

2. サイエントリストからの提言 ②③

良質のラップサイレージを生産するために

- サイレージ調製時のヒートダメージが馬の消化性に及ぼす影響 -

日本中央競馬会 日高育成牧場 副場長 朝井 洋

軽種馬生産牧場で収穫される乾草の質の良否は天候に左右されます。そこで、水分が保持されている牧草ロールをフィルムでラッピングして嫌気発酵させる低水分ロールラップサイレージ（以下、ラップサイレージ）を生産している牧場もあります。

これまでの調査から、適切に調製されたラップサイレージは栄養価が高く、冬期間の貯蔵粗飼料源として馬に問題なく給与できることが認められています。一方、嗜好性が良いため、自由に採食させると摂取量が増加し馬が過肥になりやすいので、量を決めて与える方が安全であるとされています。しかし、その品質と消化に関しては不明な部分があります。

良質のラップサイレージとは？

良質のラップサイレージを生産するには、フィルムによるラッピングを厳重にしてロール表面を空気に触れさせないようにすることが重要です。適切なサイレージ発酵は空気と遮断することによって進み、フィルムに穴や傷があるとその部分で異常発酵がおこりカビ発生の原因となります。

サイレージ発酵の過程で、ある程度の発熱は避けられません。また、条件によっては発熱によって飼料成分が変性（ヒートダメージ、表1）し、反すう家畜ではヒートダメージの程度が大きいほど消化率が低下することが確認されています。しかし、馬ではそのような試験成績はなくサイレージの品質と消化性の関係は不明のままです。そこで、競走馬総合研究所から北海道立畜産試験場（環境草地部草地飼料科）に対し「軽種馬用飼料としてのサイレージの品質評価と調製方法に関する調査研究」を平成15年から3年間にわたり委託することとなりました。

ここでは、その成績について紹介いたします。

表1 ヒートダメージとは

- 加熱により、メイラード反応（飼料中のアミノ化合物と糖が反応して非酵素的に褐色変化物質を生成する）が促進する現象。
- 十分に水分の低下していない牧草を低気密下でロールにすると、牧草の呼吸と牧草に付着している酵母や好気性菌の増殖により発熱し、ヒートダメージを招くことがある。

牧草の加熱処理が軽種馬の消化性に及ぼす影響

ヒートダメージの程度は貯蔵牧草の発熱温度に影響を受けることから、軽度の影響を想定した試験1と中程度の影響を想定した試験2に分けて、それぞれ牧草成分の含有率とそれらの消化率について検討されました。試験の概要は以下のとおりです。

試験1 非加熱乾草と60 加熱乾草の消化率比較

供試馬：サラブレッド種1頭、アングロアラブ種3頭の合計4頭

供試した乾草：チモシーとリードカナリーグラスの混播2番草を、非加熱のものと60 で5日間乾燥したもの

表2 供試馬の体重と牧草摂取量

体重と摂取量	単位	試験1			試験2		
		非加熱	60	有意差	60	80	有意差
体重	kg	590	588	ns	591	594	ns
牧草摂取量							
乾物摂取量	kg/日	13.6	14.6	ns	11.9	11.7	ns
体重あたり乾物摂取量	kg/日/kgBW	2.30	2.48	ns	2.01	1.96	ns

ns:有意差なし

試験2 60 および 80 加熱乾草の消化率比較
 供試馬:サラブレッド種1頭、アングロアラブ種3頭の合計4頭
 供試した乾草:チモシー主体1番ラップサイレージ(水分20%)を、60で2日間乾燥したものと80で4日間乾燥したもの

各試験において測定された牧草成分は、牧草に含有されるタンパク質および繊維を構成する各画分で、これらのなかには消化されないものや消化に時間がかかるものがあります(図1)。とくに、結合性タンパク質(CPb)などの消化されにくい物質が加熱変性によって含有率が増加し消化率に影響を及ぼすと考えられています。

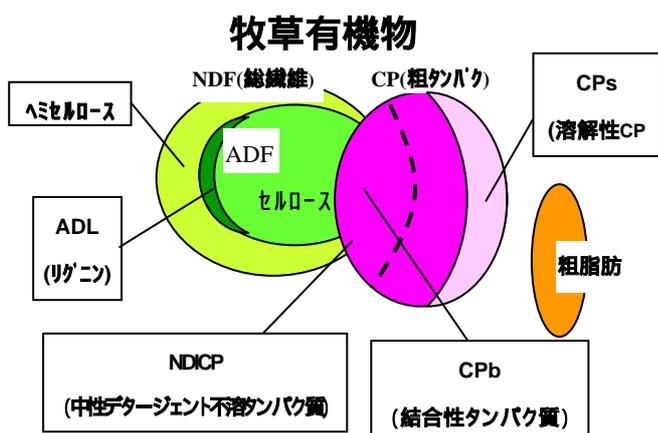


図1 牧草に含まれる繊維とタンパク質の画分

なお、試験1、2における供試馬の体重と牧草摂取量は表2に示すとおり、いずれも差はありませんでした。

表3 試験1で供試された牧草の成分含有率

牧草成分	単位	成分含有率(試験1)		
		非加熱	60	有意差
CP(粗タンパク質)	%	11.9	11.9	ns
NDF(中性デタージェント繊維)	%	63.9	65.4	ns
ADF(酸性デタージェント繊維)	%	34.4	35.3	ns
ADL(リグニン)	%	4.2	4.4	ns
NFC(非繊維性炭水化物)	%	17.8	17.2	ns
粗脂肪	%	1.9	1.6	ns
CPs(溶解性タンパク質)	%CP	27	29	ns
CPu(非分解性タンパク質)	%CP	42	41	ns
NDICP(中性デタージェント不溶タンパク質)	%CP	41	45	**
CPb(結合性タンパク質)	%CP	10	12	*

ns:有意差なし *;P<0.05 **;P<0.01

表4 試験1における消化率

牧草成分	単位	成分消化率(試験1)		
		非加熱	60	有意差
CP(粗タンパク質)	%	46.2	49.3	ns
NDF(中性デタージェント繊維)	%	23.3	28.9	*
ADF(酸性デタージェント繊維)	%	26.6	23.0	ns
NFC(非繊維性炭水化物)	%	59.2	61.4	ns
乾物	%	29.2	33.4	ns
TDN(可消化養分総量)	%	30.0	33.6	ns

ns:有意差なし *;P<0.05 **;P<0.01

軽度の加熱では消化率に影響を及ぼさない

試験1で馬に給与された牧草の成分は表3に示すとおり、60加熱乾草は粗タンパク質中の中性デタージェント不溶タンパク質(NDICP)と結合性タンパク質(CPb)の各含有率が高くなっていました。しかし、粗タンパク質の消化率には非加熱乾草との間に統計的な差は認められませんでした(表4)。なお、60加熱乾草では、中性デタージェント繊維(NDF)の消化率の上昇が認められましたが、これは消化可能な中性デタージェント不溶タンパク質(NDICP)含量が増加したためと考えられます。

80 の加熱は消化率に影響を及ぼす

試験 2 で馬に給与された牧草の成分は表 5 に示すとおり、80 加熱牧草は 60 加熱牧草に比べ、粗タンパク質および繊維画分で高く、非繊維性炭水化物 (NFC) や粗脂肪で低くなっていました。また、粗タンパク質画分では溶解性タンパク質 (CPs) では低く、中性デタージェント不溶タンパク質 (NDICP) と結合性タンパク質 (CPb) で高くなっていました。そして、80 加熱牧草の消化率では、粗タンパク質は有意な差は認められなかったものの低い傾向があり、中性デタージェント繊維 (NDF) や酸性デタージェント繊維 (ADF)、乾物、可消化養分総量 (TDN) などはいずれも低下が認められました (表 6)。全体的な消化率低下の原因は、繊維の消化を低下させるリグニン (ADL) 含有率が上昇したことによるものが大きいと考えられました。

なお、試験 1、2 の期間中、試験牧草採食時の馬の健康は維持され、血液成分についても群間に差はありませんでした。

実際のラップサイレージ発酵中の温度上昇

これまでの研究成績から、ラッピング後 10 日前後でロール内部の温度上昇は最高に達すること、貯蔵時に日射の影響により温度上昇が顕著になること、もっとも温度が上昇しやすい水分含量は 30~40% であることなどがわかっています。なお、軽種馬用として生産されているラップサイレージの平均水分含量は 25% 程度 (BTC 分析成績より) です。

一方、水分含量が 30 数% の牧草をラップをせずにロールベール後すぐに横積みすると中心温度は 70 度まで上昇することがわかっています。このような場合、ラップすることによって温度上昇を抑えることができます。

表 5 試験 2 で供試された牧草の成分含有率

牧草成分	単位	成分含有率 (試験 2)		
		60	80	有意差
CP (粗タンパク質)	%	12.2	12.8	*
NDF (中性デタージェント繊維)	%	67.9	69.8	**
ADF (酸性デタージェント繊維)	%	39.9	40.4	**
ADL (リグニン)	%	4.6	5.3	**
NFC (非繊維性炭水化物)	%	13.5	12.3	**
粗脂肪	%	2.3	2.1	*
CPs (溶解性タンパク質)	%CP	34	30	**
CPu (非分解性タンパク質)	%CP	34	35	ns
NDICP (中性デタージェント不溶タンパク質)	%CP	38	45	**
CPb (結合性タンパク質)	%CP	8	9	**

ns: 有意差なし * : P<0.05 ** : P<0.01

表 6 試験 2 における消化率

牧草成分	単位	成分消化率 (試験 2)		
		60	80	有意差
CP (粗タンパク質)	%	54.1	50.5	ns
NDF (中性デタージェント繊維)	%	49.9	46.9	*
ADF (酸性デタージェント繊維)	%	46.3	42.9	*
NFC (非繊維性炭水化物)	%	60.6	48.4	*
乾物	%	48.9	43.7	**
TDN (可消化養分総量)	%	47.3	41.5	**

ns: 有意差なし * : P<0.05 ** : P<0.01

乾草収穫前の「仮巻き」は問題ないと考えられる

近年一部の軽種馬生産牧場では、乾草調整過程の水分がある程度保持されている状態で一度軽くロールベール状にして草地に1-3日間放置(仮巻き: 図2)してから、再びほぐして乾燥させ乾草として収穫しているところがあります。この仮巻き期間中のヒートダメージが心配される場所ですが、仮巻きを行っている日高地区の数件の牧場で聞き取り調査を実施したところ、仮巻き前の乾燥に2日間以上費やしていること、仮巻き期間は1-3日間と短いこと、仮巻き終了後は1-2日間で乾草に仕上げていること(仮巻き時にはすでに水分が30%以下にまで低下していると推測される)などから仮巻き期間中のロール温度は最大でも60程度であろうと予測されました。すなわち、試験1の成績から品質および消化率への影響はないものと考えられます。



図2 採草地における仮巻き

採草地で刈り払い後2-3日間乾燥させてから、ロールの密度を低く設定し完全に乾く前に一度ロールにして1-3日間放置する。晴天時にほぐして乾燥を促進させ、ほぐした当日~翌日に再度ロールにして乾草として仕上げる。なお、仮巻き時の積み上げは3段を限度とする(上写真)。また、降雨が予測されるときはシートで覆う必要がある

(下写真)

むしろ仮巻きによる若干の発熱は仮巻き後の水分蒸散を促進させ、カビが発生しにくい乾草に仕上げるのに役立つと考えられ、カビ防止のためには有効な調製方法と考えられます。

まとめ

以上の成績から、次のことがわかりました。

60の加熱では成分や消化率に大きな影響は認められなかったが、80では問題があると考えられた

60の加熱であっても長期にわたる場合は消化率を低下させる可能性がある

軽種馬用として生産されているラップサイレージ調整時あるいは仮巻き時には、成分や消化率に影響を及ぼすようなヒートダメージは発生していない

過度の発熱を避けるために、水分30%以上での仮巻きは避ける

天候条件などにより水分30%以上で長期間仮巻き状態で放置せざるを得ない場合(上記の場合)はラッピングする