

経産牛を活用した高付加価値食肉生産技術の確立

(2) ドライエイジングが香気成分に及ぼす影響

安里直和 本田祥嵩 花ヶ崎敬資* 荷川取秀樹

I 要 約

黒毛和種の経産牛を用いてドライエイジングが香気成分の動態に与える影響について検討したところ以下のとおりであった。

1. 熟成によって、果実系の香りを呈する Propyl propanoate と Metyl butanoate が増加した。
2. 熟成前後間に検出成分の種類に大きな違いは認められなかった。

以上の結果より、経産牛を1カ月程度熟成させることによって、果実系の香りを呈するドライエイジングビーフを生産することができた。熟成による香気成分への効果が十分期待できることが明らかとなった。

II 緒 言

牛肉の評価は主に、筋肉中の脂肪交雑（霜降り）の入り具合によって判断され、各県においては脂肪交雑の改良に焦点を当てた研究がなされてきた。しかしながら近年、健康ブームや食に対する多様性などを背景に、脂身の少ない赤身肉に対する需要が高まりつつある。黒毛和種の経産牛¹⁾、ホルスタイン種²⁾、褐毛和種³⁾などを活用した赤身主体で、かつ、付加価値の高い食肉生産技術の取り組みがなされている。ドライエイジングは、と畜後の肉を真空パックせずに、一定の温度および湿度のもと、長期間熟成する手法である。熟成の過程において、筋繊維のタンパク質や結合組織等が分解され、柔らかさやアミノ酸等の食味が向上し⁴⁾、また、熟成に伴い独特の香りが付加されることが報告されている⁵⁾。牛肉の香りについては、和牛特有の香りについての報告が多くあり、様々な成分が特定され香りに対する効果が検証されている^{6,7)}。いっぽう、和牛とは異なり、赤身主体でかつ、熟成を経たドライエイジングビーフ等の熟成肉についての報告は少ない。そこで本研究は、経産牛を供試牛としてドライエイジングにより香気成分がどのように変化するのか検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 供試試料、熟成方法

試験に用いた経産牛および熟成方法等は前報⁸⁾と同一とする。

2. 分析方法および調査項目

香気成分の分析に用いたサンプルは、熟成前（0日目）と熟成後（28日目）とし、ロース、バラ、モモの各部位のサンプルをホモジナイズしたものをを用いた。ホモジナイズ後のサンプルについては、20mLのガラス容器に各サンプル1.0g入れ分析に用いた。分析はアルファ・モス社製のHERACLES IIを用いた。分析に用いたカラムは、DB-WAX（内径0.25mm、膜厚0.5 μ m、長さ30m）およびDB-5（内径0.25mm、膜厚0.25 μ m、長さ30m）で、サンプルの濃縮および注入はSPME Fiver（65 μ m PDMS/DVB, SUPELCO社製）を使用した。分析条件はサンプルの加温時間は60 $^{\circ}$ Cで10分、SPMEへのサンプル吸着時間は60 $^{\circ}$ C10分、サンプル脱着時間および注入時間は2分とした。また、SPMEについてはサンプル注入後、300 $^{\circ}$ Cで12分間加温し、残存成分の除去を行った。ガスクロマトグラフィーの分析条件は、オープン40 $^{\circ}$ C、注入口220 $^{\circ}$ C、FID260 $^{\circ}$ C、ベント30ml/minとした。検出された成分については、予め分析しておいたアルカン標準混合液のリテンションタイムより保持指標に変換し、機器内蔵のソフトであるAroChemBaseとマッチングさせ定性した。

* 沖縄県工業技術センター

IV 結果および考察

1. 香気成分の種類

熟成前後の両サンプルにおいて検出された全てのピークは 55 成分であった。そのうち AroChemBase ライブラリでマッチングされたのは 28 成分であった (表 1)。検出された成分については、リンゴやバナナなどの果実系の香気成分が多く検出され、また、フローラルなどの甘い花の香り成分についても 4 成分検出された。いっぽう、Pentanoic acid の様な直接的に肉臭を呈する成分は少なく、また、ドライエイジングビーフに特有な香りであるナッツ臭を呈する成分は検出されなかった。小林ら⁵⁾はホルスタイン種をドライエイジングにかけることによって 94 種類の物質を同定したと報告している。また、ラクトン類、アルデヒド類およびアルコール類等の成分と同時に、ドライエイジングビーフに特有な甘い花の匂いであるフェニルエタノールも検出されたとしている。本試験においては、花の香りを呈する成分として、isopentyl salicylate, methyl epijasmonate, isoamyl geranate, farnesyl acetate 等を検出したがフェニルエタノールは検出されなかった。また、検出されたピーク数が 55 と既往の報告に比べ少ない結果であった。本試験の結果においては、小林ら⁵⁾の報告と比べ検出成分が少なく、また、フェニルエタノールも検出されなかったが、その要因として、本試験においては溶媒抽出を用いず、サンプルを加温し、単純にヘッドスペースに揮発した成分を分析する簡便な方法を実施したために検出できなかった成分があったと考えられる。また、加温温度についても低く、香気成分を揮発させるのに十分な温度に達していなかった可能性があり、今後、検討が必要となった。

表 1 熟成前後の両サンプルで検出された香気成分

化合物名	特徴	化合物名	特徴
ethyl butyrate	アセトン、バナナ、バブルガム	Methyl 2-furoate	菌類
1-pentanethiol	ペイント、薬局、スモーキー	Z-3-Hexen-1-ol, acetate	バナナ、フルーティ、青草様など
Propyl propanoate	アップル、ケミカル、パイナップル	2-Ethyl-5-methylpyrazine	フルーティ、刺激臭、甘い
Butyl acetate	バナナ、苦い、洋梨	Bergamal	フルーティ、青草様、メロン
3-methyl-2-butene-1-thiol	アミン、ロースト、スモーキー	5-ethylidihydro-2(3h)-furanone	クマリン、甘い、トンカツラメ
Methyl pentanoate	アップル、エーテル、甘い	Eugenyl acetate	パルサム様、クローブ、フルーティ、甘い
Methyl butanoate	フルーティ、バナナ、パイナップル	Isopentyl salicylate	フローラル、青草様、ハーブ様、甘い
allyl propyl sulfide	硫黄臭	caryophyllene oxide	フルーティ、ハーブ様、おかくずなど
3-Furanthiol, 2-methyl-	パーベキュー、肉汁、ハム(塩漬)など	methyl epijasmonate	フローラル
3-Furanthiol, 2-methyl-	パーベキュー、肉汁、ハム(塩漬)など	Isoamyl geranate	フローラル
Isopropyl 3-methylbutanoate	フルーティ	Heptadecane	アルカン、フーゼル
2-Pentanone, 3-mercapto-	肉の様な、タマネギ、硫黄臭	Isopropyl tetradecanoate	ほのかな、フローラル、油脂様
Methyl (methylthio)acetate	酸っぱい、ナッツ(調理品)、ポテト(調理品)など	Farnesyl acetate	フローラル
pentanoic acid	牛肉のような、チーズ、刺激臭など	eicosane	アルカン、フルーティ、甘い、ウッディ

2. 熟成前後間の香気成分の比較 (面積値)

検出された成分の強度を熟成前後で比較するため、ピーク面積値を散布図にプロットした (図 1, 2)。熟成後に突出して増加した成分は認められなかった。また、熟成後のみに検出されたピーク、あるいは、熟成前のみに検出されたピークは無く、熟成前後において香気成分の種類に大きな違いは認められなかった。いっぽう、検出されたピークの強度については、各成分で変化が認められた。そのうち、4 つの成分については熟成前後に有意差が認められた。そのうち AroChemBase ライブラリでマッチングできたのは、RT40.97 に検出された Propyl propanoate と RT50.41 に検出された Methyl butanoate であった。RT20.8 および Rt23.7 に検出された化合物については、熟成前後で有意差は認められたものの定性まではいたらなかった。

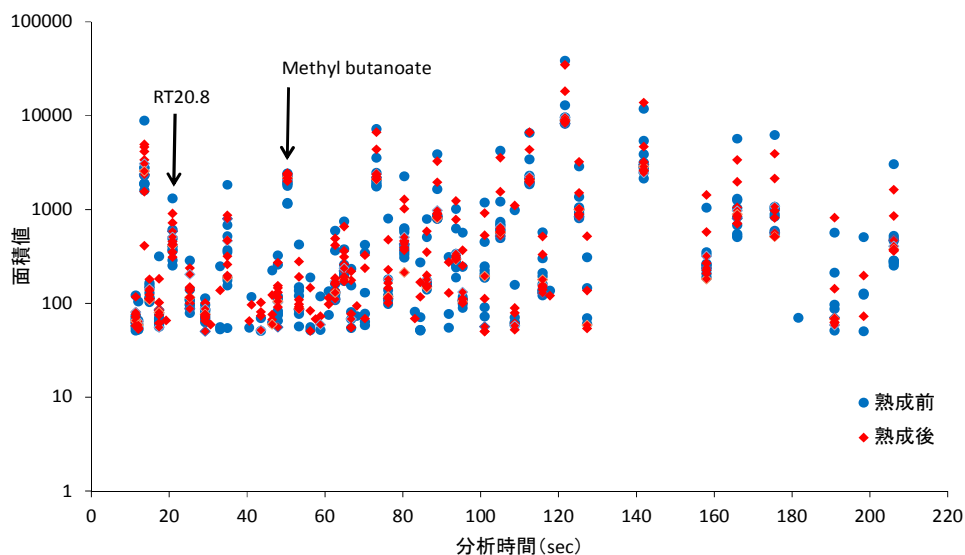


図1 熟成前後における揮発性成分の検出強度 (DB-5)

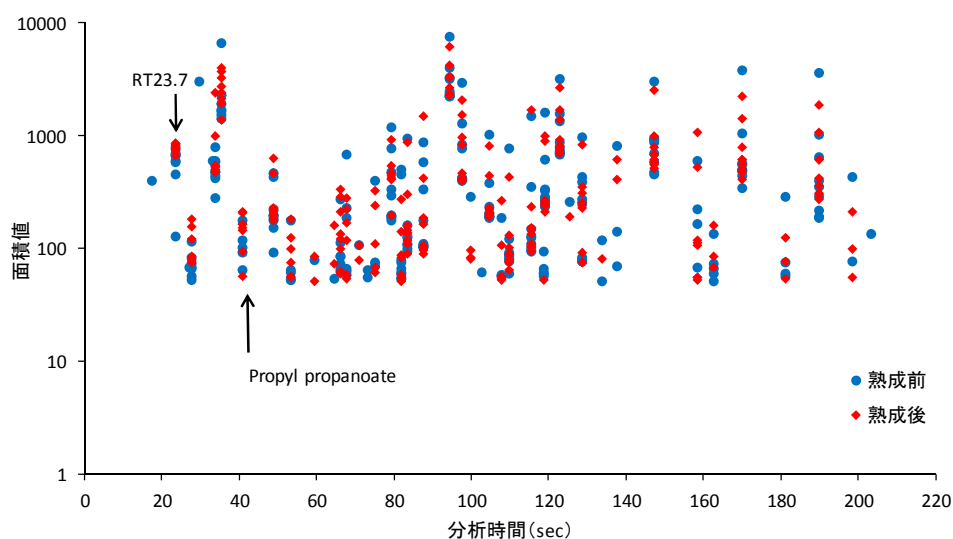


図2 熟成前後における揮発性成分の検出強度 (DB-Wax)

3. 主成分分析による特徴付け

熟成前後に有意差が認められた4成分を用いて主成分分析を実施し、因子負荷量および主成分得点を算出した。寄与率は第1主成分で45.3%、第2主成分で31.0%であった。また、第1主成分においては、RT23.7およびpropyl propanoateの因子負荷量が高いことより、「アップル・パイナップル風味」、第2主成分においては、RT20.8およびmethyl butanoateが高いことより、「バナナ・パイナップル風味」と解釈した(表2)。

表2 検出された成分の因子負荷量

成分	PC1	PC2
RT20.8	-0.07571	0.74819
Methyl butanoate	0.42175	0.47368
RT23.7	0.59666	-0.17025
Propyl propanoate	0.53356	0.21619

熟成前後の特徴を明確化するために因子負荷量(図3)および主成分得点(図4)を散布図に示した。図3より第1主成分および第2主成分の正方向においては、アップルやバナナなどのフルーツ系の香り

が強くなることを示す結果となった。図4において、熟成後のサンプルについて第1主成分および第2主成分正方向に集まる傾向が認められた。また、熟成前のサンプルについては、第1主成分および第2主成分ともに広い範囲で散在する傾向を示していることから、熟成によって香りの特徴が集約され、かつ、フルーツ系の香りを呈するようになることが示された。一方、定性までいたらなかったRT23.7の因子負荷量が0.53(第1主成分)、RT20.8については0.74(第2主成分)と各主成分で最も高い因子負荷量を示していることより、これらの成分の特徴が、熟成後の香りに反映されている可能性が高いため、前述したとおり前処理の方法も含め、今後、更なる試験が必要となった。

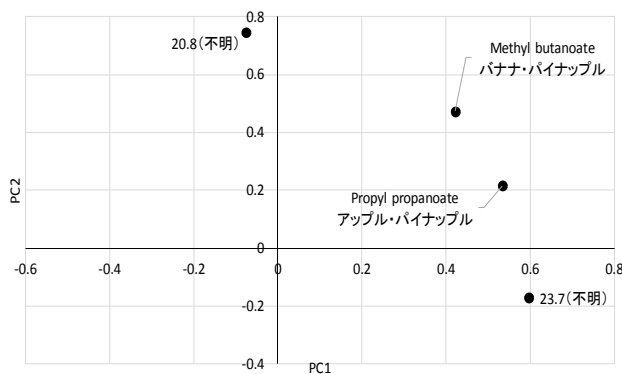


図3 検出された成分の因子負荷量

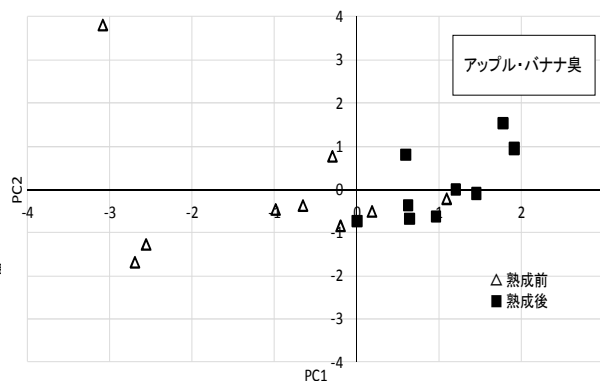


図4 各試料の主成分得点

以上の結果より経産牛をドライエイジングすることによって、果実系の成分の増加を促し、食味の向上に寄与する一定の成果が得られた。いっぽう、前処理方法を含め香気成分の評価方法に対する検討は今後の課題となった。今後は、様々な飼養条件で肥育された試験牛を用いて、飼育条件の違いによる香気成分への影響について試験を実施する予定である。

V 引用文献

- 1) 松本和典 (2013) 耕作放棄地で生産した「放牧仕上げ熟ビーフ」の特徴, 畜産技術, **697**, 7-11
- 2) 山本紫乃・伊藤信一・坪坂修二・脇坂巧・岡田繁・山口悠・前田さくら・田口圭吾 (2014) 十勝若牛[®]を用いた枝肉の客観的評価値と消費者食味特性との関連性, 日畜学会報, **85** (3), 315-320
- 3) 中村好徳 (2015) 周年放牧肥育牛肉の特徴ならびに熟成による肉質の変化, 日暖畜報, **58** (2), 261-266
- 4) 沖谷明紘 (1993) 牛肉の熟成条件とフレーバーの生成, 日食工学会誌, **40** (7), 535-541
- 5) 小林正人・佐々木整輝 (2015) 牛肉の匂いに及ぼす熟成と加熱調理の影響, 平成26年度食肉に関する助成研究調査成果報告書, 伊藤記念財団, **33**, 39-45
- 6) 松石正典・久米淳一・伊藤友己・高橋道長・荒井正純・永富宏・渡邊佳奈・早瀬文孝・沖谷明紘 (2004) 和牛肉と輸入牛肉の香気成分, 日畜学会報, **75** (3), 409-415
- 7) 佐藤 雅彦・中村 豊郎・沼田正寛・桑原京子・本間清一・佐藤朗好・藤巻正生 (2004) 牛肉の香気と呈味成分に関する研究, 日畜学会報, **66** (3), 274-282
- 8) 安里直和・本田祥嵩・花ヶ崎敬資・荷川取秀樹 (2016) 経産牛を活用した高付加価値食肉生産技術の確立 (1) ドライエイジングによる旨味成分等の経時的, 沖縄畜研研報, **54**, -