

筑波大学農林技術センターにおけるコーンサイレージの品質評価

安達よしえ^{1*}・片桐孝志¹・佐々木克典¹・今野 均¹・
酒井一雄¹・松岡瑞樹¹・田島淳史²・本間秀彌²

¹ 筑波大学農林技術センター, 305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

² 筑波大学農林学系, 305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

要 旨

筑波大学農林技術センター（以下本センターと略す）において飼育されている泌乳牛（ホルスタイン種）に給与されている粗飼料の生産方法改善を目的として、1998年、1999年、2001年および2002年に給与されたコーンサイレージの品質を評価した。1998年および1999年に給与されたコーンサイレージの調整にはスチールサイロを用い、また2001年および2002年にはスタックサイロを用いた。2001年および2002年に給与されたコーンサイレージの味、色調および触感の判定結果は、1998年および1999年に給与されたものと比較して有意に高い評価であった（ $P < 0.05$ ）。本報告で得られた結果から直ちにスチールサイロ方式とスタックサイロ方式の優劣を結論付けることは困難であるが、スタックサイロ方式を用いて生産されたサイレージの方が年間を通して品質が安定していると考えられる。

キーワード：コーンサイレージ，スタックサイロ，スチールサイロ，品質評価

緒 言

現在、筑波大学農林技術センター（以下本センターと略す）において飼育されている泌乳牛（ホルスタイン種）は、基礎飼料としてコーンサイレージを通年給与されている。泌乳牛に給与される基礎飼料の品質は、乳量および乳質に大きな影響をおよぼす事から（安宅 1988），良質のサイレージを安定的に生産することは極めて重要である。

一般に、サイレージとは水分含量が約70%に調整された植物体を、嫌氣的条件下で乳酸発酵させた貯蔵粗飼料であり、トウモロコシを原料とするコーンサイレージはその代表的なもののひとつである。トウモロコシは、高温多照条件下で生産力を発揮する作物であるため、わが国の気象条件に適した飼料作物であると考えられる（名久井 1988）。乳酸発酵の結果生産される乳酸は、サイレージの水素イオン濃度（pH）を4.0付近まで低下させるため、嫌氣的条件下で腐敗菌の生育が抑制される。そのため、サイレージは青草の不足する冬期間に多汁質の粗飼料を家畜に与える事ができるという利点を有する（須藤 1960a）。

* Corresponding Author: adachi@nourin.tsukuba.ac.jp

一方、乳酸発酵が不十分な場合、あるいは開封後の取り扱いが不適切な場合等にはサイレージの品質が低下する。

従って、乳牛の飼育にとって重要な基礎飼料であるサイレージの品質を継続的に評価し、その品質向上に努めることは、酪農経営にとって極めて重要である。本センターにおいては、1999年まではスチールサイロを用いてサイレージを調製していたが、2000年からはサイレージの低コスト生産ならびに品質向上を目的としてスタックサイロ方式に移行した。

そこで、本センターにおいて1998年、1999年2001年および2002年に泌乳牛に給与されたコーンサイレージを評価したのでその結果を報告する。

材料および方法

本報告においては、1998年、1999年、2001年および2002年に、本センターで飼育されているホルスタイン種の泌乳牛に給与されたコーンサイレージの品質を評価した。この内、1998年および1999年に給与されたコーンサイレージはスチールサイロ（SVF 11/40-200tタイプ、シンプレックス社）を、また2001年および2002年に給与されたコーンサイレージはスタックサイロを用いてそれぞれ調製された。

給与されたサイレージを調整するために用いたトウモロコシの品種、播種時期、収穫時期を表1に示した。一般に、コーンサイレージの品質は、官能検査の結果および物理的・化学的性質を総合して評価される。そこで、本報告においては、「サイレージと乾草—つくり方と与え方」（須藤 1971）に記載された評価基準に基づき、熟練した技術者が毎月1回、サイレージの色調、におい、味、および触感を10段階に点数化した（表2）。水素イオン濃度（pH）は、採取したサイレージ25gに300ccの蒸留水を加え、その上清のpHをpHメーター（PH81、横河電機）で測定した。水分含量は、試料1kgを80℃の乾燥機で3日間（72時間）乾燥させ、乾燥前後の質量の比率から求めた。

表1 サイレージを調整するために用いたトウモロコシ。

サイロの種類	給与年	トウモロコシの品種		播種時期	刈り取り時期	
スチールサイロ	1998	早生	パイオニア3699	スノーデント108	1997/4/9～10	1997/7/24～8/4
		晩生	パイオニア3470	スノーデント135	1997/5/13～19	1997/9/9～9/25
	1999	晩生	パイオニア3470	スノーデント135	1998/5/14～15, 20	1998/9/17～10/9
スタックサイロ	2001	早生	スノーデント108		2000/4/11～13	2000/7/17～8/1
		晩生	パイオニア3470	スノーデント135	2000/5/9～11	2000/8/1～9/13
	2002	早生	スノーデント115		2001/4/20, 23～24	2001/7/23～27
		晩生	パイオニア3470		2001/5/30	2001/9/5～9/12

表2 コーンサイレージの品質鑑定評価基準.

pH	点数	感覚	適	要	点数
3.5~4.1	60	臭い 10点	(1) 特有の芳香があり優れていると認められるもの		10
			(2) サイレージ固有の甘酸臭をもつ		8
			(3) やや酸臭の強すぎるもの(酪酸臭がするもの)		4
			(4) サイレージとして臭のないもの(悪臭がするもの)		0
4.2	55	味 10点	(1) 快い酸味があり、また漬物のような味があるもの		10
4.3	40		(2) 酸味がやや感じられるもの		7
4.4	30		(3) サイレージとしての味がないもの		2
			(4) 口に含むにたえないもの		0
4.5	23	色 10点	(1) サイレージ固有の色で全体として明るい色を呈しているもの		10
4.6	13		(2) やや明るさに欠けるもの(黄褐色)		5
			(3) 暗黒褐色のもの		0
4.7	3	触感 10点	(1) 適当な湿りがあり、サラサラした感じのもの		10
4.8	0		(2) やや水分が多すぎると感じられるもの		8
			(3) 簡単に握って水が滴るもの		4
			(4) カビがあったりネバネバした感じのあるもの		0
評価:		100~81点	80~61	60~31	30~0
		優(1級)	良(2級)	可(3級)	劣(下等級)

須藤(1971)から引用。

結果および考察

1, 色調について

サイレージの色調の評価結果を図1に示した。十分に乳酸発酵したコーンサイレージの色調は材料の色調を反映して鮮やかな緑色を呈する。これに対し、乳酸発酵が不十分な場合、あるいは密封が不十分だった場合は腐敗し、黒褐色を呈する。1999年5月および9月および2002年8月および11月に色調の評価が一時的に低下した。一時的な色調の低下の原因は不明であるが、材料であるトウモロコシの生育状態あるいはサイレージ調整時のトウモロコシの水分含量等が関係している可能性がある。年間平均を比較すると、2001年および2002年に給与されたコーンサイレージの色調は1998年および1999年に比べて高評価であった(表3)。1998年および1999年に給与されたサイレージはスチール・サイロで、また2001年および2002年に給与されたサイレージはスタック・サイロでそれぞれ調整された。このことから、年度による色調の差異は、サイレージ調整方法の違いに起因している可能性が示唆された。

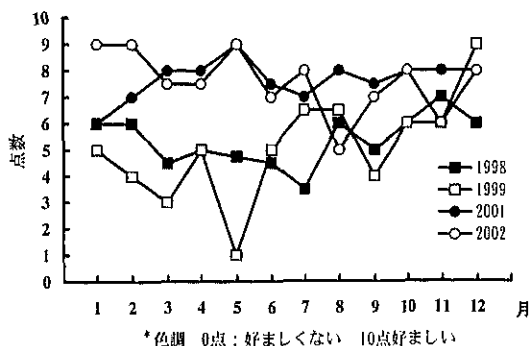


図1 色調の評価結果.

表3 サイレージの品質評価結果.

年	スチールサイロ		スタックサイロ	
	1998	1999	2001	2002
色調	5.35 b	5.08 c	7.63 a	7.56 a
pH	3.79 d	4.03 b	4.08 a	3.74 e
におい	6.67 b	6.83 b	6.73 b	7.65 a
味	6.63 c	6.60 d	7.00 b	7.71 a
触感	6.90 c	6.79 c	7.23 b	7.79 a
水分含量 (%)	71.47 c	67.97 d	79.06 a	77.22 b

同じ行の異なる文字間に有意差あり (P<0.05)

2, pHについて

pHの測定結果を図2に示した。水素イオン濃度 (pH) は、乳酸発酵の進捗状況を推定する目安となり、良質なサイレージのpHは3.5から4.1(須藤 1960b)である。一般にpHの測定結果は他の評価項目と比較してばらつきが少ない。その中で、2001年4月、6月および7月に給与されたサイレージのpHは約4.4と高い値であった。これは、材料であるトウモロコシの水分含量が高かった事に起因すると推察される(図3)。サイレージの発敗を引き起こす酪酸菌は、高水分条件下で生育しpHの上昇をもたらすが、pH4.2以下では生育する事ができない(須藤 1960c)。2001年に給与されたサイレージにおけるpHの年間平均は4.08(表3)であった事から、年間を通しての品質には特に問題はないものの、品質の一時低下が再発しない様に対策を立てる必要がある。

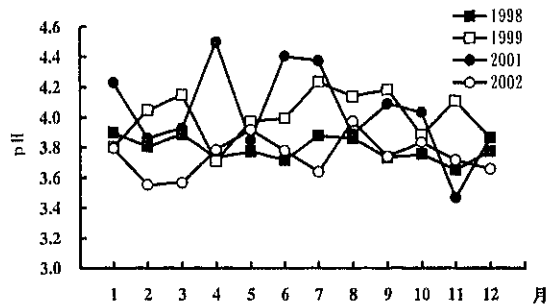


図2 pHの測定結果.

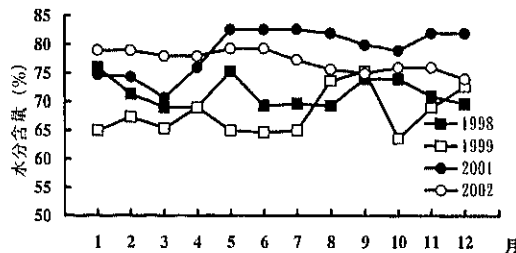


図3 水分含量の測定結果.

3, においについて

においの測定結果を図4に示した。においは、測定者の主観に依存する部分が極めて大きいため、客観的に評価することは困難である。しかしながら、乳酸発酵が不十分である場合や、二次発酵が起こった場合などは明らかににおいが異なる。そのため、熟練した判定者によるにおいの判定は、サイレーズの調整並びに管理が適切であったどうかを判定する基準となる。においの判定結果は、月ごとの変動が大きかったものの、全体的に7月にかけて低下し、その後上昇する傾向が認められた。その原因としては気温の上昇に伴い、取り出し口付近のサイレーズに二次発酵が起こり易くなっているためである可能性がある。今後、取り出し口付近の管理を徹底することにより、二次発酵が起こり難くする必要がある。

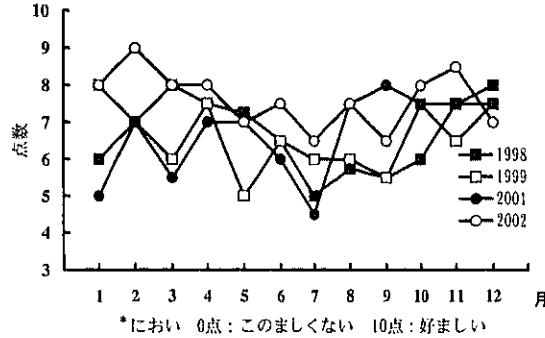


図4 においの評価結果.

4, 味について

味の測定結果を図5に示した。サイレーズの味もまた、測定者の主観に依存する部分が極めて大きい。しかし、においの場合と同様に、熟練した判定者による味の判定は、サイレーズの調整並びに管理が適切であったどうかを判定する基準となる。味の測定結果にはばらつきが多く、一定の傾向は認められなかった。年により一時的に評価が急に低下する例が認められた。特に1999年5月の評価が極端に低下した。その原因としては、スチールサイロにトウモロコシを追いつめたことに伴う、新旧サイレーズの切替え時期であったためと推察される。また、7月の評価が全般的に低くなっている。この原因としてはにおいと同様に、気温上昇に伴う二次発酵に起因すると思われる。

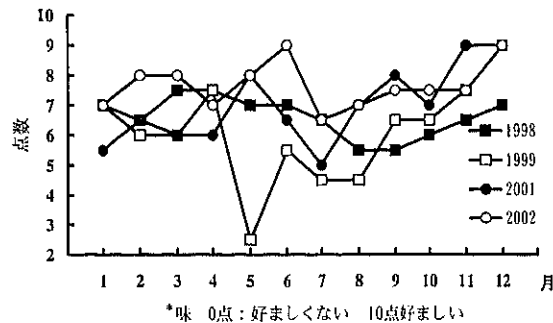


図5 味の評価結果.

5. 触感について

触感の測定結果を図6に示した。触感の評価結果は、全体的にはばらつきが多い傾向が認められた。サイレージの触感を決定する要因は複数存在するが、特に水分含量と発酵状態の是非により大きく左右される。触感の評価は、1998年および、1999年においてはいずれも7月から9月にかけて低くなる傾向が認められた。それに対して、2001年および、2002年においては夏季においても高評価を維持していた。これは、スチールサイロでは追い詰めによる排汁が触感の評価を低くしていると考えられる。

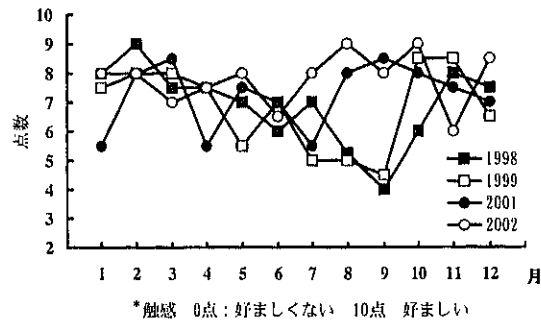


図6 触感の評価結果.

以上の結果から、本センターの泌乳牛に給与されているコーンサイレージの品質は、年度・季節により大きく変動していることが明らかになった。また、この変動には、サイレージの調整方法が関係している可能性が示唆された。

4年間を通して、夏場における味とにおいの評価が低下した。その原因としては、外気温の上昇に伴い、取り出し口付近のサイレージが急速に酸化した可能性が疑われる。今後、サイレージの取り出し口付近の管理を改善することにより、夏場におけるサイレージの品質低下を防ぐことができるかどうかを確認する必要がある。

今回サイレージの品質評価を行った4年間を比較すると、2002年に給与されたサイレージの品質が、最も良質であったことが明らかになった(表3)。2002年に最も良質なサイレージを給与することができた理由のひとつに、材料であるトウモロコシを適期に収穫することができたことがあげられる。また、堆積した材料の上を覆う土の量を増加させたことにより、鎮圧が十分に行われたことも関係している可能性がある。

本報告では、年によりサイレージを調整するために用いたトウモロコシの品種、刈り取り時期が異なるため、得られた結果から直ちにスチールサイロ方式とスタックサイロ方式の優劣を結論付けることは困難である。しかしながら、スチールサイロ方式において追い詰めを行った場合、排汁による既存サイレージの品質低下が不可避である。一方、スタックサイロ方式においては、スチールサイロ方式の際に問題になる排汁の問題は回避でき、安定した品質のサイレージを調整できるが、その調整には広い面積が必要である。

コーンサイレージの品質を今後も継続的に評価することを通じて、トウモロコシの栽培方法、収穫方法、ならびにサイレージの調整方法を改善していく予定である。

引用文献

- 安宅一夫 1988. サイレージの基礎. 畜産全書・飼料作物. 農山漁村文化協会, 東京. 106-107.
- 須藤 浩 1960a. サイレージと, 飼料貯蔵法としてのサイレージの利点. サイレージの調整と利用法. 養賢堂, 東京. 1-9.
- 須藤 浩 1960b. サイレージの飼料的価値とその利用法. サイレージの調整と利用法. 養賢堂, 東京. 59-86.
- 須藤 浩 1960c. サイレージ調整の理論. サイレージの調整と利用法. 養賢堂, 東京. 48-58.
- 須藤 浩 1971. サイレージと乾草—つくり方と与え方—. 養賢堂, 東京. 157-158.
- 名久井忠 1988. トウモロコシサイレージ. 畜産全書・飼料作物. 農山漁村文化協会, 東京. 487-506.

Evaluation of Corn Silage Produced at Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba

Yoshie ADACHI¹*, Takashi KATAGIRI¹, Katsunori SASAKI¹,
Hitoshi KONNO¹, Kazuo SAKAI¹, Mizuki MATSUOKA¹,
Atsushi TAJIMA² and Hideya HOMMA²

¹ Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba, Ten-noh Dai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan.

² Institute of Agricultural and Forestry, University of Tsukuba, Ten-noh Dai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8572, Japan.

Abstract

In order to improve the quality of corn silage fed to lactating dairy cattle at Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba, the quality of Corn Silage was evaluated at year 1988, 1999, 2001 and 2002.

Airtight steel silo was used to produce silage fed at 1998 and 1999, whereas stack silo was used to produce silage fed at 2001 and 2002. The average scores of taste, color, and texture of the silage were significantly higher for the corn silage fed at 2001 and 2002 compared with 1998 and 1999 ($P < 0.05$). It was considered that the overall quality of the corn silage was better and stable when stack silo was used compared with airtight steel silo.

Key words : Airtight Steel Silo, Corn Silage, Quality Evaluation, Stack Sil

* Corresponding Author: adachi@nourin.tsukuba.ac.jp