

密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

藤田慶一郎^{1)†} 菊 佳男²⁾ 高橋孝志¹⁾ 野口宗彦³⁾
溝呂木聖子^{4),5)} 矢ヶ部陽子⁵⁾ 宗田吉広^{4),5)}

- 1) 栃木県県央家畜保健衛生所 (〒321-0905 宇都宮市平出工業団地 6-8)
- 2) ㈱農業・食品産業技術総合研究機構動物衛生研究所北海道支所 (〒062-0045 札幌市豊平区羊ヶ丘 4)
- 3) 栃木県畜産酪農研究センター芳賀分場 (〒321-3303 芳賀郡芳賀町稲毛田 1917)
- 4) 東京理科大学 (〒278-8510 野田市山崎 2641)
- 5) ㈱農業・食品産業技術総合研究機構動物衛生研究所(〒305-0856 つくば市観音台 3-1-5)

(2014年3月27日受付・2014年10月22日受理)

要 約

密飼いが豚の増体や免疫機能に及ぼす影響について調査した。肥育豚 20 頭 (平均体重 52.3kg, 99~106 日齢) を用い、広さ 5.24m² の豚房に 14 頭 (0.37m²/頭) で編成した区を過密区、6 頭で編成した区 (0.87m²/頭) を対照区として 14 日間飼養した。1 日平均増体量は、密飼いストレス負荷 0~7 日後並びに 7~14 日後の間いずれにおいても、過密区が対照区より有意に低かった。免疫機能評価において、過密区では 14 日後に CD4/CD8 比が有意に低く、コンカナバリン A 刺激時のリンパ球の増殖性や CD8 及び CD14 陽性細胞率が有意に高かった。唾液中コルチゾールやインターロイキン 18 及びイムノグロブリン A 濃度は、有意な差がなかった。以上から、密飼いストレスは、豚の生産性を低下させ、免疫機能を変調させる可能性が示唆されたが、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。——キーワード：密飼い、免疫機能、増体、ストレス。

----- 日獣会誌 68, 43~47 (2015)

豚は、飼養環境によりさまざまなストレスに暴露されている。過度なストレスは、豚の免疫機能を低下させ、日和見的な慢性疾患を誘発することにより生産性の低下をもたらすと考えられており、豚のストレス状態を的確に評価する指標の確立が望まれている [1, 2]。豚では、寒冷感作、早期離乳、群編成、出生前の母体へのストレス感作、哺乳期での単独隔離などが免疫機能に影響を及ぼすことが報告されている [3-8]。

集約化された現代の養豚現場における問題の一つとして密飼いがあげられ、肥育豚の増体に悪影響を及ぼすことが報告されている [9, 10]。しかしながら、密飼いが豚の免疫機能へ与える影響についての報告 [11] は少なく、その影響解明が望まれている。そこで、本調査では、密飼いをストレスサーとしてストレス負荷試験を実施し、豚の生産性や免疫機能に与える影響及び唾液中の

各種ストレスマーカーの変動について調査した。

材料及び方法

試験豚と飼育豚舎：2 腹の交雑種 (LWD) 豚 20 頭を供試し、密飼いストレス負荷当日 (0 日) の試験豚の日齢は 99~106 日齢、平均体重は 52.3kg とした。試験豚房は広さ 5.24m² で、床構造は全面コンクリートとした。なお、試験豚は、密飼いストレス負荷 8 週前に広さ 23.6m² の豚房にて 6 週間同一豚房にて混飼した後、5 頭ずつ 4 群に分け、試験豚房と広さと床構造が同じ豚房で 2 週間飼育した。

試験区と試験方法：肥育豚の飼養密度の基準は、密飼いストレス負荷 0 日の平均体重では、EU 及びアメリカで 0.55m²/頭、韓国で 0.60m²/頭とされている [12]。そこで、試験区は、0.37m²/頭となるように 14 頭で編

† 連絡責任者：藤田慶一郎 (栃木県県央家畜保健衛生所)

〒321-0905 宇都宮市平出工業団地 6-8

☎ 028-689-1200 FAX 028-689-1279

E-mail : fujitak05@pref.tochigi.lg.jp

成した区を過密区、 $0.87\text{m}^2/\text{頭}$ となるように6頭で編成した区を対照区とした。各試験区は、密飼いストレス負荷0日にそれぞれの腹や性別比が同一となるように試験区を編成し、14日間飼育した。飼料の給餌方法は、配合飼料の不断給餌とし、給餌器は間口が5口で、横幅が121cm、奥行きが77cmのものをそれぞれの試験区で使用した。なお、本調査は、負荷する密飼いストレス以外の飼育条件や試験豚への扱いが常に適切になるように留意し、栃木県畜産酪農研究センター芳賀分場内にて実施した。

材料の採取：唾液及び血液は、密飼いストレス負荷3日前、7日後及び14日後に採取した。さらに、密飼いストレス負荷0日、7日後及び14日後で試験豚の体重を測定した。唾液は、サリベットコットンスワブ (Sarstedt AG & Co, Germany) を用いて収集し、検査当日まで -30°C で保存した。血液は、ヘパリン加採血管を用いて採取し、抗凝固処理した。

1日平均増体量：体重測定の結果から、密飼いストレス負荷0日から7日後、7日後から14日後の1日平均増体量を算出した。

末梢血単核球の分離：抗凝固処理した血液を用いて、比重遠心法 [13] により末梢血単核球 (PBMC) を分離し、リンパ球幼若化能及びPBMCポピュレーションの解析に用いた。PBMC分離用の遠沈管 (リユークセップ, ㈱グライナー・ジャパン, 東京) に、フィコールコンレイ液 (Histopaque 1.077, SIGMA, U.K.) を3ml分注し、その上に、PBSで2.5倍に希釈した血液6mlを静かに重層した。さらに、遠沈管を $800\times g$ で15分遠心し、遠沈管の中層に現れるPBMC層を分取後、PBSにて3回洗浄し、5mlのL-グルタミン加の細胞培養試薬 (RPMI-1640, ナカライテスク㈱, 京都) にて懸濁した液を細胞浮遊液とした。

リンパ球幼若化能：リンパ球幼若化能の測定は、WST-8 assay [14] により実施した。本検査系については、豚での報告がないことから条件検討を行い、培養時間が48時間、培養液中の細胞数が 0.5×10^6 個/mlの条件下で最大の反応が得られることを確認した。

細胞浮遊液は、10%牛胎子血清、ストレプトマイシン ($100\mu\text{g}/\text{ml}$) 及びペニシリン ($100\text{U}/\text{ml}$) を加えたL-グルタミン加の細胞培養試薬にて 0.5×10^6 個/mlに調製し、培養液とした。調製した培養液は、マイトジェン添加区、マイトジェン無添加区に分け、96ウエル平底プレートに $200\mu\text{l}$ ずつ分注し、 37°C 、5% CO_2 下で48時間培養した。マイトジェンは、フィトヘマグルチニン (PHA, ㈱J-オイルミルズ, 東京)、コンカナバリン A (ConA, ㈱J-オイルミルズ, 東京) を用い、培養液中の最終濃度が $5.0\mu\text{g}/\text{ml}$ となるように添加した。培養後の各培養液にWST8 (Cell Counting kit,

㈱同仁化学研究所, 熊本) を $15\mu\text{l}$ ずつ添加し、 37°C 、5% CO_2 下で4時間感作させた後、黄色に発色した各ウエルの吸光度を450nmの波長下でプレートリーダー (コロナ電気㈱, MTP-300Lab, 茨城) により測定し、ブランクの吸光度を差し引いたものを検体の測定値とした。最後に刺激指数 (SI値=マイトジェンの刺激細胞の測定値/マイトジェン非刺激細胞の測定値) を算出し、リンパ球の増殖度を数値化した。

PBMCポピュレーションの解析：分離したPBMCの表面抗原の解析は、PE標識マウス抗ブタCD4抗体 (Clone: 74-12-4, Beckman Coulter Inc, U.S.A.), FITC標識マウス抗ブタCD8抗体 (Clone: 76-2-11, Beckman Coulter Inc), FITC標識マウス抗ブタCD21抗体 (Clone: BB6-11C9.6, Beckman Coulter Inc, U.S.A.) 及びFITC標識マウス抗ヒトCD14抗体 (Clone: TUK4, AbD serotec, U.K.) を用いた。細胞浮遊液を遠心後、PBSにて再度浮遊させた細胞について表面抗原の免疫染色を行い、フローサイトメーター (EPICS XL ADC flow cytometer, Beckman Coulter Inc) を用いて各種表面抗原のPBMC中の陽性細胞率 (%) 及びCD4/CD8比を解析した。

唾液中ストレスマーカー：唾液中のコルチゾール、インターロイキン18 (IL-18) 及びイムノグロブリンA (IgA) の濃度を、Munetaら [15, 16] の方法に準じて測定した。

統計処理：すべての測定値は、平均値 \pm 標準誤差で表記した。各試験区の測定値は、F検定後、分散に差が認められない場合はスチューデントのt検定、分散に差が認められる場合はウィルコクソンの順位和検定と比較し、 $P<0.05$ を統計学的な有意差とした。

成 績

1日平均増体量：1日平均増体量 ($\text{kg}/\text{日}$) は、密飼いストレス負荷0~7日後においては、過密区が 0.82 ± 0.06 で対照区の 1.01 ± 0.04 より有意 ($P<0.05$) に低かった。さらに7~14日後においても、過密区が 0.90 ± 0.08 で対照区の 1.27 ± 0.03 より有意 ($P<0.01$) に低かった。

リンパ球幼若化能：リンパ球幼若化能の変化並びにPBMCポピュレーションの変化を表1に示した。PHA刺激時のリンパ球幼若化能 (SI値) は、各採材日における試験区間の有意な差はなかった。ConA刺激時では、3日前並びに7日後で試験区間の有意差はなかったが、14日後の過密区が、対照区と比較して有意 ($P<0.05$) に高かった。

PBMCポピュレーション：CD4及びCD21陽性細胞率は、各採材日における試験区間の有意差はなかった。CD8及びCD14陽性細胞率は、3日前並びに7日後で

表1 リンパ球幼若化能と末梢血単核球ポピュレーション比較

測定項目	過密区 (n=14)	対照区 (n=6)
リンパ球幼若化能 (PHA, SI 値)		
3 日前	3.3±0.2	3.1±0.3
7 日後	2.9±0.2	3.3±0.3
14 日後	3.3±0.2	2.6±0.3
リンパ球幼若化能 (ConA, SI 値)		
3 日前	3.3±0.3	3.9±0.5
7 日後	3.1±0.2	3.6±0.4
14 日後	3.8±0.2	2.7±0.2*
CD4 陽性細胞率 (%)		
3 日前	19.4±0.8	19.4±1.2
7 日後	19.3±0.8	21.1±0.7
14 日後	17.1±0.5	17.5±1.5
CD8 陽性細胞率 (%)		
3 日前	34.0±2.0	31.1±2.6
7 日後	26.7±1.5	26.1±0.6
14 日後	20±4.0	15.2±1.6*
CD21 陽性細胞率 (%)		
3 日前	9.0±1.4	8.8±1.4
7 日後	6.8±0.6	9.0±0.6
14 日後	9.1±0.6	9.0±0.6
CD14 陽性細胞率 (%)		
3 日前	14.8±0.9	19.6±2.2
7 日後	19.5±0.8	17.6±0.8
14 日後	12.7±0.9	8.8±1.6*
CD4/CD8 比		
3 日前	0.6±0.08	0.7±0.05
7 日後	0.7±0.04	0.8±0.04
14 日後	0.9±0.17	1.2±0.07*

* : 過密区と対照区との有意差 $P < 0.05$

試験区間の有意差はなかったが、14 日後の過密区が、対照区と比較して有意 ($P < 0.05$) に高かった。CD4/CD8 比は、3 日前並びに 7 日後で試験区間の有意差はなかったが、14 日後の過密区が、対照区と比較して有意 ($P < 0.05$) に低かった。

唾液中ストレスマーカー：唾液中の各種ストレスマーカーの変化を表 2 に示した。コルチゾール濃度、IL-18 濃度及び IgA 濃度いずれにおいても、各採材日における試験区間の有意な差はなかった。

考 察

養豚経営の大規模化や集約化に伴い、農場での密飼いが問題となっている。従来、密飼いは、豚の増体に悪影響を及ぼし農場の経済的損失を招くことが報告されている [9, 10]。また、少数ではあるが免疫機能への影響 [11] も報告されている。さらに、密飼いは農場内での病原微生物の伝播速度の上昇や、アンモニア濃度及び粉塵などの増加による畜舎環境の悪化に繋がるため、可能な限り適正密度で豚を飼養することが望ましい。この

表 2 唾液中における各種ストレスマーカー濃度の比較

項目	過密区 (n=14)	対照区 (n=6)
コルチゾール (ng/ml)		
3 日前	6.1±0.6	5.4±0.7
7 日後	6.9±0.8	6.2±0.7
14 日後	7.3±1.1	5.7±0.3
IL-18 (pg/ml)		
3 日前	2936±510	2532±449
7 日後	2845±588	3331±242
14 日後	2678±617	2478±196
IgA (μ g/ml)		
3 日前	45.6±11.9	39.1±3.5
7 日後	88.3±30.7	216.7±8.2
14 日後	145.2±25.5	192.0±8.5

ことから、農場に対して助言を行っていくためには、密飼いの豚への影響について科学的に実証された根拠の提示が必要と考えた。EU などの諸外国では、生産性低下の防止や動物福祉の観点から豚の飼養密度に基準値が設定されている [12]。わが国においても、平成 23 年に (社)畜産技術協会から「アニマルウェルフェアの考え方に対応した豚の飼養管理指針」が示されたが、豚の飼養密度については EU の基準が根拠となっている。そこで、本調査において、これらの国で示す基準を基に試験区を設定し、密飼いが豚に与える影響について調査を行った。結果、密飼いストレス負荷 0~7 日後、7~14 日後の間において過密区の 1 日平均増体量が低く、密飼いストレスが、豚の増体に悪影響を及ぼしたことが考えられた。

密飼いストレスが豚の免疫機能に与える影響について調査するため、PBMC を用いてリンパ球幼若化能及び PBMC ポピュレーションについて調査した。豚では、群編成 [5] や、早期離乳 [4] 及び群飼下における社会的なストレス [17] がリンパ球幼若化能に影響を与えると報告されており、リンパ球幼若化能の測定がストレス評価に有用であると考えられている。本調査では、密飼いストレス負荷 14 日後において、PBMC の ConA への反応性が有意に高いことを確認した。母体内でストレスを受けた子豚は、出生後に ConA に対するリンパ球の反応性が高くなると報告されている [7, 18]。本調査でも、これらの報告と同様に密飼いストレスに対して、リンパ球の増殖性亢進が起こったことが考えられた。

従来、子豚において母体内で受けたストレスや隔離ストレスが PBMC ポピュレーションに影響を与えると報告されている [7, 8]。本調査でも、CD8、CD14 陽性細胞率及び CD4/CD8 比において、過密区と対照区との間に有意な差が認められ、PBMC ポピュレーションがストレス評価に有用であることが示唆された。豚では、母豚内でストレスを受けると出生後に CD4/CD8 比が

低下すること [7] や、子豚への隔離ストレス負荷が CD8 陽性細胞の増加をもたらす [8] ことが報告されている。また、人でも、精神的なストレス負荷後における、CD8 陽性細胞の増加や CD4/CD8 比の低下が報告されている [19, 20]。本調査でも同様に、密飼いストレス負荷 14 日後において、過密区は対照区と比較して、CD8 陽性細胞率が高く、CD4/CD8 比が低かったことから、密飼いストレスが獲得免疫のバランスに影響を及ぼすことが示唆された。CD14 は PBMC 中ではおもに単球で発現が認められている [21] が、豚では、密飼いストレス時における単球数の増減や CD14 分子の発現などについての報告はない。人では精神的なストレス負荷において単球数増加が報告されており [19]、本調査結果と類似すると思われた。このことから、密飼いストレスに対する代償性の応答として自然免疫系の亢進が起こった可能性が考えられ、今後は、単球を中心とした自然免疫系の検索をさらに進めていく必要があると思われた。

血液や唾液中のコルチゾールは、視床下部-下垂体-副腎皮質系 (HPA 系) 活性化の指標として、人や動物において急性ストレスの評価に有用と考えられている [22]。しかし、豚において、密飼いストレス下におけるコルチゾールの反応については、さまざまな報告 [23-26] がなされており評価が定まっていない。また、豚において IL-18 や IgA は、急性拘束ストレス負荷時に唾液中の濃度が上昇する [15, 16] ことからストレスマーカーとして注目されているが、その他のストレスによる影響について報告はない。そこで、今回唾液中のこれらの測定項目が密飼いストレスを評価可能か検討したが、各測定項目で密飼いストレスによる有意な変動は認められなかった。これらのことから、今回負荷した密飼いストレスは豚が著しく苦痛を感じる程の急激なストレスではなかったことや、唾液中のストレスマーカーの測定は、密飼いなどの慢性的に負荷されるストレスの評価には適していない可能性が考えられ、血液での評価などのさらなる検討が必要と考えられた。

以上から、過度の密飼いは、豚の増体や免疫の恒常性維持に悪影響を与える可能性が示唆され、このことは養豚農家に対し適切な面積で飼養を促す際の一助になるものと思われた。しかし、本調査結果は、気温など飼育環境の変化や試験区の編成によるストレスなど他要因が交絡している可能性も考えられるため、今後はより長期的な試験を実施し、密飼いストレスが豚に与える影響についてさらに明らかにしていく必要がある。

引用文献

[1] Kelley KW : Stress and immune function: A bibliographic review, *Ann Rech Vet*, 11, 445-478 (1980)

[2] Roth JA, Thacker E : Immune system, *Diseases of Swine*, 9th ed, BE Straw, et al eds, 15-36, Blackwell Publishers, Ames, IA (2006)

[3] Hicks TA, McGlone JJ, Whisnant CS, Kattesh HG, Norman RL : Behavioral, endocrine, immune, and performance measures for pigs exposed to acute stress, *J Anim Sci*, 76, 474-483 (1998)

[4] Blecha F, Pollmann DS, Nichols DA : Weaning pigs at an early age decreases cellular immunity, *J Anim Sci*, 56, 396-400 (1983)

[5] Deguchi E, Akuzawa M : Effects of fighting after grouping on plasma cortisol concentration and lymphocyte blastogenesis of peripheral blood mononuclear cells induced by mitogens in piglets, *J Vet Med Sci*, 60, 149-153 (1998)

[6] Tuchscherer M, Kanitz E, Otten W, Tuchscherer A : Effects of prenatal stress on cellular and humoral immune responses in neonatal pigs, *Vet Immunol Immunopathol*, 86, 195-203 (2002)

[7] Couret D, Jamin A, Kuntz-Simon G, Prunier A, Merlot E : Maternal stress during late gestation has moderate but long-lasting effects on the immune system of the piglets, *Vet Immunol Immunopathol*, 131, 17-24 (2009)

[8] Tuchscherer M, Kanitz E, Puppe B, Tuchscherer A, Viergutz T : Changes in endocrine and immune responses of neonatal pigs exposed to a psychosocial stressor, *Res Vet Sci*, 87, 380-388 (2009)

[9] Gehlbachl GD, Becker DE, Cox JL, Harmon BG, Jensen AH : Effects of floor space allowance and number per group on performance of growing-finishing swine, *J Anim Sci*, 25, 386-391 (1966)

[10] Brumm MC : Effect of space allowance on barrow performance to 136 kilograms body weight, NCR-89 Committee on Management of Swine, *J Anim Sci*, 74, 745-749 (1996)

[11] Yen JT, Pond WG : Effect of dietary supplementation with vitamin C or carbadox on weanling pigs subjected to crowding stress, *J Anim Sci*, 64, 1672-1681 (1987)

[12] Cho JH, Kim IH : Effect of stocking density on pig production, *Afr J Biotechnol*, 10, 13688-13692 (2011)

[13] 笠原和恵 : 日常検査としての T リンパ球・B リンパ球測定法, 改訂版, 59-66, 近代出版, 東京 (1985)

[14] Miyamoto T, Min W, Lillehoj HS : Lymphocyte proliferation response during *Eimeria tenella* infection assayed by a new, reliable, nonradioactive colorimetric assay, *Avian Dis*, 46, 10-16 (2002)

[15] Muneta Y, Minagawa Y, Nakane T, Shibahara T, Yoshikawa T, Omata Y : Interleukin-18 expression in pig salivary glands and salivary content changes during acute immobilization stress, *Stress*, 14, 549-556 (2011)

[16] Muneta Y, Yoshikawa T, Minagawa Y, Shibahara T, Maeda R, Omata Y : Salivary IgA as a useful non-invasive marker for restraint stress in pigs, *J Vet Med Sci*, 72, 1295-1300 (2010)

[17] Morrow-Tesch JL, McGlone JJ, Salak-Johnson JL :

- Heat and social stress effects on pig immune measures, *J Anim Sci*, 72, 2599-2609 (1994)
- [18] Couret D, Prunier A, Mounier AM, Thomas F, Oswald IP, Merlot E : Comparative effects of a prenatal stress occurring during early or late gestation on pig immune response, *Physiol Behav*, 98, 498-504 (2009)
- [19] Maes M, Van Bockstaele DR, Gastel A, Song C, Schotte C, Neels H, DeMeester I, Scharpe S, Janca A : The effects of psychological stress on leukocyte subset distribution in humans: Evidence of immune activation, *Neuropsychobiology*, 39, 1-9 (1999)
- [20] Hennig J, Netter P, Voigt KH : Cortisol mediates redistribution of CD8+ but not of CD56+ cells after the psychological stress of public speaking, *Psychoneuroendocrinology*, 26, 673-687 (2001)
- [21] Piriou-Guzylack L, Salmon H : Membrane markers of the immune cells in swine: An update, *Vet Res*, 39, 54 (2008)
- [22] Soo-Quee Koh D, Choon-Huat Koh G : The use of salivary biomarkers in occupational and environmental medicine, *Occup Environ Med*, 64, 202-210 (2007)
- [23] Pearce GP, Paterson AM : The effect of space restriction and provision of toys during rearing on the behaviour, productivity and physiology of male pigs, *Appl Anim Behav Sci*, 36, 11-28 (1993)
- [24] Sutherland MA, Niekamp SR, Rodriguez-Zas SL, Salak-Johnson JL : Impacts of chronic stress and social status on various physiological and performance measures in pigs of different breeds, *J Anim Sci*, 84, 588-596 (2006)
- [25] Marco-Ramell A, Pato R, Peña R, Saco Y, Manteca X, Ruiz de la Torre JL, Bassols A : Identification of serum stress biomarkers in pigs housed at different stocking densities, *Vet J*, 190, e66-e71 (2011)
- [26] Hemsworth PH, Rice M, Nash J, Gird K, Butler KL, Tilbrook AJ, Morrison RS : Effects of group size and floor space allowance on grouped sows: Aggression, stress, skin injuries, and reproductive performance, *J Anim Sci*, 91, 4953-4964 (2013)

Effects of Crowding on Weight Gain, Immune Performance and the Concentration of Salivary Stress Markers in Growing-Finishing Pigs

Keiichiro FUJITA^{1)†}, Yoshio KIKU²⁾, Takashi TAKAHASHI¹⁾, Munehiko NOGUCHI³⁾, Seiko MIZOROGI^{4),5)}, Yoko YAKABE⁵⁾ and Yoshihiro MUNETA^{4),5)}

- 1) *Tochigi Prefectural Animal Health Center, 6-8 Hiraidekougyoudanchi, Utsunomiya, 321-0905, Japan*
- 2) *National Institute of Animal Health, Hokkaido Research Station, 4 Hitsujigaoka, Toyohiraku, Sapporo, 062-0045, Japan*
- 3) *Haga Research Station, Tochigi Prefectural Husbandry and Dairy Experience Station, 1917 Inageda, Hagamachi, Haga-gun, 321-3303, Japan*
- 4) *Tokyo University of Science, 2641 Yamazaki, Noda, 278-8510, Japan*
- 5) *National Institute of Animal Health, 3-1-5 Kannondai, Tsukuba, 305-0856, Japan*

SUMMARY

This study was carried out to determine the effects of crowding on weight gain, immune performance and the concentration of salivary stress markers in growing-finishing pigs. Space allowances were 0.37 m²/pig (crowding stress group, n=14) and 0.87 m²/pig (control group, n=6) in a fully slatted facility (5.24 m²). Initial weights averaged 52.3 kg, and the pigs were tested for 14 days. The average daily gains were significantly lower in the crowding stress group than in the control group on days 0-7 ($P<0.05$) and days 7-14 ($P<0.01$). The lymphocyte proliferation indexes in response to Concanavalin A were significantly higher in the crowding stress group than in the control group on day 14. The CD4:CD8 ratio was significantly lower in the crowding stress group than in the control group on day 14. CD8+ and CD14+ lymphocytes were significantly higher ($P<0.05$) in the crowding stress group than in the control group on day 14. Salivary stress markers (Cortisol, IL-18 and IgA) did not change as a result of crowding stress. These results suggest that crowding stress in growing-finishing pigs can have a negative impact on weight gain and alter immune function.

— Key words : crowding, immune performance, weight gain, stress.

† Correspondence to : Keiichiro FUJITA (Tochigi Prefectural Animal Health Center)

6-8 Hiraidekougyoudanchi, Utsunomiya, 321-0905, Japan

TEL 028-689-1200 FAX 028-689-1279 E-mail : fujitak05@pref.tochigi.lg.jp

J. Jpn. Vet. Med. Assoc., 68, 43~47 (2015)