

## 飼料米給与が「しまね和牛」の肉質に及ぼす影響 第2報

～食味性、理化学および組織学的特性の検討～

籠橋 有紀子<sup>1</sup> 川谷 真由美<sup>1</sup> 坂根 千津恵<sup>1</sup>  
大谷 浩<sup>2</sup> 安部 亜津子<sup>3</sup> 高野 彰文<sup>3</sup>  
土江 博<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>島根県立大学短期大学部 <sup>2</sup>島根大学医学部 <sup>3</sup>島根県畜産技術センター)

The Effect of Rice Feeding in Shimane Wagyu on Taste (2nd Report)

Yukiko KAGOHASHI, Mayumi KAWATANI, Chizue SAKANE,  
Hiroki OTANI, Atsuko ABE, Akifumi TAKANO, Hiroshi TSUCHIE

キーワード：しまね和牛 Shimane Wagyu 飼料米給与 Rice feeding 官能評価 Sensory test  
理化学および組織学的特性 Chemical and Morphological Properties

### 1. はじめに

畜産経営の安定化と食料自給率向上の観点から、今後は輸入飼料に依存せず国産飼料の確保、増産を図っていくことが重要であり、そのために期待されているのが飼料用米である<sup>1)~8)</sup>。輸入トウモロコシとの代替が可能である飼料用米の活用方法の一つとして、黒毛和種や交雑種を用いて肥育飼料の一部を飼料米で代替給与する肥育法がある<sup>1)~8)</sup>。

飼料米と他の穀物を化学組成、栄養価等について比較した場合、飼料米はトウモロコシより粗蛋白質、粗脂肪の含量が低いものの、糖・デンプン含量は高い<sup>9)</sup>。また、脂肪酸はトウモロコシに比べてオレイン酸が多く、リノール酸が少ない<sup>9)</sup>。牛肉の食味に関わる脂肪酸の中で牛肉の風味に影響が大きいとされる不飽和脂肪酸の一つであるオレイン酸の含有率が高いという点から、多くの研究や生産地での取り組みも行われ、今後の和牛肉生産における方向性

を示唆しているとも言える<sup>9)</sup>。牛肉の美味しさの決め手として、香り、融点、脂肪酸組成などがあげられる<sup>9)</sup>。脂肪酸組成において、融点の低い不飽和脂肪酸の比率が高ければ、30℃前後の比較的低めの温度でも溶けやすいため、口に入れたときに溶けやすくなることにより口当たりが良く感じられ、牛肉の食味が良いとされている。こうした点からも、飼料米の利用は、牛肉の付加価値を高める取り組みとして注目されている<sup>9)</sup>。

このような背景から、全国の都道府県での取り組みが始まり、島根県畜産技術センターにおいても、島根県で生まれ育った黒毛和種である「しまね和牛」肥育への飼料米の利用を促進するために、加工および給与技術の開発をめざして様々な試験研究を行っている<sup>6, 10)</sup>。

牛肉の食味は官能評価によりやわらかさ、多汁性、風味、色調などの試験が行われている。中でも、や

わらかさが極めて重要であることは既に多くの報告が指摘しているとおりである<sup>10)~13)</sup>。また、測定機器を利用した客観的な食肉の硬さの測定としては、各種の機器による測定法が開発されており、官能評価による硬さとの相関が示唆されており、両者を用いた検討についても報告されている<sup>14,15)</sup>。

また、黒毛和牛の骨格筋の構成の違いが骨格筋脂肪含量に影響を与える可能性<sup>15)</sup>や、食肉の骨格筋の組織構造と保水性がやわらかさや多汁性に関与しているなどの報告もあり<sup>16)</sup>、これらのことは給与飼料の違いが食肉の組織構造に影響している可能性も考えられる。

本研究では、島根県畜産技術センターにおいて飼料米給与した「しまね和牛」の商品化に向けた消費者の購買行動に及ぼす影響を調べることを目的として、島根県畜産技術センターにて飼料米の代替割合の異なる配合飼料で肥育された黒毛和種去勢牛肉の食味および物性について、官能評価、筋組織、水分含量・保水性測定を実施し、飼料米の配合量による肉質の違いを調査研究した。

## 2. 材料と方法

### 1) 材料

島根県畜産技術センターにて以下の4種類の餌(市販肥育用配合飼料および市販肥育用配合飼料の一部(25%、50%、75%)を米に代替した飼料)を与えて肥育した黒毛和種去勢牛から採取した枝肉の部位(ロース、もも)。以下、市販肥育用配合飼料にて肥育した牛を対照牛、市販肥育用配合飼料の一部を飼料米に代替した牛は、それぞれ25%飼料米牛、50%飼料米牛、75%飼料米牛とした。

### 2) 実験方法

#### (1) 官能評価

実施時期：2011年7月および11月

対象者：対象者は島根県立大学短期大学部健康栄養学科の学生(1年生および2年生のうち85名)とし、年齢は18歳~32歳で、平均年齢は19.1±2.0歳であった。

調理方法：煮肉で使用する肉は3.5cm×7cm×1mmとし、沸騰させた水400mlの中で15秒間煮た。焼肉

で使用する肉は1.5cm角に成形し、250℃に加熱したホットプレートを用いて両面を2分ずつ加熱した。評価方法：供試牛肉への評価は、食肉の官能評価ガイドライン(家畜改良センター編)<sup>17)</sup>に準拠して行った。「咀嚼時のやわらかさ」(以下、「やわらかさ」とする)「多汁性」「うま味」「脂っぽい香り」「肉の風味」「嗜好性について」(以下、「嗜好性」とする)「同価格だとするとどちらを購入するか」(以下、「購入希望」とする)について7段階尺度の採点法で行うとともにその理由についても調査した。7段階の設定は得点の低いほうから「非常にない」「ない」「ややない」「ふつう」「ややある」「ある」「非常にある」とし、集計時の得点は順に1~7とした。すべての対象者の官能評価の分析・検討、および、肉質の好みの違い、すなわち「霜降り肉」と「赤身肉」のどちらを好むかにより、飼料米牛に対する評価にどのような違いがあるのかについても分析・検討した。

(2) 筋組織の観察：対照牛および飼料米牛のロースとももの筋線維を垂直に約1g切り出し、メタノール・ホルマリン液で固定し、脱水・包埋を行い、ブロックを作成した。連続切片(5μm)を作成し、HE(ヘマトキシリン・エオジン)染色、マッソントリクローム染色を行い、光化学顕微鏡で組織を観察した。また、ソフトウェアのイメージJ(NIH)を用いて筋組織の断面積を測定した。

(3) 水分含量・保水性測定：水分含量は、乾燥法(135℃、2時間)にて測定した<sup>18)</sup>。保水性の測定は遠心分離法を用いた<sup>18)</sup>。

#### (4) 統計処理

データの比較はt検定および一元配置の分散分析をSPSS15.0(IBM)を用いて行い、値は平均値±標準偏差で示した。

## 3. 結果

### 1) 官能評価

供試できる牛肉の部位や量、調理器具などの関係により、本研究では、嗜好型パネル(一般消費者)としての評価方法とした。

#### (1) 対象者の特徴

普段から好む牛肉は赤身か霜降りなのかについて

の調査では、赤身嗜好者は58.82%、霜降り嗜好者は41.18%と、赤身嗜好者が多く認められた。

## (2) 官能評価結果

対照牛と比較した各飼料米牛についての結果を以下に示す(表1および表2)。対照牛と25%飼料米牛を比較した結果、25%飼料米牛のロースの評価は、焼肉において、「やわらかさ」の評価が有意に低く、

「嗜好性」は有意に高かった。煮肉においては「やわらかさ」「多汁性」「脂っばい香り」の評価が有意に低く、「うま味」「肉の風味」「嗜好性」が有意に高い結果となった。ロースの購入希望は焼肉、煮肉ともに25%飼料米牛の割合が高い結果となった。また、25%飼料米牛のもの評価は、焼肉において、「肉の風味」の評価が有意に高く、煮肉においてはすべ

表1 対照牛および25%飼料米牛の官能評価結果

焼肉ロース	やわらかさ	多汁性	うま味	脂っばい香り	肉の風味	嗜好性	購入希望(%)
25%飼料米牛	5.77±0.83**	5.94±0.84	4.90±1.06	4.87±1.19	4.44±1.15	5.01±1.14**	70.24
対照牛	6.39±0.85	5.92±1.04	4.89±1.27	5.16±1.39	4.42±1.40	4.33±1.50	29.76
煮肉ロース	やわらかさ	多汁性	うま味	脂っばい香り	肉の風味	嗜好性	購入希望(%)
25%飼料米牛	5.60±0.79**	5.28±1.09*	4.89±1.13**	4.44±0.99*	4.21±1.13**	4.88±1.28**	86.42
対照牛	6.66±0.69	5.63±1.28	4.05±1.60	4.91±1.55	3.69±1.40	3.41±1.43	13.58
焼肉もも	やわらかさ	多汁性	うま味	脂っばい香り	肉の風味	嗜好性	購入希望(%)
25%飼料米牛	2.74±0.91	3.40±1.18	3.89±1.24	3.67±1.18	4.01±1.20*	3.89±1.20	60.24
対照牛	2.79±1.30	3.24±1.38	3.81±1.26	3.52±1.48	3.57±1.49	3.64±1.29	39.76
煮肉もも	やわらかさ	多汁性	うま味	脂っばい香り	肉の風味	嗜好性	購入希望(%)
25%飼料米牛	3.58±0.96**	2.58±0.88**	3.75±1.23**	3.06±1.22**	3.59±1.26*	4.06±1.12**	27.50
対照牛	5.23±1.04	4.38±1.00	4.29±1.06	4.05±1.18	3.96±1.12	4.62±1.08	72.50

p<0.01\*\* p<0.05\*: 有意差あり 対照牛 vs 飼料米牛

表2 対照牛、50%および75%飼料米牛の官能評価結果

焼肉ロース	やわらかさ	多汁性	うま味	脂っばい香り	肉の風味	嗜好性	購入希望(%)
50%飼料米牛	5.99±0.77**	5.99±0.96	5.06±1.06*	4.55±1.25**	4.19±1.21	4.51±1.47**	51.47
75%飼料米牛	5.57±0.92	5.48±1.11	4.61±1.13	4.85±1.02**	4.37±1.29	4.22±1.52**	38.24
対照牛	5.42±1.16	5.73±1.15	4.60±1.31	5.48±1.27	4.09±1.50	3.13±1.47	10.29
煮肉ロース	やわらかさ	多汁性	うま味	脂っばい香り	肉の風味	嗜好性	購入希望(%)
50%飼料米牛	6.11±0.69	4.89±1.26**	4.99±0.93	4.21±1.38**	4.21±1.24	4.53±1.43**	41.25
75%飼料米牛	5.61±1.02**	4.58±1.22**	4.81±1.24	4.10±1.40**	4.10±1.26*	4.31±1.44*	35.00
対照牛	6.22±1.06	5.41±1.10	4.94±1.36	5.16±1.33	4.54±1.36	3.86±1.35	23.75
焼肉もも	やわらかさ	多汁性	うま味	脂っばい香り	肉の風味	嗜好性	購入希望(%)
50%飼料米牛	3.59±1.23**	3.71±1.26**	4.02±1.06**	3.48±1.10**	3.88±1.10**	4.50±1.26	30.77
75%飼料米牛	3.52±1.42**	3.56±1.40**	4.00±1.10**	3.38±1.33**	4.00±1.38*	4.08±1.38	24.62
対照牛	5.05±1.37	5.06±1.41	4.58±1.00	4.92±1.31	4.45±1.45	4.38±1.40	44.62
煮肉もも	やわらかさ	多汁性	うま味	脂っばい香り	肉の風味	嗜好性	購入希望(%)
50%飼料米牛	4.40±1.29**	3.70±1.31**	4.28±1.07	3.88±1.27**	4.24±1.09	4.54±1.26**	42.86
75%飼料米牛	4.66±1.26**	3.76±1.40**	3.94±1.18**	4.11±1.35**	4.19±1.29	4.26±1.26	31.17
対照牛	5.16±1.41	4.68±1.48	4.52±1.25	4.66±1.38	4.29±1.42	4.04±1.34	25.97

p<0.01\*\* p<0.05\*: 有意差あり 対照牛 vs 飼料米牛

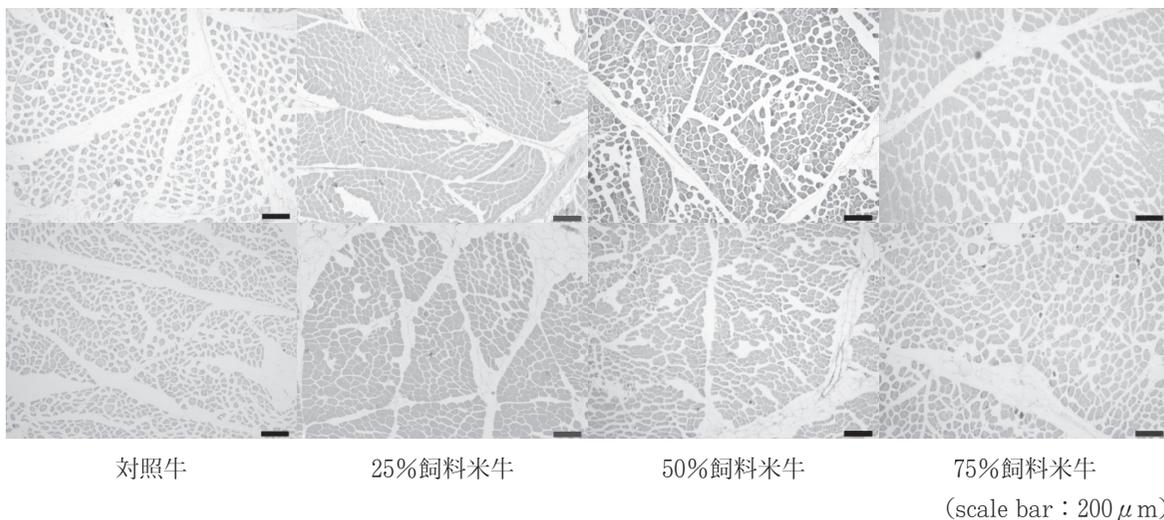


図1 HE染色での筋組織観察結果 (上段：もも 下段：ロース)

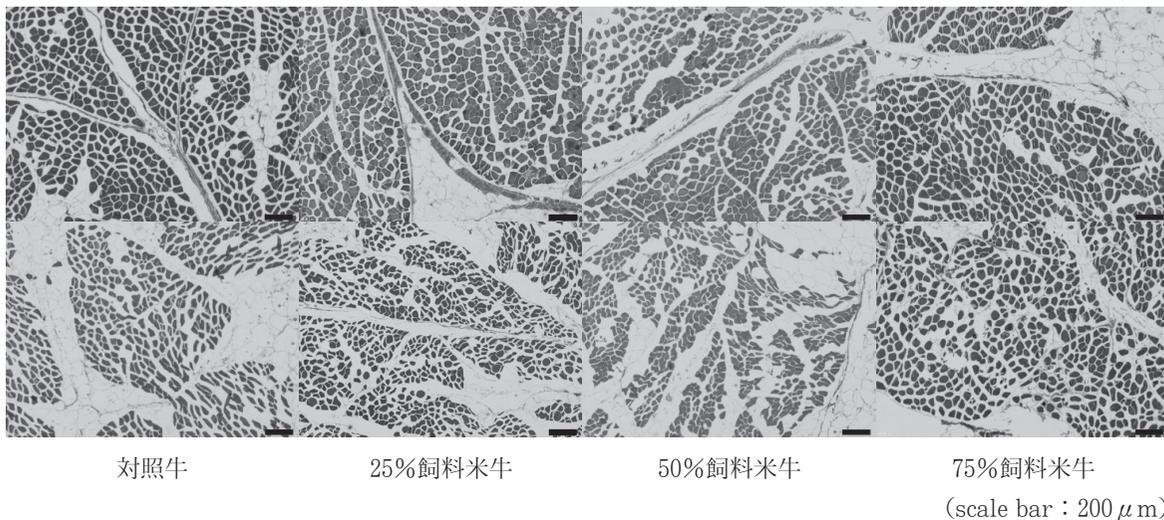


図2 マッソントリクローム染色での筋組織の観察結果 (上段：もも 下段：ロース)

表3 筋組織の断面積測定で対照牛と比較した各飼料米牛の測定結果(μm<sup>2</sup>)

	ロース	もも
75%飼料米牛	769.62±251.11**	826.92±256.30**
50%飼料米牛	738.36±227.66**	833.40±280.26**
25%飼料米牛	722.46±274.16	771.17±268.64
対照牛	653.53±239.59	718.54±180.74

p<0.01\*\* p<0.05\*: 有意差あり 対照牛 vs 飼料米牛

表4 ロース、ももの水分含量および保水性の測定結果

ロース	水分含量 (%)	保水性 (%)	もも	水分含量 (%)	保水性 (%)
75%飼料米牛	55.22±2.86**	74.20±2.89*	75%飼料米牛	65.37±0.86*	72.28±2.46
50%飼料米牛	66.50±0.35**	76.96±1.81*	50%飼料米牛	71.00±0.57**	77.05±6.03
25%飼料米牛	60.70±2.05**	81.56±2.17	25%飼料米牛	65.67±1.31**	77.53±5.20
対照牛	43.99±1.43	80.12±0.81	対照牛	62.45±2.16	72.72±7.29

p&lt;0.01\*\* p&lt;0.05\*：有意差あり 対照牛 vs 飼料米牛

での評価が有意に低い結果となった。ももの購入希望は、焼肉は25%飼料米牛、煮肉は対照牛の割合が高く認められた。

対照牛と50%飼料米牛を比較した結果、50%飼料米牛のロースの評価は、焼肉で「やわらかさ」「うま味」「嗜好性」の評価が有意に高く、煮肉では「やわらかさ」「多汁性」「脂っぽい香り」「肉の風味」の評価が有意に低く「嗜好性」の評価は有意に高かった。ロースの購入希望は、焼肉、煮肉とともに50%飼料米牛の割合が高い結果となった。50%飼料米牛のももの評価は、焼肉において「やわらかさ」「多汁性」「うまみ」「脂っぽい香り」「肉の風味」の評価が有意に低かった。煮肉においても「やわらかさ」「多汁性」「脂っぽい香り」の評価が有意に低くなったが、「嗜好性」の評価は有意に高い結果となった。ももの購入希望者は、焼肉では対照牛、煮肉では50%飼料米牛の割合が高い結果となった。

対照牛と75%飼料米牛を比較した結果、75%飼料米牛のロースの評価は、焼肉で「脂っぽい香り」は有意に低く「嗜好性」は有意に高かった。煮肉では「やわらかさ」「多汁性」「脂っぽい香り」「肉の風味」が有意に低かったが「嗜好性」は有意に高かった。ロースの購入希望は、焼肉、煮肉ともに75%飼料米牛の割合が高い結果となった。75%飼料米牛のももの評価は、焼肉において「やわらかさ」「多汁性」「うまみ」「脂っぽい香り」「肉の風味」の評価が有意に低かった。煮肉においても「やわらかさ」「多汁性」「うまみ」「脂っぽい香り」の評価が有意に低かった。ももの購入希望者は、焼肉では対照牛、煮肉では75%飼料米牛の割合が高い結果となった。

また、赤身嗜好者および霜降り嗜好者の間で評価

が分かれた項目は、「脂っぽい香り」「肉の風味」であった（結果表非表示）。

## 2) 組織学的観察

(1) HE染色で対照牛と比較した各飼料米牛についての結果を示す（図1）。ロースについて観察した結果、25%飼料米牛は筋線維の大きさは同様で、内筋周膜が薄い傾向があった。50%は筋線維が大きく、内筋周膜が薄い傾向にあった。75%飼料米牛は筋線維が大きく、内筋周膜が薄く、筋束が大きい傾向にあった。ももについて観察した結果、25%飼料米牛は筋束が大きい傾向があり、50%、75%飼料米牛は筋線維、筋束が大きく、筋周膜・内筋周膜が薄い傾向にあった。

(2) マッソントリクローム染色で対照牛と比較した各飼料米牛についての結果を示す（図2）。ロースについて観察した結果、50%飼料米牛は膠原線維が多い傾向にあり、75%飼料米牛は膠原線維が多く、筋線維の周りにも認められた。ももについて観察した結果、25%、50%飼料米牛は膠原線維が太い傾向にあった。75%飼料米牛は膠原線維が少ない傾向がみられた。

(3) 筋組織の断面積の測定結果についての結果を示す（表3）。ロースについて観察した結果、25%飼料米牛は有意差がなかった。50%、75%飼料米牛は断面積が大きい傾向があった。ももについて観察した結果、25%飼料米牛は有意差がなかった。50%、75%飼料米牛は断面積が大きい傾向があった。ロースとももの比較ではももよりもロースの方が小さい傾向にあった。

3) 水分含量・保水性測定：対照牛と比較した各飼料米牛についての結果を示す（表4）。25%飼料米

のロースおよびももにおいては水分含量が有意に高かった。50%飼料牛のロースにおいては水分含量が有意に高く、保水性は有意に低い値を示し、ももにおいては水分含量が有意に高かった。75%飼料牛のロースにおいては水分含量が有意に高く、保水性は有意に低い値を示し、ももにおいては水分含量が有意に高かった。

#### 4. 考察

飼料米牛の官能評価は実施時期により異なったが、その理由としては、牛の個体差、肥育状況および官能試験の対象者の違いなどが考えられる。今年度の官能評価における25%飼料米牛の「嗜好性」の評価はロースでは調理法に関わらず有意に高く、ももでは焼肉において高い結果となり、購入希望者の割合は対照牛と比較して高かった。昨年度も25%飼料米牛については実施しているが、今年度は肥育期間において25%飼料米の給与期間が4か月短いことが一因となっていると考えられる。50%飼料米牛は、焼肉もも以外は「嗜好性」で有意に高い評価にあり、購入希望者の割合も高かった。75%飼料米の「嗜好性」の評価は、ロースの評価が調理法に関わらず有意に高かったが、購入希望者は50%飼料米牛には及ばなかった。以上より飼料米牛は対照牛と比較してロースでは調理法に関わらず評価が高く、ももでは調理法により評価が分かれた。

また、評価する対象者の違いには、性別、年齢、食嗜好などがある<sup>19・20</sup>ことから、嗜好性の違いによる官能評価結果について検討した。その結果、赤身を好む対象者は、「脂っばい香り」の評価が低く、且つ「うま味」の評価が高い際に「嗜好性」の評価も高い傾向にあり「やわらかさ」の評価は「嗜好性」の評価に結び付かない傾向があった。霜降り肉と比較して脂肪分の少ない赤身には咀嚼時に筋線維独特の硬さがあるため、赤身を好む対象者は咀嚼時のやわらかさが嗜好性を判断する基準の一つになる可能性は低いと考えられる。一方で、霜降りを好む対象者は、「やわらかさ」の評価が低い際に「嗜好性」の評価も低い傾向がある。普段から脂身が適度に「サシ」として入った霜降り肉を好むことから、「脂

身のやわらかさ」を嗜好性の判断基準にしている可能性が考えられる。赤身肉と霜降り肉を好む対象者の「脂っばい香り」と「嗜好性」の評価の違いについては、赤身肉に比べてやわらかく脂も強い霜降り肉を好む人は、赤身肉を好む対象者よりも脂っばい香りに対して嫌悪感がないのだと考えられる。脂っばさはうま味に関係し、赤身肉を好む人にとってのうま味と、霜降り肉を好む人にとってのうま味には「咀嚼する度に感じる肉本来のうま味」と「咀嚼時に感じる脂肪のうま味」のような差があると考えられる。

したがって、牛肉の部位や調理法および嗜好性の違いにより飼料米牛の官能評価および購買行動に違いが出ると考えられ、それぞれの部位に適した調理法等の検討が必要であると考えられる。

また、飼料米が食肉の組織構造の中でも脂肪組織の性状に影響を与える可能性についての報告はあるが<sup>21</sup>、筋肉組織に与える影響について詳細に検討した報告はない。本研究では、飼料米が供試牛の骨格筋組織に与える影響について検討した。胸椎部位の胸最長筋（ロース）、半膜様筋（もも）の筋肉組織を観察した結果、飼料米配合の割合が高いほど筋線維の断面積が大きいこと、飼料米配合の割合が高いほど筋束が大きくなっている様子が、ロースおよびももで観察された。したがって、飼料米配合の割合が高いほど筋線維が太くなり、内筋周膜が薄くなる可能性が考えられる。また、ロースは、ももよりも筋間脂肪の量が多く筋線維が細い部位が多く観察された。したがって、筋間脂肪の量が増えるほど、また、筋線維が細いほどにやわらかさが増す可能性が示唆された。官能評価の結果からも、ももよりロースの方がやわらかさの評価が高い傾向が認められたため、組織観察結果と一致していることが確認された。

水分含量・保水性を計測した結果、ロースは飼料米牛すべてにおいて水分含量が高く、保水性は50%、75%飼料米牛で有意に低い値を示した。ももは飼料米牛で水分含量が高く、保水性に有意な差はなかった。また官能評価の結果から、50%、75%飼料米牛でやわらかさおよび多汁性の評価が低い傾向

があったことから、飼料米配合割合を50%以上にすると水分含量・保水性に変化が現れるのではないかと考えられる。保水性が有意に減少した飼料米牛は、実際に本研究における調理時にドリップおよびクッキングロスが多く観察された。また保水性が低いと調理後にやわらかさ、多汁性が低くなる可能性が考えられ、今回用いた50%飼料米牛および75%飼料米牛は、対照牛と比較して官能評価では多汁性の評価が低く、理化学分析結果を裏付けるものであった。

以上より、飼料米給与により、肉質の構造に違いが生じ、それにより官能評価の違いにつながる可能性が示唆された。また、飼料米は部位により購買行動につながる評価が異なり、ロースにおいては評価が高く、ももにおいては調理方法の違いにより評価が分かれることが示唆された。したがって、調理方法の違いによる飼料米牛の理化学、組織学的特性について今後さらに検討し、飼料米牛の特性の把握に努めることが課題であると考えられる。また、対象者の好みの違いにより、飼料米牛の官能評価および購買行動に違いが生じると考えられるため、ターゲットとする消費者層の嗜好性に応じた食肉開発が望まれる。

## 5. 謝辞

本稿作成にあたり、お世話になった島根県立大学短期大学部健康栄養学科の皆様にご感謝の意を表す。

なお、本研究は平成23年度の島根県畜産技術センターからの受託研究成果であり、平成23年度受託研究費の補助を受けている。

## 6. 引用文献

- 1) 古澤剛・西村隆光・津田聡子・小澤忍 黒毛和種肥育における飼料イネサイレージの活用 平成15年度近畿中国四国農業研究成果情報(2003)
- 2) 古澤剛・西村隆光・西村強・秋友一郎 飼料イネサイレージ給与による黒毛和種去勢牛肥育 平成13年度近畿中国四国農業研究成果情報(2001)
- 3) 谷 浩・青木義和・清水信美 粗飼料自給率の向上を目指した黒毛和種肥育への飼料イネの活用、平成18年度近畿中国四国農業研究成果情報(2006)
- 4) 井出忠彦 稲発酵粗飼料を利用した交雑種雌牛の肥育技術 平成18年度関東東海北陸農業研究成果情報(2007)
- 5) 安田潤平・鈴木賢・太田原健二・西田清・小松繁樹 日本短角牛における飼料米給与試験 岩手農研セ研報4:21-26(2004)
- 6) 島根県畜産技術センター 肉用牛G、酪農・環境G、畜産技術普及G:畜産技術レポート 第68号:1(2010)
- 7) 飯塚農林事務所 田川普及指導センター:活動情報:no.18 平成23年12月9日
- 8) 石崎重信・山田真希夫 稲発酵粗飼料を利用した交雑種去勢牛肥育 千葉畜セ研報8:1~8(2008)
- 9) Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M.. Effects of fatty acids on meat quality: a review., Meat science 66 21-32(2004)
- 10) 土江博・安部亜津子・高野彰文他 粉付き飼料米の配合割合の違いが黒毛和牛去勢牛の枝肉成績および胸最長筋の脂肪酸組成に及ぼす影響 第115回畜産学会発表要旨集(2012)
- 11) Dransfield EJ and RCD Jones, J. Sci. Food Agric., 32: 300-304(1981)
- 12) Dransfield EJ, GR Mute, TA Robert, R Bocard, C Touraille, L Bucher, M Casteels, E Cosentino, D E Hood, RL Joseph, I Schon and EJC Paardekooper, Meat Sci, 10: 7-20(1984)
- 13) 小堤恭平・岡田光男・河上尚美・山崎敏雄, 草地試研報, 9:49-56(1976)
- 14) 小堤恭平・小沢忍・千国幸一・小石川常吉・加藤貞雄・中井博康・池田敏雄・安藤四郎・吉武充牛筋肉のテンシプレッサーによる硬さの測定 日畜会報 59(7):590-595(1988)
- 15) 奥村朋之・犬塚雄介・小川真理子・小川俊也・中村文志・井手弘・久保正法・西村敏英 除骨時間が鶏熟成胸肉の肉質に及ぼす影響-食味性、理

- 化学的および組織学的特性についてー 日本畜産学会報 73 (2): 291-298 (2002)
- 16) 阿久津友紀子・白井幸路・川田智弘: 飼料構成の違いが黒毛和種去勢牛の脂肪質・食味に及ぼす影響の分析: 栃木県畜産試験場試験研究成績及び業務報告: 76号 4 (2011)
- 17) (財) 日本食肉消費総合センター・(独) 家畜改良センター編、食肉の官能評価ガイドライン: 64-73 (2005)
- 18) 細野明義・鈴木敦士 畜産加工 朝倉書店: 38-69 (1989)
- 19) Sasaki K, Nishioka T, Ishizuka Y, Saeki M, Kawashima T, Irie M, Mitsumoto M. Comparison of sensory traits and preferences between food co-product fermented liquid (FCFL)-fed and formula-fed Pork Loin. Asian-Australasian Journal of Animal Science 20 1272-1277 (2007)
- 20) 鈴木一好・染井英夫・田島敏夫 稲発酵粗飼料を給与した牛肉の官能評価 千葉畜セ研報 8: 61-66 (2008)
- 21) 勝俣昌也・佐々木啓介・斎藤真二・石田藍子・京谷隆侍・本山三知代・大塚誠・中島一喜・澤田一彦・三津本充 肥育後期豚への玄米の給与が皮下脂肪組織の性状に及ぼす影響 日畜会報80 (1): 63-69 (2009)

(受付 平成24年11月1日, 受理 平成24年12月3日)