農研機構
NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

ロールベールサイレージの細断，再貯蔵がその後の発酵品質に及ぼす影響

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): Silo, Re-ensiling, Fermentative quality, Round bale silage 作成者: 河本, 英憲, 佐竹, 康明, 張, 建国, 青木, 康浩, 加茂, 幹男 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001971

ロールベールサイレージの細断，再貯蔵がその後の発酵品質に及ぼす影響

河本英憲・佐竹康明[1)]・張　建国・青木康浩・加茂幹男

家畜生産管理部

[1)] 愛媛県農林水産部

要　約

ロールベールサイレージの利用性を改善することを目的として，細断して気密性の優れたサイロに再貯蔵する方法を検討した。平均水分62.0%（軽予乾区）および48.9%（強予乾区）のイタリアンライグラス２番草ロールベールサイレージを切断長10cm程度に細断してドラム缶サイロに再貯蔵した。その結果，乳酸含量は再貯蔵によって軽予乾区で乾物あたり平均1.6%から4.7%に，強予乾区で平均0.4%から2.9%に増加した。これに伴い，再貯蔵後のpHは軽予乾区で平均5.3から4.2に，強予乾区では平均5.7から4.5に低下した。この実験結果は，未細切，低密度，気密性の低さなどのロールベールサイレージの不安定な発酵環境下では乳酸発酵が抑制される場合があり，このようなロールベールサイレージを細断し，気密性の高いサイロへ再貯蔵すると発酵環境が改善され，乳酸発酵の促進によってpHが低下することを示唆している。したがって，ロールベールサイレージの長期貯蔵時の品質劣化を防止する手段として，ロールベールサイレージの気密性の高いサイロへの細断，再貯蔵が有効であると期待できる。

キーワード：サイロ，再貯蔵，発酵品質，ロールベールサイレージ

緒　言

施設型サイロの容量不足を補完する目的でロールベールサイレージを利用している農場が少なからず存在している[15]。このような農場ではロールベールサイレージを短期的な一次貯蔵手段と位置づけ、農閑期にロールベールサイレージを細断して使用済みで空いている既存の施設型サイロに再貯蔵して通常のサイレージとして利用する体系が考えられる。この再貯蔵体系では、ロールベールの細断作業を集中的に行うことができ、ロールベールサイレージのＴＭＲ（混合飼料）給与法への適合性が高まる利点が期待できる。また、ロールベールサイレージの問題点であるフィルム破損が起こった場合の急速なカビ汚染[6, 10]のリスクを回避し、ベール毎に品質が変動しやすい欠点[2, 5, 8]を改善する効果が期待されるが、再貯蔵に関する発酵機序の詳細は未検討である。そこで本研究では、ロールベールサイレージの細断・再貯蔵がその後の発酵品質に及ぼす影響を気密性の優れているドラム缶サイロを施設型サイロのモデルとして用いて検討した。

2002年12月17日受付

材料と方法

イタリアンライグラス２番草を供試した。供試牧草を出穂期にモーアコンディショナで刈り取り、水分60%（軽予乾）または50%（強予乾）を目途に予乾した後、ロール径120cmの定径型ロールベーラ（芯なしタイプ）で収穫した。ラッピングは慣行法（重複率50%で４層被覆）により行った。これらのロールベールサイレージを14日、30日および90日経過後に開封し、それぞれ１個のロールベールサイレージをベールシュレッダ（B社製SHARK150）で切断長10cm程度に細断してドラム缶サイロ（35ℓ容）各３個に再貯蔵した。ドラム缶サイロへの詰込み密度はロールベールサイレージと比べて軽予乾区で約８%増の450kg/m³程度、強予乾区で約５%増の370

kg/m³程度で行った。これらドラム缶サイロはいずれも14日間の屋内貯蔵を行った後に開封して発酵品質の分析を行った。

サイレージの水分は加熱乾燥法（70℃、48時間の予備乾燥後に135℃、2時間乾燥）、pHはガラス複合電極pHメータ、揮発性塩基態窒素（VBN）は微量拡散法[16]、全窒素はケルダール法、有機酸（乳酸、酢酸、プロピオン酸および酪酸）はBTB液体クロマトグラフ法[11]によって測定した。なお、有機酸含量は乾物中の割合で、VBNは全窒素中の割合（VBN/TN%）で示した。

結　果

ロールベールサイレージの発酵品質を表1に示した。軽予乾ロールベールサイレージの水分は56.9%～64.7%の範囲であり、強予乾ロールベールサイレージの水分は46.9%～51.1%の範囲であった。軽予乾ロールベールサイレージは30日区と90日区で乳酸が2%程度生成され、pHが5程度に低下したが、強予乾ロールベールサイレージでは乳酸が1%以下しか生成されず、90日区においてもpHは5.6までしか低下しなかった。酢酸の生成では両予乾ロールベールサイレージで大きな違いは認められず、酢酸含量は0.2%～0.3%であった。酪酸は軽予乾ロールベールサイレージの30日区以降に生成が認められ、貯蔵期間を経るに従って増加する傾向があった。一方、強予乾ロールベールサイレージでは酪酸は検出されなかった。プロピオン酸はいずれのロールベールサイレージからも検出されなかった。VBN/TNは両予乾ロールベールサイレージとも90日区において値が高くなる傾向が認められた。

再貯蔵後のサイレージの発酵品質を表2に示した。再貯蔵後の乳酸含量は軽予乾サイレージで平均4.7%、強予乾サイレージで平均2.9%であり、ロールベールサイレージに比べて大幅に増加した。これに伴い、14日区と30日区の再貯蔵後のpHは軽予乾区で4.1に、強予乾区では4.4程度に低下した。一方、両予乾とも90日区の再貯蔵後のpHはやや高く、軽予乾区で4.3、強予乾区では4.8であった。再貯蔵後の酢酸含量は両予乾区とも再貯蔵前に比べてやや増加する傾向が認められたが、最も増加した軽予乾・14日区でも1.3%に留まった。再貯蔵後の酪酸含量は、再貯蔵前に比べてほぼ変わらず、再貯蔵による影響は見られなかった。プロピオン酸は再貯蔵後においても検出されなかった。VBN/TNは両予乾区とも再貯蔵によってやや増加する傾向が認められたが、増加割合が大きかった14日区、30日区ではロールベールサイレージの90日区より低い値であった。

Table 1. The fermentative quality of the wrapped round bale silage at different storage period.

	Moisture (%)	pH	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	VBN/TN (%)
			(% of DM)			
Mild wilting						
14day	56.9	5.8	0.3	0.1	n.d.	1.0
30day	64.7	5.1	2.2	0.3	0.5	2.9
90day	64.4	4.9	2.3	0.3	0.7	7.5
Heavy wilting						
14day	48.7	5.8	0.3	0.1	n.d.	0.7
30day	46.9	5.6	0.8	0.2	n.d.	0.7
90day	51.1	5.6	0.2	0.1	n.d.	3.8

n.d.: Not determind.

Table 2. The fermentative quality of the silage after re-ensiling from wrapped round bale in drum silo at different storage period by wrapped round bale.

	Moisture (%)	pH	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	VBN/TN (%)
			(% of DM)			
Mild wilting						
14day	57.2	4.1	4.5	1.3	n.d.	4.1
30day	63.0	4.1	4.4	0.5	0.5	5.6
90day	64.4	4.3	5.2	0.6	0.9	7.8
Heavy wilting						
14day	49.6	4.3	3.3	1.0	n.d.	1.6
30day	48.8	4.4	2.6	0.3	n.d.	1.9
90day	49.2	4.8	2.7	0.3	n.d.	3.9

n.d.: Not determind.

考　察

本実験でのロールベールサイレージの平均乳酸含量は軽予乾区で1.6％，強予乾区で0.4％であった。Ohmomo,S. *et al.*[12] の水分含量が50％から60％の範囲の典型的な牧草サイレージでは乳酸が7％程度生成するという報告や増子ら[4] のバックサイロを用いてイタリアンライグラスを無予乾，乳酸菌無添加で調製すると乳酸が6.6％生成されたとの報告に比べて，本実験でのロールベールサイレージの乳酸含量は低いことから，乳酸発酵がかなり抑制されていたと推察される。従来からロールベールサイレージは未細切，低密度で詰め込まれることから乳酸の生成速度が遅く，発酵程度も制限されると指摘されており[6, 7]，本実験の結果と一致する。特に，本実験では定径式ロールベーラを用いてベール成形を行ったため，可変径式ロールベーラ（芯ありタイプ）を用いた場合よりもベールの梱包密度が低く[5]，ロールベールサイレージでの乳酸発酵がより一層抑制されたと考えられる。

一方，ロールベールサイレージを細断してドラム缶サイロへ再貯蔵した後は，すべての処理区において乳酸含量が増加しpHが低下した。この結果は，乳酸発酵が抑制されていたロールベールサイレージを細断して気密性の高いサイロに再貯蔵することによってサイレージの発酵が促進されることを示唆している。

熊井ら[3] はイタリアンライグラスから調製された水分50％程度のロールベールサイレージでは，乳酸菌無添加の場合，乳酸含量が1％に満たなかったが，選抜された乳酸菌を添加して調製すると4％程度に高まったことを報告している。よって，本実験に示された再貯蔵による発酵促進は，ロールベールサイレージに特有の未細切，低密度，ラップフィルムに由来する不完全な嫌気状態[1] および外気温の影響を受けやすい[9] などの不安定なサイロ内環境が，気密性の高いサイロへ再貯蔵することによって改善され，材料草に付着していた乳酸菌が活動できる状態になったことによると推察される。

ロールベールサイレージにおいては，酪酸発酵を完全に抑制するためには材料の水分を60％以下に調整する必要があると指摘されている[7]。本実験においても水分含量が60％以上であった軽予乾ロールベールサイレージの30日区および90日区はpHが5程度で酪酸発酵を阻止することができていない。一方，細断して気密性の高いドラム缶サイロへ再貯蔵した30日区の場合，再貯蔵によって酪酸発酵を抑制するのに十分な効果が期待できるpH値4.2[7] 以下を示した。しかし，90日区では再貯蔵を行ってもpHの低下割合が低かったことから，水分含量60％以上のロールベールサイレージでは早めの再貯蔵処理がその後の酪酸発酵の抑制に有効であると推察される。したがって，本実験結果は，予乾不足などから適切な発酵が期待できない条件で調製されたロールベールサイレージを長期貯蔵しなければならない場合，単に解体して利用するのではなく，細断して気密性の優れたサイロに再貯蔵して利用することによって，品質の劣化防止が期待でき，ロールベールサイレージの利用性が改善されることを示している。しかし，低い糖含量で70％を越える高水分であるなどの気密性の優れたサイロにおいても酪酸が生成されやすい劣悪な材料草条件では再貯蔵による効果は期待できないと考えられる。

小野寺ら[13, 14] は，遠距離にある草地の利用性を高めるために，スタックサイロを用いて一時現地にサイレージを調製し農閑期にスタックサイロに移動後，再貯蔵して利用する方法を検討し，再貯蔵後は乳酸含量の減少，酪酸含量の増加，pH上昇など，発酵品質が低下することを報告している。これに対して本実験では，ロールベールサイレージを気密性が高いドラム缶サイロへ細断，再貯蔵することによって乳酸含量の増加とpH低下が得られている。したがって，ロールベールサイレージの細断，再貯蔵による乳酸発酵の促進効果を期待する場合には，スタックサイロやバンカーサイロなどの気密性が確保しにくいサイロではなく，地下角形サイロなど気密性が確保しやすい施設型サイロを使う必要があると示唆されるが，今後の課題である。

本試験では，施設型サイロの容量が不足している農場においてロールベールサイレージに調製して利用されているケースが多いと考えられる2番草を用いて，再貯蔵期間を14日間とした結果であることから，1番草などのより高品質な材料草を用いた場合の適応性の検討および最適な再貯蔵期間，開封後の好気変敗や家畜の嗜好性に及ぼす影響を検討する必要がある。

謝　辞

本研究をまとめるに当たり家畜生産管理部小川増弘部長に御校閲を賜った。また，研究の遂行に当たっては，業務科諸氏，当時の調製工学研究室市戸万丈室長，天羽弘一氏，喜田環樹氏ならびに資源循環研究チーム非常勤職員印南キヨ子氏の協力を得た。記して深謝する。

引用文献

1）本田善文・糸川信弘・馬場武志（1995）．ラップサイロの気密性に関する研究（第1報），日草誌，41（別），209-210.

2）糸川信弘・本田善文・小林亮英（1995）．ラップフィルムの特性および調製貯蔵条件と発酵品質，日草誌，40（4），478-487.

3）熊井清雄・蔡　義民・佐竹康明・服部育男（2000）．添加乳酸菌の種類がイタリアンライグラスロールベールサイレージの発酵品質ならびに嗜好性に及ぼす影響，日草誌，46（別），238-239.

4）増子孝義・内村　泰・岡田早苗・渋谷恭蔵（1988）．乳酸菌製剤の添加がイタリアンライグラスサイレージの発酵品質および乳酸菌の分布に及ぼす影響，日草誌，34（別），163-164.

5）増子孝義（1999）．3．サイレージの発酵，サイレージ科学の進歩（内田仙二　編），デーリィ・ジャパン社，東京，86-131.

6）萬田富治（1994）．ロールベールサイレージシステムの基本と実際，酪農総合研究所，札幌，36-54.

7）McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E.（1991）．The Biochemistry of Silage, Second Edition, Chalcombe Publications, Marlow, 81-151.

8）名久井忠（1996）．ロールベールラップサイレージ調製と利用，酪農ジャーナル特集別刷1996, 29-35.

9）野中和久・名久井忠（1995）．ストレッチフィルムの色が低水分ロールベールサイレージの発酵品質・結合蛋白質に及ぼす影響，北草研報，29, 68-72.

10）野中和久・名久井忠・大下友子（1999）．フィルム被覆数および水分含量がチモシー低水分ラップサイレージの品質・貯蔵性に及ぼす影響，日草誌，45（3），270-277.

11）大桃定洋・田中　治・北本宏子（1993）．高速液体クロマトグラフィーによるサイレージ中の有機酸の定量，草地試研報，48, 51－56.

12）Ohmomo,S., Tanaka, O., Kitamoto, H. and Cai, Y.（2002）．Silage and Microbial Performance, Old Story but New Problems, JARQ, 36（2），59-71.

13）小野寺幸雄・川村五郎・苫米地勇作・木下善之・花坂昭吾・月館鉄夫・山内敏雄・安部真三・高井慎二（1970）．グラスサイレージの移動再貯蔵に関する研究（第1報），東北農業試験場研究速報，11, 10-20.

14）小野寺幸雄・花坂昭吾・木下善之・川村五郎・高井慎二・苫米地勇作（1971）．グラスサイレージの移動再貯蔵（第2報），東北農業研究，12, 214-216.

15）杉本亘行・峰崎康裕・高橋圭二・坂本洋一（1990）．ロールベールサイレージの調製とその利用法，畜産の研究，44（7），43-47.

16）自給飼料品質評価研究会（2001）．改訂粗飼料の品質評価ガイドブック，日本草地畜産種子協会，東京，36-42.

Effect of Shredding and Re-ensiling of Wrapped Round Bale on the Subsequent Silage Fermentation

Hidenori KAWAMOTO, Yasuaki SATAKE[1], Jianguo ZHANG,
Yasuhiro AOKI and Mikio KAMO

Department of Animal Feeding and Management
[1]Ehime Prefecture

Summary

The wrapped round bale silage was shredded and stored in a highly airtight silo to improve the availability of wrapped round bale. The round bale silage made from 2nd cut Italian ryegrass with an average moisture content of 62.0% (Mild wilting) and 48.9% (Heavy wilting) were shredded to a length of about 10cm and stored in a drum silo. The results were as follows; the concentrations of lactic acid (% of DM) were increased by re-ensiling from 1.6% to 4.6% (Mild wilting) and from 0.4% to 2.9% (Heavy wilting). With the increase in lactic acid content, the silage pH value declined from 5.3 to 4.2 (Mild wilting) and from 5.7 to 4.5 (Heavy wilting). These results indicate that lactic acid fermentation is suppressed under the unstable fermentation condition of round bale silage such as non-chopping and low density and low airtight conditions in some cases. In that case, storing the shredded silage from a wrapped round bale in a highly airtight silo improves the fermentation condition and accelerates lactic acid fermentation and decline in the pH value. Therefore, the treatment in this study is expected to be a method which will prevent deterioration of wrapped round bale silage which must be preserved over a long period.

Key words: Silo, Re-ensiling, Fermentative quality, Round bale silage

Present Address: 768 Senbonmatsu, Nishinasuno, Tochigi, 329-2793 Japan
1) 4-4-2 Ichiban-cho, Matsuyama, Ehime, 790-8570 Japan