

生草および乾草給与時の緬羊の採食性と水出納

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	成田, 大展 佐藤, 衆介 菅原, 和夫
巻/号	48巻2号
掲載ページ	p. 126-129
発行年月	2002年6月

生草および乾草給与時の緬羊の採食性と水出納

成田大展・佐藤衆介・菅原和夫

東北大学大学院農学研究科陸園修復生態学 (989-6711 宮城県玉造郡鳴子町川渡)

Land Ecology, Graduate school of Agricultural Science, Tohoku University Kawatabi, Narugo, Miyagi 989-6711, Japan

受付日: 2001年6月28日/受理日: 2002年1月18日

Synopsis

Hironobu NARITA, Shusuke SATO and Kazuo SUGAWARA (2002): Herbage Intake and Water Balance of Sheep Fed on Fresh Grass and Hay. *Grassland Science* 48, 126-129.

To determine the effect of herbage moisture contents on nutrient ingestion and ingestive behavior in ruminants, the experiment was conducted. The experiment was carried out with 2×2 factorial design using two groups of three rams fitted with rumen fistula and two treatments. In treatment G, sheep was fed on fresh orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) regrowing after the first harvesting, which was harvested at 30-40 cm in height. In treatment H, sheep was fed on orchardgrass hay cutting about 15 mm lengths before feeding, which was harvested at heading stage.

Voluntary intake of fresh matter was significantly higher, but dry matter intake tended to be low ($p=0.09$) in treatment G than on treatment H. Both incoming and outgoing volumes of water were large in G treatment. Rumen fluid pH and NH_3 concentrations were higher in G treatment than in H treatment. Osmotic pressure of rumen fluid was higher in G treatment than in H treatment, but dilution rates were not different between the treatments. Feeding efficiency (Rt/Et ratio) was lower in G treatment than in H treatment and ingestive and ruminating behavior were intermittent in G treatment.

It was supposed that ruminal moisture movement was different between under fresh grass feeding and hay feeding, and that especially the releasing process of moisture in the tissue of fresh forage was important to investigate ruminal digestibility of forage.

Key words: Grass moisture, Rumen volume, Sheep, Voluntary intake, Water flow.

緒 言

放牧による家畜生産では、舎飼いと比較した場合に生産性の低下が指摘されている。この要因の一つに、水分含量の高い生草の摂取による乾物摂取量の低下や消化性の低下¹⁾が考えられる。筆者らも、乳牛の放牧を取り入れた管理では、水摂取量が多くなること²⁾、また、放牧地の草中水分の空間分布から、放牧家畜が草中水分として多量の水を摂取する可能性を示した³⁾。そこで、水分含量の異なる草を家畜に給与し、

消化過程での水の動態と飼料利用に関する研究を行っているが⁴⁾、本研究では、生草と乾草を家畜に給与し、家畜の水出納と採食利用性および反芻胃内性状について比較した。

材 料 と 方 法

供試飼料は、オーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.) 主体イネ科混播草を用いた。生草給与区 (以下 G 区) は、圃場より刈取った牧草 (再生草) を直接給与した。刈取りは試験期間中 2-3 日間隔で行い、家畜に給与するまで冷蔵庫にて保管した。牧草の草丈は、試験期間を通じて 30-40 cm の範囲であった。乾草給与区 (以下 H 区) は、G 区と同様の植生を持つ近くの圃場より 6 月下旬に収穫されたロールベール乾草を用い、給与前に約 15 cm に切断した。

飼料の水分含量測定は、G 区、H 区とも給与時ごとに飼料の一部を用いて行った。また、代謝試験開始時に全糞採取法により、飼料を家畜の体重の約 2% 量給与した際の乾物消化率 (以下 DMD) を測定した。

供試家畜は、反芻胃カニューレ (内径 40 mm) 装着雑種去勢綿羊 6 頭 (平均体重 48.5 kg) を用い、各個体を代謝ケージにて管理した。給餌は、約 6 時間毎に 1 日 4 回、新鮮な飼料を十分量給与し、常に飼槽が満たされてる状態を維持した。各飼料給与時に残飼を除去し、1 日 4 回の給与量と残飼の差の積算値をもって 1 日の飼料摂取量を算出した。固形塩および水は自由摂取とした。

供試家畜は 3 頭 1 群の計 2 群とし、両処理区とも 1 期 11 日間 (予備期 7 日、調査期 4 日)、2×2 ラテン方格法により実施した。試験は、1997 年 7 月 7 日から開始し、1 期終了後に生草と乾草の飼料変換の調整期間を 5 日間設けた後、2 期目を行った。各期とも調査開始と同時に、肉眼により供試家畜の 24 時間の行動観察を行い、摂取行動を記録した。その後、行動観察終了時を 0 時間とし、UDEN⁵⁾らの方法に準じて調整した LiCr-EDTA を反芻胃内に投入した。すなわち、LiCr-EDTA 2.36 g を 100 g の蒸留水に溶解し、カニューレより反芻胃内に投入して液層マーカーとした。以後、2・4・6・12・24・36・48・60・72 時間目に反芻胃内容物の採取を行った。内容物の採取は、乳牛人工授精用の大鉗子を用いて反芻胃の数カ所から少量づつ採取し、それを混合したものをもって平均的な反芻胃内容物の試料とした。試料は、採取後直ちに 2 重ガーゼにより固形物と液体試料に分離した。採取した試料

一部は第 54 回発表会 (1999 年 3 月) において発表した。

のうち、各調査開始後 2-12 時間までのものを、1 採食期間の反芻胃内環境の変動の調査試料とし、液体試料について pH, NH₄-N 濃度および浸透圧を測定した。また、それらに 72 時間目まで 12 時間おきに採取した試料を加え、原子吸光分析(日立; 170-30)により Cr 濃度を測定し、反芻胃内容液の希釈率を算出した。すなわち、測定した Cr 濃度を対数変換後、反芻胃内への Cr 投与から各試料採取までの時間を独立変数として 1 次回帰式を求め、その傾きを希釈率 (%/hr) とした。各期の調査期間中、各家畜の飲水量と排泄量を毎日記録し、それらの値から各区の家畜個体の水出納量を算出した。

結 果

表 1 に両区の供試飼料の水分含量と DMD の値を示した。

Table 1. Moisture content and dry matter digestivity (DMD)¹⁾ of grass and hay.

	Grass	Hay	Paired-T test ²⁾
Moisture (%)	79.6±2.1	13.7±0.8	*
DMD (%)	63.7±4.1	67.2±6.1	NS

1) *In vivo* apparent digestibility.

2) NS; not significant (P>0.05). *; P<0.05.

Table 2. Influence of forage types on voluntary intake, feces and urine volume.

	Grass	Hay	Paired-T test ¹⁾
Voluntary intake (FW kg/day)	8.4± 2.6	2.3± 0.9	**
(DM kg/day)	1.7± 0.5	2.0± 0.8	P=0.09
(DM g/BW kg/day)	35.0±11.0	42.0±18.3	P=0.15
Feces volume (FW kg/day)	1.2± 0.6	0.9± 0.3	*
Urine volume (kg/day)	2.2± 1.1	0.8± 0.5	**

1) *; P<0.05, **; P<0.01.

Table 3. Influence of forage types on moisture incomings and outgoings per a head of sheep.

	Grass	Hay	Paired-T test ¹⁾
Incomings			
Drinking (kg/day)	0.4±0.4	4.0±2.0	**
Feeding (kg/day)	5.6±1.7	0.5±0.1	**
Total (kg/day)	6.0±2.1	4.5±2.1	**
(g/BW kg/day)	125.2±44.8	93.6±50.0	**
Outgoings ²⁾			
Feces (kg/day)	0.6±0.1	0.4±0.0	**
Urine (kg/day)	2.2±1.1	0.8±0.5	**
Total (kg/day)	2.8±2.1	1.2±0.5	**
(g/BW kg/day)	58.3±5.6	25.0±2.4	**

1) **; P<0.01.

2) Insensitive evaporation from panting or skin is not included.

供試飼料の水分は、G 区 79.6% に対して H 区 13.7% であった。DMD は、両区ともに 65% 前後で、処理間の差は認められなかった。

表 2 に両区の 1 日当たりの飼料摂取量と排泄量を示した。飼料の原物摂取量は、G 区は H 区の 3 倍強であったが、乾物摂取量は H 区で高くなる傾向がみられた (P=0.09)。排泄量は、排糞・排尿共に G 区が有意に多い値となった。

表 3 に両区における家畜個体の水出納を示した。飲水量は、G 区の 0.4 kg/日に対して H 区は 4.0 kg/日と 10 倍の値となった。一方、飼料由来の摂取水量は、G 区の 5.6 kg/日に対して H 区 0.5 kg/日となり、G 区が高かった。従って、飲水と飼料由来水を合計した全摂取水量は、G 区 6.0 kg/日、H 区 4.5 kg/日となり、G 区が有意に高い値となった。次に、体外への排出量を比較すると、糞由来の排出量は G 区 0.6 kg/日、H 区 0.4 kg/日、尿由来の排出量は、G 区 2.2 kg/日、H 区 0.8 kg/日となり、いずれも G 区で高い値となった。従って、糞および尿による水の排出量を合計した全排出水量は、G 区 2.8 kg/日、H 区 1.2 kg/日となり、G 区が H 区の 2 倍以上の量となった。なお、摂取水量と排泄量の差は、G 区 3.2 kg/日、H 区 3.3 kg/日ではほぼ同じであった。

表 4 に、両区の反芻胃内容液の性状に関する測定値の平均を示した。反芻胃内容液の pH は、G 区の 6.6 に対して H 区

Table 4. Influence of forage types on pH, ammonia-nitrogen, osmotic pressure and dilution rate of rumen fluid.

	Grass	Hay	Paired-T test ¹⁾
Rumen fluid			
pH	6.6±0.2	6.8±0.2	**
Ammonia-N (mg/g)	10.6±3.6	5.2±1.8	**
Osmotic pressure (mOsm/kg)	251.4±35.3	209.4±41.8	**
Dilution rate (%/hr)	7.4±1.4	7.5±1.3	NS

1) NS; not significant (P>0.05). **; P<0.01.

Table 5. Influence of forage types on time of ingestive behaviour, Rt/Et ratio, one meal length and meal frequency within 24 hours.

	Grass	Hay	Paired-T test ¹⁾
Ingestive behaviour			
Eating time (min/24 hr)	550.0 ±96.6	465.0 ±58.8	**
Ruminating time (min/24 hr)	531.7 ±74.9	518.3 ±38.0	NS
Rt/Et ratio	0.99± 0.21	1.12± 0.12	P=0.089
One meal length (min)	47.6 ± 7.2	47.3 ± 6.6	NS
Meal frequency (time/24 hr)	14.0 ± 1.1	9.2 ± 1.3	**

1) NS; not significant (P>0.05). **; P<0.01.

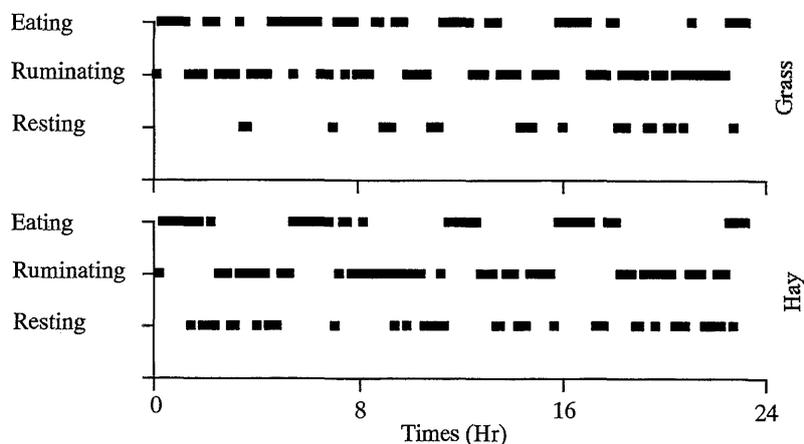


Fig. 1. Influence of forage types on ingestive behavior pattern during 24 hour (One case for typical behavior pattern was shown).

で6.8となり、G区で低かった。しかし、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度はG区で高い値であった。これらのことから、反芻胃内消化ではG区の方で特に草中窒素化合物の分解が盛んであることが推察された。反芻胃内容液の浸透圧は、全摂取水量がG区で多かったにも関わらず、G区で高い値となった。反芻胃内容液の希釈率は、G区7.4%/hr、H区7.5%/hrで、両区間に差は認められなかった。

表5に、両区の24時間の摂取行動と一採食期、すなわち連続した採食行動の持続時間と頻度の値を示した。24時間の採食行動時間は、G区550min/日、H区465min/日となりG区で長かった。一方、反芻時間はG区531.7min/日、H区518.3min/日と差は認められなかった。従って、Rt/Et比はG区で低くなる傾向が認められた ($p=0.089$)。一採食期の平均持続時間は、両処理区とも約47minと差は認められなかったが、24時間にみられる採食頻度はG区で14回/日に対してH区で9.2回となった。

図1に、両処理区の採食行動様式の一例を示した。採食行動と反芻行動の入れ替わりが頻繁にみられるG区と比較して、H区はそれらの行動が比較的安定し、採食と次回の採食と反芻行動が交互に行われていることが認められた。

考 察

供試草の原物採食量はG区で高いにも関わらず、乾物の摂取量はG区で低下する傾向が認められた。このことから推察すると、生草の原物中に含まれている大量の水が摂取後も反芻胃内に滞留し、家畜の乾物摂取量を制限した可能性が考えられた。

FAICHNEY *et al.*¹⁾によれば、反芻胃内における水の滞留時間は約61分間とされるが、生草組織に含まれた状態における水がどのような動態を示すかは明らかとなっていない。生草として反芻胃内に取り込まれた水は、植物組織から解放されたのちに下部消化管への移行や反芻胃壁からの吸収により体外へ放出されると考えられる。反芻胃消化は、反芻胃運動や微生物による消化が主である。しかし、MOSELEY *et al.*²⁾によれば、咀嚼による植物組織の摩砕がそれらに及ぼす影響は非

常に大きく、生草組織に含まれた水の解放は、採食時の咀嚼と反芻時の咀嚼が大きく関与していると考えられる。反芻家畜は採食時にはほとんど咀嚼をしないとされているため⁷⁾、摂取された生草の摩砕には反芻時の咀嚼がより関与していると推察される。本試験結果では、生草と乾草を比べると、生草で採食後の反芻が頻繁に行われているが、主たる反芻は、採食後2-3時間後に行われている。従って、その間に植物組織から解放されない水分は、反芻胃内容物の滞留時間に影響を及ぼしていることは十分に考えられ、この面での解析が今後必要である。

家畜個体の水出納は、供給源として飲水および飼料中水分の他に、生体内での有機栄養素の酸化による代謝水が挙げられる。しかし、一般に水分摂取量には代謝水は考慮されない⁹⁾、今回は算出しなかった。また、体外への排出にはパンティングや不感蒸発によるものが少なくないが、本試験においては同一の環境条件下にあり、両区において差はないものとした。実際、今回測定した水出納をみると、両区ともに体外への排出量が摂取量より少なく、その出納はG区+66.9g/BW kg/dayに対してH区+68.6g/BW kg/dayとほぼ同量となり、この分が呼吸や不感蒸発による放出と考えられる。

本試験においては、生草を給与した場合に、水の摂取量及び排出量は、いずれも大きくなった。このことから、生草給与時には過剰な水摂取が行われるが、これを早期に放出する機構が働いていることが推察される。採食・反芻行動サイクルが生草給与で速いことは、過剰に取り込まれた水を反芻胃から速く放出することにより物理的規制を緩和し、制限された乾物摂取量を補おうとする機構と思われる。しかし、前述のように、牧草含有水の一部は反芻胃内に取り込まれた後、植物組織から解放されるまで一定時間を要すると思われる。

また、反芻胃内容液の浸透圧の測定から、生草給与でより高いという結果を得た。通常、多くの水が存在した場合、浸透圧は低くなる。これらのことから、生草として摂取された水が、植物組織から素早く解放されない実態を推測することができる。すなわち、生草として摂取された水分が浸透圧へ与える影響は、飲水による水とは異なることを示してい

る。しかし、浸透圧の変化については、反芻胃内で生成されるVFA等化学成分の量による影響も考えられるため、今後さらなる解析が必要であると思われる。

放牧による家畜生産を向上させる上で、今後、牧草含有水の反芻胃内での解放過程についての時間的・量的変化を明らかにし、生草の消化過程を解析する必要性が認められた。

謝 辞

本試験を遂行するにあたり、貴重な御意見ならびに御援助を頂いた東北大学大学院農学研究科附属農場の八嶋康広氏をはじめとする職員諸氏に謝意を表する。

引用文献

- 1) FAICHNEY, G.J. and R.C. BOSTON (1985) Movement of water within the body of sheep fed at maintenance under termoneutral conditions. *Austr. J. Biol. Sci.* 38, 85-94.
- 2) MOSELEY, G. and J.R. JONES (1984) The physical digestion of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and white clover (*Trifolium repens*) in the foregut of sheep. *Brit. J. Nutri.* 52, 381-390.
- 3) 成田大展・菅原和夫 (1997) 放牧管理下の乳牛の水出納. 川渡農場報告 13, 35-40.
- 4) 成田大展・菅原和夫 (2001) 牧草含有水が放牧家畜の粗飼料利用性に及ぼす影響. 1. 放牧を想定した草生状態での草利用性の推定. 日草誌 47, 283-288.
- 5) 成田大展・菅原和夫 (2002) 水分含量の異なる生草の綿羊による採食利用性の比較. 日草誌 48, 53-56.
- 6) PASHA, T.N, E.C. PRIGGE, R.W. RUSSELL and W.B. BRYAN

- (1994) Influence of moisture content of forage diets on intake and digestion by sheep. *J. Anim. Sci.* 72, 2455-2463.
- 7) 鈴木省三 (1988) 酪農技術入門. 乳牛の栄養と飼料. 酪農事情舎. p. 93.
- 8) UDEN, P., P.E. COLUCCI and P.J. Van SOEST (1980) Investigation of Chromium, Cerium and Cobalt as markers in digesta, Rate of passage studies. *J. Sci. Food Agric.* 31, 625-632.
- 9) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1994) 日本飼養標準・乳牛. 中央畜産会. p. 28.

要 旨

成田大展・佐藤衆介・菅原和夫 (2002) : 生草および乾草給与時の綿羊の採食利用性と水出納. 日草誌 48, 126-129.

生草含有水が家畜の栄養摂取に及ぼす影響を解明することを目的とし、生草と乾草を綿羊に給与し、自由採食量、家畜の水出納および採食行動を調べた。

生草区は、原物採食量は多かったが、乾物摂取量は低下した。生草区の水の摂取量及び排泄量は、乾草区より大きかった。反芻胃内容物の性状は生草区でpHが高く、NH₃濃度は高かった。また、浸透圧は高かったが、液体希釈率には乾草区との間に差はなかった。採食時間は生草区で長く、反芻時間に両区で差がなかったことから、Rt/Et比は生草区が乾草区と比べて小さかった。また、生草区では採食・反芻行動頻度とも、乾草区と比べ多かった。

生草給与と乾草給与では、反芻胃内での水の動態が大きく異なり、それらは生草中水分の解放過程が大きく関与しているものと考えられた。

キーワード：自由採食量、反芻胃充満度、牧草水分、水の動態、綿羊。