

豚骨格筋の筋線維構成に関する研究（1）：大腿二頭筋深層部と浅層部における筋線維分布の差異

岩元, 久雄
九州大学農学部畜産学教室

田畑, 正志
九州大学農学部畜産学教室

尾野, 喜孝
九州大学農学部畜産学教室

川井田, 博
鹿児島県畜産試験場

他

<https://doi.org/10.15017/22267>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 35 (1/2), pp.31-36, 1981-03. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：

豚骨格筋の筋線維構成に関する研究

I. 大腿二頭筋深層部と浅層部における 筋線維分布の差異

岩元久雄・田畑正志・尾野喜孝

川井田 博*・高原 齊

九州大学農学部畜産学第二教室

(1980年11月12日受理)

Studies on the Muscle Fiber Composition of Skeletal Muscle in the Pig

I. Differences of the Muscle Fiber Distribution between the Profound and the Superficial Parts of *M. biceps femoris*

HISAO IWAMOTO, SHŌJI TABATA, YOSHITAKA ONO,
HIROSHI KAWAIDA and HITOSHI TAKAHARA

Laboratory of Animal Husbandry II, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-06, Fukuoka 812

緒 言

哺乳動物の骨格筋は3種類以上の筋線維から構成され、それらは生理学的にも、生化学的にも異なる性質を有することが明らかであるが、酵素組織化学的にも異質性が明確にされている (Dubowitz, 1970; Khan, 1976; 鈴木, 1977a)。Khan (1976) は myosin ATPase 活性が低く、脱水素酵素活性の高い筋線維を I-red 型, myosin ATPase 活性が高く、脱水素酵素活性も高い筋線維を II-red 型, myosin ATPase 活性が高く、脱水素酵素活性の低い筋線維を II-white 型に分類している。Edgerton and Simpson (1969), Peter *et al.* (1972), Ashmore *et al.* (1973) および Suzuki (1977b) は myosin ATPase 活性の低い I 型筋線維が生理学的には slow-twitch 線維に, myosin ATPase 活性の高い II 型筋線維 (前記の II-red 型および II-white 型の両者を含む) が fast-twitch 線維に相応すると述べている。

筋線維型の割合および筋線維の大きさは個々の骨格筋および同一筋肉内でもその部位の違いにより著しく

異なる (Gillespie *et al.*, 1970; James, 1971)。このことが、各々の骨格筋での、また骨格筋の各部位での構成要素および食肉としての肉色と終局 pH に関係し (Lawrie and Gatherum, 1962; Beecher *et al.*, 1968), 肉質にも関係しているものと考えられる。

豚の殿二頭筋 *M. gluteobiceps* は大腿二頭筋 *M. biceps femoris* と浅殿筋 *M. gluteus superficialis* の後部が癒着したものである (Nickel *et al.*, 1968; Zietzschmann *et al.*, 1974; 加藤, 1979)。この殿二頭筋は大腿部の外表層を占め、食肉上重要なモモ肉を構成する大きな骨格筋の一つであり、その約8割は大腿二頭筋によつて占められている。

著者らは豚大腿二頭筋を酵素組織化学的に検討し、各筋線維型の構成割合および筋線維の大きさを部位ならびに品種間で比較検討することとした。骨格筋を構成している筋線維の変異は深層部と浅層部間で最も大きいことが報告されている (George and Berger, 1966; Fitts *et al.*, 1973; Vaughan *et al.*, 1974; Suzuki, 1978)。そこで、今回は大腿二頭筋の椎骨頭を用いて、各筋線維型の構成割合と筋線維の大きさが、

* 鹿児島県畜産試験場

Table 1. Construction of 2×3 contingency table.

Parts	No. of type I-red fiber	No. of type II-red fiber	No. of type II-white fiber	Total
Profound	b_1	b_2	b_3	B
Superficial (a_i)	a_1	a_2	a_3	A
Total (n_i)	n_1	n_2	n_3	N
$p_i = a_i/n_i$	p_1	p_2	p_3	\bar{p}

深層部と浅層部間で如何なる差異を示すかを検討し、若干の結果を得たので報告する。

材料および方法

供試豚：供試豚は鹿児島県畜産試験場で肉豚に仕上げた Duroc 種去勢雄 3 頭、雌 1 頭の計 4 頭、Landrace 種去勢雄 2 頭、雌 1 頭の計 3 頭、総計 7 頭であった。

材料肉片採取法：放血屠殺後、湯剥し、内臓、頭、中足（手）以下を除去し、半丸の枝肉に仕上げたものから、直ちに殿二頭筋を剔出した。殿二頭筋の重量を測定し、30 分間氷水に浸漬した。殿二頭筋から大腿二頭筋の椎骨頭の中央部を剔出し、厚さの等しい深層部と浅層部の 2 部位を区分した。両部位の中央部から、約 1 cm³ の材料肉片を切り出し、液体窒素で凍結し、-30°C で保存した。保存期間は最長のものでも 2 週間を越えなかった。

組織化学的方法：凍結肉片からクリオ・スタットを用いて、-20°C で 10~15 μ の連続薄片を作り、スライド・ガラスにはりつけた。切片を 30 分間風乾したのち、次に示す組織化学的方法を用いて酵素の検出を行った。

コハク酸脱水素酵素（以下、SDH と略す）の検出は佐野（1965）の方法に従い、未固定切片を 37°C で 10~15 分間浸漬液中で反応させた。

myosin ATPase（以下、ATPase と略す）の検出は Padycula and Herman（1955）の方法に従い、酸またはアルカリで前処理後、37°C で 15 分間浸漬液中で反応させた。酸性の前処理液は pH 4.3、0.1 M の Walpole 酢酸-酢酸ナトリウム緩衝液を用い、切片を 20~21°C で 7~8 分間浸漬した（Brooke and Kaiser, 1969; Khan, 1976）。アルカリ性の前処理液は 0.1 M バルビタール・ナトリウム 20 ml、2% CaCl₂ 水溶液 10 ml、蒸留水 70 ml を混合し、0.1 N 水酸化ナトリウムで pH 10.6 に調整したのものを用い、切片を 20~21°C で 30 分間浸漬した（Brooke

Table 2. Body weight and muscle weight (*M. gluteobiceps*) in the pig.

Breeds	Animal No.	Sexes	Body weight (kg)	Muscle weight (g)
Duroc	1	♂	93.0	1160
	2	♂	92.8	1260
	3	♂	94.2	1440
	4	♀	92.8	1690
Landrace	5	♂	101.4	1500
	6	♂	96.0	1410
	7	♀	97.6	1260

and Kaiser, 1969; Suzuki, 1976, 1977 b).

筋線維の計測と分布差の検定法：筋線維型の同定と筋線維の直径の計測は、まず 50 倍の顕微鏡写真を撮影し、拡大倍率を考慮の上、各筋線維について正確に行われた。各個体とも深層部および浅層部でそれぞれ 300~400 個の筋線維型を同定し、直径は横断~斜断面における筋線維短径の最大直径を計測した（Brooke, 1970）。

分布差の検定は Snedecor and Cochran（1956）の方法に従い、 χ^2 test を用いて行つた。分割表を Table 1 に示し、 χ^2 test は次式によつた。

$$\chi^2 = (\sum p_i a_i - \bar{p} A) / \bar{p} \bar{q}$$

ただし、 $\bar{q} = 1 - \bar{p}$ 。

結 果

体重および殿二頭筋重量：供試豚の体重および殿二頭筋重量を Table 2 に示す。Duroc 種の体重は去勢雄、雌とも 92.8~94.2 kg で、各個体間でほとんど等しかった。Landrace 種の体重は去勢雄、雌とも 96.0~101.4 kg で Duroc 種のそれよりやや重かつた。殿二頭筋重量は Duroc 種では雌で最も重く、1,690 g を示し、去勢雄の 3 頭では 1,160 g, 1,260 g, 1,440 g で著しい個体差を示した。他方、Landrace 種では殿二頭筋重量は去勢雄 2 頭で 1,410 g, 1,500 g を示し、雌の 1,260 g が最も軽い値であつた。

Table 3. Percentages showing the muscle fiber distribution in the profound and the superficial parts of the *M. biceps femoris* and the values of χ^2 test.

Breeds	Animal No.	Sexes	Profound part			Superficial part			χ^2 test
			I-red	II-red	II-white	I-red	II-red	II-white	
Duroc	1	♂	32%	39%	29%	23%	40%	37%	10.24 ¹⁾
	2	♂	24	28	48	21	34	45	4.41
	3	♀	30	31	39	10	33	57	43.59 ¹⁾
	4	♀	37	34	29	18	29	53	55.27 ¹⁾
Landrace	5	♂	28	34	38	17	32	51	19.75 ¹⁾
	6	♂	32	32	30	28	33	39	10.12 ¹⁾
	7	♀	27	27	41	15	25	60	38.99 ¹⁾

¹⁾ Significant at 1% level.

Table 4. Muscle fiber diameters of the three types in the profound and the superficial parts of the *M. biceps femoris*.

Breeds	Animal No.	Sexes	Diameters of muscle fiber (μ)					
			Profound part			Superficial part		
			I-red	II-red	II-white	I-red	II-red	II-white
Duroc	1	♂	53±12*	56±15*	71±19*	48±13*	51±17*	73±20*
	2	♂	58±14	64±17	71±20	50±14	60±16	72±20
	3	♀	60±15	59±19	68±22	54±13	66±23	87±20
	4	♀	58±17	62±21	75±18	63±12	63±17	69±22
Landrace	5	♂	53±13	45±14	61±19	54±14	53±16	75±25
	6	♂	55±13	57±20	68±25	54±12	52±17	80±23
	7	♀	53±13	57±16	70±18	54±13	50±14	67±20

* Mean ± the standard deviation.

筋線維型の分類：酵素組織化学的方法により分類された筋線維型を Pl. 1—Figs. 1~6 に示す。筋線維は ATPase がアルカリ前処理で不活性化される I 型とアルカリ前処理後も活性が残る II 型に大別された (Pl. 1—Figs. 3, 6)。I 型筋線維はすべて SDH 活性の高い I-red 型であり (Pl. 1—Figs. 1, 4), また, その ATPase 活性は酸前処理後も安定であつた (Pl. 1—Figs. 2, 5)。II 型筋線維は SDH 活性の高い II-red 型と低い II-white 型筋線維に区別された (Pl. 1—Figs. 1, 4)。II-white 型筋線維の ATPase はすべて酸前処理で不活性化し, II-red 型筋線維のそれも大部分のもので同様であつた。しかし, II-red 型筋線維では酸前処理後も ATPase 活性の残るものが約 3% を占めた。

本研究では I-red 型と II-red 型筋線維を等しく SDH 活性の高い筋線維にしたが, Pl. 1—Figs. 1, 4 に示すように, SDH 活性を示す顆粒の形状や, その反応部位は両者間で異なつていた。I-red 型筋線維の SDH 反応顆粒は小さく, 全面に一樣に散在していた。他方, II-red 型筋線維の SDH 反応顆粒は粗大

で集積し, 特に筋鞘下で多く観察された。SDH 活性を基準にしたとき, II-white 型が白色筋線維に, II-red 型が赤色筋線維に相当し, I-red 型は中間型筋線維に相応するものと判断された。

筋線維の分布：各筋線維型の構成割合と χ^2 test の値を Table 3 に示す。深層部と浅層部間で各筋線維型の割合が異なるかどうかを示す χ^2 test の値は, Duroc 種去勢雄 1 頭 (No. 2) を除いて, すべて有意 ($p < 0.01$) であつた。このことから, 各筋線維型の割合は深層部と浅層部間で異なるものと判断された。Table 3 および深層部と浅層部の I-red 型筋線維数を比較した Pl. 1—Figs. 7, 8 から, 深層部では I-red 型筋線維が多く存在することが明らかである。逆に, 浅層部では II-white 型筋線維が多く存在した。

筋線維の直径：深層部と浅層部での各型筋線維の直径を Table 4 に示した。II-white 型筋線維の直径はいずれの個体でも最大であつた。II-red 型筋線維の直径は Duroc 種では I-red 型筋線維のそれよりも, やや大きい傾向を示したが, Landrace 種ではこのような傾向を示さなかつた。

深層部と浅層部間で比較すると、去勢雄の II-white 型筋線維直径は両品種とも浅層部で大きい傾向を示し、逆に雌では深層部で大きい傾向を示した。また、Duroc 種では深層部の I-red 型筋線維の直径が、浅層部のそれより大きい傾向を示した。

考 察

酵素組織化学的な方法を用いての筋線維型の同定は研究者によつて種々であり、また、その命名法も様々である (Edgerton and Simpson, 1969; Peter *et al.*, 1972; 鈴木, 1977 a). myosin ATPase 活性の相違が筋線維の生理機能の相違と結びつくことは、すでに多くの研究者により明らかにされたところである (Edgerton and Simpson, 1969; Peter *et al.*, 1972; Ashmore *et al.*, 1973; Suzuki, 1977 a, b). すなわち、アルカリ前処理で不活性化される ATPase を有する I 型筋線維は slow-twitch 線維であり、アルカリ前処理後も安定な ATPase を有する II 型筋線維は fast-twitch 線維である。

筋線維は収縮エネルギーを主として好氣的代謝によつて得ているか、嫌氣的糖代謝に頼っているかの代謝活性の相違によつて区別することもできる (Peter *et al.*, 1972; Ashmore *et al.*, 1973; 鈴木, 1977 a). すなわち、好氣的代謝活性の高い線維が赤色 (red) 筋線維であり、嫌氣的糖代謝活性の高い線維が白色 (white) 筋線維である。以上のことから、本研究では myosin ATPase とコハク酸脱水素酵素 (SDH) を用いて、酵素組織化学的に筋線維型の同定を行った。また、この両酵素を用いた場合の筋線維型の命名法は Khan (1976) の方法が最も適当と認められ、本研究でもそれに従つた。

Fitts *et al.* (1973) や Edgerton and Simpson (1969) は、ラットおよびモルモットの骨格筋では ATPase 活性の低い I 型筋線維が、SDH 活性で判断したときの中間型筋線維であると述べている。しかし、Fitts *et al.* (1973) はミニ豚の大腿二頭筋で ATPase 活性の低いものが赤色筋線維であると述べている。また、Davies and Gunn (1972) は色々な哺乳動物の横隔膜筋で、ATPase 活性の低い筋線維が ATPase 活性の高いものよりさらに高い SDH 活性を示すと述べている。Evorsole and Standish (1970) はラットの骨格筋で、ATPase 不活性の筋線維はすべて中間型筋線維であるが、中間型筋線維には ATPase 活性の高いものも含まれることを明らかにし、筋線維型同定の際の不一致を指摘している。本研究の

豚大腿二頭筋ではアルカリ前処理で不活性化される ATPase を有する I 型筋線維が、SDH 活性を用いて判断したときの中間型筋線維に相当するものと思われた (Pl. 1—Figs. 1~6). しかし、Evorsole and Standish (1970) が指摘したことを考えるとき、本研究では赤色筋線維と中間型筋線維を等しく赤色筋線維として分類し、それをさらに II-red 型および I-red 型筋線維に細分することが妥当と思われた。これは Khan (1976) の分類法とも一致している。

II-red 型筋線維は酸前処理で ATPase が不活性化されるものと、ATPase 活性が残るものとに分類され、後者は約 3% であつた。Khan (1976) は同様のことを指摘し、マウスとラットの骨格筋では酸前処理後も ATPase 活性の残る筋線維が約 20% あつたと述べている。この数値は本研究の豚大腿二頭筋のそれよりも明らかに大きい。

一つの骨格筋内において各筋線維型の構成割合が深層部と浅層部で異なることは、鳩 (George and Berger, 1966)、鶏 (Suzuki, 1978)、マウス (Vaughan, *et al.*, 1974) の骨格筋ですでに指摘されている。また、Fitts *et al.* (1973) はミニ豚の大腿二頭筋で同様の見解を述べ、slow-red 型筋線維が深層部で 29.74%、浅層部で 13.74%、fast-intermediate 型筋線維が深層部で 31.90%、浅層部で 24.56%、fast-white 型筋線維が深層部で 38.46%、浅層部で 61.68% を占めると述べている。Fitts *et al.* (1973) の slow-red, fast-intermediate および fast-white 型筋線維は、本研究の I-red, II-red および II-white 型筋線維にそれぞれ相当するものと考えられるので、今回の肉豚を用いての結果はミニ豚のそれにはほぼ一致するものといえる。

Fitts *et al.* (1973) はミニ豚の大腿二頭筋筋線維の大きさが深層部と浅層部で差異を示さないことを認めている。本研究では、Duroc 種および Landrace 種の大腿二頭筋で、II-white 型および I-red 型筋線維の大きさが深層部と浅層部で異なること、ならびにそれらには性差があることを明らかにした。しかし、これらの筋線維の大きさには著しい個体差があることも認められたので、今後さらに詳細な検討を要するものと思われる。

Beecher *et al.* (1968) は豚の半腱様筋 *M. semitendinosus* を用いて、白色部と赤色部の構成要素の比較を行つている。それによると、白色部筋肉には 14.8% の、赤色部筋肉には 42.7% の赤色筋線維を含んでいて、白色部筋肉では乳酸、脂質、筋漿たん白質の含

量が高く、赤色部筋肉ではミオグロビン、水分、亜鉛、鉄の含量が高いことを報告している。本研究の豚大腿二頭筋でも深層部と浅層部間で筋線維構成の著しい差異が見られたので、その化学的組成も異なるものと推察される。

以上のことにより、豚大腿二頭筋の筋線維構成が深層部と浅層部間で著しく異なることが明らかになった。今後、殿二頭筋の各頭（浅殿筋後部、大腿二頭筋の椎骨頭と骨盤頭）間での筋線維構成の差異、さらには品種間の差異等について検討を進める予定である。

要 約

豚大腿二頭筋において、筋線維型の構成割合が深層部と浅層部間で如何なる差異を示すかを検討した。供試豚は Duroc 種と Landrace 種の去勢雄および雌の肉豚であった。まず、組織化学的方法を用いて、筋線維を3つの型に区別した。それらは myosin ATPase がアルカリ前処理で不活性化され、酸前処理では安定であり、コハク酸脱水素酵素 (SDH) が高い活性を示す I-red 型筋線維、ATPase がアルカリ前処理で安定で、酸前処理では不活性化され、SDH 活性の低い II-white 型筋線維、およびアルカリ前処理で安定な ATPase と高い SDH 活性を有する II-red 型筋線維であった。II-red 型筋線維はさらに、酸前処理で不活性化される ATPase を持つものと、安定な ATPase を持つものに区別された。後者は II-red 型筋線維中のわずか3%を占めるにすぎなかった。

深層部と浅層部における筋線維分布の相違を示す χ^2 test の値は、7頭中6頭の豚で有意 ($p < 0.01$) であった。浅層部には II-white 型筋線維が、逆に深層部には I-red 型筋線維がそれぞれ他部位より多く存在した。

II-white 型筋線維の直径は両品種とも雄では浅層部の方で、雌では深層部の方でそれぞれ他部位より大きかった。I-red 型筋線維の直径は Duroc 種去勢雄のみで、深層部の方が浅層部より大きかった。

本研究を行うにあたり、豚大腿二頭筋の材料採取に多大の便宜を与えられた鹿児島県畜産試験場の諸氏に謹んで感謝の意を表する。

文 献

Ashmore, C. R., P. B. Addis, L. Doerr and H. Stokes 1973 Development of muscle fibers in the complexus muscle of normal and dystrophic chicks. *J. Histochem. Cytochem.*,

21: 266-278

Beecher, C. R., L. L. Kastenschmidt, R. G. Cassens, W. G. Hoekstra and E. J. Briskey 1968 A comparison of the light and dark portions of a striated muscle. *J. Food Sci.*, 33: 84-88

Brooke, M. H. 1970 Some comments on neural influence on the two histochemical types of muscle fibers. In "The Physiology and Biochemistry of Muscle as a Food 2," ed. by E. J. Briskey, R. G. Cassens and B. B. Marsh, The University of Wisconsin Press, Madison, pp. 131-153

Brooke, M. H. and K. K. Kaiser 1969 Some comments on the histochemical characterization of muscle adenosine triphosphatase. *J. Histochem. Cytochem.*, 17: 431-432

Davies, A. S. and H. M. Gunn 1972 Histochemical fiber types in the mammalian diaphragm. *J. Anat.*, 112: 41-60

Dubowitz, V. 1970 Differentiation of fiber types in skeletal muscle. In "The Physiology and Biochemistry of Muscle as a Food 2," ed. by E. J. Briskey, R. G. Cassens and B. B. Marsh, The University of Wisconsin Press, Madison, pp. 87-101

Edgerton, V. R. and D. R. Simpson 1969 The intermediate muscle fiber of rats and guinea pigs. *J. Histochem. Cytochem.*, 17: 828-838

Evorsole, L. R. and S. M. Standish 1970 Histochemical demonstration of muscle fiber types. *J. Histochem. Cytochem.*, 18: 591-593

Fitts, R. H., F. J. Nagle and R. G. Cassens 1973 Characteristics of skeletal muscle fiber types in the miniature pig and the effect of training. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 51: 825-831

George, J. C. and A. J. Berger 1966 *Avian Myology*. Academic Press, New York, pp. 38-42

Gillespie, C. A., D. R. Simpson and V. R. Edgerton 1970 High glycogen content of red as opposed to white skeletal muscle fibers of guinea pigs. *J. Histochem. Cytochem.*, 18: 552-558

James, N. T. 1971 The distribution of muscle fiber types in fasciculi and their analysis. *J. Anat.*, 110: 335-342

加藤嘉太郎 1979 家畜比較解剖図説. 養賢堂, 160頁

Khan, M. A. 1976 Histochemical characteristics of vertebrate striated muscle: A review. *Progr. Histochem. Cytochem.*, 8(4): 1-48

Lawrie, R. A. and D. P. Gatherum 1962 Studies on the muscles of meat animals II. Differences in the ultimate pH and pigmen-

- tation of longissimus dorsi muscles from two breeds of pigs. *J. Agric. Sci.*, **58**: 97-102
- Nickel, R., A. Schummer und E. Seiferie 1968 *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*, Band I. Paul Parey, Berlin, S. 414 und 435
- Padykula, H. A. and E. Herman 1955 Factors affecting the activity of adenosine triphosphatase and other phosphatases as measured by histochemical techniques. *J. Histochem. Cytochem.*, **3**: 161-169
- Peter, J. B., R. J. Barnard, V. R. Edgerton, C. A. Gillespie and K. E. Stempel 1972 Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in guinea pigs and rabbits. *Biochemistry*, **11**: 2627-2633
- 佐野 豊 1965 組織学研究法. 南山堂, 東京, 507-512頁
- Snedecor, G. W. and W. G. Cochran 1956 *Statistical Methods*. The Iowa State University Press, Ames, pp. 227-231
- Suzuki, A. 1976 The pH stability of myofibrillar adenosine triphosphatase of five fiber types in skeletal muscle of the sheep and cattle. *Jap. J. Zootech. Sci.*, **47**: 95-103
- 鈴木 惇 1977 a 家畜の骨格筋線維の組織化学的分類とその機能的意義に関する研究. 日畜会報, **48**: 183-191
- Suzuki, A. 1977 b A comparative histochemical study of the masseter muscle of the cattle, sheep, swine, dog, guinea pig and rat. *Histochemistry*, **51**: 121-131
- Suzuki, A. 1978 Histochemistry of the chicken skeletal muscles II. Distribution and diameter of three fiber types. *Tohoku J. Agric. Res.*, **29**: 38-43
- Vaughan, H. S., Aziz-Ullah, G. Goldspink and N. W. Nowell 1974 Sex and stock differences in the histochemical myofibrillar adenosine triphosphatase reaction in the soleus muscle of the mouse. *J. Histochem. Cytochem.*, **22**: 155-159
- Zietzschmann, O., E. Ackerknecht und H. Garu 1974 *Ellenberger/Baum, Handbuch der Vergleichenden Anatomie der Haustiere*. Springer Verlag, Berlin, S. 294 und 320

Summary

Muscle fiber distribution has been studied in the profound and the superficial parts of *M. biceps femoris* of castrated males and females of two breeds (Duroc, Landrace) of pig. The results show that fiber types in the *M. biceps femoris* of pig can be conveniently classified into three categories on the basis of histochemical reaction; those are type I-red fiber with an alkali-labile and acid-stable myosin ATPase and a high succinic dehydrogenase (SDH) activity, type II-white fiber with an alkali-stable and acid-labile myosin ATPase and a low SDH activity, and type II-red fiber with an alkali-stable myosin ATPase and a high SDH activity. Type II-red fiber was moreover divided into two groups, fiber with an acid-labile myosin ATPase and fiber with an acid-stable myosin ATPase. The latter was only about 3% of all type II-red fiber.

The values of χ^2 test showing the difference of fiber type distribution between the profound and the superficial part were significant ($p < 0.01$) in the six pigs of seven. There are more abundant type I-red muscle fibers in the profound part, reciprocally more abundant type II-white muscle fibers in the superficial part than each another part.

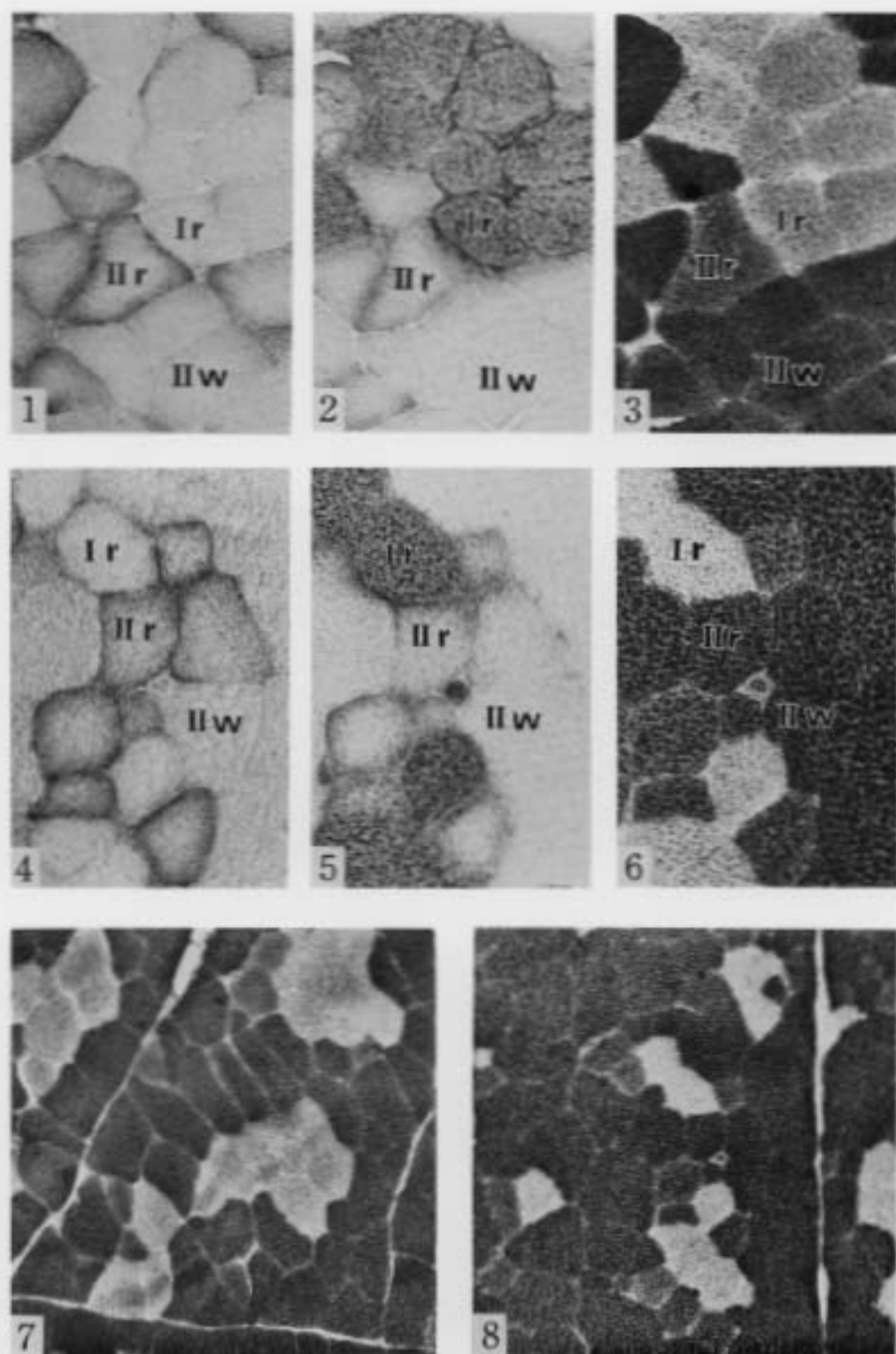
Type II-white fiber had a larger diameter in the superficial part of castrated males, and in the profound part of females than each another part in both breeds. The diameter of type I-red fiber of the profound part was larger than that of the superficial part in the Duroc castrated males.

Explanation of Plate 1

Figs. 1-3. Serial sections of the profound part of *M. biceps femoris* in the Duroc castrated male (No. 3). $\times 100$. Succinic dehydrogenase activity (fig. 1), myosin ATPase activity following acid preincubation at pH 4.3 (fig. 2) and myosin ATPase activity following alkaline preincubation at pH 10.6 (fig. 3) are shown. Muscle fibers can be classified into three types, namely type I-red (Ir), type II-red (IIr) and type II-white (IIw) muscle fibers.

Figs. 4-6. Serial sections of the superficial part of *M. biceps femoris* in the Landrace castrated male (No. 6). $\times 100$. Succinic dehydrogenase activity (fig. 4), myosin ATPase activity following acid preincubation (fig. 5) and myosin ATPase activity following alkaline preincubation (fig. 6) are shown. Ir, IIr and IIw are the same as the explanation of figs. 1-3.

Figs. 7, 8. Type I-red muscle fibers with alkali-labile myosin ATPase of *M. biceps femoris* of the Duroc castrated male (No. 3). $\times 50$. There are more abundant type I-red muscle fibers in the profound part (fig. 7) than the superficial part (fig. 8).



脈管束の組織構造