

ジビエ醤油の香気特性に及ぼす製造方法の影響

丸石 優紀¹⁾・脇山 元気²⁾・藤 浩太郎³⁾・太田 香穂⁴⁾・石川 洋哉¹⁾

¹⁾ 福岡女子大学院人間環境科学

²⁾ 福岡県醤油醸造協同組合

³⁾ 福岡県醤油工業組合

⁴⁾ 福岡女子大学国際文理学部

Effect of manufacturing method on the aroma characteristics of fermented sauce made from game meat.

Yuki MARUISHI¹⁾, Motoki WAKIYAMA²⁾, Kotaro TOH³⁾, Kaho OHTA⁴⁾ and Hiroya ISHIKAWA¹⁾

^{1,4)} 〒813-8529 福岡県福岡市東区香住ヶ丘1-1-1

^{2,3)} 〒818-0014 福岡県筑紫野市牛島65

(令和7年1月30日受理)

緒 言

日本では、シカやイノシシなどの野生鳥獣による農作物被害が大きな問題となり、農林水産省調査では毎年160億円ほどの損出が発生している¹⁾。鳥獣被害は営農意欲の減退、耕作放棄・離農の増加、さらには森林の下層植生の消失等による土壌流出、希少植物の食害等の被害ももたらしており、被害額として数字に表れる以上に農山漁村に深刻な影響を及ぼしている。対策として、鳥獣の捕獲が進められているとともに、食用（ジビエ、game meat）としての利用が進められている¹⁾。外食等による販売拡大、学校給食への展開、地域オリジナル商品の開発等、ジビエ利用拡大に向けた取り組みが行われている。シカ肉は牛肉の半分のエネルギー量（シカ肉：119 kcal，牛肉：294 kcal）であり、脂質は5分の1（シカ肉：4.0 g，牛肉：25.8 g），鉄分は1.7倍（シカ肉：3.9 mg，牛肉：2.0 mg）と低カロリーで栄養価が高い。イノシシ肉は、鉄分が豚肉の4倍（イノシシ肉：2.5 mg，豚肉：0.6 mg），ビタミンB₁₂が3倍（イノシシ肉：1.7 µg，豚肉：0.5 µg）である²⁾（すべて100 gあたり）ことから、シカ、イノシシともに栄養価が高い食材として注目されている。しかし、その特有の獣臭があることや、保管中に不快臭が発生すること³⁾により加工用途が限定されているのが現状である。

ジビエを活用する加工食品の一つとして肉醤（ジビエ醤油）の開発が検討されている⁴⁾。醤油の起源は古代中国の「醬（ひしお）」であり、食べ物を塩漬けにした保存

食として造られたことから始まり、最古の醬は鶏肉や獣類を原料としていた。日本では、仏教の伝来により思想的な影響を受け発展しなかったが、近年、食肉の調味料化に関する一連の研究が行われている^{5,6)}。ジビエ醤油の一例として、船津⁴⁾はエゾシカを原料としたジビエ醤油を製造し、色調や呈味成分の測定、官能評価を実施している。結果として、醤油醸造法により日本人好みの肉醤の調整が可能であり、大豆麴や米麴に比べて、醤油麴を添加した場合に有意に好まれたことが報告されている。一方、ジビエ醤油の製造条件に関しては、現状でも模索されており、ジビエ醤油普及の足枷となっている。すなわち、ジビエ醤油はシカやイノシシなどのジビエ肉を麴、食塩水などと混合して発酵させることによって製造されるが、経験的に製造法が模索されているだけでなく、製造したジビエ醤油の評価もヒトの官能評価に頼っているのが現状であるため、原料に応じた最適製造条件の設定が困難な状況にある。こうした中、現在食品の官能特性を機器により客観的に評価する手法が急速に発展してきており、ジビエ醤油の官能特性を機器分析により解析することにより、最適な製造条件を見出すことが可能であると考えられる。

本研究では、野生のシカ肉およびイノシシ肉を原料に醤油麴および米麴を添加し、原料肉の加熱の有無や、発酵温度、仕込み水の条件を変えた4種類の製法でジビエ醤油の製造を試み、超高速GC及びおい嗅ぎGC-MSによる香気成分の解析を行うとともに、味センサによる食味解析を行うことにより最適製造条件を検討した。

実験方法

1. 試料

試料として、シカまたはイノシシ肉を用い、4種類の製造方法（A群：食塩（生肉）、B群：食塩（加熱肉）、C群：アルコール（生肉）、D群：高温発酵（生肉））で作製した計8種のジビエ醤油及び、対象として大豆を原料とした濃口醤油1種を用いた。表1に各サンプルの材料を示した。ジビエ醤油の4種類の製造方法のうち、A群およびB群は食塩を使用するため、食塩添加区とし、C群およびD群は食塩を使用しないことから食塩無添加区とした。濃口醤油は、大豆、醤油麴に加えて仕込み水として食塩水を用いており、ジビエ醤油は原料肉としてシカまたはイノシシ、麴には醤油麴および米麴を併せて用いた。A群、C群およびD群は原料に生肉を用い、B群は加熱肉を用いた。また、仕込み水は、A群およびB群は食塩水、C群はエタノール、D群は水とした。各製造方法について図1に示した。原料肉、麴、仕込み水を合わせた後、A-C群は室温（25℃）程度で発酵した。その後、酵母（*Z. rouxii*：*Zygosaharomyces rouxii*）を添加し、さらに発酵させ、バケット・プレス方式で圧搾した。火

入れとして60℃ 1時間および85℃ 30分の加熱および逆下げ剤を添加し、ろ過したものを試料とした。D群では、発酵温度を55℃の高温とし、酵母を添加しなかった。また、火入れは85℃ 30分のみとし、その他の工程はA-Cと同様とした。

2. 試薬

GC、GC-MS分析における同定作業のための標準物質として、acetic acid, benzaldehyde, phenylethyl alcohol（ナカライテスク（株））、isoamyl alcohol（片山化学工業（株））、2-acetylpyrrole, furfuryl alcohol, isobutyl alcohol, methional（東京化成工業（株））を用いた。

3. 香気成分分析

3.1. 超高速GC分析

超高速GC分析には電子嗅覚ノーズ HeraclesII（Alpha MOS, Toulouse, France）を用いた。本機器は、2本のキャピラリーカラム（MXT-5: 極性, 10 m × 0.18 mm × 0.40 μm, Restec Corporation, Bellafonte, PA, USA; MXT-WAX: 微極性, 10 m × 0.18 mm × 0.40 μm, Restec Corporation, Bellafonte, PA, USA）が装備されており、それぞれがイオ

表1. サンプルおよび材料

	Control	A 群	B 群	C 群	D 群
仕込み方法 （主原料）	濃口醤油 （大豆）	食塩添加区		食塩無添加区	
		食塩（生肉）	食塩（加熱肉）	アルコール（生肉）	高温発酵（生肉）
麴	醤油麴	醤油麴, 米麴	醤油麴, 米麴	醤油麴, 米麴	醤油麴, 米麴
仕込み水	食塩水	食塩水	食塩水	エタノール水	水

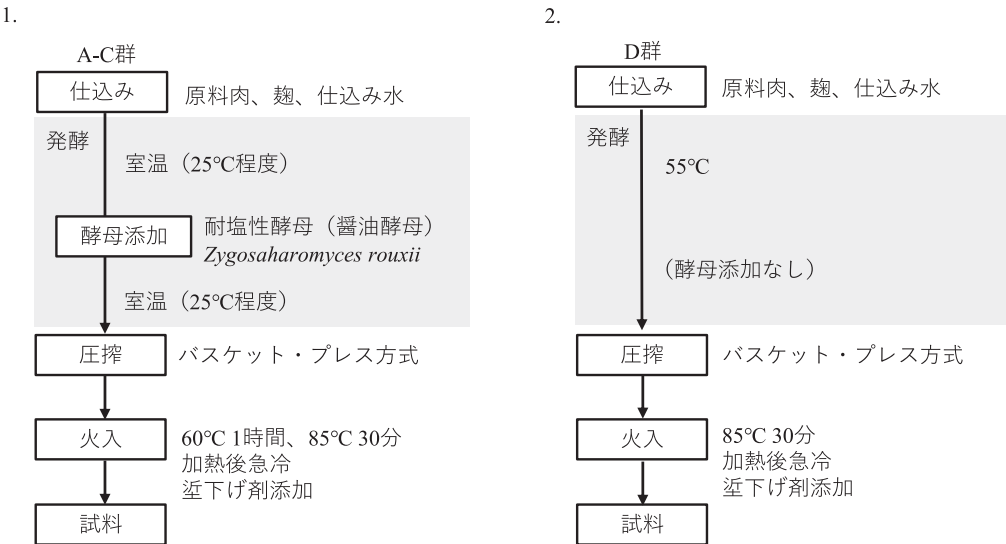


図1. ジビエ醤油の製造方法

A 群：食塩（生肉）、B 群：食塩（加熱肉）、C 群：アルコール（生肉）、D 群：高温発酵（生肉）
1. 食塩、食塩・加熱肉、アルコールの製造方法
2. 高温発酵の製造方法

ン化検出器（FID）に接続されている。分析では、各醤油1.0 mL（各3本）を20 mL 容バイアルに採取した後、SPME Fiber（50/30 μ m DVB/CAR/PDMS SPME Fiber, Supelco, Darmstadt, Germany）を付したオートサンプラー（HS100, CTC Analytics AG, Alpha MOS, Toulouse, France）で試料溶液上部のヘッドスペースの揮発性成分を採取した。バイアル瓶を500 rpm で攪拌しながら、37°Cで5分間のブレインキュベーションを行った後、揮発性成分を30分間捕集した。SPME ファイバーに吸着された揮発性成分は、240°Cに設定した注入口に導入され、装置内でTenaxTAトラップにて125秒間（40°C）吸着（濃縮）後、スプリットモード（10 mL/min）でカラムに注入された。オープン温度は、40°Cで10秒間保持後、1.5°C / 秒で250°Cまで昇温し、その後60秒間保持した。キャリアガスにはH₂を用い、1.6 mL/min の定流量モードで分析した。検出器の温度は260°Cとした。

3.2. GC-MS 分析

GC-MS 分析は、Agilent Technologies 社製の測定器（GC：7890A, MS：5975C inert XL MSD with triple-Axis Detector）を用いた。分析は以下の通りに行った。カラム：DB-5MS（30 m \times 0.250 mm, 膜厚0.50 μ m, Agilent Technologies）。カラムの昇温プログラムは、60°Cで5 min 保持後、3°C/min で昇温、230°Cで20 min 保持した。キャリアガスはHe、イオン化電圧は70eV で行った。

3.3. におい嗅ぎ GC-MS 分析

GC-O 分析は、Gestel 社製の Sniffing port（ODP：G3172A）を付属した Agilent Technologies 社製の GC（7890A）を用いた。分析は上記3.2.と同様に行い、SPME により脱着した揮発性成分は、におい嗅ぎポートとGCを1:1で分割された。香気成分の評価は、保持時間と記述により行った。

3.4. 揮発性成分の同定方法

化合物の同定は、超高速GC・GC-MS分析での保持指標（RI：Retention Index）とGC-MS分析でのマススペクトル解析により行った。超高速GCでは、RIに基づいてAroChem Base データベース（Ver.6.0, Alpha M.O.S.）から検索し、GC-MSではRIからAroma Office（Ver.5.0, 西川計測株式会社）で検索した。GC-MS分析でのマススペクトル解析はトータルイオンクロマトグラム（TIC）を用い、NIST データベースと照合した。なお、標準物質として入手可能な揮発性成分に関しては、超高速GCおよびGC-MS分析を行い、化合物のRIおよびMSの一致性を確認した。

4. 味センサによる食味解析

味覚センサ（味認識装置 SA402B, Insent 社製）を用いて食味解析を行った。この装置は、試料溶液にセンサを浸漬し、食品を口に含んだ瞬間の「先味」と、食品を飲み込んだ後の「後味」の2種類を評価する。測定には、10倍希釈した各醤油サンプル溶液を用いた。試料溶液と基準溶液（30 mM 塩化カリウムと0.3 mM 酒石酸からなる水溶液）との電位差を先味、その後センサを基準溶液で軽く洗浄し、基準液中に浸漬して再度測定した時の電位と基準液の電位との差を後味として測定した。その後、各センサの電位データは装置付属のソフトウェアで味評価項目の値に変換され、それぞれの味強度に変換した。用いたセンサと測定した味評価項目を表2に示す。なお、基準溶液に対する味強度の値から、基準試料溶液（大豆原料の濃口醤油希釈液）の味強度が0になるように換算した相対値を用いた。

表2. 味センサーの味覚項目と味の特徴

味覚項目	センサー	味の特徴
先味（口に入ったときに感じる味わい）		
酸味	CAO	クエン酸、酒石酸、酢酸が呈する味
塩味	CTO	食塩のような無機塩由来の味
旨味	AAE	アミノ酸、拡散由来のダン味
苦味雑味	COO	低濃度ではコク、雑味、隠し味、複雑さなどに相当
渋味刺激	AE1	渋味物質由来で、低濃度では刺激味、隠し味などに相当
後味（飲み込んだ後にも続く味わい）		
苦味	COO	一般食品にみられる後味の苦味
渋味	AE1	カテキン、タンニン等が呈する味
旨味コク	AAE	持続性のある旨味、旨味の余韻

5. 統計解析

超高速GC分析は3回行い、各測定で得られたピーク面積を基に、Alpha Soft（Ver.14.3, Alpha MOS）により主成分分析（PCA）を行った。主成分分析に用いたピークは、Alpha Soft の解析で用いる識別力0.8以上の成分を選択した。なお、識別力は以下の式にて算出されている。

$$\begin{aligned} &= \{1 - (\text{グループ内の分散の合計} / \text{トータルの分散})\} \\ &= (\text{グループ間の分散の合計} / \text{トータルの分散}) \end{aligned}$$

超高速GCのピーク面積比較には、JMP Pro（Ver.17.2.0, SAS Institute Japan 株式会社）を用い、Tukey-Kramer のHSD検定により有意差を検定した。

結果および考察

1. 超高速 GC データによるジビエ醤油の香気成分分析

超高速 GC により得られた濃口醤油 (Control) およびジビエ醤油の代表例として A 群: 食塩 (生肉) シカのクロマトグラムを図2-1, 2に示した。図2-1の濃口醤油は、図2-2のジビエ醤油と比較して、検出されたピーク数が多かったが、濃口醤油とジビエ醤油に共通したピークも多くみられた。一方で、24.5分のピークはジビエ醤油で顕著に高く、103分、104分には濃口醤油には確認されなかったピークも認められた。

濃口醤油およびジビエ醤油の各サンプルの特徴を明らかにするため、超高速 GC のピーク情報をもとに主成分分析を行った (図3)。なお、解析には、識別力0.8以上の成分のピークを用いており、主成分分析における第1主成分 (PC1) の寄与率は30.0%, 第2主成分 (PC2) の寄与率は25.6%で、PC1とPC2の累積寄与率は55.6%であった。図3の結果を確認すると、大豆原料の濃口醤油が一連のジビエ醤油グループと大きく離れて分布することが明らかになった。この結果から、揮発性成分のパターンがジビエ醤油と濃口醤油とで大きく異なり、ジビエ醤油が特徴的な揮発性成分の組成を有することが示された。

続いて、ジビエ醤油内での揮発性成分の違いを確認するために、ジビエ醤油のみでの主成分分析を行った。図

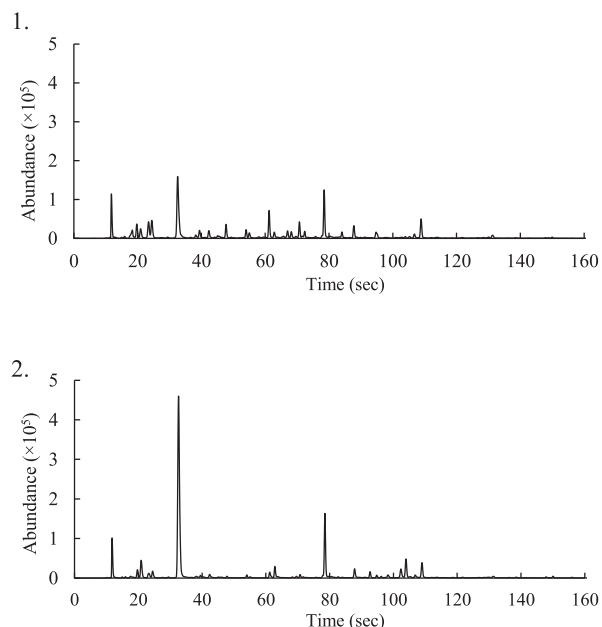


図2. 超高速 GC による濃口醤油 (大豆) とジビエ醤油 (A 群: 食塩 (生肉, シカ)) のクロマトグラム (カラム: MXT-5)

1. 大豆原料の濃口醤油 (Control)
2. ジビエ醤油 (A: 群: 食塩 (生肉, シカ))

4-1, 2にジビエ醤油 8 サンプルの主成分分析結果を示した。サンプル間の揮発性成分パターンの違いをより明確にするため、識別指数0.95以上の成分のピークを用いた。PC1の寄与率は42.8%, PC2の寄与率は23.8%で、PC1とPC2の累積寄与率は66.6%であった。図4-1の主成分分析結果を確認した結果、食塩添加区の A 群: 食塩 (生肉) と B 群: 食塩 (加熱肉) は、いずれも PC1の負方向に、D 群: 高温発酵 (生肉) は大きく正方向にはずれて分布し、C 群: アルコール (生肉) は両者の中間付近に位置することが明らかになった。この結果から、ジビエ醤油の揮発性成分には、原料肉 (シカまたはイノシシ) の違いよりも、製造方法が大きく影響を及ぼすことが示唆された。さらに、図4-2ローディングプロットを確認すると、特に食塩添加区の A, B 群の方向に多くのベクトルが向いており、C 群の方向にはベクトルが少ないことも確認された。

主成分分析結果をより詳細に解釈するために、各ベクトルの成分同定を試みた。同定において、本研究では大豆原料の濃口醤油とジビエ醤油とで類似したピークも多く確認されたことから、これまで醤油の特徴揮発性成分として報告されている^{7,8)}成分である、酸、エステル、アルコール、アルデヒド、フラン系などの成分に加えて、ジビエ醤油で特異的に検出された成分など、計14成分のピークを選定した。図5では、超高速 GC のクロマトグラム (A 群) 上に選定したピークを一例として示しており、各ピークの同定結果は表3にまとめて示した。なお、表には超高速 GC 付属の揮発性成分データベース AroChemBase (Ver.6.0, Alpha M.O.S.) に収載されている各成分の官能特性も併せて記載した。主成分分析で得られたローディングプロット (図4-2) に同定した成分名を示している。ジビエ醤油の主成分分析上の配置の違いを、同定された揮発性成分のベクトルの図4-2の位置をもとにあらためて確認した結果、食塩添加区の A 群, B 群付近には、methionol, phenylethyl alcohol, isoamyl

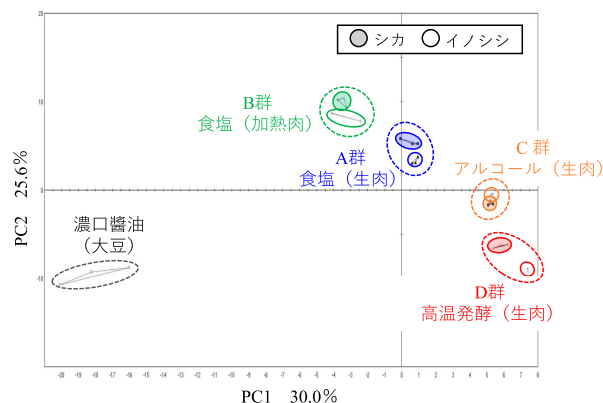


図3. 全サンプルにおける主成分分析結果

alcohol などのベクトルが位置することが確認され、これら 3 成分は食塩添加区 (A, B 群) の特徴に寄与する重要成分と考え、3 成分の GC クロマトグラムにおける各ピーク面積値を確認した結果 (図6-1~3), 3 成分いずれも食塩添加区の A, B 群で顕著に大きく、C, D 群ではほとんど認められないことが判明した。これらの成分は濃口

醤油中の代表的な揮発性成分として知られており⁸⁾, 醤油麹や酵母由来のものであると考えられる。isoamyl alcohol は、醤油の麦芽様の香りの原因と考えられており⁸⁾, 醤油酵母である *Z. rouxii* を用いて塩水発酵処理をした醤油では、他の微生物で発酵させたものに比べ増加する⁹⁾ ことが確認されている。また、ジャガイモ様の香

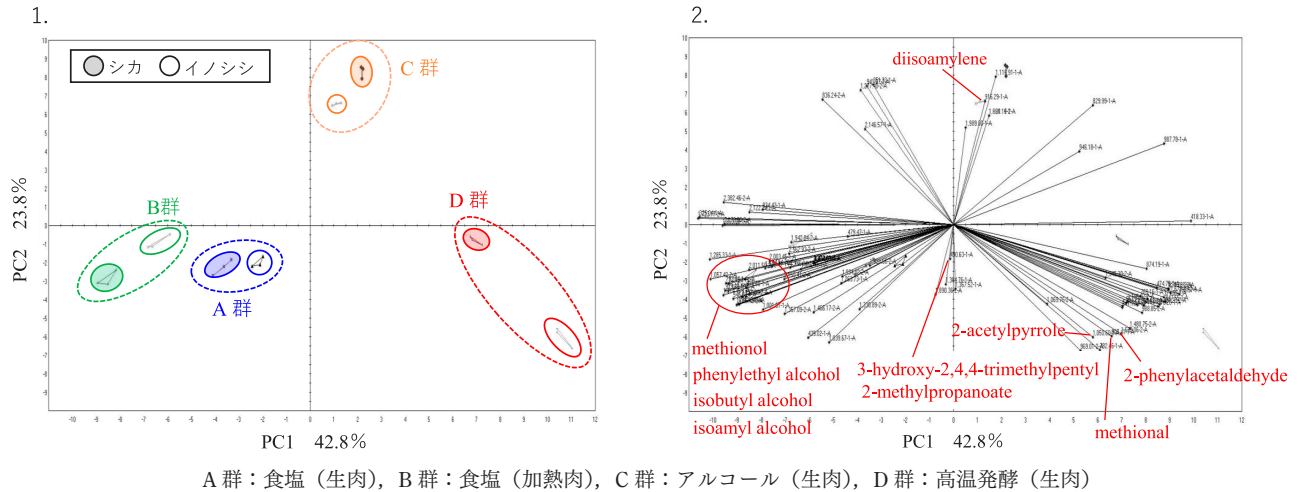


図4. ジビエ醤油における主成分分析結果

1. コンポーネント
 2. ローディングプロット
- 本研究で選定した特徴香気成分をベクトルに示した。

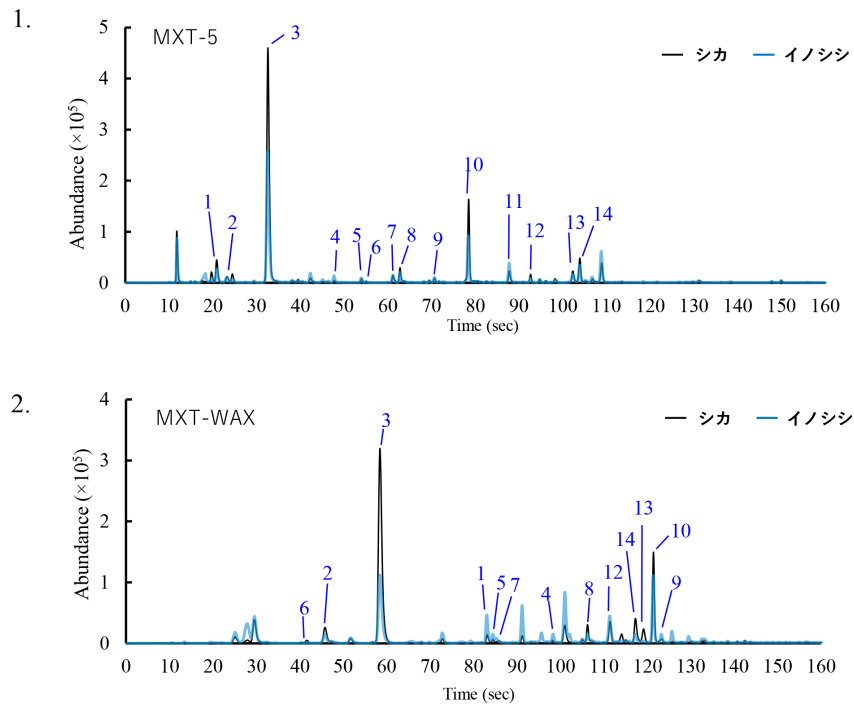


図5. 超高速 GC によるクロマトグラム (代表例, A. 群：食塩 (生肉))

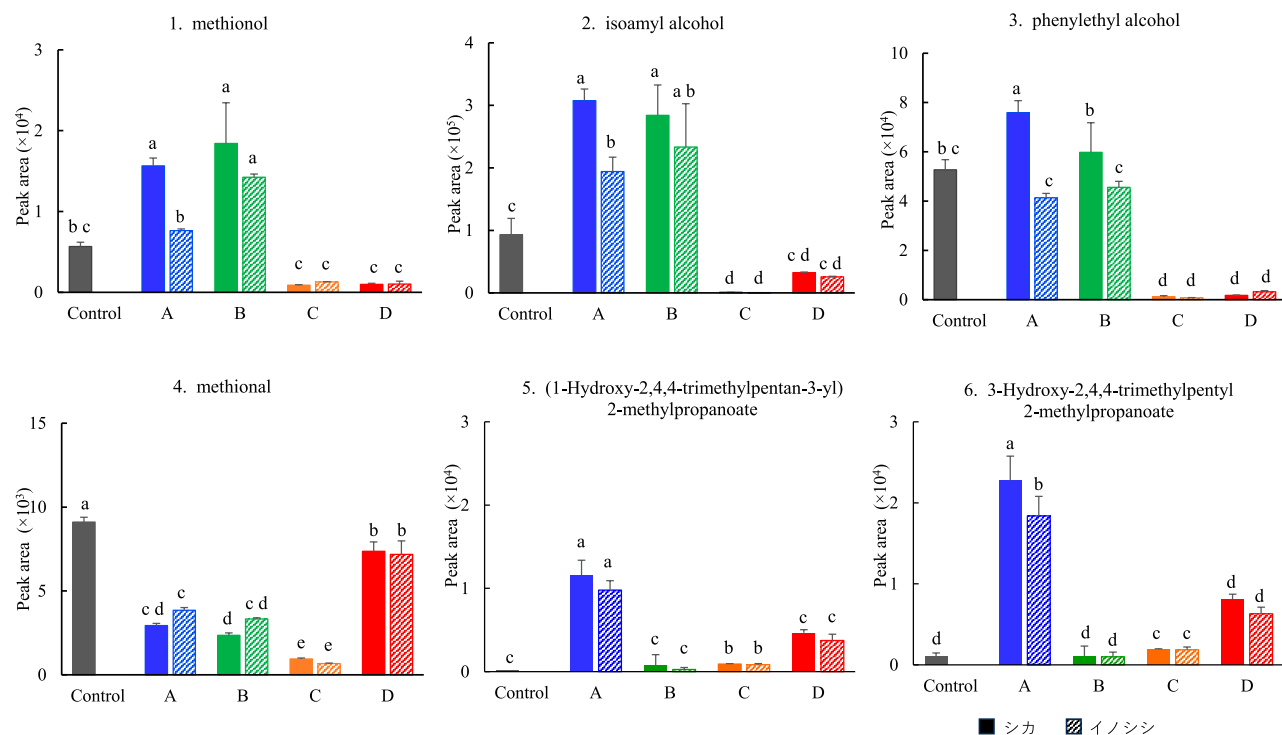
黒線：シカ, 青線：イノシシ
本研究で選定した特徴香気成分番号 (表3と対応) をクロマトグラム上に示した。

表3. 超高速 GC および GC-MS により同定した香気成分

No.	RT	RI	CAS	Name	Identification Method	Flavor note ^{*1}
1	23.3	596	64-19-7	acetic acid	RI/MS/STD	sour, acidic
2	24.5	622	78-83-1	isobutyl alcohol	RI/MS/STD	bitter, fermented, musty
3	32.6	736	123-51-3	isoamyl alcohol	RI/MS/STD	malty, alcoholic, fermented
4	47.8	858	98-00-0	furfuryl alcohol	RI/MS/STD	sugar burnt, alcohol, fermented
5	54.0	907	3268-49-3	methional	RI/MS/STD	cooked potato-like
6	55.1	916	54063-09-1	diisoamylene	RI/MS(tentative)	no data
7	61.2	967	100-52-7	benzaldehyde	RI/MS/STD	burnt sugar, almond, sweet
8	62.8	981	505-10-2	methionol	RI/MS(tentative)	potato-like, garlic, meat-like
9	70.7	1051	1072-83-9	2-acetylpyrrole	RI/MS/STD	roasty, popcorn-like, medicine
10	78.5	1124	60-12-8	phenylethyl alcohol	RI/MS/STD	floral, sweet
11	87.8	1214	112-31-2	decanal	RI/MS(tentative)	aldehyde, citrus, green grass-like
12	92.7	1264	103-45-7	2-phenylethyl acetate	RI/MS(tentative)	honey, floral, fruity
13	102.4	1369	74367-33-2	(1-hydroxy-2,4,4-trimethylpentan-3-yl) 2-methylpropanoate	RI/MS(tentative)	no data
14	103.9	1385	74367-34-3	3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl 2-methylpropanoate	RI/MS(tentative)	no data

RT: retention time (sec) , RI : retention indices, MS: comparison with mass spectra, STD: standard

RT および RI は超高速 GC (カラム: MXT-5) による数値を示した

^{*1} Flavor notes were searched by AroChemBase database (Ver.6.0, Alpha M.O.S.)

Control: 濃口醤油 (大豆), A 群: 食塩 (生肉), B 群: 食塩 (加熱肉), C 群: アルコール (生肉), D 群: 高温発酵 (生肉)

図6. 超高速 GC による特徴香気成分の面積値比較

Tukey HSD 検定 (異符号間に有意差あり, $p < 0.05$)

りを呈する methionol やバラ様の香りを呈する phenylethyl alcohol も酵母の作用により生成すると言われている^{7,8)}。したがって、食塩添加区 (A, B 群) では、食塩存在下での耐塩性酵母 *Z. rouxii* のはたらきにより、上記 3 成分が特徴的に生成したものと判断された。さらに、isoamyl alcohol および phenylethyl alcohol は、A, B 群に共通してシカを用いた場合に多く生成していることが確認された。isoamyl alcohol はロイシン生合成経路から分岐して生成され¹⁰⁾、phenylethyl alcohol はフェニルアラニンから生成される¹¹⁾。シカ肉のタンパク質含量は、イノシシ肉に比べて 1.2 倍ほど多い²⁾ ことから、このタンパク質含量の違いにより、発酵によるアミノ酸生成量に差が生じ、結果としてシカ肉を用いた場合に isoamyl alcohol と phenylethyl alcohol が多く生成された可能性が考えられた。一方、図 4-2 の D 群付近には、methional が確認された。GC のピーク面積値を確認した結果 (図 6-4)、methional は D 群で有意に多く、食塩添加区の A, B 群の 2 倍以上存在することが確認された。methional は、調理したジャガイモ様の香りを呈し、醬油の中でも最も強力なおい成分であると言われている⁸⁾。methional は、様々な種類のチーズの特徴香気成分の一つとしても知られており¹²⁾、嗅覚閾値が低い低濃度でも官能評価への影響が強いと考えられている。methional は、メチオニンの熱誘導ストレッカー分解によって生成されるとされていることから¹³⁾、A-C 群よりも発酵温度の高い D 群 (発酵温度 55°C) においてより多く存在したと考えられた。なお、D 群ではシカとイノシシが離れて分布する形となったが、methional の GC 面積値 (図 6-4) においてはほとんど差が見られていないことから、D 群ではシカとイノシシの差は他の成分の影響が大きいものと考えられた。他の成分としては、脂質に由来する発酵臭成分の影響が考えられる。シカ肉の脂質の融点は 42~49°C¹⁴⁾、イノシシ肉は 28~30°C¹⁵⁾ と、イノシシ肉の方が融点は低い。また、イノシシ肉の脂質量 (17.7 g/100 g) はシカ肉 (2.9 g/100 g) に比べ圧倒的に多い²⁾。脂肪酸組成にも大きな違いがあり、イノシシ肉はパルミトレイン酸などの一価不飽和脂肪酸やリノール酸などの n-6 系多価不飽和脂肪酸が多いのに対して、シカ肉は α -リノレン酸などの n-3 系多価不飽和脂肪酸が多い。これら脂質に由来する発酵臭や酸化臭成分が、D 群におけるシカとイノシシの揮発性成分の違いに繋がった可能性が推察された。さらに、濃口醬油にはほとんど含まれない (1-Hydroxy-2,4,4-trimethylpentan-3-yl) 2-methylpropanoate および 3-Hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl 2-methylpropanoate がジビエ醬油において確認された。これら成分は、ジビエ醬油の中でも特に A 群に多く含まれていた。両成分ともに、水草のマツモやセキシウモに含まれることが報告¹⁶⁾ されている。

その他、(1-Hydroxy-2,4,4-trimethylpentan-3-yl) 2-methylpropanoate は、柿に含まれ¹⁷⁾、3-Hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl 2-methylpropanoate は山林の樹下に自生する多年草のオウレンなどからも検出¹⁸⁾ されていることから、野生のシカやイノシシが食料として摂取した、これら植物由来のものである可能性が考えられた。

2. においかぎ GC-MS によるジビエ醬油の香気成分分析

上記を総合的に考えると、4 種類の製造方法で作製したジビエ醬油のうち、A 群：食塩 (生肉) および B 群：食塩 (加熱肉) がジビエ醬油として有力な醬油候補であると考えられたため、さらに両群の違いをにおい嗅ぎ GC-MS を用いて詳細に比較検討した。図 7 にシカ肉を用いた場合の醬油 A 群と B 群の GC-MS のクロマトグラムとアロマグラム (ヒトによるにおい嗅ぎ結果) を示した。クロマトグラムでは、A 群で多くのピークが観察され、アロマグラムにおいても多くのにおいが確認された。アロマグラムに記載したにおいの表現では、A 群は B 群と比較して、18 分の cooked potato (成分：methional) が強く感じられ、22 分の sugar burnt (成分：benzaldehyde)、34 分の fruity (未同定) など、多くの好ましい香りが確認された。この結果は、A 群は B 群よりも発酵に伴う良い香りである発酵香が多いことを示唆している。なお、A 群および B 群ともに、獣臭を表すような明らかな異臭は確認されなかった。本実験の結果より、香りに関しては食塩 (生肉) (A 群) の醬油が最も優れたジビエ醬油であると判断した。

3. 味センサによる食味解析結果

ジビエ醬油の製造方法および原料肉による味の違いについて、味センサによる食味解析を行った。酸味、苦味、雑味、渋味刺激、旨味、塩味、苦味、渋味、旨味コクの 7 項目の測定結果より、算出した味強度について、「味がある」の判定基準¹⁹⁾ に基づいて判断した。苦味雑味、塩味、旨味コクの 3 項目を解析対象とした。各製造方法の味強度を図 8 に示した。仕込み方法毎に味のバランスが異なっており、A 群：食塩 (生肉) および B 群：食塩 (加熱肉) は苦味雑味、旨味コクおよび塩味ともに高く類似していた。C 群：アルコール (生肉) および D 群：高温発酵 (生肉) では、塩味が低く、特に D 群が最も塩味が低値であった。同じ仕込み方法の場合はシカ、イノシシの味のバランスはほぼ同じであることが分かった。また、A 群ではシカの方がイノシシに比べて旨味コクが高い傾向となった。さらに、旨味コクと塩味の測定結果を散布図で示した味覚マップを図 9 に示した。A 群のシカは「塩味」および「旨味コク」のいずれも高く、濃厚な味であることが示された。本研究では、ヒトによる官能

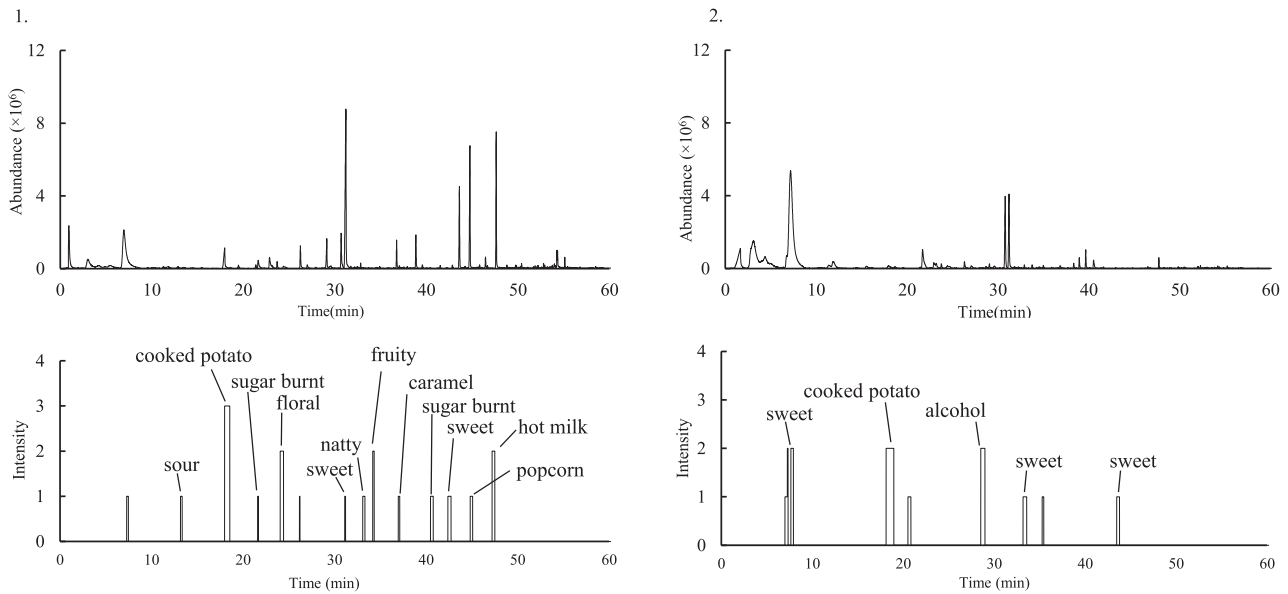


図7. シカを用いた食塩（生肉）と食塩（加熱肉）のにおい嗅ぎ GC-MS 結果の比較
（上段：クロマトグラム，下段：アロマグラム）

1. A 群：食塩（生肉，シカ），2. B 群：食塩（加熱肉，シカ）
アロマグラム（下段）には，においの表現を示した。

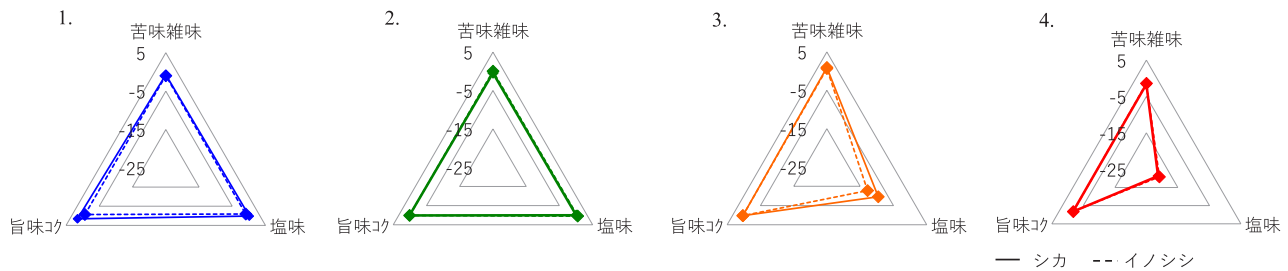
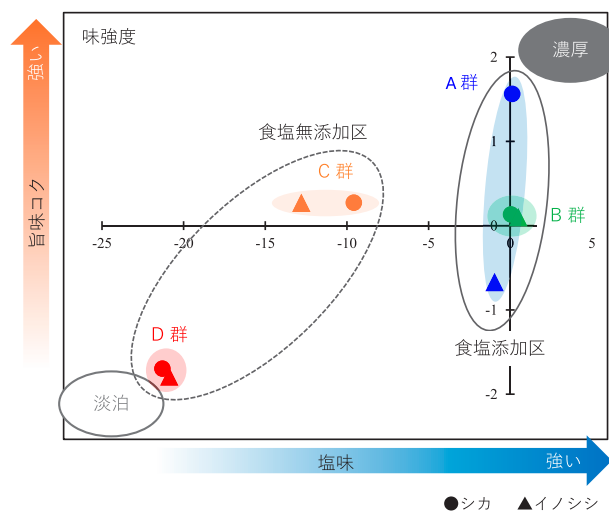


図8. 製造方法および原料肉による味の違い

1. A 群：食塩（生肉），2. B 群：食塩（加熱肉），3. C 群：アルコール（生肉），4. D 群：高温発酵（生肉）
値は濃口醤油を0とした場合の味強度で示した。



A 群：食塩（生肉），B 群：食塩（加熱肉），C 群：アルコール（生肉），D 群：高温発酵（生肉）

図9. ジビエ醤油における旨味コクと塩味の味覚マップ

評価は行っていないため、あくまでも味覚センサ上の数値による評価に留まっているが、今後はヒトによる官能評価を実施し、味覚センサの測定結果と併せて食味解析を行うことで、より詳細な検討が可能となるはずである。

4. まとめ

本研究では、種々の製法でジビエ醤油の製造を試み、最適製造条件を検討した。その結果、超高速 GC による揮発性成分分析では、主成分分析の結果、製造方法毎に分かれて分布することが明らかとなった。また、食塩添加区（A 群：食塩（生肉）、B 群：食塩（加熱肉））において、発酵に伴う揮発性成分（発酵香）の生成が多いものと判断された。一方、イノシシに比べてシカの方が、特徴揮発性成分が多い傾向となった。におい嗅ぎ GC による評価では、食塩添加区の A 群では、におい嗅ぎ GC による評価において発酵香が多く、不快な臭いはほとんど確認されなかった。さらに味センサによる評価において、A 群のシカは「塩味」および「旨味コク」のいずれも高く、濃厚な味であることが示された。以上を総合的に判断すると、生肉の食塩仕込みによる発酵が、ジビエ醤油の製造に適しているものと判断された。

要 約

本研究では、野生のシカ肉およびイノシシ肉を原料に醤油麹および米麹を添加し、発酵温度や仕込み水の条件を変えた 4 種類の製法でジビエ醤油の製造を試み、超高速 GC 及びにおい嗅ぎ GC-MS による揮発性成分の解析を行い、最適製造条件を検討した。

超高速 GC 分析結果より主成分分析を行った結果、シカとイノシシの原料肉の違いよりも製造方法による影響が大きいことが明らかとなった。さらに、食塩無添加と比較して、食塩添加仕込みにおいて検出成分が多く、各面積値も大きい傾向となり、発酵に伴う揮発性成分（発酵香）の生成が多いものと判断された。一方、濃口醤油と比較した場合、ジビエ醤油にのみで検出された成分が複数あり、ジビエ醤油の特徴揮発性成分の可能性も示唆された。これら成分は、生肉の食塩仕込みで最も多く確認され、アルコール仕込みではほとんど認められなかった。食塩仕込みでは、におい嗅ぎ GC による評価において多くの発酵香が確認され、不快な臭いはほとんど確認されなかった。なお、味覚センサより得られた味強度より、食塩仕込みのシカは「塩味」および「旨味コク」のいずれも高く、濃厚な味であることが示された。以上、総合的に判断すると、生肉の食塩仕込みによる発酵が、ジビエ醤油の製造に適しているものと判断された。

Summary

This study examined the optimal manufacturing conditions of fermented sauce made from game meat. Principal component analysis revealed that the difference in the manufacturing methods had more impact on the sauce's aroma than the difference in the ingredient (deer or wild boar). In particular, the condiments produced with the addition of salt contained significantly more volatile compounds than those without salt. Compared to traditional thick soy sauce, some aroma components were unique to the fermented game meat sauce. In addition, taste sensor analysis of the game meat showed that the salt-added deer had a richer flavor, with higher "saltiness" and "umami richness." Overall, adding salts at preparation is crucial for manufacturing high-quality fermented game meat sauce.

引用文献

- 1) 農林水産省, 捕獲鳥獣のジビエ利用を巡る最近の状況, p1, 17 (2025)
- 2) 文部科学省, 日本食品標準成分表2020年版 (八訂)
- 3) 渡辺彰, 佐藤博, 松本光人, 甫立孝一, 日本畜産学会報, 69, 489-492 (1998)
- 4) 船津保浩, 醸協, 111, 150-158 (2016)
- 5) Y. Yano, T. Hada and T. Nakamura, *JPN. J. Zootech. Sci.*, 58, 639-647 (1987)
- 6) 三上正幸, N. Trang, 島田謙一郎, 関川三男, 福島道弘, 小野伴忠, 日本食品科学工学会誌, 54, 152-159 (2007)
- 7) 中台忠信, におい・かおり環境学会誌, 38, 163-172 (2007)
- 8) C. Diez-Simon, C. Eichelsheim, R. Mumm and R. D. Hall, *J. Agric. Food Chem.*, 68, 11612-11630 (2020)
- 9) F. Noda, K. Hayashi and T. Mizunuma, *Appl. Environ. Microbiol.* 40, 452-457 (1980)
- 10) 堤浩子, におい・かおり環境学会誌, 46, 346-349 (2015)
- 11) 小泉武夫, 角田潔和, 山本多代子, 鈴木明治, 日本醸造協曾雑誌, 74, 173-178 (1979)
- 12) D. C. Frank, C. M. Owen and J. Patterson, *Food Sci. Technol.* 37, 139-154 (2004)
- 13) Nicolau, P. L., Revel D. G., A. Bertrand and A. Maujean, *J. Agric. Food Chem.* 48, 3761-3766 (2000)
- 14) 石田光晴, 大野はるみ, 武田武雄, 池田昭七, 斎藤孝夫, 日畜会報, 62, 904-908 (1991)
- 15) 岸田忠昭, 浜野孝, 三ツ橋幸正, 平松直子, 松木幸夫, 家政学雑誌, 34, 58-61 (1983)
- 16) Qiming X., Haidong C., Huixian Z. and Daqiang Y., *Flavour Fragr. J.*, 21, 524-526 (2006)
- 17) Jesus M. S., Araujo H. C. S., Denadai M., Sandes D. D. R., Nogueira I. J. P., Neta M. T. S. L. and Narain N., *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17, 2576-2594, 2023
- 18) Miyazawa M., Kawata J., and Yamafuji C., *Natural Medicines*, 58, 222-225 (2004)
- 19) 北海道科学技術総合振興センター, 食品の味評価のための味覚センサ活用マニュアル, p50 (2010)