

# シークワサー搾り粕給与が 黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響

翁長桃子 安里直和 島袋宏俊

## I 要 約

県産の農産副産物であるシークワサー搾り粕について、脂肪の質を改良する飼料としての可能性を検討するため、と畜出荷前の146日間、黒毛和種去勢牛にシークワサー搾り粕を給与して肥育した区を試験区、シークワサー搾り粕を給与せずに肥育した区を対照区として、肉質分析および官能評価を行った結果、以下のとおりであった。

1. 1頭あたりの乾物(DM)摂取量、粗タンパク質(CP)摂取量および可消化養分総量(TDN)摂取量は試験区が対照区よりも有意に高かった( $p < 0.01$ )。
2. 試験開始時体重、試験終了時体重および1日あたりの増体量は、両区に有意な差は認められなかった。
3. 脂肪交雑基準(BMS No.)は試験区が9.3、対照区が7.0で有意な差が認められた( $p < 0.05$ )。
4. 遊離アミノ酸、核酸系物質、脂肪酸組成、上昇融点、破断応力および剪断力価は、両区に有意な差は認められなかった。
5. 味覚センサーは、両区で苦味雑味、旨味、塩味、旨味コクが検出された。遊離アミノ酸のうち苦味に関連していると考えられるアルギニンと味覚センサーの苦味雑味は、試験区が対照区よりも低い値を示していた。このことからシークワサー搾り粕を給与すると牛肉の苦味を抑える可能性があることが示唆された。旨味、塩味、旨味コクに識別可能な差は認められなかった。
6. 官能評価は、やわらかさ、多汁性、旨味で試験区が対照区に比べて高い評価が得られたが、有意な差は認められなかった。
7. オレイン酸は肉質関連遺伝子との関連性が認められたほかに、シークワサー搾り粕を給与することによりオレイン酸含量が高くなる可能性が示唆された。

これらのことより、今回の試験では、シークワサー搾り粕の給与によって肉質成績に有効性は認められなかったが、飼料摂取量が多くなり、牛肉の苦味を抑える効果やオレイン酸含量が高くなる可能性が示唆された。さらに例数を増やし検討する必要がある。

## II 緒 言

第10回全国和牛能力共進会では、「和牛維新！地域で伸ばそう生産力、築こう豊かな食文化」のスローガンを掲げ、「美味しい和牛肉」の効率的な生産に向けて、今後は脂肪交雑だけでなく和牛の特質である「脂肪の質」についても改良を進め、食味性の向上を図っていかねばならないとし、肉牛の部の全区の審査において、審査基準に肉質の評価に光ファイバー分光測光法による一価不飽和脂肪酸の予測値による脂肪の質の評価が取り入れられた。

沖縄県では、県産牛肉の地域特産化および付加価値化が図られるように、2014年度から県産の農産副産物を給与して、沖縄県産ブランド牛肉を作出するシステムを構築する取り組みを行っている。

安里ら<sup>1)</sup>は、本県の亜熱帯気候を活かして生産された果実の食品加工残さの栄養特性について分析を行った結果、シークワサー搾り粕は、CP含量が約10%程度と高く、オレイン酸やリノール酸といった不飽和脂肪酸含量が他の果実加工残さに比べて高いことを報告し、シークワサー搾り粕は肉用牛の脂肪の質を改良する飼料として活用できる可能性を示唆した。

そこで本研究では、黒毛和種肥育牛へシークワサー搾り粕を給与し、肉質に及ぼす影響について調査したので報告する。

### Ⅲ 材料および方法

#### 1. 試験期間および試験場所

試験は2014年4月1日から2014年8月24日までの146日間、沖縄県畜産研究センターで実施した。

#### 2. 供試牛および試験区分

供試牛の概要を表1に示した。平均24カ月齢の黒毛和種去勢牛8頭を用い、肥育牛後期用のTMRを給与した4頭を対照区、TMR中に粉碎したシークワサー搾り粕を混合した飼料を給与した4頭を試験区とした。

表1 供試牛の概要

区分	牛No.	生年月日	開始時日齢	開始時体重 (kg)	父
試験区	1	2012/4/17	714	764	光北福
	2	2012/4/8	723	661	光北福
	3	2012/4/4	727	766	光北福
	4	2012/4/9	722	604	光北福
平均±標準偏差			721.5±4.7	698.8±69.3	
対照区	5	2012/3/30	732	587	光北福
	6	2012/4/8	723	761	光北福
	7	2012/4/16	715	643	光北福
	8	2012/4/6	725	651	光北福
平均±標準偏差			723.8±6.1	660.5±63.0	

#### 3. 飼料給与量および養分含量

シークワサー搾り粕は2日間風乾後、60℃で強制乾燥したものを供試した。飼料給与割合および養分含量を表2、シークワサー搾り粕の養分含量を表3に示した。

表2 TMR中の飼料配合割合および養分含量

飼料名	対照区	試験区
後期肥育用TMR	95.0(%FM)	91.0(%FM)
シークワサー搾り粕		4.5(%FM)
トランスバーラ	5.0(%FM)	4.5(%FM)
DM	89.0(%DM)	89.0(%DM)
CP	13.9(%DM)	13.8(%DM)
TDN	80.6(%DM)	81.5(%DM)
NDF	19.7(%DM)	19.6(%DM)

注) DM: 乾物, CP: 粗タンパク質, TDN: 可消化養分総量。

NDF: 中性デタージェント繊維。

表3 シークワサー搾り粕の養分含量

単位: %DM

シークワサー搾り粕	
DM	89.7
TDN	93.1
CP	10.4
NDF	19.1
ADF	19.9

注) DM: 乾物, TDN: 可消化養分総量, CP: 粗タンパク質。

NDF: 中性デタージェント繊維, ADF: 酸性デタージェント繊維。

#### 4. 調査項目

##### 1) 飼料摂取量

飼料給与翌朝に残飼を測定し、給与量と残飼量との差を飼料摂取量とした。

##### 2) 体重測定値

試験開始日および試験終了日に実施した。

##### 3) 枝肉成績

沖縄県食肉センターでと畜解体後、枝肉の調査を実施し、試験区と対照区に分けて比較検討した。

##### 4) 肉質成績

-30℃で冷凍保存したロース肉を用いて、肉質分析および味覚センサーによる分析を行った。肉質分析の調査項目は、遊離アミノ酸、核酸系物質、脂肪酸組成、上昇融点、破断応力および剪断力価とした。味覚センサーによる分析の調査項目は、酸味、苦味雑味、渋味刺激、旨味、塩味、苦味、渋味および旨味コクとした。上記分析は日本ハム株式会社中央研究所へ委託した。

##### 5) 官能評価

評価方法は表4のとおり5味識別試験および5基準臭識別試験の両試験に合格し、かつ4味濃度差識別試験に合格した者から選定された12名(男性10名、女性2名)のパネリストによって行った。評価する部位は、-25℃で冷凍保存し、4℃で一晩かけて解凍したロース肉を用いた。肉は約1cmの厚さに切り、200℃のホットプレートで3分加熱後、約2cm×2cmの大きさに切ってパネリストに提供した。パネリストに提供する際は、各区を分からないようにするため、ランダムに番号を設定した。評価項目は、やわらかさ、多汁性、旨味、脂っぽい香り、甘い香り、肉様の香り、和牛らしい香りの7項目とした。評価方法は9段階評点法とし、基準を5とし相対評価を行った。上記評価は日本ハム株式会社中央研究所へ委託した。

表4 識別試験の方法

試験名	方法
5味識別試験	基本味である甘味(ショ糖)、塩味(食塩)、酸味(酒石酸)、苦味(無水カフェイン)、旨味(グルタミン酸ナトリウム)の水溶液のコップ5個および蒸留水のコップ3個から、それぞれの味に該当するコップを選ばせる。5味中の誤数が1個以下もしくは2個(この場合は蒸留水の選択はしていないこと)で合格とする。
5基準臭識別試験	1つの基準臭につき5枚の試験紙を用意する。5枚のうち2枚を基準臭液に、3枚を無臭流動パラフィンに浸し、においを感じた2枚を選ばせる。これを基準臭5種類について、それぞれ行う。5基準臭すべてについて正解した場合のみ合格とする。
4味濃度差識別試験	苦味を除く4種類の基本味について、濃度の異なる2個の水溶液を用意し、各味についてより強い方のコップを選ばせる。誤数が2個以下で合格とする。

##### 6) 肉質関連遺伝子とオレイン酸

脂肪酸合成に関わるFASN遺伝子(TW/TW, TW/AR, AR/AR)と飽和脂肪酸を不飽和化するSCD遺伝子(A/A, A/V, V/V)の遺伝子型の判定を、試験牛から採血した血液を用いてDNAを抽出し、PCR-RFLP法およびSNP Assay解析にて行った。FASN遺伝子およびSCD遺伝子とオレイン酸含量との関連を比較検討した。

#### 5. 統計処理

味覚センサーと官能評価以外は、t検定により行った。官能評価は、符号検定<sup>2)</sup>により行った。

## IV 結果

### 1. 飼料摂取量

1頭あたりの飼料摂取量と飼料要求率を表5に示した。DM摂取量は試験区が9.48kg、対照区が8.45kgであった。CP摂取量は試験区が1.47kg、対照区が1.32kgであった。TDN摂取量は試験区が8.68kg、対照区が7.65kgであった。DM摂取量、CP摂取量およびTDN摂取量において、両区で有意な差が認められた(p<0.01)。飼料要求率およびTDN要求率において、両区の間には有意な差は認められなかった。

表5 1頭当たりの飼料摂取量と飼料要求率 単位：kg

	対照区	試験区
DM摂取量	8.45	9.48*
CP摂取量	1.32	1.47*
TDN摂取量	7.65	8.68*
飼料要求率	27.41	33.07
TDN要求率	22.1	26.95

注) \*: p &lt; 0.01。

## 2. 体重測定値

体重測定値を表6に示した。試験開始時体重、試験終了時体重および1日あたりの増体量は、試験区が698.8 kg, 756.5 kg, 0.40 kgと対照区よりも高い値を示した。

表6 体重測定値 単位：kg

区分	開始時	終了時	1日当たりの増体量
試験区	764	798	0.23
	661	750	0.61
	766	798	0.22
	604	680	0.52
平均±標準偏差	698.8±69.3	756.5±48.3	0.40±0.17
対照区	587	638	0.35
	761	798	0.25
	643	713	0.48
	651	706	0.38
平均±標準偏差	660.5±63.0	713.8±56.8	0.36±0.08

## 3. 枝肉成績

枝肉成績を表7に示した。枝肉重量で試験区が対照区より38.5 kg大きかったが、有意な差は認められなかった。ロース芯面積で試験区が対照区より0.5 cm<sup>2</sup>大きく、ばらの厚さで試験区が対照区より0.2 cm小さかったが、有意な差は認められなかった。BMS No.は試験区が9.3, 対照区が7.0で有意な差が認められた (p<0.05)。

表7 枝肉成績

	対照区	試験区
枝肉重量 (kg)	472.8 ± 47.7	511.3 ± 46.8
ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> )	59.0 ± 6.2	59.5 ± 4.7
ばらの厚さ (cm)	8.2 ± 0.8	8.0 ± 0.8
皮下脂肪の厚さ (cm)	2.7 ± 0.4	2.7 ± 0.5
歩留基準値 (%)	74.2 ± 0.9	73.7 ± 0.9
BMS No.	7.0 ± 0.7	9.3 ± 1.3*
BCS No.	3.8 ± 0.4	3.3 ± 0.4
締まり	4.3 ± 0.4	5.0 ± 0.0
きめ	4.8 ± 0.4	5.0 ± 0.0
BFS No.	3.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0
光沢と質	5.0 ± 0.0	5.0 ± 0.0

注) \*: p &lt; 0.05。

## 4. 肉質成績

遊離アミノ酸の分析結果を表8に示した。旨味に関連している<sup>3)</sup>と考えられるセリン, グルタミン酸,

グルタミン、アラニン、メチオニンが試験区が対照区よりも高い値を示した。苦味に関連している<sup>3)</sup>と考えられるアルギニンは、試験区が対照区よりも低い値を示した。両区に有意な差は認められなかった。

**表 8 遊離アミノ酸** 単位：mg/100g

項目	対照区		試験区	
アスパラギン酸	5.00	± 0.71	5.00	± 0.00
スレオニン	2.50	± 0.50	2.75	± 0.43
セリン	3.25	± 0.43	3.75	± 0.43
アスパラギン	1.25	± 0.43	1.75	± 0.43
グルタミン酸	5.50	± 0.50	6.25	± 0.43
グルタミン	22.75	± 3.03	23.00	± 3.08
プロリン	1.75	± 0.43	1.50	± 0.50
グリシン	4.50	± 0.50	4.00	± 0.00
アラニン	19.75	± 1.48	21.25	± 0.83
バリン	3.25	± 0.43	3.50	± 0.50
メチオニン	2.00	± 0.00	2.25	± 0.43
イソロイシン	3.00	± 0.00	3.00	± 0.00
ロイシン	5.50	± 0.50	5.75	± 0.43
チロシン	3.50	± 0.50	3.50	± 0.50
フェニルアラニン	4.00	± 0.00	4.00	± 0.00
ヒスチジン	2.25	± 0.43	2.00	± 0.00
リジン	4.50	± 0.50	4.50	± 0.50
アルギニン	4.75	± 0.43	4.50	± 0.87

核酸系物質の分析結果を表 9 に示した。イノシン酸は試験区が対照区よりも低い値を示した。旨味成分であるとされる<sup>4)</sup> グアニル酸は試験区が対照区よりも高い値を示した。両区に有意な差は認められなかった。

**表 9 核酸系物質** 単位：mg/100g

項目	対照区		試験区	
イノシン酸	20.35	± 11.15	17.53	± 11.28
グアニル酸	0.60	± 0.65	0.65	± 0.67

脂肪酸組成の分析結果を表 10 に示した。オレイン酸および不飽和脂肪酸は試験区が高い値を示した。両区の間には有意な差は認められなかった。

**表 10 脂肪酸組成** 単位：%

項目	対照区		試験区	
ミリスチン酸 (C14:0)	2.9	± 0.4	2.9	± 0.2
ミリストレイン酸 (C14:1)	1.0	± 0.3	1.0	± 0.2
パルミチン酸 (C16:0)	28.1	± 1.3	28.0	± 1.2
パルミトレイン酸 (C16:1)	4.2	± 0.5	4.2	± 0.3
ステアリン酸 (C18:0)	11.8	± 1.7	11.3	± 0.6
オレイン酸 (C18:1)	50.0	± 1.4	50.8	± 1.6
リノール酸 (C18:2)	2.0	± 0.2	1.8	± 0.3
飽和脂肪酸	42.8	± 10.5	42.2	± 10.5
不飽和脂肪酸	57.2	± 20.7	57.8	± 21.0

上昇融点、破断応力、剪断力価の分析結果を表 11 に示した。両区の間には有意な差は認められなかつ

たが、剪断力価は試験区が小さい傾向を示した。

表 1 1 上昇融点, 破断応力, 剪断力価

項目	対照区	試験区
上昇融点 (°C)	35.5 ± 2.0	36.1 ± 1.4
破断応力 (gw/cm <sup>2</sup> )	0.50 ± 0.36	0.75 ± 0.25
剪断力価 (kgf/cm <sup>2</sup> )	1.15 ± 0.18	0.95 ± 0.11

味覚センサーによる分析結果を図 1 に示した。対照区の推定値を 0 として、試験区の味強度を数値で表した。味覚センサーで「味がある」とされるのは、酸味が-13 以上、塩味が-6 以上、その他の味が 0 以上であり<sup>5)</sup>、今回の分析では苦味雑味、旨味、塩味、旨味コクが検出された。推定値が 1 違えば、人が味の違いとして識別できるとされ<sup>5)</sup>、苦味雑味に識別可能な差が認められた。旨味、塩味、旨味コクに識別可能な差は認められなかった。

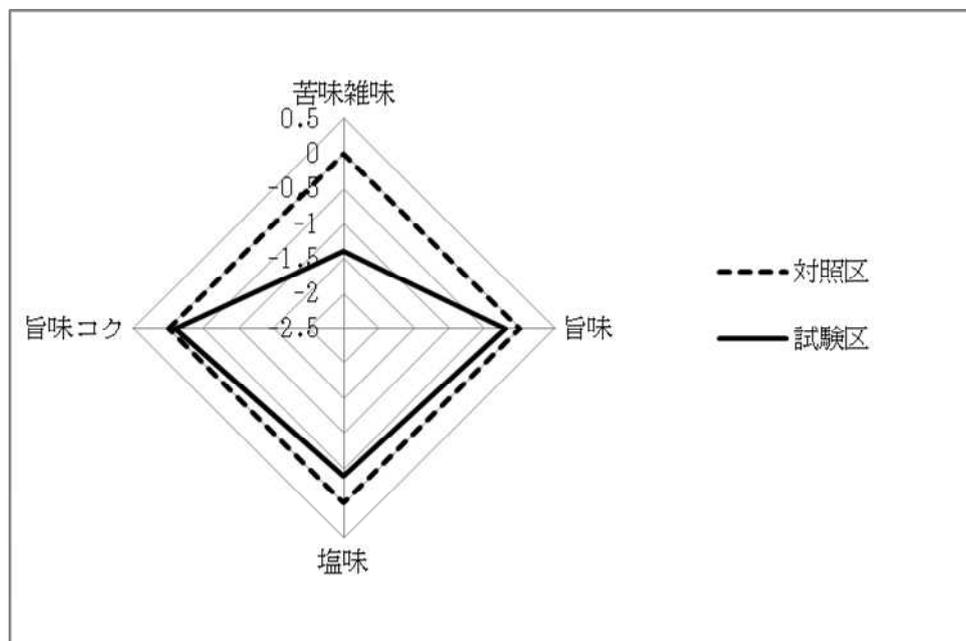


図 1 味覚センサー

## 5. 官能評価

官能評価の結果を図 2 に示した。やわらかさ、多汁性、旨味で試験区が対照区に比べて高い評価が得られた。両区間に有意な差は認められなかった。

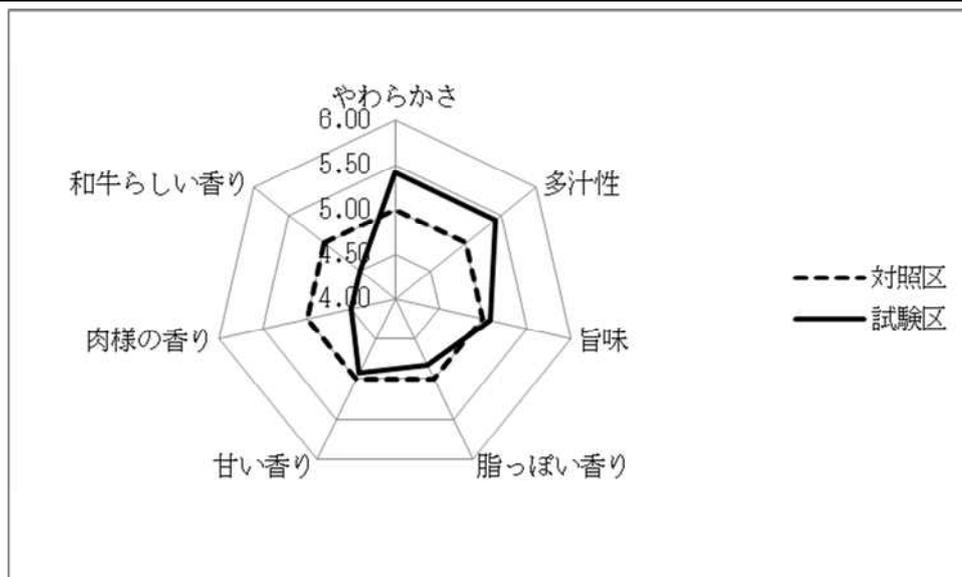


図2 官能評価

### 6. 肉質関連遺伝子とオレイン酸

FASN 遺伝子と SCD 遺伝子の遺伝子型を表 12 に、オレイン酸分析値とその平均を表 13 に示した。脂肪酸合成に関わる FASN 遺伝子は TW/TW 型が 6 頭, TW/AR 型が 2 頭であった。飽和脂肪酸を不飽和化する SCD 遺伝子は A/A 型が 2 頭, A/V 型が 5 頭, V/V 型が 1 頭であった。供試牛 8 頭のオレイン酸分析値を平均し、それぞれ比較したところ平均以上が 3 頭、平均未満が 5 頭であった。

表 1 2 FASN遺伝子とSCD遺伝子の遺伝子型

牛No.	FASN	SCD
1	TW/TW	A/A
2	TW/TW	A/V
3	TW/AR	A/V
4	TW/TW	A/V
5	TW/TW	A/V
6	TW/TW	A/A
7	TW/TW	V/V
8	TW/AR	A/V

表 1 3 オレイン酸分析値とその平均

牛No.	オレイン酸分析値
1	50.9
2	51.7
3	48.4
4	48.0
5	48.5
6	51.3
7	48.1
8	47.9
平均	49.35

## V 考 察

開始時体重, 1 頭当たりの飼料摂取量, 終了時体重および 1 日当たりの増体量で, 試験区が対照区よりもそれぞれの値が大きかったため, 枝肉重量および BMS No. に差がでたと考えられる。神田ら<sup>9)</sup>は, 胸最長筋の官能評価で BMS No. がやわらかさおよび多汁性と有意な正の相関を示したと報告している。枝肉成績の BMS No. で試験区が対照区よりも有意に高く, 剪断力価で試験区が対照区よりも小さい傾向が示されたことから, 官能評価で試験区の肉がやわらかく多汁性があると感じる傾向にあったと考えられる。

遊離アミノ酸のうち苦味に関連している<sup>3)</sup>と考えられるアルギニンの分析値は, 試験区が対照区よりも低い値を示していた。また, 味覚センサーの苦味雑味においても, 試験区が対照区よりも低い値を示し, アルギニンの分析値と味覚センサーの苦味雑味の結果が一致した。このことからシークワサー搾り粕を給与すると牛肉の苦味を抑える可能性があることが示唆された。旨味成分として知られているグルタミン酸およびグアニル酸や, 風味に関連があるとされる<sup>10)</sup>オレイン酸の分析値は試験区が対照区よりもわずかに高い値を示したものの, 味覚センサーや官能評価では, 大きな差は見られなかった。このことから今回のシークワサー搾り粕の給与量では, 旨味に関連する遊離アミノ酸, 核酸系物質および脂肪酸

組成に及ぼす影響は少ないと考えられる。

FASN 遺伝子は TW/TW 型が TW/AR 型に比べオレイン酸割合が増加する傾向があると報告されている<sup>6)</sup>。SCD 遺伝子型は A/A 型を保有する個体でオレイン酸や不飽和脂肪酸含有率が高くなることが報告されている<sup>7,8)</sup>。表 14 の肉質関連遺伝子, シークワサー搾り粕およびオレイン酸の関連に示したとおり, FASN 遺伝子 (TW/TW 型) と SCD 遺伝子 (A/A 型) の優良遺伝子を持つ供試牛No.1 とNo.6 について, オレイン酸分析値は平均以上であった。また, FASN 遺伝子 (TW/AR 型) と SCD 遺伝子 (A/V 型) を持つ供試牛No.3 とNo.8 では, オレイン酸分析値は平均未満であった。いっぽう, 同様の遺伝子型を持つ供試牛No.2, No.4 およびNo.5 のうち, No.2 のオレイン酸含量が平均以上となった。このことから, オレイン酸は FASN 遺伝子および SCD 遺伝子の肉質関連遺伝子との関連性が認められたほかに, シークワサー搾り粕を給与した同様の遺伝子型を持つ供試牛のうち 1 頭はオレイン酸含量が平均以上となり, シークワサー搾り粕を給与することによりオレイン酸含量が多くなる可能性が示唆された。今後さらにシークワサー搾り粕の給与例数を増やしオレイン酸含量について検討する必要がある。

シークワサー搾り粕の乾燥にはコストがかかるためサイレージ利用して脂肪酸組成および生産性に影響を及ぼすか調査する必要がある。また, シークワサー特有の成分が肉や血液に移行しているのか調査する必要がある。

表 14 肉質関連遺伝子, シークワサー搾り粕およびオレイン酸との関連

牛No.	シークワサー搾り粕	FASN	SCD	オレイン酸
1	給与	TW/TW	A/A	平均以上
2	給与	TW/TW	A/V	平均以上
3	給与	TW/AR	A/V	平均未満
4	給与	TW/TW	A/V	平均未満
5	無給与	TW/TW	A/V	平均未満
6	無給与	TW/TW	A/A	平均以上
7	無給与	TW/TW	V/V	平均未満
8	無給与	TW/AR	A/V	平均未満

## 謝 辞

本研究の肉質関連遺伝子分析を実施するにあたって, 家畜ゲノム解析の指導・支援を賜りました独立行政法人家畜改良センターの阿部剛氏および笹子奈々恵氏に感謝申し上げます。

## VI 引用文献

- 1) 安里直和・砂川隆治・太野垣陽一・森山高広(2013)県産食肉ブランド強化に向けた県産果実加工残さの栄養特性, 沖縄畜研研報, **51**, 41-47
- 2) 新城明久(2004)生物統計学入門ノンパラメトリック法, 50-53, 川島書店
- 3) 引地宏二(2014)消費者型官能評価による豚肉の嗜好と肉質分析値との関連性, 養豚の友, 9月号, 18-21
- 4) 黒須泰行, 岩黒大志(2008)シイタケ中のグアニル酸に関する研究, 国際学院埼玉短期大学研究紀要, **29**, 87-91
- 5) 財団法人 北海道科学技術総合振興センター(2010)食品の味評価のための味覚センサ活用マニュアル(第3版), 36-65
- 6) 松橋珠子, 丸山新, 小林直彦, 阿部剛, 坂口慎一, 加藤勉(2009)岐阜県の黒毛和種肥育牛における脂肪酸合成酵素遺伝子の多型と胸最長筋内脂肪の脂肪酸合成との関連, 岐阜県畜産研究所研究報告, **9**, 18-25
- 7) T.Mathuhashi, S.Maruyama, Y.Uemoto, N.Kobayashi, H.Mannen, T.Abe, S.Sakaguchi, E.kobayashi(2011)Effects of bovine fatty acid synthase, stearoyl-coenzyme A desaturase,

- 
- sterol regulatory element-binding protein 1, and growth hormone gene polymorphisms on fatty acid composition and carcass traits in Japanese Black cattle, *Journal of animal science*, **89**, 12-22
- 8) Masaaki Taniguchi, Takeshi Utsugi, Kenji Oyama, Hideyuki Mannen, Masato Kobayashi, Yoshihiro Tanabe, Atsushi Ogino, Soichi Thuji (2004) Genotype of stearoyl-CoA desaturase is associated with fatty acid composition in Japanese Black cattle, *Mammalian Genome*, **14**, 142-148
- 9) 神田章 (2010) オレイン酸による牛肉の評価と長野県独自の規格基準設定, 農文協編, 農山漁村文化協会, 農業技術大系畜産編第3巻, 949
- 10) Westerling, et. al (1979) Fatty Acid Composition of Bovine Lipids as Influenced by Diet, Sex and Anatomical Location and Relationship to Sensory Characteristics, *J Anim Sci*, **48**, 1343-1348
- 

研究補助：仲村渠稔