

免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験（Ⅱ）

萱原由美・豊嶋 愛

Effects of immunological castration to fattening pigs Ⅱ

Yumi KAYAHARA, Megumi TOYOSHIMA

要 約

免疫学的去勢豚と無去勢豚の発育成績および肉質の比較、また群飼の免疫学的去勢時のストレスを調査した。

屠畜時に、免疫学的去勢区の陰囊および精巣は顕著に縮小していたが、5頭のうち1頭で精巣の一部の精細管に精子形成が認められた。無去勢区に比較して、免疫学的去勢区では一日平均増体重が高く、飼料要求率が低かった。肉質検査では、免疫学的去勢区の肉色 b^* 値が有意に低く ($p < 0.01$)、ポークカラースタANDARD (PCS) も有意に低かった。食味検査では、総合評価の項目で免疫学的去勢区が有意に好ましいとの結果であった ($p < 0.01$)。背脂肪内層脂質検査では免疫学的去勢区で飽和脂肪酸が有意に高く、不飽和脂肪酸が有意に低かった ($p < 0.05$)。血漿コルチゾール値を用いたストレス比較では、前回の単飼試験では、免疫学的去勢後に血漿コルチゾール値が上昇していたが、今回の群飼試験では、区間に有意差が無かった。このことから、飼養形態により豚のストレスは異なることが示唆された。

緒 言

近年、動物福祉（アニマルウェルフェア、以下 AW）について、世界的な基準（国際獣疫事務局の OIE コード、GAP 等）が示されるようになり、畜産業界でも AW に対応した飼養を取り入れる方向になっている。その状況の中、日本ではまだ免疫学的去勢は一般的ではなく、子豚時に無麻酔下外科的去勢が実施されているのが現状である。国内での免疫学的去勢豚の産肉性の報告はいくつかある^{1,2,3,4,5)}ものの、各去勢に伴う痛みを比較した報告はこれまでにない

前回実施した「免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験（Ⅰ）」⁶⁾では、単飼における免疫学的去勢と外科的去勢との肥育比較、各去勢のストレスを確認した。その結果、免疫学的去勢は飼料要求率が低く、効率よく成長していた。ストレス調査では、免疫学的去勢剤注射後、血漿コルチゾール値上昇を確認し、注射行為がストレスサーになったと考えられた。子豚の外科的去勢のストレス比較では対照区と大きな差はなかった。そこで、今回は群飼における免疫学的去勢豚と無去勢豚との比較を行った（香川県畜産試験場動物実験委員会承認番号 R 1-2）。

材料および方法

試験場所 香川県畜産試験場

試験期間 令和2年10月23日～12月21日（60日間）、12月23日屠畜

供試豚 雄10頭（WB種5頭、LW種5頭）令和2年7月17日生

免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験（Ⅱ）

- 試験区分 免疫学的去勢区（以下免疫区）：WB種2頭、LW種3頭
無去勢区：WB種3頭、LW種2頭
- 飼養方法 群飼、自由飲水、市販肥育後期用配合飼料（TDN78%、CP15%）不断給餌
- 試験方法 免疫学的去勢時（10月23日、11月24日）に、血漿コルチゾール値を測定した。
屠畜後、肉質検査等（検査項目1）3）4）5）6）を実施、各項目を比較した。

検査項目

- 1) 経過健康観察、行動観察、陰囊外観および精巣の大きさと組織学的確認
- 2) 発育調査（開始時および終了時体重、一日平均増体重、飼料摂取量、飼料要求率）
- 3) と体調査（と体長、背腰長、と体幅、背脂肪厚、生体重、枝肉重量、格付け時の雌雄判別）
- 4) 胸最長筋における理化学的肉質検査（PCS、肉色、保水性、伸展率、水分、加熱損失、圧搾肉汁率、加圧保水性、破断応力、破断歪率、破断エネルギー）
ロース肉（胸最長筋）を用いて、当場の定法に従って検査した。
- 5) 背脂肪内層の脂質検査（PFCS、脂肪色、背脂肪内層融点、脂肪酸組織分析）
PFCS、脂肪色、融点は、当場の定法に従って検査し、脂肪酸組織分析は一般財団法人日本食品分析センターに委託した
- 6) ロース肉（胸最長筋）官能検査（香り、歯ごたえ、脂肪の口溶け、味、総合評価）
試験場職員、県立農業大学生 計 25 名を対象に実施した。2 cm×2 cm×4 cm（うち1 cmは背脂肪）のサンプルを成形し、180℃に温めたホットプレートで片面2分ずつ焼き、1分冷ました後提供した。評価は1～6段階とし、評価が低いものを1、高いものを6として数値化し、比較した。
- 7) 血漿コルチゾール値（ストレス評価）
免疫区では、1回目および2回目の免疫学的去勢剤注射後 10 分後に鼻保定し、保定後 30 秒以内に前大静脈から採血した。対象として無去勢区も同じハンドリング（鼻保定採血）を行い測定値を比較した。なお、1豚房（豚5頭）の採血は、採血開始4分以内に行った。コルチゾール値検査は（株）福山臨床検査センターに委託した。
- 8) 統計処理
測定値は平均値±標準偏差で示し、*t* 検定により解析した。

成 績

- 1) 経過健康観察、行動観察、陰囊外観および精巣の大きさと組織学的確認
免疫学的去勢剤2回注射後、免疫区の陰囊外観はしだいに縮小した。注射 29 日後の屠畜時に精巣を回収し、計測したところ、精巣重量は偏差が大きく有意差はなかったが、長径、短径、厚さは有意に小さくなっていた（ $p<0.01$ ）（表1，写真1）。しかしながら、免疫区の精巣を組織学的に確認すると、1個体で一部精細管に精子形成が認められた（写真2）。その他の個体では精子形成は確認できなかった。

免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験（Ⅱ）

表1 精巣サイズ比較

		免疫区	無去勢区
重量	g	284.3 ± 57.6	638.7 ± 103.5
長径	mm	76.7 ± 5.2 A	93.9 ± 11.5 B
短径	mm	47.7 ± 3.6 A	64.4 ± 4.0 B
厚さ	mm	42.8 ± 3.5 A	69.8 ± 18.8 B

平均値±標準偏差. n=6/区(3頭、左右2個)
A,B異なる記号間で有意差あり(p<0.01)



写真1 上:無去勢区、下:免疫区

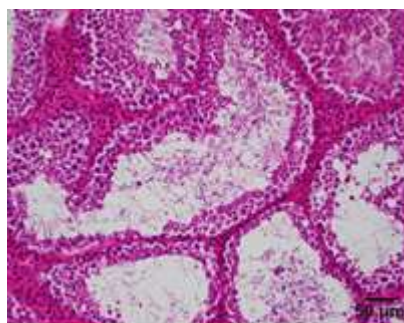


写真2 精子形成が確認された免疫区豚精巣

2) 発育調査

無去勢区に比べ、免疫区で一日平均増体重が高く、飼料要求率は低かった（表2）。

表2 発育成績

		免疫区	無去勢区
馴致時体重	kg	35.2 ± 4.1	35.6 ± 3.3
開始時体重	kg	48.9 ± 4.5	49.9 ± 2.9
終了時体重	kg	112.9 ± 5.5	113.0 ± 5.7
一日平均増体重	kg/頭	1.11 ± 0.14	1.08 ± 0.12
飼料摂取量	kg/頭	206.80	210.18
飼料要求率		3.17	3.29

平均値±標準偏差. n=5/区

3) と体調査

無去勢区は、免疫区に比べ背脂肪が薄い傾向にあり、背の部分で有意差があった（p<0.05）（表3）。枝肉格付けの雌雄判別は、免疫区は、雄3頭去勢2頭、無去勢区では、雄5頭と判別された。

免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験（Ⅱ）

表3 枝肉検査結果

		免疫区	無去勢区
と体長	cm	88.5 ± 4.8	93.1 ± 1.6
背腰長Ⅰ	cm	74.7 ± 2.1	75.7 ± 2.1
背腰長Ⅱ	cm	66.5 ± 2.1	67.9 ± 2.6
と体幅	cm	34.5 ± 0.8	34.0 ± 1.0
背脂肪 肩	cm	4.3 ± 0.9	4.1 ± 0.7
背脂肪 背	cm	2.4 ± 0.4 a	1.8 ± 0.2 b
背脂肪 腰	cm	3.3 ± 0.5	2.6 ± 0.6
生体重	kg	112.9 ± 5.5	113.0 ± 5.7
枝肉重量	kg	69.7 ± 4.7	69.6 ± 3.0
雌雄判別		雄3、去勢2	雄5

平均値±標準偏差. n=5/区

a,b 異なる記号間で有意差あり ($p<0.05$)

4) 胸最長筋における理化学的肉質検査

肉色では、免疫区で b^* 値が有意に低く、肉眼 (PCS) 比較でも有意差に低く ($p<0.01$)、無去勢区が、免疫区に比べ肉色が濃かった (表4)。

水分量は、免疫区が無去勢区に比べ、有意 ($p<0.05$) に低かった。その他の検査項目に各区間に有意な差は認められなかった。

表4 胸最長筋における理化学的検査結果

		免疫区	無去勢区
PCS		3.5 ± 0.0 A	4.3 ± 0.3 B
肉色 L^* 値		47.4 ± 2.0	45.3 ± 0.4
肉色 a^* 値		10.1 ± 0.6	10.2 ± 0.4
肉色 b^* 値		-0.9 ± 0.2 A	0.2 ± 0.1 B
保水性	%	81.2 ± 1.0	83.2 ± 2.4
伸展率	cm ² /g	28.1 ± 1.5	29.8 ± 3.9
水分	%	72.9 ± 0.5 a	74.0 ± 0.4 b
加熱損失	%	27.3 ± 0.7	26.8 ± 0.8
圧搾肉汁率	%	39.8 ± 2.2	40.5 ± 2.1
破断応力	0 ⁷ (N/m ²)	6.4 ± 0.7	8.3 ± 1.7
破断歪率	%	62.0 ± 8.3	65.4 ± 4.0
破断エネルギー	0 ⁷ (J/m ³)	1.4 ± 0.2	2.0 ± 0.5

平均値±標準偏差. n=3/区

A,B異なる記号間で有意差あり ($p<0.01$)

a,b 異なる記号間で有意差あり ($p<0.05$)

5) 背脂肪内層の脂質検査

背脂肪内層融点は差が無かったが、免疫区の飽和脂肪酸が有意に多く ($p<0.05$)、不飽和脂肪酸が有意に少なかった ($p<0.05$) (表5)。また不飽和脂肪酸：飽和脂肪酸比も有意に低かった ($p<0.05$)。各脂肪酸の割合をみるとリノール酸で免疫区が有意に少なかった ($p<0.05$)。

免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験（Ⅱ）

表5 背脂肪内層における脂質検査結果

		免疫区	無去勢区
PFCS		1.3 ± 0.6	1.0 ± 0.0
脂肪色 L*値		72.7 ± 0.3	72.4 ± 1.0
脂肪色 a*値		5.3 ± 0.5	4.9 ± 0.3
脂肪色 b*値		2.0 ± 0.5	2.2 ± 0.1
背脂肪内層融点	°C	32.8 ± 4.1	32.8 ± 4.8
ミスチン酸(C14:0)	%	1.4 ± 0.1	1.3 ± 0.1
パルミチン酸(C16:0)	%	25.4 ± 1.1	24.6 ± 1.3
パルミトレイン酸(C16:1)	%	1.8 ± 0.4	1.9 ± 0.6
ステアリン酸(C18:0)	%	14.9 ± 1.4	14.6 ± 1.6
オレイン酸(C18:1n9)	%	41.7 ± 0.6	41.9 ± 0.6
リノール酸(C18:2n6t)	%	10.6 ± 0.6 a	11.7 ± 0.3 b
リノレン酸(C18:3n3)	%	0.9 ± 0.1	1.0 ± 0.1
飽和脂肪酸	%	42.4 ± 0.2 a	41.2 ± 0.4 b
不飽和脂肪酸	%	57.1 ± 0.3 a	58.2 ± 0.5 b
不飽和/飽和比	%	1.3 ± 0.0 a	1.4 ± 0.0 b

平均値±標準偏差. n=3/区

a,b 異なる記号間で有意差あり(p<0.05)

6) ロース肉官能検査

「香り」「歯ごたえ」「脂肪の口どけ」「味」の各項目では有意差は得られなかったが、各項目すべて免疫区が好ましい傾向にあり、「総合評価」の項目では免疫区が有意に好ましいという結果となった (p<0.01) (表6)。

表6 ロース肉官能検査結果

	免疫区	無去勢区
香り	4.4 ± 1.2	3.8 ± 1.1
歯ごたえ	4.1 ± 1.2	3.6 ± 1.0
脂肪の口どけ	4.3 ± 0.9	4.2 ± 1.0
味	4.4 ± 1.0	4.0 ± 1.2
総合評価	4.7 ± 0.9 A	3.8 ± 1.1 B

平均値±標準偏差. n=25/区

A,B異なる記号間で有意差あり(p<0.01)

7) 血漿コルチゾール値

免疫学的去勢注射後に測定した血漿コルチゾール値を比べると、1回目、2回目ともに区間に有意差はなかった(表7)。しかし、各区の注射1回目と2回目のコルチゾール値には大きく差があった。

免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験（Ⅱ）

表7 血漿コルチゾール値

		免疫区	無去勢区
1回目注射時	μg/dℓ	2.13 ± 1.08	1.90 ± 1.25
2回目注射時	μg/dℓ	5.08 ± 1.33	4.68 ± 1.15

平均値±標準偏差. n=5/区

考 察

発育成績については、免疫学的去勢豚は、無去勢豚に比べ飼料効率が良かった。その理由は、免疫学的去勢豚は、2回目のワクチン以降、性成熟しないため、乗駕行動、攻撃行動（噛みつき、頭突き）などの雄としての行動が抑制されたため、飼料効率上昇に繋がったと考えられた。前回試験では、外科的去勢豚よりも免疫学的去勢豚が飼料効率が良いことを確認しており、飼料効率の面からは、免疫学的去勢豚が優れていることがわかった。これは、2回目投与までは雄と同様の成長をたどる免疫学的去勢豚の特性の結果であるといえる。

と体調査では、背脂肪厚で無去勢豚が薄い傾向にあった。脂肪や骨格は、肥育後期である体重約70 kgから出荷までに増加することから、この期間に雄のまま成長した無去勢豚は、雄としての行動が激しくなり、脂肪が蓄積しなかったと考えられた。

脂肪酸組成でリノール酸に有意差があったが、リノール酸は必須脂肪酸であり、哺乳動物の体内では産生されず、食餌からの摂取により取り込まれるため、今回の有意差は他の脂肪酸の産生に影響されたと考えられる。しかし、宮崎大学の調査⁴⁾では、外科的去勢豚と免疫学的去勢豚の脂肪組成を比べたところ、三元種では差異が無かったが、パークシャー種ではリノール酸を主とする多価不飽和脂肪酸が有意に増えたと報告している。今後、外科的去勢および無去勢との比較により、免疫学的去勢の脂肪酸組成の特徴を精査したい。

沼尾らの報告¹⁾では、無去勢豚の雄臭の原因物質と考えられるアンドロステノン、スカトールが胸椎間内層脂肪を用いた試験で人の閾値を超える値が確認されている。今回の官能試験でも、無去勢区より免疫区が好ましいとの結果になったのは、これらの臭気のためと考えられた。一方、このことから、免疫学的去勢豚は雄臭がなく、豚肉の品質を落とさないとも推察できた。しかしながら、免疫学的去勢を実施した豚でも、組織学的には精子形成が確認された個体もあった。販売元の Zoetis 社によると、「個体により精巣の縮小具合が違い、2回目注射後8週をすぎると、抗体量が下がり、雄行動、雄臭がでる場合がある。その際には3回目の注射が必要になる」とのことであり、用量用法には「2回目の投与は、出荷4～8週間前に行うこと」とある。今回は、2回目注射 29 日後の屠畜で、4～8週の範囲であり、精巣も縮小していたが、精子形成が確認された個体があった。このことから、個体差を考慮した効果確認をしなければならないことがわかった。

ストレス比較については、保定後 30 秒以内、1豚房5頭を4分以内に採血しており、保定、豚の豚房内逃走によるコルチゾール値への影響はなく、そのうえで区間に有意差が無かったことから、免疫学的製剤注射によるストレスでの値の上昇はないと判断した。各区とも1回目と2回目の値に差があったことは、成長し群飼で飼育密度が高まったストレス（1豚房 12.95 m² 2.59 m²/頭）もしくは、寒冷のストレスなど他の要因が考えられる。一方、前回単飼（2.64 m²/頭）で実施した試験で

免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験（Ⅱ）

は、注射によりコルチゾール値が高くなり、3時間後も値が高いまま維持されていたが、今回群飼での試験では区間に差はなかった。このことから、今回は「密飼」状態ではなかったものの、豚の受けるストレスは飼養形態により差があると考えられ、単飼では注射はストレスになるが、群飼では注射はストレスにならないという結果になった。これは、豚はもともと群れで暮らす動物であることが影響していると考えられ、家畜のAWには、その生態を考慮する必要があると推察できた。

欧米では、AWの考え方や取り組みが進んでいる一方、それらは人の感じ方からの発想とも言える。家畜の受けるストレスは、その生理や行動学をよく理解しなければならないとされ、「豚の感覚」より「人の感覚」が優先されたのが、今までのヨーロッパのAWの動きであったとの提言もある⁷⁾。これからも、豚の受けるストレスについて検証し、AWに沿った生産性を落とすことのない飼育方法を検討していきたい。

参考文献

- 1) 沼尾真人,山田倫子,中根 崇.2011.免疫学的去勢豚の発育、肉質と精巣の変化.千葉県畜産総合研究センター研究報告第11号,33-37.
- 2) 中根 崇,山口倫子,木下智秀,沼尾真人.2012.雄豚における免疫学的去勢剤の効果と精巣機能.日本SPF豚研究会,All about SWINE 41, 12-29.
- 3) 米澤史浩,免疫学的去勢剤を用いた肉豚生産方法の検討,養豚の友,2020年10月,26-30.
- 4) 宮崎大学、免疫去勢による国産豚国産競争力強化事業実績報告書(平成30年度～令和2年度),日本中央競馬会畜産振興事業.
- 5) 呉 克昌,杉山正徳,奥村華子.,2013.インプロバックの大規模養豚場での使用事例とその効果について.Proc Jpn.pig Vet. Soc,No61,26-29.
- 6) 萱原由美,豊嶋 愛. 2021. 免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験(1).香川県畜産試験場研究報告第56号.
- 7) 宮下マリ.ストレスが及ぼす豚への影響と対策.養豚の友,2021年11月号,22-26.