

## 放牧牛のセレン栄養状態およびセレン補給の効果

石 田 直 彦・川 島 良 治

( 京都大学農学部\* )

### Selenium Status of Grazing Cows and Improvement Following Administration of Ruminant Selenium Pellet

Naohiko ISHIDA and Ryoji KAWASHIMA

*Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kyoto University*

Thirty seven Japanese Black breed cows which pastured year-round from birth were divided in two groups. Each of 18 cows received two selenium (Se) pellets, each weighing 30 g and containing 90 % iron grit and 10 % elemental Se. The remaining 19 cows served as control. Blood were sampled seasonally for two years and assayed for blood Se concentration, blood glutathione peroxidase activity (GSH-Px), plasma  $\alpha$ -tocopherol concentration ( $\alpha$ -Toc) and plasma creatine phosphokinase activity.

The Se content of pasture surveyed showed fairly low values ranging from 0.014 to 0.019 ppm in dry matter. Blood Se as well as blood GSH-Px in control cows were close to the marginal one which is borderline to deficient state. Despite the low status of Se in control cows, no clinical signs of deficiency disease observed throughout the experiment. Ruminant Se pellets restored the Se status of grazing cows. Blood Se and GSH-Px were significantly higher in Se treated cows than control cows and the levels were maintained adequately at least up to two years after pellets treatment. There was no influence of pellets treatment on plasma  $\alpha$ -Toc levels. Plasma  $\alpha$ -Toc level were kept fairly high in both Se treated cows and control cows.

The Se dosing technique of ruminant Se pellet was useful and highly effective in raising Se status of grazing cows.

---

\* 所在地：京都市左京区北白川追分町(〒606)

セレン (Se) は、家畜にとって必須栄養素の一つであり、牛に対する飼料中要求量は、0.05 ~ 0.1 ppm とされている<sup>1)</sup>。反芻家畜に通常用いられる飼料としては、牧草、青刈飼料作物、濃厚飼料が挙げられるが、濃厚飼料の Se 含量は、一般に高く Se 要求量を満たすに充分量の Se を含有している<sup>2)</sup>。一方牧草では、Se 含量の低い場合が多く、牧草のみを餌の供給源とする放牧時の牛や羊においては、Se は欠乏しやすい元素の一つであり、これまでに世界各地で欠乏症の発生が報告されている<sup>3)</sup>。これらの地域では、欠乏症発生の予防を図る目的で、ミネラル混合塩に Se を混入して与えるとか<sup>5)</sup>、反芻動物の第1に胃内に無機態の Se を混入したガラスペレット<sup>4)</sup>や鉄ペレット<sup>6)</sup>を投与するとか、水薬<sup>7)</sup>として投与するなどの方法で Se の補給を行っている。

本邦産の牧草中 Se 含量については、オーチャドグラスで 0.024 ppm, シロクローバで 0.038 ppm, イタリアンライグラスで 0.021 ppm などが、これまでに報告された値であるが<sup>2), 8)</sup>, いずれの値も、放牧中の Se 栄養状態が極めて悪いことを予想させる濃度である。

放牧には、最も一般的に行われる生草の豊富な夏の間だけ放牧する夏期放牧と、年間を通して放牧する周年放牧があるが、放牧中の牛の Se 栄養状態についての調査例は少なく、その実態は判然としない。筆者らは、ここ数年来、放牧牛の Se 栄養に関する調査研究を行っている。夏期放牧牛の調査結果については、既に他誌に報告しているので<sup>9)</sup>, ここでは、周年放牧牛の Se 栄養状態の調査ならびに Se ペレットの第一胃内投与による Se 補給実験の結果について報告する。

## 材 料 と 方 法

試験に用いた牛は、農林水産省四国農業試験場土地利用部で、生後一貫して放牧管理されている黒毛和種繁殖めす牛とその子牛合計 37 頭である。これらの牛には、Se を含まないミネラルブロックが与えられ、また生草の不足する冬季には、同場内で生産された乾草が与えられた。1982年1月に、37 頭の内 18 頭に 1 頭につき 2 個の Se ペレットを、ルーメンカテーテルを改造した投与器を用いて、第1胃内に投与し、残りの 19 頭は、対照牛とした。与えた Se ペレットは、オーストラリアにて市販されている (ICI Australia Limited, Melbourne) もので、1 個当たり重量が 30 g で、元素状 Se と鉄粉が重量比で 1 対 9 含まれている。ペレット投与後 2 年にわたり、牧草と血液サンプルを採取し、Se 含量 (けい光法<sup>10)</sup>),  $\alpha$ -トコフェロール ( $\alpha$ -Toc) 含量 (HPLC 法<sup>11)</sup>), グルタチオンペルオキシルダーゼ (GSH-Px) 活性 (カップル試験法<sup>12)</sup>), また筋肉組織疾患の指標となる血漿クレアチンフォスフォキナーゼ (CPK) 活性 (U.V.

法<sup>13)</sup>について分析を行った。

## 結 果 と 考 察

牧草中の Se 含量は、草丈の高低や季節間で大きな差異はみられず、乾物中  $0.014 \mu\text{g/g}$  から  $0.019 \mu\text{g/g}$  の範囲にあり、その平均値は  $0.016 \pm 0.0017 \mu\text{g/g}$  で、要求量の  $0.05 \sim 0.1 \mu\text{g/g}$  を大きく下回っていた。

対照牛の全血中 Se 濃度は、1981 年 11 月より 1983 年 12 月に致るまで、大きな変動は示さず、平均値で  $0.02 \mu\text{g/ml}$  を上下して推移している (図 1)。Andrews らは、Se 欠乏症牛を含む多数の牛の臨床診断例とその血液中 Se 濃度の測定データから、反芻家畜の Se 栄養状態を、

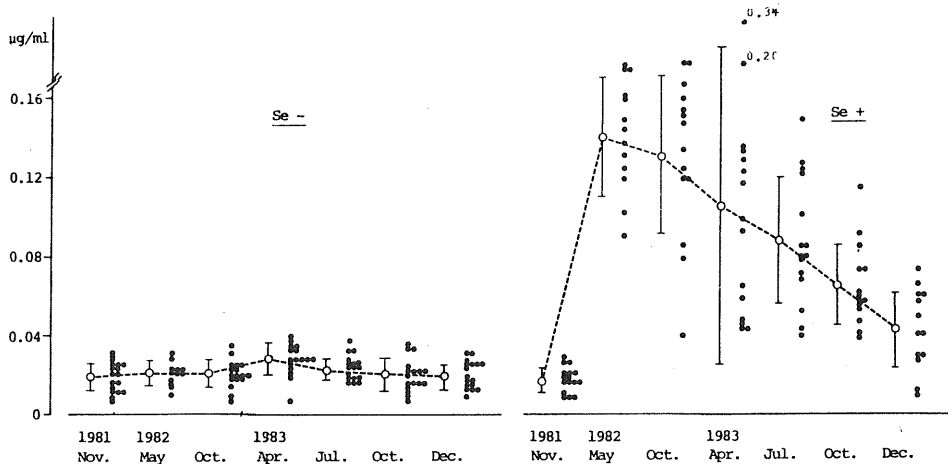


Fig. 1. Effects of ruminal administration of Se pellets to grazing cows on Se concentration in whole blood; Se<sup>-</sup>: control group, Se<sup>+</sup>: Se treated group

正常、欠乏の疑いのあるもの、欠乏の三つに区分し、それら三区分に対する Se 濃度範囲を求め、それぞれ、 $0.02 \mu\text{g/ml}$  以上、 $0.011 \sim 0.019 \mu\text{g/ml}$ 、 $0.01 \mu\text{g/ml}$  以下という値を報告している。今回調査した結果を、これらの指標値と比較してみると、平均値では、正常かやや欠乏の疑いのある程度であるが、個々の測定値の分布をみると、 $0.01 \mu\text{g/ml}$  前後の、欠乏の疑いがあるか、あるいは欠乏状態とみなされるものかなりの数見られる。しかしながら図 2 に示される CPK 値において、 $200 \text{ mU/ml}$  を越える異常値が全くみられないことによって示される通り、調査期間を通して成牛はもとより、この間に生れた子牛についても、欠乏症の発生はみられなかった。

Whanger らは<sup>14)</sup>、欠乏症の発生率と血液中 Se 濃や GSH-Px 活性値は、必ずしも相関し

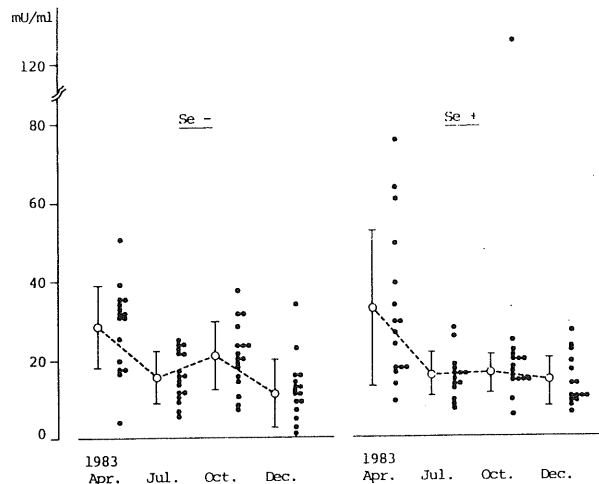


Fig. 2. Changes in creatine phosphokinase activity in plasma of grazing cows; Se<sup>-</sup>: control group, Se<sup>+</sup>: group received ruminal administration of Se pellets

ないことを観察しており、Masters ら<sup>15)</sup>による西オーストラリアにおける最近の調査においても、血液中 Se 濃度が  $0.005 \sim 0.02 \mu\text{g}/\text{ml}$  と、非常に低い放牧子牛でも、外見的異常は何ら認められなかった。このように反芻動物においては、Se 欠乏の程度を、欠乏症発生率から判断するのは適当でないと考えられる。

Se ペレット投与牛の血液中 Se 濃度を、その平均値でみると (図 1), 投与後 4 ケ月目で投与前の約 8 倍の  $0.14 \mu\text{g}/\text{ml}$  に増加している。この値は、投与後約 1 ケ年まで維持され、その後漸減し約 20 ケ月目で  $0.06 \mu\text{g}/\text{ml}$  にまで低下しており、大まかにみて、Se ペレットは 2 年間有効であると云える。各時期における個体間変動が非常に大きい、これは、第一胃内でペレットが互いにぶつかり合う時、中には崩れるものも生じ、Se の溶出が増加したり、時にはペレットが比較的早期に第一胃より下部消化管へ流出し排泄されてしまう結果と考えられ、第 1 胃内でのペレットからの Se 溶出が期待される程安定したものでないことを示している。家畜に Se 補給を行う場合、Se の体内異常蓄積や中毒が心配される。今回の実験における組織中への Se 蓄積については、概に発表しているので<sup>16)</sup>、ここでは詳しくふれないが、ペレット投与後 8 ケ月目で肝臓、腎臓、心筋、骨格筋において、Se の顕著な増加がみられたが、異常な蓄積は認められなかった。Ullrey らは<sup>17)</sup>、羊を用いた Se 補給実験で、亜セレン酸塩の形で Se を飼料中  $30 \sim 60 \text{ ppm}$  投与しても、羊に何ら悪影響を認めていない。Jenkins らは<sup>18)</sup>、無機態の Se を補給した場合、体内の Se 栄養状態が充分になると、不足時に較べて Se の排泄が高くなるので、体内異常蓄積は起りにくいとしている。Handreck<sup>19)</sup>らの試算によると、今回用い

た Se ペレットからの Se 溶出量は 1 日 1 個あたり 0.5~1.0 mg で、1 頭につき 2 個のペレットを投与しているの、その補給量は 1 日あたり 1~2 mg となり、このような Se 補給法を用いても、家畜が Se 過剰により悪影響を受ける危険性は、全く無いと考えても良い。

血液中 GSH-Px 活性は、生体内での Se の利用性をみるための良き指標であると考えられている。1983 年 4 月から 12 月までの測定結果をまとめると、図 3 のようになる。血液中 GSH-Px 活性と、血液中 Se 濃度の間に高い正の相関がみられ ( $r=0.85$ ,  $P<0.01$ )、Se ペレット投与牛にみられる高い活性値は、この種の Se 補給法により、放牧牛の Se 栄養状態を飛躍的に改善できることを示している。

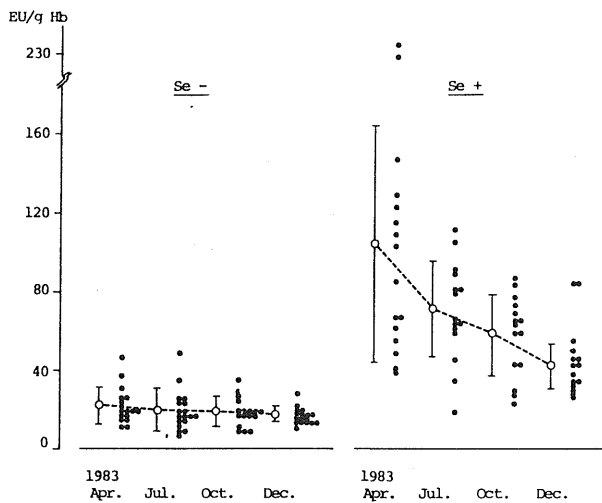


Fig. 3. Effects of ruminal administration of Se pellets to grazing cows on GSH-Px activity in whole blood;  $Se^-$ : control group,  $Se^+$ : Se treated group

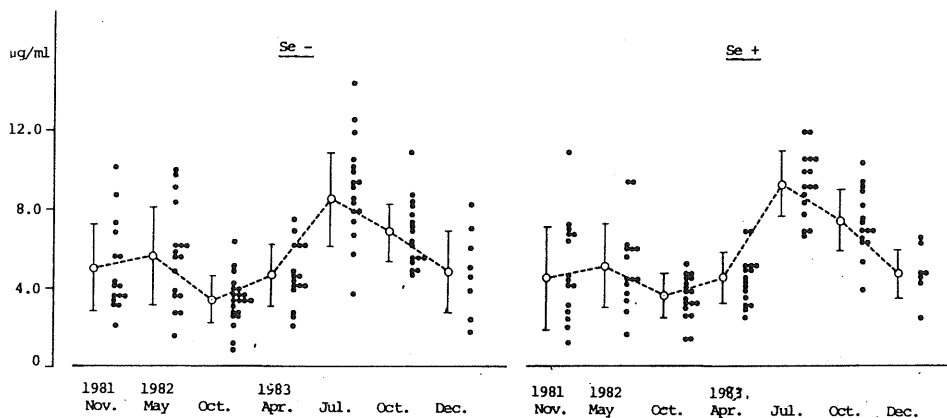


Fig. 4. Changes in plasma  $\alpha$ -tocopherol levels in grazing cows;  $Se^-$ : control group,  $Se^+$ : group received ruminal administration of Se pellets

血漿中  $\alpha$ -Toc 濃度は、季節によると思われる変動がみられたが、Se ペレット投与による影響は見られなかった（図4）。一般に牧草中の  $\alpha$ -Toc 含量は、生草>サイレージ>乾草の順で高いことが知られており、放牧中の VE 栄養状態は、生草が不足し乾草を給飼される冬季に較べて、生草の豊富な夏季により高く維持されるものと考えられる。

Se 欠乏症の動物では、正常なものと較べて、血液や組織中の Se 含量が低い<sup>20, 21)</sup>ばかりでなく、VE 濃度も低いことが報告されている。また、Se 欠乏症を予防するにあたっては、VE と Se は、相乗的に働くことが知られており<sup>22), 23)</sup>、充分な VE 栄養状態は、動物の Se 要求量を小さくするという考え<sup>22)</sup>もある。今回の調査でみられた高水準の血漿中  $\alpha$ -Toc 値は、放牧牛の Se 要求量を比較的低い値に抑えているのかも知れない。

## 文 献

1. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1976) Nutrient Requirements of Beef Cattle, National Academy of Science, Washington, D.C.
2. 須崎 尚, 石田直彦, 川島良治 (1980) 日畜会報 51: 806
3. UNDERWOOD, E. J. (1977) Trace Elements in Human and Animal Nutrition, Academic Press, New York
4. KNOTT, P., B. ALGAR, G. ZERVAS and S. B. TELFER (1984) Trace Element Metabolism in Man and Animals - 5, Aberdeen (In Press)
5. PAULSON, G. D., G. A. BRODERICK, C. A. BAUMANN and A. L. POPE (1968) J. Anim. Sci. 27:195
6. ANDREWS, E. D., A. B. GRANT and L. F. C. BRUNSWICK (1974) N. Z. Vet. J. 22:46
7. ANDREWS, E. D., K. G. HOGAN and A. D. SHEPPARD (1976) N. Z. Vet. J. 24:111
8. 浅川征男, 串崎光男, 石塚潤爾 (1977) 土肥誌 48: 287
9. ISHIDA, N., H. SUSAKI and R. KAWASHIMA (1983) Jpn. J. Zootech. Sci. 54:275
10. WATKINSON, J. H. (1966) Anal. Chem. 38:92
11. 勝井五一郎 (1981) ビタミン 55: 267
12. PAGLIA, D. E. and W. N. VALENTINE (1967) J. Lab. Clin. Med. 70:158
13. ROSALKI, S. B. (1967) J. Lab. Clin. Med. 69:696
14. WHANGER, P. D., P. H. WESWIG, J. A. SCHMITZ and J. E. OLDFIELD (1977) J. Nutr. 107: 1298
15. MASTERS, H. G., R. H. CASEY, P. D. JELINEK, R. K. MITCHELL and D. S. PETTERSON (1984) Trace Element Metabolism in Man and Animals - 5, Aberdeen (In Press)
16. ISHIDA, N., J. JACHA, R. KAWASHIMA, K. OTSUKI, and F. HOSOYAMADA (1983) In *Proceedings The Fifth World Conference on Animal Production*, (ed. I. Tasaki et al.), Tokyo Japan

17. ULLREY, D. E., M. R. LIGHT, P. S. BRADY, P. A. WHETHER, J. E. TILTON, H. A. HENNEMAN and W. T. MAGE (1978) In *Trace Element Metabolism in Man and Animals* - 3, (ed. M. Kirchgessner), Weihenstephan, Fed. Rep. of Germany
18. JENKINS, K. J., M. HIDIROGLOU, J. M. WAUTHY and J. E. PROULX (1974) Can. J. Anim. Sci. 54:49
19. HANDRECK, K. A. and K. O. GODWIN (1970) Aust. J. Agric. Res. 21:71
20. POUKKA, R. (1968) Br. J. Nutr. 22:423
21. CARAVAGGI, C. and F. L. CLARKE (1970) Aust. Vet. J. 46:404
22. HIDIROGLOU, M., K. J. JENKINS and A. H. CONER (1972) Can. J. Anim. Sci. 52:511
23. COMBS, G. F. (1981) Proc. Nutr. Soc. 40:187