

—— 原著論文 ——

妊娠後期の放牧ヤクにおけるセレンウム (Se) と ビタミン E (V.E) 投与後の血清中 Se, V. E およびプロジェステロン濃度の変動

宋 仁徳¹・長谷川信美²・井戸田幸子⁵・李 国梅²・張 永明³・
王 文光³・趙 友邦³・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

妊娠末期ヤクへの無機セレンウム (Se) とビタミン E (V.E) 投与が繁殖ヤクの分娩前後における血清中 Se および V.E の動態および分娩後黄体機能回復に及ぼす影響を明らかにする目的で、分娩 4 週間前の妊娠末期放牧ヤクに対して Se 20mg および V.E 544 IU を 1 回で筋肉内投与し、血清中 Se, V.E 及びプロゲステロン (P₄) 濃度の変動を検討した。

1) 投与区の血清中 Se 濃度は投与前の 17.5 ± 3.4 ng/ml から 2 週目の 45.2 ± 3.8 ng/ml まで有意に上昇し ($p < 0.001$)、その後 8 週目まで低下しながらも、有意に ($p < 0.01$) 高値で推移したのに対し、対照区の血清中 Se 濃度は分娩前後を通して著しく低い値を持続した。投与区は対照区と比べると 2 週目と 4 週目、8 週目で有意に高い値を示した (それぞれ $p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.05$)。

2) 対照区の血清中 V.E 濃度は分娩前後に低い値で推移し、試験開始後 4 週目 (分娩時) に有意に低下した ($p < 0.05$)。これに対し、投与区の血清中 V.E 濃度は投与前に 442 ± 70 ng/dl の低値であったが、投与後 4 週目 (分娩時) に低下が見られたものの、投与後 6 週目、8 週目では投与前より有意に高かった (ともに $p < 0.001$)。Se・V.E 含有製剤投与後 4 週目、6 週目と 8 週目では対照区に比べ有意に高値を示した (それぞれ $p < 0.05$, $p < 0.001$, $p < 0.001$)。

3) 投与区の血清中 P₄ 濃度は対照区より分娩後早期に増加する傾向が見られ、分娩後 8 週目では、対照区よりも有意に高かった ($p < 0.05$)。

キーワード：セレンウム、ビタミン E、プロジェステロン、妊娠後期放牧ヤク

日本家畜管理学会誌, 40(1): 1-7, 2004

2003年12月15日受付

2004年2月10日受理

緒 言

ヤク (*Bos grunniens*, 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^{14,35}、雌ヤクは季節性多次発情家畜である^{15,19}。1年内の発情の開始時期と終止時期は気温、湿度、日照時間と野草の成長状態(栄養状態)に制約され、繁殖率が低い^{15,19,35}。ヤクの生産性が低いことにより当地域の経済から、遊牧民たちの生活、地域自然環境まで大きな問題になっている³³。これらの問題を解決するためには、ヤクの繁殖管理を充実させ、空胎頭数を減らして繁殖率を高めることが緊要である。一方、近年、セレンウム (Se) は多岐にわたる生理作用を持つことが明らかになってきている。なかでも、子畜の白筋症の防止機能^{3,4,6,13,21,23}だけでなく、免疫機能の亢進^{2,25,27}、繁殖障害の防止^{2,17,21,22,32,37}機能が知られている。しかし、中国青海省の各放牧地野草中 Se 含量は極めて低く^{18,20,29}、ヤクは通年自然放牧され、人工的な飼料の補給は一切行っていないため、放牧野草からの栄養分だけに依存しているヤクの血清中 Se 濃度は全体的に低いことを報告した^{28,29,30}。しかし、繁殖ヤクの分娩前後における血清中 Se と α -トコフェロール (V.E) の動態については不明である。最近、Se は黄体機能を高める効果を有することが報告された^{10,11,12}。乳牛において、分娩後の黄体機能の回復状況は、その後の繁殖成績を左右するとされている²⁶。放牧地野草中の Se と V.E 両成分の不足はヤクの繁殖性に影響を及ぼしている可能性が高く、繁殖ヤク体内の Se の充足が、ヤクの黄体機能改善につながる可能性もあると考えられる。そこで、本研究では繁殖ヤクへの無機 Se と V.E 投与が繁殖ヤクの分娩前後における血清中 Se と V.E の動態および分娩後黄体機能回復に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

供試動物と試験期間：試験は2002年4月から7月にかけて、中国青海省門源県の牧場で行った。試験には経産妊娠後期ヤク10頭(2~5産目)を用いた。供試ヤクは周年放牧を行い、採食牧草はすべて自然放牧地の野草で、人工補給は食塩のみであった。供試薬剤：1 ml 中亜セ酸ナトリウム5.48 mg (Seとして2.5 mg) および酢酸 d- α -トコフェロール50 mg (V.Eとして68 IU) を含有する Se・V.E

剤 (BURNS 社, 米国) である。

試験区分：試験は Se・V.E 投与区 (以下投与区, 5頭) と Se・V.E 無投与区 (以下対照区, 5頭) とした。投与区のヤクには、4月(分娩予定日28日前)中旬に Se・V.E 剤 8 ml/頭を筋肉内注射により投与した。5月中旬分娩予定の妊娠後期ヤク38頭を投与区と対照区に各19頭を割り当て、その中から同じ日に出産した母ヤク10頭を本実験に用いた。採血および調査項目：Se と V.E 分析に用いるサンプルは、Se・V.E 剤投与前、投与後2週目、4週目、6週目、8週目に頸静脈より採血し、ただちに3000 rpm \times 10 min で遠心分離し、血清を分析に供した。血清中 Se 濃度の分析は、蛍光法³⁴で、血清中 V.E 濃度は高速液体クロマトグラフィー (日本分光 (株), 東京) 法、血清中プロジェステロン (P₄) 濃度は分娩後2週目、4週目、6週目、8週目、12週目に頸静脈より採血し、血液用 EIA キット (デンカ製薬) でそれぞれ測定した。

統計処理：処理区および週を変動要因とする2元配置分散分析および Students' T-test により行った。

結 果

1. 血清中 Se 濃度の推移

投与区と対照区の Se・V.E 剤投与直前から投与後8週目までの血清中 Se 濃度の推移を図1に示した。投与区の血清中 Se 濃度は、投与前17.5 \pm 3.4 ng/ml と比較し2週目41.2 \pm 6.2 ng/ml、4週目45.2 \pm 3.8 ng/ml まで有意に上昇し (p < 0.001),

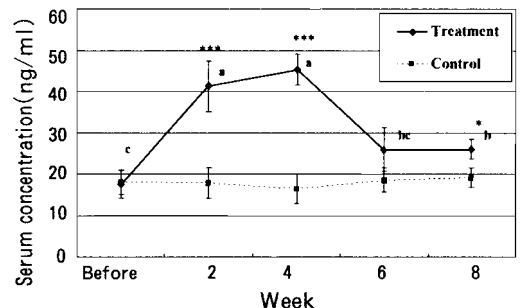


Fig. 1 Change of serum Se concentration of grazing late-pregnant Yak before and after Se·V.E dosage
abc: Mean values \pm SD with Different letters differ significantly at p < 0.01
Means \pm SD differ between Treatment and Control (each n = 5) at *p < 0.05 and ***p < 0.001.

その後、8週(26.0±2.3 ng/ml)まで低下しながらも、有意に高い値で推移した(p<0.01)。それに対し、対照区では週による変化は示さなかった。

また、投与区は対照区よりも2週目と4週目、8週目では有意に高い値を示した(それぞれp<0.01, p<0.01, p<0.05)。

2. 血清中 V.E 濃度

図2に血清中 V.E 濃度の推移を示した。投与区では投与前の血清中 V.E 濃度は442±70 ng/dl の低い値であったが、投与後2週目に500±108 ng/dl まで上昇し、4週目(分娩時)に422±73 ng/dl の最低値を示した。投与後6週目は652±109 ng/dl, 8週目664±55 ng/dl で、Se・V.E 剤投与前より有意に高かった(ともにp<0.001)。

一方、対照区では血清中 V.E 濃度は投与前

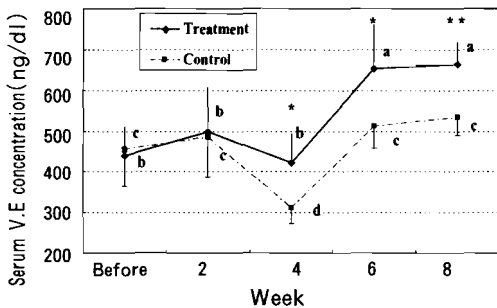


Fig. 2

Change of serum V.E concentration of grazing late-pregnant Yak before and after Se-V.E dosage

ab : Means±SD with different letters differ significantly within Treatment at p<0.01.

cd : Means±SD with different letters differ significantly within Control at p<0.01.

Means±SD differ between Treatment and Control (each n=5) at *p<0.05 and **p<0.01.

Table 1 Effect of Se and V.E dosages on serum P₄ concentration of postpartum Yak

	Weeks after parturition				
	2	4	6	8	12
					(ng/ml)
Treatment	0.10±0.00 ^{ad}	0.20±0.10 ^{ac}	0.36±0.17 ^b	0.64±0.16 ^{**}	0.81±0.31 [*]
Control	0.14±0.04 ^d	0.18±0.08 ^d	0.25±0.15 ^d	0.35±0.21 ^d	0.58±0.33 [*]

^{abcd}Means±SD with different letters within a row differ significantly at p<0.001.

^{*}Means±SD with different letters within a row differ significantly at p<0.05.

^{*}Means±SD within a column differ at p<0.05.

(456±9.1ng/dl)よりも4週目(分娩時)に有意に低下し(312±39ng/dl, p<0.05), その後、6週目(512±53 ng/dl), 8週目(534±4 ng/dl)には4週目よりも有意に高い値となったが(p<0.05), 投与前との差はなかった。

また、投与区血清中 V.E 濃度は、Se・V.E 剤投与後4週目、6週目と8週目では対照区よりも有意に高い値を示した。(p<0.05, p<0.001, p<0.001)。

3. 血清中 P₄ 濃度の推移

分娩時から分娩後8週目までの平均血清中 P₄ 濃度の推移を表1に示した。投与区の血清中 P₄ 濃度は対照区より分娩後早期に増加する傾向が見られ、分娩後8週目の血清中 P 濃度は、投与区が0.64±0.16 ng/ml で、対照区の0.35±0.21 ng/ml よりも有意に高かった(p<0.05)。12週目では0.81±0.31 ng/ml まで上昇した。

考 察

中国東チベット高原の放牧地においては、土壤中の利用可能な水溶性 Se 濃度が低い^{5,36)}ため、その土壌由来の植物中 Se 含量が低い^{5,18,20,29)}。自然放牧地の野草だけで飼育されているヤクは全体的に Se 欠乏状態にあることを報告したが、ヤクの分娩前後における血清中 Se と V.E の動態については不明な点が多い。ヤクは妊娠中期から後期にかけて、長い草の枯死期である冬を越すため、野草の摂取量が少なく、野草中の養分含量も低くなり、厳しい栄養不足状態となる。そのため、胎子重が増え続けるにもかかわらず、妊娠ヤクの増体重はマイナスとなる^{1,14,35)}。Se についても、栄養総摂取量が低下するため、本来不足している Se 栄養分がさらに欠乏すると考えられる。V.E は採食野草の枯死に伴って損失が大

きく⁸⁾、また、妊娠末期に家畜の子宮で V.E の消費が増大し、分娩後には初乳中に大量に移行するため^{8,9,31)}、V.E も Se と同じく深刻な不足状態に陥る可能性が高いと推察される。本研究では、対照区のヤク分娩前後における血清中 Se と V.E 濃度が、分娩時に最低値を示し、その後、わずかに上昇することを認めた。これは、自然放牧地の野草の生長に伴い、餌の採食量が増加した結果と推察される。一方、Se・V.E 剤投与区では、血清中 Se 濃度は投与後 2 週目から 8 週目にかけて対照区のヤクと比べ有意に高い値を示した。血清中 V.E 濃度についても Se・V.E 剤投与後 4 週目(分娩時)に最低値を示し、その後、上昇して、投与後 8 週目までは投与前より有意に高かった。また、投与区は Se・V.E 剤投与後 4 週目、6 週目と 8 週目では対照区よりも有意な高い値が認められた。竹田³¹⁾は、Se・V.E 剤(Se として 25 mg および V.E として 680 IU)を 1 回筋肉内に投与した分娩前 10 週目の黒毛和種妊娠牛では血清中 V.E 濃度の変化は認められず、血清中 Se 濃度は投与後 2 週から 4 週まで高値を示すことを認めているが、納ら²⁹⁾は、分娩 8 週間前の乳牛に亜 Se 酸ナトリウムとトコフェロール(Se として 50 mg および V.E として 1000 mg)を投与したところ、血清中 Se 濃度は分娩後 7 週まで、V.E は分娩 1 週前まで高値を維持したと報告していた。今回の実験では、ヤクは Se・V.E 剤の投与により、体内の Se 及び V.E 状態が大きく改善されたことを認めたが、その黒毛和牛との違いは食餌中の基礎的な Se と V.E 含量が違うためと考えられた。また、著者らも成長期の放牧ヤクに Se を 20 mg/100kg 体重で投与したところ、血漿中 Se 値は 4 週まで高値を維持し、6 週に投与前のレベルに回復したことを示したが²⁸⁾、それは成長期のヤクは成年ヤクより造血機能がより高く、Se の血球へ取り込みが速やかであるためと考えられた。鎌田¹¹⁾は in vitro で黄体細胞に Se を添加した際、Se が有する抗酸化作用により、過酸化脂質量が減少し、黄体細胞数が増加しやすくなり、プロジェステロン生産能力が向上したことを報告した。また、家木¹⁰⁾は分娩前の乳牛における Se の筋肉注射が分娩後の黄体機能の回復を早める可能性があるとして報告している。本研究においても、分娩後の血清中 P 4 濃度は、対照区では LIANG¹⁶⁾の測定値と一致しているが、Se・V.E 剤投与区では分娩後早期に上昇する傾向が見られ、高い値を示した。GSH-Px は

Toc.とともに生体内におけ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抗酸化作用^{7,8)}により、過酸化脂質量が減少し、黄体細胞数が増加しやすくなり、プロジェステロン生産能力を向上させるとされている¹¹⁾。Se・V.E 剤を筋肉内投与した妊娠牛では血液 GSH-Px 活性値が投与後 5 週²⁴⁾あるいは 6 週³¹⁾から上昇する。今回、GSH-Px 活性値は測定しなかったが、E-SE 剤投与によって血清中 Se 濃度が上昇し、血液 GSH-Px 活性が上昇して黄体機能の活性化を促進したものと考えられた。

以上の結果から、妊娠末期ヤクは低 Se および低 V.E 状態であり、妊娠後期ヤクへの Se・V.E 剤の筋肉内補給は分娩時及び分娩後の Se 濃度と V.E 濃度を高めることが明らかとなった。また、繁殖ヤクについては、体内の Se レベルを充足させることは、分娩後の黄体機能の回復にとって有効であることが示唆されたが、今後に発情回帰状況と受胎成績、生産成績についての検討を加えることにより、Se がヤクの繁殖性向上に担う役割をさらに明確にする必要はあり、また、投与の時期および投与量についても、再検討する必要があると考えられた。

文 献

- 1) 陳 才興, ヤクの産肉性能, 中国のヤク, 1 : 66-70, 1980. (in Chinese)
- 2) 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.
- 3) HOSHINO, Y., S. ICHIJO, 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.
- 4) 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.
- 5) 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。青海畜牧獸医科学研究資料, 牧畜編, 453-460.1987. (in Chinese)
- 6) ICHJO, S., The present situation of selenium in Japan. *J. Clin. Vet.* 2 : 45-50.1984.
- 7) ICHJO, S., Importance of vitamin E and selenium in domestic animals. *J. Vet. Med.*, 46 : 109-114.1993.
- 8) 一条茂, 日本におけるセレンの現状。臨床獣医, 8 : 35-43.1984.
- 9) 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發育および抗病力。日本獣医師会誌, 50 : 19-23.1997.
- 10) 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.
- 11) 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.
- 12) 鎌田八郎・寺田典文・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.
- 13) KRIEGER, R. I., K. TOMSON, D.W. WARNER and S.L. WHITENER, Unstable injectable selenium treatments that may be toxic to cattle. *Vet. Hum. Toxicol.* 28 : 541-542.1986.
- 14) 雷煥章, 青海ヤク調査報告, 青海省畜禽品種資源調査報告, 50-101,1983. (in Chinese)
- 15) 雷煥章, ヤクの生殖生理及び繁殖特性, 中国畜牧雜誌, 7 : 1-3,1964. (in Chinese)
- 16) LIANG, G., Rule of Estrus in Yak Their Level of Progesterone and 17- β -Oestradiol in Peripheral Blood during Breeding Season. *Bulletin. Vet. College of PLA*, 10 (3) : 298-300.1990.
- 17) LIAO, C., Y. QI, C. YI, Effect experiment on sheep taking in Se-pellet, CN, QH, *J. Anim. Vet. Sci.*, 32(5) : 9-10.2002.
- 18) 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。青海畜牧獸医科学研究資料, 牧畜編 : 442-443.1987. (in Chinese)
- 19) 劉正魁, 青海ヤクの繁殖特性, 中国のヤク, 4 : 5-7.1981
- 20) 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。青海畜牧獸医科学研究資料, 牧畜編 : 449-452.1987. (in Chinese)
- 21) MAAS, J. P., Diagnosis and management of selenium-responsive diseases in cattle. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.*, 5 : 393-400.1989.
- 22) 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.
- 23) OSAME, S., S. ICHJO, T. MIYAKE and T.S. ARASHINA, Clinical and clinicopathological observations on cardiac type of white muscle disease. *J. Jpn. Vet. Assoc.*, 41 : 702-706.1988.
- 24) OSAMU, S., T. OBAYASHI and S. ICHJO. Vitamin A, E and selenium levels in blood and milk of dairy cows with acute mastitis. *J. Jpn. Vet. Med. Assoc.*, 45 : 388-393.1992.
- 25) 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.
- 26) 佐々木武男, 川上静夫, 柴野正雄, 及川直子, 小島康平, 分娩母牛の血清中Se濃度と発情回帰との関係, 家畜診療, 340 : 39-41.1991.
- 27) 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.
- 28) SONG, R., G. LI, Y. LIU, T. SONODA, Studies on Selenium contents in the Serum and Organs of the grazing Yak in natural

- grassland. J. Cn. Qh. Anim. Vet. Sci., 34(1): 4-6. 2004. (in Chinese)
- 29) 宋仁徳, 李国梅, 馮生青, 王援軍, 李偉, 武田博, 長谷川信美, 牧村進, 園田立信, 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. 日本家畜管理学会誌, 39(3), 4-12. 2003.
- 30) SONG, R., Y. ZHOU, G. LI, T. SONODA, Selenium Concentrations after the Administration of the selenium in the Blood of Free-Range Yak, J. Cn, Qh, Anim. vet. Sci, 33(5): 9-10. 2003.
- 31) 竹田孝夫, 納敏, 一条茂. 牛に対するトコフェロールおよびセレンウムの投与試験. 日本獣医師会誌, (40): 833-837. 1987.
- 32) TRINDER, N., R. J. HALL and C. P. Renton. The relationship between the intake of selenium and vitamin E on the incidence of retained placenta in dairy cows. Vet. Rec., 93: 641-644. 1973.
- 33) 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)
- 34) 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.
- 35) 張容昶. 中国のヤク. 科学技術出版社. 2-29. 甘肅. 1989. (in Chinese)
- 36) ZHANG, J., W. CHEN, Z. WANG, Y. CAO and X. SHI, Selenium in soil of Haibei alpine meadow in Qinghai province. Acta Scientiae Circumstantiae, 9: 496-499. 1989.
- 37) 周経松, 亜セレン酸によるヤクの流産防止, 中国のヤク, 3: 62. 1986. (in Chinese)

Changes of serum Selenium (Se), Vitamin E (V.E) and progesterone concentrations of grazing late-pregnant Yak after administrations of Se and V.E

Rende SONG¹, Nobumi HASEGAWA², Sachiko IDOTA²,
and Tatsunobu SONODA², Guomei LI², Yongming ZHANG³,
Wengguang WANG³, Youbang ZHAO³

¹ 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

In order to clarify the effects of administrating selenium (Se) and vitamin E (V.E) on the recovery of the corpus luteum function and serum Se and V.E concentrations, 20 mg of Se and 544 IU of vitamin E were intramuscularly injected once into five grazing late-pregnant Yaks (Treatment). The changes of serum Se, V.E and progesterone (P₄) levels after injection were examined and compared with that of five non-treated ones (Control).

- 1) The serum Se concentration of Treatment increased from 17.5 ± 3.4 before injection to 45.2 ± 3.8 ng/ml in the 2nd week after injection ($P < 0.001$), and then it declined until the end of the 8th week. However, Control kept it lower than Treatment through experimental period. In the 2nd, 4th, and 8th weeks after injection, the serum Se concentrations of Treatment were significantly higher than those of Control ($p < 0.001$, $p < 0.05$ and $p < 0.05$ respectively).
- 2) Serum V.E concentration of Treatment was 422 ± 70 ng/dl before injection and decreased in the 4th week after injection around parturition. It increased significantly in the 6th and 8th weeks ($p < 0.001$) after injection as compared with that before injection. And also it was higher than that of Control in the 4th, 6th and 8th weeks after injection. Serum V.E concentration of Control decreased significantly around parturition as compared with that before parturition ($p < 0.05$) and thereafter kept lower level than that of Treatment.
- 3) The serum P₄ concentration of Treatment showed an increasing trend in the early post-partum period as compared with that of Control. The serum P₄ concentrations in the 8th week after parturition were higher in Treatment than in Control ($p < 0.05$).

Keywords : selenium, vitamin E, progesterone, grazing pregnant Yak

Jpn. J. Livest. Management, 40(1): 1-7, 2004

Received December 15, 2003.

Accepted February 10, 2004.