

サラブレッド種ウマの乳中および血清中の微量元素濃度

村 上 祐 子¹⁾, 松 井 徹¹⁾, 矢 野 秀 雄¹⁾
大 澤 登 茂 子²⁾, 朝 井 洋²⁾, 松 井 朗²⁾

¹⁾京都大学農学部, ²⁾日本中央競馬会競争馬総合研究所

Trace Mineral Contents in Milk and Serum of Thoroughbred Horses

Yuuko Murakami¹⁾, Tohru Matsui¹⁾, Hideo Yano¹⁾
Tomoko Osawa²⁾, Yo Asai²⁾ and Akira Matsui²⁾

¹⁾*Faculty of Agriculture, Kyoto University*

²⁾*Equine Research Institute, Japan Racing Association*

A main nutrient source for foals before the initiation of creepfeeding or weaning is mare's milk. The epiphysitis in nursing foals has been frequently found in Hidaka district of Hokkaido Island. The incidence of the epiphysitis is thought to be due to rapid growth, imbalance of mineral intake, or deficiencies for Zn and Cu intake. The purpose of the present experiment is to clarify the intakes of trace minerals and nutritional status in mares and their suckling foals in Hidaka district.

Cu and Zn contents in milk were continuously decreased after parturition, which induced the lower intake of these minerals in their foals. Serum Cu concentrations were not changed after parturition in mares, and the levels were within a normal range.

Serum Cu concentrations were abnormally low in foals in 1 week after birth but recovered to the normal level in 3 weeks. Serum Zn concentrations were lower than the normal level in mares and their foals through the experimental period. These results suggested that mares and foals became Zn deficiency in this area. Zn deficiency induced by low Zn concentration in milk might cause the epiphysitis of foals.

出生後から離乳まで子ウマの主要な栄養源は、他の哺乳動物と同様に母乳である。馬乳中の有機物含量に関する報告は多いが、馬乳中のミネラル含量に関する報告、特に微量元素に関する研究はほとんど行われていない。

母ウマにおける産乳量は出産後徐々に低下することが報告されている¹⁾。一方、子ウマの成長は速く、生後3カ月で体重は約3倍となる。そこで、NRC 飼養標準²⁾では、多くの場合受乳中の子ウマには濃厚飼料を補給してやる必要があることが示されている。

現在、日本国内におけるサラブレッドの主生産地である北海道日高地方では子ウマの前後肢関節部の化骨過程で発症し、骨端部の腫脹や形状の異常を特徴とする骨端症が多発している。朝井ら³⁾は、この地域における重度の球節部骨端症の発症率は調査対象馬の3.6%、中度のものでは発症率は19.4%にも達することを報告している。ウマの骨端症は、1) 遺伝、2) 急激な成長、3) エネルギーまたはタンパク質の過剰摂取、4) カルシウムとリンのインバランス、5) 銅欠乏、6) 亜鉛欠乏または過剰、により発生することが示唆されている⁴⁾。朝井らは日高地方において給与飼料内容から推定した飼料中銅、亜鉛含量と骨端症の発症率の間には負の相関があることから、骨端症の発症は銅または亜鉛の欠乏が原因であることを推察しており³⁾、受乳中および離乳後にこれらミネラルの補給を行う必要があると考えられる。しかしながら、受乳中におけるこれらミネラルの摂取量は明らかではなく、そのため、適切な補給量および補給の時期は不明である。そこで本試験では、母ウマの乳中の銅、亜鉛濃度、および子ウマの銅、亜鉛摂取量の変化を検討し、あわせて鉄についても検討した。また、母ウマおよび子ウマの血清中のこれらミネラルの濃度を測定した。

材 料 と 方 法

供試動物は、サラブレッド種のウマ、母子3組を用いた。母ウマに給与した飼料はTable 1に示した。

Table 1. Composition of feed for mares after parturition

	mare A, C	mare B
oats	2.0kg	2.5kg
wheat bran		0.3kg
alfalfa hay	3.0kg	
alfalfa haycube		1.0kg
timothy chopped hay	2.3kg	2.8kg
mineral salt	moderate amount	moderate amount
vitamin mix	moderate amount	moderate amount
timothy hay	ad libitum	ad libitum

乳の採取を、分娩直後(0日)、分娩後3日、1週、3週、7週、10週、17週後に行った。また、分娩直後をのぞく同時期に母ウマと子ウマから血液採取も行い、血清を得た。試料を硝酸および過塩素酸を用いて湿式灰化した後に、原子吸光法により銅、鉄、亜鉛濃度を測定した。

結 果 と 考 察

乳中銅、亜鉛濃度は分娩直後において最大値をとり、その後経日的に減少した。鉄濃度は、明らかな経日的変化を示さなかった。(Table 2)

従来の飼養標準²⁾では受乳中の子ウマにおけるミネラル要求量は示されていない。したがって、通常の飼料を給与されている離乳子ウマにおける飼料中ミネラル要求量(銅10mg/kg乾物、鉄50mg/kg乾物、亜鉛40mg/kg乾物)をもとに、飼料摂取量を体重1kg当たり2.5%として算出した1日当たりの量を推

Table 2. Mineral contents of mare's milk (mg/l)

	0d ^{a)}	3d	1w ^{b)}	3w	7w	10w	17w
Cu	0.592 ±0.140	0.576 ±0.119	0.331 ±0.086	0.190 ±0.036	0.172 ±0.021	0.119 ±0.013	0.118 ±0.012
Fe	0.626 ±0.159	0.563 ±0.036	0.656 ±0.186	0.638 ±0.113	0.659 ±0.051	0.515 ±0.032	0.516 ±0.062
Zn	5.06 ±0.49	3.53 ±0.08	2.49 ±0.21	2.13 ±0.34	2.78 ±0.50	2.31 ±0.08	2.58 ±0.13

MEAN ± SEM for 3 mares ^{a)}day and ^{b)}week after parturition

定要求量とした。受乳量および乳中濃度から求めた銅，亜鉛の摂取量は，1週以後推定要求量を満たしていなかった (Figure 1)。鉄の摂取量は出生3日目ですでに推定要求量より少なかった。

母ウマ，子ウマの血清中ミネラル濃度を Table 3 に示した。ウマにおける血清中銅，鉄，亜鉛濃度の

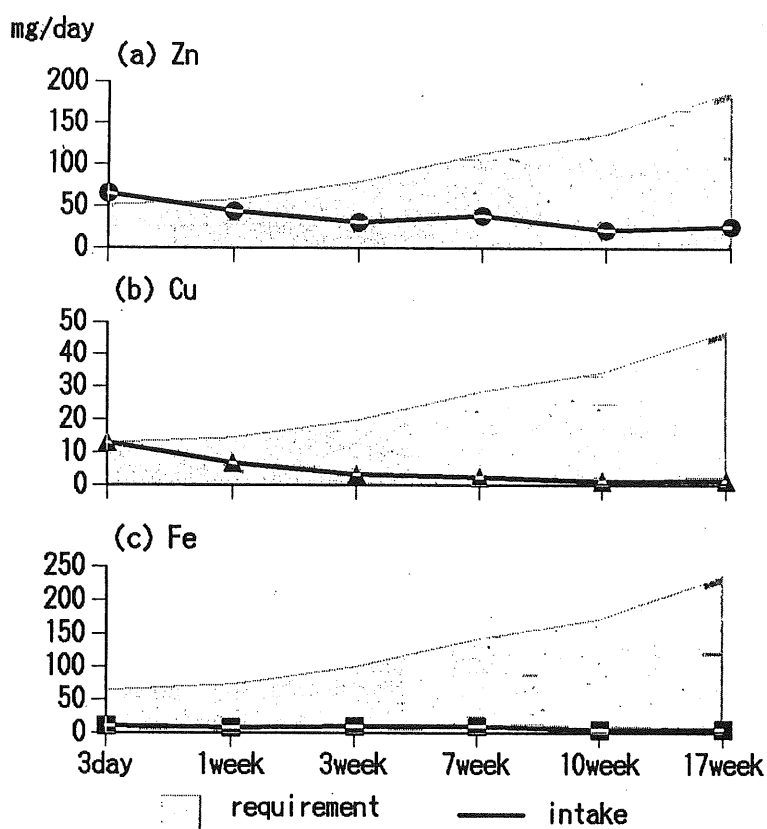
**Figure 1.** Mineral intake from mare's milk and estimated mineral requirements in their foals

Table 3. Serum mineral concentrations in mares and their foals (mg/l)

	3d ^{a)}	1w ^{b)}	3w	7w	10w	17w
mares						
Cu	—	0.886 ±0.034	0.871 ±0.053	1.059 ±0.022	0.967 ±0.075	0.994 ±0.051
Fe	—	2.02 ±0.10	2.13 ±0.07	1.63 ±0.04	1.57 ±0.13	1.97 ±0.17
Zn	—	0.553 ±0.037	0.591 ±0.042	0.565 ±0.022	0.547 ±0.058	0.530 ±0.061
foals						
Cu	0.302 ±0.016	0.484 ±0.034	0.849 ±0.076	1.119 ±0.065	0.988 ±0.057	1.117 ±0.019
Fe	1.66 ±0.02	1.96 ±0.58	1.28 ±0.40	2.21 ±0.22	1.87 ±0.27	1.90 ±0.12
Zn	0.790 ±0.068	0.685 ±0.026	0.604 ±0.053	0.566 ±0.030	0.535 ±0.057	0.527 ±0.081

MEAN ± SEM for 3 mares and their foals ^{a)}day and ^{b)}week after parturition

正常値はそれぞれ、 $0.83 \pm 0.32 \text{mg/l}^{(2)}$ 、 $1.56 \pm 0.39 \text{mg/l}^{(5)}$ 、 $1.11 \pm 0.46 \text{mg/l}^{(5)}$ であることが報告されている。母ウマにおいて、血清中銅、鉄濃度は、試験期間を通して正常値を示していた。一方、亜鉛濃度は正常値より著しく低かった。子ウマにおける血清中銅濃度は、3日目、1週目では正常値の下限を下回っていたが、その後は濃度が上昇し正常範囲内になった。血清中鉄濃度は正常範囲であった。一方、血清中亜鉛濃度は3週以降正常値を下回るようになった。

乳中にはフィチン酸や繊維などのミネラル吸収阻害物質がないため、乳中ミネラルは通常の飼料中のミネラルより利用性が良いことが知られている²⁾。ここで示した推定要求量は、フィチン酸などを含む通常飼料給与時におけるミネラル要求量をもとに算出した値なので、受乳中の子ウマにおける要求量は、この値ほど高くないと考えられる。血清中銅、鉄濃度は正常範囲内であることから、銅と鉄においては、実際の要求量はこれらの推定要求量よりも低い可能性がある。しかし、鉄においては、血中濃度のみでは体内の鉄量を評価できないという報告もある⁶⁾。また、ここで示した血中銅および鉄濃度の正常値は成熟したウマにおける値であり、この正常値が受乳中の子ウマにおいても適用できるか否かは明らかではない。受乳中の子ウマでは、成長のために多くのミネラルを必要とすることから、銅、鉄が子ウマにおいて不足状態である可能性もある。実際、鉄などは乳中含量が極めて低いため、子ウマは鉄不足に陥りやすいことが報告されている⁷⁾。

乳中の亜鉛は、銅や鉄と同じく、フィチン酸や繊維などが存在しないため、利用性が高いと考えられている²⁾。一方、ウマの乳中タンパク質組成は、カゼインが主体であり⁸⁾、十分に消化されていないカゼインが十二指腸に達すると、亜鉛の吸収を抑制するという報告もある⁹⁾。血清中亜鉛濃度は母ウマ、子ウマのいずれにおいても正常値の下限を下回っていた。血中亜鉛濃度は食餌性亜鉛欠乏の徴候を反映することが知られており⁶⁾、母ウマ、子ウマとも亜鉛欠乏の状態にある可能性が示唆された。これらの結果から、母ウマの亜鉛欠乏のために乳中の亜鉛濃度が低下し、受乳馬の亜鉛摂取量が低下すること、

また、馬乳中の亜鉛は通常の飼料中の亜鉛と比較し大きく利用性が異なる可能性があること、その結果受乳馬も亜鉛欠乏となることが推察された。日高地方では、亜鉛や銅の欠乏が、骨端症の発症要因の1つであると推察されているが、本試験の結果から、亜鉛欠乏が骨端症の大きな要因であることが示唆された。

引用文献

- 1) Gibbs, P. G., G. D. Potter, R. W. Blake and W. C. McMullan (1982) J. Anim. Sci. 54 (3) : 496-499
- 2) NRC, Nutrient Requirements of Horses (5th Ed.). National Academy Press, Washington, DC. (1989)
- 3) 朝井 洋, 水野豊香, 山本 修, 藤川洋史 (1993), 日畜会報 64 (12) : 1193-1200
- 4) Wargner, P. C. (1986) AESM Quart. 1 : 9
- 5) Frape, D. (1986) : Equine Nutrition and Feeding. Longman Scientific & Technical : pp.41-46
- 6) Kaneko, J. J. (1991) : Clinical biochemistry of domestic animals (4th Ed.). Academic Press
- 7) Ullrey, D. E., W. T. Ely and R. L. Covert (1974) J. Anim. Sci. 38 (6) : 1276-1277
- 8) Kon, S. K., A. T. Cowie (1962) Milk. 2 : 198
- 9) Blakeborough, P., M. I. Gurr and D. N. Salter (1986) Br. J. Nutr. 55 : 209-217