

〈技術報告〉

エريانサス敷料がブロイラーの生産成績と飼養環境に与える影響 —コマーシャル鶏生産農場での実証試験—

石田哲也¹・小原 聡²・岩崎和也³・濱石 翔⁴・田村宏樹⁵・
佐々木羊介¹・高橋俊浩¹・長峰孝文⁶・川島知之¹

¹ 国立大学法人宮崎大学農学工学総合研究科, 宮崎県宮崎市学園木花台西 889-2192

² 国立大学法人東京大学未来ビジョン研究センター, 東京都文京区本郷 113-8654

³ 江夏商事株式会社, 宮崎県宮崎市大塚町樋之口 880-0951

⁴ 日本ビジネスシステムズ株式会社, 東京都港区虎ノ門 105-6316

⁵ 国立大学法人宮崎大学工学部環境ロボティクス学科, 宮崎県宮崎市学園木花台西 889-2192

⁶ 三菱電気工業株式会社環境ソリューション本部, 宮崎県宮崎市大字小松字下川原 880-2112

オガクズの代替素材として, 草本系資源作物であるエريانサスの敷料適性を評価した。コマーシャル鶏生産農場での2回の飼養試験を通し, エريانサス敷料がブロイラーの生産成績や飼養環境に与える影響について, オガクズ敷料と比較した。1回目の飼養試験(試験1)は10,000羽規模の鶏舎で, 2回目(試験2)は5,000羽規模の鶏舎で実施した。敷料には, 処理区にエريانサスの粉碎物, 対照区にスギ由来のオガクズをそれぞれ用い, 両区とも約30~40mmの厚さとなるように鶏舎に敷設した。1日齢の雛を飼養密度が 15.0 ± 1.0 羽/ m^2 となるように鶏舎に導入し, 出荷日齢まで農場の慣行法に従い飼養した。その結果, 両区の間で育成率, 飼料要求率, 平均体重, 生産指数に有意差はなかったが, 1日増体量($P=0.11$)と平均体重($P=0.09$)は, 処理区が対照区より高い傾向があった。処理場での廃棄率は, 試験2において処理区が対照区よりも有意に高くなったが($P<0.01$), 処理区の廃棄率は1.10%であり, 既往の検査廃棄データと比較しても同等以下であった。健康状態の評価では, 両区の間で気管支炎, 敷料摂取, 趾瘤症の平均スコアに有意差は認められなかった。画像解析によるブロイラーの移動量の比較では, 処理区は対照区よりも有意に移動量が少なく($P<0.01$), ブロイラーにとってエريانサス敷料がオガクズ敷料よりも快適であった可能性が示唆された。飼養環境面では, 両区の間で, 敷料水分と床面10cm地点のアンモニア濃度に有意差は認められなかった。一方, 敷料温度は, 処理区の方が対照区よりも高く($P<0.01$), 最大で1.8℃の差があり, 飼養期間の後半で敷料の発酵が始まっている可能性が示唆された。以上の結果から, 敷料としてのエريانサスは, ブロイラーの生産成績と飼養環境への影響がオガクズと同等であり, オガクズ代替になりうると考えられる。

キーワード: *Erianthus arundinaceus*, オガクズ代替, ブロイラー, 敷料, 生産成績, 飼養環境

緒 言

敷料は, ブロイラー生産における動物福祉や生産成績向上の観点から不可欠な資材である。敷料の役割としては, 糞の水分を吸収し体の濡れや冷えを防ぎ, 床面にクッション性を与え脚への負担を緩和することが報告されている(山崎, 2017)。そのため, 敷料の選択はブロイラーの飼養環境に影響を及ぼし, その結果, 生産成績に影響を与える。ブロイラー用の敷料素材として代表的なオガクズは, 既存の敷料素材に比べてブロイラーの生産成績に好

影響を与え(Monira *et al.*, 2003), 経済性の面でも優れ(Shao *et al.*, 2015), 利用後に容易に堆肥として循環利用できることから(Airaksinen *et al.*, 2001), これまで世界中で使用されてきた。しかしながら, 世界的な鶏肉消費量の増加に伴い, オガクズ敷料の需要も増加し, それに起因したオガクズ価格の上昇が課題となっている(Grimes *et al.*, 2002)。さらに日本では, バイオマス発電用燃料としてのオガクズの需要が増加しているため(日本木質バイオマスエネルギー協会, 2018), 敷料用途での将来的な調達安定性が課題となっている(農林水産省, 2021)。

そこでオガクズの代替敷料として, 草本系資源作物であるエريانサス(*Erianthus arundinaceus*)に着目した。エريانサスは高い乾物収量(Ando *et al.*, 2011), 乾燥に対する高い耐性(Matsuo *et al.*, 2002), 1回の定植で複数年の収穫を可能とする再生力(松波ら, 2014)を持つことから, 持続的かつ安定的な生産が期待できる素材である。また, オガクズの調達可能性が木材の

2021年4月7日受付, 2021年6月17日受理

連絡者: 川島知之

〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西1-1

Tel : 0985-58-7202

Fax : 0985-58-7202

E-mail : tkawa@cc.miyazaki-u.ac.jp

生産・加工や他の用途との競合に影響を受けるのに対し、エリアンサスは産業利用例の少ない一次農産物であるため、その利用により敷料の調達安定性の向上が期待できる。さらに、敷料として使用後に堆肥化してエリアンサスの栽培に再利用することにより、持続的な資源循環が実現する。Ishida *et al.* (2021) は、敷料に求められる物理的特性について、エリアンサスがオガクズをはじめとする既存の敷料素材よりも優れていることを実験室レベルで明らかにし、エリアンサスの新しい用途として敷料利用への可能性を示した。一方で、エリアンサスには、その外観の特徴から想起される懸念も残されている。具体的には、エリアンサスの茎表面の細かな毛群が挙げられる。埃は微生物が原因となる病気を媒介するため (Gupta, 2011)、埃として浮遊した毛群がブロイラーの呼吸器等粘膜に与える影響が懸念される。また粉碎されたエリアンサスの茎の髄は、その外観が雑用飼料に似ているため、誤食によるブロイラーへの影響が懸念される。さらに粒子径の大きい敷料で飼養されたブロイラーは趾瘤症の発生率と重症度が高いとの報告があり (Cengiz *et al.*, 2011)、ハーベスタで収穫・粉碎したエリアンサスの粒子がオガクズよりも粗くなることから、エリアンサス敷料に起因する趾瘤症の発症の増加も懸念される。以上から、エリアンサスを新たなブロイラー用敷料として普及させるためには、実際にブロイラーを用いて、その優位性および懸念を検証することが不可欠である。

そこで本研究では、コマーシャル鶏生産農場において、エリアンサス敷料 (処理区) と、オガクズ敷料 (対照区) を用いた飼養試験を行い、エリアンサス敷料が、ブロイラーの生産成績や飼養環境に与える影響を評価することを目的とした。

材料と方法

1. 供試敷料

供試したエリアンサスは、宮崎県児湯郡都農町 (32° 17' N, 131° 33' E) で栽培された *Erianthus arundinaceus* JES1 (Matsunami *et al.*, 2018) を用いた。植物体内の水分含率が 40% 前後になるまで圃場で立ち枯れさせ、ハーベスタで収穫・粉碎した。試験

1に用いたエリアンサスは2018年3月2日に、試験2に用いたエリアンサスは2019年4月3日に収穫した。エリアンサス粉碎物はロールベールに加工後、保管し、処理区の敷料とした (図1 (A))。対照区の敷料は、杉由来のオガクズを用いた (図1 (B))。

2. 飼養試験の方法

試験1は2018年5月10日～6月28日に、鹿児島県薩摩川内市内のコマーシャル鶏生産農場のセミウィンドレス鶏舎で行い、処理区および対照区の鶏舎の床面積はそれぞれ660.0m²と755.7m²であった。試験2は2019年6月21日～8月9日に、宮崎県都城市内のコマーシャル鶏生産農場のセミウィンドレス鶏舎で行い、処理区および対照区の鶏舎床面積はいずれも323.4m²であった。飼養密度は試験1、2ともに15.0±1.0羽/m²となるように調整した (表1)。敷料の敷設は試験1、2ともに農場の慣行に従い、入雛の1週間前に敷料の厚さが約30～40mm程度となるように鶏舎に敷設し、飼養期間中は農場管理者が床面の状態を見ながら適宜敷料を追加した。給温はガスブルードーにより7日齢まで行った。換気方法は試験1、2ともに4週齢までは窓開放により適宜鶏舎内の換気を行い、5週齢以降はファンを使用し常時換気を行った。ブロイラーは、試験1ではCobb500を用い、母鶏の週齢は処理区が34週齢、対照区が42週齢であった。試験2ではRoss308を用い、母鶏の週齢は両区ともに49週齢であった。いずれも雌雄混合で飼養した。飼料は、餌付け期 (CP: 23.0%, ME: 3,000 kcal/kg)、前期 (CP: 22.0%, ME: 3,050 kcal/kg)、後期 (CP: 18.5%, ME: 3,200 kcal/kg)、仕上げ期 (CP: 18.0%, ME: 3,250 kcal/kg) の4種類を用いた。飼料は両区で同じ配合とし、全期不断給餌した。ワクチン接種は両区ともに、2週齢および3週齢の時点でNDワクチンを、3週齢時点でIBDワクチンを接種した。出荷時の日齢は、試験1は47日、試験2は48日とした (表1)。本試験に用いたブロイラーの取扱いと飼養管理は、「アニマルウェルフェアの考えに対応したブロイラーの飼養管理指針 (第4版)」 (畜産技術協会, 2018) に則り行った。

3. 敷料の平均粒子径と嵩密度の測定方法

試験に用いた各敷料サンプルは、105℃で5時間乾燥させて、平

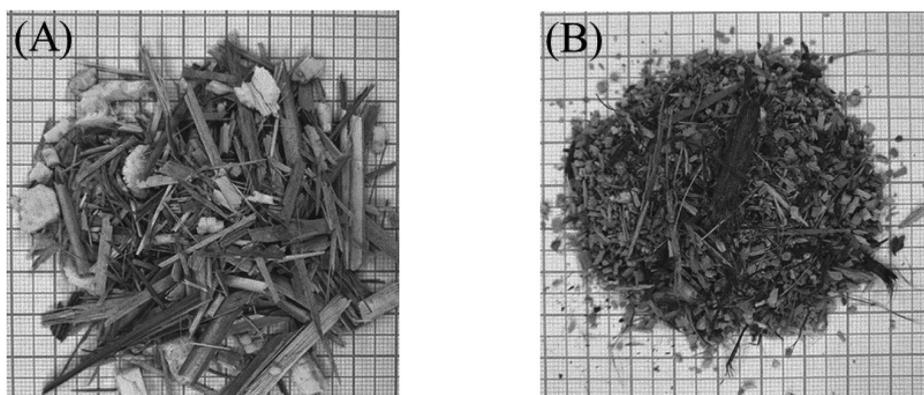


図1. ブロイラーの飼育試験に用いた敷料
(A) *E. arundinaceus* 粉碎物, (B) オガクズ
各敷料素材の背景は5mm方眼紙

表 1. 試験に供したブロイラーと鶏舎及び敷料の敷設条件

試験実施年度	試験 1		試験 2	
	2018		2019	
試験区分	対照区	処理区	対照区	処理区
系統	Cobb500		Ross308	
母鶏週齢 (週)	34	42	49	49
導入羽数 (羽)	10,810	9,510	4,998	4,998
飼養面積 (m ²)	755.7	660.0	323.4	323.4
飼養密度 (羽/m ²)	14.3	14.4	15.5	15.5
敷料平均粒子径 (mm)	0.88	2.62	1.08	2.17
敷料嵩密度 (kg/L)	0.20	0.09	0.18	0.09
敷料敷設容量 (L/m ²)	29.1	40.5	35.5	36.3
敷料敷設重量 (kg/m ²)	5.8	3.7	6.5	3.4

均粒子径と嵩密度の測定に供した。各測定方法は Ishida *et al.* (2021) に従った。

4. 生産成績の評価方法

生産成績の評価指標として、入雛時と出荷時の平均体重、1日増体量、育成率、飼料要求率、生産指数を求めた。入雛時の平均体重は、導入した全ての雛の合計重量と雛数より算出した。出荷時の平均体重は全出荷体重と出荷羽数より算出した。1日増体量は、出荷時平均体重を出荷日齢で除して算出した。育成率は、導入した全羽数から死亡あるいは淘汰された羽数を差し引き、それを導入した全羽数で除して算出した。飼料要求率は式1、生産指数は式2に従い算出した。処理場での廃棄率は、出荷後に処理場で廃棄対象となった羽数を出荷羽数で除して算出した。

$$\text{飼料要求率 (\%)} = \text{飼料摂取量 (kg)} / \text{出荷重量 (kg)} \times 100 \quad (\text{式 1})$$

$$\text{生産指数} = \{ (\text{出荷時体重} \times \text{育成率} / \text{飼料要求率} \times \text{出荷日数}) \} \times 100 \quad (\text{式 2})$$

5. 健康状態の評価方法

ブロイラーの健康状態のデータは、農場が鶏群の健康状態把握を目的に導入しているデータ管理システム (HTS: Health Tracking System) (Elanco Animal Health, 2010) により解析した。評価項目として、エリアンサスの毛群によるブロイラーの呼吸器等粘膜への影響を確認するため、気管支炎 (スコア 0~4) 発症の有無と症状を調査した。また、エリアンサスの茎の髄と雛用飼料の外観の類似性による誤食を確認するため、敷料摂取 (スコア 0~1) により誤食の有無と程度を調査した。さらに、粒子径の大きいエリアンサス敷料で飼養した場合の趾瘤症の発生を確認するため、趾瘤症 (スコア 0~2) の発症の有無と症状を調査した。各項目のスコアは0が正常であり、数値が大きいかほど症状が重篤となっている。解析対象は、試験1試験2ともに、2週齢から5週齢における無作為抽出された5羽の平均スコアとした。HTSでは、ブロイラーを頸椎脱臼により安楽死させた後、解剖し、各部位の評価を行った。

6. 動画解析によるブロイラーの移動量評価

鶏の行動は飼養環境に影響を受けるため (伊藤, 1981), 敷料の違いがブロイラーの行動に影響を調査する目的で、処理区および対照区の鶏舎の天井に監視カメラ (ICAMI HD720P; Shenzhen Cany Electronics Technology Co., Ltd, 深圳, 中国) を備え付け、鶏舎内のブロイラーの移動量を経時的に観測し、評価した。観測期間は、試験2の入雛翌日から6週齢までとし、1週間に1日の頻度で、0時、6時、12時、18時からの30分間の動画を記録した。解析には入力画像と1フレーム前の画像の差分を計算することで移動物体の検出を行う背景差分法 (古藤ら, 2017) を用いた。ブロイラーの追跡は、濃淡のある画像を白と黒の二階調に変換する二値化し、ノイズを除去する膨張収縮処理を実施した後、現れた白い個体で特定の大きさの固まりをBLOB (Binary Large Object) として抽出した。背景差分後は、1フレーム当たりの全てのBLOBの合計値を移動量 (背景差分法により差があった画素の総和であるため単位[pixel]) とした。

7. 飼養環境の測定方法

飼養環境の指標として、敷料水分、床面10cm地点のアンモニア濃度、敷料中の温度を用いた。敷料水分の測定では、採取部位による測定値のバラつきを避けるため、鶏舎内に定めた異なる3か所の床面より、直径10cmの円筒容器によって同等容量の敷料を採取し、それぞれフードカッターで30秒間粉碎後、10gずつ採取混合して代表サンプルとした上で、常圧乾燥法 (105°C, 5h) により水分を測定した。敷料採取と水分測定は1週間に1回の頻度で実施した。

敷料のアンモニア濃度の測定では、測定場所を鶏舎内の定められた異なる3か所の床面上10cmとし、ガス検知管 (アンモニア 3La; 株式会社ガステック, 神奈川) を用い、1週間に1回の頻度で測定した。5週齢以降にはファンによる常時換気を行ったが、ファンを稼働させた状態でアンモニア濃度を測定した。

敷料中の温度は、鶏舎内の定められた異なる3か所の床面に温度データロガー (サーモクロン G; 株式会社 KN ラボラトリーズ, 大阪) を埋め込み、1週間に1回の頻度で、1日間の温度を1時間

毎に測定した。

8. 統計処理

統計処理には、統計解析ソフト（エクセル統計；株式会社社会情報サービス，東京）を用いた。入雛時平均体重，出荷時平均体重，1日増体重，飼料要求率，生産指数は，それぞれを目的変数とし，試験区分，試験年度を因子とした2元配置分散分析を行った。育成率，処理場での廃棄率は，試験1と試験2のそれぞれで母比率の差の検定を行った。平均体重，気管支炎，敷料摂取および趾瘤症の平均スコアは，それぞれを目的変数とし，試験区分，試験年度，週齢を因子とした3元配置分散分析を行った。動画解析によるブロイラーの移動量評価では，移動量を目的変数とし，試験区分，時間帯，週齢を因子とした3元配置分散分析を行った。飼養環境としての敷料水分，床面10cm地点のアンモニア濃度，敷料温度は，それぞれを目的変数とし，試験区分，試験年度，週齢を因子とした3元配置分散分析を行った。

結 果

1. 生産成績

生産成績を表2に示す。育成率は，試験1と試験2のいずれにおいても処理区と対照区間に有意差は認められなかった。入雛時平均体重，出荷時平均体重，1日増体量，飼料要求率，生産指数は，試験区分および試験年度で有意差は認められなかった。しかし，出荷時平均体重は処理区が対照区より高い傾向があり（ $P=0.11$ ），試験1が試験2を上回る傾向（ $P=0.06$ ）があった。1日増体量についても，処理区が対照区より高い傾向があり（ $P=0.11$ ），試験1が試験2を上回る傾向（ $P=0.05$ ）があった。処理場での廃棄率は，試験1では処理区と対照区間に有意差は認められないものの，処理区が対照区より高い傾向が認められた（ $P=0.09$ ）。試験2では $P<0.01$ となり，処理区が対照区よりも有意に高い結果となった。

2週齢から5週齢における，気管支炎，敷料摂取，趾瘤症の平均

スコアを表3に示す。試験区分では全ての項目で有意差は認められなかった。試験年度では全ての項目で有意差は認められなかった。週齢では趾瘤症において $p=0.04$ となり，試験1では5週齢，試験2では4週齢の時点でスコアが最も高くなった。

2. 動画解析によるブロイラーの移動量評価

動画解析によるブロイラーの移動量を表4に示す。試験区分では $P<0.01$ となり，処理区は対照区よりも有意に移動量が少なかった。時間帯では $P<0.01$ となり，日中から夕方にかけて移動量が有意に増加していた。週齢では $P<0.01$ となり，2週齢以降に移動量が増加し，出荷直前の6週齢で移動量が低下する傾向が確認された。6週齢は5週齢と比較して，処理区，対照区ともに移動量が減少していた。

3. 飼養環境

敷料中の水分重量および理論上の吸水重量・保水重量を表1に示す。飼養期間中の敷料水分，床面10cm地点のアンモニア濃度，敷料温度の結果を表5に示す。敷料水分では，エリアンサス粉碎物，オガクズともに入雛時の水分は25%前後であった。試験1対照区の入雛時敷料水分が10.4であったが，その理由は不明である。敷料水分は，試験区分，試験年度，週齢の全てで有意差は認められなかった。

床面10cm地点のアンモニア濃度では，試験区分では有意差は認められなかった。試験年度では $P<0.01$ となり，試験1が試験2より有意に高い結果となった。週齢では $P<0.01$ となり，2週齢以降にアンモニア濃度が高くなることが確認された。

敷料温度では，試験区分で $p=0.04$ となり，処理区が対照区よりも有意に高い結果となった。試験年度では $p<0.01$ となり，試験1が試験2よりも有意に低い結果となった。週齢では $p<0.01$ となり，週齢に伴い敷料温度が有意に高くなった。

試験期間中の各敷料は，処理区と対照区のいずれにおいても，飼養期間の後半で板状に固まる現象が確認された。定性的には，処理区は対照区よりも固まる範囲が小さく，固まりの程度も緩や

表2. 出荷羽数と出荷重量および飼料摂取量等から算出した生産成績

	試験1			試験2			P値 [†]	
	対照区	処理区	P値 [‡]	対照区	処理区	P値 [‡]	試験区分	試験年度
出荷日齢 (日)	47	47	—	48	48	—	—	—
出荷羽数 (羽)	10,086	8,889	—	4,719	4,732	—	—	—
出荷重量 (kg)	31,414	28,876	—	13,825	14,314	—	—	—
飼料摂取量 (kg)	55,500	49,600	—	23,500	24,500	—	—	—
入雛時平均体重 (g)	41.0	45.6	—	46.0	46.0	—	0.50	0.45
出荷時平均体重 (g)	3,115	3,249	—	2,930	3,025	—	0.11	0.06
1日増体量 (g/日)	65.9	68.7	—	61.0	63.0	—	0.11	0.05
飼料要求率	1.77	1.72	—	1.70	1.71	—	0.65	0.44
生産指数	348.0	374.0	—	339.0	348.6	—	0.28	0.28
育成率 (%)	93.3	93.5	0.63	94.4	94.7	0.57	—	—
処理場での廃棄率 (%)	1.05	1.31	0.09	0.54	1.10	$P<0.01$	—	—

[†] 入雛時平均体重，出荷時平均体重，1日増体量，飼料要求率，生産指数のP値は，それぞれを目的変数とし，試験区分および試験年度を因子とした2元配置分散分析結果を示す。

[‡] 育成率および処理場での廃棄率のP値は，試験1と試験2のそれぞれにおける母比率の差の検定結果を示す。

表 3. 2 週齢から 5 週齢における気管支炎、敷料摂取、趾瘤症の平均スコア

		試験 1		試験 2		P 値		
		対照区	処理区	対照区	処理区	試験区分	試験年度	週齢
気管支炎スコア (0~4)	2 週齢	0.2	0.0	1.4	1.0	0.37	0.10	0.43
	3 週齢	1.0	0.4	0.0	0.2			
	4 週齢	1.0	0.8	0.0	0.0			
	5 週齢	0.6	0.8	0.0	0.0			
敷料摂取スコア (0~1)	2 週齢	1.0	0.0	0.4	0.6	0.88	0.66	0.34
	3 週齢	0.0	0.0	0.2	0.6			
	4 週齢	0.0	0.2	0.0	0.2			
	5 週齢	0.0	0.2	0.0	0.0			
趾瘤症スコア (0~2)	2 週齢	0.0	0.2	0.0	0.6	0.34	0.21	0.04
	3 週齢	0.4	0.6	0.6	0.6			
	4 週齢	0.2	0.6	1.2	1.0			
	5 週齢	2.0	1.8	0.2	0.2			

P 値は、試験 1 及び試験 2 における気管支炎スコア、敷料摂取スコア、趾瘤症スコアをそれぞれ目的変数とし、試験区分、試験年度、週齢を因子とした 3 元配置分散分析結果を示す。

かであった。

考 察

生産成績に関する全ての項目で、処理区と対照区間に有意差は認められないものの、飼料要求率を除く項目で、試験 1 と試験 2 の両方で処理区が対照区を上回っており、1 日増体量 (P=0.11) と出荷時平均体重 (P=0.09) については処理区が高い傾向があった。このことから、エリアンサス敷料は、プロイラーの生産成績に対して、従来のオガクズ敷料と比べ、同等以上の効果があることが示唆された。

移動量については試験 2 のみで測定したが、処理区は対照区よりも有意に移動量が少ないことが示された。このことは、プロイラーにとってエリアンサス敷料がオガクズ敷料よりも快適であった可能性を示している。Toghyani *et al.* (2010) は異なる敷料素材でプロイラーを飼養し、籾殻に比べ砂または木屑敷料で飼養されたプロイラーの移動量が有意に少ないことを報告している。一方で、籾殻で飼養されたプロイラーは止まり木行動が有意に多く、体重と飼料摂取量が有意に低くなったと報告している。止まり木行動は、敷料を敬遠する行為と理解できることから、プロイラーにとって籾殻はオガクズよりも快適性が低く、それとは逆に、快適性の高い敷料では移動量が少なくなる可能性を示唆している。Ishida *et al.* (2021) の報告では、平均粒子径が 2.0mm のエリアンサスのクッション性はオガクズの約 1.7 倍であり、またエリアンサスの平均粒子径とクッション性の間には正の相関がある。今回の試験に用いられたエリアンサス敷料の平均粒子径はいずれも 2.0mm 以上であることから、オガクズよりもクッション性に優れていた可能性が高い。このことが移動量が少なかったことの一因になっていたと考えられる。必要以上の移動量の多さはエネルギーの消費につながる。処理区の移動量の少なさが、処理区の 1 日増体量が高い傾向となったことに関連している可能性がある。

一方、移動量を減少させる要因として、プロイラーの疾病が考えられる。例えば、脚部の疾病により跛行が見られるプロイラーと健全なプロイラーの行動を比較すると、跛行が見られるプロイラーは健全なプロイラーに比べ、横たわっている時間が多いとの報告がある (Weeks *et al.*, 2000)。しかしながら、今回の試験においては、表 2 で示した通り、処理区は対照区と同等以上であり、趾瘤症スコアにおいても処理区と対照区間に有意差が認められなかったことから、疾病により処理区の移動量が少なくなった可能性は低いと考えられる。

飼養環境におけるアンモニアは飼料摂取量と成長速度を低下させ (Homidan *et al.*, 2003)、そのアンモニアの発生は高い敷料水分により助長される (Liu *et al.*, 2007)。床面 10cm 地点のアンモニア濃度において、処理区と対照区に有意差が無かった。この理由として、処理区と対照区の敷料水分に有意差が無かったことが関連していると考えられる。5 週齢以降はファンによる常時換気を行っており、その影響も否定できない。エリアンサスは、嵩密度がオガクズの約 1/2 であるため、エリアンサス敷料の方がオガクズ敷料よりも空隙が多い。加えて、敷料温度は、処理区が対照区よりも有意に高く、処理区と対照区の温度差は、試験 1 で最大 1.5℃、試験 2 で最大 1.8℃であった。このことから、エリアンサス敷料においては物理的に乾燥が進みやすい可能性があり、このことも快適性に関連している可能性がある。一方で、ファンによる常時換気が行われていない 4 週齢以前では、処理区と対照区のいずれにおいても、25ppm を超えるアンモニアが検出された。アニマルウェルフェアの考え方に対応したプロイラーの飼養管理指針 (畜産技術協会, 2018) において、舎内のアンモニア濃度が 25ppm を超える場合は、換気や床面の改善に努めることとされている。

エリアンサス敷料の温度が高くなった理由として、敷料の発酵が始まっている可能性が示唆された。エリアンサスのリグニン含

表 4. 動画解析によるプロイラーの移動量

		試験 2		P 値		
		対照区	処理区	試験区分	時間帯	週齢
入雛時	0:00	483	746	P<0.01	P<0.01	P<0.01
	6:00	490	779			
	12:00	519	769			
	18:00	262	808			
1 週齢	0:00	859	771			
	6:00	941	802			
	12:00	915	755			
	18:00	785	821			
2 週齢	0:00	8,994	1,100			
	6:00	9,557	1,259			
	12:00	12,482	6,857			
	18:00	10,024	1,267			
3 週齢	0:00	5,579	1,152			
	6:00	6,495	2,305			
	12:00	11,432	4,680			
	18:00	7,361	1,113			
4 週齢	0:00	9,232	3,515			
	6:00	15,411	7,926			
	12:00	20,579	6,169			
	18:00	9,829	5,130			
5 週齢	0:00	6,796	2,892			
	6:00	20,845	7,053			
	12:00	17,501	6,727			
	18:00	16,890	6,488			
6 週齢	0:00	4,359	2,560			
	6:00	9,173	3,189			
	12:00	10,058	8,088			
	18:00	5,802	4,672			

† 欄内における対照区および処理区の数値は、動画中の全ての BLOB の合計値 (Pixel) をフレーム数で除した値を示す。

‡ P 値は、試験 2 におけるプロイラーの移動量を目的変数とし、試験区分、時間帯、週齢を因子とした 3 元配置分散分析結果を示す。

量は、最も高い茎の外部で 28.0% (Yamamura *et al.*, 2013) であるのに対し、杉のリグニン含量は 34.1% (Hatakeyama and Hatakeyama, 2010) であり、エリアンサスの方が杉よりも低い。リグニンは植物の細胞壁を構成するセルロースやヘミセルロースを包括し、植物が分解される際の障害となる (志水, 2009)。今回の試験で用いたオガクズは杉由来であるため、エリアンサスは、オガクズよりも早く発酵が進んだ可能性が考えられる。一方で、発酵には水分が不可欠であり、既往研究では 30% 以下の水分では発酵に関わる微生物の代謝が阻害されたと報告されている (宮竹ら, 2007)。今回の試験では敷料水分 30% 以下となる場合でも敷料温度の上昇が確認された。水分の測定では、複数の敷料サンプルを粉碎・混合して代表サンプルとしたが、混合前のサンプルの一部には 30% 以上の水分を含む部位が含まれ、部分的に発酵が始

まっていた可能性が考えられる。

処理場での廃棄率では、試験 2 において処理区が対照区よりも有意に高くなったが、試験 1 においては有意差が認められなかったものの処理区が対照区を上回った。試験 2 における処理区の廃棄率は 1.10% であり、過去の検査廃棄データ (日本養鶏協会, 2011) で報告された 1.25% や、民間企業の調査結果 (西村, 2016) で報告された 1.2% よりも低く、問題はないと考える。

HTS による気管支炎、敷料摂取、趾瘤症の各スコアにおいて、処理と対照区の間有意差は認められなかったことから、外観的特徴から想起される健康状態への悪影響は低いと考えられる。呼吸器等粘膜への影響については、処理区と対照区の生産成績に有意差がなかったことから、毛群が埃とならず、プロイラーの粘膜に接触しなかった可能性が考えられる。また、エリアンサス茎

表 5. 飼育環境の経時的変化

		試験 1		試験 2		P 値		
		対照区	処理区	対照区	処理区	試験区分	試験年度	週齢
敷料水分 (%)	入雛時	10.4	26.7	25.1	22.4	0.43	0.06	0.08
	1 週齢	27.1	33.8	23.4	28.5			
	2 週齢	33.3	29.1	36.3	40.3			
	3 週齢	27.7	33.5	43.2	33.8			
	4 週齢	26.2	35.5	38.8	35.1			
	5 週齢	29.4	26.3	32.0	30.3			
	6 週齢	26.1	25.1	31.0	32.6			
床面 10cm 地点の アンモニア濃度 (ppm)	入雛時	0.0	0.0	0.0	0.0	0.19	P<0.01	P<0.01
	1 週齢	40.0	26.7	8.7	10.0			
	2 週齢	105.0	65.0	24.0	33.0			
	3 週齢	113.3	75.0	5.0	9.3			
	4 週齢	56.7	50.0	5.3	8.7			
	5 週齢	13.3	13.3	4.3	3.7			
	6 週齢	10.0	10.0	7.7	7.7			
敷料温度 (°C)	入雛時	27.2	27.2	32.6	31.4	0.04	P<0.01	P<0.01
	1 週齢	28.4	27.8	32.0	32.3			
	2 週齢	29.4	30.4	30.5	32.2			
	3 週齢	30.3	29.5	30.4	30.9			
	4 週齢	30.5	32.2	32.8	33.0			
	5 週齢	30.7	30.3	32.1	32.6			
	6 週齢	31.7	32.8	32.1	33.9			
	出荷時	32.3	33.8	34.7	35.9			

P 値は、試験 1 及び試験 2 における敷料水分、床面 10cm 地点のアンモニア濃度、敷料温度をそれぞれ目的変数とし、試験区分、試験年度、週齢を因子とした 3 元配置分散分析結果を示す。

の髄の外観が雛用飼料に似ているにも関わらず、著しい誤食は発生しなかった。趾瘤症の発生と重症化については、敷料の水分の影響が大きく、敷料に水を加えると排泄物の存在とは無関係に組織病理学的スコアが上昇することが報告されている (Mayne *et al.*, 2007)。今回の試験においては、処理区と対照区で敷料水分の推移に有意差が生じなかったことも、趾瘤症スコアの結果に寄与していると考えられる。

エリアンサス敷料はブロイラーの生産成績と飼育環境の両方において、オガクズ敷料と同等以上の好ましい影響を与えることが確認された。また、外観的特徴から想起される健康状態への悪影響は低いことが確認された。これにより、エリアンサスがオガクズ代替の敷料となる可能性がコマーシャル鶏生産農場でも示唆された。コマーシャル鶏生産農場では、敷料の敷設量は一般的に容量で管理されており、今回の試験でも、敷料の厚さが同程度となるようにそれぞれの敷料を鶏舎に敷設した。一方で敷設量を乾物重量と比較すると、処理区は対照区の 2/3 以下となる (表 1)。このことから、エリアンサス敷料はオガクズ敷料よりも少量で同等以上の生産成績と飼育環境を実現したことになる。エリアンサス敷料を用いることが輸送費用や敷設作業の軽減につながると考えられる。エリアンサスの産業利用は始まったばかりであり (農業・食品産業技術総合研究機構, 2017)、敷料用途においても現時

点では試験的な面積での栽培にとどまっている。エリアンサス敷料の生産コストは栽培面積等により変動するため、今後は大規模な生産体系での経済性評価が求められる。

謝 辞

エリアンサスを有償譲渡いただいた宮崎県児湯郡都農町役場、本試験に関して助言をいただいたエリアンサス研究連絡会の会員各位、ブロイラーの飼養試験にご協力いただいた江夏商事株式会社の皆様に謝意を表します。

引用文献

- Airaksinen S, Heinonen-Tanski H, Heiskanen ML. Quality of difference bedding materials and their influence on the compostability of horse manure. *Journal of Equine Veterinary Science*, 21 : 125-130. 2001.
- Ando S, Sugiura M, Yamada T, Katsuta M, Ishikawa S, Terajima Y, Sugimoto A, Matsuoka M. Overwintering ability and dry matter production of sugarcane hybrids and relatives in the Kanto region of Japan. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 45 : 259-267. 2011.
- Cengiz Ö, Hess JB, Bilgili SF. Effect of bedding type and transient wetness on footpad dermatitis in broiler chickens. *Journal of*

- Applied Poultry Research, 20 : 554-560. 2011.
- 畜産技術協会. アニマルウェルフェアの考えに対応したブロイラーの飼養管理指針 (第4版). 公益社団法人畜産技術協会. 東京. 2018. http://jlta.lin.gr.jp/report/animalwelfare/H29/awguideline_the4edition/broiler_awguideline_the4edition.pdf
- Elanco Animal Health. Poultry HTS Lesion Scoring Reference Guide. 2010.
- Grimes J L, Smith J, Williams C M. Some alternative litter materials used for growing broilers and turkeys. *World's Poultry Science Journal*, 58 : 515-526. 2002.
- Gupta AR. Ascites syndrome in poultry: a review. *World's Poultry Science Journal*, 67 : 457-468. 2011.
- Hatakeyama H, Hatakeyama T. Thermal Properties of Isolated and in situ Lignin. In: *Lignin and Lignans: Advances in Chemistry* (Heitner C, Dimmel D, Schmidt J (eds)), 1st Edition, pp. 301-316. CRC Press, Florida. 2010.
- Homidan AA, Robertson JF, Petchey AM. Review of the effect ammonia and dust concentration on broiler performance. *World's Poultry Science Journal*, 59 : 340-349. 2003.
- Ishida T, Ohara S, Shirai T, Terajima Y, Sugimoto A, Kawashima T. Physical characteristics of *Erianthus arundinaceus* as a bedding material for broiler. *Grassland Science*, <https://doi.org/10.1111/grs.12333>
- 伊藤敏男. 環境温度が鶏の飼料摂取行動におよぼす影響. 栄養生理研究会報, 252 : 1-14. 1981.
- 古藤好美・田村宏樹・淡野公一. 背景差分法とテンプレートマッチングを組み合わせた人物追跡手法に関する研究. 電気関係学会九州支部連合大会講演論文, 70 : 565. 2017.
- Liu Z, Wang L, Beasley D, Oviedo E. Effect of moisture content on ammonia emissions from broiler litter: A laboratory study. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 58 : 41-53. 2007.
- 松波寿弥・小林 真・安藤象太郎・寺島義文. 温帯の冬季におけるエリアンサス (*Erianthus arundinaceus* (L.) Beauv.) 体内の無機養分および非構造性炭水化物の動態. 日本草地学会誌, 59 : 246-252. 2014.
- Matsunami H, Kobayashi M, Tsuruta S, Terajima Y, Sato H, Ebina M, Ando S. Overwintering ability and high-yield biomass production of *Erianthus arundinaceus* in a temperate zone in Japan. *BioEnergy Research*. 11 : 467-479. 2018.
- Matsuo K, Chuenpreecha T, Matsumoto N, Ponragdee W. Ecophysiological characteristics of *Erianthus* spp. And yielding abilities of three forages under condition of cattle feces application. *JIRCAS Working Report*, 30 : 187-194. 2002.
- Mayne RK, Else RW, Hocking PM. High litter moisture alone is sufficient to cause footpad dermatitis in growing turkeys. *British Poultry Science*, 48 : 538-545. 2007.
- 宮竹史仁・岩淵和則・阿部佳之・本田善文. 高い材料水分が堆肥温度および微生物活性に及ぼす影響. 農業機械学会誌, 69 : 48-54. 2007.
- Monira KN, Islam MA, Alam MJ, Wahid MA. Effect of litter materials on broiler performance and evaluation of manure value of used litter in late autumn. *Journal of Animal Science*, 4 : 555-557. 2003.
- 日本木質バイオマスエネルギー協会. 木質バイオマスエネルギーデータブック. 一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会. 東京 2018. <https://www.jwba.or.jp/database/woody-biomass-energy-2018/>
- 日本養鶏協会. 肉養鶏大腸菌対策マニュアル. 社団法人日本養鶏協会. 東京. 2011. <https://www.jpa.or.jp/news/item/2012/0313/coliform.pdf>
- 西村薫久. 第102回 JAC 技術ゼミ ブロイラー実績調査. 株式会社日本チャンキー協会, 東京 2016. <https://chunky.sakura.ne.jp/admin/wp-content/uploads/2016/04/ブロイラー実績調査2016.pdf>
- 農業・食品産業技術総合研究機構. (研究成果) 資源作物「エリアンサス」を原料とする地域自給燃料の実用化—研究から実用化までの切れ目ない連携による事業化モデル—. 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構. 茨. 2017. http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/nilgs/077296.html
- 農林水産省. 畜産環境をめぐる情勢 (令和3年3月). [homepage on the Internet]. 農林水産省. 東京 2021. <https://www.maff.go.jp/j/chikusan/kankyo/taisaku/pdf/210325kmegji.pdf>
- 志水一允. セルロース系バイオマスのアルコールへの変換技術. 熱帯農業研究, 2 : 95-99. 2009.
- Shao D, He J, Lu J, Wang Q, Chang L, Shi SR, Bing T H. Effect of sawdust thickness on the growth performance, environmental condition, and welfare quality of yellow broilers. *Poultry Science*, 94 : 1-6. 2015.
- Toghyani M, Gheisari A, Modaresi M, Tabeidiaa SA, Toghyani M. Effect of different litter material on performance and behavior of broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 122 : 48-52. 2010.
- Yamamura M, Noda S, Hattori S, Shino A, Kikuchi J, Takabe K, Tagane S, Gau M, Uwatoko N, Mii M, Suzuki S, Shibata D, Umezawa T. Characterization of lignocellulose of *Erianthus arundinaceus* in relation to enzymatic saccharification efficiency. *Plant Biotechnology*, 30 : 25-35. 2013.
- 山崎亨史. 家畜敷料の種類と性質及びその現状. バイオマス科学会議発表論文集. 12 : 77-78. 2017.
- Weeks CA, Danbury TD, Davies HC, Hunt P, Kestin SC. The behaviour of broiler chickens and its modification by lameness. *Applied Animal Behaviour Science*, 67 : 111-125. 2000.

Effect of Erianthus Bedding on Broiler Production Performance and Rearing Environment —Verification Test on a Commercial Farm—

Tetsuya Ishida¹, Satoshi Ohara², Kazuya Iwasaki³, Jou Hamaishi⁴, Hiroki Tamura⁵,
Yosuke Sasaki¹, Toshihiro Takahashi¹, Takafumi Nagamine⁶ and Tomoyuki Kawashima¹

¹ Graduate School of Agriculture and Engineering, University of Miyazaki, Gakuen Kibanadai nishi, Miyazaki 889-2192

² Institute for Future Initiatives, The University of Tokyo, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8654

³ Enatsu Co, Ltd., Otsuka-cho Hinoguchi, Miyazaki 880-0951

⁴ Japan Business System, Inc., Toranomom, Minato-ku, Tokyo 105-6316

⁵ Department of Environmental Robotics, Faculty of Engineering, University of Miyazaki,
Gakuen Kibanadai nishi, Miyazaki 889-2192

⁶ Environmental Solution Division, Misakura Electric Co, Ltd., Shimogawara, Komatsu, Miyazaki 880-2112

Shredded *Erianthus arundinaceus* (hereafter referred to as Erianthus) was compared with sawdust for use as a bedding material in broiler production. Two trials were conducted on commercial farms. In both trials, shredded Erianthus (test group) or sawdust (control group) was laid in the poultry house with thicknesses of 30 to 40 mm. One-day-old chicks were introduced at densities of 15.0 ± 1.0 birds/m², and raised using conventional methods until shipping. There were no significant differences between the test and control groups in the rates of raising, feed conversion ratios, daily weight gains, average weights, and production scores. However, the daily weight gain tended to be higher in the test group than in the control group ($P=0.11$). The discard rate at the slaughterhouse was significantly higher for the test group than the control group in Trial 2 ($P<0.01$), but this rate was less than the typical rate based on published data. There were no significant differences in the mean rates of tracheitis, bedding eater, and footpad dermatitis between the groups, based on the Elanco health tracking system. Image analyses of broiler movement indicated that the test group moved significantly less than the control group ($P<0.01$), suggesting that the Erianthus may have been more comfortable for broilers than the sawdust. There were no significant differences between the groups in either bedding moisture or ammonia concentration at 10 cm above the floor. On the other hand, the bedding temperature was higher in the test group than in the control group ($P<0.01$), with a maximum difference of 1.8°C. This suggested that fermentation may have begun to occur in the Erianthus bedding material. We concluded that Erianthus performs similarly to sawdust in broiler production, and could be used as an alternative bedding material in broiler rearing environments.

(*Japanese Journal of Poultry Science*, 58 : J65-J73, 2021)

Key words : bedding, broiler, environment, *Erianthus arundinaceus*, production performance, sawdust alternative

<正誤表>

下記の論文の引用文献の一部に誤りがございましたので訂正いたします。

日本家禽学会誌, 58:J65-J73, 2021

<<技術報告>>

エリアンサス敷料がブロイラーの生産成績と飼養環境に与える影響

—コマーシャル鶏生産農場での実証試験—

石田哲也・小原聡・岩崎和也・濱石翔・田村宏樹・佐々木羊介・高橋俊浩・
長峰孝文・川島知之

正誤箇所	誤	正
J72 頁	Ishida T, Ohara S, Shirai T, Terajima Y, Sugimoto A, Kawashima T. Physical characteristics of <i>Erianthus arundinaceus</i> as a bedding material for broiler. Grassland Science, https://doi.org/10.1111/grs.12333	Ishida T, Ohara S, <u>Sasaki Y</u> , Shirai T, Terajima Y, Sugimoto A, Kawashima T. Physical characteristics of <i>Erianthus arundinaceus</i> as a bedding material for broiler. Grassland Science. <u>2021.</u> DOI: 10.1111/grs.12333