

表3 麦わらサイレージの苛性ソーダ処理調製

(乾物中%)

処 理	飼 料 成 分				消 化 率				可消化養分		
	粗蛋白	粗脂肪	NFE	粗繊維	乾 物	粗蛋白	粗脂肪	NFE	粗繊維	DCP	TDN
サイレージ水分20%	2.1	1.4	47.6	40.0	48.0	0	30.4	44.3	63.5	—	47.2
同上 40%	2.4	1.0	49.0	39.4	49.2	0	35.4	44.4	63.9	—	48.0
同上 60%	2.4	1.7	46.8	40.1	49.1	0	32.0	43.7	64.2	—	47.7
同上 75%	2.4	1.7	45.9	41.3	42.9	0	23.7	42.5	58.9	—	44.2
供 試 麦 稈	2.5	1.6	49.4	40.3	37.9	0	30.4	38.3	48.6	—	39.6

イレージの場合と同じである。

3 処理効果

牧草：乾燥途上の半乾草をアンモニア処理すると、かび防止だけでなくアルカリ処理の効果も起り、消化率と粗蛋白質含量が著しく高くなることは表1に示すとおりである。すなわち、水分30~35%の半乾草に、アンモニアを原物当り1~2%添加し、秋まで密封を継続すると、水分は15~17%に低下

表4 苛性ソーダ処理エンバクホールクロップサイレージの肉用牛に対する給与効果

項 目	昭. 54		昭. 55	
	1.5% 添 加	無添加	3.0% 添 加	無添加
飼料摂取量(乾物kg/頭/日)				
サイレージ	8.8	7.1	8.2	7.1
オムギ圧扁	0.9	0.9	0.9	0.9
尿 素	0.1	0.1	0.1	0.1
増 体 量 試 験 期 間 (日)	63	63	70	70
開始時体重(kg)	326	318	315	335
終了時体重(kg)	381	359	385	380
増 体 量 (kg)	55	41	70	45
日増体量(kg/頭/日)	0.87	0.65	1.00	0.64
1kg増体に要した乾物量(kg)	11.2	12.3	9.1	12.0
1kg増体に要したTDN量(kg)	6.2	6.6	5.4	6.7

し、粗蛋白質含量は3~6%、TDN含量は10%程度高くなること示されている。

わら：表2に示すとおり、無処理わらに比較して、アンモニア処理わらの粗蛋白質含量は2~3倍となり、TDN含有率は10%程度高くなった。なお、肉用牛はアンモニア処理わらの方を顕著に多く摂取することも明らかにされている。

わら類をアルカリ処理サイレージに調製した場合は表3に示すとおりである。苛性ソーダを3%添加し、水分40~60%に調整したサイレージは、外觀の品質が最も良好で、TDN含有率は8%程度向上した。なお、肉用牛の肥育期に用いた試験結果も、良好な成績が得られている。

ホールクロップ：アルカリ処理によるエンバクホールクロップサイレージを肉用牛に給与して増体効果をみた結果は、表4のとおりである。苛性ソーダ3%の添加で消化率が顕著に向上し、肉用牛による摂取量と日増体量が増加し、1kg増体に要した飼料の量が減少した。

アルファルファの 上手な調製法のポイント

草地試験場牧草部

荒 智

はじめに

私が畜産に関係する仕事に入ったのは、太田正治先生の「私は見たデンマークを」を読んだのが契機です。その太田正治先生が本誌の33巻1, 2, 3号に「町村氏は八雲の農民に何を教えたか!」を執筆されています。それを読んで、非常に深い感

銘を受けました。ここに引用させて頂くと、家畜が満足する飼料をもっと豊富に収穫しなければならない。

第一に、牧草地を改良したい。基礎飼料中の「牧草」をもっと重要視する必要がある。乾草・青草を通じて、良質の牧草(もちろん、クローバを含

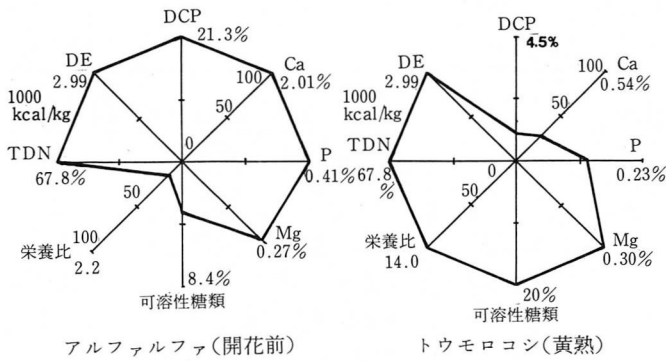


図1 アルファルファの栄養価と成分特性
(日本飼養標準飼料成分表1971年版)

む) こそ「飼料の基礎」である(本誌, 33巻3号)。そのためには何をなすべきか。まず石灰を十分に入れること。1m下に土管なり, コンクリート管なりを敷設して排水を完全にすること。そして堆肥を十分にに入れて深く耕し, 粘りのある生きた土を作ることである。マメ科植物が十分に育ち, その根の機能を十分に発揮出来るような土に仕上げねばならぬのである。(本誌, 33巻1号)

太田先生の言葉をながながと引用したのは, ア
表1 トウモロコシのCa, P含量 (雪印種苗)

支庁名	点数	水分	Ca		P	
			原物	乾物	原物	乾物
根室	150	80.72 2.70	0.05 0.02	0.25 0.08	0.05 0.01	0.27 0.04
釧路	50	80.13 2.88	0.06 0.01	0.31 0.07	0.04 0.01	0.23 0.03
十勝	370	77.22 4.52	0.08 0.05	0.33 0.15	0.05 0.02	0.21 0.05
宗谷	29	77.28 2.44	0.05 0.02	0.20 0.06	0.06 0.01	0.25 0.04
留萌	1	76.44	0.05	0.21	0.03	0.13
網走	75	78.93 2.79	0.07 0.04	0.35 0.18	0.04 0.01	0.21 0.06
上川	93	76.63 3.35	0.06 0.02	0.23 0.11	0.05 0.01	0.21 0.05
空知	29	74.01 3.79	0.06 0.02	0.22 0.06	0.05 0.01	0.20 0.03
石狩	14	74.69 2.59	0.06 0.02	0.25 0.06	0.05 0.01	0.21 0.05
後志	6	76.47 3.31	0.05 0.02	0.20 0.07	0.05 0.01	0.20 0.07
日高	1	74.79	0.06	0.24	0.05	0.20
渡島	45	76.27 3.12	0.05 0.01	0.21 0.04	0.04 0.01	0.18 0.05
桧山	16	71.48 3.48	0.06 0.01	0.22 0.05	0.06 0.01	0.23 0.03
道外	63	76.86 4.41	0.06 0.03	0.27 0.10	0.05 0.02	0.23 0.08

アルファルファの栽培利用で一番欠けているのは, 土作りだと思ったからです。土作りを省略しては, アルファルファは生産されず, その調製法もないと考えたからです。またトウモロコシサイレージの通年給与が主流になり, そのパートナーとしてアルファルファが見直され, 栽培の気運が高まることは大変良いことですが, その前提条件の土作りをなおざりにしているのではないかと考えたからです。

1 アルファルファの栄養価とその成分

アルファルファの成分は, 番草, 生育ステージによって異なるが, 代表的な例を示すと図1になる。アルファルファの開花前のものが, TDNが67.8% (乾物比), トウモロコシの黄熟期のTDN 67.8%と等しいが, DCPはアルファルファが21.3%, トウモロコシが4.5%で, アルファルファはトウモロコシの約4.7倍のDCP含量になっている。従って栄養比($\frac{TDN}{DCP}-1$)も, トウモロコシの14.0に対し, アルファルファは2.2と非常に狭いのが特徴である。乳牛の基礎飼料として, 栄養比が8前後が適当とされていることから, トウモロコシサイレージに組み合わせる飼料としては最適である。

カルシウム含量は, アルファルファは2.01% (乾物比)であり, トウモロコシは0.54%だから約4倍の高含量である。しかし, 最近の粗飼料検定の成績, 及び各試験場の成績から判断すると, トウモロコシのカルシウム含量0.54%は高すぎるということになっている。雪印種苗で実施した昭和55年度のフォレージテストの結果をみても, カルシウム含量の一番高い十勝支庁管内の0.33%から後志支庁管内の0.20%までである(表1)。また熊本畜試のフォレージテスト(100点)の結果では, カルシウム含量が0.06~0.51%の範囲にあり, 平均0.21%である。従って, 現在トウモロコシサイレージのカルシウム含量は乳熟期で0.31%, 糊・黄熟期で0.22%, 完熟期で0.16%が適当だろうということになっている。この数値は, アルファルファにはカルシウムがトウモロコシの約9倍多く含まれていることを表わしている。

サイレージは原材料にある糖類を乳酸発酵によって乳酸に変え, その乳酸によって貯蔵する飼料で

ある。良質サイレージの条件として、乳酸発酵で生成される乳酸の量と強さが、酪酸菌(嫌気性芽胞菌)の発育を押えるのには、pH 4.2 以下であることが必要である。そのためには、水に溶ける糖として、サイレージ原料には10%以上(乾物比)含まれていることが必要である。しかし、アルファルファは8.4%であり、10%以下であるのでなかなか良質のサイレージになりにくい。また、アルファルファにはカルシウム、リンなどミネラルが多量に含まれているので、乳酸発酵によって乳酸が作られても、乳酸とカルシウムなどが結合して、乳酸カルシウムなどになり、酸の強さを出さなくなる。

サイレージ原料としてアルファルファをみると、トウモロコシに比較して良質サイレージになりにくい成分組成を持っている。

2 刈取適期

アルファルファの刈取適期は、栄養収量・永続性などからみて、開花始か開花期ということになっている。しかし、都府県でも刈取適期は開花始であると考えられるが、アルファルファが倒伏した場合は例外である。倒伏による落葉が多くなり、乾物収量・粗蛋白質収量が減少する。アルファルファの品種ナツワカバの一番草の生育期(5月14日)に刈取ったものの乾物収量は10a当り614kgであるが、2週間後の着蕾期では579kgであり、約6%も減少している。粗蛋白質収量は157kgから132kgとなり16%減る。この成績は手刈りによる坪刈りの成績であるから、機械で収穫すると、その収量差は更に大きくなるであろう。倒伏した場合の刈取適期は、再生芽を刈取らないように、すなわち5cm以下の時期になる。そのことが、その後の収量を増加させることにつながる。もし、再生芽を倒伏したアルファルファといっしょに収穫すると、株の活力がなくなり、欠株になり、裸地化につながり、最終的には収量の低下を招く。

刈取適期の話と異なる

が、永続性や春の再生を考えた場合、アルファルファには秋の刈取時期に危険帯があるので、とくに、この時期における刈取りを避ける必要がある。寒地・寒冷地では、旬間平均気温が平均15℃前後の時期である。例えば、栃木県北部では10月中・下旬の平均気温が15℃前後のときに刈取ると、その後の地上部再生のため根部養分が消耗され、根の汁液が薄くなり、耐寒性が弱体化、春の一番草に影響する。アルファルファの秋の生育限界温度は平均気温10℃から12℃であり、これ以降は再生しない。このころに刈取ると再生がほとんどないので、根部養分が消耗せず安全である。東海以西の地域では、寒害自体が少なく、アルファルファも若干生長を継続するので、秋の刈取危険帯は存在しない。

アルファルファの刈取適期は、花より根のことを考えて決める。すなわち、アルファルファはイタリアンライグラスやオーチャードグラスのように分けつやシロクロバのようにランナーによる繁茂はしないという特性を、常に念頭に置いて利用することが重要である。

3 サイレージ

アルファルファは、サイレージ原料としてみると、蛋白質含量が高く、そのうえ易発酵性の糖含量も多くないので、乳酸発酵によるpHの低下は難しく、それだけ作り難い欠点を持っている。

水は微生物の生育に必須なものであり、サイレージの多くの化学反応発生に必要なものである。食品・飼料などにおける水の有効性は、その"活性"で表わされる。便宜的な尺度及び指標として、飼料と平衡状態にある空気の関係湿度(ERH)を用

表2 高水分アルファルファサイレージと予乾サイレージの飼料価値

区 分	水分 (%)	乾 物 比						
		粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	NFE	粗灰分	DCP	TDN
高水分サイレージ	81.5	18.0	5.8	36.8	27.7	11.7	12.9	47.6
予乾サイレージ	61.4	19.8	4.2	35.9	27.2	12.9	15.2	55.9

注) 原料草: 二番草開花初期。

西部(1973)

表3 高水分サイレージと予乾サイレージの発酵成分

区 分	pH	総ミドリ当量 (%)	VFA/T-A (%)	VBN/T-N (%)	VFAモル比			
					C ₂	C ₃	C ₄	C ₅ 以上
高水分サイレージ	4.8	41.3	45.8	17.2	67	4	24	5
予乾サイレージ	4.1	72.1	13.0	8.8	98	+	1	1

西部(1973)

注) VFA/T-A: 揮発性脂肪酸/総酸
 VBN/T-N: 揮発性塩基態窒素/全窒素
 C₂: 酢酸, C₃: プロピオン酸
 C₄: 酪酸, C₅: 吉草酸

いる。活性 a_w は ERH/100 として表わされるが、ここで 1.00 は純水を、0 は完全乾燥飼料を示す。

多くの細菌は、水分活性が 0.995~0.990 で最もよく生育する。酪酸菌(嫌気性芽胞菌) は水分活性が乳酸菌のそれよりも高いので、その差を利用して、予乾して水分活性を下げた貯蔵することが一つの解決法である。

アルファルファの高水分サイレージを予乾サイレージと比較すると、表 2, 表 3 のとおりであり、高水分サイレージは予乾サイレージに比較して、栄養価は明らかに低下した。その大きな原因は、消化率の低下である。また、発酵成分では酢酸、プロピオン酸など揮発性脂肪酸、アンモニアなどの揮発性塩基態窒素の割合、酪酸含量などは明らかに高水分サイレージは高く、予乾サイレージよりも品質の低下が認められる。また、泌乳牛による乾物摂取量の比較でも高水分アルファルファサイレージは体重比 2.3% に対し、予乾サイレージは 2.7% で予乾サイレージは乾物摂取量が多い。

高水分サイレージは、予乾サイレージに比較して、添加物等を加えない限り良質のサイレージはできない。しかし、予乾・低水分サイレージなどの水分調整は、天候、労働力、草の刈取適期幅、機械装備などによって左右されがちである。そこで、作業が単純で、収穫の労働生産性の高い高水分ダイレクトカットサイレージで調製せざるを得ない場合が多い。もし、高水分サイレージを調製するならば、適期刈、細断、排汁、密封を実行し、二次発酵(好気的変敗)が起きないように、サイレージの取出し量を多くすることが必要である。高水分アルファルファサイレージ調製時には、二酸化窒素を主体とするサイロガスの発生が起ることがあるので、追詰め、詰込み翌日に密封の必要があるときは、サイロガスを追い出してから作業することが重要である。

表 5 飼料成分の回収率及び回収栄養量の相対値

区分	飼料成分回収率 (%)								回収栄養量		
	水分	乾物	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	NFE	粗灰分	DCP	TDN	DE	
無添加	80	80	62	116	107	59	99	100	100	100	
ギ酸添加	75	84	91	116	101	74	80	165	122	134	

西部 (1973)

表 4 サイレージの消化率・飼料価

処理別 サイレージ	消化率 (%)					飼料価 (DM%)			
	乾物	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	NFE	DCP	TDN	DE ¹⁾	
無添加	52.5	61.6	60.6	46.9	58.9	7.8	51.0	261.7	
ギ酸添加	60.5	75.3	65.3	50.8	67.3	12.3	59.6	334.3	

注) 1) 可消化エネルギー-Kcal.

西部 (1973)

高水分のアルファルファサイレージは、良質のサイレージになりにくい成分組成を持っている。良質サイレージをアルファルファのダイレクトカットで調製しようと思ったら、添加物を使用しなければならぬ。添加物には大きく分けて、発酵を抑制するものと、発酵を促進するものとの二つになる。発酵を抑制するものは、ギ酸、ピロ亜硫酸ナトリウム (SMS) などで代表されるものであり、発酵を促進するものは、乳酸菌・糖蜜などで代表されるものである。

ギ酸添加法は、ハーベスタに簡単な添加装置を取付け、高濃度のギ酸をダイレクトカットした高水分原料草に自動的に均一に添加し、pH 4.0 近くまで低下させる方法である。表 4, 表 5 にオーチャードグラスを 30~40% 含むアルファルファ主体一番草のギ酸添加サイレージの消化率、栄養価を無添加と対比して示し、その栄養分の回収率を示した。栄養量の回収でみると DCP は無添加の 1.65 倍、TDN は 1.22 倍になり、ギ酸の添加効果は明らかである。

発酵を促進するものとしては、乳酸菌製剤 (サイロバック等) と糖質の添加がある。

アルファルファを予乾を強くして、水分含量 60~40% にしたものを低水分サイレージ、あるいはヘイレージといっている。水分含量が低くなるほど、サイロに詰込んだときの密度は低くなり、それだけ空気が侵入しやすくなり、発熱・発カビ・酸化などの好気的変敗が進行しやすくなる。慣行の塔型サイロやバンカーサイロでは貯蔵が難しく、ボトムアンローダ付きの気密サイロを使用しなければならない。サイロ内の密度を高めるには、サイレージの切断長を 6~9 mm と短く切断する必要

がある。設定切断長を 5 mm に設定したシリンダー型ハーベスタで刈取ったとき、40 mm 以上のが重量比で 9.6% であ

る。このくらいの切断長の分布のサイレージであると、ボトムアンローダによる取出しに特別なトラブルはみられてない。大型の気密サイロに詰込むときは、デストリビュータを用い、極力均一に詰込むようにする必要がある。アルファルファは茎と葉が分離しやすいので、サイロの一方の部分に茎が集まり、他方に葉部が集まるという分離を起すことがある。このような現象が起ると、ボトムアンローダが密度の高いところではなかなか進まず、密度の低いところでは進み過ぎることになり、取出し量は一定しない。サイロの重心が傾き、強風による倒壊事故につながる場合がある。また、牛に給与するときに栄養成分の片寄り、切断長の片寄りが大きく、栄養バランスを崩すことがある。気密サイロを利用したサイレージの調製例を示すと、表6、表7になる。かなり良質のサイレージが調製される。

高水分サイレージから低水分サイレージまでのサイレージ調製について述べてきたが、収穫時の水分と乾物損失の関係は図2のようになる。高水分サイレージでは排汁損失、呼吸損失などの貯蔵損失が大きく、落葉などの圃場損失が少なく、乾草になると、逆に貯蔵損失が少なく、栄養価の高い葉の脱落による損失が大きくなる。これはアメリカの成績なので、日本のように、降雨による養分溶脱、倒伏などの損失を加えるとこれ以上の損失になる。予乾サイレージ、低水分サイレージは高水分サイレージと乾草の中間にある。

以上を要約すると、アルファルファサイレージ調製のポイントは、次のとおり。

- 1 適期に刈取り、
- 2 水分70~60%に予乾する。
- 3 6~10 mmに切断する。
- 4 密封を完全にする。
- 5 予乾できない時は、ギ酸・乳酸菌製剤などの添加物を使用する。

4 乾草

表7 気密サイロに調製した低水分アルファルファサイレージの品質

区分	水分 (%)	飼料成分 (乾物比)					発酵成分		
		粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	pH	$\frac{VFA}{T-A}$	$\frac{VBN}{T-N}$
アルファルファ単播草	49.7	16.7	3.8	36.8	30.6	12.1	4.4	11.0	9.3
アルファルファオーチャード混播草	30.9	12.9	4.0	41.3	29.7	12.1	5.4	2.9	1.4

表6 気密サイロによるアルファルファサイレージの切断長の分布とアンローダの取出し能力

区分	水分 (%)	切断長の分布 (%)			アンローダ取出し能力 (現物kg/分間)
		0~20 (mm)	21~40 (mm)	41~ (mm)	
アルファルファ単播草	49.7	78.4	12.5	9.6	22.6
アルファルファオーチャード混播草	30.9	79.4	11.1	9.5	12.9

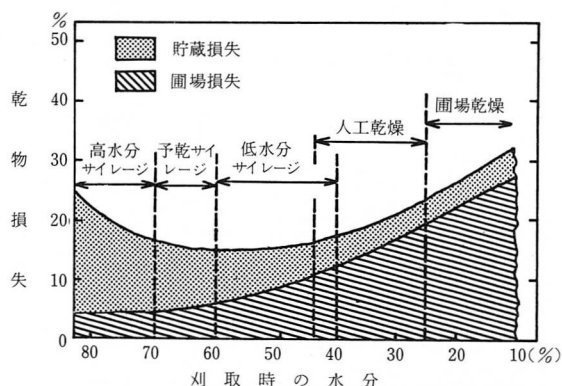


図2 アルファルファの刈取時の水分と乾物損失 (Hoglund 1964)

アルファルファに限らず、マメ科牧草を乾草に調製するとき、一番困るのは栄養価の高い葉が落ちることである。

葉の落ちやすさは、葉が生るときより少し乾燥したところで引張り抵抗力が若干大きくなる傾向があり、落ちにくくなる。葉の水分が20%以下の付近で引張り抵抗力がかなり減少して、落ちやすくなる。言い換えると高水分のときには、葉柄のつけ根からのちぎれが多く、低水分になるにつれて葉単体での落葉が多くなる。

アルファルファに利用するテッタとしては、反転効果を落さない範囲で、出来るだけ小さい回転速度で作業する。反転する草量が大きいと落葉率が小さくなる。従って、集草列のまま反転すると落葉を多少防止することが出来るが、乾燥はしにくくなる。

刈取り直後より少し乾燥して葉がしおれた状態の時に最も落葉が少なく、以後水分の減少とともに

に増大し、葉水分が20%以下になった時にテディン
グすると落葉が極めて大になることが図3より

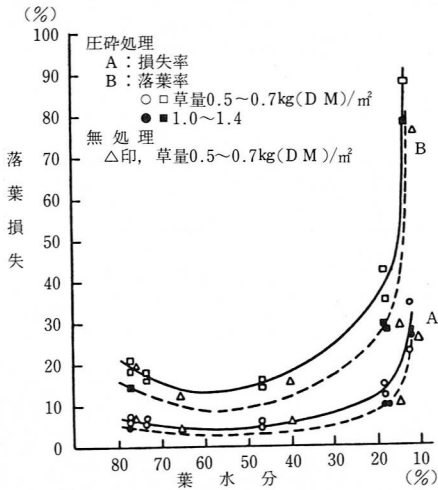


図3 葉水分と落葉損失(アルファルファ)
(松山 1975)

わかる。葉の水分が20%以下になったときの落葉
は、破碎によるものも多くなる。

アルファルファの葉と茎の乾燥速度が異なり、
葉は乾きやすく、茎が乾きにくいので、葉が水分
20%で茎が水分40%ということになると落葉損失
が大きくなる。葉と茎の乾燥速度を同じにするた
め、茎を圧砕することが必要である。ヘイコンディ
ションナを使用することがぜひとも必要になる。

アルファルファの乾草を調製するとき、水分
30~40%でこん包、仕上げ乾燥を実施するか、ア
ンモニア処理を実施する。

天気予報をよく聞いて、降雨にあわない乾草を
作ることが損失を少なくすることである。もし、
降雨にあった場合は、集草列を農業用ポリエチレ
ンフィルムで被覆して雨にあてないことが乾草調
製のポイントである。

粗飼料の調製技術メモ

◎ヘイレージと乾草のくん炭化：牧草のヘイレージ（低水分サイレージ）調製を行う場合、サイロ内で異常に高温が生じたため、くん炭化する事例が見られます。図1のように、原料水分が50%以上の時は、原料草がまだ生きており、呼吸作用を継続し酸素を吸い炭酸ガスを放出し、サイロ内は炭酸ガスが充満していますが、原料水分が30~40%の時には原料草は死体となり、呼吸作用が行われず、サイロ内に酸素が残存しているため好気性菌が活動し高温発酵するのが、くん炭化の原因と推定

測されます。

高温発酵により70~80℃に達し、表1のとおり、DCP, TDNは激減し、ほとんど栄養分のない状態となります（参考：わらのTDN 43.3%）。

くん炭化は予乾し過ぎた牧草をサイロ詰めした結果生じた現象ですが、ボトムアンローダ式気密サイロの開封時に見られることがあり、また開封後1カ月ころに見られることもあります。牧草の刈遅れ、詰込み期間の長期化、空気の侵入等もその原因と推定される場合もあり、立派な気密サイロだからという安心感は禁物です。

また、乾草もくん炭化している事例があり、天候不良のため十分に乾き切っていない乾草を収納した時やロールペールの場合に生じています。乾草も水分30~40%が要注意で、いわば危険水分帯と称すべきで、同時に空気（酸素）が存在するから好気性菌の発酵・発熱が生ずるわけであり、ビニール製「ロールバック」等を用い、空気を完全にシャ断することが肝要です。「ロールバック」用ビニール袋は、本来、バックサイレージに用いるもので、原料水分60~70%が最適ですが、袋の口をトワインで2度しばることにより、ほぼ完全に密封できる利点があります。

(中央研究農場・兼子)

表1 くん炭化による養分の変化 (根釧農試)

	色	水分	pH	乾物中	
				DCP	TDN
ヘイレージ ・正常 ・くん炭化	黄	27	5.8	6	65
	暗褐色~黒褐色	25	4.0	0.2	45
2番乾草 ・正常 ・くん炭化	緑	18		7	62
	暗褐色~黒褐色	17		3	45

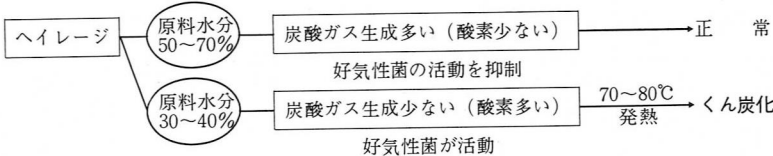


図1 ヘイレージのくん炭化