

肥育期間の違いが肉質及び筋線維に及ぼす影響

新居雅宏・谷 史雄・仁木明人

要約

- 1 肉質を主目的としたゲノム解析における形質測定の指標とするため、大ヨークシャー及び WLHD について肥育期間の異なる区をそれぞれ設け、肉の理化学検査及び組織化学検査を実施した。
- 2 理化学検査では試験 1 において長期肥育区が肉色が赤く濃くなる傾向がみられ、圧搾肉汁率では有意に高い値となった ($P < 0.01$)。また、脂肪について長期肥育区が a 値, b 値が高いにも関わらず、融点が高かった。
試験 2 では長期肥育区の pH が有意に低く ($P < 0.05$)、伸展率、加熱損失率ともに低い傾向がみられた。
- 3 組織化学検査では長期肥育区的最長筋における I 型筋線維本数の割合が試験 1 の内側、試験 2 の全部位で低い傾向がみられた。また、試験 1 の II A 型筋線維本数の割合は長期肥育区で高い傾向を示した。
- 4 個々の筋線維の直径は長期肥育区のほとんどの筋線維型及び部位で増大が観察されたが特に最長筋の外側で顕著であった。

目的

肉畜試験場では、平成 9 年度より肉質を解析の主目的としてゲノム解析を行っている。ゲノム解析は F2 までの家系を作成し、親世代の形質について F2 世代での分離を測定する。形質は環境要因等を除いた個体間の遺伝的差を測定する必要がある。肉量等の質に対する量的な形質を測定する場合、体重を一定にする必要がある。しかし、肉の質的形質を測定する場合、環境要因の重要な因子として肥育期間の違いについて検討する必要がある。一方、筋線維、肉質と肥育期間について検討した報告は少ない。そこで、肥育期間の違いと筋線維及び肉質の関係について検討し、F2 形質測定の指標とすることを目的とした。

材料及び方法

1 供試豚の構成及び試験日

1) 試験 1

平成 9 年 9 月と 10 月に分娩した大ヨークシャー (以下 W) について、平成 10 年 6 月 9 日及び 6 月 16 日に屠殺した 12 頭を長期肥育区、平成 9 年 12 月に分娩し、平成 10 年 6 月 16

日に屠殺した 6 頭を対照区として各種検査を行った。長期肥育区の 12 頭のうち、組織化学検査は 6 月 16 日に屠殺した 3 頭のみ実施した。表 1 のように理化学検査は 74 日、組織化学検査は 68 日程度の肥育期間に差があった。2 区は緩やかな制限給餌を行った。

2) 試験 2

平成 10 年 1 月に分娩した全兄妹の WLHD ((大ヨークシャー×ランドレース) × (ハンブシャー×デュロック)) 8 頭について、平成 10 年 7 月 1 日、平成 10 年 8 月 25 日にそれぞれ 4 頭ずつ、屠殺して各種検査を行った。表 1 のように理化学検査及び組織化学検査は 44 日の肥育期間に差があった。2 区は生後約 4 ヶ月齢から約 1.5kg / 日、約 6 ヶ月齢から約 2kg / 日の制限給餌を行った。

2 理化学検査ならびに組織化学検査

理化学検査ならびに組織化学検査は本報の DNA マーカーを利用した高品質阿波ポークの生産技術の開発のとおりである。また、試験 2 では筋線維の短径の直径について、3 種類の筋線維型についてそれぞれ、48~94 本をビデオマイクロメーター(オリンパス VM - 39)により測定した。

表 1 試験区分

項目	試 験 1		試 験 2	
	1 区	2 区	1 区	2 区
理化学検査				
供試豚	W	W	WLHD	WLHD
性別	雌 去勢	雌 去勢	雌 去勢	雌 去勢
頭数	5 1	12 0	3 1	2 2
肥育日数	182 ± 4.6	256 ± 21	171 ± 0	226 ± 0
出荷時体重	126.8 ± 7.6	134.3 ± 11.1	114.9 ± 4.6	117.3 ± 6.5
組織化学検査				
供試豚	W	W	WLHD	WLHD
性別	雌 去勢	雌 去勢	雌 去勢	雌 去勢
頭数	5 1	3 0	3 1	2 2
肥育日数	182 ± 4.6	250 ± 0	171 ± 0	226 ± 0
出荷時体重	126.8 ± 7.6	132.4 ± 14.0	114.9 ± 4.6	117.3 ± 6.5

結果及び考察

試験 1 及び試験 2 の理化学検査値を表 2 に示した。試験 1 では有意ではないものの PCS は 2 区が高く、L 値、b 値は低い傾向がみられ、また、伸展率も 2 区が低い傾向を示し、圧搾肉汁率は 1% 水準で 2 区が有意に高かった。次に、内層脂肪について融点、PFCS とともに 5% 水準で 2 区が高く、b 値は 1% 水準で 2 区が高かった。試験 2 について PCS は 2 区が高い傾向を示したが、L、a、b 値にほとんど差はなかった。pH について 5% 水準で 2 区が低かった。また、伸展率及び加熱損失率で 2 区が低い傾向

を示し、脂肪について a 値に高い傾向がみられた。

表 2 理化学検査結果

項目	試 験 1		試 験 2	
	1 区	2 区	1 区	2 区
ロース (5 - 6 胸椎間)				
PCS	2.3 ± 0.3	2.6 ± 0.6	2.3 ± 0.3	2.8 ± 0.3
L 値	44.19 ± 2.4	41.6 ± 4.3	43.56 ± 3.3	44.17 ± 2.7
a 値	8.84 ± 1.1	8.86 ± 0.9	7.78 ± 0.3	7.31 ± 0.7
b 値	9.10 ± 1.0	8.18 ± 1.2	8.46 ± 0.7	8.46 ± 0.8
pH	5.51 ± 0.1	5.55 ± 0.1	5.66 ± 0.1 ^a	5.45 ± 0.1 ^b
加圧保水率 (%)	70.68 ± 1.6	71.66 ± 2.3	68.13 ± 2.9	69.90 ± 2.1
伸展率 (cm ² /g)	23.42 ± 2.7	21.98 ± 2.7	25.23 ± 4.9	21.28 ± 2.2
加熱損失率 (%)	23.25 ± 2.5	23.08 ± 2.8	26.35 ± 1.3	24.72 ± 3.2
圧搾肉汁率 (%)	39.90 ± 1.1 ^A	42.57 ± 1.4 ^B	42.40 ± 1.0	42.25 ± 1.5
内層脂肪				
融点 (°C)	39.02 ± 2.1 ^a	42.79 ± 2.6 ^b	42.03 ± 1.6	42.90 ± 1.6
PFCS	1.7 ± 0.3 ^a	2.1 ± 0.4 ^b	1.9 ± 0.6	2.0 ± 0
L 値	37.77 ± 0.9	67.30 ± 2.4	69.64 ± 0.9	69.23 ± 1.6
a 値	1.74 ± 0.3	2.16 ± 0.7	1.48 ± 0.6	2.06 ± 0.6
b 値	6.54 ± 0.4 ^A	7.75 ± 0.5 ^B	6.90 ± 0.7	7.14 ± 0.2

A - B = P < 0.01, a - b = P < 0.05 (t - test)

ミオグロビン含量の影響により加齢とともに肉色が赤く濃くなると報告¹⁾されており、今回も試験 1 について同様の傾向がみられたが試験 2 ではみられなかった。これは試験 1 と試験 2 の肥育日数の差の違いも考えられるが、試験 2 の中には白く淡い肉色を呈する PSE 状の個体が存在したことも影響したと考えられた。入江²⁾は肉色に影響する要因としてミオグロビン等色素と肉の組織微細構造について述べているが、試験 2 の個体は微細構造が異常であることが推察された。試験 2 の供試豚について RYR1 突然変異の有無を調べたが全頭陰性であった。伸展率は両試験ともに長期肥育区が低くなる傾向にあり、一方、圧搾肉汁率は試験 1 で長期肥育区が有意に高くなった。西海ら³⁾は加齢に伴う豚筋肉の硬さと筋肉内結合組織成分の変化について報告しているが、加齢による結合組織の量、質的变化が伸展率、圧搾肉汁率に影響したと推察された。また、試験 1 で肩、背、腰及びランジルの各脂肪の厚さは長期肥育区が薄かった(データ未提示)にも関わらず、脂肪の融点が長期肥育区で有意に高かったことについて、入江は総説⁴⁾の中で同様の飼料条件では背脂肪厚が薄ければ融点が下がり、また、制限給餌によっても融点が下がると述べているが、今回の試験は全て約 60kg 以降は同様の市

販肉豚飼料を給与しており，推察が困難であった。

次に筋線維本数の割合を表3に示した。試験1ではA型筋線維本数の割合は2区で高い傾向がみられ，型筋線維は内側で2区より低い傾向を示した。試験2でも型筋線維の内側で2区が5%水準で少ない結果となり，また，他の部位についても少ない傾向を示した。このことについてサンプリング部位が異なっているためなのか，老齢豚では型筋線維の減少が観察されたと報告⁵⁾のあるような現象が生じたのか，例数を増やして検討する必要がある。

表3 筋線維本数の割合

項目	試験 1		試験 2	
	1 区	2 区	1 区	2 区
筋線維本数の割合 (%)				
I 型				
内側	8.63 ± 5.0	4.57 ± 2.8	9.91 ± 4.8 ^a	2.94 ± 2.2 ^b
中心部	12.89 ± 4.2	12.93 ± 0.5	15.97 ± 3.3	11.13 ± 3.6
外側	16.05 ± 1.5	16.24 ± 3.9	17.88 ± 2.4	14.08 ± 2.6
頸棘筋	36.30 ± 4.7	40.39 ± 5.6	31.58 ± 9.3	25.78 ± 5.8
II A 型				
内側	9.97 ± 2.3	11.82 ± 4.5	12.80 ± 2.3	10.74 ± 5.4
中心部	9.57 ± 2.3	13.19 ± 5.1	11.57 ± 1.4	12.90 ± 6.6
外側	11.73 ± 3.5	14.60 ± 2.9	15.63 ± 1.8	14.27 ± 4.3
頸棘筋	25.01 ± 5.3	22.23 ± 4.5	27.64 ± 2.5	32.71 ± 4.9
II B 型				
内側	82.57 ± 6.9	83.61 ± 6.0	77.30 ± 7.1	86.32 ± 3.7
中心部	77.70 ± 6.6	73.89 ± 5.5	72.46 ± 3.7	75.97 ± 3.7
外側	72.17 ± 3.2	69.16 ± 6.3	66.49 ± 3.9	70.94 ± 5.8
頸棘筋	38.70 ± 8.9	37.39 ± 7.0	40.78 ± 8.3	41.51 ± 9.0

A - B = P < 0.01, a - b = P < 0.05 (t - test)

また，試験1，試験2ともに同じ筋線維型でも内側，中心部及び外側で差がみられ，内側から外側に型とA型のいわゆる赤筋の割合が高かった。このことについて鈴木ら⁶⁾も最長筋の部位による筋線維型の分布パターンが異なることを述べている。型筋線維は運動等の環境要因により，一部B型からA型へ移行することが示唆されている⁷⁾が，試験1でその傾向がみられた。また，鈴木ら⁸⁾は大腿部筋系における筋線維型の分布パターン図の中でA型筋線維の変動が型，B型に比べ少ないと報告しているが，今回も最長筋であるにも関わらず，同様の傾向を示した。5 - 6胸椎部で存在する頸棘筋は，形態的に最長筋と比較して濃い赤色を呈し，キメが粗かった。組織化学的に観察す

ると明らかに 型, 及び A 型筋線維が多く全体の 60%前後をしめ, また, 1 筋束あたりの筋線維の本数も最長筋に比べ少ない傾向を示し(データ未提示), また, 筋束の区別が明瞭であった。頸棘筋は首の上下運動を司る筋肉の 1 つであり, 歩行や走行等の足の動きを司る大腿筋と同様の資質を要求されることから, 型及び A 型筋線維が多いと推察された。また, より力を必要とするために少ない筋線維の単位で結合組織による強固な筋束を形成し, そのことが肉のキメに影響していると推察された。

次に試験 2 の筋線維の直径について表 4 に示した。ほとんどの筋線維で 2 区が大きい結果となり, 型の内側, A 型の外側で 1%水準, 型の中心部に 5%水準の有意差がみられた。また, 2 区では外側になるほど, 筋線維の直径が大きい傾向を示した。長期肥育した区が筋線維の直径が大きい結果であったが, 肥育期間というより, ロース芯面積の増加と高い相関があると考えられる。肉のキメという点では, 肥育期間に顕著な差は観察されなかった。また, 最長筋と頸棘筋を比較した場合, 直径にほとんど差はなく, キメは明らかに頸棘筋が粗かったことから, 筋線維の直径は肉のキメを決める重要な要因ではないと推察された。

これらのことから肉色, 伸展率, 圧搾肉汁率及び脂肪の質, 筋線維型において肥育期間の違いが要因と考えられる差が認められたこと, また, キメの細やかさは, 結合組織の発達, 1 筋束あたりの筋線維の本数に重要な要因があると推察されたことから肉質を主目的としたゲノム解析は同一の肥育期間で形質の測定を行う必要があると判断された。しかし, 成熟速度は個体間で異なることから, 更なる検討も必要である。

表 4 筋線維の直径

項目	試 験 2	
	1 区	2 区
筋繊維本数の割合 (um)		
I 型		
内側	44.70 ± 1.5 ^a	51.76 ± 0.3 ^b
中心部	46.68 ± 0.5 ^a	52.13 ± 2.3 ^b
外側	47.26 ± 2.3	56.82 ± 7.7
頸棘筋	48.38 ± 5.7	53.25 ± 2.7
II A 型		
内側	48.56 ± 12.4	42.74 ± 6.0
中心部	40.57 ± 6.9	44.93 ± 0.4
外側	40.23 ± 1.4 ^a	52.71 ± 1.1 ^b
頸棘筋	43.31 ± 1.4	45.39 ± 2.5
II B 型		
内側	50.15 ± 4.0	51.88 ± 4.2
中心部	52.72 ± 3.2	57.31 ± 5.3
外側	48.73 ± 5.3	59.46 ± 15.8
頸棘筋	42.55 ± 3.5	50.45 ± 5.1

A-B=P<0.01, a-b=P<0.05(t-test)

【参考文献】

- 1) 泉本勝利 (1993) 食肉の科学 34:149-155,157-163
- 2) 入江正和ら (1995) 日畜会関西支部報 129:1-8
- 3) 西海理之ら (1997) 食肉に関する助成研究調査報告書 15:204-210
- 4) 入江正和 (1989) 畜産の研究 43:797-798,1052-1053
- 5) Salomon,F-V. (1983) Anat.Anv.,Jena 154:69-79
- 6) 鈴木 惇 (1994) 食肉に関する助成研究調査報告書 12:306-310
- 7) Faulkner,J.A. et. al. (1971) Am.J.Physiol. 221:291-297
- 8) 鈴木 惇 (1993) 食肉に関する助成研究調査報告書 11:263-267