

長野県産鹿肉の匂い特性と食品加工

The aroma characteristics and food processing of venison from Nagano

小木曾 加奈^{*1§}、金子 昌二^{*2}
Kana Kogiso, Shoji Kaneko

要旨：

Recently, damage to agriculture and forestry businesses due to wild birds and beasts is a serious situation in the mid-mountain areas such as Nagano Prefecture. Every year approximately 20 billion yen of loss occurs in Japan. Management of wild birds and beasts based on scientific data is necessary. Recently, wild animals are being examined as a promising resource for local development.

In this study, we compared the smell of venison and beef to consider how venison compared to edible meat. Next, we considered whether the smell was improved by immersing venison in some seasonings. Sensory evaluation of grilled venison and beef resulted in the venison having a strong raw and bloody odor. As a result of smell component analysis, the main cause of the smell was 2,3-butanedione (diacetyl) and hexanal. As a result of having inspected the venison meat immersed in various seasonings, milk was shown to prevent the most smells.

As results, we were able to elucidate a part of the cause of the unpleasant odor of the venison and we were able to prevent unpleasant odor of the venison with milk.

キーワード：鹿肉, venison, 匂い, おいしさ, 加工特性

I、はじめに

近年、農山漁村地域において鳥獣による農林水産業等にかかる被害が深刻な状況にあり、平成11年からの農林水産省調査では毎年200億円ほどの損失が発生している¹⁻³⁾。シカ、イノシシ、サルの被害が全体の約7割を占め、被害額の大きい都道府県は、北海道・福岡県・宮崎県・長野県・山形県などである³⁾。全国的な傾向として、山間農地ではニホンジカやイノシシなどの踏み荒しと食害などで野菜や穀物など、多くの農作物に被害が広がっている。他にも広葉樹の樹皮を食べたり、角こすりによる立木被害などがあることで自然林を枯死させたりしている⁴⁾という報告がある。

長野県では国、隣接県・市町村等関係機関と連携した広域的な捕獲の実施や、集落ぐるみの捕獲や防護体制が整いつつある。その効果などもあり野生鳥獣による農林業被害は年々減少傾向にあるものの平成25年度の被害額は11億5千万円余でまだまだ多

い。県内の鳥獣被害で最も多いのは鹿による被害(約4億9百万円、全体の内訳としては36%)であった⁵⁾。県内における山間の農地ではニホンジカの踏み荒しと食害などで野菜やイネ・ソバなど多くの農作物に被害が広がっているだけでなく、最近では南アルプスなど高山帯にまで分布を広げ、その生物多様性にまで大きな影響を与えている⁵⁾。鳥獣被害が深刻化している全国的な要因として鳥獣の生息域の拡大、狩猟者の高齢化などによる捕獲量の低下、過疎化など耕作放棄地の増加等が挙げられる³⁾。野生鳥獣の害を防ぐためには科学的なデータに基づく個体保護管理事業を計画的に実施する必要がある。鹿については、メスは2歳で出産可能となり毎年出産する、つまり4～5年で倍増¹⁾するため、適切に捕獲を行わないと増加の一途をたどることになる。

近年では野生動物の捕獲後、地域振興のための有望な資源として利活用され始めてきている¹⁾。このような資源活用方法の1つとしては県などの設定する衛生マニュアルに基づいて適切に血抜きや放血を行うことによる食肉利用や食肉加工利用などが挙げ

*1 長野県短期大学 生活科学科 健康栄養専攻 *2 長野県工業技術総合センター 食品技術部門 加工食品部 主任研究員
§ 連絡先 〒380-8525 長野県長野市三輪8-49-7 TEL 026-234-1221 FAX 026-235-0026

られる。昨今では長野県内のレストランでの鹿肉利用の宣伝や、地元の高専などで鹿肉の調理方法に関する工夫などが報道等に取り上げられてきていることもあり、鹿肉のさらなる振興や利用に対する科学的な提言がより必要となってきた。以上のことを踏まえ、鹿を地域振興の材料や食糧資源確保のための重要資源として有効活用するための基礎研究を行うこととした。今まで野生鹿の研究については、北海道のエゾシカの食肉についてその特性⁶⁻⁸⁾や加工等⁹⁾の報告がある。一方、野生ホンシュウジカの食肉特性¹⁰⁾や加工¹¹⁾については報告が少ない。特に野生ホンシュウジカの匂いの抑制については報告がなく検討の余地がある。

本研究ではまず、野生のホンシュウジカ肉が実際に食肉としてどの程度価値があるのか検討するため、匂いの面から牛肉との比較を行った。次に各種液体に浸漬したり、固体をまぶすことで調理加工上、匂いの面からどの程度官能的に補完するのか検討した。

II、試料及び実験方法

1) 牛肉との比較実験

まず、鹿肉が実際に食肉としてどの程度利用価値があるのか検討する必要がある。試料の鹿肉は長野県内で野生のものが狩猟され、販売されているホンシュウジカ *Cervus nippon centralis* (性別不明、ロース、県内鹿肉販売業者から購入、以下「市販狩猟鹿」と略記) を用いた。なお、ホンシュウジカはニホンジカの亜種である¹²⁾。コントロールとして牛肉 (性別不明、ロース、オーストラリア産、県内スーパーから購入、以下「牛肉」と略記) を用い、2点比較を行った。鹿肉は赤身の肉として知られている。オーストラリア産牛肉は和牛と比較し赤身の部位が多いため、赤身が多い鹿肉との比較に適すと考えた。検討する体の部分は、より赤身の多いロース部とした。鹿肉の匂いは血液由来と言われている¹³⁾。そのため鹿肉の匂い成分についてはどのような環境下 (性差、個体差、環境に寄る差) においても強度の違いこそあれ、同じものが検出できると考えられる。今回は初期的な試みとして官能試験のほか、GC-MS、匂い嗅ぎ装置による匂い成分分析を行った。

i) 官能検査方法

被験者にはあらかじめ鹿肉の試食を実施し、健康で味覚に問題のない大学生及び教員 (全8名・女性) を選抜した。その後、官能試験として各肉を

縦・横・厚さ (2 cm・2 cm・5 mm) の薄切りにし、その後ホットプレートで焦げ目がつく程度まで十分に焼き、味を付けずに官能試験を行った。この調査を行う前に鹿肉を試食し、アンケート用語を抽出するための過程を経た。試食の際に出てきた用語「生臭さ」、「血のような匂い」、「牛肉のような香ばしさ」、「好き嫌い (より食肉として好ましいかどうか)」をアンケートの用語とした。牛肉を平均値 (3点) とし、鹿肉についてはそれぞれ点数をつけた。統計手法として平均の仮説検定を行った。計算ソフトは JMP11.0.0 を用い、有意水準は 5% とした。

ii) GC-MS 分析

実際に被験者たちが試食した際、焼いた際の鹿肉の匂いが気になるという声があったため、匂い成分の分析を行った。サンプルは鹿肉を 5 mm の薄切りにし、その後ホットプレートで焦げ目がつく程度まで十分に焼き、さらに 2 mm 程度のみじん切り状に細かく切ったものを使用した。20 ml バイアル瓶に 5.0 g を正確に取り、密封したのち、80 °C で 20 分加温し、発生する気体成分を濃縮した。未知の気体成分を推定することが可能な装置である GC-MS (HP6890GC and HP5973MSD ヒュレットパカード社製) に導入し分析を行った。GC-MS の分析条件は以下のとおりである。使用カラムは DB-WAX. I.D.=0.25 mm × L60 m, 樹脂 0.5 μm を用いた。カラム温度は 40 °C 5 分保持後、1 分毎に 5 °C ずつ昇温し、240 °C まで上昇させたのち、4 分保持した。Inject の温度は 250 °C で Headspace gas を 1 ml 使用した。EI 法でイオン化し、得られたトータルイオンクロマトグラム (TIC) のピーク成分を Wiley のデータライブラリより検索し、質量スペクトル (m/z) の相同性から成分名を推定した。

iii) 匂い成分分析装置

実際の匂い成分が、焼いた鹿肉の不快臭にどのように依存しているかを検討するため、匂い成分分析装置を用いて検討を行った。匂い成分分析装置とはガスクロマトグラフにより十分に分離された微量気体成分を、分岐管によって匂いかぎ部と質量検出部に分岐導入できる装置である。匂いかぎ部で人が実際に匂いを嗅ぐことによって、その感じた匂いの特徴や強度を記録することができ、その一方で質量検出部では一般的な GC-MS と同様、質量データを取り解析することができる。以上のことにより匂いの特徴のある成分を同定することができる。

サンプルは鹿肉を 5 mm の薄切りにし、その後

ホットプレートで焦げ目がつく程度まで十分に焼き、さらに2 mm 程度のみじん切り状に細かく切ったものを使用した。この試料5.0 gを入れた20 ml 容量バイアル瓶に気体成分を吸着するゲステル製ツイスター、すなわちポリジメチルシロキサン (PDMS) コーティングした長さ2 cm のものを1 個入れて封入し、60 °C 45 分間加温し発生する気体成分を濃縮させた。(HSSE 濃縮) このツイスターをゲステル製加熱脱着装置に装着し、未知の気体成分を推定することが可能な装置である GC-MS (アジレント社

製 7890GC-5975MSD) に導入し分析を行った。カラム温度は40 °C 2分保持後、1分毎に10°Cずつ昇温し、240 °Cまで上昇させたのち、20分保持した。濃縮ガス注入方法は加熱脱着法 (TDS/CIS) を用い、EI法でイオン化した。得られたトータルイオンクロマトグラフ (TIC) のピーク成分をNIST08データライブラリとコンピュータにより検索し、質量スペクトル (m/z) の相同性から成分名を推定した。



図1、匂い成分分析装置概要

2) 鹿肉の加工特性の検討

鹿肉が調理加工上どの程度官能的に補完するのか、各種液体に浸漬することで検討した。

i) 肉の浸漬方法

肉の臭み消しや肉を柔らかくするとして知られている牛乳¹⁴⁾、赤ワイン¹⁵⁾、酢¹⁵⁾、砂糖¹⁵⁾、シナモン¹⁶⁾、コーラ¹⁶⁾、発芽玄米酒粕を使用し、何も浸漬しないものと比較した。なお、砂糖と発芽玄米酒粕については、砂糖や酒粕を肉の上に隙間がないように十分まぶした。それぞれ縦・横・厚さ (2 cm・2 cm・5 mm) に切った肉を30分、十分浸る程度浸漬し、そのままホットプレートで焦げ目が付く程度まで十分焼いて試食した。

ii) 官能検査方法

被験者には1)-i)の官能試験と同様、あらかじめ

官能試験を実施し、健康で味覚に問題のない大学生及び教員 (全8名・女性) を選抜した。その後、各種肉を5 mmの薄切りにし、その後ホットプレートで焦げ目につかない程度まで十分に焼き、味を付けないで官能試験を行った。アンケート項目は、匂いについては「生臭さ」、「血のような匂い」、「牛肉のような香ばしさ」、「好き嫌い」とし、それぞれ点数をつけた。統計解析にはsteel検定のうちのコントロール群とのノンパラメトリックな比較を行った。計算ソフトはJMP11.0.0を用い、有意水準は5%とした。

Ⅲ、結果

1) 牛肉との比較実験

i) 官能検査方法

官能試験の結果から、焼いた鹿肉は焼いた牛肉と

表 1、牛肉との比較

		(N=8)					
性状		強い(5点)	やや強い(4点)	ふつう(3点)	やや弱い(2点)	弱い(1点)	平均の仮説検定 $p=$
匂い	生臭さ	0	4	4	0	0	0.0625
	血のような匂い	1	7	0	0	0	0.0039
	牛肉のような香ばしさ	0	4	2	2	0	0.3438
	好き嫌い	0	1	4	3	0	0.3125

比べ、血のような匂いが強く ($p=0.0039$)、また生臭い傾向 ($p=0.0625$) が見られた。

ii) GC-MS 分析

GC-MS 分析の結果、今回の方法で焼いた牛肉には 67 種類、同じく今回の方法で焼いた鹿肉には 38 種類の成分が検出された。そのうち、同定できたのは 22 種類であった。同定できた 22 種類とその量に

ついては図 2 のようであった。鹿肉には硫化水素のような硫化化合物のほか、acetaldehyde、hexanal、3-hydroxy-2-butanone (acetoin) や 2,3-butanedione (diacetyl) が牛肉の匂い成分に比べ多く検出された。

一方、焼いた和牛牛肉に特徴的な香ばしく美味しい匂いを感じさせるラクトン類 (ガンマ-ノナラクトン、ガンマ-デカラクトン、デルタ-デカラクトン、

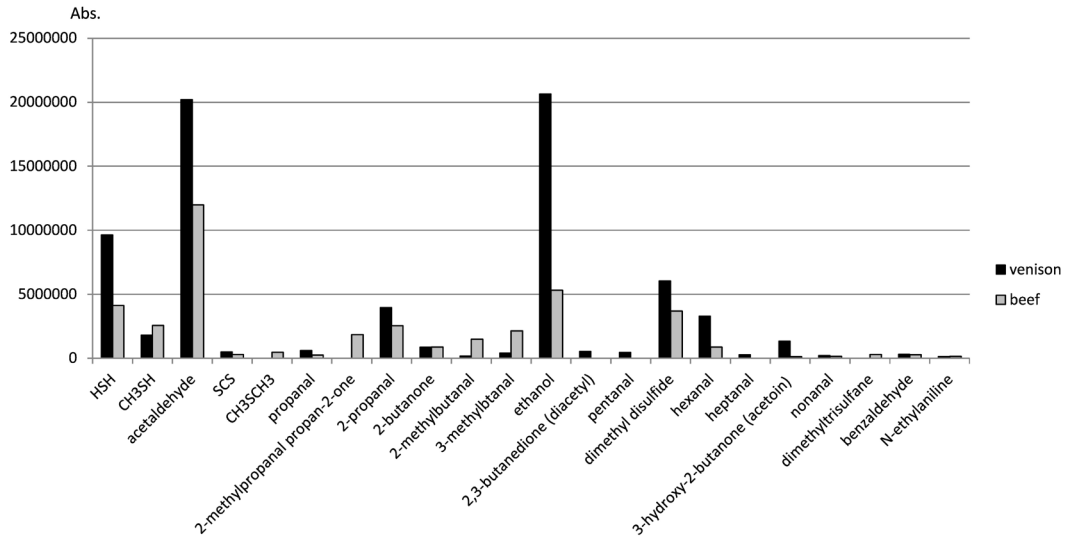


図 2、鹿肉と牛肉の匂い成分量比較 (Abs による絶対値)

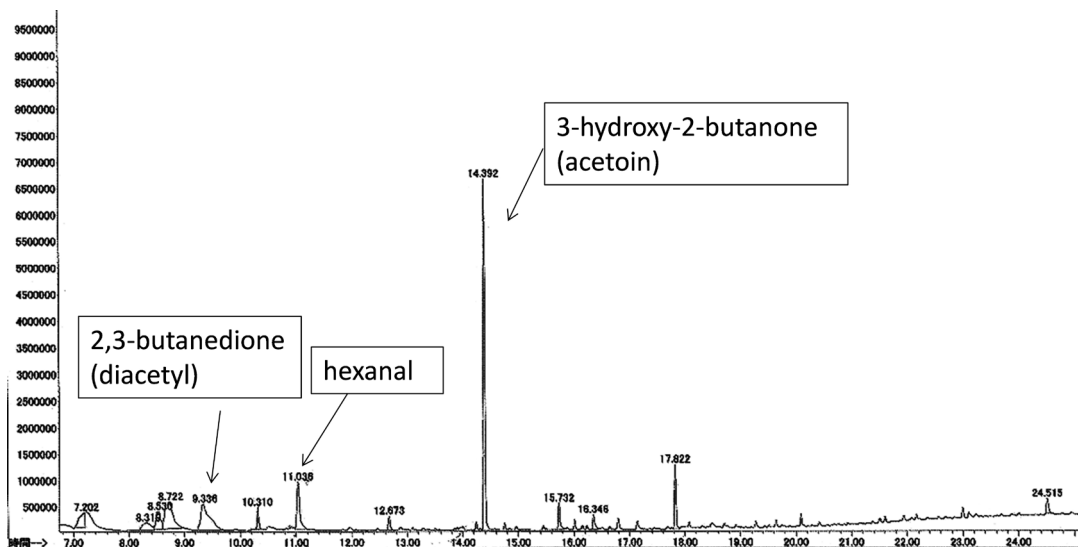


図 3、匂い分析装置による鹿肉の GC-MS スペクトラム

デルタ-ウンデカラクトン、ガンマ-ドデカラクトン)¹⁷⁾は牛肉、鹿肉ともに検出されなかった。

iii) 匂い成分分析装置

匂い成分分析の結果、鹿肉の GC-MS スペクトルは図3のようであった。分離した匂い成分をそれぞれ嗅いだところ、単体で鹿肉の匂いを言い表すことができる成分は存在しなかった。一方、キーとなるであろう匂い成分が判別できた。鹿肉には硫化水素のような硫化化合物のほか、hexanal、3-hydroxy-2-butanone (acetoin) や 2,3-butanedione (diacetyl) が牛肉の成分に比べ多く検出された。実際に不快臭として顕著だったのは 9.336 分の 2,3-butanedione (diacetyl) と 11.039 分の hexanal の 2 成分であった。

2) 鹿肉の加工特性の検討

各種液体に浸漬した際の鹿肉の匂いについて官能試験の結果は表2のようになった。コーラに浸した

表2、各種液体及び固体中に浸漬した際の鹿肉の官能試験結果

調味料	匂い	数	平均	標準偏差	p=
無添加	生臭さ	8	4.38	1.06066	—
	血	7	4.57	1.13389	
	牛の香ばしさ	8	4.00	0.75593	
	好き嫌い	8	3.25	0.88641	
コーラ	生臭さ	8	3.38	1.06066	0.1465
	血	8	3.13	1.12599	0.0592
	牛の香ばしさ	8	2.25	1.03510	0.0340
	好き嫌い	8	1.75	0.70711	0.0417
シナモン	生臭さ	8	3.63	1.76777	0.9603
	血	8	3.75	1.58114	0.6825
	牛の香ばしさ	8	2.50	1.19523	0.0996
	好き嫌い	8	2.38	1.06066	0.4456
牛乳	生臭さ	8	2.25	1.03510	0.0292
	血	8	2.38	1.18773	0.0306
	牛の香ばしさ	8	3.88	1.12599	1.0000
	好き嫌い	8	4.38	0.91613	0.1617
砂糖	生臭さ	8	3.25	0.88641	0.1223
	血	8	3.38	0.51755	0.0871
	牛の香ばしさ	8	2.75	1.16496	0.1274
	好き嫌い	8	2.50	1.06904	0.5969
酒粕	生臭さ	8	2.88	0.83452	0.0677
	血	8	3.25	0.46291	0.0811
	牛の香ばしさ	8	3.25	1.16496	0.5187
	好き嫌い	8	3.75	1.28174	0.8952
酢	生臭さ	8	3.13	1.12599	0.1090
	血	8	2.50	0.92582	0.0423
	牛の香ばしさ	8	2.00	0.75593	0.0093
	好き嫌い	8	1.75	0.46291	0.0228
赤ワイン	生臭さ	8	2.88	1.64208	0.1767
	血	7	2.71	1.70434	0.0986
	牛の香ばしさ	8	2.50	1.06904	0.0548
	好き嫌い	8	1.88	0.99103	0.1014

場合は、血のような匂いが減る傾向 ($p=0.0592$) にあるものの、牛肉の香ばしさがなくなり ($p=0.0340$)、嗜好としては嫌い ($p=0.0417$) になった。牛乳に浸した場合は、生臭くなく ($p=0.0292$)、血のような匂い ($p=0.0306$) も感じなくなった。酢に浸した場合は血のような匂いが減る ($p=0.0423$) もの、牛肉の香ばしさがなくなり ($p=0.0093$)、嗜好としては嫌い ($p=0.0228$) になった。赤ワインは牛肉らしい匂いが減る傾向 ($p=0.0548$) にあった。シナモン、砂糖、発芽玄米酒粕をまぶした場合は特に差が生じなかった。

IV、考察

まず、官能試験の結果から、焼いた牛肉との比較では焼いた鹿肉は血のような不快な匂いが強く ($p=0.0039$)、また生臭い傾向 ($p=0.0625$) が見られた。これらの不快な部分を検討するため GC-MS 分析を行ったところ、鹿肉には硫化水素のような硫化化合物のほか、acetaldehyde、hexanal、3-hydroxy-2-butanone (acetoin) や 2,3-butanedione (diacetyl) が牛肉の成分に比べ多く検出された。これらの成分から不快臭の原因を検討することとした。ただし acetaldehyde は閾値があまり高くないため、不快臭の原因物質候補から外した。

匂い分析装置の匂い嗅ぎ結果から、実際に不快臭として顕著だったのは 9.336 分と 11.039 分の 2 成分であった。9.336 分の成分は MS の結果から 2,3-butanedione (diacetyl) だとわかった。2,3-butanedione (diacetyl) は今回、牛肉からは検出されなかったが、実際に嗅いだところ、この匂い成分はミドルベースノートとして感じられた。2,3-butanedione (diacetyl) の特徴としては、むわっとする発酵の進んだような、蒸れた不快臭であった。焼いた鹿肉を口に入れた後、ベースノートとして感じられる匂いがこれだと思われた。3-hydroxy-2-butanone (acetoin) も牛肉より鹿肉に多く検出されたが、これは脂身の焼けたような匂いで、単体ではそれほど不快には感じられず、鹿肉の不快臭とは異なると考えられた。2,3-butanedione (diacetyl) や 3-hydroxy-2-butanone (acetoin) のようなこれらの成分はバターフレーバーに特徴的な成分であると同時に、近年では脂っぽい不快臭である「ミドル脂臭」¹⁸⁾として挙げられている。そのため、2,3-butanedione (diacetyl) は鹿肉の不快臭の 1 つであると考えられた。11.039 分の成分は MS の結果から hexanal だとわかった。これはトップノートの

ように感じられた。hexanal の特徴としてはツーンとする青臭い匂いで、焼いた鹿肉を口に入れた瞬間の、最初に感じられる匂いの一つのように感じられた。鹿肉の hexanal は牛肉に比べ 4 倍程度多く含まれていた。hexanal は大豆の青臭さなどの原因物質¹⁹⁾であり、貯蔵中に発生する鹿肉の不快臭としても hexanal や *t*-4,5-エポキシ-(*E*)-デセナールなどが報告²⁰⁾されている。そのため hexanal も鹿肉の主要な不快臭であろうと考えられる。硫化水素の匂いは鹿肉に特徴的な匂いではなかった。以上のことから鹿肉の不快臭の主要要因の1つは 2,3-butanedione (diacetyl) と hexanal であることがわかった。鹿肉のこれらの不快臭は先にも述べたが血液由来と言われており、これらの成分は元々鹿肉が有している匂い成分だと考えられる。ゆえに鹿の捕獲時や、生肉採取時に血抜きを適切にすることによってより不快臭はある程度抑えられると考えられる。地元の狩猟者の方の話では「猟期以外」に行われる「有害駆除」は一定の環境下でない状況、例えば犬を使って追われて体温が上がった状態で捕獲された場合やくくりワナ等によって捕獲されるとストレスがかかって短期間で死んでいたりする場合、肉が蒸れたり、血抜き状況が十分でない可能性が出てくる場合もあるとのことであった。そのような一定条件下でない肉でもより美味しく調理加工できるよう、今後の研究課題としたい。

各種液体に浸漬した際の鹿肉の匂いを官能試験で検討した結果、牛乳に浸したものが最も生臭くなく、また血のような不快臭がしなくなることがわかった。牛乳に含まれているカゼインがコロイド状になっていることで匂いの吸着をしている²¹⁾という報告もあり、同様に鹿肉の不快臭を吸着していると考えられる。酢に浸した場合は血のような匂いが減る ($p=0.0423$) もの、牛肉の香ばしさがなくなった。酢を用いたオイル系マリネで鹿肉の香りの改善がなされたという報告²²⁾もあり、酢そのもので匂いの質は改善可能であると示唆された。一方で酢の強烈な匂いが肉の香ばしさをなくしてしまうため、酢の量、添加する香辛料の検討など考慮することでよりおいしさを引き出すことが可能であると考えられる。赤身の肉は赤ワインなどに浸漬することがあるが、鹿肉の場合、赤ワインに浸漬することで牛肉のような美味しい匂いが減る傾向 ($p=0.0548$) にあった。これも赤ワインの強い匂いに鹿肉の美味しい匂いが紛れてしまうと考えられる。これも酢と同様にワインの量や添加する香辛料の検討が必要だと考えられる。

以上の結果から、鹿肉の不快臭の一部が判明し、

ローストする場合は薄切りにした鹿肉を牛乳に浸すことによってこの不快臭を抑えることが可能になった。

V、謝辞

後藤光章様 (Wildlife Service 代表) には今回の研究にあたって、鹿の狩猟方法についての教授や試食用鹿肉の提供等、様々にお世話になりました。この場をお借りして深謝申し上げます。ありがとうございました。

VI、参考文献

- 1) 捕獲鳥獣食肉利用促進協議会発行, 農林水産省生産局監修:「野生鳥獣被害防止マニュアルーシカ、イノシシ(捕獲獣肉利活用編)ー」, (2011)
URL: http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h_manual/h23_03/pdf/data26.pdf
- 2) 農林水産省: 鳥獣による農林水産業等に係る被害の防止のための特別措置に関する法律, (平成十九年十二月二十一日法律第百三十四号)
- 3) 農林水産省資料, 鳥獣被害対策の現状と課題 (平成 26 年 7 月), (2014)
URL: http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/pdf/h26_7_meguji.pdf
- 4) (株) エイエピー発行, 農林水産省生産局監修:「【改訂版】野生鳥獣被害防止マニュアルーイノシシ、シカ、サル(実践編)ー」, 52, (2014)
URL: http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h_manual/h26_03/pdf/data0_6.pdf
- 5) 長野県: 長野県野生鳥獣被害対策基本方針 (策定 平成 19 年 11 月 21 日, 変更 平成 23 年 5 月 19 日, 変更 平成 26 年 7 月 10 日)
URL: <http://www.pref.nagano.lg.jp/yasei/sangyo/ringyo/choju/documents/houshin20140710.pdf>
- 6) 岡本 匡代, 坂田 澄雄, 木下 幹朗, 大西 正男: 野生エゾシカ肉の栄養特性について, 日本栄養・食糧学会誌 57 (3), 147-152 (2004)
- 7) 岡田 祐季, 村元 隆行: 野生エゾシカの 3 筋肉の理化学特性, 日本畜産学会報 84 (2), 169-174 (2013)
- 8) 林田 まき, 相馬 幸作, 増子 孝義: 生体捕獲後短期飼育したエゾシカ肉の成分変化, 食肉の科学 54 (2), 175-180 (2013)
- 9) 船津 保浩, 宮内 千枝, 川上 誠, 石下 真人: エゾシカ肉から調製した発酵調味肉醬(ししびしお)の品質に関する研究: 特に, 発酵法の違いによる最終製品の品質特性について, 食肉の科学 51 (1), 106-108 (2010)
- 10) 石塚 讓, 川井 裕史, 大谷 新太郎, 入江 正和: 野生ホンシュウジカ (*Cervus nippon centralis*) 筋肉における一

- 般成分，無機物含量と色調，日本畜産學會報 72 (10)，J551-J556 (2001)
- 11) 吉村 美紀，大矢 春，藤村 庄，渡辺 敏郎，横山 真弓：天然シカ肉加工品の物性および嗜好性に及ぼす多穀麴添加の影響，日本食品科学工学会誌 58 (11)，517-524 (2011)
- 12) 大泰司 紀之：ニホンジカにおける分類・分布・地理的変異の概要，哺乳類科学 26 (2)，13-17 (1986)
- 13) 長野県調理師会内信州ジビエ研究会：信州ジビエを楽しむために (小冊子)，長野県林務部野生鳥獣対策室，p10
- 14) 快適生活研究会：これは使える! 「料理」ワザあり事典，PHP 研究所，269，(2000)
- 15) 木戸詔子，池田ひろ編：新食品・栄養科学シリーズ調理学食べ物と健康 4，株式会社化学同人，78-80 (2004)
- 16) 和田淑子，大越ひろ編：管理栄養士講座健康・調理の科学 - おいしさから健康へ -，株式会社建帛社，174 (2004)
- 17) 松石昌典，久米淳一，伊藤友己，高橋道長，荒井正純，永富 宏，渡邊佳奈，早瀬文孝，沖谷明絃：和牛肉と輸入肉の香気成分，日本畜産学会報，75 (3) 409-415 (2004)
- 18) 志水弘典，松井 宏，久加重由美，原 武史：フラボノイド含有植物エキスに見出された体臭成分ジアセチルの抑制作用，第 39 回日本香粧品学会プログラム，R-14 (2013)
- 19) 鈴木秀之，富山大輔：大豆の青臭さの原因である n-ヘキサナールを分解できるアルデヒドデヒドロゲナーゼのスクリーニング，大豆たん白質研究，1 (11)，67-70 (2008)
- 20) 渡辺 彰，佐藤 博，松本光人，甫立孝一：貯蔵中に発生する鹿肉の不快臭と脂質酸化，日本畜産学会報，69，489-492 (1998)
- 21) 原 裕司，山内 亮，加藤宏治，石川仁治：牛乳及び乳成分によるニンニク臭の抑制機構について，岐阜大学農学部研究報告 63，145-151 (1998)
- 22) 磯部由香，日置由子，平島 円，児玉守広，池端紀行：鹿肉の成分と調理性，三重大学社会連携研究センター研究報告，(20)，7-12 (2012)
- (平成 26 年 10 月 1 日受付、平成 26 年 11 月 28 日受理)