

中国チベット高原東部における放牧ヤクの血液及び 放牧地野草中セレンウム含量

宋 仁徳¹⁾・李 国梅²⁾・馮 生青³⁾・王 援軍³⁾・李 偉²⁾・
武田 博²⁾・長谷川信美²⁾・牧村 進²⁾・園田立信²⁾

¹⁾ 鹿児島大学大学院連合農学研究科 (宮崎大学) ・宮崎市 ・889-2192

²⁾ 宮崎大学農学部 ・宮崎市 ・889-2192

³⁾ 中国青海省門源县畜牧獣医ステーション ・青海省 ・中国 ・813000

要 約

中国チベット高原東部に放牧されているヤクの血液中セレンウム(Se)濃度及び放牧地野草中 Se 含量との関連を明らかにする目的で、7つの地域において放牧ヤク血液中 (78頭) および放牧地野草中 Se 含量 (n=35) を測定し、地域分布を検討した。Se の放牧ヤク全血中濃度および放牧地野草中含量は低い順に3地域に分けられた。Se の放牧ヤク全血中濃度および放牧地野草中含量が最も低かった地域は青海省南部高原地域の雜多県 (それぞれ $7.7 \pm 3.6 \mu\text{g}/\text{kg}$, $10.7 \pm 1.8 \mu\text{g}/\text{kg}$)、玉樹県 ($9.2 \pm 2.9 \mu\text{g}/\text{kg}$, $16.4 \pm 3.1 \mu\text{g}/\text{kg}$) および瑪沁県 (それぞれ $8.1 \pm 6.7 \mu\text{g}/\text{kg}$, $9.8 \pm 1.6 \mu\text{g}/\text{kg}$) で、次に低かったのは青海湖南東部地域の澤庫県 (それぞれ $21.2 \pm 6.0 \mu\text{g}/\text{kg}$, $15.5 \pm 3.1 \mu\text{g}/\text{kg}$) および南西部地域の共和県 (それぞれ $17.3 \pm 3.6 \mu\text{g}/\text{kg}$, $14.9 \pm 1.7 \mu\text{g}/\text{kg}$)、第3に低かったのは青海湖北側地域の湟源県 (それぞれ $32.4 \pm 8.8 \mu\text{g}/\text{kg}$, $17.2 \pm 1.5 \mu\text{g}/\text{kg}$) および門源县 (それぞれ $32.0 \pm 8.4 \mu\text{g}/\text{kg}$, $16.5 \pm 1.2 \mu\text{g}/\text{kg}$) であった。各地域の放牧ヤク全血中 Se 濃度と放牧地野草中 Se 含量との間には高い正の相関 ($r^2=0.94$, $p<0.01$) がみられた。また、放牧ヤク全平均全血中 Se 濃度 ($22.1 \pm 11.7 \mu\text{g}/\text{kg}$) は、西寧市での舎飼ヤクのそれ ($75.9 \pm 12.4 \mu\text{g}/\text{kg}$) よりも顕著に低かった ($p<0.001$)。さらに、これら地域の中では放牧ヤク全血中 Se 濃度と放牧地野草中 Se 含量が高かった門源および湟源両地域55頭の血清中 Se 濃度は、ウシで報告されている欠乏値 $30 \mu\text{g}/\text{kg}$ よりも低い $21.8 \pm 4.7 \mu\text{g}/\text{kg}$ を示した。また、当該地域の平均放牧地野草中 Se 含量 ($14.4 \pm 3.5 \mu\text{g}/\text{kg}$) は牧草の適正含量とされている値 ($>100 \mu\text{g}/\text{kg}$) よりかなり低く、欠乏 ($<50 \mu\text{g}/\text{kg}$) の範囲内にあることが明らかとなった。

キーワード：セレンウム、放牧ヤク、放牧地野草、チベット高原東部

日本家畜管理学会誌, 39(3): 104-112, 2003

2003年9月29日受付

2003年12月3日受理

緒 言

ヤク (*Bos gurunniens*, ウシ科) はチベット高原を中心に飼育されている家畜であり、中国青海省およびチベット自治区における標高2,500-5,400mの高原自然草地帯では、およそ1,400万頭が遊牧

あるいは定住による放牧により飼育されている。ヤクはこの地域の遊牧民族の生活に不可欠な存在であり、遊牧生産方式の歴史は有史以前に遡ることが出来るほどに長い伝統をもっている¹⁾。しかし、近年遊牧民の人口増加によって、食糧を確保するために、家畜の飼育頭数を増大させた結果、過放牧状態を引き起こし、草地を荒廃化させる要因となっている²⁾。

さらに地球温暖化の影響によりチベット高原の乾燥化、砂漠化の進行が助長され、またそれが地球環境にも大きな影響を与えはじめている⁴²⁾。このような生産現状を改善する一つの方策として、チベット高原の優勢畜種であるヤクの個体生産性を伸ばして飼育頭数を減らすことが考えられる。近年、子牛では白筋症^{5, 6, 8, 20, 29, 30)} や心筋病変^{20, 29, 30)}、虚弱⁶⁾などの疾病多発、繁殖牛では胎盤停滞^{20, 27, 39)}、受胎率の低下²⁾、乳房炎^{21, 25, 31)}、さらに免疫機能の低下^{3, 32, 34)}がセレンウム (Se) などの生体内抗酸化物欠乏との関連で注目されている。Seはグルタチオンペルオキシダーゼ (GSH-Px) の構成成分であり、生体内において抗酸化作用をになう必須栄養素である¹⁾。中国青海省チベット高原では土壌中の利用可能な水溶性 Se の含有量は低く^{14, 45)}、この土壌で生産される牧草中の Se 含量も低いことが報告されている^{7, 18, 19)}。したがって、周年自然放牧により野草地牧草だけで飼育されているヤクは低 Se 状態にあることが考えられる。しかしながら、これまでにウシ (*Bos Taurus*) の血中 Se 値は報告されている^{9, 34, 40, 41)}が、ヤクの血中 Se 値についての報告はされていない。

そこで、本研究では、中国チベット高原東部における放牧ヤクの血中 Se 濃度と放牧地野草中 Se 含量とを測定し、その関連性について検討した。また、それらの地域分布動態について検討した。

材料及び方法

調査地概況：青海省は中国の西部、東経89° 35′ ~ 103° 04′、北緯31° 39′ ~ 39° 19′ に位置し、東西長さ約1,200km、南北幅約800kmで、面積約72.23万km²である。海拔1,600~6,860m、年間降水量600mmである。

その中、放牧利用可能な草地面積は3160万haである。ヤクはチベット高原の優勢畜種であり、青海省では480万頭、世界におけるヤク総頭数の約1/3が周年放牧で飼育され、濃厚飼料は一切与えられていない⁴⁾。

ヤク血液および放牧地野草サンプル採取地域と供試頭数：ヤク血液及び自然草地の野草牧草（以下：野草とする）サンプルの採集地域と数を図1と表1に示した。青海湖の北側に位置する湟源県 (Huangyuan) と門源県 (Mengyuang)、青海湖の南東部に位置する澤庫県 (Zeku)、青海湖南西部に位置する共和県 (Gonghe)、青海省南部高原に位置する玉樹県 (Yushu)、瑪沁県 (Maxing) および雜多県 (Zadou) から自然草地放牧ヤク78頭と、地場産の牧草の補給を行っている西寧市 (Xining) の人工飼育ヤク12頭から採血し、全血中 Se 濃度を測定した。また更に、その中で血液中 Se 濃度と野草中 Se 含量がより高かった門源県と湟源県両地域のヤク55頭について採血し、血清中 Se 濃度を測定した。

血液採取：血液は頸静脈から採取した。血清 Se 濃度分析用血液は、採取後直ちに3000rpmで遠心分離し、全血および血清サンプルは全て遮光して-70℃で保存した。日本への血液試料の輸入にあたっては、家畜伝染病予防法に従いオートクレーブにより滅菌処理し、氷冷して搬送した。

野草サンプルの採取：上記の各地域のヤク放牧地から、コドラート法によって5サンプルずつを全草採集し、それぞれ40℃で通風乾燥後に粉碎して分析まで保存した。

Se 測定法：全血と血清 Se 濃度は山田ら⁴³⁾の方法に改良を加えた DAN による蛍光物質誘導化の後、

Table 1. Material characteristics

Experimental sites	Plant		Yak		Management	Condition
	No. of samples (n)	No. of Yak (head) Blood	Serum			
Zadou	5	10			Grazing	
Maxing	5	6			Grazing	
Yushu	5	9			Grazing	Clinically
Gonghe	5	6			Grazing	normal
Zeku	5	9			Grazing	and
Mengyuan	5	15	20		Grazing	Age 1 - 10
Huangyuan	5	23	35		Grazing	
Xining	18	12			Grazing	



Fig. 1. Map of the study area in Qinghai

① : Maxing, ② : Yushu, ③ : Zadou, ④ : Gonghe, ⑤ : Zeku, ⑥ : Mengyuan, ⑦ : Huangyuan, ⑧ : Xining

順相 HPLC 分析により分離された Se 誘導体 4, 5-ベンゾピアセレンオールを蛍光光度法で、野草中 Se 含量は蛍光法^{7,28,43)}でそれぞれ定量した。

データは SAS の GLM プロシジャーを用いて解析した。

結 果

1. ヤク全血中 Se 濃度

ヤク全血中 Se 濃度を表 2 に示した。放牧ヤクの全血中 Se 濃度全平均は $22.1 \pm 11.7 \mu\text{g}/\text{kg}$ で、人工飼育ヤク全血中 Se 濃度 $75.9 \pm 12.4 \mu\text{g}/\text{kg}$ よりも有意に低かった ($p < 0.001$)。地域別に比較すると、湟源県と門源県両地はそれぞれ $32.4 \pm 8.8 \mu\text{g}/\text{kg}$, $32.0 \pm 8.4 \mu\text{g}/\text{kg}$ で、他地域と比較して最も高く (ともに $p < 0.001$)、次に澤庫県 ($21.2 \pm 6.0 \mu\text{g}/\text{kg}$)、

共和県 ($17.3 \pm 3.6 \mu\text{g}/\text{kg}$) 両地域が高く ($p < 0.01$)、玉樹県 ($9.2 \pm 2.9 \mu\text{g}/\text{kg}$)、瑪沁県 ($8.1 \pm 6.7 \mu\text{g}/\text{kg}$)、雜多県 ($7.7 \pm 3.6 \mu\text{g}/\text{kg}$) は他の地域と比較し最も低かった ($p < 0.01$)。

2. 野草中 Se 含量

野草中 Se 含量を表 2 に示した。放牧地野草中 Se 含量は平均 14.4 ± 3.5 (範囲: $6.9-22.8$) $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。その中、瑪沁 ($9.8 \pm 1.6 \mu\text{g}/\text{kg}$) と雜多 ($10.7 \pm 1.8 \mu\text{g}/\text{kg}$) 両地は最も低く、共和 ($14.9 \pm 1.7 \mu\text{g}/\text{kg}$)・澤庫 ($15.5 \pm 3.1 \mu\text{g}/\text{kg}$) 地区、玉樹 ($16.4 \pm 3.1 \mu\text{g}/\text{kg}$)・門源 ($16.5 \pm 1.2 \mu\text{g}/\text{kg}$)・湟源 ($17.2 \pm 1.5 \mu\text{g}/\text{kg}$) 地区よりも有意に低かった (それぞれ $p < 0.05$ と $p < 0.01$)。

Table 2. Concentrations of Se in blood and in native plants at Qinghai

Area	Concentration of Se in plants			Concentration of Se in blood		
	n	Means±S. D. ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Range ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	n	Means±S. D. ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Range ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Maxing	5	9.8±1.6 ^b	7.3-14.2	6	8.1± 6.7 ^d	1.9- 27.2
Yushu	5	16.4±3.1 ^a	11.0-22.8	9	9.3± 2.9 ^d	2.3- 14.3
Zadou	5	10.7±1.8 ^b	6.9-15.7	10	7.7± 3.6 ^d	1.7- 15.9
Gonghe	5	14.9±1.7 ^a	13.7-18.7	6	17.3± 3.6 ^c	9.2- 25.2
Zeku	5	15.5±3.1 ^a	9.7-19.6	9	21.2± 6.0 ^c	7.5- 38.8
Mengyuan	5	16.5±1.2 ^a	13.0-19.4	15	32.0± 8.4 ^b	18.1- 51.1
Huangyuan	5	17.2±1.5 ^a	13.6-19.3	23	32.4± 8.8 ^b	5.3- 49.3
Xining	18	32.4±8.8 [*]		12	76.0±12.4 ^a	44.8-114.3

^{a, b, c, d} : Means in the same row with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

^{A, B} : Means in the same row with different superscripts are significantly different ($p < 0.01$).

^{*} : Reference of Hu et al.⁷⁾ (1987).

3. 血清中 Se 濃度

放牧地の野草中 Se 含量とヤクの血中 Se 濃度が最も高かった門源、湟源両地域の55頭のヤク血清中 Se 濃度は平均で $21.8 \pm 4.7 \mu\text{g}/\text{kg}$ であった。血清中 Se 濃度の頻度分布を図2で示した。その中 $20 \mu\text{g}/\text{kg}$ 未満が32.7% (18頭), $20-30 \mu\text{g}/\text{kg}$ が58.2% (32頭), $30-35 \mu\text{g}/\text{kg}$ が9.1% (5頭)であった。

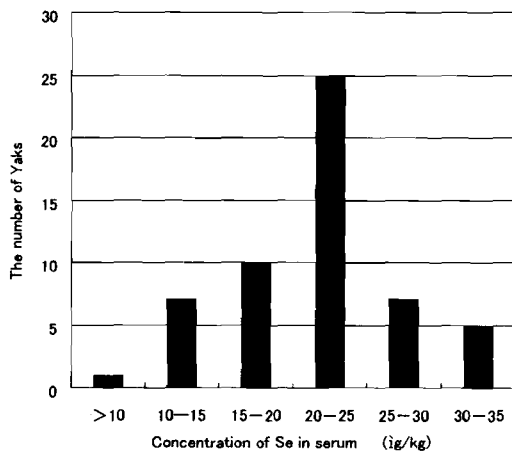


Fig. 2. Frequency distribution of serum Se concentrations in Yaks at Huangyuan and Mengyuan areas.

4. 牧草 (野草) 中 Se 含量とヤクの血液中 Se 濃度との相関

放牧地の牧草 (野草) 中 Se 含量とヤクの血液中 Se 濃度との相関を図3に示した。野草中 Se 含量と

当地域で放牧されているヤクの血液中 Se 濃度との間には高い正の相関 ($r^2 = 0.94$, $p < 0.01$) がみられた。人工飼育ヤクとその周辺牧草における Se 濃度間の関係も、この回帰直線上に乗った。

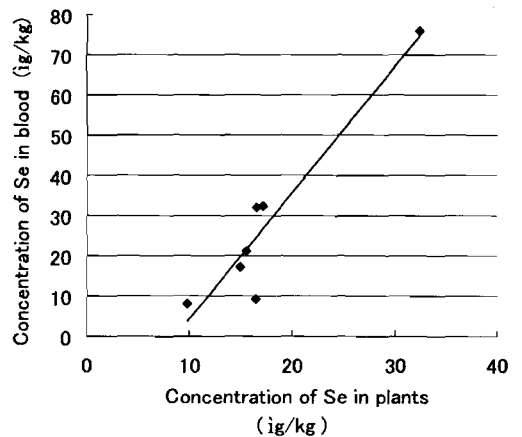


Fig. 3. Relationships between concentrations of Se in blood of Yaks and in plants ($r^2 = 0.94$, $p < 0.01$).

考 察

Se を主要な構成成分とする金属酵素グルタチオンペルオキシダーゼ (GSH-Px) はトコフェロール (Toc.) とともに、生体内における脂質の酸化によって生ずる有害な過酸化物の分解や生成の抑制を通じ

て、細胞膜の安定を保つという重要な役割を果たしている^{1,4,26)}。このため両成分あるいは一方の欠乏は、生体膜の破壊を中心とした障害を引き起こす⁴⁾。ウシにおいては、白筋症^{5,6,8,20,29,30)}、麻痺性ミオグロビン尿症³⁰⁾が、Seの欠乏と密接な関連を持つことがすでに明らかにされてきたが、近年では、免疫反応の増加や抗体産生の促進^{2,12,32,33,34)}、繁殖機能へのSeの影響^{3,15,16,20,27,39)}が注目され、特に感染症^{2,32,33)}、受胎率^{9,11,15)}との関連が示唆されている。

土壤中Se含量に関しては、0.5mg/kg以下がSe欠乏土壤であると報告されており^{17,46)}、さらに家畜飼料中Se要求量は、NRC飼養標準において乳牛²¹⁾では飼料乾物中0.3mg/kg、肉牛²²⁾では飼料乾物中0.1mg/kg、日本飼養標準についても乳牛²³⁾では飼料乾物中0.1mg/kg、肉牛²⁴⁾では飼料乾物中0.2mg/kgとなっているが、ヤクではいまだに適正要求量が明らかにされていない。しかし、前述のようにセレンの機能は、古くから知られている白筋症の予防以外に、多岐にわたって知られるようになり、Seの要求量もあげられる傾向にあり¹⁶⁾、免疫賦活^{2,12,32,33,34)}などの機能を考えると、ヤクの要求量がウシより低いと推測できる根拠はない。一方、チベット高原東部放牧草地の土壤中Se含有量は低く^{13,14,18,45)}、ほとんどの地域ではSe欠乏(0.05mg/kg)、あるいは重度欠乏(<0.05mg/kg)に分類され、土壤中水溶性Seは平均0.02mg/kg以下という極度な低値であることが報告されている^{18,45)}。胡ら⁷⁾は野草中Seも0.019(0.005-0.667)mg/kgと低く、土壤中Se含有量と高い相関($r^2=0.99$)を持つと報告している。また、青海省の国营農場で子羊と導入した種羊が多頭数死亡し、その原因はSe欠乏症と診断され、その後この病気はSeの補給によって予防できたと報告されている^{7,10)}。しかし、ヤクとSeの関係については報告されていない。野草中Se含量は野草の種類によって異なり、また、湿沼草地の土壤中及び野草中Se含量が一般自然草地より高いことから、ヤクは湿沼草地野草の採食によってSe欠乏を防いでいると推測^{7,10)}されていた。しかし農場の立地条件によって、湿沼草地を含む放牧地がない場合が多い。また、農家は子ヤクにSe欠乏症と疑似(子ヤクの生後起立、歩行困難、骨格筋の硬化と萎縮変化や心悸亢進、呼吸速拍およびチアノーゼなど)の症例があることを訴えており、放牧ヤクのSe栄養状況の実態を野草と血中濃度から検討する必要があると考えられた。

今回測定した青海省の放牧地野草中Se含量は調査地によって差があるものの、 14.4 ± 3.5 (範囲: 6.9-22.8) $\mu\text{g}/\text{kg}$ で家畜飼料中セレン含量の適正値とされている $0.1\text{mg}/\text{kg}$ ¹⁷⁾をはるかに下回ることから、全体的にSe欠乏状態にあり、地域によっては極端な欠乏状況にあると判断された。胡ら⁷⁾は青海省全域での野草中のSe含量を測定し、平均 $19.0 \pm 6.0\mu\text{g}/\text{kg}$ であったと報告している。今回測定した各地野草中平均Se含量は $14.4 \pm 3.5\mu\text{g}/\text{kg}$ で、胡ら⁷⁾の報告よりも低かった。青海省の各放牧地の野草中Se含量は野草の種によって差があるが、地域土壤中Se含量からの影響と比べると遥かに小さいことが報告されている⁷⁾。また、ヤクは放牧時、採食野草に対する選別率が低い⁴⁾ことから、今回は野草種別の分析は行わなかった。

血液中Se濃度は動物の長期的な栄養状態を表すものとして地域集団間のSe栄養レベル比較によく使われる指標である³⁷⁾が、今回の調査でも、青海省の北部、環湖地域、南部の各地で放牧されているヤクの血液中Se濃度では顕著($p < 0.01$)な差が認められ、放牧ヤクの血液中Se濃度は利用草地のSe含量によって大きい変動を示し、高い相関を示した。

ウシにおける血清中Se欠乏症診断基準値について一条⁹⁾は $30\mu\text{g}/\text{kg}$ 以下、Stevensら³⁸⁾は $35\mu\text{g}/\text{kg}$ 以下、Van Saun⁴⁰⁾は $40\mu\text{g}/\text{kg}$ 以下、Van Vleet⁴¹⁾は $50\mu\text{g}/\text{kg}$ 以下とそれぞれ提唱し、また、適正値については、一条⁹⁾は $50\mu\text{g}/\text{kg}$ 以上を提案しているが、ヤクについては報告されていない。今回調査した中国青海省で放牧地の野草中Se含量とヤクの全血中Se濃度がともに最も高かった門源、湟源両地域でさえ、ヤクの血清中Se値は90%以上が $30\mu\text{g}/\text{kg}$ 以下で、100%が $35\mu\text{g}/\text{kg}$ 以下であることから、青海省で自然放牧ヤクの血清中Se含量が極めて低いことが明らかとなった。なお、今回調査で採血を行ったヤクは臨床では全て健常であった。

高橋ら³⁸⁾は、白筋症発生牛舎では一見健康に見える同居子牛にSeとトコフェロール欠乏による潜在性骨格筋障害と思われる血清酵素活性の上昇例が多数存在すると報じている。また、妊娠牛のSe摂取不足が胎児期はもとより、出生後の乳汁を介してのSeの子牛への補給不足を招き、欠乏症へと発展すると考えられている^{9,10)}。また、同じ地域で放牧されている羊、豚などの家畜では白筋症、肝壊疽などのSe欠乏症が多数発生し、Seの補給によって予防

できたことが報告されている^{7,35)}ことから、ヤクも低Se状態に陥っていると推測される。Se欠乏による被害は慢性的で他の要素に隠れやすく、見えないところで被害が発生している可能性が高く、今後子ヤクの発育及び抗病力、繁殖ヤクの発情、受胎率、流産など繁殖性への影響について更なる検討が必要と考えられた。

以上より、中国青海省の各放牧地の野草中Se含量は極めて低く、ヤクは通年自然放牧され、放牧野草からの栄養分だけに依存するため、ヤクの血中Se濃度も放牧地の野草中Se含量による影響が大きく、全体的に低い値を示しており、Seがヤクの発育及び生産性に影響を及ぼしている可能性が高いと考えられた。特に青海省南部の瑪沁県、雜多県、玉樹県などは野草中Se含量が極端に欠乏にしており、これらの地域で放牧されているヤクは他地域と比較して特に深刻なSe欠乏状態にあることが明らかになった。

文 献

- 1) BURK, R. F., Selenium in nutrition. *World Rev. Nutr. Diet*, 30 : 88-106. 1978.
- 2) DROKE, E. A. and S. C. LOERCH, Effects of parenteral selenium and vitamin E on performance, health, and humoral immune response of steers new to the feedlot environment. *J. Anim. Sci.*, 67 : 1350-1359. 1989.
- 3) GREGORY, K.E, S.E.ECHTERNKAMP, G.E. DICKERSON, L.V.CUNDIFF, R.M.KOCH, L. D.VAN VLECK, Twinning in cattle : III. Effects of twinning on dystocia, reproductive traits, calf survival, calf growth and cow productivity. *J. Anim. Sci.*, 68 : 3133-3134. 1990.
- 4) HARA, S., Y.SHOJI, A.SAKURAI, K.YUASA, S.HIMENO, and N.IMURA, Effects of selenium deficiency on expression of selenoproteins in bovine arterial endothelial cells. *Biol Pharm Bull.* 24 : 754-759. 2001.
- 5) HUTCHINSON, L J., R.W.SCHOLZ and T.R. DRAKE, Nutritional myodegeneration in group of Chianina heifers. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 181 : 581-584. 1982.
- 6) HOSHINO, Y., S.ICHJO, S.OSAME, and E. TAKAHASHI, Studies on serum tocopherol, selenium levels and blood glutathione peroxidase activities in calves with white muscle disease. *Jpn. J. Vet. Sci.*, 51 : 741-748. 1989.
- 7) 胡 令浩・劉 強・王 万邦・王 文雲・謝 生豪・宋 英・陸 肇海・蘇 琪・段 玉琴・劉 金旭, 青海省の主要飼料牧草のセレン含量に関する研究. 青海牧畜獣医科学研究資料, 牧畜編. 453-460.1987. (in Chinese)
- 8) ICHJO, S., The present situation of selenium in Japan. *J.Clin. Vet.* 2 : 45-50. 1984.
- 9) ICHJO, S., Importance of vitamin E and selenium in domestic animals. *J. Vet. Med.*, 46 : 109-114. 1993.
- 10) 一条 茂, 日本におけるセレンの現状. *臨床獣医*, 8 : 35-43. 1984.
- 11) 家木 一・藤岡一彦・戸田克史, 乳牛へのセレン供給が分娩後の黄体機能の回復に及ぼす影響. 愛媛県畜産試験場研究報告, 17 : 15-20. 1999.
- 12) 池内俊久・片本 宏・富田啓介・中家一郎・鳥飼善郎, セレンおよびビタミンE投与母牛由来の黒毛和種子牛の発育および抗病力. *日本獣医師会誌*, 50 : 19-23. 1997.
- 13) JIANG, Q. F. and Z. M. WANG, Study on selenium in Soils of Qinghai. *Journal of Qinghai University*, 18(2) : 10-15. 2000.
- 14) JIANG, Q. F., Influence of Selenium in Soil on Livestock Production and Preventing Measurement. *J.Cn.Qh.Ani.Vet.Sci.*, 30(3) : 41-42. 2000. (in Chinese)
- 15) KAMADA H. and K.HODATE, Effect of dietary selenium supplementation on the plasma progesterone concentration in cows. *J. Vet. Med. Sci.*, 60 : 133-135. 1998.
- 16) 鎌田八郎・寺田文典・西田武弘・吉田博美・甫立京子・柴田正貴, 乳牛の妊娠末期・泌乳期のセレン出納および産子の血中Se濃度. *日畜会報*, 69 : 1044-1049. 1998.
- 17) LEVANDER, O. A., Selenium. In : Trace elements in human and animal nutrition, vol. 2, 5th ed (MERZTZ, W. ed.), 209-279.

- Academic Press, New York, 1986.
- 18) 劉 金旭・陸 肇海・蘇 琪・段 玉琴・胡 令浩・劉 強・王 万邦・宋 英, 青海省の飼料及び牧草セレン含有量分布状態調査. 青海牧畜獣医科学研究資料, 牧畜編: 449-452. 1987. (in Chinese)
 - 19) 陸肇海・劉金旭・蘇 琪・段 玉琴・胡 令浩・劉 強・王 万邦・宋 英, 青海東部農業区飼料中セレン欠乏状態の調査研究. 青海牧畜獣医科学研究資料, 牧畜編: 442-443. 1987. (in Chinese)
 - 20) MAAS, J. P., Diagnosis and management of selenium-responsive diseases in cattle. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.*, 5 : 393-400. 1989.
 - 21) NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Nutrient requirements of dairy cattle, seventh revised Ed., 2001, pp141-143. National Academy Press, Washington.
 - 22) NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Nutrient requirements of beef cattle, seventh revised Ed., 2000, pp67-68. National Academy Press, Washington.
 - 23) 農林水産省農林水産技術会議事務局編, 日本飼養標準・乳牛. pp39. (社)中央畜産会. 東京. 1999.
 - 24) 農林水産省農林水産技術会議事務局編, 日本飼養標準・肉用牛. pp47. (社)中央畜産会. 東京. 2000.
 - 25) NORO, A., K. HIGUTI, Y. ISHIDA, N. NAKAJIMA, T. SAITOH and T. TOMABECHI, Changes of serum a-tocopherol, selenium and related enzymes in 3 cows with mastitis. *J. Jpn. Vet. Med. Assoc.*, 45 : 84-88. 1992.
 - 26) O'GRADY M. N., F. J. MONAHAN, R. J. FALLON and P. ALLEN, Effects of dietary supplementation with vitamin E and organic selenium on the oxidative stability of beef. *J Anim Sci*, 79 : 2827-34. 2001.
 - 27) OHNIWA, T., S. ICHJO and S. OSAMU, Selenium and tocopherol levels in serum and organs of aborted and premature fetuses and calves died just after birth. *J. Jpn. Vet. Med. Assoc.*, 45 : 476-479. 1992.
 - 28) OLSON O. E., I. S. PALMER and E.E. CARY, Modification of the official fluorometric method for selenium in plants. *J. AOAC*, 58 : 115-121. 1975.
 - 29) OSAME, S., S. ICHJO, T. MIYAKE and T. SARASHINA, Clinical and clinicopathological observations on cardiac type of white muscle disease. *J. Jpn. Vet. Assoc.*, 41 : 702-706. 1988.
 - 30) OSAME, S., S. ICHJO and T. MIYAKE, Clinicopathological observations on cardiomyopathy of calves kept in farms with cardiac type white muscle disease. *J. Jpn. Vet. Assoc.*, 42 : 531-536. 1989.
 - 31) OSAMU, S., T. OYAYASHI and S. ICHJO, Vitamin A, E and selenium levels in blood and milk of dairy cows with acute mastitis. *J. Jpn. Vet. Med. Assoc.*, 1992, 45 : 388-393.
 - 32) PANOUSIS, N., N. ROUBIES, H. KARATZIAS, S. FRYDAS and A. PAPASTERIADIS, Effect of selenium and vitamin E on antibody production by dairy cows vaccinated against *Escherichia coli*. *Vet Rec* 149(21) : 643-646. 2001.
 - 33) REFFET, J. K., J. W. SPEARS, T. T. BROWN, Effect of dietary selenium on the primary and secondary immune response in calves challenged with infectious bovine rhinotracheitis virus. *J. Nutr.*, 118 : 229-235. 1988
 - 34) 佐藤 繁・今野清勝・小野秀弥・鈴木利行, セレンおよびビタミンE投与妊娠牛の周産期における好中球ニトロブルー・テトラゾリウム還元能およびリンパ球幼若化能. *日本獣医師会誌*, 50 : 333-336. 1997.
 - 35) SONG, R. D., G. M. LI, Y. Q. LIU, T. SONODA, Selenium contents in the grazing Yak of Menyuan and Huangyuan Regions. *J. Cn. Qh. Ani. Vet. Sci.*, 33(5) : 9-10. 2003. (in Chinese)
 - 36) STEVENS, J. B., W. G. OLSON, R. KRAEMER and J. ARCHAMBEAU, Serum selenium concentrations and glutathione peroxidase activities in cattle grazing forages of various selenium concentration. *Am. J. Vet.*

- Res., 46 : 1556-1560. 1985.
- 37) 姫野誠一郎, セレン. ミネラル・微量元素の栄養学, 木 継美・和田 攻編 : 423-446. 第一出版株式会社. 東京. 1994.
- 38) 高橋英二・一条 茂・納 敏・星野順彦・山口啓郎, 白筋症発生牛舎における同居牛の血清トコフェロール, セレニウム, 血液グルタチオペレオキシダーゼ活性. 日獣会誌, 43 : 99-103. 1990.
- 39) TRINDER, N., R. J. HALL and C. P. RENTON. The relationship between the intake of selenium and vitamin E on the incidence of retained placentae in dairy cows. *Vet. Rec.*, 93 : 641-644. 1973.
- 40) VAN SAUN, R. J., Rational approach to selenium supplementation essential. *Feeds tuffs*, 62 : 15-17. 1990.
- 41) VAN VLEET, J. F., Current knowledge of selenium-vitamin E deficiency in domestic animals. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 176 : 321-325. 1980.
- 42) 武 体運. 青海省の草原現状、問題及び草地生産能力の改善について. 青海牧畜獣医雑誌, 31 (4) : 41-42. 2001. (in Chinese)
- 43) 山田秀和・服部共生・松田 聡・康 峪梅, 蛍光法検出高速液体クロマトグラフィーによる土壌中のセレンの定量. 分析科学, 36 : 542-546. 1987.
- 44) 張 容昶, 中国のヤク. 科学技術出版社. 2-29. 甘肅. 1989. (in Chinese)
- 45) ZHANG J X., W. M. CHEN, Z. M. WANG, Y. CAO and X. Z. SHI, Selenium in soil of Haibei alpine meadow in Qinghai province. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 9 : 496-499, 1989.
- 46) 鄭 達賢・李 日邦・王 五一, 初論世界低セレン地帯. 環境科学学報, 2 : 242. 1982. (in Chinese)

Selenium contents in the blood of grazing yaks and rangeland plants in the Eastern Tibet-High Plateau, China

Song RENDE¹⁾, Li GUOMEI²⁾, Fen SHENGQING³⁾, Wang YUANJUN³⁾,
Li WEI²⁾, Hiroshi TAKEDA²⁾, Nobumi HASEGAWA²⁾, Susumu MAKIMURA²⁾,
and Tatsunobu SONODA²⁾

¹⁾ Course of Science of Bioresource Production, The United Graduate School of Agricultural Sciences Kagoshima University (Miyazaki University), Miyazaki, Japan, 889-2192

²⁾ Faculty of Agriculture, Miyazaki University, Miyazaki, Japan 889-2192

³⁾ Animal Husbandry and Veterinary Station of Mengyuan County, QH., CN. 813000

Summary

Selenium concentrations in blood of grazing yaks ($n=78$ heads) and native plants of rangelands ($n=35$) in seven prefectures of Eastern Tibet-High Plateau, China, were determined. Selenium concentrations (average \pm S.D.) of yak bloods and plants in those regions were divided into three by the level as follows. Among them, the lowest was southern high-plateau of Qinghai Province, e.g. Zadou County ($7.7 \pm 3.6 \mu\text{g}/\text{kg}$, $10.7 \pm 1.8 \mu\text{g}/\text{kg}$ respectively) and Maxing County ($8.1 \pm 6.7 \mu\text{g}/\text{kg}$, $9.8 \pm 1.6 \mu\text{g}/\text{kg}$ respectively), the second, the west-south area of the Qinghai lake, e.g. Zekou County ($21.2 \pm 6.0 \mu\text{g}/\text{kg}$, $15.5 \pm 3.1 \mu\text{g}/\text{kg}$ respectively), Yushu County ($9.2 \pm 2.9 \mu\text{g}/\text{kg}$, $16.4 \pm 3.1 \mu\text{g}/\text{kg}$ respectively) and eastern and southern area of the lake, e.g. Gonghe County ($17.3 \pm 3.6 \mu\text{g}/\text{kg}$, $14.9 \pm 1.7 \mu\text{g}/\text{kg}$ respectively), the third, the northern area of the lake, e.g. Huangyuan County ($32.4 \pm 8.8 \mu\text{g}/\text{kg}$, $17.2 \pm 1.5 \mu\text{g}/\text{kg}$ respectively) and Mengyuan County ($32.0 \pm 8.4 \mu\text{g}/\text{kg}$, $16.5 \pm 1.2 \mu\text{g}/\text{kg}$ respectively). There was a significant correlation ($r^2=0.94$, $p<0.01$) between the selenium concentrations of grazing yak blood and plants. Average concentration of blood selenium ($22.1 \pm 11.7 \mu\text{g}/\text{kg}$) in grazing yaks ($n=78$) in those regions was significantly lower than those of housed yaks ($75.9 \pm 12.4 \mu\text{g}/\text{kg}$) ($n=12$) in Xining city ($p<0.001$). Serum selenium levels of 55 yaks in Mengyuan County and Huangyuan County were categorized the into deficient level ($<30 \mu\text{g}/\text{kg}$) reported for cattle. Selenium levels of rangeland plants in these regions ($<50 \mu\text{g}/\text{kg}$) were categorized into the low state ($>100 \mu\text{g}/\text{kg}$).

Keywords : Selenium, grazing yak, native plant, Eastern Tibet-High Plateau, China

Jpn. J. Livest. Management, 39(3) : 104-112, 2003.

Received September 29, 2003.

Accepted December 3, 2003.