

黒毛和種種雄牛におけるマイクロサテライトマーカーを用いた QTL (量的形質遺伝子座) の探索 ～気高系種雄牛 C における QTL 領域の探索～

田淵 一郎・小江 敏明*・溝口 康**・杉本 喜憲***

*鳥取県農林水産部畜産課 **明治大学農学部農学科 ***畜産技術協会附属動物遺伝研究所

要 約

気高系県有種雄牛 C における QTL 領域を、マイクロサテライトマーカー (以下、MS とする) を用いたゲノムワイド連鎖解析により探索し、4つの枝肉形質 (脂肪交雑・枝肉重量・ロース芯面積・皮下脂肪厚) に関わる QTL 領域を検出した。脂肪交雑に関わる QTL 領域は7番染色体の 50cM 付近に位置し、そのアレル置換効果 1.26、有意水準 5%水準で有意を示した。枝肉重量は7番染色体の 73cM 付近に位置し、アレル置換効果 37.9kg、5%水準で有意。ロース芯面積は7番染色体の 107cM 付近、アレル置換効果 5.0cm²、5%水準で有意。皮下脂肪厚は18番染色体の 50cM 付近、アレル置換効果 0.78cm、1%水準で有意を示した。

今後は、サンプル数や MS を増やして解析することにより、信頼性を高め、より正確な位置を探索して、種雄候補牛及び繁殖雌牛の選抜に活用していきたい。

緒 言

牛の増体や肉質等の経済形質は量的形質と呼ばれ、無数の小さな効果を持つ遺伝子の発現により成り立っている。今まで、量的形質を支配する遺伝子は個々の遺伝子の効果についてとらえるのではなく、ポリジーンの働きをひとまとめにした統計育種学 (選抜指数や BLUP 法) の視点から考えられてきた¹⁾。しかし、その統計育種学理論では、全兄弟牛の期待育種価は同じ値になる。しかし、実際は全兄弟においても親からの遺伝子の伝わり方というのは違うはずである。さらに正確な選抜を行う場合は、統計育種学だけではなく、遺伝領域そのものに注目する必要がある。

また、近年の研究では、黒毛和種においていくつかの QTL 領域が推定されており²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁹⁾¹⁰⁾、実際に選抜の指標として活用しているとの報告もある²⁾⁷⁾。

そこで我々は、これまでの統計育種学と QTL 領域の情報を併用した新たな育種改良手法の確立に向けて、黒毛和種種雄牛における新たな QTL 領域の探索を進めている。

本報では、過去に報告¹¹⁾¹²⁾¹³⁾した気高系種雄牛 A、B

に続き、気高系県有種雄牛 C における QTL 領域を探索したので、その概要を報告する。

材 料 及 び 方 法

1 材料

気高系種雄牛 C の精液および同種雄牛の肥育産子 103 頭 (去勢 73、雌 30) の腹腔内脂肪及び毛根からフェノール・クロロホルム抽出法により DNA を抽出し、濃度は全て 20ng/ μ l に調整した。産子の枝肉形質データは社団法人日本食肉格付協会提供のものを使用した。

2 解析に用いるヘテロマーカーの選定

気高系種雄牛 C がどちらの遺伝子型を産子に伝えたのかを判定するため、ヘテロの遺伝子型を持つ MS を選定する必要がある。性染色体を除く 29 染色体上にある MS600 マーカーについて、気高系種雄牛 C の遺伝子型を解析し、379 マーカーがヘテロと判明、そのうちの 186 マーカーを解析マーカーとして選定した。遺伝子型の解析は既報により、PCR 反応を行い、DNA シーケンサー (ABI3700) により電気泳動した。遺伝子型判定は、GENESCAN と Genotyper の解析ソフトを用いた。

3 QTL解析

肥育産子103頭（去勢73頭、雌30頭）の枝肉格付データと、選定された MS186マーカーにより得られた遺伝子型との QTL 解析をインターバルマッピング法を用いて実施した。無作為抽出の条件は1cM 間隔の10000回とした。

結果

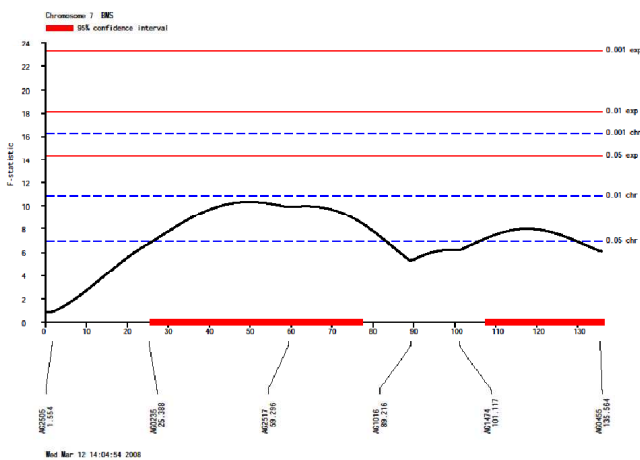
解析の結果、7番染色体上に3つの枝肉形質（脂肪交雑、枝肉重量、ロース芯面積）に関わる QTL 領域が検出され、さらに18番染色体上に皮下脂肪厚に関わる QTL 領域が検出された。（表1）

表-1 QTL 領域の位置とその効果

枝肉形質	染色体番号	QTLの位置(cM)	アリル置換効果	有意水準 (Chr-wise)
脂肪交雑	7	50	1.26	P<0.05
枝肉重量	7	73	37.9kg	P<0.05
ロース芯面積	7	107	5.0cm ²	P<0.05
皮下脂肪厚	18	50	0.78cm	P<0.01

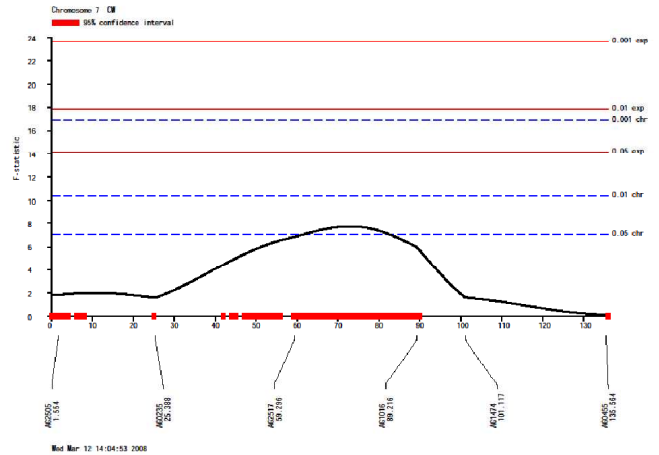
脂肪交雑に関わる QTL 領域は7番染色体 50cM 付近において最大 F 値 10.32 を示し、アリル置換効果は 1.26 と高く、5%水準で有意を示した。（表-1、図-1）

図-1 7番染色体—脂肪交雑領域の F 値



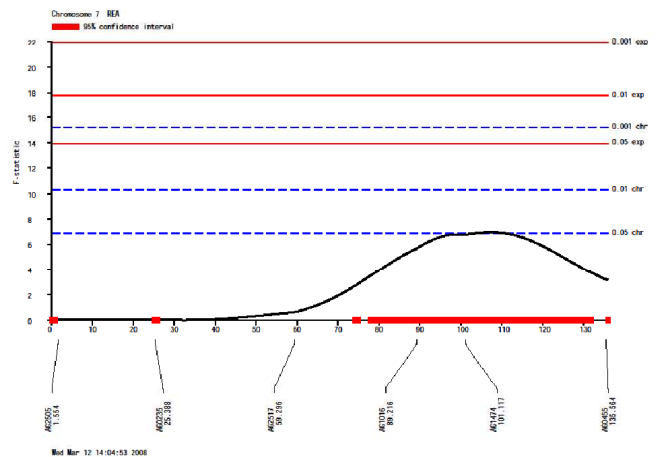
枝肉重量に関わる QTL 領域は7番染色体 73cM 付近において最大 F 値 7.75 を示し、アリル置換効果は 37.9kg、5%水準で有意を示した。（表-1、図-2）

図-2 7番染色体—枝肉重量領域の F 値



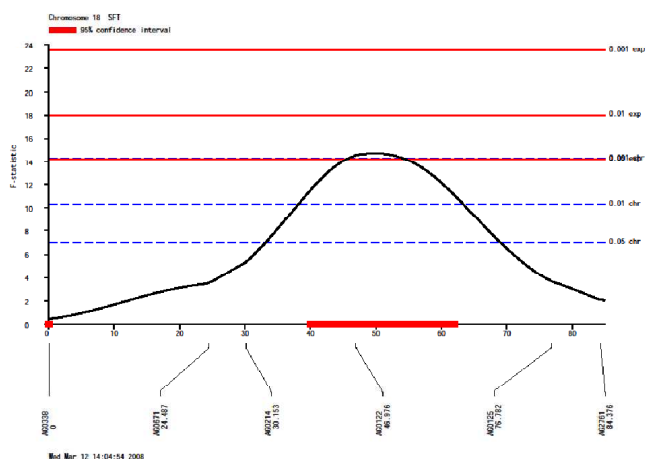
ロース芯面積に関わる QTL 領域は7番染色体 107cM 付近において最大 F 値 6.93 を示し、アリル置換効果は 5.0cm² と大きく、5%水準で有意を示した。（表-1、図-3）

図-3 7番染色体—ロース芯面積領域の F 値



皮下脂肪厚に関わる QTL 領域は18番染色体 50cM 付近において最大 F 値 14.72 を示し、アリル置換効果は 0.78cm、1%水準で有意を示した。（表-1、図-4）

図-4 18番染色体-皮下脂肪厚領域の F 値



考 察

今回、気高系種雄牛Cにおいて、4つの枝肉形質に関わる QTL 領域を検出した。その効果量は脂肪交雑で 1.26 と高く、非常に優良な QTL 領域であることが示唆された。しかしながら、解析サンプル数が103頭と少ないため、最大 F 値や有意水準は低い値を示すなど、信頼性に乏しく、種雄牛候補などの選抜に活用するにはやや難がある。今後は、サンプル数や MS を増やして解析することにより、信頼性を高め、より正確な位置を探索し、種雄牛候補などの選抜に活用可能なデータとしたいと考えている。

枝肉重量や脂肪交雑などの量的形質は多数の遺伝子によって支配されており、一つ一つの効果は小さいが、それらを組み合わせることによって表現型値に大きな違いが生じると考えられている⁸⁾。また、小林ら⁹⁾、阿部ら¹⁰⁾も、脂肪交雑において複数の QTL 領域を検出しており、それらを組み合わせることにより、より有効なマーカーアシスト選抜ができると述べている。

これまで我々は4頭の優秀な種雄牛において、枝肉形質に関わる15の QTL 領域を検出してきた。現在、これらの成果を種雄牛候補の選抜に活用している。今後も活用可能な QTL 領域を探索し、その効果検証も同時に進めながら、効率的な黒毛和種の育種改良に貢献したいと考えている。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、サンプル収集や提供、ご指導ご助言頂きました動物遺伝研究所の方々に深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 佐々木義之ら, 動物遺伝育種学事典編集委員会, 動物遺伝育種学辞典
- 2) 千葉和義, DNA 多型マーカーと家畜の生産形質及び遺伝的疾患等との関連に関する研究(牛), 平成16年度宮城県畜産試験場研究報告・業務年報, 47-51
- 3) 小林直彦ら, DNA 情報を利用した飛騨牛の育種改良手法の確立に関する研究
(第1報), 岐阜県畜産研究所研究報告, 第3号, 22-26
- 4) 古川恵ら, DNA マーカーを指標とした牛の育種手法の開発に関する研究(第1報), 岡山県総合畜産センター研究報告, 第15号 34-37
- 5) 瀬戸口浩二ら, 牛の発育及び肉質に関する遺伝子の探索(第6報), 鹿児島県肉用牛改良研究所研究報告, 第9号, 3-5
- 6) K.Mizoshita, et.al. Quantitative trait loci analysis for growth and carcass traits in a half-sib family of purebred Japanese Black (Wagyu) cattle, J.Anim.Sci.2004.82
- 7) 平本圭二, DNA マーカーを用いた育種と岡山県の種畜改良のこれから, 養牛の友, 2005年, 6月号
- 8) 佐々木義之ら, 家畜ゲノム解析と新たな家畜育種戦略.動物遺伝育種シンポジウム組織委員会編
- 9) 小林直彦ら, DNA 情報を利用した飛騨牛の育種改良手法の確立に関する研究
(第2報), 岐阜県畜産研究所研究報告, 第4号, 19-24
- 10) 安部亜津子ら, 黒毛和種基幹種雄牛における脂肪交雑に関する QTL 領域の探索, 島根県立畜産試験場研究報告, 第38号, 9-13
- 11) 小江敏明ら, 鳥取県黒毛和種種雄牛におけるマイクロサテライトマーカーを用いた優良遺伝子座領域

の探索（第1報），鳥取県畜産試験場研究報告,第32号,18-22

12) 小江敏明ら，黒毛和種種雄牛におけるマイクロサテライトマーカーを用いた優良遺伝子座領域の探索～気高系種雄牛BにおけるBMS領域の推定～，鳥取県畜産試験場研究報告,第33号,8-10

13) 小江敏明ら，黒毛和種種雄牛におけるマイクロサテライトマーカーを用いた優良遺伝子座領域の探索～気高系種雄牛BにおけるBMS領域の推定（第2報）～，鳥取県畜産試験場研究報告,第34号,15-18