

	カタタケヒロ
氏名	鎌田 文弘
本籍（国籍）	岩手県
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	連研第730号
学位授与年月日	平成31年3月22日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当課程博士
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物生産科学
学位論文題目	インピーダンス測定による牛肉の脂肪酸組成の推定に関する研究 （Study on estimation of fatty acid composition of beef by measuring impedance）
学位審査委員	主査 岩手大学准教授 村元 隆行 副査 堀口 健一(山形 教授),松崎 正敏(弘前 教授),澤井 健(岩手 教授)

論文の内容の要旨

これまで、黒毛和種の改良は脂肪交雑の量を増加させることを重視して進められてきたが、近年、消費者が好む牛肉とは必ずしも一致しなくなり、品質を評価するための新たな項目として、脂肪酸組成に注目が集まるようになってきた。特に、オレイン酸などの一価不飽和脂肪酸の割合が高い牛肉は官能評価においても評価が高いことが知られている。

一方、脂肪酸組成は牛肉のテクスチャーおよび筋肉全体の色調に影響を及ぼす可能性についても示唆されている。ところが、脂肪酸組成が黒毛和種牛肉のテクスチャー特性の主要な4項目（最大荷重、凝集性、付着性、およびガム性荷重）および肉色（ L^* 、 a^* 、および b^* 値）に及ぼす影響については明らかにされていない。

また、牛肉の脂肪酸組成の分析は、一般にガスクロマトグラフィー法により行われている。しかしこの方法では、時間を要するだけではなく、枝肉や牛肉の一部を損傷させてしまうため、流通過程において分析を行うことは難しい。また、近赤外線を用いた測定方法についても、測定機器が高価であるという課題がある。迅速、非破壊的、および安価な分析方法の一つとして、交流抵抗であるインピーダンスの測定を利用する測定方法が考えられる。

そこで、本研究では、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について（試験1）、および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について（試験2）、それぞれ検討を行った。

【試験1】

同一の条件で肥育された黒毛和種について、胸最長筋における脂肪酸組成とテクスチャー（最大荷重、凝集性、付着性、およびガム性荷重）および肉色（ L^* 、 a^* 、および b^* 値）との関係を単回帰分析により、それぞれ解析を行った。

牛肉の最大荷重とパルミチン酸、ステアリン酸、および飽和脂肪酸割合との間に、それぞれ正の有意な相関がみられ、オレイン酸および一価不飽和脂肪酸割合との間に、それぞれ負の有

意な相関がみられた。また、ガム性荷重とパルミチン酸および飽和脂肪酸割合との間に、それぞれ正の有意な相関がみられ、オレイン酸および一価不飽和脂肪酸割合との間に、それぞれ負の有意な相関がみられた。一方、各脂肪酸の割合と付着性および凝集性との間には有意な相関はみられなかった。

牛肉の L^* 値および a^* 値との間に有意な相関はみられなかったが、 b^* 値と飽和脂肪酸割合との間に正の有意な相関がみられ、一価不飽和脂肪酸割合との間に負の有意な相関がみられた。

以上の結果から、オレイン酸などの一価不飽和脂肪酸割合が高い牛肉は、軟らかく飲み込み易いと評価されるだけでなく、牛肉の黄色度が低下し、格付成績についても高く評価される可能性があると考えられる。

【試験 2】

接触型電極を用いたインピーダンス測定による牛肉中脂肪酸組成の推定について検討を行った。ウシの半腱様筋、胸最長筋、および腹鋸筋からステーキを作製し、接触型電極を装着した LCR メータを用いてインピーダンスを測定した。

各ステーキのインピーダンスと各脂肪酸割合との関係について、単回帰分析により解析した結果、腹鋸筋の飽和脂肪酸割合とインピーダンスとの間に負の有意な相関がみられ、オレイン酸、不飽和脂肪酸、および一価不飽和脂肪酸割合とインピーダンスとの間に、それぞれ正の有意な相関がみられた。一方、半腱様筋および胸最長筋の各脂肪酸の割合とインピーダンスとの間に有意な相関はみられなかった。また、腹鋸筋の各脂肪酸の割合と粗脂肪含量との間に有意な相関はみられなかったことから、各脂肪酸の割合は粗脂肪含量と独立してインピーダンスに影響を及ぼしている可能性が示唆された。さらに、粗脂肪含量は腹鋸筋 (29.7%) が半腱様筋 (3.8%) および胸最長筋 (12.9%) に比較して有意に高かった。

以上の結果から、腹鋸筋のような脂肪含量が高い筋肉について、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の割合が接触型電極を用いたインピーダンス測定により迅速、非破壊、および安価に推定できる可能性が示された。

本研究の結果から、黒毛和種牛肉において脂肪酸組成は食味に関わる要素の一つであるテクスチャーおよび肉色に影響を及ぼす可能性が示唆された。また、インピーダンス測定により、脂肪含量が高い牛肉の脂肪酸組成を推定できる可能性が示唆され、このことから、脂肪酸組成との間に相関が得られたテクスチャーおよび肉色についても迅速、非破壊、および安価に推定できる可能性が示唆された。

論文審査の結果の要旨

本研究は、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 (試験 1) および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方法 (試験 2) について明らかにすることを目的とした。

試験 1 では、同一の条件で肥育された黒毛和種について、胸最長筋における脂肪酸組成とテクスチャー (最大荷重, 凝集性, 付着性, およびガム性荷重) および肉色 (L^* , a^* , および b^* 値) との関係性を単回帰分析により、それぞれ解析を行った。その結果、牛肉の最大荷重とパルミチン酸、ステアリン酸、および飽和脂肪酸割合との間に、それぞれ正の有意な相関がみら

れ、オレイン酸および一価不飽和脂肪酸割合との間に、それぞれ負の有意な相関がみられた。また、ガム性荷重とパルミチン酸および飽和脂肪酸割合との間に、それぞれ正の有意な相関がみられ、オレイン酸および一価不飽和脂肪酸割合との間に、それぞれ負の有意な相関がみられた。一方、各脂肪酸の割合と付着性および凝集性との間には有意な相関はみられなかった。牛肉の L^* 値および a^* 値との間に有意な相関はみられなかったが、 b^* 値と飽和脂肪酸割合との間に正の有意な相関がみられ、一価不飽和脂肪酸割合との間に負の有意な相関がみられた。以上の結果から、オレイン酸などの一価不飽和脂肪酸割合が高い牛肉は、軟らかく飲み込み易いと評価されるだけでなく、牛肉の黄色度が低下し、格付成績についても高く評価される可能性のあることが示された。

試験 2 では、接触型電極を用いたインピーダンス測定による牛肉中脂肪酸組成の推定方法について検討するため、ウシの半腱様筋、胸最長筋、および腹鋸筋からステーキを作製し、接触型電極を装着した LCR メータを用いてインピーダンスを測定した。各ステーキのインピーダンスと各脂肪酸割合との関係について、単回帰分析により解析した結果、腹鋸筋の飽和脂肪酸割合とインピーダンスとの間に負の有意な相関がみられ、オレイン酸、不飽和脂肪酸、および一価不飽和脂肪酸割合とインピーダンスとの間に、それぞれ正の有意な相関がみられた。一方、半腱様筋および胸最長筋の各脂肪酸の割合とインピーダンスとの間に有意な相関はみられなかった。また、腹鋸筋の各脂肪酸の割合と粗脂肪含量との間に有意な相関はみられなかったことから、各脂肪酸の割合は粗脂肪含量と独立してインピーダンスに影響を及ぼしている可能性が示唆された。さらに、粗脂肪含量は腹鋸筋 (29.7%) が半腱様筋 (3.8%) および胸最長筋 (12.9%) に比較して有意に高かった。以上の結果から、腹鋸筋のような脂肪含量が高い筋肉について、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の割合が接触型電極を用いたインピーダンス測定により迅速、非破壊、および安価に推定できる可能性のあることが示された。

本研究の結果は、インピーダンス測定により、牛肉の脂肪酸組成だけでなく、脂肪酸組成との間に相関が得られたテクスチャーおよび肉色についても、迅速、非破壊、および安価に推定できることを明らかにした。

以上、本審査委員会は「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果、本論文を博士（農学）の学位論文として十分価値のあるものと認めた。

【以下、学位論文の基礎となる学術論文】

主論文

1. 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 (2) : 227-234

参考論文

1. 村元 隆行, 木浦 佑一, 石松 朝輝, 鎌田 丈弘 (2017)

接触型電極を用いたインピーダンス測定による牛肉テクスチャーの非破壊推定

日本畜産学会報 88 (3) : 315-320