

## 有機認証短角牛肉の脂肪酸組成

### Intramuscular Fatty Acid Composition in Organic Beef from Japanese Shorthorn Breed. (Short Communication)

米内 美晴<sup>1\*</sup>、今成 麻衣<sup>1</sup>、柴 伸弥<sup>1</sup>、樋口 幹人<sup>2</sup>、渡邊 彰<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(独) 農研機構 東北農業研究センター 岩手県盛岡市 020-0198

<sup>1</sup>National Agricultural Research Center for Tohoku Region. Morioka, Iwate, 020-0198

<sup>2</sup>(独) 農研機構 畜産草地研究所 栃木県那須塩原市 329-2793

<sup>2</sup>National Institute of Livestock and Grassland Science. Nasusiobara, Tochigi, 329-2793

Key words: Fatty acid, PUFA, n-6/n-3, Japanese shorthorn, organic

2011年1月19日 受理

東北畜産学会報 60(3): 123 ~126. 2011

#### 緒 言

北東北固有の品種である日本短角種(以後短角種)は、自然・地理条件に合理的に適合した飼養形態(夏山冬里方式とまき牛繁殖)によって生産されてきた<sup>1)</sup>。子牛生産のコストの低さはその合理性の証であり、繁殖方式の理想型ともいえる。しかし昭和30年代後半の食肉格付け開始以後は市場における価格決定が脂肪交雑重視であるため、赤身肉が肉質特徴である短角種は脂肪交雑の劣る肉として低位に格付けされ安価となって農家経営は圧迫された状態で今日に至る<sup>1)</sup>。ところで短角種の価値を再認する傾向がここ数年高まりつつある。脂肪交雑の少ない赤肉に対する消費者の関心が高まる中、機能的成分等の差別化が可能な特徴を商品情報として提供することはさらなる短角振興の一助となると思われる。また、消費者の食品選択キーワードとして“有機”が定着して久しい。青森県では“有機”に着目し、短角種牛肉の付加価値を高める目的でJASによる有機認証を得たところである。有機飼料による牛肉生産は国内初の事例であり

その肉質に関する報告はまだ無い。本研究では有機認証を得ることを目的に生産された短角種牛肉の脂肪酸組成について報告する。

#### 材料および方法

##### 供試牛の飼養管理とサンプリング

有機畜産物検査認証制度に準じて飼養した短角種8頭(以下有機区)ならびに東北農業研究センターで日本飼養標準肉用牛(2000年度版)に従い粗飼料多給肥育した短角種3頭(以下対照区)を用いた。有機区は8~10月に生産された個体で、12~4月は屋内飼養、5~11月は放牧飼養で管理された。屋内飼養期間に有機区は有機栽培トウモロコシサイレージ飽食と玄米粉砕飼料0.5kg/日を給与した。対照区は9か月齢より低水分グラスサイレージ飽食と肥育用配合飼料を肥育前期、中期、後期でそれぞれ体重の1.2, 1.4, 1.6%給与した。両区のと殺月齢は各々33.6±3.8ヶ月と24.5±0.4ヶ月で、枝肉重量は各々376.5±43.9kgと444.7±14.5kgであった。と殺後2日目に、半腱様筋を採取し、ミンチにして粗脂肪含量をソックスレー法により分析した。同時に分取した脂肪酸測定用サンプルは分析時まで真空パックして-80℃で保存した。

\* 連絡者: 米内 美晴 (よない みはる)  
(独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
東北農業研究センター)  
〒020-0198 岩手県盛岡市下厨川字赤平4  
Tel: 019-643-3680 Fax: 019-641-7794  
E-mail: miharu@affrc.go.jp

## サンプル調製と脂肪酸メチルエステル測定

半腱様筋からの脂肪酸遊離ならびにメチルエステル化は N.Aldai<sup>2)</sup> らの方法に従って行った。分析サンプルの調製は各サンプルについて 2 点ずつ行った。得られた脂肪酸サンプルは CP Sil88 カラム (内径 0.25mm × 膜厚 0.2 μm × 60m, Varian 社) を装着したガスクロマトフイー装置 (GC-17A, 島津製作所) を使用し、注入口 250°C、FID 検出器 300°C、カラム流量 2.0ml/min、圧力 225kPa、スプリット比 1:100、昇温速度 1.2°C/min で 100-226°C の条件で分析を実施した。ピークの同定のため Supelco 37 Component FAME mix (47885-U, Supelco)、9 (Z) ,11 (E) Octadecadienoic acid (1245, Matreya LLC)、10 (E) ,12 (Z) Octadecadienoic acid (1249, Matreya LLC)、Linoleic Acid Methyl Ester Isomer mix (47791, Supelco)、Linolenic Acid Methyl Ester Isomer mix (47792, Supelco) を用いた。

## 統計処理

標品のリテンションタイムから同定されたピークの面積合計を 100% として各脂肪酸の組成を算出した。両区間の脂肪酸組成の差の検定には SAS を用い、分散分析で等分散性の検証を行った後に t 検定を行った。

## 結果

各区の粗脂肪含量平均は有機区で 2.96±0.79%、対照区で 4.56±0.69% であった。脂肪酸組成を表に示した。27 種類の脂肪酸が確認されたが、C22:6n3 は対照区で検出されなかった。これを除く 26 種類の脂肪酸のうち 19 種類に有意な差が認められた。主な脂肪酸は両区共に C18:1n9c, C16:0, C18:0 で一致したが、C16:0 の割合は有機区が低かった ( $P<0.001$ )。C15:0, C17:0, C18:1n9t, C18:2n6t, C18:2n6c, C18:3n6, C20:1, C18:2n6ct, C20:2n6, C20:3n6, C20:4n6, C20:4n3, C20:5n3, C22:5n3 の割合は有機区が高く、C12:0, C14:0, C18:1n7, C22:4n6 は対照区が高い結果であった。また有機区では n-6 ならびに n-3 系多価不飽和脂肪酸 (以下 PUFA) が高く ( $P<0.001$ )、n-6/n-3 比は低く ( $P<0.001$ )、さらに飽和脂肪酸 (以下 SFA) は低く ( $P<0.01$ )、PUFA/SFA 比が高かった ( $P<0.001$ )。

## 考察

両区の飼料構成及び殺月齢は異なるが、有機区について興味深い結果が得られた。有機区は有機認証獲得の準備段階で試験生産されたもので、需要に応じて個別に

出荷されたためと殺月齢にばらつきがある。しかし、有機区の脂肪酸組成に大きなばらつきは認められず、この方式で生産された牛肉の脂肪酸組成はと殺月齢に関係なくこの傾向を示す可能性が考えられた。

最も顕著な特徴は PUFA 割合の高さであった。PUFA は細胞膜リン脂質構成成分として多く存在するため、粗脂肪含量の少ない肉ほど高い割合<sup>3,4)</sup> となる。しかし両区の粗脂肪含量は有機区が低い傾向にあるものの差は無く、高い割合の PUFA はこの飼養方式の特徴であると推察される。筋間脂肪中の主な脂肪酸である C18:1n9c に有意な差が認められないことから PUFA 割合の高さが粗脂肪含量の多少と関連していないことが示された。

次に n-6 系 PUFA が対照区の約 1.8 倍、n-3 系 PUFA は約 4.1 倍であり、n-3 系 PUFA がより高い割合で含まれる傾向にあった。n-3 系 PUFA は牧草中に含まれる C18:3n3 を前駆物質として体内合成されるが、有機区は舎飼期間に主にトウモロコシサイレージで飼養されているものの、と殺までの平均総放牧期間が 18.5 か月と長期にわたり、牧草摂取量が十分に多いため C18:3n3 摂取量も相対的に増加し、n-3 系 PUFA 割合が高くなったと推察された。

n-3 系 PUFA の割合が高いため、n-6/n-3 比は低下した。また、SFA の割合が低く、機能性成分である共役リノール酸の割合が高いことは給与飼料と脂肪酸組成との関係を調査した報告<sup>5)</sup> において、粗飼料のみ給与した群の脂肪酸組成で得られた傾向と一致した。欧米では冠動脈疾患発症リスクとの関連から食品中の PUFA/SFA 比は 0.45 以上、また n-6/n-3 比は 4 以下であることが望ましいとされる<sup>6)</sup> が、有機区では n-6/n-3 比がこの基準を達成しており大きな特徴である。付記すると日本食品標準成分表<sup>7)</sup> から算出した n-6/n-3 比は和牛肉そもそも (半腱様筋とその近傍) 赤肉で約 28.0 であることから n-6/n-3 比は明らかに低い。

以上の結果から、有機短角牛肉の脂肪酸組成において PUFA の割合が高く SFA が低いこと、ならびに n-6/n-3 比がきわめて低下していることが認められた。国内では有機配合飼料の生産はまだ行われていない。したがって現状では自給飼料で有機牛肉を生産するには本報告のように放牧やトウモロコシサイレージを主体とした給与体系となる。結果的にはこのことが脂肪酸組成に影響したものと推察され、上記の脂肪酸組成が有機牛肉固有の特徴であるかあるいは粗飼料主体肥育に起因するかについて、成長速度や出荷月齢などの影響と併せて引き続き調査する必要がある。また、有機という要因の直接的影響について化学物質の残留など別の視点からの検討も

加える必要があると思われる。

尚、本研究は農林水産省交付金プロジェクト「有機自給飼料生産の確立とこれを用いた日本短角種オーガニックビーフ生産の実証」において実施されたものである。

表. 有機短角牛ならびに粗飼料多給肥育短角牛の半腱様筋における脂肪酸組成

| 脂肪酸   | 有機短角牛<br>(n=8) |      | 粗飼料多給肥育短角牛<br>(n=3) |       | 有意差<br>検定 <sup>4)</sup> |
|---|----------------|------|---------------------|-------|-------------------------|
|   | 平均             | 標準偏差 | 平均                  | 標準偏差  |                         |
| Capric acid (C10:0)                                 | 0.03           | 0.01 | 0.03                | 0.00  | NS                      |
| Lauric acid (C12:0)                                 | 0.03           | 0.01 | 0.05                | 0.01  | *                       |
| Myristic acid (C14:0)                               | 1.70           | 0.56 | 2.66                | 0.29  | **                      |
| Myristoleic acid (C14:1)                            | 0.69           | 0.37 | 0.60                | 0.12  | NS                      |
| Pentadecanoic acid (C15:0)                          | 0.35           | 0.06 | 0.22                | 0.04  | **                      |
| Palmitic acid (C16:0)                               | 25.62          | 2.51 | 31.99               | 0.96  | ***                     |
| Palmitoleic acid (C16:1)                            | 4.50           | 1.34 | 3.86                | 0.52  | NS                      |
| Heptadecanoic acid (C17:0)                          | 0.76           | 0.13 | 0.52                | 0.03  | ***                     |
| Stearic acid (C18:0)                                | 11.62          | 2.01 | 11.49               | 0.48  | NS                      |
| Elaidic acid (C18:1n9t)                             | 0.34           | 0.03 | 0.27                | 0.02  | **                      |
| Oleic acid (C18:1n9c)                               | 44.99          | 3.56 | 42.31               | 1.85  | NS                      |
| Vaccenic acid (C18:1n7)                             | 0.24           | 0.03 | 1.76                | 0.07  | ***                     |
| Linolelaidic acid (C18:2n6t)                        | 0.10           | 0.02 | 0.04                | 0.01  | ***                     |
| Linoleic acid (C18:2n6c)                            | 3.24           | 0.42 | 2.02                | 0.17  | ***                     |
| Arachidic acid (C20:0)                              | 0.07           | 0.01 | 0.06                | 0.01  | NS                      |
| γ-Linolenic acid (C18:3n6)                          | 0.03           | 0.01 | 0.02                | 0.00  | *                       |
| Cis-11-Eicosenoic acid (C20:1)                      | 0.93           | 0.27 | 0.17                | 0.03  | ***                     |
| Linolenic acid (C18:3n3)                            | 0.14           | 0.05 | 0.14                | 0.02  | NS                      |
| Conjugated cis-9,trans-11-Linoleic acid (C18:2n6ct) | 0.68           | 0.15 | 0.26                | 0.05  | ***                     |
| Cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2n6)              | 0.04           | 0.02 | 0.03                | 0.00  | *                       |
| Cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6)           | 0.43           | 0.09 | 0.23                | 0.02  | **                      |
| Arachidonic acid (C20:4n6)                          | 1.55           | 0.32 | 0.77                | 0.09  | ***                     |
| Cis-8,11,14,17-Eicosatetraenoic acid (C20:4n3)      | 0.15           | 0.06 | 0.02                | 0.00  | ***                     |
| Cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid (C20:5n3)    | 0.55           | 0.16 | 0.10                | 0.09  | ***                     |
| Cis-4,10,13,16-Docosatetraenoic acid (C22:4n6)      | 0.11           | 0.03 | 0.16                | 0.02  | *                       |
| Clupanodonic acid (C22:5n3)                         | 0.99           | 0.22 | 0.21                | 0.01  | ***                     |
| Cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid (C22:6n3)  | 0.12           | 0.03 |                     |       |                         |
| n6 PUFA   | 6.18           | 0.83 | 3.53                | 0.19  | ***                     |
| n3 PUFA   | 1.94           | 0.45 | 0.47                | 0.12  | ***                     |
| n6/n3   | 3.28           | 0.58 | 7.84                | 2.00  | ***                     |
| SFA <sup>1)</sup>                                   | 40.19          | 2.68 | 47.02               | 1.53  | **                      |
| MUFA <sup>2)</sup>                                  | 51.69          | 2.84 | 48.99               | 1.42  | NS                      |
| PUFA <sup>3)</sup>                                  | 8.12           | 1.18 | 4.00                | 0.22  | ***                     |
| PUFA/SFA  | 0.09           | 0.01 | 0.05                | 0.003 | ***                     |

1) SFA : Saturated Fatty Acids (飽和脂肪酸)

2) MUFA : Mono Unsaturated Fatty Acids (一価不飽和脂肪酸)

3) PUFA : Poly Unsaturated Fatty Acids (多価不飽和脂肪酸)

4) NS, \*, \*\*, \*\*\* は各々  $P > 0.05$  (有意差無),  $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ ,  $P < 0.001$

## 文 献

- 1) 和牛地方特定品種編集委員会編. 和牛地方特定品種 .119-124. 肉牛新報社 . 東京 .1996.
- 2) Aldai N, Osoro K, Barron L.J.R, N'ajera A.I. Gas-liquid chromatographic method for analyzing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (cis9trans11 and trans10cis12 isomers) and long-chain (n-3 or n-6) polyunsaturated fatty acids Application to the intramuscular fat of beef meat. *J. Chromatography A.*, 1110:133-139. 2006.
- 3) Scollan N, Hocquette J-F, Nuernberg K , Dannenberger D, Richardson I, Moloney I. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Sci.*, 74: 17-33. 2006.
- 4) De Smet, S, Raes K, Demeyer D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: A review. *Anim. Res.* 53:81-98. 2004.
- 5) French P, Stanton C, Lawless F, O'Riordan EG, Monahan FJ, Caffrey PJ, Moloney AP. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J. Anim. Sci.* 78:2849-2855. 2000.
- 6) British Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on Health and Social Subjects No. 46. London: HMSO.1994.
- 7) 文部科学省 . 五訂増補日本食品標準成分表 .2005.