

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)

清宮恵美・大石仁・相馬由和・楠原徹¹・合原義人²

The influence that feeding environment of swine gives to productivity
(Examination of stress reduction environment)

Emi SEIMIYA, Hitoshi OHISHI, Yoshikazu SOUMA, Toru KUSUHARA, Yoshito AIHARA

要 約

豚のストレス軽減環境を検討し、生産性の向上を図るため試験を行った。試験1として、ストレスを客観的に捉える目的でストレス指標について検討した。ワイヤー鼻保定器により30分間ストレスを付加したところ血圧は付加中有意($p<0.01$)に上昇し、血糖値は有意($p<0.05$)に上昇し、ヘマトクリット値、ヘモグロビンは付加中に上昇、付加後に減少傾向が見られた。この中で、ストレス指標として血圧および血糖値が有効であると考えられた。

試験2では、飼養密度の違い及び放牧がストレッサーとして豚に及ぼす影響をストレス指標を用いて検討した。密飼い区及び放牧区がストレス指標を含む16項目の検査中ほとんどの項目で同様の動向を示し、通常飼養に比べ密飼い・放牧共にストレスになると推定された。また、と体及び肉質検査結果からもストレス指標同様、密飼いが豚にとってストレスになっていると推察された。

試験3では、飼養されている床の構造の違いによる豚のストレス軽減の程度を検討した。コンクリート区と比較したゴムマット区において、白血球数およびコルチゾル濃度が低値で推移したことから、ゴムマットの使用がストレス軽減になっていると推定された。また、肉質に大きな差は見られなかったが、一日平均増体量が大きくなる傾向が見られた。

キーワード：豚飼養環境、ストレス指標、飼養密度、放牧、床材

緒 言

ストレス(STRESS)とは[Situations That Rease Emergency Signals for Survival]の略であり、「生存に関わる環境中の刺激に対処する為の生体の状態」を意味する。獣医・畜産学領域におけるストレスは「動物が環境や管理上の不良条件に対処する為に生理・生体面で異常または極端な調整を行う状態」と定義されており¹⁾、家畜にとって環境・管理の悪化が大きなストレス原因(ストレッサー)となりうる。一般にストレスは自立神経系とホルモン系に影響を及ぼすと言われており、視床下部に働きかけコルチゾールやアドレナリンの分泌を促す。過小または過剰ストレスによるコル

チゾールの大量分泌は免疫能の低下や、適応機能を減退させることにより生産性の低下を招く。よって家畜にとって環境・管理に関する至適ストレスの設定は安定した生産性確立の上で重要な課題となる。過度のストレスは生体の恒常性を混乱させ、全身適応症候群や免疫能の低下、適応ホルモンの分泌異常をきたし疾病の発生や生産性の低下を招く。よってできる限りストレスを減らした飼養環境を設定することにより、健康で安定した生産が期待でき、消費者が求める「安全・安心」のイメージを付加することが出来る。そこで、豚が本来持っている行動上の特性や欲求を考慮して、豚のストレスを軽減する飼養環境を検討し生産性の向上を図ることを目的として本試験を実施した。

試験1ではストレスの程度を客観的に捉える目的で、臨床学のおよび血液生化学的検査からス

1 現 鹿行家畜保健衛生所

2 現 畜産センター肉用牛研究所

トレスの指標を検討した。試験2では試験1の結果を基に、異なる飼養密度をストレッサーとして豚に及ぼすストレスの程度を検討した。試験3では、飼養されている床の構造の違いによる豚のストレス軽減の可能性を検討した。

材料および方法

1 試験1

1) 試験期間

平成16年4月～17年3月

2) 供試豚

(1) ストレス指標調査

育成豚(6～8ヶ月齢) 10頭

(2) 正常(安静時)血圧調査

育成豚(6～10ヶ月齢) 63頭

(3) 正常(安静時)血糖値調査

育成豚(6～10ヶ月齢) 63頭

3) ストレス付加方法

ワイヤー鼻保定器により30分間の鼻保定とした。

4) 材料

ストレス付加直後、付加5分後、10分後、20分後、30分後、付加終了30分後、60分後、120分後、24時間後に経時的に採血した血漿を用いた。

5) 検査項目

(1) 臨床学的検査：心拍数、血圧、体温

(2) 血液学的検査：血糖値、ヘマトクリット値、ヘモグロビン、急性期蛋白(α -1AG・ハプトグロビン)、白血球数、MDA

2 試験2

1) 試験期間

(1) 春試験：平成17年2月～5月

(2) 秋試験：平成17年9月～12月

2) 試験区及び供試豚延べ頭数

(1) 通常飼養区(1.09m²/頭)

春試験：育成豚(4ヶ月齢) 6頭

秋試験：育成豚(4ヶ月齢) 6頭

(2) 密飼区(0.56m²/頭)

春試験：育成豚(4ヶ月齢) 11頭

秋試験：育成豚(4ヶ月齢) 11頭

(3) 放牧区(10.83m²/頭)

春試験：育成豚(4ヶ月齢) 6頭

秋試験：育成豚(4ヶ月齢) 6頭

計46頭

飼料給与はローズ育成ペレットを不断給餌とした。

3) 検査項目

(1) 臨床学的検査：心拍数、血圧、一日平均増体量(DG)

(2) 血液学的検査：血糖値、ヘマトクリット値、ヘモグロビン、 α -1AG、白血球数、平均血球容積、血小板

(3) と体検査：皮下脂肪厚(背・腹)、ロース長、ロース断面積、大割肉片割合(ハム、カタ、ロース、バラ)

(4) 肉質検査：脂肪融点(皮下脂肪外層、内層、腎周囲脂肪)

3 試験3

1) 試験期間

(1) 平成18年10月～12月

(2) 平成18年12月～平成19年2月

2) 試験区及び供試豚延べ頭数

コンクリート区(通常飼養区) 7頭

ゴムマット区 6頭

計13頭

飼料給与はローズ育成ペレットを不断給餌とした。

3) 検査項目

(1) 臨床学的検査：一日平均増体量(DG)

(2) 血液学的検査：血糖値、ヘマトクリット値、コルチゾル、赤血球数、白血球数、

(3) と体検査：皮下脂肪厚(背・腹)、ロース長、ロース断面積

(4) 肉質検査：脂肪融点(皮下脂肪外層・内層、腎周囲脂肪)

結果

1 試験1

1) 血圧(図1)：収縮期血圧は安静時に対しストレス付加直後から終了時まで有意に上昇した($p<0.01$)。拡張期血圧は鼻保定5分から20分間に有意($p<0.05$)に上昇した。

なお豚の安静時血圧は収縮期血圧が 113.2 ± 17.9 mmHg、拡張期血圧は 78.5 ± 16.1 mmHgであった。

2) 血糖値(図2)：ストレス解放後30分、60分、120分で有意($p<0.05$)に上昇した。

なお、豚の安静時血糖値は 45.6 ± 11.03 mg/dlであった。

- 3) ヘマトクリット値：ストレス解放後30分、60分、120分、24時間で有意($p < 0.05$)に減少した。
- 4) ヘモグロビン(図3)：ストレス解放後60分、120分で有意($p < 0.01$)に減少した。
- 5) 体温：ストレス後上昇し、その後有意差は認められないものの安静時に比べ高い傾向で推移した。

- 6) 心拍数：保定直後に上昇したが、有意差は認められなかった。
- 7) α -1AG：濃度の変化は認められなかった。
- 8) ハプトグロビン：保定直後から保定10分において上昇する傾向が見られたが、その後は増減を繰り返した。
- 9) 白血球数(図4)：鼻保定10分、20分、30分で有意($p < 0.05$)に減少した。

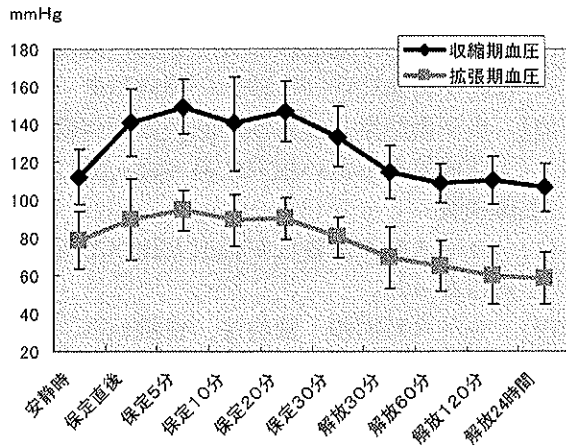


図1 血圧

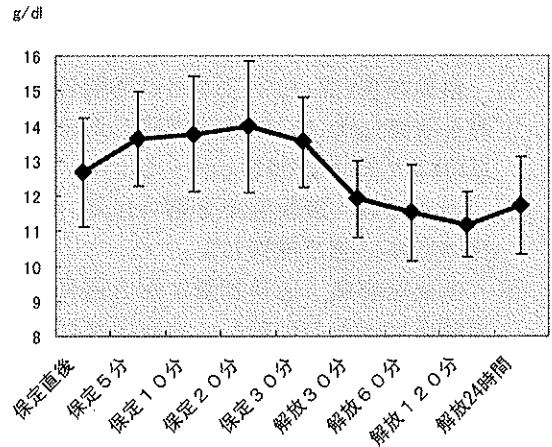


図3 ヘモグロビン

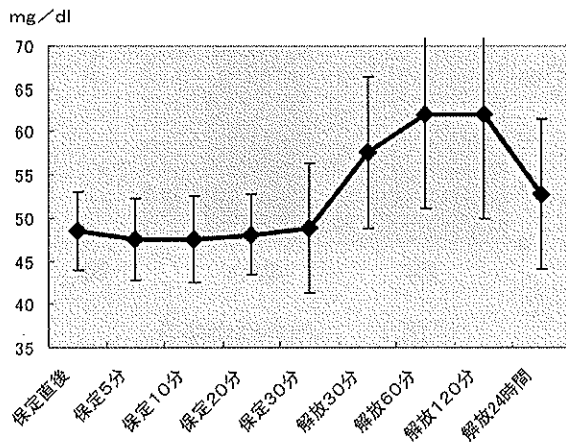


図2 血糖値

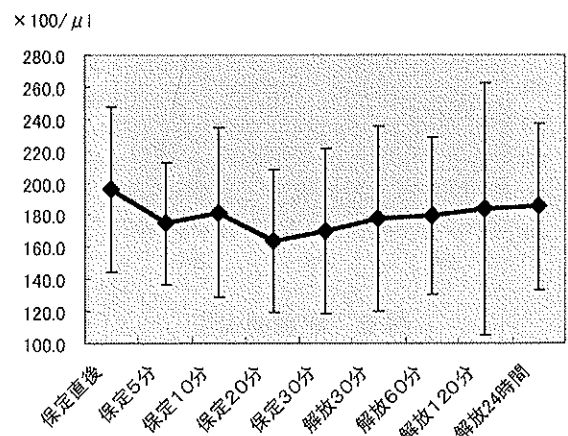


図4 白血球

2 試験2

1) 臨床学的検査

- (1) 血圧(図5, 6)：収縮期血圧は放牧区が試験期間中、通常飼養区に比べて上昇傾向にあった。密飼い区は2週目に上昇傾向にあったが徐々に通常飼養区と同じレベルに下降した。
- (2) 心拍数：試験開始2週目で通常飼養区に比べ密飼い区が高い傾向にあり放牧区が低

い傾向にあったが、6週目には3区とも同様な値となった。

- (3) 一日増体量(図7)：通常飼養区に対し密飼い区及び放牧区が有意に低い($p < 0.01$)結果であった。

2) 血液学的検査

- (1) 血糖値(図8)：試験開始2週目で放牧区が通常区に比べ有意($p < 0.05$)に高い値を示した。

- (2) ヘマトクリット値(図9)：通常飼養区が2週目に上昇し、以後そのまま推移した。放牧区は試験期間中大きな変動は見られなかった。密飼い区は、2週目に徐々に上昇したものの、試験期間中通常飼養区より有意($p<0.01$)に低い値で推移した。
- (3) α -1AG(α 1酸性糖タンパク)(図10)：放牧区では2週目に、密飼い区は4週目に一過性の上昇が見られ、6週目で放牧区、密飼い区が通常飼養区より有意($p<0.01$)に高い結果であった。
- (4) 白血球数(図11)：2週目に通常飼養区に対し有意($p<0.05$)に低く推移したが、それ以降は大きな変動はなかった。
- (5) 赤血球数：放牧区で2週目以降、他区に比べて高い値で推移した。
- (6) 赤血球容積：通常飼養区が2週目以降上昇傾向だったのに対し、放牧区及び密飼い区は2週目に有意に低下しそのまま推移し

たため通常飼養区より有意($p<0.05$)に低い結果となった。

3) 肉質検査

- (1) 脂肪融点(図12)：皮下脂肪内層及び腎周囲脂肪で通常飼養区に対し密飼い区及び放牧区が有意($p<0.01$)に高い結果であった。
 - (2) クッキングロス：密飼い区が高い傾向にあった。
 - (3) 剪断力：密飼い区が通常飼養区に比べて低い値を示した。
 - (4) 破断応力：通常区に対し密飼い区及び放牧区が有意($p<0.05$)に低い傾向にあった。
 - (5) 皮下脂肪厚：放牧区が他区と比べ腹脂肪・背脂肪とも薄い傾向にあった。
- 4) と体検査
- (1) ロース長：放牧区が他区と比べて長い傾向にあった。
 - (2) ロース断面積：放牧区、密飼い区、通常飼養区の順で大きい傾向にあった。

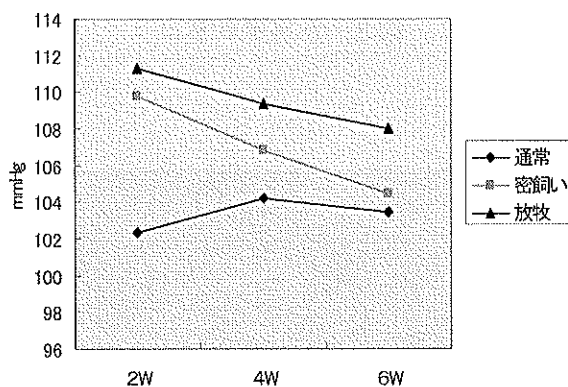


図5 収縮期血圧

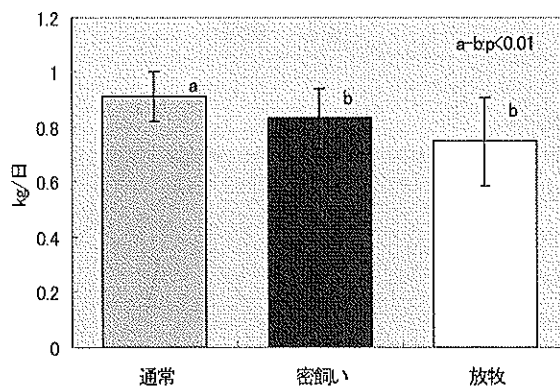


図7 一日平均増体量

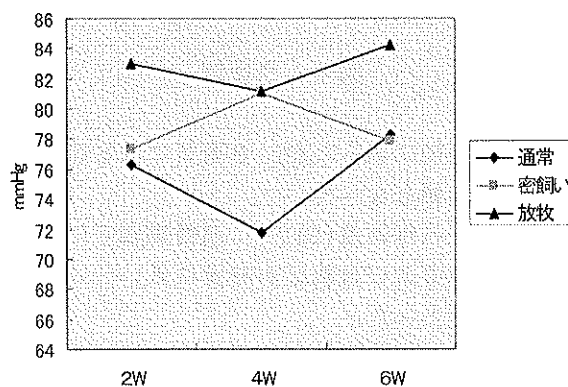


図6 拡張期血圧

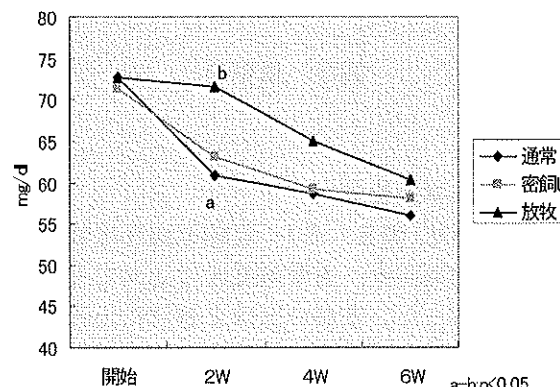


図8 血糖値

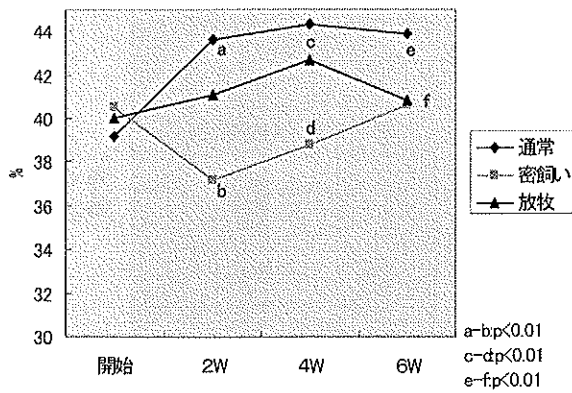


図9 ヘマトクリット値

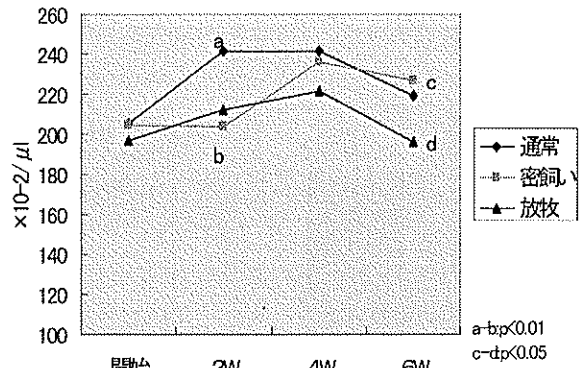


図11 白血球数

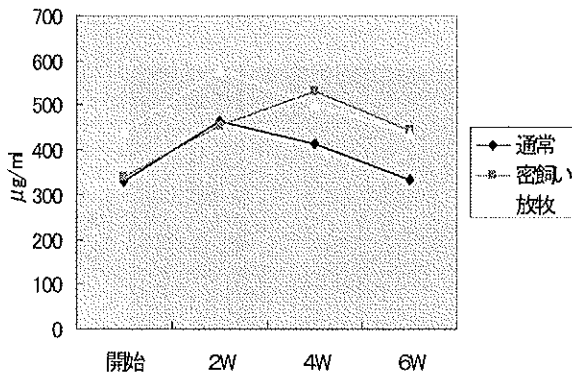


図10 α-1AG(α1酸性糖タンパク)

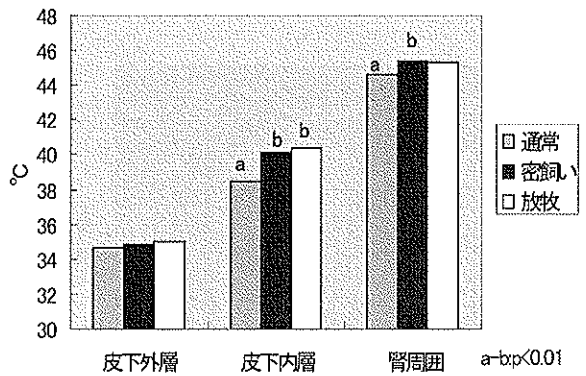


図12 脂肪融点

3 試験3

1) 臨床学的検査

(1) 一日平均増体量(図13)：コンクリート区に対しゴムマット区(以下「ゴム区」)が高い値を示した。

2) 血液学的検査

(1) 血糖値(図14)：ゴム区で比較的低い値で推移した。

(2) コルチゾル濃度(図15)：ゴム区で6週において、コルチゾル濃度の減少が見られた。

(3) ヘモグロビン(図16)：コンクリート区、ゴム区ともに6週目に高い値を示した。

(4) ヘマトクリット値(図17)：ゴム区が有意(p<0.01)に低い値で推移した。

(5) 白血球数(図18)：期間中、ゴム区が有意(p<0.01)に低い値で推移した。

3) 肉質検査

(1) 保水力：ほぼ変わらない値を示した。

(2) クッキングロス：コンクリート区ともゴム区とも変わらない値を示した。

(3) 皮下脂肪厚(背・腹)：腹脂肪厚が低い傾向を示した。

(4) 脂肪融点：内層、外層および腎周囲脂肪でコンクリート区に対しゴム区が高い傾向が見られた。

(5) ロース面積：ほぼ変わらない値を示した。

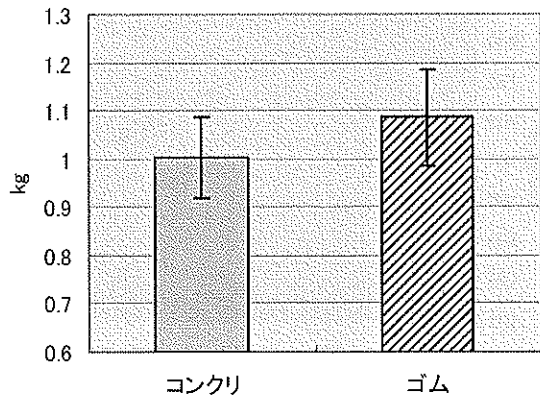


図13 一日平均増体量

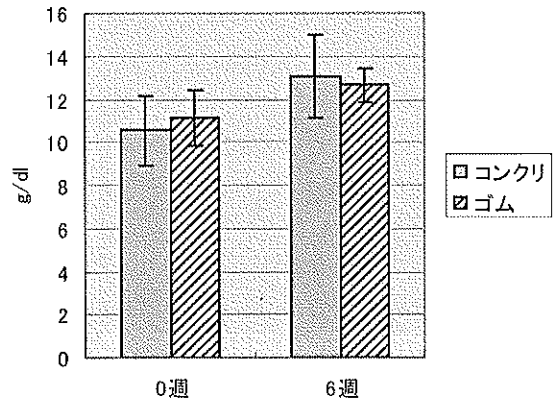


図16 ヘモグロビン

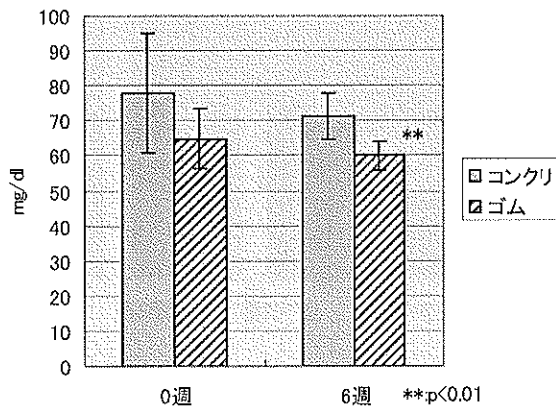


図14 血糖値

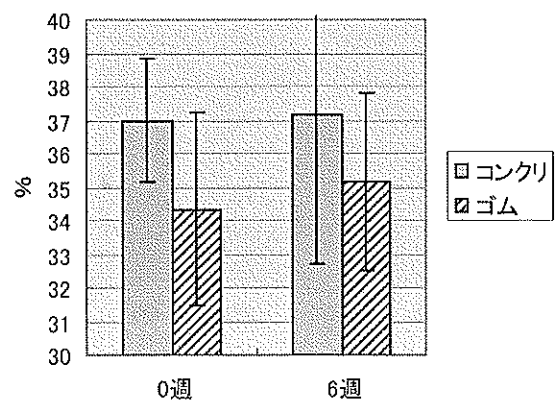


図17 ヘマトクリット

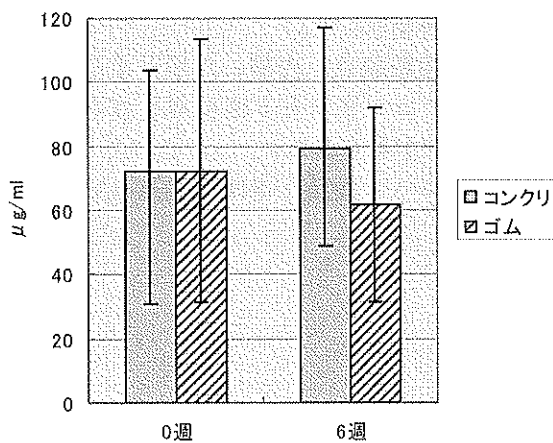


図15 コルチゾル濃度

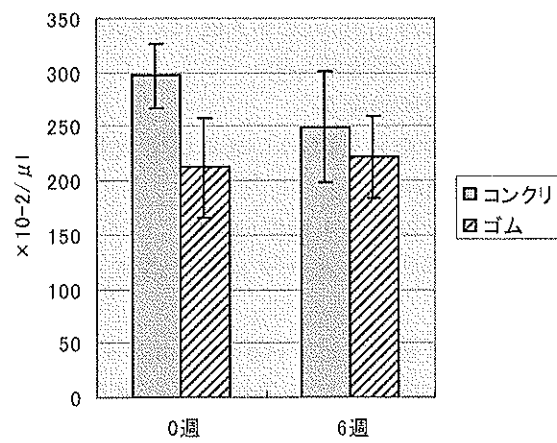


図18 白血球

考 察

近年畜産物の生産において、家畜にやさしい飼養管理を行い、ストレスを軽減することにより動物の福祉を向上させようという「アニマル・ウェルフェア」という考え方が注目されている。しかしながら、家畜が受けるストレスは多種多様であり²⁾、どの状態を「ストレスを受けている」と判断できる指標は定められていない。そこで、ストレスを客観的に捕らえ、豚の至適環境ストレスを設定するため、試験6として、ストレス指標について検討をおこなった。臨床学的検査の中で、手首用デジタル自動血圧計による鼻根部血圧は正中尾動脈、背及び腹外側尾動脈の3本の動脈と尾静脈から収縮期・拡張期血圧を測定するもので、正常血圧はヒトのそれと比較し若干低値であった。ヒトにおいて精神的あるいは肉体的なストレスは交感神経を刺激し血圧の上昇、脈拍の増加等をもたらす。豚においても同様に血圧はストレスに対し敏感に反応し、ストレス付加直後から上昇し、付加10分から20分にかけてピークとなり、付加終了30分後には安静時に戻った。心拍数はストレス終了後に一過性の上昇が見られた。血液学的検査では安静時血糖値が45.6mg/dlであったのに対し、ストレスを付加すると終了後から上昇し始め、60分後に62.1mg/dlに達し120分経過しても同レベルのまま推移し、24時間後に下降した。ヘマトクリット値、ヘモグロビンはストレス付加中に若干の上昇傾向が認められ、付加終了後に有意に低下した。急性期糖タンパクである $\alpha 1$ -AGはストレスタンパクとも言われストレス付加に対し若干の上昇傾向を示したが、個体差が大きく有意差は認められなかった。これについては長期的ストレスを視野に入れて再度検討が必要であると思われる。

試験2では、試験1で得られたストレス指標を踏まえて、豚の飼養環境をストレスサーとして豚に及ぼすストレスの程度を指標を用いて検討した。

密飼い区では、試験開始2週目に血圧、心拍数ともに高値を示したが、これは運動制限または拘束による精神的ストレスのためと推察され、その後、暫時低下したのは環境に適応（習慣性）してきたためと思われる。ヘマトクリット値は、ストレス付加後有意に低下した。

$\alpha 1$ -AGは免疫システムの一つとして肝細胞で生成され、過度の持続的ストレスにより増加するため

ストレス蛋白とも言われている³⁾⁴⁾。健康豚における平均値は $350 \pm 89 \mu\text{l/ml}$ であり、 $500 \mu\text{l/ml}$ を上限としている。各区とも概ね正常範囲に収まっているものの、放牧区で2週目に、密飼い区で4週目に上限を超える一過性の上昇が認められた。これは、豚群全体が上昇していることから、環境の変化や密飼い・放牧によるストレスの蓄積が要因であると思われる。

白血球数は、健康豚における平均値より若干高めで推移したが、大きな変動がなかったことから病原体の感作が少なかったことが予想される。

密飼いによって起こる極度の運動制限は、骨格筋への血流減少や刺激減少により筋繊維のサテライト細胞が増殖しないため筋繊維が肥大せず、筋漿中に脂肪が沈着しタンパク質割合が減少する⁵⁾。密飼い区において、剪断力、破断応力ともに通常飼養区より低かったのは極度の運動制限により脂肪割合の増加に対しタンパク質割合が減少したためと思われる。放牧区の日平均増体量がもっとも低かった。これは必要以上に広い面積で飼われることで、本来であれば増体に行くべきエネルギーが、運動エネルギーに使われてしまうからであると考えられる。

一般的に放牧養豚はストレスが少なく、密飼いはストレスが大きいとされている。しかし、試験2で、程度の差はあるものの、密飼い区、放牧区の検査結果がほとんど同様な動向を示したことから、密飼い区のみならず放牧区もストレスが付加されたことが示され、通常飼養が豚にとって最適であると思われる。

豚がもっとも長く時間を過ごす豚房は、通常コンクリートによる半スノコまたは全面スノコが多い⁶⁾。コンクリートのスノコは掃除が簡単で耐久性はあるが、下からの通風やコンクリートの持つ吸熱性により豚の体温を奪い、その堅さから蹄に損傷を与えるなどのストレスが考えられる。そこで、クッション性・保温性に優れ、滑りにくい牛床マットを敷くことによるストレス軽減の可能性を試験3において検討した。ストレス指標のうち、血糖値・白血球数・コルチゾル濃度がコンクリート区に比べゴム区において低い値を示した。ストレス指標のひとつとされているコルチゾルは、副腎皮質から分泌され、過剰分泌により免疫機能の低下をもたらす⁷⁾。そのような状態時に寒冷ストレスにさらされると下痢などの疾病、下痢による不衛生な環境の下でさらに免疫能の低下をもたら

し、発育不良や飼料効率の低下など家畜の生産性の低下を招きやすい。ゴム区において増体量が高い傾向を示したが、肉質はコンクリート区とそれほど大きな差はなかった。

以上の結果より、寒冷期において、豚房にゴムマットを敷くことは保温効果をもたらし、蹄を保護する効果があるものと思われ、よりストレスの少ない環境が実現できたのではないかと考えられる。

養豚場において、豚は一生のうちに様々なストレスにさらされる。そのことが引き金となり、免疫能が低下し日和見感染症を引き起こし、その後の生産性に多大な影響を及ぼす。しかし、残念ながら豚の外見上では、ストレスを受けているかどうかを知ることはできない。そこで、これらのストレス指標を活用し、実際豚を飼養していく上でできるだけストレスの少ない環境を検討・実現することが可能ではないかと考えられる。

参考文献

- 1) 植竹勝治(2005), 牛のストレスとは, 臨床獣医, vol.23(No.3): 10~23
- 2) 谷田創・木場有紀(2005), 豚の福祉と豚のコンフォート, 臨床獣医, Vol23(No.9), 10~27
- 3) 菱沼和夫訳(1992), 豚のストレスを測定する, 養豚界, 27: 49~50
- 4) 松本浩二・室伏淳一ら(1999), SPF豚における $\alpha 1$ 酸性糖蛋白($\alpha 1$ -AG)の動態, 静岡中小試研報, 10: 15~18
- 5) 沖谷明紘編(2001), 肉の科学
- 6) 山下哲生(2005), 温故知新の床(とこ)管理, PIGJOURNAL, 3: 29~33
- 7) 出口栄三郎(2002), ストレスによる免疫低下にどう対応すればよいのか, 養豚界, 4: 31~36