

醤油醸造技術を用いて調製したエゾシカ醬の品質特性

船津保浩¹・宮内千枝²・川上 誠³・石下真人¹

¹ 酪農学園大学農食環境学群食と健康学類, 江別市 069-8501

² 酪農学園大学酪農学部食品科学科, 江別市 069-8501

³ (地独)北海道立総合研究機構食品加工研究センター, 江別市 046-8555

(2014. 7. 8 受付, 2014. 11. 12 受理)

要 約 本研究はエゾシカ肉を原料とし醤油醸造技術を応用した日本人好みの肉醬を開発することを目的とした。エゾシカモモ肉を挽肉にし、5種類の麴(大豆麴(SBK)、醤油麴(SSK)、米麴、ミンチ肉麴、細切り肉麴)に15%食塩、醤油用乳酸菌(*Tetragenococcus halophilus*)および醤油用酵母(*Zygosaccharomyces rouxii*)を添加して30℃で6ヵ月間発酵した。火入れ・ろ過後の最終製品の品質を物理化学的性状、呈味成分、味覚センサによる味の評価(MTS)および官能評価(SE)から調査した。その結果、SBK添加区はpHや酢酸レベルが高い点で他の試料と異なった。MTSデータの主成分分析から麴単独区、乳酸菌添加区および乳酸菌と酵母添加区での味の識別が可能となった。麴の種類に応じて、試料間でうま味やクセの強さが異なった。順位法によるSEではSSKが全試料中で最も好まれた。

日本畜産学会報 86 (1), 53-61, 2015

エゾシカ *Cervus nippon yesoensis* は北海道を代表する野生動物であるが、1870年代に肉や毛皮などを輸出するため10万頭前後が乱獲された。また、全道的な雪害によりエゾシカの生息数は激減した。そのため天敵であるエゾオオカミ *Canis lupus* が絶滅し、それに加えて、2度にわたる禁猟が行われたことにより1980~1990年頃に東部を中心に生息数は爆発的に増加した。この急激な増加に伴いエゾシカは天然林・牧草地・畑への食害、車・列車との衝突事故の増加および生態系に影響を及ぼすなど様々な被害をもたらしている(エゾシカ協会2006)。そのため北海道が頭数削減に乗り出し、一度は減少したもののエゾシカの高い繁殖力や高齢化による狩猟者の減少などの理由から再び増加し、生息域も道東から道央・道北・道南にまで拡大した。農林業被害額は平成24年度では約63億円に及んでいる(北海道環境政策部2014)。このような背景から近年、北海道環境局ではエゾシカを北海道の資源として捉え、個体調整や環境保全を図りながら、地域産業の創出や地域振興につなげる様々な取り組みが行われている(環境局エゾシカ対策課2014)。

エゾシカ肉の成分調査によれば、粗タンパク質は約22%、粗脂肪は1~5%であり、季節により変動するものの他の食肉と比較するとタンパク質はほぼ同量で、脂肪は極めて少ない(関川2003)。また、濃い赤色を示すミオグロビン量をみるとエゾシカ肉(6.0mg/g)は牛肉(1.9~4.1mg/g)、豚肉(1.1mg/g)および鶏肉(1.4~1.6

mg/g)に比べ非常に高い(Sekikawaら2003)。さらに、色素タンパク質であるミオグロビンはヘム鉄を含んでいることからエゾシカ肉の鉄分は多い。また、脂肪酸の代謝に不可欠な遊離カルニチンの含有量も多いこと(エゾシカ協会2006)から健康面でも注目される。阿寒町では野生のエゾシカを生体捕獲し飼育して食肉を提供する『一時養鹿』という新しい生産形態をとっている。また、一部の民間事業ではエゾシカ肉の加工・流通に取り組みが進められている。しかし、エゾシカ肉は特有の獣臭があることや保管中に臭気が発生すること(渡辺ら1998)等の理由から、加工用途が少ないのが現状であり、幅広い加工技術の開発が求められている。

本研究では、エゾシカ肉を主原料とし醤油醸造技術を用いて、日本人好みの肉醬を開発することでエゾシカの有効活用を図ることを目的とし、発酵法の違いによる最終製品の品質特性についての調査を実施した。

材料および方法

1. 実験材料

エゾシカの市販冷凍モモ肉を主原料として用い、実験開始まで-30℃で冷凍保存した。発酵の違いをみるため、麴菌 *Aspergillus oryzae* を接種した5種類の麴(秋田今野商店、大仙)、すなわち大豆麴、醤油麴(基質:大麦)米麴、ミンチ肉麴、および細切り肉麴(基質:エゾシカモモ肉)を使用した。なお、ミンチ肉麴と細切り肉麴の製造

連絡者: 船津保浩 (fax: 011-388-4892, e-mail: funatsu@rakuno.ac.jp)

方法は下記のとおりである。すなわち、エゾシカ肉をミンチ状（孔径 4 mm）と約 1 cm の細切りにそれぞれ成型し、全体に上記の麹菌を接種して余分な菌をふるい落とし、プラスチックバットにて 25℃ で培養した。24 時間後、上下を反転するように攪拌し、20℃ で再び 24 時間培養したものをそれぞれの麹とした。大豆麹、醤油麹および米麹は常法に従い吸水した穀類に種菌とよばれるアスペルギルスの胞子を接種して製造した（北本 2012）。また、本研究では市販醤油用乳酸菌 *Tetragenococcus halophilus*（秋田今野商店）と醤油用酵母 *Zygosaccharomyces rouxii*（秋田今野商店）も使用した。

2. もろみの製造

本研究では原料肉に食塩、水、麹、および種菌を混合したもろみを一定温度で発酵させ、火入れ、ろ過する方法を実験室レベルで実施した。

冷凍エゾシカ肉を解凍して挽肉（4 mm 目）にした後、醤油醸造法（伊藤 2014）に準じて表 1 に示すとおり麹ごとに各 3 つの試験区（A：食塩 15%+麹、B：食塩 15%+麹+乳酸菌、C：食塩 15%+麹+乳酸菌+酵母）に分けてもろみを調製し、30℃ で約 6 ヶ月間発酵させた。発酵は約 1 kg のもろみをフタ付きガラス瓶（1.5 L 容）に入れて行い、定期的に攪拌した。乳酸菌は仕込み時に 10⁶ cfu/g、酵母は仕込み時から約 2 週間後に 10⁶ cfu/g レベルの菌数で添加した。

3. 肉醬と分析用試料の調製

6 ヶ月発酵後のもろみを 5℃ で 10,000×g、30 分間遠心分離した。遠心分離後の上清を 90℃ に到達するまで火入れを行い、室温まで放冷した。その後、No. 5C のろ紙（アドバンテック社、東京）でろ過して得られたろ液を分析試料とした。

4. 物理化学的性状

色調は色差計（COLOR AND COLOR DIFFERENCE METER MODEL TC-8600；東京電色社、東京）を用いて透過法で、分析試料の L*, a* 値および b* 値を測定した。なお、ガラスセルは 2 mm×40 mm×50 mm の大きさのものを使用した。pH はガラス電極式の pH メーター（HM-5S；TOA 社、神戸）を用いて常温で測定した。全窒素分は醤油試験法（日本醤油研究所 1985）に準じてケルダール法（安井 1982）により測定した。無塩可溶性固形分はしょうゆ試験法（日本醤油研究所 1985）に従い、Brix から食塩分を差し引いて算出した。なお、Brix は分析試料を恒温槽で 20℃ に保持し、糖用屈折計（N-50E；ATAGO 社、東京）を用いて測定した。また、食塩分はしょうゆ試験法（日本醤油研究所 1985）に従いモール法によって測定した。ヒスタミンの定量はチェックカラー Histamine（キッコーマン（株）社、野田）を用いて酵素法（Sato ら 2005）により測定した。

5. 呈味成分分析

遊離アミノ酸は分析試料をトリクロロ酢酸で除タンパク後、アミノ酸自動分析計（L-8500；日立製作所、東京）に供した。また、有機酸組成は試料を蒸留水で 50 倍希釈し、高速液体クロマトグラフィー（HPLC 有機酸分析システム；島津製作所、京都）を用いて分析した。

6. 味覚センサによる味分析

本研究ではマルチチャンネル味覚センサ（味認識装置 TS-5000Z；Insent 社、神奈川）を用いた味分析を行った（飯山ら 1997）。食塩分が 1.5% になるように蒸留水で希釈した試料を分析試料とした。味覚センサから得られた味は 13 種類で、8 種類の先味（酸味 A、苦味雑味/薬、苦味雑味/食、渋味刺激、うま味、塩味、甘味および酸味 B）と 5 種類後味（にがり系苦味、苦味/薬、苦味/食、渋味

Table 1 Compositions of the various kinds of meat sauce products

	Soybean koji			Soy sauce koji			Rice koji			Minced meat koji			Cubed meat koji		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Ground meat (g)	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Salt (g)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Water (mL)	300	295	290	300	295	290	300	295	290	300	295	290	300	295	290
Koji (g)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>T. halophilus</i> (mL)	0	5	5	0	5	5	0	5	5	0	5	5	0	5	5
<i>Z. rouxii</i> (mL)	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5

Fifteen kinds of meat sauce mashes were prepared on a laboratory scale from Yezo sika deer hind leg meat using salt, five kinds of koji, *Tetragenococcus halophilus* and *Zygosaccharomyces rouxii* and fermented at 30℃ for 180 days. Soybean koji, soy sauce koji and rice koji were prepared by the standard method. Preparation of minced meat koji and cubed koji was as follows. Yezo sika deer hind leg meat was minced with a meat grinder. The minced meat koji was prepared by incubating a minced meat inoculated with *Aspergillus oryzae* (AOK 139, Akita Konno Shoten Inc., Akita) at 25℃ for 24 hours and then at 20℃ for 24 hours after mixing. The cubed meat koji was prepared in the same manner as the minced meat koji except for the use of cubed (1 cm) meat.

およびうま味コク) である。本研究では後述する主成分分析では酸味 A, にがり系苦味および甘味を除外した。これは酸味 A, にがり系苦味はいわゆる醤油の味に寄与しないこと、甘味は他のセンサ膜に比べ選択性が低く、醤油の味のような複雑系については数値の信頼性が弱い理由による。

7. 官能評価

醤油試験法 (日本醤油研究所 1985) に準じて順位法を用いて色調, 香り, 味および全体の品質について評価した。まず, 醤油麹, 米麹, ミンチ肉麹および細切り肉麹の麹ごとに各々 3 種類の配合の中で評価が最も高いものを 1 種類ずつ選抜した。次に, その選抜した中で最も好まれる試料を決定した。なお, パネルの構成は男 7 人, 女 7 人で, 年齢は 22~30 歳であり, 基本味の訓練後に評価を行った。また, 味については食塩分が 1.5% になるように希釈した試料を用いた。なお, 本研究で述べる日本人好みの肉醬はきつい臭いがせず, 風味がまろやかなタイプの製品のことである (船津ら 2000a, b)。

8. 統計解析

味覚分析で得られたデータは味覚認識装置付属統計解析ソフトを用いて多変量解析 (主成分分析) を実施した。順位法を用いた官能評価での有意差検定は Kramer の検定 (Kahaman ら 1973) を用いて行った。

結 果

1. 製品の物理化学的性状

各種製品の収率を調査したところ, ミンチ肉麹および細切り肉麹ではやや低く, 50% に満たなかった (表 2)。一方, 大豆麹, 醤油麹および米麹では 50% 以上の収率が得られ, いずれも麹単独区 (A 区) で麹 + 乳酸菌添加区 (B 区) および麹 + 乳酸菌 + 酵母添加区 (C 区) より高い傾向がみられた。

色調をみると L* 値は, 乳酸菌や酵母の添加に関係なく, 細切り麹 > ミンチ肉麹 > 醤油麹 ≧ 米麹 > 大豆麹の順に高く, a* 値は醤油麹と米麹添加区で低かった。b* 値はいずれの試験区でも大豆麹 > 米麹 ≧ 醤油麹 > ミンチ肉

麹 > 細切り肉麹の順に高い傾向を示した。また, 麹の種類にかかわらず B 区と C 区で A 区よりも b* が低下する傾向が示された。したがって, 大豆麹添加区では色調が濃く, 肉麹添加区ではそれが薄いこと, 麹に乳酸菌や酵母を添加すると黄色味が弱くなること分かった。

醤油麹, 米麹および肉麹から調製した肉醬の pH は, 4.6 ~ 5.1 と醤油としてはほぼ適度な値であった。しかし, 大豆麹から調製した肉醬の pH は A 区では 6.7, B 区は 5.4, C 区は 6.3 と他の試料と比べ明らかに高い値を示した。いずれの試料も製品の食塩分は 20% 程度であった。また, 麹, 乳酸菌および酵母添加による違いは認められなかった。

全窒素分はいずれの試料も 1.7~2.1 g/100 mL の範囲であった。また, これらの値は JAS 規格で定められている大豆濃口醤油特級レベル (1.5 g/100 mL) (農林水産省 2014) よりも高い値であった。無塩可溶性固形分はいずれの試料でも JAS 規格の大豆濃口醤油 (特級) が定める 16% (農林水産省 2014) には達しなかった。

大豆麹を添加した試料では pH の上昇が認められたため, その原因としてヒスタミン (Hm) 生成菌による Hm の生成が一因と考えられた (Satomi ら 2008)。各種試料中の Hm 量を測定した結果, 大豆麹を含め全ての試料が 45 ppm 以下の値であった。このことから Hm は大豆麹添加区の発酵中の pH 上昇の直接的な原因ではないと考えられた。

2. 製品の呈味成分組成

遊離アミノ酸を調査したところ, 21 種類のアミノ酸が検出され, いずれの試料でもグルタミン酸, リジンおよびロイシンが多く含まれており, 中でも大豆麹添加区で特に豊富であった (表 3)。また, うま味に関するグルタミン酸とアスパラギン酸量も大豆麹添加区は他の麹添加区に比べ最も多かった。さらに, 大豆麹添加区の A 区と C 区ではアルギニンが検出されず, オルニチン量が多い点が特徴であった。

有機酸組成を表 4 に示す。7 種類の有機酸が検出され, 有機酸総量は肉麹添加区が他の麹添加区に比べて多い傾向がみられた。組成をみると, 大豆麹添加区を除き, 乳酸と

Table 2 Physicochemical properties of various kinds of meat sauce products

	Soybean koji			Soysauce koji			Rice koji			Minced meat koji			Cubed meat koji		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Yield (%)	60.3	53.9	55.1	67.4	57.5	56.5	58.3	56.9	53.5	45.6	45.8	47.8	44.7	44.1	43.6
Color L*	80.70	87.00	84.09	89.56	90.29	92.14	89.50	91.26	91.86	91.73	93.70	94.18	94.10	94.58	94.24
a*	-0.36	-3.54	-2.75	-6.10	-6.20	-5.84	-5.81	-6.30	-6.22	-5.78	-5.98	-4.31	-4.42	-3.86	-6.22
b*	51.68	37.57	41.78	40.59	36.71	28.32	42.23	34.80	31.89	29.37	24.69	16.19	16.15	13.30	14.47
pH	6.7	5.4	6.3	4.9	4.6	4.7	5.1	4.6	4.7	4.8	4.6	4.7	4.8	4.8	5.1
Salt (g/100mL)	20.1	20.7	20.1	19.4	19.8	20.3	20.3	19.9	20.0	19.3	19.8	19.4	19.5	19.8	20.0
Total nitrogen (g/100mL)	2.1	2.1	2.1	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.7	1.7	1.7
Soluble solids excluding salt (%)	13.7	14.3	13.9	14.7	14.7	14.3	15.1	15.2	15.9	14.3	14.2	13.7	12.9	12.2	11.9
Histamine (ppm)	44.9	7.8	3.9	7.8	5.9	ND	21.5	7.8	ND	21.9	3.7	5.5	9.1	7.3	20.1

Fifteen kinds of meat sauce mashes were prepared in the same manner as Table 1. After fermentation, the meat sauce mashes for each sample were mixed and centrifuged at 10,000×g for 30 min at 4°C. The obtained supernatants were heated to 90°C. The meat sauce thus obtained was filtered with filter paper (No. 5C, Advantec Co., Ltd., Tokyo). The filtrate was bottled in a plastic bottle as a final product. A : Meat sauce prepared with 15% salt and koji, B : Meat sauce prepared with 15% salt, koji and *T. halophilus*, C : Meat sauce prepared with 15% salt, koji, *T. halophilus* and *Z. rouxii*. ND : not detected.

Table 3 Free amino acid compositions of various kinds of meat sauce products (mg/100mL)

	Soybean koji			Soysauce koji			Rice koji			Minced meat koji			Cubed meat koji		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Taurine	65	66	62	56	45	71	42	38	37	54	46	41	57	62	48
Aspartic acid	850	704	744	512	352	387	553	430	402	436	265	286	148	182	198
Threonine	415	456	478	395	371	382	323	308	291	389	313	337	253	259	281
Serine	12	105	22	348	320	329	198	265	251	239	275	297	197	225	210
Asparagine	55	59	58	240	251	255	91	157	142	238	209	215	208	213	234
Glutamic acid	1393	1213	1268	1057	1051	1113	874	935	879	1091	963	1022	833	847	882
Glycine	208	252	287	206	185	190	163	154	145	198	146	161	119	120	127
Alanine	574	681	766	582	642	605	511	536	496	653	590	612	526	507	551
Proline	335	231	259	230	208	215	195	184	173	222	159	170	149	136	152
Valine	640	590	619	524	514	542	457	461	435	542	464	487	409	406	439
Cystine	26	61	50	7	8	21	9	12	13	26	24	66	31	58	61
Methionine	277	279	277	245	253	266	218	229	216	273	235	255	221	226	243
Isoleucine	579	587	607	502	498	515	433	448	420	545	465	496	426	435	465
Leucine	909	956	971	856	857	919	775	822	772	933	824	877	757	773	822
Tyrosine	80	70	74	94	86	79	80	71	79	69	92	92	83	79	57
Phenylalanine	276	442	432	384	383	419	349	360	340	395	346	378	314	324	335
Tryptophan	106	97	103	10	19	ND	20	12	9	74	55	31	58	61	66
Ornithine	132	49	563	8	7	3	9	3	8	10	2	9	5	3	14
Lysine	1113	1041	1100	927	915	998	810	852	810	992	863	936	784	806	884
Histidine	217	254	258	199	196	202	152	163	151	221	184	204	162	166	181
Arginine	ND	464	ND	626	619	669	546	600	569	657	591	637	479	494	470
Total	8263	8658	9001	8008	7779	8178	6809	7039	6638	8256	7112	7608	6219	6382	6721

See Table 1 for A, B and C. ND : not detected.

Table 4 Organic acid compositions of various kinds of meat sauce products (mg/100mL)

	Soybean koji			Soysauce koji			Rice koji			Minced meat koji			Cubic meat koji		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Pyruvic acid	ND	25	23	ND	ND	11	ND	8	ND	ND	ND	14	ND	ND	6
Malic acid	15	6	10	ND	ND	ND	22	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Succinic acid	97	29	34	44	46	58	47	54	55	7	ND	22	4	6	16
Lactic acid	120	319	282	537	895	805	239	827	799	829	1193	1170	1263	1213	1119
Formic acid	ND	ND	7	ND	ND	ND	4	3	4	4	21	ND	ND	ND	3
Acetic acid	624	577	650	20	14	11	186	46	37	250	67	14	10	ND	41
Pyroglutamic acid	385	487	429	398	399	382	351	343	340	384	374	406	324	327	335
Total	1241	1444	1435	1000	1355	1267	848	1283	1235	1475	1655	1626	1602	1546	1520

See Table 1 for A, B and C. ND : not detected.

ピログルタミン酸が大半を占めていた。一方、大豆麹添加区では他の麹添加区と異なり、乳酸よりも酢酸が多く検出された。また、細切り肉麹添加区以外の試料でB区やC区はA区よりも乳酸量が多い特徴がみられた。有機酸組成の違いとpHの関係を見ると、有機酸総量の中で酢酸の占める割合は、pHが5.4以上の試料では約4割以上と高く、pHが5.1以下の試料では約2割以下と低い傾向が示された。

3. 製品の味覚センサによる味分析

測定した様々な味の数値を標準化（唾液に相当する合成標準液からの距離の測定）し、10種類の味分析データから主成分分析を行った（図1）。その結果、第1主成分(PC1)としてうま味の強さの軸（寄与率98.6%）で、第2主成分(PC2)としてクセの強さの軸（寄与率1.2%）が味の

固有値より割り出された（累積寄与率99.8%）。本研究で「クセ」とは偏った特徴をもつ味のことである。PC1でみると大豆麹添加区（うま味中心タイプ、実線）とそれ以外の添加区（酸味が強いタイプ、破線）に大きく大別された。

4. 製品の官能評価

大豆麹添加区の3試料はパネルの訓練中にいずれも臭気が強く、官能評価を持続することが困難であったため、本研究での官能評価試料より除外した。次に各麹間で好まれる試料の選択を行った。その結果、醤油麹と米麹では試験区A（麹のみ添加区）が好まれ、ミンチ肉麹では試験区C（乳酸菌と酵母添加区）が、細切り肉麹では試験区B（乳酸菌添加区）が好まれた。そこで選択された4つの試料から、どの試験区が好まれるのか詳しく調査したところ、醤油麹Aが色調と全体的な品質で有意に好まれた（表5）。

エゾシカ醬の品質特性

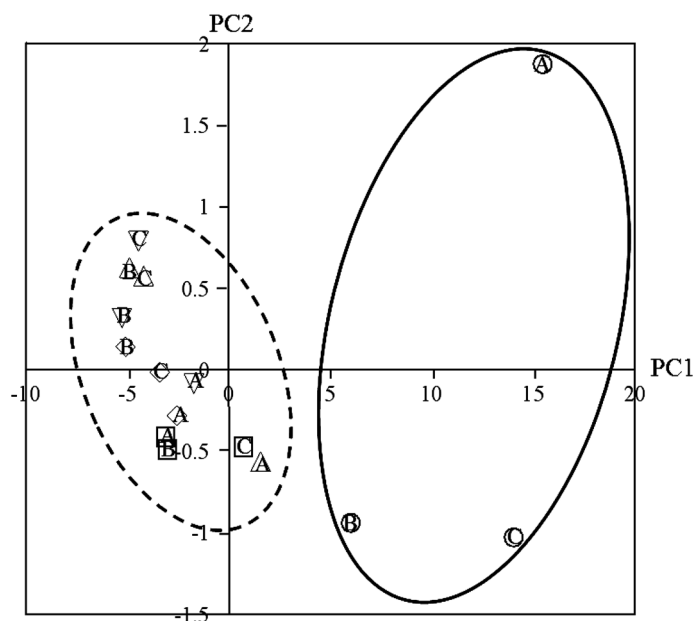


Figure 1 Principal component analysis of various kinds of meat sauce products. ○ : Soybean *koji*, ▽ : Soy sauce *koji*, △ : Rice *koji*, ◇ : Minced meat *koji*, □ : Cubed meat *koji*. See Table 1 for A, B and C. PC1 : Strength of umami and weakness of sourness in initial taste (horizontal axis). PC2 : Strength of peculiar flavor (vertical axis).

Table 5 Sensory evaluation of four meat sauce products

	Soy sauce <i>koji</i>	Rice <i>koji</i>	Minced meat <i>koji</i>	Cubic meat <i>koji</i>
	A	A	C	B
Aroma	31	25*	31	51**
Color	18**	28	41	54**
Flavor	26*	32	36	46*
Overall quality	23**	30	35	52**

Sensory evaluation was carried out by 14 trained panelists (7 males : 7 females ; age range, 22-30 years) from Rakuno Gakuen University using the ranking method. Numerical values represent the summed order that a panelist evaluated each product ; a small value represents a favorable sample. See Table 1 for A, B and C. * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$.

米麴 A では香りが有意に好まれたが、ミンチ肉麴 C ではいずれの項目も有意差がみられず、細切り肉麴 B では香り、色、風味および全体的な品質のいずれも有意に好まれないという結果であった。したがって、全体的な品質で評価すると、醤油麴 A は他の試料に比べ有意に好まれ、米麴 A とミンチ肉麴 C は有意差がみられず、細切り肉麴 B は他の試料に比べて有意に好まれないことが分かった。

考 察

エゾシカの個体数管理における対策として、エゾシカ資源として有効な活用が重要であり、食肉や食肉製品としての利用が考えられる。流通されているエゾシカ肉の一部は

レストランなどにおいてジビエという呼称で季節性の高い食材として提供されている。しかし、日本ではエゾシカの食肉としての認識は薄く、レストランなどにおける利用はコースおよびヒレに集中し、カタやモモが余剰になっている現状である(岡田と村本 2013)。本研究ではエゾシカモモ肉を主原料とした肉醬の開発を行った。エゾシカ肉には特有の獣臭があるため、日本人の嗜好性に合う製品の製造方法とその品質の調査を行った。すなわち、醤油醸造技術を応用して発酵法の違いによる製品の品質を比較した。その結果、全窒素分は分析した試料で 1.7~2.1 g/100 mL のレベルで、これまでの魚醤油の分析データ (1.3~2.2 g/100 mL) の範囲であった(船津ら 2000a, b)。無塩可

溶性固形分に関しては、肉麩添加区は醤油麩や米麩に比べて低かった。これは乳酸菌や酵母のエネルギー源である糖は主に麩の原料に由来し、肉麩では限られた糖源から乳酸発酵やアルコール発酵が行われることが一因と考えられた(吉川ら 2006)。また、肉麩間で比較すると、肉麩の無塩可溶性固形分はミンチ肉麩で高い値を示した。このことは麩の形状による違い(前者が4 mm 目の挽肉、後者は1 cm 幅に切断)が発酵に影響を及ぼしたと考えられる。

食品の褐変の主な原因はメイラード反応であり、この反応は低 pH 下で抑制される傾向がある。37 ± 2.5°C の高温で発酵させたもろみの場合、発酵開始後1週間以内に pH が急激に低下することで褐変の進行は抑制され、これが製品の色が淡くなる要因と報じられている(吉川ら 2006)。本研究でも、大豆麩添加区の pH は 5.4~6.7 であり、他の試料の pH (4.6~5.1) より高く褐変の進行が速いため、L* 値、b* 値も他の試料より大きかった。肉麩添加区のもろみは発酵開始1週間後に pH が 5.2 まで急激に低下したため、他の試料よりも薄い色調となったと考えられた。発酵中の大豆麩添加区の pH 上昇の原因の1つとしては、Hm 蓄積が考えられる。これまでに魚醤油の発酵中のもろみでは、Hm 蓄積が生じるという研究例(Tairaら 2007; Satomiら 2008)がある。例えば Taira ら (2007) はニギス、シイラ、トビウオを原料とし、醤油麩を用いた発酵法で魚醤油を製造したところ、発酵中に 2,000 ppm レベルの Hm 蓄積が起こると報じている。また、Satomi ら (2008) はこの原因を調査したところ、Hm 生成遺伝子 (*hdc*) を有する *Tetragenococcus halophilus* が原因菌であり、発酵時の pH 低下によるストレス応答で Hm を生成していると報じている。本研究では大豆麩添加区以外の試料の pH は発酵中に低下しており、最終製品の Hm レベルは非常に低いことが認められた。しかし、大豆麩添加区では発酵中に pH が上昇しているため、Hm の蓄積が原因として考えられたが、最終製品の Hm レベルは低いことから pH の上昇は別の要因と推測された。一般的に VBN は食品において 30 mg/100 mL を超えると初期腐敗、50 mg/100 mL を超えると完全腐敗と判定されている(山嶋ら 2001)。しかし、発酵食品や長期熟成期間を経る食品では一般的に高い傾向にあり、魚醤油の場合は 34~480 mg/100 mL レベルの量が含まれていると報じられている(山嶋ら 2001; 中里ら 2002)。また、中里ら (2002) による魚醤油の VBN の調査では、中国産魚醤油(2 検体)の VBN はそれぞれ 350 および 440 mg/100 mL と高く、pH も 6.4 と 6.7 と高い傾向にある。本研究でも大豆麩添加区の VBN を測定したところ 156~234 mg/100 mL の比較的高いレベルであった。次に有機酸組成をみると、乳酸の数倍もの酢酸を生成していることから発酵形態が異なり乳酸発酵ではなく酢酸発酵が主に行われていると推測された(表 4)。これらの傾向は中国産魚醤油の魚露の性状と類似しており、官能評価でも日本人好みでな

いと報じられている(船津ら 2000a)。エゾシカ醬製造時の pH 上昇については今後、微生物相ともろみ中の有機酸組成との関係を調査していく必要がある。

大豆麩添加区の製品の遊離アミノ酸組成をみるとアルギニンは pH が高い試料(A と C) で検出されず、オルニチンは逆に上記の試料で多い傾向が示された。このことから、エゾシカ醬発酵中に Arg-Deiminase 系の働きによりアルギニンからオルニチンへの変換が生じたと推測される(内田と神戸 1987)。

Nguyen ら (2005) および三上ら (2007) は豚挽肉に食塩、麩、胡椒、水および酵素剤(Alcarase 2.4 L (EC 3.4, 21.62) および Flavourzyme 500 L (EC 3.4, 11.1), Novozymes 社, Denmark) を添加して 30°C で 6 ヶ月間発酵させて肉醬を製造した。その結果、食塩濃度が 20% で Alcarase 2.4 L の他に Flavourzyme 500 L を添加した 6 ヶ月目の試料で、収率が約 78% で、官能評価点(色、匂い、味)が最も高かった。本研究では醤油醸造法のために酵素剤は使用していないが、収率は 44.1~67.4% と上記の報告に比べて低かった。今後は高い収率でかつ高品質の肉醬を製造するためには市販酵素剤の添加の検討が必要と考えられる。

発酵法の違いによる肉醬の品質への影響をみるため、官能評価を実施した試料から得られた味覚センサ分析値を対象に主成分分析を行なった(図 2)。PC1 と PC2 の軸はそれぞれうま味の強さの軸とクセの強さの軸で図 1 と類似しており、それぞれ寄与率も類似していた(PC1 : 97.0%, PC2 : 2.4%)。細切り肉麩添加区以外で麩の特徴をみると米麩 A はうま味が強く、醤油麩 A とミンチ肉麩 A は共にうま味は米麩 A より弱く、細切り肉麩 A はうま味もクセも弱かった。醤油麩 A とミンチ肉麩 A では前者が後者よりもややクセが強い点で異なっていた。乳酸菌の添加 B により、いずれも麩のみの添加 A よりもうま味を減少させた(実線矢印)。乳酸菌と酵母の添加 C により乳酸菌添加試料 B よりもややうま味が強くなるが、クセも強くなる傾向がみられた(破線矢印)。したがって、エゾシカ醬を利用する場合、うま味が強いタイプは、麩のみ添加試料が、うま味は弱めで酸味が強いタイプは、麩と乳酸菌添加試料が、うま味の他にクセも増すタイプは麩、乳酸菌および酵母添加試料が効果的であることが分かった。また、特徴的な風味のある製品いわゆるクセが最も強いタイプの製品を利用したい場合は、醤油麩、乳酸菌および酵母を添加した試料が望ましいと思われた。

一方、細切り肉麩添加区が他の麩添加区と乳酸菌や酵母の添加により味の変化が異なる理由については麩の基質が不均一な形状なため発酵速度に違いが生じたことによると考えられるが、詳細は目下検討中である。

順位法による官能評価結果(表 5)と味覚センサ分析結果(図 2)との関係をみると、最も好まれた醤油麩 A は適度なうま味とクセのあるタイプで、最も好まれない細切

エゾシカ醬の品質特性

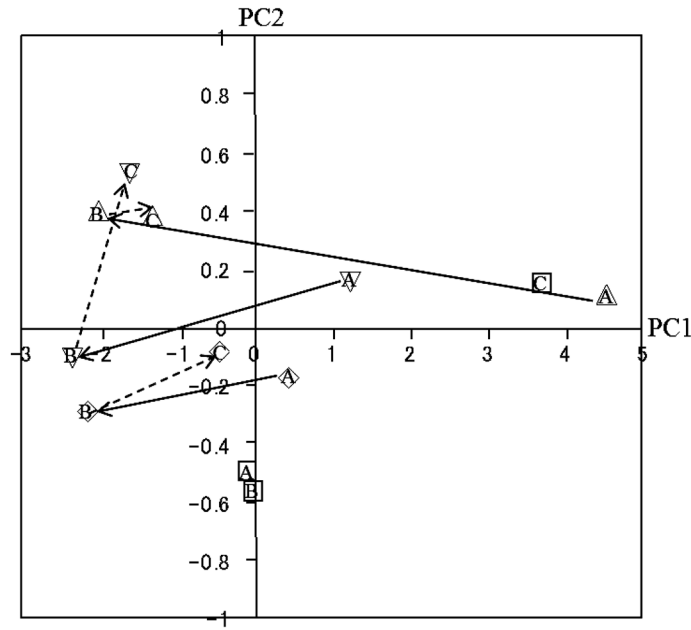


Figure 2 Principal component analysis of twelve kinds of meat sauce products. ▽ : Soy sauce koji, △ : Rice koji, ◇ : Minced meat koji, □ : Cubed meat koji. See Table 1 for A, B and C. PC1 and PC2 are the same as in Figure 1. Solid arrow : Changes in sensory characteristics between koji (A) and koji+*T. halophilus* (B). Dotted arrow : Changes in sensory characteristics between koji +*T. halophilus* (B) and koji+*T. halophilus*+*Z. rouxii* (C).

り肉麴 B はうま味もクセも弱いタイプであった。また嗜好性に有意差がみられない米麴 A とミンチ肉麴 C はそれぞれうま味中心のタイプと適度なうま味のあるタイプであることも分かった。

本研究では順位法による官能評価と味覚センサ分析を併用した肉醬の品質評価を実施したが、実用化のためには製造規模だけでなく、多人数の消費者パネルを用いた嗜好評価（相島 2012）を実施する必要があると思われる。

以上の結果からエゾシカ肉を原料として醤油醸造法により日本人好みの肉醬が調製可能であるが、発酵法すなわち麴の形状や種類、乳酸菌および酵母の添加により肉醬の品質に違いがみられる点に留意する必要があることが明らかとなった。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり味覚センサによる味の解析にご協力いただいた（株）味香り戦略研究所研究開発部 早坂浩史氏に深く謝意を表します。また、本研究にご協力いただいた元帯広畜産大学教授 関川三男博士に厚く感謝します。

文 献

相島鐵郎. 2012. 官能評価とは何か, 何が分かるか. *New Food Industry* **8**, 19-29.

(社)エゾシカ協会. 2006. エゾシカフォーラム報告書(平成18年3月) [homepage on the Internet]. 社団法人エゾシカ協会, 北海道; [cited 15 May 2014]. Available from URL : <http://www.yezodeer.com/shirou/forums/2006forum/2006forumreport.pdf>

船津保浩, 小長谷史郎, 加藤一郎, 竹島文雄, 川崎賢一, 井野慎吾. 2000a. マルソウダ加工残滓より調製した魚醤油と数種アジア産魚醤油との呈味成分の比較, *日本水産学会誌* **66**, 1026-1035.

船津保浩, 砂子良治, 小長谷史郎, 今井 徹, 川崎賢一, 竹島文雄. 2000b. 醤油麴を用いて製造したマルソウダ魚醤油と国内産魚醤油および大豆こいくち醤油との呈味成分の比較. *日本水産学会誌* **66**, 1036-1045.

北海道環境生活部. 2014. エゾシカヤトド, アザラシなどの野生鳥獣被害対策の推進 [homepage on the Internet]. 北海道環境生活部, 北海道; [cited 20 August 2014]. Available from URL : <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/file.jsp?id=742120>

伊藤 寛. 2014. しょうゆ. 野白喜久男編, 改訂 醸造学, pp. 151-181. 講談社サイエンティフィック, 東京.

Kahaman G, Cooper D, Papavasiliou A, Kramer A. 1973. Expanded tables for determining significance of differences for ranked data. *Food Technology* **May** 64-68.

環境局エゾシカ対策課. 2014. エゾシカの有効活用の取り組みについて [homepage on the Internet]. 環境局エゾシカ対策課, 北海道; [cited 5 March 2014]. Available from URL : <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/est/H25yuukoukatuyoutorikumi.htm>

北本勝ひこ. 2012. 改訂版 分子麴菌学. 公益社団法人日本醸造協会, 東京.

- 飯山 悟, 池田智宏, 都甲 潔, 八尋美希. 1997. マルチチャンネル味覚センサを用いた醤油の味の評価. 食品科学工学会誌 **44**, 615-622.
- 三上正幸, Nguyen HT, 島田謙一郎, 関川三男, 福島道弘, 小野伴忠. 2007. 豚肉発酵調味料“肉醤”の性質. 日本食品科学工学会誌 **54**, 152-159.
- 中里光男, 小林千種, 山嶋裕希子, 立石恭也, 川合由華, 安田和男. 2002. 魚醤油中の揮発性塩基窒素及び不揮発性アミン類の分析. 東京都衛生研究所年報 **53**, 95-100.
- (財)日本醤油研究所. 1985. しょうゆ試験法. 財団法人日本醤油研究所, 東京.
- Nguyen HT, Shimada K, Sekikawa M, Ono T, Mikami M. 2005. Fermentation of meat with koji and commercial enzymes, and properties of its extract. *Journal of Science Food Agriculture* **85**, 1829-1837.
- 農林水産省. 2014. しょうゆの日本農林規格 [homepage on the Internet]. 農林水産省, 東京; [cited 21 March 2014]. Available from URL : http://www.maff.go.jp/j/jas/jas_kikaku/pdf/kikaku_syoyu_h210831.pdf
- 岡田祐季, 村元隆行. 2013. 野生エゾシカの3筋肉の理化学特性. 日本畜産学会報 **84**, 169-174.
- Sato T, Horouchi T, Nishimura I. 2005. Simple and rapid determination of histamine in food using a new histamine dehydrogenase from *Rhizobium* sp. *Analytical Biochemistry* **346**, 320-326.
- Satomi M, Fushita M, Oikawa H, Yoshikawa-Takahashi M, Yano Y. 2008. Analysis of 30 kbp plasmid encoding decarboxylase gene in *Tetragenococcus halophilus* isolated from fish sauce. *International Journal of Food Microbiology* **126**, 202-209.
- 関川三男. 2003. エゾシカ肉の成分と加工特性. 北海道畜産学会報 **59**, 19-20.
- Sekikawa A, Ham KH, Shimada K, Fukushima M, Ishikawa T, Lee CH, Mikami M. 2003. Color and its stability in venison from *Cervus nippon yesoensis* (Japanese Yeso Deer). *Korean Journal for Food Science Animal Resources* **23**, 309-314.
- Taira W, Funatsu Y, Satomi M, Takano T, Abe H. 2007. Changes in extractive components and microbial proliferation during fermentation of fish sauce from underutilized fish species and quality of final products. *Fisheries Science* **73**, 913-923.
- 内田金治, 神戸千幸. 1987. 醤油乳酸菌の機能多様性とその応用に関する研究. 日本醤油研究所雑誌 **13**, 251-258.
- 渡辺 彰, 佐藤 博, 松本光人, 甬立孝一. 1998. 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.
- 山嶋裕季子, 小林千種, 大野郁子, 宮川弘之, 田口信夫, 中里光男, 斉藤和夫. 2001. オイスターソースの衛生化学的調査. 東京都衛生研究所年報 **52**, 73-77.
- 安井 健. 1982. 食品分析法 (日本食品工業学会食品分析法編集委員会編). pp.111-113, 光琳, 東京.
- 吉川修司, 田中 彰, 錦織孝史, 太田智樹. 2006. 大麦麹と耐塩性微生物を用いて調製したシロサケ魚醤油の開発. 日本食品科学工学会 **53**, 281-286.

Quality characteristics of Yezo sika deer (*Cervus nippon yesoensis*) meat sauce products prepared using soy sauce production technology

Yasuhiro FUNATSU¹, Yukie MIYAUCHI², Makoto KAWAKAMI³ and Makoto ISHIOROSHI¹

¹ Department of Food Science and Human Wellness, College of Agriculture, Food and Environmental Sciences, Rakuno Gakuen University, Ebetsu 069-8501, Japan

² Department of Food Science, Faculty of Dairy Science, Rakuno Gakuen University, Ebetsu 069-8501, Japan

³ Food Processing Research Center, Industrial Technology Research Department, Hokkaido Research Organization, Ebetsu 069-0836, Japan

Corresponding : Yasuhiro FUNATSU (fax : +81 (0) 11-388-4892, e-mail : funatsu@rakuno.ac.jp)

The purpose of this study is to produce *moromis*, a popular Japanese meat sauce, prepared from Yezo sika deer (*Cervus nippon yesoensis*) using traditional soy sauce production technology. *Moromis* samples were prepared with hind leg meat using five *koji* molds (KM) : soybean *koji* (SBK), soy sauce *koji* (SSK), rice *koji* (RK), minced meat *koji* (MMK) and cubed meat *koji* (CMK), 15% salt, halophilic lactic acid bacteria (*Tetragenococcus halophilus*) and soy sauce fermentation yeast (*Zygosaccharomyces rouxii*). After fermentation at 30°C for 6 months, the *moromis* samples were heated to 90°C and filtered through a No. 5C filter. The physicochemical and sensory properties, as well as the extractive components of the meat sauce products, were investigated ; measurements by multichannel taste sensor (MTS) were also obtained. The pH and acetic acid contents of *moromis* prepared with SBK were higher than those in the other samples. Differences in taste were distinguishable among the samples prepared using only KM, KM+*T. halophilus* and KM+*T. halophilus*+*Z. rouxii* by principal component analysis (PCA) with MTS data. PCA results indicated differences in umami and peculiar flavor among the samples dependent on the type of KM employed. According to sensory evaluation using the ranking method, meat sauce prepared with SSK was the most palatable of the samples.

Nihon Chikusan Gakkaiho 86 (1), 53-61, 2015

Key words : meat sauce, multichannel taste sensor, sensory properties, soy sauce production technology, yezo sika deer.