

トウモロコシサイレージの品質向上

雪印種苗(株)中央研究農場長 兼 子 達 夫

全国的にサイレージ通年給与方式が普及し、北海道から九州まで、サイレージの主体となっているトウモロコシは、乳牛・肉牛の嗜好性が良く、畜産物の生産効率も高く、最も重要な飼料作物である。

トウモロコシは、一般にサイレージを作りやすく、失敗例は少ないと言われている。しかし、真に高品質のサイレージを毎日自信をもって給与できているかどうか？ 乳牛1頭あたり8,000kg以上の高泌乳生産に向い、良質粗飼料の給与が第1条件にあげられており、特にサイレージの品質向上が至上命題となっている。

1 高品質のトウモロコシサイレージ

高品質のトウモロコシサイレージの外観は、

- ◎明るい黄金色。
- ◎手でさわった感触はサラサラしている。
- ◎快い甘酸臭。
- ◎カビ・発熱はない(冷たい)。

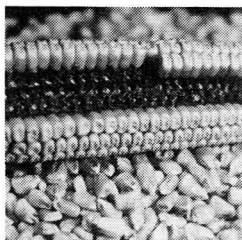
この4項目をすべて満足できるものでなければならぬ。もし緑色であれば、トウモロコシは未熟であり、水分過多の状態にあり、不良発酵の元

凶である酪酸発酵への移行が予測される。また褐色であれば、反対に過熟のため水分不足の状態にあり、二次発酵が心配される。明るい黄金色、オリーブ色がベストである。

手でさわってサラサラとした感触を与えるサイレージは非常に少ない。多少なりともベトついた感触、粘り気を感じさせる。これは、発酵過程において気温以上に高温となり、蛋白質等が分解したためと考えられる。あるいは生堆肥を施用し、硝酸態窒素を多く含有するトウモロコシがベトついた感触を与えるのかも知れない。極めて重要な点であるが筆者には不明である。

サラサラした感触のサイレージとベトつく感触のサイレージとを化学分析すると、炭水化物、粗蛋白、脂肪などの成分値はほとんど同じである。一般の粗飼料分析の報告書では、その成分値に一定の消化率をかけ、TDN及びDCPを計算で求める。従って、サラサラしたサイレージとベトつくサイレージのTDN、DCPはほとんど同じ値である。しかし、これを乳牛へ与えると食い込み量に大きな差が生ずる。かなりベトつくようなサイレージになれば、乳牛は少ししか食わない。また本誌、

目 次



充実したニューデントの子実

- 北海道向サイレージ用 F₁トウモロコシ「ニューデント」……………表②
- 府県用トウモロコシラインナップ……………表③
- トウモロコシ新発売品種の紹介……………表④
- トウモロコシサイレージの品質向上……………兼子 達夫… 1
- ニューデント新品種・系統の紹介と安定・多収栽培のポイント……………橋爪 健… 5
- 府県におけるサイレージ用トウモロコシ品種の選定と栽培のポイント……………細田 尚次… 9
- 飼料作物(特にトウモロコシ)の鳥害防止対策について……………泉 秀幸…13
- 45年前の酪農経営一町村氏は八雲の農民に何を教えたか? その2……………太田 正治…17

1月号, 17頁の表2に示したように, 実際には同じ原料を用いてサイレージ調製したのにもかかわらずTDN, DCPに18%も差が生ずるのである。つまり, 品質の悪いサイレージは食い込み量が減少し, かつ消化率が低下する。

一方, 高品質サイレージは食い込み量が多く, 乳牛の胃内発酵を良好に保ち, 胃内微生物の増殖と活発な消化活動を促進し, 産乳効果を高めるものである。毎日, 自信をもって乳牛へ給与できるように高品質のサイレージを確保しなければならぬ。

2 高品質サイレージは pH 4.0 以下

サイレージは, なぜ長期間貯蔵が可能なのか? その理由は, 植物に含まれている糖が発酵して**乳酸**が生成され, その酸性によって不良微生物の繁殖(腐敗)を阻止するためである。すなわち, サイレージの主役は乳酸菌であり, この菌が活動することにより多量の**乳酸**が生成され, 高品質のサイレージができる。

一方, 酪酸菌が増殖すると劣質サイレージができる。不良発酵の元凶である酪酸菌も酸性に弱く, pHが4.2以下になると生育できなくなる。

従って, サイレージのpHを4.2以下に早く下げることがたいせつであり, 更に4.0以下まで下げることが望ましい。そのために, どう調製すべきか?

(1) 糖の多い時期<黄熟期>に収穫調製する

植物中の糖含量が多いものほど**乳酸**の生成量は多く, 酸性は強まる。図1のとおり, トウモロコシは牧草類よりも糖含量は多く, とくに黄熟期に最高に達する。黄熟期の判定は,

- ①雌穂の包皮が黄褐色に変わる。
- ②子実は爪で割り難く, 水分はほとんど出ない。
- ③子実の側面に線を引きいたように澱粉層が見え, その線が中央部に達したとき。

表1 収穫時期別トウモロコシサイレージの品質と飼料価値

収穫時期	水分	発酵品質		栄養価(乾物中)		収量(kg/10a)		
		pH	評点	DCP	TDN	乾物	DCP	TDN
乳熟期	83.7%	3.60	55	6.6%	70.4%	545(57)	36(106)	384(55)
糊熟期	78.8	3.65	80	5.3	73.6	751(79)	27(79)	553(79)
黄熟期	75.0	3.80	89	3.6	73.6	949(100)	34(100)	698(100)
完熟期	64.2	4.13	83	2.3	70.8	951(100)	22(65)	673(96)

注) ① 評点はフリーク評点を示す
② () 内は黄熟期を100とした指数

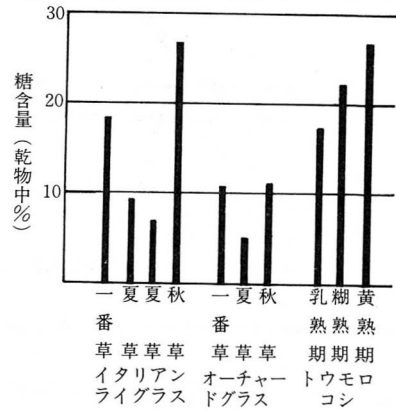


図1 生育時期別の糖含量

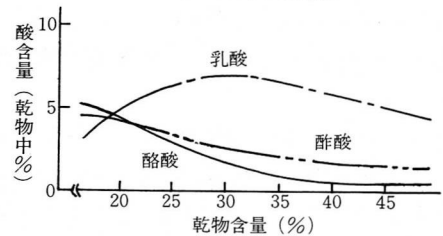


図2 サイレージの乾物含量と有機酸生成 (ツインマー、1969)

を目安に行う。北海道, 東北地方や府県高冷地では, 冷害年においても黄熟期に達する早生の品種を選ばなければならない。北海道では10年前には相対熟度110日の品種が主であったが, 現在は85~95日の品種が大半を占めるようになり, トウモロコシの限界地帯では75日の極早生品種が栽培されている。

(2) 最適水分の時期<黄熟期>に収穫調製する

乳酸の生成(乳酸発酵)は, 図2のように, 水分が65~75%のとき, 最も活発になる。トウモロコシサイレージも, 表1の評点で見られるように黄熟期を中心として発酵品質が良好である。しかし, 高水分の乳熟期には評点が非常に低く, 劣質サイレージであることがうかがわれ, また図2で高水分(乾物20%)のときは乳酸と酪酸が同量生成されているのである。

表1では消化試験も行われ, その結果, 糊熟期, 黄熟期の乾物中TDNは73.6%と高い値が示され, 更に収量は黄熟期が最高であることも明らかにさ

れている。

実際にトウモロコシサイレージをサイロに詰め、それを取り出して乳牛へ給与しているときに感ずるのは、サイロの大きさ・高さと水分（熟期）との関係である。大型サイロでは、サイレージの自重によって重圧が加わり、固く圧密されるので水分70%前後（黄熟後期）が最適と思われる。この場合には、サイロ底部より排汁はほとんど滲出しない。

しかし、小～中型のサイロでは、なかなか重圧がかからず、黄熟後期のトウモロコシを1cmに細切し、足で踏圧を加えてもサイレージは緊密な状態になりにくい。そのため、サイレージ取り出し中に、内部へ空気が侵入し二次発酵を起しやすい。そこで、小～中型サイロでは水分75%前後（黄熟前期）のトウモロコシを詰めれば、汁液が滲出して空間をうずめ、サイレージを緊密な状態に保つことができるので、二次発酵の心配が少ない。もちろん、小～中型サイロでは踏圧の効果が大きく、省力は厳禁である。この場合には、サイロ底部より少量の排汁が滲出してくる。

水分70%と75%とは微妙な差であるが、牧草の水分を掌で握って判定するのと全く同様に、細切したトウモロコシを強く握り、離れたとき掌にわずかに水が付くのが75%であり、70%以下は水がつかない。また子実の澱粉線からも判断できよう。

(3) 早期に密封（嫌気性）する

乳酸菌は嫌気性菌であり、サイロ内で植物の呼吸作用によって、酸素がなくなってくるころから増殖が活発になってくる。従って、できるだけ早期に嫌気性に保つことが、乳酸の生成を促進し、高品質サイレージを調製できる。

トウモロコシをサイロに詰込んだ直後には、サイロの中は相当の空気が残っているので、好気性の微生物—好気性菌、酵母、カビ等—が活発に増殖する。好気性菌は糖から酢酸や炭酸ガスを生成する。従って、好気性菌の増殖が長く続くと、糖が消費され、乳酸菌の増殖が妨げられ、その結果酪酸菌がはびこってサイレージ品質が悪くなる。

また、トウモロコシは細切され、サイロに詰められてからも、空気があれば呼吸作用を活発に行い、炭酸ガスと水と大量の熱を発生する。発熱す

表2 貯蔵温度、開放時間とトウモロコシサイレージの発酵品質

貯蔵温度	初期開放時間	pH	有機酸（原物 %）				評点
			総酸	乳酸	酢酸	酪酸	
15℃	0	3.64	1.64	1.27	0.31	0.04	70
	24	3.96	3.96	0.99	0.54	0.04	46
	48	4.18	4.18	0.67	0.56	0.04	39
30℃	0	3.63	1.70	1.36	0.30	0.04	95
	24	4.37	1.43	0.68	0.38	0.37	15
	48	4.95	1.72	0.37	0.43	0.92	3

注) 黄熟初期(水分75.8%), 1cm切断, 30日貯蔵 高野(昭53)ると不良菌の増殖が促進される。**乳酸菌**の生育適温は20~30℃であるが、酪酸菌の生育適温は約37℃であり、サイロ内温度が高まるにつれて酪酸発酵を起しやすい。酪酸発酵が行われると、蛋白質が分解され、アンモニアやアミンが生成する。これらは、酪酸とともにサイレージの悪臭の原因となるばかりでなく、下痢、ケトosis、乳量低下、乳房炎、繁殖障害の発生を増加する。

表2は、トウモロコシをサイロに詰込んでから直ちに密封したとき、1昼夜開放して密封したとき、2昼夜開放して密封したときの3処理を行なってから30日間15℃と30℃で貯蔵し、サイレージ品質を調べた結果である。直ちに密封したものは乳酸が多く生成され、pHは低く、評点も優れているが、時間の経過とともに乳酸の生成は減少し、pHが高まっているのが明らかである。とくに30℃の場合、24時間放置によって著しく品質が劣悪化しており、暖地において十分配慮すべきことを示している。

すなわちトウモロコシサイレージの調製にあたっては、サイロになるべく短期間に貯蔵して、早期に密封することが極めて重要である。しかも密封（空気の遮断）は完全に行うことが望ましく、サイロによっても異なるが、ビニール等を用いて工夫が必要である。

(4) 乳酸菌製剤を添加する

トウモロコシは糖含量が多く、一般に良質のサイレージができるので、乳酸発酵を促進するための添加物—乳酸菌、ブドウ糖、糖蜜などを添加する酪農家は、牧草よりも少ない。

しかし、例えば乳酸菌製剤をトウモロコシに添加してサイロに詰め込み、ビニールを用いて完全密封し、無添加と比較すると明らかに異なる。無添加の方は、ビニールがはちきれぬくらいふくらむ

のに、乳酸菌製剤を添加した方は全然ふくらんでこない。つまり、乳酸菌が働いて乳酸発酵が直ちに開始されたため、トウモロコシの呼吸作用はストップしたものと考えられる。

すなわち、乳酸菌の効果が直ちにあらわれ、乳酸の生成、pHの低下が生じているのである。乳酸菌製剤を添加したサイレージは、二次発酵が起りにくいという試験結果も報告されている。

ただし、市販されている乳酸菌製剤には、サイラバック 1177、バイオマックス、トリプルバック、サイロゲン、トモキンなどがあり、それぞれ菌の能力や効果は異なっているので注意を要する。また乳酸菌ではなく、酵素製剤として、スーパーGX、サイロガード、メイセラゼなども市販されているが、まだ酵素製剤についての試験例は少なく、その効果は明らかになっていない。そのほかに、牧草に用いられている蟻酸の添加は、サイレージのpHを4.2以下に急速に下げるのに適している。しかし、蟻酸サイレージは比較的二次発酵を起しやすいことと、機械やサイロを腐蝕させる欠点があり、また直接人体にふれると危険であり、トウモロコシには一般に用いられていない。

3 二次発酵の防止

高品質のトウモロコシサイレージはpHが低く(pH 3.6~3.8)、冷たく、夏期高温の時期でも二次発酵を起すことはない。従って、高品質のサイレージを調製するのが基本である。

しかし、いろんな条件があって、サイレージを取り出し中に発熱し、急速に変敗することがある。その理由は、サイレージの表面が空気にさらされ、好気性の微生物、酵母とカビが増殖を開始するからであり、二次発酵を起すことにより

- ①サイレージは変敗して、家畜に給与することが不可能になる。
- ②二次発酵時に発生するカビのなかには、毒素成分の強いものがあり、中毒、下痢、流産の原因になることがある。

表3 トウモロコシの刈取期とサイレージ品質

刈取月日	熟期	水分	pH	総酸	備考
10月5日	黄熟後期	71.9%	3.9	28.2 meq%	
10月19日	完熟期	65.4%	4.3	19.3	被霜5回

注) 開封は翌年4月23日に行なった。(北農試・畑作部)

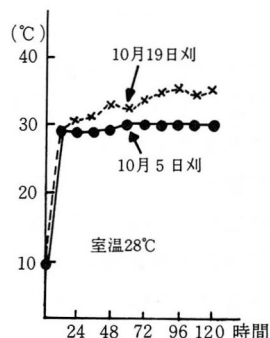


図3 刈取時期と二次発酵温度の変化

など人畜に悪影響を及ぼすため、廃棄処分しなければならなくなる。

表3は、北海道においてトウモロコシを10月5日に収穫調製したものと、10月19日に収穫調製したものとを比較した試験成績であり、後者は完熟期に達し、霜に5回あっているため葉は枯れ上がり、水分は65.4%と低かった。翌春、それぞれのサイロを開封して、サイレージを取り出し、28°Cの室温に放置したところ、図3のとおり、黄熟後期は温度上昇が見られなかったが、完熟期は経時的に上昇を続け、96時間後(4昼夜後)には36°Cに達し、二次発酵を生じた。このように、トウモロコシサイレージは黄熟後期にはpH 3.9と高品質であるのに対して、完熟期にはpH 4.3と高く、二次発酵の発生時間が早まることを示している。また5回も被霜した原料は良質サイレージ調製のために好ましくないことを示唆している。

二次発酵の原因は、①サイレージの密度が低い。②水分が少な過ぎる。または多過ぎる。③取り出し厚さが少ない等があげられ、サイレージの内部へ空気が侵入することによって発生するものである。従って、トウモロコシは適水分のときをねらって収穫し、1cmに微切断してサイロに詰込み、十分に踏圧をかけ、ビニールで完全密封して高品質サイレージを調製し、毎日サイレージの取り出し厚さを15cm以上となるように、表面積の狭いサイロを用いることが肝要である。バンカーサイロやスタックサイロを用い、トラクタで踏圧し、固く圧密を高め、ビニールを覆って密封することによっても、二次発酵の発生は防止できる。

もし、何かの都合で、トウモロコシが完熟期まで進んでしまったり、あるいは霜にあって葉が枯

れ上がったたりして、水分が70%以下になった場合は、水を添加し補給しなければならない。ビートパルプを水に浸して添加すれば、糖分の補給にもなり、相乗効果が得られ、高品質サイレージが調製される。

寒冷地において、冷害年にトウモロコシが未熟のまま秋を迎え、高水分のものをサイロに詰込むと酪酸発酵を生じ、劣質サイレージがしやすい。水分75%以上の高水分の場合にもビートパルプを添加して水分調節を行うのが一般的であり、やは

りビートパルプは糖分を添加する効果もあって、サイレージの品質向上のため好都合である。ペレット状のビートパルプが便利である。

以上、トウモロコシサイレージの品質を更に向上する必要性を感じて、高品質サイレージの調製上のポイントと、二次発酵の防止について述べたが、今年こそ真に高品質サイレージができるように、基本に戻り、土づくりから着手して行かなければならないと思う。

北海道向F₁トウモロコシ

ニューデント新品種・系統の紹介と安定・多収栽培のポイント

雪印種苗(株)中央研究農場 橋 爪 健

はじめに

一昨年は冷害年、昨年は高温・早ばつ年と、最近の北海道は、異常気象が続いている。この状況に打ち勝つためには、個々の農家の方々が優良品種を選定し、その的確な栽培技術を励行することが第一である。また、今春、当社では、モンタナ(72)を新発売し、ニューデント110日、スノーデントJX167(115日)を新系統に更新し、更にパワーアップを図った。今回は、これら優良品種

群の紹介と、安定・多収栽培のポイントについて、再度振返ってみたい。

1 ニューデントの品種特性

ニューデント系の特性一覧表を表1に示した。

1) 75日クラス

今春、新発売されるモンタナ(72)：カーギモンタナは、発芽・初期生育がとくに優れた極早生種である(表紙④の写真参照)。従来品種に比べて、生育初期の草丈が20%も高いということは、不良

表1 ニューデント系品種の特性一覧表

品 種 名	系 統 名	相対熟度	特 性			性 質			適正栽植本数(本/10a)	摘 要
			低温発芽性	初期生育	耐病性(葉枯病)	耐倒伏性	子実生産性			
モンタナ(72)	カーギモンタナ	72	◎	◎	◎	◎	◎	7,000~7,500	新発売 北海道準奨励品種 北海道準奨励品種	
ワセミノリ(75)	プレストール	75	◎	◎	◎	◎	◎	7,000~7,500		
ニューデント85日	エソール	85	◎	◎	◎	◎	◎	7,000~7,500	北海道準奨励品種 北海道準奨励品種	
ムスタング(85)	R X 25	85	◎	◎	◎	◎	◎	7,000~7,500		
パッファロー(95)	P A G 145	95	◎	◎	◎	◎	◎	7,000~7,500	北海道準奨励品種 北海道準奨励品種	
ニューデント100日	R X 42	100	◎	◎	◎	◎	◎	6,500~7,000		
パイソン(105)	J X 151	105	◎	◎	◎	◎	◎	6,500~7,000	新系統 新系統	
ニューデント110日	J X 166	110	◎	◎	◎	◎	◎	6,500~7,000		
スノーデントJX167(115日)	J X 167	115	◎	◎	◎	◎	◎	6,500~7,000		
ニューデント120日	J X 180	120	○	○	◎	◎	◎	6,000~6,500		

注) ① ◎：特に優秀 ○：優秀 ○：良好

② 表示の適正栽植本数はそれぞれ品種の奨励地帯での標準で、更に条件のきびしい所では疎植に、また条件の良い所では密植に増加します。