

低蛋白質飼料給与めん羊への蛋白質補給後の 尿中窒素成分排泄量の経日的変化

松岡 栄¹・門野 広行¹・山崎 信¹・藤田 裕¹

(受理: 1994年5月31日)

Changes in urinary excretion of nitrogenous compounds
after supplying protein sources to sheep fed on low-protein diet.

Sakae MATSUOKA¹, Hiroyuki KADONO¹,
Makoto YAMAZAKI¹ and Hiroshi FUJITA¹

摘 要

反芻家畜の飼養条件と尿中窒素成分の分布との関係を明らかにすることを目的とした研究の一環として、めん羊に低蛋白質飼料を給与した(12日間)後、蛋白質源として大豆粕または尿素を補給して、その後(23日間)の尿中窒素成分(尿素、アンモニア、アラントイン、尿酸、クレアチニン)排泄量の経日的変化を調べた。その結果は次のとおりである。1) 窒素蓄積量は蛋白質源の補給により著しく増加し、大豆粕給与区と尿素給与区の間には大きな差はなかった。2) 蛋白質源補給にともなう尿中窒素成分排泄量の変化は、尿酸を除くすべての成分において、補給後5~7日目までは大きかったが、それ以降は小さかった。3) 尿素給与区の尿素排泄量が大豆粕給与区より若干多かったが、他の成分の排泄量については蛋白質補給源の違いによる大きな差は見られなかった。4) 尿素とアンモニアの排泄量は蛋白質源補給後ほぼ直線的に増加したのに対して、アラントインとクレアチニンの排泄量は、蛋白質源補給後2日目まで減少し、5日目に低蛋白質飼料給与期のレベルに戻った。5) アラントインの排泄量は蛋白質源を補給しても増加しなかった。

キーワード : めん羊、蛋白質補給、窒素出納、尿中窒素成分、経日的変化

緒 言

著者らは、反芻家畜における飼養条件と尿中窒素成分の分布との関係を明らかにするために一連の実験¹⁻⁷⁾を行っている。前報⁶⁾では、蛋白質含量、蛋白質給源の異なる飼料をめん羊に給与して、蛋白質摂取量、摂取蛋白質の違いが尿中窒素成分の排泄量に与え

る影響を検討した。しかし、これらの飼料を給与した後、尿中窒素成分排泄量の変化がどのような経過をたどるのかについては調べなかった。

本実験では、低蛋白質飼料を給与しているめん羊に大豆粕と尿素を蛋白質源として補給し、その後の尿中窒素成分排泄量の経日的変化を検討した。

¹ 帯広畜産大学畜産管理学科家畜生産管理学講座 〒080 北海道帯広市稲田町

¹ Laboratory of Animal Production, Department of Animal Production and Agricultural Economics, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido, 080, Japan.

材料および方法

試験設計：

めん羊4頭に低蛋白質飼料を12日間給与した(以降、低蛋白質飼料給与期と呼ぶ)後、めん羊を2頭ずつ2群に分け、一方には蛋白質源として大豆粕を、他方には尿素を補給して(以降、それぞれ大豆粕給与区、尿素給与区と呼ぶ)、23日間飼育した(以降、蛋白質源補給期と呼ぶ)。引き続き、全頭に12日間低蛋白質飼料を給与した後、大豆粕と尿素をめん羊の群を入れ換えて給与し、飼育した。なお、試験期間中のCP給与量は、低蛋白質飼料給与期には、NRC飼養標準¹⁰⁾の維持要求量の70%、蛋白質源補給期には120%を満たすように設定した。給与飼料の内容は表1のとおりである。

Table 1. Ingredient composition of diets

	LPD	SSD	USD
Feed(g/day)			
Silage	800	800	800
Steamed white birch	700	700	700
Formula feed	600	500	600
Soybean meal	—	116	—
Urea	—	—	16

LPD:Low-protein diet.

SSD:Soybean meal-supplemented diet.

USD:Urea-supplemented diet.

LPD, SSD and USD were designed to be isocaloric and to supply 70, 120 and 120% of CP requirement for maintenance by NRC standard¹⁰⁾, respectively.

低蛋白質飼料給与期には最後の5日間、蛋白質源補給期は全期間、糞と尿を採取して、窒素の出納を調べるとともに、尿中の窒素成分(尿素、アンモニア、アラントイン、尿酸、クレアチニン)を分析した。

供試動物：

サフォーク種去勢雄めん羊4頭を用いた。試験開始時の体重は55.5~61.0kg(平均58.5kg)であった。

供試飼料：

本試験には、試験飼料としてサイレージ、木材飼料および配合飼料を用い、蛋白質補給源としては、大豆

粕と尿素を供試した。サイレージはオーチャードグラス主体の混播牧草から調製したものであり、木材飼料は蒸煮・解繊処理したものの、配合飼料は指定配合したものである。これら飼料のCP含量(乾物あたり)は、それぞれ13.2、1.0、7.8%であった。また、配合飼料の配合内容は、圧片トウモロコシ40%、コーンスターチ22%、圧片大麦15%、ビートパルプ15%、糖蜜5%、その他(ミネラル、ビタミン添加剤など)3%である。

飼養管理：

めん羊は個体別に代謝箱に収容して飼養した。飼料給与は1日2回午前8時と午後5時に行い、日給与量の半量ずつを給与した。

水は自由飲水とし、ミネラルブロックを常備した。

分析方法：

糞と尿は、低蛋白質飼料給与期については5日間の混合試料として、蛋白質補給期については、最初の5日間は1日ごとの試料として、それ以降は3日間の混合試料として分析に供した。

試料の分析は前報⁹⁾と同じ方法で行った。

結 果

低蛋白質飼料給与期と蛋白質源補給期の窒素出納とそのときの飼料の消化率を表2に示した。なお、蛋白質源補給期の値は補給開始18日目から23日目までの6日間の平均値である。

窒素蓄積量は蛋白質源の補給により著しく増加したが、大豆粕給与区と尿素給与区の間には大きな差はなかった。有機物とNDFの消化率は、蛋白質源の補給により改善され、その程度には蛋白質源の違いによる差はみられなかった。

蛋白質源補給後の尿中窒素成分排泄量とその全窒素に対する割合の経日的変化を図1に示した。

尿素の排泄量は、蛋白質源補給後急速に増加したが、5日目以降は大きな変化はなかった。アンモニアの排泄量も7日目まで増加した。アラントインとクレアチニンの排泄量は、蛋白質源補給後2日目まで減少し、5日目に低蛋白質飼料給与期のレベルに戻り、その後はほぼ一定に推移した。尿酸の排泄量は全期間をとおして大きな変化はなかった。各窒素成分の全窒素に対する割合でみると、尿素の割合は、7日目まで上昇したのに対し、アラントイン、尿酸、クレアチニンの割合は5日目まで低下した。アンモニアの割合は、2日目に高い値を示したほかは、ほぼ一定であった。大豆

Table 2. Nitrogen balance of the sheep during the periods of being fed a low-protein diet and a soybean meal- or urea-supplemented diet, and digestibility of these diets.

	LPD	SSD		LPD	USD	
Nitrogen balance (g/day)						
N intake	11.6	19.2		11.6	20.1	
N in feces	6.8	6.7	±0.1 *	6.9	6.7	±0.3*
N in urine	3.1	7.5*	±1.4	3.1	7.5*	±1.9
N retained	1.7	5.0*	±1.1	1.6	6.0**	±1.0
Digestibility (%)						
Organic matter	69.5	72.5**	±0.4	69.5	71.5	±2.7
NDF	58.4	63.3**	±0.9	58.3	62.8**	±0.3

LPD, SSD, USD: See footnote in Table 1.

* Standard error.

*, ** Significantly different ($P < 0.05$, $P < 0.01$, respectively) from the value for low-protein diet.

粕給与区と尿素給与区を比較すると、尿素の排泄量において、尿素給与区のほうが大豆粕給与区よりやや多く推移したことを除いて、全体として両区の間に大きな差はみられなかった。

考 察

本実験では、わが国で蛋白質飼料として最も多く使用されている大豆粕と飼料用NPN化合物として欧米で最も広く普及している尿素を蛋白質補給源として供試した。一般に、この両者の窒素の利用性を比較すると、前者のほうが優れているとする報告が多い¹⁾。しかし、本実験では、窒素出納の数値(表2)を見る限り両者の利用性はほぼ同じであった。そして、尿素を除くすべての尿中窒素成分の排泄量において、蛋白質補給源の違いによる大きな差はみられなかった。尿素給与区の尿素排泄量が大豆粕給与区よりやや多く推移したのは、おもに窒素摂取量の違いによるものと思われる。

尿中窒素成分排泄量の蛋白質源補給後の変化についてみると、全期間をとおして大きな変化のなかった尿酸を除いて、補給後5~7日目までの変化は大きかったが、それ以降の変動は小さかった。このことは、飼料切り換えにともなう尿中窒素成分排泄量の変化は、窒素出納試験の予備期の一般的な期間(7~10日間¹⁾)内にほぼ終了することを示している。

尿素とアンモニア排泄量が、蛋白質源補給後ほぼ直線的に増加したのに対して、アラントインとクレアチ

ニンの排泄量は、蛋白質源補給後一時的に減少するという特徴的な変化パターンを示した。クレアチニンの排泄量は飼料の影響を受けないこと⁹⁾、また、アラントインの腎臓におけるクレアランスはクレアチニンのそれに等しいこと⁹⁾などを考慮すると、このアラントインとクレアチニン排泄量の蛋白質源補給後の一時的な減少は、窒素摂取量の突然の増加による腎臓におけるこれら成分の濾過、再吸収、分泌の一時的な変化によって引き起こされた可能性が推測される。

反芻家畜の場合、尿中に排泄されるアラントインの大部分は第一胃内微生物の核酸のプリン塩基に由来するものであり¹⁾、尿中アラントイン排泄量が第一胃内菌体蛋白質合成量の指標になり得る可能性が示唆されている¹⁰⁾。この観点にたてば、本実験において、尿素給与区の窒素蓄積量(尿素給与開始18~23日目)が低蛋白質飼料給与期より多かったことから、このときのアラントイン排泄量は低蛋白質源飼料給与期より多くなることが予想されたが、そのような結果にはならなかった。前報⁵⁾においては、尿素と大豆粕を補給することによって、ともにアラントインの排泄量は増加した。この結果の相違の原因については明らかにできなかった。核酸のプリン塩基に由来する尿中の窒素成分(プリン誘導体)には、アラントインのほかに、ヒポキサンチン、キサンチン、尿酸などがある⁸⁾。藤原²⁾は、尿中のプリン誘導体排泄量を第一胃内菌体蛋白質合成量予測の指標にしようとするなら、アラントインだけでなくこれら成分の総量を使用すべきであると提

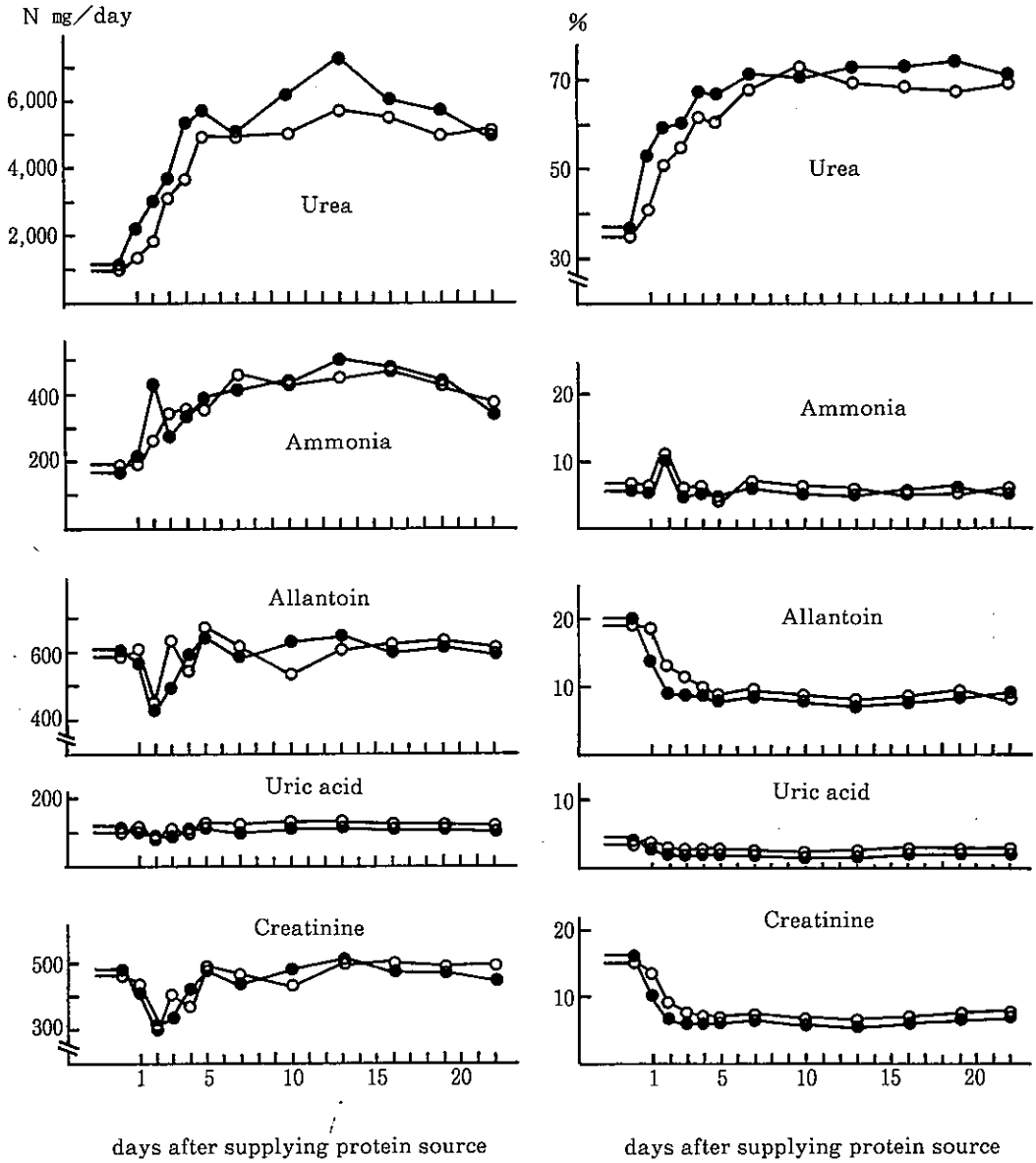


Fig. 1. Changes in the distribution (expressed as N mg/day, left and % of total N, right) of urinary nitrogenous compounds after giving soybean meal (O) or urea (●) as a main protein source to sheep on a low-protein diet.

唱している。この点からの検討も必要であろう。

本実験で使用した蒸煮解繊木材飼料は岩手バイオマス研究センターより、また指定配合飼料は日本甜菜製糖株式会社より提供頂いた。ここに記して謝意を表します。

文 献

- 1) ANTONIEWICZ, A. M. and P. M. PISULEWSKI, Measurement of endogenous allantoin excretion in sheep urine. *J. Agric. Sci.*, 98:221-223. 1982.
- 2) 藤原 勉、反すう家畜における微生物蛋白質の利用とプリン誘導体の排泄について。栄養生理研究会報、30: 1-16. 1986.
- 3) GREGER, R., F. LANG and P. DEETJEN, Renal excretion of purine metabolites, urate and allantoin, by the mammalian kidney. in *International Review of Physiology, Kidney and Urinary Tract Physiology II*, vol. 11. (THURAU, K. eds.) 257-281. University Park Press. Baltimore. 1976.
- 4) 伊藤 稔、動物栄養試験法 (森本 宏 監修)。第1版。218-224. 養賢堂。東京。1971.
- 5) 松岡 栄・松岡 豊・藤田 裕、蛋白質とエネルギー摂取量および蛋白質給源の違いがめん羊の尿中窒素成分の分布に与える影響。日畜会報、59: 261-268. 1988.
- 6) 松岡 栄・村上光男・藤田 裕、蛋白質の過剰摂取がめん羊の尿中窒素成分の分布に及ぼす影響。帯大研報 I、16: 1-5. 1988.
- 7) 松岡 栄・古川 修・藤田 裕、めん羊の絶食進行にともなう尿中窒素成分排泄量の経日的変化。日畜会報、59: 752-754. 1988.
- 8) McALLAN, A.B., The fate of nucleic acids in ruminants. *Proc. Nutr. Soc.*, 41:309-317. 1982.
- 9) 中村亮八郎、新飼料学・各論。第1版。156-158. チクサン出版社。東京。1981.
- 10) National Research Council, Nutrient Requirements of Sheep. National Academy Press. Washington, D.C. 1985.
- 11) REID, J.T., Urea as a protein replacement for

ruminants: a review. *J. Dairy Sci.*, 36:955-996. 1953.

- 12) TOPPS, J. H. and R. C. ELLIOTT, Relationship between concentrations of ruminal nucleic acids and excretion of purine derivatives by sheep. *Nature*, 205:498-499. 1965.

Summary

The nitrogen balance and the distribution of nitrogenous compounds (urea, ammonia, allantoin, uric acid, creatinine) in urine were measured in four sheep. They were given a low-protein diet for 12 days, followed by soybean meal or urea as their main protein source for 23 days. The results obtained are summarized as follows: 1) Nitrogen retention was improved without much difference between the protein sources. 2) Excretion of all urinary nitrogenous compounds, except uric acid, changed widely. However, 5 to 7 days after supplying the protein there was no change. 3) In the excretion of all urinary nitrogen compounds except urea, there were no great differences between the protein sources. Urea excretion increased slightly when giving urea to the sheep than when giving soybean meal. 4) The excretion of urea and ammonia increased steadily after the feeding of the protein, reaching a plateau on the 5 to 7 th day. Urinary allantoin and creatinine on the other hand, decreased to its lowest point on the 2 nd day and on the 5 th day, returned to its previous level. 5) Supplying urea dramatically improved the nitrogen retention, but did not increase the excretion of urinary allantoin.

Res. Bull. Obihiro Univ., 19 (1994): 1-5