

# 鹿肉加工食品の物性・栄養性について

吉村美紀、平川あさき、澤村弘美  
人間環境部門

## Nutritional and Physical Properties of Cooked Venison Products

Miki YOSHIMURA, Asaki HIRAKAWA & Hiromi SAWAMURA  
School of Human Science and Environment,  
University of Hyogo  
1-1-12 Shinzaike-honcho, Himeji, 670-0092 Japan

### Abstract:

We suggest that providing nutritional information and increasing availability are indispensable for encouraging the consumption of venison. The purpose of this study was to examine the nutritional and physical properties of cooked venison products (meatloaf, venison jerky, and venison powder). Meatloaf with 100% venison exhibited greater hardness, a darker and redder surface, and a higher carnitine content than those of meatloaf with a low venison ratio and a high percentage of pork. These results were attributed to the lower lipid content and higher iron and carnitine contents in venison than in pork. With respect to dried cooked foods, venison jerky was dark red and venison powder was somewhat yellow. In these cooked products, it was likely that hydrophilic carnitine was eluted with the gravy and hydrophobic carnitine became concentrated. These results clearly indicated that the venison content and processing method influence the texture, surface color, carnitine content of cooked venison products.

Keywords: cooked venison product、nutrition、physical properties、surface color、carnitine

### 1. はじめに

全国に広く生息する野生のニホンジカのうち、本州に分布するホンシュウジカ (*Cervus nippon centralis*) は、南但馬地域および西播磨地域を中心に兵庫県に広く生息している。シカによる農林業被害の防止とシカの個体群の健全性と生態系の生物多様性の保全のため、その個体数調整のための捕獲が強化されている。捕獲後の処理方法としての有効活用の検討がされる一方で、廃棄が多い現状にある<sup>1,2)</sup>。兵庫県内において、平成26年度は45,461頭が捕獲されているが、そのうち5千頭程度が食用となり、残りは廃棄されていると推測されている<sup>3)</sup>。鹿肉は、脂質量が低く、タンパク質・鉄分を多く含むといった栄養特性を持つことから、食品としての活用が期待される<sup>4~9)</sup>。丹波地域で捕獲された鹿肉の脂質量は1%未満、タンパク質は約20%であった<sup>4,5)</sup>。これまで、肉類に多

く含まれる機能性ペプチドとして注目されているカルニチン<sup>10)</sup>についての検討を行ってきた。前報<sup>11)</sup>より、牛肉・豚肉・鶏肉(いずれも生肉)と比較して、鹿肉(生肉)に遊離カルニチン及びアシルカルニチン類が有意に多く含まれているとの結果を得た。カルニチンは、遊離カルニチンであるL-カルニチンと脂肪酸が結合したアシルカルニチンとして存在し、ミトコンドリアにおける脂肪酸の代謝及びそれに伴うエネルギー発生に深く関与している<sup>10)</sup>。また、アシルカルニチンの一種であるアセチルカルニチンは、脳機能向上<sup>12)</sup>や疲労・ストレス軽減<sup>13,14)</sup>などの機能性が示唆されている。カルニチンは、ヒトの生体内で必須アミノ酸のリジンとメチオニンから生合成されているが、加齢によって生合成量は減少するため、食事から摂取することが望ましいと考えられる<sup>10)</sup>。

鹿肉活用に関して、平成23年1月にひょうご鹿肉活

用ガイドラインが作成され、県内で狩猟や有害捕獲により捕獲したニホンジカを食用として衛生的に処理し、有効に活用していくための考え方や方法が記載された<sup>15)</sup>。この指針に基づいて処理された鹿肉は、兵庫県認証食品に認定された。厚生労働省では、平成 26 年 11 月に野生鳥獣肉の衛生管理に関する指針 (ガイドライン) を策定し、ジビエを不特定または多数の者に供与する狩猟者や食肉処理業者、飲食店営業者等が守るべき衛生措置を記載した<sup>16)</sup>。これらの動きに伴いジビエ料理が広まり、市販の鹿肉加工食品もみられるようになってきた。

これまで、鹿肉の消費拡大への課題を明らかにすることを目的に、鹿肉に対する認知度のアンケート調査を実施した<sup>17, 18)</sup>。その結果、鹿肉の印象は「臭いがしそう」「おいしそう」「硬そう」が高値を示した一方、鹿肉を食べた経験がある人では、「美味しかった」「普通」「軟らかかった」と良い評価が得られていた<sup>17, 18)</sup>。

鹿肉の消費拡大のためには、鹿肉の特性についての情報周知をすることと、消費者が鹿肉を摂食することで鹿肉に良いイメージを持つことが推察された<sup>17, 18)</sup>。これらのことから、そのままの状態でも摂取できる鹿肉加工食品の物性と栄養性の検討が必要と考えた。そこで、本研究では、鹿肉加工食品を用いて、破断特性、表面色測定、カルニチン量測定から、物性と栄養性について検討した。

## 2. 方法

### (1) 実験試料

鹿肉加工食品として、そのままの状態でも摂取できるミートローフ、鹿肉ジャーキー、鹿肉粉末を用いた。兵庫県内の A 社で加工されたミートローフは、肉部分として鹿肉 100%、鹿肉 60%+豚 40%、鹿肉 40%+豚肉 60%の鹿肉割合が異なる 3 種類を用いた。鹿肉ジャーキーは B 社で鹿肉をミンチ後に固まりとしスライス後、乾燥し調製された。鹿肉粉末は C 社で、鹿肉→ミンチ加工→加熱処理→酵素処理→酵素失活→冷却→ろ過→フリーズドライ→粉砕→検査→計量→製品の工程で加工された。

### (2) 破断測定

クリープメータ (レオナー RE2-3305B、山電) を使用し破断歪、破断応力を求めた。測定条件は、ロードセル 200N、プランジャー直径 5 mm、圧縮速度 1.0 mm/sec、圧縮率 90%とした。試料は、2 cm 角の立方体に切り揃えたミートローフを用いた。鹿肉ジャーキーは破断強度が特に高いこと、鹿肉粉末は粉体である理由から破断測定は行わなかった。

### (3) 表面色測定

測色計 (ND-300A、日本電色工業) を使用し、L 値、a 値、b 値を求めた。試料は、ミートローフ、鹿肉ジャーキー、鹿肉粉末とした。

### (4) カルニチン量測定

各試料約 10 g を液体窒素により凍結を行い、すり潰し粉末状にした。各 7~10 mg ずつエッペン管に入れ、1 M リン酸二水素カリウムを 20 μl 加えた後、7 種類の安定同位体 (<sup>2</sup>H<sub>9</sub>-カルニチン: 152.0 nmol/ml、<sup>2</sup>H<sub>3</sub>-アセチルカルニチン: 38.0 nmol/ml、<sup>2</sup>H<sub>3</sub>-ブチリルカルニチン: 7.6 nmol/ml、<sup>2</sup>H<sub>9</sub>-イソバレリルカルニチン: 7.6 nmol/ml、<sup>2</sup>H<sub>3</sub>-オクタノイルカルニチン: 7.6 nmol/ml、<sup>2</sup>H<sub>9</sub>-ミリストイルカルニチン: 7.6 nmol/ml、<sup>2</sup>H<sub>3</sub>-パルミトイルカルニチン: 15.2 nmol/ml) を含む内標準物質混合溶液 1 ml (Cambridge Isotope Laboratories, Inc., NSK-B) をメタノールで 10 倍希釈したものを含むアセトニトリル/メタノール (3/1) を 500 μl 加え、ホモジナイズ (I.S.O.Inc. 226AMX) を 1 分間及び超音波処理 (超音波洗浄器: 株式会社エスエヌディー US-2) を 2 分間行った後、遠心分離 (株式会社久保田製作所 KUBOTA3700) を 14,000 x g、4°C で 20 分間行い、上清を回収し、遠心エバポレーター (EYELA 製 UNITRAP UT-2000) に約 2 時間かけた。アセトニトリル/メタノール (3/1) を 100 μl 加え、超音波処理を 2 分間行い、14,000 x g、4°C で 20 分間遠心分離を行った後、上清 5 μl をアセトニトリル/メタノール (3/1) で 100 倍または 1000 倍希釈したものを分析試料とした。高速液体クロマトグラフィー・タンデム質量分析計 (LC-MS/MS) を用いて、カルニチン測定を行った。HPLC (Agilent 製、Agilent 1100 Series) の分離においては、親水性相互作用クロマトグラフィー (HILIC)、カラム (SeQuant 製、ZIC-HILIC 2.1×150 mm、粒子径 3.5 μm) を用い、溶出溶媒は、溶媒 A に 10 mM ギ酸アンモニウム (pH 6.7)、溶媒 B にアセトニトリルを使用し、流速 0.15 ml/min、注入量 5 μl、カラム温度 25°C で行った。MS/MS としては四重極型の質量分析計 (Applied Biosystems 製、API3000) を使用し、選択反応モニタリング (SRM 法) とした。イオン源はターボスプレーでポジティブモード、ターボガス流量 7000 ml/min、温度 450°C で測定した。グラジエントプログラムは、0 min (A20%)、10 min (A80%)、14 min (A80%)、15 min (A20%)、29 min (A20%) とした。遊離カルニチンである L-カルニチンおよびアシルカルニチンであるアセチルカルニチン、ヘキサノイルカルニチン、ミリ

ストイルカルニチン、パルミトイルカルニチンの5種類を測定した。ヘキサノイルカルニチンにおいては、近い溶出位置の<sup>2</sup>H<sub>9</sub>-イソバレリルカルニチン(7.6 nmol/ml)を標準物質として定量を行った。標品は、L-カルニチン塩酸塩(ナカライテスク株式会社)、O-アセチル-L-カルニチン塩酸塩(Sigma-Aldrich Corporation)、DL-塩化ヘキサノイルカルニチン(Sigma-Aldrich Corporation)、ミリストイル-DL-塩化カルニチン(Sigma-Aldrich Corporation)、パルミトイル-DL-カルニチン塩酸塩(ナカライテスク株式会社)を用いた。

### 3. 実験結果および考察

#### (1) 破断測定

ミートローフの破断歪、破断応力の結果を図1に示した。鹿肉ジャーキーと鹿肉粉末は測定を行っていないので示していない。

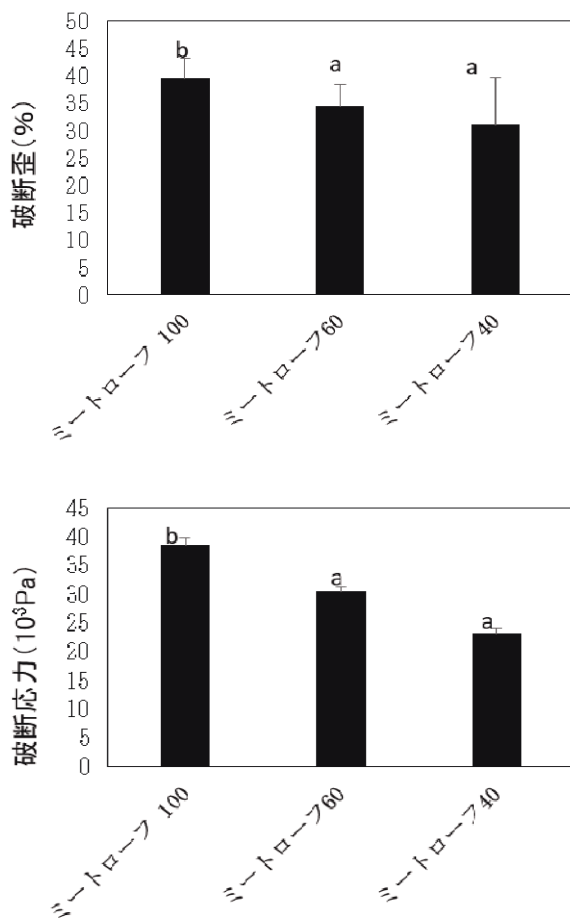


図1 鹿肉加工食品(ミートローフ)の破断測定

ミートローフ 100 : 鹿肉 100%  
 ミートローフ 60 : 鹿肉 60%豚肉 40%  
 ミートローフ 40 : 鹿肉 40%豚肉 60%  
 (異符号は有意差あり。n ≥ 6)

鹿肉 100%のミートローフは、鹿肉割合が低く豚肉割合が高いミートローフ(鹿肉60%豚肉40%ミートローフと鹿肉40%豚肉60%ミートローフ)と比較し、破断歪、破断応力が有意に高くなった。破断測定の結果から、鹿肉 100%のミートローフはしっかりと硬めの食感になることが推察された。鹿肉(生)は脂質量が1%未満と著しく少ない栄養的特徴をもつ<sup>4), 5)</sup>ことから、ミートローフ中の豚肉割合が高くなると脂肪分によりミートローフが軟らかくなることが推察された。

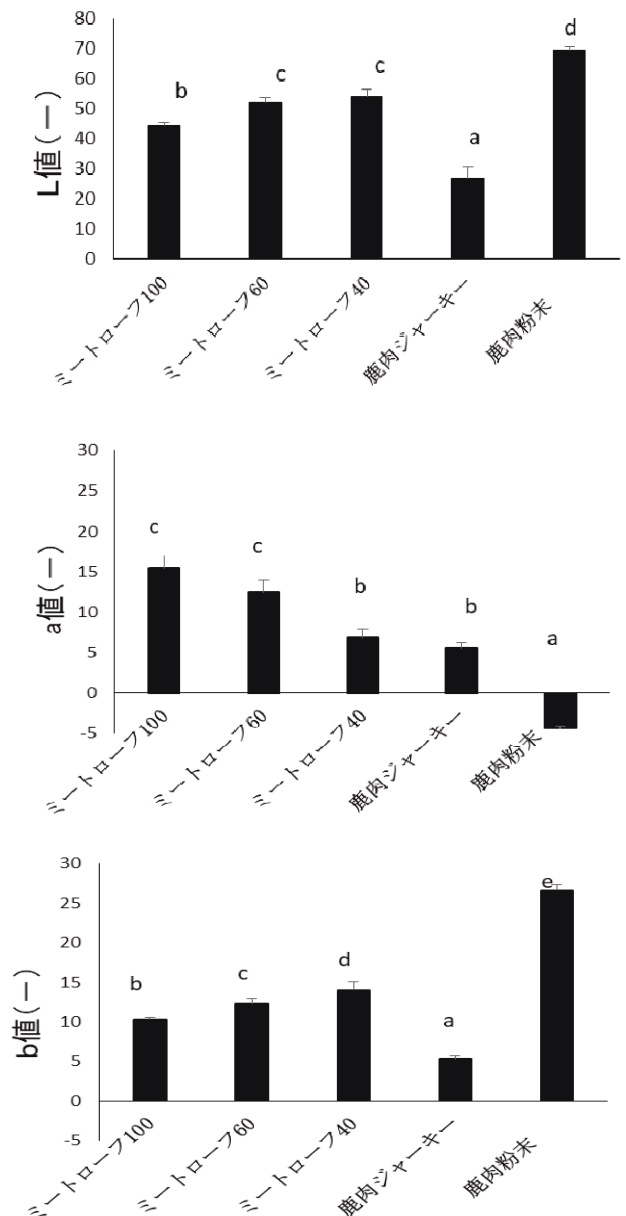


図2 鹿肉加工食品の表面色測定

ミートローフ 100 : 鹿肉 100%  
 ミートローフ 60 : 鹿肉 60%豚肉 40%  
 ミートローフ 40 : 鹿肉 40%豚肉 60%  
 (異符号は有意差あり。n ≥ 6)

(2) 表面色測定

ミートローフ、鹿肉ジャーキー、鹿肉粉末の表面色測定の結果を、図2に示した。

L 値は高いほど明るく、a 値は+側で赤色、-側で緑色を示し、b 値は+側で黄色、-側で青色を示す<sup>19)</sup>。

鹿肉は豚肉と比較し、脂質量が少なく、鉄分を多く含む栄養的特徴をもつ<sup>4, 5)</sup>ことから、鹿肉加工食品の食感と色に影響を与えることが推察された。

鹿肉 100%のミートローフは、鹿肉割合が低く豚肉割合が高いミートローフと比較し、L 値と b 値は有意に低く、a 値は高い傾向を示した。表面色測定の結果から、鹿肉 100%のミートローフは暗く赤みが強いことが推察された。鹿肉 (生) は鉄分を多く含む筋肉中のミオグロビンが多く赤みが強いが、豚肉 (生) は鉄分が少なく<sup>20)</sup>、赤みが弱いことから、鹿肉割合が低く豚肉割合が高いミートローフは、明るく赤みが弱くなることが考えられた。鹿肉ジャーキーでは、L 値が有意に低くなった。鹿肉ジャーキーは乾燥し加工されることで、より暗めの色となったことが推察された。鹿肉粉末では L 値と b 値が有意に高く、明るく黄色みが強くなった。鹿肉粉末は製造工程で、加熱後の酵素処理とフリーズドライにより、黄色みが強くなったことが推察された。

(3) カルニチン量測定

カルニチン量測定の結果を図3に示した。

鹿肉 100%ミートローフは、鹿肉割合が低く豚肉割合が高いミートローフと比較し、いずれのカルニチン量も多い傾向を示したが、結果のばらつきが大きく有意な差は認められなかった。鹿肉 100%のミートローフに比べて鹿肉 60%豚肉 40%のミートローフは結果のばらつきが大きくなった。鹿肉 (生) のカルニチン量は、豚肉 (生) より多く含む結果<sup>11)</sup>を得ており、鹿肉 100%ミートローフのカルニチン量が多いことが予想された。本実験では、ミートローフから 10 g を 6 点以上採取しカルニチン測定の試料としたため、ミートローフで鹿肉の多い部分と豚肉の多い部分があり不均一であった可能性がある。そのため結果にばらつきが大きくなることが推察された。

鹿肉ジャーキーと鹿肉粉末ではL-カルニチンとアセチルカルニチンでは有意差は認められなかった。しかし、鹿肉ジャーキーではヘキサノイルカルニチン、ミリスチルカルニチンが有意に高く、鹿肉粉末ではヘキサノイルカルニチン、ミリスチルカルニチン、パルミトイルカルニチンが有意に高くなった。

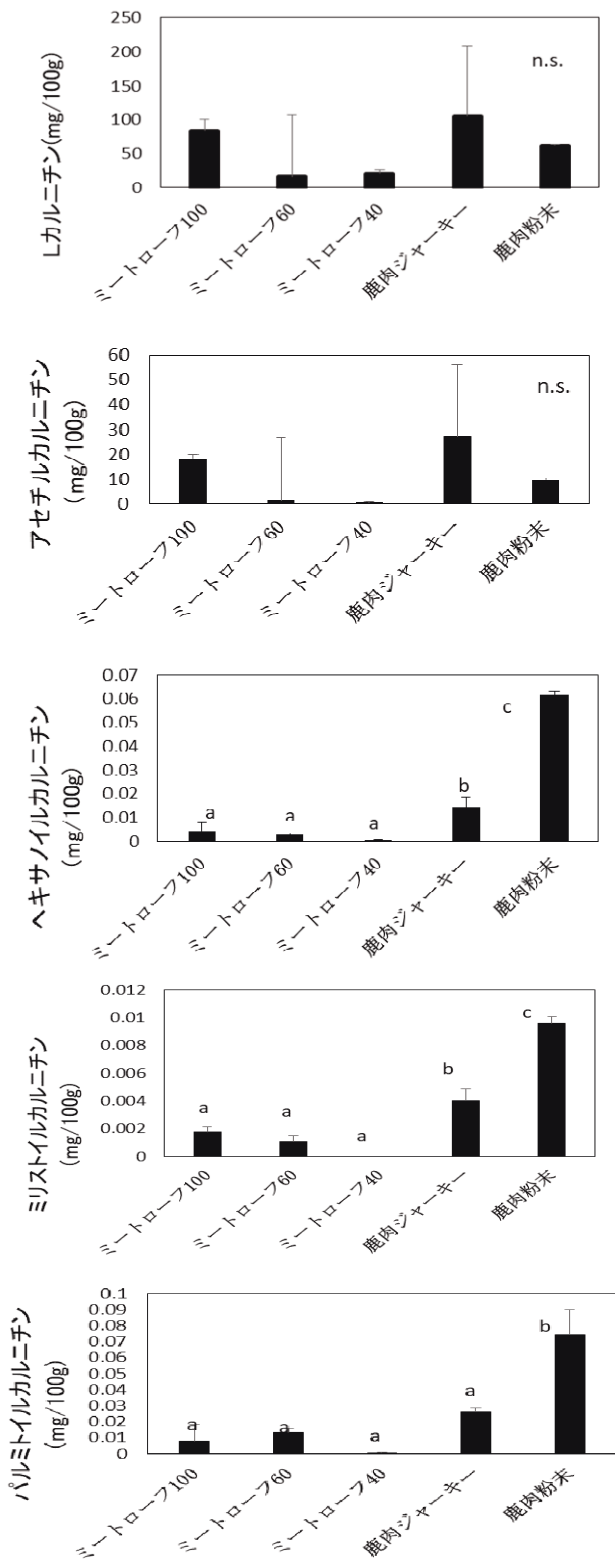


図3 鹿肉加工食品のカルニチン量測定  
 ミートローフ 100 : 鹿肉 100%  
 ミートローフ 60 : 鹿肉 60%豚肉 40%  
 ミートローフ 40 : 鹿肉 40%豚肉 60%  
 (異符号は有意差あり。 n ≥ 6)

鹿肉に含まれるカルニチン量の加熱調理の影響研究では、水溶性のL-カルニチンと低分子のアセチルカルニチンは、加熱により肉汁（ドリップ）とともに溶出しやすく、疎水性のカルニチンであるヘキサノイルカルニチン、ミリストイルカルニチン、パルミトイルカルニチンは肉汁（ドリップ）とともに溶出しにくく、濃縮し増加することを報告した<sup>21, 22)</sup>。本研究においても同様に、疎水性のヘキサノイルカルニチン、ミリストイルカルニチン、パルミトイルカルニチンは、鹿肉加工食品が乾燥濃縮されることで有意に高くなり、一方で水溶性のL-カルニチンと低分子のアセチルカルニチンは、鹿肉中の肉汁（ドリップ）とともに溶出したことが考えられた。

#### 4. 要約

鹿肉の消費拡大のため、鹿肉の特性についての情報周知をすることと、消費者が鹿肉を摂食することで鹿肉に良いイメージを持つことが推察されることから、鹿肉加工食品の物性と栄養性の検討が重要と考えられた。

本研究では、鹿肉加工食品を用いて、破断特性、表面色測定、カルニチン量から、その物性と栄養性について検討し、以下の結果を得た。

1. 鹿肉 100%のミートローフは、豚肉混合ミートローフ（鹿肉 60%豚肉 40%と鹿肉 40%豚肉 60%）と比較し、破断歪と破断応力が有意に高く、しっかりとした硬めの食感を示した。表面色はL値とb値が低くa値が高く、暗く赤みが強かった。鹿肉 100%ミートローフは、豚肉混合ミートローフと比較し、カルニチン量が多い傾向を示した。鹿肉（生）は、脂質量が少なく、鉄分とカルニチンを多く含む栄養的特徴をもつことから、鹿肉量が鹿肉加工食品中の食感と表面色に影響を及ぼすことが明らかとなった。
2. 鹿肉ジャーキーは暗く赤みが強く、鹿肉粉末は明るく黄色みが強く、疎水性のカルニチンは有意に高くなった。鹿肉ジャーキーと鹿肉粉末は乾燥食品であることから、疎水性のヘキサノイルカルニチン、ミリストイルカルニチン、パルミトイルカルニチンは濃縮されることで有意に高くなり、一方で水溶性のL-カルニチンと低分子のアセチルカルニチンは、鹿肉中の肉汁（ドリップ）とともに溶出したことが考えられた。

本研究では、鹿肉加工食品の破断測定、表面色測定、およびカルニチン量の検討を行い、鹿肉割合と加工方法が鹿肉加工食品の食感、表面色、カルニチン量に影響を及ぼすことを明らかとした。鹿肉の消費拡大のためには、

今後は官能評価を行い、鹿肉加工食品の食感と表面色がヒトの嗜好性にどのような影響を及ぼすかの検討を行うことで、栄養性および嗜好性の高い鹿肉加工食品の提案が必要と考える。

本研究は平成 29 年度「農」イノベーションひょうご開発プロジェクトおよび平成 27 年～29 年度基盤研究 (C) (15K00791) の一部として実施した。

#### 引用文献

- 1) 横山真弓、坂田宏志、濱崎伸一郎、三谷雅純、田中哲夫：「兵庫におけるニホンジカ個体群の質的評価手法の検討—繁殖、食性、栄養状態の特性—」『人と自然』14、21-31(2003)
- 2) 横山真弓：「シカと向き合う」『動物たちの反乱』第5章、河合雅雄・林良博編著、(PHP 研究所、東京)、102-127(2009)
- 3) 兵庫県『シカ管理計画 平成 28 年度事業実施計画』1-4(2016)
- 4) 吉村美紀、シカ肉のタンパク質に着目した食品の開発、獣医畜産新報、65、491 - 495 (2012)
- 5) 吉村美紀、加藤陽二、新田陽子、横山真弓：「兵庫県丹波地域におけるニホンジカ肉の栄養特性」『日本栄養・食糧学会誌』66、95-99(2013)
- 6) 石塚譲、川井裕史、大谷新太郎、入江正和：「野生ホンシュウジカ筋肉における一般成分、無機物含量と色調」『日本畜産学会報』72、551-556(2001)
- 7) 石田光晴、渡辺彰：「鹿肉の特性について」『食肉の科学』39、197-203(1998)
- 8) 笠井孝正、境博成、石島芳郎、長谷川忠男：『エゾ鹿肉の一般成分、脂質性状および無機質含量』『日本食品科学工学会誌』46、710-718(1999)
- 9) 岡本匡代、坂田澄雄、木下幹朗、大西正男：「野生エゾ鹿肉の栄養特性について」『日本栄養・食糧学会誌』57、147-152(2004)
- 10) 田島眞：「L-カルニチン—注目の生体内アミノ酸—」『日本調理科学会誌』37、104-107(2004)。
- 11) 山下麻美、加藤陽二、吉村美紀：「LC-MS/MS を用いた鹿肉に含まれる遊離およびアシルカルニチン含有量の測定」『日本食品科学工学会誌』59、637-642(2012)
- 12) Barhwal, K., Hota, S.K., Jain, V., Prasad, D., Singh, S.B. and Ilavazhangan, G., Acetyl-L-carnitine (ALCAR) prevents hypobaric hypoxia-induced spatial memory impairment

- through extracellular related kinase-mediated nuclear factor erythroid 2-related factor 2 phosphorylation. *Neuroscience*, **161**, 501-514 (2009).
- 13) 常石英作：「牛肉の機能性成分・その 1」『放牧等畜産物の機能性成分』1-6(2005)
  - 14) 王堂哲：「L-カルニチンの生理機能について」『New Food Industry』**46**, 1-7(2005)
  - 15) 兵庫県：「ひょうご鹿肉活用ガイドライン」(2011)
  - 16) 厚生労働省：「野生鳥獣肉の衛生管理に関する指針(ガイドライン)」(2014)
  - 17) 吉村美紀、林真理：「鹿肉の栄養性・機能性の認知度と消費者意向の調査」『兵庫県立大学環境人間学部 研究報告』**19**, 73-79 (2016)
  - 18) 吉村美紀、永井紘太、林 真理：「鹿肉の栄養性・機能性の認知度と消費者意向に関する神戸での調査」『兵庫県立大学環境人間学部 研究報告』**20**, 81 - 87 (2017)
  - 19) 石原三妃：「嗜好の要因と評価」『調理科学第 4 版』第 2 章、森高初恵、佐藤恵美子編著 (建帛社、東京) 32 (2016)
  - 20) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会『食品標準成分表 2015 年版(七訂)』(2016)
  - 21) 山下麻美、加藤陽二、吉村美紀：「シカ肉に含まれる遊離およびアシルカルニチン含有量の加熱調理による影響」『日本食品科学工学会誌』**60**, 711 - 717 (2013)
  - 22) 吉村美紀、山下麻美、加藤陽二：「真空調理時の加熱温度がシカ肉中のカルニチン含有量および物性に及ぼす影響」『日本食品科学工学会誌』**61**, 480-485 (2014)

(平成30年 9 月26日受付)