

筋肉の pH が野生ニホンジカ肉の理化学特性に及ぼす影響

村元隆行¹・中井瑞歩²・鈴木結子²・井上朔実¹・石田光晴³・木下一成⁴・平田滋樹⁵

¹岩手大学農学部, 盛岡市 020-8550

²岩手大学大学院総合科学研究科, 盛岡市 020-8550

³宮城大学食産業学群, 仙台市 982-0215

⁴株式会社一成, 加古川市 675-1217

⁵農研機構中央農業研究センター, つくば市 305-8666

(2021. 3. 22 受付, 2021. 6. 16 受理)

要約 筋肉の pH が 22 頭の野生ニホンジカ (*Cervus Nippon*) の胸最長筋 (*M. longissimus thoracis*) の保水性, 遊離アミノ酸含量, 硬さ, 色調, 酸化, 脂肪酸組成, および抗酸化物質含量に及ぼす影響について検討を行った. 鹿肉の pH はドリップロス, 水分含量, 剪断力価, 飽和脂肪酸割合, 一価不飽和脂肪酸割合, および多価不飽和脂肪酸割合に有意な影響を及ぼさなかった. 鹿肉の pH とクッキングロス, L* 値, a* 値, b* 値, メトミオグロビン割合, チオバルビツール酸価, および α -トコフェロール含量との間に有意な負の相関がみられた. 鹿肉の pH と遊離アミノ酸総含量との間に有意な正の相関がみられた. 本研究の結果から, 鹿肉は pH が高くなるのに伴って, 明度, 赤色度, 黄色度は低くなるものの, 加熱中の保水性が高くなり, 酸化が抑制され, また旨味成分である遊離アミノ酸の総含量が高くなることが示された.

日本畜産学会報 92 (3), 335-341, 2021

キーワード: 抗酸化性, 鹿肉, pH, 保水性, 遊離アミノ酸含量

近年, ニホンジカやイノシシなどの野生鳥獣において, 急速な個体数の増加および分布拡大が起きている. シカによる農作物の被害額は 53 億円となり, 森林の被害面積の 75% はシカがもたらすものである (農林水産省農村振興局 2021). 環境省および農林水産省 (2013) は, 被害の対策として「抜本的な鳥獣捕獲強化対策」を取りまとめ, 特に被害の大きいシカとイノシシの生息頭数を 2023 年までに半減することを目標に設定し, 捕獲事業の強化, および捕獲従事者の育成および確保を推進している. 現在, シカの捕獲頭数は増加傾向にあるが, 食肉への利用割合は 1 割程度に留まっており, 捕獲されたシカの多くが埋設または焼却処分されている (農林水産省農村振興局 2021).

捕獲したシカの食肉への利用量を増大させるためには, 食肉としての安全性の確保, 需要の創出, および安定供給等が必要となる (農林水産省農村振興局 2021). 鹿肉を安定供給するためには, 野生のシカの肉質に影響を及ぼす要因について明らかにする必要がある. 肉質として一般的に評価されるのは色調, 食感, および保水性などであるが, pH はこれらに影響を及ぼす最も重要な要素である (Faucitano ら 2010). 鹿肉の pH は, 捕獲時期 (Wiklund ら 2010; Stanisz ら 2019) および筋肉の種類 (Bykowska ら 2018) によって異なることが, それぞれ報告されてい

る. また渡邊ら (2020) は, 捕獲のために用いられたわなの種類が鹿肉の pH に影響を及ぼすことを報告している. しかし, 筋肉の pH の違いが鹿肉の理化学特性に及ぼす影響については明らかにされていない.

そこで本研究では, 筋肉の pH の違いが野生ニホンジカの鹿肉の保水性, 旨味成分含量, 硬さ, 色調, 酸化, 脂肪酸組成, および抗酸化物質含量に及ぼす影響を明らかにするため, pH が異なる野生ニホンジカの筋肉を用い, ドリップロス, クッキングロス, 水分含量, 遊離アミノ酸総含量, 剪断力価, L* 値, a* 値, b* 値, ミオグロビン酸化割合, 脂質酸化度, 脂肪酸組成, および α -トコフェロール含量について検討を行った.

材料および方法

1. 供試動物および供試筋肉

静岡県伊豆市, 三重県伊賀市, 京都府福知山市, 兵庫県丹波市, および長崎県長崎市において, 2018 年の 10 月から 2020 年の 2 月に足くくりわな, 箱わな, および囲いわなで捕獲された 22 頭 (オス 16 頭, メス 6 頭) の野生ニホンジカ (*Cervus Nippon*) の胸最長筋 (*M. longissimus thoracis*) を供試した. すべての胸最長筋は屠殺後に採取され真空包装し, $2 \pm 1^\circ\text{C}$ で 7 日間貯蔵された後, -20°C

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

で貯蔵されたものであった。なお、分析は4℃で24時間かけて解凍した後にいった。

2. pH, ドリップロス, クッキングロス, および剪断力価の測定

胸最長筋のpHの測定は、解凍後に突き刺し電極型のpH計 (pHspear; Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA) を用いて行った (3反復)。次に、各胸最長筋から約60g および厚さ約20mmのステーキサンプルを採取して重量を測定した後、真空包装し、4℃で5日間の貯蔵を行った。貯蔵後、ステーキサンプルの表面に付着しているドリップをペーパータオルで除去し、重量を測定し、貯蔵前重量との差からドリップロスを求めた。このステーキサンプルをナイロンバッグに入れ、80℃に設定したウォーターバスに浸漬し、中心温度が63℃に達してから、さらに30分間の湯浴を行った (厚生労働省2003)。その後、クラッシュアイス中にて60分間の冷却を行い、以降の加熱を停止させた。冷却後、ステーキサンプルの表面に付着しているドリップをペーパータオルで除去して重量を測定し、湯浴前との重量の差からクッキングロスを求めた。このステーキサンプルから筋線維の断面が10mm×10mmで筋線維と平行の直方体を作製し、Warner-Bratzler剪断力価計 (G-R MANUFACTURING Co., Manhattan, KS, USA) を用いて剪断力価の測定を行った (3反復)。

3. 水分含量の測定

各胸最長筋の水分含量は常圧加熱乾燥法により測定した。

4. 遊離アミノ酸含量の測定

各胸最長筋10gを細切し、75%エタノール溶液50mLを加え、ホモジナイザーにより均質化した後、3000rpmで15分間の遠心分離を行った。次に、再び75%エタノール溶液30mLを加えて均質化し、3000rpmで15分間の遠心分離を行った。75%エタノール溶液を用いてすべての抽出液を集めて100mLに定容した。この溶液1mLを0.45μmのメンブランフィルターでろ過し、アミノ酸自動分析計 (LC-10ATvp; 島津製作所, 東京) を用い、OPA発色法によりアスパラギン酸、スレオニン、セリン、グルタミン酸、グルタミン、グリシン、アラニン、バリン、メチオニン、イソロイシン、ロイシン、チロシン、フェニルアラニン、ヒスチジン、リジン、およびアルギニンの含量を測定し、これらの総含量として遊離アミノ酸総含量を求めた。

5. 色調, ミオグロビン酸化割合, および脂質酸化度の測定

各胸最長筋から30×30×25mmのステーキサンプルを作製し、100mL容の計量皿に入れ、切開60分後に分光測色計 (CM-2500d; コニカミノルタ, 東京) を用いて筋線維断面 (25×25mmの面) におけるL*値, a*値, b*値, および10nm間隔の分光反射率を測定した。この

ステーキサンプルを4℃で5日間貯蔵し、同様の測定を行い、サンプル表面のメトミオグロビン割合をStewartら (1965) の方法により求めた。また、貯蔵5日後のステーキサンプルのチオバルビツール酸価 (TBA価) の測定 (水蒸気蒸留法) を日本食品分析センター (東京) に委託していった。

6. 脂肪酸組成の測定

脂肪酸の分析はFolchら (1957) の方法により、各胸最長筋10gを生理的食塩水30mLで均質化し、300mLのクロロホルム:メタノール (2:1, v/v) 混液を加えて総脂質を抽出した。総脂質50mgに0.5mol/L水酸化ナトリウム-メタノール溶液1mLを加えてケン化した後、15%三フッ化ホウ素メタノール溶液1mLを加えてメチルエステル化し、FID検出器付きでガラスキャピラリーカラム (0.3mm×50m) を装着したガスクロマトグラフ (G-3000型; 日立ハイテクノロジー, 東京) を用いて行った。なお、設定温度は注入口が230℃, 検出器が280℃, およびカラムが150から180℃の昇温とした。キャリアーガスはヘリウムとし、30mL/分の流速とした。測定した各脂肪酸の割合から飽和脂肪酸, 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。

7. α-トコフェロール含量の測定

各胸最長筋のα-トコフェロール含量の測定 (HPLC法) を日本食品分析センター (東京) に委託していった。

8. 統計処理

pHとドリップロス, クッキングロス, 水分含量, グルタミン酸含量, 遊離アミノ酸総含量, 剪断力価, L*値, a*値, b*値, メトミオグロビン割合, TBA価, 飽和脂肪酸割合, 一価不飽和脂肪酸割合, 多価不飽和脂肪酸割合, およびα-トコフェロール含有量との関係について単回帰分析を行い, 回帰係数の有意性について検討を行った。

結果および考察

鹿肉のpHとドリップロス, クッキングロス, および水分含量との関係を, それぞれ図1A, B, およびCに示す。pHとドリップロスおよび水分含量との間に, それぞれ有意な相関はみられなかったが ($P > 0.05$), pHとクッキングロスとの間には有意な負の相関がみられた ($P < 0.01$)。したがって, pHは鹿肉中の水分含量および4℃貯蔵中に漏出するドリップの量には影響を及ぼさないが, pHが高くなるのに伴って加熱中に漏出するドリップは少なくなることが示された。

死後にpHが5.5程度まで到達した筋肉ではアクチンとミオシンが結合して両者の間隔が狭くなり, そのため両者の間に保持されていた水分が漏出する。しかし, pHが高い筋肉ではアクチンとミオシンの結合が起こりにくいため, 両者の間に水分が保持される (前田ら1985)。また, Beltránら (1997) は, 加熱した牛肉を用いて官能評価を行った結果から, pHが高い牛肉は低いものに比較して多

筋肉の pH と鹿肉の理化学特性

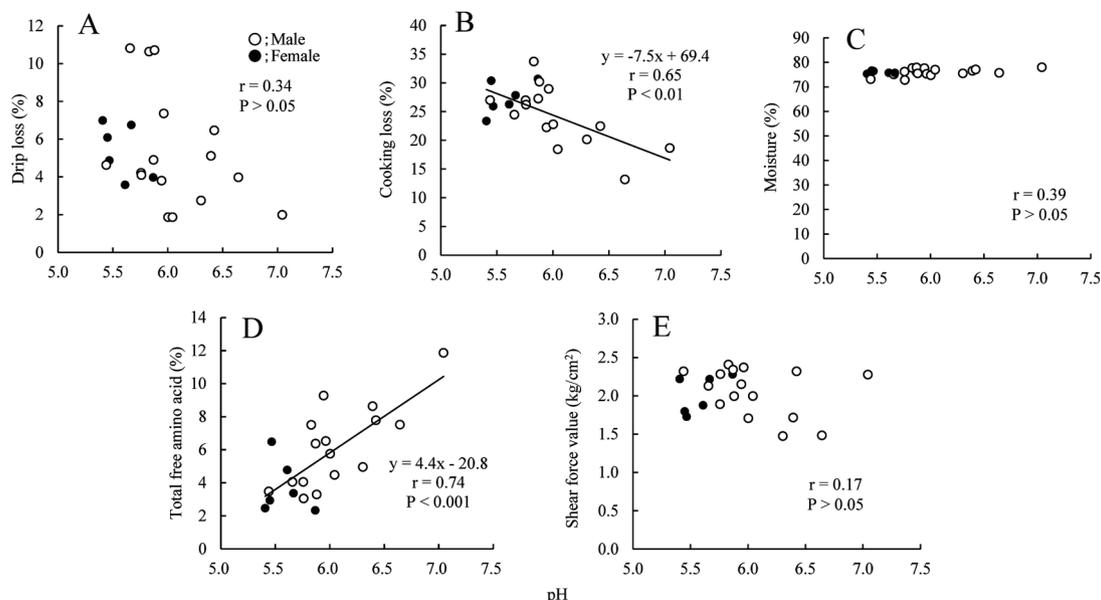


Figure 1 Relationships between pH and drip loss (A), cooking loss (B), moisture content (C), total free amino acid content (D), and shear force value (E) of venison from wild deer (n = 22).

汁性があると評価されることを報告している。したがって、pHが高い鹿肉は低いものに比較して加熱時における保水性が高いというのは牛肉と同様であると考えられる。なお本研究では、解凍によるドリップの損失量を測定していないため、今後は鹿肉のpHの違いが解凍時のドリップロスに及ぼす影響についても検討する必要があると考えられる。

鹿肉のpHと遊離アミノ酸総含量および剪断力価との関係を、それぞれ図1DおよびEに示す。pHと遊離アミノ酸総含量との間には正の相関がみられたが ($P < 0.001$)、pHと剪断力価との間に有意な相関はみられなかった ($P > 0.05$)。したがって、pHが高くなるのに伴って筋肉中の呈味成分である遊離アミノ酸の総含量は高くなるが、pHは鹿肉の軟らかさには影響を及ぼさないことが示された。

死後硬直を経た筋肉は、pHが6.3より高い条件下において活性が高いカルパインおよびpHが5.8より低い条件下において活性が高いカテプシン (Silvaら1999) の作用によりタンパク質が分解される。また、タンパク質の分解により生成したペプチドはアミノペプチターゼの作用によりアミノ酸に分解される。このアミノペプチターゼは中性付近が至適pHであるため (Moyaら2001)、pHが高い筋肉ではアミノ酸の生成量が増加する。したがって、鹿肉のpHが高くなるのに伴って遊離アミノ酸の含量が高くなったのは、高いカルパインの活性によりタンパク質がペプチドに分解され、高いアミノペプチターゼの活性によりペプチドがアミノ酸に分解されたためであると考えられる。またBeltránら(1997)は、pHが高い筋肉では上記のような機序によってタンパク質が分解されるだけではな

く、高いカルパインの活性により筋原線維の小片化も進むことを報告しているため、pHが低いものに比較して軟らかくなると考えられるが、本研究ではpHは鹿肉の軟らかさには影響を及ぼさなかった。さらにBeltránら(1997)は、牛肉を用いた官能評価を行った結果、pHが高くなるのに伴って軟らかくなったことを報告している。したがって今後は、剪断力価だけではなくテクスチャプロファイル分析による詳細な検討が必要であると考えられる。

鹿肉のpHとL*値、a*値、およびb*値との関係を、それぞれ図2A、B、およびCに示す。pHとL*値、a*値、およびb*値の間には、それぞれ有意な負の相関がみられた ($P < 0.05$)。したがって、pHが高くなるのに伴って鹿肉の明度、赤色度、および黄色度は低くなることが示された。

pHが高くなるのに伴って明度が低下したのは、上記のようにpHが高い筋肉ではアクチンとミオシンの結合が起こりにくいため、フィラメント間の距離が長いままの状態となり、そのため光の散乱量が少なく(透過量が多く)なり、その光がミオグロビンによって吸収される (Hughesら2017; Hughesら2019) ためであると考えられる。一方、pHが高くなるのに伴って赤色度および黄色度が低下したのは、pHが高い筋肉は低い筋肉に比較してオキシミオグロビン含量が高く (McKeithら2016)、赤色度と黄色度との間には正の相関がある (Esmerら2011) ためだと考えられる。

鹿肉のpHと貯蔵5日目のメトミオグロビン割合および貯蔵5日目のTBA価との関係を、それぞれ図3AおよびBに示す。pHとメトミオグロビン割合およびTBA価との間に、それぞれ有意な負の相関がみられた ($P < 0.05$)。

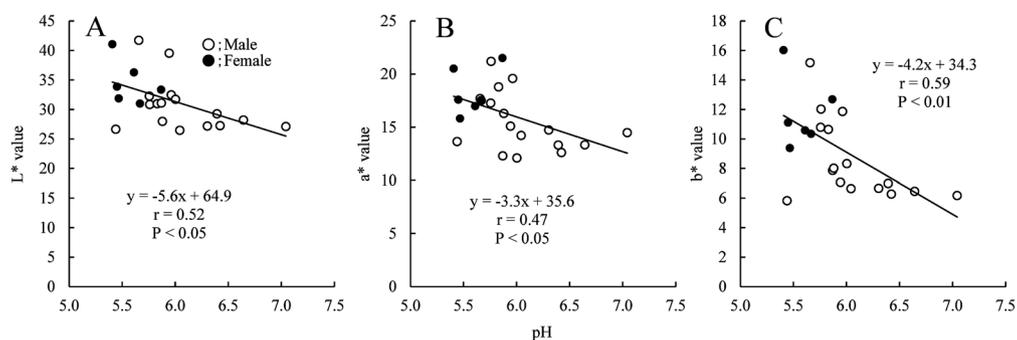


Figure 2 Relationships between pH and L* value (A), a* value (B), and b* value (C) of venison from wild deer (n = 22).

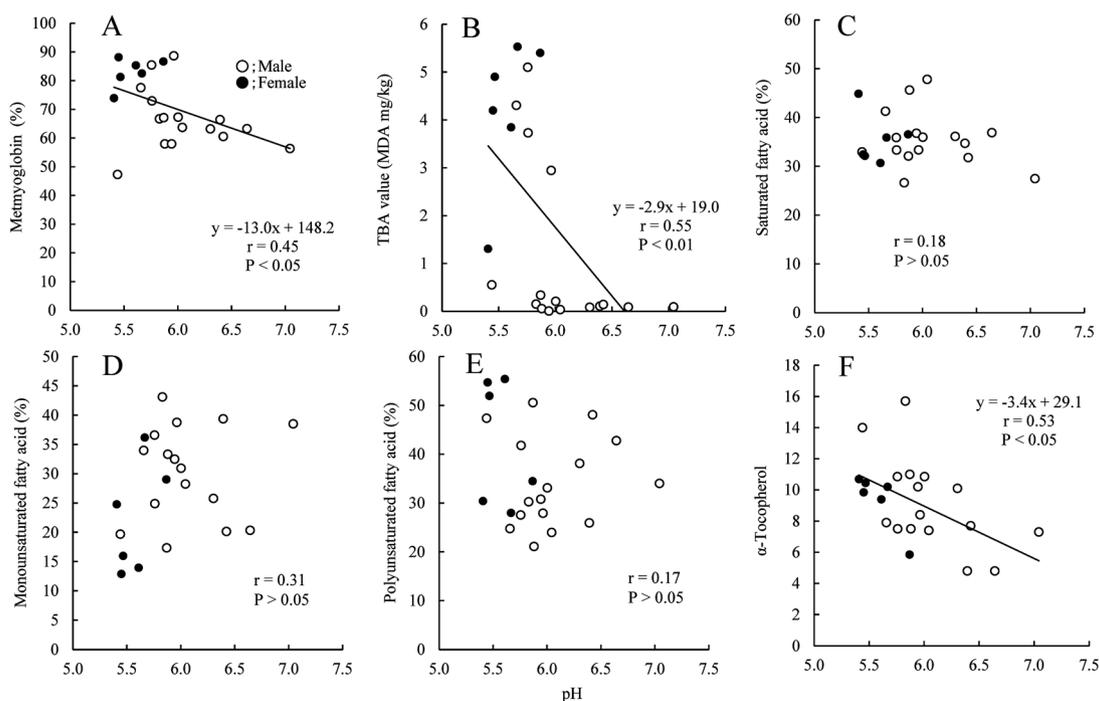


Figure 3 Relationships between pH and metmyoglobin percentage (A), thiobarbituric acid (TBA) value (B), saturated fatty acid percentage (C), monounsaturated fatty acid percentage (D), polyunsaturated fatty acid percentage (E), and α -tocopherol content (F) of venison from wild deer (n = 22). The metmyoglobin percentage and TBA value were determined after 5 days of storage.

したがって、pHが高くなるのに伴って貯蔵5日目におけるメトミオグロビン割合およびTBA値は低くなることが示された。

水素イオンはミオグロビンの酸化現象の触媒となるため、水素イオン濃度が高くなる(pHが低くなる)とミオグロビンの酸化は促進される(四釜ら2001)。また、ミオグロビンの酸化と脂質の酸化は相互に影響を及ぼし合う(Renerre 1999; Sharedehら2015)。したがって、pHが高くなるのに伴ってメトミオグロビン割合およびTBA値が低くなったのは、水素イオン濃度が低くなったため、ミオグロビンの酸化が抑制され、またこれに起因する脂質の酸化も抑制されたと考えられる。一般に、鹿肉は牛肉と

比較して脂質の酸化が起こり易く、オフフレーバーが発生し易いが(Okabeら2002)、pHが高い鹿肉は脂質の酸化が起こりにくく、オフフレーバーが発生しにくい可能性が考えられる。

鹿肉のpHと飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、および多価不飽和脂肪酸との関係を、それぞれ図3C、D、およびEに示す。pHと飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、および多価不飽和脂肪酸との間に、それぞれ有意な相関はみられなかった($P > 0.05$)。したがって、鹿肉のpHは脂肪酸組成には影響を及ぼさないことが示された。一般に、脂質の酸化は細胞膜のリン脂質を構成している不飽和脂肪酸、特に多価不飽和脂肪酸で起こることが知られている(石田ら

2001). したがって、脂質の酸化およびこれに起因するミオグロビンの酸化に影響を及ぼす多価不飽和脂肪酸の割合は pH による影響を受けないと考えられる。

鹿肉の pH と α -トコフェロール含量との関係を図 3F に示す。pH と α -トコフェロール含量との間に有意な負の相関がみられた ($P < 0.05$)。したがって pH が高くなるのに伴って鹿肉の α -トコフェロール含量は低くなることが示された。pH が高い鹿肉は捕獲時に強いストレスを受けており、 α -トコフェロールは抗酸化物質である (Descalzo と Sancho 2008) ため、pH が高い鹿肉ではストレスによる酸化の抑制に α -トコフェロールが消費された可能性があると考えられる。また、筋肉が抗酸化性を有するために必要な α -トコフェロール含量は、牛肉では $3.5 \mu\text{g/g}$ であり (Muramoto ら 2004)、一方で多価不飽和脂肪酸が多い鹿肉では $9 \mu\text{g/kg}$ である (Okabe ら 2002)。したがって、鹿肉が抗酸化性を有するために必要な α -トコフェロール含量を検討する場合は、pH についても考慮する必要があると考えられる。

本研究では、オスの鹿肉がメスのものに比較して pH が有意に高かった ($P < 0.05$, データ示さず)。Węglarz (2010) は、ストレス環境下にあったウシの筋肉の pH はオスのものがメスのものに比較して高いことを報告している。これはカテコールアミンに対する反応性がオスで高いことから (Lower ら 2004)、ストレス環境下にあるオスではグリコーゲンが分解され易いためであると考えられる。したがって、鹿肉においても同様である可能性が考えられるが、本研究の中で雌雄の pH に違いがあることの原因を明らかにすることはできなかった。また渡邊ら (2020) は、足くりわなで捕獲されたシカの筋肉は箱わなまたは囲いわな他のわなで捕獲されたものに比較して pH が高くなることを報告している。これは、野生動物は絶命の前に強いストレスを受けると筋肉内のグリコーゲンが枯渇するため (Viljoen ら 2002)、死後の解糖が制限されて乳酸の生産量が減少し、筋肉の pH が高くなり易いためであると考えられる。したがって、雄鹿が雌鹿に比較して足くりわなで捕獲され易いという可能性が考えられるが、本研究の中では明らかにすることができなかった。

本研究の結果から、鹿肉は pH が高くなるのに伴って、加熱中の保水性が高くなり、酸化が抑制され、また呈味成分である遊離アミノ酸の総含量が高くなることが明らかとなった。今後は官能評価を行うことにより、実際に喫食した際の特性について明らかにする必要があると考えられる。一方で、pH が高い食肉は、細菌の増殖速度が大きく、異臭や暗い色調を有するため、消費者に好まれにくいことが知られている (Silva ら 1999)。したがって今後は、わな、特に足くりわなで捕獲されたことにより、強いストレス負荷を受けて pH が高くなった鹿肉について、その特性を活かした調理方法および保存方法について検討する必要があると考えられる。

謝 辞

鹿肉の調達に御協力を頂いた株式会社一成企画調整室の迫田華絵氏および池田彩夏氏、ならびに農研機構東北農業研究センターの渡邊彰氏に感謝の意を表す。なお、本研究は農研機構生研支援センター「生産性革命に向けた革新的技術開発事業」の支援を受けて実施した。

文 献

- Beltrán JA, Jaime I, Santolaria P, Sañudo C, Albertí P, Roncalés P. 1997. Effect of Stress-induced high post-mortem pH on protease activity and tenderness of beef. *Meat Science* **45**, 201-207.
- Bykowska M, Stanisz M, Ludwiczak A, Składanowska J, Ślósarz P. 2018. The effect of muscle, time post-mortem and sex on the quality of meat from fallow deer (*Dama dama*) farmed in Poland. *Small Ruminant Research* **160**, 12-18.
- Descalzo AM, Sancho AM. 2008. A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odor and quality of fresh beef produced in Argentina. *Meat Science* **79**, 423-436.
- Esmer OK, Irkin R, Degirmencioglu N, Degirmencioglu A. 2011. The effects of modified atmosphere gas composition on microbiological criteria, color and oxidation values of minced beef meat. *Meat Science* **88**, 221-226.
- Faucitano L, Lelo MC, Ster C, Fiego DPL, Methot S, Saucier L. 2010. Shelf life of pork from five different quality classes. *Meat Science* **84**, 466-469.
- Folch J, Lees M, Stanley GHS. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Biological Chemistry* **226**, 497-509.
- Hughes J, Clarke F, Li Y, Purslow P, Warner R. 2019. Differences in light scattering between pale and dark beef *longissimus thoracis* muscles are primarily caused by differences in the myofilament lattice, myofibril and muscle fibre transverse spacings. *Meat Science* **149**, 96-106.
- Hughes J, Clarke F, Purslow P, Warner R. 2017. High pH in beef *longissimus thoracis* reduces muscle fibre transverse shrinkage and light scattering which contributes to the dark colour. *Food Research International* **101**, 228-238.
- 石田光晴, 小田島恵美, 池田昭七, 武田武雄. 2001. 鹿肉と牛肉中のコレステロール含量および脂肪酸組成の比較. *日本食品科学工学会誌* **48**, 20-26.
- 環境省, 農林水産省. 2013. 抜本的な鳥獣捕獲強化対策 [homepage on the internet]. 農林水産省, 東京; [cited January 2021]. Available from URL : <http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/pdf/kyouka.pdf>
- 厚生労働省. 2003. 食肉を介する E 型肝炎ウイルス感染事例について (E 型肝炎 Q&A) [homepage on the internet]. 厚生労働省, 東京; [cited 23 April 2021]. Available from URL : <https://www.mhlw.go.jp/houdou/2003/08/h0819-2a.html>
- Lower TE, Devine CE, Well RW, Lynch LL. 2004. The relationship between postmortem urinary catecholamines, meat ultimate pH, and shear force in bulls and cows.

- Meat Science* **67**, 251-260.
- 前田博之, 森千恵子, 山田英清, 湯浅 亮, 鮫島邦彦. 1985. 豚異常肉の形態学的所見と筋原線維の諸性状. *日本獣医師会雑誌* **38**, 722-727.
- Mckeith RO, King DA, Grayson AL, Shackelford SD, Gehring KB, Savell JW, Wheeler TL. 2016. Mitochondrial abundance and efficiency contribute to lean color of dark cutting beef. *Meat Science* **116**, 65-173.
- Moya VJ, Flores M, Aristoy MC, Toldrá F. 2001. Pork meat quality affects peptide and amino acid profiles during the ageing process. *Meat Science* **58**, 197-206.
- Muramoto T, Shibata M, Nakanishi N. 2004. Relationships between Muscle α -Tocopherol Concentrations and Metmyoglobin Percentages during Display of Six Muscles of Japanese Black Steers. *Animal Science* **17**, 1014-1018.
- 農林水産省農村振興局. 2021. 鳥獣被害の現状と対策 [homepage on the internet]. 農林水産省. 東京; [cited Jan 2021]. Available from URL : <https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/attach/pdf/index-384.pdf>
- Okabe Y, Watanabe A, Shingu H, Kushibiki S, Hodate K, Ishida M, Ikeda S, Takeda T. 2002. Effects of α -tocopherol level in raw venison on lipid oxidation and volatiles during storage. *Meat Science* **62**, 457-462.
- Renner M. 1999. Biochemical basis of fresh meat colour. In : *Proceedings of the 45th International Conference of Meat Science and Technology*, 344-353.
- Sharedeh D, Gatellier P, Astruc T, Daudin JD. 2015. Effects of pH and NaCl levels in a beef marinade on physico-chemical states of lipids and proteins and on tissue microstructure. *Meat Science* **110**, 24-31.
- 四釜慶治, 松岡有樹, 菅原芳明. 2001. ミオグロビン・ヘモグロビンの自動酸化反応—その分子機構と結合酸素の安定性—. *生物物理* **41**, 74-79.
- Silva JA, Patarata L, Martins C. 1999. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Science* **52**, 453-459.
- Stanisz M, Skorupski M, Ślósarz P, Bykowska M, Składanowska J, Stańczak L, Krokowska M, Ludwiczak A. 2019. The seasonal variation in the quality of venison from wild fallow deer (*Dama dama*) —A pilot study. *Meat Science* **150**, 56-64.
- Stewart MR, Zipser MW, Watts BM. 1965. The use of reflectance spectrophotometry for the assay of raw meat pigments. *Journal of Food Science* **30**, 464-469.
- Viljoen HF, Kock HL, Webb EC. 2002. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Science* **61**, 181-185.
- 渡邊 彰, 木下一成, 村元隆行, 中井瑞歩, 鈴木結子, 井上朔実, 平田滋樹. 2020. シカ (*Cervus nippon*) およびイノシシ (*Sus scrofa leucomystax*) の肉質に及ぼす要因調査. *日本畜産学会報* **91**, 395-401.
- Węglarz A. 2010. Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season. *Czech Journal of Animal Science* **55**, 548-556.
- Wiklund E, Dobbie P, Stuart A, Littlejohn RP. 2010. Seasonal variation in red deer (*Cervus elaphus*) venison (*M. longissimus dorsi*) drip loss, calpain activity, colour and tenderness. *Meat Science* **86**, 720-727.

Effect of muscle pH on the physicochemical properties of venison from wild deer

Takayuki MURAMOTO¹, Mizuho NAKAI², Yuiko SUZUKI², Sakumi INOUE¹,
Mitsuharu ISHIDA³, Kazunari KINOSHITA⁴ and Shigeki HIRATA⁵

¹ Faculty of Agriculture, Iwate University, Morioka 020-8550, Japan

² Graduate School of Arts and Sciences, Iwate University, Morioka 020-8550, Japan

³ School of Food Industrial Sciences, Miyagi University, Sendai 982-0215, Japan

⁴ ISSEI Co. Ltd., Kakogawa 675-1217, Japan

⁵ Central Region Agricultural Research Center, NARO, Tsukuba 305-8666, Japan

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

Effect of the pH of muscle (*M. longissimus thoracis*) on water holding capacity, free amino acid content, hardness, color, oxidation, fatty acid composition, and antioxidant content of venison from wild deer (*Cervus Nippon*, n = 22) was investigated. pH did not significantly affect drip loss, moisture content, shear force value, saturated fatty acid, monounsaturated fatty acid, and polyunsaturated fatty acid in venison. Significant negative correlations were found between pH and cooking loss, L* value, a* value, b* value, metmyoglobin percentage, thiobarbituric acid value, and α -tocopherol content of venison. A significant positive correlation was found between pH and the total free amino acid content of venison. These results suggest that as venison pH increased, meat color darkened, but water holding capacity during cooking, oxidation suppression, and total content of free amino acids which are taste components increased.

Nihon Chikusan Gakkaiho 92 (3), 335-341, 2021

Key words : antioxidation, free amino acid content, pH, venison, water holding capacity.