

接触型電極を用いたインピーダンス測定による 黒毛和種 8 筋肉の脂肪酸組成の推定

渡辺亮平¹・石松朝輝¹・鎌田丈弘²・米内美晴³・村元隆行⁴

¹ 岩手大学大学院総合科学研究科, 盛岡市 020-8550

² 青森県産業技術センター畜産研究所, つがる市 038-2816

³ 農研機構管理本部技術支援部, 盛岡市 020-0198

⁴ 岩手大学農学部, 盛岡市 020-8550

(2020. 1. 17 受付, 2020. 9. 15 受理)

要 約 黒毛和種去勢牛の枝肉 (n = 11) の第 6 から第 7 肋骨間の切開面に認められる 8 筋肉および皮下脂肪について, 接触型電極を装着した LCR メータを用いて, 1 Hz, 120 Hz, および 100 kHz におけるインピーダンスを測定し, またガスクロマトグラフィー法により脂肪酸組成を分析した. 胸最長筋では, すべての周波数でオレイン酸割合とインピーダンスとの間に有意な相関が得られた. この結果は, すべての周波数でインピーダンスを測定することにより, 胸最長筋のオレイン酸割合を推定できることを示している. 皮下脂肪のオレイン酸割合と 1 Hz におけるインピーダンスとの間には有意な相関が得られた. 胸最長筋のオレイン酸割合と皮下脂肪のオレイン酸割合との間にも有意な相関が得られた. これらの結果から, 1 Hz で皮下脂肪のインピーダンスを測定することにより, 胸最長筋のオレイン酸割合を間接的に推定できることが示された.

日本畜産学会報 91 (4), 403-409, 2020

キーワード: インピーダンス, オレイン酸, 接触型電極, 脂肪酸, 黒毛和種去勢牛

わが国の流通段階における牛肉の品質評価は, 枝肉の第 6 から第 7 肋骨間の切開面における格付け評価によって行われている. この格付け評価では, 一般にロース芯と呼ばれる胸最長筋の脂肪交雑の程度が最も重視されている.

脂肪の融点や硬さなどの特性には脂肪酸組成が影響しており, この脂肪の質は牛肉の食感と美味しさに大きな影響を及ぼしている (小林と庄司 2011). 風味に影響を及ぼす脂肪酸は, オレイン酸および不飽和脂肪酸であると考えられており (Westerling と Hedrick 1979), 黒毛和種の筋肉中のオレイン酸および一価不飽和脂肪酸の割合が高くなると風味が好ましくなること (鈴木ら 2013), および一価不飽和脂肪酸の割合が 56 から 59% である牛肉は官能評価での評価が高くなること (露木ら 2016), それぞれ報告されている. したがって, 牛肉中の脂肪酸組成の情報を開示することは, 消費者が自分の好みに応じて牛肉を購入することを可能にすると考えられる.

粗脂肪含量および脂肪酸組成の測定は化学的な方法により行われているのが一般的である. しかし, この方法は時間およびコストを要することが多く, また破壊的な方法が多いことから (AOAC 1984; Aldai ら 2006), 流通段階で行うことは難しい. そのため, 迅速, 安価および非破壊

的な方法であるインピーダンス測定に着目した.

インピーダンス測定技術は主に電気化学の分野で発達してきたものであるが, 筋肉内の脂肪組織が電氣的に絶縁体である性質を利用して牛肉や豚肉の脂肪含量を推定するなど, 食肉科学の分野でも研究が行われてきた (Marchello ら 1999; Altman と Piquett 2006). しかし, これらの研究で用いられてきた電極は針による突き刺し型が多く, サンプルを損傷させてしまう可能性があるため, より非破壊性の高い電極を用いる必要があると考えられる.

接触型電極を用いたインピーダンス測定を行うことにより, 鎌田と村元 (2014) は牛ステーキの, また木浦ら (2016) は牛パティの, それぞれ粗脂肪含量を非破壊的に推定することが可能な推定式を求めた. また, 鎌田と村元 (2018) は, 接触型電極を用いてインピーダンス測定を行うことにより, ウシの腹鋸筋のステーキサンプルからオレイン酸, 飽和脂肪酸, 不飽和脂肪酸および一価不飽和脂肪酸それぞれの割合を推定できる可能性を示した. しかし, 枝肉の格付け評価で重視されている胸最長筋および他の筋肉の脂肪酸, 特にオレイン酸の割合を, 接触型電極を用いたインピーダンス測定により非破壊的に推定する方法については明らかにされていない.

連絡者: 村元隆行 (fax: 019-621-6287, e-mail: muramoto@iwate-u.ac.jp)

そこで本研究では、枝肉の格付け評価において、胸最長筋のオレイン酸割合を迅速、安価および非破壊的に推定する方法を明らかにするため、ウシの枝肉の第6から第7肋骨間の切開面に露出する8筋肉および皮下脂肪からステークサンプルを調製し、接触型電極を用いて測定したインピーダンスと脂肪酸組成との関係について検討を行った。

材料および方法

1. 供試筋肉および供試脂肪

11頭の黒毛和種去勢牛(28.7 ± 0.9ヵ月齢)を屠畜後、左半丸枝肉を2℃で48時間冷却し、第4から第8肋骨間の部分肉を入手した。その中から腸肋筋(*M. iliocostalis*)、広背筋(*M. latissimus dorsi*)、頭半棘筋(*M. semispinalis capitis*)、菱形筋(*M. rhomboideus*)、僧帽筋(*M. trapezius*)、胸最長筋(*M. longissimus thoracis*)、背半棘筋(*M. semispinalis dorsi*)、腹鋸筋(*M. serratus ventralis*)および広背筋の表面を覆う皮下脂肪を採取した。各筋肉から筋線維と平行のステーク(10×10×40mm)を調製し、4℃で60分間貯蔵した後、インピーダンスの測定に用いた。インピーダンスの測定後、ステークサンプルは細切り、真空包装した後、脂肪酸組成の測定および粗脂肪含量の測定を行うまで-20℃で貯蔵した。

2. インピーダンスの測定

インピーダンス測定は、接触型電極を装着したLCRハイテスタ(3522-50;日置電機,長野)を用い、鎌田と村元(2014)の方法により行った。なお、周波数は1Hz、120Hzおよび100kHzで測定を行った。

3. 粗脂肪含量の測定

粗脂肪含量の測定は、細切したステークサンプルを4℃で24時間かけて解凍したものをを用い、16時間のジエチルエーテル抽出によるソックスレー法(AOAC 1984)に

より行った。

4. 脂肪酸組成の測定

脂肪酸組成の測定は、細切したステークサンプルを4℃で24時間かけて解凍したものをを用い、ガスクロマトグラフィー法により行った。なお、総脂質は石油エーテルを用いて抽出し、脂肪酸遊離およびメチルエステル化はAldair(2006)の方法に準じた変法により行い、カラム(SP-2560;100m length, 0.25mm i.d., and 0.20μm film thickness; Supelco, Bellefonte, PA, USA)を装着したガスクロマトグラフィー(GC-2010Puls;島津製作所,京都)を用いて行った。また分析条件は、鎌田ら(2019)の方法と同様とした。各脂肪酸の割合から、飽和脂肪酸、不飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸および多価不飽和脂肪酸の割合を求めた。

5. 統計解析

筋肉間における脂肪酸組成ならびに粗脂肪含量の差の検定をTukey-Kramerの多重比較検定により行った。また、各脂肪酸の割合とインピーダンスとの関係について単回帰分析を行い、インピーダンスから各脂肪酸の割合を推定するための推定式を求めた。

結果および考察

8筋肉の脂肪酸割合および粗脂肪含量を表1に示す。粗脂肪含量は腹鋸筋(55.9%)が他の筋肉に比較して有意に高く($P < 0.05$)、また腸肋筋(17.0%)が頭半棘筋および広背筋以外の筋肉に比較して有意に低かった($P < 0.05$)。飽和脂肪酸割合は僧帽筋が頭半棘筋、背半棘筋および胸最長筋に比較して、また腹鋸筋が頭半棘筋に比較して、それぞれ有意に低かった($P < 0.05$)。不飽和脂肪酸割合は僧帽筋が背半棘筋、胸最長筋および頭半棘筋に比較して有意に高かった($P < 0.05$)。一価不飽和脂肪酸割合は僧帽筋が頭半棘筋に比較して有意に高かった($P < 0.05$)。オレイン酸および多価不飽和脂肪酸の割合には筋

Table 1 Fatty acid composition and crude fat content in eight muscles and subcutaneous fat (%)¹

	Muscles								SF ¹⁰
	IL ²	LD ³	SC ⁴	RH ⁵	TR ⁶	LT ⁷	SD ⁸	SV ⁹	
Oleic acid	44.9±1.3	43.8±1.0	43.7±1.1	44.3±1.1	45.1±0.8	44.5±1.1	44.1±1.4	46.4±1.1	45.3±1.1
SFA ¹¹	35.7±0.9 ^{abc}	35.0±0.8 ^{abc}	38.7±0.9 ^a	35.4±0.9 ^{abc}	32.7±0.8 ^c	38.1±0.8 ^{ab}	38.1±1.2 ^{ab}	34.5±0.9 ^{bc}	29.8±1.2
USFA ¹²	60.9±0.9 ^{ab}	61.2±0.7 ^{ab}	58.2±0.8 ^b	60.9±0.8 ^{ab}	63.2±0.7 ^a	58.7±0.8 ^b	58.9±1.1 ^b	61.8±0.8 ^{ab}	65.5±1.1
MUFA ¹³	56.4±1.2 ^{ab}	57.2±0.9 ^{ab}	54.3±1.1 ^b	57.1±1.0 ^{ab}	59.5±0.9 ^a	55.5±1.0 ^{ab}	55.5±1.4 ^{ab}	58.6±1.0 ^{ab}	62.2±1.1
PUFA ¹⁴	4.5±0.4	4.0±0.4	3.9±0.4	3.9±0.4	3.8±0.3	3.3±0.4	3.4±0.3	3.2±0.3	3.3±0.3
Crude fat	17.0±1.8 ^d	23.7±3.0 ^{cd}	26.9±2.0 ^{bcd}	28.1±2.3 ^{bc}	31.7±2.7 ^{bc}	36.6±2.9 ^b	36.7±2.4 ^b	55.9±1.7 ^a	90.0±1.2

¹ Mean ± SE. ² IL = *M. iliocostalis*. ³ LD = *M. latissimus dorsi*. ⁴ SC = *M. semispinalis capitis*. ⁵ RH = *M. rhomboideus*. ⁶ TR = *M. trapezius*. ⁷ LT = *M. longissimus thoracis*. ⁸ SD = *M. semispinalis dorsi*. ⁹ SV = *M. serratus ventralis*. ¹⁰ SF = Subcutaneous fat. ¹¹ SFA = Saturated fatty acid. ¹² USFA = Unsaturated fatty acid. ¹³ MUFA = Monounsaturated fatty acid. ¹⁴ PUFA = Polyunsaturated fatty acid.

^{a-d} Means between muscles in each fatty acid and crude fat with a different superscript letter differ significantly ($P < 0.05$).

肉間での有意な差がみられなかった ($P > 0.05$). 筋肉中の不飽和脂肪酸割合は体表に近い筋肉では高く、体深部に位置する筋肉では低いことが報告されている (常石ら 1987). したがって、僧帽筋は体表の近くに位置していることから、体深部に位置している背半棘筋、胸最長筋および頭半棘筋に比較して不飽和脂肪酸割合が高くなり、相対的に飽和脂肪酸割合が低くなったと考えられる.

8 筋肉の 1 Hz, 120 Hz および 100 kHz におけるインピーダンスとオレイン酸割合との関係を、それぞれ図 1, 2, および 3 に示す. 腸肋筋 ($P < 0.01$, $r = 0.77$), 広背筋 ($P < 0.05$, $r = 0.67$) および胸最長筋 ($P < 0.05$, $r = 0.64$) では、1 Hz におけるインピーダンスとオレイン酸割合との間に、それぞれ有意な正の相関がみられた. 広背筋 ($P < 0.01$, $r = 0.84$), 菱形筋 ($P < 0.01$, $r = 0.81$) および胸最長筋 ($P < 0.05$, $r = 0.72$) では、120 Hz に

おけるインピーダンスとオレイン酸割合との間に、それぞれ有意な正の相関がみられた. 広背筋 ($P < 0.05$, $r = 0.68$), 頭半棘筋 ($P < 0.05$, $r = 0.73$), 僧帽筋 ($P < 0.05$, $r = 0.63$) および胸最長筋 ($P < 0.05$, $r = 0.72$) では、100 kHz におけるインピーダンスとオレイン酸割合との間に、それぞれ有意な正の相関がみられた. したがって、接触型電極を用いてインピーダンス測定を行うことにより、枝肉の格付け評価で重視されている胸最長筋のオレイン酸割合を、測定周波数に関係なく非破壊的に推定できる可能性が示された. また、接触型電極を用いてインピーダンス測定を行うことにより、1 Hz の測定では腸肋筋および広背筋の、120 Hz の測定では広背筋および菱形筋の、100 kHz の測定では広背筋、頭半棘筋および僧帽筋の、それぞれのオレイン酸割合を非破壊的に推定できる可能性が示された.

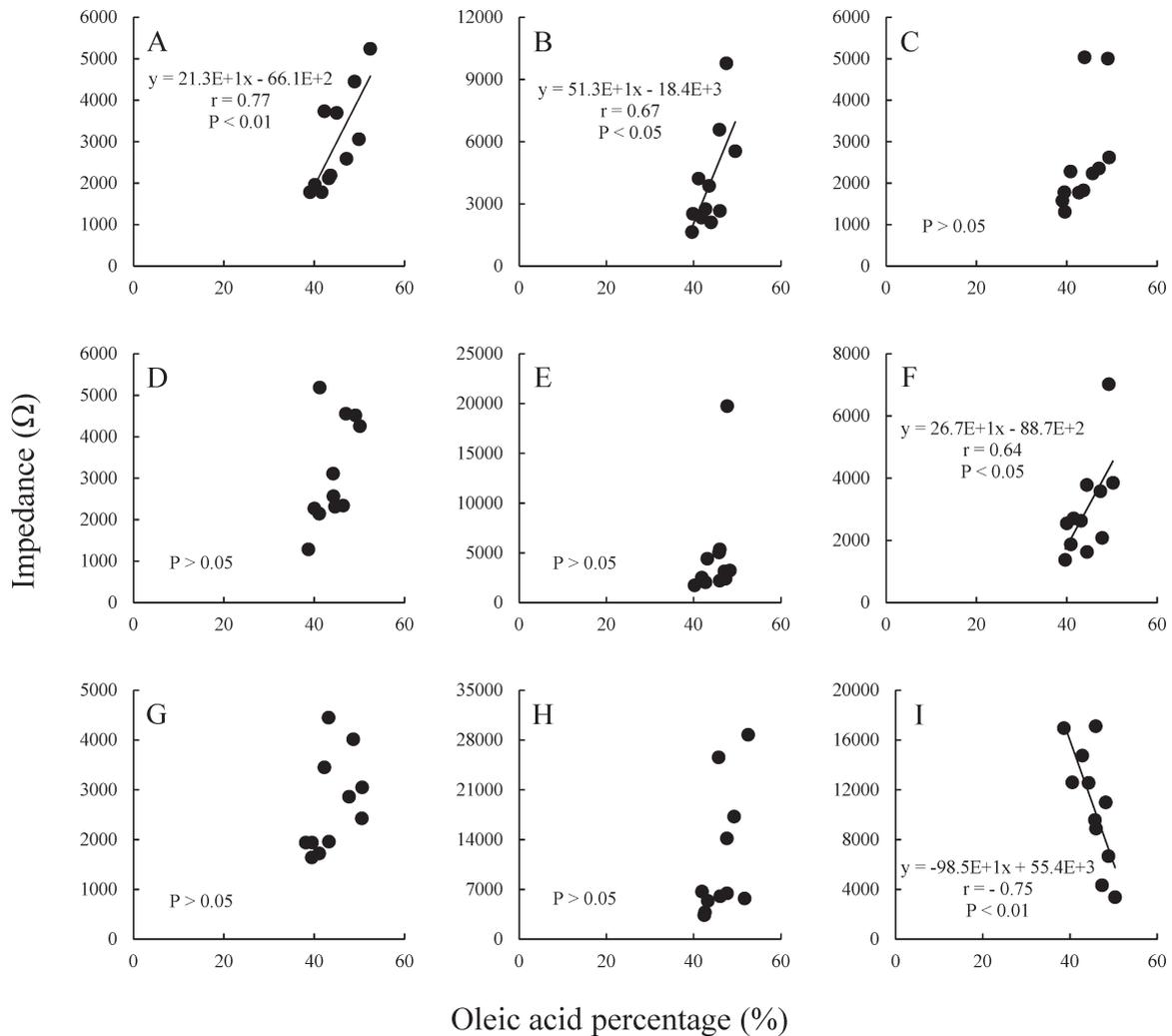


Figure 1 Relationships between oleic acid percentage and impedance at 1 Hz in steaks of *M. iliocostalis* (A), *M. latissimus dorsi* (B), *M. semispinalis capitis* (C), *M. rhomboideus* (D), *M. trapezius* (E), *M. longissimus thoracis* (F), *M. semispinalis dorsi* (G), *M. serratus ventralis* (H), and Subcutaneous fat (I).

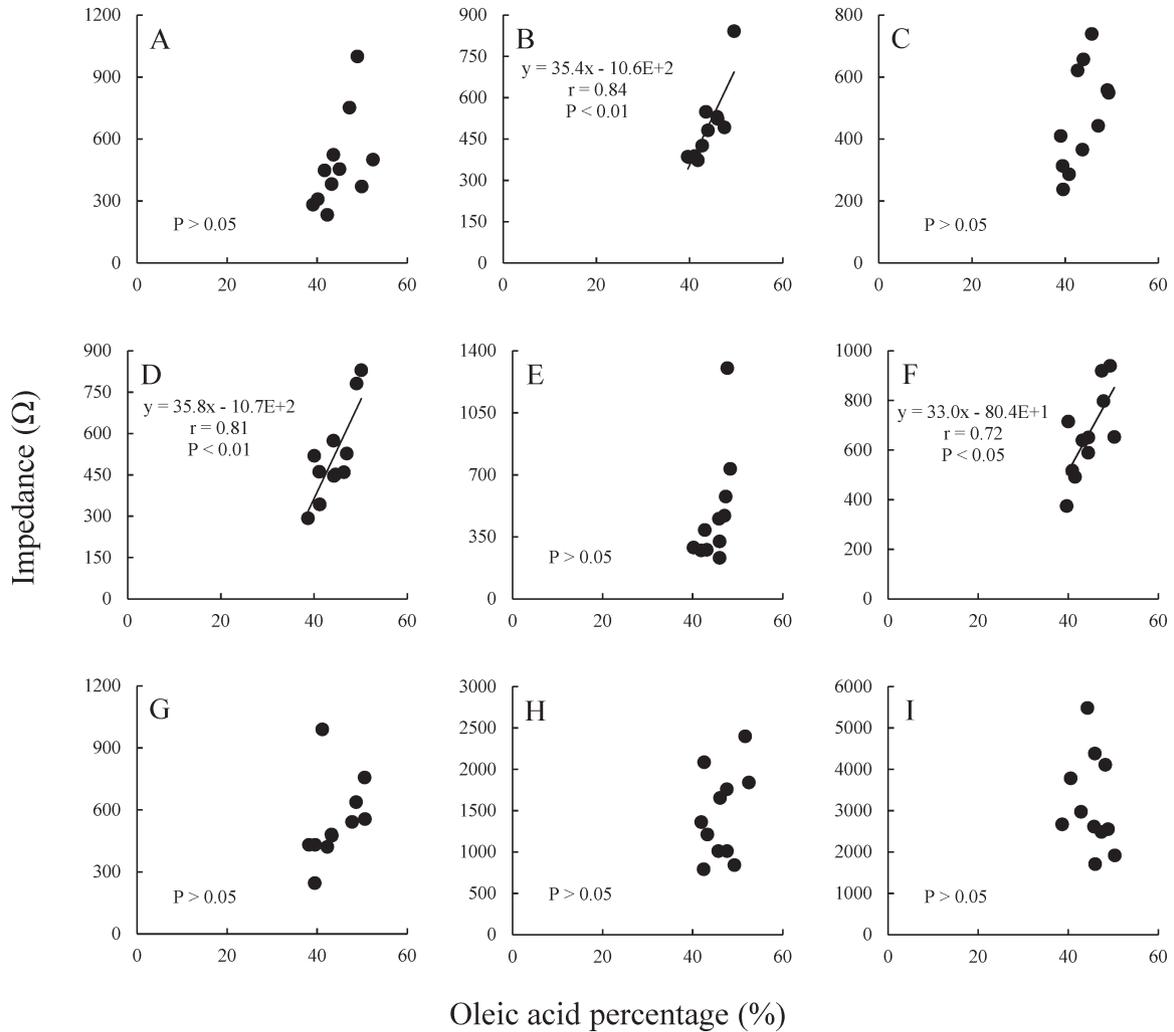


Figure 2 Relationships between oleic acid percentage and impedance at 120Hz in steaks of *M. iliocostalis* (A), *M. latissimus dorsi* (B), *M. semispinalis capitis* (C), *M. rhomboideus* (D), *M. trapezius* (E), *M. longissimus thoracis* (F), *M. semispinalis dorsi* (G), *M. serratus ventralis* (H), and Subcutaneous fat (I).

鎌田と村元 (2018) は、日本短角種の腹鋸筋 (29.7%) ではインピーダンスとオレイン酸割合との間に相関がみられたが、胸最長筋 (12.9%) および半腱様筋 (3.8%) ではインピーダンスとオレイン酸割合との間に相関はみられなかったことから、粗脂肪含量が低い筋肉は脂肪酸の含量が低く、インピーダンスに反映されない可能性があるとして報告している。本研究では、粗脂肪含量が最も低い腸肋筋 (17.0%) でインピーダンスとオレイン酸割合との間に相関がみられたことから、インピーダンスからオレイン酸割合を推定するためには、少なくとも粗脂肪含量が 17.0% 以上は必要である可能性が示された。

一方、粗脂肪含量が最も高かった腹鋸筋 (55.9%) および 2 番目に高かった背半棘筋 (36.7%) では、すべての周波数において、インピーダンスとオレイン酸割合との間に有意な相関はみられなかった ($P > 0.05$)。日本短角

種の腹鋸筋 (29.7%) では、インピーダンスとオレイン酸割合との間に相関がみられることが報告されているが (鎌田と村元 2018)、本研究における黒毛和種の腹鋸筋 (55.9%) では、インピーダンスとオレイン酸割合との間に相関はみられなかった。これらのことから、筋肉中の粗脂肪含量が高いと、インピーダンスは脂肪酸よりも粗脂肪含量の影響を強く受けってしまうと考えられる。したがって、筋肉では粗脂肪含量が低すぎても高すぎても、インピーダンスとオレイン酸割合との間に相関がみられない可能性が考えられる。また、背半棘筋 (36.7%) の粗脂肪含量は胸最長筋 (36.6%) のものと同様であったが、インピーダンスとオレイン酸割合との間に相関はみられなかった。口田ら (2000) は、背半棘筋には筋間脂肪が大きく入り込んでいること、および背半棘筋の脂肪交雑は非常に粗いことを報告している。したがって、背半棘筋においてイン

インピーダンスと牛肉脂肪酸組成

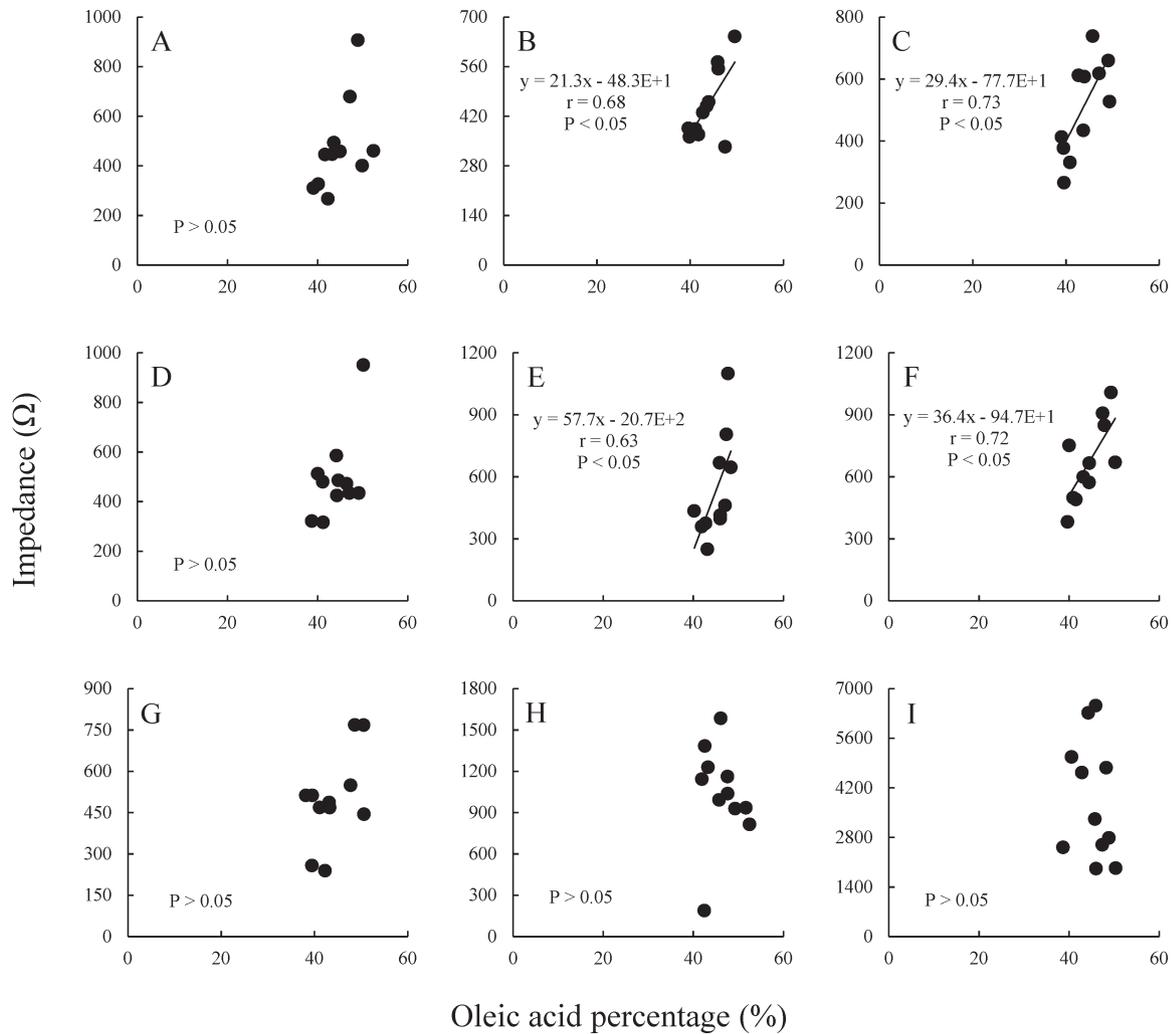


Figure 3 Relationships between oleic acid percentage and impedance at 100 kHz in steaks of *M. iliocostalis* (A), *M. latissimus dorsi* (B), *M. semispinalis capitis* (C), *M. rhomboideus* (D), *M. trapezius* (E), *M. longissimus thoracis* (F), *M. semispinalis dorsi* (G), *M. serratus ventralis* (H), and Subcutaneous fat (I).

ピーダンスとオレイン酸割合との間に相関がみられなかったのは、脂肪組織の分布が様でないことが要因ではないかと考えられる。

皮下脂肪の各周波数におけるインピーダンスとオレイン酸割合との関係を図 1-I, 図 2-I, および図 3-I に示す。120 Hz および 100 kHz におけるインピーダンスとオレイン酸割合との間に有意な相関はみられなかったが ($P > 0.05$), 1 Hz におけるインピーダンスとオレイン酸割合との間には有意な負の相関がみられた ($P < 0.01$, $r = -0.75$)。したがって、皮下脂肪の 1 Hz におけるインピーダンスを測定することにより、皮下脂肪のオレイン酸割合を非破壊的に推定できる可能性が示された。次に、皮下脂肪のオレイン酸割合と胸最長筋のオレイン酸割合との関係を図 4 に示す。皮下脂肪のオレイン酸割合と胸最長筋のオレイン酸割合との間には有意な正の相関がみられた (P

< 0.05 , $r = 0.70$)。したがって、皮下脂肪のオレイン酸割合から胸最長筋のオレイン酸割合を推定できる可能性が示された。これらの結果から、皮下脂肪の 1 Hz におけるインピーダンス (x) を測定することにより、胸最長筋のオレイン酸割合 (y) を間接的ではあるが、非破壊的に求めることが可能な推定式が得られた ($y = -7.6 \times 10^{-4}x + 52.2$)。したがって、既に市販の測定装置に应用されている近赤外分光法 (Piao ら 2018) に比較して現時点での精度は低いと思われるが、市場価値の高い筋肉である胸最長筋には触れることさえなくオレイン酸割合を推定できる可能性が示された。

広背筋および胸最長筋では、すべての周波数のインピーダンスからオレイン酸割合の推定が可能だったが、皮下脂肪では 1 Hz のインピーダンスからのみオレイン酸割合の推定が可能だった。酒本ら (1995) は、生体の電気インピー

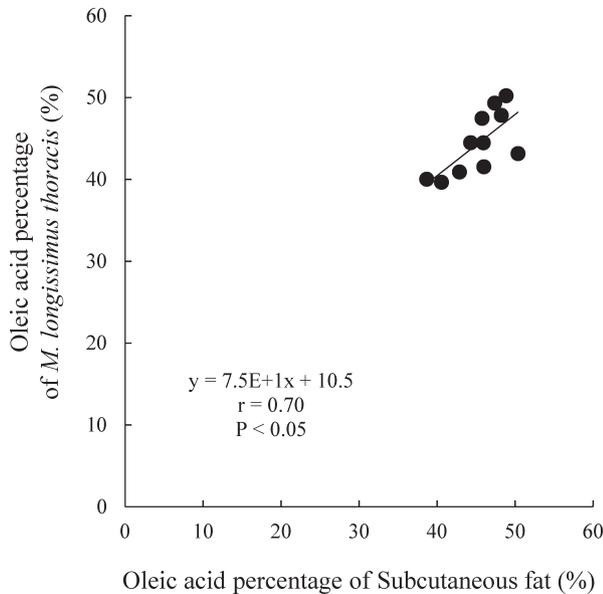


Figure 4 Relationship of oleic acid percentages between *M. longissimus thoracis* and subcutaneous fat.

ダンスを測定する場合、脂肪組織のインピーダンスは数 kHz から数 100 kHz では一定値となり、適切な測定周波数は組織によって異なることを報告している。したがって、本研究において、オレイン酸割合を推定できる周波数が同一でなかったのは、適切な測定周波数が筋肉と皮下脂肪とは異なるためではないかと考えられる。

電流は低周波数では細胞膜を通過せず細胞膜の外側を流れるため細胞膜の影響を強く受け、高周波数では細胞膜を通過し細胞内を流れるため細胞内の脂肪滴の影響を強く受ける（酒本ら 1995）。したがって、粗脂肪含量が高い筋肉および皮下脂肪では、脂肪細胞内の脂肪滴の影響を強く受ける高周波数（120 Hz および 100 kHz）においてインピーダンスの変化が大きくなり、オレイン酸割合の影響によるインピーダンスの小さな変化を正しく測定することができなかつたため、相関が得られなかつたと考えられる。また常石ら（1987）は、皮下脂肪のリン脂質画分における不飽和脂肪酸割合はトリアシルグリセロール画分の脂肪酸組成と類似するが、筋肉中のトリアシルグリセロール画分の不飽和脂肪酸割合はリン脂質画分の脂肪酸組成とは必ずしも一致しないと報告している。したがって、皮下脂肪では測定に用いたオレイン酸割合と細胞膜を構成するリン脂質のオレイン酸割合が同様であったため、細胞膜の影響を強く受ける 1 Hz において相関が得られたが、粗脂肪含量の高い筋肉ではオレイン酸割合が異なつたため相関が得られなかつたと考えられる。本研究では粗脂肪含量の影響を補正する方法については明らかにすることができなかつたため、今後検討していく必要がある。

鎌田と村元（2018）は、脂肪酸の炭素鎖中における二

重結合の割合が高まると絶縁性が高まり、インピーダンスが増加することを報告している。本研究においても、二重結合の割合が高まるのに伴って筋肉中のインピーダンスが増加したが、皮下脂肪では異なる結果となつた。この理由については、筋肉と皮下脂肪では電気的特性が異なることが考えられるが、本研究の中では明らかにすることができなかつたため、今後の研究の中で詳細に検討していく必要がある。

本研究の結果から、胸最長筋のオレイン酸割合がインピーダンスから推定できるだけでなく、皮下脂肪のインピーダンスから、間接的に胸最長筋のオレイン酸割合を推定できることが明らかとなつた。また、枝肉の格付けの際に評価の対象となつている、枝肉の第 6 から第 7 肋骨間の切開面に位置する他の筋肉のオレイン酸割合も推定できることが明らかとなつた。しかし、第 6 から第 7 肋骨間の切開面では筋線維方向が一定ではないため、今後は筋線維断面での測定方法および接触型電極の接触方法について検討していく必要があると考えられる。また今後は、高額な測定機器を導入することが難しい流通企業や小売店での利用を可能にするため、部分肉の表面での推定、および枝肉の第 6 から第 7 肋骨間の切開面での推定を可能にする方法について検討していく必要があると考えられる。

文 献

- Aldai N, Osoro K, Barrón LJR, Nájera AI. 2006. Gas-liquid chromatographic method for analysing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (*cis9trans11* and *trans10cis12* isomers) and long-chain (n-3 or n-6) polyunsaturated fatty acids Application to the intramuscular fat of beef meat. *Journal of Chromatography A* **1110**, 133-139.
- Altmann M, Pliquet U. 2006. Prediction of intramuscular fat by impedance spectroscopy. *Meat Science* **72**, 666-671.
- AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis*. 14th edn. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.
- 鎌田丈弘, 村元隆行. 2014. 接触型電極を装着した LCR メータを用いたインピーダンス測定による牛肉中脂肪含量の推定. *日本畜産学会報* **85**, 193-196.
- 鎌田丈弘, 村元隆行. 2018. 接触型電極を用いたインピーダンス測定による牛肉中オレイン酸割合の推定. *日本畜産学会報* **89**, 227-234.
- 鎌田丈弘, 米内美晴, 村元隆行. 2019. 黒毛和種牛肉における脂肪酸組成とテクスチャーおよび肉色との関係. *日本畜産学会報* **90**, 31-36.
- 木浦佑一, 鎌田丈弘, 村元隆行. 2016. 接触型電極を用いたインピーダンス測定による牛パティの脂肪含量推定. *日本畜産学会報* **87**, 35-38.
- 小林正人, 庄司則章. 2011. 黒毛和種牛肉の脂肪の質. *東北畜産学会報* **60**, 65-73.
- 口田圭吾, 加藤浩二, 鈴木三義, 三好俊三. 2000. 画像解析を用いた BMS ナンバー推定における頭および背半棘筋情報の利用. *日本畜産学会報* **71**, J305-J310.
- Marchello MJ, Slinger WD, Carlson JK. 1999. Bioelectrical

- impedance : fat content of beef and pork from different size grinds. *Journal of Animal Science* **77**, 2464-2468.
- Piao S, Okura T, Irie M. 2018. On-site evaluation of Wagyu beef carcasses based on the monounsaturated, oleic, and saturated fatty acid composition using a hand-held fiber-optic near-infrared spectrometer. *Meat Science* **137**, 258-264.
- 酒本勝之, 金子和真, 江崎光裕, 藤井麻美子, 金井 寛, 浅野次義. 1995. 電気インピーダンス法による新しい体脂肪量測定法. *医用電子と生体工学* **33**, 184-191.
- 鈴木啓一, 横田祥子, 塩浦宏陽, 島津朋之, 飯田文子. 2013. 試食パネルによる黒毛和種牛肉の食味性に及ぼす肉質等級, 性と脂肪酸組成の影響の評価. *日本畜産学会報* **84**, 375-382.
- 常石英作, 滝本勇治, 西村宏一, 武田尚人. 1987. 肥育牛の各種筋肉におけるトリアシルグリセロールとリン脂質の脂肪酸組成. *日本畜産学会報* **58**, 919-926.
- 露木理紗子, 鈴木啓一, 飯田文子. 2016. 焼成調理における牛肉官能特性に及ぼす脂肪酸組成の影響. *日本調理科学会誌* **49**, 19-25.
- Westerling DB, Hedrick HB. 1979. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *Journal of Animal Science* **48**, 1343-1348.

Estimation of fatty acid compositions of eight muscles from Japanese Black steers by measuring impedance with touch type electrodes

Ryohei WATANABE¹, Tomoki ISHIMATSU¹, Takehiro KAMATA²,
Miharu YONAI³ and Takayuki MURAMOTO⁴

¹ Graduate School of Arts and Sciences, Iwate University, Morioka 020-8550, Japan

² Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center, Tsugaru 038-2816, Japan

³ Headquarters, NARO, Morioka 020-0198, Japan

⁴ Faculty of Agriculture, Iwate University, Morioka 020-8550, Japan

Corresponding : Takayuki MURAMOTO (fax : +81 (0) 19-621-6287, e-mail : muramoto@iwate-u.ac.jp)

In this study, the fatty acid compositions of eight muscles from Japanese Black steers were estimated by measuring impedance with touch type electrodes. Impedance was measured in samples prepared from the eight muscles and from subcutaneous fat found between the 6th and 7th ribs of Japanese Black steer carcasses (n = 11) ; the measurements were made at 1 Hz, 120 Hz, and 100 kHz with an LCR meter equipped with touch type electrodes. Fatty acid compositions of the samples were analyzed by gas chromatography. For *M. longissimus thoracis*, significant correlations were found between the oleic acid percentage and impedance at all frequencies. This result suggests that it is possible to estimate oleic acid percentage of *M. longissimus thoracis* by measuring impedance at a range of frequencies. A significant correlation was present between oleic acid percentage of subcutaneous fat and impedance at 1 Hz. The oleic acid percentages in *M. longissimus thoracis* and subcutaneous fat were also significantly correlated. These results suggest that it is possible to indirectly estimate oleic acid percentage of *M. longissimus thoracis* by measuring impedance of subcutaneous fat at 1 Hz.

Nihon Chikusan Gakkaiho 91 (4), 403-409, 2020

Key words : fatty acid, impedance, Japanese Black steers, oleic acid, touch type electrode.