

## 秋田県で給与されているイネソフトグレインサイレージの飼料特性

渡邊 潤・佐藤寛子・加藤真姫子・酒出淳一

## 要 約

イネソフトグレインサイレージ（以下イネ SGS）は、その破碎方法や調製形態により、飼料特性も異なるものと考えられる。そこで本研究では、秋田県で給与されている4種類のイネ SGS（ダイレクト処理、膨軟化処理 A、膨軟化処理 B、膨潤化処理）の飼料成分および第一胃内消失率を調査した。その結果、イネ SGS は、以下の飼料特性を示していた。

- ① 処理条件による養分の損失等は認められず、玄米、粳米と比較しても同等の栄養成分レベル。
- ② いずれも良好な発酵を示し、長期保管・利用。ダイレクト処理では無破碎でも乳酸発酵。
- ③ 膨軟化処理では、第一胃内での速やかな消失が認められ、ダイレクト処理および膨潤化処理では緩やかな消失パターンを示す。

## 緒 言

飼料自給率向上を図るため、国産濃厚飼料として飼料用米の生産利用が強く推進されている。秋田県の飼料用米作付け面積は、平成 21 年 127 ha、平成 22 年 747 ha、平成 23 年 1,848 ha と、この3年間で14倍以上に増加している。それと同時に、畜産農家における利用事例も広がっている。

飼料用米の長期保管方法の一つとして、イネの籾部分のみをサイレージ調製する、イネ SGS 調製技術があり、乾燥のコストがかからないことなどからも注目されている。著者らは、完熟期籾米を未破碎のままソフトグレインサイレージに調製する技術について報告（渡邊ら、2011）し、長期保管が可能であることを実証した。

しかしながら、イネ SGS と言っても、その破碎方法や調製形態は、利用者によって異なり、実際、秋田県内でも複数のイネ SGS が調製・給与されている。破碎状況は、ウシの消化性にとって大きく影響することが明らかになっており（宮地ら、2010）、それぞれのイネ SGS の飼料特性を把握し、飼料設計および実際の給与を行う必要があると考えられる。

そこで本研究では、秋田県でウシへ給与されて

いるイネ SGS の飼料成分および第一胃内消失率を調査した。

## 材料および方法

1. 秋田県で給与されているイネソフトグレインサイレージ：

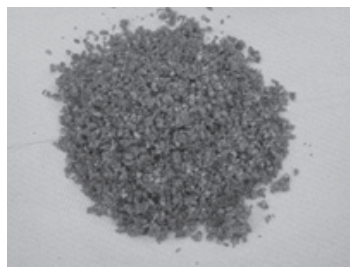
1) ダイレクト処理：水田圃場からコンバインで収穫された完熟期籾米を未破碎のままナイロン製内袋を装着したフレコンバックに、0.1% 乳酸菌（畜草 1 号；雪印種苗株式会社）を添加しながら封入。その後給与直前に飼料米粉砕機（デリカ・DHC-4000M）0.2 mm メッシュを通過したもの。

2) 膨軟化処理 A：ライスセンターに設置されている籾殻粉碎用プレスパンダーを用いて、膨軟化処理を施した後、フレコンバック封入したもの。

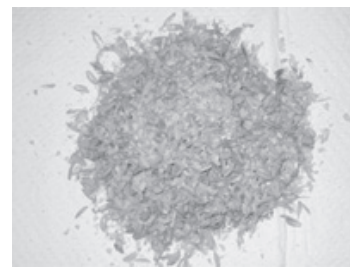
3) 膨軟化処理 B：2) とは同様の処理であるが、異なるライスセンターで調製したもの。

4) 膨潤処理：収穫した籾米より籾殻を取り除き、加熱蒸煮のちポリエチレン袋に封入したもの。

2. 飼料成分：「三訂版 粗飼料の品質評価ガイド



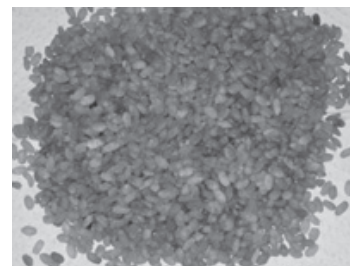
ア: ダイレクト処理



イ: 膨軟化処理 A



ウ: 膨軟化処理 B



エ: 膨潤化処理

写真1 秋田県で給与されているイネソフトグレインサイレージ  
(ア: ダイレクト処理, イ: 膨軟化処理 A, ウ: 膨潤化処理 B, エ: 膨軟化処理)

ブック」(日本草地畜産種子協会) 1 の飼料分析手法に従って、一般飼料成分(水分、粗灰分、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、NFE)、デタージェント繊維分画(中性デタージェント繊維:NDF、酸性デタージェント繊維:ADF)、酵素分析法(細胞壁物質:OCW、低消化性繊維:Ob)の他、発酵品質として、pH、揮発性塩基態窒素(VBN)、総蛋白質(T-N)そして、有機酸含量(乳酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸)を測定した。

また、サイレージの発酵品質について、pH、有機酸(VFA)組成およびV-scoreを調査した。

なお、ダイレクト処理については、短期保管(2ヶ月)と、長期保管(10ヶ月)の2開封時期を設定した。

3. 第一胃内消化率:ルーメンカニューレ装着牛(ホルスタイン種乾乳牛)を用い、ナイロンバック法(自給飼料利用研究会 2011)により第一胃内留置 3・6・12・24・48・72 時間の乾物消失率を算出した。

## 結 果

### 1. 飼料成分値:

- 1) 一般飼料成分:水分は、ダイレクト処理で20%、膨軟化処理および膨潤処理で約44%であった。粗灰分、粗繊維は、粃殻を含まない膨潤処理で1.2%、1.0%と他処理(粗灰分:約5%、粗繊維:約11%)にくらべ低い値であった。粗蛋白質は、6.5~7.8%であった。
- 2) デタージェント繊維分画:NDFは、ダイレクト処理で26.2%、膨軟化処理A、Bで約21%、膨潤処理28.8%であった。ADFは、ダイレクト処理および膨軟化処理で13.3~13.9%、膨潤処理で2.0%であった。
- 3) 酵素分析法:OCWは、ダイレクト処理で18.4%、膨軟化処理Aで20.3%、Bで16.3%、膨潤処理で12.3%であった。OBはダイレクト処理、膨軟化処理が15.4%~20.1%であり、膨潤処理で13.8%であった。

### 2. 発酵品質:

- 1) pH, VBN, T-N : pH は, ダイレクト処理の短期保管では, pH 6.40, ダイレクト処理・長期保管, 膨軟化処理および膨潤処理では pH 3.7 ~ 4.3 と低い値を示した.
- 2) 有機酸 (VFA) 組成および V-score : VBN は ダイレクト処理短期保管で 0.01, 長期保管で 0.03 であり, 膨軟化処理は 0.04, 膨潤化処理では検出されなかった. T-N は, 各処理とも 0.66 ~ 0.82 であった. 乳酸は, 膨軟化処理が最も高く 1.90%, 続いてダイレクト処理長期保管が 1.25% であった. ダイレクト処理短期保管が最も低く, 0.18% であった. プ

ロピオン酸および酪酸は, ほとんど検出されなかった. サイレージ発酵品質の評価方法の一つである V-score は, 各処理とも 98.0 ~ 100.0 で, 「良」であった.

### 3. 各SGSの乾物消失率:

第一胃内消失率: ダイレクト処理では, 留置3時間24.3%で, 経時的に増加し, 24時間では80.0%. 膨潤処理では, 留置3時間16.1%から徐々に増加し, 24時間で71.9%, 72時間で97.1%となった. 膨軟化処理では, 留置0時間のウォッシングロスの時点で, Aが67.4%, Bが50.4%と高い消失率を示し, ナイロンバックか

表1 イネソフトグレインサイレージの飼料成分

処理方法	水分	乾物中 (%)								
		粗灰分	粗タンパク質	粗脂肪	粗繊維	NFE	NDF	ADF	OCW	Ob
ダイレクト処理	20.4	5.5	6.5	2.7	10.6	74.7	26.2	13.9	18.4	17.8
膨軟化処理A	44.5	4.8	7.6	3.6	11.7	72.3	20.8	14.3	20.3	20.1
膨軟化処理B	44.5	6.2	7.8	2.7	12.1	71.2	20.5	13.3	16.3	15.4
膨潤化処理	43.1	1.2	7.5	2.6	1.0	87.7	24.2	2.0	12.3	13.8
参考										
日本標準飼料成分表	モミ	6.3	7.5	2.5	10.0	73.7	—	—	—	—
	玄米	1.6	8.8	3.2	0.8	85.6	—	—	—	—
	トウモロコシ	1.4	8.8	4.4	2.0	83.4	12.5	3.6	11.5	9.5

表2 イネソフトグレインサイレージの発酵品質

処理方法	pH	VBN	T-N	VFA(新鮮物中%)				V-score	評価
				乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸		
ダイレクト処理・短期保管	6.40	0.01	0.82	0.18	0.12	0.00	0.00	100.0	良
ダイレクト処理・長期保管	4.20	0.03	0.76	1.25	0.26	0.00	0.00	99.5	良
膨軟化処理A	3.73	0.04	0.66	0.56	0.17	0.00	0.00	98.8	良
膨軟化処理B	3.84	0.04	0.70	1.90	0.25	0.04	0.00	97.9	良
膨潤化処理	4.30	ND	0.70	0.55	0.45	0.00	0.00	98.0	良

NDは検出されず

らの流亡があったと考えられる。その後、留置48時間で、A78.4%、B72.5%で、ほぼ最大消失率

に達し、72時間では微増し、A79.0%、B75.5%に達した(図1)。

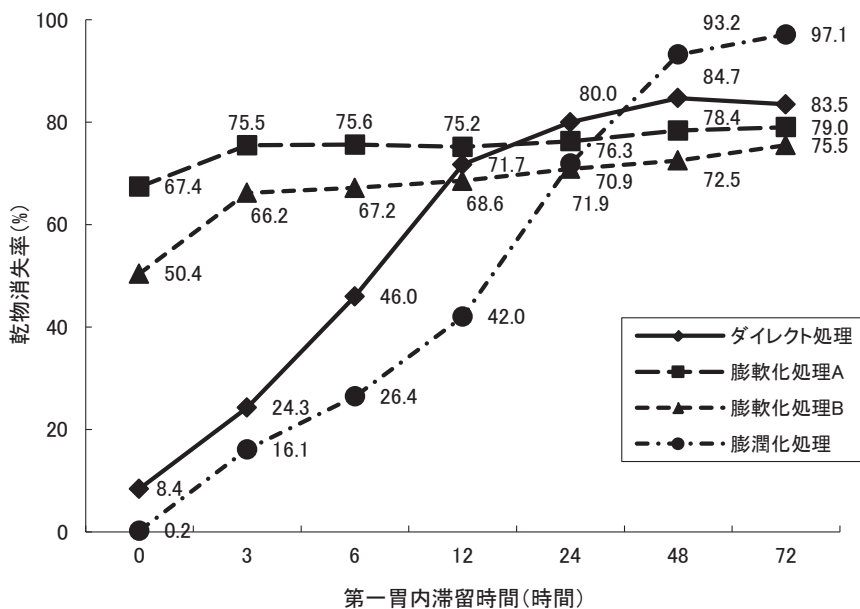


図1 第一胃内滞留時間と乾物消失率 (%)

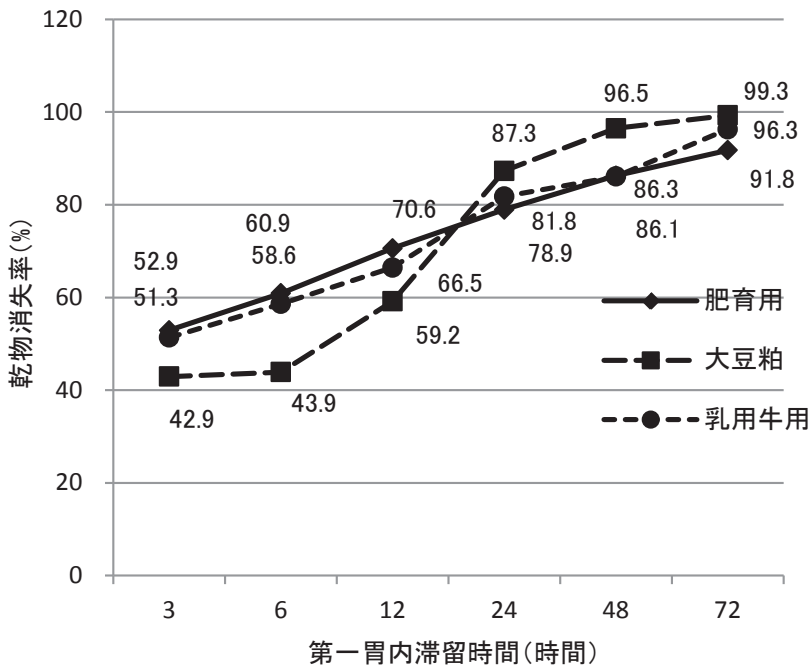


図2 市販配合飼料および大豆粕の乾物消失率 (%)

イネ SGS の消失パターンとの比較のために、市販の配合飼料および大豆粕の乾物消失率について、図 2 に示した。留置 3 時間で約 40–50% の消失率で、経時的に徐々に増加し、72 時間では、肥育用で 91.8%、乳用牛 96.3%、大豆粕 99.3% に達した。

## まとめと考察

### 1. まとめ

秋田県で給与されているイネソフトグレインサイレージは、①処理条件による養分の損失等は認められず、玄米、粳米と比較しても同等の栄養成分レベル。②いずれも良好な発酵を示し、利用されている。ダイレクト処理では無破碎でも乳酸発酵。③膨軟化処理では、第一胃内での速やかな消失が認められ、ダイレクト処理および膨潤化処理では緩やかな消失パターンを示す。

### 2. 飼料成分と発酵品質

一般飼料成分について、水分は、圃場から直接フレコンバックに封入したダイレクト処理が約 20% で、膨軟化処理および膨潤化処理で約 45% であった。この水分含量の差は、発酵促進のための加水や消化率向上のための蒸煮処理によるものと考えられる。乳酸菌の作用によりサイレージ化する際の、水分の最適条件は 50% とされていることから（配合飼料供給安定機構 2009）、完熟期の粳米を利用する際には、ダイレクト処理に認められた、20% の水分レベルから増加させる必要があると考えられる。そのほかの成分については、粳殻のついていないダイレクト処理、膨軟化処理と粳殻を外した膨潤化処理で異なっていた。特に大きいのは、粗灰分と粗繊維である。これは、粳殻に含まれるケイ酸や繊維成分に由来するものであり、粳殻の有無により、膨潤化処理では他処理にくらべ、粗灰分が 1/5、粗繊維が 1/10 となり、今後、多給技術が開発・確立される中で、難消化性である粳殻部分の扱いが課題となると考えられる。

デタージェント繊維分画において、粳殻のあるダイレクト処理と膨軟化処理を比較すると、NDF は、ダイレクト処理で 26%、膨軟化処理で約 20% と 6% の差が認められる。しかしながら、ADF レベルは同等であることから、NDF と ADF の差より求められる高消化性繊維の含量が、膨軟化処理で低下していると考えられる。この高消化性繊維はヘミセルロースであると考えられるが、低下の理由は処理方法にあると考えられる。膨軟化処理に用いられるプレスパンダーは、粳殻蒸砕膨軟装置とも呼ばれ、粳殻を高温・高圧処理することにより、繊維構造を破壊する（秋田県立大学木材高度加工研究所 2002）。この高温・高圧処理により、ヘミセルロースは、低分子化し、水可溶するとされ、溶出したものと考えられる。

酵素分析法では、膨潤化処理はダイレクト処理および膨軟化処理に比べ、OCW、Ob が低値を示し、粳殻の有無による差と考えられる。ここで、特徴的な違いが認められたのは、膨軟化処理 A と B において、OCW、Ob に約 5% の差が認められたことである。OCW には、Ob も含まれることから、この 5% の低下分は、Ob 由来と推測され、つまり酵素で分解される成分が膨軟化処理 B で増えていたと考えられる。Ob は、主にセルロースおよびリグニンであると仮定すると、セルロースは 240°C、リグニンは 420°C で熱分解されることから、プレスパンダーの能力によるものとも推測される。低消化性のものが少なくなる現象は、乾物摂取量および高栄養価につながることから今後検討したい。

### 3. 発酵品質

本試験において用いたイネ SGS では、いずれも良好な発酵が認められていたが、破碎処理を施さずに密封したダイレクト処理においても、長期間保存したものが pH 4.2 と、非常に良好な乳酸発酵していたことは有用な情報である。著者らは、前報（渡邊ら 2012）において、ダイレクト処理

にあたる完熟粳米の長期保管性について報告しているが、変質・腐敗はないものの、pHの低下は認められなかった。これは、破碎処理しないため発酵の基質となる炭水化物源を、乳酸菌が利用できないためであると推測された。しかしながら、本調査で示したダイレクト処理サンプルは、前年の10月に封入し、翌年の8月に開封したものであるが、良好な発酵時の熟れた果実臭であった。ダイレクト処理は、機械設備等の費用がかからず、また、コンバイン作業に併せて処理できる作業体系であることから、飼料用米の低価格化には欠かせない技術であると考えられる。ただし、秋に収穫し、気温が低下していく時期においては、依然として、pHが低下しないという課題が残っていることから、技術改善が求められる。

#### 4. 第一胃内乾物消失率

ダイレクト処理で調製されたイネSGSは、給与時に破碎処理を受けるが、破碎されたイネSGSのサイズは、約60%が2mm以上であった。このサイズは、反芻胃から飼料片を通過できる粒度の最大値である臨界粒度より大きいことから、まずは、第一胃内で消化を受けると考えられる。しかしながら、完熟期粳米の穀実部は、比重が重いため、第一胃内でも下層に位置すると考えられ、実際の滞留時間については不明である。

膨軟化処理は、ナイロンバック法により、ウォッシングロス計測時に、浸水させた際に水が強く白濁し、重量も40-50%低下した。ナイロンバック法で、用いたナイロンバックの目開きは53 $\mu$ mであり、膨軟化処理を経たイネSGSは実に微細であると推測される。このことから、採食直後からルーメン内容液に懸濁した状態と考えられる。この状態が急激なアシドーシスを誘引する可能性も

あると考えられるが、一方で、液体に懸濁した状態では、速やかに下部消化管へ移行することが知られていることから(亀高ら1994)第一胃バイパス率が高まる可能性もある。この点については、給与技術に大きく影響することから飼養試験からの解明が求められる。

膨潤処理は、玄米の形状がしっかり残っていた。発芽処理や玄米の籾殻を外した状態では、ルーメン内消化率は10%程度とされており、ダイレクト処理と同様に、ルーメン内滞留時間の解明と未消化排泄の有無を飼養試験から確認する必要がある。

#### 文 献

- 秋田県立大学木材高度加工研究所. 2002. コンサイス木材百科. pp160-161. 秋田.
- 亀高正夫. 1994. 改訂版基礎家畜飼養学. pp231-237. 養賢堂. 東京.
- 社団法人配合飼料供給安定機構. 2009. エコフィードを活用したTMR製造利用マニュアル. pp111-117.
- 自給飼料利用研究会. 2009. 三訂版粗飼料の品質評価ガイドブック. pp6-25, pp67-68. 東京.
- 宮地慎, 野中和久, 松山裕城, 細田謙次, 小林良次. 2010. 品種および加工方法の異なる飼料米の第一胃内分解特性. 日本草地学会誌 56(1), 13-19.
- 渡邊潤, 佐藤寛子, 加藤真姫子, 酒出淳一, 植村鉄矢. 2012. 完熟期収穫粳米サイレージの破碎処理が第一胃内消化性に与える影響. 秋田県農林水産技術センター畜産試験場研究報告 26, 1-6.