

組成や形状の異なる塩を用いて製造した 発酵ソーセージの品質特性、 特にスターター菌の違いについて

船津 保浩 (FUNATSU Yasuhiro) *1 川上 誠 (KAWAKAMI Makoto) *2 徳山 武宏 (TOKUYAMA Takehiro) *1 酒井 彩 (SAKAI Aya) *1 谷口 亮輔 (TANIGUCHI Ryoosuke) *1 岩崎 智仁 (IWASAKI Tomohito) *1 石下 真人 (ISHOROSHI Makoto) *1 山本 克博 (YAMAMOTO Katsuhiko) *1

*1 酪農学園大学 食品科学科, *2 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

Key Words : 塩・発酵ソーセージ・品質・スターター

はじめに

日本で流通しているサラミは、非加熱の発酵ソーセージと加熱後乾燥して製造される珍味に近い乾燥品に分けられる。国内生産量は後者が圧倒的に多く、前者は少ないのが現状である¹⁾。

発酵ソーセージの製造が盛んなヨーロッパでは、発酵ソーセージを製造する際の製造工程で岩塩や海塩が添加されている。この中で岩塩は大部分が塩化ナトリウムであるが、採集地により微量の無機成分の組成が異なり、亜鉛等の微量金属も含まれていることから発色効果があるという報告も一部で見られる。また、発酵ソーセージの風味は原料の配合条件や熟成条件などでも異なる。特にスターターに用いる菌は、無機成分の組成により生育条件も影響を受けることから、最終製品の酸味やフレーバー等の風味醸成に大きく関わると考えられる。しかし、塩の組成や形状の違いが発酵ソーセージの風味に与える影響についての研究例はほとんどない。

本稿では、産地が異なる塩を用いて発酵ソーセージを調製し、塩の成分や形状の違いが製品の製造工程中の品質に与える影響について調査したのでご紹介する。

1. 材料と方法

1-1. 原材料

豚ウテ肉は、ホクレン (株) より購入した。実験開始まで -20℃で凍結保管した。実験に使用した岩塩は、いずれも市販品でヒマラヤ産(カオス (株)), モンゴル産 (アリマジヤパン (株)), 中国 (四川省) 産 (白松 (株)), パキスタン産 ((有) FAR EAST RS), アメリカ (テキサス州) 産 (赤穂あらなみ塩 (株)), イタリア (シチリア) 産 ((株) シー・アイ・オー・ジャパン), ポリビア産 ((株) あがりび) およびドイツ産 (赤穂あらなみ塩 (株)) である。これらの中で粒形が大きいものは岩塩ミルで粉碎して用いた。

1-2. スターター菌の選抜

市販発酵ソーセージ 17 種類を購入し、食肉製品の専門家 5 名で評点法により外観、色沢、肉質、熟成風味、香辛料、バランスおよび受容性で評価した。その結果、上位 5 種類から下記の菌が検出された。それらの菌は *Lactobacillus curvatus*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus*,

Staphylococcus carnosus, *Staphylococcus xylosum* および *Debaryomyces hansenii* であった。いずれもスターター菌であったため、本研究では酸生成菌である *Pediococcus pentosaceus* (PC-1 株, Flora Carn) とフレーバー生成菌である *Staphylococcus xylosum* (DD-34 株, Flora Carn) を使用した。

1-3. 岩塩の選定

無機塩類を取り除いた GYP 液体培地にそれぞれの塩を 3% 添加し、スターター菌の *P. pentosaceus* および *S. xylosum* を 10^3 cfu/ml 添加, 25°C, 20 時間培養後の液体培地の濁りからスターター菌の増殖性の高かった上記 1-1 の 2 種類の岩塩 (ボリビア産およびドイツ産) を選定した。

1-4. 原材料の配合と熟成方法

冷凍豚ウテ肉を冷蔵 (4°C) で 3 日間解凍後、切断し、赤身肉と脂肪を 4:1 に分け、チョッパー (ミンサー I 型, *fatosa*) を用いてそれぞれ挽肉 (4 mm 角) とした。この挽肉の重量に対して、乳糖 0.6%, ブドウ糖 0.3%, 硝精 S (第一化成) 0.14%, 砂糖 0.2% および塩 2.5% を加えてよく混合した。なお、塩には食塩 (財団法人塩事業センター), ボリビア産岩塩およびドイツ産岩塩を使用した。スターター菌は, *P. pentosaceus* および *S. xylosum* を用い, それぞれ 3L タンクで 25°C, 72 時間培養後, 遠心分離し, 得られた沈殿を滅菌生理食塩水で 300 ml に定容した。これらの菌液 30 mL を混合肉 500 g に加え, 滅菌スパチュラでよく攪拌した (PP 添加区および SX 添加区)。なお, PP と SX 各 15 mL を, 混合肉 500 g に添加したものを混合区とし, 菌液の代わりに滅菌生理食塩水 30 mL を添加したものを対照区とした。これら 4 種類の試料を絞りに袋に入れ, 直径約 4 cm の人工ケーシング (TIPPER TIE, TIPPER Clip) に充填後, 恒温恒湿器 (KCL-2000A 型, 東京理化) で 21 日間熟成させた。熟成条件は表 1 のとおりである。

表 1 発酵ソーセージ熟成中の温度と湿度

日	温度 (°C)	湿度 (%)
1	20	95
2	20	93
3	20	91
4	20	88
5	20	86
6	18	83
7	18	80
8	17	75
・	・	・
・	・	・
21-28	17	75

1-5. 乳酸菌数の測定と菌叢の解析

試料の乳酸菌数は GYP 白亜寒天培地にサンプル希釈液を 0.1 mL 表面塗抹し, 25°C で 72 時間培養後に計測した。菌の同定は定法に準じて行った。すなわち, 各プレートから代表的なコロニーを 5 コロニー分離し, それぞれのコロニーから DNA を抽出, 16S リボゾーム RNA 遺伝子 (約 1500 bp) の 5' 側末端から約 500 bp をサーマルサイクラーによって増幅し, その塩基配列を決定後, データベースと照合してコロニーの同定を行った。ただし, 酵母の場合は 28S リボゾーム RNA 遺伝子を増幅し, 上記と同様の方法で同定した。

2. 結果

2-1. 塩の形状および組成

塩の形状と組成を図 1 と表 2 にそれぞれ示す。光学顕微鏡観察では食塩は立方体に近い形状で大きさが約 320 ~ 440 μm であった [図 1 (a)]。これに対してボリビア産岩塩は分布範囲がかなり大きく, 大きさは約 20 ~ 640 μm であるが, ドイツ産岩塩は約 30 ~ 240 μm とボリビア産に比べて分布範囲が狭かった [図 1 (b) と (c)]。原子吸光法²⁾による組成分析では食塩は Zn, Mn, Cu, Fe が検出されないが, ボリビア産岩塩ではそれらが微量検出され, ドイツ

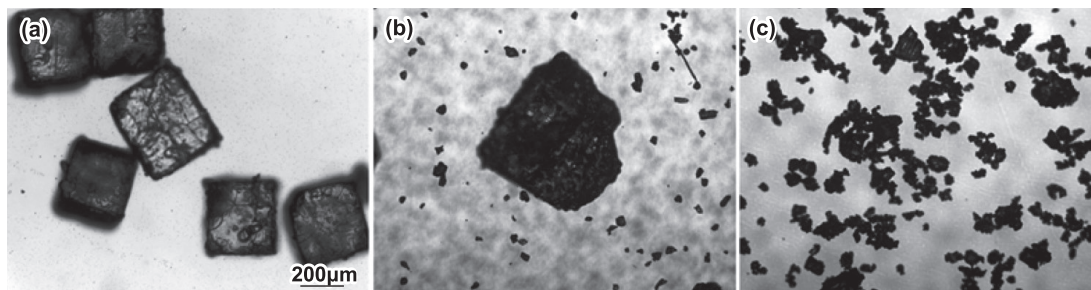


図1 塩の形状

(a)：食塩，(b)：ボリビア産岩塩，(c)：ドイツ産岩塩

表2 塩の無機成分

	(mg/100g)		
	食塩	ボリビア産岩塩	ドイツ産岩塩
Ca	11.4	176.0	0.9
Mg	11.1	29.9	0.9
K	74.5	157.7	113.2
Zn	ND	0.05	0.004
Mn	ND	0.021	ND
Cu	ND	0.022	ND
Fe	ND	0.022	ND

ND：検出されず

産岩塩は Mn, Cu, Fe は検出されなかった (表 2)。また、食塩の Ca 量はボリビア産岩塩のそれ約 0.6 倍、ドイツ産岩塩のそれ約 13 倍であった。

2-2. 発酵ソーセージ熟成中の化学成分およびエキス成分の変化

まず、熟成中の各種発酵ソーセージの塩分³⁾、亜硝酸根⁴⁾ および水分活性 (A_w) の変化を調べた (図 2)。その結果、いずれの試料でも発酵中の塩分増加および亜硝酸根と A_w の減少がみられ、塩の違いや菌添加の有無ではこれらの成分に大きな違いはみられなかった。また、いずれの試料でも熟成 21 日後には亜硝酸根が 5 ppm 以下、 A_w が 0.87 未満に低下していた。

川崎らの方法⁵⁾ に準じて熟成中の各種発酵ソーセージの成分の中で遊離アミノ酸総量、アデノシン-5'-1 リン酸 (AMP) 量およびイノシ

ン-5'-1 リン酸 (IMP) 量の変化を調査した。その結果を図 3 に示す。いずれ試料でも遊離アミノ酸総量は熟成中に増加したが、熟成 9 日までの増加はいずれの塩でも PP 添加区で大きい傾向であった。AMP 量は熟成中の大きな変化はみられず、熟成 21 日後はいずれの試料でも僅少であった。また、IMP 量の熟成中の低下度合いは塩の種類

の違いでやや異なったが、熟成 21 日後はいずれの試料でも僅少であった。

熟成中の各種発酵ソーセージの pH と TBA 値⁶⁾ の変化を図 4 に示す。pH の場合 [(a), (b), (c)], いずれの試料でも熟成中に低下がみられたが、その低下の度合いは PP 添加区と混合区の方が対照区や SX 添加区よりも大きかった。この現象は酵素法による L-乳酸の生成量⁷⁾ と対応していた (結果は図示せず)。

熟成中の発酵ソーセージの脂質酸化の変化を図 4 [(d), (e), (f)] に示す。いずれの試料でも熟成中に TBA 値は増加するが、PP 添加区で大きく、特に食塩の PP 添加区の TBA 値の増加は岩塩のそれに比べて顕著であり、可食限界値 (0.5) を超えるレベルであった。なお、この値は吸光度とマロンアルデヒド量との検量線から試料 1kg 当たり 12.5 mg MD に相当するレベルであった。

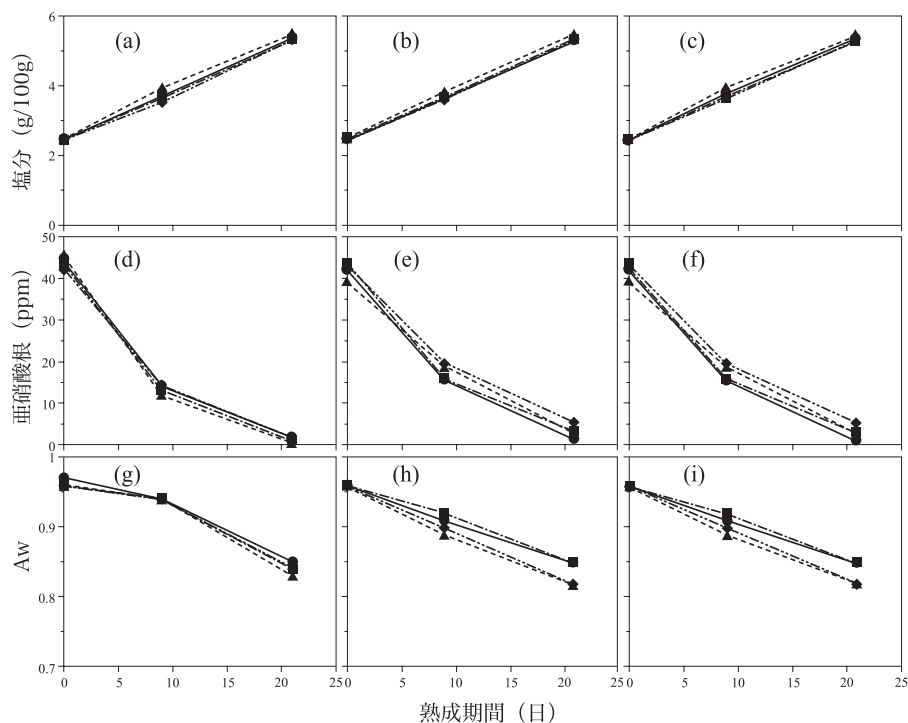


図2 各種発酵ソーセージ熟成中の塩分、亜硝酸根およびAwの変化

(a), (d), (g) : 食塩
 (a), (b), (c) : 塩分
 (b), (e), (h) : ボリビア産岩塩
 (d), (e), (f) : 亜硝酸根
 (c), (f), (i) : ドイツ産岩塩
 (g), (h), (i) : Aw

—●— : 対照, —▲— : PP, —■— : SX, —◆— : 混合

対照 : スターター菌を用いずに製造した発酵ソーセージ

PP : *Pediacoccus pentosaceus* をスターター菌に用いて製造した発酵ソーセージ

SX : *Staphylococcus xylosus* をスターター菌に用いて製造した発酵ソーセージ

混合 : *P. pentosaceus* および *S. xylosus* をスターター菌に用いて製造した発酵ソーセージ

2-3. 発酵ソーセージ熟成中のタンパク質成分組成の変化

各種発酵ソーセージ熟成中のタンパク質成分組成の変化を図5に示す。SDS-PAGE⁸⁾パターンをみると、いずれの試料でも塩にかかわらず熟成中のタンパク質成分組成に変化がみられたが、特に熟成が進行した9および21日後のPP添加区と混合区の試料ではいずれの塩でもミオシン重鎖(MHC)やアクチン(A)の染色強度の著しい低下やアクチンよりも低分子量成分のバンドがみられた。

2-4. 発酵ソーセージ熟成中の乳酸菌数の変化

各種発酵ソーセージ熟成中の乳酸菌数の変化を図6に示す。食塩添加区では、熟成時間の進行に伴い対照区は緩やかな増加、SX添加区は9日後に一度増加し、21日後に低下する傾向が示されたが、PP添加区と混合区では熟成中の低下がみられた。一方、岩塩添加区では対照区とSX添加区の熟成中の変化がやや異なる以外は類似しており、ボリビア産岩塩とドイツ産岩塩ではPP添加区と混合区の熟成中の低下速度が前者は後者に比べやや遅い点を除いては類似

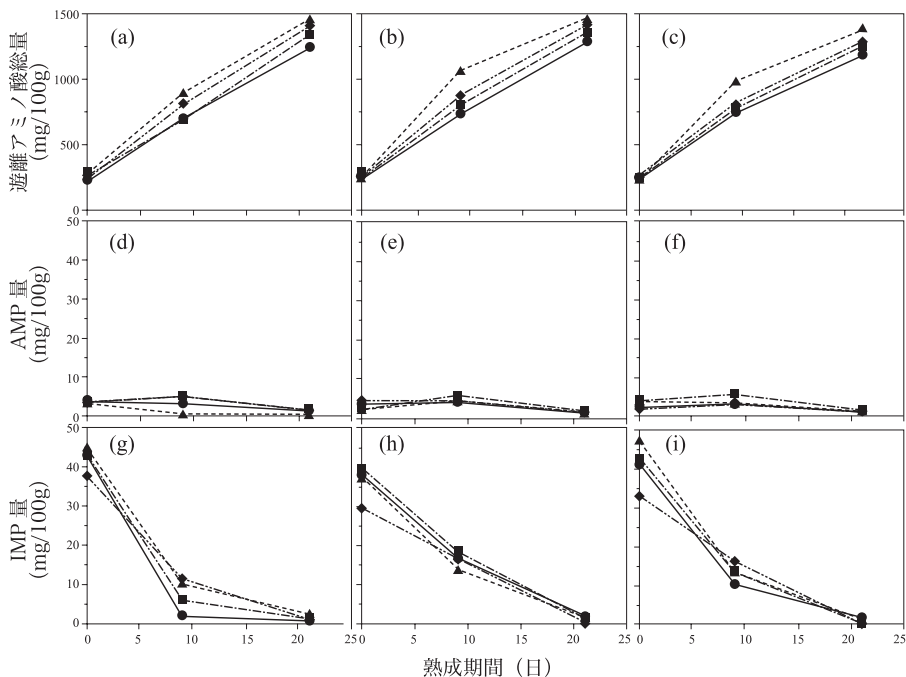


図3 各種発酵ソーセージ熟成中の遊離アミノ酸総量、AMP量およびIMP量の変化

(a), (d), (g) : 食塩 (a), (b), (c) : 遊離アミノ酸総量
 (b), (e), (h) : ポリビア産岩塩 (d), (e), (f) : AMP量
 (c), (f), (i) : ドイツ産岩塩 (g), (h), (i) : IMP量

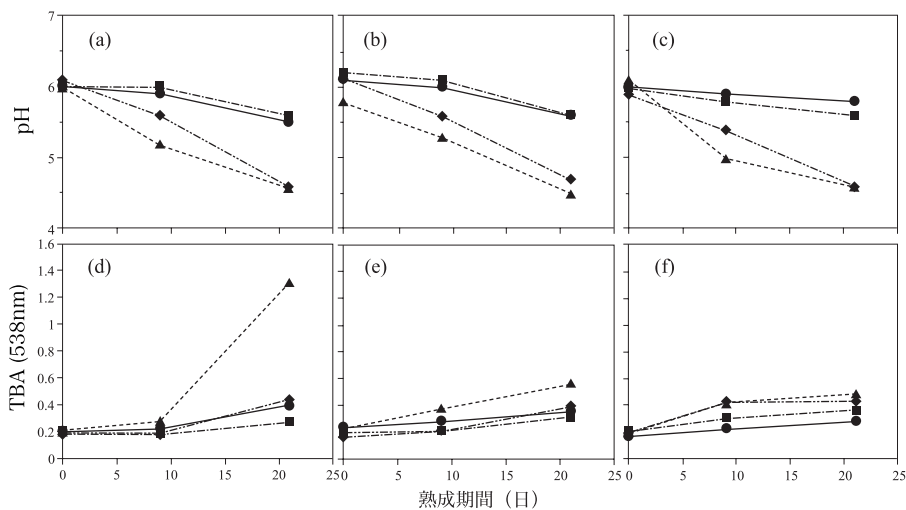


図4 各種発酵ソーセージ熟成中のpHおよびTBAの変化

(a), (d) : 食塩 (a), (b), (c) : pH
 (b), (e) : ポリビア産岩塩 (d), (e), (f) : TBA
 (c), (f) : ドイツ産岩塩

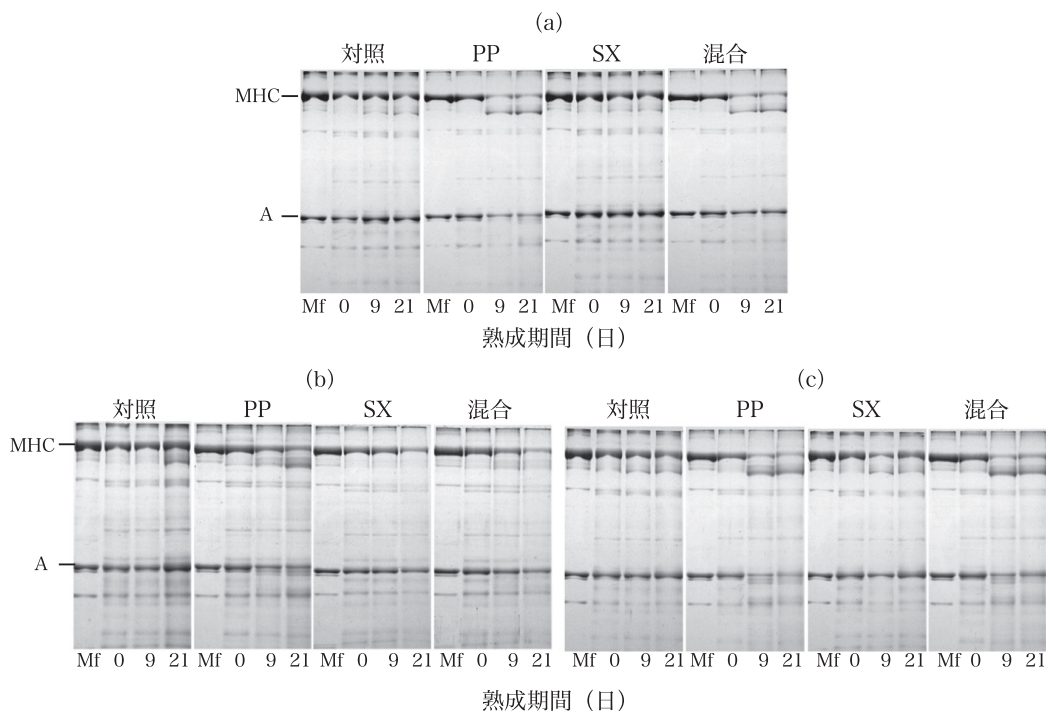


図5 各種発酵ソーセージ熟成中のSDS-PAGEパターン

MHC：ミオシン重鎖，A：アクチン

(a)：食塩，(b)：ポリビア産岩塩，(c)：ドイツ産岩塩

発酵ソーセージの一部(0.4g)を2% SDS-8M Urea-2% mercaptoethanol-20mM Tirs-HCl (pH 8.0) 溶液に入れて、100℃で2分間加熱後、常温で24時間攪拌溶解した。可溶性したタンパク質(5μl)を10% ポリアクリルアミドを支持体としたSDS-PAGEに供した。

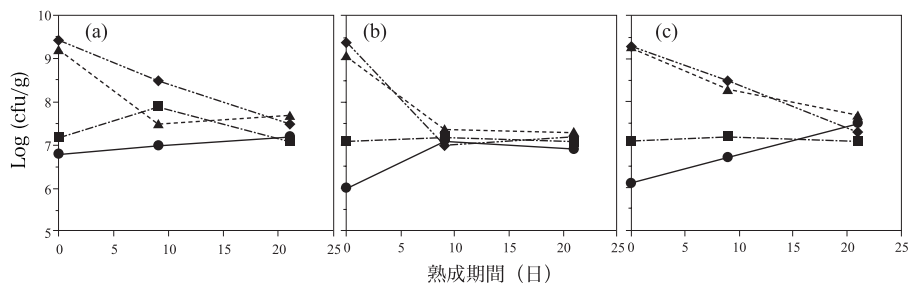


図6 各種発酵ソーセージ熟成中の乳酸菌数の変化

(a)：食塩，(b)：ポリビア産岩塩，(c)：ドイツ産岩塩

していた。いずれの試料でも熟成 21 日後の乳酸菌数は約 10^7 cfu/g レベルであった。

3. 考察

欧州では多種類のドライドソーセージが製造されており、産地により食肉部位、塩、香辛料、発酵時間や温度、脂肪量や形態およびスターター菌などが異なることが知られている⁹⁾。本研究ではその中で塩の違いに着目し、製品の熟成中の品質に与える影響について検討した。その結果、食塩、ボリビア産およびドイツ産の異なる塩を使用しても製造工程（主に熟成工程）では塩分、pH、Aw、亜硝酸根、遊離アミノ酸総量、AMP 量、IMP 量およびタンパク質成分組成には大きな違いはみられなかった。また、熟成中の脂質酸化では塩の種類による違いがみられ、食塩の PP 添加区で熟成 21 日後に TBA の急激な上昇がみられた。脂質の酸化は光、酸素、温度、ヘム化合物、水分、酵素等の影響を受けるが、金属イオン封鎖剤（クエン酸等）が脂質酸化を抑制することが知られている¹⁰⁾。市販発酵ソーセージは有機酸組成が異なることから、熟成中に生成されるクエン酸量が塩により異なる可能性があると考えられるが、この点については目下、検討中である。さらに、本研究では香辛料を添加せずに発酵ソーセージを製造しているため脂質の酸化しやすい条件になっている可能性もある。

熟成 21 日後の最終製品の菌叢を調査したところ、食塩の対照区では *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumonia*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus equorum*, *Staphylococcus carnosus* の 5 種類が検出されたが、ボリビア産岩塩では *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus xylosum*, *Staphylococcus vitulus* の 4 種類、ドイツ産岩塩では *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus*

carnosus の 2 種類が検出され、塩の違いによる菌叢の違いが見られた。しかし、PP 添加区では塩の種類にかかわらず *P. pentosaceus* のみが検出された。SX 添加区では食塩とドイツ産岩塩では *S. xylosum*, *P. pentosaceus* および *S. carnosus* の 3 種類が、ボリビア産岩塩では前者の 2 種類が検出された。混合区では塩の種類にかかわらず *S. xylosum* と *P. pentosaceus* の 2 種類が検出された。したがって、*P. pentosaceus* の単独の添加かまたは *S. xylosum* との併用が塩の種類にかかわらず増殖が良いことからスターター菌としての利用には効果的と考えられる。次に、菌叢が塩の種類で異なることから最終製品の遊離アミノ酸組成や香気成分を調査した。その結果、遊離アミノ酸総量はいずれの塩を用いても PP 添加区や混合区で対照区や SX 添加区よりも多く、熟成中のタンパク質の低分子化のプロファイルとよく対応していた。遊離アミノ酸組成をみると、塩の種類にかかわらず対照区が PP 添加区および混合区に比べてアルギニンが多く、PP 添加区でも対照区、SX 添加区および混合区に比べてグルタミン酸が多く、プロリンが少なかった（表 3）。また、香気成分をみると、塩の種類によりアルデヒド類、アルコール類、ケトン類、エステル類および炭化水素類の組成が異なっており、脂質酸化の進行した食塩の PP 添加区では 1-hexenal¹¹⁾ や 1-penten-3-ol¹²⁾ 等の脂質の酸化に関与する成分が他の試料よりも多く検出された（結果は図示せず）。Marco *et al.*¹³⁾ は発酵ソーセージ熟成中の微生物叢、化学成分および官能評価に及ぼす亜硝酸塩や硝酸塩の影響を調査し、脂質酸化は硝酸塩を添加した試料に比べ亜硝酸塩を添加した試料の方が進行すること、亜硝酸塩を加えた試料ではアミノ酸の分解や炭水化物の発酵により生じた香気成分が高いレベルで検出されると報じている。本研究では亜硝酸塩と硝酸塩の混合物を使用しており、亜硝酸塩や硝酸塩の違いは不明である

表3 最終製品の遊離アミノ酸組成の比較

(mg/100g)

	食塩				ボリビア産岩塩				ドイツ産岩塩			
	対照	PP	SX	混合	対照	PP	SX	混合	対照	PP	SX	混合
Taurine	206.7	207.5	214.9	181.4	195.7	210.7	201.5	185.0	194.4	192.6	188.1	186.6
Aspartic acid	12.2	36.5	45.1	37.9	23.8	29.2	21.8	26.2	34.7	47.8	36.8	40.1
Threonine	51.3	53.6	43.1	50.1	54.3	53.0	46.6	48.1	48.1	48.1	43.1	44.3
Serine	28.4	51.3	37.4	39.6	54.6	49.5	47.7	44.1	49.3	44.8	43.6	40.0
Asparagine	4.3	34.1	23.6	30.9	23.6	38.6	29.4	38.7	20.6	35.9	26.9	34.8
Glutamic acid	108.1	194.9	141.1	182.4	130.4	212.8	178.4	193.1	124.7	222.5	168.4	183.1
Glutamin	52.9	36.0	57.2	41.0	65.2	36.7	48.8	39.7	36.9	22.2	27.4	10.2
Glycine	69.7	82.4	63.6	78.0	74.6	84.1	59.3	72.9	68.7	76.7	54.0	66.4
Alanine	167.3	132.5	137.7	133.4	141.4	126.8	130.7	132.6	138.2	120.9	126.1	126.6
Citrulline	7.6	ND	6.1	ND	5.3	ND	8.4	ND	ND	ND	ND	ND
Valine	64.3	69.8	60.7	68.4	58.9	65.4	64.0	71.1	42.8	58.3	58.6	62.9
Cystine	9.2	3.0	8.1	2.6	3.0	1.2	2.8	5.2	1.1	0.8	1.1	5.9
Methionine	27.4	33.4	23.7	30.3	28.0	36.6	29.9	36.2	27.2	33.0	30.7	31.7
Isoleucine	38.1	37.4	31.0	34.9	40.9	42.6	38.7	41.0	37.4	38.3	35.2	36.9
Leucine	76.8	106.4	66.3	96.3	83.9	109.4	91.0	105.7	76.0	97.5	81.6	94.4
Tyrosine	5.4	35.3	26.8	37.4	21.0	35.1	36.8	35.2	19.2	30.8	33.4	31.4
Phenylalanine	39.7	55.7	37.3	52.8	43.7	59.5	52.3	58.0	39.0	53.4	47.5	52.2
Tryptophan	10.2	8.6	9.4	9.5	7.8	7.2	8.0	8.3	8.0	9.2	2.3	9.0
Ornithine	26.3	60.3	11.2	56.8	11.7	65.4	33.8	58.1	10.3	59.7	30.3	52.5
Lysine	83.3	124.7	126.4	125.9	83.9	130.8	119.8	128.9	79.2	123.5	112.5	120.9
Histidine	33.7	32.0	31.8	34.8	35.3	33.9	37.6	33.7	33.2	31.4	35.2	31.3
Anserine	32.9	31.5	34.0	30.1	31.3	30.6	38.4	28.5	29.6	27.5	36.0	26.7
Arginine	21.4	1.6	32.6	2.3	28.4	3.7	5.0	3.5	24.1	1.1	2.4	ND
Hydroxyproline	2.3	2.0	2.5	2.2	1.8	1.5	1.8	1.9	ND	ND	ND	ND
Proline	68.0	38.3	66.3	47.5	50.4	20.6	43.6	35.0	44.8	18.0	38.9	30.7
Total	1247.4	1468.5	1337.9	1406.4	1298.9	1484.9	1376.2	1430.7	1187.5	1394.1	1259.9	1298.4

ND：検出されず

が、香気成分の醸成には微生物の影響が考えられるため、今後は微生物叢と香気成分との関係の調査も必要と思われる。

おわりに

本稿では発酵ソーセージの品質の中で主に化学成分とエキス成分を紹介した。この他に食肉の色調は重要な品質評価の一つである。本研究でも肉色の塩による違いを調査した。その結果、ボリビア産岩塩では熟成中に明るさや黄色味の低下や赤味の増加が他の塩よりもやや進行しているようにみられた。肉色の赤味の増加には水溶性タンパク質のミオグロビンが関係して

いる。発色剤である硝酸塩や亜硝酸塩は食肉内在や微生物由来の還元酵素、アスコルビン酸塩などの発色助剤の働きにより一酸化窒素 (NO) が生成され、この NO がヘムの鉄イオンに配位して、安定なニトロシルミオグロビンが生成される¹⁴⁾ことが知られている。そこで、最終製品のアセトン-塩酸抽出液の吸収スペクトル (350 ~ 600 nm) を測定したところ、波形が塩の種類が異なっても類似しているが、スターター菌の種類で 380 nm 付近のピークの高さが異なっていたことから、今後はスターター菌の種類による発色効果の違いについての検討も必要であると考えられた。さらに本研究の結

果から、塩の組成や形状の違いは発酵ソーセージ製造中の脂質酸化や微生物叢に影響を与えるものの、製品の品質にはスターター菌の影響がかなり大きいことが明らかとなった。今後はスターター菌と風味との関連を調査することにより日本人の嗜好性に合った発酵ソーセージを製造したいと思っている。

本稿は本誌 55(4), 34-42 (2013) を再検討したものである。

[謝辞]

本研究はソルトサイエンス財団の一般研究助成(研究課題番号:0654)の研究費の一部を用いて実施したものであり、ここに厚く感謝します。本研究の遂行に当たりご助言をいただいた(地独)道総研食品加工研究センター食品技術支援部研究職員 井上貞仁氏に厚く感謝します。

..... 参考文献

- 1) 渡辺至: サラミ, 「畜産物利用学」(斎藤忠夫, 根岸晴夫, 八田一編), 文英堂出版, 東京, pp.192-196, 2011.
- 2) 安井明美, 志村悦郎: 原子吸光法, 「新・食品分析法」((社)食品科学工学会新・食品分析法編集委員会編), 光琳, 東京, pp.135-146, 1996.
- 3) 佐々木弘子: モール法, 「食品学実験書」(菅原龍幸編), 建帛社, 東京, pp.130-131, 2000.
- 4) 戸沢晴己: 水産食品中の亜硝酸塩定量法, 「食品分析法」((社)食品工業学会食品分析法編集委員会編), 光琳, 東京, pp.687-690, 1983.
- 5) 川崎賢一, 船津保浩, 伊藤裕佳子, 本江 薫, 鍋島弘明: スケトウダラ調味乾製品の呈味成分含量に及ぼす調味液中のソルビトールとスクロースの影響, 日食工誌, 44, 192-198, 1987.
- 6) Noll F. In: Bergmeyer HU(ed.) *Methods of Enzymatic Analysis*. 3rd edn., Vol.6. Verlag Chemie, Weinheim, pp. 582-588, 1984.
- 7) 梶本五郎: TBA 値 (2-チオバルビツール酸法), 「食品分析ハンドブック」(小原哲二郎, 岩尾裕之, 鈴木隆雄編), 建帛社, 東京, pp.156-159, 1973.
- 8) Laemli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227, 680-685, 1970.
- 9) 坂田亮一: 世界のソーセージ, 「食材図典Ⅱ」(成瀬宇平監修), 小学館, 東京, pp.90-98, 2001.
- 10) 針宮正往: 脂質, 「新版食品学概論」(食品教育研究会編), 建帛社, 東京, pp.13-24, 1998.
- 11) Murel, E., Andres, A.L., Petron, M.J., Antequera T., Ruiz, J.: Lipolytic and oxidative changes in Iberian dry-cured loin. *Meat Sci.*, 75, 315-323, 2007.
- 12) Nakamura, K., Iida H., Tokunaga, T.: Separation of identification of odor in oxidized sardine oil. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 46, 355 - 360, 1980.
- 13) Marco, A., Navarro J. L., Flore, M.: The influence of nitrite and nitrate on microbial chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Sci.*, 73, 660-673, 2006.
- 14) 若松純一: 色調, 「畜産物利用学」(斎藤忠夫, 根岸晴夫, 八田一編), 文英堂出版, 東京, pp.138-141, 2011.