

免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験（I）

萱原由美・豊嶋 愛

Effects of immunological castration to fattening pigs I

Yumi KAYAHARA, Megumi TOYOSHIMA

要 約

肥育豚における免疫学的去勢と外科的去勢との発育成績および肉質の比較、各去勢のストレスを調査した。

免疫学的去勢剤2回目投与を終え1ヵ月後の屠畜時には、免疫学的去勢区豚の陰嚢および精巣は顕著に縮小していた。飼料要求率は、免疫学的去勢区が外科的去勢区より低かった。免疫学的去勢区は、屠畜時の性判別で「雄」と判定されていたが、官能検査およびその他の項目で区間に差は認められなかった。血漿コルチゾール値でのストレス評価では、免疫学的去勢剤の注射後の検査で高い値を示し、注射行為がストレスャーになっていると考えられた。

また、子豚の外科的去勢のストレス比較では、鳴き声の音圧レベルおよび行動に大きな差は認められず、11日～12日齢での無麻酔下外科的去勢では、実施後一部に疼痛行動は見られたものの、ほぼ通常活発行動が継続し、全体的には異常行動が見られるほどのストレスではないと考えられた。

緒 言

免疫学的去勢とは、視床下部から放出される性腺刺激ホルモン放出ホルモン（GnRH）に対する抗体を産出することで、視床下部、下垂体、性腺軸と呼ばれる内分泌系に作用し、精巣からのテストステロンの作用を抑制させ、精巣機能を「去勢状態」とする方法で、外科的去勢と同様の効果をもたらすことができる。その投与は、免疫学的去勢製剤を雄豚の頸部皮下に4～6週間隔で2回注射するだけの簡便な方法であり、オーストラリア、ニュージーランドでは既に普及し、またEU諸国でも動物福祉（アニマルウェルフェア、以下AW）に適合した去勢方法として推奨されている。一方国内では、2010年に農林水産省により動物用生物学的製剤として承認されたが、いまだ去勢は無麻酔下での外科的去勢が一般的であり、免疫学的去勢は普及に至っていない。また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)}が、各去勢に伴う痛みを比較した報告はこれまでにない。

そこで今回、各去勢に伴う痛み、ストレスを明らかにし、肥育豚の発育や肉質等を損なわず、かつ農家の収益増にもつながる去勢方法を提示することを目的とし、試験1では免疫学的去勢と外科的去勢の肥育比較およびストレス調査、試験2では子豚時の外科的去勢のストレス調査を行った（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1>免疫学的去勢と外科的去勢との肥育比較およびストレス調査

試験場所 香川県畜産試験場

試験期間：肥育期間 令和2年6月17日～8月31日（75日間）、屠畜日 9月1日

免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験（1）

供試豚 雄6頭（W種）令和2年3月5日生
試験区分 免疫学的去勢区（以下免疫区）4頭、外科的去勢区（以下外科区）2頭
飼養方法 単飼、自由飲水、市販肥育後期用配合飼料（TDN78%、CP15%）を不断給餌。
去勢方法 免疫区：免疫学的去勢製剤（インプロバック Zoetis 社）2mlを頸部皮下に2回注射
1回目6月19日（106日齢）、2回目7月31日（149日齢）
外科区：7日齢時（3月12日）に、無麻酔下外科的去勢実施済
試験方法 肥育期間中の発育状況、陰囊外観等の観察および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3) 4) 5)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
- 2) 発育調査（開始時および出荷時体重、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、枝肉調査、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、破断応力、破断歪率、破断エネルギー）および背脂肪内層における脂質検査（PFCS、脂肪色、融点）
胸最長筋および背脂肪内層を用いて、当場の定法に従って検査し、各項目を比較した。
- 5) 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18名を対象に実施した。2cm×2cm×4cm（うち1cmは背脂肪）のサンプルを成形し、180℃に加温し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。
- 6) 血漿コルチゾール値（ストレス評価）
免疫区は、免疫学的去勢剤注射15分後（2回目の注射時には3時間後も測定）に鼻保定し、保定後30秒以内に前大静脈から採血した。対照として、外科区も同じハンドリング後採血し、値を比較した。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。
- 7) 統計処理
測定値は平均値±標準偏差で示し、5) ロース肉官能検査と6) 血漿コルチゾール値は t 検定により解析した。

<試験2>子豚の無麻酔下外科的去勢のストレス調査

試験場所 香川県畜産試験場
試験期間 令和2年7月16日
供試豚 雄10頭（L種（令和2年7月5日生）4頭、LB種（同年7月6日生）6頭）
試験区分 外科区（L種2頭、LB種3頭）、対照区（L種2頭、LB種3頭）
試験方法 外科区 1分間保定の間に無麻酔下外科的去勢
対照区 外科的去勢せずに外科区と同様のハンドリング（1分間保定）を実施

検査項目

- 1) 外科的去勢時の鳴き声音圧レベル測定
騒音計（TM-102、アズワン株式会社）を用い、子豚の口元から10cm離れたところで最大値を測定した。
- 2) 行動調査
ハンドリング終了直後から1時間おきに、5時間後まで子豚の行動を観察しエソグラムにもとづき記録した。なお、エソグラムはHanssonの報告⁶⁾を参考に、行動単位を「A

免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験（1）

通常活発行動（Active behaviors）」、「B 通常非活発行動（Inactive behaviors）」
「C 疼痛行動（Pain related behaviors）」に分類し、作成した（表1）。

表1 行動調査エソグラム

行動単位	行動内容
A 通常活発行動	哺乳、母猪乳房を鼻でつつく、遊ぶ、兄弟を噛む、歩く、走る 物を鼻でつつく、物を齧る、座る、立つ、膝まづく
B 通常非活発行動	特に何もしていない、睡眠、横たわる
C 疼痛行動	痙攣、振戦、揺く、尻を左右に振る、硬直

3) 統計処理

測定値は平均値±標準偏差で示し、1) 鳴き声音圧レベルは t 検定により解析した。

成 績

<試験1>免疫学的去勢と外科的去勢の発育比較およびストレス調査

1) 経過健康観察、行動観察

両区ともに異常は認められなかった。免疫区では4ヵ月齢直後から乗駕行動が見られていたが、約5ヵ月齢時の2回目の注射後、陰嚢は徐々に縮小し、乗駕行動は消失した（写真1）。免疫区豚の精巣を組織学的に確認したところ、精子は確認できなかった（写真2）。



写真1 免疫区豚 左：2回目注射時（149日齢）
右：屠畜時（181日齢）

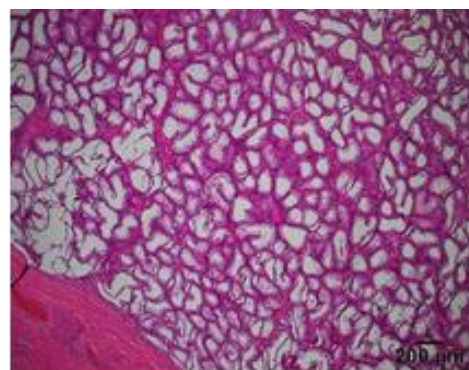


写真2 屠畜後の免疫区豚精巣

2) 発育調査（一日平均増体重、飼料要求率）

一日平均増体重は、外科区が高かったが、飼料要求率は免疫区が低く、免疫区が効率よく成長していた（表2）。

表2 発育調査結果

		免疫区	外科区
開始時体重	kg	66.6 ± 2.6	63.8 ± 2.5
出荷時体重	kg	131.4 ± 3.2	130.5 ± 7.8
一日平均増体重	kg/頭	0.88 ± 0.01	0.90 ± 0.07
飼料摂取量	kg/頭	228.3 ± 15.0	255.0 ± 23.6
飼料要求率		3.53 ± 0.22	3.82 ± 0.05
平均値±標準偏差. 免疫区n=4 外科区n=2			

3) と体調査

肩部、背部、腰部全ての背脂肪厚は、免疫区が薄くなっていた（表3）。

免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験（1）

その他、生体重、枝肉重量、と体長、背腰長（Ⅰ、Ⅱ）、と体幅において両区間に顕著な差は認められなかった。雌雄判別では、外科区は「去勢」と判定されていたが、免疫区は4頭すべて「雄」と判別された。

表3 枝肉検査結果

		免疫区	外科区
と体長	cm	99.0 ± 1.1	97.3 ± 1.1
背腰長Ⅰ	cm	83.2 ± 0.6	80.1 ± 2.5
背腰長Ⅱ	cm	75.1 ± 1.1	71.6 ± 2.4
と体幅	cm	36.6 ± 1.8	37.7 ± 0.7
背脂肪 肩	cm	4.5 ± 0.9	5.3 ± 0.5
背脂肪 背	cm	2.4 ± 0.5	2.9 ± 0.1
背脂肪 腰	cm	3.6 ± 0.7	3.8 ± 0.4
生体重	kg	131.4 ± 3.2	130.5 ± 7.8
枝肉重量	kg	82.8 ± 2.1	85.6 ± 5.4
雌雄判別		雄4	去勢2

平均値±標準偏差. 免疫区n=4 外科区n=2

4) 胸最長筋における理化学的肉質検査および背脂肪内層における脂質検査

免疫区が肉色でL*a*b*値すべて高く、保水性、伸展率でも高い値を示したが、両区に明確な差はなかった（表4）。脂質検査でも両区に明確な差はなかった（表5）。

表4 胸最長筋における理化学的検査結果

		免疫区	外科区
PCS		3.0 ± 0.8	2.8 ± 0.7
肉色 L*値		47.5 ± 4.1	47.0 ± 0.8
肉色 a*値		10.0 ± 1.7	9.9 ± 8.3
肉色 b*値		-0.2 ± 2.5	-1.0 ± 0.7
保水性	%	77.5 ± 2.2	74.9 ± 0.5
伸展率	cm ² /g	24.6 ± 2.9	21.1 ± 0.2
水分	%	72.6 ± 1.3	73.9 ± 0.7
加熱損失	%	27.8 ± 1.1	28.0 ± 1.2
圧搾肉汁率	%	40.1 ± 1.6	39.1 ± 1.0
破断応力	0 ⁷ (N/m ²)	6.8 ± 1.0	6.5 ± 1.0
破断歪率	%	49.7 ± 4.6	47.8 ± 6.2
破断エネルギー	0 ⁷ (J/m ³)	1.5 ± 0.3	1.3 ± 0.5

平均値±標準偏差. 免疫区n=4 外科区n=2

表5 背脂肪内層における脂質検査結果

		免疫区	外科区
PFCS		1.8 ± 0.3	1.5 ± 1.1
脂肪色 L*値		72.8 ± 0.9	73.0 ± 0.3
脂肪色 a*値		5.0 ± 0.8	4.7 ± 0.3
脂肪色 b*値		1.4 ± 0.5	0.5 ± 0.0
背脂肪内層融点	℃	31.5 ± 0.7	31.2 ± 0.3

平均値±標準偏差. 免疫区n=4 外科区n=2

5) ロース肉官能検査

両区に大きな差は無く、全ての項目に有意差はなかった。両区とも、香りに関して雄臭い等の意見はなかった（表6）。

免疫学的去勢が肥育豚に与える影響調査試験（1）

表6 ロース肉官能検査結果

	免疫区	外科区
香り	4.2 ± 0.7	4.3 ± 1.1
歯ごたえ	3.7 ± 0.8	4.0 ± 0.9
脂肪の口どけ	4.0 ± 0.8	4.4 ± 0.9
味	4.5 ± 0.7	4.5 ± 1.3
総合評価	4.5 ± 0.7	4.7 ± 1.2

平均値±標準偏差. n=18/区

6) 血漿コルチゾール値

注射 15 分後では、免疫区が外科区より有意に高かった（表 7）。また、2 回目注射の 15 分後と 3 時間後の値を比べると、免疫区は 3 時間後も高いまま維持していたが、外科区では値は下がっていた（表 8）。

表7 免疫去勢剤注射15分後の血漿コルチゾール値

単位	免疫区	外科区
$\mu\text{g/dl}$	5.21 ± 0.41 a	2.28 ± 0.21 b

平均値±標準偏差 免疫区n=8 対照区n=4

a,b: 異なる記号間で有意差有 (p<0.01)

表8 2回目免疫学去勢剤注射後の血漿コルチゾール値

単位	免疫区	外科区
15分後 $\mu\text{g/dl}$	5.93 ± 0.29	2.50 ± 0.40
3時間後 $\mu\text{g/dl}$	5.43 ± 0.68	0.90 ± 0.20

平均値±標準偏差 免疫区n=4 対照区n=2

<試験2>子豚の無麻酔下外科的去勢のストレス調査

鳴き声の音圧レベルで両区間に有意差は認められなかった（表 9）。子豚のエソグラムでは、外科区で去勢直後に 1 頭が尾の痙攣を、5 時間後に同じ個体が尻を左右に振る様子が観察され「C 疼痛行動」を確認したものの、その個体も他の時間帯には「A 通常活発行動」を示し、また他の個体は継続して「A 通常活発行動」「B 通常非活発行動」を示しており、区間に大きな差はみられなかった（表 10）。

表9 鳴き声音圧レベル結果 単位:デシベル

	外科区	対照区
	120.1 ± 2.0	121.6 ± 2.8

平均値±標準偏差. n=5頭/区

表10 無麻酔下外科的去勢後の子豚の行動観察結果 単位:頭

行動単位	直後	1hr	2hr	3hr	4hr	5hr	6hr	(経過時間)
外科区 A	4	2	5	5	5	4	5	
B		3						
C	1					1		
対照区 A	5	2	5	5	5	5	5	
B		3						
C								

n=5頭/区

考 察

免疫学的去勢製剤であるインプロバックは日本を含む世界の 60 か国以上で承認され、オーストラリアやニュージーランドでは消費者に広く受け入れられている。一方、EU では、2010 年 10 月に「ヨーロッパでは 2018 年までにオス子豚の外科的去勢を廃止する」というブリュッセル宣言を採択したが⁷⁾、それ以降むしろ去勢しない割合が増えており、免疫学的去勢は経費等の問題で普及率は低いままで、非去勢豚が増えた国もあると報告もされている⁸⁾。日本においては、EU とは食文化や AW への取り組み方が異なり、食肉での豚肉の雄臭に嫌悪感があり、ほぼ 100%外科的去勢が実施されている⁸⁾。また、免疫学的去勢製剤は日本で 2010 年に承認され、試験的实施事例はあるが、現在までに普及に至っていないのが現状である。

発育成績については、一日平均増体重、飼料要求率の結果から、免疫区は効率よく成長し、「雄」としての特性のまま成長していることがわかった。しかしながら、肉色が濃く、屠畜検査では「雄」と判定されたため、枝肉価格に反映し低価格となった。官能検査では区間に差はなく、食味には影響がなかったことが確認できた。製剤費用は、一頭あたり 2 回注射で 594 円要したが、飼料要求率が外科区に比べ、免疫区が約 8%低くなることから、枝肉が「去勢」として評価された場合は、収入増が期待できる。

試験 1 のストレス調査は、ストレスホルモンと呼ばれるコルチゾールを測定し評価した。山田らの報告⁹⁾では、豚に鼻保定後、15 分で血漿コルチゾール値が有意に上昇したことが報告されており、今回、採血は保定後 30 秒以内に採血したため、血漿コルチゾール上昇は、保定の影響はなく注射行為によるストレスのためと推察できる。その結果からは、外科区（対照）に比べ免疫学的去勢区のストレスは大きく、注射は強いストレス者となり、3 時間後もそのストレスが継続していることを確認した。このことから、3.5 ヶ月齢～5 ヶ月齢での注射はストレスであるとわかった。

試験 2 では、11～12 日齢豚の外科的去勢による子豚の鳴き声、行動によるストレス比較を試みた。行動比較は、外科的去勢直後から全観察時間を通じて区間に差はなく、11～12 日齢の子豚での無麻酔下外科的去勢がストレス者になる個体もいるが、全体的にみると、疼痛行動が認められるほどのストレスではないと考えられた。また鳴き声の音圧レベルも外科的去勢区と対照区は同等レベルで差は無かった。この結果からは、外科的去勢作業下では、「外科的去勢」ではなく「保定」により鳴き声音圧レベルが上がっており、ストレス者は「保定」であると考えられた。しかしながら、さらに日齢の経過した豚での外科的去勢は、去勢行為がストレス者となり、行動比較、鳴き声音圧レベルの比較で差がでることも考えられる。

今回、肥育豚への注射がストレス者であるという結果であったが、注射行為は免疫学的去勢剤注射に限らず、養豚飼育の現場では日常的に行われており、通常の飼育下で発生するストレスともいえる。今回は単飼で実施したため、次回は通常の飼育方法である群飼で比較したい。

免疫学的去勢の一般農家への普及については、通常の注射行為であり、特に煩雑さもなく導入可能と考える。また、免疫学的去勢は、2 回目の注射をする出荷 4 週～8 週間までは、「雄」として育成されるため、今回の結果でも、背脂肪厚が薄く、飼料効率がよい結果となり、「雄」の特性を生かした生産コストのよい肥育が可能になることがわかった。しかしながら、豚枝肉の性判別は、陰茎輪の面積や半膜様筋の隆起状況、肉色、肉の臭いを考慮して公益社団法人日本食肉格付協会格付員により目視にて判断されており、今回の試験豚については、格付員、流通業者等と打ち合わせのうえ出荷したが、枝肉評価で「雄」と判定された。「雄」では、枝肉価格が低くなることから、この去勢方法を普及させるには、枝肉の雌雄判別方法または評価方法の検討と流通業者および消費者の理解が必須条件であろう。

また今回、外科的去勢時のストレス比較のため、子豚唾液中のコルチゾール値測定を試みたが、

唾液量を十分量採取することが困難であったため、断念せざるを得なかった。子豚の痛みおよびストレス評価については、AW上でも重要であり、評価方法をさらに検討したい。

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製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、免疫学的去勢製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) Hansson et al. 2011.Effect of local anaesthesia and or analgesia on pain responses induced by piglet castration Dietary supplementation . Acta Veterinaria Scandinavica Res. 53:34.
- 7) 松本洋一,2019.世界と日本のアニマルウェルフェア 畜産ビジネスの新展開（2）,畜産の研究,第 73 巻,第 10 号,815-826.
- 8) EU の養豚・豚肉産業～多様な産地と経営体～,畜産の情報 2017 年 8 月号（独立行政法人 農畜産業振興機構発行）,84-101
- 9) 山田稻生,高橋秀之,大石浩之.1989.子豚における鼻保定採血の各種血液成分に及ぼす影響.日獣会誌 42,855-858.