

宮崎畜試研報
Bull.Miyazaki
Livestock Exp.Sta.

BULLTIN
OF
THE MIYAZAKI LIVESTOCK EXPERIMENT STATION

No.30

Dec.2019
Takaharu, Miyazaki, Japan

宮崎県畜産試験場研究報告

第 30 号

令和元年12月

宮崎県畜産試験場
(宮崎県西諸県郡高原町大字広原5066)

目次

一般論文

【肉用牛】

牛肉のおいしさの見える化試験

永田修平・原 好弘・坂元菜摘 ----- 1

高タンパク粗飼料を多給した子牛育成技術の検討

中武美夢・日高祐輝・福永又三・原 好弘 ----- 6

黒毛和種供胚牛における簡易的暑熱対策が採胚成績に及ぼす影響の検討

須崎哲也・松尾麻未・北野典子 ----- 11

画像認識技術を活用した分娩予測システムの開発と実証

杉野文章・笹栗 康・金丸昭人・元島敏光 ----- 14

イネSGS（ソフトグレインサイレージ）の給与水準が黒毛和種繁殖雌牛の生産性に及ぼす影響について ―平成30年度畜産関係学術研究委託調査―

須崎哲也・松尾麻未・小仲瑠偉・黒木幹也・遠野雅徳・小林寿美 ----- 18

【乳用牛】

木材クラフトパルプ混合発酵TMRの給与がルーメンpHおよび発酵に及ぼす影響

西村慶子・新倉 宏・寺田文典・水口人史・佐藤 繁・櫛引史 ----- 27

遮熱塗料塗布による飼料タンク及び牛舎屋根への暑熱対策効果

松尾麻未・須崎哲也・河村隆介 ----- 33

【飼料草地】

飼料作物奨励品種選定試験（平成30年度）

高橋奈津美・東 政則・甲斐敬康 ----- 38

【養豚】

肥育後期豚への竹粉加工飼料給与試験

壺岐侑祐・宮本佳奈・内山信二・竹之山慎一 ----- 45

肥育豚へのニンジン粕給与試験

壺岐侑祐・宮本佳奈・内山信二 ----- 51

【養豚】

肥育後期豚への乾燥日向夏粕給与実証試験

壱岐侑祐・宮本佳奈・内山信二・竹之山慎一 ----- 5 6

新たな「宮崎ブランドポーク」作出試験（第1報）

宮本佳奈・内山伸二・西 礼華 ----- 6 2

【養鶏】

みやざき地頭鶏種鶏群の改良（第5報）

中山広美・加藤さゆり・堀之内正次郎 ----- 6 5

コレシストキニンA受容体遺伝子の一塩基多型がみやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響

堀之内正次郎・中山広美・高橋秀彰 ----- 6 9

幼雛期の飼槽面積の違いがみやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり ----- 7 5

幼雛期における高C P飼料の給与がみやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり ----- 8 0

牛肉のおいしさの見える化試験

永田修平・原好弘・坂本菜摘¹⁾

(¹⁾ 宮崎県西諸県農業改良普及センター)

Study of visualize the taste of beef

Shuuhei NAGATA, Yoshihiro HARA, Natsumi SAKAMOTO

<要約>牛肉について、黒毛和種、交雑種・乳用種の3品種について比較したところ、官能評価試験の結果で品種間で有意差が認められ、理化学分析や牛肉表面の画像解析の結果についても、品種間で有意差がみられた。メタボロミクス解析による成分分析の結果、品種間で成分に特徴がみられた。

宮崎牛について、肥育時の給与飼料で同様に比較した結果、全ての分析で給与飼料の違いによる有意差は確認されなかったが、成分分析の結果、給与飼料で成分に特徴がみられ、給与飼料で牛肉成分に影響があることが示唆された。

緒言

牛肉のおいしさは、外観ややわらかさ、多汁性、風味など複数の要因が関与していると考えられている。また、平成30年度の和牛去勢の牛枝肉の格付け結果はA-4、5等級が78.4%¹⁾を占めており、脂肪交雑が向上している。そのような中、全国和牛能力共進会の審査基準に一価不飽和脂肪酸含有割合が審査基準に採用されているように、脂肪の質が重要視され、含有率が高くなると口溶けが良くなることから、オレイン酸をはじめとする不飽和脂肪酸に注目が集まっており、消費者が国産和牛を選ぶ際、58.4%が「おいしい」というイメージを持っている²⁾。

しかし、牛肉のおいしさの要因についての報告は多くあるが、黒毛和種牛肉ではおいしさと牛肉中の成分等との間の関係は、未だ明確に示されていない。

そこで、牛肉のおいしさにはどのような要因があるのか、官能評価試験と理化学分析、サンプル表面の画像解析、成分分析を行い、牛肉の美味しさの要因について検討を行った。

試験方法

1 供試サンプル

試験1として、黒毛和種25検体、交雑種13検体及び乳用種12検体の合計50検体とし、品種による比較を行った。脂肪交雑については、黒毛和種はBMS NO. 5~12、交雑種はBMS NO. 3~4、乳用種は全てBMS NO. 2であった。

試験2として、宮崎牛（宮崎県内の種雄牛もしくは家畜改良のため指定された種雄牛を一代祖に持つものの内、宮崎生まれ宮崎育ちの黒毛和種で、肉質等級が4等級以上のもの）で、肥育期間中の給与飼料で4区分し、3農家2検体ずつ合計24検体供試し、給与飼料による比較を行った。脂肪交雑についてはBMS NO. 8~10であった。

試験1、試験2ともに、食肉加工場にてサーロイン部分をブロックにカットし、個別に真空パックしチルド保管した。なお、サンプルの熟成期間を一定にするため、チルド保管しているサンプルをと畜後7日目に急速冷凍保存し、官能評価試験時まで-15℃下で保管した。

2 分析項目と分析方法

(1) 官能評価試験

サンプルの調整のため、ブロックからサーロイン

部分をトリミングを行った。2%食塩水にサンプルを2分間浸漬後、170度に設定した恒温槽で、深部温度が65度になるまで加熱した。加熱後、一人当たり1×1×2cmに切り分け、小口カップにいれ、フタをしてパネルに1検体ずつ提供した。パネルについては、普段から牛肉を扱っているレストランのシェフ等から五味試験により選抜の上決定した。

評価項目としては、「口に入れる前の香りの程度」、「口に入れる前の香りの好ましき」、「やわらかさ」、「味（こく）の強さ」、「口に入れたときの香りの程度」、「口に入れたときの香りの好ましき」、「のどごしの好ましき」、「あぶらっぽさ」及び「総合評価」の9項目とした。

(2) 理化学分析及び画像解析

理化学分析に用いるサンプルについては、官能評価試験サンプルの調整時のトリミングの際、サーロイン表面をスライスしたものをミンチし、分析に必要な量を確保後、分析を行うまで冷凍保存した。

粗脂肪含量の測定は、ミンチ後のサンプルを135℃で2時間乾燥させた後、ソックスレー抽出法により算出した。

剪断力価については、官能評価試験時に、ロース芯の約1/3をカットして冷蔵保存し、宮崎県畜産試験場川南支場においてサンプルを深部温度が65度になるまでボイルし、筋繊維に対して平行に、垂直断面が1×1cmになるように6cm切り出して、「Texture Analyser TA-XT2i」により1サンプル12回測定し、平均値を測定値とした。

試験2においては、上記分析に加え、105℃、4時間で加熱抽出した脂肪をガラス毛细管に吸引し、-30℃

の冷凍庫で12時間以上した後、上昇融点法により脂肪の融点を測定した。

また、牛肉表面をミラー型牛枝肉撮影装置（HK-333）で撮影し、BeefAnalyzer IIにより画像解析を行い、ロース芯の脂肪面積割合、あらし指数、細かさ指数を分析した。

牛肉中の成分含量を調べるため、（一般社団法人）宮崎県食の安全分析センターにおいて、メタボロミクス解析を行った。メタボロミクス解析を行ったサンプルは、官能評価試験時に加熱調理したものの一部を、食の安全分析センターにて分析まで冷凍保管した。メタボロミクス解析については、官能評価試験で良い評価のものと悪い評価のものを選び、試験1では30検体（黒毛和種15検体。交雑種8検体、乳用種7検体）、試験2では12検体実施した。

試験結果

1 官能評価試験

官能評価試験結果について、試験1の結果を表1に示した。「やわらかさ」、「味（こく）の強さ」、「口に入れたときの香りの好ましき」、「のどごしの好ましき」、「あぶらっぽさ」及び「総合評価」の口に入れた後に評価する評価項目で有意に黒毛和種の評価が高く、交雑種、乳用種の順となった。「口に入れる前の香りの程度」は、黒毛和種と交雑種で有意な差は認められなかったが、乳用種では有意に低い結果となった。「口に入れる前の香りの好ましき」及び「口に入れたときの香りの程度」については、黒毛和種が有意に評価が高く、交雑種と乳用種については有意な差は認められなかった。

表1 官能評価試験結果（品種比較）

品種	検体数	口に入れる前の香りの程度	口に入れる前の香りの好ましき	やわらかさ	味（こく）の強さ	口に入れたときの香りの程度	口に入れたときの香りの好ましき	のどごしの好ましき	あぶらっぽさ	総合評価
全サンプル	50	5.0 ± 0.8	4.9 ± 0.7	5.4 ± 1.2	5.1 ± 0.7	5.1 ± 0.7	5.2 ± 0.8	5.1 ± 1.0	4.7 ± 1.4	5.1 ± 1.0
黒毛和種	25	5.3 ± 0.7 ^a	5.2 ± 0.6 ^a	6.4 ± 0.5 ^a	5.6 ± 0.5 ^a	5.6 ± 0.5 ^a	5.8 ± 0.4 ^a	6.0 ± 0.5 ^a	5.9 ± 0.6 ^a	6.0 ± 0.5 ^a
交雑種	13	5.0 ± 0.6 ^a	4.6 ± 0.6 ^b	4.7 ± 0.5 ^b	4.8 ± 0.4 ^b	4.9 ± 0.4 ^b	4.9 ± 0.6 ^b	4.6 ± 0.6 ^b	3.7 ± 0.6 ^b	4.6 ± 0.5 ^b
乳用種	12	4.3 ± 0.6 ^b	4.4 ± 0.5 ^b	4.0 ± 0.7 ^c	4.3 ± 0.5 ^c	4.4 ± 0.7 ^b	4.3 ± 0.5 ^c	3.9 ± 0.5 ^c	3.1 ± 0.5 ^c	4.0 ± 0.5 ^c

※同区分異符号間において有意差あり (p<0.05)

試験2の結果を表2に示した。給与飼料の違いにより、各項目において有意な違いは確認されなかった。

2 理化学分析及び画像解析結果

理化学分析、画像解析の結果について、試験1の結果を表3に示した。粗脂肪含量、剪断力価及び脂肪面積割合について、全品種間で有意な差が認められ、黒毛和種、交雑種、乳用種の順となった。あらさ指数は、黒毛和種と交雑種で有意な差は認められなかったが、乳用種が有意に小さい結果であった。細かさ指数では、黒毛和種が有意に細かく、交雑種と乳用種に有意な差は認められなかった。

試験2の結果を表4に示した。給与飼料の違いでは、官能評価試験と同様、有意な違いは確認されなかった。

表2 官能評価試験結果（飼料比較）

飼料区分	検体数	口に入れる前の香りの程度	口に入れる前の香りの好ましき	やわらかさ	味(こく)の強さ	口に入れたときの香りの程度	口に入れたときの香りの好ましき	のどごしの好ましき	あぶらっぽさ	総合評価
全サンプル	24	5.4±0.41	5.2±0.40	5.7±0.70	5.0±0.52	5.1±0.54	5.1±0.46	5.0±0.61	5.2±0.63	5.2±0.52
飼料A	6	5.6±0.34	5.2±0.31	5.8±0.88	5.3±0.44	5.1±0.34	5.0±0.19	4.7±0.81	5.1±0.49	5.1±0.56
飼料B	6	5.4±0.22	5.3±0.18	6.0±0.41	5.1±0.31	5.3±0.37	5.2±0.37	5.4±0.52	5.7±0.49	5.5±0.29
飼料C	6	5.5±0.45	5.4±0.34	5.5±0.83	4.9±0.61	5.1±0.74	5.2±0.65	5.0±0.51	5.3±0.77	5.1±0.63
飼料D	6	5.1±0.43	5.0±0.56	5.4±0.33	4.8±0.51	5.0±0.57	4.9±0.40	4.7±0.18	4.8±0.15	4.9±0.34

※飼料区分間における有意差はなし

表3 理化学分析及び画像解析結果（品種比較）

品種	検体数	BMS	出荷月齢	粗脂肪含量 (%)	剪断力価 (g)	脂肪面積割合 (%)	あらさ指数 (%)	細かさ指数
全サンプル	50.0	5.0 ± 2.7	26.7 ± 1.1	59.8 ± 17.1	2288.6 ± 816.2	39.3 ± 14.2	20.3 ± 7.5	2.5 ± 0.6
黒毛和種	25.0	7.4 ± 1.7	29.3 ± 3.2	74.6 ± 5.1 ^a	1719.7 ± 412.4 ^a	52.5 ± 6.2 ^a	23.7 ± 6.7 ^a	2.8 ± 0.5 ^a
交雑種	13.0	3.2 ± 0.4	25.7 ± 1.6	53.4 ± 5.8 ^b	2587.7 ± 686.5 ^b	31.1 ± 3.1 ^b	21.2 ± 5.8 ^a	2.3 ± 0.4 ^b
乳用種	12.0	2.0 ± 0.0	22.4 ± 1.3	35.9 ± 7.5 ^c	3149.7 ± 631.4 ^c	21.8 ± 3.5 ^c	12.3 ± 3.4 ^b	2.1 ± 0.4 ^b

※同区分異符号間において有意差あり (p<0.05)

表4 理化学分析及び画像解析結果（飼料比較）

飼料区分	検体数	BMS	融点 (°C)	粗脂肪含量 (%)	剪断力価 (g)	脂肪面積割合 (%)	あらさ指数 (%)	細かさ指数
全サンプル	24	8.9 ± 0.9	30.4 ± 5.7	78.0 ± 3.0	1774.1 ± 745.6	55.4 ± 4.7	25.0 ± 3.9	2.5 ± 0.4
飼料A	6	8.7 ± 0.9	34.2 ± 2.3	76.6 ± 1.7	1782.7 ± 568.8	54.5 ± 3.7	24.8 ± 3.9	2.7 ± 0.3
飼料B	6	9.2 ± 0.7	29.7 ± 5.0	80.2 ± 3.0	1716.3 ± 868.1	59.0 ± 4.2	26.5 ± 1.9	2.4 ± 0.2
飼料C	6	8.8 ± 0.9	27.6 ± 6.8	78.7 ± 3.2	1641.1 ± 791.0	54.9 ± 5.3	26.2 ± 3.0	2.3 ± 0.3
飼料D	6	8.8 ± 0.9	30.2 ± 5.4	76.4 ± 2.0	1956.1 ± 683.2	53.4 ± 3.3	22.7 ± 5.1	2.6 ± 0.4

※飼料区分間における有意差はなし

3 メタボロミクス解析結果

メタボロミクス解析結果について、主成分分析を行った。試験1の結果を図1及び表5に示した。図1より、含有成分で品種が分類された。表5より、第1主成分における因子負荷量の絶対値が大きい成分が、牛肉の品種を特徴付ける成分であると考えられる。第1主成分で、黒毛和種の特徴としてエイコセン酸やステアリン酸等の脂肪酸、乳用種の特徴として多くのアミノ酸が含まれていた。

試験2の結果を図2、表6に示した。図2より、含有成分により給与飼料が分類された。表6より、第1主成分で糖類やシトルリンやアスパラギン等のアミノ酸、第2主成分ではアミノ酸に加え脂肪酸により給与飼料が分類されていた。

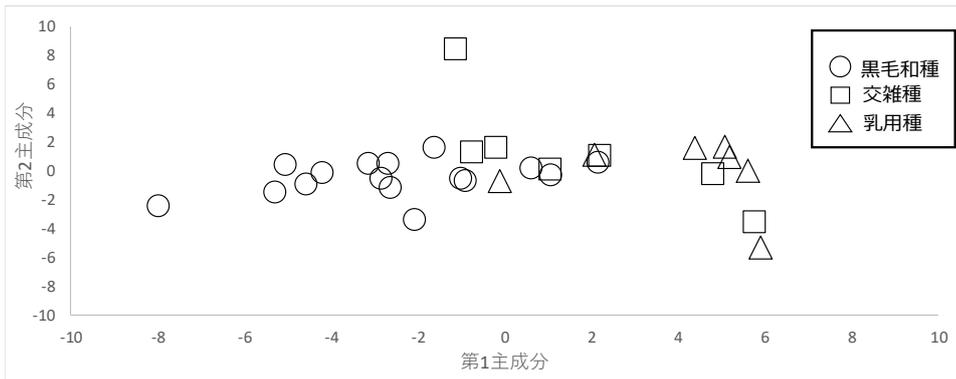


図1 メタボロミクス解析結果における主成分分析（品種比較）

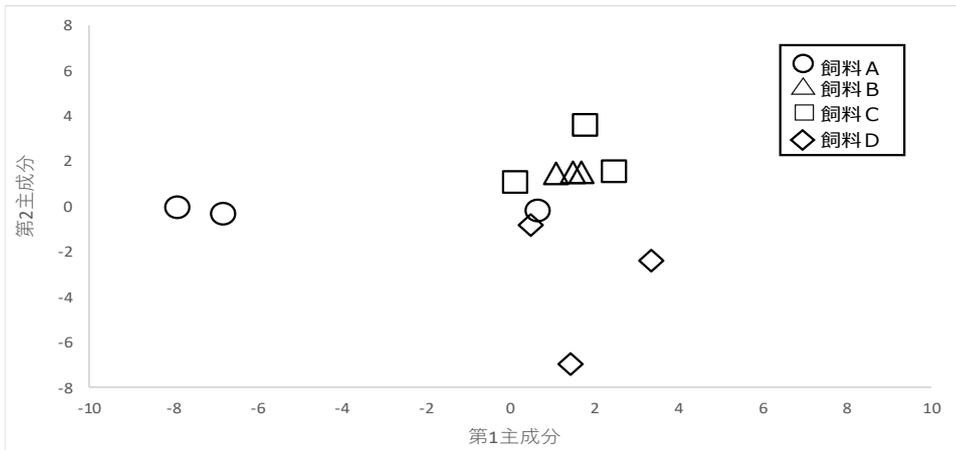


図2 メタボロミクス解析結果における主成分分析（飼料比較）

寄与率	第1主成分 35.2%	第2主成分 13.1%
Valine	0.246698	-0.0146081
Tyrosine	0.240125	0.0562304
Proline	0.232938	-0.0452818
Leucine	0.229655	0.166014
Methionine	0.228016	0.0927461
Phenylalanine	0.226808	0.129422
果糖	0.223892	0.110932
Hydroxyproline	0.222826	-0.077235
Histidine	0.217855	-0.157482
Glutamic acid	0.211485	0.0974076
Tryptophan	0.210711	0.200158
Asparagine	0.196612	-0.0925331
Threonine	0.18951	-0.163371
Arginine	0.187649	-0.209515
Glutamine	0.185386	-0.112285
1-MeHis,3-MeHis	0.159128	-0.186892
Citrulline	0.156183	-0.0831482
Carnosine	0.148386	-0.1677
Ornithine	0.126051	-0.241358
be-ta Ala	0.125787	-0.00338624
ブドウ糖	0.120447	0.250368
Anserine	0.104304	-0.0538815
2-Aminobutyric acid	0.101141	-0.221994
Aminoethanol	0.0992821	-0.21255
Aminoadipic acid	0.0927956	0.0322052
Cystathionine	0.0917599	-0.245821
リノール酸	0.0807924	0.00983519
オレイン酸	0.0796344	0.112194
Alanine	0.0776014	0.167063
4-Aminobutyric acid	0.0557667	-0.206267
Lysine	0.0439152	0.28044
Sarcosine	0.038412	-0.116684
Fe	0.0314616	-0.00319237
Isoleucine	0.00956073	0.305904
Taurine	0.00856269	-0.156106
ステアリン酸	-0.140526	-0.20599
エイコセン酸	-0.183112	-0.204337

表5 主成分分析における因子負荷量（品種比較）

寄与率	第1主成分 34.0%	第2主成分 19.1%
Citrulline	0.258607	0.0351443
Asparagine	0.25009	-0.131478
Proline	0.234728	-0.162849
Glutamine	0.233814	-0.0789323
Leucine	0.232496	-0.17715
Serine	0.22717	0.000641896
Methionine	0.219105	-0.161638
Threonine	0.217565	-0.127967
Tryptophan	0.217174	-0.0998998
Phenylalanine	0.21105	-0.110726
Hydroxyproline	0.209547	-0.0546736
Tyrosine	0.204952	-0.189289
Histidine	0.200734	0.17068
Arginine	0.19367	0.168491
Valine	0.186282	-0.200323
オレイン酸	0.109669	0.197005
Glutamic acid	0.107646	0.130325
リノール酸	0.0949125	0.143422
ステアリン酸	0.0820469	0.248181
ラクトン	0.0808334	-0.00728974
Lysine	0.0725133	0.242212
Carnosine	0.0601585	0.24064
Sarcosine	0.0211995	-0.14174
Aminoethanol	0.011193	-0.1946
Alanine	0.00996096	-0.143453
2-Aminobutyric acid	0.00883917	0.0483291
果糖	-0.0814362	-0.28282
ショ糖	-0.117443	-0.0972663
麦芽糖	-0.158111	0.0700691
ブドウ糖	-0.168349	-0.19055

表6 主成分分析における因子負荷量（飼料比較）

考 察

試験1について、各品種間において、剪断力価で有意差が見られたことから、官能評価試験でのやわらかさについても差がみられた。また、粗脂肪含量でも有意差がみられたことから、官能評価試験のあぶらっぽさにおいても差がみられた。これについて、粗脂肪含量の増加に伴い、口に入れた後の甘い香りの評価が高まるという報告³⁾があるが、当試験においても同様の理由で口に入れたときの香りの程度と好ましさに差が出たと考えられる。メタボロミクス解析結果において、黒毛和種に脂肪酸が多く含まれ、乳用種にはアミノ酸が多く含まれていたことについて、それぞれの品種で粗脂肪含量に有意差がみられていたことから、脂肪の量の違いが、脂肪酸及びアミノ酸の量に影響していたことが考えられる。今回の試験において、オレイン酸及びリノール酸で品種の差が小さかったことについて、加熱調理後の牛肉を分析に用いたことから、加熱中に融点の低い不飽和脂肪酸は溶けて流出したと考えられる。露木ら⁴⁾の報告においても、焼成調理でMUFAが過度に高い牛肉は調理損失率が高いことから、脂肪融点が低く、燃焼時に脂肪が流出していると推察されている。

試験2について脂肪交雑がBMS NO. 8~10とせまい範囲であったため、粗脂肪含量に有意差はみられず、剪断力価や官能評価試験のやわらかさ及びあぶらっぽさでも有意差がみられなかったと推察される。メタボロミクス解析結果について、第2主成分で脂肪酸の因子負荷量が比較的大きかったことから、給与飼料により脂肪酸組成に影響することが示唆された。

給与飼料で成分に特徴がみられたことについて、今後例数を重ね検討を続けていきたい。

参 考 文 献

- 1) 公益社団法人日本食肉格付協会. 平成30年格付結果の概要 (平成30年1月~12月)
- 2) 公益財団法人日本食肉消費総合センター. 「食肉に関する意識調査」報告書 (平成30年度)
- 3) 佐久間弘典、齋藤薫、曾和拓、浅野早苗、小平貴都子、奥村寿章、山田信一、川村正. 黒毛和種肥育牛の胸最長筋における官能特性に及ぼす粗脂肪含量都脂肪酸組成の影響について. 日本畜産学会報 83 291-299
- 4) 露木梨紗子、鈴木啓一、飯田文字. 焼成調理における牛肉官能特性に及ぼす脂肪酸組成の影響. 日本調理科学会誌Vol. 49、No. 1、19~25

高タンパク粗飼料を多給した子牛育成技術の検討

中武 美夢、日高 祐揮、福永 又三、原 好宏

Examination of calf raising technique with large feeding of high protein roughage

Miyu NAKATAKE, Yuki HIDAKA, Yuzoh FUKUNAGA, Yoshihiro HARA

〈要約〉近年、発育の良い牛を育成するために、濃厚飼料を多給された子牛が散見されるが、濃厚飼料の多給は、アシドーシスによる発育不良や過肥などを引き起こす事例がある。そこで、濃厚飼料の給与量を体重の1.5%以内に制限し、高タンパクな粗飼料を多給したマニュアルで試験を行った結果、8~10ヶ月齢において、去勢、雌ともに粗飼料摂取量が多く、一日増体量（DG）は去勢において良好な成績を示した。また、腹囲、胸囲が大きく、良好な体型の肥育素牛・繁殖素牛の育成ができることが示唆された。

子牛市場では発育が良く、体格、体型のよい牛が高値で取引される傾向にあることから、濃厚飼料を多給して育成された子牛が散見される。野田らは粗飼料からの可消化養分総量の給与割合を変え、子牛育成をしたところ、粗飼料の給与割合が多いと育成期の発育は悪いが、第1,2位重量及び容積が大きく、体脂肪の蓄積も少ない傾向にあったことを示した。また、肥育では、粗飼料の割合が多いと枝肉重量が大きくなるなど、飼料効率も良かったと報告している。このように、育成期の濃厚飼料給与は、発育向上には良い影響を与える一方で、枝肉の胸最長筋面積の低下や皮下脂肪厚などとの関連も指摘されており（中西ら, 1999）、育成期において過肥状態であった牛は、枝肉の皮下脂肪厚だけでなく、歩留基準値も低いことが示されている（青木ら, 2015）。

そこで本研究では、これらの問題を解決するために濃厚飼料の給与量を体重の1.5%に制限し、哺乳期から給与する粗飼料をルーサン乾草等の品質の高い粗飼料を給与することにより、購買者が求める健常な子牛を育成する技術を検討した。

試験方法

1 供試牛、試験区分及び飼養管理

供試牛は、場内飼養の黒毛和種子牛を去勢18頭、雌19頭を用い、対照区と試験区の2区を設定した。分娩後7日で母子分離を行い90日齢まで制限哺乳をした後、セリ出荷となる10ヶ月齢まで試験を行った。

濃厚飼料の給与量は、対照区では、5ヶ月齢で最大量（去勢4.0kg/日、雌3.5kg/日）となるように設定した。試験区では目標体重を設定し、その体重の1.5%となるように給与量を設定し、8ヶ月齢で最大量（対照区と同量）となるように設定した。（表1）

粗飼料は、対照区にはチモシー乾草のみを給与し、試験区には育成初期からルーサン乾草、育成中期以降はチモシー乾草を混ぜて給与した。

表1 試験区分

性別	区分	頭数	4ヶ月齢まで (餌付け飼料)	4ヶ月齢以降 (育成用飼料)	粗飼料
去勢	対照区	7	4ヶ月齢で2.0kg/日	5ヶ月齢で最大4.0kg/日	8ヶ月齢で4.0kg/日以上
	試験区	11	4ヶ月齢で1.6kg/日	8ヶ月齢で最大4.0kg/日	8ヶ月齢で4.0kg/日以上
雌	対照区	5	4ヶ月齢で1.8kg/日	5ヶ月齢で最大3.5kg/日	9ヶ月齢で4.0kg/日以上
	試験区	14	4ヶ月齢で1.5kg/日	8ヶ月齢で最大3.5kg/日	9ヶ月齢で4.0kg/日以上

2 給与飼料

粗飼料の栄養成分については、表2に示した。濃厚飼料の栄養成分については、えづけ飼料がTDN76%、CP23%以上のものを、育成用飼料がTDN69%、CP15%以上のものを使用した。

表2 粗飼料の栄養成分

項目	乾物 (%)	TDN (%DM)	CP (%DM)	EE (%DM)	NDF (%DM)	ADF (%DM)
チモシー乾草	85.9	53.8	8.7	58.0	55.7	34.1
ルーサン乾草	83.2	48.0	15.9	36.0	36.7	29.5

日本標準飼料成分表(2009年版)より

3 調査項目

本試験において、試験期間における飼料摂取量、また、体重、体高、胸囲、腹囲を測定した。体重、体高は2週間ごと、胸囲、腹囲は4週間ごとに測定した。

4 統計解析

得られた結果は全て平均値±標準偏差で示した。有意差検定はRのwilcoxon検定を用いた。

試験区と対照区に差はないが、粗飼料の摂取量は去勢で試験区が有意に多かった。

また、粗飼料由来の栄養成分量 (TDN、CP、DM) を表4に、濃厚飼料由来の栄養成分量 (TDN、CP、DM) を表5に示した。粗飼料由来のTDNおよびDMについて、3~8ヶ月齢は、粗飼料給与量が試験区より対照区のほうが多いため、去勢において当該期間中の有意差が認められた ($p < 0.01$)。CPについて、試験区ではCP含有率の高いルーサン乾草を与えているため、去勢では全期間を通して、雌では3ヶ月齢以降において試験区が多かった ($p < 0.01$)。

濃厚飼料由来の栄養成分量について、摂取量に応じた有意差が認められた。

試験結果

1 飼料摂取量

全期間における飼料摂取量について表3に示した。濃厚飼料の総摂取量は対照区、粗飼料の総飼料摂取量は試験区が多かった。セリ出荷前となる8ヶ月齢~10ヶ月齢において、濃厚飼料の摂取量は去勢、雌ともに

表3 飼料摂取量

		月齢	0~3	3~5	5~8	8~10	全期間
去勢	粗飼料	対照区	9.4±4.0	44.0±15.4 ^B	164.5±38.9 ^B	225.7±31.2 ^B	443.7±83.3 ^B
		試験区	10.54±1.1	89.5±8.9 ^A	241.4±28.3 ^A	248.7±33.1 ^A	590.1±64.6 ^A
	濃厚飼料	対照区	26.7±9.5	132.8±15.3 ^A	329.8±3.4 ^A	251.5±1.3	740.9±18.5 ^A
		試験区	28.4±4.9	95.4±1.6 ^B	269.8±1.3 ^B	251.4±0.8	645.0±6.7 ^B
雌	粗飼料	対照区	13.5±3.2 ^A	51.7±4.4 ^B	195.9±20.0	200.9±24.1	461.9±39.1 ^b
		試験区	6.3±1.1 ^B	83.5±10.1 ^A	216.5±18.8	220.6±17.4	526.9±43.6 ^a
	濃厚飼料	対照区	35.8±7.9 ^A	135.4±10.2 ^A	293.9±0.1 ^A	220.4±0.2	661.1±10.8 ^A
		試験区	20.9±6.0	89.4±4.5 ^B	248.8±2.5 ^B	220.0±0.8	579.1±10.7 ^B

表4 粗飼料からの栄養摂取量

		月齢	0~3	3~5	5~8	8~10	全期間
去勢	TDN	対照区	5.3±2.3	24.8±8.7 ^B	92.6±21.9 ^B	127.1±17.6	249.8±46.9 ^B
		試験区	5.3±0.5	47.5±4.7 ^A	127.5±14.9 ^A	137.9±18.4	319.8±35.2 ^A
	CP	対照区	0.7±0.3 ^B	3.2±1.1 ^B	11.8±2.8 ^B	16.3±2.2 ^B	31.9±6.0 ^B
		試験区	1.7±0.2 ^A	10.6±1.0 ^A	29.6±3.5 ^A	21.0±2.8 ^A	60.4±6.4 ^A
	DM	対照区	8.4±3.6	39.2±13.7 ^B	146.2±34.6 ^B	200.6±27.8	394.4±74.0 ^B
		試験区	9.3±0.9	79.2±7.9 ^A	213.6±25.1 ^A	220.7±29.4	522.8±57.3 ^A
雌	TDN	対照区	7.6±1.8 ^A	29.1±2.5 ^B	110.3±11.3	113.1±13.6	249.8±46.9 ^B
		試験区	3.2±0.5 ^B	43.5±5.4 ^A	114.9±10.0	121.0±9.6	319.8±35.2 ^A
	CP	対照区	1.0±0.2	3.7±0.3 ^B	14.1±1.4 ^B	14.5±1.7 ^B	31.9±6.0 ^B
		試験区	1.0±0.2	9.7±1.2 ^A	24.8±2.2 ^A	19.2±1.5 ^A	60.4±6.4 ^A
	DM	対照区	12.0±2.8 ^A	45.9±3.9 ^B	174.1±17.8 ^B	178.6±21.5	394.4±74.0 ^B
		試験区	4.9±2.1 ^B	72.5±8.9 ^A	190.5±16.7 ^A	194.5±15.5	522.8±57.3 ^A

同列異符号間に有意差あり (AB:p<0.01)

表5 濃厚飼料からの栄養摂取量

		月齢	0~3	3~5	5~8	8~10	全期間
去勢	TDN	対照区	20.5±7.3	96.7±11.2 ^A	227.6±2.4 ^A	173.5±0.9	411.5±9.8 ^A
		試験区	21.9±3.8	71.4±1.2 ^B	186.3±0.9 ^B	173.5±0.5	356.9±3.4 ^B
	CP	対照区	4.8±1.7	21.8±2.5 ^A	49.5±0.5 ^A	37.7±0.2	113.8±3.1 ^A
		試験区	5.1±0.9	16.4±0.3 ^B	48.5±0.2 ^B	37.7±0.1	99.7±1.2 ^B
	DM	対照区	23.2±8.3	115.6±13.3 ^A	287.0±3.0 ^A	218.8±1.2	644.5±16.1 ^A
		試験区	24.7±4.3	83.0±1.4 ^B	234.7±1.1 ^B	218.7±0.7	561.2±5.8 ^B
雌	TDN	対照区	21.5±4.9	86.1±7.5 ^A	202.8±0.1 ^A	152.1±0.1 ^A	462.4±7.8 ^A
		試験区	16.9±4.6	67.3±3.5 ^B	171.9±1.7 ^B	151.9±0.5 ^B	408.0±8.2 ^B
	CP	対照区	5.0±1.2	19.3±1.7 ^A	44.1±0.1 ^A	33.2±0.0 ^A	101.5±1.8 ^A
		試験区	4.0±1.1	15.4±0.8 ^B	37.4±0.4 ^B	33.0±0.1 ^B	89.8±1.9 ^B
	DM	対照区	31.2±6.9 ^A	117.8±8.9 ^A	255.7±0.1 ^A	191.8±0.2	575.1±9.4 ^A
		試験区	19.1±5.2 ^B	78.4±3.9 ^B	216.7±2.1 ^B	191.5±0.7	505.6±9.3 ^B

2. 発育

体重の推移について表6に示した。去勢において、9.5ヶ月齢以降の体重は、試験区が有意に大きかった。雌において、有意差は認められなかった。

DGの推移について表7に示した。去勢において、全期間（0～10ヶ月齢）で試験区が有意に高かった（ $p < 0.05$ ）。また、8～10ヶ月齢のDGにおいて、去勢の試験区が対照区より大きかった（ $p < 0.05$ ）。

体高の推移について表8に示した。去勢、雌ともに有意差は認められなかった。

胸囲の推移について表9に示した。去勢において、10ヶ月齢の胸囲は試験区が対照区よりも大きかった（ $p < 0.05$ ）。雌において、有意差は認められなかった。

腹囲の推移について表10に示した。去勢において、10ヶ月齢の胸囲は対照区より試験区が大きい傾向にあった。雌において、1有意差は認められなかった。

以上の結果から、濃厚飼料給与量を体重比1.5%に制限しても高タンパクな粗飼料を多給することで、去勢においては粗飼料摂取量が増え、体重、胸囲、腹囲も大きい発育は良好な子牛育成が出来るとともに、雌においても、対照区に劣らない子牛育成が可能であることが示唆された。

表6 体重の推移

		月齢	0	3	5	8	10
去勢	対照区		36.2±3.9	96.0±14.4	150.6±16.8	247.6±13.4	300.0±17.4 ^b
	試験区		39.4±5.6	107.7±16.7	163.2±16.4	253.8±16.7	317.6±17.8 ^a
雌	対照区		35.1±4.2	101.3±11.5	147.5±16.6	237.0±20.5	284.8±27.6
	試験区		36.5±5.3	110.1±17.3	156.1±18.3	236.5±20.7	289.1±23.6

同列異符号間に有意差あり（ab:p<0.05）

表7 DGの推移

		月齢	0～3	3～5	5～8	8～10	全期間
去勢	対照区		0.71±0.2	0.98±0.2	1.15±0.2	0.94±0.2 ^a	0.94±0.1 ^a
	試験区		0.81±0.1	0.99±0.1	1.08±0.1	1.14±0.1 ^b	0.99±0.1 ^b
雌	対照区		0.79±0.1	0.83±0.2	1.07±0.1	0.85±0.2	0.89±0.1
	試験区		0.88±0.1	0.82±0.1	0.92±0.1	1.01±0.1	0.90±0.1

同列異符号間に有意差あり（ab:p<0.05）

表8 体高の推移

		月齢	0	3	5	8	10
去勢	対照区		72.1±3.0	88.9±3.5	97.9±1.7	112.6±2.1	118.9±2.7
	試験区		75.1±3.1	91.1±3.8	100.9±3.2	113.3±3.0	119.8±3.2
雌	対照区		70.7±2.4	88.4±3.4	97.2±2.9	106.8±3.3	112.9±3.5
	試験区		73.5±2.8	92.0±2.7	101.0±2.9	111.0±3.0	115.9±2.7

表9 胸囲の推移

月齢		0	3	5	8	10
去勢	対照区	73.2±4.0	102.3±5.3	119.6±3.7	143.1±4.8	152.4±2.1 ^b
	試験区	76.8±2.13.0	106.9±6.0	123.8±5.1	143.7±3.7	157.5±3.1 ^a
雌	対照区	74.3±2.9	105.4±10.1	117.6±4.3	140.2±3.6	150.1±4.6
	試験区	77.6±3.0	108.6±4.6	122.5±4.7	141.3±4.0	152.6±3.6

同列異符号間に有意差あり (ab:p<0.05)

表10 腹囲の推移

月齢		0	3	5	8	10
去勢	対照区	73.5±4.9	116.0±8.0	145.6±7.2	173.9±6.1	183.2±5.8
	試験区	75.9±4.4	120.5±7.4	149.8±7.9	176.0±6.5	189.0±5.4
雌	対照区	75.9±5.2	119.6±5.5	143.8±4.2	171.3±2.4	183.9±4.7
	試験区	78.7±4.4	122.0±6.1	146.6±6.8	172.0±8.5	184.0±7.0

考 察

本試験において、5ヶ月齢で濃厚飼料給与量を最大にする対照区と8ヶ月齢で最大にする試験区では、濃厚飼料の総摂取量に約100kgの差が出ているが、発育には差が見られず、去勢は対照区よりも試験区で発育が良好となった項目が見られた。野田らの試験では粗飼料の割合が多くなると発育が悪くなるとあったが、育成初期にタンパクの豊富なルーサン乾草を与えることで、対照区と比較しても発育が劣らなかつた。育成期における粗飼料多給は、肥育後の枝肉成績に影響を与えることが知られており、濃厚飼料を多給することなく子牛育成を行うことで、効率のよい肥育を行うことが出来ると考えられる。

参 考 文 献

- 野田昌伸, 坂瀬充洋, 福島護之, 岡 章生, 岩木史之. 2005. 黒毛和種去勢牛の育成時の飼料給与法がその後の産肉性に及ぼす影響. 兵庫農技総セ研報 (畜産)
- 丸山 新, 坂口慎一, 古田 淳, 中丸輝彦. 1998. 黒毛和種去勢牛の早期からの肥育における粗飼料比が発育及び肉質に及ぼす影響. 肉用牛研究会報 : 64, 27-28
- 佐藤幸信. 2016. 黒毛和種育成・肥育技術の開発 : 北農 : 第83巻 第3号

黒毛和種供胚牛における簡易的暑熱対策が 採胚成績におよぼす影響の検討

須崎 哲也・松尾 麻未・北野 典子
(宮崎県畜産試験場)

Effects of simple heat countermeasures on embryo collection in Japanese black cattle

Tetsuya SUZAKI, Mami MATSUO, Noriko KITANO

<要約> 黒毛和種供胚牛の暑熱対策としてシャワー散水、ドリップおよび保冷剤冷却を行い腔温を測定した結果、対策の種類、有無にかかわらず腔内温度は同程度に保たれた。また、シャワー散水が採胚成績におよぼす影響を検討したところ、暑熱期に行った本試験では過去の暑熱期以外の成績と比べて正常胚数が大幅に減少したが、その減少率は暑熱対策を行わなかった場合が 92.1 %、シャワー散水を行った場合が 90.3 % で、シャワー散水により改善する可能性があることが分かった。

近年の地球温暖化は家畜の生産性や繁殖性に大きな影響を与えている。特に暑熱期の高温による影響は年々深刻さを増しており、繁殖性に及ぼす暑熱ストレスの影響で顕著なものとして乳牛の受胎率低下が挙げられる。発生初期の胚は暑熱ストレスを受けやすく、夏季の母体の体温上昇による初期胚の発育阻害が受胎率低下の一因と考えられるが、その対策として近年、胚移植(ET)技術が利用されている。ETでは暑熱ストレスを受けにくい、発育ステージの進んだ胚を受胎牛に移植するため夏季における受胎率向上につながり、酪農家からの胚の需要は夏場に増加する傾向がある。一方で、過剰排卵処理による体内胚生産成績は供胚牛の飼養環境などの影響によりバラツキが大きく、胚の需要が増加する夏季は暑熱ストレスによる採胚成績の低下が懸念される。

そこで、本研究では暑熱期の採胚成績の向上を目的として、供胚牛にいくつかの簡易的暑熱対策を施し、その効果を検証した。

試験方法

試験 1 暑熱対策が腔温におよぼす効果の検証

黒毛和種繁殖雌牛8頭(2頭×4区×4反復)に以下の方法で1日2回、朝と夕方の給餌に伴うスタンション繫留時間帯に合わせて暑熱対策を施し、牛舎内温度と腔内温度を10分毎に測定した。試験期間は平成30年7月23日から8月17日の26日間で、期間内にそれぞれの暑熱対策を5日間ずつ行った。また対照区として無処置の区を設け、同様に測定した。

対策1: シャワー区

(株)グンゼに作製を依頼した冷却効果のあるウシ用ジャケットを着用した供試牛に、スタンション上部に設置したシャワーヘッドから10分間隔で散水した。(写真1)



写真1 シャワー区

対策2: ドリップ区

穴を開けた水道管をスタンション上部に吊るして供試牛の頸部

および腰角部に水を滴下した。(写真2)

対策3：保冷剤区

対策1で使用したジャケットの外側にポケットを追加し、凍らせた保冷剤を入れて直接牛の頸部を冷却した。(写真3、4)



写真2 ドリップ区



写真3 保冷剤区



写真4 使用した保冷剤

試験2 シャワー散水による暑熱対策が採胚成績におよぼす影響の検討

平成30年9月4日～10月3日に、試験1のシャワー区と同様の方法で黒毛和種繁殖雌牛3頭に暑熱対策を施し、採胚を行った。また、過剰排卵処理開始日および採胚翌日に採血を行い、グルコース、総コレステロール、BUN、GOT、GGTの測定を行った。対照区として、同期間内に無処置の4頭についても採胚および血液検査を実施した。

結果

試験1 調査期間中の牛舎内および腔内平均温度の推移を図1に示した。牛舎内平均温度は午後13時50分の33.4℃が最高で、その後翌朝にかけて低下し、午前5時20分に最低(25.0℃)となった。平均腔内温度はすべての区で2峰性に推移し、スタンション繋留中の午前9時から11時および午後2時から4時の間にピークがみられた。また、腔内および牛舎内で記録した最高温度、最低温度はそれぞれ表1のとおりで、腔内温度は暑熱対策の有無にかかわらず同程度であった。

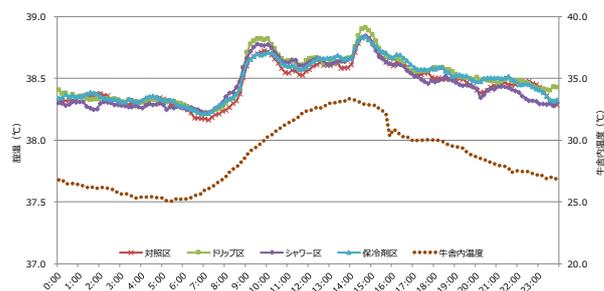


図1 牛舎内温度と腔温

	腔内温度				牛舎内温度
	シャワー区	ドリップ区	保冷剤区	対照区	
最高(°C)	38.8	38.9	38.8	38.8	34.2
最低(°C)	38.2	38.2	38.2	38.2	24.5

表1 腔内および牛舎内最高温度と最低温度

試験2 平均採胚総数および正常胚数ともにシャワー区、対照区間で有意差は認められなかった(表2)。また、各供試牛の過去の暑熱期以外の成績と今回(暑熱期)の成績を比較すると、両区とも有意差はないもの暑熱期に正常胚数の大幅な減少が認められ、その減少率はシャワー区で90.3%、対照区で92.1%であった(図2)。

血液性状は両区ともいずれの項目も処理開始日と採胚翌日で有意差は認められなかった(図3)。

考察

試験1では暑熱対策の種類、有無にかかわらず同じ時間帯に腔温の上昇が認められたが、これは採食行動によるものと考えられた。乳牛では暑熱環境下で体温が40℃以上になることも珍しくなく、夜間

も高い体温が維持されることが多い。しかし、黒毛和種においては本試験の環境下では体温維持機構が破綻する程の影響はなく、暑熱による体温の上昇が起こらなかったために、いずれの暑熱対策も腔温に影響をおよぼさなかったと推察された。

試験 2 では試験 1 で実施した暑熱対策のうち、労力的に最も現場で導入しやすいと考えられたシャワー散水による暑熱対策が採胚成績におよぼす影響を検討した。暑熱期に行った本試験の成績では、過去の暑熱期以外の成績と比べて正常胚数が大幅に減少したが、対策を実施することによりその減少率が対策を実施しない場合より若干低下する可能性があることが分かった。しかし、試験期間中の対策の有無による採胚成績の違いは認められず、シャワー散水による明確な暑熱対策効果は得られなかった。

本試験では腔温、採胚成績、血液性状のいずれも暑熱対策の有無による明確な違いは認められなかった。その要因として、対策を実施する時間帯が限られていたことや供試牛の数が少なかったこと、乳牛に比べて暑熱ストレスに強い黒毛和種を供試したこと等が考えられた。しかし今後ますます進行するであろう地球温暖化による夏季の気温上昇を考えれば、乳牛のみならず黒毛和種における暑熱対策も必要不可欠であり、特に供胚牛に効果的な対策が明らかとなれば酪農家にとっての生産性向上にもつながることから、今後も継続して効果的な暑熱対策について検討していきたい。

		平均採胚数(個)	平均正常胚数(個)	平均正常胚率(%)
シャワー区	今回(暑熱期)	13.0	1.0	7.7
	過去(暑熱期以外)	18.6	10.3	54.5
対照区	今回(暑熱期)	7.5	0.8	10.0
	過去(暑熱期以外)	14.2	9.4	66.3

表2 採胚成績

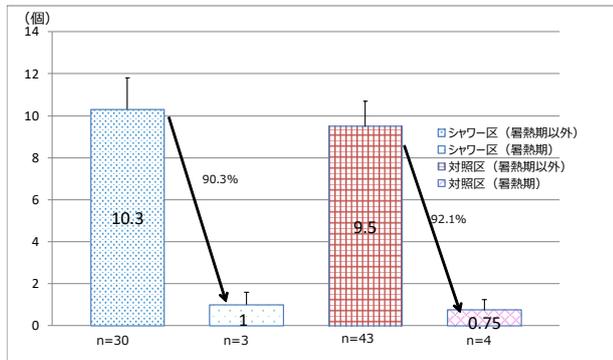


図2 今回と過去の採胚成績(平均正常胚数)



参考文献

阪谷美樹:暑熱ストレスが産業動物の生産性に与える影響. 産業動物臨床医誌 5 238-246,2015.

画像認識技術を活用した 分娩予測システムの開発と実証

杉野 文章・笹栗 康¹⁾・金森 昭人²⁾・元島 敏実²⁾

(宮崎県畜産試験場・¹⁾株式会社コムテック・²⁾株式会社富士通九州システムズ)

Development and demonstration of calving time prediction system
using image recognition technology

Fumiaki SUGINO, Kou SASAGURI, Akito KANAMORI, Toshimi MOTOSIMA

<要約>分娩房上部に取り付けたネットワークカメラから撮影された画像データから牛の移動回数を計測し、分娩前特有の行動量の増加が検出できるか試験を実施した。黒毛和種妊娠牛 16 頭を供試し、画像認識技術による解析を行った結果、分娩前特有の行動量増加を検出することができ、さらに内 11 頭、68.8%の個体で平均 4 時間 2 分前に分娩兆候を検出することが可能であった。この試験の結果から、画像認識技術を活用することにより牛の分娩前特有の行動量増加の検知が可能であることが示唆され、システムが実用化された。

農林水産省の家畜共済統計表（2017）によれば、県内の肉用牛等の胎児・出生子牛の死産事故頭数は 3,737 頭にも及び、大きな損失をもたらしている。分娩事故を防ぐためには適切なタイミングでの分娩介助が効果的であるが、牛の分娩兆候を予知するのは難しく、現在でも分娩予定日間近になると昼夜を問わず観察を行っている現状である。そのため農家からは分娩予測手法の開発を望む声が多く、早急な解決が望まれている。

分娩を予知する手法として、仙坐靭帯の弛緩や乳房の肥大などが挙げられるが、経験や勘に依存する部分が多く、客観的に予知できる体温の低下が広く活用されている。血中プロゲステロン濃度と体温変化には相関があることが知られており、分娩前の血中プロゲステロン濃度低下に伴い、体温が低下する。直腸温は分娩の 48 時間前に対して分娩前に 0.4 ~ 0.6 °C 下がるとの報告もある (Burfeind ら 2011)。

現在、このような知見を活用した分娩検知システムが開発されており、中でも膈内に温度センサを留置し、体温の低下を通知するシステムが一般的に普及している。しかし、このシステムでは体温を継続的にモニタリングするために、体内に温度センサを長期間留置する必要があり、衛生面や牛へのストレスが懸念される。

そのような中、人工知能の進歩に伴い画像認識技術が大きく発展してきた。近年では歩く、走るなどの動作分類を行うことも可能となっており畜産分野においても普及が期待されている。本研究では、このような画像認識技術を活用し、牛での分娩兆候の一つである、行動量の増加を非侵襲的に検知できないか検証し、より衛生的で牛にストレスを与えない分娩予測システムの開発及び実証を目的とした。

試験方法

1 開発したシステムの概要

分娩房上部にネットワークカメラを設置し、5秒間隔で分娩房内の妊娠牛を撮影した（写真1）。画像データは牛舎内に設置されたミニパソコンで数値化され、数値データを無線Wi-Fiルーターを通じてクラウドに送り、さらに詳細な分析を行うシステムとした。分娩兆候が確認された場合、メールにて飼養者に通知するシステムを構築した。



写真1 撮影された妊娠牛

2 データ解析手法

5秒間隔で撮影された画像から妊娠牛を認識し、前後の画像から牛の移動距離を算出した。移動距離が10ピクセル以上であったものを移動したとみなしてカウントし、移動回数を過去2時間の移動和としてグラフ化した（図1）。そして、分娩前の2～3日間の平均移動回数との比較分析を実施し、分娩前特有の行動量の増加が検知できるか、さらに、分娩兆候の検出手法について検討した。

3 供試牛および飼養管理

供試牛として、宮崎畜試および実証農場1戸で飼養されている2016年3月16日～9月9日に分娩した黒毛和種雌牛16頭（宮崎畜試7頭、実証農場9頭）を用いた。宮崎畜試で供試した黒毛和種雌牛は分娩時平均年齢4.3±2.9才、平均産次は2.7±2.2産であった。なお、実証農場については、画像データのみの採取となっている。

妊娠牛は分娩房に対し1頭のみを飼養し、撮影中は、分娩房前通路の照明を常時点灯した。また、妊娠牛が識別しにくい場合は、カラーネックベルトを装着させた。



図1 データ解析手法

結果及び考察

宮崎畜試で分娩した黒毛和種雌牛の平均妊娠期間は 289 ± 4.1 日、産子性は雄 3 頭、雌 4 頭であり、分娩による子牛事故は認められなかった。

次に画像解析による分娩時（分娩 2 時間前から分娩まで）の行動回数および非分娩時（分娩の過去 2～3 日）の同時刻の平均移動回数を図 2 に示した。データは t 検定により有意差検定を行った。

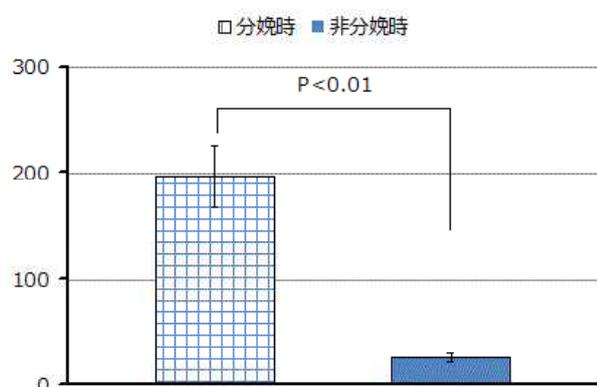


図 2 分娩 2 時間前から分娩までの移動回数

分娩時の移動回数は 196.3 ± 114.5 回、非分娩時は 26.3 ± 18.1 回となり、分娩時の移動回数は有意に高い ($P < 0.01$) 結果となった。このことから、5 秒ごとに撮影された画像から移動回数をカウントすることにより、分娩時の行動量の増加を検知することが可能であることが示唆された。

次に分娩兆候を検出する手法として、非分娩時の平均移動回数を活用する手法について検討した。非分娩時との単純比較では分娩兆候の検出率が低かったため、非分娩時の平均移動回数に 5 を乗じた数値を閾値として設定し、分娩検出率について検討を行った。

図 3 に解析結果の一例を示した。これは 2016 年 8 月 28 日 21 時 42 分に雌 36.5kg を自然分娩した例である。母牛は 8.7 才、産次は 7 産次であった。この例では分娩の 1 時間 30 分前に設定した閾値を超え、分娩兆候を検出することができた。

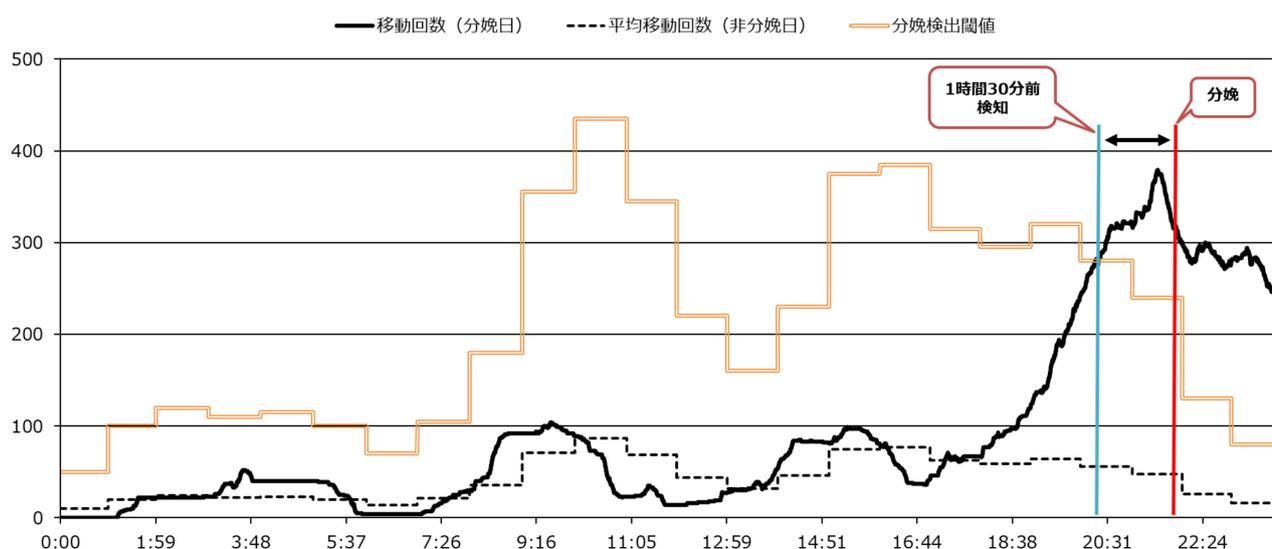


図 3 解析結果の一例

この検知手法をすべての供試牛に当てはめた結果、16分娩中11件(68.8%)で平均4時間2分前に分娩兆候の検知が可能であった。残り5件については、誤検知(複数回の検知をしたもの)、移動回数の増加が認められないものであった。検知できなかったものについて難産は確認されなかった。また、検知が最も早かった個体は7時間27分前に検知しており、この牛は難産であった。陣痛が長く続く難産の際には、この手法は有効である可能性が示唆された。

試験の結果から画像認識技術を活用することにより牛の行動量の増加は検知可能であり、非侵襲的に分娩予測が可能であることが示唆された。試作したシステムは生体に何ら器具を取り付ける必要がなく、農家労力や牛へのストレス低減に大きく寄与できるものと判断できる。

このシステムは、閾値を超えた際、飼養者にメール通知機能を付与したものが実用化された。

参考文献

農林水産省.2017.家畜共済統計表

Burfeind O,Suthar VS,Voigtsber R,Bonk S, Heuwieser W.2011.Validity of prepartum changes in vaginal and rectal temperature to predict calving in dairy cows.Journal of Dairy Science 94.5053-5062.

イネSGS（ソフトグレインサイレージ）の給与水準が 黒毛和種繁殖雌牛の生産性に及ぼす影響について －平成30年度畜産関係学術研究委託調査－

須崎 哲也・松尾 麻未・小仲 瑠偉¹⁾・黒木 幹也²⁾・遠野雅徳³⁾、小林寿美³⁾
(宮崎県畜産試験場・¹⁾東臼杵農林振興局・²⁾都城家畜保健衛生所・³⁾農業・食品産業技
術総合研究機構畜産研究部門)

Effect of Rice Soft-Grain Silage Feeding on Productivity of Japanese Black Breeding Cows

Tetsuya SUZAKI, Mami MATSUO, Rui KONAKA, Mikiya KUROKI,
Tohno MASANORI, Hisami KOBAYASHI

＜要約＞暑熱期におけるイネSGSの品質低下防止を目的に、保存容器の違いによる品質への影響を調査した結果、プラスチックサイロを使用した場合が最も保存性に優れ、カビの発生もほとんど認められなかった。また、保存性を高めるためにも、開封後はできる限り空気と接触させない利用方法が重要であることがわかった。また、イネSGSを配合飼料の代替として一定期間（60日間）、黒毛和種繁殖雌牛に給与した結果、イネSGSを粳米で乾物摂取量の30%程度給与しても、健康性や繁殖性に問題がないことが栄養度の推移や血液性状、採卵成績等から示された。またイネSGSを黒毛和種繁殖雌牛に給与することは飼料自給率向上につながることも示された。

個別所得保証制度の実施以降、全国的に水田で家畜用の餌を生産する飼料用イネの栽培は年々拡大している。宮崎県における飼料稲WCSの作付けは6,614ha（H29年）と全国2位の面積を誇り、その大部分が肉用牛繁殖雌牛の飼料として利用されている。しかしながら濃厚飼料の代替となる飼料用米の作付面積は528haにとどまり、牛での利用も限定的である。

我が国の飼料自給率（畜産・酪農をめぐる情勢：農林水産省畜産局畜産部 平成30年4月）を見ると、粗飼料では78%とやや高いが、濃厚飼料では14%と未だに低い状況であり、飼料自給率向上のためには濃厚飼

料の代替となる飼料用米の利用拡大が重要となっている。

このような中、本県のイネSGSを給与している生産現場では、暑熱期のイネSGSの品質低下が大きな問題となっており、暑熱期における保存性の確保も緊急の課題となっている。

そこで、暑熱期におけるイネSGSの品質調査とその対策を講じ、あわせてイネSGSの給与水準が黒毛和種繁殖雌牛の生産性に及ぼす影響を明らかにし、イネSGSの給与水準を高めた給与設計を実証し、飼料自給率の向上に資するものである。

I イネSGSの暑熱期における保存性調査

試験方法

イネSGSは調製の過程で乳酸発酵によりpHが低下しているため、機密性の高い容器に入れている間はその品質は維持されている。

しかしながら、一度開封すると容器内に空気が流入し、好気性発酵、いわゆる腐敗が進むと言われて、特に暑熱期は気温や湿度が高くなるため品質の低下が起きやすい。実際、生産現場においても、暑熱期に開封すると腐敗やカビの発生という品質の劣化が起き、大きな問題となっている。

そこで、暑熱期において、保存容器の違いによるイネSGSの品質調査を行った。

イネSGSの調製は、平成29年に収穫した宮崎県都城市産ミズホチカラの粳米を破砕機で5mm程度に破砕した破砕粳米に加水（乳酸菌0.5%添加）し、水分率30%程度になるようにした。

保存容器はフレコンバック大（388kg）、プラスチックサイロ大（452kg, 0.85m³）、フレコンバック小（175kg）、プラスチックサイロ小（173kg, 0.25m³）を用いた。なお、フレコンバックの内袋として厚さ0.1mmのビニル袋を使用した（図1及び2）。

破砕粳米を投入後、フレコンバックは掃除機でできる限り空気を吸引し封をした後保存した。プラスチックサイロは容器の上部まで原料を投入し、ビニルをかぶせ容器の周縁部を封印した。

調製、調査は大の容器は平成30年7月17日から29日間、小の容器は13日間行った。

生産現場での給与を想定し、毎日10kgずつ容器の上部から取り出し、開封、取り出しは短時間（10分程度）ですませ、速やかに封をした（図3）。

結果



図1 イネSGS保存容器



図2 イネSGS保存状態(開封直後)



図3 取り出し作業風景

容器内の温度は容量の大小にかかわらず、フレコンバック、プラスチックサイロとも同様に推移した（図4、5）。プラスチックサイロ大の容器内温度変化は±3℃（25℃～28℃）であったのに対し、フレコンバ

ック大では±5.5℃（24℃～29.5℃）と温度変化が大きく、日数が経過し内容量が減るに従い温度の上昇が見られた。カビについてはプラスチックサイロではほぼ見られなかったが、フレコンバックにおいては所々カビの発生が見られた。

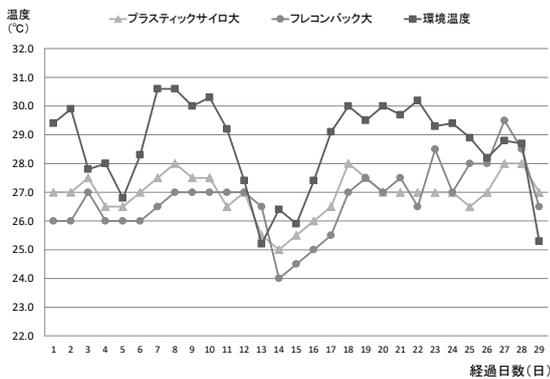


図4 大容器内での開封後イネSGSの温度変化

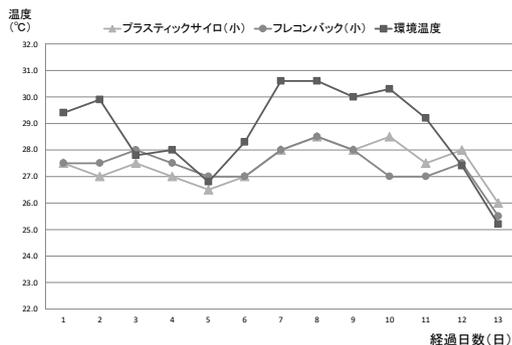


図5 小容器内での開封後イネSGSの温度変化

イネSGSを180バケツに入れ、封をしないままその温度変化を調べたところ、1日目に急激な温度上昇をおこし、その後はいったん温度が低下するものの、6日目から再度温度の上昇が見られ、カビの発生も認められた（図6）。プラスチックサイロ、フレコンバックとも封をしないと3日程度でカビが発生し、6日程度で表面の大部分にカビの発生を認めた（図7）。

Ⅱ イネSGSの給与調査

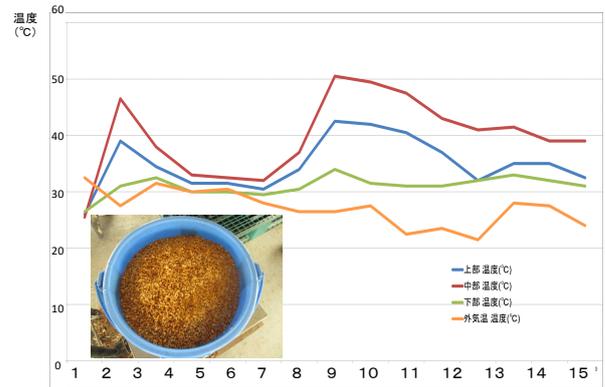


図6 イネSGSの温度変化(バケツ)



図7 フレコンバック内に発生したカビの状況

試験方法

本県の肉用牛繁殖雌牛の飼料自給率向上のためには、濃厚飼料の代替となるイネSGSの利用は非常に有効である。しかしながら、イネSGSの給与水準を高めた場合の、黒毛和種繁殖雌牛への影響は不明な点も多い。そこで黒毛和種繁殖雌牛にイネSGSを一定期間、高水準で給与することによる影響を血液代謝プロファイルテストやルーメン液の性状、採卵成績等で検証し、その影響について明らかにし、イネSGSのさらなる利用推進を図った。

給与したイネSGSと飼料稲WCSの飼料成分を表1、2に、サイレージ品質を表3.

4に示した。イネSGSのサイレージ品質はV-score86.2点と高く、また飼料稲WCSのV-scoreも88.2点と高かった。この数値を基に、乾物摂取量(DM)、TDN(可消化養分総量)、CP(粗タンパク質)が同等になるよう給与設定した(表5)。なお、粗飼料は飼料稲WCSをメインに、配合飼料の代替としてイネSGSを用い、表6に示すとおり、イネSGS区では1日あたりイネSGSを粃米で3.6kg給与した。

供試牛は当场繫養の黒毛和種繁殖雌牛8頭を用いた。試験区分はイネSGS区と対照区の2区とし、各区4頭を反転法で実施した(表1)。

試験開始20日前から馴致期間として通常の給与メニューを給与した。

1回の給与期間は60日間とし、1回目給与終了後、再度馴致期間として20日間、通常の給与メニューを給与した後、2回目の給与を開始した。

給与は、1日2回(9:00、15:00)に分け、他の飼料と混合し給与した。

イネSGSはIの保存性調査において有効であったプラスチックサイロと同一ロットのものを給与した(図8、9)。



図8 イネSGS



図9 イネSGS(拡大)

表1 イネSGSの飼料成分(原物中)

DM	TDN	CP	CF	EE
63.7%	48.9%	5.9%	6.8%	1.2%

表2 飼料稲WCSの飼料成分(原物中)

DM	TDN	CP	CF	EE
32.4%	16.8%	1.6%	8.2%	1.2%

表3 イネSGSのサイレージ品質(原物中)

水分	乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	pH	V-score
32.1%	0.30%	0.70%	0.00%	0.03%	4.59	86.2点

表4 飼料稲WCSのサイレージ品質(原物中)

水分	乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	pH	V-score
68.6%	0.83%	0.14%	0.00%	0.00%	4.04	88.8点

表5 給与試験区設定、給与期間

牛No	ならし期間(20日)	1回目(60日)	ならし期間(20日)	2回目(60日)
1, 2, 3, 4	通常給与	イネSGS区給与	通常給与	対照区給与
5, 6, 7, 8	通常給与	対照区給与	通常給与	イネSGS区給与

表6 1日あたりの給与メニュー

区分	イネSGS区	対照区	通常給与
飼料稲WCS	13.0kg	16.0kg	16.0kg
イネSGS	3.6kg		
大豆粕	0.4kg		
ヘイキューブ	0.4kg	1.4kg	1.4kg
配合飼料		1.0kg	1.0kg
ビタミン剤	50g	50g	50g
リン酸カルシウム	50g	50g	50g

表7 給与設計

区分	DM	TDN	CP
イネSGS区	100.1%	123.7%	118.2%
対照区	101.5%	114.9%	115.9%

過剰排卵処理に伴う処置は、表8に示すスケジュールに準じて行った。

発情後の黄体を確認し、CIDR(膈内留置型プロジェステロン製剤)を膈内挿入(day 0)しPGF2 α 3ml(クロプロステノール750

μg) を筋肉内投与、7日目にGnRH1.25ml (酢酸ブセレリン5μg) 筋肉内投与、10日目に卵胞刺激ホルモンFSH30AUを皮下内1回投与、12日目にCIDRを抜去し、PGF2α (クロプロステノール750μg) を筋肉内投与した。13日目にGnRH2.5ml (酢酸ブセレリン10μg) 筋肉内投与、14日目の午後にAI (人工授精) し、21日目に常法により採卵した。

表8 過剰排卵処理のプログラム

区分	Day 0	Day 7	Day 10	Day 12	Day 13	Day 14	Day 21
AM	CIDR in+PG		FSH30AU	CIDR out+PG			採卵
PM		GnRH			GnRH	AI	

採血とルーメン液の回収日は給与期間中の給与前(0日目)、給与中(30日目)、給与後(60日目)で、給与開始の5時間後(14:00頃)に行った。ルーメン液の回収は経口から直接第1胃に胃汁採取器を挿入し行った(図10)。



図10 ルーメン液の採取風景

結果

(1) 嗜好性・飼料摂取量

イネSGSは他の飼料と混合し給与した。(配合飼料も同様)。嗜好性は非常に良好であり、残餌は発生しなかった(図11)。残餌がなかったことから、給与量=飼料摂取量とし、その乾物量から飼料自給率を計算した(表9)。



図11 イネSGS給与風景

区分	①自給飼料		②購入飼料		飼料自給率 ①/(①+②)
	飼料種WCS	イネSGS	大豆粕	ヘイキューブ 配合飼料	
イネSGS区	4.21	2.29	0.35	0.36	90.2%
対照区	5.18			1.25	70.8%

(2) 栄養度指数

栄養度指数(体重kg÷体高cm)を図12に示した。

体重並びに体高の測定は給与開始(0日目)、給与中(30日目)、給与後(60日目)で行った。イネSGS区は対照区とも同様に推移し、イネSGSを給与することでの栄養度指数への影響は見られなかった。

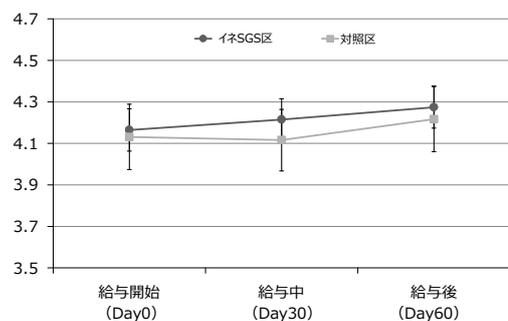


図12 栄養度指数(体重kg÷体高cm)

(3) 繁殖性

過剰排卵処置後の採卵成績を表9、図13に示した。

イネSGS区は対照区と比べ、回収卵数(20.8±4.9個vs13.9±3.9個)、正常胚数(10.4±4.4個vs6.8±2.7個)とも同様な成績であった。また正常胚率(45.9±10.3%vs47.

9±7.6%)、分割率 (70.0±12.0%vs77.2±10.

5%) も同様な成績であった。

表9 採卵成績

	供試頭数(頭)	回収卵数(個)	正常胚数(個)	正常胚率(%)	正常胚内訳(個)			分割胚数(個)	分割率(%)	未受精卵数(個)
					A	B	C			
対照区	8	13.9±3.9	6.8±2.7	47.9±7.6	3.5±1.7	3.0±1.1	0.3±0.3	11.4±4.2	77.2±10.5	2.5±1.6
イネSGS区	8	20.8±4.9	10.4±4.4	45.9±10.3	5.1±1.7	4.8±2.6	0.5±0.5	15.3±5.2	70.0±12.0	5.5±2.5

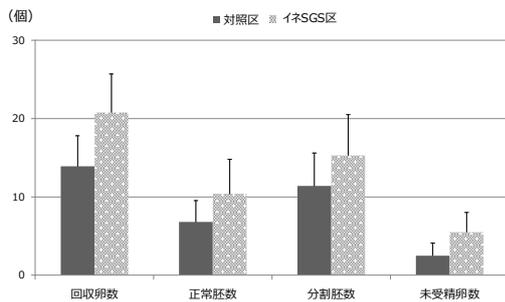


図13 採卵成績

過剰排卵に伴うイネSGS給与の卵巢動態の一例を図14に示した。

過剰排卵処理前の卵巢のサイズは4×3×2cm程度であったが、採卵時(過剰排卵処理後)には右卵巢においては8×6×4cm程度と約2倍のサイズになり、左右卵巢とも多数の黄体が確認でき、ホルモンの反応性に問題はないものと考えられた。

(4) 血液性状

採血は給与開始(0日目)、給与中(30日目)、給与後(60日目)で行った。

グルコースはエネルギー代謝の指標となり、グルコースが基準値以下の牛群では一般的に繁殖性が悪いと言われる。今回、イネSGS区、対照区とも上限値をやや上回り推移した(図15)。

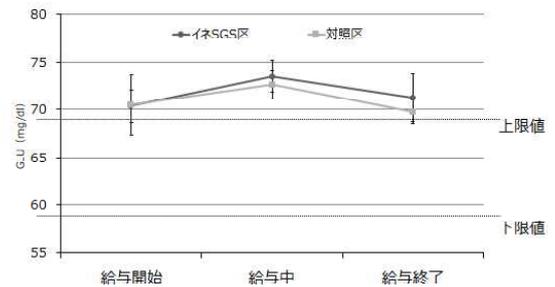


図15 血液成分(グルコース)

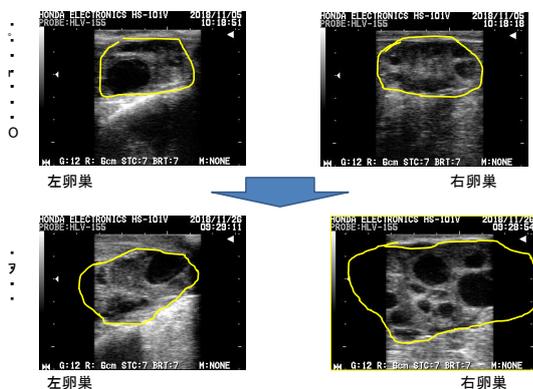


図14 過剰排卵処理における卵巢の動態

総コレステロールはエネルギー代謝の指標となり、黒毛和種繁殖雌牛では乾物摂取量と正の相関がある。イネSGS区は適正範囲値内で推移したが、対照区は給与中(30日目)で上限値を上回り有意に高くなった(図16:P<0.01)。

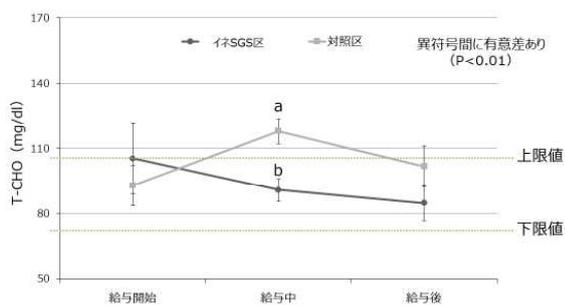


図16 血液成分(総コレステロール)

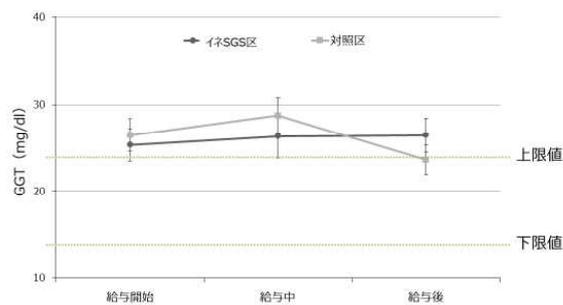


図18 血液成分(GGT)

血中尿素態窒素はタンパク質代謝の指標となる。イネSGS区はほぼ適正範囲内で推したのに対し、対照区では給与中（30日目）で有意に高くなった（図17：P<0.05）

GOTは肝臓の実質障害の程度を知ることができ、急性肝疾患により上昇する。イネSGS区、対照区とも適正值内で推移した（図19）。

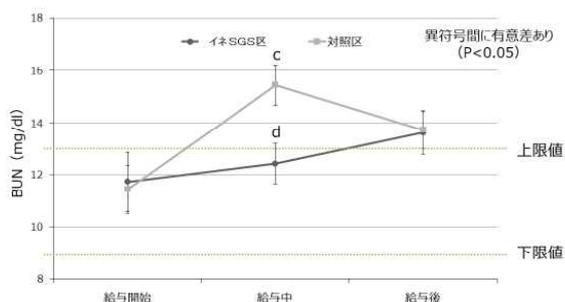


図17 血液成分(血中尿素態窒素)

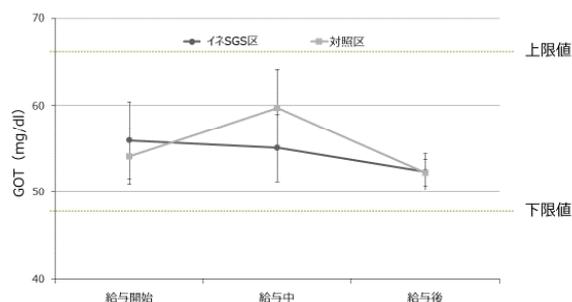


図19 血液成分(GOT)

GGTはタンパク質分解酵素の一種で、肝細胞が破壊されると血中濃度が高まることから、肝臓障害の指標として用いられる。イネSGS区、対照区とも上限値をやや上回り推移し、対照区は給与後に適正值内に推移した（図18）。

ビタミンAの前駆体であるβ-カロテンはサイレージ調製すると減少し、また血中のビタミンA欠乏は繁殖性の低下を招くことが知られている。イネSGS区は対照区に比べ給与後に有意に高くなった（図20：P<0.05）

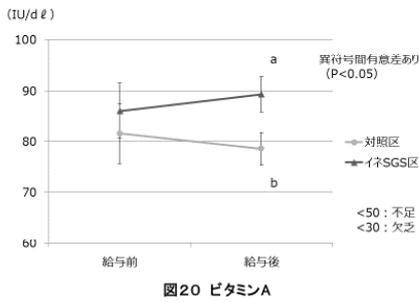


図20 ビタミンA

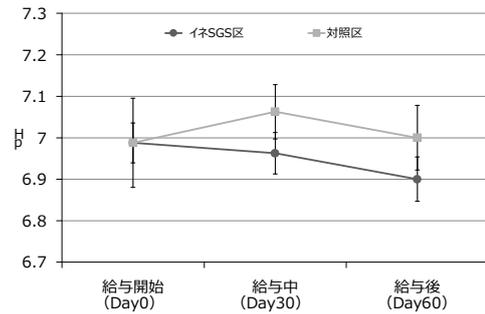


図22 ルーメン液pH

(5) ルーメン液性状

牛は反芻動物のため、第1胃（ルーメン）で微生物による発酵が盛んに行われ、そこで発生した揮発性脂肪酸をエネルギー源として利用している。そのため、ルーメン液性状はルーメン発酵の指標となる。イネSGS区、対照区ともルーメン発酵が良好に行われている目安となる酢酸の割合が高くなり（図21）、pHも適正範囲であるpH7.0前後で推移した（図22）。

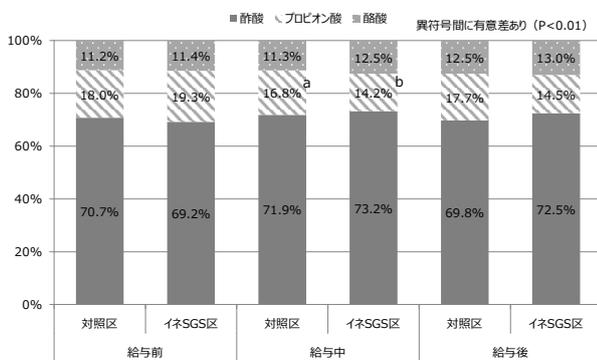


図21 ルーメン内揮発性脂肪酸の割合

考察

一般的なサイレージの取り扱いとして、開封後はできる限り早く使い切り、取り出しにおいても速やかに行い、できる限り空気と接触させないことが変敗を防ぐ大きなポイントとなっている。

そこで、暑熱期におけるイネSGSの保存性について、容量や材質の異なる4種類の保存容器（プラスチックサイロ大小とフレコンバック大小）を用い調査した。

小容器（容量0.25m³）の場合、保存容器の違いに関わらず、容器内の温度変化から開封後2週間程度であれば保存性に問題がないと考えられた。大容器（容量0.85m³）の場合、容器内の温度変化はフレコンバックの方がプラスチックサイロより2.5℃高い値を示した。また、開封後約3週間経過すると、フレコンバックでは二次発酵とみられる容器内温度の上昇が見られ、カビも多く見受けられた。

これらの結果から、生産現場においては暑熱期はプラスチックサイロでイネSGSを調製保管したものを使用することが望ましいと考えられた。

また、一般的にコメはルーメン内のデンプン分解速度が速いと言われており、給与に当たっては十分量の粗飼料との混合給与が重要であるとされている。そこでイネS

G Sを黒毛和種繁殖雌牛に給与した場合の影響についても調査した。

プラスチックサイロで調製したイネSGSを粳米で1日3.6kg（乾物摂取量の約30%）、60日間給与した結果、栄養度については対照区と同様に推移し、イネSGS給与による体重の大きな変動は見られなかった。過剰排卵処置による卵巣の動態や採卵性においてもイネSGS区は対照区と同様な成績であり、イネSGSを給与することでの繁殖性への悪影響は認められなかった。血液性状については、総コレステロール値、血中尿素態窒素値、血中ビタミンA濃度の項目で対照区より有意に良好な成績となり、血液性状についても問題がなかった。ルーメン液性状についてもルーメン発酵が良好に行われている目安となる酢酸が優位であり、pHも7前後で推移した。

以上の結果から、イネSGSを粳米で乾物摂取量の30%程度給与しても、黒毛和種繁殖雌牛の健全性や繁殖性に問題がないと考えられた。

なお、今回の調査では、飼料稻WCSを粗飼料のメインに給与設計した。そのため、濃厚飼料の一部をイネSGSで代替えたイネSGS区の飼料自給率（乾物量ベース）は90.2%と、対照区の70.8%より約20%高い結果となった。

このことから、飼料自給率向上の面からも、イネSGSを黒毛和種繁殖雌牛に給

与することは非常に有効であることが示された。

参考文献

畜産・酪農をめぐる情勢：農林水産省畜産局畜産部 平成30年4月

木材クラフトパルプ混合発酵 TMR の給与が ルーメン pH および発酵に及ぼす影響

西村慶子¹・新倉 宏²・寺田文典³・水口人史⁴・佐藤 繁⁴・櫛引史郎⁵

¹宮崎畜試, ²日本製紙(株), ³東北大院農, ⁴岩大農, ⁵農研機構

Effect of Feeding Fermented Total Mixed Ration Containing Wood Kraft Pulp on Ruminant pH and Rumen Fermentation Characteristics of Lactating Dairy Cows.

Keiko NISHIMURA, Hitoshi SHINKURA, Fuminori TERADA,
Hitoshi MIZUGUSHI, Shigeru SATO, Shiro KUSHIBIKI

＜要約＞木材クラフトパルプ (KP) を混合した発酵 TMR の泌乳牛への給与がルーメン pH および発酵に及ぼす影響, ならびに低 pH 飼料である発酵 TMR の給与がルーメン pH に及ぼす影響について調べた. 処理区は TMR (TMR 区), 発酵 TMR (発酵区), および KP を含む発酵 TMR (KP 発酵区) の 3 区とした. 泌乳牛 4 頭を用い, 発酵区, KP 発酵区および TMR 区の順に給与した. KP 発酵区の飼料成分は, 他の 2 区と比べてデンプン含量が低く, aNDFom 含量が高かった. KP を含む発酵 TMR の泌乳牛への給与は, 他の 2 区と比べてルーメン pH6.1 以下の時間が短く亜急性ルーメンアシドーシスの発症を抑制することが示された. また, TMR 中の pH が低い発酵 TMR を給与すると, ルーメン pH は TMR 区よりも発酵区で低下した. しかし, 発酵 TMR への KP の混合によりルーメン pH の低下が抑制されたことから, ルーメン pH は, TMR 中の pH の違いよりも TMR 中のデンプン含量および aNDFom 含量に影響を受けることが示された. 以上より, 発酵 TMR への KP 混合は, 泌乳牛のルーメン pH の低下を抑制できることと, 泌乳牛のルーメン pH は TMR 中の pH よりも TMR 中の飼料成分に影響を受けることが示された.

飼料中の濃厚飼料割合の増加は, ルーメン pH を低下させることが報告されている (Gozho ら 2005, Krause and Oetzel 2005, Li ら 2012a, b, Danscher ら 2015). ルーメン内の pH5.6 以下の時間が 1 日 3 時間以上の状態は, 亜急性ルーメンアシドーシス (SARA) と定義される (Gozho ら 2005), SARA は食欲不振, 下痢, および蹄病の誘因となる (Nocek 1997, Kleen 2003). そのため, ルーメン pH の低下を抑えるためには, 飼料中の濃厚飼料割合を減らし, 繊維源を増給する必要がある. 木材クワール TMR (塩谷 2008) に, KP を混合した発酵 TMR を泌乳牛に給与し, ルーメン pH および発酵に及ぼす影響を検討した.

また, 発酵 TMR 中の pH は, pH4.0 前後であり (Nishino ら 2004, Wang と Nishino 2008), フレッシュ TMR よ

ラフトパルプ (KP) は, 木材チップからクラフト法によりリグニンを除去したセルロース主体の飼料であり, その栄養価は, 圧ペントウモロコシと同等な可消化養分総量 (TDN) を有している (農林水産省 2012, 把田ら 2016). 著者らは, KP を圧ペントウモロコシの代替飼料として泌乳牛に給与すると, ルーメン pH の低下を抑制できることを報告している (Nishimura ら 2019). そこで, 本研究では, 酪農を中心に利用が広がっている自給粗飼料と濃厚飼料を混合し, 発酵させた混合飼料 (発酵 TMR) を泌乳牛に給与すると, ルーメン pH の低下を示す (西村ら 2013, 2014). さらに, 発酵により乳酸が生成されることから, 発酵 TMR 中の乳酸含量は高まる (西村ら 2013, 2014). 発酵 TMR の給与が乳牛に及ぼす影響として, 消化性 (鈴木ら 2010a,b; 西村ら 2013), ルーメン発酵 (鈴木ら 2010b; 西村ら

2013), および乳生産 (鈴木ら 2010a,b; 西村ら 2013) に係る報告はあるものの, 低 pH 飼料を摂取することによるルーメン pH への影響は検討されていない。そこで, 低 pH 飼料である発酵 TMR の給与がルーメン pH に及ぼす影響についても併せて検討した。

試験方法

本研究は「宮崎県畜産試験場動物実験等実施規定」(2018年4月5日制定)に基づいて実施された。

1. 供試飼料および処理区の設定

KP は, 日本製紙株式会社の開発品を用いた。また供試した飼料のうちトウモロコシサイレージおよびイタリアンライグラスサイレージは, 宮崎県畜産試験場内の圃場で生産したもの, 飼料用イネホールクロップサイレージは, 宮崎県内で収穫したものを調製して用いた。アルファルファヘイ, オーツヘイ, 配合飼料, 圧ぺんトウモロコシ, 圧ぺん大麦, 大豆粕, およびビートパルプは, 市販飼料とした。処理区は TMR (TMR 区), 発酵 TMR (発酵区) および KP を混合した発酵 TMR (KP 発酵区) の 3 区とした (表 1)。発酵 TMR および KP 混合発酵 TMR の調製には, バーチカルミキサー (F10; TRIOLIET, Ollanseed, Holland), 細断型ロールベアラ (MR-810; 株式会社タカキタ, 名張市, 三重県) およびラッピングマシン (MCW1000; スター農機株式会社, 千歳市, 北海道) を用い, 畜舎外で 30 日以上発酵させた。

供試牛には, ホルスタイン種泌乳牛 4 頭 (試験開始時の平均体重 652 ± 77 kg, 1.5 産) を用い, 給与試験は, 2018 年 11 月から 2019 年 1 月にかけて実施した。1 期を予備期 20 日および本期 10 日の 30 日間とし, 発酵 TMR, KP 混合発酵 TMR, および TMR の順に給与する飼養試験を行った。給与時の TMR 区, 発酵区および KP 発酵区の pH は, 5.08, 4.23 および 4.02 であった。また, 発酵 TMR 区および KP 混合発酵 TMR 区の原物中に占める乳酸含量は, 3.32% および 3.02% となった。各区の本期開始時の平均分娩後日数, 平均乾物摂取量 \pm 標準偏差 および平均乳量 \pm 標準偏差は, 1 期で 80 日, 22.9 ± 2.5 kg および 31.7 ± 7.8 kg, 2 期で 113 日, 17.0 ± 0.7 kg および 31.3 ± 6.5 kg, 3 期で 141 日, 24.0 ± 2.1 kg および 30.6 ± 6.4 kg であった。飼料は 10:00 に給与し, 飲水と鈹塩は自由摂取とした。

本期最終日の 13:00 には経口カテーテルを用いてルーメン液を約 500mL 採取し, 4 重ガーゼで濾過後, 一部を揮発性脂肪酸 (VFA) 濃度, およびエンドトキシン (LPS) 活性の測定まで -30°C で凍結保存した。

Table 1 Ingredients composition in the diets of fresh treatment, fermentation treatment and KP

	Fresh treatment	Fermentation treatment	KP treatment
Ingredients (% DM [†])			
Corn silage	13.2	11.9	13.1
Italian ryegrass silage	17.2	15.1	17.1
Rice whole-crop silage	-	4.1	-
Oat hay	2.2	-	2.1
Alfalfa hay	13.4	14.0	13.3
Kraft pulp	-	-	7.3
Beet pulp	13.1	10.2	12.9
Steam rolled corn	15.0	19.0	7.3
Steam rolled barley	2.2	-	2.2
Soybean meal	6.7	7.8	8.2
Compound feed	14.9	15.6	14.4
Fat preparation	0.4	0.4	0.4
Calcium carbonate	0.8	0.9	0.8
Dicalcium phosphate	0.7	0.8	0.7
Vitamin ADE	0.2	0.2	0.2
Chemical composition			
DM (%)	41.6	38.5	43.7
Crude protein (% DM)	14.8	16.0	13.3
Ether extract (% DM)	3.5	3.0	3.1
aNDFom [‡] (% DM)	40.3	36.1	45.8
NFC [§] (% DM)	34.0	37.4	30.4
Starch (% DM)	18.4	20.5	13.0

[†] Dry matter.

[‡] α -amylase treated ash-free neutral detergent fiber.

[§] Non fiber carbohydrates.

2. ルーメン pH の測定

ルーメン pH の測定には, 試験用に開発された無線伝送式ルーメン内 pH センサー (YCOW; 山形東亜 DKK 株式会社, 山形) (Sato ら 2008) を用い, 試験期間中 10 分間隔で測定した。この pH センサーは, 経口投与によりルーメンに入るが, 胃運動によって第二胃底で滞留する (生田ら 2012)。第二胃の pH は, ルーメンよりも, 0.3~0.5 高い (Sato 2016) ため, 本研究では, SARA の判定を pH6.1 以下の時間が 3 時間以上とした (Nishimura ら 2019)。

3. 試料の分析方法

ルーメン液性状については, 遠心分離 (1500×g, 20 分) した上清を用いた。VFA 組成は高速液体クロマトグラフ (CTO-10AV; 株式会社島津製作所, 京都) による BTB

ポストラベル法 (カラム : ShodexRspak (KC-811 ; 昭和電工株式会社, 東京), カラム温度 : 70°C, 移動相 : 3 mmol 過塩素酸溶液, 流量 : 0.7 mL/分および検出波長 : 455 nm) で測定した。LPS 活性値は, Hirabayashi ら (2017) の方法に準じて測定した。

4. 統計処理

ルーメン pH の日内変動は, 次のモデルにより解析した。

$$X_{ijkl} = \mu + D_i + P_j + C_{ijk} + T_l + D \times T_{il} + e_{ijkl}$$

X_{ijkl} : 測定値

μ : 総平均

D_i : 処理区 i の効果

P_j : 産次 j の効果 (初産あるいは 2 産以上)

C_{ijk} : 産次 j 内供試牛 k の効果 (変量効果)

T_l : 時間 l の効果

$D \times T_{il}$: 処理区 i と時間 l の交互作用

e_{ijkl} : 誤差 $ijkl$

また, 時間帯別のルーメン pH, ルーメン pH6.1 以下の時間および面積, 総 VFA 含量, VFA 組成 (酢酸, プロピオン酸, 酪酸) および LPS 活性は, 次のモデルにより解析した。

$$X_{ijk} = \mu + D_i + P_j + C_{ijk} + e_{ijk}$$

X_{ijk} : 測定値

μ : 総平均

D_i : 処理区 i の効果

P_j : 産次 j の効果 (初産あるいは 2 産以上)

C_{ijk} : 産次 j 内供試牛 k の効果 (変量効果)

e_{ijkl} : 誤差 $ijkl$

なお, 解析は JMP®13.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) を用いて行った。

結果および考察

本研究では, ルーメン pH や発酵に及ぼす影響に着目したため, 長い馴致期間を設定した。そのため, 泌乳中期以降の泌乳牛を供試した飼養試験を行ったことから, 試験実施時期の影響は考慮しないこととした。

ルーメン pH の日内変動を図 1 に示した。処理, 時間, および処理と時間の交互作用に有意差がみられた。ルーメン pH の日内変動は, 朝の飼料給与後に低下し始め, 翌朝にかけて上昇するパターンを示した。各処理区のルーメン pH では, 朝の採食後 3 時間から 10 時間まで KP 発酵 TMR 区で高く推移し, 採食後 11 時間から 21 時間までは TMR 区が高く推移した。発酵区の同値は 1 日を通じて他の 2 区より低く推移した。1 日の平均ルーメン

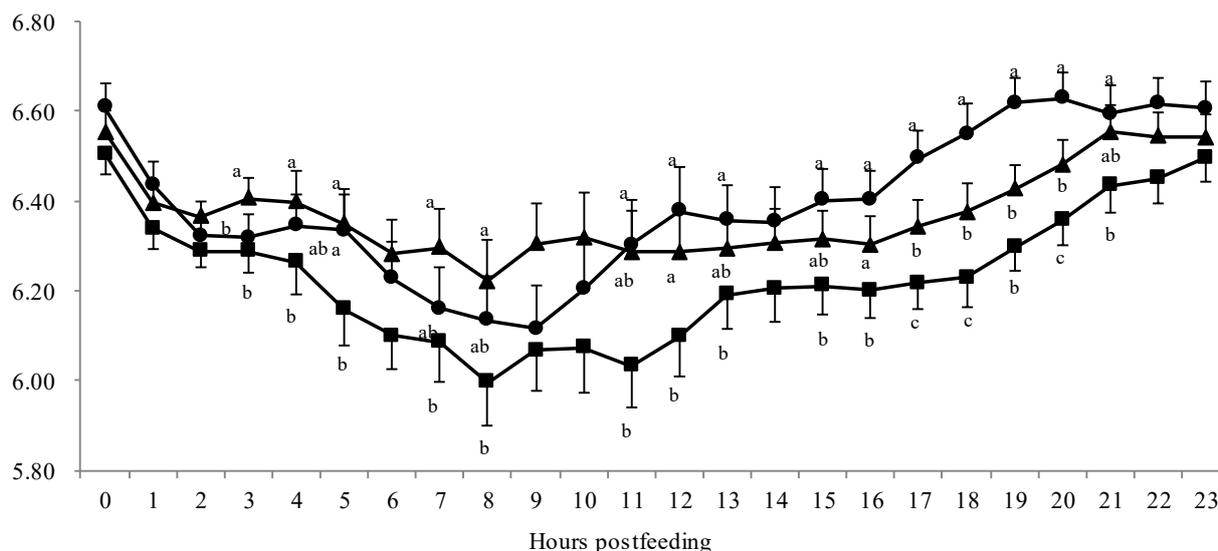


Figure 1 Diurnal variation in ruminal pH of lactating dairy cows in fresh treatment (●), fermentation treatment (■) and KP treatment (▲). Overall treatment effect, $P < 0.001$; time effect, $P < 0.001$; treatment \times time interaction, $P < 0.007$. a, b, c : $P < 0.05$.

pH (表 2) は, TMR 区および KP 発酵区と比べて発酵区で低かった ($P < 0.05$)。ルーメン pH6.1 以下の時間/日は

発酵区よりも KP 発酵区で短かった ($P < 0.05$) が, TMR 区は他の 2 区と差はなかった (表 2)。TMR 区および発

酵区は、ルーメン pH6.1 以下の時間が SARA の判定基準を大きく上回ったが、KP 発酵区では同判定基準を下回った。このように、飼料中の濃厚飼料の一部を KP に置き換えると、ルーメン pH6.1 以下の時間が短くなることは、飼料中のトウモロコシの一部を KP に置き換えた前報 (Nishimura ら 2019) と一致した。

Table 2 Ruminal pH variables of lactating dairy cows for fresh treatment, fermentation treatment

	Fresh treatment	Fermentation treatment	KP treatment	SEM [†]
Average pH	6.40 ^a	6.23 ^b	6.37 ^a	0.03
Time <pH6.1, min/d	239.65 ^{ab}	363.02 ^a	93.50 ^b	64.40
Area <pH6.1, min × pH/d	88.14	70.47	7.56	90.52

[†]Standard error mean

^{ab}: P<0.05

一般に、飼料中の濃厚飼料を高めると、デンプン含量の増加と繊維含量の低下によりルーメン pH は低下する (Agle ら 2010) 。さらに、ルーメン pH は、飼料中の穀類やデンプン含量が増加すると、低 pH を示す時間が長くなる (Gozho ら 2005 ; Krause と Oetzel 2005 ; Li ら 2012a,b ; Danscher ら 2015) 。本研究において、KP を混合すると、TMR 中のデンプン含量は低下し、aNDFom 含量は増加したことから、ルーメン pH6.1 以下の時間が KP 発酵区で最も短くなったと考えられた。これらのことから、KP は発酵 TMR に混合することで、ルーメン pH6.1 以下の時間が短く、SARA の発症を抑制できることが示された。

一般に、飼料中の濃厚飼料を高めると、デンプン含量の増加と繊維含量の低下によりルーメン pH は低下する (Agle ら 2010) 。さらに、ルーメン pH は、飼料中の穀類やデンプン含量が増加すると、低 pH を示す時間が長くなる (Gozho ら 2005 ; Krause と Oetzel 2005 ; Li ら 2012a,b ; Danscher ら 2015) 。本研究において、KP を混合すると、TMR 中のデンプン含量は低下し、aNDFom 含量は増加したことから、ルーメン pH6.1 以下の時間が KP 発酵区で最も短くなったと考えられた。これらのことから、KP は発酵 TMR に混合することで、ルーメン pH6.1 以下の時間が短く、SARA の発症を抑制できることが示された。

発酵区および KP 発酵区で給与した TMR そのものの pH は、それぞれ 4.23 および 4.02 であり、TMR 区の

pH5.08 と比べて低かった。しかし、ルーメン pH の日平均は、発酵区が TMR 区および KP 発酵区よりも低かったことから、飼料中の pH の違いは、ルーメン pH に反映しないことが示された。なお、ルーメン pH の日平均が発酵区で低かったことは、発酵区が他の 2 区と比べて飼料中の aNDFom 含量が少なく、デンプン含量が多かったことに由来していると考えられる。このことから、ルーメン pH は飼料中の pH よりも飼料成分の影響を受けることが示された。

ルーメン液の総 VFA 含量に処理区間の違いはみられなかった (表 3) 。VFA 組成のうち、発酵区の酢酸と酪酸の割合は TMR 区および KP 発酵区よりも低く (P<0.05) 、プロピオン酸割合は逆に高まった (P<0.05) ことから、酢酸/プロピオン酸比は低下した (P<0.05) 。

Table 3 Ruminal profiles and rumen LPS of lactating dairy cows in fresh treatment, fermentation treatment and KP treatment.

	Fresh treatment	Fermentation treatment	KP treatment	SEM [†]
Total VFA [‡] (mmol/dl)	108.34	129.56	108.64	4.45
VFA composition (mol %)				
Acetic	63.93 ^a	58.52 ^b	62.55 ^a	0.76
Propionic	20.79 ^b	26.56 ^a	20.90 ^b	0.84
Butyric	15.28 ^{ab}	14.92 ^b	16.54 ^a	0.27
Acetic:Propionic	3.07 ^a	2.21 ^b	3.00 ^a	0.12
LPS (log ₁₀ EU/ml)	3.65 ^{AB}	3.90 ^A	3.36 ^B	0.10

[†]See the footnote in Table 2

[‡]Volatile fatty acid

^{ab}: P<0.05, ^{AB}: P<0.1

一般的に NDF 含量が多く、デンプン含量が少ない飼料は、ルーメン液内の酢酸割合が高まりプロピオン酸割合は低くなる (Agle ら 2010) 。本研究においても、飼料中の NDF 含量は KP 発酵区、TMR 区、そして発酵区の順に高く、逆にデンプン含量は低下したことが、VFA 組成に影響を及ぼしたと考えられた。ルーメン液の LPS 活性は、KP 発酵区よりも発酵区で高い傾向を示した (P<0.1) 。ルーメン内の LPS 活性は、穀類やデンプンの多給などでルーメン pH が低下すると高まる (Li ら 2012a,b) 。実際、実験的に穀類給与量を増加する SARA 誘導試験では、ルーメン内の pH は低下して LPS 活性レベルは高まる (Gozho ら 2005, 2006; Li ら 2012a, b) 。さらに、1 日あたりのルーメン pH<6.0 の時間が長くなると、ルーメン内 LPS 活性値は直線的に高まる (Zebeli ら 2012) 。したがって、本研究における各区

のLPS活性レベルは、ルーメン pH6.1以下の1日当たりの時間数と関連していると考えられる。

以上より、発酵TMR中の濃厚飼料の一部をKPに置き換えると、ルーメン pHの低下とLPS活性値の増加が緩和されることから、SARA発生リスクを軽減させることが明らかになった。また、ルーメン pHは、フレッシュTMRよりも発酵TMRで低下するものの、給与するTMRのpHよりもTMR中のデンプン含量とaNDFom含量に影響を受けることが示された。

謝 辞

本研究は、生研支援センター「革新的技術緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）」の支援を受けて行った。

引用文献

Agle M, Hristov AN, Zaman S, Schneider C, Ndegwa PM, Vaddella VK. 2010. Effect of dietary concentrate on rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93, 4211-4222.

Danschar AM, Li S, Andersen PH, Khafiou E, Kristensen N, Plaizier JC. 2015. Indicators of induced subacute ruminal acidosis (SARA) in Danish Holstein cows. *Acta Veterinaria Scandinavica* 57, 39-52.

Gozho GN, Plaizier JC, Krause DO, Kennedy AD, Wittenberg KM. 2005. Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. *Journal of Dairy Science* 88, 1399-1403.

Gozho GN, Plaizier JC, Krause DO, Kennedy AD, Wittenberg KM. 2005. Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. *Journal of Dairy Science* 88, 1399-1403.

Gozho GN, Karus DO, Plaizier JC. 2006. Effects of gradual adaptation to concentrate and subsequent induction of subacute ruminal acidosis in steers on ruminal lipopolysaccharide and acute phase proteins. *Journal of Dairy Science* 89, 4404-4413.

把田雅彦, 八代 洵, 町田 誠, 梶川 博. 2016. 反芻動物用飼料. 特許番号 ; 5994964.

Hirabayashi H, Kawashima K, Okimura T, Tateno A, Suzuki A, Asakuma S et al. 2017. Effect of nutrient levels during the far-off period on postpartum productivity in airy cows. *Animal Science Journal* 88, 1162-1170.

生田健太郎, 佐藤 繁, 水口人史, 星川俊也, 谷津實, 岡田啓司. 2012. ルーメン内留置型・無線伝送式 pH センサーの回収機の開発. *産業動物臨床医誌* 3, 21-24.

Kleen JL, Hooijer GA, Gehage J, Noordhuizen JPTM. 2003. Subacute ruminal acidosis (SARA): A review. *Journal of Vet. Med. A Physiol. Pathol. Clin. Med.* 50, 406-414.

Krause DO, Oetzel GR. 2005. Inducing subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 88, 3633-3639.

Li S, Gozho GN, Gakhar N, Khafipour E, Krause DO, Plaizier JC. 2012. Evaluation of diagnostic measures for subacute ruminal acidosis in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 92, 353-364.

Li S, Khafipour E, Krause DO, Kroeker A, Rodriguez-Lecompte JC, Gozho GN, Plaizier JC. 2012. Effects of subacute ruminal acidosis challenges on fermentation and endotoxins in the rumen and hindgut of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95, 294-303.

西村慶子・中原高士・大久津昌治・川本康博・中西良孝. 2012. カンショ焼酎粕ケーキを添加した発酵TMR中の粗飼料の違いが乳用牛の栄養代謝と乳生産に及ぼす影響. *日本畜産学会報* 84, 341-348.

西村慶子・中原高士・永西 修・中西良孝. 2014. 水分含量の異なる牧草サイレージと飼料用米の配合が発酵TMRの発酵品質ならびにタンパク質画分に及ぼす影響. *日本草地学会誌* 60, 29-34.

Nishimura K, Kurosu K, Mizukuchi H, Sato S, Terada F, Kushibiki S. 2019. Effect of wood kraft pulp feed on digestibility, ruminal characteristics, and milk production performance in lactating dairy cows. *Animal Science Journal* 90, 189-195.

Nocek JE. 1997. Bovine acidosis: Implications on laminitis. *Journal of Dairy Science* 80, 1005-1028.

農林水産省. 2012. 第1回農業資材審議会飼料分科会飼料栄養部会.

[cited 10May 2019]. Available from URL : http://www.maff.go.jp/j/council/sizai/siryoku/katiku_siryoku/

Plaizier JC, Krause DO, Gozho GN, McBride BW. 2008. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *Vet. J.* 176: 21-31.

Sato S. 2016. Pathophysiological evaluation of subacute ruminal acidosis (SARA) by continuous ruminal pH monitoring. *Animal Science Journal* 87, 168-177.

Sato S, Ikeda A, Tsuchiya Y, Ikuta K, Muratama I, Kanehira M, Okada K, Mizuguchi H. 2012b. Diagnosis of subacute ruminal acidosis (SARA) by continuous reticular pH measurements in cows. *Veterinary Research Communication* 36, 201-205.

鈴木知之, 神谷裕子, 田中正仁, 服部育男, 佐藤健次.

2010a. 大豆粕の米焼酎粕濃縮液への置き換えが乳牛の乳生産成績に及ぼす影響. *日本畜産学会報* 81, 443-448

鈴木知之, 神谷裕子, 田中正仁, 服部育男, 野中最子, 佐藤健次. 2010b. カンショ焼酎粕濃縮液を添加した発酵 TMR の発酵品質と乳牛における乳生産成績への影響. *日本畜産学会報* 81, 449-456.

塩谷 繁. 2008. 自給飼料を活用した TMR センターの展望. *日本草地学会誌* 54, 178-181.

Zebell Q, Metzler-Zebell BU, Ametaj BN. 2012. Meta-analysis reveals threshold level of rapidly fermentable dietary concentrate that triggers systemic inflammation in cattle. *Journal of Dairy Science* 95:2662-2672.

遮熱塗料塗布による飼料タンクおよび牛舎屋根への暑熱対策効果

松尾 麻未・須崎 哲也・河村 隆介¹⁾
(宮崎県畜産試験場・¹宮崎大学工学部)

Summer heat countermeasure effect on feed tank and barn roof by applying thermal barrier paint

Mami MATSUO, Tetsuya SUZAKI, Ryuusuke KAWAMURA

＜要約＞暑熱期の乳牛の生産性向上を目的として、飼料タンクおよび牛舎屋根への遮熱塗料塗布が及ぼす効果を検討した。塗布していない「対照区」と塗布した「遮熱区」の2区で比較したところ、飼料タンク内の平均温度および最大温度は遮熱区が対照区より有意に低くなった。牛舎屋根裏の温度は遮熱区が対照区より約20℃もの輻射熱抑制効果が確認された。温湿度指数（THI）は、遮熱区が対照区と比較して最大4.7、平均1.4低い値を示した。乳牛の乳量および標準乳量、乳脂率は塗布前後で差は認められなかった。体細胞数も塗布前後で有意な差は認められなかったが、塗布後の対照区が283.9千個/mlで高くなった。遮熱区の乳蛋白質率は塗布後が塗布前より有意に低くなった。乳中尿素態窒素（MUN）は、両区とも塗布前後で有意に低くなった。血液性状は、遮熱区のグルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ（GOT）が塗布前より塗布後が低くなる傾向があった。

本県では、暑熱期（7～9月）の最高気温が34.5℃にも達している（2019年気象庁調べ）。一方、乳牛の適温域は4～20℃、臨界温度は25℃（Berman AY et al.1985）であり、乳牛に与える暑熱ストレスが大きいことがわかる。また、暑熱ストレスは気温以外にも湿度が関与しており、Temperature Heat Index（THI）が広く用いられ、乳牛では68～70を超えるとストレスを感じ始めるとされている。泌乳牛では、高温下で容易に体温が上昇するため、体温上昇を抑制する反応として、飼料摂取量の低下が報告されている。飼料摂取量が低下することで、乳牛では負のエネルギーバランス状態（negative energy balance：NEB）になる。このような状態では、乳生産に分配される栄養量が減少し、結果として乳量の低下が起こる（阪谷、2015）。また、屋外に設置されている飼料タンクは、高温に曝されると、飼料の品質が

変化する等、暑熱期には、家畜だけでなく、飼

料への影響も大きい。

一般的に農家では、換気扇や細霧噴霧、散水等の暑熱対策がとられている。そこで、本研究では県内企業が開発した、直射日光による牛舎内への輻射熱を効果的に抑えることができる遮熱塗料に着目し、飼料タンクおよび牛舎屋根へ塗布することの効果について検討した。

試験方法

1 試験区分および供試牛

飼料タンクは畜産試験場内にある2つの飼料タンクを用い、遮熱塗料を塗布した「遮熱区」および塗布していない「対照区」の2区を設定した（写真1）。

牛舎屋根への遮熱塗料塗布は県内の酪農家で実施した。塗布前には高圧洗浄機で屋根の汚れを落とし、塗布を行った。屋根の半分に遮熱塗料を塗布した「遮熱区」および塗布していない「対照区」の2区を設定した(写真2)。なお、牛舎内には隔壁等の仕切りがない状態で対面式のつなぎ飼いで、屋根は鉄骨スレート屋根である。供試牛は、ホルスタイン種泌乳牛で、遮熱区が19頭、対照区18頭で泌乳期別に頭数が同等になるよう配置した(図1)。



写真1 飼料タンク



写真2 牛舎屋根

2 調査項目

調査項目は、飼料タンク内温度および牛舎内温湿度、乳量、標準乳量、乳脂率、乳蛋白質率、体細胞数、MUN、血中グルコース濃度(Glu)、血中総コレステロール(T-cho)、血中尿素態窒素(BUN)、GOT、γグルタルトランスフェラーゼ(GGT)、酸化ストレス値(d-ROMs)である。

3 調査方法

飼料タンク内の温度はデータロガー(写真3)を飼料タンクの上部と下部に設置し、2018年8月～9月の約1ヶ月間計測した。

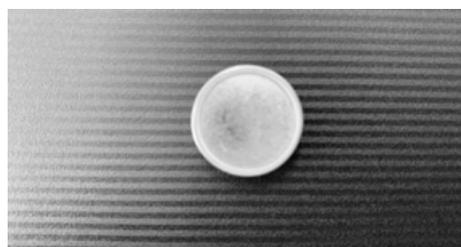


写真3 データロガー

牛舎内の温度およびTHIは2018年8月3日から8月9日の7日間測定した。測定機器の設置場所は図1のとおりである。

乳量および標準乳量、乳脂率、乳蛋白質率、体細胞数、MUNは遮熱塗料塗布前の月(2018年7月)と塗布後の月(2018年9月)の牛群検定データを元に調査した。

血液性状は、各区6頭ずつ調査し、遮熱塗料塗布前と塗布後の2回採血を実施し、調査した。

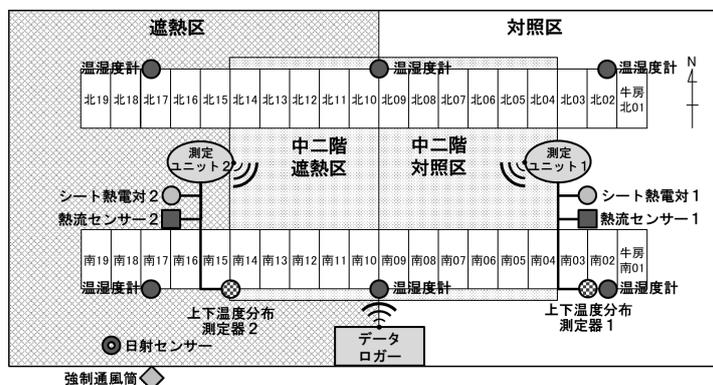


図1 測定機器設置場所

結果および考察

1 飼料タンク

飼料タンク内の温度は図 2 のように推移した。飼料タンク内の平均温度は対照区が 26.6℃、遮熱区が 25.3℃で、遮熱区が有意に低くなった ($P<0.05$) (表 1)。最も平均温度が高くなった、13:10 時点での最大温度は、対照区が 32.0℃、遮熱区が 29.9℃となり、遮熱区が対照区より有意に低くなった ($P<0.01$)。

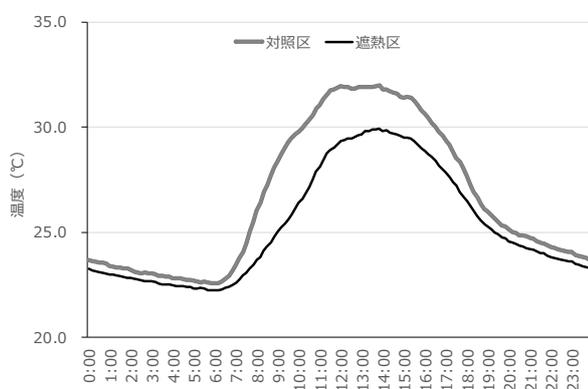


図 2 飼料タンク内の温度変化

	対照区	遮熱区	P値
平均温度	26.6 ± 4.7	25.3 ± 3.7	**
最大温度※	32.0 ± 4.8	29.9 ± 3.8	*

* : $P<0.05$ 、** : $P<0.01$

※ 最も平均温度が高かった13:10時点の温度

表 1 飼料タンク内温度

2 牛舎内環境

牛舎屋根裏の温度は、対照区で最大約 60℃を計測した一方、遮熱区では最大約 40℃となり、約 20℃もの輻射熱が抑制された (図 3)。

THI は、対照区が平均 82.3、遮熱区が平均 80.9 となり、遮熱区が対照区より最大で 4.7、平均で 1.4 低い値を示した (図 4)。

牛舎内温度は、対照区が 23 ~ 27℃、遮熱区が 24 ~ 36℃の範囲で変化した。遮熱区では床から高さ 60cm および 110cm の空気温度は、それぞれ、2.9℃および 2.1℃抑制された。

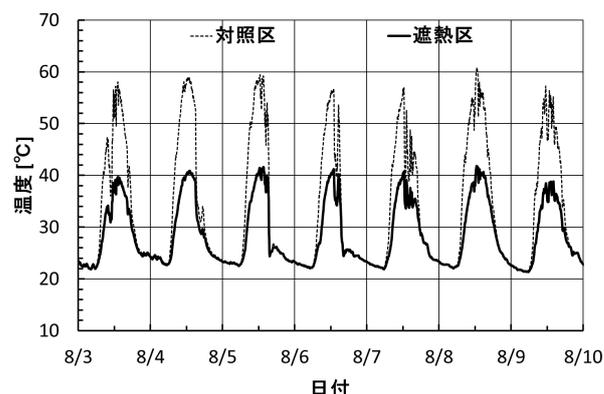


図 3 牛舎屋根裏温度

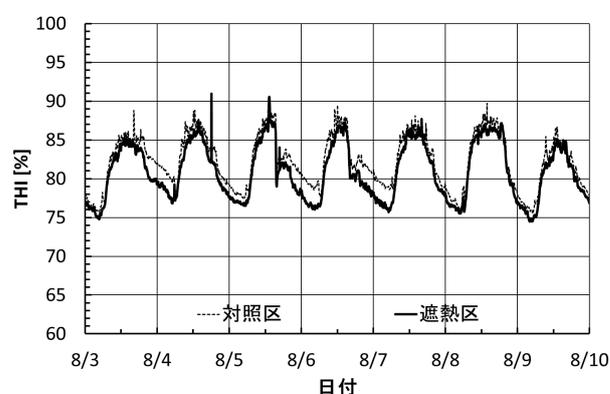


図 4 THI

3 生産性

泌乳成績は表 2 に示したとおりである。乳量および標準乳量、乳脂率は両区とも塗布前後で有意な差はなかった。体細胞数も塗布前後で有意な差は認められなかったが、塗布後の対照区が 283.9 千個/ml で高く、乳房炎の指標とされる 283 千個/ml 以上の値 (一般社団法人畜改良事業団 HP. 牛群検定成績表の見方) となった。乳蛋白質率は、遮熱区の塗布後が塗布前より有意に高くなったが ($P<0.05$)、基準値 (2.8 ~ 3.2%) 内で推移した。一方、対照区は塗布前も塗布後も基準値外で推移した。MUN は、両区とも塗布後が塗布前より有意に低く ($P<0.01$)、両区とも塗布前は基準値 (8~16mg/dl) 外であったが、塗布後は基準値内であった。

血液性状は表 3 に示すとおりである。T-cho

および Glu、BUN、GGT、d-ROMs は、両区とも塗布前後に変化は認められなかった。GOT は、遮熱区の塗布前が 76.8 IU/L で高かったが、塗布後が 63.5 IU/L となり、塗布後が塗布前より低くなる傾向があった。

表 2 泌乳成績

項目	区分	塗布前	塗布後	p値
乳量 (kg)	対照区	18.8 ± 8.3	20.3 ± 7.6	ns
	遮熱区	30.0 ± 7.5	29.6 ± 8.1	ns
標準乳量 (kg)	対照区	24.5 ± 5.7	25.4 ± 5.2	ns
	遮熱区	31.1 ± 6.0	32.8 ± 5.0	ns
乳脂率 (%)	対照区	3.7 ± 0.5	3.6 ± 0.4	ns
	遮熱区	3.4 ± 0.4	3.4 ± 0.5	ns
乳蛋白質率 (%)	対照区	3.5 ± 0.6	3.3 ± 0.4	ns
	遮熱区	2.9 ± 0.2	3.2 ± 0.4	*
体細胞数 (千個/ml)	対照区	110.0 ± 105.7	108.6 ± 140.2	ns
	遮熱区	146.0 ± 206.7	283.9 ± 372.9	ns
MUN (mg/dl)	対照区	16.6 ± 3.0	13.4 ± 1.6	**
	遮熱区	19.4 ± 2.6	15 ± 2.5	**

* : P<0.05、** : P<0.01

表 3 血液性状

項目	区分	塗布前	塗布後	p値
T-cho (mg/dL)	対照区	209.8 ± 46.8	181.8 ± 50.1	ns
	遮熱区	182.8 ± 62.8	146.5 ± 54.6	ns
Glu (mg/dL)	対照区	52.8 ± 8.31	49.5 ± 2.5	ns
	遮熱区	53.0 ± 10.2	50.5 ± 5.8	ns
BUN (mg/dL)	対照区	14.4 ± 1.82	14.5 ± 1.9	ns
	遮熱区	11.4 ± 2.76	10.9 ± 2.4	ns
GOT (IU/L)	対照区	104.3 ± 34.7	84.2 ± 28.2	ns
	遮熱区	76.8 ± 10.4	63.5 ± 10.8	†
GGT (IU/L)	対照区	44.3 ± 14.4	40.8 ± 13.4	ns
	遮熱区	31.3 ± 8.38	24.5 ± 11.5	ns
d-ROMs	対照区	75.2 ± 11.6	77.5 ± 16.0	ns
	遮熱区	63.5 ± 11.3	69.2 ± 7.8	ns

† : P<0.1

考察

飼料タンクは、遮熱塗料を塗布することで飼料タンク内の温度が有意に低下することから、遮熱塗料塗布の効果があることがわかった。

牛舎内環境は、牛舎屋根裏温度および THI、温度は対照区より遮熱区が低い結果となり、牛舎屋根への遮熱塗料塗布の効果があることがわかった。なお、今回は遮熱区と対照区の区分けをする際、壁などの仕切りがなかったため、対照区と遮熱区の気流は混合していたため、牛舎屋根すべてに遮熱塗料を塗布した場合、さらなる効果が期待できる。

泌乳成績のうち、体細胞数は塗布後の対照区群が乳房炎の指標値となった一方、遮熱区群は変わらなかったことから、遮熱による効果があることが示唆された。乳蛋白質率の遮熱区および MUN の両区で塗布前後に有意な差はあったものの、塗布後に基準値内に推移したことから、遮熱の影響はないと考えられた。

血液性状は、遮熱区の GOT は塗布後、低くなる傾向があったことから、急性肝機能障害を起こしていたものが、遮熱塗料塗布により、正常値に戻す効果があることが示唆された。

以上の結果から、暑熱対策として飼料タンクおよび牛舎屋根への遮熱塗料塗布は効果があり、乳牛の生産性が向上することが示唆された。

参考文献

Berman A, Folman Y, Kaim M, Mamen M, Herz Z, Wolfenson D, Arieli A, Graber Y. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. 1985. J Dairy Sci 68. 1488-1495.

阪谷美樹. 暑熱ストレスが産業動物の生産性を与える影響. 2015. 産業動物臨床医誌 5. 238-246.

一般社団法人家畜改良事業団. 牛群検定成績表の見方

(http://liaj.lin.gr.jp/japanese/kentei/kentei_s2.html)

飼料作物奨励品種選定試験（平成30年度）

高橋奈津美・東 政則・甲斐敬康

Selection Test of Recommended Varieties of Forage Crops

Natsumi TAKAHASHI, Masanori HIGASHI, Noriyasu KAI

<要約>本県に適した飼料作物奨励品種を選定するため、既奨励品種を標準品種として、今後、有望と見込まれるトウモロコシ、ソルガム、イタリアンライグラスの各市販品種について、比較試験を実施した。その結果、トウモロコシでは、「スノーデントおとは（PI2008）」および「スノーデント夏皇（SH2933）」が、イタリアンライグラスでは、「Kyushu 1」、「はやまき18」、「ヤヨイワセ」、「はるな」および「タチユウカ」が生育性や収量性に優れ、新たに県奨励品種として指定された。

試験方法

1 試験地

宮崎県畜産試験場第2および3号ほ場（黒色火山灰
土壌）

2 供試品種（表1）

3 播種法（表1）

トウモロコシでは、播種後にゲザノンゴールドを散布、ソルガムでは、播種後にゲザプリムフロアブルを散布した。

4 試験区

1区12m²（トウモロコシは条間0.75m×株間0.2m×4条、ソルガム条播区は条間0.7m×4条）とし、乱塊法による3反復で実施した。収量調査の際は、他品種の影響を除外するため、試験区の両端2条および前後1.0mを除いた3m²（1.5m×1.0m×2条）、イタリアンライグラスは内部の2m²（1.0m×2.0m）を調査した。

5 施肥（表2）

表2 施肥

	基肥(kg/10a)			追肥(kg/10a)	
	牛ふん 堆肥	苦土 石灰	ようりん	尿素	NK 追肥
トウモロコシ	3000	60	60	8	26
ソルガム	3000	150	60	10	26
イタリアンライグラス	3000	150	60	8	18

6 播種期（表1）

7 管理作業

トウモロコシおよびソルガムでは、播種後4週間、防鳥網を設置した。また、トウモロコシは発芽後に間引きを行った。

なお、手取り除草や除草剤以外の農薬散布などは一切行わなかった。

8 刈取期（表1）

9 調査方法

宮崎県飼料作物奨励品種調査要領に準じて行った。

試験結果

1 トウモロコシ

早播きおよび遅播きトウモロコシの栽培期間中、6月中旬の降雨および強風や7月上旬の台風接近により倒伏や折損が一部認められたが、全体的に生育は良好であった。

早播きトウモロコシについては、「Z-Corn120 (ZX5201)」は、ごま葉枯れおよび南方さび病が比較的多かったが、稈長、着雌穂高は、「ゴールドデントKD671 (KD671)」に次いで高かった。また、乾物中の雌穂重割合は最も高かった(表3、4)。

「SH4812 (SH4812)」は、雌穂収量(生草・乾物)が供試品中で最も高く、乾物収量は、標準に次いで2番目に高かった。病害は比較的少なかった(表4)。

「SH5702 (HS5702)」は、発芽期は最も早く、生草の雌穂重割合は「SH4812 (SH4812)」に次いで高かった。病害は、比較的少なかった(表3、4)。

遅播きトウモロコシについては、「Z-Corn128 (ZX9280)」は、台風接近による折損が31.3%認められた(表3)。着雌穂高が「スノーデント夏皇 (SH2933)」に次いで高く、稈径は「グリーンデント128 (JG9008)」に次いで大きかった。生草収量も、「グリーンデント128 (JG9008)」に次いで高かった(表3、4)。

「スノーデントおとは (PI2008)」は、稈長が供試品中で最も高く、着雌穂高は最も低かった。また、生草および乾物収量は、最も高かった(表3、4)。

「スノーデント夏皇 (SH2933)」は、着雌穂高が供試品種中で最も高く、折損は最も少なかった。乾物中の茎葉収量は、供試品種の中で最も高かった(表3、4)。

2 ソルガム

栽培期間中、全体的に生育は良好であったが、9月下旬の台風24号接近等により再生草で倒伏が発生し

た(表6)。

「短尺ソルゴー」は、標準品種である「ショートソルゴー (JG-G5)」と比較して、発芽良否は劣ったが、その後の生育は良好であった。また、出穂期は、標準より5日遅かった。1番草の稈長および再生草の草丈は、いずれも標準を上回った。1㎡あたりの茎数は少なかったが、稈径は、1番草、再生草のいずれにおいても標準を上回った。生草収量は1番草、再生草ともに標準を上回ったが、乾物収量では標準を下回った(表5、6、7)。

3 イタリアンライグラス

栽培期間中の平均気温は、11月上旬から翌3月上旬までの間、平年値以上で推移し、イタリアンライグラスの生育は非常に良好で、9月播種分は、年内草で12月上旬、再生草で3月中旬には殆どの品種が出穂期に達した。10月播種分についても良好な生育を示した。

9月播種については、「Kyushu 1」は、12月20日に年内出穂期に達した。生草および乾物収量は「はやまき18」、「ヤヨイワセ」に次いで高く、良好であった(表8、11)。「はやまき18」は、年内出穂には至らなかったが、再生草では4月2日に、出穂期に達し、合計生草および乾物収量は供試品種中で最も高かった(表8、11)。「ヤヨイワセ」は、「Kyushu 1」と同様に12月20日に年内出穂期に達した。また、各調査時において安定した収量を示し、生草および乾物収量は「はやまき18」に次いで高かった(表8、9、10、11)。「菊系11号」は、発芽良否、初期草勢ともに供試品種中で最も良好で、11月15日に、出穂期に達した。年内草の乾物収量は49.2kg/aと最も高かった(表8、11)。

10月播種については、「タチユウカ」は1番草および2番草で最も早く出穂期に達したが、調査直前の降雨による倒伏は認められなかった。稈径は1番草・2番草のいずれにおいても太く、合計の生草および乾

物収量は標準品種である「ワセユタカ」を上回った（表8、9、11）。「はるな」は、発芽良否が供試品種中最も良好であった。1番草調査直前の降雨により倒伏が発生したが、合計の生草および乾物収量は最も高かった（表8、11）。

総 合 評 価

品種比較試験の結果から、良好な成績が確認されたトウモロコシ「スノーデントおとは（PI2008）」および「スノーデント夏皇（SH2933）」、イタリアンライグラス「Kyushu 1」、「はやまき18」、「ヤヨイワセ」、「はるな」および「タチユウカ」が新たな本県の飼料作物奨励品種に指定された。

参 考 文 献

宮崎県飼料作物奨励品種調査要領

表1 供試品種、播種方法

	品種系統名	取扱	備考	播種日 月／日	播種法	調査日 月／日
ト ウ モ ロ コ シ	ゴールドデントKD731 (KD731)	カネコ	標準(既奨励品種)	4/9	条間75cm、 株間20cm	7/25
	Z-Corn120 (ZX5201)	全農		〃		8/1
	SH4812 (SH4812)	雪印		〃		8/1
	SH5702 (SH5702)	雪印		〃		7/25
	グリーンデント128 (JG9008)	日本緑農	標準(既奨励品種)	5/9	条間75cm、 株間20cm	8/17
	Z-Corn128 (ZX9280)	全農		〃		8/17
	スノーデントおとほ (PI2008)	雪印		〃		8/17
	スノーデント夏皇 (SH2933)	雪印		〃		8/17
ソ ル ガ ム	ショートソルゴー (JG-G5)	日本緑農	標準(既奨励品種)	5/16	条間75cm、 条播 播種量 2.0kg/10a	8/9, 10/1
	短尺ソルゴー	雪印		〃		8/9, 10/1
イ タ リ ア ン ラ イ グ ラ ス	Kyushu 1	公的		9/18	散播	12/5, 3/14, 4/18
	はやまき18	公的		〃	播種量 5.0kg/10a	12/5, 4/2, 5/7
	ヤヨイワセ	雪印		〃		12/5, 3/14, 4/18
	菊系11号	公的				12/5, 3/14, 4/18
	ワセユタカ	公的	標準(既奨励品種)	10/18	散播	4/2, 5/7
	タチユウカ	雪印		〃	播種量 2.5kg/10a	4/2, 5/7
	はるな	日本緑農		〃		4/2, 5/13

表3 生育調査(トウモロコシ)

品種系統名	発芽期 月/日	発芽 良否	初期 生育	雄穂開花期 月/日	絹糸抽出期 月/日	稈長 cm	稈径 mm	着雌穂高 cm	倒伏 %	折損 %	虫害 %	病害		
												ごま 葉枯	すす 紋	南方 さび
ゴールドデントKD731 (KD731)	4/17	8.9	9.0	6/27	6/28	249.5	129.7	23.0	12.9	8.3	0.4	4.7	1.3	1.0
Z-Corn120 (ZX5201)	4/17	9.0	8.5	6/28	6/29	248.3	116.7	22.8	20.0	2.9	0.0	6.0	2.3	3.3
SH4812 (SH4812)	4/17	9.0	8.4	6/27	7/1	241.8	100.1	22.6	5.4	2.9	0.0	3.7	2.0	2.7
SH5702 (SH5702)	4/16	8.8	7.3	6/27	6/28	222.2	94.2	21.4	13.3	5.0	0.0	3.3	2.0	3.3

注) 発芽良否・初期生育: 1(極不良)~9(極良)
 病害程度: 1(無または極微)~9(甚)
 倒伏・折損・虫害: 全個体に占める割合

品種系統名	発芽期 月/日	発芽 良否	初期 生育	雄穂開花期 月/日	絹糸抽出期 月/日	稈長 cm	稈径 mm	着雌穂高 cm	倒伏 %	折損 %	虫害 %	病害		
												ごま 葉枯	すす 紋	南方 さび
グリーンデント128 (JG9008)	5/15	9.0	9.0	7/16	7/18	229.4	23.3	95.8	0.0	23.8	0.4	5.7	1.3	3.7
Z-Corn128 (ZX9280)	5/15	7.9	8.5	7/14	7/19	238.2	22.1	100.7	0.0	31.3	0.4	5.7	2.0	3.0
スノーデントおとは (PI2008)	5/16	8.7	8.8	7/19	7/22	241.0	21.5	90.4	0.0	11.3	0.0	5.3	2.3	1.3
スノーデント夏皇 (SH2933)	5/15	8.9	8.0	7/22	7/24	223.4	20.8	117.5	0.0	1.7	0.0	4.3	1.7	2.3

注) 発芽良否・初期生育: 1(極不良)~9(極良)
 病害程度: 1(無または極微)~9(甚)
 倒伏・折損・虫害: 全個体に占める割合

表4 収量調査(トウモロコシ)

品種系統名	生草		乾物		熟期
	合計	うち雌穂重割合	合計	うち雌穂重割合	
	kg/a	%	kg/a	%	
ゴールドデントKD731 (KD731)	650.0	21.7	171.7	33.7	黄熟期(中)
Z-Corn120 (ZX5201)	652.3	22.2	161.5	44.6	黄熟期(中)
SH4812 (SH4812)	637.8	24.8	170.5	43.8	黄熟期(中)
SH5702 (SH5702)	539.3	24.6	141.2	40.6	黄熟期(中)

品種系統名	生草		乾物		熟期
	合計	うち雌穂重割合	合計	うち雌穂重割合	
	kg/a	%	kg/a	%	
グリーンデント128 (JG9008)	594.5	22.4	168.2	38.2	黄熟期(中)
Z-Corn128 (ZX9280)	576.3	22.3	149.8	40.5	黄熟期(初)
スノーデントおとは (PI2008)	613.4	21.3	170.5	34.6	黄熟期(初)
スノーデント夏皇 (SH2933)	528.0	18.2	155.3	26.8	黄熟期(初)

表5 生育調査(ソルガム1番草)

品種系統名	発芽期 月/日	発芽 良否	初期 生育	出穂期 月/日	稈長 cm	穂長 cm	稈径 mm	茎数 本/m ²	刈取時 熟期	倒伏 %	病害		
											紫斑点	ひょう紋	条斑細菌
ショートソルゴー (JG-G5)	5/21	9.0	9.0	7/22	127.0	29.5	10.5	52.0	乳熟期	0.0	1.0	1.3	1.0
短尺ソルゴー	5/21	7.0	8.7	7/27	162.5	30.7	12.9	37.6	水熟期	0.0	1.3	2.0	1.0

注) 発芽良否・初期生育:1(極不良)~9(極良)
 病害程度:1(無または極微)~9(甚)
 倒伏:全個体に占める割合

表6 生育調査(ソルガム再生草)

品種系統名	再生 良否	出穂期 月/日	草丈 cm	稈長 cm	稈径 mm	茎数 本/m ²	刈取時 熟期	倒伏 %	病害		
									紫斑点	ひょう紋	条斑細菌
ショートソルゴー (JG-G5)	8.0	-	132.2	-	13.0	41.1	出穂始	7.3	2.3	1.0	1.0
短尺ソルゴー	7.3	-	136.9	-	15.7	32.0	止葉抽出前	5.7	2.0	1.0	1.0

注) 再生良否:1(極不良)~9(極良)
 倒伏:全個体に占める割合

表7 収量調査(ソルガム 1番草,再生草)

品種系統名	生草収量(kg/a)				乾物収量(kg/a)				生草収量 (kg/a)	乾物収量 (kg/a)
	うち穂重		うち穂重		うち穂重		うち穂重			
	1番草	再生草	1番草	再生草	1番草	再生草	1番草	再生草	1番草+再生草	1番草+再生草
ショートソルゴー (JG-G5)	441.4	292.8	54.6	-	129.1	50.4	31.6	-	734.2	179.5
短尺ソルゴー	494.0	305.1	45.6	-	116.0	49.7	20.8	-	799.1	165.7

表8 生育調査(イタリアンライグラス 1番草)

品種系統名	発芽日	発芽 良否	初期 草勢	出穂 始	出穂期	刈取時 出穂程度	病虫害 程度	草丈 cm	稈径(長) mm	稈径(短) mm	倒伏 程度	調査日
はやまき18	9/22	7.6	8.0	-	-	1.0	1.0	89.6	3.67	2.92	1.0	12/5
ヤヨイワセ	9/22	7.6	8.1	11/23	12/20	5.0	1.0	65.4	3.37	2.99	1.0	12/5
菊系11号	9/22	8.7	8.5	11/7	11/15	7.0	1.0	103.1	3.27	2.90	4.0	12/5

ワセユタカ	10/24	8.2	8.3	3/29	-	3.7	1.0	130.1	4.22	3.64	4.3	4/2
タチュウカ	10/24	8.0	7.5	3/26	-	4.3	1.0	121.3	4.30	3.84	1.0	4/2
はるな	10/24	8.3	7.6	4/2	-	3.0	1.0	116.5	3.86	3.44	5.7	4/2

注) 発芽良否・初期草勢:1(極不良)~9(極良)
 刈取時出穂程度:1(出穂無または極少)~9(極多)
 再生程度:1(極不良)~9(極良)
 病虫害・倒伏程度:1(無または極微)~9(甚)

表9 生育調査(イタリアンライグラス 2番草)

品種名	再生程度	出穂始	出穂期	刈取時 出穂程度	病虫害 程度	草丈 cm	稈径(長) mm	稈径(短) mm	倒伏 程度	調査日
Kyushu 1	8.1	3/4	3/14	5.7	2.0	87.9	3.68	3.30	1.0	3/14
はやまき18	9.0	3/25	4/2	4.7	1.7	104.6	4.16	3.43	1.0	4/2
ヤヨイワセ	8.2	3/4	3/14	5.7	2.0	89.7	3.87	3.40	1.0	3/14
菊系11号	7.2	2/28	3/7	7.7	3.0	81.0	3.34	3.00	1.0	3/14

品種名	再生程度	出穂始	出穂期	刈取時 出穂程度	病虫害 程度	草丈 cm	稈径(長) mm	稈径(短) mm	倒伏 程度	調査日
ワセユタカ	8.1	4/27	5/5	7.7	1.0	96.1	2.70	2.33	1.6	5/7
タチユウカ	7.7	4/27	5/5	8.0	1.0	92.9	2.92	2.46	1.0	5/7
はるな	7.0	5/6	5/12	6.3	1.0	87.7	2.53	2.12	1.0	5/13

注) 再生程度: 1(極不良)~9(極良)
 刈取時出穂程度: 1(出穂無または極少)~9(極多)
 病虫害・倒伏程度: 1(無または極微)~9(甚)

表10 生育調査(イタリアンライグラス 3番草)

品種名	再生程度	出穂始	出穂期	刈取時 出穂程度	病虫害 程度	草丈 cm	稈径(長) mm	稈径(短) mm	倒伏 程度	調査日
Kyushu 1	8.0	4/10	4/16	6.0	1.7	72.8	3.16	2.63	1.0	4/18
はやまき18	8.0	4/28	5/5	7.7	2.0	71.6	2.40	2.02	1.0	5/7
ヤヨイワセ	8.0	4/9	4/15	6.7	1.3	74.1	2.89	2.48	1.0	4/18
菊系11号	7.0	4/8	4/12	8.0	2.0	71.2	2.79	2.35	1.0	4/18

注) 再生程度: 1(極不良)~9(極良)
 刈取時出穂程度: 1(出穂無または極少)~9(極多)
 病虫害・倒伏程度: 1(無または極微)~9(甚)

表11 収量調査(イタリアンライグラス)

品種系統名	生草収量 kg/a			乾物率%			乾物収量 kg/a			生草収量 kg/a		乾物収量 kg/a	
	年内	2番草	3番草	年内	2番草	3番草	年内	2番草	3番草	年内 +2番草	年内 ~3番草	年内 +2番草	年内 ~3番草
Kyushu 1	377.1	334.2	189.3	10.5	17.2	17.1	39.8	58.0	32.4	711.3	900.6	97.8	130.2
はやまき18	343.2	550.4	160.9	11.9	17.3	15.4	40.8	94.9	24.8	893.6	1,054.4	135.7	160.5
ヤヨイワセ	386.4	356.0	204.1	11.3	17.6	16.6	43.9	64.0	34.0	742.4	946.4	107.8	141.8
菊系11号	404.8	249.1	197.8	12.2	18.8	16.5	49.2	46.7	32.7	653.9	851.7	95.8	128.6

品種系統名	生草収量 kg/a		乾物率%		乾物収量 kg/a		生草収量 kg/a	乾物収量 kg/a
	1番草	2番草	1番草	2番草	1番草	2番草	1番草+2番草	1番草+2番草
ワセユタカ	683.3	259.6	15.7	16.1	107.4	41.7	942.9	149.1
タチユウカ	694.7	268.7	16.5	15.8	115.4	42.5	963.3	157.9
はるな	741.2	270.6	16.7	17.4	123.7	46.4	1,011.8	170.2

肥育後期豚への竹粉加工飼料給与試験

壱岐 侑祐・宮本 佳奈・内山 伸二・竹之山 慎一¹⁾

1) 南九州大学健康栄養学部

Bamboo powder processed feed Feeding Examination on Finishing pig

Yusuke IKI, Kana MIYAMOTO, Shinji UCHIYAMA, Shinichi TAKENOYAMA

<要約> 肥育豚の後期（70-110kg）に、竹粉サイレージを乾燥した飼料（以下、「乾燥竹粉サイレージ」と略す。）と、乾燥した竹粉（以下、「乾燥竹粉」と略す。）を添加給与しても、発育および枝肉成績に有意差はなかった。肉質成績では、ロース肉中の粗脂肪含有率で、乾燥竹粉サイレージを添加した区に比べ、乾燥竹粉を添加した区で有意に高くなった。食味試験では、カップを開けた時の香りで、対照区と比較して乾燥竹粉サイレージ区と乾燥竹粉区で有意に好ましいと評価された。以上の結果から、竹粉加工飼料を肥育後期の豚に添加給与しても発育や枝肉に影響はなく有効活用が可能である。

背景

当场では、平成 29 年に肥育後期豚に竹粉をサイレージ化した飼料（以下、「竹粉サイレージ」）を給与したところ、ロース肉の剪断力価および脂肪融点が低下する傾向が見られることを確認している。また、県内の一部養豚農家でも、竹粉サイレージを利用している。

しかしながら、竹粉サイレージは水分含有率が高く、飼料タンクの利用が困難なため、普及は進んでいない。

そこで、本試験では肥育後期豚に竹粉サイレージを含む数種の竹粉加工飼料を添加給与し、その影響を調査した。

材料および方法

1 供試豚および給与飼料

試験区分、供試飼料、供試期間及び供試頭数を表 1 に示した。

供試豚：給与試験は、宮崎県畜産試験場川南支場（以下、「川南支場」という）で平成 30 年 5 月から 6 月に実施した。供試豚は、川南支場で飼育している去勢および雌を 1 試験区あたり、それぞれ 3 頭ずつ計 6 頭とした。

給与飼料：川南支場で給与している肥育豚後期用市販配合飼料を基礎飼料として用いた。竹粉加工飼料は、都城市の業者から入手したものを用いた。それぞれの成分は表 2 のとおりである。

表1 試験区分 (平成30年5月~6月)

品種: LWD

区分	供試飼料	供試期間	供試頭数 (頭)
対照区	市販配合飼料	肥育後期	6 (去勢3、雌3)
試験区1	市販配合飼料+竹粉サイレージ10%	肥育後期	6 (去勢3、雌3)
試験区2	市販配合飼料+乾燥竹粉サイレージ6.3%	肥育後期	6 (去勢3、雌3)
試験区3	市販配合飼料+乾燥竹粉6.3%	肥育後期	6 (去勢3、雌3)

表2 竹粉サイレージ成分表

	竹粉サイレージ	乾燥竹粉サイレージ	乾燥竹粉
水分(%)	48.6	13.1	13.8
粗タンパク質(%)	1.8	2.8	2.8
粗脂肪(%)	0.6	0.6	0.6
粗繊維(%)	27.6	44.9	44.2
粗灰分(%)	1.2	2.8	2.8
総カロテン (mg/100g)	1.1	0.5	0.9
ビタミンE (mg/100g)	4.3	2.8	2.6

2 試験区分および飼養管理

試験区分: 試験区は、市販配合飼料のみの対照区、市販配合飼料に竹粉サイレージを後期10%添加した試験区1、市販配合飼料に乾燥竹粉サイレージを後期6.3%添加した試験区2および市販配合飼料に乾燥竹粉を後期6.3%添加した試験区3の4区を設けた。

飼養管理: 試験場のカーテン式の開放豚舎で供試豚の体重70~110kgの期間飼養した。

飼料給与方法は不断給餌とした。

3 発育および枝肉成績

発育成績は、試験期間における一日増体重、飼料摂取量及び飼料要求率を調査した。出荷豚の枝肉成績は、枝肉重量、背脂肪厚および上物頭数とした。

4 肉質分析

分析には、ロース肉を用いた。水分含量は加熱乾燥法(135℃、2時間)、粗脂肪含量はエーテルによるソックスレー抽出法で測定し

た。粗脂肪含量は、重量法によって定量を行った。ドリップロス、入江³⁾の方法を参考にした。胸最長筋を筋繊維に沿って立方体状にサンプルを切り出し、重量測定後サンプルをナイロンネットに入れ、紐で結び、ビニール袋に入れ密封した。この際、袋の中に空気を入れ、サンプルと袋が触れないようにした。3~5℃の冷蔵庫内に紐で吊し、48時間後のサンプル重量を測定して試料作成時に対する重量の減少から割合を求めた。加熱損失は、冷凍状態でロース肉の線維が縦に走るように2cm×2cm×5cmにカットしたサンプルを70℃で60分湯せんし、30分放冷後、紙タオルで表面のドリップを拭き取り、拭き上げ後の重量を測定、重量減少率で示した。剪断力価は、加熱損失測定後のサンプルを用いてインストロンによるWarner-Bratzler剪断力価の測定を行った(入江2002)³⁾。脂肪融点は、脂肪を105℃で3.5時間加熱抽出したサンプルを用

い、ガラス毛细管を用いた常法により測定した。遊離アミノ酸含量の測定については、Nishimura ら (1988) ⁴⁾ の方法に準じて行った。すなわち細切したロース肉に3倍量の2%スルホサリチル酸溶液を加えホモジナイズし、遠心分離後の上清をフィルターろ過 (0.45 μ m) したものをアミノ酸自動分析機 (SHIMAZU LC-MS UF-Amino Station: 島津社製) にて分析した。脂肪酸組成は脂肪酸メチルエステル調製を行いキャピラリーカラムガスクロマトグラフィー (GC-14B) により分析を行った (Takenoyama ら 1999) ⁵⁾。

5 食味調査

食味調査は、対照区と試験区1、対照区と試験区2及び対照区と試験区3の2組でロース肉を用いた二点嗜好法により試験場内の職員を対象に行った。

供試肉の調理は、去勢豚の腰椎部のロースを厚さ5mmにスライスし、背脂肪1cm、胸最長筋3cm、幅3cmに成形後1.5%食塩水中に10分浸漬した。浸漬後、230°Cのホットプレ

ートで表面30秒、裏面30秒加熱した。

評価項目は、カップを開けたときの香り、食べたときの香り、味、やわらかさ、ジューシーさ、総合評価とした。

統計処理は、二項検定を行った。

結果

1 発育成績および枝肉成績

表3に発育成績および枝肉成績を示した。発育成績および枝肉成績に全ての項目で有意差はみられなかった。

2 肉質成績

表4にロース肉中の肉質分析結果を示した。肉質成績では、ロース中の粗脂肪で試験区2に比べて試験区3で有意に高くなった。

表5にロース肉中の遊離アミノ酸含量を示した。グルタミンで対照区に比べて試験区1で有意に含有量が多くなった。

表6にロース肉中の脂肪酸組成を示した。脂肪酸組成では、全ての項目に全ての区間に有意差はなかった。

表3 発育成績および枝肉成績

	対照区	試験区1	試験区2	試験区3
開始日齢 (日)	105.3±6.28	98.0±8.51	100.2±7.11	102.3±3.67
開始体重 (kg)	72.3±3.28	71.3±1.75	69.9±2.11	70.1±2.42
終了日齢 (日)	145.0±8.58	140.2±10.05	143.2±9.62	147.3±6.35
終了体重 (kg)	110.6±2.33	110.2±1.17	108.8±0.98	110.5±1.87
試験期間 (日)	39.7±6.25	42.2±2.93	43.0±5.51	45.0±3.16
一日増体重 (g/日)	975.1±106.23	925.8±101.73	918.7±139.70	901.6±92.88
乾物飼料摂取量 (kg)	116.7±9.58	122.1±7.52	117.8±10.38	113.9±13.53
飼料要求率 (DM)	2.7±0.14	2.8±0.15	2.7±0.34	2.5±0.15
枝肉重量 (kg)	75.8±2.29	74.1±2.23	73.5±1.44	74.0±1.09
背脂肪厚 (cm)	2.4±0.67	1.6±0.46	2.1±0.23	2.0±0.52
上物頭数	3/6	5/6	5/6	5/6

表 4 肉質成績（ロース肉中）

調査項目/試験区	対照区	試験区 1	試験区 2	試験区 3
水分 (%)	71.9±0.99	72.4±1.50	72.8±0.91	73.4±4.22
粗脂肪 (%)	4.0±1.00	3.9±0.75	3.5±1.2 ^b	4.7±1.32 ^a
ドリップロス (%)	5.5±1.92	5.0±1.07	5.1±2.18	6.0±1.68
加熱損失 (%)	25.2±1.66	26.0±1.82	25.8±1.90	26.7±3.14
剪断力価 (g)	3,711.5±784.17	3,981.8±1,135.61	3,663.6±922.70	3,610.4±847.12
脂肪融点 (°C)	32.8±0.83	31.9±4.93	33.3±2.06	32.5±0.94

注 a,b : p<0.05

表 5 ロース肉中の遊離アミノ酸含量

項目	対照区	試験区 1	試験区 2	試験区 3
アスパラギン酸	1.8±0.93	2.7±2.27	3.6±0.48	3.5±1.23
グルタミン酸	6.8±2.81	7.3±2.91	5.6±1.79	5.3±1.22
アスパラギン	1.9±0.63	2.3±0.95	2.0±0.74	2.4±0.48
セリン	6.0±1.12	7.5±2.91	7.2±1.69	6.9±1.23
グリシン	9.0±1.94	12.4±3.12	12.0±3.07	11.0±1.20
グルタミン	50.6±6.77 ^b	68.5±10.96 ^a	60.0±12.31 ^{ab}	56.0±7.49 ^{ab}
ヒスチジン	0.7±0.57	1.6±1.26	1.4±0.79	1.2±0.46
スレオニン	4.7±0.54	5.2±2.33	5.3±1.49	5.2±0.79
アラニン	21.8±2.74	19.8±3.63	21.0±4.12	21.0±2.06
アルギニン	5.8±1.02	8.3±3.12	6.7±1.38	6.7±0.41
プロリン	3.6±0.84	5.8±3.01	4.1±0.63	4.4±0.69
チロシン	4.4±0.81	4.8±1.93	4.7±1.27	4.9±0.53
バリン	5.0±0.67	5.9±2.50	5.4±0.57	5.3±0.54
メチオニン	3.4±0.55	3.4±0.97	3.9±1.03	3.7±0.47
リジン	6.0±1.37	7.6±3.30	6.1±1.21	7.0±0.36
イソロイシン	3.43±0.66	4.0±1.78	3.6±0.75	4.0±0.56
ロイシン	7.6±1.10	7.6±2.55	8.3±1.65	8.2±0.50
フェニルアラニン	4.8±0.79	4.8±1.42	4.8±0.89	5.5±0.68
トリプトファン	1.2±0.18	1.3±0.30	1.3±0.24	1.3±0.14

表 6 ロース肉中の脂肪酸組成

	対照区	試験区 1	試験区 2	試験区 3
ミリスチン酸 (14:0)	1.6±0.41	1.6±0.26	1.8±0.55	2.1±0.57
パルミチン酸 (16:0)	27.5±2.92	27.5±1.83	27.9±2.31	29.3±2.83
パルトオレイン酸 (16:1)	3.3±0.26	3.2±0.38	3.2±0.35	3.4±0.51
ステアリン酸 (18:0)	13.0±0.72	13.9±0.91	13.7±1.01	13.3±1.34
オレイン酸 (18:1)	45.5±2.43	44.0±1.37	43.1±2.44	43.0±2.07
リノール酸 (18:2)	6.9±0.83	7.2±0.84	7.5±1.26	6.5±1.28

3 食味調査

食味調査の結果を図1,2および3に示した。対照区と比べて試験区1および試験区2でカップを開けた時の香りが有意に好まれた。

一方で、柔らかさでは、対照区に比べて試験区1および試験区3で有意に好まれなかった。

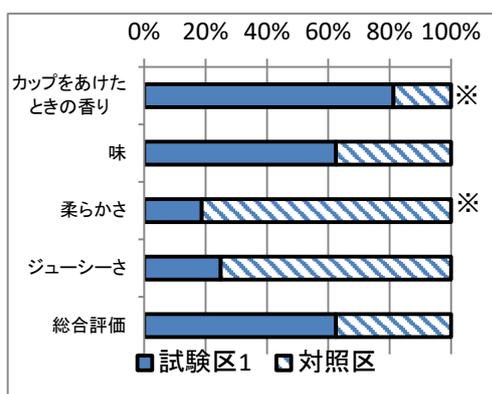


図1 対照区 VS 試験区 1

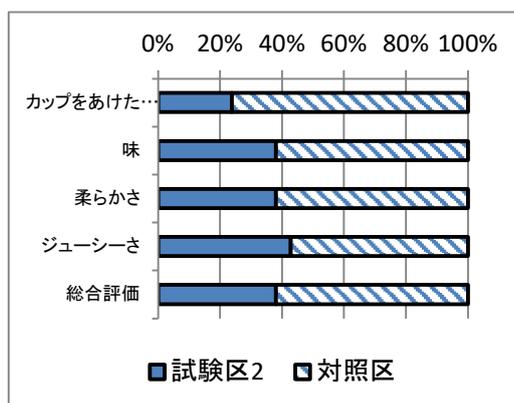


図2 対照区 VS 試験区 2

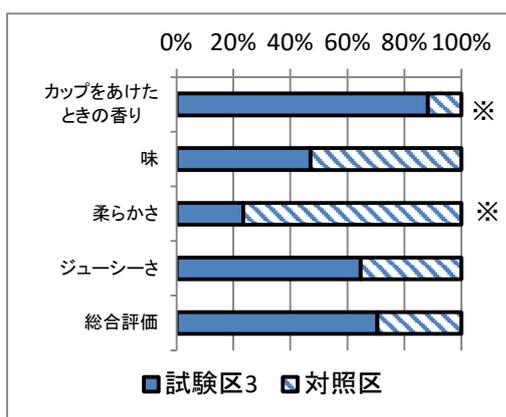


図3 対照区 VS 試験区 3

※ : p < 0.05 で有意差あり

考察

本試験では、発育では各区間に差はなく、試験で給与した量であれば、竹粉加工飼料を肥育後期の LWD 豚に給与しても影響はないと考えられる。しかしながら、全ての試験区で一日増体重の低下や、肥育期間の延長がみられたことから、竹粉サイレージは 10%、乾燥竹粉サイレージおよび乾燥竹粉は 6.3%程度の添加に留めた方がよいと考えられる。

枝肉成績では、背脂肪厚で対照区に比べて竹粉サイレージを添加することで薄くなる傾向があったが、上物の範囲であり問題はないと考えられる¹⁾。

肉質成績では、ロース肉中の粗脂肪含量で乾燥竹粉サイレージを添加した区よりも乾燥竹粉を添加した区で有意に高くなった。これは、乾燥竹粉区で、6%を越える豚に平均値が引き上げられたためと考えられる。

遊離アミノ酸含量のうち、グルタミンが対照区と比べて竹粉サイレージ添加区で有意に高くなったが、その原因は解明できなかった。

食味調査で、カップを開けた時の香りで対照区よりも竹粉サイレージおよび乾燥竹粉を添加した区が有意に好まれた。また総合評価では、竹粉サイレージを添加した区で 6 割、乾燥竹粉を添加した区で 7 割以上から好まれており、総合的には高い評価を得られている。

乾燥竹粉サイレージは、竹子の飼料添加による効果が期待されず、竹粉サイレージは水分含量が高く汎用性が低いことから、加工方法としては、竹粉乾燥の利用性が高いと考えられる。

以上の結果より、竹粉加工飼料を肥育後期豚に添加給与しても今回の試験で給与した割合では発育や肉質に影響はなく、未利用資源

として有効活用できる。また、加工方法としては、竹粉乾燥の利用性が高いと考えられる。

参考文献

1. 公益社団法人日本食肉格付協会. 2014. 豚枝肉取引規格の概要
2. Folch, J., Lees, M., Sloane, Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Boil. Chem.* 226, 497-509.
3. 入江正和：日豚会誌39巻4号（2002年）豚肉質の評価法
4. Nishimura, T., Rhue, M., R., Okitani, A., Kato, H. (1988) Components conditioning to the improvement of meat taste during storage. *Agric. Biol. Chem.* 52, 2323-2330.
5. Takenoyama, S., Kawahara, S., Murata, H., Yamauchi, K. (1999) Investigation of some preparation procedures of fatty acid methyl esters for capillary gas - liquid chromatographic analysis of conjugated linoleic acid in meat. *Anim. Sci. J.* 70, 336-342.

肥育豚へのニンジン粕給与試験

壱岐 侑祐・宮本 佳奈・内山 伸二

Less of Carrot Feeding in Finishing pig

Yusuke IKI, Kana MIYAMOTO, Shinji UCHIYAMA,

<要約> 肥育豚に、ニンジンジュース絞り粕（以下、「ニンジン粕」と略す。）を高温乾燥したものを飼料の重量比 10% 添加し給与すると、発育成績では、肥育後期に飼料要求率が高く、また終了日齢が延長された。枝肉成績では、すべての項目で差はなかった。肉質成績では、試験区で加熱損失が少なくなった。食味試験では、各区に差はなかった。このことから、ニンジン粕の 10% 添加は、肉質への影響はなく、未利用資源として活用できる可能性がある。

背景

本県では、平成 28 年度に約 1 万 4 千 t のニンジンが生産されており、国内で第 11 位の生産量を誇っている。

県内で生産されたニンジンのうち約 61% が加工により消費されている。その一つとして、野菜ジュースの原料があり、製造時に大量の絞り粕が発生する。

そこで、本試験ではニンジンジュース粕を飼料化し肥育豚に給与することで、地域未利用資源の有効活用を推進するとともに高付加価値豚肉生産の可能性について検討した。

材料および方法

1 供試豚および給与飼料

試験区分、供試飼料、供試期間及び供試頭数を表 1 に示した。

試験期間：宮崎県畜産試験場川南支場（以下、「川南支場」と呼ぶ）で平成 30 年 9 月から平成 31 年 1 月に実施した。

供試豚：川南支場で飼育している肥育豚の去勢および雌をそれぞれ 8 頭ずつ計 16 頭とした。なお、試験中に対照区 2 頭を発育不良のため除外した。

給与飼料：肥育豚用前・後期の市販配合飼料を基礎飼料として用いた。ニンジン粕の原料は、川南町のジュース工場で発生したニンジンジュース粕を用いて、飼料製造会社で高温乾燥し飼料化した。成分は表 2 のとおりである。

2 試験区分および飼養管理

試験区分：市販配合飼料のみの対照区、市販配合飼料にニンジン粕を全期 10% 添加した試験区を設けた。

飼養管理：カーテン式開放豚舎で供試豚の体重が 30~110kg の期間飼養した。

飼料給与方法は不断給餌とした。

3 発育および枝肉成績

発育調査は、試験期間における一日増体重、飼料摂取量及び飼料要求率を調査した。出荷豚の枝肉調査は、枝肉重量、背脂肪厚および上物頭数を調査した。

表1 試験区分（平成30年9月～平成31年1月）

品種：LWD

区分	供試飼料	供試期間	供試頭数（頭）
対照区	市販配合飼料	肥育全期	6
試験区	市販配合飼料＋ニンジン粕10%	肥育全期	8

表2 ニンジン粕の成分表

成分項目	ニンジン粕
水分（%）	14.4
粗タンパク質（%）	8.3
粗脂肪（%）	4.8
粗繊維（%）	10.9
粗灰分（%）	4.4
総カロテン （mg/100g）	46.4
ビタミンE （mg/100g）	10.0

4 肉質分析

ロース肉中の水分含量は加熱乾燥法（135℃、2時間）、粗脂肪含量はエーテルによるソックスレー抽出法で測定した。

色調は、ロース肉および背脂肪を切り出し、測色色査計ZE-2000（日本電色工業株式会社）を用い、L値（明度）、a値（赤色度）、b値（黄色度）を測定した。

ドリップロスは、入江³⁾の方法を参考にした。胸最長筋を筋繊維に沿って立方体状にサンプルを切り出し、重量測定後サンプルをナイロンネットに入れ、紐で結び、ビニール袋に入れ密封した。この際、袋の中に空気を入れ、サンプルと袋が触れないようにした。4～5℃の冷蔵庫内に紐で吊し、48時間後のサンプル重量を測定して試料作成時に対する重量の減少から割合を求めた。

加熱損失は、冷凍状態でロース肉の線維が縦に走るように2cm×2cm×5cmにカットした

サンプルを70℃で60分湯せんし、30分放冷後、紙タオルで表面のドリップを拭き取り、拭き上げ後の重量を測定、重量減少率で示した。

剪断力価は、加熱損失測定後のサンプルを用いてインストロンによるWarner-Bratzler剪断力価の測定を行った（入江2002³⁾）。

脂肪融点は、脂肪を105℃で3.5時間加熱抽出したサンプルを用い、ガラス毛细管を用いた常法により行った。

5 血液分析

血液分析は、試験開始前および出荷前に採血し、その血清を用いて血清中の総タンパク質（TP）、GOT、γ-GTP、総コレステロール（t-col）、血中尿素態窒素（BUN）、およびビタミンA（VA）を調査した。

6 食味調査

食味調査は、対照区と試験区でロース肉を

用いた二点嗜好法により試験場内の職員を対象に行った。供試肉の調理は、去勢豚の腰椎部のロースを厚さ 5mm にスライスし、背脂肪 1cm、胸最長筋 3cm、幅 3cm に成形後 1.5%食塩水中に 10 分浸漬した。浸漬後、230℃のホットプレートで表面 30 秒、裏面 30 秒加熱した。

評価項目は、味の好ましさ、食感の好ましさ、香りの好ましさ、全体の好ましさ、ジュシーなのはどちら、肉が軟らかいのはどちらの 6 項目とした。統計処理は、二項検定を行った。

結果

表 3 発育成績および枝肉成績

	対照区	試験区
開始日齢 (日)	73.2±7.78	76.4±7.33
開始体重 (kg)	31.6±4.25	32.0±4.94
終了日齢 (日)	143.5±5.72 ^b	153.5±11.75 ^a
終了体重 (kg)	112.7±5.01	112.1±3.93
肥育期間 (日)	70.3±4.50	77.1±9.26
一日増体重 (g/日)	1,157.0±93.57	1,044.4±90.61
飼料要求率 (前期)	2.3±0.48	2.5±0.66
(後期)	3.1±0.12 ^b	3.4±0.13 ^a
(全期)	2.7±0.28	3.0±0.27
枝肉重量 (kg)	74.0±0.81	74.3±2.61
背脂肪厚 (cm)	2.2±0.54	2.1±0.53
上物頭数	2/6	6/8

注：肩文字の異符号間に $p < 0.05$ の有意差あり

1 発育成績および枝肉成績

表 3 に発育成績および枝肉成績を示した。

発育成績では、肥育後期の終了日齢が対照区と比べて試験区で有意に長くなり、飼料要求率も肥育後期に有意に高くなった。枝肉成績では、有意差はないものの背脂肪厚が対照区に比べて試験区で薄くなった。また、対照区に比べて試験区で増加した。

2 肉質成績

表 4 に肉質成績を示した。肉質成績では、加熱損失で対照区に比べて試験区が有意に低くなった。

表 4 肉質成績（ロース肉中）

調査項目/試験区	対照区	試験区
水分 (%)	71.6±0.83	71.4±1.77
粗脂肪 (%)	4.8±0.97	4.8±1.19
肉色 (0h)		
L 値	56.4±2.87	56.7±4.31
a 値	10.4±1.21	10.7±0.76
b 値	9.5±0.55	9.6±0.78
脂肪色 (0h)		
L 値	75.6±2.09	74.6±0.86
a 値	3.9±0.71	3.9±0.89
b 値	7.30±0.54	7.1±0.44
ドリップロス (%)	6.2±1.94	5.6±1.79
加熱損失 (%)	26.3±1.57 ^a	25.4±1.64 ^b
剪断力価 (g)	4,563.0±1,260.97	4,461.5±1,173.77
脂肪融点 (°C)	32.9±1.13	32.6±0.82

注：肩文字の異符号間に p < 0.05 の有意差あり

3 血液検査

表 5、表 6 に血液検査の結果を示した。出荷前の t-col で対照区に比べて試験区で有意に高くなったが、試験前、出荷前で対照区および試験区の数値は正常の範囲内であった。出荷前の血中 VA 濃度で、試験区が対照区より 4 IU/dl 高くなった。

表 5 試験前の血液性状

	TP (g/dl)	GOT (U/L)	γ-GTP (U/L)	t-col (mg/dl)	BUN (mg/d)	VA (IU/dl)
対照区	5.7±0.3	17.9±3.64	48.4±13.42	89.8±9.30	12.4±2.28	81.8±9.89
試験区	5.6±0.65	25.9±4.22	41.3±9.18	95.0±9.29	11.6±1.98	76.6±15.10

表 6 出荷前の血液性状

	TP (g/dl)	GOT (U/L)	γ-GTP (U/L)	t-col (mg/dl)	BUN (mg/dl)	VA (IU/dl)
対照区	6.6±0.46	22.2±7.52	46.0±6.57	105.3±6.62 ^b	14.8±2.42	91.9±12.93
試験区	6.6±0.34	17.9±3.64	48.4±13.42	123.8±17.43 ^a	13.4±1.86	95.9±12.07

4 食味試験

表7に食味試験の結果を示した。食味試験では各試験項目に試験区間の差はなかった。

表7 食味試験の結果

	回答数 (n)	対照区	試験区	P 値
味	25	13	12	NS
食感	25	10	15	NS
香り	25	17	8	NS
ジューシーさ	25	12	13	NS
柔らかさ	25	11	14	NS
全体	25	12	13	NS

考察

ニンジン粕を給与することで、発育成績においては、肥育後期の飼料要求率の増加、終了日齢の増加が見られた。これは、当試験の試験区で肥育前・後期をとおして軟便がみられおり、その影響によると考えられる。

枝肉成績においては、対照区に比べて試験区で上物頭数が増加した。これは、有意差はないものの対照区に比べて試験区で背脂肪厚が薄くなったことによると考えられる。

肉質成績においては、対照区に比べてニンジン粕添加区で、加熱損失が少なくなった。試験区で、対照区よりも剪断力価やドリップロスが低いいため肉繊維が細かい等の要因が考えられるが、今回は解明できなかった。

血液検査においては、ニンジン粕を給与した区で対照区に比べて t-col が高くなっているとともに、 γ -GTP がニンジン粕添加のみ増加していることから肝機能が低下していた可能性がある。

食味試験においては、すべての項目に差はなく添加による食味性への影響ないと考えられる。

以上の結果からニンジン粕は、飼料として利用できる可能性がある。

参考文献

1. 公益社団法人日本食肉格付協会.
2014. 豚枝肉取引規格の概要
2. Folch, J., Lees, M., Sloane, Stanley, G. H.
(1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues.
J. Boil. Chem. 226, 497-509.
3. 入江正和：日豚会誌39巻4号（2002年）
豚肉質の評価法

肥育後期豚への乾燥日向夏粕給与実証試験

壱岐 侑祐・宮本 佳奈・内山 伸二・竹之山 慎一¹⁾

1) 南九州大学健康栄養学部

Dry Hyuganatsu Feeding Examination on Finishing pig of Demonstration farm

Yusuke IKI, Kana MIYAMOTO, Shinji UCHIYAMA, Shinichi TAKENOYAMA

<要約> 肥育後期の豚に、乾燥日向夏粕を飼料の重量比で5%添加し給与すると、肉質では、各農場内の対照区と試験区で、水分、加熱損失、脂肪融点および剪断力価に差があった。また、実証農場全体では対照区と試験区間で水分および脂肪融点で差があった。食味調査では、対照区および試験区間に差はなかった。

以上の結果から、乾燥日向夏粕を肥育後期の豚に給与すると肉質の改善が見込めるが、その効果は農家の飼育方法によりバラツキが大きくなることが示唆された。

背景

平成28年度に当場で実施した乾燥日向夏粕を肥育豚に給与した試験では、高温乾燥した日向夏粕を給与した区では、食味調査で旨味、ジューシーさ、香りの項目で優位に評価が高いことを報告した。

本報では、日向夏粕を用いたブランド豚生産を検討したいとの農家の声を受け、県内3カ所の農場において、肥育後期豚への高温乾燥日向夏粕添加が肉質へ及ぼす影響を評価した。

材料および方法

1 供試豚および給与飼料

供試期間、供試豚、供試飼料および試験区分を表1に示した。

試験期間：実証試験は、平成30年7月から10月にかけて、実証農場3農場で実施した。

供試豚：実証農場で飼育している肥育豚を

用いた。A農場およびC農場では、試験区と対照区に去勢と雌をそれぞれ5頭の計10頭を用いた。B農場では、試験区と対照区に去勢と雌をそれぞれ15頭の計30頭を用いた。

供試飼料：表2に乾燥日向夏粕および各農場の飼料成分を示した。乾燥日向夏粕の原料は、川南町のジュース工場の絞り粕を、飼料製造会社で高温乾燥し飼料化した。また、実証農場で利用している肥育後期用飼料を基礎飼料とした。

2 試験区分および飼養管理

試験区分：試験区は、各実証農場の肥育後期飼料のみの対照区、肥育後期飼料に高温乾燥日向夏粕を5%添加した試験区の2区を設けた。

飼養管理：各実証農場で実施している肥育方法により、供試豚の体重70~110kgの期間飼養した。飼料給与方法は、各実証農場の給与方法を準拠した。

表 1 試験区分 (平成 30 年 7 月～10 月)

品種 : LWD

区分	給与飼料		供試期間	供試頭数 (頭)
	対照区	試験区		
試験区 1		農家飼料	肥育後期	10 頭
試験区 2	農家飼料	+	肥育後期	30 頭
試験区 3		高温乾燥日向夏粕 5%	肥育後期	10 頭

表 2 高温乾燥日向夏粕および各農場の飼料成分表

	高温乾燥日向夏粕	農場 A	農場 B
水分(%)	8.0	13.2	14.9
粗タンパク質(%)	10.1	15.1	14.3
粗脂肪(%)	5.4	3.4	1.6
粗繊維(%)	9.7	3.0	2.2
粗灰分(%)	4.8	4.1	3.1
総カロテン (mg/100g)	0.92	-	0.03
ビタミン E (mg/100g)	35.4	12.1	2.6

注 : 農場 C の飼料は、台風の被害により入手できなかった。

3 発育成績

発育成績は、試験期間における一日増体重、飼料摂取量及び飼料要求率を調査した。なお、試験期間中に発生した台風により C 農場では、発育成績が紛失してしまったため、発育調査から除外した。

統計は、統計ソフト R を用いて、t 検定により各区間の差を解析した。

4 試料の分析方法

分析には、各農場から各区 4 頭ずつのロース肉を用いた。C 農場は、対照区で 4 頭、試験区で 3 頭のロース肉を用いた。水分含量は加熱乾燥法 (135°C、2 時間)、粗脂肪含量はエーテルによるソックスレー抽出法で測定し

た。粗脂肪含量は、重量法によって定量を行った。ドリップロス³⁾は、入江³⁾の方法を参考にした。胸最長筋を筋繊維に沿って立方体状にサンプルを切り出し、重量測定後サンプルをナイロンネットに入れ、紐で結び、ビニール袋に入れ密封した。この際、袋の中に空気を入れ、サンプルと袋が触れないようにした。3~5°C の冷蔵庫内に紐で吊し、48 時間後のサンプル重量を測定して試料作成時に対する重量の減少から割合を求めた。加熱損失は、冷凍状態でロース肉の線維が縦に走るように 2cm×2cm×5cm にカットしたサンプルを 70°C で 60 分湯せんし、30 分放冷後、紙タオルで表面のドリップを拭き取り、拭き上げ後

の重量を測定、重量減少率で示した。剪断力価は、加熱損失測定後のサンプルを用いてインストロンによる Warner-Bratzler 剪断力価の測定を行った（入江）³⁾。脂肪融点は、脂肪を 105℃で 3.5 時間加熱抽出したサンプルを用い、ガラス毛細管を用い常法により分析した。遊離アミノ酸含量の測定については、Nishimura ら）⁵⁾ の方法に準じて行った。すなわち細切したロース肉に 3 倍量の 2% スルホサリチル酸溶液を加えホモジナイズし、遠心分離後の上清をフィルターろ過（0.45 μm）したものをアミノ酸自動分析機

（SHIMAZU LC-MS UF-Amino Station：島津社製）にて分析した。脂肪酸組成は脂肪酸メチルエステル調製を行いキャピラリーカラムガスクロマトグラフィー（GC-14B）により分析を行った（Takenoyama ら）⁶⁾。

脂肪酸組成は脂肪酸メチルエステル調製を行いキャピラリーカラムガスクロマトグラフィー（GC-14B）により分析を行った。

統計処理は、（守屋ら）⁴⁾ を参考に R を用いて最小二乗分散分析により要因を飼料と農家に分けて行った。また、全体の各区分差は t 検定を行った。

5 食味調査

食味調査は、各農場の対照区および試験区の 2 組でロース肉を用いた二点嗜好法により試験場内の職員を対象に行った。供試肉の調

理は、去勢豚の腰椎部のロースを厚さ 5mm にスライスし、背脂肪 1cm、胸最長筋 3cm、幅 3cm に成形後 1.5% 食塩水中に 10 分浸漬した。浸漬後、230℃のホットプレートで表面 30 秒、裏面 30 秒加熱した。評価項目は、味、食感、香り、全体、ジューシーさ、柔らかさとした。統計処理は、二項検定を行った。

結果

1 発育成績

表 3 に発育成績を示した。

発育成績に全ての項目で有意差はみられなかった。

2 肉質成績

表 4 にロース肉中の肉質分析結果を示した。

肉質成績では、飼料間で、水分、粗脂肪、加熱損失、脂肪融点に有意差が見られた。また、全体の各区分差では、対照区に比べて試験区で水分が有意に高く、脂肪融点が有意に低くなった。

表 5 にロース肉中の遊離アミノ酸含量を示した。農場間でアスパラギン酸含量に有意差があったが、全体の各区分では、各項目に有意差はなかった。

表 6 にロース肉中の脂肪酸組成を示した。脂肪酸組成では、農場間で、ミリスチン酸、パルミチン酸、リノール酸の割合に有意差があったが、全体の各区分では、各項目に有意差はなかった。

表 3 発育成績および枝肉成績

	対照区	試験区
開始体重 (kg)	71.5±0.60	70.7±0.44
終了体重 (kg)	117.7±1.85	120.3±2.97
一日増体重 (g/日)	873.9±20.19	844.3±23.47
飼料要求率	3.4±0.15	3.6±0.22

表 4 肉質成績（ロース肉中）

	対照区	試験区	最小二乗分散分析		
			農場	飼料	農場×飼料
水分 (%)	71.8±1.18 ^b	73.7±1.94 ^a	0.01	0.05	NS
粗脂肪 (%)	4.2±1.08	4.1±1.23	NS	0.05	0.1
ドリップロス (%)	4.6±1.72	4.1±1.59	NS	NS	NS
加熱損失 (%)	25.7±2.05	26.9±2.04	0.05	0.01	0.05
剪断力価 (g)	4,349.3±1,013.40	4,340.9±1,433.03	0.0001	NS	NS
脂肪融点 (°C)	39.7±4.24 ^b	37.7±4.23 ^a	0.001	0.01	0.001

注 1：肩文字間に t 検定で p < 5% 水準で有意差あり。

注 2：農場、飼料、農場×飼料は p 値を示す。また NS は有意差なしを示す。

表 5 ロース肉中の遊離アミノ酸含量

項目	対照区	対照区	最小二乗分散分析		
			農場	飼料	農場×飼料
アスパラギン酸	1.0±1.41	0.7±0.61	NS	NS	NS
グルタミン酸	5.6±1.31	5.7±2.17	NS	NS	NS
アスパラギン	1.8±0.46	2.0±0.69	0.05	NS	NS
セリン	5.3±0.95	5.0±1.84	NS	NS	0.1
グリシン	11.8±2.95	11.8±3.34	NS	NS	0.05
グルタミン	56.1±10.62	58.2±12.83	NS	NS	NS
ヒスチジン	1.2±0.66	1.2±0.59	NS	NS	NS
スレオニン	4.3±1.18	4.2±1.02	NS	NS	0.05
アラニン	19.7±4.87	19.7±3.36	NS	NS	NS
アルギニン	5.7±1.45	5.8±2.19	NS	NS	0.05
プロリン	3.9±0.76	3.9±1.02	NS	NS	0.01
チロシン	4.2±3.9	3.9±1.26	NS	NS	0.05
バリン	4.6±0.89	4.5±1.07	NS	NS	NS
メチオニン	3.1±0.83	2.9±0.93	NS	NS	0.01
リジン	5.4±1.37	5.4±2.34	NS	NS	NS
イソロイシン	3.5±0.80	3.3±1.05	NS	NS	0.1
ロイシン	7.1±1.63	6.6±2.09	NS	NS	0.1
フェニルアラニン	4.4±0.71	4.5±1.33	NS	NS	0.05
トリプトファン	1.2±0.12	1.2±0.19	NS	NS	NS

注 1：肩文字間に t 検定で p < 5% 水準で有意差あり。

注 2：農場、飼料、農場×飼料は p 値を示す。また NS は有意差なしを示す。

表 6 ロース中の脂肪酸組成

項目	対照区	試験区	最小二乗分散分析		
			農場	飼料	農場×飼料
ミリスチン酸 (14:0)	1.6±0.22	1.7±0.26	0.1	NS	NS
パルミチン酸 (16:0)	27.5±1.57	27.7±1.85	0.1	NS	NS
パルトオレイン酸 (16:1)	3.9±0.59	4.1±0.64	NS	NS	NS
ステアリン酸 (18:0)	13.1±1.60	12.3±1.33	0.1	NS	NS
オレイン酸 (18:1)	45.8±2.90	45.6±2.26	NS	NS	NS
リノール酸 (18:2)	5.8±2.21	6.1±1.16	0.05	NS	NS

注1：肩文字間に t 検定で、 $p < 5\%$ 水準で有意差あり。

注2：農場、飼料、農場×飼料は p 値を示す。また NS は有意差なしを示す。

3 食味調査

食味調査の結果を図1、2および3に示した。A農場およびB農場では対照区と試験区に全ての項目で有意差はなかった。一方で、C農場では、対照区に比べて香りを除くすべての項目で試験区が有意に好まれなかった。

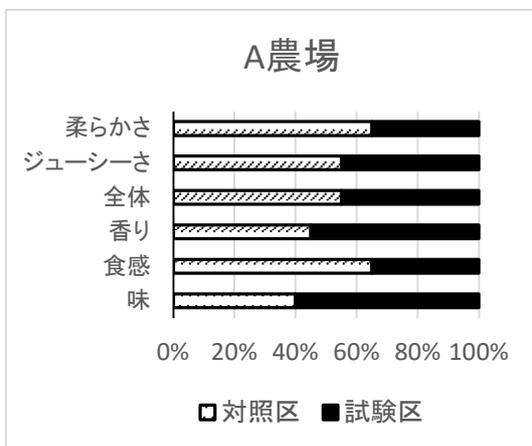


図1 食味試験の結果 (A農場)

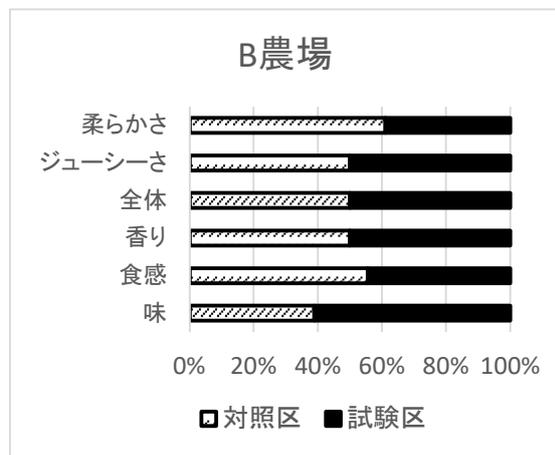


図2 食味試験の結果 (B農場)

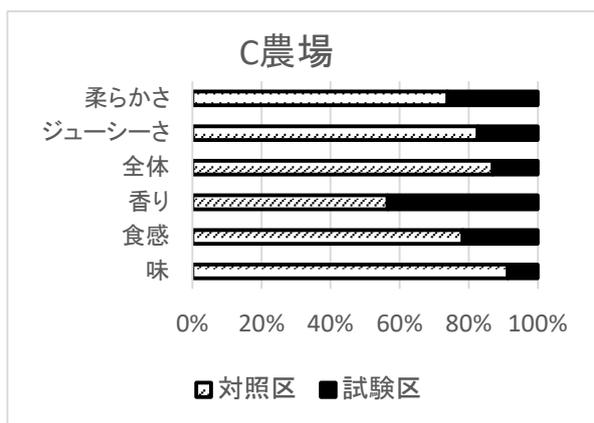


図3 食味試験の結果 (C農場)

考察

本試験で検討した、肥育後期の高温乾燥日向夏粕給与は、発育成績に顕著な差は認められなかったものの、肉質成績においていくつかの項目で差が認められるとともに、食味試験においても半数以上が「好ましい」と評価するなど一定の肉質改善効果も期待されるため、日向夏粕給与豚はブランド化することも十分可能であると考えます。

謝辞

本試験を遂行するにあたり試験飼料を調製いただいた飼料製造会社の方々、実証にご協力いただいた実証農場の方々、また肉質分析を始め多くのご指導とご助言を賜りました南九州大学健康栄養学部の方々に心より感謝致します。

参考文献

1. 公益社団法人日本食肉格付協会. 2014. 豚枝肉取引規格の概要
2. Folch, J., Lees, M., Sloane, Stanley, G. H. (1957)

A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Boil. Chem.* 226, 497-509.

3. 入江正和：日豚会誌39巻4号（2002年）豚肉質の評価法

4. 守屋和幸, 広岡博之：日本畜産学会報 89(1), 1-6. 2018. R パッケージを用いた最小2乗分散分析と最小2乗平均値の算出

5. Nishimura, T., Rhue, M., R., Okitani, A., Kato, H. (1988) Components conditioning to the improvement of meat taste during storage.

6. Takenoyama, S., Kawahara, S., Murata, H., Yamauchi, K. (1999) Investigation of some preparation procedures of fatty acid methyl esters for capillary gas - liquid chromatographic analysis of conjugated linoleic acid in meat. *Anim. Sci. J.* 70, 336-342.

新たな「宮崎ブランドポーク」作出試験（第1報）

宮本佳奈・内山伸二・西礼華

New brand pig creation examination of Miyazaki

Kana MIYAMOTO, Shinji UCHIYAMA, Ayaka NISHI

＜要約＞中ヨークシャー種における種雌豚の過肥を防ぐために、トウモロコシ WCS 及び竹粉サイレージをそれぞれ 10%代替する区を設け 110kg まで育成を行った。飼料要求率では、対照区及び竹粉サイレージ区に比べてトウモロコシ WCS 区が有意に高くなった。70kg での体型では、すべての項目で各区間に有意差は無かったが、育成終了時では、対照区に比べ、トウモロコシ WCS 区で前幅及び BCS が有意に低くなった。以上のことから、中ヨークシャー種ではトウモロコシ WCS を 10%代替した飼料を給与することにより、過肥にならない育成ができる可能性がある。

日本の養豚業は飼料代の高騰による生産コストの増加、安価な輸入豚肉の増加、産地間競争などきわめて厳しい状況にあるが、宮崎県では銘柄や餌、安全性に特長やこだわりをもった本県産豚肉、いわゆるブランド認証をうけた宮崎ブランドポークが地域の銘柄豚として認定されている。このような中、当场でも消費者に求められる肉質に特化した生産方式を検討し、本県を牽引する新生みやざき豚を創出することを目的として平成 27 年 2 月に中ヨークシャー種の♀18頭、♂7頭を民間種豚メーカーから導入した。中ヨークシャー種は現在希少品種となっており、その肉質は筋繊維が細かく柔らかで、脂肪はオレイン酸含量が高く旨味があるという特徴を持っている。肉質が優れる一方で脂肪がつきやすく過肥になりやすいという特徴も持っており、種雌豚として活用する際に過肥になると発情や受胎率に影響を及ぼすことが知られている。

そこで本報告では中ヨークシャー種雌豚への飼料の給与方法について検討を行い、過肥にならない種雌豚の育成方法についての給与試験を第一報として報告する。

試 験 方 法

1 試験期間

平成 30 年 8 月～平成 31 年 2 月

2 材料および方法

1) 供試豚および試験区分

試験区分を表 1 に示した。供試豚は、畜産試験場川南支場で生産された中ヨークシャー種雌豚 16 頭を用いた。試験区分として市販飼料を用いた対照区、市販飼料の 10%をトウモロコシ WCS で代替した低 TDN 飼料を用いた試験区①、市販飼料の 10%を竹粉サイレージ代替による低 TDN 飼料を用いた試験区②の 3 区を設けた。

2) 供試豚の飼養方法

供試豚は育成豚舎にて約 12 m²の豚房に 2 または 3 頭を飼養し、各豚房の平均体重が 30～75kg の期間に前期飼料、75～110kg の期間に後期飼料を給与した。

試験期間中は、毎週 1 度測定した体重に基づきあらかじめ決められた 1 日あたりの飼料量を給与する方法で制限給餌を行った。なお、飲水は自由とした。

表1 試験区分（平成30年8月～平成31年2月）

区分	給与飼料	供試頭数	品種：中ヨークシャー種			
			前期		後期	
			CP	TDN	CP	TDN
対照区	市販飼料	7頭	16.7	87.1	15.1	80.4
試験区①	低TDN（トウモロコシWCS10%代替）	5頭	16.8	82.3	15.6	76.9
試験区②	低TDN（竹粉サイレージ10%代替）	4頭	16.7	82.4	15.0	76.7

表2 制限給餌量（kg）

体重	目標増体重	対照区	試験区①	試験区②
30～40kg	780g	1.8	1.9	1.8
40～50kg	780g	1.9	2.0	1.9
50～60kg	850g	2.2	2.4	2.3
60～70kg	600g	1.9	2.1	2.0
70～80kg	600g	2.1	2.4	2.2
80～90kg	550g	2.1	2.4	2.2
90～100kg	550g	2.2	2.5	2.3
100～110kg	500g	2.2	2.5	2.3
110～115kg	500g	2.3	2.6	2.4

3 調査項目

発育成績は、各試験区において育成開始体重及び終了体重、飼料要求率および1日あたり増体量を調査した。飼料要求率は、試験開始から終了時までの飼料摂取量を増体量で除して算出し、一日あ

たり増体量は、試験開始時から終了時までの増体重を試験にかかった日数で除して算出した。

また、体型成績においては各試験区において体長、体高、胸囲、胸深、前幅、胸幅、後幅、背脂肪厚、BCSについての測定を行った。

表3 発育成績

試験項目	対照区		試験区①		試験区②	
試験開始体重(kg)	29.9	± 1.27	30.8	± 1.04	32.5	± 4.2
育成終了体重(kg)	112.7	± 3.15	111.0	± 2.55	109.3	± 3.59
一日増体量(g/日)	553.4	± 51.35	543.2	± 24.09	667.5	± 104.64
飼料要求率	3.7	± 0.29 ^a	4.4	± 0.17 ^b	3.6	± 0.45 ^a

※異符号間に5%水準の有意差有り

表4 体型（育成終了時に測定）

試験項目	対照区		試験区①		試験区②	
体長(cm)	116.3	± 2.94	118.0	± 5.24	112.5	± 2.52
体高(cm)	64.6	± 2.20	64.8	± 3.29	61.2	± 1.96
胸囲(cm)	113.9	± 3.09	112.6	± 0.89	113.1	± 2.78
胸深(cm)	36.6	± 1.13	35.8	± 0.45	35.8	± 0.50
前幅(cm)	32.7	± 1.68 ^a	30.4	± 0.89 ^b	31.5	± 0.58
胸幅	29.6	± 1.22	28.2	± 1.79	29.5	± 1.00
後幅	30.9	± 1.21	30.4	± 1.82	31.3	± 1.50
BCS	3.5	± 0.00 ^a	3.1	± 0.22 ^b	3.5	± 0.00
背脂肪(BF)	22.7	± 3.86	18.4	± 9.83	22.5	± 5.74

表5 飼料コスト (円/頭)

給与期間	対照区		試験区①		試験区②	
前期	17,748.6	± 3,980.61	18,987.9	± 4,350.56	17,061.5	± 5,089.27
後期	22,120.8	± 2,527.67	30,076.6	± 7,125.41	20,343.2	± 4,084.72
全期	39,869.5	± 6,501.60	49,064.5	± 11,427.75	37,404.8	± 7,669.74

※前期:30kg~75kg、後期:75kg~110kg

結果及び考察

表3に発育成績を示した。一日増体重は、試験区②で667.5g、対照区553.4g、試験区①543.2gの順となった。飼料要求率は、試験区②が最も良く3.6、ついで対照区が3.7、試験区①が4.4の順となり、対照区及び試験区②に比べて試験区①が有意に高くなった。

表4に体型成績を示した。70kgでの体尺では、すべての項目で各区間に有意差は無かったが、育成終了時の体尺では、対照区に比べ、試験区①では前幅及びBCSが有意に低くなった。

表5に飼料コストを示した。試験区②で37,405円、対照区で39,870円、試験区①で49,065円の順となった。試験期間中の飼料コストに有意な差は見られなかった。

以上の結果から、中ヨークシャー種ではトウモロコシWCSを10%代替した飼料を給与することにより、過肥にならない育成ができる可能性がある。今後は、低TDN飼料が中ヨークシャー種の繁殖成績に及ぼす影響や、肉の美味しさを引き出すための適切な飼育方法について引き続き検討していく必要がある。

みやざき地頭鶏種鶏群の改良(第5報)

中山 広美 ・ 加藤 さゆり ・ 堀之内 正次郎

Evaluation of improving grand parent stock both Miyazaki-Jitokko and Kyushu Rhode (Vol.5)

Hiromi NAKAYAMA, Sayuri KATO, Syojiro HORINOUCI

＜要約＞ 現在、みやざき地頭鶏の雄系原種鶏として稼働しているS60群と、後継群として作出した3種鶏群の体重・形質等を参考に比較検討した。その結果、S60群は、雄雌共に安定した体重増加を見せている。新MIX群では雄雌ともS60H群と遜色ない大きさとなった。また産産卵率も高く、形質も良いことから、S60群の後継群として有力となった。H15群、M28群においても順調な体重増加を示しており、特に産卵率はH15群が良い傾向を示している。

雌系原種鶏である「九州ロード」は、大分県および熊本県と種卵交換による協定試験を行い、血統、産卵成績および増体を中心に改良・選抜を行った。また、23世代では新制限給与マニュアルによる試験を行ったところ、14、25週齢体重がこれまでで最も大きくなった。しかし、50%産卵到達日齢は大きく短縮できたものの、卵重53g到達日齢は延長が見られた。

なお、産卵率は安定して良い成績であった。

当支場ではみやざき地頭鶏の種鶏群維持、増殖を行っており、雄系原種鶏である地頭鶏は昭和60年に導入した群(S60群)、平成15年に導入した群(H15群)、3種鶏群を組み合わせた新たな種鶏群(MIX群)にS60群の雌を交配した新MIX群(稲井ら2014)と平成28年に導入した雄にH15群の雌を交配した群(M28群)がある。みやざき地頭鶏の種鶏として稼働しているものはS60群のみであり、近交係数の上昇による弊害が懸念されており、S60群に代わる新たな種鶏群の作出が課題となっている。第4報では、後継鶏として新MIX群が最も良い結果であったが、新MIX群の作出には繁殖性の低い系統が使用されているため、今回引き続き調査を行った。

一方、雌系原種鶏である九州ロードは、平成25年度以降大分県及び熊本県と種卵交換による協定試験を行い、産卵率や血統情報を基に選抜し、増殖を行っている。

第4報では、世代が進むことで14、25週齢体重や種卵産卵率が増加した。また点灯プログラムや照度を変

更したことにより、50%産卵到達日齢は短縮したものの、卵重53g到達日齢の延長がみられたことを報告した。それらの結果から本試験では、協定試験に加え飼料給与マニュアルの見直しを行った。

試 験 方 法

1 地頭鶏の改良

(1)供試群

調査には、S60群、H15群、新MIX群、M28群の雌雄をそれぞれ用いた。

(2)調査項目、選抜条件

調査項目としては、150日齢時体重、産卵率を調査した。選抜は、地頭鶏の特徴である毛冠、顎髭の特徴を持つものの中から、150日齢体重を基準に実施した。

なお、短脚のものは致死遺伝子を保持しているため排除した。また、改良の目標としては供用中の種鶏群(S60群)の成績とした。

2 九州ロードの改良

(1)供試群

調査には、大分県、熊本県から送られてきた種卵と当支場に保有する九州ロード(以下、支場保有の県別九州ロードを大分ロード、熊本ロード、宮崎ロードとする)の種卵からふ化したひなの改良母集団を雄314羽、雌332羽とした。

(2)調査項目、選抜条件

7週齢、14週齢、25週齢、41週齢、64週齢時に増体重、41週齢時に卵質調査、21~64週齢に産卵率調査を行った。併せて、50%産卵到達日齢、卵重53g到達日齢についても調査した。

14週齢時には、体重・血統を基に各県雄21羽、雌40羽を選抜した。

(3)次世代作出

41週齢頃から選抜した雄より採精し、対象の選抜雌に人工授精を行い、次世代を作出した。

飼料給与量は22世代までは既存の制限給与マニュアル(日本飼養標準家禽2011)、23世代では新制限給与マニュアルで行った。(図2)点灯プログラムは、20週齢から日照時間が15時間、照度60ルクス以上になるよう調節した。

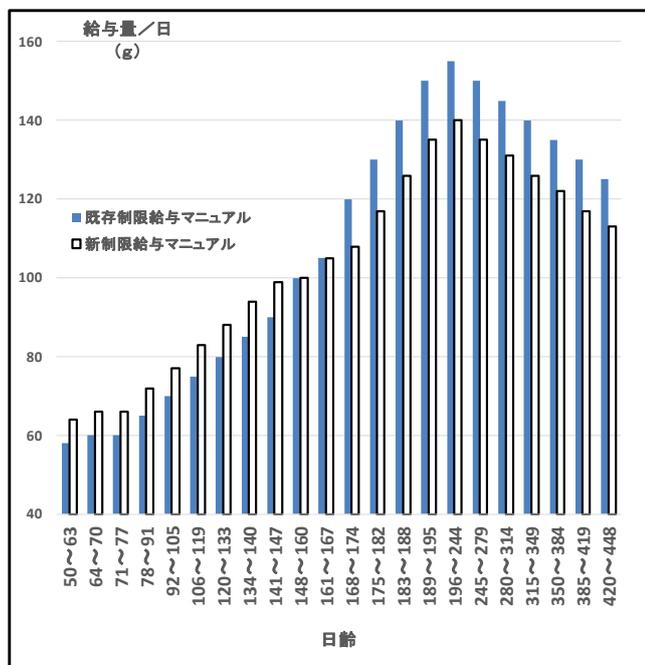


図2 制限給与とマニュアル量

試験結果および考察

1 地頭鶏の改良

S60群の平成31年2月18日調では、雄が2.72kg、雌は2.09kgとH29.5.14調査時と比べると若干小さくなったが、雄雌共に順調に体重が増加している(表1)。

表1 S60群の150日齢平均体重(kg)

測定日	♂体重(羽数)	♀体重(羽数)
H27.5.15	2.29±0.21(54)	1.76±0.23(76)
H28.1.18	2.37±0.33(57)	1.92±0.20(68)
H28.9.15	2.25±0.23(59)	1.63±0.17(67)
H29.6.20	2.66±0.37(132)	2.07±0.23(123)
H30.5.14	2.72±0.27(130)	2.12±0.28(142)
H31.2.18	2.72±0.25(99)	2.09±0.25(113)

H15群のH31年2月18日調査では、雄が2.54 kg、雌は1.99kgとH30年5月14日調査時と比べると若干小さくなったが、雄雌ともに順調に体重が増加している。

(表2)。

表2 H15群の150日齢平均体重(kg)

測定日	♂体重(羽数)	♀体重(羽数)
H27.5.15	2.12±0.21(88)	1.68±0.17(90)
H28.1.18	2.08±0.30(72)	1.64±0.30(73)
H28.9.15	2.26±0.20(52)	1.63±0.15(71)
H29.8.8	2.42±0.24(85)	1.78±0.21(102)
H31.5.14	2.53±0.20(92)	2.00±0.16(86)
H31.2.18	2.54±0.21(56)	1.99±0.16(82)

新MIX群のH31年2月18日調査では、雄が2.67kg、雌が2.11kgと雄雌共に、調査開始以来最も大きい値となった(表3)。

表3 新MIX群の150日齢平均体重(kg)

測定日	♂体重(羽数)	♀体重(羽数)
H27.5.15	2.20±0.19(58)	1.88±0.18(44)
H28.1.18	2.47±0.24(36)	1.97±0.21(35)
H28.9.15	2.37±0.22(51)	1.68±0.13(68)
H29.6.19	2.59±0.31(89)	2.00±0.21(96)
H31.5.14	2.54±0.25(86)	2.04±0.22(101)
H31.2.18	2.67±0.25(83)	2.11±0.16(132)

M28群のH31年2月18日調査では、雄が2.19kg、雌が1.72kgと他の3群に比べるとまだ小さいが、順調に体重が増加している(表4)。

表4 M28群の150日齢平均体重(kg)

測定日	♂体重(羽数)	♀体重(羽数)
H29.5.23	2.08±0.20(54)	1.68±0.16(43)
H31.5.14	2.09±0.25(96)	1.68±0.20(70)
H31.2.18	2.19±0.26(48)	1.72±0.20(88)

各群の産卵率調査では、週齢毎にバラツキは見られるが、S60群が他の3群に比べて産卵率が低く、新MIX群が安定して良い結果であった。(図1)

よって、今回の調査では、第4報と同様、S60群に代わる雄系原種鶏群として、新MIX群が有力となった。

R1年度はS60群及び新MIX群のそれぞれから作出されたコマーシャル鶏の比較試験を実施し、後継群として供用できるか検討を行う。

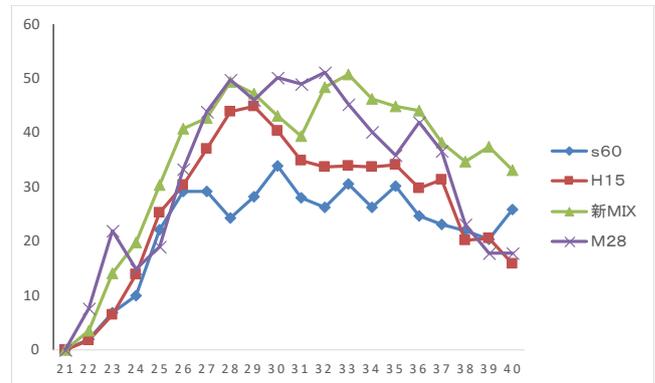


図1 各種鶏群の産卵率

表5 九州ロード雌の成績

餌付年度(世代)	餌付羽数(羽)	生存率(%)	体重(g)		50%産卵到達日齢(日)	卵重53g到達日齢(日)	ヘンディ産卵率(%)	41週齢卵重(g)	25-64週平均卵重(g)
			14週齢	25週齢					
26(19)	270	98.9	1,719	2,604	166	194	75.3	61.8	58.0
27(20)	313	92.9	1,716	2,676	169	200	75.6	58.5	58.1
28(21)	296	93.8	1,781	2,686	174	205	73.0	58.2	55.6
29(22)	286	95.0	1,785	2,727	179	193	73.0	57.7	56.9
30(23)	332	97.5	1,881	2,838	167	210	74.0	57.7	54.6

2 九州ロード雌の改良

25週齢時体重は、調査開始から最も大きくなり、50%産卵到達日齢は大きく短縮したが卵重53g到達日齢が延長した。

ヘンディ産卵率は22世代より1%高くなり、41週齢卵重では22世代と変わらなかった。また、25-64週齢平均卵重は種卵適応卵重(卵重53g以上、65g以下)の範囲内ではあったが、22世代より小さくなった。(表5)。

県別のロードの比較では、大分ロードが50%到達日齢が163日と最も早くなったが、卵重53g到達日齢が235日と大きく延長する傾向が見られた。宮崎ロード、熊本ロードの成績は同様な傾向を示した。(表6)。

表6 県別九州ロード雌の成績

	50%産卵到達日齢(日)	卵重53g到達日齢(日)	ヘンディ産卵率(%)	41週齢卵重(g)	25-64週平均卵重(g)
宮崎ロード	171	199	72.4	58.2	55.4
大分ロード	163	235	76.6	57.0	53.6
熊本ロード	168	196	73.1	57.9	56.2

新制限給与マニュアルでは、産卵開始までの給与量を増加したことにより、体重の増加、50%産卵到達日齢の短縮が図られた。しかし、産卵開始後の制限給与量が減少したことにより、卵重53g到達日齢の延長、25-64週齢平均卵重が小さくなったと推察される。

次世代では、大分県や熊本県と調整しながら新制限

飼料給与マニュアルの見直しを行い、53 g 到達日齢の短縮、25-64週平均卵重の増加を中心に試験を進める。

参 考 文 献

- 1) 稲井耕次、原田晋平、津曲明美、神坂明茂
: 宮崎県畜産試験場研究報告第26号, 93-96 (2014)
- 2) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構編
: 日本飼養標準家禽 (2011年版)
- 3) 安藤忠弘、神坂明茂、長瀬朋子
: 宮崎県畜産試験場研究報告第23号, 93-95 (2011)

コレシストキニン A 受容体遺伝子の一塩基多型が みやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響

堀之内正次郎・中山広美・高橋秀彰¹⁾

(¹⁾国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門)

Effect of a Single Nucleotide Polymorphism in the Cholecystokinin Type A Receptor Gene on Growth Traits of the Miyazaki Jitokko Chicken

Shojiroh HORINOUCI, Hiromi NAKAYAMA, Hideaki TAKAHASHI,

<要約>みやざき地頭鶏コマーシャル鶏を用いて、コレシストキニン A 受容体遺伝子(*CCKAR*)の一塩基多型(SNP;AB604331, g.420 C>A)と発育形質との関連性を検討した。同日発生したみやざき地頭鶏雄 120 羽を用い、同じ鶏舎、自由摂取、自由飲水の条件下で 17 週齢まで飼育した。0,1,2,3,4,5,7,9,11,13,15,17 週齢時に体重を測定し、各週齢間の体重差から平均日増体量を算出した。遺伝子型判定はミスマッチ増幅突然変異法を用いて行った。発育形質における *CCKAR* の SNP ハプロタイプ※¹ 効果※² は Thesias ソフトウェアを用いて分析した。*CCKAR* の SNP 型解析の結果、A/A 型が 63 羽、A/C 型が 46 羽、C/C 型が 11 羽であった。体重については、4-17 週齢時の A/A 型の鶏は、C/C 型の鶏よりも有意に重かった。ハプロタイプ効果については、A 対立遺伝子※³(アリル)を有する鶏は C アリルを有する鶏よりも、1-17 週齢時体重が有意に優れていた。以上のことから、コレシストキニン A 受容体遺伝子の一塩基多型の A アリルには、みやざき地頭鶏の発育性を向上する効果がある可能性が示唆された。

※1 ハプロタイプ：一倍体で見た場合、遺伝的に連鎖している SNP の組み合わせ

※2 SNP ハプロタイプ効果：A および C アリル一倍体あたりの SNP の効果

※3 対立遺伝子(アリル)：同一の遺伝子座に存在する異なった複数の遺伝子

はじめに

みやざき地頭鶏をはじめとするコマーシャル地鶏は、ブロイラーに比べて発育性が劣り、飼育日数が長い。そのため、地鶏生産者から発育性の改良が求められている。近年、地鶏の発育形質に関連する遺伝子および遺伝子型が Rikimaru ら(2012,2013)によって報告された。Rikimaru ら(2012)は秋田県のコマーシャル地鶏「比内地鶏」の父系種鶏である「比内鶏」を用いて、量的形質遺伝子座(QTL)解析を行い、第 4 番染色体の遠位端に発育形質に関連する QTL が存在すること、および QTL 領域に存在するコレシストキニン A 受容体遺伝子(*CCKAR*)のハプ

ロタイプと発育形質には関連性があることを明らかにした。また、Rikimaru ら(2013)は *CCKAR* の 5' 非翻訳領域に存在する SNP(g.420 C>A)と比内鶏の発育形質との関連性を明らかにした。さらに 2 つの SNP 型(A または C)のうち、発育形質に対する優良型は A であると報告した。

Rikimaru ら(2013)の報告を受けて、川南支場では当該 SNP の A 型を指標とした「みやざき地頭鶏」の種鶏の選抜を開始した。津曲ら(2014)は、みやざき地頭鶏の祖父種鶏である「地頭鶏」において、当該 SNP を指標に選抜第一世代(G1、A 対立遺伝子頻度 0.705)と無選抜群(A 対立遺伝子頻度 0.339)の発育成績を比較し、150 日齢雄では、G1 が無選

抜群よりも有意に体重が重いことを観察し、Rikimaru ら(2013)の報告を追認している。しかしながら、みやざき地頭鶏は、3 品種(地頭鶏、劣性白色プリマスロック、九州ロード)の種鶏の交雑によって作出されているため、当該 SNP の選抜マーカーとしての有効性を確実なものとするためには、コマーシャル鶏を用いて、発育形質に及ぼす SNP の影響を検証することが必要である。

そこで本研究では、無選抜のみやざき地頭鶏雄を用いて、*CCKAR* の SNP 型と発育形質の関連性について検討した。

材料と方法

1 試験鶏と飼養方法

平成 29 年 5 月 24 日に川南支場で同日発生したみやざき地頭鶏雄 120 羽を供試した。飼養条件はみやざき地頭鶏飼養管理マニュアルに準じ、保温は 2 週齢時までチックガードとガスブルーダーを用いた。

試験鶏には、0-3 週齢に前期飼料 (CP22%,ME3000) を、3-15 週齢に後期飼料 (CP18%,ME3230) を、15-17 週齢に仕上げ飼料 (CP18%,ME3230) をそれぞれ与え、試験期間中は自由摂食、自由飲水とした。

試験鶏の体重測定は、発生日 (0 日齢)、1、2、3、4、5、7、9、11、13、15、17 週齢時に行った。平均日増体量は、体重差を週齢間の日数 (7 または 14) で割って算出した。

2 *CCKAR* 遺伝子型判定

遺伝子型を判別するために、試験鶏を 3 週齢時に翼下静脈から血液を採取した。血液は、採取部位をアルコール消毒し、注射針(テルモ注射針 21G × 5/8 ; テルモ株式会社, 東京)で傷を付け、血液を滲出させた後にヘマトクリット毛細管 (70 μ L、75mm × 1.6mm × 1.15mm、ヘパリン処理)を用いた毛細管現象を活用して採取した。採取した血液は FTA カード (WB120028 ; GE Healthcare, Buckinghamshire, UK) に垂らし、一昼夜室温で乾燥

させた。FTA カードからの DNA 抽出および *CCKAR* の遺伝子型判定は Rikimaru ら (2013) の方法により実施した。

3 統計解析

各 SNP のアレル頻度は、遺伝子型ごとの羽数を計数することで算出した。

遺伝子型間の体重、平均日増体量の比較は、Fisher の最小有意差法を用いて検定し、群間の差は $p < 0.05$ で有意とした。

各週齢体重および各週齢間平均日増体量における *CCKAR* の SNP ハプロタイプ効果の分析は Thesias ソフトウェア (Tregouet and Gallele, 2007) により求めた。これは最尤法に基づいており、尤度比検定を行い、 χ^2 分布を仮定することによって p 値を求め、 $p < 0.05$ で有意であるとした。ハプロタイプ分散のパーセンテージは以下のとおり計算した。

$$\text{variance percentage} = 100 \times (1 - R/G)$$

R は残差分散、G は標準誤差である。

結果

表 1 に *CCKAR* の SNP タイピング結果を示した。120 羽の試験鶏のうち、A/A が 63 羽、A/C が 46 羽、C/C が 11 羽であり、遺伝子型頻度は A/A が 0.525、A/C が 0.383、C/C が 0.092 であった。集団における遺伝子型の分布は、Hardy-Weinberg 平衡比率と矛盾しなかった。A および C アレル頻度はそれぞれ 0.717 および 0.283 であった。本研究で供試した鶏は、生産農家供給用の種鶏と同一の系統から作出されたため、実際の生産現場においてもほぼ同等の遺伝子頻度であると推察される。

表 2 に *CCKAR* の遺伝子型と発育形質の関連性を示した。1 週齢から 17 週齢までの体重については、3 群間に有意差があり、A/A は A/C および C/C よりも体重が重い傾向にあった。4 週齢から 17 週齢までの体重では、A/A は C/C よりも有意に体重が重かった。平均日増体量については、0-1、1-2、3-4、4-5、5-7、13-15 週齢間で A/A は A/C および C/C よりも有意に高かった。飼育期間を 4 期 (0-5、5-9、9

-13、13-17 週齢間)に分けた場合、0-5、5-9 週齢間において、A/A が A/C および C/C よりも有意に高かった。

表 3 に、発育形質における *CCKAR* の SNP ハプロタイプ効果を示した。体重については、A アリル

は C アリルよりも 1-17 週齢時において有意に優れていた。平均日増体量については、A アリルは C アリルよりも 0-1、1-2、3-4、4-5、5-7 週齢間において有意に優れていた。

表1 みやざき地頭鶏におけるコレシストキニンA受容体遺伝子g.420 C>A SNPの遺伝子型と対立遺伝子頻度

遺伝子型			対立遺伝子頻度	
A/A	A/C	C/C	A	C
(63羽)	(46羽)	(11羽)		
0.525	0.383	0.092	0.717	0.283

表2 みやざき地頭鶏における発育形質とコレシストキニンA受容体遺伝子g.420 C>A SNPとの関連性

形質	A/A(n=63)		A/C(n=46)		C/C(n=11)	
体重(g)						
0日齢体重	42.0 ± 3.5		40.8 ± 3.0		40.9 ± 2.6	
1週齢体重	126.7 ± 11.0 ^a		120.3 ± 8.6 ^b		123.5 ± 8.9 ^{ab}	
2週齢体重	258.9 ± 22.4 ^a		246.7 ± 18.1 ^b		248.2 ± 15.7 ^{ab}	
3週齢体重	453.3 ± 40.7 ^a		433.7 ± 40.8 ^b		433.3 ± 30.9 ^{ab}	
4週齢体重	704.5 ± 71.4 ^a		672.2 ± 62.5 ^b		651.5 ± 30.1 ^b	
5週齢体重	964.2 ± 97.9 ^a		915.6 ± 87.9 ^b		895.5 ± 44.6 ^b	
7週齢体重	1581.1 ± 159.9 ^a		1508.4 ± 135.1 ^b		1434.5 ± 62.2 ^b	
9週齢体重	2166.0 ± 201.0 ^a		2062.7 ± 179.9 ^b		1998.7 ± 117.5 ^b	
11週齢体重	2652.4 ± 230.0 ^a		2550.1 ± 226.0 ^b		2491.3 ± 177.7 ^b	
13週齢体重	3135.7 ± 251.9 ^a		3042.3 ± 260.2 ^{ab}		2931.0 ± 198.7 ^b	
15週齢体重	3600.2 ± 252.3 ^a		3538.0 ± 280.9 ^{ab}		3334.8 ± 240.2 ^c	
17週齢体重	3960.1 ± 242.3 ^a		3872.9 ± 316.3 ^{ab}		3729.1 ± 247.7 ^b	
平均日増体量(g/日)						
0-1週齢間	12.1 ± 1.4 ^a		11.4 ± 1.1 ^b		11.8 ± 1.2 ^{ab}	
1-2週齢間	18.9 ± 2.0 ^a		18.1 ± 1.7 ^b		17.8 ± 1.2 ^{ab}	
2-3週齢間	27.8 ± 3.2		26.7 ± 3.7		26.4 ± 2.6	
3-4週齢間	35.9 ± 5.8 ^a		34.1 ± 4.7 ^{ab}		31.2 ± 4.0 ^b	
4-5週齢間	37.1 ± 5.6 ^a		34.8 ± 4.8 ^b		34.9 ± 3.1 ^{ab}	
5-7週齢間	44.1 ± 5.2 ^a		42.3 ± 4.9 ^{ab}		38.5 ± 3.2 ^c	
7-9週齢間	41.8 ± 5.8		39.6 ± 8.0		40.3 ± 6.5	
9-11週齢間	34.7 ± 7.4		34.8 ± 8.3		35.2 ± 5.7	
11-13週齢間	34.5 ± 6.3		35.2 ± 5.5		31.4 ± 3.9	
13-15週齢間	33.2 ± 8.6 ^{ab}		35.4 ± 6.8 ^{ab}		28.8 ± 9.9 ^b	
15-17週齢間	25.7 ± 10.2		23.9 ± 11.6		28.2 ± 14.0	
0-5週齢間	26.3 ± 2.8 ^a		25.0 ± 2.5 ^b		24.4 ± 1.3 ^b	
5-9週齢間	42.9 ± 4.6 ^a		41.0 ± 5.1 ^b		39.4 ± 4.1 ^b	
9-13週齢間	34.6 ± 4.4		35.0 ± 5.5		33.3 ± 3.4	
13-17週齢間	29.4 ± 5.6		29.7 ± 5.6		28.5 ± 6.3	

※平均値±標準偏差

※異符号間に5%水準で有意差あり

表3 みやざき地頭鶏における発育形質の表型値およびコレシストキニンA受容体遺伝子g.420 C>A SNPの効果

形質	表型値		LRT	A		C		分散(%)
	平均値±標準偏差			平均値±標準誤差		平均値±標準誤差		
体重(g)								
0日齢体重	41.4 ± 3.3	3.0	3.0	—	—	—	—	—
1週齢体重	123.9 ± 10.3	5.9 *	5.9 *	62.9 ± 0.6	0.6	59.5 ± 1.4	1.4	2.3
2週齢体重	253.2 ± 21.0	7.7 **	7.7 **	128.9 ± 1.1	1.1	120.9 ± 3.1	3.1	3.1
3週齢体重	444.0 ± 40.9	6.0 *	6.0 *	225.9 ± 2.4	2.4	212.1 ± 6.1	6.1	2.4
4週齢体重	687.3 ± 67.6	9.8 **	9.8 **	351.8 ± 3.7	3.7	323.0 ± 11.4	11.4	3.9
5週齢体重	939.3 ± 93.8	9.8 **	9.8 **	480.9 ± 5.2	5.2	441.0 ± 15.5	15.5	3.9
7週齢体重	1539.8 ± 151.2	12.8 **	12.8 **	790.6 ± 8.1	8.1	717.6 ± 25.6	25.6	5.1
9週齢体重	2111.1 ± 195.2	11.9 **	11.9 **	1081.4 ± 10.7	10.7	990.1 ± 30.5	30.5	4.7
11週齢体重	2598.4 ± 230.3	8.0 **	8.0 **	1324.4 ± 13.3	13.3	1235.4 ± 34.2	34.2	3.2
13週齢体重	3081.2 ± 257.3	7.9 **	7.9 **	1568.6 ± 15.2	15.2	1469.7 ± 38.3	38.3	3.1
15週齢体重	3552.0 ± 271.1	8.1 **	8.1 **	1805.9 ± 16.6	16.6	1700.5 ± 38.5	38.5	3.2
17週齢体重	3905.5 ± 280.1	7.5 **	7.5 **	1982.4 ± 18.4	18.4	1877.8 ± 41.2	41.2	3.0
平均日増体量(g/日)								
0-1週齢間	11.8 ± 1.3	4.6 *	4.6 *	6.0 ± 0.1	0.1	5.6 ± 0.2	0.2	6.3
1-2週齢間	18.5 ± 1.8	6.6 *	6.6 *	9.4 ± 0.1	0.1	8.8 ± 0.3	0.3	2.5
2-3週齢間	27.2 ± 3.4	3.1	3.1	—	—	—	—	—
3-4週齢間	34.8 ± 5.4	8.6 **	8.6 **	18.0 ± 0.3	0.3	15.8 ± 0.8	0.8	3.4
4-5週齢間	36.0 ± 5.2	4.9	4.9	—	—	—	—	—
5-7週齢間	42.9 ± 5.2	11.4 **	11.4 **	22.1 ± 0.3	0.3	19.8 ± 0.8	0.8	4.5
7-9週齢間	40.8 ± 6.8	1.9	1.9	—	—	—	—	—
9-11週齢間	34.8 ± 7.5	0.0	0.0	—	—	—	—	—
11-13週齢間	34.5 ± 5.9	0.7	0.7	—	—	—	—	—
13-15週齢間	33.6 ± 8.3	0.2	0.2	—	—	—	—	—
15-17週齢間	25.2 ± 11.1	0.2	0.2	—	—	—	—	—
0-5週齢間	25.7 ± 2.7	9.5 **	9.5 **	13.1 ± 0.1	0.1	12.0 ± 0.4	0.4	3.7
5-9週齢間	41.9 ± 4.8	7.7 **	7.7 **	21.4 ± 0.3	0.3	19.6 ± 0.7	0.7	3.1
9-13週齢間	34.6 ± 4.7	0.2	0.2	—	—	—	—	—
13-17週齢間	29.4 ± 5.6	0.1	0.1	—	—	—	—	—

※LRT: loglikelihood ratio test statistics(対数尤度比)

※*: p<0.05, **: p<0.01

考察

コレシストキニン (CCK) は、食欲の制御に関与する腸管ペプチドとして知られている (Gibbs ら 1973)。CCK の受容体としては、コレシストキニン A 受容体 (CCKAR ; Sankaran ら 1980) とコレシストキニン B 受容体 (CCKBR ; Innis and Snyder 1980)

が同定されている。CCKAR は抹消組織や中枢神経の一部に存在するが、CCKBR は中枢神経に存在する (Wank, 1995)。

CCKAR 多型が、発育形質に影響しているメカニズムは、未だに解明されていない。CCKAR 多型によってニワトリの発育が異なる原因として、Dunn ら (2013) は中枢あるいは抹消組織における CCK に対する応答の違いが要因であると推察している。彼らは CCK オクタペプチド硫酸塩 (CCK8) をニワト

りの腹腔内に投与し、発育が早いハプロタイプを有する個体では CCK に対する応答が低く、CCK8 投与 30 分後の飼料摂取量はほとんど減少しないが、発育が遅いハプロタイプを有する個体では、飼料摂取量が減少することを観察している。また、発育が早いハプロタイプを有する個体は十二指腸、盲腸、脾臓、髄脳、視床下部における CCKAR の mRNA の発現量が発育の遅いハプロタイプを有する個体より低く、逆に視床下部における食欲促進ペプチドであるアグーチ関連ペプチド(AGRP)の発現量が高いことを確認している。これらの結果から、発育が早いハプロタイプを有する個体では、抹消組織における CCK の満腹シグナルのレベル低下によって、摂食減退が限定的になるため、発育が遅いハプロタイプを有する個体よりも、発育が良好になるのではないかと考察している。一方、力丸ら(2014)は、CCKAR 型が異なる比内鶏を比較した時、4-10 週齢間の飼料摂取量では各遺伝子型(A/A、A/C、C/C)間に有意差は認められないが、4-10 週齢間の飼料要求率では A/A 型は C/C 型よりも有意に低いことを報告した。すなわち、長い期間で見た場合、摂取した飼料を体重増加につなげる代謝効率が CCKAR 型によって異なることを示した。Ishikawa ら(2020)は、考察の中で、CCK に関する過去の報文を精査し、鳥類における生理学的な末梢血中 CCK 濃度の範囲において、CCK は満腹ホルモンとして機能していない可能性に言及した。Dunn ら(2013)の報告は、生理学的な末梢血中 CCK の 1000 倍以上濃い CCK8 が投与された結果であって、生理学的に正常範囲内の摂食行動を反映しているとはそもそも言い難い。このような状況から Dunn ら(2013)が提唱する食欲の影響よりも、力丸ら(2014)が提唱する代謝効率の影響の方が有力のように思われるが、メカニズム解明にはさらなる研究が必要である。

CCKAR ハプロタイプと発育形質の関連性は、Rikimaru ら(2012)によって初めて報告されており、比内鶏における低成長系統と高成長系統の対立遺伝子頻度の有意差は、増体重視の長期選抜によるものであること(Rikimaru ら 2013)、CCKAR の g.420 C>A SNP によって、比内鶏の発育が実際に改善される(力丸ら 2014)と報告している。

さらに、Takahashi ら(2019)は、天草大王(原種天草大王雄×九州ロード雌)を用いて、CCKAR の g.420 C>A SNP と発育形質との間に有意な関連性を報告した。この報告は、当 SNP が、商業地鶏の発育形質を改善するのに有効なマーカーであることを示唆している。

仮にみやざき地頭鶏において、g.420 C>A SNP の A アリルを 100%固定した場合、飼育期間が短縮されることが推定され、本研究データを用いて具体的な期間を概算で算出できる。表 3 に示すとおり、17 週齢体重表型値の平均値は 3905.5g である。17 週齢の A アリルの体重値は 1982.4g であったことから、A/A 固定の平均体重は 3964.8g(=1982.4g × 2)と推察される。表型値の平均体重(3905.5g)と A/A 固定の平均体重(3964.8g)の差は約 59.3g(=3964.8g - 3905.5g)と推察される。15-17 週齢間の平均日増体量は 25.2g/日であったため、飼育期間は少なくとも 2 日間は短縮できると推定される。この推定された効果が実際の農場で再現されるかを検証するためには、さらなる検証が今後必要である。

結論として、本研究ではみやざき地頭鶏における CCKAR g.420 C>A SNP と発育形質との間に有意な関連性があることを実証した。今後は、みやざき地頭鶏種鶏の A アリル固定群を造成し、A アリル固定みやざき地頭鶏と無選抜のみやざき地頭鶏の比較試験を行う予定である。

謝辞

供試鶏の飼育管理を担当していただいた川南支場養鶏科現場職員の皆様に感謝の意を表します。

本研究は、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センターの「革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)」の助成を受けて行われたものである。

本報告は日本家禽学会の許可を得て、The Journal of Poultry Science Vol.56 No.2 P96-100 2019 に掲載された論文を改変したものである。

参考文献

- 1)Dunn IC, Hocking PM, Meddle SL, Wikson PW, Wardle C, Law AS, Bishop A, Hindar C, Robertson GW, Burt DW, Ellison SJL and Morrice DM. Decreased expression of the satiety signal receptor CCKAR is responsible for increased growth and body weight during the domestication of chickens. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 304: E909-E921. 2013.
- 2) Gibbs J, Young RC and Smith GP. Cholecystokinin decreases food intake in rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 84: 488-495. 1973
- 3)Hu ZL, Carissa A. Park CA and Reecy JM. Developmental progress and current status of the Animal QTLdb. *Nucleic Acids Research*, 44: D827-D833. 2016.
- 4)Innis RB and Snyder SH. Distinct cholecystokinin receptors in brain and pancreas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 77: 6917-6921. 1980.
- 5)Ishikawa S, Asano M, Sakai K and Takahashi H. Verification of the effectiveness of an SNP marker in the cholecystokinin type A receptor gene for improving growth traits in Okumino-kojidoru chickens. *The Journal of Poultry Science*, Advance Publication Date October 25, 2019. doi:10.2141/jpsa.0190078.
- 6)Rikimaru K, Komatsu M, Suzuki K, Uemoto Y, Takeda H and Takahashi H. Association between cholecystokinin type A receptor haplotypes and growth traits in Japanese Hinai-dori crossbred chickens. *Molecular Biology Reports*, 39: 4479-4484. 2012.
- 7)Rikimaru K, Takeda H, Uemoto Y, Komatsu M, Takahashi D, Suzuki K and Takahashi H. Effect of a single-nucleotide polymorphism in the cholecystokinin type A receptor gene on growth traits in the Hinai-dori chickens breed. *Journal of Poultry Science*, 50: 206-211. 2013.
- 8)力丸宗弘・武田尚人・大久保武・高橋大希・小松恵・高橋秀彰. コレシストキニンA受容体遺伝子 g.420 C>A 一塩基多型は比内鶏の発育を改善する. *日本家禽学会誌*, 51 : J43-J48. 2014.
- 9)Sankaran H, Goldfine ID, Deveney CW, Wong KY and Williams JA. Binding of cholecystokinin to high affinity receptors on isolated rat pancreatic acini. *The Journal of Biological Chemistry*, 255: 1849-1853. 1980.
- 10)Takahashi H, Katayama M, Michishita K and Yamashita H. The A allele of the cholecystokinin type A receptor g.420 C>A polymorphism improves the growth traits of the Amakusa Daioh Cross chicken. *Journal of Poultry Science*, 56: 91-95. 2019.
- 11)Tregouet DA and Garelle V. A new JAVA interface implementation of THESIAS: testing haplotype effects in association studies. *Bioinformatics*, 23: 1038-1039. 2007.
- 12)津曲明美, 稲井耕次, 高橋秀彰. 発育関連遺伝子を指標とした地頭鶏の選抜試験 (第1報). *宮崎県畜産試験場試験研究報告第26号*: 111-113. 2014.
- 13)Wank SA. Cholecystokinin receptors. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 269: G628-G646. 1995.

幼雛期の飼槽面積の違いが みやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり

Effect of difference in feeding space for the chicks on growth in Miyazaki-Jitokko chicken

Shojiroh HORINOUCI, Hiromi NAKAYAMA, Sayuri KATOU,

<要約>みやざき地頭鶏の幼雛期(0~28日齢)に給餌皿および餌箱を2、3、4、5個の4段階に分けて区分して同一の給与量で飼育し、28日齢以降は全て同一条件で飼育したところ、雄では一貫して5個区が2個区よりも有意に発育が優れ、雌では雄ほど明確ではないものの、同様の傾向が見られた。雄の15週齢体重では2個区と5個区の平均値間の差が約266.4gと大きく開き、幼雛期の飼槽面積を増加することで出荷体重が増加し、農家収益の向上になる可能性が示唆された。結論として、幼雛期の1羽あたりの飼槽面積を大きくすることは、みやざき地頭鶏の初期生育を良好にし、出荷体重の増加につながる可能性が示唆された。

はじめに

JAS規格地鶏の飼養期間定義は75日齢であるが、みやざき地頭鶏は雄がおおむね120日齢、雌がおおむね150日齢と飼養期間が長いことが特徴である。その分、出荷時に体重差が大きくなりやすい傾向にある。

著者らはこれまで、みやざき地頭鶏の幼雛期飼料に一工夫することで増体が向上し、出荷体重増加につながると報告してきた(堀之内ら、2019)。この結果を踏まえ、次に検討するべきテーマとして「ふ化後まもないひなが、なるべく多くの飼料を摂取するにはどうするか」を掲げた。

みやざき地頭鶏飼養管理マニュアル(2013)では、「餌付けから4日齢程度まで敷料の上に飼料袋などを敷き、餌付け皿の中だけでなく、敷紙の上にも餌を撒き、すべてのひなが食べられるようにする。」と記載されており、「ひながどこに行っても餌がある環境づくり」が重要であることが明記してある。

しかしながら、生産現場では餌付け方法が農家によって様々であり、給餌皿の数も農家によって様々である。

そこで、本研究では、みやざき地頭鶏幼雛期において1羽あたりの飼槽面積を変えた場合、発育成績にどれだけ影響を及ぼすかを明らかにするために調査した。

材料と方法

本試験は、宮崎県畜産試験場動物実験委員会規定に基づき実施した。

平成30年5月22日に川南支場で同日発生したみやざき地頭鶏を供試した。飼養条件はみやざき地頭鶏飼養管理マニュアルに準じ、保温は4週齢時までチックガードとガスブルーダーを用いた。

発生日から4週齢までは1試験区あたり雄90羽、雌90羽の計180羽を飼養し、4週齢時に1試験区あたり雌雄別に24羽ずつランダムで選抜した。試験期間中、飼料と水は自由摂取であった。

試験区分の設定は、表1に示したとおりであり、ふ化日(0日齢)~5日齢間は給餌皿、6日齢~28日齢間は餌箱(ブルーホッパー)の数を2、3、4、5個と4段階で変えて設定し、それぞれの給餌皿または餌箱数をそのまま試験区名とした。なお、給餌

皿および餌箱数以外の環境条件は全ての区で統一し、毎日投与する餌量は全ての区で同一量とした。

表1 試験区設定

	0~5日齢		6~28日齢		供試羽数	
	給餌皿数	1羽あたり 飼槽面積 (cm ² /羽)	餌箱数	1羽あたり 飼槽の長さ (cm/羽)		
2個区	2	16.5	2	1.3	雄90	雌90
3個区	3	24.8	3	2	雄90	雌90
4個区	4	33.1	4	2.7	雄90	雌90
5個区	5	41.3	5	3.3	雄90	雌90

※給水器および飼料投与量は全ての区で統一した

給餌飼料は、ふ化日(0日齢)から3週齢までの前期飼料(CP22%、ME3000Kcal)、3週齢から出荷2週間前までに給与する後期飼料(CP18%、ME3230Kcal)および出荷前2週間に給与する仕上げ飼料(CP18%、ME3230Kcal)を用いた。

試験鶏の体重測定は、ふ化日(0日齢)、1、2、3、4、5、7、9、11、13、15、17週齢時に実施した。平均日増体量は、週齢間の体重差を週齢間の日数で除して算出した。体重測定時に飼料残餌量を測定し、飼料投入量計から差し引いて飼料摂取量を算出した。飼料要求率は、週齢間の飼料摂取量を週齢間の体重増量で除して算出した。

と殺解体調査は、雄17週齢、雌21週齢時に川南支場にて実施した。調査鶏は各区から雄雌それぞれランダムで10羽選抜し、計100羽調査した。解体調査項目は生体重、と体重、もも肉重、むね肉重、

ささみ重、腹腔内脂肪重、筋胃重およびもも肉、むね肉の肉色とした。肉色については、畜試式鶏標準肉色((社)日本食鳥協会監修)を用いて視覚評価して数値化した。

得られた数値の統計解析はすべてフリー統計ソフトのRを用いて行った。試験区間の差の検定は、tukey-kramerの多重比較検定方法により行い、 $p<0.05$ の場合に有意であるとした。有意であった項目は、検定力を同ソフトにより算出した。効果量についてはコーエン(1962)の提唱する手法により算出した。

結果

表2に雄雌それぞれ各週齢の平均体重を示した。雄は、2週齢体重において、3個区および5個区が2個区よりも有意に重くなり、4~15週齢体重では、5個区が他区よりも一貫して有意に重いまたは重い傾向を示し、逆に2個区は他区よりも一貫して有意に軽いまたは軽い傾向を示した。雌は、4週齢体重において、3個区が2個区よりも有意に重くなり、9週齢体重では、4個区および5個区が2個区よりも有意に重い傾向を示した。

表2 幼雛期の飼槽面積の違いがみやざき地頭鶏の体重に及ぼす影響

	2個区		3個区		4個区		5個区		p値	効果量	検定力
雄体重(g)											
0週齢体重	38.3 ± 2.8	38.6 ± 2.6	38.8 ± 2.8	37.8 ± 2.6	ns						
1週齢体重	92.2 ± 8.2	93.3 ± 7.9	92.3 ± 7.9	93.1 ± 8.5	ns						
2週齢体重	221.8 ± 18.6 ^A	228.3 ± 18.9 ^B	225.4 ± 20.5 ^{AB}	228.0 ± 21.9 ^B	$p<0.10$	0.13	1.00				
3週齢体重	418.3 ± 36.2	424.3 ± 37.6	429.3 ± 37.5	427.5 ± 42.6	ns						
4週齢体重	602.2 ± 50.9 ^A	618.5 ± 60.2 ^B	628.3 ± 55.6 ^B	627.4 ± 66.3 ^B	$p<0.01$	0.18	1.00				
5週齢体重	890.7 ± 90.8 ^B	839.3 ± 108.6 ^A	918.4 ± 62.7 ^B	946.8 ± 99.2 ^B	$p<0.01$	0.44	1.00				
7週齢体重	1467.5 ± 124.5 ^B	1413.0 ± 161.3 ^A	1482.1 ± 116.5 ^B	1544.9 ± 169.2 ^B	$p<0.05$	0.33	1.00				
9週齢体重	1954.2 ± 200.9 ^A	1918.7 ± 219.8 ^A	1931.3 ± 207.1 ^A	2134.2 ± 248.1 ^B	$p<0.01$	0.40	1.00				
11週齢体重	2288.1 ± 208.3 ^A	2435.1 ± 200.9 ^A	2276.3 ± 241.1 ^A	2667.0 ± 275.6 ^B	$p<0.01$	0.68	1.00				
13週齢体重	2885.4 ± 211.7 ^A	2952.2 ± 196.4 ^A	2892.3 ± 232.9 ^A	3189.6 ± 284.0 ^B	$p<0.01$	0.53	1.00				
15週齢体重	3366.4 ± 203.6 ^A	3438.6 ± 230.3 ^A	3448.0 ± 209.0 ^B	3632.8 ± 297.4 ^B	$p<0.01$	0.42	1.00				
雌体重(g)											
0週齢体重	38.0 ± 3.0	37.7 ± 3.0	39.7 ± 2.8	37.4 ± 3.2	ns						
1週齢体重	91.2 ± 8.7	90.6 ± 8.4	89.0 ± 7.8	91.6 ± 8.2	ns						
2週齢体重	213.3 ± 19.8	213.7 ± 18.2	209.4 ± 20.2	214.8 ± 19.4	ns						
3週齢体重	384.7 ± 36.5	386.2 ± 30.4	384.6 ± 36.2	382.2 ± 33.2	ns						
4週齢体重	535.6 ± 49.9 ^A	555.5 ± 42.8 ^B	544.5 ± 53.9 ^B	546.1 ± 48.8 ^B	$p<0.01$	0.17	1.00				
5週齢体重	780.2 ± 68.9	761.8 ± 73.5	785.3 ± 72.5	776.3 ± 71.8	ns						
7週齢体重	1181.9 ± 115.3	1217.6 ± 127.5	1242.0 ± 95.7	1229.2 ± 102.6	ns						
9週齢体重	1564.8 ± 147.9 ^A	1621.4 ± 188.7 ^{AB}	1661.4 ± 147.2 ^B	1665.2 ± 105.4 ^B	$p<0.10$	0.28	1.00				
11週齢体重	1908.1 ± 161.9	1937.5 ± 207.0	1919.2 ± 182.3	1983.4 ± 108.7	ns						
13週齢体重	2175.5 ± 166.4	2175.7 ± 210.0	2229.6 ± 197.5	2204.2 ± 120.5	ns						
15週齢体重	2489.9 ± 206.0	2524.4 ± 254.4	2571.1 ± 231.8	2503.2 ± 134.8	ns						
17週齢体重	2769.0 ± 235.5	2806.0 ± 300.4	2826.9 ± 293.5	2817.5 ± 190.5	ns						

※平均値±標準偏差

※ab: $p<0.05$ 、AB: $p<0.10$

※p値は分散分析結果

表 3 に雄雌それぞれ各週齢間の平均日増体量を示した。雄は、総じて 5 個区が 2 個区よりも有意に優れている、または優れている傾向を示した。飼養期間をおおまかに 3 区分 (0-4、4-9、9-15 週齢間) に分けた場合、0-4、4-9 週齢間において飼槽数が増えるほど有意に優れており、9-15 週齢間では有意差がなかった。全飼養期間 (0-15 週齢間) では、5 個区が他区の全てよりも有意に優れていた。

雌は、0-1 週齢間は 2、3、5 個区が 4 個区よりも有意に優れ、2-3 週齢間は 4 個区が 5 個区よりも有

意に優れ、3-4 週齢間は 3、4、5 個区が 2 個区よりも有意に優れており、雄のように餌箱が多いほど良好であるような明確な結果ではなかった。しかし、飼養期間をおおまかに 4 区分 (0-4、4-9、9-13、13-17 週齢間) に分けた場合、0-4 週齢間は 3 個区が 2 個区よりも有意に優れ、4-9 週齢間は 5 個区が 2 個区よりも有意に優れ、9 週齢以降は有意差がなく、0-9 週齢までは餌箱が多いほど増体が良好である傾向が見られた。

表3 幼雛期の飼槽面積の違いがみやざき地頭鶏の平均日増体量に及ぼす影響

	2個区		3個区		4個区		5個区		p値	効果量	検定力
雄平均日増体量(g/日)											
0-1週齢間	9.0 ± 1.2		9.1 ± 1.1		8.9 ± 1.1		9.2 ± 1.3		ns		
1-2週齢間	16.2 ± 1.7 a		16.9 ± 1.7 b		16.6 ± 1.8 ab		16.9 ± 2.0 b		p<0.05	0.15	1.00
2-3週齢間	28.1 ± 3.1 AB		28.0 ± 3.3 A		29.1 ± 3.2 AB		28.5 ± 3.4 B		p<0.10	0.14	1.00
3-4週齢間	26.3 ± 3.4 a		27.7 ± 4.4 ab		28.4 ± 4.2 b		28.6 ± 4.3 b		p<0.01	0.22	1.00
4-5週齢間	41.9 ± 7.2 a		35.7 ± 7.0 b		41.0 ± 3.9 a		42.5 ± 5.7 a		p<0.01	0.45	1.00
5-7週齢間	41.2 ± 4.9		41.0 ± 5.1		40.3 ± 5.5		42.7 ± 6.6		ns		
7-9週齢間	34.8 ± 10.1 a		36.1 ± 8.9 ab		32.1 ± 11.2 a		42.1 ± 8.9 b		p<0.05	0.37	1.00
9-11週齢間	23.9 ± 7.6 a		36.9 ± 5.6 b		26.0 ± 10.2 a		38.1 ± 4.5 b		p<0.01	0.88	1.00
11-13週齢間	42.7 ± 7.2 a		36.9 ± 4.9 b		44.0 ± 9.5 a		37.3 ± 6.5 ab		p<0.01	0.44	1.00
13-15週齢間	36.1 ± 7.0 ab		34.7 ± 6.7 ab		39.7 ± 7.3 a		31.7 ± 5.7 b		p<0.01	0.44	1.00
0-4週齢間	20.1 ± 1.8 a		20.7 ± 2.1 ab		21.1 ± 2.0 b		21.1 ± 2.4 b		p<0.01	0.18	1.00
4-9週齢間	38.8 ± 5.0 ab		38.0 ± 5.0 a		37.1 ± 5.5 a		42.4 ± 6.0 b		p<0.05	0.37	1.00
9-15週齢間	33.6 ± 4.9		36.2 ± 4.0		36.1 ± 4.1		35.7 ± 3.4		ns		
0-15週齢間	31.7 ± 1.9 a		32.4 ± 2.2 a		32.5 ± 2.0 a		34.2 ± 2.8 b		p<0.01	0.42	1.00
雌平均日増体量(g/日)											
0-1週齢間	8.9 ± 1.4 a		8.8 ± 1.4 a		8.2 ± 1.3 b		9.0 ± 1.3 a		p<0.01	0.23	1.00
1-2週齢間	15.3 ± 1.7		15.4 ± 1.5		15.1 ± 1.8		15.4 ± 1.6		ns		
2-3週齢間	24.5 ± 2.8 ab		24.6 ± 2.6 ab		25.0 ± 2.7 a		23.9 ± 3.0 b		p<0.05	0.15	1.00
3-4週齢間	21.6 ± 2.9 a		24.2 ± 2.9 b		22.8 ± 3.7 b		23.4 ± 3.4 b		p<0.01	0.31	1.00
4-5週齢間	34.3 ± 6.0 a		29.5 ± 4.9 b		32.7 ± 3.7 ab		32.6 ± 4.7 ab		p<0.01	0.36	1.00
5-7週齢間	28.7 ± 4.9 a		32.6 ± 4.3 b		32.6 ± 2.7 b		32.4 ± 3.3 b		p<0.01	0.43	1.00
7-9週齢間	27.3 ± 7.0		28.8 ± 8.6		30.0 ± 5.2		31.1 ± 3.3		ns		
9-11週齢間	24.5 ± 5.7 a		22.6 ± 5.4 ab		18.4 ± 6.7 b		22.7 ± 5.4 ab		p<0.01	0.39	1.00
11-13週齢間	19.1 ± 4.0 ab		17.0 ± 4.9 a		22.2 ± 4.5 b		15.8 ± 4.2 a		p<0.01	0.56	1.00
13-15週齢間	22.5 ± 5.1 AB		24.9 ± 5.7 A		24.4 ± 5.6 AB		21.4 ± 3.5 B		p<0.10	0.29	1.00
15-17週齢間	19.9 ± 5.7		20.1 ± 6.4		20.4 ± 6.5		22.5 ± 6.8		ns		
0-4週齢間	17.8 ± 1.8 a		18.5 ± 1.5 b		18.0 ± 1.9 ab		18.2 ± 1.8 ab		p<0.01	0.18	1.00
4-9週齢間	29.3 ± 3.7 a		30.5 ± 4.6 ab		31.6 ± 3.2 ab		31.9 ± 2.0 b		p<0.05	0.30	1.00
9-13週齢間	21.8 ± 3.6		19.8 ± 3.5		20.3 ± 4.0		19.3 ± 3.3		ns		
13-17週齢間	21.2 ± 3.9		22.5 ± 5.6		22.6 ± 4.5		21.9 ± 4.6		ns		
0-17週齢間	23.0 ± 2.0		23.3 ± 2.5		23.4 ± 2.5		23.4 ± 1.6		ns		

※平均値±標準偏差

※ab:p<0.05、AB:p<0.10

※p値は分散分析結果

表 4 に雄雌それぞれの飼料要求率を示した。雄は、4-15、0-15 週齢間では 3、5 個区が 2、4 個区よりも有意に低かった。雌は、0-4 週齢間では 3 個区が 4 個区よりも有意に低く、4-17 および 0-17 週齢間では 2 個区が 4 個区よりも有意に低いまたは低い傾向を示した。

表 5 に雄雌それぞれの解体成績を示した。雄雌ともに正肉重量は飼槽数が多いほど高い数値を示したが、いずれも有意差はなかった。

表4 幼雛期の飼槽面積の違いがみやざき地頭鶏飼料要求率に及ぼす影響

	2個区		3個区		4個区		5個区		p値	効果量	検定力
雄飼料要求率											
0-4週齢間	1.76 ±	0.17	1.75 ±	0.21	1.77 ±	0.17	1.75 ±	0.21	ns		
4-15週齢間	4.59 ±	0.33 ^a	4.08 ±	0.30 ^b	4.57 ±	0.30 ^a	4.09 ±	0.38 ^b	p<0.01	0.77	1.00
0-15週齢間	4.11 ±	0.27 ^a	3.72 ±	0.28 ^b	4.08 ±	0.24 ^a	3.67 ±	0.31 ^b	p<0.01	0.74	1.00
雌飼料要求率											
0-4週齢間	2.00 ±	0.24 ^{ab}	1.95 ±	0.17 ^a	2.07 ±	0.26 ^b	2.01 ±	0.19 ^{ab}	p<0.01	0.19	1.00
4-17週齢間	6.31 ±	0.56 ^A	6.70 ±	0.89 ^{AB}	6.85 ±	0.96 ^B	6.52 ±	0.50 ^{AB}	p<0.10	0.28	1.00
0-17週齢間	5.50 ±	0.44 ^a	5.79 ±	0.66 ^{ab}	5.93 ±	0.67 ^b	5.68 ±	0.39 ^{ab}	p<0.10	0.29	1.00

※平均値±標準偏差

※ab:p<0.05、AB:p<0.10

※p値は分散分析結果

表5 幼雛期の飼槽面積の違いがみやざき地頭鶏の解体成績に及ぼす影響

	2個区		3個区		4個区		5個区		p値
雄解体成績 (解体日齢: 119日齢)									
生体重 (g)	3623.5 ±	99.4	3676.9 ±	363.6	3697.0 ±	200.0	3840.5 ±	287.7	ns
と体重 (g)	3321.0 ±	108.1	3337.4 ±	328.8	3344.2 ±	190.4	3519.6 ±	284.6	ns
もも肉重 (g)	761.6 ±	36.7	759.0 ±	96.2	796.6 ±	47.6	818.4 ±	71.2	ns
もも肉色	4.1 ±	0.6	4.2 ±	0.9	4.1 ±	1.0	3.9 ±	0.9	ns
むね肉重 (g)	404.6 ±	21.9	411.6 ±	60.4	403.6 ±	55.6	428.0 ±	57.7	ns
むね肉色	3.0 ±	0.9	3.6 ±	0.8	3.1 ±	0.7	3.0 ±	0.8	ns
ササミ重 (g)	110.6 ±	7.4	110.8 ±	15.5	108.4 ±	13.3	118.0 ±	9.5	ns
腹腔内脂肪重 (g)	89.8 ±	42.2	67.6 ±	44.6	72.6 ±	37.7	89.6 ±	53.5	ns
筋胃重 (g)	65.4 ±	11.8	65.2 ±	10.6	66.8 ±	11.8	69.6 ±	11.8	ns
歩留率									
と体重/生体重 (%)	91.6 ±	1.0	90.8 ±	1.2	90.4 ±	0.9	91.6 ±	1.0	ns
もも肉重/と体重 (%)	23.0 ±	1.3	22.7 ±	1.5	23.8 ±	0.6	23.3 ±	1.6	ns
ムネ肉重/と体重 (%)	12.2 ±	0.7	12.3 ±	0.9	12.0 ±	1.2	12.2 ±	1.5	ns
ササミ重/と体重 (%)	3.3 ±	0.2	3.3 ±	0.3	3.2 ±	0.4	3.4 ±	0.3	ns
筋胃重/と体重 (%)	2.0 ±	0.4	2.0 ±	0.3	2.0 ±	0.3	2.0 ±	0.4	ns
雌解体成績 (解体日齢: 147日齢)									
生体重 (g)	3173.2 ±	124.6	3261.4 ±	279.4	3307.0 ±	271.1	3407.5 ±	296.8	ns
と体重 (g)	2980.4 ±	98.5	2951.0 ±	282.4	3077.0 ±	258.8	3161.6 ±	274.6	ns
もも肉重 (g)	582.2 ±	31.6	578.6 ±	58.5	596.4 ±	66.6	614.4 ±	69.1	ns
もも肉色	4.3 ±	0.8	4.4 ±	0.7	4.3 ±	0.8	3.9 ±	0.7	ns
むね肉重 (g)	420.0 ±	39.6	398.2 ±	60.2	415.6 ±	45.5	409.2 ±	54.8	ns
むね肉色	3.8 ±	0.6	3.4 ±	0.5	3.2 ±	0.6	3.4 ±	0.5	ns
ササミ重 (g)	105.0 ±	10.6	100.6 ±	14.7	108.0 ±	9.8	104.2 ±	11.2	ns
腹腔内脂肪重 (g)	173.8 ±	61.6	146.4 ±	82.3	111.4 ±	36.7	191.2 ±	42.3	ns
筋胃重 (g)	53.0 ±	8.8	52.8 ±	5.1	57.2 ±	11.4	51.0 ±	7.4	ns
歩留率									
と体重/生体重 (%)	93.9 ±	0.9	90.5 ±	3.2	93.0 ±	1.1	92.8 ±	0.3	ns
もも肉重/と体重 (%)	19.5 ±	0.7	19.6 ±	1.0	19.4 ±	1.5	19.4 ±	1.2	ns
ムネ肉重/と体重 (%)	14.1 ±	1.2	13.5 ±	1.5	13.5 ±	1.2	13.0 ±	1.8	ns
ササミ重/と体重 (%)	3.5 ±	0.3	3.4 ±	0.4	3.5 ±	0.3	3.3 ±	0.3	ns
筋胃重/と体重 (%)	1.8 ±	0.3	1.8 ±	0.2	1.9 ±	0.4	1.6 ±	0.2	ns

※平均値±標準偏差

※ab:p<0.05、AB:p<0.10

※p値は分散分析結果

考察

みやざき地頭鶏初生ひなの初期発育が向上すると、出荷体重が増加し、農家収益向上の一助となることがこれまで報告されている(堀之内ら、2019)。

ひなの初期発育には、栄養面(飼料、水など)および環境面(温湿度、換気など)が大きく関与する。ふ化後間もないひなは、本能で餌や水を探すが、目がよく見えないために、餌や水に到達するまでの時間ロスが個体によって生じやすい。

本研究のように給餌皿を増加するだけでも、餌に到達するまでの時間ロスを解消でき、ひなの初期発育が良好となり、出荷体重を増加させることができた。このことは、「ひながどこに行っても餌がある環境づくり」がいかに重要であることを示している。

しかしながら、飼槽面積を増やすことだけが大事ではないことに留意しなければならない。飼槽や給水器を常に清潔に保ち、「ひなが快適に過ごせている」ことが前提条件である。給餌皿や給水器はひなの糞便で汚れやすく、頻繁に交換や洗浄をする必要があり、これを怠ってはならない。また、餌箱をむやみに増やすとひなの飼育スペースを奪う可能性もあり、こちらについても留意する必要がある。

結論として、1羽あたりの飼槽面積が大きくなるほど、発育が良好になる可能性が示唆され、幼雛期の飼槽面積の違いによってみやざき地頭鶏の発育に影響を及ぼすことが分かった。今後は、本研究結果の現場普及に努め、生産者、および指導員に対し幼雛期の管理の重要性について啓発を行う予定である。

参考文献

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり：幼雛期飼料の CP 含量がみやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響：宮崎県畜産試験場試験研究報告 第 29 号(2019)、54-59

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり：練り餌処理した幼雛期飼料がみやざき地頭鶏の発育および体重バラツキに及ぼす影響：宮崎県畜産試験場試験研究報告 第 29 号(2019)、60-64

みやざき地頭鶏事業協同組合：「みやざき地頭鶏」飼養管理マニュアル(2013)

Cohen, J. 1962 The statistical power of abnormal-social psychological research: a review, *Journal of Abnormal and Social Psychology* 65(3), 145-153

幼雛期における高 CP 飼料の給与期間が みやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり

Effect of difference in high crude protein starter diet feeding period of
growth in Miyazaki-Jitokko chicken

Shojiroh HORINOUCI, Hiromi NAKAYAMA, Sayuri KATOU,

<要約>みやざき地頭鶏の幼雛期に高 CP 飼料 (CP24%、ME3003Kcal) をふ化日 (0 日齢) から 7 日齢までの 7 日間および 14 日齢までの 14 日間給与したところ、雄雌ともに高 CP 区において、0-1 週齢間の平均日増体量、飼育後期の平均日増体量および出荷体重が有意に増加した。一方で給与期間の違いによる明確な差はなかったが 14 日区がやや良好な傾向を示した。高 CP 飼料給与によるコスト増加は、飼料単価では 10 円/kg 程度増加するものの、飼料要求率が高 CP 区で有意に良好な結果であったことから、総飼料費としては大きなコスト増加にはならなかった。結論として、幼雛期飼料を高 CP にすることは、みやざき地頭鶏の初期生育を良好にし、出荷体重の増加につながる可能性が見られた。

はじめに

JAS 規格地鶏の飼養期間定義は 75 日齢であるが、みやざき地頭鶏は雄がおおむね 120 日齢、雌がおおむね 150 日齢と飼養期間が長いことが特徴である。その分、出荷時の体重差が大きくなりやすい傾向にある。

著者らはこれまで幼雛期の飼料に手を加えることで初期発育を促し、出荷体重が増加する可能性があることを報告している (堀之内ら、2019)。その中でも幼雛期飼料の高 CP 化については、増体、ばらつきともに改善する可能性があるとして報告している。

しかしながら、前報では高 CP 飼料を 3 週間給与しており、給与期間が長くなると高コストになる可能性が示唆された。一方で、練り餌処理した試験では、給与期間が 3 ~ 7 日と短期間でも初期発育の改善につながった可能性があるとして報告した。

そこで、本研究では、高 CP 飼料の給与期間を短縮しても発育改善の効果が得られるのかを検証するため、みやざき地頭鶏幼雛期における高 CP 飼料の

給与期間の違いが発育成績に及ぼす影響を調査した。

材料と方法

本試験は、宮崎県畜産試験場動物実験委員会規定に基づき実施した。

平成 30 年 11 月 28 日に川南支場で同日発生したみやざき地頭鶏を供試した。飼養条件はみやざき地頭鶏飼養管理マニュアルに準じ、保温は 4 週齢時までチックガードとガスブルーダーを用いた。

発生日から 4 週齢までは 1 試験区あたり雄 75 羽、雌 75 羽の計 150 羽を飼養し、4 週齢時に 1 試験区あたり雌雄別に 48 羽ずつランダムで選抜した。試験期間中、飼料と水は自由摂取であった。

試験区分の設定は、表 1 に示したとおりであり、高 CP 飼料 (CP24%、ME3003Kcal) をふ化日 (0 日齢) から 7 日齢まで給与する 7 日区、ふ化日から 14 日齢まで給与する 14 日区および慣行飼料 (CP22%、ME3000Kcal) をふ化日から 14 日齢まで給与する

対照区の3区を設けた。

表1 試験区設定

試験区名	幼雛期飼料中CP含量			供試羽数
	0-7日齢	7-14日齢	14-21日齢	
対照区	22%			雄75羽雌75羽
7日区	24%	22%		〃
14日区	24%	22%		〃

※慣行飼料：CP22%、ME3000Kcal

高CP飼料（慣行飼料+大豆粕5%+魚粉2%）：CP24%、ME3003Kcal

高 CP 飼料の調整は、慣行飼料に大豆粕（CP45%、ME2400Kcal）を 5%、魚粉（CP67%、ME4640Kcal）を 2%混合して調整した。なお、各種飼料の混合を均一にするために、大豆粕および魚粉を混合したものに加し、よく攪拌した上で慣行飼料への混合を手作業で行った。一方で、対照区の飼料には水のみを加え、最終的な飼料中水分含有率は約 17.4%で統一した。

高 CP 飼料給与終了日（14 日齢）から 3 週齢までの前期飼料（CP22%、ME3000Kcal）、3 週齢から出荷 2 週間前までに給与する後期飼料（CP18%、ME3230Kcal）および出荷前 2 週間に給与する仕上げ飼料（CP18%、ME3230Kcal）は全ての区で同一の飼料を用いた。

試験鶏の体重測定は、ふ化日（0 日齢）、1、2、3、4、6、7、9、11、13、15、17 週齢時に実施した。平均日増体量は、週齢間の体重差を週齢間の日数で除して算出した。体重測定時に飼料残餌量を測定し、飼料投入量計から差し引いて飼料摂取量を算出した。飼料要求率は、週齢間の飼料摂取量を週齢間の体重増加量で除して算出した。

と殺解体調査は、雄 17 週齢、雌 21 週齢時に川南支場にて実施した。調査鶏は各区から雄雌それぞれランダムで 20 羽選抜し、計 120 羽調査した。解体調査項目は生体重、と体重、もも肉重および色、むね肉重および色、ささみ重、腹腔内脂肪重、筋胃重とした。肉色については、畜試式鶏標準肉色（（社）日本食鳥協会監修）を用いて視覚評価して数値化した。

得られた数値の統計解析はすべてフリー統計

ソフトの R を用いて行った。試験区間の差の検定は、tukey-kramer の多重比較検定方法により行い、 $p < 0.05$ の場合に有意であるとした。有意であった項目は、検定力を同ソフトにより算出した。効果量についてはコーエン（1962）の提唱する手法により算出した。

結果

表 2 に雄雌それぞれ各週齢の平均体重を示した。雄は、1 週齢体重において、14 日区が対照区よりも有意に重くなり、13、15 週齢体重では、7 日区、14 日区が対照区よりも有意に重くなった。

雌は、1 週齢体重において、14 日区が対照区よりも有意に重くなり、3、4 週齢体重では 14 日区が 7 日区よりも有意に重くなった。

表 3 に雄雌それぞれ各週齢間の平均日増体量を示した。雄は、0-1 週齢間において、14 日区が対照区および 7 日区よりも有意に高く、7-9 週齢間および 11-13 週齢間では、14 日区が対照区よりも有意に高かった。飼養期間をおおまかに 3 区分（0-4、4-9、9-15 週齢間）に分けた場合、4-9 週齢間では、14 日区が対照区よりも有意に高く、9-15 週齢間では、7 日区および 14 日区が対照区よりも有意に高かった。全飼養期間（0-15 週齢間）では、7 日区および 14 日区が対照区よりも有意に高かった。雌は、0-1 週齢間では 7 日区が対照区よりも有意に高く、2-3 週齢間では 14 日区が 7 日区よりも有意に高く、3-4 週齢間では対照区が 7 日区よりも有意に高く、4-6 週齢間では 14 日区が対照区よりも有意に高く、15-17 週齢間では 7 日区が対照区および 14 日区よりも有意に高かった。飼養期間をおおまかに 4 区分（0-4、4-9、9-13、13-17 週齢間）に分けた場合、13-17 週齢間では 7 日区が対照区よりも有意に高かった。全飼養期間（0-17 週齢間）では試験区間に有意差はなかったが、7 日区および 14 日区が対照区よりも高い数値を示した。

表2 高CP飼料の給与期間の違いがみやざき地頭鶏体重に及ぼす影響

	対照区		7日区		14日区		p値	効果量	検定力
雄体重(g)									
0週齢体重	40.3 ±	4.0	39.9 ±	3.9	40.5 ±	3.4	ns		
1週齢体重	112.4 ±	13.2 a	116.0 ±	10.4 ab	118.8 ±	10.4 b	p<0.01	0.23	1.00
2週齢体重	256.1 ±	27.1	260.1 ±	21.2	256.5 ±	20.6	ns		
3週齢体重	447.9 ±	44.4	447.9 ±	35.7	445.3 ±	35.9	ns		
4週齢体重	695.0 ±	71.5	702.3 ±	61.9	686.6 ±	62.4	ns		
6週齢体重	1298.9 ±	101.4	1339.2 ±	112.3	1314.4 ±	88.1	ns		
7週齢体重	1687.2 ±	127.0	1731.1 ±	136.1	1701.6 ±	108.6	ns		
9週齢体重	2522.2 ±	184.6	2598.0 ±	156.9	2582.0 ±	192.6	ns		
11週齢体重	3131.6 ±	242.9 A	3237.2 ±	185.5 B	3220.6 ±	211.4 AB	p<0.10	0.25	1.00
13週齢体重	3698.2 ±	258.6 a	3846.8 ±	215.2 b	3819.3 ±	225.0 b	p<0.01	0.33	1.00
15週齢体重	3968.3 ±	290.0 a	4130.6 ±	224.0 b	4149.7 ±	263.3 b	p<0.01	0.36	1.00
雌体重(g)									
0週齢体重	40.4 ±	4.2	40.5 ±	3.5	39.6 ±	3.3	ns		
1週齢体重	108.8 ±	11.6 a	111.5 ±	11.0 ab	113.4 ±	9.6 b	p<0.05	0.18	1.00
2週齢体重	238.5 ±	26.2	238.7 ±	22.0	242.7 ±	21.3	ns		
3週齢体重	398.8 ±	44.6 ab	392.0 ±	36.7 a	409.2 ±	37.3 b	p<0.05	0.18	1.00
4週齢体重	610.9 ±	73.0 ab	591.4 ±	56.8 a	617.0 ±	56.2 b	p<0.05	0.18	1.00
6週齢体重	1093.3 ±	92.9	1101.6 ±	88.5	1116.1 ±	91.6	ns		
7週齢体重	1376.0 ±	105.7	1378.1 ±	105.1	1396.0 ±	114.3	ns		
9週齢体重	1951.1 ±	134.7	1953.7 ±	145.8	1966.0 ±	183.7	ns		
11週齢体重	2303.8 ±	168.1	2323.5 ±	171.8	2336.9 ±	219.9	ns		
13週齢体重	2619.7 ±	200.1	2635.6 ±	186.2	2668.9 ±	248.8	ns		
15週齢体重	2915.9 ±	242.1	2930.9 ±	210.9	2973.0 ±	283.2	ns		
17週齢体重	3261.2 ±	296.4	3360.4 ±	265.9	3328.5 ±	313.2	ns		

※平均値±標準偏差

※ab:p<0.05、AB:p<0.10

※p値は分散分析結果

表3 高CP飼料の給与期間の違いがみやざき地頭鶏平均日増体量に及ぼす影響

	対照区		7日区		14日区		p値	効果量	検定力
雄平均日増体量(g/日)									
0-1週齢間	10.3 ±	1.3 a	10.7 ±	1.1 a	11.4 ±	0.9 b	p<0.01	0.42	1.00
1-2週齢間	19.5 ±	5.8	20.8 ±	1.4	20.0 ±	1.8	ns		
2-3週齢間	27.8 ±	5.4	27.2 ±	2.2	27.4 ±	1.9	ns		
3-4週齢間	30.7 ±	4.1	32.0 ±	4.0	30.6 ±	3.5	ns		
4-6週齢間	46.9 ±	4.6	48.7 ±	5.7	48.7 ±	5.2	ns		
6-7週齢間	55.5 ±	5.9	56.1 ±	4.9	56.1 ±	5.5	ns		
7-9週齢間	55.7 ±	6.7 a	57.8 ±	5.0 ab	59.2 ±	7.2 b	p<0.05	0.23	1.00
9-11週齢間	46.9 ±	7.5	49.3 ±	5.1	49.4 ±	6.9	ns		
11-13週齢間	40.5 ±	6.6 a	43.7 ±	5.6 ab	45.1 ±	9.1 b	ns		
13-15週齢間	21.0 ±	8.8	21.6 ±	8.4	23.6 ±	9.7	ns		
0-4週齢間	22.4 ±	1.9	23.0 ±	1.6	22.6 ±	1.5	ns		
4-9週齢間	52.4 ±	4.4 a	54.1 ±	3.8 ab	54.7 ±	5.0 b	p<0.05	0.22	1.00
9-15週齢間	35.3 ±	4.6 a	37.8 ±	4.3 b	38.7 ±	4.7 b	p<0.01	0.32	1.00
0-15週齢間	37.4 ±	2.8 a	39.1 ±	2.1 b	39.5 ±	2.7 b	p<0.01	0.36	1.00
雌平均日増体量(g/日)									
0-1週齢間	10.1 ±	1.0 a	10.6 ±	1.0 b	10.5 ±	1.1 ab	p<0.05	0.24	1.00
1-2週齢間	18.8 ±	1.8	18.7 ±	1.5	18.4 ±	2.0	ns		
2-3週齢間	23.2 ±	2.3 ab	22.8 ±	2.1 a	24.0 ±	3.0 b	p<0.10	0.20	1.00
3-4週齢間	27.2 ±	3.4 a	25.3 ±	3.4 b	26.2 ±	3.7 ab	p<0.05	0.22	1.00
4-6週齢間	36.2 ±	4.2 a	37.9 ±	4.1 ab	38.2 ±	4.0 b	p<0.05	0.22	1.00
6-7週齢間	40.4 ±	4.2	39.5 ±	4.2	40.0 ±	5.2	ns		
7-9週齢間	38.3 ±	4.3	38.4 ±	5.0	38.0 ±	5.7	ns		
9-11週齢間	27.1 ±	4.9	28.4 ±	4.8	28.5 ±	5.0	ns		
11-13週齢間	22.6 ±	4.8	22.3 ±	4.4	23.7 ±	4.0	ns		
13-15週齢間	21.2 ±	5.7	21.1 ±	5.4	21.7 ±	5.7	ns		
15-17週齢間	24.7 ±	8.2 a	30.7 ±	6.9 b	25.4 ±	7.2 a	p<0.01	0.36	1.00
0-4週齢間	20.1 ±	1.7	19.6 ±	1.5	20.0 ±	1.7	ns		
4-9週齢間	37.9 ±	2.9	38.4 ±	3.5	38.5 ±	4.3	ns		
9-13週齢間	24.8 ±	4.2	25.3 ±	3.1	26.0 ±	3.8	ns		
13-17週齢間	22.9 ±	5.2 a	25.9 ±	5.1 b	23.6 ±	5.1 ab	p<0.05	0.25	1.00
0-17週齢間	27.1 ±	2.5	27.9 ±	2.2	27.6 ±	2.6	ns		

※平均値±標準偏差

※ab:p<0.05、AB:p<0.10

※p値は分散分析結果

表 4 に雄雌それぞれの飼料要求率を示した。雄は、0-4 週齢間では 7 日区が対照区および 14 日区よりも有意に低く、4-15、0-15 週齢間では 7 日区および 14 日区が対照区よりも有意に低かった。雌は、全ての週齢間で有意差がなかった。

表4 高CP飼料の給与期間の違いがみやざき地頭鶏飼料要求率に及ぼす影響

	対照区		7日区		14日区		p値	効果量	検定力
雄飼料要求率									
0-4週齢間	1.73 ±	0.20 ^a	1.65 ±	0.15 ^b	1.72 ±	0.17 ^a	p<0.01	0.21	1.00
4-15週齢間	2.11 ±	0.17 ^a	1.94 ±	0.12 ^b	1.94 ±	0.15 ^b	p<0.01	0.52	1.00
0-15週齢間	3.73 ±	0.37 ^a	3.53 ±	0.26 ^b	3.53 ±	0.32 ^b	p<0.01	0.31	1.00
雌飼料要求率									
0-4週齢間	1.99 ±	0.29	1.98 ±	0.21	1.92 ±	0.19	ns		
4-17週齢間	2.35 ±	0.25	2.35 ±	0.21	2.42 ±	0.25	ns		
0-17週齢間	4.74 ±	0.45	4.76 ±	0.38	4.81 ±	0.30	ns		

※平均値±標準偏差

※ab:p<0.05、AB:p<0.10

※p値は分散分析結果

表 5 に各試験区の飼料費の比較を示した。0-3 週齢間に投与した慣行飼料（前期飼料）の単価は 100.9 円/kg であるのに対し、高 CP 飼料は 110.1 円/kg と約 10 円/kg 高くなった。飼料摂取量から算出した 1 羽あたりの飼料費は 0-3 週齢間において 14 日区が他区よりも 1.6 ~ 1.8 円/羽高くなったが、対照区と

7 日区の間にはほとんど差はなかった。雄雌それぞれの全飼養期間（雄：0-15 週齢間、雌：0-17 週齢間）における 1 羽あたりの飼料費は、雄は 7 日区および 14 日区が対照区よりも安くなり、雌は逆に対照区が他区よりも安くなった。

表5 各試験区の飼料費の比較

	対照区	7日区	14日区
	(円/羽)	(円/羽)	(円/羽)
0-3週齢飼料費（雄雌混飼）	62.3	62.5	64.1
雄総飼料費計（0-15週齢）	765.0	743.6	755.6
雌総飼料費計（0-17週齢）	694.1	718.8	730.4

※各飼料単価・・・前期飼料(CP22%)：100.9円/kg、前期飼料（CP24%）：110.1円/kg
後期飼料：95.3円/kg 仕上げ飼料：94.6円/kg

表 6 に雄雌それぞれの解体成績を示した。雄は、生体重、と体重、もも肉重、むね肉重および腹腔内脂肪重において 7 日区および 14 日区が対照区よりも有意に重いまたは重い傾向を示した。雌は、生体重、と体重、もも肉重およびむね肉重において 14 日区が対照区および 7 日区よりも有意に重いまたは重い傾向を示した。歩留率については、雄のササミ重および筋胃重に有意差が認められたものの、大きな差はなかった。

表6 高CP飼料給与期間の違いがみやざき地頭鶏の解体成績に及ぼす影響

		対照区		7日区		14日区		p値	効果量	検定力
雄解体成績 (解体日齢: 119日齢)										
生体重	(g)	3919.3 ±	244.8 ^a	4122.5 ±	210.2 ^b	4157.8 ±	230.5 ^b	p<0.01	0.47	1.00
と体重	(g)	3600.6 ±	242.9 ^a	3786.8 ±	190.4 ^b	3841.8 ±	206.2 ^b	p<0.01	0.49	1.00
もも肉重	(g)	858.0 ±	75.2 ^a	901.3 ±	60.5 ^{ab}	916.1 ±	65.7 ^b	p<0.05	0.38	1.00
もも肉色		5.0 ±	0.6	5.0 ±	0.3	5.2 ±	0.6	ns		
むね肉重	(g)	443.2 ±	50.0 ^a	483.9 ±	53.0 ^b	465.0 ±	44.8 ^{ab}	p<0.05	0.35	1.00
むね肉色		4.3 ±	0.5	4.3 ±	0.6	4.2 ±	0.6	ns		
ササミ重	(g)	122.0 ±	9.9	128.5 ±	13.2	122.0 ±	10.1	ns		
腹腔内脂肪重	(g)	65.4 ±	33.9 ^a	84.2 ±	26.4 ^{ab}	96.1 ±	52.8 ^b	p<0.10	0.33	1.00
筋胃重	(g)	57.8 ±	6.0	55.2 ±	4.6	58.5 ±	8.8	ns		
歩留率										
と体重/生体重	(%)	91.8 ±	1.2	91.9 ±	0.8	92.4 ±	1.1	ns		
もも肉重/と体重	(%)	23.8 ±	1.2	23.8 ±	1.2	23.8 ±	0.7	ns		
ムネ肉重/と体重	(%)	12.3 ±	1.3	12.8 ±	1.0	12.1 ±	1.2	ns		
ササミ重/と体重	(%)	3.4 ±	0.2 ^a	3.4 ±	0.3 ^a	3.2 ±	0.2 ^b	p<0.01	0.44	1.00
筋胃重/と体重	(%)	1.6 ±	0.2 ^a	1.5 ±	0.1 ^b	1.5 ±	0.2 ^{ab}	p<0.10	0.33	1.00
腹腔内脂肪重/と体重	(%)	1.8 ±	1.0	2.2 ±	0.8	2.5 ±	1.3	ns		
雌解体成績 (解体日齢: 147日齢)										
生体重	(g)	3530.0 ±	236.4 ^a	3504.0 ±	133.5 ^a	3656.0 ±	140.6 ^b	p<0.05	0.39	1.00
と体重	(g)	3281.7 ±	211.8 ^a	3280.6 ±	124.0 ^a	3413.1 ±	136.5 ^b	p<0.05	0.39	1.00
もも肉重	(g)	621.0 ±	55.3 ^{AB}	603.9 ±	43.9 ^A	638.4 ±	41.0 ^B	p<0.10	0.31	1.00
もも肉色		5.2 ±	0.5	5.1 ±	0.7	5.1 ±	0.4	ns		
むね肉重	(g)	406.8 ±	36.2 ^{AB}	385.3 ±	44.0 ^A	413.5 ±	43.3 ^B	p<0.10	0.30	1.00
むね肉色		4.2 ±	0.5	4.1 ±	0.4	4.1 ±	0.6	ns		
ササミ重	(g)	102.7 ±	11.2	101.7 ±	9.7	102.1 ±	9.5	ns		
腹腔内脂肪重	(g)	184.4 ±	54.5	168.6 ±	65.6	195.9 ±	63.2	ns		
筋胃重	(g)	47.4 ±	9.8	54.7 ±	49.4	50.7 ±	31.7	ns		
歩留率										
と体重/生体重	(%)	93.0 ±	1.2	93.6 ±	0.9	93.4 ±	0.9	ns		
もも肉重/と体重	(%)	18.9 ±	0.9	18.4 ±	1.0	18.7 ±	0.9	ns		
ムネ肉重/と体重	(%)	12.4 ±	1.1	11.8 ±	1.4	12.1 ±	1.1	ns		
ササミ重/と体重	(%)	3.1 ±	0.3	3.1 ±	0.3	3.0 ±	0.2	ns		
筋胃重/と体重	(%)	1.4 ±	0.3	1.7 ±	1.5	1.5 ±	1.0	ns		
腹腔内脂肪重/と体重	(%)	5.7 ±	1.7	5.1 ±	1.9	5.7 ±	1.8	ns		

※平均値±標準偏差

※abp<0.05, ABp<0.10

※p値は分散分析結果

考察

みやざき地頭鶏初生ひなの初期発育が向上すると、出荷体重が増加し、農家収益向上につながる。

本試験結果では、雄雌ともに高 CP 飼料投与区においてふ化日 (0 日齢) から 7 日齢の初期発育が有意に良好であった。さらに、雄では 9-15 週齢間、雌では 13-17 週齢間の飼育後半における増体において、高 CP 飼料投与区が有意に良好であった。一方で、高 CP 飼料投与期間の違いには明確な差が見られなかった。前報 (堀之内ら、2019) の試験では飼料中 CP 含量を 22、24、26%の三段階に分け、21 日間投与したところ、雄において飼料中 CP 含量が

高まるほど増体が良くなったが、雌では明確な差がなかった。しかしながら、本試験の結果からは、雄雌ともに増体への良好な影響が見られ、更に高 CP 飼料給与期間を 7 ~ 14 日に短縮しても効果が発揮される可能性が示唆された。

飼料費は、高 CP にすることで飼料単価が約 10 円/kg 上がったが、飼料要求率が改善したことでコスト高にはならなかった。つまり、幼雛期の飼料に手を加えることは「小さい投資で大きな効果」をもたらす可能性があることがいえるだろう。

結論として、幼雛期飼料を高 CP にすることで、みやざき地頭鶏の初期生育を良好にし、その後出荷までの発育が良好になり、出荷体重の増加または出荷日齢の短縮が見込まれる可能性が示唆された。今

後は、本研究結果の現場普及に努め、生産者、および指導員に対し幼雛期飼料の重要性について啓発を行う予定である。

参考文献

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり：幼雛期飼料の CP 含量がみやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響：宮崎県畜産試験場試験研究報告 第 29 号 (2019)、54-59

堀之内正次郎・中山広美・加藤さゆり：練り餌処理した幼雛期飼料がみやざき地頭鶏の発育および体重バラツキに及ぼす影響：宮崎県畜産試験場試験研究報告 第 29 号 (2019)、60-64

Cohen, J. 1962 The statistical power of abnormal-social psychological research: a review, *Journal of Abnormaland Social Psychology* 65 (3), 145-153