

飼料イネロールベールサイレージの発酵品質に及ぼす刈取方法の影響

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	百瀬, 義男 原, 拓夫 土屋, 学 ほか2名,
巻/号	51巻4号
掲載ページ	p. 408-411
発行年月	2006年1月

飼料イネロールベールサイレージの発酵品質に及ぼす刈取方法の影響

百瀬義男・原 拓夫*・土屋 学**・袖山栄次***・渡辺晴彦

長野県畜産試験場 (399-0711 長野県塩尻市片丘 10931-1)

* 前長野県畜産試験場 (399-0711 長野県塩尻市片丘 10931-1)

** 長野県農業総合試験場 (381-1211 長野市松代町大室 2206)

*** 長野県農事試験場 (382-0051 長野県須坂市八重森下沖 610)

受付日: 2005年4月20日/受理日: 2005年9月20日

キーワード: 飼料イネ, 発酵品質, ロールベール。

Effects of Cutting Device of Roll Baler on the Fermentation Quality of Rice Whole Crop Silage

Yoshio Momoze, Takuo Hara*, Manabu Tsuchiya**, Eiji Sodeyama*** and Haruhiko Watanabe

Nagano Animal Industry Experiment Station, Shiojiri, Nagano 399-0711, Japan

* Formerly Nagano Animal Industry Experiment Station, Shiojiri, Nagano 399-0711, Japan

** Nagano Agricultural Research Center, Nagano 381-1211, Japan

*** Nagano Agricultural Experiment Station, Shuzaka, Nagano 382-0051, Japan

Key words: Fermentation quality, Round baler, Whole crop rice.

緒 言

イネの畜産への利用が積極的に図られる中、収穫調製は2種類の自走式カッシングロールベール方式(以下、フレール型専用収穫機、コンバイン型専用収穫機)と飼料作物収穫用機械(以下、モーア・ロールベール体系)を汎用利用した体系が普及技術として定着しつつある。フレール型専用収穫機は、フレールモーアで刈取るためコンバイン型専用収穫機のレシプロモーアや飼料作物収穫用機械のロータリモーアと比較して圧砕効果が期待できる刈取機構になっていることが知られている(吉田ら2002)。したがって、フレールモーアは、イネ体の堅固な中空構造を破壊し、残存空気を少なくして、サイレージ調製時の乾物密度を高めて乳酸発酵を促進することが期待される。著者らは、先に熟期を違えたイネ品種「アキチカラ」、「ほそおもて」、「いなひかり」を切断長と細切方法を変えてサイレージ調製した結果、設定切断長が10mmのシリンダ式が設定切断長15mmおよび150mmのフライホイール式と比較して発酵品質が優れることを明らかにした(百瀬ら2005)。

本試験では、刈取方法の違いが飼料イネロールベールサイレージの発酵品質に及ぼす影響を現地実証事例から検討した。

材料と方法

1. 飼料イネロールベールサイレージの調製条件

供試したロールベールサイレージは、長野県内4ヶ所(立科町、駒ヶ根市、宮田村、伊那市)の水稲生産農家15軒において、2000-2002年の3ヶ年間に生産、調製されたものを用いた。刈取方法は、フレール型専用収穫機、コンバイン型専用収穫機、モーア・ロールベール体系(カッシング機能なし)の3種類で、それぞれ13、9、10個のロールベールサイレージを調製した。供試品種は、各地域の生産農家の栽培品種「コシヒカリ」、「ほそおもて」、「クサホナミ」、「はまさり」、「トドロキワセ」の5品種で収穫時期は乳熟-成熟期直前のものであった。また、品種毎のロールベール数は、それぞれ18、7、5、1、1個で刈取方法との組み合わせはまちまちであった。なお、乳熟-糊熟期に収穫したモーア・ロールベール体系は、ほ場内で刈取後1-2日程度予乾処理したが、自走式カッシングロールベール方式ではダイレクトカット収穫した。

2. サイレージ発酵品質の分析と評価

ロールベールサイレージの発酵品質は、調製後40日以降に開封し、開封後直ちにサンプリングして測定した。サンプリング部位は、フレール型専用収穫機の場合、ロールベールの縁から20cm中に入った1ヶ所から採取した。コンバイン型専用機械は、株元側と穂部側のそれぞれ1ヶ所ずつ、縁から20cm中に入った部分から採取した。モーア・ロールベール

ラ体系は、ロールベールの縁から 20 cm 中に入った 2ヶ所から採取した。

サイレージ水分含量は新鮮サンプル約 500 g を 70°C, 48 時間通風乾燥して測定した。サイレージ抽出液の pH および有機酸（乳酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸）含量は、新鮮サンプル 60 g を蒸留水 120 cc に冷所で 1 晩浸漬し、No5A のろ紙でろ過しろ液を用いて分析した。pH はガラス電極 pH メーター（東亜電波工業株式会社製, HM-30S）、サイレージ有機酸含量は高速液体クロマトグラフ（島津製作所製, LC-6 A シリーズ, 分析用カラムは Shodex RSpak KC-811）で分離定量し、塩基態窒素は水蒸気蒸留法（蔡 2001）で定量し、全窒素含量に対する割合（以下 VBN/T-N で示す）で示した。また、サイレージのフリーク評点と V スコアは榎木（2001）に従って算出した。

乾物密度はロールベール個々の重量を測定し、容積を測定し乾物率から算出した。

フレール型専用収穫機で収穫されたサイレージ細切片（長片側および短片側）の長さは、「コシヒカリ」と「ほそおもて」について、それぞれ新鮮物約 100 g を採取し、長片側が籾殻長片側より長い個体について長さを計測した。コンバイン型専用収穫機で収穫されたサイレージ細切片（長片側および短片側）の長さは、「コシヒカリ」と「ほそおもて」について、株元側と穂部側からそれぞれ新鮮物約 200 g を採取し、すべての個体について長さを計測した。モーア・ロールベール体系で収穫されたサイレージ細切片（短片側のみ）の長さは、2つの「コシヒカリ」ロールからそれぞれ新鮮物約 200 g を採取し、すべての個体について長さを計測した。乾物率と、のべの長さから単位乾物重あたりの細切片（長片側）の長さを求めた。

統計処理は最小二乗分散分析（Harvey 1987）により解析した。

結果と考察

サイレージの発酵品質は、刈取方法によって大きく異なり、pH、乳酸、総酸含量において有意差が認められた（ $P < 0.05$ ）。フレール型専用収穫機によるサイレージ調製では、乳酸および総酸含量は有意に高く、VBN/T-N が最も低いことからフリーク評点および V スコアが高い傾向が認められた（表 1）。また、モーア・ロールベール体系のフリーク評点は、フレール型専用収穫機とコンバイン型専用収穫機の中位であった。しかし、いずれの体系でも酪酸や VBN/T-N が低く V スコア 84 以上の優れた品質であった（表 1）。

ロールベールサイレージの平均切断長（短片側）は、フレール型専用収穫機 10.7 mm、コンバイン型専用収穫機 5.0 mm、モーア・ロールベール体系 7.1 mm であり、切断長区分パターンにも違いが認められた。すなわち、10 mm 以下区分の割合はそれぞれ 68.4%、91.9%、82.4% とフレール型専用収穫機が最も少なかったのに対して、11-50 mm までの 10 mm 区分毎の変異は、2.5-15.4%、0.3-5.6%、1.1-10.7% とフレール型専用収穫機が最も多くなった。フレールモーアはレシプロモーアやロータリモーアより幅広く縦裂きすることが観察された（表 2）。

また、2種類の自走式カッティングロールベールにより調製されたロールベールサイレージの平均切断長（長片側）は、フレール型専用収穫機 75.5 mm、コンバイン型専用収穫機 106.4 mm であった。また、フレール型専用収穫機とコンバイン型専用収穫機による切断長区分パターンにも違いが認められた。すなわち、10 mm 以下区分の割合はそれぞれ 23.8%、8.4%、101-200 mm 区分も 12.4%、30.7% とフレールモーアはレシプロモーアより細切することが観察された。したがって、サイレージ単位乾物重あたりの細切片（長片側）の長さは、フレール型専用収穫機 417 cm/g DM、コンバイン型専用収穫機 189 cm/g DM、モーア・ロールベール体系 117 cm/g DM と有意差が認められた。

表 1. 飼料イネロールベールサイレージにおける刈取方法とサイレージ発酵品質の関係。

成分	収穫機械・刈取方法		
	フレール型 (フレールモーア) 13 ¹⁾	コンバイン型 (レシプロモーア) 9	モーア・ロールベール体系 (ロータリモーア) 10
水分 (%) ²⁾	65.0 ^a (69.2, 54.7) ³⁾	62.2 ^a (72.4, 30.6)	57.1 ^b (62.8, 51.6)
pH	4.09 ^c (4.55, 3.69)	5.18 ^a (5.90, 4.21)	4.69 ^b (4.96, 4.29)
乳酸 (%) ²⁾	0.97 ^a (1.59, 0.59)	0.22 ^c (0.66, 0.00)	0.46 ^b (0.95, 0.23)
酢酸 (%) ²⁾	0.18 (0.35, 0.10)	0.15 (0.35, 0.08)	0.19 (0.30, 0.13)
酪酸 (%) ²⁾	0.03 (0.13, 0.00)	0.08 (0.34, 0.00)	0.02 (0.04, 0.01)
総酸 (%) ²⁾	1.17 ^a (1.69, 0.80)	0.44 ^c (0.77, 0.11)	0.66 ^b (1.07, 0.40)
VBN/T-N (%) ²⁾	3.75 (6.40, 1.90)	4.29 (7.90, 0.02)	3.91 (5.30, 1.95)
V スコア	98 ^a (100, 89)	94 ^b (100, 84)	98 ^a (99, 96)
フリーク評点	84 ^a (99, 42)	48 ^b (100, -4)	66 ^{ab} (100, 29)

同一行内の異文字間で有意差あり（ $P < 0.05$ ）。

¹⁾ ロールベールサイレージ個数 (n)。

²⁾ 新鮮物中。

³⁾ カッコ内の数値は最大値と最小値を示す。

表 2. 飼料イネロールベールサイレージにおける刈取方法と切断長分布, 単位乾物重あたりの細切片の長さ, 乾物密度の関係.

	収穫機械・刈取方法		
	フレール型 (フレールモーア)	コンバイン型 (レシプロモーア)	モーア・ロールベール体系 (ロータリモーア)
短片側切断長分布 (%)			
≤10 mm	68.4	91.9	82.4
11-20 mm	15.4	5.6	10.7
21-30 mm	8.8	1.6	3.0
31-40 mm	3.1	0.3	1.9
41-50 mm	2.5	0.5	1.1
51-60 mm	0.8	0.2	0.9
61-70 mm	0.3	0.1	0.0
71-80 mm	0.6	0.0	0.0
81 mm ≤	0.1	0.0	0.0
平均切断長 (mm)	10.7±9.8 ¹⁾	5.0±3.2	7.1±6.9
調査個数	1,146	1,277	569
長片側切断長分布 (%)			
≤10 mm	23.8	8.4	— ²⁾
11-20 mm	9.2	7.8	—
21-30 mm	10.7	7.2	—
31-40 mm	8.1	5.4	—
41-50 mm	7.0	4.7	—
51-60 mm	6.7	5.2	—
61-70 mm	3.9	5.4	—
71-80 mm	3.4	5.9	—
81-90 mm	2.7	4.4	—
91-100 mm	1.8	3.2	—
101-200 mm	12.4	30.7	—
201-300 mm	6.0	7.0	—
301 mm ≤	4.3	4.7	—
平均切断長 (mm)	75.5±95.9 ¹⁾	106.4±96.4	—
調査個数	1,583	1,418	—
単位乾物重あたりの細切片 (長片側) の長さ (cm/gDM)	416.5 ^a	189.0 ^b	116.7 ^c
乾物密度 (kgDM/m ³)	175 ^a (190, 140) ³⁾	127 ^b (143, 100)	142 ^b (167, 112)

同一行内の異文字間で有意差あり (P<0.05).

¹⁾ 平均値±標準偏差.

²⁾ モーア・ロールベール体系はカッティング機能なしであるため長片側切断長分布は未調査.

³⁾ カッコ内の数値は最大値と最小値を示す.

さらに、フレール型専用収穫機の乾物密度は 140-190 kg/m³ で、コンバイン型専用収穫機の 100-143 kg/m³ およびモーア・ロールベール体系の 112-167 kg/m³ より高く、フレール型専用収穫機とコンバイン型専用収穫機およびモーア・ロールベール体系の間で有意差が認められた (表 2)。

一般にサイレージ調製では踏圧の程度が高まるほど密に埋蔵されるため品質は向上する (須藤 1971)。切断が原料草汁液の早期滲出を促し初期の乳酸発酵が促進されること (高野ら 1964; 目谷 1970; 須藤 1971), その結果, 酪酸発酵が抑制されること (大山 1971; 須藤 1971) は良く知られた事実である。さらに、イネサイレージに関する既報 (伊藤ら 1985) では、コーンハーベスタ (設定切断長 7mm) で収穫し、3m³ の塔型サイロに調製した乾物密度 (206.6 kg/m³) は、自脱コンバインを改良し自走式収穫機を用いた場合 (設定切断長 15

mm, 乾物密度 160.0 kg/m³; 設定切断長 32 mm, 乾物密度 133.0 kg/m³) よりも高く、シリング式で細切されるため 10 mm 以下に切断された割合が高く、pH が低下してフリーク評点が優れたと報告している。また、フレール型専用収穫機はコンバイン型専用収穫機より乾物密度が高くなり、pH が低下して乳酸含量が増加し、乳酸発酵が促進されることも報告されている (吉田ら 2002)。したがって、本試験でも伊藤ら (1985) の結果と一致し、フレール型専用収穫機を用いると乳酸含量が増加して pH が低下し、フリーク評点の改善も期待できることが示唆された。

このことは、フレールモーアの破碎効果によりイネ茎葉部の空隙率を減少させ、残存空気を排出し、結果として乾物密度が高まったことや短く細切され、原料草汁液の細胞壁外への滲出を促したことが影響したと考えられる。

なお、本試験は「コシヒカリ」等の食用品種を主体に調査した結果であり超多収の専用品種について今後検討する必要がある。

謝 辞

本原稿をまとめるにあたり、御助言御指導いただいた埼玉県農林総合研究センター畜産研究所（現在、畜産草地研究所上席研究官）吉田宣夫博士、三重大学生物資源学部教授後藤正和博士に感謝します。

引 用 文 献

蔡 義民（2001）改訂粗飼料の品質評価ガイドブック（自給飼料品質

評価研究会編），（社）日本草地畜産種子協会，東京，p36-42
Harvey, W R (1987) User's guid for LSMLMW PC-1 version, USDA
伊藤信雄・原城 隆・名久井忠（1985）東北農業研究 37：187-188
榎木茂彦（2001）改訂粗飼料の品質評価ガイドブック（自給飼料品質
評価研究会編），（社）日本草地畜産種子協会，東京，p91-101
目谷義大（1970）日草誌 16：275-278
百瀬義男・原 拓夫・土屋 学・中澤伸夫（2005）日草誌 51：190-
194
大山嘉信（1971）日畜会報 42：301-317
須藤 浩（1971）サイレージと乾草，養賢堂，東京，p8-28, 62-72
高野信雄・三股正年・渡会 弘・厚海忠夫・宮下昭光・山下良弘・
河野敬三郎（1964）畜産の研究 18：1169-1172
吉田宣夫・春日政夫・山井英喜・青山達也・蔡 義民・藤田泰仁
（2002）日草誌 48（別）：186-187