

高山 光男・谷津 英樹 (雪印種苗株式会社 寒地牧草・飼料作物研究グループ)

龍前 直紀・荻岐 修一 (飼料研究グループ) 北村 亨 (微生物研究グループ)

今こそ、自給飼料を増産しましょう。 良質粗飼料生産による自給率の向上 (特に北海道における牧草生産について)

始めに

原油価格上昇によって、各国でますますバイオエタノール生産が活発化し、原料の一つである穀物相場も影響を受けております。今年の秋の生産量の予測によっては再び価格上昇の可能性もあります。生産調整による減産、穀物価格上昇による配合飼料の高騰、多額の投資による高コスト構造、このような中で先ず取り掛かれるのは生産資材購入代の低減ですが、穀物価格上昇の背景から考えますと限度があります。

酪農家さんができる現実的な対策は、第一に日々与えている配合飼料の効率的な給与であります。無駄な飼料、日々の配合飼料は乳生産にとって合理的か、過剰に与えすぎていないか。第二にサイレージの品質は問題ないでしょうか、第三に牧草地の管理は適切でしょうか？

物質の流れは「土→草→牛」であります。利益を出すためには反対に「牛→草(サイレージ)→土(草地)」の順にチェックが必要であります。

今回は、本誌「牧草と園芸」において断片的に何度か紹介した記事と新たな成績を含めて紹介いたします。

現場におけるサイレージ不良発酵の原因

当社では、それまで個別に対応しておりましたお客様のサポートを平成16年より技術推進室を設け、組織化しました。このような活動の中で全道的な問題として取り上げられたのがサイレージの不良発酵であります。

不良発酵し問題となったサイレージの代表的な分析値は表1に示す通りであります。水分、粗蛋白質が高い傾向があり、特にVBN/TNが高いのが分かります。ある酪農家さんではこのようなサイレージを給与し始めてから牛の状態が悪くなり、中には斃

表1 分析例(グラスサイレージ)

区分	成分	単位	A牧場	B牧場
栄養成分	水分	%	68.0	77.9
	粗蛋白質	%/DM	12.5	14.4
	ADF	%/DM	40.6	48.6
	OCM	%/DM	64.4	71.2
	TDN	%/DM	55.6	45.6
	Ca	%/DM	0.69	1.45
	P	%/DM	0.25	0.45
	K	%/DM	2.50	4.20
酸組成	総酸	%/現物	1.90	3.05
	乳酸	%/現物	1.55	0.41
	プロピオン酸	%/現物	0.01	0.16
	酢酸	%/現物	0.23	0.38
	酪酸	%/現物	0.11	1.48
	VBN/TN	%	9.3	56.2
	V-スコア		82	7

(藤本目で見える飼料作物のすべて)

死してしまう事もありました。

直接的な原因は過剰な堆肥の施用と適切な減肥を行っていなかったためと判明しました。また、草地の植生の調査と飼料分析を行った結果、草種による違い、特にシバムギ、リードカナリーグラスが悪影響を及ぼしていることも分かりました。

不良発酵サイレージの原因は堆肥の多施用が第一要因として考えられましたので、各農家さんの草地よりサンプリングした草の分析値を堆肥施用量によって、基準より多い「多」と少ない「少」に

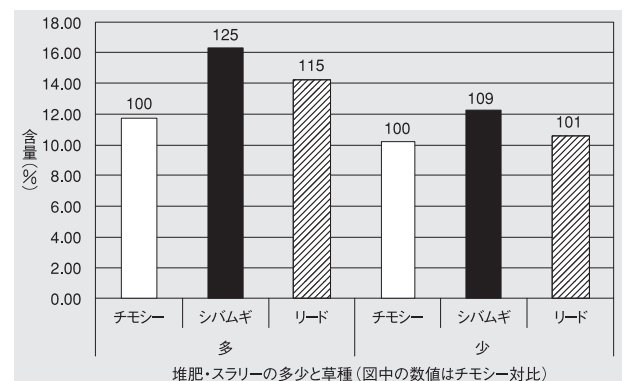
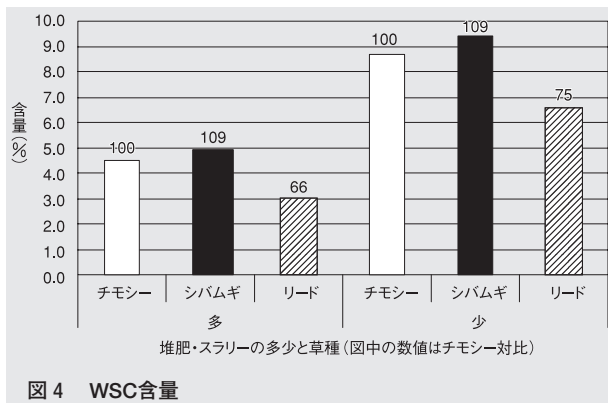
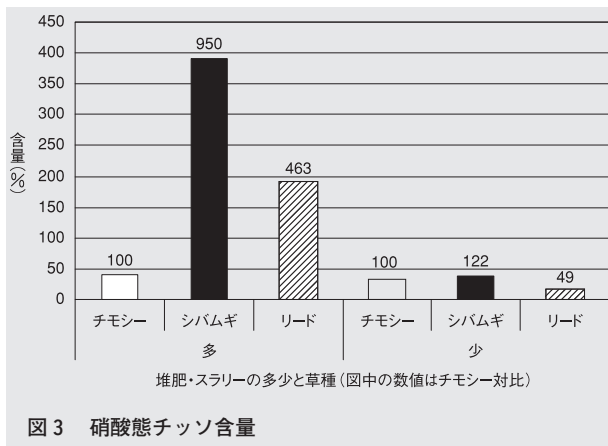
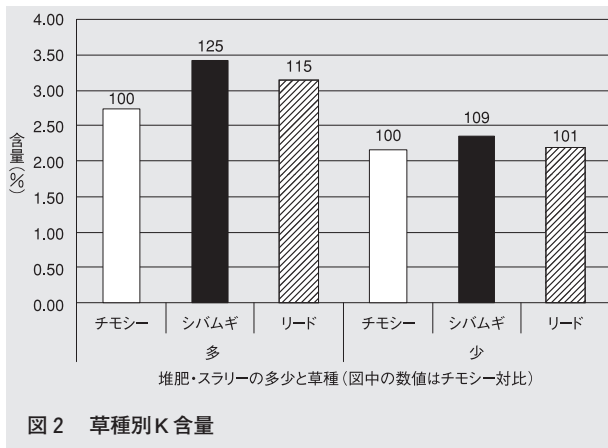


図1 草種別粗蛋白質含量



分類して原料草の分析値を図1～4に示しました。堆肥の施用量が多いと粗蛋白質（図1）とカリウム（図2）、硝酸態チッソ含量（図3）が高く、反対に発酵に必要な糖含量（図4、WSC:水溶性炭水化物）が少ないことが分かりました。

植物は光合成により合成された炭水化物と根より吸収されたチッソにより蛋白質を合成しますが、チッソ成分の高い堆肥を多量に施用すると過剰なチッソは硝酸態チッソとして蓄積されます。また、光合成は天候にも左右されますので、曇天が続くと炭水化物が少なくなり、吸収されたチッソは蛋白に

合成されず、硝酸態チッソとして蓄積します。このような条件が重なる時期のサイレージは、WSC含量が低下し、乳酸発酵が進みにくくなりサイレージの品質が低下します。

第2の要因として注目したのがシバムギであります。この雑草は東北以北の寒冷地、特に、北海道において問題になっている地下茎型の雑草であります。

図1～4にも示しましたが、堆肥多施用により、チモシーよりも粗蛋白質、カリ、硝酸態チッソが高いことが分かります。しかし、WSC含量は同程度でした。

試験圃場における確認

次に、現場におけるこれらの要因が、本当にサイレージ不良発酵の原因なのかを弊社北海道研究農場において、シバムギ、リードカナリーグラスを含むイネ科牧草9草種12品種（表2）を3反復乱塊法配列で圃場を設置して確認しました。

表2 供試草種及び品種

草種	品種	草種	品種
チモシー	ホライズン	メドウフェスク	リグロ
	ホクエイ	ケンタッキーブルーグラス	トロイ
	シリウス	フェストロリウム	パーフェスト
	ホクシュウ	レッドトップ	—
ペレニアルライグラス	フレンド	リードカナリーグラス	ベンチャー
オーチャードグラス	バッカス	シバムギ	—

サンプリングは6月12日、20日、30日、7月13日に行いました。出穂始日（表4）は最も早いのがオーチャードグラス「バッカス」4日、早生のチモシー「ホライズン」とリードカナリーグラスがほぼ同じでそれぞれ15、16日、レッドトップは19日最も遅いのがチモシー「シリウス」とシバムギであり28日でした。

分析値は6月20日のサンプルの値を表3に示しました。出穂始日から比較するとサンプリング時期は

表3 各草種の飼料成分値（6月20日サンプリング、乾物中%）

草種（品種）	粗灰分	カリウム	粗蛋白質
チモシー（ホライズン）	7.35	2.41	8.57 ^b
チモシー（シリウス）	7.42	2.63	10.12 ^{ab}
オーチャードグラス（バッカス）	8.27	2.91	9.04 ^b
レッドトップ	8.96	1.74	10.88 ^{ab}
リードカナリーグラス	9.28	2.98	12.44 ^b
シバムギ	9.12	3.06	13.01 ^b
草種（品種）	WSC	単少糖	グルコース
チモシー（ホライズン）	5.02	3.52 ^a	1.72 ^a
チモシー（シリウス）	4.50	3.14 ^{ab}	1.50 ^a
オーチャードグラス（バッカス）	4.90	—	—
レッドトップ	4.28	—	—
リードカナリーグラス	2.85	1.60 ^b	0.30 ^b
シバムギ	5.67	1.42 ^b	0.31 ^b

単少糖はキシロース、フルクトース、グルコース、スクロースの合計
異符号間に5%水準で有意差あり（Tukey法）

表4 供試草種及び品種の出穂始

草 種	品 種	出穂始 (6月)
チモシー	ホライズン	15
	シリウス	28
オーチャードグラス	バッカス	4
レッドトップ	—	19
リードカナリーグラス	ベンチャー	16
シバムギ	—	28

チモシー「ホライズン」、リードカナリーグラスはほぼ適期、レッドトップは出穂始め、チモシー「シリウス」、シバムギは出穂前の早刈り、オーチャードグラス「バッカス」は刈り遅れであります。

シバムギ、リードカナリーグラスは晩生のチモシー「シリウス」よりも粗蛋白質、カリ、粗灰分が高く、WSCはリードカナリーグラスが低く、シバムギは意外にもやや高い傾向でした。

そこでWSCの中身を分析してみるとシバムギとリードカナリーグラスは単少糖、グルコース含量がチモシーよりも少ないことが分きました。WSC含量が同じであっても成分が異なることが乳酸発酵に影響している可能性が示唆されました。

スラリー多施用の影響確認

次に、スラリー施用量と各草種の反応を確認するために、上記圃場に隣接して同じ草種品種を供試して2反復の試験圃場を設置し、スラリーを春、秋の2回、それぞれ0 t、3 t、9 tを施用しました。サンプリングは施用2年目の6月20日に行いました。

乾物率(図5)はスラリーの施用量が多くなると低くなり、高水分になることが分かります。草種別では乾物率は早生のチモシー、シバムギが3 tまでは高く、レッドトップ、リードカナリーグラス、オーチャードグラス、晩生チモシー「シリウス」はスラリーを施用するとホライズンよりも低くなりました。刈取時期を早生のチモシーに合わせると雑草割合の高い草地では乾物率が低くなることが分かります。

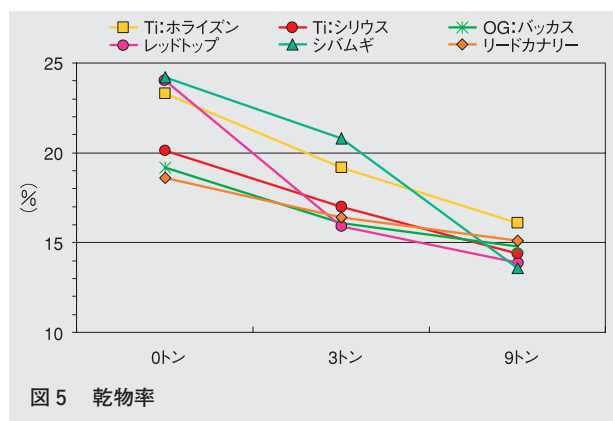


図5 乾物率

粗蛋白質(図6)、粗灰分(図7)、カリ含量(図8)は施用量が多くなると比例して多くなり、草種別では、シバムギ、リードカナリーグラス、レッドトップがいずれの施用量においても高く、チモシーの晩生種も高いことが分かりました。

このようにチモシー早生品種は生育ステージが進み易いこともあり地下茎型雑草よりもカリ含量が低く乾乳期の牧草として適していることが分かります。

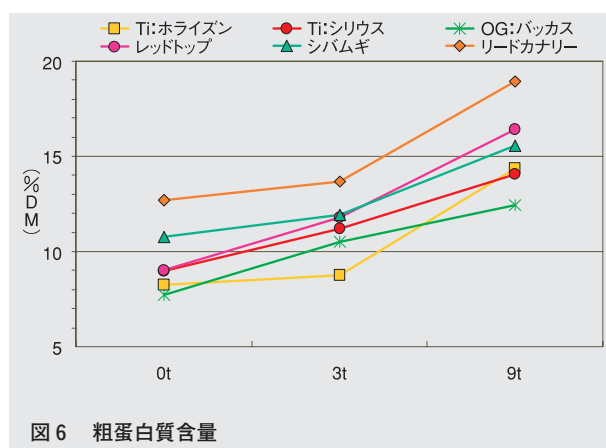


図6 粗蛋白質含量

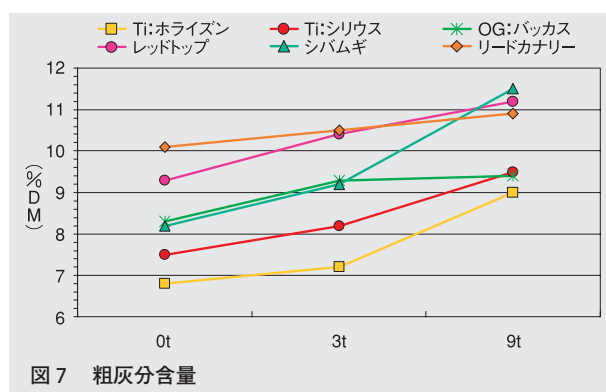


図7 粗灰分含量

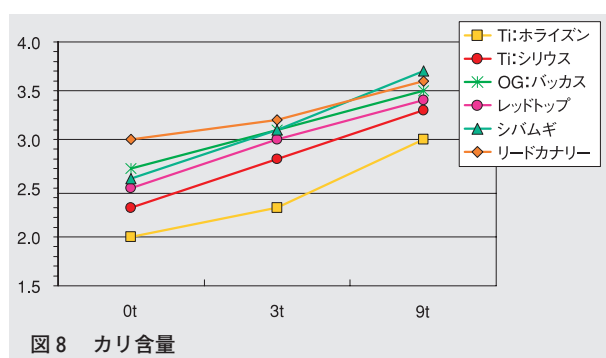


図8 カリ含量

乳酸緩衝能と各成分の関係

次に、地下茎型雑草の粗蛋白質、粗灰分、カリ含量が高いことから、これらの成分が乳酸発酵に影響しているかを調べるために乳酸緩衝能を求めました。

その結果、3成分値は乳酸緩衝能と高い正の相関がありました。堆厩肥の多施用が蛋白、カリ、灰分含量を高め乳酸発酵を阻害していることが分かります。

注記 乳酸緩衝能：材料草をマウントカッターで2～3cmに細切り、この材料30gに対して0～0.2%の乳酸溶液90mlを加えて、ストマッカーで1分間×2回ホモジナイズして上清のpHを測定。上清のpHが4.0になる乳酸溶液の濃度から、材料草乾物1gをpH4.0まで低下させるために必要な乳酸量(mg)を求めた。

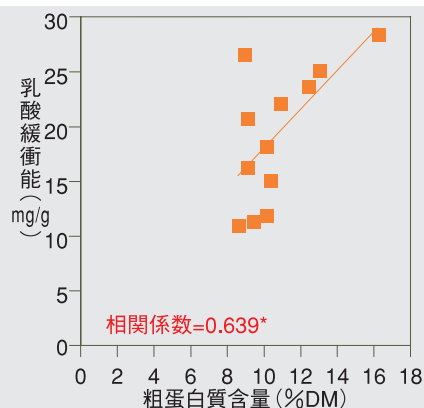


図9 粗蛋白質含量と乳酸緩衝能の関係

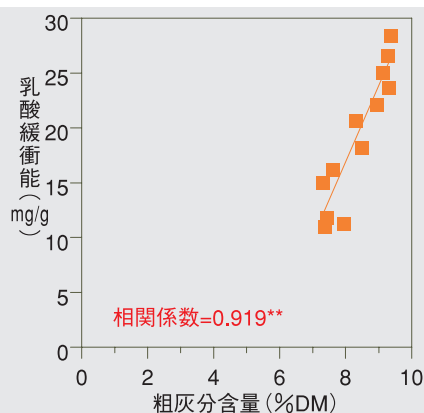


図10 粗灰分と乳酸緩衝能の関係

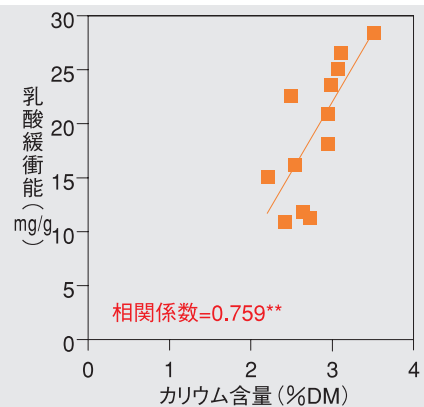


図11 カリ含量と乳酸緩衝能の関係

スラリー施用量と糖含量

スラリー施用量によるWSC、単少糖、グルコースの変化を図12、13、14に示しました。スラリーが多くなるに従いいずれの成分も低下することが分かりました。このように一般の農家さんの圃場においても同様なことが起こっているものと思われます。

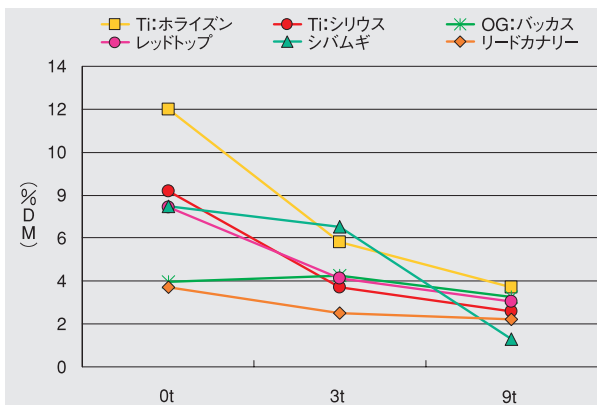


図12 WSC含量

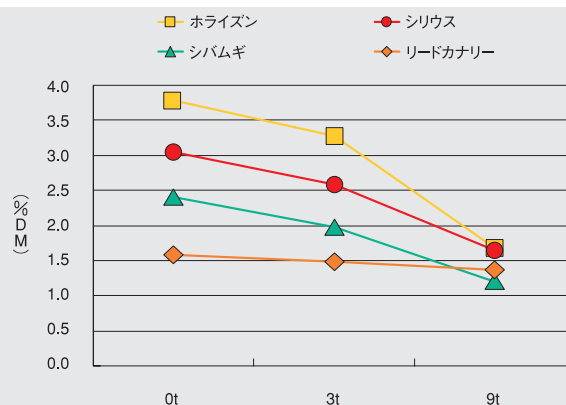


図13 単少糖含量

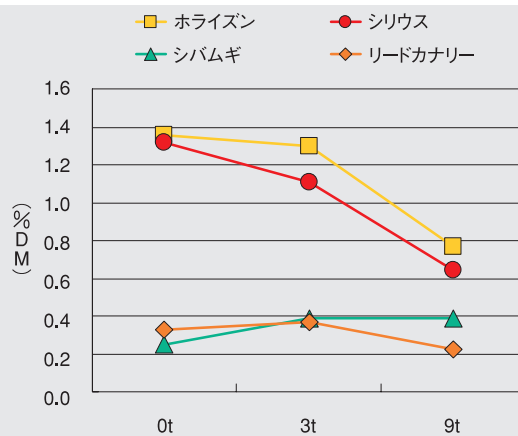


図14 グルコース含量

最も各成分共に高かったのは早生のチモシー「ホライズン」であり、シバムギは比較的WSCは高いようですが、単少糖がリードカナリーに次いで低い数値となり、既述した(表3)結果と同様でありました。

シバムギの嗜好性

シバムギの嗜好性を調査するために7月14日にスラリーを施用していないプロットより晩生チモシー「シリウス」(表4に示すように熟期がシバムギと同じ)とシバムギをサンプリングし、ドラム缶を利用したサイレージを調整し、10月11日に試験を行いました。結果は図15～17に示しました。

チモシーは口を先につけた割合(図15)が41%とシバムギの18.9%の2倍であり、摂取量も同じくチモシーサイレージが優れ4倍でした。また、シバムギの乾物消失率(図17)はチモシーよりも4%ほど低い結果でした。

このようにシバムギは嗜好性が劣り、加えて、採食されても消化率が低いことが明らかになりました。

以上のようにシバムギは分析するとタンパク質が高く、チモシーよりも優れるように思われますが、嗜好性、消化率が劣ることが明らかになりました。

嗜好性が劣る原因として、蛋白質、カリウム、粗灰分が高く、乳酸発酵が抑制されることが分かりました。また、スラリーを多く施用するとこれらの成分と水分含量が高くなり、不良発酵の原因になります。

対策として、堆厩肥は草地全面に散布して、近くの草地に集中しないようにし、化成肥料を減肥する。刈り取り時にあまりにも毒々しい緑色の時には、早刈りをせず出穂期以降にして少しでもWSC含量を高め、予乾する事により乾物率を高めることが有効です。

改善が見られないときには除草剤を利用した更新をお勧めします。

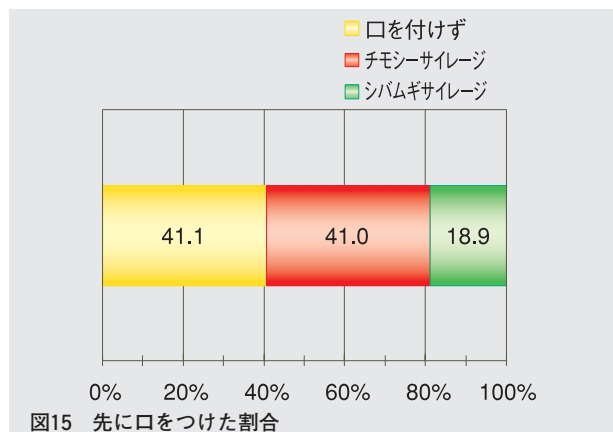


図15 先に口をつけた割合

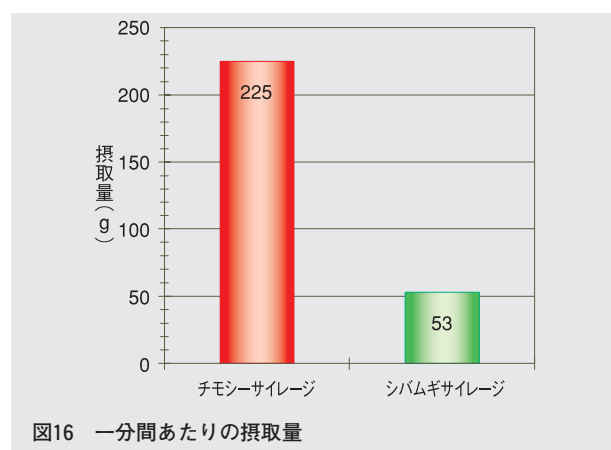
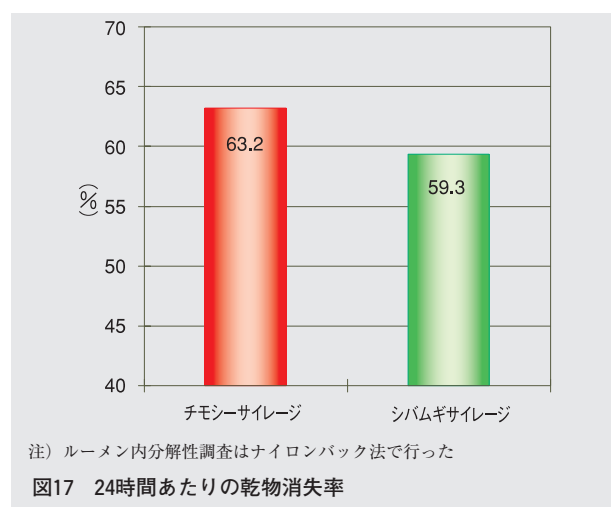


図16 一分間あたりの摂取量



注) ルーメン内分解性調査はナイロンバック法で行った

図17 24時間あたりの乾物消失率

専用播種機を利用した簡易更新

シバムギ等の雑草が優占した草地は、更新しなければ、なかなかいいサイレージは作れません。更新は完全更新が基本ですが、経費が高く、なかなか更新が進まないのが現状のようです(10年前は更新率5%で、草地は20年に一度しか更新されていないといわれていましたが、近年は4%程度で、25年に一度になってしまいました)。

以下に、当社で行いました簡易更新の現地試作の代表的な事例を紹介すると共に、その中で明らかになりました注意事項について説明します。

この方法は、1番草又は2番草を収穫後、シバムギ、リードカナリーグラスが20~30cm程度に生育してからラウンドアップハイロードを散布し、完全に枯れあがってから(10日~14日後)、施肥後に専用播種機で播種する方法であります。

平成17年に行った簡易更新の事例を以下に紹介します。

(事例1)

平成17年は阿寒町、弟子屈町、別海町、中標津町において試作を行い、火山性土壌地帯の代表的な例として阿寒町における試作を紹介します。

8月18日に2番草収穫後、8月27日に除草剤を散布、9月11日に播種した。ラウンドアップハイロードは7ℓ/ha散布、施肥はBB122を400kg/ha施肥、ホライズン20kgとケレス7kg、リベンデル2kg/haを播種した。

この草地は更新後5年程度と比較的新しい草地であるがシバムギが優占した草地である。播種時期が遅く、冬枯れが心配されたがアルファルファも十分に越冬し良好な草地になった。表5に収量成績を示したが、シバムギ草地からチモシー草地へ更新することができた。

表5 事例2の2年目牧草収量成績 (kg/10a)

処 理	1 番 草	2 番 草	合 計
無処理	173	200	373 (100)
ブレド区	445	502	947 (254)



写真1 播種年10月18日の状況（播種日9月11日）



写真2 翌年1番草6月20日の状況
（新播草地と比較して生育が緩慢なので、通常よりも多目の施肥が必要である）



写真3 9月1日の不良な発芽（'06年8月7日播種）

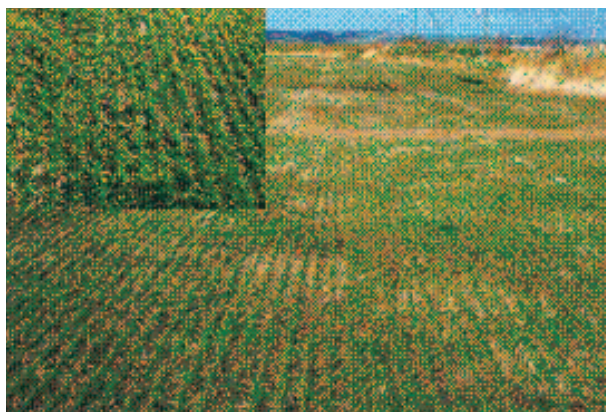


写真4 同年10月27日の状況（播種後の降雨のためスタンドが確立した）

2年目秋にはギシギシの実生が発生してきたためにアージラン処理を行った。3年目春にはギシギシが黄変し枯死したが、アルファルファは薬害を受けなかった。また、同時期に完全更新した草地のアカクロバはほとんど消滅していたが、アルファルファは20%程度と生存し、アカクロバより永続性が優れていた。

(事例2)

典型的な泥炭草地である豊富町における試作。1番草を6月18日に収穫、リードカナリーグラスが50cmに再生した7月20日にラウンドアップハイロードを散布、8月8日に追播機を利用して播種した。播種時点のリードカナリーグラスの枯れ草が多かったが、圃場から搬出することなく播種した。

枯れ草が多かったために播種当初から発芽が心配され、9月1日に圃場を確認し、発芽が極めて不良であったために9月2日に再度播種した。写真4は約2ヵ月後の状況であるが、良好なスタンドが形成された。

簡易更新の注意事項

この技術は、表層の極めて浅いところに播種するために、十分な降水量が期待できない時期の播種は避けたほうが良く、特に、早魃時の播種は避け、8月下旬から9月上旬の播種が適しています。特に泥炭土では、有機物が極めて多く乾燥しやすいために播種時期が重要であります。また、土壌の硬い放牧地又は重粘土地帯では発芽後の根が十分に伸長しないためか、失敗することが多く、今後の検討課題です。

ラウンドアップ散布時期が遅くなり、枯れ草が多くなった時には、収穫して圃場から持ち出すか、ハーベスターで細かく裁断して撒き散らすとよいようです。播種の深さは機種によって異なると思われますが概ね3～5cm程度で、深いほど鎮圧すると播種溝がふさがり発芽が不良になるようであります。特にチモシーは種子が小さいためにその傾向が強い。

炭カルなどの土壌改良資材は播種前に散布するとよい。発芽後は、完全更新と比較すると生育が遅いため播種当年秋に追肥することと、翌年春の追肥は多目がよさそうであります。

表層を攪拌しないために、ギシギシの発生は完全更新より少ないようですが、それでも晩秋から発生し始めるため、播種翌年に対策を講じる必要があります。ギシギシに効果のある除草剤はアカクロバ、シロクロバに葉害があるために、混播するマメ科はアルファルファが適しており、その中でも永續性に優れる「ケレス」がよいでしょう。

新たな試み

2例の技術は播種時期が限られるために播種時期の拡大を目的に、2番草収穫後に除草剤を散布し、11月15日(写真5)にフロストシーディングを長沼において試みました。

4月19日には2cm程度の発芽、同月28日には条状に生育が確認されました。写真6は6月11日の生育状況であります。



写真5 05年11月15日播種



写真6 '06年6月11日の状況



写真7 '06年9月20日

春の発芽後の生育は、通常の施肥ではルートマットの影響のためか生育が緩慢なため通常よりも多目の施肥をした。牧草の発芽よりやや遅れて、牧草の密度の低いところにギシギシが発生してきたために、1番草刈取後(7月28日)の8月7日にハーモニーを散布した。秋には(9月20日)雑草の少ない草地となった。

同様に'06年11月に放牧地においてフロストシーディングを実施したが、既述の理由のためか越冬後の発芽・生育が不良であった。

終わりに

限界地帯でのトウモロコシサイレージも普及しつつありますが、品種的には未だ十分に改良されておられません。草地地帯で自給率を向上させるには、良質な牧草サイレージを作ることあります。

良質粗飼料生産はシバムギが原料では不可能であります。除草剤を利用した更新を行い、更新方法の一つとして簡易更新を検討してはいかがでしょうか。酪農家の皆さんは厳しい状況であります。今一度、草地に立って足元を見つめ直してください。