

出荷体重や発育速度の違いがかごしま黒豚の肉質特性に及ぼす影響

大小田勉・井之上弘樹^{*2}・高橋宏敬^{*2}・喜田克憲^{*1}・多田司^{*3}・井尻大地^{*2}・大塚彰^{*2}

要 約

パークシャー種であるかごしま黒豚の出荷体重や発育速度が肉質に及ぼす影響を調べた。出荷体重では単飼・制限給餌で肥育した 90kg 区, 115kg 区, 130kg 区を設定し, 発育速度では出荷体重の 115kg 区を対照区とし, エネルギー量の高い餌を群飼で不断給餌した群で出荷日齢の早い豚を追い込み区とした。出荷日齢は出荷体重の 3 区が 182 日齢, 224 日齢, 260 日齢となり, 追い込み区が 173 日齢となった。肉質への影響をロースブロックで調べた結果, 出荷体重や発育速度の違いは保水性や硬さに影響しなかったが, 背脂肪において, 脂肪融点は 130kg 区が 115kg より低く ($P<0.05$), α -トコフェロールは 130kg 区が他の 2 区より低かった ($P<0.05$)。飽和脂肪酸割合では対照区より追い込み区が高かった ($P<0.05$)。出荷体重や発育速度の違いはいずれも消費型官能評価(総合評価)に影響しなかった。出荷体重や発育速度の違いはかごしま黒豚の脂肪組織へ影響し, 影響する項目はそれぞれ異なっていた。

キーワード:かごしま黒豚, 出荷体重, 肉質特性, 発育速度

緒 言

昭和 30 年代, シラス台地で収穫されたサツマイモ(甘藷)を給与された黒豚は, 生きたまま東京に運ばれ, その黒豚肉の美味しさは東京の人々を魅了し, 日本で最初の豚肉のブランドとなった³⁾。その後, 全国各地で様々な豚がブランド化され, 「銘柄豚肉ハンドブック 2018」⁸⁾によると全国に 400 以上の銘柄豚が登録され, 品種, 飼料, 飼育環境, 地域性などで特色を出している。このような中, 鹿児島県黒豚生産者協議会では「かごしま黒豚ブランド産地指定基準」を定め, 他のブランド豚との差別化を図っている。具体的には, 鹿児島県で生まれ育ったパークシャー種に, 甘藷 10~20%を含む餌を肥育後期に 60 日以上給与し, 出荷日齢が概ね 230~270 日齢の豚を「かごしま黒豚」としている。昭和 36 年に豚枝肉取引規格が設定され, 枝肉格付制度が開始されると, 生体で鹿児島から東京まで出荷されていた豚は, 産地周辺の食肉処理場に出荷され, 枝肉や精肉が全国に流通するようになった。現在, 公益社団法人日本食肉格付協会(日格協)による枝肉重量の格付基準は, 65~80kg が「上」とされ, 白豚も黒豚も枝肉歩留を考慮し, 体重約 110~115kg で出荷されている。

黒豚肉の美味しさが東京の人々を魅了した 1955 年(昭和 30 年)代は枝肉格付制度の開始前であり, 残飯養豚が多く発育の遅い当時の黒豚の状況を考えると, 現在の 110kg より小さい体重で東京へ運んでいたと言われている。さらに, 中型種であるパークシャー種は, 大型種である白豚を基準とする出荷体重 110~115kg よりも小さい体重が肉質的に美味しい可能性が考えられる。一方, 上物の枝肉重量より大きな「真物大貫」と呼ばれる豚肉の方が美味しいと評価する流通業者も存在することから「美味しい豚肉」の条件として, かごしま黒豚の適正な出荷体重に注目が集まっている。

鹿児島県はかごしま黒豚ブランド推進の立場から, 1971 年(昭和 46 年)から系統造成を開始し, 主な改良形質に一日増体量などを定め, 2015 年(平成 27 年)までの 4 つの系統造成で発育速度の向上や産肉性の向上を図ってきた。この遺伝的改良に加え, 数十年にわたる飼養管理技術の向上や配合飼料成分の改善などによる増体の向上により, かごしま黒豚の出荷日齢はブランド産地指定基準よりも早くなりつつある。

そこで本研究では出荷体重や発育速度がかごしま黒豚の美味しさや肉質特性に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場(霧島市)において, かごしま黒豚の去勢雄を同じ飼養管理(単飼・制

(連絡先) 中小家畜部

*1 鹿児島県経済農業協同組合連合会

*2 鹿児島大学大学院農水産獣医学域農学系
連合農学研究科

*3 鹿児島県立短期大学

限給餌)で出荷体重を変えた3区を配置し、体重115kgまでの発育速度を変えるため、単飼・制限給餌で育てた対照区と群飼・不断給餌で育てた追い込み区の2区を配置した。全区とも肥育後期は甘藷10%を含む飼料で肥育し、出荷後それぞれ4~5頭のロースブロックを採材した。豚肉の熟成時間を合わせるため、出荷、屠殺、解体(0日目)した後、枝肉を0℃で冷蔵保管して、3日目に枝肉よりロースブロックの切り出しを行い、5日目に分析用の肉検体の採材を行った。右側ロースブロックの頭部側から検査項目別に切り分けた肉検体を真空パックし、分析まで-20℃で冷凍保存した。左側のロースブロックは、3等分して真空パックを行い、消費型官能評価(官能評価)用として冷凍保存した。

肥育試験は、日本学術会議の「動物実験の適正化に向けたガイドライン」などに従い、動物倫理に十分な配慮を払って実施した。

1 出荷体重や発育速度が異なるかごしま黒豚の枝肉成績

出荷体重の異なる区は、単飼のパークシャー種去勢雄を体重35kgから60kgまでTDN78.5%の肥育前期用飼料を給与し、その後出荷までTDN70%の黒豚用肥育後期用飼料(甘藷10%配合)を制限給餌した。出荷体重により90kg区、115kg区、130kg区の3区とし、それぞれ5頭、7頭、6頭を供試豚とした。この3区については、5頭の確保を基本に発育途中での事故のリスクを考え、予備の豚を1~2頭準備したが、恣意的に5頭を選抜することを避けるため、発育した全頭を供試豚とした。

表1 肥育期の飼料給与量

肥育前期用飼料		肥育後期用飼料	
体重(kg)	給与量(kg/日)	体重(kg)	給与量(kg/日)
35	1.3	60	2.0
40	1.4	65	2.1
45	1.5	70	2.2
50	1.6	75	2.3
55	1.7	80	2.4
		90	2.5
		95	2.6
		100	2.7
		105	2.8
		115	3.0

1頭あたりの飼料の給与量は表1のとおりとした。また、発育速度の異なる試験は、前述の115kg区(対照区)に対

し、出荷速度を早めるために去勢雄を群飼し、肥育期飼料を不断給餌した。体重35kgからは前述肥育前期用飼料を給与し、体重60kgからは前述肥育後期用飼料に比べ、エネルギー含量の高いTDN76%の飼料を給与した。出荷体重に達した順に5頭を追い込み区とし、対照区と比較した。なお、各区の飼料は、全て南日本くみあい飼料株式会社(志布志市)から購入した。各飼料の原材料の配合割合と成分値を表2に示した。

調査項目は、肥育期の日増体量(DG)、出荷日齢、枝肉重量、枝肉背脂肪厚(以下背脂肪厚)、上物率等とした。

表2 飼料の配合割合および成分値

原材料名	前期用飼料	後期用飼料(TDN70)	後期用飼料(TDN76)
	-----配合割合(%)-----		
穀類	68	55	66
植物性油かす類	19	14	19
甘藷	0	10	10
そうこう類	4	16	2
その他	9	5	3
分析成分項目	-----含量(%)-----		
TDN(計算値)	78.8	70.0	76.0
粗タンパク質	16.0	13.5	13.5
粗脂肪	5.0	2.0	2.5
粗灰分	8.0	8.0	8.0
粗繊維	5.0	5.0	5.0
カルシウム	0.5	0.5	0.5
リン	0.4	0.4	0.4

注1) TDN(計算値):各原材料のTDN含量(日本標準飼料成分表2009年)を配合割合に基づいて各原材料のTDN量を算出し、それらの総和を飼料のTDN含量とした。

2 理化学分析

遠心水分遊離率、加熱遊離水分率、剪断力価、破断強度および筋肉の臭気成分の測定は、日本ハム中央研究所(つくば市)に委託した。筋肉中代謝物質の網羅的分析とビタミンB₁およびB₂、背脂肪のビタミンEと脂肪酸組成および脂肪融点の測定は、鹿児島県経済農業協同組合連合会食品総合研究所(鹿児島市)に委託した。臭気成分は検体(赤身)を密閉容器にとり、気相(ヘッドスペース)中の揮発成分をGC/MSにより定性分析を行った。なお、臭気成分の解析は、GC/MSにあらかじめ登録されている標準マススペクトルを用いて自動解析した。剪断力価は加熱肉を線維に沿って、幅1cm、高さ1cmにカットし、WARNER-BRATZLER法(インストロン社製)により測定した。破断強度はテンシプレッサーにより分析した。遠心水分遊離率

は肉送料に対する遠心負荷 (2,200×g, 30分) によって離水する水分量の割合 (%) とした。また、加熱遊離水分率は肉総量に対する加熱負荷 (70°C, 60分) によって離水する水分量の割合 (%) とした。

3 消費者型官能評価

官能評価用試料は、まずローズブロックを4°Cで20~24時間かけて解凍した後、1cm厚の背脂肪層を付けた状態で、筋線維の走方向に対して直角に1.5cm厚でスライスし、4%食塩水に30分間浸漬した。次に、このスライスを蓋付きのホットプレートで加熱 (250°C, 表面4分および裏面2分) 後、1.5cm幅の短冊状にカットした。評価用試料として、筋肉 (赤身) のみの肉片 (幅1.5cm×長さ2cm)、および脂肪 (脂身) 付きの肉片 (幅1.5cm×長さ3cm (うち脂肪層1cm)) の2種を準備した。試料には2桁の乱数字を付し、出荷体重の評価では3試料、発育速度の評価では2試料を同時にパネリストに提供した。パネリストはまず、喫食前に試料の香りを嗅ぎ、「香りの好ましさ」を評価した。次に、水で口腔内をすすぎ、筋肉のみの試料を前歯で噛み切り、奥歯で25回咀嚼した後飲み込み、「噛み切りやすさ」、「咀嚼のしやすさ」、「歯ごたえの好ましさ」、「多汁性」について評価を行った。その後、再度口腔内を水ですすぎ、脂肪付き試料を喫食して、「うま味の強さ」、「うま味の好ましさ」、「脂肪の甘味」、「脂肪のサッパリさ」、そして「総合的評価」を決定した。評価法は、出荷体重を順位法で行い、出荷速度は対照区に対する追込み区の評価を-3から+3の7評点で評価した。評価はいずれも盲試験とし、パネリストには喫食2時間前から飲食を控えてもらった。パネルは嗜好型パネルとし、出荷体重は年齢20~60代の男性23名および女性19名の計42名とし、出荷速度は年齢20~70代の男性30名および女性12名の計42名とした。パネリストには募集時に研究目的や方法を説明すると同時に、参加者は自由意志に基づくものとし、評価の際には個人情報特定されないように配慮した。

4 統計処理

得られたデータは平均値を算出した後、出荷体重では分散分析を実施し、多重比較検定を行った。出荷速度ではt検定を実施し、P<0.05の場合に統計学的に有意差があると判断した。官能評価に関しては、出荷体重は順位付けられたデータからケンドールの一致性係数Wを求めフリードマン検定を行った。発育速度はシェッフェの対比較法 (芳賀の変法) で検定を行った。

結果および考察

1 飼養成績と枝肉成績

発育と枝肉成績の結果を表3に示した。出荷体重3区間の肥育期DGに差はなかったが、出荷日齢と出荷体重、枝肉重量の3項目で各区間に有意な差が認められた (P<0.05)。また、背脂肪厚は90kg区、115kg区、130kg区がそれぞれ1.5cm、1.9cm、2.2cmとなり、90kg区と130kg区に有意な差がみられた (P<0.05)。川井田²⁾ はかごしま黒豚の背脂肪は体重の増加 (90kg, 100kg, 110kg) とともに厚くなるとし、新垣ら¹⁾ もランドレース種の背脂肪 (カタ, セ) は110kg区より12kg区が厚くなったと報告しており、本研究でも体重に比例して背脂肪が厚くなることが確認された。3区の上物率は枝肉重量や背脂肪厚の影響により0%、100%、17%となった。

次に発育速度では、追込み区が対照区に対し、肥育期DGが241g高く、出荷日齢も51日早く、背脂肪は0.5cm厚くなり、3項目とも有意差がみられた (P<0.05)。川井田²⁾ はかごしま黒豚を体重50kgから105kgまで制限給餌で飼養した際、飼養形態と飼料のエネルギー量の異なる「群飼・TDN70%」と「単飼・TDN63%」の2群を比較した。その結果、「群飼・TDN70%」の肥育後期DGは「単飼・TDN63%」より152g高く、出荷日齢も22日早くなり、背脂肪厚も約0.4cm厚かったとしており、今回の試験同様、飼養形態と飼料のエネルギー量は発育速度に影響を与え、背脂肪厚にも影響することが確認された。

出荷は体重115kgに達した時点で実施する予定だったが、追込み区は早期出荷を焦り、110kg前後で出荷したため、出荷体重が108kgとなり、対照区の114kgに比べ、有意に低い体重となってしまった (P<0.05)。

2 理化学分析による肉質の評価

テクスチャー特性の分析結果を表4に示した。出荷体重の90kg区、115kg区、130kg区の3区分間には、遠心水分遊離率、加熱遊離水分率、剪断力価、破断強度に有意な差は認められなかった。川井田²⁾ はかごしま黒豚の体重90kg、100kg、110kg間に加熱保水性や加圧保水性の差はなく、佐野ら⁶⁾ もパークシャー種の体重119kg、128kg、138kg間に保水力、加熱損失、破断応力に差はないとしている。また、鈴木ら¹⁰⁾ もLWDにおいて、体重90kg、105kg、120kg間に加熱損失や剪断力価の差はないとしており、90~130kg間の出荷体重の違いによるテクスチャーに差がみられないことが示唆された。今回の発育速度の2区分間においても、遠心水分遊離率、加熱遊離水分率、剪断力価、破断強度に有意差はなかった。

清水ら⁹⁾ は不断給餌と2種類の制限給餌で105kgまで

表3 出荷体重や発育速度の違いが枝肉に及ぼす影響

	出荷体重			発育速度	
	90 kg区 (5頭)	115 kg区 (7頭)	130 kg区 (6頭)	追い込み区 (5頭)	対照区 (7頭)
肥育期DG (g/d)	570 ± 11.8	574 ± 32.5	549 ± 42.0	815 ± 66.6 a	574 ± 32.5 b
出荷日齢 (日)	182 ± 4.5 c	224 ± 9.9 b	260 ± 14.3 a	173 ± 6.7 b	224 ± 9.9 a
出荷体重 (kg)	90 ± 1.4 c	114 ± 1.6 b	131 ± 2.2 a	108 ± 2.0 b	114 ± 1.6 a
枝肉重量 (kg)	54 ± 1.8 c	70 ± 0.9 b	82 ± 4.0 a	68 ± 1.6	70 ± 0.9
背脂肪厚 (cm)	1.5 ± 0.3 b	1.9 ± 0.2ab	2.2 ± 0.3 a	2.4 ± 0.3 a	1.9 ± 0.2 b
上物率 [†]	0%	100%	17%	60%	100%

注1) データは平均±標準偏差 (n=5-7) . 115kg区と対照区は同群

2) a, b, c : 異なる英文字間に有意差あり (P<0.05)

3) [†]上物率=上物と格付された個体数÷区の個体数×100 (上物規格は令和3年度までの豚肉枝肉規格に基づく)

表4 出荷体重や出荷日齢の違いが筋組織のテクスチャー特性に及ぼす影響

物理検査	出荷体重			発育速度	
	90kg 区 (4頭)	115kg 区 (5頭)	130kg 区 (5頭)	追い込み区 (5頭)	対照区 (5頭)
遠心水分遊離率 (%)	34.1 ± 2.6	35.0 ± 2.0	35.5 ± 0.2	34.6 ± 2.2	35.0 ± 2.0
加熱遊離水分率 (%)	17.5 ± 2.1	18.4 ± 2.0	16.7 ± 2.3	17.9 ± 2.4	18.4 ± 2.0
剪断力価 (×N/cm ²)	20.3 ± 4.5	21.5 ± 4.4	21.0 ± 3.0	23.8 ± 5.8	21.5 ± 4.4
破断強度 (×10 ⁶ N/m ²)	3.9 ± 0.4	4.5 ± 1.1	4.0 ± 0.6	4.2 ± 1.3	4.5 ± 1.1

注1) データは平均±標準偏差 (n=4-5)

2) 115kg区と対照区は同群

表5 出荷体重や出荷日齢の違いが筋組織の臭気成分に及ぼす影響

臭気成分	出荷体重			発育速度	
	90 kg区 (4頭)	115 kg区 (5頭)	130 kg区 (5頭)	追い込み区 (5頭)	対照区 (5頭)
	----- 検出された数 -----			-- 検出された数 --	
メタンチオール	4	5	5	5	5
アセトン	4	4	5	5	4
酢酸	4	4	4	5	4
エタノール	3	3	2	3	3
アセトアルデヒド	4	5	5	5	5
ヘキサナール	3	3	1	5	3
イソブチルアルデヒド	1	ND	ND	2	ND
2-ブタンン	2	ND	ND	3	ND
3-メチルブタナール	1	ND	ND	1	ND
3-メチル-2-ブタンン	1	ND	ND	2	ND
ペンタナール	1	ND	ND	ND	ND
トルエン	ND	1	ND	ND	1
種類	11	7	6	10	7
総数	28	25	22	36	25
1検体あたりの検出数	7.0 ± 2.0	5.0 ± 1.0	4.4 ± 0.5	7.2 ± 1.9	5.0 ± 1.0

注1) データは平均±標準偏差 (n=4-5)

2) 115kg区と対照区は同群

3) ND : 未検出

表 6 出荷体重や出荷日齢の違いが脂肪組成および脂肪融点に及ぼす影響

脂肪酸	出荷体重			発育速度	
	90 kg区 (4頭)	115 kg区 (5頭)	130 kg区 (5頭)	追い込み区 (5頭)	対照区 (5頭)
	%			%	
C10:0 デカン酸	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00
C12:0 ラウリン酸	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00
C14:0 ミリスチン酸	1.45 ± 0.17	1.40 ± 0.00	1.32 ± 0.08	1.58 ± 0.13 a	1.40 ± 0.00 b
C15:0 ペンタデカン酸	0.03 ± 0.05	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.66 ± 0.05	0.00 ± 0.00
C16:0 パルミチン酸	27.43 ± 1.02 ab	27.52 ± 0.42 a	26.14 ± 0.75 b	28.20 ± 1.02	27.52 ± 0.42
C16:1 パルミトレイン酸	2.28 ± 0.25	2.34 ± 0.42	2.22 ± 0.36	2.14 ± 0.43	2.34 ± 0.42
C17:0 ヘプタデカン酸	0.30 ± 0.08	0.22 ± 0.04	0.24 ± 0.05	0.34 ± 0.05 a	0.22 ± 0.04 b
C17:1 ヘプタデセン酸	0.23 ± 0.05	0.20 ± 0.00	0.20 ± 0.00	0.24 ± 0.05	0.20 ± 0.00
C18:0 ステアリン酸	14.30 ± 1.58	14.62 ± 1.17	13.64 ± 0.86	15.50 ± 1.14	14.62 ± 1.17
C18:1 オレイン酸	42.43 ± 2.48 b	42.94 ± 0.77 ab	45.42 ± 0.88 a	41.28 ± 1.51	42.94 ± 0.77
C18:2 リノール酸	9.10 ± 0.29	8.30 ± 0.55	8.44 ± 0.53	8.26 ± 0.55	8.30 ± 0.55
C18:3 リノレン酸	0.55 ± 0.06	0.48 ± 0.04	0.50 ± 0.07	0.48 ± 0.04	0.48 ± 0.04
C20:0 アラキジン酸	0.20 ± 0.00	0.18 ± 0.04	0.14 ± 0.05	0.20 ± 0.00	0.18 ± 0.04
C20:1 イコセン酸	0.80 ± 0.08	0.88 ± 0.04	0.86 ± 0.05	0.86 ± 0.15	0.88 ± 0.04
0:2 イコサジエン酸	0.43 ± 0.05	0.40 ± 0.00	0.44 ± 0.05	0.38 ± 0.04	0.40 ± 0.00
2:3 イコサトリエン酸	0.10 ± 0.00	0.04 ± 0.05	0.06 ± 0.05	0.10 ± 0.00	0.04 ± 0.05
C20:4 アラキドン酸	0.20 ± 0.00 a	0.12 ± 0.04 b	0.10 ± 0.00 b	0.16 ± 0.05	0.12 ± 0.04
C22:4 ドコサテトラエン酸	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00
C22:5 ドコサペンタエン酸	0.10 ± 0.00	0.06 ± 0.05	0.06 ± 0.05	0.08 ± 0.04	0.06 ± 0.05
飽和脂肪酸	43.90 ± 2.70	44.10 ± 1.10	41.70 ± 1.10	46.10 ± 1.40 a	44.10 ± 1.10 b
一価不飽和脂肪酸	45.70 ± 2.60	46.40 ± 1.10	48.70 ± 1.10	44.50 ± 1.50	46.40 ± 1.10
多価不飽和脂肪酸	10.60 ± 0.40	9.50 ± 0.70	9.70 ± 0.70	9.60 ± 0.70	9.50 ± 0.70
脂肪融点 (°C)	39.53 ± 1.98 ab	40.30 ± 1.77 a	37.10 ± 0.69 b	40.62 ± 1.25	40.30 ± 1.77

注1) データは平均±標準偏差 (n=4-5)

2) 115kg区と対照区は同群

3) a, b: 異なる英文字間に有意差 (P<0.05) あり

飼育し、出荷日齢が 176 日齢, 205 日齢, 238 日齢と異なる LWD において、保水性は出荷日齢の影響を受けないが、tenderness (柔らかさ) や toughness (破断応力) の結果は出荷日齢に比例して肉が硬くなると報告している。また、小笠原ら⁴⁾もランドレース種において、肉の硬さは日齢に比例し、170 日齢を境に硬くなり、200 日齢を超えると更に硬くなるとしている。このように LWD やランドレース種では出荷体重に達するまでの日齢 (発育速度) の違いが肉の硬さに影響するとしており、今回のかごしま黒豚は異なる結果になった。川井田²⁾は、かごしま黒豚は他の品種に比べ、筋繊維が細く密集しており、これが肉の軟らかさや多汁性に影響しているとしており、このことが本試験の結果にも影響している可能性が考えられた。

臭気成分の分析結果を表 5 に示した。出荷体重ではメタンチオール、アセトン、酢酸、エタノール、アセトアルデヒド、ヘキサナールの 6 種類が 3 区 (1~5 頭) に検出された。90kg 区は 11 種類の臭気成分が検出され、1 検体あたりの検出数も一番多かったが有意差はみられなかった。発育速度の臭気成分数は、追い込み区が 10 種類で 1 検体あ

たりの検出数も対照区より多かったが有意差はみられなかった。臭気成分の検出数が多かった 90kg 区と追い込み区は、出荷日齢がそれぞれ 182 日齢, 173 日齢と早いことから、臭気成分の種類や数は日齢と関係する可能性が考えられた。

脂肪酸組成と脂肪融点の分析結果を表 6 に示した。脂肪酸組成において、出荷体重では 130kg 区が 115kg 区に比べ C16:0 パルミチン酸が有意に低く (P<0.05)、90kg 区に比べ C18:1 オレイン酸が有意に高かった (P<0.05)。C20:4 アラキドン酸は 90kg 区が他の 2 区より高い値を示した (P<0.05)。飽和脂肪酸 (SAFA)、一価不飽和脂肪酸 (MUFA)、多価不飽和脂肪酸 (PUFA) での差はみられなかったが、脂肪融点は 130kg 区が 37.1°C と最も低くなり、115kg 区との間に有意差がみられた (P<0.05)。佐野ら⁶⁾はパークシャー種で体重 119kg, 128kg, 138kg 間の脂肪酸組成に差はみられなかったが、脂肪融点は 39.9°C, 39.7°C, 37.4°C と、体重 138kg で低くなるとしており、本研究でも同様に体重 130kg 以上で低い結果となった。発育速度では追い込み区が対照区に比べ、C14:0 ミリスチン酸と C17:0 ヘプタデカ

ン酸と飽和脂肪酸で高くなった ($P<0.05$) が、脂肪融点の差は認められなかった。千歳ら¹⁾ はかごしま黒豚で体重105kgまで発育速度が有意に異なる2群間(10日間)に脂肪融点の差はないとし、本研究でも発育速度(51日差)による差はみられなかった。千国ら⁷⁾ は発育速度の異なる2群において、背脂肪厚と飽和脂肪酸は正の相関があると報告しており、本研究でも背脂肪の厚い追い込み区で飽和脂肪酸が有意に高くなった ($P<0.05$)。発育速度の違いは飽和脂肪酸含有に影響し、出荷体重の違いは脂肪融点に影響するなど、出荷体重と発育速度の違いは脂肪組織に異なった

影響を及ぼす可能性が示唆された。

筋組織のビタミンBならびに背脂肪のビタミンEの分析結果を表7に示した。出荷体重でビタミンB1に有意差はみられなかったが、ビタミンB2で130kg区と115kg区との間に有意差がみられた ($P<0.05$)。また、130kg区ではビタミンEのうち α -トコフェロールが他の2区より低く ($P<0.05$) なるなど、130kgを超えると肉質へビタミンの影響が出る可能性が考えられた。一方、発育速度では筋組織のビタミンB並びに背脂肪のビタミンE含量に差はみられなかった。

表7 出荷体重や出荷日齢の違いが筋組織ビタミンB1・B2並びに背脂肪ビタミンE含量に及ぼす影響

組織含量 (mg/100g)	出荷体重			発育速度	
	90 kg区 (4頭)	115 kg区 (5頭)	130 kg区 (5頭)	追い込み区 (5頭)	対照区 (5頭)
ビタミンB B1	0.94 ± 0.09	0.91 ± 0.05	0.86 ± 0.07	0.81 ± 0.14	0.91 ± 0.05
B2	0.19 ± 0.02 ab	0.18 ± 0.01 b	0.22 ± 0.03 a	0.18 ± 0.02	0.18 ± 0.01
ビタミンE α	0.93 ± 0.13 a	0.98 ± 0.13 a	0.64 ± 0.17 b	0.92 ± 0.26	0.98 ± 0.13
β	0.03 ± 0.05	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.02 ± 0.04	0.00 ± 0.00
γ	0.20 ± 0.00	0.20 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.22 ± 0.04	0.20 ± 0.00
δ	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00

注1) データは平均±標準偏差 (n=4-5)

2) 115kg区と対照区は同群

3) a, b: 異なる英文字間に有意差 ($P<0.05$) あり

表8 出荷体重や出荷日齢の違いが筋肉組織の代謝物質に及ぼす影響

代謝物質	出荷体重			発育速度	
	90 kg区 (4頭)	115 kg区 (5頭)	130 kg区 (5頭)	追い込み区 (5頭)	対照区 (5頭)
	-----Relation Area -----			-----Relation Area -----	
Betaine	3.0E-01 ± 4.7E-02 a	2.7E-01 ± 3.6E-02 ab	2.1E-01 ± 3.1E-02 b	1.3E-01 ± 1.7E-02 b	2.7E-01 ± 3.6E-02 a
r-Glu-Cys	4.0E-04 ± 8.7E-05 a	2.8E-04 ± 4.5E-05 ab	2.5E-04 ± 7.0E-05 b	4.0E-04 ± 7.1E-05 a	2.8E-04 ± 4.5E-05 b
Ethanolamine	1.5E-03 ± 2.6E-04 a	1.0E-03 ± 1.6E-04 b	1.2E-03 ± 1.6E-04 ab	1.4E-03 ± 8.1E-05 a	1.0E-03 ± 1.6E-04 b
Ala	1.4E-01 ± 8.4E-03 a	1.1E-01 ± 1.7E-02 b	1.2E-01 ± 1.8E-02 ab	1.2E-01 ± 1.5E-02	1.1E-01 ± 1.7E-02
Carnitine	1.7E-01 ± 8.8E-03 b	1.7E-01 ± 1.6E-02 b	2.1E-01 ± 2.5E-02 a	1.8E-01 ± 1.7E-02	1.7E-01 ± 1.6E-02
Homocarnosine	1.3E-01 ± 7.0E-03 c	1.6E-01 ± 1.3E-02 b	1.9E-01 ± 1.7E-02 a	1.4E-01 ± 1.1E-02	1.6E-01 ± 1.3E-02
Homocysteine	2.1E-04 ± 6.8E-05 b	2.7E-04 ± 5.0E-05 b	3.7E-04 ± 3.5E-05 a	2.5E-04 ± 5.5E-05	2.7E-04 ± 5.0E-05
Malonylcarnitine	3.4E-04 ± 6.3E-05 a	2.3E-04 ± 2.2E-05 b	2.3E-04 ± 5.5E-05 b	2.9E-04 ± 9.9E-05	2.3E-04 ± 2.2E-05
Ornithine	2.4E-03 ± 5.1E-04 a	1.9E-03 ± 1.2E-04 ab	1.6E-03 ± 3.2E-04 b	1.9E-03 ± 5.2E-04	1.9E-03 ± 1.2E-04
Urea	1.5E-01 ± 2.2E-02	1.2E-01 ± 1.6E-02	1.0E-01 ± 3.3E-03	9.8E-02 ± 9.8E-03 b	1.2E-01 ± 1.6E-02 a
Choline	2.0E-02 ± 2.0E-02	7.9E-03 2.2E-03	5.9E-03 ± 1.3E-03	1.2E-02 ± 3.4E-03 a	7.9E-03 ± 2.2E-03 b
Cys	1.5E-03 ± 3.9E-04	1.7E-03 ± 4.0E-04	2.3E-03 ± 1.4E-03	2.6E-03 ± 4.2E-04 a	1.7E-03 ± 4.0E-04 b
Gln	8.0E-02 ± 7.3E-03	6.5E-02 ± 1.7E-02	7.9E-02 ± 1.4E-02	9.1E-02 ± 1.7E-02 a	6.5E-02 ± 1.7E-02 b
Glucanolactone	1.4E-03 ± 3.1E-04	9.7E-04 ± 3.0E-04	1.3E-03 ± 3.1E-04	1.4E-03 ± 3.4E-04 a	9.7E-04 ± 3.0E-04 b
Glycerol 3-phosphate	8.6E-03 ± 2.0E-03	8.1E-03 ± 9.6E-04	7.5E-03 ± 1.6E-03	6.0E-03 ± 1.3E-03 b	8.1E-03 ± 9.6E-04 a
N^5, N^5, N^5 -Trimethyllysine	1.2E-03 ± 7.6E-05	1.3E-03 ± 1.5E-04	1.3E-03 ± 1.8E-04	1.1E-03 ± 9.2E-05 b	1.3E-03 ± 1.5E-04 a
O-Acetylcarnitine	6.8E-02 ± 1.3E-02	7.4E-02 ± 1.3E-02	7.1E-02 ± 2.4E-02	4.9E-02 ± 3.0E-03 b	7.4E-02 ± 1.3E-02 a
S-Methylcysteine	4.9E-04 ± 4.3E-05	5.0E-04 ± 3.9E-05	4.8E-04 ± 5.3E-05	4.0E-04 ± 6.7E-05 b	5.0E-04 ± 3.9E-05 a
Trigonelline	8.4E-04 ± 1.2E-04	8.1E-04 ± 1.4E-04	5.8E-04 ± 2.8E-04	1.0E-03 ± 1.5E-04 a	8.1E-04 ± 1.4E-04 b

注1) データは平均±標準偏差 (n=4-5)

2) 115kg区と対照区は同群

3) a, b, c: 異なる英文字間に有意差 ($P<0.05$) あり

メタボローム解析により同定および相対定量が可能となった代謝物質のうち有意差がみられた物質を表 8 に示した。出荷体重の区間に有意な変化がみられた物質が 9 種類あった。そのうち 90 kg 区から減少した物質が 6 種類 (Betaine, r-Glu-Cys, Ethanolamine, Ala, Malonylcarnitine, Ornithine) で、増加した物質が 3 種類 (Carnitine, Homocarnosine, Homocysteine) みられた (P<0.05)。発育速度では区間に有意な変化がみられた物質が 13 種類あった。このうち発育速度が速くなることで有意に減少した物質が 6 種類 (Betaine, Urea, Glycerol 3-phosphate, N⁵,N⁵,N⁵-Trimethyllysine, O-Acethylcarnitine, S-Methylcysteine) で、増加した物質が 7 種類 (r-Glu-Cys, Choline, Cys, Ethanolamine, Gln, Gluconolactone, Trigonelline) がみられた (P<0.05)。出荷体重と発育速度に共通する物質は 3 種類 (Betaine, r-Glu-Cys, Ethanolamine) であり、パークシャー種においては、出荷体重の違いと発育速度の違いで筋肉の代謝経路に違いが出る可能性が示唆された。

3 消費者型官能評価

出荷体重 3 区の官能評価の結果を表 9 (大小田ら⁵⁾：日本官能評価学会誌 25(1)P12 Table7 摘要) に示した。6 項目 (総合評価, 多汁性, うま味の強さ, うま味の好ましさ, 脂肪の甘味, 脂肪のサッパリさ) で 115kg 区が一番高い評価となったが, 3 区の順位に有意差がみられたのは脂肪の甘味だけであった (P=0.009)。佐野ら⁶⁾はパークシャー種の体重 119kg, 128kg, 138kg の官能評価で 128kg が他の 2 区より有意に軟らかいとしているが, 本研究では有意差はみられなかった。パークシャー種は中型種であり, 大型種を交配した白豚 (三元豚) の出荷体重 (110~115kg) より小さい体重 (90kg) での出荷が肉質的に美味しいと考えたが, 総合評価に有意差はみられなかった。また流通関係者の一部に評価の高い真物大貫 (130kg) でも総合評価に有意差はみられなかったことから, かがしま黒豚の出荷体重は, 現在の「かがしま黒豚ブランド産地指定基準」どおり 110~115kg の出荷で十分であることが確認された。

発育速度の官能評価の結果を表 10 に示した。10 項目とも追い込み区と対照区間に有意差はみられなかった。かがしま黒豚の出荷日齢はブランド産地指定基準 (概ね 230~270 日齢) のとおり, じっくり時間をかけて発育させた方が美味しいのではないかという声がある。しかし, 群飼や不断給餌で健康的に育った発育の速い豚 (平均 173 日齢) でも総合評価で遜色のない結果となった。黒豚農家の収益面を考慮すると出荷日齢は経営を大きく左右するものであり, さらに, 昨今の配合飼料価格高騰など経営面への影

響を考慮すると, 「かがしま黒豚ブランド産地指定基準」の基準見直しについて, 今後議論すべき課題であると思われる。

表 9 出荷体重の違いが黒豚肉の官能評価に及ぼす影響

評価項目	90 kg区	115 kg区	130 kg区	W	P値
総合評価	81	78	93	0.04	0.223
香りの好ましさ	84	84	84	0.00	1.000
噛み切りやすさ	76	92	84	0.04	0.218
咀嚼のしやすさ	78	91	83	0.02	0.359
歯ごたえの好ましさ	86	86	80	0.01	0.751
多汁性	89	75	88	0.03	0.234
うま味の強さ	86	74	91	0.04	0.162
うま味の好ましさ	87	73	92	0.06	0.099
脂肪の甘味	90	68	94	0.11	0.009
脂肪のサッパリさ	84	73	95	0.07	0.056

注1) データは順位和 (n=42)

2) Wはケンドールの一致性係数

表 10 発育速度の違いが黒豚肉の官能評価に及ぼす影響

評価項目	対照区に対する追い込み区の評点							P値
	-3	-2	-1	0	1	2	3	
総合評価		2	12	4	17	7		0.088
香りの好ましさ		1	9	12	14	6		0.088
噛み切りやすさ		3	13	4	16	6		0.300
咀嚼のしやすさ	1	2	10	6	15	8		0.110
歯ごたえの好ましさ		4	6	10	14	8		0.069
多汁性		3	13	9	11	6		0.644
うま味の強さ		1	16	3	16	6		0.251
うま味の好ましさ		2	15	3	14	7	1	0.170
脂肪の甘味		4	11	8	13	6		0.488
脂肪のサッパリさ			11	11	17	3		0.170

注1) n=42

引用文献

- 1) 新垣裕子・高橋圭二・細野真司 2015. ランドレース種去勢豚の屠畜体重の違いが発育, 屠体形質および肉質に及ぼす影響, 千葉県畜産総合研究センター研究報告 15 : 9-13
- 2) 川井田博 1993. 豚の産肉性と肉質に関する研究, 鹿児島県畜産試験場研究報告 26 : 3-108
- 3) 宮路直人 1999. かがしま黒豚物語 第2版, 南日本新聞社, 鹿児島. 99-105
- 4) 小笠原徹・鈴木義邦 1991. 豚肉の組織学並びに理化学的特性調査, 東北農業研究 44 : 167-168
- 5) 大小田勉・喜田克憲・多田司・井尻大地・大塚彰 2021. 黒豚肉の消費者パネルによる総合評価に影響する官能特性要因の検討, 日本官能評価学会誌 25(1) : 8-14

- 6) 佐野 通・荒金知宏・森尚之・松馬定子・奥田宏健
2004. 肥育期間の延長がバークシャー種の肉質に及ぼす影響, 岡山県総合畜産研究センター研究報告 15 : 59-64
- 7) 千国幸一・神部昌行・小沢忍・小石川常吉・吉武充・矢野信礼 1985. 豚の背脂肪の厚さ, 脂肪細胞の大きさと脂肪酸組成の関係, 日本養豚研究会誌 22(3) : 181-187
- 8) (株)食肉通信社 2018. 銘柄豚肉ハンドブック 2018, (株)食肉通信社, 大阪. 6
- 9) 清水俊郎・鈴木啓一・渡辺正樹・小川ゆう子 2000. 肉豚の肥育期間, ロース部位および肉の熟成が肉質に及ぼす影響, 日本養豚学会誌 37(3) : 108-114
- 10) 鈴木邦夫・高橋圭二・園原邦治・松岡邦裕・斉藤庸二郎・宮原強 1994. 高品質豚肉生産技術の確立に関する研究—と畜日齢が豚肉質に及ぼす影響—, 千葉県畜産センター研究報告 18 : 39-44
- 11) 千歳健一・杉山 昇・山口幸一・井上清視 1994. 系統豚の組合せ利用に関する研究, 鹿児島県畜産試験場研究報告 27 : 52-61

The Influence of Differences in Shipping Weight or Growth Speed on Meat Quality Characteristics of Kagoshima Berkshire Pigs

Tsutomu Ohkoda, Hiroki Inoue, Hironori Takahashi, Katsunori Yoshida, Osamu Tada, Daichi Ijiri and Akira Ohtsuka

Summary

We investigated the effects of shipping weight and growth speed on the meat quality of Kagoshima Berkshire pigs. In the test of the shipping weight, 90 kg, 115 kg, and 130 kg groups that were fattened in individual pen and restricted feeding were set. In the growth speed test, the 115 kg group of the shipped body weight was used as the control group, and the pigs with high energy content were continuously fed in groups and the pigs with an early shipping date were used as the test group. The shipping ages were 182 days, 224 days, and 260 days in the 3 groups of the shipped body weight, and 173 days in the test group. As a result of investigating the effect on meat quality using a loin block, differences in shipping weight or growth speed did not affect the water retention and hardness of the meat. The melting point of fat in the 130 kg group was lower than that in the 115 kg group ($P < 0.05$), and the α -tocopherol (backfat) in the 130 kg group was lower than that in the other 2 groups ($P < 0.05$). The proportion of saturated fatty acids in the test group was higher than that in the control group ($P < 0.05$). Differences in shipping weight or growth speed did not affect the consumption-type sensory evaluation (comprehensive evaluation). It was found that the effect on the meat quality of Kagoshima Berkshire pigs differs depending on the shipping weight and growth speed in adipose tissue.

Keywords: Growth speed, Kagoshima Berkshire pigs, Meat quality characteristics, Shipping weight