

食味形質の遺伝的解析による美味しい牛肉生産に関する研究 (第2報)
 一月齢に伴う黒毛和種肥育牛の皮下脂肪脂肪酸組成の変化と
 種雄牛差並びに、牛脂肪の脂肪酸組成が食味性に及ぼす影響—
 片岡博行・岡本雄太・平本圭二*

Effects of sire on Age-associated changes in fatty acid composition in
 subcutaneous fat of fattened Japanese black
 Effects of fatty acid composition in bobine subcutaneous fat on taste
 Hiroyuki KATAOKA, Yuuta OKAMOTO and Keiji HIRAMOTO

要 約

牛肉脂肪の脂肪酸組成は牛肉の美味しさに大きく影響しており、また、脂肪酸組成は種雄牛による影響が大きいこと、また、出荷月齢により異なることが示唆されている。

そこで、それぞれ種雄牛が異なる4群、計16頭について、18ヵ月齢から26ヵ月齢まで2ヶ月間隔でバイブシーにより皮下脂肪を採取し、また出荷時には枝肉から皮下脂肪を採取し、月齢に伴う脂肪酸組成の変化を調査した。その結果、

- 1 4群とも月齢が進むにつれて、不飽和脂肪酸割合が上昇した。
- 2 トレイン酸割合も月齢が進むにつれて上昇したが種雄牛によりその増加幅は異なり、また24ヵ月齢以降は4群ともその変化に有意な差は見られなかった。

また、黒毛和種由来脂肪（以下、和牛脂肪）の脂肪酸組成の違いが食味性に及ぼす影響を調査するため、パネラーによる官能評価を実施した。材料の脂肪は、トレイン酸割合が高い和牛脂肪（以下、和-H）とトレイン酸割合が低い和牛脂肪（以下、和-L）の2種類とトレイン酸割合が低いホルスタイン種由来の脂肪（以下、乳-L）の計3種類を用いて、牛肉パテを作成し官能評価を行った。その結果、

- 3 食感について、「和-H」は他の2種に比べて有意に食感が柔らかく、トレイン酸を主体に不飽和脂肪酸が高いことがサンプルの硬さに影響していた。
- 4 風味については、和牛脂肪が乳牛脂肪に比べて有意に強く、また好ましいと感じる人が多かった。
- 5 和牛由来の「和-H」と「和-L」とでは、風味の好ましさ、口溶け、総合的な美味しさについて「和-H」の評価が有意に高かった。
- 6 和牛の脂肪質は、これまでも報告があるようにトレイン酸を主体に不飽和脂肪酸割合が高いものが食味性も優れること、その程度は、本調査で用いた脂肪酸組成の違いで食味に有意に影響する結果となった。

黒毛和種肥育牛の脂肪酸組成は、月齢が進むにつれて不飽和脂肪酸割合は増加することが知られているが、前回報告のように種雄牛の違いが影響しており、特にトレイン酸割合の18ヵ月齢以降の経時的変化の様相は種雄牛により異なることが確認された。また、和牛脂肪の脂肪酸組成の違いは食味性に少なからず影響し、脂肪中にトレイン酸を主体に不飽和脂肪酸割合の多いことが美味しさに優れることが確認され、種雄牛が産子の脂肪質に及ぼす遺伝的能力を把握することで食味性の改良が可能であることが示唆された。

キーワード：牛、黒毛和種、バイブシー、脂肪酸組成、官能評価

緒 言

牛肉の食味性に影響する大きな因子の一つが牛肉中の脂肪の質、すなわち脂肪酸組成である。牛

肉中の脂肪の質は品種や性別、飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の割合や不飽和脂肪酸のうちオレイン酸割合は牛肉の食味に影響していると言われる¹⁾。また、と畜月齢も脂肪酸組成に影響することが知

られており⁷⁾、月齢が増すほど不飽和脂肪酸割合が増加し、食味性も向上すると考えられているが、第1報で示したように脂肪酸組成は種雄牛によって大きく影響される。

牛肉脂肪中の脂肪酸組成に基づくと畜月齢を検討するには種雄牛による違いを調査する必要がある。

今回、種雄牛が異なる牛群について月齢に伴う脂肪酸組成の変化を調査すると共に、脂肪質が食味性に及ぼす影響について調査するため官能評価を行い、岡山和牛の食味の改良について検討した。

材料及び方法

試験1：脂肪酸組成の経時的変化

1 材料

材料は平成16年5月から平成17年9月までに岡山県総合畜産センターで肥育した黒毛和種現場後代検定調査牛のうち表1に示すようにそれぞれの種雄牛が異なる4群、計16頭について、18ヵ月齢から26ヵ月齢まで2ヶ月間隔でバイオプシーにより皮下脂肪を採取し、またと畜時に県営食肉市場において枝肉から皮下脂肪を採取した。黒毛和種肥育牛について18ヵ月齢から26ヵ月齢までバイオプシーにより皮下脂肪を採取した。採取器具は、14ゲージ生検用窄指針を用いて左側第6第7胸椎間の僧房筋と広背筋の間の皮下脂肪を採取した。また、肥育終了時、と畜後3日目に左半丸冷屠体第6第7胸椎切開面のバイオプシー採取部位と同じ部位から皮下脂肪を採取した。

表1 調査牛群の概要

牛群名	種雄牛名	頭数
F	藤高160	3 (去勢3)
K	北乃藤	4 (去勢3、雌1)
T	利花	5 (去勢2、雌3)
H	花茂勝2	4 (去勢4)

2 脂肪酸組成の測定

採取した皮下脂肪約100mgをクロロホルム10ml中に無水硫酸ナトリウム1gとともに一昼夜浸漬し、濾過後、窒素ガス下60℃でクロロホルムを蒸散除去し、測定用の脂肪を抽出した。

これに0.5Nナトリウムメチラート2mlを加えて60℃で10分間反応させてメチルエステル化した後、2%酢酸4ml、n-ヘキサン4mlを加えて5分間強く振とうし、3,000rpm10分間遠心分離後ヘキサン層を用いてガスクロマトグラフィーにより脂肪酸組成を分析した。

試験2：牛脂肪の官能評価

1 供試牛脂肪

牛脂肪は岡山県営食肉地方卸売市場で処理された黒毛和種去勢肥育牛2頭及びホルスタイン去勢肥育牛1頭から枝肉成形時に皮下脂肪各3kgを採取した。各牛脂肪は個体ごとにミンチに加工し、均一化して官能評価試験の供試材料とした。

2 脂肪酸組成の測定

試験1に同じ。

3 牛肉パテの調整

官能評価に用いる牛肉パテは、表1の材料割合で、前述の牛脂肪を用いてに3種各2kgのパテ材料を調整した。また、牛赤肉には、黒毛和種上腕筋肉のミンチ1種類を用いた。

表2 牛肉パテ材料の組成 1,000g中

* 牛脂肪	200 g
牛赤肉	500 g
全卵	120 g
パン粉	60 g
食塩	10 g

*牛脂肪以外は同一

材料を十分混合したのち、ステンレス製バット（縦22cm、横34cm）1枚に材料500gを均一に延ばし、アルミホイルで蓋をして、130℃、15分間、コンベクションオーブンで加熱し、冷凍庫内で約20分間急冷した後、バットから取り出してナイロンバッグに真空密封し、評価試験まで-30℃で保存した。

4 パネラー

官能評価は、美作大学短期大学部栄養学科2年生計40名で実施し、その際、パネラーの選定は行なわなかった。

5 官能評価手順

3種類について2点比較を3回実施することで比較した。

冷凍保存しておいた牛肉パテを約2～3時間かけて常温に戻した後、約15mm四方の小片に細切して各1片を官能検査サンプルとした。パネラー一人につき、「乳-L」と「和-L」、「乳-L」と「和-H」、「和-H」と「和-L」の計3回の対比較法に自由意見欄を組み合わせた評価用紙で行った。

なお、パネラーには3種のサンプル名は全て関連のないアルファベット（Q、T、S）に置き換えて表示した。

6 統計処理

一対比較法は、各項目の人数の集計を行い、2点試験法の検定表により検定を行った。

結果及び考察

試験1：脂肪酸組成の経時的変化

調査牛群の脂肪酸組成の変化を表4～7、及び図1、2に示した。18から28ヵ月齢にかけて全ての群で総不飽和脂肪酸（SCFA）割合が上昇した。

不飽和脂肪酸のうち、レイン酸（C18:1）の割合は18から24ヵ月齢にかけて全ての群で増加し、24ヶ月以降は、F・K群はほとんど変化せず、H・T群ではやや増加傾向を示すものの有意な差は認められなかったが、28ヵ月齢でF・K群とは4～5%高かった。

また、T群は18ヵ月齢時において、他の3群に比べて、総不飽和脂肪酸割合、レイン酸割合とも高く、28ヶ月齢においてもF・K群に比べてレイン酸割合が有意に高い（ $P < 0.05$ ）結果となった。

表4. F群における皮下脂肪脂肪酸組成の変動（父：藤高160 去勢3頭）（平均%±標準偏差）

脂肪酸	月 齢					
	18	20	22	24	26	28
C14:0	2.7 ± 0.2	3.3 ± 0.7	2.8 ± 0.3	2.8 ± 0.3	2.8 ± 0.5	2.9 ± 0.1
C14:1	1.9 ± 0.2	2.7 ± 0.9	2.1 ± 0.1 a	2.2 ± 0.2 a	2.2 ± 0.2	3.0 ± 0.3 b
C16:0	26.8 ± 2.7	26.2 ± 2.3	26.4 ± 1.3	25.1 ± 1.2	26.2 ± 1.0 a	24.0 ± 0.5 b
C16:1	5.9 ± 0.3 a	6.9 ± 0.8	6.8 ± 0.9	6.9 ± 1.3	7.2 ± 0.3 b	9.9 ± 1.7 b
C18:0	11.8 ± 1.5 a	8.2 ± 2.0	8.2 ± 1.9	8.4 ± 1.4	7.1 ± 0.9	5.8 ± 0.9 b
C18:1	47.8 ± 2.7	49.5 ± 1.7	50.4 ± 0.7	51.1 ± 1.2	51.0 ± 1.4	51.5 ± 1.5
C18:2	3.1 ± 1.3	3.3 ± 0.7	3.2 ± 0.8	3.4 ± 1.0	3.5 ± 1.3	3.1 ± 0.9
MUFA	55.6 ± 2.9 a	59.0 ± 0.9 a	59.4 ± 0.7 a	60.2 ± 0.6 a	60.4 ± 1.3 a	64.3 ± 0.5 b
SCFA	58.7 ± 3.7	62.3 ± 0.7 a	62.6 ± 1.3	63.6 ± 0.5	63.9 ± 1.9 a	67.3 ± 1.4 b

同一行の異なる文字間に有意差あり（ $P < 0.05$ ）

表5. K群における皮下脂肪脂肪酸組成の変動（父：北乃藤 去勢3頭、雌1頭）（平均%±標準偏差）

脂肪酸	月 齢					
	18	20	22	24	26	28
C14:0	3.4 ± 0.4 a	3.2 ± 0.5 a	2.5 ± 0.6	2.6 ± 0.6 b	2.7 ± 0.4 b	2.6 ± 0.6
C14:1	1.9 ± 0.6	2.0 ± 0.7	2.3 ± 0.9	2.2 ± 1.4	1.7 ± 0.3	2.0 ± 0.6
C16:0	26.7 ± 1.3 a	25.4 ± 1.9	25.5 ± 1.3	24.1 ± 0.9 b	24.2 ± 0.6 b	23.9 ± 0.9 b
C16:1	5.6 ± 3.0	6.1 ± 1.0	7.4 ± 1.0	6.8 ± 0.7	7.6 ± 0.9	8.9 ± 1.8
C18:0	11.5 ± 1.5	10.8 ± 1.6 a	9.3 ± 1.1 a	9.0 ± 1.3 a	9.0 ± 0.8	7.9 ± 1.1 b
C18:1	48.5 ± 0.7 a	49.9 ± 1.7	50.4 ± 2.5	51.9 ± 2.5	51.8 ± 1.4 b	52.2 ± 2.3
C18:2	2.5 ± 0.3	2.6 ± 0.4	2.5 ± 0.6	3.3 ± 0.9	3.0 ± 0.8	2.6 ± 0.4
MUFA	56.0 ± 0.3 a	58.0 ± 2.3	60.1 ± 2.2	60.9 ± 1.8	61.1 ± 1.0 b	63.0 ± 1.6 b
SCFA	58.4 ± 0.6 a	60.5 ± 2.7	62.7 ± 2.5 a	64.2 ± 2.5 b	64.2 ± 0.8 b	65.6 ± 1.6 b

同一行の異なる文字間に有意差あり（ $P < 0.05$ ）

全ての群で見られた月齢の増加に伴う、皮下脂肪の不飽和化の高進は、これまでの報告に一致した。⁷⁾

牛肉脂肪の美味しさの指標と考えられるレイン酸割合については、種雄牛により増加割合が異なるものの、概ね24ヶ月齢以降の変化は少ない

結果となった。このことから美味しい牛肉生産のための脂肪質を考慮した適正出荷月齢としては、24ヶ月齢以下では脂肪質から考えると美味しさが十分でなく、24ヵ月齢以上での出荷が望ましいと考えられた。

表6. T群における皮下脂肪脂肪酸組成の変動（父：利花 去勢2頭、雌3頭）（平均%±標準偏差）

脂肪酸	月 齢					
	18	20	22	24	26	28
C14:0	2.4 ± 0.3 a	2.2 ± 0.2	2.0 ± 0.3 b	2.1 ± 0.3 b	2.0 ± 0.2 b	1.9 ± 0.3
C14:1	1.3 ± 0.7	1.2 ± 0.6	1.4 ± 0.1 a	1.7 ± 0.2 b	1.8 ± 0.2 b	1.8 ± 0.2 b
C16:0	26.5 ± 1.5 a	25.2 ± 1.3	23.2 ± 2.1	23.1 ± 1.5 b	23.0 ± 1.2 b	22.3 ± 1.5 b
C16:1	4.7 ± 0.6 a	4.8 ± 0.6 a	5.3 ± 0.3 a	6.3 ± 0.3 b	7.0 ± 0.4 c	7.2 ± 0.4 c
C18:0	10.7 ± 1.6 a	10.2 ± 1.3 a	9.9 ± 0.7	8.6 ± 0.9 b	7.2 ± 0.8 c	6.8 ± 0.8 c
C18:1	51.5 ± 1.5 a	53.4 ± 1.8	54.8 ± 1.2	55.0 ± 2.0	55.8 ± 1.5 b	56.1 ± 0.9 b
C18:2	2.9 ± 0.8	2.9 ± 0.6	3.4 ± 1.0	3.4 ± 1.0	3.2 ± 0.8	3.8 ± 1.1
MUFA	57.5 ± 2.6 a	59.4 ± 2.7 a	61.5 ± 1.6 b	62.9 ± 2.4 b	64.6 ± 1.9 c	65.2 ± 1.2 c
SCFA	60.3 ± 2.7 a	62.3 ± 2.5 a	64.9 ± 2.0 b	66.3 ± 2.1 b	67.8 ± 2.1 c	68.9 ± 2.2 c

同一行の異なる文字間に有意差あり（P<0.05）

表7. H群における皮下脂肪脂肪酸組成の変動（父：花茂勝2 去勢4頭）（平均%±標準偏差）

脂肪酸	月 齢					
	18	20	22	24	26	28
C14:0	3.0 ± 0.4 a	2.1 ± 0.5 b	2.0 ± 0.2 b	2.1 ± 0.3 b	2.0 ± 0.3	2.0 ± 0.1
C14:1	2.2 ± 0.3	1.2 ± 0.1	1.3 ± 0.4	1.7 ± 0.2	1.7 ± 0.4	1.7 ± 0.3
C16:0	28.4 ± 0.6 a	25.8 ± 2.1	23.9 ± 0.7 b	23.7 ± 1.0 b	23.8 ± 2.0 b	23.9 ± 0.1 b
C16:1	5.2 ± 0.6	4.8 ± 0.0	4.9 ± 2.5	6.4 ± 0.9	6.7 ± 1.5	6.8 ± 0.3
C18:0	9.5 ± 2.5	9.9 ± 2.3	9.3 ± 2.3	9.2 ± 1.8	7.5 ± 1.3	7.2 ± 0.7
C18:1	48.4 ± 3.4	53.4 ± 4.6 a	54.1 ± 0.7	53.3 ± 1.7	53.8 ± 1.8	54.7 ± 0.1 b
C18:2	3.3 ± 0.3	2.8 ± 0.2	2.7 ± 0.3	3.7 ± 1.1	3.3 ± 2.0	3.7 ± 0.6
MUFA	55.8 ± 3.7	59.4 ± 4.7	60.4 ± 3.1	61.3 ± 2.2	62.1 ± 2.4	63.3 ± 0.1
SCFA	59.1 ± 3.5	62.2 ± 4.9	63.1 ± 3.2	65.0 ± 1.9	65.4 ± 2.6	67.0 ± 0.7

同一行の異なる文字間に有意差あり（P<0.05）

表8. 牛群別の皮下脂肪オレイン酸（C18:1）割合の変動（平均%±標準偏差）

牛 群	月 齢					
	18	20	22	24	26	28
F群	47.8 ± 2.7	49.5 ± 1.7 a	50.4 ± 0.7 a	51.1 ± 1.2 a	51.0 ± 1.4 a	51.5 ± 1.5 a
K群	48.5 ± 0.7 a	49.9 ± 1.7 a	50.4 ± 2.5 a	51.9 ± 2.5	51.8 ± 1.4 a	52.2 ± 2.3 a
T群	51.5 ± 1.5 b	53.4 ± 1.8 b	54.8 ± 1.2 b	55.0 ± 2.0 b	55.8 ± 1.5 b	56.1 ± 0.9 b
H群	48.4 ± 3.4	53.4 ± 4.6	54.1 ± 0.7 b	53.3 ± 1.7 b	53.8 ± 1.8 b	54.7 ± 0.1

縦の列で異なる文字間に有意差あり（P<0.05）

表9. 牛群別の皮下脂肪総不飽和脂肪酸(SCFA)割合の変動（平均%±標準偏差）

牛 群	月 齢					
	18	20	22	24	26	28
F群	58.7 ± 3.7	62.3 ± 0.7	62.6 ± 1.3	63.6 ± 0.5	63.9 ± 1.9 ac	67.3 ± 1.4
K群	58.4 ± 0.6	60.5 ± 2.7	62.7 ± 2.5	64.2 ± 2.5	64.2 ± 0.8 a	65.6 ± 1.6
T群	60.3 ± 2.7	62.3 ± 2.5	64.9 ± 2.0	66.3 ± 2.1	67.8 ± 2.1 b	68.9 ± 2.2
H群	59.1 ± 3.5	62.2 ± 4.9	63.1 ± 3.2	65.0 ± 1.9	65.4 ± 2.6 bc	67.0 ± 0.7

縦の列で異なる文字間に有意差あり（P<0.05）

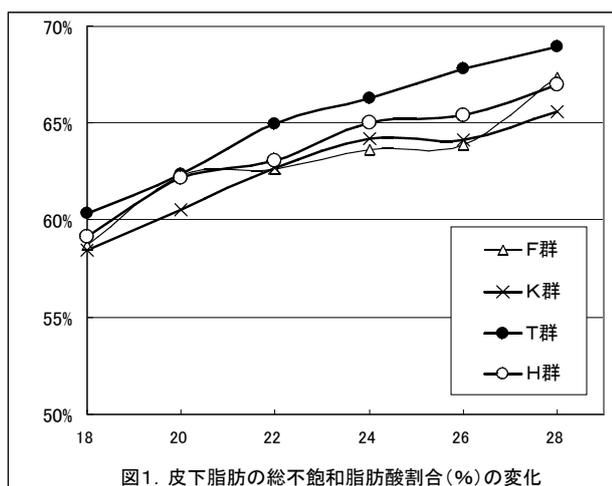


図1. 皮下脂肪の総不飽和脂肪酸割合(%)の変化

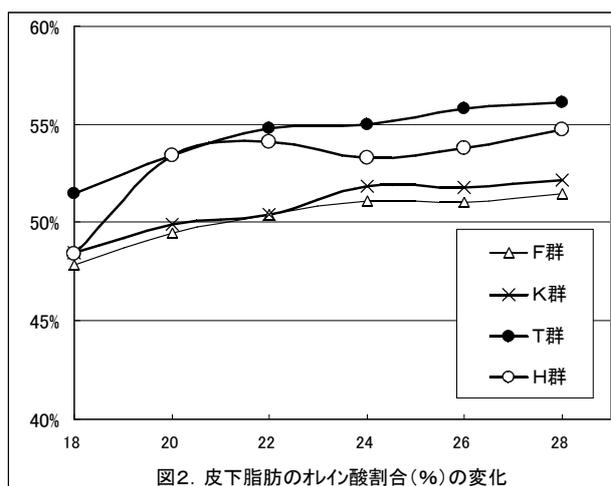


図2. 皮下脂肪のオレイン酸割合(%)の変化

試験2：牛脂肪の官能評価

今回、官能評価に用いた牛脂肪の脂肪酸組成を表10に示した。

オレイン酸割合が55.3%と51.9%の黒毛和種去勢牛由来の脂肪、「和-H」、「和-L」、並びにオレイン酸割合が50.7%のホルスタイン種去勢牛由来の脂肪「乳-L」の3種を用いて調整した牛肉パテで試験を行った。

官能評価の結果を表11に示した。食感について「和-H」は、他の2種に比べて有意に食感が柔らかく、オレイン酸を主体に不飽和脂肪酸が高いことがサンプルの硬さに影響したものと考えられる。

また、風味については、和牛脂肪が乳牛脂肪に比べて有意に強く、また好ましいと感じる人が多かった。また、和牛由来の「和-H」と「和-L」との比較では、風味の好ましさ、口溶け、美味しさについて「和-H」の評価が有意に高く、同じ和牛脂肪でもオレイン酸割合の高いものが食味に優れる結果となった。

今回、和牛の脂肪酸組成割合とその食味への影響を調査する上で、脂肪質以外は同一条件の牛肉サンプルを調整することを目的に、牛肉パテを作成した。しかし、実際に消費者が牛肉で味わう食感は調理方法や肉の形状により異なり、牛肉パテ

の食感とは差があることから、サンプルの形態が評価結果に及ぼす影響は否定できない。今後、同じ目的で官能評価を行う際に、供試するサンプルの形態は十分考慮されるべき項目だと考える。

オレイン酸 (C18:1) は牛肉脂肪中で最も多い脂肪酸で、脂肪の味や香りには、オレイン酸割合の高いものが優れると言われる¹⁾。また、脂肪の融点は総不飽和脂肪酸割合と負の相関があり^{7, 11)}、主にこの双方の要因が脂肪質として牛肉の食味に関与していると思われる。肥育牛の品種間の比較で、黒毛和種は、ホルスタイン種、黒毛和種×ホルスタイン種の交雑種に比べて、オレイン酸を含む不飽和脂肪酸割合が高く^{5, 6)}、和牛肉が食味性に優れる要因の一つと考えられている。

一方、オレイン酸割合が「乳-L」に近いサンプル「和-L」でも、「乳-L」に比べて有意に風味が優れていたことから、脂肪酸組成の他に品種の差が呈する成分の違いが影響したものと考えられ、その他の呈味成分についても検討していく必要がある。

和牛の脂肪質は、これまでも報告があるようにオレイン酸を主体に不飽和脂肪酸割合が高いものが食味性も優れること、その程度は、本調査で用いた脂肪酸組成の違いで食味に有意に影響する結果となった。

表10 官能検査に用いた脂肪サンプルの脂肪酸組成分析値(%)

サンプル	月齢	品種	C14:0	C14:1	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	MUFA	USFA
和-H	26.8	和去	2.4	2.9	23.0	10.6	4.4	55.3	1.5	68.7	70.2
和-L	27.0	和去	2.8	2.4	25.9	10.2	5.5	51.9	1.4	64.4	65.8
乳-L	17.5	乳雄	3.6	2.3	25.5	9.0	6.9	50.7	2.0	62.0	64.0

表11 牛肉パテによる官能評価結果

項目	和-H (対:和-L)	和-H (対:乳-L)	和-L (対:乳-L)
食感が柔らかい	***	***	ns
風味が強い	ns	*	**
風味が好ましい	*	*	**
あぶらっぽくない	ns	ns	ns
口溶けがなめらか	*	*	ns
脂の味が濃い	ns	ns	ns
脂があっさり	ns	ns	ns
脂が好ましい	ns	ns	*
総合的に美味しい	*	*	**

ns:有意差無し *:5% **:1% ***:0.1%

以上のことから、牛脂肪の脂肪酸組成（以下、脂肪質）の違いは食味に少なからず影響し、特に牛脂肪中のリン酸を主体とした不飽和脂肪酸割合が高いことが牛肉の美味しさにつながることを確認された。また、種雄牛により産子の脂肪質に差が認められたことから、この形質について改良が可能であることが示唆された。さらに、脂肪質の月齢変化と食味に及ぼす関係から、肥育現場において、種雄牛ごとの美味しい牛肉生産のための適正肥育期間の検討により、消費者に美味しい牛肉をより安価に提供することが可能であると示唆された。

謝 辞

本研究で官能評価試験の実施にあたり、ご助言、ご協力頂いた美作大学短期大学部栄養学科藤井わか子教授、並びにパネラーとして協力頂いた栄養学科2年生の皆様に深謝いたします。

引用文献

- 1) Westerling, D. B., Hedrick, H. B. (1979) Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex, and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J. Animal. Sci*, 48(6), 1343-1348
- 2) Taniguchi, M., Utsugi, T., Mannen, H. and Tsuji, S. Genotypes of stearyl-CoA desaturase affect on the difference of fatty acid composition of Japanese Black steers *Mammalian Genome* 14:142-148. 2004
- 3) 塩田哲朗・有安亮代・栗木隆吉・平本圭二 (2004) 黒毛和種における牛成長ホルモン遺伝子多型と産肉特性. 岡山県総合畜産センター研究報告15, 54-58
- 4) Yao, J・Aggrey S.E et al (1996) Sequence variations in bovine growth hormone gene characterized by SSCP analysis and their association with milk production traits in Holstein. *Genetics*, 144(4), 1809-1816
- 5) 須山亮三・足立達 (1985) 肉用牛の蓄積脂肪とその変動要因—特に肉質との関連について. 畜産の研究, 39, 603-609, 739-742, 858-864.
- 6) 井上慶一・平原さつき・撫年浩・藤田和久 (2002) : 交雑種肥育牛の胸最長筋の粗脂肪含量および脂肪酸組成に及ぼす種雄牛の影響. 日本畜産学会報, 73(3), 381-387.
- 7) 三橋忠由・三津本充・山下良弘・小沢忍 (1988) 黒毛和種去勢牛の発育にともなう蓄積脂肪の融点と脂肪酸組成の変化. 中国農業試験場研究報告, 第2号, 43-51.
- 8) 石田光晴・武田武雄・斉藤孝夫・鹿野裕志・松本忠・高橋功 (1988) 肥育期間中にける黒毛和種去勢牛の皮下脂肪脂肪酸組成の変動. 日本畜産学会報, 59(6), 496-501
- 9) Kyohei Ozutsumi・Takatomo Kawanishi・KenIto・Toshio Yamazaki (1983) Fatty acid composition in various depot fats of fattened Japanese Black and Holstein steers. *Jpn. J. Zoot-ech. Sci*, 54(8), 470-475
- 10) Toyonobu Yoshimura・Kiyoshi Namikawa (1983) Influence of breed, sex, and anatomical location on lipid and fatty acid composition of bovine subcutaneous fat. *Jpan. J. Zootech. Sci.*, 54(2), 97-105
- 11) 食肉の官能評価ガイドライン 平成17年 (2005) 3月 財団法人日本食肉消費総合センター 独立行政法人家畜改良センター編