

愛媛農水研畜研七研報

Bull. Ehime

Livestock Res. Cen.

No.7 2023

ISSN 2186-0637

BULLETIN OF THE
EHIME RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE,
FORESTRY AND FISHERIES
LIVESTOCK RESEARCH CENTER
No.7 March 2023

愛媛県農林水産研究所
畜産研究センター研究報告

第7号

令和5年3月

愛媛県農林水産研究所畜産研究センター

(畜産研究センター) 愛媛県西予市野村町阿下 7-156

(養鶏研究所) 愛媛県西条市福成寺乙 159

愛媛県農林水産研究所畜産研究センター研究報告 第7号

目 次

畜産研究センター

TMR 飼料へのケールおよび柑橘搾汁残さの配合が乳牛の嗜好性に及ぼす影響 畑野幹人、家木一	1
愛媛甘とろ豚専用飼料における改定飼料の有用性の検討 宇都宮昌亀、藤田純	4
柑橘剪定枝の畜産敷料利用と堆肥化の検討 戸田克史	7

養鶏研究所

採卵鶏における低栄養飼料での繊維分解酵素添加給与が鶏ふん排せつ量と生産性に及ぼす影響 森圭太郎、今井士郎	13
---	----

愛媛県畜産研究センター 学術論文掲載一覧

搾乳回数の違いがホルスタイン種泌乳牛の乳生産に及ぼす影響 (要旨) 家木 一、畑野 幹人	16
---	----

TMR 飼料へのケールおよび柑橘搾汁残さの配合が乳牛の嗜好性に及ぼす影響 Effect of the mixing kale juice residue on orange juice pulp into TMR feed on palatability in daily cows

畑野幹人、家木 一

要約

県内で発生するケールおよび柑橘搾汁残さについて、牛用混合飼料（TMR）の原料としての有用性を乳牛の嗜好性から調べた。試験は、乳用牛 64 頭を用い、ケール（KS、n=37）と柑橘（CS、n=27）の搾汁残さを 25%、50%、75%および 100%（単味給与）と段階的に配合した計 8 種の飼料を乾物で 1kg 給与し、給与後 1 時間での乾物摂取量を比較した。その結果、KS および CS を配合した試験飼料の乾物摂取量は、いずれの配合率でもスーダン乾草のみを給与する対照区に比べて有意に高い値を示したが（ $P < 0.05$ ）、KS では配合率に比例して増加した一方、CS では単味給与で減少した。また、牛群における低嗜好個体の発現リスクから飼料の嗜好性を評価するため、試験飼料の採食率（乾物比）が 80% 以上の個体数を処理間で比較すると、KS は配合率に比例して増加したが、CS は 50%配合まで増加して 75%配合以上で減少に転じた。以上のことから、乳牛の嗜好性調査により、KS および CS ともに TMR 飼料の原料として利用可能であることが示唆された。特に CS は、TMR 利用により CS 自体の低嗜好を改善できる効果も認められた。

キーワード：乳牛、混合飼料（TMR）、食品製造副産物

緒言

近年、家畜の飼料価格は上昇基調が続いている¹⁾。その要因として、これまでは気候変動による地球規模での凶作の状態化や、中国等の新興国での畜産物需要の増加といった構造的問題が指摘されてきたが、最近ではコロナ禍での海上輸送等の流通停滞やウクライナ情勢など世界的な政情不安に伴う原油・穀物価格の上昇などの突発的な事案も飼料価格の高騰に拍車をかけ、我が国の畜産業はかつて経験したことのない危機的状況に直面している。

この課題の解決策として挙げられるのが、低・未利用の食品製造副産物の飼料利用である。食品製造副産物は、低コストで安定価格が見込めるほか、環境負荷の低減といった社会的道義にもかなうなど多様なメリットが挙げられる一方、保存性の低さによる流通面での不利や栄養成分

の偏りによる給与上の課題など、単独利用では様々なデメリットを含む素材でもある。

この、食品製造副産物が持つ飼料利用上の課題を解消する手段が、牛用混合飼料（TMR: Total Mixed Ration）のサイレージ調製技術である。原料が混合調製される TMR は、飼料の選択採食を防止できるため²⁾、乳牛が求める栄養を畜主の計算通りに供給できるという利用上の利点がある。しかしながら、TMR 給与では、その嗜好性が乳牛の養分充足に大きく影響するため、原料となる食品製造副産物の嗜好性が重要となる。

そこで本試験では、県内で飼料として流通している食品製造副産物のケールおよび柑橘の搾汁残さについて、TMR への混合が乳牛の嗜好性に及ぼす影響を調べ、各副産物の TMR 原料としての有用性を検討した。

材料および方法

1) 飼料給与と供試動物

供試飼料は、サイレージ化したケール搾汁残さ (KS) と柑橘搾汁残さ (CS) の 2 種で、いずれも県内の食品工場から供給されたものを用いた。また、比較対照の基礎飼料として約 5cm の切断長に細断したスーダン乾草を供試した。供試動物は畜産研究センターで飼養するホルスタイン種雌牛で、KS の嗜好性調査には 37 頭 (うち未経産牛 10 頭)、CS には 27 頭 (うち未経産牛 10 頭) をそれぞれ供した。供試牛には、水および固形塩 (ソルトリック, 共立製薬, 東京) を自由採食させた。

2) 調査方法

調査は、供試牛をタイストールで繋養して行い、試験飼料の給与後 1 時間内での乾物摂取量により嗜好性を評価した。試験処理は、スーダン乾草を乾物で 1kg 給与する対照区と、スーダン乾草を KS または CS で乾物比 25%、50%、75% および 100% (単味給与) と段階的に代替して配合した試験飼料により副産物ごとに 5 処理を設け、対照区から副産物配合割合の低い順に 1 日ずつ調査を行った。なお、調査時間外の供試牛の飼養管理は、畜産研究センターの慣行法とし、試験開始前 7 日間は各副産物を原物で約 1kg 給与する馴致期間とした。

3) 統計処理

KS または CS 配合区における乾物摂取量について、対照区との有意差の有無を Dunnett の多重比較検定³⁾により解析した。

結果

嗜好性調査における各試験飼料の平均乾物摂取量を第 1 図に示す。KS については、配合 4 処理区の乾物摂取量が対照区であるスーダン乾草のみの給与よりも有意に高かった ($P < 0.01$)。また KS では、配合割合が高い処理区ほど乾物摂取量が高い傾向を示し、家木らの報告⁴⁾と同様にケール搾汁残さの乳牛における嗜好性の高さが伺えた。一方、CS については、KS と同様に配

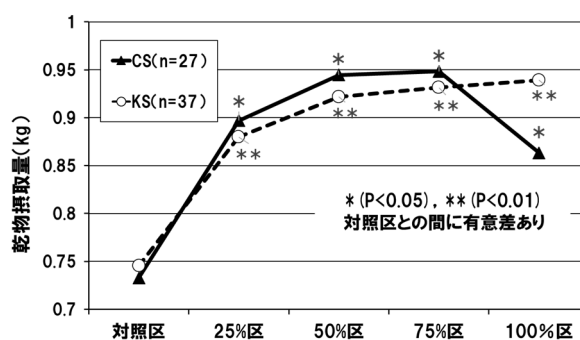


図1 試験飼料の乾物摂取量

合 4 処理区の乾物摂取量が対照区よりも有意に高かったものの ($P < 0.05$)、KS とは異なり単味給与の乾物摂取量が他の CS 配合区よりも低く、CS 自体の乳牛での嗜好性は低い可能性が示唆された。

次に、牛群内で低嗜好を示す個体が発現するリスクから飼料の嗜好性を評価するため、対照区以外の副産物配合区で試験飼料の採食率 (乾物比) が 80%以上の個体数 (DM80) を比較した (第 1 表)。

表1 試験飼料の乾物採食率が80%以上の個体 (DM80) の発現率 (%)

試験飼料	25%配合	50%配合	75%配合	単味給与
KS (n=37)	78.4	86.5	89.2	91.9
CS (n=27)	85.2	96.3	88.9	81.5

KS: ケール搾汁残さサイレージ
CS: 柑橘搾汁残さサイレージ

その結果、KS では配合率が高いほど DM80 の割合が増加し、KS の配合が乳牛用 TMR の嗜好性を高める効果を有することが示された。一方、CS では配合率 50%を境に DM80 の割合が減少に転じ、前述の乾物摂取量での結果と同様、CS 自体の嗜好性は低いことが明らかとなったが、TMR 原料として 50%配合を上限として調製することで、CS の低嗜好を補う可能性も示された。

牛の嗜好は、甘味と酸味に受ける影響が大きいとされる^{4,5,6,7)}。そこで、KS と CS で乳牛の嗜好性に差が生じた理由を明らかにするため、甘味および酸味をそれぞれ反映する糖度、pH を測定したところ、いずれも KS と CS で同等であった (第 2 表)。糖度と酸度以外では苦みに対する草食動物の嗜好の低さも指摘されているが⁵⁾、

柑橘外皮は苦味を呈するリモネンを多く含むことから、CSの乳牛における低嗜好は柑橘由来の苦味が原因であった可能性がある。素材の多様な食品製造副産物の飼料利用を進める上で、家畜の嗜好性と化学因子との関係解明は興味深い課題と言える。

表2 試験飼料の糖度およびpH

試験飼料	糖度	pH
KS	11.8	4.13
CS	12.0	3.89

KS：ケール搾汁残さサイレージ

CS：柑橘搾汁残さサイレージ

以上の結果から、ケールおよび柑橘搾汁残さは乳牛の嗜好性の面でTMR原料として利用可能と判断した。また、柑橘搾汁残さについては、TMR利用によってそれ自体の嗜好性の低さを改善する効果が認められた。今後、供試したケールおよび柑橘搾汁残さを含め、県内で産出される食品製造副産物を高度に活用した本県独自の発酵TMR飼料の開発を目指す。

参考文献

- 1) 農林水産省：飼料[homepage on the internet]. 農林水産省. [Cited 2 May 2022] Available from URL: http://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_siryo/, 2022
- 2) 佐藤正三：TMRの応用と牛群管理、1998年版、68-80、酪農総合研究所、札幌市、1998
- 3) Dunnet, C. W. : A Multiple comparison procedure for comparing several treatments with a control, Journal of American Statistical Association 50, 1096-1211, 1955
- 4) 家木一、岸本勇氣、枘井和恵、嶋家眞司、谷口幸三：乳酸菌とセルラーゼの添加ケールジュース粕サイレージの発酵品質と乳牛による嗜好性、日本畜産学会報、77、401-407、2006
- 5) 土肥宏志：草食家畜の嗜好性と化学因子、日本畜産学会報、67、314-321、1996
- 6) Goatcher, W. D.、Church, D. C. : Taste Responses in Ruminants. II. Reaction of sheep to Acids, Quinine, Urea and Sodium Hydroxide, Journal of Animal Science 30, 784-790, 1970
- 7) 鈴木剛、高橋敏能、萱場猛夫：メン羊、ヤギおよび乳牛における飼料摂取量に及ぼす砂糖および食塩添加の影響、日本緬羊研究会誌、32、37-42、1995

愛媛甘とろ豚専用飼料における改定飼料の有用性の検討

宇都宮昌亀、藤田純

要約

愛媛甘とろ豚（LW 種雌に Y 種雄を交配した交雑種、以下、甘とろ豚。）専用飼料の価格低減を目的とした改定飼料を試作給与し、甘とろ豚の発育および肉質等の影響を調査し、改定飼料の有用性を検討した。その結果、発育調査では、飼料要求率、一日平均増体量とも慣行飼料と有意な差は認められず、枝肉および肉質調査も甘とろ豚の規定基準値を満たし、食味調査においても慣行飼料と同等の結果が得られた。これらの結果から、飼料費を低減する改定飼料は甘とろ豚への有用性が高く、生産現場で活用することにより、生産者の所得向上が期待できる。

キーワード：愛媛甘とろ豚、飼料価格高騰、専用飼料、低コスト飼料

緒言

愛媛県が開発した甘とろ豚は、優れた肉質により県内外から高い評価を受け、本県のリーディングブランドとして順調に成長している。甘とろ豚は、LWY 種に肉質の決め手として、高価な飼料原料を配合したこだわりの専用飼料を出荷前約 3 か月間（体重約 60 kg～120 kg）給与し生産されている。

しかし、国内の配合飼料の主原料である穀類や油粕類は、大半を輸入に依存しており、近年では、バイオエタノール原料向けの需要や新興国での食糧需要の増加、原油価格上昇などの影響を受け、国内の配合飼料価格は高騰している。甘とろ豚専用飼料でも同様の状況であり、このことが所得低下を招き経営を圧迫しているため、生産者からは、生産性や品質を維持したうえで専用飼料の見直し要請があった。

このため、本研究では、甘とろ豚専用飼料の価格低減を目的とした改定飼料を試作し、給与による発育および肉質等への影響について調査を行い、改定飼料の有用性を検討した。

材料および方法

供試豚は同腹豚の去勢 6 頭、雌 4 頭合計 10 頭

の甘とろ豚を用いた。試験は、体重 60kg まで当センター慣行法により飼育した後、体重 60kg 到達日の 2021 年 6 月 28 日から開始し、115kg となった 9 月 19 日まで実施した。試験期間中は群飼育、不断給餌、自由飲水とした。

試験は、第 1 表のとおり慣行飼料区と改定飼料区を設定し、両区とも 5 頭（去勢 3 頭・雌 2 頭）を用いた。供試飼料は、慣行飼料には従来の専用飼料、改定飼料区には今回試作した改定飼料とした。

表 1 試験区分

区分	供試頭数	供試飼料
慣行飼料区	5頭(去勢3・雌2)	慣行飼料
改定飼料区	5頭(去勢3・雌2)	改定飼料

供試飼料の主な配合割合は、第 2 表のとおりとした。慣行飼料に対する改定飼料の主な変更内容は、トウモロコシ・裸麦等を 3%減じ、パン粉 20%を配合しない代わりに、原料単価の安い玄米 10%、菓子粉 10%に置換し、安価なごま油かすを追加して、飼料中の栄養成分値が TDN78%、CP10%、リジン 0.3%と慣行飼料と同等になるよう配合割合を調整した。また、慣行飼料と同様に、ペレット処理後クランブル形状に加工した。

表2 供試飼料の主な配合割合

配合原料	配合割合 (%)	
	慣行飼料	改定飼料
トウモロコシ、裸麦等	68	65
玄米	0	10
パン粉	20	0
菓子粉	0	10
ふすま	3	6
大豆油かす	2	0
なたね油かす	5	6
ごま油かす	0	1
その他ビタミン等	2	2

調査項目は、発育調査、枝肉調査、肉質調査、食味調査を実施した。

発育調査は、試験期間中の飼料要求率、一日平均増体量、枝肉および肉質調査は、第3表に示す愛媛甘とろ豚普及協議会（以下、協議会。）が定めている枝肉基準（枝肉重量、背脂肪厚、ロース断面積値）、肉品質基準（剪断力価、保水力、オレイン酸比率値、筋肉内脂肪含量、脂肪融点）項目を分析し、準拠適否を確認した。

表3 愛媛甘とろ豚の枝肉・肉品質基準

基準項目	分析項目	基準値
○枝肉基準		
枝肉重量	—	69kg以上
背脂肪厚	—	3.5cm以内
ロース断面積	—	21cm ² 以上
○肉品質基準		
柔らかさ	剪断力価	3.5kg/cm ² 以内
ジューシー性	保水力	80%以上
機能性	オレイン酸比率	43.0%以上
サシ	筋肉内脂肪	4.0%以上
口溶け	脂肪融点	38℃以内

*愛媛甘とろ豚取扱要領抜粋（愛媛甘とろ豚普及協議会制定）

肉質分析は、第4～5胸椎間で切断した胸最長筋を用い、豚肉の肉質改善に関する研究実施要領¹⁾に基づき、剪断力価（サン科学、レオメーターCR-150）、保水力（加圧保水性）、オレイン酸比率値、サンプル肉中の脂肪含量をサシとして評価する筋肉内脂肪含量（Gerhardt、粗脂肪分析装置 SOX416）、背脂肪内層の脂肪融点を測定した。なお、オレイン酸比率値は、株式会社食環境衛生研究所に分析を依頼し、測定した脂肪酸組成中の豚肉の美味しさに関わる脂肪酸7項目（ミリスチン酸、パルミチン酸、パルミト

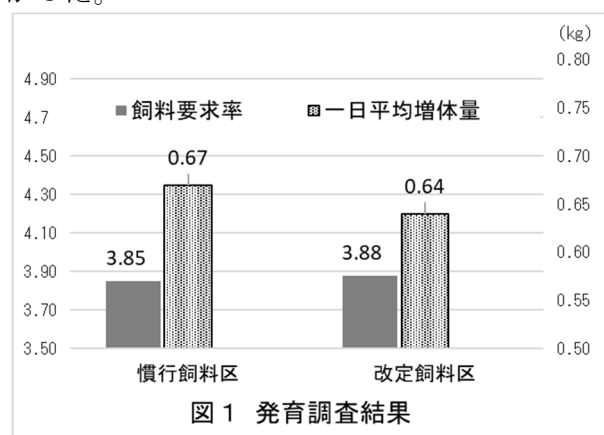
レイン酸、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸、 α -リノレン酸)から算出した。

食味調査は、食肉の官能評価ガイドライン²⁾に準じて、消費者型官能評価で行い、調査方法は、ブラインドでの二点比較法により、消費者パネル10～60代の男女111名に供試肉を試食してもらい「3」を基準値とした5段階評価で調査を実施した。供試サンプルは、-30℃で保存した第13胸椎から最終胸椎部のロース部を、4℃の冷蔵庫で24時間かけて解凍し、厚さ1.5cmにスライスしたものを、4%食塩水で30分間4℃の冷蔵庫で食塩処理し、その後、表面の水分を除き、250℃のホットプレートで肉の表面に適度な焦げ目がつくまで加熱したものをを用いた。

結果

1) 発育調査結果

発育調査結果を第1図に示した。飼料要求率、一日平均増体量ともに、両区間に有意な差はなかった。



2) 枝肉調査結果

枝肉調査結果を第4表に示した。協議会が定める枝肉基準項目の枝肉重量、背脂肪厚、ロース断面積値において、両区とも規定基準値を満たし、有意な差はなかった。

3) 肉質調査結果

肉質調査結果を第5表に示した。剪断力価、筋肉内脂肪において、試験区間で有意な差が認められた ($p < 0.05$)。なお、協議会が定める肉品質基準である5項目（剪断力価、保水力、オレ

イン酸比率値、筋肉内脂肪含量、脂肪融点) 全てにおいて両区とも規定基準値を満たした。

肉品質基準項目で、剪断力価(柔らかさ)および筋肉内脂肪(サシ)において、慣行飼料区と改定飼料区間に有意な差が認められたものの、基準値の範囲内であり食味調査には影響は及ぼさず同等の食味評価が得られた。

表4 試験区における枝肉調査結果

試験区分	枝肉重量 (kg)	背脂肪厚 (cm)	ロース断面積 (cm ²)	枝肉歩留 (%)	出荷体重 (kg)
慣行飼料区	78.7 ± 3.5	3.3 ± 0.3	25.4 ± 1.2	68% ± 0.0	115.8 ± 3.9
改定飼料区	78.0 ± 3.9	3.4 ± 0.3	23.2 ± 1.3	68% ± 0.0	115.0 ± 5.0

平均値±標準誤差

表5 試験区における肉質調査結果

基準項目	分析項目	基準値	慣行飼料区	改定飼料区
柔らかさ	剪断力価	3.5kg/cm ² 以内	1.8±0.2 a	2.6±0.2 b
ジューシー性	保水力	80%以上	80.7±1.3	81.8±1.0
機能性	オレイン酸比率	43.0%以上	43.2±0.4	43.1±0.4
サシ	筋肉内脂肪	4.0%以上	9.2±0.3 a	6.9±0.2 b
口溶け	脂肪融点	38℃以内	34.8±1.1	35.0±0.6

* 愛媛甘とろ豚取扱要領抜粋(愛媛甘とろ豚普及協議会制定)
* 平均値±標準誤差 異符号簡に有意差あり(p<0.05)

また、改定飼料で安価な飼料原料として配合した玄米は、勝俣ら³⁾の報告では、肥育後期豚への玄米給与はロース部位の皮下脂肪内層のオレイン酸の割合が有意に高くなったと報告されている。本試験結果では、玄米を10%配合した改定飼料ではオレイン酸比率値への影響は見られなかった。玄米は、飼料費の低減が期待できるため、今後の飼料試作にも安定した供給先の確保が条件になるが不可欠な原料と考えている。

4) 食味調査結果

消費者パネル111名の食味調査の集計結果を第2図に示した。慣行飼料区が美味しい評価者46名(集計比率41%、評価平均値4.0)、改定飼料区46名(41%、4.0)、両区ともに美味しい19名(17%、3.9)となり、両区とも同等の評価であった。

今回の試験結果から、甘とろ豚一頭当たりの飼料費を算出すると、改定飼料は一頭あたり約7%の削減が可能となることから、有用性は高いと考えられた。

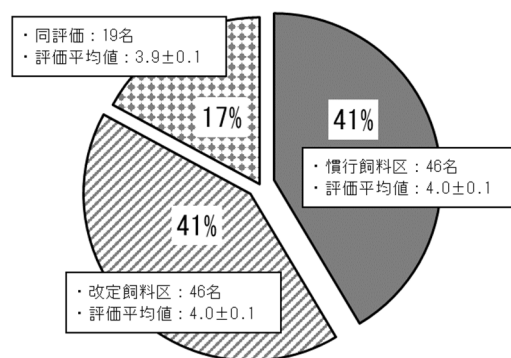


図2 食味調査の調査集計結果 (調査人数111名)
平均値±標準誤差

今後、改定飼料を専用飼料とすることについては、協議会で検討されることになるが、改定飼料を甘とろ豚の生産現場に実装することにより、生産農家の飼料費を低減し所得向上が期待できる。

参考文献

- 1) 農林水産省畜産試験場加工第2研究室：豚肉の肉質改善に関する研究実施要領、1990
- 2) (財)日本食肉消費総合センター：食肉の官能評価ガイドライン 35-37、2005
- 3) 勝俣昌也、佐々木啓介、斎藤慎二、石田藍子、京谷隆侍、本山三知代、大塚誠、中島一喜、澤田一彦、三津本充：肥育後期豚への玄米の給与が皮下脂肪の性状に及ぼす影響、日本畜産学会報第80号、63-69、2009

考察

今回の試作した改定飼料は、慣行飼料と比較し発育に差は認められず、協議会が定める枝肉・肉品質の規定基準も満たした。飼料原料に安価な原料を用い配合割合を変更しても、飼料栄養成分としてTDN、CP、リジン含量を慣行飼料と同等に調整することで、改定飼料は生産性に影響を与えないことが明らかになった。

柑橘剪定枝の畜産敷料利用と堆肥化の検討

戸田克史

要約

家畜の敷料として入手が困難となったり、価格が高騰したりしているおが粉の代替資材として大部分が焼却処理されている柑橘の剪定枝について敷料利用の可能性を検討した。伊予柑、温州みかん、紅まどんなの剪定した枝及び葉をハンマーミル式粉砕機で粉砕後、植繊機で粉砕及び膨潤処理を行ったものを敷料として使用した。剪定枝の敷料はクッション性は高く、水分率の推移についておが粉と大きな差はなく4日程度で60%を超え、腸内細菌数の増加も柑橘剪定枝はおが粉と同様の推移を示したが、剪定枝敷料は水分率が高くなると繊維が固まりやすく保水性が低下した。敷料利用後の堆肥化においては、剪定枝は1、2年程度の枝や葉が多いことに加え、ハンマーミル式粉砕機で粉砕後、植繊機で粉砕及び膨潤処理により製造したことから繊維が分解されやすくなり、7日ごとの切り返しで堆積後80日で堆肥化が終了し、剪定枝敷料堆肥の窒素全量は乾物中3.3%、加里全量は4.2%と高い値を示した。調査の結果、柑橘の剪定枝敷料は牛の敷料として利用可能であると考えられた。

キーワード：敷料、柑橘剪定枝、堆肥、牛

緒言

家畜の敷料は、ふん尿等の水分を吸着し畜体の汚れを防ぐほか、膝や蹄の保護や転倒事故の防止、家畜のストレス軽減、幼畜に使用する場合は保温の役割がある。県内において敷料に使われる資材は、水分の吸収力及び入手や取り扱いのしやすさ等の理由により製材所で発生するおが粉が主流であるが、おが粉の主な供給源である地域の中小製材所の廃業により供給量が減少しているほか、近年、木質バイオマス発電所での発電用燃料としての使用量の増加によりおが粉の入手が困難となったり、価格が高騰したりと敷料を取り巻く環境が大きく変化している。

敷料用の資材はおが粉のほか、もみ殻や堆肥、古新聞紙、キノコ廃菌床等が利用されている。当センターにおいても新たな敷料資源として、これまで放置竹林から製造した竹粉、県内堆肥センターで製造している堆肥の敷料への利用について検討している。今回、新たな敷料用の資材として、大部分が焼却処理されている柑橘の剪

定枝について敷料利用の可能性を検討した。

材料および方法

1) 柑橘剪定枝の敷料利用試験

試験に供した資材は、愛媛県農林水産研究所果樹研究センターで栽培している伊予柑、温州みかん、紅まどんなの剪定した枝及び葉(以下、「剪定枝」という。)で、令和4年5月9日から5月13日に剪定を行った。剪定枝は、長崎工業(株)(今治市)において、5月18日から19日にハンマーミル式粉砕機(precision社、progrind1500T、写真1)で粉砕し、その後、加圧混練昇温すりつぶし植繊機(神鋼造機(株)、SM-23-55S、写真2)により、発熱を抑えるための加水をしながら、粉砕及び膨潤処理を行った。

処理した剪定枝は、5月20日に畜産研究センターに搬入した。到着時に剪定枝は木材腐朽菌が発生し、有機物の分解が始まり、温度59.6°C、水分42.6%の状態であったため、フレキシブルコンテナから取り出し、温度が低下するまで放



写真1 ハンマーミル式粉碎機

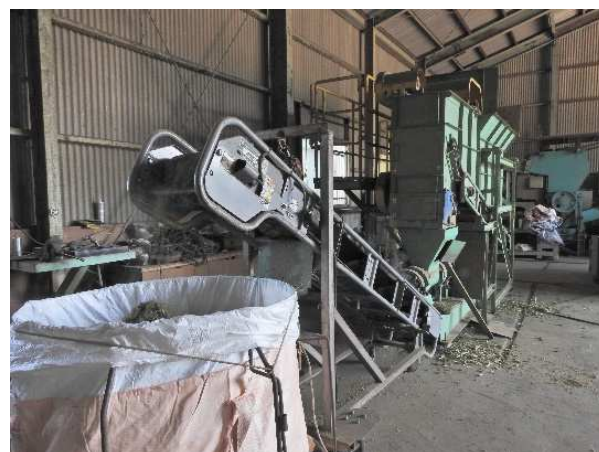


写真2 加圧混練昇温すりつぶし植織機粉碎機

置したもの（以下、「剪定枝敷料」という。）を7月26日から敷料利用の試験に供した。畜産研究センターで使用しているおが粉を比較対照の敷料として使用した（以下、「おが粉敷料」という。）。おが粉は、県内製材所から購入したもので、国産のヒノキや杉、外国産材等が含まれたものであるが、その割合は不明である。

写真3のとおり、14.99 m² (5.26m×2.85m)の牛房に剪定枝敷料及びおが粉を約1 m³（剪定枝の重量120 kg、おが粉の重量200 kg）を敷料として敷き、各牛房に月齢11.9から12.4で体重が404から453 kgの黒毛和種去勢牛2頭ずつを7月26日から8月2日までの7日間飼養した。両区の飼養管理は同一とし、配合飼料（あかね前期、西日本くみあい飼料(株)）、大豆粕、スーダン乾草及び稲わらを給与した。水及び鉍塩は自由摂取とした。牛舎に設置した換気用送風機は24時間運転した。

供試前の試料の容積重は14Lのバケツに試料を詰めその重量から算出した。容水量は大泉らの方法¹⁾を参考に試料を24時間蒸留水に浸漬後、ガーゼを敷いた漏斗に24時間静置し、水分含量を測定し、乾物重量と水分量の比として算出した。粒度分布は100gの試料を用い標準ふるいによる乾式ふるい法で測定した。ふるいの目開きは9.5mm、4.0mm、2.0mm、1.0mm、0.5mm、0.25mmの大きさで、ふるいに残った試料の重量を測定し割合を算出した。敷料中の水分率は、



写真3 供試牛の収容状況
左：おが粉敷料 右：剪定枝敷料

敷料を牛房内6か所から採取して混合し、その中から試料1gを加熱乾燥式の水分計（(株)A&D、ML50）で毎日計測した。牛床の敷料の状況の変化は、目視で行った。牛体の汚れ具合も、目視で確認した。敷料中の腸内細菌群数は、敷料を牛房内6か所から採取して混合し、その中から試料4gを取り、生理食塩水40mlを混和し、段階希釈した液をDHL寒天培地に塗抹し、37℃で24時間培養後、コロニーを計測した。

2) 剪定枝敷料の堆肥化試験

7日間敷料として使用した剪定枝敷料及びおが粉に加えて、敷料として使用しなかった剪定枝敷料（以下、「堆積茎葉」という。）について、堆肥化処理を行うために、屋根があるコンクリート床上に積み上げ、7日間ごとにスコップを用いて人力で切り返しを行い、80日間堆積した。

なお、切り返し前に表面から30cmの深さの試料を採取し水分率を測定した後、水分含量が60%~70%になるように堆積物に加水して切り返しを行った。堆積時の内部の温度は1時間ごとに温度計((株)T&D、おんどとり TR52i)で計測をおこなった。外気温は、場内に設置した気象観測装置((株)イー・エス・ディ、GreenKit100)で測定した。

作成した堆肥の成分は一般財団法人畜産環境整備機構畜産環境技術研究所に分析を依頼し、水分、粗灰分、pH、EC、窒素全量、りん酸全量、加里全量、石灰全量、苦土全量、炭素率(C/N比)、銅全量、亜鉛全量、鉄全量、マンガン全量、発芽率及び酸素消費量を測定した。なお、おが粉敷料については、敷料の利用期間が7日間で糞尿の混入量が少なく、堆肥化が不十分で成分分析が実施できなかったため、成分分析は剪定枝敷料及び堆積茎葉について行った。

結果

1) 柑橘剪定枝の敷料利用試験

敷料に用いた試料の物理性状を第1表に示し

表1 試料の物理性状

	容積重 g/L	容水量 %	容水量計測時の水分率 %	現物水分率 %
剪定枝敷料	120.7±6.9 a	165.3±4.3 a	62.3±0.6 a	20.0±1.2 a
おが粉	208.0±1.4 b	238.2±0.7 b	70.4±0.1 b	31.0±0.6 b

表2 試料の粒径分布

	粒径の割合						
	9.5mm<	4<	2<	1<	0.5<	0.25<	0.25>
剪定枝敷料	11%	27%	22%	18%	13%	5%	4%
おが粉	1%	3%	13%	31%	41%	9%	1%

表3 試料の繊維成分

	粗繊維 g/L	ADF %	NDF %	粗灰分 %
剪定枝敷料	42.14	47.83	52.35	8.92
おが粉	82.23	83.22	96.28	0.47

た。容積重は、剪定枝敷料が120.7g/L、おが粉は208.0g/Lで剪定枝敷料が有意に低い値を示した。容水量は、剪定枝敷料が165.3%、おが粉が238.2%で剪定枝敷料が有意に小さくなった。水分率は、剪定枝敷料が20.0%、おが粉が30.0%で剪定枝敷料が有意に低い値であった。

第2表に試料の粒径分布を示した。剪定枝敷料は1mmから4mm未満の粒子の割合が67%、(写真4)、おが粉は0.5mmから2mm未満の粒子の割合が72%となり、剪定枝敷料の粒径分布が広く、大きな粒子が多かった。



写真4 剪定枝敷料50g中の粒径の分布(1マス目は10mm)

第3表に試料の繊維成分を示した。乾物中の粗繊維、ADF 及び NDF 含量は、剪定枝敷料が 42.14%、47.83%、52.35%、おが粉は 82.23%、83.22%、96.28%であった。なお、各区1試料の分析であったため、統計処理は行っていない。

第1図に敷料中の水分率の推移を示した。両区とも飼養日数の経過に伴い水分率は上昇し、剪定枝敷料は4日目以降、おが粉は3日目以降に約60%の水分率を超え、第1表の容水量測定時の水分率である剪定枝62.3%、おが粉70.4%に近い値となった。

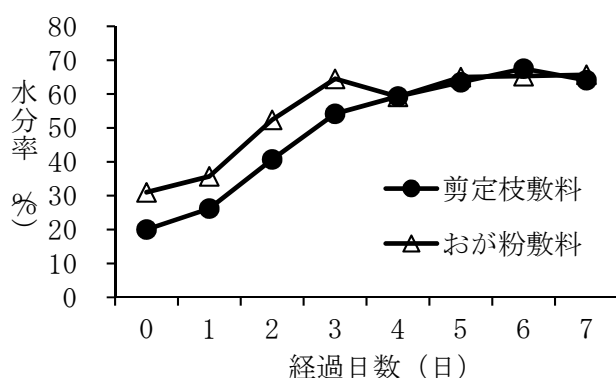


図1 敷料中の水分率の推移

第2図に敷料中の腸内細菌数の推移を示した。

試験開始時の腸内細菌数は、剪定枝敷料区が 10^4 CFU/g、おが粉区が 10^5 CFU/g であった。1日後には剪定枝敷料区が 10^6 CFU/g、おが粉区が 10^7 CFU/g に上昇し、その後は両区とも 10^5 CFU/g で推移した。なお、剪定枝敷料区は硫化水素産生菌が6日目に 10^3 CFU/g、7日目に 10^4 CFU/g 認められ、おが粉区は4日目に 10^5 CFU/g、6日目及び7日目に 10^4 CFU/g 認められた。

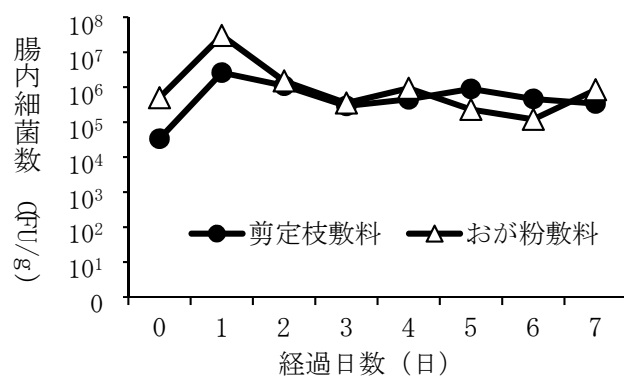


図2 敷料中の腸内細菌数の推移

調査時の観察において、剪定敷料区では、試験開始直後に供試した2頭とも剪定枝敷料を採食する行動が認められたが、その後採食することはなかった。横臥や歩行等の牛の行動については特異的なものは認められず、牛体の汚れについても差はなく、両区とも敷料が試験期間中に試験牛の皮膚に刺さることはなかった。敷料の状態については、剪定枝敷料はおが粉と比較して、繊維状になっている粒子が多いため、日数の経過とともに粒子が絡まり、固まりやすく、調査終了時には床に張り付き、おが粉よりも除去に力が必要であった。

2) 剪定枝敷料の堆肥化試験

第3図に堆肥化期間中の剪定枝敷料、おが粉及び堆積茎葉の堆積物及び気温の推移を示した。堆積期間中の日平均気温は 29.5℃ (8月10日) から 13.3℃ (10月20日) の範囲で推移し、全期間の平均は 24.2℃ であった。

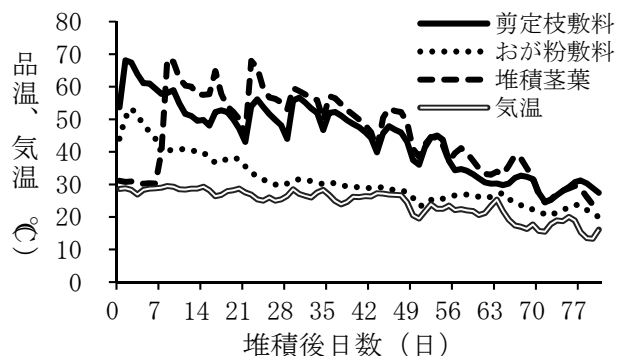


図3 堆積物品温及び気温の推移

※0日以降7日ごとに加水、切り返しを実施

剪定枝敷料は、堆積開始時には 44.3℃、堆積 26 時間後には最高 70.6℃ まで上昇した。その後、38 日後まで切り返しによる一時的な温度の低下を除き 50℃ 以上で推移したが、その後は切返しても 50℃ 以上に上昇することはなく、堆積物の温度は 0.6℃/日低下し、堆積開始 80 日後には 26.0℃ (日平均気温 16.1℃) となった。おが粉の堆積時の温度は 37.9℃、2 日後には 53.7℃ と堆積期間中の最高温度となったが、その後切返しを行っても温度が 50℃ 以上になることはなく、25 日目以降は、剪定枝敷料及び堆積茎葉と気温の差は 25℃ 以上であったのに対し

しおが粉敷料と気温の差は 5℃以下で推移し、堆積開始 80 日目まで大きな温度上昇は認められなかった。堆積茎葉は、堆積開始時に水分が 17.9%で堆積物の温度が上昇しなかったため、7 日後に水分が 60%以上になるように加水し、切り返しを行うと温度が 60℃以上に上昇して推移し、23 日後に 71.4℃まで上昇した。その後の温度は剪定枝敷料と同様に推移した。

第 4 表に剪定枝敷料及び堆積茎葉の堆肥の成分を示した。剪定枝敷料は堆積茎葉と比較して EC、リン酸含量、カリ含量が高くなり、窒素全量は剪定枝敷料が 3.3%、堆積茎葉は 3.8%となった。炭素率は剪定枝敷料が 13.1、堆積茎葉が 11.8、発芽率は 100%、99%、酸素消費量は 1 μg/g/min、1.5 μg/g/min となった。

剪定枝敷料及び堆積茎葉は、木材腐朽菌が堆積物全体に発生した。また、剪定枝敷料、おが粉敷料及び堆積茎葉ともに堆積後の堆積物に腸内細菌群は認められなかった。

表 4 堆肥の成分表

項目	剪定枝敷料	堆積茎葉	単位	備考
水分	60.1	60.8	%	現物
粗灰分	21.8	21.1	%	乾物
pH	8.9	8.8		
EC	7.1	3.6	mS/cm	
窒素全量	3.3	3.8	%	乾物
リン酸全量	2.1	0.9	%	乾物
加里全量	4.2	2.8	%	乾物
石灰全量	5.9	8.1	%	乾物
苦土全量	1.2	0.8	%	乾物
炭素率 (C/N 比)	13.1	11.8		
銅全量	78	120	mg/kg	現物
亜鉛全量	140	51	mg/kg	現物
鉄全量	3000	3900	mg/kg	乾物
マンガン全量	460	340	mg/kg	乾物
発芽率	100	99	%	
酸素消費量	1	1.5	μg/g/min	現物

考察

今回供試した柑橘の剪定枝敷料は、おが粉と比較して敷料利用中の水分率及び腸内細菌数の推移並びに牛の行動観察の結果から敷料利用が

可能であると考えられた。

剪定枝敷料の水分率の推移についておが粉と大きな差はなく 4 日程度で 60%を超え、腸内細菌数の増加も柑橘剪定枝はおが粉と同様の推移を示した。しかし、容積重がおが粉の 58%程度の剪定枝敷料は、投入する量がおが粉よりも少なく初期のクッション性は高いが、繊維状になっている粒子が多いため、時間の経過とともに水分率が高くなると牛の歩行や横臥等による圧力で繊維が固まりやすく、それに伴い保水性が低下し、牛の歩行により水分が表面に出て湿った状態になりやすいことが観察された。また、単独利用ではおが粉よりも床面に固着しやすく敷料の入れ替え時の作業性がおが粉に劣る。これは剪定枝敷料とおが粉の製造方法の違いによるものと思われる。栗原ら²⁾は、もも及びりんごの剪定枝とおが粉を 1:1 の割合で混合し、表層を定期的に攪拌することで長期に育成牛の発酵床として利用可能であると報告している。今回の調査では、おが粉との混合利用や攪拌は行わなかったが、柑橘剪定枝も同様におが粉と混合して利用することで固まりやすい剪定枝敷料の欠点を補うことができ、必要量の確保が困難になりつつあるおが粉の代替資材として活用できると考えられる。さらに、剪定枝敷料は容水量がおが粉より小さく乾きやすいため、送風機を活用することで、おが粉よりも水分を低下させやすく、敷料利用期間の延長を図ることができると考えられる。

なお、今回供試した剪定枝は、乾燥させた木材の加工工程から発生するおが粉と異なり、乾燥せず加水をしながら粉碎及び膨潤処理を行うことから、処理直後から発酵により 60℃程度まで発熱するが、敷料利用すると内部が嫌気的環境となるため発酵が抑制され温度が低下するものの、堆肥化時には水分調整と攪拌による通気性の確保により発酵は再開する。

堆肥の不熟度の判定は品温や植物の発芽率、炭素率等で行われる⁴⁾。堆肥化期間は、家畜糞のみの場合で 2 か月程度、作物収穫残渣との混

合物で3か月程度、おが粉等の木質物との混合物では6か月程度といわれる⁴⁾。また、今回供試したおが粉では敷料としての利用が7日間で糞尿の混合量が少なかったこともあり堆腐熟が進行しなかったが、柑橘剪定枝敷料は、7日ごとの切り返しを行った80日の堆肥化処理で微生物の分解による発熱が収まるとともに、炭素率が13.1、コマツナ種子の発芽率100%、酸素消費量1.0 μ g/g/minと十分に腐熟が進行したことを示した。剪定枝は広葉樹の若い枝が多く、針葉樹が主原料であるおが粉や廃菌床より、リグニンなどの分解しにくい成分が少ないといわれる⁵⁾。今回供試した柑橘の剪定枝は1、2年程度の枝や葉が多いことに加え、ハンマーミル式粉碎機で粉碎後、植繊機で粉碎及び膨潤処理により製造したことから繊維が分解されやすくなり、作物収穫残渣との混合物と同程度の期間で堆肥化が終了したと考えられ、堆肥化期間を考慮して敷料を選択する場合、柑橘剪定枝はおが粉よりも期間短縮が可能で、堆肥舎の有効活用を図ることができると考えられる。おが粉等の副資材を用いた牛糞の堆肥の窒素全量は乾物中2%程度、加里全量も2%程度といわれる^{6, 7)}。今回の剪定枝敷料堆肥の窒素全量は乾物中3.3%、加里全量は4.2%と高い値を示した。窒素全量については、堆積茎葉の値が3.8%であり剪定敷料由来の窒素によるものと考えられる。加里全量については、堆積茎葉の

値が乾物中2.8%であったことから家畜ふん尿由来と考えられる。今回は尿中の値を計測していないが、供試した肥育牛は月齢が11.9~12.4で、粗飼料は乾牧草で濃厚飼料は肥育前期用の蛋白が高く、カリウム含量も高かったためと考えられた。

参考文献

- 1) 市川あゆみ、日置雅之、柳澤淳二：敷料用資材のアンモニア吸着能力、愛知県農業総合試験場研究報告、第46号、73-79、2014
- 2) 栗原三枝、小林寛、阿部正彦：果樹剪定枝の敷料利用技術、福島県畜産試験場報告、第14号、28-32、2006
- 3) 藤原俊六郎：有機物の不熟度判定法、有機廃棄物資源化大辞典、41-50、農産漁村文化協会、2003
- 4) 羽賀清典：堆肥化の原理と方法、畜産環境対策大辞典第2版、53-59、農産漁村文化協会、2004
- 5) 崎尾さやか：剪定枝の発酵床への利用、畜産環境対策大辞典第2版、657-662、農産漁村文化協会、2004
- 6) 押田敏雄、柿市徳英、羽賀清典、新編畜産環境保全論、152、養賢堂、2012
- 7) 財団法人日本土壌協会、堆肥等有機物分析法、財団法人日本土壌協会、2010

採卵鶏における低栄養飼料への繊維分解酵素添加給与が 生産性及び鶏ふん排せつ量に及ぼす影響

Effect of adding fiber-degrading enzymes to low-nutrition diets in egg-laying hens on productivity and manure excretion

森圭太郎*、今井士郎**

要約

当研究所が慣行飼料としている成鶏用飼料（CP17%、ME2, 850kcal/kg）に対し、粗タンパク質（CP）と代謝エネルギー（ME）水準を低くした飼料（低栄養飼料：CP16%、ME2, 700kcal/kg）に、飼料の利用効率を高めるとされる繊維分解酵素を単一添加給与し、採卵鶏の生産性及び鶏ふん排せつ量を調査した。その結果、白色卵鶏では酵素 A（主にトウモロコシ繊維に作用）を用いることで、生産性を損なうことなく鶏ふんの乾物排せつ量が低減することが確認された。褐色卵鶏でも酵素添加区で、鶏ふん排せつ量が低減する傾向がみられ、低栄養飼料への繊維分解酵素の単一添加給与は、採卵鶏の鶏ふん排せつ量の低減に一定の効果があることが示唆された。しかし、繊維分解酵素の種類と鶏種の組み合わせによって、その効果に差が生じる可能性がある。

キーワード：採卵鶏、低栄養飼料、繊維分解酵素、鶏ふん、鶏ふん排せつ量

緒言

採卵鶏農家においては、ほとんどが発酵処理により適正な堆肥化に努めているが、害虫関係の次に臭気関係の苦情が多く臭気対策への配慮が重要とされている^{1) 2)}。

内田³⁾は、規模拡大が進展する養鶏経営において、経営者は悪臭対策など周囲の環境に配慮した十分な鶏ふん処理対策を講ずる必要があるが、処理費用を堆肥の売上で補うことも難しく、鶏ふん処理の費用負担は極めて大きいとしている。

このような状況から、鶏ふん排せつ量を減少させる飼養管理について検討されており、CP 水準を低くし、これに不足するアミノ酸を添加することで、飼養成績や産卵成績を損なうことなく、窒素（N）排泄量を低減できると考えられている。また、松島ら⁴⁾は、飼料に複合酵素を添加給与した場合、生産性を損なうことなく乾物排泄量が減少することを報告している。

一方、配合飼料価格の高騰により、飼料費の低減を図るため安価な低栄養飼料についても研究が進められており、伊藤ら^{5) 6)}は、飼料中の ME 水準を低くした飼料に酵素剤を添加給与した場合、産卵性及び卵質成績ともに一般的な栄養水準の飼料と同等であると報告している。さらに、酵素剤の混合利用により、さらなるエネルギー利用効率の向上とタンパク質の利用効率向上を想定し、低栄養飼料への添加給与を行ったが、飼料摂取量の増加傾向や産卵率、産卵日量の減少傾向が認められ、期待以上のエネルギー利用効率向上はみられなかったと考えた。

そこで、本試験では、排せつ物量に加え飼料費の低減を図るため、低栄養飼料に2種類の酵素剤を単一添加し採卵鶏に給与することで、生産性および鶏ふん排せつ量への影響について検討した。

*農林水産部畜産課 **農林水産研究所畜産研究センター

材料および方法

試験には、白色卵鶏及び褐色卵鶏各 84 羽を用い、各区 28 羽（14 羽 2 反復）とした。対照区には、アミノ酸含量が日本飼養標準を満たした飼料（表 1）を給与し、対照区に対して酵素剤 A 及び酵素剤 B を添加した飼料を給与した区をそれぞれ酵素 A 区及び酵素 B 区とした（表 2）。

なお、酵素剤 A は主にトウモロコシに、酵素剤 B は大豆に作用する酵素であり、添加割合はメーカーが示す用法に従いそれぞれ 0.06%、0.033%とした。

表1 飼料の配合割合 (%)

トウモロコシ	62.40
大豆粕	25.80
飼料油脂	0.35
炭カル(荒)	9.13
第2リンカン	1.75
食塩	0.30
ビタミン・ミネラル混合物	0.27
CP (%)	16
ME (kcal/kg)	2,700

表2 試験区分

試験区	給与飼料	供試羽数	
		試験1	試験2
対照区	低栄養飼料 (CP16%、ME2,700kcal/kg)	各区40羽	各区16羽
酵素A区	低栄養飼料+酵素剤「A」0.06%添加	(1区10羽×2反復×2鶏種)	(1区4羽×2反復×2鶏種)
酵素B区	低栄養飼料+酵素剤「B」0.033%添加	反復×2鶏種	反復×2鶏種

調査項目は、日産卵量、飼料摂取量 (1) (2)、卵黄色、卵殻強度、卵殻厚、鶏ふん排せつ量及び乾物排せつ量とした。日産卵量及び飼料摂取量 (1) は、2 週間毎にとりまとめた。卵黄色、卵殻強度及び卵殻厚は、試験開始から 4 週毎に 1 日に産卵した正常卵を卵質測定装置 (DET6500、(株) ナベル、京都) で測定した。鶏ふん排せつ量及び乾物排せつ量は、各区 28 羽のうち 8 羽について、隔週 3 日間のみ定量給与を実施し、排出された鶏ふんを全量採取して鶏ふん排せつ量とした。また、これらを 70°C20 時間乾燥したものを乾物排せつ量とした。なお、定量給与した飼料から 3 日間の飼料摂取量 (2) を求めた。全ての調査項目は、試験期間中の平均値で示した。

試験は、2021 年 6 月 4 日から 2021 年 12 月 2 日までの 23 週間 (368 日齢から 528 日齢まで) 実施した。

統計処理は、対照区に対する効果を確認するため、対照区と試験区それぞれについて F 検定を実施し、等分散ではない場合は Welch の T 検定、等分散であれば Student の T 検定を実施した。

結果

日産卵量及び飼料摂取量 (1) の結果を第 3 表に示した。

表3 日産卵量及び飼料摂取量

鶏種	項目	試験区		
		対照区	酵素A区	酵素B区
白色卵鶏	日産卵量(g)	59.2 ± 3.7	59.5 ± 5.6	60.8 ± 3.1
	飼料摂取量(g/日)	120.5 ± 6.3	116.7 ± 6.4	118.2 ± 6.1
褐色卵鶏	日産卵量(g)	57.8 ± 5.6	56.3 ± 2.6	56.7 ± 4.6
	飼料摂取量(g/日)	122.1 ± 9.0	121.2 ± 7.9	120.1 ± 9.0

1) 平均値±標準偏差

日産卵量は、白色卵鶏では試験区間に差はみられなかったが、褐色卵鶏では対照区 57.8g に対し、酵素 A 区 56.3g、酵素 B 区 56.7g とやや低くなる傾向がみられた。飼料摂取量については、白色卵鶏では対照区 120.5g/日に対し、酵素 A 区 116.7g、酵素 B 区 118.2g、褐色卵鶏では対照区 122.1g/日に対し、酵素 A 区 121.2g、酵素 B 区 120.1g となり、両鶏種とも試験区が低くなる傾向がみられた。

卵黄色、卵殻強度及び卵殻厚の結果を第 4 表に示した。卵黄色、卵殻強度及び卵殻厚全ての項目において、両鶏種とも対照区と試験区の間特定の傾向はみられなかった。

表4 卵黄色、卵殻強度及び卵殻厚

鶏種	区	試験		
		対照区	酵素A区	酵素B区
白色卵鶏	卵黄色	9.42 ± 0.61	9.16 ± 1.05	9.26 ± 0.81
	卵殻強度(kgf)	4.49 ± 0.43	4.34 ± 0.29	4.42 ± 0.32
	卵殻厚(mm)	0.376 ± 0.02	0.364 ± 0.01	0.375 ± 0.01
褐色卵鶏	卵黄色	10.30 ± 0.72	10.20 ± 0.87	10.25 ± 0.67
	卵殻強度(kgf)	3.92 ± 0.27	3.85 ± 0.30	4.00 ± 0.15
	卵殻厚(mm)	0.371 ± 0.01	0.373 ± 0.01	0.372 ± 0.01

1) 平均値±標準偏差

鶏ふん排せつ量、乾物排せつ量及び飼料摂取量 (2) の結果を第 5 表に示した。鶏ふん排せつ量は、白色卵鶏では対照区 117.5g/日に対し、酵素 A 区は 110.2g と低く、酵素 B 区では 119.3g と増える傾向がみられた。褐色卵鶏では、対照区の 125.3g/日に対し、酵素 A 区 115.1g、酵素 B 区 115.8g と低くなる傾向がみられた。乾物排せつ量において、白色卵鶏では対照区の 29.5g/日に対し、酵素 A 区が 25.8g と有意に低い値を

示し ($P < 0.05$)、酵素 B 区は対照区と同程度であった。褐色卵鶏では対照区の 30.6g/日に対し、酵素 A 区が 28.7g、酵素 B 区が 29.1g とやや低くなる傾向がみられた。飼料摂取量 (2) において、白色卵鶏では対照区の 112.4g/日に対し、酵素 A 区が 106.1g、酵素 B 区が 111.1g、褐色卵鶏では対照区の 116.0g/日に対し、酵素 A 区が 112.0g、酵素 B 区が 112.4g とそれぞれ低くなる傾向がみられた。

表5 鶏ふん排せつ量、乾物排せつ量及び飼料摂取量

鶏種	項目	試験区		
		対照区	酵素A区	酵素B区
白色卵鶏	鶏ふん排せつ量(g/日)	117.5 ± 11.8	110.2 ± 7.0	119.3 ± 12.5
	乾物排せつ量(g/日)	29.5 ± 3.7	25.8 ± 3.0*	29.5 ± 3.6
	飼料摂取量(g/日)	112.4 ± 5.3	106.1 ± 9.0	111.1 ± 8.3
褐色卵鶏	排せつ量(g/日)	125.3 ± 15.6	115.1 ± 12.7	115.8 ± 10.2
	乾燥後重量(g/日)	30.6 ± 5.2	28.7 ± 4.4	29.1 ± 4.2
	飼料摂取量(g/日)	116.0 ± 12.8	112.0 ± 12.8	112.4 ± 10.4

1) 平均値±標準偏差

2) 対照区に対して統計的に有意差あり(* $P < 0.05$)

考察

本試験では、低栄養飼料への酵素剤単一添加給与により、白色卵鶏及び褐色卵鶏において飼料摂取量が低下する傾向がみられたが、日産卵量は白色卵鶏で対照区と同程度、褐色卵鶏でやや低下する傾向となった。飼料摂取量については、酵素剤の単一添加により、飼料中のエネルギーやタンパク質の利用効率向上に効果があったものと考えられた。また、生産性における鶏種間の差では、飼料摂取量の多い褐色卵鶏では飼料の低栄養 (CP16%、ME2, 700kcal/kg) が影響したと推察しており、また伊藤ら⁵⁾⁶⁾の報告と同様に、体重が多い褐色卵鶏への低栄養飼料の影響も考えられた。

また、鶏ふん排せつ量は、乾物排せつ量において、白色卵鶏では対照区に対し、酵素 A 区 (主にトウモロコシに作用) が有意に低い値を示し ($P < 0.05$)、酵素 B 区は対照区と同程度となった。褐色卵鶏では対照区に対し、酵素 A、B 区ともやや低くなる傾向がみられたが有意な差はなかった。このことから、白色卵鶏において酵素 A により鶏ふん排せつ量を低減させる可能性が示されたものの、その他の組合せでは明らかな

効果は確認されなかった。鶏種や酵素剤の組合せによる効果の差異については、松嶋ら⁴⁾も 3 種類の酵素剤について単一添加給与した結果、そのうちの 1 種類について乾物排せつ量の低減が示唆されたが、飼料素材と酵素添加効果との関係についての検討が必要であると報告している。

以上のことから、今回の低栄養飼料での酵素剤の単一添加給与は、生産性を損なうことなく鶏ふん排せつ量の低減に一定の効果をもたらすが、繊維分解酵素の種類や鶏種の組み合わせ、産卵ステージの違いによる効果について検証していく必要がある。

参考文献

- 1) 農林水産省畜産局畜産振興課環境計画班：畜産経営に起因する苦情発生状況、令和 4 年 4 月
- 2) 農林水産省生産局畜産部畜産振興課：家畜排せつ物処理状況等調査結果 (平成 31 年 4 月 1 日現在)、令和 3 年 2 月 22 日
- 3) 内田賢一：養鶏経営における鶏ふん処理施設投資額と処理費用の実態、関東東海農業経営研究、89 号、P. 115-118、1998
- 4) 松嶋修、武政正明：産卵鶏用飼料への酵素の添加による乾物排泄量低減の可能性、滋賀県畜産技術振興センター研究報告、4 号、17-19、1997
- 5) 伊藤香葉、脇雅之：採卵鶏への非デンプン性多糖類分解酵素とペクチン・キシログルカン分解酵素の添加効果、千葉県畜産総合研究センター研究報告、17 号、25-32、2017
- 6) 伊藤香葉、本多芙友子、岡田浩子、高橋圭二：3 種類の酵素剤が採卵鶏飼料の利用効率に及ぼす効果、千葉県畜産総合研究センター研究報告、18 号、7-14、2018

愛媛県畜産研究センター 学術論文掲載 (2022年4月～2023年3月)

誌名	題名	掲載者	掲載年等
関西畜産学会報	搾乳回数の違いがホルスタイン種泌乳牛の乳生産に及ぼす影響	家木 一、畑野 幹人	関西畜産学会報第 180 号、 2023 年、P7-11

搾乳回数の違いがホルスタイン種泌乳牛の乳生産に及ぼす影響
家木 一・畑野 幹人

掲載論文要旨

搾乳回数の違いがホルスタイン種泌乳牛の乳生産に及ぼす影響について、基礎混合飼料 (PMR) 給与と粗飼料および濃厚飼料の分離給与での反応の差を交えて調べた。試験は、泌乳後期牛 8 頭を PMR 給与と分離給与で 4 頭ずつに分け、それぞれ 2 回搾乳区 (6 時および 16 時搾乳) と 3 回搾乳区 (6 時、16 時および 22 時搾乳) の 2 処理を設けて、2×2 クロスオーバー法で実施した。その結果、1 日あたりの乳量は、3 回搾乳が 2 回搾乳に比べて有意に高かった ($P < 0.05$)。また、処理間の搾乳間隔が等しい日中乳量 (6 時～16 時) も 3 回搾乳で有意に高かった ($P < 0.05$)。可消化養分総量と粗タンパク質の摂取量が PMR 給与と分離給与で同等であったにも関わらず、2 回搾乳に対する 3 回搾乳での乳量増加率は PMR 給与 (9.3%増) が分離給与 (4.9%増) よりも高い傾向を示した ($P < 0.10$)。乳成分産生量は搾乳回数が増えるほど高い傾向にあったが、乳タンパク質率は 3 回搾乳で有意に低下した ($P < 0.05$)。牛乳中遊離脂肪酸含量は、搾乳回数による差がなかった。以上のことから、搾乳回数を 2 回から 3 回に増やすことで乳生産は向上するが、飼料給与の違いにより効果に差が生じる可能性が示された。

愛媛県農林水産研究所畜産研究センター研究報告第7号

令和5年 3月 発行

発行者 手島 有平

発行所 愛媛県農林水産研究所畜産研究センター

愛媛県西予市野村町阿下 7-156

郵便番号 797 - 1211

電 話 0894 - 72 - 0064

ファックス 0894 - 72 - 0065

E-mail chikusan-cnt@pref.ehime.lg.jp
