

黒毛和種における成長ホルモン遺伝子多型と産肉特性の関連について

栗木隆吉・有安亮代・片岡博行*

The relationship between meat quality and the gene types of growth hormone on the Japanese Black Cattle

Takayoshi KURIKI, Akiyo ARIYASU, Hiroyuki KATAOKA

要 約

食味に優れる牛肉を生産するため、岡山県が保有する黒毛和種種雄牛の食味特性、とりわけ、脂肪組織の脂肪酸組成の遺伝的特性について、現場後代検定牛及び間接検定牛を用いて調査した。結果は次のとおりであった。

1 現場後代検定牛において、皮下脂肪の脂肪酸組成は種雄牛により有意 ($p<0.05$) に異なり、食味性と関係が深いとされているオレイン酸 (C18-1) は、利花の息牛で 55.5 %、藤姫丸が 54.7 % と岡山県の系統では安達系が優れていた。

2 日本食肉格付協会により評価される枝肉評価項目と脂肪酸組成との間には有意な相関関係は認められず、いずれも低い相関係数であった。

3 成長ホルモンの遺伝子型について、間接検定牛及び現場後代検定牛いずれにおいても、A 型と C 型遺伝子の比較では C 型遺伝子の存在により、C18-1 及び全不飽和脂肪酸 (USFA) の割合が増加した。

キーワード： 黒毛和種、脂肪酸組成、枝肉評価、成長ホルモン遺伝子型

緒 言

肉用牛、とりわけ黒毛和種の生産では肉質が重視されており、種雄牛の系統を基盤として遺伝的特性を考慮した生産方式がとられている。

各種雄牛の遺伝的特性の把握は、後代検定等、各種検定事業から得られる産肉形質のデータより行われている。しかし、近年、肉用牛においても遺伝子レベルで直接遺伝形質の把握を行う試みが進められており、今後は、こうした遺伝情報を肥育生産に利用することが課題となっている。こうした中で、千国ら¹⁾はウシ成長ホルモン遺伝子に 3 つの多型 (A、B、C) が存在するを示した。成長ホルモンは生体の発育に重要な役割を果たすホルモンであり、このホルモンの遺伝子型により牛の成長や肉質などが異なると推察される。岡山県総合畜産センター (以下、当センター) では、所有する種雄牛について成長ホルモンの遺伝子型を調査したところ、その遺伝子頻度は A 型 41.7 %、B 型 10.4 %、C 型 47.9 % であった²⁾。また、この遺伝子頻度には近畿、中国地域の中で差が認められている³⁾。

一方、黒毛和種の産肉能力としての質的形質、とりわけ食味性は消費者のニーズを背景に生産現場でも重視されつつあり、これを加味した肉質特性の評価が試みられている¹⁰⁾。食味性の評価基準として、テクスチャーやうま味成分、脂肪酸組成等が官能検査と関連して検討されており、脂肪酸組成、特にオレイン酸 (C18-1) や不飽和脂肪酸の割合が牛肉の食味性と関係が深いと考えられている^{7) 11)}。また、体脂肪の脂肪酸組成は種雄牛の影響を受け、遺伝による効果の大きいことが知られている¹²⁾。

そこで、食味に優れる牛肉の生産に資する目的で、黒毛和種の成長ホルモン遺伝子型と体脂肪の脂肪酸組成との関連について、現場後代検定牛及び間接検定牛を利用して調査を実施した。

材料及び方法

1 調査対象牛

当センターに繋養されている種雄牛のうち、藤姫丸 (安達系)、第 7 系平藤 (藤良系)、利花 (県外系)、第 2 新田 (清国・下前系)、岡系晴 (藤良系) の現場後代検定牛のうち去勢牛 (35 頭) を

調査の対象とした。また、肥育場所は当センター及び(有)哲多和牛牧場(阿哲郡哲多町)、富村畜産公社の3カ所であった。飼養方法はそれぞれの慣行によった。

また、間接検定牛については、西勝(安達系)、藤福(藤良系)、稔系茂(県外系)、武藤21(藤良系)の息牛21頭であった。

2 サンプルング

調査牛について、と殺2日後に第6、7胸椎切開面における僧帽筋上の中間部の皮下脂肪を採取し分析に供した。

3 枝肉成績

日本食肉格付協会により格付された枝肉成績を用いた。

4 脂肪酸組成の分析

脂肪酸の測定方法は、既報⁴⁾をもとに次の通り行った。すなわち、脂肪約100mgにクロロホルム10ml及び無水硫酸ナトリウム1gを加えて、室温にて一晚放置した。その後、3mlずつ分注し、N₂下60℃で溶媒を除去した。0.5Nナトリウムメチラート2mlを加えて60℃、10分間反応させた後、2%酢酸4ml及びヘキサン3.5mlを加えて、5分間振とうした。3000rpm、1分間遠心分離し、ヘキサン層をGLC(日立製作所製、G-5000)に導入した。

GLCの条件はつぎのとおりであった。

カラム：CP-Sil WCOT(0.25mm×50m)、キャリアガス：He、流量：0.9ml/min、
 カラム温度：160℃より190℃まで3℃/minで昇温し、190℃で10min保持
 スプリット比：1:100、注入口温度：220℃、検出口温度：220℃

解析は次の7種類の脂肪酸について行った。ミリスチン酸(C14:0)、ミリストレイン酸(C14:1)、パルミチン酸(C16:0)、パルミトレイン酸(C16:1)、ステアリン酸(C18:0)、オレイン酸(C18:1)、リノール酸(C18:2)。また、不飽和脂肪酸の割合を合計して全不飽和脂肪酸(USFA)とした。

5 成長ホルモン遺伝子型の解析

遺伝子型の判定は、Chikumiら⁵⁾の方法をもとに既報²⁾の通りに行った。

結果および考察

1 種雄牛の違いが脂肪酸組成に及ぼす影響

表1 現場後代検定牛における皮下脂肪の脂肪酸組成に対する種雄牛の影響

種雄牛	藤姫丸	第7系平藤	利花	第2新田	岡系晴
頭数	11	7	5	4	4
C14:0	2.7 ac	3.1 b	2.3 a	3.0 bd	2.5 acd
C14:1	2.3 b	2.0 bc	1.6 cd	2.2 bc	1.4 ad
C16:0	24.1	25.1 a	23.5 b	26.0 a	24.3
C16:1	7.2	7.8 a	6.1 b	6.5	6.7
C18:0	6.2 a	7.3 b	8.3 b	8.3 b	8.3 b
C18:1	54.7 a	51.8 b	55.5 a	51.0 b	53.6
C18:2	3.0	3.0	2.7	3.0	3.2
USFA	67.1 a	64.6 b	65.9 ab	62.7 b	64.9 b

単位は%、abcd：異符号間に有意差(P<0.05)

近年、黒毛和種など高級牛肉では食味性が注目されており、肉中に含まれる脂肪の質、特に脂肪酸組成と関係が深いことが知られている。表1に後代検定牛における皮下脂肪の脂肪酸組成を種雄牛ごとに示した。牛肉の食味性と関係が深いと考えられているC18:1では、最も割合の高かったのは利花で55.5%、続いて藤姫丸54.7%、岡系晴53.6%、第7系平藤51.8%、第2新田51.0%であり、藤姫丸及び利花の息牛が第7系平藤及び第2新田のもの比べて有意(p<0.05)に高かった。種雄牛の系統についてみると、県外系をのぞけば、C18:1の割合が高い順に安達系、藤

良系、下前系であった。

牛肉の脂肪酸組成については、その品種、採取部位、飼養条件、性などに影響される。特に、肉専用種としての黒毛和種については、種雄牛の系統により脂肪酸組成の特性が異なることが報告されており、こうした特性を生かした飼養管理技術について検討が進められている。我々は、これまで岡山県が保有している種雄牛について、間接検定牛を用いて種雄牛ごとに遺伝する脂肪酸組成の特性を調べてきた。その結果、息牛の脂肪酸組成はその種雄牛により異なり、系統によっても特徴的な傾向が推察された⁶⁾。今回の結果は、これまで間接検定によって得られたものと同様の傾向であり、牛肉の食味に影響する脂肪酸組成が種雄牛の遺伝能力に大きく依存していることを示している。

2 各種雄牛の枝肉特性と脂肪酸組成の関係

表2 現場後代検定牛における枝肉特性

	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	BMS
	kg	cm ²	cm	cm	
藤姫丸	440.7	47.4	6.3	3.1	5.1
第7糸平藤	424.3	45.6	6.9	2.4	3.9
利花	412.8	52.0	6.7	3.0	6.6
第2新田	454.4	47.3	7.0	3.4	4.5
岡糸晴	421.2	50.5	6.8	2.7	4.8

表3 現場後代検定牛における枝肉特性と脂肪酸組成の単相関 (n=35)

	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	BMS
C14-0	0.1592	-0.2358	0.1204	-0.2018	-0.2963
C14-1	0.2598	-0.3172	0.0791	0.2111	-0.3312
C16-0	0.1124	-0.2862	-0.2080	0.0153	0.1356
C16-1	0.1398	-0.1337	0.2625	-0.1304	-0.1709
C18-0	-0.1817	0.0263	-0.0494	-0.1630	0.0570
C18-1	-0.1435	0.3111	-0.0069	0.1641	0.2359
C18-2	0.1685	0.0230	0.0756	-0.1525	-0.0177
USFA	-0.0027	0.1848	0.1234	0.1066	0.0908

表2に、調査した現場後代検定牛の枝肉特性を示した。すでに発表されている後代検定の成績と調査対象頭数が異なるため値は一致しないが、類似した結果であった。

また、表3に主な枝肉特性と皮下脂肪の脂肪酸組成との相関係数を示した。枝肉特性と脂肪酸組成との間には有意な関係は認められず、相関係数はいずれも低かった。このことは、我々が以前に報告した間接検定牛での結果と同様であった。

中井ら⁷⁾は市場流通牛肉について調査し、黒毛和種では脂肪交雑と皮下脂肪の脂肪酸組成に有意な正の相関を認めている。伊藤ら⁸⁾もホルスタイン種去勢牛において肉質等級と脂肪酸組成の関係について、肉質等級の優れる群がC18-1及びC18-2が有意に高かったことを報告している。

また、我々⁴⁾はジャージー種去勢牛において脂肪交雑とC18-1の間に有意な相関関係を認めている。

しかし、今回の結果は、肉質等級を決定する上で重要な項目である脂肪交雑とC18-1との間の相関係数は $r=0.2359$ と低く、これまでの知見と異なっている。阿部ら¹³⁾は、後代検定牛463頭を調査し、枝肉重量やBMSなどの枝肉形質とC18-1との間に低い負の相関を示しているが、もともと脂肪酸組成は食肉格付で評価される肉質項目との関連が小さく、今回のように種雄牛を特定することにより、その遺伝的特徴が強く現れ、市場で無作為に調査された結果と異なったものと考えられる。また、近年は脂肪交雑の向上を目的に、ビタミンAの制御技術が利用されている。常石ら⁹⁾によればビタミンA制御により胸最長筋の脂肪含量は上昇するがその脂肪酸組成は影響されない。

今回の調査牛の飼養方法もビタミンA制御を前提に計画されており、脂肪交雑だけが向上し、その結果、脂肪酸組成との関連が一層はっきりしなくなったのかもしれない。

いずれにしても、これまで実施してきた間接検定牛及び後代検定牛の調査を通じて、種雄牛の選抜で重視されている食肉格付による肉質評価項目と体脂肪の脂肪酸組成との関係は小さいと推察されるので、食味の向上を遺伝的な選抜で行うためには、新たに評価基準を設定する必要があると考える。

3 成長ホルモン遺伝子型と脂肪酸組成の関係

皮下脂肪の脂肪酸組成と成長ホルモン遺伝子型の関係について、岡山県の特徴であるA型とC型を比較した。表4は間接検定牛の結果であり、AA型に比しAC型ではC16-0及びC16-1が有意($p < 0.05$)に減少し、逆にC18-1が上昇した。また、C型遺伝子の存在によりC14及びC16の脂肪酸の割合が減少し、より長鎖であるC18の脂肪酸が増える傾向にあった。

片岡らは²⁾、今回調査した同じ間接検定牛で成長ホルモンの遺伝子型と枝肉成績を検討しているが、その中で、有意差は認められないもののA型とC型の比較ではA型遺伝子の存在により枝肉重量と μ -S芯面積が大きくなる傾向にあったと報告している。今回は、それに加えて脂肪酸組成についても遺伝子型で有意な差が認められた。Beswickら¹⁴⁾は、泌乳中のホルスタイン種に成長ホルモンを投与すると、脂肪酸に不飽和結合を作る酵素である9- α -イソファラゼのmRNAが脂肪組織で減少することを報告している。また、千国ら¹⁾は成長ホルモン遺伝子の多型がホルモンレセプターとの結合能力に影響する可能性を考察している。現時点で、肉用牛において成長ホルモンと不飽和脂肪酸生成の関連については明らかでないが、多型によりホルモンとしての活性に差が生じ、乳用牛で認められたような脂肪酸生成に関与する酵素に影響している可能性は大いに考えられる。この点については現在検討を進めている。

一方、今回調査した間接検定牛のうちAA型の3頭は、いずれも同一種雄牛の息牛であった。よって、その結果は遺伝子型ではなく種雄牛の影響によるものと考えられる。しかし、AC型の中にやはり同一種雄牛の息牛3頭があり、その結果は表4に示したAC型の結果と同様の傾向であった。

表5は、現場後代検定牛により比較した結果である。間接検定牛と同様にAA型と比べC型遺伝子の存在によりC18-1及び不飽和脂肪酸の割合が上昇した。このとき、枝肉重量は、AA、AC、CC型それぞれ452.8、434.7、450.2kgであった。また、 μ -S芯面積は同様に47.0、45.7、47.3 cm^2 であり、ともに遺伝子型により差はなく、間接検定牛の結果と異なった。

また、間接検定牛と後代検定牛では、後者の方がC18-1及び不飽和脂肪酸の割合において高かった。これは、肥育期間の違いによるものと考えられる。間接牛のそれは20ヶ月であるが、後代検定では29ヶ月であり、一般に、体脂肪の脂肪酸組成は肥育期間が長くなるにつれて不飽和度を増すことが知られている。

以上、間接及び後代検定の結果から、成長ホルモンの遺伝子型と皮下脂肪の脂肪酸組成との間には、A及びC型遺伝子の比較においてC型の存在で不飽和脂肪酸、特に牛肉の食味に関係が深いとされているC18-1が増え、遺伝子型に

表4 間接検定牛における皮下脂肪の脂肪酸組成と成長ホルモン遺伝子型の関係

遺伝子型	AA	AC	CC
頭数	3	12	8
C14-0	3.2 a	2.6	2.5 b
C14-1	1.1	1.0	0.9
C16-0	26.4 a	24.2 b	23.6
C16-1	6.5 a	5.5 b	4.7
C18-0	10.5	10.3	12.0
C18-1	49.2 a	53.4 b	52.7
C18-2	3.1	3.0	3.6
USFA	59.9	62.9	61.9

単位は%、ab:異符号間に有意差($p < 0.05$)

表5 現場後代検定牛における皮下脂肪の脂肪酸組成と成長ホルモン遺伝子型の関係

遺伝子型	AA	AC	CC
頭数	4	3	3
C14-0	3.1	2.5	2.6
C14-1	2.1	2.2	2.1
C16-0	26.5	23.1	24.7
C16-1	6.8	6.9	6.7
C18-0	8.0	6.1	6.7
C18-1	50.6 a	56.0	54.4 b
C18-2	3.1	3.3	2.9
USFA	62.5	68.5	66.0

単位は%、ab:異符号間に有意差($p < 0.05$)

より脂肪酸組成の特性が異なることが強く示唆された。しかし、いずれの検定牛においても調査頭数が少なく、現在、更に調査を続けている。

引用文献

- 1) 千国幸一、長妻常人、田畑利幸、門間美千子、齋藤昌義、小沢忍、小堤恭平(1994)：和牛において見いだされた成長ホルモン遺伝子の多型．日畜会報、65、340-346．
- 2) 片岡博行、馬場誠、石川和人、塚本章夫(2000)：岡山県の黒毛和種における牛成長ホルモン遺伝子の多型と産肉性．岡山総畜セ研報、11、1-4．
- 3) 片岡博行、岡章生、安田康明、河野幸雄、高取等(2001)：中国・近畿における黒毛和種牛成長ホルモン遺伝子の多型．日本畜産学会第98回大会講演要旨、81．
- 4) 栗木隆吉、片岡博行(2001)：ジャージー種去勢肥育牛における産肉及び脂肪酸組成の特性について．岡山総畜セ研報、12、1-4．
- 5) K. Chikuni、Y. Fukumoto、R. Tanabe、S. Muroya and S. Ozawa(1997):A simple method for genotyping the bovine growth hormone gene. *Animal Genetics* . 28、230-232 .
- 6) 栗木隆吉、片岡博行(2001)：脂肪酸組成からみた種雄牛の肉質特性の違い．平成12年度岡山県畜産職員業績発表会要旨集．
- 7) 中井博康、池田敏雄、安藤四郎、小堤恭平、田村久子、荒牧秀俊(1985)：市場牛肉の実態調査．畜産試験場研究報告、25、151-162．
- 8) 伊藤良、有原圭三、近藤洋(1994)：ホルスタイン種去勢牛の枝肉格付における肉質評価と筋肉脂質の脂肪酸組成との関連性．日畜会報、65、368-375．
- 9) 常石英作、柴伸弥、松崎正敏(2001)：ビタミンA制御肥育と牛肉中脂肪含量および脂肪酸組成との関係．畜産成果情報、14、79-80．
- 10) 須山享三(1987)：肉用牛の体脂肪について．肉の科学、30、127-136．
- 11) 木村信熙(1998)：どんな飼い方をした牛の肉がおいしいか．肉牛ジャーナル、11、4、62-72．
- 12) 阿部正博、奥山雄治、奥山祐輔、岩田秀一(2000)：黒毛和種牛肉の食味特性について(第2報)．山形県農業研究研修センター畜産研究部研究報告、47、89-91．
- 13) 阿部正博、奥山雄治、奥山祐輔(2000)：黒毛和種牛肉の筋肉内脂肪に関する遺伝的要因の解明(第1報)．山形県農業研究研修センター畜産研究部研究報告、47、75-78．
- 14) N.S. Beswick and J.J. Kennelly(2000)：:Influence of bovine growth hormone and growth hormone-releasing factor on messenger RNA abundance of lipoprotein lipase and stearyl-CoA desturase in the bovine mammary gland and adipose tissue . *J.Anim.Sci.*、78、412-419 .

