

海外食肉加工品品質評価等事業報告書

(委託先:一般社団法人食肉科学技術研究所)

別 冊

令和2年3月

日本ハム・ソーセージ工業協同組合

目次

1. 試料	1
2. 分析項目及び試料調製	
2.1 表示調査.....	2
2.2 理化学的分析項目.....	2
2.3 官能試験.....	2
2.4 試料調製.....	3
3. 分析方法	
3.1 一般成分分析.....	3
3.2 亜硝酸根残存量.....	3
3.3 遊離アミノ酸含量及びジペプチド含量.....	3
3.4 核酸関連物質含量.....	3
3.5 有機酸含量.....	3
3.6 脂肪酸及び遊離脂肪酸.....	4
3.7 脂肪融点.....	4
3.8 TBARS.....	4
3.9 色調.....	4
4. 調査結果	
4.1 表示調査結果.....	4
4.2 一般成分等.....	5
4.3 呈味成分等.....	13
4.4 脂肪酸及び遊離脂肪酸.....	19
4.5 官能試験.....	23
5. まとめ	27

2019年度国産食肉加工品国際競争力強化対策事業

(海外食肉加工品品質評価等事業)委託事業

【事業の内容】

我が国に輸入される食肉加工品の数量は、2018年はハム・ベーコン類が8,514トン、ソーセージ類が32,283トンであった。ハム・ベーコン類の数量を10年前と比較すると、2008年の5,792トンから、2,722トン増加し、金額で見ても39%以上の伸びを示している。

2018年のハム・ベーコン類の数量を国別で見ると、イタリアが最も多く3,237トン、次いでタイ1,631トン、アメリカ1,515トン、中国1,054トン、スペイン698トンとなっている。輸入数量の38%をイタリアが占め、タイ19.2%、アメリカ17.8%と続き、中国12.4%の次にスペイン8.2%となっている。

ハム・ベーコン類の製品の内訳は明らかではないが、非加熱食肉製品、いわゆる生ハムがその多くを占めていると考えられる。

そこで、2019年度国産食肉加工品国際競争力強化対策事業（海外食肉加工品品質評価等事業）委託事業においては、我が国で流通している非加熱食肉製品、いわゆる生ハム12試料をスーパー等市場で購入し、品質評価（栄養成分等の理化学分析、テクスチャー等の物理的特性、官能評価等）を行った。

1. 試料(表1)

2019年9月に、東京都内のスーパー等で購入した外国産の非加熱食肉製品（生ハム）12試料を試験に供した。すべてスライス品であった。

原産国の内訳は、イタリアが7試料、スペインが4試料、フランスが1試料であった。

イタリア産のうち、プロシュートディパルマは2試料、プロシュートクルードは5試料であった。

表示から把握できた熟成期間は、試料番号6～12の計6試料であり、そのうち最も長いものは24ヶ月、短いものは9ヶ月であった。また、スペイン産はすべて熟成期間が異なる試料であった。

包装形態は、ガス置換包装が9試料、真空包装が3試料であった。真空包装3試料のうち2試料は、日本国内でスライス包装されたものだった。

品質評価ではないが、価格に着目すると、最も高価であった試料は、試料番号6のスペイン産ハモンイベリコ24ヶ月熟成のものが100g当たり1,490円で、次いで試料番号11のイタリア産プロシュートディパルマ18ヶ月熟成が1,457円であった。

表1 表示から得られた試料情報

試料番号	商品名	原産国	熟成期間	包装形態	保存方法	水分活性	100g当(円)
1	プロシュート ディ パルマ	イタリア	不明	ガス置換	5° C 以下	0.95 未満	1,090
2	プロシュート クルード	イタリア	不明	真空	5° C 以下	0.95 未満	500
3	プロシュー トクルード	イタリア	不明	ガス置換	10° C 以下	0.95 未満	617
4	プロシュート クルード	イタリア	不明	ガス置換	10° C 以下	0.95 未満	660
5	プロシュー トクルード	イタリア	不明	ガス置換	5° C 以下	0.95 未満	500
6	ハモンイベリコ	スペイン	24 ヶ月	真空	10° C 以下	0.95 未満	1,490
7	ハモンセラノ	スペイン	14 ヶ月	ガス置換	10° C 以下	0.95 未満	632
8	ハモンセラノ	スペイン	12 ヶ月	ガス置換	5° C 以下	0.95 未満	666
9	ハモンセレクト	スペイン	15 ヶ月	ガス置換	5° C 以下	0.95 未満	899
10	ジャンボンド バイヨンヌ	フランス	18 ヶ月	真空	10° C 以下	0.95 未満	817
11	プロシュート ディ パルマ	イタリア	18 ヶ月	ガス置換	7° C 以下	0.92 未満	1,457
12	プロシュート クルード	イタリア	9 ヶ月	ガス置換	7° C 以下	0.92 未満	1,297

2. 分析項目及び試料調製

2.1 表示調査

一括表示及び商品ラベルにより、原産国、使用原材料、保存方法、水分活性等の義務表示及びその他の表示事項を調査した。

2.2 理化学的分析項目

一般成分（水分、たん白質、脂質、灰分、炭水化物、ナトリウム、エネルギー）、ミネラル類、食塩、pH、水分活性、亜硝酸根残存量、遊離アミノ酸含量、ジペプチド（アンセリン、カルノシン）含量、遊離ペプチド含量、核酸関連物質含量、有機酸含量、脂肪酸及び遊離脂肪酸の組成及び含量、脂肪融点、TBARS 及び色調とした。

2.3 官能試験

- (1) 評価法 5段階スコアによる採点法
(コントロールを3点として+1点~+5点)
- (2) パネル 食肉科研の訓練された5名の検査員
(検査員の構成は、男性2名、女性3名、平均年齢35歳)
- (3) コントロール 試料No.12
(熟成期間が判明している試料のうち、最も熟成期間が短い試料)

(4) 評価項目

- 食 感 : 脂肪の口どけの良さ
味 : 塩味・甘味・うま味・まろやかさ・コク(濃厚さ、持続性)の強さ
香 り : 熟成香の強さ
総合評価 : バランスの良さ

2.4 試料調製

製品の形態はすべて個包装であったので、脂肪層の厚さ等は考慮せず全量を分析用試料とした。

(1) 一般成分、ミネラル類、食塩、pH、亜硝酸根残存量、脂肪酸及び遊離脂肪酸、TBARS

試料全体をグラインドカッター (GM200, Retsch) で細切した。

(2) 遊離アミノ酸、遊離ペプチド、核酸関連物質、有機酸、色調

試料の赤肉部分の色調を測定した後、赤肉部分をグラインドカッターで細切した。

(3) 水分活性

できるだけ試料の表面及び脂肪部分を避け、試験直前に細切した。

(4) 脂肪融点

試料の脂肪部を細切した。

(5) 官能試験

試料を室温に戻し、開封後直ちに一定の大きさに切断し、検査員に提供した。

3. 分析方法

3.1 一般成分分析

水分含量は常圧加熱乾燥法 (135℃、2 時間乾燥)、たん白質含量は燃焼法 (スミグラフ)、脂質含量はソックスレー型溶媒抽出装置を用いた方法、灰分含量は電気マッフル炉による直接灰化法、ナトリウム及びミネラル類は原子吸光光度法 (灰化法)、食塩含量はホルハルト法、pH は水抽出法 (食品衛生法試験法注解)、水分活性は水分活性装置 (ロトニック、GSI クレオス社) を用いた方法によった。

3.2 亜硝酸根残存量

厚生省生活衛生局長通知及び食品衛生検査指針により測定した。

3.3 遊離アミノ酸含量及びジペプチド含量

アミノ酸自動分析装置を用いた生体液分析法により測定した。

3.4 核酸関連物質含量

高速液体クロマトグラフにより測定した。

3.5 有機酸含量

高速液体クロマトグラフにより測定した。

3.6 脂肪酸及び遊離脂肪酸

ガスクロマトグラフにより測定した。

3.7 脂肪融点

上昇融点法により測定した。

3.8 TBARS

酸抽出法によって得た脂質酸化生成物をカルボニル反応させ、得られた TBARS を分光光度計により測定した。

3.9 色調

分光色差計により測定した。

4. 調査結果

4.1 表示調査結果 (表 2)

(1) 使用原材料

原料肉は、すべて豚もも肉であった。12 試料中 1 試料に部位表示がなかったが、製品の外観から豚もも肉と判断された。

食品原料は、イタリア産及びフランス産は、食塩のみの使用であった。

スペイン産は、砂糖が 2 試料、マルトデキストリンが 1 試料であった。その他に、2 試料にポリデキストロースが使用されていた。表示上は「安定剤 (ポリデキストロース)」とされていたが、ポリデキストロースは水溶性の食物繊維で、日本では食品として取り扱われている。

食品添加物を使用していない試料は 5 試料で、すべてイタリア産であった。使用している 7 試料のうち、発色剤である亜硝酸ナトリウムの使用は 4 試料で、すべて硝酸カリウムを併用していた。硝酸カリウムのみの使用は 3 試料で、イタリア産 2 試料、フランス産 1 試料であった。

酸化防止剤であるビタミン C の使用は 2 試料で、いずれもスペイン産であった。

また、スペイン産 1 試料にクエン酸三ナトリウムが使用されていた。クエン酸三ナトリウムは酸味料または調味料として使用される食品添加物であるが、表示からはどちらを目的としているかわからなかった。

(2) 原材料以外の表示事項

保存方法は、「10℃以下」の表示が 5 試料 (イタリア産 2、スペイン産 2、フランス産 1) であった。購入したすべての試料の水分活性は 0.95 未満と表示されているので食品衛生法上は 10℃以下で流通できるが「7℃以下」の表示が 2 試料 (イタリア産)、「5℃以下」の表示が 5 試料 (イタリア産 3、スペイン産 2) あった。

栄養成分表示は、2020 年 4 月から表示が義務化される。試料購入時期は経過措置期間内のため、表示がなくても問われない。日本語で適正に表示されていたのは 2 試料で、いずれも推定値表示だった。

また、10 試料に、表面の白い斑点はアミノ酸の結晶であり品質に問題はないことが表示されており、異物が付着しているのではないかとのお問い合わせの多さがうかがえた。

12 試料中 5 試料が日本国内でスライス加工された製品であり、「輸入者」ではなく、「加工者」の表示がなされていた。

表 2 使用原材料一覧

試料番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
原産国名		イタリア	イタリア	イタリア	イタリア	イタリア	スペイン	スペイン	スペイン	スペイン	フランス	イタリア	イタリア
原料肉	豚肉						○						
	豚もも肉	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
調味料	食塩	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	砂糖								○	○			
	マルトデキストリン							○					
ポリデキストロース									○	○			
発色剤	亜硝酸 Na						○	○	○	○			
	硝酸 K		○			○	○	○	○	○	○		
酸化防止剤	ビタミン C								○	○			
酸味料又は調味料	クエン酸三 Na							○					

4.2 一般成分等 (表 3- 1 ~ 3- 4)

(1) 水分含量、脂質含量、エネルギー、灰分含量、ナトリウム含量及び食塩相当量

水分含量は、最高値 52.0%、最低値 36.3%、平均値 45.9%であった。豚もも肉の赤肉中の水分含量は約 70 ~ 75%であることから、製造工程中の乾燥や風乾工程及び熟成工程で水分が蒸散したと考えられた。

原産国別の平均値で比較すると、イタリア産が 49.0%、スペイン産が 40.6%と、大きな違いが見られた。

この結果は、イタリア産の熟成期間が不明であった 5 試料は、スペイン産と比べて、熟成期間が短い可能性を示している。

また、スペインの生ハムは皮をはぎ取ってから塩漬けされるため、皮がないことによって、肉の水分が早く抜けることも関係していると考えられる。

たん白質含量は、最高値 32.8%、最低値 27.4%、平均値 28.9%であり、最高値はスペイン産であった。原産国別の平均値で比較すると、大きな違いは見られなかったが、スペイン産がイタリア産よりも約 1 %高い値であった。

表3-1 一般成分等結果一覧

試料番号	原産国	水分 (%)	たん白質 (%)	脂質 (%)	灰分 (%)	炭水化物 (%)	エネルギー (kcal)	ナトリウム (mg/100g)	食塩相当量 (%)
1	イタリア	47	27.4	16.8	7.3	1.5	266.8	2,315.8	5.9
2	イタリア	51.6	28.6	12.2	7.3	0.3	225.4	2,301.4	5.9
3	イタリア	51.3	29.3	11.6	7.6	0.2	222.4	2,390.2	6.1
4	イタリア	46.3	28.6	16.8	6.8	1.5	271.6	2,180.7	5.5
5	イタリア	49.8	27.7	16.4	5.9	0.2	259.2	1,766.7	4.5
6	スペイン	36.3	28.3	26.2	6.2	3	361	1,937.1	4.9
7	スペイン	44.9	32.8	14.3	6.5	1.5	265.9	2,064.2	5.2
8	スペイン	40	28.7	26.1	4.8	0.4	351.3	1,444.6	3.7
9	スペイン	41.2	28.6	22.5	5.3	2.4	326.5	1,657.4	4.2
10	フランス	45.1	28	20.5	5.9	0.5	298.5	1,753.7	4.5
11	イタリア	44.7	28.4	21	5.5	0.4	304.2	1,682.9	4.3
12	イタリア	52	29.8	10.4	7	0.8	216	2,173.5	5.5
最高値		52	32.8	26.2	7.6	3	361	2,390.2	6.1
最低値		36.3	27.4	10.4	4.8	0.2	216	1,444.6	3.7
平均値		45.9	28.9	17.9	6.3	1.1	280.7	1,972.4	5
標準偏差		4.93	1.4	5.39	0.89	0.93	48.62	308.36	0.78
参考*		55	24	16.6	3.9	0.5	247.4	1,100.0	2.8

*：日本食品成分表 2015 年版（七訂）生ハム / 促成

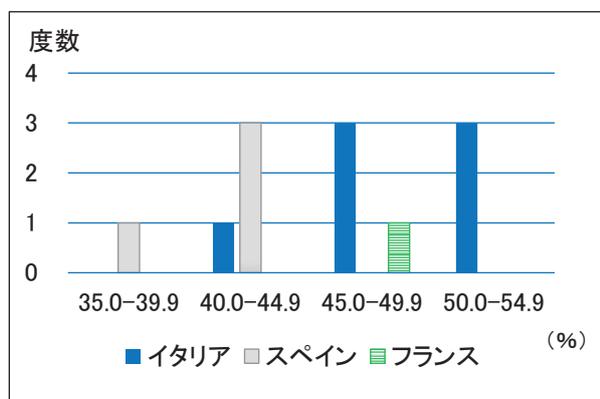


図1 水分分布

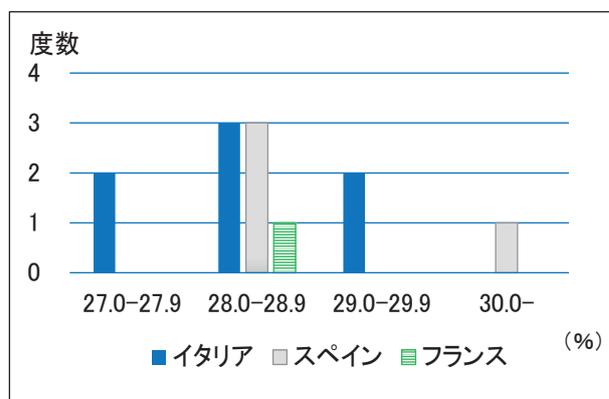


図2 たん白質分布

脂質含量は、最高値 26.2%、最低値 10.4%、平均値 17.9%であった。原産国別の平均値で比較すると、スペイン産が 22.3%、イタリア産が 15.0%と、スペイン産が約 7%高く、大きな違いが

見られた。この違いは、スペイン産試料の赤肉部分の広範囲にサシが多く入っていたことが観察されており、原料肉の違いによるものと考えられる。

エネルギーは、たん白質、脂質、炭水化物に、それぞれのエネルギー換算係数（4、9、4）を乗じて求める。エネルギーは、脂質含量の高さにより、スペイン産が高い傾向にあった。

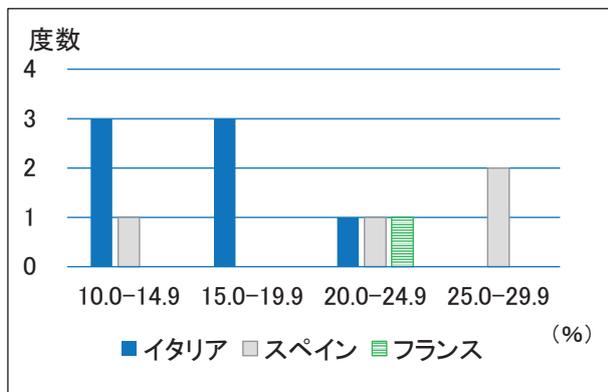


図3 脂質分布

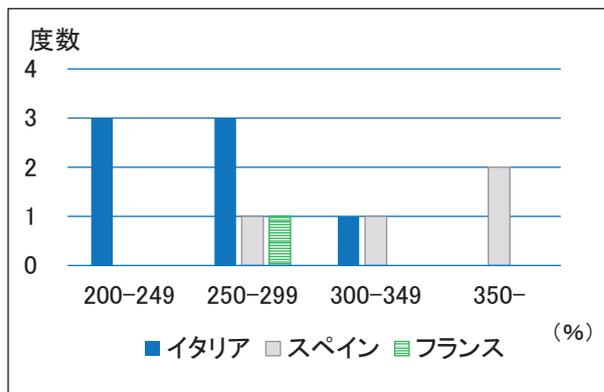


図4 エネルギー分布

ナトリウム含量及び食塩相当量は、イタリア産がスペイン産より高い傾向にあった。この違いは、一般的にイタリア産の塩漬期間が、スペイン産のそれより長いことによる影響と考えられる。

他方、日本国内における製造量が多い促成生ハム（国産生ハムとする）の各種栄養成分と比較すると（日本食品標準成分表 2015 年版（七訂）より）、外国産は水分含量が低く、たん白質含量及び脂質含量が高かった。

ナトリウム含量及び食塩相当量は、国産生ハムが著しく低く、日本人の食肉製品に対する嗜好を反映していると考えられる。

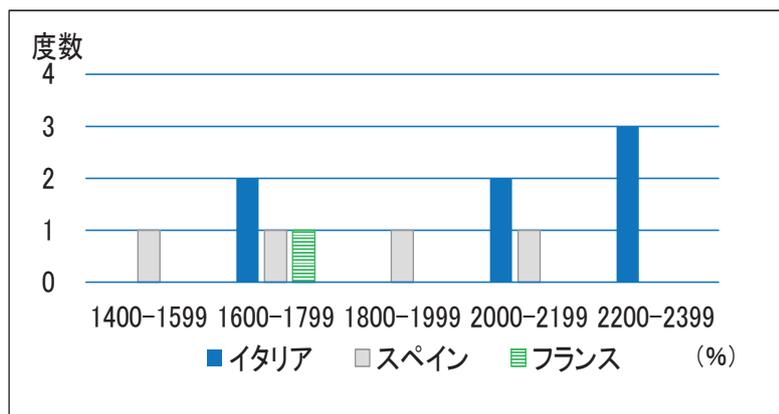


図5 ナトリウム含量分布

(2) 灰分含量、マグネシウム含量、カリウム含量及び亜鉛含量

外国産の灰分及び各種ミネラルの含量は、国産生ハムと比べて高かった。

個別に見てみると、マグネシウム含量は、最高値 30.8 mg/100 g、最低値 23.9 mg/100 g、平均値 27.9 mg/100 g であった。原産国で比較すると、イタリア産がスペイン産よりも高かった。

た。国産生ハムと比較すると、スペイン産とは変わりがないが、イタリア産がやや高かった。

マグネシウム含量については、海外ではミネラルが豊富な硬水が多くあるなど豚の飼育環境の違いが影響していることも一因と考えられる。

カリウム含量は、最高値 594.7 mg/100 g、最低値 475.0 mg/100 g、平均値 541.7 mg/100 g であり、国産生ハムの 470 mg/100 g に比べて、イタリア産、スペイン産、フランス産、いずれも高かった。原産国の平均値で比較すると、イタリア産が最も高かった。

亜鉛含量は、最高値 3.9 mg/100 g、最低値 2.4 mg/100 g、平均値 3.0 mg/100 g であり、国産生ハムの 2.2 mg/100 g を上回っていた。

表3-2 一般成分等結果一覧

試料番号	原産国	マグネシウム (mg/100g)	カリウム (mg/100g)	亜鉛 (mg/100g)	水分活性	pH	食塩 (%)
1	イタリア	26.6	528.0	3.2	0.89	6.0	5.7
2	イタリア	29.9	594.7	2.8	0.89	6.0	5.5
3	イタリア	29.6	579.5	2.8	0.88	5.9	6.0
4	イタリア	28.5	521.8	2.5	0.88	5.8	5.3
5	イタリア	26.9	552.2	2.7	0.90	6.1	4.4
6	スペイン	27.4	489.5	3.5	0.85	5.7	5.0
7	スペイン	26.8	548.5	3.9	0.90	6.0	4.8
8	スペイン	23.9	475.0	3.1	0.87	6.0	3.7
9	スペイン	27.9	587.6	2.5	0.88	5.9	3.8
10	フランス	28.5	547.0	3.4	0.89	5.8	4.4
11	イタリア	27.9	511.6	3.1	0.90	5.8	4.2
12	イタリア	30.8	565.5	2.4	0.88	5.9	5.4
最高値		30.8	594.7	3.9	0.90	6.1	6.0
最低値		23.9	475.0	2.4	0.85	5.7	3.7
平均値		27.9	541.7	3.0	0.88	5.9	4.9
標準偏差		1.81	37.85	0.46	0.01	0.12	0.75
参考*		27	470	2.2	---	---	---

*：日本食品成分表 2015 年版（七訂）生ハム / 促成

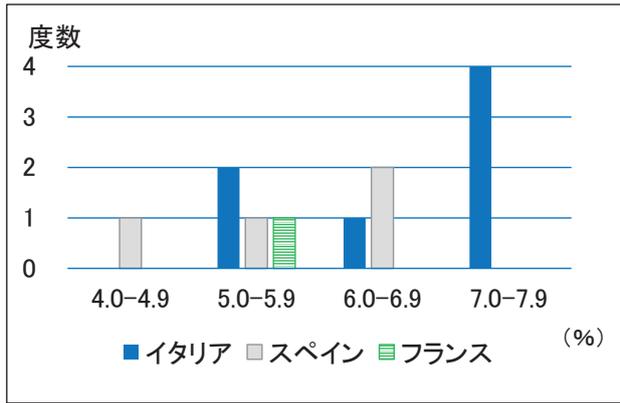


図6 灰分分布

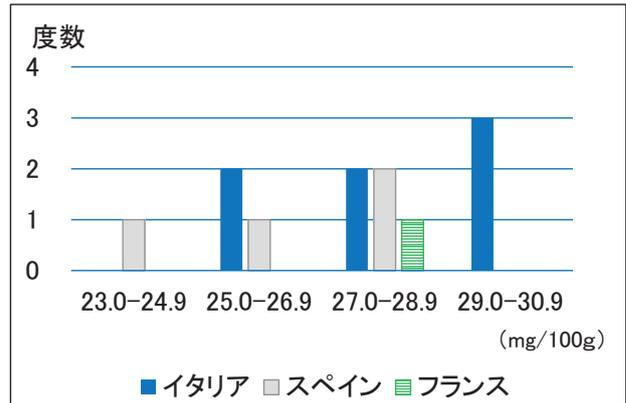


図7 マグネシウム分布

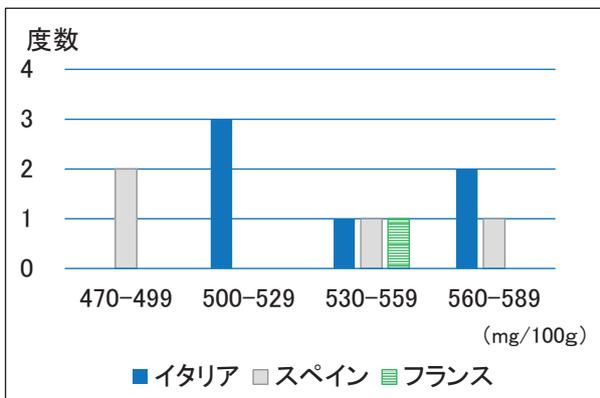


図8 カリウム分布

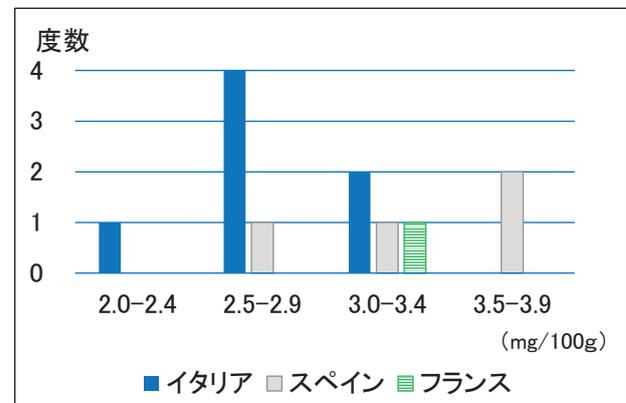


図9 亜鉛分布

(3) 水分活性、pH 及び食塩含量

水分活性は、最高値 0.90、最低値 0.85、平均値 0.88 で、保存方法 10℃以下で流通させる非加熱食肉製品が具備すべき水分活性値条件（0.95 未満）を十分に下回っていた。

pH は、5.7 ~ 6.1 の範囲にあり、原産国による違いは見られなかった。

食塩含量は、最高値 6.0%、最低値 3.7%、平均値 4.9%であった。

前述の食塩相当量は、ナトリウム含量に係数 (2.54) を乗じて算出する。ナトリウム含量の分析では Na を抽出するため、食塩以外の原材料に Na が含まれていた場合は、それも含まれる。今回分析対象の製品には食塩以外の原材料の使用が少ないため、結果として、食塩相当量と食塩含量は近似値であった。

食塩含量を原産国で比較すると、上述のナトリウム含量及び食塩相当量と同様に、イタリア産がスペイン産より高い傾向にあり、平均値では約 1 % の違いが見られた。

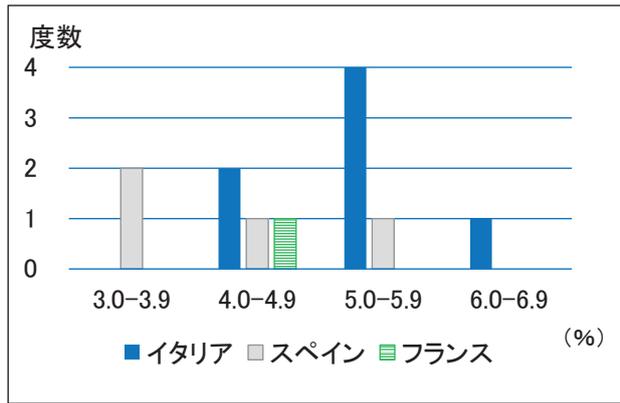


図 10 食塩分布

(4) 亜硝酸根残存量

亜硝酸根は、硝酸カリウムと亜硝酸ナトリウムを併用していたスペイン産 4 試料のみで 1.2 ~ 3.6 ppm 検出され、硝酸カリウムのみ使用されていた 4 試料では検出されなかった。亜硝酸塩を使用しない製造方法は、イタリア産の生ハムの特徴である。

また、亜硝酸ナトリウムと硝酸カリウムを併用した試料に亜硝酸根が残存していたことは、これらの併用が、長期熟成期間中における発色の維持（退色防止）に寄与していることが推察された。

(5) 色調

L* 値は、数値が大きいほど明るさが強いことを、a* 値は、数値が大きいほど赤色が強いことを表わす。

亜硝酸塩が使用されていたスペイン産は、L* 値が低く a* 値が高い傾向にあった（暗赤色）。一方、亜硝酸塩が使用されていないイタリア産は、L* 値が高く a* 値が低い傾向にあった（明るい桃色）。このことは、スペイン産とイタリア産では色調の違いが認められた結果と言える。

この色調の違いは、スペイン産生ハムの赤色は、食肉中の色素タンパクであるミオグロビンと亜硝酸塩との反応によって生じるニトロシルミオグロビンによるもの、イタリア産生ハムの赤色は、ミオグロビンのヘムにおける鉄が亜鉛に置換されることによって生じる亜鉛-プロトポルフィリン IX を有するミオグロビンによるものという違いに起因する。

表 3- 3 一般成分等結果一覧

試料番号	原産国	発色剤使用の有無	熟成期間	亜硝酸根 (ppm)	色調			TBARS (mg/kg)	脂肪融点 (°C)
					明るさ L* 値	赤色度 a* 値	黄色度 b* 値		
1	イタリア	-	-	0	50.0	19.3	15.6	2.67	29.9
2	イタリア	硝酸 K	-	0	53.8	17.3	17.9	1.68	33.3
3	イタリア	-	-	0	52.2	15.6	16.9	1.93	36.7
4	イタリア	-	-	0	44.5	19.1	16.6	2.55	-
5	イタリア	硝酸 K	-	0	53.8	18.3	16.9	1.79	36.5
6	スペイン	亜硝酸 Na、硝酸 K	24 ヶ月	3.6	40.7	24.7	16.6	2.12	29.9
7	スペイン	亜硝酸 Na、硝酸 K	14 ヶ月	2.4	51.2	20.8	17.1	2.86	27.4
8	スペイン	亜硝酸 Na、硝酸 K	12 ヶ月	1.2	45.5	20.7	13.6	4.62	30.4
9	スペイン	亜硝酸 Na、硝酸 K	15 ヶ月	2.3	45.7	22.0	18.2	1.73	32.1
10	フランス	硝酸 K	18 ヶ月	0	41.4	22.2	16.7	1.87	27.3
11	イタリア	-	18 ヶ月	0	50.4	17.9	20.1	4.28	30.9
12	イタリア	-	9 ヶ月	0	48.7	17.1	19.1	3.59	-
最高値				3.6	53.8	24.7	20.1	4.60	36.7
最低値				0	40.7	15.6	13.6	1.70	27.3
平均値				0.8	48.2	19.6	17.1	2.60	31.4
標準偏差				1.28	4.52	2.58	1.65	1.02	3.28

* 試料番号 4 及び 12 は試料重量不足のため測定せず。

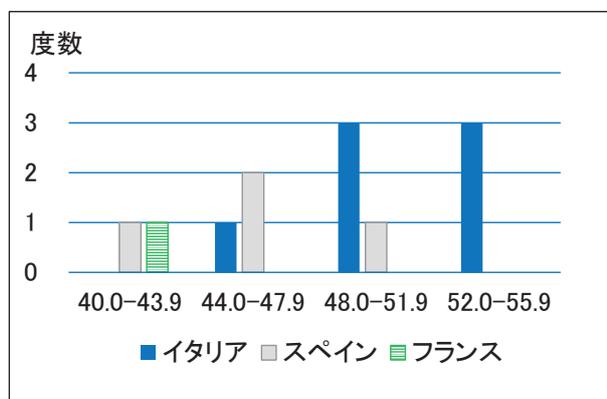


図 11 色調 (明るさ L* 値) 分布

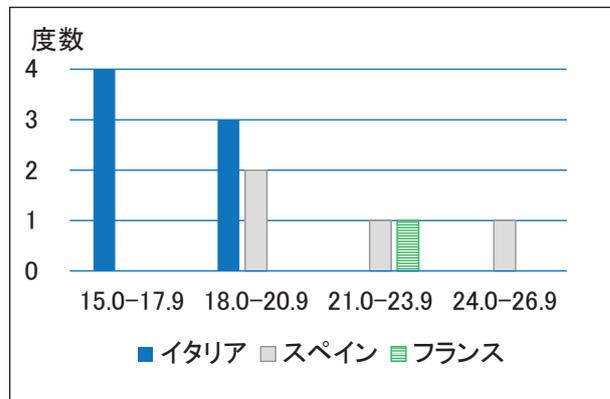


図 12 色調 (赤色度 a* 値) 分布

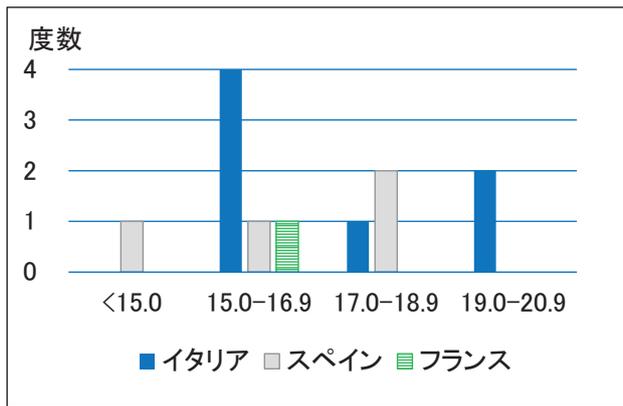


図 13 色調 (黄色度 b* 値) 分布

(6) TBARS

TBARS はアルデヒドなどカルボニル化合物の濃度を示し、生肉などの場合、カルボニル化合物は酸化によって生成することから、その数値は酸化の進行度の指標となる。一般的に酸化は、褐変や酸化臭など品質にネガティブな影響を及ぼす。他方、今回の長期熟成の生ハムの場合、酸化によって生成したカルボニル化合物が長期熟成した生ハム特有の香気を付与することも知られており、生ハムの TBARS には、香気についてポジティブな影響を付与する物質が含まれていると考えられる。

TBARS の数値は、スペイン産の試料 8 及びイタリア産の試料 11 でそれぞれ 4.62 mg/kg と 4.28 mg/kg となり、他試料より高い値を示した。この結果は、後述するが、官能試験の結果にネガティブな影響を及ぼしていると考えられた。これらの試料の TBARS が高い原因は明らかではないが、包装後にも酸化は進行することから、1つは包装形態の影響が考えられる。この理由は、酸化の要因となる酸素を除いた包装形態である真空包装された試料 2、試料 6 及び試料 10 の TBARS が、比較的低いためである。また、ガス置換包装でも TBARS の数値に違いあることは、酸化は進行が始まると著しく加速する性質があること、包装内部に置換されたガスの組成の違いなどが原因として考えられる。

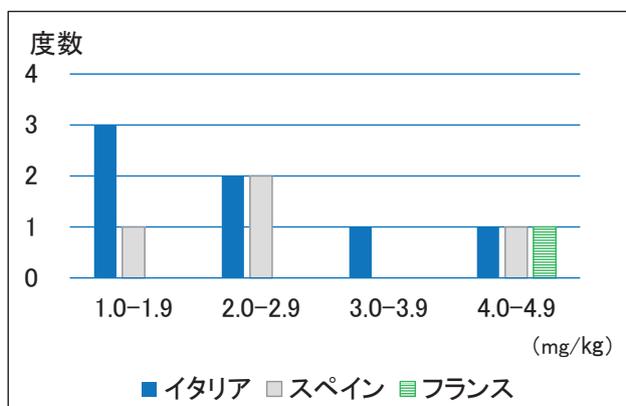


図 14 TBARS 分布

(7) 脂肪融点 (No. 4 及び 12 を除く)

原料肉である豚肉の融点は 40℃前後であることから、すべての試料の融点は、低い傾向にあった。特に融点が 30℃前後の試料については、後述する脂肪酸組成において不飽和脂肪酸の割合が多いことによるものであり、このことは、スペイン産はイタリア産と比べて融点が低い傾向が認められたと言える。

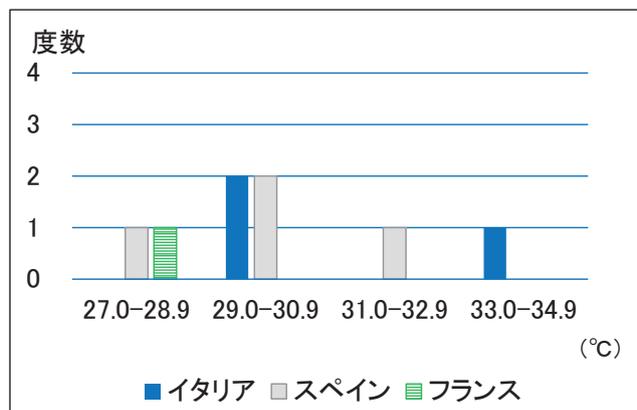


図 15 脂肪融点分布

4.3 呈味成分等 (表 4～表 7)

(1) 遊離アミノ酸 (18 種) 及び遊離ペプチド含量

遊離アミノ酸はそれぞれさまざまな味を持つ呈味物質で、アスパラギン酸、スレオニン及びセリンは甘味と酸味の両方、グルタミン酸は旨味、アラニン及びグリシンは甘味と旨味、チオニン、イソロイシン、ロイシン及びヒスチジンは苦味、バリン、プロリン、アルギニンは苦味と甘味の両方を持つと言われている。またアラニン、グリシン、セリンは核酸物質であるイノシン酸と旨味の相乗効果を持つことがわかっている。

遊離アミノ酸のうち、味の強さや風味に関与する遊離アミノ酸 18 種の総量は、熟成期間が 24 ヶ月で最も長いスペイン産ハモンイベリコ (試料 No. 6) が 6901.4 mg/100 g で、顕著に高い値を示した。

熟成期間が異なるスペイン産 4 試料を比較すると、熟成期間が長いほど高い値であった。これは、製造工程において比較的湿度の高い乾燥工程でアミノペプチダーゼが活性化することで遊離アミノ酸が顕著に増加したことに加え、その後の熟成工程においても反応は進み、徐々に増加するためと推察された。

アンセリン、カルノシンはアラニン、ヒスチジンからなるジペプチドである。原産国別に平均値で比較すると、アンセリンはイタリア産で 58.7 mg/100 g、スペイン産で 70.2 mg/100 g、カルノシンはイタリア産で 783.6 mg/100 g、スペイン産で 815.1 mg/100 g であった。

遊離ペプチド含量においても同様の結果であり、遊離アミノ酸の増加と同様に酵素反応が進行したと考えられた。

以上の結果は、後述する官能試験において、熟成中に蓄積した各種遊離アミノ酸及び遊離ペプチドが、製品の味に関与していることを示している。

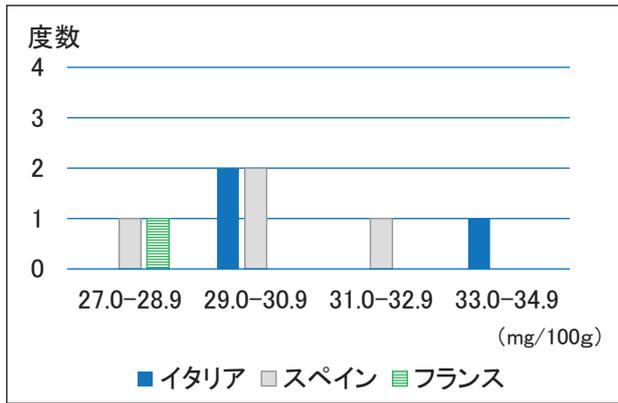


図 16 アスパラギン酸分布

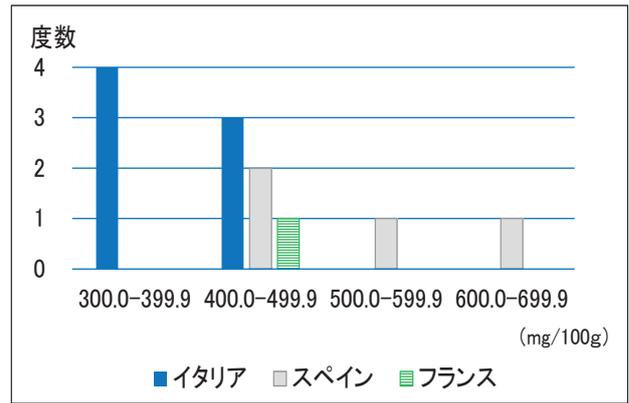


図 17 グルタミン酸分布

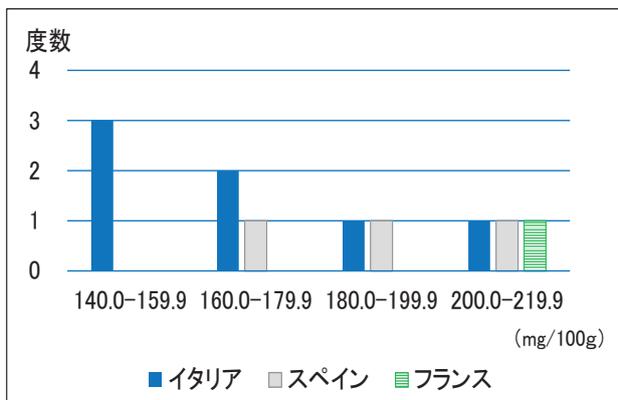


図 18 グリシン分布

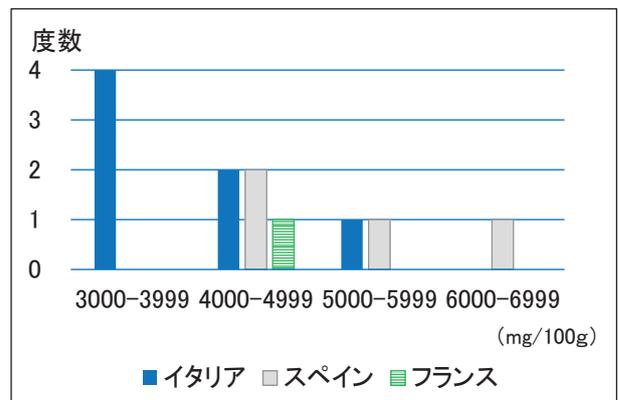


図 19 遊離アミノ酸総量分布

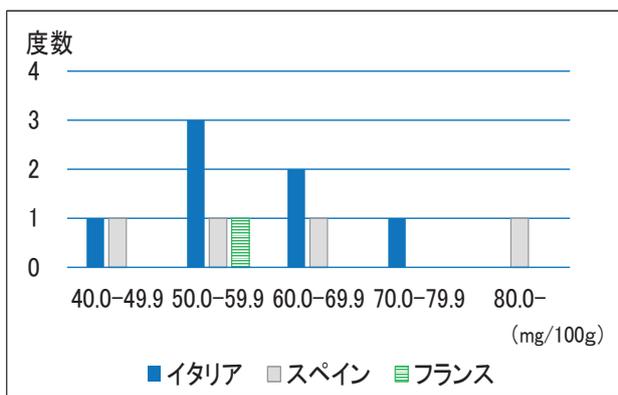


図 20 アンセリン分布

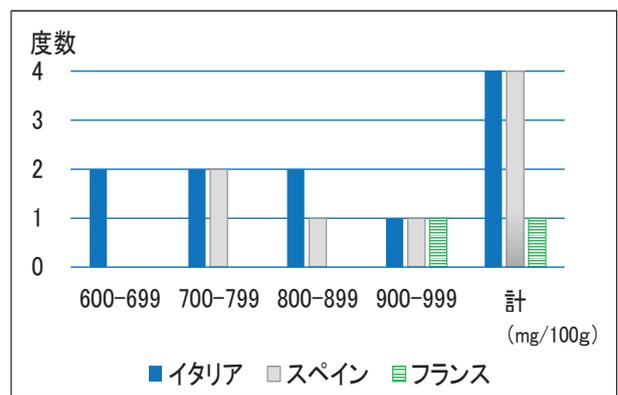


図 21 カルノシン分布

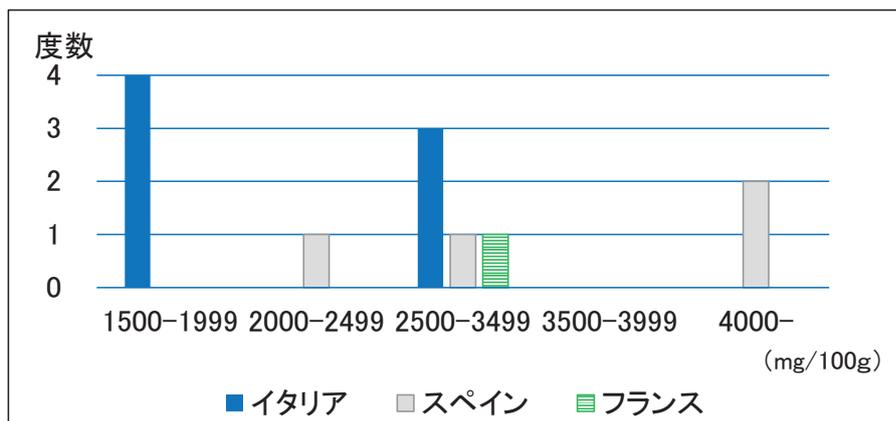


図 22 遊離ペプチド総量分布

(2) 核酸関連物質

うま味成分であるイノシン酸はほとんど検出されず、苦味及びコクをもたらすヒポキサンチンが主体となって検出された。生肉の場合、主体となって検出されるのは、イノシン酸である。このような結果は、数カ月単位の長い熟成期間中に、原料肉において ATP が分解されて蓄積したイノシン酸が、イノシンを経て徐々にヒポキサンチンへと分解したことを示している。したがって、核酸系物質の生ハムの味に対する寄与は、イノシン酸よりもヒポキサンチンの方が大きいと推察された。しかしながら、イノシン酸はグルタミン酸ナトリウムとのうま味の相乗効果があることから、この効果によって、生ハムのうま味に寄与していると考えられる。

熟成期間が最長であるスペイン産試料No.6のヒポキサンチン含量が、他の試料より低いことは、長期の熟成によってヒポキサンチンがさらに別の物質へと分解された可能性が推察された。

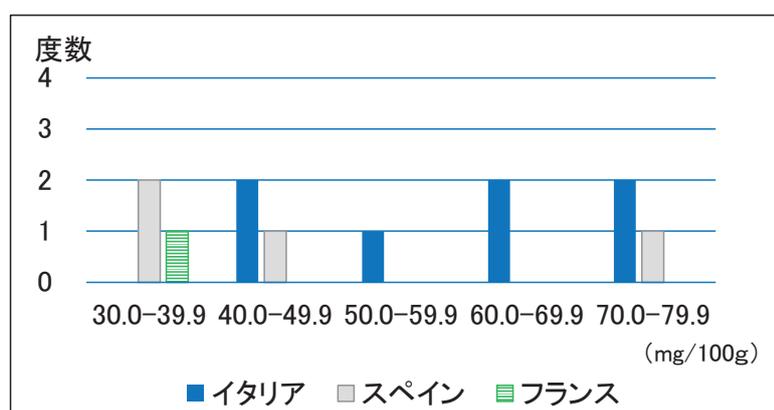


図 23 イノシン酸分布

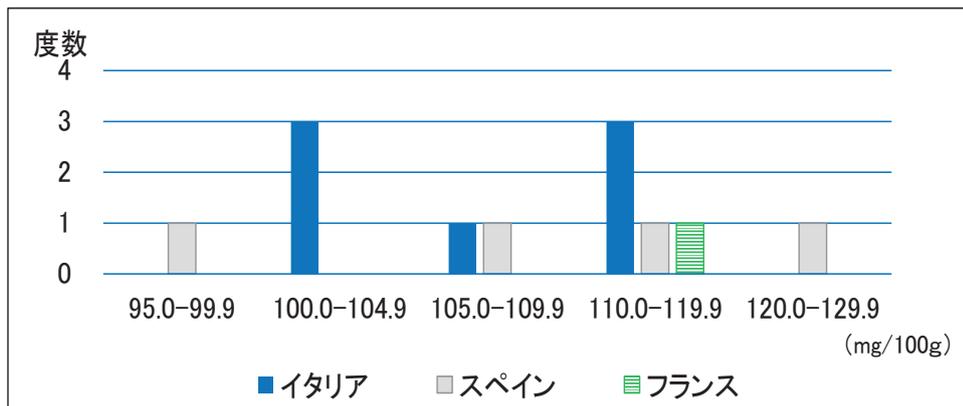


図 24 ヒポキサンチン分布

(3) 有機酸

食肉由来の有機酸は、主として乳酸であり、これはと畜後の骨格筋から食肉への変換過程において、グリコーゲンが分解されることによって生じる。食肉の pH が弱酸性 (pH5-6) を示すのは乳酸に由来する。

有機酸 7 種類を測定したところ、乳酸、コハク酸、酢酸、リンゴ酸が検出され、クエン酸、酒石酸、フマル酸は検出されなかった。検出された有機酸のうち特に乳酸が他の有機酸より多く検出されたことは、最初に述べたとおり、原料肉に由来するものと考えられる。さらに、各試料の乳酸濃度に大きな差がないことは、各試料の pH に大きな差がないこと (表 2) に反映されていると考えられる。

リンゴ酸はスペイン産の試料No.6 にのみ検出された。フランス産の試料No.10 については、コハク酸及び酢酸の含量が他の試料に比べて高かった。今回のフランス産試料において、これらの有機酸含量が高い要因は明らかでないが、味においてフランス産の特徴を与えている可能性が考えられる。

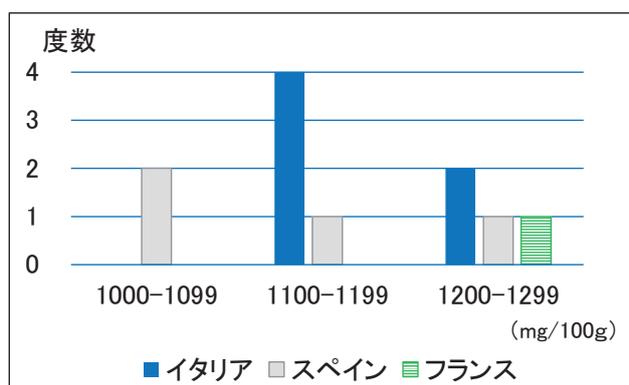


図 25 乳酸分布

表5 ジペプチド及び遊離ペプチド

試料番号	(mg/100g)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
原産国	イタリア	イタリア	イタリア	イタリア	イタリア	スペイン	スペイン	スペイン	スペイン	フランス	イタリア	イタリア
熟成期間	不明	不明	不明	不明	不明	24ヶ月	14ヶ月	12ヶ月	15ヶ月	18ヶ月	18ヶ月	9ヶ月
アンセリン	61.7	61.2	44.4	59.2	58.2	109.6	66.9	47.1	57.1	57.0	73.7	52.1
カルノシン	931.9	776.3	670.2	714.6	845.6	744.1	940.4	769.0	806.8	905.3	894.8	652.1
遊離ペプチド総量	2647.2	2461.4	1940.4	1919.4	1832.6	7222.5	3175.4	2434.9	4628.4	2881.6	3249.4	1834.4

表6 核酸系物質

試料番号	(mg/100g)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
原産国	イタリア	イタリア	イタリア	イタリア	イタリア	スペイン	スペイン	スペイン	スペイン	フランス	イタリア	イタリア
熟成期間	不明	不明	不明	不明	不明	24ヶ月	14ヶ月	12ヶ月	15ヶ月	18ヶ月	18ヶ月	9ヶ月
旨味	2.1	2.9	0.9	1.1	3.1	1.0	3.9	0.5	0.7	10.1	1.4	1.4
ヒポキサンチン	115.4	107.2	100.7	102.9	113.8	96.0	107.1	117.7	120.3	112.0	114.2	100.4

表7 有機酸

試料番号	(mg/100g)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
原産国	イタリア	イタリア	イタリア	イタリア	イタリア	スペイン	スペイン	スペイン	スペイン	フランス	イタリア	イタリア
熟成期間	不明	不明	不明	不明	不明	24ヶ月	14ヶ月	12ヶ月	15ヶ月	18ヶ月	18ヶ月	9ヶ月
リンゴ酸	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	18.0	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず
コハク酸	40.0	30.0	30.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	30.0	60.0	30.0	40.0
乳酸	1210.0	1170.0	1150.0	1240.0	1120.0	1000.0	1280.0	1070.0	1180.0	1250.0	1120.0	1110.0
酢酸	30.0	20.0	20.0	30.0	30.0	20.0	20.0	20.0	20.0	60.0	20.0	20.0

4.4 脂肪酸及び遊離脂肪酸（表8、表9、表10）

脂肪酸には飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸とがあり、不飽和脂肪酸は炭素間に二重結合が見られ、二重結合の数によって一価不飽和脂肪酸と2つ以上の多価不飽和脂肪酸とに分けられる。一般に脂肪の組成に不飽和脂肪酸が多いほど、また、多価不飽和脂肪酸が多いほど融点が低くなるとともに、多価不飽和脂肪酸が多いほど酸化しやすく不快臭の原因となると言われている。

脂質や脂肪酸はそれ自体は呈味性をもたないが、構成脂肪酸によって脂肪の融点が変わり、舌触りや口溶け、なめらかさ、コクなどの食味に影響する。また、オレイン酸のように肉の風味に関連するものもある。

食肉に存在する主要な脂肪酸の測定結果を表に示した。

飽和脂肪酸の割合は、イタリア産がスペイン産に比べて高い値であった。

次に、不飽和脂肪酸の割合は、スペイン産がイタリア産に比べて高い値であった。これは、原料肉に由来すると考えられ、スペイン産の原料肉であるイベリコ豚に給餌されるドングリに、不飽和脂肪酸が多く含まれるためであろう。不飽和脂肪酸の割合が高いスペイン産製品は、融点が低い傾向が認められた。

遊離脂肪酸においては、スペイン産で熟成期間が長いほど高い値を示した。これは熟成期間中の酵素反応により、脂肪の分解が進行し、脂肪酸が遊離したものと推察された。遊離脂肪酸は、長期熟成した生ハムにおいて、最終的にカルボニル化合物等へと変化する。カルボニル化合物等は、生ハムの特有の香気を付与することが知られている。

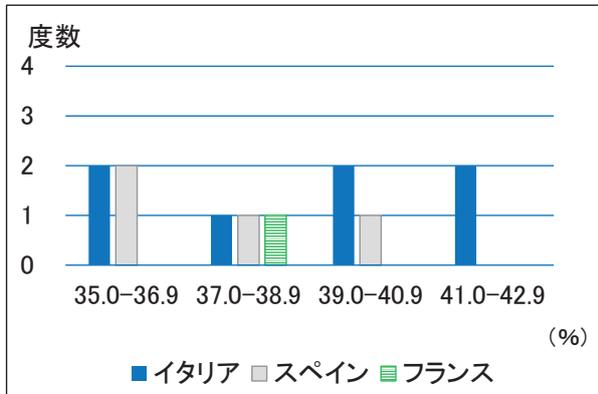


図 26 飽和脂肪酸分布

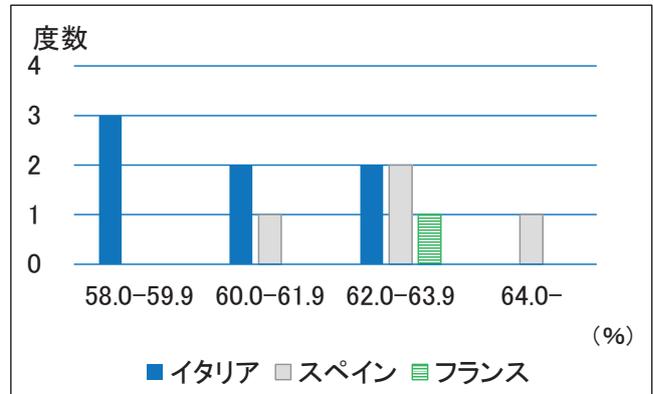


図 27 不飽和脂肪酸

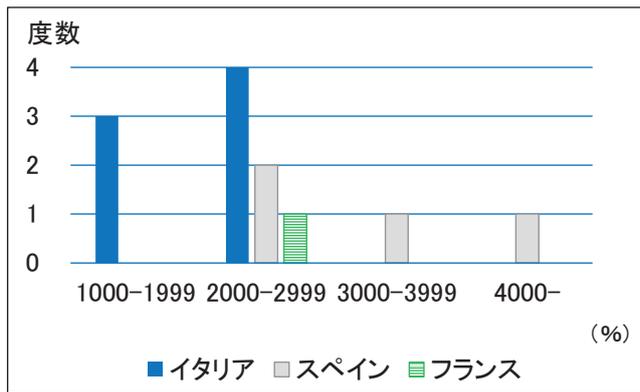


図 28 遊離脂肪酸分布

表 8 原産国別の不飽和脂肪酸割合と脂肪の融点

原産国名	スペイン産の平均	イタリア産の平均	フランス産	12 試料平均
不飽和脂肪酸 (%)	62.78	60.81	71.09	61.61
脂肪の融点 (° C)	30.0	33.5	27.6	31.4

表9 脂肪酸組成

試料番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
慣用名	原産国	イタリア	イタリア	イタリア	イタリア	イタリア	スペイン	スペイン	スペイン	スペイン	フランス	イタリア	イタリア
	熟成期間	不明	不明	不明	不明	不明	24ヶ月	14ヶ月	12ヶ月	15ヶ月	18ヶ月	18ヶ月	9ヶ月
	略号(n表記)	組成(%)											
ミリスチン酸	C14:0	1.2	1.3	1.6	1.4	1.3	1.7	1.6	1.4	1.4	1.4	1.6	1.4
パルミチン酸	C16:0	22.2	24.7	24.6	25.4	24.6	25.4	23.0	22.9	23.8	23.6	22.9	25.0
パルミトレイン酸	C16:1(n7)	2.0	2.2	3.2	2.1	2.4	3.0	2.9	2.4	2.5	2.6	2.4	2.6
ステアリン酸	C18:0	12.6	14.0	11.5	13.9	12.4	11.6	10.4	11.0	11.3	11.7	10.8	13.8
オレイン酸	C18:1(n9)	43.7	42.3	40.8	44.1	45.5	44.4	41.6	41.8	44.3	43.4	43.4	40.9
リノール酸	C18:2(n6)	11.2	8.2	10.4	6.6	7.0	6.4	11.8	13.3	9.7	9.6	11.5	8.7
α-リノレン酸	C18:3(n3)	0.4	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.8	0.6	0.4	0.6	0.5	0.7
アラキジン酸	C20:0	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
アラキドン酸	C20:4(n6)	0.7	0.7	0.9	0.5	0.6	0.5	0.8	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7
ドコサテトラエン酸	C22:4(n6)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
ドコサペンタエン酸	C22:5(n3)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	φ	0.1	0.1	0.1	0.1
試料番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
飽和脂肪酸(%)		36.66	40.76	38.66	41.43	39.06	39.49	35.95	36.02	37.15	37.48	36.06	41.17
シス型不飽和脂肪酸(%)		63.08	58.95	61.05	58.28	60.66	60.22	63.75	63.71	62.58	62.25	63.66	58.53
一価不飽和脂肪酸(%)		49.72	48.43	48.30	49.96	51.84	52.31	49.21	48.38	51.14	50.60	50.09	47.56
多価不飽和脂肪酸(%)		13.36	10.52	12.75	8.32	8.82	7.90	14.54	15.33	11.44	11.65	13.56	10.97
トランス型不飽和脂肪酸(%)		0.20	0.22	0.22	0.20	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.22	0.20
不飽和脂肪酸(%) (シス型+トランス型)		63.28	59.17	61.27	58.47	60.87	60.44	63.97	63.92	62.79	62.46	63.88	58.74

表10 遊離脂肪酸組成

試料番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
慣用名	略号(n表記)	イタリア	イタリア	イタリア	イタリア	イタリア	スペイン	スペイン	スペイン	スペイン	フランス	イタリア	イタリア
		不明	不明	不明	不明	不明	組成(%)						
ミスチン酸	C14:0	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	2.0	1.6	1.4	1.4	1.3	1.6	1.3
パルミチン酸	C16:0	18.8	18.9	19.1	20.7	19.7	20.8	18.4	20.3	20.2	18.8	19.7	20.4
パルミトレイン酸	C16:1(n7)	2.1	2.5	3.0	2.7	2.9	3.7	3.2	2.8	2.6	2.7	2.5	3.0
ステアリン酸	C18:0	7.9	8.5	8.5	7.2	8.0	6.6	6.9	7.6	7.8	7.5	6.8	8.4
オレイン酸	C18:1(n9)	37.5	37.3	30.6	42.3	41.3	42.1	36.4	36.4	39.1	38.3	36.9	33.6
リノール酸	C18:2(n6)	19.0	16.2	21.2	13.1	13.8	12.3	18.8	19.7	17.2	17.9	19.7	18.4
α-リノレン酸	C18:3(n3)	0.7	1.2	0.8	0.8	0.8	0.7	1.2	0.9	0.9	1.0	0.7	1.1
アラキジン酸	C20:0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1
アラキドン酸	C20:4(n6)	3.3	3.7	4.8	2.1	3.1	2.0	3.1	1.6	1.9	2.7	2.8	3.9
ドコサテトラエン酸	C22:4(n6)	0.7	0.6	0.5	0.4	0.7	0.2	0.4	0.7	0.9	0.4	0.4	0.5
ドコサペンタエン酸	C22:5(n3)	0.5	0.0	0.3	0.2	0.2	0.0	0.5	0.6	0.2	0.4	0.3	0.6

試料番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
飽和脂肪酸(%)		29.07	30.47	30.96	30.94	30.21	30.70	28.22	30.28	30.17	28.76	29.26	31.87
シス型不飽和脂肪酸(%)		70.59	69.11	68.58	68.53	69.44	68.87	71.31	69.29	69.46	70.90	70.44	67.64
一価不飽和脂肪酸(%)		44.95	45.30	39.01	50.70	49.88	52.68	45.20	44.39	47.36	47.20	45.05	41.44
多価不飽和脂肪酸(%)		25.64	23.80	29.57	17.83	19.55	16.19	26.11	24.90	22.10	23.70	25.39	26.20
トランス型不飽和脂肪酸(%)		0.21	0.19	0.19	0.27	0.15	0.12	0.12	0.23	0.13	0.20	0.15	0.30
不飽和脂肪酸(%) (シス型+トランス型)		70.80	69.30	68.77	68.80	69.58	68.99	71.43	69.52	69.59	71.09	70.59	67.94

試料番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
遊離脂肪酸総量 (mg/g脂質)		125.5	110.0	109.3	142.5	134.2	146.4	167.7	159.6	121.1	132.8	111.4	105.7
脂肪酸総量 (mg/g脂質)		897.9	953.1	921.1	899.3	924.8	832.7	892.4	851.4	782.1	868.3	834.1	864.7
遊離脂肪酸割合 (%)		14.0	11.5	11.9	15.8	14.5	17.6	18.8	18.7	15.5	15.3	13.4	12.2
遊離脂肪酸量 (mg/100g試料)		2018.4	1342.0	1267.8	2394.0	2200.8	3835.6	2398.1	4165.5	2724.7	2722.4	2339.4	1099.3

4.5 官能試験(レーダー図参照)

スペイン産とイタリア産の結果を比較すると、スペイン産の方がより高い評価であった。特に、スペイン産の熟成期間 24 カ月(試料No.6)は、最も高く評価された。

この結果は、遊離アミノ酸、遊離ペプチド及び遊離脂肪酸含量が高い値を示したことと一致しており、味及び熟成香の高い評価が裏付けられた。

これと同様に、熟成期間の長いフランス産(試料No.10)も、理化学的分析値が比較的高いことが官能試験において高く評価されたと考えられる。特に、有機酸の数値が他の試料より高かったことは、この試料の特徴であり、高評価の要因の1つと考えられる。

他方、イタリア産の試料No.11は、熟成期間が18カ月と比較的長いにも関わらず、上述のスペイン産(試料No.6)やフランス産(試料No.10)ほど高い評価が得られなかった。

この試料の遊離アミノ酸含量、遊離ペプチド含量および遊離脂肪酸含量は、高い値を示していた。しかしながら、TBARSの数値が他の試料よりも高く、このことが官能評価に影響した可能性が考えられる。TBARSは酸化によって生じるアルデヒド等のカルボニル化合物の量を示す。このカルボニル化合物は、遊離脂肪酸の酸化から生成する。すなわち、試料No.11は遊離脂肪酸の酸化が進行して生じたカルボニル化合物の中に、官能的にネガティブに作用する(例えば酸化臭の発生など)物質が存在することによって、高い評価が得られなかったと考えられる。

スペイン産の試料No.8は、遊離脂肪酸含量が最も高い値を示し、熟成が進んでいると考えられるが、官能試験における熟成香の評価が基準と同等なのは、試料No.11と同様に、TBARSが高い値を示したためであろう。

イタリア産の中でも評価が高かった試料No.4は、比較的遊離脂肪酸含量が高く、TBARSは平均値程度であった。

以上の結果から、生ハムの官能評価において、遊離脂肪酸含量が高いことは、生ハムの熟成が進んでいることの1つの指標となり、重要な因子であることが示唆される。しかしながら、このときにTBARSの数値が低いこと(今回の場合4を超えないこと)が、官能試験における評価に強く影響していることが示唆された。すなわち、TBARSは、長期熟成の生ハムの品質の指標として有効と考えられた。

味に関する特徴を、イタリア産とスペイン産で比較すると、塩味に大きな違いが認められた。イタリア産の塩味は、基準よりも強いと評価されたものが多いのに対して、スペイン産は基準よりも低いと評価されたものが多かった。

この結果は、塩味と関係のあるナトリウム含量、食塩相当量および食塩含量の結果と一致した。すなわち、イタリア産の評価が低い要因の1つは、塩味が強いことと考えられた。

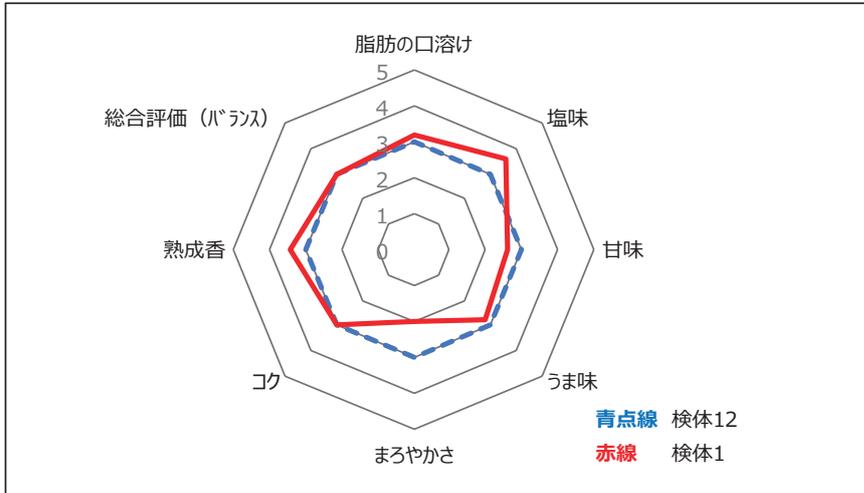
官能試験のパネリストは日本人であることから、食肉製品に対する嗜好がイタリア産の低評価に影響した可能性が考えられる。

官能評価 レーダー図

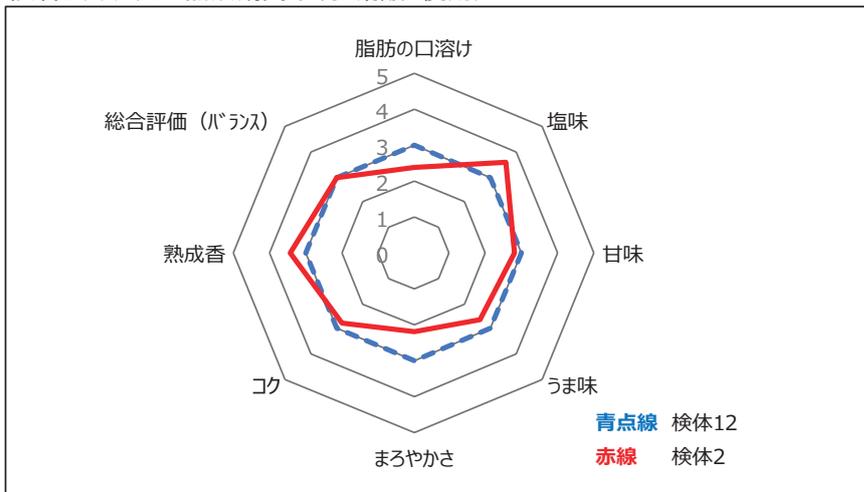
官能検査結果

* 基準品として、試料12(イタリア・熟成期間9ヶ月・発色剤不使用)と比較した。

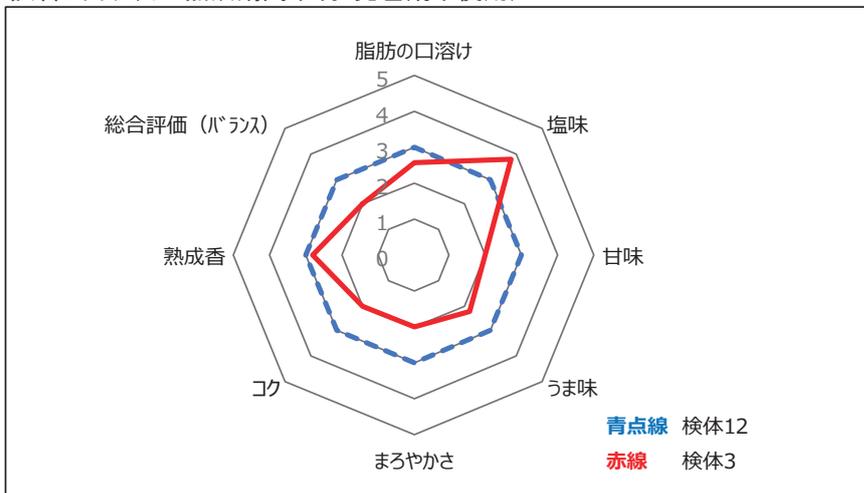
試料1(イタリア・熟成期間不明・硝酸K使用)



試料2(イタリア・熟成期間不明・硝酸K使用)



試料3(イタリア・熟成期間不明・発色剤不使用)

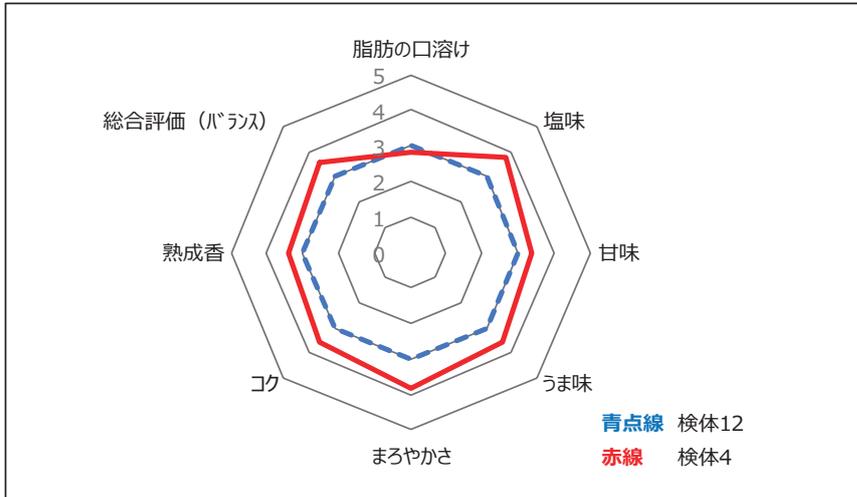


官能評価 レーダー図

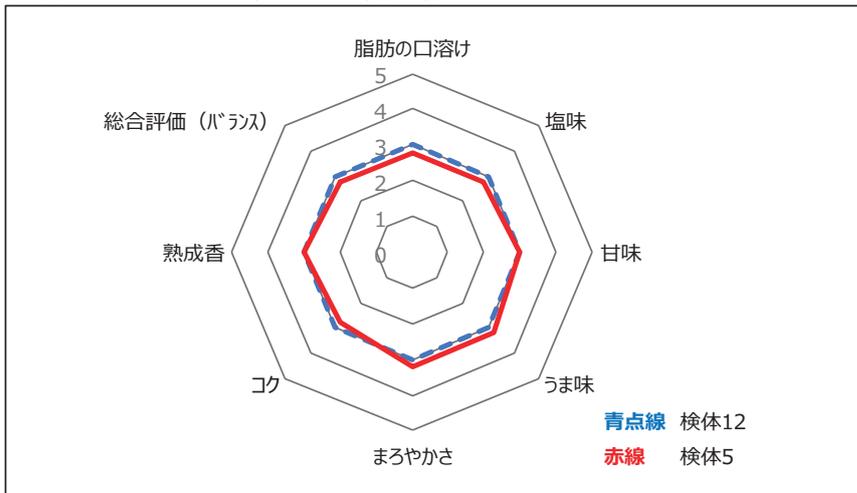
官能検査結果

* 基準品として、試料12(イタリア・熟成期間9ヶ月・発色剤不使用)と比較した。

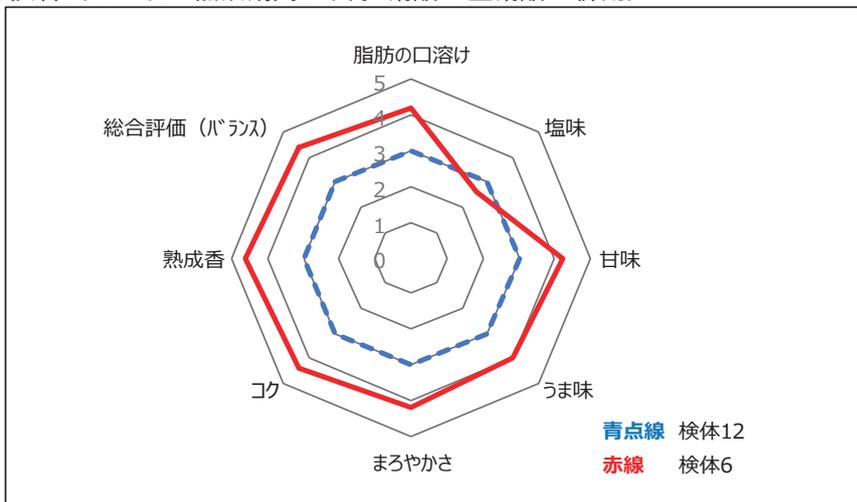
試料4(イタリア・熟成期間不明・発色剤不使用)



試料5(イタリア・熟成期間不明・硝酸K使用)



試料6(スペイン・熟成期間24ヶ月・硝酸K・亜硝酸Na併用)

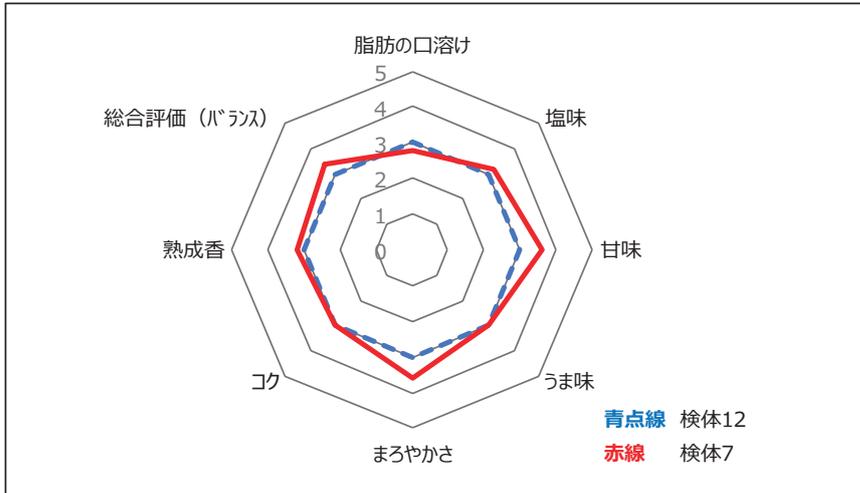


官能評価 レーダー図

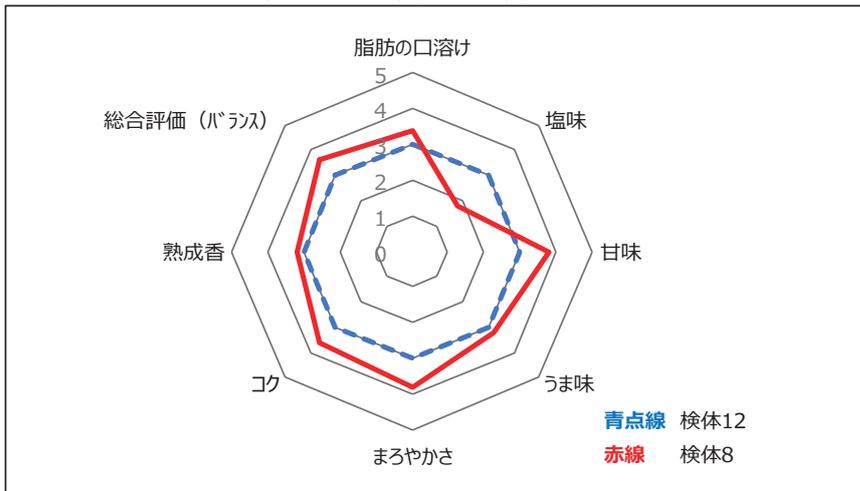
官能検査結果

* 基準品として、試料12(イタリア・熟成期間9ヶ月・発色剤不使用)と比較した。

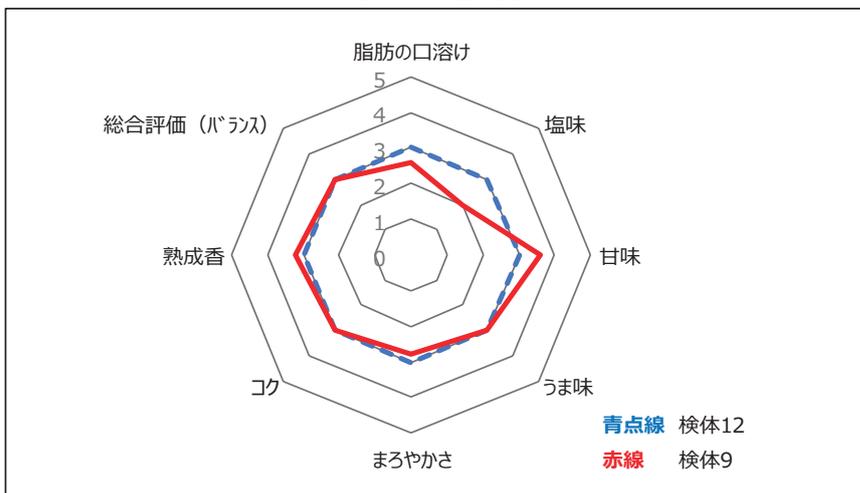
試料7(スペイン・熟成期間14ヶ月・硝酸K・亜硝酸Na併用)



試料8(スペイン・熟成期間12ヶ月・硝酸K・亜硝酸Na併用)



試料9(スペイン・熟成期間15ヶ月・硝酸・亜硝酸Na併用)

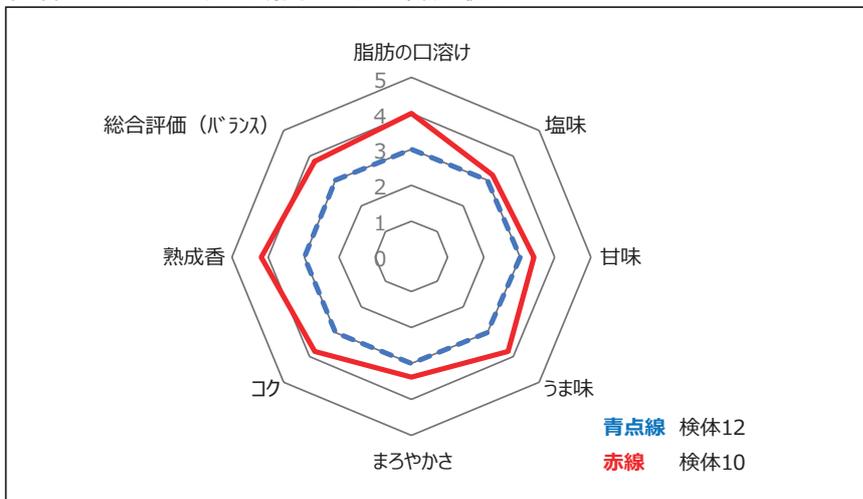


官能評価 レーダー図

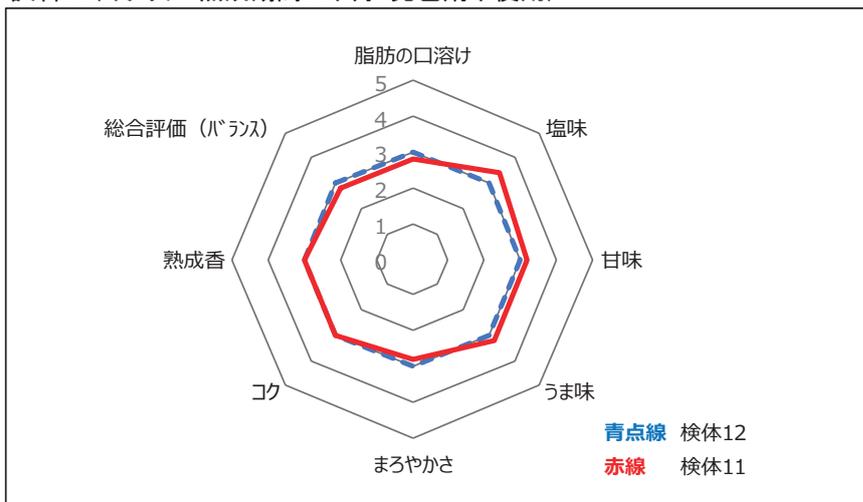
官能検査結果

* 基準品として、試料12(イタリア・熟成期間9ヶ月・発色剤不使用)と比較した。

試料10(フランス・熟成期間18ヶ月・硝酸K使用)



試料11(イタリア・熟成期間18ヶ月・発色剤不使用)



5. まとめ

今回の試験によって、生ハムの品質には、イタリア、スペイン、フランスの生産国による違い、熟成期間による違いがあることが明確にされた。さらに、これらの違いは官能評価に強く影響を与えた。

原産国による違いについては、イタリア産はナトリウム濃度や食塩濃度等が高く、これに伴って塩味が強かった。スペイン産は、イタリアと比べると塩味が弱く、これに関する物質の濃度が低かった。フランス産は、有機酸濃度が他産地と比べて高かった。

次年度に同様の試験が実行可能であるならば、過去に食肉科研が実施した、国産生ハムの調査結果(2011年実施)との比較によって、国産生ハムとの違いを明らかにしたい。

2019年度国産食肉加工品国際競争力強化対策事業
海外食肉加工品品質評価等事業報告書
(委託先：一般社団法人食肉科学技術研究所)

別 冊

令和2年3月31日発行

発行・編集 日本ハム・ソーセージ工業協同組合

制作・印刷 株式会社博秀工藝
