

原著論文

## トウキョウ X におけるロース肉の筋線維特性と官能評価

小嶋禎夫\*

東京都農林総合研究センター

### 摘 要

トウキョウ X (以下, X) の肉質特性を明らかにする目的で, 上 (ランク 1) と等外 (ランク 4) に区分されたロース肉 (胸最長筋) における筋線維の分類を行い, 理化学的性状との関連性を検討した。また, X とパークシャー種 (以下, 黒豚) の胸最長筋を用いて官能評価を実施した。胸最長筋における筋線維径は, ランク 1 がランク 4 に比べて小さかった ( $P < 0.001$ )。筋線維の構成では, 赤筋線維率および赤筋+中間筋線維率においてランク 1 がランク 4 に比べて低い傾向を示し ( $P < 0.1$ )。白筋線維率は, ランク 1 がランク 4 に比べて高い傾向を示した ( $P < 0.1$ )。中間筋線維率は, ランク 1 がランク 4 に比べて 1.1 ポイント低かったが有意差は検出されなかった。筋線維径と筋肉内脂肪含量との間に -0.36 の有意な相関が認められた ( $P < 0.05$ )。筋線維の構成と測定値との間に有意な相関は認められなかった。官能評価では, やわらかさ, 噛んだときの旨味・コク, 噛みごごち (線維感), 口から鼻に抜ける香り・風味および総合評価の全ての項目において X が黒豚に比べて有意に高く評価された。

キーワード: トウキョウ X, 筋線維特性, 枝肉評価, 肉質, 官能評価

東京都農林総合研究センター研究報告 10: 25-32, 2015

2014 年 10 月 2 日受付, 2015 年 1 月 14 日受理

### 緒 言

トウキョウ X (以下, X) の枝肉は, 枝肉の重量, 外観, 肉質について, 評価者が目視や触感などによる経験的判断により判定し, 1~4 の 4 つのランクに区分されている。特に肉質については, 左半丸の 5-6 胸椎間の切開面において脂肪交雑, 筋間脂肪, 肉の色沢, 肉のきめとしまりおよび脂肪の質を評価している。国内には 380 種類もの銘柄豚が存在しており (銘柄豚肉ハンドブック, 2012), 販売競争は熾烈である。その中であって, X の更なる消費拡大には, 上位ランクの増加および高い水準での肉質の斉一性確保が最も重要である。これまでの研究から, 豚肉の理化学的性状と肉質の良否あるいは官能評価との関連性が明らかにされてきた (小堤ら, 1985;

Hodgson et al., 1991; Huff-Lonergan et al., 2002)。豚肉の理化学的性状は, 飼養条件, 出荷日齢, と畜日, 筋肉の部位および保存条件などが同等であっても, 遺伝の影響を受ける (鈴木ら, 1997; 木全ら, 2001) とされている。したがって, X 肉の理化学的性状と肉質の良否について検討することは, X の肉質特性を明確にする上で重要である。そこで, 本研究では X の肉質特性を明らかにする目的で, 上 (ランク 1) および等外 (ランク 4) に区分されたロース肉 (胸最長筋) における筋線維の分類を行い, 理化学的性状との関連性を検討した。また, X とパークシャー種 (以下, 黒豚) のロース肉を用いて官能評価を実施したので報告する。

### 材料および方法

\*著者連絡先 小嶋禎夫 E-mail s-kojima@tdfaff.com

## 1. 供試豚

指定飼料(表1)の給与による肥育の後、出荷・と畜し、X独自の枝肉評価に基づいてランク1およびランク4に区分された個体について、左半丸の5-6胸椎間の胸最長筋を採取して分析に供した。理化学分析は、サンプル採取日に行った。試験には、ランク1およびランク4についてそれぞれ20頭を用いた。供試豚については、出荷日齢および枝肉重量を調査した。

## 2. 筋線維の分類

サンプルは、トラガカントゴムを用いて採取した筋肉組織をコルク上に垂直に立て、液体窒素で冷却したイソペンタンの中で30秒ほど激しく震盪させて急速に凍結し

た。凍結したブロックは、予冷しておいた蓋付きの保存瓶に入れ、切片作製まで-70℃の冷凍庫内で保存した。その後、-20℃に設定したクリオスタット(CM1950, Leica)を用いて、厚さ8μmの筋切片を作製し、MASコート付スライドガラス上に貼付した後、風乾した。さらに、コハク酸脱水素染色(SDH染色)によって染色した後、筋線維の太さを測定し、短径値を筋線維径とした(畜産技術協会, 2003)。また、筋線維の分類では、濃染色性のものを赤筋線維、難染色性のものを白筋線維、中間的染色性のものを中間筋線維とした(図1)。なお、本研究は、東京都農林総合研究センター実験動物等実施要領に則って実施した。

## 3. 官能評価

厚さ2mmにスライスしたXおよび黒豚のしゃぶしゃぶ用ロース肉(1枚あたり15~16g)を都内の百貨店から購入した。80℃にて20秒間加熱調理したものを試料とし、味付けにはそれぞれの試料に10mgの食塩をふりかけた。加熱直後の試料を用い、男女25名(30代=3名, 40代=8名, 50代=11名, 60代=3名, 男:女=21:4)をパネリストとして官能評価を行った。評価項目は、やわらかさ、噛んだときの旨味・コク、噛みごごち(線維感)、口から鼻に抜ける香り・風味および総合評価の5つとし、3を普通とした5段階評点法で行った。

## 4. 統計解析

データは、平均値もしくは平均値±標準誤差で示した。出荷日齢、枝肉重量、胸最長筋の筋線維径および構成におけるランク1とランク4の差の検定には、スチューデントのt検定を行った。また、各測定値相互の関係をみるため、相関係数を算出した。官能評価の結果については、対応のあるt検定を実施した。全ての統計処理はRソフト

表1 トウキョウXの配合飼料

飼料	割合(%)
トウモロコシ	9.6
マイロ	26.4
大麦	26.0
小麦	20.0
大豆粕	8.0
アルファルファ	2.5
フスマ	4.6
食塩	0.3
炭酸カルシウム	1.5
第二リン酸カルシウム	0.8
L-リジン	0.2
プレミックス	0.1
計算値	
粗蛋白質(%)	12.7
可消化エネルギー(Mcal/kg)	3.2

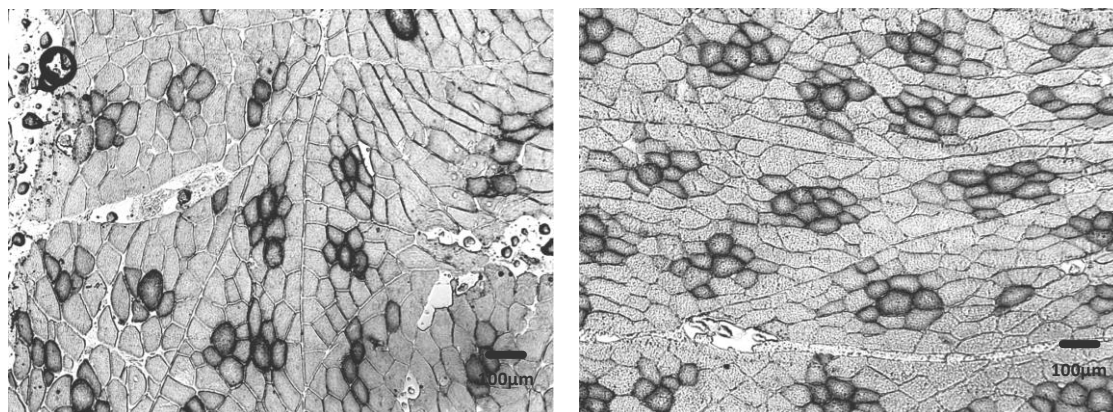


図1 ロース肉(胸最長筋)のSDH染色(左:ランク1, 右:ランク4)

濃染色性=赤筋線維, 難染色性=白筋線維, 中間的染色性=中間筋線維.

スケールバーは100μm.

ウェア (<http://www.r-project.org/>; Ihaka and Gentleman, 1996) により行った。なお、統計学的有意水準は危険率 5%未満とし、危険率 10%未満を傾向ありとした。

### 結果および考察

表 2 に示すように、試験に供した豚の出荷日齢および枝肉重量に統計的な有意差は認められなかった。胸最長筋における筋線維径は、ランク 1 がランク 4 に比べて小さかった ( $P < 0.001$ )。筋線維の構成では、赤筋線維率および赤筋線維 + 中間筋線維率においてランク 1 がランク 4 に比べて低い傾向を示した ( $P < 0.1$ )。白筋線維率は、ランク 1 がランク 4 に比べて高い傾向を示した ( $P < 0.1$ )。中間筋線維率は、ランク 1 がランク 4 に比べて 1.1 ポイント低かったが有意差は検出されなかった。

測定値の相互の関係を単相関でみた結果は表 3 のとおりである。筋線維径との相関は、筋肉内脂肪含量が  $-0.36$  ( $P < 0.05$ )、保水性が  $-0.34$  ( $P < 0.05$ )、明度が  $-0.58$  ( $P < 0.001$ )、黄色度が  $-0.32$  ( $P < 0.05$ )、脆さが  $-0.35$  ( $P < 0.05$ ) のそれぞれ有意な負の相関が認められた。また、剪断力価には  $0.30$  ( $P < 0.1$ )、硬さには  $0.38$  ( $P < 0.05$ )、噛み応えには  $0.44$  ( $P < 0.01$ ) の正の相関が認められた。赤筋線維率と各測定値間には、筋肉内脂肪含量との間に  $-0.32$ 、赤色度に  $0.24$ 、噛み応えに  $-0.28$  の相関があったが、いずれも有意ではなかった。白筋線維率との相関は、筋肉内脂肪含量が  $0.31$ 、赤色度が  $-0.33$ 、噛み応えが  $0.29$  であったが、いずれも有意ではなかった。赤筋 + 中間筋線維率との相関は、筋肉内脂肪含量が  $-0.31$ 、赤色度が  $0.33$ 、噛み応えが  $-0.29$  であったが、いずれも有意ではなかった。Ramsey et al. (1990) は、最長筋における筋線維径と筋肉内脂肪含量の間に  $-0.35$  ( $P < 0.01$ ) の負の相関、水分含量との間に  $0.34$  ( $P < 0.01$ ) の正の相関を報告しており、本研究ではそれぞれに  $-0.36$  ( $P < 0.05$ ) と  $0.22$  ( $P > 0.1$ ) の相関が認められた。

鈴木ら (1997) の報告では、加熱した最長筋におけるテンシプレッサーの Tenderness (硬さ) および Pliability (しなやかさ) には、筋線維径との間に有意な相関は認められなかった。本研究では、筋線維径とテンシプレッサーの噛み切り難さの間に有意な相関は認められなかったが、硬さとの間に  $0.38$  ( $P < 0.05$ ) の有意な相関が認められている。鈴木ら (1997) の報告では、LW (ランドレース種 × 大ヨークシャー種) 母豚に対する止め雄品種の影響を検討したものであり、サンプルの平均筋肉内脂肪含量は 2.32 から 3.23% である。一方、X の系統造成時における選抜形質は、一日平均増体量、平均背脂肪の厚さ、ロース断面積および胸最長筋における筋肉内脂肪含量の

4 つであり、系統豚の認定時における集団の平均筋肉内脂肪含量は 5% であった。すなわち、X は筋肉内脂肪含量が高く、胸最長筋に霜降り (さし) がみられる (兵頭, 1997) という特長を備えている。最長筋の筋肉内脂肪含量が  $5.66 \pm 3.77$  (平均値 ± 標準偏差) のサンプルを用いた Hodgson ら (1991) の報告では、最長筋の筋肉内脂肪含量と剪断力価の間に  $-0.48$  ( $P < 0.01$ ) の有意な負の相関を認めており、本研究において、筋線維径と筋肉内脂肪含量間に  $-0.36$  ( $P < 0.05$ ) の相関が認められたことから、加熱した胸最長筋の物性には筋肉内脂肪含量が影響するものと考えられる。

豚の改良は、赤肉割合を高めることに主眼が置かれてきたが、牛肉の肉質等級には霜降り (さし) を判定する牛脂肪交雑基準 (BMS : Beef Marbling Standard) が用いられており、脂肪交雑が重視される点において筋肉内脂肪含量を高める改良を行った X と共通する。衛藤ら (2003) は、黒毛和牛の骨格筋における赤筋線維の割合と筋肉内脂肪含量に  $0.7745$  の強い正の相関があったと報告しており、本研究結果とは一致しなかった。その一方で、白筋線維の割合と BMS に有意な正の相関が観察されており (後藤ら, 1994 ; 岩元ら, 1995), 本研究では統計的な有意差は検出されなかったものの、白筋線維の割合と筋肉内脂肪含量との間に  $0.31$  の正の相関が認められた点において、後藤ら (1994) および岩元ら (1995) の報告を支持している。一般に、姿勢保持に重要な役割を果たすヒレ肉 (大腰筋) は、筋肉内脂肪含量が少なく、やわらかく、赤筋線維が多いため肉の赤みは濃く、胸最長筋は、脊柱を伸ばし、前駆または後駆を挙上する役割を果たす (加藤, 1979) 骨格筋で、ブタでは白筋線維が多いため大腰筋に比べて肉の赤みは薄いといわれている。ストレスが大きい飼養環境やと畜前の強いストレス負荷は、筋肉中の乳酸の生成不足を招くことで、肉の pH が正常に低下しないため肉色が濃くなる。また、筋肉内脂肪含量は、遺伝、性、飼料、筋肉の種類や部位、豚の健康状態、肥育期間および環境などに影響を受けると考えられる。山田ら (2003) は、飼育密度の違いによるストレス負荷が豚の背脂肪厚を薄くし、胸最長筋の色を濃くしたと報告していることから、飼養、出荷およびと畜時に生じる肥育豚へのストレス負荷を最小限にすることが、X の特長である高い筋肉内脂肪含量 (5%) および好適な肉色 (淡灰紅色) の確保に重要であろう。

官能評価では、やわらかさ、噛んだときの旨味・コク、噛みごごち (線維感)、口から鼻に抜ける香り・風味および総合評価の全ての項目において X が黒豚に比べて有意に高く評価された (表 4)。木全ら (2001) は、筋肉内脂肪含量の多いデュロック種よりも筋線維径が小さいバー

クシャー種において、官能評価のやわらかさおよび総合評価が有意に高かったと報告している。筋肉内脂肪含量は、官能評価における肉の風味およびやわらかさとの間に有意な正の相関がある(Breidenstein et al., 1968)。官能評価のやわらかさと総合評価の間には高い正の相関が報

告されており(Breidenstein et al., 1968; 小堤ら, 1988)、本研究において、黒豚よりやわらかさが高いと評価されたXは、総合評価も有意に高かった。本研究では、筋線維径と物性における硬さ、噛みきり難さおよび噛み応えとの間に正の相関があり、脆さとの間には負の相関が認められているが、鈴木ら(1997)は、筋線維径と物性の硬さおよび噛み切り難さとの間に有意な相関は認められなかったとしている。この不一致は、供試したサンプルの筋肉内脂肪含量および筋線維径のレンジの違いが影響しているかもしれない。

骨格筋における赤筋線維の割合が増えると肉色が濃くなる(Ryu and Kim, 2005)が、白筋線維よりも直径が小さく(岩元ら, 1989)、きめが細かく、やわらかく、口当たりと歯切れが良く、旨い(渡邊, 2003)とされる。本研究とは分類方法が異なるが、岩元ら(1989)の報告によると、黒豚の胸最長筋における筋線維の構成は、赤筋線維7.1%、白筋線維75.7%および中間筋線維17.3%である。本研究におけるランク1の筋線維の構成は、赤筋線

表2 出荷日齢、枝肉重量、胸最長筋の筋線維径および構成

項目\ランク	1	4	
出荷日齢(日)	219.1 ± 6.6	219.8 ± 4.1	n.s.
枝肉重量(kg)	75.7 ± 0.9	74.5 ± 1.0	n.s.
筋線維径(μm)	50.1 ± 1.3	59.5 ± 1.4	***
赤筋線維(%)	12.4 ± 1.5	16.4 ± 1.3	†
白筋線維(%)	73.2 ± 1.7	68.2 ± 2.0	†
中間筋線維(%)	14.3 ± 1.0	15.4 ± 1.5	n.s.
赤筋+中間筋線維(%)	26.7 ± 1.7	31.8 ± 2.0	†

平均値±標準誤差(n=20).

n.s. not significant, †P<0.1, \*\*\* P<0.001

表3-1 筋線維と理化学分析値、出荷日齢および枝肉重量との関係(相関係数)

項目	水分	筋肉内脂肪	保水性	加熱損失率	明度 <sup>1)</sup>	赤色度	黄色度	PCS <sup>2)</sup>
筋線維径	0.22 n.s.	-0.36 *	-0.34 *	0.25 n.s.	-0.58 ***	-0.01 n.s.	-0.32 *	0.28 n.s.
赤筋線維率	0.23 n.s.	-0.32 n.s.	0.15 n.s.	-0.22 n.s.	-0.07 n.s.	0.24 n.s.	0.35 †	0.19 n.s.
白筋線維率	-0.10 n.s.	0.31 n.s.	-0.20 n.s.	0.16 n.s.	0.18 n.s.	-0.33 n.s.	-0.19 n.s.	-0.07 n.s.
赤筋線維+中間筋線維率	0.10 n.s.	-0.31 n.s.	0.20 n.s.	-0.16 n.s.	-0.18 n.s.	0.33 n.s.	0.19 n.s.	0.07 n.s.

n.s. not significant, †P<0.1, \* P<0.05, \*\*\* P<0.001

<sup>1)</sup> 明度; 100=白, 0=黒.

<sup>2)</sup> PCS (豚標準肉色); 1=薄い, 6=濃い.

表3-2 筋線維と理化学分析値、出荷日齢および枝肉重量との関係(相関係数)

項目	剪断力価	硬さ	噛み切り難さ	噛み応え	脆さ	出荷日齢	枝肉重量
筋線維径	0.30 †	0.38 *	0.24 n.s.	0.44 **	-0.35 *	0.27 †	-0.01 n.s.
赤筋線維率	-0.02 n.s.	-0.14 n.s.	-0.10 n.s.	-0.28 n.s.	0.17 n.s.	0.00 n.s.	-0.13 n.s.
白筋線維率	-0.03 n.s.	0.15 n.s.	0.06 n.s.	0.29 n.s.	-0.14 n.s.	-0.23 n.s.	0.08 n.s.
赤筋線維+中間筋線維率	0.03 n.s.	-0.15 n.s.	-0.06 n.s.	-0.29 n.s.	0.14 n.s.	0.23 n.s.	-0.08 n.s.

n.s. not significant, †P<0.1, \* P<0.05, \*\* P<0.01

表4 官能評価結果の比較

項目	やわらかさ <sup>1)</sup> (ジューシー)	旨味・コク <sup>2)</sup> (噛んだとき)	噛みごごち <sup>3)</sup> (線維感)	香り・ 風味 <sup>4)</sup>	総合 評価 <sup>5)</sup>
トウキョウ X	3.96***	3.84**	3.64***	3.72**	4.16***
パークシャー種	2.44	3.12	2.40	2.76	2.88

<sup>1)</sup>かたい(1)～やわからい(5). <sup>2)</sup>弱い(1)～強い(5). <sup>3)</sup>荒い(1)～滑らか(5).

<sup>4)</sup>弱い(1)～強い(5). <sup>5)</sup>まずい(1)～美味しい(5).

\*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001 (n = 25).

維 12.4%, 白筋線維 73.2%および中間筋線維 14.3%であり、胸最長筋における赤筋線維の割合は X が黒豚より約 5 ポイント高い。今回、官能評価に供試したサンプルは理化学分析を行っていないが、黒豚の筋肉内脂肪含量は 3.5% (木全ら, 2001) であり、ランク 1 の X は 6% (当センター調べ) である。また、黒豚の筋線維径は 49.1  $\mu$  m (当センター調べ) であり、X の筋線維径は 50.1  $\mu$  m (表 2) で黒豚と同等であることから、X の官能評価が黒豚より高かった要因としては、筋肉内脂肪含量および筋線維の構成の違いが関与している可能性がある。

産肉能力の改良による家畜の筋肉量の増加は、中間筋線維から筋線維径の大きい白筋線維への移行によって起こるとの報告がある (Ashmore et al., 1972)。一方、本研究におけるランク 1 とランク 4 の出荷日齢および枝肉重量は同等だったが、筋線維径には有意差が認められており、これはランク 4 における赤筋線維がランク 1 に比べて多く、白筋線維が少ない傾向を示したことと一致していない (表 2)。今回、X におけるランク 1 とランク 4 の筋線維の径や構成の差異および筋線維径と理化学分析値の関係が明らかとなった。X は、北京黒豚、パークシャー種およびデュロック種を基にした合成豚による系統豚であり、1997 年の系統認定以来、18 年が経過しようとしている。各県で純粋種による豚の系統造成に取り組んでいるが、合成豚による系統の維持については、参考になる前例が見当たらない。したがって、X の肉質形質に関する基礎的なデータ収集を行い、その解析を進めることが、高い水準での斉一性の確保および肉質維持には必要である。今後、赤肉量や筋線維型、官能評価と理化学分析値の関係などのさらなる検討により、X の肉質に影響を及ぼす要因を明らかにすることが課題と思われる。

#### 引用文献

- Ashmore, C.R., G. Tompkins and L. Doerr (1972) Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. *J. Anim. Sci.*, 34: 37-41.
- Breidenstein, B.B., C.C. Cooper, R.G. Cassens, G. Evans and R.W. Bray. (1968) Influence of marbling and maturity on the palatability of beef muscle. I. Chemical and organoleptic considerations. *J. Anim. Sci.*, 27: 1532-1541.
- 衛藤哲次・篠原孝明・文田登美子・川畑建次・阪下邦仁・大園正陽・岩元久雄・後藤貴文 (2003) 黒毛和牛骨格筋における筋線維型構成と骨格筋内脂肪含量の関係に関する研究, 九州大学農学部付属農場研究報告, 11: 51-55.
- 後藤貴文・岩元久雄・尾野喜孝・西村正太郎・重松一朗・中西良孝・梅津頼三郎・高原 斉 (1994) 黒毛和種去勢雄牛の大腿二頭筋前部における筋線維型構成の部位間での比較, 日豚会誌, 66: 62-71.
- 牛肉の品質評価のための理化学分析マニュアル (2003) (社) 畜産技術協会, 東京.
- Hodgson, R. R., G. W. Davis, G. C. Smith, J. W. Savell, and H. R. Cross. (1991) Relationship between pork loin palatability traits and physical characteristics of cooked chops. *J. Anim. Sci.*, 69: 4858-4865.
- 兵頭 勲 (1997) 脂肪交雑のある豚, 畜産の研究, 51: 19-24.
- Ihaka, R. and R. Gentleman (1996) R: a language for data analysis and graphics. *J. Computational and Graphical Statistics*, 5: 299-314.
- 岩元久雄・尾野喜孝・川井田博・高原 斉 (1989) 鹿児島パークシャー種豚の胸最長筋筋線維に関する組織化学的研究, 日畜会報, 60: 261-272.
- 岩元久雄・後藤貴文・西村正太郎・高原 斉 (1995) 去勢雄黒毛和牛における生検筋肉材料の組織学的な特質と枝肉脂肪交雑度との相互関係, 日豚会誌, 66: 807-809.
- 加藤嘉太郎 (1979) 家畜比較解剖図説上巻 (第 2 次増訂改版), 養賢堂, 東京. pp118.
- 木全 誠・石橋 晃・鎌田寿彦 (2001) 豚肉の理化学的成分と官能検査との関係, 日豚会誌, 38: 45-51.

- 小堤恭平・小沢 忍・千国幸一・小石川常吉・加藤貞雄・中井博康・池田敏雄・安藤四郎・吉武 充 (1988) 牛筋肉のテンシプレッサーによる硬さの測定, 日畜会報, 59: 590-595.
- 銘柄豚肉ハンドブック '12 (2012) 食肉通信社, 大阪.
- Ramsey, C. B., L. F. Tribble, C. Wu and K. D. Lind (1990) Effects of grains, marbling and sex on pork tenderness and composition. *J. Anim. Sci.*, 68: 148-154.
- Ryu, Y.C. and B.C. Kim. (2005) The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig longissimus dorsi muscle. *Meat Sci.*, 71: 351-357.
- 鈴木啓一・阿部博行・小川ゆう子・石田光晴・清水隆弘・鈴木 惇 (1997) 3元交雑豚の肉質に及ぼす止め雄品種の影響, 日畜会報, 68: 310-317.
- 渡邊康一 (2003) 豚肉の食味嗜好性に関する食品組織学的解析, 平成14年度研究報告, (財)旗影会, pp66.
- 山田未知・渡部雄一郎・佐藤暁・山田幸二・菅野廣和 (2003) 飼育密度の違いが豚の発育性・産肉性および脂肪組織と筋肉の脂肪酸組成に及ぼす影響, 日豚会誌, 40: 65-72.

## Muscle-fiber characteristics and eating quality of Tokyo X pork

Sadao Kojima\*

Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center

### Abstract

The aim of this study was to investigate the muscle-fiber characteristics of the *longissimus thoracis* muscle and sensory characteristics in the Tokyo X pig. A total of forty pigs were used for physicochemical analysis. Samples were obtained from wholesale cuts of 5-6 rib thoracic portions of Tokyo X pigs. Loin meat from Tokyo X and Berkshire pigs was used for sensory evaluation. The results were as follows. The proportion of red muscle fibers and red + intermediate muscle fibers in the Tokyo X samples showed a tendency to be lower in rank 1 ( $P < 0.1$ ). The proportion of white muscle fibers showed a tendency to be higher in rank 1 ( $P < 0.1$ ). Muscle fiber diameter (MFD) was significantly smaller in rank 1 than rank 4 ( $P < 0.001$ ). MFD was significantly correlated with intramuscular fat ( $r = -0.36$ ,  $P < 0.05$ ). There was no significant correlation between the physicochemical analysis values and the proportion of muscle fiber types. The Tokyo X meat was rated significantly higher than the Berkshire in all items of the sensory evaluation.

Keywords: Tokyo X, muscle-fiber characteristics, carcass grading, meat quality, sensory evaluation.

Received 2 October 2014, Accepted 14 January 2015

Bulletin of Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center, 10: 25-32, 2015

\*Corresponding author: s-kojima@tdfaff.com