

# フォレージテストから見えてきた 近年の北海道の粗飼料品質や問題点

## はじめに

弊社では、北海道夕張郡長沼町にある北海道研究農場内の分析グループにて粗飼料の成分分析、いわゆるフォレージテストを行っています。依頼試料は主に全国の弊社営業担当者を窓口としてお客様である酪農家より頂いており、その約7割は北海道内から依頼されています。今回はフォレージテストを通じてここ10数年で見えてきた北海道の粗飼料品質やその傾向から生じている問題点について紹介したいと思います。

## 1. 粗飼料成分はいつも同じか？

弊社のフォレージテスト点数と酪農家戸数の推移を図1に示しました。酪農家戸数が減少する中でフォレージテスト点数は年々増加して、ここ4年間は横ばい状態にあります。これはフォレージテストの頻度が高くなってきているのと同時に、粗飼料の品質に対する関心が高まっていることが分かります。

飼料設計等でフォレージテストを利用する方は、粗飼料の成分についてもおおよそのイメージを持っているかと思います。しかし、この粗飼料がいつも同じかという点、表1に示した様に2002年と2014年のイネ科主体1番草サイレージの平均値を比較する

と、粗タンパク質 (CP)、粗脂肪、ミネラルは低下し、繊維に關係する酸性デタージェント繊維 (ADF)、総繊維 (OCW) で高くなり大きく異なっていることが分かります。更に、ここ10数年の成分の推移を見てみると、CPは2007年以降から12%を下回る様になり低い傾向がそのまま続いています (図2)。一方、OCW、低消化性繊維 (Ob)、リグニンは2006~2011年や2014、2015年と高い時期が続くようになってきています (図3)。この様に10数

表1. イネ科主体1番草サイレージの成分

	水分	粗蛋白質	ADF	OCW	粗脂肪	Ca	P	Mg	K
2002年	73.3	12.7	37.2	63.8	4.11	0.53	0.3	0.22	2.28
2014年	74.5	10.8	39.2	71.1	3.08	0.43	0.27	0.14	1.85

(弊社分析グループ調べ)

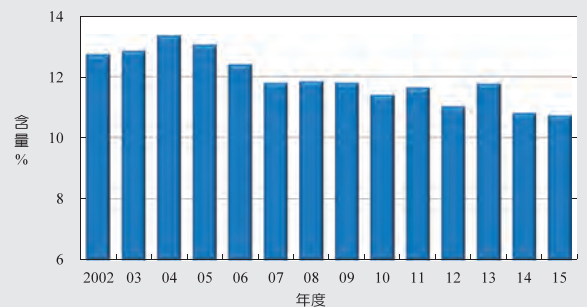


図2. 粗蛋白質の推移 (1番草GS)

(弊社分析グループ調べ)

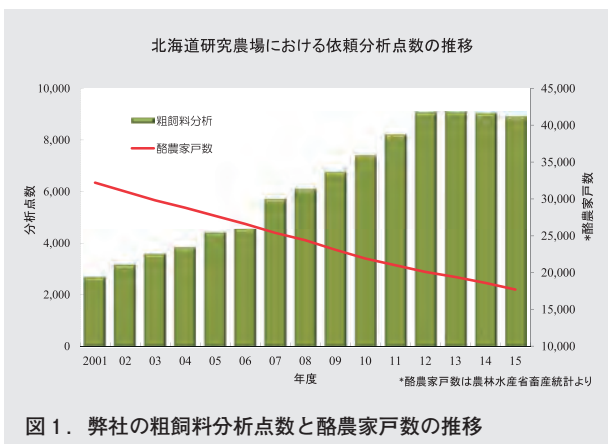


図1. 弊社の粗飼料分析点数と酪農家戸数の推移

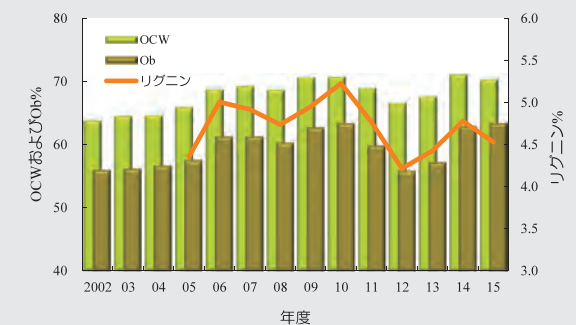


図3. 繊維項目の推移 (1番草GS)

(弊社分析グループ調べ)

年前と比較すると粗飼料の成分が変わってきています。この間を考えると、春先の低温、早魃、収穫期の天候不順等、何かしらの要因がありました。また、これら影響により収穫適期と言われる時期には収量が足らず、収穫時期を延ばして結果的に刈遅れてしまいこの様な成分となってしまうのも成分が変わってきている要因の一つかもしれません。

一方、ミネラルのカリウム、カルシウム、マグネシウムの推移を図4、5に示しました。カリウムでは2005年まで高くなり、2009年からは低くなっています。カルシウムでは2005年以降低くなり、マグネシウムは2005年以降徐々に低くなり、2009年以降は更に低くなっています。粗飼料のミネラルはその圃場の施肥が大きく影響しますが、ここ10数年を振り返ると、施肥に関係する内容として家畜排せつ物の管理の適正化及び利用促進に関する法律が猶予期間を経て2004年の本格施行や、2008年頃には原油高から肥料の高騰がありました。これらと変化時期はおおよそ合致しており、影響を受けたと思われます。

この様に、粗飼料の成分は天候、圃場の肥培管理、情勢にも影響を受けて変動してしまうことがあります。ここ10数年でこれまでとは「何か成分が異なるのでは?」、「給与したが牛の反応が違う?」と感じて、フォレージテストを行い確認するケースが増えているのかもしれません。

## 2. サイレージ発酵品質の悪化

サイレージは牧草やトウモロコシを発酵させた飼料であり、北海道の自給飼料を多給する飼養管理では給与飼料の中心となるため、その成分の変動はとて重要となり、他の給与飼料に影響してきます。そのため、CPやOCW等の栄養成分が気になるのですが、サイレージでは栄養成分だけではなくその発酵の程度（発酵品質）が採食性や嗜好性に影響を及ぼすため、発酵品質の指標となるpH、酢酸や酪酸等の揮発性脂肪酸（VFA）、乳酸、揮発性塩基態窒素（VBN）の把握も重要となります。

図6に2002-2015年までのサイレージpH分布割合を示しました。通常pHが4.2以下の場合には良質な発酵をしていると捉えますが、2002年からpHが4.2を超えるサイレージの割合が増加しており、「発酵品質の悪化」が起きていることが分かります。不良発酵によりタンパク質が過剰に分解して生じるアンモニアなどのVBN（試料の全窒素中のVBN割合で評価）の高いサイレージが多くなってきており、この傾向はpHともおおよそ連動していることも分かります（図7）。このような発酵品質悪化の背景から、弊社での発酵品質分析実績も非常に多くなっており（図8）、サイレージに対して栄養成分だけではなく発酵品質への関心も非常に強くなっています。

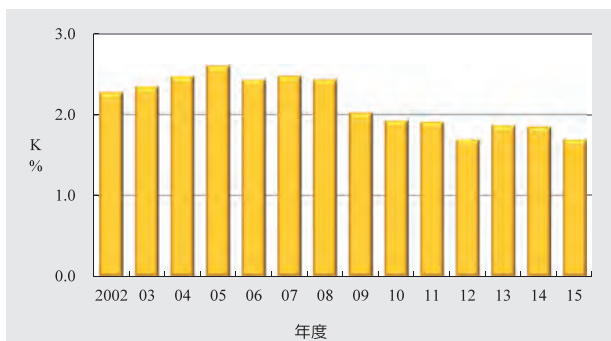


図4. カリウムの推移 (1番草GS)  
(弊社分析グループ調べ)

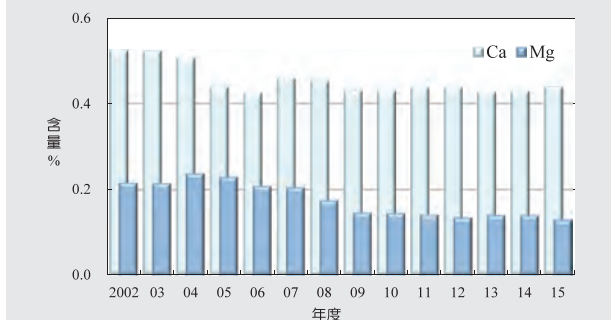


図5. カルシウムとマグネシウムの推移 (1番草GS)  
(弊社分析グループ調べ)

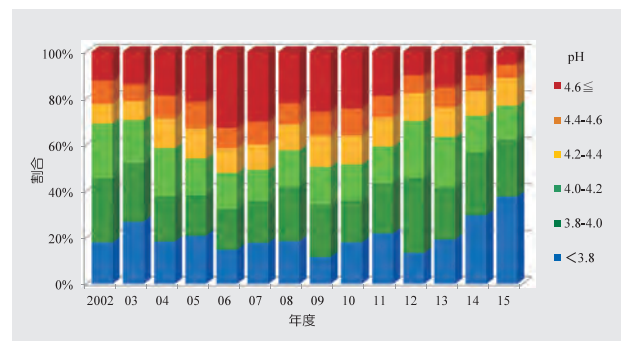


図6. 道内イネ科主体1番草サイレージpHの分布と傾向  
(弊社分析グループ調べ)

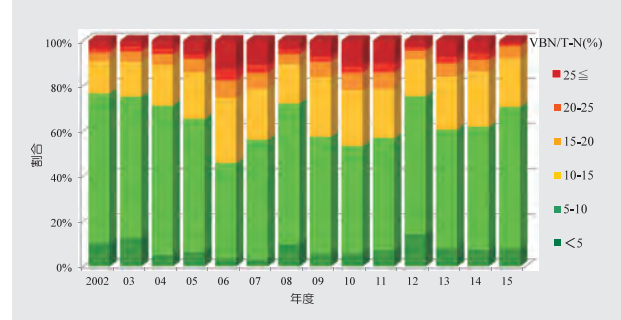
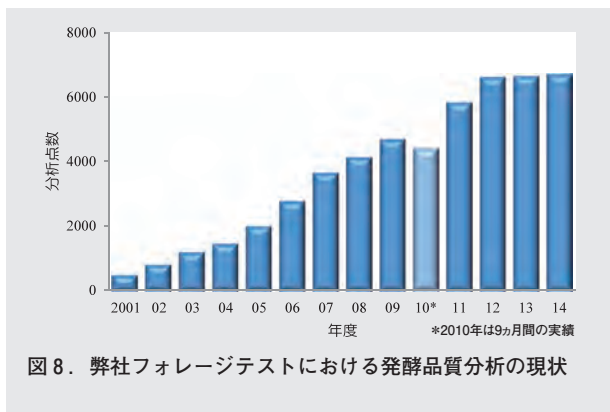


図7. 道内イネ科主体1番草サイレージVBN/T-N%の分布と傾向  
(弊社分析グループ調べ)



しかし、発酵品質悪化の問題はサイレージの栄養成分を分析する際のフォレンジテストの精度にも影響することが分かりました。

### 3. 発酵品質悪化による フォレンジテストへの問題

#### (1) CP等の過小評価

発酵品質悪化により分析精度に影響が出るのは乾物率や、CPやSIP、DIPといったCPの分画です。通常、フォレンジテストでの栄養成分分析を行う場合、試料の均一性、取扱性、保存性の面から60℃程度で通風乾燥をして（風乾処理）、1 mm以下に粉碎した試料を用います。この風乾処理過程で蒸散した水分と、風乾処理後試料に残存した水分量からサイレージ等の水分含量、対となる乾物率が出ます。しかし、サイレージにはVFAやVBNといった揮発性成分が含まれおり、これらは風乾処理過程で多くが揮散することが古くから知られております（乳酸はほとんど揮散しません）。サイレージの栄養成分分析では風乾した試料を用いるため、風乾試料には揮散したVFAやVBNは含まれず、結果的に揮散したこれらは水分含量として評価されています。一方、このVFAやVBNの発酵品質分析に供する試料は、サイレージ原物に水を加えて抽出、調製されており揮散なく測定されていますので、特に分析結果を見ても違和感を持つことはないかもしれません。

それでは、これらがなぜ分析精度に影響を及ぼすのかを説明していきたいと思います。良質発酵サイレージではVBNやVFAの生成量はそれほど多くないので乾物率やCP等の分析結果に大きな影響は出ません。しかし、不良発酵サイレージではVBNやVFAが非常に多くなり、その結果として風乾処理の際に揮散するVBNやVFAの量が多くなり、これらが水分として評価されて「乾物量の目減り」が生じます。更にその目減り内容はCPの分析結果にも

影響してきます。通常、飼料のCP分析は試料中の窒素含量を測定して代表的なタンパク質中窒素含量16%の逆数である6.25を乗じて算出します。一方、揮散したVBNはタンパク質の分解により生成された窒素ですので、分析上では測定されるべき窒素となるので本来CPに含まれる内容となります。そのため、サイレージのVBNが高く、風乾処理過程で揮散してしまえば「CPも過小評価されてくる」こととなります。

それでは、このCP過小評価の実態を見て行きたいと思います。表2に2009-2011年に分析した5704点のサイレージのpHと水分含量におけるVBN/T-N(%)の分布割合を示しました。VBN/T-N(%)は試料中の全窒素に対するVBNの割合になりますので、CPの過小評価程度に読み替えることができます。

pHが4.2以下ではいずれの水分含量でもVBN/T-N(%) 平均値は10%未満でしたが、表2からpH4.2を超えるか、水分含量70%以上のサイレージではVBN/T-N(%)は増加し、「CP分析結果が1割以上の過小評価になる可能性がある」ことが読み取れます。更にpHが上昇し、水分含量も増えると過小評価程度も増加して、水分含量75%以上ではpH4.6-5.0で1-2割の過小評価が、pH5.0以上では2割以上の過小評価が起きることがあるのが分かります。このようなサイレージではCP分析結果が10%DMとなっても、実は12-13%DM程度である可能性があるということです。

#### (2) 揮発成分をどうとらえるか？

この問題はこれだけに止まりません。現状のCP分析は前記した様に窒素量に6.25を乗じて算出しております。そして風乾処理により揮散するVBNも化合物の量ではなく窒素量で評価されていますので、「CPの過小評価」は正確に言うと「窒素の過小評価」になります。VBNの多くはアンモニアやそれに近い窒素化合物で非タンパク態窒素化合物になるため、VBNをアンモニアとして考えた場合、窒素割合は0.82 (N/NH<sub>3</sub> : 14.01/17.01) でその逆数は1.21となり、タンパク換算の6.25の1/5程度となります。揮散したVBNを何として捉えるかでその揮散した乾物量は実に5倍程度の差を生じてしまうこととなります。更に乾物への影響を考えるとVBNに比べると揮散するVFAの方が非常に大きくなりますが、これをどのように考えるかも未解決です。

この様に揮発した成分の扱いは古くから知られていますが、多くの問題が関係して複雑となり明快な結論に至りません。しかし、サイレージ発酵品質の悪化により上記の様な事が起きているのは事実です。このような背景も考慮しながら分析結果を活用して頂ければと思います。

## おわりに

サイレージ事例で成分や品質、そして問題点を紹介させて頂きましたが、粗飼料の成分や品質は様々な要因により変化します。現在、2016年産粗飼料の給与が中心となっているかと思えます。昨年産の北海道内粗飼料も例年と比べてミネラルの傾向が少し違うようです。この内容については弊社機関誌の雪たねニュース(北海道版)3月号で紹介しますので、併せてご覧いただき皆様の情報として頂ければ幸いです。

表2. サイレージのpHと水分含量におけるVBN/T-N (%) の分布割合 (%)

pH	水分含量	n	VBN/T-N (%) <sup>a</sup>			VBN/T-N (%) <sup>a</sup> 平均値
			<10%	10-20%	≥20%	
≤3.8	<65%	39	92.3	7.7	0.0	6.0
	65-70%	63	98.4	1.6	0.0	6.3
	70-75%	268	97.0	3.0	0.0	6.6
	75-80%	538	95.0	4.8	0.2	7.1
	≥80%	71	95.8	4.2	0.0	7.3
3.8-4.2	<65%	237	94.5	5.5	0.0	6.4
	65-70%	235	93.2	6.8	0.0	7.3
	70-75%	507	89.0	11.0	0.0	7.6
	75-80%	919	80.2	19.5	0.3	8.2
	≥80%	208	78.8	21.2	0.0	8.6
4.2-4.6	<65%	209	80.9	19.1	0.0	7.7
	65-70%	100	78.0	22.0	0.0	8.2
	70-75%	226	59.3	40.7	0.0	9.4
	75-80%	488	48.2	49.4	2.5	10.8
	≥80%	271	50.2	48.0	1.8	10.8
4.6-5.0	<65%	68	69.1	30.9	0.0	8.8
	65-70%	32	53.1	46.9	0.0	9.8
	70-75%	109	32.1	56.9	11.0	12.8
	75-80%	380	22.6	49.2	28.2	15.9
	≥80%	362	11.9	47.2	40.9	18.5
>5.0	<65%	21	71.4	23.8	4.8	8.8
	65-70%	12	41.7	33.3	25.0	13.2
	70-75%	42	23.8	45.2	31.0	16.6
	75-80%	165	6.7	21.2	72.1	24.2
	≥80%	134	5.2	15.7	79.1	26.0

<sup>a</sup>100×VBN含量/(CP含量/6.25+VBN含量) から算出.

(弊社分析グループ調べ)