

フスマの補給がイナワラ給与めん羊の反すう行動に及ぼす影響

春本 直^{*}・加藤 正信^{**}

Tadashi HARUMOTO and Masanobu KATO
Effect of Wheat Bran Supplement to Rice Straw Diet
on the Ruminating Behavior in Sheep

緒 言

イナワラは、第一胃内における分解、消化が遅く、滞留時間も長いことが認められている。また、この種の低質粗飼料に対しては、尿素などの窒素成分の添加給与が採食量を増加させ、可溶無窒素物や粗せんいの消化率を高めることが報告されている。イナワラにはセルローズ、リグニンならびに珪酸の含量が多く、物理的に強固な性質をもつと同時に、粗たんぱく質または易発酵性の炭水化物が少ないために、第一胃内の微生物による、これら飼料の発酵分解作用は著しく抑制されていると考えられる。

そこで、イナワラ単独給与のめん羊に対し、第一胃発酵を促進させることを意図してフスマを補給した場合に、反すう行動にあらわれる影響について検討することを目的とした試験を実施した。

実 験 方 法

ルーメンフィストラ装着の日本コリデール種去勢めん羊2頭(試験開始時体重、1号めん羊:49.5kg、2号めん羊:36.5kg)を供試した。めん羊の年齢は、7才および8才であった。試験は、イナワラのみ給与期およびイナワラ+フスマ補給期の2期を設け、各期で供試めん羊を反転して実施した。供試めん羊は、スタンション式の消化試験用ケージにつなぎ、イナワラは2~3cmに切断して、午前9時および午後6時の1日2回300gあて給与した(体重当り乾物摂取量、1号めん羊:1.08%、2号めん羊:1.46%)。さらにフスマ補給期には、12:00、15:00、21:00および24:00の各時刻の1日4回、それぞれ50gあてのフスマを摂取させた。なお、飲水

および鉱塩ブロックは常時給与した。

各試験期とも7日間の予備期の後、7日間にわたる採食、反すう行動の測定ならびに消化率測定のための糞採取を行った。なおこれに続く1日目および3日目には、第一胃内容液を、9:00、10:30、12:00、15:00、18:00、19:30、21:00および24:00の各時刻に、ルーメンフィストラより採取しpH値、NH₃濃度およびVFA濃度について測定を行った。

採食ならびに反すう行動の測定は、前報と同様ストレーンゲージを利用した自動記録装置により、また飼料および糞の一般成分含量はA.O.A.C法に従って分析を行った。第一胃内容液は、ゴム球付きの大型スポイド(ガラス管径10mm、長さ300mm)を用い、第一胃内の各部位よりできるだけ代表的サンプルが得られるように吸引し、1回量合計で約100mlを採取した。これに直ちに、飽和昇汞液2mlを加え、四重ガーゼで濾過した後、ガラス電極pHメーターによりpH値を測定した。その後凍結保存した試料につき、NH₃濃度はOSERの方法、VFA濃度は森本の方法により分析を行った。

なお供試めん羊は、イナワラのみ給与期間中に約1.5~2.5kgの体重減少を示したが、フスマ補給期には体重を維持した。供試飼料としたイナワラおよびフスマの一般組成は、第1表に示す通りである。

Table 1. Chemical composition of the experimental diets *

Diet	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	NFE	Crude ash
Rice straw	4.2	1.7	31.8	46.7	15.6
Wheat bran	17.6	5.1	9.9	61.9	5.5

* % value of D.M. basis. (Moisture % of rice straw : 10.8, wheat bran : 11.5)

実験結果

1. 採食ならびに反すう行動

両給与期における、採食速度（イナワラ乾物量 100g 採食に要した時間）、反すう時間、吐出回数、吐出周期および反すう期回数を示すと、第2表の通りである。

採食速度は、個体による差が認められ体重の大きかった1号めん羊は、2号めん羊に比べかなり速く採食する傾向があった。また両めん羊とも、フスマ補給期にはイナワラの採食速度が速くなり、100g摂取当りの時間は、2頭平均で26分から20分に短縮した。

反すう時間は、イナワラのみ給与期において1号めん羊が558分、2号めん羊が568分となり個体差は小さかった。これをイナワラ乾物 100g 摂取当りに換算すると、それぞれ104分および106分となり、また粗せんい成分⁸⁾ 100g 摂取当りでは、327分および333分で、これらの値は前報で示した牧乾草摂取時に比べて、著しく長い時間

であった。一方、フスマ補給期では、1号めん羊の反すう時間は470分と約90分の短縮を示したのに対して、2号めん羊は552分で、給与期の間有意差が認められなかった。

吐出周期は、両めん羊ともフスマ補給期には、有意な短縮を示し、2頭平均値で59.4秒から55.2秒へと短くなった。

つぎに、各給与期7日間の反すう測定期間の第4日目についてのみ測定を実施した、1吐出当り再そしゃく時間、再そしゃく回数ならびに再そしゃく速度を示すと、第3表の通りである。これら特定の測定日の結果においては、両めん羊とも、フスマ補給期の反すう時間はイナワラのみ給与期に比べて明らかに短く、1号めん羊で106分、2号めん羊でも48分の短縮が認められた。

1吐出当り再そしゃく時間は、両めん羊ともフスマ補給期に有意な短縮を示し、2頭平均値で、48.2秒から

Table 2. Eating and ruminating behaviors in each experimental period

Exp. period	Sheep No.	Eating rate	Ruminating time	No. of boli	Cyclic rate	No. of periods
Rice straw	1	22±2* ^a	558±19 ^a	562±24 ^a	60.0±2.3 ^a	12.2±1.3
	2	30±8 a	568±58	579±55	58.8±2.1 ^a	15.4±2.6
	Av.	26	563	571	59.4	13.8
Suppl. of wheat bran	1	15±2 b	470±18 ^b	516±25 ^b	54.6±1.2 ^b	12.7±2.6
	2	25±2 b	552±20	594±27	55.8±1.3 ^b	17.7±2.3
	Av.	20	511	555	55.2	15.2

* Mean±S.D. of 7 day observations.

a, b. Mean with different superscript within a sheep differ significantly (p<0.01).

Table 3. Remasticating time, number of chews and chewing rate on each bolus in each experimental period

Exp. period	Sheep No.	Ruminating time	Number of boli	Per bolus		
				Remasticating time	No. of chews	Chews per minute
Rice straw	1	min 553	564	sec 47.9±14.0* a	57.2±17.2 a	71.5±5.2
	2	593	624	48.5± 8.5 a	50.6± 8.3	62.7±3.4 a
	Av.	573	594	48.2	53.9	66.9
Suppl. of wheat bran	1	447	481	45.9±10.0 b	53.9±11.7 b	70.6±3.7
	2	545	599	46.3± 7.2 b	50.3± 8.5	65.2±6.8 c
	Av.	496	540	46.1	52.1	67.9

* Mean±S.D. from one day observation only at 4th day of observation period.

a, b, c. Mean with different superscript within a sheep differ significantly (a, b, p<0.05, a, c, p<0.01).

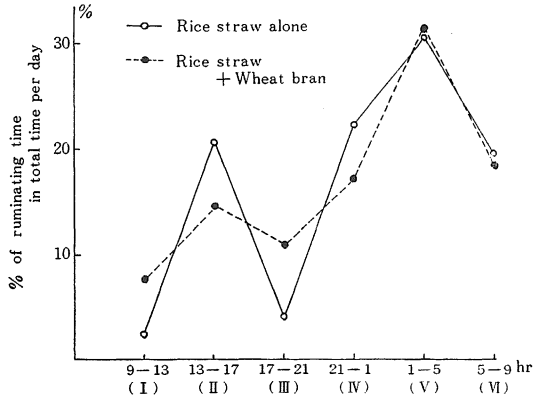


Fig. 1. Circadian distribution of ruminating time in 4-hr subperiod.

46.1秒へと約2秒の差があらわれた。一方、1吐出当りの再しゃく回数は、フスマ補給期において1号めん羊は減少する傾向を示したが、2号めん羊では変化しなかった。これは、フスマ補給期に2号めん羊の再しゃく速度が速くなったためと考えられる。つぎに、1日を4時間ごとの6期に区分し、各期における反すう時間の発現比率を示すと、第1図の通りである。

この結果によると、両給与期とも、午前1～5時(V期)に最高のピークがあらわれ、イナワラ給与時刻が含まれる9～13時(I期)ならびに17～21時(III期)において反すう時間は少なくなる傾向が認められ、これは、^{4,9,10)}すでに報告した反すう発現の日周分布の形とほぼ一致するものであった。しかし、両給与期のパターンを比較すると、フスマ補給期では、I期およびIII期における反すう時間の発現比率が、イナワラのみ給与期に比べて明らかに多くなる傾向を示した。両給与期の間このような差があらわれた原因は、イナワラ摂取後の最初の反すう発現時刻が、フスマ補給期でかなり早くなったことに関連するものと推測された。

2. 第一胃内容液の性状

第一胃内容液のpH値、NH₃濃度およびVFA濃度について、朝の給餌時刻の9:00から24:00まで、1.5あるいは2時間間隔で測定した経時的变化を、2頭2日間測定の平均値で示すと、第2図の通りである。

この結果によると、pH値は6.9～6.4の範囲で変化し、いずれも朝の給餌前に最も高い値を示した。飼料給与後1.5時間では急激に低下する傾向が認められ、イナワラのみ給与期には、その後次第に上昇したのに対して、フスマ補給期には継続的な低下を示し、イナワラのみ給与期と比較して全般的に低いpH値で推移した。

VFA濃度は、6.3～8.3 mMol/dlの範囲で変化し、イナワラのみ給与期では、朝の飼料給与後から夕方にかけてやや低下する傾向があったのに対して、フスマ補給期にはこの傾向が認められなかった。しかし両給与期と

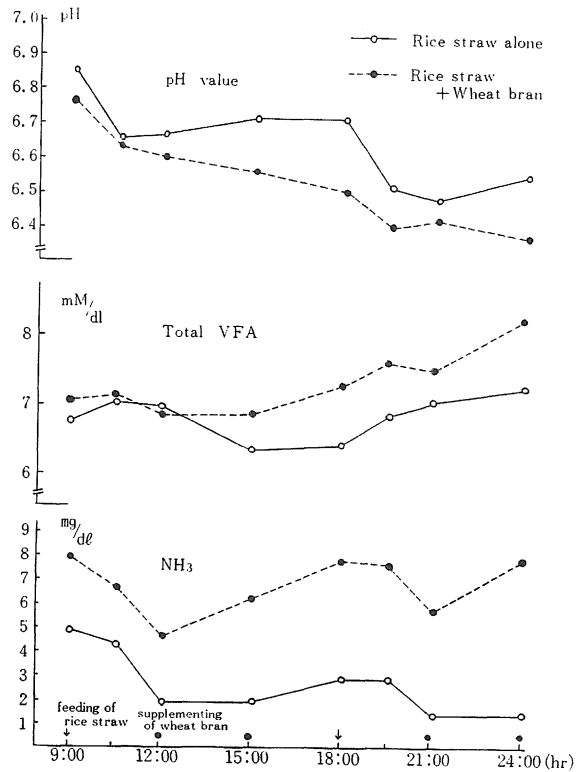


Fig. 2. Changes in pH value and concentration of total VFA and NH₃ in rumen liquor of the sheep fed rice straw alone or with supplement of wheat bran.

も、夕方から夜間にかけては、次第に上昇する傾向を示した。なお、VFA濃度の変化およびpH値の変化の経時的推移にみられる傾向は、相互に逆の傾向を示すことが認められた。

NH₃濃度は、両給与期でよく似た経時变化の傾向を示したが、イナワラのみ給与期の平均濃度が2.7mg/dlと著しく低かったのに対して、フスマ補給期には6.8mg/dlと明らかに高い濃度であった。

3. 消化率

両給与期におけるイナワラの各成分消化率は、第4表に示す通りである。なお、フスマ補給期におけるイナワラの消化率は、フスマの各成分消化率を、粗たんぱく質76%、粗脂肪74%、粗せんい¹¹⁾42%および可溶無窒素物76% (日本標準飼料成分表による)と規定して、間接法により算定した。

この結果によると、イナワラのみ給与期において粗たんぱく質消化率は著しく低く、2頭平均値で0.6%であったが、フスマ補給期にはこれが38.2%に上昇した。その他の各成分の消化率についても、フスマ補給期には著しく改善され、有機物消化率では、44.9%から59.2%へ

Table 4. Apparent digestibility of the rice straw in each experimental period

Exp. period	Sheep No.	Organic matter	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	NFE
Rice straw	1	41.2%	-2.5	12.7	46.3	42.6
	2	48.6	3.6	31.4	53.3	50.1
	Av.	44.9	0.6	22.1	49.8	46.4
Supplement of wheat bran*	1	55.4	25.8	41.3	58.4	56.3
	2	63.0	50.5	54.9	61.7	65.3
	Av.	59.2	38.2	48.1	60.1	61.0

* Estimated indirectly, using following figures of digestibility for each component of wheat bran, Crude prot. : 76%, Crude fat : 74%, Crude fiber : 42% and NFE : 76%.

と約15%の上昇を示した。しかし1号めん羊は2号めん羊に比べて、両給与期とも、かなり低い消化率を示したが、この原因は明らかではない。

なおこれら消化率の結果より、両給与期の DCP および TDN 摂取量を算定し、これを維持要求量と比較してみると、1号および2号めん羊それぞれについて、イナワラのみ給与期では、DCP で0%および1.5%、また TDN で29%および47%に相当し、一方フスマ補給期においては、DCP でそれぞれ39%および47%、また TDN では57%および87%となり、フスマ補給期でも、なお養分給与水準が著しく低かったものと思われる。

考 察

イナワラの採食速度はかなり顕著な個体差が認められ、両給与期を平均して、1号めん羊では2号めん羊の約1.5倍の速さで採食している。前報においても、供試めん羊の採食速度に著しい個体差が存在することを示したが、体重の大きな個体ほど採食速度が速くなることも報告されており、本試験で供試した1号めん羊(49.5kg)と2号めん羊(36.5kg)の間の体重差が、採食速度に影響を及ぼした一因ではないかとも考えられる。また、両給与期において、イナワラ乾物 100g 当りの平均採食時間は、15~30分の範囲であったが、これを前報の乾草給与めん羊で測定された、乾物 100g 当り採食時間の平均値が10.8分であったのと比較すると、かなり遅い速度であった。FREER らによると、乾草あるいはエンバクワラを牛に自由採食させた場合、乾草の採食速度は、エンバクワラの約2倍の速さであったと報告している。さらに彼らは、粗飼料の採食速度を支配する要因として、(1)第一胃内における摂取飼料の分解速度、(2)飼料給与時間、(3)粗飼料の給与量の3要因を挙げている。本試験において、フスマ補給期に採食速度が速くなったのは、第

一胃内での発酵の促進により、飼料分解速度が速くなったことが原因になっていると推測できる。

イナワラ給与期の反すう時間は、乾物 100g 当りで、104~106分となったが、従来著者らがめん羊で測定した、乾草の乾物摂取量 100g 当り反すう時間が、33~84分の範囲であったのと比較すると著しく長い。FREER らも、牛について乾草の乾物摂取量 1ポンド当り反すう時間は、29.5~31.6分であったが、同量のエンバクワラでは50.8分になったと報告している。これはすでに述べたように、わら類の第一胃内滞留時間が長いことや、その物理的性状の強固なため、反すう発現に対する第一、二胃壁への刺戟作用が乾草よりも大きいことによると考えられる。

また、フスマ補給期の反すう時間は、2号めん羊では変化があらわれなかったが、1号めん羊では有意に短縮する傾向を示した。PEARCE は、エンバクワラを摂取しているめん羊に、固形濃厚飼料の補給あるいはカゼインを添加給与した場合、1日当りの再そしゃく回数が減少することを認め、これは第一胃内における微生物発酵作用の増進により、飼料片の分解と下部消化管への通過速度が促進されたのが原因であろうと述べている。また CAMPLING らも、エンバクワラ給与の牛に対して、尿素を添加給与した場合に、同じように反すうが減少する結果を報告している。これらの事実からみても、フスマ補給の効果は2号めん羊の反すう時間に認められなかったのは、この個体では、イナワラのみ給与期の反すう時間の日変異が大きく、正当な測定値が得られなかったことや、1号めん羊に比較して、体重の割に給与量が多かったことが原因ではないかと考えられる。

一方、イナワラのみ給与期において、両供試めん羊が示した吐出周期は、従来測定した乾草給与めん羊の結果と比較してかなり長く、またフスマ補給期では、吐出周

期や1吐当り再そしゃく時間が、イナワラのみ給与期より明らかに短くなった、FREERらの報告¹⁶⁾においても、乾草よりエンバクワラ給与時に、反すう時の第二胃収縮速度が遅くなり、また尿素添加で速くなることが認められており、これと一致する結果であった。

反すう発現の日周パターンについて、フスマ補給期では、イナワラ摂取後最初の反すう発現時刻が早くなる傾向が認められたが、これと同様に、乾草に比べて生草摂取後の反すう発現も早くなることが認められている。これらの結果と関連して、WELCH¹⁸⁾は、乾草給与に比べてエンバクワラを給与した場合には、飼料摂取後の反すう発現のピークが遅れてあらわれることを報告している。さらにPEARCE¹⁷⁾は、第一、二胃内における物理的な刺戟が最も盛んであるべき飼料摂取後しばらくの時間は、反すうが抑制される“lag period”が存在し、摂取飼料の発酵分解にともなう第一胃内の化学的性状の変化が、反すう誘起を刺戟する一つの要因であることを示唆している。

つぎに、第一胃内容液の各種性状には、両給与期において明らかに差のある傾向が認められた。一般に1日2回給餌の場合、第一胃内pH値は飼料給与後1～3時間にかけて低下し、その後次第に上昇し、一方VFA濃度はpH値と逆傾向の変化を示すことが認められている^{19,20)}。本試験のフスマ補給期で、朝の給餌後夜間までpH値は継続的に低下し、相対的にVFA濃度は次第に上昇しており、これはイナワラのみ給与期とやや異なった傾向であり、分飼したフスマ補給の効果があらわれたものと考えられる。しかし両給与期とも、朝のイナワラ摂取直後には、VFA濃度の明確な上昇は認められないが、夕方から夜間にかけて上昇する傾向が認められた。このことは朝夕2回に摂取されたものを含めて、イナワラは摂取後かなり長時間を費して発酵分解が行われるものと推察される。和泉は、ビートパルプ給与後におけるVFA濃度の上昇が非常に緩慢であることを認めており、これと同様な考察を行っている。

またNH₃濃度は、フスマ補給期において、イナワラのみ給与期と比べて全般的にかなり高い濃度を示した。しかもフスマを補給した3時間後の濃度は、いずれも明瞭に上昇する傾向が認められ、フスマの補給がNH₃濃度に影響を及ぼしたものと推測される。他方、両給与期とも朝夕のイナワラ給与後の3時間にかけて、NH₃濃度が低下する傾向が認められたのは、飼料給与後1～2時間においてNH₃濃度が最高値を示すという多くの報告¹⁹⁻²²⁾とは、全く逆の傾向であった。本試験において、飼料給与後のこれらの時間では、pH値の低下あるいはVFA

濃度の上昇が認められることから発酵作用は盛んに行われていたと推察されるので、このNH₃濃度の低下は、恐らく微生物による遊離NH₃の有効な利用がなされたことを裏付けるものと考えられる。

これらの結果から、普通の粗飼料に比べて、イナワラは第一胃内における発酵分解の速度がかなり遅く、そのため消化率も低いものと推察される。しかしフスマの補給で、第一胃内の性状に明らかな変化が認められ、またイナワラの消化率が著しく改善されたことは、窒素成分および易溶性の炭水化物の補給によるいわゆるAssociative digestibility²³⁾のあらわれとみなしてよいと思われる。このようなフスマ補給の効果は、第一胃におけるイナワラの分解あるいは消失速度を速め、同時に反すう発現に対する刺戟作用を減少させ、これが反すう行動に影響を及ぼした原因であると推察できる。

要 約

イナワラ給与めん羊にフスマを補給した場合、反すう行動にあらわれる影響を検討する目的で、2頭のめん羊を用いた試験を行った。結果の要約は次の通りである。

- (1) イナワラ採食速度は、イナワラのみ給与期に比べて、フスマ補給期ではかなり速くなった。
- (2) イナワラ乾物摂取量100g当り反すう時間は104～106分となり、従来の乾草給与めん羊で得られた結果と比べて、著しく長かった。フスマ補給によって、供試めん羊のうち1頭の反すう時間は有意に短縮したが、他の1頭は測定値の日変異が大きく有意な差があらわれなかった。
- (3) 吐出周期ならびに1吐当り再そしゃく時間は、フスマ補給期において有意に短縮する傾向が認められた。
- (4) イナワラ給与後最初の反すう発現時刻は、フスマ補給期には早くなる傾向が認められた。
- (5) フスマ補給により第一胃内容液の性状は明らかに変化し、イナワラの消化率は著しく改善され、有機物消化率が44.9%から59.2%へと上昇した。

引 用 文 献

- 1) 山田和明・豊川好司・坪松戒三：日畜会報，49：566～571，1978。
- 2) CAMPLING, R. C., M. FREER and C. C. BALCH : Brit. J. Nutr., 16 : 115-124, 1962.
- 3) COOMBE, J. B. and D. E. TRIBE : Aust. J. Agric. Res., 14 : 70-92, 1963.
- 4) 春本直・加藤正信：島根大農研報，8：15-21，1974。

- 5) Association of Official Agricultural Chemists : Official Methods of Analysis 9th ed. p. 283—288, Washington D. C., 1960.
- 6) OSER, B. L. : Hawk's Physiological Chemistry 14th ed. p. 1219, McGraw Hill, London, 1965.
- 7) 森本宏 (監修) : 動物栄養試験法 p. 187—191, 養賢堂, 東京, 1971.
- 8) 春本直・加藤正信 : 島根大農研報, **12** : 26—30, 1978.
- 9) 春本直・加藤正信 : 島根大農研報, **10** : 21—26, 1976.
- 10) 春本直・加藤正信 : 日畜会報, **50** : 155—160, 1979.
- 11) 農林省農林水産事務局編 : 日本標準飼料成分表, 中央畜産会, 東京, 1975.
- 12) 森本宏 : 飼料学 p. 645, 養賢堂, 東京, 1970.
- 13) 春本直・加藤正信 : 島根大農研報, **12** : 20—25, 1978.
- 14) BLAXTER, K. L. and T. H. TRENCH : J. Agric. Sci., **34** : 217—222, 1944.
- 15) BURT, A. W. A. : J. Dairy Res., **24** : 296—315, 1957.
- 16) FREER, M., R. C. CAMPLING and C. C. BALCH : Brit. J. Nutri., **16** : 279—295, 1962.
- 17) PEARCE, G. R. : Aust. J. Agric. Res., **16** : 635—648, 1965.
- 18) WELCH, J. G. and A. M. SMITH : J. Anim. Sci., **28** : 813—818, 1969.
- 19) 橋爪徳三・藤田裕・松岡栄・加藤洋・斉藤悟郎 : 帯広大研報, **9** : 491—508, 1975.
- 20) 和泉康史・西埜進 : 日畜会報, **45** : 29—35, 1974.
- 21) 和泉康史 : 日畜会報, **46** : 11—18, 1975.
- 22) 大山嘉信 : 日畜会報, **37** : 382—387, 1966.
- 23) CRAMTON, E. R. and L. E. HARRIS : Applied Animal Nutrition p. 113, W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1969.

Summary

The effect of wheat bran supplement to rice straw diet on the ruminating behavior in sheep was investigated, using two rumen-fistulated adult wethers (49.5 and 36.5kg of B. W.).

In each of two experimental periods, wethers were given 600g of rice straw daily either alone or with 200g of supplementary wheat bran. In each period, following 7-day preliminary feeding, eating and ruminating behaviors were measured for seven consecutive days. In addition, chemical conditions within the rumen and digestibility of the rice straw were measured.

Wethers ate the rice straw more rapidly when wheat bran was supplemented than when rice straw diet alone was fed. The mean time spent in ruminating reduced significantly in one wether but not changed in the other wether when wheat bran was supplemented. However, the chewing time in each bolus or the cyclic rate of regurgitation shortened significantly in both wethers due to supplementary wheat bran. Furthermore, supplement of wheat bran clearly reduced the rumen pH and increased the VFA and ammonia concentrations within the rumen, and resulted in significantly greater digestibility of each component in the rice straw as compared to the feeding of rice straw alone.

It is suggested that wheat bran supplemented to rice straw diet has some effects upon the ruminating behavior in relation to the change of ruminal fermentation.