

増体管理システムを活用した肥育豚の効率的な飼養管理技術の確立に関する研究

笹木俊¹⁾、劔持麻衣、佐田竜一²⁾、野澤久夫、菅沼京子²⁾

1) 現 畜産振興課 2) 現 那須農業振興事務所

要 約

養豚における ICT の一つである増体管理システム (Pig Performance Testing、以下 PPT) を活用することにより、ブタを群で飼養した場合でも個体ごとの発育や摂食行動を経時的にモニタリングすることができる。本研究では、肥育豚の効率的な飼養管理技術を確立するために、PPT を活用した飼養試験を実施した。

肥育期における従来の飼養管理方法 (対照区) と PPT を活用した飼養管理方法 (試験区) を比較したところ、対照区と比較して、試験区の飼料要求率が低くなることが確認された。また、肥育豚の去勢と雌では、摂食行動 (飼料摂取する時間帯等) に違いが見られた。そこで、肥育期の去勢と雌の発育や摂食行動の違いについて調査したところ、去勢は雌よりも飼料要求率が高く、夜の時間帯における飼料摂取量が多いことが明らかとなった。このことから、去勢の肥育豚における夜の時間帯の飼料摂取量を制限することにより、飼料要求率を改善できる可能性が示唆された。

目 的

現在、国内の肥育豚 1 頭あたりの生産費 (物財費+労働費) は 33,150 円 (農林水産省「農業経営統計調査」平成 30 年度肥育豚生産費) であり、そのうち飼料費が 61.7% を占めている。また、今後は輸入豚肉の増加により、国産豚肉の販売価格が下落することが懸念されていることから、養豚経営の安定化を図るために、肥育豚生産における飼料費の削減及び枝肉販売金額の増加につながる対策が求められている。

肥育豚生産における飼料費を削減するには、飼料要求率の改善につながる効率的な飼養管理技術の確立が重要である。また、飼養管理技術を工夫することで枝肉の上物率を向上させることができれば、販売額を増加させることができる。

畜産分野では、スマート畜産として ICT を活用した効率的な飼養管理技術が注目され、生産効率の向上や省力化を図るために、ICT に関するシステムを導入している生産農場もある。そうした中、養豚における ICT の一つとして、ブタを群で飼養した場合でも個体ごとの発育や摂食行動を経時的にモニタリングすることができる増体管理システム (Pig Performance Testing、以下 PPT) が開発されている。

本研究では、肥育豚の効率的な飼養管理技術を確立するために、PPT を活用した飼養試験を実施した。

試験 I 従来の飼養管理方法と PPT を活用した飼養管理方法の比較に関する検討

材料及び方法

1 供試豚及び試験期間

供試豚は、体重約 60kg の LWD 種 (母豚 3 頭の産子) 16 頭とし、日齢、体重及び母豚の違いに考慮して対照区 (PPT 活用なし) 6 頭 (去勢 3 頭、雌 3 頭)、試験区 (PPT 活用あり) 10 頭 (去勢 5 頭、雌 5 頭) に分け、平成 29 (2017) 年 5 月 29 日～7 月 25 日に飼養試験を実施した。なお、各区の飼養密度は、両区とも約 1.7～1.9 m²になるように供試頭数を調整した。また、各供試豚の体重が 110～115kg に到達した個体ごとに試験を終了して出荷・と畜した。

2 飼養管理方法

飼養試験は、栃木県畜産酪農研究センター (以下、センター) のウインドレス豚舎で実施し、LED 照明の点灯管理は職員が行い、点灯時間はおおむね 8 時 45 分～16 時 30 分とした。対照区は、向かい合わせの 2 豚房に去勢 3 頭と雌 3 頭を分けて (雌雄別飼)、6 頭が一つの飼槽 (コカ・フィーダー NSP27 型、イワタニケンボロー株式会社、東京) から飼料を自由摂食できる状態 (不断給餌) で飼養管理した。試験区は、PPT (Nedap 社、オランダ) を活用した飼料給与を行った (図 1)。すなわち、試験区 10 頭のブタ (雌雄混飼) の耳にそれぞれ IC タグを取り付け、PPT 本体の給餌スペース (1 頭ずつしか入れない広さ) に入った個体をセンサーで識別して、給餌スペースへの訪問回数、給餌スペースでの滞在時間、飼料摂取量、訪問時刻及び体重を自動で測定し、遠隔地のパソコン (専用ソフト) に測定値を送信・記録した。個体ごとに試験期間中の各測定値

を集計し、個体ごとの飼料要求率を算出した。なお、給与飼料は、両区とも市販の肉豚肥育用飼料（CP14.0%以上、TDN77.0%以上）とした。また、両区とも自由飲水とし、給水器（KOCA カップ（カップ式給水器）、イワタニケンボロ株式会社、東京）は、対照区（雌雄別飼）の各豚房に1カ所ずつ、試験区の豚房に3カ所設置されていた。

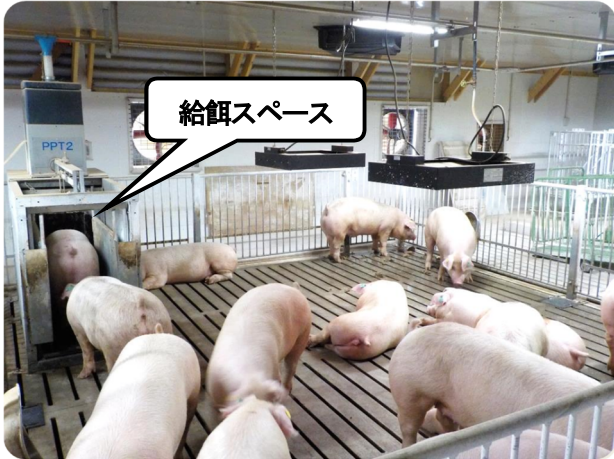


図1 PPT を活用した飼養管理の状況（イメージ写真）

3 調査項目

調査項目は、飼養成績（開始及び出荷の日齢・体重、日増体量、飼料摂取量及び飼料要求率）、枝肉成績（枝肉重量、枝肉歩留、背脂肪厚及び上物率）及び胸最長筋の肉質（一般成分含量（水分、粗タンパク質、粗脂肪）、pH、ドリップロス、クッキングロス、肉色、脂肪色（背脂肪）及びテクスチャー）とした。

胸最長筋の肉質分析のため、供試肉（ $n=3$ 、両区とも去勢1頭、雌2頭）のサンプリングを以下のとおり実施した。県内のと畜場（宇都宮市）で供試豚をと畜した翌日、専門業者が枝肉（冷と体）からロース部分肉を切り出して真空包装し、一晩冷蔵庫で保管してからセンター職員がセンターの分析室まで運搬した後、 2°C に設定した冷蔵庫内で3日間保存した。分析当日、ロース部分肉の第7胸椎～最後胸椎部分の胸最長筋を切り出し、肉質分析のためのサンプルとした。なお、各調査項目におけるサンプリング箇所は全頭そろえた。

豚肉の一般成分含量について、水分含量は常圧加熱乾燥法（ 135°C 、2時間）、粗タンパク質含量はケルダール法、粗脂肪含量はソックスレー抽出法により測定した。pHは、pHメーター（Seven CompactTM pH meter S220、メトラー・トレド社、東京）の電極（pH electrode InLab Solids Pro-ISM、メトラー・トレド社、東京）をサンプルに挿入して測定した。ドリップロスは、サンプルを縦4 cm×横4 cm×厚さ1 cmの大きさに整形し、濾紙（No.2）2枚を敷いたシャーレの上に置き、 4°C に設定した冷蔵庫内で24

時間保管した後に重量を測定し、保管前後の重量から水分損失量を割合で算出した。クッキングロスは、4 cm角の大きさに整形したサンプルをポリエチレン製の袋に入れ、 70°C に設定したスチームコンベクションオーブン（MIC-6SA3、ホシザキ株式会社、愛知）で60分間加熱し、流水で30分間冷却後サンプルの重量を測定し、加熱前後の重量から水分損失量を割合で算出した。肉色及び脂肪色は、 L^* （明度）、 a^* （赤色度）、 b^* （黄色度）を色彩色差計（CR-400、ユニカミノルタジャパン株式会社、東京）で測定した。また、テクスチャーは、クッキングロスを測定した後のサンプルを1.5 cm角の大きさに整形し、前歯の形をしたアダプター（歯形A）、株式会社サン科学、東京）を装着したレオメーター（CR-100、株式会社サン科学、東京）で測定を行い、付属のデータ解析ソフト（Rheo Data Analyzer PRO）でテクスチャー（硬さ1（一噛み目に必要な力に相当）、硬さ2（二噛み目に必要な力に相当）、もろさ、弾力性、凝集性及びそしゃく性）を解析した。なお、アダプターのサンプルへの進入設定は、回数2回、進入速度60 mm/min、進入距離10.5 mm、最大荷重100Nとした。

また、PPTを活用した試験区では、群飼ながらも個体ごとの摂食行動が把握できるため、試験区のブタの中で出荷日が同日であった去勢と雌3頭ずつの摂食行動の違い（給餌スペースへの訪問回数、給餌スペースでの滞在時間、飼料摂取量及び訪問時刻）を調査した。

4 統計解析

統計解析は、統計フリーソフトR（version 3.6.2）のlmerTestパッケージを用いて、各調査項目を応答変数、性及び区を固定効果、母豚をランダム効果とした混合モデル分析を行い、5%未満の水準で（ $p<0.05$ ）区の効果が見られた場合に有意差ありと判定した。また、試験区の去勢と雌における摂食行動、飼養成績及び枝肉成績の違いについては、固定効果を性とした線型モデル分析を実施した。

結果及び考察

試験Iにおける飼養成績を表1に示した。開始日齢及び開始体重を区間でそろえて飼養試験を実施したところ、出荷日齢、出荷体重及び日増体量に有意差は見られなかった。飼料摂取量は、対照区3.64kg/日、試験区2.81kg/日であり、対照区と比較して、試験区の飼料摂取量が少ない結果であった。また、飼料要求率は、対照区3.37、試験区2.83であり、対照区と比較して、試験区の飼料要求率が低い結果であった。HyunとEllis¹⁾は、従来の飼養管理方法と比較して、PPTと同様なシステム（FIRE、Osborn社、アメリカ）を活用した飼養管理方法では、従来の飼養

管理方法よりも飼料摂取量が少なく、かつ飼料要求率が低くなるとの報告をしており、FIRE を活用した場合には、ブタが飼料摂取する際に他のブタとの競争や無駄な飼料（エサこぼれ）が少なくなるにより、飼料要求率が低くなるのではないかと考察している。観察レベルではあるが、本研究における PPT を活用した試験区のエサこぼれはほぼ無かったことから、試験区ではブタが一頭ずつ無駄なく飼料摂取することにより、飼料要求率が低くなる結果になった可能性が考えられた。

表1 試験 I における飼養成績

		対照区 n=6	試験区 n=10	p 値
開始日齢	日	100.0 ± 1.4	101.0 ± 1.3	0.513
開始体重	kg	63.5 ± 2.0	62.6 ± 1.6	0.737
出荷日齢	日	148.0 ± 3.0	151.0 ± 2.6	0.291
出荷体重	kg	115.0 ± 1.1	112.0 ± 0.9	0.173
日増体量	kg/日	1.08 ± 0.04	0.99 ± 0.03	0.116
飼料摂取量	kg/日	3.64	2.81 ± 0.10	-
飼料要求率		3.37	2.83 ± 0.07	-

平均値±標準誤差

試験 I における枝肉成績を表2に示した。枝肉成績は、いずれの項目も有意差は見られなかったが、上物率は、対照区 50%、試験区 90%であった。なお、各区の格落ち要因は、対照区：被覆1頭、両背背剥離1頭、右ロース割除1頭、試験区：肉付1頭であった。

表2 試験 I における枝肉成績

		対照区 n=6	試験区 n=10	p 値
枝肉重量	kg	75.5 ± 1.1	73.5 ± 0.9	0.178
枝肉歩留	%	65.9 ± 0.5	65.3 ± 0.4	0.386
背脂肪厚	cm	2.0 ± 0.1	1.8 ± 0.1	0.135
上物率	%	50	90	0.359

平均値±標準誤差

試験 I における胸最長筋の肉質分析結果を表3に示した。対照区と比較して、試験区は粗脂肪含量が有意に低く ($p < 0.05$)、クッキングロスが有意に高い結果であった ($p < 0.05$)。筋肉内脂肪含量とクッキングロスの関係について、LONERGAN ら²⁾は、クッキングロスが豚肉における筋肉内脂肪含量の増加により増えることを報告している。本研究では、LONERGAN らの報告とは異なる結果となっており、例数を増やす等のさらなる検証が必要と考えられた。また、対照区と比較して、試験区では肉色及び脂肪色における L*値が低い傾向であり ($p < 0.1$)、水分含量、硬さ1、硬さ2及びびそしゃく性が高い傾向であった ($p < 0.1$)。これらの結果（脂肪色における L*値は除く）は、高橋ら³⁾の報告にあるように、試験区では粗脂肪含量が低いこと

が関係しているものと考えられた。

表3 試験 I における肉質分析結果

		対照区 n=3	試験区 n=3	p 値
水分	%	72.6 ± 0.2	73.3 ± 0.2	0.075
粗タンパク質	%	21.6 ± 0.6	21.7 ± 0.6	0.822
粗脂肪	%	4.8 ± 0.3	3.9 ± 0.3	0.031*
pH		5.7 ± 0.1	5.7 ± 0.1	0.777
ドリッパ [®] ロス	%	6.1 ± 0.6	6.0 ± 0.6	0.788
クッキカ [®] ロス	%	27.4 ± 0.7	30.1 ± 0.7	0.018*
肉色	L*	52.0 ± 0.7	50.1 ± 0.7	0.063
	a*	8.5 ± 0.6	7.8 ± 0.6	0.319
	b*	8.7 ± 1.2	7.1 ± 1.2	0.267
脂肪色	L*	78.3 ± 0.6	77.0 ± 0.6	0.097
	a*	5.2 ± 0.4	5.3 ± 0.4	0.717
	b*	7.6 ± 0.5	8.0 ± 0.5	0.440
硬さ1	×10 ³ N/m ²	3.6 ± 0.6	5.1 ± 0.6	0.066
硬さ2	×10 ³ N/m ²	3.1 ± 0.6	4.6 ± 0.6	0.085
もろさ	N	28.7 ± 5.3	39.2 ± 5.3	0.128
弾力性	%	52.2 ± 6.3	53.5 ± 6.3	0.842
凝集性	%	50.6 ± 7.6	54.9 ± 7.6	0.594
そしゃく性	N	7.5 ± 1.7	12.1 ± 1.7	0.065

平均値±標準誤差、*：p<0.05

試験 I で PPT を活用した試験区で、出荷日が同日であった去勢と雌3頭ずつの摂食行動の違いを表4に示した。1日当たりの給餌スペースでの滞在時間（≒1日当たりの飼料摂取に費やす時間）は、去勢と比較して、雌が有意に少ない結果であった ($p < 0.05$)。このことは、Brown-Brandl ら⁴⁾も同様な報告をしているが、肥育豚の去勢と雌を混ぜて飼養した場合、去勢の方が1日当たりの飼料摂取時間が多くなる要因は解明されていないため、要因の解明には、ブタの行動学的な面からさらに検証する必要があるものと考えられた。

表4 試験 I の試験区で出荷日が同日であった去勢と雌の摂食行動の違い

		去勢 n=3	雌 n=3	p 値
1日当たりの給餌スペースへの訪問回数	回	13.6 ± 0.8	12.6 ± 0.8	0.384
1日当たりの給餌スペースでの滞在時間	分	98.5 ± 6.8	81.0 ± 6.8	0.018*
1回当たりの給餌スペースでの滞在時間	分	7.3 ± 0.6	6.5 ± 0.6	0.235
1回当たりの飼料摂取量	g	227 ± 12	206 ± 12	0.269
1分当たりの飼料摂取量	g	31 ± 2	33 ± 2	0.587

平均値±標準誤差、*：p<0.05

また、試験 I で PPT を活用した試験区で、出荷日が同日であった去勢と雌3頭ずつについて、1時間ごとの PPT の給餌スペースへの訪問回数（図2）、給餌スペースで

の滞在時間 (図3) 及び飼料摂取量 (図4) を調査したところ、去勢は雌よりも給餌スペースへの訪問回数が有意に多い時間帯 (図1: 3時、14時、21時、 $p<0.05$) がある等、肥育豚における去勢と雌の摂食行動の違いが見られた。なお、当該3頭ずつの飼養成績について (表5)、去勢は雌よりも飼料摂取量が有意に多く ($p<0.01$)、飼料要求率が有意に高い結果であった ($p<0.05$)。また、当該3頭ずつの枝肉成績について (表6)、去勢は雌よりも背脂肪厚が有意に厚くなる結果であった ($p<0.05$)。Quiniouら⁵⁾の報告にあるように、肥育豚の飼料要求率は雌より去勢の方が高くなることが知られているが、去勢と雌の摂食行動の違いに関する報告はあまりない。今後、肥育豚の去勢と雌の発育や摂食行動の違い及び両者の関係を明らかにすることが課題として考えられた。

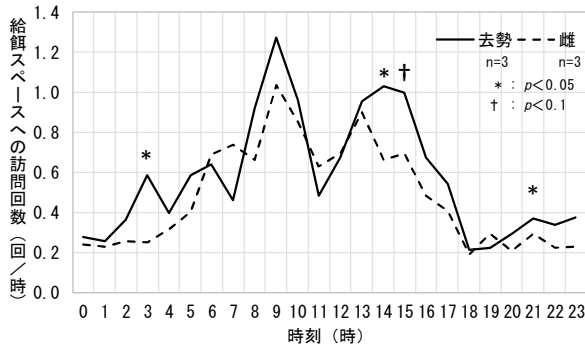


図2 試験Ⅰの試験区で出荷日が同日であった去勢と雌3頭ずつにおける1時間ごとの給餌スペースへの訪問回数の違い

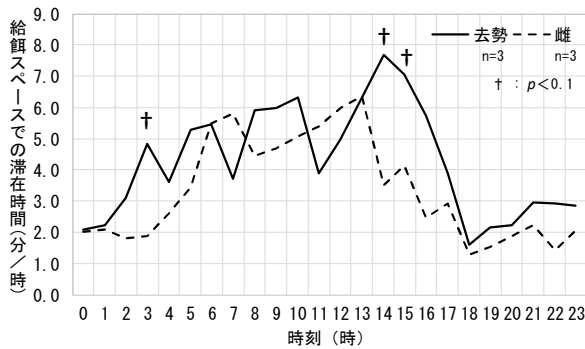


図3 試験Ⅰの試験区で出荷日が同日であった去勢と雌3頭ずつにおける1時間ごとの給餌スペースでの滞在時間の違い

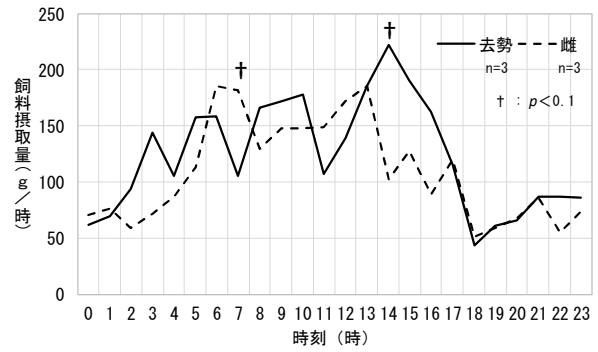


図4 試験Ⅰの試験区で出荷日が同日であった去勢と雌3頭ずつにおける1時間ごとの飼料摂取量の違い

表5 試験Ⅰの試験区で出荷日が同日であった去勢と雌3頭ずつにおける飼養成績の違い

	去勢 n=3	雌 n=3	p値
開始日齢	日 99.0 ± 1.1	100.0 ± 1.1	0.442
開始体重	kg 64.7 ± 2.1	64.8 ± 2.1	0.983
出荷日齢	日 149.0 ± 1.1	150.0 ± 1.1	0.442
出荷体重	kg 114.0 ± 0.5	114.0 ± 0.5	0.830
日増体量	kg/日 0.98 ± 0.04	0.98 ± 0.04	0.956
飼料摂取量	kg/日 3.01 ± 0.05	2.55 ± 0.05	0.003**
飼料要求率	3.07 ± 0.11	2.64 ± 0.11	0.047*

平均値±標準誤差、*: $p<0.05$ 、**: $p<0.01$

表6 試験Ⅰの試験区で出荷日が同日であった去勢と雌3頭ずつにおける飼養成績の違い

	去勢 n=3	雌 n=3	p値
枝肉重量	kg 75.8 ± 0.8	74.8 ± 0.8	0.402
枝肉歩留	% 66.5 ± 0.5	65.8 ± 0.5	0.372
背脂肪厚	cm 1.9 ± 0.1	1.4 ± 0.1	0.011*
上物率	% 100	100	1.000

平均値±標準誤差、*: $p<0.05$

試験Ⅱ 肥育豚の去勢と雌の発育、肉質及び摂食行動の違いに関する検討

材料及び方法

1 供試豚及び試験機関

供試豚は、体重約70kgのWLD種(母豚2頭の産子)の日齢をそろえて去勢区と雌区に分け、①第1期試験として平成31(2019)年1月8日~2月19日(各区10頭、平均105日齢~147日齢)、②第2期試験として令和元(2019)年5月27日~7月16日(各区9頭、平均101日齢~151日齢)に実施した。なお、供試豚の平均体重115kg前後を目安に試験を終了し、両区とも全頭同日に出荷・と畜した。

2 飼養管理方法

飼養試験は、センターのウインドレス豚舎で実施し、LED照明の点灯管理及び両区の飼養管理方法は、試験Ⅰの試験区と同様とした。給与飼料は、両区とも市販の肉豚肥育用飼料(①CP14.0%以上、TDN77.0%以上、②CP13.5%以上、TDN78.0%)とした。

3 調査項目

調査項目は、飼養成績(体重、日増体量、飼料摂取量及び飼料要求率)、枝肉成績(枝肉重量、枝肉歩留、背脂肪厚、上物率及び「背厚」の割合)、収益性(枝肉金額、飼料費及び利益(枝肉販売金額-飼料費))、胸最長筋の肉質(一般成分含量(水分、粗脂肪)、pH、ドリップロス、クッキングロス、肉色、脂肪色(背脂肪)及びテクスチャー)及び摂食行動(給餌スペースへの訪問回数、給餌スペースでの滞在時間、飼料摂取量及び訪問時刻)とした。

なお、胸最長筋の肉質分析は、各区8頭ずつ(①4頭ずつ、②4頭ずつ)について、試験Ⅰと同じ方法で実施した。

収益性における枝肉金額は、各個体の枝肉重量に平成30(2018)年4月~平成31(2019)年3月の枝肉単価(栃木県食肉地方卸売市場(加重平均)、上:501円、中:476円、並:412円)を乗じて算出した。また、飼料費は、各個体における試験期間中の合計飼料摂取量に配合飼料価格(農林水産省「流通飼料価格等実態調査」、平成30(2018)年4月~平成31(2019)年3月の平均工場渡価格64,371円)を乗じて算出した。

4 統計解析

統計解析は、統計フリーソフトR(version 3.6.2)のlmerTestパッケージを用いて、各調査項目を応答変数、期及び区を固定効果、母豚をランダム効果とした混合モデル分析を行い、5%未満の水準で($p < 0.05$)区の効果が見られた場合に有意差ありと判定した。

結果及び考察

試験Ⅱにおける飼養成績を表7に示した。出荷体重は、去勢区と比較して、雌区が有意に低い結果であった($p < 0.01$)。日増体量は区間に有意差が見られなかったことから、出荷体重に区間で有意差が見られたことは、去勢区の開始体重が有意に大きかった($p < 0.001$)ことが影響したものと考えられた。飼料摂取量は、去勢区と比較して、雌区が有意に少ない結果であり($p < 0.001$)、飼料要求率は、雌区の方が有意に低い結果であった($p < 0.001$)。

表7 試験Ⅱにおける飼養成績

		去勢区	雌区	p値
		n=19(①n=10, ②n=9)	n=19(①n=10, ②n=9)	
開始体重	kg	71.1 ± 0.8	66.4 ± 0.9	<0.001***
出荷体重	kg	117.0 ± 1.4	110.0 ± 1.6	0.002**
日増体量	kg/日	1.00 ± 0.02	0.96 ± 0.03	0.305
飼料摂取量	kg/日	3.16 ± 0.07	2.67 ± 0.07	<0.001***
飼料要求率		3.17 ± 0.10	2.83 ± 0.10	<0.001***

①第1期、②第2期

平均値±標準誤差、** : $p < 0.01$ 、*** : $p < 0.001$

試験Ⅱにおける枝肉成績を表8に示した。枝肉重量は、去勢区の方が有意に大きい結果であったが($p < 0.01$)、枝肉歩留は、区間で有意差は見られなかった。背脂肪厚は、去勢区の方が有意に厚くなる結果であった($p < 0.001$)。また、上物率は、去勢区の方が有意に低い結果であり($p < 0.05$)、去勢区は特に、格落ち要因の一つである「背厚」の割合が有意に高い結果であった($p < 0.01$)。去勢の背脂肪厚が雌よりも厚くなることは、OVERHOLTらの報告⁶⁾と一致しており、鈴木と西⁷⁾は、肥育期において去勢は雌よりも脂肪の蓄積量が多くなることを報告している。本研究において、去勢区の飼料摂取量は雌区よりも有意に多かったことから(表7)、去勢区では雌区よりも脂肪の蓄積量が増加し、結果として、「背厚」によって上物率が低下したものと考えられた。

表8 試験Ⅱにおける枝肉成績

		去勢区	雌区	p値
		n=19(①n=10, ②n=9)	n=19(①n=10, ②n=9)	
枝肉重量	kg	77.7 ± 1.0	73.3 ± 1.2	0.005**
枝肉歩留	%	66.4 ± 0.4	66.4 ± 0.4	0.896
背脂肪厚	cm	2.4 ± 0.1	1.9 ± 0.1	<0.001***
上物率	%	31.6	63.2	0.049*
背厚の割合	%	57.9	15.8	0.009**

①第1期、②第2期

平均値±標準誤差、* : $p < 0.05$ 、** : $p < 0.01$ 、*** : $p < 0.001$

試験Ⅱにおける収益性を表9に示した。枝肉金額は、区間に有意差は見られなかったが、飼料費は、雌区の方が有意に低くなる結果であった($p < 0.001$)。利益(枝肉金額-飼料費)は、区間に有意差は見られなかったものの、雌区の方が1頭当たり1,012円高くなる結果であった。

表9 試験Ⅱにおける収益性

		去勢区	雌区	p値
		n=19(①n=10, ②n=9)	n=19(①n=10, ②n=9)	
枝肉金額(a)	円	36,524 ± 639	36,072 ± 731	0.617
飼料費(b)	円	9,354 ± 182	7,895 ± 205	<0.001***
利益(a-b)	円	27,170 ± 605	28,182 ± 692	0.242

①第1期、②第2期

平均値±標準誤差、*** : $p < 0.001$

試験Ⅱにおける胸最長筋の肉質分析結果を表10に示した。去勢区は雌区よりも胸最長筋における水分含量が有意に低く($p < 0.01$)、弾力性が有意に高い結果であった

($p < 0.05$)。中島ら⁸⁾は、去勢の方が雌に比べて肉色の a^* 値と b^* 値が高く、胸最長筋の脂肪含量が多い傾向にある一方で、剪断力価は低くなること等を報告している。本研究の結果は、中島らの報告と異なる部分があるため、例数を増やす等のさらなる検証が必要と考えられた。

表 10 試験Ⅱにおける肉質分析結果

		去勢区	雌区	p 値
		n=8 (①n=4, ②n=4)	n=8 (①n=4, ②n=4)	
水分	%	70.4 ± 0.3	71.5 ± 0.3	0.009**
粗脂肪	%	3.2 ± 0.3	3.0 ± 0.3	0.610
pH		5.6 ± 0.02	5.6 ± 0.02	0.851
ドリップロス	%	6.0 ± 0.5	5.0 ± 0.5	0.084
クッキングロス	%	26.6 ± 0.5	25.6 ± 0.5	0.138
肉色	L*	50.1 ± 0.6	49.1 ± 0.6	0.223
	a*	7.6 ± 0.3	7.4 ± 0.3	0.553
	b*	8.4 ± 0.2	8.2 ± 0.2	0.325
脂肪色	L*	78.4 ± 0.6	77.6 ± 0.6	0.265
	a*	4.8 ± 0.6	5.7 ± 0.6	0.050
	b*	7.8 ± 0.3	8.0 ± 0.3	0.524
硬さ1	×10 ³ N/m ²	4.7 ± 0.3	5.0 ± 0.3	0.312
硬さ2	×10 ³ N/m ²	4.0 ± 0.3	4.2 ± 0.3	0.469
もろさ	N	36.4 ± 2.2	39.2 ± 2.2	0.284
弾力性	%	46.6 ± 0.9	44.2 ± 0.9	0.048*
凝集性	%	48.9 ± 2.5	47.5 ± 2.5	0.664
そしやく性	N	8.9 ± 0.8	8.3 ± 0.8	0.515

①第1期、②第2期

平均値±標準誤差、* : $p < 0.05$ 、** : $p < 0.01$

試験Ⅱにおける去勢区と雌区の摂食行動の違いを表 11 に示した。1日当たりの給餌スペースへの訪問回数は、去勢区と比較して、雌区で有意に少ない結果であったが ($p < 0.001$)、他の調査項目については、区間で有意差は見られなかった。Hyun ら⁹⁾は、体重 27kg~81.5kg までのブタの飼養試験 (FIRE 活用) において、1日当たりの給餌スペースへの訪問回数は、去勢と雌で有意差がなかったことを報告している。本研究との結果の違いにおける要因は不明であるが、本研究では体重約 70kg~115kg のブタを供試しており、Hyun らの報告とは供試豚の体重が異なることが関係している可能性が考えられた。

表 11 試験Ⅱにおける去勢区と雌区の摂食行動の違い

		去勢区	雌区	p 値
		n=19 (①n=10, ②n=9)	n=19 (①n=10, ②n=9)	
1日当たりの給餌スペースへの訪問回数	回	12.4 ± 0.9	10.2 ± 0.9	< 0.001***
1日当たりの給餌スペースでの滞在時間	分	83.8 ± 3.2	78.8 ± 3.7	0.285
1回当たりの給餌スペースでの滞在時間	分	6.9 ± 0.5	7.7 ± 0.5	0.151
1回当たりの飼料摂取量	g	262 ± 23	273 ± 24	0.481
1分当たりの飼料摂取量	g	39 ± 2	36 ± 2	0.127

①第1期、②第2期

平均値±標準誤差、*** : $p < 0.001$

試験Ⅱにおける 1 時間ごとの給餌スペースへの訪問回数の違いを図 5 に示した。去勢区の方が給餌スペースへ訪問する回数が有意に多い時間帯が複数見られ ($p < 0.05$ または $p < 0.01$)、特に、夜の時間帯 (19 時~1 時) に区間で有意差が見られた。1 時間ごとの給餌スペースでの滞在時間は、いずれの時間帯も区間で有意差は見られなかった (図 6)。また、1 時間ごとの飼料摂取量の違い (図 7) では、図 5 に示した 1 時間ごとの給餌スペースへの訪問回数と同様に、雌区よりも去勢区の飼料摂取量が有意に多い時間帯が複数見られ ($p < 0.05$ または $p < 0.01$)、特に、夜の時間帯 (19 時~4 時) に区間で有意差が見られた。

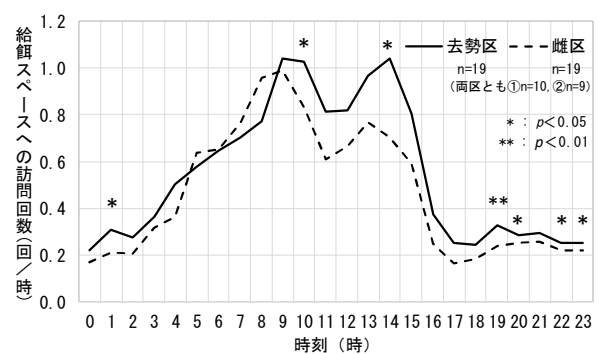


図 5 試験Ⅱにおける 1 時間ごとの給餌スペースへの訪問回数の違い

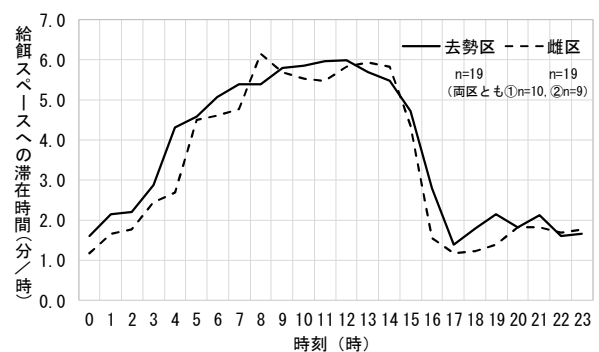


図 6 試験Ⅱにおける 1 時間ごとの給餌スペースでの滞在時間の違い

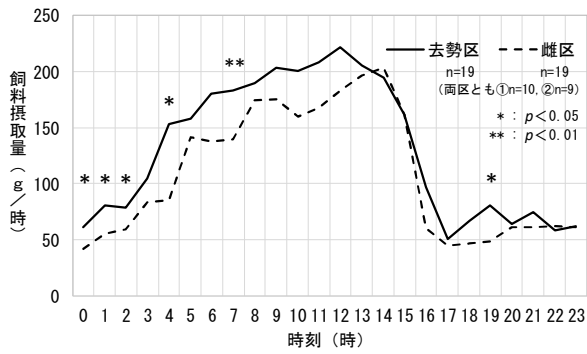


図7 試験Ⅱにおける1時間ごとの飼料摂取量の違い

去勢区と雌区において、夜の時間帯における給餌スペースへの訪問回数や飼料摂取量に違いが見られたため、夜の時間帯（19～4時）における飼料摂取量と試験期間中の飼料要求率の関係を調査したところ、図8に示したように、両者には有意な正の相関が見られた（ $p < 0.01$ ）。また、19～4時における飼料摂取量と試験期間中の飼料要求率の関係において、去勢区と雌区で違いが確認された。すなわち、19～4時における飼料摂取量が多く、試験期間中の飼料要求率が高い（図8の右上に附置する）のは主に去勢区（図8の黒丸）、19～4時における飼料摂取量が少なく、試験期間中の飼料要求率が低い（図8の左下に附置する）のは主に雌区（図8の白丸）であった。一方、朝～昼の時間帯（5～15時）における飼料摂取量と試験期間中の飼料要求率の関係を調査したところ、図9に示したように、両者には有意な相関関係は確認されなかった。また、雌区において、19～4時の飼料摂取量（図8）と比較して、5～15時の飼料摂取量は個体ごとにばらつき（図9中の白丸が横長に散在）が見られた。

これらのことから、雌区の飼料摂取量が優れる要因として、去勢区と比較して、夜の時間帯の飼料摂取量が少ないことが関係している可能性が考えられた。

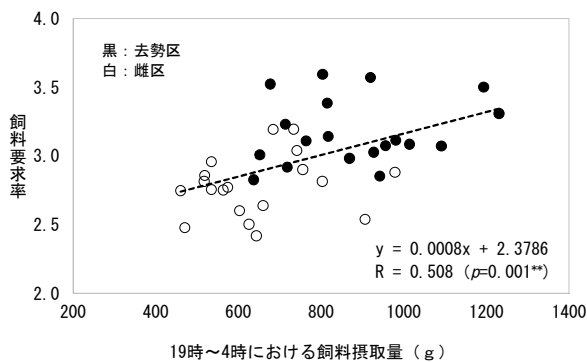


図8 夜の時間帯（19～4時）における飼料摂取量と試験期間中の飼料要求率の関係

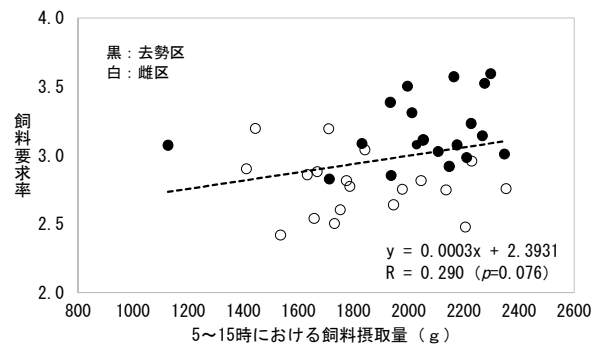


図9 朝～昼の時間帯（5～15時）における飼料摂取量と試験期間中の飼料要求率の関係

総括

本研究では、肥育豚の効率的な飼養管理技術を確立するために、PPTを活用した飼養試験を実施した。

試験Ⅰでは、群飼のブタが同時に飼料摂取できる「従来の飼養管理方法」と群飼の中で個体ごとに飼料摂取する「PPTを活用した飼養管理方法」の比較を行ったところ、PPTを活用した飼養管理方法を行うことにより、従来の飼養管理方法と比較して、飼料要求率が低くなることが確認された。なお、PPT1台当たりの飼養頭数は15頭まで（メーカー推奨）とされており、生産農場でのPPTの導入は豚舎規模等により大きく制限されてしまうため、PPTを活用した飼料給与のように、群飼の中で個体ごとに飼料摂取する飼養管理方法を確立することで、肥育豚の飼料要求率を改善できる可能性が考えられた。

試験Ⅰでは肥育豚の去勢と雌では飼料要求率や摂食行動に違いがあることが確認されたことから、試験Ⅱにおいて、肥育豚の去勢と雌の発育、肉質及び摂食行動の違いについて検討し、去勢は背脂肪厚が厚くなりやすく、「背厚」による格落ちにより、雌よりも上物率が低下しやすいことが再確認された。一方、雌は去勢よりも上物率が高く、飼料費や飼料要求率が低くなることが再確認され、さらに、これまでに報告のない新たな知見として、雌は去勢よりも夜の時間帯における飼料摂取量が少なくなることが明らかとなった。さらに、飼料要求率と夜の時間帯における飼料摂取量との関係を調査し、両者には有意な正の相関が確認された。これらのことから、飼料要求率が雌よりも高い去勢において、夜の時間帯の飼料摂取量を制限することにより、飼料要求率を改善できる可能性が考えられた。また、去勢では飼料摂取量を制限することにより、「背厚」の抑制（上物率の向上）にもつながることが考えられるが、現在の肥育豚の飼養管理方法として一般的な去勢と雌を混ぜて飼養管理する方法（混飼）の場合、去勢のみ飼料摂取を制限することは難しいため、去勢と雌を分けて飼養管理（別飼）することが課題として考えられた。

また、PPT を活用することにより、混飼と別飼におけるブタの摂食行動の違いが見られた。すなわち、試験Ⅰの試験区は去勢と雌を混飼、試験Ⅱでは去勢と雌を別飼したが、混飼と別飼におけるブタの摂食行動を比較すると（1時間ごとの給餌スペースへの訪問回数：図2、5、時間ごとの給餌スペースでの滞在時間：図3、6、1時間ごとの飼料摂取量：図4、7）、混飼と別飼では、ブタの摂食行動

パターン（どの時間帯に飼料摂取するか等）が異なることが明らかとなった。これらの違いについては、ブタの行動学的な面からさらに検証することにより、新たな知見が得られる可能性が考えられた。

今後、本研究から得られた成果、課題をさらに検証し、養豚の安定的な経営の一助となる肥育豚の効率的な飼養管理技術の確立・普及を図りたいと考えている。

引用文献

- 1) Hyun, Y. and M. Ellis. 2002. Effect of group size and feeder type on growth performance and feeding patterns in finishing pigs. *Journal of Animal Science* 80, 568-574.
- 2) LONERGAN, S.M., K.J. STALDER, E. HUFF-LONERGAN, T.J. KNIGHT, R.N. GOODWIN, K.J. PRUSA and D.C. BEITZ. 2007. Influence of lipid content on pork sensory quality within pH classification. *Journal of Animal Science* 85, 1074-1079.
- 3) 高橋圭二、鈴木邦夫、松本友紀子、岡崎好子. 2008. 豚肉の筋肉内脂肪含量が肉質と食味に及ぼす影響(短報). 千葉県畜産総合研究センター研究報告 8、83-84.
- 4) Brown-Brandl, T.M., G.A. Rohrer and R.A. Eigenberg. 2013. Analysis of feeding behavior of group housed growing-finishing pigs. *Computers and Electronics in Agriculture* 96, 246-252.
- 5) Quiniou N., V. Courboulay, Y. Salaün and P. Chevillon. 2010. Impact of the non castration of male pigs on growth performance and behaviour-comparison with barrows and gilts. 61st Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Session 17 “Symposium: Alternatives to castration in pigs” paper 8, 1-8.
- 6) OVERHOLT, M.F., E.K. ARKFELD, D.A. MOHRHAUSER, D.A. KING, T.L. WHEELER, A.C. DILGER, S.D. SHCKELFORD and D.D. BOLER. 2016. Comparison of variability in pork carcass composition and quality between barrows and gilts. *Journal of Animal Science* 94, 4415-4426.
- 7) 鈴木啓一、西清志. 1992. 系統間三元交雑豚(LWD)の発育に伴うタンパク質と脂肪蓄積の性別比較. *日本養豚学会誌* 29、63-69.
- 8) 中島郁世、佐々木啓介、青沼達也、成田卓美、渡邊源哉、本山三知代、八日市屋敏之、斎藤真二、山口弘道、草佳那子、木村俊之. 2020. 慣行肥育とトコトリエノール高含有飼料用米「オオナリ」給与肥育における豚肉質の保存性の比較. *日本養豚学会誌* 57、1-13.
- 9) Hyun, Y., M. Ellis, F. K. McKeith and E. R. Wilson. 1997. Feed intake pattern of group-housed growing-finishing pigs monitored using a computerized feed intake recording system. *Journal of Animal Science* 75, 1443-1451.

Research on establishment of efficient feeding methods for fattening pigs using the pig performance management system

By utilizing the pig performance management system (Pig Performance Testing (PPT)), which is one of the Information and Communication Technologies for pig farming, it is possible to monitor the growth and feeding behaviors of each individual over time even in the case of group housing. In this research, we conducted a feeding test using PPT in order to establish efficient feeding method for fattening pigs.

In a comparative experiment of the method using PPT group and the conventional feeding method (as control group) in the fattening period. We confirmed that the feed conversion rate of the PPT group was lower than control. There were significant differences in the feeding behaviors (time of feeding etc.) between barrows and gilts.

We also investigated the differences in the growth and feeding behaviors between barrows and gilts. The feed conversion rate of barrows was higher than that of gilts, and barrows took more feed during the night-

time. As a result, we suggested that the feed conversion rate of barrows during the fattening period could be improved by limiting the feed intake during the night-time.