

〈技術報告〉

従来型ケージの飼養密度が産卵成績、慢性ストレスおよび損耗に及ぼす影響

山本朱美¹・椿井康司²・酒井洋樹¹

¹ 岐阜大学応用生物科学部, 岐阜市柳戸 501-1193

² 株式会社ハイテム, 各務原市テクノプラザ 509-0109

従来型ケージの飼養密度が採卵鶏の産卵成績、慢性ストレスおよび損耗に及ぼす影響を調べ、飼養密度の目安を提案することを目的とした。17 週齢のボリスブラウン 240 羽を床面積 3,890 cm² の従来型ケージに無作為に収容した。採卵鶏は同一ケージ内で 64 週齢まで供試した。この従来型ケージは 1 羽あたりの床面積が 648, 555, 486, 431 および 388 cm²/羽になるように、それぞれ 6, 7, 8, 9 および 10 羽収容し、各 6 反復を設けた。産卵個数は毎日記録し、H/L 比は 56 週齢時に、尾部のフェザースコアは 64 週齢時に測定した。ヘンダー産卵率はもっとも高い飼養密度である 388 cm²/羽区でも他の区に比べ低下しなかった。H/L 比では 388 cm²/羽区は他区よりも有意に高く (P<0.05)、また、フェザースコアでは 388 cm²/羽区は 648 cm²/羽区よりも有意に低くなった (P<0.05)。全ての処理区においてカニバリズムによる損耗は見られなかった。

本試験の結果から、従来型ケージでは 388 cm²/羽の高飼養密度区において、産卵成績や体重に影響しないものの H/L 比、フェザースコアから採卵鶏のストレスが亢進していると推察された。

キーワード: 飼養密度, 従来型ケージ, 産卵成績, 慢性ストレス, 損耗

緒 言

近年、養鶏農家 1 戸当たりの採卵鶏成鶏めすの平均飼養羽数が過去最大の 6.7 万羽となり (農林水産省, 2019)、今後、さらに集約的な経営が増える予想される。ウィンドウレス鶏舎では直立式ケージを採用する養鶏場が多く (畜産技術協会, 2015)、従来型ケージのサイズは通常の 2 羽飼いのケージの 4~5 倍程度の収容床面積を有するケージシステムが一般的である。よりサイズの大きい従来型ケージの場合、Shimmura *et al.* (2018) や Kikuchi *et al.* (2018, 2019) が報告しているような、中仕切りを容易に取り外し、ケージを複数連結し、巣箱や止まり木などの環境エンリッチメントを設置するスペースを確保することが困難な場合が多い。すなわち、従来型ケージの構造によっては、簡易なエンリッチ型ケージに容易に改良することは期待できない。

従来型ケージに収容されている採卵鶏の慢性ストレスを減らす一つの方法として、かつて比較的多く使用されてきた 2 羽飼いの従来型ケージで飼養密度を減らすことは実質的でないが、大型ケージの場合には収容羽数を 1 羽減らす場合でも、減耗率の低下や 1 羽当りの生産性が増加すると指摘されている (畜産技術協会, 2014)。特に、不適切な飼養密度における長期間飼育は、日常

的な行動の制限や他個体からの攻撃を引き起こし、生理的なストレス反応がホルモン分泌および免疫系などに現れるようになる (Craig *et al.*, 1986)。また、他個体の羽毛を引き抜く異常行動として知られる羽毛つつきが、常同的に繰り返されることで、皮膚の受傷やカニバリズムにつながる (Van Hierden *et al.*, 2004)。

したがって、簡易なエンリッチ型ケージに容易に改良するのが難しいサイズの大きい従来型ケージで採卵鶏を飼養している養鶏場では、採卵鶏が受けるストレスを少しでも軽減するために、ケージに収容する羽数を減らす飼養法についても検討する必要がある。そこで本試験では、サイズの大きい従来型ケージの異なる飼養密度が採卵鶏の産卵成績、体重、生存率、H/L 比および羽毛損傷にどのような影響を及ぼすのかについて調べ、飼養密度の目安を提供することを目的とした。なお、日本において、採卵鶏 1 羽当たりの飼養スペースは 430~555 cm²/羽が推奨されている (畜産技術協会, 2019)。

材料と方法

本試験は、岐阜大学動物実験規則に従い動物実験委員会で審査・承認され (承認番号 15112)、岐阜大学応用生物科学部附属岐阜フィールド科学教育研究センター (岐阜市) で行われた。

1. 供試動物と試験区

17 週齢のボリスブラウン (日本レイヤー, 岐阜市) 240 羽を供試した。従来型ケージ (61/64E, (株)ハイテム) の収容スペースは 3,890 cm² (幅, 61 cm, 奥行, 63.7 cm, 高さ, 45.6 cm) であった。この従来型ケージに 6, 7, 8, 9 および 10 羽収容し、1 羽あたりの床面積が、それぞれ、648, 555, 486, 431 および 388 cm²/羽

2020 年 6 月 15 日受付, 2020 年 11 月 18 日受理
連絡者: 山本朱美
〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学応用生物科学部
Tel: 058-293-2871
Fax: 058-293-2871
E-mail: akemi@gifu-u.ac.jp

になるような 5 処理区を設けて各 6 反復で実施した。

慣用飼料 (CP17%, ME2,850 kcal/kg) を自動給餌器によって 1 日 7 回給餌した。ウィンドウレス鶏舎の換気システムは、鶏舎内の温度が 19℃ になると換気扇が稼働し始め、30℃ 以上で 100% 運転となるインバータ制御とした。照明は 17 週齢時に 13 時間点灯とし、その後、16 時間点灯となるまで 1 週間毎に 30 分ずつ明期を増やした。給餌器内の照度は平均 9.1 ルクスであった。

2. 測定項目

集卵は毎日行い、21 週齢以降 64 週齢までのヘンダー産卵率とヘンハウス産卵率求めた。ヘンハウス産卵率は、ケージ全体 (群毎) の産卵個数を試験開始時の羽数で除し、さらに期間日数で除した値に 100 を乗じて算出し、全群の平均値を得た。卵重は隔日ごとに群毎の重量を測定した。産卵日量はヘンダー産卵率を用い算出した。体重は 21 および 56 週齢時に測定した。飼料摂取量は 23 および 56 週齢時に連続 3 日間に亘って測定した。56 週齢時に翼下静脈から約 0.2 ml 採血し H/L 比の測定に供した。血液は EDTA チューブ内で転倒混和後、塗抹標本の作製はスライドグラス法 (堀内, 1982)、メタノール固定およびギムザ染色法 (医歯薬出版, 1999) によった。血液塗抹標本は光学顕微鏡 (OLYMPAS CX21LED) を用い、偽好酸球とリンパ球の数の合計が 100 になるまで計測し、H/L (偽好酸球/リンパ球) 比を算定した (Cambell and Ellis, 2007; 家畜血液図説編集委員会, 1980)。64 週齢時の尾部のフェザースコアの測定は採卵鶏の AW 評価法 (畜産技術協会, 2011) に従った。死亡個体数は試験期間に亘って測定し、生存率を算定した。死亡鶏の外観と状況から死亡原因を判断した。鶏舎内の最高温度と最低温度および湿度は毎日測定し

た。

3. 統計処理

生存率以外の測定項目における有意差の検定は、1 羽当りの床面積を要因とする一元配置分散分析を行い、有意差が見られた場合は Tukey-Kramer 法により処理区間の検定を行った。いずれの検定においても有意差のレベルは 5% 水準とした。

結 果

表 1 に産卵率、卵重、生存率および日産卵量を示した。ヘンダー産卵率は 388, 486 および 555 cm²/羽区が 648 cm²/羽区に比べ有意に高くなった (P<0.05)。ヘンハウス産卵率は 486 および 555 cm²/羽区が 431 および 648 cm²/羽区に比べ有意に高くなった (P<0.05)。飼養密度は卵重および産卵日量に有意な影響を及ぼさなかった。23 週齢および 56 週齢時の飼料摂取量および 21 週齢および 56 週齢の体重を表 2 に示したが、飼養密度は飼料摂取量および体重に有意な影響を及ぼさなかった。表 3 に H/L 比およびフェザースコアを示した。H/L 比は 388 m²/羽区が他区に比べ有意に高くなった (P<0.05)。尾部のフェザースコアは 388 m²/羽区が 648 m²/羽区に比べ有意に低くなった (P<0.05)。また、486 cm²/羽以上の飼養密度においてフェザースコアは 2 以上となった。カニバリズムが原因の死亡鶏は観察されなかった。30~33 週齢時の死亡鶏は 388 m²/羽区および 431 m²/羽区で各 2 羽、648 m²/羽区で 1 羽の熱死が観察された。また、原因不明の死亡鶏が 388 m²/羽で 52 週齢と 57 週齢時に各 1 羽、431 m²/羽区で 46 週齢時に 1 羽および 648 m²/羽区で 61 週齢と 62 週齢時に各 1 羽ずつ見られた。試験期間中の鶏舎内の平均最高温度は 25℃、平

表 1. 従来型ケージの飼養密度が産卵成績および生存率に及ぼす影響

飼養密度 (cm ² /羽)	ヘンダー 産卵率 (%)	卵重 (g)	生存率 (%)	ヘンハウス 産卵率 (%)	産卵日量 (g/日)
388	89.7±3.4 ^a	59.7±0.8	93.3±8.2	88.4±3.0 ^{ab}	53.5±2.0
431	85.8±1.9 ^{ab}	59.7±1.0	94.4±9.3	84.0±3.7 ^b	51.2±1.6
486	89.5±2.0 ^a	58.9±0.5	100.0±0.0	89.5±2.0 ^a	52.4±0.8
555	89.8±1.7 ^a	58.8±1.2	100.0±0.0	89.8±1.7 ^a	52.8±1.2
648	84.6±3.8 ^b	58.7±2.4	91.7±9.1	83.6±4.3 ^b	49.7±3.8

平均値±標準偏差

a, b: 異符号間に有意差あり (P<0.05)

表 2. 従来型ケージの飼養密度が飼料摂取量および体重に及ぼす影響

飼養密度 (cm ² /羽)	飼料摂取量 (g/日)		体重 (g)	
	23 週齢	56 週齢	21 週齢	56 週齢
388	107±7.6	125±14.3	1909±31	2008±71
431	102±14.5	124±0.9	1939±48	1977±61
486	100±10.0	126±8.1	1956±53	2098±72
555	103±21.7	121±8.9	1960±16	2063±74
648	102±13.4	111±10.3	1901±94	1993±97

平均値±標準偏差

表 3. 従来型ケージの飼養密度が H/L 比およびフェザースコアに及ぼす影響

飼養密度 (cm ² /羽)	H/L 比	フェザースコア
388	1.24±0.08 ^a	1.5±0.3 ^b
431	0.85±0.05 ^b	1.9±0.5 ^{ab}
486	0.97±0.11 ^b	2.0±0.4 ^{ab}
555	0.76±0.07 ^b	2.0±0.3 ^{ab}
648	0.83±0.11 ^b	2.7±0.1 ^a

平均値±標準偏差

a, b: 異符号間に有意差あり (P<0.05)

均最低温度は 21℃ および平均相対湿度は 56% であった。熱死鶏の観察された日の平均最高温度は 33℃、平均最低温度は 26℃、平均相対湿度は 81% であった。また、採血日の鶏舎内最高温度は 20℃、最低温度は 19℃、相対湿度は 44% であった。

考 察

本研究では、サイズの大きい従来型ケージの収容スペースを活かし、収容羽数を変えることで、異なる飼養密度における長期間飼育を実施した。試験期間中、約 3 週間の厳しい暑熱（最高気温 32℃ 以上、最低気温 26℃ 以上）を被ったが、試験期間全体の平均ヘンダー産卵率 (87.9%) は、ボリスブラウンコマースル鶏の産卵指標（ゲンコーポレーション, 2017）の数値 (89.5%) と比べ大きな差はなかった。

本試験の結果では、飼養密度がもっとも高い 388 m²/羽であっても飼料摂取量や産卵成績および体重が劣ることはなかった。一般的に、従来型ケージの飼養密度が高くなると産卵率、卵重、飼料摂取量が低下したとする報告は、最高飼養密度を 350 cm²/羽以下とした試験設計の場合に多く見られる (Roush *et al.*, 1984; Sandoval *et al.*, 1991; Jalal *et al.*, 2006)。

過度の密飼いは産卵鶏にストレスを与えるとされているため、本試験では、ストレスの指標となる H/L 比および尾部のフェザースコアを測定した。H/L 比は熱的中性圏下に比べ暑熱条件下で、また、白レグ種に比べ本試験に用いたような褐色鶏種において数値を示すことが知られている (Singh *et al.*, 2009; Scanes, 2016)。そこで、本試験での H/L 比測定のための血液サンプリングは、厳しい暑熱期は避け、暑熱後約 20 週間目の熱的中性圏下で行い、その結果、H/L 比は 388 m²/羽区が他区に比較して有意に高くなった。同じく褐色鶏を用いた Onbaşlar and Aksoy (2005) および千葉ら (2016) の報告でも、飼養密度が 400 cm²/羽未満での H/L 比が他の処理区に比べ有意に高くなっており、本試験と同様な結果であった。さらに、H/L 比と同様にストレスの指標となる尾部のフェザースコアにおいても、388 m²/羽の高飼養密度区で有意に低くなった。羽毛つつきが羽毛の損傷に留まりカニバリズムに発展することはなかった。

本試験では、暑熱期において熱死鶏の発生が見られ、飼養密度が高い 388 m²/羽区および 431 m²/羽区で多かったことから、暑熱と高密度飼育の組み合わせが熱死を誘発した可能性が考えられるが、飼養密度がもっとも低い 648 m²/羽区でも 1 羽の熱死がみ

られたので、飼養密度と熱死の関係についてはさらに検討の余地がある。

これらの結果より、本試験で用いた従来型ケージでは 388 cm²/羽の高飼養密度区において、産卵成績や体重に影響しないものの慢性ストレスが顕著に亢進していると推察される。

引用文献

- Cambell TW, Ellis CK. Avian and Exotic Animal Hematology and Cytology. pp. 11-12. Wiley-Blackwell, Oxford, 2007.
- 千葉夏実・椿井康司・押見由紀子・酒井洋樹・山本朱美：従来型ケージの床面積が採卵鶏の慢性ストレスに及ぼす影響。日本家禽学会誌（春季大会号），53：2，2016.
- 畜産技術協会. アニマルウエルフェア評価法報告書，41，126，133-139，159 頁. 社団法人畜産技術協会. 東京. 2011.
- 畜産技術協会. アニマルウエルフェアの向上を目指して. 日常の飼養管理の充実で AW を向上させよう. 採卵鶏，10 頁. 社団法人畜産技術協会. 東京. 2014.
- 畜産技術協会. 平成 26 年度国産畜産物安心確保等支援事業（快適性に配慮した家畜の飼養管理推進事業）採卵鶏の飼養実態アンケート調査報告書，4，18 頁. 公益社団法人畜産技術協会. 東京. 2015.
- 畜産技術協会. アニマルウエルフェアの考え方に対応した採卵鶏の飼養管理指針. 第 4 版. 9 頁. 公益社団法人畜産技術協会. 東京. 2019.
- Craig JV, Craig JA, Vargas JV. Corticosteroids and other indicators of hens' well-being in four laying-house environments. Poultry Science, 65 : 856-863. 1986.
- ゲンコーポレーション. コマースル鶏飼養管理ガイド ボリスブラウン® (第 7 版). 岐阜. 2017.
- 堀内貞治編. 鶏病診断, 540-544 頁. 社団法人 家の光協会. 東京. 1982.
- 医歯薬出版編. 「Medical Technology」別冊 新染色法のすべて. 200-201 頁. 医歯薬出版株式会社. 東京. 1999.
- Jalal MA, Scheideler SE, Marx D. Effect of bird cage space and dietary metabolizable energy level on production parameters in laying hens. Poultry Science, 85 : 306-311. 2006.
- 家畜血液図説編集委員会. 家畜血液図説. 19-20 頁. チクサン出版社. 東京. 1980.
- Kikuchi A, Uetake K, Tanaka T. Modification of furnished cages from conventional cages for laying hens: establishing social order, behavioral changes, and use of resources after introduction. Animal Behavior and Management, 54 : 123-133. 2018.
- Kikuchi A, Uetake K, Tanaka T. Modification of furnished cages from conventional cages for laying hens: which do hens like a nest mat or a litter mat for the nest area. Animal Behaviour and Management, 55 : 117-124. 2019.
- 農林水産省. 畜産統計, 確報, 平成 31 年調査結果の概要 [PDF: e-Stat]. 2019. <https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/>
- Onbaşlar EE and Aksoy FT. Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions. Livestock Production Science, 95 : 255-263. 2005.
- Roush WB, Mashaly MM, Graves HB. Effect of increased bird population in a fixed cage area on production and economic responses of single comb white leghorn laying hens. Poultry Science, 63 : 45-48. 1984.
- Sandoval MRD, Miles RD, Jacobs RD. Cage space and house temperature gradient effects on performance of White Leghorn hens. Poultry Science, 70 (Suppl. 1) : 103 (Abstr.) 1991.

- Scanes CG. Biology of stress in poultry with emphasis on glucocorticoids and the heterophil to lymphocyte ratio. *Poultry Science*, 95 : 2208-2215. 2016.
- Shimmura T, Maekawa N, Hirahara S, Tanaka T, Appleby MC. Development of furnished cages re-using conventional cages for laying hens: behavior, physical condition and productivity. *Animal Science Journal*, 89 : 498-504. 2018
- Singh R, Cook N, Cheng KM, Siversides FG. Invasive and non-invasive measurement of stress in laying hens kept in conventional cages and in floor pens. *Poultry Science*, 88 : 1346-1351. 2009.
- Van Hierden YM, De Boer SF, Koolhaas JM, Korte SM. The Control of Feather Pecking by Serotonin. *Behavioral Neuroscience*, 118 : 575-583. 2004.

Effect of Different Stocking Density on Laying Performance, Chronic Stress and Mortality in Conventional Cage

Akemi Yamamoto¹, Yasushi Tsubai² and Hiroki Sakai¹

¹ Faculty of Applied Biological Sciences, Gifu University, Gifu 501-1193

² HYTEM Co., Kagamigahara 509-0109

This study was conducted to investigate the effects of the density of cage stocking on laying performance, chronic stress, and mortality of hens and to propose a guideline for stocking density in conventional cages. A total of 240 Boris Brown hens, at 17 weeks of age, were randomly allotted to the conventional cage, with 3,890 cm² of floor space. All hens remained in the same cage until 64 weeks of age. The conventional cage had 648, 555, 486, 431, and 388 cm²/hen, housing 6, 7, 8, 9, and 10 hens, respectively, each of which also contained six replicates. We recorded the number of eggs laid throughout the testing period and measured the feather score of the tail at 56 weeks of age and the H/L ratio at 64 weeks of age. Hens stocked in the highest density cage with 388 cm²/hen exhibited no reduction in hen-day egg production compared to hens stocked in other cages. The H/L ratio was significantly higher for hens housed at 388 cm²/hen compared with those of the other treatments (P<0.05). The tail feather score was significantly lower for hens housed at 388 cm²/hen in contrast to 648 cm²/hen (P<0.05). There was no mortality from cannibalism in all treatments.

These results imply that stocking hens at a density of 388 cm²/hen in conventional cages will have no significant effect on laying performance or body weight but will increase hen stress as measured by H/L ratio and feather score.

(*Japanese Journal of Poultry Science*, **58** : J7-J11, 2021)

Key words : stocking density, conventional cage, laying performance, chronic stress, mortality