

乳牛の飼料自給率を高めるための牧草サイレージの繊維消化性

1. はじめに

イネ科主体牧草サイレージ (GS) は主要な自給粗飼料です。栄養価が高く、乳牛の摂取量が高いGSの利用は、濃厚飼料の必要量を減らし、飼料自給率の向上につながります。乳牛のGS摂取量を制限する最も大きな飼料側の要因は、GSの繊維の含量と繊維の消化性です¹⁾。

粗飼料に含まれる繊維 (中性デタージェント繊維: NDF) は他の飼料成分よりルーメンでの消化が緩やかなため、ルーメンの充満度を高め、摂取量を制限してしまいます。しかし、NDFの含量が同じでも消化性が高いと、ルーメンの充満度が速やかに解消されるため、NDFの摂取可能量は高まり、GSの摂取量は高まると考えられます。ここでは、GSのNDF含量および消化性と泌乳牛のGS摂取量の関係について検討し、GS由来の栄養摂取量が高く、飼料自給率を高められる条件を調べたので紹介します。

2. NDF消化性を表す新指標

繊維の消化性を表す飼料成分には、低消化性繊維 (Ob) やリグニン (ADL) などがあります。近年、繊維の消化性を表す新たな指標として「uNDF」が示されました。uNDFは一定時間ルーメン液で培養した時に不消化なNDFです。培養時間は一般的に、12、30、120および240時間が用いられ、それぞれuNDF₁₂、uNDF₃₀、uNDF₁₂₀およびuNDF₂₄₀と表記します。

「uNDF₂₄₀」はルーメン液で240時間培養しても消化されないNDFで、ルーメン内で完全に不消化なNDFと定義され、ルーメンの物理的充満に影響すると考えられています²⁾。uNDF₂₄₀含量が高ければ、消化性は低く、逆にuNDF₂₄₀含量が低ければ、消化性が高いことを意味します。これまでに、トウモロコシサイレージやアルファルファ乾草主体のTMR給与時において、uNDF₂₄₀含量と摂取量の関

係が検討されています^{3, 4)}。しかし、GSのuNDF₂₄₀含量と摂取量の関係については明らかになっていません。そこで、ObまたはADL含量に加え、uNDF₂₄₀含量と摂取量の関係について検討しました。

3. 繊維消化性と摂取量の関係

チモシー (TY) またはオーチャードグラス (OG) 単播草地の1~3番草から調製した12種類のGSを用い、泌乳牛4頭による17日間の給与試験を行いました。飼料全体の粗タンパク質含量が乾物中16%となるように各GSに圧片トウモロコシ、大豆粕および炭酸カルシウムを混合して、TMRとして給与しました。TMR中のGS割合は48~66%、飼料全体のNDF含量は34~42%の範囲でした。試験は2産以上の経産牛で行い、試験開始時の平均分娩後日数は87日、日乳量は38.8kgでした。

予想通り、NDF含量が低いGSを用いると、GS摂取量およびGS由来の可消化養分総量 (TDN) 摂取量が多いという関係にありました (図1)。これまでも、トウモロコシサイレージ、マメ科乾草またはイネ科乾草を用いた試験で、NDF含量の低い粗飼料を給与すると、粗飼料の摂取量が多いことが報告されています^{1, 5)}。また、ObやADL含量といった

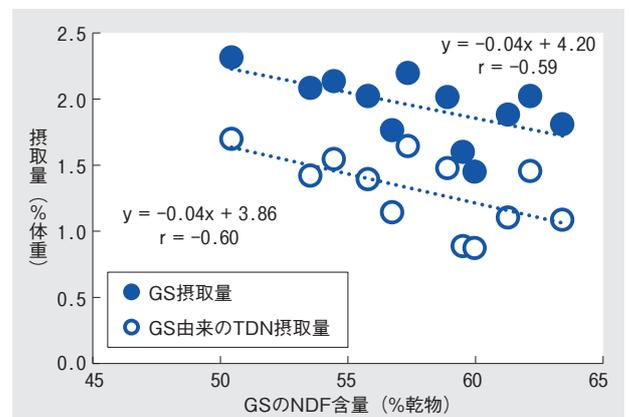


図1 GSのNDF含量とGS摂取量またはGS由来のTDN摂取量の関係

ルーメン内で微生物発酵を受けにくい繊維含量が低いほどGS由来のTDN摂取量は多くなりました（図2、図3）。

GSのuNDF₂₄₀含量が低いほど、GS摂取量およびGS由来のTDN摂取量は多くなりました（図4）。GSのuNDF₂₄₀含量とGS由来のTDN摂取量の相関係数は、NDF、ADLまたはOb含量よりも-1に近いことから、uNDF₂₄₀含量は他の繊維成分より摂取量に強く影響し、GSの摂取量を評価するのに有効な指標であると考えられました。

図4において、GSのuNDF₂₄₀含量が1ポイント低下すると、体重当たりのGS摂取量は0.04ポイント、GS由来のTDN摂取量は0.05ポイント増加する関係にありました。泌乳牛の体重を680kgとすると、uNDF₂₄₀含量が1ポイント低いGSを用いると、1頭1日当たりのGS摂取量は0.27kg、GS由来のTDN摂取量は0.34kg高まることが期待できます。このTDN摂取量の増加は、乳脂肪率4.0%の乳1kg分に相当します。

4. 濃厚飼料の削減効果

この試験の飼料設計を基に、乾物給与量を1頭1日当たり24kgとしたときの濃厚飼料（圧片トウモロコシ、大豆粕）の必要量を試算しました（表1）。乳量水準は1頭1日当たり30kg（305日乳量9,000kg）を想定しています。

NDF含量またはuNDF₂₄₀含量が高いGSを用いると、飼料中のGS割合は60%未満と低くなり、原物で1頭1日当たり11~14kgの濃厚飼料が必要となります。しかし、NDF含量が60%未満で、uNDF₂₄₀含量が10%未満と、繊維含量が低く、消化性が高いGSを用いると、飼料中GS割合は65%以上に高められ、濃厚飼料給与量は1頭1日当たり9kg程度に減少します。このときの飼料自給率は60%（TDNベース）以上と高い値になります。

5. uNDF₂₄₀摂取可能量

uNDF₂₄₀含量はGSの摂取量を強く制限することが分かりました。トウモロコシまたはアルファルファサイレージ主体の飼料を給与したときのuNDF₂₄₀摂取量は、乾物摂取量や日乳量による差が小さく、体重の0.2~0.4%であることが報告されています^{3,6)}。さらに、uNDF₂₄₀の摂取可能量は、粗飼料の種類によって異なる可能性はあるものの、体重の0.48%であることが示唆されています⁶⁾。

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 農業

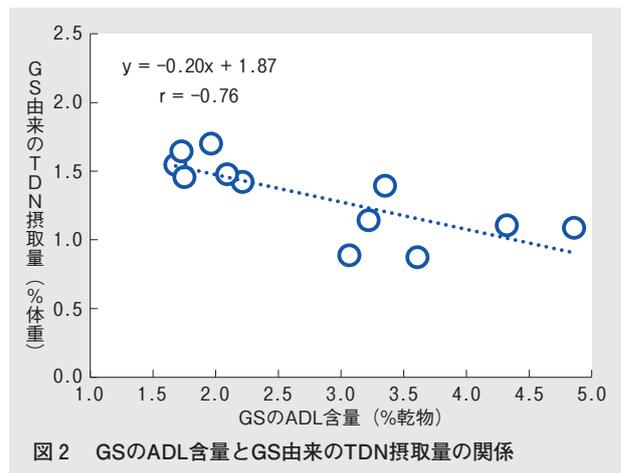


図2 GSのADL含量とGS由来のTDN摂取量の関係

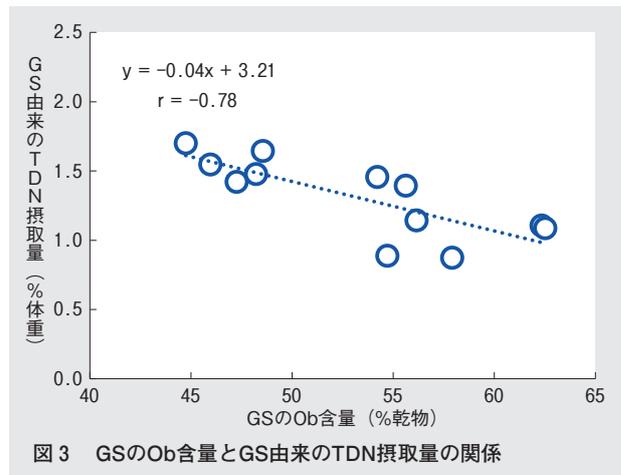


図3 GSのOb含量とGS由来のTDN摂取量の関係

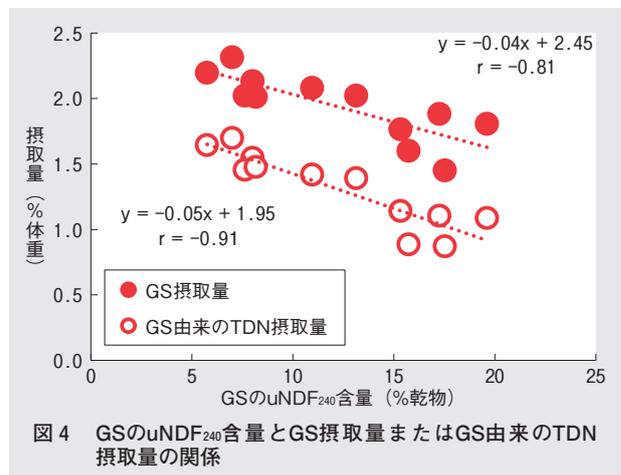


図4 GSのuNDF₂₄₀含量とGS摂取量またはGS由来のTDN摂取量の関係

研究本部 酪農試験場の泌乳牛（分娩後日数30~300日、日乳量9.3~43.6kg、2産以上）のデータを用いて、GS主体飼料給与時におけるuNDF₂₄₀摂取可能量を検討しました。粗飼料がGSのみの期間を集計し、飼料中のGS割合は53~71%、NDF含量は37~48%、uNDF₂₄₀含量は8~15%の範囲でした。

乾物摂取量を体重の2.5%未満、2.5~3.0%未満、3.0~3.5%未満、3.5%以上に区分したとき、乾物摂

表1 NDFおよびuNDF₂₄₀含量の異なるGS給与時の飼料自給率および濃厚飼料必要量の試算

草種	TY	OG	OG	TY	OG	TY	OG	TY	OG	TY	TY	OG
番草	3	1	1	1	3	1	3	3	2	2	2	2
GS成分												
NDF (%乾物)	50.4	58.9	54.5	57.4	53.5	62.2	56.7	55.8	59.5	61.3	63.4	60.0
uNDF ₂₄₀ (%乾物)	7.0	8.2	8.0	5.7	11.0	7.6	15.3	13.1	15.7	17.2	19.6	17.5
飼料構成比												
GS (%)	68	66	66	65	64	61	60	58	59	53	50	48
濃厚飼料 ^{*1} (%)	30.5	32.5	32.5	33.5	34.5	37.5	38.5	40.5	39.5	45.5	48.5	50.5
ミネラル剤 (%)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
濃厚飼料給与量 ^{*2} (kg/頭/日)	8.5	9.1	9.1	9.4	9.6	10.5	10.8	11.3	11.0	12.7	13.6	14.1
飼料自給率 ^{*3} (%)	64	62	62	61	58	56	52	52	48	43	40	38

TY：チモシー、OG：オーチャードグラス

*1 圧片トウモロコシおよび大豆粕、*2 1頭1日当たりの総乾物給与量24kg、乾物率：圧片トウモロコシ85%、大豆粕88%で試算、*3 TDNベース

取量が2.5%未満から3.5%以上と、1ポイント以上変化してもuNDF₂₄₀摂取量は概ね0.2~0.4%の範囲でした(図5)。また、飼料中のuNDF₂₄₀含量が高まっても、uNDF₂₄₀摂取量が体重の0.5%を超えることはほとんどありませんでした(図6)。GS主体飼料におけるuNDF₂₄₀摂取可能量は、トウモロコシやアルファルファで示された範囲と同程度でした。

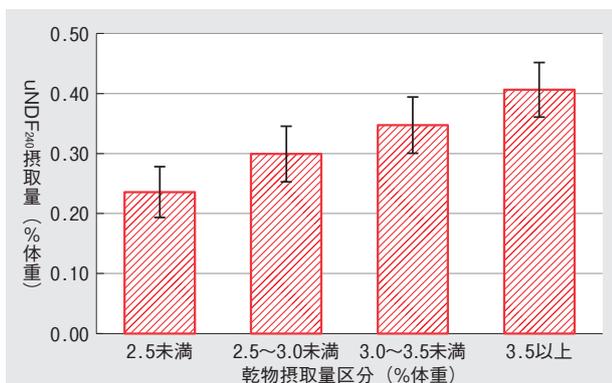


図5 乾物摂取量区分別のuNDF₂₄₀摂取量

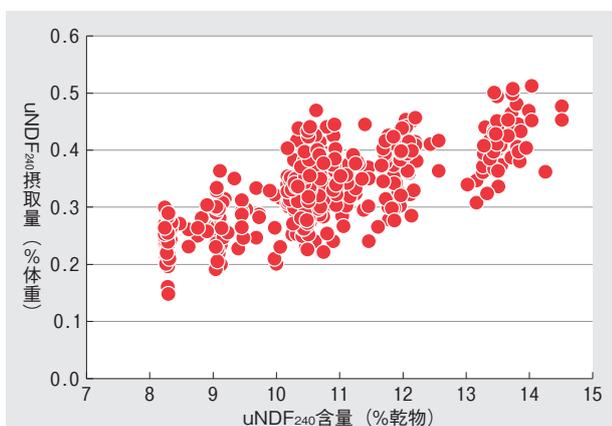


図6 飼料中uNDF₂₄₀含量とuNDF₂₄₀摂取量の関係

6. 繊維消化性の高いGSの収穫条件

GS主体飼料において、飼料自給率を60%以上とするためには、NDF含量が60%未満、uNDF₂₄₀含量が10%未満の繊維含量が低く、消化性が高いGSが必要となります。この条件を満たすための原料草の草種および刈取条件を検討しました。草種は、TY極早生1品種、TY早生1品種およびOG中生1品種を用いました。1番草を穂ばらみ期~出穂期に刈取り、その後は40~50日間隔で3番草まで刈取りした23処理の原料草のNDFおよびuNDF₂₄₀含量を分析しました。

GS原料草のNDF含量とuNDF₂₄₀含量の関係を図7に示しました。全体的な傾向として、NDF含量が低いとuNDF₂₄₀含量も低い傾向にありました。TYおよびOGの1番草では、出穂期前に収穫することで、NDF含量が60%未満、かつuNDF₂₄₀含量が

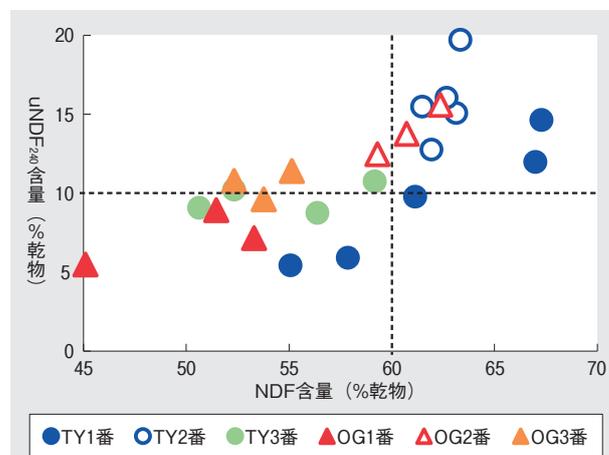


図7 草種、番草の異なる原料草のNDF含量とuNDF₂₄₀含量の関係

10%未満の原料草を得られる可能性が高いと考えられます。TYおよびOGの3番草は、1番草に比べると、同じNDF含量でもuNDF₂₄₀含量がやや高めですが、概ねこの条件を満たせる可能性があります。しかし、2番草は全ての原料草でuNDF₂₄₀含量は10%以上と高くなっていました。

7. おわりに

uNDF₂₄₀含量が低く、消化性の高いGSを給与することで、GSからの栄養摂取量を高められ、飼料自給率を高めることができます。消化性の高いGSを収穫するためには、1番草では出穂期前の収穫が必要です。出穂期前の収穫は収量の低下や植生悪化の懸念があり課題は残りますが、泌乳牛の消化性の観点から、飼料中GS割合を高めることが可能となる条件として試験結果を紹介しました。濃厚飼料価格が高止まりしている中、GS由来の栄養摂取量を高め、濃厚飼料給与量を削減する取り組みへの参考となれば幸いです。

8. 引用文献

- 1) Allen. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 83, 1598-1624.
- 2) Palmonari et al. 2016. Estimation of the indigestible fiber in different forage types. *Journal of Animal Science* 94, 248-254.
- 3) Fustini et al. 2017. Effect of undigested neutral detergent fiber content of alfalfa hay on lactating dairy cows: feeding behavior, fiber digestibility, and lactation performance. *Journal of Dairy Science* 100, 4475-4483.
- 4) Smith et al. 2018. Effects of dietary undigested and physically effective neutral detergent fiber on dry matter intake, milk yield and composition, and chewing behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 101 (Suppl. 2): 350 (Abstr.).
- 5) Kammes & Allen. 2012. Nutrient demand interacts with forage family to affect digestion responses in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95, 3269-3287.
- 6) Hosseini et al. 2019. Altering undigested neutral detergent fiber through additives applied in corn, whole barley crop, and alfalfa silages, and its effect on performance of lactating Holstein dairy cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 32, No. 3: 375-386.