

## 現場の問題解決に役立つサイレージ技術と20年後の未来予想(5)

# 暖地型牧草サイレージの課題と展望

### 1 はじめに

畜産物の世界的な需要は、継続的に拡大傾向にあり、発展途上国の経済的発展にともなう消費の増加によって、今後、更に拡大することが予測されている (FAO、2006)。これら発展途上国の多くは、熱帯・亜熱帯に位置するので、この地域を原産地とする暖地型牧草の栽培適地であることはいままでもない。

一方、地球の温暖化はますます確実性の高いものになっており、仮に、今後人類が、温室効果ガス排出量の最も少ない「循環型社会」を構築できたとしても、今世紀末の平均気温は1990年レベルから1.8℃は上昇するとされている (IPCC、2007)。これは、わが国では、南関東以南が永年性暖地型牧草の栽培適地となることを意味している。

これらのことから、暖地型牧草の栽培・利用は今後益々重要になるものと予想される。

暖地型牧草の貯蔵利用は、現在、乾草としての利用が多いが、ロールベール体系の普及などにより、今後サイレージとしての利用も増加すると考えられる。しかしながら、サイレージに関する研究は従来から主に寒地型牧草で進められてきたので、暖地型牧草サイレージに関する情報は比較的少ないのが実状である。これに加え、暖地型牧草サイレージの調製は、寒地型牧草のそれに比べていくつか不利な条件を抱えている。そのうちの大きなものの一つは、サイレージ材料草としての暖地型牧草の理化学的性質であり、もう一つは暑熱環境である。本稿では、著者が新美光弘氏、福山喜一氏らと進めてきた研究について概説し、これを以て、暖地型牧草サイレージの調製と利用の未来を展望する手がかりとしたい。

### 2 サイレージ材料草としての暖地型牧草

暖地型牧草の理化学的性質にはサイレージ材料草として不利な点が多い。最大の難点は可溶性糖含量が低いということにある。すなわち、良質サイ

レージ調製のために必要とされる10% (乾物中) 以上の糖を含有することはほとんどない。しかしながら、これは、高い乾物生産性と表裏一体のものであって、暖地型牧草は、いわば、糖含量を犠牲にして収量を稼いでいるわけである。このことは、暖地型牧草の品質改良・育種において十分念頭に置くことであろう。(その他、サイレージ材料草としての暖地型牧草の性質については、「サイレージ科学の進歩：デーリィ・ジャパン社」48-63頁を参照されたい)

### 3 暖地型牧草サイレージの発酵性状と飼料価値

暖地型牧草でサイレージを作ると、どのように発酵し、飼料価値はどのようなものであるか? このことについて検討するため、ギニアグラスとローズグラスを用い、水分含量70、60、50および40%を目標に予乾してロールベールサイレージを調製した。

かなり古くから、暖地型牧草でサイレージを作ると、いわゆる「酢酸 (発酵) 型サイレージ」になるといわれてきた。このことは、我々も含めて多くの試験研究者が、実験的に、あるいは生産現場でしばしば観察してきた。この「酢酸型サイレージ」は、文字通り酢酸を多く含み、また通常、乳酸含量が低く、pHは高いといった性状を示す。したがって、フリーク法にしる、Vスコアにしる、現行の発酵品質評価法に当てはめれば劣質と判定される。

実験の結果、表1に示したように、水分70%のサイレージが「酢酸型サイレージ」となった。酢酸、酪酸およびVBN (アンモニア) は低水分のサイレージほど低くなった。ところが逆に、乳酸は低水分のサイレージほど高い傾向を示したので、これは、暖地型牧草サイレージの特異な点として注目された。

表1 発酵品質

ギニアグラスサイレージ							
水分 (%)	pH	乳酸 (%DM)	酢酸 (%DM)	酪酸 (%DM)	VBN/TN (%)	フリーク法 (点)	Vスコア (点)
70	4.8	0.06	0.45	0.56	15.0	-9	27
60	5.2	0.29	0.23	0.55	16.1	2	25
50	5.1	0.63	0.15	0.20	12.8	25	61
40	5.3	0.65	0.16	0.03	9.5	48	87
ローズグラスサイレージ							
水分 (%)	pH	乳酸 (%DM)	酢酸 (%DM)	酪酸 (%DM)	VBN/TN (%)	フリーク法 (点)	Vスコア (点)
70	5.0	0.03	0.62	0.97	29.3	-9	5
60	5.7	0.35	0.33	0.81	24.6	-3	7
50	5.7	1.12	0.09	0.13	15.5	53	57
40	6.0	0.62	0.16	0.01	8.4	26	84

すなわち、材料の水分を低下させれば、サイレージ発酵は全体に抑制されて乳酸も少なくなるという従来の一般的な理解に整合しなかったのである。

次に、これらのサイレージを黒毛和種繁殖牛に給与した。サイレージは飽食とし、肉用牛配合飼料を1日1頭当たり1kg与えた。

結果は表2に示した通りである。まず、乾物摂取量は水分の違いによる差はあまりなく、維持における乾物充足率およびTDN充足率ともに100%を大きく上回った。ただし、飼料効率は低水分のサイレージほど高くなった。

表2 飼料価値 (黒毛和種繁殖牛)

ギニアグラスサイレージ					
水分	乾物摂取量 (kg/日)	養分充足率 (%)		飼料効率 (g・増体/kg・摂取量)	
		乾物	TDN	乾物	TDN
70%	8.9	150	176	19	35
60%	8.5	142	180	92	165
40%	9.2	152	152	375	664
ローズグラスサイレージ					
水分	乾物摂取量 (kg/日)	養分充足率 (%)		飼料効率 (g・増体/kg・摂取量)	
		乾物	TDN	乾物	TDN
70%	8.6	139	208	5	9
60%	8.9	143	176	167	297
40%	12.2	195	197	288	521

※濃厚飼料分 (1kg/日) を含む

以上の結果から、暖地型牧草は、水分が高い場合に「酢酸型サイレージ」となり、このサイレージは現行の発酵品質評価法では劣質と判定されるが、維持に要する養分量をはるかに超える採食性を示すということが言える。

#### 4 暖地型牧草のサイレージ発酵

「酢酸型サイレージ」はどのようにしてできるのか？これを少し詳しく検討するため、ギニアグラスを実験室規模サイロに詰込み、発酵の経過を観察し

た。その結果、刈取直後に高水分のまま詰め込むと、pHは高い値で推移し、酢酸、酪酸およびVBNは増加し続け、その結果「酢酸型サイレージ」となった。乳酸については詰込み直後に生成したが、その後消失した。一方、材料草を予乾して詰め込むと、酢酸、酪酸およびVBNの生成は抑制されたが、乳酸については、詰め込み直後から生成し、含量は減少することなく増加した。以上のことから、材料草の高水分が「酢酸型サイレージ」調製の1つの条件であることが確認され、また、乳酸については、高水分の場合は、いったん出来た乳酸がその後分解・消失するのに対して、低水分の場合は、発酵が抑制され、たとえ生成速度が低くても、いったん出来た乳酸が分解・消失することなく蓄積されるので、結果として、高水分の場合より乳酸含量が高くなるものと思われた。

ところで、「酢酸型サイレージ」を特徴づける酢酸は何から出来るのであろうか？

我々の実験では、ギニアグラスのヘミセルロースの約40%が発酵の過程で消失し、その量は材料が持っている可溶性糖の消失量を上回ることが観察された。この結果は、暖地型牧草サイレージの酢酸生成にヘミセルロース構成糖の分解、例えばキシロースやアラビノースのヘテロ発酵が関与していることを推察させるものであった。しかしながら、その後の実験で、ギニアグラスにこれらの糖を添加しても酢酸含量はほとんど高まらなかった。したがって、いまのところ、暖地型牧草サイレージの酢酸生成に材料草中のヘミセルロースの分解が関与するかどうかは判然としていない。

#### 5 暖地型牧草の糖含量とサイレージ発酵

前述したように、サイレージ材料草としての暖地型牧草の最大の難点は可溶性糖含量が低いということにある。そこで、糖含量の異なる暖地型牧草4種類にグルコースを段階的に添加し発酵に及ぼす影響を調べた。ギニアグラスとローズグラスは糖含量が約6%であり、ヒエとスーダングラスについては10%を上回っていた(表3、3-1)。

結果は表3、3-2~6に示した。グルコース添加量の増加に伴い、概ね、pHは低下し、乳酸は増加し、酢酸、酪酸およびVBNは減少したが、草種によって添加効果が異なった。すなわち、ギニアグラスとローズグラスについては、添加量の増加に伴い「酢酸型サイレージ」の典型的な性質を徐々に

表3 発酵品質に及ぼすグルコース添加の影響

3-1 総TNC (%乾物)					
	グルコース添加量 (%新鮮物)				
	無添加	1%	2%	3%	5%
ギニアグラス	5.8	9.6	13.8	17.8	25.4
ローズグラス	6.7	10.4	13.0	16.4	20.6
ヒエ	13.4	16.2	20.1	23.7	30.3
スーダングラス	11.6	15.0	17.8	20.9	25.8

  

3-2 pH					
	グルコース添加量				
	無添加	1%	2%	3%	5%
ギニアグラス	5.04	4.95	4.58	4.73	4.70
ローズグラス	5.09	4.99	5.06	4.40	4.52
ヒエ	4.56	4.44	4.03	4.02	4.03
スーダングラス	4.02	3.88	3.90	3.93	3.83

  

3-3 乳酸 (%乾物)					
	グルコース添加量				
	無添加	1%	2%	3%	5%
ギニアグラス	0.04	0.54	2.80	3.33	1.55
ローズグラス	0.32	0.62	0.94	2.33	1.83
ヒエ	1.43	2.30	3.63	3.02	3.57
スーダングラス	3.12	4.87	4.60	4.43	5.75

  

3-4 酢酸 (%乾物)					
	グルコース添加量				
	無添加	1%	2%	3%	5%
ギニアグラス	3.17	1.73	1.37	1.52	1.76
ローズグラス	1.15	0.90	1.17	0.43	0.35
ヒエ	1.18	1.31	0.75	0.77	0.57
スーダングラス	1.22	0.86	0.99	0.72	0.75

  

3-5 フリーク法評点					
	グルコース添加量				
	無添加	1%	2%	3%	5%
ギニアグラス	-9	-8	7	11	5
ローズグラス	-3	-1	5	20	26
ヒエ	6	13	39	33	42
スーダングラス	28	43	35	43	47

  

3-6 Vスコア					
	グルコース添加量				
	無添加	1%	2%	3%	5%
ギニアグラス	5	8	8	8	16
ローズグラス	8	9	7	18	20
ヒエ	70	66	81	87	89
スーダングラス	53	93	89	85	89

失ってくるが、添加量を増して総TNC（材料の糖と添加した糖の総量）含量が20%以上となっても、寒地型牧草にみられる「乳酸型サイレージ」とはならなかった。一方スーダングラスについては無添加でも「乳酸型サイレージ」となるが、ヒエについては、添加量が少ない場合「酢酸型サイレージ」が調製され、添加量が多くなると「乳酸型サイレージ」となった。このように、暖地型牧草のサイレージ発酵に対する糖添加の効果が草種によって大きく異なることは、発酵品質の改善を目的として糖質系の添加物を用いる際に考慮すべきことと考えられる。

## 6 暖地型牧草サイレージの品質改善

以上のことを踏まえ、暖地型牧草サイレージの品質を改善するための方法を略記する。

### (1) 低水分化（予乾）

予乾すれば発酵品質が高まり、飼料価値も向上す

る。また、何よりも取り扱いやすくなる。

### (2) 添加物

糖の添加は、材料によっては必要としないものもあるが、一般的に有効である。

細胞壁分解酵素（アクレモ等）の添加は効果があることが報告されている。

暖地型牧草に付着している乳酸菌は、暑熱環境によるものであろうか、寒地型牧草のそれとは数的にも質的にも大分違いがあるといわれている。事前発酵液の添加効果もいくつか報告されているので、今後、暖地型牧草に適した微生物添加剤の開発が期待される。

## 7 まとめ～暖地型牧草サイレージの特性と展望～

暖地型牧草を材料としてサイレージを調製すると

- ① 材料が高水分の場合、pHが高く、乳酸含量が低く、酢酸含量が高い「酢酸型サイレージ」が出来ることが多い。
- ② このサイレージは、現行の発酵品質評価法では劣質と判定されるが、採食性は良好で、黒毛和種繁殖牛の基礎（維持）飼料としては十分な飼料価値を持つ。
- ③ 材料を予乾して低水分サイレージにすると飼料効率が高まる。
- ④ 材料の糖含量が高い場合、「酢酸型サイレージ」は出来にくい。

暖地型牧草のサイレージを家畜に給与するとき、その異臭に悩まされることが多いけれども、牛たちはよく食べてくれる。幸か不幸か、二次発酵とも無縁である。こんなことを考えると、暖地型牧草サイレージはもう少し高く評価して貰ってもよいのではなかろうかなどと考える。

冒頭でも述べたように、暖地型牧草の重要性は今後ますます拡大するものと思われる。暖地型牧草に限らず、サイレージは材料の飼料価値を直に反映するから暖地型牧草サイレージの飼料価値は決して高いものではないが、その特徴を踏まえて利用することで未来に展望を広げていきたいものだと考えている。