

高水分牧草サイレージの発酵品質と栄養価の関係

はじめに

近年、TMRセンターやコントラクターなどの普及に伴い、サイレージ調製は大規模化する傾向にあります。特に北海道においては、調製作業の大規模化により高水分の牧草サイレージが増えていますが、その牧草サイレージの発酵品質は、約1/3がVスコア60点未満で良くなる傾向はありません(図1)。近年はVスコアが10点以下の劣質サイレージも目立つようになり、弊社では数年前からこの不良発酵サイレージの原因を検討してきました。その中で植生の悪化や過剰施肥が、牧草サイレージの発酵品質に影響があることが明らかとなり、近年の植生改善の機運に繋がっています。一方で牧草サイレージの発酵品質は、酪農経営にどの程度影響があるのでしょうか?一般的には、サイレージの発酵品質は嗜好性や食い込み量、栄養価、ケトosisなどの疾病、繁殖などに影響すると言われていますが、具体的にどの程度影響があるのかを示した資料は少ないと感じています。そこで、今回は発酵品質と栄養価に着目して、高水分牧草サイレージの発酵品質の違いが栄養価に及ぼす影響について検討しましたので、ご報告いたします。

表1 北海道内の牧草1番草サイレージのVスコア20点ごとの飼料成分値(弊社分析グループ粗飼料分析データより)

	Vスコア				
	0~20点 (n=939)	21~40点 (n=340)	41~60点 (n=476)	61~80点 (n=914)	81~100点 (n=2368)
水分(%)	79.71	78.86	78.73	79.00	78.23
粗蛋白(% DM)	11.31	12.13	11.92	12.11	11.61
ADF(% DM)	44.69	43.40	43.02	42.69	41.50
NDF(% DM)	71.85	70.46	70.11	69.56	68.33
OCW(% DM)	73.45	71.95	71.58	70.99	69.67
Oa(% DM)	8.28	8.17	8.06	7.97	8.71
Ob(% DM)	65.16	63.78	63.52	63.02	60.96
NFC(% DM)	8.18	8.69	9.20	9.51	11.20
OCC(% DM)	18.72	20.57	21.09	21.83	23.47
粗脂肪(% DM)	3.44	3.62	3.69	3.83	3.99
粗灰分(% DM)	7.83	7.48	7.34	7.19	6.87
K(% DM)	2.35	2.21	2.12	2.05	1.92
TDN(%)	54.97	56.82	57.36	57.78	59.28

1. 北海道内で調製された高水分牧草サイレージの発酵品質と栄養価の関係

2008年から2012年の5年間に弊社の分析グループで受け入れた牧草1番草サイレージのうち、水分75%以上の全5,037点について発酵品質と飼料成分の分析を行い、これらの関係について全体の傾向を調査しました。まずは、サイレージの発酵品質の指標となるVスコア(酢酸、酪酸含量とVBN比を点数化して100点満点で評価する方法、VBNは揮発性塩基態窒素の略で主にアンモニアや低級アミンなどが含まれる)を20点ごとの5段階に区切って、各飼料成分の平均値を計算しました(表1)。繊維成分であるADF(酸性デタージェント繊維:セルロース、リグニン)、NDF(中性デタージェント繊維:セルロース、ヘミセルロース、リグニン)、OCW(総繊維)、Ob(低消化性繊維)含量は、Vスコアが低下すると増加する傾向にあり、逆にNFC(非繊維性炭水化物:デンプン、糖、ペクチンなど)やOCC(細胞内容物:デンプン、糖、有機酸、タンパク質、脂肪など)含量はVスコアが低下すると減少する傾向にあります。また、TDN(可消化養分総量)もVス

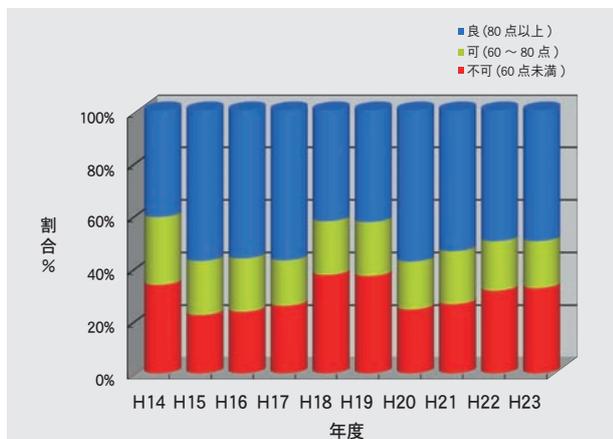


図1 北海道内の牧草1番草サイレージのVスコア分布割合(弊社分析グループ粗飼料分析データより)

コアの低下とともに減少する傾向にありました。

これらの傾向を、よりイメージしやすくするために、分析した5,037点についてVスコアとADF含量（図2）、NFC含量（図3）、TDN（図4）についてプロットしてみました。それぞれ帯状になっていますが、Vスコアが低下するとADF含量は徐々に増加、NFC含量とTDNは徐々に減少するのが分かっていたかと思えます。また、これらの相関係数を算出すると、統計的にはそれぞれ中程度の相関があるという結果になります。

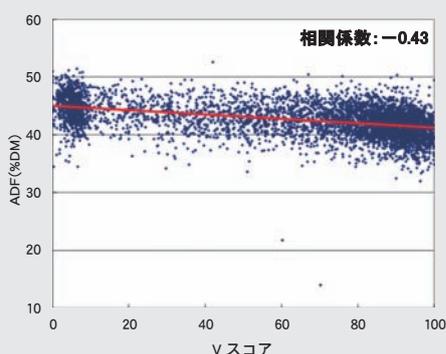


図2 北海道内の牧草1番草サイレージのVスコアとADF含量の関係（弊社分析グループ粗飼料分析データより）

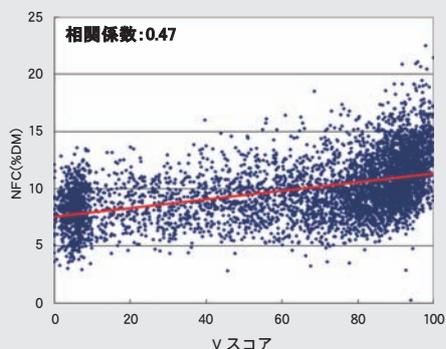


図3 北海道内の牧草1番草サイレージのVスコアとNFC含量の関係（弊社分析グループ粗飼料分析データより）

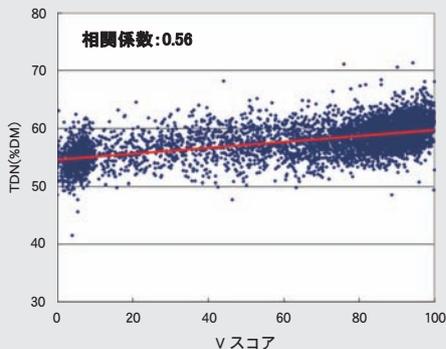


図4 北海道内の牧草1番草サイレージのVスコアとTDNの関係（弊社分析グループ粗飼料分析データより）

また、表1や図2～4を見ていただければ分かるように、北海道内で調製されている水分75%以上の牧草サイレージでは、約35%がVスコア60点以下、さらにVスコア20点以下の劣質サイレージも約19%あります。サイレージの発酵品質が重要であることは認識されていても、不良発酵がまだまだ多いというのが現実です。

2. 同じ原料から調製された牧草サイレージの発酵品質と栄養価の関係

先ほどまでの調査は、道内で実際に調製されている牧草サイレージなので、植生、刈取時期、施肥管理などが異なります。これらはサイレージの栄養価にも影響するので、発酵品質以外の要因も含まれています。そこで次に、同じ原料草から発酵品質の異なるサイレージを調製して、栄養価に与える影響を調査しました。使った原料草は北海道に存在する主要なイネ科草種（チモシー、リードカナリーグラス、シバムギ）で、無添加と弊社で市販している4種類のサイレージ用乳酸菌製品の添加処理を設けることで、異なる発酵品質のサイレージを調製しました。表2は調製したサイレージの分析結果の一例です。シバムギとチモシーを半々で混ぜた原料草を使って、Vスコア6点から99点までの5種類のサイレージができています。最も発酵品質が良かったサイマスターAC処理サイレージの各飼料成分から、その他の処理区の成分値を引いて差を求めます。他の原料草でも同様の作業を行って、グラフにまとめました。

表2 シバムギ・チモシー（1：1）混合サイレージの発酵品質と飼料成分（弊社調べ）

処理区	発酵品質（有機酸は現物中%）					
	pH	乳酸	酢酸	酪酸	VBN/TN	Vスコア
無添加	5.34	0.00	0.72	0.94	57.18	6.00
スノーラクトL	4.82	0.42	0.22	0.83	16.71	23.00
アクレモコンク	4.34	1.13	0.17	0.56	10.94	46.25
サイマスターLP	3.80	2.38	0.19	0.00	6.36	97.27
サイマスターAC	3.76	2.69	0.24	0.00	5.43	98.83

処理区	飼料成分及び栄養価（飼料成分は乾物中%）							
	水分	NDF	OCW	Oa	Ob	CP	NFC	TDN
無添加	79.80	73.69	75.42	10.94	64.48	9.18	5.11	55.83
スノーラクトL	78.96	71.39	72.95	10.58	62.37	11.08	8.95	58.48
アクレモコンク	78.60	69.80	71.24	10.47	60.77	10.96	10.87	58.92
サイマスターLP	77.11	66.12	67.29	11.43	55.86	11.96	10.95	60.97
サイマスターAC	77.42	64.88	65.96	11.04	54.92	12.86	11.45	61.79

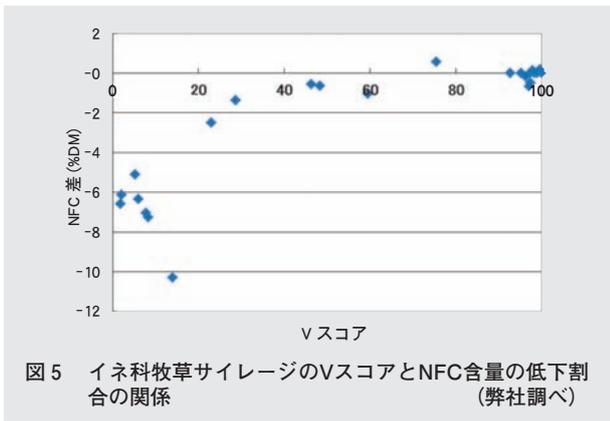


図5 イネ科牧草サイレージのVスコアとNFC含量の低下割合の関係 (弊社調べ)

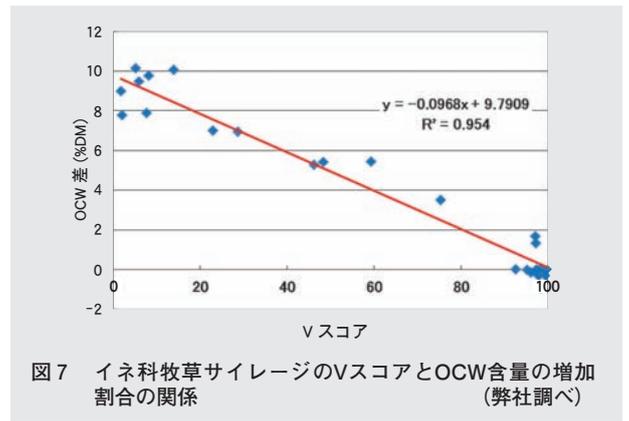


図7 イネ科牧草サイレージのVスコアとOCW含量の増加割合の関係 (弊社調べ)

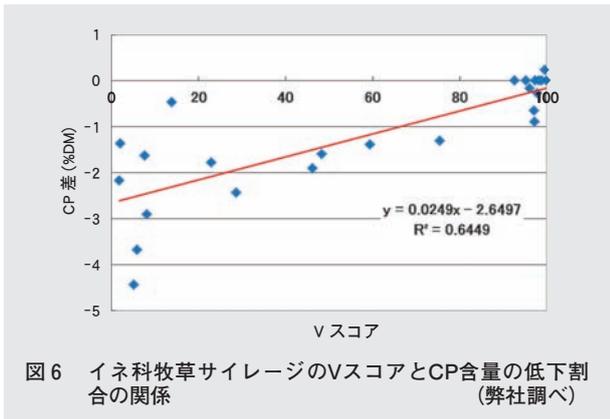


図6 イネ科牧草サイレージのVスコアとCP含量の低下割合の関係 (弊社調べ)

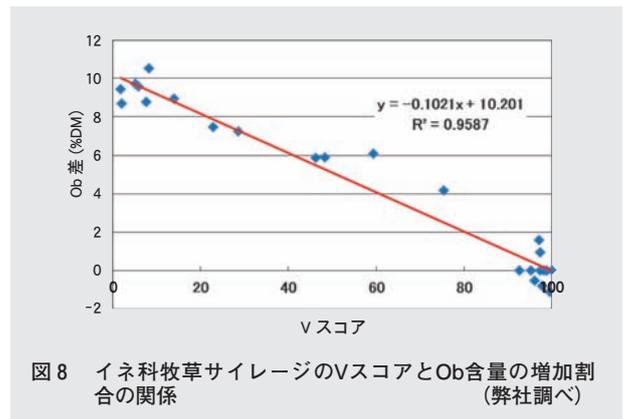


図8 イネ科牧草サイレージのVスコアとOb含量の増加割合の関係 (弊社調べ)

図5は横軸にサイレージのVスコア、縦軸にNFC含量の差をとったグラフです。NFC含量はVスコア50点以下になると低下して、10点以下になると良質のものに比べて約6%低下する傾向にありました。図6はVスコアとCP(粗タンパク質)含量の差を見たものです。バラツキはありますが、Vスコアの低下に伴って、ほぼ直線的にCP含量が低下し、Vスコア10点以下では約2.5%低下しました。サイレージの発酵品質が悪くなると、酪酸菌を含めて多くの雑菌が増殖していると考えられます。分解を受けやすいタンパク質やデンプンなどは、それらの雑菌に利用されてCPはVBN、NFCは炭酸ガスなどに分解されて低下すると思われます。図7はVスコアとOCW含量の差を見たものです。Vスコアの低下に伴って、直線的に増加して、Vスコア10点以下では約10%増加しました。CPやNFCと違って、繊維成分は雑菌による分解を受けにくい成分になるので、発酵品質が悪くなると相対的に割合が高くなると思われます。繊維成分の中でも牛に利用されにくい部分がObになります。図8はVスコアとOb含量の差を見たものですが、OCW含量差とほぼ同様の傾向があります。従って、発酵品質が悪くなると、低消化性の繊維含量が増加することになり、サイレージの消化率や食い込み量にも大きく影響すると思わ

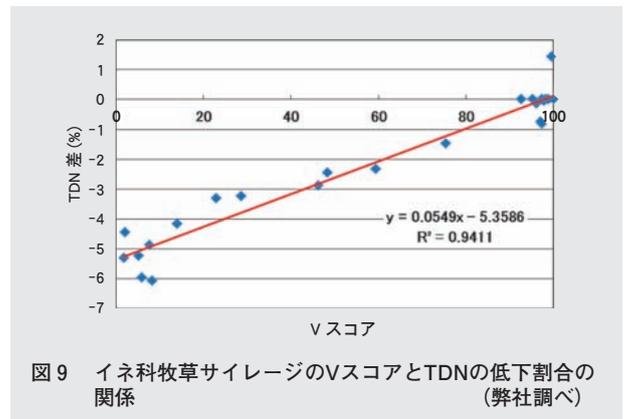


図9 イネ科牧草サイレージのVスコアとTDNの低下割合の関係 (弊社調べ)

れます。以上の飼料成分の傾向からTDNはVスコアの低下に伴って、直線的に低下し、Vスコア10点以下では約5%まで低下することが分かりました(図9)。

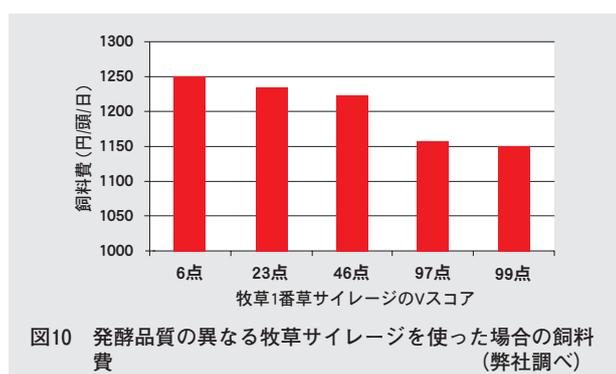
3. 牧草サイレージの発酵品質が飼料計算に及ぼす影響

牛の条件と濃厚飼料の給与量を一定にした場合、自給飼料のTDNが5%低下すると、年間可能産乳量は10%低下すると言われていています。しかし、実際には牛の状態(乳量など)とサイレージの成分から、足りない栄養分を購入飼料で補うことになると

思います。そこで表2にあるシバムギとチモシーの混合サイレージを使って、飼料計算を試みました。牛の条件としては、3産の搾乳牛、体重620kg、乳量35kg、乳脂肪4.2%、乳蛋白3.2%とし、コーンサイレージ15kgとベースの配合飼料（CP：18%、TDN：75%、現物中）6kgを固定して、表2の発酵品質の異なる5種類のサイレージと単味飼料（トウモロコシ、ナタネ粕）で調整しました。Vスコアが高い牧草サイレージは繊維含量が低いためにサイレージの量が多くなり、さらにCPやNFC含量が高いことから、その分、単味飼料が少ない計算になりました（表3）。

	1 番草グラスサイレージVスコア				
	6点	23点	46点	97点	99点
1番草グラスサイレージ	38.3	37.9	38.4	39.3	40.3
コーンサイレージ	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
配合飼料 (CP18%、TDN75%)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
単味飼料 (トウモロコシ、ナタネ粕)	6.7	6.5	6.2	4.8	4.5
その他 (ビタミン、ミネラル剤)	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27

その飼料計算から1日1頭あたりの飼料費を計算したところ、Vスコア6点のサイレージでは1,251円だったのに対し、99点のサイレージでは1,150円となり、1日1頭あたり100円の差となりました（図10）。搾乳牛が100頭であれば1日1万円、年間に行くと365万円という大きな差になります。ちなみに、Vスコア50点以下のサイレージに乳酸菌（サイマスターAC）を使用して良質サイレージにした場合のコストは、飼料計算の給与量と販売価格から1日1頭あたり約30円程度になります。これを差し引いても40円から70円は飼料費が安く済むので、50円で計算しても搾乳牛100頭で年間約180万円の飼料費削減につながります。



一方、これは牧草サイレージの栄養価だけを見て計算したもので、Vスコア6点の牧草サイレージを38kg給与する計算になっていますが、そんなに食い込めるでしょうか？おそらく、このまま給与すれば採食量に差が出るのは容易に想像できるので、実際の乳量に差が出て、影響はさらに大きくなります。また、酪酸を多量に給与すると、ケトosisを発症する危険性があります。Vスコアが低い牧草サイレージは酪酸含量が高いことから、ケトosisを考慮して1日あたりの酪酸の摂取量を制限すると、給与できる牧草サイレージの量は極端に少なくなり（表4）、その分を2番草サイレージや購入乾草などで補う必要が出てきます。さらに繁殖への影響も考慮すると、先ほどの栄養価だけを見た飼料費に与える影響はごく一部で、経営全体に与える影響はさらに大きくなると想像できます。

Vスコア	酪酸含量 (現物中)	給与可能量 (kg/頭/日)		栄養価だけで 計算した給与量 (kg/頭/日)
		酪酸100g以下 (潜在性ケトosis)	酪酸200g以下 (臨床性ケトosis)	
6点	0.94%	10.6	21.3	38.3
23点	0.83%	12.0	24.1	37.9
46点	0.56%	17.9	35.7	38.4
97点	0%	酪酸による制限なし		39.3
99点	0%	酪酸による制限なし		40.3

*右端の列は、表3の飼料計算結果

ここ2～3年で草地の植生改善の必要性が言われるようになりました。草地の植生改善により自給飼料の栄養価などを改善することで、購入飼料依存の体質を変えていこうものですが、これまでお話ししたように、調製されたサイレージの発酵品質が悪ければ、意味がありません。植生改善がサイレージの発酵品質改善にも繋がってこそ良質な自給飼料となることを忘れてはいけません。良質な牧草サイレージ調製のポイントについては、昨年の牧草と園芸、第60巻第2号（3月号）に掲載しておりますので、併せてご一読下さい。今回のお話が良質なサイレージを作る動機付けになれば幸いです。