

異なる発酵法で調製したエゾシカ *Cervus nippon yesoensis* 醬の品質特性について

醤油の起源は、古くは中国の「醬（ひしお）」と言われており、「醬」の内、穀物からできる「醬」が、その直接的な起源となる。一方、肉醬（ししびしお）は、現代の魚肉を活用した魚醬につながっている。今回は、野生動物であるエゾシカの肉を原料にした肉醬に関しての製造法と品質評価について丁寧に解説していただいた。食の多様化が進む中で、新たな調味料としての可能性を示唆する大変興味深い内容なので、調味料開発に関わっている方は、是非、御一読をお願いしたい。

船津保浩

1. はじめに

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。肉醬（ししびしお）は周以前の商の時代に始まり、殷の時代には飼育した家畜からの肉類や魚類を原料として様々な醬が造られていた。日本でも縄文時代末頃から草醬・魚醬・肉醬といった醬のようなものが存在していたといわれ、中国や朝鮮半島から唐醬・高麗醬の製法が伝わったことで本格的に穀醬が造られるようになった^{1,2)}。しかし、肉醬は仏教の伝来により思想的な影響を受け、日本では発展しなかった。近年、日本では食肉の調味料化に関する一連の研究^{3,4)}が行われている。例えば、牛赤肉、豚赤血球および牛脂肪から脂肪を分離した残渣を利用した研究³⁾や畜産副産物を原料として調味料の速醸化と香味改良に関する研究⁴⁾などである。また、豚挽肉に麴とプロテアーゼを加えて発酵させ、得られた肉醬の品質改良を行った研究^{5,6)}もみられる。

エゾシカ *Cervus Nippon yesoensis* は北海道を代表する野生動物であるが、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⁷⁾。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⁸⁾。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⁹⁾。

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¹⁰⁾。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(6.0 mg/g)は牛肉(1.9～4.1 mg/g)、豚肉(1.1 mg/g)および鶏肉(1.4～1.6 mg/g)に比べ非常に高い¹¹⁾。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⁷⁾から健康面でも注目される。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¹²⁾等

Quality Characteristics of Yezo Sika Deer *Cervus nippon yesoensis* Meat Sauce Products Prepared Using Different Fermentation Methods

Yasuhiro FUNATSU (Department of Food Science and Human Wellness, College of Agriculture, Food and Environmental Sciences, Rakuno Gakuen University)

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た。本稿では発酵法の違いによる最終製品の品質特性について解説する。

2. 製造方法

(1) 原材料

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°C で冷凍保存した。発酵の違いをみるため、麹菌 *Aspergillus oryzae* を接種した5種類の麹（秋田今野商店、大仙）、すなわち大豆麹、醤油麹（基質：大麦）米麹、ミンチ肉麹、および細切り肉麹（基質：エゾシカモモ肉）を使用した。なお、ミンチ肉麹と細切り肉麹の製造方法は下記のとおりである。すなわち、エゾシカモモ肉をミンチ状（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°C で培養した。24時間後、上下を反転するように攪拌し 20°C で再び24時間培養したものをそれぞれの麹とした（第1図）。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子を接種して製造した¹³⁾。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) エゾシカ醬の調製

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行った。すなわち冷凍エゾシカモモ肉を解凍して挽肉（4 mm目）にした後、醤油醸造法⁸⁾に

準じて麹ごとに各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°C で約6ヶ月間発酵させた（第1表）。発酵は約1 kgのもろみをフタ付きガラス瓶（1.5リットル）に入れて行い、定期的に攪拌した。乳酸菌は仕込み時に 10^6 cfu/g、酵母は仕込み時から約2週間後に 10^6 cfu/gレベルの菌数で添加した。

(3) 分析試料の調製

6ヶ月発酵後のもろみを $10,000 \times \text{g}$ 、30分間 5°C で遠心分離した後の上清を 90°C に到達するまで火入れ（約 $85 \sim 90^{\circ}\text{C}$ で約30分保持）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、東京）でろ過して得られたろ液を分析試料とした。

3. 最終製品の品質

(1) 色調と化学成分

最終製品の色調を透過法で測定した（第2図）。L*値は、乳酸菌や酵母の添加に関係なく、細切り麹>ミ



第1図 各種肉麹
ミンチ肉麹(左)と角切り肉麹(右)

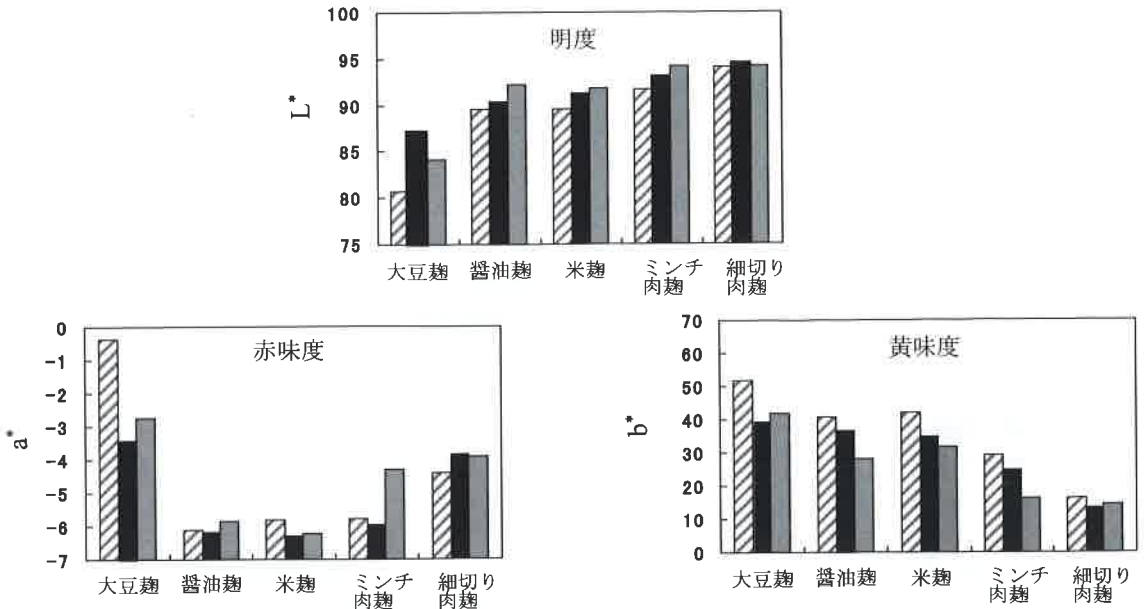
第1表 各種エゾシカ醬もろみの配合

	大豆麹			醤油麹			米麹			ミンチ肉麹			細切り肉麹		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
シカ挽肉 (g)	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
食塩 (g)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
水 (ml)	300	295	290	300	295	290	300	295	290	300	295	290	300	295	290
麹 (g)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
乳酸菌 (ml)	0	5	5	0	5	5	0	5	5	0	5	5	0	5	5
酵母 (ml)	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5

a：食塩+麹、b：食塩+麹+乳酸菌、c：食塩+麹+乳酸菌+酵母。

乳酸菌：*Tetragenococcus halophilus*（秋田今野商店）、酵母：*Zygosaccharomyces rouxii*（秋田今野商店）。

肉麹：ミンチ肉と細切り肉（1cm間隔に切断した肉）にそれぞれAOK139株を接種して製造したもの。



第2図 各種エゾシカ醬の色調

▨ : 食塩+麴, ■ : 食塩+麴+乳酸菌, ■ : 食塩+麴+乳酸菌+酵母.

ンチ肉麴>醤油麴 \geq 米麴>大豆麴の順に高く、a*値は醤油麴と米麴添加区で低かった。b*値はいずれの試験区でも大豆麴>米麴 \geq 醤油麴>ミンチ肉麴>細切り肉麴の順に高い傾向を示した。また、麴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、大豆麴添加区では色調が濃く、肉麴添加区ではそれが薄いこと、麴に乳酸菌や酵母を添加すると黄色味が弱くなることが特徴であった。

各種製品の収率(液化率)を調査したところ、ミンチ肉麴および細切り肉麴ではやや低く、50%に満たなかった(第2表)。一方、大豆麴、醤油麴および米麴では50%以上の収率が得られ、いずれも麴単独区(a区)で麴+乳酸菌添加区(b区)および麴+乳酸

菌+酵母添加区(c区)より高い傾向がみられた。醤油麴、米麴および肉麴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、大豆麴から調製した肉醬のpHはa区では6.7、b区は5.4、③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、麴、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)¹⁴⁾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%⁸⁾以下であった。大豆麴

第2表 各種エゾシカ醬の化学成分

	大豆麴			醤油麴			米麴			ミンチ肉麴			細切り肉麴		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
収量 (%)	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
全窒素分 (g/100 ml)	2.1	2.1	2.1	1.8	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.7	1.7	1.7
食塩分 (g/100 ml)	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
無塩可溶性固形分 (%)	14	14	14	15	15	14	15	15	16	14	14	14	13	12	12
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
ヒスタミン (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

a: 食塩+麴, b: 食塩+麴+乳酸菌, c: 食塩+麴+乳酸菌+酵母. ND: 検出されず.
無塩可溶性固形分 (%) = Brix - 食塩分.

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¹⁵⁾が一因と考えられた。各種試料中のHm量を測定した結果、大豆麴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は大豆麴添加区の発酵中のpH上昇の直接的な原因ではないと考えられた。また、中里ら¹⁶⁾の調査した魚醤油中のHmレベルをみると380 ppm以下であり、魚肉によるHmの中毒量は個人差がみられるが、70~1,000 mgとされている¹⁷⁾。さらにプトレシン、カダベリン、スベルミジンおよびスベルミン等の不揮発性アミン類が共存すると相乗作用を示し、Hmの発症量に影響を及ぼすといわれている¹⁷⁾。しかし、380 ppmレベルのHmを含む試料を100 g喫食した場合、その摂取量は38mgであり、調味料として少量使用する限りは他の不揮発性アミン類が共存してもこれが原因で中毒を起こすことはないと考えられる¹⁶⁾。

一般的に揮発性塩基窒素(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¹⁸⁾。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^{16,18)}。また、中里ら¹⁶⁾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。本研究でも大豆麴添加区の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(結果は図示せず)。製造時に麴菌や酵母、乳酸菌等のいわゆる発酵のための微生物の使用の有無にかかわらずVBNが高い製品がみられることから、今後は主原料

(食肉等)に含まれるタンパク質分解酵素や微生物の影響の両面から原因を調査する必要があると思われる。

(2) 呈味成分

有機酸組成を調査したところ、7種類の有機酸が検出されたが、組成をみると、大豆麴添加区を除き、乳酸とピログルタミン酸が大半を占めていた(第3表)。一方、大豆麴添加区では他の麴添加区と異なり、乳酸よりも酢酸が多く検出されたことから、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。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¹⁹⁾。また、細切り肉麴添加区以外の試料で乳酸菌添加区や酵母添加区は麴のみ添加区よりも乳酸量が多かった。有機酸組成の違いとpHの関係をみると、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。

次に遊離アミノ酸組成を調査したところ、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、中でも大豆麴添加区で特に豊富であった(第4表)。また、うま味に関与するグルタミン酸とアスパラギン酸量も大豆麴添加区は他の麴添加区に比べ最も多かった。さらに、大豆麴添加区の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。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²⁰⁾。

(3) 官能評価

大豆麴添加区の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。

第3表 各種エゾシカ醬の有機酸組成

	大豆麴			醤油麴			米麴			ミンチ肉麴			細切り肉麴		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
ピルビン酸	ND	25	23	ND	ND	11	ND	8	ND	ND	ND	14	ND	ND	6
マレイン酸	15	6	10	ND	ND	ND	22	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
コハク酸	97	29	34	44	46	58	47	54	55	7	ND	22	4	6	16
乳酸	120	319	282	537	895	805	239	827	799	829	1193	1170	1263	1213	1119
ギ酸	ND	ND	7	ND	ND	ND	4	3	4	4	21	ND	ND	ND	3
酢酸	624	577	650	20	14	11	186	46	37	250	67	14	10	ND	41
ピログルタミン酸	385	487	429	398	399	382	351	343	340	384	374	406	324	327	335
合計	1241	1444	1435	1000	1355	1267	848	1283	1235	1475	1655	1626	1602	1546	1520

a: 食塩+麴, b: 食塩+麴+乳酸菌, c: 食塩+麴+乳酸菌+酵母。ND: 検出されず。

第4表 各種エゾシカ醬の遊離アミノ酸組成

	(mg/100 ml)														
	大豆麹			醤油麹			米麹			ミンチ肉麹			細切り肉麹		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
タウリン	65	66	62	56	45	71	42	38	37	54	46	41	57	62	48
アスパラギン酸	850	704	744	512	352	387	553	430	402	436	265	286	148	182	198
スレオニン	415	456	478	395	371	382	323	308	291	389	313	337	253	259	281
セリン	12	105	22	348	320	329	198	265	251	239	275	297	197	225	210
アスパラギン	55	59	58	240	251	255	91	157	142	238	209	215	208	213	234
グルタミン酸	1393	1213	1268	1057	1051	1113	874	935	879	1091	963	1022	833	847	882
グリシン	208	252	287	206	185	190	163	154	145	198	146	161	119	120	127
アラニン	574	681	766	582	642	605	511	536	496	653	590	612	526	507	551
プロリン	335	231	259	230	208	215	195	184	173	222	159	170	149	136	152
バリン	640	590	619	524	514	542	457	461	435	542	464	487	409	406	439
シスチン	26	61	50	7	8	21	9	12	13	26	24	66	31	58	61
メチオニン	277	279	277	245	253	266	218	229	216	273	235	255	221	226	243
イソロイシン	579	587	607	502	498	515	433	448	420	545	465	496	426	435	465
ロイシン	909	956	971	856	857	919	775	822	772	933	824	877	757	773	822
チロシン	80	70	74	94	86	79	80	71	79	69	92	92	83	79	57
フェニルアラニン	276	442	432	384	383	419	349	360	340	395	346	378	314	324	335
トリプトファン	106	97	103	10	19	ND	20	12	9	74	55	31	58	61	66
オルニチン	132	49	563	8	7	3	9	3	8	10	2	9	5	3	14
リジン	1113	1041	1100	927	915	998	810	852	810	992	863	936	784	806	884
ヒスチジン	217	254	258	199	196	202	152	163	151	221	184	204	162	166	181
アルギニン	ND	464	ND	626	619	669	546	600	569	657	591	637	479	494	470
合計	8263	8658	9001	8008	7779	8178	6809	7039	6638	8256	7112	7608	6219	6382	6721

a: 食塩+麹, b: 食塩+麹+乳酸菌, c: 食塩+麹+乳酸菌+酵母. ND: 検出されず.

第5表 順位法による4種類のエゾシカ醬の官能評価

	醤油麹	米麹	細切り肉麹	角切り肉麹
	a	a	c	b
香気	31	25*	31	51**
色調	18**	28	41	54**
風味	26*	32	36	46*
全体的な品質	23**	30	35	52**

パネル: 人数:14名(男性7名, 女性7名), 年齢: 22 - 30歳.

a: 食塩+麹, b: 食塩+麹+乳酸菌, c: 食塩+麹+乳酸菌+酵母.

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

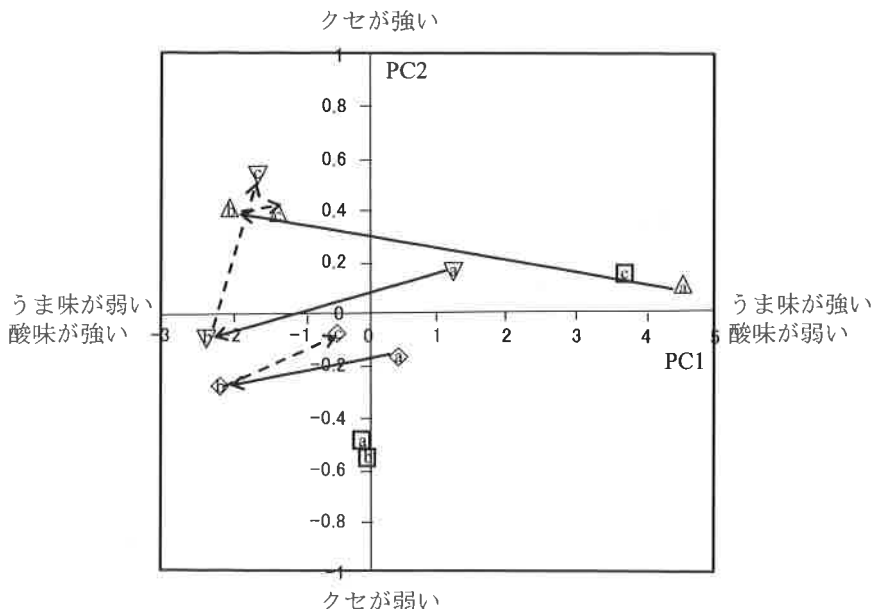
そのため, 本研究では官能評価試料より除外した。次に各麹間で好まれる試料の選択を行った。その結果, 醤油麹と米麹では試験区 a (麹のみ添加区) が好まれ, ミンチ肉麹では試験区 c (乳酸菌と酵母添加区) が, 細切り肉麹では試験区 b (乳酸菌添加区) が好まれた。そこで選択された4つの試料から, どの試験区が好まれるのか詳しく調査したところ, 醤油麹 a では色調, 風味および全体的な品質が有意に好まれた (第5表)。米麹 a では香りが有意に好まれたが, ミンチ肉麹 c ではいずれの項目も有意差がみられず, 細切り肉麹 b では香り, 色, 風味および全体的な品質のいずれも有意に好まれ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, 醤油麹 a は他の試料に比べ有意に ($p < 0.01$) 好まれ, 米麹 b とミンチ肉麹 c は

有意差がみられず ($p > 0.05$), 細切り肉麹 b は他の試料に比べて有意に ($p < 0.01$) 好まれないことが分かった。

(4) 味覚センサによる味分析

発酵法の違いによるエゾシカ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 (味認識装置 TS-5000Z; Insent 社, 神奈川) での分析値を対象に主成分分析を行った (第3図)。主成分分析では 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ある。寄与率はそれぞれ PC1 が 97.0% で PC2 が 2.4% であった。

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



第3図 12種類のエゾシカ醬の主成分分析

▽：醤油麴，△：米麴，◇：ミンチ肉麴，□：細切り肉麴。
 a：食塩＋麴，b：食塩＋麴＋乳酸菌，c：食塩＋麴＋乳酸菌＋酵母。
 実線：aからbへの変化，破線：bからcへの変化。

味（にがり系苦味，苦味／薬，苦味／食，渋味およびうま味コク）である。また，本稿での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ことからである。後述する主成分分析でも同様に解析した。

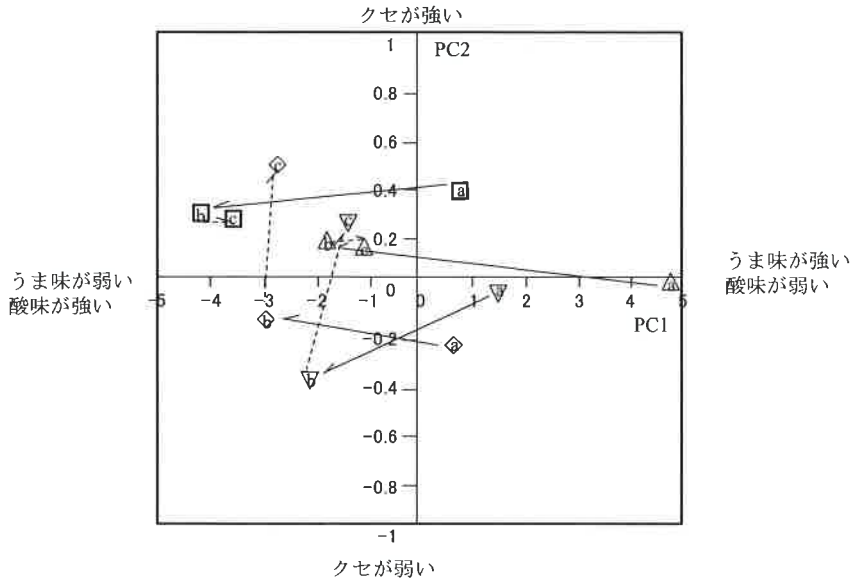
細切り肉麴添加区以外で麴の特徴をみると米麴aはうま味が強く，醤油麴aとミンチ肉麴aは共にうま味は米麴aより弱く，細切り肉麴aはうま味もクセも弱かった。醤油麴aとミンチ肉麴aでは前者が後者よりもややクセが強い点で異なっていた。乳酸菌の添加bにより，いずれも麴のみの添加aよりもうま味を減少させた（実線矢印）。乳酸菌と酵母の添加cにより乳酸菌添加試料bよりもややうま味が強くなるが，クセも強くなる傾向がみられた（破線矢印）。したがって，エゾシカ醬を利用する場合，うま味が強いタイプは，麴のみ添加試料が，うま味は弱めで酸味が強いタイプは，麴と乳酸菌添加試料が，うま味の他にクセも

増すタイプは麴，乳酸菌および酵母添加試料が効果的である。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，醤油麴，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，細切り肉麴添加区が他の麴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麴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。

味覚分析結果（第3図）と順位法による官能評価結果（第5表）との関係を見ると，最も好まれた醤油麴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。

4. 鶏醬との品質の比較

楊ら²¹⁾は採卵廃鶏のムネおよびモモ肉を主原料として，本研究と同様に麴（大豆麴，醤油麴および米



第4図 各種エゾシカ醬と鶏醬の主成分分析

▽：醬油麴(エゾシカ), △：米麴(エゾシカ), ◇：醬油麴(ニワトリ), □：米麴(ニワトリ).
 a：食塩+麴, b：食塩+麴+乳酸菌, c：食塩+麴+乳酸菌+酵母.
 実線：aからbへの変化, 破線：bからcへの変化.

麴), 醬油用乳酸菌, 酵母を加えて30℃で6ヶ月間発酵後, 火入れを行い, 各種鶏醬を製造した。その結果, 化学成分を比較したところ, 大豆麴添加区は他の麴添加区に比べてpHがやや高く(5.3~6.0), 全窒素分も多く(約2.1 g/100 ml), アミノ酸ではグルタミン酸が多い(1360~1430 mg/100 ml)傾向が示された。また官能評価でも大豆麴添加区は生臭い匂いがして台湾留学生に受け入れられない傾向がみられた。これらの傾向は本研究でも類似していた。しかし, 米麴および醬油麴添加区はpHが4.7~5.2, 無塩可溶性固形分が14~16%, 全窒素分が1.7~1.8 g/100 ml, 食塩分が約19%, グルタミン酸量は990~1100 mg/100 mlと本研究でのエゾシカ醬の結果(第2と4表)と類似している。そこで, 醬油醸造技術が畜種間でどのように異なるかを調査するため本研究で得られた味覚センサによる味覚分析結果(醬油麴および米麴添加区, 第3図)と比較した(第4図)。ニワトリとエゾシカから調製した醬は程度の違いはみられるが, 共通して麴のみ添加区aは他の添加区(b, c)よりうま味が強い。乳酸菌を添加することで, 酸味が強い方向に動き, 酵母を添加すると, クセが強くなる。また麴間で

は米麴の方が醬油麴に比べてaからbへの動き(乳酸菌添加の動き)が大きく, bからcへの動き(酵母添加の動き)が小さいことも畜種にかかわらず共通していた。このことは異なる食肉を用いても麴(a), 麴+乳酸菌(b), 麴+乳酸菌+酵母(c)の添加効果は類似して発揮されることを示唆している。しかし, 麴のみ添加区(a)がエゾシカの方がニワトリよりも右にあり, その差は米麴で大きい。この理由については原料や発酵条件の違いにも影響されると考えられるが, 詳細は目下検討中である。

5. おわりに

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ロ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のが現状である²²⁾。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^{19, 23)}。無塩可溶性固形分に関しては、肉麴添加区は醤油麴や米麴に比べて低かった。これは乳酸菌や酵母のエネルギー源である糖は主に麴の原料に由来し、肉麴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²⁴⁾。また、肉麴間で比較すると、肉醬の無塩可溶性固形分はミンチ肉麴で高い値を示した。このことは麴の形状による違い(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℃の高温で発酵させたまろみの場合、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²⁵⁾。本研究でも、大豆麴添加区の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*値とb*値も他の試料より大きかった。肉麴添加区のまろみは発酵開始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(第2図)。

三上ら⁵⁾およびNguyenら⁶⁾は豚挽肉に食塩、麴、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℃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、最終製品の収量は約44～67%と上記の報告に比べて低かった。楊ら²¹⁾もスミチウムLP20(新日本化学工業、愛知)を添加することで鶏醬の収率を76～83%にできると報じている。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選択と添加量の検討が必要と考えられる。

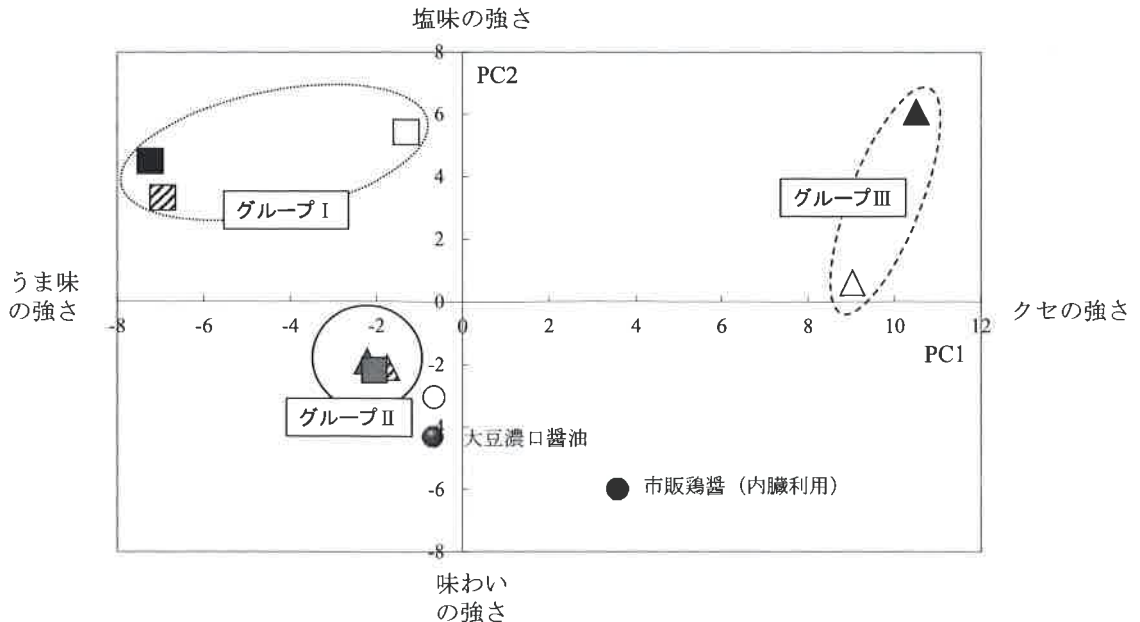
大豆麴添加区(a, b, c)はいずれもpH、VBNおよび酢酸レベルが高く、異質な匂いがするため官能的に受け入れられないが、遊離アミノ酸総量が多く、味覚分析でも他の試料と異なりうま味が強い傾向が示された²⁵⁾。これは好塩性乳酸菌の増殖が不十分なため発酵中のpH低下が遅く、5.0付近を維持できない²⁶⁾と推測される。発酵前のまろみへの炭水化物の添加によりpH低下が促進される事例²⁷⁾もあることから今後は大豆麴への炭水化物の強化が必要となるであろう。

著者らは仕込み時の配合を食塩15%から10%に減塩し、麴と酵母を添加することで上記3-(3)で述べた全体的な品質の高い醤油麴添加区aに近い味の評価が得られた(第5図)。全体は3グループ(グループI:うま味と塩味が強いタイプ;グループII:適度なうま味と味わい(味の厚みや深み)のあるタイプ;グループIII:クセが強いタイプ)に分けられ、食塩分は約12%まで低減、全窒素分は約2.0 g/100 ml、無塩可溶性固形分も16～17%程度まで上昇させることが可能であった。主成分分析ではグループIIは他のグループに比べ対照(食塩分15%、醤油麴添加)や大豆濃口醤油に最も近かったが、市販鶏醬とは味わいやクセの強さの面で異なっていた(寄与率、PC1:62.6%;PC2:34.2%)。全体的に発酵中にガスが多く発生し、品質管理に難点があるが、特にグループIとIIIは発酵中にpHやVBNが上昇し、それぞれ5.6～6.0および140～170 mg/100 mlまで達し、酢酸レベルも高く(266～839 mg/100 ml)、風味が異質に感じられた。この結果から仕込み時の塩分濃度は10%より高めに設定する必要があると考えられた。

本研究の一連の成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、発酵法すなわち食塩分、麴の形状や種類、乳酸菌および酵母の添加によりエゾシカ醬の品質に違いがみられる点に十分留意する必要がある。

謝 辞

本研究の遂行にあたり終始ご助言、ご協力いただいた酪農学園大学農食環境学群食と健康学類教授 石下真人博士、地方独立行政法人北海道総合研究機構食品加工研究センター食品バイオ部部长 川上誠氏並びに酪農学園大学酪農学部食品科学科 宮内千枝氏に深く謝意を表します。また、実験試料の入手にご協力い



第5図 減塩エゾシカ醬と市販製品の味の主成分分析

△：醤油麴，▲：醤油麴＋酵母，▲：醤油麴＋酵素，△：醤油麴＋酵母＋酵素。
 □：混合麴，■：混合麴＋酵母，■：混合麴＋酵素，▨：混合麴＋酵母＋酵素。

減塩エゾシカ醬：食塩分 10%，○：対照（食塩分 15%，醤油麴）。

混合麴：醤油麴：米麴 = 3：1(w/w)，酵母：*Zygosaccharomyces rouxii*（秋田今野商店）。

酵素：スミチーム LP20（新日本化学工業）。

ただいた元帯広畜産大学教授 関川三男博士，味覚センサによる味の解析にご助言をいただいた（株）味香り戦略研究所研究開発部 早坂浩史氏，鶏醬の製造にご協力いただいた元国立嘉義大学教授 楊正護博士に厚く感謝します。

（酪農学園大学農食環境学群食と健康学類）

参考文献

- 1) キッコーマン. 2015. しょうゆ (WORLD) ワールド [homepage on the Internet]. キッコーマン, 千葉: [cited 23 Nov 2015]. Available from URL: <http://www.kikkoman.co.jp/soyworld.html>
- 2) しょうゆ情報センター. 2015. しょうゆの歴史 [homepage on the Internet]. しょうゆ情報センター, 東京: [cited 23 Nov 2015]. Available from URL: <https://www.soysauce.or.jp/rekishu/index.html>
- 3) Nakamura, T., Yano, Y., and Hada, T. Studies on fermented seasoning production from meat and meat by-products. *J. Zootech Sci.*, **56**, 851-859 (1985).
- 4) Yano, Y., Hada, T. and Nakamura, T. Studies on accelerated fermentation and improvement in taste and aroma of fermented meat by-products seasonings. *J. Zootech Sci.*, **58**, 639-647 (1987).
- 5) 三上正幸, Nguyen HT, 島田謙一郎, 関川三男, 福島道弘, 小野伴忠. 豚肉発酵調味料“肉醬”の性質. *日本食品科学工学会誌*, **54**, 152-159 (2007).
- 6) Nguyen, H.T., Shimada, K., Sekikawa, M., Ono, T. and Mikami, M. Fermentation of meat with koji and commercial enzymes, and properties of its extract. *Journal of Science Food Agriculture*, **85**, 1829-1837 (2005).
- 7) 社団法人エゾシカ協会. 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>

- 8) 北海道環境生活部. 2014. エゾシカやトド, 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>
- 9) 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>
- 10) 関川三男. エゾシカ肉の成分と加工特性. 北海道畜産学会報, **59**, 19-20 (2003).
- 11) Sekikawa, A., Ham, K.H., Shimada, K., Fukushima, M., Ishikawa, T., Lee, C.H. and Mikami, M. Color and its stability in venison from *Cervus nippon yesoensis* (Japanese Yeso Deer). *Korean Journal for Food Science Animal Resources*, **23**, 309-314 (2003).
- 12) 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).
- 13) 北本勝ひこ. 改訂版 分子麴菌学. 公益社団法人日本醸造協会, 東京 (2012).
- 14) 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
- 15) Satomi, M., Fushita, M., Oikawa, H., Yoshikawa-Takahashi, M. and Yano, Y. Analysis of 30 kbp plasmid encoding decarboxylase gene in *Tetragenococcus halophilus* isolated from fish sauce. *International Journal of Food Microbiology*, **126**, 202-209 (2008).
- 16) 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. 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 (2002).
- 17) 細貝祐太郎, 松本昌雄監修: 食品安全セミナー 1, 食中毒, 216-227, 中央法規出版, 東京 (2001).
- 18) 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, 齊藤和夫. 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 (2001).
- 19) 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. 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 (2000a).
- 20) 内田金治, 神戸千幸. 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 (1987).
- 21) 楊正護, 川上誠, 石下真人, 船津保浩. 採卵鶏から調製した肉醬の品質 - 特に麴の種類による最終製品の化学成分の違いについて -. *New Food Industry*, **54**, 43-49 (2012).
- 22) 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**, 169-174 (2013).
- 23) 船津保浩, 砂子良治, 小長谷史郎, 今井徹, 川崎賢一, 竹島文雄. 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 (2000b).
- 24) 吉川修司, 田中 彰, 錦織孝史, 太田智樹. 大麦麴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誌, **53**, 281-286 (2006).
- 25) 船津保浩, 宮内千枝, 川上誠, 石下真人. 醤油醸造技術を用いて調製したエゾシカ醬の品質特性. 日本畜産学会報, **86**, 53-61 (2015).
- 26) 船津保浩, 宮内千枝, 川上誠, 石下真人. エゾシカの有効活用を目的とした肉醬の開発 - 特に醤油醸造技術を用いて発酵させたもろみと製品の品質特性について -. *New Food industry*, **57**, 27-35 (2015).
- 27) Shozen, K., Satomi, M., Yano, Y., Yoshida, M., Fukui, Y., Takano, T., Funatsu, Y. Effect of sucrose and halophilic lactic acid bacterium *Tetragenococcus halophilus* on chemical characteristics and microbial proliferation during fish sauce fermentation. *J. Food Safety*, **32**, 389-398 (2012).