

## 研究論文

## 各種食肉を用いた食肉製品の試作開発及び米麴の適用

矢野未右紀<sup>\*1</sup>、石川健一<sup>\*2</sup>、鳥居貴佳<sup>\*1</sup>Experimental Production of Processed Meat Products Using Various Kinds of Meat and Application of Rice *Koji*Miyuki YANO<sup>\*1</sup>, Kenichi ISHIKAWA<sup>\*2</sup> and Takayoshi TORII<sup>\*1</sup>Food Research Center<sup>\*1\*2</sup>

地域資源の有効活用の観点から、安心・安全で付加価値の高い食肉製品の開発を目指して、各種食肉（畜肉・獣肉）を用いたソーセージ等の食肉製品を試作した。県内で捕獲された猪や鹿の肉及びそれらを各々用いて試作したソーセージについて各種分析を行い、一般的に食されている豚肉ソーセージと比較した。

食肉製品製造における新たな加工法として微生物の利用を検討したところ、米麴の添加及び熟成により、いずれの肉種においても食味や食感の改善が確認された。

## 1. はじめに

近年、野生鳥獣による農作物被害が年々増加しており、被害防止対策の強化と共に、捕獲活動の活性化の観点から、捕獲した猪や鹿を地域資源として有効活用していくことが期待されている。こうした鳥獣肉の食材としての消費拡大のために、多様な加工法及び製品開発が望まれている。

そこで本研究では、地域資源の有効活用の観点から、安心・安全で付加価値の高い食肉製品の開発を目指して、まず、県内で捕獲された猪や鹿の肉及びそれらを各々用いて試作したソーセージについて各種分析を行い、一般的に食されている豚肉ソーセージと比較した。次に、食肉製品製造における新たな加工法として微生物の利用を試みることにし、各種食肉を用いて米麴を添加したソーセージを作製して、発酵の有無について、官能審査により食味、食感等を検討するとともに、食肉製品の物性、栄養成分等を比較した。

本報では、繁殖率が高く、急増が特に懸念されている鹿の肉及びその加工品を中心に報告する。

## 2. 実験方法

## 2.1 材料

各種食肉を用いてソーセージ等の食肉製品を試作した。豚肉は、市販の愛知県産のものを使用した。猪肉及び鹿肉は、いずれも愛知県内にて捕獲されたものを NPO 法人中部猟蹄会（岡崎市夏山町）から購入して使用した。微生物供給源として用いた米麴は、市販の乾燥米麴（マルコメ（株）製）を使用した。

## 2.2 ソーセージの調製

肉を直径 8mm 孔のミンチプレートを着したミンサーで挽き肉とした。肉 1kg に対して、塩化ナトリウム 16g、グルコース 7g、グルタミン酸ナトリウム 3g、亜硝酸ナトリウム 0.1g、アスコルビン酸ナトリウム 1g、ポリリン酸ナトリウム 1g、ホワイトペッパー 3g、ナツメグ 1g、オニオン 2.5g、ジンジャー 2g、ガーリック 1g、セージ 1g、ブラックペッパー 1g、馬鈴薯澱粉 30g 及び氷水 200mL を加えて、肉温が上昇しないように混ぜ合わせ、ケーシング（ソーセージ製造用天然羊腸、ニュージーランド産、口径 20/22mm、（株）アークジャパンフーズ製）に充填して成形し、一晚冷蔵庫で熟成させた後、55℃で乾燥・燻煙した（各 1 時間）。燻煙後 75℃で 20 分間ボイルし、出来上がったソーセージは使用時まで -80℃で凍結保存した。使用時には前日から冷蔵庫に移して自然解凍し、実験に供した。

米麴添加ソーセージについては、調味料、香辛料、氷水添加時にさらに乾燥米麴を肉 1kg に対して 100g 加えて調製し、熟成は各種温度及び時間で行い、燻煙は省略した。

## 2.3 微生物菌数の測定

生菌数は、標準寒天培地を用い、混釈平板培養法により、30℃において 48 時間培養後、出現したコロニー数を計測した。

かび数は、ポテトデキストロース寒天培地（PDA）を用い、混釈平板培養法により、25℃において 3 日間培養後、出現したコロニー数を計測した。培地には、細菌類増殖抑制のため、クロラムフェニコールを 100ppm 添加

\*1 食品工業技術センター 保蔵包装技術室 \*2 食品工業技術センター 保蔵包装技術室（現産業技術センター 総合技術支援・人材育成室）

して使用した。

## 2.4 物性測定

### 2.4.1 色調の測定

ソーセージの色調は分光色差計（SE6000、日本電色工業（株）製）を用いて標準の光  $D_{65} \cdot 2^\circ$  視野で  $L^*a^*b^*$  を測定した。試料は輪切りにし、その断面について口径 10mm の試料台を使用して繰り返し測定を行い（12 回以上）、平均値を求めた。

### 2.4.2 かたさの測定

ソーセージのかたさはクリープメータ（RE2-33005C、（株）山電製）を用いて破断強度を測定した。プランジャーは接触面積  $1\text{mm} \times 30\text{mm}$  のくさび形プランジャーを使用し、破断速度  $1\text{mm}/\text{秒}$  で測定した。

## 2.5 成分分析

### 2.5.1 栄養成分の分析

一般栄養成分の分析は、五訂日本食品標準成分表分析マニュアル<sup>1)</sup>に従って行った。

### 2.5.2 遊離アミノ酸の分析

ソーセージ中の遊離アミノ酸の分析は、高速液体クロマトグラフ（Nexera X2、（株）島津製作所製）を用いた自動プレカラム誘導体化アミノ酸分析法により行った。ソーセージ 5g を採取し、2%スルホサリチル酸を 20mL 加えてストマッカーで 1 分間処理した後、遠心分離を行い、上清を回収した。上清を 50 倍希釈し、 $0.45 \mu\text{m}$  のセルロースアセテートフィルターでろ過したものを分析試料とした。

### 2.5.3 亜硝酸イオンの簡易定量<sup>2)</sup>

食肉製品には通常、発色剤として亜硝酸塩が用いられている。亜硝酸塩は、食肉製品独特のピンク色を発現させるだけでなく、ボツリヌス菌等の食中毒菌の増殖を抑制する作用を有する<sup>3)</sup>が、大量に摂取すると発がん性物質（ニトロソ化合物）を生成するおそれがあるため、食品衛生法では食肉製品中の残存亜硝酸イオン濃度は 70ppm 以下と規定されている。そこで、亜硝酸テスター（食品中亚硝酸塩検査用試験紙、柴田科学（株））を用いて試作したソーセージ中の亜硝酸イオンを測定した。試料 5g を乳鉢でよくすりつぶした後、水 45 mL を加えてよく攪拌し、試験溶液とした。この試験溶液に試験紙を 1 秒間浸して取り出し、試験紙についた過剰な水分を振り落として、1 分後に明るい光線条件下で標準比色表（0、5、10、30、50、100ppm）と比較して判定した。

## 2.6 官能試験<sup>4) 5)</sup>

試作した豚、猪、鹿の 3 種類のソーセージについて、炒めたものを用いて官能試験を行った。色、味、かおり、食感、総合的な評価の 5 項目につき 7 段階評点法〔（非常に・とても・やや）良い—普通—悪い（やや・とても・

非常に）〕で行い、パネル構成は食品工業技術センター職員 24 名とした。

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 鹿の肉及びソーセージについて

鹿の肉及び試作したソーセージの一般栄養成分分析結果を表 1 に示す。鹿肉は、低脂肪・高タンパクで、鉄分豊富が特徴と言われている。「日本食品標準成分表 2010」に記載されている「しか」の脂質の値は一般に脂肪が少ないと言われている「うし」のもの赤肉より小さく<sup>6)</sup>、今回分析した鹿肉の脂質の値はその「しか」よりさらに小さかった。

鹿肉の生菌数は  $7.1 \times 10^2 \text{cfu/g}$  であった。また、本研究では最少必要量の亜硝酸塩として亜硝酸ナトリウムを 100ppm 添加した<sup>3)</sup>が、ソーセージ中の亜硝酸イオン濃度は、試験紙を用いた比色による簡易測定の結果 30~40ppm で、食品衛生法に定められている基準値の 70ppm を下回っていることが確認できた。

表 1 鹿の肉及びソーセージの栄養成分

		鹿	
		肉	ソーセージ
(可食部100g当たり)			
エネルギー	kcal	94	111
水分	g	77.6	72.1
たんぱく質	g	20.7	21.2
脂質	g	0.7	0.6
灰分	g	1.0	2.2
炭水化物	g	0	3.9
ナトリウム	mg	91	600

※窒素—たんぱく質換算係数: 6.25

※科学技術庁「日本人における利用エネルギー測定調査」に基づくエネルギー換算係数  
を適用: たんぱく質 4.22kcal/g、脂質 9.41kcal/g、炭水化物 4.11kcal/g

### 3.2 ソーセージの物性測定

#### 3.2.1 色調

試作した豚、猪、鹿の 3 種類のソーセージについて  $L^*a^*b^*$  を測定した結果を表 2 に示す。 $L^*$  は明度を表し、色の明暗の度合いを示す。 $a^*$ 、 $b^*$  は色度を表し、色の方向を示す。 $L^*$  を縦軸に、 $a^*$  を横軸にプロットしたところ（図 1）、豚→猪→鹿の順に、暗く、赤くなっていた。これは、後述する官能評価で鹿肉ソーセージに多かったコメント（「赤黒い」）と一致している。

#### 3.2.2 かたさ

試作した豚、猪、鹿の 3 種類のソーセージについて、中央部分を切断する方向で破断強度を測定した結果を図 2 に示す。鹿は特にばらつきが大きかったものの、全体的な傾向として、豚→猪→鹿の順にかたいことが分かった。このことは、後述する官能評価で鹿肉ソーセージが「かたい」とコメントした人が多数を占めたことと一致する。

表2 各種ソーセージの色調（一晚冷蔵庫熟成）

L*a*b* 表色系	豚	猪	鹿
L*	61.84	54.89	48.31
a*	9.84	13.05	14.96
b*	11.67	13.53	11.44

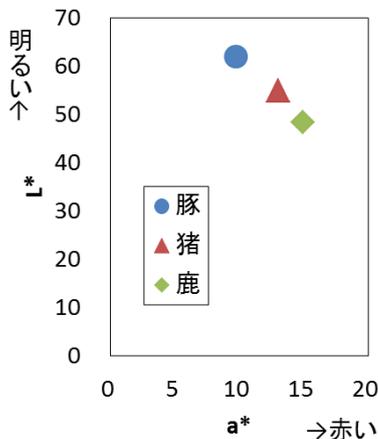


図1 原材料肉の違いによる各種ソーセージのL\*、a\*の比較（一晚冷蔵庫熟成）

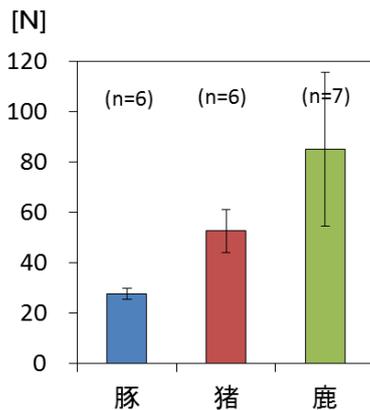


図2 各種ソーセージのかたさ（一晚冷蔵庫熟成）

### 3.3 ソーセージの官能評価

試作した豚、猪、鹿の3種類のソーセージについて官能試験を行った結果を表3及び図3に示す。表3では、官能試験の各評価項目において7段階評点法によりパネル24名から得られた得点の平均値及び標準偏差を示した。図3では、得られた得点の平均値をレーダー図で表した。

猪は、色・かおりで豚よりも高い平均点が得られたが、ばらつきが比較的大きく、人によって評価（好み）が分かれた。鹿は、得点のばらつきは小さく、まんべんなく評価が低かった。パネルの記入コメントでは、色（「赤黒い）・食感（「かたい）」の評価は低かったが、味への評価はそれほど悪くなかった（評点的にはほぼ「普通」）。

脂肪が少ないという鹿肉の特徴はソーセージを作る上では欠点だが、逆にヘルシーさを前面に出した鹿肉の活用法を今後考えていく必要がある。

表3 ソーセージの官能試験結果（その1）

評点	豚	猪	鹿
色	0.83±0.92	0.92±1.21	-1.33±0.76
味	1.13±0.90	0.63±1.31	-0.17±0.96
かおり	0.79±1.06	0.83±1.17	-0.21±0.98
食感	1.08±0.93	0.29±1.40	-0.96±0.86
総合的な評価	1.29±0.62	0.50±1.14	-0.75±0.85

【評点】 3：非常に良い 0：普通 -1：やや悪い  
2：とても良い -2：とても悪い  
1：やや良い -3：非常に悪い

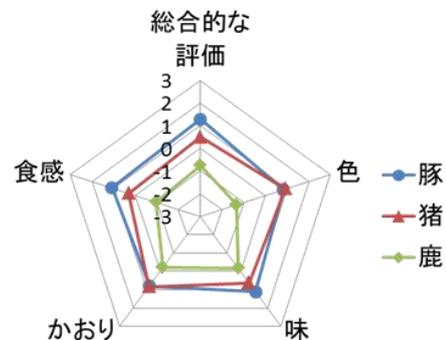


図3 ソーセージの官能試験結果（その2）

### 3.4 鹿肉を用いた米麴添加ソーセージについて

豚肉を用いた米麴添加ソーセージの発酵熟成条件の検討結果（データ省略）をもとに、鹿肉を用いて米麴添加ソーセージを試作した。熟成温度5℃として、製造当日から7日間、ボイルする前の、生ソーセージの菌数の経時変化を追ったところ、生菌数は $1.0 \times 10^4$ cfu/g以下、かび数は $1.0 \times 10^3$ cfu/g以下で、ともにほぼ一定であった（データ省略）。

ボイルしたソーセージを試食してもらったところ、熟成期間の短いものほどかたく、熟成期間が長くなるに従ってうま味が強くなっていた。また、熟成させたものはいずれも甘味の増加が感じられた。全体的にかたさが減って食べやすくなっているという評価であった。

### 3.5 米麴添加鹿肉ソーセージの分析

#### 3.5.1 色調

ソーセージの断面の色調は、熟成日数による違いは見られなかった（データ省略）。米麴添加ソーセージのa\*値は13前後で、米麴を添加していないものの値（14.96：表2参照）と比べて減少しており、点在する米麴の白さが影響しているものと考えられた。

#### 3.5.2 かたさ

ソーセージのかたさの測定は、ソーセージの中央部分

を切断する方向（図4ア）と約15mm間隔で輪切りにしたものの切断面（図4イ）の2種類について破断荷重を測定した。全体として熟成日数が増えるにつれて破断荷重は減少する傾向が見られた。

### 3.5.3 遊離アミノ酸量

甘味や旨味を呈する主なアミノ酸6種について、米麴添加ソーセージの遊離アミノ酸量を図5に示す。ソーセージ製造時に添加しているグルタミン酸ナトリウムに影響されるGluを除いて、熟成日数が増えるにつれて増加しており、熟成期間が長くなるにつれて甘味・うま味が強くなるという試食の結果が裏付けられた。

以上の結果より、米麴を添加した鹿肉ソーセージは、添加していないものと比較して、食味・食感共に改善された。これは、米麴等に含まれるプロテアーゼやペプチダーゼなどの作用により肉の筋原線維が分解されて肉質が軟化したり<sup>7)</sup>、たんぱく質が分解されてアミノ酸やペプチドが増加したことが一因と考えられる。また、鹿肉

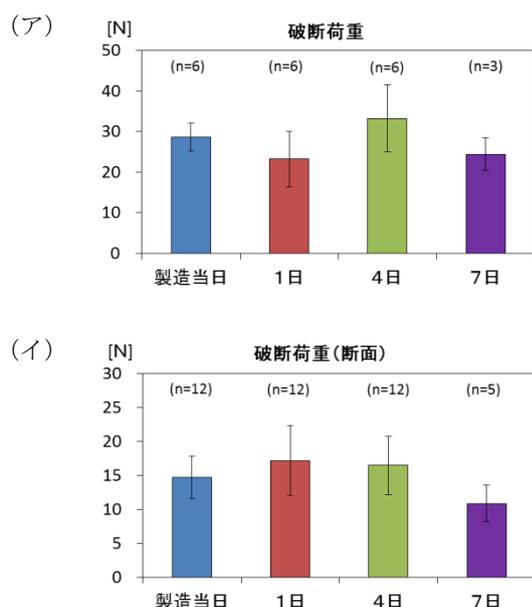


図4 5°C熟成における米麴添加鹿肉ソーセージの破断強度の経時変化

(ア) 中央部分切断方向、(イ) 輪切りしたものの切断面

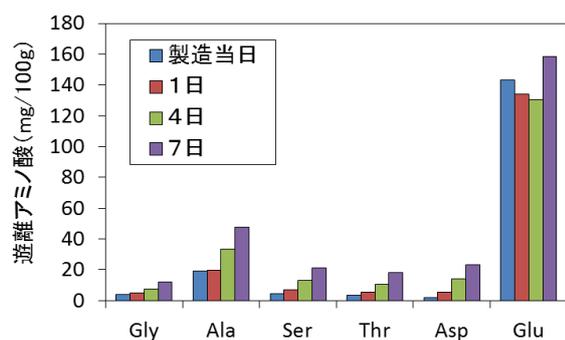


図5 遊離アミノ酸量の経時変化 (5°C熟成時、鹿肉)

の「赤」と添加した米麴の「白」のコントラストが美しく、外観的にも優れたものとなった。

## 4. 結び

と畜場法に定める獣畜(牛、馬、豚、めん羊及び山羊)及び食鳥以外の動物を食肉として販売する場合は、食品衛生法の規定により、食肉処理業の許可を受け、さらに都道府県の食品衛生法施行条例の定める施設・設備および衛生管理の基準を遵守することが定められている。このような食品営業許可を受けた処理場は不足しており、食用に流通しているのは捕獲されたものの数%に過ぎず、ほとんどが埋設処理されている。今後食材としての利用を拡大していくためには、食肉処理場を増やして安定供給を図るとともに、野生動物由来の食肉の安全性の確保が求められる。

本研究では、地域資源の有効活用の観点から、安心・安全で付加価値の高い食肉製品の開発を目指して、県内で捕獲された猪や鹿の肉及びそれらを各々用いて試作したソーセージについて各種分析を行い、一般的に食されている豚肉ソーセージと比較した。また、食肉製品製造における新たな加工法として微生物の利用を検討し、米麴の添加及び熟成により、いずれの肉種においても食味や食感の改善が確認された。特に前年度の官能評価で不評だった鹿肉については、食味・食感の大幅な改善が見られた。鹿は繁殖率が高く、近年急増しており、米麴の利用は捕獲後に食材として有効活用する際の新たな加工法のひとつとして期待できる。

## 文献

- 1) 財団法人日本食品分析センター：五訂 日本食品標準成分表分析マニュアルの解説(2001)，中央法規出版株式会社
- 2) 山中勝弘，円若茂信，中西正和，千場堅司，轟渡：農林水産消費技術センター調査研究報告，15，65 (1991)
- 3) 日置昭二，加藤秀雄，板谷一，島田謙一郎，辰巳隆一，西邑隆徳，服部昭仁：北海道大学農学部農場研究報告，30，55 (1997)
- 4) 松本仲子：調理と食品の官能評価，P141(2012)，株式会社建帛社
- 5) 大越ひろ，神宮英夫：食の官能評価入門，P68(2009)，株式会社光生館
- 6) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会：日本食品標準成分表 2010，P188，P192(2010)
- 7) 前橋健二，浅利妙峰：旨みを醸し出す麴の不思議な料理力，P39(2012)，東京農大出版会