

ゴールデンハムスターと家兎とによる粗飼料の飼料 価値評価の比較

増田, 泰久
九州大学農学部飼料学教室

矢野, 昌宏
九州大学農学部飼料学教室

高橋, 潤一
九州大学農学部飼料学教室

五斗, 一郎
九州大学農学部飼料学教室

<https://doi.org/10.15017/23250>

出版情報 : 九州大学農学部学芸雑誌. 32 (2/3), pp.87-92, 1977-12. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :



ゴールデンハムスターと家兎とによる 粗飼料の飼料価値評価の比較

増 田 泰 久 ・ 矢 野 昌 宏
高 橋 潤 一*・五 斗 一 郎

九州大学農学部飼料学教室
(1977年7月19日受理)

Comparative Study on Evaluation of Feeding Value of Forage with Golden Hamsters and Rabbits

YASUHISA MASUDA, MASAHIRO YANO,
JUNICHI TAKAHASHI and ICHIRO GOTO

Forage Research Laboratory, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-06, Fukuoka 812

人、中反芻類家畜に対する粗飼料の飼料価値を評価するための実験用動物としては、従来から家兎 (*Oryctolagus cuniculus*) が用いられてきた。家兎は草食性動物であり、その盲腸における粗繊維の発酵により、反芻動物に近い消化率が得られると考えられている。

最近、Manda and Takano (1976) は、ゴールデンハムスター (*Mesocricetus auratus*, 以下ハムスターと略) が前胃と腺胃とからなる複胃を有し、反芻動物に比較的類似した栄養生理機能を持つことを認め、この動物を用いての粗飼料の飼料価値評価法について報告している。ハムスターは成熟時体重が 100~150 g であり、馴致および飼育が容易で、多産・連産型で世代交替も速く、さらに個体の遺伝的斉一性が高いとされている。

本研究は、ハムスターの粗飼料利用性について検討するとともに、ハムスターによる飼料価値評価法と家兎によるそれとの比較検討をもちあわせて行ない、それぞれの方法の特徴や問題点を明らかにしようとしたものである。すなわち、両動物による同一粗飼料の採食性や消化率の比較を行ない、さらに、反芻動物で得られる結果と対照するため、両動物による *in vivo* 消化率と、牛のルーメン液を用いた人工ルーメン法での *in vitro* 消化率との関連をも検討した。

本論文をまとめるにあたり原稿の校閲をいただいた西村修一教授に深謝の意を表する。

材料および方法

ハムスターと家兎とによる消化試験および *in vitro* 消化試験 (実験 1, 2 および 3) に供試した材料は、イタリアンライグラス (Italian ryegrass, *Lolium multiflorum* Lamarck, I と略)、青刈エンバク (oats, *Avena sativa* L., O と略) のそれぞれ節間伸長期 (elongation stage of internode, E と略) と出穂期 (heading stage, H と略) との 2 草種 2 生育段階の 4 種類とした (以下 I-E, I-H, O-E および O-H と略)。これらは刈取後ただちに 70°C の熱風乾燥機で乾草とし、1 mm 目のふるいを通してウィー型粉碎機で粉碎した。また、実験 1 および実験 2 ともに基礎飼料として、市販の家兎用ペレット (オリエンタル酵母社製, ORC-4) を同様に粉碎し使用した。給与飼料の形態は、実験 1 では、供試材料と基礎飼料とを重量比で 1:1 の割合で混合した粉餌とした。実験 2 では供試材料と基礎飼料とを重量比で 1:1 に混合し、これに等量の水を加え、ミンサーを通した後、70°C で乾燥しペレットに調製した。

* 帯広畜産大学酪農学科

実験1：ハムスターによる消化試験

試験に用いたハムスターは6か月齢の成熟雌（平均体重 140 g）である。各供試飼料区に1群4頭宛割り当て、Manda and Takano (1976)の方法に準拠し、予備期5日、本試験5日間とし、毎日1回全糞を採取した。糞は70°Cで24時間乾燥後粉碎し分析に供した。飼料は1日1回給与し、水は自由摂取とした。基礎飼料の消化率はあらかじめ本試験と同様にして求めておいた。また、ハムスターの前胃における消化発酵機能について検討するため、内容物のpHおよびVFA濃度を測定した。すなわち、消化試験終了後、1時間絶食させ、その後30分間給餌し、さらに1時間絶食後ただちに屠殺し、前胃内容物を採取し、pHをガラス電極pHメーター（堀場製作所製、pHメーター、F-7形）で測定した。VFA濃度は、内容物を25 ml メスフラスコに移し、5% HgCl₂液を1滴加え、水で定容としたものについて蒸留法により求めた。なお、飼料および糞の一般成分は常法により、細胞壁構成物質（cell wall constituents, CWC と略）と酸性デタージェント不溶繊維（acid detergent fiber, ADF と略）とは Goering and Van Soest (1970)の方法により分析した。

実験2：家兎による消化試験

試験に供試した家兎は成熟雌4頭（平均体重 3.0 kg）である。試験期間は、動物が消化試験用ケージおよび供試飼料に馴致してから、予備期2日、本試験4日間とし、家兎4頭×供試飼料4種類のラテン方格法で実験を行なった。水は自由摂取とし、1日2回午前と午後とに給餌し、給餌直前に全糞を採取し、実験1と同様にして分析に供した。なお、基礎飼料の消化率は、実験開始前に本試験と同じ家兎4頭を用いて、6日間の消化試験を実施して求めておいた。

実験3：人工ルーメン法による消化試験

九大農学部附属農場において、イタリアンライグラス主体の飼料を給与中の、ホルスタイン種若雌牛の第一胃より経口的に採取したルーメン液を用いて、増田・五斗（1977）の方法により実施した。この方法はVan Soestら（1966）の方法を改変したもので、得られる消化率の値は *in vivo* での真の消化率と考えられ、みかけの消化率は一般にこれより約13%低いとされている。したがって、本研究では、本法により得られた値より13%を減じたものを便宜上 *in vitro* 乾物消化率として用いた。

結果および考察

1. 供試飼料の化学成分組成

実験に用いた牧草および基礎飼料の化学成分組成はTable 1に示すとおりである。ADF はリグニン化されたCWCとされ、反芻動物においても、この部分は消化されにくいと考えられている（Van Soest and Moore, 1966）。この含有率はO-Eの26.5%からI-Hの35.9%の範囲であり、この成分をもとに、反芻動物での消化率の順位を推定すると、O-Eが最も高く、次いでI-E、O-H、I-Hの順になるものと思われる。

2. ハムスターによる飼料価値の評価

ハムスターによる体重100 g当たりの、1日当たり乾物摂取量および消化率はTable 2に示すとおりである。各供試飼料区の乾物摂取量は、O-E>I-E>O-H>I-Hの順となつた。供試材料の乾物消化率はO-Eの55.1%が最も高く、次いでI-E、O-H、I-Hの順であつた。粗蛋白質および粗脂肪消化率はI-Eが最も高く、次いでI-H、O-E、O-Hの順であり、可溶無窒素物消化率はO-Eが最も高く、次いで

Table 1. Chemical composition of the material and basal diet.

Material ¹⁾	Moisture (%)	Chemical component (%DM) ²⁾						
		CP	CFib	CFat	NFE	CASH	CWC	ADF
I-E	8.1	23.4	26.2	3.4	33.6	13.4	53.2	32.7
I-H	8.7	20.9	29.6	2.5	33.7	13.3	57.9	35.9
O-E	10.7	14.3	22.2	3.7	50.8	9.0	45.5	26.5
O-H	8.4	12.1	29.1	3.2	42.6	13.0	56.8	34.7
B-D	5.9	24.8	14.7	4.7	46.5	9.3	43.1	19.6

¹⁾ I-E, Italian ryegrass harvested at elongation stage of internode; I-H, Italian ryegrass harvested at heading stage; O-E, oats harvested at elongation stage of internode; O-H, oats harvested at heading stage; B-D, basal diet.

²⁾ DM, dry matter; CP, crude protein; CFib, crude fiber; CFat, crude fat; NFE, nitrogen-free-extracts; CASH, crude ash; CWC, cell wall constituents; ADF, acid detergent fiber.

Table 2. Feed intake and digestibility of the materials and basal diet with hamsters.

Material ¹⁾	Feed intake (DMg/100 g/day)	Digestibility (%)					
		DM	CP	CFib	CFat	NFE	CWC
I-E	8.4	44.2	65.7	19.5	47.9	37.5	28.2
I-H	6.6	41.8	64.2	25.2	42.5	29.2	28.2
O-E	9.6	55.1	52.1	21.8	42.2	67.3	36.5
O-H	7.8	42.0	39.6	19.8	41.6	48.6	27.0
B-D	8.7	53.4	62.6	0	71.3	65.5	30.0

¹⁾ Refer to the footnote of Table 1.

Table 3. DCP and TDN content of the materials and basal diet estimated by the experiments with hamsters and rabbits.

Material ¹⁾	Hamster		Rabbit	
	DCP (%)	TDN (%)	DCP (%)	TDN (%)
I-E	14.1	33.8	14.8	40.5
I-H	12.3	30.4	11.4	31.3
O-E	6.8	44.9	8.0	52.8
O-H	4.4	31.5	6.0	40.2
B-D	14.6	50.4	17.2	60.0

¹⁾ Refer to the footnote of Table 1.Table 4. pH value and concentration of total volatile fatty acids in the pregastric pouch of hamsters fed on the experimental feeds.¹⁾

Material ²⁾	pH	Total VFA (mM)
I-E	5.46±0.49	1.47±0.25
I-H	4.88±0.79	0.93±0.40
O-E	4.88±0.95	1.47±0.33
O-H	5.81±0.59	1.60±0.71
B-D	5.52±0.10	2.26±0.24

¹⁾ The feed consists of 1:1 mixture of basal diet and experimental material.²⁾ Refer to the footnote of Table 1.

Table 5. Feed intake and digestibility of the materials and basal diet with rabbits.

Material ¹⁾	Feed intake (DMg/kg/day)	Digestibility (%)					
		DM	CP	CFib	CFat	NFE	CWC
I-E	24.2	51.2 ^a	69.0 ^a	36.4 ^a	31.7 ^a	47.1 ^a	35.4 ^a
I-H	22.8	41.3 ^b	59.8 ^b	28.8 ^a	42.0 ^{ab}	31.8 ^b	24.7 ^a
O-E	22.2	62.1 ^c	62.8 ^b	44.0 ^a	56.6 ^{cd}	70.1 ^c	40.9 ^a
O-H	24.2	51.9 ^a	54.3 ^c	33.4 ^a	54.8 ^c	55.6 ^a	37.0 ^a
B-D	26.2	64.8	73.8	26.2	76.9	71.7	44.6

¹⁾ Refer to the footnote of Table 1.^{a,b,c,d}: Different letters are significantly different at 5% level.

O-H, I-E, I-Hの順であった。粗繊維消化率は最も高いI-Hでも25.2%であり、他は20%前後の低い値を示した。CWC消化率もO-Eの36.5%が最も高く、他は30%以下の値しか得られなかった。

供試材料および基礎飼料のハムスターによるDCPおよびTDN含有率は、Table 3に示すとおりである。これによるとDCPはI-Eで最も高く、次いでI-H, O-E, O-Hの順であり、TDNはO-Eの44.9%が最も高く、次いでI-E, O-H, I-Hの順となった。

各飼料給与区におけるハムスター前胃内pHとVFA濃度とをTable 4に示した。前胃内pHはいずれもpH 6以下の酸性側にあり、VFA濃度はO-H

飼料区で最も高く、I-H区で低かったが、いずれも微量しか検出されなかった。

3. 家兎による飼料価値の評価

供試飼料と基礎飼料との家兎体重1kg当たりの1日乾物摂取量および消化率をTable 5に示した。乾物摂取量は供試飼料間に有意な差は認められなかった。乾物消化率は、供試材料間に有意な差があり、O-Eの62.1%が最も高く、次いでO-H, I-E, I-Hの順となった。粗蛋白質、粗脂肪および可溶無窒素物消化率も、材料間に有意な差が認められた。粗繊維およびCWC消化率については、乾物消化率とはほぼ同様の傾向であったが、その値は最も高いO-Eの粗繊維消化率が44%であり、各材料ともあまり高い値は

Table 6. Dry matter and CWC digestibility of the materials obtained by *in vitro* rumen method.

Material ¹⁾	Digestibility (%)	
	Dry matter	CWC
I-E	70.5	68.9
I-H	64.9	61.9
O-E	75.4	74.5
O-H	67.7	65.9

¹⁾ Refer to the footnote of Table 1.

得られなかった。

供試材料および基礎飼料の DCP および TDN 含有率を Table 3 に示した。これによると、DCP は I-E で最も高く、次いで I-H、O-E、O-H の順であり、TDN は O-E の 52.8 % が最も高く、次いで I-E、O-H、I-H の順となった。

4. *In vitro* 法による消化試験

In vitro 消化試験法による乾物消化率と CWC 消化率とを Table 6 に示した。これによると、乾物消化率は O-E の 75.4 % が最も高く、次いで I-E、O-H、I-H の順であった。CWC 消化率はいずれも 60 % 以上の値であり、乾物消化率と同じ順位を示した。

以上の結果から、ハムスター、家兎および *in vitro* 法により得られた消化率を比較すると、4 供試牧草の平均消化率は、乾物がハムスターで 45.8 %、家兎で 51.6 %、人工ルーメン法で 69.6 % であり、CWC がハムスターで 30.0 %、家兎で 34.5 %、人工ルーメン法では 67.8 % となった。このことは、両動物の消化能力は反芻動物に比べかなり低いこと、特に CWC 消化率にみられるように、繊維部分の消化能力が著しく低いことを示している。乾物消化率の供試材料間の順位は、家兎で I-E と O-H との間に差がなかった他は、各方法ともほぼ一致した。しかし、他の成分の消化率の順位は、両動物間でかなり異なる結果となった。

現在、飼料の飼料価値を示す指標として、一般に用いられている DCP と TDN との含有率については、Table 3 で示したように両動物で異なるが、供試材料間の順位については一致した結果が得られた。また、飼料の摂取量をも加味した評価法として、Crampton ら (1960) が提唱した栄養価値指数 (Nutritive Value Index) の近似値を算出したところ、各供試材料の飼料価値は両動物とも同順位であることが確認された。ハムスターと家兎との消化機能についてさらに詳細に検討するため、それぞれの乾物消化率と成分含有率と

Table 7. Correlation coefficients between dry matter digestibility and chemical components of the materials obtained using hamsters and rabbits.

Chemical component	Hamster	Rabbit
CFib	-0.960*	-0.880
CWC	-0.981*	-0.897
ADF	-0.987*	-0.914
NFE	0.807	0.864

* Significant at 5 % level.

の間の相関関係を Table 7 に示した。Table 7 から両動物の乾物消化率と、粗繊維、CWC および ADF 含有率との間にはそれぞれ高い負の相関が得られ、特にハムスターではいずれの場合も有意性を示している。このことは前述のこれらの成分消化率が低いことと関連して、飼料中の繊維部分の割合の多少が、乾物消化率と密接な関連を有することを示しており、両動物とも単胃動物の消化機能の特徴を持つと考えられる。

萬田・後藤 (1976)、Manda and Takano (1976) は、ハムスターの前胃における粗繊維分解機能に注目し、この動物を粗飼料の飼料価値評価に用いた一連の実験を報告している。本実験では、ハムスターで得られた消化率は粗脂肪をのぞき、すべて家兎より低い値となった。また、前胃内容物の pH は、4.8~5.5 の範囲にあり、反芻胃内微生物の粗繊維分解に適する pH が 6.0~7.5 付近と報告されている (津田, 1966) から考えて、前胃における消化発酵の様相は、反芻動物の第一胃内におけるそれとは異なるようである。このことは、微生物の発酵により産生される VFA が本実験ではいずれの飼料区でも微量であったことから裏づけられる。これらの点から、本実験では、萬田・後藤 (1976)、Manda and Takano (1976) の報告とは異なり、ハムスターの前胃が反芻胃と同様の機能を持つとは認め難く、この動物を反芻動物の代用実験動物として用いることには、なお追究の余地が残されていると思われる。萬田・後藤 (1976) および Manda and Takano (1976) の報告と本実験の結果が相違した要因の一つとしては、彼らは細断した飼料で実験を行なっているが、本実験では粉餌で給与したことから、飼料の形態的な差が、前胃の機能に影響をおよぼすことも予想され、この点については今後の検討を要すると思われる。

以上の結果から、ハムスターあるいは家兎を用いて粗飼料の個々の成分の反芻動物による消化率を、推定

することには問題があると考えられるが、両動物を粗飼料間の相対的な飼料価値を評価するための実験動物として、用いることは可能であると思われる。ハムスターは、家兎に比べ小型で飼料も少量で済み、管理が容易で、消化試験に要する労力も節減することができるという特徴を有し、今後この動物による飼料価値評価法がさらに検討され、この分野で活用されることが望まれる。

要 約

最近反芻動物にかわる実験動物としての利用を提唱されているハムスターと、従来からその目的に用いられている家兎とを用いて、同じ粗飼料についての消化試験を実施し、両動物による飼料価値評価法で得られた結果の比較検討を行なった。試験に用いた材料は、2草種2生育段階からなる4種類の粉碎したイネ科乾草で、基礎飼料と混合して給与した。ハムスター消化試験は1群4頭の4供試飼料区を設定し、家兎消化試験は4×4のラテン方格法で実施した。また、反芻動物で得られる消化率と対照するため、人工ルーメン法による消化試験をあわせて行なった。

両動物による各成分の消化率は、粗脂肪をのぞいて家兎よりハムスターで低い値となった。両動物による乾物およびCWC消化率は、*in vitro*消化率に比べいずれも低く、特にCWC消化率は著しく低かった。ハムスター前胃内容物のpHは4.8～5.5の酸性側にあり、また、VFAの産生も微量であったことから、ハムスターの前胃における粗繊維の発酵の様相は、反芻胃におけるそれとは異なることが推察された。

供試した材料間の乾物消化率の順位は、両動物によ

る結果とも、*in vitro*のそれとほぼ同様であり、また算出したDCPおよびTDN含有率の順位も両動物で同じであった。

以上の結果は、小型で管理しやすく、飼料も少量で済むハムスターを、家兎と同様に反芻動物に対する粗飼料間の相対的な飼料価値を評価する目的で活用することができることを示唆している。

文 献

- Crampton, E. W., E. Donefer and L. E. Lloyd 1960 A nutritive value index for forages. *J. Anim. Sci.*, **19**: 538-544
- Goering, H. K. and P. J. Van Soest 1970 *Forage Fiber Analyses*. Agriculture Handbook No. 379, U. S. D. A., Washington, D. C.
- 萬田富治・後藤信男 1976 牧草消化能力に関するハムスターとハタネズミの比較研究. 日草誌, **22**: 52-57
- Manda, T. and N. Takano 1976 Growth response of golden hamster to diets having different levels of forages. *J. Japan. Grassl. Sci.*, **22**: 46-51
- 増田泰久・五斗一郎 1977 簡易人工ルーメン法による消化率測定の迅速化. 日草誌, **23**: 73-76
- 津田恒之 1966 第一胃における吸収と代謝. 梅津元昌編: 乳牛の科学. 農文協, 東京, 90-111頁
- Van Soest, P. J. and L. A. Moore 1966 New chemical methods for analysis of forages for the purpose of predicting nutritive value. *Proc. 9th Intern. Grassl. Congr.*, pp. 783-789
- Van Soest, P. J., R. H. Wine and L. A. Moore 1966 Estimation of the true digestibility of forages by the *in vitro* digestion of cell walls. *Proc. 10th Intern. Grassl. Congr.*, pp. 438-441

Summary

Feeding experiments of four temperate grasses were conducted with golden hamsters (*Mesocricetus auratus*) which had been proposed as new pilot animals for ruminants, and with rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). The results obtained using golden hamsters were compared with those obtained using rabbits. *In vivo* digestibilities with golden hamsters and rabbits were also compared with *in vitro* digestibilities obtained by an artificial rumen procedure, in order to know their applicability to evaluate the feeding value of forage for ruminants.

The digestibilities of all the chemical components except crude fat with golden hamsters showed lower values than those with rabbits. *In vivo* digestibilities of dry matter and CWC with both animals were markedly lower than *in vitro* digestibilities. In the pregastric pouch of the hamster, fermentation of fibrous materials observed in the rumen was not likely to occur, as the observed pH values ranged

within 4.8-5.5 and only a small amount of VFA was detected in the pregastric contents.

The ranking in dry matter digestibility with hamsters and rabbits has similar tendency compared with the results obtained by an artificial rumen procedure. The ranking in estimated DCP and TDN obtained using the respective animals were in the same order.

As the results of this experiment, the authors suggest that the golden hamster may be useful as a pilot animal for the evaluation of relative quality of forage for ruminants.