

鳥取畜試研報
Bull. Tottori. Anim.
Husb. Exp. Stn

ISSN 1341-6405

Bulletin of the
Tottori Prefectural
Animal Husbandry Experiment Station
No. 40

鳥取県畜産試験場研究報告 第40号

令和2年3月（2020年）

鳥取県畜産試験場

鳥取県東伯郡琴浦町

Tottori Prefectural Animal Husbandry Experiment Station

目次

1. ゲノム育種価を用いた黒毛和種繁殖雌牛における産肉形質の遺伝的能力評価 北村夕貴・井上喜信・田淵一郎・渡邊敏夫	1
2. 国産牛モモ肉の熟成日数の違いによる理化学分析値、物性特性および味覚センサの「うま味値」の変化から見た焼き肉に合う熟成適期の検討 小江敏明・野儀卓哉・田中成彦・岡垣敏生	6
3. 黒毛和種去勢牛の短期肥育における濃厚飼料の増給方法が発育及び枝肉形質に与える影響 入江誠一・福田孝彦	13
4. 所得向上を目指した TMR 調整技術の確立試験 山下明登・庄野俊一	18
5. 砂丘地飼料作物栽培及び牛への給与に関する試験 瀬尾哲則・市橋朋典	24
6. 飼料作物奨励品種選定試験（平成 28 年度） 庄野俊一・瀬尾哲則	30
7. 飼料作物奨励品種選定試験（平成 30 年度） 米原尚子・池本千恵美	35
8. “強化” 哺育を活用した和子牛育成技術確立試験（第 1 報） 山本路子・福田孝彦・森下康	40
9. “強化” 哺育を活用した和子牛育成技術確立試験（第 2 報） 福田孝彦・山本路子・森下康	46

ゲノム育種価を用いた黒毛和種繁殖雌牛における 産肉形質の遺伝的能力評価

北村夕貴・井上喜信・田淵一郎*・渡邊敏夫**

*現鳥取県鳥取家畜保健衛生所、**公益社団法人畜産技術協会 附属動物遺伝研究所

要 約

新しい牛の遺伝的能力評価指標として期待されるゲノム育種価の和牛改良への活用を検討するため、鳥取県内の全ての黒毛和種繁殖雌牛を対象に調査し、検討を行った。

和牛繁殖雌牛 2,724 頭から得たサンプルについて DNA を解析し、産肉形質のゲノム育種価を算出した。枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、皮下脂肪厚、歩留基準値及び脂肪交雑について平成 28 年度推定育種価との相関は 0.77、0.72、0.62、0.51、0.71、0.69、オレイン酸割合については平成 26 年度推定育種価との相関係数が 0.66 となり、いずれも高い相関がみられ、改良への有用性が示された。また、ゲノム育種価評価値を用いた県内繁殖雌牛の遺伝的改良のすう勢についても検討し、改良状況の把握に活用できることが示唆された。

諸 言

これまで牛の育種改良には育種価という尺度が利用されてきたが、正確度の高い遺伝的能力推定値を得るには多くの後代が必要であり、算出までに長い時間を要することが欠点であった。

近年、個体の DNA 上の数万か所の変異（一塩基多型（SNP））を短時間かつ安価に検査するツールが開発され、これを利用したゲノム育種価という遺伝的能力推定値の算出法がアメリカで実用化された¹⁾。

当场では、公益社団法人畜産技術協会附属動物遺伝研究所との共同研究により、日本で初めての黒毛和種牛におけるゲノム育種価算出を試み、種雄牛を用いた検証で枝肉 6 形質（枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、皮下脂肪厚、歩留基準値及び脂肪交雑）及びオレイン酸割合（オレイン酸）について従来の推定育種価との高い相関を確認した^{2) 3)}。

この技術を利用して県内の黒毛和種繁殖雌牛（以下、繁殖雌牛という。）の産肉能力の向上を目指し、同時に種雄牛造成の基礎雌牛選抜に活用するため、県内の繁殖雌

牛全頭を対象にゲノム育種価評価を実施した。

材 料 お よ び 方 法

1 供試材料

鳥取県内で和牛を飼養する農家 229 戸の繁殖雌牛 2,724 頭の血液および毛根サンプルからそれぞれ Easy-DNA™ gDNA Purification Kit (Thermo Fisher Scientific) と ISOHAIR (ニッポン・ジーン) を用いてマニュアルに従い DNA を抽出した。

2 SNP 型判定

illumina 社の GGP Bovine LD Bead Chip (SNP 数 約 30,000) を用い、マニュアルに従って SNP 型を判定した。型判定率が 95%以下、マイナーアレル頻度 0.01 以下、及びハーディーワインベルグ平衡に従わない ($P < 0.001$) SNP を除き、さらに型判定率が 95%以下の個体も検査対象から除外した。

得られた SNP データについて BEAGLE v3.3.2 を用いて BovineSNP50 (SNP 数 約 54,000) 相当の高密度

SNP データへの補完を行った。

3 ゲノム育種価算出

ゲノム育種価は、得られた高密度 SNP データから SNP 効果推定値を用いて算出した。

SNP 効果推定値は、肥育牛の枝肉情報と SNP 型データから G-BLUP 法を用いて算出したもので、枝肉 6 形質については、鳥取県を含む 20 の共同研究機関から得られた 12,785 頭、オレイン酸については、鳥取県で採材した 2,972 頭の肥育牛を用いた。母数効果として市場（枝肉 6 形質：20 市場、オレイン酸：1 市場）、年次（枝肉 6 形質：2002 年～2015 年、オレイン酸：2005 年～2015 年）、性（去勢、雌）、共変量として月齢（1 次及び 2 次）を取り上げた。個体間の共分散行列のもとになるゲノム関係行列は VanRaden の方法に従い⁴⁾、分散成分推定法は AI-REML 法により行った。ゲノム育種価の詳しい算出方法は、渡邊による既報⁵⁾を参照いただきたい。

結 果

調査した繁殖雌牛 2,724 頭の基本統計量を表 1 に示す。また、ゲノム育種価の精度検証として、推定育種価との相関係数を算出し、結果を表 2 に示した。算出には繁殖雌牛 2,724 頭のうち推定育種価の判明している個体を用い、枝肉 6 形質については平成 28 年度算出育種価において各形質正確度 0.8 以上の個体を用い、オレイン酸については平成 26 年度算出育種価において正確度 0.7 以上の個体を用いた。枝肉重量とオレイン酸についてはグラフをそれぞれ図 1 と図 2 に示した。

繁殖雌牛は産子数が少ないことから推定育種価の正確度は高くないが、ゲノム育種価との相関係数は 0.51 から 0.77 と高い相関関係がみられた。グラフからもゲノム育種価の高い個体において推定育種価も高い傾向がわかる。

表 1 県内繁殖雌牛ゲノム育種価情報の基本統計量

	平均	標準偏差	最大	最小
枝肉重量	12.48	32.03	122.75	-104.68
ロース芯面積	1.48	4.85	19.26	-16.33
バラの厚さ	0.08	0.43	1.59	-1.37
皮下脂肪厚	-0.03	0.34	1.06	-1.08
歩留基準値	0.12	0.77	2.54	-2.70
脂肪交雑	0.24	0.49	2.08	-1.44
オレイン酸割合	0.19	1.64	5.97	-5.70

表 2 ゲノム育種価と推定育種価との相関係数

形質	n	相関係数
枝肉重量	132	0.77
ロース芯面積	230	0.72
バラの厚さ	40	0.62
皮下脂肪厚	215	0.51
歩留基準値	365	0.71
脂肪交雑	322	0.69
オレイン酸割合	132	0.66

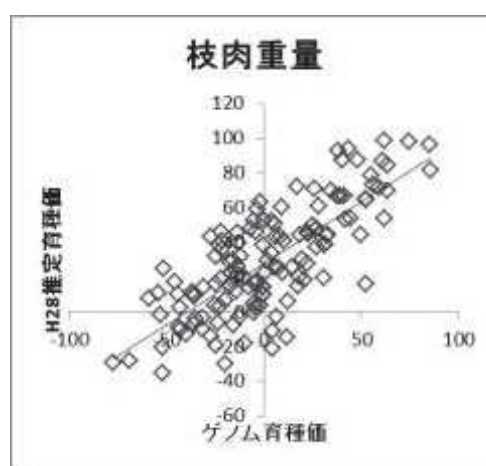


図 1 枝肉重量におけるゲノム育種価と推定育種価との関係

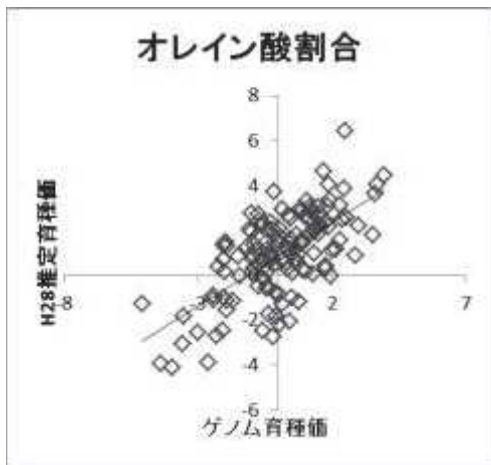


図2 オレイン酸割合におけるゲノム育種価と推定育種価との関係

ゲノム育種価における各形質間の遺伝相関を表3に示した。

枝肉重量とバラの厚さ、ロース芯面積と脂肪交雑間にそれぞれ0.66、0.70の高い相関がみとめられ、オレイン酸については他の形質との相関が低かった。

表3 各形質間の遺伝相関

	枝肉重量	ロース芯	バラの厚さ	皮下脂肪厚	歩留基準値	脂肪交雑	オレイン酸
枝肉重量	1						
ロース芯面積	0.37	1					
バラの厚さ	0.66	0.27	1				
皮下脂肪厚	0.25	-0.22	0.34	1			
歩留基準値	-0.06	0.82	0.13	-0.58	1		
脂肪交雑	0.24	0.70	0.34	-0.10	0.62	1	
オレイン酸割合	0.03	0.10	0.15	0.09	0.09	0.12	1

県内の和牛繁殖雌牛における生年ごとのゲノム育種価と推定育種価の推移(すう勢)を図3から図9に示した。

推定育種価は、記録のある県内繁殖雌牛14,973頭を対象とした。また、ゲノム育種価については生年ごとの父牛の構成割合を表4に示した。

すべての形質において、ゲノム育種価と推定育種価のすう勢は似た傾向を示した。枝肉重量は、緩やかに上昇し、ロース芯面積と脂肪交雑、歩留基準値は急激に向上しており、改良の効果が認められる。バラの厚さは傾向が認められず、皮下脂肪厚は変動があるものの緩やかに低下(薄く)している。オレイン酸については平成18

年度頃から上昇し、高い値を維持している。

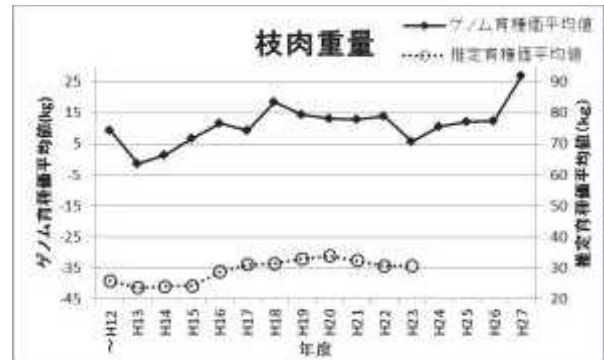


図3 枝肉重量におけるゲノム育種価と推定育種価の推移

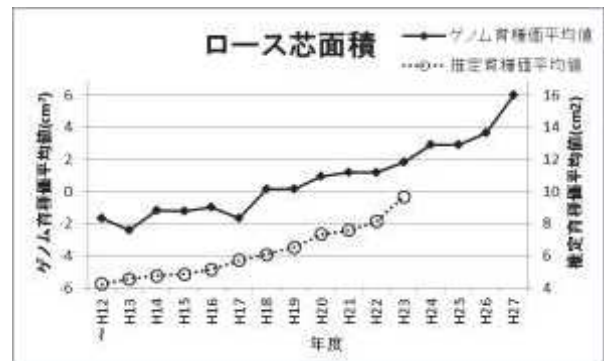


図4 ロース芯面積におけるゲノム育種価と推定育種価の推移

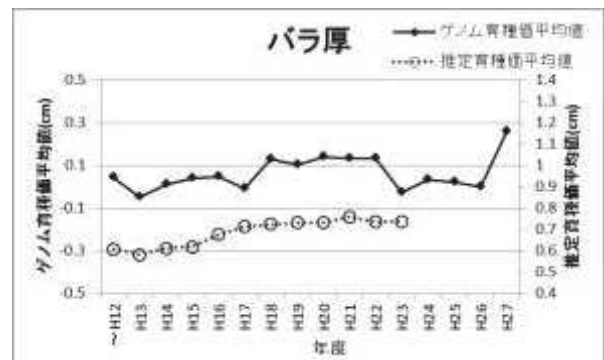


図5 バラの厚さにおけるゲノム育種価と推定育種価の推移

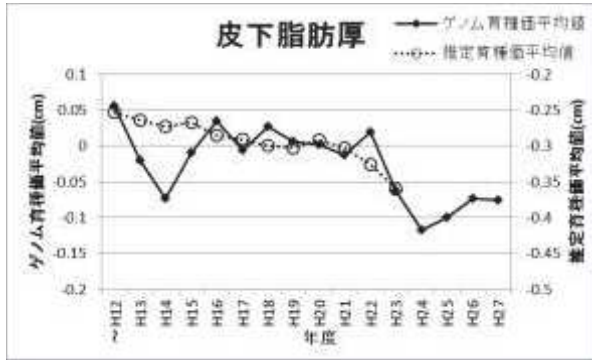


図6 皮下脂肪厚におけるゲノム育種価と推定育種価の推移

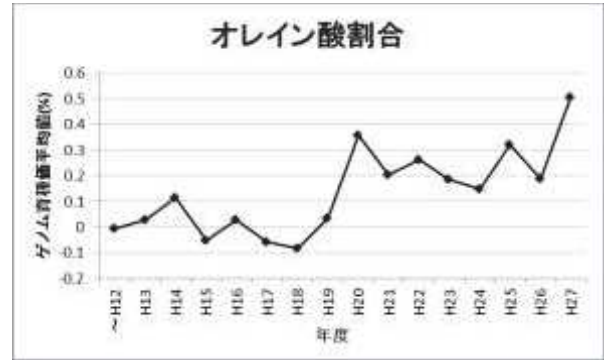


図9 オレイン酸割合におけるゲノム育種価の推移



図7 歩留基準値におけるゲノム育種価と推定育種価の推移



図8 脂肪交雑におけるゲノム育種価と推定育種価の推移

表4 ゲノム育種価年次ごとの主要な父牛の構成割合

年次	n	主要な父牛の構成割合				
~H12	53	平茂勝 0.19	安平, 智頭平茂 0.15	神高福 0.08		
H13	59	金幸 0.19	平茂勝 0.17	安平 0.12		
H14	84	平茂勝 0.20	金幸 0.12	安平 0.11		
H15	92	平茂勝 0.25	金幸 0.10	福栄 0.09		
H16	95	平茂勝 0.15	第2平茂勝 0.07	金幸, 百合茂 0.06		
H17	114	平茂勝 0.13	金平勝 0.09	百合茂 0.06		
H18	154	勝忠平, 平茂勝 0.10	第2平茂勝 0.06	金幸 0.05		
H19	195	百合茂 0.10	福栄 0.08	平茂勝 0.07		
H20	262	安福久 0.10	百合茂, 勝忠平 0.09	第1花国 0.06		
H21	220	百合茂 0.13	勝忠平 0.10	安福久 0.07		
H22	234	百合茂 0.11	安福久 0.09	勝忠平 0.08		
H23	178	安福久 0.29	百合茂 0.14	勝安波 0.06		
H24	190	安福久 0.27	百合茂 0.21	隆之国 0.08		
H25	278	安福久, 百合茂 0.20	隆之国 0.09	勝安波 0.05		
H26	299	安福久 0.28	百合茂 0.10	美国桜 0.08		
H27	176	百合白清2 0.20	安福久 0.17	白鵬 8.5の3 0.16		

考 察

繁殖雌牛を用いたゲノム育種価の精度検証では、種雄牛を用いた検証と同様に、枝肉6形質、オレイン酸全てにおいて高い相関が得られた。枝肉重量で最も相関が高く、皮下脂肪厚で最も相関が低くなった点は、渡邊ら²⁾が鳥取県有種雄牛を用いて検証した結果と一致した。

また各形質間の遺伝相関について、オレイン酸はどの形質とも相関が低く、オレイン酸の改良が他の形質に影響を及ぼすことはないと予想される。

ゲノム育種価という能力予測値を用いて、県内の繁殖雌牛の改良のすう勢を検証したところ、枝肉重量については大型の個体が多い鳥取県の特徴が表れていると考えられ、重点的に改良を進めてきたロース芯面積と脂肪交雑においては、目覚ましい改良効果が認められた。

父本牛のゲノム育種価を算出していないため断定することはできないが、ロース芯面積と脂肪交雑における平成17年度からの急激な向上は、百合茂、勝忠平、安福

久による改良の効果と考えられる。また、バラの厚さ、皮下脂肪厚を意識した改良はあまりなされておらず、多用された雄牛の形質に左右されているとみられる。平成27年度の枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、脂肪交雑の大幅な伸びは、白鵬85の3、百合白清2の影響が大きいと考えられる。

以上の結果から、ゲノム育種価は繁殖雌牛においても産肉能力の推定に有効であり、産肉能力の改良や、その改良効果の確認に活用できると考えられる。また生産者がゲノム育種価を利用することで今後より効率的な交配や選抜が可能になると予想される。種雄牛造成に関しても、産子成績を持たない若い雌牛の中から、ゲノム育種価の高い個体を選抜することで、改良速度の向上が期待される。

謝 辞

本研究を実施するにあたり御指導、御助言頂いた公益社団法人畜産技術協会動物遺伝研究所の皆さま、サンプル収集をされた他の共同研究機関の皆さま、繁殖雌牛の採材に御協力いただいた生産者、各家畜保健衛生所等の皆さまにこの場を借りて感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) Holstein USA, http://www.holsteinusa.com/programs_services/genomics.html
- 2) 渡邊ら、肥育牛 3686 頭を訓練集団とした黒毛和種種雄牛の枝肉形質ゲノム育種価評価の推定精度、日本畜産学会第 119 回大会要旨集 170
- 3) 田淵ら、黒毛和種肥育牛 1047 頭を用いたオレイン酸割合ゲノム育種価評価の試み、日本畜産学会第 119 回大会要旨集 169
- 4) VanRaden PM, 2008, Efficient methods to compute genetic prediction. *Journal of Dairy Science* 91: 4414-4423.
- 5) 渡邊敏夫, 2016, 黒毛和種経済形質のゲノム育種価評価 *The Journal of Animal Genetics* 44, 3-10

国産牛モモ肉の熟成日数の違いによる理化学分析値、 物性特性および味覚センサの「うま味値」の変化から見た焼肉に合う熟 成適期の検討

小江敏明*・野儀卓哉**・田中成彦*・岡垣敏生***

*現鳥取県農林水産部農業振興戦略監畜産課、**現鳥取県農林水産部農業大学校、
***現鳥取県農林水産部農業振興戦略監

要 約

ホルスタイン去勢肥育牛のと畜7日目のウチモモを用い、真空包装状態で0℃の冷蔵庫内で0、14、21、28、35、42、63日間の熟成を行い、理化学分析値、物性特性および味覚センサの「うま味値」の変化からみた焼肉に合う熟成適期について検討した。その結果、味覚センサの「うま味値」は熟成日21日目と63日目において高い値を示し、物性特性の破断荷重は熟成日14日目、21日目に低い値を示したことから、化学的データに基づいた焼肉に合う熟成適期は熟成日21日目（と畜後28日目）という結論となった。

緒 言

わが国において、酪農における副産物としてホルスタイン去勢の肥育が行われてきたが、1991年の牛肉輸入自由化により、輸入牛肉との差別化が難しい状況は続いており、さらに、今後締結されるであろうTPPやFTAなどの影響により、ますます価格競争の波に押されて、国内におけるホルスタイン肥育は厳しい状況になるだろうと予測される。

一方で近年、消費者は、霜降りのお肉の見た目の美しさより、食べておいしい牛肉を求める傾向があり、公益社団法人日本食肉消費総合センターの平成27年10月の調査では「普段は赤身肉を食し、たまに霜降りを食する」割合が41.4%と最も多く、また「必ず赤身肉を食する」割合が13.3%で、「必ず霜降り肉を食する」割合の3.9%より支持が多い¹⁾。このような消費者の赤身嗜好の結果から、ホルスタイン種を主とする国産牛肉のおいしさを担保でき

れば、消費者の支持を集めることもできると考えられる。牛肉のおいしさには血統や餌などさまざまな要因があるが、最も確実な方法は熟成であり、やわらかさやうま味などを向上させる効果があることが知られており、最適な熟成方法を確立することには非常に意味があることだと我々は考えている。

熟成方法には大きく分けて2つある。一つは通常真空包装状態で熟成を行うウェットエイジングと、真空包装なしに、ある一定の湿度の風量を当てて熟成を行うドライエイジングである。近年、ニューヨークスタイルのドライエイジングが話題となっているが、国内の熟成方法のほとんどはウェットエイジングであり、ドライエイジングを国内で普及させるには、時間と費用がかかり現実的ではない。これまでウェットエイジングあるいはドライエイジングによる牛肉の熟成期間と理化学分析値および物性特性の研究はいくつか報告があるが、物性特性の評価については、ほとんどが焼肉法以外で行われてお

り²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾、最も一般的に食する焼肉での物性特性報告がない現状である。

そこで、本試験では、現在の流通で最も一般的に行われる組み合わせとしてウェットエイジング法による熟成と調理方法として焼肉法を取り上げ、熟成日数の違いによる理化学分析値、物性特性および味覚センサの「うま味値」の変化を調査し、化学的データに基づいた焼肉に合う熟成適期について検討した。

材料及び方法

1 材料

と畜7日目のホルスタイン種去勢肥育牛のウチモモ10.8kgを約1.5kg程度に7ブロックに分割し、1ブロックを熟成0日目の試料とした。6ブロックは真空包装後約0°Cの冷蔵庫内で、ウェットエイジングによる熟成を行い、14、21、28、35、42、63日目の試料とした。

2 試料の調整

試料は該当の熟成日当日に周囲の脂肪や筋をトリミングした後、1cmの厚さにスライスし、縦3cm×横3cm×厚さ1cmの肉辺を作成し、加熱損失及び破断応力用サンプルとした。残りの試料はフードプロセッサにてミンチ肉にし、各種分析用サンプルとした。いずれも真空状態で分析まで-30°Cで冷凍保存した。また、一辺5mmの正方形を作成し、遠心保水性用サンプルとした。

3 調査項目

表1に調査項目を示した。

表1 調査項目

区分	項目
理化学分析	水分含量
	粗タンパク含量
	粗脂肪含量
	遊離アミノ酸
	核酸関連物質
	脂肪酸組成
	グリコーゲン
	グルコース
物性特性	遠心保水性
	加熱損失
	破断荷重
味覚センサ	うま味値

1) 理化学分析

一般成分のうち、水分含量は、試料を海砂と混合し105°Cで2時間乾燥させ、加熱乾燥前後の重量差により算出した。粗脂肪含量は、水分含量測定後の試料をソックスレーで16時間以上エーテル還流させた後に得られた重量から算出した。粗タンパク含量はケルダール窒素蒸留装置を用い、窒素量から算出した。一般成分については、全て2回測定し、その平均値を採用した。

遊離アミノ酸はヘキサンによる除脂肪、トリクロロ酢酸による除タンパクを行い抽出し、PH2.0~2.2に中和後、PH2.2くえん酸リチウム緩衝液で希釈後、高速液体クロマトグラフィー (Prominance : 島津製作所、蛍光検出器 : RF-10-AXL : 島津製作所) を用いて、ポストカラム法にて分析した。カラムは shim-pack AMINO Li (島津製作所) を用いて、移動相は島津高速液体クロマトグラフアミノ酸システム用アミノ酸移動相 Li 型 (島津製作所) を使用した。

核酸関連物質はヘキサンによる除脂肪、過塩素酸による除タンパクを行い抽出し、PH6.5~6.8に中和後、高速液体クロマトグラフィー (prominance : 島津製作所、UV検出器 : SPD-20AV : 島津製作所) を用いて分析した。カラムは STR ODS II (島津ジーエルシー) を用い、移動相は超純水 1L にリン酸 6.8mL、トリエチルアミン 20.9mL を含む溶液に 1%のアセトニトリルを加えたものを使用した。

なお、遊離脂肪酸、核酸関連物質及び味覚センサに用いた試料は、うま味値において後述する同ホモジネート溶液を用いた。

脂肪酸組成は3-(トリフルオロメチル)フェニルトリメチルアンモニウムヒドロキシド溶液を用いた GC オンカラム法にてガスクロマトグラフィーで分析した。カラムはキャピラリーカラム Rtx-2330 (RESTEK) を用いた。分析条件は注入口と検出器の温度を 250°C、オーブンの温度は150°C、昇温速度3°C/min、最終温度210°Cとした。

グリコーゲン含量はヨード法⁶⁾ (Dreiling ら, 1987) を用いて測定した。グルコースについてはグルコースキット (グルコース CII テストワコー ; Wako) を用いて測定した。

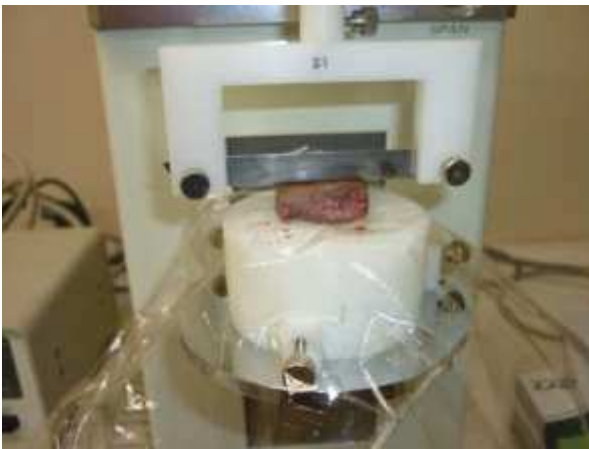
2) 物質特性

保水性は、遠心保水性とし、2 で調整したサンプルを濾紙で包み、キムワイプを敷き詰めた 50ml の遠沈管に入れ、室温で 2200rpm で 30 分間遠心し、前後の重量差により算出した。4 回測定し、その平均値を採用した。

加熱損失は 2 で調整したサンプルをあらかじめ室温に戻しておき、230℃ のホッププレート (KZ-HP2100-K ; Panasonic) で表裏 60 秒ずつ焼き、焼く前後の重量差により算出した。

破断荷重は加熱損失に使用したサンプルを室温になるまで放冷し、クリープメーター (RE2-33005S ; YAMADEN、プランジャーNo. 21 カッター) で測定した。(写真 1) 測定は 0~28 日目は 6 回の平均値、35, 42 日目は 5 回の平均値とした。35, 42 日目のサンプルは弾力のあるゴムのような状態になったため、破断荷重が 1 回分計測できなかった。63 日目は 6 回全て破断できない状態となり、計測不能となった。

写真 1 破断荷重の測定



3) 味覚センサによる「うま味値」

50ml の遠沈管に 3g のミンチ肉を正確に測り、30ml の超純水で定容後、ホモジナイズし、ホジネート溶液を 20ml 分取し、ヘキサンのにて除脂肪後、濾紙で固形物を取り除いたものを 70ml のメスフラスコにて定容した。この時、塩化カリウムを加え、最終濃度が 1mM になるように調整した。うま味値は味覚センサ (味認識装置 TS-5000Z; (株)インテリジェントセンサーテクノロジー)

を用い、センサ電極はうま味センサを使用した。測定方法は、味認識装置活用ユーザーズガイドの「希薄溶液を測定する」⁶⁾に従って行った。基準サンプルとして 1mM の塩化カリウムに調整した 1mM のグルタミン酸ナトリウム溶液を配置し、基準サンプルとの差により、サンプル間を比較した。

上記で作成したホモジネート溶液は、遊離アミノ酸および核酸関連物質の分析にも供した。

結果

1 理化学分析値の変化

水分含量は 0 日目から 28 日目まで若干の上下変動はあるものの変化がなかったが、35 日目以降はわずかに上昇傾向を示した。粗タンパク含量は 0 日目から 63 日目まで変化がなかった。粗脂肪含量は若干の上下変動はあるものの水分含量同様 0 日目から 28 日目までは変化がなかったが、35 日目以降はわずかに下降傾向を示した。(表 2)

遊離アミノ酸類では 31 種類検出し、そのうち、ジペプチドであるカルノシンは 28 日目以降から低下傾向に、同じくジペプチドであるアンセリンは変化がなかったが、その他 29 種の遊離アミノ酸は、熟成日が進むにつれて増加傾向にあった。(表 3)

核酸関連物質は 6 種類検出し、最終分解物質であるヒポキサンチンは増加傾向であったが、その他の 5 種については、減少および変化のない推移を示した。特にイノシン酸は減少傾向を示した。(表 4)

脂肪酸組成は 9 種測定し、パルミチン酸およびオレイン酸割合は減少し、ステアリン酸およびリノール酸割合は増加した。(表 4)

グリコーゲン含量は 0 日目から 63 日目まで変化がなかった。グルコースは 21 日目に若干の減少がみられたものの、熟成日が進むにつれて増加傾向にあった。(表 3)

表 2 熟成日に伴う一般成分

項目	熟成日						
	0日目	14日目	21日目	28日目	35日目	42日目	63日目
水分含量(%)	72.6	70.8	72.8	70.7	72.4	73.9	74.6
粗タンパク含量(%)	21.0	21.0	22.0	21.5	22.7	21.8	22.1
粗脂肪含量(%)	3.6	6.4	2.5	5.9	2.6	1.4	0.7

表 3 熟成日に伴う遊離アミノ酸含量

アミノ酸類名称		熟成日						
名称	略称	0日目	14日目	21日目	28日目	35日目	42日目	63日目
o-ホスホセリン	o-Phosphoserine	0.46	0.65	1.02	1.02	1.20	1.34	1.11
タウリン	Taurine	16.36	19.44	18.07	20.86	22.93	29.92	30.79
o-ホスホエタノールアミン	o-Phosphoethanolamine	0.72	0.70	0.75	0.84	0.82	0.93	1.06
アスパラギン酸	Asp	0.21	1.11	0.99	2.58	1.85	3.74	10.17
ヒドロキシプロリン	Hydroxyproline	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
スレオニン	Thr	5.01	9.45	11.24	14.33	13.81	17.32	28.02
セリン	Ser	6.82	14.67	16.81	21.42	20.27	25.19	37.99
アスパラギン	Asn	6.55	13.44	17.30	23.07	22.54	29.66	48.00
グルタミン酸	Glu	7.89	14.28	19.28	25.06	25.11	32.97	57.88
グルタミン	Gln	42.56	41.90	44.62	50.52	54.38	57.65	96.10
サルコシン	Sarcosine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-アミノアジピン酸	2-Amino adipic Acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
プロリン	Pro	3.25	4.49	5.09	6.56	5.67	7.62	12.51
グリシン	Gly	9.05	11.69	14.43	16.47	16.92	20.37	30.63
アラニン	Ala	33.88	43.87	47.22	54.95	53.39	60.85	87.56
シトルリン	Citrulline	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-アミノ酪酸	2-aminobutyric Acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
バリン	Val	6.68	15.27	18.20	22.56	21.13	25.43	38.21
システイン	(Cys)2	0.20	0.28	0.28	0.44	0.35	0.48	1.29
メチオニン	Met	4.18	10.76	13.25	15.40	15.70	18.37	26.33
イソロイシン	Ile	5.67	13.72	18.01	21.17	22.56	26.90	40.29
シスタチオニン	Cystathionine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ロイシン	Leu	11.05	25.74	31.78	37.78	39.29	47.23	65.59
チロシン	Tyr	6.52	15.68	18.06	21.70	19.51	22.65	21.75
フェニルアラニン	Phe	6.94	16.73	21.51	25.57	26.21	31.17	42.99
β アラニン	β -Alanine	0.56	0.58	0.71	0.65	0.69	0.66	0.92
3-アミノイソ酪酸	3-Aminoisobutyric Acid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4-アミノ酪酸	4-Aminobutyric Acid	0.06	0.13	0.12	0.18	0.17	2.50	0.74
トリプトファン	Trp	0.99	2.57	4.07	4.69	4.28	5.27	4.80
ヒスチジン	His	4.89	7.78	9.18	10.74	10.54	12.47	18.15
3-メチルヒスチジン	3-Methylhistidine	0.61	0.52	0.75	0.81	0.84	1.01	1.89
1-メチルヒスチジン	1-Methylhistidine	0.25	0.67	0.80	0.54	1.15	1.43	3.56
カルバシン	Carnosine	401.46	394.94	413.27	372.13	377.06	352.33	356.40
アンセリン	Anserine	100.40	109.91	97.62	98.75	97.52	101.29	77.23
ヒドロキシリジン	Hydroxylysine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
オルニチン	Ornithine	3.68	3.33	2.68	3.99	4.88	5.74	19.22
リジン	Lys	7.57	15.06	18.38	23.82	21.85	26.83	43.47
エタノールアミン	Ethanolamine/Ammonia	5.45	5.91	5.95	6.22	6.42	7.66	4.00
アルギニン	Arg	7.35	13.71	15.22	19.68	16.07	17.58	17.88
総遊離アミノ酸量 (カルノシン+アンセリン除く)		205.41	324.12	375.77	453.60	450.53	540.94	792.88
総うま味甘味系遊離アミノ酸量 (Asp+Ser+Glu+Pro+Gly+Ala)		61.10	90.11	103.83	127.03	123.21	150.75	236.74
総ジペプチド量 (カルノシン+アンセリン)		501.86	504.84	510.89	470.87	474.57	453.62	433.63

表 4 熟成日に伴う核酸関連物質含量、糖類および脂肪酸組成

			熟成日							
	名称	略称	0日目	14日目	21日目	28日目	35日目	42日目	63日目	
核酸関連物質 mg/100g	ヒポキサンチン	Hx	35.86	47.75	55.03	63.44	63.58	71.94	75.95	
	イノシン酸	IMP	53.85	19.77	12.49	1.51	1.98	0.70	0.38	
	アデニン	Adenine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	イノシン	HxR	51.70	51.33	41.22	32.82	30.19	22.17	5.13	
	アデニル酸	AMP	5.15	4.75	4.39	4.16	4.76	4.04	3.97	
	アデニン2リン酸	ADP	7.60	7.95	7.09	7.80	8.16	7.46	7.63	
	アデニン	Adenosine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	アデニン3リン酸	ATP	5.69	6.83	5.77	7.25	6.78	6.92	7.61	
	総核酸関連物質総量			159.85	138.39	125.99	116.97	115.44	113.23	100.66
	糖類 mg/g	グリコーゲン	Glycogen	7.54	8.36	7.60	7.41	8.39	7.44	7.79
グルコース		Glucose	1.86	2.47	2.01	2.86	3.04	3.26	3.42	
脂肪酸組成 %	ミスチン酸	C14:0	2.49	2.61	2.19	2.30	1.92	1.46	0.49	
	ミストレイン酸	C14:1	1.26	1.27	0.94	1.17	0.84	0.66	0.25	
	パルミチン酸	C16:0	27.33	27.99	27.23	26.08	25.50	23.34	18.56	
	パルミトレイン酸	C16:1	5.82	5.55	5.18	5.41	4.68	5.86	12.39	
	ヘプタデカ酸	C17:0	0.85	0.89	1.08	1.83	0.94	1.21	1.32	
	ヘプタデセン酸	C17:1	1.10	1.05	1.09	1.98	0.98	1.47	1.03	
	ステアリン酸	C18:0	7.79	8.32	10.18	10.44	11.38	12.42	12.53	
	オレイン酸	C18:1	49.02	47.46	44.60	45.98	44.65	38.53	39.16	
	リノール酸	C18:2	4.35	4.86	7.51	4.81	9.12	15.04	14.27	
	1価不飽和脂肪酸	MUFA	57.19	55.34	51.82	54.54	51.14	46.53	52.83	
飽和脂肪酸	SFA	38.46	39.81	40.68	40.65	39.74	38.43	32.90		

2 物性特性の変化

遠心保水性は0日目から28日目までは粗脂肪含量の変化と同様の変動を示したが、35日目から63日目までは粗脂肪含量の変化と関係なく上昇傾向が見られた。(図1)加熱損失は21日目までは減少傾向を示したが、28日目以降は増加傾向を示した。(図2)破断荷重は14日目まで減少し、14日から21日目は変化がなかった。しかし28日目以降は増加し、35日目、42日目は破断できないサンプルがそれぞれ1検体ずつあられ、63日目は6検体全てが破断できなかった。(図3)



図1 熟成日に伴う遠心保水性

3 味覚センサによる「うま味値」の変化

「うま味値」は、21日目まで増加し、それ以降一旦減少し、35日目以降再び増加し、63日目が最大値であった。(図4)



図2 熟成日に伴う加熱損失

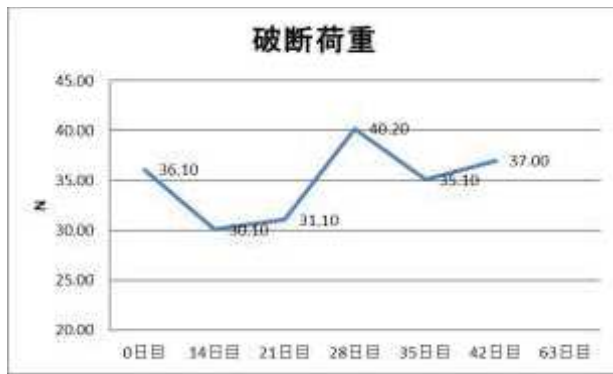


図3 熟成日に伴う破断荷重

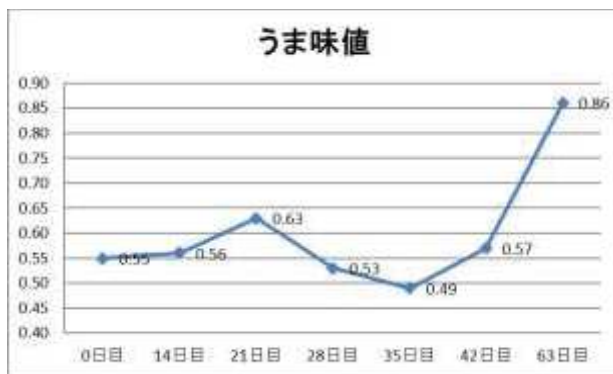


図4 熟成日に伴う味覚センサ「うま味値」

考 察

味覚センサによる「うま味値」の結果から、63日目が最もうま味が強いことが判明したが、その次に「うま味値」が高かったのが21日目という興味深い結果となった。このことは、21日目まではイノシン酸が一定量存在しており、遊離アミノ酸とイノシン酸による相乗効果の元に「うま味値」が増加したと考えられる。実際に坂本らは味覚センサでアミノ酸と核酸による相乗効果も測定できることを確認している⁷⁾。しかし、28日目にはイノシン酸はほぼ痕跡程度の量となったことから、相乗効果がなくなり、遊離アミノ酸のみによる「うま味」に変化したため、一旦減少し、その後、42日目、63日目での遊離アミノ酸の増加と連動して、また再度「うま味」が増加したと推測された。さらに風味に影響があると言われているオレイン酸割合は

徐々に減少する傾向がみられるが35日目まではほぼ0日目に近い値を保っていることから、味について総合的に判断すると、熟成21日目が最もうま味のある時期だと考えられた。

次に物性特性について述べる。保水性は、粗脂肪含量の高い部位ほど高い傾向にあるという報告があるが²⁾、遠心保水性については、粗脂肪含量の減少に反して28日目以降から上昇傾向がみられた。このことは、長期間熟成することにより、筋内膜と筋周膜の構造がき弱化が起こり⁸⁾、水分が内部に侵入しやすくなるため、保持されやすくなったと考えられる。一方、焼肉前後の加熱損失は21日目が最小値となり、その後は熟成が進むにつれて、増加する傾向が見られた。今回、28日目以降においては、筋膜の構造のき弱化が起こった状態で、さらに牛肉の厚さを1cmにスライスし、表裏230℃で1分間焼いたため、タンパク質の変性が一挙に起こり、水分が出やすくなったものと考えられる。それに伴い、クリープメーターによる破断荷重は14、21日目が最も小さく、28日目以降増加傾向となった。これまでの物性試験の報告では、熟成日数に伴い、せん断力価等は減少し、やわらかいという結果であったが²⁾³⁾、それは、肉の塊を内部温度70℃で保ったため、タンパク質変性が起こりにくかったことが要因として挙げられる。しかし、焼肉を想定して行った今回の物性特性では熟成日数が進みすぎると硬くなり、14から21日目が最もやわらかいという結果となった。

以上のことから、化学的データにより味及び物性特性を判断すると焼肉に合う熟成適期は熟成21日目（と畜後28日目）という結論に至った。

今後は、さらに例数を重ね、ウチモモ以外の部位、または異なる品種において、人の官能評価を加えた試験を行い、評価していく必要があると考えている。今回の結果が、少しでも国産牛肉の付加価値化や、国産牛肉の消費につなが

っていけば幸いである。

謝 辞

味覚センサを利用して頂いた地方独立行政法人鳥取県産業技術センターの方々、また、全ての分析に携わって頂いた当該研究チームの豊嶋非常勤に深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 公益社団法人日本食肉消費総合センター
2015. 食肉に関する意識調査報告書 p120
- 2) 織田一恵ら：黒毛和種去勢牛肉の脂肪含量の異なる部位での熟成効果の検討 愛媛畜研セ研報 35-42 2014
- 3) 土屋貴幸：県産牛肉の高付加価値化を目指した牛肉熟成技術の開発 静岡県畜技研報(6) 12-14 2013
- 4) 柳原一美ら：牛肉の長期熟成における官能評価、物性および化学成分の変化 日畜会報 66(2) 160-166 1995
- 5) 中井博康ら：市場牛肉性状の実態調査 畜産試験場年報 No25 151-162 1987
- 6) 株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー：味認識装置活用ユーザーズガイド p9
- 7) 坂本和広ら：味覚センサを用いた旨味相乗効果に関する基礎的研究 223 平成 17 年度電気関係学会九州支部連合大会
- 8) 沖谷明紘ら：肉の科学 P72-78 1996

黒毛和種去勢牛の短期肥育における濃厚飼料の増給方法が 発育及び枝肉形質に与える影響

入江誠一*、福田孝彦**

*現鳥取県農林水産部日野農業改良普及所、**現鳥取県中小家畜試験場

要 約

黒毛和種去勢牛の短期肥育における最適な濃厚飼料増給方法を検討するため、本場の通常肥育と同様に濃厚飼料を増量する対照区と通常肥育より早期に増量する試験区を設け比較したところ、発育、枝肉成績等に有意な差は見られなかった。しかし、肥育中期に濃厚飼料が制限され粗飼料摂取割合が多かった試験区は枝肉の背脂肪厚が薄い傾向が見られ、肥育中期の飼料給与方法が皮下脂肪厚に影響すると推察された。

緒 言

通常の肥育牛（29ヶ月齢）に比べて若い月齢（24ヶ月齢）で出荷する全国和牛能力共進会での上位入賞のためには短期肥育技術の確立が必要である。また輸入穀物相場の上昇によって配合飼料価格は高騰しており、肥育経営においても飼料費削減は喫緊の課題である。しかし、単純な肥育期間の短縮は枝肉重量及び肉質の低下が懸念され、現状では月齢の若い肥育牛の枝肉は市場評価が低いことが問題となっている。

今回、濃厚飼料の増量時期とスピードに着目し、本場の通常肥育に比べ濃厚飼料給与量を早期に増量する試験区を設け比較することにより、短期肥育に最適な濃厚飼料増給方法を検討した。

材 料 及 び 方 法

1 供試牛

平成26年6月に鳥取中央家畜市場で開催された和子牛セリで購入した6頭の黒毛和種去勢子牛を用いた（表1）。父は勝安波4頭、百合福久2頭で、百合福久産子

は同性双子であり、これらを月齢、体重及び2代祖までの血統が同等となるよう区分けし、21日間の馴致期間を設けた後試験を開始した。なお、対照区の1頭がセリ導入直後から体調を崩し、試験開始までに回復しなかったため開始時点で除外した。

表1 供試牛の血統

区分	性別	生年月日	月齢	父	母の父	備考
対照区	去勢	H25.8.23	9.4	勝安波	平茂勝	試験除外
	去勢	H25.10.11	7.8	勝安波	美津照	
	去勢	H25.8.29	9.2	百合福久	菊福秀	
試験区	去勢	H25.10.1	8.1	勝安波	平茂勝	
	去勢	H25.9.3	9.0	勝安波	美津照	
	去勢	H25.8.29	9.2	百合福久	菊福秀	

2 試験期間

平成26年6月～平成27年9月（肥育期間15ヶ月）とし、試験開始から5ヶ月間を前期（平均月齢9.4～14.3ヶ月）、6～9ヶ月までの4ヶ月間を中期（平均月齢14.4～18.3ヶ月）、10ヶ月から試験終了までの6ヶ月間を後期（平均月齢18.4～24.3ヶ月）とした。

3 試験設定

図1に濃厚飼料の増給方法を示す。対照区は本場での慣行法である肥育開始から7ヶ月で濃厚飼料給与量が9.5kg(増加量:1kg/月)となるよう増加し、以降飽食とした。試験区の濃厚飼料給与量は4ヶ月で8.5kg(増加量:1.5kg/月)とし、以降9ヶ月まで8.5kgで維持して10ヶ月以降9.5kgとした。試験区の濃厚飼料を肥育月齢5~9ヶ月の5ヶ月間は8.5kgで制限することにより、試験区と対照区の濃厚飼料給与量は同量となるように設定した。

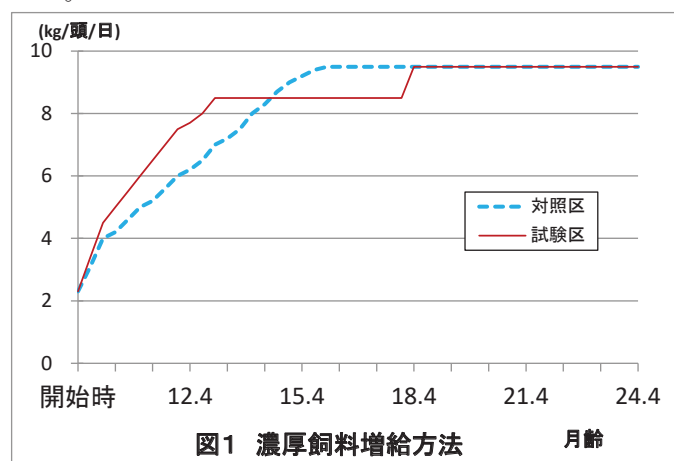


図1 濃厚飼料増給方法

4 飼養管理

飼料給与は1日2回とし、最初に0.5kg/頭の粗飼料を給与し、約30分後に濃厚飼料を給与した。また、前期はチモシーを、中期以降は稲ワラを濃厚飼料給与後複数回に分け、次回の飼料給与時まで食べきる程度の量を給与した。なお、粗飼料と濃厚飼料は分離して給与し、残飼は1日1回測定して廃棄した。飲水はウォーターカップによる自由飲水とし、尿石症予防のため塩化アンモニウムを含む固形塩を試験期間を通じて設置した。

5 調査項目

毎身体測を実施し体重、体高、体長、胸幅、胸深、尻長、胸囲及び腹囲を測定すると共に頸静脈から採血し、その血漿からTP、ALB、BUN、TCHO、GOT、GGT、Ca、IPを自動血液生化学分析装置(富士メディカルシステム DRI-CHEM 5500V)で調査し、異常値を示したものは治療を実施した。また血漿からビタミンA及びE濃度を調査し、ビタミンAが30IU/dl以下又は、50IU/dl以下で食欲が低下しているものについては適時

ビタミンAを経口投与した。

また、開始から3ヶ月ごとに超音波肉質診断機(富士平工業 HS-2000)による超音波肉質診断を実施した。

結果

1 飼料摂取量

飼料摂取量を表2に、推移を図2に示す。前期の平均濃厚飼料摂取量は試験区6.34kg、対照区5.66kg、中期は試験区8.57kg、対照区9.09kg、後期は試験区9.46kg、対照区8.46kgと試験区は計画通り摂取したが、対照区は後期に食い止まり予定量を摂取できなかった。粗飼料は前期の試験区は3.87kg、対照区3.39kg、中期は試験区2.28kg、対照区1.16kg、後期は試験区1.60kg、対照区0.96kgと試験期間を通じて試験区が多い結果であった。

粗飼料摂取割合の推移を図3に示す。前期は同程度の割合であるが、中期は濃厚飼料を制限した試験区が20%程度で推移し、対照区は10%程度で推移した。

表2 飼料摂取量 (kg/頭/日)

区分	前期	中期	後期	全期	
粗飼料	対照区	3.39	1.16	0.96	1.83
	試験区	3.87	2.28	1.60	2.54
濃厚飼料	対照区	5.66	9.09	8.46	7.69
	試験区	6.34	8.57	9.46	8.18

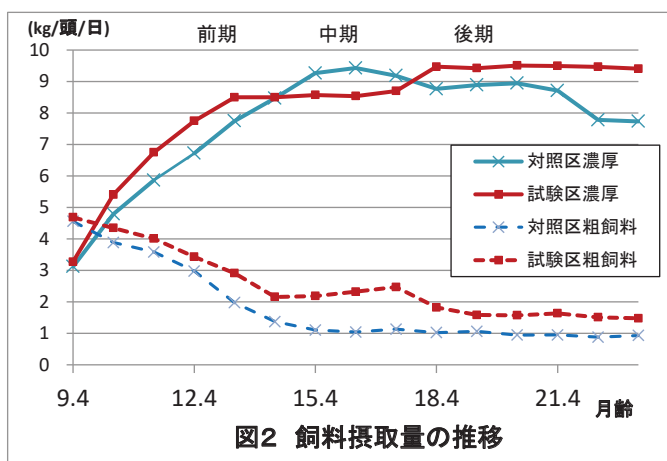
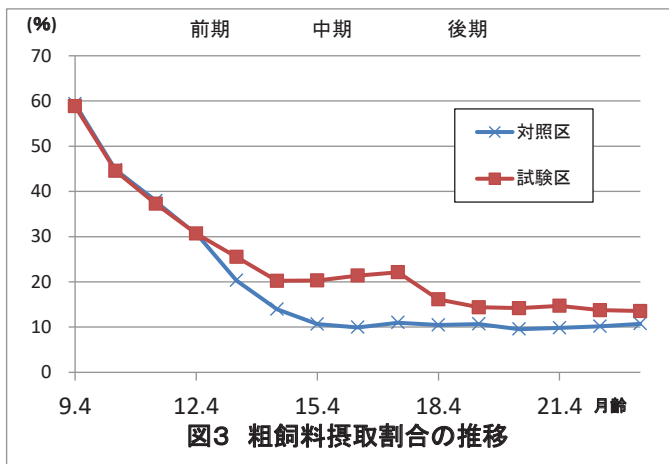


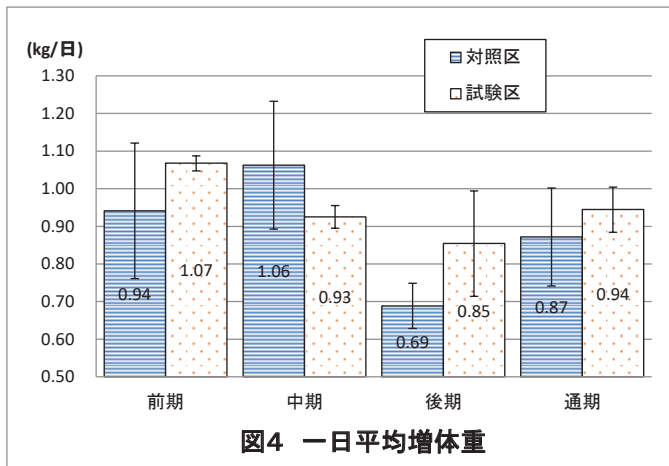
図2 飼料摂取量の推移



2 発育成績

1日平均増体重（以下DG）を図4に示す。DGは、前期は対照区0.94、試験区1.07、中期は対照区1.06、試験区0.93、後期は対照区0.69、試験区0.85と濃厚飼料摂取量が多い区がDGも大きい傾向が見られた。特に対照区の後期は食い止まりのため、DGが低い傾向が見られた。そのため中期終了時体重は、対照区574.0kg、試験区583.3kgと差は小さかったが、終了時体重は対照区700.0kg、試験区739.7kgと試験区が大きい傾向が見られた。（表3）

DGを含め全ての測尺数値について両区に有意な差は見られなかった。

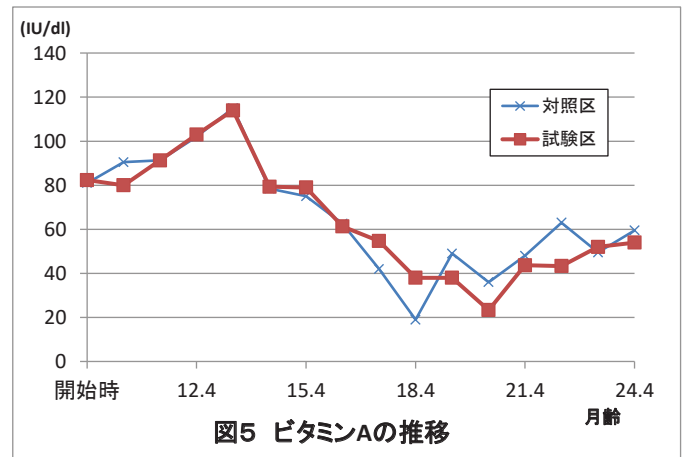


区分	開始時	前期終了時	中期終了時	終了時
対照区	302.5 ± 37.4	446.5 ± 64.3	574.0 ± 84.8	700.0 ± 96.1
試験区	309.0 ± 7.5	472.3 ± 6.6	583.3 ± 5.0	739.7 ± 30.0

3 血液分析結果

図5にビタミンAの推移を示す。対照区が18.4ヶ月で19IU/dlと早期に低下した。

ビタミンA及びその他の血液検査項目で全期間において両区に有意な差は見られなかった。



4 枝肉成績

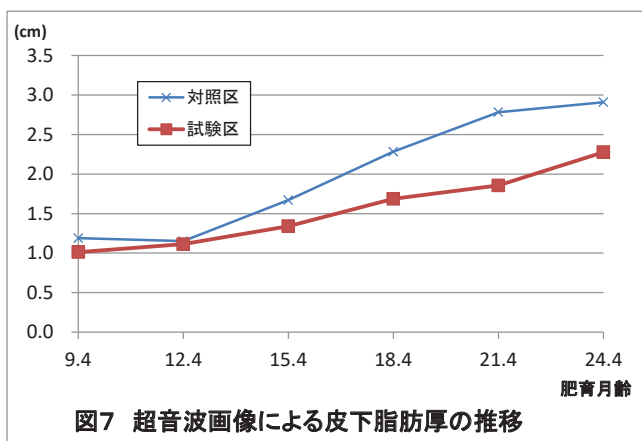
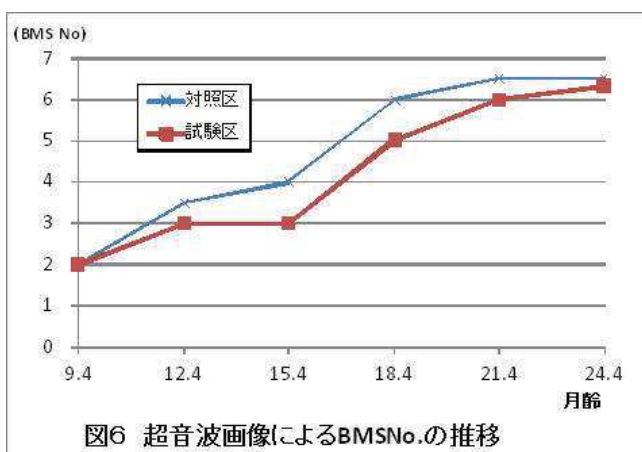
表4に枝肉成績を示す。ロース芯面積は対照区48.5cm²、試験区52.0cm²と試験区が大きい傾向が見られ、BMSNo.は対照区6.5、試験区7.0とほとんど差はなかった。枝肉重量は終了時体重を反映し対照区417.5kg、試験区439.8kgと試験区が高い傾向が、皮下脂肪厚は対照区3.1cm、試験区2.0cmと試験区が薄い傾向が見られた。また対照区の1頭は僧帽筋にシコリが見られた。なお、全ての枝肉成績の項目で両区に有意な差はなかった。

5 超音波肉質調査結果

図6、7に超音波画像によるBMSNo.及び皮下脂肪厚の推移を示す。BMSNo.は両区とも15.4～18.4ヶ月の間に大きくなり、21.4ヶ月以降は両区ともほぼ横ばいであった。皮下脂肪厚は肥育開始から12.4ヶ月齢までは同程度であったが、15.4ヶ月齢以降は対照区の方が高い傾向が見られた。BMSNo.及び皮下脂肪厚とも両区に有意な差はなかった。枝肉で僧帽筋にシコリが発生した個体では、18.4ヶ月齢の調査でシコリが確認された。なお、枝肉成績と出荷前の超音波肉質調査の結果との相関係数は、BMSNo.が0.84、皮下脂肪厚が0.94であった。

表4 枝肉成績

区分	出荷月齢 (ヶ月)	各付	枝重 (kg)	ロース (cm ²)	バラ (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留基準値 (%)	BMS (No.)	BCS (No.)	備考	
対照区	23.8	B4	467.0	42	8.1	3.7	71.1	6	4		
	25.2	A4	368.0	55	6.6	2.5	74.2	7	3	僧帽筋にシコリ	
	平均		24.5		417.5	48.5	7.4	3.1	72.7	6.5	3.5
	標準偏差		±1.0		±70.0	±9.2	±1.1	±0.8	±2.2	±0.7	±0.7
試験区	24.1	A3	437.9	40	8.0	1.9	72.8	5	3		
	25.1	A4	426.7	54	7.2	2.4	73.8	6	3		
	25.2	A5	454.9	62	7.0	1.8	74.9	10	4		
	平均		24.8		439.8	52.0	7.4	2.0	73.8	7.0	3.3
	標準偏差		±0.6		±14.2	±11.1	±0.5	±0.3	±1.1	±2.6	±0.6



考 察

対照区は前期の濃厚飼料が試験区に比べ少ない設定であったため、粗飼料を多く摂取する想定であったが、実際は試験区の方が粗飼料を多く摂取した結果、粗飼料摂取割合は両区とも同程度となった。濃厚飼料摂取割合

が多いとビタミンA欠乏となるため¹⁾対照区は中期以降の粗飼料摂取量が1.0kg/頭/日程度で推移したことがビタミンAが早期に低下した原因と考えられる。また、肥育前・中期のビタミンAの低下がシコリ発生と関係が深いことが指摘されており²⁾、ビタミンAの中期における急激な低下が枝肉のシコリ発生の一因と考えられ、この個体が対照区の後期の食い止まりの発生及び枝肉重量が低い原因と推察された。

一方、試験区は中期に濃厚飼料を制限したことから粗飼料摂取量は2.0kg/頭/日程度で推移し、残飼もほとんど無かったことから、濃厚飼料給与量はやや制限ぎみであったと推察された。坂下ら³⁾は黒毛和種去勢の肥育中期(生後14.2~20.6ヶ月)のTDN摂取量を制限することにより筋間脂肪蓄積量が減少すると報告している。試験区は超音波画像による皮下脂肪厚の調査で15.4ヶ月齢以降薄い傾向が、枝肉成績でも薄い傾向が見られ、肥育中期に濃厚飼料を制限し粗飼料割合が多かったことが皮下脂肪厚に影響したと推察された。

今回、対照区の1頭が試験開始時に除外されデータ数が少ないこともあり、濃厚飼料の増給方法の違いが発育及び枝肉成績に与える影響について有意な差は見られなかった。古川ら⁴⁾は黒毛和種去勢牛の通常肥育において、濃厚飼料給与の増加量を1.0、1.5、2.0kg/月とした試験で、1.5kg/月の増加がBMSNo.及び経済性が優れていると報告しており、この1.5kg/月の増加量は今回の試験区と同程度であり、肥育中期の飼料給与方法と併せて今後十分な検討が必要である。

参 考 文 献

- 1) 日本飼養標準・肉用牛(2008年版)、社団法人中央畜産会 27-28 (2009)
- 2) 西博巳ら、枝肉のシコリ発生状況及び発生牛の血液性状から見た発生要因、鹿児島県畜産試験場研究報告第 38 号 30-34(2004)
- 3) 坂下邦仁ら、黒毛和種去勢牛における肥育中期の可消化養分総量 (TDN) 摂取量が枝肉脂肪蓄積量に及ぼす影響、西日本畜産学会報 47:67-71(2004)
- 4) 古川智博ら、黒毛和種における肥育前中期の濃厚飼料増給技術の確立(第 3 報) 種雄牛美津栄を用いた肥育試験、平成 23 年度九州農業研究発表会専門部会発表要旨集 72(2011)

所得向上を目指したTMR調製技術の確立試験

山下明登・庄野俊一

*現鳥取県中小家畜試験場

要 約

- 1 TMR（混合飼料）の適正な粒度指標を見直すために県内調査を行った結果、以前より粗めの傾向にあることが判明したため、指標の見直しを行った。
- 2 粒度の違いが乳牛に与える影響について調査した結果、粒度が細かいほどルーメン内の乳酸値が高くなり、アシドーシスの危険性が高まることが伺えた。
- 3 TMRを構成する高蛋白輸入粗飼料（アルファルファ）の代替及び飼料費削減を目的に、飼料用大豆の栽培試験の効果について検証したところ、飼料用大豆を高蛋白輸入粗飼料の代替とすることは可能で飼料費削減につながる結果となった。

緒 言

大型酪農経営では乳牛に給与する飼料は TMR が主体となっている。TMR ミキサーに投入する内容物、順番、攪拌時間も様々で、成分値や粒度も酪農家によって異なる。平成 18 年に現場が作成した TMR の粒度指標¹⁾も年数が経過し、飼養技術も変化している。

このため、現状の粒度を把握するとともに、TMR の粒度について新たな指標を作成し、各々の粒度が乳牛に与える影響を調査する^{2) 3)}。

また、TMR ミキサーに投入する輸入粗飼料（アルファルファ）の粗蛋白質の代替と飼料費削減を目的に飼料用大豆の栽培試験を行い、TMR に調製、乳牛に給与し飼料費削減の効果を実証する。

材 料 及 び 方 法

1 県内酪農場における TMR 現状調査

県内の酪農家 41 戸（試験場含）から採材した泌乳期の乳牛に給与している TMR41 検体を用い、成分分析と粒度分布の調査を行った。

1) 成分分析

- (1) 水分：予備乾燥後、135 度で 2 時間加熱乾燥
- (2) CF（粗繊維）、ADF（酸性デタージェント繊維）、NDF（中性デタージェント繊維）：ファイバーテックシステム
- (3) EE（粗脂肪）：ソックスレー脂肪抽出装置
- (4) CP（粗蛋白質）：ケルダール法
- (5) 硝酸態窒素含量：RQ フレックスによる簡易測定法
- (6) CA（粗灰分）：60℃で 2 時間加熱灰化
- (7) NFE（可溶無窒素物）
= 100 - 水分 - CP - EE - CF - CA、
NFC（非繊維性蛋白質）
= 100 - 水分 - CP - EE - NDF - CA

2) 粒度分析

ペンシルベニア州立大学のパーティクルセパレーター（飼料断片分離器）を用い、TMR の粒度分布を調査した。

3) 統計解析

牛群検定データを使用し、過去 1 年間における経産牛 1 頭あたりの泌乳量 1 万 kg を基準に農家を 2 グループに分類し、統計解析を行った。

2 TMR粒度が乳牛へ与える影響調査

H26年度に実施した農家調査と同じ粒度構成を持つTMRを給与する区を試験区、平成18年度に本場が作成した指標粒度を持つTMRを給与する区を対象区とし、1週間当場の乳牛に給与し、乾物摂取量と乳量を調査した。

また、給与最終日にはカテーテルを用いて胃液を採取し、胃汁pH、乳酸及び有機酸を測定した。

3 飼料用大豆栽培・給与試験

鳥取県農業試験場⁴⁾から提供受けた大豆種子を、当場の圃場20aに、平成28年6月15日～9月27日の期間、栽培・収穫し、サイレージ化したものをTMRに調整、アルファルファ乾草を主な蛋白原料とした従来型TMRと比較した。

なお、大豆は飼料作物として登録されていない（農薬は使えない）ため、栽培方法については、イタリアンライグラス2番草収穫後の圃場に雑草対策⁴⁾として無耕起（マルチリビング効果）でコーンプランターによる条播きを行った。

収穫物の成分分析は、水分、CP、EE、NFE、CF、ADF、NDF、NFC、CA（粗灰分）及び硝酸態窒素含量について行った。

結 果

1 県内酪農場におけるTMR現状調査

供試TMR41検体の成分分析結果を表1に示し、泌乳量1万kg以上のグループ18農家分を表2に、1万kg以下のグループ23農家分を表3に示した。

CPの数値については16%台¹⁾を目標に調製していたが、今回の全体平均値では15.3%とやや下がっており、高泌乳農家（泌乳量1万kg以上）のCPの平均値の方が15.7%と、低泌乳農家（泌乳量1万kg以下）の平均値15.0%よりやや高蛋白であった。

統計解析の結果（表4）は、水分、EE及びNDF値において産乳量1万kg以上の区で有意（ $p < 0.05$ ）に低い結果となったが、それ以外の項目では差は認められなかった。

粒度分布については、表5に高泌乳農家、表6に低泌乳農家の各粒度を示し、図1に粒度割合の乳量による比

較を示した。

Upperレベル（粒度19mm以上）において泌乳量1万kg以上の群は1万kg未満の群と比較して有意（ $P < 0.05$ ）に割合が増えていた。その他のMiddle（粒度8～19mm）、Lower（粒度1.18～8mm）、Bottom（1.18mm以下）では両区に有意差はなかった。

また、旧指標と今回の調査結果との比較ではUpperは13%が15%へ、Middleは28%が36%へ、Lowerは48%が38%となり、旧指標と比較してパーティクル粒度が全般的に粗となっていた。

そこで、新たな粒度指標を新規に作成（図2）し、TMR粒度が乳牛へ与える影響調査に供試した。

2 TMR粒度が乳牛へ与える影響調査

場内通常調製TMR（対照区：新指標）と、15分長く攪拌したTMR（試験区：旧指標）の2種類を1週間乳牛に給与したところ、乾物摂取量及び乳量（表7）は大きな差はなく、第1胃内の胃汁pHは両区に差は認められなかった。しかし、乳酸濃度は場内通常調製TMR（対照区）の方が有意に低濃度であった（表8）。

3 飼料用大豆栽培・給与試験

表9に示すとおり大豆TMRの栄養価は従来型TMRとほぼ同値でありながら、飼料費について大幅に削減できる結果となった。

表1 供試 TMR の成分分析値

	水分は原物当たり%、硝酸態窒素はmg/l、その他は乾物中%										
	水分	CP	EE	NFE	CF	ADF	NDF	CA	硝酸態窒素 (原物中)	NFC	
TMR1	33.7	14.7	3.8	54.7	19.2	22.9	35.7	7.6	33.9	38.2	
TMR2	51.8	16.3	5.7	52.3	18.3	22.3	34.3	7.4	90.4	36.3	
TMR3	38.7	12.1	3.0	57.9	17.0	21.5	35.2	10.1	31.6	39.7	
TMR4	49.0	16.6	5.3	51.5	19.1	21.4	32.8	7.5	74.6	37.8	
TMR5	47.8	15.1	4.8	54.2	18.7	23.1	34.7	7.3	88.1	38.1	
TMR6	41.4	14.6	3.8	54.8	19.5	22.6	33.9	7.4	36.2	40.4	
TMR7	44.1	13.6	3.9	53.8	22.1	26.6	42.5	6.7	61.0	33.4	
TMR8	56.7	14.9	4.3	55.7	17.4	21.9	34.3	7.8	52.0	38.8	
TMR9	46.5	15.9	4.0	54.2	18.6	22.8	35.5	7.4	92.7	37.3	
TMR10	50.9	14.9	4.3	53.8	19.8	23.0	34.2	7.3	171.8	39.5	
TMR11	46.9	13.9	3.9	58.6	18.3	22.9	35.7	5.4	42.9	41.1	
TMR12	47.2	15.9	5.2	51.2	19.8	23.4	34.2	7.9	33.9	36.8	
TMR13	34.4	16.3	4.4	51.9	20.4	24.5	35.7	7.1	198.9	36.6	
TMR14	59.3	14.2	3.3	54.4	19.5	23.6	37.6	8.5	38.4	36.3	
TMR15	40.4	15.0	4.3	54.4	19.1	22.8	34.7	7.2	76.8	38.8	
TMR16	38.1	16.0	4.9	53.1	17.2	20.6	30.5	8.7	63.3	39.8	
TMR17	34.7	15.4	3.4	57.8	16.9	21.2	32.8	6.4	126.6	41.9	
TMR18	51.9	15.7	4.6	53.6	18.7	22.9	33.6	7.4	131.1	38.7	
TMR19	22.5	15.3	3.9	55.3	18.0	23.2	34.8	7.4	74.6	38.5	
TMR20	53.2	14.9	3.5	50.2	21.9	24.6	39.1	9.5	76.8	32.9	
TMR21	49.2	16.1	3.5	51.4	20.6	24.7	37.2	8.4	97.2	34.8	
TMR22	48.3	16.2	3.4	51.1	20.5	26.1	37.4	8.8	83.6	34.2	
TMR23	51.1	16.4	3.6	51.1	20.1	24.9	35.4	8.8	88.1	35.9	
TMR24	53.4	15.6	3.9	52.5	19.3	24.4	35.3	8.7	124.3	36.5	
TMR25	43.7	13.6	3.6	57.1	19.3	22.7	36.4	6.4	24.9	39.9	
TMR26	46.1	15.4	4.5	53.7	18.1	22.6	31.0	8.3	79.1	40.8	
TMR27	30.2	15.6	4.1	51.5	21.9	23.7	35.0	6.9	113.0	38.4	
TMR28	38.3	17.4	4.9	51.7	18.5	22.0	31.1	7.5	108.5	39.1	
TMR29	34.2	16.2	4.6	57.0	15.6	20.8	32.7	6.6	128.8	39.9	
TMR30	49.5	15.4	5.0	53.1	19.4	23.1	34.0	7.1	92.7	38.5	
TMR31	37.1	16.3	6.4	52.3	16.8	21.6	31.7	8.2	58.8	37.4	
TMR32	56.2	13.9	4.1	54.6	19.4	24.1	36.8	8.0	42.9	37.1	
TMR33	35.6	15.5	3.2	54.8	19.0	23.0	34.5	7.5	74.6	39.3	
TMR34	39.2	13.8	4.3	49.3	23.0	26.1	39.4	9.6	146.9	32.9	
TMR35	41.5	14.4	3.9	55.7	19.1	23.6	35.9	6.8	36.2	38.9	
TMR36	53.1	16.4	2.1	56.1	17.4	20.5	32.7	7.9	92.7	40.8	
TMR37	38.3	16.3	4.4	54.2	17.9	23.2	34.4	7.2	72.3	37.7	
TMR38	39.3	15.6	3.7	54.0	19.4	19.9	35.1	7.3	61.0	38.3	
TMR39	40.7	16.0	4.8	51.1	19.8	23.3	34.1	8.3	119.8	36.9	
TMR40	51.9	15.3	3.6	54.8	19.3	24.7	38.2	7.0	40.7	35.9	
TMR41	52.5	15.2	3.0	53.2	20.2	24.2	37.9	8.4	106.2	35.5	
平均	44.4	15.3	4.1	53.7	19.1	23.1	35.1	7.7	82.6	37.8	

表2 泌乳量 1 万kg以上の TMR 成分分析値

	水分は原物当たり%、硝酸態窒素はmg/l、その他は乾物中%										
	水分	CP	EE	NFE	CF	ADF	NDF	CA	硝酸態窒素 (原物中)	NFC	
TMR13	34.4	16.3	4.4	51.9	20.4	24.5	35.7	7.1	198.9	36.6	
TMR16	38.1	16.0	4.9	53.1	17.2	20.6	30.5	8.7	63.3	39.8	
TMR30	49.5	15.4	5.0	53.1	19.4	23.1	34.0	7.1	92.7	38.5	
TMR1	33.7	14.7	3.8	54.7	19.2	22.9	35.7	7.6	33.9	38.2	
TMR27	30.2	15.6	4.1	51.5	21.9	23.7	35.0	6.9	113.0	38.4	
TMR31	37.1	16.3	6.4	52.3	16.8	21.6	31.7	8.2	58.8	37.4	
TMR5	47.8	15.1	4.8	54.2	18.7	23.1	34.7	7.3	88.1	38.1	
TMR18	51.9	15.7	4.6	53.6	18.7	22.9	33.6	7.4	131.1	38.7	
TMR37	38.3	16.3	4.4	54.2	17.9	23.2	34.4	7.2	72.3	37.7	
TMR28	38.3	17.4	4.9	51.7	18.5	22.0	31.1	7.5	108.5	39.1	
TMR23	51.1	16.4	3.6	51.1	20.1	24.9	35.4	8.8	88.1	35.9	
TMR24	53.4	15.6	3.9	52.5	19.3	24.4	35.3	8.7	124.3	36.5	
TMR11	46.9	13.9	3.9	58.6	18.3	22.9	35.7	5.4	42.9	41.1	
TMR17	34.7	15.4	3.4	57.8	16.9	21.2	32.8	6.4	126.6	41.9	
TMR15	40.4	15.0	4.3	54.4	19.1	22.8	34.7	7.2	76.8	38.8	
TMR40	51.9	15.3	3.6	54.8	19.3	24.7	38.2	7.0	40.7	35.9	
TMR2	51.8	16.3	5.7	52.3	18.3	22.3	34.3	7.4	90.4	36.3	
TMR19	22.5	15.3	3.9	55.3	18.0	23.2	34.8	7.4	74.6	38.5	
平均	41.2	15.7	4.5	53.7	18.7	22.9	34.1	7.4	93.2	38.2	

表3 泌乳量 1 万kg以下の TMR 成分分析値

	水分は原物当たり%、硝酸態窒素はmg/l、その他は乾物中%										
	水分	CP	EE	NFE	CF	ADF	NDF	CA	硝酸態窒素 (原物中)	NFC	
TMR8	56.7	14.9	4.3	55.7	17.4	21.9	34.3	7.8	52.0	38.8	
TMR21	49.2	16.1	3.5	51.4	20.6	24.7	37.2	8.4	97.2	34.8	
TMR7	44.1	13.6	3.9	53.8	22.1	26.6	42.5	6.7	61.0	33.4	
TMR34	39.2	13.8	4.3	49.3	23.0	26.1	39.4	9.6	146.9	32.9	
TMR39	40.7	16.0	4.8	51.1	19.8	23.3	34.1	8.3	119.8	36.9	
TMR26	46.1	15.4	4.5	53.7	18.1	22.6	31.0	8.3	79.1	40.8	
TMR38	39.3	15.6	3.7	54.0	19.4	19.9	35.1	7.3	61.0	38.3	
TMR20	53.2	14.9	3.5	50.2	21.9	24.6	39.1	9.5	76.8	32.9	
TMR25	43.7	13.6	3.6	57.1	19.3	22.7	36.4	6.4	24.9	39.9	
TMR35	41.5	14.4	3.9	55.7	19.1	23.6	35.9	6.8	36.2	38.9	
TMR36	53.1	16.4	2.1	56.1	17.4	20.5	32.7	7.9	92.7	40.8	
TMR32	56.2	13.9	4.1	54.6	19.4	24.1	36.8	8.0	42.9	37.1	
TMR41	52.5	15.2	3.0	53.2	20.2	24.2	37.9	8.4	106.2	35.5	
TMR9	46.5	15.9	4.0	54.2	18.6	22.8	35.5	7.4	92.7	37.3	
TMR10	50.9	14.9	4.3	53.8	19.8	23.0	34.2	7.3	171.8	39.5	
TMR29	34.2	16.2	4.6	57.0	15.6	20.8	32.7	6.6	128.8	39.9	
TMR33	35.6	15.5	3.2	54.8	19.0	23.0	34.5	7.5	74.6	39.3	
TMR22	48.3	16.2	3.4	51.1	20.5	26.1	37.4	8.8	83.6	34.2	
TMR4	49.0	16.6	5.3	51.5	19.1	21.4	32.8	7.5	74.6	37.8	
TMR14	59.3	14.2	3.3	54.4	19.5	23.6	37.6	8.5	38.4	36.3	
TMR3	38.7	12.1	3.0	57.9	17.0	21.5	35.2	10.1	31.6	39.7	
TMR6	41.4	14.6	3.8	54.8	19.5	22.6	33.9	7.4	36.2	40.4	
TMR12	47.2	15.9	5.2	51.2	19.8	23.4	34.2	7.9	33.9	36.8	
平均	46.4	15.0	3.9	53.8	19.4	23.2	35.7	7.9	76.6	37.5	

表4 産乳量別TMR成分分析値

	1万kg以上	1万kg以下
水分	41.2±8.9 a	46.4±6.9 b
CP	15.7±0.8	15.0±1.1
EE	4.5±0.8 a	3.9±0.7 b
NFE	53.7±2.1	53.8±2.3
CF	18.7±1.3	19.4±1.7
ADF	22.9±1.1	23.2±1.8
NDF	34.1±1.6 a	35.7±2.6 b
CA	7.4±0.8	7.9±1.0
硝酸態窒素	93.2±39.2	76.6±39.3
NFC	38.3±1.6	37.5±2.5
平均値±標準偏差		
横列において異符号間に有意差あり(p<0.05)		

表5 泌乳量1万kg以上の粒度

	原物中%			
	Upper	Middle	Lower	Bottom Pan
TMR13	8	35	40	17
TMR16	6	33	48	13
TMR30	9	30	50	11
TMR1	12	40	33	15
TMR27	17	46	28	10
TMR31	15	27	46	13
TMR5	22	30	40	8
TMR18	9	49	39	4
TMR37	15	27	44	14
TMR28	10	22	49	20
TMR23	18	41	31	10
TMR24	11	43	33	13
TMR11	28	39	28	5
TMR17	6	55	31	9
TMR15	7	42	37	13
TMR40	11	42	37	10
TMR2	18	27	46	9
TMR19	6	31	42	21
	12.7	36.6	39.0	11.9

表6 泌乳量1万kg以下の粒度

	原物中%			
	Upper	Middle	Lower	Bottom Pan
TMR8	20	41	31	8
TMR21	17	37	33	13
TMR7	25	37	31	8
TMR34	23	23	41	13
TMR39	16	30	44	10
TMR26	7	40	40	12
TMR38	18	35	35	13
TMR20	11	42	35	12
TMR25	12	42	37	9
TMR35	10	32	45	13
TMR36	20	28	43	9
TMR32	18	33	42	7
TMR41	16	39	35	11
TMR9	15	45	32	9
TMR10	13	35	45	7
TMR29	3	55	33	10
TMR33	21	29	33	17
TMR22	19	34	33	14
TMR4	13	28	48	10
TMR14	28	33	34	5
TMR3	31	16	35	18
TMR6	11	36	43	10
TMR12	33	26	35	6
平均	17.4	34.6	37.5	10.6

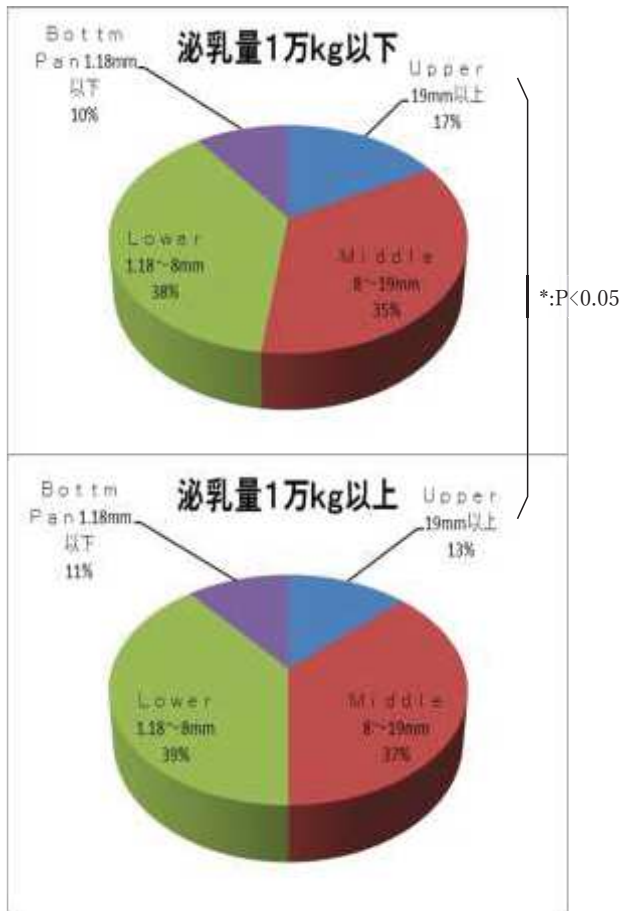


図1 経産牛1頭あたり泌乳量別比較

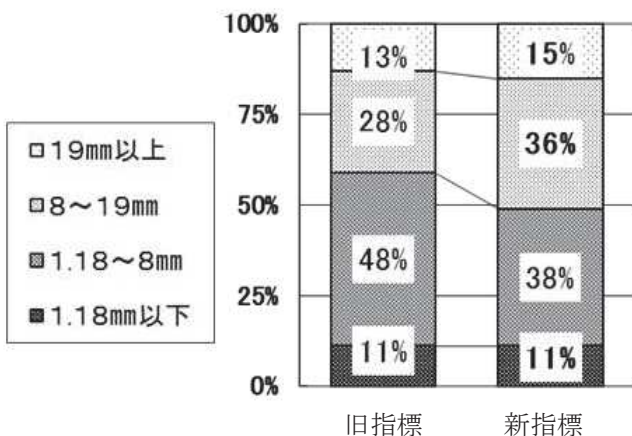


図2 TMR粒度の旧指標と新指標

表7 乾物摂取量と乳量

調査項目	対照区	試験区
乾物摂取量(kg/頭)	20.9	21.6
標準乳量(kg/日)	35.7	35.1

・標準乳量は、産歴、季節等の異なる条件にある牛を比較するために補正した乳量

表8 第1胃内環境

調査項目	対照区	試験区
胃汁 pH	6.97	6.90
有機酸濃度 (ppm)	乳酸	75.6
	酢酸	3089.0***
	プロピオン酸	2193.8***
	酪酸	2147.6***
		758.8*
		2269.0
		1110.4
		658.8

※: 5%水準で有意差あり ※※: 1%水準で有意差あり

表9 栄養価と飼料費比較

	粗蛋白	TDN	飼料費
従来型TMR	14.9%(乾物)	74.4%(乾物)	1,312円/頭・日
大豆TMR	14.8%(乾物)	73.3%(乾物)	997円/頭・日

考 察

所得向上を目指した TMR 調製技術の確立試験に取り組んだ結果、県内酪農場の現状は TMR の成分に関しては蛋白が以前の調査時 (16.1%) に比べ 15.7%とやや抑えられており、泌乳量別にみた結果において高泌乳量農家と低泌乳量農家間で水分、EE、NDF について統計的な差が見られたことも合わせ、農家段階での効率的な産乳のための改善が行われていることが伺えた。

粒度については以前は高泌乳農家では消化吸收を高めるため細かい割合が高い傾向にあったが、今回は以前の指標と比較して粗めの結果となり、ルーメンへの負担軽減が伺えた。

TMR 粒度が乳牛へ与える影響調査からは、以前の指標では乳酸濃度が高くルーメンアシドーシス傾向⁵⁾が憂慮されたが、今回得られた試験区粒度は乳牛の健康を維持する TMR の調製技術の普及を図るための新たな指標として活用できることが示唆された。

胃汁中有機酸については対照区であった 6、7 月の酢酸、プロピオン酸、酪酸濃度は試験区である 11 月と比較して明瞭な増加傾向があった。これは VFA の季節動態が影響していると考えられた⁶⁾。

一方、飼料用大豆については登録農薬がないため、雑草対策が必須であるが、今回の試験結果から（イタリアンライグラス、飼料用トウモロコシに作付体型が限定されるが）、イタリアンライグラス刈取り後に無耕起で既存のデントコーンの播種機を使用すれば、大豆TMR調製は可能であることがわかった。

今後、高蛋白自給飼料の利用拡大が進めば、より低コストにTMRをつくることができ^{7) 8) 9)}、飼料費が低減、生産者の所得は向上すると考えられる。

謝 辞

今回の調査にあたりTMR採材の調整、協力をいただいた農業改良普及所、大山乳業農業協同組合酪農指導部、及び県内酪農家の皆様に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 鳥取県畜産試験場
鳥取県における適正なTMR調製技術についての検証 吉岡勉ら
- 2) 生産獣医療システム 乳牛編3 菊池実ら
- 3) 日本飼養標準 乳牛(1999年版)
- 4) 鳥取県農業試験場
水田転換畑における飼料用大豆の栽培方法 稲坂恵美子ら
- 5) 新井敏郎
牛の栄養と健康
なきごえ Vol.45-01 2009.01 Winter
- 6) 更科孝夫ら
乳牛の第四胃変位における第一胃および第四胃内VFAの動態
日獣会誌 38 442~448(1985)
- 7) 東北農業研究センター
アルファルファでの不適地での飼料用大豆生産 魚住順ら
イタリアンライグラスをリビングマルチとして導入した飼料大豆生産体系 内野宙ら
- 8) 島根県畜産技術センター
島根県におけるWCS用大豆栽培技術の検討

中村真紀ら

- 9) 魚住順ら
アルファルファに代わる新タンパク質源飼料の生産と利用 飼料増産広報誌 207. 10 第39号

砂丘地飼料作物栽培及び牛への給与に関する試験

瀬尾哲則*、市橋朋典**

*現鳥取県農林水産部西部農業改良普及所、**現退職

要 約

- 1 飼料価格高騰により畜産農家の自給飼料生産意欲が高まっている。また、葉たばこ廃作を主要因とする砂丘農地の遊休地拡大を解消するため、作付け品目を模索している北栄町からの要望もあり、砂丘地での自給飼料生産を検討した。
- 2 砂丘地栽培に適する草種を検討する目的で、トウモロコシ、ソルゴー及びスーダングラスを栽培し、トウモロコシを有望草種として選定した。
- 3 黒ボク土圃場での施肥体系を参考とした砂丘地でのトウモロコシ栽培について、砂丘地栽培のトウモロコシは茎葉部が優勢であり、収穫量は黒ボク土圃場の約7割であった。
- 4 収穫したトウモロコシはロールベールラッピングサイレージとして貯蔵し、繊維分が多く、炭水化物が低い傾向があったが、乳牛の嗜好性は黒ボク土栽培のものと差は認めなかった。

緒 言

本県の中部地域に位置する北栄町内の砂丘地において葉たばこの廃作による耕作遊休地が拡大しているが、その解消策として有力な作目がない状況にある。

一方、飼料価格の高騰により、畜産農家の自給飼料生産意欲は高まっている。

砂丘地での飼料作物の栽培が可能であれば、自給飼料増産と耕作遊休地解消につながることを期待されるが、本県の砂丘地での実績はほとんどない。

今回、町からの要望あり、砂丘地に適した草種の選定や栽培方法の検証、収穫した飼料作物の成分及び乳牛への嗜好性を調査し、砂丘地における飼料作物栽培の有効性を検証することとした。

材 料 及 び 方 法

1 試験地及び期間

北栄町内の灌水設備（スプリンクラー）が設置されている砂丘遊休農地を使用した（図1）。

栽培期間は5月から9月（平成25年から27年）とした。



図1 砂丘地の試験圃場（試験前）

2 砂丘地栽培に適した草種の選定

1) 供試草種

砂丘地栽培草種としてトウモロコシ2品種、ソルゴー1品種およびスーダングラス1品種を供試した（表1）。

表1 供試草種および品種

草種	品種	備考
トウモロコシ	P1543	早生
トウモロコシ	P2307	中生
ソルゴー	高消化ソルゴー	
スーダングラス	シュガースリム	

2) 栽培方法

施肥は、共通の元肥として10a 当り牛堆肥3t、炭酸カルシウム100kgを施用した。次に異なる施肥法が収量性へ及ぼす影響を検討するため、窒素・リン酸・カリウムの各成分総量を11.2kg/10aと同一にして、3方式の施肥を行い(表2)、各栽培の面積は1区画14㎡の2反復、播種量及び播種法は表3のとおりとした。

表2 施肥区分

区分	施用方法
元肥区	高度化成肥料全量元肥
追肥区	高度化成肥料半量元肥、半量追肥(播種後45日)
緩効区	緩効性高度化成肥料全量元肥

表3 播種量および播種法

草種	品種	播種量(播種法)
トウモロコシ	P1543	7140本/10a(点播)
トウモロコシ	P2307	7140本/10a(点播)
ソルゴー	高消化ソルゴー	3kg/10a(条播)
スーダングラス	シュガースリム	10kg/10a(散播)

3) 結果

3つの草種の生育状態を示した(図2)。



図2 各草種の生育状況

図3に各栽培の乾物収量を示した。多重比較検定(Tukey-Kramer法)で草種間で収量に有意差は認めなかったため、推定TDN収量で優位なトウモロコシ中生を砂丘地栽培草種に選定した。同様に施肥方法の比較につい

ても差が見られなかったため、経済性(緩効性高度化成肥料の価格は高度化成肥料の約1.8倍)、作業性を考慮し、高度化成肥料を元肥として1回施用する方法を選定した。

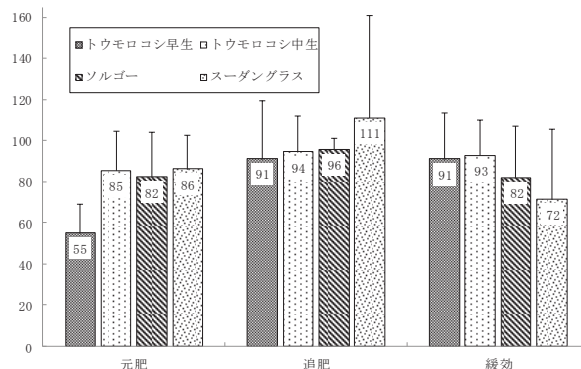


図3 各草種・施肥法による乾物収量(kg/a)

3 牛堆肥施用量の検討

砂丘地における前年の牛堆肥施用量3t/10aの場合の収穫量は低い傾向があったため、牛堆肥施用量を増やして2つの堆肥施用法(4t/10a、8t/10a)でトウモロコシ(P2307)を栽培し、牛堆肥の利用性を検討した。

1) 栽培方法

堆肥施用をそれぞれ10a 当り4tと8tの区を設定した。それ以外の施肥は前年の試験結果により採用した内容とした。

播種は不耕起対応高速播種機(NTP-2アグロテクノ矢崎)を用い、播種量は6035本/10aで設定した(図4)。



図4 不耕起対応高速播種機

殺虫剤はダイアジノン5%粒剤、雑草防除は土壌処理としてペンディメタリン粉粒剤2%を、茎葉処理としてトプラメゾン液剤3.6%を使用した。

収穫については作業委託を行い、汎用型飼料収穫機を

使用し（図5）、ラッピングサイレージ化した（図6）。
灌水はスプリンクラーにより随時実施した。



図5 収穫



図6 ラッピング

2) 結果

それぞれの堆肥施用区で栽培したトウモロコシの桿長を図7に、乾物収量を図8に示した。

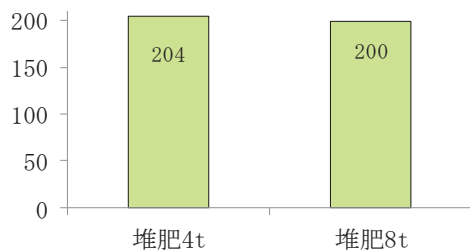


図7 各区の桿長 (cm)

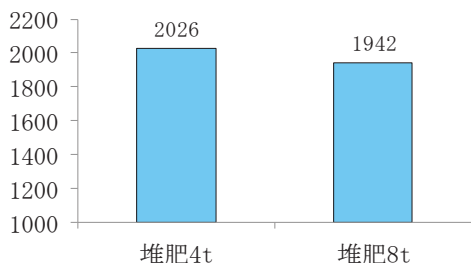


図8 各区の乾物収量 (kg/10a)

桿長、乾物収量とも両区で差は認めず（スチューデントのt検定）、作業性、土壌への負荷を考え、牛堆肥の施用量は4t/10aを採用した。

4 飼料作物の栽培実証試験

1) 栽培方法

トウモロコシ(P2307)を供試して栽培面積は20aとし、それまでの結果から10a当り牛堆肥4t、炭酸カルシウム100kg、窒素・リン酸・カリウムの各成分総量を11.2kg

を元肥として施用した。作業体系は前年と同様とした。

2) 当試験場の黒ボク土圃場栽培との比較

砂丘地での収量性の検討のため、同じP2307を用いた当試験場黒ボク土圃場での栽培結果と比較した。黒ボク土圃場では施肥として10a当り牛堆肥3t、炭酸カルシウム100kg、窒素12kg、リン酸14kg、カリウム12kg、播種量として7140本とした。

3) 結果

播種後38日及び65日の生育状況を図9、図10に示した。



図9 播種後38日



図10 播種後65日

収穫時の各圃場栽培でのトウモロコシの桿長を図11に、茎葉部及び子実部の重量割合を図12に、乾物収量を図13（平均±標準偏差）にそれぞれ示した。

桿長に差は認めなかったが、砂丘地栽培では茎葉部が優勢であり、子実割合はその半分程度であり、乾物収量について砂丘地栽培は黒ボク土栽培の約7割であり、黒ボク土栽培と比べ有意に低かった（スチューデントのt検定、 $p < 0.01$ ）。

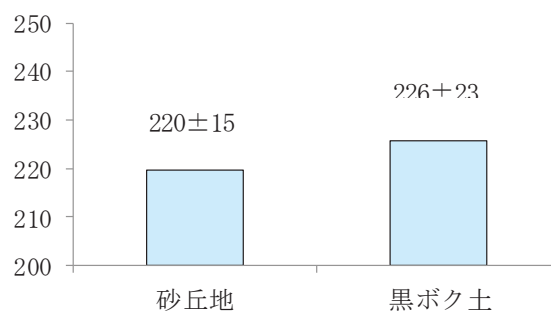


図11 各圃場栽培での桿長 (cm)

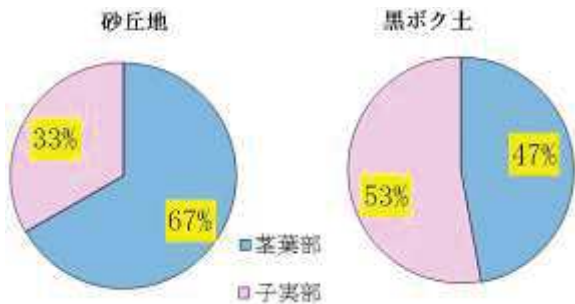


図12 各圃場栽培の茎葉・子実割合 (%)

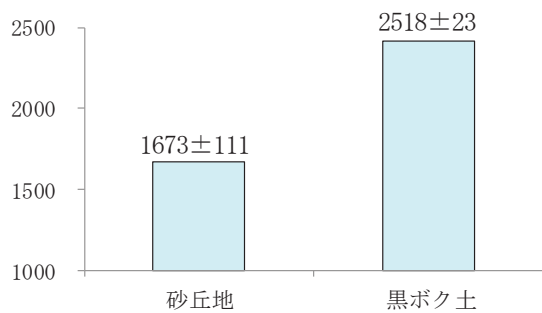


図13 各圃場栽培での乾物収量 (kg/10a)

本作業体系における栽培面積20aについての経費を表4に示した。この体系では砂丘地の圃場管理及び収穫作業委託費を含み、トウモロコシサイレージ原物1kg当たりの生産費は74円であった。

表4 砂丘地栽培での栽培経費 (面積20a)

項目	税込金額(円)	摘要
資材費 (堆肥以外)	43,600	種子、肥料、除草剤、殺虫剤
圃場管理	87,600	農地賃貸、灌漑施設、作業委託
収穫作業	75,500	刈取・ラッピング作業委託
計	206,700	

5 砂丘地トウモロコシサイレージ品質

貯蔵したトウモロコシはサイレージ化した後に開封して一般成分、有機酸濃度を測定した。一般成分は常法¹⁾により分析を行い、有機酸は液体クロマトグラフィー (BHB法) により定量し、その含有率を算出した。

トウモロコシの西日本黄熟期の標準値²⁾を100として、砂丘地栽培のトウモロコシの一般成分の相対値を図14に示した。砂丘地栽培のトウモロコシは、繊維成分(NDF、ADF、粗繊維:CF)が多く、NFC (Non Fibers Carbohydrate) が低い結果であった。

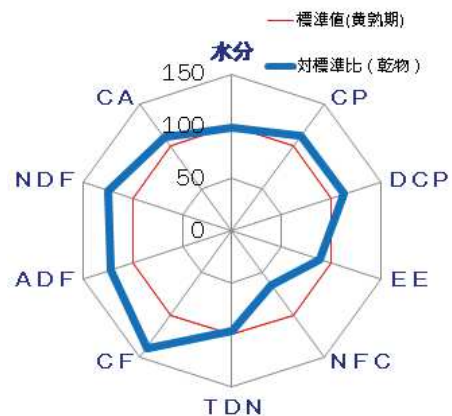


図14 砂丘地トウモロコシサイレージの一般成分

サイレージ中の有機酸について乳酸主体で発酵していることが確認された (図15)。

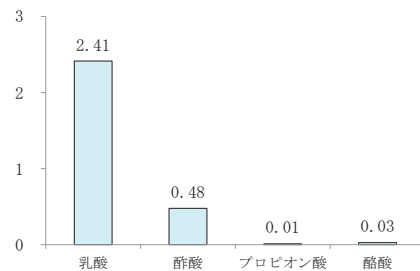


図15 サイレージ中の有機酸組成 (%)

6 サイレージの乳牛の嗜好性調査

当試験場の泌乳牛5頭を用いて砂丘地栽培のトウモロコシサイレージと当試験場の一般圃場 (黒ボク土) 栽培のトウモロコシサイレージを使用して嗜好性比較試験 (10分間の採食量の対比較) を行った (図16)。原物採食量比 (砂丘地/黒ボク土圃場) は1.05であり、両者に差は認めなかった (スチューデントのt検定)。



図16 嗜好性調査

考 察

砂丘地圃場の土壌は砂丘未熟土であり、透水性がよく保水性が低く肥料成分の保持性が低いことが特徴であり、水溶性肥料成分の溶脱が多く、また飛砂の問題もある。

今回、砂丘地圃場で飼料作物としてトウモロコシの栽培を県内の黒ボク土圃場での栽培における施肥方法に準じて行い、黒ボク土圃場での栽培成績と比較し、子実割合が低く、収量は約7割であった。

砂丘地における肥料成分について、長井ら³⁾は、砂丘土壌中の窒素の移動性は大きく、時間の経過とともに高濃度集積層は下方に移り、リンの濃度分布は終始ほとんど変わらず、表層に多量に残存し、カリは窒素と類似した動きを示したが、窒素のように枯渇することはないとしている。そしてトウモロコシでは十分な乾物生産と子実生産が得られず、それは窒素欠乏によって葉面積の拡大が不十分であったためであるが、この傾向は疎植になるほど著しかったとしており、その栽培には周到的な施肥設計が必要だと指摘している。砂丘土壌の窒素動態について、坂本ら⁴⁾は、各土壌の微生物生菌体中に含まれる窒素量は暗赤色土、腐植質黒ボク土、褐色森林土及び淡色黒ボク土の値が高く、砂丘未熟土が最も低かったと報告している。カリウムについて藤山ら⁵⁾は、鳥取砂丘の土壌を用いた試験で、トウモロコシ栽培後に減少した土壌カリウム量と作物のカリウム吸収量との間に高い相関が認められたとして、砂丘土壌のカリウム吸着及び作物に対するカリウム供給力が大きいことを示した。本試験でのトウモロコシの収穫量が低かったのは肥料成分、特に窒素量の検討が必要だと思われた。

また、実岡⁶⁾らは、トウモロコシに含まれるリンの60%以上がフィチン態リン酸であり、子実の成熟時期以降フィチン態リン酸の合成が促進されたと報告している。本試験の砂丘地栽培では子実割合が約33%と低く、この合成は低かったものと考えられたが、乳牛の飼料としてのリンの利用性については未確認である。

本試験で活用した牛堆肥の施用について、森塚ら⁷⁾は、灰色低地土で窒素の牛糞堆肥の併用は溶脱量を軽減させるのに有効であることを示した。大津ら⁸⁾は、10a 当たり 5t 以上の堆肥施用は環境への負荷が大きく、地下水の硝酸態窒素環境基準を遵守するうえで過剰な施用量で

あると指摘している。また、野中ら⁹⁾は、砂丘畑地土壌の施肥窒素の下層への移動と地下水の硝酸態窒素濃度の変化を調査し、施肥窒素成分は硝酸態窒素として溶脱し、地下水の硝酸態窒素濃度は積算水量により影響を受け、1 か月約 100mm 以上の積算水量では地表下 6m の地下水の硝酸態窒素濃度の増加が見られたと報告している。これら施肥による環境への負荷等を考慮し、本試験では牛堆肥の施用量を 10a 当り 4t とした。

トウモロコシ栽培の施肥量について、青木は¹⁰⁾、表層腐植質黒ボク土での堆肥施用を主体とした施肥における肥料成分総量としての適正施用量は、トウモロコシでは窒素、リン酸、カリそれぞれ 2.8、3.0、2.5kg/a と推定しているが、本試験での高度化成肥料でのそれぞれの肥料成分の施用量は 11.2 kg/a であり、環境への負荷を考慮しつつ、砂丘地での施肥設計の検討が必要である。施肥量とトウモロコシサイレージの成分値について、折原ら¹¹⁾は、トウモロコシサイレージの飼料成分と肥料成分投入量との間には相関関係は認めなかったとしている。今回、NDF 等の繊維成分が増え、NFC が低くなったことは子実形成が不十分で、トウモロコシとして期待する栄養性を満たしていないと思われ、実際の乳牛への給与に当たっては飼料給与計算や牛の反応の観察が必須であると考えられた。

雑草対策について、福田ら¹²⁾は、砂質土壌にあつては、除草剤による雑草対策が難しく、薬剤の種類や処理時期などに関する技術確立が必要になるとして、砂質土壌の不耕起栽培では覆土の均一性など高い播種精度が要求されることを示唆するとともに、環境保全が強く求められているとして、砂質土壌における不耕起栽培システムを構築していくためには、除草剤に頼るだけでなく総合的な観点からの雑草対策が必要だとしている。本試験でも数値化していないが、雑草の発生を認めている。

砂丘地の給水環境について、近藤ら¹³⁾によると、夏期の鳥取砂丘において 41 日間の蒸発量として 57mm が計算され、降雨日の蒸発量は大きく、無降雨日の日平均蒸発量は小さく、すなわち、砂地では水の排水がよくて降雨後 1 日くらいで蒸発の抑制効果が現われるとしている。本試験では灌水についてはスプリンクラーを使用した。トウモロコシの生育状況に合わせた灌水プログラムの実行が重要だと思われた。

本試験の作業体系では、圃場管理や収穫作業に委託等の経費が発生し、トウモロコシサイレージ原物1kg当たりの生産費は74円になり、この価格は、県内の県内一般圃場での原物1kg当たりの生産費20円を大きく上回った。作業委託費を除いた場合の経費は35円/原物kgと試算したが、この場合は作業体系の再検討が必要である。

砂丘地でのトウモロコシ栽培及びサイレージ調製について、第1段階としてそれぞれが可能であることを確認した。今後は、飼料の生産性向上のため、環境への影響を考慮しつつ、土壌の特性に応じた施肥管理をはじめとする検討が必要であると考えられた。

謝 辞

今回の試験にご協力、ご助言をいただいた北栄町の関係諸氏に深謝します。

参 考 文 献

- 1) 改訂粗飼料の品質評価ガイドブック、日本草地畜産種子協会 (2001)
- 2) 日本標準飼料成分表 (2009 年版)、中央畜産会
- 3) 長井武雄ら：砂丘圃場における作物の栽植密度反応について、鳥取大砂丘研報、19、43-50。(1980)
- 4) 坂本一憲ら：各種畑土壌における作物吸収窒素に対する微生物バイオマスを経由した窒素の寄与、日本土壤肥料学雑誌、68 巻、第 4 号、402-408 (1997)
- 5) 藤山英保ら：砂丘土壌のカリウム供給力の測定、日本土壤肥料学雑誌、第 57 巻、第 1 号、49-53 (1986)
- 6) 実岡寛文ら：トウモロコシの子実成熟過程にともなうフィチン酸およびリン酸化合物の変動、Japanese Journal of Grassland Science、49 巻、5 号、425-429 (2003)
- 7) 森塚直樹ら：根域からの窒素溶脱に及ぼす有機質肥料の併用効果：土壌環境基礎調査で行われたライシメーター試験結果のモデル解析、日本土壤肥料学雑誌、第 83 巻、第 1 号 24-35 (2012)
- 8) 大津善雄ら：家畜ふん堆肥を連続施用した飼料畑における土壌溶液中の硝酸態窒素の推移、長崎県農林技術開発センター研報、第 1 号、55-66 (2010)

9) 野中昌法ら：砂丘畑地土壌における施肥窒素成分の下層への移動と地下水の硝酸態窒素濃度の変化、日本土壤肥料学雑誌、第 67 巻、第 6 号、633-639 (1996))

10) 青木ひかる：飼料作物生産における家畜ふん堆肥を中心とした施肥での適正施用分量の推定、千葉県畜産総合研究センター研究報告、第 8 号、67-70 (2008)

11) 折原健太郎ら：コーンサイレージの飼料成分に肥料投入量が及ぼす影響、神奈川県畜産研究所研究報告、No. 90、23-25 (2005)

12) 福田晟ら：土性の異なる 3 種土壌における不耕起栽培の比較研究、農作業研究、28(2)、115~121 (1993)

13) 近藤純正ら：火山灰土壌及び砂丘砂の裸地からの蒸発量の計算、農業気象、51(3)：、219-228 (1995)

飼料作物奨励品種選定試験（平成 28 年度）

庄野俊一*、瀬尾哲則**

*現鳥取県中小家畜試験場、**現鳥取県農林水産部西部改良普及所

要 約

現在、国内において市販されている飼料用トウモロコシおよびイタリアンライグラスについて、鳥取県の栽培環境に適する奨励品種を選定するための基礎資料を得る目的で、飼料用トウモロコシ 11 品種、イタリアンライグラス 9 品種の生育特性および収量性を調査した。

1 飼料用トウモロコシ

- 1) 単年度の総合評価では AX152、FD63-13、KD731 が優良な品種であると示唆された。
- 2) 試験が終了した品種は、KD731、FD63-13 であり、両品種の総合評価の平均が標準品種を上回る成績であった。

2 イタリアンライグラス

- 1) 平成 28 年度単年度では、乾物収量はワセホープ、タチサカエ、ライジンが良好な成績であった。
- 2) 試験が終了した品種としては、ワセホープ、タチサカエ、タキイジャイアントイタリアン、スーパーマックスであり、ワセホープ、タチサカエ、タキイジャイアントイタリアンの乾物収量対標準品種比が 100%を上回っていた。

緒 言

平成 27 年 10 月～平成 28 年 5 月

飼料用トウモロコシは、高エネルギーで家畜の嗜好性に優れ、高収量が期待できる飼料作物であり、本県でも主要な夏作用飼料作物として多く作付けされている。

秋播き飼料作物についてはイタリアンライグラスが代表的な草種であり、ロールバールラッピングサイレージに適する草種でもある。

鳥取県奨励品種選定の基礎資料を得るため、上記の飼料作物について将来有望と目され、流通量の多い品種の比較試験を行い、その結果を検討した。

材 料 及 び 方 法

1 試験期間

- 1) 飼料用トウモロコシ
平成 28 年 5 月～9 月
- 2) イタリアンライグラス

2 試験場所

鳥取県畜産試験場試験圃場（黒色火山灰土壌）

3 試験方法

飼料作物系統適応性検定試験実施要領（改訂 5 版）¹⁾ に準じた。

1) 供試品種系統

(1) 飼料用トウモロコシ

表 1-1 に平成 26 年度からの供試状況を示した。平成 28 年度は 11 品種系統を供試した。

(2) イタリアンライグラス

表 1-2 に平成 26 年度からの供試状況を示した。平成 28 年度は 9 品種系統を供試した。

2) 試験区の設置、反復及び面積

(1) 飼料用トウモロコシ

1 区 14 m²、3 反復、乱塊法

(2) イタリアンライグラス

1区6㎡、調査面積3.36㎡、3反復、乱塊法

3) 耕種概要

(1) 飼料用トウモロコシ

・播種期

平成28年5月18日

・播種方法

714本/a、畦幅70cm、株間20cm

・施肥量 (kg/a)

堆肥300、炭カル11、N1.2、P₂O₅1.4、K₂O1.2

なお、堆肥は耕起前に全面散布し、肥料用石灰と化学肥料は、播種前に散布した。

・除草剤

播種直後、ゲザプリム 150g/10a、ラッソー 250ml/10a を全面散布した。

・収穫期

各品種の黄熟期に収穫した。

(2) イタリアンライグラス

・播種期

平成27年10月15日

・播種量

2倍体；250g/a、

4倍体；400g/a

・播種方法

散播

・施肥量 (kg/a)

基肥；堆肥300、炭カル10、N1.2、P₂O₅1.4、K₂O1.2

追肥；N 0.65、K₂O 1.25

なお、堆肥は耕起前に全面散布し、肥料用石灰と化学肥料は、播種前に散布した。また、追肥は各刈取後に行った。

・収穫期

各品種の1番草、2番草とも標準品種の出穂期に刈取を実施した。

ニオウダチ、ワセホープ、タチサカエ、ゼロワン、ライジン、さつきばれEXは1番草の刈り取りを平成28年4月15日に行い、2番草の刈り取りを平成28年5月12日に行った。

同様に、ヒタチヒカリ、スーパーマックス、

タキイジャイアントイタリアンの刈り取り調査については、1番草は平成28年4月25日、2番草は平成28年5月23日に行った。

表1-1 供試品種系統名

品 種 名			相対 熟度	備 考
平成26年度	平成27年度	平成28年度		
-	34B39	34B39	115	パイオニア (平成27年度からの標準品種)
KD650	-	-	115	カネコ (平成26年度までの標準品種)
FD63-13	FD63-13	FD63-13	115	ファームテック
-	118シルマ	118シルマ	118	雪印
-	P2088	P2088	118	パイオニア
-	-	P34N84	108	パイオニア
-	-	KD671	117	カネコ
-	-	AX152	108	タキイ (参考品種)
P3470	P3470	P3470	127	パイオニア (標準品種)
KD731	KD731	KD731	123	カネコ
-	FD66-91	FD66-91	120	ファームテック
-	-	スデントおとは	127	雪印

表1-2 供試品種系統名 (年度は収穫年度)

利用型	品 種 系 統 名			倍体数	備 考
	平成26年度	平成27年度	平成28年度		
短期	ニオウダチ	ニオウダチ	ニオウダチ	2	公的育成 (標準品種)
短期	ワセホープ	ワセホープ	ワセホープ	2	タキイ
中期	タチサカエ	タチサカエ	タチサカエ	4	タキイ
短期		ゼロワン	ゼロワン	2	カネコ
中期		ライジン	ライジン	2	カネコ
中期			さつきばれEX	2	カネコ
長期	ヒタチヒカリ	ヒタチヒカリ	ヒタチヒカリ	4	公的育成 (標準品種)
中期	スーパーマックス	スーパーマックス	スーパーマックス	4	カネコ
長期	タキイジャイアントイタリアン	タキイジャイアントイタリアン	タキイジャイアントイタリアン	4	タキイ

結 果

1 飼料用トウモロコシ

1) 生育特性 (表2参照)

(1) 雄穂抽出期

雄穂抽出期は7月8日から7月19日であった。

(播種後日数51日～62日)

(2) 稈長

各品種の稈長は180.6cm～232.7cmの範囲であった。

(3) 着雌穂高

各品種の着雌穂高は69.5cm～93.4cmの範囲であった。

(4) 病虫害

虫害は全ての品種でみられ、虫害率は3.0%～20.2%の範囲であった。虫害はアワノメイガによるものであった。

表2 生育特性成績

品種名	平成26年度						平成27年度						平成28年度					
	雄穂抽出期	収穫期	収穫日数	虫害率(%)	桿長(cm)	着雌穂高(cm)	雄穂抽出期	収穫期	収穫日数	虫害率(%)	桿長(cm)	着雌穂高(cm)	雄穂抽出期	収穫期	収穫日数	虫害率(%)	桿長(cm)	着雌穂高(cm)
34B39							7/16	8/24	87	4.4	208.8	92.1	7/11	8/23	88	10.0	204.5	79.2
KD650	7/12	8/28	94	18.1	216.5	93.3												
FD63-13	7/14	8/28	94	11.6	231.3	95.6	7/16	8/24	87	5.5	194.6	84.3	7/11	8/23	88	12.7	199.5	70.5
118シルマ							7/12	8/24	87	9.6	210.6	92.2	7/13	8/23	88	12.8	200.0	82.7
P2088							7/16	8/24	87	12.2	224.6	96.9	7/11	8/23	88	7.8	204.1	72.1
P34N84													7/11	8/23	88	11.8	180.6	69.5
KD671													7/12	8/23	88	20.2	211.0	80.0
AX152													7/8	8/23	88	18.8	220.3	81.1
P3470	7/14	9/9	106	4.4	239.4	119.7	7/22	9/4	98	10.8	192.0	77.9	7/15	9/7	103	3.0	215.3	86.9
KD731	7/19	9/9	106	10.6	259.2	120.3	7/21	9/4	98	9.9	228.7	104.7	7/15	9/7	103	9.9	224.5	93.4
FD66-91							7/19	9/4	98	11.2	216.9	94.0	7/13	9/7	103	14.5	211.3	82.5
スーパーおとは													7/19	9/7	103	8.7	232.7	87.6

2) 収量調査成績 (表3 参照)

(1) 乾物収量

乾物総重は 136.0kg/a~225.9kg/a の範囲であった。年度による差も大きいため、年度を越えた比較では各年度ごとに標準品種と比較して評価することが重要である。

(2) TDN収量

TDN収量 (kg/a) は新得方式により、次の計算式を用いて算定した。

$$\text{TDN収量} = \text{乾物茎葉重} \times 0.582$$

$$+ \text{乾物雌穂重} \times 0.850$$

TDN収量は 99.4kg/a~164.4kg/a の範囲であった。KD731 は良好なTDN収量成績で、収量性については有望な品種である。

表3 収量調査成績

品種名	平成26年度				平成27年度				平成28年度			
	乾物収量			TDN収量	乾物収量			TDN収量	乾物収量			TDN収量
	茎葉	雌穂	合計		茎葉	雌穂	合計		茎葉	雌穂	合計	
kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a	
34B39				136.5	107.3	113.2	220.5	158.7	64.1	83.7	147.8	108.5
KD650	87.5	100.7	188.2	136.5								
FD63-13	92.2	109.4	201.7	146.7	104.2	103.1	207.3	148.2	68.5	87.9	156.4	114.6
118シルマ					91.1	98.7	189.8	136.9	66.2	74.9	141.1	102.2
P2088					108.4	126.3	234.7	170.4	60.4	75.6	136.0	99.4
P34N84									69.7	78.3	148.0	107.1
KD671									82.5	78.0	160.5	114.3
AX152									72.7	79.4	152.1	109.8
P3470	104.6	72.6	177.2	122.6	106.1	93.9	200.0	141.6	88.4	71.0	159.4	111.8
KD731	109.9	109.2	219.1	156.8	106.5	129.1	235.6	171.7	102.8	123.1	225.9	164.4
FD66-91					103.0	112.6	215.6	155.7	76.4	93.1	169.5	123.6
スーパーおとは									130.6	74.3	204.9	139.2

3) 総合評価

地域の気象条件に適した品種を評価するには、栄養収量、対病虫害性および対倒伏性を加味した数値による総合評価方式が望ましい。

そこで、今回、耐病性については、表4のElliot and Jenkins 罹病指数を利用し、近畿中国地域で申し合いによって決められた総合評価方式 (表5)²⁾に基づいて、各品種の評価を行った。

表4 Elliot and Jenkins 罹病指数

指数	基準
0.5	下位葉に1~2個の小さな病斑
1	下位葉に数個の病斑
2	下位葉にかなりの数の病斑
3	下位葉に多数の病斑、中位葉に数個の病斑
4	下位葉、中位葉に多数の病斑、上位葉にも病斑を認める
5	全ての葉に多数の病斑、時に成熟前枯死状態

各品種における平成26年度から28年度の試験成績から算定した総合評価について表6に示した。

平成28年度成績で標準品種を上回った品種は、FD63-13、AX152、KD731、FD66-91、スノーデントおとはであった。

3年間の試験が終了した品種はFD63-13、KD731の2品種であり、いずれの品種も3年間の平均点が標準品種を上回り、KD731は3年間とも標準品種を上回る成績であった。

表6 総合評価成績

系統品種名	H26収穫	H27収穫	H28収穫	平均
標準	76	84	80	80.0
FD63-13	84	82	86	84.0
118シルマ		78	78	78.0
P2088		90	80	85.0
P34N84			78	78.0
KD671			80	80.0
AX152			82	82.0
P3470(標準)	68	70	68	68.7
KD731	88	82	96	88.7
FD66-91		76	80	78.0
スノーデントおとは			78	78.0

表5 総合評価基準

項目	配点	配点基準
1a当のTDN収量	25点	供試品種の平均値を100%として、120%以上25点、111~119%22点、101~110%19点、91~100%16点、81~90%13点、80%以下10点
1日当のTDN収量	20点	供試品種の平均値を100%として、120%以上20点、111~119%17点、101~110%14点、91~100%11点、81~90%8点、80%以下5点
乾物雌穂重率	15点	55%以上15点、51~54%13点、46~50%11点、41~45%9点、36~40%7点、31~35%5点、30%以下3点
耐倒伏性	15点	無15点、微(1~15%)12点、少(16~35%)9点、中(36~60%)6点、多(61~80%)2点
耐病性	15点	Elliot and Jenkinsの調査基準区分による。0~0.5%未満15点、0.5~1%未満13点、1~2%未満11点、2~3%未満9点、3~4%未満7点、4~5%未満5点
耐害虫性	10点	無10点、微(1~15%)8点、少(16~35%)6点、中(36~60%)4点、多(61~80%)2点
総評点	100点	中(36~60%)4点、多(61~80%)2点

2 イタリアンライグラス

1) 生育特性 (表7~8 参照)

(1) 発芽の良否

短期・中期利用型ではさつきばれEXが若干不良であり、中・長期利用型では各品種に大きな差は認められなかった。

(2) 草丈

短期・中期利用型では、さつきばれEXの1番草、2番草とも標準品種より低く、ワセホープ、タチサカエ、ゼロワンの1番草、2番草とも標準品種より高かった。中・長期利用型では、スーパーマックス、タキイジャイアントイタリアンの1番草、2番草とも標準品種より低かった。

(3) 倒伏程度

短期・中期利用型では、ワセホープの1番草で若干倒伏が見られた。中・長期利用型については大きな差は見られなかった。

表7 生育特性成績(1)

品種系統名	平成26年度成績				平成27年度成績				平成28年度成績					
	発芽良否	初期草勢	草丈(cm)		品種系統名	発芽良否	初期草勢	草丈(cm)		品種系統名	発芽良否	初期草勢	草丈(cm)	
			1番	2番				1番	2番				1番	2番
ニオウダチ	8.3	8.3	104.1	61.1	ニオウダチ	8.0	6.0	108.9	80.3	ニオウダチ	6.0	6.0	104.3	70.3
ワセホープ	8.0	8.3	109.8	60.0	ワセホープ	8.0	7.7	116.4	83.3	ワセホープ	7.0	7.0	110.1	71.1
タチサカエ	9.0	9.0	107.3	60.8	タチサカエ	9.0	8.3	118.5	86.1	タチサカエ	8.3	8.7	110.7	80.3
					ゼロワン	8.0	6.3	111.2	76.2	ゼロワン	6.3	6.3	109.3	71.9
					ライジン	8.0	6.7	108.8	77.0	ライジン	6.7	6.7	108.7	68.0
					さつきばれEX					さつきばれEX	4.3	3.7	101.3	66.5
ヒタチヒカリ	8.3	9.0	118.3	90.1	ヒタチヒカリ	8.0	7.0	139.6	85.6	ヒタチヒカリ	7.7	7.3	113.3	95.2
スーパーマックス	8.3	9.0	113.1	95.2	スーパーマックス	8.3	7.0	110.8	87.6	スーパーマックス	6.7	5.3	98.2	94.6
タキイジャイアントイタリアン	8.7	9.0	116.0	84.4	タキイジャイアントイタリアン	8.7	8.0	124.1	72.5	タキイジャイアントイタリアン	7.0	7.3	110.7	86.0

注：発芽の良否、初期草勢 1(極不良)~9(極良)

表8 生育特性成績(2)

平成26年度成績					平成27年度成績					平成28年度成績				
品種系統名	刈取時 出穂程度		刈取時 倒伏程度		品種系統名	刈取時 出穂程度		刈取時 倒伏程度		品種系統名	刈取時 出穂程度		刈取時 倒伏程度	
	1番	2番	1番	2番		1番	2番	1番	2番		1番	2番	1番	2番
ニオウダチ	7.0	7.3	1.0	1.0	ニオウダチ	6.7	8.7	1.0	1.0	ニオウダチ	5.0	8.3	1.0	1.0
ワセホープ	8.3	7.0	1.0	1.0	ワセホープ	8.0	9.0	1.0	1.0	ワセホープ	6.7	6.0	2.7	1.0
タチサカエ	2.0	3.3	1.0	1.0	タチサカエ	1.0	5.7	1.0	1.0	タチサカエ	1.3	1.7	1.3	1.0
					ゼロワン	7.0	8.3	1.0	1.0	ゼロワン	6.0	5.7	1.0	1.0
					ライジン	7.7	8.3	1.0	1.0	ライジン	7.3	6.0	1.3	1.0
										さつきばれEX	2.3	3.3	1.0	1.0
ヒタチヒカリ	6.0	6.3	1.3	1.0	ヒタチヒカリ	7.0	7.0	1.0	1.0	ヒタチヒカリ	2.7	4.0	1.0	1.0
スーパーマックス	3.3	7.3	3.7	1.0	スーパーマックス	2.3	7.0	1.0	1.3	スーパーマックス	1.7	2.7	1.7	1.0
タキジャイアントイタリ	8.3	8.3	4.0	1.0	タキジャイアントイタリ	8.7	8.0	1.0	1.0	タキジャイアントイタリ	7.0	7.7	1.0	1.0

注1: 刈取時出穂程度 1(極少)~9(極多)
注2: 刈取時倒伏程度 1(無)~9(甚)

3) 通算成績(表10参照)

平成26年~28年収穫において、乾物収量の通算成績について検討した。

短期・中期利用型において、ワセホープ、タチサカエは3年間の平均値で標準品種を上回り、3年間とも安定しており、有望な品種と考えられる。

2) 収量調査成績(表9参照)

乾物収量

短期・中期利用型ではワセホープ、タチサカエ、ゼロワン、ライジン、さつきばれEXの5品種全てが標準品種を上回る成績であり、逆に中・長期利用型では、スーパーマックス、タキジャイアントイタリ2品種が標準品種よりも下回った。

表9 乾物収量(kg/a)と対標準品種収量比

平成26年度成績					平成27年度成績					平成28年度成績				
品種系統名	1番	2番	合計	対標比	品種系統名	1番	2番	合計	対標比	品種系統名	1番	2番	合計	対標比
ニオウダチ	89.2	46.0	135.2	100.0	ニオウダチ	103.9	40.8	144.7	100.0	ニオウダチ	64.0	33.7	97.7	100.0
ワセホープ	111.9	42.4	154.3	114.2	ワセホープ	105.5	41.0	146.5	101.2	ワセホープ	91.3	37.0	128.3	131.3
タチサカエ	107.6	43.1	150.7	111.5	タチサカエ	96.7	48.2	144.9	100.1	タチサカエ	73.3	46.0	119.3	122.1
					ゼロワン	107.3	40.5	147.8	102.1	ゼロワン	76.0	36.0	112.0	114.6
					ライジン	109.2	36.5	145.7	100.7	ライジン	100.7	36.7	137.4	140.6
										さつきばれEX	86.7	30.3	117.0	119.8
ヒタチヒカリ	105.6	52.8	158.4	100.0	ヒタチヒカリ	128.2	43.4	171.6	100.0	ヒタチヒカリ	83.3	52.7	136.0	100.0
スーパーマックス	102.9	60.8	163.7	103.4	スーパーマックス	113.9	40.7	154.6	90.1	スーパーマックス	62.3	56.3	118.6	87.2
タキジャイアントイタリ	127.2	47.1	174.3	110.0	タキジャイアントイタリ	139.9	35.2	175.1	102.0	タキジャイアントイタリ	71.7	56.0	127.7	93.9

表10 合計乾物収量(kg/a)と対標準品種比(複数年成績を有し、試験の終了したもの)

系統品種名	H26収穫	対標比	H27収穫	対標比	H28収穫	対標比	平均	対標比平均
ニオウダチ	135.2	100.0	144.7	100.0	97.7	100.0	125.9	100.0
ワセホープ	154.3	114.2	146.5	101.2	128.3	131.3	143.0	113.6
タチサカエ	150.7	111.5	144.9	100.1	119.3	122.1	138.3	109.9
ヒタチヒカリ	158.4	100.0	171.6	100.0	136.0	100.0	155.3	100.0
スーパーマックス	163.7	103.4	154.6	90.1	118.6	87.2	145.6	93.8
タキジャイアントイタリ	174.3	110.0	175.1	102.0	127.7	93.9	159.0	102.4

考 察

1 飼料用トウモロコシ

3年間の試験期間が終了した2品種のうち、TDN収量、1日当たりTDN収量、乾物雌穂重量、対倒伏率、耐病性及び耐害虫性等から算出され、生育特性及び収量性を加味した総合評価により各供試品種を検討するとKD731は3期中3期とも標準品種を上回る成績であり、有望な品種であるといえる。

2 イタリアンライグラス

3年間の試験期間が終了した短期・中期利用型のワセホープ、タチサカエは有望な品種としてあげられる。

参 考 文 献

- 1) 飼料作物系統適応性検定試験実施要領(第5版)、農林水産省、畜産草地研究所編(2001)
- 2) 細谷肇ら:サイレージ用トウモロコシの品質総合評価法

飼料作物奨励品種選定試験（平成 30 年度）

米原尚子・池本千恵美

要 約

現在、国内において市販されている飼料用トウモロコシおよびイタリアンライグラスについて、鳥取県の栽培環境に適する奨励品種を選定するための基礎資料を得る目的で、飼料用トウモロコシ 6 品種、イタリアンライグラス 7 品種の生育特性および収量性を調査した。

1 飼料用トウモロコシ

- 1) 単年度の総合評価では KD671、TX1334、SDSH-4812 が優良な品種であると示唆された。
- 2) 試験が終了した品種は、KD671、スノーデントおとはであり、KD671 は総合評価の平均が標準品種と同等の成績であった。

2 イタリアンライグラス

- 1) 平成 30 年度単年度では、乾物収量は対標準品種と比較し、タチユウカ、うし想い、タチサカエ、TK クワトロが良好な成績であった。
- 2) 試験が終了した品種としては、さつきばれ EX であり、乾物収量対標準品種比は 100%を上回っていた。

結 言

飼料用トウモロコシは、高エネルギーで家畜の嗜好性に優れ、高収量が期待できる飼料作物であり、本県でも主要な夏作用飼料作物として多く作付けされている。

秋播き飼料作物において、イタリアンライグラスは代表的な草種であり、ロールベールラッピングに適する草種でもある。

鳥取県奨励品種選定の基礎資料を得るため、各飼料作物の将来有望と目される品種、流通量の多い品種について比較試験を行い、その結果について検討を行った。

材 料 及 び 方 法

1 試験期間

- 1) 飼料用トウモロコシ
平成 30 年 5 月～平成 30 年 9 月
- 2) イタリアンライグラス
平成 29 年 10 月～平成 30 年 5 月

2 試験場所

鳥取県畜産試験場試験圃場（黒色火山灰土壌）

3 試験方法

飼料作物系統適応性検定試験実施要領（改訂 5 版）¹⁾ に準じた。

1) 供試品種系統

(1) 飼料用トウモロコシ

表 1-1 に平成 28 年度からの供試状況を示した。平成 30 年度は 6 品種系統を供試した。

(2) イタリアンライグラス

表 1-2 に平成 28 年度からの供試状況を示した。平成 30 年度は 7 品種系統を供試した。

2) 試験区の設置、反復及び面積

(1) 飼料用トウモロコシ

1 区 14 m²、3 反復、乱塊法

(2) イタリアンライグラス

1 区 6 m²、調査面積 3.36 m²、3 反復、乱塊法

3) 耕種概要

(1) 飼料用トウモロコシ

・播種期

平成 30 年 4 月 28 日～6 月 1 日

・播種方法

714 本/a、畦幅 70cm、株間 20cm

・施肥量 (kg/a)

堆肥 300、炭 μ 11、N1.2、P₂O₅1.4、K₂O1.2

なお、堆肥は耕起前に全面散布し、肥料用石灰と化学肥料は、播種前に散布した。

・除草剤及び殺虫剤

播種直後、ゲザプリム 150ml/10a、ラッソー 250ml/10a、ガードベイド 3kg/10a、3～5 葉期にアルフォード液剤 150ml/10a を全面散布した。

・収穫期

各品種の黄熟期に収穫した。

(2) イタリアンライグラス

・播種期

平成 29 年 10 月 29 日

・播種量

2 倍体 ; 250g/a、

4 倍体 ; 400g/a

・播種方法

散播

・施肥量 (kg/a)

基肥 ; 堆肥 300、炭 μ 10、N1.2、P₂O₅1.4、K₂O1.2

追肥 ; N0.65、K₂O 1.25

なお、堆肥は耕起前に全面散布し、肥料用石灰と化学肥料は、播種前に散布した。また、追肥は各刈取後に行った。

・収穫期

各品種の 1 番草、2 番草とも標準品種の出穂期に刈取を実施した。

ニオウダチ、さつきばれ EX、タチユウカ、うし想いは 1 番草の刈り取りを平成 30 年 4 月 27 日に行い、2 番草の刈り取りを平成 30 年 5 月 30 日に行った。

同様に、ヒタチヒカリ、タチサカエ、TK クワトロの刈り取り調査については、1 番草は平成

30 年 5 月 10 日、2 番草は平成 30 年 6 月 18 日に行った。

表1-1 供試品種系統名 (トウモロコシ)

品種名			相対 新変	備考
平成28年度	平成29年度	平成30年度		
34839	-	-	115	バイオコア (H28年度までの標準品種)
FD66-13	-	-	114	ファームテック
-	-	TX1334	116	タキイ
ED671	ED671	ED671	117	カネコ
-	ED680	ED680	118	カネコ (H29からの標準品種)
バイオネット118:AT	バイオネット118:AT	-	119	雪印
P2088	P2088	-	118	バイオニア
FD66-91	FD66-91	-	120	ファームテック
ED731	-	-	123	カネコ
-	P2023	P2023	126	バイオニア (標準品種)
-	-	SD-SH4812	125	雪印
P3470	-	-	127	バイオニア (H28年度までの標準品種)
バイオネットとは	バイオネットとは	バイオネットとは	127	雪印

表1-2 供試品種系統名 年度は収穫年度

利用型	品種系統名			倍体数	備考
	平成28年度	平成29年度	平成30年度		
短期	ニオウダチ	ニオウダチ	ニオウダチ	2	公的標準品種
短期	ワネーブ	-	-	2	タキイ
短期	ゼロワン	ゼロワン	-	2	カネコ
短期	ライジン	ライジン	-	2	カネコ
短期	さつきばれEX	さつきばれEX	さつきばれEX	2	カネコ
短期	タチユウカ	タチユウカ	タチユウカ	2	雪印
短期	うし想い	うし想い	うし想い	2	タキイ
短期	-	TKクワトロ	TKクワトロ	4	東北農研
長期	ヒタチヒカリ	ヒタチヒカリ	ヒタチヒカリ	4	公的標準品種
長期	スーパーマックス	-	-	4	カネコ
長期	タキジャイアント	-	-	4	タキイ
中期	タチサカエ	タチサカエ	タチサカエ	4	タキイ

結 果

1 飼料用トウモロコシ

1) 生育特性 (表 2 参照)

(1) 雄穂抽出期

雄穂抽出期は 7 月 10 日から 8 月 1 日であった。
(播種後日数 51 日～62 日)

(2) 稈長

各品種の稈長は 168.6 cm～192.7 cm の範囲であった。

(3) 着雌穂高

各品種の着雌穂高は 62.5 cm～85.7 cm の範囲であった。

(4) 病虫害

虫害は P2023、SD-SH4812 でみられ、虫害率は 1.8%～4.1% の範囲だった。虫害はアワノメイガによるものであった。

表2 生育特性成績

品種名	平成28年度						平成29年度						平成30年度					
	蒔き出し期	収穫期	収穫日数	虫害率 (%)	稈長 (cm)	着穂高 (cm)	蒔き出し期	収穫期	収穫日数	虫害率 (%)	稈長 (cm)	着穂高 (cm)	蒔き出し期	収穫期	収穫日数	虫害率 (%)	稈長 (cm)	着穂高 (cm)
34B39	7/11	8/23	88	10.0	204.5	79.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FD63-13	7/11	8/23	88	12.7	199.5	70.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TX1334	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7/10	9/15	121	0	179.1	62.8
KD671	7/12	8/23	88	20.2	211.0	80.0	7/3	8/17	111	2.5	260.0	116.4	7/10	9/15	121	0	192.7	71.9
KD680	-	-	-	-	-	-	7/3	8/17	111	0.9	221.6	88.0	7/10	9/15	121	0	168.6	62.9
スノーデント1189w	7/13	8/23	88	12.8	200.0	82.7	7/3	8/17	111	0.0	235.9	110.4	-	-	-	-	-	-
P2088	7/11	8/23	88	7.8	204.1	72.1	7/3	8/17	111	0.7	260.0	103.6	-	-	-	-	-	-
FD66-91	7/13	9/7	103	14.5	211.3	82.5	7/15	8/29	102	0.7	263.5	124.5	-	-	-	-	-	-
KD731	7/15	9/7	103	9.9	224.5	93.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P2023	-	-	-	-	-	-	7/16	8/29	102	0.7	258.5	107.5	8/1	9/25	109	1.8	181.1	62.5
SD-SH4812	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7/30	9/25	109	4.1	170.7	72.8
P3470	7/15	9/7	103	3	215.3	86.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
スノーデントおとほ	7/19	9/7	103	8.7	232.7	87.6	7/22	8/29	102	0.7	260.1	133.0	8/1	9/25	109	0	177.7	85.7

2) 収量調査成績 (表3 参照)

(1) 乾物収量

乾物総重は 83.2kg/a~135.1kg/a の範囲であった。年度による差も大きいため、年度を越えた比較では各年度に標準品種と比較して評価することが重要である。

(2) TDN 収量

TDN 収量 (kg/a) は新得方式により、次の計算式を用いて算定した。

$$\text{TDN 収量} = \text{乾物茎葉重} \times 0.582$$

$$+ \text{乾物雌穂重} \times 0.850$$

TDN 収量は 59.0kg/a~98.1kg/a の範囲だった。KD671 は良好な TDN 収量成績で、収量性については有望な品種である。

表3 収量調査成績

品種名	平成28年度				平成29年度				平成30年度			
	乾物収量			TDN収量 kg/a	乾物収量			TDN収量 kg/a	乾物収量			TDN収量 kg/a
茎葉 kg/a	雌穂 kg/a	合計 kg/a	茎葉 kg/a		雌穂 kg/a	合計 kg/a	茎葉 kg/a		雌穂 kg/a	合計 kg/a		
34B39	64.1	83.7	147.9	107.1	-	-	-	-	-	-	-	-
FD63-13	68.5	87.9	156.4	114.6	-	-	-	-	-	-	-	-
TX1334	-	-	-	-	-	-	-	-	48.31	73.24	121.55	90.40
KD671	82.5	78	160.5	114.3	95.40	107.04	202.45	146.51	62.52	72.60	135.12	98.10
KD680	-	-	-	-	70.18	97.90	168.07	124.05	41.17	56.93	98.11	72.40
スノーデント1189w	66.2	74.9	141.1	102.2	79.29	103.59	182.88	134.20	-	-	-	-
P2088	60.4	75.6	136.0	99.4	106.74	140.32	247.06	181.40	-	-	-	-
FD66-91	76.4	93.1	169.5	123.6	99.59	114.35	213.94	155.16	-	-	-	-
KD731	102.8	123.1	225.8	164.4	-	-	-	-	-	-	-	-
P2023	-	-	-	-	105.31	119.19	224.49	162.60	44.66	53.93	98.59	71.80
SD-SH4812	-	-	-	-	-	-	-	-	32.06	59.92	91.98	69.60
P3470	88.4	71	159.4	111.8	-	-	-	-	-	-	-	-
スノーデントおとほ	130.6	74.3	204.9	139.2	136.15	77.20	213.35	144.86	43.90	39.30	83.20	59.00

3) 総合評価

地域の気象条件に適した品種を評価するには、栄養収量、対病虫害性および対倒伏性を加味した数値による総合評価方式が望ましい。

そこで、今回、耐病性については、Elliot and Jenkins 罹病指数 (表4) を利用し、近畿中国地域で申し合いによって決められた総合評価方式 (表5) ²⁾ に基づいて、各品種の評価を行った。

表4 Elliot and Jenkins 罹病指数

指数	基準
0.5	下位葉に1~2個の小さな病斑
1	下位葉に数個の病斑
2	下位葉にかなりの数の病斑
3	下位葉に多数の病斑、中位葉に数個の病斑
4	下位葉、中位葉に多数の病斑、上位葉にも病斑を認める
5	全ての葉に多数の病斑、時に成熟前枯死状態

各品種における平成 28 年度から 30 年度の試験成績から算定した総合評価について表 6 に示した。

平成 30 年度成績で標準品種を上回ったのは、TX1334, KD671、SD-SH4812 であった。

3 年間の試験が終了した品種は FD63-13、KD731 の 2 品種であり、いずれの品種も 3 年間の平均点が標準品種を上回り、KD731 は 3 年間とも標準品種を上回る成績であった。

表5 総合評価基準

項目	配点	配点基準
1日当りのTDN収量	25点	供試品種の平均値を100%として、120%以上25点、111~119%22点、101~110%19点、91~100%16点、81~90%13点、80%以下10点
1日当りのTDN収量	20点	供試品種の平均値を100%として、120%以上20点、111~119%17点、101~110%14点、91~100%11点、81~90%8点、80%以下5点
乾物産率	15点	55%以上15点、51~54%13点、46~50%11点、41~45%9点、36~40%7点、31~35%5点、30%以下3点
耐倒伏性	15点	無15点、微(1~15%)12点、少(16~35%)9点、中(36~60%)6点、多(61~80%)2点
耐病性	15点	Elliot and Jenkinsの調査基準区分による。0~0.5%未満15点、0.5~1未満13点、1~2未満11点、2~3未満9点、3~4未満7点、4~5未満5点
耐害虫性	10点	無10点、微(1~15%)8点、少(16~35%)6点、中(36~60%)4点、多(61~80%)2点
総評点	100点	中(36~60%)4点、多(61~80%)2点

2 イタリアンライグラス

1) 生育特性 (表 7~8 参照)

(1) 発芽の良否

短期利用型ではうし想い、TKクワトロが標準品種よりも高かった。中・長期利用型では各品種に

表6 総合評価成績

系統品種名	H28収穫	H29収穫	H30収穫	平均
標準品種	78	83	83	81.3
FD63-13	78			78.0
TX1334			98	98.0
KD671	74	85	85	81.3
スーパーント118シルマ	70	89		79.5
P2088	74	98		86.0
標準品種	61	70	76	69.0
FD66-91	70	70		70.0
KD731	84			84.0
SD-SH4812			76	76.0
P3470				
スーパーントおとほ	70	76	53	66.3

大きな差は認められなかった。

(2) 草丈

短期利用型では、タチユウカ、うし想い、TKクワトロは1番草、2番草共に標準品種より高かった。さつきばれ EX は2番草のみ標準品種より高かった。

(3) 倒伏程度

短期・中期利用型では、うし想いの1番草、TKクワトロで標準品種を下回った。

中期・長期利用型では、タチサカエの2番草が標準品種を下回った。

2) 収量調査成績 (表 9 参照)

(1) 乾物収量

短期・中期利用型ではワセホープ、タチサカエ、ゼロワン、ライジン、さつきばれ EX の5品種全てが標準品種を上回る成績であり、逆に中・長期利用型では、スーパーマックス、タキイジャイアントイタリアンの2品種が標準品種より下回った。

表7 生育特性成績 (1)

品種系統名	平成28年度成績				平成29年度成績				平成30年度成績			
	発芽良否	初期草勢	草丈 (cm)		発芽良否	初期草勢	草丈 (cm)		発芽良否	初期草勢	草丈 (cm)	
			1番	2番			1番	2番			1番	2番
コバチ (標準品種)	6.0	6.0	104.3	70.3	8.7	9.0	101.2	94.2	4.3	8.3	99.0	104.9
ワセブ	7.0	7.0	110.1	71.1	-	-	-	-	-	-	-	-
ゼロワ	6.3	6.3	109.3	71.9	8.3	8.7	107.5	99.5	-	-	-	-
ワセブ	6.7	6.7	108.7	68.0	8.3	8.7	103.1	94.4	-	-	-	-
さつきばれEX	4.3	3.7	101.3	66.5	7.7	7.0	96.3	94.7	3.7	8.7	91.2	106.5
ワセブ	-	-	-	-	8.7	8.3	101.7	99.7	4.7	8.3	106.8	106.6
うし想い	-	-	-	-	8.7	8.0	104.4	102.8	6.7	8.0	121.4	111.1
TKクワ	-	-	-	-	-	-	-	-	8.7	8.0	124.7	127.3
ワセブ (標準品種)	7.7	7.3	113.3	95.2	-	-	-	-	8.7	8.3	125.2	100.7
スーパーマ	6.7	5.3	98.2	94.6	-	-	-	-	-	-	-	-
タキイジャイアント	7	7.3	110.7	86	-	-	-	-	-	-	-	-
ワセブ	8.3	8.7	110.7	80.3	-	-	-	-	8.7	8.0	125.2	122.1

3) 通算成績 (表 10 参照)

平成 28 年～30 年収穫において、乾物収量の通算成績について検討した。

短期・中期利用型において、ワセホープ、タチサカエは 3 年間の平均値で標準品種を上回り、3 年間とも安定しており、有望な品種と考えられる。

表 8 生育特性成績 (2)

品種系統名	平成28年度成績				品種系統名	平成29年度成績				品種系統名	平成30年度成績			
	刈取時出穂程度		刈取時倒伏程度			刈取時出穂程度		刈取時倒伏程度			刈取時出穂程度		刈取時倒伏程度	
	1番	2番	1番	2番		1番	2番	1番	2番		1番	2番	1番	2番
コウカチ (標準品種)	5.0	8.3	1.0	1.0	コウカチ (標準品種)	3.7	8.0	2.0	1.0	コウカチ (標準品種)	9.0	9.0	1.3	1.0
ワセホープ	6.7	6.0	2.7	1.0	ワセホープ	-	-	-	-	ワセホープ	-	-	-	-
セウワン	6.0	5.7	1.0	1.0	セウワン	5.3	7.7	2.3	1.0	セウワン	-	-	-	-
ライオン	7.3	6.0	1.3	1.0	ライオン	7.3	7.3	2.3	1.0	ライオン	-	-	-	-
さつきばれEX	2.3	3.3	1.0	1.0	さつきばれEX	2.0	6.7	1.0	1.0	さつきばれEX	6.3	7.0	1.0	1.0
チコカ	-	-	-	-	チコカ	7.0	8.7	1.7	1.0	チコカ	9.0	9.0	1.0	1.0
うし想い	-	-	-	-	うし想い	6.3	8.3	1.0	1.0	うし想い	9.0	8.3	2.3	1.0
TKアリア	-	-	-	-	TKアリア	-	-	-	-	TKアリア	7.0	8.0	1.0	2.0
ヒサヒサ (標準品種)	2.7	4.0	1.0	1.0	ヒサヒサ (標準品種)	-	-	-	-	ヒサヒサ (標準品種)	7.0	8.7	1.7	2.3
スーパーマックス	1.7	2.7	1.7	1.0	スーパーマックス	-	-	-	-	スーパーマックス	-	-	-	-
タチサカエ (アントイリアン)	7.0	7.7	1.0	1.0	タチサカエ (アントイリアン)	-	-	-	-	タチサカエ (アントイリアン)	-	-	-	-
チコカ	1.3	1.7	1.3	1.0	チコカ	-	-	-	-	チコカ	6.3	8.3	1.0	4.3

表 9 乾物収量 (kg/a) と対標準品種収量比

品種系統名	平成28年度成績				品種系統名	平成29年度成績				品種系統名	平成30年度成績			
	1番	2番	合計	対標比		1番	2番	合計	対標比		1番	2番	合計	対標比
コウカチ (標準品種)	63.7	33.6	97.3	100	コウカチ (標準品種)	78.2	48.9	127.2	100.0	コウカチ (標準品種)	76.2	35.7	111.9	100.0
ワセホープ	91.4	36.8	128.2	131.8	ワセホープ	-	-	-	-	ワセホープ	-	-	-	-
セウワン	76.0	35.9	111.9	115.0	セウワン	81.6	49.9	131.5	103.4	セウワン	-	-	-	-
ライオン	100.7	36.8	137.5	141.3	ライオン	90.5	44.4	134.9	106.1	ライオン	-	-	-	-
さつきばれEX	86.7	30.5	117.2	120.5	さつきばれEX	80.4	48.6	129.0	101.4	さつきばれEX	71.1	28	99.1	88.6
チコカ	-	-	-	-	チコカ	83.4	49.8	133.2	104.7	チコカ	91.4	26.0	117.4	105.0
うし想い	-	-	-	-	うし想い	80.4	48.6	129	101.4	うし想い	98.5	71.9	170.4	152.4
TKアリア	-	-	-	-	TKアリア	-	-	-	-	TKアリア	102.3	68.1	170.4	171.9
ヒサヒサ (標準品種)	83.5	52.8	136.3	100	ヒサヒサ (標準品種)	-	-	-	-	ヒサヒサ (標準品種)	79.3	67.0	146.3	130.8
スーパーマックス	62.4	56.1	118.5	86.9	スーパーマックス	-	-	-	-	スーパーマックス	-	-	-	-
タチサカエ (アントイリアン)	71.6	56.1	127.7	93.7	タチサカエ (アントイリアン)	-	-	-	-	タチサカエ (アントイリアン)	-	-	-	-
チコカ	73.3	45.8	119.1	122.4	チコカ	-	-	-	-	チコカ	98.5	71.9	170.4	152.4

表 10 合計乾物収量 (kg/a) と対標準品種比 (複数年成績を有し、試験を終了したもの)

系統品種名	H28収穫	対標比	H29収穫	対標比	H30収穫	対標比	平均	対標比
コウカチ (標準品種)	97.3	100.0	127.2	100.0	111.9	100.0	112.1	100.0
ワセホープ	128.2	131.8	-	-	-	-	128.3	131.8
セウワン	111.9	115.0	131.5	103.4	-	-	121.7	109.2
ライオン	137.5	141.3	134.9	106.1	-	-	136.2	123.7
さつきばれEX	117.2	120.5	129.0	101.4	99.1	88.6	115.1	103.5
チコカ	-	-	133.2	104.7	117.4	105.0	125.3	104.9
うし想い	-	-	129.0	101.4	170.4	152.4	149.7	126.9
TKアリア	-	-	-	-	170.4	171.9	170.4	171.9
ヒサヒサ (標準品種)	136.3	100.0	-	-	146.3	130.8	141.3	115.4
スーパーマックス	118.5	86.9	-	-	-	-	118.5	86.9
タチサカエ (アントイリアン)	127.7	93.7	-	-	-	-	127.7	93.7
チコカ	119.1	122.4	-	-	170.4	152.4	144.8	137.4

考 察

1 飼料用トウモロコシ

3年間の試験期間が終了した2品種のうち、TDN収量、1日当たりTDN収量、乾物雌穂重量、対倒伏率、耐病性及び耐害虫性等から算出され、生育特性及び収量性を加味した総合評価により各供試品種を検討するとKD731は3期中3期とも標準品種を上回る成績であり、有望な品種であるといえる。

2 イタリアンライグラス

3年間の試験期間が終了した短期・中期利用型のワセホープ、タチサカエは有望な品種としてあげられる。

参 考 文 献

- 1) 飼料作物系統適応性検定試験実施要領 (第5版)、農林水産省、畜産草地研究所編(2001)
- 2) 細谷肇ら：サイレージ用トウモロコシの品質総合評価法

“強化” 哺育を活用した和子牛育成技術確立試験（第 1 報）

山本路子*・福田孝彦**・森下康***

*現鳥取県西部家畜保健衛生所、**現鳥取県中小家畜試験場、***平成 27 年 3 月退職

要 約

黒毛和種子牛の哺育育成技術を確立するため、従来の代用乳より高蛋白・低脂肪の代用乳を多給し、子牛の初期発育を向上させる“強化” 哺育を行った。黒毛和種雄子牛 10 頭を用いて従来型の標準的な代用乳を給与する区（標準区）と高蛋白・低脂肪の代用乳を多給する区（強化区）に分け、生後 3 ヶ月齢までの黒毛和種雄子牛の発育、飼料摂取量、血液性状に及ぼす影響を検討した。

1 3 ヶ月齢の体重、体高及び出生時からの DG は、それぞれ標準区 86.5kg・87.4cm・0.56、強化区 120.0kg・94.6cm・0.93 と強化区が有意に大きく、優れた発育を示した（ $p<0.01$ ）。その他の体型測定値である十字部高、体長、尻長、寛幅、胸囲、腹囲も同様の発育を示した（ $P<0.01$ ）。

2 試験期間中の飼料摂取量は、代用乳が標準区 23.3kg、強化区 74.7kg と強化区が有意（ $P<0.01$ ）に多くなったが、人工乳摂取量は標準区 66.9kg、強化区 54.5kg と標準区が多かった（ $P<0.05$ ）。TDN、CP、EE の摂取量は、代用乳の摂取量を反映して、それぞれ標準区 80.7kg・14.0kg・7.1kg、強化区 123.3kg・27.2kg・14.4kg と強化区が大きく上回った（ $P<0.01$ ）。

3 血液性状のうち蛋白質合成、筋肉の合成促進作用のある血中 IGF- I は試験期間中のすべてで強化区が対照区を上回って推移した。

以上のことから、高蛋白、低脂肪の代用乳を多給する“強化” 哺育は、従来型の標準的な成分・量を給与する標準哺育と比較して、生後 3 ヶ月齢までの黒毛和種雄子牛において優れた発育効果が認められた。

緒 言

鳥取県は、今後目指すべき和牛産地の姿を示した「鳥取県和牛ビジョン」を平成 21 年 4 月に公表した。その中で子牛生産頭数の減少対策として「受精卵移植を活用した酪農家との連携」を掲げ、また受精卵移植技術の課題の一つとして「受精卵産子の哺育育成技術が普及していない」¹⁾としており、和子牛の人工哺育・育成技術の早急な確立が求められている。

鳥取県畜産試験場では、県内で乳牛への和牛受精卵移植の取り組みが始まった昭和 60 年頃から和子牛の人工

哺育技術の試験研究を重ねてきたが、いずれも自然哺乳の発育に及ばず人工哺育技術の確立が長年の課題となっていた。全国酪農業協同組合連合会（以下全酪連）は高蛋白・低脂肪の代用乳を多量に給与することにより子牛の初期発育を向上させる“強化” 哺育を発表し、その応用技術である和牛の“強化” 哺育は各地の研究機関で研究され²⁾、生産現場での普及も進みつつある。当场でも平成 23 年から“強化” 哺育を活用した人工哺育試験を開始し、哺乳期間中の顕著な発育向上効果を確認すると同時に、離乳後の発育停滞等いくつかの課題を明らかにしている³⁾。

今回、“強化”哺育の初期発育向上効果を最大限活用した哺育育成技術の確立に資するため、標準的な成分、量、給与期間の代用乳との違いが発育、飼料摂取量、血液性状に及ぼす影響について比較検討したので、その概要について報告する。

材料及び方法

1 試験区分

標準的な代用乳（商品名カーフトップ ET、全酪連、原物当り粗タンパク質（CP）26%、粗脂肪（EE）25.5%、可消化養分総量（TDN）116%）を給与する牛を標準区、高蛋白、低脂肪の代用乳（商品名カーフトップ EX ブラック、全酪連、CP28%、EE18%、TDN108%）を給与する牛を強化区とした。

2 供試牛及び試験期間

供試牛は、表1に示す平成26年5月から12月にかけて当場内の黒毛和種雌牛及びホルスタイン種雌牛から生産された9頭の黒毛和種雄子牛を用いた。また、標準区、強化区それぞれに血統と出生時体重にできる限り偏りが無いよう配置するため、平成25年9月に当場内で生産され“強化”哺育を行った雄子牛1頭のデータを用いて標準区5頭、強化区5頭の計10頭とした。試験期間は各供試牛の出生後から3ヵ月間とし、平成26年5月から平成27年3月までとした。

表1 供試牛の概要

区分	生年月日	父	祖父	曾祖父	出生時体重
標準区	H26.5.31 ET	百合白眉2	美津輝	糸北裕	38.0
	H26.7.12 ET	藤安波	第1花園	支福165の9	32.0
	H26.11.11 ET	藤安波	百合茂	白眉85の3	41.0
	H26.11.18 ET	福地	支平輝	第1花園	32.0
	H26.12.2 ET	福地	支平輝	第1花園	34.0
強化区	H26.8.4 ET	百合白眉2	支福久	平茂輝	35.0
	H26.7.5 ET	藤安波	第1花園	支福165の9	32.0
	H25.9.9 AI	藤安波	百合茂	白眉85の3	37.5
	H26.11.9 ET	福地	支平輝	第1花園	32.0
	H26.12.24 AI	福地	平茂輝	糸新裕	34.0
平均	標準区				35.4
	強化区				34.1

3 飼養管理

供試牛は出生後直ちに母牛から隔離し体重測定後、屋外に設置したカーフハッチまたは牛舎内の個体ペンに収容し個別飼育とした。収容後、臍帯の消毒、鉄剤の頸部筋肉内注射を行い、人工初乳（商品名グッドスタート、全酪連）1,000gを出生後24時間以内に3回に分けてストマックチューブを用いて強制投与した。

標準区、強化区ともに生後2日目から代用乳の給与を開始した。標準区は8倍量の温湯で溶解した代用乳を1日当り最大400g給与し60日齢で離乳とした（図1）。強化区は5倍量の温湯で溶解した代用乳を1日600gから始め20日齢で1,000gまで増量、生後70日齢まで継続し以降漸減させ90日齢で離乳とした（図2）。なお、離乳はスターターの摂取量に関係なく各区の目標の日齢に到達した時点でを行った。人工乳は両区とも生後3日齢から、粗飼料は細断したクレイングラスを生後30日齢から給与開始し、自由採食とした。水はバケツまたはウォーターカップからの自由飲水とした。哺乳及び飼料給与は1日2回、午前8時30分と午後3時30分に行った。

週齢	1日給与量 (g/日)	1回給与量 (g/回)	温湯量 (cc/回)	給与回数 (回/日)	人工乳	粗飼料	水
0	初乳: 1,000gを24時間以内に強制投与						
1	300~400	150~200	1.2~1.5	2	生後3日齢から不断給餌	生後30日齢から不断給餌	自由飲水
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
60日齢	離乳						
9							
10							
11							
12							
90日齢	離乳						
計	23,700						

図1 給与プログラム(標準区)

週齢	1日給与量 (g/日)	1回給与量 (g/回)	温湯量 (cc/回)	給与回数 (回/日)	人工乳	粗飼料	水
0	初乳: 1,000gを24時間以内に強制投与						
1	600~800	300~400	1.5~2.0	2	生後3日齢から不断給餌	生後30日齢から不断給餌	自由飲水
2	840~1,000	420~500	2.1~2.5				
3							
4							
5							
6							
7							
8							
60日齢	離乳						
9	800	400	2.0				
11	600	300	1.5				
12	300	300	1.5	夕方1			
90日齢	離乳						
計	74,300						

図2 給与プログラム(強化区)

4 調査項目

1) 発育調査

体重、体高、十字部高、体長、尻長、寛幅、胸囲、腹囲を2週間毎に測定した。

2) 飼料摂取量

毎日夕方の飼料給与前に残飼を回収計量し給与量との差を飼料摂取量とした。

3) 血液検査

血液検査は発育調査時に頸静脈からヘパリンナトリウム入真空採血管で採取し、3000rpmで15分間遠心により血漿を分離した。ドライケミストリー法 (FUJI-Dry-Chem5500V, 富士メディカルシステム、東京) により、総蛋白 (TP) アルブミン (ALB)、血液尿素窒素 (BUN)、総コレステロール (Tcho)、アルカリフォスファターゼ (ALP) を測定し、高速液体クロマトグラフィー (SPD-20AV, 島津製作所、京都) によりレチノール (Vit.A)、 α -トコフェロール (Vit.E) を測定した。また、 -30°C で凍結保存した血漿を微研東北中央研究所に送付し血中 IGF- I 値の測定を依頼した。

結果

1) 発育調査

試験期間中の DG 及び試験終了時の体型測定値を表 2 に示す。DG、体重、体高、体長、胸囲は標準区に比べて強化区が有意に大きくなり優れた発育を示した。また、体型測定値のその他の項目である十字部高、腹囲、尻長、寛幅についても同様に有意 ($P<0.01$) に大きくなった。

強化区の体重、体高は3ヵ月齢で公益社団法人全国和牛登録協会が示す標準発育値を上回り、体重では2ヵ月から3ヵ月まで (標準区 DG0.77、強化区 DG1.16)、では2.5ヵ月から3ヵ月に顕著な発育を示した (図3、図4)。

表2 発育成績

区分	体重(kg)		DG	体型測定値(cm)		
	出生時	3ヵ月齢		体高	体長	胸囲
標準区	35.4	86.5	0.56	87.4	84.4	98.5
強化区	34.1	120.0 **	0.93 **	94.6 **	95.6 **	109.8 **

** $P<0.01$

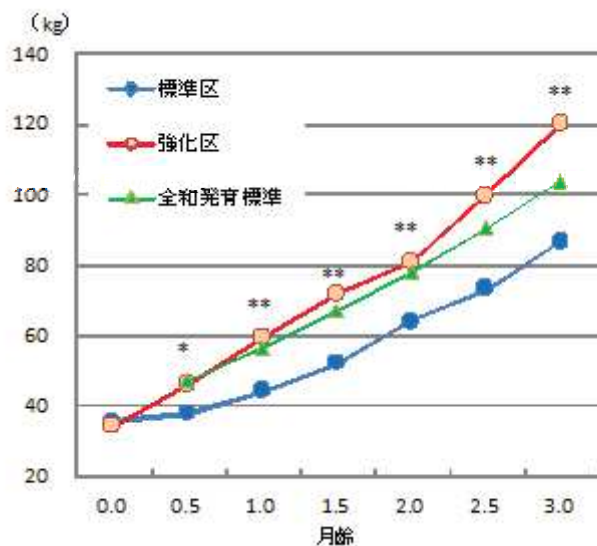


図3 体重の推移

* $P<0.05$, ** $P<0.01$

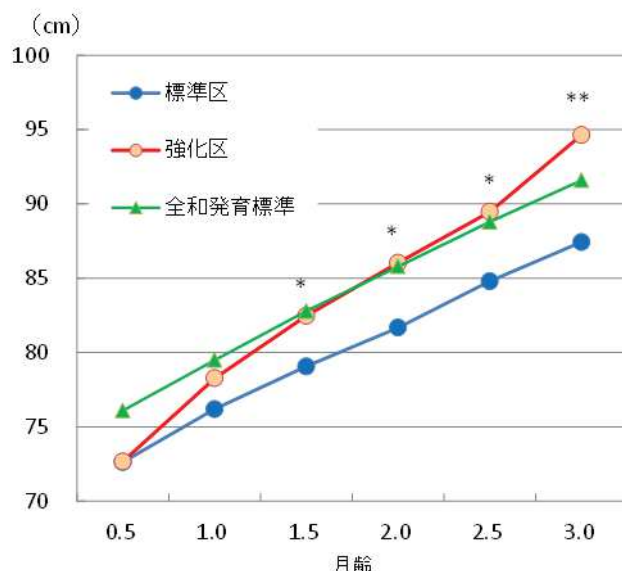


図4 体高の推移

* $P<0.05$, ** $P<0.01$

2) 飼料摂取量

試験期間中の飼料摂取量を表3に示した。代用乳の摂取量はほぼ給与プログラムのとおり標準区 23.3kg、強化区 74.7kg となった。自由採食とした人工乳は、標準区 66.9kg、強化区 54.5kg と標準区が強化区より有意に多く摂取し、同様に自由採食の粗飼料についても標準区 10.4kg、強化区 6.5kg と標準区が強化区に対して多く摂取する傾向を示した。TDN、CP、EE の摂取量は、代用乳の摂取量を反映して強化区が標準区より有意に多く摂取した。

各月齢毎の人工乳の摂取量は 2.5 ヶ月齢までは標準区が強化区を上回って推移したが、2.5～3 ヶ月齢においては強化区の人工乳摂取量が増加し標準区と差のない摂取量となった(図5)。

表3 試験期間中の飼料摂取量(kg/頭)

区 分	標準区	強化区
代 用 乳	23.3	74.7 **
人 工 乳	66.9 *	54.5
粗 飼 料	10.4	6.5
TDN	80.7 (27.0)	123.3 ** (80.6)
CP	14.0 (6.0)	27.2 ** (20.9)
EE	7.1 (5.9)	14.4 ** (13.4)

() 数値は代用乳由来の摂取量

*P<0.05 **P<0.01

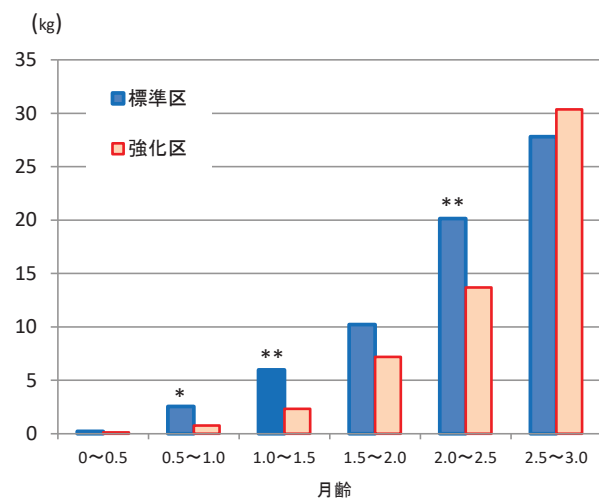


図5 人工乳摂取量の推移 *P<0.05、**P<0.01

3) 血液検査

血液検査項目のうち、TP、ALB、VitAについては両区に差はみられなかった。

高蛋白飼料の給与によって高値を示すといわれる⁴⁾ BUNは2 ヶ月齢まで両区に差は無く、両区とも2 ヶ月齢以降増加し標準区が高くなる傾向がみられた(図6)。Tchoは1 ヶ月齢及び1.5 ヶ月齢において標準区が有意に高く、2.5 ヶ月齢及び3 ヶ月齢では逆転し強化区が高かった(図7)。

ALPは両区とも0.5 ヶ月齢をピークに対照区で1.5 ヶ月齢まで、強化区で2 ヶ月齢にかけて低下しその後ほぼ横ばいで推移、0.5 ヶ月齢から1.5 ヶ月齢で強化区が高い値を示した(図8)。

VitEは0.5 ヶ月齢、2.5 ヶ月齢、3 ヶ月齢において強化区が高かった。標準区は1.5 ヶ月齢をピークにその後低下する標準区のTchoの推移と同様の推移を示した(図9)。

蛋白質の合成促進に作用する⁵⁾ IGF-Iは、試験期間のすべてにおいて強化区が高く推移した(図10)。

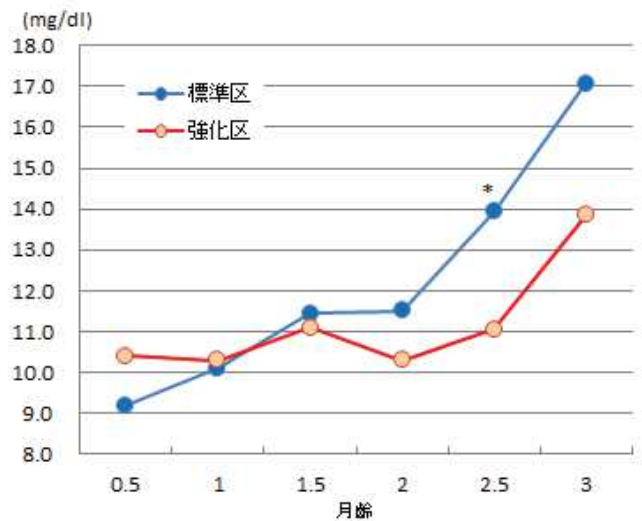


図6 BUNの推移 *P<0.05、**P<0.01

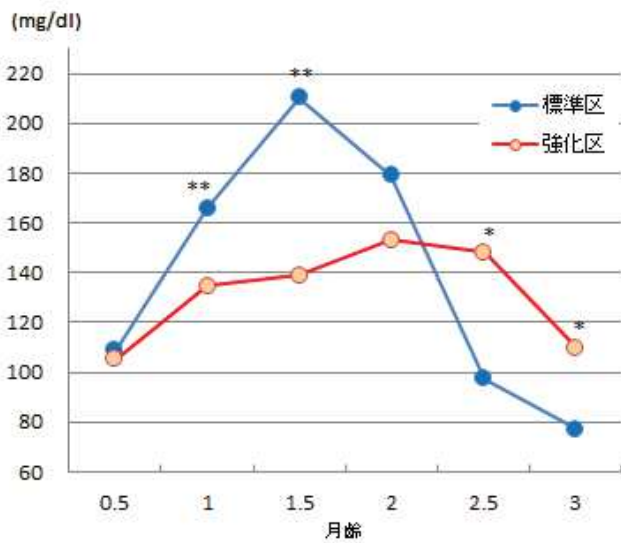


図7 Tcho の推移 *P<0.05、**P<0.01

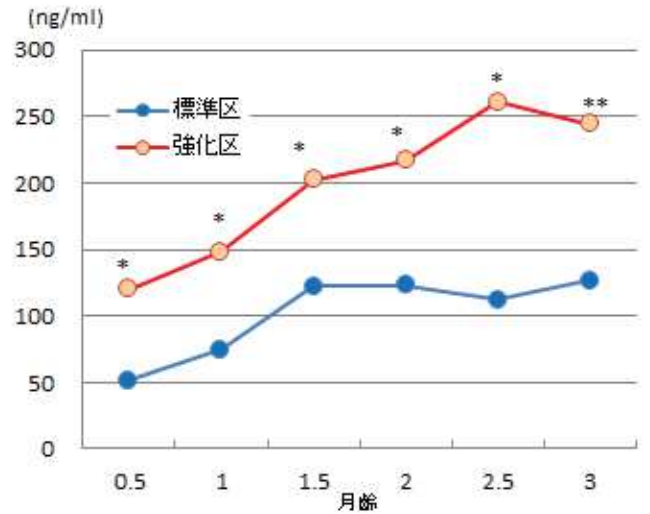


図10 IGF-I の推移 *P<0.05、**P<0.01

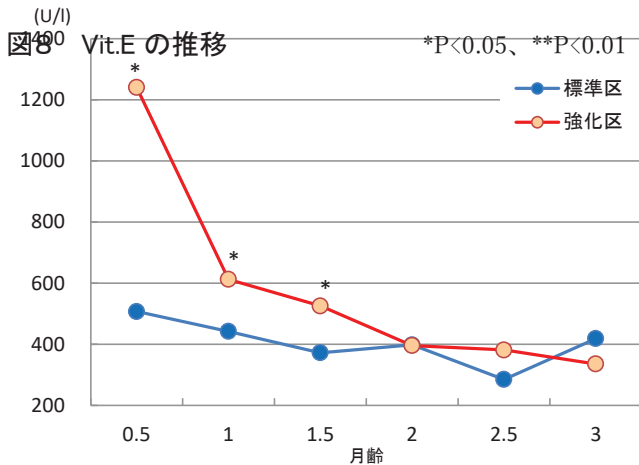


図8 ALP の推移 *P<0.05、**P<0.01

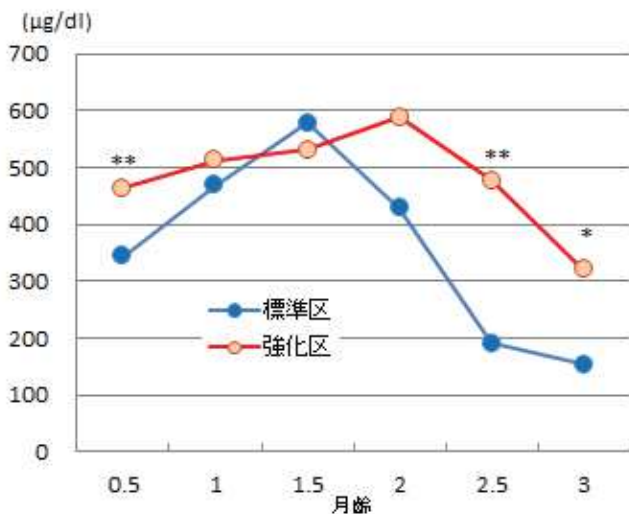


図9 Vit.E の推移 *P<0.05、**P<0.01

考 察

高蛋白、低脂肪の代用乳を多給与する“強化”哺育と従来型の標準的な成分・量を給与する標準哺育と比較した結果、生後3ヵ月齢までの黒毛和種雄子牛において優れた発育効果が認められた。

本試験と同様の代用乳を用いて比較した小野ら⁶⁾も終了時の体重は強化区が通常区よりも22kg重くなり(通常区94kg、強化区116kg)、体格でも通常区に比べて大きくなったと報告しており、本試験と同様に“強化”哺育の哺乳期間中の発育向上効果を示している。

特に、標準区で出生から1ヵ月齢までのDGが伸びないことに対し、強化区では優れたDGを示しており(標準区0.29、強化区0.87)、小野らの報告でも同様の結果だった。また、両区とも離乳または哺乳量の減少に伴い人工乳の摂取量が大きく増加した2～3ヵ月齢において、特に強化区で顕著な発育がみられた(標準区0.77、強化区1.16)。一方で強化区で哺乳量が多いためか人工乳の摂取量が順調に増加せず増体重も低い個体があり、対応方法やプログラムの見直しは今後の課題と考える。

血液性状では、両区に特徴的な違いが見られた。BUNは2ヵ月齢まで両区に差はなく、2ヵ月齢以降は標準区が強化区を上回った。強化区の蛋白質摂取量は標準区の約2倍量だったにもかかわらず、標準区よりも低かったことから、BUNの推移は代用乳由来ではなく人工乳由来

の蛋白質摂取量を反映していることが示唆された。

エネルギーや脂肪の摂取量を反映するといわれる⁷⁾ Tcho は標準区の哺乳期間中強化区を上回って推移した。脂肪の摂取量についても強化区は標準区の約2倍だったことを考慮すると、両区の代用乳の脂肪酸組成等脂肪質の違いによるものではないかと推測された。また、標準区の2～3ヵ月齢はBUNが高くTchoが低いことから、人工乳の摂取量は増加したものの、エネルギー不足の状態にあることが示唆された。

骨形成期に高値を示すといわれる⁴⁾ ALP は強化区が1.5ヵ月齢まで標準区より高く、0.5ヵ月齢では1,000IU/lを超える高い値だった。栗原ら⁸⁾ は自然哺乳の子牛で出生翌日の血中ALP値が1,000～1,600IU/lを示すことを報告している。また、肝機能の低下でも高くなるためGOT、GGTを精査したところ両区に差はなく異常値もみられないことから、強化区では骨組織の活性が高くなっていることが示唆された。

強化区においてIGF-Iが代用乳の摂取量増加によって哺乳期間中のすべてにおいて有意に高い値を示し、小野ら⁶⁾ も同様に高く推移したと報告している。粗蛋白質量がIGF-Iの濃度に影響する⁵⁾ ことから強化区の多量の蛋白質摂取が成長因子であるIGF-Iの合成を促進し発育を促したと考えられる。ホルスタイン雄子牛を用いて、標準的な成分の代用乳と高蛋白質・低脂肪の代用乳を比較した折橋ら⁹⁾ も高蛋白質・低脂肪区の血漿IGF-Iの濃度が高く推移し、代用乳由来の蛋白質レベルに依存して血中IGF-I濃度を高めたと報告し、60日齢における標準成分区の血中Tchoが高く腎周囲脂肪の蓄積が多かったとしている。本試験の強化区の血中Tchoは標準区に比べて低かったことと一致しており、これらのことが過肥にならずに筋肉や骨の発育を促進する“強化”哺育の特徴を示唆していると考えられる。

強化区の供試牛を個体レベルで見た時、哺乳期間中に人工乳の摂取量が順調に増加した個体の発育が良好だった。前述の人工乳摂取量が順調に増加しない個体への対応と併せて、今後、離乳後の両区の発育、飼料摂取量、血液性状等の調査を継続するとともに、哺乳量の多い“強化”哺育において、哺乳期間中にさらに人工乳摂取を高め、発育向上させる哺乳プログラムの検討を行う。

謝 辞

本研究の実施に当たり多大なるご指導、ご協力をいただいた全国酪農業協同組合連合会の齋藤昭主席研究員をはじめ職員の方々に深謝します。

参 考 文 献

- 1) 鳥取県農林水産部畜産課編、鳥取県和牛ビジョン、5-9 (2009)
- 2) 磯崎良寛ら、黒毛和種子牛強化哺育時における代用乳・人工乳給与プログラムの検討、西日本畜産学会報、51: 89-92(2008)
- 3) 森下康ら、和子牛の育成に関する試験、鳥取県畜産試験場研究報告、第39号、11-18(2015)
- 4) 全国農業共済協会、家畜共済における臨床病理検査要領(平成17年改訂)、43-162(2005)
- 5) 善林明治、ビーフプロダクション、養賢堂、141(1994)
- 6) 小野晴美ら、強化哺育・粗飼料多給型育成による黒毛和種素牛の生産技術、九州農業試験研究機関協議会第77回発表要旨集、79(2014)
- 7) 日本獣医内科学アカデミー編、獣医内科学大動物編、文永堂出版、312(2005)
- 8) 栗原昭広ら、哺乳方法の違いが子牛の発育と血液性状に及ぼす影響、鳥取県畜産試験場研究報告、第29号、12-16(1999)
- 9) 折橋毅典、代用乳の成分および給与量の違いがホルスタイン種雄仔ウシの成長、代謝、血漿IGF-I濃度および腸管の栄養素輸送体遺伝子発現に及ぼす影響、畜産技術、689号(2012)

“強化” 哺育を活用した和子牛育成技術確立試験（第 2 報）

福田孝彦*・山本路子**・森下康***

*現鳥取県中小家畜試験場、**現鳥取県西部家畜保健衛生所、***平成 27 年 3 月退職

要 約

黒毛和種子牛の哺育育成技術を確立するため、従来の代用乳より高蛋白・低脂肪の代用乳を多給し、子牛の初期発育を向上させる“強化” 哺育を行った。黒毛和種雄子牛 10 頭を用いて従来型の標準的な代用乳を給与する区（標準区）と高蛋白・低脂肪の代用乳を多給する区（強化区）に区分した。出生から生後 3 ヶ月齢まで（哺乳期）調査した前報に引き続き、3 ヶ月齢から子牛市場への上場月齢である 8.5 ヶ月齢まで（育成期）の黒毛和種雄子牛の発育、飼料摂取量、血液性状に及ぼす影響を検討した。

- 1 育成期終了時の体重は標準区 273.6kg、強化区 300.2kg と強化区が有意に上回った（ $P<0.05$ ）。体型測定値のうち体長、胸囲については強化区が上回ったが（ $P<0.05$ ）、体高、十字部高、尻長、寛幅、腹囲は差がなかった。
- 2 日増体量（DG）は、前報で哺乳期中は強化区が優れた発育を示した（標準区 0.56、強化区 0.93）ことを報告したが、育成期中の DG は標準区 1.12、強化区 1.10 と両区に差はみられなかった。出生から育成期終了までの DG は標準区 0.93、強化区 1.04 と強化区の発育が優れていた（ $P<0.05$ ）。強化区は離乳後に消化不良性の下痢の発症によって発育停滞、飼料摂取量の減少が見られた。
- 3 血液性状のうち IGF- I の値は、哺乳期中は強化区が対照区を上回って推移したが、4 ヶ月齢以降標準区の値も上昇し育成期においては差は見られなかった。

以上のことから、高蛋白、低脂肪の代用乳を多給する“強化” 哺育は、従来型の標準的な成分・量を給与する標準哺育と比較して、生後 3 ヶ月齢までの黒毛和種雄子牛の哺乳期において特に優れた発育効果が認められ、哺乳期に得られた増体格差は 8.5 ヶ月齢まで維持されることが分かった。“強化” 哺育技術を利用する上で、離乳までの哺乳量の減少と固形飼料の摂取をより増加させ、離乳後からの粗飼料摂取を高めることによってルーメンの発達を促す哺乳プログラム並びに離乳前後の飼料給与プログラムについて今後検討する必要があると考える。

緒 言

“強化” 哺育の初期発育向上効果を最大限活用した哺育育成技術の確立に資するため、標準的な成分、量、給与期間の代用乳との違いが発育、飼料摂取量、血液性状に及ぼす影響について比較検討を行った。

前報では、“強化” 哺育における哺乳期にあたる出生から 3 ヶ月齢までの発育、飼料摂取量、血液性状に及ぼ

す影響について検討した。本報では、哺乳期間が終了した 3 ヶ月齢から子牛市場の上場月齢である 8.5 ヶ月齢までの育成期について調査、検討したので、その概要について報告する。

材料及び方法

1 試験区分

標準的な代用乳（製品名カーフトップ ET，全酪連、原物当り粗タンパク質（CP）26%、粗脂肪（EE）25.5%、可消化養分総量（TDN）116%）を用いて哺育育成した牛を標準区、高蛋白、低脂肪の代用乳（製品名カーフトップ EX ブラック，全酪連、CP28%、EE18%、TDN108%）を用いて哺育育成を終了した牛を強化区とした。

2 供試牛及び試験期間

供試牛は、前報で報告した表1に示す黒毛和種雄子牛10頭を用いた。試験期間は各供試牛の3ヵ月齢から8.5ヵ月齢とし、平成26年8月から平成27年9月まで実施した。

表1 供試牛の概要

区分	生年月日	父	祖父	曾祖父	出生時 体重	3ヵ月齢 体重
標準区	H26.5.31	百合白清2	美津照	糸北鶴	38.0	95.5
	H26.7.12	勝安波	第1花園	安福165の9	32.0	84.0
	H26.11.11	勝安波	百合茂	白清85の3	41.0	95.8
	H26.11.18	福増	安平照	第1花園	32.0	81.2
	H26.12.2	福増	安平照	第1花園	34.0	76.2
強化区	H26.8.4	百合白清2	安福久	平茂勝	35.0	132.0
	H26.7.5	勝安波	第1花園	安福165の9	32.0	116.0
	H25.9.9	勝安波	百合茂	白清85の3	37.5	126.0
	H26.11.9	福増	安平照	第1花園	32.0	116.0
	H26.12.24	福増	平茂晴	糸新鶴	34.0	110.0
平均	標準区				35.4	86.5
	強化区				34.1	120.0

3 飼養管理

生後3ヵ月齢以降、標準区、強化区ともに同一の飼養管理を行うこととした。屋外に設置したカーフハッチまたは牛舎内の個体ペンでの個別飼育を4ヵ月齢まで継続し、4ヵ月齢以降は月齢の近い個体を組み合わせ、2～3頭の群飼育とした。飼料給与は、表2に示す飼料給与プログラムに基づき、それぞれの個体の飼料摂取能力に応じて濃厚飼料、粗飼料を段階的に増量した。濃厚飼料は、3ヵ月齢に達してから1ヵ月間かけて人工乳（商品名：直味，全酪連、CP18%、TDN71.5%）から育成用配合飼料（製品名：鳥取和牛前期，全酪連、CP18%、TDN70%）に切り替え、以降は育成用配合飼料の給与量の上限を日

量4kgとした。粗飼料は細断した米国産クレイングラス乾草及び米国産チモシー乾草を自由採食とした。水はバケツまたはウォーターカップからの自由飲水とし、飼料給与は1日2回、午前8時30分と午後3時30分に行った。また、全頭4ヵ月齢を過ぎてから観血法により去勢した。

表2 飼料給与プログラム(標準区・強化区共通)

月齢	濃厚飼料		粗飼料		備考
	人工乳 (直味)	育成飼料 (鳥取和牛前期)	クレイングラス 乾草(米国産)	チモシー 乾草(米国産)	
3	2.0	0.5	0.5		粗飼料は自由採食を基本とする。 濃厚飼料は日量4.0kgを上限とする。
	1.5	1.5	0.8		
	0.5	3.0	1.0		
4		4.0	1.2		
			1.5		
5		4.0	2.0		
6		4.0	2.5		
7		4.0	1.5	1.5	
8		4.0	1.8	1.8	
9		4.0	2.0	2.0	

4 調査項目

1) 発育調査

体重、体高、十字部高、体長、尻長、寛幅、胸囲、腹囲を2週間毎に測定した。

2) 飼料摂取量

毎日夕方の飼料給与前に残飼を回収計量し給与量との差を飼料摂取量とした。

3) 血液検査

血液検査は4週間毎とし、発育調査時に頸静脈からヘパリンナトリウム入真空採血管で採取し、3000rpmで15分間遠心により血漿を分離した。ドライケミストリー法(FUJI-Dry-Chem5500V,富士メディカルシステム、東京)により、総蛋白(TP)アルブミン(ALB)、血液尿素窒素(BUN)、総コレステロール(Tcho)、アルカリフォスファターゼ(ALP)を測定し、高速液体クロマトグラフィー(SPD-20AV,島津製作所、京都)によりレチノール(Vit.A)、 α -トコフェロール(Vit.E)を測定した。また、-30℃で凍結保存した血漿を微研東北中央研究所に送付

し血中 IGF- I 値の測定を依頼した。

結 果

1) 発育調査

試験終了時の体型測定値を表3に示す。体重、体長、胸囲は強化区が有意 (P<0.05) に大きくなったが、体高、十字部高、尻長、寛幅、腹囲については差はなかった。出生時、3ヵ月齢時、8.5ヵ月齢時の体重及びそれぞれの期間の DG を表4に示した。3ヵ月齢までの DG は強化区が優れた発育を示していたが、3ヵ月齢から 8.5ヵ月齢までの DG に差はなかった。出生から 8.5ヵ月齢までの全体の DG は強化区が大きかった。

3ヵ月齢以降両区ともに概ね順調な発育を示したが、強化区の 3.5 から 4.0ヵ月齢において食欲不振と下痢の発生によって発育が停滞する個体が見られた (図1)。

表3 試験終了時の体型測定値

区 分	標準区	強化区
体 重(kg)	273.6 ± 19.0	300.2 * ± 17.4
体 高(cm)	114.7 ± 3.2	117.8 ± 4.3
十字部高(cm)	118.0 ± 5.0	119.5 ± 4.2
体 長(cm)	124.8 ± 4.1	130.6 * ± 5.3
尻 長(cm)	42.4 ± 1.5	43.8 ± 1.8
寛 幅(cm)	38.2 ± 1.3	39.0 ± 2.1
胸 囲(cm)	145.8 ± 4.4	151.8 * ± 2.6
腹 囲(cm)	179.8 ± 3.6	183.0 ± 4.6

* P<0.05

表4 発育成績

区分	体重(kg)			D G		
	出生時	3ヵ月齢	8.5ヵ月齢	0~3ヵ月	3~8.5ヵ月	0~8.5ヵ月
標準区	35.4	86.5	273.6	0.56	1.12	0.93
強化区	34.1	120.0 **	300.2 *	0.93 **	1.10	1.04 *

** P<0.01, *P<0.05

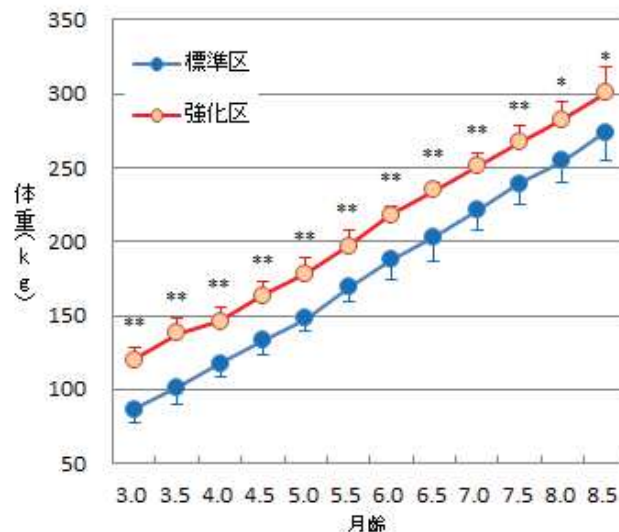


図1 体重の推移

*P<0.05, **P<0.01

2) 飼料摂取量

3ヵ月齢から 8.5ヵ月齢までの育成期間中の濃厚飼料及び粗飼料の総摂取量に差はなかった。0.5ヵ月齢毎の濃厚飼料の摂取量は 3.0~3.5ヵ月齢においては強化区が標準区を有意に上回ったが、その他の月齢では差はなかった。強化区では 3.5ヵ月齢以降消化不良性の下痢を起因とする食欲低下が見られ濃厚飼料摂取量が低下しているが、標準区は比較的順調な増加を示した。

表5 育成期間中の飼料摂取量(kg/頭)

区 分	標準区	強化区
濃厚飼料	591.8	584.3
粗飼料	336.4	328.4
TDN	615.3	605.5
CP	136.7	134.5

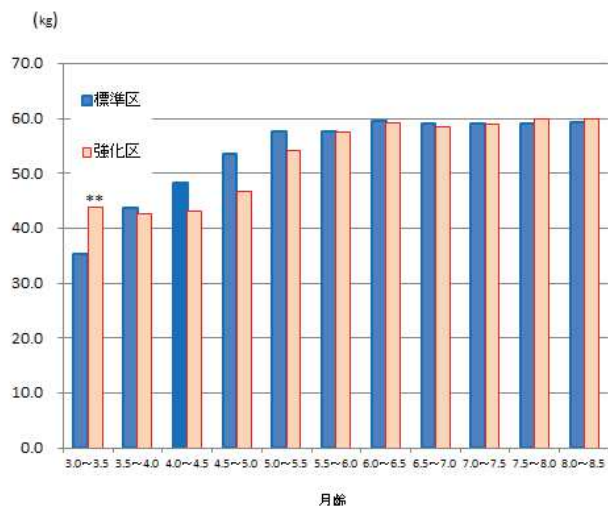


図2 濃厚飼料摂取量の推移 **P<0.01

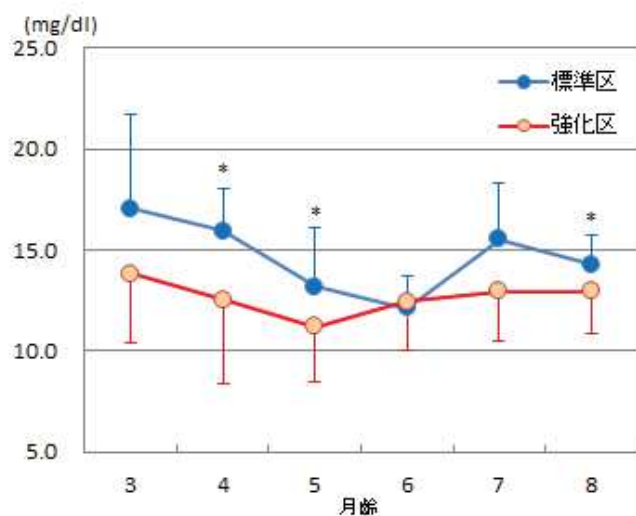


図3 BUNの推移 *P<0.05

3) 血液検査

血液検査項目のうち、TP、ALBは両区に差はなく、特徴的な推移もみられなかった。BUNは標準区が強化区より高く推移する傾向がみられた(図3)。Tchoは3ヵ月齢時には強化区が高かったが、4ヵ月齢以降は両区に差はなくなり7ヵ月齢まで横ばいで推移し8ヵ月齢で上昇する同様の推移を示した(図4)。

ALPは月齢の経過とともに両区とも低下し、標準区が強化区より高く推移する傾向が見られた(図5)。VitAは標準区が強化区を上回って推移した(図6)。VitEは3ヵ月齢時に強化区が高かったが、4ヵ月齢以降はほぼ横ばいで推移した(図7)。

IGF-Iは、出生から3ヵ月齢まで強化区が高値を示したが、月齢が進むにつれて標準区の値も上昇し、両区に差はなく推移した。強化区では飼料摂取量の低下が見られた4ヵ月齢から5ヵ月齢においてやや低下する傾向が見られた(図8)。

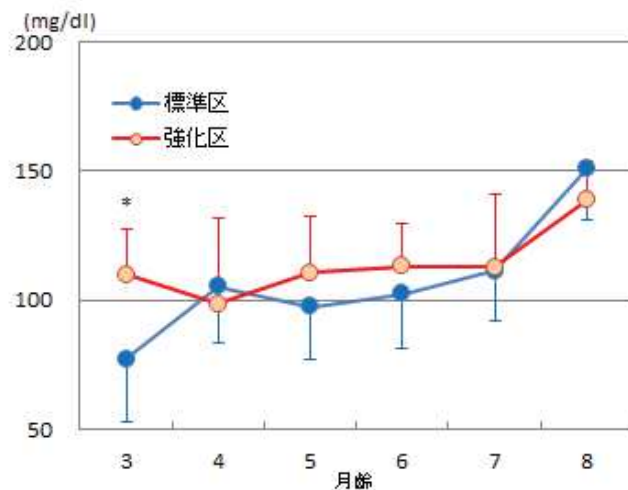


図4 Tchoの推移 *P<0.05

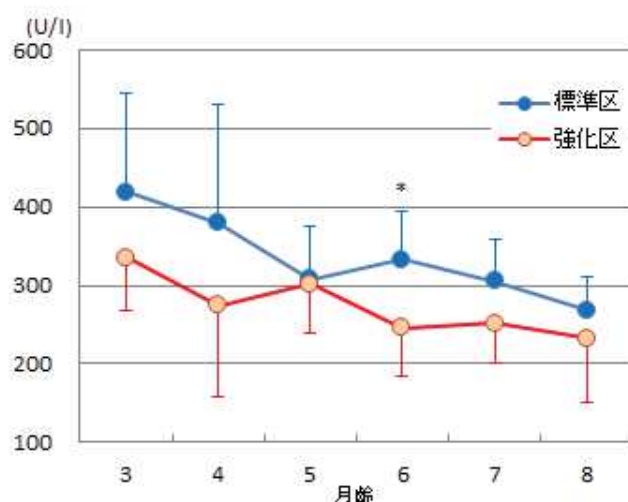


図5 ALPの推移 *P<0.05

考 察

黒毛和種雄子牛の人工哺育において、高蛋白、低脂肪の代用乳を多給する“強化”哺育と従来型の標準的な成分・量を給与する標準哺育と比較した。

前報では、哺乳期において強化区の優れた発育効果が認められたが、今回両区の飼養条件を同一にした育成期については、DG に差は見られなかった。ホルスタイン種雄子牛を用いて哺乳期の代用乳増給が離乳後の育成期、肥育期への影響を調査した神谷ら¹⁾は、8週齢までの哺乳期の DG は高かったが、育成期（～12週齢）、肥育前期（～10ヵ月齢）の DG に影響はなかったと報告しており本試験の結果と一致している。一方、林ら²⁾は同じくホルスタイン種去勢牛で“強化”哺育と通常代用乳による哺育を実施し、離乳以降は同一飼養管理として育成期から肥育期の増体成績を調査したところ、強化区と対照区の体重差は拡大したと報告している。

今回、強化区は3.5～4.0ヵ月齢の DG が0.56と発育停滞した時期があり、この事が強化区の発育成績に影響を与えた可能性がある。強化区は離乳後、人工乳から育成飼料への切り替え時に消化不良性の下痢の発症によって飼料摂取量の低下が見られた。森下³⁾も哺乳期間中よりも離乳後に難治性の下痢が発生することを報告している。“強化”哺育は、多量の代用乳給与が人工乳の摂取を制限し、代用乳を減量あるいは離乳すると急激に人工乳摂取量が増加する。強化区は2.5ヵ月齢から人工乳の摂取量が顕著に増加したが、比較的緩やかに増加した標準区では下痢の発生は見られたものの発育にそれほど大きな影響はなかった。これらのことから、強化区の供試牛のルーメン機能の発達がこの飼料摂取量増加速度に追いつけない状態にあり、加えて離乳による心理的ストレス、人工乳から育成飼料への切り替えが下痢を助長する事となったのではないかと推測している。

より円滑な離乳により今回のような消化不良性下痢の発生を抑制し発育停滞をなくすために、哺乳期中にさらに人工乳の摂取を高めるための哺乳プログラム、離乳前後でより緩やかな飼料摂取量の増加及び人工乳から育成飼料への移行となる飼料給与プログラムを検討していく必要がある。

育成期中の血液性状については、BUN、ALP、Vit.Aに

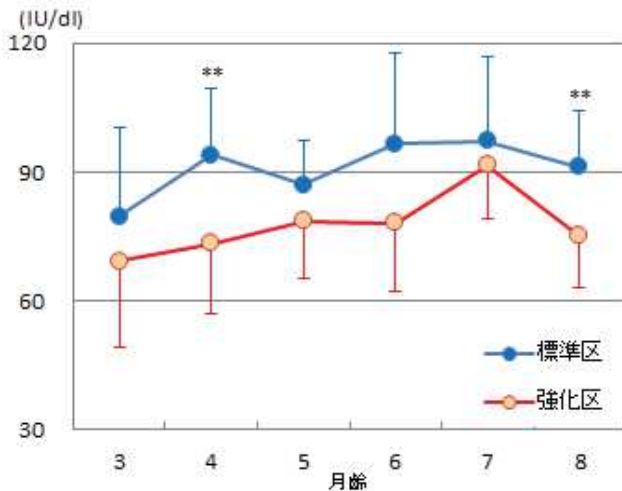


図6 Vit.Aの推移 **P<0.01

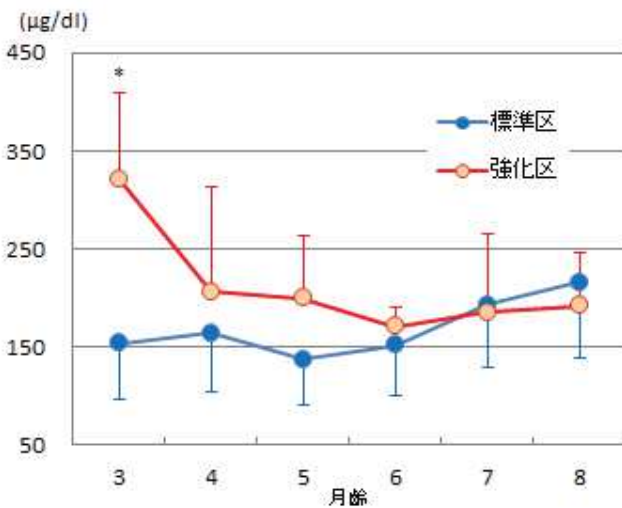


図7 Vit.Eの推移 *P<0.05

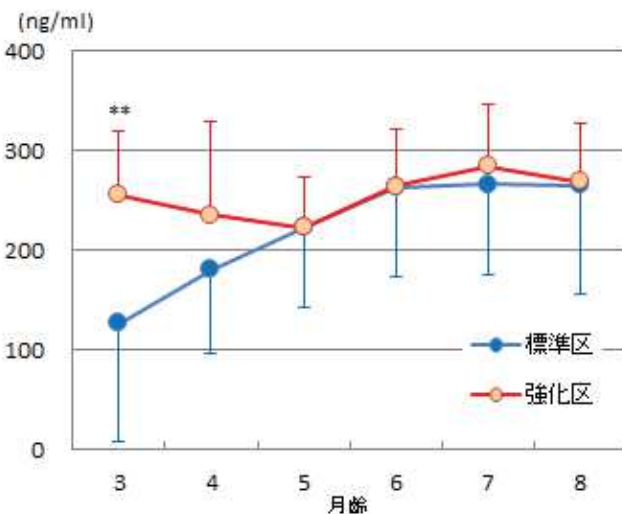


図8 IGF-Iの推移 **P<0.01

については強化区が標準区に比較して低く推移する傾向が見られたが、その他の項目については違いは見られなかった。哺乳期中、強化区で高い値を示した IGF- I は離乳した 4 ヶ月以降、標準区の値が上昇することで差はなくなった。小野ら⁴⁾も哺乳期中高く推移し、離乳後差はなくなったと報告しており、粗蛋白質の摂取量が IGF-1 の濃度に影響しているとした前報と一致する結果となった。

当场では本試験に取り組む上で、“強化” 哺育技術の活用による子牛市場への早期出荷を目指し、子牛（去勢）の発育目標値を 240 日齢・280kg 以上と設定している。強化区の 8 ヶ月齢時の体重は 282.6kg と一先ず目標を達成し、育成期終了体重は強化区が 300.2kg と標準区の 273.6kg に対して 26.6kg の差となった。3 ヶ月齢時の 33.5kg の差からは小さくなったものの、初期発育を向上させたことによって得られた増体格差は 8.5 ヶ月齢まで維持され、所期の成果は得られたものと考ええる。

今回、標準的な哺育と“強化” 哺育を比較することで、“強化” 哺育の特徴を明らかにすることができた。今後は、“強化” 哺育の特性を踏まえ、哺乳期間中の発育を最大にしながら離乳前後における飼養管理技術を確立するための研究を進め、生産現場への普及を図っていく。

謝 辞

本研究の実施に当たり多大なるご指導、ご協力をいただいた全国酪農業協同組合連合会の齋藤昭技監をはじめ職員の方々に深謝します。

参 考 文 献

- 1) 神谷充ら、哺乳期の代用乳増給がホルスタイン種去勢牛の育成および肥育成績に及ぼす影響、日本暖地畜産学会報、54(1) : 107-116(2011)
- 2) 林武司ら、強化哺育技術の活用による乳用種去勢肥育牛の早期出荷、日本暖地畜産学会報、55 : 2204(2012)
- 3) 森下康ら、和子牛の育成に関する試験、鳥取県畜産試験場研究報告、第 39 号、11-18(2015)
- 4) 小野晴美ら、強化哺育・粗飼料多給型育成による黒