

ソルガムサイレージの利用性向上に関する研究

第1報 ソルガムサイレージとトウモロコシサイレージの発酵的品質の比較

三秋 尚*・近藤政美**・大園 泉***・田中重行*・川村 修*

Studies of the Improvement in Utilization of Sorghum Silages

I. A comparison between sorghum silage and corn silage in terms of some fermentative characteristics

Takashi MIAKI, Masami KONDO, Izumi OHZONO, Shigeyuki
TANAKA and Osamu KAWAMURA

(昭和53年8月9日 受理)

わが国の青刈ソルガム栽培面積は昭和52年統計¹⁾によると21,600haである。その栽培地は主に西南暖地で、とくに九州地域における作付は14,200ha(九州地域における夏作飼料作物総作付面積の42%)におよびトウモロコシの14,100haを僅かながら上回る。ソルガムの収穫量のおよそ半分はサイレージとして、残りは青刈りとして利用されるものと予想される²⁾が、農林省が昭和52年度から実施している粗飼料平衡給与技術開発指導事業³⁾の推進にともなって、今後サイレージ仕向率が向上するものと予測される。

サイレージの飼料価値は材料の栄養価値とサイレージ発酵の良否(発酵的品質)によって支配される。サイレージ発酵の機序については、古くはBarnett⁴⁾によって明示され、その後発酵に関連する諸分野の研究が進展し多大の成果が報告⁴⁾されている。わが国のサイレージ研究は、1950年代以降において活発に行われ、これら研究の成果と展望がとりまとめられ公表⁵⁾される一方、高品質サイレージの大量調製と飼養技術に関する研究⁶⁾が行われるなどして、寒地型牧草およびトウモロコシなどを対象としたサイレージ調製技術はすでに確立されたものと思料される。しかるにソルガムサイレージについては、現地において良質発酵のものが調製されにくく、また牛の嗜好性に問題があるとされている²⁾。

そこで筆者らは、わが国におけるソルガムサイレージ研究の成果を総括し検討を加えた結果、ソルガムはトウモロコシにくらべて高品質サイレージを安定的に調製する点でやや劣る傾向があるのではないかと推測された²⁾。ところでサイレージ発酵の良否に関連する諸要因の相互関係を明らかにするためには、埋蔵中の発酵成分の経時的变化を把握することが必要である。この種の研究はこれまで数多く報告⁵⁾されているが、ソルガムサイレージに関する報告はみられない。本実験はソルガムサイレージの発酵過程における諸変化を経時的に追求し、得られた結果をトウモロコシサイレージの場合と比較し、ソルガムサイレージの良質発酵の可能性を検討したものである。

* 草類利用学研究室

** 宮崎県西郷農業改良普及所

*** 合同商品株式会社

実験方法

1. 供試材料

ソルガムはハイブリッドソルゴ、トウモロコシは白色デントを用い、宮崎大学農学部住吉牧場において栽培した。サイロに埋蔵した材料の生育ステージと性状は第2表のとおりである。

2. 供試サイロ

実験用サイロとして 3l 容ポリ製内蓋付広口瓶 (3l 容サイロ) および 200l 容ドラム缶 (200l 容サイロ) を用いた。

3. 埋蔵方法

材料の切断は手刈り後サイレージカッターによる細切 (切断長は両作物とも平均 1.5cm) とフレール型ハーベスターによる切断 (平均切断長はソルガム 25cm, トウモロコシ 15cm) の2処理とした。切断した材料は各実験サイロに出来る限り踏圧して詰め込み、3l 容サイロでは内蓋をしさらに外蓋をして充分密封した。200l 容サイロの密封には水蓋を用いた。3l 容サイロは 17°C の冷暗所で、200l 容サイロは室内で保存した。各サイロの埋蔵量は第1表のとおりである。

第1表 材料の埋蔵量

(kg)

材 料	年 次	3l 容 サ イ ロ		200l 容 サ イ ロ	
		C	H	C	H
ソ ル ガ ム	1 9 7 5	2.48	2.10	100	90
	1 9 7 6	3.00	—	97.5	—
ト ウ モ ロ コ シ	1 9 7 5	2.56	2.46	100	100
	1 9 7 6	2.40	—	100	—

C: サイレージカッター細切

H: フレール型ハーベスター切断

4. 分析方法

材料およびサイレージは 90°C で1時間、その後 70°C で熱風乾燥を行い粉碎した試料を用いて一般分析は常法により、可溶性炭水化物は Dale Smith 法⁷⁾ によって分析した。原物サイレージの pH はガラス電極法⁸⁾、水分はトルエン蒸溜法⁸⁾、アンモニア態窒素は減圧蒸溜法⁸⁾、有機酸はフリークの蒸溜法⁸⁾ で測定した。

分析試料の採取は 3l 容サイロの場合、1975年は埋蔵後 1, 3, 7, 14, 22, 78日目、1976年は 1, 3, 7, 14, 21, 35, 56日目に行った。200l 容サイロの場合は別に実施した飼養試験時に行った。

結果および考察

1. 材料の性状

材料の植物体の器官別割合および 2, 3 の化学成分を第 2 表に示した。

両材料の性状の著しい差異は、器官別割合においてソルガムの茎部割合がトウモロコシにくらべて高く、逆に子実部割合が低いことである。なお葉部割合はソルガムがやや高い。ソルガムの茎部割合が著しく高いことは、材料作物の切断方法にもよるが、長く切断した場合に埋蔵密度の低下を招きやすく、また汁液の浸出に支障がおり発酵に要影響を及ぼすことも考えられる。粗蛋白質と可溶性炭水化物はトウモロコシに多く含まれ、とくに後者の成分は著しく多い。

第 2 表 材 料 の 性 状

材 料	年 次	生 育 ス テ ー ジ	器官別割合, 生草重%			水 分 %	乾 物 中%	
			葉	茎	子 実		CP	SC
ソ ル ガ ム	1975	乳 熟	16	72	12	78.2	7.3	12.5
	1976	糊 熟	17	76	7	71.0	6.5	14.2
ト ウ モ ロ コ シ	1975	糊 熟	14	50	36	77.0	7.4	19.0
	1976	糊 熟	10	64	26	70.9	8.4	18.0

CP: 粗蛋白質

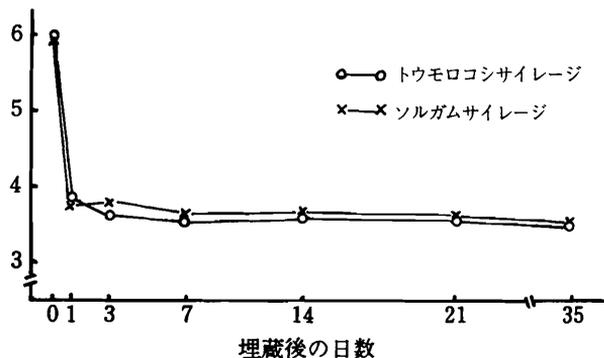
SC: 可溶性炭水化物

2. サイレージ発酵の経時的変化

1975年と1976年の両年にわたり実施したソルガムとトウモロコシのサイレージ発酵中における経時的变化は、両サイレージとも2年次間に類似した結果が得られたので、ここでは1976年の結果を第1, 2, 3, 4図に示した。

(1) pH

両サイレージとも埋蔵後1日目におけるpHの低下が目立ち、3日目から7日目に最低となりその

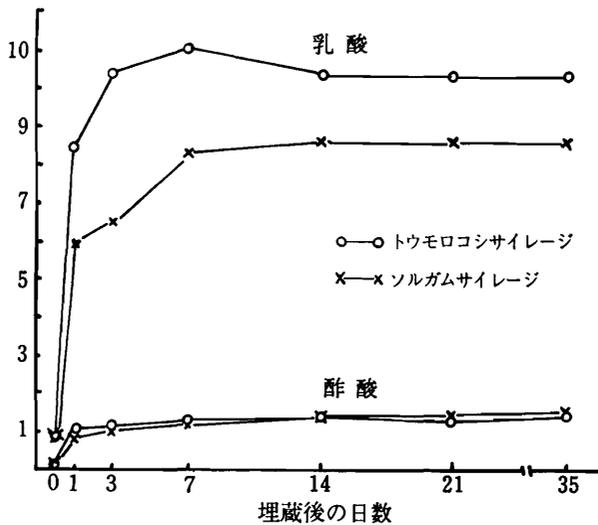


第 1 図 pH の経時的变化

後はほぼ安定的に経過した。ソルガムサイレージの pH 値はトウモロコシサイレージより多少ながら高い値を示した。切断処理と pH 値の関係では両サイレージともカッターによる細切の場合僅かに低下した。

(2) 乳 酸

乳酸の生成は両サイレージとも埋蔵日数の経過にともなって増加し、兩年次とも7日目にピークに達し、その後はトウモロコシサイレージでは多少減少し、ソルガムサイレージではほとんど変化しなかった。なお両サイレージのピーク時の乳酸含有率(乾物中)は、1975年の実験で細切処理のソルガムサイレージは7.4%、同じ処理のトウモロコシサイレージは10%、1976年の実験で前者は8.6%、後者は11%であった。いずれの場合にもソルガムサイレージの乳酸含有率が低かった。なお切断処理と乳酸生成との関係では、両サイレージともカッターによる細切処理の場合に乳酸が増加した。



第2図 有機酸(乾物中%)の経時的变化

(3) 酢 酸

両サイレージとも埋蔵後1日目に急増し、その後は微増の経過をたどった。ピーク時の酢酸含有率(乾物中)は、1975年の細切処理の場合ソルガムサイレージは1.4%、トウモロコシサイレージは1.95%を示した。1976年の場合前者は1.54%、後者は1.5%であった。

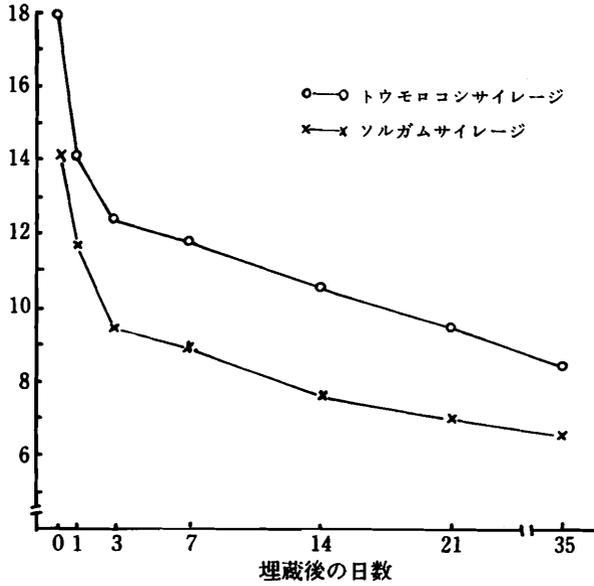
(4) 酪 酸

サイレージの発酵的品质を劣悪化させる酪酸の生成は認められなかった。

(5) 可溶性炭水化物

両サイレージとも埋蔵日数の経過にともなって可溶性炭水化物含有率の減少がみられ、減少の程度は両サイレージとも類似した。

この成分の減少は埋蔵後3日目まで著しくその後は漸減している。かような減少の経時的变化のパターンは乳酸生成のそれと逆の関係にある。

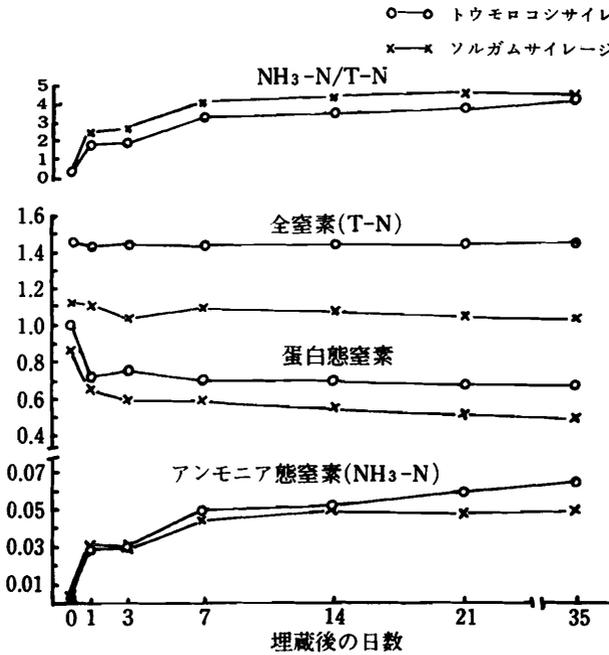


第3図 可溶性炭水化物(乾物中%)の経時的変化

以上の pH, 有機酸および可溶性炭水化物の経時的変化のパターンは高野ら⁹⁾のトウモロコシサイレージの成績と類似したが、これら成分の変化の速度は本実験において速い結果を得た。

(6) 窒素化合物

全窒素, 蛋白態窒素およびアンモニア態窒素の経時的変化のパターンは両サイレージ間に差異が認



第4図 窒素化合物(乾物中%)の経時的変化

められなかった。全窒素は両サイレージとも、発酵の全過程を通してほとんど変化しなかった。蛋白質態窒素は埋蔵後1日目に急減しその後は漸減の経過をたどったが、アンモニア態窒素は7日目まで急増しその後はトウモロコシサイレージでは漸増し、ソルガムサイレージでは変化しなかった。アンモニア態窒素の7日目の含有率(乾物中)は1975年の細切の場合ソルガムサイレージで0.05%，トウモロコシサイレージで0.058%，1976年の場合前者で0.045%，後者で0.05%となった。全窒素に対するアンモニア態窒素の比率は全発酵過程を通して、ソルガムサイレージでは4.9%以下，トウモロコシサイレージでは4.3%以下で、この比率は両サイレージとも埋蔵後7日目までの増加が顕著であった。

3. 熟成後のサイレージの発酵的品質

3l 容サイロに埋蔵したサイレージは1975年は78日目，1976年は56日目に開封した。200l 容サイロでは1975年に埋蔵したサイレージは230日目，1976年のサイレージは384日目に開封した。これらサイレージの発酵的品質を第3表に示した。

第3表 熟成後のサイレージの発酵的品質

サイレージ	サイロ規模 l	年次	切断法	pH	水分 %	有機酸, 乾物中 %			NH ₃ -N T-N %	評点
						乳酸	酢酸	酪酸		
ソルガムサイレージ	3	1975	C	3.6	78.5	7.3	1.3	0	5.4	99
			H	4.0	76.9	5.1	1.5	0	6.0	96
	200	1975	C	3.7	77.1	11.0	2.7	0	8.2	98
			H	3.9	74.4	7.1	2.2	0	8.5	96
	3 200	1976	C	3.68	70.0	8.7	1.5	0	4.9	100
			H	3.66	74.0	8.1	3.8	0	9.6	82
	平	均		3.75	75.1	7.9	2.1	0	7.1	97
	トウモロコシサイレージ	3	1975	C	3.5	77.0	9.5	1.9	0	6.0
H				3.7	76.1	9.0	2.2	0	5.2	98
200		1975	C	3.6	76.3	9.1	2.5	0	10.5	97
			H	3.9	74.3	10.0	2.7	0	9.2	97
3 200		1976	C	3.57	70.0	10.0	1.5	0	4.3	100
			H	3.58	69.6	8.4	1.3	0	8.0	100
平		均		3.64	73.9	9.3	2.0	0	7.2	98

乳熟ないし糊熟期に収穫・調製したソルガムとトウモロコシサイレージは、水分含量からして全般的にみて高水分サイレージとして分類される。

両サイレージの pH はソルガムサイレージが3.6~4.0 (平均3.75)，トウモロコシサイレージが3.5~3.9 (平均3.64) で前者がやや高い値を示したが、いずれも良質サイレージの pH 3.5~4.1の範囲¹⁰⁾にあった。

サイレージ発酵において生成される有機酸のうち乳酸含有率は、トウモロコシサイレージがソルガムサイレージよりも高い。この点は特に注目すべきである。すなわちトウモロコシはソルガムにくらべて乳酸発酵がより活発に進行しやすい。乳酸の生成は材料に含まれる可溶性炭水化物の種類と量に

左右される。本実験の場合材料の可溶性炭水化物含有率はトウモロコシの方が高かったが、発酵過程におけるその消費量は両者ともほぼ類似した。したがって両サイレージの乳酸生成量の差異を理解するためには、材料の可溶性炭水化物の分画、微生物相などについて検討を加える必要がある。

両サイレージの乳酸生成量に相違があったにしても、これらの乳酸含有率は良質サイレージの基準値、すなわち 3~13% (乾物中) の範囲¹⁰⁾にあった。

サイレージの品質を悪化させる酪酸の生成は、両サイレージの長期間にわたる貯蔵においても認められなかった。

全窒素に占めるアンモニア態窒素の比率は蛋白質の分解の程度を示すが、両サイレージのこの比率は共に類似し、その値は良質サイレージの基準値8%以下の範囲¹⁰⁾にあった。

フリーク法によるサイレージの品質評価の結果は、ソルガムサイレージの1例が82点を示したが、全般的にみると96点以上で両サイレージ間に発酵的品質の差異は認められなかった。

1975年に実施した切断法とサイレージの発酵的品質との関係においてフレール型ハーベスター切断はソルガムサイレージの場合に多少品質をおとす傾向がみうけられた。したがってソルガムサイレージはトウモロコシサイレージよりも切断法に一層の配慮が必要と考えられる。

以上の結果から、ソルガムサイレージは材料の適期刈取、細切、圧傷、踏圧、密封の調製技術を厳重に適用する限り、高品質サイレージを安定的に調製できることが明らかにされた。

要 約

ソルガムサイレージとトウモロコシサイレージの埋蔵中の化学的变化と製品の発酵的品質を比較検討した。

1. 両サイレージの埋蔵中の pH, 有機酸, アンモニア態窒素および可溶性炭水化物の変化のパターンは類似した。

2. ソルガムサイレージの乳酸生成量がやや少なかったが、フリーク法による発酵的品質の評点は両サイレージとも96点以上で優の規格であった。

本実験を遂行するにあたり、材料の調達について本学住吉牧場長 浜川秀正助教授ならびに関係教職員から多大の便宜と協力を賜わった。深く感謝する次第である。

文 献

- 1) 農林省統計情報部：昭和52年耕地及び作付面積統計, 106 (1978).
- 2) 三秋尚, 田中重行, 川村修：畜産の研究, **29**, 1102—1106, 1206—1209 (1975).
- 3) 田淵仁史：草 (日本草協), 9—16 (1977).
- 4) 大山嘉信：日畜会報, **42**, 301—317 (1971).
- 5) 農林水産技術会議：研究成果, 72号 (1974).
- 6) 農林水産技術会議：研究成果, 67号 (1973).
- 7) 上野昌彦 (訳)：日草誌, **17**, 75—82 (1971).
- 8) 農林省草地試験場：サイレージ試験法, 37—60 (1975).
- 9) 高野信雄, 三股正年：北海道農試報告, 52号, 14—17 (1959).
- 10) 大原久友, 高野信雄：放牧・乾草・サイレージ, 初版, 明文書房, 東京 (1971), p. 149—150.

Summary

The chemical changes during the ensilage of fodder sorghum silage were compared with those in corn silage under laboratory silos.

1. Changes in pH, lactic and acetic acids, nitrogen compounds and soluble carbohydrate of the sorghum silage during the ensilage followed a similar pattern to those in the corn silage.

2. Lactic acid content throughout the fermentation was always higher for the corn silage than for the sorghum silage.

3. The $\text{NH}_3\text{-N}$ as a percentage of total N during the ensilage was under 10% in both the sorghum and corn silage.

4. Flieg Index, a measure of silage quality, based on content of acetic, butyric and lactic acids ranged 82 to 100 for the resultant sorghum silage and 97 to 100 for the corn silage.