

連続消化試験法による生育中のアルファルファ,ペレニアルライグラス,トールフェスクの消化率の推定

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	浜田, 龍夫 大久保, 忠旦 早川, 秀輝 亀岡, 暄一
巻/号	20巻1号
掲載ページ	p. 22-25
発行年月	1974年4月

連続消化試験法による生育中のアルファルファ、ペレニアルライグラス、トールフェスクの消化率の推定

浜田 龍夫・大久保忠旦*・早川 秀輝**・亀岡 喧一

農林省畜産試験場(千葉市青葉町)

緒 言

本研究は草地を一連の生態系としてとらえ、光～草～家畜～土壌を通した全体としての物質とエネルギーの流れを明らかにする目的の中で、とくに草～家畜間の関係を明らかにするために行なわれた。すなわち、上の関係においてもっとも重要な問題点とみなされている生育ステージにともなう草の消化率の変化を、比較的新しい方法とみなされる連続消化試験法を適用することによって解明しようとした。この方法は慣用的な消化試験のように、予備期2週間前後と採集期10日前後を設けずに、3日毎ぐらいに区切って連続して消化試験を実施するもので、最近 LAUBE¹⁾ がその有用性を検討している。我々も独自のモデル実験によって方法自体を検討し、さらに代表的な3草種について、1カ月間にわたるエネルギーと粗蛋白質の消化率の変化を推定した。

実験方法

モデル実験は、図1に示すようなデザインで実施したが、これは草の生育ステージの変化をシミュレートする

ように、あらかじめ消化率の分ったアルファルファとイタリアンライグラス乾草を段階的に組合せて、予想される理論消化率と実測値とを比較検討できるようにしたものである。アルファルファとイタリアンライグラス両乾草の消化率は、既報²⁾ に報告した通りである。

供試動物は1才令の在来の肉用去勢山羊4頭(平均体重17kg)で、それぞれ代謝箱に入れ、室温25±5℃で全糞採取法により消化試験を実施した。1日の給与量は乾草500gと添加物(食塩50%, リン酸3石灰47.9%, 酸化亜鉛0.1%, ビタミンA. D. E 剤2.0%)5gとし、乾草は3日毎、糞は毎日のサンプルについて分析した。

実際の応用として、アルファルファ (*Medicago sativa*, Du puits), ペレニアルライグラス (*Lolium perenne*, オランダ産), トールフェスク (*Festuca arundinacea*, K. 31) の3草種を選んだ。第1回目は、1969年6月30日から1カ月間消化試験を実施したが、体重約7kgの山羊に1日当り600gの生草給与を続けているうちに、ペレニアルライグラスとトールフェスク給与山羊全部が死亡したため不成功に終わった。第2回目は、1970年5月8日から33日間実施した。すなわち、あら

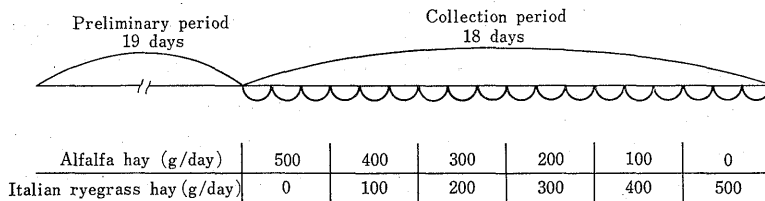


Fig. 1. Feeding schedule of a model system for the continuous digestion experiment.

4 Japanese meat-type goats of 17 kg body weight were fed the above mixtures of two hays whose digestibilities had been known. In the preliminary period 500 g of alfalfa hay was fed daily. Throughout the whole experimental period 5 g of a supplement consisting of 50% salt, 47.9% calcium triphosphate, 0.1% zinc oxide, and 2.0% vitamin A. D. E premix was fed daily.

* 現農林省草地試験場生態部

** 現福島県庁農政部

はじめ粗飼料多給型の飼養法に適応させた6—7カ月令の在来雌山羊(平均体重10kg)6頭に対して、1週間さらに生草を給与し、5月8日から上述の3種の草を給与し始め約1カ月間給与を継続した。

これらの草は前年度に播種したもので、試験年次の4月30日に一斉刈をした。給与開始時(一斉刈取後8日)の自然草高はアルファルファ15cm、ペレニアルライグラスとトールフェスク12cmで、給与終了時にはそれぞれ80, 55, 60cmとなり、アルファルファは盛花期をやや過ぎた時期、その他は乳熟期に相当した。草は3日毎に刈取り、細切した後ビニール袋に入れて密封し、0℃以下で保存した。給与量は晴天下で刈取った状態の生草で1日1頭あたり1600gとし、これを朝夕2回に分けて与えた。糞は同一の刈取草を給与した3日分

をとりまとめて、風乾して分析サンプルを調製した。生草も刈取給与直後65℃の通風乾燥器内で風乾し、風乾率を出して、分析用サンプルを調製した。5月8日から合計11回刈取ったが、第1回目は糞の採取を行わず、5月11日からの10回分について、3日毎の全糞採取法でエネルギーと粗蛋白質の消化率を求めた。1草種に2頭の動物を割当てたので、1カ月間の草のエネルギーと粗蛋白質に対してそれぞれ20個の消化率が求められ、これより生育ステージに対するエネルギーと粗蛋白質の消化率の変化を示す一次回帰式を導いた。

実験結果と考察

モデル実験の結果を表1に示す。表1ではあらかじめ消化率の分った2種の乾草を用いているので、計算によ

Table 1. Comparison of the crude protein digestibilities between the theoretical and experimental values in the model experimental system

Ration fed (Ratio of alfalfa to ryegrass hay)	Crude protein content (%)	Theoretical digestibility (%)	Experimental digestibilities ^{a)}			
			1st day (%)	2nd day (%)	3rd day (%)	1st to 3rd days (%)
5:0	17.2	74	73	75	72	74
4:1	15.2	71	71	72	71	71
3:2	13.1	68	70	67	71	70
2:3	11.1	64	66	68	66	66
1:4	9.0	58	59	60	57	59
0:5	7.0	48	48	49	48	49

a) Though there existed the time lag between the feed intake and the fecal output, it was not considered in the calculation of the experimental digestibilities.

って求めた理論消化率と実測値とが比較できるように示されている。この場合、飼料と糞の間に存在する時間的ずれ(time lag)が問題となるが、一応1日に食べた物は同じ1日で排泄されると仮定して、1日毎の消化率を求め、同様に3日毎の消化率を求めた。表1に示された理論値と実測値はかなりよく一致しており、これは本実験条件下ではtime lagが大きな誤差とならなかったことを示すものである。LAUBE¹⁾は、めん羊に乾草と濃厚飼料(大豆粕)を給与した場合に、2~3日のtime lagを認めている。PRESTONら²⁾は子牛に生草を給与した場合、time lagを1~4日と仮定して乾物消化率を計算したが、その場合の影響は1%以下にすぎなかった。一般に反芻動物を4頭程度使った消化試験では、5%以上の消化率の差がないと有意にならないとされている³⁾。消化管内の飼料の通過速度は多くの因子の影響を受けることが知られており⁴⁾、time lagも実験条件に応じて変ることが予想できるが、このモデル実験から一応time lagによる誤差は消化率に5%以上の差をつ

けるほど大きくはないと結論としても間違いでないだろう。

実験方法において説明したように、第1回目の消化試験は成功しなかった。予備期を含めて、ペレニアルライグラス給与山羊は給与開始後21日と22日目に死亡し、トールフェスク給与山羊は24日と33日目に死亡したが、アルファルファ給与山羊は39日間生存し、最後に比較するために屠殺された。いずれの山羊も体重は減少傾向を示し、1日600gの生草給与量では明らかに養分が足りなかったとみられるが、アルファルファ給与山羊のみ生存できたことが、この牧草の栄養価の高いことを示唆している。解剖結果では、死亡山羊の胆汁液量が正常なものの10倍くらい多かったことが特徴的であった。エネルギー、蛋白質、ミネラル含有量を比べると、アルファルファのカルシウム含量が他のものの3~4倍と高かった他は、あまり大きな差異はなかった。

第2回目の消化試験では、1日1600gに生草給与量を増加させたところ、全頭異常なく経過し、体重も漸増

Table 2. Energy and crude protein contents of alfalfa, perennial ryegrass, and tall fescue at the air-dry matter basis

Cutting date	Alfalfa		Perennial ryegrass		Tall fescue	
	Energy kcal/g	Crude protein %	Energy kcal/g	Crude protein %	Energy kcal/g	Crude protein %
May 11	3.82	25.5	3.72	20.7	3.73	23.3
May 14	3.84	22.6	3.63	17.1	3.72	21.2
May 17	3.86	15.5	3.66	16.3	3.74	21.0
May 20	3.88	18.9	3.87	17.8	3.80	21.5
May 23	3.92	19.4	3.70	12.9	3.70	20.4
May 26	3.88	18.8	3.61	10.6	3.75	18.6
May 29	3.88	15.9	3.74	12.8	3.74	16.7
June 1	3.82	18.6	3.68	12.7	3.72	14.6
June 4	3.86	17.2	3.77	11.6	3.63	13.8
June 7	3.89	15.4	3.72	12.4	3.68	15.7

Air-dry matter percentages in the fresh grasses of May 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, June 1, 4 and 7 were 13.0, 19.2, 18.2, 22.0, 24.0, 21.8, 23.6, 19.6, 26.8 and 28.6 in alfalfa; 13.6, 17.0, 13.8, 19.2, 21.0, 21.4, 22.2, 18.4, 26.0 and 25.0 in perennial ryegrass; and 13.8, 17.6, 14.4, 19.4, 21.4, 20.0, 22.8, 19.0, 23.0 and 24.8 in tall fescue, respectively.

傾向を示した。アルファルファ給与では残飼が出なかったが、ペレニアルライグラス給与では1頭が、また、トールフェスクでは2頭ともが残飼を時々出した。表2には各草の成分含量を、また、表3には消化率の推定式を示す。消化率の算出に際しては、モデル実験の表1と同様に time lag を無視して行ない、また、刈取日数に対する消化率の変化は直線的であると仮定した。表3の相関係数はいずれも1%水準で有意となった。1日あたりの消化率の減少度は、ペレニアルライグラス>アルファルファ>トールフェスクの順になったが、その差はあまり

Table 3. Correlation coefficients and regression equations between the cutting date and the digestibilities of alfalfa, perennial ryegrass and tall fescue

Grass	Component	Correlation coefficient*	Regression equation*
Alfalfa	Energy	-0.90	$Y=65.9-0.41X$
	Crude protein	-0.80	$Y=83.2-0.35X$
Perennial ryegrass	Energy	-0.79	$Y=74.5-0.54X$
	Crude protein	-0.76	$Y=78.0-0.45X$
Tall fescue	Energy	-0.70	$Y=71.2-0.32X$
	Crude protein	-0.67	$Y=82.7-0.31X$

* Correlation coefficients and regression equations were obtained from 20 individual data. X is the time of cutting in days elapsing after May 11 until June 7 and Y is the digestibility (%).

大きくはなく、また、この回帰式で示される数値は、本実験のような生長初期段階の草においてのみ適用できるものであろう。米国ニューヨーク州における REID ら⁶⁾の成績によると、混播牧草の乾物消化率(Y)は、4月30日以後の経過日数(X)に対して、 $Y=85.0-0.48X$ の関係にあることが示されている。本報告のエネルギーの消化率の1日あたりの減少率は、0.32~0.54%で、REID らのものと近似している。REID らは慣用法によって消化試験を行なっているが、この場合多量の草をサイレージか乾草にして貯蔵せねばならない。連続消化試験は未だ未完成のものであるが、慣用法に比べて労力、時間、経費の面で著しい節約となることを考えれば、今後さらに検討すべき問題と云えよう。

要 約

生育ステージにともなう草の消化率の推定のために連続消化試験の適用を考え、モデル実験を行なった。その結果、草の生育ステージを追って3日毎に草を刈取って山羊に給与し、給与飼料と排泄糞との間の時間的ずれを考えないで消化率を求めても、消化率におよぼす誤差は無視しうる程度の大きさであるとみなした。

つぎにアルファルファ、ペレニアルライグラス、トールフェスクの3草種につき、草高12~15cm ぐらいの時期から刈取給与を始め、連続消化試験法によって、1カ月後にいたるまでのエネルギーと粗蛋白質の消化率の変化を示す回帰式を求めた。これより、試験開始日の5月11日以後の経過日数に対して、1日あたりのアルファルファ、ペレニアルライグラス、トールフェスクのエネルギーの消化率の減少度は、0.41, 0.54, 0.32%となり、また、それらの粗蛋白質の消化率の減少度は、0.35, 0.45, 0.31%になると推定した。

引 用 文 献

- 1) LAUBE, W.: Probleme der Tierernahrung, Tagungsberichte Nr. 63. Oskar-Kellner-Institute, Deutsche Demokratische Republik, Berlin. 165 (1964)
- 2) 浜田龍夫・早川秀輝・亀岡喧一: 畜試報告. 27, 11 (1973)
- 3) PRESTON, T. R., ARCHIBALD, J. D. H., and TINKLER, W.: *J. Agric. Sci.* 48, 259 (1957)
- 4) 吉田実: 化学と生物. 1, 262 (1963)
- 5) BALCH, C. C., and CAMPLING, R. C.: *Physiology of Digestion in the Ruminant*. ed. by DOUGHERTY, R. W., Butterworths, London. 108 (1965)
- 6) REID, J. T., KENNEDY, W. K., TURK, K. L., SLACK, S. T., TRIMBERER, G. W., and MURPHY, R. P.: *J. Dairy Sci.* 42, 567 (1959)

(昭和48年8月18日受理)

Estimation of Energy and Crude Protein Digestibilities of Growing Alfalfa,
Perennial Ryegrass, and Tall Fescue by the Continuous
Digestion Experiment

Tatsuo HAMADA, Tadakatsu OKUBO, Hideteru HAYAKAWA
and Kenichi KAMEOKA

National Institute of Animal Industry, Chiba-shi, Japan

Summary

To estimate the changes in digestibilities of growing grasses, continuous digestion experiments were conducted using goats. To test the validity of the method a model system was made in which several mixtures of alfalfa and Italian ryegrass hay at the ratios of 5:0, 4:1, 3:2, 2:3, 1:4 and 0:5 were fed in turn at 3-days intervals. Since the crude protein digestibilities of these hays had been obtained, the theoretical digestibilities could be compared with the experimental digestibilities. From this model experiment it was concluded that the time lag between feed intake and the associated fecal output did not affect the digestibilities to any significant extent (Table 1).

The energy and crude protein digestibilities of the fresh field materials of alfalfa, perennial ryegrass, and tall fescue were estimated by the continuous digestion experiments using Japanese meat-type goats of about 10 kg body weights. In the first trial the animals fed perennial ryegrass and tall fescue did not survive until the end of experiment, since the feeding level of fresh grasses was too low (about 0.9% of body weight daily). Only the animals fed alfalfa could survive at the same feeding level. In the second trial the amounts of grasses equal to 1.6% of body weight daily were fed from May 11 to June 7 at the cutting intervals of 3 days. The height of grasses on May 8 was about 12 to 15 cm (eight days of regrowth). From 20 individual digestibilities of 2 animals per each component of a grass, a regression equation between the cutting date and digestibilities was deduced. The daily rates of decline in the digestibilities of energy of alfalfa, perennial ryegrass, and tall fescue were 0.41, 0.54, and 0.32%, and those in the digestibilities of crude protein of alfalfa, perennial ryegrass, and tall fescue were 0.35, 0.45, and 0.31%, respectively, during the period of May 11 to June 7 (Table 3).

(J. Japan. Grassl. Sci., 20 (1), 22~25, 1974)