

泌乳牛のミネラル代謝におよぼす環境温度の影響

久米 新一¹⁾・栗原 光規¹⁾・高橋 繁男¹⁾・

柴田 正貴²⁾・相井 孝允¹⁾

(¹⁾ 農水省九州農業試験場,* ²⁾ 農水省農林水産技術会議事務局**)

Effect of Environmental Temperature on Mineral Metabolism of Lactating Cows

Shinichi KUME¹⁾, Mitsunori KURIHARA¹⁾, Shigeo TAKAHASHI¹⁾,
Masaki SHIBATA²⁾ and Takamitsu AII¹⁾

¹⁾ Kyushu National Agricultural Experiment Station and ²⁾ Agricultural,
Forestry and Fisheries Research Council

Four lactating Holstein cows were housed in the two independently controled climatic rooms. Although Mo concentration in milk decreased at 30°C, There were no significant differences in trace element concentration in milk between treatments. Negative retention of Zn, Se, and Mo at 26°C may be partly due to relatively high secretion in milk at 26°C. Since the ratio of secretion in milk to intake of Zn, Se, and Mo was extremely greater than that of Fe, Cu, Mn, and Co, more attention must be paid to Zn, Se, and Mo nutrition in relation to milk production. Results suggests that the Zn, Se, and Mo metabolism of lactating cows may be affected by heat stress.

反すう動物では、微量元素の関係する欠乏症、あるいは中毒症が現在でも世界各地において重要な問題にされ、^{1),2)} わが国でも微量元素に由来する疾病が過去に報告されていることから、

*所在地：熊本県菊池郡西合志町 2421 (〒861-11)

**所在地：東京都千代田区霞が関 1-2-1 (〒100)

反すう動物の微量元素栄養については古くから関心をもたれていた。³⁾さらに、近年わが国の牧草の微量元素含量を調べた結果、⁴⁾わが国の牧草にはZn, Cu, Se及びCoの不足していることが明らかにされ、乳牛の生産性の向上を考えると微量元素栄養の点でも改善が必要と指摘されている。

一方、環境条件も乳牛の生産性にさまざまな影響をおよぼし、わが国の夏期の高温暖下では、乳量の減少、乳成分の低下など、乳牛の生産性の低下することが報告されている。⁵⁾また、著者らは前報⁶⁾で乳牛の維持に要するミネラル要求量は高温環境下では増加することを報告した。本報では、高温環境下における泌乳牛のミネラル要求量を解明するために、泌乳牛のミネラル代謝に及ぼす環境温度の影響について検討した。

材 料 お よ び 方 法

ホルスタイン種泌乳牛4頭を環境制御室に収容し、環境条件は相対湿度を60%に保ち、環境温度を18, 26, 30°Cの順に2頭の牛を暴露させ、また他の2頭の牛はその逆の順で暴露させた。また各処理期間は2週間とし、配合飼料及びイタリアンライグラス乾草を必要量給与し、水及び固形塩は自由摂取させた。体重は、各処理期において毎週測定した。

各処理期の後半1週間に消化試験を行い、ふん尿を分離してサンプリングした。泌乳量は毎日2回測定し、牛乳サンプルは各処理期の最終4日間に一定量採取した。飼料サンプルは、給与飼料から無作為に抽出した。

ふん及び飼料は60°Cで通風乾燥後、ステンレス製ウィレー型粉碎機で粉碎した。牛乳は凍結乾燥後、乳鉢を用いて粉碎した。尿は、分析直前まで凍結保存した。試料は硝酸一過塩素酸

Table 1. Body weight, milk yield, concentrate intake, hay intake, water intake, and block salt intake of lactating cows on different environmental temperature

Item	Treatment means			Treatment effect	1. s. d. (p < 0.05)
	18°C	26°C	30°C		
Body weight, kg	561.1	542.5	527.8	**	15.4
Milk yield, kg/day	27.51	23.33	19.29	**	3.92
Concentrate intake, kg/day	13.63	11.65	9.55	NS	
Hay intake, kg/day	7.01	5.23	4.24	*	1.49
Water intake, kg/day	89.12	81.01	71.69	NS	
Block salt intake, g/day	12.71	16.00	7.05	NS	

Level of significance: ** p < 0.01; * p < 0.05; NS Not significant.

で湿式灰化後、各元素の定量は、Fe, Zn, Cu及びMnは原子吸光光度法、Seはけい光光度法、またMo及びCoは無炭原子吸光光度法で行った。

結果および考察

体重及び乳量は、温度上昇とともに減少した(表1)。温度上昇に伴う乾草摂取量の減少率が配合飼料摂取量のそれよりも大きかったけれども、全飼料摂取量の減少率は乳量のそれに近似した値を示した。また、高温環境下では飲水量及び固形塩摂取量も減少した。それゆえ、温度上昇に伴う体重及び乳量の減少は、主に暑熱ストレスによる飼料摂取量及び飲水量の減少がもたらしたものと思われた。

配合飼料及び乾草中の微量元素含量を調べた結果、全飼料中の微量元素レベルは次のとおりであった(乾物当たりppm); Fe, 334-351; Zn, 50-52; Cu, 11.4-11.6; Mn, 112-113; Se, 0.25-0.26; Mo, 0.41-0.42; Co, 0.35-0.39。全飼料中の微量元素レベルがNRC標準¹⁾の推奨値よりも高い値を示したため、飼料中の微量元素レベルは泌乳牛にとってほぼ適当なものと思われた。

牛乳中のMo濃度は30°Cで低下したけれども、他の元素については処理間で有意差は認められなかった(表2)。牛乳中のFe濃度を除くと、牛乳中の微量元素濃度は26°Cで上昇する傾向を示した。本報の結果からは、牛乳中の微量元素濃度に対する暑熱ストレスの影響は明らかではなかった。

Zn摂取量は、飼料摂取量の減少に伴い、温度上昇とともに減少した(表3)。また、Zn排

Table 2. Trace element concentration in milk of lactating cows on different enviromental temperature

Item	Treatment means			Treatment effect	1. s. d. (p < 0.05)
	18°C	26°C	30°C		
Fe, ppm	0.39	0.53	0.72	NS	
Zn, ppm	4.05	4.74	3.23	NS	
Cu, ppm	0.068	0.082	0.071	NS	
Mn, ppm	0.049	0.054	0.052	NS	
Se, ppm	0.026	0.034	0.026	NS	
Mo, ppm	0.032	0.045	0.016	*	0.017
Co, ppm	0.001	0.001	0.001	NS	

Level of significance: * p < 0.05; NS Not significant.

Table 3. Zinc intake, excretion, secretion in milk, absorption, and retention of lactating cows on different environmental temperature

Item	Treatment means			Treatment effect	1. s. d. ($p < 0.05$)
	18°C	26°C	30°C		
Intake, mg/kg body wt per day	1.605	1.380	1.169	*	0.289
Excretion, mg/kg body wt per day					
Feces	1.376	1.286	0.972	**	0.170
Urine	0.036	0.033	0.035	NS	
Total	1.412	1.319	1.006	**	0.174
Secretion in milk, mg/kg body wt per day	0.202	0.202	0.118	NS	
Absorption, mg/kg body wt per day	0.229	0.094	0.197	NS	
Retention, mg/kg body wt per day	-0.009	-0.141	0.044	NS	

Level of significance: ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; NS Not significant.

Table 4. Copper intake, excretion, secretion in milk, absorption, and retention of lactating cows on different environmental temperature

Item	Treatment means			Treatment effect	1. s. d. ($p < 0.05$)
	18°C	26°C	30°C		
Intake, mg/kg body wt per day	0.366	0.315	0.262	*	0.069
Excretion, mg/kg body wt per day					
Feces	0.337	0.288	0.226	*	0.062
Urine	0.006	0.007	0.006	NS	
Total	0.343	0.295	0.232	*	0.063
Secretion in milk, mg/kg body wt per day	0.0034	0.0035	0.0028	NS	
Absorption, mg/kg body wt per day	0.029	0.027	0.036	NS	
Retention, mg/kg body wt per day	0.020	0.017	0.027	NS	

Level of significance: * $p < 0.05$; NS Not significant.

泄量も同様に温度上昇とともに減少したが、26°Cにおける牛乳中へのZn分泌量が比較的多かったため、Zn蓄積量は26°Cで急減し、負の蓄積を示した。

Cu摂取量及び排泄量は、Znと同様に温度上昇とともに減少した(表4)。しかし、牛乳中へのCu分泌量が非常に少なかったため、Cu吸収量及び蓄積量は各処理間でほぼ同じ値を示した。

また他の元素の出納を調べた結果、微量元素の摂取量に対する牛乳中へのそれらの分泌量の比率は、元素によって非常に異なることが認められた。大別すると、Znのようにその比率が

10%前後になる比較的高いグループと、Cuのようにその比率が0.1-1%と非常に低いグループに分けられ、Znと同じグループにはSeとMoが入り、またCuと同じグループにはFe、Mn及びCoが入った。さらに主要ミネラルの出納を調べると、元素によって多少の相違はあるが、全般的にはZnと同様に主要ミネラルも高い比率のグループに入った。このことは、泌乳期のZn、Se及びMo代謝は主要ミネラルと同様にさまざまな要因によって変動し、影響を受けやすいが、Fe、Cu、Mn及びCo代謝は乳生産による影響は少ないことを示唆している。それゆえ、乳生産のための微量元素栄養ではZn、Se及びMo栄養に十分に注意することが必要と思われる。

一方、26°CでZnの蓄積量が負の値を示したが、Se及びMoでも26°Cでは負の蓄積を示した。このことは、26°Cにおける牛乳中へのそれらの分泌量が多かったことによるものと思われるが、26°Cで3元素が同時に負の蓄積を示したことは、Zn、Se及びMo代謝が暑熱の影響を被ったことも示唆される。しかし、30°Cでは3元素とも正の蓄積を示したので、暑熱の影響以外に、他の要因が働いたことも考えられる。現在では、乳牛の微量元素代謝に及ぼす高温環境の影響についてはまだ明確にはされていないので、さらに研究を進めることが必要であろう。

文 献

1. National Research Council (1978) Nutrient Requirement of Dairy Cattle. 5th. rev. ed. NAS. Washington, D. C.
2. UNDERWOOD, E. J. (1977) Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 4th. ed. Academic Press, New York
3. 農林水産技術会議事務局編(1974) 日本飼養標準 乳牛 中央畜産会
4. 高橋達児(1977) 日草誌 23: 259
5. 柴田正貴(1983) 日畜会報 54: 635
6. KUME, S., M. SHIBATA, M. KURIHARA and T. AII (1986) Jpn. J. Zootech. Sci. in Press