

解砕繊維状竹粉の黒毛和種育成雌牛への敷料利用

大島一郎^{1*}・松元里志²・木山孝茂²・廣瀬 潤²・石井大介²・片平清美²・
山口 浩²・主税裕樹³・高山耕二⁴・中西良孝⁴

¹鹿児島大学農学部附属農場 〒890-0065 鹿児島市郡元

²鹿児島大学農学部附属農場入来牧場 〒895-1402 薩摩川内市

³鹿児島大学大学院連合農学研究科 〒890-0065 鹿児島市郡元

⁴鹿児島大学農学部家畜管理理学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

Utilization of Rubbed Bamboo as Bedding for Japanese Black Heifers

Ichiro Oshima^{1*}, Satoshi Matsumoto², Takashige Kiyama², Jun Hirose², Daisuke Ishii²,
Kiyomi Katahira², Hiroshi Yamaguchi², Yuki Chikara³, Koji Takayama⁴ and Yoshitaka Nakanishi⁴

¹Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

²Iriki Livestock Farm, Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University,
Satsumasendai, Kagoshima, 895-1402

³The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University,
Korimoto, Kagoshima 890-0065

⁴Laboratory of Animal Behaviour and Management, Faculty of Agriculture, Kagoshima University,
Korimoto, Kagoshima 890-0065

Summary

In order to evaluate the utilization of rubbed bamboo as bedding for Japanese Black heifers, an experiment was conducted. Six heifers (17.5 months old) were divided into two groups (3 animals each). One group was reared on sawdust bedding (sawdust group) and the other on rubbed bamboo bedding (bamboo group) for 3 months. Both groups were fed equal amounts of concentrates and Italian ryegrass silage. All animals had free access to water and salt block. Changes in bedding temperature and in NH₃ concentration from bedding in bamboo group over time were similar to those in sawdust group, and no significant differences were found between the two groups. By the end of the experiment, the bamboo bedding was trodden down harder, and divided into two layers. In the upper layer, the bedding was mixed with excreta, but no infiltration of urine was observed in the lower layer. The outflow of urine from bedding was not observed in either group. Since daily weight gain of cattle in bamboo group was rather higher than that observed in sawdust group, it was speculated that bamboo bedding gave no negative effect to cattle growth. From these results, it is suggested that rubbed bamboo is as useful a resource for Japanese Black heifers bedding as sawdust.

Key Words: bedding, Japanese Black heifers, rubbed bamboo

キーワード：解砕処理竹粉，黒毛和種育成雌牛，敷料

緒言

鹿児島県は広大なモウソウチク林面積を有し、全国的にも最大のモウソウチク生産地の1つである。旧来、モウソウチクはタケノコ生産、工芸資材、農林水産資材および建築資材などに利用されてきたものの、近年では安価な輸入竹材、プラスチックならびに金属の利用が進むことで、モウソウチクの産業への利用は減少し、鹿児島県内では放置モウソウチク林の増加が問題となっている

(内村, 2009)。放置されたモウソウチクが地下茎により造成林地、宅地および耕作地に侵入した場合、その除去に多大な費用と労力を要するため、適度に間伐することでモウソウチク林として維持する必要がある。モウソウチクは繁殖力旺盛であり、未利用資源と位置付けた場合、間伐材を安定的かつ持続的に活用することが可能であると考えられるため、これまでに様々な処理による家畜飼料化の試み(大谷ら, 2005; 岩澤ら, 2007; 秋友ら, 2009; 中村ら, 2009)が行われてきた。畜産分野において、資源としてのモウソウチクの需要をさらに拡大するためには、飼料以外の利用法も模索検討する必要があると考えられる。

2012年11月30日 受付日

2013年1月21日 受理日

* Corresponding author. E-mail: oshima@agri.kagoshima-u.ac.jp

畜舎内で家畜を飼養する場合、建物床での転倒防止や排泄物の水分吸収、悪臭低減などを目的としてオガ屑、粉殻、樹皮およびワラなどが敷料として用いられる。敷料資材は、家畜の居住性を高めるのみならず、その後の堆肥化において水分調整材としても位置付けられ、畜産業と耕種農業を有機的に結び付ける重要な役割を担っている。大規模集約化が進む近年の畜産業においては、大量の敷料資材を恒常的に確保する必要があるものの、林業衰退による製材工場数の減少や敷料資材が得られる季節が限定されることなどから、その確保が危惧されてきた(山下ら, 1984)。未利用資源であり、繁殖力旺盛なモウソウチクを敷料資材として活用することができれば、新たな敷料資材開発および放置竹林対策という観点から有効であると考えられるが、竹材を敷料化する試みはわずかに散見されるのみ(太田, 2008)で、十分な知見は蓄積されていない。そこで本研究では、未利用資源である間伐したモウソウチクに解砕処理を施し、牛敷料としての利用性を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

本研究は、2011年2月4日から5月12日にかけて鹿児島大学農学部附属農場入来牧場育成牛舎において行われた。供試竹材には、福岡県で伐採されたモウソウチクを剪定枝等揉摺式処理機(株式会社サンケン・エンジニアリング, RUB Master, SRM-15)にて解砕処理した繊維状竹粉(以下、竹粉)を用いた。処理区分として、オガ屑を牛房(8 m×8 m)に約30 cm厚に敷き詰めた対照区(以下、オガ屑区)および同様に竹粉を約30 cmの厚さに敷き詰めた試験区(以下、竹粉区)の2区を設けた。供試牛には、入来牧場で生産された黒毛和種育成雌牛6頭(平均月齢17.5ヵ月齢)を用い、各区3頭ずつ配置した。試験期間中、両区の飼養管理は同一とし、市販配合飼料(育成一番, 中部飼料株式会社)および当場内産イタリアンライグラスサイレージを給与した。水および鉱塩は自由に摂取できるものとした。

試験に先立ち、供試するオガ屑および竹粉を通風乾燥(60℃, 48時間)し、乾物率を測定した。試験期間中、基礎データとして1時間毎の牛舎内気温および湿度(温度記録計 TR-72Ui, 株式会社ティアンドディ)を計測した。また、各区の敷料中3ヵ所(地下25 cm)の敷料中温度を測定した(サーモクロン SL タイプ, 株式会社 KN ラボラトリーズ)。温度計の不具合により、竹粉区の1ヵ所でデータ回収不能となったため、オガ屑区3ヵ所および竹粉区2ヵ所での測定となった。臭気発生の指標として、敷料上のアンモニアガス濃度(検知管式測定器 GV-100S, 株式会社ガステック)を毎週各区3ヵ所ずつ計測した。臭気成分調査では、塩化ビニル製パイプ(直径15 cm, 長さ30 cm)を敷料上に垂直に立て、1分後に敷料から約15 cmの高さの空気中に含有されるアンモニアガスを測定した。全供試牛の体重は試験開始後0.5, 1, 1.5, 2, 3および3.5ヵ月目に測定し、各期間における日増体

量を算出した。また、試験期間中3月11日8:30~12日8:30にかけて両区にデジタルビデオカメラを設置し、供試牛の行動を5分間隔の点観察法にて調査した。行動調査中、機器の不具合が生じたため、両区ともにデータを回収できた11.2時間に観察された行動を採食、佇立休息、横臥休息、佇立反芻、横臥反芻、飲水、移動ならびに社会行動に分類した。行動調査の結果から、佇立休息および佇立反芻の両行動を佇立行動、横臥休息ならびに横臥反芻を横臥行動とし、全行動型に対するそれぞれの頻度を算出した。

得られた乾物率、アンモニアガス濃度、増体量、佇立行動型割合および横臥行動型割合に関して、各区の平均値を算出し、t検定にて両区の差を検定した。

結果

供試したオガ屑および竹粉の乾物率を Table 1 に示す。乾物率はオガ屑で51.2%であったのに対し、竹粉では66.0%であり、竹粉の乾物率はオガ屑に比べて有意に高い値となった($P<0.01$)。

Table 1. Comparison of dry matter content between sawdust and rubbed bamboo bedding

	Sawdust (n=3)	Rubbed bamboo (n=6)
DM (%)	51.2±0.2 ^b	66.0±1.9 ^a

Means ± SD

^{a, b} Means with different superscripts differ significantly ($P<0.01$)

試験期間中の牛舎内気温、相対湿度および両区の敷料中温度推移を Fig. 1 に示す。試験期間中の牛舎内平均気温は5℃以下から15℃以上まで大きく変動した。一方、牛舎内平均湿度は概ね60%以上であった。両区の敷料中温度は、試験期間を通してほぼ同様に推移し、試験期間中急激な気温低下がみられた3月2日および3月23日の週でも大きな温度低下はみられなかった。一方で、3月23日以降の牛舎内気温および湿度上昇に伴い、両区の敷料中温度も上昇した。

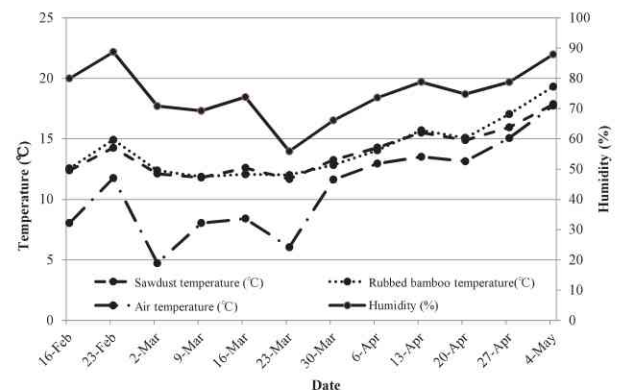


Fig. 1 Changes in the cowshed environment and the bedding temperature over the experimental period.

両区の敷料から発生するアンモニアガス濃度の推移を Fig. 2 に示す。両区のアンモニア濃度は1 ppm/100 mL

から8 ppm/100 mLの間で増減を繰り返して推移したが、いずれの調査日でも有意な区間差は認められなかった。

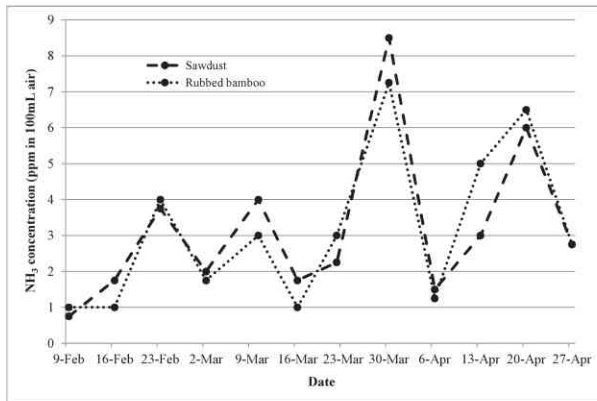


Fig. 2 Changes in NH₃ concentration on sawdust and rubbed bamboo bedding over the experimental period.

試験期間中の両区の供試牛の日増体量を Fig. 3 に示す。試験期間中、オガ屑区では2から3ヵ月目に、竹粉区では3ヵ月目に増体が停滞する傾向が認められたものの、その他の期間では順調に増体した。日増体量は2ヵ月目にオガ屑区と比べて竹粉区で有意に高い値を示した (P<0.05) 以外、区間差は認められなかった。

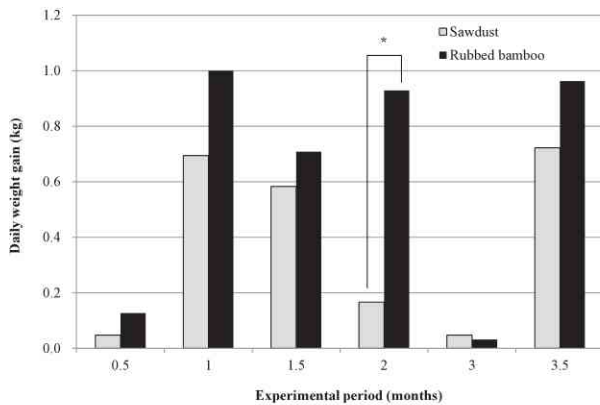


Fig. 3 Daily weight gain of each group cattle reared on sawdust and rubbed bamboo bedding. *Bars with asterisk differ significantly (P<0.05).

全行動型割合に占める佇立および横臥行動型割合を Table 2 に示す。横臥行動型割合に両区で差は認められなかったものの、佇立行動型割合は竹粉区で有意に高い値を示した (P<0.01)。

Table 2. Comparison of standing and lying time (percent of observations) of Japanese Black heifers between sawdust and rubbed bamboo groups

	Sawdust	Rubbed bamboo
Standing ^x (%)	10.2 ± 1.5 ^b	19.0 ± 1.6 ^a
Lying ^y (%)	48.1 ± 9.8	36.4 ± 4.4

Means ± SD

^x Standing means rest and rumination while standing.

^y Lying means rest and rumination while lying.

^{a,b} Means with different superscripts differ significantly (P<0.01)

牛舎内における各敷料表面は試験進行に伴い、糞尿と混合され、試験終了時には色調が黒褐色に変化した。試験開始時および試験終了時のオガ屑および竹粉の形状を

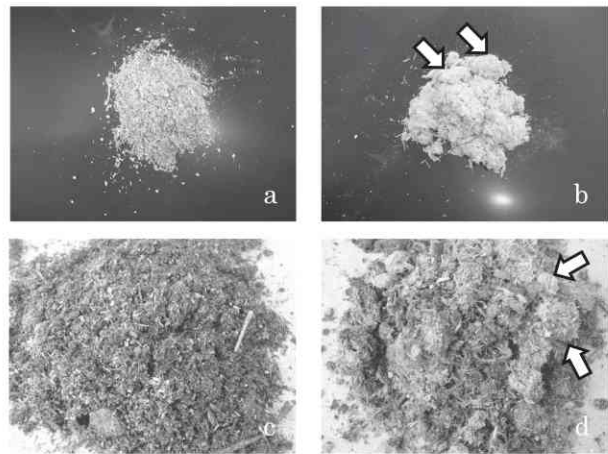


Fig. 4 Comparison of macroscopic states between sawdust (a, c) beddings and rubbed bamboo (b, d) beddings at the beginning (a, b) and the end (c, d) of experiment. Arrows show the agglomerative structure of bamboo powder.

Fig. 4 に示す。試験開始時において、オガ屑の粒度は竹粉のそれよりも大きく、サラサラとして団粒状になり難い特徴が認められた (a)。一方、竹粉では細かい繊維が多く認められ、団粒状になる特徴が認められた (b)。試験終了時においても試験開始時に認められた特徴は維持され、オガ屑では団粒がほとんど認められなかった (c) のに対し、竹粉には団粒が多く認められた (d)。試験終了時の竹粉区敷料の深層の断面構造を Fig. 5 に示す。竹粉区において、敷料は中間辺りの深さで二層に識別でき、上層と下層の間に明確な境界線が認められた。このうち、上層は糞尿と混合された状態であったのに対し、下層は踏圧により緊密化したままの状態では認められなかった。



Fig. 5 Photographic appearances of layered rubbed bamboo bedding structure at the end of the experiment. Arrow shows the border between the upper and the lower layers.

考 察

肉用牛の敷料には、旧来より稲ワラ、オガ屑、粕殻等が用いられてきたが、それらには共通して、吸水・乾燥し、衛生状態を保てること、粉塵を発生しないこと、悪

臭を吸着することなどが求められる。これまでも未利用資源として製材端材（太田，2004），果樹剪定枝（栗原ら，2006），パークおよびウッドチップ（大泉ら，2005）などの家畜敷料への利用性が検討されてきたが，竹の敷料利用に関してはわずかに散見されるのみであった（太田，2008；2009）。

試験期間中，供試牛は順調に発育し，概ね竹粉区で高い増体傾向を示した。また，2ヵ月目では竹粉区で有意に高い増体を示した。大元ら（2001）は，牛床において疾病発生や飼料効率低下が発生するアンモニア濃度を40 ppmと位置付けているが，本研究では両区のアンモニア濃度は最大で9 ppmに満たない濃度であり，両区の敷料から発生するアンモニアガスが供試牛に直接的な健康被害を与えることはないものと考えられた。大泉ら（2005）および栗原ら（2006）は，街路樹や果樹剪定枝を敷料として使用した場合の供試牛の横臥時間から敷料の快適性を評価している。本研究に用いた竹粉の一部には，粗大な竹の繊維が残存したため，佇立および横臥行動の割合から快適性に関する評価を試みた結果，佇立行動型割合は竹粉区で有意に高い値となったものの，横臥行動割合に両区間で差異は認められなかった。また，試験期間中，供試牛の異常行動も観察されなかった。本研究においては，終日24時間の行動調査データの採取は行えなかったものの，得られた日中11.2時間の横臥行動割合に両区で差異が認められなかったことから，竹粉を敷料として利用した場合でも，供試牛の快適性はオガ屑と遜色ないものと考えられる。今後，終日の各行動型割合や日間変動などについて追究する余地がある。

試験期間中，オガ屑区および竹粉区の敷料中温度は，ともに牛舎内気温以上の値を示した。特に気温が10℃以下に下降した場合でも，竹粉区ではオガ屑区と同様に10℃以上の温度を維持した。一方で，気温が10℃を上回った場合，敷料中温度も上昇し，両区とも気温より1～2℃高い温度で推移した。栗原ら（2006）は，果樹剪定枝を敷料として用いる際，オガ屑と混合し，定期的に攪拌することで，床温度が気温より20～30℃高い発酵床として利用できることを明らかにしている。本研究において床温度が気温より高く推移したことが，発酵によるものかどうかは言及できないものの，竹粉がオガ屑と同等の保温効果を示すことは明らかとなった。本研究に供した竹粉のほとんどが繊維状にまで処理されており，オガ屑および粗穀といった粒度の大きい他の敷料資材よりも好気性微生物の分解を受け易いものと考えられる（西尾，2007）が，発酵床としての利用性に関しては，今後，検討する必要がある。

解砕処理を施した竹粉は団粒を形成し易い特性を示し（Fig. 4），試験終了時では踏圧により緊密化し，下層への尿浸透は認められなかった（Fig. 5）。これら竹材の特性は，太田（2008）も報告しており，オガ屑に竹材を50%混合することでオガ屑のみに比べて敷料下層への水分の移行が阻害されることを報告している。本研究では，下層への尿浸透が全く認められなかったが，栗原ら

（2006）は層を形成した敷料では，水分の浸透性も層ごとに異なることを報告している。本研究の竹粉区で観察された層構造化は，牛に踏圧されることで密度が高まったことによるものと推察され，上層と下層での水分浸透性の違いが尿浸透の程度に影響を及ぼしたものと考えられる。敷料としての吸水力には素材の水分含量に加え，素材自体の持つ吸水性ならびに保水性が関与する。本研究に用いた敷料資材では，オガ屑よりも竹粉で有意に高い乾物率を示した。竹を粉砕し，敷料利用した場合，粉砕粒度によって保水性が異なることが明らかにされている（太田，2008）が，本研究の試験期間を通して敷料外に尿等の水分流出は観察されなかった。また，本研究で検出されたアンモニアガス濃度は，竹粉区およびオガ屑区で同様に増減を繰り返したことから，竹粉区において供試牛から排出された尿は，供試牛の移動により常時攪拌され，浸透性の高まった敷料上層で吸収・発散を繰り返していたものと推察される。

以上，述べてきたように解砕処理した竹粉を敷料として用いた場合，供試牛への悪影響は認められないとともに，吸水性および保温効果の観点からもオガ屑と遜色なく，牛用敷料資材として十分利用可能であることが示唆された。

要 約

解砕繊維状竹粉（以下，竹粉）の牛敷料としての利用性を検討するため，オガ屑を敷料とするオガ屑区および竹粉を敷料とする竹粉区の2区を設け，3ヵ月間の敷料化試験を行った。供試牛には，黒毛和種育成雌牛（平均17.5ヵ月齢）を各区3頭ずつ用いた。両区とも供試牛には市販配合飼料および鹿児島大学農学部附属農場入来牧場産イタリアンライグラスサイレージを給与し，水および鉱塩は自由摂取とした。試験期間における竹粉区の保温性および敷料から揮散するアンモニアガス濃度はオガ屑区と遜色なく，両区ともほぼ同様に推移した。試験終了時，竹粉区では敷料が踏圧により緊密化し，糞尿の浸透が認められる上層と認められない下層の二層構造となっていたが，敷料外への水分流出等は観察されなかった。両区の供試牛は順調に発育し，オガ屑区よりも竹粉区で日増体量が優れる傾向を示した。以上のことより，解砕処理した竹粉を敷料として用いた場合，供試牛への悪影響は認められず，黒毛和種育成雌牛の敷料として利用可能であることが明らかとなった。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり，竹の解砕処理および輸送に関して株式会社サンケン・エンジニアリングの佐藤勝正氏ならびに岡澤忠治氏には多大なるご支援を賜った。ここに深謝の意を表する。

引用文献

- 秋友一郎・太田壮洋・岡村由香, 2009. 未利用資源の畜産的利用に関する研究—竹材の畜産分野への利用に関する研究(発酵飼料化)—. 山口県畜産試験場研究報告, 24: 79-84.
- 岩澤敏幸・松井繁幸・横越英彦・蔡 義民・大石誠一, 2007. モウソウチク由来の生理活性資材の開発とその応用に関する研究(第1報). 静岡県畜産技術研究所中小家畜研究センター研究報告, 1: 37-43.
- 栗原三枝・小林 寛・阿部正彦, 2006. 果樹剪定枝の敷料利用技術. 福島県畜産試験場研究報告, 14: 28-32.
- 中村茂和・松井敏幸・杉山 典・黒田博通, 2009. 竹粉サイレージの給与が肉用鶏および採卵鶏の排せつ物臭気に及ぼす影響. 静岡県畜産技術研究所中小家畜研究センター研究報告, 2: 43-48.
- 西尾道德, 2007. 堆肥・有機質肥料の基礎知識. p. 19-34. 農山漁村文化協会, 東京.
- 大泉長治・土屋 均・岡崎好子, 2005. 未利用木質資材の牛舎敷料利用の検討(短報). 千葉県畜産総合研究センター研究報告, 5: 79-80.
- 大元義彦・小山隆史・齋東 寛・中島伸樹, 2001. 牛の敷料に関する研究(第1報)—シュレッダー裁断古紙を利用した敷料の検討—. 山口県畜産試験場報告, 17: 85-91.
- 太田壮洋, 2004. 良質堆肥の生産と活用に関する研究(第1報)—製材端材チップの敷料及び堆肥化の利用適正—. 山口県畜産試験場報告, 19: 83-86.
- 太田壮洋, 2008. 竹材の敷料及びたい肥化副資材としての利用に関する研究. 山口県農林総合技術センター畜産技術部研究報告, 23: 1-7.
- 太田壮洋, 2009. 家畜敷料に竹材を利用したたい肥の幼植物試験による評価. 山口県農林総合技術センター畜産技術部研究報告, 24: 75-78.
- 大谷利之・杉山 典・関 哲夫・岩澤敏幸・池谷守司, 2005. 竹粉サイレージ給与が肉養鶏のふん便臭気に及ぼす影響. 静岡県畜産技術研究所中小家畜研究センター研究報告, 16: 55-58.
- 内村悦三, 2009. 現代に生かす竹資源. p. 99-105. 創森社, 東京.
- 山下滋貴・石山英光・田口清実・井上尊尋・大石登志雄・竹原 誠・上野 繁・野見山敬一, 1984. 肉用牛における敷料の再利用. 福岡県農業総合試験場研究報告, C-4: 71-76.