

と畜場搬入豚のストレス評価とアニマルウェルフェア向上の検討について

○高橋 宏明

1 はじめに

アニマルウェルフェア (AW) は、「動物が生活及び死亡する環境と関連する動物の身体的及び心理的状态」と OIE (国際獣疫事務局) で定義されている¹⁾。と畜場における家畜の取扱いでは、係留状態や気温、と殺までの追い込み等、様々なストレス要因の存在が推測される。わが国では家畜の AW 向上を目的とした畜種ごとの飼養管理指針や輸送に関する指針等が示されているが、と畜場に関する規定は部分的なものにとどまっている²⁾。また、AW の考え方の普及に伴い、農場における飼養管理や輸送の影響を調査した家畜のストレス評価に関する様々な研究が行われているが、と畜場におけるストレス評価に関する報告は少ない。

ストレスは内分泌系や自律神経系に影響を及ぼし、コルチゾールやカテコールアミン等のストレスホルモンの分泌を促す。特にコルチゾールは生体の主要なストレス指標として知られており、ストレス評価の研究に広く使われている^{3)、4)}。また、ストレスホルモンの過剰な分泌は、免疫機能の低下による疾病発生や生産性の低下を招く。AW に配慮した家畜の取扱いは、不要なストレスを低減し、生産性、肉質、繁殖成績及び疾病の発生予防にも良い影響を与えることが報告されている⁵⁾。

本調査は、血液及び膀胱尿を検体としたコルチゾール濃度の測定と行動観察により、と畜場搬入豚のストレス評価を実施するとともに、ストレスサーと考えられる各種要因の影響を調査したので、その概要を報告する。

2 方法

① 供試動物及び検体採取

宮城県内の A 農場、B 農場より、所管と畜場に搬入された肥育豚から放血処理時の血液及び内臓摘出後の膀胱に残留している尿を 10~20 検体/回採取した。検体採取は令和 5 年 7 月、8 月、12 月及び令和 6 年 1 月に各 1 回実施した。検体採取に伴い、各群の係留密度及び係留環境のと殺前の気温を記録した。気温は温度計の設置により計測した。また、令和 5 年 12 月に B 農場にて飼育されている出荷 1 週間前の豚 5 頭の血液を頸静脈から採取した。なお、採取した血液は直ちに EDTA 管に移し、3000rpm、10 分間遠心後、上清を分注し、測定まで-80℃で保管した。尿については、測定まで-80℃で保管した。

② 生理学的指標測定

血液については、Cortisol EIA Kit (Oxford Biomedical Research) によりコルチゾール濃度を測定した。尿については、尿の濃度を補正するため、コルチゾールに加えてクレアチニン濃度を測定し、コルチゾールとクレアチニンの比を算出した。クレアチニンは測定キット (LabAssay™ Creatinine (Jaffé method)) により測定した。

③ 行動観察

令和 5 年 7 月、8 月、12 月及び令和 6 年 1 月に検体を採取する群について、と殺直前 30 分間の行動を観察した。観察にはビデオカメラによる録画データを用いた。闘争行動 (噛みつき、頭突き、押しのけ) について、群全体の発現頻度を記録し、平均血中コルチゾール濃度との相関を解析した。

④ 統計処理

コルチゾール濃度の値については、Smirnov-Grubbs 検定による棄却検定により外れ値を除外し、

有意差の確認については、Student の t 検定により実施した。血中コルチゾール濃度-尿中コルチゾール濃度及びコルチゾール濃度とと殺直前の気温、係留密度、闘争行動の発現頻度との各相関については、Pearson の相関分析により解析した。

3 結果

① 農場採取とと畜場採取の血中コルチゾール濃度の比較

令和 5 年 12 月に B 農場にて採取した検体と 1 週間後に同群のと畜場に出荷された豚から採取した検体の血中コルチゾール濃度を比較したところ、有意差は認められなかった (図 1)。

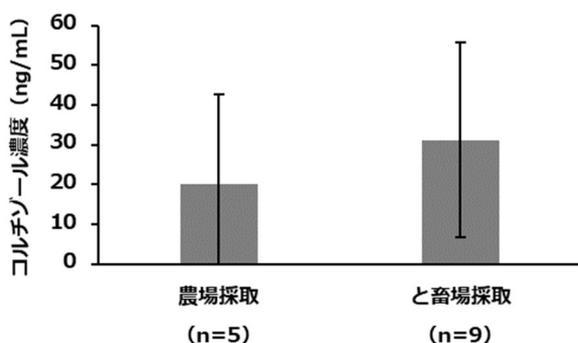


図 1. B 農場血中コルチゾール濃度 (平均値±標準偏差)

② 気温-コルチゾール濃度の相関

令和 5 年 7 月、8 月、12 月、令和 6 年 1 月にと畜場に搬入された A 農場及び B 農場の豚の血中、尿中コルチゾール濃度とと殺開始直前の気温との相関を解析した。その結果、気温と血中コルチゾール濃度の間には負の相関が認められた (図 2)。尿中コルチゾール濃度との間には有意な相関は認められなかった (図 3)。

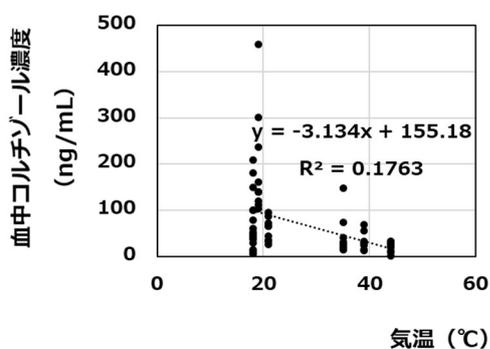


図 2. 気温-血中コルチゾール濃度の相関 (n=65、相関係数：-0.420、 $P < 0.05$)

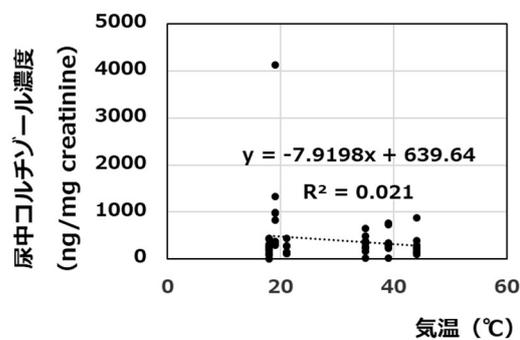


図 3. 気温-尿中コルチゾール濃度の相関 (n=54、相関係数：-0.145、 $P > 0.05$)

③ 係留密度-コルチゾール濃度の相関

令和 5 年 7 月、8 月、12 月、令和 6 年 1 月にと畜場に搬入された A 農場及び B 農場の豚の血中、尿中コルチゾール濃度と係留密度の相関を解析したところ、いずれも有意な相関は認められなかった (図 4、5)。

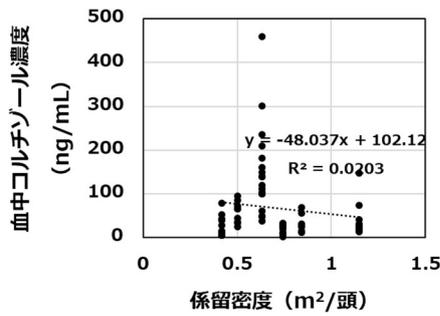


図4. 係留密度-血中コルチゾール濃度の相関
(n=65、相関係数：-0.143、P>0.05)

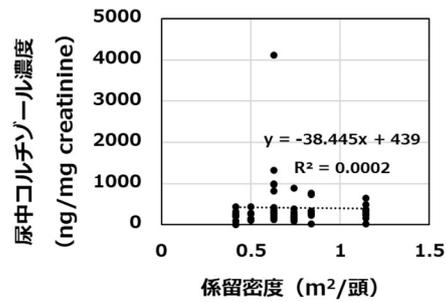


図5. 係留密度-尿中コルチゾール濃度の相関
(n=52、相関係数：-0.016、P>0.05)

④ 血中コルチゾール濃度-尿中コルチゾール濃度の分布

採取した検体の血中コルチゾール濃度と尿中コルチゾール濃度の間には有意な相関は認められず、分布にばらつきが見られた (図6)。

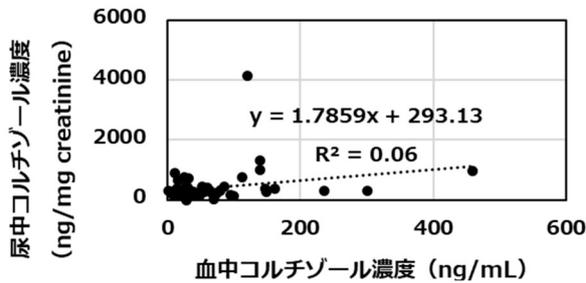


図6. 血中コルチゾール-尿中コルチゾールの分布
(n=53、相関係数：0.245、P>0.05)

⑤ 闘争行動-コルチゾール濃度の相関

検体を採取する群に対して、群全体の闘争行動の発現頻度を記録し、血中コルチゾール濃度との相関を解析したところ、有意な正の相関が認められた (図7)。

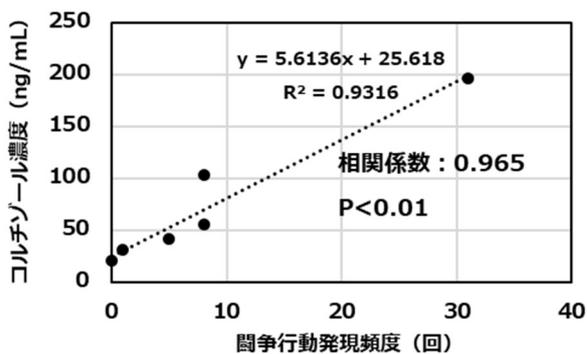


図7. 闘争行動発現頻度-血中コルチゾール濃度の相関

4 考察

と畜場における家畜の取扱いでは、係留状態や気温、と殺までの追い込み等、家畜に対する様々なストレス要因となり得る事象が存在する。ストレスホルモンの過剰分泌は免疫機能の低下による疾病の発生や生産性の低下を招くだけでなく、肉質にも影響を及ぼす可能性があり、と畜

場における家畜のストレス管理は食肉の生産においても重要な課題である。

農場飼育時の状態とと畜場搬入後のストレス状態を比較するため、農場で採取した検体と同群のと畜場で採取した検体の血中コルチゾール濃度を比較した。農場における採血は鼻保定し、頸静脈から採取した。鼻保定による採血は豚にとって相当のストレッサーとなり得るが、血中コルチゾールの有意な上昇には保定開始から15分程度の時間を要することが報告されている⁶⁾。今回の農場における検体採取は保定から採血まですべて10～15秒程度で完了しており、鼻保定による影響は少ないものと判断した。農場で採取した検体とと畜場にて採取した検体のコルチゾール濃度を比較したところ、有意差はみられなかった。このことから、B農場での飼育時とと畜場に搬入してから翌日のストレスレベルに差はない、あるいはわずかに上昇する程度であると考えられた。

令和5年7月、8月、12月及び令和6年1月に検体採取した血中、尿中コルチゾール濃度と殺開始直前の気温との相関を解析した。その結果、血中コルチゾール濃度では負の相関が認められた。肥育豚の快適温度は20℃前後とされており⁷⁾、30℃以上の環境下による暑熱ストレスは深部体温の上昇を引き起こし、消化吸收機能が低下することが報告されている⁸⁾。本調査では、令和5年12月及び令和6年1月のと殺時の係留所の気温が20℃前後と快適温度に近い状態において、血中コルチゾール濃度が高い個体が見られたことから、他のストレス要因が影響した可能性が考えられた。

今回、採材対象の群は0.4～1.1m²/頭の密度で係留されていたが、血中及び尿中コルチゾール濃度との相関はみられなかった。一般に豚の飼養密度が高い環境下では、疾病や外傷の発生につながり、生産性や肉質の低下を招くとされている。豚において、飼養密度におけるコルチゾールの反応については、様々な報告がなされており⁹⁾、¹⁰⁾、評価が定まっておらず、係留密度とストレスマーカーとの関連についてはさらなる検討が必要である。

ストレスが生体に加わると、視床下部-下垂体-副腎皮質系（HPA系）を経てコルチゾールが分泌される。血中コルチゾール濃度は急速に増加し、数分から数十分でピークに達した後、刺激前のレベルに戻るとされており、急性ストレスの指標として使われている¹¹⁾。コルチゾールは主に尿中に排出され、その排出は数時間にわたって蓄積されるため、尿中コルチゾールは採取から数時間前のストレス状態を反映すると考えられている¹¹⁾。本調査においては、血中コルチゾール濃度と尿中コルチゾール濃度の間に相関はみられず、分布にばらつきが見られ、と畜場におけるストレス要因は明確に示されなかった。

闘争行動の発現頻度と血中コルチゾール濃度の相関を解析したところ、コルチゾール濃度との間に有意な正の相関が認められた。豚の闘争行動は、個体が互いに攻撃しあい、これがストレッサーとなり、血中コルチゾール濃度を上昇させることが報告されており¹²⁾、本調査は既報の結果を支持する結果となった。

以上のことから、闘争行動がストレッサーになることが示唆されたものの、明確なストレス要因は示されなかった。と畜場における家畜に対するストレスには様々な要因があり、本調査においては、他の要因が交絡している可能性が考えられる。今後は、個々のストレス要因に着目した調査を実施し、対策とその効果の検証に取り組んでいきたい。

引用文献

1) OIE:AnimalWelfare(https://www.oie.int/en/what-we-do/animal-health-and-welfare/animal_welfare/)

2) 佐藤博：と畜場における家畜の取り扱いに関する国内外の規定、日獣会誌75、536-539(2002)

- 3) Shamooun Noushad : Physiological biomarkers of chronic stress: A systematic review. *Int J Health Sci (Qassim)*. 2021 Sep-Oct;15(5):46-59.
- 4) Causes, consequences and biomarkers of stress in swine: an update. *BMC Vet Res* 2016 Aug 19;12(1):171
- 5) Muneta Y : Recent topics and studies on porcine salivary stress markers and the guideline for the animal welfare. *Proc. Jpn. Pig Vet. Soc.* 74, 34-41 (2019)
- 6) 山田稲生 : 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 (1989)
- 7) Wathes C, Whittemore C. Environmental management of pigs. In: Kyriazakis I, Whittemore C, Whittemore CT, editors. *Whittemore's science and practice of pig production*. Oxford: Blackwell Publishing;2006. pp. 533-90.
- 8) 松本光史 : 暑熱ストレスが肥育豚の深部体温と消化吸収能力に及ぼす影響、*日豚会誌* 47(4)240 (2010)
- 9) 大石仁 : 豚の飼養環境が生産性に及ぼす影響 (ストレス軽減環境の検討)、*茨城県畜産センター研究報告* 39号 67-72 (2006)
- 10) 藤田慶一郎 : 蜜飼いが肥育豚の増体や免疫機能及び唾液中ストレスマーカー濃度に与える影響、*日獣会誌* 68、43~47 (2015)
- 11) Pierre Mormède : Exploration of the hypothalamic-pituitary-adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. *Physiology & Behavior* Volume 92, Issue 3, 22 October
- 12) 出口栄三郎、阿久沢正夫 : 子豚の群編成後の末梢血コルチゾール濃度、白血球および単球と好中球の貪食能の変化、*日畜会報* 68(8)、767-773、2007, 317-339