2004年度の産肉能力後代検定実施牛(試験種付を行なう)として北国安、波野8、北良、清福を選抜した。また、2005年度の産肉能力後代検定候補牛として竹勝、北中部を選抜した。

IV 引用文献

- 1) 社団法人全国和牛登録協会, 2000, 和牛登録事務必携, 58-67
- 2) 社団法人全国和牛登録協会, 2002, 和牛種雄牛産肉能力検定成績, 4
- 3) 沖縄県農林水産部, 2002, 沖縄県肉用牛群改良基地育成事業実施細則

検定補助: 石垣新, 宮里貴志