

イタリアンライグラスサイレージに対する

蟻酸添加の有効条件

農林省草地試験場 萬 田 富 治

これまでサイレージは草の境界期、すなわち冬場の貯蔵飼料として利用されてきましたが、乾草作りに比べて天候の制約を受けにくいくことや、粗飼料の年間平衡給与が可能なことから最近、通年サイレージ方式が新しい粗飼料の利用方法として各地で定着はじめております。この背景には、著しい購入飼料の値上りをはじめ、糞尿公害や労力不足などから、自給飼料生産が見直され、省力的な粗飼料利用方式の確立が酪農家側から望まれてきたことがあります。しかし府県の自給飼料の利用方式を見ますと、依然として青刈り方式が多く、全体の64%を占めております。少頭数飼育の場合、青刈り方式にもそれなりの利点はありますが、酪農経営の多頭化・規模拡大が推進された現在では、青刈り方式では対応出来ない場面が多くあります。わが国の酪農の経営条件や気候風土からみますと通年サイレージ方式は青刈り方式よりも勝れた点が多く、先進的な酪農地帯ではいち早く実施し、着々と成果をあげております。栃木県下では、通年サイレージ方式を導入する酪農家が増加していますが、青刈り方式から通年サイレージ方式に切り換える際の問題点の一つとして良質サイレージを安定的にしかも大量、低コスト生産することが指摘されています。すなわち良質サイレージを確保することが通年サイレージ方式を成功させる重要な鍵であるということです。乳牛に一年中サイレージを給与する場合、サイレージの品質が良質であれば、乳牛には安全です。むしろ、青刈り時代に比べて乳量が増加した例が数多く見受けられます。しかし、劣質なサイレージを与えますと急に乳量が減少し、下痢や乳房炎等の症状が現われ、全体として経営が悪化します。こ

のように良質サイレージを確保することがまず第一に重要なことですが幸いなことにサイレージの研究も実用技術の開発段階に至っており、良質サイレージをほぼ安定して作れるようになりました。

サイレージ調製の4原則

サイレージの発酵品質は原料草の水分含量・可溶性炭水化物量(WSC)・貯蔵温度の3つの主要因によって支配されることが明らかにされております。これらの基礎知見をふまえて実規模で試験が行なわれた結果、以下に示す四原則の技術がサイレージ作りの重要なポイントとして指摘されています。

① 良質原料草の使用

充分量のWSCを含有し、単位面積あたりの栄養収量が最大の生育ステージで、土砂や枯草・堆肥の混入の無いものを良質原料草といいます。良質サイレージは良質原料草から作られるわけですから、4原則の中で一番大切な原則です。

② 水分調節

原料草を予乾すれば全体的に発酵は抑えられますが、特に不良発酵が減少します。また高水分原料草に比べて貯蔵温度やWSC含量のレベルに比較的に左右されずに、一般に品質の勝れたサイレージが出来上ります。また、もし予乾が出来ない条件下では適当な水分吸着物(イナわら・フスマ・ビーパルなど)を使用すれば、吸着物の種類によってはWSCの供給源としての効果も加わって品質が向上します。この場合、水分調節の目安を70%以下とします。

③ 高水分原料草の切断とサイロからの排汁

天候や作業上の都合から予乾することや水分吸着物の使用が困難な時は、高水分原料草を切断し排汁可能なサイロに埋草すれば、高水分牧草でも良質なサイレージが作れます。勿論、良質原料草を使うことが前提条件です。切断とサイロからの排汁は水分含量が70%以下の予乾原料草では必要ではありません。

④ サイロの密封

サイロの条件は原料草を埋草した後に空気が侵入しない構造をもつことです。すなわち密封するということですが、密封に比べますと踏圧・加重・脱気処理は副次的な要因で、密封することがいかに大切であるかは多くの報告にも見られます。

以上の4原則を守れば大体、良質サイレージは作れます。しかし、実際のサイレージ調製の場では天候や作業上の都合で遅刈りとなったり、予乾中に被雨したり、土砂や堆肥の混入が多い原料草、あるいは糞尿を多量に施用した牧草など、好ましい発酵が期待出来ない悪い原料草に直面することが多々あります。このような原料草には添加物の使用が考えられます。ところで添加物には多くの種類があり、これまで数多くの添加物が開発利用されてきましたが、添加効果の発現機作が充分に解明されずに使用したり、添加を必要とする原料草の条件が不明確であったり、添加法が作業上、煩雑であったり、実用的にはいろいろな問題があります。

最近、有機酸のひとつである蟻酸が各地で使用されはじめています。

蟻酸がサイレージ添加物として使用された歴史は古く、すでに1940年代にヨーロッパで研究が開始されております。その後、1960年代になって主に原油から低コストで大量生産されるようにな

り、自動添加装置の開発ともあいまって使用量が飛躍的に伸びています。このように添加物の使用量の消長はかなりその時代の農業外他産業の技術開発の進歩と密接に関連しているわけですが、最近の蟻酸の使用量の増大も、その好例でしょう。いずれにしましても各種の牧草・飼料作物のサイレージ調製に添加が試みられているわけですから、早急に各草種ごとに蟻酸添加が有効な条件を明らかにすることが必要です。ここではわが国でサイレージ材料として広く栽培されているイタリアンライグラスに焦点をしづて蟻酸添加の有効条件を探ってみたいと思います。

高水分サイレージの生育期別・

番草別の品質と飼料価値

添加物を使用する前に無添加の条件で草種ごとに原料草の条件（生育時期や番草）を変えてサイレージを調製し、発酵品質や飼料価値を調べることがまず第1に必要です。第1表と第2表はサイレージ調製の4原則に従って生育ステージを異にする1番草のイタリアンライグラスサイレージを調製し、発酵品質と飼料価値を調べたものです。第1表から明らかなように、原料草の葉部割合、CP%，WSC%は穂バラミ期が最も高く、以降、生育ステージがすすむにつれて低下しておりますが、WSC%は最低値の開花期でも13%と比較的、高く含まれております。発酵品質を見ると、pHは糊熟期が4.71とやや高かった他は、いずれの生育ステージも低く、有機酸組成から見たフリーク評点も糊熟期が幾分劣っていますが、全体的に発酵品質は生育ステージ別では大差ありません。

従って1番草のイタリアンライグラスのサイレージ調製については添加物を使用する必要はない

第1表 生育期別DDM収量とサイレージの発酵品質

生育期	サイレージ DDM生産 kg/10a	葉部 %	DM %		pH	サイレージ発酵品質				評点	NH ₃ -N/ T-N(%)
			CP	WSC		総酸※	乳酸※	酢酸※	酪酸※		
穂バラミ	264	41	12.0	25.4	3.67	2.04	1.60	0.33	0.11	80	6.65
出穗	324	25	9.2	17.7	3.61	1.97	1.78	0.17	0.03	90	6.58
開花	312	16	8.4	13.0	3.56	4.12	3.80	0.22	0.12	85	7.51
糊熟	294	8	7.4	16.4	4.71	2.05	1.87	0.15	0.03	77	5.92

第2表 生育期別サイレージの消化率採食量

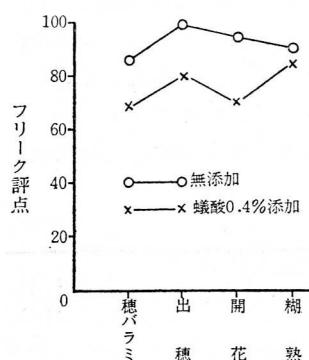
生育期	消化率 %			DDM採食量 (kg/500kg) (体重)
	DM	CP	エネルギー (cal)	
穂バラミ	74.3	71.8	75.2	68.9
出 穂	66.2	67.8	67.7	70.6
開 花	57.0	60.2	56.7	52.0
糊 熟	51.7	57.7	56.1	48.8
				3.53

ものと考えられます。このことをさらに裏付けするため先の実規模サイロで使用した同一原料草を用いて、小型試験サイロで無添加と蟻酸添加サイレージを30°Cの貯蔵温度で調製し、蟻酸の効果を検討してみましたが図1に示した通り、1番草のイタリアンライグラスでは比較的に高い貯蔵温度であったのにもかかわらず無添加サイレージの品質はいずれの生育ステージでも勝れており、蟻酸の添加効果は全く無く、むしろ品質が無添加サイレージよりも劣る傾向さえ認められます。

なお、この小型試験サイロの実験は排汁しておりません。高水分牧草に蟻酸を添加した場合は、排汁が必須条件ですので、この小型試験サイロの結果を直に実規模サイロに結びつけるのは危険ですが、高水分無添加でも生育ステージにかかわらず良質サイレージが調製されることは実規模および小型試験サイロともに同様な傾向を示したわけです。

次に1番草イタリアンライグラスの飼料価値ですが第2表に示した通り、乾物・粗蛋白質・エネルギー・Cell Wall

のいずれの成分も生育ステージがすすむにつれて低下しておきます。乳



第1図 1番草蟻酸添加イタリアンライグラスサイレージの生育期別発酵品質

第3表 番草別原料草の組成とサイレージの発酵品質

刈取回次	DM %①		サイレージ発酵品質 (※FM %)						
	CP	WSC	pH	総酸※	乳酸※	酢酸※	酪酸※	評 点	NH ₃ -N/T-N(%)
1	9.2	17.5	3.63	3.52	2.76	0.61	0.14	80	8.23
2	12.8	7.2	4.55	1.63	0.64	0.77	0.22	42	18.30
3	11.4	9.0	4.10	2.31	1.71	0.34	0.26	72	6.01

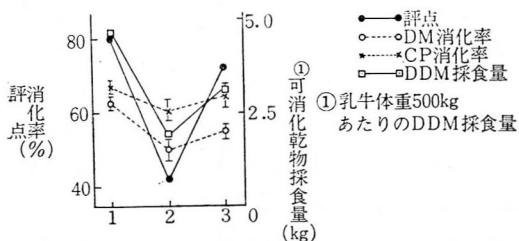
(注) ① 原料草

牛による可消化乾物採食量も穂バラミ期が高く、開花期と糊熟期では穂バラミ期の3%前後に低下します。したがって単位面積あたりの栄養収量・発酵品質・各成分消化率・採食量のそれぞれから1番草イタリアンライグラスのサイレージ原料としての刈取り適期を判定しますと出穂期前後になります。

以上の通り、1番草については高水分無添加条件でも良質なサイレージが作られ、刈取り適期も明らかになりましたので1番草から3番草まで出穂期ごとに3回刈取り、それぞれ番草別にサイレージを調製し、発酵品質と飼料価値を調査しました。各番草の刈取り時期は栃木県下では1番草が5月中旬、2番草が6月下旬、3番草が7月下旬から8月初旬、4番草が10月初旬で、大体、年に4回利用しますが、試験を実施した年はたまたま夏期、干ばつに遭遇し、3番草刈取後の再生が悪く、4番草の試験は打ち切りました。第3表に番草別原料草の粗蛋白質・WSC含量とサイレージの発酵品質を示しました。

原料草の粗蛋白質含量は番草間で大差ありませんが、WSC含量は1番草が乾物中17.5%を示したのに対して2番草では7.2%と最少で、3番草でやや増加しておりますが、それでも1番草の約1/2含量にしかすぎません。したがってサイレージの発酵品質も1番草が良質で2番草は乳酸の生成量が少なく劣質サイレージとなっています。ところが3番草はWSC含量が2番草と大差なかったのにもかかわらず品質中程度のサイレージが出来上っております。2番草サイレージの品質低下の原因としては、梅雨期における葉腐病の発生と原料草のWSC含量が低かったことによるものと思われます。図2に番草別サイレージの発

酵品質と消化率および乳牛による可消化乾物採食量との関係を示しました。



第2図 番草別サイレージの発酵品質と
消化率・採食量の関係

フリーク評点の低い2番草のサイレージは乾物消化率・粗蛋白質消化率・乳牛による可消化乾物採食量のいずれも1番草や3番草のサイレージに比べて劣っており、番草別の発酵品質と飼料価値には同様な推移が認められます。

以上の番草別イタリアンライグラスの高水分無添加サイレージの調製試験の結果から、2番草サイレージ品質の向上対策が必要になります。

2番草原料草に対する蟻酸添加効果

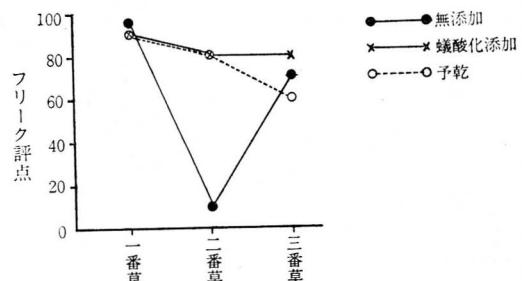
2番草サイレージの品質を向上させる方法として、予乾処理、不足するWSCの添加、発酵抑制剤の添加の3種類が考えられます。第3図は第3表の実規模サイロの試験で使用した1番草から3番草までの同一原料草を小型試験サイロに30°Cの貯蔵温度で埋草した時のサイレージの発酵品質を示したもので、なお、埋草時の処理条件は高水分無添加・予乾・蟻酸0.4%添加の3処理としました。高水分無添加サイレージの番草別品質は実規模サイロでの試験結果と同様に2番草で著しく低下し、1番草と3番草では良質サイレージが得られています。しかし、劣質な2番草サイレージの評点は実規模サイロの場合、42点であったのに対して小型試験サイロでは10点と極めて低い点数を示しました。小型試験サイロでは無排汁条件下で埋草したのに対して実規模サイロでは排汁口から汁液を抜き取りましたので、排汁処置の有無と、もう一つは貯蔵温度の高低が両サイロのサイレージ品質の差として現われたのかもしれません。もちろん、サイロの大小、詰込み密度、累積荷重の程度など、種々の要因が複雑に関係してき

ますが、いずれにしましても実規模サイロおよび小型試験サイロとともに2番草のサイレージ品質は劣質化することが明らかになりました。

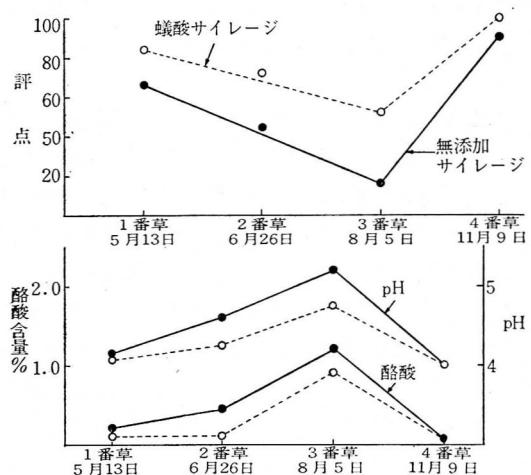
ところが、2番草のサイレージ品質は予乾処理や蟻酸添加によって、著しく向上し、1番草や3番草と同程度の発酵品質に改善されることがわかりました（第3図）。第4図は小型試験サイロで得られた結果をフィールドにおろし、現地酪農家で蟻酸添加試験を行なった結果を示したものです。試験酪農家は8戸で大部分がビニールスタッフサイロを用い、平均サイロ容量は20t前後です。サイレージ調製は高水分原料草を蟻酸自動添加装置を装着したフレール型ハーベスターで収穫しております。蟻酸の平均添加量は原料草に対して0.3～0.4%です。スタッフサイロは構造上、密封・排汁の程度も良好でした。無添加サイレージの発酵品質は2番草と3番草が劣質ですが、蟻酸添加によって品質は向上する傾向が認められました。小型試験サイロや実規模サイロを用いた試験場での実験では3番草サイレージの品質は無添加でも良質なものが得られたのですが、現地酪農家では3番草のサイレージ品質が劣質となっています。試験年度が異なりますので単純には比較出来ませんが、蟻酸の添加効果は番草別にみると、梅雨期から夏期に生育した牧草に期待出来ると考えられます。また、予乾出来る条件下では予乾によって品質を向上させることも得策です。

高窒素施用原料草に対する蟻酸添加効果

一般に多量の窒素肥料の施肥や糞尿還元によって栽培した牧草は窒素の集積が多くなり、WSC含量が低下しがちです。このような原料草から高



第3図 イタリアンライグラスに対する蟻酸の番草別添加試験（小型試験サイロ）



第4図 イタリアンライグラスに対する蟻酸の番草別添加試験（現地試験）

水分サイレージを作りますと、品質の悪いものが出来上ります。しかし、高窒素施用牧草でも充分量のWSCが存在すれば良質サイレージは調製されます。第4表は10a当たり5kgの窒素と20kgの窒素を施用した1番草のイタリアンライグラスを用いて、それぞれ調製条件を変えてサイレージを作り、発酵品質を調べたものです。原料草の乾

物中粗蛋白質含量とWSC含量は標準窒素施用牧草が14.4%と19.8%で高窒素施用区では26.0%と14.0%で標準窒素施用牧草に比べて高窒素・低WSCの特徴を示しております。標準窒素施用牧草の場合、高水分無添加では、貯蔵温度の高低にかかわらず、いずれもサイレージ品質は良質で、蟻酸添加による品質改善効果は認められません。これに対して高窒素施用牧草では、15°C貯蔵温度の場合、予乾・高水分無添加・蟻酸添加のいずれのサイレージ品質も良質で処理間に大差はありませんが、30°C貯蔵温度では高水分無添加サイレージの品質は著しく劣質化し、評点15点を示しました。しかし、予乾処理や蟻酸添加によって品質は向上し、著しい、改善効果が認められました。以上の結果から高窒素施用牧草でも、予乾出来ない時は、蟻酸を0.4~0.5%添加することにより良質サイレージを調製出来ることが明らかになりました。

高水分無切断原料草に対する 蟻酸添加効果

高水分サイレージを作る場合は原料草の切断と

第4表 窒素施用水準を異にしたイタリアンライグラスに対する蟻酸添加試験

窒素施用 水準 (kg/10a)	サイレージ の種類	貯 蔵 温 (°C)	pH	原 物 中 %					評 点
				総 酸	乳 酸③	酢 酸④	酪 酸⑤	NH ₃ -N	
標準 窒 素 施 用 区 (5 kg)	予 乾	15	4.5	2.76	2.17	0.34	0.24	0.05	80
	H-N①	15	4.1	2.26	1.97	0.28	0.01	0.04	95
	H-蟻酸②	15	4.5	0.94	0.50	0.23	0.20	0.02	50
	予 乾	30	4.8	2.56	1.46	0.22	0.88	0.06	50
	H-N	30	3.9	2.10	1.76	0.27	0.07	0.04	85
	H-蟻酸	30	3.7	1.86	1.47	0.26	0.13	0.02	80
高 窒 素 水 準 施 用 区 (20 kg)	予 乾	15	4.1	2.15	1.86	0.25	0.05	0.07	85
	H-N	15	3.7	1.92	1.74	0.18	0	0.04	100
	H-蟻酸	15	4.0	0.30	0.24	0.06	0	0.02	100
	予 乾	30	4.9	2.46	1.67	0.78	0.01	0.15	83
	H-N	30	6.6	2.39	0.41	1.11	0.88	0.37	15
	H-蟻酸	30	4.1	0.30	0.20	0.08	0.03	0.02	73

(注) ① H-N : 高水分無添加 ② H-蟻酸 : 高水分蟻酸 0.4% 添加

③ 乳酸のみ ④ 酢酸+プロピオン酸 ⑤ 酪酸+吉草酸+カプロン酸

サイロから排汁が必要になりますが、作業上の都合やカッター、ハーベスターの不足から高水分原料草を無切断で埋草せざるを得ないこともあります。高水分原料草を無切断で埋草すると第5表に示したように、サイレージの発酵品質は劣質化しますが、蟻酸添加によって発酵品質は改善され、乳牛の嗜好性も向上します。

第5表 高水分無切断原料草に対する蟻酸添加の効果

処理	pH	有機酸(原物%)				サイレージ 香氣
		縫酸	乳酸	酢酸	酪酸	
無 添加 サイレージ	5.37	2.60	1.10	0.56	0.94	酪酸臭大なり
蟻酸 サイレージ	3.59	1.86	0.67	1.19	0	甘酸にして少酢臭

むすび

イタリアンライグラスに対する蟻酸添加試験によって、添加効果が期待される原料草は高水分無添加で発酵条件の悪くなるものがあげられます。栽培地域や気象条件によって異なりますが、梅雨期から夏期に生育したWSC含量の低い原料草や高窒素施用牧草あるいは刈遅れの原料草に対して添加効果があります。しかし、これらの原料草も予乾によって品質の向上がある程度期待出来るわけですから、蟻酸添加を実施する場面は、天候や収穫・調製作業との関連で検討する必要があります。不安定な気象条件のもとで、サイレージの大調製を前提にしますと高水分サイレージ調製が中心になります。しかも大量調製ですから添加物を必要とする原料草に対しては省力的な添加作業が要求されます。この限りにおいては蟻酸は有効な添加物のひとつです。また、最近、草地への糞尿還元が増加していますので、たとえ、刈取り適期の生育ステージでも収穫過程で堆肥などが混入し原料草の質を低下させる場合も多々見られます。このように添加物を必要とする場面は収穫前の原料草の品質だけでは判断出来ないこともありますから、原料草の品質・添加作業・添加コストなどを収穫調製作業・サイロ型式を通して添加物の使用場面を総合的に検討する必要があります。

甘味ばつぐんのF1スティートコーン

スーパースイート 栽培の要点

品種

○アーリースーパースイート(早生)

草丈155cm内外、草勢はゴールデンビューティーなみ、播種後90~100日前後で、生食適期に達する早生種である。穂は大型で、長さ20cm、径5cm、重さ280g内外となり、粒列12~16行でわりにととのい、甘味は抜群、ゴールデン・クロスバントムの倍くらいの甘味をもっている。

○スーパースイート(中晩生)

草丈は2m前後、クロスバントムよりややこぶりだが、穂は大きく、大きさ5.5cm、重さ300gをこえる。熟期はクロスバントムより7~10日おそい中晩生種である。粒列14~18行、甘味はアーリースーパースイートを上まわる。本種は初期生育おとり、雄穂抽出期頃までは他の品種に見劣りがある。そして、気象条件、栄養条件など生育中の障害をうけやすく、穂先不稔、粒列のネジレがやすい。

栽培の要点

イ 播種上の注意

種子はシワの多いやせ型で、一般種より発芽率低く、とくに低温などの不良条件下での発芽がにぶい。早播は欠株の原因となりやすい。したがって、地温の上昇を待ち、適湿条件に播くようにする。しかしスティートコーンは早播ほど熟期を早め、多収につながるから、一般種と同時期に播く場合はマルチ栽培をとり入れなければならない。1株の播種粒数も3~4粒はおとさないと欠株を生じやすい。