

暖地型牧草ラップサイレージの発酵品質と保存性

太田 剛・馬場武志

(畜産研究所)

暖地型牧草を発酵品質の良いラップサイレージに調製し、長期保存するために、スーダングラス、ローズグラス、ギニアグラスを供試して調製条件および保存条件が発酵品質に与える影響について検討した。

(1) 水分含量35～60%で調製したラップサイレージの発酵品質は優れていたが、水分含量60～80%で調製した場合には、酪酸含量、VBN/TNが高く、発酵品質が劣っていた。

(2) 保存場所の違いによる発酵品質の差は、水分含量35～60%で調製した場合にはほとんどなかったが、水分含量60～80%の場合には屋内保存の発酵品質が屋外保存よりも良かった。

(3) 屋外の直射日光下で6ヶ月間保存したときに、水分含量35～60%で調製したものは発酵品質の低下が少なかったが、水分含量60～80%で調製したものは発酵品質の低下が大きかった。

以上より、暖地型牧草を発酵品質の良いラップサイレージに調製し、屋外で6ヶ月間保存するためには水分含量を35～60%の範囲で調製する必要がある。

[キーワード：スーダングラス、ローズグラス、ギニアグラス、ラップサイレージ、水分含量、発酵品質]

Fermentation Quality and the Storage Ability of Wrapped Tropical Grass Bale Silage. OHTA Takeshi and Takeshi BABA (Fukuoka Agricultural Reserch Center, Chikushino, Fukuoka, 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 17:162-165 (1998)

This experiment was conducted to study the effects of the processing and storage conditions on the fermentation quality of wrapped tropical grass (Sudangrass, Rhodesgrass and Guineagrass)bale silage. (1) Wrapped bale silage with 35-60% moisture content attained good fermentation quality. On the other hand, wrapped bale silage with 60-80% moisture content developed high levels of butyric acid and VBN/TN, and fermentation quality was poor. (2) There was no significant difference between indoor storage and outdoor storage in the fermentation quality of wrapped bale silage with 35-60% moisture content. But with 60-80% moisture content, wrapped bale silage stored indoors had a better fermentation quality than that stored outdoors. (3) The fermentation quality of wrapped bale silage with 35-60% moisture content was not affected by 6 months of outdoor storage under the direct sunlight, but the fermentation quality of that with 60-80% moisture content had deteriorated. It was concluded that the moisture content for processing high quality wrapped bale silage of tropical grass that is stored outdoors for 6 months should be 35-60%.

[Key words: Sudangrass, Rhodesgrass, Guineagrass, wrapped bale silage, moisture content, fermentation quality]

緒 言

ロールベアラ・ベールラップ作業体系によるラップサイレージの調製は、梱包から収納まで一貫した機械化作業が可能のため、従来の固定式サイロ体系によるサイレージ調製に比べ高能率、省力的である。さらに、気象条件に合わせて乾草からサイレージまで幅広く調製できる^{1,10)} ことなどから、本県においても急速に普及してきている。従来、県内では夏作飼料作物としてトウモロコシやソルゴー等の作物を栽培し、固定式サイロでサイレージ調製するのが一般的であった。しかし、近年、ロールベアラ・ベールラップ作業体系に適したスーダングラス、ローズグラス、ギニアグラス等の暖地型牧草を栽培し、ラップサイレージに調製する農家が増えている。しかし、これら暖地型牧草は、冬作飼料作物として栽培される寒地型牧草に比べ、茎が硬く粗剛であるとともに可溶性糖含量が低いため、良質なサイレージには調製し難い⁴⁾。また、ラップサイレージは非常に薄いストレッチフィルムで材料草を被覆しているため、保存中に外部の環境条件

の影響を受けやすく、西南暖地の高温多雨条件下では発酵品質が不安定になりやすいと考えられる。しかし、西南暖地において安定した発酵品質の暖地型牧草ラップサイレージを調製するための条件や、それを保存した際の品質低下程度についての報告はほとんどない。

そこで、3草種の中でも茎が硬いために、ストレッチフィルムの突き破りや、梱包密度の低下を起し易く、発酵品質が安定しにくいと考えられるスーダングラスを供試して、安定した発酵品質のラップサイレージを調製する条件、および保存する条件について検討した。さらに、それらの条件がローズグラスやギニアグラスにも適用できるかについても検討したので報告する。

試 験 方 法

1 ラップサイレージの調製および保存

供試材料は1991年から1994年に場内圃場において栽培したスーダングラス品種'ヘイスーダン'、ローズグラス品種'ハツナツ'、ギニアグラス品種'ナツカゼ'を用

いた。スーダングラス、ギニアグラスは出穂すると茎が硬くなり、ストレッチフィルムを突き破るおそれがあるため、出穂前の伸長期～穂ばらみ期に刈り取り、ローズグラスは栄養収量が最も高いと考えられる出穂期に刈り取った。刈り取り時期は、スーダングラスが9月上旬、ローズグラスが10月中旬、ギニアグラスは9月下旬であった。

収穫調製に用いた機械は、茎がやや太いスーダングラス、ギニアグラスの刈り取りはモアコンディショナ(VICON KM165)、茎の細いローズグラスの刈り取りにはディスクモア(NEWHOLLAND 442)を、また、いずれの草種とも反転はヘイテッダ(タカキタHM 134)、集草にはサイドレーキ(NEWHOLLAND 57)を使用した。梱包には90cm×90cmのロールペーラ(タカキタRB90)を、密封にはベールラップ(ヨシモトポールYE1030)を使用した。ストレッチフィルムはサイロタイト(ポナール社製)の白色を使用して3回6層巻きにした。

調製したラップサイレージは屋内および屋外で保存した。屋外では地面からの吸水と虫によるストレッチフィルムの食害を防ぐため、プラスチック製パレットの上に置くとともに、鳥害を避けるために上部に防鳥網を張り、直射日光の当たる条件下で保存した。屋内では鉄骨スレートぶき建物内のコンクリート床上に直接置いて保存した。置き方は屋内保存、屋外保存ともに縦置きで1段積みとした。

2 サンプルングおよび分析方法

保存期間が終了したラップサイレージは、重量をトラックスケールで計量し、ラップサイレージの体積と水分含量から乾物密度を計算した。次にラップサイレージを縦置き状態で2分割し、切断面の9カ所から各200g程度のサンプルングを行い、混合縮分して約300gを分析に用いた。

水分含量は80℃48時間の熱風乾燥により求め、全窒素(TN)含量はケルダール法³⁾で定量した。pHはガラス電極pHメーターにより測定し、揮発性塩基態窒素(VBN)含量は水蒸気蒸留法⁷⁾で定量した。乳酸含量および揮発性脂肪酸(VFA)含量は高速液体クロマトグラフを用いてポストラベル法⁸⁾で定量した。

サイレージ発酵品質の評価にはVBN/TNとVFAによる評価基準のV-SCORE²⁾を用いた。V-SCOREによる評価は100点満点で80点以上は良、80～60点は可、60点以下は不良の3段階に品質を評価できる。

3 試験項目

(1) スーダングラスラップサイレージの発酵品質と保存性

スーダングラスラップサイレージを35～80%の様々な水分含量で51点調製し、水分条件、保存条件によって第1表に示した様に分け、各保存期間後にサンプルングして、発酵品質を評価した。また、水分含量35～60%で調製した屋外保存、屋内保存のラップサイレージに対し、中心部に熱電対を挿入してサイレージ内部の温度変化を測定した。

(2) ローズグラスおよびギニアグラスラップサイレー

第1表 保存期間、保存場所毎の供試点数

水分域 (%)	保存条件			
	屋内保存			屋外保存
	1ヶ月	3ヶ月	6ヶ月	6ヶ月
35～60	6	6	7	5
60～80	6	6	8	7

ジの発酵品質と保存性

ローズグラスラップサイレージを水分含量35～60%になるように6点調製し、屋外で保存した。1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月の各保存期間後にサンプルングを2点ずつ行い、発酵品質を評価した。ギニアグラスについてもローズグラスと同様に行った。

結 果

1 スーダングラスラップサイレージの発酵品質と保存性

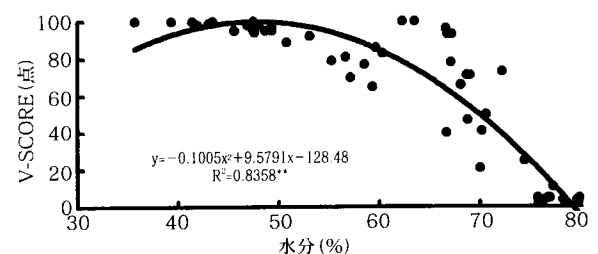
(1) 水分含量と発酵品質の関係

スーダングラスラップサイレージ51点について水分含量と発酵品質の関係を第1図に示した。水分含量55%以下の場合、V-SCOREは80点以上で品質は良に区分され、水分含量65%以下ではV-SCOREは60点以上で品質は良～可に区分された。水分含量65～75%ではV-SCOREは20～95点で良～不良まで品質のばらつきが大きく、水分含量75%を越えるものではV-SCOREは60点以下で品質は不良であった。今回試験を行った水分域(35%～80%)では水分含量が高くなると発酵品質は悪くなる傾向がみられた。サイレージの発酵品質と水分含量には密接な関係があり、水分含量をx、発酵品質の指標であるV-SCOREをyとすると

$$y = -0.1005x^2 + 9.5791x - 128.48$$

$$r^2 = 0.8358$$

の有意(p<0.01)な2次回帰式で表された。この回帰式から推定するとV-SCOREが80点以上の良質なラップサイレージを調製できる水分範囲は35～60%であった。このときのV-SCOREの平均は水分含量35～60%では91点で、水分含量60～80%では43点であり、水分含量35～60%の方が発酵品質は有意に良かった(p<0.01)。



第1図 水分含量と発酵品質の関係

(2) 保存期間

水分含量と発酵品質の関係から得られた結果より、スーダングラスのラップサイレージを水分含量35～60%

の範囲で調製したものと水分含量60~80%で調製したものに分け、屋外で1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月保存したときの発酵品質を第2表に示した。水分含量35~60%で調製したサイレージは1ヶ月保存では酪酸含量、VBN/TNともに低く、V-SCOREは98点で品質は良であった。保存期間が長くなると酪酸含量、VBN/TNはやや増えるものの、6ヶ月保存後でもV-SCOREは84点で、品質は良であった。水分含量60~80%で調製したサイレージは1ヶ月保存では酪酸、VBN/TNともに高く、V-SCOREは56点で品質は不可であった。保存期間が長くなると酪酸、VBN/TNはさらに高くなり、6ヶ月保存後にはV-SCOREは36点に低下した。

第2表 スーダングラスラップサイレージの発酵品質

保存期間	水分域 (%)	平均水分 (%)	pH	乳酸 (FM%)	酢酸 (FM%)	酪酸 (FM%)	VBN/TN (%)	V-SCORE (点)	乾物密度 (kg/m ³)
1ヶ月	60~80	70.1	5.2	1.13	0.51	0.24	14.38	56b	133
	35~60	44.6	5.8	0.61	0.15	0.01	4.42	98a	156
3ヶ月	60~80	71.9	5.4	0.86	0.69	0.43	21.12	34b	126
	35~60	49.6	5.6	1.22	0.28	0.08	7.01	89a	149
6ヶ月	60~80	72.0	5.0	0.92	0.92	0.46	20.18	36b	128
	35~60	54.5	5.3	1.42	0.37	0.12	7.73	84a	130

注)異英文字間に1%水準で有意差あり

(3) 保存場所

スーダングラスラップサイレージを水分含量35~60%で調製したものと水分含量60~80%で調製したものを、屋内および屋外で6ヶ月間保存したときの発酵品質を第3表に示した。水分含量35~60%で調製した場合、屋内保存および屋外保存ともに酪酸含量、VBN/TNが低く、V-SCOREが80点以上で発酵品質は良であった。水分含量60~80%で調製した場合には、屋内保存は屋外保存に比べ、酪酸、VBN/TNが低く、V-SCOREも屋外保存の36点に比べ屋内保存は53点であったが、発酵品質は不良に区分されるものであった。屋外保存、屋内保存ともに水分含量35~60%に調製しておけば6ヶ月後のV-SCOREは80点以上で、発酵品質は良に区分され、水分含量60~80%で調製したサイレージは保存場所に関わらず、V-SCOREが60点以下で発酵品質は不良に区分された。

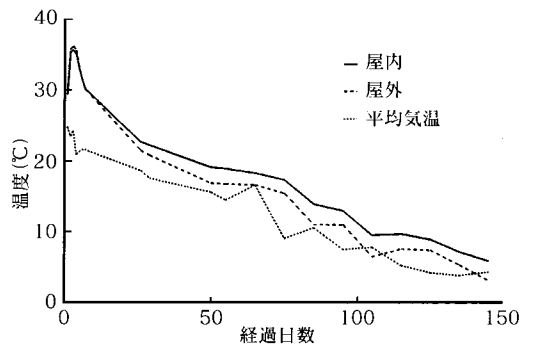
第3表 スーダングラスラップサイレージの保存場所と発酵品質

保存期間	水分域 (%)	平均水分 (%)	pH	乳酸 (FM%)	酢酸 (FM%)	酪酸 (FM%)	VBN/TN (%)	V-SCORE (点)	乾物密度 (kg/m ³)
屋外	60~80	72.0	5.0	0.92	0.92	0.46	20.18	36b	128
	35~60	54.5	5.3	1.42	0.37	0.12	7.73	84a	130
	60~80	71.0	4.9	1.31	0.71	0.30	19.43	53b	117
屋内	35~60	47.0	5.4	1.37	0.23	0.17	5.76	88a	155

注)異英文字間に1%水準で有意差あり

次に、スーダングラスラップサイレージを屋外および屋内に保存したときのサイロ内温度変化を第2図に示した。サイロ内温度は調製後急速に上昇し、1週間程度で安定した。その後は気温の変動にともなう推移したが、最高温度は38℃で品質に影響するほどの温度上昇はなかつた。

保存場所の違いでは、調製後3日程度は屋外保存の温度が高く、その後は屋内保存の方が高く推移したが、その差は最高3℃程度であった。



第2図 ラップサイレージの内部温度変化

注)サイレージ調製日:9月9日

2 ローズグラスおよびギニアグラスラップサイレージの発酵品質と保存性

スーダングラスは水分含量35~60%でラップサイレージに調製すると発酵品質が良く、屋外に6ヶ月間保存しても品質は良であった。そこで、ローズグラスおよびギニアグラスについてもスーダングラスと同様になるか検討するため、水分含量35~60%でラップサイレージに調製し、屋外で1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月保存した。そのときの発酵品質を第4表に示した。ローズグラスの1ヶ月保存では酪酸の生成はなく、VBN/TNも4.31%と低く、V-SCOREは99点であった。保存期間が長くなっても酪酸含量、VBN/TNは低く、6ヶ月保存後のV-SCOREも97点であった。ギニアグラスの1ヶ月保存では酪酸の生成はなく、VBN/TNも4.89%と低く、V-SCOREは99点であった。保存期間が長くなるとVBN/TNはやや増加したものの酪酸の生成はなく、6ヶ月保存後のV-SCOREは94点であった。ローズグラスおよびギニアグラスのラップサイレージもスーダングラスと同様に水分含量35~60%に調製すれば発酵品質は良く、6ヶ月間の屋外保存でも発酵品質の低下はほとんどなかった。

第4表 ローズグラスおよびギニアグラスラップサイレージの発酵品質

草種	保存期間	平均水分 (%)	pH	乳酸 (FM%)	酢酸 (FM%)	酪酸 (FM%)	VBN/TN (%)	V-SCORE (点)	乾物密度 (kg/m ³)
ローズグラス	1ヶ月	50.4	5.5	0.26	0.11	0	4.31	99	165
	3ヶ月	56.7	5.1	0.39	0.15	0	6.07	97	136
	6ヶ月	54.1	5.4	0.45	0.14	0	5.84	97	144
ギニアグラス	1ヶ月	47.0	5.5	0.90	0.30	0	4.89	99	163
	3ヶ月	49.0	5.5	0.89	0.36	0	7.34	94	162
	6ヶ月	48.3	5.3	1.09	0.39	0	7.35	94	165

注)水分含量35~60%の範囲で調製したものを屋外で保存

考 察

サイレージ調製で発酵品質に関与する要因には水分含量、材料草の可溶性糖含量、発酵温度、詰め込み密度、乳酸菌の量等があるが、中でも水分含量の影響は最も大

大きく、低水分でサイレーズ調製した場合には他の要因が多少不備であっても、不良発酵を起こす酪酸菌の活動は抑制され、発酵品質がよくなるという報告⁵⁾がある。スーダングラスは可溶性糖含量の少ない牧草であるが、水分含量35～60%で調製すればV-SCOREが高く、発酵品質が良かったことから、酪酸菌の活動は水分含量35～60%の範囲では抑制されるものと考えられる。水分含量35～60%で調製したローズグラス及びギニアグラスについてもスーダングラスと同様にV-SCOREが高く、発酵品質がよかったが、これも酪酸菌の活動が抑制されていたためと考えられる。また、スーダングラスは茎が硬いため、ストレッチフィルムの突き破りや梱包密度の低下によって、発酵品質が悪くなりやすいと予想されたが、ストレッチフィルムの破れは見られず、乾物密度についてもローズグラス、ギニアグラスと大きな差はなかった。このため、ラップサイレーズに調製する水分含量は3草種とも同程度でよいと考えられる。従来の固定式サイロによるサイレーズ調製は乳酸菌の活動により乳酸が生成し、pHが4.2以下になると酪酸菌の活動を完全に抑制するといわれている¹¹⁾。乳酸発酵によりpHを低下させ品質を安定させるためには乳酸菌の発酵源としての糖類が必要であるが、水分含量を低下させ不良発酵を含めたすべての発酵を抑えれば糖含量の影響が少ないと考えられる。このことから可溶性糖含量の少ない暖地型牧草を発酵品質のよいラップサイレーズに調製するには水分含量を35～60%にすることが重要である。

保存期間の影響についてはラップサイレーズは水分含量35～60%で調製すると保存期間が長くなっても品質低下は少ないが、水分含量60～80%で調製すると品質低下が大きかった。これは、ストレッチフィルム自体がわずかながら酸素を通すことや、保存期間中にストレッチフィルムの粘着性や伸縮性の低下が起こり、気密性が悪くなることが考えられる。水分含量35～60%で調製した場合には、細菌の活性が抑制されているため、わずかな酸素の侵入では品質低下が起こりにくく、6ヶ月保存では品質低下がほとんど起こらなかったのに対し、水分含量60～80%で調製した場合にはpHや水分含量が高いため、細菌の活性が高いままの状態での保存されており、わずかな酸素の侵入でも保存期間が長くなると品質低下が起こると考えられた。今回の試験では6ヶ月以上の保存は行わなかったが、本県のように年2作の作付けを行う地域では6ヶ月の保存が出来れば、実用的には十分であると考えられる。

保存場所の影響についてはサイレーズ調製において埋蔵温度が低ければ乳酸発酵が支配的になり発酵品質は良くなるのに対し、埋蔵温度が高いと発酵品質は悪くなるという報告⁹⁾がある。しかし、水分含量35～60%のスーダングラスの屋外保存と屋内保存では発酵品質に差がなく、屋外と屋内程度の温度差は発酵品質には影響しないと考えられる。むしろ、屋外保存ではストレッチフィルムが劣化し、気密性が悪くなることが考えられる。今回、屋外保存のストレッチフィルムに破損や穴等は見られなかったが、直射日光や降雨の影響で粘着性や伸縮性

の低下が起こり気密性が低下し、細菌の活性が高い水分含量60～80%のラップサイレーズの屋外保存では、品質が低下したと推察された。水分含量35～60%で調製したラップサイレーズについては、細菌の活性が低くなっているために屋外における6ヶ月保存後でも発酵品質は良かったと考えられる。これらのことから、ラップサイレーズの発酵品質の低下には、保存場所の影響よりも水分含量の影響の方が大きかった。

また、イタリアンライグラスラップサイレーズは屋外に保存すると上部に褐変化がみられ、その部分はタンパク質の熱変成により酸性デタージェント繊維中の窒素(ADIN)含量が高くなる⁶⁾が、今回、屋外に保存したスーダングラス、ローズグラス、ギニアグラスのいずれのラップサイレーズにも褐変化はみられなかった。イタリアンライグラスの保存期間は、春から夏期(5月～10月)の日射量が多く、気温の高い時期にあたる。今回試験に用いた暖地型牧草の保存期間は、気温や日射量の低下する秋から冬期(9月～2月)にあたるため、屋外保存でも褐変化が見られなかったと考えられる。暖地型牧草ラップサイレーズは、水分含量を35～60%に調製すれば、屋外保存でも発酵品質の低下は少なく、蛋白質の熱変性もないことから実用的には屋外保存で問題ないと考えられる。

引用文献

- 1) 糸川信弘・本田善文・加藤明治(1992)ロールベールサイレーズ体系の現状と課題(1). 畜産の研究 **46**(2): 263-270
- 2) 自給飼料品質評価研究会編(1994)粗飼料の品質評価ガイドブック. 日本草地協会, 東京: pp82-87
- 3) 森本宏(1971)動物栄養試験法. 養賢堂, 東京: pp286-290
- 4) 森本宏(1985)飼料学. 養賢堂, 東京: pp327
- 5) 森地敏樹・大山嘉信(1982)サイレーズにおける微生物の動態. 土と微生物 **24**: 7-15
- 6) 棟加登きみ子・太田剛・鍋山二自子(1995)イタリアンライグラスラップサイレーズの熱変成による繊維中窒素含量の変化. 九農研 **57**: 132
- 7) 農水省草地試験場(1975)サイレーズ試験法. 草地試験場資料No.50-3
- 8) 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ズ中の有機酸の定量. 草地試研報 **48**: 51-55
- 9) 大山嘉信・植木茂彦・森地敏樹(1973)サイレーズ発酵経過に及ぼす埋蔵温度およびグルコース添加の影響. 日畜会報 **44**(1): 59-67
- 10) 杉本巨之・崎崎康裕・高橋圭二・坂本洋一(1990)ロールベールサイレーズの調製とその利用法(2). 畜産の研究 **44**(7): 823-827
- 11) 吉田則人・高野信雄(1989)最新サイレーズ調製と給与の決め手. デーリーマン社, pp25-32