

めん羊の消化管内容物中の臭素含量について

矢野 史子・太田 健一・川島 良治

(京都大学農学部*)

Studies on Flow and Level of Br in the Digestive Tract of Sheep

Fumiko YANO, Kenichi OHTA and Ryoji KAWASHIMA

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kyoto University

Bromine (Br), one of halogen elements, exists naturally in all plants and animals. Since many brominated compounds have been used for the fumigation of foods and feeds in recent years, there is a possibility for Br to accumulate in animal body through feedstuffs. However, there is little information concerning the metabolism of Br in livestock.

The flow rate and the level of total Br in digesta of sheep were determined with La as an unabsorbed reference substance using the method of neutron activation analysis.

The levels of Br were about 40ppm in feed, 1097ppm in the duodenum digesta, 308ppm in the ileal digesta and 15ppm in faeces. The daily flow of Br was 30mg from feed, 427mg in the duodenum, 75mg in the ileum and only 2.9mg in faeces. This study demonstrated that a large amount of Br was secreted endogenously and reabsorbed rapidly in the small intestine, as a result, Br was accumulated to some amount in a sheep body.

*所在地：京都市左京区北白川追分町(〒606)

ハロゲン族元素の一つである臭素 (Br) は、生物圏の中に広く存在する微量元素である。

動物の栄養学の分野では、ヒナ¹⁾や、マウス²⁾の成長に必要なとする報告があり、また肥育牛への無機Br化合物の投与が増体効果をもたらしたという報告³⁾もある。一方、穀類のくん蒸殺虫剤として用いられている有機Br化合物の残留毒性が問題になっており⁴⁾、めん羊⁵⁾、ラット⁶⁾への残留試験が行なわれるなど、多量の摂取は家畜に有害なことが認められている。動物の生体組織には、甲状腺を除いては、ヨウ素 (I) の50~100倍のBrが含まれているといわれているが⁷⁾、家畜におけるBrの代謝の様相、生理学的意義については十分知られていない。

本試験は、非吸収の指標物質を用いて、めん羊の消化管内でのBrの流れ、及び吸収・分泌の様相を明きらかにしようとしたものである。

材料及び方法

十二指腸の幽門近位部と回腸末端部にT型カニューレを装着した3頭の去勢めん羊(平均体重約35kg)に、大麦・コーンコブ・稲わらを主体とした飼料(表1)を体重の2%量を1日2回に分与し、約2ヶ月間飼育した。この間、3種の異ったタンパク質飼料を給与したので、サンプリングは3期に分けて行った。約2週間の予備飼育の後、十二指腸と回腸内容を8時間毎に1日3回、4日間にわたって採取し、それらを混合して24時間サンプルとした。ただし24時間毎にサンプリング間隔を10時間とった。また同じ4日間に毎日一定時間に糞を全量採取した。給与飼料、各消化管内容物、糞は60°Cで24時間通風乾燥した後、粉碎して分析に供した。なお、Santosらの方法⁸⁾によって、希土類元素のランタン(La)を大麦とコーンコブの一部に噴霧吸着して給与し、非吸収の指標物質として消化管内容物の流量の算出に用いた。

Table 1. Ingredient Compositions of Feed (%)

| Items | Protein Source | | |
|---------------|----------------|------|------|
| | FM | SBM | UREA |
| Ground Barley | 58 | 47 | 59 |
| Corn Cob | 24 | 25 | 30 |
| Rice Straw | 7 | 7 | 7 |
| Feather Meal | 10 | — | — |
| Soy Bean Meal | — | 20 | — |
| Urea | — | — | 3 |
| Minerals | 1 | 1 | 1 |
| Dry Matter | 87.9 | 87.5 | 87.9 |
| Crude Protein | 14.5 | 13.8 | 15.9 |
| TDN | 62.4 | 63.9 | 59.7 |

1 サンプルにつき3連の分析試料は、約100 mgをポリエチレンの袋に二重に密封し、プラスチックカプセルに封入して、京都大学原子炉研究所の実験用原子炉KURにおいて、 $1.93 \times 10^{13} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ の熱中性子束を60分間照射し冷却後、京都大学RI総合センターにおいて、Ge(Li)半導体検出器とマルチチャンネル波高分析器にて γ 線スペクトロメトリーにより、 ^{140}La と ^{82}Br 含量を測定した。

結 果 と 考 察

飼料、消化管内容物及び糞の乾物当りのLaとBr含量は表2に示すとうりである。本試験では、3種の異った蛋白質飼料を用いたため、各動物につき3回のサンプリングを行ったが、飼料による違いが認められなかったため、各部位毎の平均値を示した。

Table 2. La & Br Levels in Feed, Digesta and Faeces of Sheep (ppm)

| | La | Br | (min. - max.) |
|------------------|-------|------|---------------|
| Feed | 61.9 | 40.4 | (22.2 - 60.9) |
| Duodenum digesta | 105.4 | 1097 | (430 - 1550) |
| Ileum digesta | 168.4 | 308 | (104 - 834) |
| Faeces | 229.8 | 15.3 | (1.6 - 34.0) |

指標物質のLaは、消化部位が進むにつれて、飼料中の61.9 ppmから糞中の229.8 ppmまでの増加を示した。Br含量は、給与飼料中は平均40 ppmであったが、単品では、大麦で97 ppm、コーンコブで120 ppmと高い値を示したものもあった。これらの値はFDAによる許容量の125 ppm⁹⁾よりは低いものの、家畜の飼料中にはBrが高濃度で含まれているようであった。消化管内容物中のBr含量は、十二指腸内容物で著しく多く平均1000 ppm、回腸内容物で減少し平均300 ppm、糞では15 ppmと飼料より低くなっていた。

La含量をもとに、1日当りの消化管内容物の流量及びBrの流れを算出し表3に示した。

Table 3. Daily Digesta Flow & Br Flow in Sheep GIT

| | Digesta | | Br |
|-----------------|---------|-------|--------|
| | (DMg/d) | (l/d) | (mg/d) |
| Intake (Feed) | 741 | — | 30.1 |
| Duodenum | 439 | 11.7 | 426.6 |
| Ileum | 268 | 3.7 | 75.1 |
| Output (Faeces) | 197 | — | 2.9 |

めん羊が摂取した飼料は、十二指腸までの胃の部分（反すう胃＋四胃）で、乾物の約40%が消化吸收され、十二指腸から回腸末端部までの小腸部位で約20%、それ以降の大腸部位で約10%が消化を受けていた。これらの値は、通常の飼料を摂取しているめん羊での消化管内容物の流量に一致していた。¹⁰⁾

1日当りのBrの流量は、飼料からの摂取量30mgに対し、十二指腸の通過量は426mgと摂取量の10倍以上であった。消化管内のBrはその後大腸で殆んど吸収され、糞への排泄量はわずか2.9mgであった。

Brは、生体内でClやIとよく似た動きをするといわれている。^{6,7)}仔牛を用いた試験で¹¹⁾第三胃を通過する内容物中のCl含量が、摂取量の約3倍であるのに対し、十二指腸では10倍以上であること、また羊を用いた試験で¹²⁾同様の結果が報告されている。本試験において、十二指腸での高いBr含量は、主として四胃におけるCl分泌に伴うものではないかと考えられた。Brは消化管から吸収されやすく、またその殆んどが尿中へ排泄されるといわれてきた⁷⁾が、十二指腸以前への分泌量は大きく、体内循環が一種のプールになっている可能性が推察された。即ち、許容量以下ではあっても、Br含量の高い飼料を長期にわたって家畜が摂取し続けると、体内循環量の増加という形でもBrの体内蓄積が進むことが考えられる。

文 献

1. HUFF, J. W., D. K. BOSSHARDT and R. H. BRANES (1956) Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 92:216
2. BOSSHARDT, D. K., J. W. HUFF and R. H. BRANES (1956) Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 92:219
3. MONASTYREV, A. M. (1982) Zhivotnovodstvo 8:59
4. GETZENDANER, M. E. (1975) J. A. O. A. C. 58:711
5. MCMANUS, W. R., P. R. MCMABON and B. S. MORRIS (1972) Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 12:136
6. WILLIFORD, Jr. J. H., R. F. KELLY and P. P. GRAHAM (1974) J. Anim. Sci. 38:572
7. UNDERWOOD, E. J. (1977) Trace Elements in Human and Animal Nutrition 4th ed., Academic Press, New York
8. SANTOS, K. A., M. D. STERN and L. D. SATTER (1984) J. Anim. Sci. 58:244
9. F. D. A. (1972) Code of Federal Regulation. Par No. 121:209
10. CHURCH, D. C. (1976) Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. vol. 1. O & B Books. Oregon
11. BANKS, J. N. and R. H. SMITH (1984) Can. J. Anim. Sci. 64:Suppl. 214
12. SKLAN, D. and S. HURWITZ (1984) J. Anim. Sci. 68:1659