



# 農研機構

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

## Effects of Feeding Macerated Rice Straw on Rumen pH and of covering the Straw with a Moisture-permeable, Waterproof Sheet on Feeding Preference in Japanese Black Steers

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): Macerated rice straw, Rumen pH, Feeding preference, Moisture permeable and waterproof sheet 作成者: 小松, 篤司, 深澤, 充, 東山, 由美, 関矢, 博幸, 杉浦, 玲, 大谷, 隆二, 押部, 明德 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.24514/00001295">https://doi.org/10.24514/00001295</a>

## 濃厚飼料を多給した黒毛和種去勢牛に対する圧砕稲わら給与が ルーメン内pHに与える影響および圧砕稲わらの 市販透湿防水シートによる被覆保管が嗜好性に及ぼす影響

小松 篤司<sup>\*1)</sup>・深澤 充<sup>\*1)</sup>・東山 由美<sup>\*1)</sup>・関矢 博幸<sup>\*1)</sup>  
杉浦 玲<sup>\*2)</sup>・大谷 隆二<sup>\*1)</sup>・押部 明德<sup>\*3)</sup>

**抄 録**：汎用コンバインの脱穀機能により圧砕された稲わら（圧砕稲わら）は短時間で乾燥が可能である。このため、天候不順により稲わらの乾燥が難しかった地域においても粗飼料としての供給が可能となる技術である。一方で黒毛和種去勢牛に圧砕稲わらを給与した報告はない。また、市販透湿防水シートは透湿性と防水性の相反する機能を兼ね備えた稲わらロール被覆用素材であるが、被覆時におけるロール内の温度変化やそれを用いて保管した稲わらのウシへの給与時における嗜好性については報告されていない。そこで、黒毛和種去勢牛において圧砕稲わら給与がもたらすルーメン内pH変動および咀嚼行動への影響を検討した。また、圧砕稲わらの市販透湿防水シート被覆保管がもたらすロール内温度変化および嗜好性に対する影響を検討した。慣行稲わらと比較して圧砕稲わらの嗜好性は同等であり、採食時間、反芻時間およびルーメン内pHの変化に違いが見られないことが明らかとなった。このため、黒毛和種肥育牛において慣行稲わらの代替として圧砕稲わらを給与できることが示された。また、市販透湿防水シートにより被覆保管した圧砕稲わらはブルーシートにより被覆保管した圧砕稲わらよりもロール内温度上昇が抑制され、かつ嗜好性が高いということが明らかとなった。市販透湿防水シートは透湿防水の効果により、保管中の乾燥促進機能を持つだけでなく、嗜好性のよい圧砕稲わらを調製できることが示された。

**キーワード**：圧砕稲わら、透湿防水シート、嗜好性、ルーメン内pH

**Effects of Feeding Macerated Rice Straw on Rumen pH and of covering the Straw with a Moisture-permeable, Waterproof Sheet on Feeding Preference in Japanese Black Steers** : Tokushi KOMATSU<sup>\*1)</sup>, Michiru FUKASAWA<sup>\*1)</sup>, Yumi HIGASHIYAMA<sup>\*1)</sup>, Hiroyuki SEKIYA<sup>\*1)</sup>, Rei SUGIURA<sup>\*2)</sup>, Ryuji OHTANI<sup>\*1)</sup>, and Akinori OSHIBE<sup>\*3)</sup>

**Abstract** : In areas with bad weather, macerated rice straw, prepared with a quick-dry technique using a screw-type threshing combine, is effectively used as roughage for livestock. However, to our knowledge, no studies have shown the effects of feeding macerated rice straw on Japanese Black steers. Further, although it is well known that Karatto Sheet<sup>®</sup> (Mitsubishi Plastics), a covering sheet for round bales of rice straw, is moisture-permeable and waterproof, its performance in terms of changes in the internal temperature of the rice straw bales and feeding preferences for rice straw covered with the sheet has not been investigated. Here, we examined the feeding preference and change in rumen pH of Japanese Black steers fed macerated rice straw and the change in the internal temperature of macerated rice straw covered with Karatto Sheet<sup>®</sup>. No difference was observed in feeding preference between macerated and conventional rice straw. Further, no difference was observed in rumination time and rumen pH between macerated and conventional rice straw, although the eating time for macerated rice straw was shorter than that for conventional rice straw. These results suggest that macerated

\* 1) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, Morioka, Iwate 020-0198, Japan)

\* 2) 三菱樹脂株式会社 (Mitsubishi Plastics, Inc. Chiyoda-ku, Tokyo 100-8252, Japan)

\* 3) 国際農林水産業研究センター (Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Tsukuba, Ibaraki 305-8686, Japan)

rice straw can be used as an alternative to conventional rice straw for feeding Japanese Black steers. The rate of increase in internal temperature of round bales of rice straw covered with Karatto Sheet<sup>®</sup> was found to be lower than that of rice straw covered with a standard tarp. In terms of feeding preference, rice straw covered with Karatto Sheet<sup>®</sup> was found to be preferable to that covered with a tarp. Therefore, we conclude that the sheet not only facilitates drying of the rice straw but also enhances its quality, making it more palatable to the Japanese Black steers.

**Key Words** : Macerated rice straw, Rumen pH, Feeding preference, Moisture permeable and waterproof sheet

## I 緒 言

国内で排出される稲わらは、家畜の飼料として利用することで海外からの家畜伝染病の侵入の阻止や飼料自給率の向上が見込まれることから、普及が期待される粗飼料源である。しかし、国内における稲わらの年間生産量に対して、利用割合は10%に留まっている（農林水産省 2013）。特に東北地域では秋の刈り取り後における天候不順により稲わらの乾燥が不十分となり、利用できない場合が多い。

このような東北地域特有の気候に対応するため東北農業研究センター（以下、東北農研）においてスクリュウ型脱穀機構を有する汎用コンバインで稲わらを圧砕し（圧砕稲わら）、迅速乾燥後に収集する技術が開発された（大谷ら 2010）。圧砕稲わらは従来の稲わらと比較して磨り潰された状態であるため、従来の稲わらと同様に利用できるかについて調べた、ウシへの給与試験が報告されている。押部ら（2011）は日本短角種および黒毛和種繁殖牛に圧砕稲わらを給与した場合、従来の乾燥稲わらと比較して採食時間は短くなるが反芻時間は変わらないことを報告している。また、日本短角種去勢牛に圧砕稲わらを給与した場合、乾燥稲わらと比較して肉質や血漿中代謝産物に違いが見られない事が報告されている（小松ら 2015）。一方、黒毛和種去勢牛において圧砕稲わらを給与した事例はない。黒毛和種去勢牛の肥育期には濃厚飼料が多く与えられることから、ルーメン内のpHが低下しルーメンアシドーシスが発生しやすい状況になっている。そのため、粗飼料は栄養源としての目的よりはむしろ、粗飼料が持つ粗剛性によりルーメンを刺激し、発酵によるルーメン内の恒常性を保つために給与される。よって、少

量ではあるものの給与される粗飼料の品質や形状がルーメンに大きな影響を与えることが予想される。

一方、透湿防水シートは近年、市販が始まった透湿性・通気性および防水性の相反する機能を兼ね備えた稲わらロール被覆用シートである。防水性を持つため屋外での稲わらロールの保管が可能であり、水分含量が30%前後の稲わらロールであっても屋外に被覆保管することにより10%台まで乾燥させる機能を持つ（美保 2014）。また、肥育牛の脂肪交雑にとって負の影響を持つ稲わらのβ-カロテン含量は市販透湿防水シートによる保管により低下する事が示されている（美保 2014）。ロール内の発酵に伴う急激な温度上昇は稲わら中のタンパク質と糖によるメイラード反応などを引き起こすため（Saner 1986）、品質の劣化につながるが、透湿防水シートによるロール内の温度変化については報告されていない。また、品質の劣化が生じる場合、家畜へ給与した際の嗜好性の低下の可能性が考えられる。

本研究では牧草サイレージ主体給与により飼養管理された黒毛和種去勢牛を用い、肥育後期に近い濃厚飼料の多給状態にし、粗飼料として牧草サイレージ、慣行稲わら、あるいは圧砕稲わらを給与したときのルーメン内pH変動と咀嚼時間を測定した。また、圧砕稲わらの市販透湿防水シート被覆保管がもたらすロール内温度変化および嗜好性に対する影響を検討した。

本稿は革新的技術緊急展開事業「東北日本海側水田輪作」の研究資金を用いて調査した結果を記述した。また、本試験にあたり、東北農業研究センター研究支援センター業務第2科の技術専門職員に研究支援の面でご尽力いただいた。これらの方々に感謝を申し上げる。

## II 材料と方法

### 1. 供試飼料および供試動物

#### 1) 供試飼料

供試した圧碎稲わらは、東北農研内の圃場において栽培された「べこごのみ」から乾燥調製した。加えて、嗜好性試験では宮城県名取市の圃場で栽培された「まなむすめ」から乾燥調製したものも用いた。圧碎稲わらは、カッティングユニットを取り外して、ウンドローワを取り付けた汎用コンバイン(大谷ら 2008)を用いて刈収穫時に圧碎して刈り株上に排出したわらを水分が20%以下となるように天日乾燥したのちロールペール成形して調製した。圧碎稲わらを東北農研では16日間、名取市では7日間圃場に放置し水分含量が20%以下となるように圃場で乾燥させた後、梱包を行った。梱包後の圧碎稲わらは保管試験に利用するものを除き屋内に保管した。

慣行稲わらは市販の乾燥稲わらロール(公益社団法人あおもり農林業支援センター製「ひとめぼれ」稲わら)を屋内に保管し、咀嚼及びルーメン内pH測定試験、及び嗜好性試験に利用した。

牧草サイレージについては東北農研内の圃場で栽培及び収穫調製されたオーチャードグラス一番草サイレージを用いた。

それぞれの飼料は一般分析(自給飼料利用研究会 2009)を行い、粗タンパク質、粗脂肪、粗灰分、中性デタージェント繊維、酸性デタージェント繊維について乾物中の含有率を求めた(表1)。

#### 2) 供試牛

ルーメンフィステルが装着された黒毛和種去勢牛3頭(平均体重728kg、平均月齢83.3ヵ月)を供試した。馴致期間および試験期間を除く通常の飼養管理においては体重の0.5%量となる市販の配合飼料

(TDN 72%、CP 13%)と牧草サイレージ10kgを9:00と16:00に半分に分けて給与した。

### 2. 咀嚼試験およびルーメン内pH測定試験

試験期間中は乾物比で濃厚飼料80%、粗飼料20%とし、TDN含量で体重維持量となるように給与した。粗飼料として圧碎稲わら区、慣行稲わら区、牧草サイレージ区の3試験区を設定し、3×3(I期14日)のラテン方格法で給与試験を行った。試験期間最終3日間においてルーメン内留置型pH測定器(SPPH型、エス・シー・ビー、北海道)を装着し、5分間隔で連続してルーメン内のpHの測定を行った。また、東北農研で開発された咀嚼計(SCRUM: Sequential Chewing and Rumination Measuring System)を頭部に装着し、採食および反芻時間の測定を行った。最終日前日9:00から最終日9:00までの測定結果を取りまとめ、統計解析を行った。

### 3. 保管試験および嗜好性試験

#### 1) 圧碎稲わら保管試験

東北農研の圃場で梱包された圧碎稲わらロールについて透湿防水シート(乾っとシート®、三菱樹脂株式会社、東京)により被覆保管する区(透湿防水シート区)およびブルーシートにより被覆保管する区(ブルーシート区)を設定した。それぞれ圧碎稲わらロール4個を用い、屋外のコンクリート床面に敷設したプラスチック製パレット上に図1(a)のように配置し、それぞれ透湿防水シートおよびポリエチレン製中厚手の汎用シート(ブルーシート、DCMホールディングス、東京)により被覆した(図1(b))。ロール中心部には温度計(RT-14、エスベック、大阪)を挿入し、15:00における中心部温度を20日間にわたり継続して測定を行った。また、40日毎にロール上部、中部、下部より中心に向かってフィードサンプラー(藤原製作所、東京)を

表1 給与飼料中の一般成分含量(乾物中%)

	牧草サイレージ	乾燥稲わら	名取産 圧碎稲わら	圧碎稲わら	乾っとシート + 圧碎稲わら	ブルーシート + 圧碎稲わら
乾物率	62.7 (0.8)	90.1 (0.3)	93.1 (1.7)	86.2 (0.8)	90.8 (0.9)	90.9 (0.9)
粗タンパク質	15.0 (2.3)	4.5 (1.1)	3.3 (1.2)	4.0 (2.1)	6.8 (2.8)	3.8 (1.7)
粗脂肪	3.4 (0.1)	0.8 (0.1)	0.4 (0.0)	1.2 (0.1)	1.5 (0.5)	0.5 (0.3)
粗灰分	6.0 (1.5)	19.0 (3.7)	17.5 (3.4)	19.9 (2.7)	19.5 (2.3)	19.1 (1.1)
NDF	63.9 (1.3)	66.6 (1.2)	66.7 (1.1)	64.7 (1.7)	68.2 (1.7)	68.0 (1.6)
ADF	31.4 (1.3)	41.9 (1.0)	41.8 (1.5)	41.6 (0.2)	42.0 (1.1)	42.2 (1.1)

NDF: 中性デタージェント繊維、ADF: 酸性デタージェント繊維

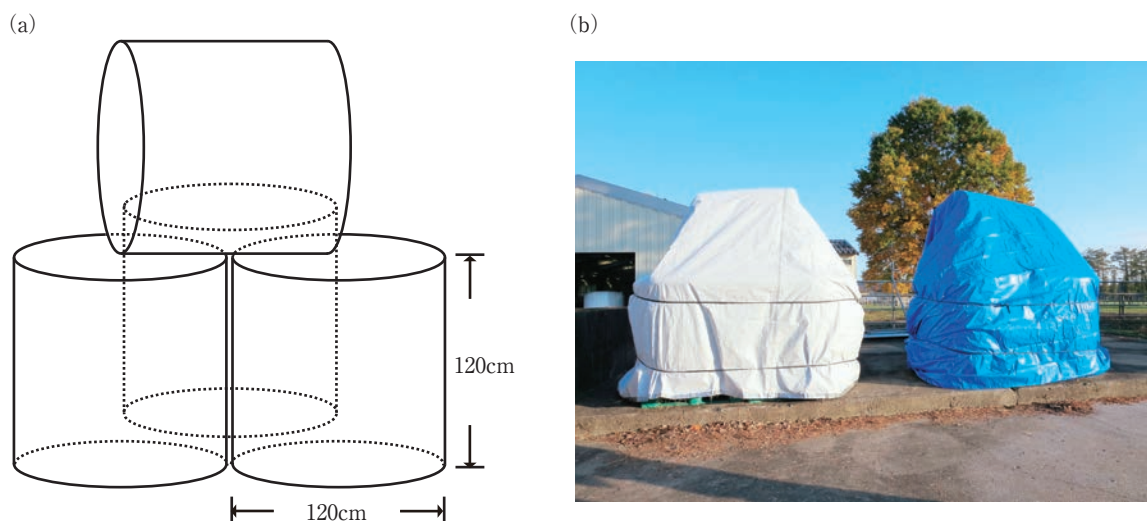


図1 圧砕稲わらロールの配置 (a) および異なる素材による被覆保管 (b)

用い、試料採取した後、水分含量を測定した。温度測定終了後もそれぞれのシートで7ヵ月間被覆を続け、後述する嗜好性試験において利用した。

#### 2) 嗜好性試験

嗜好性試験は5種類の供試飼料（牧草サイレージ、慣行稲わら、圧砕稲わら（名取市産）、透湿防水シート被覆保管圧砕稲わら、およびブルーシート被覆保管圧砕稲わらから任意の2飼料を取り出す全ての組み合わせを一日を単位として無作為に配置し、一対比較法により実施した（渡辺ら 1995）。同じ飼料は3日間連続しないように配置した。試験は朝の通常飼料給与前に、2kgの供試飼料を大きさの等しい2つのコンテナに入れ給与し、10分間の現物採食量を測定した。位置による影響を無くすために給与開始5分後に左右の位置を入れ替えた。同時に給与された供試飼料の合計採食量に占める割合からそれぞれの供試飼料の他方に対する相対的な評点を表2に示す基準で算出した。

#### 4. 統計解析

全ての統計処理はR（The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria）を視覚的に操作できるプログラムであるEZR（自治医科大学附属さいたま医療センター、埼玉）を利用した（Kanda *et al.* 2013）。ルーメン内pHの変化については2要因とも対応のある反復測定分散分析を行った。採食および反芻時間の違いについては分散分析を行い、有意差が見られたことから各試験区についてボンフェローニの多重比較検定を行った。保管試

表2 採食比率（%）と嗜好性の評点

飼料 A		飼料 B	
採食比率(%)	評点	採食比率(%)	評点
00-10	-4	90-100	4
10-20	-3	80-90	3
20-30	-2	70-80	2
30-40	-1	60-70	1
40-60	0	40-60	0
60-70	1	30-40	-1
70-80	2	20-30	-2
80-90	3	10-20	-3
90-100	4	00-10	-4

験については1要因のみ対応のある反復測定分散分析を行い、ロール内温度および時間との間に交互作用があったことから各測定日における温度について対応のないstudentのt検定を行った。嗜好性試験については表2から得られた評点を集計してシェッフェの方法（中屋変法）で分散分析（中屋 1970）し、平均嗜好度の差の検定を行った。

### Ⅲ 結 果

#### 1. 咀嚼試験およびルーメン内pH測定試験

牧草サイレージ、慣行稲わら、および圧砕稲わら給与時におけるルーメン内pHの変動を図2に示した。異なる飼料間pHの変動に有意な違いは見られず、pHは5.6から7.1の間で推移した。異なる飼料における採食時間、および反芻時間を表3に示した。分散分析の結果、反芻時間については有意差が見ら

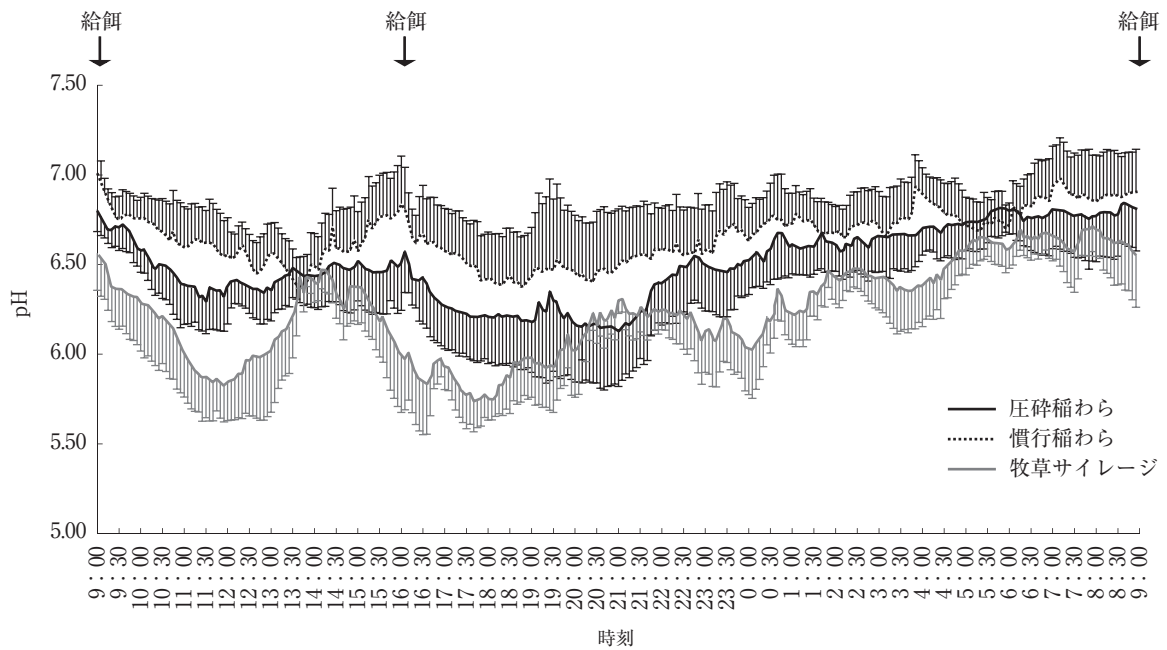


図2 異なる飼料給与時におけるルーメン内 pH 変動の推移  
注. 平均値±標準偏差

表3 異なる飼料における採食および反芻時間 (分)

	サイレージ	圧碎稲わら	慣行稲わら
採食時間 (分)	40.0±8.5	45.0±6.0	59.3±4.0
反芻時間 (分)	169.3±20.6	224.3±66.8	213.7±45.7
平均(分)±標準偏差			

れなかったが、採食時間については有意な差が見られた（牧草サイレージ区：40.0分、圧碎稲わら区：45.0分、慣行稲わら区：59.3分）。しかし、ボンフェローニの多重比較の結果では異なる飼料における採食時間について5%水準では有意差は見られなかった（牧草サイレージ区および慣行稲わら区間で $p = 0.075$ 、圧碎稲わら区および慣行稲わら区間で $p = 0.085$ ）。

### 2. 圧碎稲わら保管試験

それぞれの被覆時におけるロール内温度の変化を図3に示した。保管開始直後からロール内温度は上昇し、3日目にピークを迎えた。ピーク時のロール内温度はブルーシート区では55℃前後、透湿防水シート区では40℃前後であった。以降、ロール内温度は下降し、15日目以降は外気温と同等の温度となった。ブルーシート区および透湿防水シート区において温度の上昇の程度に違いが見られ、被覆後3、4、7～10、および13日時点においてブルーシート被覆におけるロール内温度が高い結果となった。

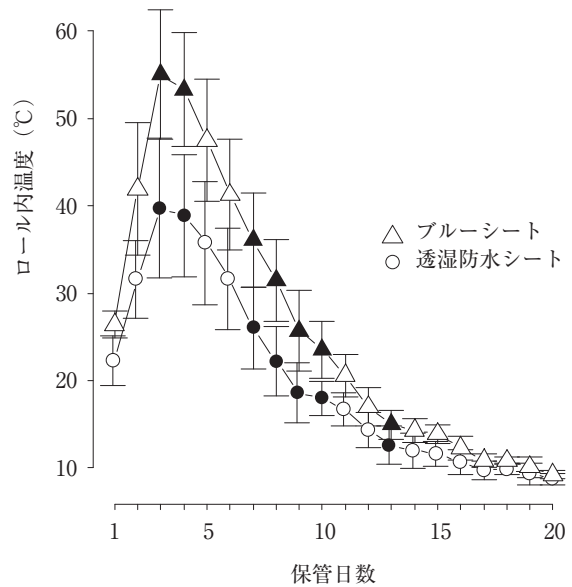


図3 ブルーシートおよび透湿防水シート被覆保管時における圧碎稲わらロール内温度の推移（平均値±標準偏差）  
注. 黒印シンボルは有意差有（ $P < 0.05$ ）

各区における被覆後の圧碎稲わら水分含量の推移を表4に示した。被覆開始時点の水分含量は15.4%であり、120日目では透湿防水シート区では13.8%であり、ブルーシート区では15.0%であったが、両者の水分含量には有意な違いが見られなかった。

表4 透湿防水シート区およびブルーシート区における水分含量の変化の推移 (%)

	10/24 (被覆日)	12/8 (40日後)	1/31 (80日後)	3/6 (120日後)
透湿防水シート	15.4±2.0	13.9±1.9	14.4±2.3	13.8±1.7
ブルーシート	15.4±2.0	17.4±5.0	15.4±4.1	15.0±2.3

平均 ± 標準偏差

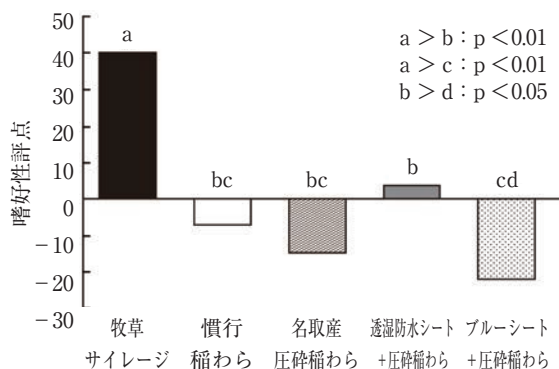


図4 異なる飼料における嗜好性評点  
注: 異なる文字間において有意差有 (P<0.05)

### 3. 嗜好性試験

5種類の飼料における嗜好性評点結果を図4に示した。牧草サイレージが慣行稲わら、名取産圧砕稲わら、透湿防水シート被覆圧砕稲わら、およびブルーシート被覆圧砕稲わらと比較して嗜好性が高い結果となった ( $p < 0.01$ )。また、透湿防水シート被覆圧砕稲わらがブルーシート被覆圧砕稲わらと比較して嗜好性が高い結果となった ( $p < 0.05$ )。

## IV 考 察

### 1. 咀嚼試験およびルーメン内pH測定試験

異なる粗飼料給与 (牧草サイレージ、慣行稲わら、および圧砕稲わら) においてルーメン内のpHの変化に大きな違いは見られなかった。ルーメン内のpHは通常7.0~6.0を保ち、5.5以下の状態が続くのがルーメンアシドーシスであるとされる (小原2008)。また、亜急性のルーメンアシドーシスではpHが5.6以下に低下する状態が3時間/日以上継続し、採食量の低下や下痢などの病態を特徴とする (Gozho et al. 2005)。本試験結果では濃厚飼料80%と肥育期に近い飼料組成であったが、アシドーシス状態にはならなかった。このため、圧砕稲わら給与がルーメン内pHに与える影響は慣行稲わらや、牧

草サイレージと同等であったと考えられた。また、反芻時間は飼料によって大きな違いは見られなかった。反芻動物は反芻行動によって粗飼料の微生物による消化性を高め、ルーメン内の恒常性を保っているとされる (Jouany JP 2006)。このため、ルーメン内pH変動や、反芻時間の観点からも圧砕稲わら給与は慣行稲わらなどの粗飼料給与と比較し遜色ないと考えられた。一方で多重比較の結果では5%水準で有意ではなかったものの、慣行稲わらと比較して圧砕稲わらと牧草サイレージにおいて採食時間が少ない傾向であった。慣行稲わらは稲わらの物理的特性を変えずに乾燥させており、牧草サイレージや圧砕稲わらと比較して粗剛性が高い。このため慣行稲わらを持つ物理的特性により採食時間が長かったと考えられた。採食時間の増加により唾液が増加し、ルーメン内の恒常性が保たれると考えられるが今回の結果では採食時間の変化はルーメン内pHには大きな影響を与えなかった。

### 2. 保管試験

乾燥稲わらの保管では水分を20%以下にすることで腐敗を防ぐと言われている (美保 2014)。今回の試験結果では保管開始時の水分含量が15%台だったにもかかわらずロール内の温度が上昇した。これは圃場から複数の圧砕稲わらを採取した結果、平均水分含量が15%であったが、地表近くの水分含量が高い箇所がロール内に含まれた場合に発酵が進み、結果的に温度上昇が起こったと考えられた。一方で、ブルーシートにより被覆した圧砕稲わらと比較して透湿防水シートにより被覆した圧砕稲わらではロール内の温度上昇が抑制された。透湿防水シートは防水性がありながら通気性を持つ素材で構成されている。このため、温度上昇によって発生する水蒸気がシート内側から外側へ排出され、過度の温度上昇が抑制された事が考えられた。発酵によるロール内の温度上昇は稲わらに含まれるタンパク質がメイラード反応を起こし、消化率や嗜好性に負の影響を及ぼす可能性が報告されている (Saner 1986)。このため、ブルーシート被覆と比較して透湿防水シート被覆は飼料の保管に関してより有利な条件である。

### 3. 嗜好性試験

嗜好性試験において牧草サイレージが他の飼料と比較して嗜好性が一番優れていた。本試験で利用したサイレージはオーチャードグラスを調製したものであるが、表1にあるようにタンパク質含有率が高

く、また、発酵により生じた有機酸が食欲を増進させたことが考えられた。また、慣行稲わらと比較して圧砕稲わらの嗜好性は同等であった。圧砕稲わらは慣行の稲わらと異なり、汎用コンバインにより磨り潰された形状をしている。このため、嗜好性に影響が出るということが考えられたが今回の結果では同等の嗜好性であった。このため、黒毛和種肥育における粗飼料給与の際に慣行の稲わらの代替として圧砕稲わらを給与することは嗜好性の点からは問題ないと考えられた。一方で、ブルーシートで被覆保管した圧砕稲わらと比較して透湿防水シートで被覆保管した圧砕稲わら給与が高い嗜好性を示した。保管試験においてブルーシートにより被覆保管した圧砕稲わらにおいてロール内温度が高い結果であった。このため、ロール内温度上昇による稲わらの変性や、水蒸気発生に伴うロール表面上のカビにより嗜好性の低下が起こったと考えられた。これらの結果は稲わらロールの屋外保管において、たとえば保管開始時の水分が推奨される20%以下であったとしても、ブルーシートよりも、透湿防水シートで被覆する方がロール内温度の上昇を抑制し、かつウシへの給与においても嗜好性がよいことを示唆するものである。

以上の結果より慣行稲わらと比較して圧砕稲わらの嗜好性は同等であり、採食時間の減少傾向が見られるものの、反芻時間およびルーメン内pHの変化に違いが見られないことが明らかとなった。このため、黒毛和種肥育牛において慣行稲わらに代替して圧砕稲わらを給与することが可能であることが示された。また、透湿防水シートで被覆保管した圧砕稲わらはブルーシートで被覆保管した圧砕稲わらよりもロール内温度上昇が抑制され、かつ嗜好性が高いという事が明らかとなった。透湿防水シートは本来の機能である乾燥の促進だけでなく、圧砕稲わらの高い嗜好性を維持することが示された。

## 引用文献

- 1) Gozho GN, Plaizier JC, Krause DO. 2005. Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. *J. Dairy Sci.* 88 : 1399-1403.
- 2) Jouany JP. 2006. Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. *Anim. Reprod. Sci.* 96 : 250-264.
- 3) Kanda Y. 2013. Investigation of the freely-available easy-to-use software "EZR" (Easy R) for medical statistics. *Bone Marrow Transplant.* 48 : 452-458.
- 4) 小松篤司, 深澤 充, 東山由美, 関矢博幸, 木村俊之, 木村映一, 大谷隆二, 押部明德. 2015. 日本短角種肥育牛への圧砕稲わら給与が血液成分および産肉性に及ぼす影響. 東北農業研究センター研究報告 117 : 45-50.
- 5) 美保雄一郎. 2014. 稲わら・牧草乾燥シート「乾っとシート」の開発について. 肉牛ジャーナル9月号 : 56-58.
- 6) 中屋. 1970. シェツフェの一対比較法の一変法. 日本科学技術連盟官能検査大会報文集 1-12.
- 7) 農林水産省資料. 2013. 飼料をめぐる情勢(平成25年6月)
- 8) 小原嘉昭. 2008. 急性ならびに潜在性ルーメンアシドーシスの諸課題. *家畜診療* 55 : 309-314
- 9) 大谷隆二, 金井源太, 天羽弘一, 関矢博幸, 冠秀昭, 押部明德. 2010. 汎用コンバインとスワースコンディショナを用いた稲わらの乾燥・収集体系. 東北農業研究成果情報 (<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/tarc/2008/tohoku08-34.html> [2015年11月1日確認])
- 10) 押部明德, 大谷隆二, 福重直輝, 小松篤司, 池田堅太郎, 関矢博幸, 田中 治, 木村俊之, 木村映一, 中込弘二. 2011. 汎用コンバインを用いた圧砕処理が黒毛和種雌牛における稲わらの粗飼料価に及ぼす影響. 東北農業研究センター研究報告 113 : 29-32.
- 11) Saner LD. 1986. Symposium Protein and fiber digestion, passage and utilization in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 69 : 2734-2749.
- 12) 渡辺晴彦, 春日春光, 我有 満, 萩原正義. 1995. 黒毛和種繁殖牛におけるソルガムサイレージの嗜好性の品種系統間差異 一対比較法による嗜好性の評価. *日草誌* 41 : 145-151.