

令和 2 年 4 月 7 日現在

機関番号：23603

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00841

研究課題名(和文) 資源としての害獣-その呈味特性とその有効利用

研究課題名(英文) Harmful Beasts as Resources - Their Taste Characteristics and Their Effective Utilization

研究代表者

小木曾 加奈 (Kogiso, Kana)

長野県立大学・健康発達学部・准教授

研究者番号：30435284

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：ジビエは「臭い」と言われるがどのような匂いか報告がないため検討した。シカ肉とクマ肉の比較をしたところ、シカ肉は血のような匂い成分や乳臭い成分が多く見受けられた。クマ肉はそれほど匂いはなく、官能的には青臭いことがわかった。シカ肉をおいしく食べる方法として通電処理を検討した。通電処理を行ったシカ肉を焼いたものは不快な匂いが減少し、柔らかくなった。肉色についても検討した。通電直後は変化がなかったものの、24時間経過で通電処理後の肉は通電しないものに比べ、肉の色は明るい赤色となった。通電処理を行うことによっておいしくなり、将来的に発色剤を使わなくても食肉加工方法の一助となる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本の中山間地において鳥獣による被害が深刻な状況にある中、採取される未利用資源、すなわち害獣肉を有効利用するために食品科学的基礎・応用的な提言がより必要となってきた。今回は害獣のうち、ニホンジカをメインに未利用資源を食糧資源として利活用するため二次機能(味・匂い・食感・色彩)に関する基礎研究を行った。ジビエとひとくくりに「臭い」というが、実際には全く異なる匂いであり、実際にその成分も異なっていたことが判明した。また加工方法をいくつか検討し、発色剤としての亜硝酸塩代替方法の一助として通電処理を見出したことが社会的にも学術的にも大きな意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Gibier is said to be "stink", it was examined because there is no report on what kind of smell it is. A comparison of deer and bear meat showed that deer meat had blood-like and milky-like smell components. The bear meat was not so smelly, and was found to be sensually green grass smell.

Electric current treatment was examined as a way to eat deer meat deliciously. Roasted deer meat treated with electricity reduced unpleasant odors and became soft. The meat color was also examined. Although there was no change immediately after the treatment, the color of the meat after the treatment became bright red compared with the meat without the treatment after 24 hours. It was suggested that the taste could be improved by the electrification treatment, and that it may become an aid of meat processing method without using the color former agent in the future.

研究分野：食品科学

キーワード：シカ肉 ジビエ 加工 匂い 硬さ 通電処理

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、日本における農山漁村地域において野生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る。本学のある長野県でも鳥獣被害は多いが、最も多いのはシカからの被害である。各都道府県でも被害を食い止めようと工夫を凝らしているが、森林環境の破壊、農産物の食い荒らし、貴重な高山植物の減少は歯止めがかからない状況である。

ところで昨今ではシカなど害獣の捕獲後、地域振興のための有望な資源として利活用する動きがみられるようになってきている。が、まだまだ活用の動きは鈍い。資源に乏しい日本において、食糧資源を確保していくことは大きな課題であり、このように採取される未利用資源、すなわち害獣肉を有効利用するために食品科学的基礎・応用的な提言がより必要となってきている。(2) 食糧資源としての害獣の研究が停滞している原因は現在、狩猟者の高齢化などに伴う減少や、おいしくないであろうという思い込みからくるジビエ振興の不振にある。我々はこれらの研究状況を鑑み、利用者が美味しく食べられる方法が確立し、食肉としての基礎・応用研究をすることなどによって、市場や利用者も拡大していくのではないかと考えるに至った。

2. 研究の目的

(1) 上記の背景により、シカのような害獣肉の利用に対する食品科学的提言、すなわち食肉として有効活用するための基礎・応用研究が必要だと考えた。そのためシカ肉を中心にその呈味特性と食肉としての特性を生かした有効利用方法を検討することでより一層の振興をはかることを目的とした。

(2) 具体的には、ジビエのおいしさを検討するため、味と匂いについて検討を行うこと、シカ肉に対する加工方法の検討を行い、欠点(肉色の悪さ、匂い、硬さ)を解消すること、加工の1つ、肉の結着性についてエマルジョン疑似モデルを作ることによるソーセージ内部の見える化を図ることの3点からシカ肉の有効利用方法の検討を行うこととした。

3. 研究の方法

(1) ジビエのおいしさについての検討

ジビエと一括りにされるが、それぞれの動物種によってその味や匂いは異なるはずである。そのおいしさを検討するため、シカ肉とクマ肉、牛肉の比較を行った。

官能試験方法について：被験者にはあらかじめクマ肉の試食を実施し、健康で味覚に問題のない長野県短期大学生及び教員11名(内訳 女性11名、年齢19-41歳)を選抜した。官能試験用のアンケート用語項目は、試食後に用語を選抜・決定したもので、以下の様である。クマ肉の生臭さ(弱い1 強い5)、血の匂いの強さ(弱い1 強い5)、青魚の血合いのような匂いの強さ(弱い1 強い5)、食肉としてのおいしさ(まずい1 おいしい5)とした。比較対象として赤身の代表的な肉として牛肉のロース肉を使用した。肉はそれぞれ3.0 cm×2.0 cm×1.0 cmにカットし、ホットプレートで良く焼いて味を付けずに試験に供した。統計の計算方法として、計算ソフトはJMP13.0.0を用いt検定(両側検定)を行った。有意水準は5%とした。

機器分析方法について：GC-MSはヘッドスペース法で成分分析を行った。肉サンプルを4 mm×4 mm×4 mmにカットし、そのうち4.6 gをバイアル瓶に封入し、瓶ごと80 °Cで20分加熱後、そのヘッドスペースガス1 mlをGC-MSに供した。使用機器はHP6890GC、HP5973MSD(ヒューレットパッカード社製)である。使用カラムはAgilent J&W GC カラム- DB-WAX(Agilent社製)0.25 mm×L60 mを用いた。カラム温度は40 °C 2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、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ム(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。

(2) シカ肉に対する加工方法としての検討

キノコペースト添加のシカ肉加工品について

シカ肉は加工加熱時に硬く、肉色が灰色になってしまうことが大きな欠点である。これまで天然の発色剤として強いラジカル消去能を有するエルゴチオネインがエノキタケやヒラタケなどのきのこ群から抽出され、海産物の褐変化を抑えるという報告がある¹⁾。これを参考に、エノキタケやヒラタケ子実体を加えることで天然の発色剤、すなわち天然の亜硝酸塩代替品としてシカ肉の褐変化を防ぎ、より美しく、粘弾性があがって美味しくなるような加工を検討した。長野県内産ホンシュウジカを冷蔵庫で解凍後、2 cmのダイス上に包丁でカットした。その後、電動ミートミンサー(ミナト電機工業製PMM-200)でミンチ状にしたものをシカ肉ミンチサンプルとした。キノコの供試菌株はブナシメジ、シロブナシメジ、ホンシメジ、シイタケ、マイタケ、エリンギ、ヒラタケ属新品種の7種類を用いた。いずれの菌株もホクト株式会社のご総合研究所にて栽培を行い、収穫後5日以内の子実体を用いた。これらのキノコは実験の直前にタイガースマートブレンダー(タイガー魔法瓶株式会社製SKH-A)にて1分間すりおろし、ペースト状にしたものをキノコペーストとした。キノコペーストはシカ肉ミンチにそれぞれ重量%で20%ならびに50%を加えた。それぞれ50gの肉塊に分け、手のひらに叩きつけて空気を抜いたのち、ホットプレートで焼成し、ハンバーグとした。さらにハンバーグには玉ねぎのみじん切りを5g添加

し、よく混捏した。成型後、ホットプレートで焼き色がつくまでしっかり加熱後、味を付けずに官能試験を行った。

官能試験方法について：被験者にはあらかじめシカ肉ならびにシカ肉ハンバーグの試食を実施し、健康で味覚に問題のない大学生及び教員 11 名（女性 11 名、年齢 19-39 歳）を選抜した。アンケート用語項目はハンバーグのうま味の強さ（強い 1 弱い 5）、ハンバーグのおいしさ（おいしい 1 まずい 5）、ハンバーグの色の濃さ（濃い 1 薄い 5）、ハンバーグの硬さ（硬い 1 柔らかい 5）とし無添加のハンバーグを普通（3）としたときにどのように感じるかを点数化した。計算ソフトは JMP13.0.0 を用いた。同じきのご同士ではそれぞれの項目で等分散ならば分散分析（ANOVA）を、分散が異なる場合には Welch の検定を行った。また同じ重量同士で異なるきのこを比較する際には Turkey-Kramer の HSD 検定を行った。有意水準は 5%とした。

通電処理を行ったシカ肉の嗜好性

鶏肉をより一層柔らかく、保水性を向上させるための方法として通電処理がある²⁾。これをシカ肉について行い、嗜好性における変化について検討した。解凍シカ肉の肉塊を半分に切り、通電処理を行うことで試料とした。残りの半分の通電処理していない肉塊を比較対象とした。通電処理の方法として電力調整器を主部品とした自作装置を用いた。通電処理は 1 分間とし、電力調整器で調整を行った。また電圧は家庭電圧で一般的な 100V とした。電圧と電流は検電器を用いて測定を行った。（周波数 60Hz）肉は 2 cm × 3 cm × 1 cm にスライスしたのち、同時にホットプレートで加熱後、味をつけず官能試験を行った。アンケート用語項目は肉の臭み（弱い 1 強い 5）、肉のうま味（弱い 1 強い 5）、肉の硬さ（硬い 1 柔らかい 5）、肉のおいしさ（まずい 1 おいしい 5）とし非通電処理のものと二点比較を行った。

通電処理を行ったシカ肉調理品の嗜好性

通電処理を行ったシカ肉についてスープを作成し、その嗜好性について検討を行った。解凍シカ肉の肉塊を半分に切り、通電処理を行うことで試料とした。残りの通電していない半分の肉塊を比較対象とした。それぞれの肉を 1 cm × 1 cm × 1 cm にカットしたのちについて醤油ベースのスープを作成し、官能試験を行った。アンケート用語項目は肉の臭み（弱い 1 強い 5）、肉のうま味（弱い 1 強い 5）、肉の硬さ（硬い 1 柔らかい 5）、肉のおいしさ（まずい 1 おいしい 5）とし非通電処理のものと二点比較を行った。官能試験で通電処理後のシカ肉の臭みが減少する原因を探るため GC-MS 分析を行った。GC-MS 分析はヘッドスペース法で成分分析を行った。肉サンプルを 4 mm × 4 mm × 4 mm にカットし、そのうち 4.2 g をバイアル瓶に封入し、瓶ごと 80 °C で 20 分加熱後、そのヘッドスペースガス 1 ml を GC-MS に供した。使用機器は HP6890GC、HP5973MSD（ヒューレットパッカー社製）である。使用カラムは Agilent J&W GC カラム- DB-WAX（Agilent 社製）0.25 mm × L60 m を用いた。カラム温度は 40 °C 2 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、20 分保持した。臭みの原因はヘキサナールとジアセチルであるが、量の多いアセトインも加え 3 つの成分について検討を行った。

通電処理におけるシカ肉の縮率・肉色の検討

シカ肉に通電処理を行い、肉に与える物理的な影響について検討を行った。物理的な影響の 1 つは縮率、1 つは色の变化である。シカ肉の肉塊を半分に切り、通電処理を行うことで試料とし、残りの半分（非通電処理）を比較対象とした。2 cm × 3 cm × 1 cm にスライスしたのちミンチにしたものを、ホットプレートで加熱前後について縮率・肉色を検討した。また 2 cm × 3 cm × 1 cm にスライスしたのちミンチにしたものを、24 時間冷蔵庫で保管後、ホットプレートで加熱前後について縮率・肉色を検討した。縮率は肉の写真画像を Image-J を用いて面積を求めた。また色については色差計 X-liteRM200QC を用いて Hunter 表色系の Lab、E 値を求めた。

高圧酵素処理

食品の性質を変化させる方法として高圧処理、または高圧処理/酵素処理併用法がある³⁾。これらの方法を用いて、シカ肉を処理し嗜好性における変化や成分の変化について検討した。シカ肉は広島県内で採取されたオスの背ロースを用いた。解凍背ロースはミンサーでミンチにしたのち、各種タンパク質分解酵素や肉を柔らかくするという市販商品など 7 種類を用いた。酵素や市販商品は肉の 0.25% を添加し、コントロールとして酵素なしのものを作成した。そのほか水を肉重量の 10% 加え、パックした。パックは 50、6000 気圧、24 時間保持した。

(3) 肉の結着性について、ソーセージモデルを作成・見える化の検討

シカ肉の結着性は他の肉と比較し高いといわれるが⁴⁾、他の肉と比較検討するためにソーセージモデルを作成した。シカ肉、牛肉、豚肉、鶏肉のミンチから、水溶性成分を抽出し、それを加えて簡易な皮なしソーセージを作成した。コントロールは何も加えないものとした。そのソーセージ断面についてゲルが形成している部分は切断面に凹凸がないとみなし、ゲルが形成していない部分に凹凸があるとして、検討を行った。すなわち凹部はより黒く、凸部はより白くとし、ソーセージの画像解析を行った。（未発表）

4. 研究成果

(1) ジビエのおいしさについての検討

ジビエのおいしさについて、官能試験の結果、牛肉と比べクマの方が生臭く ($p=0.0047$)、魚の血合いのような匂いがあり ($p<0.0001$)、それゆえおいしくなかった ($p<0.0001$)。血のような匂いについては差がなかった ($p=0.2507$)。GC-MS 分析の結果、クマ肉には硫黄系化合物やエタノール、その代謝系生成物であるアセトアルデヒドが多く見受けられた。一方、シカ肉にはヘキサナール、ジアセチル、アセトインが多く検出された。クマ肉からもヘキサナール、ジアセチル、アセトインが検出されたが、シカと比べると割合的に 20 分の 1 以下であった。以上の結果から、ジビエと一括りにされているが、その肉の匂いの特徴は動物種によって異なることが分かった。

(2) シカ肉に対する加工方法としての検討

キノコペースト添加のシカ肉加工品について

キノコペーストをそれぞれ 20% 添加と 50% 添加のときのシカ肉ハンバーグについて検討を行った。キノコの割合が多くなるとうまみが増強するのはシイタケ ($p=0.0001$)、傾向があるのはヒラタケ属新品種 ($p=0.0509$) であった。キノコの割合が 20% のとき有意においしかったのはシロブナシメジ ($p=0.0121$)、ヒラタケ属新品種 ($p=0.0026$)、ブナシメジ ($p=0.0167$)、ホンシメジ ($p=0.0358$) であった。

キノコの割合とハンバーグの色に関する官能試験を行った結果、キノコの割合とハンバーグの色彩は有意性が得られなかった。このことからキノコの添加で褐色化を防ぐことはできなかった。

キノコの割合が増えて有意に柔らかくなったのはシイタケ ($p=0.0005$)、シロブナシメジ ($p=0.0233$)、ブナシメジ ($p<0.0001$)、ホンシメジ ($p=0.0004$)、マイタケ ($p=0.0407$) で傾向があったのはヒラタケ属新品種 ($p=0.0509$)、エリンギには有意性はなかった ($p=0.0908$)。キノコ 20% 添加のときのハンバーグは 50% に比べ食べやすく美味しいことがわかった。ヒラタケ属新品種やシイタケ、ホンシメジは他のキノコに比べておいしさがアップした。これらのキノコにしばってさらなる検討が必要になると考えられる。

通電処理を行ったシカ肉の嗜好性

シカ肉への通電時、電流は平均 0.66 A、電圧は平均 102.6 V であった。官能試験の結果、通電処理後の肉は通電しないものに比べ、肉の臭みは有意に弱くなる ($p<0.0001$) ほか、肉の硬さも有意に軟らかく ($p=0.0016$)、おいしく ($p=0.0117$) なったがうま味は有意差がなかった。以上のことから、今回の通電処理によって短い時間でシカ肉の弱点である臭みと硬さを抑えることができた。また実際の硬さについて官能と機器分析を一致させる検討をおこなった。通電処理をすると鹿肉は柔らかくなるがそれが咀嚼回数にも左右された。通電処理したものは有意 ($p=0.0003$) に咀嚼回数が減った。今後、健康者や嚥下困難な方に対する食品の硬さの測定に寄与できる可能性がある。

通電処理を行ったシカ肉調理品の嗜好性

官能試験の結果、通電処理後の肉は通電しないものに比べ、肉の臭みは有意に弱くなる ($p=0.0456$) ほか、肉の硬さも有意に軟らかく ($p=0.0089$) なった。スープの肉の硬さは通電処理で柔らかくなった ($p=0.0089$) 一方、おいしさは変わらなかった ($p=0.1025$)。官能試験で通電処理後のシカ肉の臭みが減少する原因を探るため、GC-MS で分析を行った。その結果、有意な差はみられなかったが、通電処理はヘキサナールとジアセチルが減少する傾向がみられた。

通電処理におけるシカ肉の縮率・肉色の検討

通電処理と処理なしのシカ肉の縮みについて検討した結果、通電処理後の肉は通電しないものに比べ有意差はなく ($p=0.2915$)、縮みを防ぐことはできなかった。

シカの生肉の肉色について検討した結果、通電処理後冷蔵で 24 時間保管した肉は通電しないものに比べ、L (明度) や a (赤紫と青緑方向の成分) C (彩度) に有意差があり、肉の色は明るい赤色となった。次に通電処理と処理なしのシカ肉について焼いたものについて検討した結果、これらには有意差がなく、あまり変わらなかった。

一方、通電処理と処理なしのシカ肉をミンチにしたものについては、生についても焼いたものについても有意な差が見られた。通電したものの生のミンチ肉は通電しないものに比べ有意に赤色・黄色が強く、鮮やかなままであった。通電した鹿ミンチ肉は焼いても有意に明度が高く、また E=5 程度の差があったことから 2 つの肉色についても目で違いが分かるレベルであった。

以上のことから通電処理を行うことによって、将来的に発色剤を使わなくても食肉の加工方法の一助となる可能性が示唆された。

高圧酵素処理

まず高圧処理について述べる。圧力保持後、酵素が入っていないものはエキス化しなかった。魚などは自己消化酵素でエキス化するがシカ肉は酵素を加えないとエキス化しないため、酵素が必要であるとわかった。そのため、高圧/酵素併用処理を行うことにした。高圧酵素処理を行ったところ、市販の肉が柔らかくなるタイプの素材はエキス化しなかった。各種タンパク質分

解酵素を加えたものについては、エキス化した。

また各種エキスについて匂いや味を確認したところ、それぞれ異なった匂いや味を持っており製品化に向けてそれぞれ合う調味が必要ながわかった。各種シカ肉エキスについてイミダゾールペプチドを検討したところ、高圧酵素処理でエキス化したもののうち、アンセリンについては3倍程度の増強が見込まれた。以上のことから高圧酵素処理がシカ肉の機能性成分、イミダゾールペプチドのうちアンセリン含有量を増加させることが示された。

(3) 肉の結着性について、ソーセージモデルを作成・見える化の検討

シカ肉、牛肉、豚肉、鶏肉のミンチから、水溶性成分を抽出し、それを加えて簡易な皮なしソーセージを作成した。コントロールは何も加えないものとした。そのソーセージ切片を画像解析し、そのゲル形成を確認することで結着性について検討を行った。コントロールとの比較としてSteel 検定を行ったところシカ肉からの抽出物を加えた群は有意に白黒値のばらつきが少なかった。そのため、シカ肉は結着性が高いと示唆された。

以上の研究から今回は害獣のうち、ニホンジカをメインに未利用資源を食糧資源として利活用するためジビエのおいしさを検討するため、味と匂いについて検討を行うこと、シカ肉に対する加工方法の検討を行い、欠点(肉色の悪さ、匂い、硬さ)を解消すること、加工の1つ、肉の結着性についてエマルジョン疑似モデルを作ることによるソーセージ内部の見える化を図ることの3点からシカ肉の有効利用方法の検討を行った。

ジビエとひとくくりに「臭い」というが、実際には全く異なる匂いであり、実際にその成分も異なっていたことが判明した。また加工方法をいくつか検討し、発色剤としての亜硝酸塩代替方法の一助として通電処理を見出したことが社会的にも学術的にも大きな意義があると考えられる。

参考文献

- 1)大島敏明, 食品と容器. 52(7), 432-438, (2011)
- 2)辻 聡, 坂田 亮一, 食品工業 51(8), 56-63 (2008)
- 3)山本 和貴, 日本調理科学会誌 42(6), 417-423 (2009)
- 4)松原 甲, 田畑広之進, 渡辺理, 中川勝世, 兵庫農技研報(農業) 43, 85-88 (1995)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 小木曾加奈、金子昌二	4. 巻 3
2. 論文標題 長野県産熊肉の匂い特性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本味と匂学会誌第52回大会誌	6. 最初と最後の頁 43-46
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小木曾 加奈、安積良仁、森光一郎	4. 巻 第51回大会proceeding集
2. 論文標題 各種キノコペーストを添加した鹿肉ハンバーグの嗜好性	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本味と匂学会誌	6. 最初と最後の頁 S61-S64
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小木曾加奈、金子昌二
2. 発表標題 長野県産熊肉の匂い特性
3. 学会等名 日本味と匂学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小木曾加奈、金子昌二
2. 発表標題 通電処理シカ肉を用いたスープの嗜好性
3. 学会等名 日本食品科学工学会中部支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小木曾加奈、古田一匡
2. 発表標題 通電処理によるシカ肉の調理加工性
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小木曾 加奈、安積良仁、森光一郎
2. 発表標題 各種キノコペーストを添加した鹿肉ハンバーグの嗜好性
3. 学会等名 日本味と匂学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小木曾 加奈、川口 友万、中川 晴貴、大森 信行、百瀬 英哉、渡辺 誠一、澤野 友貴、古田 一匡、坂田 亮一
2. 発表標題 通電処理によるシカ肉の嗜好性
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

長野県短期大学 地域・国際連携センター年報 2018年度 第13号 p25
長野県短期大学 地域・国際連携センター年報 2017年度 第12号 p37

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----