

高栄養価ロールペーラサイレージの 調製法と省力的給与

北海道農業試験場畑作部

家畜導入研究室長

萬田富治

1 導入の契機

草地からの最高の栄養生産は、適期収穫の励行と調製・貯蔵過程の栄養損失を防止することによって達成できる。乾草方式は天候に左右されるので、大量調製の基幹技術とはなりえない。カビが発生した乾草は人と牛の健康にとっても大問題である。

比較的に雨が少ない十勝地域でも一番草の時期に雨が集中するので、収穫はどうしても遅れがちである。昭和59年と60年は2年連続して早ばつで乾草調製には好都合であったのに、乾草の飼料価値はサイレージよりも劣っている(図1)。このような現状であるから、耐天候型の調製技術で乳・肉の生産効率を高めるためには、サイレージ方式を採用せざるを得ない。

しかし、乾草からサイレージ方式に切換えるとしても、新たにサイロを必要とするし、収穫機械にも投資しなければならない。多くの酪農家がサイレージ方式の必要性を承知しながらも、サイレージ方式に転換出来ない理由はここにある。

最近、普及が著しいロールペーラは省力作業ができる。天候次第で乾草もサイレージも調製できる。固定サイロを必要としない。また、バドックでの不断給餌によって給餌作業が省力化され、乳牛の摂取量が高まり、購入飼料量を節減できる。

2 ロールペーラサイレージ方式は 一時的な技術か

コンパクトペーラもロールペーラも、もともと乾草調製用に普及した機械であるが、天候次第で乾草調製にもサイレージ調製にも利用できる。コンパクトペーラサイレージは一時かなり普及した

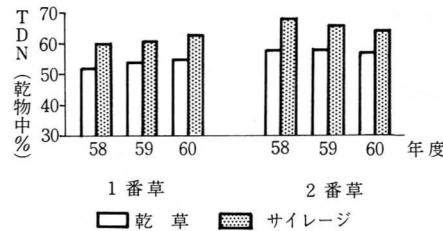


図1 十勝で生産された乾草とサイレージのTDN含量の年次別・番草別比較

が、短期間にうちにほとんど消滅してしまった。ロールペーラサイレージの普及も一時的なものなのだろうか。以下にコンパクトサイレージ方式とロールペーラ方式を比較し、将来を予測してみたい。

第一の相違点は省力性である。コンパクトペーラ方式は、拾い上げ作業が人力の場合極めて多労である。梱包の大きさにもよるが、水分60%の材料では重量が20kg以上にも達する。通常、拾い上げ作業は婦人が行うことが多く、重い梱包は過重労働となる。ペールローダやペールワゴンとの組み合わせにより拾い上げ作業が機械化されたとしても、サイロへの収納、取出し、給与は、いずれも人力作業となるので多労である。コンパクトペーラ方式に比べると、ロールペーラ方式は梱包、運搬、収納を機械化一貫作業で行うため、極めて省力的である。しかも、ワンマンオペレータで作業可能である。この高能率作業が出来る点が、ロールペーラ方式が普及した最大の理由である。

第二の相違点は開封後の二次発酵である。サイレージの水分が同じ場合、二次発酵は空気にさらされるサイレージの表面積が大きく密度が低いものほど起しやすい。ロールペーラに比較してコンパクトペーラは重量あたりの表面積が大きく、密

度も低いため二次発酵を起しやすい。密度はハーベスターで切断してタワーサイロに埋草した場合が最も高いが、ロールペールでも所要馬力を大きくすることによってタワーサイロと同等の密度に高めることは可能である。

第三の相違点は給与方法である。コンパクトペールサイレージは1頭ずつ飼槽で定量給与が可能である。ロールペールサイレージは、ほぐして与えることも出来るが、サイレージナイフや専用機で切断する。その分、出費や労力がかかり、本方式の省力面での利点が失われる。従って、ロールペール方式の省力性を最大限に活用し、併せて乳牛に食いこませるにはバドックでの不断給餌方式が理想的である。

ただし、両方式に共通する最大の問題点は、被覆資材が風、カラス、ネズミ、コオロギ、その他予期しない原因で破損しやすいことである。被覆資材の気密性や耐久性が良くなるほど値段も高くなる。

3 調製技術の実際

1) 良質原料草の確保

単位面積あたりの養分収量が多く、良質発酵が期待できる生育ステージは、イネ科牧草の場合、出穂期前後である。出穂期前の早刈りによって乾物中 TDN 含量が 65% 前後のサイレージを調製することが出来るが、適期刈りに比べると年間の乾物収量ばかりか栄養収量も低下する(図2)。飼料畠に恵まれた経営では早刈りによる増乳効果は大であるが、自給率の低い経営での早刈りは牧草織維の確保といった点から考えると不都合である。

このように、サイレージ材料としての刈取適期は出穂期前後を目安にするが、このほか、原料草には土砂、堆肥、枯葉など夾雑物の混入を最少限にすることは言うまでもない。夾雑物には不良発酵の原因となる雑菌が生息しているからである。

マメ科牧草の草種と発

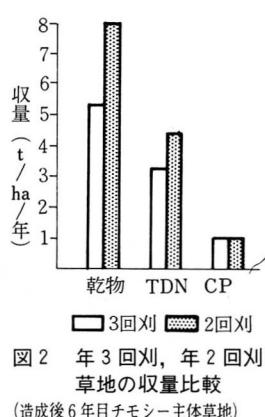


表1 密封遅延がロールペール各部位の最高温度及び到達日数に及ぼす影響

密封遅延 日 数		温 度 (°C)			最 高 值 到達日数
		ペール時	密 封 時	最 高 値	
0	外 層	28.0	—	34.7	7
	中 間	28.5	—	34.4	8
	中 心	29.1	—	34.2	7
1	外 層	30.2	36.7	39.1	2
	中 間	30.3	32.4	40.1	7
	中 心	31.9	33.1	39.2	7
3	外 層	27.0	48.6	49.5	3
	中 間	25.0	34.9	44.1	7
	中 心	24.0	33.7	41.4	7
外気温		20.6	—	21.8	—

原料草：2番草

酵品質の関係をみると、ラジノクローバは比較的良質発酵しやすいが、水分が多いとアカクローバとアルファルファは不良発酵を起しやすい。しかし、アカクローバやアルファルファでも水分が40~60%の範囲であれば良質サイレージを作ることが出来る。アルファルファは葉と茎の乾燥速度が異なり、葉は乾きやすく茎は乾きにくいので落葉損失が大きくなる。ロールペールサイレージ方式は、栄養価の高い葉部の脱落を防ぐ点で優れているが、水分が高いと不良発酵を起しやすいので、水分調節には細心の注意が必要である。

2) 早期密封

早期密封は良質サイレージ作りの基本原則である。密封が遅れると植物自身の呼吸作用と好気性の微生物の増殖によって温度が上昇し、50°Cをこえると蛋白質が熱変性し消化率が低下する。密封遅延によるこのような悪影響は夏期高温時に起しやすい。表1は、夏に二番草を用いて、密封遅延がサイレージの発酵に及ぼす影響を調べたものである。早期密封区はロールペール中心部、中間部、外層部の温度差が小さく、いずれの部位も最高温度到達日数が7~8日とほぼ一致している。ところが、密封遅延区は放置中に温度が上昇し、その傾向は外層部で大きい。また、密封後も更に温度が上昇し、外層部の最高温度到達日数は2~3日と非常に短く、最高温度は早期密封区の34.7°Cに対して1日遅延区は40.1°C、3日遅延区は更に高く49.5°Cに達している。早期密封区はpHが低く、酪酸は全く検出されず、どの測定部位も高品質であった。これに対し、密封遅延区ではいずれの部位もpHが上昇し、特に外層部でこの傾向が強く、3日

遅延区の外層部のpHは6.1と非常に高まっていた。ところが、不良発酵の指標である酪酸やアンモニア態窒素の生成量は少ない。つまり酪酸の生成量は少ないものの、このようなサイレージは高温発酵の結果、飼料価値がかなり低下していることを示している。ロールペールサイレージ調製においては密封遅延は厳禁である。

3) ペールの大きさとサイロ規模

ペールの大きい機種を使用すれば調製作業能率は向上するが、給与中に変敗してしまっては完全に失敗である。取出したサイレージが飼槽におかれ、空気にふれると変敗が始まるので、出来るだけ短期間で採食しきってしまう大きさが良い。夏場では1日、冬場でも3日間くらいで採食しきってしまう大きさにする。ロールペールサイレージの不断給餌では、搾乳牛の1日あたり乾物採食量は13kgくらいである。水分が50%のペールでは26kgとなる。従って飼養頭数が30頭の場合、1日あたり780kgのペールが適当な大きさである。

次に、サイロ規模も変敗を防止するために極めて重要である。1個ずつ調製したバッグ方式は二次発酵の心配はない。

スタッツ方式の場合は出来るだけ小規模で調製した方がよいが、小規模のスタッツをたくさん作ると広い面積が必要である。また、資材費もかかり作業も繁雑になるので、ある程度の大きさにせざるを得ない。大きいスタッツほど省力化されるが、開封後の変敗を考慮すると外気温が高い夏場では3日間、外気温が低い冬場では1週間くらいで利用しきってしまう大きさが適当である。また材料草が乾きすぎた場合は開封後の変敗の危険が高まるので、このような場合はスタッツ方式をやめて1個ずつバッグ方式で調製した方が安全である。このほか、バッグ方式はスタッツサイロでペールの端数が出た時でもサイレージが調製できるので、スタッツサイロ方式が中心であっても常備しておくと便利である。

4) 設置場所とサイロ型式

ロールペールサイレージ方式は、タワーサイロやバンカーサイロなどの固定サイロに比べると広い面積が必要である。ペールを2~3段に積み重ねて大きなスタッツ

を作ることによって必要面積を節約出来るが、開封後の変敗の危険が高まる。このように変敗してしまっては全く意味がないので、ロールペールサイレージは安全を考えて広い面積を必要とするのはやむをえない。

貯蔵基地は、給餌施設に近く、排水良好で、調製・取出し作業がスムーズに行える場所が良い。このような場所が確保出来ない場合は、圃場の側に堆積することも出来るが、日常のサイロ管理を十分に行うことが出来ないので、鳥獣などによる破損を防止するため丈夫な被覆資材を選定するか、もう一枚シートをかぶせるなどして破損防止対策を万全にしておく必要がある。

ロールペールは収穫した時の草の状態を記録しておくと、給与時に飼料価値をある程度予測できるので、乳量に応じたきめ細かいサイレージ給与が可能である。例えば、適期に収穫した一番草やクローバーの割合が多い栄養価が高い混播牧草は高泌乳時に与え、泌乳末期には二番草や刈遅れのサイレージを与える。従って、トラクタでの調製・取出し作業が可能なようにサイロを配置すると、このサイレージ方式の特徴を最大限に活用することができる。

サイロ型式は、1個から数個を袋詰めるバッグ方式が被覆資材の破損による被害が小さく、最も安全度が高いが、バッグ方式は資材費が嵩む。また、原料草の水分が60%をこえると汁液が下部に貯留し、この部位の品質が劣化する。下敷スタッツ方式は、原料草の水分が多くても被覆シートを下敷シートが密着した間から自然に流出するので、安定貯蔵が可能である。また、下敷シートは古いシートを使うことができるので、資材費はバッグサイロに比べると安価である（図3）。

スタッツ方式のうち、土の上に直接堆積する方法は短期間の貯蔵の場合は品質は安定しているが、長期間貯蔵すると接地面の品質が劣化しやすく、

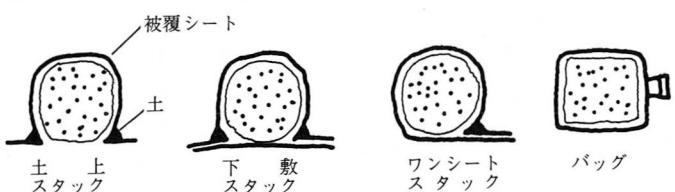


図3 ロールペールの密封方式（萬田原図）

特に越冬させた場合の品質劣化が大きいので、長期間貯蔵する場合は下敷シートを使用した方が安全である。

下敷スタック方式は、ペールを積載する際にトラクタで踏んだりして破損しやすいので、調製時にあらかじめ巻いておき、ペールを積載するたびに少しづつ広げて作業するとよい。また、排水が不良な場所では周囲に溝を掘り、雨水の侵入を防止しなければならない。

被覆資材は出来るだけ丈夫なものがよいが、価格は強度に比例して高くなるので、長期間貯蔵する場合や風の強い地域など被覆資材の破損が予想される場合は丈夫な資材を使用する。また、ポリフィルムが最も廉価であるが、冬期間凍結し、強風で破損するので、越冬させる場合は保護用のシートで覆ってやるか、あるいはビニールフィルムを使用した方がよい。

5) サイロ管理

調製後は被覆資材の点検を定期的に行い、破損箇所の早期発見に努める。二重被覆は風やカラスなど鳥獣による損傷防止のほか、日射による被覆資材の劣化を防ぐ効果もある。バッグサイロは自然排汁が行われないので、汁液の貯留を発見した時は被覆資材を切開して汁液を排出し、切開部位をヒモでしばって再密封すれば部位の著しい劣化を防止できる。

強風や雨の後は特に念入りにサイロを点検し、破損がひどく補修が困難な場合は、速やかに給与するか、あるいは再貯蔵する。

6) 多湿牧草の安定貯蔵法

水分が20~30%の生乾き牧草は安定貯蔵が難しい材料である。あと1日天気が続いてくれると乾草に仕上がるのだが、天気の急変や作業の都合によって生乾きでペールせざるを得ない。このまま開放貯蔵するとカビが発生し、はなはだしい場合はくん炭化や自然発火の原因となる。被覆シートで密封してもよいが、少しでも気密性が不完全であると高温発酵の原因となる。生乾き牧草は乾草にてもサイレージにしても、調製上、最も取扱い難い材料である。このような場合、安定貯蔵する方法として開発されたのが、アンモニア処理である。乾燥した地面の上にスノコを作り、その上

にロールペールを堆積して厚さ0.1mmの透明ビニールで被覆し、すそを砂などで被覆密封し、アンモニアガスをホースで底部から1~2%程度注入する。ただし、ロールペールは直径が大きいので、固くペールすると内部までアンモニアが浸透しないことがある。また、被覆作業に手間がかかるのはサイレージ方式と同様である。この欠点を改善するために、最近、特殊フォークでガスを注入する方法が開発されている。このシステムは、トラクタの前に取付けた特殊フォークをロールペールに突きさすと、それぞれのツメの先に設けた穴から自動的にアンモニアガスが均一に注入される。処理が終ったロールペールをチューブラーフィルムの中に次々と収納、一定量になると口をしばって密封する方法である。

アンモニア処理は、一定期間スタックで密封後開放して貯蔵する方式であるのに対して、最近、ペール時にプロピオン酸アンモニウムを添加してそのまま開放貯蔵する方式が開発されている。この添加物の特徴は、プロピオン酸の防黴力とアンモニアの殺菌力の2種類の性質を利用したものである。自動添加装置も市販されており、ペールしながら所定量を省力添加できる。添加量は水分含量で異なるが1~3%で、水分が20~30%と高い場合は2~3%，水分が20%以下と低い場合は1~2%添加する。収納舎にそのまま堆積放置しても、発熱やカビの発生の心配がない。アンモニア処理のように危険ではないし密閉は不要である。なお、プロピオン酸アンモニウムはpHが5.1と通常のサイレージよりも高く、皮膚に触れても火傷したり機械が腐蝕したりする心配はない。

4 給与技術の実際

ロールペールサイレージを取出したらパドックに運搬し、古いトラックの荷台など適当な架台に置いて給与する方法が最も省力的である。飼料の混合を目的とする場合は専用機で切断出来るが、その分コストが嵩む。

ロールペールサイレージをそのままの形態でパドックで不断給餌することによって、8,000kg以上の高泌乳牛飼養は可能である。

以下に、その基本技術を紹介する。

1) パドックでの不断給餌

高栄養価サイレージを多給すると、乾乳牛の場合は過肥となり、分娩後の体調を崩すことになる。本方式では搾乳牛に対して高栄養価サイレージを不断給餌するので、乾乳牛と搾乳牛を別飼いしなければならない。パドックでのサイレージの不断給餌は、搾乳時以外は昼夜の別なく行われるが、冬期間に牛舎内の凍結が心配されるような寒冷地では、パドックでの不断給餌は日中だけに制限し、午後は畜舎に収容して凍結を防止する。また、夏期は直射日光による牛体へのストレス回避を目的に、日陰のあるパドックを準備することが望ましい。外気温が高い時期でも、パドックの環境を改善することによって採食量の落ち込みも軽減でき、乳量や乳成分も安定する。

2) 変敗と採食ロスの防止

パドックでのサイレージ給与で問題となるのは直射日光や降雨によるサイレージ自体の変質と採食ロスである。直射日光による変質は高温時に起こしやすいので、この時期はサイレージの給与量を1日で採食し終える量とする。降雨による変質は、しっかりペールしたサイレージの場合は内部まで雨があまり浸透しないので心配する必要はないが、雨の多い地域では飼槽の周囲が糞尿で泥ねい化しやすいので、飼槽周囲を舗装し、飼槽を大きく覆う屋根が設置できれば理想的である。また、本方式は糞尿処理が問題となるので、飼槽及び飲水場周囲の一部は舗装が必要である。採食ロスの多くは選択採食による飼槽周囲への撒き散らしによるものである。選択採食は、サイレージ品質に部位むらがあったり、マメ科牧草とイネ科牧草のそれぞれが固まって分布している場合によく見られる。適正に肥培管理された草地の場合は、イネ科とマ

表2 ロールベーラを軸とした耐天候型調製技術

原料水分	添加物	密封方式	備考
70%以上 (サイレージ)	①プロビオン酸アンモニウム 0.5% ②乳酸菌水溶液	下敷スタック ワンシートスタック	この水分以外でも密封が遅延する場合は添加物は有効
40~60% (サイレージ)	添加物不要	同上、パッジの場合は50%以下が安全	土砂、枯葉、堆肥、雑草などの混入が多い原料はこの水分でもあまり良質発酵は期待できない
30%以下 (乾草)	①プロビオン酸アンモニウム 2%添加して収納舎で開放貯蔵 ②アンモニア 2%処理、スタック方式	開放貯蔵 一定期間密閉後開放貯蔵	水分が高い場合は3%, 20%以下の時は1~2%程度添加する

注) 一種類の自動添加装置で省力作業が可能である。

メ科がほどよく混在しペール内の草種むらが少ないが、肥培管理が不適当であると草地に草種ごとの群落が出来、これがペール内の草種むらの原因となる。乳牛は、自分が好む草種を採食するため邪魔になる草種をひっぱり出すので、採食ロスが増える。サイレージの発酵品質に部位むらがある場合も同様である。適期に収穫し、水分が40~60%の早期密封で調製されたサイレージは部位むらがなく高品質であるが(均一発酵)，不良発酵したサイレージは部位むらが大きく(不均一発酵)，選択採食によってロスが生ずる原因となる。このように、採食ロスを防ぐには草地の肥培管理を適切にし、前述したサイレージ調製技術を順守することである。

3) サイレージの食いこみのよい牛作り

本方式は戸外での群飼が基本になるので、あらかじめそのような牛群を作つておかなければならない。そのためには、カーフハッチ(2~3か月齢まで)、スーパーハッチ(7~8か月齢まで)，その後はポールタイプの牛舎で飼養するかあるいは放牧育成するといった一連の戸外飼育を中心にして早期離乳と粗飼料(低水分サイレージでもよい)の不断給餌を励行し、心肺機能と消化器管の発達した食いこみのよい強健な牛作りが必要である。

このように自給飼料主体で低コスト牛乳生産を実現するためには、耐天候型の省力的収穫調製技術を確立することによって高栄養価自給飼料を安定生産するとともに高能力牛に対する省力的な多給方式を開発する必要がある。今回、紹介したロールベーラを軸とした牧草の耐天候型調製技術とパドックでの不断給餌方式は広く普及していくであろう。