

＜日本短角種の特長等に係る
これまでの分析結果の概要＞

協力：国立大学法人岩手大学農学部

村元隆行准教授

（一社）全国肉用牛振興基金協会

① 日本短角種は配合飼料制限給与または地域自給飼料だけで肥育できる

【背景および目的】

我が国の牛肉生産では、輸入飼料を原料とする配合飼料の多給による肥育が行われている。これは、配合飼料を多給しても霜降り牛肉になりにくい日本短角種についても同様である。そこで、飼料自給率の高い方法で日本短角種の肉を生産するため、岩手県生産技術体系（日本短角種肥育）の技術目標に設定されている650kgを目標体重とし、配合飼料の給与量を制限する肥育技術、または地域内で自給可能な飼料だけで行う肥育技術を開発する。

【材料および方法】

岩手県岩泉町で生産された各4頭の日本短角種去勢牛（10カ月齢、253kg）を肥育した。牧草サイレージは、盛岡市内で生産されたチモシーのロールベールラップサイレージとした。フスマは北東北で生産された南部小麦のフスマとし、リンゴジュース粕は北東北（一部北海道）で生産されたリンゴの絞り粕の乾燥物とした。23から25カ月齢で屠畜し、肥育成績および枝肉成績について検討を行った。

【結果の概要】

1. 配合飼料の給与量を制限し（表1）、配合飼料の摂取量を慣行肥育（配合飼料4トン給与）の約60%に減らしても（表2）、地域内で自給可能な牧草サイレージを飽食させれば、約24カ月齢で目標体重に到達させることができる（表3）。
2. 配合飼料の代わりに、地域内で自給可能なフスマおよびリンゴジュース粕を給与しても（表1）、牧草サイレージを飽食させれば、約26カ月齢で目標体重に到達させることができる（表3）。
3. 配合飼料の給与量を制限する肥育でも、配合飼料の代わりに地域自給飼料を給与する肥育でも、慣行肥育と同等のA-2等級相当の枝肉成績が得られる（表3）。
4. 濃厚飼料費は、慣行肥育（172千円）に比べて、配合飼料の給与量を制限する肥育では65千円少なく、また地域自給飼料を給与する肥育ではさらに22千円少ない（表4）。

【ポイント】

日本短角種の肥育では、配合飼料の給与量を慣行肥育の60%まで制限しても、配合飼料の代わりに地域内で自給可能な飼料だけを給与しても、牧草サイレージを飽食させれば、慣行肥育と同等の成績の枝肉が生産できる。

表1. 1日1頭当たりの濃厚飼料給与量(原物、kg)

	月齢															
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
配合飼料制限肥育:配合飼料	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	9	9	9			
地域自給飼料肥育:フスマ :リンゴジュース粕	1	2	3	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3
						1	2	3	4	4	4	4	3	3	3	2

表2. 飼料摂取量(原物、kg)

	牧草サイレージ	配合飼料	フスマ	リンゴジュース粕
配合飼料制限肥育	1986	2480	-	-
地域自給飼料肥育	2288	-	1791	972

表3. 屠畜月齢、屠畜体重、および枝肉成績

	屠畜月齢	屠畜体重 (kg)	枝肉重量 (kg)	歩留基準値 ¹	肉質等級 ¹
配合飼料制限肥育	23.6	636	368	72.3	2.0
地域自給飼料肥育	25.7***	643	367	72.3	2.0

*** 0.1%危険水準で有意差あり。

¹ 歩留基準値:72以上がA等級。肉質等級:5等級が最高等級。

表4. 濃厚飼料費

	濃厚飼料費 ¹ (千円)	濃厚飼料費/枝肉重量 (円/kg)
配合飼料制限肥育	107	291
地域自給飼料肥育	85***	232***

*** 0.1%危険水準で有意差あり。

¹ 配合飼料は43円/kg、フスマは30円/kg、およびリンゴジュース粕は32円/kg。

【参考文献】

近藤恒夫, 東山雅一, 村元隆行, 出口 新, 河本英憲, 築城幹典 (2009) 地域資源を活用した家畜生産システム (日本草地学会編), 学会出版センター, 東京, pp. 186-206.

② 放牧で仕上げた日本短角種の牛肉品質は高い

【背景および目的】

日本短角種の肥育は濃厚飼料多給方式で行われているが、霜降りの肉にはなりにくい。したがって、日本短角種の肉の価値を高めるためには、肉に霜降り以外の特徴を持たせることが必要である。そこで、輸入飼料を原料とする配合飼料に大きく依存しない生産方法である放牧に着目し、日本短角種の肥育の仕上げに放牧を行い、生草の機能性成分を肉に蓄積させ、日本短角種牛肉の価値を高めるための肥育技術を開発する。

【材料および方法】

日本短角種去勢牛8頭を10カ月齢から濃厚飼料および粗飼料で肥育し、4頭を19カ月齢から牛舎内で配合飼料およびサイレージで8カ月間肥育して屠殺し（慣行肥育）、残りの4頭を19カ月齢から補助飼料の給与なしで4カ月間放牧し、放牧終了直後に屠殺した（放牧仕上げ）。放牧地は岩手県岩泉町の半自然草地（スゲ類優占）とした。屠畜後、胸最長筋（ロース肉）を採取し、保水性および成分について検討を行った。なお、ロース肉の粗脂肪含量は、慣行肥育が3.7%、放牧仕上げが1.4%であった。

【結果の概要】

1. 貯蔵中の肉から肉汁が流れ出るのは、肉の細胞膜が酸化されて破れてしまうためであるが、日本短角種の肥育の仕上げに放牧を行うと、貯蔵中に損失する肉汁（ドリップロス）がロース肉で約4割少なくなる（図1）。
2. 放牧仕上げによってドリップロスが少なくなるのは、生草に多く含まれ抗酸化性があるビタミンEおよびβ-カロテンの含量が、ロース肉で約3倍に増える（表1）ことにより、細胞膜の酸化が抑えられるためであると考えられる。
3. 摂取する食品のn-6系脂肪酸とn-3系脂肪酸の比（n-6:n-3比）が高いと、心疾患を引き起こす血塊形成の原因になるため、n-6:n-3比は4以下であることが推奨されているが、放牧で仕上げた日本短角種のロース肉はこの推奨値を満たしている（表1）。

【ポイント】

日本短角種の肥育の仕上げに放牧を行うと、抗酸化ビタミンであるビタミンEおよびβ-カロテンの含量が高い牛肉となり、貯蔵中のドリップロスが少なくなり、また脂肪酸の組成が推奨値を満たすようになる。

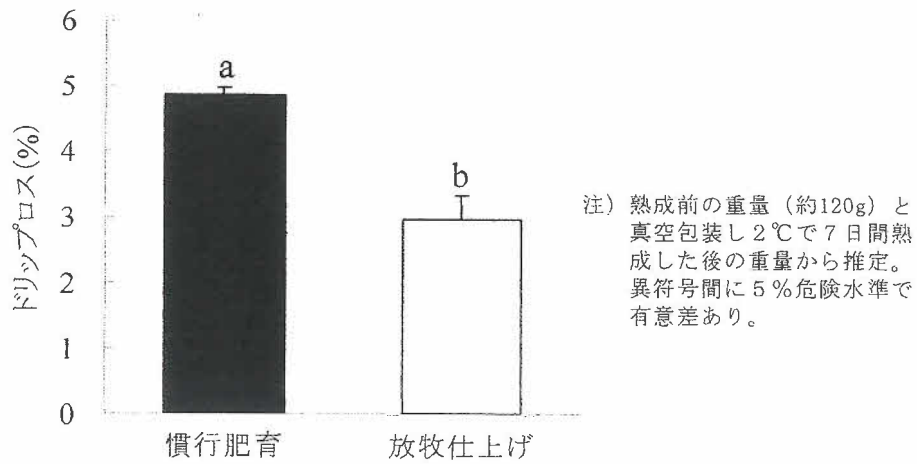


図1 ロース肉 (胸最長筋) のドリップロス

表1 ロース肉 (胸最長筋) の抗酸化ビタミン含量および脂肪酸組成

	ビタミンE ¹ (μg/g)	β-カロテン ¹ (μg/g)	飽和 脂肪酸 (%)	一価 不飽和 脂肪酸 (%)	多価 不飽和 脂肪酸 (%)	n-6:n-3 ²
慣行肥育	2.5 ^b	0.07 ^b	43.9	45.7 ^a	5.7 ^b	6.6 ^a
放牧仕上げ	7.0 ^a	0.24 ^a	42.2	38.9 ^b	15.2 ^a	3.3 ^b

^{a,b} 異符号間に5%危険水準で有意差あり。

¹ α-トコフェロールおよびβ-カロテンの含量はHPLC法で測定。

² n-6: リノール酸+イコサジエン酸+イコサトリエン酸+アラキドン酸+アドレン酸。

n-3: α-リノレン酸+イコサヘンタエン酸+トコサヘンタエン酸+トコサヘキサエン酸。

【参考文献】

Muramoto, T., Higashiyama, M. and Kondo, T. (2005) Effect of pasture finishing on beef quality of Japanese Shorthorn steers. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 18: 420-426.

③ 山下げ後の肥育期間は短い方が牛肉品質は高い

【背景および目的】

放牧終了（山下げ）直後に屠畜すると日本短角種去勢牛の牛肉品質は高くなるが、一般に日本短角種経産牛は春から秋までは繁殖のために放牧されているものの、翌年に繁殖を行わない場合は、牛舎内でデントコーンサイレージ主体の飼料で肥育されてから出荷される。そこで、山下げ後に肥育を行った日本短角種経産牛の牛肉品質を明らかにする。

【材料および方法】

放牧が終わった13頭の日本短角種経産牛（年齢3から15歳）を牛舎内においてデントコーンサイレージ主体の飼料で肥育（3から267日間）し、屠畜後に半膜様筋（うちもも肉）を採取し、色調、保水性、硬さ、および成分について検討を行った。

【結果の概要】

1. a*値（赤色度、図1-B）は山下げ後の肥育期間が長くなっても変わらなかったが、L*値（明度、図1-A）およびb*値（黄色度、図1-C）は低くなった。したがって、山下げ後の肥育期間を長くすると暗い色になると考えられる。
2. ドリップロス（貯蔵中の保水性、図2-A）およびクッキングロス（加熱中の保水性、図2-B）は山下げ後の肥育期間が長くなっても変わらなかった。したがって、山下げ後の肥育期間を長くしても保水性は変わらないと考えられる。
3. 剪断力価（硬さ、図2-C）は山下げ後の肥育期間が長くなっても変わらなかった。したがって、山下げ後の肥育期間を長くしても軟らかくならないと考えられる。これは、山下げ後の肥育期間を長くしても脂肪含量（図3-A）が高くならなかったためであると考えられる。
4. α -トコフェロール（ビタミンE、図3-B）および β -カロテン（図3-C）の含量は山下げ後の肥育期間が長くなると低くなった。したがって、山下げ後の肥育期間を長くすると抗酸化性が低くなると考えられる。抗酸化性を有する含量（ α -トコフェロールが $4.0\mu\text{g/g}$ 以上および β -カロテン含量が $0.15\mu\text{g/g}$ 以上）を維持させるためには、山下げ後の肥育期間は165日未満にする必要があると考えられる。
5. 脂肪酸のn6/n3比（図3-D）は山下げ後の肥育期間が長くなっても高くはならず、全て4未満であった。したがって、血栓性疾患を抑制するためのn6/n3比の推奨値（4未満）は、山下げ後の肥育期間を長くしても維持できると考えられる。

【ポイント】

日本短角種経産牛の牛肉品質、特に抗酸化性を維持させるためには、山下げ後の肥育期間を165日未満にする必要がある。

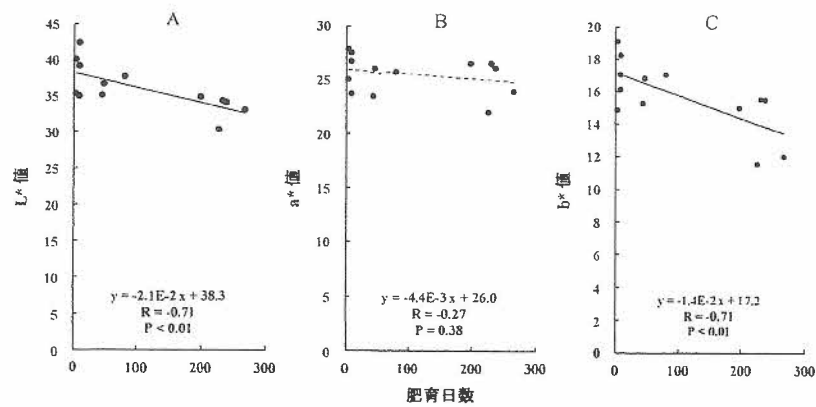


図1 日本短角種経産牛の山下げ後の肥育日数とうちも肉のL*値(A)、a*値(B)、およびb*値(C)との関係

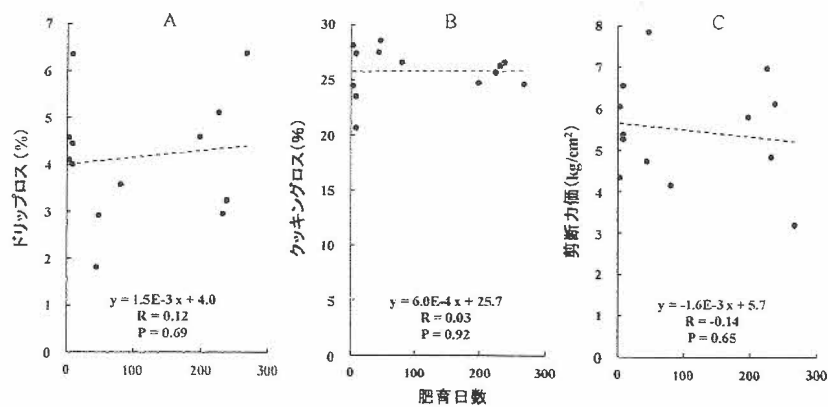


図2 日本短角種経産牛の山下げ後の肥育日数とうちも肉のドリップロス(A)、クッキングロス(B)、および剪断力値(C)との関係

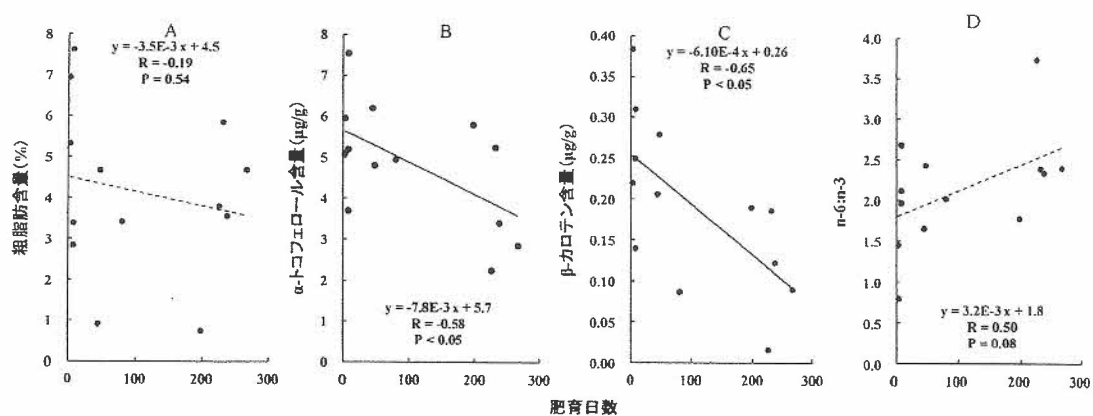


図3 日本短角種経産牛の山下げ後の肥育日数とうちも肉の粗脂肪含量(A)、 α -トコフェロール含量(B)、 β -カロテン含量、およびn6:n3(D)との関係

【参考文献】

村元隆行, 館山保奈美, 金子真志保 (2014) 日本短角種経産牛の放牧後の肥育期間と筋肉の理化学特性との関係. 日畜会報85: 525-530.

④ 消費者は好みに合った品質の日本短角種牛肉を選ぶことができる

【背景および目的】

日本短角種の一大生産地である岩手県では、主に4つの地域で肥育牛が飼育されている。岩泉町では市販の配合飼料、久慈市では国内で生産された濃厚飼料だけを原料とした配合飼料、二戸市では市販の配合飼料および豆腐製造粕、また盛岡市では市販の配合飼料およびビール製造粕が、それぞれ給与されている。そこで、これら4つの地域で生産された日本短角種去勢牛の牛肉品質の違いを明らかにする。

【材料および方法】

各地域で肥育が行われた日本短角種去勢牛（各4頭）を屠畜し、半膜様筋（うちもも肉）を採取し、肉色安定性、保水性、硬さ、および成分について検討を行った。

【結果の概要】

1. 肉色素であるミオグロビンは貯蔵中に酸化して茶褐色のメトミオグロビンに変化する。その割合が35%を越えると変色が見た目で分かるようになり、購買意欲が低下する。メトミオグロビンの割合（表1）が35%を超えたのは、久慈短角が貯蔵2日目、岩泉短角および二戸短角が貯蔵3日目、盛岡短角が貯蔵4日目であった。したがって、盛岡短角は他の生産地に比較して変色しにくいと考えられる。
2. ドリップロス（貯蔵中の保水性、表2）およびクッキングロス（加熱中の保水性、表2）には生産地による差はみられなかった。したがって、岩手県内で生産されている日本短角種牛肉の保水性に違いはないと考えられる。
3. 剪断力価（硬さ、表2）は二戸短角および盛岡短角が久慈短角に比較して低かった。また、粗脂肪含量（表2）は盛岡短角が岩泉短角に比較して高かった。したがって、盛岡短角は他の生産地に比較して軟らかく、それは脂肪含量が高いためであると考えられる。
4. 一価不飽和脂肪酸、特にオレイン酸の割合が高いものは風味が良いと評価される。オレイン酸の割合に生産地間での差はみられなかったが、一価不飽和脂肪酸の割合は岩泉短角および盛岡短角が久慈に比較して高かった（表3）。したがって、岩泉短角および盛岡短角の風味は他の生産地に比較して高く評価されると考えられる。

【ポイント】

岩手県内の4生産地の日本短角種牛肉の肉色安定性、軟らかさ、脂肪含量、および風味は異なるため、消費者の好みに合った品質の日本短角種牛肉を選ぶことができる。

表1 岩手県内の4生産地の日本短角種牛肉の展示中におけるメトミオグロビン割合 (%)

	展示日数							
	0	1	2	3	4	5	6	7
岩泉 (n=4)	3.2 ± 1.9	15.9 ± 2.1	28.0 ± 1.9	36.6 ± 2.1	46.4 ± 3.0	58.5 ± 6.8	62.8 ± 6.8	66.9 ± 8.4
久慈 (n=4)	1.1 ± 1.1	20.5 ± 2.4	37.8 ± 4.5	50.1 ± 4.4	57.6 ± 2.7	69.5 ± 1.5	72.6 ± 8.5	83.4 ± 5.4
二戸 (n=4)	1.8 ± 1.1	15.8 ± 3.5	21.2 ± 4.5	40.5 ± 3.0	47.5 ± 1.4	54.4 ± 2.0	62.5 ± 1.0	63.6 ± 0.8
盛岡 (n=4)	0.1 ± 0.1	12.7 ± 2.3	23.2 ± 3.1	31.8 ± 5.9	40.4 ± 4.0	46.3 ± 3.0	52.6 ± 4.0	57.8 ± 1.5

表2 岩手県内の4生産地の日本短角種牛肉のドリップロス、クッキングロス、剪断力価、および粗脂肪含量

	ドリップロス (%)	クッキングロス (%)	剪断力価 (kg/cm ²)	粗脂肪含量 (%)
岩泉 (n=4)	5.6 ± 0.2	25.6 ± 0.6	4.3 ± 0.4 ^{ab}	2.4 ± 0.2 ^b
久慈 (n=4)	5.6 ± 0.3	25.2 ± 1.1	5.5 ± 0.2 ^a	6.8 ± 1.8 ^{ab}
二戸 (n=4)	5.8 ± 0.4	25.5 ± 1.0	4.1 ± 0.4 ^b	6.1 ± 0.7 ^{ab}
盛岡 (n=4)	5.1 ± 0.5	26.4 ± 0.5	3.8 ± 0.2 ^b	7.9 ± 1.0 ^a

^{a,b} 生産地間に5%危険水準で有意差あり.

表3 岩手県内の4生産地の日本短角種牛肉の脂肪酸組成

	岩泉 (n=4)	久慈 (n=4)	二戸 (n=4)	盛岡 (n=4)
オレイン酸	43.7 ± 1.1	40.8 ± 1.8	42.5 ± 0.4	43.0 ± 1.2
リノール酸	3.45 ± 0.08 ^a	2.24 ± 0.25 ^b	3.46 ± 0.29 ^a	3.09 ± 0.36 ^{ab}
α-リノレン酸	0.18 ± 0.02	0.22 ± 0.02	0.20 ± 0.00	0.14 ± 0.04
飽和脂肪酸	42.7 ± 1.0 ^b	48.9 ± 1.8 ^a	42.4 ± 0.8 ^b	42.7 ± 1.3 ^b
一価不飽和脂肪酸	47.6 ± 0.5 ^a	42.3 ± 1.8 ^b	44.7 ± 0.4 ^{ab}	47.8 ± 0.6 ^a
多価不飽和脂肪酸	4.95 ± 0.27 ^{ab}	3.16 ± 0.24 ^b	5.36 ± 0.62 ^a	4.44 ± 0.55 ^{ab}

^{a,b} 生産地間に5%危険水準で有意差あり.

【参考文献】

村元隆行, 金子真志保, 鎌田文弘 (2015) 岩手県内の主要な4つの生産地で生産された日本短角種去勢牛の牛肉品質の比較. 東畜会報64 : 25-31.

⑤ 日本短角種牛肉は生産地で入手可能なイワテヤマナシの果汁で軟らかくできる

【背景および目的】

日本短角種の牛肉は赤身肉であるため、脂肪交雑が多い黒毛和種の牛肉に比べて硬いという評価を受ける傾向にある。日本短角種の主要生産地の一つに岩泉町があるが、岩泉町の早坂高原では日本短角種が放牧されている。また、早坂高原にはタンパク質分解酵素が含まれているイワテヤマナシが自生している。そこで、イワテヤマナシの果汁に日本短角種牛肉を浸漬し、軟化効果について明らかにする。

【材料および方法】

日本短角種去勢牛（5頭）の中殿筋に3品種（i1302, i1515, i0218）のイワテヤマナシの果汁（酵素を失活させたものを含む）に浸漬して加熱を行い、テクスチャー（硬さなど）および保水性について検討を行った。

【結果の概要】

1. 変形させるのに必要な力示す最大荷重および飲み込める状態にまで砕くのに必要な力を示すガム性荷重は、酵素が含まれているイワテヤマナシ（i1515）の果汁に浸漬した牛肉が含まれていない果汁に浸漬した牛肉に比べて低かった（表1）。したがって、i1515のイワテヤマナシの果汁に浸漬することにより、日本短角種牛肉を軟らかくできると考えられる。
2. 複数回噛みしめる時の復元する割合を示す凝集性には差がみられなかった（表1）。したがって、日本短角種牛肉をイワテヤマナシの果汁に浸漬しても、過軟化が起こることはないと考えられる。
3. 浸漬中の肉汁の漏出（ドリップロス）および加熱によるドリップの漏出（クッキングロス）には酵素の有無による差がみられなかった（表2）。したがって、日本短角種牛肉をイワテヤマナシの果汁に浸漬しても保水性に影響はないと考えられる。

【ポイント】

日本短角種牛肉をイワテヤマナシの果汁に浸漬して加熱すると軟らかくすることができ、これは日本短角種の生産地で入手可能な資源で行うことができる。

表1 3種類のイワテヤマナシの果汁に浸漬した日本短角種牛肉 (n=5) のテクスチャー特性

		i1302	i1515	i0218
最大荷重 (N)	酵素なし	25.7 ± 1.1	26.8 ^a ± 1.2	26.5 ± 1.7
	酵素あり	22.0 ± 1.7	21.6 ^b ± 1.8	22.0 ± 1.8
ガム性荷重 (N)	酵素なし	14.6 ± 0.7	15.3 ^a ± 0.6	14.9 ± 1.0
	酵素あり	13.0 ± 1.2	12.4 ^b ± 1.1	12.6 ± 1.2
凝集性	酵素なし	0.57 ± 0.00	0.57 ± 0.01	0.56 ± 0.01
	酵素あり	0.59 ± 0.01	0.58 ± 0.01	0.57 ± 0.01

^{a,b} 酵素なしと酵素ありとの間に5%危険水準で有意差あり。

表2 3種類のイワテヤマナシの果汁に浸漬した日本短角種牛肉 (n=5) の保水性

		i1302	i1515	i0218
ドリップロス (%)	酵素なし	3.0 ± 0.6	2.2 ± 0.7	6.6 ± 0.7
	酵素あり	2.6 ± 0.5	2.1 ± 0.4	6.8 ± 0.5
クッキングロス (%)	酵素なし	18.4 ± 2.5	15.8 ± 1.2	16.5 ± 0.7
	酵素あり	14.4 ± 2.6	15.4 ± 1.0	18.0 ± 1.3

【参考文献】

高田惇帆, 片山寛則, 村元隆行 (2019) 早生, 中生, および晩生のイワテヤマナシの果汁への浸漬が牛肉の硬さに及ぼす影響. 日畜会報90: 147-151.

⑥ 日本短角種牛肉は生産地で入手可能なサルナシの果汁で軟らかくできる

【背景および目的】

日本短角種の牛肉は赤身肉であるため、脂肪交雑が多い黒毛和種の牛肉に比べて硬いという評価を受ける傾向にある。日本短角種の主要生産地である久慈市に隣接する軽米町では古くからサルナシが自生している。このサルナシにはキウイフルーツに含まれているアクチニジンというタンパク質分解酵素が含まれている。そこで、サルナシの果汁を日本短角種牛肉に塗布し、軟化効果について明らかにする。

【材料および方法】

日本短角種去勢牛（3頭）の棘上筋に熟度が異なる（未熟および完熟）サルナシの果汁を塗布して加熱を行い、テクスチャー（硬さなど）および保水性について検討を行った。

【結果の概要】

1. 変形させるのに必要な力示す最大荷重および飲み込める状態にまで碎くのに必要な力を示すガム性荷重は、完熟したサルナシの果汁を塗布した牛肉が塗布しなかった牛肉に比べて低かった（表1）。したがって、未熟のサルナシの果汁には軟化効果はないが、完熟したサルナシの果汁を塗布することにより、日本短角種牛肉を軟らかくできると考えられる。
2. 複数回噛みしめる時の復元する割合を示す凝集性および引き離すのに必要な力を示す付着性には差がみられなかった（表1）。したがって、日本短角種牛肉にサルナシの果汁を塗布しても、過軟化が起こったり、飲み込みにくくなったり、残留感が生じたりはしないと考えられる。
3. サルナシの果汁を塗布すると肉汁の漏出（ドリップロス）が多くなったが、サルナシの熟度による差はみられなかった（表2）。また、完熟したサルナシの果汁を塗布すると塗布しなかった場合に比べて加熱によるドリップの漏出（クッキングロス）が多くなったが、サルナシの熟度による差はみられなかった（表2）。したがって、日本短角種牛肉にサルナシの果汁を塗布する場合、サルナシの熟度は保水性に影響しないと考えられる。

【ポイント】

日本短角種牛肉に完熟したサルナシの果汁を塗布すると軟らかくすることができ、これは日本短角種の生産地で入手可能な資源で行うことができる。

表1 未熟および完熟のサルナシの果汁を塗布した日本短角種牛肉 (n=3) のテクスチャー特性

	塗布なし	未熟	完熟
最大荷重 (N)	26.6 ± 3.4 ^a	18.3 ± 2.6 ^{ab}	15.1 ± 2.6 ^b
ガム性荷重 (N)	14.8 ± 2.6 ^a	9.8 ± 1.2 ^{ab}	8.1 ± 1.5 ^b
凝集性	0.54 ± 0.04	0.55 ± 0.02	0.53 ± 0.02
付着性 (kJ/m ²)	2.09 ± 0.42	2.68 ± 0.43	1.93 ± 0.54

^{a,b} 塗布なし、未熟、および完熟の間に5%危険水準で有意差あり。

表2 未熟および完熟のサルナシの果汁を塗布した日本短角種牛肉 (n=3) の保水性

	塗布なし	未熟	完熟
ドリップロス (%)	5.8 ± 0.8 ^b	9.7 ± 0.6 ^a	9.9 ± 0.5 ^a
クッキングロス (%)	6.6 ± 1.1 ^b	11.9 ± 2.0 ^{ab}	15.0 ± 1.5 ^a

^{a,b} 塗布なし、未熟、および完熟の間に1%危険水準で有意差あり。

【参考文献】

村元隆行, 吉田英生, 高田偲帆 (2020) 未熟および完熟のサルナシ (*Actinidia arguta*) の果汁の塗布が日本短角種去勢牛の筋肉のテクスチャー特性および保水性に及ぼす影響. 日畜会報91: 247-250.