

暖地における飼料用トウモロコシサイレージ調製上の問題点と留意点

徳島県畜産試験場 井上真一

はじめに

トウモロコシは生産性や飼料価値が高く、牛の嗜好性も良いことから、全国的に広く栽培されており、夏作の基幹的飼料作物となっています。暖地では、温暖多雨な気候を利用した二期作栽培も盛んに行われるようになってきており、今後も栽培面積は増加すると考えられます。

利用面では、その大部分はサイレージとして調製され、乳牛や肉牛の貴重な粗飼料源となっています。一般的にトウモロコシはWSC（水溶性炭水化合物）含量が高いことから、安定して良質発酵サイレージが作られると言われていますが、徳島県で実施したサイレージ共励会の成績を見てみますと、良質サイレージの調製が難しい事例もあるようです。

そこでサイレージ共励会に出品のあったサイレージについて、そのサイレージが調製された条件をアンケート調査し、その結果とサイレージの発酵品質（フリーク評点）との関係を数量化理論Ⅰ類の多変量解析法により解析を行いました。その結果を中心に、暖地で抱えているサイレージ調製上

の問題点や良質サイレージを調製する上で留意しなければならないことをあげてみました。

表1 材料草が品質に及ぼす影響

| アイテム | カテゴリー | 例数 | キジュン カテゴリー ウェイト | レンジ 偏相関 係数 |
|-----------|-------|----|-----------------------|------------------|
| 栽培品種 | 早生種 | 7 | -4.014 | 17.0 <0.119> |
| | 中生種 | 21 | 0.721 | |
| | 晩生種 | 1 | 12.964 | |
| ステージ | 糊熟 | 4 | -14.916 | 44.8 <0.292> |
| | 黄初中 | 22 | -1.363 | |
| | 黄熟後 | 3 | 29.881 | |
| 水分 調節剤 | 有 | 2 | 14.749 | 15.8 <0.167> |
| | 無 | 27 | -1.093 | |
| 乳酸菌 添加 | 有 | 9 | -2.408 | 3.5 <0.060> |
| | 無 | 20 | 1.083 | |
| 病虫害 被害 | 有 | 9 | -9.910 | 14.4 <0.242> |
| | 無 | 20 | 4.459 | |
| 雑草の 混入 | 有 | 8 | 11.033 | 15.2 <0.251> |
| | 無 | 21 | -4.203 | |
| 土砂の 混入 | 有 | 1 | -27.530 | 28.5 <0.212> |
| | 無 | 28 | 0.983 | |
| 倒伏の 被害 | 有 | 2 | 4.602 | 4.9 <0.034> |
| | 無 | 27 | -0.341 | |

重相関係数 $R=0.57, R^2=0.32$

目次



黄熟後期に達したサイレージ用トウモロコシの収穫

| | |
|--|----------|
| <input type="checkbox"/> 府県向・秋播き牧草優良品種 | 表② |
| <input checked="" type="checkbox"/> 暖地における飼料用トウモロコシ・サイレージ調製上の問題点と留意点 | 井上 真一 1 |
| <input type="checkbox"/> トウモロコシ・サイレージ二次発酵防止対策 | 古川 修 5 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 除草剤と火入れによる草地の不耕起更新法 | 澤田 実 9 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 飼料給与と異常風味乳 | 木村 容子 13 |
| <input checked="" type="checkbox"/> ライムギ「春一番」の緑肥栽培による大根への成果 | 尾崎 嘉孝 17 |
| <input type="checkbox"/> ホウレンソウ栽培の優良事例 | 安達 英人 20 |
| <input type="checkbox"/> イタリアンライグラス優良品種 (BEST 4) | 表③ |
| <input type="checkbox"/> 新・サイレージ用L型乳酸菌・スノーラクトL (水和剤・顆粒剤) | 表④ |

1 材料草が品質に及ぼす影響

表1に示すとおり、材料草に関する項目では、サイレージ品質に最も大きかったのはステージで、キジュンカテゴリウエイトのレンジで44.8と高い値を示しましたが、他の項目は比較的小さかった。収穫時期によって発酵品質が大きく変わることが分かりました。

そこで各刈取りステージごとに水分、フリーク評点、TDN含有率の平均値を比較したのが図1です。水分は糊熟期のものが78.7%、黄熟初中期のものが72.9%、黄熟後期が69.8%と徐々に低下して、逆にフリーク評点、TDN含有率は上昇しています。発酵品質、栄養両面からみて黄熟後期ころに刈取ることが有利であると言えます。

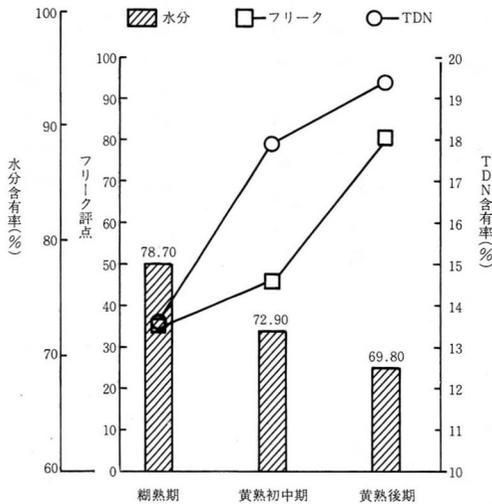


図1 熟期別発酵品質と飼料成分

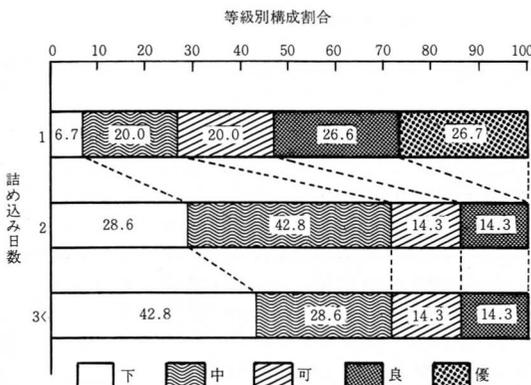


図2 詰め込み日数と品質の関係

表2 サイレージ調製方法が品質に及ぼす影響

| アイテム | カテゴリー | 例数 | キジュン カテゴリ ウエイト | レンジ 偏相 係数 |
|--------|----------|----|----------------------|-----------------|
| 調製日数 | 1日以内 | 15 | 13.018 | 27.5 <0.525> |
| | 2日 | 7 | -13.456 | |
| | 3日以上 | 7 | -14.439 | |
| 追詰め | 有 | 16 | -1.497 | 8.7 <0.144> |
| | 無 | 13 | 7.187 | |
| 踏圧重石 | 有 | 11 | 1.489 | 2.4 <0.050> |
| | 無 | 18 | -0.910 | |
| 刈取方法 | コーンハーベスタ | 20 | -8.161 | 26.3 <0.403> |
| | その他 | 9 | 18.136 | |
| 切断長 | 10mm以下 | 5 | -0.204 | 24.7 <0.194> |
| | 11~15mm | 15 | -2.341 | |
| | 16~30mm | 8 | 6.763 | |
| | 31mm以上 | 1 | -17.966 | |
| 詰め込み方法 | 運搬車 | 16 | 2.308 | 9.4 <0.173> |
| | プロワー | 3 | -6.552 | |
| 方法 | カット | 6 | 1.820 | 9.4 <0.173> |
| | プロワー | 6 | 1.820 | |
| | その他 | 4 | -7.050 | |

重相関係数 $R=0.65$, $R^2=0.43$

2 サイレージ調製法が品質に及ぼす影響

サイレージ調製法に関する項目の中で発酵品質に及ぼす影響が最も大きかったのは調製日数でした(表2)。

図2は詰め込み日数ごとに等級別構成割合を示したものであるが、詰め込み日数が1日以内の場合、優が26.7%、良のものが26.6%あったが、2~3日以上になると優のものが無くなり、良のものが14.3%に減少しました。変わって、中・下といった品質の悪いものの割合が1日以内の場合26.7%しかなかったのに、2日以上になると71.4%と2.7倍に大幅に増加しました。

このことは、貯蔵温度別に初期開封時間を変えてトウモロコシの発酵品質に及ぼす影響を調査した高野の実験結果においても認められています(表3)。

貯蔵温度15℃の低温では、即密封したサイレージはpH 3.64、乳酸1.27%に対し、24時間開放した後で密封したものはpH 3.96、乳酸含量は0.99%に低下し、貯蔵温度30℃で即密封したサイレージ

表3 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%) | | | | VBN比% | 評点 |
|------|--------|------|----------|------|------|------|-------|----|
| | | | 総酸 | 乳酸 | 酢酸 | 酪酸 | | |
| 15℃ | 0 | 3.64 | 1.64 | 1.27 | 0.31 | 0.04 | 3.7 | 70 |
| | 24 | 3.96 | 3.96 | 0.99 | 0.54 | 0.04 | 5.1 | 46 |
| | 48 | 4.18 | 4.18 | 0.67 | 0.56 | 0.04 | 5.5 | 39 |
| | 72 | 4.18 | 4.18 | 0.60 | 0.51 | 0.10 | 6.2 | 18 |
| 30℃ | 0 | 3.63 | 1.70 | 1.36 | 0.30 | 0.04 | 4.1 | 95 |
| | 24 | 4.37 | 1.43 | 0.68 | 0.38 | 0.37 | 8.3 | 15 |
| | 48 | 4.95 | 1.72 | 0.37 | 0.43 | 0.92 | 12.0 | 3 |
| | 72 | 5.02 | 2.07 | 0.31 | 0.53 | 1.23 | 14.9 | 2 |

* P3715 糊熟後期, 1cm切断, 水分75.8%
WSC22.0%, 30日貯蔵

高野(1978)

はpH 3.63, 乳酸 1.36%であるのに対し, 24時間開封したものはpH 4.37, 乳酸含量は0.68%, 酪酸が0.37%も含む劣質なものとなっています。従って高温で短期詰め込みと即密封の重要性を指摘しています。

暖地でトウモロコシの収穫, サイレージ調製時期が夏期の30℃を超える高温時期に当たると考えると特に重要であると言えます。

3 サイロ構造が品質に及ぼす影響

サイロ構造に関する調査項目としては表4のとおり, サイロ型式, 容量, 排汁装置の有無ですが, 品質に及ぼす影響が大きかった項目はサイロの型

表4 サイロ構造が品質に及ぼす影響

| アイテム | カテゴリー | 例数 | キジュンレンジ | |
|-------|-------------------------|----|-----------|---------|
| | | | カテゴリーウエイト | 偏相関係数 |
| サイロ型式 | 気密サイロ | 5 | -43.230 | 57.5 |
| | 固定サイロ | 7 | 14.261 | <0.475> |
| | 簡易サイロ | 17 | 6.842 | |
| 容量 | 10 m ³ 以下 | 15 | 7.451 | |
| | 11 ~ 50 m ³ | 10 | - 9.984 | 18.9 |
| | 51 ~ 100 m ³ | 2 | -11.484 | <0.345> |
| | 100 m ³ 以上 | 2 | 5.516 | |
| 排汁装置 | 有 | 7 | 20.214 | 26.6 |
| | 無 | 22 | - 6.432 | <0.290> |

重相関係数 R=0.57, R'=0.32

表5 サイロ型式別品質

| サイロ型式 | 点数 | 水分 | pH | 乳酸 | 酢酸 | 酪酸 | 総酸 | フリーク評点 | 等級 |
|-------|----|------|------|------|------|------|------|--------|----|
| 気密サイロ | 5 | 73.4 | 3.93 | 1.21 | 1.40 | 0.24 | 2.85 | 23 | 中 |
| 固定サイロ | 7 | 70.9 | 4.03 | 1.52 | 0.63 | 0.22 | 2.37 | 54 | 可 |
| 簡易サイロ | 17 | 74.4 | 3.86 | 1.43 | 0.82 | 0.13 | 2.38 | 56 | 可 |

式でした。

サイロ型式別の品質(平均)は表5に示すとおりで, 気密サイロが固定サイロや簡易サイロに比べて乳酸が低く, 酢酸・酪酸が高い有機酸組成を示した。フリーク評点で比較すると, 気密サイロの23, 固定サイロが54, 簡易サイロが56となり, 気密サイロの品質がかなり劣っていました。この原因としては, 気密サイロは本来ヘイレージ用のサイロとして開発され, その材料草として

適水分は40~60%とされているが, 今回提出のあったサンプルの水分はいずれも70%を超える水分含有率を示したことやサイロが大規模なため詰め込み日数に長期間を要し, サイロ内の残存空気によって品質が劣化したことなどが考えられます。

4 サイレージ給与方法が品質に及ぼす影響

サイレージ給与に関する分析結果は表6のとおりです。各項目ともかなり大きいレンジを示し, 特に取り出し方法や取り出し回数50を超える非常に高い値を示しました。重相関係数で0.75となっており, フリーク評点のパラッキの57%(R²=0.57)まで, これらサイレージ給与方法に関するアイテムによって説明可能ということになります。このことは給与段階の取り扱いかたも極めて重要で, 二次発酵による品質の低下を防ぐ必要があることを物語っています。

5 サイレージ調製上の留意点

1) サイレージ調製段階

以上の結果, 材料草に関するアイテム中, 品質に及ぼす影響が最も大きかったステージに相関が高い水分含有率を横軸に, 縦軸にフリーク評点を取り, 各サンプルをプロットすると図3のようになります。糊熟期以前に収穫されたと考えられる

77%を超える水分を示すもののほとんどは平均の50以下の品質の悪い区域に属することが分かります。

また, 77%未満の水分のものであっても詰め込み日

表6 サイレージ給与方法が品質に及ぼす影響

| アイテム | カテゴリー | 例数 | キジュン カテゴリー ウエイト | レンジ 偏相 係数 |
|--------|------------|----|-----------------------|-----------------|
| 白カビの発生 | 有 | 19 | 0.143 | 0.42 |
| | 無 | 10 | -0.272 | <0.008> |
| 取回数 | 1日回数 | 4 | 10.712 | 53.5 <0.559> |
| | 1日1回 | 22 | 3.890 | |
| | 2日1回 | 3 | -42.806 | |
| 取出量 | 10 cm 以下 | 15 | -9.694 | 26.9 <0.384> |
| | 11 ~ 20 cm | 13 | 9.859 | |
| | 21 cm 以上 | 1 | 17.247 | |
| 給与期間 | 1週間以内 | 1 | 14.421 | 28.7 <0.471> |
| | 1 ~ 2週間 | 8 | 14.144 | |
| | 2週間 ~ 1ヵ月 | 11 | -14.301 | |
| | 1ヵ月以上 | 9 | 3.304 | |
| 開封後の発熱 | 有 | 5 | 6.725 | 8.1 <0.144> |
| | 無 | 24 | -1.401 | |
| 開封後の処理 | 再密封 | 10 | 17.000 | 26.5 <0.508> |
| | シートを置く | 7 | -7.995 | |
| | 放置 | 12 | -9.502 | |
| 取出方法 | 人力 | 22 | 5.089 | 76.1 <0.630> |
| | ホイスト | 2 | 38.374 | |
| | アンローダ | 5 | -37.739 | |

重相関係数 R=0.75, R²=0.57

数が3日以上かかったもの（その大部分は気密サイロ）は品質が悪い傾向にあることがこの図によって理解されます。このことから、サイレージを調製するにあたっては、次のような点に留意する必要があります。

① 収穫適期に刈取りを行う。

黄熟中後期に収穫します。収穫適期は子実をツメで押した時の感じやミルクライン等によって判定します。収穫時期を適期にもっていくためには、播種時期や適品種の選定なども重要な項目となります。どうしても早刈りしなければならないときは、ビートパルプ等で水分調節を行います。

② 短時間に詰め込みを終了する

なるべく1基は1日以内に詰め込みを終了出来るようにします。そのためには、経営規模、作業・機械化体系に合ったサイロの選定も必要です。また共同作業による能率アップを図ることも1日に調製可能な容量を増大させる上で有効です。

③ 早期密封をする

サイレージ調製段階

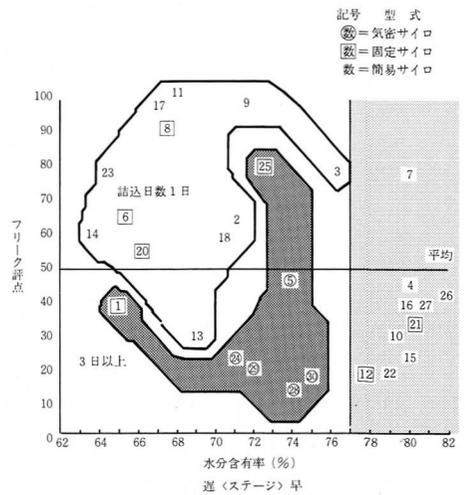


図3 品質に及ぼす要因解析図

詰め込み後は即密封します。大規模サイロなどで1日で詰め込みが終了しないときはその日の詰め込み後、ビニールシートで被覆して仮り押さえを施し、原料草を大気中に曝さないように心がけます。

気密サイロでは炭酸ガスを利用してサイロ内が早期に嫌気状態になるようにしてやります。

2) サイレージ給与段階

サイレージ給与段階での留意すべき点としては、二次発酵を防止するという観点から次のようなことが挙げられます。

① 1日に1~数回の取り出しを行う

取り出しをこまめに行うことによって、サイロ内の二次発酵を防ぐとともに取り出し後のサイレージの発熱も防止出来ます。1日に最低1回は取り出しを行います。

② 短期間に給与する

開封後は短期間に給与してしまうようにする。そのためには経営規模にあったサイロを選定し、回転を良くし、効率的に使用することが得策です。

③ 取り出し後は再密封する

取り出しが終ったサイロはそのまま放置せず、再密封するように心がけます。再密封できないサイロは二次発酵防止板やビニールシート等で被覆してやります。