

黒毛和種の脂肪交雑形状および消費者型官能評価との関係性

阿佐玲奈¹・岡本匡代²・佐々木可奈恵²・大井幹記³・竹尾麻紗美¹・萩谷功一¹・口田圭吾¹

¹ 帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

² 釧路短期大学, 釧路市 085-0814

³ 地方独立行政法人北海道立総合研究機構農業研究本部畜産試験場, 北海道新得町 081-0038

(2016. 12. 26 受付, 2017. 3. 17 受理)

要約 黒毛和牛の脂肪交雑の形状と消費者型官能評価との関係性を調査した。29頭の黒毛和種去勢牛の中から、BMS6 または 7 で、脂肪交雑形状に違いがある 4 頭を選び供試牛とした。このとき、2 頭は小ザシを特徴とし、残りの 2 頭は粗ザシを特徴としたものであった。半冷凍状態のサーロインを 1 mm 厚でスライスし、10 mm 間隔でスライス肉の撮影を行った。筋間脂肪を含まない直径 6 cm の肉片をしゃぶしゃぶとして供し、消費者型官能評価を行った。サーロインにおける脂肪面積割合および新細かさ指数の平均値は小ザシを特徴とした 2 頭で 46.96% および 158.93、粗ザシを特徴とした 2 頭で 48.29% および 127.77 であった。小ザシを特徴とする 2 頭の嗜好スコアは、粗ザシを特徴とするものに比べ有意に高い値 ($P < 0.05$) であった。しかし、見た目の好ましさの順位は、嗜好スコアの順位および新細かさ指数の順位とはおおむね逆であった。よって小ザシが粗ザシに比べて嗜好スコアが高く、新細かさ指数が消費者型官能評価結果を支持することが明らかとなった。

日本畜産学会報 88 (2), 139-143, 2017

キーワード：黒毛和種, 小ザシ, 脂肪交雑, 消費者型官能評価

わが国の和牛に関する家畜改良方針では、これまで体型および肉量（増体）中心の改良が進められてきたが、平成 3 年度の牛肉輸入自由化以降、輸入牛肉との差別化を図るため肉量重視から肉質重視へと大きく転換した（農林水産省 2015）。肉質は主に牛肉の脂肪交雑の程度を示す BMS（牛脂肪交雑基準）ナンバーを用いて評価される。脂肪交雑の程度が高いほど嗜好性が高く、やわらかさ、ジューシーさおよび香りなどに影響をおよぼしており（鈴木ら 2013；小林と庄司 2011）、また経済的にも脂肪交雑の程度が牛枝肉単価に大きな影響を与えている（八巻ら 1996；広岡と松本 1998）。

わが国では育種価の導入や飼養法の研究等により脂肪交雑の改良が顕著に進んできたが、その一方で脂肪交雑が高まるにつれその形状があらくなってきたという報告がなされている（小浜 2013；加藤ら 2014）。竹尾ら（2016）は肉質等級 4 等級以下の枝肉においては小ザシが少ないものが低価格で取引され、脂肪交雑量が少ないほど小ザシが枝肉単価に与える影響が顕著であることを報告した。そのことより、今後の脂肪交雑の改良に向け脂肪交雑の形状に関して調査することは重要であると考えられる。

脂肪交雑が牛肉の嗜好性に大きな影響を与えていることは多くの研究者が報告しているが（Emerson ら 2013；

O'Quinn ら 2012；Savell ら 1987；Smith ら 1985）、粗ザシ、小ザシ等の脂肪粒子形状の違いが消費者の嗜好性におよぼす影響はこれまでにほとんど報告されていない。霜降り牛肉の脂肪は、筋周膜中にある多数の脂肪細胞が脂肪をため込んできた脂肪組織であり、サシが入ると膜自体は弱くなって肉は軟らかくなる（沖谷 2002）。したがって、脂肪交雑形状は消費者嗜好に影響すると考えられる。

他方、口田ら（2002）はミラー型撮影装置を用いた牛枝肉の脂肪交雑形状を客観的評価する画像解析方法を開発した。これにより、脂肪交雑粒子のあらさや細かさなどの脂肪交雑の詳細な解析を的確に数値として表現できる。これを利用し、黒毛和牛の脂肪交雑の形状と消費者型官能評価との関係性を調査した。

材料および方法

1. 供試牛

北海道立総合研究機構畜産試験場で育成・肥育された 29 頭の黒毛和種の中から、種雄牛、屠畜月齢（28 ヶ月）、等級（A4）が同一で、第 6-7 肋骨間横断面の脂肪交雑形状に違いのある 4 頭を供試牛（A~D）とした。そのうち 2 頭は小ザシを特徴とし（A および D）、残りの 2 頭（B および C）は粗ザシを特徴とするものを、肉眼で確認し

連絡者：口田圭吾（fax：0155-49-5462, e-mail：kuchida@obihiro.ac.jp）

選んだ。

2. 第6-7枝肉横断面およびサーロインスライスの各形質

枝肉格付形質は、(公社)日本食肉格付協会による格付明細書に記載されたロース芯面積、ばらの厚さ、皮下脂肪厚およびBMSナンバーの4形質を用いた。

ミラー型撮影装置(HK-333;早坂理工,札幌)を用いて第6-7肋骨間横断面のロース芯を中心とした高精細枝肉横断面画像を撮影した。また、サーロインスライスの画像は半解凍状にしたサーロイン(9.1-16.5kg)を、業務用ミートスライサーで1ミリ厚にし、スライス10枚に一回スライス肉の画像撮影を行った。なお、本研究で対象とした画像解析形質は脂肪面積割合、あらさ指数および新細かさ指数の3形質である。

撮影後、背最長筋のみを直径6cmの丸型にくりぬき、消費者型官能試験まで真空冷凍保管した。

3. シャぶしゃぶ肉の調理方法

加熱調理は、初めに一定量の蒸留水を入れたトールビーカー様ガラス容器をアルミ製鍋に並べ、火力は容器内水温が80℃以上に保持されるよう調節した。業務用冷蔵庫で(3℃)一晩かけて解凍したサンプル肉を容器1個につき1枚入れ、40秒加熱した後、味付けはせず、白色トレイ1個に1枚ずつ、見た目に差がないよう丁寧に盛りつけた。

4. 消費者型官能評価

検査員は釧路短期大学の学生18名(全員女性,19.1±0.8歳)とし、このうち8名は、同日実施した5味識別テストの合格者であった。釧路短期大学校舎1階化学実験室をブース式官能評価室に模し、6台ある実験台に検査員を1名ずつ着席させた。試験者1名が監督し、試験中の会話は禁じた。試料2種(白色トレイ2個)を対とし、「AおよびB」、「AおよびC」、「AおよびD」、「BおよびC」、「BおよびD」、「CおよびD」の6通りの組み合わせを作った。左のサンプルから順に試食し、右のサンプルに対する左のサンプルの評価を5段階尺度の評点法(左がまずい:-2,左がややまずい:-1,ほとんど同程度:0,左がややおいしい:+1,左がおいしい:+2)で評価し、嗜好スコアとした。試食順序の効果を考慮し「A→B」、「B→A」といった逆順も供したため、パネル1名につき12対(24枚)試食した。試食は咀嚼のみとし、嚥下は禁止した。うがいの頻度は自由としたが、試料と同様に吐き出させた。なお、記号効果を考慮し、パネルへの提示は4桁の枝肉番号(Aは2376,Bは2901,Cは9104,Dは9106)で提示した。

また、見た目の好ましさを決定するために、個室を模したブースにて検査員に第6-7肋骨間横断面画像(図1)を提示し、好ましい順を回答させた。

5. 統計解析

分散分析(Scheffeの一对比較法)により個体の主効果、

組み合わせの効果および試食順序の効果について検定した後、各試料間の有意差検定を行った。サーロインの画像解析値は、1頭につき16枚程度の画像からの平均値とした。解析には牛枝肉画像解析ソフトウェア(BeefAnalyzer-G;CSソリューション,札幌)を用いた。対象とした画像解析形質は脂肪面積割合、あらさ指数、新細かさ指数の3形質である。新細かさ指数についての詳細な定義や解析手順は口田と金井(2012)に準じた。

結果および考察

格付記録および第6-7肋骨間横断面ならびにサーロイン部分における画像解析結果を表1に、第6-7肋骨間横断面画像を図1に示した。粗ザシを特徴とするものとして選んだBおよびCのあらさ指数は6-7横断面およびサーロイン平均値のいずれもAおよびDのあらさ指数に比べて高く、新細かさ指数はAおよびDがBおよびCに比べて高い値を示した。

嗜好スコアの尺度図を図2に示した。嗜好スコアはAが最も高い値を示し、A、D、B、Cの順に好まれた(図2)。A(1位)とB(3位)、A(1位)とC(4位)、D(2位)とB(3位)、D(2位)とC(4位)の間には、それぞれ有意差が認められた($P < 0.05$)。

サーロインの新細かさ指数(表1)は高い順に、D(161.1.好ましさ2位)、A(156.8.好ましさ1位)、B(122.8.好ましさ3位)、C(132.7.好ましさ4位)であり、新細かさ指数が消費者型官能評価結果を支持していることを示唆した。

牛肉のやわらかさは人の嗜好性に大きな影響を与える(Georgeら1999;Millerら2001;Reicksら2011)。この食肉のやわらかさは骨格筋における脂肪の量およびその分布状態によって影響をうける(西邑と高橋1995)。これは、脂肪がタンパク質繊維でできた膜(結合組織)より強度が弱いためであり、筋繊維の外側を囲む筋周膜や筋内膜に多量の脂肪組織が入り込むと膜の構造も弱くなる(Nishimuraら1999)。このことから、本研究で小ザシ肉が好まれた理由として、小ザシが多い肉において筋肉内結合組織の構造が弱く、やわらかいためと推察した。

山口ら(2006)は飛騨牛(等級A4)の小ザシ肉(脂肪含量36.2%,あらさ指数3.4)および粗ザシ肉(脂肪含量36.5%,あらさ指数13.1)をしゃぶしゃぶで提供した場合、小ザシ肉がやわらかく、しなやかに圧倒的に高く評価されたと報告しており、本研究結果でも同様の結果が得られた。

第6-7肋骨間横断面画像における見た目の好ましさの平均順位を表2に示した。見た目の好ましさは、B、C、A、Dの順に好まれていた。ケンドールの一致係数(W)は0.44であり、検査員18人の評価には一貫性があると判断された。見た目の好ましさの順位は、嗜好スコアの順位および新細かさ指数の順位とは、おおむね逆であった。陰山ら

Table 1 Least square means of carcass grading and image analysis traits at the 6-7th cross section and sirloin section of Japanese Black

	Fine marbling beef	Coarse marbling beef	Coarse marbling beef	Fine marbling beef
	A	B	C	D
6th-7th cross section				
Rib eye area (cm ²)	60	68	66	75
Rib thickness (cm)	8.8	8.0	8.5	7.8
Subcutaneous fat thickness (cm)	2.5	3.3	2.3	2.7
BMS No.	7	7	6	6
Marbling percentage (%)	55.2	59.4	54.3	55.6
CIM ¹	16.0	28.1	22.9	18.2
NFI ²	86.0	76.3	79.7	86.7
Sirloin section				
Marbling percentage (%)	46.1	48.1	48.5	47.9
CIM ¹	12.7	19.0	19.9	15.5
NFI ²	156.8	122.8	132.7	161.1

1 : Coarseness index of marbling

2 : New fineness index

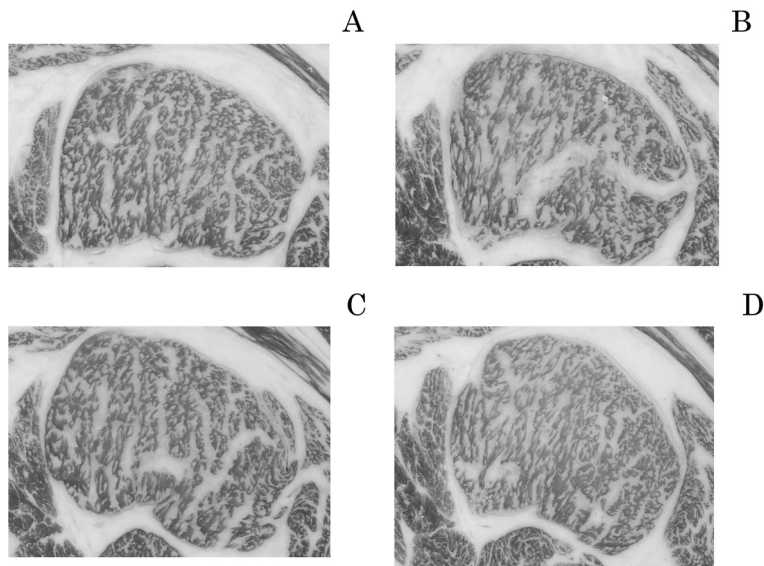


Figure 1 Rib eye image of fine (A and D) and coarse (B and C) marbling beef.

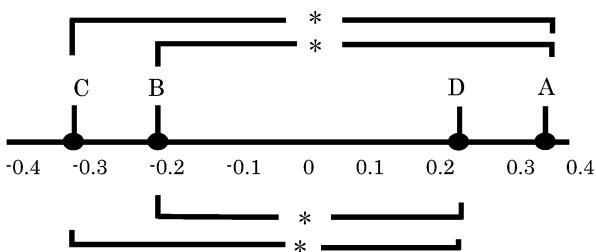


Figure 2 Scale of palatability score for fine marbling beef (A and D) and coarse marbling beef (B and C). Evaluated on a 5 point hedonic scale, -2 = dislike extremely, 2 = like extremely. * : $P < 0.05$

Table 2 Visual ranking and paratability ranking of fine marbling beef (A and D) and coarse marbling beef (B and C)

	A	B	C	D
Average of visual ranking	3.44	1.38	2.38	2.77
Visual ranking	4	1	2	3
Paratability ranking ¹	1	3	4	2

¹ Calculated from Figure 2

(2015) はどのような脂肪交雑の形状が消費者に好まれるかを調査した結果、霜降り量の好みに関係なく細かい脂肪交雑の見た目を好み、あらい脂肪交雑は好まれないと報告したが、これは本研究結果とは異なっていた。

この原因として、陰山ら (2015) が行った意識調査の対象が高校生およびその保護者であるのに対し、本研究では女子大学生のみと年齢と性別が限られた範囲であったため、年代および性別による嗜好の違いがあったのではないかと推察した。

あらい脂肪交雑粒子が BMS ナンバー低下の要因となり (浜崎ら 2009)、ロース芯内の脂肪交雑粒子があらいと枝肉価格に負の影響を与える (岡本ら 2003) などとの報告もあることから脂肪交雑の見た目に関する好ましさは慎重に調査する必要がある。

加藤ら (2014) は、新細かさ指数の遺伝的趨勢について報告しており、近年の脂肪交雑はあらくなる方向へ向かっているが、新細かさ指数の遺伝率が 0.6 程度で、他の枝肉格付形質と新細かさ指数との間に好ましい遺伝相関を示したと報告した (枝肉重量 : $r_s = 0.20$, 皮下脂肪厚 : -0.25 , BMS No. : 0.69)。これらの関係は脂肪面積割合や新細かさ指数を BMS ナンバーとともに改良形質とすることで、あらい脂肪交雑粒子の増加を抑えながら脂肪交雑の形状を望ましい方向に導くことは可能であることを示している。

また、山下ら (2015) は脂肪面積割合についてサーロインと第 6-7 横断面ロース芯間の相関係数 (0.83) が有意に ($P < 0.01$) 高いことを報告し、Takeo ら (2015) はサーロインと第 6-7 横断面ロース芯間の相関係数について、新細かさ指数間 (0.99) があらし指数間 ($r = 0.85$) に比べて高い値であったと報告した。これらのことから、サーロインの霜降り程度は、第 6-7 肋骨間横断面からでもそれを判断できることが示唆された。

これまでの BMS ナンバーを重視した改良により脂肪交雑の量を急激に増加させてきたが、同時に粗ザシの肉も増加してきた。現在の脂肪交雑の程度を評価するのは一般的に BMS ナンバーのみであるが、小ザシや粗ザシというような脂肪交雑形状の詳細な評価は BMS ナンバーからでは不可能である。このため、画像解析による客観的かつ詳細な肉質情報の取得ならびに適用が期待される。さらに近年の研究では、竹尾ら (2016) が各 BMS No. において小ザシの枝肉単価が高くなることを報告しており、小ザシの増加に向けた改良を行うことで枝肉単価の向上が期待される。

牛肉の好ましさは焼き加減や調理温度が大きく影響しており (Lucherker ら 2016)、消費者の思い浮かべる料理によって脂肪交雑の好みが変わり、脂肪交雑量に適した調理法が存在する (山口 2002)。したがって、今後は小ザシ肉の厚さや提供方法にも着目することが重要であると考えられた。

以上より、小ザシが粗ザシに比べて嗜好スコアが高く、新細かさ指数が官能評価結果を支持することが明らかとなった。しかし、見た目の好ましさの順位は、嗜好スコアの順位および新細かさ指数の順位とはおおむね逆であったことから、小ザシと粗ザシとの中間的なデータ等脂肪交雑形状に関してさらなる調査が必要であると考えられた。さらに、小ザシとやわらかさとの関係がある可能性が示唆されたことから、より詳細に調査するためにも分析型官能評価での調査が重要であると考えられた。

謝 辞

サーロインスライスの調製には北泉開発株式会社の協力により研究を遂行できた。ここに深謝する。

文 献

- Emerson MR, Woerner DR, Belk KE, Tatum JD. 2013. Effectiveness of USDA instrument-based marbling measurements for categorizing beef carcasses according to differences in longissimus muscle sensory attributes. *Journal of Animal Science* **91**, 1024-1034.
- George MH, Tatum JD, Belk KE, Smith GC. 1999. An audit of retail beef loin steak tenderness conducted in eight U.S. cities. *Journal of Animal Science* **77**, 1735-1741.
- 浜崎陽子, 中橋良信, 村澤七月, 口田圭吾. 2009. 画像解析による黒毛和種および黒毛和種×ホルスタイン種における BMS ナンバーの評価に影響を与える要因の調査 日本畜産学会報 **80**, 333-340.
- 広岡博之, 松本道夫. 1998. わが国の牛枝肉市場における価格決定に関する要因. *農業経済研究* **69**, 229-235.
- 陰山麻由, 加藤啓介, 前田さくら, 口田圭吾. 2015. 黒毛和牛種の脂肪交雑形状における消費者の意識調査. *肉用牛研究会報* **98**, 4-8.
- 加藤啓介, 前田さくら, 口田圭吾. 2014. 黒毛和種における胸最長筋内脂肪交雑粒子の細かさに関する遺伝的パラメータの推定. *日本畜産学会報* **85**, 21-26.
- 小林正人, 庄司則章. 2011. 黒毛和種牛肉の脂肪の質. *東北畜産学会報* **60**, 65-73.
- 小浜菜美子. 2013. 新たな肉質評価方法の確立を目指して「コザシ」と「脂肪の質」の遺伝的パラメータの推定. *畜産技術ひょうご* **112**, 15-17.
- 口田圭吾, 金井俊男. 2012. 食肉の脂肪交雑の評価方法. *特願* 2012-217934.
- 口田圭吾, 鈴木三義, 三好俊三. 2002. 画像解析による牛胸最長筋内脂肪交雑粒子のあらしに関する評価法の検討. *日本畜産学会報* **73**, 9-17.
- Lucherker LW, O'Quinn TG, Legakoc JF, Rathmanna RJ, Brooks JC, Miller MF. 2016. Consumer and trained panel evaluation of beef strip steaks of varying marbling and enhancement levels cooked to three degrees of doneness. *Meat Science* **122**, 145-154.
- Miller MF, Carr MA, Ramsey CB, Crockett KL, Hoover LC. 2001. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of Animal Science* **79**, 3062-3068.
- Nishimura T, Hattori A, Takahashi K. 1999. Structural changes in intramuscular connective tissue during the fattening of Japanese black cattle : effect of

- marbling on beef tenderization. *Journal of Animal Science* **77**, 93-104.
- 西邑隆徳, 高橋興威. 1995. 食肉の軟らかさと筋肉内結合組織の関連について. *酪農科学・食品の研究* **44**, 165-176.
- 農林水産省. 2015. 家畜改良増殖目標, 農林水産省畜産部畜産振興課, 東京; [cited 1 July 2016]. Available from URL : http://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_katiku/pdf/10ji_katiku.pdf
- 岡本圭介, 口田圭吾, 加藤貴之, 鈴木三義, 三好俊三. 2003. 枝肉形質および画像解析形質が牛枝肉価格に与える影響. *日本畜産学会報* **74**, 475-482.
- 沖谷明紘. 2002. 食肉のおいしさの決定要因. *栄養学雑誌* **60**, 119-129.
- O'Quinn TG, Brooks JC, Polkinghorne RJ, Garmyn AJ, Johnson BJ, Starkey JD, Miller MF. 2012. Consumer assessment of beef strip loin steaks of varying fat levels. *Journal of Animal Science* **90**, 626-634.
- Reicks AL, Brooks JC, Garmyn AJ, Thompson LD, Lyford CL, Miller MF. 2011. Demographics and beef preferences affect consumer motivation for purchasing fresh beef steaks and roasts. *Meat Science* **87**, 403-411.
- Savell JW, Branson RE, Cross HR, Stiffler DM, Wise JW, Griffin DB, Smith GC. 1987. National consumer retail beef study : Palatability evaluations of beef loin steaks that differed in marbling. *Journal of Food Science* **52**, 517-519.
- Smith GC, Carpenter ZL, Cross HR, Murphey CE, Abraham HC, Savell JW, Parrish FC, Jr. 1985. Relationship of USDA marbling groups to palatability of cooked beef. *Journal of Food Quality* **7**, 289-308.
- 鈴木啓一, 横田祥子, 塩浦宏陽, 島津朋之, 飯田文子. 2013. 試食パネルによる黒毛和種牛肉の食味性に及ぼす肉質等級, 性と脂肪酸組成の影響の評価. *日本畜産学会報* **84**, 375-382.
- 竹尾麻紗美, 阿佐玲奈, 萩谷功一, 口田圭吾. 2016. 黒毛和種および交雑種の胸最長筋における脂肪交雑形状が枝肉単価に与える影響. *日本畜産学会報* **87**, 253-257.
- Takeo M, Maeda S, Asa R, Kuchida K. 2015. Marbling characteristics at the 6-7 rib and the sirloin in Japanese Black cattle by image analysis. *The 66th European Federation of Animal Science (EAAP)*, Warsaw, Poland.
- 山口静子. 2002. 牛肉のおいしさと消費者嗜好. *食肉の科学* **43**, 131-139.
- 山口静子, 丸山 新, 常石英作, 口田圭吾. 2006. 牛肉の食味に及ぼす脂肪交雑の細かさの影響. *日本食品化学工学会 53 回大会要旨集*, 68.
- 八巻邦次, 長谷部正, 伊藤房雄, 氏家 哲. 1996. 買参人の牛枝肉格付の値付け要因. *農業経済研究別冊 1996 年度日本経済学会論文集*, 175-179.
- 山下直樹, 山口 悠, 阿佐玲奈, 山田一孝, 大井幹記, 口田圭吾. 2015. Computed Tomography を用いた黒毛和種胸最長筋におけるあらい脂肪交雑の推移. *日本畜産学会報* **86**, 511-514.

Relationship between the fineness of marbling and sensory evaluation in Japanese Black cattle

Reina ASA¹, Masayo OKAMOTO², Kanae SASAKI², Motoki OOI³,
Koichi HAGIYA¹ and Keigo KUCHIDA¹

¹ Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro 080-8555, Japan

² Kushiro Junior College, Kushiro 085-0814, Japan

³ Hokkaido Research Organization, Agricultural Research Department Animal Research Center, Shintoku, Hokkaido 081-0038, Japan

Corresponding : Keigo KUCHIDA (fax : +81 (0) 155-49-5462, e-mail : kuchida@obihiro.ac.jp)

The aim of this study was to investigate the relationship between the fineness of marbling and sensory evaluation in Japanese Black cattle. Two fine (A and D) and two coarse (B and C) marbling cattle with same grade (A4 : BMS 6 or 7) and by same sire were selected among 29 Japanese Black steers. The sirloin meat sample was sliced at 1mm thickness and taken the high resolution digital image by 10mm intervals. Then, the longissimus dorsi hollowed out to the round with a diameter of 6cm, and stored vacuum frozen until sensory evaluation. The averages of fat marbling percentage and new fineness index in sirloin were 46.96% and 158.93 for two fine marbling cattle, 48.29% and 127.77 for two coarse marbling cattle. The palatability score was high in the order of A, D, B C. Fine marbling beef was significantly higher palatability than the coarse marbling beef ($P < 0.05$). However, visual ranking was opposite to the palatability ranking, therefore further investigation is required.

Nihon Chikusan Gakkaiho **88** (2), 139-143, 2017

Key words : consumer sensory evaluation, fineness of marbling, Japanese Black, marbling.