

## 発芽粳米サイレージの給与が乾乳牛の消化性および窒素出納に及ぼす影響

佐竹康明<sup>\*</sup>、岩田玲佳<sup>\*</sup>、井阪 章、岡 幸宏<sup>\*\*</sup>

### 要約

粳米の消化率向上の一手段として、発芽処理した粳米をサイレージ調製し、ホルスタイン種乾乳牛を用いた消化試験により消化性および窒素出納に及ぼす影響について調査した。発芽粳米サイレージ給与区（発芽 S 給与区）の粗蛋白質、粗繊維および NDF 消化率は、粳米サイレージ（粳米 S 給与区）に比べ、同程度か有意 ( $p < 0.05$ ) に向上した。他の消化率は、粳米 S 給与区に比べ低かった。発芽 S 給与区の尿中窒素配分率は、粳米 S 給与区と同程度であった。この傾向は、尿中および蓄積窒素においても同様に認められた。総コレステロールを除く両区の血液性状は同程度であり、異常な数値は認められなかった。両区の乾物摂取量、ルーメン内容液性状および尿中コルチゾール/クレアチニン比に顕著な差は認められなかった。よって、発芽粳米サイレージは、粳米に比べ粗蛋白質および NDF の消化率が向上するとともに、血液性状やルーメン内容液性状に影響を与えないことが明らかとなった。

キーワード：発芽粳米、サイレージ、消化性、窒素出納

### 緒言

前報<sup>1)</sup>に引き続き、蒸気圧片<sup>2)</sup>、粉碎<sup>2,3)</sup>サイレージ化<sup>4)</sup>等の加工処理が必要な粳米の消化率向上を図るため、発芽処理した粳米をサイレージ化し、乾乳牛への給与による消化性および窒素出納等について調査した。

### 材料および方法

#### 1 サイレージ調製

粳米サイレージ（粳米 S 給与区）は、2018 年に栽培された品種「媛育 71 号」の粳米をカントリーエレベーターより入手し、飼料米破砕機（(株)デリカ DHC4000M）を用いて破砕した後、畜草 1 号（5g/原物 t）を添加しながら、ビニール袋を入れたフレキシブルコンテナバック（200kg）に梱包し、脱気・密封した。発芽粳米サイレージ（発芽 S 給与区）は、粳米 S 給与区と同様の粳米 4kg/袋を入れた収穫ネット（10kg 容）3 袋を 80L 容浸漬樽（水 60L）に 24 時間浸漬した後、水中ポンプ（寺田ポンプ SL-52）を稼働し、発芽するまで 24 時間毎に水替えした。

発芽後、畜草 1 号（5g/原物 t）を添加し、ビニール袋を入れた 120L ポリタンクに梱包し、脱気・密封した。消化試験に使用した発芽粳米の平均発芽率は、74.6%であった。給与は貯蔵日数 60 日程度で開封した発芽粳米サイレージとした。

#### 2 供試牛および飼料給与

供試牛はホルスタイン種非妊娠乾乳牛 4 頭、試験期間を 2019 年 10 月 26 日から 12 月 6 日とし、全糞全尿採取法<sup>5)</sup>による予備期 14 日、本期

表 1 給与試料の配合割合

項 目	(DM%)	
	粳米 S 給与区	発芽 S 給与区
配合割合		
発芽粳米サイレージ	-	36.1
粳米サイレージ	36.0	-
大豆粕	10.1	10.1
スーダングラス乾草	53.9	53.8
成分組成		
粗蛋白質	12.2	12.5
TDN	65.6	65.0

※TDN:可消化養分総量

4日を1期とする2頭×2水準のクロスオーバー法により実施した。給与飼料は、粃米S給与区、発粃S給与区の2水準を試験区分とした。

表1に示す飼料構成により、午前9時、午後1時および3時の3回に分け給与した。供試牛は、タイストールで繋養し、水および鈹塩は自由摂取とした。

### 3 調査項目および方法

糞は、本期開始24時間毎に全量の約5%を採取し、10%硫酸を噴霧して冷蔵保存、また、尿は、本期開始24時間毎に全量の約2%を冷蔵保存し、糞尿のそれぞれ4日分を混合・縮分して分析サンプルとした。また、残飼は、生糞同様に本期開始24時間毎に採取し、4日分を混合・縮分して分析サンプルとした。採取した一部の糞および残飼は、通風乾燥機（アルプ社GTR-120）により55℃、48時間以上乾燥した後、カッティングミル（ヴァーダーサイエンティフィック社 SM200）および超遠心粉碎機（ヴァーダーサイエンティフィック社 ZM200）を用い1mmに粉碎し、水分を定法<sup>6)</sup>により、粗蛋白質（CP）をケルダール法（FOSS Kjelttec2200）、粗脂肪（EE）をジエチルエーテル抽出法（Gerhardt Soxtherm SOX416）、粗繊維（CF）および中性デタージェント繊維（NDF）を定法（Gerhardt Fibretherm FT12）、粗灰分を定法（ヤマト科学(株) マッフル炉 FP42）により分析した。また、生糞および尿の窒素は、ケルダール法（FOSS Kjelttec2200）により分析した。体重は、試験開始日および試験本期最終日に計測し、平均値とした。血液性状は、本期最終日の飼料給与3時間前後に採材し、3000rpm、10分間で遠心分離した血漿の尿素態窒素（BUN）、総コレステロール、グルコース、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ、アルブミン、カルシウムを自動生化学分析装置（富士ドライケム 4000SV 富士フィルム）により分析した。ルーメン内容液は経口カテーテルを用い、本期最終日の飼料給与の3時間前後に採取し、2重ガーゼでろ過した後、直ちにPHメーター

（HORIBA F-72）でPHを測定し、さらに3000rpmで30分間遠心分離した上澄みの揮発性脂肪酸

（VFA）を液体クロマトグラフィー（日本分光LC-2000Plus）を用いたBTBによるポストラベル法により計測した。コルチゾールおよびクレアチニンは、採取した尿を、日研ザイル株式会社へ分析依頼した。

### 4 統計処理

統計処理は、一元配置分散分析により解析し、有意差がある場合にTukeyの多重比較により検定した。

### 結果および考察

表2に成分消化率および窒素出納を示した。発粃S給与区の乾物消化率は60.4%であり、粃米S給与区の64.9%に比べ若干低く、有意な差（ $p<0.05$ ）が認められた。この傾向は、NFEおよびTDNにおいても同様に認められた。粃米はトウモロコシと同等のデンプン、すなわちNFEが多い穀実であるとともに、粉碎した粃米サイレージは、デンプン粒が極めて微細で粉碎処理した玄米や粃米と比べ分解速度が速く、微生物の分解を受けやすいとされる<sup>7)</sup>。本試験における粃米サイレージの乾物配合割合は、単味の消化率を算出する目的で、適切とされる配合割合<sup>7)、8)</sup>より多い36.0%に設定しており、その極度

表2 成分消化率および窒素出納 (%)

項 目	粃米S 給与区	発粃S 給与区
消化率		
乾物	64.9 <sup>a</sup>	60.4 <sup>b</sup>
有機物	67.2	62.4
粗蛋白質	57.9	58.1
粗脂肪	71.4	64.3
粗繊維	57.2	59.3
NFE	72.3 <sup>a</sup>	64.0 <sup>b</sup>
NDF	55.6 <sup>a</sup>	59.5 <sup>b</sup>
TDN	65.0 <sup>a</sup>	60.4 <sup>b</sup>
窒素配分率		
糞中	35.2	35.0
尿中	40.9	42.1
蓄積	23.9	22.9

※NFE: 可溶性無窒素物、NDF: 中性デタージェント繊維、TDN: 可消化養分総量  
※異符号間に有意差あり( $p<0.05$ )

な配合割合の増加が分解速度の速い粳米 S 給与区と粳米サイレージより速度の遅い発粳 S 給与区の差に現れ、両区における乾物および NFE 消化率の有意差に、また、NFE を基に算出する TDN 消化率の有意差に繋がったものと推察される。発粳 S 給与区の有機物消化率は 62.4% であり、粳米 S 給与区の 67.2% に比べ若干低かったが、有意な差は認められなかった。この傾向は、粗脂肪においても同様に認められた。発粳 S 給与区の粗蛋白質消化率は 58.1% であり、粳米 S 給与区の 57.9% と同程度であった。発粳 S 給与区の粗繊維および NDF 消化率はそれぞれ 59.3%、59.5% であり、粳米 S 給与区の 57.2%、55.6% に比べ若干高かく、NDF 消化率は有意な差 ( $p < 0.05$ ) が認められた。宮地<sup>2)</sup>らは、in situ 法を用いた粳米の加工法の違いによる第一胃分解特性について、粉碎処理粳米の粗蛋白質消化率が最も高く、次いで発芽処理区（発芽後、給与まで凍結保存、サイレージ調製なし）と玄米区が同等で、無処理区（粳米）が最も低かったと報告している。また、浅井<sup>9)</sup>らは、乾乳牛を用いた消化試験により、有意差は見られないが粳米より発芽区（発芽後、給与まで凍結保存、サイレージ調製なし）、粉碎区および玄米区の粗蛋白質消化率が若干高かく、発芽区と粉碎区の消化率が同程度であったと報告している。つまり、粉碎処理 > 玄米 = 発芽処理 > 粳米の順で消化率が高いことを示しており、本試験に用いた粳米サイレージは、飼料米破砕機を用いて粳殻を剥離、白米を粉碎していることから、玄米以上で粉碎処理未満の消化率に相当すると推察される。日本標準飼料成分表<sup>10)</sup>に記載される粳米および玄米の粗蛋白質消化率は、それぞれ 58%、70% であり、宮地、浅井らの粉碎処理 > 玄米 = 発芽処理 > 粳米の順で消化率が高く、本試験における発粳 S 給与区と粳米 S 給与区の粗蛋白質消化率が同等であったことから、発芽処理した粳米サイレージの粗蛋白質消化率は、粳米と玄米の間、つまり 58% から 70% の間に向上したものと推察された。阿部<sup>11)</sup>らは、綿羊を

表3 血液性状

項目	粳米S 給与区	発粳S 給与区
血中尿素態窒素(mg/dl)	10.8	10.4
総コレステロール(mg/dl)	63.8	54.0
グルコース(mg/dl)	71.0	67.3
GOT(IU/l)	60.5	55.3
アルブミン(g/dl)	3.33	2.98
カルシウム(mg/dl)	8.9	8.3

※GOT: グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ

用いた消化試験により、発芽玄米サイレージ区の NDF 消化率が、有意差はなかったものの玄米区に比べ高い値であったと報告し、房ら<sup>12)</sup>は、発芽に伴う呼吸作用によりデンプンが消費され、NDF 含率が粳米より高くなったと報告している。サイレージは、乳酸発酵に伴う有機酸の生成により、細胞壁構成成分であるヘミセルロースが分解されることが知られており<sup>13)</sup>、本試験における発粳 S 給与区の NDF 消化率が粳米 S 給与区に比べ高くなったのは、発芽処理により NDF 含率が高くなった上に、サイレージ発酵に伴いヘミセルロースが分解され、消化率が向上したものと推察された。

発粳 S 給与区の尿中窒素配分率は 35.0% であり、粳米 S 給与区の 35.2% と同程度であった。この傾向は、尿中および蓄積窒素配分率においても同様に認められた。よって、窒素の利用性における発芽粳米サイレージ給与の影響はないものと推察された。

表 3 に血液性状を示した。両区の血中尿素態窒素は、それぞれ 10.8mg/dl、10.4mg/dl であり、正常値とされる 11mg/dl と同程度であった。両区の総コレステロールは、それぞれ 63.8mg/dl、54.0mg/dl であり、正常下限値 90mg/dl を下回った。その他の項目において、異常な数値は認められなかった。総コレステロールは濃厚飼料の不足により低下することが知られている。本試験では、単味飼料の成分消化率を算出する目的で、両サイレージの乾物配合割合を 36%、給与飼料の粗濃比を 90:10 と粗飼料の割合を高めた設定とした。よって、総コレステロールの低

表4 飼養成績およびルーメン内容液性状

項 目	粃米S 給与区	発粃S 給与区
飼養成績		
体重(kg)	694	700
乾物摂取量(kg/日)	14.8	14.8
ルーメン内容液性状		
PH	7.18	7.19
総酸(mM/dl)	6.86	6.94
AP比	5.04	4.89

※AP比: 酢酸/プロピオン酸比

表5 尿中コルチゾールおよびCC比

項 目	粃米S 給与区	発粃S 給与区
尿中コルチゾール( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	1.53	1.33
コルチゾール/クレアチニン	12.5	10.1

※CC比: コルチゾール/クレアチニン( $\text{ng}/\text{mg}$ クレアチニン)

下は、濃厚飼料の不足によるものと推察された。

表4に飼養成績およびルーメン内容液性状を示した。発粃S給与区の体重は700kgであり、粃米S給与区の694kgと同程度であった。また、両区の乾物摂取量およびルーメン内容液性状に顕著な差は認められなかった。

表5に尿中コルチゾールおよびコルチゾール/クレアチニン比を示した。発粃S給与区の尿中コルチゾールおよび尿の濃さを考慮したコルチゾール/クレアチニン比は、粃米S給与区と同程度であった。尿中コルチゾールは、客観的なストレス軽減の指標として、採血のストレスが伴う血中よりも短期的なストレス評価に使用され<sup>14)</sup>、ストレス環境下によりコルチゾールの数値が上昇する。本試験では、通常の飼養管理下における尿中コルチゾールの計測が未実施であるため数値の上昇に関する考察ができないが、消化試験期間中のハーネスや尿袋の装着によるストレス条件におけるコルチゾール/クレアチニン比に差が認められなかったこと等から、搾乳のない乾乳牛においては、GABAを含む発粃S給与によるストレス軽減は、認められなかった。

以上のことから、発芽粃米サイレージの消化率は、粃米に比べ粗蛋白質およびNDFが向上す

ることが明らかとなった。今後は、本試験より発芽粃米サイレージの配合割合を下げた飼料設計により、泌乳牛を用いた乳生産性について検討する。

#### 参考文献

- 1) 佐竹康明、岩田玲佳、三好大介、発芽処理した粃米サイレージの飼料特性および発酵品質について、愛媛県農林水産研究所畜産研究センター研究報告、第5号、p14-18、2020
- 2) 宮地 慎、野中和久、松山裕城、細田謙次、小林良次、品種および加工法が異なる飼料米の第一胃内分解特性、日本草地学会誌、56巻1号、p13-19、2010
- 3) 渡邊 潤、佐藤寛子、加藤真姫子、酒出淳一、秋田県で給与されるイネソフトグレインサイレージの飼料特性、秋田畜試研報、第27号、p1-6、2013
- 4) 矢内清恭、イネソフトグレインサイレージの収穫調製技術、島県畜産試験場研究報告、13号、p27-31、2005
- 5) 石田元彦、新編動物栄養試験法、養賢堂、p190-197、2001
- 6) 自給飼料研究会編、粗飼料の品質評価ガイドブック、(社)日本草地畜産種子協会、2009
- 7) 和田卓也、西村友佑、分離給与下での粃米サイレージ給与が乳牛の生産性に及ぼす影響、日本草地学会誌、63巻3号、p155-162、2017
- 8) 湯原千秋、笠井史子、石崎重信、泌乳牛への米ソフトグレインサイレージ給与の影響〈II〉、千葉県畜産総合研究センター研究報告、第12号、p1-6、2012
- 9) 浅井英樹、吉村義久、野中和久、飼料用米の加工および給与方法の違いが乾乳牛の消化性に及ぼす影響、岐阜県畜産研究所研究報告、9号、p35-40、2009
- 10) 独) 農業・食品産業技術総合研究機構編、日本標準飼料成分表、中央畜産会、2009
- 11) 阿部逸太郎、発芽玄米サイレージの反芻家畜における消化におよび影響、帯広畜産大学大

学院学位論文、2017

12) 房 家琛、堀口健一、高橋敏能、後藤正和、  
田中 治、アミノ酸副産液添加および発芽処理  
した粳米給与が牛における飼料の消化率および  
糞排泄率に及ぼす影響、日本草地学会誌、52 卷  
2号、p170-175、2006

13) 守谷直子、蔡 義民、草佳那子、石川哲也、  
石田元彦、吉田宜夫、窒素・堆肥の施用および  
乳酸菌の添加が飼料イネ「リーフスター」サイ  
レージの発酵品質におよぼす影響、日本草地学  
会誌、61 卷2号、p67-73、2015

14) 林 英明、新たな生理学的ストレス評価法  
とその応用、家畜栄養生理研究会報、Vol. 62、  
No. 2、p29-31、2018