

奥越地域における立毛乾燥手法を用いた生粳長期保存技術の実証

(第2報)

池田 直史・笹木 教隆

要 約 圃場で稲を一定期間乾燥させる立毛乾燥と、乳酸菌の添加を組み合わせて生粳を屋外で長期間保存することが可能かどうか検討するため、屋外で長期間保存した後の保存性を調査し、併せて、乳牛への給与による生産性と繁殖性への影響について調査を行った。屋外保存試験では、品種、粳水分の異なる5試験区〈①北陸193号(水分20.7%)、②夢あおば(17.5%)、ハナエチゼン③A区(16.7%)、④B区(17.5%)、⑤コシヒカリ(15.8%)〉を内袋入りフレコンバッグに充填し、屋外で平積みにして13か月まで保存し、一般成分、発酵品質、カビについて調査した。給与試験では、濃厚飼料を粳米で代替し、乳量と乳質、繁殖成績への影響を調査した。その結果、屋外保存13か月間で一般成分の変化や腐敗は見られず、①、②区で夏季に発酵が見られた。発酵が見られた④区と、見られなかった②区は貯蔵前の粳水分は同じであったものの、貯蔵中に内袋上部の粳水分が②区：26.5%、④区：22.5%と高かった。②区では④区に比べ、貯蔵前の水分のばらつきが大きかったことが内袋上部の粳水分に影響を与えたと考えられた。カビについては⑤区以外では内袋上部に白カビが確認されたものの、全区でカビ毒は未検出であった。乳牛への給与試験では乳量と乳質、繁殖成績に影響は見られなかった。

キーワード：立毛乾燥、乳酸菌、飼料用米、粳米

緒 言

近年、輸入穀物価格が高騰し、それに伴う飼料価格の上昇が畜産経営を圧迫している。一方、水田農業においては、食用米の生産調整で増加している遊休水田や条件不利地の有効活用が求められており、濃厚飼料の代替となる飼料米の生産と利用が推進されてきた。

従来の飼料用粳米の保存は、乾燥粳米かイネソフトグレインサイレージ（以下イネSGS）が主であるが、乾燥粳米では機械乾燥させるため乾燥経費と保存場所の確保が必要であり、食用米への混入防止のために機械の清掃等も必要となるなどの問題がある。一方、イネSGSでは乳酸菌や糖みつ等の添加や水分調整の労力、カビの発生が問題となっており、重量やハンドリングの悪さ等の課題も県内の畜産農家への普及を妨げる要因となっている。

池田ら（2015）は、圃場で稲を一定期間乾燥

させる立毛乾燥と乳酸菌を添加し内袋入りのフレコンバッグで生粳のまま屋内で保存することによって、乾燥粳米やイネSGSよりも低コスト、かつ省力化させることが可能であると報告した。

しかしながら、家畜に周年給与する場合は1年以上の保管が必要であり、必要分の飼料米を屋内で保存するには施設が必要となる。本報告では、立毛乾燥と乳酸菌を添加した生粳を内袋入りのフレコンバッグを用いて、屋外での保存が可能であるかを検討するとともに、保存後の粳米給与が乳牛に与える影響について調査した。

材料および方法

試験1：立毛乾燥生粳の屋外長期保存試験

1) 試験方法

2015年5月より福井県奥越地域（大野市）の圃場において稲の栽培を行い、立毛乾燥し9月から順次収穫した生粳に乳酸菌（サイマスター

AC, 雪印種苗, 北海道) を添加しながら、フレコンバッグ内に入れた塩化ビニール製内袋(2100mm×4000mmH×0.10mm厚)に600～700kgずつ密封し屋外で保存後、定期的にサンプリングを行った。

供試品種と水分量は試験区①北陸193号が20.7±1.19%、②夢あおばが17.5±0.89%、③ハナエチゼンAが16.7±0.51%、④ハナエチゼンBが17.5±0.26%、立毛乾燥中に倒伏したため機械乾燥を行った⑤コシヒカリで15.8%であった。(表1) 籾水分は刈取時に圃場の中庸な稲株の全籾を採取し、水分計を用いて測定し平均を算出した。

表1. 各品種の水分と保存条件

品種	水分量(%)	備考
北陸193号	20.7±1.19	
夢あおば	17.5±0.89	
ハナエチゼンA	16.7±0.51	
ハナエチゼンB	17.5±0.26	
コシヒカリ	15.8	倒伏したため機械乾燥

2) 調査項目

採取したサンプルについては、一般成分(粗タンパク、粗脂肪、粗繊維、ADF、NDF)、有機酸(乳酸・酢酸・プロピオン酸・酪酸)、揮発性塩基態窒素(VBN)、カビ毒(アフラトキシン)、白カビの有無を調査した。

有機酸は試料15g(DM)を採取し、蒸留水140mlを加えてホモジナイズ後に、5Aろ紙を用いてろ過し、ろ液をイオン交換樹脂(Amberlite IR120B H AG, オレガノ株式会社, 東京)を用いて処理し、遠心分離(3000rpm×10分間)後、その上澄み液を孔径0.45μmのフィルターでろ過し、分析試料とし、高速液体クロマトグラフによる有機酸分析に供した。有機酸分析はクロマトグラフ分析装置(HPLC10A, SHIMADZU, 京都)を用いて分析した。測定条件は以下に示す。

- (1) カラム: Shim-pack SPR-H(SHIMADZU)
- (2) 検出器: CDD-6A
- (3) 移動相: 0.1mM/L過塩素酸水溶液
- (4) 流量: 1.0ml/min
- (5) カラム温度: 50℃

VBNは有機酸を測定した物と同様のろ液を試

料とし、ケルダール窒素/蛋白質量分析装置(Kjelte2300, Foss Japan, 東京)を用いて水蒸気蒸留法で行った。

カビ毒(アフラトキシン)はAgraQuant Afla(Romer Labs,)を用いて酵素固定化免疫測定法で行った。白カビは目視による確認で行った。

試験2: 立毛乾燥生籾給与試験

1) 試験方法

繋養している泌乳牛を用い、約1か月間ならし給与した後、濃厚飼料2kgを籾米2kgと代替し、分離給与した。給与した籾米は試験1で調製、保存し、粉砕機(2号製粉機, 株式会社丸七製作所, 東京)で粉砕したものをを用いた。給与は2016年11月から開始し、給与前後で比較した。

2) 調査項目

飼料籾米給与前後の牛群検定の結果と聞き取り調査から、給与前後の標準乳量、乳質(乳脂率、蛋白質率、無脂固形分率、MUN、体細胞率)、繁殖成績についての調査を行った。繁殖成績は2016年7月より農家の繁殖改善のためCIDR等を用いたため6月での結果で比較を行った。

結 果

試験1: 立毛乾燥生籾の屋外長期保存試験

長期保存後の一般成分の変化については保存直後と保存後13か月の間で粗タンパク質、粗脂肪、粗繊維、ADF、NDFの項目で差は見られなかった。(表2)

また、試験区①と②では保存8か月では、有機酸の産生は見られなかったものの、10か月では乳酸と酢酸の産生が見られた。試験区③・④・⑤区では保存13か月においても有機酸の産生は見られず、発酵は見られなかった。全区で酪酸発酵は見られず、VBNは①と③区で見られたもの、腐敗や不良発酵を示すものではなかった。(表3)

カビ毒はすべての区で検出限界(1ppb)以下となった。白カビについては、⑤区以外で内袋上部の籾米に発生し、粉砕機に詰まる等の問題が発生した。

試験2：立毛乾燥生糶給与試験

標準乳量は給与前で31.4 kg/頭、給与後が30.0 kg/頭であり、乳質は給与前後で影響は

見られなかった。(表5) 繁殖成績については、平均種付け、初回種付け日数、経産JMRで有意な差は見られなかった。(表6)

表2. 一般成分分析結果

品種	水分(%)	保存期間	粗タンパク(%)	粗脂肪(%)	ADF(%)	NDF(%)
①北陸193号	20.7±1.19	0か月	7.2	2.5	9.8	16.5
		13か月	7.7	2.6	9.7	17.0
②夢あおば	17.5±0.89	0か月	6.3	2.6	11.7	18.1
		13か月	6.8	2.5	12.5	18.7
③ハナエチゼンA	16.7±0.51	0か月	8.2	2.7	12.5	18.0
		13か月	8.2	2.7	11.8	18.3
④ハナエチゼンB	17.5±0.26	0か月	8.0	2.2	10.2	15.7
		13か月	7.9	2.6	9.6	15.6
⑤コシヒカリ	15.8	0か月	7.1	2.1	9.2	16.3
		13か月	7.2	2.5	10.2	15.7

表. 3 各品種の発酵品質について

	水分(%)	保存期間	乳酸(%)	酢酸(%)	酪酸(%)	VBN (mg/100g)	内袋上部の 糶水分(%)
①北陸193号	20.7±1.19	8か月	0.02	0.05	0.01	17.1	
		13か月	0.30	0.16	0.00	21.3	27.4
②夢あおば	17.5±0.89	8か月	0.06	0.03	0.01	3.5	
		13か月	0.33	0.09	0.00	9.3	26.5
③ハナエチゼンA	16.7±0.51	8か月	0.00	0.01	0.00	24.8	
		13か月	0.00	0.01	0.00	27.4	21.0
④ハナエチゼンB	17.5±0.26	8か月	0.00	0.00	0.00	2.0	
		13か月	0.04	0.02	0.00	2.3	22.5
⑤コシヒカリ	15.8	8か月	0.00	0.00	0.00	0.0	
		13か月	0.00	0.00	0.00	0.0	18.5

表4. 給与前後の乳量、乳質について

	標準乳量 (kg/頭)	乳脂率 (%)	蛋白質率 (%)	無脂固形 分率(%)	MUN (mg/dl)	体細胞数 (千/ml)
給与前	31.4	3.88	3.24	8.66	8.12	503
給与後	30.0	3.79	3.35	8.81	7.58	374

表5. 繁殖成績

	期間	平均種付回数	初回種付日数	経産JMR(日)
給与前	H27.6~10	2.4	83	92
給与後	H27.11~H28.6	3.2	85	83

考 察

1. 屋外での長期保存が一般成分、発酵品質に与える影響について

長期保存後の一般成分の変化については保存直後と保存後13か月の間で差は見られず、発酵品質についてはばらつきが見られた。

発酵品質については試験区①・②では長期保存で有機酸の産生が見られたが、試験区③・④・⑤区では保存13か月においても有機酸の産生はほとんど見られず、発酵は確認されなかった。試験区②・④区では刈取り時の平均水分は17.5%と同程度だが、②区では発酵したものの、④区では見られなかった。

金谷ら(2011)の報告では、乾燥粳米を用いて水分が22%、27.9%になるように加水したものを密封保存した場合、保存1か月で乳酸の産生量がそれぞれ0.02%、0.12%となった。この結果は、試験区②、④の内袋上部の水分(②:26.5% ④:22.5%)と乳酸の産生(②:0.33% ④:0.04%)の関係と一致した。また、石橋ら(1971)は穀物において温度勾配や穀物の呼吸作用によって水分が局部に蓄積すると説明している。本試験においても、試験区②は④区と比較して圃場での粳水分のばらつきが大きく、屋外保存で温度差が大きかったことで内袋上部に水分が蓄積して発酵が見られたと考えられる。

白カビについては、湯原ら(2012)はフレコンバックで密封保存した粳SGS(水分26.9%)の上面表部に白カビが発生したと報告している。本試験では粉碎前の粳米で保存しており、報告よりも低水分でありことからカビの発生リスクは低いと考えられたが、内袋上部の水分が上昇したことでカビが発生したと考えられる。

これらの結果より、収穫時の粳水分は18%以下まで低下させ、圃場での水分のムラが少ないことを確認したうえで収穫し内袋内の水分の上昇を抑制すること、掃除機を用いた脱気密封や内袋の口を折り曲げて閉めることを徹底し袋内の空気を排除し、カビの発生を抑制する必要がある。

2. 屋外保存後の粳米給与の影響について

乳牛への給与試験では乳量・乳質は給与前後で変化はなく、繁殖成績についても影響は見られなかった。飼料用米の生産・給与技術マニュアル<2016年度版>では「泌乳牛に対し一般的に利用可能な飼料用米の配合水準」としては、飼料乾物中に25%までを推奨している。

また、和田ら(2013)は分離給与で粳米を濃厚飼料の60%(飼料全体の34%)まで多給しても、乾物摂取量、乳量、乳成分に影響を及ぼさないと報告している。本試験における一頭当たりの粳米の給与量は乾物で濃厚飼料の15~21%程度(飼料全体の8~9%程度)であり、これらの報告と比較すると低い値であり、影響も少なかったと推測される。

文 献

- 池田直史・近藤守人・笹木教隆. 立毛乾燥と乳酸菌添加を組み合わせた飼料用稲生粳の長期保存法に関する研究. 福井県畜産試験場研究報告, 14-18. 2015
- 石橋貞人・田中俊一郎. 米の品質と乾燥および貯蔵の原理. 農業機械学会誌, 312-322. 1971
- 金谷千津子・大川内康郎・国吉誠・吉野英治・丸山富美子. イネ穀実サイレージの実用的調製方法. 富山県農林水産総合技術センター畜産研究所研究報告, 23-26. 2011
- 加藤雄久. 生粳の貯留性. 農業機械学会誌, 515-518. 1979
- 農業・食品産業技術総合研究機構編. 飼料用米の生産・給与技術マニュアル2016年度版
- 和田卓也・森永史昭・佐藤智之・加藤信正・吉田茂昭乳牛における給与蛋白質水準が泌乳性に及ぼす影響(第3報)―飼料用玄米を活用した低蛋白質飼料の効果―. 福井県畜産試験場研究報告24, 1-5. 2011
- 和田卓也・森永史昭・加藤信正. 乳牛における給与蛋白質水準が泌乳性に及ぼす影響(第4報)―飼料イネを活用した低蛋白質飼料の泌乳中後期牛への影響―. 福井県畜産試験場研究報告, 14-18. 201
- 湯原千秋・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(3). 千葉県

畜産総合研究センター研究報告, 9-14.
2013

An actual study on the preservation technologies of unhulled rice by field drying method in Okuetsu area in Fukui

Naofumi Ikeda, Kiyotaka Sasaki

Abstract

The object of this study was to investigate the potential of the preservation technology which combined field drying method, that rice was dried in field for a while, and addition of lactic acid bacteria, by examining preservability of rice preserved outside for long time and influence on productivity and fertility by feeding this rice. There were five test groups differed by variety of rice and moisture content; 1.Hokuriku 193 (moisture 20.7%), 2.Yumeaoba (17.5%), 3.Hanaechizen A (16.7%), 4.Hanaechizen B (17.5%), 5.Koshihikari (15.8%). The rice of each group was filled in flexible container bag with plastic bag inside, preserving outside for 13 months. General component, fermentation quality and influence of mold were examined. This rice was fed instead of concentrate feed, and the effects of this rice on the quantity and quality of milk, and fertility were examined. As the results, any change in general component and decomposition could not be seen whereas fermentation could be seen in the group 1 and 2 in summer. The group 4, which fermentation could be seen, and the group 2, which could not, showed the equal moisture content before preservation, and the moisture contents of rice in the upper part of bag of the group 2 and 4 became higher during preservation; 26.5% and 22.5% respectively. The group 2 showed larger difference in moisture content of rice within the bag before preservation than 4, and this might affect the moisture content of rice during the preservation. Any mycotoxin was not detected although mold could be found in the upper part of the bag of all groups except 5. There was no influence on the quantity and quality of milk, and fertility.

Keyword: field drying, lactic acid bacteria, forage rice, unhulled rice